

令和2年度
広島大学理学部・
大学院理学系プログラム（専攻）
教育研究成果報告書

広島大学大学院理学研究科評価委員会

目 次

1	数学専攻・数学プログラム・数学科	
1-1	専攻・プログラムの理念と目標	I - 1
1-2	専攻・プログラムの組織と運営	I - 1
1-3	専攻・プログラムの大学院教育	I - 2
1-4	専攻・プログラムの研究活動	I - 4
1-5	その他特記事項	I - 34
2	数学科	I - 36
2-1	学科の理念と目標	I - 36
2-2	学科の組織	I - 36
2-3	学科の学士課程教育	I - 37
2-4	リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供	I - 37
2-4	その他特記事項	I - 37
II	物理科学専攻・物理学プログラム・物理学科	
1	物理科学専攻・物理学プログラム	II - 1
1-1	専攻・プログラムの理念と目標	II - 1
1-2	専攻・プログラムの組織と運営	II - 1
1-3	専攻・プログラムの大学院教育	II - 3
1-4	専攻・プログラムの研究活動	II - 15
2	物理学科	II - 111
2-1	学科の理念と目標	II - 111
2-2	学科の組織	II - 111
2-3	学科の学士課程教育	II - 112
III	地球惑星システム学専攻・地球惑星システム学プログラム・地球惑星システム学科	
1	地球惑星システム学専攻・地球惑星システム学プログラム	III - 1
1-1	専攻・プログラムの理念と目標	III - 1
1-2	専攻・プログラムの組織と運営	III - 1
1-3	専攻・プログラム専攻の大学院教育	III - 2
1-4	専攻・プログラム専攻の研究活動	III - 5
1-5	その他特記事項	III - 24
2	地球惑星システム学科	III - 25
2-1	学科の理念と目標	III - 25
2-2	学科の組織	III - 25
2-3	学科の学士課程教育	III - 25
IV	化学専攻・基礎化学プログラム・化学科	
1	化学専攻・基礎化学プログラム	IV - 1
1-1	専攻・プログラムの理念と目標	IV - 1
1-2	専攻・プログラムの組織と運営	IV - 1
1-3	専攻・プログラムの大学院教育	IV - 6

1-4 専攻・プログラムの研究活動	IV - 19
2 化学科	IV - 70
2-1 学科の理念と目標	IV - 70
2-2 学科の組織	IV - 70
2-3 学科の学士課程教育	IV - 72
2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供	IV - 85
2-5 その他特記事項	IV - 85
V 生物科学専攻・基礎生物学プログラム・生物科学科	
1 生物科学専攻・基礎生物学プログラム	V - 1
1-1 専攻・プログラムの理念と目標	V - 1
1-2 専攻・プログラムの組織と運営	V - 1
1-3 専攻・プログラムの大学院教育	V - 6
1-4 専攻・プログラムの研究活動	V - 11
1-5 その他特記事項	V - 89
2 生物科学科	V - 90
2-1 学科の理念と目標	V - 90
2-2 学科の組織	V - 90
2-3 学科の学士課程教育	V - 93
2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供	V - 96
2-5 その他特記事項	V - 96
VI 数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム	
1 数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム	VI - 1
1-1 専攻・プログラムの理念と目標	VI - 1
1-2 専攻・プログラムの組織と運営	VI - 1
1-3 専攻・プログラムの大学院教育	VI - 5
1-4 専攻・プログラムの研究活動	VI - 14
1-5 その他特記事項	VI - 44
VII 生命医科学プログラム	
1 生命医科学プログラム	VII - 1
1-1 プログラムの理念と目標	VII - 1
1-2 プログラムの組織と運営	VII - 1
1-3 プログラムの大学院教育	VII - 3
1-4 プログラムの研究活動	VII - 9
1-5 その他特記事項	VII - 11

※研究活動の記載について

発表論文，講演等のうち，本研究科の教員にはアンダーラインを付しています。また，専攻内で複数の教員があがっている場合には◎印を，複数の専攻にまたがっている場合は○印を，タイトル等の前に付しています。

I 数学専攻

- ・ 数学プログラム
- ・ 数学科

1 数学専攻・数学プログラム

1-1 専攻・プログラムの理念と目標

理学の目的は自然の真理を探究することであり、数学の目的は数学的真理を探究することにある。数学は数千年にわたる伝統を持ち、論理性と普遍性を基軸とした人類文化を代表する学問であり、自然科学・工学の基礎として近代科学文明の発展を支えてきた。近年は数理科学的手法が社会・人文科学へも応用され、コンピュータによる情報社会化の進展も相まって、数学の利用はますます広範かつ高度なものとなってきている。

広島大学大学院理学研究科数学専攻では、自然界に働く普遍的な法則や基本原理の解明に向けて、純粋科学の教育研究を推進し、未来を切り開く新たな知を創造・発展させ、これを継承し、また、教育研究成果を通じて社会に貢献するという広島大学大学院理学研究科の理念に則り、高度な専門的研究活動に参加することによって、将来の数学の発展を担う研究者を養成することを目標とし、同時に現代数学の本質とその学問的・社会的位置づけを理解した教育者、情報化社会のニーズに応える高度な数学的思考能力・創造性を持った人材を養成することを目指す。各分野における専門研究を深化し、国際学術研究の中心的役割を果たすことを希求している。

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

数学専攻・プログラムは、代数数理、多様幾何、数理解析、確率統計、総合数理の5講座で構成されている。さらに代数数理講座には代数数理グループ、多様幾何講座には幾何学グループと位相数学グループ、数理解析講座には数理解析グループ、確率統計講座には確率論グループと数理統計学グループ、総合数理講座には総合数理グループというように、必要に応じて外部の人材も入れて研究グループをつくり研究・教育活動を行っている。運営は数学専攻・プログラム共通で行われている。

1-2-1 教職員

令和2年度

代数数理	教授	木村俊一 島田伊知朗 松本 眞
	准教授	高橋宣能
	助教授	飯島 優 鈴木航介
多様幾何	教授	古宇田悠哉 (R2.4.1 昇任) 藤森祥一
	講師	奥田隆幸
	助教授	久保 亮 野崎雄太 (R2.4.1 採用)
数理解析	教授	川下美潮 内藤雄基 (R2.9.1 採用)
	准教授	滝本和広 平田賢太郎
	講師	神本晋吾
確率統計	教授	井上昭彦 柳原宏和 若木宏文
	准教授	伊森晋平 (R2.4.1 昇任) 岩田耕一郎 Heewon Park (R2.6.1 転出) 福井敬祐 (R2.8.1 採用)
	助教授	中川勝國
総合数理	教授	阿部 誠 水町 徹
	准教授	小鳥居祐香 (R2.10.1 採用) 澁谷一博 橋本真太郎
事務室		桂川信子 下森雅美

1-2-2 教職員の異動

空きポストが生じると、将来計画等を勘案して、採用分野を決定した。新採用の助教はすべて任期がついている。

令和2年度

昇任	令和2年4月1日	古宇田悠哉	教授
	令和2年4月1日	伊森晋平	准教授
採用	平成2年4月1日	野崎雄太	助教 (任期 令和5年3月31日 まで)
	令和2年8月1日	福井敬祐	准教授
	令和2年9月1日	内藤雄基	教授
	令和2年10月1日	小鳥居祐香	准教授 (任期 令和9年9月30日まで)
退職	令和2年5月31日	Heewon Park	准教授
	令和3年3月31日	久保 亮	助教
	令和3年3月31日	窪田庸子	
異動	令和2年8月1日	谷 知美	

1-3 専攻・プログラムの大学院教育

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

数学的真理に対する強い探究心にあふれ、数学の専門的研究活動に、目的意識と積極性を持ち自発的に参加する学生の入学を期待している。

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

令和2年度

博士課程前期：(入学時) 学生数 18 名，定員 22 名，充足率 81.8%

博士課程後期：(入学時) 学生数 5 名，定員 11 名，充足率 45.5%

学位 (博士) 取得：3 件

ただし，充足率は数学プログラム，学位取得は数学専攻の学生のみからなる。

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和2年度 … 18 件 (博士課程前期 2 件，博士課程後期 16 件，前期・後期共 0 件)

1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

令和2年度 … 0 件 (博士課程前期 0 件，博士課程後期 0 件，前期・後期共 0 件)

1-3-5 修士論文発表実績

令和2年度 … 15 件

池田 裕弥：二次元球面の接束のデザイン

市成 彩夏：ブロックチェーンを利用した回覧板システム

河村 風児：統計解析のための Wasserstein 距離について

上林 豊直：消散型 σ -発展方程式の解の高次漸近展開

- 菅沼 育夢：Jacobson-Witt 代数のルート構造
- 助永 真之： \mathbb{R}^3 内のトロピカル平面上のトロピカル曲線
- 平 大和：二輪ロボットの運動と平面代数曲線
- 竹内 宏一：標準微分式系の無限小自己同型と基本階別 Lie 代数の代数的延長
- 谷口 一慧：自己回帰移動平均モデルの有限予測係数の閉形式表示
- 徳永 英人：代数系における有限生成性・圏論的有限生成性
- 福田 哲也：彩色多項式の係数を用いたグラフの順序付け
- 藤井 良輔：Laplace approximation of the likelihood equation for a generalized linear mixed model (一般化線形混合モデルにおけるラプラス近似を用いた近似尤度方程式について)
- 古谷 凌雅：Stable maps and hyperbolic links (安定写像と双曲絡み目)
- 望月 教平：Post-selection inference for linear regression via KOO method with general-formed variable selection criterion (線形回帰における一般的な変数選択規準を用いた KOO 法の選択後推論)
- 矢野 貴大：Donsker の不変原理による逆正弦法則の証明

1-3-6 博士学位

令和 2 年度理学研究科数学専攻における申請基準は以下のとおり。

- (1) 数学または関連する分野における高度な学力を保持していること。
- (2) 数学または関連する分野の発展に寄与する研究能力を有すること。
- (3) 上記(1), (2)を示す博士学位請求論文を提出し、数学専攻における予備審査に合格し、理学研究科教授会において受理されること。博士の学位論文もしくは、その主要な部分が査読付き公刊論文として掲載されているか、または掲載が決定されていること。
- (4) 博士学位請求論文発表会および最終試験において、上記(1), (2)に関して主査を含む 3 名以上の教員による審査委員会の審査に合格すること。

令和 2 年度学位授与実績 (課程博士 3 件, 論文博士 0 件)

大 石 峰 暉 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

令和 3 年 3 月 23 日

題目：Ridge parameters optimization based on minimizing model selection criterion in multivariate generalized ridge regression

(モデル選択規準最小化に基づく多変量一般化リッジ回帰のリッジパラメータ最適化)

米 田 好 佑 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

令和 3 年 3 月 23 日

題目：Singularities of the dual curve of a certain plane curve in positive characteristic

(正標数におけるある平面曲線の双対曲線の特異点)

吉 田 雄 亮 (広島大学大学院理学研究科博士課程後期)

令和 3 年 3 月 23 日

題目：Projective plane curves whose automorphism groups are simple and primitive

(原始的単純群を自己同型群に持つ射影平面曲線)

1-3-7 TAの実績

令和2年度 前期	…	修士	6件
		博士	8件
後期	…	修士	7件
		博士	9件

1-3-8 大学院教育の国際化

数学専攻・プログラムにおいては以下のような取り組みを行っている。

- ・大学院生の研究指導においては、外国語の文献の講読をほぼ全員が行っている。また、英語での論文の執筆を推奨し、博士課程後期の大学院生はほぼ全員が実施している。
- ・外国人を招待した場合には、セミナーや談話会などに大学院生を積極的に参加させ、さらに大学院生にも英語での講演をさせるようにしている。
- ・外国人留学生を積極的に受け入れている。

1-4 専攻・プログラムの研究活動

1-4-1 研究活動の概要

数学教室談話会

第1回（広島県における新型コロナウイルスの感染拡大により中止）

日時：2020年12月15日（火）、13:00-14:00

場所：大学院理学研究科 B707 号室

講師：深澤 知 氏（山形大学理学部）

題目：代数曲線に対するガロア点を2つもつ判定法とその応用

数学プログラム構成員主催の研究集会等

○第19回仙台広島整数論集会〔国内〕

日時：2020年9月8日～9月11日

場所：オンライン（Zoom）

参加者：50名

世話人：平之内俊郎（九州工業大学）、飯島 優（広島大学）、松本 眞（広島大学）、宮谷和堯（東京電機大学）、高橋浩樹（徳島大学）、都築暢夫（東北大学）、雪江明彦（京都大学）

○広島幾何学研究集会 2020 オンライン〔国内〕

日程：2020年10月8日～10月9日

場所：オンライン（Zoom）

参加人数：68名

世話人：阿賀岡芳夫（広島大学）、田丸博士（大阪市立大学）、藤森祥一（広島大学）、澁谷一博（広島大学）、久保 亮（広島大学）、奥田隆幸（広島大学）

○研究集会「カンドルと対称空間」〔国内〕

日程：2020年12月17日～12月18日

場所：オンライン（Zoom）

参加人数：53名

世話人：鎌田聖一（大阪大学），奥田隆幸（広島大学），大城佳奈子（上智大学），田丸博士（大阪市立大学），田中真紀子（東京理科大学），田崎博之（筑波大学），久保亮（広島大学）

○阿賀岡芳夫先生 作間誠先生 講演会 [国内]

日程：2021年1月23日

場所：オンライン（Zoom）

参加人数：170名

世話人：藤森祥一（広島大学），古宇田悠哉（広島大学），澁谷一博（広島大学），小鳥居祐香（広島大学），奥田隆幸（広島大学），野崎雄太（広島大学），久保亮（広島大学），田丸博士（大阪市立大）

○京都大学数理解析研究所共同研究（グループ型 A）非線形問題への常微分方程式の手法によるアプローチ [国内]

日時：2021年3月4日～3月5日

場所：京都大学数理解析研究所（オンライン）

参加者：40名

世話人：内藤雄基（広島大学），田中敏（東北大学）

数学プログラム各研究グループにより開催されたセミナー

○代数学セミナー

日時：2020年10月9日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：高橋 宣能 氏（広島大学）

題目：カンドル空間上の加群と Lie-山口代数の表現

日時：2020年10月30日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：吉田 雄亮 氏（広島大学）

題目：原始的単純群を自己同型群にもつ非特異射影平面曲線

日時：2020年11月13日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：米田 好佑 氏（広島大学）

題目：Singularities of the dual curve of a certain plane curve in positive characteristic

日時：2020年12月11日（金） 15:00-16:30

場所：オンライン

講師：東根 一樹 氏（山形大学）

題目：A criterion for the existence of a plane model with two inner Galois points for algebraic curves

○広島大学トポロジー・幾何セミナー

日時：2020年8月11日（火） 15:00-17:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：川又 将大 氏（広島大学）

題目：ある概アーベルリー群上の左不変リッチソリトン計量

講師：多田 安輝 氏（広島大学）

題目：カンドルの極とアレクサンダーカンドルの極による商

講師：近藤 裕司 氏（広島大学）

題目：A classification of left-invariant Lorentzian metrics on some nilpotent Lie groups

日時：2020年10月27日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：野崎 雄太 氏（広島大学）

題目：写像類群の部分群とホモロジーシリンダー

日時：2020年11月17日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：井口 大幹 氏（広島大学）

題目：Thick isotopy property and the mapping class groups of Heegaard splittings

日時：2020年12月8日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：久野 雄介 氏（津田塾大学）

題目：Homology valued invariants for trivalent fatgraph spines

日時：2020年12月14日（月） 15:00-16:00（いつもと曜日が異なります。）

場所：オンライン（Zoom）

講師：飯島 優 氏（広島大学）

題目：副有限自由群への副有限写像類群の外作用の像の中心化群について

日時：2020年12月22日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：本田 淳史 氏（横浜国立大学）、佐藤 媛美 氏（横浜国立大学）

題目：ド・ジッター空間の空間的平均曲率1曲面における特異点の双対性

日時：2021年1月19日（火） 15:00-16:00

場所：オンライン（Zoom）

講師：小鳥居 祐香 氏（広島大学 / 理化学研究所）

題目：絡み目の絡み目ホモトピーによる分類について

○広島数理解析セミナー

第242回

日時：2020年8月7日（金） 16:30 - 17:30

場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催
講師：木下 真也 氏 (Bielefeld 大学)
題目：非線形 Loomis-Whitney 型の不等式について
(A remark on the nonlinear Loomis-Whitney-type inequality)

第 243 回

日時：2020 年 11 月 6 日 (金) 16:30 - 17:30
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催
講師：古屋 貴士 氏 (名古屋大学)
題目：亀裂散乱逆問題に対する monotonicity 法について

第 244 回

日時：2020 年 11 月 13 日 (金) 16:30 - 17:30
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催
講師：谷口 晃一 氏 (名古屋大学)
題目：Hardy-Sobolev 型半線型熱方程式の解の挙動

第 245 回

日時：2020 年 12 月 18 日 (金) 16:30 - 17:30
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催
講師：勝呂 剛志 氏 (東北大学)
題目：ある拡張エントロピーに対するモーメント不等式と対数型 Sobolev の不等式と
移流拡散方程式への応用

第 246 回

日時：2021 年 1 月 22 日 (金) 16:30 - 17:30
場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催
講師：高橋 仁 氏 (東京工業大学)
題目：ある臨界指数を持つ半線形熱方程式に対する動的特異点を持つ解の存在について

○広島複素解析セミナー

第 1 回

日時：2021 年 3 月 26 日 (金) 16:30-18:00
場所：オンライン
講師：吉野 正史 氏 (広島大学名誉教授)
題目：ハミルトン系の動く特異点を持つ解の構成と半線形偏微分方程式の特異性

○広島確率論・力学系セミナー

日時：2020 年 7 月 1 日 (水) 10:30-12:00
場所：Microsoft Teams によるオンライン形式
講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：転送作用素のコンパクト性とゼータ関数のスペクトル表現

日時：2020年7月8日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：転送作用素のコンパクト性とゼータ関数のスペクトル表現 (その2)

日時：2020年7月15日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：転送作用素のコンパクト性とゼータ関数のスペクトル表現 (その3)

日時：2020年7月29日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：エルゴード理論の基礎概念：エントロピーと変分原理

日時：2020年8月5日(水) 10:30-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：エルゴード理論の基礎概念：エントロピーと変分原理 (その2)

日時：2020年10月14日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：Weak rigidity of entropy spectra (その1)

日時：2020年10月21日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：中川 勝國 氏 (広島大学理学部)

題目：Weak rigidity of entropy spectra (その2)

日時：2020年11月4日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：田中 晴喜 氏 (和歌山県立医科大学)

題目：可算マルコフシフトに対する熱力学形式における漸近解析

日時：2020年11月11日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：田中 晴喜 氏 (和歌山県立医科大学)

題目：可算マルコフシフトに対する熱力学形式における漸近解析 (その2)

日時：2020年11月18日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：須崎 清剛 氏 (熊本大学)

題目：葉層付き空間上の確率微分方程式とその解が定める確率流について (その1)

日時：2020年12月2日(水) 11:00-12:00

場所：Microsoft Teams によるオンライン形式

講師：須崎 清剛 氏 (熊本大学)

題目：葉層付き空間上の確率微分方程式とその解が定める確率流について (その2)

○広島統計グループ金曜セミナー

第1回

日時：2020年10月23日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：若木 宏文 氏 (広島大学・理学部)

題目：A Generalization of the Laplace's approximation method and its application to the distribution of the Bartlett-Nanda-Pillai statistics

第2回

日時：2020年10月30日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：二宮 嘉行 氏 (統計数理研究所)

題目：傾向スコア解析における選択的推論

第3回

日時：2020年11月20日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：福井 敬祐 氏 (広島大学・情報科学)

題目：がん疫学における最近の動向と統計学の貢献について

第4回

日時：2020年12月04日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：伊森 晋平 氏 (広島大学・情報科学)

題目：高次元多変量線形回帰モデルにおける変数選択と漸近的性質

第5回

日時：2020年12月11日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：橋本 真太郎 氏 (広島大学・総合科学)

題目：Robust Bayesian modeling with synthetic posterior

第6回

日時：2020年12月25日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：小田 凌也 氏 (広島大学・情報科学)

題目：多変量線形回帰における正規尤度に基づく簡便なモデル選択法とその一致性の評価について

第7回

日時：2021年1月8日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：柳原 宏和 氏 (広島大学・先進理工)

題目：Optimization of GMANOVA Model via Hierarchical Overlapping Group Lasso

第8回

日時：2021年1月22日(金) 15:00-17:00

場所：オンライン

講師1：河村 風児 氏 (広島大学・理学研究科・M2)

題目1：統計解析のための Wasserstein 距離について

講師2：藤井 良輔 氏 (広島大学・理学研究科・M2)

題目2：一般化線形混合モデルにおけるラプラス近似を用いた近似尤度方程式について

講師3：望月 教平 氏 (広島大学・理学研究科・M2)

題目3：Post-selection inference for linear regression via KOO method with general-formed variable selection criterion

第9回

日時：2021年2月5日(金) 15:00-16:00

場所：オンライン

講師：山田 宏 氏 (広島大学・情報科学)

題目：ゲイリーの c とスペクトル・グラフ理論

学術団体からの受賞実績

令和2年度 … 0件

学生の受賞実績

令和2年度 … 4件

- ・ 井口大幹, 広島大学エクセレントスチューデントスカラーシップ, 広島大学先進理工系科学研究科, 2020年12月
- ・ 望月教平, 学生発表プレゼン賞, 行動計量学会岡山地域部会, 2021年3月
- ・ 大石峰暉, 統計検定センター長賞, 一般財団法人 統計質保証推進協会, 2021年3月
- ・ 大石峰暉, 理学研究科長表彰, 広島大学理学研究科, 2021年3月

国際交流実績

該当無し

国際共同研究・国際会議開催実績

令和2年度 … 国際会議開催 0件(「数学プログラム構成員主催の研究集会等」に[国際]と記載)
国際共同研究 15件

- ・ 奥田隆幸 (国際共同研究) : Da Zhao (上海交通大学, 中国)
- ・ 古宇田悠哉 (国際共同研究) : Sangbum Cho (Hanyang University, 韓国)
- ・ 古宇田悠哉 (国際共同研究) : Junghoon Lee (Chonbuk National University, 韓国)
- ・ 古宇田悠哉 (国際共同研究) : Bruno Martelli (University of Pisa, イタリア)
- ・ 高橋宣能 (国際共同研究) : Jinwon Choi (Sookmyung Women's University, 韓国)
- ・ 高橋宣能 (国際共同研究) : Michel van Garrel (University of Warwick, イギリス)
- ・ 高橋宣能 (国際共同研究) : Sheldon Katz (University of Illinois at Urbana-Champaign, アメリカ)
- ・ 神本晋吾 (国際共同研究) : David Sauzin (CNRS, フランス)
- ・ 島田伊知朗 (国際共同研究) : Simon Brandhorst (Saarland 大学, ドイツ)
- ・ 藤森祥一 (国際共同研究) : Peter Connor (Indiana University South Bend, アメリカ)
- ・ 藤森祥一 (国際共同研究) : Phillip Marmorino (University of Notre Dame, アメリカ)
- ・ 藤森祥一 (国際共同研究) : Seong-Deog Yang (Korea University, 韓国)
- ・ 柳原宏和 (国際共同研究) : Hiroko Solvang (Institute of Marine Research, ノルウェー)
- ・ 伊森晋平 (国際共同研究) : Dietrich von Rosen (Swedish University of Agricultural Sciences, スウェーデン)
- ・ 伊森晋平 (国際共同研究) : Ching-Kang Ing (National Tsing Hua University, 台湾)

RAの実績

令和2年度 … 14件

- 植松 香介 : 代数体の具体的な拡大の研究
- 米田 好佑 : 標数の平面曲線の双対曲線
- 権藤 暁則 : 非コンパクト対称空間上の群作用の幾何
- 坂井 駿介 : $CAT(0)$ 立方体複体を用いた交代絡み目の研究
- 吉田 雄亮 : 代数曲線の自己同型群に関する研究
- 上野 卓 : 印付き定規とコンパスによる作図可能な数の解明
- 川又 将大 : 外微分式系を用いたモンジュ・アンペール方程式の研究
- 是枝 由統 : 代数多様体に付随する空間の研究
- 近藤 裕司 : 擬リーマン対称空間上の群作用の幾何
- 井口 大幹 : 曲線複体を用いた Heegaard 分解の写像類群の研究
- 金田 伸 : Schwarz の公式と完備極小曲面に関する研究
- 河本 智嗣 : 正標数の関数体のガロア群
- 多田 安輝 : 一般化された対称空間の大域的性質について
- 渡辺 業 : 「Collatz の予想」の一般化

1-4-2 研究グループ別（プログラムによっては個人）の研究活動の概要，発表論文，講演等

代数数理講座

木村俊一（教授）

○研究概要

コラッツ予想に付随するモチビクゼータである Lagarias Q 関数の挙動について，古典的な自然数上でのコラッツ予想（奇数なら 3 倍して 1 を足す）を，2 進整数上に拡張して 2 次の奇無理数 p の場合に調べ（奇数なら p 倍して 1 を足す）に拡張し，その挙動が p の共役元 q の付値によってコントロールされている，という現象を発見した。 q が 2 進整数でなかったり，また 2 進整数であっても 4 の倍数でなければコラッツ予想の類似が成り立たないこと，一方 q が 4 の倍数であればコラッツ予想と同様の現象が起こっていることを確かめた。2 元体上の多項式環ではコラッツ予想の類似が成り立つことを証明したが， Q 関数や双対性などについてさらに新しい現象を発見した。

島田伊知朗（教授）

○研究概要

計算機を用いて $K3$ 曲面およびエンリケス曲面の自己同型群の研究を行った。新しい extremal 格子を多数構成した。

○論文

- Simon Brandhorst and Ichiro Shimada. Borchers' method for Enriques surfaces. to appear in Michigan Math. J. (2021)
- Ichiro Shimada. Rational double points on Enriques surfaces. Sci. China Math. 64 (2021), no. 4, 665--690.

松本 眞（教授）

○研究概要

「有限群上の差集合」の一般化についての研究を行った。有限群 G の部分集合 D が差集合であるとは， D の非順序対の差が， G の単位元以外のすべての元を同じ重複度であらわすことをさす。これを，アソシエーションスキーム $G \times G \rightarrow I$ に一般化した。 I の元 i の逆像 R_i は G の二項関係となる。 G の部分集合 D が差集合であるとは，比 $(D \times D \cap R_i) / k_i$ （ここで k_i は R_i の valency）が， R_i が恒等関係でない限り一定である，という定義を我々は行った。アソシエーションスキームが群の thin association scheme である場合には，古典的な差集合の概念と一致する。また，アソシエーションスキームが群アソシエーションスキーム（すなわち， I は G の共役類の集合）である場合についての差集合に対し，特にプレ差集合という命名を行った。差集合であればプレ差集合であり，また，群が可換であるときには両者の概念は一致する。プレ差集合であるが差集合ではない例を無限種類作成することに成功した。また，2 面体群 D_{16} と，位数 27 の 3 元体上半三角行列 $T(3,3)$ においては，差集合は存在しないがプレ差集合は存在することを示した。これらの存在は，計算機を用いて示したほか，ある群の差集合から別の群のプレ差集合を構成する一般論を示すことによっても証明

した。「二面体群には差集合は自明なものしか存在しない」と予想されてるため、この結果はプレ差集合が差集合とは大きくことなることを示している。一方で、差集合の存在のための必要条件の多くが、プレ差集合の存在の必要条件になっていることも示し、両者の概念が近いことも示した。これらの(プレ)差集合は、群 G の中でなんらかの意味での「ランダムな部分集合」になっていることが、表現論的に示唆されている。

○論文

- ◎ Hiroki Kajiura, Makoto Matsumoto, Takayuki Okuda, “Non-existence and construction of pre-difference sets, and equi-distributed subsets in association schemes”, *Graphs and Combinatorics* (2021), <https://doi.org/10.1007/s00373-021-02279-9>

高橋宣能 (准教授)

○研究概要

1. カンドル多様体のうち、正則 s 多様体と呼ばれるものの上の「正則」な加群と無限小 s 多様体(ある種の自己同型付き Lie-Yamaguti 代数)のある種の表現の間の対応について研究を継続しているが、今年度はこれに関する論文を完成し、発表した。この論文の中では、連結かつ推移的なカンドル多様体の中の準同型が与えられたとき、それぞれに推移的に作用する Lie 群として適切なものを取ることによって Lie 群の準同型を用いて表せることや、無限小 s 多様体の表現と無限小 s 多様体の圏における abel 群対象との対応などの基本的な事実を証明した。論文は出版予定である。
2. 上の対応を用いることによって、カンドル加群の実例に関する計算を行った。具体的には、 $SL(2, C)$ 内の一般の共役類 Q をカンドルと考えるとき、対応する無限小 s 多様体の表現を経由することによって Q 上の一階のカンドル加群の分類を行った。特に、 Q に付随する群の表現から直接に誘導される形でないようなカンドル加群の例が与えられた。また、二階の場合についてもいくつかの計算を行った。
3. 退化した $A1$ 曲線の対数的 BPS 不変量への寄与を具体的に計算する、などの問題に関する研究を海外の研究者たちとともに今年度も行い、対数的状況でのある種の層のモジュライ空間や対数的安定写像の記述などについて、いくつかの具体例を与えるなどの研究を行った。この結果に関する論文は出版予定である。

○論文

- Jinwon Choi, Michel van Garrel, Sheldon Katz, Nobuyoshi Takahashi, Local BPS invariants: enumerative aspects and wall-crossing, *International Mathematics Research Notices*, 2020, (2020), 5450--5475.
- Jinwon Choi, Michel van Garrel, Sheldon Katz, Nobuyoshi Takahashi, Log BPS numbers of log Calabi-Yau surfaces, *Transactions of the American Mathematical Society*, 374, (2021), 678--732.

○国内学会での講演

- (招待講演) 高橋宣能, カンドル空間上の加群と Lie-山口代数の表現, 研究集会「カンドルと対称空間」, 2020年12月17日~18日, 大阪市立大学数学研究所 (Zoom による開催).

飯島 優 (助教)

○研究概要

前年度得られていた双曲的曲線のモジュライスタックの普遍外モノドロミー表現に対する幾何学的グロタンディーク予想に関する結果等を用いて、向き付け可能双曲的開曲面の写像類群の開曲面の位相的基本群の外部自己同形群における中心化群を計算した。

双曲的曲線の配置空間のコンパクト化に関連して表れる安定曲線の基本群の構造を調べることにより、カスプの数がある程度大きいアフィン双曲的曲線の配置空間の外モノドロミー表現の像の中心化群の元がファイバーの基本群のカスプ惰性群の共役類の集合を保つことを確かめた。

○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 飯島 優, 広島大学トポロジー・幾何セミナー, 2020年12月14日, オンライン

鈴木航介 (助教)

○研究概要

高次元数値積分のアルゴリズムとして、サンプル点を一様ランダムに選ぶモンテカルロ法がよく知られている。しかしモンテカルロ法の収束オーダーは、サンプル点の個数を N としたとき $O(1/\sqrt{N})$ と決して速くない。ここで超一様点集合という均等に散らばる点集合をサンプルに用いる準モンテカルロ法を用いると、性質のよい関数の積分誤差が $1/N$, もしくはそれ以上に高速なオーダーで収束する。私は、準モンテカルロ法の理論、とくに **Koksma-Hlawka** 型不等式やその離散化、積分領域の一般化、幅広い関数に対応できる積分則の構築などを研究している。

○総説・解説

- ・ 鈴木航介, 合田 隆, 準モンテカルロ法の最前線, 日本応用数学会論文誌, 30 巻(2020), p. 320-374.

○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 鈴木航介, *Mathematical aspects of quasi-Monte Carlo integration*, 理化学研究所数理創造プログラム数学セミナー, 2020年11月5日, オンライン

多様幾何講座

古宇田悠哉 (教授)

○研究概要

向き付け可能な閉 3 次元多様体上の非特異フローと横断的に交わる分岐スパインをフロースパインとよぶ。ここで、フロースパインの補集合上のフローはコンスタントであるとする。昨年度に引き続き、石井一平氏, 石川昌治氏, 直江央寛氏と共同で、接触構造と正フロースパインの対応に関する研究を進めた。特に、この対応により定義される接触構造の複雑度に着目し、頂点数の少ない正フロースパインの分類、複雑度の低い接触多様体の分類を行った。また、フロースパインに対

して定義される変形と, carry されるフローの可動範囲について考察を行った。この他, 絡み目の安定写像の特異点に関する研究 (古谷凌雅氏と共同), 3次元多様体内の曲面の homotopy motion 群に関する研究 (作間誠氏と共同) を行い, 論文を執筆した。また, ブレイド群と結び目に関する研究 (Sangbum Cho 氏, Arim Seo 氏と共同), 4次元多様体のシャドウ複雑度に関する研究 (Bruno Martelli 氏, 直江央寛氏と共同), 非輪状な 4次元多様体のシャドウ複雑度に関する研究 (直江央寛氏と共同), 絡み目の橋分解の Goeritz 群に関する研究 (井口大幹氏, 廣瀬進氏, 金英子氏と共同) に関する論文が査読付き国際誌から受理され, 掲載済み, あるいは掲載待ちの状況にある。

○論文

- Yuya Koda, Hironobu Naoe, Shadows of acyclic 4-manifolds with sphere boundary, Algebraic & Geometric Topology 20 (2020), no. 7, 3707-3731.
- Yuya Koda, Makoto Sakuma, “Monodromy groups” of Heegaard surfaces of 3-manifolds - Research announcement, 数理解析研究所講究録 No. 2163 (2020), 47-61.

○国内学会での講演

- (招待講演) 古宇田悠哉, “Monodromy groups” of Heegaard surfaces of 3-manifolds, 埼玉大学 談話会 (Zoom), 2020年7月9日.
- (招待講演) 古宇田悠哉, Turaev のシャドウとその複雑度, N-KOOK セミナー (Zoom), 2020年11月28日.
- (招待講演) 古宇田悠哉, Goeritz groups of bridge decompositions, トポロジー火曜セミナー, 東京大学 (Zoom), 2020年12月1日.

藤森祥一 (教授)

○研究概要

3次元ユークリッド空間の極小曲面および3次元ミンコフスキー空間の平均曲率0曲面の大域的性質と特異点に関する研究を行った。特に2重周期的な極小曲面と向き付け不可能な極大曲面の構成を行った。

○国際会議での講演

- (招待講演) Shoichi Fujimori, Discussion meeting on zero mean curvature surfaces, 2020年7月7, 8, 15日 (3回講演), ICTS (インド) で開催予定だったが online に変更された.

奥田隆幸 (講師)

○研究概要

各点で点対称と呼ばれる変換が定義されているリーマン多様体をリーマン対称空間という。リーマン対称空間は球面やグラスマン多様体, 双曲空間などを例として含んでおり, 微分幾何学において重要な研究対象である。また全測地的部分多様体とは測地線概念を一般化したものである。「真直ぐなものを考える」という意味で, 全測地的部分多様体は最も基本的な部分多様体のクラスの一

つである。

当面の研究テーマとしてディンキン指数と呼ばれる不変量を定義し、応用することによりリーマン対称空間内の部分多様体の分類問題に取り組むということに取り組んでいる。当該年度においてはリーマン対称空間内の全測地的部分多様のディンキン指数の整数性の証明についての整備および不連続群との関係についての調査を行った。全測地的部分多様の Dynkin 指数の整数性については、これまでにルート系を用いた代数的な証明が得られていたが、当該年度の研究により、より幾何学的なアイデアを用いた証明が得られた(論文準備中)。また対称空間に離散群が不連続に作用するとき、特定の全測地的部分多様体が“きれいに巻き付く”ための必要十分条件を整理した。これは「擬リーマン簡約型等質空間上のクリフォード・クライン形」の研究としてよく知られている小林俊行の固有性判定定理を別の視点から読み替えたものになっている(論文準備中)。さらに対称空間に作用している離散群の群コホモロジーと考えている全測地的部分多様体の次元の関係についても調査を行った。

○論文

- Hirotake Kurihara, Takayuki Okuda, Great antipodal sets on complex Grassmannian manifolds as designs with the smallest cardinalities, *Journal of Algebra*, 559, 2020, 432--466.
- © Hiroki Kajjura, Makoto Matsumoto, Takayuki Okuda, “Non-existence and construction of pre-difference sets, and equi-distributed subsets in association schemes”, *Graphs and Combinatorics* (2021), <https://doi.org/10.1007/s00373-021-02279-9>

○国内学会での講演

- (依頼講演) 奥田隆幸, 東京大学 Lie 群論・表現論セミナー, トポロジー火曜セミナー(合同開催), 2020年7月14日, オンライン開催.
- (依頼講演) 奥田隆幸, 筑波大学微分幾何セミナー, 2020年10月28日, オンライン開催.

久保 亮 (助教)

○研究概要

今年度は、対称空間やカンドル内の“よい”部分多様体(部分集合)について、その構造の構造を調べることを目的に研究を行った。具体的には以下の通りである。

- 2-平面 Grassmann 多様体の等質超曲面について調べ、いくつかの場合には (κ, μ) 空間と呼ばれる特別な接触構造を持つことを示した。また得られた結果を論文として執筆した。(既に投稿済みである。)
- カンドルの部分集合として、 s -可換集合という概念を定式化し、球面や射影空間などの対称空間に対して、極大 s -可換集合を決定した。また得られた結果を論文として執筆した。(既に査読付き論文として受理されている。)

野崎雄太 (助教)

○研究概要

曲面の写像類群の部分群に Johnson 核と呼ばれる部分群があり、その Abel 化の構造に興味を持

たれている。有限生成かどうかすら長年分かっていなかったのだが、近年 Dimca, Papadima により Abel 化の自由部分について大きな進展があり、さらに森田, 逆井, 鈴木によって自由部分は完全に決定された。そしてトーシヨンの存在が重要な未解決問題として残されていた。私は佐藤正寿氏（東京電機大学）と鈴木正明氏（明治大学）との共同研究において、Abel 化にトーシヨンが存在することを明らかにした。既存の枠組みでトーシヨンを捉えることは困難であり、新しい道具が必要であった。我々は量子トポロジーにおける LMO 関手を用いて、ホモロジーシリンダーの不変量を構成し、それを応用することで Johnson 核の情報を引き出すことに成功した。この不変量の別の応用として、Goussarov-葉廣予想をある場合に解決した。この予想はホモロジーシリンダーの有限型不変量に関する基本的な予想であり、当該分野において重要な貢献と言える。本研究内容を論文にまとめて専門誌に投稿し、現在出版予定となっている。また国際集会 The 16th East Asian Conference on Geometric Topology において基調講演も行った。

○論文

- Teruaki Kitano and Yuta Nozaki, Finiteness of the image of the Reidemeister torsion of a splice, Ann. Math. Blaise Pascal, Vol. 27 (2020) no. 1, pp. 19--36.

○国際会議での講演

- （特別講演）Yuta Nozaki, The 16th East Asian Conference on Geometric Topology, 2021 年 1 月, 東京（オンライン）.

○国内学会での講演

- （招待講演）野崎雄太, ハンドルセミナー, オンライン, 2021 年 1 月.
- （招待講演）野崎雄太, Friday Tea Time Zoom Seminar, オンライン, 2020 年 10 月.
- （依頼講演）野崎雄太, トポロジー・幾何セミナー, 広島大学（オンライン）, 2020 年 10 月.
- （招待講演）野崎雄太, 微分トポロジーセミナー, 京都大学（オンライン）, 2020 年 10 月.
- （招待講演）野崎雄太, 2020 年度秋季総合分科会, 熊本大学（オンライン）, 2020 年 9 月.
- （招待講演）野崎雄太, トポロジー火曜セミナー, 東京大学（オンライン）, 2020 年 7 月.

数理解析講座

川下美潮（教授）

○研究概要

時間に依存した微分方程式で記述される逆問題を囲い込み法により研究する際に現れる漸近挙動の解析に対する「局所化」の可能性の考察は令和元年度から継続して取り組んでいる研究である。逆問題では観測データから定められた「指示関数」と呼ばれる関数の解析を通じて媒質内部の情報を得ようとする。この問題は Helmholtz 方程式におけるパラメータを純虚数にした定常問題の基本解の漸近挙動を調べる問題に帰着させるが、この方法で得られた結果は、基本解の一部の情報しか用いていない様に見える。これが正しければ、必要となるべき部分だけを取り出せるような解析を行えば、問題の局所化が出来るはずである。これまでの基本解をそのまま用いる解析は上記の「局所化」については全く考慮していないことを意味している。そこで、基本解から逆問題の解析に必要と思われる部分のみを取り出せるか、もしそれができないのなら、その理由を解明したいという

のがこの研究の目標である。この問題について、昨年度は一様な媒質の中にノイマン型（ロバン）境界条件のみに従う穴があり、それらの穴の境界が十分滑らか（6回連続微分可能）な場合には取り扱いが可能であることを示した。この成果を元に、令和2年度には次の問題に取り組んだ。

(i) 観測地点からの距離が短い方が確実に区別できることを示すための手段の検討

(ii) ディリクレ境界条件の穴もある場合に関する取り扱い

(iii) 境界の滑らかさに関する仮定がどの程度緩められるか

(i)の課題については、ディリクレ境界条件を持つ穴とノイマン型境界条件を持つ穴の両方がある場合において、ある程度満足な結論が得られており、現在、結果の検証中である。一方、(ii),(iii)については今後も議論が必要な状況であり、次年度以降における重要な研究課題である。

○国内学会での講演

- ・（招待講演）川下美潮，第12回名古屋微分方程式研究集会，2021年3月8日，Zoomによるオンライン開催 演題：Finding obstacles in the below side of two layered media by the enclosure method

内藤雄基（教授）

○研究概要

非線形放物型方程式における解の漸近的性質と定常問題および自己相似解との関連性について研究を行うとともに、優 Sobolev 臨界非線形項を持つ楕円型方程式における特異解の定性的性質、特に特異解の存在、一意性、漸近的性質について研究を行った。

○論文

- ・ Yasuhito Miyamoto and Yuki Naito, Fundamental properties and asymptotic shapes of the singular and classical radial solutions for supercritical semilinear elliptic equations, NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl. 27 (2020), Paper No. 52, 25 pp.

○国内学会での講演

- ・（一般講演）内藤雄基・九州関数方程式セミナー・2021年1月8日，オンライン
- ・（一般講演）宮本安人，内藤雄基・日本数学会関数方程式分科会一般講演・2021年3月15日 慶応大学（オンライン）

滝本和広（准教授）

○研究概要

完全非線形の楕円型・放物型偏微分方程式に対し、その境界値問題の可解性および解の性質についての研究を主に行っている。本年度行った研究は以下の通りである。

- (1) 前年度の研究で k -Hessian 方程式に対する境界爆発問題の解（境界爆発解）の境界付近における挙動の主要項を精密に得ることに成功していたが、この研究に関する論文が *SN Partial Differential Equations and Applications* 誌に掲載された。
- (2) 今年度は(1)で得られた結果を精緻化し、 k -Hessian 方程式の境界爆発解の境界付近における挙動

の第2項を得ることに成功した。同様の手法により第3項以降を得ることも可能である。この研究に関する論文が *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 誌に掲載された。

- (3) (1)と同様の問題を k -曲率方程式に対して考察した。 k -Hessian 方程式とは異なり、 k -曲率方程式では $k=n$ の場合 (Gauss 曲率方程式) と $1 \leq k \leq n-1$ の場合で状況が異なる点特徴的である。本研究をまとめた論文を作成し学術雑誌に投稿した。
- (4) 中森さおり氏との共同研究(2015, 2016)で得た放物型 k -Hessian 方程式に対する Bernstein 型定理 (ある「条件」を満たす放物型 k -Hessian 方程式の解は $(t$ に関する 1 次多項式) + $(x$ に関する 2 次多項式) として表せる, という定理) について, $k=2$ の場合については「条件」を緩められる, という結果を得た。この研究に関する論文が *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 誌に掲載された。
- (5) 放物型 k -Hessian 方程式の外部 Dirichlet 問題の可解性に関する研究を行った。これについては現在論文の投稿準備中であり, 来年度以降も引き続き研究する。

○論文

- [Kazuhiro Takimoto](#), Precise blowup rate near the boundary of boundary blowup solutions to k -Hessian equation, *SN Partial Differential Equations and Applications* 2 (2021), 10 pages.
- [Kazuhiro Takimoto](#), Bernstein type theorem for the generalized parabolic 2-Hessian equation under weaker conditions, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 495 (2021), 14 pages.
- [Kazuhiro Takimoto](#), Second order boundary estimate of boundary blowup solutions to k -Hessian equation, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 500 (2021), 12 pages.

○国内学会での講演

- (一般講演) [滝本和広](#), Bernstein type theorem for the parabolic 2-Hessian equation under weaker conditions, 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会, 熊本大学 (オンライン開催), 2020 年 9 月 22 日
- (一般講演) [滝本和広](#), The exterior Dirichlet problem for the generalized parabolic k -Hessian equations, 日本数学会 2021 年度年会, 慶應義塾大学 (オンライン開催), 2021 年 3 月 16 日

平田賢太郎 (准教授)

○研究概要

今年度は, n 次元 Euclid 空間内の単位開球において, 劣臨界指数の非線形項をもつ半線形楕円型方程式の正值解の境界増大度と単位球面上の解の特異点集合の関係について考察した。2008 年と 2011 年の研究成果により, 正值解は, 球面上の殆ど至る所で有限な放射状極限をもち, さらに, 境界までの距離の $1-n$ 乗 (Poisson 核の増大度) より速く増大しないことがわかっている。問題は, $1-n$ より大きい負の数 b に対して, 正值解が境界までの距離の b 乗より速く増大するような球面上の点集合 (以下, b -特異点集合と書く) のサイズである。調和関数の場合は, Armitage 氏(1981)や Bayart 氏と Heurteaux 氏(2013)の結果があるが, 一般の優調和関数に対しては, 同様の結果は期待できない。しかし, 非線形指数が劣臨界の場合, 正值解は正值調和関数と同様の振る舞いをする事が, これまでの研究で明らかになってきた。そこで, 今年度は, 従来のポテンシャル論の方法と非線形性を考慮して, 正值解の b -特異点集合の Hausdorff 次元は $n-1+b$ 以下であることを証明した。さらに, 球面上に $n-1+b$ 次元 Hausdorff 測度がゼロの集合を与えたとき, それを b -特異点集合とするよ

うな正值解が存在することを示すことで、主定理の評価の最良性も示すことができた。正值解の具体的表示がないため、解の挙動を知ることは難しいが、今回の研究結果により、劣臨界指数の非線形項をもつ半線形楕円型方程式の正值解の境界付近での挙動がより明らかにされた。

○論文

- Hiroaki Aikawa, Takanobu Hara, Kentaro Hirata, Global integrability of supertemperatures, *Mathematische Zeitschrift*, 296 (2020), 1049—1063.
- Kentaro Hirata, Boundary estimates for superharmonic functions and solutions of semilinear elliptic equations with source, *Collectanea Mathematica*, 72 (2021), 43-61.
- Kentaro Hirata, Boundary growth rates and the size of singular sets for superharmonic functions satisfying a nonlinear inequality, *Archiv der Mathematik*, 116 (2021), 335--344.

神本晋吾（講師）

○研究概要

令和2年度は、主に以下の1), 2)について研究を行った。

1) WKB 解のリサージェンス性について

WKB 解のリサージェンス性は、リサージェンス理論の黎明期からの大きな問題となっているが、今尚明確にされていない。この WKB 解のリサージェンス性を示すべく、反復積分による表示を用いて考察を行ったが、問題点ばかりが浮き彫りになる形となった。特に「動かない特異点」と呼ばれる、ストークス幾何の退化に関連して現れる特異点の生成メカニズムが上手く説明できていない状況である。この証明の方針は、J.Ecalle 氏による証明のアイデアと本質的に同じだが、このような素朴な方法で WKB 解のリサージェンス性を示すのは難しいように感じている。

2) Connes-Kreimer Hopf 代数を用いた Mould 解析について

昨年度も Connes-Kreimer Hopf 代数を用いた Mould 解析の研究を行ったが、そこでは Borel 平面上の特異点が「単純な特異点」だけになるための条件を付けていた。本年度はこの条件を除き、一般の特異点が現れるような場合の Mould 解析について考察を行った。この場合には、考えている作用素に応じた Poincare-Dulac 標準形を考える必要があるが、この作用素を解く際にどのような特異点が生成されるかは明らかになった。しかし、今まで行ってきたリサージェンス理論に関する研究の枠組みでは、単純な特異点だけを持つ場合を念頭において行ってきたため、この枠組み自体を拡張する必要性が生じている。

○国際会議での講演

- (依頼講演) Shingo Kamimoto, Formal and Analytic Solutions of Diff. Equations, 2020年6月29日, University of Alcalá(Online).

確率統計講座

井上昭彦（教授）

○研究概要

正定値の行列値関数でその逆行列も可積分であるようなシンボルを持つブロック・テプリッツ行列を考える。私は、そのテプリッツ行列の逆行列に対する新しい明示公式を導いた。その明示公式の主要な構成要素は、シンボルに付随する相関数とよばれるユニタリ行列値関数のフーリエ係数である。その明示公式を示す際に鍵となるのは、そのテプリッツ行列の逆を有限予測的量で表現するある等式であり、私自身によるこの等式の発見が、この研究全体のブレーク・スルーとなった。実際、この等式により、私や共同研究者の方々がこれまで発展させてきた有限予測に関する理論を、テプリッツ行列に適用できるようになり、これによりテプリッツ行列およびテプリッツ系の分野に、全く新しい研究手段を提供することとなった。私は、上記のテプリッツ行列の逆行列に対する明示公式の有用性を、二つの応用で示した。一つは、テプリッツ行列のサイズが大きくなっていく際の、テプリッツ系の解の強い収束性に関する結果である。この結果は、特別なテプリッツ系である Yule-Walker 方程式の解に対しては、Baxter の不等式とよばれるものの応用として古くから知られていたが、私の結果は、これの一般のテプリッツ系への拡張になっている。上記のテプリッツ行列の逆行列に対する明示公式の 2 番目の応用は、シンボルが有理性的な場合の、テプリッツ行列の逆行列に対する閉形式公式である。この閉形式表示は、サイズが不変な構成要素的行列をいくつか組み合わせた形をしている。この閉形式表示の著しい点は、これから、対応するテプリッツ系の線形時間アルゴリズムが得られる点である。線形時間より早いアルゴリズムは存在しないので、この結果は応用上の意義がある。

○国内学会での講演

- ・（招待講演）井上昭彦，テプリッツ系に対する Baxter 型収束定理，確率論シンポジウム，2020 年 12 月 22 日，オンライン

柳原宏和（教授）

○研究概要

情報量規準最小化に基づくモデル選択法において、どの規準量を使用すれば良いかという問題は重要かつ深刻な問題である。情報量規準の良さの基準の一つに、漸近的に真のモデルを選ぶ確率が 1 となるような性質である一致性がある。この性質は標本数だけを無限大とする大標本漸近理論により得られたものであるが、パラメータ数が標本数に比べ比較的多い場合、この漸近理論による漸近近似の精度が悪くなることが知られている。観測値の次元数が大きいような高次元データにおいて、パラメータ数は次元数の 2 乗のオーダーの大きさなので、やはり大標本漸近理論では、漸近近似が悪くなる。そこで、一致性の評価に標本数だけでなく次元数も無限大とする大標本高次元漸近理論を用いて再評価を行い、そのような漸近枠組みにおいて、常に一致性を持つ情報量規準を提案した。

○論文

- ・ Ohishi, M., Yanagihara, H. & Fujikoshi, Y., A fast algorithm for optimizing ridge parameters in a

generalized ridge regression by minimizing a model selection criterion, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 204 (2020), 187-205.

- Oda, R. & Yanagihara, H., A fast and consistent variable selection method for high-dimensional multivariate linear regression with a large number of explanatory variables, *The Electronic Journal of Statistics*, 14, (2020), 1386-1412.
- Ohishi, M., Yanagihara, H. & Kawano, S., Equivalence between adaptive-Lasso and generalized ridge estimators in linear regression with orthogonal explanatory variables after optimizing regularization parameters, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 72, (2020), 1501-1516.
- ©Ohishi, M., Yanagihara, H. & Wakaki, H., Optimization of generalized Cp criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 193, (2020), 267-278.
- Fukui, K., Ohishi, M., Yamamura, M. & Yanagihara, H., A fast optimization method for additive model via partial generalized ridge regression, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 193, (2020), 279-290.
- Oda, R., Yanagihara, H. & Fujikoshi, Y., Strong consistency of log-likelihood-based information criterion in high-dimensional canonical correlation analysis, *Sankhya A*, 83, (2021), 109-127.

○総説・解説

- Oda, R. & Yanagihara, H., A consistent likelihood-based variable selection method in normal multivariate linear regression, TR No. 20-08, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2020.
- Ohishi, M., Okamura, K. & Itoh, Y. & Yanagihara, H., Optimizations for categorizations of explanatory variables in linear regression via generalized fused Lasso, TR No. 21-01, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2021.
- Ohishi, M., Okamura, K., Itoh, Y. & Yanagihara, H., Coordinate descent algorithm for generalized group fused Lasso, TR No. 21-02, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2021.

○国際会議での講演

- ◎(招待講演) Ohishi, M., Yanagihara, H. & Wakaki, H., Optimization of generalized Cp criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression, The 12th International KES Conference, IDT-20, 2020.6.17~19, Virtual.
- (招待講演) Fukui, K., Ohishi, M., Yamamura, M. & Yanagihara, H., A fast optimization method for additive model via partial generalized ridge regression, The 12th International KES Conference, IDT-20, 2020.6.17~19, Virtual.

○国内学会での講演

- (一般講演) 大石峰暉, 山村麻理子, 柳原宏和, ロジスティック回帰モデルにおける generalized fused Lasso の座標降下法, 第15回日本統計学会春季集会, 2021年3月13日, オンライン.
- (一般講演) 望月教平, 柳原宏和, Post-selection Inference for linear regression via KOO method with general-formed variable selection criterion, 第15回日本統計学会春季集会, 2021年3月13日, オンライン.

若木宏文 (教授)

○研究概要

Bartlett-Nanda-Pillai 検定統計量の分布のラプラス近似を用いた大標本漸近展開近似とその誤差評価について研究した。

○論文

- ◎Ohishi, M., Yanagihara, H. and Wakaki, H. Optimization of generalized C_p criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression. Intelligent Decision Technologies 2020, Proceedings of the 12th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT-20) (eds. I. Czarnowski, R. J. Howlett & L. C. Jain), Springer, (2020), 267-278.

○国際会議での講演

- ◎(招待講演) Ohishi, M., Yanagihara, H. & Wakaki, H., Optimization of generalized C_p criterion for selecting ridge parameters in generalized ridge regression, The 12th International KES Conference, IDT-20, 2020.6.17~19, Virtual.

伊森 晋平 (准教授)

○研究概要

本研究の目的は補助変数を活用した統計モデリング法の開発であり、2019年度までに有用な補助変数を選択するための情報量規準を提案し、その研究内容を含む論文が国際雑誌に掲載されている。また、多変量解析などの関連分野においても成果を得ている。本年度は当初、多変量解析において変数の一部が補助変数である場合の補助変数の活用方法や、高次元データにおける補助変数の活用方法について研究する予定であったが、他の関連分野で進展があったためそちらを重点的に進めた。具体的には、外れ値に対してロバストな推定が可能となるガンマダイバージェンスを用いた際の説明変数の選択アルゴリズムに関する研究を行った。説明変数の数が多い高次元データにおける変数選択問題では、情報量規準を用いて最適な説明変数の組み合わせを総当たり法で計算することは計算時間の観点から実用的ではないことが知られている。そこでガンマダイバージェンスによる推定を、総当たり法に比べて計算負荷の小さな貪欲法と組み合わせて変数選択手法を提案した。この研究内容は科研費シンポジウムで発表している。また、昨年度から進めていた多変量解析の分野における研究についてもいくつか進展があった。まず、国際雑誌に投稿していた **bilinear random coefficients** を持つ成長曲線モデルに関する論文が採択された。さらに、多変量線形回帰モデルにおける C_p タイプ規準量の漸近的性質に関する研究も論文としてまとめ、国際雑誌に投稿している。多変量線形回帰モデルにおける変数選択では、全ての目的変数に関して共通の説明変数を用いることがしばしば仮定されるが、本研究ではその条件を緩和した状況下で C_p タイプ規準量の漸近有効性を示している。

○論文

- Imori, S., von Rosen, D. & Oda, R., Growth Curve Model with Bilinear Random Coefficients, Sankhya A, (2020), accepted for publication.
- Imori, S. & von Rosen, D., Upper and Lower Bounds of the Dispersion of a Mean Estimator in the Growth

岩田耕一郎 (准教授)

○研究概要

複素 1 次元トーラス上の点過程によって定められるランダム有理関数は多重相関関数を有理点上で評価するとそれは十分一般的な条件のもとで保型形式となる。確率場単独では表現可能となる保型形式は乏しいが、数 n の分割型に着目して、確率場の汎関数を構成すれば表現可能な保型形式が増えるので表現可能性を特徴付けることに興味を持っている。汎関数のシステムは、高々 1 位の極で記述される特異性を持ち、極の位置と留数のなす配置に対する非自明な関係を表わす 1 階楕円型微分方程式系を満たす。その対称性を解析するのに、分割に関する母関数を使って接近を図っている。

Heewon Park (准教授)

○研究概要

細胞 (sample) 一個一個に対して構築された上皮系細胞から間葉系細胞への転換 (EMT) を決定する遺伝子ネットワークの解析を行った。Sanger Institute の 762 種のがん細胞株・約 13,000 個の遺伝子発現データから各細胞に対して構築された膨大なネットワークの総合的理解のため、Tensor 分解の説明可能な AI 技術を富士通研究所人工知能研究所との共同研究で開発した。開発した方法は、患者さんの臨床特徴の予測と高次元テンソルの部分空間推定に関する損失関数を両方考慮することによって、統計的な予測精度と共にモデリングの結果に関する解釈性を持つ方法である。解析した方法から、細胞の上皮・間葉転換の予測とその予測根拠を人間が理解できる形で提示することから、EMT メカニズムの解明と関連遺伝子マーカー探索を行い、個別化医療へのエビデンス提供を実現した。

福井敬祐 (准教授)

○研究概要

がん対策を中心とした医療・保健事業に活用するための統計手法の開発および適用についての研究を行っている。今年度はがん対策において、無作為化比較試験を実行できないような状況においても一定のエビデンスを排出可能な Microsimulation model の開発を行った。また、これらの研究成果をより一般の政策実行者に提供可能なツールの提供方法について研究を行っており、今年度は Web application tool [地域差を考慮した罹患率の比較ツール] を公開した。

○論文

- Hiroyuki Kikuchi, Masaki Machida, Itaru Nakamura, Reiko Saito, Yuko Odagiri, Takako Kojima, Hidehiro Watanabe, Keisuke Fukui, and Shigeru Inoue. “Changes in Psychological Distress during the COVID-19 Pandemic in Japan: A Longitudinal Study.” Journal of Epidemiology, vol. 30, no. 11, (2020), pp. 522–28.

- Shogo Matsuda, Takuya Kotani, Hiroko Kuwabara, Takayasu Suzuka, Takao Kiboshi, Keisuke Fukui, Takaaki Ishida, Youhei Fujiki, Hideyuki Shiba, Kenichiro Hata, Takeshi Shoda, Yoshinobu Hirose, and Tohru Takeuchi. “CCL2 Produced by CD68+/CD163+ Macrophages as a Promising Clinical Biomarker of Microscopic Polyangiitis-Interstitial Lung Disease.” *Rheumatology*, (2021). Online ahead printed.
- Tatsuhiko Anzai, Keisuke Fukui, Tsubasa Ito, Yuri Ito, and Kunihiko Takahashi. “Excess Mortality from Suicide during the Early Covid-19 Pandemic Period in Japan: A Time-Series Modeling before the Pandemic.” *Journal of Epidemiology*, vol. 31, no. 2, Japan Epidemiological Association, (2021), pp. 152–56.

○国内学会での講演

- (依頼講演) 福井敬祐, 「ヘルスケアの OR」 第 7 回研究会, 2020 年 12 月, オンライン開催.

中川勝國 (助教)

○研究概要

力学系とは、空間とその上の変換および測度からなる 3 つ組のことであり、決定論的法則により時間発展する物理現象の数学的モデルである。報告者は、力学系の逆問題、すなわち、与えられた不変量から元の力学系を復元する問題に取り組んでいる。特に、力学系の長時間挙動と関連付けられる不変量に対する逆問題を集中的に研究している。そのような不変量の中で、とりわけ重要かつ自然なものがエントロピースペクトルであり、これは、変換の反復合成による球体の測度の指数的減少率で空間を分割したときの、各集合の位相的エントロピーの組として定義される。報告者の研究方針は、エントロピースペクトルの逆問題を、力学系の Ruelle ゼータ関数（これも重要な不変量である）の逆問題に帰着させて解こうというものであり、ハミルトニアンに付随する分配関数と転送作用素の固有値の和が一致するという跡公式が本質的な役割を果たす。

令和 2 年度に得られた最大の成果は、跡公式を、局所的定数でない、より一般的なハミルトニアンにまで拡張したことである。報告者は、一般のハミルトニアンに対するエントロピースペクトルの逆問題の解決を目指しているため、跡公式の拡張は必要不可欠である。この「跡公式の拡張」に関する論文は *Discrete and Continuous Dynamical Systems* 誌に掲載された。さらに、転送作用素のスペクトルを考察する過程で、Hilbert 空間上の非有界正規作用素に対する古典的なスペクトル分解定理の別証明を得たので、こちらも論文にまとめた。この論文は、*International Journal of Functional Analysis, Operator Theory and Applications* 誌に掲載された。また、エントロピースペクトルの逆問題を考察する際、エントロピースペクトルが測度論的同型の不変量か否かという問題が生じるが、この問題を肯定的に解決した。この論文は *Dynamical Systems* 誌に掲載された。

○論文

- 中川勝國, Compactness of transfer operators and spectral representation of Ruelle zeta functions for super-continuous functions, *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, 40 (2020), 6331-6350.
- 中川勝國, Decomposition of normal operators and its application to spectral theorem, *International Journal of Functional Analysis, Operator Theory and Applications*, 12 (2020), 37-44.
- 中川勝國, Weak rigidity of entropy spectra, *Dynamical Systems*, 36 (2021), 277-291.

○国際会議での講演

- ・ (一般講演) 中川勝國, RIMS 研究集会「数理科学の諸問題と力学系理論の新展開」, 2020 年 9 月, 京都大学数理解析研究所 (Zoom によるオンライン開催).

総合数理講座

阿部 誠 (教授)

○研究概要

\mathbb{C}^n 上の不分岐 Riemann 領域について, 中間的な擬凸性の 2 次関数を用いて定式化される中間的次元の 1 パラメータ球体族による特徴付けに関して, 国内研究集会にて, その概要を発表した (国内共同研究)。また, 大域的正則関数によって定義される解析的集合に関連する研究も継続し, 連結な正規複素空間 X について, X の任意の離散閉部分集合 A に対し X 上の正則関数からなる族 F が存在して, A がそれらの正則関数の共通零点集合に等しいという性質が満たされれば, X の K 包 $H(X)$ が定まり, かつそれが X に等しいという結果を得て, Kühnel (2009) の定理を一般化することができて, その詳細を学術雑誌に掲載するとともに, 国内研究集会にて, その概要を発表した (国内共同研究)。

○論文

- ・ ○Makoto Abe, Tadashi Shima, and Shun Sugiyama, A generalization of a theorem of Kühnel on globally defined analytic sets, *Complex Variables and Elliptic Equations*, 掲載確定 (Published online: 2020.7.27)

○国内学会での講演

- ・ ○ (一般講演) 阿部 誠, 島 唯史, 杉山 俊, \mathbb{C}^n 上の不分岐 Riemann 領域に対する中間的擬凸性, 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会函数論分科会, 2020 年 9 月 22 日~25 日, 熊本大学, 熊本市
- ・ ○ (一般講演) 阿部 誠, 島 唯史, 杉山 俊, 大域的に定義された解析的集合に関する Kühnel の定理の一般化, 日本数学会 2021 年度年会函数論分科会, 2021 年 3 月 15~18 日, 慶應義塾大学, 横浜市

水町 徹 (教授)

○研究概要

KP-II 方程式は 3 次元水面を横断方向に一樣な波 (線状孤立波) が安定的に伝播することを説明するために提唱された長波長近似モデルであり, 空間 1 次元の長波長近似モデルである KdV 方程式を高次元化したモデルである。KP-II 方程式は KdV 方程式と同様に完全可積分系の方程式であり, 線状孤立波同士が交叉する様子を捉える厳密解 (多重線ソリトン解) を持つ。昨年度に引き続き, これらのうち定常進行波解である P 型, O 型の 2 線ソリトン解と Y 型のレゾナントソリトンの線形安定性をダルブー変換を用いて研究し, ソリトンの稜線に沿って進む波の伝播方向に応じた線形安定性の結果が成り立つとの着想を得た。ダルブー変換によって求まる連続固有値以外に固有モードが出現しないと見込まれ, そのような固有モードの不存在を示すためのエネルギー関数が構成でき

ることを P 型の 2 重線ソリトンについて現在検証中である。

○論文

- [T. Mizumachi](#) and [Y. Shimabukuro](#), Stability of Benney-Luke line solitary waves in 2 dimensions, SIAM J. Math. Anal. 52 (2020), 4238–4283.

小鳥居祐香 (准教授)

○研究概要

絡み目の絡み目ホモトピーとは、ミルナーによって導入された絡み目の同値関係である。これはアンビエントアイソトピーと自己交叉によって生成され、絡み目の成分間の絡み度合いを表す同値関係といえる。また任意の絡み目は、クラスパー表示と呼ばれる表示法で表せることが知られている。これまでの水澤敦彦氏との研究協力によって、Levine によって代数的に示された結果の別証明として、クラスパー表示を用いた幾何的な手法によって、4 成分絡み目の絡み目ホモトピー類全体と一対一対応する集合を構成した。さらにこの一対一対応を用いることで、4 成分絡み目のいくつかの部分集合に対して、それらを完全に分類できる巡回群に値をとる比較可能な不変量を構成してきた。しかしこれは、任意の 2 つの絡み目に対して、それらが絡み目ホモトピックであるかどうかを判定出来るものではなかった。そこで今年度はこの研究の続きとして、4 成分絡み目に対して、Habegger と Lin の共著によって与えられた 2 つの絡み目が絡み目ホモトピックであるかどうかを判定するアルゴリズムを、クラスパー表示を用いた言葉に翻訳し、その計算方法を明示的に記述した。これによって、2 つの絡み目の比較を図式的な計算により簡単に行えるようにし、具体例を計算した。上記の研究は水澤敦彦氏との研究協力によるものである。

○論文

- (査読なし) [小鳥居祐香](#), “トポロジーとパーシステントホモロジー”, 日本学術振興会, 研究開発専門委員会自立型・複合型 AI 先端計測の新しい価値創造, 研究成果報告書, 2021 年 3 月.

○国内学会での講演

- (招待講演) [小鳥居祐香](#), 数学と諸分野の連携にむけた若手数学者交流会 2021, 2021 年 3 月, 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) (オンライン開催).
- (招待講演) [小鳥居祐香](#), 数学と諸分野の連携にむけた若手数学者交流会 2021, 2021 年 3 月, 国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) (オンライン開催), ポスター発表.
- (招待講演) [小鳥居祐香](#), トポロジー・幾何セミナー, 広島大学, 2021 年 1 月, 広島大学 (オンライン開催), (水澤敦彦氏との共同研究).

澁谷一博 (准教授)

○研究概要

微分幾何学における微分式系, 外微分式系の理論を用いて, フィンラー幾何学の研究を行った。外微分式系 (多様体上の微分形式全体の成す代数内で外微分による作用で閉じたイデアル) の理論は多様体上の接空間の部分空間の研究に端を発する理論であり, 微分方程式, 特に非線形偏微分方程

式を統一的に扱う理論として優れている。特に Griffiths formalism と呼ばれる外微分式系を用いた変分問題に対する理論を用いて、フィンスラー幾何学の観点から時間依存の変分問題の局所理論の大域化の研究を行った。

橋本真太郎（准教授）

○研究概要

非正則な統計モデルに対する、客観事前分布の研究を行った。特に、情報理論の観点による参照事前分布と、頻度論的妥当性の観点による確率一致事前分布に関する新しい結果を得た。また、共同研究として、ダイバージェンスに基づくロバストなベイズ推測に関する研究を理論と応用の両方の観点から行った。さらに、ベイズ情報量不等式に関しても従来の下界を改良する不等式を導出することに成功した。

○論文

- [Shintaro Hashimoto](#), Reference priors via alpha-divergence for a certain non-regular model in the presence of a nuisance parameter, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 213, (2021), 162-178.
- [Shintaro Hashimoto](#), Predictive probability matching priors for a certain non-regular model, *Statistics and Probability Letters*, 174, (2021), 109096
- [Shintaro Hashimoto](#) and Shonosuke Sugawara, Robust Bayesian regression with synthetic posterior distributions, *Entropy*, 22, (2020), 661
- Tomoyuki Nakagawa and [Shintaro Hashimoto](#), On default priors for robust Bayesian estimation with divergences, *Entropy*, 23, (2021), 29
- Ken-ichi Koike and [Shintaro Hashimoto](#), Improvement of Bobrovsky-Mayor-Wolf-Zakai bound, *Entropy*, 23, (2021), 161

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

研究員

令和2年度 … 3名（学振特別研究員）
1名（科研費による雇用）

- 山崎 陽平（学振PD）（R2.9.30まで）
- 橋詰 雅斗（学振PD）
- 梶浦 大起（学振DC1）
- 尾白 典文（PD）

留学生

令和2年度 … 1名（博士課程前期）

1-4-4 研究助成金の受入状況

- [1] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：モチーフの有限次元性、Conservativity、そしてその周辺
代表者：木村俊一
金額：1,430 千円

- [2] 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)
課題名：一般ホッジ予想とヒルベルトスキームに対するレフシェッツ・ミルナー理論
代表者：島田伊知朗
金額：1,690 千円

- [3] 科学研究費助成事業 基盤研究(B)
課題名：代数幾何学の計算機による研究の新展開
代表者：島田伊知朗
金額：2,930 千円

- [4] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：数論と幾何のアルゴリズム的展開
代表者：松本 眞
金額：780 千円

- [5] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：代数幾何学・数論幾何学におけるカンドルの研究
代表者：高橋宣能
金額：1,040 千円

- [6] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：遠アーベル幾何と双曲的曲線のモジュライスタックの幾何学的外モノドロミー表現
代表者：飯島 優
金額：650 千円

- [7] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：Koksma-Hlawka 型不等式を礎とする準モンテカルロ法の研究
代表者：鈴木航介
金額：1,170 千円

- [8] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：多面体を用いた 3・4 次元多様体の微分構造と幾何構造の研究
代表者：古宇田悠哉
金額：1,820 千円

- [9] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：ユークリッド空間の極小曲面およびミンコフスキー空間の平均曲率 0 曲面の大域的性質
代表者：藤森祥一
金額：1,170 千円
- [10] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：リーマン対称空間における全測地的部分多様体のディンキン指数を用いた研究
代表者：奥田隆幸
金額：1,040 千円
- [11] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：ホモロジーコボルディズム群と指標多様体に関する研究
代表者：野崎雄太
金額：1,040 千円
- [12] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：時間依存微分方程式に対する逆問題における「局所化」による方法の可能性
代表者：川下美潮
金額：1,170 千円
- [13] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：非線形放物型偏微分方程式における定常構造および自己相似性と解の挙動
代表者：内藤雄基
金額：1,430 千円
- [14] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：非線形問題解明に向けたポテンシャル論研究
代表者：平田賢太郎
金額：1,040 千円
- [15] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：リサーチェンス理論と数理物理学
代表者：神本晋吾
金額：910 千円
- [16] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：有限予測における表現定理とテプリッツ系に対する線形時間アルゴリズム
代表者：井上昭彦
金額：1,300 千円
- [17] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：高次元多変量データに対して一致性を持つ高速で簡便な変数選択法

代表者：柳原宏和
金 額：910 千円

[18] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：非正則モデルの最尤法に基づく推測法の評価と改良
代表者：若木宏文
金 額：650 千円

[19] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：最適輸送理論に基づく補助変数を用いた統計的推測
代表者：伊森晋平
金 額：1,170 千円

[20] 科学研究費助成事業 若手研究(B)
課題名：補助変数を用いたモデリング法の開発と応用
代表者：伊森晋平
金 額：0 千円（研究期間延長）

[21] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：エビデンスに基づくパーソナルゲノム医療・予防実現に向けた統計モデリング技術開発
代表者：Heewon Park
金 額：2,232 千円

[22] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：複素空間における中間的擬凸性の研究
代表者：阿部 誠
金 額：910 千円

[23] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)
課題名：非線形分散型方程式に現れる平面進行波解の安定性解析
代表者：水町 徹
金 額：910 千円

[24] 科学研究費助成事業 若手研究
課題名：クラスパー理論を用いた有限型不変量及びミルナー不変量の研究
代表者：小鳥居祐香
金 額：1,300 千円

[25] 科学研究費助成事業 若手研究(B)
課題名：クラスパー理論を用いた有限型不変量と Milnor 不変量の幾何的解釈の研究
代表者：小鳥居祐香
金 額：0 千円（研究期間延長）

- [26] 科学研究費助成事業 若手研究(B)
 課題名：非正則な統計モデルに対する客観ベイズ法に関する研究
 代表者：橋本真太郎
 金額：1,040 千円
- [27] 大阪市立大学数学研究所 共同利用・共同研究 (C)
 代表者：久保 亮
 金額：340 千円
- [28] 広島大学 研究助成金 (若手研究者支援)
 代表者：久保 亮
 金額：1,000 千円

1-4-5 学界ならびに社会での活動

○研究成果の社会への還元実績

- ・ 木村俊一 : 書籍の監修・記事執筆 (いずれもニュートンプレス社)
- ・ 木村俊一 : ニュートンライト 2.0 「図形の世界 図形編」 2021 年 3 月
- ・ 木村俊一 : ニュートンライト 2.0 「 π 」 2020 年 12 月
- ・ 木村俊一 : ニュートンライト 2.0 「数学パズル 計算編」 2020 年 10 月
- ・ 木村俊一 : 最強に面白いシリーズ「数学 図形編」 2020 年 5 月
- ・ 木村俊一 : 雑誌ニュートン 2020 年 6 月号 FocusPlus 「ラマヌジャン」
- ・ 福井敬祐 : Web application tool [地域差を考慮した罹患率の比較ツール, URL:
https://fukui.shinyapps.io/inc_funnel/?_ga=2.19441848.1283706643.1626477552-84328684.1625569694] 2020 年 8 月 公開
- ・ 小鳥居祐香 : 日本科学技術ジャーナリスト会議 12 月例会での招待講演, 2020 年 12 月

○産学官連携実績

- ・ 柳原宏和 : (株)東京カンテイ, 2020 年 4 月 1 日～2021 年 3 月 31 日, 統計解析に関する技術指導・共同研究
- ・ 若木宏文 : 学術指導 : 2020 年 11 月 27 日, 12 月 18 日, 2021 年 1 月 22 日 各 2 時間, teams によるオンライン会議, フィルタ製品の圧損の計量値データに関する多重比較について学術指導を行った。
- ・ 伊森晋平 : 企業との共同研究
- ・ 小鳥居祐香 : 日本学術振興会研究開発専門委員会「自律型・複合型 AI 先端計測の新しい価値創造」, オンライン会議, 令和 2 年 10 月～令和 3 年 3 月, 委員として産業界と学会合同の会議に参加

○公開講座

新型コロナウイルス感染拡大の影響で中止した。

○学会役員

- ・ 木村俊一 : 日本数学会代数学分科会, 運営委員
- ・ 木村俊一 : 日本数学会中国・四国支部会, 評議員
- ・ 島田伊知朗 : 日本数学会代数学分科会, 運営委員
- ・ 内藤雄基 : 日本数学会関数方程式分科会, 運営委員
- ・ 柳原宏和 : 日本数学会統計数学分科会, 運営委員
- ・ 柳原宏和 : 日本統計学会, JJSJ 支援委員会
- ・ 福井敬祐 : 日本疫学会・疫学若手の会 幹事
- ・ 小島居祐香 : Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Region 10 Technology and Engineering Management Society (TEMS) Treasurer (東京支部 TEMS グループ役員会 計)

○学術誌編集委員等

- ・ 木村俊一 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 島田伊知朗 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 松本 眞 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 松本 眞 : 雑誌 ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 編集委員
- ・ 古宇田悠哉 : 日本数学会「数学」, 編集委員
- ・ 古宇田悠哉 : Mathematical Reviews (MathSciNet), Reviewer
- ・ 古宇田悠哉 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 藤森祥一 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 藤森祥一 : 雑誌 Mathematical Journal of Okayama University, 編集委員
- ・ 野崎雄太 : zbMATH Open, Reviewer
- ・ 川下美潮 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 内藤雄基 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 内藤雄基 : 雑誌 Differential Equation and Application, 編集委員
- ・ 平田賢太郎 : Mathematical Reviews (アメリカ数学会), Reviewer
- ・ 井上昭彦 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : Japanese Journal of Statistics and Data Science, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : 行動計量学, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : Behaviormetrika, 編集委員
- ・ 若木宏文 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 阿部 誠 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 水町 徹 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員

○講師

- ・ 木村俊一 : 国泰寺高校の令和 2 年度課題研究成果発表会に来賓として出席し, 生徒の発表に対しコメントした。
- ・ 木村俊一 : GSC のステップステージでオンライン講義 (1 件), ジャンプステージで生徒指導 (2 件), ポスター発表会審査員
- ・ 木村俊一 : 県立広島中学高等学校にて中学生全生徒対象に出張授業を行った。
- ・ 木村俊一 : 広島大学附属高等学校「SSH の日 (課題研究発表会)」でコメンテーターを務め

た。

- ・ 木村俊一 : 広島大学 2020 年ノーベル賞解説講演会でペンローズの業績について解説を行った。
- ・ 木村俊一 : 広島県立高校数学コンクールの講師を務めた。
- ・ 木村俊一 : 東広島市生涯学習まちづくり出前講座に講座提供(現代数学入門)をした(コロナのため実現せず)。
- ・ 古宇田悠哉 : 集中講義(埼玉大学), 2020 年 7 月 6 日~7 月 10 日
- ・ 奥田隆幸 : GSC 広島ステップステージ 数学セミナー(講師担当) 2020 年 10 月 18 日
- ・ 奥田隆幸 : GSC 広島ステップステージ ポスター発表(審査担当) 2020 年 11 月 1 日
- ・ 内藤雄基 : (集中講義) 東北大学大学院理学研究科・数学総合講義・2020 年 12 月 21 日~12 月 25 日
- ・ 神本晋吾 : 千葉大学理学部数学・情報数理学科「解析学特論 VII」2020 年 10 月 19 日~23 日(集中講義)を担当。

○各種委員

- ・ 福井敬祐 : 2020 年度 大阪府ヘルスアップ支援事業 有識者委員
- ・ 小島居祐香 : 日本学術振興会 研究開発専門委員会「自律型・複合型 AI 先端計測の新しい価値創造」委員

1-5 その他特記事項

○Hiroshima Mathematical Journal

数学プログラムは統合生命科学研究科数理生命科学プログラム数理系と共に国際数学雑誌 Hiroshima Mathematical Journal を発行している。1930 年発刊の理学部紀要に始まり, 1961 年に数学部門が独立し, その後 1971 年より現在の名称となった。1 巻は 3 号よりなり, 令和 2 年度は 50 巻である。発行部数約 680 で, 世界各国の雑誌と交換されている。平成 18 年 4 月から Euclid プロジェクトにも参加し, 1961 年以降の全雑誌の電子ジャーナル版をオープンアクセス雑誌として公開している。

○数学図書室

数学図書室には, 5 万冊以上の蔵書があり, 雑誌だけでも約 900 種が所蔵されている。これらは, 数学科および数学専攻・プログラムの学生, 教員の教育・研究に役立つばかりでなく, 学内にも公開され利用されている。

○統計相談

数理統計グループの教員を中心に, 本学の学生あるいは, 教職員を対象に下記のように統計相談を行った。

1. 若木・柳原, 博士課程前期 1 年, R2.6.29
2. 柳原・福井, 先進理工系科学研究科, R2.10.26
3. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R2.11.5
4. 若木・柳原, グローバル化推進室, R2.11.17
5. 福井・小田, 先進理工系科学研究科, R2.11.19

6. 福井・小田, 総合博物館, R2.12.24
7. 福井・小田, 総合博物館, R3.1.14
8. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R3.1.21
9. 福井・小田, 学術・社会連携部, R3.2.4
10. 若木・橋本, 広島大学病院, R3.2.9
11. 福井・小田, 総合博物館, R3.2.25 (※共同研究に発展)
12. 若木・柳原, 博士課程前期1年, R3.3.9
13. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R3.3.11
14. 若木・伊森, 博士課程後期, R3.3.18
15. 福井・小田, 人間社会科学研究科, R3.3.24
16. 福井・小田, 博士課程前期1年, R3.3.25

2 数学科

2-1 学科の理念と目標

理学の目的は自然の真理を探究することであり、数学の目的は数学的真理を探究することにある。数学は数千年にわたる伝統を持ち、論理性と普遍性を基軸とした人類文化を代表する学問であり、自然科学・工学の基礎として近代科学文明の発展を支えてきた。近年は数理解科学的な手法が社会・人文科学へも応用され、コンピュータによる情報社会化の進展も相まって、数学の利用はますます広範かつ高度なものとなってきている。

広島大学理学部数学科では、創造性豊かな教育を重視し、現代数学の基礎をしっかりと身につけ、数学的センスと幅広い教養に根ざした総合的判断力を持った人材を養成することを目指す。

2-2 学科の組織

教職員

令和2年度

代数数理	教授	：	木村俊一 島田伊知朗 松本 眞
	准教授	：	高橋宣能
	助教	：	飯島 優 鈴木航介
多様幾何	教授	：	古宇田悠哉 (R2.4.1 昇任) 藤森祥一
	講師	：	奥田隆幸
	助教	：	久保 亮 野崎雄太 (R2.4.1 採用)
数理解析	教授	：	川下美潮 内藤雄基 (R2.9.1 採用)
	准教授	：	滝本和広 平田賢太郎
	講師	：	神本晋吾
確率統計	教授	：	井上昭彦 若木宏文
	准教授	：	岩田耕一郎
	助教	：	中川勝國
数理計算理学	教授	：	李 聖林 (R2.4.1 昇任) 小林 亮 坂元国望
	准教授	：	栗津暁紀 大西 勇 富樫祐一
	助教	：	藤井雅史

事務室	桂川信子 下森雅美
	窪田庸子 高原園子 谷 知美 (R2.8.1 異動)

教員の異動

空きポストが生じると、将来計画等を勘案して、採用分野を決定した。新採用の助教はすべて任期がついている。

令和2年度

昇任	令和2年4月1日	李 聖林 教授
	令和2年4月1日	古宇田悠哉 教授

採用 令和2年4月1日 野崎雄太 助教（任期 令和5年3月31日 まで）
令和2年9月1日 内藤雄基 教授
退職 令和3年3月31日 久保 亮 助教

2-3 学科の学士課程教育

2-3-1 アドミッション・ポリシーとその目標

数学科においては、創造性豊かな教育を重視し、現代数学の基礎をしっかりと身につけ、数学的センスと幅広い教養に根ざした総合的判断力をもった人材を養成することを目指している。この目標に応えうる資質を備えた以下の3タイプの学生の確保に努力する。

- ・ 将来の数学の発展を担う研究者を目指す学生。
- ・ 現代数学の本質と、その学問的位置づけを理解した上で、教育職を目指したい学生。
- ・ 情報化社会のニーズに応える高度な数学的思考能力・想像力を身につけるための資質を備えた、将来性豊かな意欲ある学生。

2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

創造性豊かな教育を重視し、現代数学の基礎をしっかりと身につけ、数学的センスと幅広い教養に根ざした総合的判断力を持った人材を養成することを目指す。

数学科では、高校から大学、大学から大学院への教育課程の結びつきを配慮した、基礎から専門への段階的かつ系統的な教育課程を持ち、自主的学習の奨励と数学的な自己表現力の涵養、自主的な動機による4年間の総まとめとしての卒業論文執筆を指導している。

3年次までの専門基礎科目および専門科目のほとんどの演習科目を付け、各演習科目に配置するTAを充実させて、学生の指導体制の強化を図っている。

2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

教育課程が段階的であるので、各年度の教育成果は次年度の授業で反映され、検証される。最終年度は卒業論文の執筆により検証される。

2-3-4 卒業論文発表実績

令和2年度 … 44件

2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供

- ・ 教員免許状更新講習の講座運営（1件）
- ・ 東広島市生涯学習まちづくり出前講座（1件）（新型コロナウイルス感染症の影響で中止）。

2-5 その他特記事項

○公開講座

- ・ 公開講座を平成4年より実施している。令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響で中止した。

Ⅱ 物理科学専攻

- ・物理学プログラム
- ・物理学科

1 物理科学専攻・物理学プログラム

1-1 専攻・プログラムの理念と目標

物理科学専攻・物理学プログラムでは、物質と時空・宇宙に関する物理現象とそれを支配している基礎法則の研究を行う。純粋科学の研究活動を基盤とした高度専門教育を通じて、優れた人材を産業・教育の分野に送り出す。そのために、学内の共同利用施設である放射光科学研究センターや宇宙科学センターとの連携も強化する。

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

2020年度より、物理学プログラムとして新体制が始まったが、過渡期なので旧の物理科学専攻と合同運営を行っている。その物理科学専攻・物理学プログラムは、宇宙・素粒子科学講座、物性科学講座および、放射光科学研究センター所属の放射光科学講座からなる。それぞれの講座には数人で構成された、より専門化された研究グループがある。日常的な研究や教育などは主として研究グループ単位で行われている。人事や入試などの大きな問題には講座や専攻単位で運営が行われている。物理科学専攻・物理学プログラムの教育資格は、基本的に教授と准教授は教育資格1（博士課程前期後期学生の主・副指導教員になることができる）、助教は教育資格2（博士課程後期学生の副指導教員、博士課程前期学生の主・副指導教員になることができる）あるいは教育資格3（博士課程前期後期学生の副指導教員になることができる）、あるいは教育資格4（授業のみ担当）である。助教の教育資格の変更は、物理科学専攻・物理学プログラム内規に定めた基準を満たした場合に可能となる。

1-2-1 教職員（2020年4月時点での講座の教職員を以下に示す。）

宇宙・素粒子科学講座

素粒子論（理論）

両角卓也（准教授）

清水勇介（助教）

石川健一（准教授）

宇宙物理学（理論）

小嶋康史（教授）

岡部信広（准教授）

クォーク物理学

志垣賢太（教授）

山口頼人（准教授）

本間謙輔（助教）

三好隆博（助教）

<理学研究科LAN担当>

高エネルギー宇宙

深澤泰司（教授）

高橋弘充（准教授）

内田悠介（特任助教）

可視赤外線天文学

川端弘治*（教授）

植村 誠*（准教授）

稲見華恵*（助教）

観山正見*（特任教授）

水野恒史*（准教授）

笹田真人*（特任助教）

*：宇宙科学センター協力教員

物性科学講座

構造物性

黒岩芳弘（教授）

Kim Sangwook（助教）

森吉千佳子（教授）

電子物性

中島伸夫（准教授）

石松直樹（助教）

光物性

木村昭夫（教授）

Munisai Nuermairaiti（助教）

分子光科学

関谷徹司（准教授）

吉田啓晃（助教）

和田真一（准教授）

放射光科学講座（放射光科学研究センター所属）

放射光物性

生天目博文（教授）

佐藤 仁（准教授）

泉 雄大（助教）

島田賢也（教授）

澤田正博（准教授）

Shiv Kumar（助教）

奥田太一（教授）

松尾光一（准教授）

宮本幸治（准教授）

放射光物理

加藤政博（教授）

プログラム事務

前田 緑

宮本曜子

秦 真貴子

1-2-1 教員の異動

ここ数年、定年退職や転出が毎年あり、2019年度末にも1名が退職した。内部昇格等や比較的若手層の採用があったが、将来的な人事構想が不透明で、教育及び研究活動への影響が心配される。さらなる人事計画を進めたい。

2020年4月1日

採用

清水勇介（素粒子論 助教）

採用

Shiv Kumar（放射光物性 助教）

2020年5月1日

採用

八野 哲（クォーク物理学 助教）

2020年10月1日

採用

木坂将大（宇宙物理 助教）

2021年1月31日

転出

泉 雄大（放射光物性 助教）

1-3 専攻・プログラムの大学院教育

理学研究科のアドミッション・ポリシー、カリキュラム・ポリシー、ディプロマ・ポリシーに則り専攻・プログラムのポリシーを以下のように設定し、教育を行っている。

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

[1] アドミッション・ポリシー

博士の学位を取り、物理関連分野の教育職，研究職，高度技術職を目指す人，及び現代物理の基礎を修め修士の学位を取り，その物理的知見を基に産業・教育の分野で活躍したい人を求めています。また社会人や留学生も積極的に受け入れます。

[2] カリキュラム・ポリシー

- (1) 理学の基盤学問としての物理学の専門的知識を習得し，高度職業人及び研究者を養成する。
- (2) 真理を探究する手法を習得すること及び国際的に協力し，又は競争できる能力を実践的学習を通じて習得させることを目的とする。

[3] ディプロマ・ポリシー

博士課程前期

自然界に働く普遍的な法則や基本原理の解明を目指した専門的教育研究活動を通して，課題探求能力及び問題解決能力を高め，真理探究への感性及び総合的判断力を培い，以下の能力のいずれかを身につけること。

- (1) 基礎科学のフロンティアを切り開く力を持った研究者としての能力。
- (2) 専門的知識，技能及び応用力を身につけた技術者としての能力。
- (3) 専門的知識及び識見を有しリーダーシップを発揮できる力量のある教育者としての能力。

博士課程後期

自然界に働く普遍的な法則や基本原理の解明を目指した専門的教育研究活動を通して，課題探求能力及び問題解決能力を高め，真理探究への感性及び総合的判断力を培い，以下の能力のいずれかを身につけること。

- (1) 基礎科学のフロンティアを切り開いて国際的に活躍できる研究者としての能力。
- (2) 高度の専門的知識，技能及び幅広い応用力を持ち国際的に通用する先進的な科学技術を創造できる技術者としての能力。
- (3) 高度の専門的知識及び識見を有しリーダーシップを発揮できる力量のある教育者としての能力。

大学院授業担当

2020年度【前期】物理学プログラム 授業時間割表				
曜日	時限	科目	教員	教室
月	1.2 3.4	量子場の理論	両角	A004
	5.6			
	7.8			
	9.10			
火	1.2	宇宙物理学	小畷	A017
	3.4	相対論的宇宙論	岡部	A004
	5.6			
	7.8			
	9.10			
水	1.2			
	3.4			
	5.6			
	7.8			
	9.10			
木	1.2			
	3.4	X線ガンマ線宇宙観測	深澤	C104
		光赤外線宇宙観測	川端, 植村	C104
	5.6			
	7.8	X線ガンマ線宇宙観測	深澤	C104
		放射光科学持論 A・B	生天目	放射光科学研究センター201
9.10	光赤外線宇宙観測	川端, 植村	C104	
金	1.2			
	3.4	クォーク物理学	志垣	C104
		高エネルギー物理学	高橋 (徹)	A004
	5.6	高エネルギー物理学	高橋 (徹)	A004
	7.8	クォーク物理学	志垣	C104
	9.10			
備考	放射光科学院生実験 (黒岩, 島田, 澤田, 佐藤, 松尾, 中島, 和田, 宮本, 加藤, 集中), 物理学特別講義 A (次世代電波望遠鏡が切り拓く新たな天文学) (客員教員, 集中), 物理学特別講義 B (ハイパー核物理) (客員教員, 集中), 物理学エクスターンシップ (深澤, 集中), 物理学特別研究 (各教員, 集中)			

2020年度【後期】物理学プログラム 授業時間割表				
曜日	時限	科目	教員	教室
月	1.2			
	3.4			
	5.6 7.8	構造物性物理学	黒岩	B101
	9.10	Introductory course to advanced physics	島田, 岡部, 木村, 稲見, 宮本, 松尾, 稲垣, 志垣	E209
火	1.2 3.4	素粒子物理学	稲垣	B101
	5.6			
	7.8			
	9.10			
水	1.2 3.4	格子量子色力学	石川	A004
	5.6	電子物性物理学	中島	B101
	7.8	光物性論	木村	B101
	9.10			
木	1.2			
	3.4			
	5.6 7.8	表面物理学	奥田	C104
	9.10			
金	1.2			
	3.4			
	5.6			
	7.8			
	9.10	Introductory course to advanced physics	奥田, 岡部, 木村, 稲見, 宮本, 松尾, 稲垣, 志垣	E209
備考	物理学特別講義 C (イオン交換性層状無機化合物の基礎と応用 (客員教員, 集中), 物理学特別講義 D (放射光 X 線吸収分光法での材料解析) (客員教員, 集中), 物理学エクスターンシップ (深澤, 集中), 物理学特別研究 (各教員, 集中))			

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

博士課程前期では、研究する上で必要な内容を講義およびセミナー等で修得できており、特別な場合を除き、2年間で修士の学位を取得し、就職または進学している。博士課程後期では、研究室単位でより密着して指導が行われている。

博士課程前期の入学定員30名に対し、24名(内部生20名, 他大学から4名)が入学している。

博士課程後期の入学定員15名に対しては、3名（内部生3名、他大学から0名）が進学している。

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

- | | |
|-----------------------------|------|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 | 19 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 | 17 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 6 件 |
| コロナ禍により例年より大幅減少 | |

1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

- | | |
|-----------------------------|------|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 | 55 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 | 37 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 19 件 |
| コロナ禍により例年より大幅減少 | |

外国人留学生の受入状況

- | | |
|-------------|------|
| ○ 博士課程前期在籍者 | 1 名 |
| ○ 博士課程後期在籍者 | 13 名 |

1-3-5 修士論文発表実績

2020年度（29名）

	氏名	論文題目	指導教員	主査	副査
1	河野 嵩	光電子分光による Co 基ホイスラー合金のハー フメタル及びトポロジカル電子状態の研究	木村	木村	佐藤
2	清水 健	真空紫外円二色性法を用いた単糖類によるアポ ミオグロビンの構造安定化に関する研究	松尾	松尾	和田
3	熊谷学人	偏光X線吸収分光法によるチタン酸ストロンチ ウム薄膜の歪み誘起強誘電性の研究	中島	中島	黒岩
4	尾田拓之慎	高分解能角度分解光電子分光を用いた銅酸化物 超伝導体 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ の多体相互作用の評価	木村	木村	関谷
5	山本華文	内殻励起イオン脱離から探る芳香族単分子膜の 電子緩和過程におけるフッ素置換効果	和田	和田	松尾
6	近藤丈仁	J-PARC E16 実験 GEM 飛跡検出器のトリガ信 号回路改良	志垣	志垣	植村
7	豊田直哉	有限温度における量子補正と質量に対する温度 効果	両角	両角	岡部
8	秋丸直人	エステル基を含む分子の内殻励起による解離過 程の理論的計算	関谷	関谷	生天目
9	小澤秀介	角度分解光電子分光を用いたルテニウム酸化物 超伝導体 Sr_2RuO_4 における多体効果の実験的評 価	木村	木村	島田

10	松本拓真	X線発光分光による銅硫化物の金属非金属転移の研究	佐藤	佐藤	木村
11	鈴木一毅	塑性流動を伴うマグネターの磁場進化	小畠	小畠	高橋
12	眞弓達矢	軟X線磁気円二色性による超薄膜構造Co/h-BN/Feの層間磁気結合の研究	澤田	澤田	中島
13	倉持慶太郎	X線吸収分光を用いた超高压領域における5d遷移金属の電子状態の研究	石松	石松	奥田
14	柴田早由里	GHz帯集光系を用いた低質量暗黒成分の試験的探索	本間	本間	水野
15	牟田美慧	ゼオライト型化合物 $\text{Sr}_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{MoO}_4)_2$ の構造と相転移に及ぼすカルシウムイオン置換効果	森吉	森吉	石松
16	杉山祐紀	Gravitational waves in Kasner spacetimes and Rindler wedges	稲垣	稲垣	本間
17	高橋 光	二次元イジングモデル上での高次テンソル繰り込み群の評価	石川	石川	小畠
18	山本龍哉	シミュレーションを用いた広がった天体に対するIXPE衛星の偏光観測実現性の評価	水野	水野	稲垣
19	金森 奨	Gd-T化合物($T=\text{Fe}, \text{Co}$)における高压下の水素誘起磁気転移の研究	石松	石松	澤田
20	服部真央	ビスマスを含むペロブスカイト型酸化物の固溶体に関する構造みだれの研究	黒岩	黒岩	宮本
21	奈女良朱里	衝突銀河団 Abell1750 の弱重力レンズ解析	岡部	岡部	稲見
22	山本涼一	すばる望遠鏡 HSC サーベイを使った宇宙の大規模構造探査	岡部	岡部	志垣
23	桐田勇利	真空内四光波混合における光学素子起因背景光の評価と sub-eV アクシオンの粒子の予備探索	本間	本間	加藤
24	大矢元海	The Detector Control System for the Muon Forward Tracker at ALICE (ALICE 実験前方ミュー粒子飛跡検出器制御系)	志垣	志垣	両角
25	眞武寛人	ガンマ線を発する電波銀河のX線統計解析によるX線放射起源の推定	深澤	深澤	石川
26	大間々知輝	ブラックホールジェットのタイムラグ解析手法の開発と応用	植村	植村	山口
27	谷口真彦	Cartan形式のF(R)修正重力理論	稲垣	稲垣	深澤
28	竹本紘子	内殻吸収分光を用いた熱電変換材料チオスピネル型 $\text{Cu}_2\text{CoTi}_3\text{S}_8$ の電子状態の研究	木村	木村	森吉
29	JI YINGBO	Analysis of high order perturbative behaviour in numerical stochastic perturbation theory through Fokker-Planck Equation (Fokker-Planck 方程式による数値確率摂動理論の高次ふるまいの解析)	石川	石川	小畠

1-3-6 博士学位

2020年度（課程博士9名）

- [1] Soheila Abdollahi 2020年7月20日授与（甲）
Deep Morphological and Spectral Studies of Supernova Remnant CTB 37A with *Fermi*-LAT
(*Fermi* ガンマ衛星 LAT による超新星残骸 CTB 37A の形状とスペクトルの詳細研究)
主査：深澤泰司
副査：小畠康史，志垣賢太，水野恒史，高橋弘充
- [2] ZHENG MINGTIAN 2020年9月4日授与（甲）
High-resolution angle-resolved photoemission study of oxygen adsorbed Fe/MgO(001)
(高分解能角度分解光電子分光による酸素吸着した Fe/MgO(001)の研究)
主査：島田賢也
副査：奥田太一，森吉千佳子
- [3] Zhao Qing 2020年9月4日授与（甲）
Nature of chemical bonds in double perovskite-type oxide BaBiO₃ and related oxides visualized
by synchrotron-radiation X-ray diffraction
(放射光 X 線回折により可視化された二重ペロブスカイト型酸化物 BaBiO₃ および関連
酸化物の化学結合の性質)
主査：黒岩芳弘
副査：木村昭夫，生天目博文
- [4] FAN DONGXIAO 2020年9月18日授与（甲）
Photoluminescence Properties of Distorted Titanates Investigated by X-ray Absorption
Spectroscopy
(X 線吸収分光法による歪んだチタン酸化物のフォトルミネセンスの研究)
主査：中島伸夫
副査：生天目博文，木村昭夫，森吉千佳子
- [5] 中平夕貴 2021年3月4日授与（甲）
Crystal structure and phase transition of barium aluminate and calcium strontium sulfoaluminate
by synchrotron radiation X-ray diffraction
(放射光 X 線回折によるバリウムアルミネートとカルシウムストロンチウムサルホア
ルミネートの結晶構造と相転移に関する研究)
主査：森吉千佳子
副査：木村昭夫，島田賢也，中島伸夫
- [6] 星野知也 2021年3月4日授与（乙）
Measurement of low transverse-momentum direct photons in Cu+Cu collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$
GeV
(核子対あたり重心系衝突エネルギー200 GeV 銅+銅原子核衝突における低横運動量直
接光子の測定)
主査：志垣賢太
副査：小畠康史，深澤泰司，山口頼人

- [7] 宮下剛夫 2021年3月23日授与（甲）
Low-Energy Electronic States in the Vicinity of Mott Insulating Phase of Ruthenates and Cuprates
(ルテニウム酸化物および銅酸化物のモット絶縁相近傍の低エネルギー電子状態)
主査：木村昭夫
副査：黒岩芳弘，島田賢也，井野明洋
- [8] 吉川智己 2021年3月23日授与（甲）
Light- and spin- induced electronic structures of novel topological materials
(光およびスピンの誘起された新奇トポロジカル物質の電子構造)
主査：木村昭夫
副査：生天目博文，森吉千佳子，樋口克彦
- [9] 安部友啓 2021年3月23日授与（甲）
Materials structure physics on ferroelectric titanates and their aerosol deposition films using synchrotron radiation X-ray diffraction
(放射光 X 線回折を用いた強誘電体チタン酸化合物とそのエアロゾルデポジション膜の構造物性)
主査：黒岩芳弘
副査：木村昭夫，奥田太一

1-3-7 TAの実績

2020年度は，博士課程前期の学生を17名，博士課程後期の学生を2名（通年：4名，前期：7名，後期：8名）採用した。主たる業務は学部の実験及び演習を補助することであるが，大学院生が科目内容の再確認と教授法の技能の修得に役立った。

1-3-8 大学院教育の国際化

博士課程後期の定員充足は喫緊の課題である。2013年度中から検討してきた外国人留学生特別選抜を活用して，中国トップレベルの大学（中国科学院や復旦大学等）との連携の下で優秀な学生を見出す独自の取組みを継続している。しかし，本来，博士課程後期の定員充足は日本人学生の受入れで達成されるべきである。そのためには経済的支援の充実と海外派遣等を含む国際的な研究交流の活性化が不可欠と考えられる。2017年度から外国人教員による授業や研究指導を開始した。さらに，外国人を招待した研究室セミナーや共同研究（実験）などに院生を積極的に参加させている。例えば，物性科学講座の研究室では学内の放射科学研究センター（HiSOR）や高輝度光科学研究センター（SPring-8）などで国際共同実験に参画させている。大学院生には自身の研究の位置づけを確認させるとともに，外国人を含む本学以外の研究者や学生と交流させ，様々な研究方法や共同研究のあり方を実践的に習得させている。

物理学プログラム（博士課程前期）

科目区分	授業科目の名称	配当年次 (注)	単位数		要修得単位数	
			必修	選択必修		
大学院共通科目	持続可能な発展科目	Hiroshimaから世界平和を考える	1・2		1	1単位以上
		Japanese Experience of Social Development-Economy,Infrastructure,and peace	1・2		1	
		Japanese Experience of Human Development-Culture,Education,and Health	1・2		1	
		SDGsへの学問的アプローチA	1・2		1	
		SDGsへの学問的アプローチB	1・2		1	
		SDGsへの実践的アプローチ	1・2		2	
		ダイバーシティの理解	1・2		1	
	キャリア開発・データリテラシー科目	データリテラシー	1・2		1	1単位以上
		医療情報リテラシー	1・2		1	
		人文社会系キャリアマネジメント	1・2		2	
		理工系キャリアマネジメント	1・2		2	
		ストレスマネジメント	1・2		2	
		情報セキュリティ	1・2		2	
		MOT入門	1・2		1	
アントレプレナーシップ概論	1・2		1			
研究科共通科目	国際性	アカデミック・ライティングI	1		1	1単位以上
		海外学術活動演習A	1・2		1	
		海外学術活動演習B	1・2		2	
	社会性	MOTとベンチャービジネス論	1・2		1	2単位以上
		技術戦略論	1・2		1	
		知的財産及び財務・会計論	1・2		1	
		技術移転論	1・2		1	
		技術移転論演習	1・2		1	
		未来創生思考（基礎）	1・2		1	
		ルール形成のための国際標準化	1・2		1	
		理工系のための経営組織論	2		1	
		起業案作成演習	1・2		1	
		事業創造演習	1・2		1	
		フィールドワークの技法	1・2		1	
		インターンシップ	1・2		1	
		データビジュアライゼーションA	1・2		1	
		データビジュアライゼーションB	1・2		1	
		環境原論A	1・2		1	
		環境原論B	1・2		1	

プログラム専門科目	Introductory course to advanced physics	1	2		10単位	25単位以上
	物理学特別演習A	1	2			
	物理学特別演習B	1	2			
	物理学特別研究	1~2	4			
	量子場の理論	1		2	8単位以上	
	素粒子物理学	1		2		
	格子量子色力学	1		2		
	宇宙物理学	1		2		
	相対論的宇宙論	1		2		
	クォーク物理学	1		2		
	高エネルギー物理学	1		2		
	X線ガンマ線宇宙観測	1		2		
	光赤外線宇宙観測	1		2		
	放射光科学特論A	1		1		
	放射光科学特論B	1		1		
	構造物性物理学	1		2		
	電子物性物理学	1		2		
	光物性論	1		2		
	表面物理学	1		2		
	放射光科学院生実験	1		1		
	物理学特別講義A	1・2		1		
	物理学特別講義B	1・2		1		
	物理学特別講義C	1・2		1		
	物理学特別講義D	1・2		1		
	物理学エクスターンシップ	1・2		2		
	物理学演習I	1		2		
	物理学演習II	1		2		
	他プログラム専門科目					

【履修方法及び修了要件】

修了に必要な単位数を30単位以上とし、以下のとおり修得し、かつ必要な研究指導を受けた上で、修士論文の審査及び最終試験又は博士論文研究基礎力審査に合格すること。

修了要件単位数：30単位以上

- (1) 大学院共通科目：2単位以上
 - ・持続可能な発展科目：1単位以上
 - ・キャリア開発・データリテラシー科目：1単位以上
- (2) 研究科共通科目：3単位以上
 - ・国際性科目：1単位以上
 - ・社会性科目：2単位以上

(3) プログラム専門科目：25 単位以上

- ・物理学プログラム専門科目：18 単位以上（必修科目 10 単位及び選択必修科目 8 単位以上）
- ・他プログラム専門科目：2 単位以上

なお、指導教員の許可を得て他専攻・他研究科等の専門科目の単位を修得した場合には、「他プログラム専門科目」に含むことができる。

(注) 配当年次

1：1 年次に履修，2：2 年次に履修，1～2：1 年次から 2 年次で履修，1・2：履修年次を問わない

物理学プログラム（博士課程後期）

科目 区分	授業科目の名称	配当年次 (注)	単位数		要修得 単位数	
			必修	選択 必修		
大学院 共通科目	持続可能な発展科目	スペシャリスト型SDGsアイディアマ イニング学生セミナー	1・2・3		1	1 単 位 以 上
		SDGsの観点から見た地域開発セミナ ー	1・2・3		1	
		普遍的平和を目指して	1・2・3		1	
	キャリア開発・デー タリテラシー科目	データサイエンス	1・2・3		2	1 単 位 以 上
		パターン認知と機械学習	1・2・3		2	
		データサイエンティスト養成	1・2・3		1	
		医療情報リテラシー活用	1・2・3		1	
		リーターシップ手法	1・2・3		1	
		高度イノベーション人財のためのキ ャリアマネジメント	1・2・3		1	
		事業創造概論	1・2・3		1	
		イノベーション演習	1・2・3		2	
		長期インターンシップ	1・2・3		2	
	研究科共 通科目	国際性	アカデミック・ライティングII	1・2・3		1
海外学術研究			1・2・3		2	
社会性		経営とアントレプレナーシップ	1・2・3		1	1 単 位 以 上
		Technology Strategy and R&D Management	1・2・3		1	
		技術応用マネジメント概論	1・2・3		1	
		未来創造思考（応用）	1・2・3		1	
自然科学系長期インターンシップ	1・2・3		2			
プログラム 専門科目	物理学特別研究	1～3	12		12単位	

【履修方法及び修了要件】

修了に必要な単位数を16単位以上とし、以下のとおり単位を修得し、かつ必要な研究指導を受けた上で、博士論文の審査及び最終試験に合格すること。

修了要件単位数：16単位以上

- (1) 大学院共通科目：2単位以上
 - ・持続可能な発展科目：1単位以上
 - ・キャリア開発・データリテラシー科目：1単位以上
- (2) 研究科共通科目：2単位以上
 - ・国際性科目：1単位以上
 - ・社会性科目：1単位以上
- (3) プログラム専門科目：12単位

(注) 配当年次

1～3：1年次から3年次で履修，1・2・3：履修年次を問わない

就職情報

博士課程前期

進学：博士課程後期進学 8名

企業：西日本電信電話（株） 2名，京セラ（株） 1名，
中国電力ネットワーク（株） 1名，（株）メイテック 1名，
エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ（株） 1名，日本電音（株） 1名，
東京エレクトロン（株） 1名，西日本旅客鉄道（株） 1名，
（株）キーエンス 1名，住友商事（株） 1名，アンリツ（株） 1名，
ビジネステクノクラフツ（株） 1名，
日本タタ・コンサルタンシー・サービスズ（株） 1名，
トヨタ自動車（株） 1名，（株）バイク王&カンパニー 1名，
（株）タムロン 1名

その他：厚生労働省1名，兵庫県教育委員会 1名

学生の表彰

広島大学 エクセレント・スチューデント・スカラシップ 成績優秀学生表彰者：1名

広島大学 大学院理学研究科長表彰者：1名

1-4 専攻・プログラムの研究活動

1-4-1 物理科学専攻・物理学プログラムの教員が主導する研究拠点の活動

物理科学専攻・物理学プログラムの教員が主導する研究拠点として、広島大学自立型研究拠点 極限宇宙研究拠点 (Core-U : Core Research for Energetic Universe) があるが、詳しい活動内容は拠点の報告書を参照されたい。

1-4-2 RAの実績

物理科学専攻・物理学プログラムの研究活動を支えるRAとして、2020年度は11名の日本人学生及び7名の留学生の博士課程後期大学院生を採用した。

氏名	学年	研究グループ	指導教員
佐久間大樹	D3	宇宙物理学	小畠康史
安部友啓	D3	構造物性	黒岩芳弘
宮下剛夫	D3	光物性	木村昭夫
河村優太	D2	素粒子論	両角卓也
下地寛武	D2	素粒子論	稲垣知宏
松尾大和	D2	素粒子論	稲垣知宏
今里郁弥	D2	高エネルギー宇宙	深澤泰司
石坂仁志	D2	光物性	木村昭夫
木村優斗	D1	宇宙物理学	小畠康史
大佐古拓海	D1	クォーク物理学	志垣賢太
加藤盛也	D1	電子物性	中島伸夫
WU LIN	D3	構造物性	黒岩芳弘
ZHANG KE	D3	放射光物性・物理	島田賢也
BENOIT NICHOLAS JAMES	D2	素粒子論	両角卓也
楊 冲	D2	高エネルギー宇宙	深澤泰司
HOU XUEYAO	D2	放射光物性・物理	澤田正博
KUMAR AMIT	D2	放射光物性・物理	島田賢也
JI YINGBO	D1	素粒子論	石川健一

1-4-3 研究グループの研究活動

物理科学専攻・物理学プログラムの研究活動を研究グループごとに以下の項目でまとめる。

- 研究活動概要（発表論文、講演等を含む）
- 学生の国際・国内学会等での活動状況
- 学会ならびに社会での活動
- 研究助成金の受入状況、学術団体等からの受賞実績
- その他

宇宙・素粒子科学講座

○素粒子論グループ

研究活動の概要

(I) 素粒子と重力の理論 (稲垣)

(i) 極限状態にあるフェルミオン系

右巻きのフェルミオンと左巻きのフェルミオンに対して独立に定義された変換をカイラル変換と呼ぶ。質量を持たないフェルミオンに対する強い相互作用の理論はカイラル変換の下で不変であり、カイラル対称性を持つ。フェルミオンとその反粒子の間からなる複合演算子が期待値を持つことでカイラル対称性が自発的に破れることが知られており、例えば、核子の質量の大部分はクォークと反クォークが凝縮することで生成されている。複合演算子の期待値は、系のサイズ、温度、密度、磁場、曲率といった環境に左右され、環境を変えることで核子の質量も変化する。

2020年度は、強い相互作用をするフェルミオンの理論として4体フェルミ相互作用モデルを取り上げ、系のサイズと境界条件、および強い磁場がカイラル対称性の破れに及ぼす影響を調べた。有限サイズ中でのフェルミオン系に対しては、有効ポテンシャルの分析により理論の相構造を詳細に決定し、系のサイズを小さくしていったときにカシミア力が引力から斥力へ転じる安定なサイズの存在を確認することに成功した。また、化学ポテンシャルを導入することで安定なサイズが存在する条件が大きく緩和させることを明らかにした。(国際会議一般公演[9], 国内学会一般講演[29,30,31,32])

強い磁場中でのフェルミオン系に対しては、磁場を大きくするとカイラル対称性の破れが強くなるマグネティックカタリシスと呼ばれる現象が知られている。我々は、アップ、ダウンの2フレーバークォークが存在する系において、化学ポテンシャルの影響を考慮すると逆にカイラル対称性の破れが弱まる場合があることを見つけ、2004年に発表した学術論文で報告している。2020年度の研究では、より現実に近いアップ、ダウン、ストレンジの3フレーバークォークが存在する場合の解析を行い、磁場の影響でカイラル対称性の破れが強くなるマグネティックカタリシスが生じるのか、逆にカイラル対称性の破れが弱まる反マグネティックカタリシスが生じるのかの条件を調べた。(国際会議一般公演[10], 国内学会一般講演[35,36,37])

(ii) インフレーションと宇宙背景輻射のゆらぎ

地平線問題、平坦性問題、モノポール問題と呼ばれる宇宙論の諸問題は、熱的ビッグバン以前に空間が急激に加速膨張するインフレーション期を経たと考えることにより、初期状態として特別な状況を考えること無しに解決できる。加速膨張を引き起こすエネルギー源としては、インフラトンと呼ばれるスカラー場のポテンシャルエネルギーが宇宙を支配していると仮定するのが一般的である。スローロールシナリオでは、このインフラトン場がある大きさのエネルギーを持った状態から基底状態へとゆっくりと遷移する事で、十分な宇宙膨張が引き起こされた後にインフレーション期が終焉すると考える。

インフレーション期の宇宙におけるインフラトン場の大きさは、ポテンシャルエネルギーの形に大きく依存するが、プランクスケール近傍から出発するとした場合に無視できなくなると考えられているのが量子重力の効果である。量子重力の理論は未だに解明されていない

が、強い重力場中では量子重力の効果により一般相対性理論が修正されると考える修正重力理論として、例えば、高曲率時空中で曲率の高次項が効いてくると仮定した $F(R)$ 修正重力理論がある。 $F(R)$ 重力理論では、インフラトン場によるエネルギー源無しに宇宙が加速膨張する可能性が知られており、現在の加速膨張の源である暗黒エネルギーとの関係も議論されている。

2020年度の研究では、フェルミオン系の導入も見据えてアインシュタインの一般相対性理論のCartan形式による記述から出発して、 $F(R)$ 修正重力理論をCartan形式で記述することに成功した。また、Cartan形式で記述された修正重力理論として、宇宙背景輻射とその温度揺らぎの詳細な観測により厳しく制限されているインフレーション期のポテンシャルエネルギーと矛盾がないモデルが構築可能なことを示した。(原著論文[1], 国際会議一般公演[1], 国内学会一般講演[1,2])

(II) 格子量子色力学を用いた強い相互作用の研究 (石川)

(i) ラージ N 極限におけるツイストされた時空縮約モデルの研究

$SU(N)$ 格子ゲージ理論は、 N を無限に持っていった極限で時空の自由度を内部空間に吸収できてしまう可能性がある。通常格子ゲージ理論は4次元格子上で定義されるが、江口・川合は格子点が1点しかない理論(江口・川合モデル)を考えた。江口・川合モデルには $Z(N)$ 対称性があり、江口・川合はこの対称性が破れていない時、通常のゲージ理論と江口・川合モデルが同じSchwinger-Dyson方程式を満たし同等であることを示した。強結合相ではこの対称性は破れていないが、物理的に重要な弱結合相および中間結合相では $Z(N)$ 対称性は破れてしまい、2つの理論は同等ではない。この困難を回避するために、大川とゴンザレス・アロヨは理論にtwisted境界条件を課するtwisted江口・川合モデルを提案した。

令和2年度はtwisted江口・川合モデルに随伴表現のマヨラナフェルミオンを一つ含むモデル(マヨラナフェルミオンを一つ含む行列モデル)の計算準備を始めた。 $N=1$ 超対称性を持つヤン・ミルズモデルはQCDを含む通常のヤン・ミルズモデルと同様に、漸近自由性やカイラル対称性の破れ、閉じ込め現象を呈するモデルである。超対称性により理論的性質がよいためQCDの非摂動現象の理論的解明のために研究が進められている。特にゲージ群 $SU(N)$ の N が無限大の極限はこれらの非摂動現象の理論的解明につながると期待されている。twisted江口・川合モデルに随伴表現のマヨラナフェルミオンを一つ含むモデルはこの $N=1$ 超対称性を持つヤン・ミルズモデルの N が無限大の極限を効率よく探求できる格子上のモデルである。令和2年度はこのマヨラナフェルミオンを一つ含む行列モデルを計算するためのシミュレーションプログラムを作成した。このモデルはマヨラナフェルミオンを含むため、その分配関数にパフィアンという行列式を反対称行列に一般化したものが含まれる。パフィアンを分配関数の重みとして取り入れるために我々は有理多項式ハイブリッドモンテカルロ法(RHMC法)を用いた。パフィアンは実数であるが、符号になる可能性があるため、パフィアンの絶対値をモンテカルロ法の統計重みとして採用する。パフィアンの絶対値は対象となる行列の2乗の行列式の1/4乗根で表すことができる。RHMC法では有理多項式近似をこの行列式の1/4乗根で精度よく近似する。この際、対象となる行列の2乗の行列の最大と最小の固有値を求めて、有理多項式近似の精度を倍精度実数の精度で保証する必要がある。マヨラナフェルミオンから誘起される行列は数学的には J -対称エルミート行列と呼ばれる行列である。この行列の最大・最小固有値を効率的に求めるための固有値計算アルゴリズムとその実装を行い、RHMC法の加速を行った。固有

値計算アルゴリズムとその実装について論文発表した(原著論文[2], 国内学会一般講演[7])。また前年度に引き続き数値摂動論に基づくリサージェンス構造の探索のための作用の複素鞍点の探索プログラムの開発を行っている(国内学会一般講演[8])。

(ii) 格子QCDに関するその他の計算

1) 格子 QCD による物理点での形状因子の研究

格子QCDを用いた第一原理計算による核子や軽い原子核の性質の導出が世界的に進められてきている。物理的クォーク質量における計算ではクォーク質量が軽いため核子の持つ仮想パイ中間子の放出吸収に伴う核子や原子核の有効体積の広がりによる有限体積効果への系統誤差の増加を抑えるために、非常に大きな物理体積での計算が必要になってきている。平成29年度から筑波大学, 東北大学, 理研の共同研究者とともに, 物理クォーク質量での核子1つが有限体積効果を受けないような大きな体積としておよそ $(10\text{fm})^4$ の大きさの体積の物理点格子QCDモンテカルロ計算を行っている。この大きな体積に対して有限体積効果を調べるために $(5\text{fm})^4$ や $(8\text{fm})^4$ の体積の計算も並行して行っている。

令和2年度にはK中間子のK13崩壊の形状因子の結果について論文発表を行った。K中間子のK13崩壊とは $K \rightarrow \pi l \nu$ の3体崩壊であり, この崩壊の形状因子はカビボ-小林-益川行列の成分の一つである $|V_{us}|$ を実験値から引き出すために必要な理論部品である。QCDの効果により形状因子を摂動的に計算することは不可能であるため格子QCDを用いた第一原理計算が必要不可欠である。 $(10\text{fm})^4$ の大きさの体積を用いることにより格子上での運動量の解像度が向上し形状因子の4元運動量移行 q^2 がゼロへの内挿の誤差を低減でき, 物理点での計算によりクォーク質量に関する外挿の誤差を取り除くことができた。結果として $|V_{us}| = 0.2255(13)(4)$ という精度の良い結果を得た(原著論文[3])。また前年度に引き続き大体積での核子構造の研究を行っている(国内学会一般講演[5,6])。

2) スーパーコンピュータ富岳に向けた格子 QCD シミュレーションプログラムの開発

ポスト京計算機の計画が2014年より始まっており, スーパーコンピュータ「富岳」として2021年度から供用が始まっている。2020年度は富岳の実機が理研神戸計算科学研究センターに設置が開始されるにともない実機を用いた格子QCD向けシミュレーションプログラム開発とコードデザインの最終段階の研究を行った。コードデザインでの成果については研究会等で発表を行った(原著論文[4], 国内学会一般講演[3,4])。

(III) 素粒子の現象論 (両角)

(i) マヨラナニュートリノが担うレプトン数の時間発展 (両角, 清水)

ビッグバンの残存物である宇宙背景ニュートリノはその温度が約 2K 程度と予測されており, この温度に相当するニュートリノの静止エネルギーは約 $10^{-4}(\text{eV})$ である。これより重いニュートリノは 2K という低温では非相対論的になる。このような極めて小さい運動量をもつニュートリノのレプトン数の時間発展を研究した。ニュートリノがマヨラナ質量を初期時刻で獲得したと仮定し, その後のレプトン数(電子ニュートリノ数, ミューオンニュートリノ数, タウニュートリノ数)の時間発展を各レプトン数に対するハイゼンベルク演算子を構成することで導いた。特にニュートリノの運動量が小さい場合には, レプトン数は最大 ± 1 の振幅で振動し, その振動の仕方はニュートリノの絶対質量やマヨラナ位相と呼ばれる CP 対称性の破れに敏感であることが示した。以上の研究結果を国際学術誌に発表し, 国際会議

と国内研究会で報告した。(原著論文[5], 国際会議招待講演[1] 国際会議一般講演[3]国内学会一般講演[9,10,11,18]) Dirac 質量型ニュートリノの時に上記の研究を拡張した。(国際会議一般講演[6], 国内学会一般講演[23,26])

(ii) 標準模型を超える理論の CP 対称性の破れと B 中間子物理 (両角, 清水, 山本)

標準模型を超える理論, 特にベクトルライククォークを含む理論を研究している。低エネルギーでこの理論の効果を探索するために, 低エネルギー有効理論の方法を使って, 模型を検証する方法を検討した。特に Tree レベルのフレーバーを変える中性カレントによる CP の破れを研究した。(国内学会一般講演[12])

(iii) Higgs 粒子に対応するスカラー粒子が 2 種類あるような模型の低エネルギー有効理論を研究した。2 種類のうち重いスカラー粒子を積分し, 軽いスカラー粒子の自由度のみを残した低エネルギー有効作用を経路積分法を使って導出した。(国際会議一般講演[4] 国内学会一般講演[19,20,21])

(iv) レプトンの混合行列 (PMNS 行列) の適当な 2 つの要素からマヨラナ型位相と呼ばれる, 荷電レプトンの位相変換で不変な位相を定義できる。ブランコとレベロらはこれらの位相を用いて 3 世代模型の PMNS 行列を再構成できることを示した。このことからマヨラナ型位相が基本的な物理量であることがわかる。一方, 軽いニュートリノに関して 3 種類ではなく, さらにもう一つの軽いニュートリノの存在が議論されている。このニュートリノは弱い相互作用をしないためステライルニュートリノと呼ばれている。本研究ではステライルニュートリノが存在する枠組みにマヨラナ型位相を拡張することを目指して研究している。(両角, 山本)

(v) 初期宇宙におけるスカラー場による粒子数生成と境界における発散の問題。

初期時刻を指定してその後の任意の時刻における物理量の期待値を場の量子論の手法で計算する場合, 境界発散と呼ばれる, 紫外発散とは異なる種類の発散に遭遇する。初期宇宙における粒子数生成の問題においても, 境界発散が生じる。これに対する相殺項を導入して境界発散を含まない場の方程式の解を見つける方法を研究している。

(国際会議一般講演[7], 国内学会一般講演[24])

(vi) Left-Right asymmetric model におけるフレーバー構造 (両角, 清水, 山本)

Left-Right asymmetric model におけるクォークフレーバーの構造を研究した。Left-Right asymmetric model は, 質量の階層性を自然に導出することができるモデルとして知られている。3 世代モデルでは 19 個の CP violating phase を有し, 1 世代のみのモデルであったとしても, 1 つの CP violating phase を有している。このモデルにおける Weak basis invariance な量を求め, その影響がどの現象に現れるか議論した。(国内学会一般講演[14])

(vii) ニュートリノの質量行列が持つ階数の繰り込み群による変化(両角, 清水)

シーソー模型に関してニュートリノの有効質量行列の階数(ランク)の繰り込み群による変化を調べた。(国際会議一般講演[5,8], 国内学会一般講演[25,38])

(IV) 素粒子の現象論 (清水)

素粒子標準模型は電磁気力・弱い力・強い力の3つの力をゲージ対称性を用いて説明する模型である。近年のヒッグス粒子の発見により、標準模型は成功を収めている。また、ニュートリノ振動実験の結果により、ニュートリノには小さい質量があり、レプトンセクターには大きな世代混合があることが分かった。しかし、標準模型では素粒子の世代ごとの質量の大きさの違いやクォークセクターとレプトンセクターの世代混合の大きさの違いを自然に説明することが出来ない。この問題を解決する手段の一つとして素粒子の世代に対してフレーバー対称性を用いる方法がある。特に、フレーバー対称性として非可換離散対称性を用いることにより、レプトンの大きな世代混合を自然に導くことができる。先行研究により、非可換離散対称性を用いた模型は数多くあり、模型を構築する上で必要になってくるスカラー場(フラボン)の数も多くなり、フラボンの真空構造も含め模型が複雑化しているという問題点がある。この問題を解決する方法として、超弦理論由来のモジュラー対称性を用いた研究が盛んに行われている。論文業績であげた論文ではフラボンをを用いず、モジュラー対称性の部分群である非可換離散群を自然に用いることができ、フラボンをを用いたフレーバー模型より少ないパラメータで素粒子の質量や世代混合を説明・予言することができた。また、CP対称性の破れの大きさを予言し、レプトン数の非対称性に関連したレプトジェネシスと呼ばれる機構を用いて宇宙の粒子・反粒子非対称性の大きさを解析した。(原著論文[7,8], 国際会議招待講演[2], 国内学会一般講演[39])

原著論文

- [1] Tomohiro Inagaki, Masahiko Taniguchi, “Gravitational waves in modified Gauss–Bonnet gravity”, *International Journal of Modern Physics D* Vol. 29, No. 10, 2050072, doi: 10.1142/S0218271820500728(2020).
- [2] Ken-Ichi Ishikawa, Tomohiro Sogabe, “A thick-restart Lanczos type method for Hermitian J-symmetric eigenvalue problems”, *Japan J. Indust. Appl. Math.* 38, 233 - 256 (2021), <https://doi.org/10.1007/s13160-020-00435-x>.
- [3] Junpei Kakazu, Ken-Ichi Ishikawa, Naruhito Ishizuka, Yoshinobu Kuramashi, Yoshifumi Nakamura, Yusuke Namekawa, Yusuke Taniguchi, Naoya Ukita, Takeshi Yamazaki, and Tomoteru Yoshié (PACS Collaboration), “ K_{I3} form factors at the physical point on $(10.9 \text{ fm})^3$ volume”, *Phys. Rev. D* 101, 094504, DOI: 10.1103/PhysRevD.101.094504.
- [4] 金森逸作, 中村宜文, 似鳥啓吾, 辻 美和子, 向井優太, 三吉郁夫, 松古栄夫, 石川健一, 「低レイテンシuTofuインターフェースを用いた格子QCD計算における通信の高速化」, 研究報告ハイパフォーマンスコンピューティング(HPC) (ISSN:21888841), vol.2020-HPC-177, no.22, pp.1-8, 2020-12-14.
- [5] ©Apriadi Salim Adam, Nicholas Benoit, Yuta Kawamura, Yamato Matsuo, Takuya Morozumi, Yusuke Shimizu, Yuya Tokunaga, Naoya Toyota, “Time evolution of lepton number carried by Majorana neutrinos”, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Volume 2021, Issue 5, May2021, 053B01, (p1-p22).
- [6] D.A.Faroughy, G.Isidori, F.Wilsch and K.Yamamoto, “Flavour symmetries in the SMEFT,” *JHEP08(2020)*, 166 doi:10.1007/JHEP08(2020)166.
- [7] Tatsuo Kobayashi, Yusuke Shimizu, Kenta Takagi, Morimitsu Tanimoto, Takuya H. Tatsuishi,

- Hikaru Uchida, “CP violation in modular invariant flavor models”, 101, 055046, Physical Review D.
- [8] Tatsuo Kobayashi, Yusuke Shimizu, Kenta Takagi, Morimitsu Tanimoto, Takuya H. Tatsuishi, “Modular S3-invariant flavor model in SU(5) grand unified theory”, Volume 2020, Issue 5, May 2020, 053B05, Progress of Theoretical and Experimental Physics.

国際会議

(招待講演)

- [1] ©Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Nicholas J. Benoit, Yuta Kawamura, Yamato Matsuo, Yusuke Shimizu, Yuya Tokunaga, Naoya Toyota, “Time variation of Lepton Family Number of Majorana Neutrinos”, Beyond Standard Model: From Theory to Experiment (BSM2021), online, 2021年3月29日-4月2日[2021年3月30日発表].
- [2] Yusuke Shimizu, “Origin of favor structures for elementary particles”, The 1st IIT Bombay-Hiroshima workshop for Frontiers of Neutrino Physics, online, 2020年10月26日-10月30日[2020年10月29日発表].
- [3] Kei Yamamoto, “Flavor symmetry and New physics”, The 1st IIT Bombay-Hiroshima workshop for Frontiers of Neutrino Physics, online, 2020年10月26日-30日[2020年10月30日発表].

(一般講演)

- [1] Masahiko Taniguchi*, Tomohiro Inagaki, “The vierbein formalism in F(R) gravity with spinor”, online JGRG workshop 2020, online, 2020年11月23日-27日[2020年11月25日ポスター発表]
- [2] Issaku Kanamori*, Sinya Aoki, Yasumichi Aoki, Tatsumi Aoyama, Takumi Doi, Shoji Hashimoto, Ken-Ichi Ishikawa, Takashi Kaneko, Hideo Matsufuru, Tomoya Nagai, Yoshifumi Nakamura, “Preparation of LQCD code for Fugaku”, the 3rd R-CCS international symposium, 2021年2月15日-16日, RIKEN R-CCS, Kobe, Japan, ONLINE [2021年2月16日発表].
- [3] ©Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Nicholas J. Benoit, Yuta Kawamura, Yamato Matsuo, Yusuke Shimizu, Yuya Tokunaga, Naoya Toyota, “Lepton Number Violation in a unified framework (Revised)”, The 1st IIT Bombay-Hiroshima workshop for Frontiers of Neutrino Physics, online, 2020年10月26日-30日[2020年10月28日発表].
- [4] Yuta Kawamura*, Apriadi Salim Adam, Takuya Morozumi, “Effective Potential for two Higgs doublet model with small Dirac Neutrino mass”, online Frontiers in Neutrino Physics, 2020年10月26日-30日[2020年10月30日発表]
- [5] ©Benoit Nicholas J.*, Morozumi Takuya, Shimizu Yusuke, Takagi Kenta, Yuu Akihiro, “A Study of Renormalization Group Effects on the Mass of the Lightest Neutrino”, Frontiers in Neutrino Physics 2020, online, 2020年10月26日-30日[2020年10月28日口頭発表]
- [6] ©Adam Apriadi Salim, Benoit Nicholas J.*, Kawamura Yuta, Matsuo Yamato, Morozumi Takuya, Shimizu Yusuke, Toyota Naoya, “Dirac Neutrino Lepton Number in a Unified Framework”, Frontiers in Neutrino Physics 2020, online, 2020年10月26日-30日[2020年10月28日口頭発表]

- [7] Adam Apriadi Salim, Benoit Nicholas J.*, Morozumi Takuya, Nagao Keiko I., Takata Hiroyuki, “Initial Time Renormalization of a Non-Equilibrium Effective Field Theory”, Frontiers in Neutrino Physics 2020, online, 2020 年 10 月 26 日-30 日 [2020 年 10 月 29 日 口頭発表]
- [8] ©Benoit Nicholas J.*, Morozumi Takuya, Shimizu Yusuke, Takagi Kenta, Yuu Akihiro, “A Study of Renormalization Group Effects on the Mass of the Lightest Neutrino”, 10th International Conference on the Exact Renormalization Group 2020, YITP-W-20-09, online, 2020 年 11 月 2 日-6 日 [2020 年 11 月 5 日 口頭発表]
- [9] Hiromu Shimoji*, Tomohiro Inagaki, Yamato Matsuo, “Phase structure in Gross-Neveu model at finite density on torus”, The 1st IIT Bombay-Hiroshima workshop for Frontiers of Neutrino Physics, 2020 年 10 月 26 日-30 日 [2020 年 10 月 29 日発表]
- [10] Yamato Matsuo*, T. Inagaki, H. Shomiji, “Linear correction for four fermi interaction model in Magnetic field”, The 1st IIT Bombay-Hiroshima workshop for Frontiers of Neutrino Physics, 2020 年 10 月 26 日-30 日 [2020 年 10 月 30 日発表]
- [11] Yuki Sugiyama*, “The Unruh effect from GWs in Rindler and Kasner spacetime”, online JGRG workshop 2020, online, 2020 年 11 月 23 日-27 日 [2020 年 11 月 23 日ポスター発表]

国内学会

(招待講演)

該当無し

(一般講演)

- [1] 谷口真彦*, 稲垣知宏, 「四脚場を用いた $F(R)$ 修正重力理論」, 令和 2 年度瀬戸内サマーインスティテュート(SSi2020), オンライン, 2020 年 9 月 9 日-11 日 [2020 年 9 月 9 日発表]
- [2] 谷口真彦*, 稲垣知宏, 「Cartan 形式の $F(R)$ 修正重力理論」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12 日-15 日 [2021 年 3 月 12 日発表]
- [3] 金森逸作*, 中村宜文, 似鳥啓吾, 辻美和子, 向井優太, 三吉郁夫, 松古栄夫, 石川健一, 「低レイテンシ uTofu インターフェースを用いた格子 QCD 計算における通信の高速化」, 第 177 回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会, 2020 年 12 月 21 日-22 日, オンライン [2020 年 12 月 22 日発表]
- [4] 石川健一, 金森逸作*, 松古栄夫, 「汎用コード Bridge++ を用いたマルチプラットフォーム向けマルチグリッドソルバーの実装」, 日本物理学会第 76 回年次大会 (2021 年), 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン [2021 年 3 月 13 日発表]
- [5] 辻 竜太郎*, 青木保道, 石川健一, 藏増嘉伸, 佐々木勝一, 新谷栄吾, 山崎 剛, 「核子中クォークが担う運動量及びヘリシティ割合の物理点格子 QCD 計算」, 日本物理学会第 76 回年次大会 (2021 年), 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン [2021 年 3 月 15 日発表]
- [6] 辻 竜太郎*, 青木保道, 石川健一, 藏増嘉伸, 佐々木勝一, 新谷栄吾, 山崎 剛, 「物理点 2+1 フレーバー格子 QCD による核子構造の研究」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020 年 9 月 14 日-17 日, オンライン [2020 年 9 月 15 日発表]
- [7] 石川健一*, 曾我部知広, 「随伴表現のウィルソンディラック行列のための固有値ソルバーの開発」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020 年 9 月 14 日-17 日, オンライン [2020 年 9

月 15 日発表]

- [8] 石川健一, 「自動微分を用いた作用の複素停留点の探索の練習 (Gross-Witten-Wadia (GWW) 模型を例として)」, 瀬戸内サマーインスティテュート (SSI2020), 2020 年 9 月 9 日-11 日, オンライン [2020 年 9 月 11 日発表]
- [9] ©Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Nicholas J. Benoit, Yuta Kawamura, Yamato Matsuo, Yusuke Shimizu, Yuya Tokunaga, Naoya Toyota, “Time evolution of Lepton Family Number carried by Majorana Neutrinos”, 7 th KEK-PH Lectures and Workshop (KEK-PH Flavor 2020), online [2021 年 3 月 24 日発表]
- [10] ©Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Nicholas J. Benoit, Yuta Kawamura, Yamato Matsuo, Yusuke Shimizu, Yuya Tokunaga, Naoya Toyota, “Lepton Number Violation in a unified framework, revised”, Flavor physics workshop 2020 (FPWS2020), 2020 年 11 月 24 日-27 日, online [2020 年 11 月 27 日発表]
- [11] ©両角卓也, ニコラス ジェームス ベンワ, 河村優太, 松尾大和, 清水勇介, アプリアディサリムアダム, 「マヨラナ質量による大きなレプトンファミリー数の生成」, 日本物理学会 秋季大会, 2020 年 9 月 14 日-17 日, オンライン [2020 年 9 月 17 日発表]
- [12] ©両角卓也, 河村優太, 清水勇介, 高橋隼也, 豊田直哉, 山本 恵, 「B 中間子稀崩壊の形状因子と新物理への感度」, 日本物理学会第 76 回年次大会, 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン [2021 年 3 月 14 日発表]
- [13] 両角卓也, 「マヨラナニュートリノとワイルニュートリノのボゴリューボフ変換と 1 粒子状態の時間発展について」, 瀬戸内サマーインスティテュート (SSI2020), 2020 年 9 月 9 日-11 日, オンライン [2020 年 9 月 11 日発表]
- [14] ©山本 恵*, 河村優太, 両角卓也, 清水勇介, Apriadi Salim Adam, 豊田直哉 「Left-Right asymmetric model and flavor observables」, 日本物理学会第 76 回年次大会 (2021 年), 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン [2021 年 3 月 14 日発表]
- [15] 山本 恵, 「フレーバー対称性と新物理」 Flavor Physics Workshop 2020, 2020 年 11 月 24 日-27 日, オンライン [2020 年 11 月 26 日発表]
- [16] 山本 恵, 「Flavor symmetry and New physics」, 瀬戸内サマーインスティテュート (SSI2020), 2020 年 9 月 9 日-11 日, オンライン [2020 年 9 月 9 日発表]
- [17] 山本 恵, 「フレーバー対称性と素粒子標準模型有効場の理論」, 基研研究会 素粒子物理学の進展 2020, 2020 年 8 月 31 日-9 月 4 日, オンライン [2020 年 9 月 1 日発表]
- [18] ©河村優太*, アプリアディ サリム アダム, ニコラス ジェームス ベンワ, 松尾大和, 両角卓也, 清水勇介, 徳永裕也, 豊田直哉, 「マヨラナニュートリノのレプトン数の時間発展」, 日本物理学会 第 76 回年次大会 (2021 年), オンライン, 2021 年 3 月 12 日-15 日 [2021 年 3 月 15 日発表]
- [19] 河村優太*, アプリアディ サリム アダム, 両角卓也, 「SMEFT from two Higgs doublet」, Flavor physics workshop 2020 (FPWS2020), オンライン, 2020 年 11 月 24 日-27 日 [2020 年 11 月 26 日発表]
- [20] 河村優太*, アプリアディ サリム アダム, 両角卓也, 「有効理論を用いた Two Higgs 模型の研究」, 日本物理学会 秋季大会 (2020 年), オンライン, 2020 年 9 月 14 日-17 日 [2020 年 9 月 16 日発表]
- [21] 河村優太*, アプリアディ サリム アダム, 両角卓也, 「Study of Two Higgs model using

- effective theory」, 瀬戸内サマーインスティテュート(SSI2020), オンライン, 2020年9月9日-11日[2020年9月9日発表]
- [22] 豊田直哉*, 「有限温度におけるベクトル中間子の質量幅の変化」, 瀬戸内サマーインスティテュート (SSI2020), オンライン, 2020年9月9日-11日[2020年9月10日発表]
- [23] ©Adam Apriadi Salim, Benoit Nicholas J.*, Kawamura Yuta, Matsuo Yamato, Morozumi Takuya, Shimizu Yusuke, Toyota Naoya, 「Lepton Number for Dirac neutrino in a unified framework」, 素粒子物理学の進展 (PPP) 2020, YITP-W-20-08, online, 2020年08月31日-9月4日 [Slack ポスター発表]
- [24] Adam Apriadi Salim, Benoit Nicholas J.*, Morozumi Takuya, Nagao Keiko I., Takata Hiroyuki, 「Initial Time Renormalization of a Non-Equilibrium Effective Field Theory」, 令和2年度瀬戸内サマーインスティテュート(SSI2020), online, 2020年09月9日-11日[口頭発表]
- [25] ©Benoit Nicholas J.*, Morozumi Takuya, Shimizu Yusuke, Takagi Kenta, Yuu Akihiro, 「A Study of Renormalization Group Effects on a Texture Neutrino Mass Matrix」, Flavor Physics Workshop 2020, online, 2020年11月24日-27日 [2020年11月26日 口頭発表]
- [26] ©Adam Apriadi Salim, Benoit Nicholas J.*, Kawamura Yuta, Matsuo Yamato, Morozumi Takuya, Shimizu Yusuke, Toyota Naoya, 「Evolution of Lepton Number for Dirac Neutrinos in a Unified Framework」, 日本物理学会 第76回年次大会 (2021年), Online, 2021年3月12日-15日[2021年3月15日 口頭発表]
- [27] 高橋 光, 「テンソル繰り込み群における Fixed Point Tensor」, 瀬戸内サマーインスティテュート (SSI2020), オンライン, 2020年9月9日-11日[2020年9月9日発表]
- [28] 杉山祐紀, 「リンドラー時空とカスナー時空の重力波の Unruh 効果」, 瀬戸内サマーインスティテュート (SSI2020), オンライン, 2020年9月9日-11日[2020年9月10日発表]
- [29] 下地寛武, 「有限温度・有限密度 Gross-Neveu 模型における Casimir 効果とその安定性」, KEK 理論センター研究会「熱場の量子論とその応用」, 2020年8月24日-26日, オンライン[2020年8月25日ポスター発表]
- [30] 下地寛武*, 稲垣知宏, 松尾大和, 「NJL 模型における化学ポテンシャルの寄与と安定サイズ」, 日本物理学会 2020年秋季大会, 2020年9月14日-17日, オンライン[2020年9月15日口頭発表]
- [31] 下地寛武, 「有限温度・有限密度 Gross-Neveu 模型における相構造と安定なサイズ」, 瀬戸内サマーインスティテュート(SSI2020), 2020年9月9日-11日, オンライン[2020年9月9日口頭発表]
- [32] 下地寛武*, 稲垣知宏, 松尾大和, 「コンパクト化された空間を伴う有限温度 Gross-Neveu 模型における相構造の解析」, 日本物理学会第76回年次大会(2021年), 2021年3月12日-15日, オンライン[2021年3月15日口頭発表]
- [33] 杉山祐紀, 「リンドラー時空とカスナー時空の重力波からの Unruh 効果」, KEK 理論センター研究会「熱場の量子論とその応用」, 2020年8月24日-26日, オンライン[2020年8月24日ポスター発表]
- [34] 杉山祐紀*, 山本一博, 小林 努, 「カスナー時空とリンドラー領域における重力波による Unruh 効果」, 日本物理学会第76回年次大会(2021年), 2021年3月12日-15日, オンライン[2021年3月15日口頭発表]

- [35] 松尾大和, 稲垣知宏, 木村大自, 下地寛武, 「Zeta 関数正則化による 3-フレーバーNambu-Jona-Lasinio モデルの解析」, 日本物理学会第 76 回年次大会(2021 年), 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン[2021 年 3 月 14 日口頭発表]
- [36] 木村大自, 下地寛武, 松尾大和, 稲垣知宏, 「NJL 模型における強磁場中の低温・高密度領域の解析」, 日本物理学会第 76 回年次大会(2021 年), 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン[2021 年 3 月 14 日口頭発表]
- [37] 松尾大和, 稲垣知宏, 下地寛武, 「zeta 関数正則化による 4 体フェルミ相互作用模型に対する非一様相と磁場の効果の解析」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020 年 9 月 14 日-17 日, オンライン[2020 年 9 月 15 日口頭発表]
- [38] ◎ニコラス・ジェームス・ベンワ, 両角卓也, 清水勇介*, 高木堅太, 由宇朗大, 「ニュートリノ質量行列のくりこみ群の効果」, 日本物理学会第 76 回年次大会(2021 年), 2021 年 3 月 12 日-15 日, オンライン[2021 年 3 月 15 日口頭発表]
- [39] 河村優太, 松尾大和, 清水勇介, 高橋隼也, 「フレーバー対称性における真空構造とニュートリノ模型」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, 2020 年 9 月 14 日-17 日, オンライン[2020 年 9 月 17 日口頭発表]

学生の学会発表実績

(国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 2 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 6 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 3 件

(国内会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 6 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 14 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 8 件

各種研究員と外国人留学生の受入状況

日本学術振興会特別研究員 (PD)	1名	山本 恵
外国人留学生 (博士前期課程 2018年10月入学)	1名	Ji Yingbo (姫 英博)
外国人留学生 (博士後期課程 2019年10月入学)	1名	Nicholas James Benoit

- SSH セミナー 高等学校による大学訪問
該当無し

○ セミナー・講演会開催実績

- [1] 石川健一: 「高性能計算物理勉強会 (HPC-Phys)」アドバイザー
 第7回勉強会, 2020年6月17日(水) 15:00-17:30頃, オンライン
 第8回勉強会, 2020年9月24日(木) 15:00-17:30頃, オンライン
 第9回勉強会, 2020年12月3日(木) 15:00-17:30頃, オンライン
 第10回勉強会, 2021年2月4日(木) 15:00-17:30頃, オンライン

- [2] 両角卓也 : CORE-U セミナー世話人
- ・ 2020 年度第 5 回 極限宇宙研究拠点(CORE-U)セミナー
日時：2020 年 12 月 7 日
場所：オンライン
講師：谷本盛光氏（新潟大学名誉教授）
題目：素粒子の世代を対称性で探る
 - ・ 2020 年度第 6 回 極限宇宙研究拠点(CORE-U)セミナー
日時：2021 年 2 月 24 日
場所：オンライン
講師：九後太一氏（京都大学基礎物理学研究所，特任教授）
題目：Photon/Graviton の存在定理

○ 国際共同研究・国際会議開催実績

- [1] 国際共同研究 稲垣知宏
Theory of Modified Gravity: ICREA, Barcelona
共同研究者 Sergei D. Odintsov
- [2] 国際共同研究 石川健一
Twisted Reduced Marix model: Universidad Autónoma de Madrid
共同研究者 Antonio Gonzalez-Arroyo
- [3] 国際共同研究 両角卓也
(1)Time Variation of Particle Number: Tomsk State Pedagogical University (Russia)
共同研究者 Takata Hiroyuki
(2) Time Variation of Lepton Number: LIPI (Indonesian Institute of Sciences)
共同研究者 Apriadi Salim Adam
- [4] 国際会議 両角卓也
The 1st IIT Bombay-Hiroshima workshop for Frontiers of Neutrino Physics,
2020年10月26日-30日（オンライン）

社会活動・学外委員

- 学協会委員
- [1] 稲垣知宏 : 情報処理学会情報処理教育委員会幹事
- [2] 稲垣知宏 : 情報処理学会一般情報教育委員会委員
- [3] 稲垣知宏 : 日本パグウォッシュ会議運営委員会委員
- [4] 石川健一 : 筑波大学計算科学研究センター共同研究委員会委員
- [5] 石川健一 : 今後の HPCI を使った計算科学発展のための検討会委員

○ 講習会・セミナー講師

該当無し

研究助成金の受入状況

- [1] 稲垣知宏 : 科学研究費補助金基盤研究（C）, 一般情報教育知識空間の構築と探索（2019年度～2021年度, 研究代表者, 2020年度 2,000千円）

- [2] 石川健一：高性能汎用計算機高度利用事業・「富岳」成果創出加速プログラム「シミュレーションで探る基礎科学：素粒子の基本法則から元素の生成まで」(2020年度・受託機関：高エネルギー加速器研究機構，分担機関：広島大学，2020年度分担：550千円)
- [3] 両角卓也：科学研究費補助金基盤研究(C)，背景ニュートリノのレプトン数と宇宙の粒子数生成機構 (2017年度～2021年度，研究代表者，2020年度 650千円)
- [4] 両角卓也：科学研究費補助金基盤研究(B)，統合解析による新物理の高精度探索(2016年度～2020年度，研究分担者，2020年度 130千円)
- [5] 山本 恵：日本学術振興会特別研究員奨励研究費「フレーバー物理で探る素粒子標準模型を超える新物理の研究」(2018年度～2020年度，2020年度 1,300千円)

○宇宙物理学グループ

研究活動の概要 (小寫康史)

(I) 中性子星の磁場

マグネターを含む強磁場をもつ中性子星を，この数年間の研究対象としている。永年の時間尺度で星内部の磁場の時間変化が外部の磁気圏にひずみとエネルギーが徐々に蓄えられ，ある臨界状態に達した際，フレアなどの突然のエネルギー放出に繋がると考えられる。観測的にその進化の時間尺度は数千年程度とされ，それが得られる物理的機構に関して，中性子星のクラスト(殻)部分の磁場進化モデルがある。局所的に磁場が強くなると，磁場のストレスが蓄積され，変形の弾性限界を超えた場合に起きる可塑性な流れ(plastic flow)を考慮にした，磁場進化の数値シミュレーションを行った。その結果，粘性係数がある範囲の場合，磁場のエネルギーが循環的な運動エネルギーに効率的に転化され，磁場進化へ大きな影響があることが分かった。その結果は公表論文として発表された。さらに，中性子星の凹凸が生じる可能性を検討したが，先行研究で主張される程度ほど大きくならないことを示した。

(II) ブラックホール近傍の電磁氣的現象の解明

ブラックホール近傍では中心に落ちるガスと外向けにジェットが発生するが，電磁氣的なエネルギーの輸送過程を理論的に研究している。ブラックホール磁気圏を理論的に構成する近似的なモデルとして，電場と磁場の大きさが等しい電磁場(Null Electro-Magnetic fields)による荷電粒子の加速を調べた。加速される粒子の最大のエネルギーはブラックホールの質量と磁場強度の積の2/3のべきでスケールされる。その結果は公表論文として発表された。

(III) 重力波

日本の重力波望遠鏡(KAGRA)や将来計画の観測衛星DECIGOなどの重力波関連の研究をした。また，データ解析での独自の可能性として，機械学習を用いたモデル分析を引き続き検討している。

研究活動の概要 (岡部信広)

銀河団の弱い重力レンズ解析を中心とする多波長観測の研究を行った。銀河団は宇宙で最大の天体であり，その質量の約85%が暗黒物質で占められ，目で見ることができない通常の物質(バリオン)のうち高温ガスが約10%，銀河が約5%占められる。高温ガスはX線衛星やス

ニヤエフ・ゼルドビッチ(SZ)効果を観測する電波望遠鏡で、銀河は光学望遠鏡を通して観測される。これらの観測から銀河団の質量分布を測定するためには様々な仮定が必要となる。一方、背景銀河に対する弱い重力レンズ効果は銀河団の力学状態によらず、銀河団の質量分布を測定する唯一の観測手法である。また、各構成要素を直接観測する複数の手法を組み合わせる研究を多波長研究と呼ぶ。

本年度は筆頭著者として以下の内容の1本論文を発表した。すばる望遠鏡HSC-SSPサーベイで発見された3つのCAMIRA銀河団に対してグリーンバンク望遠鏡MUSTANG-2の高角度分解能SZ効果イメージとXXLサーベイによるX線イメージのジョイント解析を行った。ジョイント解析ではガスの密度と温度分布のパラメータとその中心の位置をフリーパラメータとしたベイジアンフォワードモデリングを行った。これにより、スロッシングや20keV以上の高温成分など様々な新しい知見を発見した。加えて、HSC-SSPの光学測光データ、弱い重力レンズ質量、XXLのGMRTの電波放射データなどの多波長データを組み合わせた研究を行った。ガスの銀河団衝突ブーストの議論、フェルミ1次粒子加速効率の議論、数値シミュレーションとの比較を行った。技術革新による高角度分解能SZ効果とX線のジョイント解析は銀河団ガス研究への大きな変革をもたらす。1) 複数の温度構造を持つガスの研究が可能になる。2) X線スペクトラム解析で行われていたように手で領域を決める必要がなく、ガスの物理パラメータや空間分布を同時に決定することができる。3) X線の温度分布の角度分解能はせいぜい数平方分であったがジョイントSZ+X線解析では0.05平方分程度になる。4) X線観測では発見することが困難であった20keV以上の温度構造を発見することができる。などが挙げられる。本研究に関して、すばる望遠鏡、XMM-Newton衛星、グリーンバンク望遠鏡の同時イメージリリースを行った。

また、銀河団の銀河や多波長研究や重力レンズに関する論文を3本共著で発表した。コラボレーションミーティングでの依頼講演を複数行った。

研究活動の概要 (木坂将大)

(I)ブラックホール近傍の放電現象

ブラックホールから放出される相対論的ジェット生成機構の解明、特に相対論的ジェットの内部にどのように物質が供給されるかは宇宙物理学における重要な課題の一つである。これに対し、粒子の加速と生成過程を取り入れた一般相対論的プラズマ粒子シミュレーションを用いて、ブラックホール近傍での放電現象の研究をしている。活動銀河核から観測される時間変動の激しい超高エネルギーガンマ線帯域の増光現象(フレア)は、ブラックホール近傍での放電現象に起因すると考えられているものの、その発生原因はわかっていない。そこで数値シミュレーションを用いてフレアの原因を探った。結果として、ブラックホール近傍の磁気圏構造の変化により強い電場を誘起し、1桁以上のガンマ線光度の増光が起こることがわかった。これらの結果は、将来的に詳細なガンマ線フレアに対する観測データが得られた際に、その原因に対する理論的解釈を与える上で重要となる。

(II)かにパルサーからの巨大電波パルス

最近報告された新しい謎の電波突發現象「高速電波バースト」の正体解明に向けた研究を行っている。有力候補として注目されているのは、「かにパルサー」を含む10個程度の中性子

星から、通常のほぼ一定の明るさの電波パルスとは別に10倍以上の強度を持ち散発的に発生する「巨大電波パルス」である。電波だけでは情報が限られるため、他の波長帯での検出を目指して多くの研究が行われてきた。かにパルサーからの巨大電波パルスに対しては、電波と同時に可視光でも増光することが知られている。しかし、それ波長の振る舞いはわかっていない。そこで我々はX線と電波で同時に観測を行い、巨大電波パルスに同期してX線も4%増光することを初めて発見した。わずか4%であるものの、これは巨大電波パルスで放出されるエネルギーが、これまで考えられていたよりも10-100倍も大きいことを意味する。結果は公表論文として発表した。巨大電波パルスを起こす現象によるエネルギー消費がこれまでの予想より大きいことは、高速電波バーストを放出できる期間が非常に短いことを意味し、結果として高速電波バーストの正体として若い中性子星からの巨大電波パルスという考えは否定されることがわかった。

原著論文

- [1] Y. Kojima and K. Suzuki, “Magnetic-field evolution with large-scale velocity circulation in a neutron-star crust”, MNRAS (2020), 494, p.3790.
- [2] J. Kovar, Y. Kojima, P. Slany, Z. Stuchlik, V. Karas, “Charged fluids encircling compact objects: force representations and conformal geometries”, Class. and Quant. Grav. (2020) 37, id.245007.
- [3] Y. Kojima and Y. Kimura, “Particle Acceleration Driven by Null Electromagnetic Fields Near a Kerr Black Hole”, Universe (2021), 7, p.1.
- [4] T. Akutu et al (Kagra Collaboration) (Y. Kojima 96番目/251人), “Application of independent component analysis to the iKAGRA data”, Prog. of Theor. and Exp. Phys. (2020), 4, id.053F01.
- [5] B. P. Abbott et al (Y. Kojima 420番目/1322人), “Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA”, Living Reviews in Relativity (2020), Volume 23, Issue 1, article id.3.
- [6] ©T. Enoto et al. (H. Takahashi 8番目/19人, Y. Kojima 17番目/19人), “NinjaSat: an agile CubeSat approach for monitoring of bright x-ray compact objects”, Proceedings of the SPIE (2020), Volume 11444, id. 114441V.
- [7] T. Akutu et al (Kagra Collaboration) (Y. Kojima 95番目/244人), “Vibration isolation systems for the beam splitter and signal recycling mirrors of the KAGRA gravitational wave detector”, Class. and Quant. Grav. (2021) 38, id.065011.
- [8] A. Alabi, A. Romanowsky, D. Forbes, J. Brodie, N. Okabe, “An expanded catalogue of low surface brightness galaxies in the Coma cluster using Subaru/Suprime-Cam”, MNRAS, 496, 3182-3197 (2020)
- [9] Y. Higuchi, N. Okabe, P. Merluzzi, C. Haines, G. Busarello, and M. Amata, “Shapley supercluster survey: mapping the dark matter distribution”, MNRAS, 497, 52-66 (2020)
- [10] N. Okabe, S. Dicker, D. Eckert, T. Mroczkowski, F. Gastaldello, and 30 others, “Active gas features in three HSC-SSP CAMIRA clusters revealed by high angular resolution analysis of MUSTANG-2 SZE and XXL X-ray observations”, MNRAS, 501, 1701-1732
- [11] V. Ghirardini, E. Bulbul, D. Hoang, M. Klein, N. Okabe, and 25 others, “Discovery of a supercluster in the eROSITA Final Equatorial Depth Survey: X-ray properties, radio halo, and double relics”, A&A, 647, A4 (2021)
- [12] T. Enoto et al. (S. Kisaka 3番目/37人, corresponding author) “Enhanced X-ray Emission

Coinciding with Giant Radio Pulses from the Crab Pulsar”, Science, 372, 187-190 (2021)

著書, 総説

小嶋康史 相対論と宇宙の辞典 (朝倉書店) 分担

著作

該当無し

国際会議

(依頼講演)

- [1] N. Okabe : “Updates of cluster science in the HSC survey” Joint XXL-HSC meeting, 2020年7月7日-8日, Online, (国際コラボレーションミーティング, 参加者約30名)
- [2] N. Okabe : “Baryon Budgets in the XXL clusters” Joint XXL-HSC meeting, 2020年7月7日-8日, Online, (国際コラボレーションミーティング, 参加者約30名)

(一般講演)

- [1] S. Kisaka : “Energy conversion efficiency in magnetospheric gaps around Kerr black holes”, Black Hole Astrophysics with VLBI: Multi-Wavelength and Multi-Messenger Era, 2021年1月18日-20日, オンライン, 参加者70名

国内学会

(招待講演)

該当無し

(依頼講演)

- [1] 木坂将大 : 「高速電波バーストのブレイクスルー」第33回 理論懇シンポジウム, 2020年12月23日-25日, オンライン, 参加者320名

(一般講演)

- [1] 小嶋康史, 他 : 「中性子星の磁場進化へのクラスター (殻) の可塑性変形の効果」日本天文学会秋季年会 2020年9月10日 オンライン
- [2] 小嶋康史, 木村優斗 : 「ブラックホール近傍のヌル電磁場による粒子加速」日本物理学会2020年秋季大会 2020年9月14日 オンライン
- [3] 岡部信広, Simon Dicker, Dominique Eckert, and the HSC-GBT-XXL collaboration “Active gas features in three HSC-SSP CAMIRA clusters revealed by high angular resolution analysis of MUSTANG-2 SZE and XXL X-ray observations” 日本天文学会 2020年秋季年会
- [4] 木坂将大, 榎戸輝揚, 寺澤敏夫, 他33名 : 「かにパルサーの巨大電波パルスに伴うX線超過の理論モデル」日本天文学会春季年会, 2021年3月16日-19日, オンライン, 参加者 800名
- [5] 木坂将大 : 「GRPモデル再考」研究会「中性子星および関連現象～興味ある課題を検討しよう～」, 2020年12月22日, オンライン, 参加者15名
- [6] 木坂将大 : 「Magnetospheric gaps around stellar mass black holes」高エネルギー宇宙物理学研究会2020, 2020年12月14,17日, オンライン, 参加者80名

学生の学会発表実績

(国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

(国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 3 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

社会活動・学外委員

○学協会委員

- [1] 小嶋康史：物理雑誌 Prog. Theo. Exp. Phys. 編集委員
- [2] 岡部信広：天文月報 編集委員
- [3] N. Okabe：HSC collaboration, cluster working group chair
- [4] N. Okabe：HSC-XXL collaboration, negotiator
- [5] N. Okabe：HSC-eROSITA collaboration, cluster working group coordinator

○講習会・セミナー講師

- [1] 小嶋康史：2020年ノーベル賞解説セミナー「ペンローズのブラックホール物理学の偉業」2020年12月12日 広島大学東広島キャンパス(オンライン)
- [2] 木坂将大：山形大学宇宙談話会、「中性子星の状態方程式への制限の現状と今後」2020年11月26日 オンライン
- [3] 木坂将大：PSR Bi-Monthly Meeting, 「高速電波バーストとパルサー電波放射」, 2020年12月5日, オンライン
- [4] 木坂将大：京都大学APゼミ, 「ブラックホール磁気圏での電磁カスケード」, 2020年12月21日, オンライン
- [5] 木坂将大：理化学研究所 知の共有ゼミ, 「Central Engine of Fast Radio Bursts」, 2021年2月1日, オンライン
- [6] 木坂将大：山形大学宇宙談話会, 「高速電波バーストとそのエネルギー源」, 2021年2月4日, オンライン

○SSHセミナー, 講演会開催実績, 講習会
該当無し

国際共同研究・国際会議開催実績

該当無し

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

- [1] 小嶋康史：南 岳 (大学院D4) (山本一博転出による受け入れ変更)
- [2] 小嶋康史：Ar Rohim (大学院D3) (山本一博転出による受け入れ変更)

○研究助成金の受入状況

- [1] 小嶋康史：科学研究費補助金，基盤研究（C）（2019～2022年度，代表，2020年度1,040千円）「磁気圏変動現象を通じて探る中性子星やブラックホール物理」
- [2] 小嶋康史：科学研究費補助金，新学術領域研究 重力波物理学・天文学：創世記（2017～2021年度，分担，2020年度1,300千円）
- [3] 岡部信広：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）代表 2019～2024年度「HSC-SSP 光学サーベイと eROSTIA X線サーベイによる精密宇宙論」 2020年度 1,000千円
- [4] 岡部信広：基盤研究（C）代表 2020～2022年度「高角度分解能 SZ効果と X線ジョイント解析による銀河団ガス物理の解明」 2020年度 1,500千円
- [5] 木坂将大：科学研究費補助金，基盤研究（B）（2018～2021年度，分担，2020年度350千円）「中性子星種族の多様性とそれを作り出す中性子星磁気圏の多様性・変動性の起源の解明」
- [6] 木坂将大：科学研究費補助金，若手研究（2019～2021年度，代表，2020年度1,000千円）「ブラックホール磁気圏での電磁カスケード現象の解明」

○その他特記すべき事項

エクセレントスチューデントスカラシップ（1人）

日本学術振興会特別研究員DC2（1人）

○クォーク物理学グループ

研究活動の概要

宇宙創成のシナリオ完成を目指し，欧州CERN研究所LHC加速器における国際共同実験研究ALICEにおいて高エネルギー原子核衝突により生成する超高温クォーク物質の究明を進めている。2020年はLHC加速器の第2期長期停止期間2年目にあたり，2022年からの第3期運転に向けて検出器の大幅な高度化を継続して推進した。特にALICE実験の主要な検出器高度化計画である前方ミュオン粒子飛跡検出器MFTの開発建設を，フランスなどの研究機関およびCERN研究所と連携して進めている。前方領域におけるミュオン粒子を用いた新測定や高精度測定を実現する要となる検出器である。併せて2015年から2018年の第2期運転で収集済の衝突実験データの物理解析にも注力し，ALICE国際共同実験共著として査読学術論文39編を公表した。前方クォークコニアの集団運動測定により重クォークの熱的挙動に迫るなど，高精度高統計データ解析から高温解放クォーク相の性質解明が進む。またハイペロンと核子の相互作用など，ハドロン物理に対する特徴的な知見獲得能力を示した。ALICE実験以前から継続してきた米国BNL研究所RHIC加速器における国際共同実験研究PHENIXにおいては，衝突点近傍半導体検出器を用いた解放重クォーク挙動の解明を重点的に進め，これらの成果を含めてPHENIX国際共同実験共著として査読学術論文8編を公表した。同実験による熱的光子の系統的測定解析に基づき，本研究室出身（2017年3月単位取得退学）星野知也が2021年3月に広島大学から博士（理学）の学位を取得した。また，ビッグバン直後の宇宙膨張と冷却に伴い強い相互作用が支配する物質相転移と並行して生成した可能性のある暗黒成分を含めた真空構造の理解に，光子散乱を探針として挑んでいる。併せて，クォーク・グルーオン・プラズマ

と高強度磁場との相互作用による巨視的な運動を理論的に解明すべく、先進的な高精度磁気流体数値解法の開発を進めると共に、電磁プラズマ物理との学際領域の創生を目指している。

志垣賢太教授は、上述のMFT検出器の制御供給作業要素共同座長として制御系の総責任を担う。広島大学に立上げた同検出器制御系の開発ベンチを活用し、CERN研究所が開発するGBT-SCAチップの新規採用に伴う技術基盤や有限オートマトンを用いた制御アルゴリズム実装などの個々の要素を統合して実装準備を整え、2020年度はCovid-19のために遠隔ながら国際協力の下に、LHC加速器への実機設置に伴う制御系実装を進めた。併せて、新検出器を用いた物理解析を可能とする飛跡再構成アルゴリズムの開発、同検出器を用いるカイラル対称性回復現象の探索や原子核偏心衝突で生成する宇宙最高強度磁場の直接検出に向けた物理検討も進めている。また、科研費新学術領域研究の計画研究代表者、日仏素粒子物理学研究所実施事業の日本側代表者に加え、2020年度から新たな科研費基盤研究(A)を代表者として獲得し、研究展開を加速している。日本国内においても、J-PARC(茨城県)において、理化学研究所、高エネルギー加速器研究機構、京都大学などと物質質量起源に迫る共同実験研究を進め、2020年度には初期運転を遂行した。また、日本原子力研究開発機構との共同研究契約に基づき、J-PARC RCS加速器における取出ビーム品質の高精度測定手法研究を進めた。日本物理学会実験核物理領域プログラム委員、核物理委員、高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所研究計画委員に選任されるなど、対外貢献も増している。教育面では、大学院博士後期学生3名、同前期学生5名、学部卒業研究生2名を直接指導し、修士(理学)2名、学士(理学)2名、および上述の論文博士1名を輩出した。

山口頼人准教授は、上述のMFT検出器の制御運用責任者として、2022年稼働に向けた制御系開発と試験運転を牽引している。同検出器の通常運転制御にとどまらず、検出器状態監視と異常時の安全装置を有限オートマトンを基礎とする制御系に実装した。Covid-19の影響で現地訪問は困難だが、2020年秋に同検出器がALICE実験内部へ設置されてからは現地研究者の協力を得て遠隔操作による実機を用いた試験運転を日々行っている。また、同検出器による飛跡再構成精度向上によるミュー粒子対不変質量分解能の改善をシミュレーションを用いて定量的に評価した。加えて、同実験第2期運転のデータを用い、sクォークを複数含む複ストレンジダイバリオン探索を進めている。複ストレンジダイバリオンから2バリオン間の結合エネルギー決定により、フレーバーSU(3)空間でのバリオン間相互作用について他測定では得られない知見をもたらす。2020年度は、2バリオン不変質量分布に含まれる背景事象評価の基礎的研究を集中的に進めた。さらに、物理実験の検出器技術を産業・工業利用に応用するため、サイエナジー社と長崎総合科学大学の浜垣特命教授、大山教授と産学連携共同研究を行っている。非破壊検査用シリコンセンサーの信号読出高速化を目指し、FPGAによる論理回路を用いた基礎研究を進めた。上記の研究は大学院博士前期学生2名、学部卒業研究生2名と共に進めた。

本間謙輔助教は、宇宙の暗黒成分の源となり得る光と弱く結合するsub-eV質量領域にある未知素粒子を、誘導共鳴光子散乱(真空内四光波混合)過程を介して探索することを目指し、欧州連合で承認された超高強度レーザーを用いるExtreme Light Infrastructureプロジェクト(ELI)を推進した。並行して、京都大学化学研究所にて中規模のレーザーを用いた探索データを複数回収した。加えて、質量がsub- μ eVにあり得る暗黒エネルギー源の探索を目指し、GHz帯域のマイクロ波を用いた真空内四光波混合探索の提案とその感度を算出し、重力的に弱い未知

素粒子にも感度を持ち得る結果を得た。この内容については既に出版を終え、広島大学からプレスリリースを実施し、中国新聞等のメディアに掲載された。さらに、上記提案された探索手法の実現性を検証すべく、GHz帯域ビームを集光するための光学系の設計・試作の上で、予備的探索を実施した。これらの関連し合う成果は複数の国内会議にて報告した。以上の研究課題を通じ、本専攻大学院前期博士課程学生2名を研究指導した。また、直線偏光を持って集光された微弱光子群の偏光状態の測定を通じて、理学部卒業研究生1名の研究も指導した。

三好隆博助教は、宇宙プラズマ物理の理論・シミュレーション研究及びプラズマ流体モデルに対する先進的な数値解法の研究開発を広く推進すると共に、高エネルギー原子核物理とプラズマ物理の学際領域の創生を目指す。名大ISEEの草野教授、井上特任助教（2020年9月からニュージャージー工科大准教授）、JAXAの鳥海国際トップヤングフェローと太陽プラズマ物理に関する共同研究を進めている。太陽フレアなど太陽大気中の爆発現象の解明と予測のための重要基盤として、本共同研究では、太陽光球面ベクトル磁場から太陽大気中の磁気静水圧平衡磁場を外挿する磁気流体力学緩和法を開発する。特に2020年度は、太陽浮上磁場を模擬した非定常な磁気流体力学シミュレーションの結果と比較検証する準備を進めた。本共同研究に関連し、卒業研究生1名を直接指導した。また、宇宙プラズマ爆発現象における最重要な物理過程である磁気リコネクションに関する研究を神戸大の銭谷特命准教授と共同で進めている。特に低ベータプラズマにおけるプラズモイド型磁気リコネクションの理論モデルを構築すると共に数値シミュレーションにより検証を行い、その成果を学術論文として公表した。併せて、磁気流体力学方程式に対する数値解法の研究開発も推進している。JAMSTECの簗島研究員、横浜国立大の北村准教授と共同で、非圧縮に近い流れから極超音速流れに至るまで全速度領域において高精度かつ頑強な磁気流体力学数値解法を開発し、学術論文として公表した。また、磁気流体力学数値解法の高次精度数値補間に関する基礎的研究を簗島氏と実施し、学術論文として公表した。さらには、高エネルギー原子核物理、宇宙・天体物理と関連する新たな学際領域の創生を目指し、名大の野中准教授、駒澤大の高橋講師らと議論を深めている。本共同研究は、新規に獲得した科学研究費補助金の基盤研究（C）（代表）及び野中氏が代表を務める基盤研究（S）（分担）に関連する。特に2020年度は、相対論的磁気流体力学方程式に対する先進的な数値解法の研究開発を行う準備をすると共に、非相対論的カイラル磁気流体力学に関する基礎的な研究を進めた。

八野哲助教は、ALICE実験において物質の質量獲得機構や物質の階層構造の解明に向けた研究を行っている。上述のMFT検出器導入によりミュー粒子対質量分解能が向上し、物質質量の起源の解明に繋がるカイラル対称性回復によるハドロン質量変化が測定可能となる。特にソフトウェア開発を牽引し、同検出器のデータ取得および解析の準備を進めている。2020年度は同検出器を用いた新しい飛跡再構成アルゴリズムの開発を主導し、機械学習を用いるアルゴリズムの開発により飛跡純度および再構成効率を大幅に向上させた。また、同実験第2期運転データを用い、重心系エネルギー13 TeVの陽子-陽子衝突においてミュー粒子対に崩壊した低質量ベクトル中間子の収量を解析した。その結果、生成粒子数の多い稀事象において低横運動量領域の低質量ベクトル中間子の収量減少を発見した。陽子+陽子衝突では生成しないと考えられてきた高温クォーク物質の生成を示唆する結果である。一方、既存検出器だけではミュー粒子対質量分解能が十分でなく、高温クォーク物質生成の是非を明らかにすることはできない。質量分解能向上により高温クォーク物質生成の真偽に迫る可能性を示しており、MFT検出器の重要性が注目される結果である。

原著論文

- [1] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Centrality dependence of J/ψ and $\psi(2S)$ production and nuclear modification in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV”, 10.1007/JHEP02(2021)002, *JHEP* **02**, 002, 2021.
- [2] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Pion-kaon femtoscopy and the lifetime of the hadronic phase in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.136030, *Phys. Lett. B* **813**, 136030, 2021
- [3] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Production of ω mesons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV”, 10.1140/epjc/s10052-020-08651-y, *Eur. Phys. J. C* **80**, 1130, 2020.
- [4] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Elliptic and triangular flow of (anti)deuterons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1103/PhysRevC.102.055203, *Phys. Rev. C* **102**, 055203, 2020.
- [5] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “ J/ψ elliptic and triangular flow in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1007/JHEP10(2020)141, *JHEP* **10**, 141, 2020.
- [6] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Measurement of isolated photon-hadron correlations in $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV pp and p-Pb collisions”, 10.1103/PhysRevC.102.044908, *Phys. Rev. C* **102**, 044908, 2020.
- [7] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Constraining the Chiral Magnetic Effect with charge-dependent azimuthal correlations in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ and 5.02 TeV”, 10.1007/JHEP09(2020)160, *JHEP* **09**, 160, 2020.
- [8] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Dielectron production in proton-proton and proton-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1103/PhysRevC.102.055204, *Phys. Rev. C* **102**, 055204, 2020.
- [9] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Unveiling the strong interaction among hadrons at the LHC”, 10.1038/s41586-020-3001-6, *Nature* **588**, 232-238, 2020.
- [10] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Production of light-flavor hadrons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and $\sqrt{s} = 13$ TeV”, 10.1140/epjc/s10052-020-08690-5, *Eur. Phys. J. C* **81**, 256, 2021.
- [11] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Z-boson production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1007/JHEP09(2020)076, *JHEP* **09**, 076, 2020.
- [12] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Transverse-momentum and event-shape dependence of D-meson flow harmonics in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.136054, *Phys. Lett. B* **813**, 136054, 2021.
- [13] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Multiplicity dependence of J/ψ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135758, *Phys. Lett. B* **810**, 135758, 2020.
- [14] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Measurement of the low-energy antideuteron inelastic cross section”, 10.1103/PhysRevLett.125.162001, *Phys. Rev. Lett.* **125**, 162001, 2020.
- [15] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “ J/ψ production as a function of charged-particle multiplicity in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV”, 10.1007/JHEP09(2020)162, *JHEP* **09**, 162, 2020.
- [16] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Search for a common baryon source in high-multiplicity pp collisions at the LHC”, 10.1016/j.physletb.2020.135849, *Phys. Lett. B* **811**, 135849, 2020.
- [17] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Measurement of nuclear effects on $\psi(2S)$ production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV”, 10.1007/JHEP07(2020)237, *JHEP* **07**, 237, 2020.
- [18] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “(Anti-)deuteron production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, 10.1140/epjc/s10052-020-8256-4, *Eur. Phys. J. C* **80**, 889, 2020.

- [19] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Multiplicity dependence of π , K, and p production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, 10.1140/epjc/s10052-020-8125-1, *Eur. Phys. J. C* **80**, 693, 2020.
- [20] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Coherent photoproduction of ρ^0 vector mesons in ultra-peripheral Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1007/JHEP06(2020)035, *JHEP* **06**, 035, 2020.
- [21] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Higher harmonic non-linear flow modes of charged hadrons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1007/JHEP05(2020)085, *JHEP* **05**, 085, 2020.
- [22] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [Y.Yamaguchi](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Non-linear flow modes of identified particles in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1007/JHEP06(2020)147, *JHEP* **06**, 147, 2020.
- [23] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Investigation of the p- Σ^0 interaction via femtoscopy in pp collisions”, 10.1016/j.physletb.2020.135419, *Phys. Lett. B* **805**, 135419, 2020.
- [24] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Longitudinal and azimuthal evolution of two-particle transverse momentum correlations in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135375, *Phys. Lett. B* **804**, 135375, 2020.
- [25] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Underlying Event properties in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, 10.1007/JHEP04(2020)192, *JHEP* **04**, 192, 2020.
- [26] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Production of (anti-) ^3He and (anti-) ^3H in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1103/PhysRevC.101.044906, *Phys. Rev. C* **101**, 044906, 2020.
- [27] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Centrality and transverse momentum dependence of inclusive J/ψ production at midrapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135434, *Phys. Lett. B* **805**, 135434, 2020.
- [28] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Probing the effects of strong electromagnetic fields with charge-dependent directed flow in Pb-Pb collisions at the LHC”, 10.1103/PhysRevLett.125.022301, *Phys. Rev. Lett.* **125**, 022301, 2020.
- [29] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Jet-hadron correlations measured relative to the second order event plane in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV”, 10.1103/PhysRevC.101.064901, *Phys. Rev. C* **101**, 064901, 2020.
- [30] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “ Υ production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135486, *Phys. Lett. B* **806**, 135486, 2020.
- [31] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Evidence of Spin-Orbital Angular Momentum Interactions in Relativistic Heavy-Ion Collisions”, 10.1103/PhysRevLett.125.012301, *Phys. Rev. Lett.* **125**, 012301, 2020.
- [32] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Azimuthal correlations of prompt D mesons with charged particles in pp and p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1140/epjc/s10052-020-8118-0, *Eur. Phys. J. C* **80**, 979, 2020.
- [33] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Multiplicity dependence of $K^*(892)^0$ and $\phi(1020)$ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135501, *Phys. Lett. B* **807**, 135501, 2020.
- [34] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Global baryon number conservation encoded in net-proton fluctuations measured in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135564, *Phys. Lett. B* **807**, 135564, 2020.
- [35] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “ $K^*(892)^0$ and $\phi(1020)$ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV”, 10.1103/PhysRevC.102.024912, *Phys. Rev. C* **102**, 024912, 2020.
- [36] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Measurement of electrons from semileptonic heavy-flavour hadron decays at midrapidity in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135377, *Phys. Lett. B* **804**, 135377, 2020.
- [37] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Measurement of the (anti-) ^3He elliptic flow in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1016/j.physletb.2020.135414, *Phys. Lett. B* **805**, 135414, 2020.

- [38] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Production of charged pions, kaons, and (anti-)protons in Pb-Pb and inelastic pp collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV”, 10.1103/PhysRevC.101.044907, *Phys. Rev. C* **101**, 044907, 2020.
- [39] © S.Acharya, [K.Shigaki](#), [S.Yano](#), *et al.*, “Global polarization of Λ $\bar{\Lambda}$ hyperons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ and 5.02 TeV”, 10.1103/PhysRevC.101.044611, *Phys. Rev. C* **101**, 044611, 2020.
- [40] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Transverse single-spin asymmetries of midrapidity π^0 and η mesons in polarized p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV”, 10.1103/PhysRevD.103.052009, *Phys. Rev. D* **103**, 052009, 2021.
- [41] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Transverse momentum dependent forward neutron single spin asymmetries in transversely polarized p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV”, 10.1103/PhysRevD.103.032007, *Phys. Rev. D* **103**, 032007, 2020.
- [42] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Production of π^0 and η mesons in U+U collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 192$ GeV”, 10.1103/PhysRevC.102.064905, *Phys. Rev. C* **102**, 064905, 2020.
- [43] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Polarization and cross section of midrapidity J/ψ production in p+p collisions at $\sqrt{s} = 510$ GeV”, 10.1103/PhysRevD.102.072008, *Phys. Rev. D* **102**, 072008, 2020.
- [44] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Production of $b\bar{b}$ at forward rapidity in p+p collisions at $\sqrt{s} = 510$ GeV”, 10.1103/PhysRevD.102.092002, *Phys. Rev. D* **102**, 092002, 2020.
- [45] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Measurement of jet-medium interactions via direct photon-hadron correlations in Au+Au and d+Au collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV”, 10.1103/PhysRevC.102.034326, *Phys. Rev. C* **102**, 054910, 2020.
- [46] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Measurement of charged pion double spin asymmetries at midrapidity in longitudinally polarized p+p collisions at $\sqrt{s} = 510$ GeV”, 10.1103/PhysRevD.102.032001, *Phys. Rev. D* **102**, 032001, 2020.
- [47] © U. A. Acharya, [K. Homma](#), [K. Shigaki](#), [Y. Yamaguchi](#), *et al.*, “Measurement of J/ψ at forward and backward rapidity in p+p, p+Al, p+Au, and $^3\text{He}+\text{Au}$ collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV”, 10.1103/PhysRevC.102.014902, *Phys. Rev. C* **102**, 014902, 2020.
- [48] © K. Yamakawa, A. Augustinus, G. Batigne, P. Chochula, M. Oya, S. Panebianco, O. Pinazza, [K. Shigaki](#), R. Rieulent, [Y. Yamaguchi](#), “Design and implementation of detector control system for muon forward tracker at ALICE”, 10.1088/1748-0221/15/10/T10002, *J. Instrum.* **15**, T10002, 2020.
- [49] A. Nobuhiro, Y. Hirahara, [K. Homma](#), *et al.*, “Extended search for sub-eV axion-like resonances via four-wave mixing with a quasi-parallel laser collider in a high-quality vacuum system”, 10.1093/ptep/ptaa075, *Progress of Theoretical and Experimental Physics* 2020, 073C01, 2020.
- [50] [K. Homma](#) and Y. Kirita, “Stimulated radar collider for probing gravitationally weak coupling pseudo Nambu-Goldstone bosons”, 10.1007/JHEP09(2020)095, *Journal of High Energy Physics* 09, 095, 2020.
- [51] [K. Homma](#), “Study of virtual vacuum polarizations in a strong electromagnetic field”, scopus:2-s2.0-85081047860, Proceedings of NANOBEAM 2005, 36th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop 457-464, 2020.
- [52] S. Zenitani, [T. Miyoshi](#), “Plasmoid-dominated turbulent reconnection in a low- β plasma”,

10.3847/2041-8213/ab8b5d, *Astrophys. J. Lett.* **894**, L7, 2020.

- [53] T. Minoshima, K. Kitamura, T. Miyoshi, “A multistate low-dissipation advection upstream splitting method for ideal magnetohydrodynamics”, 10.3847/1538-4365/ab8ace, *Astrophys. J. Suppl.* **248**, 12, 2020.
- [54] T. Miyoshi, T. Minoshima, “A short note on reconstruction variables in shock capturing schemes for magnetohydrodynamics”, 10.1016/j.jcp.2020.109804, *J. Comput. Phys.* **423**, 109804, 2020.

国際会議

(招待講演)

該当無し

(依頼講演)

該当無し

(一般講演)

- [1] T. Miyoshi, “Structure formation in chiral magnetohydrodynamics: Effect of background magnetic field”, JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (online, 2020年7月12日-16日)
- [2] T. Minoshima, K. Kitamura, T. Miyoshi, “A multistate low-dissipation advection upstream splitting method for ideal magnetohydrodynamics”, JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (online, 2020年7月12日-16日)

国内学会

(招待講演)

- [1] 志垣賢太 : 「ALICE Upgrade and Physics Topics (I)」新学術領域研究 “量子クラスターで読み解く物質の階層構造” 第4回研究会 (オンライン, 2020年5月28日)
- [2] 志垣賢太 : 「Relativistic Heavy Ion (*i.e.* Nucleus) Collisions」KEK 研究会 “素粒子・原子核の交点” (オンライン, 2020年8月31日-9月1日)
- [3] 志垣賢太 : 「高エネルギー原子核衝突で探るクォーク階層とハドロン階層にまたがる物理」, 日本物理学会シンポジウム (オンライン, 2021年3月15日)
- [4] 山口頼人 : 「Multi-strange dibaryon search at LHC-ALICE」新学術領域研究 “量子クラスターで読み解く物質の階層構造” 第5回研究会 (オンライン, 2020年9月24-25日)
- [5] 本間謙輔 : 「多波長電磁波衝突を用いた真空構造への多角的アプローチ -地上散乱実験は重力結合へ到達し得るか-」東北大学電子光物理学研究センターELPH セミナー (オンライン, 2021年2月25日)

(依頼講演)

該当無し

(一般講演)

- [1] 本間謙輔, 桐田勇利, 井上峻介, 橋田昌樹, 阪部周二, 中宮義英, Liviu Neagu, Ovidiu Tesileanu, 他 SAPHIRES collaboration : 「二色の直線-円偏光パルスレーザーを組み合わせた誘導共鳴散乱による sub-eV 質量領域のアクシオンの探索」, 日本物理学会第76回年次大会 (オンライン, 2021年3月12日-15日)
- [2] 三好隆博, 鳥海 森, 草野完也, 井上 諭 : 「磁気静水圧平衡非フォースフリー磁場モデル

による太陽浮上磁場の再構成：背景温度分布の影響」, 日本天文学会2020年秋季年会（オンライン, 2020年9月8日-10日）

- [3] 三好隆博：「カイラル磁気流体力学における背景磁場効果」, STE シミュレーション研究会・KDK シンポジウム合同研究会（オンライン, 2021年3月29日-31日）
- [4] ◎八野 哲, 志垣賢太, 山口頼人, 他 ALICE Collaboration：「Measurement of forward low-mass dimuon in small collision system at LHC-ALICE」, 日本物理学会2020秋季大会（オンライン, 2020年9月14日-17日）
- [5] ◎八野 哲, 志垣賢太, 山口頼人, 他 ALICE Collaboration：「Forward muon reconstruction performance with ALICE in Run 3」, 日本物理学会第76回年次大会（オンライン, 2021年3月12日-15日）
- [6] ◎大矢元海, 志垣賢太, 山口頼人, 八野 哲, 他 ALICE Collaboration：「ALICE 実験前方ミュー粒子飛跡検出器の現地コミッショニングにおける制御系動作試験」, 日本物理学会2020年秋季大会（オンライン, 2020年9月14日-17日）
- [7] 桐田勇利, 本間謙輔, 井上峻介, 橋田昌樹, 阪部周二, 中宮義英, Liviu Neagu, Ovidiu Tesileanu, 他 SAPHIRES Collaboration：「真空内四光波混合実験によるアクシオンの粒子の高感度探索に向けた光学素子起因背景光の評価」, 日本物理学会2020年秋季大会（オンライン, 2020年9月14日-17日）
- [8] ◎木村健斗, 石川健一, 志垣賢太：「ALICE 実験 μ 粒子検出領域における強磁場起因仮想光子偏光度の定量評価」, 日本物理学会2020年秋季大会（オンライン, 2020年9月14日-17日）
- [9] ◎大矢元海, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, 他 ALICE Collaboration：「ALICE 実験前方ミュー粒子飛跡検出器の稼働に向けた制御系の試験運用」, 日本物理学会第76回年次大会（オンライン, 2021年3月12日-15日）
- [10] 桐田勇利, 本間謙輔, 井上峻介, 橋田昌樹, 阪部周二, 中宮義英, Liviu Neagu, Ovidiu Tesileanu, 他 SAPHIRES Collaboration：「真空内四光波混合実験における光学素子起因背景光の定量的評価と sub-eV 質量領域アクシオンの粒子の高感度探索」, 日本物理学会第76回年次大会（オンライン, 2021年3月12日-15日）
- [11] 柴田早由里, 本間謙輔, 桐田勇利：「ディラトン探索に向けた GHz 帯誘導光子コライダー 集光系開発の現状」, 日本物理学会2021年年次大会（オンライン, 2021年3月12日-15日）
- [12] ◎徳本涼香, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, 他 ALICE Collaboration：「ALICE 実験におけるダイバリオン不変質量再構成の基礎解析」, 日本物理学会第76回年次大会（オンライン, 2021年3月12日-15日）
- [13] ◎江島 廉, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人：「前方ミュー粒子の多重散乱を考慮した ALICE 実験 Run 3における飛跡再構成」, 日本物理学会第76回年次大会（オンライン, ポスター, 2021年3月12日-15日）
- [14] 銭谷誠司, 三好隆博：「Plasmoid-dominated turbulent reconnection in a low-beta plasma」, 第148回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会（オンライン, 2020年11月1日-4日）

学生の学会発表実績

（国際会議）

○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数

0 件

- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件
(国内学会)
- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 9 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

セミナー・講演会開催実績

- [1] 志垣賢太：第31回 Heavy Ion Pub 研究会（オンライン, 2020年9月28日）世話人

社会活動・学外委員

(学協会委員)

- [1] 志垣賢太：日本物理学会実験核物理領域プログラム委員
- [2] 志垣賢太：核物理委員会委員
- [3] 志垣賢太：高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所研究計画委員
- [4] 志垣賢太：高温高密度QCD物質オープンフォーラム 世話人
- [5] 志垣賢太：日本の核物理の将来ワーキンググループ 第4分野委員
- [6] 志垣賢太：長崎総合科学大学 客員教授
- [7] 志垣賢太：筑波大学 連携教員
- [8] 志垣賢太：理化学研究所 客員研究員
- [9] 志垣賢太：日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員
- [10] 志垣賢太：日本学術振興会 国際事業委員会書面審査員・書面評価員
- [11] 本間謙輔：レーザー学会超高強度レーザーの学術応用調査専門委員会委員
- [12] 三好隆博：地球電磁気・地球惑星圏学会（SGEPSS）太陽地球惑星系科学シミュレーション分科会 代表幹事

(講習会・セミナー講師)

- [1] 志垣賢太：科研費獲得セミナー講師「科研費」（広島大学, オンライン, 2020年8月24日）

国際共同研究・国際会議開催実績

(国際共同研究)

- [1] 志垣賢太, 山口頼人, 本間謙輔：国際共同研究PHENIX実験実施（米国BNL研究所）
- [2] 志垣賢太, 山口頼人：国際共同研究ALICE実験実施（欧州CERN研究所）
- [3] 本間謙輔：国際共同研究Extreme Light Infrastructure Nuclear Physics（ELI-NP）プロジェクト実施（ルーマニアIFIN-HH研究所）

(国際会議開催)

該当無し

高大連携事業への参加状況

該当無し

研究助成金の受入状況

- [1] 志垣賢太：科学研究費補助金, 新学術領域研究 (研究領域提案型) 計画研究 (2020年度, 19,600千円)「クォーク階層とハドロン階層を繋ぐ動的機構」代表
- [2] 志垣賢太：科学研究費補助金,基盤研究 (A) (2020年度, 5,100千円)「至高エネルギー原子核衝突におけるミュー粒子測定:運動学領域と測定技術の新たな邂逅」代表
- [3] 志垣賢太：日仏素粒子物理学研究所, 2018年度実施課題 (2020年度, 250千円)「ALICE Forward Upgrade for High Precision High Statistics Single- and Di-Muon Measurements at the LHC」日本側代表
- [4] 山口頼人：国際共同研究加速基金,国際共同研究強化 (B) (2020年度, 400千円)「次世代高輝度重イオン衝突実験がもたらすストレンジネス核物理の新展開」分担
- [5] 本間謙輔：科学研究費補助金,基盤研究 (B) (2020年度, 1,170千円)「真空内四光波混合によるsub-eV暗黒場の高感度探索」代表
- [6] 本間謙輔：科学研究費補助金,挑戦的研究 (萌芽) (2020年度, 2,600千円)「暗黒エネルギー源探索へ向けたGHz帯誘導共鳴光子衝突実験実現性の検証」代表
- [7] 本間謙輔：京都大学化学研究所課題提案型共同研究 (2020年度, 1,300千円)「真空内四光波混合の探索」代表
- [8] 三好隆博：科学研究費補助金,基盤研究 (C) (2020年度, 2,000千円)「学際領域を切り拓く相対論的磁気流体力学に対する高解像度数値解法の開発」代表
- [9] 三好隆博：科学研究費補助金,基盤研究 (S) (2020年度, 150千円)「高エネルギー原子核衝突実験の理解に基づく超高温QCD物質・QCD相転移現象の解明」分担
- [10] 三好隆博：科学研究費補助金,基盤研究 (B) (2020年度, 150千円)「LHC鉛原子核衝突:フォトンで探る極初期状態 (initial stage)」分担
- [11] 八野 哲：科学研究費補助金,研究活動スタート支援 (2020年度, 1,440千円)「高エネルギー重イオン衝突における前方ミュー粒子対測定で紐解くハドロン質量の起源」代表
- [12] 八野 哲：科学研究費補助金,基盤研究 (A) (2020年度, 500千円)「至高エネルギー原子核衝突におけるミュー粒子測定:運動学領域と測定技術の新たな邂逅」分担

○高エネルギー宇宙・可視赤外線天文学グループ

研究活動の概要

2020年度は、フェルミガンマ線衛星とかなた望遠鏡他を用いた観測を軸に、次期X線ガンマ線観測小型衛星計画、かなた望遠鏡次期検出器の開発、重力波対応天体探査用チベット望遠鏡HinOTORIの開発などを柱として活動を行った。かなた望遠鏡関係の研究は、宇宙科学センターと強い協力関係の下で進めている。学位論文としては、博士論文1編 (S. Abdollahi)、修士論文3編 (大間々, 眞武, 山本)、卒業論文6編 (古賀, 竹内, 末岡, 星岡, 福満, 山口) を発表した。また、広島大学自立型研究拠点として極限宇宙研究拠点 (Core-U) に関する活動も進めた。

[フェルミ衛星, MAGIC望遠鏡によるガンマ線観測]

フェルミ衛星は、打ち上げから13年目を迎えたが、特に故障もなく全天ガンマ線サーベイを続けている。本グループも、かなた望遠鏡との多波長観測を進めた。また、重力波・ニュートリノ・潮汐力突破現象対応ガンマ線天体の探査にさらに関わった。重力波対応天体の探

査においては、関連鄭他のガンマ線バーストに関するフェルミチームのモニター体制に参加している。その他、データプロセス管理とデータプロセスのモニタ当番に、ポスドクと学生が参加するとともに、2度のフェルミ衛星全体会議に参加して、研究の情報交換を行った。また、本年度からTeVガンマ線を観測するMAGIC望遠鏡チーム入り、データモニターや観測提案などで活動を行った（深澤，今澤）。さらに、次期大型TeVガンマ線望遠鏡CTAでの活動も立ち上げつつある。

ジェット天体である電波銀河について、61個の電波銀河について、X線の観測データを集めて系統的な解析を行い、ガンマ線光度関数、X線とガンマ線のスペクトルの比較、時間変動について調査を進め（深澤，眞武）、その一部は眞武修論文としてまとめられた。また、電波銀河の中でガンマ線で明るいM87のX線短時間変動を見つけ、HST-1という中心核から離れた場所でもTeV電子が加速されている示唆を得て、論文を投稿した。ブレイザー天体BL Lacがガンマ線で歴史的に明るくなったため、かなた望遠鏡で詳細観測を継続し、長期間、短時間の変動で興味深い結果を得た。同時に、MAGIC望遠鏡とフェルミのTeV/GeVのガンマ線との相関を調べている（今澤，間）。

フェルミ衛星はその広い視野を生かし、銀河系内の宇宙線と星間物質をプローブすることができる。2020年度は高銀緯原子雲領域の解析を進め、ガンマ線を中心とした多波長データから、空間的に離れた領域のスペクトルが酷似していることを明らかにし論文として出版した。また地球上での直接観測と合わせた宇宙線スペクトルの推定の枠組みを完成させ、2020年9月の物理学会で報告した（水野）。

[Swift衛星，XMM-Newton衛星などのX線データ解析]

すばる超広視野カメラHSCサーベイで検出された銀河団について、重力レンズとともにX線による質量測定を行い、銀河団の進化や宇宙論パラメータに制限を与えるプロジェクトを進めている。本年度引き続きXMM-Newton衛星の銀河団系統的データ解析の手法を改良して約20個の銀河団に解析を広げた。また、その中にあった衝突銀河団についての詳細X線データ解析を進め、温度・密度・圧力・エントロピーマップを2種類の方法で作成し、衝突の様子を考察し、論文執筆を進めた（Poon，楊）。

恒星質量ブラックホールや中性子星に降着する物質の状態、またこれらコンパクト天体の物理量を明らかにするため、すざく、XMM-Newton，Swift衛星などで観測されたIGR J00362+6122のデータ解析を進めた。詳細解析の結果、過去に報告されていたパルス周期を更新して、より有意なパルス検出結果を得て、軌道周期と光度の相関を出した結果、中性子星の自転周期や光度から、磁場がマグネター並みに強い可能性があることが示唆される（内田）。

ブラックホール連星として有名なGRS1915+105は、2018年から歴史的にX線で暗い状態に突入したままとなっている。そのため、その状態変化の理由やジェット放射の有無を調べるため、かなた望遠鏡により近赤外線モニター観測を開始した。また、電波との同時観測も試みた。その結果、この状態では歴史的に近赤外線で明るい状態になっていることが確認された。ただ、その赤外線がジェット由来か降着物質由来かは区別できなかったが、論文として発表した（今澤）。

[将来X線ガンマ線観測に向けた活動]

2022年度に打ち上げを目指している次期X線天文衛星XRISMにプロジェクトメンバーとして参加している。広島大学からは深澤がサイエンス検討、水野と高橋が準備チームのサブグ

ループリダーを務めており、科学運用計画の策定やソフトウェアの検証を取りまとめた。内田はX線精密分光器のチームメンバーとして、各種機器試験にリモート監視当番として参加し、機器性能評価に貢献した。

2021年に打ち上げが予定されている初のX線偏光観測衛星IXPEについて、広島大学からは水野がScience Collaboratorとして参加している。専用のシミュレーション・解析ソフトウェアを用いて、ブラックホール連星およびパルサー風星雲・超新星残骸の観測実現性を検証し、2020年3月の国際会議で発表し集録にまとめた。ブラックホール連星については竹内卒論、パルサー星雲・超新星残骸については山本修論としてまとめられた。

日米瑞の国際協力で進めている硬X線集光偏光計X(L)-Calibur気球実験では、高橋が日本側代表として参画している。2018年の南極フライトに続く次回の2022年の北極圏でのフライトでは、より大型な日本製のFFAST望遠鏡を搭載する。FFAST望遠鏡の支持構造の位置調整および較正実験を、SPring-8の硬X線ビームを利用して7月と12月に実施し、高橋、内田、学生が参加した。2022年フライトの予想感度は投稿論文にまとめた。

スウェーデンとは、宇宙での利用実績に乏しいGAGGシンチレータとMPPC光検出器の衛星軌道上での特性を評価するため、1 kg弱のCUBES検出器を2020年にキューブサットとして打ち上げる予定で準備を進めている。上空でのデータ処理ソフトウェアの一部を共同開発し、山口卒論としてまとめられた。

重力波源の探査を目的として、ガンマ線バーストの到来方向を超小型衛星群を用い(到来時間差を測定する)、精度よく決めるプロジェクトCAMELOTをハンガリーとの国際協力で推進している。2020年度は初号機・二号機を製作・試験した。初号機は2021年3月に無事打ち上げることができ、現在その運用を行っている。衛星バスおよび検出器は正常に動作し、観測データを取得している。将来のより高感度な観測に向け、MPPC光検出器のタイプの違いによる放射線耐性の違いを、若狭湾エネルギー研究センターの陽子線を用いて比較した。また、関連して、搭載したSiPMの放射線劣化について調べた結果を2つの論文として発表するとともに、今後搭載する可能性のあるGAGGシンチレータについての結果も論文として発表した。

ひとみ衛星で我々が開発した軟ガンマ線観測装置の復活を目指した磁気再結合観測衛星計画PhoENiXでは、太陽フレアに伴う軟ガンマ線偏光観測の検討を進めるとともに、搭載検出器の規模の検討を進め、ISAS公募型小型衛星に応募した。フェルミ衛星に続いて全天ガンマ線モニターを行うものとし、アメリカで立ち上がったMeVガンマ線観測衛星計画AMEGOに広島大学のメンバーも加わっている。AMEGOはNASAの大型ミッション(Probe)カテゴリに提案して選定が進められているが、中型ミッションカテゴリ(MIDEX)にも提案するため、規模を縮小したAMEGO-X計画が立ち上がり、我々も参加した。特に1MeV以下のデータ解析(コンプトン再構成)について、我々がひとみ衛星SGDで蓄積したノウハウを用いて再構成アルゴリズムの開発を開始し、末岡卒論としてまとめられた。

[かなた望遠鏡等を用いた可視赤外線観測]

年間200晩程度にわたり、東広島天文台のかなた望遠鏡を用いた活動銀河核や超新星、ガンマ線バースト、X線連星、前主系列星、重力波対応天体等の観測を実施し、そのデータに基づいた研究を行っている。観測を実施するのは、主に大学院生とポスドクである。2017年8月以降、ほぼすべての観測を主として東広島キャンパス内からリモートで実施しており、東広島天文台に車で通っていた頃に比べると格段に安全性・利便性が高まっている。これは、2018年7月の豪雨災害による東広島天文台へのアクセス道の被害や、2020年春からの新型コロナウイルス

イルス禍に対しても有効に働き、ほぼ途切れない観測が実施できている。観測データの利用率や論文生産率は、この10年にわたり、国内の他の同クラス望遠鏡と比較して同等以上を維持できている。これには、可視光と近赤外線同時観測が可能な汎用型の可視赤外線同時カメラHONIRと、一回の露出で直線偏光パラメータの取得が可能な一露出型可視広視野偏光撮像器HOWPolといった、同規模の望遠鏡では世界的にもユニークな機能を持つ観測装置が常時装着され、機動性の高い望遠鏡と共に日常的にメンテナンスがなされる体制を維持できていることも貢献している。2020年度も望遠鏡や観測装置には年間を通じて大きなトラブルはなかった。11月には、望遠鏡の主鏡面のアルミ膜再蒸着作業を、国立天文台ハワイ観測所岡山分室にて、国立天文台や188cm鏡ユーザーグループの協力の下、広島大学の学生と教員との共同作業で遂行した。

かなた望遠鏡で行われた観測のうち1割程は、国内外の共同研究により、他機関の研究者がPIとなって実施した観測であり、天文学コミュニティの中でかなた望遠鏡が一つの観測研究拠点となっている表れでもある。2020年度にかなた望遠鏡で実施された主な研究テーマとして、活動銀河核やX線連星、超新星、高エネルギーニュートリノ源天体が挙げられる。

活動銀河核やX線連星に関しては、BL Lacをはじめとする複数のブレーザー天体の可視近赤外偏光モニターを実施し、ガンマ線やX線のフレアに同期した可視近赤外線光の特徴からブラックホールから噴き出るジェットとその磁場の幾何構造を見出す研究を引き続き行っている（今澤，笹田，植村）。系内のブラックホール天体GRS1915+105について、そのX線での活動性が過去に例のないほど弱まっている時期の近赤外線偏光モニターを実施し、その解析も進めている（今里）。また、今年度は激しい活動性を示すX線連星の代表格であるGX 339-4の可視光とX線光の速い時間変動の相関を新たな統計的手法を用いて解析し、新たな順相関性を見出すなどの成果が挙げられている（大間々修論）。

超新星に関しては、主としてかなた望遠鏡を用いた観測に基づき、カルシウムリッチトランジェントとも呼ばれる特殊なIb型超新星 SN 2019ehk における光度曲線の初期ピークの存在と本ピークの早い減光、およびピーク光度が高かった特徴を見出し、親星がコンパクト天体との近接連星系をなし、親星の外層大気が剥がされて星周空間に漂っている環境で引き起こされた超新星であると推論している（中岡，川端ほか）。また、京都大学せいめい望遠鏡などとの共同観測により、通常の光度－減光率の関係性に載らない暗いIax型超新星 SN 2019muj において、後期に爆発の燃え残りと考えられる緩やかに減光し続ける放射成分があることを見出すなどしている。さらに、星周物質との衝突起源と考えられる明るい放射を示すII型超新星 SN 2017hccの後期に見いだされた赤外超過成分を、放出物質中で新たに生成されたダスト（固体微粒子）の熱放射で説明することができるかの検討が進められた。またSN 2017hccと同類の超新星と考えられるSN 2018hfgの光度を超新星成分が暗くなったフェーズでも正しく評価するため、背景の明るい母銀河成分を丁寧に引き去るためのデータ解析手法の研究も進んだ（星岡卒論）。

かなた望遠鏡ではこれ以外にも、重力波アラートやIceCubeニュートリノアラートに応じた対応天体捜索観測のほか、ガンマ線バースト、各種変光星、ブラックホール連星等の多波長・多モード観測が行われている。また、そのためのデータ解析パイプラインの開発や観測環境の整備、観測装置の開発・保守が行われている。2020年度は、HONIRにおける撮像データに加え、偏光撮像データの自動リダクションパイプラインの整備が進んだ（森，笹田）。また、突発天体が現れた際に自動的に観測をリスケジュールするための検討が進められた（古賀卒論）。

光・赤外線天文学大学間連携(以下、OISTER。2011年度～)の参加大学として、OISTERの枠組みを通じて共同観測を実施している。昨年度は計11件43夜の観測を実施した。この観測の中には、矮新星や太陽系内天体、太陽系外惑星など、広島大学のメンバーではカバーしきれていない観測も行われており、研究テーマの多様性を生んでいる。また、本連携事業では大学院生の連携教育にも力を入れており、天文画像データ解析ツールIRAFの合同オンライン講習会を企画し実施するなどしている。2020年度は宇宙科学センターの研究者がその講師を務めている。

かなた望遠鏡の現主力装置である可視赤外線同時カメラHONIRにおいて、現在空いている近赤外チャンネルの1スロットに安価で手配のし易い国内メーカー製の検出器の導入を目指して、国立天文台、鹿児島大、浜松ホトニクスなどとInGaAs検出器の共同開発を進めており、2020年度に納品した最新ロットの1.3k×1.3kピクセルモデルの性能評価を進めているところである。

[その他の可視光赤外線グループの活動]

世界的な天文観測の好サイトとして期待されている中国・チベット地区に、口径50cmのパイロット望遠鏡を設置するHinOTORIプロジェクトが、2012年以来、中国科学院国家天文台、紫金山天文台と共同で進められている。2020年度はコロナ禍で現地でのハードウェアの修理・整備は叶わなかったほか、現地の電力供給状況が不安定で観測そのものも殆ど行われなかったが、2019年11月に得た試験観測データを用いて装置やサイトの評価を行い、論文化を進めている(笹田、川端ほか)。

イベント・ホライズン・テレスコープ(EHT)は世界各地にあるサブミリ波望遠鏡を連携させて観測することで視力300万を達成し、ブラックホールの事象の地平面に迫ることを目的としたプロジェクトである。宇宙科学センターの特任助教がそのチームの正式なメンバーとして加わっており、2021年3月にはメシエ87(M87)銀河中心にある超巨大ブラックホールのシャドウ(影)の偏波パターンを解析し、磁場構造を見出したとする研究成果が公表された。またM87銀河中心に対して過去に例のない同時多波長観測を行うことによってガンマ線の放射領域がシャドウ近傍からではないことを発見する研究結果も公表された(笹田)。また、この解析で用いられているスパースモデリング技術を用いた画像処理を従来の電波観測データに適用した結果、従来の画像処理よりも細かい構造を確認することができた(福満卒論)。

宇宙航空研究開発機構(JAXA)宇宙科学研究所(ISAS)と欧州宇宙機関(ESA)が主導する赤外線衛星SPICAプロジェクトに関して、観測装置SMIの光学設計変更に伴う公差解析を実施した(稲見)。残念ながら現行のSPICAプロジェクトの中止が年度途中でESA、JAXAから発表されたことから、計画の大きな変更を余儀なくされている状況である。

また、遠方のガンマ線バーストを捜索する将来衛星HiZ-GUNDAMの開発メンバーとして参加し、同衛星の赤外線望遠鏡による観測シミュレーションや仕様検討を行った(川端、秋田谷)。

アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計(ALMA)に関し、Co-PIとして参画している宇宙初期の銀河輝線を探るALMA大型プロジェクトREBELSが採択され、観測が進行中である。別のALMA大型プロジェクトASPECSにおいて、ハッブル・ウルトラ・ディープ・フィールドでのCO分子輝線のサーベイ観測が完了し、同領域の可視光でのMUSE観測の結果も合わせて解析を行い、査読論文を発表した(稲見)。

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)の初期科学観測プログラム観測のシミュレーショ

ンを行い、実際の観測に備えている（稲見）。

第360回国際天文学連合シンポジウムに採択された国際会議 *Astronomical Polarimetry*（偏光天文学）2020をオンライン＋一部対面（会場：東広島芸術文化ホールくらら）の形式で2021年3月22-26日に実施した。1970年代より不定期に、最近では5-7年おきに実施されている国際会議で、アジア・オセアニア地域では初の開催となった。参加者総数は29か国169名に上り、盛会であった。現地開催実行委員長を川端が務めたほか、当グループの教員の多くが現地実行委員として運営に参加した。

原著論文

- [1] ◎ASASSN-18aan: An eclipsing SU UMa-type cataclysmic variable with a 3.6-hr orbital period and a late G-type secondary star, Wakamatsu, Y., Akitaya, H. (14th), Sasada, M. (24th), Nakaoka, T. (29th), and 40 colleagues, Publications of the Astronomical Society of Japan, (2021)
- [2] ◎Optical follow-up observation for GW event S190510g using Subaru/Hyper Suprime-Cam, Ohgami, T., Sasada, M. (12th), Akitaya, H. (13th), and 13 colleagues, Publications of the Astronomical Society of Japan, (2021)
- [3] ◎Time-resolved spectroscopy and photometry of M dwarf flare star YZ Canis Minoris with OISTER and TESS: Blue asymmetry in the H α line during the non-white light flare, Maehara, H., Sasada, M. (13th), Akitaya, H. (14th), and 15 colleagues, Publications of the Astronomical Society of Japan, 73, 44 (2021)
- [4] ◎Follow-up observations for IceCube-170922A: Detection of rapid near-infrared variability and intensive monitoring of TXS 0506+056, Morokuma, T., Kawabata, K. S. (5th), Sasada, M. (10th), Nakaoka, T. (14th), and 34 colleagues, Publications of the Astronomical Society of Japan, 73, 25 (2021)
- [5] ◎Multi-wavelength photometry during the 2018 superoutburst of the WZ Sge-type dwarf nova EG Cancri, Kimura, M., Akitaya, H. (18th), Kawabata, K. S. (40th), Nakaoka T. (42th), Sasada, M. (47th), and 44 colleagues, Publications of the Astronomical Society of Japan, 73, 1 (2021)
- [6] Regulating Star Formation in Nearby Dusty Galaxies: Low Photoelectric Efficiencies in the Most Compact Systems, McKinney, J., Inami, H. (6th), and 6 colleagues, The Astrophysical Journal, 908, 238 (2021)
- [7] Observations of Magnetic Fields Surrounding LkH α 101 Taken by the BISTRO Survey with JCMT-POL-2, Ngoc, N. B., Kawabata, K. S. (66th), and 147 colleagues, The Astrophysical Journal, 908, 10 (2021)
- [8] FIR-luminous [C II] Emitters in the ALMA-SCUBA-2 COSMOS Survey (AS2COSMOS): The Nature of Submillimeter Galaxies in a 10 Comoving Megaparsec-scale Structure at $z \sim 4.6$, Mitsuhashi, I., Inami, H. (15th), and 21 colleagues, The Astrophysical Journal, 907, 122 (2021)
- [9] Investigating the Effect of Galaxy Interactions on the Enhancement of Active Galactic Nuclei at $0.5 < z < 3.0$, Shah, E. A., Inami, H. (16th), and 31 colleagues, The Astrophysical Journal, 904, 107 (2020)
- [10] GOODS-ALMA: Using IRAC and VLA to probe fainter millimeter galaxies, Franco, M., Inami, H. (16th), and 34 colleagues, Astronomy and Astrophysics, 643, A53 (2020)
- [11] GOODS-ALMA: The slow downfall of star formation in $z = 2-3$ massive galaxies, Franco, M.,

- Inami, H. (17th), and 35 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 643, A30 (2020)
- [12] Gravitational Test beyond the First Post-Newtonian Order with the Shadow of the M87 Black Hole, Psaltis, D., Sasada, M. (154th), and 186 colleagues, *Physical Review Letters*, 125, 141104 (2020)
- [13] Feature selection for classification of blazars based on optical photometric and polarimetric time-series data, Uemura, M., and 3 colleagues, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 72, 74 (2020)
- [14] Direct Evidence of Two-component Ejecta in Supernova 2016gkg from Nebular Spectroscopy, Kuncarayakti, H., Kawabata, K. S. (14th), and 18 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 139 (2020)
- [15] The ALMA Spectroscopic Survey in the Hubble Ultra Deep Field: Constraining the Molecular Content at $\log(M^*/M_{\odot}) \sim 9.5$ with CO Stacking of MUSE-detected $z \sim 1.5$ Galaxies, Inami, H., and 21 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 113 (2020)
- [16] The ALMA Spectroscopic Survey Large Program: The Infrared Excess of $z = 1.5$ -10 UV-selected Galaxies and the Implied High-redshift Star Formation History, Bouwens, R., Inami, H. (18th), and 23 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 112 (2020)
- [17] The Evolution of the Baryons Associated with Galaxies Averaged over Cosmic Time and Space, Walter, F., Inami, H. (28th), and 32 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 111 (2020)
- [18] The ALMA Spectroscopic Survey in the Hubble Ultra Deep Field: Multiband Constraints on Line-luminosity Functions and the Cosmic Density of Molecular Gas, Decarli, R., Inami, H. (13th), and 21 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 110 (2020)
- [19] The ALMA Spectroscopic Survey in the Hubble Ultra Deep Field: CO Excitation and Atomic Carbon in Star-forming Galaxies at $z = 1$ -3, Boogaard, L. A., Inami, H. (17th), and 17 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 109 (2020)
- [20] Two Flares with One Shock: The Interesting Case of 3C 454.3, Lioudakis, I., Uemura, M. (20th), and 19 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 902, 61 (2020)
- [21] GOODS-ALMA: Optically dark ALMA galaxies shed light on a cluster in formation at $z = 3.5$, Zhou, L., Inami, H. (20th), and 31 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 642, A155 (2020)
- [22] The ALMA Spectroscopic Survey in the Hubble Ultra Deep Field: The Nature of the Faintest Dusty Star-forming Galaxies, Aravena, M., Inami, H. (17th), and 21 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 901, 79 (2020)
- [23] Monitoring the Morphology of M87* in 2009-2017 with the Event Horizon Telescope, Wielgus, M., Sasada, M. (181th), and 217 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 901, 67 (2020)
- [24] Blazar Radio and Optical Survey (BROS): A Catalog of Blazar Candidates Showing Flat Radio Spectrum and Their Optical Identification in Pan-STARRS1 Surveys, Itoh, R., Kawabata, K. S. (7th), and 6 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 901, 3 (2020)
- [25] The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey. XV. The mean rest-UV spectra of Ly α emitters at $z > 3$, Feltre, A., Inami, H. (15th), and 23 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 641, A118 (2020)
- [26] \odot Trigonometric parallax of O-rich Mira variable star OZ Gem (IRAS 07308+3037): A confirmation of the difference between the P-L relations of the Large Magellanic Cloud and the Milky Way, Urago, R., Nakaoka, T. (11th), Kawabata, K. S. (14th), and 11 colleagues, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 72, 57 (2020)
- [27] A Comparison of the Stellar, CO, and Dust-continuum Emission from Three Star-forming HUDF

- Galaxies at $z \sim 2$, Kaasinen, M., Inami, H. (17th), and 18 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 899, 37 (2020)
- [28] The JCMT BISTRO Survey: Magnetic Fields Associated with a Network of Filaments in NGC 1333, Doi, Y., Kawabata, K. S. (68th), and 136 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 899, 28 (2020)
- [29] A Compton-thick nucleus in the dual active galactic nuclei of Mrk 266, Iwasawa, K., Inami, H. (5th), and 7 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 640, A95 (2020)
- [30] Event Horizon Telescope imaging of the archetypal blazar 3C 279 at an extreme 20 microarcsecond resolution, Kim, J.-Y., Sasada, M. (178th) and 352 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 640, A69 (2020)
- [31] Verification of Radiative Transfer Schemes for the EHT, Gold, R., Sasada, M. (170th), and 206 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 897, 148 (2020)
- [32] THEMIS: A Parameter Estimation Framework for the Event Horizon Telescope, Broderick, A. E., Sasada, M. (156th), and 192 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 897, 139 (2020)
- [33] ©Variations of the physical parameters of the blazar Mrk 421 based on analysis of the spectral energy distributions, Yamada, Y., Uemura, M. (2nd), Fukazawa, Y. (4th), and 3 colleagues, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 72, 42 (2020)
- [34] VLA-ALMA Spectroscopic Survey in the Hubble Ultra Deep Field (VLASPECS): Total Cold Gas Masses and CO Line Ratios for $z = 2-3$ Main-sequence Galaxies, Riechers, D. A., Inami, H. (14th), and 17 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 896, L21 (2020)
- [35] The MUSE Hubble Ultra Deep Field Survey. XIV. Evolution of the Ly α emitter fraction from $z = 3$ to $z = 6$, Kusakabe, H., Inami, H. (8th), and 19 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 638, A12 (2020)
- [36] Late-phase Spectropolarimetric Observations of Superluminous Supernova SN 2017egm to Probe the Geometry of the Inner Ejecta, Saito, S., Kawabata, K. S. (8th), and 7 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 894, 154 (2020)
- [37] ©Evidence for planetary hypothesis for PTF0 8-8695 b with five-year optical/infrared monitoring observations, Tanimoto, Y., Nakaoka T. (7th), Akitaya, H. (17th), Kawabata, K. S. (19th), and 15 colleagues, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 72, 23 (2020)
- [38] Elevated ionizing photon production efficiency in faint high-equivalent-width Lyman- α emitters, Maseda, M. V., Inami, H. (14th), and 17 colleagues, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 493, 5120 (2020)
- [39] ©SN 2019ein: New Insights into the Similarities and Diversity among High-velocity Type Ia Supernovae, Kawabata, M., Nakaoka, T. (4th), Kawabata, K. S. (5th), Akitaya, H. (7th), Imazato, F. (13th), Kimura, H. (17th), Sasada, M. (32th), Takagi, K. (37th), and 33 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 893, 143 (2020)
- [40] ALMA Imaging of the CO (7-6) Line Emission in the Submillimeter Galaxy LESS 073 at $z = 4.755$, Zhao, Y., Inami, H. (7th), and 10 colleagues, *The Astrophysical Journal*, 892, 145 (2020)
- [41] SYMBA: An end-to-end VLBI synthetic data generation pipeline. Simulating Event Horizon Telescope observations of M 87, Roelofs, F., Sasada, M. (171th), and 207 colleagues, *Astronomy and Astrophysics*, 636, A5 (2020)
- [42] ©“The Fourth Catalog of Active Galactic Nuclei Detected by the Fermi Large Area Telescope,”

- Ajello, M., Fukazawa, Y. (36th), Mizuno, T. (75th), Poon, H. (95th), and 114 coauthors, ApJ 892, 105 (2020)
- [43] ©“Fermi Large Area Telescope Fourth Source Catalog,” Abdollahi, S., Fukazawa, Y. (58th), Mizuno, T. (111th), Poon, H. (133th), Takahashi, H. (156th), and 163 coauthors, ApJS 247, 33 (2020)
- [44] ©“First Fermi-LAT Solar Flare Catalog,” Ajello, M., Fukazawa, Y. (25th), Mizuno, T. (52th), and 82 coauthors, ApJS 252, 13 (2021)
- [45] ©“Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array for probing cosmology and fundamental physics with gamma-ray propagation,” Abdalla, H., Fukazawa, Y. (164th), Mizuno, T. (292th), Takahashi, H. (442th), and 504 coauthors, JCAP 2, 48 (2021)
- [46] ©“High-energy emission from a magnetar giant flare in the Sculptor galaxy,” Ajello, M., Fukazawa, Y. (36th), Mizuno, T. (68th), Poon, H. (81th), and 105 coauthors, Nature Astronomy 11 (2021)
- [47] “On the Origin of the Gamma-Ray Emission toward SNR CTB 37A with Fermi-LAT,” Abdollahi, S., Fukazawa, Y. (3rd), and 3 coauthors, ApJ 896, 76 (2020)
- [48] ©Origin of the UV to X-Ray Emission of Radio Galaxy NGC 1275 Explored by Analyzing Its Variability; Imazato, F., Fukazawa, Y., Sasada, M., Sakamoto, T., The Astrophysical Journal, Volume 906, Issue 1, id.30, 12 pp(2021)
- [49] © The simulation framework of the timing-based localization for future all-sky gamma-ray observations with a fleet of CubeSats; Ohno, M., Werner, N., Pl, A., Mszros, L. Ichinohe, Y., pa, J., Topinka, M., Munz, F., Galgcz, G., Fukazawa, Y., Mizuno, T., Takahashi, H., Uchida, N., Torigoe, K., Hirade, N., Hirose, K., Matake, H., Nakazawa, K., Hisadomi, S., Odaka, H., Proceedings of the SPIE, Volume 11454, id. 114541Z 9 pp. (2020)
- [50] ©GRBAlpha: a 1U CubeSat mission for validating timing-based gamma-ray burst localization; Pl, A., Ohno, M., Mszros, L., Werner, N., Ripa, J., Frajt, M., Hirade, N., Hudec, Jn., Kapu, J., Koleda, M., Laszlo, R., Lipovsk, P., Matake, H., melko, M., Uchida, N., Csk, B., Enoto, T., Frei, Zsolt., Fukazawa, Y., Galgcz, G., Proceedings of the SPIE, Volume 11444, id. 114444V 9 pp. (2020)
- [51] ©Origin of the in-orbit instrumental background of the Hard X-ray Imager onboard Hitomi ; Hagino, K., Mizuno, T.(6th), Fukazawa, Y.(21th), Takahashi, H.(38th) 他45名, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, Volume 6, id. 046003 (2020)
- [52] Cosmological Evolution of Flat-spectrum Radio Quasars Based on the Swift/BAT 105 Month Catalog and Their Contribution to the Cosmic MeV Gamma-Ray Background Radiation ; Toda, K., Fukazawa, Y., Inoue, Y., The Astrophysical Journal, Volume 896, Issue 2, id.172, 7 pp. (2020)
- [53] ©“XL-Calibur - a second-generation balloon-borne hard X-ray polarimetry mission”, Abarr, Q., Mizuno, T. (24th), Takahashi, H. (32nd), Uchida, Y. (38th), Astroparticle Physics, 126, 102529 (2021)
- [54] ©“XL-Calibur: the next-generation balloon-borne hard x-ray polarimeter”, Maeda, Y., Fukazawa, Y. (12th), Mizuno, T. (29th), Takahashi, H. (41st), Uchida, Y. (45th), Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 11444, 114442X (2021)
- [55] ©“New method to make a smooth surface on Carbon Fiber Reinforced Plastic (CFRP) substrate”, Awaki, H., Takahashi, H. (21st), Uchida, Y. (22nd), Society of Photo-Optical Instrumentation

- Engineers (SPIE) Conference Series, 11444, 114447P (2021)
- [56] “Super DIOS mission for exploring “dark baryon””, Sato, K., Uchida, Y. (24th), Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 11444, 114445O (2021)
- [57] ©“Detail plans and preparations for the science operations of the XRISM mission”, Terada, Y., Takahashi, H. (5th), Mizuno, T. (7th), Fukazawa, Y. (15th), Uchida, Y. (35th), Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 11444, 114445E (2021)
- [58] ©“The XRISM science data center: optimizing the scientific return from a unique x-ray observatory”, Loewenstein, M., Takahashi, H. (13th), Mizuno, T. (15th), Fukazawa, Y. (21st), Uchida, Y., (29th), Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 11444, 114445D (2021)
- [59] ©“Status of x-ray imaging and spectroscopy mission (XRISM)”, Tashiro, M., Fukazawa, Y. (50th), Mizuno, T. (115th), Takahashi, H. (159th), Uchida, Y. (171st), Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 11444, 1144422 (2021)
- [60] ©“Annealing of proton radiation damages in Si-PM at room temperature”, N. Hirade, H. Takahashi (2nd), Y. Fukazawa(6th), T. Mizuno(7th), Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 986, 164673 (2021)
- [61] ©“Attenuation characteristics of a Ce:Gd₃Al₂Ga₃O₁₂ scintillator”, N. Uchida, H. Takahashi (2nd), T. Mizuno(4th), Y. Fukazawa(5th), Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 986, 164725 (2021)
- [62] ©“Silicon photomultiplier (Si-PM) comparisons for low-energy gamma ray readouts with BGO and CsI (Tl) scintillators”, H. Takahashi, T. Mizuno(5th), Y. Fukazawa(6th), Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 989, 164945 (2021)
- [63] “Dust polarized emission observations of NGC 6334. BISTRO reveals the details of the complex but organized magnetic field structure of the high-mass star-forming hub-filament network”, D. Arzoumanian, K. S. Kawabata(66th), Astronomy & Astrophysics, 647, A78 (2021)
- [64] “First M87 Event Horizon Telescope Results. VII. Polarization of the Ring”, K. Akiyama, M. Sasada(199th), The Astrophysical Journal, 910, L12 (2021)
- [65] “First M87 Event Horizon Telescope Results. VIII. Magnetic Field Structure near The Event Horizon”, K. Akiyama, M. Sasada(190th), The Astrophysical Journal, 910, L13 (2021)
- [66] “Polarimetric Properties of Event Horizon Telescope Targets from ALMA”, C. Goddi, M. Sasada(199th), The Astrophysical Journal, 910, L13 (2021)

総説

該当無し

国際会議

(招待講演)

- [1] Hanae Inami (Invited panelist), “How can we continue building this community, especially for early-career researchers?”, ESO IR2020 Ground-based thermal infrared astronomy -- past,

present and future, 2020.10.12-16, Online

- [2] Mahito Sasada (Invited), “Shot analysis of Kepler-observed blazar and related topics”, Sandwich workshop 2021, PECS (under Slovakia-ESA collaboration), 2021.2.15, Online
- [3] Hikomitsu Takahashi, “Hard X-ray polarimetry in the stratosphere”, COSPAR2021, 2021.2.2, Online
- [4] Hikomitsu Takahashi, “XL-Calibur, the next-generation balloon-borne hard X-ray polarimeter”, COSPAR2021, 2021.2.3, Online
- [5] Hikomitsu Takahashi, “Final results from the PoGO+ hard X-ray polarimetry mission”, COSPAR2021, 2021.2.3, Online

(一般講演)

- [1] Fukazawa, Y., “Luminosity Function of 4FGL MAGN”, Fermi-LAT collaboration meeting, 2020.8.31 – 2020.9.4, online, 130
- [2] Fukazawa, Y., “High-E emission component, population, and contribution to EGB of GeV radio galaxies”, Fermi-LAT collaboration meeting, 2021.3.15-19, online, 130
- [3] Mizuno, T., “MBM53-55 & Pegasus loop using HI line profile”, Fermi-LAT collaboration meeting, 2021.3.15-19, online, 130
- [4] Fukazawa, Y., “The radio-galaxy NGC 1218 (3C 78)”, MAGIC collaboration EGAL Cycle 16 Proposals - Second iteration. 2020.10.8, Online, 60
- [5] M. Uemura, “Finding Features in Erratic Polarization Variations of Blazars”, oral, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [6] M. Sasada, “Spectropolarimetric Observation for NGC 1275 With Subaru/FOCAS”, poster, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [7] K. S. Kawabata, “Optical Polarimetry for Bright Early Afterglow of GRB 180720B”, poster, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [8] H. Takahashi, “XL-Calibur, the Next-generation Balloon-borne Hard X-ray Polarimeter”, oral, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [9] Ryo Imazawa, “Microvariability of BL Lacertae in Optical and Near-Infrared Bands During 2020 Flare”, poster, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [10] Ryuuuya Yamamoto, “Simulation Study of IXPE Capability for the Crab Nebula and Supernova Remnants”, poster, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [11] Natsuko Hazama, “Optical and Near-Infrared Photopolarimetric Monitoring of BL Lacertae During 2020 Flaring State”, poster, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [12] Fumiki Mori, “Construction for Automatic Analysis System for Photopolarimetric Data Obtained by HONIR/Kanata Telescope”, poster, Astronomical Polarimetry 2020, 2021.3.22-26, Higashi-Hiroshima, 150 people
- [13] H. Takahashi, “Radiation damage of Hamamatsu Si-PMs (MPPCs)” GRB Nanosats meeting, 2020.6.1, Online, 30
- [14] ©T. Mizuno, H. Takahashi et al. “XRISM Science Operation Team (SOT) report,” XRISM Team Meeting #3, 2020.11.30-2020.12.4, online, 100 participants

- [15] ©H. Takahashi, T. Mizuno et al., “XRISM Science Operation Team (SOT) report,” XRISM Science Meeting #3, 2020.6.22-24, online, 100 participants
- [16] H. Takahashi, “Japanese X-ray polarization activities”, High Energy AstroPhysics Association meeting, 2021.3.8-10, Online, 150
- [17] Imazawa, R., “Flare Advocates Report P222”, MAGIC AGN meeting, 2021.1.14, online, 60

国内会議

(招待講演, 依頼講演)

- [1] 植村 誠:「解の決まらない問題とサンプリング 天文学のケーススタディー」, スマートサンプリング講演会, 2020年9月11日, オンライン, 100名
- [2] 深澤泰司:「MeVガンマ線観測計画レビュー」, 宇宙線研究者会議将来検討タウンミーティング, 2021年3月30日, 100名, オンライン
- [3] 水野恒史, 他:「X線偏光観測衛星IXPE」2020年11月11日, OISTER workshop, 100名, オンライン
- [4] 深澤泰司:「第3期将来計画検討委員会答申報告」, 第20回高宇連研究会, 2021年3月8日-10日, オンライン, 70名

(一般講演)

- [1] 高橋弘充:「硬X線偏光観測実験XL-Calibur気球実験計画の2022年フライトへ向けた準備状況」, 春の物理学会, 2021年3月12日-15日, オンライン
- [2] 今澤 遼:「宇宙利用に向けた光検出器MPPCの陽子放射線耐性」, 春の物理学会, 2021年3月12日-15日, オンライン
- [3] 植村 誠:「情報理論を用いた突発現象の追跡観測に関する意思決定の自動化」, 春の天文学会, 2021年3月16日-19日, オンライン
- [4] 高橋弘充:「大質量X線連星GX 301—2における増光時の円盤降着の幾何構造」, 春の天文学会, 2021年3月16日-19日, オンライン
- [5] 眞武寛人:「ガンマ線を発する電波銀河のX線統計解析(2)」, 春の天文学会, 2021年3月16日-19日, オンライン
- [6] 水野恒史:「宇宙線直接観測とガンマ線観測による近傍宇宙線スペクトルの研究(2)」, 秋の物理学会, 2020年9月14日-17日, オンライン
- [7] 高橋弘充:「シンチレータによる低エネルギーガンマ線検出に向けたMPPCの性能比較」, 秋の物理学会, 2020年9月14日-17日, オンライン
- [8] 深澤泰司:「電波銀河のガンマ線背景放射への寄与」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン
- [9] 高橋弘充:「硬X線偏光観測実験XL-Calibur気球の2022年フライトへ向けた準備状況」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン
- [10] 楊 冲:「XMM衛星データを用いたMCXCJ0157.4-0550の2次元温度密度構造の解析3」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン
- [11] 大間々知輝:「GX 339—4 の X 線と可視光光度曲線のタイムラグ解析:可視光が先行する順相関成分」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン
- [12] 眞武寛人:「突発天体位置決定に向けた超小型衛星CAMELOTの開発現状」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン

- [13] 山本龍哉：「シミュレーションを用いたIXPE衛星による広がった天体の軟X線偏光解析手法の研究」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン
- [14] 今澤 遼：「電波銀河M87の軟 ~ 硬X線スペクトルの推移および中心コアとHST-1の光度変動」, 秋の天文学会, 2020年9月8日-10日, オンライン
- [15] 高橋弘充：「日米欧の国際協力で推進する硬X線集光偏光計XL-Calibur気球計画」, 第21回宇宙科学シンポジウム, 2021年1月6日-7日, オンライン, 200名
- [16] 高橋弘充：「日米欧の国際協力で推進する硬X線集光偏光計XL-Calibur計画」, 2020年度大気球シンポジウム, 2020年11月5日-6日, オンライン, 50名
- [17] 高橋弘充：「中印の将来計画」高宇連将来計画タウンミーティング, 2020年7月27日, オンライン, 100名
- [18] 今澤 遼：「電波銀河 IC310/NGC1275 の GeV/TeV ガンマ線の時間変動の研究」, 天文・天体物理若手夏の学校2020, 2020年8月24日-27日・オンライン, 30人
- [19] 今澤 遼：「ブレーザーBL Lacertaeフレア期の測光偏光モニター観測」, 第11回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年10月10日-12日, オンライン, 100人
- [20] 今里郁弥：「ブラックホールX線連星GRS 1915+105の X-ray low luminous state時の近赤外線長期変動成分の放射起源について」, 第11回光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年11月10日-12日, オンライン, 100人
- [21] 今里郁弥：「GRS 1915+105の近赤外線長期モニター観測」, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [22] 濱田大晴：「IIn型超新星SN2017hccの可視近赤外線観測に基づく研究」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [24] 濱田大晴：「IIn型超新星SN2017hccの観測的研究」, ポスター発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [24] 濱田大晴：「赤外超過が観測されたIIn型超新星SN2017hccの星周ダストの時間進化」, ポスター発表, 光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年11月10日-12日, オンライン, 100人
- [25] 濱田大晴：「爆発後期に赤外超過を示したIIn型超新星SN2017hccの星周ダストについて」, 口頭発表, 超新星研究会, 2020年11月18日-19日, オンライン, 31人
- [26] 金子彩音：「IIn型超新星 SN 2019vxx」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [27] 間 夏子：「IceCube天体多波長観測」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [28] 森 文樹：「偏光データ自動解析とブレーザー」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [29] 森 文樹：「かなた望遠鏡の偏光撮像データの自動解析システム構築および性能の評価」, ポスター発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [30] 大間々知輝：「GX 339-4のX線と可視光光度曲線のタイムラグ解析」, ポスター発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [31] Yun Jeung：「Optical and NIR observations of transitional Type Ia SN 2018gv」, ポスター発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [32] 森 文樹：「かなた望遠鏡/HONIRにおける偏光撮像データの即時自動解析システムの構

築」, ポスター発表, 光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年11月10日-12日, オンライン, 100人

- [33] 川端弘治: 「かなた経緯, GRB即時観測, SGMAP」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [34] 秋田谷 洋: 「かなた観測装置の状況」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [35] 中岡竜也: 「この1年間のかなた観測サマリー, 大学間連携対応」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [36] 笹田真人: 「J-GEM対応, IceCube(AMON)対応」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [37] 中岡竜也: 「超新星2: 観測状況・SN 2019ehk」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [38] 植村 誠: 「追跡観測の意思決定の自動化 ー情報理論の枠組みを用いてー & Conclusion」, 口頭発表, かなた内部ワークショップ, 2020年6月29日, オンライン, 20人
- [39] 川端弘治: 「広島大学宇宙科学センター: 活動概要」, 口頭発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [40] 植村 誠: 「広島大学かなた望遠鏡と観測装置の使用状況」, 口頭発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [41] 秋田谷 洋: 「かなた望遠鏡における装置運用・開発」, 口頭発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [42] 笹田真人: 「かなた望遠鏡による突発天体の即時フォローアップ観測」, 口頭発表, せいめい望遠鏡ユーザーズミーティング, 2020年8月17日-19日, オンライン, 100人
- [43] 植村 誠: 「データ科学・機械学習的な手法の応用例」, 2020年度光赤天連シンポジウム, 2020年9月15日, オンライン, 100名
- [44] 中岡竜也: 「広島大学の活動報告」, 口頭発表, 光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年11月10日-12日, オンライン, 100人
- [45] 笹田真人: 「重力波観測ランO3におけるJ-GEMの可視・近赤外フォローアップ観測」, 口頭発表, 光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年11月10日-12日, オンライン, 100人
- [46] 秋田谷 洋: 「光赤外線大学間連携への期待」, 口頭発表, 光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2020年11月10日-12日, オンライン, 100人

学生の学会発表実績

(国際会議)

○博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数	6件
○博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	0件
○博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数	0件

(国内会議)

○博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数	17件
○博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	2件
○博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数	2件

セミナー・講演会開催実績

- [1] 植村 誠, 他, 宇宙科学センター教員: オンライン宇宙セミナー「火星の月から水惑星の起源を探る火星衛星探査計画MMX」, 2020年11月1日, オンライン, 100名, 主催
- [2] 深澤泰司, 他: 2020年ノーベル賞解説セミナー, 広島大学理学融合教育研究センター・極限宇宙研究拠点共同開催, 2020年12月12日, オンライン, 200名

高大連携事業への参加状況

- [1] 植村 誠: グローバルサイエンスキャンパス(GSC)広島, 2020年4月-2021年3月, 高校生の指導

国内研究会開催

- [1] 植村 誠: 「天文データ科学の新しい潮流」(日本天文学会2021年春季年会企画セッション), 2021年3月17日-18日, 100名, 主催
- [2] 深澤泰司: 「高宇連将来検討タウンミーティング 2030年代を見据えた将来計画検討」, 2020年7月27日, 60名, 主催(オンライン)
- [3] 深澤泰司: 「MeVガンマ線リサーチグループ会議」, 2021年3月23,26日, 20名, 主催(オンライン)
- [4] 稲見華恵, 他: 「光学赤外線天文連絡会シンポジウム」, 2020年09月14日-17日, 主催(オンライン)
- [5] 高橋弘充, 他: 「第20回高宇連研究会」, 2021年3月8日-10日, 150名, 主催(オンライン)
- [6] 笹田真人, 他: 「多波長研究のための観測データの使い方・見方」, 2020年11月24日-25日, 100名, 主催(オンライン)

国際会議, 国際研究会開催

- [1] ◎LOC: 川端弘治 (代表), 秋田谷 洋 (副代表), 深澤泰司, 稲見華恵, 松村雅文, 水野恒史, 永井 洋, 中岡竜也, 笹田真人, 新永浩子, 高橋弘充, 内田悠介, 植村 誠
SOC: 新永浩子(chair), B-G Andersson (co-chair), A. M. Magalhaes (co-chair), F. Menard (co-chair), E. Falgarone, J. L. Hoffman, 石黒正晃, 川端弘治, 松村雅文, T. Pillai, S. Potter, C. V. Rodrigues, 田村元秀: Astronomical Polarimetry 2020 – New Era of Multi-Wavelength Polarimetry, 2021年3月22日-26日, 東広島芸術文化ホールくらら(オンライン併用のハイブリッド開催), 169名(うち現地参加8名)
- [2] SOC: 稲見華恵, 他: “East-Asian ALMA Science Workshop 2021”, 2021年02月17日-19日

講演会・セミナー講師

- [1] 川端弘治: 「サイエンスレクチャー やはりブラックホールが最強か? 最新の宇宙科学」, 2021年3月8日, 安田女子中学・高等学校(オンライン講義), 高1,2生, 20名参加
- [2] 川端弘治: 「サイエンスレクチャー やはりブラックホールが最強か? 最新の宇宙科学」, 2021年3月9日, 広島大学附属東雲中学校(オンライン講義), 中3生, 28名参加
- [3] 稲見華恵: スウィンバーン工科大学 コロキウム, 2020年09月24日, オンライン
- [4] 笹田真人: 「ブラックホールと天文学」, 2020年10月22日, 岐阜県立大垣東高等学校(オンライン連携講座), 高校1年生, 40名

- [5] 植村 誠：「銀河系の中心にある巨大ブラックホールの発見,の解説」, 2020年ノーベル賞解説セミナー, 広島大学理学融合センター・極限宇宙研究拠点共同開催, 2020年12月12日, オンライン, 200名

社会活動, 学会委員

- [1] 深澤泰司：高エネルギー宇宙連絡会将来検討委員, 委員長
- [2] 深澤泰司：ガンマ線観測衛星フェルミ衛星国際チーム予算委員メンバー
- [3] 深澤泰司：ガンマ線観測衛星フェルミ衛星国際チームシニアサイエンスアドバイザー委員メンバー
- [4] 深澤泰司：宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 MeVガンマ線観測衛星検討リサーチグループ代表者
- [5] 深澤泰司：宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 小規模計画「フェルミガンマ線宇宙望遠鏡による高エネルギー宇宙観測の推進」：研究代表者
- [6] 深澤泰司：XRISM衛星Participating Scientist
- [7] 深澤泰司：日本物理学会代議員
- [8] 川端弘治：日本天文学会 欧文研究報告編集委員会 委員
- [9] 川端弘治：日本天文学会 天体発見賞選考委員会 委員
- [10] 川端弘治：国立天文台 TMT科学諮問委員会 委員
- [11] 川端弘治：国立天文台 光・赤外線天文学研究教育大学間連携協議会委員
- [12] 川端弘治：兵庫県立大学天文科学センター運営委員会 外部委員
- [13] 川端弘治：マツダ財団科学わくわくプロジェクト実行委員会 委員
- [14] 植村 誠：TMT International Science Development Teams 委員
- [15] 植村 誠：日本学術会議総合工学委員会科学的知見の創出に資する可視化分科会可視化の新パラダイム策定小委員会 委員
- [16] 稲見華恵：JAXA/ISAS SPICAサイエンス検討会「近傍銀河・銀河系」班 委員
- [17] 稲見華恵：ESA SPICA Science Study Team (SST) / Science Working Group “Galaxy Evolution Working Group” 委員
- [18] 稲見華恵：TMT International Science Development Teams 委員
- [19] 稲見華恵：光学赤外線天文連絡会運営委員会 委員
- [20] 高橋弘充：高エネルギー宇宙物理連絡会運営委員会 委員
- [21] 高橋弘充：日本物理学会代議員
- [22] 高橋弘充：宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 大気球委員会 委員
- [23] 高橋弘充：宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 小規模計画「XL-Calibur気球実験」：研究代表者
- [24] 水野恒史：日本物理学会 宇宙線宇宙物理領域 副代表
- [25] 稲見華恵：すばる望遠鏡観測プロポーザル審査員
- [26] 稲見華恵：次世代大型望遠鏡アクセスWG 委員
- [27] 稲見華恵：すばる科学諮問委員会 委員

外部評価委員

- [1] 深澤泰司：金沢大学先進宇宙理工学研究センター外部評価委員
- [2] 川端弘治：国立天文台 プロジェクト評価委員会 委員

各種研究員と外国人留学生の受入状況
研究員4名(科研費3件, 大学間連携1件)
留学生(D: 3名, M: 0名, 研究生: 0名)

国際共同研究

- [1] 深澤泰司, 水野恒史, 高橋弘充, Helen Poon, Fermi LAT collaboration (主にアメリカ, イタリア, フランスの450名), 約10の国内研究機関: 宇宙ガンマ線観測衛星フェルミによる高エネルギー宇宙観測の研究
- [2] 深澤泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 内田悠介, XRISM (主にアメリカ, オランダ, イギリスの100名), ISAS/JAXA, 約20の国内研究機関: X線観測衛星XRISMによる高エネルギー宇宙観測の研究
- [3] 深澤泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 内田悠介, MeVガンマ線衛星計画AMEGO (主にアメリカ): 次期MeVガンマ線衛星計画AMEGOに関する共同研究
- [4] 高橋弘充, 水野恒史, 深澤泰司, Prof. Mark Piece (スウェーデン, スウェーデン王立工科大学), 名大など: “超小型衛星CUBES, GRBガンマ線偏光小型衛星SPHiNX計画”
- [5] 水野恒史, 深澤泰司, 高橋弘充, IXPE衛星 (主にイタリア, アメリカ), 理研, 名大, 阪大, 山形大: X線偏光観測衛星IXPE
- [6] 深澤泰司, 水野恒史, 高橋弘充, CTA collaboration (主にヨーロッパ, アメリカの約200名), 東大宇宙線研など約20の国内研究機関: 次世代TeVガンマ線望遠鏡の開発
- [7] Norbert Werner, 大野雅功, 深澤泰司, 水野恒史, 高橋弘充, Eotvos大学などハンガリー機関, 名大, 京大, 理研: 重力波対応SGRB観測超小型衛星群計画
- [8] 高橋弘充, 水野恒史, 深澤泰司, 内田悠介, Prof. Henric Krawczynski (アメリカ, ワシントン大学), 阪大, 名大など: 硬X線偏光気球実験X-Calibur
- [9] 深澤泰司, 水野恒史, IceCube collaboration (主にアメリカ, 他にヨーロッパなど): 高エネルギーニュートリノ対応天体の研究
- [10] 高橋弘充, Dr. 濱口健二, Dr. Michael Corcoran, アメリカ・NASA/GSFC: 大質量連星Eta Carinaeの国際共同研究
- [11] 高橋弘充, Dr. 岡島 崇 (アメリカ, NASA), 京大, 理研など: X線CubeSat開発
- [12] 水野恒史, “Jessica Metzger (Chicago Univ. USA), Andrew Strong (MPE, German), Elena Orlando (Stanford Univ., USA)”: 星間空間宇宙線スペクトルの研究
- [13] 川端弘治, 植村 誠, 笹田真人, 秋田谷 洋, LIGO-Virgo Collaboration (California Institute of Technology, European Gravitational Wave Observatory 他), 内海洋輔・米国・Stanford University: 重力波の電磁波対応現象の探索
- [14] 川端弘治, 中岡竜也, “D. Sahu, G. C. Anupama (India, Indian Institute of Astrophysics), Shashi B. Pandey (India, Aryabhata Research Institute of Observational-Sciences)”: 近傍超新星の多バンドモニター観測研究
- [15] 川端弘治, 植村 誠, 笹田真人, Yao Yongqiang (Chinese Academy of Science, National Astronomical Observatory of China): 西チベット阿里観測所におけるHinOTIRIプロジェクトの推進
- [16] 川端弘治, 笹田真人, 中岡竜也, 秋田谷 洋, “IceCube collaboration (University of Alberta, Stanford University, 他多数), 内海洋輔・米国・Stanford University”: IceCube高エネルギーニュートリノ対応天体の研究

- [17] 川端弘治, Antonio Mario Magalhaes, Universidade de São Paulo, ブラジル : 可視偏光サーベイによる銀河磁場・星間物質・突発天体の研究
- [18] 稲見華恵, “Lee Armus (California Institute of Technology, USA), Vassilis Charmandaris (University of Crete, Greece) 他” : 近傍宇宙の高光度赤外線銀河の研究
- [19] 稲見華恵, Fabian Walter 他, (Max Planck Institute for Astronomy) : ミリ波サブミリ波を用いた深宇宙探査
- [20] 稲見華恵, Mark Dickinson 他, “(National Optical Astronomy Observatory, USA)” : 遠方宇宙の高光度赤外線銀河の研究
- [21] 稲見華恵, MUSE Consortium, “(France, Netherlands, Germany, Switzerland, Portugal)” : 超広視野可視光線面分光装置MUSEを用いた深宇宙探査
- [22] 笹田真人, Event Horizon Telescope Collaboration, “(Harvard University, MIT, NAOJ 他)” : 巨大ブラックホールの影の観測
- [23] 稲見華恵, Rychard Bouwens, 他 (Leiden University オランダ, 英国, 米国, スイス他) : ALMA 大型プロジェクトREBELS
- [24] 稲見華恵, Desika Narayanan (フロリダ大学) : ダスト吸収曲線の研究

研究助成金の受け入れ状況

- [1] 深澤泰司 : 科学研究費補助金新学術領域研究 (研究領域提案型) (計画研究)
平成29-33年度「高エネルギー観測で探る重力波天体」研究分担者, 令和2年度直接経費6,000千円
- [2] 深澤泰司 : 高エネルギー加速器研究機構 日米協力事業費「GLAST衛星開発」研究代表者, 令和2年度直接経費3,000千円
- [3] 深澤泰司 : 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 小規模計画「フェルミガンマ線宇宙望遠鏡による高エネルギー宇宙観測の推進」: 研究代表者, 平成29-33年度, 令和2年度直接経費4,500千円
- [4] 水野恒史 : 科学研究費補助金基盤研究(B) 平成29-令和2年度「GeVガンマ線観測を基軸とした多波長観測による星間ガスの定量」研究代表者, 令和2年度直接経費1,400千円
- [5] 水野恒史 : 科学研究費補助金基盤研究(A) 平成31-令和5年度「X線偏光観測による回転するブラックホールの時空構造の解明」研究分担者, 令和2年度直接経費500千円
- [6] 水野恒史 : 二国間交流事業 平成31-令和2年度「超小型衛星CAMELOTによる重力波対応天体のガンマ線観測」, 研究代表者, 令和2年度直接経費総額2,450千円
- [7] 高橋弘充 : 東北大学金属材料研究所共同研究 令和2年度「新規開発シンチレータの詳細測定と応用」研究代表者, 令和2年度直接経費 300千円
- [8] 高橋弘充 : 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 小規模計画「XL-Calibur気球実験」研究代表者, 平成31-令和4年度, 令和2年度直接経費 3,900千円
- [9] 高橋弘充 : 科学研究費補助金基盤研究(B) 平成31-令和3年度「世界最高感度の硬X線の偏光観測で実現する超巨大ブラックホールの相対論的効果の測定」研究代表者, 令和2年度直接経費3,500千円
- [10] 高橋弘充 : 二国間交流事業 平成31-32年度「新しい天体観測手法である高エネルギー偏光測定を持続的な発展に向けた日米共同研究」研究代表者, 令和2年度直接経費1,900千円
- [11] 高橋弘充 : 科学研究費補助金基盤研究(S) 平成31-令和5年度「X線・ガンマ線偏光観測で開拓する中性子星超強磁場の物理」研究分担者, 令和2年度直接経費15,000千円

- [12] 川端弘治: 科学研究費補助金基盤研究(A) 平成30-32年度「全天可視偏光サーベイで解き明かす銀河系構造と宇宙突発現象のメカニズム」研究分担者, 令和2年度直接経費6,800千円
- [13] 川端弘治: 科学研究費補助金新学術領域研究(研究領域提案型)(計画研究) 平成29-令和3年度「重力波源の光赤外線対応天体観測で迫る中性子星合体の元素合成」研究分担者, 令和2年度直接経費5,700千円
- [14] 川端弘治: 国立天文台 光・赤外線天文学研究教育大学間連携事業 平成29-令和3年度 令和2年度度配分額 5,500千円
- [15] 秋田谷 洋: 科学研究費補助金基盤研究(C) 令和2-4年度「星形成領域の星間直線偏光三次元空間マッピングによる塵粒子特性・磁場構造の解明」, 研究代表者, 令和2年度直接経費 2,300千円
- [16] 稲見華恵: 科学研究費助成事業 研究活動スタート支援 令和1-2年度, 「宇宙進化を決定づける赤外線銀河のガス・ダストと星形成メカニズムの解明」研究代表者, 令和2年度直接経費 1,430千円
- [17] 稲見華恵: 伊藤科学振興会, 令和1-5年度「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡で観測する赤外線銀河の性質」, 研究代表者, 100万円
- [18] 笹田真人: 科学研究費助成事業 若手研究, 令和1-3年度「電波と可視の多波長偏光観測から探る活動銀河核ジェットの粒子加速領域の探査」 令和2年度直接経費 1,500千円, 研究代表者
- [19] 笹田真人: 科学研究費助成事業 基盤研究(B), 2019~2021年「次世代の国際VLBI観測網で明らかにする巨大ブラックホールジェットの磁力線構造」 令和2年度直接経費 300千円, 研究分担者
- [20] 笹田真人: 科学研究費助成事業 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)), 2019-2024年「事象の地平線スケールの動画解析で探る巨大ブラックホールの動的描像」 令和2年度直接経費300千円, 研究分担者
- [21] 稲見華恵: ALMA共同科学研究事業 FY2021, 自然科学研究機構 国立天文台, “A Systematic Study of the Dust Build-up in the Epoch of Reionization”, 研究代表者, ポスドク1名雇用 + 研究費100万円

その他,報道,特記事項

- [1] 稲見華恵: 広島大学「ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ」事業 動画出演
- [2] 稲見華恵: FM Tokyo「サステナ デイズ」出演(2020年7月30日)
- [3] 稲見華恵: ASPECS 広島大学プレスリリース(2020年9月24日)
- [4] 稲見華恵: 国立天文台 ALMAニュース掲載(2020年9月24日)
- [5] 稲見華恵: 科学新聞 1面 ASPECS関連の研究成果 報道(2020年10月23日)
- [6] 稲見華恵: 中国新聞 呉・東広島面(2020年11月24日)
- [7] 川端弘治: 聖教新聞「宇宙を調べる新たな眼」(2020年10月27日)
- [8] 深澤泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 大野雅功, Norbert Werner, 他: 「広島大学が開発に参加した超小型衛星がロシアより打ち上げられました」: 2021年3月23日 広島大学web press release

物性科学講座

○構造物性グループ

研究活動の概要

構造物性グループは、黒岩芳弘教授、森吉千佳子教授、Kim Sangwook助教の3人で構成されている。Kim助教は、2020年2月に赴任した。

我々の研究グループでは、SPring-8 BL02B2において、放射光粉末X線回折の手法を用いて精密な電子密度分布を求め、誘電分極や電気伝導などの物質機能、また電荷移動や熱振動などの相転移の起源に関わる構造情報を結晶構造上に可視化することで、固体の構造物性について議論してきた。これらの電子密度研究に係わる研究テーマに対して、先導的な高い研究成果が期待できる研究者が携わる研究分野としてSPring-8において利用者指定型の重点研究課題（パワーユーザー課題）が創始され、黒岩教授が「粉末結晶による精密構造物性の研究」の研究代表者（BL02B2粉末構造解析ビームライン、パワーユーザー代表）として平成15年度から平成17年度にかけて3年間、研究を牽引した。この指名は依頼されたものであり、構造物性グループの従来研究成果およびSPring-8で果たしてきた役割が高く評価されたものと考えている。平成17年度に評価委員会から最高の評価を得ることができ、その結果、平成18年度から、再び3年間継続された。平成21年度から、新たな重点研究課題「構造物性研究の基盤としての粉末回折法の開発」を立ち上げ、SPring-8の利用研究を5年間推進した。

黒岩教授が牽引してきたBL02B2でのパワーユーザー課題は平成25年度で一度終了して、平成27年度からは名称を変え、森吉教授を代表者とする新たな利用者指定型の重点研究課題（パートナーユーザー課題）「粉末・多粒子X線回折による高速構造計測基盤の構築」（平成27年度－平成30年度）、「外場変化物質科学研究を実現する高エネルギーX線多目的一次元回折」（平成31年度（令和元年度）－令和2年度）を立ち上げ、現在に至っている。この課題の実施により森吉教授がBL02B2の年間の約16%のビームタイムを獲得した。しかし、令和2年度前期は、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策のために、SPring-8の共同利用が停止された。そのため、当初、令和2年度末で終了予定であったパートナーユーザー課題は、令和3年度前期まで延長されることとなった。また、令和2年度後期においても、緊急事態宣言の度に、共同利用研究を行うことができなかった。このようなコロナ禍の困難な状況においても、我々の研究グループは、限られたパートナーユーザー課題のビームタイムの中でビームラインの高度化に協力すると同時に、利用研究として様々な物質、特に酸化物強誘電体の構造物性について共同利用研究を行った。産業技術総合研究所と共同研究したエアロゾル・デポジション法を用いた常温衝撃固化により成膜された酸化物強誘電体薄膜の選択配向と原材料の化学結合との関係に関する研究成果が注目され、黒岩教授が日本セラミックス協会から学会誌への解説記事の執筆を依頼されると同時に、応用物理学会からは秋季学術講演会での招待講演の依頼を受けた。また、中国の蘇州大学とは、光ルミネッセンス材料に関する国際共同研究を行い、ペロブスカイト型酸化物の電荷秩序状態の可視化に関する研究成果を含むいくつかの研究論文を公表した。一方、従来、全電子密度分布を可視化することで構造物性研究を行ってきたが、粉末結晶構造解析のレベルを一段階上げることに成功し、物性や相転移に直接かかわる価電子の空間分布だけを選択的に可視化する技術を開発した。この成果は、大学院生の博士論文の一部になると同時に、学生は、エクセレント・スチューデント・スカラシップ表彰を受けた。山梨大学等とは、鉛を使わない圧電材料を開発するという元素戦略プロジェクトの一つとして、 BaTiO_3 と BiFeO_3 の固溶体をベースとしたセラミック材料について共同研究を行

い、まったく新しい仕組みで強誘電性・圧電性の発現するセラミック材料を発見した。自発分極の大きさはBaTiO₃より大きく、圧電定数はPZTに匹敵した。公表した研究論文についてはプレス発表も行った。山梨大学とは、酸化物強誘電体材料について、多くの共同研究を行っている。強誘電体以外では、北海道大学や首都大学東京等の研究グループと行っている超伝導体や熱電材料等についての共同研究について、いくつかの成果を論文にまとめた。島根大学等との層状複水酸化物についての共同研究でも成果が得られ、森吉教授を中心に学会発表が行われた。さらに、企業1社と共同研究を行っており、研究成果が得られている。

このように、SPring-8 BL02B2の重点研究課題では、国内外の大学・研究所・企業との共同研究を通して、今までに確立してきた我々の実験・解析手法によりハイスループットが実現されている。一方、平成20年にSPring-8 BL02B1単結晶構造解析ビームラインに新しい回折装置が導入された。我々のグループは設計段階から参加し、コミッションング実験を行い設計どおりに装置が機能することを確認し、その成果を公表した。平成21年度から森吉教授がこの単結晶ビームラインのパワーユーザーメンバーに選任され、重点研究課題「単結晶高分解能電子密度分布解析による精密構造物性研究」を5年間推進した。BL02B2粉末構造解析ビームラインの重点研究課題と合わせて、2つの重点研究課題において我々構造物性グループのメンバーがそれぞれ利用者指定されたことにより、放射光粉末回折実験および放射光単結晶回折実験を両輪とした構造物性研究が強力に推進できる環境が整った。

BL02B1でもパワーユーザー課題は一度終了し、平成26年度より5年間、新たに、パートナーユーザー課題「Application of synchrotron radiation in materials crystallography」が、日本、デンマーク、フランス、イギリスのグループによる国際共同研究として開始された。日本からは黒岩教授が参加し、強誘電体の電場印加下での静的および動的構造変化と誘電特性との関係について研究を開始した。平成31年度（令和元年度）からは、黒岩教授がパートナーユーザー課題から発展した長期利用課題「2次元検出器を用いた電子密度・時分割・高圧・3次元PDFによる高エネルギーX線物質構造科学研究」に参加し、現在に至っている。しかし、この長期利用課題もコロナ禍で令和3年度前期まで延長されることとなった。時分割実験では、50ピコ秒の時間分解能で一瞬の動きを構造解析する手法を開発したことで、研究は格段に進展した。任意の時間で構造解析した結晶構造を繋ぎ合せてアニメーションを作成することも可能になった。この技術を応用して、交流電場下で誘電緩和状態にある瞬間の誘電体の結晶構造を時間分解X線結晶構造解析で明らかにするプロジェクトを開始している。強誘電体に対する時間分解X線構造解析は、薄膜やセラミックス試料を用いたものが主流で、試料中の基板や粒界の影響を含む現象を観測していた。単結晶試料を用いた時間分解X線回折実験では、基板等の影響を受けない圧電体本来の性質を測定できる。対象は圧電体材料に限らないため、蓄電デバイス等、様々な電子デバイスが実際に動作している瞬間の結晶構造を原子レベルで透視して観測することが可能となり、物質機能と結晶構造を一対一に対応させた材料開発に大いに貢献できると期待されている。名古屋市立大学等との共同研究では、リラクサー強誘電体についての時分割実験の研究成果を論文にまとめた。一方、鉛系および非鉛系強誘電体の構造研究について、BL02B1での電場印加下単結晶構造解析の成果とBL02B2での粉末電子密度解析の成果を相補的にコンバインさせた利用研究を開始した。鉛系の強誘電体において、電場印加下で見られる特異な原子変位パターンの起源が鉛と酸素間の共有結合によることが2つのビームラインからの成果としてKim助教によりまとめられた。

平成30年度より広島大学（学長）と量子科学技術研究開発機構（量子ビーム科学部門長）との間で、共同研究「コヒーレントX線を利用した強誘電体一粒子計測」が締結された。量子

科学技術研究開発機構が次代の東北放射光施設計画SLiT-Jの事業主体者となったことにより、X線回折による強誘電体の一粒子計測に学識経験のある黒岩教授が広島大学側の研究総括責任者に指名された。従来のX線回折実験では原子位置を問題にして構造解析を行ってきたが、今後はこれに加えて粒子の外形やドメイン構造も回折実験から同時に明らかになると期待している。共同研究はSPRing-8のBL22XUで行われ、20 nmサイズ程度のナノ粒子の外形や内部のひずみ構造を非破壊で3次元的に可視化することに成功した。

一方、構造物性研究グループでは、教育や社会貢献に係わる事業も積極的に行ってきた。平成23年度に立ち上げた広島県立祇園北高校とのJSTのサイエンス・パートナーシップ・プログラム (SPP) は平成27年度からはポストSPPプログラムとして継続され、機能物質の結晶育成を競うコンテスト (クリスタルコンペ) を平成31年度 (令和元年度) も継続した。しかし、令和2年度の模擬授業およびクリスタルコンペは、コロナ禍で中止となった。令和3年度から再開することとした。また、広島大学と釜山大学 (韓国) との間の学術・教育交流に関する大学間協定書に基づく国際交流事業として、釜山大学のSchool of Nanoscience and Technologyと先進理工系科学研究科物理学プログラムの放射光物性グループとの間でナノテクノロジーと放射光科学をテーマに学生ワークショップを開催してきた。開催場所を交互にしながら継続して毎年開催しており、平成31年度 (令和元年度) は第11回大会として黒岩教授が広島大学側組織委員長として釜山大学で開催した。令和2年度は、広島大学での開催を予定して準備を進めていたが、コロナ禍で中止せざるを得ない状況となってしまった。黒岩教授は、日本の誘電体研究者のプラットフォームになることを目指して令和元年12月2日に設立した社団法人日本誘電体学会の理事副会長をつとめている。森吉教授は、いくつかの学会の要職をつとめながら、日本学術会議の連携会員としても活躍している。Kim助教は、国際誌の編集委員に就任した。

原著論文

- [1] H. S. Mallik, I. Fujii, G. P. Khanal, S. Kim, S. Ueno, T. S. Suzuki, and S. Wada, “Fabrication of <111>-oriented BaTiO₃ ceramics by high magnetic field electrophoretic deposition using hexagonal-tetragonal co-existing BaTiO₃ powder”, *J. Ceram. Soc. Jpn.* **128** (2020) 469-474.
- [2] © Q. Zhao, T. Abe, C. Moriyoshi, S. Kim, A. Taguchi, H. Moriwake, H.-T. Sun and Y. Kuroiwa, “Charge Order of Bismuth Ions and Nature of Chemical Bonds in Double Perovskite-type Oxide BaBiO₃ Visualized by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) 095505/1-8.
- [3] © Y. Kuroiwa, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, Y. Nakahira, C. Moriyoshi, Y. Sato and S. Wada, “Piezoelectricity in Perovskite-type Pseudo-cubic Ferroelectrics by Partial Ordering of Off-centered Cations”, *Commun. Mater.* **1** (2020) 71/1-8. 【プレスリリース】
- [4] © S. Kim, S. Noda, T. Abe, Y. Yokoi, Y. Nakahira, C. Moriyoshi and Y. Kuroiwa, “Electric-field-induced Structural Changes for Cubic System of Lead-free and Lead-based Perovskite-type Oxides”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) SPPA05/1-5.
- [5] © T. Abe, L. Wu, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, M. Suzuki, K. Shinoda, R. Aoyagi and J. Akedo, “Synchrotron Radiation X-ray Diffraction Evidence for Nature of Chemical Bonds in Bi₄Ti₃O₁₂ Ceramic Powders and Grain-orientation Mechanism of Their Films Formed by Aerosol Deposition Method”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) SPPA04/1-5.
- [6] © T. Abe, S. Kim, C. Moriyoshi, Y. Kitanaka, Y. Noguchi, H. Tanak and Y. Kuroiwa, “Visualization

of Spontaneous Electronic Polarization in Pb Ion of Ferroelectric PbTiO₃ by Synchrotron-radiation X-ray Diffraction”, *Appl. Phys. Lett.* **117** (2020) 252905/1-6.

- [7] © H. Li, Q. Liu, J.-P. Ma, Z.-Y. Feng, J.-D. Liu, Q. Zhao, Y. Kuroiwa, C. Moriyoshi, B.-J. Ye, J.-Y. Zhang, C.-K. Duan and H.-T. Sun, “Theory-guided Defect Tuning through Topochemical Reactions for Accelerated Discovery of UVC Persistent Phosphors”, *Adv. Optical. Mater.* **8** (2020) 1901727/1-8.
- [8] © D. Urushihara, T. Matsumura, K. Nakajima, K. Fukuda, T. Abe, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and T. Asaka, “Charge Ordering and Successive Phase Transitions of Mixed-valence Iron Oxide GdBaFe₂O₅”, *J. Solid. State Chem.* **282** (2020) 121069/1-7.
- [9] © M. Nagao, A. Miura, D. Urushihara, Y. Maruyama, Y. Goto, Y. Mizuguchi, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, Y. Wang, S. Watauchi, T. Asaka, Y. Takano, K. Tadanaga and I. Tanaka, “Flux Growth and Superconducting Properties of (Ce,Pr)OBiS₂ Single Crystals”, *Front. Chem.* **8** (2020) 44/1-8.
- [10] © S. Aoyagi, A. Aoyagi, H. Osawa, K. Sugimoto, Y. Nakahira, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and M. Iwata, “Rotational Intersite Displacement of Disordered Lead Atoms in a Relaxor Ferroelectric during Piezoelectric Lattice Straining and Ferroelectric Domain Switching”, *Phys. Rev. B* **101** (2020) 064104/1-9.
- [11] © J.-P. Ma, J.-K. Chen, J. Yin, B.-B. Zhang, Q. Zhao, Y. Kuroiwa, C. Moriyoshi, L. Hu, O. M. Bakr, O. F. Mohammed and H.-T. Sun, “Doping Induces Structural Phase Transitions in All-Inorganic Lead Halide Perovskite Nanocrystals”, *ACS Materials Lett.* **2** (2020) 367-375.
- [12] © R. Kiyama, Y. Goto, K. Hoshi, R. Jha, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, T. D. Matsuda, Y. Aoki and Y. Mizuguchi, “Bulk Superconductivity Induced by Se Substitution in Self-doped BiCh₂-based Compound CeOBiS_{2-x}Se_x”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **89** (2020) 064702/1-6.
- [13] © B.-B. Zhang, J.-K. Chen, J.-P. Ma, X.-F. Jia, Q. Zhao, S.-Q. Guo, Y.-M. Chen, Q. Liu, Y. Kuroiwa, C. Moriyoshi, J. Zhang and H.-T. Sun, “Antithermal Quenching of Luminescence in Zero-Dimensional Hybrid Metal Halide Solids”, *J. Phys. Chem. Lett.* **11** (2020) 2902-2909.
- [14] © K. Morino, Y. Goto, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and Y. Mizuguchi, “Crystal Structure and Thermoelectric Transport Properties of As-Doped Layered Pnictogen Oxyselenides NdO_{0.8}F_{0.2}Sb_{1-x}As_xSe₂”, *Materials* **13** (2020) 2164/1-11.
- [15] © A. Yamashita, R. Jha, Y. Goto, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, C. Kawashima, K. Ishida, H. Takahashi and Y. Mizuguchi, “Evolution of Two Bulk-superconducting Phases in Sr_{0.5}RE_{0.5}FBiS₂ (RE: La, Ce, Pr, Nd, Sm) by External Hydrostatic Pressure Effect”, *Sci. Rep.* **10** (2020) 12880/1-8.
- [16] © K. Hoshi, M. Kimata, Y. Goto, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, M. Nagao, and Y. Mizuguchi, “Two-fold Symmetry of In-plane Magnetoresistance Anisotropy in the Superconducting States of BiCh₂-based LaO_{0.9}F_{0.1}BiSSe Single Crystal”, *J. Phys. Commun.* **4** (2020) 095028/1-7.
- [17] © R. Jha, Y. Goto, R. Higashinaka, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and Y. Mizuguchi, “Improvement of Superconducting Properties by Chemical Pressure Effect in Eu-doped La_{2-x}Eu_xO₂Bi₃Ag_{0.6}Sn_{0.4}S₆”, *Physica C: Superconductivity and its applications* **576** (2020) 1353731/1-9.
- [18] © K. Hoshi, S. Sakuragi, T. Yajima, Y. Goto, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and Y. Mizuguchi, “Structural Phase Diagram of LaO_{1-x}F_xBiSSe: Suppression of the Structural Phase

Transition by Partial F Substitutions”, *Cond. Matter* **5** (2020) 81/1-10.

- [19] A. Asaki, H. Akamatsu, G. Hasegawa, T. Abe, Y. Nakahira, S. Yoshida, C. Moriyoshi, and K. Hayashi, “Ferroelectricity of dion-jacobson layered perovskites CsNdNb₂O₇ and RbNdNb₂O₇”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) SPPC041/1-6.

著書など

(編集雑誌)

- [1] N. Fujimura and Y. Kuroiwa [Guest Editor-in-Chief and Guest Editor-in-Charge], Y. Cho, M. Iwata, K. Kakimoto, I. Kanno, K. Kato, M. Kimura, S. Kojima, H. Nagata, M. Shimizu and T. Tsurumi; *Ferroelectric Materials and Their Applications*, *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 59, No. SP (2020) Special Issue: (総論文数 32編), The Japan Society of Applied Physics, IOP Publishing (2020年9月4日発行) .

総説

- [1] 黒岩芳弘, “放射光で観た室温セラミックコーティング膜の選択配向と原料粉末の化学結合の特徴”, *セラミックス* **55** (2020) 727-730.

研究報告

- [1] B. Iversen, J. Overgaard, Y. Kuroiwa and E. Nishibori, “FY2014 Partner User Activity Report Application of Synchrotron Radiation in Materials Crystallography”, *SPring-8/SACLA 利用者情報誌* **25** (2020) 96-102.
- [2] 森吉千佳子, 久保田佳基, 西堀英治, “2015 年度指定パートナーユーザー活動報告 1 粉末・多粒子 X 線回折によるその場構造計測基盤の構築”, *SPring-8/SACLA 利用者情報誌* **25** (2020) 103-113.

国際会議

(招待講演)

該当無し

(一般講演)

- [1] C. Moriyoshi, H. Hoashi, E. Nii, T. Fujimura, and R. Sasai; “Crystal Structure and Anion Selectivity of Halide-Anion-Intercalated Ni-Al Layered Double Hydroxides”, The 4th Asian Clay Conference (ACC-2020), (2020.6.8-9, Fully-online style, THAILAND).
- [2] R. Sasai, T. Fujimura, C. Moryioshi and S. Kawaguchi; “In Situ Observation of Structure Change of Layered Double Hydroxide During Anion-Exchange Reaction by Novel Time-Resolved Synchrotron-Radiation X-ray Diffraction Measurement System”, The 4th Asian Clay Conference (ACC-2020), (2020.6.8-9, Fully-online style, THAILAND).
- [3] © C. J. Bartel, A. Miura, Y. Goto, Y. Mizuguchi, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, Y. Wang, T. Yaguchi, M. Shirai, M. Nagao, N. C. Rosero-Navarro, K. Tadanaga, G. Ceder, and W. Sun; “Thermodynamic modeling and in situ experimentation to understand solid-state synthesis pathways”, 20 Virtual AIChE Annual Meeting, (2020.11.6-20, Fully-online style).
- [4] A. Miura, C. J. Bartel, Y. Goto, Y. Mizuguchi, C. Moriyoshi, Y. Wang, T. Yaguchi, M. Shirai, M.

Nagao, N. C. Rosero-Navarro, K. Tadanaga, G. Ceder, and W. Sun; “Visualization and rationalization of the synthesis path of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ”, The 200 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem2020), (2020.12.15-20, Online style, Honolulu, Hawaii, USA)).

- [5] ◎ 宮内隆輝, 佐藤幸生, 寺西 亮, 金子賢治, Kim Sangwook, 藤井一郎, 上野慎太郎, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 和田智志: 「 $0.8\text{BiFeO}_3-0.2\text{BaTiO}_3$ の原子分解能電子顕微鏡解析」, Materials Research Meeting (MRM) Forum 2020, (2020年12月7日-9日, オンライン)

国内学会

(招待講演)

- [1] 黒岩芳弘: 「セラミック材料の化学結合の特徴と常温衝撃固化現象」, 第81回応用物理学会秋季学術講演会, (2020年9月8日-11日, オンライン)

(依頼講演)

- [1] E. Nishibori, B. B. Iversen, J. Overgaard and Y. Kuroiwa: 「Advanced Structural Materials Science using High Energy X-ray with Two Dimensional Detector」, SPring-8シンポジウム2020, (2020年9月18日, オンライン)
- [2] 森吉千佳子, 久保田佳基, 西堀英治: 「外場変化物質科学研究を実現する高エネルギーX線多目的一次元回折」, SPring-8シンポジウム2020, (2020年9月18日, オンライン)

(一般講演)

- [1] 大和田謙二, 菅原健人, 安部友啓, 上野哲朗, 町田晃彦, 綿貫 徹, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 黒岩芳弘: 「コヒーレント X 線回折を利用した BaTiO_3 ナノ結晶の 3 次元イメージング II」, 第 37 回強誘電体会議(FMA-37), (2020 年 5 月 27 日-30 日, コープイン京都, 京都 (COVID-19 により現地開催中止・要旨集発行))
- [2] ◎ 安部友啓, Wu Lin, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 鈴木宗泰, 篠田健太郎, 青柳倫太郎, 明渡純: 「放射光 X 線回折による $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ エアロゾルデポジション膜の構造評価」, 第 37 回強誘電体会議(FMA-37), (2020 年 5 月 27 日-30 日, コープイン京都, 京都 (COVID-19 により現地開催中止・要旨集発行))
- [3] ◎ 野田翔太, 安部友啓, 横井優人, 中平夕貴, 森吉千佳子, Sangwook Kim, 黒岩芳弘: 「鉛イオンの有無によるペロブスカイト型酸化物の立方晶構造に対する電場誘起構造の差異」, 第 37 回強誘電体会議(FMA-37), (2020 年 5 月 27 日-30 日, コープイン京都, 京都 (COVID-19 により現地開催中止・要旨集発行))
- [4] ◎ 宮内隆輝, 佐藤幸生, 寺西 亮, 金子賢治, Kim Sangwook, 藤井一郎, 上野慎太郎, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 和田智志: 「 $0.8\text{BiFeO}_3-0.2\text{BaTiO}_3$ のナノおよび原子スケール構造解析」, 日本物理学会 2020 年秋季大会, (2020 年 9 月 8 日-11 日, オンライン)
- [5] ◎ 中平夕貴, 若松 徹, 寺崎一郎, 谷口博基, 森吉千佳子, 黒岩芳弘: 「充填ゼオライト $M_8[\text{AlO}_2]_{12}(\text{SO}_4)_2$ ($M = \text{Sr}, \text{Ca}$) の $I43m$ 相の構造歪み」, 日本結晶学会令和 2 年 (2020 年) 度年会および会員総会, (2020 年 11 月 27 日-28 日, オンライン)
- [6] 安部友啓, 廣海朋子, 森吉千佳子, 河口彰吾: 「二次元検出器用回折強度処理プログラム FLAT-X の開発」, 日本結晶学会令和 2 年 (2020 年) 度年会および会員総会, (2020 年 11 月 27 日-28 日, オンライン)
- [7] 廣海朋子, 安部友啓, 森吉千佳子, 河口彰吾: 「デバイリング上の回折強度分布の均一性

自動評価」, 日本結晶学会令和2年(2020年)度年会および会員総会, (2020年11月27日-28日, オンライン)

- [8] ◎ 兼島 輝, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘:「ペロブスカイト型酸化物の X 線粉末回折パターンの機械学習」, 日本結晶学会令和2年(2020年)度年会および会員総会, (2020年11月27日-28日, オンライン)
- [9] ◎ 漆原大典, 松村知輝, 中島健太, 浅香 透, 福田功一郎, 安部友啓, 森吉千佳子, 黒岩芳弘:「混合原子価化合物 $GdBaFe_2O_5$ の電荷秩序化と逐次相転移」, 2020年日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, (2020年11月28日, 名古屋工業大学 (COVID-19により現地開催中止・要旨集発行))
- [10] ◎ 安部友啓, 黒岩芳弘, 森吉千佳子, 鈴木宗泰, 篠田健太郎, 青柳倫太郎, 明渡 純:「強誘電体 $Bi_4Ti_3O_{12}$ エアロゾルデポジション膜の配向メカニズム」, 日本電子材料技術協会第57回秋期講演大会, (2020年12月4日, オンライン)
- [11] ◎ 三浦 章, C. J. Bartel, 後藤陽介, 水口佳一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, Y. Wang, 矢口紀恵, 白井 学, 長尾雅則, N. C. Roser-Navarro, 忠永清治, G. Ceder, W. Sun:「 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ の固相合成を視て理解する」, 第14回物性科学領域横断研究会, (2020年12月4日-5日, オンライン)
- [12] ◎ 宮内隆輝, 佐藤幸生, 寺西 亮, 金子賢治, Kim Sangwook, 藤井一郎, 上野慎太郎, 中平夕貴, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, 和田智志:「 $(1-x)BiFeO_3-xBaTiO_3$ ($x = 0.2, 0.3, 0.4$) における Bi イオン変位とナノ構造の関係」, 応用物理学会主催「強制的秩序とその操作に関わる研究会第12回講演会」, (2021年1月4日, オンライン)
- [13] ◎ 三浦 章, Bartel Christopher, 後藤陽介, 水口佳一, 森吉千佳子, 黒岩芳弘, Yongming Wang, 矢口紀恵, 白井 学, 長尾雅則, Rosero-Navarro Nataly Carolina, 忠永清治, Ceder Gerbrand, Sun Wenhao:「 $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ の固相合成反応の観察と反応モデルの構築」, 日本セラミックス協会2021年年会, (2021年3月23日-25日, オンライン)
- [14] 井藤浩明, 設楽一希, 森吉千佳子, 後藤陽介, 藤井孝太郎, 八島正知, N. C. Roser-Navarro, 三浦 章, 忠永清治:「LiCl および YCl_3 の固相反応におけるエネルギーランドスケープの描写」, 日本セラミックス協会2021年年会, (2021年3月23日-25日, オンライン)
- [15] 笹井 亮, 藤村卓也, 藤井康裕, 河口彰吾, 石原信輔, 森吉千佳子:「2次元無機ナノ空間内における水の状態とイオン交換特性」, セラミックス協会2021年年会サテライトプログラム「第4回水資源の確保と保全に向けた材料・技術研究講演」, (2021年3月23日, オンライン)
- [16] HyunWook Nam, Ichiro Fujii, Sangwook Kim, Shintaro Ueno, Takaaki Ishii, Satoshi Wada:「Domain contribution by various poling process in lead-free polycrystalline $BiFeO_3$ - $BaTiO_3$ based piezoelectric ceramics」, 第68回応用物理学会春季学術講演会, (2021年3月16日-19日, オンライン)

学生の学会発表実績

(国際会議)

- | | |
|-----------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 | 1 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 | 1 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 0 件 |

(国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 0 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 9 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 2 件

セミナー・講演会開催実績

- 学会等
該当無し
- セミナー・講習会等
該当無し

社会活動・学外委員

- 学協会委員
 - [1] 黒岩芳弘 : (一社)日本誘電体学会 (DESJ) 理事 副会長
 - [2] 黒岩芳弘 : (一社)日本物理学会 (JPS) 代議員
 - [3] 黒岩芳弘 : (公社)日本セラミックス協会 (CerSJ) セラミックコーティング研究体 世話人
 - [4] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : 強誘電体会議 (FMA) 運営委員会 委員
 - [5] 黒岩芳弘 : 強誘電体会議 (FMA) 論文委員会 委員
 - [6] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : 強誘電体会議 (FMA) 優秀発表賞選考委員会 委員
 - [7] 黒岩芳弘 : Japanese Journal of Applied Physics (JJAP) Vol. 59, No. SP (2020) Special Issue: Ferroelectric Materials and Their Applications, Guest Editor-in-Chief and Guest Editor-in-Charge (編集委員会ゲスト編集委員およびゲスト編集委員長)
 - [8] 黒岩芳弘 : Asian Ferroelectric Association (AFA), Executive Board (執行役員会委員, 日本代表)
 - [9] 黒岩芳弘 : Journal of Advanced Dielectrics (JAD), Editorial Board (編集委員会委員)
 - [10] 森吉千佳子 : 日本学術会議 連携会員 (IUCr 分科会幹事・結晶学分科会委員)
 - [11] 森吉千佳子 : 日本結晶学会 評議員
 - [12] 森吉千佳子 : 日本結晶学会 男女共同参画推進委員
 - [13] 森吉千佳子 : 日本セラミックス協会 男女共同参画推進委員
 - [14] 森吉千佳子 : 広島県物理教育研究推進会事務局, 会計幹事
 - [15] 森吉千佳子 : 応用物理学会リフレッシュ理科教室 (広島会場), 実行委員長
 - [16] Sangwook Kim : Materials, Topic Editor for Advanced and Functional Ceramics and Glasses
- 外部評価委員等
 - [1] 黒岩芳弘 : 量子科学技術研究開発機構 委員会 (2 件)
 - [2] 黒岩芳弘 : 日本原子力研究開発機構 委員会
 - [3] 黒岩芳弘 : SPring-8/SACLA 委員会
- 学内委員等
 - [1] 森吉千佳子 : 広島大学放射光科学研究センター運営委員
 - [2] 黒岩芳弘 : 広島大学評価委員会1号委員, 他

○ 客員教授,研究員等

- [1] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : (公財)高輝度光科学研究センター (JASRI) 外来研究員
- [2] 森吉千佳子 : SPring-8 BL02B2 粉末構造解析ビームライン, パートナーユーザー, 代表

○ 講習会・セミナー講師

(集中講義)

該当無し

(セミナー講師)

該当無し

国際共同研究・国際会議開催実績

○ 国際共同研究

- [1] 黒岩芳弘 : SPring-8 BL02B1 単結晶構造解析ビームライン, 長期利用課題 (2019-2021 年度), 参加国: 日本, デンマーク
- [2] 森吉千佳子 : SPring-8 BL02B2 粉末結晶構造解析ビームライン, パートナーユーザー課題 (2019-2021 年度), 参加国: 日本, デンマーク
- [3] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : SPring-8 BL02B2 利用研究課題一般課題, Prof. Hong-Tao Sun, College of Chemistry, Soochow University, P. R. China
- [4] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : SPring-8 BL02B2 利用研究課題一般課題, Dr. Zhigang Zhang, Chinese Academy of Sciences, P. R. China

○ 国際会議開催実績

該当無し

高大連携事業への参加状況

該当無し

○ その他の模擬授業

該当無し

○ 中・高校生に対するTA

該当無し

各種研究員と外国人留学生の受入状況

○ 外国人留学生

- [1] 黒岩芳弘 : 大学院理学研究科博士課程後期, 2016 年 10 月入学生, 1 名 (中国)
- [2] 黒岩芳弘 : 大学院理学研究科博士課程後期, 2018 年 10 月入学生, 1 名 (中国)

○ 各種研究員

該当無し

研究助成金の受入状況

- [1] 黒岩芳弘 (代表) : 科学研究費補助金基盤研究 (B) (一般) (2020年度, 11,180千円) 「擬立方晶フラクチャード強誘電体の巨大圧電応答機構解明のための構造計測手法の構築」

- [2] 黒岩芳弘 (分担) : 科学研究費補助金基盤研究 (B) (一般) (2020年度, 520千円) 「ナノ結晶一粒子に対するマルチスケールX線構造解析システムの開発」
- [3] 黒岩芳弘 (研究統括責任者) : (2020年度, 0千円) 量子科学技術研究開発機構・広島大学共同研究「コヒーレントX線を利用した強誘電体一粒子計測に関する研究」
- [4] 黒岩芳弘, 森吉千佳子 : 企業共同研究費 (2020年度, 3,000千円)
- [5] 森吉千佳子 (代表) : 栢森情報科学振興財団2020年度助成金 (2020-2021年度, 800千円) 「放射光エックス線回折実験で得られる多量データと失敗データの機械学習による活用」
- [6] 森吉千佳子 (代表) : SPring-8 パートナーユーザー課題 (2019-2020 年度, BL02B2) 「外場変化物質科学研究を実現する高エネルギーX線多目的一次元回折」 (BL02B2 粉末構造解析ビームラインでの年間 16%のビームタイムとビームタイム使用に係わる消耗品費, 学生・教員を含むグループ全員の出張旅費, SPring-8 で使用する消耗品費) (2020 年度, 約 2,000 千円)

その他特記すべき事項

- 学術団体等からの受賞実績
該当無し

- 学内表彰・受賞

- [1] 安部友啓 (D3) : 広島大学エクセレント・スチューデント・スカラシップ表彰, 2020 年 12 月 22 日

○電子物性グループ

研究活動の概要

放射光X線を用いた分光学的手法による物性研究の展開を図っている。特に、放射光の元素感受性や軌道選択性を活かした実験手法を通して、誘電体・合金・磁性体において物性発現の決め手となる電子状態の探究を推進している。さらに、放射光X線のもつ偏光特性やパルス特性も活かしながら、空間及び時間に関する反転対称性に注目することで、構造相転移や磁気相転移に伴う電子状態の変化を捉えた研究を行っている。

本研究グループでは、高輝度光科学研究センター (SPring-8) や高エネルギー加速器研究機構放射光実験施設 (KEK-PF) において、さまざまな外場 (圧力・電場・磁場・温度・紫外線) を試料に印加した状態でX線回折 (XRD), X線吸収分光 (XAS), X線発光分光 (XES) および光電子分光 (PES) による結晶構造と電子状態のその場測定 (*in situ*測定) を実施している。高圧力印加による磁性体の構造及び磁気相転移に関する従来の研究から、さらに空間・時間反転対称性の破れに伴う局所構造と電子状態の変化に注目した研究を行っている。また、パルス電場印加下のXAS及びXESの時間分解測定による誘電体中の電気分極の外場応答に関する研究を実施しており、外場印加による電子励起状態に関するX線分光学的研究の新展開を目指している。

ここ数年は、実験データの理論的な解釈にも力を入れている。XASのシミュレーションソフトは汎用的なものがいくつか提供されているが、それぞれに一長一短があるため、必要に応じてシミュレーション結果の再検討を重ねる必要がある。さらに、物質中の複雑な乱れも

考慮するために、逆モンテカルロ法に基づくモデル計算や、一電子近似の枠組みを超えて電子相関を取り込んだバンド計算とそれに基づくスペクトル計算なども始めている。

(1) X線発光分光による誘電体の研究

XESは局所歪みに由来する固体内の低エネルギー励起（電荷移動励起・バンド内励起，マグノン励起）の検出に適している。また，電子検出法ではないことから，電場や圧力をはじめとする様々な外場を動的に加えることができる。これはXESを誘電体研究に用いる大きな利点である。この利点を活用して，チタン酸化物の構造変化を反映する電荷移動励起（ ~ 10 eV）に着目し，単位格子内における誘電分極のゆらぎを電子状態の立場から研究している点だが，本研究グループの取り組みの独創的な点である。励起光のエネルギーを連続的に変化させながら各エネルギーで得られる発光スペクトルを連続的に測定する自動測定プログラムを導入し，X線吸収分光法の新たな手法である高エネルギー分解蛍光X線検出分光法（HERFD-XAFS）を実現した。現在，国内の3グループの研究チームがこのプログラムや手法を活用しており，研究成果を生み出している。これまでも進めてきたOperando-XES測定（電子デバイスなどの作動条件下でのXES測定）と，この自動測定技術の組み合わせによって，新物質や低次元系の示す新奇誘電性を見つけ出ししていくことが究極の目標である。

SrTiO₃の新規強誘電性の探求

SrTiO₃は量子ゆらぎによって強誘電相の発現が抑制されて常誘電相に留まる量子常誘電体である。このゆらぎに打ち勝つ外場（電場・元素置換・応力）を加えることで，環境負荷の小さいSrTiO₃を強誘電体に転用する試みが進められている。特に，応力は物質に簡単に加えることができるため，近年NatureやScienceなどの速報性の高い雑誌でもたびたび議論されている。しかし，誘電性の直接証拠であるヒステリシス測定は報告されておらず，応力によるSrTiO₃の強誘電性出現については未だ結論が出ていない。これまでに，一軸応力下および曲げ応力下でSrTiO₃単結晶を用いたX線分光測定および誘電率測定を進めてきたが，単結晶中に生じるひび割れが要因となってどちらの応力条件下においても期待された強誘電性の出現は観測されなかった。

そこで，共同研究者に10 nm厚の極薄膜をレーザー蒸発法により作製してもらった。蒸着基板を圧縮応力と引張応力の異なる歪みが生み出されるものを選び，放射光の偏光特性と元素選択性を活かしたX線分光測定を行った結果，応力の違いによってSrTiO₃薄膜に誘起される双極子モーメントの向きが面直（圧縮）あるいは面内（引張）へと変化することが分かった。現在，電子相関を考慮した電子状態の計算を進めており，測定結果と理論的な解釈との整合性を検証している。分極を配向制御することで，実用的な大きさの分極をもつ強誘電体に転化する方法を探求している。

BaTiO₃薄膜のパルス電場印加下の時分割分光測定

BaTiO₃に電場を印加して誘電分極が生じると，逆圧電効果により結晶に歪みが生じる。電場に対する格子の伸びを調べたX線回折による研究報告は幾つかあるが，特にパルス電場に対するリアルタイムな応答では大きな格子歪みが現れている。また，交流電場を印加している状態で瞬間的に表れる「0 V」の状態と，全く電場を印加していない状態とでは，同じ「0 V」でも何かが異なると指摘されてきた。そこで，XAS測定により電子状態の変化を動的に捉えることが本研究の目的である。BaTiO₃単結晶の分極制御に必要な電場は極めて大きく高速

応答測定には向いていない。これを解決するために、東工大のグループに100 nm厚程度のエピタキシャル薄膜を作製していただいた。1s→3d遷移に対応する前吸収構造ピーク（プリエッジピーク）に、分極反転に同期した強度変化が観測された。さらに、理論的な解釈のついていないスペクトルの肩構造に、印加電場の大きさに比例した強度変化を見出した。多重散乱理論に基づいたシミュレーション計算を併用しながら、実験で得られたスペクトル変化と電子状態の対応を明らかにした。その成果を、材料学で権威のある雑誌（Acta Materialia）に掲載し、同時に大学広報グループを通じて、関係機関とともに報道発表（プレスリリース）した。

これまで専らTi原子に着目した測定を行ってきたが、Ba原子に着目した研究にも着手している。Tiに比べ、X線のエネルギーが高いこととXASの信号強度変化が小さいことがこれまでほとんど研究されてこなかった理由である。本グループでは、薄膜試料を使って電場応答を大きく引き出す工夫をしたことに加え、逆モンテカルロ法によるモデルシミュレーションによる確度の高い考察を行っている。

（2）光電子分光法を活用した電子状態測定の新展開

共鳴硬X線光電子分光法

SPring-8・名古屋大学・大阪府立大学の共同開発により、これまで汎用的ではなかった硬X線共鳴光電子分光法が一般ユーザーにも共用されるようになった。本研究グループは、令和2年度の供用開始前に試験運用する機会を得た。これまで光電子分光法でいわゆるチャージアップ（帯電）により測定が困難とされてきた誘電体物質での光電子分光測定に挑戦し、ある程度の成功を収めた。入射X線エネルギーを固定した通常の光電子分光測定に加え、XAS測定のように入射エネルギーを各元素の吸収端に共鳴させながら測定する共鳴光電子分光を、Ti KおよびBa L3吸収端で行った。構成元素の各内殻準位から光電子に加え、オージェ電子といわれる特定内殻準位を共鳴的に励起した光電子の検出をすることで、多体効果を取り込んだ部分電子状態密度の実験的測定が可能になった。現在、本格的な測定を進めるために、すでに測定されたデータの詳細な解析を進めている。この測定手法が確立されれば、これまで実現不可能と思われてきた誘電体の価電子帯と伝導帯の正確な電子状態測定が可能になり、物性の理解と物質機能の改善に大きく貢献するものと期待している。

オペランド光電子分光法

本研究グループでは、TiO₂ナノ粒子を用いた触媒活性評価と表面バンド折れ曲がりの研究を行ってきた。未だ十分に解決に至っていないTiO₂の触媒活性のメカニズムとして、活性の場が物質表面だけであるのか、なぜ幾つかある構造異性体の中でアナターゼ構造の活性が高いのか、結晶サイズと活性の違いはなぜ起こるのかなど、枚挙に暇がない。共同研究者と協力のもとで、単結晶試料の異なる面方位の触媒活性を丁寧に調べるのが重要であるとの理解に至った。そこで、光電子分光測定装置に、放射光X線と紫外線レーザーの焦点を合わせて入射し、有機分子を吸着させたTiO₂表面における脱離速度の違いを図った。面方位による違いなど、これまで十分に議論されてこなかった情報について、現在解析を進めている。

（3）高圧下での物性研究

元素選択的な弾性特性からみるインバー効果の起源

インバー効果として知られるFe₆₅Ni₃₅合金の小さな熱膨張率は、大きな自発体積磁歪が熱膨

張を相殺する現象である。しかし、原子間結合のポテンシャルがどのように磁気構造の影響を受けるか？というミクロな視点でみると、インバー効果の起源は未だ分かっていない。現在最も有力な理論とされるNon-collinear spin structureモデルによると、Fe の持つ磁気モーメントの格子の収縮に対する揺らぎがNi原子のそれよりも大きいことで生じる弾性異常が、Fe₆₅Ni₃₅のインバー効果の起源とされる。本研究ではこの理論の実験的な検証として、吸収元素周りの局所構造を取り出すことができる広域X線吸収微細構造 (EXAFS)を高圧下で測定することで、元素選択的な体積弾性率の異常を探索している。Fe₆₅Ni₃₅インバー合金の場合、強磁性相の特徴である小さな体積弾性率が主にFe周りの軟らかい結合が担うことを報告した。本研究ではさらに、逆モンテカルロ法による構造解析を導入し、Fe-Fe、Fe-Ni、Ni-Ni原子対を分離した合金構造の可視化を試み、インバー効果の理解を進めている。

合金および金属間化合物における水素化効果の研究

水素を圧力媒体としてフェリ磁性体のラーベス相化合物GdFe₂を加圧すると、水素との直接反応によって常磁性転移を起こし、さらに加圧すると常圧とは異なる強磁性相が生じることが放射光メスバウアー分光法とX線磁気円二色性測定(XMCD)で観測されている。さらにGdFe₂よりもフェリ磁性への転移温度が低いGdCo₂に着目して、水素による磁気状態の変化を高圧下で調べたところ、GdCo₂の場合も2段階の磁気転移が見出だされた。詳細にみると、XMCDの圧力変化にはGdFe₂とはいくつか異なる相違が見出されている。以上のこれまでの実験は重希土類フェリ磁性化合物が実験対象だったが、強的な磁気カップリングを示す軽希土類の磁性化合物は水素の効果の理解のために重要である。このため永久磁石材料の一つであるSmCo₅に着目し、高圧下で水素化した場合のXMCDを測定している。さらにXMCDではこれまで観測できなかった希土類元素の磁化の反転を見出すために、遷移金属の組成が多いGd₂TM₁₇ (TM=Fe, Co) 化合物における水素誘起の圧力変化にも測定を着手した。

Multi-Mbar領域のXAS測定

100 GPaから1 TPaまでのmulti-Mbar領域では水素の金属化や室温超伝導など常圧下では見られない新奇物性の発現が期待される。ドイツのDubrovinskyらが開発した2段式ダイヤモンドアンビルセル(ds-DAC)は、multi-Mbarの静的圧力発生の有効な手法となっている。現在、世界の複数のグループでds-DACのアンビルの材質・形状等の技術開発が進められている。ds-DACの発生圧力は加圧された試料体積と状態方程式から評価するため、現在、X線回折が主な測定手法である。しかし、試料体積は広域 X線吸収微細構造(EXAFS)振動でも導出でき、かつX線吸収端近傍構造(XANES)は吸収原子の電子軌道の非占有状態密度に対応する情報を含む。このため、これらを総称したXAFSとds-DACを組み合わせれば、multi-Mbar領域で結晶構造と電子状態を同時に検出できる利点がある。しかしこの取り組みはまだ着手されていない。そこで我々は、ds-DACで5d遷移金属を加圧してL_{2,3}端XAFS測定を行い、multi-Mbar領域におけるXAFSの測定精度や有用性を検証している。

共同研究

学外の教育研究機関との共同研究として、以下の研究を推進している。

- ESRF での新規実験テーマ提案に向けた共同研究
- 愛媛大学 GRC との共同研究、ナノ多結晶ダイヤモンドアンビルの提供と高圧発生技術の共同研究

- ・産総研, 広大先端研からの純良試料の提供
- ・東京理科大学, XAFS 解析技術の共同研究
- ・ラトビア大学との新規スペクトル解析に基づくチタン酸ストロンチウムおよびチタン酸バリウムの局所分極
- ・東京工業大学理学研究科と天然チタン酸化物単結晶を用いた光触媒研究
- ・東京工業大学フロンティア材料研究所から酸化物薄膜の試料提供 (酸化ハフニウム薄膜, チタン酸バリウム薄膜, アルミフェライト薄膜)
- ・静岡大学工学部から良質の元素置換型ペロブスカイトチタン酸化物の資料提供
- ・弘前大学理工学研究科と放射光X線発光分光 (硬X線および軟X線) の共同研究
- ・Spring-8, 大阪府立大学と共鳴硬X線光電子分光の共同研究

原著論文

- [1] Dielectric response of BaTiO₃ electronic states under AC fields via microsecond time-resolved X-ray absorption spectroscopy; S. Kato, N. Nakajima, S. Yasui, S. Yasuhara, D. Fue, J. Adachi, H. Nitani, Y. Takeichi, A. Anspoks; Acta Materialia 207, 116681 (2021) [6 Pages] doi:10.1016/j.actamat.2021.116681
- [2] ○Strong variant selection observed in the α - ϵ martensitic transition of iron under quasihydrostatic compression along [111]_α; Naoki Ishimatsu, Daiki Miyashita, and Saori I. Kawaguchi; Phys. Rev. B 102, 054106 (2020) [10 Pages] doi:10.1103/PhysRevB.102.054106
- [3] Melting curve and phase relations of Fe-Ni alloys: implications for the Earth's core composition; R. Torchio, S. Boccato, F. Miozzi, A. D. Rosa, N. Ishimatsu, I. Kantor, N. Sevelin - Radiguet, R. Briggs, C. Meneghini, T. Irifune, G. Morard; Geophys. Res. Lett. 47, e2020GL088169 (2020) [6 Pages] doi:10.1029/2020GL088169
- [4] Photoluminescence mechanism of self-activated titanate phosphors investigated by x-ray absorption spectroscopy under UV irradiation; Dongxiao Fan, Nobuo Nakajima, and Seiya Kato; J. Phys.:Condens. Matter 32, 355503 (2020) [6 Pages] doi:10.1088/1361-648X/ab8cdd

著書

該当無し

国際会議

(招待講演)

[1] Naoki Ishimatsu

「Iron and Fe-Ni Invar alloy: complementary approach to their structural and magnetic transitions by using XAS/XMCD and XRD」

MEx group meeting@ESRF (2020.12.10, オンライン開催)

(一般講演)

該当無し

国内学会

(依頼講演)

[1] 石松直樹

「NPDを用いたX線吸収分光による高压物性研究の現状」

第7回愛媛大学先進超高压科学研究拠点(PRIUS)シンポジウム (2021.3.2, オンライン)

(一般講演)

[1] ◎○石松直樹, 岩崎 駿, 甲佐美宇, 加藤盛也, 中島伸夫, 北村尚斗, 河村直己, 水牧仁一朗, 野村龍一, 柿澤 翔, 角谷 均, 入船徹男

「Fe-Niインバー合金の圧力下EXAFSとXRDを用いたRMC法による合金構造解析」

日本物理学会 第76回年次大会 (2021.3.12-15, オンライン)

[2] 石本賢太郎, 金森 奨, 石松直樹, 河村直己, 河口沙織, 榊 浩司, 中村優美子, 中野智志

「希土類金属磁石材料SmCo₅の水素雰囲気高压下の磁気構造と結晶構造」

日本物理学会 第76回年次大会 (2021.3.12-15, オンライン)

[3] 小泉堯嗣, 本多史憲, 河村直己, 小林慎太郎, 河口沙織, 石松直樹, 佐藤芳樹, 本間佳哉, 青木 大

「放射光X線を用いたUTe₂の高压相の結晶構造解析」

日本物理学会 第76回年次大会 (2021.3.12-15, オンライン)

[4] 河村直己, 本多史憲, 石松直樹, 雀部矩正, 広瀬雄介, 高山昂己, 青木 大

「高エネルギー分解能X線吸収分光法によるウラン化合物の高压下ウラン価数状態の研究」

日本物理学会 第76回年次大会 (2021.3.12-15, オンライン)

[5] 本多史憲, 小泉堯嗣, 河村直己, 小林慎太郎, 河口沙織, 石松直樹, 佐藤芳樹, 本間佳哉, 青木 大

「スピン三重項超伝導体UTe₂の圧力誘起構造相転移」

日本物理学会 第76回年次大会 (2021.3.12-15, オンライン)

[6] 手塚泰久, 高橋瑞樹, 浅利真人, 加藤梨紗, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明

「共鳴X線ラマン散乱による遷移金属酸化物の非占有電子構造の研究」

日本物理学会 第76回年次大会 (2021.3.12-15, オンライン)

[7] 中島伸夫, 熊谷学人, 安井伸太郎

「X線吸収分光法によるチタン酸ストロンチウム薄膜の歪み誘起強誘電性の研究」

2020年度量子ビームサイエンスフェスタ/第38回PFシンポジウム (2021.3.9-11, オンライン)

[8] 加藤梨紗, 高橋瑞樹, 浅利真人, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明, 手塚泰久

「共鳴 X 線ラマン散乱による遷移金属酸化物の 非占有電子構造の研究」

2020年度量子ビームサイエンスフェスタ/第38回PFシンポジウム (2021.3.9-11, オンライン)

[9] 石松直樹

「NPDを用いたX線吸収分光による高压物性研究の現状」

第7回愛媛大学先進超高压科学研究拠点(PRIUS)シンポジウム (2021.3.2, オンライン)

[10] 廣森慧太, 小澤健一, 相浦義弘, 間瀬一彦, 中島伸夫

「アナターゼ TiO₂ 単結晶表面におけるテラス領域とエッジ近傍での価電子バンド構造

と光触媒活性の相関」

第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2021.1.8-10, オンライン)

- [11] 小澤健一, 相浦義弘, 廣森慧太, 中島伸夫, 間瀬一彦
「顕微光電子分光測定による TiO₂結晶表面の物性評価」
第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2021.1.8-10, オンライン)
- [12] 高橋瑞樹, 浅利真人, 加藤梨沙, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明, 手塚泰久
「共鳴X線ラマン散乱による Ti酸化物の電子構造の研究」
第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2021.1.8-10, オンライン)
- [13] 加藤盛也, 中島伸夫, 安井伸太郎, 足立純一, 仁谷弘明, 武市泰男, 大沢仁志, 加藤和男, Andris Anspoks
「時間分解XAFSによる強誘電体BaTiO₃の交流電場応答」
第23回XAFS討論会 (2020.9.9-11, オンライン)
- [14] ◎○石松直樹, 岩崎 駿, 甲佐美宇, 加藤盛也, 中島伸夫, 河村直己, 水牧仁一朗, 野村龍一, 柿澤 翔, 角谷 均, 入船徹男, 北村尚斗
「EXAFSと逆モンテカルロ法によるFe-Niインバー合金の合金構造とその圧力変化の精密解析」
第23回XAFS討論会 (2020.9.9-11, オンライン)
- [15] 廣森慧太, 中島伸夫, 小澤健一
「アナターゼ型二酸化チタン単結晶表面の価電子バンド構造と光触媒活性の相関：テラス領域とエッジ領域の比較」
日本物理学会 秋季大会 (2020.9.8-11, オンライン)
- [16] 石本賢太郎, 金森 奨, 石松直樹, 河村直己, 榎 浩司, 中村優美子, 中野智志
「X線磁気円二色性でみるSmCo₅の水素雰囲気高圧下の磁気構造と水素の効果」
日本物理学会 秋季大会 (2020.9.8-11, オンライン)
- [17] 本多史憲, 河村直己, 下笠諒平, 三村功次郎, 石松直樹, 仲村 愛, 辺土正人, 仲間隆男, 大貫惇睦
「スピン三重項超伝導体UTe₂の圧力誘起構造相転移」
日本物理学会 秋季大会 (2020.9.8-11, オンライン)
- [18] 手塚泰久, 上出晴輝, 任皓 駿, 渡辺孝夫, 中島伸夫, 八方直久, 木村耕治, 林 好一, 細川伸也
「蛍光X線ホログラフィーによるAサイト秩序型ペロブスカイトCaCu₃Ti₄O₁₂の局所構造研究III」日本物理学会 秋季大会 (2020.9.8-11, オンライン)

学生の学会発表実績

(国際会議)

○博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数	0 件
○博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	0 件
○博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数	0 件

(国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 8 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 3 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 2 件

社会活動・学外委員

○学協会委員

- [1] 中島伸夫：第 15 回 RCBJSF（日本・ロシア・バルト 3 国・国家共同体誘電体会議）
プログラム委員長
- [2] 中島伸夫：日本放射光学会 編集委員
- [3] 中島伸夫, 石松直樹：第 23 回日本 XAFS 討論会 実行委員
- [4] 中島伸夫：日本学術振興会 特別研究員等審査委員
- [5] 石松直樹：SPring-8 ユーザー共同体 高圧物質科学研究会 代表

○外部評価委員等

- [1] 石松直樹：(財)高輝度光科学研究センター, 外来研究員
- [2] 中島伸夫：SPring-8 利用研究課題審査委員会・審査員
- [3] 石松直樹：SPring-8 利用研究課題審査委員会・審査員

高大連携事業への参加状況

該当無し

国際交流

- [1] 中島伸夫：ラトビア大学物性物理学研究所の研究員と週1～2回の頻度でのオンラインミーティングを研究室学生も参加して継続的に実施している（現在も継続中）。
- [2] 石松直樹：欧州放射光施設 (ESRF) の A. Rosa 博士をクロスアポイントメント特任助教として招聘。招聘は令和3年度から令和4年度の予定。

各種研究員と外国人留学生の受入状況

○外国人留学生

- [1] 大学院理学研究科博士課程後期, 2017年10月入学生, 1名（中国）

研究助成金の受入状況

- [1] 中島伸夫：科学研究費補助金基盤研究(B)（平成30年度-令和2年度）（代表, 16,400千円）
課題名：「X線分光による酸素の異方的電子状態が誘起する酸化物薄膜の新規強誘電性の解明」
- [2] 石松直樹：広島大学 科研費ステップアップ支援制度（令和2年度）（代表, 1,000千円）
課題名：「高圧化XAS測定の新技術開発と遷移金属合金の構造決定法の確立」
- [3] 石松直樹：科学研究費補助金基盤研究(B)（令和2年度-5年度）（分担, 500千円）
課題名：「圧力磁場誘起らせん秩序の観測によるキラリティ自発形成機構の研究」

○光物性グループ

研究活動の概要

機能性材料のもつ電氣的，磁氣的，熱的な性質はそのバンド構造に支配されていると言っても過言ではない。そのため，材料固有のバンド構造を理解することは，基礎的，応用的な観点からとても重要である。角度分解光電子分光（Angle-resolved photoelectron spectroscopy = ARPES）は，固体の占有バンド構造を直接観測する有用な実験手法と捉えられる。例えば，エネルギーギャップの存在は，金属か半導体（絶縁体）であるかどうかを決め，バンド分散の傾きや曲率が電子の速度や有効質量を決める。また高温超伝導体については電子クーパー対における「のり」の役割を担う相互作用の起源に迫るべく，これまでARPESは重要な役割を果たしてきた。光物性研究室では，放射光やレーザーを用いて，磁性体，超伝導体，トポロジカル絶縁体・半金属，熱電変換材料などの機能性物質の詳細な電子構造や結晶構造を実験的に観測し電氣的，磁氣的，熱的性質の起源を解明することを目的として研究を行っている。

(1) 巨大異常ネルンスト効果を示すホイスラー合金 Co_2MnGa の電子構造の解明

近年，磁性体に熱流を印加した際に生じる異常ネルンスト効果が環境発電の観点から大きな注目を集めている。異常ネルンスト効果は，磁性体に熱流を流す際に，温度勾配と磁化に直交する方向に電圧を生じる現象である。類似した熱電効果としてゼーベック効果がよく知られているが，大面積かつ柔軟性を持つモジュールの作成などの観点で異常ネルンスト効果は高い優位性を示す。また，構成材料に有毒元素を含まない点も特筆すべき点である。しかしながら，異常ネルンスト効果による熱電能は一般に $1.0 \mu\text{V/K}$ 以下と極めて低いため， $10\text{-}20 \mu\text{V/K}$ クラスの熱電能が要求される実用環境発電や高感度熱流センサーに応用するためには熱電能の大幅な向上が求められている。近年発見されたワイル磁性体は鉄などの典型的な磁性体よりも一桁程度大きな熱電能を実現できることがわかってきた。このような熱電能の増強には，フェルミ準位近傍の電子構造が生み出す「仮想磁場」の存在が重要な役割を果たすと考えられている。しかし，実験手法が限られることとその困難さから，電子構造に関する実験的研究はこれまでほとんど行われてこなかった。

本研究では，巨大異常ネルンスト効果が報告されているホイスラー合金 Co_2MnGa に着目し，広島大学放射光科学研究センター（HiSOR）のシンクロトロン放射光を利用したスピン・角度分解光電子分光実験を行い，熱電能と電子構造の対応関係を明らかにした。一般に，角度分解光電子分光実験には超高真空中で平坦かつ清浄表面をもつ試料が必要となる。しかし，ホイスラー合金のバルク単結晶はその3次元的な結晶構造から，真空中で平坦な表面を得ることが困難であり，これまでほとんど角度分解光電子分光実験が行われてこなかった。そこで本研究では，物質・材料研究機構（NIMS）の桜庭裕弥グループリーダーと協力し，原子レベルで平坦な表面および大きな残留磁化を持つ高品質ホイスラー合金薄膜を作成した。薄膜試料の表面汚染を防ぐため，試料はポータブル真空輸送チャンバーによってNIMSから放射光科学研究センターHiSORに大気に晒すことなく輸送し，スピン・角度分解光電子分光を行った。その結果， Co_2MnGa 薄膜中にスピン偏極したワイル粒子が存在することを世界で初めて明らかにした。また，組成比をわずかに変化させた薄膜試料を複数作成し，電子構造と熱電能の対応関係を調べたところ，ワイル粒子によって構成されるバンド分散がフェルミ準位に近づくにつれて熱電能が系統的に上昇することがわかった。今回観測した Co_2MnGa 薄膜の熱電能

は最大で $6.2 \mu\text{V/K}$ に達し、過去に報告されていた Co_2MnGa 薄膜の約2倍以上となっており、バルク単結晶試料の最高値にも匹敵する。これらの実験結果は第一原理計算によって再現され、ワイル粒子から構成されるバンド分散が巨大仮想磁場の源となり、熱電能を増強していることを突き止めた。

本研究の成果は、Springer Nature のオープンアクセスジャーナル「Communications Materials」に、ロンドン時間の2020年11月24日10時（日本時間：2020年11月24日19時）に掲載された（原著論文[3]）。広島大学よりプレス発表（<https://www.hiroshima-u.ac.jp/adse/news/61671>）を行った。また当該研究成果が科学新聞にも掲載された（2020.12.18, 4面）。本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金基盤研究A「非共型な結晶対称性を持つ強相関物質の電子状態観測とトポロジーの解明（課題番号：18H03683, 研究代表者：木村昭夫）」、同基盤研究S「実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明（課題番号：17H06152, 研究代表者：宝野和博）」、同基盤研究 S「トポロジカル相でのバルク・エッジ対応の多様性と普遍性:固体物理を越えて分野横断へ（課題番号：17H06138, 研究代表者：初貝安弘）」などの支援を受けて行われた。

(2) 多機能性合金のハーフメタル電子状態の直接観測

超スマート社会 Society5.0 の実現のためには、爆発的に増加するデータの処理や IoT 機器の増加、あるいは人工知能によって消費される電力を桁違いに低減する技術が必要となる。現在では電子の電荷を利用して情報処理を行うエレクトロニクスデバイスが主流になっているが、電荷の情報は放っておくと消えてしまうため、常に外部電源が必要になる。そのような中、電子のスピンを利用して情報を記録・伝達する次世代のスピンエレクトロニクスデバイスが注目されている。電子のスピンを利用することで、外部電源が不要な省電力メモリやさらなる高密度・高性能化が期待される。電子のスピンを制御するためには、例えば上向きスピンを持った電子は通し、下向きスピンを持った電子は通さないといった、スピン選択的な電気伝導性を示す材料が必要となる。 Co_2MnGe に代表されるホイスラー合金は、1990年代から理論的にハーフメタルな電子構造を持つことが予言されており、 Co_2MnGe を用いたスピンエレクトロニクスデバイスの開発も行われてきた。しかし、未だ実用化には至っておらず、そもそもの電気伝導性の起源である電子のバンド構造の直接観測が求められてきた。電子のバンド構造を観測する強力な手法として、角度分解光電子分光（ARPES）が知られているが、高い規則度と原子レベルで平坦な清浄表面を必要とする。ホイスラー合金のように3次元的な結晶構造を持ち、元素置換の起こりやすい合金系でのバンド構造の観測は困難で、古くから研究されているにも関わらずそのハーフメタル性の起源となるバンド構造を実験的に確かめた報告は皆無であった。

本研究では高品質な単結晶試料を超高真空中で破断し、非常に絞られた放射光を用いて 10 マイクロメートル程度の大きさの平坦表面を狙って測定するという大胆な手法により、今まで明らかになっていなかった Co_2MnGe ホイスラー合金の3次元的なバンド構造を初めて観測した。さらに、観測されたバンド構造は理論計算結果とよく対応し、 Co_2MnGe がハーフメタルなバンド構造をもつことが実験的に明らかになった。

これまで、ARPES 測定に用いられてきた光のスポットサイズは $0.1\sim 1$ ミリメートル程度で、平坦性の悪い 3 次元材料や合金系のバンド構造を運動量に分解して観測することは困難だと考えられていた。しかし、10 マイクロメートル程度の絞られた光を用いることで、これまで観測困難だったホイスラー合金のバンド構造の観測が可能となり、さらなる ARPES 研究の進展が期待される。また、求める物性が実現する材料を探索する際に、考えられる全ての元素の

組み合わせ、組成比で試料を作成すると膨大なコストと時間がかかる。そこで、近年の計算機の処理能力の向上に伴い、高度な理論計算によって大量の元素の組み合わせから求める物性が得られる候補物質を探索する研究が進められている。Co₂MnGe ホイスラー合金のバンド構造を実際に観測し、理論計算結果とよい一致を示したことは、このようなシミュレーションによる物質探索の手がかりとなることが期待される。

本研究の成果は、米国の科学雑誌「Physical Review Letters」に、アメリカ東部時間の2020年11月19日午前10時（日本時間：2020年11月20日午前0時）に掲載された（原著論文[4]）。また、広島大学よりプレス発表（<https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/61483>）を行った。また当該研究成果が日刊工業新聞・電子版にも掲載された（2020.12.10）。本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金基盤研究A「非共型な結晶対称性を持つ強相関物質の電子状態観測とトポロジーの解明（課題番号：18H03683，研究代表者：木村昭夫）」，同基盤研究S「実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明（課題番号：17H06152，研究代表者：宝野和博）」，同基盤研究 S「トポロジカル相でのバルク・エッジ対応の多様性と普遍性:固体物理を越えて分野横断へ（課題番号：17H06138，研究代表者：初貝安弘）」などの支援を受けて行われた。軟X線角度分解光電子分光実験は高輝度光科学研究センター（JASRI）の採択課題（2019A1548）のもと SPring-8 BL25SU にて行われた。

(3) 相変化材料におけるディラック電子状態の直接観測

相変化材料は、同じ固体中で結晶相とアモルファス相の間で瞬時に電気抵抗率を数桁変化させることが可能な材料である。近年、相変化材料はコンピュータなどに使われる不揮発性メモリ（電源を切っても記憶が保持されるメモリ）などへの応用の観点から大きな注目を集めている。2010年以降、GeSb₂Te₄やGe₂Sb₂Te₅などの化合物が、トポロジカル絶縁体と同様の特殊な電子構造を持つという理論予測がなされ、相変化材料の新たな側面にも注目が集まってきた。一方、このような数桁もの電気抵抗率の変化のメカニズムや、トポロジカルな側面の実験的検証については全く手付かずの状況であった。これらを明らかにするためには、フェルミレベル（固体中で電子が占有された最大のエネルギー）付近の詳細な電子構造への実験的なアプローチが必要となる。

そこで本研究チームは、相変化材料の一つである GeSb₂Te₄ の結晶相について、広島大学の放射光科学研究センターのシンクロトロン放射光やレーザー光を用いた角度分解光電子分光の高精度な実験を行なったところ、グラフェンによく似た直線的なエネルギーバンドを捉えた。この実験結果から、質量ゼロのディラック型のエネルギーバンド（通称ディラックコーン）が GeSb₂Te₄ の結晶相の電気伝導を担っていることが世界で初めて明らかになった。さらに東京大学物性研究所の時間・角度分解光電子分光を用いて実験を行った結果、同化合物がトポロジカル絶縁体と同様の特殊な電子状態を持つことが初めて明らかとなった。

世界中で注目されているグラフェンにも、応用上大きな弱点が存在する。それはグラフェンには、通常の半導体のようなバンドギャップが存在しないため、電子の伝導性を外部から制御して信号のオン・オフ比を大きくすることが難しいことで、このことが電子・光学デバイスへの応用に大きな課題になっていた。相変化材料は外部制御により大きなオン・オフ比が実現できるため、GeSb₂Te₄はグラフェンの弱点を克服できるポスト・グラフェン材料として超高速電子デバイス等への応用が期待される。また本研究から、GeSb₂Te₄の結晶相がトポロジカル絶縁体と同様の電子構造を持つことが明らかになった。このことからまず、トポロジカル絶縁体を利用した未解明の全く新しい量子現象を観測する舞台となることが期待される。またトポロ

ジカル絶縁体の最大の特徴は「スピン流」である。キャリア制御をうまく行うことで、このスピン流を利用した次世代のスピン트로ニクスデバイスとしての利用も大いに期待される。

本研究の成果は、米国の科学雑誌「ACS Nano」に2020年7月7日（日本時間）に掲載された（原著論文[6]）。また、広島大学よりプレス発表（<https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/58981>）を行った。本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金基盤研究A「非共型な結晶対称性を持つ強相関物質の電子状態観測とトポロジーの解明（課題番号：18H03683，研究代表者：木村昭夫）」，同基盤研究S「実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明（課題番号：17H06152，研究代表者：宝野和博）」，同基盤研究S「トポロジカル相でのバルク・エッジ対応の多様性と普遍性：固体物理を越えて分野横断へ（課題番号：17H06138，研究代表者：初貝安弘）」などの支援を受けて行われた。

(4) ホイスラー合金 Co_2MnGe (Ga)薄膜のGe (Ga) $L_{2,3}$ 端における磁気円二色性スペクトル解析
フルホイスラー合金は、 X_2YZ の組成を持つ典型的規則合金である。その中でも $\text{X}=\text{Co}$ としているCo基ホイスラー合金の多くは、フェルミレベル(E_F)近傍にて一方のスピンの状態密度にバンドギャップが存在し、スピン偏極度100%のハーフメタルになることが予測されている。この特異な電子構造を利用し、高スピン偏極材料としてトンネル磁気抵抗(TMR)素子や巨大磁気抵抗(GMR)素子など、スピン트로ニクスデバイスへの応用が期待されている。特に Co_2MnGe は理想的なハーフメタルの状態密度(DOS)を持っていることがすでに第一原理計算より示されており[I. Galanakis *et al.*, Phys. Rev. B **66**,174429 (2002)]，実験的には硬X線光電子分光により電子状態が明らかにされている[S. Ouardi *et al.*, Phys. Rev. B **84**, 155122 (2011)]。さらにX線磁気円二色性(XMCD)実験により、非磁性元素も磁元素に誘起され、磁気モーメントをもつことが分かってきた[K. Miyamoto *et al.*, J. Phys. Condens. Matter **16**, S5797 (2004)][K. Nagai *et al.*, Phys. Rev. B **97**, 035143 (2018)]。一方、そのスペクトル形状は複雑であり、その物理的な解釈についての考察は未だ行われていない。まずは、 Co_2MnGe (Ga)フルホイスラー合金薄膜において観測したGe (Ga) $L_{2,3}$ 吸収端におけるXMCDについて、第一原理計算によるGe (Ga) 4d軌道の非占有部分状態密度(PDOS)と比較した。しかし、水素様原子モデルによる解析ではほとんど寄与しないと考えられていたGe (Ga)の4s軌道が大きく寄与することが分かった。そこで今度はブロッホ関数を考慮して、フェルミの黄金律に基づいたXAS/XMCDスペクトルの計算を行ったところ実験結果をより再現した。本研究は、非磁性サイトのXAS/XMCDスペクトルが、非占有状態のスピン分極PDOSを明らかにするだけでなく、機能性材料設計へのフィードバックを行うための実験ツールになりうることを示唆する。

本研究の成果は、米国の科学雑誌「Physical Review B」に掲載された（2020年8月26日）（原著論文[5]）。本研究はJSPS 科研費17H06152の助成を受けて行われた。XAS/XMCD分光実験はSPRING-8 BL23SUにて文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォームの支援を受けて実施された（2018B3842）。

(5) 反強磁性トポロジカル絶縁体の発見 -室温での無散逸伝導実現に向けて

本研究グループは、ロシア・サンクトペテルブルグ大学やスペイン・ドノスティア国際物理センターなどと共同で反強磁性トポロジカル絶縁体を世界で初めて発見した。トポロジカル絶縁体とは、物質内部（バルク）が絶縁体で表面が金属になる物質である。ただし、絶縁体の上に金属をコーティングしたものとは異なり、その表面で有効質量がゼロでスピン分極した線形分散が交差するディラック電子バンドを形成するのが特徴である。トポロジカル絶

縁体か普通の絶縁体かの違いは、そのバンド構造の違いにより決定され、スピン軌道相互作用によって引き起こされる「バンド反転」がトポロジカル絶縁体になるための必要条件となる。例えばよく知られる化合物半導体のGaAsは価電子帯頂上と伝導帯の底がそれぞれp軌道とs軌道から構成されるが、スピン軌道相互作用がより大きくなると、それらが反転しトポロジカル絶縁体となりうる(例えばHgTeなど)。トポロジカル絶縁体に今度は磁性を持たせると、その表面状態にエネルギーギャップが開き、量子異常ホール効果(QAHE)が起こる。QAHEとは、よく知られる量子ホール効果(QHE)と同じくホール伝導度が量子化する現象であるが、これが外部磁場をかけなくとも起こるという現象を指す。2013年に(Bi,Sb)₂Te₃にCrやVをドーブした希薄磁性トポロジカル絶縁体が量子異常ホール効果を示すことが見出され、大きな注目を浴びた。QHEやQAHEはともに系のバンド構造に起因したトポロジカルな現象であり、特徴的なこととしてその側面に一方向に走るエッジ電流(カイラルエッジ電流)が流れる。このカイラルエッジ電流は不純物等により散乱を受けず進み続ける無散逸なものであるため、これをデバイス化すれば消費電力を大幅に下げることが可能になると期待される。特にQAHEは外部磁場が不要な点で実用化には有利である。ただし、現状ではQAHEが起こる温度は最高でも2Kという極低温に留まっているため、室温で実現するためにはなんらかのブレークスルーが必要であり、少なくとも磁性元素が希薄でまばらに分布している物質ではなかなか実現が難しいと思われる。そもそも、希薄磁性トポロジカル絶縁体では、磁性原子の間の距離が長いため、安定した強磁性状態を保つのが難しく、強磁性転移温度が低くなってしまふ。磁性ドーブ型ではなく、化学量論組成の磁性トポロジカル絶縁体の実現できればQAHEが現れる温度も上昇すると期待される。

このような中、本研究ではまず、層状の反強磁性体MnBi₂Te₄が磁性トポロジカル絶縁体になりうることを第一原理計算より示した。また表面ディラック電子バンドはバルクバンドに開いたエネルギーギャップ中に存在しているが、通常のとポロジカル絶縁体と異なり、表面バンドに88 meVのエネルギーギャップが開いていることも示された。実際にこの反強磁性体がトポロジカル絶縁体であるかどうかを検証するためにはこの表面ディラック電子バンドとエネルギーギャップの有無を実験的に検証する必要がある。そこで本研究では、実際に物質合成を行い、広島大学放射光科学研究センターにて放射光やレーザーを励起光源とした角度分解光電子分光(ARPES)を行った。その結果、エネルギーギャップの開いた表面ディラック電子バンドを直接的に観測しMnBi₂Te₄が反強磁性トポロジカル絶縁体であることを世界で初めて明らかにした。

本研究の成果は、Springer Nature のオープンアクセスジャーナル「npj Quantum Materials」と「Scientific Reports」とにそれぞれ2020年8月3日と2020年8月6日に掲載された(原著論文[10, 11])。

(6) ホイスラー合金Co₂Cr(Ga,Si)におけるリエントラント・マルテンサイト変態機構の研究

Co基ホイスラー合金はハーフメタル材料の有力候補として知られているが、近年Co₂CrGaとCo₂CrSiの混晶系において形状記憶効果が現れることが報告された[X. Xu et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 164104 (2013)]。形状記憶効果はマルテンサイト変態と密接に関連しており、高温における母相が冷却によってマルテンサイト相へと相転移することに起因している。しかし、Co₂Cr(Ga,Si)合金では、マルテンサイト相をさらに冷却することによって再び母相が現れる、リエントラント挙動を示すことが明らかになっている。このような冷却誘起マルテンサイト逆変態を示す物質は非常に稀であり、金属では純鉄以外に類を見ない。

本研究では、光物性研究室、東北大学電気通信研究所、東北大学大学院工学研究科、物質・材料研究機構、日本原子力研究開発機構の共同研究として、 $\text{Co}_2\text{Cr}(\text{Ga},\text{Si})$ 合金に発現するリエントラント・マルテンサイト変態機構を電子状態の観点から明らかにすることを目的に、硬X線光電子分光、軟X線磁気円二色性分光および第一原理計算を行った。実験はSPring-8 BL15XU, BL23SUにおいて行い300-20Kの範囲で温度依存性を測定した。

硬X線光電子分光により得られた価電子帯光電子分光スペクトルには、冷却を行うことで、フェルミ準位近傍の電子状態に顕著な変化が現れ、リエントラント・マルテンサイト変態を反映した電子状態が観測された。また、20Kでは300Kに比べてスピン磁気モーメントが大幅に増加することが軟X線磁気円二色性分光より明らかになった。これらの電子状態の変化は第一原理計算からも再現された。更に、母相のフェルミ準位近傍ではCo 3dおよびCr 3d軌道が高い状態密度を有していることが第一原理計算より明らかになり、これらが構造不安定性を誘起しマルテンサイト相を安定化させていると考えられる。

(7) 超高分解能角度分解光電子顕微分光装置 (μ -ARPES) による高温超伝導体の不均一なエネルギーギャップの観測

角度分解光電子分光は、波数空間における電子構造を観測するのに最適な測定手段だが、実空間を分解できないのが弱点であった。本研究では、紫外線レーザーを直径数 μm のスポットに集光することで、超高分解能角度分解光電子顕微分光装置 (μ -ARPES) の開発を進めた。平成28年度は、鉄系超伝導物質 FeSe について、 μ -ARPESにより試料不均一性を排除した局所バンド分散の観測を行い、電子液晶転移に伴うバンドのシフトを決定した。そして、鉄系の多秩序が絡む相図において、電子の軌道成分が大きな役割を果たしていることを示した。一方、高温超伝導の発現機構は、未だに統一した見解は得られておらず、秩序変数である超伝導ギャップの研究が発現機構の解明の鍵を握っている。走査型トンネル分光/顕微鏡を用いた研究では、銅酸化物高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212)の超伝導ギャップは、実空間でナノスケールの不均一性があることが報告されている [K. McElroy *et al.*, Phys. Rev. B **94**, 197005 (2005)]。一方で、銅酸化物高温超伝導体の特徴として、波数方向に異方的な d 波超伝導ギャップを形成することが挙げられる。しかしながら、実空間不均一性が超伝導ギャップの振る舞いに与える影響はよくわかっていない。そこで本研究では、ギャップの波数依存性と空間依存性を同時に調べることを目的として、微小集光したレーザー ($h\nu = 6 \text{ eV}$)を用いた高分解能のマイクロ角度分解光電子分光 (ARPES) を使用して、不足ドーピング Bi2212 ($T_c = 65 \text{ K}$)の電子状態の実空間依存性を調べた。その結果、超伝導ギャップと擬ギャップの大きさの位置依存性が観測された。

(8) 新奇超伝導物質の電子構造の研究

銅酸化物系や鉄砒素系で発現する高温超伝導は、従来理論では説明のつかない現象として、興味を集めている。本研究では、紫外線領域の集光レーザーや放射光を励起光とする高分解能角度分解光電子分光を用いて、新奇で多様な超伝導発現機構の解明に挑戦している。ルテチウム置換した層状リン化カルコゲナイド超伝導体 $\text{Zr}_{1-y}\text{Lu}_y\text{PX}$ ($X = \text{S}, \text{Se}$)の硬X線光電子分光実験を行い、超伝導を担う電子構造を世界で初めて直接的に観測した。Pの内殻準位が分裂していることを発見し、Pの主ピークがLu置換によって一気に0.8 eVほど移動することをつきとめた。これは、二次元平面を構成しているPの価数が -1 から0に変化したことを示しており、元素間の電子のやりとりの様子が判明した。他の元素の内殻準位についてもピーク位置の移

動を報告し、移動量の元素依存性から、リジット・バンド描像による説明が難しく、Lu置換が価電子帯のバンド構造を質的に変化させていることを実証した。さらに、Luの置換量を増やすことで、フェルミ端のスペクトル強度が急激に増大することを示し、フェルミ準位における電子状態密度の増加がTc向上に寄与していることを指摘した。これにより、層状リン化カルコゲナイド超伝導体のLu置換による電子構造の変化について多くの知見をもたらし、Tc向上のしくみにつながる実験的証拠が提示された。

(9) ルテニウム酸化物超伝導体 Sr_2RuO_4 における多体効果の検証

ルテニウム酸化物 Sr_2RuO_4 は、異方的超伝導 ($T_c \sim 1.5 \text{ K}$) が発現するのみならず、代表的な2次元強相関物質として知られている。電子状態の観点から超伝導機構を解明するには、超伝導発現に関わる電子・ボゾン相互作用と、強相関系の特徴である強い電子相関を分離し、定量評価することが理想的である。しかし、角度分解光電子分光 (ARPES) で直接観測されたRu $4d_{yz}$, $4d_{xy}$ 軌道由来の電子バンドに働く相互作用の起源に関して解釈が分かれている。通常、電子相関とスピン軌道相互作用を取り入れた理論計算では、フェルミ準位近傍におけるバンドの繰り込みが過小評価され、ARPESやドハース・ファンアルフェン効果の測定結果を説明できない。従来は、この差分を満たす要因として、フェルミ準位近傍での複数のボゾンモードとの結合が主張されてきた[H. Iwasawa *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **105**, 226406 (2010)]。一方、近年の広波数領域のARPES測定から、増強したスピン軌道相互作用の導入により電子相関のみで繰り込みを再現できるとの主張もなされている[A. Tamai *et al.*, *Phys. Rev. X*, **9**, 021048 (2019)]。

そこで本研究では、広波数領域での電子・ボゾン相互作用を含めた多体効果の再検証を目的として、広島大学放射光科学研究センター (BL-1) において、高分解能ARPES実験を行った。広波数領域で観測したARPESスペクトルに対して、スペクトル形状解析からバンド分散を決定し、自己エネルギーの実部を導出した。その結果、波数に依らず、複数の構造が観測された。

(10) 高分解能ARPESを用いた銅酸化物高温超伝導体の多体相互作用の評価

銅酸化物が示す高温超伝導のメカニズムの解明に向けて、角度分解光電子分光 (ARPES) を用いた多体相互作用の評価が広く行われている。La系銅酸化物 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ (LSCO) は、結晶構造の3次元性が高いために良質なARPESスペクトルの取得が困難な系であったが、装置性能等の向上とともにスペクトルの質が改善し、より精度の高い多体相互作用の評価が可能となってきた。近年では、フェルミ準位近傍の電子の散乱確率が、エネルギー・波数に依存して、フェルミ液体的振る舞いから逸脱することが報告された[J. Chang *et al.*, *Nat. Commun.* **4**, 2559 (2013)]。一方、我々も高分解能ARPESにより、広エネルギー領域のバンド分散を検証し、反強磁性のスピン揺らぎのエネルギースケール (約0.3eV) で電子・電子相互作用由来と考えられるバンドの繰り込みが特徴付けられることを見出した。しかし、フェルミ準位近傍のバンドに働く相互作用を理解するためには、電子・電子相互作用だけでなく、電子・ボゾン相互作用を始めとした、その他の相互作用を含めた考察が必要である。

そこで本研究では、フェルミ準位近傍におけるLSCOの多体相互作用の働きを明らかにすることを目的として、最適ドーピングLSCO ($x=0.15$) の高分解能ARPES測定を行った。実験は広島大学放射光科学センター及びスタンフォード放射光施設にて行った。電子・ボゾン相互作用を含まないとするバンド分散を二次関数により仮定し、実験で得られたバンド分散との差分を取ることで、電子・ボゾン相互作用を主に反映すると考えられる自己エネルギーの実部を

導出したところ、特徴的な構造が約30meV・70meVに存在することから電子とボゾンの結合が強く示唆させる結果が得られた。

原著論文

- [1] 木村昭夫, 黒リンの電子たたき上げ現象の解明, (監修) 柚原淳司, ポストグラフェン材料の創製と用途開発最前線, 第1編2章6節, (株)エヌ・ティー・エス(2020).
- [2] © M. Ye, K. Kuroda, M. M. Otrokov, A. Ryabishchenkova, A. Ernst, E. V. Chulkov, M. Nakatake, M. Arita, T. Okuda, T. Matsushita, L. Tóth, H. Daimon, K. Shimada, Y. Ueda, A. Kimura, “Persistence of the topological surface states in Bi₂Se₃ against Ag intercalation at room temperature,” *J. Phys. Chem. C* **125** (3), pp. 1784-1792 (2021).
- [3] © K. Sumida, Y. Sakuraba, K. Masuda, T. Kono, M. Kakoki, K. Goto, K. Miyamoto, Y. Miura, T. Okuda, and A. Kimura, “Observation of spin-polarized Weyl cones and gigantic anomalous Nernst effect in ferromagnetic Heusler films,” *Commun. Mater.* **1**, 89/ 1-9 (2020).
- [4] T. Kono, M. Kakoki, T. Yoshikawa, X. X. Wang, K. Goto, T. Muro, R. Y. Umetsu, and A. Kimura, “Visualizing half-metallic bulk band structure with multiple Weyl cones of the Heusler ferromagnet,” *Phys. Rev. Lett.* **125** (21), 216403/ 1-6 (2020).
- [5] © T. Yoshikawa, V. N. Antonov, T. Kono, M. Kakoki, K. Sumida, K. Miyamoto, Y. Takeda, Y. Saitoh, K. Goto, Y. Sakuraba, K. Hono, A. Ernst, and A. Kimura, “Unveiling spin-dependent unoccupied electronic states of Co₂MnGe (Ga) film via Ge (Ga) L_{2,3} absorption spectroscopy,” *Phys. Rev. B* **102** (6), 064428/ 1-7 (2020).
- [6] © M. Nurmamat, K. Okamoto, S. Zhu, T. V. Menshchikova, I. P. Rusinov, V. O. Korostelev, K. Miyamoto, T. Okuda, T. Miyashita, X. X. Wang, Y. Ishida, K. Sumida, E. F. Schwier, M. Ye, Z. S. Aliev, M. B. Babanly, I. R. Amiraslanov, E. V. Chulkov, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, K. Shimada, S. Shin and A. Kimura, “Topologically Non-trivial Phase-change Compound GeSb₂Te₄,” *ACS Nano* **14** (7), pp. 9059-9065 (2020).
- [7] H. Ito, Y. Otaki, Y. Tomohiro, Y. Ishida, R. Akiyama, A. Kimura, S. Shin, S. Kuroda, “Observation of unoccupied states of SnTe(111) using pump-probe ARPES measurement,” *Phys. Rev. Research* **2** (4), 043120/ 1-9 (2020).
- [8] © T. Imai, J. Chen, K. Kato, K. Kuroda, T. Matsuda, A. Kimura, K. Miyamoto, S. V. Eremeev, and T. Okuda, “Experimental verification of temperature induced topological phase transition on TlBiS₂ and TlBiSe₂,” *Phys. Rev. B* **102** (12), 125151/ 1-7 (2020).
- [9] © S. O. Filnov, I. I. Klimovskikh, D. A. Estyunin, A. V. Fedorov, V. Yu. Voroshnin, A. V. Koroleva, A. G. Rybkin, E. V. Shevchenko, Z. S. Aliev, M. B. Babanly, I. R. Amiraslanov, N. T. Mamedov, E. F. Schwier, K. Miyamoto, T. Okuda, S. Kumar, A. Kimura, V. M. Misheneva, A. M. Shikin, and E. V. Chulkov, “Probe-dependent Dirac-point gap in thallium-based topological insulator with gadolinium doping,” *Phys. Rev. B* **102** (8), 085149/ 1-7 (2020).
- [10] © A. M. Shikin, D. A. Estyunin, I. I. Klimovskikh, S. O. Filnov, E. F. Schwier, S. Kumar, K. Miyamoto, T. Okuda, A. Kimura, K. Kuroda, K. Yaji, S. Shin, Y. Takeda, Y. Saitoh, Z. S. Aliev, N. T. Mamedov, I. R. Amiraslanov, M. B. Babanly, M. M. Otrokov, S. V. Eremeev, and E. V. Chulkov, “Nature of the Dirac gap modulation and surface magnetic interaction in axion antiferromagnetic topological insulator MnBi₂Te₄,” *Sci. Rep.* **10**, 13226/ 1-13 (2020).
- [11] I. I. Klimovskikh, M. M. Otrokov, D. Estyunin, S. V. Eremeev, S. O. Filnov, A. Koroleva, E.

Shevchenko, V. Voroshnin, A. G. Rybkin, I. P. Rusinov, M. Blanco-Rey, M. Hoffmann, Z. S. Aliev, M. B. Babanly, I. R. Amiraslanov, N. A. Abdullayev, V. N. Zverev, A. Kimura, O. E. Tereshchenko, K. A. Kokh, L. Petaccia, G. Di Santo, A. Ernst, P. M. Echenique, N. T. Mamedov, A. M. Shikin, and E. V. Chulkov, “Tunable 3D/2D magnetism in the $(\text{MnBi}_2\text{Te}_4)(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_m$ topological insulators family,” npj Quantum Mater. **5**, 54 (2020).

- [12] ©Artem G. Rybkin, Anna A. Rybkina, Artem V. Tarasov, Dmitrii A. Pudikov, Ilya I. Klimovskikh, Oleg Yu. Vilkov, Anatoly E. Petukhov, Dmitry Yu. Usachov, Dmitrii A. Estyunin, Vladimir V. Voroshnin, Andrei Varykhalov, Giovanni Di Santo, Luca Petaccia, Eike F. Schwier, Kenya Shimada, Akio Kimura, and Alexander M. Shikin, “Epitaxial growth and physical properties of a promising 2D catalyst: graphene on nano-thin Pt_5Gd alloy,” Appl. Surf. Sci., vol.526, art.no.146687/pp.1-8 (1 October, 2020).
- [13] T. Miyashita, H. Iwasawa, T. Yoshikawa, S. Ozawa, H. Oda, T. Muro, H. Ogura, T. Sakami, F. Nakamura, and A. Ino “Emergence of low-energy electronic states in oxygen-controlled Mott insulator $\text{Ca}_2\text{RuO}_{4+\delta}$,” Solid State Commun. **326**, 114180 (2021).

国際会議

(招待講演)

- [1] A. Kimura, “Nodal link semimetals and their surface states probed by ARPES”, The 8th International Workshop on “Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts” (2021.3.26,29,30, Online).
- [2] A. Kimura, “Incorporating Magnetism into Topological Quantum Materials for Innovative Functions”, 4th QST International Symposium -*Innovation from Quantum Materials Science*- (2020.11.4-6, Takasaki, Japan).
- [3] A. Kimura, “Current status and future prospects on ARPES study of bulk-edge correspondence”, The 7th International Workshop on “Variety and universality of bulk-edge correspondence in topological phases: From solid state physics to transdisciplinary concepts” (2020.10.20, Online).

(一般講演)

- [1] ©S. Ozawa, H. Iwasawa, H. Oda, T. Yoshikawa, A. Kimura, M. Hashimoto, D. Lu, T. Muro, Y. Yoshida, I. Hase, Y. Aiura, S. Kumar, K. Shimada, “Low-energy electron-boson coupling in Sr_2RuO_4 ,” The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021.3.4-5, Online). **[Best Student Poster Award]**
- [2] ©H. Oda, H. Iwasawa, T. Miyashita, S. Ozawa, A. Kimura, R. Yano, S. Kashiwaya, T. Sasagawa, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, “Optimization of self-energy in high-Tc cuprate superconductor $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$,” The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021.3.4-5, Online).
- [3] ©T. Sugiyama, H. Iwasawa, S. Ozawa, H. Oda, T. Kono, T. Okuda, K. Miyamoto, S. Ishida, Y. Yoshida, H. Eisaki and A. Kimura, “Gap inhomogeneity in $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ revealed by laser micro-ARPES,” The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021.3.4-5, Online).
- [4] Yuto Fukushima, Tomoki Yoshikawa, Takeo Miyashita, Kaito Shiraishi, Masashi Arita, Keisuke Mitsumoto, Hiroshi Tanida and Akio Kimura, “Electronic Structure of Antiferromagnet CeCoSi

Revealed by VUV-ARPES,” The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021.3.4-5, Online).

- [5] ©Kaito Shiraishi, Mario Novak, Tomoki Yoshikawa, Takashi Kono, Shiv Kumer, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, Eike F. Schwier, Masashi Arita, Kenya Shimada, Sergey V. Eremeev and Akio Kimura, “ARPES study of antiferromagnetic EuIn_2As_2 ,” The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021.3.4-5, Online).
- [6] ©Kiyotaka Ohwada, Takashi Kono, Shogo Ushio, Kazuki Goto, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, Hiroyasu Nakayama, Yuya Sakuraba and Akio Kimura, “Spin-polarized band structures of Ga-rich Fe_3Ga film as a promising material for high thermoelectric performance,” The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021.3.4-5, Online).

国内学会

(招待講演)

- [1] 木村昭夫「トポロジカル材料」, 筑波大学大学院講義「最先端ナノ物性・ナノ工学特論」
(2020年11月20日, 筑波大学オンライン)

(一般講演)

- [2] ©角田一樹, 桜庭裕弥, 増田啓介, 河野 嵩, 鹿子木将明, 後藤一希, Weinan Zhou, 宮本幸治, 三浦良雄, 奥田太一, 木村昭夫, 「 Co_2MnGa 薄膜におけるスピン偏極ワイル分散と巨大異常ネルンスト効果の観測」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2021年1月8日-20日, オンライン開催)
- [3] 河野 嵩, 鹿子木将明, 吉川智己, Xiaoxiao Wang, 後藤一希, 室隆桂之, 梅津理恵, 木村昭夫, 「軟X線ARPESによる Co_2MnGe のハーフメタル 電子状態とワイル交差の直接観測」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2021年1月8日-20日, オンライン開催) **【学生発表賞受賞】**
- [4] ©角田一樹, 桜庭裕弥, 増田啓介, 河野 嵩, 鹿子木将明, 後藤一希, Weinan Zhou, 宮本幸治, 三浦良雄, 奥田太一, 木村昭夫, 「 Co_2MnGa 薄膜におけるスピン偏極ワイル分散と巨大異常ネルンスト効果の観測」日本磁気学会第44回学術講演会 (2020年12月14日-17日, オンライン開催)
- [5] ©杉山貴哉, 岩澤英明, 小澤秀介, 尾田拓之慎, 河野 嵩, 木村昭夫, 宮本幸治, 奥田太一, 石田茂之, 吉田良行, 永崎 洋, 「高分解能 ARPES による $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$ のギャップ不均一性」日本物理学会2020年秋季大会 (2020年9月8日-11日, オンライン開催)
- [6] ©小澤秀介, 岩澤英明, 尾田拓之慎, 杉山貴哉, 木村昭夫, Shiv Kumar, 島田賢也, 吉田良行, 長谷 泉, 相浦義弘, 「高分解能 ARPES によるルテニウム酸化物超伝導体 Sr_2RuO_4 における多体効果の検証」日本物理学会2020年秋季大会 (2020年9月8日-11日, オンライン開催)
- [7] ©尾田拓之慎, 岩澤英明, 小澤秀介, 矢野力三, 柏谷 聡, 笹川崇男, Shiv Kumar, E. F. Schwier, 島田賢也, 橋本 信, Donghui Lu, 木村昭夫, 「高分解能ARPESを用いた $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ の多体相互作用の評価」日本物理学会2020年秋季大会 (2020年9月8日-11日, オンライン開催)

- [8] 河野 嵩, 鹿子木将明, 吉川智己, Xiaoxiao Wang, 後藤一希, 室隆桂之, 梅津理恵, 木村昭夫, 「軟X線ARPESによるホイスラー合金のハーフメタルなバンド構造と複数のワイル交差点の観測」日本物理学会2020年秋季大会 (2020年9月8日-11日, オンライン開催)
- [9] ◎白石海人, Mario Novak, 吉川智己, 河野 嵩, Shiv Kumar, 宮本幸治, 奥田太一, Eike F. Schwier, 島田賢也, Sergey V. Eremeev, 木村昭夫, 「反強磁性体EuIn₂As₂の角度分解光電子分光」日本物理学会2020年秋季大会 (2020年9月8日-11日, オンライン開催)
- [10] ◎吉川智己, Antonov Victor, 河野 嵩, 鹿子木将明, Wang Xiaoxiao, 角田一樹, 宮本幸治, 竹田幸治, 斎藤祐児, 後藤一希, 桜庭裕弥, 宝野和博, Ernst Arthur, 木村昭夫, 「ホイスラー合金Co₂MnGe(Ga)薄膜のGe(Ga) L_{2,3}端における磁気円二色性スペクトルII」日本物理学会2020年秋季大会 (2020年9月8日-11日, オンライン開催)

学生の学会発表実績

(国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 4 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 4 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 3 件

(国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 9 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 4 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 4 件

セミナー・講演会開催実績

○ 学会開催

- [1] 木村昭夫：SPring-8シンポジウム2020 (ハイブリッド開催) (2020年9月18日, 391名, SPring-8普及棟, 組織委員長)
- [2] 木村昭夫：第3回 BLs アップグレード検討ワークショップ (ハイブリッド開催) (2021年3月5日-6日, 318名, SPring-8普及棟, 組織委員長)
- [3] 木村昭夫：第4回 SPring-8秋の学校 (現地開催), (2020年12月20日-23日, 47名, SPring-8, 校長)

社会活動・学外委員

○ 学協会委員

- [1] 木村昭夫：SPring-8ユーザー共同体・会長 (任期2020.04-2022.03)
- [2] 木村昭夫：日本物理学会・領域5・代表 (任期2020.04-2021.03)
- [3] 木村昭夫：日本物理学会・代議委員
- [4] 木村昭夫：Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena (Elsevier社), Editorial Board Member
- [5] 木村昭夫：日本放射光学会評議委員会・委員 (2020年4月-2020年9月)
- [6] 木村昭夫：日本表面科学会・国際事業委員会・委員

○ 外部評価委員等

- [1] 木村昭夫：東京大学物性研究所 軌道放射物性研究施設運営委員会・委員

- [2] 木村昭夫：SPring-8選定委員会・委員
- [3] 木村昭夫：SPring-8 利用研究課題審査委員会・審査員
- [4] 木村昭夫：次世代放射光施設利用研究検討委員会・委員
- [5] 木村昭夫：広島大学放射光科学研究センター運営委員会・委員
- [6] 木村昭夫：広島大学放射光科学研究センター協議会・委員

○ 国際共同研究・国際会議開催実績

- [1] 木村昭夫：国際共同研究実施件数 10件

○ 研究助成金の受入状況

- [1] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究 (A) (2018-2022年度) (代表)「非共型な結晶対称性を持つ強相関物質の電子状態観測とトポロジーの解明」, 3,900千円 (2020年度直接経費)
- [2] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究 (S) (2017-2021年度) (分担)「トポロジカル相でのバルク・エッジ対応の多様性と普遍性:固体物理を越えて分野横断へ」, 8,100千円 (2020年度直接経費)
- [3] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究 (S) (2017-2021年度) (分担)「実用デバイスに向けたハーフメタルホイスラー合金のスピン依存伝導機構の解明」, 1,500千円 (2020年度直接経費)
- [4] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2018-2022年度) (代表)「トポロジカル結晶絶縁体におけるトポロジカル状態の外場による変調とデバイス応用」, 200千円 (2020年度直接経費)

○分子光科学グループ

研究活動の概要

本研究グループでは、光と物質との相互作用を取り扱う物理学を基軸とした化学や生物学との融合科学の構築を目指して、放射光や自由電子レーザー、超短パルスレーザーなど様々な先端光源を用いた、ナノマテリアルやバイオ関連分子の機能や物性、反応機構の原子レベルでの解明とその応用に取り組んでいる。特に近年は、自己組織化有機単分子膜や機能性有機ナノ結晶、金属ナノ粒子、有機金属錯体、包接化合物などの分子系に着目した研究を進めている。

☆自己組織化有機単分子膜を利用した分子物性研究 (和田)

分子間相互作用によって金属表面上に分子が規則正しく配向して吸着する自己組織化有機単分子膜 (SAM) は、末端官能基の特性を生かした機能性表面としての利用や、分子鎖の特性を生かした分子デバイスとしての利用など、工学、生物学、医学など様々な分野への応用が期待される有機超薄膜である。2020年度は、鎖種が異なる芳香鎖SAMの単分子電荷移動ダイナミクス研究やナノ活性材料のためのSAM被覆金ナノ粒子の合成・評価を実施した。

分子-基板界面の電荷移動過程の理解は有機エレクトロニクスにおいて不可欠である。基板上分子の電荷移動度の非接触な評価法として、内殻共鳴励起によるコアホール・クロック

(CHC) 法がある。内殻電子を共鳴励起すると共鳴オーজে電子が観測されるが、励起電子が内殻正孔の失活より速く金属基板に電荷移動するとノーマルオーজে電子が観測される。CHC法では、数フェムト秒の内殻寿命を基準として、共鳴オーজেとノーマルオーजेの比率から、分子から基板への電荷移動速度を評価することができる。一方、内殻励起によるイオン脱離反応では最表面に配向したSAMの末端官能基で選択的な脱離が顕著に観測されるが、この反応も表面官能基から基板への電荷移動が深く関与している。そこで本年度は、共役電子系を非局在化させるフッ素で置換した分子鎖をもつSAMについて、末端メチルエステル基からの分子内電荷移動速度を評価した。分子鎖に依存した脱離イオンの断片化の違いは、結合解離時の余剰エネルギーの分配を基にした動力学解析から評価することができた。一方オーজে電子分光では、電荷移動に伴う共鳴オーজে収量の減少を観測し、それぞれのSAMの電荷移動速度を見積もることができた。そして分子鎖導電性に応じた選択的イオン脱離反応の断片化ダイナミクスと電荷移動速度との相関性を評価することができた。軟X線放射光を用いた非接触かつ広いダイナミックレンジでの分子導電性評価法の確立に向けて更に研究を展開している。また、SAMの金属表面への分子固定化技術を基盤とした人工生体膜の作成、さらには膜タンパク質をnativeな状態で配向・集積させるための生態環境場の構築を目指して、SAM上にハイブリッド脂質分子膜を構築する研究も展開した。

金ナノ粒子はもっとも古くから研究されているナノ粒子であるが、ナノ粒子の大きさや形状・表面の化学的特性や凝集状態を変化させることで粒子の光学的・電子的特性を調整することができるとともに、触媒活性も発現することから基礎研究・材料開発の両面で注目される粒子である。特にその表面を官能基を有したSAMで修飾もしくは接合することによって、新たな機能を付加したナノ粒子やナノ構造体を構成することが期待できる。我々は液中パルスレーザーアブレーション法を採用することで、従来の化学的な合成法では不可能な直径10nm程度の被膜のないベアな金ナノ粒子の合成に成功した。有機修飾したナノ粒子やその巨大球状凝集体、ナノ粒子接合ワイヤーのコントロール合成を進めている。また分子導電性評価のプラットフォームとしても活用し、金属ナノ粒子系での分子伝導物性評価を進めている。

☆自由電子レーザーや超短パルス光学レーザーを利用した反応ダイナミクス研究 (和田)

X線自由電子レーザー (XFEL) はこれまでのX線を遙かに凌駕する全く新しいパルスX線発生源である。高輝度・高コヒーレント・超短パルスという特性を持つこの新しいX線を用いることで、有機ナノ結晶や非結晶化タンパク質のような、従来の手法では計測できなかった微小試料単体での三次元構造解析や構造変化の高速時分割測定が可能となってきた。我々は、日本のXFEL施設SACLAの性能を生かして、光励起反応中の機能性有機ナノ結晶の原子の動きを捉えるダイナミックイメージングを目指した研究を推進している。また、このような高強度X線集光パルスと物質との相互作用は未知の領域でもあり、引き起こされる反応素過程・反応ダイナミクスの解明もまたSACLAを用いて初めて可能となる新しい研究分野である。

2020年度は、SACLAの集光X線パルスと光学フェムト秒レーザーを同期併用することで、比較的大きなクリプトン希ガス原子クラスターへのXFELパルス照射およびキセノン原子クラスターへの極紫外FELパルス照射による、多光子吸収による原子集団のプラズマ状態生成・崩壊ダイナミクスを解明した。短時間中の多電子放出によってナノメートルサイズの微小なプラズマが生成し、その生成および崩壊の様子をフェムト秒からピコ秒の実時間で捉えることに成功し、その成果を公表した。本研究は日本国内およびドイツ、フランス、フィンランドなどのヨーロッパ各国および中国との国際共同研究で実施している。

また、SACLAを用いた構造と機能の相関解明を目指す研究として光応答機能性有機ナノ結晶の研究を進めている。そこで、実験室ベースの研究として光学フェムト秒パルスレーザーを用いた超高速過渡吸収分光システムを整備し、ジアセチレン有機ナノ結晶の紫外光照射による固相重合・相転移プロセスの解明を目指した過渡吸収計測実験を東北大学多元物質科学研究所との共同研究で実施し、段階的な多量体化の様子を捉えることに成功した。

☆有機分子の内殻励起状態選択的解離の解離機構の解明（関谷）

内殻共鳴励起を利用すると、分子内の特定原子の内殻電子を結合性の異なる非占有電子軌道に選択的に励起することができる。内殻に正孔を持つ原子は核電荷が1つ増えた原子として振舞うことから、内殻励起状態での結合長や結合角の変化が起きる。内殻正孔はオージェ過程により短時間 ($10^{-15} \sim 10^{-14}$ 秒) に崩壊するが、励起先の軌道が強い反結合性である場合にはオージェ過程より早く結合の切断が起きる場合が知られている。また内殻励起状態だけでなくオージェ崩壊後にも特異な解離過程が起きる。このような反応は、サイト選択的結合切断と呼ばれ、その探索と反応機構の解明が内殻励起反応の研究における最重要研究課題となっている。特にエステル基を含む分子について、酢酸メチルの気相中におけるイオン解離、長い直鎖を持つ16-メルカプトヘキサデカン酸メチル (MHDA) の自己組織化単分子膜におけるイオン脱離など各種分子系で特異な解離が報告されており、これらの分子について、X線内殻吸収 (XAS) スペクトルの計算を行うとともに、内殻励起状態におけるMD計算により内殻励起に伴う分子の結合長の変化を求めることで、初期励起状態と解離過程の関係について調べた。MHDAについては炭素鎖が7つのメチルエステルをモデルとして用いた。酢酸メチルの酸素端、MHDAの炭素端、酸素端についてのXASスペクトル計算により、実験で得られたスペクトルを再現した。酢酸メチルの気相中における酸素内殻励起では、メトキシ基とカルボニル基の酸素の内殻電子を同じ非占有軌道である π^* 軌道に励起したとき、メトキシ基からの励起でのみ、選択的なイオンの解離が増大している。各共鳴励起からのさまざまな結合の結合長の変化を調べることにより、メトキシ基からの励起のみ選択的イオン解離に対応した結合の伸長がみられ、同じ非占有軌道への励起での励起原子の違いによる解離性の違いを明らかにした。MHDAについては、炭素励起、酸素励起それぞれについて、実験で観測されている選択的な解離に繋がる結合伸長を確認した。計算結果をもとに解離過程について考察を行い、気相でのイオン解離と自己組織化単分子膜でのイオン脱離について、初期励起状態以降の環境の違いによるエネルギー緩和過程の違いが大きく影響を及ぼしていることを明らかにした。

☆シクロデキストリン包接体の電子状態と包接構造の研究（吉田）

シクロデキストリン（以下CyD）は、グルコースが環状に連なった天然に存在する糖である。その分子構造は穴の開いた円錐台のような形をしており、結合したグルコースの数が6, 7, 8 個のものをそれぞれ α -、 β -、 γ -CyDと呼ぶ。グルコースのヒドロキシメチル基 (-CH₂OH基) が空洞を塞ぐように配向するのに対し、その他のヒドロキシ基 (-OH基) は空洞の外側に配向する。そのため、外縁部が親水性、壁面部が疎水性という特徴があり、内部に疎水性物質を取り込むことができる。この現象を「包接」という。内部空洞内に包接されるゲスト物質はさまざまであり、疎水性の有機分子や金属イオンなどを取り込む。本年度は有機分子としてアスコルビン酸とニコチン酸、金属イオンとして亜鉛イオンについて、可視・紫外吸収分光、軟X線吸収分光、軟X線光電子分光などさまざまな実験を行い、シクロデキストリン包接体の電子状態と包接構造に関する研究を行った。

(1)アスコルビン酸, ニコチン酸およびそれらのシクロデキストリン包接体の電子状態の研究
アスコルビン酸 (AA) は, “ビタミンC”として働くラクトン構造を持つ有機化合物である。熱やアルカリに対して不安定であるが, ヒトの必須栄養素であり, 骨や血管にあるコラーゲンの生成などに関わっている。ニコチン酸 (NA) は, “ビタミンB3”の一種でもあり, ピリジンカルボン酸に属する有機化合物である。脂質異常症の治療薬としても使用されている。これらの物質は人体に有用であるが, 熱によって容易に分解してしまうという欠点がある。この問題の解決方法の一つとして, シクロデキストリン (CyD) による包接作用が用いられている。AAやNAは β -CyDに1:1の割合で包接され (AA@ β -CyD, NA@ β -CyD), 熱に対する安定性が向上することが知られているが, 他の α -CyDや γ -CyDに対しては包接されるか否かが明らかになっていない。そこで, 本研究では α -CyDや γ -CyDに対するAAとNAの包接の有無, 包接される場合にはその包接比および包接前後のAAやNAの電子状態の変化を明らかにするため研究を行った。

可視・紫外吸収スペクトルを, 各種CyDとAA (およびNA) の混合濃度比を系統的に変化させて吸光度の変化を観測した。Job's plotを行って解析することにより, α , β , γ -CyDとAA, NAはいずれの組み合わせにおいても1:1の割合で包接されることが分かった。また, 包接前 (AA) と包接後 (AA@ β -CyD) で吸収ピークの Red shift が観測され, CyDに包接された状態ではAAの脱プロトン化が促進されることが明らかになった。

(2) 亜鉛包接シクロデキストリンの電子状態の研究

3d遷移金属である銅はCyDと相互作用する金属の中でも比較的多く研究されてきた物質であり, 強アルカリ条件下で包接体 (以下Cu@CyD) を形成することが知られている。一方, 亜鉛 (Zn) は同じ3d遷移金属であり, 防錆剤や電池など様々な場面で利用されている金属であるが, CyDとの相互作用に関しては明らかになっていない。そこでこれらを明らかにすることを目的として研究を行った。

銅の場合と同様に強アルカリ下での γ -CyDとの包接実験を行った。 γ -CyDを加えないと白色沈殿 $ZnSO_4 \cdot 3Zn(OH)_2 \cdot 4H_2O$ が生成するが, 加えることによって白色沈殿が生成しなくなり透明な溶液になった。濃度比 (Zn/ γ -CyD) を1~5まで変化させても混合直後には沈殿物は生成せず, 少なくともZnが5原子までは γ -CyDと何らかの相互作用をしていることが考えられる。一方, この混合溶液を1週間放置したところ, Zn/ γ -CyD=1のもののみが透明溶液であったことから, 1:1の包接比でZnが包接されたことが明らかになった。この1:1包接化合物 (包接後) と γ -CyD単体 (包接前) の酸素1s領域の軟X線吸収スペクトルの比較を行うことにより, 533eV付近に新たに生じたピークが, $Zn(OH)_4$ 型での包接構造に起因するものと推定された。

原著論文

- [1] K. Nagaya, T. Sakai, T. Nishiyama Hiraki, S. Yase, K. Matsunami, K. Asa, H. Fukuzawa, K. Motomura, Y. Kumagai, W.Q. Xu, S. Wada, H. Hayashita, N. Saito, M. Nagasono, T. Togashi, M. Yabashi, and K. Ueda, “Surface plasma resonance in Xe clusters studied by EUV pump-NIR probe experiments” *J. Phys. Commun.* **5**, 015014(1-7) (2021).
- [2] Y. Kumagai, Z. Jurek, W. Xu, V. Saxena, H. Fukuzawa, K. Motomura, D. Iablonskyi, K. Nagaya, S. Wada, Y. Ito, T. Takanashi, S. Yamada, Y. Sakakibara, T. Nishiyama, T. Umemoto, M. Patanen, J. Bozek, I. Dancus, M. Cernaianu, C. Miron, T. Bauer, M. Mucke, E. Kukkk, S. Owada, T. Togashi,

K. Tono, M. Yabashi, S.-K. Son, B. Ziaja, R. Santra, and K. Ueda, "Suppression of thermal nanoplasma emission in clusters strongly ionized by hard x-rays" *J. Phys. B* **54**, 044001(1-16) (2021).

[3] M. Hirato M. Onizawa, Y. Baba, Y. Haga, K. Fujii, S. Wada and A. Yokoya, "Electronic properties of DNA-related molecules containing a bromine atom" *Int. J. Radiat. Biol.* in press (2021).

[4] 福澤宏宣, 永谷清信, 和田真一, 河野裕彦, 上田 潔, "X 線で誘起される気相分子の超高速反応の観測" *放射光* **33**, 81-86 (2020 年).

著書

該当無し

総説

該当無し

国際会議

(一般講演)

[1] K. Yamamoto and S. Wada, "Electronic relaxation process in fluorinated aromatic monolayers studied by core-excited ion desorption", The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2021.3.4-5, Higashi-Hiroshima (online), Japan).

[2] M. Tabuse and S. Wada, "Soft X-ray polarization measurement and evaluation at HiSOR BL-13 using electron orbitally oriented samples", The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2021.3.4-5, Higashi-Hiroshima (online), Japan).

[3] S. Tendo, Y. Okada, and S. Wada, "Inner shell excitation spectroscopy of gold nanoparticles coated with aromatic molecules", The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2021.3.4-5, Higashi-Hiroshima (online), Japan).

[4] K. Baba and H. Yoshida, "Comparison of soft X-ray absorption spectra of transition metal sulfates", The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2021.3.4-5, Higashi-Hiroshima (online), Japan).

国内学会

(一般講演)

[1] ○ 井出郁央, 安倍 学, 飯沼昌隆, 池上弘樹, 池田陽一, 石黒亮輔, 石崎貢平, 石元 茂, 猪野 隆, 岩田高広, 上坂友洋, 大友季哉, 奥 隆之, 神田浩樹, 北口雅暁, 郡 英輝, 嶋 達志, 清水裕彦, 高橋大輔, 高橋義朗, 谷口貴紀, 藤田全基, 堀田大稀, 松下 琢, 三浦大輔, 宮地義之, 吉川大幹, 與曾井優, 和田真一, 和田信雄, 他 NOPTREX collaboration: 「中性子複合核共鳴吸収反応における時間反転対称性の破れの探索に向けた偏極La標的の開発」, 日本物理学会2020年秋季大会, (2020年9月14日-17日, オンライン) .

[2] ◎◎ 高口博志, 金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 加藤政博, 藤本将輝, 鈴木喜一: 「光電子円二色性のエネルギー依存性の測定」, UVSORシンポジウム2020, (2020年10月26日, オンライン) .

[3] ◎◎ 金安達夫, 彦坂泰正, 藤本将輝, 岩山洋士, 中村永研, 和田真一, 高口博志, 保坂将人, 加藤政博: 「周波数・時間領域干渉法によるフェムト秒遅延時間の測定」, UVSORシ

ンポジウム2020, (2020年10月26日-27日, オンライン) .

- [4] ◎○ 金安達夫, 彦坂泰正, 藤本将輝, 岩山洋士, 中村永研, 和田真一, 高口博志, 保坂将人, 加藤政博:「周波数・時間領域干渉法によるフェムト秒遅延時間の測定」, 原子衝突学会第45回年会, (2020年12月8日-10日, オンライン) .
- [5] 山本華文, 彦坂泰正, 和田真一:「パルスHV型TOFを用いたHiSORでのサイト選択的イオン脱離の測定」, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2021年1月8日-10日, オンライン) .
- [6] 天道尚吾, 岡田悠希, 和田真一:「内殻励起分光法による芳香族分子被覆金ナノ粒子の研究」, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2021年1月8日-10日, オンライン) .
- [7] 田伏真隆, 和田真一:「電子軌道配向試料を利用したHiSOR BL-13での軟X線偏光度計測と評価」, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2021年1月8日-10日, オンライン) .
- [8] 永谷清信, 仁王頭明伸, 萩谷 透, 松田和博, 福澤宏宣, You Daehyun, 齋藤 周, 石村優大, 上田 潔, 和田真一, 大和田成起, 登野健介, 富樫 格, 矢橋牧名:「時分割電子分光によるレーザー誘起ナノプラズマの観測」, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2021年1月8日-10日, オンライン) .
- [9] 平戸未彩紀, 馬場祐治, 和田真一, 藤井健太郎, 横谷明德:「軟X線光電子分光法を用いた臭素化DNA関連分子の電子状態の研究」, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2021年1月8日-10日, オンライン) .
- [10] 和田真一, 垣内拓大, 田中宏和, 足立純一:「PFハイブリッドモード用パルスセレクターを用いた内殻励起イオン脱離計測」, 第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2021年1月8日-10日, オンライン) .
- [11] ◎ 和田真一, 太田寛之, 真野篤志, 加藤政博:「アンジュレータ放射光渦のダブルスリット回折カウンティング実験」, 日本物理学会第76回年次大会, (2021年3月12日-15日, オンライン) .
- [12] ○ 安倍 学, 飯沼昌隆, 池上弘樹, 池田陽一, 石黒亮輔, 石崎貢平, 石元 茂, 伊東佑起, 井出郁央, 猪野 隆, 岩田高広, 上坂友洋, 大友季哉, 奥 隆之, 神田浩樹, 北口雅暁, 郡英輝, 嶋 達志, 清水裕彦, 高橋大輔, 高橋義朗, 立石健一郎, 谷口貴紀, 広田克也, 藤田全基, 堀田大稀, 松下 琢, 三浦大輔, 宮地義之, 和田真一, 他 5人:「時間反転対称性の破れ探索実験のための偏極La核標的開発の現状」, 日本物理学会第76回年次大会, (2021年3月12日-15日, オンライン) .

学生の学会発表実績

(国際会議)

- | | |
|-----------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 | 3 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 | 1 件 |
| ○ 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 | 0 件 |

(国内学会)

- | | |
|------------------------|-----|
| ○ 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 | 2 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 | 1 件 |

- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

セミナー・講演会開催実績

- [1] 和田真一, 吉田啓晃: 第 23 回 XAFS 討論会 実行委員, (2020 年 9 月 9 日-11 日, 東広島市 (オンライン), 参加人数 120 名)
- [2] 関谷徹司, 和田真一, 吉田啓晃: 第 34 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 実行委員, (2021 年 1 月 8 日-10 日, 東広島市 (オンライン), 参加人数 587 名)

社会活動・学外委員

- 学協会委員
- [1] 和田真一: 日本放射光学会 編集委員
- [2] 和田真一: 第 23 回 XAFS 討論会 学生奨励賞審査委員

国際共同研究・国際会議開催実績

(国際共同研究)

- [1] 和田真一: SACLA 利用国際共同研究, 参加国 ドイツ, 中国, インド, フランス, フィンランド, ルーマニア, スウェーデン, ポーランド

研究助成金の受入状況

- [1] 和田真一: 科学研究費補助金 基盤研究 (C) (代表) 1,430 千円
- [2] 和田真一: 科学研究費補助金 独立基盤形成支援 (代表) 3,450 千円
- [3] 和田真一: 自然科学研究機構 2020 年度新分野創成センター先端光科学研究プロジェクト (分担) 総額 2,400 千円 (分担配分なし)
- [4] 吉田啓晃: 科学研究費補助金 基盤研究 (C) (代表) 1,040 千円

○放射光物性・放射光物理グループ

研究活動の概要

(1) 重点研究の推進

放射光科学研究センター (本センター) は, 共同利用・共同研究拠点に認定されており, センター教員は下記の重点研究の中核を担っている。

- ・ 放射光を用いた高分解能角度分解光電子分光による固体の微細電子構造の研究
- ・ 放射光を用いたスピン角度分解光電子分光による量子スピン物性の研究
- ・ 軟 X 線磁気円二色性分光によるナノ構造体の磁性に関する研究
- ・ 真空紫外円二色性分光による生体物質の立体構造に関する研究
- ・ 高輝度放射光源の研究開発

(2) 2020 年度の特色ある研究成果

- ・ 細胞膜表面で薬物を放出することで膜内への薬物輸送を促進させるとされる aI 酸性糖タンパク質 (AGP) を対象にした構造研究を実施した。AGP は, 疎水性相互作用と静電的相

相互作用を介して生体膜と結合することが分かった。AGPの薬物結合サイトとの比較から、薬物放出には、薬物結合サイトを含む疎水性相互作用を持つヘリックス領域が強く影響することが分かった。

- ・ アキシオン電気力学の舞台として、反強磁性秩序のあるトポロジカル絶縁体が注目を集めている。本研究では有力な候補物質である EuIn_2As_2 単結晶について磁気輸送測定、高分解能角度分解光電子分光測定を行い、反強磁性基底状態からの励起に短距離強磁性秩序が存在すること、トポロジカル表面準位が存在することを明らかにした。
- ・ テルルは、キラルな結晶構造と強いスピン軌道相互作用を伴う物質として、特異な電子スピン構造をもつことが理論計算分野で示唆されていた。キラル結晶構造に由来して発現する特殊な電子スピン構造を、放射光を利用した高効率スピン分解光電子分光装置を用いて、世界で初めて直接的な実験的に明らかにした。
- ・ バルク物質の $\text{Mn}_4\text{Bi}_2\text{Te}_7$ はネール温度300 Kの反強磁性体であると同時にスピン偏極したトポロジカル表面状態およびその状態にギャップが存在することが知られている。本研究は、 $\text{Mn}_4\text{Bi}_2\text{Te}_7/\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ヘテロ構造を作成し、スピン角度分解光電子分光により、その電子スピン構造を明らかにし、トポロジカル表面状態の有無およびギャップの温度依存性について詳細に調べ、ヘテロ構造中の $\text{Mn}_4\text{Bi}_2\text{Te}_7$ が $T < 20\text{K}$ で強磁性体秩序をもつことを明らかにした。
- ・ 42Kで価数相転移を起こす YbInCu_4 のバンド分散を、角度分解光電子分光により初めて観測した。低温側で、伝導電子バンドが高結合エネルギー側にシフトするとともに、 $\text{Yb} 4f$ バンドと伝導電子バンドの混成ギャップが大きくなることを明らかにした。価数相転移の起源について貴重な情報を与える研究である。

(3) 2020年度の共同研究の状況

- ・ 共同研究の国際公募を行い、78課題を採択した。
- ・ 受入人数107人（実人数）のうち、学内者62人（58%）、学外者45人（42%）である。共同研究機関は18機関で、内訳では、国立大学が12機関、公私立大学が2機関、公的研究機関および企業が4機関であった。
- ・ コロナ禍により、海外からの受け入れはないが、一部代行測定を行った。

(4) 共同研究契約にもとづく学外研究機関との連携

- ・ 産業技術総合研究所
共同研究契約を締結し、高分解能角度分解光電子分光に用いられる極低温ゴニオメータやコンピュータの開発などを行っている。本年度はBL-1において微小集光した放射光ビームを用いた空間マッピングを行うため、超高精度XYZトランスレーターを製作した。
- ・ 高エネルギー加速器研究機構（KEK）
KEKとは、クロスポイントメントの活用によりKEKの加速器専門家を特任准教授として雇用し、将来計画のための高性能小型放射光源の設計・検討を進めた。また、KEKの加速器科学総合支援事業（大学等連携支援事業）に本学の提案した「量子限界ビームによる加速器科学教育・研究拠点の形成」が継続して採択され、高校・高専生および大学生を主たる対象とし、加速器科学の最新の状況をKEK及び本学の教員がわかりやすく解説する講

演会を開催するなど、本学における加速器科学教育及び人材育成、本学への若手人材誘導に貢献した。

(5) 研究設備高度化への取組

- 直線偏光アンジュレータビームライン (BL-1) では、直線偏光依存高分解能角度分解光電子分光装置を活用した共同利用・共同研究を展開している (H. Iwasawa, K. Shimada, E. F. Schwier *et al.*, Rotatable high-resolution ARPES system for tunable linear-polarization geometry, *J. Synchrotron Rad.* **24**, 836 (2017))。本年度は産総研との共同研究により 1 μm 以下の精度で試料位置を精密に合わせられる XYZ トランスレーターを製作した。これをビームラインに設置することにより放射光を用いた空間マッピングが可能となる。
- 高分解能角度分解光電子分光ビームライン (BL-9A) では、低エネルギー放射光 ($\sim 10\text{ eV}$) を用いた超高分解能角度分解光電子分光により、強相関電子系、トポロジカル系の電子構造の研究を推進している。本年度はキャピラリーミラーを用いた集光システムの整備を進めた。
- 高分解能スピン角度分解光電子分光ビームライン (BL-9B) では、複数のドメインを持つ試料のドメインを選択した測定や、微小な試料の測定を可能とすることを目的に、放射光ビームの微小化を進めている。従来のビームサイズの1/10程度である100 μm 程度のビームサイズを実現できるように設計したキャピラリー型のミラーを導入した。
- 紫外線 (6 eV) レーザーを導入し、レーザースピンの ARPES 装置の開発を進めた。レーザーを用いた ARPES 測定は可能となり、スピン検出器の最終確認も完了した。また、数 μm での制御および6 K 以下の極低温での測定を可能にした極精密6軸マニピュレーターを開発・導入を推進している。これにより、従来に比べさらに高分解能なスピン ARPES 測定や微小領域のスピン ARPES 測定が可能になった。
- マルチチャンネルスピン検出器の開発を行っている。電子軌道のレイトレースを行い電子レンズ、真空チャンバー、磁場による電子偏向装置の設計製作を行った。この開発によりスピン ARPES 測定において現状の1000倍以上の検出効率の向上が期待される。
- 真空紫外線円二色性実験ビームライン (BL-12) では、生体物質の立体構造に関する共同利用・共同研究を行っている。自動・手動の回転機構を備えたセルホルダーが運用され、直線二色性を持つ固体やゲル化試料の構造研究に応用した。垂直型の測定装置の整備を進め、標準試料のスペクトル測定を実施した。集光ミラーを用いた時間分解測定システムの整備を進め、代表的なタンパク質試料の構造変化の観測からこのシステムを評価した。
- 高輝度紫外線レーザーを活用し、将来計画に向け超高分解能角度分解光電子分光要素技術の開発研究を行っている。高精度 CCD カメラを設置して試料位置をモニタリングするシステム、光電子スペクトルの空間マッピングの自動計測システムを整備し (H. Iwasawa, E. F. Schwier, M. Arita *et al.*, Development of laser-based scanning μ -ARPES system with ultimate energy and momentum resolutions, *Ultramicroscopy* **182**, 85-91 (2017))、国際共同研究に供している。
- 紫外線レーザー光を微小集光して空間分解能を高めた高分解能角度分解光電子分光装置

を用いて国際共同研究（代行測定を含む）を行った。

（6）第25回広島放射光国際シンポジウム

「真空紫外・軟X線放射光による物質科学」と題して、25回目となる国際シンポジウムを開催した。昨年度予定していた第24回はコロナ禍により中止となり、2年ぶりの開催となったが、今回も感染症蔓延を考慮し、完全オンラインでの開催となった。日本放射光学会からの協賛を受け、HiSORが重点的に推進している微細電子構造の研究、量子スピン物性の研究、ナノサイエンスの研究、生体物質立体構造の研究、高輝度放射光源のR&Dの5つの研究分野に関連して第一線で活躍する研究者を、海外から3名（インド・ドイツ・エジプト）国内から6名を招聘し、最新の研究動向についての講演が行われ、活発な研究討論が行われた。ポスターセッションでは、2020年度の共同利用・共同研究の成果を中心に27件（うち学生発表20件）の発表があった。Flash Poster Sessionとして、ポスター発表をする学生が1分程度の英語による口頭発表を実施した。広島大学、岡山大学、熊本大学、横浜国立大学の学生19人が参加し、英語による口頭発表に意欲的に取り組んだ。これによりポスターセッションでは活発な研究討論が行われた。学生による口頭・ポスター発表を招聘研究者を含む参加者全員（学生以外）が評価し、優れた発表3件に学生ポスター賞を授与した。本シンポジウムの参加者総数は71名（学内49名、学外22名（うち海外5名））であった。

（7）放射光科学院生実験の実施：大学院教育への貢献

岡山大学大学院自然科学研究科との部局間協定のもとで両大学の教員が協力し、放射光ビームラインを活用した「放射光科学院生実験」（本学理学研究科のカリキュラム）を実施した（受講生：広島大学3名、岡山大学10名）。

原著論文

- [1] © P. E. Evans, T. Komesu, L. Zhang, D.-F. Shao, A. J. Yost, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, E. Tsymbal, X. Hong, P. A. Dowben: “Detection of decoupled surface and bulk states in epitaxial orthorhombic SrIrO₃ thin films”, *AIP Advances* **10**, 045027 (5p) (2020) .
- [2] © M. Nurmatam, K. Okamoto, S. Zhu, T. V. Menshchikova, I. P. Rusinov, V. O. Korostelev, K. Miyamoto, T. Okuda, T. Miyashita, X. Wang, Y. Ishida, K. Sumida, E. F. Schwier, M. Ye, Z. S. Aliev, M. B. Babanly, I. R. Amiraslanov, E. V. Chulkov, K. A. Kokh, O. E. Tereshchenko, K. Shimada, S. Shin, A. Kimura: “Topologically nontrivial phase-change compound GeSb₂Te₄”, *ACS Nano* **14**, 9059-9065 (2020) .
- [3] K. Fujimori, M. Kitaura, Y. Taira, M. Fujimoto, H. S. Zen, S. Watanabe, K. Kamada, Y. Okano, M. Katoh, M. Hosaka, J. Yamazaki, T. Hirade, Y. Kobayashi, A. Ohnishi: “Visualizing cation vacancies in Ce:Gd(3)Al(2)Ga(3)O(12)scintillators by gamma-ray-induced positron annihilation lifetime spectroscopy”, *Appl. Phys. Exp.* **13**, 085505 (2020) .
- [4] L. Guo, H. Yamaguchi, M. Yamamoto, F. Matsui, G. X. Wang, F. Z. Liu, P. Yang, E. R. Batista, N. A. Moody, Y. Takashima, M. Katoh: “Graphene as reusable substrate for bialkali photocathodes”, *Appl. Phys. Lett.* **116**, 251903 (5p) (2020) .
- [5] A. Singh, V. K. Gangwar, P. Shahi, D. Pal, R. Singh, S. Kumar, S. Singh, S. K. Gupta, S. Kumar, J. G. Cheng, S. Chatterjee: “Anomalous and topological Hall effect in Cu doped Sb₂Te₃ topological insulator”, *Appl. Phys. Lett.* **117**, 092403 (5p) (2020) .
- [6] © D. A. Estyunin, I. I. Klimovskikh, A. M. Shikin, E. F. Schwier, M. M. Otrokov, A. Kimura, S.

- Kumar, S. O. Filnov, Z. S Aliev, M. B. Babanly, E. V Chulkov: “Signatures of temperature driven antiferromagnetic transition in the electronic structure of topological insulator MnBi_2Te_4 ”, *APL Mater.* **8**, 21105 (7p) (2020) .
- [7] © A. G. Rybkin, A. A. Rybkina, A. V. Tarasov, D. A. Pudikov, I. I. Klimovskikh, O. Y. Vilkov, A. E. Petukhov, D. Y. Usachova, D. A. Estyunin, V. Y. Voroshnin, A. Varykhalov, G. D. Santo, L. Petaccia, E. F. Schwier, K. Shimada, A. Kimura, A. M. Shikin: “A new approach for synthesis of epitaxial nano-thin Pt_5Gd alloy via intercalation underneath a graphene”, *Appl. Surf. Sci.* **526**, 146687 (8p) (2020) .
- [8] T. Masuda, S. Baba, K. Matsuo, S. Ito, B. Mikami: “The high-resolution crystal structure of lobster hemocyanin shows its enzymatic capability as a phenoloxidase”, *Archives Biochem. Biophys.* **688**, 108370 (2020) .
- [9] M. A. E Sallam, D. M. S. A. Salem, G. M. H. Labib, T. N. M. A Youssef, K. Matsuo: “Studies on saccharide benzimidazoles: 2-(b-D-gulofuranosyl)benzimidazole and 2-(b-D-glucofuranosyl)benzimidazole C-nucleoside analogs; synthesis, anomeric configuration and antifouling potency”, *Carbohydr. Res.* **496**, 108073 (2020) .
- [10] M. Kumar, B. Prajapati, A. Singh, S. Kumar, A. Kumar, S. Mittal, A. Aditya: “Structural, optical and magneto-electric coupling analysis in 'Y' doped double perovskite $\text{La}_2\text{NiMnO}_6$ nanoparticles”, *Chem. Phys.* **532**, 110688 (2020) .
- [11] © M. Zheng, E. F. Schwier, H. Iwasawa, K. Shimada: “High-resolution angle-resolved photoemission study of oxygen adsorbed $\text{Fe/MgO}(001)$ ”, *Chin. Phys. B* **29**, 067901 (9p) (2020) .
- [12] K. Matsuo, M. Kumashiro, K. Gekko: “Characterization of the mechanism of interaction between alpha(1)-acid glycoprotein and lipid membranes by vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy”, *Chirality* **32**, 594-606 (2020) .
- [13] © K. Sumida, Y. Sakuraba, K. Masuda, T. Kono, M. Kakoki, K. Goto, W. Zhou, K. Miyamoto, Y. Miura, T. Okuda, A. Kimura: “Spin-polarized Weyl cones and giant anomalous Nernst effect in ferromagnetic Heusler films”, *Commun. Mater.* **1**, 89 (2020) .
- [14] H. Iwasawa: “High-resolution angle-resolved photoemission spectroscopy and microscopy”, *Electron. Struct.* **2**, 043001 (2020) .
- [15] K. Ali, H. Ohgaki, H. Zen, T. Kii, T. Hayakawa, T. Shizuma, H. Toyokawa, Y. Taira, V. Iancu, G. Turturica, C. A. Ur, M. Fujimoto, M. Katoh: “Selective isotope CT imaging based on nuclear resonance fluorescence transmission method”, *IEEE Transact. Nucl. Sci.* **67**, 1976-1984 (2020) .
- [16] S. Kumar, M. Kumar, A. Kumar, S. Sharma, P. Shahi, S. Chatterjee, A. K. Ghosh: “Investigations on structural and optical properties of Al-modified ZnO nanoparticles”, *J. Mater. Sci. - Mater. Electronics* **31**, 7715-7723 (2020) .
- [17] K. Matsuo, K. Gekko: “Vacuum ultraviolet electronic circular dichroism study of D-glucose in aqueous solution”, *J. Phys. Chem. A* **124**, 642-651 (2020) .
- [18] I. Jakovac, M. Horvati, E. F. Schwier, A. Prokofiev, S. Paschen, H. Mitamura, T. Sakakibara, M. S. Grbic: “Pd-105 NMR and NQR study of the cubic heavy fermion system $\text{Ce}_3\text{Pd}_{20}\text{Si}_6$ ”, *J. Phys.: Condens. Matter* **32**, 245601 (2020) .
- [19] ○ A. Singh, S. Kumar, M. Singh, P. Singh, R. Singh, V. K. Gangwar, A. Lakhani, S. Patil, E. F. Schwier, T. Matsumura, K. Shimada, A. K. Ghosh, S. Chatterjee: “Anomalous Hall effect in Cu doped Bi_2Te_3 topological insulator”, *J. Phys.: Condens. Matter* **32**, 305602 (2020) .

- [20] © P. Singh, M. Alam, S. Kumar, K. Anand, V. K Gangwar, S. Ghosh, M. Sawada, K. Shimada, R. K. Singh, A. K. Ghosh, S. Chatterjee: “Roles of Re-entrant cluster glass state and spin–lattice coupling in magneto–dielectric behavior of giant dielectric double perovskite $\text{La}_{1.8}\text{Pr}_{0.2}\text{CoFeO}_6$ ”, *J. Phys.: Condens. Matter* **32**, 445801 (9p) (2020) .
- [21] © P. E Evans, T. Komesu, E. F Schwier, S. Kumar, K. Shimada, P. A. Dowben: “The band shifts in $\text{MoS}_2(0001)$ and $\text{WSe}_2(0001)$ induced by palladium adsorption”, *J. Phys.: Condens. Matter* **32**, 465001 (7p) (2020) .
- [22] A. K. Kaveev, A. N. Terpitskiy, O. E. Tereshchenko, V. A. Golyashov, D. A. Estyunin, A. M. Shikin, E. F. Schwier: “Change of the topological surface states induced by ferromagnetic metals deposited on BiSbTeSe_2 ”, *J. Phys.: Conf. Ser.* **1697**, 012095 (4p) (2020) .
- [23] S. Nakamura, K. Hyodo, Y. Matsumoto, Y. Haga, H. Sato, S. Ueda, K. Mimura, K. Saiki, K. Iso, M. Yamashita, S. Kittaka, T. Sakakibara, S. Ohara: “Heavy fermion state of YbNi_2Si_3 without local inversion symmetry”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **89**, 24705 (2020) .
- [24] S. Hosokawa, N. Happo, K. Hayashi, K. Kimura, T. Matsushita, J. R. Stello, M. Mizumaki, M. Suzuki, H. Sato, K. Hiraoka: “Valence-selective local atomic structures on an YbInCu_4 valence transition material by x-ray fluorescence holography”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **89**, 34603 (2020) .
- [25] ○ Y. Ohmagari, T. Onimaru, Y. Yamane, Y. Shimura, K. Umeo, T. Takabatake, H. Sato, N. Kikugawa, T. Terashima, H. T. Hirose, S. Uji: “Reentrant quantum phase transitions in a frustrated effective spin-1/2 zigzag chain of an Yb-based semiconductor YbCuS_2 ”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **89**, 093701 (5p) (2020) .
- [26] © Y. Akabane, T. Shimaiwa, Y. Goto, Y. Mizuguchi, T. Yokoya, M. Arita, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, N. L. Saini, T. Mizokawa: “Momentum dependent band renormalization and surface aging effect on a zone center electron pocket in NaSn_2As_2 revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **89**, 114707 (7p) (2020) .
- [27] K. Morikawa, H. Shiono, H. Sato, S. Ideta, K. Tanaka, T. Zhuang, K. Matsumoto, K. Hiraoka, H. Anzai: “Temperature dependence of the Kondo resonance peak in photoemission spectra of rare earth compound YbMgCu_4 ”, *JPS Conf. Proc.* **30**, 011119 (4p) (2020) .
- [28] K. Maeda, H. Sato, Y. Akedo, T. Kawabata, K. Abe, R. Shimokasa, A. Yasui, M. Mizumaki, N. Kawamura, E. Ikenaga, S. Tsutsui, K. Matsumoto, K. Hiraoka, K. Mimura: “ Yb L_3 resonant hard x-ray photoemission spectroscopy of valence transition compound YbInCu_4 ”, *JPS Conf. Proc.* **30**, 011137 (6p) (2020) .
- [29] A. K. Kaveev, V. A. Golyashov, A. E. Klimov, E. F. Schwier, S. M. Sutorin, A. S. Tarasov, O. E. Tereshchenko: “Structure and magneto-electric properties of Co-based ferromagnetic films grown on the $\text{Pb}_{0.71}\text{Sn}_{0.29}\text{Te}$ ”, *Mater. Chem. Phys.* **240**, 122134 (5p) (2020) .
- [30] Y. Naruo, S. Uechi, M. Sawada, A. Funatsu, F. Shimojo, S. Ida, M. Hara: “Ferromagnetic metal conversion directly from two-dimensional nickel hydroxide”, *Nanotechnology* **31**, 435602 (2020) .
- [31] © N. Mitsuishi, Y. Sugita, M. S. Bahramy, M. Kamitani, T. Sonobe, M. Sakano, T. Shimojima, H. Takahashi, H. Sakai, K. Horiba, H. Kumigashira, K. Taguchi, K. Miyamoto, T. Okuda, S. Ishiwata, Y. Motome, K. Ishizaka: “Switching of band inversion and topological surface states by charge density wave”, *Nature Commun.* **11**, 2466 (9p) (2020) .
- [32] K. Kuroda, Y. Arai, N. Rezaei, S. Kunisada, S. Sakuragi, M. Alaei, Y. Kinoshita, C. Bareille, R. Noguchi, M. Nakayama, S. Akebi, M. Sakano, K. Kawaguchi, M. Arita, S. Ideta, K. Tanaka, H.

- Kitazawa, K. Okazaki, M. Tokunaga, Y. Haga, S. Shin, H. S. Suzuki, R. Arita, T. Kondo: “Devil's staircase transition of the electronic structures in CeSb”, *Nature Commun.* **11**, 2888 (2020) .
- [33] © T. Hirahara, M. M. Otrokov, T. T. Sasaki, K. Sumida, Y. Tomohiro, S. Kusaka, Y. Okuyama, S. Ichinokura, M. Kobayashi, Y. Takeda, K. Amemiya, T. Shirasawa, S. Ideta, K. Miyamoto, K. Tanaka, S. Kuroda, T. Okuda, K. Hono, S. V. Ereemeev E. V. Chulkov: “Fabrication of a novel magnetic topological heterostructure and temperature evolution of its massive Dirac cone”, *Nature Commun.* **11**, 4821 (2020) .
- [34] T. Kaneyasu, Y. Hikosaka, M. Fujimoto, H. Iwayama, M. Katoh: “Polarization control in a crossed undulator without a monochromator”, *New J. Phys.* **22**, 83062 (2020) .
- [35] Y. Taira, M. Fujimoto, S. E. Ri, M. Hosaka, M. Katoh: “Measurement of the phase structure of elliptically polarized undulator radiation”, *New J. Phys.* **22**, 93061 (13p) (2020) .
- [36] C. W. Nicholson, E. F. Schwier, K. Shimada, H. Berger, M. Hoesch, C. Berthod, and C. Monney: “Role of a higher-dimensional interaction in stabilizing charge density waves in quasi-one-dimensional NbSe₃ revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **101**, 45412 (11p) (2020) .
- [37] © K. Taguchi, K. Sumida, Y. Okuda, K. Miyamoto, A. Kimura, T. Oguchi, T. Okuda: “Spectroscopic evidence of quasi-one-dimensional metallic Rashba spin-split states on the Si(111)5x2-Au surface”, *Phys. Rev. B* **101**, 45430 (8p) (2020) .
- [38] © D. Geng, K. Yu, S. Yue, J. Cao, W. Li, D. Ma, C. Cui, M. Arita, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, P. Cheng, L. Chen, K. Wu, Y. Yao, B. Feng: “Experimental evidence of monolayer AlB₂ with symmetry-protected Dirac cones”, *Phys. Rev. B* **101**, 161407R (5p) (2020) .
- [39] © D. Ootsuki, K. Sawada, H. Goto, D. Hirai, D. Shibata, M. Kawamoto, A. Yasui, E. Ikenaga, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, T. Toriyama, T. Konishi, Y. Ohta, N. L. Saini, T. Yoshida, T. Mizokawa, H. Takagi: “Observation of metal to nonmagnetic insulator transition in polycrystalline RuP by photoemission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **101**, 165113 (6p) (2020) .
- [40] © Y. Zhang, K. Deng, X. Zhang, M. Wang, Y. Wang, C. Liu, J. W. Mei, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, C. Y. Chen, B. Shen: “In-plane antiferromagnetic moments and magnetic polaron in the axion topological insulator candidate EuIn₂As₂”, *Phys. Rev. B* **101**, 205126 (7p) (2020) .
- [41] H. Anzai, K. Morikawa, H. Shiono, H. Sato, S.-i. Ideta, K. Tanaka, T. Zhuang, K. T. Matsumoto, K. Hiraoka: “Temperature dependence of the Kondo resonance in the photoemission spectra of the heavy-fermion compounds YbXCu₄ (X = Mg, Cd, and Sn)”, *Phys. Rev. B* **101**, 235160 (7p) (2020) .
- [42] © T. Yoshikawa, V. N. Antonov, T. Kono, M. Kakoki, K. Sumida, K. Miyamoto, Y. Takeda, Y. Saitoh, K. Goto, Y. Sakuraba, K. Hono, A. Ernst, A. Kimura: “Unveiling spin-dependent unoccupied electronic states of Co₂MnGe (Ga) film via Ge (Ga) L-2(3) absorption spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **102**, 064428 (2020) .
- [43] © S. O. Filnov, I. I. Klimovskikh, D. A. Estyunin, A. V. Fedorov, V. Y. Voroshnin, A. V. Koroleva, A. G. Rybkin, E. V. Shevchenko, Z. S. Aliev, M. B. Babanly, I. R. Amiraslanov, N. T. Mamedov, E. F. Schwier, K. Miyamoto, T. Okuda, S. Kumar, A. Kimura, V. M. Misheneva, A. M. Shikin, E. V. Chulkov: “Probe-dependent Dirac-point gap in the gadolinium-doped thallium-based topological insulator TlBi_{0.9}Gd_{0.1}Se₂”, *Phys. Rev. B* **102**, 85149 (7p) (2020) .
- [44] © T. Imai, J. Chen, K. Kato, K. Kuroda, T. Matsuda, A. Kimura, K. Miyamoto, S. V. Ereemeev, T. Okuda: “Experimental verification of a temperature-induced topological phase transition in TlBiS₂”

- and TlBiSe₂”, *Phys. Rev. B* **102**, 125151 (7p) (2020) .
- [45] © S. Yue, Y. Qian, M. Yang, D. Geng, C. Yi, S. Kumar, K. Shimada, P. Cheng, L. Chen, Z. Wang, H. Weng, Y. Shi, K. Wu, B. Feng: “Topological electronic structure in the antiferromagnet HoSbTe”, *Phys. Rev. B* **102**, 155109 (6p) (2020) .
- [46] S. Yue, H. Zhou, D. Geng, Z. Sun, M. Arita, K. Shimada, P. Cheng, L. Chen, S. Meng, K. Wu, B. Feng: “Experimental observation of Dirac cones in artificial graphene lattices”, *Phys. Rev. B* **102**, 201401R (5p) (2020) .
- [47] © D. Yan, D. Geng, Q. Gao, Z. Cui, C. Yi, Y. Feng, C. Song, H. Luo, M. Yang, M. Arita, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, L. Zhao, K. Wu, H. Weng, L. Chen, X. J. Zhou, Z. Wang, Y. Shi, B. Feng: “Superconductivity and Fermi-surface nesting in the candidate Dirac semimetal NbC”, *Phys. Rev. B* **102**, 205117 (7p) (2020) .
- [48] © H. Yamaoka, E. F. Schwier, Y. Yamamoto, M. Nakatake, M. Sawada, H. Sakurai, N. Tsujii, M. Arita, H. Iwasawa, M. Taguchi, K. Shimada, J. Mizuki: “Electronic and crystal structures of (Na_{1-x}Ca_x)Cr₂O₄ with anomalous colossal magnetoresistance”, *Phys. Rev. B* **102**, 235150 (11p) (2020) .
- [49] © X.-Ming Ma, Z. Chen, E. F. Schwier, Y. Zhang, Y.-J. Hao, S. Kumar, R. Lu, J. Shao, Y. Jin, M. Zeng, X.-R. Liu, Z. Hao, Ke Zhang, W. Mansuer, C. Song, Y. Wang, B. Zhao, C. Liu, Ke Deng, J. Mei, K. Shimada, Y. Zhao, X. Zhou, B. Shen, W. Huang, C. Liu, Hu Xu, C. Chen: “Hybridization-induced gapped and gapless states on the surface of magnetic topological insulators”, *Phys. Rev. B* **102**, 245136 (11p) (2020) .
- [50] H. Anzai, S. Ishihara, K. Mimura, H. Sato, M. Arita, T. Zhuang, K. Hiraoka: “Abrupt change in hybridization gap at the valence transition of YbInCu₄”, *Phys. Rev. Research* **2**, 33408 (6p) (2020) .
- [51] © X. Wu, J. Li, X.-M. Ma, Y. Zhang, Y. Liu, C.-S. Zhou, J. Shao, Q. Wang, Y.-J. Hao, Y. Feng, E. F. Schwier, S. Kumar, H. Sun, P. Liu, K. Shimada, K. Miyamoto, T. Okuda, K. Wang, M. Xie, C. Chen, Q. Liu, C. Liu, Y. Zhao: “Distinct topological surface states on the two terminations of MnBi₄Te₇”, *Phys. Rev. X* **10**, 31013 (10p) (2020) .
- [52] © M. Sakano, M. Hirayama, T. Takahashi, S. Akebi, M. Nakayama, K. Kuroda, K. Taguchi, T. Yoshikawa, K. Miyamoto, T. Okuda, K. Ono, H. Kumigashira, T. Ideue, Y. Iwasa, N. Mitsuishi, K. Ishizaka, S. Shin, T. Miyake, S. Murakami, T. Sasagawa, T. Kondo: “Radial spin texture in elemental tellurium with chiral crystal structure”, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 136404 (5p) (2020) .
- [53] © D. Y. Usachov, I. A. Nechaev, G. Poelchen, M. Güttler, E. E. Krasovskii, S. Schulz, A. Generalov, K. Kliemt, A. Kraiker, C. Krellner, K. Kummer, S. Danzenbächer, C. Laubschat, A. P. Weber, J. Sánchez-Barriga, E. V. Chulkov, A. F. Santander-Syro, T. Imai, K. Miyamoto, T. Okuda, D. V. Vyalikh: “Cubic Rashba effect in the surface spin structure of rare-earth ternary materials”, *Phys. Rev. Lett.* **124**, 237202 (6p) (2020) .
- [54] K. R. Koswattage, Y. Izumi, K. Nakagawa: “Optical absorption cross-section of DNA bases-thymine and guanine-in the energy region from 3.1 to 250 eV (5-400 nm)”, *Quantum Beam Sci.* **4**, 30 (2020) .
- [55] H. Sato, T. Nagasaki, K. Suekuni, H. I. Tanaka, A. Rousuli, S. Nakamura, N. Kawamura, X.-G. Zheng, T. Fujii, T. Takabatake: “Cu 2p-1s x-ray emission spectroscopy of mineral tetrahedrite Cu₁₂Sb₄S₁₃”, *Rad. Phys. Chem.* **175**, 108148 (2020) .
- [56] S. Ito, M. Arita, J. Haruyama, B. Feng, W.-C. Chen, H. Namatame, M. Taniguchi, C.-M. Cheng, G. Bian, S.-J. Tang, T.-C. Chiang, O. Sugino, F. Komori, I. Matsuda: “Surface-state Coulomb

repulsion accelerates a metal-insulator transition in topological semimetal nanofilms”, *Sci. Adv.* **6**, eaaz5015 (7p) (2020) .

- [57] D. Ootsuki, K. Kodera, D. Shimonaka, M. Arita, H. Namatame, M. Taniguchi, M. Minohara, K. Horiba, H. Kumigashira, E. Ikenaga, A. Yasui, Y. Uchimoto, S. Toyoda, M. Morita, K. Fukuda, T. Yoshida: “Thickness-induced metal to insulator transition in Ru nanosheets probed by photoemission spectroscopy: Effects of disorder and Coulomb interaction”, *Sci. Rep.* **10**, 1541 (7p) (2020) .
- [58] © A. M. Shikin, D. A. Estyunin, I. I. Klimovskikh, S. O. Filnov, E. F. Schwier, S. Kumar, K. Miyamoto, T. Okuda, A. Kimura, K. Kuroda, K. Yaji, S. Shin, Y. Takeda, Y. Saitoh, Z. S. Aliev, N. T. Mamedov, I. R. Amiraslanov, M. B. Babanly, M. M. Otrokov, S. V. Eremeev, E. V. Chulkov: “Nature of the Dirac gap modulation and surface magnetic interaction in axion antiferromagnetic topological insulator MnBi₂Te₄”, *Sci. Rep.* **10**, 13226 (13p) (2020) .

国際会議

(一般講演)

- [1] M. Kumashiro, K. Matsuo: “Effect of lipid spontaneous curvature and membrane fluidity on magainin 2-induced pore formation characterized by synchrotron radiation circular dichroism Spectroscopy”, Molecular Chirality Asia, (Tokyo, Japan, 2020.10.31-11.2)
- [2] Y. Izumi: “An application of vacuum ultraviolet circular dichroism spectroscopy to radiation biology: secondary structural analyses of histone proteins”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [3] © R. Lu, S. Kumar, Y. Wang, M. Zeng, Y.-J. Hao, X.-M. Ma, Z. Hao, K. Zhang, W. Mansuer, C. Liu, K. Deng, K. Shimada, E. F. Schwier, C. Liu, Q. Liu, C. Chen: “Half-magnetic topological insulator with magnetization induced Dirac gap at a selected surface”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [4] © K. Zhang, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Miyamoto, T. Okuda, K. Shimada: “Observation of spin-momentum-layer locking in a centrosymmetric crystal”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021. 3.4-5)
- [5] © S. Ozawa, H. Iwasawa, H. Oda, T. Yoshikawa, A. Kimura, M. Hashimoto, D. Lu, T. Muro, Y. Yoshida, I. Hase, Y. Aiura, S. Kumar, K. Shimada: “Low-energy electron-boson coupling in Sr₂RuO₄”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [6] © H. Oda, H. Iwasawa, T. Miyashita, S. Ozawa, A. Kimura, R. Yano, S. Kashiwaya, T. Sasagawa, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada: “Optimization of self-energy in high-T_c cuprate superconductor La_{2-x}Sr_xCuO₄”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [7] © T. Sugiyama, H. Iwasawa, S. Ozawa, H. Oda, T. Kono, T. Okuda, K. Miyamoto, S. Ishida, Y. Yoshida, S. Eisaki, A. Kimura: “Gap inhomogeneity in Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+d} revealed by laser microARPES”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [8] S. Hosokawa, J. R. Stellanor, H. Sato, J. Jiang, H. Kato: “Electronic structures and chemical natures of inhomogeneous Gd-TM (TM = Co, Ni, and Cu) metallic glasses”, The 25th Hiroshima

- International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [9] © M. Arita, E. F. Eike, H. Sato, K. Shimada, T. Kanomata: “ARPES study of the mechanically polished FeSi [001] surface”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [10] Y. Fukushima, T. Yoshikawa, T. Miyashita, K. Shiraishi, M. Arita, K. Mitsumoto, H. Tanida, A. Kimura: “Electronic structures of antiferromagnet CeCoSi revealed by VUV-ARPES”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [11] © K. Shiraishi, M. Novak, T. Yoshikawa, T. Kono, S. Kumar, K. Miyamoto, T. Okuda, E. F. Schwier, M. Arita, K. Shimada, S. V. Ereemeev, A. Kimura: “ARPES study of antiferromagnetic EuIn₂As₂”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [12] © K. Ohwada, T. Kono, S. Ushio, K. Goto, K. Miyamoto, T. Okuda, H. Nakayama, Y. Sakuraba, A. Kimura: “Spin-polarized band structures of Ga-rich Fe₃Ga film as a promising material for high thermoelectric performance”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [13] M. Kumashiro, K. Matsuo: “Circular dichroism study of magainin 2-membrane interaction: evidence for β -strand formation upon membrane association”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [14] R. Tsuji, M. Kumashiro, K. Matsuo: “Study of membrane-bound conformation and pore formation of magainin2 using vacuum-ultraviolet circular dichroism spectroscopy”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [15] © T. Sakamoto, J. Takahashi, Y. Izumi, K. Matsuo, M. Fujimoto, M. Katoh, Y. Kebukawa, K. Kobayashi: “Optical activity measurement of amino acid films by circular dichroism spectroscopy”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [16] © X. Hou, M. Sawada, S. Kumar, K. Shimada: “Splitting of Dirac band on Cr₂O₃/Graphene/Ni(111)”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [17] T. Mayumi, W. Nishizawa, M. Sawada: “Antiferromagnetic interlayer coupling of Co/h-BN/Fe ultrathin multilayers studied by soft X-ray magnetic circular dichroism”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [18] W. Nishizawa, T. Mayumi, M. Sawada: “Growth mode and interface structure of Co ultrathin films evaporated on h-BN/Ni(111)”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [19] © Y. Miyai, K. Ishiba, S. Kumar, T. Kurosawa, M. Oda, K. Shimada: “High-resolution ARPES of heavily overdoped Bi2201: evaluation of coupling parameters”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)
- [20] © A. Kumar, S. Kumar, G. Govindhan, A. Kumar, A. B. Govindan, K. Shimada: “Topological surface state in Sb, Te, and Se based single crystals”, The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (Higashi-Hiroshima, Japan, 2021.3.4-5)

国内学会

(招待講演)

- [1] 加藤政博:「放射光の時空間構造の制御とその応用の可能性」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [2] 松尾光一:「真空紫外円二色性分光法を用いた生体分子の構造研究」日本分光学会関西支部支部 紫外フロンティア分光部会合同講演会 (オンライン開催, 2021年3月2日)
- [3] 島田賢也:「大学に設置された小型放射光源 HiSOR の役割と将来展望」ELPH Symposium 2021「2020年度電子光理学研究拠点共同利用成果報告会」 (オンライン開催, 2021年3月5日)

(一般講演)

- [1] S. Suenaga, M. Kumashiro, K. Matsuo: 「Effect of membrane thickness on magainin 2-induced pore formation characterized by vacuum-ultraviolet circular-dichroism and linear-dichroism spectroscopy」第20回日本蛋白質科学会年会 (2020年7月6日-9日, 中止, 研究公表実績として認定)
- [2] R. Imaura, M. Kumashiro, Y. Kawata, K. Matsuo: 「Study on membrane-interaction site of alpha-synuclein using vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy and molecular dynamics simulation」第20回日本蛋白質科学会年会 (2020年7月6日-9日, 中止, 研究公表実績として認定)
- [3] K. Matsuo, M. Kumashiro, K. Gekko: 「Interaction mechanism between alpha1-acid glycoprotein and membrane characterized by vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy」第20回日本蛋白質科学会年会 (2020年7月6日-9日, 中止, 研究公表実績として認定)
- [4] ◎ 白石海人, Mario Novak, 吉川智己, 河野 嵩, Shiv Kumar, 宮本幸治, 奥田太一, Eike F. Schwier, 島田賢也, Sergey V. Ereemeev, 木村昭夫: 「反強磁性体 EuIn_2As_2 の角度分解光電子分光」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [5] ◎ 尾田拓之慎, 岩澤英明, 小澤秀介, 矢野力三, 柏谷 聡, 笹川崇男, Shiv Kumar, E. F. Schwier, 島田賢也, 橋本 信, Donghui Lu, 木村昭夫: 「高分解能 ARPES を用いた $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ の多体相互作用の評価」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [6] ◎ 小澤秀介, 岩澤英明, 尾田拓之慎, 杉山貴哉, 木村昭夫, Shiv Kumar, 島田賢也, 吉田良行, 長谷 泉, 相浦義弘: 「高分解能 ARPES によるルテニウム酸化物超伝導体 Sr_2RuO_4 における多体効果の検証」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [7] ◎ 石坂仁志, 田北仁志, 宮下剛夫, Wumiti Mansuer, Eike F. Schwier, 島田賢也, 岩澤英明, 上田茂典, 石田茂之, 川島健司, 吉田良行, 伊豫 彰, 永崎 洋, 鬼頭 聖, 井野明洋: 「A15型超伝導体 Nb_3Sn および Nb_3Al の高分解能光電子分光と電子フォノン相互作用」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [8] ◎ 氷上颯馬, 森網尚輝, 溝川貴司, 石田茂之, 永崎 洋, 伊豫 彰, 今井基晴, 阿部英樹, 有田将司, Shiv Kumar, Eike F. Schwier, 島田賢也, N. L. Saini: 「 $\text{CaKFe}_4\text{As}_4$ の特異なフェルミ面構造」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)

- [9] ◎ 赤羽祐香, 後藤陽介, 水口佳一, 横谷尚睦, Shiv Kumar, Eike F. Schwier, 島田賢也, N. L. Saini, 溝川貴司: 「 NaSn_2As_2 におけるバンド構造の温度依存性」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [10] ◎ 島岩泰暉, 密岡拓心, 溝川貴司, 大村瑠美, 千葉優馬, 東中隆二, 松田達磨, 青木勇二, 島田賢也, Shiv Kumar, Eike F. Schwier, A. Barinov, V. Kandyba, A. Giampietri, N. L. Saini: 「角度分解光電子分光によるカイラル結晶 IrGe_4 の電子状態」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [11] ◎ 三石夏樹, 千葉正義, 坂野昌人, 堀場弘司, 組頭広志, 宮本幸治, 奥田太一, 笹川崇男, 石坂香子: 「擬一次元電荷密度波化合物 NbTe_4 の電子状態 II」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [12] ◎ 杉山貴哉, 岩澤英明, 小澤秀介, 尾田拓之慎, 河野 嵩, 木村昭夫, 宮本幸治, 奥田太一, 石田茂之, 吉田良行, 永崎 洋: 「高分解能 ARPES による $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$ のギャップ不均一性」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [13] ◎ 三石夏樹, 杉田悠介, 秋葉智起, 高橋佑輝, 吉田 訓, Saika Bruno Kenichi, 坂野昌人, 湯川 龍, 堀場弘司, 組頭広志, 宮本幸治, 奥田太一, 高橋英史, 石渡晋太郎, 求 幸年, 石坂香子: 「二重ジグザグ鎖-七量体形状の格子歪みをもつ電荷密度波物質 TaTe_2 の電子状態」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [14] 早川岳人, 川瀬啓悟, 静間俊行, 羽島良一, ジェームズコーガ, 全 炳俊, 紀井俊輝, 大垣英明, 藤本将輝, 加藤政博: 「レーザーコンプトン散乱 γ 線によるデルブリュック散乱の計測 II」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [15] 井角 元, 水牧仁一朗, 雀部矩正, 保井 晃, 明渡 悠, 河端 拓, 下笠諒平, 柴垣善則, 河村直己, 池永英司, 筒井智嗣, 佐藤 仁, 広瀬雄介, 摂待力生, 魚住孝幸, 三村功次郎: 「共鳴硬 X 線光電子分光による CeRh_3 の電子状態の研究」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [16] 井上賢太, 田村浩太郎, 井角 元, 柴垣善則, 保井 晃, 雀部矩正, 水牧仁一郎, 河村直己, 池永英司, 筒井智嗣, 佐藤 仁, 光田暁弘, 和田裕文, 魚住孝幸, 三村功次郎: 「共鳴硬 X 線光電子分光による $\text{EuNi}_2(\text{P}_{1-x}\text{Ge}_x)_2$ の電子状態の研究」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [17] ○ 大曲雄大, 鬼丸孝博, 山根 悠, 志村恭通, 梅尾和則, 高畠敏郎, 松本拓真, 前田和大, 佐藤 仁, 廣瀬陽代, 菊川直樹, 寺嶋太一, 宇治進也: 「Yb ジグザグ鎖をもつ YbCuS_2 の磁場誘起相」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [18] ◎ 氷上颯馬, 森綱尚輝, 溝川貴司, 石田茂之, 永崎 洋, 伊豫 彰, 今井基晴, 阿部英樹, 有田将司, Shiv Kumar, Eike F. Schwier, 島田賢也, N. L. Saini: 「 $\text{CaKFe}_4\text{As}_4$ の特異なフェルミ面構造」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [19] ◎ 吉川智己, Antonov Victor, 河野 嵩, 鹿子木将明, Wang Xiaoxiao, 角田一樹, 宮本幸治, 竹田幸治, 斎藤祐児, 後藤一希, 桜庭裕弥, 宝野和博, Ernst Arthur, 木村昭夫: 「ホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{MnGe}(\text{Ga})$ 薄膜の $\text{Ge}(\text{Ga})$ $L_{2,3}$ 端における磁気円二色性スペクトル II」日本物理学会2020年秋季大会 (オンライン開催, 2020年9月8日-11日)
- [20] ◎ 岩尾剛志, 島田美帆, 加藤政博: 「仮想現実 (VR) を用いた放射光施設の教育・見学用コンテンツの製作」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)

- [21] ◎ 平松 快, 島田美帆, 加藤政博: 「超電導偏向磁石を用いた小型放射光リングの設計の試み」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [22] 金安達夫, 彦坂泰正, 藤本将輝, 岩山洋士, 加藤政博: 「Xe 4d 内殻電子の軟 X 線波束干渉制御」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [23] ◎ 松尾光一, 魚見彩乃, 清水 健, 泉 雄大, 月向邦彦: 「真空紫外円二色性法を用いたグルコースの構造と水和に関する研究」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [24] 熊代宗弘, 辻 怜河, 松尾光一: 「放射光円二色性分光によるマガイニン2の膜孔形成過程における脂質自発曲率と膜流動性の寄与の研究」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [25] ◎ 泉 雄大, 松尾光一, 横谷明德: 「温熱処理した細胞から抽出したヒストンの円二色性測定」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [26] ◎ 吉川智己, Victor Antonov, 河野 嵩, 鹿子木将明, 角田一樹, 宮本幸治, 竹田幸治, 斎藤祐児, 後藤一希, 桜庭裕弥, 宝野和博, Arthur Ernst, 木村昭夫: 「フルホイスラー合金 Co_2MnZ ($\text{Z}=\text{Ga}, \text{Ge}$) 薄膜の非磁性元素サイトにおける磁気円二色性スペクトル」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [27] ◎ 角田一樹, 桜庭裕弥, 増田啓介, 河野 嵩, 鹿子木将明, 後藤一希, Weinan Zhou, 宮本幸治, 三浦良雄, 奥田太一, 木村昭夫: 「強磁性 Co_2MnGa 薄膜におけるスピン偏極ワイル分散と巨大異常ネルンスト効果の観測」第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (オンライン開催, 2021年1月8日-10日)
- [28] ◎ 角田一樹, 桜庭裕弥, 増田啓介, 河野 嵩, 鹿子木将明, 後藤一希, Weinan Zhou, 宮本幸治, 三浦良雄, 奥田太一, 木村昭夫: 「 Co_2MnGa 薄膜におけるスピン偏極ワイル分散と巨大異常ネルンスト効果」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)
- [29] ○小杉 直, 郭 磊, 高嶋圭史, 真野篤志, 保坂将人, 加藤政博, 栗木雅夫: 「Cs-K-Sb ヘテロ接合による GaAs フォトカソードの NEA 活性化」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)
- [30] 真野篤志, 木村信之介, 高嶋圭史, 保坂将人, 加藤政博: 「マイケルソン干渉を用いたアンジュレータ光のコヒーレンス長測定」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)
- [31] サレヒエルハム, 保坂将人, 真野篤志, 高嶋圭史, 加藤政博: 「アンジュレータ放射波束の時間構造」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)
- [32] 和田真一, 太田寛之, 真野篤志, 加藤政博: 「アンジュレータ放射光渦のダブルスリット回折カウンティング実験」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)
- [33] 山崎大雅, 岩満一功, 熊添博之, 澤田正博, 原 正大, 赤井一郎: 「金属ニッケル薄膜の X 線磁気円二色性スペクトルにおけるベイズ分光 II」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)

- [34] 秋元優紀, 黒田健太, 越智正之, 川口海周, 櫻木俊輔, 新井陽介, 万 宇軒, 黒川輝風, 田中宏明, 有田将司, 出田真一郎, 田中清尚, 辛 埴, 平井大悟郎, 廣井善二, 山田高広, 近藤 猛: 「角度分解光電子分光で観察した希薄キャリア超伝導体におけるフラットバンド構造」日本物理学会第76回年次大会 (オンライン開催, 2021年3月12日-15日)

学生の学会発表実績

(国際会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 3 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 5 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 0 件

(国内学会)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 1 件
- 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数 3 件
- 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表者の発表件数 1 件

セミナー・講演会開催実績

(国際シンポジウム・ワークショップ主催)

- [1] The 25th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2021年3月4日-5日 参加者総数60名)

各種研究員と外国人留学生の受入状況

- 外国人客員研究員受入 0 件
- 外国人留学生受入 (研究指導) 4 件

社会活動・学外委員

(高大連携 見学・研修受入)

- [1] 広島大学附属高等学校 (リモート施設見学), 43名 (2020年7月28日)
- [2] 広島大学附属福山中学校, 48名 (2020年10月16日)
- [3] 島根県邑南町立羽須美中学校 (リモート施設見学), 10名 (2021年2月5日)

(海外機関の見学・研修受入)

- [1] ザグレブ大学, 2名 (2020年4月3日)
- [2] ルンド大学, 2名 (2020年8月26日)
- [3] ルンド大学, 2名 (2020年8月27日)
- [4] ルンド大学, 2名 (2020年9月1日)

(一般の見学・研修受入)

- [1] 技能工研究所フィールイメージ株式会社, 5名 (2020年7月29日)
- [2] 山口大学, 2名 (2020年8月11日)
- [3] 山口大学, 2名 (2020年8月25日)

- [4] 九州シンクロトロン光研究センター, 2名 (2020年9月15日)
- [5] 令和2年度理学部・大学院理学研究科公開(ホームカミングデー), 36名 (2020年11月7日)
- [6] 広島大・KEK-day (リモート施設見学), 134名 (2020年12月19日)

(学内の見学・研修受入)

- [1] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年4月17日)
- [2] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年4月21日)
- [3] 理学系支援室, 3名 (2020年5月26日)
- [4] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年6月11日)
- [5] 先進理工系科学研究科, 3名 (2020年6月16日)
- [6] 先進理工系科学研究科, 3名 (2020年6月23日)
- [7] 先進理工系科学研究科, 3名 (2020年6月24日)
- [8] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年6月24日)
- [9] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年6月24日)
- [10] 教育室教育部入試グループ, 5名 (2020年6月30日)
- [11] 教育室教育部入試グループ, 3名 (2020年7月2日)
- [12] 理学融合教育研究センター, 7名 (2020年7月2日)
- [13] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年7月16日)
- [14] 先進理工系科学研究科, 29名 (2020年7月29日)
- [15] 先進理工系科学研究科, 11名 (2020年8月4日)
- [16] 先進理工系科学研究科, 10名 (2020年8月8日)
- [17] 先進理工系科学研究科, 2名 (2020年9月2日)
- [18] 先進理工系科学研究科, 11名 (2020年9月11日)
- [19] 理学系支援室, 3名 (2020年9月29日)
- [20] 先進理工系科学研究科, 13名 (2020年10月20日)
- [21] 理学融合教育研究センター, 6名 (2020年10月20日)
- [22] 先進理工系科学研究科, 11名 (2020年11月10日)
- [23] 先進理工系科学研究科, 11名 (2021年1月8日)
- [24] 先進理工系科学研究科, 7名 (2021年1月22日)
- [25] 先進理工系科学研究科, 11名 (2021年3月5日)
- [26] 先進理工系科学研究科, 8名 (2021年3月18日)

(学協会委員)

- [1] 生天目博文：第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム実行委員長
- [2] 島田賢也, 奥田太一, 加藤政博, 佐藤 仁, 松尾光一, 澤田正博, 宮本幸治, 泉 雄大, 岩澤英明：第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム実行委員
- [3] 島田賢也, 生天目博文, 島田美帆, 泉 雄大：第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムプログラム委員
- [4] 島田賢也：日本放射光学会評議員
- [5] 奥田太一：日本表面科学会関西支部幹事
- [6] 奥田太一：日本放射光学会プログラム委員
- [7] 加藤政博：日本加速器学会評議員
- [8] 加藤政博：日本放射光学会評議員

- [9] 松尾光一 : Member of editorial board in “Biomedical Spectroscopy and Imaging - IOS Press”
- [10] 佐藤 仁 : 第23回 XAFS 討論会プログラム委員長 (2020年9月9日-11日)
- [11] 佐藤 仁 : 日本物理学会 Jr.セッション委員
- [12] 佐藤 仁 : 広島県物理教育研究推進会事務局,庶務幹事
- [13] 佐藤 仁 : リフレッシュ理科教室実行委員会委員

(外部評価委員等)

- [1] 島田賢也 : SPring-8専用施設審査委員会委員
- [2] 奥田太一 : SPring-8 / SACLA 成果審査委員会査読者
- [3] 奥田太一 : 高エネルギー加速器研究機構物質構造研究所放射光利用実験審査委員・分科会委員長
- [4] 奥田太一 : 日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員
- [5] 奥田太一 : 分子科学研究所・UVSOR 運営委員会委員
- [6] 奥田太一 : VSX 利用者懇談会幹事
- [7] 加藤政博 : 高エネルギー加速器研究機構加速器・共通基盤研究施設運営会議委員
- [8] 加藤政博 : あいちシンクロトロン光センター運営委員会委員
- [9] 佐藤 仁 : 原子力機構 (JAEA) 施設利用協議会光科学専門部会/量研 (QST) 施設共用課題審査委員会 専門委員

(産学官連携実績)

- [1] 島田賢也 : (独) 産業技術総合研究所 共同研究
- [2] 奥田太一 : (株) 日立製作所 共同研究
- [3] 奥田太一 : VG シェンタ (株) 共同研究
- [4] 宮本幸治 : 自然科学研究機構 分子科学研究所 協力研究
- [5] 松尾光一 : (株) ミルボン 共同研究

国際共同研究・国際会議開催実績

(学術国際交流協定)

- [1] 中国・中国科学院物理研究所超伝導国家重点実験室
- [2] ロシア・ロシア科学アカデミーヨッフエ物理技術研究所
- [3] ドイツ・ミュンスター大学物理学部
- [4] ロシア・サンクトペテルブルク大学

(国際共同研究)

- [1] 「Revealing the electronic structure of n-doped axion insulator EuIn_2As_2 」, Ke Deng (中国・南方科技大学)
- [2] 「High-resolution ARPES study on magnetic topological insulators $\text{Mn}(\text{Bi}_{1-x}\text{Sbx})_4\text{Te}_7$ 」, Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [3] 「High-resolution ARPES study on magnetic topological insulators $\text{Mn}(\text{Bi}_{1-x}\text{Sbx})_2\text{Te}_4$ 」, Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [4] 「Spin-orbit-induced splitting of the Tamm surface state of $\text{Re}(0001)$ 」, Markus Donath (ドイツ・

ミュンスター大学)

- [5] 「Probing a new type of spin-splitting effect in antiferromagnets」, Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [6] 「Band Structure Investigation of iron superconductor Ba_{0.6}K_{0.4}Fe₂As₂」, Xingjiang Zhou (中国・中国科学院)
- [7] 「Spin-ARPES study of topological band structures in Ca₂Pd₃Sb₄」, Wu Shilong (中国・中国科学院)

研究助成金等の受入状況

- [1] 奥田太一：基盤研究 (A) (研究代表者)「オペランド (外場印加) スピン角度分解光電子分光によるトポロジカル相転移の研究」総額45,890千円 2020年度 22,620千円
- [2] 加藤政博：基盤研究 (A) (研究代表者)「放射光の位相構造制御法の開発」総額42,640千円 2020年度 14,430千円
- [3] 宮本幸治：基盤研究 (B) (研究代表者)「スピン角度分解光電子分光で探るレーザー光による光誘起スピン電流の電子スピン制御」総額18,330千円 2020年度1,300千円
- [4] 泉 雄大：基盤研究 (C) (研究代表者)「放射光円二色性分光を用いた DNA 損傷修復過程におけるクロマチン構造変化過程の解明」総額4,030千円 2020年度1,170千円
- [5] 松尾光一：基盤研究 (C) (研究代表者)「真空紫外円二色性と直線二色性法による膜結合蛋白質の精密構造解析」総額4,420千円 2020年度1,430千円
- [6] 佐藤 仁：基盤研究 (C) (研究代表者)「カイラル金属磁性とフェルミ面のスピン分裂」総額3,640千円 2020年度 1,170千円
- [7] 奥田太一：VG (株)「VLEED 型スピン検出器の性能向上のための研究」研究費 3,245千円
- [8] 奥田太一：(株) 日立製作所「磁区観察用超低速電子線回折型スピン検出器の開発」研究費474千円
- [9] 松尾光一：(株) ミルボン「毛髪個体切片の円二色性スペクトル測定技術の確立」研究費 500千円

その他特記すべき事項

(受賞)

- [1] 有田将司：第8回日本放射光学会功労報賞
- [2] 有田将司：令和2年度広島大学長表彰

2 物理学科

2017年度より、学科名称を「物理科学科」から「物理学科」へ変更した。

2-1 学科の理念と目標

宇宙と物質に関する基本的な疑問を解明するための基礎的な知識と手法，論理的な思考など物理学に関する教育を行う。物理学科では，教育の理念を次のように定めている。

- 基本原理と普遍的法則の解明に向けた教育研究の推進
- 物理学の新たな知の創造とその発展・継承
- 人類社会の進歩に貢献する人材の育成

学科の目標は，学士課程で修得すべき事項と学部修了時までには修得すべき事項とに分けて設定されている。

(1) 学士課程

学生の学習到達度や理解度に則した段階的な教育目標。

基礎知識から専門知識の習得を経て，応用・実践能力を培う。

(2) 学部修了時

学生の進路に応じて修得すべき目標。

物理学的素養や問題解決能力を養い，物理学的素養を応用する能力と研究活動を行うのに必要な物理学の基礎知識と手法開発能力を培う。

2-2 学科の組織

物理学科の学部教育を担当する教員は，先進理工系科学研究科物理学プログラムの全教員(21名)，先進理工系科学研究科量子物質科学プログラムの理学系教員(17名)，および放射光科学研究センター(8名)，宇宙科学センター(4名)，自然科学研究開発支援センター(1名)の教授，准教授，助教から構成される。学部教育を担当する教員数は現状で十分と考えられる。このように異なる研究科の2プログラムと3センターが学部教育を担当しており，それぞれの中期計画・中期目標に沿った教員人事選考が行われているが，教員の公募・採用と配置では学部教育に関する共通の基盤にたった配慮がなされる様に「教員の理学部(物理学科)併任に関する申合せ」を作成し，人事選考の過程で物理学科教授懇談会の場で候補者の紹介が行われることが慣例となっている。

◎物理学科教員リスト(令和2年4月時点)

・物理学プログラム

教授

小嶋康史，志垣賢太，深澤泰司，黒岩芳弘，森吉千佳子，木村昭夫

准教授

両角卓也，石川健一，岡部信広，山口頼人，高橋弘充，中島伸夫，
和田真一，関谷徹司

助教

清水勇介，本間謙輔，三好隆博，Kim Sangwook，石松直樹，

Munisai Nuermaiti, 吉田啓晃

・放射光科学研究センター（併任）

教授

生天目博文，島田賢也，奥田太一，加藤政博

准教授

佐藤 仁，澤田正博，松尾光一，宮本幸治

・宇宙科学センター（併任）

教授

川端弘治

准教授

植村 誠，水野恒史

助教

稲見華恵

・量子物質科学プログラム

教授

嶋原 浩，松村 武，鬼丸孝博，鈴木孝至，岡本宏己，栗木雅夫

准教授

田中 新，樋口克彦，八木隆多，石井 勲，高橋 徹，檜垣浩之

助教

比嘉野乃花，志村恭通，飯沼昌隆，伊藤清一，LIPTAK ZACHARY JOHN

・自然科学研究開発支援センター

准教授

梅尾和則

2-3 学科の学士課程教育

物理教育では、数学による解析的能力を養い、それを物理法則や基礎方程式に応用することが求められる。さらに広く物理学の概念を学び、基本的法則を通して物理現象を検証し理解する必要がある。したがって、学生には講義と演習と実験、結果の報告と発表を通じて、かなりの量の体系的かつ論理的な思考の展開が要求される。このような課程をスムーズに通過させ、入学時の期待と学習に対する熱意を持続させる学士課程教育が必要となる。また、70%以上の学生が大学院博士課程前期（修士）に進学する現状をみると、学部での基礎教育から大学院での専門教育への接続、教育職免許などの資格取得意欲の持続など、到達目標型教育プログラムの推進と併せて教員の取り組みに検討すべき点が多い。

物理学科では物理学の修得に必須となる科目をコア科目と位置づけ、学科としてその科目の内容（モデルシラバス）を定めることにより、年度や担当教員の違いによるばらつきを少なくする実施体制をとっている。また、演習科目や実験科目を中心にティーチングアシスタント（TA）を配置することにより、きめ細かな指導の下で習熟度を高める効果が上がっている。選択必修の専門科目については、授業アンケートの結果や大学院での専門教育への接続を考慮したカリ

キュラムの軽微な変更を含む見直しを行っている。

学士教育の担当教員数は現状で十分と考えられるが、負担が集中する傾向も見られる。准教授がチューターを担当するケースが増えており、教授と准教授の役割分担は必ずしも明確ではない。また、非常勤の削減を補うTAの雇用が増加している。TAによる授業補助や学生へのケアなど教育効果は確かに上がっているが、TA学生自身の教育と評価などは未検討の課題である。

なお、ミッションの再定義とRU/SGU支援事業の採択を受けて、主専攻プログラム（物理学）のカリキュラムの改訂を行った。

理学部のアドミッション・ポリシー、カリキュラム・ポリシー、ディプロマ・ポリシーに則り、物理学科・物理学プログラムのポリシーを以下のような設定し教育を行っている。

1. アドミッションポリシー

本学科が編成している物理学プログラムのディプロマ・ポリシー及びカリキュラム・ポリシーを踏まえ、入学前に以下のような多様な能力を身につけてきた学生を求めています。

- (1) 知識・技能については、物理学の基礎を学ぶために必要な、高等学校段階の物理学、数学についての高い学力を持つ人
- (2) 思考力・判断力・表現力等の能力については、実験や計算などの課題に取り組むのに必要な、自らの知識・能力・技能を駆使して、論理的に考える能力を持つ人
- (3) 主体性をもって多様な人々と協働して学ぶ態度については、幅広い分野で活躍するために必要な、コミュニケーション能力、特に英語について高い能力を持つ人

なお、第1年次の入学前に学習しておくことが期待される内容は、以下のとおりです。

- ① 物理学の基礎を学ぶために必要な、高等学校段階の物理学について、理解を深めること
- ② 物理学の基礎を学ぶために必要な、高等学校段階の数学について、理解を深めること
- ③ 物理学を学ぶために必要な、外国語を習得しておくこと
- ④ 物理学を学ぶために必要な、日本語の必要な読解力・表現力・コミュニケーション能力を身につけておくこと

また、入学後には、階層化された科目群による物理学の知識・能力・技能の修得、理学一般に通用する基礎学力の習得に意欲的に取り組み、大学院におけるより専門的な教育・研究に必要な能力を身につけることのできる学生、またそれらの知識や経験を活かして、将来、国公立研究機関の研究者や企業の技術職として社会で活躍することを目指す学生を求めています。

2. カリキュラム・ポリシー

本プログラムでは、積み上げの学問である物理学の知識・能力・技能を習得するため、教養コア科目、基盤科目、専門基礎科目、専門科目に階層化されています。また、専門基礎科目までは物理学に閉じることなく理学一般に通用する基礎学力を習得できる編成となっています。専門基礎科目では講義科目に対応する演習科目を設け、物理学の理解と活用力を育成しています。

3. ディプロマ・ポリシー

本プログラムでは、以下の4項目に示す物理における基礎的、専門的な知識・能力・技能を有し、大学院におけるより専門的な教育・研究に必要な能力を身につけ、大学や国公立研究機関の研究者、あるいは企業の技術職や専門職等で活躍することのできる人材の育成のため、教育課程の定める基準となる単位数を修得した学生に「学士（理学）」の学位を授与します。

- ・ 物理学における基礎的、専門的な知識・能力・技能。
- ・ 実験や観測などの客観的事実やモデル計算の結果に対して、物理学の知識・能力・技能を駆使して自ら論理的に考えることができる能力。
- ・ 物理学に限らず、広い視野と倫理観を持って、科学研究、教育、実業の幅広い分野で活躍することができる素養。
- ・ 国際的な感覚を持ち、科学的な内容に関する報告や議論、プレゼンテーションなどを英語で行うことができる能力。

学科授業担当

2020年度前期授業担当		
1年次		
火	教養ゼミ	深澤, 生天目, 小畠, 木村, 岡本, 鈴木
水	力学A	八木
	物理数学A	中島
金	物理学演習	水野, 本間, 栗木
	教養ゼミ	深澤, 生天目, 小畠, 木村, 岡本, 鈴木
2年次		
火	物理数学C	石川
	電磁気学I	栗木
水	熱力学	松村
木	解析力学	黒岩
	電磁気学演習	関谷, 中島, 加藤
3年次		
火	物理学実験I	和田 他
水	応用電磁力学	岡本
	量子力学演習	佐藤, 松村, 宮本
木	統計力学I	嶋原
	固体の構造と物性	森吉
金	量子力学II	樋口
	相対性理論	小畠
	物理学実験I	和田 他
4年次		
木	固体物理学II	鬼丸
金	相対論的量子力学	両角

2020年度後期授業担当		
1年次		
水	物理学序論	檜垣
	力学B	檜垣
金	力学演習	志垣, 奥田, 山口
	物理数学B	樋口
2年次		
月	先端物理学	志垣 他
火	物理学数値計算法	三好
	物理学英語	深澤, 稲見, LIPTAK
	先端物理学	志垣 他
水	電磁気学II	鬼丸
	電磁・量力演習	島田, 松尾, 生天目
木	物理数学D	岡部
	量子力学I	石川
金	物理学特別講義	飯沼
	物理学実験法	梅尾
3年次		
火	分子物理学	関谷
	物理学実験II	和田 他
水	統計力学II	嶋原
	原子核素粒子物理学	志垣
	宇宙天体物理学	深澤
木	統計力学演習	澤田, 田中, 八木
	固体物理学I	木村
	連続体力学	鈴木
金	量子力学III	田中
	物理学実験II	和田 他

学士課程教育の理念を達成するためには、教育および教育環境に関する支援が重要と考えられる。教育に関する支援では、履修指導が最も重要である。新入生および在学生に対するガイダンスや学生アンケート、成績交付時の個別面談などは恒例となっている。各年度に4名の教員がチューターとして16～17名の学生を担当するので、きめ細かい支援が実行されている。教育環境に関する支援では、施設・設備の充実とホームページの整備による履修と成績に関する情報開示が挙げられる。

学生の授業アンケート調査の結果、教育内容と量に関する評価は概ね良好であった。学生は、授業内容に関する理解と達成感が得られたとして、授業に満足していることが分かる。

特に演習やゼミナール形式の少人数授業の評価が高いが、予習・復習に対する取り組みの自己評価が低い。これらの評価の間に整合性を欠くことが憂慮される。これは成績分布に見られる二極化が、更に無極化する傾向と関連して深刻な問題である。一方、3年次の物理学実験に対する良好な評価が得られているようで、卒業研究着手のための配属研究室の選択にも、その実験の経験が大いに影響している。担当教員の取り組みが重要であることを強く示唆している。

学生に基本的な学習習慣を身につけさせるために、成績評価を厳格にする傾向が見受けられる。これは教員の見識ある取り組みと言えるが、授業に対する教員の熱意と工夫が不可欠であり、成績不振者に対するケアも重要となる。成績分布の二極化が憂慮される中で、これも高校での教育や多様な入試制度などと無縁ではない。学生の意識を変えるための教員側の工夫が求められるが、学生の資質と強く関係して、その方法の模索が続いている。

履修指導を最も必要とする学生は成績不振者である。チューターの役割が重要であるが、多様な学生に対応しながら、深刻な状態にある学生をケアするチューターの負担が増加している。このような現状から、現行のチューター制度は限界に来ていると考えられ、特に心身に不調を抱える学生には保健管理センターとの連携による支援が不可欠と考えられる。一方、成績不振の基準を定めて、成績不振学生に退学勧告を出す厳格な指導も必要と考えられる。

教育環境に関する学生の要望を汲み上げる仕組みとして「物理学科ミニ懇談会」を開催している。近年、学生の出席者数が減少傾向にあったので、平成26年より学年別に開催して出席者の増加を図っている。支援体制に対する学生の評価は概ね良好と判断される。

2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

学士課程教育の成果は卒業研究に集約され、その内容は卒業論文と卒業論文発表会で検証される。卒業研究は、3年間での早期卒業を目指す学生を除き、4年次に行うことを原則としており、100単位以上の卒業要件単位と物理学実験I、IIの修得を卒業研究着手の要件としている。

学士課程教育の総仕上げともいえるべき卒業研究のための研究室配属は、学生への履修支援の観点から極めて重要である。物理科学科では、3年次後期の配属ガイダンスから卒業研究着手に至る過程に「研究室配属に関するルール」が定められている。各研究グループに配属する学生数は当該グループの教員数に応じて均等に成るように配慮されている。

学生は物理学科目を担当する研究グループに配属され、当該グループの教授あるいは准教授が指導教員となって前期・後期の通年で卒業研究を行う。卒業研究テーマは、いくつかのテーマからの選択あるいは学生の希望によって決定されるのが一般的である。卒業研究と同時に、各研究グループで前期に開講される物理学セミナーを受講し、卒業研究に関連した専門知識の修得も行う。

2020年度入学生

	定員	志願者	入学者
AOI型	10	15	6
前期日程	36	90	40
後期日程	20	121	17
計	66	226	63

チューター

入学年度	チューター			
2020	檜垣	深澤	鈴木	黒岩
2019	志垣	石川	中島	岡本
2018	鬼丸	八木	田中	両角
2017	嶋原	関谷	高橋	木村
2016	小嶋	栗木	樋口	松村
2015	黒岩	山本	檜垣	深澤

2-3-4 卒業論文発表実績

卒業研究の成果は、卒業論文としてまとめられると共に、卒業研究発表会において口頭での概要発表（2分間）とポスター発表（1時間30分）を併用して報告される。教育交流委員が世話人となって、要旨集の作成、プログラム編成、座長の指名、会場設営などを取り仕切る。2020年度の発表会では卒業生を3グループに分割し、3セッションで実施した。この卒業論文と発表に対する主査1名と副査1名による評価に基づき、学科教員会において卒業研究の単位を認定する。また卒業論文発表に関する優秀賞（4～7名）を全教員の投票によって選考している。受賞者は学科別卒業証書授与式で表彰され、受賞者の氏名は学科ホームページと次年度以降の卒業論文要旨集に記録される。過去5年間の卒業論文発表実績を下表に示す。

年度	発表者数	優秀賞受賞	卒業学生数	大学院進学
2020	74	5	71	47
2019	57	5	58	43
2018	64	5	65	46
2017	63	7	64	48
2016	74	6	73	53
2015	71	5	68	37

2020年度の卒業論文発表会は、2021年2月12日（金）に3つのグループで時間帯を分け、ショートオーラル、ポスター発表ともにオンラインにて開催した。

以下に、卒業論文発表題目を掲載する。

2020年度 理学部・物理学科 卒業論文発表会

2021年2月12日 (金)

場所：オンライン ショートオーラル

オンライン ポスター発表

	氏名	論文題目	指導教員	主査	副査
1	羽柴 諒	ワイル半金属Eu ₂ Ir ₂ O ₇ のエネルギーバンド構造 および光学応答	樋口	樋口	木村
2	木戸大魁	Pr希薄系La _{1-x} Pr _x V ₂ Al ₂₀ ($x \leq 0.5$)における磁場に 鈍感な比熱異常	鬼丸	鬼丸	中島
3	吉田葉月	常温衝撃によるチタン酸ジルコン酸鉛セラミッ クス合成の検証	黒岩	黒岩	田中
4	加藤和貴	PbBi ₄ Te ₄ S ₃ のトポロジカル表面状態の光電子分光 による選択的励起	奥田	奥田	森吉
5	太田寛之	アンジュレータ放射光渦を用いた単一光子状態 におけるヤングの干渉実験	和田	和田	黒岩
6	坂本貴則	グリーン関数を用いた超伝導理論	嶋原	嶋原	生天目
7	江島 廉	ALICE 実験 Run 3 における多重クーロン散乱 を考慮した前方ミュオン粒子の飛跡再構成	志垣	志垣	栗木
8	上村一揮	密度汎関数理論を用いた層状RuO ₂ のエネルギー バンド計算	樋口	樋口	奥田
9	中川海斗	実光子弾性散乱検出器におけるγ線と電子の識別 に関するシミュレーション研究	高橋 (徹)	高橋 (徹)	深澤
10	田端紘大	共同冷却によるクーロン結晶生成のための準備 実験	岡本	伊藤	川端
11	神尾 彬	光電子分光によるYbCu _{5-x} Al _x の電子状態の研究	佐藤	佐藤	八木
12	山根聡一郎	トポロジカル超伝導におけるエッジ状態	田中	田中	澤田
13	鞆 宏隆	質量関数を使った宇宙論パラメータσ ₈ の測定と 質量バイアスの影響	岡部	岡部	両角
14	藤本竜平	カイラル超場における非くりこみ定理	石川	両角	小畷
15	竹内勝哉	IXPE衛星によるブラックホール連星偏光観測の 感度評価	深澤	水野	小畷
16	繁樹鳳康	鉛を含むペロブスカイト型複合酸化物の反強誘 電相転移	黒岩	黒岩	島田
17	大塚春菜	NFWプロファイル周りのサテライト銀河の軌道	岡部	岡部	稲見
18	松村涼平	精密結晶構造解析支援アプリケーションの開発	森吉	森吉	樋口
19	平松 快	超伝導偏向電磁石を用いた小型放射光リングの 設計	加藤	加藤	田中
20	橋本 聡	マイクロ流路時間分解セルの評価と真空紫外円 二色性によるタンパク質構造変化の観測	松尾	松尾	中島
21	小野響子	膨張宇宙モデルの決定に機械学習を適応する試 み	小畷	小畷	石川
22	山本汐音	超伝導の基礎理論	嶋原	嶋原	八木
23	石橋迪也	軽い暗黒物質探索へ向けた極少数レーザー光子	志垣	本間	飯沼

		状態の計測			
24	大和田清貴	放射光角度分解光電子分光を用いた高効率熱電変換物質のバンド構造の研究	木村	木村	石井
25	小林士朗	小澤の測定誤差の実験的評価による任意の射影測定での物理量の値についての研究	高橋(徹)	飯沼	岡本
26	保木井貴大	放射光回折実験によるビスマス系鉛フリー圧電セラミックスの精密構造解析	黒岩	黒岩	鬼丸
27	井澤幸邑	レプトンセクターにおけるユニタリー三角形の作図	両角	清水	本間
28	熱田真大	SuperKEKBにおけるスピン偏極電子ビームの実装についての検討	栗木	栗木	志垣
29	井上建吾	希土類化合物ErNiAlにおける弾性ソフト化と磁気秩序の弾性応答	石井	石井	奥田
30	宮崎聖人	データから物理法則を発見する人工知能: AI-Feynmanの成果と課題, 及び行動科学への応用	石川	石川	木坂
31	鈴木健人	NdIr ₂ Zn ₂₀ における弾性ソフト化と磁気秩序の磁場応答	鈴木	鈴木	木村
32	張 韓	LHC エネルギー原子核衝突における硬散乱起源前方仮想光子の収量見積	志垣	志垣	檜垣
33	高津溪一郎	比熱測定によるCeSの磁気相転移の研究	松村	松村	和田
34	久保優介	逆モンテカルロ法を用いた圧力誘起インバー合金Fe ₅₅ Ni ₄₅ の局所構造解析	中島	石松	鬼丸
35	水谷宗一郎	希土類セレン化物RAgSe ₂ (R = Dy, Ho, Er, Yb)のジグザグ鎖における磁気フラストレーション	鬼丸	鬼丸	加藤
36	木村生成	機械学習・画像認識技術による二次元イジングモデルの相転移点の検出	田中	田中	吉田
37	松田英之	ALICE 実験前方 μ 粒子飛跡検出器導入後の J/ψ 中間子不変質量分解能の評価	山口	山口	伊藤
38	中村謙吾	超音波分光法によるHoNiAlの弾性ソフト化と直方晶結晶場効果の研究	鈴木	鈴木	森吉
39	濱野幹矢	相互作用のあるボース粒子系におけるボース・アインシュタイン凝縮に関する研究	樋口	樋口	石松
40	坂野碩保	X線吸収分光法によるBa(Ti _{1-x} Sn _x)O ₃ セラミックスの温度-置換量相図に基づく電子状態の研究	中島	中島	島田
41	吉長日向子	ペニングトラップ中におけるネオンプラズマの密度分布制御	檜垣	檜垣	山口
42	崎山彰久	亜鉛包接シクロデキストリンの電子状態の研究	関谷	吉田	梅尾
43	神森龍一	X線発光分光によるCeCu _{6-x} Au _x の電子状態の研究	佐藤	佐藤	松村
44	岡田悠希	液中レーザーアブレーション法による均一な金ナノ粒子の合成とその分子修飾への取り組み	和田	和田	鈴木
45	藏富航輝	実光子弾性散乱の観測のためのシンチレーション検出器の時間特性の測定実験	高橋(徹)	高橋(徹)	川端

46	大洞翔太郎	Sb, Cs, KおよびO ₂ によるGaAsフォトカソードの長寿命化	栗木	栗木	高橋(弘)
47	廣海朋子	X線粉末回折パターンのリートベルト解析適合判定法の考案	森吉	森吉	鈴木
48	金田彩希	ショートガンマ線バーストの長時間放射の特性	小畠	木坂	深澤
49	西澤 航	h-BN/Ni(111)単層膜上におけるCo超薄膜の成長過程と界面構造の研究	澤田	澤田	石井
50	崔 拓真	アスコルビン酸,ニコチン酸およびそれらのシクロデキストリン包接体の電子状態の研究	関谷	吉田	松尾
51	星岡駿志	母銀河に埋もれたII型超新星SN2018hfgの測光学的研究	深澤	川端	栗木
52	渡部 裕	シリコンラインセンサ読出高速化にむけたFPGAによる制御システムの開発	山口	山口	水野
53	岩尾剛志	仮想現実(VR)を用いた放射光施設等の教育・見学用コンテンツの開発	加藤	加藤	樋口
54	青木秀樹	リニアコライダーのための超扁平ビーム生成におけるx-zエミッタンス交換の特性評価	栗木	栗木	高橋
55	重國壮太郎	鉛直 1 次元温度モデルにおける磁気静水圧平衡磁場に対する圧力および重力の効果	志垣	三好	LIPTAK
56	秦 なずな	グラフェン周期ひずみによる有効磁場の効果	八木	八木	生天目
57	佐久間翔梧	20 GPaまでの超高压下電気抵抗測定に向けたガスケット形状の最適化	梅尾	梅尾	関谷
58	末岡耕平	AMEGO衛星計画によるMeVガンマ線偏光観測のシミュレータを用いた検討	深澤	深澤	岡本
59	福島優斗	真空紫外線角度分解光電子分光を用いた反強磁性体CeCoSiの電子状態の研究	木村	木村	松村
60	牛尾奨吾	Effect of on-site Coulomb interaction on the electronic band structure of the Heusler alloy Co ₂ FeSi studied by ARPES	木村	木村	嶋原
61	渡邊寛大	重い電子系金属YbCu ₄ Niを用いた極低温磁気冷凍	鬼丸	志村	和田
62	森 祐一朗	YbCuGeの結晶場効果による格子定数の温度変化	松村	松村	黒岩
63	遠藤優理	高分解能X線吸収分光法による抵抗スイッチング材料の電子状態測定	中島	中島	比嘉
64	赤木圭太郎	摂動展開による量子多体系の研究	嶋原	嶋原	宮本
65	辻 怜河	放射光円二色性分光によるマガイニン2の生体膜結合構造と膜孔形成機能に関する研究	松尾	松尾	嶋原
66	福満 翔	超長基線電波干渉計データを用いたスパースモデリングによるブレーザージェットの研究	深澤	深澤	高橋
67	湯浅直輝	Nd _{1-x} Y _x Co ₂ Zn ₂₀ における特異な弾性ソフト化のY置換効果	鈴木	鈴木	佐藤

68	山口拓真	衛星軌道上における環境放射線検出器CUBESデータ圧縮機能の実装	深澤	高橋 (弘)	三好
69	石破溪太郎	高分解能角度分解光電子分光を用いたBi系銅酸化物高温超伝導体の一粒子励起スペクトルの解析	島田	島田	志村
70	井上雄介	ランジュバン方程式を用いたブラウン運動の定式化	嶋原	嶋原	関谷
71	岸田 卓	Ce系化合物の圧力下量子臨界点の探索に向けた交流比熱測定系の構築	松村	松村	加藤
72	室尾健人	イオンマシンガン:単一イオンの超高精度射出に関するシミュレーション研究	岡本	岡本	植村
73	宮尾 光	電弱バリオジェネシスにおけるスファレロン過程の役割について	両角	両角	岡部
74	古賀柚希	情報理論的な自動意思決定システムによる突発天体现象の研究	深澤	植村	志垣

物理学科就職情報

進 学：広島大学大学院博士課程前期 32名，九州大学4名，東京大学 2名，大阪大学 2名，
名古屋大学2名，東京工業大学2名，京都大学1名，北海道大学1名，東北大学1名
企 業：(株) パナソニック 1名，中国電力(株) 1名，北海道電力(株) 1名，
NTTビジネスソリューションズ(株) 1名，東芝三菱電機産業システム(株) 1名，
(株) 多久製作所 1名，(株) シティ・コム 1名，(株) 佐賀電算センター 1名，
富士ソフト(株) 1名，(株) システムリサーチ 1名，中電プラント(株) 1名，
損害保険ジャパン日本興亜(株) 1名，テンフィールドズファクトリー(株) 1名，
(株) 日放電子 1名，日本空港コンサルタンツ 1名，
アイベックスエアラインズ(株) 1名，テックファーム(株) 1名，Mmd研究所
1名

学生の表彰

広島大学 理学部長表彰者：2名

Ⅲ 地球惑星システム学専攻

- ・ 地球惑星システム学プログラム
- ・ 地球惑星システム学科

1 地球惑星システム学専攻・地球惑星システム学プログラム

1-1 専攻・プログラムの理念と目標

地球惑星システム学専攻・地球惑星システム学プログラムは、太陽系のシステムの中の地球、地球内部・地殻・水圏・大気圏の相互作用で進化してきた地球システム、などの着眼点から地球をとらえ、「地球惑星進化素過程の解明と地球環境の将来像の予測」を中期目標として掲げ、研究・教育活動を行う。具体的には、太陽系の進化、地球の誕生と進化、地球内部構造とダイナミクス、地球環境の変遷、物質循環、地下資源、自然災害、環境問題など、幅広い分野の課題について体系的な研究活動を遂行することを目指す。当専攻で教育を受けた学生は、社会の広い分野で有用な貢献をなしうる人材として巣立っていくことを目標にする。

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

本専攻・プログラムでは、従来、地球惑星進化学、地球ダイナミクス、地球環境・資源学の3グループで教育・研究活動を進めてきたが、平成28年度末にこれを改め、新たに地球惑星物質学、地球惑星化学、地球惑星物理学の3グループに再編した。各々のグループは、独自の研究プロジェクトを遂行すると共に、分野横断的、学際的な研究活動も活発に行っている。本報告書においては、新たなグループ編成に基づいて整理する。

1-2-1. 教職員

各研究グループの構成員

地球惑星物質学	安東淳一（教授），Das Kaushik（准教授），早坂康隆（准教授），星野健一（准教授），大川真紀雄（助教）
地球惑星化学	柴田知之（教授），藪田ひかる（教授），宮原正明（准教授），白石史人（准教授），小池みずほ（助教），Chakraborti Tushar Mouli（育成助教）
地球惑星物理学	井上 徹（教授），片山郁夫（教授），須田直樹（教授），佐藤友子（准教授），川添貴章（准教授），中久喜伴益（助教），柿澤 翔（育成助教）
事務職員	伊藤暁子，三好倫子

1-2-2. 教職員の異動

令和2年 4月1日	川添貴章 准教授 昇任
令和2年 4月1日	白石史人 准教授 昇任
令和2年 4月1日	柿澤 翔 助教 着任
令和2年 5月1日	小池みずほ 助教 着任

* 特任教員も含めて教員の採用は公募を基本としており、教育に偏りのない範囲で各分野を広く捉えた上で、人物重視の選考を進めている。特任教員については、2年間の任期を基本とし、任期後のポスト確保の見通しも採用時の評価に考慮している。

1-3 専攻・プログラムの大学院教育

1-3-1. 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

地球惑星科学に関する高度な専門知識と専門的手法の修得に関心のある意欲あふれる学生を幅広く求めている。

1-3-2. 大学院教育の成果とその検証

1-3-2-1. 教育内容

平成 19-21 年度にかけて行った組織的な大学院教育改革推進プログラム「世界レベルのジオエキスパートの養成」を学内予算の補助を受けて継続して進めている。この間、特に教育プログラムの充実のために、地球惑星科学の最前線を研究するための基礎となる知識を幅広く網羅することを前提とした必修科目を継続して開講している。また引き続き、地球惑星科学教育体験プロジェクト（博士課程前期，必修），地球惑星インターンシップ（博士課程前期・後期，選択），地球惑星科学研究提案プロジェクト（博士課程後期，選択）などの実践的科目を実施している。（末尾の資料 1 参照）

1-3-2-2. 充足率

令和 2 年度の博士課程前期および後期の在籍者数は以下の通りである。定員充足率は、博士課程前期においては 2 学年とも 100%以上となっている。博士課程後期においては 3 学年の平均充足率は 120%であり、長期的には減少傾向にある。

	定員	1 年	2 年	3 年
博士課程前期	10 名	12 名	11 名	-
博士課程後期	3 名	5 名	4 名	2 名

1-3-2-3. 就職進学状況

博士課程前期修了者 10 名の進路は以下の通りである。

株式会社 鶴見製作所，日本放送協会，株式会社アウトソーシングテクノロジー，中電技術コンサルタント株式会社，西菱電機株式会社，東興ジオテック株式会社，富士ダイス株式会社，北電技術コンサルタント株式会社，日立インフォメーションエンジニアリング株式会社，川崎地質株式会社

博士課程後期修了者 1 名の進路は以下の通りである。

広島大学大学院先進理工系科学研究科（研究員）

1-3-3. 大学院生の国内学会発表実績

安 東 淳 一： 2 件（修士の発表 0 件，博士の発表 2 件，修士・博士共同発表 0 件）

井 上 徹： 3 件（修士の発表 1 件，博士の発表 1 件，修士・博士共同発表 1 件）

柴 田 知 之： 3 件（修士の発表 0 件，博士の発表 3 件，修士・博士共同発表 0 件）

DAS Kaushik： 1 件（修士の発表 1 件，博士の発表 0 件，修士・博士共同発表 0 件）

片山 郁夫：12件（修士の発表 3件，博士の発表 7件，修士・博士共同発表 2件）
藪田 ひかる：4件（修士の発表 4件，博士の発表 0件，修士・博士共同発表 0件）

1-3-4. 大学院生の国際学会発表実績

安東 淳一：3件（修士の発表 2件，博士の発表 1件，修士・博士共同発表 0件）
井上 徹：2件（修士の発表 0件，博士の発表 2件，修士・博士共同発表 0件）
柴田 知之：4件（修士の発表 0件，博士の発表 4件，修士・博士共同発表 0件）
DAS Kaushik：1件（修士の発表 1件，博士の発表 0件，修士・博士共同発表 0件）
片山 郁夫：2件（修士の発表 0件，博士の発表 2件，修士・博士共同発表 0件）
藪田 ひかる：1件（修士の発表 1件，博士の発表 0件，修士・博士共同発表 0件）

1-3-5. 修士論文発表実績

令和2年度9月修了（0件）

令和2年度3月修了（10件）

平田 峻：堆積性銅鉱床の鉱化作用

(Mineralization of sediment-hosted copper deposits)

天野 翠：宇宙空間でのダスト有機物その場質量分析をめざした、マトリクス支援レーザー脱離イオン化法による地上実験

(Ground-based experiments using matrix-assisted laser desorption/ionization for in-situ mass spectrometry of dust organics in space)

後藤 優衣：彗星模擬有機物の初期水質変成条件に対する制約の試み

(Attempt to constrain the early stage of aqueous alteration of cometary organic analog)

藤原 涼太郎：西南日本弧九重火山群第四紀マグマの起源

(Genesis of Quaternary magma of Kuju volcanic group, Southwest Japan arc)

田中 仁貴：クラックを含んだ花崗岩のせん断試験におけるS波偏向異方性の測定

(Measurement of shear-wave polarization anisotropy in crack-bearing granite during shear experiments)

佐藤 史彦：2D thermal modelling experiment for thrust-related cratonization of hot deep crust

(高温深部地殻の衝上断層を伴うクラトン化の2D熱モデリング)

山本 あかね：地球内部における水ケイ酸塩流体の構造に関する研究

(Research on the structure of aqueous silicate fluid inside the earth)

稲葉 雄一郎：三郡—中国帯東部地域先白亜系の碎屑性ジルコン年代学によるテレーン解析

(Terrane analysis by detrital zircon chronology for the Pre-Cretaceous basement of the eastern region of the Sangun-Chugoku belt, Southwest Japan)

兒島 巧太：熱水流体に起因したイライトの生成と断層の発生過程

(Illite crystallization and faulting caused by hydrothermal fluid)

山田 恵也：弾性波減衰測定の開発と熱クラックを導入した花崗岩への応用

(Development of attenuation measurement by elastic wave and application to thermally cracked granite)

1-3-6. 博士学位

令和2年度 博士論文 (1件)

Sarkar Dyuti Prakash : Deformation processes of crustal-scale faults depending on depth: Studies of paleo- and active orogenic belts from Indian continent

(深度に依存する地殻スケール断層の変形過程：インド大陸における古造山帯と活動的な造山帯の研究)

1-3-7. TAの実績

令和2年度のTA : 博士課程前期 19名, 博士課程後期 8名

1-3-8. 大学院教育の国際化

本専攻・プログラムでは、多くの研究プロジェクトにおいて、国際協力研究が活発に遂行されており、それらの研究協力で来日した研究者と院生が交流し、幅広い分野の研究を学ぶ機会を得ている。これらの研究協力では大学院生も積極的に参加し、本報告書に収録した研究論文・講演のリストにもあるように、大学院生も国際的な研究プロジェクトの重要な一端を担っている。

1-4 専攻・プログラムの研究活動

1-4-1. 研究活動の概要

(1) 学会・講演会・セミナー等の開催実績

月 日	内 容	氏名 (所属機関名)	場 所
10月16日	HiPeR特別セミナー ストレスの未来 -失われた弾性歪みと古応力を推定する新手法-	坂口 有人 氏 (山口大学大学院創成科学研究科・教授)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
11月11日	HiPeR特別セミナー 環境化学的アプローチによる初期火星の水環境復元	福士 圭介 氏 (金沢大学環日本海域環境研究センター・教授)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
11月23日 ~25日	日本質量分析学会同位体比部会 2020	柴田 知之 (代表) 小池 みずほ 芳川 雅子	広島大学・理学部 (オンライン開催, 一部ハイブリッド)
2月9日	HiPeR特別セミナー 御嶽火山の特徴	國友 孝洋 氏 (名古屋大学大学院環境学研究科・特任准教授)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
2月26日	HiPeR特別セミナー はやぶさ2の2つのカメラによって明らかにされる小惑星リュウグウの物質と形成史	本田 理恵 氏 (高知大学教育研究部自然科学系理工学部門・教授)	広島大学・理学部 (オンライン開催)

(2) 学術団体等からの受賞実績

該当無し

(3) 学生の受賞実績

岡田郁生 博士2年 日本質量分析学会同位体比部会 2020 優秀ポスター発表賞

重中美歩 学部4年 日本質量分析学会同位体比部会 2020 優秀口頭発表賞

(4) 研究成果の社会への還元実績

月 日	内 容	発表者 (世話人)
11月8日	GSC広島第六期ステップステージ異分野融合セミナー 異分野融合セミナー講師	宮原正明
9月23-25日	京都大学集中講義 (非常勤講師)	井上 徹
7月12日	JpGU-AGU Joint Meeting 2020高校生セッション審査委員	白石史人
9月22日	「はやぶさ2」トークライブ シーズン2 in 広島 「はやぶ	藪田ひかる

	さ2」もうすぐ帰還！ミッションのサイエンス、小惑星リュウグウの試料分析へ」	
10月14-16日	大阪市立大学集中講義（非常勤講師）	白石史人
10月28日	令和2年度広島大学模擬授業（出張講義）広島県三原高等学校1,2年生（約30名）「堆積岩から読み解く地球環境と生命の歴史」	白石史人
11月8日	GSC広島第六期ステップステージ異分野融合セミナー 異分野融合セミナー講師	川添貴章
12月19日	KEK-day ～加速器のすすめ～「加速器で地球と生命の始まりを科学する」	藪田ひかる
10月-3月	大阪教育大学（非常勤講師）	ダス カウシク

(5) 産学官連携実績

該当無し

(6) 国際交流実績・国際交流共同研究・国際会議開催実績

内 容	氏名（機関名，国名）	担当者
ヒマラヤ前縁地域に露出する大規模衝上断層のダイナミクスに関する研究	G. Ghosh 教授， S. Bose 教授（プレジデンシー大学， インド）	安東淳一 Das Kaushik
インド北部大陸地塊における構造地質学的研究	A. Chattopadhyay 教授（デリー大学， インド）	安東淳一 Das Kaushik
微生物炭酸塩に関する共同研究	L. Cury 准教授， A. Bahniuk 准教授（パラナ連邦大学， ブラジル）	白石史人
二股温泉トラバーチンの年代測定に関する共同研究	C.-C. Shen 教授（国立台湾大学）	白石史人
インド古原生界 Gwalior 層群中に見られる縞状鉄鉱層の研究	P. Chakraborty 教授（デリー大学， インド）	白石史人
隕石中の高圧鉱物に関する研究	Luca Bindi（フィレンツェ大学）	宮原正明
インドが保有する隕石に関する共同研究	S. Ghosh（IIT-Kharagpur）	宮原正明
月隕石の衝突年代に関する共同研究	M. Anand（The Open Uni.）	宮原正明
アポロ試料に関する共同研究	N. Satta（BGI）	宮原正明

インド東ガッツ超高温変成岩の変成作用 その進化と年代測定に関する共同研究	S. Bose 教授 (プレジデンシー大学, インド)	Das Kaushik 早坂康隆
インド東ガッツ変成帯の北境界のグラヌ ライトの年代測定と地質構造に関する共 同研究	G. Ghosh 教授 (プレジデンシー大 学, インド)	Das Kaushik 早坂康隆
インド西部ジュラ紀 Kutch 盆地の古環境 に関する研究	S. Banerjee 教授 (IIT Bombay, イン ド)	Das Kaushik
インド東ガッツ造山帯中 Nagavalli- Vamsadhara Shear Zone 中 Granitoid の年 代測定に関する共同研究	S. Karmakar 教授 (ジャダブプル大 学, インド)	Das Kaushik
インド東部 Precambrian 堆積岩とその Basin の進化に関する共同研究	P.P. Chakraborty 教授 (デリー大学, インド)	Das Kaushik 早坂康隆
インド中部 CITZ 中の花崗岩の年代測定 と G-T Shear Zone の変形に関する共同研 究	A. Chattopadhyay 教授 (デリー大 学, インド)	Das Kaushik
インド南部高圧変成岩体の Petrochronology に関する研究	Chang Whan OH 教授 (Chongbuk National University, 韓国)	Das Kaushik
インド南部 Dharwar Craton の高度変成岩 の変成作用と年代測定に関する共同研究	S. Balakrishnan 教授 (ボンディチ ェリ大学, インド)	Das Kaushik
ベトナム Phan-Si-Pham ゾーンの地質と テクトニクスの研究	P.T. Hieu 准教授 (ベトナム国家大 学ホーチミン市校)	Das Kaushik
ヒマラヤ造山帯中の堆積岩から古環境の 研究	Subhojit Saha (Scientist B; ワディアヒ マラヤ地質研究所, Wadia Institute of Himalayan Geology)	Das Kaushik
高温高圧下におけるカンラン石中の転位 の移動速度に関する研究	桂 智男教授 (バイロイト大学, ドイ ツ)	川添貴章
高圧下における高圧鉱物の結晶構造に関 する研究	L. Dubrovinsky 教授 (バイロイト大 学, ドイツ)	川添貴章
高温高圧下における Fe-軽元素系の相平 衡に関する研究	駒林鉄也准教授 (エジンバラ大学, イギリス)	川添貴章
高圧鉱物の弾性波速度測定に関する研究	B. Li 教授 (ストニーブルク大学, ア メリカ)	井上 徹
高圧含水鉱物の弾性波速度に関する研究	N. Cai 助教 (中国科学院大学, 中 国)	井上 徹
高圧下における輝石中の水に関する研究	J. Kung 准教授 (成功大学, 台湾)	井上 徹

含水ワズレアイトの弾性波速度に関する研究	G. Gwanmesia 教授 (デラウエア大学, アメリカ)	井上 徹
高压含水鉱物の地球内部での安定性に関する研究	C.Xu 研究員 (中国地震局, 中国)	井上 徹
衝撃圧縮下における単結晶石英の変形挙動	中野愛一郎教授 ほか (University of Southern California, USA)	佐藤友子
オマーン陸上掘削プロジェクトのコア記載	Kelemen P. 教授 ほか (コロンビア大学, アメリカ)	片山郁夫
変形中の弾性波波形の解析	富士延章 (Institut de physique du globe de Paris, フランス)	片山郁夫
はやぶさ2プロジェクト	JAXA	藪田ひかる

(7) 日本学術振興会特別研究員 (JSPS-DC, JSPD-PD) ・ポスドク・RA の採用実績

採用者名	職名・研究内容	担当者
赤松祐哉	JSPS-DC1・かんらん岩とはんれい岩の脆性変形実験に基づく海洋プレートの含水化モデルの検証	片山郁夫
岡田郁生	RA・火山岩中の斑晶鉱物を用いたマグマの起源・進化過程の地球化学的解明	柴田知之
平山剛大	RA・流紋岩マグマの成因・進化過程の解明：中上部地殻再溶融過程における地殻物質と熱源マグマの物理化学的条件の地球化学的研究	柴田知之
野田昌道	RA・ブリッジマナイトの高温高压下での弾性波速度測定	井上 徹
黒島健介	RA・北陸地域の手取層群中にみられる古土壌と炭酸塩ノジュールを用いた古環境復元と恐竜進化への応用	白石史人
岡崎淳哉	RA・塑性変形領域での地震性断層発生メカニズム	安東淳一
松岡友希	RA・火星表層の地形解析による水の存在や分布の検証	片山郁夫

1-4-2. 研究グループ別の研究活動の概要、発表論文、講演等 (令和2年4月1日～令和3年3月31日のものを記載)

地球惑星物質学グループ

地球表層には約40億年前から現在に至るまでの地球の歴史を記録した岩石鉱物や、400-670 km といった深さに至る地球内部からもたらされた岩石鉱物、また、人間生活に不可欠な金属を供給する岩石鉱物が露出している。地球惑星物質学グループでは、このような岩石鉱物を世界中から採取し、化学組成分析、年代測定、変形組織解析、構造解析などを行い、大陸や日本列島の形成史の解明、地球で生じているダイナミックな変動現象のメカニズムの解明、金属鉱床の形成過程の研究、鉱物の結晶学的特性の研究を進めている。

○原著論文

- Barkat, R., Chakraborty, P.P., Saha, S., Das, K., 2020, Alluvial architecture, paleohydrology and provenance tracking from the Neoproterozoic Banganapalle Formation, Kurnool Group, India: an example of continental sedimentation before land plants. *Precambrian Research*, 350, 105930.
- Bose, S., Ghosh, G., Kawaguchi, K., Das, K., Mondal, A.K., Banerjee, A., 2021, Zircon and monazite geochronology from the Rengali-Eastern Ghats Province, eastern India: implications to the evolution of the eastern Indian shield. *Precambrian Research*, 355, 106080.
- Bose, S., Das, K., Torimoto, J. and Dunkley, D., 2020. Origin of orthopyroxene-bearing felsic gneiss from the perspective of ultrahigh temperature metamorphism: an example from the Chilka Lake migmatite complex, Eastern Ghats Belt, India, *Mineralogical Magazine*, 84, 712-737.
- Dey, S., Dasgupta, P., Das, K., Matin, A., 2020, Neoproterozoic Blaini Formation of Lesser Himalaya, India: Fiction and the fact, *Bull. GSA*, 132, 2267-2281.
- Ganguly, P., Ghosh, G., Bose, S., Das, K., 2021, Polyphase deformation and ultrahigh temperature metamorphism of the deep continental crust: Implications for tectonic evolution of the northern Eastern Ghats Belt, India. *Journal of Structural Geology*, 143, 104250.
- Kawaguchi, K., Minh, P., Hieu, P.T., Cuong, T. C., Das, K., 2021, Evolution of supracrustal rocks of the Indochina Block: Evidence from new detrital zircon U-Pb ages of the Kontum Massif, Central Vietnam, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 116, 69-82.
- ◎Kawaguchi, K., Hayasaka, Y., Das, K., Shibata, T., Kimura, K., 2020, Zircon U-Pb geochronology of “*Sashu mylonite*”, eastern extension of Higo plutono-metamorphic complex, Southwest Japan: Implication for regional tectonic evolution. *Island Arc*, 29:e12350.
- ◎Kimura, K., Hayasaka, Y., Yamashita, J., Shibata, T., Kawaguchi, K., Fujiwara, H., Das, K., 2021, Antiquity and tectonic lineage of Japanese islands: New discovery from U-Pb zircon geochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, 565, 116926.
- ◎Sarkar D.P., Ando J., Das K., Chattopadhyay. A., Ghosh G., Shimizu K., and Ohfuji H. Serpentinite enigma of the Rakhabdev lineament in western India: Origin, deformation characterization and tectonic implications. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 115, 216–226, 2020

○著書

該当無し

○総説・解説

該当無し

○特許・その他

該当無し

○国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

○国際会議での一般講演

- ◎Ando, J., Tomioka, N., Kagi, H., Das, K., Effect of slickenside on the crustal strength. JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名)
- Chaudhuri, A., Banerjee, S., Das, K., Pera, E.L., Record of tectonics in sedimentary archives: Unravelling lost orogenies using the Mesozoic sedimentary record of the Kutch Basin, western India. IAS meeting of Sedimentology, Prague (2020.6.23-25, Online).
- Das, K., 2020, Tectonic development of the East Indian cratonic margin and its status in Columbia supercontinent. JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名).
- Huang, W., Takeshita, T., Yeo, T., Ando, J., Development history of the mylonite zone distributed along the Mie Prefecture Median Tectonic Line. JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名)
- Kayama, M., Das, K., Tsuchiya, Y., Chemical and optical evaluation of zircon synthesized Li-Mo flux method JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名)
- ◎Kojima, K., Ando, J., Das, K., Tomioka, N., Relationship between stylolite and faults in chert. JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名)
- Mukherjee, S., Das, P., Ghosh, G., Bose, S., Das, K., U-Pb Zircon Geochronology and Structural Control of the Hydrothermal Vein-type Uranium Deposit at Chitral, Eastern Dharwar Craton, India. AGU Fall Meeting (2020.12.1-17, Online, 参加者約 20,000 名)
- ◎Sarkar, D.P., Ando, J., Das, K., Ghosh, G., Dasgupta, P., Deformation mechanisms in shallow-crustal active fault zones: Implications from the Main Frontal Thrust of Himalayas. Geoutrecht2020, The Netherlands. (2020.8.26-26, Online, 参加者約 300 名)
- ◎Sarkar, D.P., Ando, J., Das, K., Ghosh, G., Dasgupta, P., Fault heterogeneity within a single thrust zone: Case study from the Frontal Thrust of Himalayas. JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名).
- ◎Sato, F., Nakakuki, T., Das, K., Thermal modeling for “Hot-on-cold” thrusting: Thermal structure during orogenic movement at the western boundary of Eastern Ghats Belt, India, JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名)

Takeshita, T., Bui, D.V., Ando, J., Development of the Median Tectonic Line fault zone, Mie Prefecture, southwest Japan: Processes of strain localization. JpGU-AGU, (2020.7.12-18, Online, 参加者約 10,000 名)

○国内学会での招待・依頼・特別講演

該当なし

○国内学会での一般講演

- ◎Sarkar, D. P., Ando, J., Das, K., Ghosh, G., Dasgupta, P. Lithology dependent stress accommodation mechanisms of shallow crustal faults in vicinity of Main Frontal thrust, Himalayas, 日本鉱物科学会 2020 年年会 (オンライン年会 2020 年 9 月 16 日-17 日, 参加者約 250 名)
- ◎佐藤史彦, 中久喜伴益, Das Kaushik, インド東ガーツ造山帯境界衝上断層: 2D 熱モデリングの結果 (“Hot-on-cold” boundary thrusting, Eastern Ghats Belt, India: Results of 2D thermal modelling), 日本鉱物科学会 2020 年年会 (オンライン年会 2020 年 9 月 16 日-17 日, 参加者約 250 名)
- ◎岡崎淳哉, 安東淳一, Das Kaushik, インド Aravalli-Delhi 造山帯に露出するシュードタキライト形成の摩擦溶融プロセス (Frictional melting process during formation of pseudotachylyte, Aravalli-Delhi orogenic belt, India), 日本鉱物科学会 2020 年年会 (オンライン年会 2020 年 9 月 16 日-17 日, 参加者約 250 名)
- ◎福島菜奈絵, 角野浩史, 小林真大, 安東淳一, Das Kaushik, 山本貴史, 鍵 裕之, イタリア北部 Finero かんらん岩体中の変形履歴の解明に向けた希ガス分析と微細組織観察, 2020 年度日本地球化学会 (第 67 回オンライン年会 2020 年 11 月 19 日-21 日, 参加者 367 名)

地球惑星化学グループ

地球惑星化学研究グループでは、地球外物質（隕石、宇宙塵）の分析宇宙化学、マグマダイナミクスの地球化学、生命前駆物質の化学進化室内実験、化石・堆積岩・微生物の実験古生物学を総合し、約46億年間の太陽系、地球、生命の誕生と進化を研究している。研究手法には、表面電離型質量分析計（TIMS）、誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）、熱分解ガスクロマトグラフ質量分析計（pyrolysis-GCMS）、電子顕微鏡（SEM, TEM, EBSD）、放射光分析（STXM）など多様な分析技術を駆使している。

○原著論文

- Fujiya W., Furukawa Y., Sugahara H., Koike M., Bajo K., Chabot N.L., Miura Y.N., Moynier F., Russell S.S., Tachibana S., Takano Y., Usui T., and Zolensky M.E. (2021) Analytical protocols for Phobos regolith samples returned by the Martian Moons eXploration (MMX) mission. *Earth, Planets and Space* 73, 120.
- Fukimoto K., Miyahara M., Sakai T., Ohfuji H., Tomioka N., Kodama Y., Ohtani E., and Yamaguchi A. (2020) Back-transformation mechanisms of ringwoodite and majorite in an ordinary chondrite. *Meteoritics and Planetary Science* 55, 1749–1763.
- ◎Kawaguchi, K., Hayasaka, Y., Das, K., Shibata, T., Kimura, K., 2020, Zircon U-Pb geochronology of “*Sashu mylonite*”, eastern extension of Higo plutono-metamorphic complex, Southwest Japan: Implication for regional tectonic evolution. *Island Arc*, 29:e12350.
- ◎Kimura, K., Hayasaka, Y., Yamashita, J., Shibata, T., Kawaguchi, K., Fujiwara, H., Das, K., 2021, Antiquity and tectonic lineage of Japanese islands: New discovery from U-Pb zircon geochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, 565, 116926.
- Koike M., Nakada R., Kajitani I., Usui T., Tamenori Y., Sugahara H., and Kobayashi A. (2020) In-situ preservation of nitrogen-bearing organics in Noachian Martian carbonates, *Nature Communications*, 11, 1988.
- Koike M., Sano Y., Takahata N., Iizuka T., Ono H., and Mikouchi T. (2020) Evidence for early asteroidal collisions prior to 4.15 Ga from basaltic eucrite phosphate U-Pb chronology, *Earth and Planetary Science Letters*, 549, 116497.
- Kikuchi S., Watanabe S-I., Saiki T., Yabuta H., Sugita S., Morota T. et al. Hayabusa2 Landing Site Selection: Surface Topography of Ryugu and Touchdown Safety, *Space Science Reviews* 216, 116. DOI: 10.1007/s11214-020-00737-z
- Miyahara M., Yamaguchi A., Saitoh M., Fukimoto K., Sakai T., Ohfuji H., Tomioka N., Kodama Y., and Ohtani E. (2020) Systematic investigations of high-pressure polymorphs in shocked ordinary chondrites. *Meteoritics and Planetary Science*. doi: 10.1111/maps.13608.
- Morishita, T., Sumino, H., Sato, H., Shibata, T., Yoshikawa, M., Arai, S., Nauchi, R. and Tamura, A., Alkali basalt from the Seifu Seamount in the Sea of Japan: post-spreading magmatism in a back-arc setting, *Solid Earth*, 11, 23–36, 2020
- Morota T., Sugita S., Cho Y., Kanamaru M., Tatsumi E., Sakatani N., Honda R., Hirata N., Kikuchi H., Yamada M., Yokota Y., Kameda S., Matsuoka M., Sawada H., Honda C., Kouyama T., Ogawa K., Suzuki H., Yoshioka K., Yabuta H. et al. Sample collection from asteroid (162173) Ryugu by

- Hayabusa2: Implications for surface evolution, *Science* 368, 654-659, DOI: 10.1126/science.aaz6306
- ©Paul P.P., Chakraborty P.P., Shiraishi F., Das K., Kamei A., Bhattacharya S. (2020) Clue on ocean redox condition from trace element and rare earth element (REE) composition of iron formation and carbonate rocks from the late Paleoproterozoic Morar Formation, Gwalior Group, central India. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences* 115, 175–191.
- Shiraishi F., Morikawa A., Kuroshima K., Amekawa S., Yu T.-L., Shen C.-C., Kakizaki Y., Kano A., Asada J., Bahniuk A.M. (2020) Genesis and diagenesis of travertine, Futamata hot spring, Japan. *Sedimentary Geology* 405, 105706.
- Shiraishi F., Omori T., Tomioka N., Motai S., Suga H., Takahashi Y. (2020) Characteristics of CaCO₃ nucleated around cyanobacteria: implications for calcification process. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 285, 55–69.
- Schröder, S., Otto, K.A., Scharf, H., Matz, K.-D., Schmitz, N., Scholten, F., Mottola, S., Trauthan, F., Koncz, A., Michaelis, H., Jaumann, R., Ho, T.-M., Yabuta, H., Sugita, S. (2020) Spectrophotometric Analysis of the Ryugu Rock Seen by Mascot: Searching for a Carbonaceous Chondrite Analog, *Planetary Science Journal*, arXiv:2011.13810
- Tatsumi E., Sugimoto C., Riu L., Sugita S., Nakamura T., Hiroi T., Morota T., Popescu, M., Michikami, T., Kitazato K., Matsuoka M., Kameda S., Honda R., Yamada M., Sakatani N., Kouyama T., Yokota Y., Honda C., Yabuta H. et al. Collisional history of Ryugu's parent body from bright surface boulders, *Nature Astronomy* 5, 39-45, DOI: 10.1038/s41550-020-1179-z
- Tomioka N., Bindi L., Okuchi T., Miyahara M., Iitaka T., Li Z., Kawatsu T., Xie X., Purevjav N., Tani R., Kodama Y. (2021) Poirierite, a dense metastable polymorph of magnesium iron silicate in shocked meteorites. *Communications Earth & Environment* 2, 16.
- Usui T., Bajo K., Fujiya W., Furukawa Y., Koike M., Miura Y.N., Sugahara H., Tachibana S., Takano Y., and Kuramoto K. (2020) The Importance of Phobos Sample Return for Understanding the Mars-Moon System. *Space Science Reviews*, 216, 49.

○著書

該当無し

○総説・解説

該当無し

○特許・その他

該当無し

○国際会議での招待・依頼・特別講演

Yabuta, H., Chemical History of Organic Macromolecules in the Early Solar System: Scientific Strategy and Expected Insights from Ryugu in Hayabusa2 Asteroid Sample Return Mission, ELSI Astrobiology Webinar, 2020.9.25.

Yabuta, H., Chemical history of organic macromolecules in the early Solar System: Scientific strategy and expected insights from asteroid Ryugu in light of the observation results obtained by Hayabusa2, Virtual symposium of Chemistry and Biology in Extraterrestrial Space (Organizer: Yufen Zhao, Tsinghua University, China), 2020.12.15.

○国際会議での一般講演

Dey B., Shibata T., Yoshikawa M. (2020) High Nb Basalt like signatures from SW Japan, Goldschmidt, Virtual

Dey B., Shibata T., Yoshikawa M. (2020) Origin of OIB like geochemical signature in alkali basalts of South West Japan, AGU-JpGU, Chiba, Japan

HIRAYAMA, T., SHIBATA, T. and YOSHIKAWA, M., The contribution of crust to the genesis of rhyolitic magma from the Hime-shima volcanic group GOLDCHMIDT virtual, 2020.6.26, オンライン

Koike M., Nakada R., Kajitani I., Usui T., Tamenori Y., Sugahara H., Kobayashi A. In-situ detection of nitrogen-bearing organics in Noachian Martian carbonates: Implication for nitrogen- cycle on early Mars. Goldschmidt Conference 2020, 2020.6.21-26, Online.

Nakamura A., Miyahara M., Suga H., Yamaguchi A., Daisuke W., Yamashita S., Takeichi Y., Takahashi Y., and Ohtani E. The discovery of Mn-precipitates in nakhlites Yamato 000802, , The 11th Symposium on Polar Science, 2020.12.3, NIPR, Online.

Okada I, Shibata T., Yoshikawa M, Sugimoto T, Hayasaka Y, The genesis of andesite magma inferred from major and trace element compositions of amphibole, GOLDCHMIDT virtual, 2020.6.26, オンライン

○国内学会での招待・依頼・特別講演

藪田ひかる, 「はやぶさ 2」観測結果に基づく帰還サンプル有機物分析への期待と科学戦略. 同位体比部会 2020, オンライン, 2020年11月23日-25日.

藪田ひかる, 次世代サンプルリターンに向けた有機物分析: 将来は、可溶性有機物と不溶性有機物を分けずに考えていこう, 次世代サンプルリターン研究会, 2021年3月22日, オンライン.

小池みずほ, 火星における窒素の循環進化: ALH84001 の痕跡と将来展望. 第 22 回惑星圏研究会(SPS2021), 2021年2月17日-19日, オンライン.

小池みずほ, 火星隕石から探る火星の表層環境進化. 生命の起原および進化学会 2021年シンポジウム. 2021年3月11日, オンライン.

○国内学会での一般講演

Dey B., Shibata T., Yoshikawa M. (2020) Origin of Basalts from Kyushu area, southwest Japan: An insight through Sr-Nd-Pb isotopes, Mass Spectrometry Society of Japan: Isotope ratio subcommittee, Hiroshima (Online)

HIRAYAMA Takehiro, SHIBATA Tomoyuki, YOSHIKAWA Masako, HAYASAKA Yasutaka, 北部九州第四紀珪長質火山岩類の微量元素組成による流紋岩マグマ起源物質の検討, 同位体比部会, 2020年11月24日, 広島大学・オンライン

Koike M., Nakada R., Kajitani I., Usui T., Tamenori Y., Sugahara H., Kobayashi A. In-situ detection of early Noachian nitrogen-bearing organics from Martian carbonates. JpGU-AGU Joint Meeting 2020. 2020年7月13日, JpGU, Online.

Miyahara M., Edanaga J., Yamaguchi A., Kobayashi T., and Sekine T. Shock and recovery experiments of petrologic type 3 ordinary chondrite, JpGU-AGU joint meeting, 2020年7月13日, JpGU, Online.

Nakamura A., Miyahara M., Suga H., Yamaguchi A., Wakabayashi D., Yamashita S., Takeichi Y., Takahashi Y., and Ohtani E. Aqueous alteration in the nakhlites Y 000802, JpGU-AGU joint meeting, 2020年7月12日, JpGU, Online.

◎Takehiro HIRAYAMA, Tomoyuki SHIBATA, Masako YOSHIKAWA, Yasutaka HAYASAKA,

Geochemical composition of rhyolitic magma from the Hime-shima volcanic group: contribution of crustal material, JpGU - AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月12日-16日, オンライン.

Tomioka N., Okuchi T., Bindi L., Miyahara M., Iitaka T., Li Z., Xie X., Purevjav N., Fujino K., Irifune T., Tani R., and Kodama Y. A new Mg_2SiO_4 polymorph “poirierite” in shocked meteorites and its possible high-pressure synthesis conditions, JpGU-AGU joint meeting 2020, 2020年7月13日, JpGU, Online.

◎岡田郁生, 柴田知之, 芳川雅子, 杉本 健, 早坂康隆, 角閃石の微量元素組成を用いた安山岩マagmaの成因, 同位体比部会, 2020年11月24日, 広島大学・オンライン.

重中美歩, 網本智子, 藪田ひかる, 地球惑星試料中の高分子有機物のアルカリ酸化銅分解とその生成物の高分解能質量分析. 同位体比部会 2020, 2020年11月23日-25日, オンライン.

上出奏海, 重中美歩, 池原 実, 川上紳一, 藪田ひかる, Jbilet Winselwan 炭素質 CM2 コンドライト中の酸不溶性有機物の元素・同位体・化学構造分析による母天体熱変成の評価, 日本惑星科学会 2020 年秋季講演会, 2020年11月12日-14日, オンライン.

上出奏海, 重中美歩, 池原 実, 川上紳一, 藪田ひかる, Jbilet Winselwan 炭素質コンドライト隕石中の酸不溶性有機物の元素・同位体・化学構造分析から推定される小惑星リュウグウの母天体プロセス, 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会, 2020年11月19日.

天野 翠, 山口信雄, 藪田ひかる, 宇宙空間でのダスト有機物その場質量分析をめざした、マトリクス支援レーザー脱離イオン化法による地上実験. 同位体比部会 2020, 2020年11月23日-25日, オンライン.

白石史人, 秋元貴幸, 富岡尚敬, 甕 聡子, 高橋嘉夫, スフェルライトにおける $CaCO_3$ 核形成過程. JpGU-AGU joint meeting (オンライン), 2020年7月14日, 参加者約6000名.

藪田ひかる, はや 2 初期分析固体有機物分析サブチーム. はやぶさ 2 初期分析 固体有機物サブチームの活動進捗. 第4回水惑星学全体会議, 2021年3月8日-9日, 金沢・オンラインハイブリッド.

地球惑星物理学グループ

数ミリ秒から数十億年，数ミクロンから数千キロ，数ミリジュールから 10^{23} 乗ジュール，地球は様々な時間・空間・エネルギースケールで絶えず変動している。地球ダイナミクスグループでは，高速衝突実験，変形透水実験，地震波計測・解析，フィールド調査，数値シミュレーション，高圧実験，鉱物組織観察・解析などに基づく多彩な手法を用いて，衝突，地震，断層，地すべり，マントル対流，惑星内部構造などの諸現象の理解やそのメカニズムの解明に取り組んでいる。

○原著論文

- Katayama, I.** 2021. Strength models of the terrestrial planets and implications for their lithospheric structure and evolution. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8, doi.10.1186/s40645-020-00388-2.
- Umino, S., Moore, G.F., Boston, B., Coggon, R., Crispini, L., D'Hondt, S., Garcia, M.O., Hanyu, T., Klein, F., Seama, N., Teagle, D.A.H., Tominaga, M., Yamashita, M., Harris, M., Ildefonse, B., **Katayama, I.**, Kusano, Y., Suzuki, Y., Trembath-Reichert, E., Yamada, Y., Abe, N., Xiao, N., and Inagaki, F. 2021. Workshop report: Exploring deep oceanic crust off Hawai'i. *Scientific Drilling*, 29, 69–82, doi.org/10.5194/sd-29-69-2021
- Okuda, H., Kawai, K., Sakuma, H. and **Katayama, I.** 2021. Effect of normal stress on the frictional behavior of brucite: Application to slow earthquakes at the subduction plate interface in the mantle wedge. *Solid Earth*, 12, 171-186. doi.org/10.5194/se-12-171-2021
- Sueyoshi, K., Yokoyama, T. and **Katayama, I.** 2020. Experimental measurement of the transport flow path aperture in thermally cracked granite and the relationship between pore structure and permeability. *Geofluids*, doi.org/10.1155/2020/8818293.
- 長瀬薫平, **片山郁夫**, 横山 正, 畠山航平, 赤松祐哉, 岡崎啓史, 阿部なつ江, 道林克禎 (2020) オマーンオフィオライト陸上掘削試料を用いたハードロック掘削における空隙率測定法の再検討, 地質学雑誌, 126, 713-717. doi:10.5575/geosoc.2020.0043.
- Hirauchi, K., **Katayama, I.**, Kouketsu, Y. 2020. Semi-brittle deformation of antigorite serpentinite under forearc mantle wedge conditions. *Journal of Structural Geology*, 140, doi.org/10.1016/j.jsg.2020.104151
- Katayama, I.**, Abe, N., Hatakeyama, K., Akamatsu, Y., Okazaki, K., Ulven, O., Hong, G., Zhu, W., Cordonnier, B., Michibayashi, K., Godard, M., Kelemen, P., and The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party. 2020. Permeability profiles across the crust-mantle sections in the Oman Drilling Project inferred from dry and wet resistivity data. *Journal of Geophysical Research*, doi.org/10.1029/2019JB018698.
- Kelemen, P.B., Matter, J.M., Teagle, D.A.H., Coggon, J.A., and the Oman Drilling Project Science Team (including **Katayama, I.**), 2020. Proceedings of the Oman Drilling Project: College Station, TX (International Ocean Discovery Program). doi.org/10.14379/OmanDP.proc.2020
- D. Simonova, E. Bykova, M. Bykov, **T. Kawazoe**, A. Simonov, N. Dubrovinskaia, and L. Dubrovinsky (2020), Structural study of δ -AlOOH up to 29 GPa, *Minerals*, 10 (12), 1055, DOI: 10.3390/min10121055.

- ◎佐野亜沙美, 伊藤正一, 鈴木明政, 上野雄一郎, 八木 晃, 井上 徹, 川添貴章 (2020), 同位体分配係数への圧力の影響, *高圧力の科学と技術*, 30 (2), 85-94, DOI: 10.4131/jshpreview.30.85.
Sano-Furukawa, A., Kakizawa, S., Shito, C., Hattori, T., Machida, S., Abe, J., Funakoshi, K., and Kagi, H. 2021 High-pressure and high-temperature neutron-diffraction experiments using Kawai-type multi-anvil assemblies, *High Pressure Research*, 41, 65-74. doi: 10.1080/08957959.2020.1867723.
- ◎Fukuyama, K., Kagi, H., Inoue, T., Kakizawa, S., Shinmei, T., Hishita, S., Takahata, N., and Sano, Y. 2020 High nitrogen solubility in stishovite (SiO₂) under lower mantle conditions, *Scientific Reports*, 10, 10897. doi: 10.1038/s41598-020-67621-2.
Sekine T., Sato T., Ozaki N., Miyanishi K., Kodama R., Seto Y., Tange Y., Tiwari T. C., Nakano A., and Vashishta P., Fast deformation of shocked quartz and implications for planar deformation features observed in shocked quartz, *AIP Conference Proceedings* 2272, 080002, 2020. doi 10.1063/12.0000930
- ◎Urakawa, S., Inoue, T., Hattori, T., Sano-Furukawa, A., Kohara, S., Wakabayashi, D., Sato, T., Funamori, N. and Funakoshi, K., X-ray and Neutron Study on the Structure of Hydrous SiO₂ Glass up to 10 GPa, *Minerals*, 10, 84, 2020. doi:10.3390/min10010084.
- ◎Fukuyama, K., Kagi, H., Inoue, T., Kakizawa, S., Shinmei, T., Hishita, S., Takahata, N. and Sano, Y., High nitrogen solubility in stishovite (SiO₂) under lower mantle conditions. *Sci. Rep.*, 10, 10897, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67621-2>
- Xu, C., Gréaux, S., Inoue, T., Noda, M., Sun. W., Kuwahara, H., Higo, Y., Sound velocities of Al-bearing phase D up to 22 GPa and 1300 K, *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2020GL088877, 2020. <https://doi.org/10.1029/2020GL088877>
- ◎佐野亜沙美, 伊藤正一, 鈴木明政, 上野雄一郎, 八木 晃, 井上 徹, 川添貴章, 同位体分配係数への圧力の影響, *高圧力の科学と技術*, 30 (2), 85-94, 2020
Yang, C., Inoue, T. and Kikegawa, T., P–V–T equation of state of hydrous phase A up to 10.5 GPa. *Am. Mineral.*, 106 (1), 1-6, 2021. <https://doi.org/10.2138/am-2020-7132>

○著書

該当無し

○総説・解説

佐藤友子, SiO₂ ガラスの高圧下における不均一構造：小角 X 線散乱を用いたその場観察, *日本結晶学会誌* 62, 137-138. 2020.

○特許・その他

該当無し

○国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

○国際会議での一般講演

- K. Sueyoshi, M. Kitamura, X. Lei, I. Katayama, Frequency characteristics of acoustic emission in thermally cracked granite. American Geophysical Union, Fall Meeting (Virtual), 2020.12.11
- I. Katayama, Y. Akamatsu, Contrasting dilatant behavior between gabbro and peridotite during the triaxial deformation experiments. American Geophysical Union, Fall Meeting (Virtual), 2020.12.11
- K. Hatakeyama, I. Katayama, Porosity and serpentinization inferred from laboratory experiments and geophysical data of incoming oceanic plate at the outer-rise region. American Geophysical Union, Fall Meeting (Virtual), 2020.12.11
- T. Morishita, et al. (including I. Katayama), IODP proposal for Bend-Fault Hydrology in the Old Incoming Plate (H-ODIN) using CHIKYU: Scientific objectives and drilling site & strategy. American Geophysical Union, Fall Meeting (Virtual), 2020.12.11
- N. Miyajima, J. Buchen, and T. Kawazoe, Twinning in wadsleyite, JpGU-AGU Joint meeting 2020, online 2020.7.12-16
- S. Kakizawa, H. Kagi, C. Shito, H. Saitoh, Y. Higo, Y. Tange, A. Sano-Furukawa, T. Hattori, and K. Aoki, In situ X-ray and neutron diffraction studies of hcp iron hydride, JpGU-AGU Joint meeting 2020, online 2020.7.12-16
- ◎K. Fukuyama, H. Kagi, T. Inoue, S. Kakizawa, T. Shinmei, S. Hishita, N. Takahata, and Y. Sano, Temperature dependence on nitrogen solubility in bridgmanite under lower mantle conditions: its role in formation of deep nitrogen reservoir through solidification of magma ocean, JpGU-AGU Joint meeting 2020, online 2020.7.12-16
- C. Shito, H. Kagi, A. Sano-Furukawa, S. Kakizawa, K. Komatsu, K. Aoki, R. Iizuka-Oku, S. Machida, N. Furukawa, and A. Suzuki, High-PT neutron diffraction experiments on guyanaite: Pressure-temperature dependence of hydrogen bonding in hydrous minerals, JpGU-AGU Joint meeting 2020, online 2020.7.12-16
- T. Inoue, C. Xu, S. Greaux, M. Noda, W. Sun, H. Kuwahara, Y. Higo, Ultrasonic velocity measurement of deep Earth hydrous phase (Al-bearing phase D) under high pressure and high temperature, JpGU-AGU Joint meeting 2020, online 2020.7.12-16
- M. Noda, T. Inoue, S. Greaux, Y. Higo, Elastic wave velocity of Al-bearing anhydrous bridgmanites under high pressure and high temperature, JpGU-AGU Joint meeting 2020, online 2020.7.12-16
- ◎K. Fukuyama, H. Kagi, T. Inoue, S. Kakizawa, T. Shinmei, Y. Sano, C. Deligny, E. Füre, Nitrogen solubility in bridgmanite under lower-mantle conditions, Goldschmidt2020, 2020.6.21-26

○国内学会での招待・依頼・特別講演

- 片山郁夫 オマーン陸上掘削試料の船上物性データの解析：蛇紋岩中のクラック密度と形状の例 ハードロック掘削科学ワークショップ Autumn2020（オンライン），年月：2020.11.21
- 畠山航平, 片山郁夫 地震波速度構造から推定される海洋リソスフェアの含水量 ハードロック掘削科学ワークショップ Autumn2020（オンライン），年月：2020.11.21
- 赤松祐哉, 片山郁夫, 利根川貴志 海洋モホ面の多様性に対するクラックの影響 ハードロック掘削科学ワークショップ Autumn2020（オンライン），年月：2020.11.21

片山郁夫, 阿部なつ江, 岡崎啓史, 畠山航平, 赤松祐哉, 道林克禎, Godard Marguerite, Kelemen Peter, The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party Crack aspect ratio in the serpentinized peridotites inferred from onboard ultrasonic data by the Oman Drilling Projects 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

片山郁夫, 畠山航平 Role of hydrated oceanic lithosphere on global water cycle in the Earth 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

佐藤友子, ブリッジマナイトの衝撃圧縮挙動, 第7回 PRIUS シンポジウム (オンライン), 年月: 2021.3.2

○国内学会での一般講演

阿部なつ江, 岡崎啓史, 畠山航平, 赤松祐哉, 片山郁夫, イルデフォン ブノワ, 道林克禎, 高澤栄一, ティーグル デーモン, ケレメン ピーター, The Oman Drilling Project Science Party 海洋下部地殻とモホ遷移帯における超苦鉄質岩層の役割について 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

奥田花也, 片山郁夫, 佐久間 博, 河合研志 乾燥および含水下における brucite の弱く不安定な摩擦挙動 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

◎柿澤 翔, 鍵 裕之, 佐野亜沙美, 小松一生, 市東 力, 服部高典, 西 真之, 井上 徹 高压下におけるPhase Eggの水素位置の決定, 日本鉱物科学会2020年オンライン年会, 年月: 2020.9.16-17

柿澤 翔, 鍵 裕之, 市東 力, 佐野亜沙美, 服部高典, 青木勝敏 高温高压中性子回折によるhcp-FeH_xの水素位置の検討, 第61回高压討論会, オンライン, 年月: 2020.12.2-4

関根康人, 鎌田俊一, 丹 秀也, 東 真太郎, 片山郁夫, 斎藤義文, 浅村和史, 塩谷圭吾, 春山純一, 笠羽康正, 笠井康子, 松岡彩子 Geophysical and astrobiological perspectives for future spacecraft missions to Jovian icy moons 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

佐藤友子, 船守展正, 柴崎裕樹 時分割X線回折による SiO₂ガラスの高密度化観察, 第61回高压討論会, オンライン, 年月: 2020.12.2-4

佐脇泰典, 植村美優, 片山郁夫, 伊藤喜宏 室内摩擦実験におけるレシーバ関数法の適用 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

山田恵也, 澤山和貴, 片山郁夫 弾性波速度と減衰の関係 -含水条件での花崗岩の例- 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

山本あかね, 佐藤友子, 船守展正, 若林大佑, 浦川 啓, 服部高典 地球内部における水ケイ酸塩流体の構造に関する研究2, 第61回高压討論会, オンライン, 年月: 2020.12.2-4

市東 力, 鍵 裕之, 柿澤 翔, 森悠一郎, 飯塚理子, 青木勝敏, 齋藤寛之, 阿部 淳, 佐野亜沙美, 服部高典 高温高压中性子回折によるfcc Fe_{0.9}Ni_{0.1}水素化物の結晶構造解析, 第61回高压討論会, オンライン, 年月: 2020.12.2-4

森下知晃, 藤江 剛, 小野重明, 山野 誠, 氏家恒太郎, 山口飛鳥, 井尻 暁, 土岐知弘, 鹿児島渉悟, 石川正弘, 片山郁夫, 黒田潤一郎, 鈴木庸平 古い海洋プレート沈み込み直前の屈曲断層に伴う加水に関連する CHIKYU を使った国際海洋掘削申請提案: 科学目標と掘削戦略 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

赤松祐哉, 片山郁夫 かんらん石はんれい岩の脆性変形に与える変質鉱物の影響 2020 年地球惑星科学連合大会 (オンライン), 年月: 2020.7.15

太田明緒, 井上 徹, 野田昌道 マントル遷移層条件下で安定な高圧含水鉱物におけるAlの影響,
日本鉱物科学会2020年オンライン年会, 年月: 2020.9.16-17

長瀬薫平, 片山郁夫, 畠山航平, 赤松祐哉, 岡崎啓史, 阿部なつ江, 道林克禎 オマーン陸上掘削試料の弾性波速度に基づいたダイアベースでの空隙形状 2020年地球惑星科学連合大会(オンライン), 年月: 2020.7.15

田中仁貴, 片山郁夫 水に飽和した花崗岩のせん断試験におけるS波偏向異方性の測定 2020年地球惑星科学連合大会(オンライン), 年月: 2020.7.15

藤岡里帆, 片山郁夫, 廣瀬丈洋, 北村真奈美 南海トラフC0002掘削地点でのカッティングス試料を用いた摩擦特性プロファイルの作成 2020年地球惑星科学連合大会(オンライン), 年月: 2020.7.15

畠山航平, 片山郁夫, 阿部なつ江, 岡崎啓史, 道林克禎, The Oman Drilling Project Science Party オマーンオフィオライト陸上掘削試料の弾性波速度に基づく海洋地殻第3層の速度勾配の考察 2020年地球惑星科学連合大会(オンライン), 年月: 2020.7.15

◎福山 鴻, 鍵 裕之, 井上 徹, 柿澤 翔, 新名 亨, 菱田俊一, 高畑直人, 佐野有司, Cécile Deligny, Evelyn Füri 高温高圧実験とSIMS分析から求めたbridgmanite (MgSiO₃)およびpericlase (MgO)への窒素溶解度: マグマオーシャンの固化過程における窒素貯蔵庫形成, 2020地球化学会, オンライン, 年月: 2020.11.12-26, 参加者367名

◎福山 鴻, 鍵 裕之, 井上 徹, 柿澤 翔, 新名 亨, 三河内岳, 佐野有司, Cécile Deligny, Evelyn Füri 下部マントル条件下におけるbridgmanite (MgSiO₃)中の窒素取り込み量への温度依存性および鉄固溶量の影響, 日本鉱物科学会2020年オンライン年会, 年月: 2020.9.16-17

北 佐枝子, Heidi Houston, 田中佐千子, 浅野陽一, 澁谷拓郎, 須田直樹 Ocean slab seismicity and stress state affected by episodic slow slip near a subduction-zone megathrust, 日本地震学会2020年大会, オンライン, 年月: 2020.10.29-31, 参加者670名

末吉和公, 北村真奈美, 雷 興林, 片山郁夫 Frequency characteristics of acoustic emission in granite during triaxial compression tests 2020年地球惑星科学連合大会(オンライン), 年月: 2020.7.15

1-4-3. 各種研究員と外国人留学生の受入状況

芳川雅子 2018年4月~: 柴田知之(研究員)

Sarkar Dyuti Prakash(インド)2016年10月~2020年9月予定: 安東淳一(博士課程後期学生)

Bidisha dey(インド)2017年10月~2021年3月予定: 柴田知之(博士課程後期学生)

1-4-4. 研究助成金の受入状況

競争的資金の取得実績

安東淳一(2件)

・JSPS-DST 二国間交流事業共同研究 相手国: インド(DST)(2019-2020), 地殻短縮と地震発生の素過程を記録する断層帯の構造と変形機構の解明

・基盤研究(A)(分担): 下部マントルへの水の運搬とその貯蔵能力の解明(研究代表: 広島大学 井上 徹)

Das Kaushik (1 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2020-2022) (分担) : 古原生代オロシリア紀の生命・海洋進化

大川真紀雄 (1 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2020-2023) (分担) : マイクロポーラス結晶の放射性元素除去剤としての結晶学的材料設計指針の構築 (研究代表: 山口大学 中塚晃彦)

藪田ひかる (4 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (代表) : 地球外有機物の 3 次元分布観察を目指したレーザー赤外分光マイクロトモグラフィ開発
- ・科学研究費補助金 新学術領域公募 (代表) : 地球外高分子有機物中の金属元素の探索とその化学形態に記録される母天体水質条件
- ・科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A) (分担) : 太陽系形成時の化学環境の解明
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (A) (分担) : 彗星塵とされてきた宇宙塵は彗星起源なのか? : 分析と分光観測からのアプローチ
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (C) (分担) : 原始惑星系円盤から太陽系へ: 有機分子の化学進化

白石史人 (3 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2020-2022) (代表) : 古原生代オロシリア紀の生命・海洋進化
- ・科学研究費補助金 国際共同研究強化 (B) (2018-2021) (分担) : エディアカラの海での気候激変と動物進化の因果関係の解明
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2019-2021) (分担) : 最先端 X 線分光法を駆使した水田土壌表層へのヒ素濃集機構の解明と土壌修復への応用

片山郁夫 (4 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (A) (代表) : プレートテクトニクスを始める力学条件の新展開
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (A) (分担) : 沈み込むプレートの変形に伴う水と熱の流動過程の研究:沈み込み帯へのインプット解明
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (分担) : 記載岩石学的特徴を加味した岩石物性計測:モホ面構造解析への寄与
- ・科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型) (分担) : スロー地震の地質学的描像と摩擦・水理特性の解明

井上 徹 (3 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (A) (代表) : 下部マントルへの水の運搬とその貯蔵能力の解明
- ・科学研究費補助金 国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B)) (代表) : 先進的高温高压実験技術と弾性波速度測定技術を組み合わせた地球深部物質探索

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (分担) : 超高温高温変形実験によるマントル遷移層鉱物の粘性率測定

佐藤友子 (3 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (代表) : レーザー動的圧縮と X 線自由電子レーザーの組み合わせによる超高密度ケイ酸塩相の探索
- ・科学研究費補助金 国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B)) (分担) : 先進的高温高压実験技術と弾性波速度測定技術を組み合わせた地球深部物質探索
- ・科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A) (分担) : エマージェント物性を生み出す超秩序構造の創出

川添貴章 (3 件)

- ・科学技術人材育成費補助金 卓越研究員事業 卓越研究員の研究費, 研究環境整備費 (代表) : 放射光高温高压変形実験によるマントル遷移層・下部マントルの粘性率の決定
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (代表) : 超高温高温変形実験によるマントル遷移層鉱物の粘性率測定
- ・科学研究費補助金 国際共同研究強化 (B) (分担) : 先進的高温高压実験技術と弾性波速度測定技術を組み合わせた地球深部物質探索

柿澤 翔 (4 件)

- ・科学研究費補助金 研究活動スタート支援 (代表) : 高温高压その場測定による下部マントル鉱物中の Fe の状態の解明
- ・科学研究費補助金 若手研究 (代表) : 地球内部条件における鉄水素化物の安定性および水素量の解明
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (S) (分担) : 地球・惑星深部における水素の物質科学
- ・科学研究費補助金 国際共同研究強化 (B) (分担) : 先進的高温高压実験技術と弾性波速度測定技術を組み合わせた地球深部物質探索

中久喜伴益 (1 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (C) (代表) : 地球内部のグローバル水循環における下部マントルの役割: 水の再分配と貯蔵への影響

その他の研究助成金取得実績

井上 徹 (1 件)

- ・広島大学 2020 年度研究大学強化促進事業 (プレート収束域の物質科学研究拠点: 自立型研究拠点および最先端国際プロジェクトとして認定, 2025 年 3 月 31 日まで)

柴田知之 (1 件)

- ・奨学寄附金 (九電産業株式会社)

藪田ひかる (1 件)

- ・令和2年度アストロバイオロジーセンターサテライト「太陽系の起源と進化の体系的理解をめざすマルチスケール小天体科学」

全国共同利用実績

藪田ひかる：高エネルギー加速器研究機構, Spring-8, 分子科学研究所

白石史人：高エネルギー加速器研究機構

井上 徹：愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

須田直樹：東京大学地震研究所特定共同研究(A), 陸域広帯域地震観測による深部スロー地震の活動様式解明

川添貴章：Spring-8 利用研究, 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

佐藤友子：高エネルギー加速器研究機構, 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

柿澤 翔：愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター, 高エネルギー加速器研究機構, Spring-8, J-PARC

1-4-5. 学界ならびに社会での活動

安東淳一：日本鉱物科学会理事, 日本鉱物科学会研究奨励賞選考委員会委員, 日本鉱物科学会論文賞選考委員会委員

Das Kaushik：Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, Associate Editor, 日本鉱物科学会国際誌JMPS編集委員会 委員, 日本地球惑星科学連合固体地球セクション代議員, Member-India JSPS Alumni Association

早坂康隆：日本地質学会理事, 日本地質学会西日本支部・支部長, 地学団体研究会全国運営委員, 三原市久井の岩海保存策定委員会専門委員

星野健一：資源地質学会評議員, Resource Geology 編集委員, 広島県職業能力開発協会技能検定委員

柴田知之：日本質量分析学会同位体比部会世話人

藪田ひかる：日本学術会議第24期連携委員, 生命の起原および進化学会, 会長, The International Society for the Study of the Origin of Life – The International Astrobiology Society (ISSOL), Vice president (副会長), 日本地球化学会理事, 日本有機地球化学会理事, 日本惑星科学会運営委員, 日本地球惑星科学連合宇宙惑星科学セクションボードメンバー・財務委員, 自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター運営委員, The Meteoritical Society Publication Committee, 国際学術誌 New Space 編集委員, 国際学術誌 Astrobiology 編集委員, 国際学術誌 Origins of Life and Evolution of Biospheres 編集委員

白石史人：日本地質学会代議員, 日本地質学会西日本支部幹事, 日本地球掘削科学コンソーシアムIODP部会科学推進専門部会委員

宮原正明：一般社団法人日本鉱物科学会・岩石鉱物科学編集委員

須田直樹：日本地震学会代議員

片山郁夫：日本地球惑星連合プログラム委員会委員長, 日本地球惑星連合評議員, 日本地球惑星連合セクションボード (固体地球), 日本鉱物科学会行事委員 (副委員長), Scientific Reports Editorial Board

井上 徹：日本学術会議 地球惑星科学委員会地球惑星科学国際連携分科会IMA小委員会委員，日本地球惑星科学連合（JpGU）代議員，日本鉱物科学会理事，Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, Associate Editor, 日本鉱物科学会国際誌JMPS編集委員会 委員，日本鉱物科学会将来企画委員会 委員，日本鉱物科学会渉外委員会 委員，日本鉱物科学会element委員会 委員，日本鉱物科学会会計問題WG 委員長，日本鉱物科学会学会賞選考委員会 副委員長，日本鉱物科学会研究奨励賞選考委員会 委員，日本鉱物科学会JMPS学生論文賞選考委員会 委員，日本鉱物科学会2020年度会長・副会長候補者推薦委員会選出委員会 委員，SPring-8利用研究課題審査委員会分科会 レフェリー，SPring-8 / SACLA成果審査委員会「査読者」，J-PARC MLF一般公募課題 書面審査委員，国際鉱物学会：International Mineralogical Association (IMA) Commission of Physics of Minerals Vice Chair，日本地球惑星科学連合固体地球セクション「地球内部科学小委員会」委員，京都大学大学院理学研究科非常勤講師，愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター 客員教授

川添貴章：日本地球惑星科学連合地球内部科学フォーカスグループ委員，日本地球惑星科学連合—アメリカ地球物理学連合同大会2020年大会運営特任管理官，日本鉱物科学会渉外委員，日本鉱物科学会2020年年会「高圧科学・地球深部」セッションコンビナー

佐藤友子：PFユーザアソシエーション運営委員，高圧力学会誌編集委員

1-5 その他特記事項

該当無し

2 地球惑星システム学科

2-1 学科の理念と目標

地球惑星システム学科では、地球惑星進化素過程の解明と地球環境の将来像の予測を中心に、研究・教育活動を行う。具体的には、太陽系の進化、地球の生成と進化、地球内部構造とダイナミクス、地球環境の変遷、物質循環、地下資源、自然災害、環境問題など、幅広い分野の課題について学び、当学科で教育を受けた学生は、社会の広い分野で有用な貢献をなしうる人材として巣立っていくことを目標にする。

2-2 学科の組織

[教員]

(教授) 安東淳一, 井上 徹, 片山郁夫, 柴田知之, 須田直樹, 藪田ひかる

(准教授) 川添貴章, 佐藤友子, 白石史人, DAS Kaushik, 早坂康隆, 星野健一, 宮原正明

(助教) 大川真紀雄, 小池みずほ, 中久喜伴益, 柿澤 翔(育成), Chakraborti Tushar Mouli(育成)

[事務職員]

伊藤暁子, 三好倫子

[教職員の異動]

令和2年 4月1日: 川添貴章 准教授 昇任

令和2年 4月1日: 白石史人 准教授 昇任

令和2年 4月1日: 柿澤 翔 助教 着任

令和2年 5月1日: 小池みずほ 助教 着任

2-3 学科の学士課程教育

2-3-1. アドミッション・ポリシーとその目標

地球惑星システム学科では、基礎学力があり、地球・惑星科学の諸分野に対して強い探究心と知的好奇心にあふれ、自然の摂理を探究しようとする目的意識と積極性を有する学生を求めている。1学年の定員は24名である。本学科では、(1) 自然現象に強い興味を抱き、目的意識を持って積極的に学ぶ意欲のある学生、(2) 広い視野を持ち、地球・惑星科学、環境科学、自然災害及び資源・エネルギー等の諸分野を通して国際社会において活躍・貢献する意欲のある学生を養成することを目標とする。

2-3-2. 学士課程教育の理念と達成のための具体策

地球惑星システム学科では、太陽系惑星の中でその誕生の歴史や内部構造がもっとも詳しく調べられている「地球」を中心に置き、地質・鉱物学、物理学、化学の分野で構築されてきた理論的・解析的・実験的手法を用い、幅広い教育研究に取り組んでいる。教育の質を向上させるために講義や演習の工夫をし、これらの学問分野の最も基礎になる課題やトピックスを学部1・2・3年次の授業で教授する。地球科学に関する素養のない学生でも、興味を持ち理解が深まるように

授業計画は工夫され、発展しつつある地球科学のフロンティアのトピックスの紹介まで試みる。一方で、地球科学の基礎を学ぶ上で必要な数学、物理学、化学を1・2年次のカリキュラムに沿って着実に履修することを促す。4年次には、学生が最も関心を持っている課題を研究しているグループを選び、卒業研究に取り組む。

2-3-3. 学士課程教育の成果とその検証

2-3-3-1. 教育内容

末尾の資料2および3に、学部生用の学部生履修要領および履修表を示した。履修表から分かる通り、地球惑星システム学科の教育課程は段階的であるので、1・2・3年次の各学年での教育成果は、次年度の授業で反映され、検証される。最終的な教育成果は4年次の卒業研究の遂行と卒業論文の執筆により検証される。

2-3-3-2. 進学・就職状況

令和2年度の卒業生34名のうち、進学等は14名であり、その内訳は本研究科先進理工系科学研究科（地球惑星システム学プログラム）進学者8名、通信教育課程1名、他大学の大学院進学者5名となっている。就職は18名で、株式会社リクルートスタッフィング、太平洋セメント株式会社、株式会社JTB、ホテル松本楼、株式会社キタムラ、東和ハイシステム株式会社、株式会社新学社、NTN株式会社、株式会社地圏総合コンサルタント、住友大阪セメント株式会社、トヨタカラー兵庫株式会社、財務省中国財務局、気象庁大阪管区气象台、太宰府市、呉市、佐賀県、三重県、鳥取県となっている。

2-3-4. 卒業論文発表実績

令和2年度9月卒業（0件）

令和2年度3月卒業（34件）

北川 偉士：舞鶴帯殿敷礫岩の分類から考察する層序関係と形成過程

(Stratigraphic relationship and formation process of Tonoshiki breccia, Maizuru terrane from clast classification)

中野 宙基：山口県大田原地域に分布する都濃層群及び錦層群中の炭質物

(Carbonatous matters in the Tsuno and Nishiki Groups distributed in the Otabara area in Syunan City, Yamaguchi prefecture)

木下 菜都子：豪州クライオジェニア系 Umberatana 層群に含まれるストロマトライトの特徴

(Characteristics of stromatolites contained in Cryogenian Umberatana Group, Australia)

井上 改斗：Tracking crustal anatexis from inclusions in zircon of granitoid gneiss

(花崗質片麻岩中のジルコン内包有物から探る地殻の部分溶融)

矢野 琢真：光合成に誘導されたリン酸塩沈殿過程の実証

(Demonstration of photosynthesis-induced phosphate precipitation process)

猪塚 康志：熱クラックを導入したダイアベースの物性測定に基づいたプレートの弾性的性質に関する考察

(On the elastic properties of plate inferred from the thermally damaged diabase)

- 岩田 大輝 : マレーシア・トレンガヌ州、ドゥンゲン鉱山に産する磁鉄鉱の磁氣的性質と微細組織
(Magnetic Properties and Microstructures of Magnetite from the Dungun Mine, Terengganu, Malaysia)
- 上野 恭史 : ガーネット-ブリッジマナイトの相転移における水の影響
(Effect of water on the phase transition between garnet and bridgmanite)
- 大塚 梨夏子 : 和歌山県紀の川市、龍門山の磁石岩中の磁性鉱物の微細組織と組成
(Microstructure and composition of magnetic minerals in the magnetic rocks of Mt. Ryumon, Kinokawa City, Wakayama Prefecture)
- 岡崎 大悟 : Yamato 000593 のマンガンから解き明かす火星表層環境
(Elucidation of the Martian surface environment from manganese contained in Yamato 000593)
- 奥村 晃太 : 下部マントル直上におけるマグマ中の含水量の温度・圧力依存性の解明
(Water contents of magma as functions of pressure and temperature just above the lower mantle)
- 尾畑 友哉 : 北京市で採取されたエアロゾル粒子の炭素成分に着目した SEM-EDS 分析
(SEM-EDS analysis of carbon compositions of the aerosol particles collected in Beijing)
- 河上 洋輝 : 日本周辺の台風により励起される脈動に関する研究
(Study on Microseisms excited by typhoons around Japan)
- 久木原 翔 : NWA 6148 と NWA 10153 の分析に基づくナクライト岩体の水質変成の解明
(Elucidation of aqueous alteration in Nakhilite complex based on analysis of NWA 6148 and NWA 10153)
- 熊田 隼己 : 西南日本における深部超低周波地震の震源時間関数の決定
(Determination of source time function of deep very low-frequency earthquakes in southwest Japan)
- 栗生 榛名 : 舞鶴帯殿敷層の分布, 層序とその発達史
(Distribution, stratigraphy, and evolutionary history of Tonoshiki Formation, Maizuru Terrane)
- 黒田 知里 : LA-ICP-MS を用いたジルコンの ^{234}U - ^{230}Th 放射“非”平衡年代測定法の検討
(Examination of zircon ^{234}U - ^{230}Th disequilibrium dating by LA-ICP-MS)
- 河渡 裕生 : インド古原生界アラバリ超層群に見られるリン酸塩ストロマタイトの成因
(Origin of phosphate stromatolites in the Paleoproterozoic Aravalli Supergroup, India)
- 三枝 凜太郎 : 1800°C ~ 1900°C におけるリングウッドイトのガーネット+フェロペリクレーズへの分解の可能性の検討
(Investigation of the possibility of decomposition of ringwoodite to garnet + ferropericlasite at 1800°C - 1900°C)
- 佐藤 洸太郎 : マンガン団塊中の微生物・鉱物の試料内原位置検出法の開発
(Development of in situ detection method for microorganisms and minerals in manganese nodule)
- 澤寄 友彦 : 浅熱水性鉱脈金鉱床と鉛亜鉛鉱床の生成条件

(Formation of epithermal Au veins and Pb-Zn veins)

- 重中 美歩 : 炭素質隕石に含まれる酸不溶性有機物のアルカリ酸化銅分解生成物の高分解能質量分析
(High resolution mass spectrometry analysis of alkaline copper oxide degradation products from insoluble organic matter in carbonaceous chondrite)
- 篠田 由梨 : (Mg,Fe)₂SiO₄系ポストスピネル相転移における水の影響
(Effect of water on the post-spinel transition in (Mg,Fe)₂SiO₄)
- 高部 太来 : 四国西部における小規模な短期的 SSE の検出
(Detection of small-scale, short-term SSE in western Shikoku)
- 田口 麗 : 高温・高圧における塩水の有効誘電率
(Dielectric constant of brine at high pressures and temperatures)
- 豊田 大晃 : 中国地方における花崗岩の帯磁率と貫入年代の関係
(Relationship between magnetic susceptibility and intrusion age of granitoid in Chugoku Province, Southwest Japan)
- 永廣 滉介 : 西南日本弧第四紀鬼箕火山の非島弧型玄武岩類の起源
(Genesis of non-arc type basalts from Quaternary Oninomi volcano, Southwest Japan arc)
- 橋本 航躍 : 島根県津和野産古原生代メタクーツアイトの起源についての予察的研究
(Preliminary study on the origin of Paleoproterozoic metaquartzites from Tsuwano area, Shimane Prefecture, Southwest Japan)
- 藤本 侑汰 : 数値シミュレーションによるマントルへの沈み込みと水輸送に関する考察
(Relationship between subduction into mantle and water using numerical simulation)
- 松永 健義 : 斑レイ岩の交代作用に起因するタルクを伴う断層の発達過程
(Faulting process accompanied with talc concentration following metasomatism of gabbro)
- 村上 美月 : 火星隕石 Nakhla の化学種分析による水質変成の解明
(Elucidation of aqueous alteration in Martian meteorite Nakhla by chemical species analysis)
- 森田 渉 : モンモリロナイトの高圧下における格子選択配向と水に飽和したときの構造変化
(Structure of Montmorillonite under high pressure : lattice preferred orientation and water-saturated behavior)
- 山口 和貴 : ウォズリアイトの熔融温度に及ぼす高酸素分圧の影響
(Influence of high oxygen fugacity on melting temperature of wadsleyite)
- 若林 春那 : 火星内部での氷から水への相転移による反射面の形成に関する考察
(Consideration about reflectivity due to ice-water phase transition in Mars)

2-3-5. TAの実績

令和2年度のTA : 4名

資料1 令和2年度大学院生科目履修表

地球惑星システム学プログラム 博士課程前期

科目区分	授業科目の名称	配当年次 (注)	単位数		要修得単位数		
			必修	選択 必修			
大学院共通科目	持続可能な 発展科目 Hiroshimaから世界平和を考える Japanese Experience of Social Development- Economy, Infrastructure, and Peace Japanese Experience of Human Development-Culture, Education, and Health SDGsへの学問的アプローチA SDGsへの学問的アプローチB SDGsへの実践的アプローチ ダイバーシティの理解	1・2		1	1 単位 以上	2 単位 以上	
		1・2		1			
		1・2		1			
		1・2		1			
		1・2		2			
		1・2		1			
		1・2		1			
	キャリア開発・ タリテラシー科目	データリテラシー 医療情報リテラシー 人文社会系キャリアマネジメント 理工系キャリアマネジメント ストレスマネジメント 情報セキュリティ MOT入門 アントレプレナーシップ概論	1・2		1		1 単位 以上
			1・2		1		
			1・2		2		
			1・2		2		
			1・2		2		
			1・2		2		
			1・2		1		
研究科共通科目	国際性 アカデミック・ライティング I 海外学術活動演習A 海外学術活動演習B	1		1	1 単位 以上		
		1・2		1			
		1・2		2			
	社会性	MOTとベンチャービジネス論 技術戦略論 知的財産及び財務・会計論 技術移転論 技術移転演習 未来創造思考(基礎) ルール形成のための国際標準化 理工系のための経営組織論 起業案作成演習 事業創造演習 フィールドワークの技法 インターンシップ データビジュアライゼーションA データビジュアライゼーションB 環境原論A 環境原論B	1・2		1	2 単位 以上	
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
			1・2		1		
1・2		1					
プログラム専門科目	地球惑星融合演習 地球惑星ミッドターム演習 地球惑星システム学特別演習A 地球惑星システム学特別演習B 地球惑星システム学特別研究	1	2		11 単位		
		2	1				
		1	2				
		1	2				
		1~2	4				
	地球惑星システム学概説 太陽系進化論 地球史 地球ダイナミクス 断層と地震 岩石レオロジー 地球内部物質学 地球惑星物質分析法 地球惑星システム学特別講義A 地球惑星システム学特別講義B 国際化演習 I 国際化演習 II 地球惑星エクスターンシップ	1		2	7 単位 以上		
		1		2			
		1		2			
		1		2			
		1		2			
		1・2		2			
		1・2		2			
		1・2		2			
		1・2		2			
		1・2		2			
		1・2		1			
		1・2		1			
		1・2		1			
他プログラム専門科目					2 単位 以上		

資料1(つづき)

【履修方法及び修了要件】

修了に必要な単位数を30単位以上とし、以下のとおり単位を修得し、かつ必要な研究指導を受けた上で、修士論文の審査及び最終試験又は博士論文研究基礎力審査に合格すること。

修了要件単位数:30単位以上

(1) 大学院共通科目:2単位以上

・持続可能な発展科目:1単位以上

・キャリア開発・データリテラシー科目:1単位以上

(2) 研究科共通科目:3単位以上

・国際性科目:1単位以上

・社会性科目:2単位以上

(3) プログラム専門科目:25単位以上

・地球惑星システム学プログラム専門科目:18単位以上(必修科目11単位及び選択必修科目7単位以上)

・他プログラム専門科目:2単位以上

なお、指導教員の許可を得て他専攻・他研究科等の専門科目の単位を修得した場合には、「他プログラム専門科目」に含むことができる。

(注)配当年次

1:1年次に履修, 2:2年次に履修, 1~2:1年次から2年次で履修, 1・2:履修年次を問わない

資料1(つづき)

地球惑星システム学プログラム 博士課程後期

科目区分	授業科目の名称	配当年次 (注)	単位数		要修得単位数	
			必修	選択 必修		
大学院 共通科目	持続可能な 発展科目	スペシャリスト型SDGsアイデアマイニング学生セミナー	1・2・3		1	1 単位 以上
		SDGsの観点から見た地域開発セミナー	1・2・3		1	
		普遍的平和を目指して	1・2・3		1	
	キャリア 開発・ データ リテラ シー 科目	データサイエンス	1・2・3		2	1 単位 以上
		パターン認識と機械学習	1・2・3		2	
		データサイエンティスト養成	1・2・3		1	
		医療情報リテラシー活用	1・2・3		1	
		リーダーシップ手法	1・2・3		1	
		高度イノベーション人材のためのキャリアマネジメント	1・2・3		1	
		事業創造概論	1・2・3		1	
イノベーション演習	1・2・3		2			
	長期インターンシップ	1・2・3		2		
研究科 共通科目	国際性	アカデミック・ライティングⅡ	1・2・3		1	1 単位 以上
		海外学術研究	1・2・3		2	
	社会性	経営とアントレプレナーシップ	1・2・3		1	1 単位 以上
		Technology Strategy and R&D Management	1・2・3		1	
		技術応用マネジメント概論	1・2・3		1	
		未来創造思考(応用)	1・2・3		1	
	自然科学系長期インターンシップ	1・2・3		2		
プログラム 専門科目	地球惑星システム学特別研究	1～3	12		12単位	

【履修方法及び修了要件】

修了に必要な単位数を16単位以上とし、以下のとおり単位を修得し、かつ必要な研究指導を受けた上で、博士論文の審査及び最終試験に合格すること。

修了要件単位数:16単位以上

- (1) 大学院共通科目:2単位以上
 - ・持続可能な発展科目:1単位以上
 - ・キャリア開発・データリテラシー科目:1単位以上
- (2) 研究科共通科目:2単位以上
 - ・国際性科目:1単位以上
 - ・社会性科目:1単位以上
- (3) プログラム専門科目:12単位

(注)配当年次

1～3:1年次から3年次で履修, 1・2・3:履修年次を問わない

地球惑星システム学プログラム履修要領

科目の履修に当たっては、次の諸点に注意すること。

- 1 学問の修得は、順序立てて、基礎から積み上げていくことによって、より効果的になされるものである。従って、授業科目は履修表に定められた年次に修得すること。
- 2 「学生教育研究災害傷害保険」及び「学生教育研究賠償責任保険」等に参加している必要がある。（「学生教育研究災害傷害保険」のみ大学負担により4年分加入済）
- 3 教育職員免許関係科目のうち「教科に関する専門的事項」以外の科目は、卒業の要件として修得すべき単位（以下、卒業要件単位）に算入することができない。
- 4 卒業研究(7, 8セメスター)を履修するためには、卒業要件単位128単位のうち、「地球惑星システム学実習A」及び「地球惑星システム学実習B」を含めて108単位以上を修得しなければならない。
「地球惑星システム学実習A」の履修のためには、「構造地質学」及び「岩石学演習」の単位を修得する必要がある。
- 5 「専門基礎科目」及び「専門科目」要修得単位数84を充たすためには、必修科目52単位及び選択必修科目24単位を修得することに加えて、選択必修科目及び自由選択科目から8単位以上を修得することが必要である。
- 6 『専門科目』の「地球惑星システム学特別講義」は、一定期間（5セメスター以降）に集中形式で開講される。

付記 この履修要領は、令和2年度入学生から適用する。

資料3 令和2年度学部生科目履修表

地球惑星システム学プログラム履修表

履修に関する条件は、地球惑星システム学プログラム履修要領に記載されているので注意すること。

この表に掲げる授業科目の他、他プログラム・他学部又は他大学等で開講される授業科目を履修することができ、地球惑星システム学プログラム担当教員会が認めるものについては、修得した単位を卒業要件の単位に算入することができる。

※ 本プログラムに加えて所定の単位（詳細は学生便覧を参照のこと）を修得すれば、中学校教諭一種免許状(理科)、高等学校教諭一種免許状(理科)、測量士補、学芸員となる資格の取得が可能である。

(教養教育)

区分	科目区分	要修得単位数	授業科目等	単位数	履修区分	標準履修セメスター（下段の数字はセメスターを示す）(注1)													
						1年次		2年次		3年次		4年次							
						前	後	前	後	前	後	前	後						
		1	2	3	4	5	6	7	8										
教養教育科目	平和科目	2	「平和科目」から	各2	選択必修	○													
	大学教育基礎科目	2	大学教育入門	2	必修	②													
		2	教養ゼミ	2	必修	②													
	領域科目	8	「領域科目」から(注2)	1又は2	選択必修	○	○	○	○										
	外国語科目	英語(注3)	コミュニケーション基礎	コミュニケーション基礎Ⅰ	1	必修	①												
				コミュニケーション基礎Ⅱ	1			①											
		コミュニケーションⅠ	コミュニケーションⅠA	1	必修	①													
			コミュニケーションⅠB	1			①												
		コミュニケーションⅡ	コミュニケーションⅡA	1	必修			①											
			コミュニケーションⅡB	1				①											
	初修外国語(ドイツ語、フランス語、スペイン語、ロシア語、中国語、韓国語、アラビア語のうちから1言語選択)	2	ベーシック外国語Ⅰ	1	選択必修	○													
		2	ベーシック外国語Ⅱ	1		○													
			Ⅰ及びⅡは同一言語を選択すること																
	情報・データサイエンス科目	2	情報活用演習	2	必修	②													
	健康スポーツ科目	2	「健康スポーツ科目」から	1又は2	選択必修	○	○												
	社会連携科目(注4)	(0)	「社会連携科目」から	1又は2	自由選択	○	○												
	基盤科目	4		微分積分学Ⅰ	2	選択必修	○												
微分積分学Ⅱ				2			○												
線形代数Ⅰ				2	○														
線形代数Ⅱ				2			○												
統計データ解析				2	○														
上記5科目から2科目4単位																			
4			物理学実験法・同実験Ⅰ	1	選択必修		○												
			物理学実験法・同実験Ⅱ	1			○												
			化学実験法・同実験Ⅰ	1				○											
			化学実験法・同実験Ⅱ	1				○											
			生物学実験法・同実験Ⅰ	1			○												
			生物学実験法・同実験Ⅱ	1				○											
			地学実験法・同実験Ⅰ	1		○													
	地学実験法・同実験Ⅱ		1	○															
上記8科目から同一科目のⅠ及びⅡを計4単位																			
教養教育科目小計		34																	

- (注1) 記載しているセメスターは標準履修セメスターを表している。当該セメスター以降の同じ開設期(前期又は後期)に履修することも可能であるが、授業科目により開設期が異なる場合やターム科目として開講する場合があるので、履修年度のシラバス等により確認すること。
- (注2) 『人文社会科学系科目群』から4単位、『自然科学系科目群』から4単位修得する必要がある。教育職員免許状の取得を希望する場合は、『人文社会科学系科目群』の「日本国憲法」が必修であることに留意すること。
- (注3) 『人文社会科学系科目群』で必要な単位には、『外国語科目』の「コミュニケーション上級英語」、「インテンシブ外国語」及び「海外語学演習(ドイツ語、フランス語、スペイン語、ロシア語、中国語、韓国語)」の履修により修得した単位を算入することができる。
- (注4) 短期語学留学等による「英語圏フィールドリサーチ」又は自学自習による「オンライン英語演習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の履修により修得した単位を『コミュニケーションⅠ・Ⅱ』の要修得単位として算入することができる。外国語技能検定試験による単位認定制度もある。詳細については、学生便覧に記載の教養教育の英語に関する項及び「外国語技能検定試験等による単位認定の取扱いについて」を参照すること。

※以下、次頁「専門教育」に関する注意事項

- (注5) 「専門基礎科目」及び「専門科目」を要修得単位数84を充たすためには、必修科目52単位及び選択必修科目24単位を修得することに加えて、選択必修科目及び自由選択科目から8単位以上を修得する必要がある。
- (注6) 「地球惑星システム学実習A」の履修のためには、「構造地質学」及び「岩石学演習」の単位を修得する必要がある。
- (注7) 「卒業研究」を履修するためには、卒業要件単位128単位のうち、「地球惑星システム学実習A」及び「地球惑星システム学実習B」を含めて108単位以上を修得していなければならない。
- (注8) 「測量学」は隔年に集中形式で開講される。
- (注9) 「地球惑星システム学特別講義」は、一定期間(5セメスター以降)に集中形式で開講される。
- (注10) 卒業要件単位数は128であるので、各科目区分の要修得単位数(教養教育科目34単位、専門教育科目84単位 合計118単位)に加えて、教養教育科目及び専門教育科目の科目区分を問わず、さらに10単位以上修得する必要がある。
- ただし、以下の科目の単位は含まない。教育職員免許関係科目の詳細は、学生便覧に記載の「教育職員免許状の取得について」の修得必要単位一覧表を参照すること。
- ・8単位を超過して修得した「領域科目」
 - ・教育職員免許関係科目のうち「教科に関する専門的事項」以外の科目
 - ・「教科に関する専門的事項」のうち、「物理学実験A」、「化学実験A」、「生物学実験A」及び「地学実験A」
 - ・他学部他プログラム等が開講する「専門基礎科目」及び「専門科目」(地球惑星システム学プログラム担当教員会が認めるものを除く)

資料3 (つづき)

(専門教育)

区分	科目区分	要修得 単位数	授業科目等	単 位 数	履修区分	標準履修セメスター (下段の数字はセメスターを示す) (注1)																		
						1年次		2年次		3年次		4年次												
						前 1	後 2	前 3	後 4	前 5	後 6	前 7	後 8											
専 門 教 育 科 目	専門基礎科目	19	物理学概説A	2	必 修	②																		
			化学概説A	2		②																		
			生物科学概説A	2		②																		
			地球惑星科学概説A	2		②																		
			地球科学野外巡検A	1		①																		
			地球テクニクス	2			②																	
			地球惑星科学概説B	2			②																	
			地球惑星物質学	2				②																
			構造地質学	2					②															
			地球惑星科学英語 I	2						②														
			2 以上	2 以上		数学概説	2	選 択 必 修	○															
			情報数理概説			2			○															
			物理学概説B			2			○															
			化学概説B			2			○															
			生物科学概説B			2			○															
			上記5科目から1科目2単位以上																					
			専門科目	84 (注5)		33	層相進化学	2	必 修			②												
							地球惑星内部物理学I	2				②												
							固体地球化学 I	2				②												
	結晶光学演習	1						①																
	地球惑星物質学演習A	1						①																
	地球惑星内部物理学 II	2								②														
	資源地球科学	2								②														
	岩石学	2								②														
	岩石学演習	1								①														
	資源地球科学演習I	1								①														
	地球科学野外巡検B	1								①														
	地球惑星科学英語 II	2										②												
	地球惑星システム学実習A (注6)	4										④												
	地球惑星システム学実習B	2										②												
	卒業研究 (注7)	各4																④	④					
	2 以上	2 以上			先端数学		2	選 択 必 修						○										
	先端物理学				2						○													
	先端化学				2										○									
	先端生物学				2										○									
	先端地球惑星科学			2									○											
	上記5科目の「先端理学科目」から1科目2単位以上																							
	20 以上	20 以上		20 以上	アストロバイオロジー	2	選 択 必 修						○											
					地球惑星物質学演習B	1				○														
					地層学	2				○														
					宇宙科学演習	1				○														
					地球惑星内部物理学A	2						○												
					固体地球化学 II	2						○												
					熱水地球化学	2						○												
					太陽系物質進化学	2						○												
					資源地球科学演習II	1						○												
					地球惑星内部物理学演習 A	1						○												
					岩石変形学	2						○												
					地球惑星内部物理学B	2								○										
					宇宙地球化学	2									○									
					岩石レオロジー	2									○									
					地球惑星内部物理学演習 B	1									○									
					「地球惑星システム学特別講義」(注9)										○	○	○	○						
					測量学 (注8)	2																		
					地球惑星システム学インターンシップ	1							○											
	理学部他プログラムで開講される「専門基礎科目」 及び「専門科目」の授業科目						自由選択	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
	科目区分を問わない	10			(注10)			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
	合計	128																						

IV 化学専攻

- ・基礎化学プログラム
- ・化学科

1 化学専攻・基礎化学プログラム

1-1 専攻・プログラムの理念と目標

化学専攻の理念・目標は、学部教育を土台として、さらに高度な専門的研究活動を推進することによって現代科学のフロンティアを切り拓く実力をもった研究者を養成し、社会の各方面で活躍できる人材を輩出することである。

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

【1】化学専攻・基礎化学プログラムの組織

化学専攻・基礎化学プログラムでは分子構造化学と分子反応化学の2つの大講座において、化学の柱である構造と反応、特にその基礎的研究・教育に重点を置き活動している。分子構造化学講座は構造物理化学、固体物性化学、錯体化学、分析化学、構造有機化学および光機能化学の6つの研究グループ、分子反応化学講座は反応物理化学、反応有機化学、有機典型元素化学、量子化学および放射線反応化学の5つの研究グループから構成され、お互いに連携を保ちつつ独自の研究を推進している。さらに、統合生命科学研究科の数理生命科学プログラムの生命理学講座は化学系として位置づけられ、化学専攻・基礎化学プログラムの研究グループとは学部教育だけでなく、大学院における研究・教育活動においても相補的に活動している。したがって、理学研究科・先進理工系科学研究科・統合生命科学研究科には14の化学系研究グループが存在し、基礎科学としての化学研究・教育を総合的に行っている。

【2】化学専攻・基礎化学プログラムの運営

化学専攻・基礎化学プログラムの運営は、化学専攻長・基礎化学プログラム長を中心にして行われている。化学専攻長・基礎化学プログラム長補佐がそれを補佐する。

令和2年度 化学専攻長・基礎化学プログラム長 井口 佳哉
化学副専攻長・基礎化学副プログラム長 灰野 岳晴
化学専攻長補佐・基礎化学プログラム長補佐 波多野 さや佳

また、化学専攻・基礎化学プログラムの円滑な運営のために各種委員会等が活動している。令和2年度の各種委員会の委員一覧を次にあげる。

・先進理工系科学研究科における各種委員会の基礎化学プログラム委員

研究科代議員会	井口, 灰野
入学試験委員会	石坂
学務委員会	高口
広報委員会	高木
国際交流・研究連携委員会	Leonov, 灰野
自己点検・評価委員会	井口

企画室会議	石坂
情報セキュリティ委員会	村松

・ 理学研究科における各種委員会の化学専攻委員

安全衛生委員会	灰野, 高木
評価委員会	山崎, 井口
広報委員会	平尾
防災対策委員会	井口
教務委員会	高口
入学試験委員会	水田, 中本
大学院委員会	井口
情報セキュリティ委員会	村松

・ 化学専攻教員の理学研究科での活動

研究科長	安 倍	学	平成31年4月1日～
人事交流委員会	安 倍	学	平成31年4月1日～
安全衛生委員会	安 倍	学	平成31年4月1日～
防災対策委員会	安 倍	学	平成31年4月1日～
大学院委員会	安 倍	学	平成23年4月1日～
情報セキュリティ委員会	安 倍	学	平成23年4月1日～

基礎化学プログラム教員の全学での活動

・ 会議メンバーや全学委員会等の委員等

教育研究評議会 評議員	安 倍	学	平成31年4月1日～
経営協議会 (オブザーバー)	安 倍	学	平成31年4月1日～
部局長等意見交換会	安 倍	学	平成31年4月1日～
大学院リーディングプログラム機構運営会議	安 倍	学	平成31年4月1日～
教育推進機構会議	安 倍	学	平成31年4月1日～
入試委員会	水 田	勉	平成31年4月1日～
アクセシビリティセンター会議	石 坂	昌 司	令和2年4月1日～

研究推進機構会議	安 倍 学	平成31年4月1日～
教務委員会	安 倍 学	平成30年4月1日～
環境連絡会議	安 倍 学	平成31年4月1日～
校友会理事会 理事	安 倍 学	平成31年4月1日～
校友会常任理事	水 田 勉	平成31年2月27日～
研究設備サポート推進会議委員会	水 田 勉	令和元年5月1日～
全学共用機器体制検討WG	水 田 勉	令和元年11月18日～
研究設備サポート推進会議専門部会	灰 野 岳 晴	令和元年6月1日～
ひろしまアントレプレナー人材養成推進委員会 教育本部教務委員会	西 原 禎 文	平成26年11月13日～
	安 倍 学	平成28年9月1日～
情報セキュリティ委員会	安 倍 学	平成23年4月1日～
環境安全センター運営委員会	安 倍 学	平成22年4月1日～
理系女性研究者活躍推進プロジェクト会議	安 倍 学	平成31年4月1日～
化学基礎教育領域長	水 田 勉	令和元年11月1日～ 令和3年3月31日
広島大学薬品管理システム専門委員会委員	灰 野 岳 晴	平成16年4月1日～
先進機能物質研究センター運営委員会	灰 野 岳 晴	平成25年4月1日～
自然科学研究支援開発センター研究員	西 原 禎 文	平成29年4月1日～
	井 上 克 也	平成29年4月1日～
	灰 野 岳 晴	平成29年4月1日～
自然科学研究支援開発センター運営委員会 先進機能物質部門会議	灰 野 岳 晴	平成29年4月1日～
	井 上 克 也	平成29年4月1日～
図書館リポジトリ・アドバイザー	山 崎 勝 義	平成23年6月1日～
北京研究センター運営委員会	山 崎 勝 義	平成22年4月1日～

・ 全学組織やセンター等の責任者等

広島大学自立型研究拠点 “キラル国際研究拠点 (CResCent)”拠点長	井 上 克 也	平成27年～
広島大学インキュベーション研究拠点 “「光」ドラッグデリバリー研究拠点”拠点長	安 倍 学	平成29年～

1-2-1 教職員

令和2年3月現在の化学専攻の構成員は次のとおりである。

分子構造化学講座

教授	石坂 昌司
教授	井口 佳哉
教授	井上 克也
教授	西原 禎文
教授	灰野 岳晴
教授	水田 勉
教授	齋藤 健一 (併任)
准教授	久米 晶子
准教授	関谷 亮
准教授	高橋 修
准教授	松原 弘樹
准教授	LEONOV ANDREY
助教	岡本 泰明
助教	久保 和幸
助教	GOULVEN COSQUER
助教	平尾 岳大
助教	福原 幸一
助教	村松 悟

分子反応化学講座

教授	安倍 学
教授	山崎 勝義
教授	吉田 拡人
教授	中島 覚 (併任)
准教授	岡田 和正
准教授	高口 博志
准教授	中本 真晃
講師	波多野 さや佳
助教	SHANG RONG
助教	高木 隆吉
助教	仲 一成
助教	赤瀬 大 (併任)

化学専攻事務

契約一般職員 清水 奈津美, 竹村 夕子, 高橋 栄美

令和2年度の非常勤講師

- 岡本 秀毅（岡山大学大学院自然科学研究所／准教授）
授業科目名：励起分子化学（基礎化学特別講義C）
担当：反応有機化学研究グループ
- 久下 裕司（北海道大学アイソトープ総合センター／教授）
授業科目名：放射性医薬品化学（基礎化学特別講義B）
担当：放射線反応化学グループ
- 久保 孝史（大阪大学大学院理学研究科／教授）
授業科目名：開殻分子科学（基礎化学特別講義C）
担当：反応有機化学研究グループ
- 篠原 厚（大阪大学大学院理学研究科／教授）
授業科目名：先端放射化学（基礎化学特別講義B）
担当：放射線反応化学グループ
- 藪下 聡（慶應義塾大学理工学部／教授）
授業科目名：分子科学特論（基礎化学特別講義A）
担当：量子化学研究グループ

1-2-2 教職員の異動

- 令和 2年 4月 1日 西原 禎文 （固体物性研究グループ 教授）
昇任
- 吉田 拓人 （有機典型元素化学研究グループ 教授）
広島大学大学院工学研究科 准教授より採用
- 松原 弘樹 （分析化学研究グループ 准教授）
九州大学大学院理学研究院 准教授より採用
- LEONOV ANDREY（固体物性化学研究グループ 准教授）
昇任
- 12月 1日 OLEKSIY BOGDANOV（固体物性化学研究グループ 特任教授）
採用
- 令和 3年 3月31日 OLEKSIY BOGDANOV（固体物性化学研究グループ 特任教授）
任期満了につき退職

1-3 専攻・プログラムの大学院教育

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

【1】教育目標

化学専攻・基礎化学プログラムは、学部教育での化学を体系的に身に付けた人材とともに、他分野の教育基盤をもつ人材を新たに受け入れ、物質科学の中心を占める基幹学問としての化学とその関連分野における最先端の領域を切り開いていく研究者および高度な専門的知識を有する職業人を養成することを目的とする。現代科学の急速な学際化・国際化・情報化に対応して、以下の教育目標を設定する。

- (1) 化学の専門的知識を体系化して教えるとともに、他分野の基盤をもつ人材にも配慮した幅広い教育を行う。
- (2) 化学分野の学際的な研究領域の拡大に応じ、他分野の研究者と交流し最先端の研究にふれることのできる教育を行う。
- (3) 社会的要請に対応するために、化学とその関連分野における高度専門職業人を養成する教育を行う。
- (4) 社会の国際化・情報化に対応するために、英語教育・情報教育を併用した化学専門教育に積極的に取り組む。

【2】アドミッション・ポリシー

化学専攻・基礎化学プログラムでは、大学院で高度な化学の専門知識や技法を学ぶために必要な基礎学力を有し、絶えず自己啓発努力を重ね、積極的に新しい分野を開拓していく意欲に富む学生を、学部教育を受けた分野にとらわれず広く受け入れる。

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

・令和2年度在籍学生数

(令和2年5月1日現在)

入学年度	化学専攻博士課程前期	化学専攻博士課程後期
令和元年度	39 (6) [1] {2}	16 (2) [1] {7}
平成30年度		10 (2) [1] {4}
平成29年度		4 (1) [1] {3}
平成28年度		2 (1) {2}
合 計	77 (14) [1] {7}	33 (6) [2] {13}

() 内は女子で内数

[] 内は国費留学生数で内数

{ } 内は私費留学生数で内数

入学年度	基礎化学プログラム博士課程前期	基礎化学プログラム博士課程後期
令和2年度	35 (8)	6 (3)
合 計	35 (8)	6 (3)

() 内は女子で内数

・チューター

各学年のチューターを次にあげる。

	博士課程前期	博士課程後期
令和2年度生	山崎, 久米	灰野
令和元年度生	水田, 久保	岡田
平成30年度生	灰野, 石坂	高口
平成29年度生	岡田	井口
平成28年度生	高口	井上

・令和2年度基礎化学プログラム授業科目履修表

基礎化学プログラム 博士課程前期							
科目区分	授業科目の名称	配当年次 (注)	単位数		要修得単位数		
			必修	選択 必修			
大学院 共通科目	持続可能な 発展科目	Hiroshimaから世界平和を考える	1・2		1	1 単位 以上	2 単位 以上
		Japanese Experience of Social Development- Economy, Infrastructure, and Peace	1・2		1		
		Japanese Experience of Human Development-Culture, Education, and Health	1・2		1		
		SDGsへの学問的アプローチA	1・2		1		
		SDGsへの学問的アプローチB	1・2		1		
		SDGsへの実践的アプローチ	1・2		2		
		ダイバーシティの理解	1・2		1		
	キャリア 開発・デー タ	データリテラシー	1・2		1	1 単位 以上	
		医療情報リテラシー	1・2		1		
		人文社会系キャリアマネジメント	1・2		2		
		理工系キャリアマネジメント	1・2		2		
		ストレスマネジメント	1・2		2		
		情報セキュリティ	1・2		2		
		MOT入門	1・2		1		
		アントレプレナーシップ概論	1・2		1		
		研究科 共通科目	国際性	アカデミック・ライティング I	1		
海外学術活動演習A	1・2				1		
海外学術活動演習B	1・2				2		
社会性	MOTとベンチャービジネス論		1・2		1	2 単位 以上	
	技術戦略論		1・2		1		
	知的財産及び財務・会計論		1・2		1		
	技術移転論		1・2		1		
	技術移転演習		1・2		1		
	未来創造思考(基礎)		1・2		1		
	ルール形成のための国際標準化		1・2		1		
	理工系のための経営組織論		2		1		
	起業案作成演習		1・2		1		
	事業創造演習		1・2		1		
	フィールドワークの技法		1・2		1		
	インターンシップ		1・2		1		
データビジュアライゼーションA	1・2		1				
データビジュアライゼーションB	1・2		1				
環境原論A	1・2		1				
環境原論B	1・2		1				
プロ グ ラ ム 専 門 科 目	物理化学概論	1	2		14 単位	25 単位 以上	
	無機化学概論	1	2				
	有機化学概論	1	2				
	基礎化学特別演習A	1	2				
	基礎化学特別演習B	1	2				
	基礎化学特別研究	1~2	4				
	構造物理化学	1・2		2	4 単位 以上		
	固体物性化学	1・2		2			
	錯体化学	1・2		2			
	分析化学	1・2		2			
	構造有機化学	1・2		2			
	光機能化学	1・2		2			
	放射線反応化学	1・2		2			
	量子化学	1・2		2			
	反応物理化学	1・2		2			
	反応有機化学	1・2		2			
	有機典型元素化学	1・2		2			
	基礎化学特別講義A	1・2		2			
	基礎化学特別講義B	1・2		2			
	基礎化学特別講義C	1・2		2			
他プログラム専門科目				2 単位 以上			

【履修方法及び修了要件】	
<p>修了に必要な単位数を30単位以上とし、以下のとおり単位を修得し、かつ必要な研究指導を受けた上で、修士論文の審査及び最終試験又は博士論文研究基礎力審査に合格すること。</p>	
<p>修了要件単位数: 30単位以上</p>	
<p>(1)大学院共通科目: 2単位以上</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・持続可能な発展科目: 1単位以上 ・キャリア開発・データリテラシー科目: 1単位以上 	
<p>(2)研究科共通科目: 3単位以上</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・国際性科目: 1単位以上 ・社会性科目: 2単位以上 	
<p>(3)プログラム専門科目: 25単位以上</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・基礎化学プログラム専門科目: 18単位以上(必修科目14単位及び選択必修科目4単位以上) ・他プログラム専門科目: 2単位以上 	
<p>なお、指導教員の許可を得て他専攻・他研究科等の専門科目の単位を修得した場合には、「他プログラム専門科目」に含むことができる。</p>	
<p>(注)配当年次</p>	
<p>1: 1年次に履修, 2: 2年次に履修, 1~2: 1年次から2年次で履修, 1・2: 履修年次を問わない</p>	

基礎化学プログラム 博士課程後期						
科目区分	授業科目の名称	配当年次 (注)	単位数		要修得単位数	
			必修	選択 必修		
大学院 共通科目	持続 可能な 発展 科目	スペシャリスト型SDGsアイデアメイニング学生セミナー	1・2・3		1	1 単 位 以 上
		SDGsの観点から見た地域開発セミナー	1・2・3		1	
		普遍的平和を目指して	1・2・3		1	
	キャ リア 開 発 ・ デ ー タ リ テ ラ シー 科 目	データサイエンス	1・2・3		2	1 単 位 以 上
		パターン認識と機械学習	1・2・3		2	
		データサイエンティスト養成	1・2・3		1	
		医療情報リテラシー活用	1・2・3		1	
		リーダーシップ手法	1・2・3		1	
		高度イノベーション人財のためのキャリアマネジメント	1・2・3		1	
		事業創造概論	1・2・3		1	
		イノベーション演習	1・2・3		2	
		長期インターンシップ	1・2・3		2	
		研究科 共通科目	国際 性	アカデミック・ライティングⅡ	1・2・3	
海外学術研究	1・2・3				2	
社会 性	経営とアントレプレナーシップ		1・2・3		1	1 単 位 以 上
	Technology Strategy and R&D Management		1・2・3		1	
	技術応用マネジメント概論		1・2・3		1	
	未来創造思考（応用）		1・2・3		1	
自然科学系長期インターンシップ	1・2・3		2			
プログラム 専門科目	基礎化学特別研究	1～3	12		12単位	
【履修方法及び修了要件】						
修了に必要な単位数を16単位以上とし、以下のとおり単位を修得し、かつ必要な研究指導を受けた上で、博士論文の審査及び最終試験に合格すること。						
修了要件単位数：16単位以上						
(1)大学院共通科目：2単位以上						
・持続可能な発展科目：1単位以上						
・キャリア開発・データリテラシー科目：1単位以上						
(2)研究科共通科目：2単位以上						
・国際性科目：1単位以上						
・社会性科目：1単位以上						
(3)プログラム専門科目：12単位						
(注)配当年次						
1～3：1年次から3年次で履修， 1・2・3：履修年次を問わない						

・令和2年度化学専攻授業科目読替一覧

理学研究科 授業科目読替一覧(2020年度以降)

先進理工系科学研究科への改組に伴い、一部の授業科目に変更がありますので、以下の一覧を参考に先進理工系科学研究科で開講される授業科目を履修してください。(同じ授業科目名でも、開講部局が異なります。)
履修に関して不明な点がありましたら、理学研究科学生支援室までお問合せください。

化学専攻(博士課程前期・博士課程後期)

(M)の授業科目は、博士課程前期のみ
(D)の授業科目は、博士課程後期のみ

理学研究科授業科目			先進理工系科学研究科開講 読替対象授業科目名	備 考
区分	授業科目名	単位数		
必修	物理化学概論 (M)	2	物理化学概論	
	無機化学概論 (M)	2	無機化学概論	
	有機化学概論 (M)	2	有機化学概論	
	化学特別研究	1	—	支援室で履修登録
必修 選択	大学院共通授業科目 (基礎) (M)	1 又は 2	—	
	大学院共通授業科目 (D)			
選 択	構造物理化学 (M)	2	構造物理化学	隔年開講
	固体物性化学 (M)	2	固体物性化学	隔年開講
	錯体化学 (M)	2	錯体化学	隔年開講
	分析化学 (M)	2	分析化学	隔年開講
	構造有機化学 (M)	2	構造有機化学	隔年開講
	光機能化学 (M)	2	光機能化学	隔年開講
	放射線反応化学 (M)	2	放射線反応化学	隔年開講
	量子化学 (M)	2	量子化学	隔年開講
	反応物理化学 (M)	2	反応物理化学	隔年開講
	反応有機化学 (M)	2	反応有機化学	隔年開講
	有機典型元素化学 I (M)	2	有機典型元素化学	隔年開講
	有機典型元素化学 II (M)	2		不開講
	生物無機化学 (M)	2		不開講
	計算情報化学 (M)	2		不開講
	計算化学演習 (M)	2		不開講
	物質科学特論 (M)	2		不開講
	量子情報科学 (M)	2		不開講
	計算機活用特論 (M)	2		不開講
	計算機活用演習 (M)	2		不開講
		グローバル化学特論	2	海外学術活動演習B
選 択 (D は 選 択 必 修)	構造物理化学セミナー	1	—	理学研究科で開講
	固体物性化学セミナー	1	—	
	錯体化学セミナー	1	—	
	分析化学セミナー	1	—	
	構造有機化学セミナー	1	—	
	量子化学セミナー	1	—	
	反応物理化学セミナー	1	—	
	反応有機化学セミナー	1	—	
	有機典型元素化学セミナー	1	—	
	光機能化学セミナー	1	—	
	放射線反応化学セミナー	1	—	
選 択	有機化学系合同セミナー	1	—	理学研究科で開講
	化学特別講義	1	—	

・各研究グループの在籍学生数

(令和2年5月現在)

研究グループ名	M1	M2	D1	D2	D3	D4
分子構造化学講座						
構造物理化学研究グループ	3	4		1	2	
固体物性化学研究グループ	2	4	1	1		
錯体化学研究グループ	3	5				
分析化学研究グループ	3	2				
構造有機化学研究グループ	3	4	2	2		
光機能化学研究グループ	3	1		1		1
化学専攻分子反応化学講座						
反応物理化学研究グループ	3	5		1	1	
有機典型元素化学研究グループ	4	5	1	2		
反応有機化学研究グループ	7	3	5	3	4	
量子化学研究グループ	1	1		1		1
放射線反応化学研究グループ	3	3	4	2	1	
計	35	37	13	14	8	2

・2021年度博士課程修了者の進路

(令和2年5月現在)

	修了者総数	就 職 者							進学	研究生・補助員	ポストク・研究員	その他
		一 般 職				教 職						
		製造業	公務員	その他	小計	高等学校教諭	大学教員	小計				
前期修了	37(6)	26(4)	2	0	28(4)	0	0	0	8(2)	0	0	1
後期修了*	11(1)	5	0	0	5	0	3	3	0	0	3(1)	0

() 内は女子で内数

*単位取得退学者を含む。

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

	国内学会 件数
博士課程前期 ⁽¹⁾	50
博士課程後期 ⁽²⁾	14
博士課程前期・後期共 ⁽³⁾	2

(2020年度の発表について記載：2020年4月から2021年3月まで)

(1) 博士課程前期の学生が共同研究者の発表件数

(2) 博士課程後期の学生が共同研究者の発表件数

(3) 博士課程前期・後期の学生が共に共同研究者の発表件数

1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

	国際学会 件数
博士課程前期 ⁽¹⁾	10
博士課程後期 ⁽²⁾	5
博士課程前期・後期共 ⁽³⁾	0

(2020年度の発表について記載：2020年4月から2021年3月まで)

(1) 博士課程前期の学生が共同研究者の発表件数

(2) 博士課程後期の学生が共同研究者の発表件数

(3) 博士課程前期・後期の学生が共に共同研究者の発表件数

1-3-5 修士論文発表実績

秋廣 健斗	分子動力学計算によるアルコール水溶液の水素結合ネットワーク解析	構造物理化学
阿部 朋也	第二配位圏にLewis pair を導入した鉄錯体の合成とその反応性	錯体化学
五十嵐 亮太	金属銅電極と有機物との界面反応場におけるCO ₂ 還元	錯体化学
石貫 達也	有機無機ハイブリッド化合物A ₂ FeCl ₄ (A = C ₆ H ₉ C ₂ H ₄ NH ₃ ⁺ , C ₆ H ₁₁ C ₂ H ₄ NH ₃ ⁺)の構造と磁気物性	固体物性化学
泉 雄大	二次元層状錯体[Mn ₂ (NNIm) ₃]Xにおける原子価互変異性現象と分子間相互作用との相関関係	固体物性化学
今川 大樹	環外に典型元素部位を有する反芳香族π共役系分子群の合成と構造	有機典型元素化学
大山 敦史	サーモクロミズムを示す5,17-二置換カリックス[4]アレーンの合成と物性	構造有機化学
小野 大成	※学外秘	光機能化学
小野 雄大	立体的および電子的相互作用により誘導されるヘリセンやイソオキサゾール骨格を有する超分子ポリマーの構造制御	構造有機化学
小山 悟生	ナフタレン骨格を有するフェノキシラジカルの物性評価	反応有機化学
加藤 茜	非対称な配位環境を有するビス(ピリジル)型架橋配位子を用いた鉄二価集積型錯体のスピントロニクスオーバー現象の解明	放射線反応化学
北村 優真	溶液中に生成する光化学反応中間体の気相分光	構造物理化学
木村 真貴	単一分子で分極ヒステリシスを示すPolyoxometalate分子の物性評価及び有機分子への展開	固体物性化学
木村 好貴	Towards Isolation of New Boron-containing N-Heterocyclic Carbene (BNC) Complexes	有機典型元素化学
黒瀬 友也	ナフタレンが2重に架橋したリン2座配位子とそのPt錯体の合成	錯体化学
小林 慧	S ₂ (X ³ Σ _g ⁻)の単一振動準位の検出及びHeによる振動緩和速度定数の決定	反応物理化学
古和 千絵	¹ H NMRを用いた溶液中におけるオスモセンとオスモセン塩の電子移動に関する研究	放射線反応化学
篠原 亮	フラグメント観測とポテンシャルエネルギー計算によるアミドの光解離ダイナミクスの研究	反応物理化学
清水 翔太	銅錯体触媒の疎水化による空気酸化反応場の創出	錯体化学
鈴木 啓太	Synthesis and Reactivity of Cyclobutadienes Linked with π-Conjugation Systems	有機典型元素化学
鈴木 博喜	New sterically-hindered amino substituents for synthesis and isolation of low-valent boron species (立体障害のある新規アミノ置換基を用いた低配位ホウ素化学種の合成と単離)	有機典型元素化学

高野 真綾	7位に電子供与性基をもつ4-メチルクマリン誘導体の光反応性	反応有機化学
田中 悠太	ダブルビームレーザー捕捉法を用いたジカルボン酸と無機塩の混合エアロゾルに関する研究	分析化学
谷本 佑貴	電子励起酸素原子O(2p ³ 3p ³ P)のHeによる消光過程の速度定数と分岐比	反応物理化学
中島 智哉	溶媒抽出におけるC2-POPhenの分離機構解明を目的としたラントノイド抽出	放射線反応化学
西村 文武	アルキニル銀クラスターを用いた反応開発	錯体化学
樋 美里	シクロペンタジエニル錯体の光解離による高振動励起NO解離ダイナミクス	反応物理化学
原田 健太郎	レゾルシンアレーン骨格を有するヘミカルセランドの合成とアロステリックな分子認識	構造有機化学
平田 早紀子	※学外秘	構造物理化学
福田 和志	カリックス[5]アレーンとフラレーンの分子認識を利用した超分子共重合体の構造制御	構造有機化学
福田 直希	軟X線吸収スペクトルの成分分解によるN,N-ジメチルグリシン水溶液の水和構造の研究	量子化学
二又 望	有機溶媒中における水の軟X線分光に対する理論的研究	構造物理化学
古川 柊	Investigation of substituent effect on Au-assisted B-B bond cleavage in azadiboriridines and the subsequent isocyanide insertion reactions	有機典型元素化学
眞邊 潤	気体雰囲気によるラダー化合物の構造・物性制御	固体物性化学
宮澤 友樹	湾曲したパラフェニレンで繋がれたマルチラジカルの構造と電子的性質	反応有機化学
吉川 皓斗	気相中の単一スス粒子の不均一酸化反応	分析化学
WANGCHINGCHAI PEERAPAT	状態選別検出による有機アミンの光解離生成物の分岐機構の解明 Photodissociation dynamics study of dimethylamine:CH ₃ and H products detection and theoretical calculations	反応物理化学

1-3-6 博士学位

授与年月日を〔 〕内に記す。

堀内 輔 [令和2年4月27日] (甲)
Phase Behavior of Aqueous Solution of Poly(ethylene oxide)-Poly(propylene oxide) Alternating Multiblock Copolymer
(ポリエチレンオキシド-ポリプロピレンオキシド交互マルチブロックコポリマー水溶液の相挙動)
主査：相田 美砂子 教授
副査：山崎 勝義 教授, 齋藤 健一 教授, 勝本 之晶 教授 (福岡大学)

YAN CHENTING [令和2年5月25日] (甲)
Synthesis and Properties of New Cationic Nitrogen Radical Containing Compounds
(新規カチオン性窒素ラジカル化合物の合成と性質)
主査：山本 陽介 教授
副査：灰野 岳晴 教授, 安倍 学 教授, 中本 真晃 准教授, SHANG RONG 助教

Dian Agung Pangaribow [令和2年9月18日] (甲)
Photochemical [2+2] Cycloaddition Reaction of Carbonyl Compounds with Danishefsky-Kitahara Diene
(Danishefsky-Kitahara ジエンとカルボニル化合物との光[2+2]付加環化反応)
主査：安倍 学 教授
副査：灰野 岳晴 教授, 吉田 拓人 教授

Dang Huy Hiep [令和2年9月18日] (甲)
Fabrication of Paper-Based Microfluidic Devices using a Laser Beam Scanning Technique
(レーザービーム走査法を用いたペーパーマイクロ流体デバイスの作製)
主査：石坂 昌司 教授
副査：井上 克也 教授, 水田 勉 教授, 中島 覚 教授

Triyono Basuki [令和2年9月18日] (甲)
¹³⁷Cs Migration from Sloped Forest Catchment to Water Body and Its Contribution to Air Dose Rate
(傾斜森林集水域から水域への¹³⁷Csの移行とその空間線量率への寄与)
主査：中島 覚 教授
副査：井上 克也 教授, 水田 勉 教授, 石坂 昌司 教授

Wang Yufeng [令和2年12月21日] (甲)
Mechanochemical synthesis of visible-light-active TiO₂ photocatalysts: relation between photocatalytic activities and disorder structures
(可視光応答型酸化チタン光触媒のメカノケミカル合成：触媒活性と乱れた構造の相関)
主査：齋藤 健一 教授
副査：山崎 勝義 教授, 井上 克也 教授, 井口 佳哉 教授

秋坂 陸生 [令和3年3月23日] (甲)
Bulky substituents and solvent effectson the lifetime of singlet cyclopentane 1,3-diyls with π single bond character
(π 単結合性をもつ一重項シクロペンタン-1,3 -ジラジカルの寿命に及ぼす嵩高い置換基と溶媒効果)F
主査：安倍 学 教授

副査：灰野 岳晴 教授, 吉田 拓人 教授, 波多野 さや佳 講師

千歳 洋平

[令和3年3月23日] (甲)

Design, Synthesis, and Photoreactions of Near Infrared Two-photon Responsive Caged Compound Bearing Coumarin Scaffold

(近赤外2光子応答性クマリン型ケージド化合物の設計、合成、光反応)

主査：安倍 学 教授

副査：灰野 岳晴 教授, 吉田 拓人 教授, 波多野 さや佳 講師

木田 基

[令和3年3月23日] (甲)

Geometric and Electronic Structures of Host-Guest Complex Ions Investigated by Cold Gas-Phase Spectroscopy

(極低温・気相分光法によるホスト・ゲスト錯イオンの立体構造と電子状態に関する研究)

主査：井口 佳哉 教授

副査：灰野 岳晴 教授, 斎藤 健一 教授, 高口 博志 准教授

木下 真之介

[令和3年3月23日] (甲)

Study on the nonradiative decay and *trans* → *cis* photoisomerization of cinnamates by supersonic jet / laser spectroscopy and quantum chemical calculation

(超音速ジェットレーザー分光と量子化学計算による桂皮酸誘導体の無輻射緩和と*trans*→*cis* 光異性化の研究)

主査：井口 佳哉 教授

副査：安倍 学 教授, 山崎 勝義 教授, 岡田 和正 准教授

中田 裕之

[令和3年3月23日] (甲)

Photodissociation Dynamics of Heteroleptic Transition-Metal Nitrosyl $\text{Co}(\text{CO})_3\text{NO}$ Complex in the Ultraviolet and Visible Absorption Bands

(ヘテロレプティック遷移金属ニトロシル錯体 $\text{Co}(\text{CO})_3\text{NO}$ の紫外・可視吸収帯における光解離ダイナミクス)

主査：高口 博志 准教授

副査：井口 佳哉 教授, 山崎 勝義 教授, 水田 勉 准教授

1-3-7 TAの実績

大学院博士課程前期・後期在学学生（留学生は除く）に、ティーチング・アシスタント（TA）のシステムを適用している。教員による教育的配慮の下に化学科3年次必修の化学実験の教育補助業務を行わせることによって、大学院生の教育能力や教育方法の向上を図り、指導者としてのトレーニングの機会を提供する。

令和2年度のTA

氏名	所属研究グループ	学年	氏名	所属研究グループ	学年
秋坂 陸生	反応有機化学	D2	中西 一貴	有機典型元素化学	D1
伊藤 みづき	固体物性化学	M1	長森 啓悟	反応物理化学	D2
伊藤 洋介	有機典型元素化学	D2	原田 健太郎	構造有機化学	M2
大石 拓実	有機典型元素化学	D2	廣川 靖明	構造物理化学	M1
大澤 翔平	量子化学	D2	廣野 恵大	固体物性化学	M1
大山 諒子	反応有機化学	D1	深澤 優人	放射線反応化学	D1
小野 雄大	構造有機化学	M2	藤井 直香	構造有機化学	D1
黒瀬 友也	錯体化学	M2	藤本 陽菜	構造有機化学	D1
古和 千絵	放射線反応化学	M2	二又 望	構造物理化学	M2
坂田 俊樹	光機能化学	D2	松山 晃仁	構造物理化学	M1
酒本 航平	分析化学	M1	眞邊 潤	固体物性化学	M2
神宮 なな	光機能化学	M1	三浦 結衣	光機能化学	M1
高野 真綾	反応有機化学	M2	宮澤 友樹	反応有機化学	M2
竹内 優稀	分析化学	M1	山村 涼介	構造物理化学	D2
田中 悠太	分析化学	M2	DUONG THI DUYEN	反応有機化学	D2
玉野 智章	量子化学	M1	LIN QIANGHUA	反応有機化学	D2
中田 裕之	反応物理化学	D2	和田 淳	放射線反応化学	M1

1-3-8 大学院教育の国際化

化学専攻・基礎化学プログラムでは国際化に対応するため、授業の英語化を進めている。また、さまざまな国際共同研究が行われており、学生が国際学会に参加したり、海外に短期留学したりしている。

1-4 専攻・プログラムの研究活動

1-4-1 研究活動の概要

・受賞実績

化学専攻・基礎化学プログラムの教員および名誉教授が、2010年度以降に受けた学協会賞等を次にあげる。

2010年度 (平成22年度)	Lectureship Award from Anstralian Janrnal of Chemistry	安倍 学
2014年度 (平成26年度)	日本物理学会第20回論文賞	井上 克也
2015年度 (平成27年度)	広島大学DP (Distinguished Professor)	井上 克也 山本 陽介
2015年度 (平成27年度)	高分子学会賞	灰野 岳晴
2016年度 (平成28年度)	Letter of Gratitude	井上 克也
2016年度 (平成28年度)	日本分光学会 学会賞	江幡 孝之
2016年度 (平成28年度)	分子科学会賞	江幡 孝之
2016年度 (平成28年度)	広島大学教育賞	山崎 勝義
2017年度 (平成29年度)	第16回広島大学学長表彰	灰野 岳晴 池田 俊明
2017年度 (平成29年度)	IUPAC 2017 Distinguished Woman in Chemistry or Chemical Engineering	相田美砂子
2019年度 (令和元年度)	第37回日本化学会学術賞	安倍 学

・学生の受賞実績

- 木下真之介 (D3), エクセレントスチューデントスカラーシップ(2020)
- 木下真之介 (D3), The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium, Student Award(2020)
- 眞邊 潤 (M1), 2020 年度 応用物理・物理系学会 中国四国支部 合同学術講演会 (山口 On-line), 第 25 回 (2020 年度) 発表奨励賞「分子性結晶におけるイオン交換キャリアドーピング法の確立」 2020 年 8 月
- 土屋直人 (D1), 10th CSJ Chemistry Festa, 優秀ポスター発表賞「有機無機ペロブスカイト型化合物の強弾性-磁性の相関」 2020 年 10 月
- 伊藤みづき (M1), 10th CSJ Chemistry Festa, 優秀ポスター発表賞「結晶中チャンネル構造における有機アンモニウムイオン交換」 2020 年 10 月
- 眞邊 潤 (M2), 令和 2 年度 日本化学会中国四国支部, 支部長賞 2021 年 3 月
- DANG HUY HIEP (D3), Hot Article Award Analytical Sciences 2020 年 10 月 10 日
- 完田一樹 (B4), 2020 年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞 2020 年 12 月 1 日
- 久野尚之 (D2), 2020 年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞 2020 年 11 月
- 梅田拓真 (M1), 2020年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞 2020年11月
- 森江将之 (M1), 2020 年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞 2020 年 11 月
- 藤本陽菜 (D1), 第 101 日本化学会春季年会, 学生講演賞 2021 年 3 月
- 田中英也 (D1), 未来博士 3 分間コンペティション 2020 優秀賞 (日本語部門) (2020)
- 小栗愛理 (M1), The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium Student Award 「Attempts to synthesize antiaromatic σ -dimer: Silyl group conversion of cobalt complex」 (2020)
- 林野慎太郎 (B4), 理学部後援会奨励賞 (2020)
- 宮崎一智 (B4), 理学部後援会奨励賞 (2020)
- 吉田晟哉 (B4), 理学部後援会奨励賞 (2020)
- 李 佳倫 (M2), 工学研究科学生表彰 (2020)
- 神尾慎太郎 (D2), 工学研究科学生表彰 (2020)
- 李 佳倫 (M2), 学生表彰 (2020)

・RAの実績

研究支援体制を充実・強化し、また若手研究者の養成を促進するために、リサーチ・アシスタント（RA）のシステムを適用している。大学院博士課程後期在学者を、その所属研究グループに研究補助者として参画させることによって、その研究グループにおける研究活動を効果的に促進し、研究体制を充実させる。さらに、その学生に対して、若手研究者としての研究遂行能力の養成を図る。

令和2年度のRA

氏名	学年	研究室	指導教員	プロジェクト名
秋坂 陸生	D3	反応有機	安倍 学	嵩高い置換基の導入による一重項2,2-ジアルコキシ-1,3-ジラジカルの高寿命化
木下 真之介	D3	構造物理	井口 佳哉	桂皮酸およびその誘導体の光誘起異性化に関する研究
DANG HUY HIEP	D3	分析	石坂 昌司	Investigations of hygroscopic properties of single aerosol particles by means of a laser trapping technique and Raman spectroscopy
中田 裕之	D3	反応物理	高口 博志	遷移金属錯体の配位子光脱離ダイナミクスの解明
BASUKI TRIYONO	D3	放射線反応	中島 覚	福島由来の放射性セシウムの環境中での移行
Pham Thi Thu Thuy	D3	反応有機	安倍 学	2光子感応性光アンテナ部位の設計、合成、ケージド化合物への応用
伊藤 洋介	D2	有機典型元素	中本 真晃	三重項カルベン単離の試み
大石 拓実	D2	有機典型元素	SHANG RONG	アクセプタードナーアクセプター配位子をもつ遷移金属錯体の合成
大澤 翔平	D2	量子	岡田 和正	軟X線分光法によるオスマライトの水和構造の研究
坂田 俊樹	D2	光機能	齋藤 健一	塗布法による薄膜の作製とその評価
SMIRNYKH DMITRII	D2	固体物性	井上 克也	新規キラル磁性体の合成と物性
長森 啓悟	D2	反応物理	高口 博志	遷移金属原子に依存する錯体光化学の系統的研究
Bekelesi Wiseman Chisale	D2	放射線反応	中島 覚	土壌から稲への放射性セシウムの取り込みに関する研究
山村 涼介	D2	構造物理	高橋 修	有機物水溶液の局所構造の解明
DOUNG DUYEN THI	D2	反応有機	高木 隆吉	Hydroamination of alkenylamine catalyzed by chiral sulfonimide
Lin Qianghua	D2	反応有機	安倍 学	Design and synthesis of indole-based caged compounds for two-photon uncaging
大山 諒子	D1	反応有機	安倍 学	近赤外光を用いた非侵襲的ROS発生によるがん治療法の開発と二光子励起法による細胞内新規反応への展開
NGUYEN TUAN PHONG	D1	反応有機	安倍 学	Oxetane Formation Using Two-Photon Excitation
NGUYEN HAI DANG	D1	反応有機	安倍 学	Design, synthesis and photoproperties of caged neurotransmitter

土屋 直人	D1	固体物性	井上 克也	強弾性を示す有機-無機複合化合物における磁気弾性効果の定量化
中西 一貴	D1	有機典型元素	SHANG RONG	ジピリド縮環型カルベンを用いた新規三座配位子の開発と発光錯体への応用
HABIBUR RAHMAN	D1	放射線反応	中島 覚	鉄酸化物ナノ粒子を用いた放射性セシウムの除去と光触媒の研究
BANGUN SATRIO NUGROHO	D1	放射線反応	中島 覚	目で見て容易に判断できる放射線検出器の開発
久野 尚之	D1	構造有機	灰野 岳晴	分子認識を用いた超分子ポルフィリンポリマーの合成
深澤 優人	D1	放射線反応	中島 覚	実験とDFT計算を用いたマイナーアクチノイド/ランタノイド(MA/Ln)の分離に関する研究
藤井 直香	D1	構造有機	灰野 岳晴	超分子らせんポリマーの構造制御
藤本 陽菜	D1	構造有機	灰野 岳晴	協同的な分子認識を利用した超分子ポリマーの合成
HERRY WIJAYANTO	D1	放射線反応	中島 覚	界面活性剤を用いた福島土壌からの放射性セシウムの除染
WANG ZHE	D1	反応有機	安倍 学	マクロ環を利用した一重項ジラジカルの長寿命化

1-4-2 研究グループ別の研究活動の概要, 発表論文, 講演等

分子構造化学講座

構造物理化学研究グループ

スタッフ 井口佳哉 (教授), 高橋 修 (准教授), 福原幸一 (助教), 村松 悟 (助教)

○研究活動の概要

当研究グループでは, 極低温気相分光, 時間分解気相分光, 表面増強赤外分光など最新の分光手法を開発し, それらを基盤技術として研究を進めている。研究対象としている系は, イオン包接錯体, 分子クラスター, 生体関連分子, 化学反応中間体などである。我々が開発した分光手法を用い, 赤外~紫外領域のスペクトルを観測して, その幾何構造, 電子構造, 光励起後の化学反応, エネルギー緩和過程を明らかにしている。また実験と平行して量子化学計算を実行し, 実験と計算の結果を比較することにより, 幾何・電子構造の決定, 振動スペクトルの帰属や, 反応過程に関する分子論的知見を得ている。今年度の主な研究業績は次のとおりである。

(1) エレクトロスプレー/極低温イオントラップ装置を用いて極低温条件下で気相のホスト-ゲスト錯体を生成し, 種々のレーザー分光により錯体の電子スペクトルや分子種を選別した赤外スペクトルを観測した。これらの実験結果を量子化学計算と比較することにより, 包接構造やその電子状態を明らかにした。今年度は特に, 溶液中に生成する光化学反応中間体の極低温気相分光を成功させ, 気相分光に関する新たな展望が開けた。

(2) クマル酸や桂皮酸メチルの光励起トランス-シス異性化反応について, 紫外-深紫外ポンプ-プローブ法や時間分解分光を行い, 電子励起電子状態からの失活過程で現れる過渡電子状態の直接観測に成功した。

(3) 金薄膜上にランタノイドなどのfブロック元素の錯イオンを化学吸着させ, その錯体の構造変化や錯イオン形成能を表面増強赤外分光法で観測した。

(4) 放射光による軟X線を用い, 軟X線吸収分光, 発光分光などの手法を用い, 液相中の構造研究を行っている。同時に分子動力学計算, 量子化学計算を駆使し, 液体のモデル構築及び軟X線スペクトル計算を行い, 液体の局所構造の解明を行っている。最近の成果として,

1. アルコール水溶液の水和構造について, 昨年度行った1-プロパノール水溶液知見に基づきメタノール, エタノール水溶液の液相構造を分子動力学シミュレーションによって構築し, 水和構造の切り替わりについて議論した。
2. 水と溶媒との相互作用を調べるため, アセトニトリル, エチレンジアミン溶媒に対する希薄溶媒状態を分子動力学シミュレーションによって構築し, 軟X線吸収スペクトルおよび発光スペクトルを算出した。以前行った実験スペクトルと比較し, 溶媒中の水の構造について明らかにした。
3. 過酸化水素水溶液の軟X線発光スペクトル計算を行った。実験スペクトルと比較し, 水溶液中の過酸化水素の構造を明らかにした。

○原著論文

- ◎Sota Tainaka, Tomoyuki Ujihira, Mayuko Kubo, Motoki Kida, Daisuke Shimoyama, Satoru Muramatsu, Manabu Abe, Takeharu Haino, Takayuki Ebata, Fuminori Misaizu, Keijiro Ohshimo, Yoshiya Inokuchi (2020) Conformation of K^+ (Crown Ether) Complexes Revealed by Ion Mobility-Mass Spectrometry and Ultraviolet Spectroscopy. *J. Phys. Chem. A*, **124**, 9980-9990.
- ◎Yuji Iida, Shin-nosuke Kinoshita, Seiya Kenjo, Satoru Muramatsu, Yoshiya Inokuchi, Chaoyuan Zhu, and Takayuki Ebata (2020) Electronic States and Nonradiative Decay of Cold Gas-Phase Cinnamic Acid Derivatives Studied by Laser Spectroscopy with Laser Ablation Technique. *J. Phys. Chem. A*, **124**, 5580-5589.
- ◎Mayuko Kubo, Motoki Kida, Satoru Muramatsu, and Yoshiya Inokuchi (2020) Induced Fit of Crown Cavity to Ammonium Ion Guests and Photoinduced Intracavity Reactions: Cold Gas-Phase

Spectroscopy of Dibenzo-18-Crown-6 Complexes with NH_4^+ , CH_3NH_3^+ , and $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$. *J. Phys. Chem. A*, **124**, 3228-3241.

- ◎ S. Muramatsu, S. Nakayama, S. Kinoshita, Y. Onitsuka, H. Kohguchi, Y. Inokuchi, C. Zhu, and T. Ebata (2020) Electronic State and Photophysics of 2-Ethylhexyl-4-Methoxycinnamate as UV-B Sunscreen under Jet-Cooled Condition. *J. Phys. Chem. A*, **124**, 1272-1278.
- S. Nagaoka, O. Takahashi, and Y. Hikosaka, (2020) Site-specificity reduction during Auger decay following Si:2p photoionization in $\text{Cl}_3\text{SiSi}(\text{CH}_3)_3$ vapor: An interatomic-Coulombic-decay-like process. *Chem. Phys.*, **534**, 110756 (7 pages).
- A. Verna, G. Stefani, F. Offi, T. Gejo, Y. Tanaka, K. Tanaka, T. Nishie, K. Nagaya, A. Niozu, R. Yamamura, T. Suenaga, O. Takahashi, H. Fujise, T. Togashi, M. Yabashi, and M. Oura, (2020) Photoemission from the gas phase using soft x-ray fs pulses: an investigation of the space-charge effects. *New J. Phys.*, **22**, 123029 (13 pages).
- A. Yamamura, H. Fujii, H. Ogasawara, D. Nordlund, O. Takahashi, Y. Kishi, H. Ishii, N. Kobayashi, N. Niitsu, B. Blülle, T. Okamoto, Y. Wakabayashi, S. Watanabe, and J. Takeya, (2020) Sub-molecular structural relaxation at a physisorbed interface with monolayer organic single-crystal semiconductors. *Commun. Phys.*, **3**, 20 (8 pages).
- R. Yamamura, T. Suenaga, M. Oura, T. Tokushima, and O. Takahashi, (2020) pH dependence of aqueous oxalic acid observed by X-ray absorption and emission spectroscopy. *Chem. Phys. Lett.*, **738**, 136895 (6 pages).
- H. Yamane, M. Oura, O. Takahashi, P. Fons, P. R. Varadwaj, Y. Shimoi, M. Ohkubo, T. Ishikawa, N. Yamazaki, K. Hasegawa, K. Takagi, and T. Hatsui, (2020) Soft X-ray Absorption Spectroscopy Probes $\text{OH}\cdots\pi$ Interactions in Epoxy-Based Polymers. *J. Phys. Chem. C*, **124**, 9622-9627.
- 高橋 修, (2020), フォルステライトおよびアモルファス Mg_2SiO_4 の X 線吸収分光, 低温科学 **78**, 101-113.
- S. Nakata, Y. Yamaguchi, K. Fukuhara, M. Hishida, H. Kitahata, Y. Katsumoto, Y. Umino, M. Denda, N. Kumazawa (2020) Characteristic responses of a 1,2-dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine T molecular layer to monovalent and divalent metal cations. *Colloids and Surfaces A*, **602**, 125115 (5 pages).

○著書

井口佳哉 (2020) 「分光学的性質」, 化学便覧基礎編 改訂 6 版, 日本化学会編, 丸善出版.

○総説・解説

村松 悟 (2020) 注目の論文 水がケトン還元する!?—質量分析で捉えた微小水滴中の化学反応—, 月刊化学, **75**, 65-66.

村松 悟 (2021) 支部発話題欄 6 極低温イオントラップで拓く気相分子分光, 化学と工業, **74**, 210-211.

○国際会議

◎ Shogo Meiji, Sakiko Hirata, Seita Tamekuni, Satoru Muramatsu, Takehiro Hirao, Takeharu Haino, Tosiki Sakata, Ken-ichi Saitow, Yoshiya Inokuchi: Surface-enhanced infrared absorption spectroscopy of lanthanide complexes with N-donor or O-donor ligands on Au surface. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2020 年 12 月, on-line conference) (一般講演)

Shin-nosuke Kinoshita, Yu Harabuchi, Yoshiya Inokuchi, Satoshi Maeda, Masahiro Ehara, Kaoru Yamazaki, Takayuki Ebata: Experimental and theoretical study on the nonradiative decay process of cinnamates aimed for the development of effective sunscreen reagents. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2020 年 12 月, on-line conference) (一般講演)

○国内会議

◎ 村松 悟, 大下慶次郎, 木田 基, Yuan Shi, 美齊津文典, 山本陽介, 井口佳哉: Structural characterization of hypervalent penta-coordinated carbon compounds by photodissociation spectroscopy and ion mobility mass spectrometry. 第 68 回質量分析総合討論会(2020 年 5 月, 要旨集発行のみ)

木下真之介, 井口佳哉, 白男川貴史, 江原正博, 山崎 馨, 原渕 祐, 前田 理, 江幡孝之: 超音速ジェットレーザ一分光と量子化学計算による桂皮酸誘導体の電子状態と trans → cis 光異性化に及ぼす置換基効果の研究. 分子科学会オンライン討論会(2020 年 9 月, オンライン) (一般講演)

◎北村優真, 村松 悟, 安倍 学, 井口佳哉: 溶液中に生成する光化学反応中間体の気相分光. 分子科学会オンライン討論会(2020年9月, オンライン) (一般講演)
 村松 悟: 極低温冷却された気相分子の紫外可視分光: 桂皮酸エステルと超原子価化合物. 東北大院理分子科学セミナー(2020年12月, オンライン) (依頼講演)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 ⁽¹⁾	0	0
博士課程前期 ⁽²⁾	1	1
博士課程後期 ⁽³⁾	1	2
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○社会活動・学外委員

井口佳哉: 日本分光学会中国四国支部 支部長 (2019年～)
 井口佳哉: 分子科学会 運営委員 (2020年～)
 村松 悟: 日本分光学会中国四国支部 事務局長 (2019年～)
 福原幸一: 広島歴史資料ネットワーク運営委員 (2019年～)

○産学官連携実績

井口佳哉: 共同研究「表面増強赤外分光法によるランタノイド/マイナーアクチノイド分離メカニズムの解明」(共同研究先: 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)
 村松 悟: 共同研究「難揮発性試料測定用光電子—光イオンコインシデンス装置の開発」(共同研究先: 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

井口佳哉, 村松 悟, CREST 研究「ハイブリッド光位相シフタによるプログラマブル光回路を用いた光演算」(代表: 竹中充教授 (東京大学)) 2020～

○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金 基盤研究 (A), 溶液中の化学反応中間体の気相分光による, 化学反応機構の解明, 井口佳哉 (代表)
 科学研究費補助金 基盤研究 (C), レーザー分光と多変量解析の融合による質量選別クラスターの赤外吸収断面積の観測, 松本剛昭 (代表) 井口佳哉 (分担)
 科学研究費補助金 基盤研究 (C), 新規レーザー分光実験と反応経路探索理論の協奏による桂皮酸光化学過程の体系的研究, 江幡孝之 (代表) 井口佳哉 (分担) 村松 悟 (分担)
 科学研究費補助金 若手研究, 金属クラスター湿式合成メカニズムの気相分光による解明, 村松 悟 (代表)
 双葉電子記念財団自然科学研究助成, “超分子クラスター”の生成とサイズ依存的機能の開拓, 村松 悟 (代表)
 科学研究費補助金 基盤研究 (B), マイナーアクチノイド回収用抽出剤の放射線分解機構の解明, 宮崎康典 (代表) 穂坂綱一 (分担) 足立純一 (分担) 下條竜夫 (分担) 星野正光 (分担) 村松 悟 (分担)

○受賞状況 (学生)

木下真之介 (D3), エクセレントスチューデントスカラシップ (2020)
 木下真之介 (D3), The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium, Student Award (2020)

○座長を行った学会・討論会の名称

村松 悟：分子科学会オンライン討論会(2020年9月, オンライン)

高橋 修：第23回XAFS討論会(2020年9月, 東広島)

固体物性化学研究グループ

スタッフ 井上克也 (教授), 西原禎文 (教授), Andrey Leonov (助教), Goulven Cosquer (助教), Oleksiy Bogdanov (特任教授), 藤林 将 (研究員), 秋光 純 (客員教授), Prasanna S. Ghalsasi (客員研究員)

○研究活動の概要

本研究室では固体材料を作製し、新規機能性の開拓を狙ってきた。これまでに種々の手法によって固体の静的・動的構造と物性の相関について解明してきた。

協奏的多重機能を有する分子磁性体の構築と物性研究: キラル構造を有する磁性体 (キラル磁性体) は、空間反転対称性と時間反転対称性が同時に破れた新しいカテゴリーに属する固体と考えられる。キラル磁性体では2つのパリティが同時に破れていることから、特異な磁気光学効果、磁気構造、電気-磁気効果 (M-E 効果) を示すと考えられる。純粋な無機化合物でキラル構造を達成するのは難しいため、我々は分子の設計性の容易さを利用してキラル磁性体の構築とその物性研究を進めている。また無機キラル結晶の設計指針は存在しないため、AI を用いてこれまで集積してきた ICSD やケンブリッジ結晶データベースのデータを解析することで結晶設計に関する研究を進めている。また、類似化合物群であるマルチフェロイック化合物に関する研究について、磁気-弾性効果を中心に進めている。

スピンの集積キラリティが新しい特別な性質を示したことに端を発し、分子や原子の集積キラリティが示す、特異物性に関しても研究を進めている。形から動きのキラリティの関係が明らかになったので、さらに新しいキラリティに関しても研究を拡げている。現在、素粒子のキラリティを相関の関係から研究を進めている。またキラリティとトポロジーに関する研究も数学分野とともに進めている。

動的イオン場を利用した新規機能性分子材料の開発: 単結晶内部に動的イオン空間を人為的に構築することにより、新規機能性材料の構築を目指した。例えば、イオンが包接可能な大環状分子を一次元に配列させることによってイオン伝導が可能な単結晶材料の合成が可能となる。この様に作成した材料を用いて、その電氣的、磁氣的性質や熱的效果を評価する。次いで、得られた物性値を基に固体電池などのデバイスへの応用を計り、新たな分子エレクトロニクスデバイスの構築を目指した。

新規スピンギャップ系の構築と化学ドーピング: 現在、低次元スピンギャップ化合物の物理的・化学的研究が盛んに行われている。中でも、スピンギャップ化合物の一種であるスピンラダー物質は一次元と二次元の中間に位置する材料であり、その基底状態に興味もたれている。加えて、この系は高温超伝導体の母体と類似した基底状態を有することから、キャリアドーピングによる超伝導相の出現が理論的に指摘されている。そこで、本研究室では分子磁性体を基盤とした低次元スピンラダー物質の作成と本系へのキャリアドーピングを実現し、新種の分子性スピンラダー超伝導体の構築を目指した。

単分子による誘電機構の創出及び単分子メモリの開発: 外部電場の印加により制御可能な双極子を有する材料は誘電体として知られており、その中でも自発分極を示す強誘電体は、揮発性メモリや圧電体など応用性の高さから広く研究が展開されている。従来、強誘電性は結晶構造に由来した物性である為、微細化によりその特性を消失し、単分子による特性発現は不可能とされてきた。本研究室では、強誘電体のイオン移動機構を単分子内に集約することで、世界で初めて、恰も強誘電体の様に振舞う分子、単分子誘電体の存在について報告している。現在では、単分子誘電体の機構の解明を始め、新規単分子誘電体の開発を進めている。加えて、単分子誘電体を実装したメモリデバイスの開発を目指している。

○発表論文

原著論文

Alexei N. Bogdanov, and Christos Panagopoulos (2020) The emergence of magnetic skyrmions. *Physics Today*, 73, 3, 44.

©Takayuki Tajiri, Masaki Mito, Yusuke Kousaka, Jun Akimitsu, Jun-ichiro Kishine, and Katsuya Inoue (2020) Spontaneous magnetostriction effects in the chiral magnet CrNb₃S₆. *Phys. Rev. B*, 102, 014446.

- Bogdanov, A.N., Panagopoulos, C. (2020) Physical foundations and basic properties of magnetic skyrmions. *Nat Rev. Phys.*, 2, 492-498.
- ©Yuta Uezu, Ryo Tsunashima, Chiaki Tanaka, Masaru Fujibayashi, Jun Manabe, Sadafumi Nishihara, and Katsuya Inoue (2020) Spin Crossover between the High-Spin and Low-Spin States and Dielectric Switching in the Ionic Crystals of a Fe(II) [2×2] Molecular Grid. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 93, 12, 1583-1587. [BCSJ Award Article]
- ©Jun Manabe, Kazuki Nishida, Xiao Zhang, Yuki Nakano, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer, Katsuya Inoue, Seiya Shimono, Hiroki Ishibashi, Yoshiki Kubota, Misaki Shiga, Ryo Tsunashima, Yoko Tatewaki, and Sadafumi Nishihara (2020) Gas-Dependent Reversible Structural and Magnetic Transformation between Two Ladder Compounds. *Crystals*, 10 (9), 841
- S. M. Vlasov, V. M. Uzdin, A. O. Leonov (2020) Skyrmion flop transition and congregation of mutually orthogonal skyrmions in cubic magnets. *J. Phys.: Condens. Matter*, 32, 185801
- Y. Shen, G. Cosquer, H. Ito, D.C. Izuogu, A.J.W. Thom, T. Ina, T. Uruga, T. Yoshida, S. Takaishi, B.K. Breedlove, Z.-Y. Li, M. Yamashita (2020) An Organic–Inorganic Hybrid Exhibiting Electrical Conduction and Single-Ion Magnetism. *Angew. Chem. Int. Ed.* 59, 2399–2406.
- Constance Lecourt, Yuuta Izumi, Lhoussain Khrouz, François Toche, Rodica Chiriac, Nicolas Bélanger-Desmarais, Christian Reber, Oscar Fabelo, Katsuya Inoue, Cédric Desroches and Dominique Luneau (2020) Thermally-induced hysteretic valence tautomeric conversions in the solid state via two-step labile electron transfers in manganese-nitronyl nitroxide 2D-frameworks. *Dalton Trans.* 49, 4, 15646-15662. [HOT Articles]
- M. Fujibayashi, Y. Watari, R. Tsunashima, S. Nishihara, S.-i. Noro, C.-G. Lin, Y.-F. Song, K. Takahashi, T. Nakamura, and T. Akutagawa (2020) Structural Phase Transitions of a Molecular Metal Oxide. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 59, 22446-22450.
- S. Nishihara, (2020) Welcome to the single-molecule electret device. *Nat. Nanotechnol.*, 15, 966-967 [Invited Paper]
- ©G. V. Romanenko, G. A. Letyagin, K. Yu. Maryunina, A. S. Bogomyakov, S. Nishihara, K. Inoue, and V. I. Ovcharenko (2020) Effect of increasing pressure on the structure and temperature-induced changes in magnetic properties of heterospin complexes. *Rus. Chem. Bull. Int. Ed.*, 69, 8, 1530-1536
- ©M. Ohkuma, M. Mito, Y. Kousaka, T. Tajiri, J. Akimitsu, J. Kishine, and K. Inoue (2020) Soliton locking phenomenon over finite magnetic field region in the monoaxial chiral magnet CrNb3S6. *Appl. Phys. Lett.*, 117, 232403. [Editors-pick]
- Katsuya Inoue (2021) Chiral Magnetism: Coupling Static and Dynamic Chirality. *Chem. Lett.*, 50, 4, 742-751. [Highlight Review]
- Khushboo Bhandari, Prasanna S. Ghalsasi and Katsuya Inoue (2021) Nonconventional driving force for selective oxidative C–C coupling reaction due to concurrent and curious formation of Ag⁰. *Scientific Reports*, 11, 1568.
- K. Ohishi, Y. Kousaka, S. Iwasaki, J. Akimitsu, M. Pardo-Sainz, V. Laliena, J. Campo, M. Ohkuma, and M. Mito (2021) Small Angle Neutron Scattering Study near the Critical Field at Low Temperature in MnSi. *JPS Conf. Proc.*, 33, 011060.
- Constance Lecourt, Yuuta Izumi, Kseniya Maryunina, Katsuya Inoue, Nicolas Bélanger-Desmarais, Christian Reber, Cédric Desroches and Dominique Luneau (2021) Hypersensitive Pressure-dependence of the Conversion Temperature of Hysteretic Valence Tautomeric Manganese-Nitronyl Nitroxide Radical 2D-frameworks. *Chem. Commun.*, 57, 2376-2379.
- C. Pappas, A. O. Leonov, L.J. Bannenberg, P. Fouquet, T. Wolf, and F. Weber (2021) Evolution of Helimagnetic Correlations when approaching the Quantum Critical Point of Mn_{1-x}FexSi. *Phys. Rev. Research*, 3, 013019.
- Andrey O. Leonov, Catherine Pappas, and Istvan Kézsmárki (2020) Field and anisotropy driven transformations of spin spirals in cubic skyrmion hosts. *Phys. Rev. Research*, 2, 043386.
- Andrey O. Leonov, Ivan M. Tambovtcev, Igor S. Lobanov, and Valery M. Uzdin (2020) Stability of in-plane and out-of-plane chiral skyrmions in epitaxial MnSi(111)/Si(111) thin films: Surface twists versus easy-plane anisotropy. *Phys. Rev. B*, 102, 174415.
- B. Gross, S. Philipp, K. Geirhos, A. Mehlin, S. Bordács, V. Tsurkan, A. Leonov, I. Kézsmárki, and M. Poggio (2020) *Phys. Rev. B*, 102, 104407.
- K. Geirhos, B. Gross, B. G. Szigeti, A. Mehlin, S. Philipp, J. S. White, R. Cubitt, S. Widmann, S. Ghara, P. Lunkenheimer, V. Tsurkan, E. Neuber, D. Ivaneyko, P. Milde, L. M. Eng, A. O. Leonov, S. Bordacs, M. Poggio, and I. Kezsmarki (2020) Macroscopic manifestation of domain-wall magnetism and magnetoelectric effect in a Néel-type skyrmion host. *npj (Nature Partner Journal) Quantum Materials*,

5, 44.

- D.C. Izuogu, T. Yoshida, G. Cosquer, J.N. Asegbeloyin, H. Zhang, A.J.W. Thom, M. Yamashita (2020) Periodicity of Single-Molecule Magnet Behaviour of Heterotetranuclear Lanthanide Complexes Across the Lanthanide Series: A Compendium. *Chem. Eur. J.*, 26, 6036–6049.
- Y. Shen, H. Ito, H. Zhang, H. Yamochi, S. Katagiri, S.K. Yoshina, A. Otsuka, M. Ishikawa, G. Cosquer, K. Uchida, C. Herrmann, T. Yoshida, B.K. Breedlove, M. Yamashita (2020) Simultaneous manifestation of metallic conductivity and single-molecule magnetism in a layered molecule-based compound. *Chem. Sci.*, 11, 11154-11161. [2020 Chemical Science HOT Article Collection]
- Y. Shen, H. Ito, H. Zhang, H. Yamochi, G. Cosquer, C. Herrmann, T. Ina, S.K. Yoshina, B.K. Breedlove, A. Otsuka, M. Ishikawa, T. Yoshida, M. Yamashita (2021) Emergence of Metallic Conduction and Cobalt(II)-Based Single Molecule Magnetism in the Same Temperature Range. *J. Am. Chem. Soc.*, 143, 13, 4891-4895.

著書

Book Title: The Beauty and Fascination of Science, Author: Anatoly L. Buchachenko, Translated by Berdinskiy V., Inoue K.

総説・解説

藤林 将, 西原禎文, 「単分子誘電体の開発」, MRS-J NEWS, Vol.32 No.2, 4-5 (2020年7月)

○国際会議

Andrey Leonov, “Three-dimensional skyrmionic networks in chiral magnets and liquidcrystals”, Available on demand, 2020 MRS Fall Meeting Symposium Sessions / Materials Theory, Characterization and Data Science, 2020.11.27-12.4 | Virtually, (Invited).

◎Jun Manabe, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Katsuya Inoue, Tomoyuki Akutagawa, Takayoshi Nakamura, Sadafumi Nishihara, “Band-filling control of [Ni(dmit)₂] salt by the solid state ion exchange function”, The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium and The 10th Japanese–Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials (2020.12.9-11) , On-line, (口頭発表, 2020.12.9) .

Andrey Leonov, “The properties of isolated chiral skyrmions”, International Conference MATHEMATICAL CHALLENGES OF QUANTUM TRANSPORT IN NANOSYSTEMS -PIERRE DUCLOS WORKSHOP, (2020.9.14-16) ITMO University, Saint Petersburg, Russia, On-line, (Invited, 2020.9.16) .

Sadafumi Nishihara, “Development and application of Single-Molecule Electret (SME) based on polyoxometalate”, 70th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry, On-line, (Invited, 2020.9.28) .

K. Inoue, Y. Ichiraku, Y. Kato, D. Smirnykh and K. Hirono, “Antiferromagnetic chiral soliton phase in molecule-based antiferromagnet”, The 1st Asian Conference on Molecular Magnetism ACMM2020, 2021.3.8-11, Fukuoka, JAPAN, (Invited, 2021.3.8) .

○国内学会

眞邊 潤, 西原禎文, “分子性結晶におけるイオン交換キャリアドーピング法の確立”, “Establishment of New Carrier Doping Method for Molecular Crystals”, 2020年度 応用物理・物理系学会中国四国支部 合同学術講演会 2020.8.2, On-line, (口頭発表) (2020.8.2) 第 25 回応用物理学会中国四国支部学術講演会発表奨励賞受賞

伊藤みづき, 西原禎文, “結晶内チャネル構造を利用した水中有機アンモニウムイオンの捕獲”, “Capturing organic ammonium ions in the solution by using the ion channel structure”, 2020年度 応用物理・物理系学会中国四国支部合同学術講演会 2020.8.2, On-line, (口頭発表) (2020.8.2)

◎土屋直人, 石貫達也, 青木沙耶, 中山祐輝, 西原禎文, 井上克也, “有機無機ペロブスカイト型化合物の強弾性—磁性の相関”, 第 10 回 CSJ 化学フェスタ 2020 (2020.10.20-22), On-line, (ポスター発表) (2020.10.20) 優秀ポスター発表賞

◎眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “イオン交換キャリアドーピング法を用いた [Ni(dmit)₂] 塩の電子状態制御”, 第 10 回 CSJ 化学フェスタ 2020 (2020.10.20-22), On-line, (ポスター発表) (2020.10.20)

- ◎伊藤みづき, 市橋克哉, 今野大輔, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “結晶中チャンネル構造における有機アンモニウムイオン交換”, 第 10 回 CSJ 化学フェスタ 2020, On-line, (ポスター発表) (2020.10.22) 優秀ポスター発表賞
- ◎伊藤みづき, 市橋克哉, 今野大輔, 藤林 将, COSQUER Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “結晶内の超分子チャンネル構造を利用した固相有機アンモニウムイオン交換”, 第 14 回有機 π 電子系シンポジウム, 2021.1.8, On-line, (ポスター発表) (2021.1.8)
- 大石一城, 高阪勇輔, 岩崎 賢, 秋光 純, J. Campo, V. Laliena, 大隈理央, 美藤正樹, Yipeng Cai, Sungwon Yoon, 小嶋健児, “ミュオンスピン回転法による MnSi の B 相”, 日本物理学会第 76 回年次大会, 2021.3.12-15, オンライン開催, (口頭発表) (2021.3.12)
- 大石一城, 高阪勇輔, 岩崎 賢, 秋光 純, J. Campo, V. Laliena, 大隈理央, 美藤正樹, 小嶋健児, Yipeng Cai, Sungwon Yoon, “SANS 及び μ SR による MnSi における新しい磁気状態”, 日本中性子科学会第 20 回年会, on-line, 2020.11.9-11, (ポスター発表) (2020.11.10)
- ◎石川大輔, 西村拓巳, 藤林 将, Goulven Cosquer, 井上克也, 下山大輔, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “Na+([24]crown-8)超分子カチオンを含む[Ni(dmit)2]塩の電気・磁気物性評価”, “Evaluation of magnetic and electrical properties of [Ni(dmit)2] salts containing supramolecular cation Na+([24]crown-8)”, 日本化学会 第 101 春季年会 (2021) on-line, 2021.3.19-22, (口頭発表) (2021.3.21)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部 4 年生 ⁽¹⁾	0	1
博士課程前期 ⁽²⁾	1	5
博士課程後期 ⁽³⁾	0	1
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○社会活動・学外委員

・学協会役員, 委員

井上克也, 中国四国・化学と工業懇話会, 運営委員長 (2019 年 3 月 - 2021 年 2 月)
 西原禎文, 日本化学会中国四国支部, 会計幹事 (2020 年 3 月 - 2021 年 2 月)
 西原禎文, 中国四国・化学と工業懇話会, 会計幹事 (2020 年 3 月 - 2021 年 2 月)

・外部評価委員など

井上克也, KEK, PAC 委員会

・講習会・セミナー講師

井上克也, ロシアオレンブルグ大学 “Japan week”, on-line, 2021 年 3 月 11 日 - 17 日, “Chirality- From philosophy to Science” このセミナーに対しオレンブルグ大学長から越智広島大学長宛に感謝状贈呈

西原禎文, 分子化学会・第 4 回分子性固体オンラインセミナー, On-line, 2021 年 1 月 14 日, “単一分子で強誘電的な性質を示す「単分子誘電体」の開発 (Development of a Single-molecule Electret (SME)) ”

Andrey Leonov, Department of Condensed Matter Physics, Charles University in Prague・オンラインセミナー, On-line, 2020 年 11 月 4 日, “The properties of isolated chiral skyrmions”

○産学官連携実績

西原禎文, 藤林 将 ユニバーサル マテリアルズ インキュベーター株式会社 (UMI), JST 大学発新産業創出プログラムにてベンチャー設立を目指す

西原禎文, 藤林 将 MI-6 株式会社との共同研究, マテリアルズ・インフォマティクス技術を活用した材料探索, 及び, 材料設計法確立を進めている

西原禎文, 藤林 将 横河ソリューションサービス株式会社との共同研究, 単分子メモリデバイスの実現に向けたデバイス開発を進めている

西原禎文, 藤林 将 マイクロンメモリジャパン合同会社, メモリデバイス作製, 及び, 特性評価に関連するアドバイザーとして共同研究を進めている

○国際共同研究・国際会議開催実績

・国際会議開催実績

井上克也 (代表)・Goulven Cosquer (サポート), The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium jointly held with The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials, 2020年12月9日-11日, Hiroshima, Japan.

井上克也, Molecular Chirality Asia 2020, 2020年10月31日-11月2日, Tokyo, Japan, Organizing Committee Members.

井上克也, The 1st Asian Conference on Molecular Magnetism – 1st ACMM online, 2021年3月7日-10日, Fukuoka, Japan, Local Organizing Committee Member.

・国際共同研究

井上克也, スペイン サラゴザ大学 (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)

井上克也, 英国 グラスゴー大学 (無機キラル磁性体のローレンツ TEM, キラル磁性体のスピン位相ダイナミクス, キラル磁性体のプラズモニクス, キラル磁性体のスピン位相とボルテックスビームの相互作用, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)

井上克也, ロシア ウラル連邦大学 (無機キラル磁性体の合成, キラル磁性体のスピンドイナミクスと相図, 分子性キラル磁性体のスピンドイナミクス, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)

井上克也, フランス ネール研究所 (無機キラル磁性体の結晶成長に関する国際共同研究)

井上克也, フランス リヨン第一大学 (分子性キラル磁性体の合成, 分子性キラル磁性体のスピンドイナミクス, 分子性キラル磁性体の新規物性に関する国際共同研究)

井上克也, フランス ラウエランジェバン 研究所 (ILL) (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)

井上克也, スペイン サラゴザ大学 (無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折, キラル磁性体とキラル液晶の類似性探索に関する国際共同研究)

井上克也, ドイツ IFW ライプツィヒ研究所 (無機キラル磁性体のスキルミオンに関する国際共同研究)

井上克也, オランダ グローニンゲン大学 (無機キラル磁性体のスキルミオンと磁気異方性に関する国際共同研究)

井上克也, オーストラリア 豪州原子力研究機構 ANSTO (OPAL) (無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)

井上克也, オーストラリア モナッシュ大学 (キラル磁性体の電子線ホログラフィー, キラル磁性体とメタマテリアルに関する国際共同研究)

井上克也, フランス レンヌ第一大学 (分子性キラル磁性体の光学物性に関する国際共同研究)

井上克也, カナダ ダルハウジー大学 (金属薄膜のキラル物性に関する国際共同研究)

井上克也, カナダ マニトバ大学 (キラル磁性体の磁気構造と表面異方性に関する国際共同研究)

井上克也, ロシア ピーターズバーグ原子核物理研究所 (無機キラル磁性体の中性子線回折とキラル効果に関する国際共同研究)

井上克也, ロシア 金属物性研究所 (無機キラル磁性体の合成に関する国際共同研究)

西原禎文, 中国 東南大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)

西原禎文, 中国 南京科学技術大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)

西原禎文, 英国 グラスゴー大学 (ポリオキシメタレートの機能開拓に関する国際共同研究)

西原禎文, 英国 エディンバラ大学 (ポリオキシメタレートの機能開拓に関する国際共同研究)

Andrey Leonov, ドイツ Experimental Physics V, Center for Electronic Correlations and Magnetism, University of Augsburg, (Neel skyrmions in lacunar spinels)

Andrey Leonov, スイス Department of Physics, University of Basel, 4056, Basel, Switzerland (Dynamic cantilever magnetometry)

Andrey Leonov, オランダ Faculty of Applied Sciences, Delft University of Technology, (SANS measurements on cubic helimagnets, oblique spiral and skyrmion states)

Andrey Leonov, オランダ Zernike Institute for Advanced Materials, University of Groningen (theoretical models for chiral magnets)

Andrey Leonov, アメリカ Soft Materials Research Center and Materials Science and Engineering Program, University of Colorado, (torons, spherulites and other topological particle-like states in chiral liquid crystals)

Andrey Leonov, ロシア ITMO University, (numerical studies on topological barriers between different modulated states)

Andrey Leonov, ドイツ IFW Dresden, (computational facilities, cluster simulations)

○特許公報

【特許出願】

西原禎文, 藤林 将, 「単分子誘電体膜および単分子誘電体膜の製造方法」 特願:2020-128339 (2020年7月29日出願)

西原禎文, 藤林 将, 井上克也, 定金正洋, 「MOLECULAR MEMORY AND METHOD FOR MANUFACTURING MOLECULAR MEMORY, 分子メモリおよび分子メモリの製造方法」 国際出願番号 2020JP027690 (2020年7月16日国際出願), 国際公開番号 WO 2021044743 (2021年3月11日国際公開) 優先権データ: 特願 2019-159643 (2019.9.2) JP

帯刀陽子, 西原禎文, 「電磁材料,並びに,それを含むシールド材,導電シート及び給電部材」 特開 2021-012809 (2021年2月04日公開), 特願: 2019-126158 (2019年7月05日出願)

西原禎文, 早瀬友葉, 藤林 将, 井上克也, 「電界効果トランジスタ及びメモリ装置」 特開 2021-005644 (2021年1月14日公開), 特願: 2019-118917 (2019年6月26日出願)

○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

井上克也, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型) “スピנקイラリティを軸にした先端材料コンソーシアム”, 拠点リーダー (東京大学, 放送大学, 大阪府立大学, 山梨大学, 名古屋工業大学, 大阪大学, 岡山大学, 九州工業大学, 早稲田大学, 東邦大学, 横浜国立大学, 愛媛大学, スペイン ザラゴザ大学, イギリス グラスゴー大学, ロシア ウラル連邦大学, ロシア ピーターズバーグ原子核物理研究所, ロシア 金属物性研究所, フランス ネール研究所, フランス リヨン第一大学, フランス レヌ第一大学, ドイツ ドレスデン IFW 研究所, ドイツ アウグスブルグ大学, ハンガリー ブタペスト大学, オランダ グローニンゲン大学, 自然科学研究機構分子科学研究所, 京都大学, 九州大学, 東北大学, 富山県立大学, 理化学研究所, Spring-8, 高エネルギー加速器研究機構, オーストラリア モナッシュ大学, カナダ マニトバ大学, カナダ ダルハウジー大学) スタッフ数 106 名, 総勢 189 名 (H27-R3.03*) ※新型コロナで1年間延長

井上克也, 広島大学自立研究拠点「キラル国際研究拠点 Chirality Research Center (CResCent)」 拠点リーダー (東京大学, 放送大学, 大阪府立大学, 山梨大学, 名古屋工業大学, 大阪大学, 九州工業大学, スペイン ザラゴザ大学) スタッフ数 43 名, 総勢 190 名 (H27-現在)

西原禎文, 日本学術振興会 研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型) “先進エネルギー材料を指向したポリオキシメタレート科学国際研究拠点”, メンバー (H31-現在)

○研究助成の受け入れ状況

- ・日本学術振興会 研究拠点形成事業 (A.先端拠点形成型) “スピנקイラリティを軸にした先端材料コンソーシアム”, 井上克也 (代表)
- ・文部科学省 研究大学強化促進事業, キラル国際研究拠点 (CResCent: Chirality Research Center), 井上克也 (代表)
- ・科学研究費助成事業 (基盤研究 (B)), 単分子誘電物性の構造学的解明と新規物質群開拓, 西原禎文 (代表) 2019.4-2022.3
- ・科学研究費助成事業 (挑戦的研究 (開拓)), 電場による分子キラルリティの制御, 西原禎文 (代表)

2020.4-2023.3

- JST 戦略的創造研究推進事業さきがけ, ペタビット時代を支える革新的分子ストレージング技術の確立, 西原禎文 (単独) 2019.10-2023.3
- JST 研究成果展開事業 START, 籠型分子を用いた超高密度不揮発性メモリおよび超低消費電力 AI チップの開発, 西原禎文 (代表) 2020.10-2023.3
- 内閣府 ムーンショット型研究開発事業 (ミレニアプログラム) 調査研究型, 宇宙に人類が進出するための「デジタル生物圏」構築に関する調査研究, 西原禎文 (代表) 2021.2-2021.8
- 住友財団 (基礎科学研究助成) 受給 単分子誘電体を実装した微小誘電分子メモリの創出, 西原禎文 (単独) 2020.11-2021.11
- サムコ科学技術振興財団 (薄膜技術に関する研究助成), 高温単分子情報記録を可能とする新規材料開発, 西原禎文 (単独) 2020
- 中国地域創造研究センター (新産業創出研究会 受託研究), 単分子誘電体を組み込んだ超高密度分子メモリの精密特性評価, 西原禎文 (単独) 2020.4-2021.3
- イオン工学振興財団 (イオンの関与する科学および工学研究に従事する若手研究者 (38 歳未満) に対する助成), 分子内イオン移動機構を利用した単分子誘電物性の新規機能開拓, 藤林 将 (単独) 2020.10-2022.3
- 科学研究費助成事業 (若手研究), 次世代単分子メモリデバイスの開発, 藤林 将 (単独) 2020.4-2022.3

○受賞状況 (教員)

- BCSJ Award Article, “Spin Crossover between the High-Spin and Low-Spin States and Dielectric Switching in the Ionic Crystals of a Fe(II) [2 × 2] Molecular Grid”, Yuta Uezu, Ryo Tsunashima, Chiaki Tanaka, Masaru Fujibayashi, Jun Manabe, Sadafumi Nishihara and Katsuya Inoue, 2020 年 8 月

○受賞状況 (学生)

- 眞邊 潤 (M1) 2020 年度 応用物理・物理系学会 中国四国支部 合同学術講演会 (山口 On-line) 第 25 回 (2020 年度) 発表奨励賞「分子性結晶におけるイオン交換キャリアドーピング法の確立」2020 年 8 月
- 土屋直人 (D1) 10th CSJ Chemistry Festa, 優秀ポスター発表賞「有機無機ペロブスカイト型化合物の強弾性-磁性の相関」2020 年 10 月
- 伊藤みづき (M1) 10th CSJ Chemistry Festa, 優秀ポスター発表賞「結晶中チャンネル構造における有機アンモニウムイオン交換」2020 年 10 月
- 眞邊 潤 (M2), 令和 2 年度 日本化学会中国四国支部 支部長賞, 2021 年 3 月

○座長を行った学会・討論会の名称

- 井上克也, The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium jointly held with The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials, 2020 年 12 月 9 日-11 日, Hiroshima, Japan. (2020.12.9 および 12.10)
- Goulven Cosquer, The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium jointly held with The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials, 2020 年 12 月 9 日-11 日, Hiroshima, Japan. (2020.12.10)
- 藤林 将, 日本化学会 第 101 春季年会 (2021 年 3 月 19 日-22 日) on-line, (2021.3.20, 部門: 04. 物理化学-物性, セッション番号: A03-2pm)

○その他特記事項

・報道

- プレスリリース【研究成果】「水中での不斉炭素～炭素結合生成有機反応の発見～」井上克也, 2021 年 1 月 15 日, The Maharaja Sayajirao University of Baroda, Prasanna Ghalsas 教授との共同研究
- プレスリリース【研究成果】「らせん磁気構造中にソリトンを形成するパターンを無限個用意することに成功～無限容量磁気メモリの作製原理を発見～」井上克也, 2020 年 12 月 8 日, 九州工業大学 美藤教授との共同発表
- 京都新聞「薄膜技術研 5 人に助成金 サムコ振興財団」2020 年 7 月 14 日

西原禎文, サムコ科学技術振興財団 2020年度 第4回 薄膜技術に関する研究助成の対象者に
選定された記事が掲載 研究課題: 高温単分子情報記録を可能とする新規材料開発
プレスリリースおよび学長定例会見 2021年1月29日

西原禎文, チームリーダーとする「DIGITAL BIOSPHERE」未来共創チームが提案する「DIGITAL
BIOSPHERE (デジタル生物圏): 「真に新しい物理」が拓くバイオ産業のゲームチェンジ」が, JST
の「ムーンショット型研究開発事業 新たな目標検討のためのビジョン策定 (ミレニア・プロ
グラム)」採択が第129回学長定例記者会見で発表され広島大学の公式 YouTube で公開

錯体化学研究グループ

スタッフ 水田 勉 (教授), 久米 晶子 (准教授), 久保 和幸 (助教)

○研究活動の概要

1. ポリシロキサン解重合触媒の開発

ポリシロキサンは、大量に合成されているが、資源の再利用を考慮すると有用なオリゴマーに変換し再利用を可能にすることは重要な課題である。シリコングリースに新規に開発したPd触媒を加えると、シロキサンユニットが4量体となった環状オリゴシロキサンが得られることが分かった。この解重合反応に対するPd錯体活性を調べたところ、ホスフィド架橋2核Pd錯体が特に活性であることが分かった。

2. 2重架橋2座ホスフィンキレートの開発

キレートホスフィンは、有機金属錯体の補助配位子として広く用いられている。2つのリンを繋ぐキレート鎖を1本から2本にすることで、リン上のローンペアの配向を配位に適した形式に固定することが可能となり、通常の2座キレートリン配位子よりもより強固に金属に配位できると期待できる。そこで、リン原子を繋ぐ部分として、1,8-ナフチレンを採用し、これで2重に架橋したリン2座配位子を合成した。この合成において種々の置換基を導入するルートを検討し、リン上のアルキル基がスクランブルを起こす新規な反応を見出した。

3. アルキンを保護配位子としたクラスター合成

アルキニル銀をクラスター構築ユニットとした銀クラスターの合成では、銅との異種金属クラスターの合成を目指した。その結果、 $[\text{CuAg}_3(\text{CCAr})_3(\text{PR}_3)_3]^+$ ユニットが平面状の骨格を形成し、保護配位子としてかご状の骨格を形成し、中心に銀ヒドリドクラスターを内包することを見出した。得られたヒドリドクラスターのヒドリドの位置を理論計算により推定した。

4. 銅電極のOn-surface修飾によるCO₂還元特性

金属銅をカソードとして用いるCO₂還元はメタンやエチレンなどの高次還元生成物を生じるため、有用な炭素変換反応として期待されている。我々は銅電極表面をアノード化することで、CuAAC反応を進行させ、有機レイヤーで表面修飾する方法を開発した。これまで種々の有機構造を金属銅表面に導入し、有機構造によってCO₂還元生成物にバイアスをかけられることを実証した。酸化銅ナノキューブ表面に有機レイヤーを成長させて炭素電極に担持し、CO₂還元を行ったところ、上記の修飾とは全く異なる選択性を示すことを見出した。

5. 固体-疎水性界面における高活性酸素酸化触媒の開発

酸素を酸化剤とする有機物変換は、クリーンで安価な方法であるが、基底三重項である酸素の活性化と多電子移動を伴うため、選択的な変換には触媒設計に工夫が必要である。この反応に銅ジイミン錯体と有機レドックス分子による触媒系が良く知られているが、我々は高価な助触媒を必要としない銅錯体のアルコール酸化過程が、無機塩と非極性溶媒の界面で室温で効率よく進行することを見出した。界面環境において銅錯体の凝集を阻害し、反応のための自由度を確保することが有効であると考えており、さらなる効率向上と適用性について調査している。

6. 反応性配位子をもつ遷移金属錯体による新規な協働反応の構築

0価炭素化合物であるカルボジホスホラン(R_3PCPR_3)を配位子骨格に組み込んだ遷移金属触媒の開発を検討している。前年度に調査したピンサー型カルボジホスホラン白金錯体を触媒として用いたアルキンのヒドロシリル化反応をさらに拡張し、2分子の白金錯体を銀イオンで会合させたPt₂Ag₂多核クラスターの反応性を検討した。ピンサー型カルボジホスホラン白金錯体にAgOTfを反応させると、カルボジホスホラン炭素ともう一分子の白金を銀(I)イオンが架橋した2分子会合体が生成する。この錯体のヒドロシリル化触媒能を対応する単量体と比較したところ、トルエン中ではその多くが溶け残ったにも関わらず単量体よりも高い反応性を示した。この高い反応性の要因をDFT計算などを用いて考察した。

一つの分子内にLewis酸とLewis塩基部分を併せ持つ分子は小分子活性化などに有用であることが知られている。そこで重要となる酸塩基間相互作用を柔軟に制御可能な骨格を構築する目的で、遷移金属錯体フラグメントを導入したambiphilic錯体を合成し、その反応性を検討した。ピアノ椅

子型鉄錯体を基盤とし、鉄上の配位子にLewis酸としてホウ素フラグメントを、またLewis塩基としてリン化合物を導入した種々の錯体を合成した。

○発表原著論文

- ◎K. Mikami, S. Hui, K. Kubo, S. Kume, T. Mizuta, (2021) The $[Ag_{25}Cu_4H_8Br_6(CCPh)_{12}(PPh_3)_{12}]^{3+}$: $Ag_{13}H_8$ silver hydride core protected by $[CuAg_3(CCPh)_3(PPh_3)_3]^+$ motifs. *Dalton Trans.* **50**, 5659-5665.
- ◎K. Kubo, T. Yuasa, A. Yokoichi, T. Matsugi, Y. Morikawa, S. Kume, T. Mizuta, (2020) Synthesis and Structures of Iron(II) Metallacycles Based on a PNPNP Framework, *Organometallics* **39**, 3010-3020.
- ◎R. Takeuchi, R. Igarashi, K. Kubo, T. Mizuta, S. Kume, (2020) Substituent-Biased CO_2 Reduction on Copper Cathodes Modified with Spaced Organic Structures *ChemElectroChem*, **7**, 2575-2581.

○国内学会

- ◎西村文武, 三上海勇, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: アルキニル銀ナノクラスターにおけるアールアセチレン配位子の交換反応, 錯体化学会第 70 回討論会 (2020 年 9 月, オンライン) (一般公演)
 - ◎高島賢太郎, 津村大輔, Nguyen Gia Huy, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: ホスフィド架橋パラジウム二核錯体触媒の合成及びシリコングリースの解重合反応, 錯体化学会第 70 回討論会 (2020 年 9 月, オンライン) (一般公演)
 - ◎清水翔太, 佐藤 晶, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: 銅錯体触媒の疎水化による空気酸化反応場の創出, 錯体化学会第 70 回討論会 (2020 年 9 月, オンライン) (ポスター発表)
 - ◎井手祐徳, 三輪寛人, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: CCC-Pincer型カルボジホスホラン-白金 (II) 錯体を用いたアルキンのヒドロシリル化反応, 錯体化学会第 70 回討論会 (2020 年 9 月, オンライン) (ポスター発表)
 - ◎阿部朋也, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: 第二配位圏にLewisペアを導入した鉄錯体の合成, 2020 年日本化学会中国四国支部大会 (2020年11月, オンライン) (一般公演)
 - ◎黒瀬友也, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉: ナフタレンが2重に架橋したリン2座配位子とそのPt錯体の合成, 2020年日本化学会中国四国支部大会 (2020年11月, オンライン) (一般公演)
 - ◎五十嵐亮太, 武内隆司, 久保和幸, 水田 勉, 久米晶子: 金属銅電極と有機物との界面反応場における CO_2 還元, 2020 年日本化学会中国四国支部大会 (2020 年 11 月, オンライン) (一般公演)
 - ◎梅田拓真, 五十嵐亮太, 武内隆司, 久保和幸, 水田 勉, 久米晶子: 有機薄膜を修飾した Cu_2O ナノキューブを触媒とする CO_2 のメタンへの選択的還元, 2020 年日本化学会中国四国支部大会 (2020 年 11 月, オンライン) (一般公演)
 - ◎五十嵐亮太, 武内隆司, 久保和幸, 水田 勉, 久米晶子: 金属銅電極と有機物との界面反応場における CO_2 還元, 日本化学会第 101 春季年会(2021), (2021 年 3 月, オンライン) (一般公演)
 - ◎梅田拓真, 五十嵐亮太, 黒目武志, 久保和幸, 水田 勉, Seung UK Son, 久米晶子: 有機薄膜を修飾した Cu_2O ナノキューブを触媒とする CO_2 のメタンへの選択的還元, 日本化学会第 101 春季年会(2021), (2021 年 3 月, オンライン) (一般公演)
- Shota SHIMIZU, Shoko KUME: Aerobic Oxidation Activity of Cu(phen) Embedded in Hydrophobic Environment, 日本化学会第 101 春季年会(2021), (2021 年 3 月, オンライン) (一般公演)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 ⁽¹⁾	0	0
博士課程前期 ⁽²⁾	0	11
博士課程後期 ⁽³⁾	0	0
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○社会活動・学外委員

・学協会役員,委員

- 水田 勉, 近畿化学協会 幹事 (2012年-)
- 水田 勉, 日本化学会 代議員 (2018年10月-)
- 水田 勉, 錯体化学会 理事 (2020年9月-)
- 久米晶子, 錯体化学会 討論会運営委員会委員

・高大連携事業

- 水田 勉, 広島大学附属高等学校 先端研究実習 (基礎化学実験) (2020年11月, 広島大学)

○研究助成の受け入れ状況

科学研究補助金 基盤研究(C) 「原子レベルの精密構造を基盤としたアルキニル銀ナノクラスタ
ーの反応開発」代表者 水田 勉

科学研究補助金 挑戦的研究(萌芽) 「触媒サイクルをトリガーする電位信号による分子情報書
き込み」代表者 久米晶子

科学研究補助金 基盤研究(C) 「求核的0価炭素配位子を基盤とした高活性金属錯体の新機能創
出」代表者 久保和幸

○受賞状況 (学生)

梅田 拓真 (M1), 2020年日本化学会中国四国支部大会 優秀発表賞, (2020年11月)

○座長を行った学会・討論会の名称

久米 晶子: 錯体化学会第70回討論会

久米 晶子: 日本化学会第101春季年会

○その他の委員

水田 勉: 一般社団法人尚志会理事長 (2017年6月-)

水田 勉: 広島大学校友会常任理事 (2017年10月-)

水田 勉: 広島大学同窓会理事 (2017年10月-)

水田 勉: サタケ基金運営委員会委員 (2018年4月-)

分析化学研究グループ

スタッフ 石坂 昌司 (教授), 松原 弘樹 (准教授), 岡本 泰明 (助教)

○研究活動の概要

大気中にはエアロゾルと呼ばれる小さな微粒子が浮遊している。エアロゾルは、大気中で水蒸気が水滴に変化するための足場を提供しているが、その詳細な機構は不明である。これは、エアロゾルが大気中を輸送される間に様々な化学反応が進行し、多種多様な微粒子が混在しているためである。我々は、単一のエアロゾル微粒子を空気中の一点に非接触で浮遊させ、光学顕微鏡下において人工的に雲粒の発生を再現し、微粒子ごとにどのように反応が進行するのかを調べ、エアロゾルを足場とした雲粒の発生機構を解明することを目指している。令和2年度の研究成果を以下に掲げる。

1. ダブルビーム型レーザー捕捉光学系を構築し、気相中において二つの水滴を同時に捕捉し、それらを融合することに成功した。
2. OW エマルションを界面吸着膜の相転移を駆動力として自発解乳化する実験に成功し、この原理をピッカリングエマルションにも拡張した。イオン性—非イオン性界面活性剤の混合吸着膜で安定化された泡沫・泡膜の安定性と電解質濃度の相関を解明した。
3. 電気加熱気化装置—ICP 発光分析装置を用いた実験を行った。

○発表原著論文

◎D. H. Hiep, Y. Tanaka, H. Matsubara, S. Ishizaka (2020) Fabrication of Paper-Based Microfluidic Devices using a Laser Beam Scanning Technique. *Anal. Sci.*, **36**(10), 1275-1278.

H. Matsubara, T. Umezaki, T. Funatsu, H. Tanaka, N. Ikeda, M. Aratono (2020) Thinning and thickening transitions of foam film induced by 2D liquid–solid phase transitions in surfactant–alkane mixed adsorbed films. *Adv. Colloid Interface Sci.*, **282**, 102206.

H. Matsubara, K. Chiguchi, B.M. Law (2020) Pickering emulsion transitions in 2,6-lutidine + water critical liquid mixtures. *Langmuir*, **36**(42), 12601-12606.

H. Sakamoto, A. Masunaga, H. Tanida, T. Uruga, K. Nitta, A. Prause, M. Gradzielski, H. Matsubara (2020) Surface freezing of cetyltrimethylammonium chloride – hexadecanol mixed adsorbed film at dodecane-water interface. *Langmuir*, **36**(48), 14811-14818.

田中悠太, 小白由衣, 石坂昌司 (2020) ダブルビーム型レーザー捕捉法を用いた気相中にける水滴の光マニピュレーション. *分析化学*, **69**(12), 737-740

○総説・解説

石坂昌司 (2021) 光ピンセットを用いたエアロゾル研究の最近の進歩. *ぶんせき*, **1**, 23-27.

○国際会議

L. Q. Dat and S. Ishizaka: Laser-induced crystallization of amino acids at the chiral ionic liquid/water interface, The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (December 9-10, 2020, Hiroshima University Higashi-Hiroshima Campus, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)

H. Matsubara, K. Chida, H. Tanaka, M. Yoshimura, M. Aratono, N. Ikeda: Common black film stability and synergetic adsorption in ionic–nonionic mixed surfactant systems, Australia Japan Colloids Symposium 2020 (September 17-18, 2020, Online) (一般公演)

○国内学会

石坂昌司: 光圧を用いた単一エアロゾル液滴反応場の構築と分析. 第80回分析化学討論会 (2020年5月23日, 北海道教育大学札幌キャンパス, 札幌市) (依頼講演)

石坂昌司：光ピンセットを用いたエアロゾル研究. 日本分析化学会第 69 年会（2020 年 9 月 16 日，名古屋工業大学，オンライン開催）（依頼講演）

田中悠太，石坂昌司：ダブルビームレーザー捕捉法を用いたエアロゾル水滴の蒸気圧に関する研究. 日本分析化学会第 69 年会（2020 年 9 月 16 日，名古屋工業大学，オンライン開催）（一般講演）

山口敏男，中里駿太郎，秦 菜月，松尾俊一郎，吉田亨次，栗崎 敏，石坂昌司，尾原幸治：ラマン散乱および X 線回折法による空気中の単一電解質水溶液液滴の構造と性質. 日本分析化学会第 69 年会（2020 年 9 月 16 日，名古屋工業大学，オンライン開催）（一般講演）

吉川皓斗，石坂昌司：気相中における単一スズ粒子のレーザー捕捉. 2020 年日本化学会中国四国支部大会（2020 年 11 月 28 日，島根大学松江キャンパス，オンライン開催）（一般講演）

◎加藤圭悟，石坂昌司，松原弘樹：陽イオン界面活性剤—長鎖アルコール混合凝縮膜による W/O エマルションの安定化. 2020 年日本化学会中国四国支部大会（2020 年 11 月 28 日，島根大学松江キャンパス，オンライン開催）（一般講演）

◎完田一樹，石坂昌司，松原弘樹：界面吸着膜の相転移を応用したピッカリングエマルションの解乳化. 2020 年日本化学会中国四国支部大会（2020 年 11 月 28 日，島根大学松江キャンパス，オンライン開催）（一般講演）

松原弘樹，知田健吾，田中宏樹，吉村美紀，荒殿 誠，池田宜弘：イオン—非イオン界面活性剤混合系の協同吸着と泡膜の安定性の相関. 第 71 回コロイドおよび界面化学討論会（2020 年 9 月 15 日，オンライン開催）（一般公演）

竹内優稀，石坂昌司，鳥本 司，亀山達矢：レーザー捕捉と蛍光相関分光法を用いた過飽和水滴の粘度に関する研究. 2020 年光化学討論会（2020 年 9 月 9 日，オンライン開催）（ポスター）

松尾俊一郎，中里駿太郎，秦 菜月，山口敏男，吉田亨次，栗崎 敏，石坂昌司，尾原幸治：超音波浮揚法を用いた硫酸マグネシウム水溶液液滴のラマン散乱と X 線回折. 日本分析化学会第 69 年会（2020 年 9 月 16 日，名古屋工業大学，オンライン開催）（ポスター）

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部 4 年生 ⁽¹⁾	0	2
博士課程前期 ⁽²⁾	0	3
博士課程後期 ⁽³⁾	1	0
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○セミナー・講演会開催実績

松原弘樹，日本化学会コロイドおよび界面化学部会主催，界面コロイドラーニング—第36回現代コロイド・界面化学基礎講座—，主査，2020 年 10 月 29 日～30 日，オンライン開催

松原弘樹，第 71 回コロイドおよび界面化学討論会一般シンポジウム，平衡・非平衡界面の科学と技術，企画提案者，2020 年 9 月 15 日，オンライン開催

○社会活動・学外委員

- ・学協会役員，委員
 - 石坂昌司，日本化学会，理事（2019～2020）
 - 石坂昌司，日本分析化学会，中国四国支部常任幹事（2016～）
 - 松原弘樹，日本化学会コロイドおよび界面化学部会，役員幹事（2014～）
 - 松原弘樹，日本化学会コロイドおよび界面化学部会，事業企画委員会委員（2018～）
 - 松原弘樹，日本化学会コロイドおよび界面化学部会，討論会委員会委員（2018～）
- ・高大連携事業
 - 石坂昌司，出張講義，2020年10月22日，広島県立広高等学校（呉市）

- ・ 討論会の組織委員
松原弘樹, 第5回九州コロイドコロキウム国際大会実行委員 (2020)

○国際共同研究・国際会議開催実績

松原弘樹, 日本学術振興会二国間交流事業「界面吸着膜の相転移が O/W エマルションの安定性に与える効果」(2019~2020)

○研究助成の受け入れ状況

日本学術振興会科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型)公募研究「エアロゾル液／液界面反応場の構築とその応用」代表者 石坂昌司

日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(B)「ドーナツビーム型エアロゾル粒子捕捉法の雲粒発生機構解明への応用」代表者 石坂昌司

日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(A)「単一エアロゾル表面張力の光解析」分担者 石坂昌司

広島大学総合科学推進プロジェクト「材料から生命までソフトマターサイエンスからの総合理解」分担者 松原弘樹 (2020年1月~2021年12月)

○受賞状況 (教員)

松原弘樹, 招待論文 Thinning and thickening transitions of foam film induced by 2D liquid–solid phase transitions in surfactant–alkane mixed adsorbed films, *Adv. Colloid Interface Sci.*, 282, 102206, 2020.

○受賞状況 (学生)

DANG HUY HIEP (D3), Hot Article Award Analytical Sciences (2020年10月10日)

完田 一樹 (B4), 2020年日本化学会中国四国支部大会 優秀発表賞 (2020年12月1日)

○座長を行った学会・討論会の名称

松原弘樹, 日本化学会コロイドおよび界面化学部会主催, 界面コロイドラーニング –第36回現代コロイド・界面化学基礎講座–, 2020年10月29日~30日, オンライン開催

構造有機化学研究グループ

スタッフ 灰野 岳晴 (教授), 関谷 亮 (准教授), 平尾 岳大 (助教)

○研究活動の概要

当研究グループは、分子間相互作用により形成される超分子集合体の化学を中心に研究を行っている。特に、有機化合物の三次元的な立体構造と、それらが示す様々な機能との相関を調べることを研究の基本としており、さらにその結果をもとにして、興味ある機能性分子集合体の開発を目指している。

2020年度の主な研究成果の概要を以下に示す。

1. カリックス[5]アレーンとフラレーンのホスト-ゲスト錯形成を基盤とした自在形状変換可能なポリマー合成に成功した。
2. 固体状態におけるカルボヘリセンの柱状配列構造の構築に成功した。
3. 超分子グラフトポリマーを基盤とした自己修復機能を有するゲルの構築に成功した。
4. レドックス応答性超分子ポルフィリンポリマーの合成に成功した。
5. 水溶性カリックス[4]アレーンの合成に成功した。
6. カプセル型分子のアルキルゲスト分子の包接挙動を明らかにした。
7. 積水化学工業株式会社と共同で、青白色発光性ナノグラフェンの開発、ナノグラフェンの分離手法の開発に成功した。
8. 主鎖にフラレーンを含む超分子らせんポリマーの合成に成功した。

○発表原著論文

- ◎T. Hirao, K. Fukuta, T. Haino, Supramolecular Approach to Polymer-Shape Transformation via Calixarene-Fullerene Complexation, *Macromolecules*, 2020, 53, 3563-3570.
- ◎T. Hirao, Y. Ono, N. Kawata, T. Haino, Columnar Organization of Carbo[5]helicene Directed by Peripheral Steric Perturbation, *Org. Lett.*, 2020, 22, 5294-5298.
- ◎T. Hirao, Y. Iwabe, N. Hisano, T. Haino, Helicity of a polyacetylene directed by molecular recognition of biscalixarene and fullerene, *Chem. Commun.*, 2020, 56, 6672-6675.
- ◎○N. Nitta, M. Takatsuka, S.-i. Kihara, T. Hirao, T. Haino, Self-Healing Supramolecular Materials Constructed by Copolymerization via Molecular Recognition Coordination Capsules, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2020, 59, 16690-16697.
- Y. Kataoka, N. Kanbayashi, N. Fujii, T.-a. Okamura, T. Haino, K. Onitsuka, Construction of Helically Stacked π -Electron Systems in Poly(quinolyene-2,3-methylene) Stabilized intramolecular Hydrogen Bonds, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2020, 59, 10286-10291.
- ◎N. Hisano, T. Hirao, T. Haino, A Dual Redox-Responsive Supramolecular Polymer Driven by Molecular Recognition between Bisporphyrin and Trinitrofluorenone, *Chem. Commun.*, 2020, 56, 7553-7556.
- ◎D. Shimoyama, R. Sekiya, H. Maekawa, H. Kudo, T. Haino, One-Dimensional Arrangement of NORIA in the Solid-State, *CrystEngComm*, 2020, 22, 4740-4747.
- ◎D. Shimoyama, R. Sekiya, T. Haino, Absorption of Chemicals in Amorphous Trisresorcinarene, *Chem. Commun.*, 2020, 56, 12582-12585.
- ◎S. Tanaka, T. Ujihara, M. Kubo, M. Kida, D. Shimoyama, S. Muramatsu, M. Abe, T. Haino, F. Misaizu, K. Ohshimo, Y. Inokuchi, Conformation of K^+ (Crown Ether) Complexes Revealed by Ion Mobility-Mass Spectrometry and Ultraviolet Spectroscopy, *J. Phys. Chem. A*, 2020, 124, 9980-9990.
- ◎M. Morie, R. Sekiya, T. Haino, Calix[4]arene-Based Triple-Stranded Metallohelicite in Water, *Chem. Asian. J.*, 2021, 16, 49-55.
- ◎K. Takagi, H. Yamaguchi, D. Miyamoto, Y. Deguchi, T. Hirao, T. Haino, Stereoselectivity in Dehydrative Cyclic Trimerization of Substituted 4-Alkylaminobenzoic Acids, *New J. Chem.*, 2021, 45, 1187-1193.

- ◎J. Otsuki, T. Okumura, K. Sugawa, S.-i. Kawano, K. Tanaka, T. Hirao, T. Haino, Y. J. Lee, S. Kang, D. Kim, A Light-Harvesting/Charge-Separation Model with Energy Gradient Made of Assemblies of meta-pyridyl Zinc Porphyrins, *Chem. Eur. J.*, 2021, 27, 4053-4063.
- ◎S. Nishitani, R. Sekiya, I. Matsumoto, T. Haino, Blueish-white-light-emitting Nanographenes Developed by Pd-Catalyzed Suzuki-Miyaura Cross Coupling Reactions, *Chem. Lett.*, 2021, 50, 664-667.
- ◎I. Matsumoto, R. Sekiya, T. Haino, Nanographenes from Distinct Carbon Sources, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 2021, 94, 1394-1399.
- ◎H. Iwamoto, Y. Ishizu, E. Hasegawa, R. Sekiya, T. Haino, Translational Isomers of N-sulfonylated [3]Catenane: Synthesis and Isomerization, *Chem. Commun.*, 2021, 57, 1915-1918.
- ◎K. Harada, R. Sekiya, T. Haino, Folding and Unfolding of Acetoxy Group-Terminated Alkyl Chains Inside a Size Regulable Hemicarcerand, *J. Org. Chem.*, 2021, 86, 4440-4447.
- ◎T. Hirao, Y. Iwabe, N. Fujii, T. Haino, Helically organized fullerene array in a supramolecular polymer main chain, *J. Am. Chem. Soc.*, 2021, 143, 4339-4345.

○総説

- D. Shimoyama, T. Haino, Feet-to-Feet-Connected Multitopic Resorcinarene Macrocycles, *Asian J. Org. Chem.*, 2020, 9, 1718-1725.
- ◎R. Sekiya, T. Haino, Edge Functionalized Nanographenes, *Chem. Eur. J.*, 2021, 27, 187-199.
- C. Guo, A. C. Sedgwick, T. Hirao, J. L. Sessler, Supramolecular fluorescent sensors: An historical overview and update, *Coord. Chem. Rev.*, 2021, 427, 213560.
- ◎H. Kudo, D. Shimoyama, R. Sekiya, T. Haino, Programmed Dynamic Covalent Chemistry System of Addition-Condensation Reaction of Phenols and Aldehydes, *Chem. Lett.*, 2021, 50, 825-831.

○国際会議

- T. Haino, *Helical Supramolecular Polymers Formed via Self-Assembly of Diphenylisoxazole-Containing Small Aromatic Molecules*, The 79th Conference of Japan Society of Coordination Chemistry, online, 2020年9月, (invited)
- ◎N. Fujii, T. Hirao, T. Haino, *Helically Organized Supramolecular Polymer Formed via Self-Assembly of Tetrakisporphyrin with Chiral Side Chain*, 3rd G'L'owing Polymer Symposium in KANTO, online, 2020年11月, (oral presentation)
- ◎N. Hisano, T. Hirao, T. Haino, *A Switchable Dual Redox-Responsive Supramolecular Polymer Possessing Bisporphyrin Cleft and Trinitrofluorenone*, 3rd G'L'owing Polymer Symposium in KANTO, online, 2020年11月, (oral presentation)
- ◎T. Hirao, Y. Iwabe, N. Fujii, T. Haino, *Non-racemic helical polymers with fullerene array on the polymer backbone*, 3rd G'L'owing Polymer Symposium in KANTO, online, 2020年11月, (oral presentation)
- ◎M. Morie, R. Sekiya, T. Haino, *Guest Binding Behaviors of the Calix[4]arene Based TripleStranded Helicate in Water*, the 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium, online, 2020年12月, (oral presentation)
- ◎I. Matsumoto, R. Sekiya, T. Haino, *Aggregation and disaggregation behavior of Nanographene*, the 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium, online, 2020年12月, (oral presentation)
- ◎M. Yoshida, T. Hirao, T. Haino, *Self-assembling behaviors of platinum(II) complexes possessing hydrophilic triethylene glycol chains*, the 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium, online, 2020年

12月, (oral presentation)

○国内会議

- 灰野岳晴, 化学修飾ナノグラフェンのエッジ構造と光機能制御, ラドテック研究会 第167回講演会, オンライン, 2020年7月 (基調講演)
- 灰野岳晴, 動的不斉をもつ超分子の化学, 薬学会第141年会, オンライン, 2021年3月 (招待講演)
- ◎松本育也, 山戸海里, 関谷 亮, 灰野岳晴, 酸化分解により得られたナノグラフェンの分離と機能化, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭)
- ◎下山大輔, 池田俊明, 関谷 亮, 工藤宏人, 灰野岳晴, 複数のアルキル鎖で架橋されたビスおよびトリスレゾルシンアレーンの合成と構造, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭)
- ◎久野尚之, ラナンズイ, 平尾岳大, 灰野岳晴, クレフト型ビスポルフィリンを基盤としたホスト-ゲスト相互作用および金属配位により形成される超分子ネットワークポリマーの開発, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭)
- ◎福田和志, 平尾岳大, 灰野岳晴, フラーレンとカリックス[5]アレーンの分子認識により制御されるPMMAの構造制御, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭)
- ◎小野雄大, 平野喬平, 平尾岳大, 灰野岳晴, トリス (フェニルイソオキサゾリル) ベンゼンを導入したヘリセンの特異な会合挙動の制御, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭)
- ◎藤井直香, 灰野岳晴, 平尾岳大, アミノ酸で修飾されたテトラキスポルフィリンの自己会合により形成されるらせん超分子ポリマー, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭)
- ◎Takehiro Hirao, Yoshiki Iwabe, Takeharu Haino, *Helical fullerene polymers accessed via molecular recognition*, 第69回高分子学会年次大会, 福岡, 2020年5月 (口頭英語)
- ◎久野尚之, 平尾岳大, 灰野岳晴, Redox で制御される超分子ポルフィリンポリマーの構造, 2020年日本化学会中国四国支部大会 島根大会, オンライン, 2020年11月 (口頭ポスター区別なし)
- ◎吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴, キラルな親水性側鎖を導入したビス (フェニルイソオキサゾリル) ベンゼン誘導体を配位子にもつプラチナ (II) 錯体の合成と機能, 2020年日本化学会中国四国支部大会 島根大会, オンライン, 2020年11月 (口頭ポスター区別なし)
- ◎松本育也, 関谷 亮, 灰野岳晴, ナノグラフェンの会合と解離, 2020年日本化学会中国四国支部大会 島根大会, オンライン, 2020年11月 (口頭ポスター区別なし)
- ◎森江将之, 関谷 亮, 灰野岳晴, カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される水溶性三重らせん宿主分子とゲスト包接, 2020年日本化学会中国四国支部大会 島根大会, オンライン, 2020年11月 (口頭ポスター区別なし)
- ◎吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 親水性側鎖を導入したアセチレン配位子をもつプラチナ (II) 錯体の自己集合, 第14回有機 π 電子系シンポジウム, オンライン, 2021年1月 (ポスター)
- ◎松本育也, 関谷 亮, 灰野岳晴, 酸化分解によって与えられたナノグラフェンの自己集合, 第14回有機 π 電子系シンポジウム, オンライン, 2021年1月 (ポスター)
- ◎森江将之, 関谷 亮, 灰野岳晴, カリックス[4]アレーンの自己集合により形成される三重らせん宿主分子の水におけるゲスト認識, 日本化学会第101春季年会, オンライン, 2021年3月 (口頭)
- ◎吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 親水性側鎖を導入したビス (フェニルイソオキサゾリル) ベンゼン配位子をもつ白金 (II) 錯体の自己集合, 日本化学会第101春季年会, オンライン, 2021年3月 (口頭)
- ◎松本育也, 関谷 亮, 灰野岳晴, 長鎖アルキル基を有するナノグラフェンの自己集合挙動, 日本化学会第101春季年会, オンライン, 2021年3月 (口頭)

- ◎原田健太郎, 関谷 亮, 灰野岳晴, 大きさを制御可能な内部空孔を有するキャビタン드를基にしたヘミカルセランドの合成と分子認識, 日本化学会第 101 春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 (口頭)
- ◎小野雄大, 平尾岳大, 灰野岳晴, トリス (フェニルイソオキサゾリル) ベンゼンを導入した[5]ヘリセンの複雑な会合挙動の制御, 日本化学会第 101 春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 (口頭)
- ◎福田和志, 平尾岳大, 灰野岳晴, カリックス[5]アレーンとフラレーンの分子認識を用いた超分子分岐ポリマーの合成, 日本化学会第 101 春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 (口頭)
- ◎Haruna Fujimoto, Diasuke Shimoyama, Takehiro Hirao, Takeharu Haino, *Synthesis and Cooperative Molecular Recognition of Homoditopic Host Molecule with Rebek's Cavitands*, 日本化学会第 101 春季年会, オンライン, 2021 年 3 月 (口頭英語)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部 4 年生 ⁽¹⁾	0	0
博士課程前期 ⁽²⁾	3	14
博士課程後期 ⁽³⁾	2	5
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○社会活動・学外委員

- 灰野岳晴: 新規素材探索研究会幹事 (2001ー)
- 灰野岳晴: ホスト・ゲスト化学研究会幹事 (2006ー)
- 灰野岳晴: 有機合成化学協会中国四国支部幹事 (2007ー)
- 灰野岳晴: Editorial Board of Referees, ARKIVOC, ARKAT USA, Inc. (2003ー)
- 灰野岳晴: Associate editor of "Frontiers in Chemistry" journal in Supramolecular Chemistry. (2018ー)
- 平尾岳大: 日本化学会生体機能関連化学部会・中国四国支部若手幹事 (2018ー)

○産学官連携実績

積水化学工業株式会社とグラフェンに関する共同研究を実施

○国際共同研究・国際会議開催実績

- ・大韓民国, Yonsei University, Dongho Kim 教授とポルフィリン集合体に関する共同研究を実施
- ・米国, the University of Texas at Austin, Jonathan L. Sessler 教授と発光性分子集合体に関する共同研究を実施

○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

- ・次世代太陽電池研究拠点 (代表: 尾坂格教授) に参加
- ・名古屋工業大学の高木幸治准教授とシクロトリベンズアミドの合成に関する共同研究を実施
- ・日本大学の犬月穰教授とポルフィリン集合体の構築と光補修機能の調査に関する共同研究を実施
- ・大阪大学の鬼塚清孝教授と π -積層型らせんポリマーの合成に関する共同研究を実施
- ・新潟大学の岩本啓准教授と[3]カテナンの合成と異性化挙動の調査に関する共同研究を実施

○研究助成の受け入れ状況

- ・積水化学工業株式会社 共同研究, 機能性グラフェンに関する研究及びモデル化合物に関する検討, 灰野岳晴 (代表者)
- ・科学研究費補助金 新学術領域研究, 分子認識により誘起される非対称空間の創生と機能, 灰野岳晴 (代表者)

- ・科学研究費補助金 挑戦的研究（萌芽），分子構造の伸縮により運動する超分子アクチュエータの開発，灰野岳晴（代表者）
- ・科学研究費補助金 基盤研究（C），革新的なナノグラフェン-有機複合体の開発と機能発現，関谷 亮（代表者）
- ・科学研究費補助金 若手研究，重合度を制御した直鎖状超分子ポリマーの合成，平尾岳大（代表者）

○受賞状況（教員）

- 灰野岳晴 長瀬研究振興賞, 2020 年 4 月
- 平尾岳大 第 60 回宇部興産学術奨励賞, 2020 年 4 月
- 平尾岳大 令和 2 年度花王科学奨励賞, 2020 年 6 月

○受賞状況（学生）

- 久野尚之（D2）2020 年日本化学会中国四国支部大会，優秀発表賞, 2020 年 11 月
- 森江将之（M1）2020 年日本化学会中国四国支部大会，優秀発表賞, 2020 年 11 月
- 藤本陽菜（D1）第 101 日本化学会春季年会，学生講演賞, 2021 年 3 月

○座長を行った学会・討論会の名称

- 灰野岳晴：第 101 日本化学会春季年会（2021 年 3 月，オンライン）
- 平尾岳大：第 69 回高分子学会年次大会（2020 年 5 月，福岡）
- 平尾岳大：3rd G'Lowing Polymer Symposium in KANTO（2020 年 11 月，online）

○その他特記事項

- 灰野岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員（2004 年 4 月－）
- 灰野岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員長（2011 年 4 月－）
- 関谷 亮：作業環境 WG（2017 年 4 月－）
- 関谷 亮：理学研究科安全衛生委員（2018 年 4 月－）

反応物理化学研究グループ

スタッフ 山崎 勝義 (教授), 高口 博志 (准教授)

○研究活動の概要

1. 電子励起原子および振動励起分子の衝突素過程の速度論的研究

化学反応およびエネルギー移動過程への原子・分子の内部自由度の影響を量子状態選択的に明らかにする速度論的実験研究([1]~[3])を遂行した。[1]電子励起酸素原子 $O(2p^3 3p^3 P)$ の N_2 による消光過程の総括速度定数と分岐比を、独自に開発した解析法にもとづいて決定した。[2]電子励起硫黄原子 $S(3p^4 ^1D)$ と OCS の反応により生成する振動励起 $S_2(X^3\Sigma_g^-)$ の準位 $v=4-6$ の He による緩和速度定数を決定し、 $S_2(a^1\Delta_g)$ の同振動準位の緩和速度定数と一致することを明らかにした。[3] $S(3p^4 ^1D)+H_2$ 反応で生成する HS の $A^2\Sigma^+-X^2\Pi$ 遷移にもとづくレーザー誘起蛍光検出に成功し、 $S(3p^4 ^1D)+NH_3$ 反応の HS 生成収率(2.6%)を決定した。

2. 量子状態選別した散乱実験による光解離反応とイオン・分子反応の反応ダイナミクス研究

光イオン化画像観測装置を用いたポンププローブ実験を遂行して、遷移金属錯体、有機アミン・アミド、および亜硝酸メチルの光解離反応の機構解明を行った。RF イオンガイド法とレーザー光イオン化法を組み合わせた分子線散乱装置を用いて、分子自由度を制御したイオン・分子反応の実験的研究を行った。放射光施設を利用した光電子円二色性の研究テーマ、および極低温イオン反応装置を利用する星間化学のテーマに関しては、国内外のグループと共同研究体制を構築して進めている。

○発表原著論文

- O. Asvany, C. Markus, K. Nagamori, H. Kohguchi, J. Furuta, K. Kobayashi, S. Schlemmer, and S. Thorwirth (2020) Pure Rotational Spectrum of CCl^+ . *Astrophys. J.*, **910**, 15-19. DOI: 10.3847/1538-4357/abe53.
- ◎M. Haze, H. Nakata, K. Inoue, R. Shinohara, P. Wangchingchai, K. Nagamori, Y. Onitsuka, K. Yamasaki, and H. Kohguchi (2020) Improvement and Determination of Higher-Order Centrifugal Distortion Constants of the $A^2\Sigma^+-X^2\Pi$ Electronic Transition of NO . *J. Mol. Spectrosc.* **378**, 111475. DOI: 10.1016/j.jms.2021.111475.
- ◎H. Nakata, K. Nagamori, M. Haze, K. Yamasaki, and H. Kohguchi (2020) Primary and Secondary Loss of CO and NO Ligands in the Ultraviolet Photodissociation of the Heteroleptic $Co(CO)_3NO$ Complex. *J. Phys. Chem. A* **124**, 10694-10704. DOI: 10.1021/acs.jpca.0c07812.
- M. Töpfer, A. Jensen, K. Nagamori, H. Kohguchi, T. Szidarovszky, A. G. Császár, S. Schlemmer, and O. Asvany (2020) Spectroscopic Signatures of HHe_2^+ and HHe_3^+ . *Phys. Chem, Chem. Phys.* (Communication), **22**, 22885-22888. DOI: 10.1039/D0CP04649C.
- ◎S. Muramatsu S. Nakayama, S. Kinoshita, Y. Onitsuka, H. Kohguchi, Y. Inokuchi, C. Zhu, T. Ebata (2020) Electronic State and Photophysics of 2-Ethylhexyl-4-Methoxycinnamate as UV-B Sunscreen under Jet-Cooled Condition. *J. Phys. Chem. A* **124**, 1272-1278. DOI: 10.1021/acs.jpca.9b11893.
- ◎D. Kawabata, S. Tendo, H. Kohguchi, and K. Yamasaki (2020) Overall and State-Specific Electronic Quenching of Atomic Sulfur $S(3p^3 3p^3 P)$ by Collisions with He . *Chem. Phys. Lett.*, **754**, 137730. DOI: 10.1016/j.cplett.2020.137730.

○著書

- 山崎勝義: 物理化学Monographシリーズ(上). 第1版第5刷, 広島大学出版会, 単著, 改訂頁数320 (総頁数480).
- 山崎勝義: 物理化学Monographシリーズ(下). 第2版第1刷, 広島大学出版会, 単著, 改訂頁数350 (総頁数520).
- 山崎勝義: 気相均一熱化学反応, 化学便覧 基礎編. 改訂6版 Web版, 日本化学会, 共著, 担当頁数7 (総頁数1740).
- 高口博志: イオン・分子反応, 化学便覧 基礎編. 改訂6版 Web版, 日本化学会, 共著, 担当頁数16 (総頁数1740).

○総説

山崎勝義：(2020) 標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\circ$ の単位 J mol^{-1} のmolの意味. 蛋白質科学会アーカイブ, オピニオン, Op 02 01, 単著, 総頁数8.

山崎勝義：化学で使われる量・単位・記号. 化学と工業, 第73巻・第4号, 共著, 総頁数4

○国内学会

◎櫛 美里, 中田裕之, 長森啓悟, 松木 大, 水田 勉, 山崎勝義, 高口博志：遷移金属錯体の光脱離反応における $\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$ 配位子の電子供与効果. 分子科学会オンライン討論会2020 (2020年9月, 大阪 (オンライン)) (一般講演)

◎Y. Tanimoto, T. Daijogon, S. Tendo, H. Kohguchi, K. Yamasaki：Rate coefficients and branching ratio for quenching of $\text{O}(2p^3 3p^3 P_J)$ by collisions with He. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2020年12月, 東広島) (一般講演)

◎望月達人, 中田裕之, 長森啓悟, 山崎勝義, 高口博志：量子状態を制御した低速イオン-分子反応測定装置の開発. 原子衝突学会年会第45回年会 (2020年12月, 奈良 (オンライン)) (一般講演)

◎高口博志, 金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 加藤政博, 藤本将輝, 鈴木喜一：光電子円二色性のエネルギー依存性の測定. UVSORシンポジウム2020 (2021年1月, 岡崎 (オンライン)) (一般講演)

◎金安達夫, 彦坂泰正, 藤本将輝, 岩山洋士, 中村永研, 和田真一, 高口博志, 保坂将人, 加藤政博：周波数・時間領域干渉法によるフェムト秒遅延時間の測定. UVSORシンポジウム2020 (2021年1月, 岡崎 (オンライン)) (一般講演)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 ⁽¹⁾	0	0
博士課程前期 ⁽²⁾	0	1
博士課程後期 ⁽³⁾	0	0
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	2

○社会活動・学外委員

・学協会役員

山崎勝義, 日本化学会単位・記号専門委員会委員長 (2019-)

山崎勝義, 日本分光学会中国四国支部代議員 (2004, 2006-)

山崎勝義, 日本分光学会中国四国支部監査 (2006-)

高口博志, 分子科学会運営委員 (2013-2016, 2019-)

高口博志, 日本分光学会編集委員 (2012-)

・論文誌編集委員

山崎勝義, Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016-)

・その他の委員

山崎勝義, 広島大学北京研究センター運営委員 (2006-)

○国際共同研究・国際会議開催実績

高口博志, International Symposium on “Diversity of Chemical Reaction Dynamics”, Organizing Committee Member

高口博志, Symposium on Advanced Molecular Spectroscopy, Organizing Committee Member

高口博志, International Symposium on Free Radical 2017, Local Organizing Committee Member

高口博志, 国際共同研究「レーザー分光法を基盤とする極低温化学の新規反応実験法の開拓」

(共同研究先：ドイツ・ケルン大学) (2019-)

○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

高口博志 (研究代表者), 自然科学研究機構分子科学研究所「光電子放出分布の偏光特性および光エネルギー依存性の測定」(2019-)

○研究助成の受け入れ状況

新分野創成センター先端光科学研究プロジェクト, 光電子円二色性による分子らせん誘起キラリティの評価とキラル反応場構築法の開拓, 研究代表者 高口博志

科学研究費補助金 基盤研究(C), 真空紫外発光観測による原子の紫外2光子励起検出法の確立, 研究代表者 山崎勝義

科学研究費補助金 基盤研究(C), 緩衝ガス冷却法と局所振動励起による化学反応経路の分割的観測, 研究代表者 高口博志

二国間交流事業共同研究 (日本学術振興会) (共同研究先：ドイツ・ケルン大学)

「レーザー分光法を基盤とする極低温化学の新規反応実験法の開拓」研究代表者 高口博志

有機典型元素化学研究グループ

スタッフ 吉田 拓人 (教授), 中本 真晃 (准教授), Shang Rong (助教)

○研究活動の概要

当研究グループでは、新反応・新反応剤・新触媒の開発に基づいた新しい有機合成手法の開発に取り組んでいる。特に、有機典型金属化合物、反応性中間体、遷移金属触媒の活用を念頭に置いている。また、高歪み分子、反芳香族分子や新しい配位子の創製にも取り組んでいる。2020年度の成果の概要を以下に示す。

元素本来の特徴としてルイス酸性を示すホウ素の置換基を緻密にデザインし、ルイス酸性を高度に抑制した有機ホウ素化合物群合成に取り組んだ。種々の新奇ホウ素化反応やホウ素反応剤創出に成功している。また、ルイス酸性抑制型有機ホウ素化合物を用いた直接クロスカップリング反応も達成した。さらに、ルイス酸性付与型有機スズ化合物を利用した新奇スタニル化反応や化学選択的クロスカップリング反応も開発している。(吉田)

高歪み炭素炭化水素分子テトラヘドランと、その原子価異性体であるシクロブタジエンを研究対象とし、分子構造や電子状態および空間的な芳香族性の拡張に関する研究を行なっている。今年度は、dicyanoanthracene-borane 錯体の分光的性質と還元体の構造と反応に関する知見を得た。またリンやホウ素などからなる高歪分子(四面体構造)において、予想外の反応性やこれまでに報告のない分子構造を明らかにした。(中本)

In the investigation of metal-assisted B-B bond cleavage by boryl/borane ligand system for results, the synthesis and isolation of amino- and mestyl- derivatives of the azadiboriridine were successful which demonstrated that the π -donating effect of the amino-derivative is important to promote B-B cleavage upon metal complexation. The novel bisborane-phosphine ligand has been successfully derivatized. Preliminary results showed unprecedented water reduction reactivity. In addition, new anionic all-carbon ligated CCC-pincer Ir(III) was isolated and fully characterized, which showed multiple reversible redox waves which are now being investigated. (Shang)

○発表原著論文

- J. Li, M. Seki, S. Kamio, H. Yoshida (2020), Transition Metal-Free B(dan)-Installing Reaction (dan: naphthalene-1,8-diaminato): H-B(dan) as a B(dan) Electrophile. *Chem. Commun.* **56**, 6388–6391.
- L. Zhang, T. Oishi, L. Gao, S. Hu, L. Yang, W. Li, S. Wu, R. Shang, Y. Yamamoto, S. Li, W. Wang, G. Zeng (2020) Dehydrogenation of Ammonia Borane Mediated by a Pt(0)/Borane Frustrated Lewis Pair: Theoretical Design. *ChemPhysChem* **21**, 2573–2578.
- B. J. Frogley, A. F. Hill, R. Shang, M. Sharma, A. C. Willis (2020) In Search of Fulminate Analogues: Ln M identical with CP=NR. *Chem. Eur. J.* **26**, 8819–8827.
- ◎ K. Susukida, L. I. Lugo-Fuentes, S. Matsumae, K. Nakanishi, M. Nakamoto, Y. Yamamoto, R. Shang, J. Barroso-Flores, J. O. C. Jimenez-Halla (2020), A Digallane Gold Complex with a 12-Electron Auride Center: Synthesis and Computational Studies. *Organometallics* **39**, 4372–4379.
- ◎◎ T. Imagawa, M. Nakamoto, R. Shang, Y. Adachi, J. Ohshita, N. Tsunoji, Y. Yamamoto (2020), Complexation of B(C₆F₅)₃ and 9,10-Dicyanoanthracene: Dual Role of Borane as Spatial and Electronic Tuner *Chem. Lett.* **49**, 1022–1025.
- ◎◎ C. Yan, M. Takeshita, J. Nakatsuji, A. Kurosaki, K. Sato, R. Shang, M. Nakamoto, Y. Yamamoto, Y. Adachi, K. Furukawa, R. Kishi, M. Nakano (2020), Synthesis and properties of hypervalent electron-rich pentacoordinate nitrogen compounds. *Chem. Sci.* **11**, 5082–5088.

○総説

- S. Kamio, H. Yoshida (2021) Synthetic Chemistry with Lewis Acidity-Diminished B(aam) and B(dan) Groups: Borylation Reactions and Direct Cross-Coupling. *Adv. Synth. Catal.* **363**, 2310–2324.
- R. Fan, C. Tan, Y. Liu, Y. Wei, X. Zhao, X. Liu, J. Tan, H. Yoshida (2021) A Leap forward in Sulfonium Salt and Sulfur Ylide Chemistry. *Chin. Chem. Lett.* **32**, 299–312.

○著書

- H. Yoshida (2020) 1*H*-Naphtho[1,8-*de*]-1,3,2-diazaborine, 2,3-Dihydro-2-(4,4,5,5-tetramethyl-1,3,2-dioxaborolan-2-yl)- in *e-EROS Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis*, Wiley.

○国際会議

- T. Kanasaki, H. Yoshida: Internal Selective Borylations of Terminal Alkynes with Lewis Acidity-Decreased Boron Reagents. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium And The 10th Japanese-Russian Seminar (2020 年 12 月, Online) (一般講演)
- M. Koishi, H. Yoshida: Direct Suzuki–Miyaura Cross-Coupling Reactions of 1,8-Diaminonaphthalene (dan)-substituted Organoboron Compounds. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium And The 10th Japanese-Russian Seminar (2020 年 12 月, Online) (一般講演)
- J. Li, S. Kamio, H. Yoshida: Transition Metal-Free Borylation Reaction Using 1,8-Diaminonaphthalene-substituted Borane [H–B(dan)] as a B(dan) Electrophile. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium And The 10th Japanese-Russian Seminar (2020 年 12 月, Online) (一般講演)
- ◎ A. Oguri, M. Nakamoto, R. Shang, Y. Yamamoto: Attempts to synthesize antiaromatic σ -dimer: Silyl group conversion of cobalt complex. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium And The 10th Japanese-Russian Seminar (2020 年 12 月, Online) (一般講演)
- ◎ S. Matsumae, R. Shang, M. Nakamoto, Y. Yamamoto: Synthesis and Characterization of a Digallane Gold Complex with 12-Electron Auride Center. The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium And The 10th Japanese-Russian Seminar (2020 年 12 月, Online) (一般講演)

○国内学会

- 吉田 拓人: ルイス酸性抑制有機ホウ素化合物合成反応の開発と直接変換への展開. 第 126 回触媒討論会 (2020 年 9 月, オンライン) (招待講演)
- ◎今川大樹, 中本真晃, Shang Rong, 山本陽介: B(C₆F₅)₃-ジシアノアントラセン錯体の合成、還元および構造解析: 光学特性と電子構造に及ぼすルイス酸の影響. 第 47 回有機典型元素化学討論会 (2020 年 12 月, オンライン) (ポスター)
- ◎一ノ関諒, Shang Rong, 中本真晃, 山本陽介: 2 つのジアミノボリル基を配位部とした新規ピンサー配位子の合成と錯形成. 第 47 回有機典型元素化学討論会 (2020 年 12 月, オンライン) (ポスター)
- ◎今川大樹, 中本真晃, Shang Rong, 吉田 拓人, 山本陽介: B(C₆F₅)₃-ジシアノアントラセン Lewis 付加体の合成、還元および構造解析: Lewis 酸がもたらす π 共役系の変化. 第 14 回有機 π 電子系シンポジウム (2021 年 1 月, オンライン) (ポスター)
- ◎吉田晟哉, 田中英也, Shang Rong, 中本真晃, 吉田 拓人: 遷移金属触媒フリーなアラインのシアノスタニル化反応. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)
- ◎神尾慎太郎, Shang Rong, 中本真晃, Martin Oestreich, 吉田 拓人: トリアルキルシリルリチウム生成を経由するシリルボランの合成およびそれを用いたアリールトリフラートの銅触媒シリル化反応. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)
- ◎平岡勇太, Shang Rong, 中本真晃, 吉田 拓人: シリルスタナンを用いるアリールハライドの遷移金属触媒フリー置換型スタニル化反応. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)
- ◎李 佳倫, 小石幹尚, 神尾慎太郎, Shang Rong, 中本真晃, 吉田 拓人: ジアミノナフタレン置換ボランをホウ素求電子剤とする遷移金属触媒フリーなホウ素化反応. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)
- ◎宇佐見佳子, 中本真晃, Shang Rong, 吉田 拓人, 山本陽介: ケイ素置換高歪み炭化水素テトラヘドランを有する遷移金属錯体の合成検討. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)
- ◎今川大樹, 中本真晃, Shang Rong, 吉田 拓人, 山本陽介: B(C₆F₅)₃-ジシアノアントラセン Lewis 付加体の合成、還元および構造解析: 光学特性と電子構造に及ぼす Lewis 酸の影響. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)
- ◎中西一貴, Shang Rong, 中本真晃, 山本陽介, 吉田 拓人, Jimenez-Halla J. Oscar C: ジピリド縮環型カルベン骨格をもつ全炭素配位ピンサー配位子による高酸化数イリジウム錯体の合成と構造. 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン) (口頭発表)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 ⁽¹⁾	0	1
博士課程前期 ⁽²⁾	5	7
博士課程後期 ⁽³⁾	0	2
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○社会活動・学外委員

・学協会役員,委員

- 吉田 拓人, 触媒学会有機金属研究会世話人 (2015年～)
- 吉田 拓人, 日本化学会中国四国支部化学と工業懇話会常任運営委員 (2019～2020年)
- 吉田 拓人, 日本化学会代議員 (2020年～)
- 中本 真晃, 有機合成化学協会中国四国支部 事務局 (2019年～)

・講習会・セミナー講師

- 吉田 拓人: ホウ素およびスズを有する有機典型金属化合物の選択的合成反応の開発とその応用. 九州大学講演会 (2020年12月, オンライン) (招待講演)
- 吉田 拓人: ホウ素およびスズを有する有機典型金属化合物の選択的合成反応の開発とその応用. 近畿化学協会ヘテロ原子部会第二回懇話会 (2020年12月, オンライン) (招待講演)

・高大連携事業

- 中本 真晃, Shang Rong, 広島大学オープンキャンパス研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる!？」 (2020年8月, オンライン)

・論文誌編集委員

- 吉田 拓人, Editorial Board Member, *Catalysts* (2019年～)

○産学官連携実績

- 大阪ガスケミカル株式会社とアラインを用いた芳香族化合物合成に関する共同研究

○国際共同研究・国際会議開催実績

- 吉田 拓人, ドイツ・ベルリン工科大学, Prof. Martin Oestreich, ケイ素を用いた合成化学に関する研究
- Shang Rong, メキシコ・ガナファト大学, 遷移金属触媒に関する研究

○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

- 中本 真晃, 九州大学先端物質化学研究所, 吉澤 一成 教授, dicyanoanthracene の電子構造に関する研究 (2020年4月～)

○他研究機関での講義・客員

- 吉田 拓人, 九州大学大学院集中講義「先端有機化学」 (2020年12月, オンライン)
- Shang Rong, ガナファト大学化学科修士課程学生の副指導教員 (2020年1月～2022年7月)

○研究助成の受け入れ状況

- 科学研究費補助金, 基盤研究(C), 歪共役系分子の化学: 高歪み炭素 σ 骨格および 4π 反芳香族分子の構築と物性の解明, 代表者 中本 真晃

科学研究費助成事業,若手研究,ジボロン遷移金属錯体:ホウ素化反応に見られる遷移金属の B-B 結合活性化の解明, 代表者 Shang Rong
科学研究費助成事業,特別研究員奨励費,アライン挿入分子数の精密制御による機能性 π 共役分子の新規合成法の開拓, 代表者 吉田 拓人
科学研究費助成事業,特別研究員奨励費,マスク型アリールホウ素合成に向けた遷移金属触媒置換型ホウ素化反応の開発, 代表者 吉田 拓人
広島大学サタケ基金研究助成,アリールスズ変換反応を基軸とした抗炎症薬基幹骨格の新規合成法の開発, 代表者 田中英也

○受賞状況 (学生)

田中英也 (D1), 未来博士 3 分間コンペティション 2020 優秀賞 (日本語部門) (2020)
小栗愛理 (M1), The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium Student Award「Attempts to synthesize antiaromatic σ -dimer: Silyl group conversion of cobalt complex」(2020)
林野慎太郎 (B4), 理学部後援会奨励賞 (2020)
宮崎一智 (B4), 理学部後援会奨励賞 (2020)
吉田晟哉 (B4), 理学部後援会奨励賞 (2020)
李 佳倫 (M2), 工学研究科学生表彰 (2020)
神尾慎太郎 (D2), 工学研究科学生表彰 (2020)
李 佳倫 (M2), 学生表彰 (2020)

○座長を行った学会・討論会の名称

吉田 拓人, 第 10 回 CSJ 化学フェスタポスター賞審査委員 (2020 年 10 月, オンライン)
吉田 拓人, 第 101 回日本化学会春季年会 (2021 年 3 月, オンライン)

○その他特記事項

吉田 拓人, 全学共用機器 機器別専門家 WG 核磁気共鳴装置ユニット長
吉田 拓人, 全学共用機器 核磁気共鳴装置 (N-BARD) 設備管理者
神尾慎太郎 (D2), 日本学術振興会若手研究者海外挑戦プログラムによりドイツ・ベルリン工科大学 (Prof. Martin Oestreich) 留学 (2019 年 10 月~2020 年 10 月)
今川大樹 (M2), 日本学術振興会若手研究者海外挑戦プログラム採択

反応有機化学研究グループ

スタッフ 安倍 学 (教授), 波多野 さや佳 (講師), 高木 隆吉 (助教)

○研究活動の概要

- ・開殻系分子の反応挙動精査とその合成化学的利用に関する研究を行っている。
- ・一重項ジラジカルの非線形光学現象に関する知見を新たに得た。
- ・一重項ジラジカルと三重項ジラジカルのラジカル性の直接観測に成功した。
- ・新規フォトクロミック化合物の合成とフォトクロミック特性の検討, およびそれら知見を基とした新規機能性有機分子の開発に関する研究を行っている。
- ・新規な強酸性のキラルブレンステッド酸を用いたヒドロアミノ化反応やキラルなブレンステッド酸をテンプレートとして用いたエナンチオ選択的な光化学反応の開発を行っている。

○発表原著論文

- Thuy Thi Thu Pham, Satish Jakkampudi, Ko Furukawa, Fung-Yu Cheng, Tzu-Chau Lin, Yoki Nakamura, Norimitsu Morioka, Manabu Abe. *p*-Nitroterphenyl Units for Near-Infrared Two-Photon Uncaging of Calcium Ions (2021) *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry*, 409, 113154.
- Goki Hirata, Kentarou Takeuchi, Yusuke Shimoharai, Michinori Sumimoto, Hazuki Kaizawa, Toshiki Nokami, Takashi Koike, Manabu Abe, Eiji Shirakawa, Takashi Nishikata. Chemistry of Tertiary Carbon Center in the Formation of Congested C–O Ether Bonds (2021) *Angew. Chem. Int. Ed.*, 60, 3249-4334.
- ◎ Sota Tainaka, Tomoyuki Ujihira, Mayuko Kubo, Motoki Kida, Daisuke Shimoyama, Satoru Muramatsu, Manabu Abe, Takeharu Haino, Takayuki Ebata, Fuminori Misaizu, Keijiro Ohshimo, Yoshiya Inokuchi. Conformation of K⁺(Crown Ether) Complexes Revealed by Ion Mobility Mass Spectrometry and Ultraviolet Spectroscopy (2021) *The Journal of Physical Chemistry A*, 124, 9980-9990.
- ◎ Zhe Wang, Rikuo Akisaka, Sohshi Yabumoto, Tatsuo Nakagawa, Sayaka Hatano, Manabu Abe. Impact of the Macrocyclic Structure and Dynamic Solvent Effect on the Reactivity of a Localised Singlet Diradicaloid with π -Single Bonding Character (2021) *Chem. Sci.*, 12, 613–625.
- Rikuo Akisaka, Yasushi Ohga, Manabu Abe. Dynamic Solvent Effect in Radical-Radical Coupling Reactions: An Almost Bottleable Localised Singlet Diradical (2020) *Physical Chemistry Chemical Physics*, 22, 27949-27954.
- Miyu Sasaki, Linh Tran Bao Nguyen, Soshi Yabumoto, Tatsuo Nakagawa, Manabu Abe. Structural Transformation of 2-(*p*-Aminophenyl)-1-hydroxyinden-3-ylmethyl Chromophore as a Photoremovable Protecting Group (2020) *ChemPhotoChem*, 4, 5392-5398.
- Sujan K. Sarkar, Ephrath Solel, Sebastian Kozuch, Manabu Abe. Heavy-Atom Tunneling Processes during Denitrogenation of 2,3-Diazabicyclo[2.2.1]hept-2-ene and Ring Closure of Cyclopentane-1,3-diyl Diradical. Stereoselectivity in Tunneling and Matrix Effect (2020) *The Journal of Organic Chemistry*, 85, 14, 8881–8892.
- Oyama Ryoko, Abe Manabu. Reactivity and Product Analysis of a Pair of Cumyloxyl and tert-Butoxyl Radicals Generated in Photolysis of tert-Butyl Cumyl Peroxide (2020) *The Journal of Organic Chemistry*, 85, 8627–8638.
- Dian Agung Pangaribowo, Manabu Abe. Photochemical [2 + 2] Cycloaddition Reaction of Carbonyl Compounds with Danishefsky Diene (2020) *Organic & Biomolecular Chemistry*, 18, 4962-4970.
- Elisa M. Brás, Lília I. L. Cabral, Patrícia S. M. Amado, Manabu Abe, Rui Fausto, Maria L. S. Cristiano. Photoinduced Reactivity in a Dispiro-1,2,4-trioxolane: Adamantane Ring Expansion and First Direct Observation of the Long-Lived Triplet Diradical Intermediates (2020) *The Journal of Physical Chemistry A*, 124, 4202-4210.
- Sahara K., Abe M., Zipse H., Kubo T. Duality of Reactivity of a Biradicaloid Compound with an *o*-Quinodimethane Scaffold (2020) *Journal of the American Chemical Society*, 142, 5408-5418.
- Ishida K., Yamazaki H., Hagiwara C., Abe M., Kusama H. Efficient Generation and Synthetic Applications of Alkyl-Substituted Siloxycarbenes: Suppression of Norrish-Type Fragmentations of Alkanoylsilanes by Triplet Energy Transfer (2020) *Chemistry - A European Journal*, 26, 1249-1253.
- Yoshida H., Seki M., Kamio S., Tanaka H., Izumi Y., Li J., Osaka I., Abe M., Andoh H., Yajima T., Tani T., Tsuchimoto T. Direct suzuki-miyaura coupling with naphthalene-1,8-diaminato (dan)-substituted organoborons (2020) *ACS Catalysis*, 10, 346-351.
- Ismael A., Abe M., Fausto R., Cristiano M.L.S. Insights into the photochemistry of 5-aminotetrazole

derivatives with applications in coordination chemistry. effect of the saccharyl moiety on the photostability (2020) Pure and Applied Chemistry, 92, 49-62.

Takagi Ryukichi, Tabuchi Chihiro. Enantioselective intramolecular [2 + 2] photocycloaddition using phosphoric acid as a chiral template (2020) Org. Biomol. Chem. 18, 9261–9267.

○国際会議

Yohei Chitose, Manabu Abe, Design, Synthesis, and Photoreactions of Near Infrared Two-photon Responsive Caged Compounds Bearing Coumarin Scaffold. Joint Symposium between CSIR-CDRI and HiU-P-DDS (2021年3月, Online) (一般講演)

○国内学会

◎岡本和賢, 波多野さや佳, 安倍 学, 高い置換基を導入したトリフェニルイミダゾリルラジカルの反応挙動. 日本化学会第101春季年会(2021年3月, オンライン) (一般講演)

◎小山悟生, 波多野さや佳, 安倍 学, ナフタレン骨格を有するフェノキシラジカルの物性評価. 日本化学会第101春季年会(2021年3月, オンライン) (一般講演)

宮澤友樹, 王 哲, 松本 岬, 波多野さや佳, 山子 茂, Antol Ivana, 安倍 学, シクロパラフェニレン骨格内に発生したマルチラジカルの構造と電子的性質. 日本化学会第101春季年会(2021年3月, オンライン) (一般講演)

高野真綾, 安倍 学, 7位に電子供与性基を有する4-メチルクマリン誘導体の光反応性. 日本化学会第101春季年会(2021年3月, オンライン) (ポスター)

Yohei Chitose, Tzu-Chau Lin, Claudine Katan, Manabu Abe, Wavelength-selective Photolytic Pathway of Coumarin-based Caged Compound Bearing Donor- π -Donor Stilbene Structure: Heterolysis versus Homolysis. 2020年光化学討論会(2020年9月, オンライン) (一般講演)

高野真綾, 安倍 学, 7位に電子供与性基を持つマリル-4-メチル誘導体の光反応. 2020年光化学討論会(2020年9月, オンライン) (ポスター)

宮澤友樹, 松本 岬, 中村岳史, 岡本一茂, 安倍 学, シクロパラフェニレン骨格内に発生したマルチラジカルの構造と電子的性質. 2020年光化学討論会(2020年9月, オンライン) (ポスター)

Dian Agung PANGARIBOWO, Manabu Abe, Photochemical [2+2] Cycloaddition Reaction of Carbonyl Compounds with Danishefsky Diene. 2020年光化学討論会(2020年9月, オンライン) (ポスター)

Zhe Wang, Manabu Abe, Long-lived Localized Diradicals Using Stretch Effect Induced by Macrocyclic Structures. 2020年光化学討論会(2020年9月, オンライン) (ポスター)

NGUYEN Hai Dang, ABE Manabu, Design, Synthesis and Photoproperty of a Caged Dopamine with Thiocarbamate Unit. 2020年光化学討論会(2020年9月, オンライン) (ポスター)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部4年生 ⁽¹⁾	0	0
博士課程前期 ⁽²⁾	0	6
博士課程後期 ⁽³⁾	1	3
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○セミナー・講演会開催実績

安倍 学, Gautam Panda 教授 講演会

日時: 2020年5月15日(金) 15:00-16:00

場所: オンライン

講師: Gautam Panda 教授 (インド, CSIR-Central Drug Research Institute)

演題: Amino Acids Towards Anticancer Alkaloids and Steroidomimetics:

Rays of Hope for Autophagic Cell Death?

安倍 学, Petr Klán 教授 講演会

日時：2020年7月17日（金）17:00-

場所：オンライン

講師：Petr Klán 教授（チェコ共和国, Masaryk University）

演題：Transition-metal-free releasing compounds activatable by visible to NIR light

安倍 学, 岡本秀毅 教授 講演会

日時：2020年11月27日（金）15:00-

場所：オンライン

講師：岡本秀毅 教授（岡山大院自然科学）

演題：拡張した π 系を持つフェナセン類の合成と有機電子材料としての展開

安倍 学, 久保孝史 教授 講演会

日時：2020年12月4日（金）13:00-

場所：オンライン

講師：久保孝史 教授（阪大院理）

演題：非局在型ラジカル種がつくり出す特殊な結合

○社会活動・学外委員

・学協会役員, 委員

安倍 学, 分子情報ダイナミクス研究会代表（2007年～）

安倍 学, 基礎有機化学会, 理事（2012年～）

安倍 学, IUPAC Subcommittee on Structural & Mechanistic Organic Chemistry（2016年7月～）

安倍 学, 光化学協会, 理事（2020年～）

波多野さや佳, 日本化学会『化学と教育』誌, 支部企画小委員（2020年～）

・論文誌編集委員

安倍 学, EDITORIAL BOARD ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES（2005年～）

安倍 学, Australian Journal of Chemistry（2010年～）

安倍 学, Editorial Board Member in Advances in Physical Organic Chemistry（2016年～）

・討論会の組織委員

安倍 学, 基礎有機化学討論会組織委員（2007年～）

安倍 学, 反応性中間体と異常分子の国際会議組織委員（2010年～）

○国際共同研究・国際会議開催実績

安倍 学, 米国シンシナティ大学, Professor Anna Gudmunterdotirr, ニトレンに関する研究

安倍 学, 米国コルビー大学, Professor Das Thernatorr, カルベンに関する研究

安倍 学, 仏国ランス大学, Professor Norbert Hoffmann, イミンの光化学に関する研究

安倍 学, 仏国レンヌ大学, Professor Claudine Katan, 2光子吸収骨格の分子デザインに関する研究

安倍 学, 台湾中央大学, Professor Gavin Tsai, 励起状態分子の化学反応に関する研究

安倍 学, 台湾中央大学, Professor Tzu-Chau Lin, 2光子吸収断面積の測定

安倍 学, 中国復旦大学, Professor Xiaoqing Zeng, ニトレンの電子共鳴分光

○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金, 国際共同（研究強化 B）, 緊急時において公衆の線量を適及的に測定評価する実用的技術の開発, 分担者 安倍 学

研究大学強化促進事業（光ドラッグ）, 代表者 安倍 学

JST さくらサイエンスプラン, 代表者 安倍 学

JST CREST, 主たる研究者 安倍 学

科学研究費挑戦的研究（萌芽）, 近赤外2光子励起を用いた1細胞内での生物活性物質の in-situ

合成, 代表者 安倍 学
科学研究費補助金基盤研究 (C) , 光による結合組み換えを利用したキノイド化合物の光反応に
関する研究, 代表者 波多野さや佳

○座長を行った学会・討論会の名称

安倍 学, 日本化学会第 101 春季年会, オンライン, 2021 年 3 月

量子化学研究グループ

スタッフ 岡田 和正 (准教授), 赤瀬 大 (助教)

○研究活動の概要

量子化学研究グループの研究の目的は、分子の構造や反応の特異性、分子挙動の特徴、また、電子構造における特徴を、量子化学における理論と実験の両方の手法を用いることによって明らかにすることである。

1. NMR 化学シフトは原子核の周りの電子的な環境に鋭敏であるため、溶液中では溶質分子の構造変化だけではなく、溶媒分子からの影響を受ける。この影響を理論計算で定量的に再現するためには、多数の溶液構造について溶媒分子を露わに含めた量子化学計算を行う必要がある。メタノール水溶液の分子動力学計算から溶媒水分子を含んだ多数のクラスター構造を抜き出し、それぞれの構造について NMR 遮蔽定数を密度汎関数理論で計算した。メタノールの OH 基の ^1H -NMR 遮蔽定数の計算値は、クラスター構造に依存して大きくばらついた。そこで、NMR 遮蔽定数を量子化学計算なしで予測するために、構造パラメータから NMR 遮蔽定数を予測する重回帰モデル構築し、モデルから溶媒による影響を解釈することを目指した。作成したモデルから、メタノールの OH と溶媒水分子の O の水素結合距離が最も NMR 遮蔽定数への寄与が大きいことが分かった。
2. グリシンベタインは適合溶質のひとつで、生体細胞内の浸透圧を調節し細胞の耐塩性をもたせている。この適合溶質と水および塩との相互作用を分子レベルで調べるため、前年度から継続して、この溶液系の酸素内殻吸収スペクトルを溶質濃度および添加塩濃度の関数として測定した。純水で 534.6 eV にみられる $4a_1$ 共鳴バンドは、水溶液でピーク位置やバンド形状をわずかに変えた。そこでスペクトル 2 次微分に基づいて成分ピークをおき吸収バンドのデコンボリューションを実行したところ、新たな成分を 534.36 eV および 535.13 eV に見いだした。これらの面積強度は溶質濃度に正比例することから、それらを水和水に帰属した。塩添加水溶液において 535.13 eV の成分面積強度が溶質/塩濃度比 0.5~2.0 の間でほぼ一定であったことから、1:1 以外の溶質・塩錯合体も存在することが示唆された。組成の柔軟さが生体細胞での耐塩性機能を有効なものにしていると理解された。
3. ジメチルグリシンは中性溶液では双性イオン形を、強塩基性溶液ではアニオン形をとる。酸素内殻吸収スペクトルの水の共鳴バンドの形状が互いに異なることから、両系の水和水構造を比較して考察できる。今年度はグリシンベタイン系の解析結果も取り込んで、水和水成分を 534.36 eV および 535.13 eV において、解析をさらに進めた。ジメチルグリシン中性溶液では、グリシンベタイン水溶液と同様に、両水和水成分の面積強度が溶質濃度に正比例することが分かった。一方、強塩基性溶液では 535.13 eV 成分は強度をもたず、534.36 eV 成分は溶質濃度に正比例する面積強度をもっていた。これらの解析結果から、低エネルギーのピーク成分はカルボキシレート周りの水和水に帰属できること、グリシンベタイン系とジメチルグリシン系で統一したスペクトル解釈が与えられることが結論された。

○発表原著論文

- S. Ohsawa, T. Tokushima, K. Okada (2021) Hydration of the Zwitterionic and Protonated Forms of Glycine Betaine Probed by Soft X-ray Emission Spectroscopy Coupled with Chemometrics. *J. Phys. Chem. B*, **125**, 1881–1887.

○国内学会

- 大澤翔平, 湯澤勇人, 長坂将成, 岩山洋士, 岡田和正, 液相内殻吸収分光で観測するグリシンベタインと塩との錯合体形成. UVSOR Symposium 2020 (2020 年 10 月 26 日~27 日, オンライン) (ポスター)
- 福田直希, 湯澤勇人, 長坂将成, 岡田和正, 軟 X 線吸収分光法による N,N -ジメチルグリシンの水和水構造の研究. 2020 年日本化学会中国四国支部大会 (2020 年 11 月 28 日~29 日, オンライン) (ポスター)

玉野智章, 相田美砂子, 赤瀬 大, 重回帰モデルによる NMR 遮蔽定数の予測についての理論化学的研究. 2020 年日本化学会中国四国支部大会 (2020 年 11 月 28 日~29 日, オンライン) (ポスター)

○学生の学会発表実績

	国際学会 件数	国内学会 件数
学部 4 年生 ⁽¹⁾	0	0
博士課程前期 ⁽²⁾	0	2
博士課程後期 ⁽³⁾	0	1
博士課程前期・後期共 ⁽⁴⁾	0	0

○社会活動・学外委員

- ・学協会役員, 委員
岡田和正, 日本分光学会代議員 (2020~)
- ・討論会の組織委員
赤瀬 大, Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員 (2014 年~)
赤瀬 大, The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium/The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials 実行委員 (2020 年 12 月)
岡田和正, 第 34 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 実行委員 (2021 年 1 月)

○産学官連携実績

赤瀬 大, 共同研究「酸化ガリウム p 型化に関する, フィージビリティ検討」矢崎総業株式会社

○共同プロジェクトへの参加状況

赤瀬 大, 研究拠点形成費等補助金 (未来価値創造人材育成プログラム (a) 超スマート社会の実現に向けたデータサイエンティスト育成事業) 『「実世界データ演習」を用いる価値創造人材教育の大学連携』事業担当者 (2019 年度~2022 年度)

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受け入れ状況

・外国人留学生の受け入れ状況

令和2年度は、博士課程前期に2名、後期に1名の外国人留学生を受け入れた。

1-4-4 研究助成金の受け入れ状況

令和2年度（2020年度）に受けた研究費等の総数を示す。

項 目	分 類	件数
文部科学省科学研究費補助金	新学術領域	2
	基盤研究(S)	0
	基盤研究(A)	1
	基盤研究(B)	3
	基盤研究(C)	6
	挑戦萌芽研究	1
	若手研究(A)	1
	若手研究(B)	1
	国際共同	1
	若手研究(スタートアップ)	2
	特別研究員奨励費	3
	外国人特別研究員奨励費	1
その他の研究費（公募）		33

1-4-5 学会ならびに社会での活動

・学協会役員、委員（過去5年以内）

- 井口 佳哉：日本分光学会中国四国支部事務局長（2013～2018）
 井口 佳哉：日本分光学会中国四国支部 支部長（2019～）
 井口 佳哉：第35回化学反応討論会実行委員（2019）
 井口 佳哉：分子科学会 運営委員（2020年～）
 高橋 修：第35回化学反応討論会実行委員（2019）
 村松 悟：日本分光学会中国四国支部 事務局長（2019～）
 村松 悟：第35回化学反応討論会実行委員（2019）
 井上 克也：固体物理, 誌友（2015）
 井上 克也：広島県教育委員会, 広島市立大学主催 平成28年度 第3回広島県科学セミナー審査員（2017）
 井上 克也：日本化学会, 中四国支部化学と工業懇話会, 事務局長（2019～）
 井上 克也：中国四国・化学と工業懇話会, 運営委員長（2019年3月～2021年2月）
 西原 禎文：日本化学会中国四国支部, 会計幹事（2020年3月～2021年2月）
 西原 禎文：中国四国・化学と工業懇話会, 会計幹事（2020年3月～2021年2月）
 水田 勉：近畿化学協会, 幹事（2012～）
 水田 勉：日本化学会 代議員（2018年10月～）
 水田 勉：錯体化学会 理事（2020年9月～）
 久米 晶子：日本化学会, 中四国支部庶務幹事（2014～）
 久米 晶子：日本化学会, 中国四国支部 代表正会員（2015～2017, 2017～2019）
 久米 晶子：錯体化学会, 理事（2015～2017）
 久米 晶子：錯体化学会 討論会運営委員会委員（2016年4月～）

石坂 昌司：日本化学会，中国四国支部会計幹事（2016）
 石坂 昌司：日本分析化学会，中国四国支部庶務幹事（2012～2015）
 石坂 昌司：日本分析化学会，中国四国支部常任幹事（2016～）
 石坂 昌司：日本化学会中国四国支部，事務局長（2017）
 石坂 昌司：日本化学会，理事（2019～2020）
 石坂 昌司：日本分析化学会，代議員（2018～2019）
 石坂 昌司：日本学術振興会，特別研究員等審査会専門委員（2017年8月～2018年7月）
 石坂 昌司：日本化学会中国四国支部，広島地区幹事（2018）
 石坂 昌司：日本化学会，理事（2019～2020）
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，役員幹事（2014～）
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，事業企画委員会委員（2018～）
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，討論会委員会委員（2018～）
 灰野 岳晴：新規素材探索研究会幹事（2001～）
 灰野 岳晴：ホスト・ゲスト化学研究会幹事（2006～）
 灰野 岳晴：有機合成化学協会中国四国支部幹事（2007～）
 平尾 岳大：日本化学会生体機能関連化学部会・中国四国支部若手幹事（2018～）
 山崎 勝義：日本分光学会代議員（2004, 2006～）
 山崎 勝義：日本分光学会中国四国支部監査（2006～）
 山崎 勝義：日本分光学会中国四国支部代議員（2004, 2006～）
 山崎 勝義：日本化学会単位・記号専門委員会委員（2015～2018）
 山崎 勝義：日本化学会単位・記号専門委員会委員長（2019～）
 山崎 勝義：日本化学会監事（2018～2019）
 高口 博志：原子衝突研究協会運営委員（2008～）
 高口 博志：原子衝突学会編集委員（2014～2017）
 高口 博志：原子学会運営委員（2014～）
 高口 博志：分子科学会運営委員（2013～）
 高口 博志：日本分光学会編集委員（2012～）
 高口 博志：日本分光学会常務委員編集担当（2014～2016）
 高口 博志：日本分光学会中国四国支部庶務幹事（2016）
 吉田 拡人：第5回CSJ化学フェスタ実行委員（2015）
 吉田 拡人：触媒学会有機金属研究会世話人（2015～）
 吉田 拡人：日本化学会中国四国支部化学と工業懇話会常任運営委員（2019～2020）
 吉田 拡人：日本化学会代議員（2020～）
 中本 真晃：日本化学会中国四国支部庶務幹事（2018年3月～2019年2月）
 中本 真晃：有機合成化学協会中国四国支部事務局（2019～）
 安倍 学：分子情報ダイナミクス研究会代表（2007～）
 安倍 学：基礎有機化学会・副会長（2010～2012, 2015～）
 安倍 学：基礎有機化学会・理事（2012～）
 安倍 学：光化学協会，理事（2020年～）
 安倍 学：IUPAC Subcommittee on Structural&Mechanistic Organic Chemistry（2016年7月～）
 波多野さや佳：日本化学会『化学と教育』誌，支部企画小委員（2020年～）
 波多野さや佳：日本化学会中国四国支部庶務幹事（2019～2020）
 岡田 和正：日本化学会中国四国支部庶務幹事（2015～2016）
 岡田 和正：日本化学会中国四国支部会計幹事（2018～2019）
 岡田 和正：日本分光学会代議員（2020～）

・外部評価委員など（過去5年以内）

井上 克也：九州工業大学 外部評価委員（2013, 2015）
 井上 克也：KEK, PAC委員会

・講習会・セミナー講師（過去5年以内）

- 福原 幸一：広島文化学園米食文化研究会「米食文化講座 科学の目で見た米食よもやま話」（2015年11月）
- 福原 幸一：第40回全国高等学校総合文化祭（2016ひろしま総文）サイエンスカフェ（2016年8月，広島大学）
- 福原 幸一：広島文化学園米食文化研究会「米食文化講座 米と油」（2016年11月広島文化学園大学）
- 久保 和幸：第11回中国四国地区錯体化学研究会・錯体化学若手の会中国四国支部第3回勉強会「2つのリン配位子が配位した炭素配位子が配位した白金錯体が配位した銀錯体の配位化学!?～金属のようにふるまう典型元素と配位子としてふるまう遷移金属～」(2017年5月，東広島)
- 石坂 昌司：2018年ノーベル賞解説セミナー（広島大学理学研究科附属理学融合教育研究センター主催），2018年12月，広島大学東千田キャンパスA501講義室，「光ピンセットで操る微粒子の化学」
- 石坂 昌司：第23回エアロゾル基礎講座－さまざまな分野のエアロゾル（基礎と研究の最先端）－（第36回エアロゾル科学・技術研究討論会実行委員会主催），2019年9月4日，広島大学東広島キャンパス，「光ピンセットの原理と単一エアロゾルの計測技術」
- 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会主催，界面コロイドラーニング－第36回現代コロイド・界面化学基礎講座－，主査，2020年10月29日～30日，オンライン開催
- 松原 弘樹：第71回コロイドおよび界面化学討論会一般シンポジウム，平衡・非平衡界面の科学と技術，企画提案者，2020年9月15日，オンライン開催
- 井口 佳哉：H28年度高校・大学化学教育フォーラム広島，「広島大学理学部化学科の教育内容」（2016年，広島大学）
- 井口 佳哉：セミナー講師（2019年1月，静岡大学理学部，極低温・気相分光による超分子化学の研究）
- 井口 佳哉：セミナー講師（2019年9月，福岡大学，極低温・気相分光による超分子化学の研究）
- 井口 佳哉：セミナー講師（2019年12月，九州大学，極低温・気相分光による超分子化学の研究）
- 井口 佳哉：セミナー講師（2019年8月，JSTさくらサイエンスプラン，広島大学，Supramolecular Chemistry Studied by Cold, Gas-Phase Spectroscopy）
- Shang Rong：テニユア・トラック教員による報告「未来を拓く地方協奏プラットフォーム第1回成果報告会」（2015年7月，広島大学中央図書館ライブラリーホール）
- Shang Rong：第1回コンソーシアム教員セミナー 未来を拓く地方協奏プラットフォーム第6回HIRAKUコンソーシアム教員研修「Clever Molecular Design For Catalysts of Sustainable Chemical Transformations」（2016年2月，広島大学）
- Shang Rong：Department of Chemistry, Guanajuato University, Mexico, 「Reactivity of the Terminal Borylene Complex [Cp(CO)₂Mn=B-tBu]」（2016年9月，Guanajuato University, Mexico）
- Shang Rong：広島大学女性研究活動委員会主催・男女共同参画意識啓発セミナー「どんな人生を歩みたいですか?」「Synthesis of π -withdrawing boron-ligated transition metal complexes」（2016年12月，広島大学）
- Shang Rong：第8回 国立台湾大学理学院，チューラーロンコーン大学理学部，岡山大学理学部及び広島大学理学部間の国際ワークショップ（2017年8月，広島大学）
- Shang Rong：Globalization A Science Chat 「Clever Molecular Design For Catalysts of Sustainable Chemical Transformations」（2017年7月，広島大学）
- 中本 真晃：第9回 国立台湾大学理学院，チューラーロンコーン大学理学部，岡山大学理学部及び広島大学理学部間の国際ワークショップ講師，2018年8月27日～9月6日，タイ チューラーロンコーン大学
- 中本 真晃, Shang Rong：第10回 国立台湾大学理学院，チューラーロンコーン大学理学部，岡山大学理学部及び広島大学理学部間の国際ワークショップ講師，2019年8月27日～9月4日，岡山大学
- 波多野さや佳：第16回 体験科学講座～女子高校生特別コース～（2016年3月，広島大学）
- 岡田 和正：東京工業大学理学院講演会「溶液の軟X線分光で見えたこと」（2018年7月25日，東京）

- 山崎 勝義：先端融合科学サマースクール「Department of Chemistry」(2015年8月, 広島大学)
- 山崎 勝義：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプラン サマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」(2015年8月, 広島大学)
- 山崎 勝義：機関リポジトリ新任担当者研修「研究者から見た機関リポジトリ」(2015年9月, 広島修道大学)
- 山崎 勝義：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプラン サマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」(2016年8月, 広島大学)
- 山崎 勝義：オープンアクセスリポジトリ推進協会地域ワークショップ「研究者の視点からリポジトリに期待すること」(2016年12月, 広島大学)
- 山崎 勝義：埼玉大学大学院集中講義「マクロ化学特論II」(2018年12月, 埼玉大学)
- 高口 博志：理研セミナー「Chemical Dynamics Studies by State-Resolved Particle Imaging: Photochemistry of Transition-Metal Complexes and Amines」(2018年11月, 理化学研究所)
- 高口 博志：首都大学東京化学コロキウム「量子状態選別散乱法で探る有機アミンの光解離ダイナミクスと遷移金属錯体の光化学」(2020年1月, 首都大学東京南大沢キャンパス)
- 高口 博志：ACS on Campus (2018年12月, 広島大学)
- 高口 博志：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプラン サマースクールプログラム「Introduction to Chemical Reaction Dynamics - Study for Molecular Photodissociation -」(2019年8月, 広島大学)
- 井上 克也：第40回全国高等学校総合文化祭「化合物の電気・磁氣的性質右手の世界と左手の世界は同じか？ーキラリティと物性ー」(2016年8月, 広島大学)
- 井上 克也：日本物理学会2016年度科学セミナー「Solid State Chemistry -Chiral Magnetism」(2016年8月, 東京大学)
- 井上 克也：ブダペスト工科経済大学 Institute seminar, “CHIRAL EFFECTS ON PHYSICAL PROPERTIES”, 2017年9月11日, ブダペスト工科経済大学
- 井上 克也：H29年度日野研究会, “キラルな話題”, 2017年12月1日, 愛媛大学
- 井上 克也：JSPS 研究拠点形成事業「キラル物性研究の将来構想会議」, “実験系からの将来ビジョンについて”, 2017年10月2日, キャンパス・イノベーションセンター (CIC)
- 井上 克也：ザラゴザ大学 セミナー, Zaragoza, Spain, 2018年11月8日, “Chiral Sciences”
- 井上 克也：バルセロナ大学 セミナー, Barcelona, Spain, 2018年11月7日, “Chirality in Nature”
- 井上 克也：パリ南大学 (オルセー) & エコールノルマルスペリオール ドゥ カシヤン合同セミナー, Orsay, Paris, France, 2018年11月6日, “Chiral Science”
- 井上 克也：ソルボンヌ大学 セミナー, Paris, France, 2018年11月2日, “Chirality in Nature”
- 井上 克也：ロシアオレンブルグ大学 “Japan week”, on-line, 2021年3月11日~17日, “Chirality-From philosophy to Science”このセミナーに対しオレンブルグ大学長から越智広島大学長宛に感謝状贈呈
- 西原 禎文：JSTさくらサイエンスプラン (日本・アジア青少年サイエンス交流事業) 先端化学コース(Summer School Program for Advanced Chemistry) 「化合物の電気・磁氣的性質」(2016年8月, 広島大学)
- 西原 禎文：“Exploring a Single Molecule Electret (SME)” Riken Seminar, 2018年12月25日.
- 西原 禎文：分子化学会・第4回分子性固体オンラインセミナー, On-line, 2021年1月14日, “単一分子で強誘電的な性質を示す「単分子誘電体」の開発 (Development of a Single-molecule Electret (SME)) ”
- Andrey Leonov : Department of Condensed Matter Physics, Charles University in Prague ・オンラインセミナー, On-line, 2020年11月4日“The properties of isolated chiral skyrmions”
- 吉田 拡人：ホウ素およびスズを有する有機典型金属化合物の選択的合成反応の開発とその応用. 九州大学講演会 (2020年12月, オンライン) (招待講演)
- 吉田 拡人：ホウ素およびスズを有する有機典型金属化合物の選択的合成反応の開発とその応用. 近畿化学協会ヘテロ原子部会第二回懇話会 (2020年12月, オンライン) (招待講演)

・高大連携事業（過去5年以内）

- 水田 勉：自然科学実験セミナー鳥取県立鳥取東高等学校（2011～2018年9月，広島大学）
- 水田 勉：広島大学附属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2018年7月，広島大学）
- 水田 勉：広島大学附属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2019年7月，広島大学）
- 水田 勉：広島大学附属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2020年7月，広島大学）
- 水田 勉：広島大学附属高校 平成30年度SSH事業 学校設定科目「AS科学探究I」（2018年度，広島大学）
- 水田 勉：広島県立広島観音高校 出張講義
- 水田 勉：安田女子高等学校 出張講義
- 水田 勉：グローバル・サイエンス・キャンパス 課題中間発表審査会審査員（2015年9月），分野別セミナー講師（2016年1月・3月），課題中間発表審査会審査員（2016年3月）（広島大学）
- 水田 勉：広島県立広島国泰寺高等学校 SSHサイエンス講座（2015年10月，広島市）
- 水田 勉：広島大学附属高校「フロンティアサイエンス講義」（2016年7月，広島）
- 水田 勉：広島大学附属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2016年7月，広島大学）
- 水田 勉：第40回全国高等学校総合文化祭（ひろしま総文2016）自然科学部門審査員（2016年7月，広島大学）
- 水田 勉：広島大学附属高校 先端研究実習（基礎化学実験）（2017年7月，広島大学）
- 水田 勉：広島県科学セミナー 化学分野 助言・審査員（2018年1月，広島市立大学）
- 久保 和幸：自然科学実験セミナー鳥取県立鳥取東高等学校（2011年～2019年9月，広島大学）
- 石坂 昌司：出張講義，2020年10月22日，広島県立広島高等学校（呉市）
- 石坂 昌司：第50回広島県私学教育研修会 依頼講演，2019年8月21日，広島桜が丘高等学校（広島市）
- 山崎 勝義：先端融合科学サマースクール「Department of Chemistry」（2015年8月，広島大学）
- 山崎 勝義：科学技術振興機構 日本・アジア青少年サイエンス交流事業さくらサイエンスプラン サマースクールプログラム「Chemical Reaction and Energy Transfer of Vibrationally Excited Molecules」（2015年8月，広島大学）
- 山崎 勝義：機関リポジトリ新任担当者研修「研究者から見た機関リポジトリ」（2015年9月，広島修道大学）
- 山崎 勝義：広島県科学オリンピック開催事業 第4回広島県科学セミナー（2016年1月，広島市立大学）
- 山崎 勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー（2016年3月，広島大学）
- 山崎 勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第3回セミナー（2016年10月，広島大学）
- 山崎 勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 第5回セミナー（2016年12月，広島大学）
- 山崎 勝義：グローバルサイエンスキャンパス事業 異分野融合シンポジウム（2017年1月，メルパルク広島）
- 山崎 勝義：高校・大学化学教育フォーラム広島「根深い誤りの伝統を断つには」（2019年8月，広島大学東千田キャンパス）
- 山崎 勝義：次世代化学教育研究会「根深い誤りの伝統を断つには—高等学校教科書修正の必要性—」（2020年1月，岡山県立岡山一宮高等学校）
- 高口 博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2015年7月，広島大学）
- 高口 博志：グローバルサイエンスキャンパス事業 第4回セミナー（2016年3月，広島大学）
- 高口 博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2016年7月，広島大学）
- 高口 博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2017年7月，広島大学）
- 高口 博志：広島県立井口高校校外研修「わかる！はかる！わかる！」（2018年7月，広島大学）
- 中本 真晃：広島大学オープンキャンパス，研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる！？」（2018年8月，広島大学）
- 中本 真晃：広島大学オープンキャンパス，研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる！？」（2020年8月，オンライン）
- 中本 真晃：広島大学オープンキャンパス，研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる！？」

- (2019年8月, 広島大学)
- Shang Rong : 広島大学オープンキャンパス, 研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる!？」
(2017年8月, 広島大学)
- Shang Rong : 広島大学オープンキャンパス, 研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる!？」
(2018年8月, 広島大学)
- Shang Rong : 広島大学オープンキャンパス, 研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる!？」
(2019年8月, 広島大学)
- Shang Rong : 広島大学オープンキャンパス, 研究室公開「小さな結晶から分子の形がわかる!？」
(2020年8月, オンライン)
- 赤瀬 大 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2014年8月7日~8日, 広島大学)
- 赤瀬 大 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2015年8月18日~19日, 広島大学)
- 赤瀬 大 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2016年8月19日~20日, 広島大学)
- 赤瀬 大 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2017年8月17日~18日, 広島大学)
- 井上 克也 : 平成28年度 第3回広島県科学セミナー 広島県教育委員会, 広島市立大学主催
2017年1月28日(土) 広島市立大学 審査員
- 井上 克也 : 第40回全国高等学校総合文化祭 2016年7月30(土)~8月1日(月) “化合物の電気・磁気的性質右手の世界と左手の世界は同じか?ーキラリティと物性ー”
- 西原 禎文 : 2019年9月6日, 武田高等学校 (1学年と2学年の普通科計300名, 東広島市)
- 福原 幸一 : 第40回全国高等学校総合文化祭 (2016ひろしま総文) サイエンスカフェ講師 (2016年8月, 広島大学)
- 岡田 和正 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2018年8月21日~22日, 広島大学)
- 岡田 和正 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2019年8月20日~21日, 広島大学)
- 赤瀬 大 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2018年8月21日~22日, 広島大学)
- 赤瀬 大 : 日本化学会中国四国支部 夢・化学21 化学への招待 (2019年8月20日~21日, 広島大学)

・論文誌編集委員 (過去5年以内)

- 石坂 昌司 : Analytical Sciences (Special Issue: Young Generation in Analytical Sciences) **29**(1),2013, ゲストエディター (2013~2014)
- 灰野 岳晴 : ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES (2003~)
- 灰野 岳晴 : A guest editor of a special issue of “*Supramolecular Polymer*” of the journal, “*Polymer*”. (2016)
- 灰野 岳晴 : Associate editor of “*Frontiers in Chemistry*” journal in Supramolecular Chemistry. (2018~)
- 山崎 勝義 : Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016~)
- 安倍 学 : ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES (2005~)
- 安倍 学 : Australian Journal of Chemistry (2010~)
- 安倍 学 : Editorial Board Member in Advances in Physical Organic Chemistry (2016~)
- 吉田 拡人 : Guest Editor, Special issue “*Development and Application of Aryne Chemistry in Organic Synthesis*”, *Molecules* (2015年)
- 吉田 拡人 : Guest Editor, Special issue “*Fundamentals and Application of Copper-based Catalysts*”, *Catalysts* (2019年)
- 吉田 拡人 : Editorial Board Member, *Catalysts* (2019年~)

・学会・討論会の組織委員（過去5年以内）

- 井口 佳哉：日本分光学会中国四国支部 支部長（2019年～）
- 井口 佳哉：第35回化学反応討論会実行委員
- 高橋 修：第35回化学反応討論会実行委員
- 村松 悟：日本分光学会中国四国支部 事務局長（2019年～）
- 村松 悟：第35回化学反応討論会実行委員
- 井上 克也：12th Japanese-Russian workshop (MolMag-2018, Astrakhan, Russia, 2018年9月17日～21日, Co-Chair)
- 井上 克也：広島大学キラル国際研究拠点 (CResCent) & 広島大学極限宇宙研究拠点 (Core-U) 合同セミナー「キラル素粒子論セミナーII」【S-1】神田山荘 (広島市), Japan, 2018年4月1日～2日, 組織委員長
- 井上 克也：The 6th International Conference on Superconductivity and Magnetism- ICSM2018, Premier Palace Hotel, Beldibi, Antalya, Turkey, 2018年4月29日～5月4日, 組織委員
- 井上 克也： χ Mag2018 Symposium, 奈良春日野国際フォーラム薨～I・RA・KA～, Nara, Japan, 2018年7月25日～28日, 組織委員長
- 井上 克也：ICCC2018, Sendai, Japan, 2018年7月30日～8月4日, キラル磁性セッション組織委員長
- 井上 克也：IX RUSSIAN-JAPANESE SCIENTIFIC CONFERENCE, Orenburg, Russia, 2018年10月28日～11月2日, Co-Chair
- 井上 克也：日本学術振興会研究拠点形成事業「第8回キラル物性若手の会 2018年度 冬の学校」【S-5】, 2018年12月12日～14日, Osaka Prefecture University I-site Namba, Osaka/I-site なんば (大阪市), 組織委員長
- 井上 克也：日本学術振興会 研究拠点形成事業トピカルミーティング「キラル物性シンポジウム」【S-7】, 2019年1月27日～29日, Kanda Sansou Resort (Kurhaus), Hiroshima/神田山荘 (広島市), 組織委員長
- 井上 克也：11th Japanese-Russian workshop (2017年11月12日～15日, Awaji Yumebutai International Conference Center, Awaji Island, Japan), Co-Chairperson
- 井上 克也：12th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2017) (2017年9月24日～29日, Miyagi Zao Royal Hotel, Zao, Miyagi, Japan), Domestic Advisory Committee
- 井上 克也：SPRING-8シンポジウム2017“SPRING-8の目指す将来”(2017年9月4日～5日, 広島大学 東千田未来創生センター, Hiroshima, Japan), 実行委員会 委員
- 井上 克也：JSPS 研究拠点形成事業 2017【S-5】「キラル磁性の将来構想トピカルミーティング」(2017年12月8日～10日, 休暇村大久野島), 開催
- 井上 克也：JSPS 研究拠点形成事業DMI2017 “IV International Workshop Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Exotic Spin Structures” (2017年5月23日～26日, Peterhof, Russia), Co-Chairman
- 井上 克也：日本学術振興会 研究拠点形成事業「キラル自然哲学会」【S1】, 2019年4月6日～8日, 神田山荘 (広島市), Japan, 2019年4月4日～6日, 組織委員長
- 井上 克也：日本学術振興会 研究拠点形成事業 トピカルミーティング「キラリティー、トポロジー、結び目論 第3回研究会」【S4】, 2019年10月31日～11月1日, 広島大学理学部 E002, 組織委員長
- 水田 勉：錯体化学会 錯体化学討論会運営委員 (2006～)
- 水田 勉：日本化学会 CSJ化学フェスタ実行委員会委員 (2012～)
- 石坂 昌司：日本分析化学会第63年会実行委員会委員 (2013～2014)

- 石坂 昌司：ナノ・バイオ・インフォ化学シンポジウム実行委員会委員 (2016～)
- 石坂 昌司：第36回エアロゾル科学・技術研究討論会実行委員 (2019)
- 松原 弘樹：第32回九州コロイドコロキウム実行委員 (2015)
- 松原 弘樹：第4回九州コロイドコロキウム国際大会実行委員 (2016)
- 松原 弘樹：第5回九州コロイドコロキウム国際大会実行委員 (2020)
- 灰野 岳晴：第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)
- 灰野 岳晴：第66回高分子討論会「S1.多彩な元素ブロックの高分子化と組織化による機能創発」
特定テーマセッションオーガナイザー (2017)
- 灰野 岳晴：The 12th SPSJ International Polymer Conference「T-8: Supramolecular Chemistry and
Complex Macromolecular Science」セッションオーガナイザー (2018)
- 関谷 亮：第26回有機結晶シンポジウム実行委員 (2015)
- 関谷 亮：第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)
- 山崎 勝義：第35回化学反応討論会実行委員会委員 (2018～)
- 高口 博志：第35回化学反応討論会実行委員会委員長 (2018～)
- 安倍 学：基礎有機化学討論会組織委員 (2007～)
- 安倍 学：反応性中間体と異常分子の国際会議組織委員 (2010～)
- 安倍 学：第50回有機反応若手の会実行委員長 (2015)
- 安倍 学：第27回基礎有機化学討論会実行委員長 (2016)
- 高木 隆吉：第50回有機反応若手の会実行委員 (2015)
- 高木 隆吉：第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)
- 波多野さや佳：第50回有機反応若手の会実行委員 (2015)
- 波多野さや佳：第27回基礎有機化学討論会実行委員 (2016)
- 岡田 和正：第35回化学反応討論会 実行委員 (2019年6月)
- 岡田 和正：第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 実行委員 (2020年1月～
2021年1月)
- 岡田 和正：第34回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 実行委員 (2021年1月)
- 赤瀬 大：The 12th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員 (2015)
- 赤瀬 大：The 13th Nano Bio Info Chemistry Symposium and the 8th Japanese-Russian Seminar 実行
委員 (2016)
- 赤瀬 大：The 14th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員 (2017年12月)
- 赤瀬 大：The 15th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員 (2018年12月)
- 赤瀬 大：第35回化学反応討論会 実行委員 (2019年6月)
- 赤瀬 大：The 16th Nano Bio Info Chemistry Symposium 実行委員 (2019年12月)
- 赤瀬 大：The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium/The 10th Japanese-Russian Seminar on
Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials 実行委員 (2020年12月)

・その他の委員 (過去5年以内)

- 福原 幸一：「サイエンスカフェ」代表 (2012～)
- 福原 幸一：理学研究科附属理学融合教育研究センターアウトリーチ部門委員 (2012～)
- 井上 克也：日本学術振興会科学研究費審査委員
- 井上 克也：高輝度放射光研究施設, 利用者懇談会, 委員
- 井上 克也：高輝度放射光研究施設, 利用者懇談会, キラル/マルチフェロイック磁性研究会会長
- 西原 禎文：日本学術振興会産学協力研究委員会第181委員会 委員 (2019～)
- 水田 勉：サタケ基金運営委員会委員 (2018年4月～)
- 水田 勉：一般社団法人 尚志会理事 (2013年6月～2017年5月)
- 水田 勉：一般社団法人 尚志会理事長 (2017年6月～)
- 水田 勉：公益社団法人 広島大学教育研究支援財団評議員 (2017年10月～2018年8月)
- 水田 勉：広島大学校友会常任理事 (2017年10月～)
- 水田 勉：広島大学同窓会 理事 (2017年10月～)
- 灰野 岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員 (2004～)
- 灰野 岳晴：広島大学薬品管理システム専門委員会委員長 (2011～)

関谷 亮：広島大学中央廃液処理施設運営委員（2013～2015）
関谷 亮：作業環境 WG（2017年4月～）
関谷 亮：理学研究科安全衛生委員（2018年4月～）
山崎 勝義：広島大学北京研究センター運営委員（2006～）
山崎 勝義：広島大学グローバルサイエンスキャンパス（GSC）事業、コーディネーター（2015～2016）
Shang Rong：ガナファト大学化学科学士課程学生の副指導教員（2019年8月～2020年3月）
安倍 学：青少年のための科学の祭典第21回広島大会（2015）
安倍 学：青少年のための科学の祭典第20回広島大会（2016）
安倍 学：青少年のための科学の祭典第21回広島大会（2017）
安倍 学：青少年のための科学の祭典第25回広島大会（2019年10月26日）
岡田 和正：日本原子力研究開発機構 光科学専門部会委員（2008～2018）
岡田 和正：広島大学若手研究人材養成センター 研究科連絡WG（2009～2016）
岡田 和正：量子科学技術研究開発機構 施設共用課題委員会委員（2016年度～2018年度）

・他研究機関での講義・客員（2020年度）

高口 博志：首都大学東京大学院化学専攻,非常勤講師（2020年1月14日～15日）
吉田 拡人：九州大学大学院集中講義「先端有機化学」（2020年12月,オンライン）
Shang Rong：ガナファト大学化学科修士課程学生の副指導教員（2020年1月～2022年7月）

・座長を行った学会・討論会の名称（2020年度）

村松 悟：分子科学会オンライン討論会（2020年9月,オンライン）
高橋 修：第23回XAFS討論会（2021年9月,東広島）
井上 克也：The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium jointly held with The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials,2020年12月9日～11日,Hiroshima, Japan.（2020.12.9 および12.10）
Goulven Cosquer：The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium jointly held with The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials,2020年12月9日～11日,Hiroshima, Japan.（2020.12.10）
藤林 将：日本化学会 第101春季年会（2021年3月19日～22日）on-line,（2021.3.20,部門：04.物理化学ー物性,セッション番号：A03-2pm】
久米 晶子：錯体化学会第70回討論会
久米 晶子：日本化学会第101春季年会
松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会主催,界面コロイドラーニングー第36回現代コロイド・界面化学基礎講座ー,2020年10月29日～30日,オンライン開催
灰野 岳晴：第101日本化学会春季年会（2021年3月,オンライン）
平尾 岳大：第69回高分子学会年次大会（2020年5月,福岡）
平尾 岳大：3rd G'Lowing Polymer Symposium in KANTO（2020年11月,online）
吉田 拡人：第10回CSJ化学フェスタポスター賞審査委員（2020年10月,オンライン）
吉田 拡人：第101回日本化学会春季年会（2021年3月,オンライン）
安倍 学：日本化学会第101春季年会,オンライン,2021年3月

・セミナー・講演会開催実績（2020年度）

松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会主催,界面コロイドラーニングー第36回現代コロイド・界面化学基礎講座ー,主査,2020年10月29日～30日,オンライン開催
松原 弘樹：第71回コロイドおよび界面化学討論会一般シンポジウム,平衡・非平衡界面の科学と技術,企画提案者,2020年9月15日,オンライン開催
安倍 学：Gautam Panda 教授講演会,2020年5月15日
安倍 学：Petr Klán 教授講演会,2020年7月17日
安倍 学：岡本秀毅教授講演会,2020年11月27日
安倍 学：久保孝史教授講演会,2020年12月4日

・産学官連携実績 (2020年度)

- 井口 佳哉：共同研究「表面増強赤外分光法によるランタノイド/マイナーアクチノイド分離メカニズムの解明」(共同研究先：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)
- 村松 悟：共同研究「難揮発性試料測定用光電子-光イオンコインシデンス装置の開発」(共同研究先：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)
- 西原 禎文, 藤林 将：ユニバーサル マテリアルズ インキュベーター株式会社 (UMI), JST 大学発新産業創出プログラムにてベンチャー設立を目指す
- 西原 禎文, 藤林 将：MI-6 株式会社との共同研究, マテリアルズ・インフォマティクス技術を活用した材料探索, 及び, 材料設計法確立を進めている
- 西原 禎文, 藤林 将：横河ソリューションサービス株式会社との共同研究, 単分子メモリデバイスの実現に向けたデバイス開発を進めている
- 西原 禎文, 藤林 将：マイクロメモリジャパン合同会社, メモリデバイス作製, 及び, 特性評価に関連するアドバイザーとして共同研究を進めている。
- 石坂 昌司：第67回中国四国産学連携化学フォーラム, 広島大学大学院理学研究科E002講義室, 2018年4月6日
- 灰野 岳晴, 関谷 亮, 平尾 岳大：積水化学工業株式会社とグラフェンに関する共同研究を実施
- 吉田 拡人, 中本 真晃, Shang Rong：大阪ガスケミカル株式会社とアラインを用いた芳香族化合物合成に関する共同研究
- 赤瀬 大：共同研究「酸化ガリウム p 型化に関する, フィージビリティ検討」矢崎総業株式会社

・国際共同研究・国際会議開催実績 (2020年度)

- 井上 克也 (代表), Goulven Cosquer (サポート)：The 17th Nano Bio Info Chemistry Symposium jointly held with The 10th Japanese-Russian Seminar on Chemical Physics of Molecules and Polyfunctional Materials, 2020 年 12 月 9 日~11 日, Hiroshima, Japan
- 井上 克也：Molecular Chirality Asia 2020, 2020 年 10 月 31 日~11 月 2 日, Tokyo, Japan, Organizing Committee Members
- 井上 克也：The 1st Asian Conference on Molecular Magnetism – 1st ACMM online, 2021 年 3 月 7 日~10 日, Fukuoka, Japan, Local Organizing Committee Member
- 井上 克也：スペイン Zaragoza 大学 (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)
- 井上 克也：英国 Glasgow 大学 (無機キラル磁性体のローレンツ TEM, キラル磁性体のスピン位相ダイナミクス, キラル磁性体のプラズモニクス, キラル磁性体のスピン位相とボルテックスビームの相互作用, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)
- 井上 克也：ロシア ウラル連邦大学 (無機キラル磁性体の合成, キラル磁性体のスピンドダイナミクスと相図, 分子性キラル磁性体のスピンドダイナミクス, キラル磁性体の物性理論に関する国際共同研究)
- 井上 克也：フランス ネール研究所 (無機キラル磁性体の結晶成長に関する国際共同研究)
- 井上 克也：フランス リヨン第一大学 (分子性キラル磁性体の合成, 分子性キラル磁性体のスピンドダイナミクス, 分子性キラル磁性体の新規物性に関する国際共同研究)
- 井上 克也：フランス ラウエランジェバン 研究所 (ILL) (分子性キラル磁性体の中性子線回折, 無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)
- 井上 克也：スペイン Zaragoza 大学 (無機キラル磁性体のスピン相図, 無機キラル磁性体の中性子線回折, キラル磁性体とキラル液晶の類似性探索に関する国際共同研究)
- 井上 克也：ドイツ IFW ライプツィヒ研究所 (無機キラル磁性体のスキルミオンに関する国際共同研究)
- 井上 克也：オランダ グローニンゲン大学 (無機キラル磁性体のスキルミオンと磁気異方性に関する国際共同研究)
- 井上 克也：オーストラリア 豪州原子力研究機構 ANSTO (OPAL) (無機キラル磁性体の中性子線回折に関する国際共同研究)
- 井上 克也：オーストラリア モナッシュ大学 (キラル磁性体の電子線ホログラフィー, キラル磁

性体とメタマテリアルに関する国際共同研究)

- 井上 克也：フランス レンヌ第一大学 (分子性キラル磁性体の光学物性に関する国際共同研究)
- 井上 克也：カナダ ダルハウジー大学 (金属薄膜のキラル物性に関する国際共同研究)
- 井上 克也：カナダ マニトバ大学 (キラル磁性体の磁気構造と表面異方性に関する国際共同研究)
- 井上 克也：ロシア ピーターズバーグ原子核物理研究所 (無機キラル磁性体の中性子線回折とキラル効果に関する国際共同研究)
- 井上 克也：ロシア 金属物性研究所 (無機キラル磁性体の合成研究に関する国際共同研究)
- 西原 禎文：中国 東南大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)
- 西原 禎文：中国 南京科学技術大学 (新規分子誘電体開発に関する国際共同研究)
- 西原 禎文：英国 グラスゴー大学 (ポリオキシメタレートの機能開拓に関する国際共同研究)
- 西原 禎文：中国 エディンバラ大学 (ポリオキシメタレートの機能開拓に関する国際共同研究)
- Andrey Leonov：ドイツ Experimental Physics V, Center for Electronic Correlations and Magnetism, University of Augsburg, (Neel skyrmions in lacunar spinels)
- Andrey Leonov：スイス Department of Physics, University of Basel, 4056, Basel, Switzerland (Dynamic cantilever magnetometry)
- Andrey Leonov：オランダ Faculty of Applied Sciences, Delft University of Technology, (SANS measurements on cubic helimagnets, oblique spiral and skyrmion states)
- Andrey Leonov：オランダ Zernike Institute for Advanced Materials, University of Groningen (theoretical models for chiral magnets)
- Andrey Leonov：アメリカ Soft Materials Research Center and Materials Science and Engineering Program, University of Colorado, (torons, spherulites and other topological particle-like states in chiral liquid crystals)
- Andrey Leonov：ロシア ITMO University, (numerical studies on topological barriers between different modulated states)
- Andrey Leonov：ドイツ IFW Dresden, (computational facilities, cluster simulations)
- 松原 弘樹：日本学術振興会二国間交流事業「界面吸着膜の相転移が O/W エマルションの安定性に与える効果」(2019~2020)
- 灰野 岳晴, 関谷 亮, 平尾 岳大：大韓民国 Yonsei University, Dongho Kim 教授とポルフィリン集合体に関する共同研究を実施
- 灰野 岳晴, 関谷 亮, 平尾 岳大：米国 the University of Texas at Austin, Jonathan L. Sessler 教授と発光性分子集合体に関する共同研究を実施
- 高口 博志：International Symposium on “Diversity of Chemical Reaction Dynamics”, Organizing Committee Member
- 高口 博志：Symposium on Advanced Molecular Spectroscopy, Organizing Committee Member
- 高口 博志：国際共同研究「レーザー分光法を基盤とする極低温化学の新規反応実験法の開拓」(共同研究先：ドイツ・ケルン大学) (2019~)
- 吉田 拡人：ドイツ ベルリン工科大学, Prof. Martin Oestreich, ケイ素を用いた合成化学に関する研究
- Shang Rong：メキシコ ガナファト大学, 遷移金属触媒に関する研究
- 安倍 学：米国 シンシナティ大学, Professor Anna Gudmunterdotirr, ニトレンに関する研究
- 安倍 学：米国 コルビー大学, Professor Das Thernatorr, カルベンに関する研究
- 安倍 学：仏国 ランス大学, Professor Norbert Hoffmann, イミンの光化学に関する研究
- 安倍 学：仏国 レンヌ大学, Professor Claudine Katan, 2 光子吸収骨格の分子デザインに関する研究
- 安倍 学：台湾 台湾中央大学, Professor Gavin Tsai, 励起状態分子の化学反応に関する研究
- 安倍 学：台湾 台湾中央大学, Professor Tzu-Chau Lin, 2 光子吸収断面積の測定
- 安倍 学：中国 復旦大学, Professor Xiaoqing Zeng, ニトレンの電子共鳴分光

2 化 学 科

2-1 学科の理念と目標

化学科の理念・目標は、自然科学の基盤である化学における教育研究を深化、推進するとともに、化学の基礎を体系的に身につけ、幅広く深い教養に根ざした総合的判断力を持った社会で活躍できる人材を育成することである。

2-2 学科の組織

【1】化学科の教員

化学科は基礎化学プログラムおよび数理生命科学プログラムの化学系の教員が併任している。化学科授業科目担当の教員（令和3年3月1日現在）および令和2年度の非常勤講師を次にあげる。

職	氏 名	所 属		
教 授	安 倍 学	基礎化学プログラム		
	石 坂 昌 司	基礎化学プログラム		
	泉 俊 輔	数理分子生命科学プログラム		
	井 上 克 也	基礎化学プログラム		
	井 口 佳 哉	基礎化学プログラム		
	OLEKSIY BOGDANOV	基礎化学プログラム		
	齋 藤 健 一	自然科学研究支援開発センター		
	楯 真 一	数理分子生命科学プログラム		
	中 島 覚	自然科学研究支援開発センター		
	中 田 聡	数理分子生命科学プログラム		
	西 原 禎 文	基礎化学プログラム		
	灰 野 岳 晴	基礎化学プログラム		
	水 田 勉	基礎化学プログラム		
	山 崎 勝 義	基礎化学プログラム		
	吉 田 拡 人	基礎化学プログラム		
	准教授	ANDREY LEONOV	基礎化学プログラム	
		岡 田 和 正	基礎化学プログラム	
片 柳 克 夫		数理分子生命科学プログラム		
久 米 晶 子		基礎化学プログラム		
高 口 博 志		基礎化学プログラム		
関 谷 亮		基礎化学プログラム		
高 橋 修		基礎化学プログラム		
中 本 真 晃		基礎化学プログラム		
藤 原 好 恒		数理分子生命科学プログラム		
松 原 弘 樹		基礎化学プログラム		
講 師		波多野 さや佳	基礎化学プログラム	
		助 教	赤 瀬 大	グローバルキャリアデザインセンター
			芦 田 嘉 之	数理分子生命科学プログラム
		大 前 英 司	数理分子生命科学プログラム	
		岡 本 泰 明	基礎化学プログラム	
		久 保 和 幸	基礎化学プログラム	
		COSQUER GOULVEN	基礎化学プログラム	
	SHANG RONG	基礎化学プログラム		
	高 木 隆 吉	基礎化学プログラム		
	TIWARI SANDHYA PREMNATH	数理分子生命科学プログラム		
仲 一 成	基礎化学プログラム			
客員教授	平 尾 岳 大	基礎化学プログラム		
	福 原 幸 一	基礎化学プログラム		
	藤 原 昌 夫	数理分子生命科学プログラム		
	松 尾 宗 征	数理分子生命科学プログラム		
	村 松 悟	基礎化学プログラム		
	安 田 恭 大	数理分子生命科学プログラム		
	客員准教授	由 井 宏 治	東京理科大学理学部第一部化学科	
		明 石 知 子	横浜市立大学国際総合科学部	

【2】化学科の運営

化学科の運営は、化学科長を中心に行われている。副化学科長および化学科長補佐がそれを補佐し、副化学科長は次期学科長予定者とする。

令和2年度 化学科長 石坂 昌司
副化学科長 西原 禎文
化学科長補佐 岡田 和正

また、化学科の円滑な運営のために各種委員会等が活動している。令和2年度の各種委員会の委員一覧を次にあげる。

図書委員	灰野			
化学実験委員	○ 高橋	藤原 (昌) 村松	久保 岡本	芦田 高木
教務問題検討委員	○ 石坂	井口	高口	高橋
野外研修企画委員 および 担当研究グループ	○ 関谷 自化	石坂 構物	錯体	有典
当番研究グループ	自己組織化学グループ			
安全衛生委員	○ 灰野			
危険薬品庫管理者	反有			
シリンダーキャビネット室管理者	構有			
就職担当	山崎 井口	令和1年10月～令和2年9月末 令和2年10月～令和3年9月末		

○は委員長

2-3 学科の学士課程教育

2-3-1 アドミッション・ポリシーとその目標

化学科では次のような入学者受け入れ方針を掲げている。

- 1) 真理を探究することの好きな人。
- 2) 好奇心の旺盛な人。
- 3) 化学の好きな人。
- 4) 新しいことに挑戦したいと思っている人。

2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

化学は、物質科学の中心を占める基幹学問として、また、生命科学の複雑で精緻な世界を、分子及びその集合体レベルで解明するための基盤として、自然科学の中でますますその重要性を増しています。化学科ではこのような時代に対応するため、化学の基盤を体系的に身につけさせた上で、応用を含めた幅広く深い知識と問題解決能力を習得させることを教育目標とします。特に、基礎実験技術の習得を含めた体系化した教育を行います。また、環境問題や情報化時代に対応した化学教育の充実を図り、生命科学分野の基礎教育を充実させ、多様な科学の発展に適応できる広い視野をもった人材を育成することも目標とします。

一方、学生の学習意欲や能力の多様化の問題を、個性の発現の好機ととらえ、各学生の指向や個性を考慮した教育指導を行い、学生の顔の見える教育というスローガンを掲げます。

具体的には、以下の目標を設定します。

- (1) 学生と教員の交流を促進し、各学生の生活指導を含めた一貫教育を行う。
- (2) 主要な化学分野の基礎の体系化を図る。
- (3) 学生実験を重視し、幅広い分野で、最新の科学技術の発展に対応できる実験技術を習得させる。
- (4) 情報化・国際化に対応した教育を行う。

2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

・令和2年度化学科在籍学生数

令和2年5月1日現在

入学年度	在籍学生数
令和2年度	59(14)
令和元年度	63(17)
平成30年度	62(16)
平成29年度	61(16)
平成28年度	15(4)
平成27年度	2(0)
平成26年度	3(1)
合計	265(68)

() 内は女子で内数

・チューター

入学年度	チューター
令和2年度	石坂, 岡田, 高木
令和元年度	井上, 関谷, 村松
平成30年度	灰野, 高橋, 福原
平成29年度	中田, 西原, 芦田
平成28年度	山崎, 久米,
平成27年度	水田, 片柳, 久保
平成26年度	灰野, 石坂, 大前

・令和2年度化学科開講授業科目

科目区分	開設期	開講科目名	担当教員名	授業のキーワード
教養教育	1年1	教養ゼミ	関谷, 久米, 中本, 藤原(好), 藤原(昌), 高橋, 松原	化学的情報の収集・整理・提供
情報・データ	1年1	情報活用演習[1理化]	村松	コンピュータ, 電子メール, 文書作成, プレゼンテーション, 表計算, 統計, プログラミングの基本
専門	1年1	基礎化学A	井口	量子化学, 原子・分子の構造, 化学結合
専門	1年2	基礎化学B	吉田	有機化学, 命名法, 官能基, 立体化学, 有機反応
領域	1年前期	統計学への招待	仲	
専門	1年3	基礎有機化学	中本	有機電子論, 反応機構, 付加反応, 求核置換反応, 脱離反応, アルケン, アルキン SDG 04, SDG 09
専門	1年4	基礎物理化学B	井口	量子力学, 波動・粒子二重性, シュレーディンガー方程式, 波動関数
専門	1年4	基礎無機化学	井上	原子の基本的性質, 電気陰性度と電子親和力, 原子とイオンのサイズ, 化学結合
専門	1年後期	基礎物理化学A	藤原(好)	化学熱力学, 状態方程式, 熱力学第一～第三法則, 自由エネルギー
基盤	1年後期	基礎線形代数学[1経夜]	仲	
専門	2年1	物理化学IA	山崎	相平衡, 化学ポテンシャル, 混合溶液, 束一的性質, 化学平衡
専門	2年1	有機化学I	関谷	
専門	2年1	無機化学I	西原	量子化学, 原子, 分子, 結合, 分子軌道法, バンド理論
専門	2年2	物理化学IB	岡田	調和振動子, 剛体回転子, オービタル, 動径分布関数, スピン, パウリの原理
専門	2年2	有機化学II	灰野	カルボニル化合物・電子の流れ図・求核攻撃・求電子反応・共役付加・カルボニル縮合反応
専門	2年2	無機化学II	石坂	データ処理, 化学量論, 化学平衡, 活量, 酸塩基, 酸化還元, 錯形成, 沈殿生成
専門	2年3	物理化学IIA	山崎	ボルツマン分布, 分配関数, 反応速度, 素反応
専門	2年3	有機分析化学	波多野	構造解析, 機器分析, 核磁気共鳴法, NMR, 赤外分光, IR
専門	2年3	生物構造化学	片柳	蛋白質, 核酸, 分光法, 回折法, X線構造解析, 立体構造
専門	2年3	有機化学III	安倍	芳香族求電子置換反応, 芳香族求核置換反応, 多核芳香族化合物, 複素環式化合物, ペリ環状反応
専門	2年4	物理化学IIB	高口	電子構造, 分子軌道法, 量子化学, 群論
専門	2年4	有機典型元素化学	吉田	有機合成化学, 有機金属化学, 遷移金属触媒, 有機典型元素
専門	2年4	無機化学III	久米	錯体化学

専門	2年4	生体物質化学	泉	糖質，立体化学，脂質，生理活性物質，生体膜，アミノ酸，等電点，蛋白質，構造階層性，蛋白質の精製，蛋白質の一次配列決定法
専門	2年後期	無機化学演習	久米，井上，岡本，久保，西原，松原	無機化学・錯体化学・分析化学の演習
教職専門	3年1	化学実験A	高橋	基礎化学実験，実験技能・操作，指導案作成，課題研究指導，中学校教諭(理科)一種免許状
専門	3年1	反応有機化学	安倍	転位反応，軌道相互作用，Woodward-Hoffmann則，光反応
専門	3年1	反応動力学	高口	気体分子運動論，液体中の分子運動，衝突頻度，衝突速度理論，遷移状態理論
専門	3年1	無機固体化学	井上	固体物性，誘電・電気伝導・磁性体，相転移
専門	3年1	構造有機化学	灰野	立体化学，キラリティ，立体配座，超分子化学
専門	3年2	光機能化学	齋藤一	物理化学，無機化学，材料化学，光，物性，機能
専門	3年2	システムバイオロジー	泉	
専門	3年2	分子構造化学	井口	量子化学，振動状態，回転状態，電子状態，分子分光
専門	3年2	量子化学	高橋	電子状態理論，分子軌道法，計算化学
専門	3年2	機器分析化学	石坂	吸収・蛍光スペクトル，レーザー分光分析，電気化学分析，クロマトグラフィー，界面・微粒子
専門	3年前期	物理化学演習	藤原(昌)，村松，福原，大前，赤瀬	熱力学，相平衡，化学平衡，量子化学，回転振動分光法，統計熱力学
専門	3年前期	化学実験I	高橋	基礎化学実験，無機・分析化学，物理化学，有機・生物化学
専門	3年前期	化学インターンシップ	石坂	派遣研修，職業倫理
専門	3年前期	化学英語演習	SHANG, COSQUER, ANDREY	化学英語，英会話，英作文，リスニング，スピーキング
専門	3年3	バイオインフォマティクス	大前，芦田	分子生物学，構造生物学，生命情報学
専門	3年3	計算化学・同実習	赤瀬	量子化学，計算化学，情報化学，非経験的分子軌道法
専門	3年3	有機金属化学	水田	典型元素および遷移金属の有機金属化学，18電子則，酸化付加，還元的脱離，挿入反応，金属錯体触媒
専門	3年3	放射化学	中島	放射線，放射性同位元素，化学状態，放射線計測，原子核反応
専門	3年3	生物化学	泉	セントラルドグマ，転写，翻訳，DNAの複製
専門	3年4	先端化学	石坂	先端化学，卒業研究ガイダンス
専門	3年4	生体高分子化学	楯	蛋白質立体構造，蛋白質機能制御機構，蛋白質の分子認識機構，蛋白質を対象とした計測技術，実務経験
専門	3年4	分子光化学	中田	光化学反応，電子の励起，電子スピン，光の吸収

専門	3年後期	化学実験II	高橋	基礎化学実験，無機・分析化学，物理化学，有機・生物化学
専門	3年後期	化学英語演習	SHANG, COSQUER, ANDREY	化学英語，英会話，英作文，リスニング，スピーキング
専門	3年後期	有機化学演習	高木，平尾， 波多野，芦田	有機化学，演習，有機反応，有機構造，有機反応機構
専門	4年前期	化学演習	山崎，岡田	量子論，分子構造，化学平衡，統計熱力学，反応速度論

集中講義 化学特別講義 明石 知子（横浜市立大学国際総合科学部/准教授）
（質量分析学概論） 担当：生物化学グループ

化学特別講義 由井 宏治（東京理科大学理学部第一部化学科/教授）
（レーザー分光分析による溶液・界面化学） 担当：分析化学グループ

化学プログラム履修要領

化学プログラムでは、専門教育科目が体系的かつ効果的に履修できるように、専門教育科目受講基準を定めている。科目の履修に当たっては、受講基準とともに次の事項に十分留意すること。

- 1 必修の授業科目は、授業科目履修表に定められた年次に修得しておくことが望ましい。未修得科目が生じた場合には、次年次の授業科目と開講時間が重なるために受講できない場合があり、留年の原因となる。
重なった場合には、未修得科目を優先して履修することが望ましい。
- 2 受講基準 1 により「化学実験Ⅰ」及び「化学実験Ⅱ」を履修することができない場合には、卒業が遅れることになる。この場合でも、「化学実験Ⅰ」及び「化学実験Ⅱ」以外の授業科目は履修することができるが、未修得の必修科目の履修を優先させなければならない。
- 3 教養教育科目は 3 年次後期(6 セメスター)までに修得しておかないと、受講基準 2 により卒業研究が履修できない場合がある。
- 4 専門教育科目「専門基礎科目」のうち数学・理科系の「概説」科目として「物理学概説 A」及び「物理学概説 B」を選択必修としているが、両方履修することが望ましい。
「概説」科目の修得単位は、専門科目(選択)の単位に振り替えることができないが、『科目区分を問わない』科目の単位にすることができる。ただし、「化学概説 A」及び「化学概説 B」は卒業要件単位に算入することができない。
- 5 授業担当教員の下承が得られれば、化学プログラムで開講する上位セメスターの専門教育科目を履修することができる。
- 6 特別講義は、一定期間に集中的に開講される講義である。
化学プログラムでは、「化学特別講義」及び「理学部他プログラムの特別講義」から、合計で最大 2 単位まで専門科目(選択)として認めることができる。
- 7 「理学部他プログラムの特別講義」の単位を卒業要件単位とする場合、理学部他プログラムの単位で専門科目(選択)の卒業要件単位とできる単位数は、8 単位からその「理学部他プログラムの特別講義」の単位数を引いた数が上限となる。
- 8 「科目区分を問わない」科目として 2 単位必要である。この 2 単位には、以下の科目の単位を含めることはできない。教育職員免許関係科目の詳細は、学生便覧に記載の「教育職員免許状の取得について」の修得必要単位一覧表を参照すること。
 - ・教育職員免許関係科目のうち「教科に関する専門的事項」以外の科目
 - ・「教科に関する専門的事項」のうち、「物理学実験 A」、「生物学実験 A」、「地学実験 A」及び「化学実験 A」
 - ・他学部他プログラム等が開講する『専門基礎科目』及び『専門科目』（化学プログラム担当教員会が認めるものを除く）
- 9 教育職員免許関係科目のうち「教科に関する専門的事項」以外の科目は、卒業要件単位に算入することができない。

化学プログラム専門教育科目受講基準

1 化学実験I(5 セメスター)を履修するためには、各科目群において次に示す単位数以上(合計 64 単位)を修得していなければならない(括弧内の数字は、4 セメスターまでに修得することになっている卒業に必要な単位数を表す)。化学実験II(6 セメスター)を受講するには化学実験Iを修得しておく必要がある。

また、「学生教育研究災害傷害保険」及び「学生教育研究賠償責任保険」等に参加していることが必要である。(「学生教育研究災害傷害保険」のみ大学負担により4年分加入済)

教養ゼミ	2 単位(2)	領域科目	6 単位(8)
大学教育入門	2 単位(2)	健康スポーツ科目	2 単位(2)
外国語科目	9 単位(10)	基盤科目	10 単位*1(14)
情報科目	2 単位(2)	専門基礎科目	31 単位(37)

*1 物理学実験法・同実験(I・II)、化学実験法・同実験(I・II)、及び生物学実験法・同実験(I・II)または地学実験法・同実験(I・II)はすべて修得していること。

2 卒業研究(7, 8セメスター)を履修するためには、各科目群において次に示す単位数以上(合計 110 単位)を修得していなければならない(括弧内の数字は、卒業研究を除いた卒業に必要な単位数を表す。)

また、「学生教育研究災害傷害保険」及び「学生教育研究賠償責任保険」等に参加していることが必要である。(「学生教育研究災害傷害保険」のみ大学負担により4年分加入済)

教養ゼミ	2 単位(2)	健康スポーツ科目	2 単位(2)
大学教育入門	2 単位(2)	基盤科目	12 単位(14)
平和科目	2 単位(2)	専門基礎科目	35 単位(41)
外国語科目	10 単位(10)	先端理学科目	2 単位(2)
情報科目	2 単位(2)	化学実験I, 化学実験II	10 単位(10)
領域科目	8 単位(8)	専門科目(選択)	21 単位(23)
		科目区分を問わない科目	2 単位(2)

上記受講基準1及び2について、『広島大学理学部における早期卒業認定に関する申合せ』第3第2項により適格の認定を受けた学生(早期卒業希望者)及び編入・転入生はこの限りではない。詳細についてはチューターと相談のこと。

付記 この履修要領は、令和2年度入学生から適用する。

令和2年度新入生用化学科授業科目履修表

化学プログラム履修表														
履修に関する条件は、化学プログラム履修要領に記載されているので注意すること。														
この表に掲げる授業科目の他、他プログラム・他学部又は他大学等で開講される授業科目を履修することができ、化学プログラム担当教員会が認めるものについては、修得した単位を卒業要件の単位に算入することができる。														
※ 本プログラムに加えて所定の単位(詳細は学生便覧を参照のこと)を修得すれば、中学校教諭一種免許状(理科)、高等学校教諭一種免許状(理科)、毒物劇物取扱責任者、学芸員となる資格の取得が可能である。 さらに、本プログラムを卒業すれば、危険物取扱者(甲種)資格の受験が可能となる。														
(教養教育)														
区分	科目区分	要修得単位数	授業科目等	単位数	履修区分	標準履修セメスター (下段の数字はセメスターを示す) (注1)								
						1年次		2年次		3年次		4年次		
						前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期	
						1	2	3	4	5	6	7	8	
大学教育 基礎科目	平和科目	2	「平和科目」から	各2	選択必修	○								
	大学教育入門	2	大学教育入門	2	必修	②								
	教養ゼミ	2	教養ゼミ	2	必修	②								
	領域科目	8	「領域科目」から (注2)	1又は2	選択必修	○	○	○	○					
	共通科目	英語 (注3)	コミュニケーション基礎	コミュニケーション基礎 I	1	必修	①							
				コミュニケーション基礎 II	1			①						
			コミュニケーション I	コミュニケーション I A	1	必修	①							
				コミュニケーション I B	1		①							
		コミュニケーション II	コミュニケーション II A	1	必修		①							
			コミュニケーション II B	1			①							
		初修外国語 (ドイツ語、フランス語、スペイン語、ロシア語、中国語、韓国語のうちから1言語選択)	ベーシック外国語 I	1	選択必修	○								
			ベーシック外国語 II	1		○								
			ベーシック外国語 III	1			○							
			ベーシック外国語 IV	1			○							
	I・II・III及びIVは同一言語を選択すること													
	情報・データサイエンス科目	2	情報活用演習	2	必修	②								
	健康スポーツ科目	2	「健康スポーツ科目」から	1又は2	選択必修	○	○							
	社会連携科目(注4)	(0)	「社会連携科目」から	1又は2	自由選択	○	○							
	教養教育科目	基盤科目	14	微分積分学I	2	必修	②							
				微分積分学II	2			②						
線形代数学 I				2	②									
線形代数学 II				2			②							
物理学実験法・同実験 I				1			①							
物理学実験法・同実験 II				1			①							
化学実験法・同実験 I				1				①						
化学実験法・同実験 II				1				①						
生物学実験法・同実験 I				1	選択必修		○							
生物学実験法・同実験 II				1			○							
地学実験法・同実験 I	1			○										
地学実験法・同実験 II	1			○										
上記4科目から同一科目の I 及び II の 2 単位														
教養教育科目小計		42												
(注1) 記載しているセメスターは標準履修セメスターを表している。当該セメスター以降の同じ開講期(前期又は後期)に履修することも可能であるが、授業科目により開講期が異なる場合やターム科目として開講する場合があるので、履修年度のシラバス等により確認すること。														
(注2) 『人文社会科学系科目群』から4単位、『自然科学系科目群』から4単位修得する必要がある。教育職員免許状の取得を希望する場合は、『人文社会科学系科目群』の「日本国憲法」が必修であることに留意すること。 『人文社会科学系科目群』で必要な単位には、『外国語科目』の「コミュニケーション上級英語」、「インテンシブ外国語」及び「海外語学演習(ドイツ語、フランス語、スペイン語、ロシア語、中国語、韓国語)」の履修により修得した単位を算入することができる。														
(注3) 短期語学留学等による「英語圏フィールドリサーチ」又は自学自習による「オンライン英語演習I・II・III」の履修により修得した単位を『コミュニケーション I・II』の要修得単位として算入することができる。 外国語技能検定試験による単位認定制度もある。詳細については、学生便覧に記載の教養教育の英語に関する項及び「外国語技能検定試験等による単位認定の取扱いについて」を参照すること。														
(注4) 修得した『社会連携科目』の単位については、『科目区分を問わない』に算入することができる。														
※以下、次頁「専門教育」に関する注意事項														
(注5) 「専門科目」の要修得単位数43を充たすためには、必修科目計18単位及び選択必修科目計17単位に加えて、選択必修科目及び自由選択科目から8単位以上を修得する必要がある。														
(注6) 「化学特別講義」は、一定期間(5セメスター以降)に集中形式で開講される。履修については化学プログラム履修要領を参照すること。														
(注7) その他化学プログラム担当教員会が認めた授業科目も含まれる。詳細についてはチューターと相談のこと。														
(注8) 卒業要件単位数は128であるので、各科目区分の要修得単位数(教養教育科目42単位、専門教育科目84単位 合計126単位)に加えて、教養教育科目及び専門教育科目の科目区分を問わず、さらに2単位以上修得することが必要である。 ただし、以下の科目の単位は含まない。教育職員免許関係科目の詳細は、学生便覧に記載の「教育職員免許状の取得について」の修得必要単位一覧表を参照すること。 ・教育職員免許関係科目のうち「教科に関する専門的事項」以外の科目 ・「教科に関する専門的事項」のうち、「物理学実験A」、「生物学実験A」、「地学実験A」及び「化学実験A」 ・他学部他プログラム等が開講する『専門基礎科目』及び『専門科目』(化学プログラム担当教員会が認めるものを除く)														

(専門教育)

区分	科目区分	要修得 単位数	授業科目等	単 位 数	履修区分	標準履修セメスター (下段の数字はセメスターを示す) (注1)																		
						1年次		2年次		3年次		4年次												
						前期 1	後期 2	前期 3	後期 4	前期 5	後期 6	前期 7	後期 8											
専 門 教 育 科 目	専門基礎科目	4	数学概説	2	選 択 必 修	○																		
			情報数理概説	2			○																	
			物理学概説A	2			○																	
			物理学概説B	2				○																
			生物科学概説A	2			○																	
			生物科学概説B	2				○																
			地球惑星科学概説A	2			○																	
			地球惑星科学概説B	2				○																
		上記8科目から「物理学概説A」又は「物理学概説B」を含む2科目4単位																						
		41	基礎化学A	2	必 修	②																		
			基礎化学B	2		②																		
			基礎物理化学A	2			②																	
			基礎物理化学B	2			②																	
			基礎無機化学	2			②																	
			基礎有機化学	2			②																	
			物理化学ⅠA	2					②															
			物理化学ⅠB	2					②															
			物理化学ⅡA	2						②														
			物理化学ⅡB	2						②														
			37	無機化学Ⅰ		2				②														
				無機化学Ⅱ		2				②														
				無機化学Ⅲ		2					②													
				有機化学Ⅰ		2				②														
				有機化学Ⅱ		2				②														
				有機化学Ⅲ		2					②													
				無機化学演習		1					①													
	物理化学演習			1							①													
	有機化学演習			1								①												
	化学英語演習 (同一名称2科目)			各1								①	①											
	先端数学			2		選 択 必 修						○												
	先端物理学			2							○													
	先端化学			2									○											
	先端生物学			2									○											
	先端地球惑星科学			2										○										
	上記5科目の「先端理学科目」から1科目2単位																							
	43 (注5)			15 以上		生物構造化学	2	選 択 必 修				○												
						生体物質化学	2					○												
						有機分析化学	2						○											
		有機典型元素化学	2							○														
		反応動力学	2								○													
		分子構造化学	2								○													
		量子化学	2								○													
		無機固体化学	2								○													
		機器分析化学	2								○													
		構造有機化学	2									○												
		反応有機化学	2									○												
		光機能化学	2									○												
システムバイオロジー		2									○													
生体高分子化学		2										○												
分子光化学		2										○												
有機金属化学		2										○												
放射化学		2										○												
生物化学		2										○												
バイオインフォマティクス		2										○												
計算化学・同実習		2										○												
化学演習		1											○											
化学インターンシップ		1												○										
「化学特別講義」(注6)														○	○	○	○	○						
上記23科目から8科目15単位以上																								
18		化学実験Ⅰ	5	必 修						⑤														
		化学実験Ⅱ	5								⑤													
		卒業研究	各4													④	④							
0~8		理学部他プログラムで開講される「専門基礎科目」及び「専門科目」の授業科目(注7)		自由選択	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
専門教育科目 小計		84																						
科目区分を問わない		2	(注8)	制限付選択	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
合計		128																						

令和2年度化学科卒業生進路状況

(令和2年5月1日現在)

() 内は女子で内数

卒業生総数	就 職 者					進 学	そ の 他	
	製 造 業	公 務 員	小 売 り ・ 卸 売 業	そ の 他	学 校 教 育		研 究 生	そ の 他
58 (13)	2 (0)	0 (0)	2 (0)	0 (0)	2 (0)	46 (12)	0 (0)	4 (1)

2-3-4 卒業論文発表実績

【1】令和2年度卒業研究生の各研究グループ配属者数

研究グループ名	卒研究生数	スタッフ名
化学専攻分子構造化学講座 構造物理化学研究グループ	6	井口, 高橋, 福原, 村松
固体物性化学研究グループ	7	井上, 西原, LEONOV, COSQUER
錯体化学研究グループ	5	水田, 久米, 久保
分析化学研究グループ	5	石坂, 松原, 岡本
構造有機化学研究グループ	5	灰野, 関谷, 平尾
化学専攻分子反応化学講座 反応物理化学研究グループ	4	山崎, 高口
有機典型元素化学研究グループ	5	吉田, 中本, SHANG
反応有機化学研究グループ	4	安倍, 波多野, 高木
量子化学研究グループ	0	岡田, 赤瀬
数理分子生命理学専攻 物理環境化学研究グループ	5	中田, 藤原(好), 藤原(昌), 松尾
生物化学研究グループ	2	泉, 芦田,
分子生物物理学研究グループ	5	楯, 片柳, 大前, 安田, TIWARI
自然科学研究支援開発センター 光機能化学研究グループ	3	齋藤
放射線反応化学研究グループ	3	中島, 松嶋
計	59	

【2】令和2年度の卒業生と研究題目

安谷屋 正貴	電子励起酸素原子O(2p ³ 3p ³ P)のN ₂ による消光速度定数および分岐比の決定	反応物理化学
石川 大輔	M ⁺ [24]crown-8を含む導電性[Ni(dmit) ₂]錯体の構造と物性	固体物性化学
稲葉 昂紀	モンシロチョウ蛹期には非メバロン酸経路でゲラニオール合成を行なう	生物化学
入口 時代	光解離分光のための飛行時間型質量分析装置の開発：イオン光学シミュレーションに基づく設計と開発	構造物理化学
植田 朋乃可	※学外秘	光機能化学
植松 清音	ジブチルシリル基で架橋したレゾルシンアレーントリスキャビタンドとC ₆₀ 及びC ₇₀ フラーレンの包接挙動	構造有機化学
采見 悠吾	振動非断熱遷移に由来する亜硝酸メチルの光解離波長依存性の観測	反応物理化学
江島 佳歩	水面滑走するクマリン及びその誘導体の塩基刺激に対する可逆的走化性	自己組織化学
尾野 萌	Development of a new Frustrated Lewis Pair bearing two Lewis acidic borane centers (2つのルイス酸性ホウ素中心を有する新規FLPの開発)	有機典型元素化学
小村 実桜	イミノキノン誘導体の合成と光反応性の解明	反応有機化学
加藤 圭悟	イオン性界面活性剤-長鎖アルコール混合凝縮膜の相転移を用いたO/Wエマルジョンの安定性制御	分析化学
金崎 真悠	S(¹ D) + NH ₃ 反応系でのHS(X ² Π)のレーザ誘起蛍光検出および収率決定	反応物理化学
金沢 紗矢	気相状態における鉄イオン-クラウンエーテル包接錯体の構造と電子状態の研究	構造物理化学
岸野 晴	キララな超分子らせんポルフィリンポリマーを志向したウレタン側鎖を有するテトラキスポルフィリンモノマーの合成研究	構造有機化学
北澤 大粋	O-ジフェノキノン骨格を有する新規スピンスイッチング分子の開発	反応有機化学
木村 拓海	1-Decyl-3-methylimidazolium Tetrafluoroborateの気/水界面吸着膜の構造とその泡膜形成への影響	分析化学
木村 仁美	タンパク質液-液相分離に寄与するアミノ酸配列情報の in vivo / in vitro解析	分子生物物理学
玖田 真人	抵抗の量子化への化学的アプローチ	固体物性化学
栗原 英駿	※学外秘	固体物性化学
栗原 央暉	ナフタレンで強固に架橋されたジホスフィンを用いたU字型二核金錯体の合成	錯体化学
黒木 駿	n-ヘキシル置換ベンゼンを有するビス(ピリジル)型架橋配位子を用いた鉄二価集積型錯体のスピン状態に関する研究	放射線反応化学
黒目 武志	有機膜で被覆されたCu ₂ O-Ag合金ナノ粒子によるCO ₂ 電解還元	錯体化学
合田 遼介	極低温気相分光によるアルキルアンモニウム-クラウンエーテル錯体の立体構造とその炭素鎖長依存性の解明	構造物理化学
佐藤 茂樹	磁気微小重力下で作製したDNA配向薄膜の光学特性	自己組織化学
佐野 雄大	¹ H NMRを用いた単核ルテノセンとその塩による混合原子価状態の平均化における濃度依存性および平均化位置のシ	放射線反応化学

	フト現象	
完田 一樹	陽イオン界面活性剤の油/水界面での吸着膜相転移応用したピッカリングエマルジョンの解乳化	分析化学
澁江 拓哉	配位子による銅触媒の応答性を利用した触媒トリガー機構の開発	錯体化学
島田 雄大	ケイ素置換基を有するホスファテトラヘドランの合成検討	有機典型元素化学
杉川 賢太郎	※学外秘	反応有機化学
高嶋 雄治	硫黄窒素ドナー配位子を用いたルテニウムの溶媒抽出におけるニトロシル配位子の影響	放射線反応化学
高橋 周作	※学外秘	構造有機化学
田中 慶太	RNA認識モチーフと天然変性領域によるドロップレット形成の分子化学的解明	分子生物物理学
多根 奈津美	NMRによるprotein droplet形成の分子機構解明	分子生物物理学
爲國 誠太	量子化学計算による, ランタノイド/マイナーアクチノイド錯イオンの構造探索と赤外スペクトルシミュレーション	構造物理化学
中川 いぶき	二座および三座リン配位子によるAg ₂₅ Cu ₄ クラスターの安定化	錯体化学
中東 祐貴	有機配位子保護金属クラスターの極低温気相分光に向けて: Au ₉ (PPh ₃) ₈ ³⁺ の合成と質量分析による評価	構造物理化学
橋下 大海	界面活性剤水溶液上で集団運動する有機液滴の融合	自己組織化学
花房 大輔	Mechanism of skyrmion stability in thin films of cubic helimagnets : numerical study	固体物性化学
浜田 幸希	ビスキャビタンドの会合により生じる超分子らせんポリマーの合成とキラルゲストの包接によるらせん構造の制御	構造有機化学
林野 慎太郎	※学外秘	有機典型元素化学
廣澤 真子	※学外秘	生物化学
古田 祐崇	pHに応答する外周部分にピリジン骨格を有するナノグラフエンの発光	構造有機化学
町田 栞	溶液混合により生成する化学反応中間体の気相分光	構造物理化学
松木 優弥	酸素架橋した3d-4f錯体の構造および物性の調査	固体物性化学
松葉 信行	レーザー捕捉とラマン分光法を用いた過冷却微小水滴の凝固に関する研究	分析化学
丸山 真依	二分子のピンサー型カルボジホスホランー白金錯体を銀イオンで架橋したPt ₂ Ag ₂ 四核錯体を触媒前駆体として用いたアルキンのヒドロシリル化反応	錯体化学
三浦 菜々子	Tauたんぱく質とアルツハイマー病源性凝集体の形成阻害ペプチドとの相互作用解析	分子生物物理学
水谷 友哉	※学外秘	光機能化学
宮崎 一智	※学外秘	有機典型元素化学
三和 綾乃	光ピンセットを用いた単一エアロゾルの表面電荷計測法の開発	分析化学
村上 知穂	パーキンソン病関連タンパク質シンフィリン-1の結晶化に向けた精製法の検討	分子生物物理学
村上 亮太	深紫外光化学反応研究に向けた波長掃引システムの開発	反応物理化学
村田 涼	※学外秘	反応有機化学
安田 勝成	触媒濃度に依存した振動反応の対称性の破れ	自己組織化学
藪野 真弥	チタン酸化物を用いた光の電磁場増強効果	光機能化学
山本 沙月	AI導入による新しいキラル磁性体結晶の設計指針探索	固体物性化学

吉田 将	※学外秘	固体物性化学
吉田 晟哉	※学外秘	有機典型元素化学
四元 まい	匂い分子に対するリン脂質分子膜の非ゲノム応答	自己組織化学

2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供

該当無し

2-5 その他特記事項

2-5-1 Chemサロン

今年度実施なし

2-5-2 学生の受賞

広島大学長表彰受賞者 1名
広島大学理学研究科長賞受賞者 1名
広島大学理学部長賞受賞者 2名
日本化学会中国四国支部長賞受賞者 2名
広島大学化学同窓会博士賞受賞者 8名
広島大学化学同窓会奨励賞受賞者 2名

2-5-3 その他特記事項

該当無し

V 生物学専攻

- ・基礎生物学プログラム
- ・生物科学科

1 生物科学専攻・基礎生物学プログラム

本専攻は平成5年4月に「生命の多様性を生み出す普遍法則と情報の探求」及び「フロンティアを拓き国際平和に貢献する独創的人材の育成」を教育・研究目標として誕生した。理学研究科生物科学専攻は、令和元年度に統合生命科学研究科基礎生物学プログラムに改組された。

1-1 専攻・プログラムの理念と目標

今日の科学技術の発展は基礎科学の基盤の上に成り立っていると見え、独創的な応用研究には基礎科学の進展が不可欠である。わが国では基礎科学としての生物学と応用研究との連携が不十分であり、両研究の素養を持つ人材の育成が求められている。また、基礎生物学分野においても異分野融合による新しい科学分野の醸成が必要とされている。

「基礎生物学プログラム」では、基礎生物学の専門的知識を持ちながら応用研究も含めた様々な分野・視点からも生物学を俯瞰できる素養を有する人材の育成を目的とする。そのような人材育成を実現するには、基礎から応用までの様々な専門分野のプログラムが1専攻として組織され、提供される生命系科学分野の科目を隔たりなく履修できる本システムが有効である。

基礎生物学プログラムの専門科目は、実験生物学を基盤として、基礎生物学に関する専門的知識を幅広い視点から包括的に学習できる教育体系となっている。一方、他プログラムでは、数理的解析方法や農業・医療・産業利用を含めた応用を目指した研究に関する科目、さらに融合・学際的な科目を提供している。これらの基礎生物学プログラムにない科目を他プログラム専門科目として6単位以上履修することで、生命現象を数理的に理解するという視点、基礎科学をどのように応用に結びつけるかといった視点を身に付けるなど、生物学を俯瞰的に見るようになる。

生物科学専攻では、21世紀は「生命の世紀」といわれている状況下において、「複雑生命系の成立機構」（動物科学講座）と「植物の多様性形成機構」（植物生物学講座）に焦点を当てて独創性の高い特徴ある研究を推進することを目指している。その一つの柱である「複雑生命系の成立機構」研究では、生命系をタンパク質と核酸からなる生体高分子の集合体とみなし、集合体の性質の解明を中心課題とする。生体高分子が集合すると、細胞、組織、及び器官の各階層の生命の存在目的に適う秩序を有する超複雑機能系が出現する。この出現を可能にしている原理とその原理に基づく仕組みの解明を目指す。「植物の多様性形成機構」については次の研究を推進する。植物は多様な地球環境に適応・進化し、多様な植物を生み出してきた。本研究は多様な植物を生み出した機構を、分子、細胞、個体、群集レベルで追求するものである。

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

生物科学専攻は、平成12年4月の大学院理学研究科の部局化に伴い、動物科学講座、植物生物学講座、多様性生物学講座、両生類生物学講座、及び植物遺伝子資源学講座の5つの講座に再編された。動物科学講座には、発生生物学、細胞生物学、情報生理学の3分野がある。植物生物学講座には、植物分類・生態学、植物生理化学、植物分子細胞構築学の3分野がある。多様性生物学講座には海洋分子生物学と島嶼環境植物学の2分野、植物遺伝子資源学講座には植物遺伝子資源学の分野がある。両生類生物学講座は発生研究グループ、進化多様性・生命サイクル研究グループ、遺伝情報・環境影響研究グループの3研究グループに分かれていたが、平成28年10月1日より附属両生類研究施設が改組され、学内共同教育研究施設の両生類研究センターとして設置された。これに伴い、新しくバイオリソース研究部門、発生研究部門、進化・多様性研究部門が設置され、これらは生物科学専攻に対する協力講座として活動することになった。令和元年度より、広島大学

の生物・生命系分野の組織は統合生命科学研究科・統合生命科学専攻に改組された。それに伴い、生物科学専攻教員は統合生命科学専攻の基礎生物学プログラムあるいは生命医科学プログラムを担当することになった。

基礎生物学プログラムの運営は、プログラム長を中心に行われていて、副プログラム長がそれを補佐する。プログラムに関わる諸問題は、教員会において審議する。生物科学専攻の運営は、生物科学専攻長を中心にして行われていて、副専攻長がそれを補佐する。専攻長及び副専攻長は原則として動物分野と植物分野から交互に毎年選出される。大学院専攻に関わる諸問題について、教員会議で審議する。専攻における各種委員もここで選出し、必要に応じて講座代表、研究分野代表連絡会が開かれる。

学部教育（生物科学科）に関しては、基礎生物学プログラム・生命医科学プログラム・数理生命科学プログラムの教員が、共同で担当している。共通の理念で学部教育プログラム編成を行って、基礎的かつ分野に偏りのない幅広い生物科学教育を目指している。

1-2-1 教職員

生物科学専攻

《令和2年度構成員》 R3.3.31現在

動物科学講座

発生生物学研究室	菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）
細胞生物学研究室	千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、奥村美紗子（助教）
情報生理学研究室	今村拓也（教授）、植木龍也（准教授）、森下文浩（助教）

植物生物学講座

植物分類・生態学研究室	山口富美夫（教授）、嶋村正樹（准助教）、井上侑哉（助教） ***出口博則（客員教授）
植物生理化学研究室	高橋陽介（教授）、深澤壽太郎（助教）
植物分子細胞構築学	鈴木克周（教授）、守口和基（講師）

多様性生物学講座

附属臨海実験所	田川訓史（准教授）、有本飛鳥（助教）、福田和也（助教）
附属宮島自然植物実験所	坪田博美（准教授）
植物遺伝子資源学講座	草場 信（教授）、小塚俊明（助教）、信澤 岳（助教） ***谷口研至（客員准教授）、*中野道治（特任助教）、 *伊藤 岳（特任助教）

両生類生物学講座（両生類研究センター）

バイオリソース研究部門	荻野 肇（教授）、井川 武（助教）、鈴木 誠（助教）
発生研究部門	林 利憲（教授）、鈴木 厚（准教授）、高瀬 稔（准教授）、 古野伸明（准教授）、田澤一朗（助教）、中島圭介（助教）、 花田秀樹（助教）
進化・多様性研究グループ	三浦郁夫（准教授）

生物科学専攻事務室

細川かすみ（契約一般職員）、近藤亜紀子（契約一般職員）
松浦友美（契約一般職員）

注）* 任期付き特任教員

*中野道治、*伊藤 岳：令和2年4月1日～令和3年3月31日

*** 客員教員

出口博則、谷口研至：令和2年4月1日～令和3年3月31日

基礎生物学プログラム

《令和2年度構成員》 R3.3.31現在

発生生物学研究室	**菊池 裕 (教授), **高橋治子 (助教)
細胞生物学研究室	**千原崇裕 (教授), 濱生こずえ (准教授), **奥村美紗子 (助教)
情報生理学研究室	**今村拓也 (教授), 植木龍也 (准教授), 森下文浩 (助教)
植物分類・生態学研究室	山口富美夫 (教授), 嶋村正樹 (准助教), 井上侑哉 (助教) ***出口博則 (客員教授)
植物生理化学研究室	高橋陽介 (教授), 深澤壽太郎 (助教)
植物分子細胞構築学研究室	鈴木克周 (教授), 守口和基 (講師)

研究科附属施設

附属臨海実験所	田川訓史 (准教授), 有本飛鳥 (助教), 福田和也 (助教)
附属宮島自然植物実験所	坪田博美 (准教授)
附属植物遺伝子保管実験施設	草場 信 (教授), 小塚俊明 (助教), 信澤 岳 (助教) ***谷口研至 (客員准教授), *中野道治 (特任助教), *伊藤 岳 (特任助教)

両生類研究センター

バイオリソース研究部門	**荻野 肇 (教授), 井川 武 (助教), **鈴木 誠 (助教)
発生研究部門	**林 利憲 (教授), 鈴木 厚 (准教授), 高瀬 稔 (准教授), 古野伸明 (准教授), 田澤一朗 (助教), 中島圭介 (助教), 花田秀樹 (助教)
進化・多様性研究グループ	三浦郁夫 (准教授)

生物科学専攻事務室	細川かすみ (契約一般職員), 近藤亜紀子 (契約一般職員) 松浦友美 (契約一般職員)
-----------	---

注) * 任期付き特任教員 *中野道治, *伊藤 岳: 令和2年4月1日～令和3年3月31日
 *** 客員教員 ***出口博則, ***谷口研至: 令和2年4月1日～令和3年3月31日
 ** 生命医科学プログラム併任

1-2-2 教員の異動

令和2年度の教員の異動について、下記一覧表に示す。

	発令年月日	氏名	異動内容		
			現所属等	新所属等	
1	2.4.1	今村 拓也	採用担当	九州大学	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学・基礎生物学プログラム
				准教授	教授
2	2.4.1	福田 和也	採用担当	日本学術振興会特別研究員 (PD)	統合生命科学研究科・理学部
					基礎生物学プログラム
					助教

3	2.4.1	小塚 俊明	任用更新	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				基礎生物学プログラム	基礎生物学プログラム
				助教	助教
4	3.1.1	LEE SHIN YU	採用		統合生命科学研究科
					研究員
5	2.10.31	小林 健司	辞職	統合生命科学研究科	
				基礎生物学プログラム	
				特任助教	
6	3.3.31	井上 侑哉	辞職	統合生命科学研究科	
				基礎生物学プログラム	
				助教	

客員教員（非常勤講師）

《令和2年度》

井鷲 祐司（京都大学大学院農学研究科・教授）

授業科目名：「生物多様性保全学」

澤崎 達也（愛媛大学 プロテオサイエンスセンター 無細胞生命科学部門・教授）

授業科目名：「無細胞生命科学概論」

出口 真次（大阪大学大学院基礎工学研究科・教授）

授業科目名：「メカノバイオロジー／バイオメカニクスにおける力学と統計学の基礎」

高橋 淑子（京都大学大学院理学研究科生物科学専攻・教授）

授業科目名：「動物の発生と器官形成」

令和2年度理学研究科生物科学専攻・統合生命科学研究科基礎生物学プログラムの各種委員

理学研究科生物科学専攻・統合生命科学研究科基礎生物学プログラム内の各種委員会委員

委員会名	
専攻長・プログラム長	草場
副専攻長・副プログラム長	菊池
庶務（学科と兼務）	高橋(治)，深澤
先端基礎生物学研究演習委員・ 生物科学セミナー委員	○嶋村，信澤，井川，鈴木(厚)，花田，森下
教務委員	○高橋(陽)，草場，三浦，濱生
就職担当	鈴木(克)（～9月30日），草場（10月1日～）
広報委員	○高瀬，植木，坪田
LAN管理	守口
電子顕微鏡	濱生，嶋村
動物飼育室	森下，坂本（尚）
東広島植物園	山口

理学研究科各種委員会委員

委 員 会 名	
人事交流委員会	専攻長（草場）
安全衛生委員会	森下
評価委員会	山口，菊池，田川
広報委員会	高瀬
防災対策委員会	専攻長（草場）
教務委員会	学科長（荻野）
入学試験委員会	濱生，佐久間
大学院委員会	草場
情報セキュリティ委員会	坪田
理学研究科副研究科長・理学部副学部長（広報担当）	千原

統合生命科学研究科基礎生物学プログラム各種委員会委員

委 員 会 名	
プログラム長	草場
副プログラム長	菊池
学務委員会委員	守口
入試委員会委員	山口
広報委員会委員	高瀬
研究推進委員会委員	草場

全学各種会議・委員会委員

委 員 会 名	
統合生命科学研究科研究科長補佐	草場
評価委員会 委員	濱生
障害学生支援委員	花田
学生生活委員会	草場，植木
学芸員資格取得特定プログラム委員	山口
ABS推進室委員	山口
研究設備サポート推進会議専門部会	嶋村，濱生
ゲノム編集イノベーションセンター教育部門長	千原
総合博物館運営委員会	山口，坪田
総合博物館研究員	山口，坪田
両生類研究センター運営委員会	千原，山口，草場，荻野，林， 三浦，古野，高瀬，鈴木（厚）
両生類研究センター研究員	植木

自然環境保全専門委員会	山口
生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター研究員（海域生物圏部門）	植木

1-3 専攻・プログラムの大学院教育

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

生物科学専攻では、多様な生命現象を分子から集団レベルまで多角的に捉え、基礎科学に貢献できる人材を育成するために、多様な専門性を持った学生を幅広く受け入れることを基本にしている。

基礎生物学プログラムでは、基礎生物学の専門的知識を持ちながら応用研究も含めた様々な分野・視点からも生物学を俯瞰できる素養を有する人材の育成を目的とする。基礎生物学プログラムでは次のような学生の入学を期待している。

- ①生物学について、分子・細胞・個体・生態・進化のレベルにおいて学部で習得すべき基礎的な知識や技能を身に付けた人
- ②自分の研究をプレゼンテーションできる程度の英語力を有する人
- ③社会人としての良識や倫理観を身に付けた人

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

生物科学専攻：大学院での教育は、講義と演習、セミナーなどの授業、さらには学生と指導教員、チューターとの密接な個別指導（研究室における修士論文、博士論文の指導）の2系統の教育を行っている。平成20年度に大学院教育の発展を期し、修士課程学生を対象としたスロー生物学演習と社会実践生物学特論（社会実践学特論）を開設した。スロー生物学演習受講者は研究に対する様々な視点が身についたという感想を寄せている。社会実践生物学特論は、平成27年度に理学融合教育科目の社会実践理学融合特論という科目と発展的に融合されたが、社会実践生物学特論と同様に研究だけではなく、社会の様々な分野で活躍している方を講師に招いており、受講者のアンケート調査の結果は好評であった。博士課程後期では、必修や選択などの授業は特に設定されておらず、各自の研究テーマに沿った個別指導が中心である。年度毎に専攻独自の評価と紙媒体の学生による授業アンケートを実施して改善を図っている。

基礎生物学プログラム：講義と演習、セミナーなどの授業、さらには学生と指導教員、副指導教員との密接な個別指導（研究室における修士論文、博士論文の指導）の2系統の教育を行っている。講義は、基礎的な内容について専門的な理解を深めて行くとともに、研究科共通科目や他プログラムの科目を履修することで多面的な視点を持てるように工夫されている。大学院生による学会発表が多くなされ、優秀賞等の受賞も多数あることから、十分な教育効果は上がっていると判断できる。

令和2年度大学院学生の在籍状況及び学位授与状況

【修士課程，博士前期課程】		
入学定員（各年度4.1現在）		20人
入学者数（各年度11.1現在）		16人
	うち、他大学出身者数 （各年度11.1現在）	6人

定員充足率	80%
在籍者数（各年度11.1現在）	28人
留年，退学，休学者数 ※ 1（全ての学年，各年度内の該当人数）	6人
留年，退学，休学者率	20%
学位（修士）授与数（各年度3.31現在）	12人
学位授与率 ※ 2	92%

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】		
入学定員（各年度4.1現在）		9人
入学者数（各年度11.1現在）		2人
	うち，他大学出身者数 （各年度11.1現在）	1人
定員充足率		22%
在籍者数（各年度11.1現在）		12人
留年，退学，休学者数 ※ 1（全ての学年，各年度内の該当人数）		3人
留年，退学，休学者率		25%
学位（博士）授与数（各年度3.31現在）		0人
☆うち，いわゆる「満期退学」者や「単位取得後退学」者による博士号取得を課程博士として取扱っている場合にはその数（各年度3.31現在）		0人
学位授与率 ※ 2		0%
論文博士授与数（各年度3.31現在）		0人

※ 1 休学者数については，当該年度内（1年間）休学している者の数を留年，退学者数とあわせ記入。

※ 2 学位授与率については，修士課程の場合においては当該年度の学位授与数を2年前の入学者数で割った数値，博士課程の場合においては当該年度の課程博士授与数を3年前（医・歯・獣医学は4年前，5年一貫制の場合は5年前）の入学者数で割った数値。

※ 入学定員，入学者数：統合・基礎生物学プログラムの数
在籍者数：理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の合計

大学院学生の就職・進学状況

【修士課程，博士前期課程】		
修了者数		12人
大学の教員（助手・講師等）		0人
公的な研究機関		0人
企業（研究開発部門）		0人
企業（その他の職種）		6人
学校（大学を除く）の教員		0人

公務員（公的な研究機関を除く）	0人
進学（博士課程，留学等）	2人
その他	4人

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】	
修了者数	0人
大学の教員（助手・講師等）	0人
公的な研究機関	0人
企業（研究開発部門）	0人
企業（その他の職種）	0人
公務員（公的な研究機関を除く）	0人
ポスドク（同一大学）	0人
ポスドク（他大学等）	0人
進学（留学等）	0人
その他	0人

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和2年度の大学院生による国内学会発表実績は下表のとおり。

		博士課程 前期	博士課程 後期	前期・後期 共	合計
発生生物学		1	0	1	2
細胞生物学		2	0	0	2
情報生理学		0	0	0	0
植物分類・生態学		1	2	0	3
植物生理化学		1	0	0	1
植物分子細胞構築学		1	1	0	2
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	0	0	0
附属植物遺伝子保管実験施設		0	0	0	0
両生類研究 センター	バイオリソース研究部門	0	0	0	8
	発生研究部門	0	3	5	
	進化・多様性研究部門	0	0	0	
合 計		6	6	6	18

*学部生はカウントしない。

*「前期・後期共」とは，博士課程前期・後期の学生が共に共同発表した実績を記載。

*理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の実績。

1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

令和2年度の大学院生による国際学会発表実績は下表のとおり。

		博士課程 前期	博士課程 後期	前期・後期 共	合計
発生生物学		0	0	0	0
細胞生物学		0	0	0	0
情報生理学		0	0	0	0
植物分類・生態学		0	0	0	0
植物生理化学		0	0	0	0
植物分子細胞構築学		0	0	0	0
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	0	0	0
附属植物遺伝子保管実験施設		0	0	0	0
両生類研究 センター	バイオリソース研究部門	0	0	0	2
	発生研究部門	0	0	0	
	進化・多様性研究部門	2	0	0	
合 計		2	0	0	2

* 学部生はカウントしない。

* 「前期・後期共」とは、博士課程前期・後期の学生が共に共同発表した実績を記載。

* 理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の実績

1-3-5 修士論文発表実績（個人情報保護法に留意）

《令和2年度 修士論文題目一覧》

学生氏名	論 文 題 目
PHAN QUYNH CHI	Alien plants on the islands in Hiroshima Bay with special reference to Miyajima(Itsukushima) Island,southwest Japan (広島湾の島嶼部とくに宮島の帰化植物に関する研究)
HUANG JIE	Analysis of stress resistance mechanism in breast cancer cell －Comprehensible analysis of microRNAs in breast cancer stem-like cells－
森脇 隼人	<i>vir</i> 遺伝子誘導活性をもつリグニン合成前駆物質 p-coumaryl alcohol を分解する <i>Agrobacterium</i> 遺伝子と酵素の同定と特性解析、およびイネ形質転換への寄与 (Identification and characterization of <i>Agrobacterium</i> genes and enzymes for degradation of <i>vir</i> -gene-inducing lignin synthesis precursor p-coumaryl alcohol, and contribution to rice transformation)
WANG WEI	Functional analysis of gene mutations related to human rare disease in <i>Drosophila melanogaster</i> (ショウジョウバエにおけるヒト希少疾患関連変異の機能解析)
月山 皓太	ゼニゴケ属タイ類における青色光受容体が関与する形態形成メカニズム
高橋 恵理	AP-1 ファミリー遺伝子によるツメガエル幼生尾の組織再生制御機構

本坊雄一朗	多面的発生制御に関わるシロイヌナズナ HLS1 およびその関連遺伝子の機能解析
浜添 葉	花成におけるジベレリン内生量制御機構
西田有理花	ELF3 によるジベレリン生合成の制御機構の解析
後藤 理史	広島県で発見されたオオサンショウウオの新しい地域集団に関する進化遺伝学的研究
内之八重 友典	水辺林における蘚苔類の種及び機能的多様性
桑名 知碧	タゴガエル種群の性染色体進化に関する研究

1-3-6 博士学位

(生物科学専攻) 申請基準：博士論文は、レフェリー付きの国際学術誌に公表論文が受理されていることが必須条件であり、専攻内における予備審査に合格したものが申請することができる。

学位授与実績：令和元年度の学位授与数と論文題目は下記に示す(授与年月日を〔 〕内に記す)。

課程博士授与数 0件

論文博士授与数 0件

1-3-7 TAの実績

【学部4年生】		【博士課程前期】		【博士課程後期】	
区 分		区 分		区 分	
在籍者数(11.1現在)	38人	在籍者数(11.1現在)	28人	在籍者数(11.1現在)	12人
TAとして採用されている者	1人	TAとして採用されている者	20人	TAとして採用されている者	2人
在籍者数に対する割合	3%	在籍者数に対する割合	71%	在籍者数に対する割合	17%

※【博士課程前期】【博士課程後期】

在籍者数：理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の合計

TAとして採用されている者：理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の合計

1-3-8 大学院教育の国際化

生物科学専攻および基礎生物学プログラムでは大学院教育の国際化を下記の項目について進めており、その成果は国際共同研究欄に記載した他、1-4-2項の研究グループ別研究活動に記載した。

- ・国際学会への積極的参加
- ・フィールドサイエンス分野における研究対象地域の海外での展開
- ・海外研究者との積極的交流及び、種々の形態による受け入れ
- ・外国人留学生の積極的受け入れ

1-4 専攻・プログラムの研究活動

1-4-1 研究活動の概要

生物科学専攻および基礎生物学プログラムの各研究グループにおいて、令和2年度に行われた研究活動の成果は、1-4-2項の研究グループ別研究活動に記載する。そこに示されたデータに基づいて、活動の概要を以下に示す。

○産学官連携実績

坪田博美

- ・一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会との共同事業（2015-）広島県廿日市市（宮島ロープウエーターミナル（獅子岩駅）周辺の植生回復活動（2021年3月実施）
- ・中国醸造株式会社との共同研究（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）
- ・株式会社アルモニーとの共同研究（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）

鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤一朗, 高瀬 稔, 荻野 肇

- ・ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用。（第43回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月2日-4日, バイオリソース展示）

○高大連携の成果

- ・グローバルサイエンスキャンパス ジャンプステージの高校生1名（藤縄悠之介）の研究指導（奥村美紗子）
- ・GSC4大学連携研究セミナー GSC受講生投票賞 藤縄悠之介（奥村美紗子）
- ・GSC4大学連携研究セミナー 特別賞 藤縄悠之介（奥村美紗子）
- ・ジュニア農芸化学会 銀賞 藤縄悠之介（奥村美紗子）
- ・清心女子高等学校SSH臨海実習 2020年8月3日～8月5日（田川訓史, 植木龍也, 有本飛鳥, 福田和也）
- ・高校生対象公開講座 廿日市市宮島町 2020年10月10日（坪田博美）
- ・グローバルサイエンスキャンパス（GSC）分野別科学セミナー（生物） オンライン 2020年10月18日, 2020年11月1日（田川訓史, 有本飛鳥, 福田和也）
- ・広島国泰寺高校理学部訪問・オンラインセミナー講師（小塚俊明）
- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 2020年12月20日（古野伸明, 中島圭介）
- ・出前授業 広島大学附属福山中・高等学校高等学校 2021年2月21日（古野伸明, 中島圭介）
- ・出前授業 広島大学オンライン研修 高度な金属濃縮能力をもった特異な生物—ホヤ類— 福井県立若狭高等学校2年生 2021年3月15日（植木龍也）

○生物科学専攻・基礎生物学プログラムのスタッフが令和2(2020)年度に発表した論文, 総説・解説, 著書, 学会の総数を以下に示す。

項目	
論文	55
総説・解説	2
著書	0
国際学会	1

国内学会	16
------	----

*国際学会は、該当する全てをカウントする。

*国内学会は、招待、依頼、特別講演のみをカウントする。

○学術団体等からの受賞実績

(理) 生物科学専攻・(統合) 基礎生物学プログラムの学生および教員が、令和2年度に受けた学会賞等を次にあげる。

氏名	賞の名称	研究内容	授与者	授与年月日
Zheng Tianxiong	日本蘚苔類学会第49回高知大会 優秀発表賞 (ポスター発表部門)	The phylogenetic data supporting the segregation of <i>Marchantia paleacea</i> species complex into sub-species level.	日本蘚苔類学会 会長	R2.9.5
西畑和輝	日本蘚苔類学会第49回高知大会 優秀発表賞 (口頭発表部門)	<i>Calymperes boulayi</i> (カタシロゴケ科, 蘚類) が小笠原諸島母島で見つかる.	日本蘚苔類学会 会長	R2.9.5
植木龍也	Zoological Science Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
田川訓史	Zoological Science Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
有本飛鳥	Zoological Science Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
植木龍也	Fujii Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
田川訓史	Fujii Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4

有本飛鳥	Fujii Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
桑名知碧	プレゼンテーション賞	7th Asian-Pacific chromosome colloquium	一般財団法人染色体学会 会長	R2.12.27
桑名知碧	プレゼンテーション賞	第71回染色体学会年会	一般財団法人染色体学会 会長	R2.12.27
Zheng Tianxiang	理学研究科長表彰	学術研究活動における, 特に顕著な業績	理学研究科長	R3.3.23
本田大智	理学部長表彰	学術研究活動における, 特に顕著な業績	理学部長	R3.3.23

○国際交流の実績

国際共同研究・国際交流活動

高橋治子

- ・ Dr. Kenichi Kuroda, University of Michigan School of Dentistry, USA 研究テーマ：合成高分子のがん細胞膜に対する選択的活性と抗癌効果
- ・ Dr. Chann Lagadec, IMSERM, Université Lille 1, France, 研究テーマ：ALDH1A1誘導がん幹細胞を用いた抗がん活性評価に関する研究
- ・ Dr. Satyavani Vemparala, The Institute of Mathematical Sciences, India, がん特異的な天然変性タンパク質の構造形成異常の物理的理解と分子シミュレーションに関する研究

千原崇裕

- ・ 神山大地教授（ジョージア大学）、関根清薫博士（理化学研究所CDB）とsplit GFPを用いた神経発生研究

奥村美紗子

- ・ Ralf J Sommer教授（Max Planck Institute for Developmental Biology）と線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明

濱生こずえ

- ・ 長崎 晃博士（産業技術総合研究所）、Michael Ryan教授（Monash University）とダイナミンによる微小管制御機構の解明に関する研究

山口富美夫

- ・ Kim Wonhee氏（National Institute of Biological Resources, ROK）との韓国の蘚類フロラに関する共同研究

嶋村正樹

- ・ ゼニゴケを用いて植物発生原理を解明する国際研究基盤の確立（イギリス・ブリストル大学, Jill Harrison博士との共同研究）
- ・ ゲノム情報を基盤としたツノゴケ類の総合的研究（カナダ・ラヴァル大学 Juan Carlos Villarreal

博士との共同研究)

高橋陽介

- ・ Dr. Zhiyong Wang, Staff Member, Department of Plant Biology, Carnegie Institution for Science, 260 Panama street, Stanford, CA 94305, USA

鈴木克周

- ・ LAVIRE Celine (リヨン第1大学, フランス) イネが分泌するクマリルアルコールを代謝する細菌遺伝子の研究
- ・ NESME Xavier (フランス国立農業研究所(INRA)) 新種*Rhizobium/Agrobacterium*属細菌の研究

田川訓史

- ・ 部局間国際交流協定校である台湾中央研究院より講師を7大学合同公開臨海実習へ講師を依頼し開催
- ・ 米国ハワイ大学と共同でヒメギボシムシの再生研究を実施
- ・ カリフォルニア州立大学及び台湾中央研究院と共同でヒメギボシムシに寄生するカイアシ類の研究を実施
- ・ 広島大学との大学間, 部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の国立イスラム大学マラン校, 大学間国際交流協定締結大学であるインドネシアの国立イスラム大学アラウデイン・マカッサル校とインドネシア共和国ブラビジャヤ大学, 部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国ジェンベル大学, その他にも国立イスラム大学ジャカルタ校, バンドン校, スマトラ・ウタラ校, ラデン・ファタ・パレンバン校, アル・ラニリ校, スター・ジャンピ校, バトサンカル校, ワリソンゴ校, クリンチ校, レデン・インタン・ランブン校, スナン・カリジャガ・ヨギョカルタ校, クドゥス校, ケンダリ校, スラバヤ校, トゥルンガグン校, 台湾の国立中興大学, インドネシア宗教省, ビリトンジオパークから学生や研究者が参加し, JSTさくらサイエンスプランオンライン交流会を2日間実施
- ・ 広島大学との大学間, 部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の国立イスラム大学マラン校科学技術部の学生向けにオンライン講義を実施

坪田博美

- ・ Estebanez博士 (スペイン・マドリード自治大学) との蘚苔類の分子系統学的研究 (井上侑哉助教とともに)
- ・ Bednarek-Ochyra・Ochyra両博士 (ポーランド・Polish Academy of Sciences) *Racomitrium*属およびその周辺分類属の分子系統学的研究 (出口博則名誉教授, 井上侑哉助教とともに)

荻野 肇, 鈴木 誠

- ・ 米国ヴァージニア大学
(Rob Grainger教授, 「ネットアイツメガエルにおける相同組換え法の開発」)

荻野 肇

- ・ 仏国ソルボンヌ大学
(Jean-Francois Riou教授, 「ツメガエルをモデルに用いた腎臓形成機構の研究」)

鈴木 厚, 竹林公子

- ・ 米国ウッズホール海洋生物学研究所
研究テーマ: 「ツメガエル尾部の形成と再生におけるAP-1転写因子の機能解析」

中島圭介, 田澤一朗

- ・ NIH (米国) 研究テーマ: 「両生類変態における脊索退縮分子機構の研究」

三浦郁夫

- ・ キャンベラ大学 (豪州) Dr. Tariq Ezaz 「性決定と性染色体の進化に関する研究」

- ・ローザンヌ大学（スイス）Dr. Nicolas Perrin 「両生類の性染色体のターンオーバー」
- ・Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries – IGB Germany （ドイツ）Dr. Matthias Stöck 「アマガエルの系統進化に関する研究」
- ・ウラル連邦大学（ロシア）Dr. Vladimir Vershinin 「ゲノム排除の分子機構」
- ・台湾国立師範大学（台湾）Dr. Si-Min Lin 「複合型性染色体の進化」
- ・Ewha Womans University（韓国）Dr. Amael Borzee 「ツチガエル/アマガエルの系統進化」

○客員研究員・博士研究員

令和2年度に生物科学専攻・基礎生物学プログラムで受け入れた研究員等の人数は以下のとおり。

客員研究員	8人
博士研究員	4人

ORAの実績

氏名	所属研究室	学年	指導教員	研究プロジェクト名
橋本 環	(理・生物科学専攻) 植物分類・生態学	D3	嶋村 正樹	野生植物の生態，形態，遺伝的多様性研究
ZHENG TIANXIONG	(理・生物科学専攻) 植物分類・生態学	D3	嶋村 正樹	野生植物の遺伝的多様性研究
西畑 和輝	(統合・基礎生物学P) 植物分類・生態学	D2	山口 富美夫	日本産カタシロゴケ科の分類学的再検討
中村 誠	(統合・基礎生物学P) 両生類研究センター	D2	鈴木 厚	ネッタイツメガエル幼生尾の再生過程におけるJunB転写因子の機能解析

1-4-2 研究グループ別研究活動

動物科学講座

発生生物学研究室

令和2年度構成員：菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）

○研究活動の概要

細胞は外部からの様々な物理・化学・生化学的シグナルを受けることにより、その情報を細胞膜から核内へ伝え、エピゲノムや染色体構造を変化させることで遺伝子発現をコントロールし、自らの運命や可塑性を変化させている。このような細胞運命決定・可塑性により、生体の組織・器官が形作られ、成熟し、やがて疾患等により破綻を迎える。発生生物学研究室では、組織・器官の形成・成熟・破綻の分子メカニズムの解明を目標に、運動器形成機構の解析・がん組織（微小環境・がん幹細胞）の解析を行っている。私達は、「組織・器官がどのように形成されるのか（発生）？」、「損傷を受けた組織・器官はどのように修復されるのか（再生）？」、「組織・器官はどのように破綻するのか（がん化）？」という生物学の問題に取り組んでいる。発生・再生・がん化は、互いに関連性が低いように思われているが、多くの点で共通性が見られる。例えば、脱分化すること・細胞増殖が重要であること、同じようなシグナル伝達系が機能すること、などである。これら3つに共通する生命現象のメカニズム・システムを明らかにすることを研究目標としている。

発生生物学研究室は、基礎生物学の研究科に所属しているが、私達は生物学・工学・数理学・データ科学を融合させた、学際研究に取り組んでいる。本年度から、生命科学とデータ科学（特に機械学習）との融合に力を入れており、機械学習による新しい生命現象の予測を目指している。

現在、主に以下の3つのテーマを中心に研究を行っている。

1. 運動器形成機構の解析（筋-腱接合部形成機構の解明）

私達の体は、筋-腱-軟骨から構成される運動器により動くことが出来る。この運動器は、人体最大の器官であり非常に身近なものであるにも拘らず、体の深部で形成・発達するため、「どのようにして運動器が作られるのか？」に関しては、不明な点が多く残されている。特に筋-腱接合部は、互いの組織（筋・腱）が指状形態を作って結合する、という不思議な構造をしていることが報告されている。私達は、マウス胚の四肢を発生段階毎に透明化し、関連タンパク質の発現や分布を観察することで、指状構造の形成メカニズムを明らかにすることを目標に研究を行っている。更に、マウス胚四肢から採取した細胞を用いて、生体外で運動器の再構成—特に、筋・腱から構成される複合オルガノイド（アッセンブロイド）の構築—を目指している。

2. がん組織（微小環境・がん幹細胞）の解析

（1）がん微小環境の*in vitro*モデル化

がん組織は、ガン細胞のみで構成されている訳ではなく、多くの細胞種（免疫細胞・線維芽細胞・血管内皮細胞・ペリサイト・間葉系幹細胞等）から構成されており、特殊ながん微小環境を形成している。この中で、特に線維芽細胞は、がん微小環境内においてがん関連線維芽細胞へと変化することにより、がんの悪性化（増殖・転移など）に関与していることが示唆されている。しかしながら、がん関連線維芽細胞の実体や線維芽細胞からがん関連線維芽細胞への変化に関しては、未だ分子生物学的な解析が十分に進んでいないのが現状である。私達は、がん関連線維芽細胞形成過程の解明を研究目的に、ヒト肺がん細胞株と肺線維芽細胞を体外で三次元培養することにより、がん関連線維芽細胞への変化の過程とがん悪性化への影響に関して研究を行っている。

(2) がん幹細胞のストレス耐性機構の解析

現在行われている3つのがん治療法（手術療法・化学療法・放射線療法）により一時的にがん組織が消失したように見えても、時間が経つとがんの再発が起こることが知られている。このようながん再発現象は、がん組織に存在しているがん幹細胞が原因であると予想されている。がん幹細胞は薬剤や放射線に対して高い耐性を有するため、治療後も生き残り、再びがん細胞を生み出すことによりがんが再発すると考えられている。私達は、良性腫瘍（MCF-10A）を初期化・部分的な分化により作製された人工がん幹細胞を用いて、がん幹細胞のストレス耐性に関する遺伝子発現制御機構に関して、microRNAの解析を通じて研究を行っている。

(3) 発がん機構の解析

発がんは、がん遺伝子・がん抑制遺伝子の変異により起こることが知られている。遺伝子変異を起こした細胞は、脱分化・リプログラミング等によりがん幹細胞へと変化し、このがん幹細胞からがん細胞が分化することにより、ヘテロながん組織が形成されると考えられている。しかし、未だ発がん過程における脱分化・リプログラミングのメカニズムに関しては、十分な解析が行われていないのが現状である。私達は、がん誘導因子HRas^{G12V}、ドミナントネガティブp53によるメラノーマ誘導を実験系として、発がん過程における脱分化機構の解析を行っている。メラノサイトにおいてHRas^{G12V}、ドミナントネガティブp53を過剰発現させた結果、神経堤細胞のマーカー遺伝子であるsox10の発現が確認されたことから、脱分化が起こっていることが確認された。

3. 機械学習を用いた生命科学研究（エピジェネティック制御による転写終結制御機構の予測）

転写開始機構の解析は、現在まで数多くの研究・解析が行われてきたが、転写終結機構に関する研究は少なく、なぜ特定の位置で転写が止まるのかに関しては、未だ明らかにされていない。私達は、ゲノムワイドなエピジェネティック修飾（DNAメチル化・ヒストン修飾）の解析結果から、転写終結機構の解明を目指している。

○発表論文

1. 原著論文

該当無し

2. 総説・解説

該当無し

○特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

◎[Haruko Takahashi](#), Yasuhisa Yamamoto, Ikkei Kumoyama, Hikaru Ikeda, Mingcong Xu, [Yutaka Kikuchi](#),

Integrative understanding of musculotendinous junction formation and maturation during

musculoskeletal system development in mammals, 第43回 日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月(英語).

4. 国内学会での一般講演

- ◎池田 皓, 高橋治子, 宿南知佐, 菊池 裕, 運動器オルガノイド構築を目指した筋-腱-軟骨組織の作製と3次元培養, 第72回 日本細胞生物学会大会, Web開催, 2020年6月(ポスター).
- 白井均樹, 奈良拓也, 高橋治子, Yuan Chen, 高山和也, 廣瀬湧大, 栗津暁紀, 藤井雅史, 下田修義, 菊池 裕, 転写終結は、Dnmt3aによる転写終結部位のDNAメチル化レベルと関連がある, 第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月(ポスター).

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人客員研究員

菊池 裕 : Dalia Ibrahim Tawfik Mohamedien

外国人留学生

菊池 裕 : Yuan Chen (博士前期課程), Mingcong Xu (博士前期課程), Sun Weiyou (博士前期課程), Mohamed Nabil Bakr Abdelrahman (博士後期課程)

高橋治子 : Walaa Sherif Mohammed Alhalabi (博士前期課程)

○研究助成金の受入状況

外部研究資金

- 1) 共同研究 日本臓器製薬, 損傷組織の再生修復開始過程に及ぼすノイロトロピンの作用の解析と活性成分探索への応用, 6,728,000円, 2018年~2022年, 研究代表者 菊池 裕
- 2) 科学研究費補助金基盤C, 造血におけるゼブラフィッシュDmt3aa標的ゲノム領域と領域異化因子の解明, 1,200,000円, 研究代表者 菊池 裕
- 3) 令和元年度広島大学女性研究者国際共同研究助成, マイクロン財団, がん細胞膜を標的とした抗がん性ポリマーの開発と評価, 2020年4月~2021年3月, 直接経費 833,000円.
- 4) 令和2年度金沢大学がん進展制御研究所共同研究, がん幹細胞維持に関わるmiRNAの探索と機構解明, 2020年4月~2021年3月, 直接経費 400,000円.

学内研究資金

- 1) 令和2年度人材育成コンソーシアム活動費, 2020年, 直接経費 500,000円.
- 2) 令和2年度統合生命科学研究科長裁量経費による研究支援【若手研究支援】, 3次元がん組織培養チップを用いたがん間質中の微小環境形成スパイラルの可視化, 2020年, 直接経費 300,000円.

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

該当無し

2. 学会誌編集委員等

該当無し

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

5. その他

該当無し

○特記事項

菊池 裕, 高橋治子:

学内活動

- 1) 産科婦人科・放射線腫瘍学との共同研究（人を対象とする医学系研究計画(疫学)）
研究課題：婦人科癌に対する生物学的解析と放射線画像を用いた新規人工知能診断・予後予測システムの構築
- 2) 産科婦人科・放射線腫瘍学・薬学研究科との共同研究（動物実験）
研究課題：婦人科癌に対する生物学的解析と放射線画像を用いた新規人工知能診断・予後予測システムの構築

高橋治子:

学外活動

- 1) 令和2年度専門調査員, 文部科学省科学技術・学術政策研究所科学技術予測センター, 2020年4月-2021年3月

学内活動

- 1) 研究発表, 第3回 HiHA Young Researchers Workshop, 統合生命科学研究科プログラム横断若手ワークショップ, 3次元 *in vitro* 培養によるがん微小環境モデルの構築と解析, 2020年12月11日
- 2) オーガナイザー(座長), 第4回 HiHA Young Researchers Workshop, 統合生命科学研究科プログラム横断若手ワークショップ, 2021年1月20日

海外共同研究

- 1) Dr. Kenichi Kuroda, University of Michigan School of Dentistry, USA 研究テーマ：合成高分子のがん細胞膜に対する選択的活性と抗癌効果
- 2) Dr. Chann Lagadec, IMSERM, Université Lille 1, France, 研究テーマ：ALDH1A1 誘導がん幹細胞を用いた抗がん活性評価に関する研究
- 3) Dr. Satyavani Vemparala, The Institute of Mathematical Sciences, India, がん特異的な天然変性タンパク質の構造形成異常の物理的理解と分子シミュレーションに関する研究

細胞生物学研究室

令和2年度構成員：千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、奥村美紗子（助教）

○研究活動の概要

細胞生物学研究室では、「神経回路の形成、成熟、老化を司る分子機構の解明」、および「動物細胞の細胞質分裂のメカニズム解明」に関する研究を行っている。研究手法としてはショウジョウバエや線虫の分子遺伝学、神経生理学、細胞生物学、生化学、ゲノム編集技術、バイオインフォマティクス、動物行動学など様々な解析技術を用いている。以下に令和2年度の研究成果を記す。

1. 神経細胞の形成、成熟、老化を司る分子機構の解明

(1) 嗅覚感度を規定する分子基盤解明

人類の匂いに対する興味は尽きない。我々の周りは匂いに溢れており、常に何かしらの匂い刺激に曝されていると言っても過言ではない。そしてその匂いは我々の身体に大きな影響を及ぼす。匂いだけで食欲、性欲など生理現象をコントロールすることも可能である。動物ごとに異なる嗅覚能力をもつことに加えて、同じ動物種内であっても個体ごとに嗅覚の敏感さ（質と強度）の違いがあることも知られている。では、この嗅覚の感度はどのように規定されるのだろうか。これまで匂い物質の質的情報については、嗅覚受容体の種類によって規定されることが知られている。そして、最終的に生物が匂いを認知するためには嗅覚受容体の種類だけではなく、ニューロンの数、神経突起の接続精度、シナプス強度などが複合的に影響すると予想される。しかし、嗅覚感度の規定におけるこれら要因の関与や連携に関しては殆ど理解が進んでいない。以上の状況を鑑み当研究室では、嗅覚感度を規定する分子、ニューロン、そしてその回路構造について体系的に理解することで、「鼻が利くとは？」という単純かつ重要な疑問に対して実験的な回答の取得を目指している。私達は前年度までに、

1. 同じ遺伝的バックグラウンドをもったショウジョウバエから、「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」を選別する手法・実験条件を見出した。
2. 各ショウジョウバエの触角における嗅覚受容体細胞数を計測するための染色方法を開発した。
3. 嗅覚感度の高い個体と低い個体における嗅覚受容体細胞数を比較した結果、嗅覚感度と嗅覚受容体の細胞数の間に明確な相関はなかった。
4. 「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」の間における遺伝子発現量を比較検討した結果、*sNPF*（sNPF神経ペプチドの受容体）遺伝子の発現量が顕著に異なることを見出した。
5. ショウジョウバエ個体ごとの遺伝子発現変動・差異を、簡便且つ非侵襲的に検出することを可能するためのショウジョウバエ系統（*Akaluc*発現系統）の開発に着手した。

上記研究成果を発展させるべく研究を行い、令和2年度には以下の結果を得た。

1. 「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」における「*sNPF*の発現レベル」の違いから、嗅覚感度の違いは飢餓レベルの違いによるものではないかと仮説をたてた。「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」の間で、飢餓ストレス耐性実験、食餌付与による嗅覚感度レスキュー実験を行った結果、本仮説を支持する結果を得ることに成功した。
2. 個体ごとの遺伝子発現レベルを調べる系統として*Akaluc*発現系統を作製し、その解析を進めた。まず、*Akaluc*および*Akaluc*の基質である*Akalumine*はショウジョウバエの発生に影響を与えないことを確認した。次に、個体ごとのオートファジーレベルや免疫活性化レベルを知

る目的で、*Atg8a*遺伝子、*IBIN*遺伝子（細菌感染で大きく発現上昇する非コード長鎖RNA）、それぞれのプロモーター領域に*Akaluc*遺伝子を繋いだトランスジェニック系統を作出した。その結果、*Atg8a-Akaluc*系統は、ショウジョウバエの老化に伴って*Akaluc*発光が減少すること、更には*IBIN-Akaluc*系統は細菌感染に伴い大きく発光が上昇することを確認した。他にも様々な実験を行うことで、*Akaluc*発現系統の有用性を示すことに成功した。上記、1、2に示す結果は、それぞれ別の研究論文として国際科学雑誌へ投稿中である。

(2) 行動の多様性を制御する神経回路の解明

動物は様々な行動をみせる。当研究室では行動の多様性のモデルとして線虫*Pristionchus pacificus*を用い、遺伝学や細胞生物学などの最先端の技術を駆使することにより、行動の多様性を制御する神経回路基盤の解明とその形成過程の分子メカニズムの解明を目指している。興味深いことに、*P. pacificus*は集団密度などの生育環境に応じて口腔の形態に表現型多型を持ち、その形態に伴って摂食行動の違いがみられる。大きな歯を2つ持つ幅広型は他の線虫に対する捕食行動に適しているのに対し、1つの歯しか持たない狭小型はバクテリア食性であり捕食行動はみられない。これまでにセロトニンが捕食行動に重要であることを見出し、その成果を研究論文として国際学術雑誌に発表している(Okumura et al., 2017, **G3**)。令和2年度はさらにセロトニン受容体の変異体を作成し、捕食行動を制御する神経回路の解明を行い、一部のセロトニン受容体が重複して捕食行動の制御に関与していることを明らかにし、その成果を国際学術雑誌に発表した(Ishita et al., 2021, **G3**)。さらに順遺伝学的スクリーニングによって、捕食行動を示さない変異体の単離を行い、次世代シーケンサーによって原因遺伝子の同定を行った。今後得られた候補遺伝子の解析を行うことにより、口腔形態による行動の違いがどのような神経回路の変化によるものなのか解明する予定である。

2. 動物細胞の細胞質分裂のメカニズム解明に関する研究

(1) 細胞質分裂でのミオシンII調節軽鎖のリン酸化機構

動物細胞の細胞質分裂時に形成される収縮環は、アクチンフィラメントとミオシンIIフィラメントから構成されており、ミオシンIIのATPase活性が引き起こすミオシンIIとアクチンフィラメントの滑りにより、収縮する。ミオシンIIは、その構成成分であるミオシンII調節軽鎖(MRLC)がリン酸化されることにより、そのATPase活性を上昇させる。我々は、細胞質分裂時にDAPK3/ZIPキナーゼがMRLCのリン酸化することを明らかにしている。このDAPK3のがん関連変異(T112M, D161N, P216S)の発現は、収縮環のリン酸化MRLCを減少させることにより、細胞質分裂を失敗させることを明らかにした(Ono et al. 2020, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*)。

(2) ダイナミンによる微小管の制御メカニズムの解明

微小管は細胞分裂を制御している代表的な細胞骨格である。細胞分裂時に微小管を制御する微小管結合タンパク質は多数報告されているが、細胞質分裂時の微小管の制御メカニズムは不明のままである。我々は、微小管結合タンパク質として発見され、細胞質分裂時の中央微小管に局在するタンパク質、ダイナミンに注目している。

ダイナミンをHeLa細胞で発現抑制させると、安定化微小管のマーカーであるアセチル化チューブリンが増加する。この増加した安定化微小管は、GTPase活性をもたないダイナミンやオリゴマー形成できないダイナミンの発現により減少した。ダイナミンの微小管制御には、GTPase活性やオリゴマー形成が必要でないことを明らかにした。現在、ダイナミンと相互作用する因子を探索しており、ダイナミンによる微小管制御の分子機構を解明していく予定である。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎ 1. Ishita, Y., Chihara, T., Okumura, M., “Different combinations of serotonin receptors regulate predatory and bacterial feeding behaviors in the nematode *Pristionchus pacificus*”, *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 11, jkab011 (2021)
- 2. Rödelsperger, C., Ebbing, A., Sharma, DR., Okumura, M., Sommer, RJ., Korswagen, HC. “Spatial transcriptomics of nematodes identifies sperm cells as a source of genomic novelty and rapid evolution”, *Molecular Biology and Evolution*, 38, 229-243 (2021)
- ◎ 3. Ono, T., Terada, F., Okumura, M., Chihara, T., Hamao, K. “Impairment of cytokinesis by cancer-associated DAPK3 mutations”, *Biochem Biophys Res Commun*, 533, 1095-1101 (2020)
- 4. Fujisawa, Y. Shinoda, N. Chihara, T., Miura, M. “ROS regulate caspase-dependent cell delamination without apoptosis in the *Drosophila* pupal notum”, *iScience*, 23, 101413 (2020)

2. 総説・解説

該当無し

○著書・その他

該当無し

○取得特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

- ・ Takahiro Chihara, Internal physiological state defines the individual sensitivity and cell death of olfactory sensory neurons in *Drosophila*, 第43回日本分子生物学会, オンライン, 2020年12月2日, 招待講演

4. 国内学会での一般講演

- ◎ 1. Yuuki Ishita, Takahiro Chihara and Misako Okumura. Three distinct serotonin receptors modulate predatory feeding behavior in the nematode *Pristionchus pacificus*. 第43回日本神経科学大会, 2020年7月29日～8月1日, オンライン, 口頭発表
- ◎ 2. 郭 潤昭, 寺田富美, 藤土竜司, 中串実姫子, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, 「ダイナミン2はエンドサイトーシスと異なるメカニズムで微小管を制御する」日本動物学会第91回オンライン大会, 2020年9月5日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 3. 寺田富美, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, 「ダイナミン2関連疾患の微小管制御を介した分子機構の解明」日本動物学会第91回オンライン大会, 2020年9月5日, オンライン, ポ

スター発表

- ◎ 4. 亀村興輔, 陳 俊安, 奥村美紗子, 関根清薫, 神山大地, 三浦正幸, 千原崇裕, 「Exploring the intra- and extracellular functions of ALS-related ER protein VAP」, 第53回日本発生生物学会, 2020年9月25日, オンライン, 口頭発表・ポスター発表
- ◎ 5. 奥村美紗子, 千原崇裕, 「表現型多型に影響する光環境条件の検討」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 6. 中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「*Pristionchus pacificus*を用いた新規光受容機構の探索」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 7. 平賀裕邦, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「インスリンシグナル経路が*Pristionchus pacificus*の表現型多型に与える影響の解析」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 8. 井下結葵, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「捕食性線虫*Pristionchus pacificus*における行動多型制御メカニズムの神経遺伝学的解析」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 9. Akira Ito, Nagisa Matsuda, Misako Okumura and Takahiro Chihara. 「Highly sensitive and non-invasive in vivo monitoring in *Drosophila* using the Akaluc/AkaLumine bioluminescence system」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 10. 亀村興輔, 奥村美紗子, 関根清薫, 神山大地, 千原崇裕, 「ショウジョウバエを用いたALS関連小胞体膜タンパク質VAPの細胞外機能及び分泌機構解析」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 11. 中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Genetic approaches to understand the novel light-sensing mechanism using the nematode *Pristionchus pacificus*」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 12. 井下結葵, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Two distinct feeding behaviors are regulated via different combinations of serotonin receptors in the nematode *Pristionchus pacificus*」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 13. Taichiro Ono, Fumi Terada, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, 「Impairment of cytokinesis by cancer-associated DAPK3 mutations」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 14. Runzhao Guo, Mikiko Nakagushi, Fumi Terada, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, 「Exploration of Dynamin-2-interacting protein in microtubule regulation」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 15. Fumi Terada, Mikiko Nakagushi, Ryuji Fujito, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, 「Elucidation of the molecular mechanism of microtubule regulation by disease-associated dynamin-2 mutations」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 16. 中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Elucidation of a novel light-sensing mechanism in the nematode *Pristionchus pacificus*」広島大学先端人材育成プログラム 令和2年度国際シンポジウム, 2021年3月6日, オンライン, 口頭発表

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

千原崇裕 : Wang Wei (博士前期課程)

濱生こずえ : Guo Runzhao (博士後期課程)

○研究助成金の受入状況

- ・挑戦的研究 (開拓) 「匂い感覚能の個性を生み出す分子基盤解明」
代表者 千原崇裕 6,000 千円 (20,000 千円/3年間)
- ・内藤記念科学振興財団 研究助成金 「ALS関連小胞体分子VAPのトポロジー変換機構解明」
代表者 千原崇裕 3,000 千円 (3,000 千円/1年間)
- ・アステラス病態代謝研究会 研究助成金 「膜タンパク質トポロジー変化の分子機構と生理機能解明」
代表者 千原崇裕 2,000 千円 (2,000 千円/2年間)
- ・若手研究 「線虫を用いた新規光受容体の探索」
代表者 奥村美紗子 2,080千円 (4,160 千円/2年間)
- ・日本医療研究開発機構,革新的先端研究開発支援事業 (AMED-PRIME), 「光環境に応答する表現型多型の分子・神経制御機構」
代表者 奥村美紗子 14,900千円 (52,000千円/4年間)
- ・広島大学大学院統合生命科学研究所奨励賞 「線虫における新規光受容体の同定と光感知システムの解明」
代表者 奥村美紗子 500千円 (500 千円/1年間)

共同研究

- ・三浦正幸教授 (東京大学大学院薬学系研究科) とショウジョウバエ遺伝学を用いた神経発生機構の理解に向けた研究 千原崇裕
- ・神山大地教授 (ジョージア大学), 関根清薫博士 (理化学研究所CDB) と split GFPを用いた神経発生研究 千原崇裕
- ・Ralf J Sommer教授 (Max Planck Institute for Developmental Biology) と線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明を行った 奥村美紗子
- ・長崎 晃博士 (産業技術総合研究所), Michael Ryan教授 (Monash University) とダイナミンによる微小管制御機構の解明に関する研究 濱生こずえ

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

- ・日本神経化学会 評議員 千原崇裕
- ・日本動物学会中国四国支部庶務幹事 (2016年8月~2020年8月) 濱生こずえ
- ・日本動物学会第92回米子大会準備委員会委員 濱生こずえ
- ・虫のつどい Slack管理人 奥村美紗子

2. 学会誌編集委員等

- ・Journal of Biochemistry, Associate Editor 千原崇裕

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

5. セミナー・講演会開催実績

- ・第43回日本分子生物学会年会 ワークショップ 1PW-12「広がる感覚器の世界・感覚器の多様性を生み出す分子基盤とヒト健康維持への応用」2020年12月2日、オンライン、オーガナイザー、千原崇裕
- ・第1回虫のタベ オンラインセミナー&交流会, 2020年11月27日, 約50名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・第2回虫のタベ オンラインセミナー&交流会, 2021年1月13日, 約100名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・第3回虫のタベ オンラインセミナー&交流会, 2021年3月26日, 約50名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子

6. その他

- ・日本学術振興会 学術システム研究センター センター研究員 千原崇裕
- ・広島大学大学院統合生命科学研究科 若手研究者奨励賞 奥村美紗子
- ・2020年度広島大学統合生命科学研究科生命医科学プログラム中間発表 優秀発表賞 井下結葵
- ・2020年度広島大学統合生命科学研究科生命医科学プログラム中間発表 優秀発表賞 伊藤 聖
- ・2020年度広島大学統合生命科学研究科生命医科学プログラム中間発表 優秀発表賞 中山賢一
- ・令和2年度 広島大学卓越大学院ゲノム編集先端人材育成プログラム 奨学生 中山賢一
- ・グローバルサイエンスキャンパス ジャンプステージの高校生1名(藤縄悠之介)の研究指導 奥村美紗子
- ・GSC4大学連携研究セミナー GSC受講生投票賞 藤縄悠之介
- ・GSC4大学連携研究セミナー 特別賞 藤縄悠之介
- ・ジュニア農芸化学会 銀賞 藤縄悠之介

情報生理学研究室

令和2年度構成員：今村拓也（教授）、植木龍也（准教授）、森下文浩（助教）

○研究活動の概要

情報生理学研究室では脊椎動物や海産無脊椎動物など、幅広いモデル系を用いて生理機能の調節機構の解明のための研究を行っている。特に、ヒト・マウスの遺伝子活性化型ノンコーディングRNAや脊索動物ホヤ類のバナジンなどの金属タンパク質や、軟体動物腹足類の神経ペプチドの前駆体の翻訳後修飾に係わる酵素群等を中心に、これらが、動物細胞における酸素の運搬や貯蔵、酸化還元、電子伝達、膜電位の保持、薬物代謝、神経幹細胞増殖・分化、神経伝達、癌転移等においてどのような役割を担うかを分子レベルで解析してきた。今後も先端の分子遺伝学的手法を取り入れながら、個々のタンパク質の生理機能解明を目指して研究を継続する。

脳の形態学的・機能的な違いは遺伝的に98%の相同性を示すヒト・サルでも明らかであり、実験動物として汎用されるマウスも、殆どの遺伝子セットを共通に利用しているが、独特な神経系を獲得している。一方、タンパクになれないノンコーディングRNA(ncRNA)セットは種間多様度が極めて高い。我々は、偽遺伝子挿入あるいは塩基置換によるncRNA獲得と機能化が、既存のタンパク質をコードする遺伝子の発現スイッチを多様化する、という独自の発見を発展させている。特に、ヒト・チンパンジーの種特異的長鎖ncRNA(lncRNA)群を介した脳遺伝子発現活性化機構に着目し、ゲノム編集脳および脳オルガノイドのハイスループット産生系構築、トランスジェニック・イメージング・バイオインフォマティクス技術の活用を基礎に課題を進行している。進化淘汰圧をくぐり抜け、種にしたがって特異に適応したlncRNAの動作原理を時空間解析から明らかにすることを目標とする。そのねらいは、霊長類大脳皮質の遺伝子発現制御をげっ歯類細胞に再現することで、マウスのようなモデル実験動物種を異なる動物種の形質理解のために利用できるようにリソース化し、さらに新形質の自在操作のための分子基盤づくりを目指すことにある。

一方、ホヤによるバナジウムの濃縮という特異な生理現象は、金属イオンの選択的濃縮機構を解明する上で格好のモデルであり、長年にわたって化学と生物学の学際的問題として強い関心を引き付けてきた。我々はこの生理現象を、選択的濃縮機構、バナジウムの還元機構、濃縮のエネルギー機構の3つに分けて、それぞれに関与するタンパク質や遺伝子の探索とその機能解析を精力的に行い、世界をリードしてきた。我々が発見した新規バナジウム結合タンパク質Vanabinはバナジウムを濃縮するホヤのみが持つユニークなタンパク質ファミリーであり、バナジウムを還元する還元酵素活性も持つことから、高選択的濃縮のカギを握ると考えている。現在は主としてトランスクリプトーム解析によって発見したバナジウム濃縮関連遺伝子の研究を進めるとともに、国内・国際共同研究としてホヤに共生する細菌叢のメタ16S解析及びホヤのゲノム解析、バナジウム濃縮還元能力を持つ腸内共生細菌株ならびに生分解性プラスチックの海洋環境での分解に関与する細菌の探索を行っている。これらと並行して、東広島地区の共同利用設備を活用し、ホヤの接着機構及び付着防止機構に関連する被囊の微細構造観察と接着物質の同定を進めている。

また、神経系のペプチド性シグナル伝達物質である神経ペプチドは、構造と機能に極めて高い多様性を持ち、神経系による生理機能・恒常性さらには個体の行動の調節において重要な役割を担う。我々は、神経ペプチドによる調節機構を理解するため、軟体動物腹足類を主な研究対象として中枢神経系から多くの生理活性ペプチドを同定し、その構造と機能の解析を進めてきた。

我々の実験動物の1つである海産巻貝類のイボニシは、有機スズなどの環境汚染物質によって雌の雄性化(インボセックス現象)を起こすことから、かつては有機スズによる海洋汚染のモニタリングや有機スズの作用機序の解明に用いられるなど、有用な環境汚染指標動物である。さらに、東日本大震災によって発生した福島第一原子力発電所の炉心融解事故によって壊滅的な打撃を受

けた周辺沿岸の生態系の回復のモニタリングにも用いられている。

最近、福島第一原子力発電所周辺の潮間帯で、本来、夏が生殖期であるイボニシが、年間を通じて生殖腺が成熟する通年成熟現象を起こしていることがわかった。軟体動物では生殖機能の調節に関わる神経ペプチドが多数、知られていることから、何らかの要因でイボニシの神経ペプチド調節系が機能不全を起こしたために通年成熟現象が発生したことが想定された。そこで、これまでにイボニシから同定した約20種の神経ペプチドについて、正常個体と通年成熟個体の中枢神経系における神経ペプチド前駆体遺伝子の発現を半定量的PCR法で比較したところ、いくつかの前駆体の発現が通年成熟個体で低下しており、通年成熟個体と神経ペプチド調節系の機能変化の関連が示唆された。この結果を踏まえ、神経ペプチド調節系の機能変化を、シグナル伝達経路や合成・代謝系などを含めて包括的に俯瞰するため、次世代シーケンサーを用いて中枢神経節のRNA-Seq解析による網羅的な遺伝子発現解析を開始した。イボニシはゲノム情報が得られていないため、現在、コンピューター解析による塩基配列のアセンブリと、相同性検索による転写産物の特徴づけを進めている。

○発表論文

1. 原著論文

- R. Kitajima, R. Nakai, T. Imamura, T. Kameda, D. Kozuka, H. Hirai, H. Ito, H. Imai, M. Imamura. Modeling of early neural development in vitro by direct neurosphere formation culture of chimpanzee induced pluripotent stem cells. *Stem Cell Research*, 44: 101749 (2020)
- S. Minabe, S. Nakamura, E. Fukushima, M. Sato, K. Ikegami, T. Goto, M. Sanbo, M. Hirabayashi, J. Tomikawa, T. Imamura, N. Inoue, Y. Uenoyama, H. Tsukamura, K. Maeda, F. Matsuda. Inducible Kiss1 knockdown in the hypothalamic arcuate nucleus suppressed pulsatile secretion of luteinizing hormone in male mice. *Journal of Reproduction and Development*, 66: 369 (2020)
- K. Ikegami, T. Goto, S. Nakamura, Y. Watanabe, A. Sugimoto, S. Majarune, K. Horihata, M. Nagae, J. Tomikawa, T. Imamura, M. Sanbo, M. Hirabayashi, N. Inoue, K. Maeda, H. Tsukamura, Y. Uenoyama. Conditional kisspeptin neuron-specific Kiss1 knockout with newly generated Kiss1-floxed and Kiss1-Cre mice replicates a hypogonadal phenotype of global Kiss1 knockout mice. *Journal of Reproduction and Development*, 66: 359 (2020)
- S. Nagorny, M. Ferrante, M. Laubenstein, S. Nisi, T. Ueki. Characterization of vanadium of biological origin for possible applications in physics experiments. *Journal of Environmental Radioactivity*, 225, 106426 (2020).
- F. Morishita, T. Takahashi, T. Watanabe, T. Uto, K. Ukena, M. Furumitsu, T. Horiguchi, Identification of neuropeptides in gastropod mollusks. – Classical and brand-new approaches –, IOP Conf. Ser. : Earth Environ. Sci. 456: 022001 (2020)

2. 総説・解説

該当無し

○著書

該当無し

○特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

今村拓也 (シンポジスト) . 母体由来炎症シグナルを胎仔脳由来ノンコーディングRNA制御により緩和する. 第43回日本神経科学大会シンポジウム「病態脳克服に向けた脳・神経系細胞の環境応答特性の理解と活用」, 日本神経科学学会 (2020年8月1日, オンライン)

4. 国内学会での一般講演

今村拓也. 神経活性化は新規DNAメチル化を介して興奮性シナプス形成に関わる遺伝子のエンハンサー活性を制御する. 第14回神経発生討論会 (2021年3月19日, オンライン)

亀田朋典, 中嶋秀行, 滝沢琢己, 三浦史仁, 伊藤隆司, 中島欽一, 今村拓也. 神経活性化による新規DNAメチル化を介した遺伝子エンハンサー活性制御は興奮性シナプス形成に寄与する. 第14回エピジェネティクス研究会年会 (2021年3月30日, オンライン)

植木龍也. 深層学習によるホヤ類被囊外部形態の画像認識サーバーの構築. 日本動物学会第91回大会 (2020年9月4日, オンライン)

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人留学生

- ・大学院生博士課程後期 Tri Kustono Adi
- ・大学院生博士課程後期 Boyang An

○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

- ・科学研究費補助金 基盤(B), ノンコーディングRNA獲得による霊長類脳エピゲノム成立機構の実験的解明, 当該年度配分額4,420千円 (間接経費を含む), 研究代表者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 挑戦的萌芽, インターロイキン類によるほ乳類ニューロンのレトロトランスポゾン制御, 当該年度配分額2,600千円 (間接経費を含む), 研究代表者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型), 個性を創発する神経幹細胞におけるエピジェネティックメモリーとその制御, 当該年度配分額3,900千円 (間接経費を含む), 研究代表者 中島欽一, 研究分担者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 基盤(B), ヒトとの共進化を支えたイヌの社会認知能力に関わる遺伝基盤の解明, 当該年度配分額390千円 (間接経費を含む), 研究代表者 永澤美保, 研究分担者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 基盤(B), 犬悪性メラノーマの根絶を目指した新たな遺伝子組換え免疫細胞療法の確立, 当該年度配分額130千円 (間接経費を含む), 研究代表者 水野拓也, 研究分担者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 二国間交流事業共同研究 (韓国NRF), てんかん発症制御における機能長鎖

ノンコーディングRNAの役割, 当該年度配分額1,140千円 (間接経費を含む),

研究代表者 今村拓也

- ・科学研究費補助金 基盤(C), ホヤ血球による金属運搬と被囊接着機構に関する形態学および機能解析, 当該年度配分額1,300千円 (間接経費を含む), 研究代表者 植木龍也, 研究分担者 古野伸明

厚生労働省科学研究費補助金

- ・化学物質リスク研究事業, 家庭用品化学物質が周産期の中樞神経系に及ぼす遅発性毒性の評価系作出に資する研究 (ノンコーディングRNA解析), 当該年度配分額950千円 (間接経費を含む), 研究代表者 種村健太郎, 研究分担者 今村拓也

共同研究

該当無し

寄附金

- ・上原記念生命科学財団 2020年度研究助成金, ヒト形質賦与を目指したノンコーディングRNAの活用, 5,000千円, 研究代表者 今村拓也
- ・ノバルティス科学振興財団 2020年度研究奨励金, ヒト形質賦与マウス作製に向けたノンコーディングRNA情報活用システムズアプローチ, 1,000千円, 研究代表者 今村拓也

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

今村拓也

- ・ Editorial Board Member, BMC Genomics
- ・ Editorial Board Member, Journal of Reproduction and Development
- ・ 公益社団法人日本繁殖生物学会編集委員
- ・ 公益社団法人日本獣医学会評議員

植木龍也

- ・ 公益社団法人日本動物学会理事・中国四国支部長 (2021.9.まで). 同支部代表委員 (2021.9.から)
- ・ 公益社団法人日本動物学会第92回米子大会準備委員会委員
- ・ The International Vanadium Symposium (国際バナジウム会議), International Advisory Board (国際諮問委員).

森下文浩

- ・ 公益社団法人日本動物学会中国四国支部企画委員
- ・ 公益社団法人日本動物学会教育委員会中国四国支部委員
- ・ 公益社団法人日本動物学会第92回米子大会準備委員会委員
- ・ 独立行政法人国立環境研究所 客員研究員
- ・ 日本比較生理生化学会評議員

2. セミナー・講演会開催実績

今村拓也

- ・第43回日本神経科学大会シンポジウム「病態脳克服に向けた脳・神経系細胞の環境応答特性の理解と活用」オーガナイザー, 日本神経科学学会 (2020年8月1日, オンライン), 参加者200名

森下文浩

- ・令和2年度 広島大学理学部生物科学同窓会記念講演会 世話人, 2020年11月7日, 講師: 浮穴和義氏 (広島大学大学院統合生命科学研究科), 広島大学理学部, 参加者40名

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

植木龍也

- ・岡山ノートルダム清心女子高臨海実習, 講師, 2020年8月3日～5日
- ・出張講義, Vanadium in Ascidians: Molecular and Cellular Mechanism of Accumulation and Possible Function of Vanadium, UIN Malang 他 (オンライン講義), 院生・学部生他, 参加者約70名, 2020年11月26日
- ・出前授業, 広島大学オンライン研修, 高度な金属濃縮能力をもった特異な生物ーホヤ類ー, 福井県立若狭高等学校2年生(生徒数36名), 2021年3月15日.

5. その他

今村拓也

- ・統合生命科学研究科生命医科学プログラム・副プログラム長

植木龍也

- ・兵庫県立龍野高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会, 委員
- ・岡山ノートルダム清心女子高スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会, 委員長
- ・島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター海洋生物科学部門隠岐臨海実験所共同利用運営委員会, 委員
- ・インドネシア国立イスラム大学マラン校理工学部, 客員教授

森下文浩

- ・広島工業大学生命学部 非常勤講師

○特記事項

- ・Zoological Science Award / Fujii Award 受賞(論文賞), Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids, 植木龍也, 有本飛鳥, 田川訓史ほか1名, 公益社団法人日本動物学会, 2020.9.4.

植物生物学講座

植物分類・生態学研究室

令和2年度構成員：山口富美夫（教授）、嶋村正樹（准教授）、井上侑哉（助教）

○研究活動の概要

本研究室は、旧広島文理科大学時代（1929年に研究室創設）から一貫して隠花植物（藻類、菌類、地衣類、コケ植物、シダ植物）の分類学的研究と植物群落の生態学的研究を行ってきた。現在、この豊富な研究資産を受け継ぎ、それを基礎として、新しい手法を用い、生物多様性研究領域の拡大・発展をめざして活動を展開している。本研究室では、これらの研究を裏づける標本資料の保存と管理を生物科学専攻の植物標本庫（収蔵標本数約60万点；国際標準標本庫略号HIRO）のもとで行い、標本の国内外研究機関・研究者への貸与を行っている。その結果、コケ植物、地衣類に関して、その収蔵数は、現在、国内大学第一位である。

令和2年度の植物分類・生態学研究室の研究活動の概要は以下のとおりである。

(1) 蘚苔類の系統・分類学的研究

日本産ゼニゴケ属（ゼニゴケ科、苔類）の系統・分類学的研究を進め、これまで注目されていなかった無性芽の形態の分類形質としての無性芽の有効性を報告した。日本新産種として *Marchantia papillata* を報告した。

(2) 蘚苔類フロラ及び生態に関する研究

日本産ナガサキツノゴケ (*Anthoceros punctatus* L.) について、広島大学植物標本庫に収蔵されている胞子体をつけた標本を精査し、植物季節学的研究を行った。

これまで国内で2箇所しか生育が知られていなかったヤチゼニゴケ *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* の国内新産地を新たに2箇所発見し、国内初の例となるオス株も発見した。

小笠原諸島、宮崎県尾鈴山などで、蘚苔類フロラに関する現地調査を行い、希少種の分布状況を確認した。

(3) ゲノム情報を基盤としたコケ植物の形態学的・発生学的研究

タイ類ゼニゴケにおいて、少数の細胞を標識し、その系譜を可視化するクローナル解析系を用いて、気室と杯状体が細胞系譜を跨いで形成されることを示した。葉状性タイ類では、細胞系譜内で器官が形成される他のコケ植物とは異なり、位置情報が器官形成を制御することがあることが示唆された。

昨年度のツノゴケのゲノム解析論文の発表に引き続き、ツノゴケ類の形態学的、発生学的研究を進め、生殖器官の発生過程や、葉緑体内部の微細形態について研究を行った。

それぞれ1/3（120度）、3/8（135度）2/5（144度）の螺旋状葉序を示す、ヨツバゴケ、エゾスナゴケ、ヒメツリガネゴケについて、頂端細胞から分裂した1つの派生細胞に由来する細胞群（メロファイト）について、個々のメロファイトの重心と頂端細胞の重心がなす角度を測定し、葉序と頂端細胞の分裂方向の周期的旋回角度の相関について検証した。メロファイト同士のなす角度（発散角）は、メロファイトが成長する過程で次第に葉序に近い角度に収束することがわかった。また頂端細胞の近傍では、メロファイト同士の発散角が、葉序角度に対し、特徴的な偏差を示すことが明らかになった。この特徴的な偏差は、頂端細胞が分裂するごとに頂端細胞の重心位置が遷移することと関係しており、シミュレーション上で頂端細胞とメロファイトそれぞれの一定の分割面角度推移とスケーリング成長を仮定することで再現することができた。これにより、頂端

細胞の分裂方向の周期的旋回が存在し、その角度の違いが植物種ごとの葉序の決定に寄与していることが初めて証明できた。

(5) 植物標本庫 (HIRO) の整備

交換・寄贈標本として、*Bryophytes of Asia*, fasc. 27を国内外の46研究機関に配布した。これらを含めた収蔵標本の整理と体系的管理に向けたデータベース構築を行った。また、研究用蘚苔類標本として、国外研究機関に1件、内研究機関に3件を貸し出し、国外研究機関に2件を贈与した。

新たに4,626件の標本産地データ、1,267件の種データをデータベースに入力した。また、約4,000点のコケ植物標本の標本袋入替作業、整理保管作業を行った。

○発表論文

1. 原著論文

1. Kim, W., Higuchi, M. & Yamaguchi, T. (2020). An updated list of mosses of Korea. *Journal of Species Research* 9(4): 377–412.
2. Kim, W & Yamaguchi, T. (2020). *Bryocrumia vivicolor*, new localities in Japan and Taiwan. *Bryophyte Diversity & Evolution* 42(1): 56–60.
- ◎ 3. Kim, W., Higuchi, M., Yamaguchi, T., Sato, T. & Inoue, Y. (2020). New and noteworthy records of the moss flora of Korea. *Korean J. Pl. Taxon.* 50: 419–426.
4. 根本秀一, 鄭 天雄, 嶋村正樹, 黒沢高秀, 大森威宏 (2020). 福島県尾瀬におけるヤチゼニゴケの新産地. *蘚苔類研究*12: 73–75.
5. Suzuki, H., Harrison, C. J., Shimamura, M., Kohchi, T. and Nishihama, R. (2020). Positional cues regulate dorsal organ formation in the liverwort *Marchantia polymorpha*. *J. Plant Res.* 133: 311–321.
- ◎ 6. Zheng T.-X., Inoue, Y. & Shimamura M. (2020). Morphology of gemmae, an overlooked taxonomic trait in the genus *Marchantia* L. (Marchantiaceae). *The Bryologist* 123: 601–610
- ◎ 7. Inoue, Y., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). *Splachnobryum obtusum* (Pottiaceae) new to Japan and its molecular evolution. *Hikobia* 18: 83–91.
- ◎ 8. Zheng T.-X., Inoue, Y. & Shimamura M. (2020). *Marchantia papillata* Raddi subsp. *grossibarba* (Steph.) Bischl. (Marchantiaceae, Marchantiophyta) new to Japan. *Hikobia* 18: 93–96.
- ◎ 9. 井上侑哉, 南葉鍊志郎, 岩崎元道, 池田誠慈, 塩路恒生, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2020). 広島県におけるヒナノシャクジョウ *Burmattia championii* Thwaites の新産地. *Hikobia* 18: 99–103.
10. 吉富政宣, 鄭 天雄, 嶋村正樹 (2020). 日本国内で初めて見つかったヤチゼニゴケ (ゼニゴケ科, タイ類) の雄株. *Hikobia* 18: 105–107.
- ◎ 11. 嶋村正樹, 橋本 環, 井上侑哉 (2020). フキにおける冠毛のない小花からなる雄頭花の発見. *Hikobia* 18: 109–114.
12. 長谷川二郎, 池松泰一, 嶋村正樹 (2020). 日本産ナガサキツノゴケ (*Anthoceros punctatus* L.) の学名. *Hikobia* 18: 115–117.
- ◎ 13. Yamaguchi, T. & Inoue, Y. (2020). *Bryophytes of Asia*. Fasc. 27. *Hikobia* 18: 123–124.
- ◎ 14. Inoue, Y., Jiménez, J. A., Sato, T., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). Taxonomic reevaluation of *Didymodon nigrescens* (Pottiaceae) in Japan. *Hattoria* 11: 61–75.
15. Frangedakis, E., Shimamura, M., Villarreal, J. C., Li, F. W., Tomaselli, M., Waller, M., Sakakibara, K., Renzaglia, K. S., Szövényi, P. (2021). The hornworts: morphology, evolution and development.

New Phytologist 229: 735–754.

©16. Nakajima K, Shimamura M, Furuno N. (2021). Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by *slc2a7* gene knockout. Dev. Dyn. doi: 10.1002/dvdy.334.

17. 許 憲亮, 花田俊樹, 片桐知之, 山口富美夫 (2020). アカタカネゴケは九州にも産する. 蘚苔類研究 12(5): 133–134

2. 総説・解説

該当無し

○著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

嶋村正樹. コケ植物の規則的葉序を作り出すための頂端細胞分裂面の規則的旋回. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

鄭 天雄, 嶋村正樹. Taxonomic re-evaluation of *Marchanita emarginata* subsp. *tosana* and related taxa in Japan 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

吉富政宜, 水野貴章, 鄭 天雄, 嶋村正樹. 長野県におけるヤチゼニゴケの発見. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

◎西畑和輝, 井上侑哉, 山口富美夫. *Calymperes boulayi* (カタシロゴケ科, 蘚類) が小笠原諸島母島でみつかると. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

◎井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫. 小笠原諸島から見つかった日本新産の *Splachnobryum obrusum* (センボンゴケ科, セン類). 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

山口富美夫. 立石コレクション. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

◎本宮 炎, 小林 久, 本宮宏美, 井上侑哉, 坪田博美. 体験と学びの野外博物館の実践—広島県三段峡の例—. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

嶋村正樹. ツノゴケの細胞生物学. 日本植物学会第84回大会. 2020年9月19日～21日. オンライン.

西山智明, 嶋村正樹, 榊原恵子. ツノゴケゲノムの特徴. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日. オンライン.

榊原恵子, 嶋村正樹, 西山智明. ツノゴケの特異性をもたらした遺伝子基盤. 日本植物学会第84回大会. 2020年9月19日～21日. オンライン.

鈴木秀政, Jill Harrison, 嶋村正樹, 河内孝之, 西浜竜一. 苔類ゼニゴケの無性芽発生における幹細胞系譜. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日, オンライン.

中村 亮, 小林淳平, 嶋村正樹, 小藤累美子. ツノゴケにおける雌雄の生殖器官形成過程の類似性. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日, オンライン.

◎小塚俊明, 月山皓太, 花田俊樹, 御倉彪生, 草場 信, 嶋村正樹. フタバネゼニゴケにおける青色光受容機構の解析. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日, オンライン.

◎嶋村正樹. セン類の葉序の多様性を生み出す頂端細胞分裂面の回転角の制御. 第3回コケ幹細胞研究会, 2021年1月5日, オンライン.

Xiao Yangyuxin, 嶋村正樹. Behavior of the apical cells in gemmaling of *Marchantia polymorpha*. 第3回コケ幹細胞研究会, 2021年1月5日, オンライン.

◎Yuya Inoue, Emiko Oguri, Hironori Deguchi, Masaki Shimamura. Evaluation of Genetic Effects Induced by Radiation Exposure for Wild Bryophytes. 福島大学環境放射線研究所 第7回成果報告会, 2021年3月18日, オンライン.

◎井上侑哉, 中原-坪田美保, 坪田博美. コケ植物セン類ホンモンジゴケのオルガネラゲノム構造と系統的位置. 日本植物分類学会第20回大会, 2021年3月8日～10日, オンライン.

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人研究生】

該当無し

【外国人留学生】

鄭 天雄 (中国) (博士課程後期)

肖 楊雨昕 (中国) (博士課程前期)

○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

- ・新学術領域研究(研究領域提案型)「規則的葉序を作り出すための頂端細胞の分裂面の規則的旋回機構の研究」代表者 嶋村正樹 1,300千円(令和2年度 直接経費)
- ・基盤研究(S)「ストリゴラクトンを介した植物の環境情報と成長を統御するシステムの原型と進化」分担者 嶋村正樹 2,800千円(令和2年度 直接経費)

その他

- ・藤原ナチュラルヒストリー財団学術研究助成「人工交配実験を通じたコケ植物の有性生殖における自他認識の研究」嶋村正樹 500千円
- ・福島大学環境放射能研究所令和元年度連携研究推進事業「指標生物を用いた放射性物質の生態系への影響研究」嶋村正樹 2,000千円

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

山口富美夫

- ・公益財団法人服部植物研究所委託研究員(1992-)
- ・環境省稀少野生動植物保存推進員(2003-)
- ・日本植物分類学会絶滅危惧植物専門第二委員会委員(2009-)

- ・生物多様性広島戦略推進会議希少生物分科会検討委員会委員 (2013-)
- ・日本植物学会代議員 (2014-)
- ・ヒコビア会会長 (2014-)
- ・環境省第5次絶滅のおそれのある野生生物の選定・評価検討会植物II分科会検討委員 (2014-)
- ・公益財団法人広島市みどり生きもの協会理事 (2019-)

嶋村正樹

- ・日本蘚苔類学会会長 (2020-)
- ・ヒコビア会編集幹事 (2014-)
- ・中国四国植物学会 広島県幹事 (2014-)

井上侑哉

- ・環境省稀少野生動植物保存推進員 (2018-)
- ・公益財団法人服部植物研究所理事 (2019-)
- ・公益財団法人服部植物研究所非常勤研究員 (2019-)
- ・日本蘚苔類学会副編集幹事 (2020-)

2. セミナー・講演会開催実績

- ・ヒコビアセミナー (全24回, 宮島自然植物実験所と共催)

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

「知を鍛える-広大名講義 100 選-

演者：嶋村正樹 「コケの増え方～精子は泳ぐし空も飛ぶ～」2020年7月27日収録

5. その他

- ・研究雑誌 HIKOBIA 18巻2号を刊行した (編集幹事 嶋村正樹, ヒコビア会会長 山口富美夫)

○国際交流の実績

国際共同研究・国際交流活動

山口富美夫

- ・Kim Wonhee氏 (National Institute of Biological Resources, ROK) との韓国の蘚類フロラに関する共同研究

嶋村正樹

- ・ゼニゴケを用いて植物発生原理を解明する国際研究基盤の確立 (イギリス・ブリストル大学, Jill Harrison博士との共同研究)
- ・ゲノム情報を基盤としたツノゴケ類の総合的研究 (カナダ・ラヴァル大学 Juan Carlos Villarreal博士との共同研究)

○特記事項

- 日本蘚苔類学会第49回高知大会発表賞（ポスター発表部門）. 2020年9月5日. 鄭 天雄, 井上侑哉, 嶋村正樹. The phylogenetic data supporting the segregation of *Marchantia paleacea* species complex into sub-species level.
- 日本蘚苔類学会第49回高知大会発表賞（ポスター発表部門）. 2020年9月5日. 西畑和輝, 井上侑哉, 山口富美夫. *Calymperes boulayi*（カタシロゴケ科, 蘚類）が小笠原諸島母島で見つかる.
- 令和2年度理学研究科学生表彰. 鄭 天雄 2021年3月23日

植物生理化学研究室

令和2年度構成員：高橋陽介（教授）、深澤壽太郎（助教）

○研究活動の概要

光エネルギーを化合物に転換することで、地球上における他のすべての生命を支える植物は、自らは移動せず、大地に根を張り、その生存の領域を広げ、外部環境の激しい変化を克服して生育する。そのために植物は柔軟な形態形成と環境応答のメカニズムを発達させてきた。本研究室では、植物の形態形成や環境応答の分子機構を解析している。

一生を同じ場所で過ごす植物にとって、花を咲かせるタイミングは最も重要な決定の一つであり、様々な要因によって制御されている。シロイヌナズナでは、光周期経路、春化経路、自律的制御経路、ジベレリン (gibberellin; GA) 経路の4つの花成制御系が知られており、その制御の多くは、インテグレーターと呼ばれる*FT*、*SOC1*の発現に統合される。GA経路は短日条件下の花成で特に重要である。GAは葉で花成ホルモンをコードする*FT*の発現を、茎頂で*SOC1*の発現を促進するが、その制御機構は解明されていない。GA内生量制御とGA信号伝達の両面からGAによる花成制御機構の解明を目的とし研究を進めている。

(1) GAF1複合体によるGA内生量制御機構の解析

DELLAはGA信号伝達の中心的な抑制因子であり、GA依存的に分解される。これまでに、DELLA相互作用因子として転写因子GAF1を単離し、DELLAはGAF1のコアクチベーターとしてはたらき、標的遺伝子の転写を促進すること、GA依存的にDELLAが分解されると、GAF1はコリプレッサーであるTPRと複合体を形成し、標的遺伝子の転写を抑制することを明らかにした。GAF1複合体はGA依存的に、その構成を変化させることによって標的遺伝子の発現のON/OFFを調節している。この制御モデルは、GAフィードバック制御に合致し、GAF1複合体がGAフィードバック制御において主要な役割を果たすことを明らかにした。また、活性型GAをFRETにより蛍光観察できるGPSタンパク質を用いて、植物体内における活性型GAの局在の確認が可能となった。解析の結果、花成直前の茎頂及びその周囲で活性型GAが増加することが明らかとなった。GA生合成遺伝子の発現を制御する複数の因子を同定した。今後、花成直前にいかにしてGA生合成遺伝子の発現が促進され、茎頂近傍で観察されたGA量増加の分子機構解明に取り組む。

(2) 花成を制御するGAF1標的遺伝子の同定

形質転換体を用いた解析から、GAF1過剰発現体では花成が促進され、*gaf1 gaf2*二重変異体では花成が遅延することが明らかとなった。これらの表現型は短日条件下で特に顕著になることから、GAF1の標的の中にはGAによる花成促進経路に関与する遺伝子が存在すると予想された。GAF1による花成制御の解明を目的として、新たなGAF1標的遺伝子を探索し、DELLA-GAF1複合体を介したGAによる花成制御機構について解析を行った。GAF1を一過的に誘導できる形質転換体を作成し、GAF1の発現誘導前後で発現が変化する遺伝子をRNA-seq解析を用いて探索した。GAF1の発現誘導によって発現量が増加する花成遺伝子を選抜した。さらに、選抜した花成遺伝子のうち、GAF1過剰発現体、及び*gaf1gaf2*変異体において発現量が変動する遺伝子をGAF1の標的候補遺伝子として複数選抜した。培養細胞を用いたトランジェント解析により、候補遺伝子群の中から、GAF1複合体により制御される遺伝子を選抜した。さらに、分子生物学的な解析より、GAF1が選抜した候補遺伝子プロモーターに結合することを明らかとし、最終的に、4つの花成抑制遺伝子をGAF1の直接の標的遺伝子として同定した。

(3) GAF1標的遺伝子による花成制御機構の解析

新たに同定したGAF1の標的遺伝子の発現部位を調べる為に、各遺伝子プロモーターの下流にGUSをつないだ形質転換体を作製し、4つの花成抑制遺伝子の発現部位を調べた結果、葉、又は茎頂近傍で発現していることが明らかとなった。GAによる花成促進経路では、葉でFTの発現が誘導され、茎頂でSOC1の発現が誘導されることから、4つのGAF1標的遺伝子は、FT, SOC1の発現を抑制すると考えられた。そこで、同定した4つの花成抑制遺伝子によるFT, SOC1の発現制御機構についてトランジェント解析等を用いて検証した。

○発表論文

1. 原著論文

Ito, T., Fukazawa, J. (2021) SCARECROW-LIKE3 regulates the transcription of gibberellin-related genes by acting as a transcriptional co-repressor of GAI-ASSOCIATED FACTOR1. *Plant Molecular Biology*, 105, 463-482

◎Fukazawa, J., Ohashi, Y., Takahashi, R., Nakai, K. and Takahashi, Y. (2021) DELLA degradation by gibberellin promotes flowering via GAF1-TPR-dependent repression of floral repressors in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 33, 2258-2272 (DOI:10.1093/plcell/koab102)

2. 総説・解説

該当無し

○著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

◎深澤壽太郎, 大橋由紀, 中居可奈子, 高橋竜平, 浜添 栞, 西田有理花, 高橋陽介. DELLA-GAF1複合体による花成制御機構の解析 第55回植物化学調節学会 オンライン2020年11月15日

○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

・基盤研究 (C) 「DELLAタンパク質の二重の役割による花成制御機構」

代表者 深澤壽太郎 1,690千円 (4,420千円/3年間)

その他助成金

該当無し

共同研究

- ・ Dr. Zhiyong Wang, Staff Member, Department of Plant Biology, Carnegie Institution for Science, 260 Panama street, Stanford, CA 94305, USA (高橋陽介)
- ・ 理化学研究所 瀬尾光範 『植物ホルモンによる成長制御機構の解析』に関する実験・研究 (深澤壽太郎)
- ・ 山形大学農学部 豊増知伸 bZIP型転写因子と14-3-3結合に関する研究 (深澤壽太郎)
- ・ 愛媛大学農学部 米山香織 ストリゴラクトンと植物ホルモンの相互作用に関する研究 (深澤壽太郎)
- ・ 京都大学 化学研究所 山口信次郎 気相を移動する植物分子の定量解析 (深澤壽太郎)

受託事業

該当無し

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

高橋陽介

- ・ 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
イノベーション創出強化研究推進事業評議委員

深澤壽太郎

国際誌論文レビュー 6件

- ・ Scientific report 論文評価委員 レビュー 3件
- ・ Plant Cell and Physiology 論文評価委員 レビュー 2件
- ・ Plant Journal 論文評価委員 レビュー 1件

2. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

3. その他

該当無し

植物分子細胞構築学研究室

令和2年度構成員：鈴木克周（教授）、守口和基（講師）

○研究活動の概要

所謂アグロバクテリア (*Rhizobium/ Agrobacterium* 属の病原性菌株) は自然界で植物に遺伝子を注入して根頭癌腫病と毛状根病を引き起こす。また、伝達域の広い接合プラスミドを持つ大腸菌が真核微生物の出芽酵母へプラスミドを移すことが見出されたことを契機として、細菌接合系による真核生物への遺伝子の水平伝達 ((超) 生物界間接合) 現象の報告が増えつつある。本研究室では、実験室で繰り返し再現できるこれらの広域水平伝達現象の特質を明らかにする研究と水平伝達を発揮する能力の高いバクテリアならびにプラスミドの機能および多様性に関する研究を行っている。

令和2年度において、以下の成果を得た。

- (1) IncP型プラスミドの4型分泌装置による大腸菌-出芽酵母のモデル生物界間接合系で、ドナー大腸菌において効率的な輸送を制限している遺伝子をゲノムワイドに探索し、親株BW25113より約10倍高い接合効率を示す3種の遺伝子を欠失した変異株を単離している。3種の遺伝子の一つ *frmR* は CsoR/RcnR ファミリー転写抑制因子 FrmR をコードしている。大腸菌には *frmR* と *rcnR* の2遺伝子があるため、 $\Delta rcnR$ 株の生物界間接合効率を解析したところ、効率の上昇は観察されなかった。また、FrmR はホルムアルデヒド存在下でリプレッサー活性が解除されるため、ホルムアルデヒド添加による IncP型プラスミドの接合効率の変化を調べた。その結果、親株では添加による効率の上昇が観察され、 $\Delta frmR$ 株では更なる上昇は観察されなかった。このことから大腸菌内のホルムアルデヒド濃度に反応して *frmR* を介した IncP型プラスミドの接合制御が行われることが示唆された。
- (2) アグロバクテリアを介して遺伝子導入する方法 (AMT法) は植物だけでなく数多くの菌類に適用されているが、アグロバクテリアが植物以外の生物とどのような相互作用をするか未知な点が多い。酵母では AMT の機構を研究する目的で実験室株に適用した例を除くと実施例自体がなかった。そこで先ず、幅広い酵母菌株へ AMT を適用可能にするために、酵母用抗生物質耐性遺伝子を付加した酵母 AMT 用汎用ベクタープラスミドを作成した。パン製造用工業株の AMT 実験を行ったところ、自立複製型プラスミドを用いても工業株は全て実験室株と比べて著しく低い AMT 効率を示すか、形質転換体を得られない菌株もあった。一方で、共存培養後の生菌数は工業株の方が実験室株よりも有意に上昇していた。初発の酵母菌数を減すことによって工業株の AMT 効率は自立複製型だけでなく、組込み型プラスミドでも改善されて、DNA 形質転換の実用水準を満たした。以上のことから、アグロバクテリアに及ぼす作用は酵母菌間で多様であること、共存培養中に酵母菌が多く存在することは AMT を限定する大きい要因であることが明瞭になった。
- (3) 岡山大学との共同研究によってコムギから内生菌として単離した7菌株の *Rhizobium radiobacter* の2菌株は、タバコへの感染能があり、毛根状病マーカー遺伝子 *rolA* ~ *rolC* 遺伝子等を持つことから毛根状病誘導プラスミド Ri を持つことが明らかになっている。2菌株が典型的な毛根状病病原体で主に構成されているゲノムグループ G7 に属することとも対応する結果である。一方、イネ科植物は毛根状病および根頭癌腫病の病原体を接種しても発病しないことから、なぜコムギに2菌株の病原体が内生しているか謎である。また、自然界や健全な圃場では毛根状病および根頭癌腫病は稀な病気であり、圃場土壌に病原体はみられないので、病気が散発する場合に病原体がどこからもたらされるか理解されていなかった。そこで、イネ科等植物の内生菌および

根圏微生物として同病原性菌が維持継体され、感染に適した状態の感受性植物が近くに偶然に現れた時に感染発病するというサイクルを主とする仮説を提案した。

○発表論文

1. 原著論文

◎Kiyokawa, K., Ohmine, Y., Yunoki, K., Yamamoto, S., Moriguchi, K., & Suzuki, K. (2020). Enhanced *Agrobacterium*-mediated transformation revealed attenuation of exogenous plasmid DNA installation in recipient bacteria by exonuclease VII and SbcCD. *Genes to Cells*, 25:663-674. (DOI:10.1111/gtc.12802)

Kang B, Maeshige T, Okamoto A, Kataoka Y, Yamamoto S, Rikiishi K, Tani A, Sawada H, Suzuki K. (2020) The presence of the hairy-root-disease inducing (Ri) plasmid in wheat endophytic rhizobia explains a pathogen-reservoir function by healthy resistant plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 86(17): e00671-20 (DOI: 10.1128/AEM.00671-20)

2. 総説・解説

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

◎守口和基, Fatin Iffah-Rasyiqah, Cho Yunjae, 清川一矢, 鈴木克周. ドメインを超えた遺伝子水平伝播機構としての接合伝達 日本遺伝学会第92回大会 ワークショップ「遺伝学における遺伝子水平伝播の意義を考える」2020年9月16日-18日, 熊本市 (依頼講演) *COVID-19流行により要旨集の発行をもって大会の開催とした。

◎守口和基, 鈴木克周, 清川一矢, Zoolkefli Fatin Iffah Rasyiqah Mohamad. IncP-1 型広宿主域プラスミドの伝達を左右する受容側因子の探索から何が見えるのか 日本農芸化学会2021年度大会 シンポジウム「微生物の進化・適応の原動力となるプラスミドの接合伝達現象」2021年3月18日-21日, オンライン開催 (依頼講演)

4. 国内学会での一般講演

◎Fatin Iffah Rasyiqah Mohamad Zoolkefli, Kazuki Moriguchi, Yunjae Cho, Kazuya Kiyokawa, Shinji Yamamoto, Katsunori Suzuki. Isolation and Analysis of Donor Chromosomal Gene(s)-Deficient that Responsible in Accelerating the Inter- and Intra-kingdom Conjugations by IncP1 T4SS Machinery. 第43回日本分子生物学会年会 2020年12月2日-4日, オンライン (ポスター発表)

清川一矢, 森脇隼人, 福満啓博, 庄田佐知子, 山本真司, 鈴木克周. H リグニン合成前駆体物質 *p-coumaryl alcohol* を分解するアグロバクテリア代謝経路の第1段階に関与する脱水素酵素遺伝子の特定と酵素特性解析. 第43回日本分子生物学会年会 2020年12月2日-4日 オンライン

(ポスター発表)

◎清川一矢, 守口和基, 鈴木克周. アグロバクテリアから酵母へ輸送できる汎用ベクターの開発.
第6回デザイン生命工学研究会 2021年3月5日 オンライン

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

Fatin Iffah-Rasyiqah Mohamad Zoolkefli (マレーシア) 生物科学専攻博士後期課程

He Xingjiang (中国) 統合生命科学研究科基礎生物学P前期課程

Cho Yun Jae (韓国) 生物科学科 (日韓理工系学部留学生事業留学生)

○研究助成金の受入状況 (金額は直接経費)

微生物機能探究コンソーシアム研究助成(400千円) 守口和基

令和2年度高木俊介パン科学技術振興財団助成金(1,000千円) 鈴木克周

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

中国四国植物学会会計幹事(2021年1月～) 守口和基

2. セミナー・講演会開催実績

該当無し

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

・科学体験ブース出展 小さい生物(微生物)のパワーを觀よう. 大隅基礎科学創成財団「小中高生と最先端研究者とのふれあいの集い」2021年3月27日(於)広島市こども文化科学館

5. その他

国内共同研究

守口和基

・佐藤真伍(日本大学生物資源科学部) 「バルトネラ属細菌の形質転換法および実験株の樹立に向けた研究」(継続中)

鈴木克周

・澤田宏之(農業・食品産業技術総合研究機構 遺伝資源センター) 「*Rhizobium/Agrobacterium*属病原菌の研究」

・谷 明生, 力石和英(岡山大学 資源生物科学研究所) 「植物内生*Rhizobium/Agrobacterium*属細菌の研究」

・久富泰資(福山大学 生命工学部) 「酵母菌用プラスミドの開発」

○国際交流の実績

国際共同研究

- ・LAVIRE Celine (リヨン第1大学, フランス) イネが分泌するクマリルアルコールを代謝する細菌遺伝子の研究 (鈴木克周)
- ・NESME Xavier (フランス国立農業研究所(INRA)) 新種*Rhizobium/Agrobacterium*属細菌の研究 (鈴木克周)

○特記事項

原著論文Kang B, et al. (2020) で提唱した「健全な圃場で毛状根病および根頭癌腫病が植物で散発的に発病する仕組み」を説明する仮説の図版が米国微生物学会Appl. Environ. Microbiol.誌のHPカバーとして掲示された。

多様性生物学講座

附属臨海実験所・海洋分子生物学研究室

令和2年度構成員：田川訓史（准教授，所長併任）

有本飛鳥（助教），福田和也（助教），小林健司（特任助教）

〈施設の概要等〉

所員は田川訓史准教授（所長併任,平成29年4月1日付就任），有本飛鳥助教（令和元年7月1日付勤務），福田和也助教（令和2年4月1日付勤務），小林健司特任助教（令和元年7月1日付勤務，令和2年10月末退職），樋口絵里子契約一般職員（令和元年10月1日付勤務）の5名からなり所属学生は学部生が2名であった。令和2年度の述べ利用者数は1,641名であった。

〈教育活動〉

本学理学部生物科学科で「比較発生学」を開講し「先端生物学」・「生物科学セミナー」の一部を担当した。実験所内では2年次生を対象に多様な海産生物に直に接してそれらの分類・系統関係・生態を学ぶ「海洋生物学実習A」，3年次生対象のウニやホヤの発生過程の比較観察と分子発生学的手法を習得することを目的にした「海洋生物学実習B」を開講している。大学院教育としては本学統合生命科学研究科の「生物科学研究セミナー」「自然史学特論」の一部ならびに卓越大学院プログラム「ゲノム編集先端人材育成プログラム」の一部を担当した。また，臨海実験所において「先端基礎生物学研究演習」を開講した。また本学の学生に対する教育活動に加えて，全国の大学学部生を対象にした「公開臨海実習」を臨海実験所にて開講し，比較分子発生学のある程度高度な実験を実施して発生学の現状を理解できるように組み立ててある。この実習は，国立大学法人に属する全国20の臨海・臨湖実験所のうち研究分野が互いに関係する7大学（北海道・東北・お茶の水女子・東京・筑波・広島・島根）合同で実施しているが，昨年度に続き本年度も主催した。なおその際に部局間国際交流協定を締結した台湾中央研究院より，本年度も講師を依頼し開催した。海洋生物学実習Aに25名，海洋生物学実習Bに3名，公開臨海実習に他大学の学生16名と広島大学の学生4名の参加があった。本年度より新規に開講した教員免許を取得予定の学生を主な対象とした海洋生物教育臨海実習には6名の参加があった。また本学他学部（総合科学部）の実習も1実習を支援した。その他，教育ネットワーク中国の単位互換履修科目「しまなみ海道域海洋生物学実習」を，後期に1回開講した。リカレント教育として，教員免許状更新講習や，放送大学広島学習センターの面接授業を実施している。実習の他に，他大学の卒論，修論，博士論文や研究に係わる支援を行っている。

〈研究活動〉

半索動物ギボシムシや無腸動物ムチョウウズムシを研究材料として再生研究や比較発生学的・比較ゲノム科学的に広い視野に立った研究を進めている。令和2年度の研究活動は以下のとおりである。公表論文は原著論文3編，学会等の発表は国内会議での招待講演1回，一般講演1回であった。

- 1) ヒメギボシムシ *Ptychodera flava* の再生研究を分子生物学的に押し進めるために再生芽 cDNA ライブラリーのクローン解析特に他の生物で再生に関与していると考えられるクローンの発現解析ならびに幹細胞で発現する因子・リプログラミングに関与すると考えられる因子の解析を進めている。

- 2) 基礎生物学研究所・慶應義塾大学・沖縄科学技術大学院大学と共同でカタユレイボヤ *Brachyury* 下流遺伝子群の新口動物間における比較解析を進めている。
- 3) 沖縄産ヒメギボシムシ *Ptychodera flava* に寄生するカイアシ類に関して鹿児島大学，琉球大学，カリフォルニア州立大学，台湾中央研究院と共同で進めている。
- 4) ヒメギボシムシの国内外を含めた生息地域差による遺伝的多様性の研究を進めている。
- 5) 実験室内でのヒメギボシムシの飼育を行っている。これまで砂を入れた容器で成体を一定期間飼育し続けることには成功しているが実験室内で性成熟させるまでには至っていない。また長期間の幼生期を経て幼若個体に至る飼育を初めて成功させたがさらに実験室内で大量飼育が可能になるよう進めている。
- 6) ナイカイムチョウウズムシの発生進化に関する共同研究を学内及び沖縄科学技術大学院大学と共同で進めている。
- 7) クビレズタ等の巨大単細胞生物の形態形成に関する研究を沖縄科学技術大学院大学と共同で進めている。

〈国際交流活動〉

- 1) 部局間国際交流協定校である台湾中央研究院より 7 大学合同公開臨海実習へ講師を依頼し開催した。
- 2) 米国ハワイ大学と共同でヒメギボシムシの再生研究を進めている。
- 3) カリフォルニア州立大学及び台湾中央研究院と共同でヒメギボシムシに寄生するカイアシ類の研究を進めている。
- 4) 広島大学との大学間，部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の国立イスラム大学マラン校，大学間国際交流協定締結大学であるインドネシアの国立イスラム大学アラウディン・マカッサル校とインドネシア共和国ブラビジャヤ大学，部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国ジェンベル大学，その他にも国立イスラム大学ジャカルタ校，バンドン校，スマトラ・ウタラ校，ラデン・ファタ・パレンバン校，アル・ラニリ校，スター・ジャンピ校，バトサンカル校，ワリソンゴ校，クリンチ校，レデン・インタン・ランブン校，スナン・カリジャガ・ヨギョカルタ校，クドゥス校，ケンダリ校，スラバヤ校，トゥルンガグン校，台湾の国立中興大学，インドネシア宗教省，ビリトンジオパークから学生や研究者が参加し，JSTさくらサイエンスプランオンライン交流会を2日間実施した。
- 5) 広島大学との大学間，部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の国立イスラム大学マラン校科学技術部の学生向けにオンライン講義を行った。

○発表論文

1. 原著論文

有本飛鳥

Nishitsuji K, Arimoto A, Yonashiro Y, Hisata K, Fujie M, Kawamitsu M, Shoguchi E, Satoh N (2020) Comparative genomics of four strains of the edible brown alga, *Cladosiphon okamuranus*. BMC Genomics 21:422.

Beedessee G, Kubota T, Arimoto A, Nishitsuji K, Waller RF, Hisata K, Yamasaki S, Satoh N, Kobayashi J, Shoguchi E (2020) Integrated omics unveil the secondary metabolic landscape of a basal dinoflagellate
BMC Biology 18:139.

福田和也

Fukuda K, Sunobe T (2020) Group structure and putative mating system of three hermaphrodite gobiid fish, *Priolepis akihittoi*, *Trimma emeryi*, and *Trimma hayashii* (Actinopterygii: Gobiiformes).
Ichthyological Research 67:552.

2. 総説・解説

該当無し

3. 著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

福田和也

濱崎佐和子, 福田和也, 椋田崇生; トビハゼは前脳で渴きを感じるのか
日本動物学会第91回大会シンポジウム S3-02 (2020年9月4日)

4. 国内学会での一般講演

有本飛鳥

西辻光希, 有本飛鳥, 與那城由尚, 近藤 忍, 久田香奈子, 藤江 学, 川満真由美, 將口栄一, 佐藤 矩行; 形態的に異なるオキナワモズク *Cladosiphon okamuranus* 4株の比較ゲノム解析
日本藻類学会第45回大会 (2021年3月17日)

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

該当無し

【研究員・特任助教 (外部資金雇用)】

小林健司特任助教 (2019年7月1日付勤務)

【外国人客員研究員】

該当無し

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

有本飛鳥

- ・若手研究「巨大単細胞海藻クビレズタにおける翻訳後生体分子の局在解析による形態形成機構の解明」(代表)

福田和也

- ・研究活動スタート支援「異なる性表現を創出する発生メカニズムの進化的起源を探る」(代表)
- ・国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))「アフリカ古代湖産魚類の婚姻形態と子育ての多様化機構を生態・認知・脳から探る」(分担)

2. 受託事業

田川訓史

- ・JST さくらサイエンスプランオンライン交流会 994,180円(間接経費 90,380円)
- ・NEDO「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業/海洋生分解性に係る評価手法の確立」(NITE 再委託事業) 4,402千円(間接経費 574千円)

3. その他

田川訓史

- ・文部科学省教育関係共同利用拠点経費 5,739千円

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

田川訓史

- ・岡山大学理学部附属臨海実験所運営委員
- ・国立イスラム大学マラン校 客員教授(インドネシア共和国)
- ・国立イスラム大学スラバヤ校 客員教授(インドネシア共和国)

有本飛鳥

- ・日本動物学会中四国支部会計幹事

2. セミナー・講義・講演会講師等

田川訓史

- 1) 日本・アジア青少年サイエンス交流事業「さくらサイエンスプラン」オンライン交流会を実施した。(2021年1月18日～19日) 参加者230名

3. その他

- 1) 尾道市立高見小学校3年生を対象に臨海実験所周辺の磯採集を行った。
(2020年7月17日) 引率教員2名, 小学3年生19名が参加
- 2) 清心女子高等学校SSH実習を行った。
(2020年8月3日～8月5日) 教員2名, 高校1年生20名が参加

- 3) 教員免許状更新講習を行なった。
(2020年8月7日) 小・中・高校の教員10名が参加
- 4) ボーイスカウト尾道の生き物観察会の支援を行った。
(2020年8月16日) 54名が参加
- 5) 尾道市立高見小学校3年生を対象に臨海実験所周辺の磯採集を行った。
(2020年10月13日) 引率教員2名,小学3年生19名が参加
- 6) グローバルサイエンスキャンパス (GSC) 分野別科学セミナー (生物) をオンラインで実施。
(2020年10月18日) 高校生17名が参加
- 7) グローバルサイエンスキャンパス (GSC) 分野別科学セミナー (生物) の発表会をオンラインで実施。
(2020年11月1日) 高校生20名が参加
- 8) 尾道市立高見小学校にて3年生の海藻採集と海藻のしおり作りを行った。
(2021年2月4日) 引率教員2名と小学3年生19名が参加
- 9) 学内外から依頼を受けた研究材料の採集や飼育依頼に対応した。また野外調査への協力を行った。本実験所への試料採集のための来所者は学内者5名 (広大教職員4名, 広大学生1名) 他大学・他機関95名の計100名であった。
- 10) 実験所で採集し収集した海産生物を教育研究機関に提供した。内訳は福山大学へミズクラゲ, 沖縄科学技術大学院大学へ無腸類・ギボシムシ・海藻類, 広島大学大学院理学研究科へイボニシ・アメフラシ, 広島大学総合科学部へ磯の生き物全般・無腸類, 高見小学校へ磯の生物全般を提供した。
- 11) 一般からの問い合わせへの対応や写真及び情報の提供を行った。

附属宮島自然植物実験所・島嶼環境植物学研究室

令和2年度構成員：山口富美夫（教授・所長），坪田博美（准教授）

○研究活動の概要

宮島自然植物実験所は、世界遺産に登録され日本三景で有名な「安芸の宮島」にある。廿日市市宮島町の大元公園から上室浜に至る国立公園内にある国有地が昭和38年に広島大学へ所属替えとなり、昭和39年学内措置によって理学部附属自然植物園として発足した。平成10年現在の敷地面積は、約10.2 ha（＝10万2千平方メートル）である。平成12年4月に大学院理学研究科附属宮島自然植物実験所に組織替えされ、平成31年4月に大学院統合生命科学研究科に組織替えされた。また、旧植物管理室も同実験所東広島植物園として組織替えされた。島嶼環境植物学研究室は、宮島自然植物実験所に設置されている。令和2年度に420名（記帳者数）の施設外部からの来所者があった。令和元年度からの新型コロナウイルスの影響で規制などがあったため、来園者や利用、普及活動などが大幅に減少した。

理念・目的・目標：宮島自然植物実験所の設置目的は、宮島のすぐれた自然を利用して植物学の教育・研究を行うことにある。本実験所は、昭和39年に設置されて以来、宮島という人為攪乱の少ない自然を対象として、主として植物学の分野において研究を深化するとともに、学術研究において国際的な役割を果たし、成果を社会に還元することを目指している。島嶼という地理的条件を生かして、隔離環境下における植物の種分化・分布・生態などの生物地理学に関する諸問題の解明及び生物の保全・自然保護、地球規模での環境保全対策、共生などの生命現象の基礎的解明を目標として教育・研究活動を行っている。また、広島大学植物標本（HIRO）の分室として位置づけられており、維管束植物・蘚苔植物・地衣類など約35万点の貴重な植物標本などの研究資料をはじめ、教育・研究資料が蓄積されている。これらの資料を活用するとともに外部に公開することを目的として、標本のデータベース作成を行った。また、広島大学総合博物館や東広島植物園などと共同で広島大学デジタル自然史博物館のコンテンツ作成による教育・研究リソースの公開を進めている。令和2年度末に広島大学デジタルミュージアムとしてリニューアルした。東広島植物園では教育・研究に必要な植物の栽培・展示、生態実験園を含む学内の植物の維持・管理などを行っている。令和2年度に学生ボランティアの仕組みとして、広島大学総合博物館と共同でキャンパス・スチューデント・レンジャー（CSR）制度を発足させた。

教育活動：本実験所は、理学部生物科学科の学部学生を対象とした科目である「植物生態学B」と「島嶼生物学演習」、「卒業研究」を担当し、「教養ゼミ」、「生物学概説A」、「情報活用演習」、「先端生物学」、「生物科学基礎実験」について分担した。本実験所が担当で隔年開講の「宮島生態学実習」は、令和2年度は新型コロナウイルス感染症の影響により宮島で開講した。大学院生を対象とした科目としては、統合生命科学研究科の新カリキュラムとして、「基礎生物学特別演習」、「先端基礎生物学研究演習」、「自然史学特論」、「統合生命科学特別研究」について分担した。また、旧理学研究科の「島嶼環境植物学演習」を担当した。上記科目のうち学部1年生対象の「教養ゼミ」は、新型コロナウイルス感染症の影響で一部内容を変更し、オンラインおよび東広島キャンパスでの対面授業を併用して実施した。実習や授業の一部について本実験所で実施した。生物科学科以外の学内及び学外の利用もあり、総合科学部や生命環境総合科学プログラム、安田女子大学などの教育・研究に利用された。また、広島大学附属三原学園との共同研究については新型コロナウイルス感染症の影響により行わないこととなった。小・中・高等学校の教育のための利用があり、ユネスコ・スクール宮島学園の総合学習などの教育活動を行った。例年利用のある高等学校

の教育活動や一般向け・子ども向けの講座については新型コロナウイルス感染症の影響で実施されなかった。高校生向けの公開講座として野外観察会を実施した。社会貢献活動としてヒコビア植物観察会を9回（のべ参加人数345名）開催した。広島県や廿日市市、広島森林管理署、環境省と共同でミヤジマトンボの保護や森林の保全に関する研究・普及活動を行うとともに、行政に対して助言を行った。なお、前年度に引き続いて平成30（2018）年7月の豪雨災害の復旧工事に伴う緑化について補植等が行われた。東広島植物園では学部生・大学院生に対する植物の栽培に関する技術指導や材料の提供、特別支援学級や附属幼稚園の野外学習などを行った。

研究活動： 蘚苔類や維管束植物、藻類、地衣類の分子系統学的研究や系統分類学的研究・比較形態学的研究、蘚苔類の島嶼生物学的研究や植物地理学的研究、蘚苔類や維管束植物の地理的変異や集団遺伝学的研究、植物のアレロパシーに関する研究、稀少植物のフェノロジーなどの生態学的研究、宮島の維管束植物の遺伝的多様性に関する研究、空气中に浮遊する散布体から蘚苔類・藻類の拡散・散布に関する研究、林野火災や宮島白糸川崩壊地、災害復旧場所での植生回復や植物相・地衣類相・藻類相に関する研究、瀬戸内海西部での海草や塩生植物、塩性湿地に関する研究などを行った。また、照葉樹林の遷移及び植生単位の抽出と植生図化、宮島及びその周辺地域の森林植生の現状把握とその動態、植物社会学的植生図にもとづいた宮島のアカマツ二次林の遷移に関する研究、宮島内や周辺海域での植物の分布についても継続して研究を行った。コシダ・ウラボシが植生の遷移に与える影響と、リターが発芽に与える影響、シカが植物相や森林遷移に与える影響について継続調査を行った。宮島島内及び周辺の雑草フロアや外来植物、広島県内のタンポポの分布と遺伝的背景についても研究を行った。埋土種子や種子の散布様式、種子の成熟時期、種子や果実を食害する昆虫類に関する予備的研究も行った。前年度に引き続き東広島キャンパスの東広島植物園（旧植物管理室）と共同でフロア調査を行った。植物分類・生態学研究室と共同で日本産フキ類の系統地理学てき研究を行った。生命環境総合科学プログラムの和崎研究室と共同で低リン環境下に生育する植物及びそれが生育する森林内の植物の生理生態学的研究を行った。同プログラムの根平研究室と共同で植物のアレロパシーに関する基礎研究を行った。外部機関と共同で緑藻類や地衣類の共生藻や地衣類に関する系統・分類学的な研究を行った。広島工業大学と共同で宮島の塩性湿地に関する研究を行った。広島森林管理署と共同で林野火災跡地の現状把握のための現地調査を行うとともに、研究推進のための協定を締結した。また、広島の花に関する新しい知見が得られた種等について報告した。これらの研究成果については、論文・著書・総説等（7件）及び学会発表等（5件）で公表した。重要なコレクションを含む学術標本の標本整理については多くのボランティアの協力を得た。蘚苔類や維管束植物を中心とした植物の腊葉標本、種子標本の作成・収集を行うとともに、植物標本のデータベース化を行った。7月の大雨の影響で標本庫の補修を行い、標本整理を実施した。また、広島大学研究拠点「次世代を救う 広大発 Green Revolution を創出する植物研究拠点」の構成員として研究を推進した。世界遺産・厳島内海の歴史と文化プロジェクト研究センターの構成員として宮島に関する研究を推進した。広島大学総合博物館研究員を担当した。広島大学デジタル自然史博物館構築に参加し、インターネットで研究・教育活動ならびにその成果物を外部に公開した。令和2年度の広島大学デジタル自然史博物館のページビュー数は476,059件であった。国公立大学附属植物園長・施設長拡大会議・植物園協会第1分野拡大会議に参加した。2018年7月の豪雨災害の復旧に対応して、廿日市市の事業に引き続き協力するとともに、緑化に関する基礎研究を行った。東広島植物園では教材生物バザールへの参加や学校教育での自然体験学習などを通じた理科教育に関する教材開発を行った。また、キャンパス・スチューデント・レンジャー制度が発足し、学生のボランティア活動として認定することとした。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎池田誠慈, 井上侑哉, 久保晴盛, 松井健一, 中原-坪田美保, 武内一恵, 若木小夜子, 坪田博美. (2021). 広島県三原市の維管束植物(II): 被子植物について. *広島市植物公園紀要* 35: 7-140.
- ◎Inoue, Y., Jiménez, J. A., Sato, T., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). Taxonomic reevaluation of *Didymodon nigrescens* (Pottiaceae) in Japan. *Hattoria* 11: 61-75.
- ◎Inoue, Y., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). *Splachnobryum obtusum* (Pottiaceae) new to Japan and its molecular evolution. *Hikobia* 18: 83-91.
- ◎井上侑哉, Jan Kučera, 久保晴盛, 坪田博美. (2020). セン類センボンゴケ科 *Barbula chenia* (テリハネジクチゴケ, 新称) 日本に産す. *植物地理・分類研究* 68: 76.
- ◎井上侑哉, 南葉鍊志郎, 岩崎元道, 池田誠慈, 塩路恒生, 中原-坪田美保, 坪田博美. (2020). 広島県におけるヒナノシヤクジョウ *Burmattia championii* Thwaites の新産地. *Hikobia* 18: 99-103.
- 坪田博美, 内田慎治, 中原-坪田美保. (2021). 宮島のモミジ. *巖島研究* 17: (1)-(14).

2. 総説・解説・短報

- 半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美. (2021). 長崎と沖縄で確認された気生藻 *Spongiochrysis* スポンギオクリシス属 (シオグサ目, アオサ藻綱) の未記載種の系統と分類. *藻類* 69: 65.

○著書・その他

該当無し

○取得特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会等での一般講演

- ◎井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫. 小笠原諸島から見つかった日本新産の *Splachnobryum obtusum* (センボンゴケ科, セン類). 日本蘚苔類学会第49回高知大会 (オンライン) (2020年9月4日-5日).
- ◎井上侑哉, 中原-坪田美保, 坪田博美. コケ植物セン類ホンモンジゴケのオルガネラゲノム構造と系統的位. 日本植物分類学会第20回大会 (オンライン) (2021年3月8日-10日).
- 半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美. 長崎と沖縄で確認された気生藻 *Spongiochrysis* スポンギオクリシス属 (シオグサ目, アオサ藻綱) の未記載種の系統と分類. 日本藻類学会第45

回東京大会（オンライン）（2021年3月15日-17日）。

- ◎本宮 炎, 小林久哉, 本宮宏美, 井上侑哉, *坪田博美. 体験と学びの野外博物館の実践—広島県三段峡の例—. 日本蘚苔類学会第49回高知大会（オンライン）（2020年9月4日-5日）。
- 和崎 淳, 岡村惟史, 山田大綱, 愛原健司, 坪田博美, 渡部敏裕. 中国地方の貧栄養な花崗岩質土壌に生育する木本植物の養分吸収特性. 日本土壌肥料学会2020年度岡山大会（オンライン）（2020年9月8日-10日）。

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

該当無し

2. 共同研究・受託研究

- ・千葉県立中央博物館, 茎葉タイ類および地衣類の分類学的研究
- ・一般社団法人 広島県環境保健協会, 気生藻類の分子系統学的研究
- ・広島工業大学, 宮島の塩性湿地の経年変化に関する基礎研究
- ・広島森林管理署, 宮島の林野火災跡地の経年変化に関する基礎研究
- ・廿日市市, 自然災害跡地および人為的地形の緑化に関する基礎研究

3. 寄附金・その他

坪田博美

寄附金

- ・特定非営利活動法人 宮島ネットワーク 5千円
- ・一般社団法人 広島県環境保健協会 100千円
- ・一般社団法人 宮島観光協会 20千円
- ・宮島弥山を守る会 50千円
- ・相生エンジニアリング株式会社 600千円
- ・中国醸造株式会社 30千円

○学会ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

坪田博美

- ・ヒコビア会, 庶務幹事（2006-）
- ・日本植物分類学会, 編集委員（2012-）
- ・環境省自然環境局, 稀少野生動植物保存推進員（2012-2015, 2015-2018, 2019-2022）
- ・日本蘚苔類学会, 地方幹事（2019-2020, 2021-2022）
- ・廿日市市, 文化財保護審議会委員（2015-）
- ・廿日市市, 宮島地域シカ対策協議会（2016-）
- ・一般社団法人ネイチャー構想推進協議会, 理事（2015-）
- ・一般社団法人瀬戸内海エコツアーリズム協議会, ワーキングメンバー（2018-）

2. セミナー・講演会開催実績

坪田博美

- ・植物観察会. 2020年4月-2021年3月（毎月1回開催, 勉強会1回と特別回2回開催, 年間15回計

画。そのうち、新型コロナウイルス感染症の影響で6回中止)、広島県内・その他。宮島自然植物実験所・ヒコビア会共催。

3. 産学官連携実績

坪田博美

- ・一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会との共同事業(2015-)広島県廿日市市(宮島ロープウエーターミナル(獅子岩駅)周辺の植生回復活動(2021年3月実施))
- ・中国醸造株式会社との共同事業(2018-)広島県廿日市市(管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究)
- ・株式会社アルモニーとの共同事業(2018-)広島県廿日市市(管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究)

4. セミナー・講義・講演会講師等

坪田博美

- ・講師。高校生対象公開講座。2020年10月10日。廿日市市宮島町。(新型コロナウイルス感染症の影響で当初5月の予定を10月に実施)
- ・講師。2020年11月2日・6日・16日。広島県廿日市市宮島町,宮島学園(宮島小中学校)。宮島学園の理科・生活科・総合学習等(含,野外学習)およびクラブ活動の指導。2020年度。廿日市市宮島町。
- ・研修講師。宮島弥山を守る会。緑化事業に関連した指導。2020年1月21日。廿日市市宮島町。
- ・講師。教員免許状更新講習「生物学の最新事情ー進化・系統・生物多様性ー」。2020年8月25日。東広島市。(新型コロナウイルス感染症の影響で日程変更およびオンライン開催)
- ・講師。安田女子大学授業。宮島の植物と自然の解説。2020年9月15日。廿日市市宮島町。

5. その他

該当無し

○国際共同研究

坪田博美

- ・Estebanez博士(スペイン・マドリッド自治大学)との蘚苔類の分子系統学的研究(井上侑哉助教とともに)
- ・Bednarek-Ochyra・Ochyra両博士(ポーランド・Polish Academy of Sciences) *Racomitrium*属およびその周辺分類属の分子系統学的研究(出口博則名誉教授,井上侑哉助教とともに)

○国内共同研究

坪田博美

- ・広島商船高等専門学校との共同研究(2017-)広島県世羅郡(ため池・湿地の植物の分子系統学的研究)
- ・広島工業大学・長崎大学(名誉教授)との共同研究(2017-)広島県広島市・廿日市市(塩生植物の分子系統学的研究)
- ・千葉県立中央博物館との共同研究(2017-)千葉県千葉市(タイ類および地衣類の分子系統学的研究)

- ・広島県環境保健協会との共同研究（2006-）広島県廿日市市・広島県広島市（気生藻類の分子系統学的研究）
- ・石川直子博士（大阪市立大学理学部附属植物園）との共同研究（2020-）広島県廿日市市（島嶼環境に生育するオオバコの生理生態学的研究）
- ・松本達雄博士（武田中・高等学校）との共同研究（2020-）広島県廿日市市（地衣類の系統分類学的研究）

○特記事項

1. 受賞

該当無し

2. 新聞・メディア報道・資料提供

- ・取材・情報提供. ニュース（宮島学園と進めている宮島ロープウエーターミナル付近の植生回復に関連した体験植樹について）. 中国新聞: 2021年3月12日
- ・資料提供・情報提供. 宮島の自然や植物に関する資料や情報の提供を随時行った（宮島観光協会, 中国新聞, 各テレビ局）
- ・取材・情報提供. 広島県による国の天然記念物弥山原始林の違法伐採に関連して, 報道機関からの問い合わせに対応した.

3. おもな施設利用・活動

教育・研修・講演会（一部, オンライン等で実施）

- ・野外教育・野外学習（広島中央特別支援学校）
- ・研修・実習（宮島パークボランティアの会, 環境省）
- ・学生指導（理学部生物科学科, 愛媛大学）

学会・調査・研究（一部, オンライン等で実施）

- ・打合せ・研究資料閲覧（安田女子大学, 広島市植物公園, 広島市森林公園こんちゅう館, 服部植物研究所, 広島大学総合博物館）
- ・研究打合せ・研究調査（広島工業大学, 広島大学総合科学部・統合生命科学研究科生命環境総合科学プログラム, 広島大学総合博物館, 植物分類・生態学研究室）
- ・共同研究・研修（広島県環境保健協会）

施設見学・施設利用・野外観察・ボランティア活動

- ・野外観察・施設利用（宮島パークボランティア（2回）, ヒコビア植物観察会（1回））
- ・施設利用・ボランティア活動（宮島学園, 中国醸造, 宮島パークボランティア, 宮島弥山を守る会, 宮島の山道をきれいにする会など）
- ・施設見学・砲台見学（14件・団体）

行政・企業・取材・その他

- ・打合せ（広島県, 広島県警, 廿日市市教育委員会, 廿日市市観光課, 廿日市市水道局, 廿日市市宮島支所, 宮島観光協会, 相生エンジニアリング, キュートク株式会社, 木戸工業）
- ・打合せ・現地調査（広島森林管理署, 広島県, 廿日市市, 中国電力ネットワーク, 電力調査株式会社, 中国醸造, アルモニー, 日本トンボ学会, 中国新聞, 中国放送, 広島大学施設部）

- ・取材・打ち合わせ（中国新聞, NHK広島）
- ・捜索（宮島消防署）

4. その他

- ・2020年度は大雨による倒木が発生して標本保管庫が大きな影響を受け,修繕を行った。それに伴い,標本の移動・整理・修復などを行った。
- ・前年度に引き続いて,香川県直島町で自然植生を念頭に置いた植栽について助言を行った。
（直島町・三分一博志建築設計事務所との共催）
- ・山口県岩国市で茅場再生を念頭に置いた植栽について助言を行った。（岩国市・三分一博志建築設計事務所との共催）
- ・前年度に引き続いて,絶滅危惧種のコロシソウ保護のための自生地調査と生育環境整備を行った。（広島森林管理署や廿日市市立宮島小中学校との共同事業）
- ・前年度に引き続いて,広島県廿日市市宮島で宮島ロープウエー獅子岩駅周辺の植生回復のため自然植生を念頭に置いた植樹を実施した。これは土砂災害の危険防止を目的とするものである。（廿日市市立宮島学園・広島森林管理署・一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会との共催）
- ・前年度に引き続いて,以前から行っている保全地域での緑化工に関する基礎研究の応用として,広島県廿日市市宮島町で2018年7月の豪雨災害の復旧工事に伴う緑化工について緑化を実施した。（廿日市市との共催）
- ・広島県廿日市市宮島で,宮島一般廃棄物最終処分場嵩上げに係る整備工事に伴う緑化工を実施した。（廿日市市との共催）
- ・前年度に引き続いて,三永水源地のフジについて,今後の対策について助言を行った。（東広島市産業部観光振興課からの依頼）
- ・環境省および広島県のRDB編纂に関して基礎調査を行い,情報提供を行った。
- ・日本モンキーセンターのニホンザルの野外調査に関して情報提供を行った。
- ・広島大学総合博物館等と共同で,広島大学デジタルミュージアム（<https://www.digital-museum.hiroshima-u.ac.jp/>）のサーバーおよびトップページを更新した。前年度からアクセス数が大幅に増加傾向にあり,これは新型コロナウイルス感染症の影響による利用増加と考えられる。（2018年度ページビュー数 261,386件, 2019年度 356,780件, 2020年度 476,059件）
- ・宮島自然植物実験所と植物分類・生態学研究室が毎月一回共催しているヒコビア植物観察会や,宮島自然植物実験所の園路を一般に公開しており,植物や自然を学習するための場として利用されたり,一部ではリカレント教育にも活用されている。
- ・前年度からの新型コロナウイルス感染症の影響で,延期や中止になった事業があった。広島大学および他大学の学生実習,植物観察会6回中止,高等学校向けの実験指導,宮島自然観察講座（一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会との共同事業）,宮島ユネスコ協会主催の野外観察会,宮島学園の理科・生活科・総合学習等（含,野外学習）の指導の一部,JR西日本やウォンツの事業への屋外コース提供など。

植物遺伝子資源学講座／植物遺伝子保管実験施設

令和2年度構成員：草場 信（教授）、小塚俊明（助教）、信澤 岳（助教）

○研究活動の概要

本施設は昭和52年、文部省令により広島大学理学部に設置された系統保存施設であり、遺伝的に多様な植物群の保存及びそれら保存系統を用いた生命現象の解析を行っている。キク科植物・ソテツ類の野生系統及び様々な種の突然変異体を研究材料とし、ゲノム進化の研究、分子細胞遺伝学的研究、さらに様々な植物機能の分子メカニズムの研究を行っている。

本施設は、平成14年よりナショナルバイオリソースプロジェクトに広義キク属中核拠点として参加しており、広義キク属系統の収集・保存・提供を行っている。これまで、キク属にはモデル植物と呼べる種が確立されていない。そこでキク属のモデル植物として二倍体種であるキクタニギク (*Chrysanthemum seticuspe*) を選定した。ほとんどのモデル植物は自家和合性であるが、キク属は自家不和合性であり、モデル植物として利用しにくい。平成22年度に野生集団から自家和合性キクタニギク系統AEV2を発見し、平成29年度には、自殖9代目の純系化系統をモデル系統Gojo-0とした。さらに、令和2年度はGojo-0と兄弟系統の交雑後代からGojo-0よりも生育の良い系統Gojo-1を選抜した。

平成29年度にはAEV2の自殖5代目系統について全ゲノム塩基配列を決定し、平成30年度には論文発表を行った。キクタニギクのゲノムサイズはおよそ3.0Gbであるが、ショートリードシーケンシングにより解析を行った結果、89%に当たる2.72Gbのアッセンブル配列を得た。約7万2千個の遺伝子を予測された。これはモデル植物であるシロイヌナズナの全遺伝子数の3倍近くであり、二倍体であるキクタニギクも進化の過程で倍数化を経ていることを反映している。令和元年度は、pseudomoleculeレベルでの高精度な全ゲノム配列を得るために、Gojo-0を用いてPacBio SequelによるロングリードシーケンスとHi-Cによるスキヤフォールディングを組み合わせた全ゲノム塩基配列決定を進め、キクタニギクの一倍体染色体数にあたる9本の巨大スキヤフォールドを得ることができた。

令和2年度は、シロイヌナズナにおける暗黒誘導性老化におけるフィトクローム、エチレン、アブシジン酸の相互作用について詳細な研究を行い、結果を論文として公表することができた。フィトクローム経路上の転写因子PHYTOCHROME INTERACTING FACTOR (PIF)4とPIF5はエチレン合成を制御するとされているが、エチレン非感受性の突然変異体*ein2*との多重変異体の解析からPIF4・PIF5経路とエチレン経路は部分的に独立に作用することが明らかになった。また、PIF4・PIF5は主に葉の老化の初期ステップに重要な役割を果たすものと考えられた。これらの研究は *Frontiers in Plant Science* 誌に発表された。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎Ueda, H., Ito, T., Inoue, R., Masuda Y., Nagashima Y., Kozuka, T., and Kusaba, M. (2020) Genetic interaction among phytochrome, ethylene and abscisic acid signaling during dark-induced senescence in *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in Plant Science* 11: 564
- ◎Kajiya-Kanegae, H., Takanashi, H., Fujimoto, M., Ishimori, M., Ohnishi, N., Fiona, W., Omollo, E. A., Kobayashi, M., Yano, K., Nakano, M., Kozuka, T., Kusaba, M., Iwata, H., Tsutsumi, N., and Sakamoto, W. (2020) RAD-seq-based high-density linkage map construction and QTL mapping of biomass-related traits in sorghum using a Japanese landrace Takakibi NOG. *Plant and Cell Physiology* 61 : 1262-1272.

Shimoki A, Tsugawa S, Ohashi K, Toda M, Maeno A, Sakamoto T, Kimura S, Nobusawa T, Nagao M, Nitasaka E, Demura T, Okada K, Takeda S. (2021) Reduction in organ-organ friction is critical for corolla elongation in morning glory. *Communications Biology* 5:285.

2. 総説・解説

該当無し

3. 著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

◎信澤 岳, 草場 信 シロイヌナズナCYP78AアイソフォームとAMP1の葉間期と葉老化における機能の解析 第62回日本植物生理学会年会 (オンライン) (2021年3月14日~16日)

中野道治, 平川英樹, 豊田 敦, 伊藤武彦, 白澤健太, 磯部祥子, 谷口研至, 草場 信 キク属モデル系統Gojo-0の高精度全ゲノム配列決定とポジショナルクロニングへの活用 園芸学会令和3年度春季大会 (2020年3月27日~28日)

中野道治, 平川英樹, 豊田 敦, 伊藤武彦, 白澤健太, 磯部祥子, 谷口研至, 草場 信 キク属モデル系統Gojo-0の高精度全ゲノム配列決定と分子遺伝学的研究基盤 第139回日本育種学会オンライン (岡山大学) (2020年3月19日~20日)

◎松嶋直哉, 信澤 岳, 草場 信 多面的機能を持つシトクロムP450モノオキシゲナーゼCYP78Aファミリーの解析 第12回中国地域育種談話会 オンライン (岡山大学) (2020年12月12日)

◎伊藤 岳, 山谷浩史, 信澤 岳, 草場 信 新規マルチターゲットゲノム編集ベクターによるレタスの高効率変異導入 第12回中国地域育種談話会 オンライン (岡山大学) (2020年12月12日)

◎小塚俊明, 月山皓太, 花田俊樹, 御倉彪生, 草場 信, 嶋村正樹 フタバネゼニゴケにおける青色光受容機構の解析 日本植物学会第84回大会 オンライン (名古屋大学) (2020年9月19日~21日)

◎草場 信, 中野道治, 小塚俊明, 谷口研至 NBRP「広義キク属」: キク属モデル系統Gojo-0を活用した分子遺伝学研究の展開 第43回日本分子生物学会年会 オンライン (2020年12月2日~4日)

小塚俊明 青色光依存的な不等成長分枝を行うフタバネゼニゴケの青色光受容体の研究第3回コケ幹細胞研究会 オンライン (2021年1月5日~6日)

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

該当無し

【研究員・特任助教（外部資金雇用）】

谷口 研至（客員准教授）

中野 道治（特任助教）

伊藤 岳（特任助教）

【外国人客員研究員】

該当無し

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

- ・ 基盤研究(B)「葉老化抑制による窒素施肥耐性のイネ良食味・酒造好適品種開発のための基礎研究」草場 信（代表）
- ・ 基盤研究(C)「キクタニギク自家和合性変異の分子機構解明」草場 信（分担）
- ・ 基盤研究(B)「葉老化抑制による窒素施肥耐性のイネ良食味・酒造好適品種開発のための基礎研究」信澤 岳（分担）
- ・ 基盤研究(C)「キクタニギク自家和合性変異の分子機構解明」中野道治（代表）

2. 研究開発施設共用等促進費補助金

- ・ AMED・ナショナルバイオリソースプロジェクト「広義キク属植物の収集・保存・提供」草場 信（代表）
- ・ イノベーション創出強化研究推進事業「多重変異蓄積による実用的ステイグリーン葉野菜の開発」草場 信（代表）

3. その他

該当無し

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

草場 信

- ・ 日本植物生理学会・代議員
- ・ 日本育種学会・運営委員
- ・ 広島県バイオテクノロジー推進委員会理事
- ・ 生物遺伝資源委員会委員（国立遺伝学研究所）
- ・ 日本メンデル協会・評議員
- ・ 拡散防止措置確認会議植物検討会委員

小塚 俊明

- ・ 中国四国植物学会 庶務幹事

- ・第62回日本植物生理学会年会 高校生生物研究発表会審査委員
- ・第62回日本植物生理学会年会 高校生生物研究発表会各賞選考委員

信澤 岳

- ・中国四国植物学会 会計幹事
- ・第62回日本植物生理学会年会 高校生発表 審査員

2. セミナー・講演会開催実績

草場 信

- ・講演者：草場 信（広島大学 附属植物遺伝子保管実験施設）（オンライン）
「キクタニギク高精度全ゲノム塩基配列決定と分子遺伝学研究への展開」
(2020年12月25日, 広島大学)

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

小塚 俊明

- ・広島国泰寺高校理学部訪問・オンラインセミナー講師・対象者「普通科（理数コース）」
- ・兵庫県立大学理学部集中講義「形態学I」講師・対象者「学部生」

5. その他

該当無し

両生類生物学講座／両生類研究センター

〈センター概要〉

本部局の前身の理学研究科附属両生類研究施設は、故川村智次郎博士（名誉教授，第3代学長）による両生類を用いた人為単性発生の研究等の業績を基盤として，昭和42年に設置された。その後，トノサマガエルやアマガエル，ツチガエル等の在来種を用いた人為倍数体の研究や種間雑種の研究，色彩変異に関する研究や性決定機構の研究，西南諸島に分布する絶滅危惧種の保存と種分化の研究等に関して業績を挙げてきた。平成12年以降は在来種に加えて，分子生物学研究用モデル動物のツメガエルを用いて，変態や初期発生の研究，内分泌攪乱物質の研究を推進してきた。

またリソース事業として，昭和51年より国内外の各地から9科27属112種320集団12,600匹の両生類を野外収集し，これらと共に実験的に作製した特殊系統100種類4,000匹の両生類を冷凍保存してきた。また生体として，絶滅危惧種や突然変異系統，遺伝子改変系統等の約66種類500系統，総数約3万匹を飼育維持している。これらは世界的にユニークな両生類コレクションとして認知されているのみならず，次世代シーケンサー解析が普及した現在，極めて重要な遺伝子資源となっている。平成14年度からは，文部科学省のナショナル・バイオリソース・プロジェクト（NBRP）中核的拠点整備プログラムの代表機関として，遺伝学・ゲノム科学研究に適したネットイツメガエルの野生型近交系の収集改良と繁殖保存を行い，それらを内外の研究者に対して提供してきた。

平成28年10月1日，生命・生物系の特長と実績のあるリソースを活かした教育研究組織の整備を行うという第3期中期目標・計画に基づき，理学研究科附属両生類研究施設は，学内共同教育研究施設として両生類研究センターに改組された。この改組に伴い，本部局は次の(1)と(2)を達成課題として設定した。

- (1) ネットイツメガエルのNBRP事業や，その他のモデル両生類や絶滅危惧種等のリソース事業をコアとして，国際的な両生類総合リソース拠点としての機能を強化する。
- (2) ゲノム編集やバイオインフォマティクス等の先端技術を取り入れて，発生や再生，進化等の基礎研究を先鋭化しながら，それらを基盤として医学との学際的融合分野の創生をめざす。

これらの課題を達成する為，バイオリソース研究部門を新設すると共に，既存研究グループを発生研究部門，進化・多様性研究部門，リーディングプログラムに再編し，バイオリソース研究部門の管轄にリソース事業を専門とする系統維持班を設置した。バイオリソース研究部門には，平成29年1月1日付けで他大学から荻野 肇教授が着任し，平成29年5月1日付けで井川 武助教が着任し，平成31年4月1日付けで鈴木 誠助教が着任した。発生研究部門の矢尾板芳郎教授は平成31年3月31日をもって定年退職し，同年4月1日付けで他大学から同部門に林 利憲教授が着任した。また平成29年4月1日付けで，荻野 肇教授がセンター長に着任し，山本 卓 理学研究科教授が副センター長（兼任）に着任した。平成31年4月1日からは，林 利憲教授も副センター長に着任した。

令和2年度末におけるセンター教職員の構成は，教授2名（荻野 肇，林 利憲），准教授4名（鈴木 厚，古野伸明，三浦郁夫，高瀬 稔），助教5名（中島圭介，花田秀樹，田澤一朗，井川 武，鈴木 誠），客員教授3名（柏木昭彦 元広島大学特任教授，平良眞規 中央大学非常勤講師，Matthias Stöck ライプチヒ淡水生態・内水面魚類研究所研究員），客員准教授1名（Kornsorn Srikulnath タイ国立カセサート大学准教授），研究員1名（竹林公子），客員研究員1名（柏木啓子），技術専門職員1名（宇都武司），技術員1名（鈴木菜花），契約技能員2名（難波ちよ，栗原智哉），契約技術職員3名（中島妙子，佐々木直子，堀内智子），教育研究補助職員4名（川口香名子，山本克明，河本さや

か、光重智子), 契約一般職員1名(豊田知子), 契約用務員2名(島田由紀, 武本明子)である。

〈教育活動の概要〉

本部局はセンター化後も、理学部生物科学科及び理学研究科生物科学専攻、統合生命科学研究科生命医科学プログラム及び基礎生物学プログラムの協力講座として、教育活動を担当している。今年度、学部教育科目としては、教養ゼミ、生物の世界、両生類から見た生命システム、情報活用演習、生物学実験A、生物科学概説A、基礎生物科学A,B、生物科学セミナー、生物科学基礎実験I,II,III,IV、生物学入門、先端生物学、動物形態制御学、内分泌学・免疫学、再生生物学、両生類生物学演習、卒業研究、グローバル対策セミナーA,B、サイエンス入門を担当した。理学研究科と統合生命科学研究科では、生命科学研究法、先端基礎生物学研究演習A,B,C,D,E,F、基礎生物学特別演習A,B、基礎生物学特別研究、科学技術英語表現法、細胞生命学特論、セルダイナミクス・ゲノミクス特論、自然史学特論、統合生殖科学特論、統合生命科学特別研究、生命医科学セミナーA,B,C,D、先端生命技術概論、疾患モデル生物概論、生命医科学特別演習A,B、生命医科学特別研究、ゲノム機能学概論を担当した。また学部3年生6名、学部4年生4名、博士課程前期1年3名、2年4名、後期1年2名、2年3名、3年1名、合計23名の学生が当センターで研究に励んだ。博士課程前期学生の国内学会発表は2件、国際学会発表は2件であった。博士課程後期学生の国内学会発表は8件、国際学会発表は1件であった。大学院生の教育活動の一環として、月に2回、教員、研究員、大学院生が研究活動報告を両生類研究センター公開セミナーとして行った。

また地域教育に対する貢献事業として、系統維持班が本邦の様々な両生類の生体を常時展示しており、昨年度までは毎年約1000名の訪問者に対して解説を行ってきた。しかし今年度はコロナ禍の為、これらの地域貢献事業を自粛せざるを得なかった。

〈研究活動及びその他〉

バイオリソース研究部門、発生研究部門、進化・多様性研究部門に分けて記載する。

バイオリソース研究部門

令和2年度構成員：荻野 肇(教授・センター長)、井川 武(助教)、鈴木 誠(助教)、
柏木昭彦(客員教授)、柏木啓子(客員研究員)、鈴木菜花(技術員)

○研究活動の概要

本研究部門は、両生類研究センターを国際的なバイオリソースセンターとして発展させると共に、両生類を用いた最先端の基礎及び応用研究を行う為に、2016年10月1日に創設された。国際的に汎用されている2種類のモデル両生類「ネッタイツメガエル」と「アフリカツメガエル」を用いて、発生・再生・進化・環境応答についてのゲノム科学的研究を展開している。また本センターは、日本医療研究開発機構(AMED)の推進するナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)「ネッタイツメガエル」の中核的リソース拠点として活動しているが、本研究部門はその要となる生体リソース事業を担当している。主要な研究活動は以下の通りである。

1. ゲノム重複に伴う遺伝子進化機構の研究

ゲノム重複が起きると、それぞれ1つの祖先遺伝子から2つの重複遺伝子が形成され、全遺伝子が倍加する。その結果、純化選択圧が低下し、各遺伝子の進化が促進される。これまでの研究から、5億5千万年以上昔、ヒトや両生類、硬骨類(サカナ)を含む脊椎動物の共通祖先種がナメク

ジウオ等の頭索類と分岐した後に、このようなゲノム重複がその共通祖先種で2回起きたと考えられている。またその後で硬骨類（サカナ）の進化系譜においては、約3億7千万年前に更にもう一回ゲノム重複が起これり、両生類においては、ネッタイツメガエルとアフリカツメガエルの系統が分岐した後で、1,700万年前にアフリカツメガエルの系譜でゲノム重複が起きたと考えられている。

以前に本研究部門では、ネッタイツメガエルとアフリカツメガエルの間での遺伝子比較研究から、ゲノム重複によって倍加遺伝子ペアが形成されると、その片方のコピーにおいてエンハンサー変異による発現量の低下と、それに伴うコード配列変異の蓄積が起きること等を発見した(Ochi, H. et al., *Dev. Biol.*, 427: 84-92, 2017)。その後、倍加遺伝子ペアの片方のコピーが偽遺伝子化して失われ、再びシングルコピー遺伝子に回帰する現象、いわゆる「シングルトン化」が、遺伝子の種類を問わず偶発的に起きるのか、あるいは倍加後にシングルトン化しやすい遺伝子があるのかどうかを明らかにすることを目的として研究を続けてきた。まず今年度は、約1,000種類の発生制御遺伝子に注目し、硬骨類の系譜でシングルトン化したグループと、ツメガエルの系譜でシングルトン化したグループの比較解析をおこなった。両方の系譜で共通してシングルトン化した遺伝子群を抽出し、統計解析をおこなったところ、少なくとも一部の遺伝子は偶発的ではなく必然的にシングルトン化したことが明らかになった。さらにGO解析をおこなったところ、それら「シングルトン化しやすい遺伝子」には機能上の共通性があることが明らかになった。

2. 温泉ガエル（リュウキュウカジカガエル）の適応進化とゲノム変異に関する研究

リュウキュウカジカガエルはトカラ列島・口之島において幼生が40°Cを越える温泉に生息する顕著な適応進化を遂げた種である。本種の温度耐性に関わる遺伝的基盤を明らかにするため、姉妹種であるカジカガエルを比較対象としてゲノム進化的に行っている。本年度は前年度までに明らかになった温度耐性関連遺伝子座を含むゲノム配列を解明するため、両種の全ゲノム解読を進めるとともに、高温耐性に関わる遺伝子及び環境要因の同定を進めている。本年度は環境要因を同定するため、温泉水の成分を分析し、その水質を模した飼育水と通常の脱塩素処理水との生存率を検証した。その結果、高温下において温泉水が高温耐性にある程度寄与していることが考えられた。また、カジカガエルにおいても高温暴露実験を行ったところ、変態までの生育可能温度に5°C以上の差異があることが判明した。カジカガエルにおいても高温下において発現が変動する遺伝子を同定するため、RNA-seqを行うことを計画している。

3. ツメガエル再生尾部における遺伝子発現誘導系の構築

アフリカツメガエルの幼生は不応期を除いて尾部を構成する脊索、筋肉、脊髄などの組織を再生することができる。本研究部門では脊髄の再生過程に着目した解析により、メチル化、脱メチル化といったヒストン修飾の阻害が正常な尾部再生を損なうことを明らかにしている。しかし、これまでの研究では薬剤によって阻害実験を行っていたため、時期あるいは組織特異的なヒストン修飾の機能を明らかにすることは困難であった。本研究ではこの問題を解消するために、Tet-onシステムを用いて再生尾部における時期、組織特異的な遺伝子誘導系を構築することを試みた。その結果、プロモーター依存的なレポーター遺伝子の発現は、誘導物質ドキシサイクリンの添加で時期特異的に誘導できることが明らかになった。また、ユビキタスプロモーターであるXeXとCAGを用いることで、全身と再生尾部の筋肉や脊髄あるいは血球においてレポーター遺伝子の発現を誘導できることが明らかになった。加えて、神経特異的なプロモーターとしては、sox3遺伝子のプロモーターが脊髄特異的なレポーター遺伝子の発現誘導に適していることが明らかになった。以上の結果から、Tet-onシステムと様々なプロモーターを組み合わせることによって、再生尾部において、より時期、組織特異的な遺伝子発現の誘導及び機能解析が可能になると期待される。

4. ツメガエル類を用いた人為ゲノム重複研究

これまでの研究から、アフリカツメガエルの進化系譜では、2つの2倍体祖先種の間で交雑が起きてゲノムが重複し、その結果、4倍体ゲノムを持つアフリカツメガエルが種として形成され、現在に至っていると考えられている。このような交雑による新種形成は、生物進化においてしばしば起きていると考えられているが、異種ゲノムが同一種に宿ることにより、どのように遺伝子ネットワークが変化するのかについては未だ良くわかってはいない。この問題にアプローチする為、アフリカツメガエル近交系（4倍体）とその近縁種のキタアフリカツメガエル近交系（同じく4倍体）を人工交配させ、得られた受精卵を低温処理することによって第1卵割を阻害し、両種のゲノムを同時に持つ8倍体個体の作製を行った。今年度は、得られたファウンダーの交配を数回試みたが、残念ながらF1個体を得るには至らなかった。人工交雑個体であるため、特に雌の成長が遅く、性成熟が不十分な可能性が考えられる。次年度は雌の成長を確認しながら交配を行い系統化した後、RNA-seq解析等を行って、交雑に伴う遺伝子発現の変動を解析する予定である。

5. NBRP事業「ネットイツメガエルを中心とした両生類リソースの収集・保存・提供」

本研究部門ではNBRP事業の一つとして、両生類遺伝学の標準モデル動物として用いられているネットイツメガエルについて、兄妹交配の継続により、世界で唯一の野生型近交系4種類（Nigerian A, Nigerian H, Nigerian BH, Ivory Coast）の作出と、その全ゲノム配列の決定と公開（<http://viewer.shigen.info/xenopus/index.php>）に成功している。また受精卵を低温処理することによって雌性発生2倍体個体を作成し、その系統化を進めている。全身あるいは組織特異的にGFPを発現するトランスジェニック系統群や、ゲノム編集によりチロシナーゼ遺伝子を破壊したアルビノ系統やhps6遺伝子を破壊したヘルマンスキー・パドラック症候群モデル系統、胸腺を持たない為に組織移植の容易なfoxn1変異系統等についてもリソース化を進めている。これらを合わせると令和3年3月末の収集・保存数は102系統、5,800匹になった。本年度の生体リソース提供数は、28名の研究者に対して195件2,006匹であった。

○発表論文

1. 原著論文

◎ Suzuki M., Igawa T., Suzuki N., Ogino H. and *Ochi H.

Spontaneous neoplasia in the western clawed frog *Xenopus tropicalis*.

MicroPub. Biol., (2020) <https://doi.org/10.17912/micropub.biology.000294>

◎*Lau Q., Igawa T., Ogino H., Katsura Y., Ikemura T. and Satta Y.

Heterogeneity of synonymous substitution rates in the *Xenopus* frog genome.

PLoS One., 15: e0236515 (2020) (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236515>)

◎*Igawa T., Okamiya H., Ogino H. and Nagano M.

Complete mitochondrial genome of *Hynobius dunni* (Amphibia, Caudata, Hynobiidae) and its phylogenetic position.

Mitochondrial DNA B Resour., 5: 2241-2242 (2020) (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236515>)

Komaki S., Sutoh Y., Kobayashi K., Saito S., Saito CT., Igawa T. and Lau Q.,

Hot spring frogs (*Buergeria japonica*) prefer cooler water to hot water. *Ecol. Evol.* 10: 9466-9473 (2020) (<https://doi.org/10.1002/ece3.6637>)

Hata A., Takenouchi A., Kinoshita K., Hirokawa M., Igawa T., Nunome M., Suzuki T., Tsudzuki M., Geographic origin and genetic characteristics of Japanese indigenous chickens inferred from

mitochondrial D-loop region and microsatellite DNA markers. *Animals* 10: 2074 (2020)
(<https://doi.org/10.3390/ani10112074>)

- Mori T., Kitani Y., Hatakeyama D., Machida K., Goto-Inoue N., Hayakawa S., Yamamoto N., Kashiwagi K. and Kashiwagi A.
Predation threats for a 24-h period activated the extension of axons in the brains of *Xenopus* tadpoles. *Scientific Reports* 10:11737 (2020)

*責任著者

- 2. 総説・解説
該当無し

- 著書
該当無し

- 取得特許
該当無し

○講演等

- 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演
該当無し

- 2. 国際会議での一般講演
該当無し

- 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

- ◎○鈴木 誠, 井川 武, 柏木昭彦, 柏木啓子, 古野伸明, 鈴木菜花, 田澤一朗, 高瀬 稔, 三浦郁夫, 鈴木 厚, 花田秀樹, 中島圭介, 彦坂 暁, 越智陽城, 加藤尚志, 森 司, *荻野 肇. ネットアイツメガエルの遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. (ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)オンラインフォーラム2020, オンライン開催, 2020年12月2日, 口頭)

鈴木菜花, 荻野 肇, *越智陽城. クロマチンダイナミクスの解析から再生特異的なエンハンサーの活性化メカニズムに迫る. (日本動物学会第91回大会, オンライン開催, 2020年9月4日, 口頭)

- 4. 国内学会での一般講演

- ◎阪上起世, 井川 武, 齊川佳織, 鈴木菜花, 鈴木 誠, *荻野 肇. ツメガエル 胚におけるヒト胎盤型アルカリフォスファターゼをレポーターとして用いた三次元組織解析系の構築 (日本動物学会第91回大会, オンライン開催, 2020年9月4日, ポスター)

- ◎Tanouchi M., Igawa T., Suzuki M., Suzuki N. and *Ogino H. Convergent evolution of duplicated genes in different evolutionary lineages. (第53回日本発生生物学会大会, オンライン開催, 2020年5月19日～22日, ポスター)

*責任者

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 研究員

柏木啓子（客員研究員）

2. 外国人留学生

博士後期課程 文部科学省国費留学生（Nusrat Hossain, バングラデシュ）

博士前期課程 私費留学生（欧 語詩, 中国）

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

荻野 肇

- ・基盤研究(C)「ゲノム重複に伴う発生制御遺伝子の進化とその運命決定機構の研究」
1,100千円（代表）
- ・基盤研究(C)「温泉ガエルゲノムから探る高温耐性の獲得メカニズム」200千円（分担）

井川 武

- ・基盤研究(C)「温泉ガエルゲノムから探る高温耐性の獲得メカニズム」1,820千円（代表）
- ・基盤研究(C)「ゲノム重複に伴う発生制御遺伝子の進化とその運命決定機構の研究」
100千円（分担）

2. その他の補助金

荻野 肇

- ・日本医療研究開発機構（AMED）第4期NBRP「ネッタイツメガエルを中心とした両生類リソースの収集・保存・提供」中核機関（令和2年度）84,920千円（課題管理代表者）

井川 武

- ・基礎生物学研究所 共同利用研究「リュウキュウカジカガエルの高温耐性獲得に関わるHSF1の分子進化及び機能解析」266千円（共同研究代表者）

鈴木 誠

- ・日本医療研究開発機構（AMED）難治性疾患実用化研究事業「J-RDMM:モデル生物コーディネーティングネットワークによる希少・未診断疾患メカニズム解析」1,001千円（研究開発代表者）
- ・基礎生物学研究所 共同利用研究「コンピューター断層撮影法によるネッタイツメガエル近交系の3D表現型解析」354千円（共同研究代表者）

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

荻野 肇

- ・XCIJ日本ツメガエル研究会 世話人
- ・XCIJ日本ツメガエル研究集会（XCIJ-JXM）運営委員
- ・NBRP（カタユウレイボヤ）運営委員
- ・NBRP（メダカ）運営委員

- ・次世代両生類研究会 コアメンバー
- ・生物遺伝資源委員会委員（国立遺伝学研究所）
- ・Xenopus Gene Nomenclature Committee member（国際ツメガエル遺伝子命名委員会委員）
- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業責任者
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」編集委員

井川 武

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者
- ・日本爬虫両生類学会 会計監査
- ・Journal of Tropical Life Science, Editor
- ・Frontiers in Genetics / Ecology and Evolution, Guest Editor
- ・Animals, Guest Editor
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」 Guest Editor

鈴木 誠

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者
- ・Frontiers in Cell and Developmental Biology, Review Editor
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」 Guest Editor

柏木昭彦

- ・広島大学総合博物館客員研究員
- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者

2. セミナー・講演会開催実績

- ・両生類研究センター特別セミナー
講演者：越智陽城 博士（山形大医学部メディカルサイエンス推進研究所）
演題：進化的に保存された再生エンハンサーの活性化メカニズム
2020年11月17日, 鈴木 誠

3. 産学官連携実績

鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤一朗, 高瀬 稔, *荻野 肇
ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的 リソース基盤の形成とその活用.
(第43回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月2日~4日, バイオリソース展示)

4. セミナー・講義・講演会講師等

柏木昭彦

- ・安田女子短期大学非常勤講師
(前期「人間と環境」を担当)
- ・山陽女子短期大学フレッシュマンセミナー「環境ホルモン（内分泌かく乱化学物質）とその影響」講師

荻野 肇, 林 利憲, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花

- ・カエルとイモリの学校（オープンラボ）講師

(広島大学, 広島県東広島市, 2021年3月29日～31日)

荻野 肇, 鈴木菜花, 中島圭介

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト ネットアイツメガエル カスタマイズド講習会講師
(広島大学, 広島県東広島市, 2020年7月22日～24日, 9月3日～10日, 11月11日～14日, 11月16日～19日, 2021年3月25日～27日)

井川 武

- ・多里はんざけ守る会 ハンザケよもやま話 in 多里 2021 講師
(多里地域振興センター, 鳥取県日野郡日南町, 2021年3月13日)

5. その他の学界ならびに社会での活動

- ・古野伸明, 荻野 肇, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 田澤一朗, 鈴木克周, 難波ちよ, 宇都武司, 河本さやか 科学体験ブース出展 大隅基礎科学創成財団「小中高生と最先端研究者とのふれあいの集い」(広島市こども文化科学館, 2021年3月27日)
- ・センター見学者に対するリソース事業紹介(大学関係3件41名, 高校2件35名)

○国際共同研究

荻野 肇, 鈴木 誠

- ・米国ヴァージニア大学
(Rob Grainger教授, 「ネットアイツメガエルにおける相同組換え法の開発」)

荻野 肇

- ・仏国ソルボンヌ大学
(Jean-Francois Riou教授, 「ツメガエルをモデルに用いた腎臓形成機構の研究」)

○特記事項

該当無し

○大学院教育

1. 大学院生の国内学会発表実績(博士課程後期)

該当無し

2. 大学院生の国際学会発表実績

◎Tanouchi M., Igawa T., Suzuki M., Suzuki N. and *Ogino H. Convergent evolution of duplicated genes in different evolutionary lineages. (第53回日本発生物学会大会 [アジア太平洋発生物学会ネットワーク (APDBN) との共催], オンライン開催, 2020年5月19日～22日, ポスター)

*責任著者

3. 修士論文発表実績

該当無し

4. 博士学位

該当無し

5. TAの実績

該当無し

6. 大学院教育の国際化

英語による授業の実施

(セルダイナミクス・ゲノミクス特論, 統合生命科学特別研究, 生命医科学セミナーA, B, C, D, 疾患モデル生物概論, 生命医科学特別演習A, B, 生命医科学特別研究, ゲノム機能学概論, 生命科学研究法, 先端生命技術概論)

発生研究部門

令和2年度構成員：林 利憲（教授），鈴木 厚（准教授），古野伸明（准教授），
高瀬 稔（准教授），中島圭介（助教），花田秀樹（助教），田澤一朗（助教），
竹林公子（研究員）

○研究活動の概要

本研究部門は両生類の器官再生，卵形成・成熟，初期発生，変態，生殖器発生・分化の分子機構などに関して実験発生学，細胞生物学，分子生物学，遺伝子工学，ゲノム編集等のさまざまな研究手法を用いた解析を行っている。また，文部科学省/日本医療研究開発機構（AMED）ナショナルバイオリソースプロジェクトに貢献するために，国際連携活動，cDNAと全ゲノムBACライブラリーを含む非生体リソースと生体リソースの整備，実験技術講習会，ホームページとデータベースの整備も行っている。令和2年度の研究・教育活動は以下の通りである。

1. イベリアトゲイモリを用いた心臓再生機構の研究

有尾両生類のイモリは脊椎動物の中で際立って強い再生能力を持ち，心臓を再生する。心臓の再生の過程では，失われた組織を回復するため，既存の心筋細胞が増殖する。イモリの心筋細胞が心臓の損傷後に増殖を開始する分子メカニズムを解明することが重要である。我々は，損傷の種類に応じたイモリ心臓の再生反応の違いを比較検討するために，これまで広く行われてきた心室切除法に加えて，液体窒素による凍結損傷法を確立した。それぞれの損傷後に見られる遺伝子発現パターンの変化を次世代シーケンス技術とバイオインフォマティクス技術により解析した。

2. イモリの生殖細胞分化機構の研究

脊椎動物の生殖細胞は始原生殖細胞（PGC）に由来する。発生過程においてPGCの分化運命の決定機構は生殖質型と誘導型に大別される。生殖質型では，卵の一部の細胞質に局在する母性因子によりPGCが決定され，誘導型では，細胞間の相互作用によりPGCが決定される。イモリなどの有尾両生類はカエルと似た初期発生を経るが，PGCの決定様式は誘導型とされている。我々は，イモリでは，*vasa*や*dazl*など，他の動物において生殖細胞形成に重要な遺伝子の産物が，母性に存在することに注目して，その機能解明を進めてきた。今年度は，*dazl*遺伝子について母性mRNAの阻害を行い，生殖細胞形成への影響を解析した。その結果，阻害操作を行った時期に依存したPGCの減少が観察された。このことから，母性由来の*dazl*はPGC決定に必要であることを示した。加えて，イベリアトゲイモリの精巣形成の全過程と，精子分化における日長の影響を解析した論文を執筆して，国際科学誌に投稿した。

3. イベリアトゲイモリのバイオリソース整備

本研究部門では，新規有尾両生類のモデル動物として利用が進みつつあるイベリアトゲイモリのバイオリソース整備を昨年に引き続き沿進した。本研究部門で飼育している，世界で唯一の近交系3種類を維持しつつ，将来の純系統作出に向けた兄妹交配の作業を実施した。加えて，蛍光タンパク質を発現するトランスジェニック系統群や，ゲノム編集個体の系統についてもリソースとしての配布に向けた個体数の管理作業を進めた。さらに，2021年度運用開始予定の両生類研究センターバイオリソース棟について，イベリアトゲイモリ飼育に関する施設の設計を行った。

4. 発生過程におけるBiz結合因子（Biz associated protein, Bap）の機能解析

ツメガエルの前後・背腹軸の形成にはWntシグナルとBMPシグナルの統合・制御が重要である。

本研究部門の竹林と鈴木は両生類のメリットを活かした発現クローニング法により、BMPシグナルを抑制して神経を誘導するzinc fingerタンパク質・Biz (BMP inhibitory zinc finger)/Zbtb14を単離し、Biz/Zbtb14がWntシグナルを促進して後方（尾部側）神経を形成することを見出した（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Development, Growth and Differentiation* 60, 158-173, 2018）。さらに、ヒトでは21番染色体上に位置するBiz結合因子（Biz associated protein, Bap）のツメガエルホモログが、Biz/Zbtb14と協調的に働いて神経誘導を促進することを発見している。これらの遺伝子は、それぞれがヒト染色体上の全前脳胞症原因遺伝子座に位置するため、胚発生期の神経形成を調節して、ダウン症と全前脳胞症の病態に寄与している可能性が考えられた。そこで、神経形成におけるBapとBiz/Zbtb14の機能的な相互作用と生理機能を解析し、ダウン症と全前脳胞症の発症メカニズムを解明することを目的として研究を行っている。

これまでに**bap**と**biz/zbtb14**はツメガエル原腸胚期の背側領域で発現が重なっていることがわかった。さらに、BapをBiz/Zbtb14と同時にツメガエル胚外胚葉で過剰発現させたところ、BapはBiz/Zbtb14単独の場合に比べて前方と後方の神経マーカー遺伝子の発現をそれぞれ強め、表皮マーカーの発現低下も引き起こした。ツメガエルL・S各染色体由来の**bap**遺伝子を同時に翻訳阻害することが期待できるモルフォリノオリゴを作製し、Bapの機能阻害実験を行った結果、後方神経マーカー**hoxb9**の発現が低下し、神経マーカー**pax6**の前方発現領域が拡大することがわかった。さらに、この表現型がモルフォリノオリゴ標的配列を持たない**bap** mRNAの顕微注入によってレスキューされることを確認した。以上の結果から、BapはBiz/Zbtb14による神経誘導作用を強める活性をもち、初期発生過程の前後・背腹軸の体軸形成にBapが重要な役割を果たすことが明らかになった。

5. 誘導因子に対する細胞応答の制御と組織再生

受精卵を構成する個々の細胞は、受容した誘導因子に応答して、その分化運命を決定していく。つまり、発生初期には幹細胞として様々な細胞に分化する能力を持ち、誘導因子に対する応答能力も高いが、発生が進行するにつれて応答能力が制限される。しかしながら、多能性の幹細胞状態から細胞応答が次第に制限されていく機構は明確ではない。本研究部門の鈴木と竹林は、この点に着目して中胚葉や神経誘導の制御に働くTGF-betaシグナル伝達経路を抑制する遺伝子群をスクリーニングし、Oct-25転写因子を単離することに成功している（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Mechanisms of Development* 124, 840-855, 2007）。その後の解析から、Oct-25はBMPシグナルを抑制して神経を誘導するだけでなく、Activin/NodalやFGFのシグナルも調節することが可能で、より広域なシグナルに対する細胞応答を制御することが示されている。そこで、誘導因子に対する細胞応答を制御する機構を明らかにすることを目的として、Oct-25が発現を制御する遺伝子の機能解析を行い、これまでにFoxB1転写因子とJunB転写因子を単離・解析して論文を発表した（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Developmental Biology* 360, 11-29, 2011; Yoshida *et al.*, *Zoological Science* 33, 282-289, 2016）。また、ツメガエル幼生尾部領域を切断すると、損傷した組織が再生することが知られており、この過程において**junb**が強く発現することが明らかになった。**junb**ノックアウト胚を用いて組織再生過程におけるJunBの機能を解析したところ、尾部再生に遅延が認められ、細胞増殖の低下および神経・筋肉・脊索の分化マーカーの発現が減少した。さらに、**junb**の発現にはTGF-betaシグナルが重要であることが判明し、TGF-betaシグナルが発現誘導したJunBが細胞増殖を引き起こし、組織再生が行われると考えられた（Nakamura *et al.*, *Biochemical and Biophysical Research Communications* 522, 990-995, 2020）。

組織再生過程におけるTGF-betaシグナル/JunB経路の重要性が明らかになったが、再生開始のきっかけとなるTGF-betaリガンドは特定されていない。そこで、令和2年度は、組織再生過程におけるTGF-betaリガンドの発現を解析した結果、TGF-beta1およびTGF-beta2リガンドが再生前後で発現

していることが分かった。特に、*tgfb1*の発現レベルは高く、*tgfb1*ノックアウト胚では、尾部再生に遅延が認められた。現在、組織再生過程の細胞増殖および細胞分化に対する、TGF-beta1機能阻害の影響を詳細に解析している。

6. 神経発生におけるClkファミリーリン酸化酵素の機能解析と作用機構

本研究部門の鈴木と竹林は、ツメガエルの神経板で強く発現するリン酸化酵素・Cdc2-like kinase 2 (Clk2) を同定し、機能解析を進めている。Clk2は、初期胚で過剰発現すると神経誘導を引き起こし、FGF処理もしくはBMPシグナル抑制処理と協調的に働いて、神経誘導を強める。また、Clk2がリン酸化MAPKを増加させてFGFシグナルを活性化する一方で、リン酸化Smadを減少させてBMPシグナルを抑制することが分かっている (Virginia *et al.*, *Development, Growth and Differentiation* 61, 365-377, 2019)。

令和2年度は、神経発生過程における*clk*ファミリー遺伝子の機能解析を開始した。ゲノム配列データを基にして遺伝子検索を行ったところ、ツメガエルには*clk2*の他に*clk1*と*clk3*が存在することが分かった。これらの遺伝子発現を調べると初期発生過程での発現を検出することができ、RT-PCR法によってネットイツメガエルから*clk1*と*clk3*のcDNAをクローニングすることに成功した。また、Clk1とClk3をツメガエルの外胚葉で過剰発現すると、それぞれが神経誘導活性を示し、特にClk3はClk2と同等の高い神経誘導活性を持つことが分かった。さらに、*clk1*と*clk3*の組織特異的な発現パターンについて解析した結果、それぞれ神経胚期と原腸胚期から発現が上昇し、その後、神経組織に強い発現が見られた。現在、Clk1, Clk2, Clk3のノックダウン解析を進めている。また、FoxB1, Biz/Zbtb14, およびClk2が関与する体軸形成と神経パターンニング機構について総説を執筆し、論文発表した (Takebayashi-Suzuki and Suzuki, *Genes* 11, 341, 2020)。

7. 卵形成・初期発生における卵特異的細胞周期調節遺伝子の発現調節機構とノックアウトによる機能解析の試み

卵は、減数分裂や受精後に特殊な細胞分裂を行う。例えば、減数分裂では、DNA複製をスキップした2回の連続した分裂を行い、受精後はG1期・G2期のない分裂を行う。これらの特殊な分裂は、卵特異的に発現する細胞周期調節因子によって行われているという仮説に基づいて研究を行っている。

また、受精後、卵は最初の一回を除き、G1, G2期のない細胞分裂(卵割)を中期胚まで行うが、そのためには、卵特異的な細胞周期調節因子であるWee1Aの発現が必須である。もし、体細胞特異的なWee1Bが発現すれば受精後の卵割は失敗する。よって、これらの卵特異的な細胞周期調節因子の発現調節機構の解明は、卵への決定・分化の機構解明につながる。現在、ネットイツメガエルの*mos*と*wee1A*のプロモーター領域と思われる部分(翻訳開始点より10kbp上流まで)をクローニングし、GFPの上流にその5kbpを挿入したtransgenicガエル作製用のベクターを構築した。このコンストラクトや、プロモーターにいろんな欠失を導入したコンストラクトでtransgenicガエルを作製し、卵特異的な発現に必要な領域を特定する。

また、これらの遺伝子のノックアウトも行なっている。現在、*mos*や*wee1A*, *myt1*のノックアウトを作成中である。*myt1*に関しては、詳しくは次の章で述べる。また、体細胞型のWee1Bの機能が本当に体細胞に特化しているか調べるため、ネットイツメガエル*wee1b*のノックアウトを試みている。

8. ネットイツメガエルおよびアフリカツメガエル*myt1*の初期発生における機能解析

細胞周期をG2期からM期へ進むのを抑制する因子としてWee1とMyt1が知られているが、それぞれの機能分化については知られていなかった。1999年に、アフリカツメガエルを用いて、ツメガエル卵母細胞はG2期で停止には、Myt1が特異的に働くことが示された。すなわち、ホルモン刺激によりMyt1が不活化されCDK/サイクリン複合体が活性化し、M期に進行し卵成熟を起こす。タンパク質リン酸化酵素であるMyt1は、ホルモン刺激を受けるまでCDKをリン酸化することで活性を抑制し、細胞周期（卵成熟）を抑制すると考えられている。

今まで、体細胞分裂におけるMyt1の機能については、培養細胞をはじめとして色々調べられてはいるが、決定的なこと（Wee1がここで働いておらず、Myt1がそのところで特異的に働いているというところ）は報告されていない。我々は、Myt1はG2期ではたらくCKI (Cyclin dependent kinase inhibitor)ではないかと考え研究をしている。G1期で働くCKIは、p21^{cip}やp27^{kip}をはじめとしていることが知られているが、卵はG2期で分化する細胞なので、当然、G2期で特異的に細胞周期を停止させる因子が必要である。我々はそのCKIがMyt1と考えている。また、Myt1は卵母細胞だけでなく初期胚でも発現しているが、初期発生での機能については、我々が第一卵割のG2期の創出に必要であるという研究結果を示している。これらのことから、Myt1は、卵母細胞・第一卵割のG2期で働いていると考えている。

受精直後だけに現れるG2期について、前述したように Myt1が関与しているということを示唆する結果も得ていたので、アフリカツメガエルを用いて詳しく解析し、前年度にこのG2期の出現にMyt1が主に関与することを論文としてまとめた。

これらのことから、卵形成のある時期から、第一卵割までは、MPFの負の制御はWee1でなくMyt1が主になっていることが予想される。そこで、ネットイツメガエル*myt1*をクローニングし初期発生における機能解析を今まで行った。その結果、ツメガエルの卵成熟だけでなく初期発生の過程でも、細胞周期の抑制因子として機能していることが示唆された。また、中期胞胚以後、卵割に影響が見られた*myt1*変異DNAを発現させても発生に影響が見られなかった。これらのことから、Myt1は卵母細胞、初期胚で特異的に働くことが示唆された。それを遺伝学的に確かめるため、最近*myt1*のCRISPR/CASによるノックアウトを試みている。その結果、ノックアウト効率が最高のバッチでも60%弱と低くF0での解析はモザイクのため不可能であった。現在、F0が性成熟して交配できるようになったので、交配して*myt1*^{-/-}を選別して育てているところである。

9. mTOR情報伝達系の解析: RagA familyタンパク質とWDR35との相互作用

炎症は、生体の損傷に対する組織の反応であり、その反応の一部にmTOR情報伝達系が関与している。研究の目的は、炎症に関与するmTOR情報伝達系に関与するタンパク質や、その相互作用を調べる事でこの情報伝達系の全貌を解明することである。

この伝達系では、Small GTP binding タンパク質群が関与していることが知られている。そのなかで、RagA, RagB/RagC, RagDにくわえ、Ego1, Ego3とGtr1, Gtr2のタンパク質がmTORのシグナル伝達に新たに関与していることを示し、それらのタンパク質が相互作用するのに必要な領域と必須なアミノ酸を同定した。また、RagAをbaitとしたtwo hybrid systemを用いて、WDR35/IFT121（このタンパク質は、遺伝病であるSensendon症候群の原因遺伝子の1つ）が、C末のfree coil部分で相互作用していることを示した。WDR35/IFT121は、形態形成に重要な働きをするHedgehog伝達系と繊毛機能に関与すると言われているタンパク質であるので、mTORC系は、初期発生にも関与することが示唆された。さらに、RagAは、*in situ* 染色の結果から、一次繊毛のマーカーであるacetyl tubulinと共局在することが示された。WDR35は、一次繊毛における物質輸送に関わるIntragaragellar transport (IFT-A) complexの構成成分IFT21であるので、一次繊毛の物質輸送の制御にmTORが関係

することが示唆された。今年度は、WDR35と相互作用するタンパク質を、マスマスペクトリーを用いて同定を行い、TCP/CCT1というタンパク質を含むCCT complexを同定した。CCT complexは、 α -tubulinのシャペロンとして機能することが知られており、免疫染色の結果、acetyl tubulinと局在することも示した。さらに、RagAやWDR35の293T細胞におけるknockout細胞においては、acetyl tubulinが分散した。これらの結果から、一次繊毛形成に、WDR35がRagAやCCT complexを介して関与することを明らかにした。

10. 脊椎動物における遺伝子の水平伝播（倉林 敦（長浜バイオ大学准教授）との共同研究）

遺伝子の水平伝播は細菌や単細胞生物間ではごく一般的な現象であるが、高等な脊椎動物間では極めて稀な現象であると考えられている。ところが我々は、トランスポゾン的一种がヘビからカエルへ水平伝播していることを発見した。また、世界各地で水平伝播が起こっていること、マダガスカルで極めて高いことが明らかにした。通常とは違ったヘビからカエル（捕食者から非捕食者）へ遺伝子が水平伝播していることから、媒介生物の存在を強く示唆された。今まで知られていた水平伝播現象は、起きた時代が非常に古いことから、起きた地域や媒介（ベクター）生物の解明が困難であったが、マダガスカルで見られた水平伝播は比較的最近で地域が特定されている。よって、ベクター生物の特定が可能で高等動物の水平伝播の進化的起源やメカニズム解明に有効である。水平伝播仲介候補としてヘビとカエルを行き来する寄生虫を仮定し、日本とマダガスカルにおいて収集された寄生虫サンプルについてロエアンスポゾンのスクリーニングを行い、3つの動物門に属する寄生虫からトランスポゾンを検出した（日本で4.9%、マダガスカルで55.3%）。これに加え、今までのヘビ・カエルのサンプルを加えて解析した結果、少なくとも37回の水平伝播の発生が示され、その水平伝播は130万年前～7200万年前の間に世界各地で発生されたと推定された。また、系統解析に使用した寄生虫から宿主と系統的に異なるトランスポゾン物者が複数見出され、これは寄生虫の宿主転換に伴う水平伝播が生じことを示す直接的な証拠と考えられる。なかでも、ヘビ型のトランスポゾンを持ちながらカエルに寄生していたツツガムシや線虫は、ヘビからカエルへのトランスポゾンの水平伝播の極めて有力な仲介候補であることが示唆された。

11. 生殖腺分化転換関連遺伝子の解析

これまでに、ネッタイツメガエル雄決定遺伝子探索のためにYY超雄を作製し、XX雌個体と共にゲノム解析を行い比較検討した。さらに、ネッタイツメガエル雄決定遺伝子を絞り込むために性分化時期の生殖腺における遺伝子発現についてRNA-seq解析を行った。しかし、性分化時期の生殖腺は非常に小さいために中腎や副腎と一緒に取り出して全RNAを抽出する必要があるため、中腎や副腎といった生殖腺以外の器官で発現している遺伝子がRNA-seq解析のノイズになることが考えられる。そこで、ツチガエル幼生への性ホルモン投与による卵巣から精巣への分化転換に着目した。広島県産ツチガエルは、これまでに用いてきたネッタイツメガエルと同じくXX/XY型の性決定様式を持ち、性ホルモン投与により精巣および卵巣への分化転換が誘導される。特に、広島県産ツチガエルでは発達した卵巣から精巣に分化転換することから生殖腺のみを容易に取り出すことができ、精巣への分化転換過程における生殖腺での遺伝子発現変化を解析することができる。また、性ホルモン投与による分化転換過程において、雄決定遺伝子の発現が誘導されている可能性も考えられる。今回、性ホルモン投与により作製したXX雄個体の精子懸濁液を用いてXX雌個体の未受精卵に人工媒精を行い、全雌幼生集団を作製した。そして、発達した卵巣を持つ幼生にTP腹腔内注射を行い、卵巣から精巣への分化転換を誘導した。まず、分化転換過程における組織学的解析により顕著な分化転換像が観察される時期を調べた。次に、TP注射後1日目と顕著な分化転換時期の実験群の生殖腺から全RNAを抽出し、対照群と共にRNA-seq解析を行った。今後

さらに、これまでの様々な解析結果を統合的に比較検討するなど、ネットアイツメガエル雄決定遺伝子の探索を進めていく予定である。

12. 脊索退縮に関わる分子機構の研究

ネットアイツメガエル幼生変態期における尾部退縮の分子機構を研究している。甲状腺ホルモン受容体(TR)には α と β が有り、TR α をノックアウトした個体では正常に尾が退縮するが、TR β をノックアウトした個体では脊索の消失が大幅に遅れる(Nakajima 2018)。このことから脊索の消失にはTR β が特異的に働いていると考え、この分子機構を研究した。退縮前の尾、退縮中の尾、脊索を除去した退縮中の尾からRNAを抽出し、RNA-Seqにより遺伝子発現パターンを比較した。退縮前後の比較により、変態期に発現量が増大する遺伝子群を同定した。また、脊索を除去した退縮中の尾と脊索を含む退縮中の尾の比較により、尾の退縮中に脊索で発現量が多い遺伝子群を同定した。次に、これら二つの遺伝子群の中で共通する遺伝子群を「変態期に脊索で発現量が増大する遺伝子群」と判断した。この解析により、mmp9-TH, mmp13, olfm4, scppa2の4つの遺伝子が、変態期の脊索で発現が誘導され、かつ、多量に発現していることを明らかとした (Nakajima 2019, 2020)。MMPは細胞外基質分解酵素なので、脊索の退縮に関与しているであろうことは容易に想像がつく。しかし、olfm4は小腸の幹細胞のマーカーとして知られており、scppa2は骨や歯の形成に関わる遺伝子群の仲間である。これらの遺伝子が、どのように脊索の退縮に関与しているのかを解析するために、olfm4, scppa2のノックアウトガエルを作製した。現在、これらのノックアウトガエルのF1世代が取れ始めたので、変態期における尾の退縮にどのような影響が現れるかを解析中である。また、野生型とTR β ノックアウトガエルの退縮中の脊索における4つの遺伝子の発現量をRT-PCRを用いて測定したところ、意外なことにolfm4以外の3つの遺伝子の発現量はTR β ノックアウトガエルの脊索における発現の方が野生型のものよりも多かった。このことはTR α による補償的な発現誘導が起こっていることを示唆している。もしもこの過程が正しいものであったとすると、olfm4のみはTR β 特異的な発現誘導を受けていることとなる。このことは、これまで機能的には同じであると考えられてきた二つの受容体の機能的な差があることを示唆しており、極めて興味深い。そこで、現在、olfm4のプロモーター解析を行っている。

13. TALENによる両生類変態の分子機構の解析

一連の変態関連遺伝子を標的としたTALENによる標的遺伝子破壊を行ったネットアイツメガエルの表現型の解析により変態関連遺伝子の機能を明らかにすることを目的とする。変態関連遺伝子として、甲状腺ホルモン受容体や細胞外基質分解酵素 (MMP9TH) 等を選び、各々の遺伝子に対してTALENを設計して、TALEN mRNAを受精卵に注入した。このF0の交配により、現在、各標的遺伝子が両染色体上で破壊されたF1, F2が順次得られ始め、解析を行っている。

14. 色素変異体の開発

両生類には黒色色素、虹色色素、黄色色素の3つの色素細胞がある。このうち、黒色色素の破壊はチロシナーゼをノックアウトすることによって達成されている(Nakajima 2012)。また、虹色色素を持たない変異体の原因遺伝子がhps6であることを示し、TALENを用いたノックアウト個体およびチロシナーゼとのダブルノックアウト個体の作成を中山らとともに報告した(Nakayama 2017)。残る黄色色素の変異体はこれまで知られていなかったが、メダカにおける黄色色素に変異を起こす原因遺伝子をノックアウトすることによって、黄色色素を持たないツメガエルの作成に成功した(Nakajima 2021)。

15. 樹上性カエル亜目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の発生過程

カエル目には指の第一関節に挿入骨格要素 (IE: intercalary element) をもつ種が存在する。「IEを持つこと」は「指先に吸盤があり樹上性であること」と強い相関がある。樹上性とIEはカエル目の中ではカエル亜目のみに認められ、IEを持つ種はカエル亜目の中では多数の系統に広くやや疎らに分布している。もし、これらIEの進化的起源が単一であれば、そのことはカエル亜目の現在の繁栄が進化初期における樹上性の新規獲得と関係が深いことを示唆する。しかしIEの比較発生学的解析はこれまでに殆どなされていない。そこで私たちは、カエル亜目の中で系統的に離れ形態的に異なるIEを持つ2種、ニホンアマガエルおよびシュレーゲルアオガエルを用い、IEの発生過程がどの程度共通であるかを骨学的小および組織学的に比較した。その結果、両種のIEの発生位置が同一であることがわかった。IEが形成され始める発生段階（後肢の形態に基づく）は、シュレーゲルアオガエルの方が早かった。しかしながら、IE周辺の組織の発達程度を基準に置いた場合は両種のIEの形成開始タイミングはほぼ一致していた。このことは両種のIEの発生開始機構が基本的に同じであること、およびIEの進化的起源が共通であることを支持する。

16. *Xenopus*類心臓を用いた器官培養法の開発と応用

両生類の心臓を用いた研究は古く、100年前のLoewiのアセチルコリンの研究に遡る。静脈洞に存在するペースメーカー組織を電氣的に刺激し、化学物質の効果を拍動のパターンで記録する方法については科学技術が発達した今日でもなおそれほど大きく変わっていない。一般的に心臓器官は、体外に取り出され、一時的に生理学的塩類溶液に置かれただけで、自発な拍動能力を失う。カエル心臓も例外ではなく、自発な拍動能力を失うメカニズムは全くわかっていない。カエル心臓は、静脈洞、2つの心房および1つの心室から構成されている。上述にある通り、静脈洞に位置するペースメーカー組織から発生するパルスが、心房心室へとその刺激が伝わる仕組みになっている。本研究における心臓の器官培養法の開発は、静脈洞における自発的なパルスの発生を損なわず、長期にわたり、拍動する心臓の長期培養法の開発を試みている。現在、培養開始から100日間を超え、心臓が拍動し続けることを確かめることができた。今後は、この培養法を用いて、様々な化学物質を心臓に暴露し、その影響を確かめる。

○発表論文

1. 原著論文

Maximina Y*, Hayashi T*, Simon A*, Standardised gene and genetic nomenclature for the newt *Pleurodeles waltl*. *Dev. Dyn.*, in press. DOI: 10.1002/dvdy.355

Sekiguchi T., Ishii T., Kobayashi H. and Furuno N., WDR35 is involved in subcellular localization of acetylated tubulin in 293T cells. (2021) *Biochemical Biophysical Research Communications* 547, 169-175

©Nakajima, K., Shimamura, M. and Furuno, N. Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by *slc2a7* gene knockout. (2021) *Development Dynamics* 250, March <https://doi.org/10.1002/dvdy.334>

©Keisuke Nakajima, Masaki Shimamura, Nobuaki Furuno, Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by *slc2a7* gene knockout, *Developmental Dynamics* 2021; 1-12

○Sanoh S, Hanada H, Kashiwagi K, Mori T, Goto-Inoue N, Suzuki T K, Mori J, Nakamura N, Yamamoto T, Kitamura S, Kotake Y, Sugihara K, Ohta S, Kashiwagi K. 2020. Amiodarone bioconcentration and suppression of metamorphosis in *Xenopus*. *Aquatic Toxicology* 228: 105623.

*責任著者

2. 総説・解説

林 利憲* ゲノム編集技術が創り出す新しいモデル両生類, イベリアトゲイモリ
生体工学 99: 261-264. (2021)

Takebayashi-Suzuki K. and Suzuki A. 2020, Intracellular communication among morphogen signaling pathways during vertebrate body plan formation. Genes 11: 341.

○講演等

1. 国際会議での招待講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待講演

○林 利憲, 中島美英, 梅山穂香, 岡村珠代, 佐久間哲史, 山本 卓, 竹内 隆, p53遺伝子に着目したイモリのがん抵抗性の研究 (第27回がん予防学会, オンライン開催, 2020年9月15日)

◎Hayashi T., Uemasu H, Ikuta H, Igawa T., Kyakuno M, Tazawa I., Ogino H., Takeuchi T, Namba N, 日本循環器学会 Meet The Expert Introduction of Iberian Ribbed Newt as the Emerging Amphibian Model for Cardiac Regeneration (第85回日本循環器学会学術集会, 横浜市, 2021年3月26日)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” JSDB Online Trial Meeting 2020 (2020年9月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” 第53回日本発生生物学会大会, 熊本 (2020年5月)

4. 国内学会での一般講演

佐藤史哉, 鈴木大輔, 林 利憲, 松本健郎, 前田英次郎, 臆損傷再生モデル確立を目指したイベリアトゲイモリ屈筋腱の力学特性の計測 (第52回学生会卒業研究発表講演会 TOKAI ENGINEERING COMPLEX 2021(TEC21), オンライン開催, 2021年3月13日)

Regina Putri Virgiriina, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Injury-induced JunB promotes tissue regeneration through FGF signaling in *Xenopus* tadpole tail” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Eri Takahashi, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “FGF signaling is required for AP-1 function during *Xenopus* tail regeneration” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Yuka Moriyama, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Itsuki Kawakita, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Functional analysis of JunB-related genes during tail regeneration in *Xenopus* tadpoles” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

○◎鈴木 誠, 井川 武, 柏木昭彦, 柏木啓子, 古野伸明, 鈴木菜花, 田澤一朗, 高瀬 稔, 三浦郁夫,

鈴木 厚, 花田秀樹, 中島圭介, 彦坂 暁, 越智陽城, 加藤尚志, 森 司, 荻野 肇 「ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学リソース基盤の形成とその活用」(第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Regina Putri Viririnia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (JSDB Online Trial Meeting 2020, 2020年9月)

Regina Putri Viririnia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第53回日本発生生物学会大会, 熊本, 2020年5月)

麻野翔太, 岩崎哲史, 井口 将, 李 智博, 古野伸明, Tokmakov Alexander, 佐藤賢一, 長野太輝, 鎌田真司, STAT3 はアフリカツメガエル卵母細胞を安定化させる (日本動物学会第91回大会, 2020年9月4日)

◎中西健介, 長谷川 真, 竹尾紘一, 古野伸明, 田澤一朗, 系統の離れたカエル亜目2種における指第一関節に見られる挿入骨格要素の発生過程. (日本動物学会第91回大会, オンライン, 2020年9月4日)

◎鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤一朗, 高瀬 稔, 荻野 肇, ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的 リソース基盤の形成とその活用. (第43回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月2日~4日, バイオリソース展示)

神林千晶, 掛橋竜祐, 佐藤祐輔, 古野伸明, 水野英明, 大島一彦, 熊澤慶伯, 森 哲, Stephen C. Donnellan, 太田英利, 畑 将貴, 佐藤 宏, Miguel Vences, 倉林 淳, ヘビからカエルへの遺伝子水平伝播: 発生年代および地域の解明. (第91回日本動物学会, オンライン開催, 2020年9月4日)

◎矢尾板芳郎, 中島圭介, 田澤一朗, 藤本健太, 変態と甲状腺ホルモン (第63回日本甲状腺学会学術集会, オンライン, 2020年11月19日)

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 外国人留学生
博士後期課程 文部科学省国費留学生 (Regina Putri Viririnia, インドネシア)
2. 外国人客員研究員
該当無し
3. 研究員
竹林公子

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金
林 利憲 (代表)
 - ・基盤研究(C) 「精巢の再生を可能にするシグナルと幹細胞システムの解明」 1,300千円
 - ・基盤研究(C) 「遺伝子改変両生類を用いた新たな骨リモデリング機序の解析方法の確立」 100千円

鈴木 厚 (代表), 竹林公子 (分担)

- ・基盤研究(C) 「神経形成におけるClk2キナーゼ経路の役割とその破綻による自閉症発症機構の解明」 1,300千円

竹林公子 (代表), 鈴木 厚 (分担)

- ・基盤研究(C) 「ダウン症と全前脳胞症に繋がる神経形成異常の発症メカニズムの解明」

900千円

古野伸明 (分担)

- ・ 基盤研究 (C) 「ホヤ血球による金属運搬と被囊接着機構に関する形態学及び機能解析」

200千円

- ・ ひらめき☆ときめきサイエンス 「動物の卵はどうやってできるのか?—この特別な細胞ができるときにがん遺伝子が関与する」 290千円

高瀬 稔 (代表)

- ・ 基盤研究 (C) 「YY超雄両生類を用いたゲノム解析および雄決定遺伝子の探索」 500千円

中島圭介

- ・ 基盤研究 (C) 「椎間板の髄核形成に甲状腺ホルモンシグナルは関与しているのか?」 864千円 (代表)
- ・ 基盤研究 (C) 「カエル亜目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の比較発生学~カエルの樹上性の起源~」 200千円 (分担)

田澤 一朗

- ・ 基盤研究 (C) 「椎間板の髄核形成に甲状腺ホルモンシグナルは関与しているのか?」 136千円 (分担)
- ・ 基盤研究 (C) 「カエル亜目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の比較発生学~カエルの樹上性の起源~」 1,264千円 (代表)

2. 受託事業

該当無し

3. その他の経費

該当無し

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

鈴木 厚

- ・ 文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者
- ・ 国際ツメガエルデータベース (Xenbase) ツメガエル遺伝子命名委員会 (Xenopus Gene Nomenclature Committee) 委員
- ・ 日本ツメガエル研究会 世話人会委員
- ・ 日本ツメガエル研究集会 組織委員
- ・ 科学学習塾エデュパーク 学習成果発表会審査員

古野伸明

- ・ 文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者
- ・ 広島工業大学入試委員

高瀬 稔

- ・ 環境ホルモン学会評議員
- ・ 文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者

中島圭介

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者

田澤一朗

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者

2. セミナー・講演会開催実績

林 利憲

- ・ゲノム編集技術が創り出す新しいモデル両生類イベリアトゲイモリの紹介(2020年度第2回広島大学先端科学セミナー, オンライン開催, 2020年10月29日)

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

古野伸明, 中島圭介

- ・出前授業 広島大学附属福山中・高等学校高等学校 2021年2月21日
- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 2020年12月20日

田澤一朗

- ・第30回東広島市生涯学習フェスティバル「オタマジャクシの尾を切るとそこから後ろ足が生える?!」, ホームページ会場 2020年11月1日

5. その他の学界ならびに社会での活動

田澤一朗

- ・国際誌論文レビュー: 2誌5件 (Annals of Anatomy, JEZ Part B: Molecular and Developmental Evolution)

○国際共同研究

鈴木 厚, 竹林公子

- ・米国ウッズホール海洋生物学研究所
研究テーマ: 「ツメガエル尾部の形成と再生におけるAP-1転写因子の機能解析」

中島圭介, 田澤一朗

- ・NIH (米国)
研究テーマ: 「両生類変態における脊索退縮分子機構の研究」

○特記事項

該当無し

○大学院教育

1. 大学院生の国内学会発表実績 (博士課程前期)

Eri Takahashi, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Marcin Wlzlza, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “FGF signaling is required for AP-1 function during Xenopus tail

regeneration” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Yuka Moriyama, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Itsuki Kawakita, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Functional analysis of JunB-related genes during tail regeneration in *Xenopus* tadpoles” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

(博士課程後期)

○客野瑞月, 佐久間哲史, 鈴木賢一, 山本 卓, 野瀬俊明, 恒川直樹, 竹内 隆, 林 利憲*, 新規モデル生物“イベリアトゲイモリ”を用いた始原生殖細胞決定の分子機構の解析. (日本動物学会大阪大会, オンライン開催, 2020年9月4日)

○◎客野瑞月, 佐久間哲史, 鈴木賢一, 山本 卓, 田澤一朗, 古野伸明, 野瀬俊明, 恒川直樹, 竹内 隆, 林 利憲*, dazl遺伝子はイモリの性分化以前の生殖細胞形成に機能する. (第46回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月4日)

Regina Putri Virgirinia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Injury-induced JunB promotes tissue regeneration through FGF signaling in *Xenopus* tadpole tail” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Regina Putri Virgirinia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” JSDB Online Trial Meeting 2020 (2020年9月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” JSDB Online Trial Meeting 2020 (2020年9月, 口頭発表)

Regina Putri Virgirinia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第53回日本発生生物学会大会, 熊本, 2020年5月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” (第53回日本発生生物学会大会, 熊本, 2020年5月, 口頭発表)

*責任著者

2. 大学院生の国際学会発表実績

(博士課程前期)

該当無し

(博士課程後期)

該当無し

3. 修士論文発表実績

生田裕美「心筋細胞の増殖開始機構の解明に向けたcyclinD1の転写制御機構の解析と遺伝子機能解析」

高橋恵理「AP-1ファミリー遺伝子によるツメガエル幼生尾の組織再生制御機構」

4. 博士学位

該当無し

5. TAの実績

中村 誠

6. 大学院教育の国際化

林 利憲

- ・大学院講義の英語対応

鈴木 厚

- ・セミナーの一部英語化, および研究室内連絡の英語化

古野伸明

- ・発生生物学演習を英語対応, 「細胞生命学特論」の英語授業

進化・多様性研究部門

令和2年度構成員：三浦郁夫（准教授）

○研究活動の概要

本研究部門では、両生類における種の多様性と分化、性の決定と生殖、そしてゲノムの分子進化プロセスの解明などを目的とした研究を推進している。令和2年度の研究内容は以下の通りである。

1. 6本の性染色体の転座機構の解明

性染色体が常染色体と融合して形成される新たな性染色体を複合型性染色体と呼ぶ。昨年、私たちは、台湾に生息するスインホーハナサキガエルが、メスは13対全ての染色体が同形で対を成すのに対し、オスでは3対の染色体が異型（ヘテロ）であること、すなわち♂ $X_1Y_1X_2Y_2X_3Y_3$ -♀ $X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ 型の複合型性染色体を持つことを報告した。さらに、減数第一分裂中期ではリング状の6価染色体が1個同定された。今回、染色体ペインティングの分子手法を用いることで、雄の3本のX染色体と3本のY染色体を構成する染色体が、第1・第3・第7番染色体であること、さらに3本の染色体が三つ巴式に連続的に転座した結果誕生したことを直接的に証明した。一方、転座が生じていない元祖集団が存在し、元祖型性染色体は雌雄同形で細胞遺伝学的には識別できないことがわかった。そこで、性連鎖DNAマーカーを単離したところ、この元祖集団では第1染色体が性染色体であることが証明できた。さらに、転座集団からは、第1と第7染色体の性連鎖マーカーが単離されたことから、スインホーハナサキガエルでは、第1番の性染色体から転座に伴い第7番染色体への性染色体のターンオーバーが生じた可能性が示された。今後、さらに証明が必要ではあるが、この現象が事実であれば、1億7千万年前に単孔類から真獣類への進化の過程で生じたたった一度の性染色体のターンオーバーがカエルで再現されたことを意味する。本成果は、カエルにおける性染色体の進化およびターンオーバーの解明にとどまらず、脊椎動物全体に新しい進化的視点を提供する。

2. タゴガエル種群における性染色体進化の解明

タゴガエルは、日本固有の種であり、地域集団において著しい遺伝的分化を遂げており、これまでナガレタゴガエルやネバタゴガエルが新たに新種として記載されている。また、依然、多くの隠蔽種が存在することもミトコンドリアDNAの解析から示唆されている。今回、タゴガエルの2つの地域集団とナガレタゴガエルの性染色体の同定を試みた。その結果、九州と四国の集団は13対のうち、もっとも小さい性染色体である第13番染色体の動原体にヘテロクロマチンの分布に雌雄差があり、XX-XY型の性染色体であることがわかった。アカガエル科の性染色体はこれまで6本が潜在的性染色体として知られているが、今回新たなメンバーが追加された。一方、関東のナガレタゴガエルは第7番染色体が異形の性染色体であることが知られていたが、今回、西日本集団を調べたところ、雌雄同形であり性染色体を特定できず、関東の集団とは大きく異なることがわかった。また、関東近郊に生息するタゴガエルは第7番染色体の形が関東のナガレタゴガエルのY染色体と相同であることから、タゴガエルからナガレタゴガエルへ7番染色体が導入され、新たにY染色体として進化したことが示唆された。今後、DNAマーカーを取得して、本仮説の実証を試みる。

○発表論文

1. 原著論文

Miura I, Shams F, Lin S-M, I, Cioffi MB, Liehr T, Al-Rikabi A, Kuwana C, Srikulnath K, Higaki Y, Ezaz E. (2021) Evolution of a multiple sex-chromosome system by three-sequential translocations among potential sex-chromosomes in the Taiwanese frog *Odorrana swinhoana*. *Cells* 10(3), 661. doi: 10.3390/cells10030661

Miura I, Vershinin V, Vershinina S, Lebedinsky A, Trofimov A, Sitnikov I and Ito M (2021) Hybridogenesis in the Water Frogs from Western Russian Territory: Intrapopulation Variation in Genome Elimination. *Genes* 12(2), 244. doi: 10.3390/genes12020244

Katsura Y, Ikemura T, Kajitani R, Toyoda A, Itoh T, Ogata M, Miura I, Wada K, Wada Y, and Satta Y (2021) Comparative genomics of *Glandirana rugosa* using unsupervised AI reveals a high CG frequency. *Life Science Alliance*. doi: 10.26508/lsa.202000905

Kuwana C, Fujita H, Tagami M, Matsuo T, and Miura I (2021) Evolution of sex-chromosome heteromorphy in geographic populations of the Japanese Tago's brown frog complex. *Cytogenetic and Genome Research*. doi:10.1159/000512964.

2. 総説・解説

該当無し

3. 著書

該当無し

○特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Miura I and Ogata M. “Optimistic destiny of sex chromosome evolution in frogs” 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium. Pusan, Korea, 26th November 2020.

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

該当無し

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

該当無し

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

三浦郁夫

- ・科学研究費基盤C（代表） 「主要な性決定遺伝子3種類をつなぐ複合型性染色体の性決定と進化」 1,690千円

2. 受託事業

該当無し

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

三浦郁夫

- ・（一財）染色体学会・学会誌編集委員
- ・キャンベラ大学（豪州）非常勤教授
- ・An expert for the international committee on amphibian and reptiles anomalies, Ural Federal University (ロシア)
- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 補助事業分担者

2. 学会誌編集委員等

三浦郁夫

- ・Editorial Board member of Asian Herpetological Research
- ・Editorial Board member of Sexual Development
- ・Editorial Board member of Chromosome Science
- ・Editorial Board member of Binomina

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

5. セミナー・講演会開催実績

該当無し

6. その他

- ・論文レビューサービス

三浦郁夫

8誌9件（Current Herpetology 1, Genes to Cells 1, Sexual Development 1, Integrative Zoology 1, Zoological Science 1, genes 2, Philosophical Transaction B 1, Genome, 1）

- ・マスメディア取材協力

三浦郁夫

2020年7月16日 小田原箱根経済新聞「神奈川・開成町の小学生女兒、金色と水色のアマガエル

を発見」

2020年7月16日 読売新聞 金色と水色のアマガエル、女兒が喜ぶ「緑じゃないカエルにビックリ」

2020年7月24日 (金) 番組 つながるNews湘南・小田原

○国際共同研究

三浦郁夫

- ・キャンベラ大学 (豪州) Dr. Tariq Ezaz 「性決定と性染色体の進化に関する研究」
- ・ローザンヌ大学 (スイス) Dr. Nicolas Perrin 「両生類の性染色体のターンオーバー」
- ・Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries – IGB Germany (ドイツ) Dr. Matthias Stöck 「アマガエルの系統進化に関する研究」
- ・ウラル連邦大学 (ロシア) Dr. Vladimir Vershinin 「ゲノム排除の分子機構」
- ・台湾国立師範大学 (台湾) Dr. Si-Min Lin 「複合型性染色体の進化」
- ・Ewha Womans University (韓国) Dr. Amael Borzee 「ツチガエル/アマガエルの系統進化」

○特記事項

該当無し

○大学院教育

1. 大学院生の国内学会発表実績 (博士課程前期)

該当無し

2. 大学院生の国際学会発表実績 (博士課程前期)

Kuwana C, Fujita H, Tagami M, Matsuo T, Sriklunath K, Miura I. Sex chromosome evolution in Japanese togo's brown frog species complex. 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium (APCC7) 一般財団法人染色体学会第71回年会, 2020年11月25日~27日, Pusan, Korea (Poster)

Goto S, Shimizu N, Tsubota H, Ikeda S, Taguchi Y, Minami S and Miura I: Evolutionary genetic study on giant salamander, the geographic populations newly found in Hiroshima Prefecture, Japan. 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium (APCC7) 一般財団法人染色体学会第71回年会, 2020年11月25日~27日, Pusan, Korea (Poster)

3. 修士論文発表実績

桑名知碧 「タゴガエル種群の性染色体進化に関する研究」

後藤理史 「広島県で発見されたオオサンショウウオの新しい地域集団に関する進化遺伝学的研究」

4. 博士学位

該当無し

5. TAの実績

桑名知碧 生物科学基礎実験

後藤理史 生物科学基礎実験, 生物科学概説A

6. 大学院教育の国際化

国際学会でのプレゼンテーション賞受賞

桑名知碧 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium (APCC7) プレゼンテーション賞受賞

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

【令和2年度研究員】

- ・清川 一矢（研究員）（2020年4月1日から2021年3月31日まで）
- ・柏木 啓子（研究員）（2020年4月1日から2021年3月31日まで）
- ・竹林 公子（研究員）（2020年4月1日から2021年3月31日まで）
- ・高井 嘉樹（研究員）（2020年5月18日から2020年9月30日まで）
- ・LEE SHIN YU（研究員）（2021年1月1日から2021年3月31日まで）

【令和2年度外国人客員研究員】

- ・Marko Horb（Bell Center for Regenerative Biology and Tissue Engineering, Marine Biological Laboratory, USA・Senior Scientist）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Analysis of AP-1 transcription factors in tail formation and regeneration」
- ・Nicolas Perrin（University of Lausanne・Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Turnover of sex chromosomes in amphibians」
- ・Vladimir Vershinin（Eltsyn Ural Federal University, Russia・Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Genome Exclusion in germ line of frog」
- ・Matthias Stöck（Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries – IGB, Germany・Ass. Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Geographic differentiation of Japanese tree frog, *Dryophytes japonicus*」
- ・Kornsorn Srikulnath（Kasetsart University, Thailand・Ass. Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Cytogenetics of sex chromosomes in the brown frogs」
- ・Tariq Ezaz（University of Canberra, Australia・Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Evolution of sex chromosomes in frogs」
- ・Yun-Bo Shi（NIH・Senior Investigator）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Study of the role of thyroid hormone receptor isoforms during amphibian metamorphosis」

【令和2年度外国人留学生】

博士課程後期

- ・TRI KUSTONO ADI（インドネシア）（2016年4月入学）
- ・FATIN IFFAH RASYIQAH MOHAMAD ZOLKEFLI（マレーシア）（2017年10月入学）
- ・VIRGINIA REGINA PUTRI（インドネシア）（2017年10月入学）
- ・MOHAMED NABIL BAKR ABDELRAHMAN（エジプト）（2018年10月入学）
- ・ZHENG TIANXIONG（中国）（2018年10月入学）
- ・MUTMAINNAH ADRIANI（インドネシア）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・PHAN QUYNH CHI（ベトナム）（2020年10月入学）基礎生物学プログラム

博士課程前期

- 何 行健（中国）（2019年4月入学）基礎生物学プログラム
- ALHALABI WALAA SHERIF MOHAMMED（アラブ首長国連邦（UAE））
（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- XU MINGCONG（中国）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- CHEN YUAN（中国）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- XIAO YANGYUXIN（中国）（2020年4月入学）基礎生物学プログラム
- SHENG ZEPENG（中国）（2020年4月入学）基礎生物学プログラム
- SUN WEIYOU（中国）（2020年10月入学）基礎生物学プログラム

1-4-4 研究助成金の受入状況

令和2年度の実績は下記の表に示す。詳細は1-4-2の各研究グループの項で具体的な課題と研究経費が示されている。

項 目	研 究 種 目	件 数
科学研究費	新学術領域研究	2
	基盤研究(S)	1
	基盤研究(A)	0
	基盤研究(B)	5
	基盤研究(C)	15
	挑戦的研究(萌芽・開拓)	2
	若手研究(A)	0
	若手研究(B)	2
	研究活動スタート支援	1
	特別研究員奨励費	0
	二国間交流事業共同研究	1
国際共同研究加速基金	国際共同研究強化 (B)	1
厚生労働省科学研究費補助金		1
受託研究		1
受託事業		4
共同研究		6
寄附金		13
補助金		3
その他		4

1-4-5 学界ならびに社会での活動

令和2年度の実績は下記の表に示す。詳細は各研究グループの項で具体的な役職等の名称が示されている。

・学会等などの学外委員等 93 件

種別	1.学会	2.政府・中央省庁関連審議委員等	3.大学共同利用機関	4.地方自治体(審議会委員,理事等)	5.国際関連	6.財団・法人関係(1,2を除く)(理事,評議員等)	7.その他
	32	14	4	4	18	8	13

・セミナー・講師等 28 件

・高大連携, イベント等の社会活動, その他 70 件

1-5 その他特記事項

該当無し

2 生物科学科

2-1 学科の理念と目標

生物科学科は、平成5年「生命の多様性を生み出す普遍法則と情報の探求」と「フロンティアを拓き基礎科学に貢献する独創的人材の育成」を教育・研究目標として生まれた。生物科学分野における中四国の拠点的存在を目指し、分子レベルから個体・集団レベルまで広く基礎生物学の諸分野をカバーしたバランスのとれた教育・研究を指向している。生物科学科では、生物学の知識経験をもち、基礎的研究や応用的開発に従事する技術者、産業界における実務や理科教育などあらゆる関連分野の第一線で活躍できる人材の育成を目指している。

2-2 学科の組織

・生物科学科の教員

生物科学科は、生物科学専攻・基礎生物学プログラム、数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム、生命医科学プログラム及びゲノム編集イノベーションセンターの生物系の教員により構成されている。生物科学科授業科目担当教員（令和3年3月末現在）及び令和2年度の客員教員（非常勤講師）を次にあげる。

令和2年度 生物科学科教員組織

職	氏名	所 属	
教 授	井出 博	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム	
	今村 拓也	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム**	
	荻野 肇	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム	
	菊池 裕	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム	
	草場 信	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム	
	坂本 敦	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム	
	鈴木 克周	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム	
	高橋 陽介	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム	
	千原 崇裕	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム**	
	林 利憲	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム**	
	山口富美夫	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム	
	山本 卓	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム	
	准教授	植木 龍也	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム
		坂本 尚昭	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
島田 裕士		数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム	
嶋村 正樹		生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム	
鈴木 厚		生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム	
高瀬 稔		生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム	
田川 訓史		生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム	
坪田 博美	生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム		
	濱生こずえ	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム	

	古野 伸明	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	三浦 郁夫	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	佐久間 哲史	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
講 師	落合 博	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム**
	守口 和基	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
助 教	有本 飛鳥	生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム
	井川 武	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	井上 侑哉	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
	奥村美紗子	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム**
	小塚 秀明	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム
	下出 紗弓	ゲノム編集イノベーションセンター**
	鈴木 誠	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム**
	高橋 治子	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム
	高橋 美佐	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	田澤 一朗	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	津田 雅貴	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	中島 圭介	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	中坪 敬子	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	信澤 岳	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム
	花田 秀樹	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	深澤壽太郎	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
	細羽 康介	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム**
	森下 文浩	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム
特任教授	坊農 秀雅	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム**
特任准教授	杉 拓磨	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム**

注) **生命医科学プログラム併任

令和2年度客員教員（非常勤講師）

井鷲 祐司（京都大学大学院農学研究科・教授）

授業科目名：「生物多様性保全学」

澤崎 達也（愛媛大学 プロテオサイエンスセンター 無細胞生命科学部門・教授）

授業科目名：「無細胞生命科学概論」

出口 真次（大阪大学大学院基礎工学研究科・教授）

授業科目名：「メカノバイオロジー／バイオメカニクスにおける力学と統計学の基礎」

高橋 淑子（京都大学大学院理学研究科生物科学専攻・教授）

授業科目名：「動物の発生と器官形成」

令和2年度の生物科学科に関わる人事異動

	発令 年月日	氏名	異 動 内 容		
				現 所 属 等	新 所 属 等
1	2.4.1	今村 拓也	採用 担当	九州大学	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学・基礎生物学プログラム
				准教授	教授
2	2.4.1	福田 和也	採用 担当	日本学術振興会特別研究員 (PD)	統合生命科学研究科・理学部
					基礎生物学プログラム
					助教
3	2.4.1	小塚 俊明	任用更新	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				基礎生物学プログラム	基礎生物学プログラム
				助教	助教
4	2.4.1	佐久間哲史	昇任	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				数理生命科学プログラム	数理生命科学プログラム
				講師	准教授
5	2.4.1.	坊農 秀雅	採用 担当		統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学・数理生命科学プログラム
					特任教授
					助教
6	2.4.1	杉 拓磨	採用 担当		統合生命科学研究科
					基礎生物学プログラム
					附属臨海実験所
					特任准教授
7	2.10.1	高井 嘉樹	採用 担当	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学プログラム
				研究員	
8	2.10.31	小林 健司	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
				基礎生物学プログラム	
				特任助教	
9	3.3.31	井上 侑哉	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
				基礎生物学プログラム	
				助教	
10	3.3.31	井出 博	定年退職	統合生命科学研究科・理学部	
				数理生命科学プログラム	
				教授	

生物科学科の運営

生物科学科の運営は、生物科学科長を中心に行われている。副学科長が補佐を行う。また、生物科学科の円滑な運営のために各種委員会委員が活動している。令和2年度の学科長、副学科長及び各種委員会委員の一覧を次にあげる。

	令和2年度
学科長	荻野
副学科長	山本
庶務	信澤, 森下, 津田
入学試験委員会	佐久間, 嶋村
教務委員	学科長(荻野), 山本, 三浦, 高橋(陽), 島田, 植木, 守口
学生実習委員	○三浦, 濱生, 高橋(治), 井上, 深澤, 高橋(美), 津田
HP委員	○植木, 坪田, 津田
日韓理工学生チューター	鈴木(克)

2-3 学科の学士課程教育

2-3-1 アドミッション・ポリシーとその目標

【アドミッション・ポリシー】

大学において、生物学を学ぶために必要な基礎学力を有し、かつ生命現象に関する課題を主体的に探求し解決する熱意を持ち、将来、研究者あるいは高度な専門性を持つ技術者として社会で活躍することを目指す学生を求めている。

【教育目標】

生物科学科では、生物現象を物質レベルから集団レベルまで多角的に捉えることができる人材の育成を目標としている。生物現象を理解し探求するには、動物・植物・微生物についての知識と生態学・生理学・生化学・遺伝学等の基礎技術を習得し、学際領域にわたる幅広い分野に対する理解を深めることが必要である。生物科学科では、生物学の知識経験を持ち、基礎的研究や応用的開発に従事する技術者、産業界における実務や理科教育などあらゆる関連分野の第一線で活躍できる人材、英語によるプレゼンテーション能力を併せ持つ国際人の資質を備えた人材などの養成を目的に教育を行う。

2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

現代生物科学の成果を取り入れた講義及び実習を通じて、新しい生物学の幅広い知識や考え方を基礎生物学とともに修得させることを教育目標とする。また、生体高分子や、細胞、組織及び器官の操作法など先端的技術を修得させ、研究者及び高度な専門性を持つ技術者の育成を目指す。

専門の実験・実習は少人数教育体制をとり、きめ細かい教育を実施する。2年次生と3年次生は、専用の実験室において基礎から高度な実験を微生物から幅広い系統群の動植物を実験材料として分子レベルから個体・生態レベルまでの内容で構成し実施する。附属臨海実験所と附属宮島自然植物実験所の設備と周辺の自然環境を潤沢に活用した実習、ならびに日本各地へ出かけて野外実習を行う。さらに、生物科学科では4年次の卒業研究を、研究への興味、知識・技術を身につけるための極めて貴重な期間と位置づけ、きめ細かな研究指導を行う。

これらのカリキュラムは、充実したチューター制度と1年次から3年次までの実験・実習の実施ならびに各研究室での効果的な卒業研究指導によって支えられている。

2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

生物科学科の教育の中で最も重視している卒業研究において十分な成果が認められている。1研究室あたり3～4名によるきめ細かい指導により、高い教育効果が得られている。卒業生からは、研究は大変で苦しい時もあったが、研究室で熱心な指導を受けることが出来た、それによって高度な実験技術や深い知識が得られ、また発表技術等も身に付いて、社会に出てから大変役立っているとの高い評価を得ている。

年2回実施される授業評価アンケートの結果を分析し、次年度の授業改善に役立てている。生物科学科授業科目では、「授業の予習・復習」や「質問や発言による授業への積極的参加」の設問に対して、評価点が低いという問題があるため、今後改善の必要がある。

令和2年度在籍学生数とチューター

【1】生物科学科の在籍学生数（令和2年5月1日現在）

入学年度	在籍学生数
令和2年度	37
令和元年度	36
平成30年度	34
平成29年度	38
平成28年度	4
平成27年度	1
合 計	150

【2】チューター

入学年度	チューター
令和2年度	鈴木(誠), 古野, 落合, 荻野
令和元年度	中島, 信澤, 濱生
平成30年度	千原, 佐久間, 井川
平成29年度	鈴木(厚), 鈴木(克), 高橋(美), 花田, 坂本(敦)
平成28年度	菊池, 小塚, 古野, 中坪
平成27年度	森下, 山口, 島田

2-3-4 卒業論文発表実績（個人情報保護法に留意）

令和2年度 卒業論文題目一覧

卒 業 論 文 題 目 名
スジキレボヤの各組織における金属輸送体 Ferroportin の発現の解析
DNA の物理的特性がバリア活性に与える影響の解析

DELLA-GAF1 複合体と MYC2 による成長制御機構の解析
沖縄島の蘚苔類フロラ -特に返還された米軍訓練場跡地に着目して-
ツノゴケ類の造精器発生の比較形態学的研究
睡眠とシナプス可塑性の関係性について —睡眠/覚醒によるシナプス分子 BRP の制御機構の解明—
p53 遺伝子改変によるイモリの腫瘍形成機構の解明
Nicotine および Transforming Growth Factor- β によるヒトメラノーマ浸潤機構の解析
ネッタイツメガエル幼生尾の再生過程における TGF- β 1 の機能解析
ツメガエル再生尾部における遺伝子発現誘導系の構築
筋-腱-軟骨アッセンブロイド作製による運動器形成・成熟機構の解明 —マウス胎児間葉系細胞を用いた三次元培養法の確立—
乳癌幹細胞様細胞における microRNA miR-574-3p の機能解析
ナイカイムチョウウズムシの転写調節の解析へ向けたゲノム DNA ライブラリ作成の試みと試料胚の調達
脊索動物における眼形成遺伝子 <i>rax</i> のシス調節進化の研究
CsoR/RcnR ファミリー転写制御因子による IncP1 プラスミド輸送の制御解析
アラントイン合成酵素遺伝子破壊株の植物ストレス生理学的解析
DELLA による ABA 感受性制御の分子機構の解析
御嶽山の蘚苔類調査 -標高に着目して-
低酸素条件下で X 線が誘発する DNA 損傷の修復機構—DNA 修復欠損細胞パネルを用いた解析
エンハンサー・プロモーター間の DNA 特性による転写活性化への影響
ジベレリン信号伝達に関与する糖付加酵素 SPY と SEC の発現制御解析
キクタニギク <i>LEAFY</i> オルソログ <i>CsFL</i> 遺伝子の機能解析
ケミカルバイオロジーによる光合成促進物質のスクリーニングと 試験管内進化による光合成促進遺伝子の同定
線虫 <i>Pristionchus pacificus</i> におけるインスリン受容体 <i>daf-2</i> の機能解析
キクタニギク深裂葉突然変異体 <i>needle leaf1</i> の責任遺伝子の探索
アミノ酸トランスポーターHiAT による細胞増殖制御機構の解明
広島県宮島の火災跡地の地衣類相
シロイヌナズナの器官発生を調節する <i>CYP78A5</i> 遺伝子の発現制御機構の解析

シヨウジョウバエ嗅覚変異体を用いた個体間相互作用の解析-共食いの可能性の検証-
中心体関連タンパク質セントリンのコケ植物における機能研究
シロイヌナズナ <i>cyp78a6 cyp78a9</i> 二重変異体の早期老化機構の解析
カエル初期胚を用いた低線量率放射線の新規影響評価方法の確立
チロシル-DNA ホスホジエステラーゼ 1 および 2 の基質特異性
ヒト培養細胞での精密な遺伝子ノックインに寄与するゲノム要素の実証の試み
MAPK の機能阻害による微細藻類のリン欠乏応答への影響
細胞形態特徴抽出および機械学習による筋芽細胞の分化・融合機構の解明
酸化失活ルビスコタンパク質を還元活性化する BSD2 を過剰発現したトマトは光合成活性が上昇する
微細藻類 <i>Nannochloropsis</i> における新規遺伝子ノックイン技術の開発

2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供

生物科学科では教員免許状更新講習として毎年、附属施設での講習を実施している。加えて、附属臨海実験所では、社会人やリタイア後の学生が多くを占める放送大学広島学習センターの面接授業を毎年実施している。宮島自然植物実験所と植物分類・生態学研究室では、毎月一回ヒコピア植物観察会（一般対象）を共催し、参加者の一部は資格取得のためのリカレント教育の場として利用している。また、宮島自然植物実験所は園路を一般に公開しており、植物や自然を学習するための場として利用され、一部ではリカレント教育にも活用されている。

令和2年度は、附属臨海実験所では「発光海産動物を用いた生物実験の基礎」(令02-10069-506901号)として新型コロナウイルス感染症のための密を避けつつ、対面での実習を行った。8月7日に附属向島臨海実験所において開催し、10名の県内小・中・高校教員が受講した。附属宮島自然植物実験所では「生物学の最新事情-進化・系統・生物多様性-」(令02-10069-506900号)としてオンラインでの講習を実施した。参加者は16名であった。

令和2年度に宮島ユネスコ協会主催の野外観察会に宮島自然植物実験所が協力して開催を予定していたが、新型コロナウイルス感染症の影響で開催を延期した。また、臨海実験所にて予定された放送大学広島学習センターの面接授業は、新型コロナウイルス感染症の影響を受け中止となった。

2-5 その他特記事項

該当無し

VI 数理分子生命理学専攻
・数理生命科学プログラム

1 数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム

1-1 専攻・プログラムの理念と目標

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムでは、生命科学と数理科学の融合的研究教育を推進することを目標として掲げている。複雑な自然現象、特に生命体における一連の物質情報交換システムなどを含む複雑系の現象に焦点を当て、理学諸分野との協力のもとにその系統的解析を行う。これによって得られる現象の数理的認識を数理科学的モデルとして定式化し、数値シミュレーション法や新しいデータ集積・解析法を適用して、論理的・統合的に研究を体系化して、生命現象や自然現象を支配する基本法則を解明していくことを目指す。このような学問領域は、今後飛躍的に重要性が増す分野であり、本専攻・プログラムの存在は基礎科学の発展に大きく貢献するとともに、単なる学問上の意義だけに止まらず、新しい社会のニーズにも応えていくものである。

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

【1】数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの組織

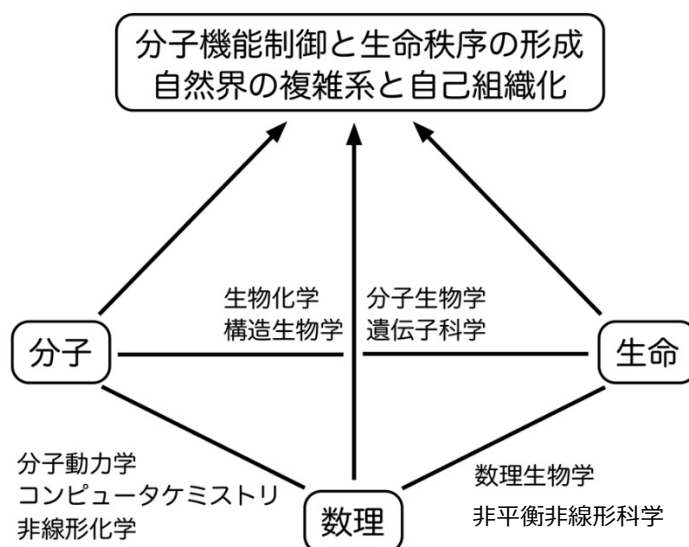
数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの概要

数理分子生命理学専攻は、生命現象に焦点を当て、生命科学・分子化学・数理科学の融合による新しい学問領域の創成と教育を目的として平成11年4月に全国に先駆けて設置された。平成31年4月に統合生命科学研究科が創設され、数理生命科学プログラムとして更に幅広い生命科学諸分野と連携することでその教育課程を発展させている。本専攻・プログラムは生物系、化学系の実験グループと数理系の理論グループから構成され、生命現象に対し分子、細胞、個体のそれぞれのレベルでの多角的な実験的研究と、計算機シミュレーションや理論的研究によって、生命現象とその関連分野を多面的かつ統合的に解明していくことを目標にしている。

本専攻・プログラムは生物系と化学系の研究グループが属する「生命理学講座」と数理系研究グループが属する「数理計算理学講座」の二つの基幹大講座からなる。本プログラムは幅広い分野からの学生募集をするので、入学する学生は、数学、物理学、化学、生物学、薬学、農芸化学など様々な分野で学部教育を受けた者であり、生命現象の解明に対してもそれぞれ異なる視点や研究方法を持っている。そこで、博士課程前期では、学生が生命科学の諸問題や学際研究の重要性を認識するために、生命科学と数理科学に共通する入門講義、ついで、分子生物学、化学、数理科学の基礎を体系的に編成した専門基礎講義、さらに各研究グループによる先端的な専門講義を段階的に行う。また、学生に入学当初から各研究グループの第一線の研究活動に加わってもらうことによって新しい研究領域への理解と興味を促す。これによって、高い専門知識のみならず、多分野の知識の組み合わせや視点をかえて発展させる能力の育成を図る。博士課程後期では、多面的な視点から創造的な研究活動が行えるように配慮し、独立した研究者としてこの新しい分野の発展を担うことのできる人材や、高度な社会的ニーズに応えることのできる創造力のある人材の育成を目指す。

本専攻・プログラムの目的の一つは、生命を統合的に研究していくと同時に、関係するいろいろな考え方や方法論を身に付けた若い人材を育てることである。生命に対して、広い視野を持って挑戦しようという意欲のある学生諸君の入学を期待する。

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム概念図



数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの組織

【生命理学講座】

生物は、遺伝情報に基づき形成され、さらに環境の変化や細胞内の状況に応じて生存していくために情報を処理し、それに基づいて物質を生合成・代謝する精緻な機構を備えている。本講座は、生物系と化学系のグループから成り、生命現象の基盤となる生体分子の構造機能相関の解明、さらに生体分子が階層的な集合体を形成することにより極めて効率よく行われる細胞情報の発現と伝達、物質変換と輸送、形質形成、環境応答などの研究や関連した分野の研究を行っている。

【数理計算理学講座】

生命現象などの複雑な自然現象を、深い洞察と認識をもって数理モデルとして表現し、これらを用いて数値シミュレーションを行う。得られる結果を体系的に解析して新しい理論的知見を積み重ねることにより、現象の数理構造と基本法則を見出してその理解を深めることを目指す。このために、現象解析に対して多角的・統合的接近法を用いる新しい科学的研究の枠組みを提示する。上記のような営みから抽出された深い数理構造への理解を目指す過程から、フィードバック、または、インスパイアされた統一的な問題を考察し、新たな解析学的定理を見出したり、新たな数学解析的な理論を構築することをもその射程とする。

【2】数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの運営

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの運営は、数理分子生命理学専攻長・数理生命科学プログラム長を中心にして行われている。

令和2年度数理分子生命理学専攻長・数理生命科学プログラム長 坂元国望

また、数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの円滑な運営のために各種委員会等が活動している。令和2年度の各種委員会の委員一覧を次にあげる。

・数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム内の各種委員会

委員会名	令和2年度
三系代表者会議	坂元, 泉, 坂本 (敦)
就職担当	井出 (9月迄) / 坂元 (10月以降)
HP委員	○栗津, 富樫, 安田, 津田
パンフレット委員	選出せず
教務	○栗津, 片柳, 佐久間
庶務・会計	富樫
チューター	坂元, 高橋

○印 委員長

・理学研究科における各種委員会の数理分子生命理学専攻委員

委員会名	令和2年度
研究科代議委員会	坂元, 泉
人事交流委員会	なし
安全衛生委員会 (衛生管理者)	藤原 (昌)
評価委員会	中田, 山本
広報委員会	大前
地区防災対策委員会	坂元
教育交流委員会	選出せず
大学院委員会	坂本 (尚)
情報セキュリティ委員会	藤井
将来構想検討WG	選出せず

・統合生命科学研究科における各種委員会の数理生命科学プログラム委員

委員会名	令和2年度
プログラム長	坂元
副プログラム長	泉
研究推進委員会 (2年任期)	坂本 (尚)

国際交流委員会（2年任期）	片柳
広報委員（2年任期）	粟津
学務委員（2年任期）	佐久間
入試委員（2年任期）	島田

1-2-1 教職員

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムは、数理計算理学講座と生命理学講座の二大講座で構成されており、各講座内でいくつかの研究グループが形成されている。令和2年度の構成員は以下の通りである。

<数理計算理学講座>

非線形数理学研究グループ：坂元国望（教授）、大西 勇（准教授）、富樫祐一（准教授）
現象数理学研究グループ：粟津暁紀（准教授）、藤井雅史（助教）
複雑系数理学研究グループ：小林 亮（教授）、李 聖林（教授）、飯間 信（准教授）

<生命理学講座>

分子生物物理学研究グループ：楯 真一（教授）、片柳克夫（准教授）、大前英司（助教）、
安田恭大（助教）、Tiwari Sandhya Premnath（助教）
自己組織化学研究グループ：中田 聡（教授）、藤原好恒（准教授）、藤原昌夫（助教）
松尾宗征（助教）
生物化学研究グループ：泉 俊輔（教授）、芦田嘉之（助教）
分子遺伝学研究グループ：山本 卓（教授）、坂本尚昭（准教授）、佐久間哲史（准教授）、
落合 博（講師）、中坪（光永）敬子（助教）、細羽康介（助教）、
坊農秀雄（特任教授）、杉 拓磨（特任准教授）
鈴木賢一（特任准教授）、栗田朋和（特任助教）
分子形質発現学研究グループ：坂本 敦（教授）、島田裕士（准教授）、高橋美佐（助教）、
岡崎久美子（共同研究講座助教）
遺伝子化学研究グループ：井出 博（教授）、津田雅貴（助教）

<数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム事務>

森下朱美（契約一般職員）、平田紫穂（契約一般職員）、高藤美穂（契約一般職員）

<令和2年度の非常勤講師>

寺東宏明（岡山大学自然生命科学研究支援センター・教授）「遺伝子化学B」
村上一馬（京都大学大学院農学研究科・准教授）「天然物有機化学I」
傳田光洋（資生堂グローバルイノベーションセンター・主幹研究員）
「人間（ヒト）を創る皮膚」
上田肇一（富山大学学術研究部理学系・教授）「自己組織化現象の数理」
本田直樹（京大大学生命科学研究科・准教授）「多細胞システムの理論生物学」

1-2-2 教員の異動

令和2年度

- 令和 2年 4月 1日 松尾宗征 (自己組織化学 助教) 着任
- 令和 2年 4月 1日 坊農秀雄 (分子遺伝学 特任教授) 着任
- 令和 2年 4月 1日 杉 拓磨 (分子遺伝学 特任准教授) 着任
- 令和 3年 3月31日 井出 博 (遺伝子化学 教授) 退職
- 令和 3年 3月31日 小林 亮 (複雑系数理学 教授) 退職
- 令和 3年 3月31日 富樫祐一 (非線形数理学 准教授) 異動

1-3 専攻・プログラムの大学院教育

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

【1】教育目標

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムは、複雑系の典型である生命現象に焦点をあて、生命科学と数理科学の融合による新しい研究領域の創成を目的として設置された。本専攻・プログラムは、生物系・化学系の実験グループと数理系の理論グループから構成され、生命現象に対して分子・細胞・固体のそれぞれのレベルでの実験的研究を行うとともに、計算機シミュレーションや理論的研究によって、生命現象を支配する基本法則を統合的に解明していくことを目標としている。このように学際的な特色を持つ本専攻・プログラムでは、教育目標として、特に次の項目に留意している。

- (1) 新しい分野を切り開いていく意欲を持った学生を自然科学の幅広い分野から受け入れる。
- (2) それぞれの専門的講義を体系的に編成し、専門的基礎を学生に教育するとともに、学際的研究の重要性を認識するために、生命科学、数理科学に共通する入門的講義を行う。また、各専門分野における先端的な研究成果をわかりやすく紹介するために、セミナー形式の講義を開講し、学生に広く興味を促す。
- (3) 多面的な視点を備えた創造的な研究者を育成するために、学生個々に対応した研究教育指導を行う。

【2】アドミッション・ポリシー

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムでは、生命現象を支配する基本法則を高度な科学的論理性のもとで系統的かつ実験的な解析を用いて探求することのできる人材や、実験的解析の成果を含む従前の知見をもとに現象の数理的構造や基本法則を見出すような高度な数理科学の問題にも対応できる人材の育成を目指している。本専攻・プログラムでは、生命科学と数理科学の融合した新しい研究分野を切り開いていく意欲を持った学生を、自然科学の幅広い分野から受け入れる。

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

・令和2年度数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム在籍学生数

	博士課程前期	博士課程後期
令和2年度	40 (12) [0 (0)] <0 (0)>	14 (2) [0 (0)] <2 (0)>

() 内は女子で内数

[] 内は国費留学生数で内数

< > 内は社会人学生数で内数

・令和2年度のチューター

	博士課程前期	博士課程後期
令和2年度生	坂元, 高橋	坂元, 高橋

・令和2年度授業科目履修表

数理生命科学プログラム (博士課程前期)					
科目区分	授業科目の名称	配当年次	単位数	担当教員	
必修科目	研究科 共通科目	統合生命科学特別講義	1	2	中田,栗津
		生命科学研究法	1	2	藤井,坂本(尚)
	プログラム 専門科目	数理計算理学概論	1	2	栗津,富樫
		生命理学概論	1	2	中田,坂本(教),岩根,島田,藤原(好),井出,泉,片柳,坂本(尚),樋,佐久間,山本
	数理生命科学特別研究	1~2	4	各教員	
大学院 共通科目	持続 可能 な 発 展 科 目	Hiroshimaから世界平和を考える	1・2	1	友次,小宮山,中坪(孝),山根,河合,VAN,保田,志賀,川野, STYCZEK
		Japanese Experience of Social Development- Economy, Infrastructure, and Peace	1・2	1	金子,吉田(雄),吉田(修),張,片柳(真),市橋
		Japanese Experience of Human Development-Culture, Education, and Health	1・2	1	馬場,清水,田中,森山,MAHARJAN, KESHAV,関
		SDGsへの学問的アプローチ A	1・2	1	馬場,隈元,永田,田中,森山,実岡,石田,RAHMAN
		SDGsへの学問的アプローチ B	1・2	1	片柳(真),長谷川,佐野,河合,日比野,小池
		ダイバーシティの理解	1・2	1	北梶,大池,櫻井,坂田
	SDGsへの学問的アプローチ	1・3	2	鈴木	
	テ キ ャ リ ア 開 発 ・ デ ィ タ リ	データリテラシー	1・2	1	柳原,伊森, RAMASAMY
		医療情報リテラシー	1・2	1	田中,小笹,久保,大上,三原,阿部,吉村,三木
		MOT入門	1・2	1	伊藤
		アントレプレナーシップ概論	1・2	1	牧野
		人文社会系キャリアマネジメント	1・2	2	森
		理工系キャリアマネジメント	1・2	2	原田
		ストレスマネジメント	1・2	2	原田,服部
	情報セキュリティ	1・2	2	西村	
	研究科 共通科目	生命科学社会実装論	1	2	島田,菊池,富樫,久米,岡村,細野,ヴィレヌーブ
		科学技術英語表現法	2	2	根平,三浦,久米,青井, LIAO
		コミュニケーション能力開発	1	2	中ノ,舟橋,黒田,櫻井,魚谷,山内
		海外学術活動演習	1・2	2	山崎
		プログラム共同セミナーA	1・2	2	山崎,和崎
選 択 必 修 科 目	プログラム 専門科目	数理計算理学特別演習 A	1	2	坂元,大西,飯間,栗津,李,富樫,小林,藤井
		数理計算理学特別演習 B	1	2	坂元,大西,飯間,栗津,李,富樫,小林,藤井
		生命理学特別演習 A	1	2	樋,片柳,藤原(好),泉,坂本(教),山本,坂本(尚),佐久間,中田,島田,津田
		生命理学特別演習 B	1	2	樋,片柳,藤原(好),泉,坂本(教),山本,坂本(尚),佐久間,中田,島田,津田
		数理モデリング A	1・2	2	開講なし
		数理モデリング B	1・2	2	開講なし
		数理モデリング C	1・2	2	栗津,藤井
		数理モデリング D	1・2	2	大西,富樫
		計算数理科学 A	1・2	2	李,小林
		計算数理科学 B	1・2	2	坂元
		数理生物学	1・2	2	李,富樫
		応用数学 A	1・2	2	坂元
	応用数学 B	1・2	2	飯間,坂元	
	大規模計算・データ科学	1・2	2	富樫,栗津	
	分子遺伝学	1・2	2	坂本(尚),細羽	
	分子形質発現学 A	1・2	2	開講なし	
	分子形質発現学 B	1・2	2	島田,坂本(教)	
	遺伝子化学 A	1・2	2	開講なし	
	遺伝子化学 B	1・2	2	井出,寺東,津田	
	分子生物物理学	1・2	2	樋,安田	
	プロテオミクス	1・2	2	片柳,大前	
	プロテオミクス実験法・同実習	1・2	2	泉,片柳	
	生物化学 A	1・2	2	開講なし	
	生物化学 B	1・2	2	泉	
	自己組織化学 A	1・2	2	開講なし	
	自己組織化学 B	1・2	2	中田,藤原(好)	
	数理生命科学特別講義 A	1・2	1	村上,泉	
	数理生命科学特別講義 B	1・2	1	上田,飯間	
数理生命科学特別講義 C	1・2	1	本田,栗津		
数理生命科学特別講義 D	1・2	1	傳田,中田		
自 由 科 目	数理計算理学特論 A	1・2	2	開講なし	
	数理計算理学特論 B	1・2	2	開講なし	
	数理計算理学特論 C	1・2	2	栗津,坂元,大西,富樫,小林,飯間,李,藤井	
	数理計算理学特論 D	1・2	2	栗津,坂元,大西,富樫,小林,飯間,李,藤井	
	生命理学特論 A	1・2	2	開講なし	
	生命理学特論 B	1・2	2	開講なし	
	生命理学特論 C	1・2	2	樋,大前,片柳,山本,中坪,坂本(尚),佐久間,中田,藤原(好),藤原(昌),泉,芦田,坂本(教),島田,高橋,井出,津田	
	生命理学特論 D	1・2	2	樋,大前,片柳,山本,中坪,坂本(尚),佐久間,中田,藤原(好),藤原(昌),泉,芦田,坂本(教),島田,高橋,井出,津田	

※配当年次の記載 1:1年次に履修, 2:2年次に履修, 1~2:1年次から2年次で履修, 1・2:履修年次を問わない

※共通科目については他プログラム教員を含む。

・令和2年度開講授業科目

数理生命科学プログラム (博士課程前期)			
科目区分	授業科目の名称	授業のキーワード	
必修科目	研究科共通科目	統合生命科学特別講義 異なる分野間の融合・連携事例あるいはその可能性	
	研究科共通科目	生命科学研究方法 研究倫理、論文検索、実験デザイン、生物統計	
	プログラム専門科目	数理計算理学概論 分子・細胞の生物物理学的考察、計算科学(特に生命科学分野)の基礎	
		生命理学概論 生命現象、現象論、分子論	
大学院共通科目	持続可能な発展科目	数理生命科学特別研究 問題策定、討論、研究、発表	
	持続可能な発展科目	Hiroshimaから世界平和を考える 原爆、構造的暴力、積極的平和、平和構築、持続可能な開発	
		Japanese Experience of Social Development-Economy, Infrastructure, and Peace グローバルイノベーション・国際協力	
		Japanese Experience of Human Development-Culture, Education, and Health グローバルイノベーション・国際協力	
		SDGsへの学問的アプローチA SDGs、学問的アプローチ	
		SDGsへの学問的アプローチB SDGs、平和、気候変動、防災、持続可能なエネルギー、環境、経済成長、雇用、強靱(レジリエント)なインフラ、生物資源、地方自治体	
		ダイバーシティの理解 ダイバーシティ、インクルージョン、ジェンダー、教育、セクシュアリティ、多文化、障がい	
	キャリア開発科目	SDGsへの学問的アプローチ	
		データリテラシー 統計的推論、機械学習	
		医療情報リテラシー ビッグデータ、ゲノム情報、医学研究、臨床研究、医療情報処理、情報セキュリティ、倫理、個人情報保護、法律	
		MOT入門	
		アントレプレナーシップ概論	
		人文社会系キャリアマネジメント キャリアマネジメント、キャリア理論、社会人基礎力	
		理工系キャリアマネジメント コミュニケーション、対話、プレゼンテーション、傾聴、ファシリテーション	
		ストレスマネジメント ストレス、ストレスマネジメント、メンタルヘルス、マインドフルネス	
情報セキュリティ			
研究科共通科目	生命科学社会実装論 生命科学、社会実装、技術移転、起業		
	科学技術英語表現法 語学教育		
	コミュニケーション能力開発 ディベート、コミュニケーション能力、キャリア開発		
	海外学術活動演習 国際的視野、グローバルコミュニケーション能力向上		
選択必修科目	プログラム共同セミナーA		
	数理計算理学特別演習	数理計算理学特別演習A 数学、数理科学、研究計画微分方程式系の解起動により定義される力学系、チューリング不安定性、パターン形成の数学・数理科学など数理生命科学に関する課題研究非平衡系、複雑系、生命系	
		数理計算理学特別演習B 計算科学、研究発表法数理生命科学に関する課題研究非平衡系、複雑系、生命系	
		生命理学特別演習A 生体高分子構造、機能、動的構造特性生体高分子構造、機能、構造生物学光化学、磁気科学生化学自己組織化学・非線形・非平衡・散逸構造 植物の形質発現や生存成長戦略に関する課題研究	
		生命理学特別演習B 分子生物物理学に関する課題研究 生体高分子構造、機能、構造生物学 光化学、磁気科学 生化学 自己組織化学・非線形・非平衡・散逸構造 植物の形質発現や生存成長戦略に関する課題研究	
		数理モデリングA 非平衡系の基礎、数理モデリング	
		数理モデリングB 微分方程式の解軌道、安定性、相空間とオブジェクト 力学系の応用 反応拡散方程式系 分岐理論の応用 パターン形成 チューリング不安定性 ノストック並目のシアノバクテリアの分子ダイナミクス	
		数理モデリングC	
		数理モデリングD	
		計算数理科学A 非線形動力学、力学系、モデリング	
		計算数理科学B 半線形偏微分方程式、反応拡散系、パターン形成、安定性と不安定性	
		数理生物学 生命現象の数理モデル、微分方程式	
		応用数理学A 位相方程式	
	応用数理学B 流体力学、非線形現象、生物の運動		
	大規模計算・データ科学 計算科学、データ科学、HPC、並列計算、プログラミング、統計、機械学習、バイオインフォマティクス		
	プログラム専門科目	分子遺伝学	
		分子形質発現学A ストレス応答、ストレス耐性、遺伝子機能、植物生理、植物遺伝子操作、分子育種	
		分子形質発現学B	
		遺伝子化学A DNA、損傷、複製	
		遺伝子化学B	
		分子生物物理学	
		プロテオミクス 構造プロテオミクス、蛋白質X線結晶学、回折法、分光法	
		プロテオミクス実験法・同実習 プロテオミクス、タンパク質、質量分析法、X線構造解析	
		生物化学A 代謝、同化・異化、解糖系、TCAサイクル、脂質合成、2次代謝、メバロン酸経路と非メバロン酸経路	
		生物化学B	
		自己組織化学A 自己組織化、非平衡系、振動現象、パターン形成、リズム	
		自己組織化学B	
	数理生命科学特別講義A 材料・資源として利用される天然物に関する知識・理解を得る。		
	数理生命科学特別講義B 生物物理、高分子物理、統計力学		
	数理生命科学特別講義C 数理科学、反応・拡散モデル、拡散過程、偏微分方程式		
	数理生命科学特別講義D 散逸構造		
	数理計算理学特論A 文献講読		
	数理計算理学特論B 文献講読		
	数理計算理学特論C		
	数理計算理学特論D		
	自由科目	生命理学特論A 生命理学生体高分子構造、機能、動的構造特性 生命現象、現象論、分子論 植物サイエンス、形質発現、遺伝子機能、環境応答、遺伝子組換え	
		生命理学特論B 生命理学生体高分子構造、機能、動的構造特性 生命現象、現象論、分子論 植物サイエンス、形質発現、遺伝子機能、環境応答、遺伝子組換え	
		生命理学特論C	
		生命理学特論D	

・令和2年度授業科目履修表

数理生命科学プログラム (博士課程後期)						
科目区分		授業科目の名称	配当年次	単位数	担当教員	
必修科目	プログラム 専門科目	統合生命科学特別研究	1~3	12	山本, 中田, 楯, 李	
		選択必修科目				
選択必修科目	持続可能な 発展科目	スペシャリスト型SDGsアイデアマイニング学生セミナー	1・2・3	1	小池, 岩本, 小原, 若林, null, 吉田, 岡, 服部, 蝶	
		SDGsの観点から見た地域開発セミナー	1・2・3	1	細野	
		普遍的平和を目指して	1・2・3	1	VAN, 保田, 隈元, 掛江, 友次, 中坪(孝), 川野, 掛江, 山根, 河合, STYCZEK	
	大学院 共通科目	キャリア 開発・ データ リテラ シー 科目	事業創造概論	1・2・3		牧野
			データサイエンス	1・2・3	2	福井, 赤瀬
			パターン認識と機械学習	1・2・3	2	伊森, 赤瀬
			データサイエンティスト養成	1・2・3	1	三須, 塩崎, 赤瀬
			医療情報リテラシー活用	1・2・3	1	田中, 小笹, 阿部, 吉村, 三木, 久保, 大上
			リーダーシップ手法	1・2・3	1	三須, 原山
			高度イノベーション人材のためのキャリアマネジメント	1・2・3	1	三須
			イノベーション演習	1・2・3	2	三須, 赤瀬, 牧野
			長期インターンシップ	1・2・3	2	三須
			研究科 共通科目		生命科学研究計画法	1
	海外学術研究	1・2・3			2	中島田
	生命科学キャリアデザイン開発	1			2	和崎, 濱生, 河本, 西堀
	生物・生命系長期インターンシップ	1・2・3			2	中島田
	プログラム共同セミナーB	1・2・3			2	山崎
	プログラム 専門科目		数理生命科学特別講義E	1・2・3	1	村上, 泉
			数理生命科学特別講義F	1・2・3	1	上田, 飯間
			数理生命科学特別講義G	1・2・3	1	本田, 粟津
数理生命科学特別講義H			1・2・3	1	傳田, 中田	
※配当年次の記載 1:1年次に履修, 2:2年次に履修, 3:3年次に履修, 1~3:1年次から3年次で履修, 1・2・3:履修年次を問わない					共通科目については他プログラム教員を含む	

・令和2年度開講授業科目

数理生命科学プログラム (博士課程後期)			
科目区分	授業科目の名称	授業のキーワード	
必修科目	プログラム 専門科目	統合生命科学特別研究 非線形科学, 時空間パターン, 非平衡系, 振動反応	
	選択必修科目	持続可能な 発展科目	スペシャリスト型SDGsアイデアマイニング学生セミナー 持続可能な開発目標, ブレインストーミング, アイデアマイニング, ディスカッション, 社会実装
SDGsの観点から見た地域開発セミナー SDG's, 農村, コミュニティ, 集落再生, 6次産業化			
普遍的平和を目指して 原爆, 構造的暴力, 積極的平和, 平和構築, 持続可能な開発			
大学院共通科目		キャリア開発・データリテラシー科目	事業創造概論
			データサイエンス R, データの読み込み・加工, データの視覚化, データ解析
			パターン認識と機械学習 パターン認識, 機械学習, 人工知能
			データサイエンティスト養成 ビッグデータ, 人工知能, PBL, データサイエンス, 分析
			医療情報リテラシー活用 ビッグデータ, ゲノム情報, 医学研究, 臨床研究, 医療情報処理, 情報セキュリティ, 倫理, 個人情報保護, 法律
			リーダーシップ手法 キャリア, スキル, コミュニケーション, リーダー, フォロワー, ビジョン
			高度イノベーション人材のためのキャリアマネジメント キャリア, 研究開発, イノベーション, 企業, 人材
	イノベーション演習 イノベーション, 融合, 企業, PBL		
	長期インターンシップ インターンシップ, スキル, キャリア開発		
研究科 共通科目	生命科学研究計画法 研究計画, 研究討論, 学際研究		
	海外学術研究 英語, コミュニケーション能力, 国際的ネットワーク		
	生命科学キャリアデザイン開発 キャリア, ディベート, 学際性, 生命科学		
	生物・生命系長期インターンシップ		
	プログラム共同セミナーB		
プログラム 専門科目	数理生命科学特別講義E 材料・資源として利用される天然物に関する知識・理解を得る。		
	数理生命科学特別講義F 生物物理, 高分子物理, 統計力学		
	数理生命科学特別講義G 数理科学, 反応・拡散モデル, 拡散過程, 偏微分方程式		
	数理生命科学特別講義H 散逸構造		

・各研究グループの在籍学生数

令和2年度

研究グループ名	M1	M2	D1	D2	D3	D+
数理計算理学講座	5	10	0	0	2	1
非線形数理学	0	1	0	0	1	1
現象数理学	4	6	0	0	0	0
複雑系数理学	1	3	0	0	1	0
生命理学講座	16	9	1	4	4	2
分子生物物理学	6	2	0	1	1	0
自己組織化学	2	4	0	2	1	0
生物化学	1	2	0	0	0	0
分子遺伝学	2	1	1	1	2	1
分子形質発現学	4	0	0	0	0	0
遺伝子化学	1	0	0	0	0	0
計	21	19	1	4	6	3

・博士課程修了者の進路

(修了年の5月1日現在)

修了者総数		就 職 者							左記以外	
		研 究 者	情 報 処 理 技 術 者	そ の 他 技 術 者	教 員	事 務 ・ そ の 他	公 務 員	小 計	進 学	そ の 他
令和 2年度	21	1	6	5	1	5	0	18	3	0

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

博士課程前期の学生が共同研究者の発表件数 29件
 博士課程後期の学生が共同研究者の発表件数 8件
 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表した件数 3件

1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

博士課程前期の学生が共同研究者の発表件数 10件
 博士課程後期の学生が共同研究者の発表件数 2件
 博士課程前期・後期の学生が共に共同発表した件数 3件

1-3-5 修士論文発表実績

・令和2年度修士学位授与

発表者 論文題目 指導教員名を記す。

令和2年度

坂 貴弘	ライブイメージングデータ解析に基づく分裂酵母染色体動態の解析	栗津暁紀
福田 航	タンデム質量分析によりメリチンを測定したときに観測されるyイオン-H ₂ O-NH ₃ の発生機構の考察	泉 俊輔
野田達也	生体高分子の作る構造の断熱性の評価と細胞内の熱伝導率の推定	富樫祐一
今村優太	DIUTHAMEを用いたイメージング質量分析による粘菌の忌避物質探索と回避メカニズム	泉 俊輔
堀坂麻里	電極上に置かれた球体で生じる化学振動パターンの電圧制御	中田 聡
渡辺開智	ウニ胚原腸形成の細胞骨格観察に基づくモデル化	栗津暁紀
寺澤祐樹	核内クロマチン構造動態と遺伝情報制御の相関解析	楯 真一
安井優平	ウニの発生初期における核内染色体構造の動的および細胞特異的变化	栗津暁紀
小田竜平	Arsインスレーターコア配列及びDNA反復配列の物理的特性・機能性解析	藤井雅史
小原有水佳	動的・可塑的ネットワークモデルにおける自己組織化・相互組織化	藤井雅史
吉岡賢一	タンパク質天然変性領域によるドロップレット形成の分子科学的解明	楯 真一
高原奈穂	周期的パルス刺激に対する半導体ガスセンサの非線形応答	中田 聡
閑田葉子	昆虫の環境適応的な歩行に関する数理的研究	小林 亮
山口祐汰	価数の異なる金属イオンに対するリン脂質膜の特異的応答	中田 聡

竹藤 輝	コウモリの音響混信回避に関する強化学習を用いた検証	小林 亮
藤田雄介	非定常流れの構造依存性に基づく凹凸形状の流体力学的特徴づけについて	飯間 信
小本哲史	マウスES細胞のクロマチンドメイン変化による染色体動態制御のモデル	栗津暁紀
松藤丈郎	履歴を反映した自己駆動体の運動モードスイッチング	中田 聡
岡本翔太郎	バフンウニ胚における左右非相称性に関与する因子の解析	山本 卓

1-3-6 博士学位

授与年月日を〔 〕内に記す。

・令和2年度学位授与

熊本淳一〔令和3年3月4日〕(乙)

Establishment of a novel method for visualization of calcium dynamics and evaluation of epidermal barrier function using human skin tissue

(ヒト皮膚組織を用いた表皮カルシウム動態の可視化とバリア機能評価の新技术確立)

主査：中田 聡 教授

副査：楯 真一 教授, 泉 俊輔 教授, 小林 亮 教授, 秀 道広 教授

國井厚志〔令和3年3月23日〕(甲)

Development and optimization of CRISPR-Cas9-based artificial transcription activator systems

(CRISPR-Cas9を基盤とする人工転写活性化システムの開発と最適化)

主査：佐久間哲史 准教授

副査：井出 博 教授, 坂本 敦 教授, 山本 卓 教授, 坂本尚昭 准教授

亀田 健〔令和3年3月23日〕(甲)

Computational Analysis of Molecular Dynamics in Biomolecular Systems Including Nucleic Acids

(分子動力学計算を用いた核酸を含む生体分子系の解析)

主査：富樫祐一 准教授

副査：楯 真一 教授, 山本 卓 教授, 李 聖林 教授,

1-3-7 TAの実績

【1】ティーチング・アシスタント

令和2年度のTA

氏名	所属研究グループ	学年
巽 優希	自己組織化学	M1
平賀隆寛	複雑系数理学	D3
竹藤 輝	複雑系数理学	M2
閑田葉子	複雑系数理学	M2
藤田雄介	複雑系数理学	M2
小田竜平	現象数理学	M2
小原有水佳	現象数理学	M2
渡辺開智	現象数理学	M2
小本哲史	現象数理学	M2
安井優平	現象数理学	M2
中畑伸児郎	現象数理学	M1
有本真理子	現象数理学	M1
野田達也	非線形数理学	M2
酒井悠佑	分子形質発現学	M1
藤林大稀	分子形質発現学	M1
関本真奈美	分子形質発現学	M1
北舂海斗	遺伝子化学	M1
國井厚志	分子遺伝学	D3
諸井桂之	分子遺伝学	D2
岡山翔太郎	分子遺伝学	M2
中村志保*	分子遺伝学	M2
島田聖瑠*	分子遺伝学	M1
新谷学文*	分子遺伝学	M1
永尾昌史*	分子遺伝学	M1

*生命医科学プログラムの学生

1-3-8 大学院教育の国際化

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムでは、国内外の外部講師による講演を積極的に取り入れている。また、様々な国際共同研究が行われており、学生の国際学会への参加や海外への短期留学も行われている。

1-4 専攻・プログラムの研究活動

1-4-1 研究活動の概要

・数理生命科学プログラム主催の講演会・セミナー

富樫祐一：Biothermology Workshop, organizer（2020年12月22日～23日開催）

富樫祐一：Taiwan-Japan Joint Workshop for Young Scholars in Applied Mathematics, organizer

(2021年3月8日～9日開催)

中田 聡・松尾宗征 (世話人)：西日本非線形科学研究会 (日本化学会中国四国支部共催)，
オンライン開催 (7月他，合計4回実施)

・学生の受賞実績

藤田雄介：「数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会2020」，ベストポスター賞受賞

藤田雄介：令和2年度広島大学エクセレントスチューデントスカラーシップ(成績優秀学生奨学制度)獲得

・研究論文・招待講演・特許出願等の総数

数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラムの教員による研究論文・著書・総説・特許と国際会議・国内学会の総数を示す。

項 目	令和2年度
論文	51
著書	11
総説	15
国際会議	26
国内学会 (招待・依頼・特別講演)	34
特許出願	17

・RAの実績

令和2年度のRA

大学院生氏名	平賀隆寛	所属研究グループ名	複雑系数理学
学 年	D3	指導教員	小林 亮
研究プロジェクト名	コウモリのエコーロケーションの数理的研究		
研究の内容	コウモリは超音波を発射し，そのエコー音を聞くことで，自身を取り巻く環境を認識し，自在に複雑な空間を飛翔することができる。このエコーロケーションにおいて，能動的な超音波照射がどのように行われており，得られた情報をどのように解釈しているのかを明らかにする。また，その原理を移動ロボットや移動飛行体の制御に適用する。		

大学院生氏名	亀田 健	所属研究グループ名	非線形数理学
学 年	D3	指導教員	富樫祐一
研究プロジェクト名	タンパク分子・分子複合体の構造動態への分子修飾の影響に関する計算科学的研究		
研究の内容	主として分子動力学計算を用いて，タンパク質・拡散分子や分子複合体の構造動態を解析・考察する。特に，化学修飾がもたらす影響に注目する。具体的には，DNA単体やヌクレオソームなどの複合体におけるDNAメチル化の影響，リボソームと基質との相互作用などを対象とする。分子機能と修飾との関連を明らかにすることを目的とした基礎研究であるが，生理活性や病態との関連までを視野に入れて研究を進める。		

大学院生氏名	LIU SU	所属研究グループ名	分子生物物理学
学 年	D2	指導教員	楯 真一
研究プロジェクト名	天然変性タンパク質の構造動態と機能との相関解析		
研究の内容	安定な構造を持たない天然変性タンパク質がもつ独自の構造動態と機能との相関をNMRなどを用いて原子レベルで解析を行う		

大学院生氏名	Xu Yu	所属研究グループ名	自己組織化学
学 年	D2	指導教員	中田 聡
研究プロジェクト名	反応拡散系にもとづく自己駆動体のリズム運動		
研究の内容	本研究では、表面張力差を駆動力として水面滑走する自己駆動体について、反応拡散系に戻つてデザインする。具体的には非線形非平衡系の観点から、リズムを刻む自己駆動運動を発現する		

1-4-2 研究グループ別の研究活動の概要、発表論文、講演等

数理計算理学講座

非線形数理学研究グループ

構成員：坂元国望（教授）、大西 勇（准教授）、富樫祐一（准教授）

○研究活動の概要

1. (坂元)

2020年度は2019年度までの研究を引き継いで、境界相互作用によって駆動される内部拡散系の力学系的な研究を目的とし、特にTuring分岐が実際に起こることを示すために弱非線形解析に取り組むことを目標とした。取り組む問題は、領域内部で拡散する一つの成分 v と、領域境界上の反応拡散系に従うもう一つの成分 u が、非線形ロバン型境界条件を介して、領域境界上で相互作用するシステムの解析である。このシステムにおいて、漸近安定な定数平衡解がTuring不安定化を起こし、さらに、Turing分岐が実際に起こることを示すことを目的とした。この問題設定に、さらに、境界上の成分 u に対する反応項と、 u と v の相互作用を表す境界条件の非線形項が逆符号を持つ条件を付加した系（システム）に対する考察を行った。この状況下に於いて系は「質量保存則」を満たし、細胞における様々な分子種の相互作用として典型的に現れるメカニズムをモデル化していると想定されている。この系に対する研究成果として、パターン形成のオンセットとなる、Turing不安定化が起こることを証明した。すなわち、安定な空間一様定常状態が、 u の拡散係数が v のそれよりも小さくなる時、次々と高次のモードが不安定化して、空間非一様な安定モードの出現を示唆する数学的な結果を得た。これは、従来のTuring不安定化のメカニズムが、内部拡散-境界反応拡散-境界相互作用系にも拡張された形で機能していることを数学的に厳密に証明したということの意味する。しかしながら、これらの結果は数学的には厳密であるが、線形理論の範疇（固有値解析）に留まり、実際にTuring分岐がどのような形状で起こるかを決定できない。2020年度は、この固有値解析の次に取り組む弱非線形解析に様々な側面から取り組んだが、いずれの場合も大きな技術的壁に直面して乗り越えることができなかった。今後の方策を模索中である。

2. (大西)

発展方程式論は、ヒルベルト、シュミット、そして、フォン・ノイマンなどの先駆的なお仕事にまでそのプロトタイプを遡れるが、その後、無限次元の関数空間とその上で定義されるオペレーターの数学的な理論の発展は、1960から1980年代のその理論的発展期には、日本人の大先達たちが、精力的なお仕事で、その進歩の一翼を担ってこられた歴史がある重要な分野である。私の研究と関係が深かったり、実際に引用させていただいた方は、田辺広城先生、増田久弥先生、山田義雄先生、大谷光春先生などのお仕事がメインである。特に、発展方程式論を非線形偏微分方程式論に用いて、その主要な数学的なフィールドを固め、その上で、キチンとしっかりとした数学的な議論を行って、定理を証明したり、場合によっては、セオリーの構築を目指してきた。このような抽象的な発展方程式論の枠組みは、非常に広大な適用範囲を持っていることが知られている。それについては、A. Friedman 博士, J. S. Lions 博士などの非常にきれいなお仕事をもって、例えば、抽象的な放物型偏微分方程式系で記述されるような問題における解の詳細な性質を議論する際においても、大きな成果を上げてこられた歴史がある。整理された数学的に精密な枠組みとその上に構築される美しい数学的理論や定理の証明はここでも、限りのない重要性を持っている。

私は、ある種のヘルダー連続程度の連続性しか仮定できないような“特異的な”非斉次項を持つタイプの放物型の非線形偏微分方程式系で記述される問題にここ10年ほど主たる興味を持っており、研究を続けてきた。ここでも、田辺広城先生の一般論、J.S.Lions 先生の理論を援用し、興味ある問題の数学的な枠組みを作って、さらに、その非線形性と非斉次性からくる問題の興味ある解の性質について、数学的に厳密な証明をもとにした定理の形で進歩を目指し、いくつかの結果も得ている。今後は、結果をリファインすると同時に、さらなる一般化をも視野に入れて、精力的に進めているところである。

3. (富樫)

生体内の分子動態や情報処理機構などに関して、主に計算機シミュレーションを用いた研究を進めている。近年は、集団内で相互作用を通じて少数の特異な細胞が現れる過程や、それら少数要素が集団の挙動を著しく変える現象に注目した研究を進めてきた（新学術領域「シンギュラリティ生物学」）。今年度は、以前に構築した機械集団の粗視化モデルの拡張に加え、バーテックスモデルを用いて、細胞集団の挙動に力学特性が異常な細胞が及ぼす影響について考察を進めた。

これまでのクロマチン動態数理研究拠点 (RcMcD) での研究の延長として、核酸やその複合体の力学特性や粗視的モデリング手法に関する研究を、外部の研究グループ（理化学研究所、オックスフォード大学、カンザス州立大学など）と連携して進めている。今年度は、DNAの構造動態にメチル化修飾が与える影響について成果を公表したほか (Kameda *et al.* 2021)、リボソーム中でのRNA構造変化と開始コドン認識機構との関連を新たな解析手法を導入しつつ議論した（論文発表予定）。この他、細胞内の熱伝達過程の特徴を高分子混雑下での分子構造やその変化と関連づけて明らかにすることを目標に、分子動力学計算を用いた研究を進めた。

○発表論文

・原著論文

- ◎ 1. Takeru Kameda, Miho M. Suzuki, [Akinori Awazu](#), [Yuichi Togashi](#), “Structural dynamics of DNA depending on methylation pattern”, *Physical Review E* 103(1), 012404 (2021).

2. Yoshihisa Morita, Kunimochi Sakamoto, “Turing type instability in a diffusion model with mass transport on the boundary”, *Discrete and Continuous Dynamical Systems, DCDS Volumr 40, No. 6*, pp. 3813-3836 (2020).

・著書

該当無し

・総説・解説

- ◎ 1. 亀田 健, 栗津暁紀, 富樫祐一, 「過渡的に生じる中間体ヌクレオソームにおけるヒストンテール動態の解析」, *生物物理* 60(5), 288-290 (2020).

○講演等

・国際会議

招待講演

1. Yuichi Togashi, “Toward Multiscale Modeling of Chromosomes in the Cell Nucleus”, *Global Meet on Computational Modeling and Simulation: Recent Innovations, Challenges & Perspectives*, 2020年10月30日, オンライン

一般講演

該当無し

・国内学会

招待講演

1. 富樫祐一, 「生化学反応の数理～分子の状態・形・数の問題」, 非平衡オンライン若手の会 2020 第3回セミナー, 2020年8月29日, オンライン
2. 富樫祐一, 「分子の状態と形態を考慮したクロマチン構造の統合的モデリングを目指して」, 第58回日本生物物理学会年会 シンポジウム「核酸が拓く新・生物物理研究」, 2020年9月17日, オンライン

一般講演

1. 富樫祐一, 「マイクロマシン集団の力学的相互干渉: 「シンギュラリティ細胞」のモデルとして」, 第64回システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI'20), 2020年5月22日, オンライン
- ◎ 2. 亀田 健, 鈴木美穂, 二階堂 愛, 栗津暁紀, 富樫祐一, 「DNAの化学修飾と遺伝子発現制御」, 第64回システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI'20), 2020年5月22日, オンライン
- ◎ 3. 亀田 健, 鈴木美穂, 栗津暁紀, 富樫祐一, 「DNAのメチル化パターン依存的な構造動態の解析」, 第58回日本生物物理学会年会, 2020年9月16日～18日, オンライン
4. 富樫祐一, 西本翔太, 「シンギュラリティ細胞が率いる集団のモデル化と力学的応答の解析」, 新学術領域「シンギュラリティ生物学」第4回領域会議, 2021年3月4日～5日, オンライン

現象数理学研究グループ

構成員：粟津暁紀（准教授）、藤井雅史（助教）

○研究活動の概要

(1) 生体分子内・分子間ネットワークダイナミクスの解析と生体機能実現機構に関する研究：

細胞の活動は、DNAやタンパク質の様々な生体分子の個性的な構造とその構造変化や、それによって引き起こされる分子間の相互作用による生化学反応に支えられている。このような多数の階層に渡る分子社会のダイナミクスを解明するため、まずDNAの高次構造であるクロマチンの局所的及び核内大域的な構造とそこで実現される運動の性質を解析し、その生体機能への役割を、分裂酵母及びウニ胚を用いて実験系研究者と連携しつつ理論モデルを用いて考察している。またそのような分子間の相互作用によって現れる、細胞中の酵素反応細胞膜上シグナル伝達反応等で現れる動的な秩序と、その機能性のメカニズムを理論的に提案している。さらに、実験研究者と連携し、植物の遺伝子発現ネットワーク構造とそのダイナミクス、遺伝子発現の揺らぎ、ウニの発生・形態形成に関わる遺伝子の、胚の力学・化学作用による制御、心電図の解析による心臓病患者の生理状態、放射線による染色体損傷等について、実験データの解析に基づいた研究も進めている。

(2) 生命システムの恒常性に関する研究：

ヒトを含む生命個体は様々な組織から成り立ち、それらの間での分子のやりとりを通してかなり厳密に制御されている。例えば、空腹時の血糖値は日によってほとんど変わらず、(健全な)個人間での違いも比較的小さく、一定の値を保つような仕組みがあると考えられる。一方で、アミノ酸や脂質などは比較的日によって変動が大きく、また、個人間でも違いが大きい。このような分子ごとのばらつきの違いや個人ごとの違いの由来やそれらが生体システムに与える影響を、分子レベル・細胞レベル・臓器レベルなどの様々なスケールにおいて、数理モデルやデータ解析を駆使して解明を目指している。

○発表論文

・原著論文

1. L. A. Broadfield, J. A. G. Duarte, R. Schmieder, D. Broekaert, K. Veys, M. Planque, K. Vriens, Y. Karasawa, F. Napolitano, S. Fujita, M. Fujii, M. Eto, B. Holvoet, R. Vangoitsenhoven, J. Fernandez-Garcia, J. van Elsen, J. Dehairs, J. Zeng, J. Dooley, R. Alba Rubio, J. van Pelt, T. G.P. Grünwald, A. Liston, C. Mathieu, C. M. Deroose, J. V. Swinnen, D. Lambrechts, D. D. Bernardo, S. Kuroda, K. De Bock, S. Fendt, “Fat Induces Glucose Metabolism in Nontransformed Liver Cells and Promotes Liver Tumorigenesis”, *Cancer Research*, vol.81(8), 1988-2001 (2021)
2. R. Egami, T. Kokaji, A. Hatano, K. Yugi, M. Eto, K. Morita, S. Ohno, M. Fujii, K. Hironaka, S. Uematsu, A. Terakawa, Y. Bai, Y. Pan, T. Tsuchiya, H. Ozaki, H. Inoue, S. Uda, H. Kubota, Y. Suzuki, M. Matsumoto, K.I. Nakayama, A. Hirayama, T. Soga, S. Kuroda, “Trans-Omic Analysis Reveals Obesity-Associated Dysregulation of Inter-Organ Metabolic Cycles between the Liver and Skeletal Muscle”, *iScience*, vol.24(3), 102217 (2021)
- ◎3. A. Ohara, M. Fujii, A. Awazu, “Spontaneous organizations of diverse network structures in coupled logistic maps with a delayed connection change”, *Journal of the Physical Society of Japan*, vol.89, 114801 (2020)
4. T. Kokaji, A. Hatano, Y. Ito, K. Yugi, M. Eto, S. Ohno, M. Fujii, K. Hironaka, R. Egami, H. Inoue, S.

- Uda, H. Kubota, Y. Suzuki, K. Ikeda, M. Arita, M. Matsumoto, K. I. Nakayama, A. Hirayama, T. Soga, S. Kuroda, “Trans-omic analysis reveals allosteric and gene regulation-axes for altered glucose-responsive liver metabolism associated with obesity”, *Science Signaling*, vol.13, eaaz1236 (2020)
5. D. Hoshino, K. Kawata, K. Kunida, A. Hatano, K. Yugi, T. Wada, M. Fujii, T. Sano, Y. Furuichi, Y. Manabe, Y. Suzuki, N. L. Fujii, T. Soga, S. Kuroda, “Trans-omic analysis reveals Ros-dependent pentose phosphate pathway activation after high-frequency electrical stimulation in C2C12 myotubes”, *iScience*, vol.23(10), 101558 (2020)
6. T. Wada, K. Hironaka, M. Wataya, M. Fujii, M. Eto, S. Uda, D. Hoshino, K. Kunida, H. Inoue, H. Kubota, T. Takizawa, Y. Karasawa, H. Nakatomi, N. Saito, H. Hamaguchi, Y. Furuichi, Y. Manabe, N. L. Fujii, S. Kuroda, “Single-cell information analysis reveals that skeletal muscles incorporate cell-to-cell variability as information not noise”, *Cell Reports*, vol.32(9), 108051 (2020)
- ◎ 7. D. Aoki, A. Awazu, M. Fujii, J. Uewaki, M. Hashimoto, N. Tochio, T. Umehara, S. Tate, “Ultrasensitive Change in Nucleosome Binding by Multiple Chaperone FACT”, *Journal of Molecular Biology*, vol.432(16), 4637-4657 (2020)
8. N. Matsuda, K. Hironaka, M. Fujii, T. Wada, K. Kunida, H. Inoue, M. Eto, D. Hoshino, Y. Furuichi, Y. Manabe, N. L. Fujii, H. Noji, H. Imamura, S. Kuroda, “Monitoring and mathematical modeling of mitochondrial ATP in myotubes at single-cell level reveals two distinct population with different kinetics”, *Quantitative Biology*, vol.8, 228-237 (2020)

・ 著書

該当無し

・ 総説・解説

該当無し

○ 講演等

・ 国際会議

招待講演

該当無し

一般講演

- ◎1. M. Arimoto, M. Fujii, A. Awazu, “Mathematical model of spatiotemporal dynamics of plant hormones responsible for plant stress response”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎2. Y. Kaneshige, M. Fujii, F. Hayashi, K. Morigaki, Y. Tanimoto, H. Yamashita, A. Awazu, “Relationship between function and dynamics of rhodopsin using normal mode analysis”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎3. S. Nakahata, A. Awazu, M. Fujii, “A mathematical model of chromosomal dynamics in budding yeast during DNA double strand break”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎4. T. Oda, M. Fujii, N. Sakamoto, A. Awazu, “Analysis of physical properties and functionalities of

ArsInsC and DNA repeat sequences”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン

- ◎5. A. Ohara, M. Fujii, A. Awazu, “Self organized network structures in coupled dynamical system with connection plasticity inspired by cerebral nervous system”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎6. T. Komoto, M. Fujii, A. Awazu, “The dynamics of chromosomes on early differentiation stage from ES cell”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎7. Y. Yasui, A. Sugiyama, N. Sakamoto, A. Awazu, “Dynamic and cell specific changes in intranuclear chromosomal structures during early development of sea urchin”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎8. K. Watanabe, Y. Kurose, Y. Yasui, Naoaki Sakamoto, Akinori Awazu, “Modeling of sea urchin gastrulation based on cytoskeleton imaging”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン
- ◎9. M. Imada, A. Sugiyama, S. Hayashi, K. Watanabe, Y. Yasui, N. Sakamoto, A. Awazu, “Imaging analysis of inter- and intra-nuclear dynamics of sea urchin”, The 58th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan, 2020年9月16日-18日, オンライン

・国内学会

招待講演

該当無し

一般講演

- ◎1. 中畑伸児郎, 藤井雅史, 栗津暁紀, 出芽酵母のDNA二本鎖切断時における染色体動態の数値モデル, 日本物理学会2020年秋季大会, 2020年9月8日-11日, オンライン
- ◎2. 小田竜平, 藤井雅史, 坂本尚昭, 栗津暁紀, ArsInsC 及びDNA 反復配列の物理的特性・機能性解析, 日本物理学会2020年秋季大会, 2020年9月8日-11日, オンライン
- ◎3. 小原有水佳, 藤井雅史, 栗津暁紀, 動的・可塑的結合logistic写像系におけるネットワーク構造の自己組織化, 日本物理学会2020年秋季大会, 2020年9月8日-11日, オンライン
- ◎4. 小本哲史, 藤井雅史, 栗津暁紀, マウスES細胞のドメイン変化による染色体動態制御のモデル, 第38回染色体ワークショップ, 2021年1月16日-21日, オンライン
- ◎5. 中畑伸児郎, 藤井雅史, 栗津暁紀, 出芽酵母DNA二本鎖切断時における染色体動態数値モデル, 第38回染色体ワークショップ, 2021年1月16日-21日, オンライン
- ◎6. 渡辺開智, 黒瀬友太, 安井優平, 坂本尚昭, 栗津暁紀, ウニ胚形態形成の細胞骨格観察に基づくモデル化, 日本動物学会第91回大会, 2020年9月4日-5日, オンライン
- ◎7. 安井優平, 杉山文香, 坂本尚昭, 栗津暁紀, ウニの発生初期における核内染色体構造の動的および細胞特異的变化, 日本動物学会第91回大会, 2020年9月4日-5日, オンライン

複雑系数理学研究グループ

構成員：小林 亮 (教授), 李 聖林 (教授), 飯間 信 (准教授),

○研究活動の概要

生物とは「物質と情報が交錯しながら、さまざまなスケールで、自発的に構造形成と機能発現を行う場」とみなすことができる。本研究グループでは、特に生物の運動、生命の発生過程における細胞機能制御の問題、生物流体现象に着目して研究を行っている。例えば、動物たちは不確実な環境下においても、しなやかにタフに動きまわることができる。我々は、動物の持つこのすばらしい能力がどのように実現されているかを、力学と制御の観点から理解し工学的に活用すべく、生物学・ロボット工学・制御工学などの研究者と協働で研究を行っている。また、臨床医学者及び実験生物学者との共同研究を通じて、皮膚病の治療を目指した研究や細胞の運命決定における研究を行っている。さらに、遊泳や飛翔に注目し、生物とそれを取りまく流体の相互作用に重点を置いた研究も行っている。ミクロなスケールの現象では、染色体ドメインのダイナミクスの研究を行っている。本研究室ではこれらの研究を通して、物理的存在であると同時に合目的な存在である生物を記述し理解するための理論的枠組みを作り上げることを目指している。

- ・非対称細胞分裂の極性形成のメカニズムを様々な観点から解明した。
- ・コウモリのエコーロケーションに学んだ超音波によるナビゲーションシステムを設計し、実証実験を行った。
- ・ある種の化学反応の反応波面の加速現象の2通りのメカニズムを、実験と数理モデルの両面から解明した。
- ・流体を含む大規模結合系における位相縮約を可能にする数値解析技術を開発した。
- ・砂丘やトンボ翼といった非流線型物体周りの流れを解析し、死水が重要な役割を果たすことを示した。

以下の研究集会を開催した。

1. 李 聖林：日本数理生物学会 2020, 企画シンポジウム「生命の体づくりと数理」, (オンライン開催), 2020.9.20-22
2. 飯間 信, 石本健太：RIMS共同研究「生物流体力学におけるモデリング」, 京都 (ハイブリッド開催), 2020.12.15-17

○発表論文

・原著論文

1. S. Seirin-Lee*, The role of cytoplasmic MEX-5/6 polarity in asymmetric cell division. *Bulletin of Mathematical Biology*. (2021) 83:29
2. S. Seirin-Lee*, E.A. Gaffney, A. Dawes*, CDC-42 interactions with Par proteins are critical for proper patterning in polarization. *Cells* (2020), 9(9), 2036
3. Yusuke Fujita, Hiraku Nishimori and Makoto Iima, Dead-water region around two-dimensional sand-dune models, *Journal of Physical Society of Japan* (2020)89, 063901.

・ 著書

該当無し

・ 総説・解説

該当無し

○講演等

・ 国際会議

招待講演

1. S. Seirin-Lee, 「Phase separation model for chromatin reorganization of eukaryotic cell nuclei」 JSPS core-to-core program conference for Establishing International Research Network of Mathematical Oncology, Fusion of Mathematics and Biology, Kobe, 2020.10.27
2. S. Seirin-Lee, 「Geometry (形); Inconspicuous regulator that determines the fate of cells」, iTHEMS Colloquium, RIKEN, 2020.12.14, <https://ithems.riken.jp/ja/events/ithems-colloquium>
3. Makoto Iima, Phase reduction of Karman's vortex street, Tianyuan international workshop on modeling and analysis of dynamical systems, Hangzhou, China (online), 2020.11.22

一般講演

1. Yusuke Fujita, Hiraku Nishimori and Makoto Iima, Why do two-dimensional dunes always merge?, The 11th Japan-Taiwan Joint Workshop for Young Scholars in Applied Mathematics, Taipei, Taiwan (online), 2021.3.8-9

・ 国内学会

招待講演

1. 李 聖林, 「社会問題解決に向けた数理:空き家と数学、そして〇〇」ものづくり企業に役に立つ応用数理手法の研究会(応用数理ものづくり研究会), 2021年2月25日 (Online)
2. 李 聖林, 「皮疹の形から紐解く皮膚医学への挑戦と数理」医学研究における数理的方法, 2021年2月24日 (Online)
3. 李 聖林, 「生命のパターン形成の数理:私の歩んできた道、現在、そしてこれから」, MIMS 現象数理学三村賞受賞講演, 2020年12月23日 (Online)
4. 李 聖林, “How the cell uses mathematics for asymmetry?”, 日本分子生物学会・シンポジウム「植物と動物の発生における非対称性創出の基盤原理の理解にむけて」, 2020年12月2日～4日 (Online)
5. 李 聖林, 「「現象-数理-数学」を繋ぐ反応拡散方程式」, 応用数学分科会・特別講演, 日本数学会年会, 熊本大学, 2020年9月24日 (Online)
6. 李 聖林, 「一つの network で細胞極性の"形成"と"維持"を分ける謎解きとめっちゃカッコいい感度解析の話」, Mini-symposium 生命の形づくりとパターン形成の数理, JSMB annual meeting, 名古屋大学, 2020年9月20日～22日 (Online)
7. 飯間 信, 「カルマン渦の位相縮約:技術的な問題と流体力学的な解釈」, 千葉大学理学部物理学科談話会, 千葉大学, 2021年2月17日
8. 飯間 信, 「大規模複雑系の位相縮約」, Nonlinear Seminar @Kashiwa, 東京大学, 2020年12月1日

一般講演

1. 藤田雄介, 飯間 信, 「ラムダ渦の崩壊によるコルゲート翼の揚力増大機構」, エアロ・アクアバイオメカニズム学会第43回定例講演会, 鳥取大学(Online), 2021年3月18日
2. 藤田雄介, 飯間 信, 「出発渦ダイナミクスによる高迎角トンボ翼の揚力増大機構」, 日本物理学会第76回年次大会, 名古屋大学(Online), 2021年3月14日
3. 飯間 信, 「一様流中の平板翼後流における位相応答」, 日本物理学会第76回年次大会, 名古屋大学(Online), 2021年3月14日
4. 藤田雄介, 飯間 信, 「トンボ翼のラムダ渦の崩壊と前縁剥離渦の形成」, 応用数学合同研究集会, 龍谷大学(Online), 2020年12月20日
5. 藤田雄介, 飯間 信, 「凹凸の深さに依存したコルゲート翼の動的特性」, 生物流体におけるモデリング, 京都, 2020年12月16日
6. 藤田雄介, 飯間 信, 「トンボ翼におけるラムダ渦の崩壊」, 第26回 日本流体力学会 中四国・九州支部講演会, 福岡(Online), 2020年11月21日
7. 藤田雄介, 西森 拓, 飯間 信, 「砂丘とトンボ翼の凹凸構造における死水の役割」, 異分野・異業種研究交流会2020, 東京(Online), 2020年10月31日
8. 藤田雄介, 飯間 信, 「低レイノルズ数領域におけるコルゲート翼の動的特性」, エアロ・アクアバイオメカニズム学会第42回定例講演会, (Online), 2020年10月30日
9. 飯間 信, 「非圧縮流れに対する部分領域の位相縮約」 日本流体力学会 年会2020, (Online), 2020年9月19日
10. 藤田雄介, 西森 拓, 飯間 信, 「砂丘模型周りの流れ構造の遷移と砂輸送ダイナミクス」, 日本流体力学会 年会2020, (Online), 2020年9月19日
11. 藤田雄介, 飯間 信, 「直接数値計算によるトンボ翼模型周りの流れ構造」, 日本物理学会2020年秋季大会, 熊本(Online), 2020年9月9日
12. 飯間 信, 「平板翼周りの流れに対する位相応答特性の空間分布」, 日本物理学会2020年秋季大会, 熊本(Online), 2020年9月11日
13. 藤田雄介, 西森 拓, 飯間 信, 「砂丘とトンボ翼を規範とした流れ構造に基づく凹凸形状の特徴づけに向けて」, 西日本非線形科学研究会2020, (Online), 2020年7月18日
14. 藤田雄介, 西森 拓, 飯間 信, 「2次元砂丘間周りの流れ解析と死水領域による砂丘間相互作用」, 第25回 日本流体力学会 中四国・九州支部講演会, 香川(Online), 2020年5月31日

生命理学講座

分子生物物理学研究グループ

構成員：楯 真一（教授），片柳克夫（准教授），大前英司（助教），安田恭大（助教），
Tiwari Sandhya Premnath（助教）

○研究活動の概要

天然変性タンパク質の構造機能研究を中心に研究を進めた。

タンパク質CPSF6が肝炎ウイルス複製過程に寄与することを見いだした。ウイルス複製過程における新たな天然変性タンパク質の役割を明らかにできる端緒を得た。

天然変性タンパク質の一つであるtauはアルツハイマー病の原因タンパク質としてよく知られ

ている。Tauタンパク質凝集過程にHisを含短鎖ペプチドが阻害的に関与する事を明らかにした。

細胞内で形成されるタンパク質-RNAからなるドロップレットのうち、ストレス環境下で形成されるストレス顆粒や、神経変性疾患組織にて形成されるFUS封入体を対象に、その構成因子変化を経時的に同定する新規技法の開発を進めた。実際にそこから得られたFUSとの相互作用候補因子、VCPタンパク質について解析し、FUS封入体の物性変化にVCPが寄与していることを見いだした。別の候補因子であるMAP7が、FUS顆粒形成を抑制することも見出し、そのメカニズム解明を進めている。また、同様の技術を用いてストレス顆粒のマーカータンパク質であるTIA-1との相互作用候補因子についても同定を進めた。その中でMatrin-3やSF3A1などのタンパク質発現がストレス顆粒形成に影響することを見出した。

ストレス顆粒の主要構成タンパク質であるTIA-1の凝集過程には、RNA結合ドメインと天然変性領域の分子間相互作用が関与することをNMRから明らかにした。RNA結合ドメイン上で、RNA結合領域と天然変性領域の結合領域を分けているという新たな知見を得た。

クロマチン動態数理研究拠点 (ReMcD) での研究としては、核内クロマチン構造解析にむけた電子顕微鏡観測技術の構築を進めた。CLEM法のための計測条件の最適化を進めた。同時に、核内の2つの領域にGFP標識を導入して、染色体間の動態データの取得も進め、核内クロマチン構造動態モデルの精密化のための基盤データを蓄積した。

○発表論文

・原著論文

1. Kawasaki,R. and Tate,S. “Impact of the Hereditary P301L Mutation on the Correlated Conformational Dynamics of Human Tau Protein Revealed by the Paramagnetic Relaxation Enhancement NMR Experiments”, *International Journal of Molecular Science*. 21, 3920 (2020).
- ◎2. Aoki, D., Awazu, A., Fujii, M., Uewaki, J., Hashimoto, M., Tochio, N., Umehara, T., and Tate, S. “Ultrasensitive Change in Nucleosome Binding by Multiple Phosphorylations to the Intrinsically Disordered Region of the Histone Chaperone FACT”, *J.Mol.Biol.* 432, 4637-4657 (2020).
3. Srivastava,A, Tiwari, SP, Miyashita,O., Tama, F. “Interactive/hybrid modeling approaches for studying biomolecules”, *J.Mol.Biol.* 17, 2846-2860 (2020).
4. Moritsugu,K., Yamamoto,N., Yonezawa,Y., Tate,S., and Fujisaki,H. “Path ensembles for Pin1-catalyzed cis/trans isomerization of a substrate calculated by weighted ensemble simulations”, *J. Chem. Theory Comput.*, 17, 2522-2529 (2021).
5. Tiwari,SP, Tama,F., and Miyashita,O. “Protocol for retrieving three-dimensional biological shapes for a few XFEL single-particle diffraction patterns”, *J. Chem. Inf. Model.* (2021) in press.
6. Kondo,K., Tanaka,Hikari, Fujita,Kyota, Takayama,Sumire, Yoshioka,Y., Tagawa,K., Homma,H., Liu,S., Kawasaki,R., Huang,T., Ito, N., Tate,S., and Okazawa,H. “Hepta-histidine inhibits Tau aggregation”, *ACS Chem. Neurosci.* (2021) in press.

・著書

1. 大前英司「タンパク質の揺らぎ・反応」高圧力の科学・技術事典（監修：日本高圧力学会，編集：入船徹男，加藤 稔，木村佳文，近藤 正，清水克哉，関根利守，長谷川正，舟越賢一，保科貴亮，松木 均）朝倉書店（in press）.

・総説・解説

1. 楯 真一，タンパク質天然変性領域が実現するヌクレオソーム結合能の「超高感度応答性」機構，生物物理，印刷中（2021）.
2. 大前英司，「タンパク質のアンフォールディング」熱測定 48 巻 2 号，72-77 (2021).
3. 大前英司，「高圧力が酵素に及ぼす影響—深海微生物由来酵素の高圧力適応機構」化学と生物 58 巻 11 号，635-639 (2020).

4. 片柳克夫, 「ユーザーとスタッフの広場 コロナ禍での測定感想: BL5A での測定」 PF NEWS Vol. 38 p 29 (2021)

○講演等

・国際会議

1. Tiwari, SP, “Retrieving potential three-dimensional biological shape matches from a small number of two-dimensional single particle XFEL diffraction patterns”, The 3rd R-CCS International Symposium (2021.02)

・国内学会

招待講演

1. 楯 真一, 「創薬標的としてのタンパク質構造研究の現状ー構造生物学から‘非’構造生物学への変遷」 第79回 日本癌学会学術総会2020
2. 楯 真一, 「天然変性領域を介した細胞内タンパク質顆粒形成と細胞機能制御」第4回 広島消化器・代謝内科セミナー

一般講演

1. Tiwari, SP, “Retrieving potential three-dimensional biological shape matches from a small number of two-dimensional single particle XFEL diffraction patterns”, 20th Annual Meeting of the Protein Society Meeting of Japan (2020.07, Japan)

自己組織化学研究グループ

構成員: 中田 聡 (教授), 藤原好恒 (准教授), 藤原昌夫 (助教), 松尾宗征 (助教)

○研究活動の概要

自己組織化学研究グループでは、「非線形・非平衡における動的な界面現象」と「強磁場下での物理化学生物現象」について研究を行ってきた。

(中田 聡)

自己駆動に基づくパターン形成として、膜・界面における自律運動系のモードスイッチング、光応答を示す化学振動反応の様相変化、非線形性を指標とした化学応答等の研究を行った。これらは、システムに内在する非線形・非平衡を、再現性よく抽出し、物理化学的に評価・活用する研究であり、国内外にない独創的な研究である。これらの研究成果に関して、Royal Society of Chemistryのe-bookの編集や招待講演・招待論文など、研究成果が国際的に評価されている。

(藤原好恒)

近未来の宇宙環境利用を想定するとき、惑星や衛星によって異なる磁場 (~15テスラ)、電磁波 (紫外光, 可視光), 重力場 (微小重力 (≒無重力), 過重力) の環境因子が、単独で或いは複数が協同して生体反応や挙動に及ぼす影響や効果を解明することは最重要課題である。最近、日本人に身近な麹菌の生長と代謝産物への影響や効果が明らかになってきており、産業利用への展開を図っている。

(藤原昌夫)

常磁性、反磁性などの磁氣的性質（磁性）は、万物の有する普遍的な性質である。したがって、物質固有の磁性を利用すると、物理過程、化学過程の制御が可能なが期待される。このような磁性による分子集団制御の重要性にいち早く着目し、世界に先駆けて10–20T級の強磁場を用いて、磁気科学の新領域を開拓すべく、磁場が物理変化、化学反応に与える影響について、基礎的な研究を行ってきている。

(松尾宗征)

超分子化学の視座から自律性が高い生物様システムの創製研究を行った。外環境に応じて表現型可塑性を示すベシクル型人工細胞を見いだし、国際誌に掲載された。次に生命起源100年にわたる謎であった原始的な分子集合体の増殖能の獲得プロセスを実験的に再現し、*Nature Commun.*誌に受理された。この成果により、日本化学会第101回年会の若い世代の特別講演に招待された。さらに、環境に応じて符号が異なるフィードバックループのスイッチングが可能なが自己駆動体を創出した。

○発表論文

・原著論文

1. Y. Xu, N. Takayama, H. Er, S. Nakata, “Oscillatory motion of a camphor object on a surfactant solution”, *The Journal of Physical Chemistry B*, 125, 1674–1679, DOI: 10.1021/acs.jpcc.0c09314.
- 2. S. Tanaka, S. Nakata, M. Nagayama, “A surfactant reaction model for the reciprocating motion of a self-propelled droplet”, *Soft Matter*, 17, 388–396, DOI: 10.1039/d0sm01500h.
3. S. Nakata, R. Fujita, “Self-propelled motion of camphor disk on nervonic acid molecular layer and its dependence on phase transition”, *The Journal of Physical Chemistry B*, 124, 5524–5529, DOI: 10.1021/acs.jpcc.0c03044.
- 4. S. Nakata, Y. Yamaguchi, K. Fukuhara, M. Hishida, H. Kitahata, Y. Katsumoto, Y. Umino, M. Denda, N. Kumazawa, “Characteristic responses of a 1,2-dioleoyl-*sn*-glycero-3-phosphocholine molecular layer to monovalent and divalent metal cations”, *Colloids and Surfaces A*, 602, 125115-1-5, DOI: 10.1016/j.colsurfa.2020.125115.
5. S. Nakata, T. Matsufuji, J. Gorecki, H. Kitahata, H. Nishimori, “Inversion probability of three-bladed self-propelled rotors after forced stops of different durations”, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 22, 13123–13128, DOI: 10.1039/d0cp00746c.
6. M. Matsuo, Y. Hirata, K. Kurihara, T. Toyota, T. Miura, K. Suzuki, T. Sugawara, “Environment-Sensitive Intelligent Self-Reproducing Artificial Cell with a Modification-Active Lipo-Deoxyribozyme”, *Micromachines*, 11, 1-18, DOI: 10.3390/mi11060606.

・著書

1. T. Amemiya, K. Shibata, M. Watanabe, S. Nakata, K. Nakamura, T. Yamaguchi, “Glycolytic Oscillations in Cancer Cells, Chapter 15, *Physics of Biological Oscillators*”, A. Stefanovska, P. V. E. McClintock (Eds.), Springer, 2021, Doi: 10.1007/978-3-030-59805-1.
2. 松尾宗征, 栗原顕輔, “第12章 生命起源と人工細胞, 第I部 刷新される既存の見方, 相分離生物学の全貌”, 白木賢太郎(編), 東京化学同人, 2020, ISBN: 9784807913466.

・総説・解説

該当無し

○講演等

・国際会議

招待講演

1. S. Nakata, “Self-propelled motion based on nonlinearity”, Workshop on self-organization and active motion, Online, 2020.9.29.
2. M. Matsuo, “A proliferating coacervate droplet as a prebiotic pattern in the origin of life”, Workshop on self-organization and active motion, Online, 2020.9.29.

一般講演

1. Y. Xu, S. Nakata, “Oscillatory motion of a camphor object on a surfactant solution”, Workshop on self-organization and active motion, Online, 2020.9.29.
2. M. Kuze, S. Nakata, “Chemical oscillations and waves on microbead in Belousov-Zhabotinsky reaction”, Online, 2021.3.9.

・国内学会

招待講演

1. 松尾宗征, “若い世代の特別講演 超分子化学で迫る生命起源”, 日本化学会第101回春季年会, オンライン, 2021年3月21日

一般講演

1. 久世雅和, 堀坂麻里, 末松信彦, 雨宮 隆, Oliver Steinbock, 中田 聡, “化学振動反応が創り出す時空間パターンの電気化学的な制御”, 日本化学会第101回春季年会, A05-1pm-04, オンライン, 2021年3月19日.
- 2. 藤田理沙, 四元まい, 中田 聡, 高橋 修, 福原幸一, “中鎖アルデヒドに対するリン脂質膜の化学応答”, 日本化学会第101回春季年会, A05-3am-03, オンライン, 2021年3月21日.
3. 巽 優希, 中田 聡, 西森 拓, 山中 治, 長山雅晴, 安ヶ平裕介, “2個の6-メチルクマリン円盤による可逆的走化性”, 日本化学会第101回春季年会, A05-3am-11, オンライン, 2021年3月21日.
- ◎4. 松藤丈郎, 中田 聡, 松尾宗征, “Y字水路上で樟脳船の選択的移動”, 第71回コロイドおよび界面化学討論会, SY1-14, オンライン, 2020年9月14日～16日.
- 5. 山口祐汰, 中田 聡, 福原幸一, 菱田真史, 北畑裕之, 勝本之晶, “疎水部の異なるリン脂質膜の金属イオンに対する特異的応答”, C11, オンライン, 2020年9月14日～16日.
6. 巽 優希, 中田 聡, 山中 治, “塩基性濃度勾配に対する6-メチルクマリン円盤の可逆的走化性”, 第71回コロイドおよび界面化学討論会, SY1-15, オンライン, 2020年9月14日～16日.
7. 堀坂麻里, 久世雅和, 雨宮 隆, 中田 聡, “電極反応で生成する抑制因子とカップリングした化学振動反応の応答”, 2020日本化学会中国四国支部大会, PH07, オンライン, 2020年11月28日～29日.
8. 高原奈穂, 中田 聡, “半導体ガスセンサの周期的パルス刺激に対する非線形応答”, 2020日本化学会中国四国支部大会, AN06, オンライン, 2020年11月28日～29日.
9. 松尾宗征, “増殖するコアセルベート液滴: 生命起源における液滴ワールド仮説の可能性”, 日

生物化学研究グループ

構成員：泉 俊輔（教授），芦田嘉之（助教）

○研究活動の概要

「生体機能の化学的・生化学的解明と開発」を主題とする生命科学分野の基礎研究を行っている。特に，細胞外から加えられた化学的ストレスがどのようなメカニズムで細胞内に伝達されるのか（情報伝達機能），その情報をもとに細胞はどのように生合成・代謝システムを構築・発現するのか（生合成・代謝機能），またその生理活性情報が細胞の代謝制御や生体防御にどのようにかわるのか（生体防御機能）についての化学的・生化学的な基礎研究とそれらの生体機能を有用物質の合成・生産に活用する（生体触媒機能）ための開発研究を主に以下のテーマのもとに進めている。

- (A) 生体機能物質の構造・機能解析——微生物や植物が生産する『生理活性天然物』の探索，構造解明，構造－活性相関，生合成機構の解明
 - 1. 蜜蜂が生産するプロポリスや花粉荷からの生理活性物質の解明
 - 2. 柑橘類からの香料物質，抗肥満活性物質および抗癌活性物質の探索・解明
- (B) 生体の物質合成・代謝機能の解明——細胞に外部から化学物質を加えた場合にその細胞が示す外来基質認識能と物質変換能の解明，およびその機能（酵素反応）を『生体触媒』（Biocatalyst）として活用する方法の開発
 - 1. 植物細胞およびその酵素系を生体触媒とする不斉誘起反応の解明と開発
 - 2. 生体触媒を活用する環境浄化（Bioremediation）法の開拓
- (C) 生体の情報伝達機能と防御機能の解明——植物細胞が外部からの攻撃や環境ストレス（化学物質，温度，光など）を細胞内にどのようにして『情報伝達』し，『防御応答』して身を守るかの機構解明
 - 1. 植物細胞の情報伝達，生体防御やアポトーシスに関与している生体物質（遺伝子，蛋白質）の構造・機能およびその制御機構の解明
 - 2. 細胞のストレス応答における動的プロテオミクスの解明
- (D) 生体高分子の構造解析法の開発——質量分析法と化学的手法を組み合わせる『質量情報を構造情報に変換』することによる生体高分子の新しい解析法の開発
 - 1. MALDI法の新規マトリックスの合成及び測定法の開発
 - 2. 膜蛋白質のクロスリンカーを用いた膜トポロジーの解析
- (E) イオンモビリティ質量分析を用いた構造生物学
 - 1. 天然変性蛋白質の気相中の構造解析
 - 2. 蛋白質複合体の構造解析

○発表論文

・原著論文

- 1. Saikusa Kazumi, Hidaka Haruna, Izumi Shunsuke, Akashi Satoko, Mass spectrometric characterization of histone H3 Isolated from in-Vitro reconstituted and acetylated nucleosome core particle ; Mass Spectrometry (2020), 9(1), 189-196.

2. Kawaguchi Masahiko, Hayashi Hironobu, Iida Hiroki, Tanaka Satoshi, Fukuoka Naokazu, Izumi Shunsuke, Kakinohana Manabu, Yoshitani Kenji, A practical guide for anesthetic management during intraoperative motor evoked potential monitoring, Journal of anesthesia (2020), 34(1), 5-28.

・著書

該当無し

・総説・解説

該当無し

○講演等

・国際会議

招待講演

該当無し

一般講演

該当無し

・国内学会

招待講演

該当無し

一般講演

1. 稲葉昂紀, 泉 俊輔, 小谷政弘, 大村孝幸. 「モンシロチョウ (*Pieris rapae*) の紋は何のためにあるのか。」第69回質量分析総合討論会 2020年5月21日, オンライン
2. 山口愛歩, 田中耕一, 山本卓志, 泉 俊輔. 「大気圧MALDI-MSを利用したペプチドの構造解析方法」第69回質量分析総合討論会 2020年5月21日, オンライン

分子遺伝学研究グループ

構成員：山本 卓（教授），坂本尚昭（准教授），佐久間哲史（准教授），落合 博（講師），中坪（光永）敬子（助教），細羽康介（助教），坊農秀雄（特任教授），杉 拓磨（特任准教授），鈴木賢一（特任准教授），栗田朋和（特任助教）

○研究活動の概要

本研究グループでは、棘皮動物のウニをモデル動物として、動物の形態形成に関わる遺伝子の機能と作用機構について研究を展開している。初期胚での遺伝子発現ダイナミクスを解析するために、分子イメージングの技術を取り入れた定量的解析法を確立し、生命科学の新しい研究分野の開拓に努めている。さらに、人工DNA切断酵素のジンクフィンガーヌクレアーゼ（ZFN）、transcription activator-like effector（TALE）ヌクレアーゼ（TALEN）、CRISPR-Cas9の作製方法を確立し、様々な細胞（哺乳類細胞およびiPS細胞）や生物（微細藻類、ウニ、ゼブラフィッシュ、カエル、イモリ、マウス、ラット、マーモセット）での遺伝子改変技術（ゲノム編集技術）の開発を、国内外の共同研究として行っている。人工DNA切断酵素を用いたゲノム編集に関するコミュ

ニティ（日本ゲノム編集学会，ゲノム編集産学共創コンソーシアム）を形成し，この技術の情報発信と国内の共同研究体制の構築を目指している。本研究グループの研究テーマを以下に示す。

1. 人工DNA切断酵素（ZFN, TALENとCRISPR-Cas9）を用いたゲノム編集技術の開発
2. ゲノム編集による疾患モデルの細胞や動物の作製
3. ゲノム編集による有用微生物の作出
4. 転写調節の分子機構・核構造と遺伝子発現調節に関する研究
5. 両生類の発生および変態メカニズムの解明
6. 棘皮動物の成体原基細胞の形成と再生に関する研究
7. 形態形成における細胞外基質の機能に関する研究

キーワード：遺伝子発現，発現調節，ゆらぎ，形態形成，生殖細胞，発生，進化，棘皮動物，両生類，iPS細胞，疾患モデル，ZFN, TALEN, CRISPR-Cas9, ゲノム編集技術，バイオ燃料，細胞外基質

○発表論文

・原著論文

- ◎ 1. Li J, Hsu A, Hua Y, Wang G, Cheng L, Ochiai H, Yamamoto T, Pertsinidis A. Single-gene imaging links genome topology, promoter-enhancer communication and transcription control. *Nature Structural & Molecular Biology*, 27, 1032-1040, 2020
- ◎ 2. Ochiai H, Hayashi T, Umeda M, Yoshimura M, Harada A, Shimizu Y, Nakano K, Saitoh N, Liu Z, Yamamoto T, Okamura T, Ohkawa Y, Kimura H, Nikaido I. Genome-wide kinetic properties of transcriptional bursting in mouse embryonic stem cells. *Science Advances*, 6, eaaz6699, 2020
- ◎ 3. Miyamoto T, Hosoba K, Itabashi T, Iwane AH, Akutsu SN, Ochiai H, Saito Y, Yamamoto T, Matsuura S. Insufficiency of ciliary cholesterol in hereditary Zellweger syndrome. *The EMBO Journal*, 39, e103499, 2020
- ◎ 4. Kurita, T., Moroi, K., Iwai, M., Okazaki, K., Shimizu, S., Nomura, S., Saito, F., Maeda, S., Takami, A., Sakamoto, A., Ohta, H., Sakuma, T. and Yamamoto, T. Efficient and multiplexable genome editing using Platinum TALENs in oleaginous microalga, *Nannochloropsis oceanica* NIES-2145. *Genes to Cells*, 25, 695-702, 2020
- ◎ 5. Hozumi, A., Matsunobu, S., Mita, K., Treen, N., Sugihara, T., Horie, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Shiraishi, A., Hamada, M., Satoh, N., Sakurai, K., Satake, H. and Sasakura, Y. GABA-Induced GnRH Release Triggers Chordate Metamorphosis. *Current Biology*, 30, 1555-1561.e4, 2020
- ◎ 6. Takahashi, M., Ikeda, K., Ohmuraya, M., Nakagawa, Y., Sakuma, T., Yamamoto, T. and Kawakami, K. Six1 is required for signaling center formation and labial-lingual asymmetry in developing lower incisors. *Developmental Dynamics*, 249, 1098-1116, 2020
- ◎ 7. Sekiguchi, M., Sobue, A., Kushima, I., Wang, C., Arioka, Y., Kato, H., Kodama, A., Kubo, H., Ito, N., Sawahata, M., Hada, K., Ikeda, R., Shinno, M., Mizukoshi, C., Tsujimura, K., Yoshimi, A., Ishizuka, K., Takasaki, Y., Kimura, H., Xing, J., Yu, Y., Yamamoto, M., Okada, T., Shishido, E., Inada, T., Nakatochi, M., Takano, T., Kuroda, K., Amano, M., Aleksic, B., Yamamoto, T., Sakuma, T., Aida, T., Tanaka, K., Hashimoto, R., Arai, M., Ikeda, M., Iwata, N., Shimamura, T., Nagai, T., Nabeshima, T., Kaibuchi, K., Yamada, K., Mori, D. and Ozaki, N. ARHGAP10, which encodes Rho GTPase-activating protein 10, is a novel gene for schizophrenia risk. *Translational Psychiatry*, 10, 247, 2020
- 8. Yaguchi S, Yaguchi J, Suzuki H, Kinjo S, Kiyomoto M, Ikeo K, Yamamoto T. Establishment of homozygous knock-out sea urchins. *Curr Biol*, 30(10):R427-R429, 2020
- ◎ 9. Sanoh S, Hanada H, Kashiwagi K, Mori T, Goto-Inoue N, Suzuki KT, Mori J, Nakamura N, Yamamoto T, Kitamura S, Kotake Y, Sugihara K, Ohta S, Kashiwagi A. Amiodarone bioconcentration and suppression of metamorphosis in *Xenopus*. *Aquat Toxicol*, 228:105623, 2020

- ◎10. Iida M, Suzuki M, Sakane Y, Nishide H, Uchiyama I, Yamamoto T, Suzuki KT, Fujii S. A simple and practical workflow for genotyping of CRISPR-Cas9-based knockout phenotypes using multiplexed amplicon sequencing. *Genes Cells*, 25(7):498-509, 2020
- ◎11. Fujii, S., Tago, T., Sakamoto, N., Yamamoto, T., Satoh, T., Satoh, A.K. Recycling endosomes associate with Golgi stacks in sea urchin embryos. *Communicative & Integrative Biology*, 13(1), 59-62, 2020
- ◎12. Pieplow, A., Dastaw, M., Sakuma, T., Sakamoto, N., Yamamoto, T., Yajima, M., Oulhen, N., Wessel, G.M. CRISPR-Cas9 editing of non-coding genomic loci as a means of controlling gene expression in the sea urchin. *Developmental Biology*, 472, 85-97, 2021
- 13. Numakura Y, Uemura R, Tanaka M, Izawa T, Yamate J, Kuramoto T, Kaneko T, Mashimo T, Yamamoto T, Serikawa T, Kuwamura M. PHF24 is expressed in the inhibitory interneurons in rats. *Exp Anim*, 70(1):137-143, 2021
- ◎14. Nishinaka-Arai, Y., Niwa, A., Matsuo, S., Kazuki, Y., Yakura, Y., Hiroma, T., Toki, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Ito, E., Oshimura, M., Nakahata, T. and Saito, M.K. Down syndrome-related transient abnormal myelopoiesis is attributed to a specific erythro-megakaryocytic subpopulation with GATA1 mutation. *Haematologica*, 106, 635-640, 2021
- ◎15. Lee, J.M., Kim, U., Yang, H., Ryu, B., Kim, J., Sakuma, T., Yamamoto, T. and Park, J.H. TALEN-mediated generation of Nkx3.1 knockout rat model. *The Prostate*, 81, 182-193, 2021
- ◎16. Arima, Y., Nakagawa, Y., Takeo, T., Ishida, T., Yamada, T., Hino, S., Nakao, M., Hanada, S., Umemoto, T., Suda, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Watanabe, T., Nagaoka, K., Tanaka, Y., Kawamura, Y.K., Tonami, K., Kurihara, H., Sato, Y., Yamagata, K., Nakamura, T., Araki, S., Yamamoto, E., Izumiya, Y., Sakamoto, K., Kaikita, K., Matsushita, K., Nishiyama, K., Nakagata, N. and Tsujita, K. Murine neonatal ketogenesis preserves mitochondrial energetics by preventing protein hyperacetylation. *Nature Metabolism*, 3, 196-210, 2021→
- ◎17. Ezawa, M., Kouno, F., Kubo, H., Sakuma, T., Yamamoto, T. and Kinoshita, T. Pou5f3.3 is involved in establishment and maintenance of hematopoietic cells during Xenopus development. *Tissue & Cell*, 72, 101531, 2021

・著書

- 1. 山本 卓, ゲノム編集とはなにか, 講談社ブルーバックス (2020)
- ◎ 2. 栗田朋和, 佐久間哲史, 山本 卓, 第13章 TALENを用いた微細藻類ナンノクロロプシスでのゲノム編集.*最新ゲノム編集技術と用途展開*, CMC出版, pp105-113, (2021)
- 3. 佐久間哲史, 第2章 ゲノム編集の実践的方法論.*最新ゲノム編集技術と用途展開*, CMC出版, pp10-20, (2021)
- ◎ 4. 根岸洋一, 葦沢 慧, 佐久間哲史, 山本 卓, 高橋葉子, 第25章 超音波応答性ナノバブルのゲノム編集治療への応用の可能性.*最新ゲノム編集技術と用途展開*, CMC出版, pp227-232, (2021)
- ◎ 5. 佐久間哲史, 中村志穂, 山本 卓, 多様化するゲノム編集. *医学のあゆみ別冊「ゲノム編集の未来」*, 医歯薬出版株式会社, 273(9), pp700-707, (2020)
- 6. 落合 博, 1細胞内のRNA分子の局在可視化と絶対定量—smFISHとsmiFISH [プロトコール]. *実験医学別冊 最強のステップUPシリーズ エピゲノムをもっと見るためのクロマチン解析実践プロトコール (大川恭行, 宮成悠介/編)*, 羊土社, pp195-204 (2020)
- 7. 落合 博, 特定遺伝子の核内局在および転写活性の動態を同時に見る. *実験医学別冊 最強のステップUPシリーズ エピゲノムをもっと見るためのクロマチン解析実践プロトコール (大川恭行, 宮成悠介/編)*, 羊土社, pp229-232 (2020)
- 8. 大石裕晃, 落合 博, ライブイメージングによる1細胞動態解析. *医学のあゆみ別冊「ゲノム編集の未来」*, 医歯薬出版株式会社, 276:10, 933-939 (2021)

・総説・解説

- ◎ 1. Kunii, A., Yamamoto, T. and Sakuma, T. Various strategies of effector accumulation to improve the efficiency of genome editing and derivative methodologies. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Animal*, 56, 359-366, 2020
- ◎ 2. 山本 卓, 佐久間哲史, ゲノム編集がすべての研究者に開かれた. *実験医学*, 羊土社, 38(19), 3244-3245 (2020)
- ◎ 3. 佐久間哲史, 中村志穂, 山本 卓, ゲノム編集の“ゴールドスタンダード”CRISPR-Cas9が拓く未来. *化学*, 化学同人, 75(12), 12-16 (2020)
- ◎ 4. 根岸洋一, 佐久間哲史, 山本 卓, 高橋葉子, 超音波応答性ナノバブルを用いた核酸・遺伝子デリバリーシステムとゲノム編集への応用の可能性. *プレジジョンメディシン*, 北隆館, 3(6), 576-580, (2020)
- 5. 宮本達雄, 細羽康介, コレステロール欠乏による繊毛病の発症機構. *生化学*, 93:2, 1-5 (2021)
- 6. Miyamoto T, Hosoba K, Akutsu SN, Matsuura S. Imaging of the ciliary cholesterol underlying the hedgehog signal transduction. *Methods in Molecular Biology*, 2021 in press

○講演等

・国際会議

招待講演

該当無し

一般講演

- ◎ 1. Saido TC, Sato K, Sasaguri H, Kumita W, Nagata K, Sakuma T, Yamamoto T, Sasaki E. Genesis: Marmoset model of familial Alzheimer's disease. AAT-AD/PD™ 2020 Conference: Advances in Alzheimer's and Parkinson's Therapies, 2020.4.2-5, Online
- ◎ 2. Sasaguri H, Sato K, Sasaguri H, Kumita W, Nagata K, Sakuma T, Yamamoto T, Saido TC, Sasaki E. Generation of non-human primate models of Alzheimer's disease. Alzheimer's Association International Conference (AAIC) 2020, 2020.7.27-31, Online
- ◎ 3. Kunii A, Nakamura S, Yoshimi K, Mashimo T, Yamamoto T, Sakuma T. Highly organized, variously patterned accumulation platforms of transcription activators using Class 1 and Class 2 CRISPR systems. Cold Spring Harbor Laboratory Meeting – Genome Engineering: CRISPR Frontiers, 2020.8.19-21, Online
- ◎ 4. Nakamae K, Takenaga M, Nakade S, Nazuka I, Awazu A, Sakamoto N, Sakuma T, Yamamoto T. Extended analysis of amplicon sequencing data with MaChIAto for prime editing. Cold Spring Harbor Laboratory Meeting – Genome Engineering: CRISPR Frontiers, 2020.8.19-21, Online
- ◎ 5. Nakamura S, Kunii A, Yoshimi K, Mashimo T, Yamamoto T, Sakuma T. Comprehensive analysis of highly variable transcriptional activation platforms based on Class 1 and Class 2 CRISPR systems. The International CRISPR and Gene Editing Symposium, 2020.9.23, Online
- ◎ 6. Sakuma T, Nakamae K, Takenaga M, Nakade S, Mitsuhashi T, Nazuka I, Awazu A, Sakamoto N, Yamamoto T. MaChIAto: detailed profiling tool for various genomic features affecting the efficacy of gene knockout, homology-based knock-in, and Prime Editing. CRISPR and Beyond: Perturbations at Scale to Understand Genomes, 2020.9.22-25, Online
- ◎ 7. Kunii A, Nakamura S, Yamamoto T, Sakuma T. Optimization of dCas9-based transcription activator systems using a collection of variously patterned RNA aptamers and protein tags. Keystone Symposia – Precision Engineering of the Genome, Epigenome and Transcriptome, 2021.3.8-10, Online

・国内学会

招待講演

- 1. Takashi Yamamoto. Basic Principles and Applications of Genome Editing Technology. Novozymes Japan Biotechnology Forum, 2020年11月6日, オンライン
- 2. 山本 卓. ゲノム編集の基本原則と医学生物学分野での可能性. 第1回REproduction

- International new WAve Forum (REIWA Forum), 2020年11月8日, オンライン
3. 山本 卓. ゲノム編集の基本原則と基盤技術開発, 千里ライフサイエンスセミナー「ゲノム編集がもたらす革新と更なる展望」, 2020年11月10日, オンライン
 4. 山本 卓. ゲノム編集医療の可能性. 第65回日本生殖医学会学術講演会・総会, 2020年12月4日, オンライン
 5. 山本 卓. ゲノム編集の基本原則と可能性, 東京大学, OPERA第10回「機能性バイオ」ミニシンポ, 2020年12月23日, オンライン
 6. 山本 卓. ゲノム編集技術の最前線第7回京都大学-稲盛財団合同「京都賞シンポジウム」, 2020年2月12日, オンライン
 7. 山本 卓. ゲノム編集に関する最近の研究動向 141年会日本薬学会, 2021年3月27日, オンライン
 8. 佐久間哲史. ゲノム編集技術の現状と将来. 第79回日本癌学会学術総会 教育セッション・がん研究入門コース12, 2020年10月1日-3日, オンライン
 9. Tetsushi Sakuma. Development of transcriptional activation platforms of cancer-related genes using Class 1 and Class 2 CRISPR systems. 第79回日本癌学会学術総会 Symposia S2, 2020年10月1日, 広島
 10. 落合 博. クロマチン潜在能による転写バースト制御. 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月2日, オンライン

依頼講演

1. 山本 卓. ゲノム編集の原理と研究の現状, 国会図書館勉強会, 2020年7月2日, オンライン
- ◎ 2. 山本 卓, 佐久間哲史. 今さら聞けないゲノム編集の常識・非常識. ライフサイエンス“web”研究塾, 2020年8月27日, オンライン
3. 山本 卓. ゲノム編集技術の基本原則と最近の応用・トピックス, 情報機構セミナー, 2021.1.27, オンライン
4. 山本 卓. ノーベル賞解説セミナー, 広島大学理学融合教育研究センター, 2020年12月12日, オンライン
5. 山本 卓. Platinum TALENを用いたゲノム編集の産業利用, 富士フィルム和光純薬セミナー 2021年3月24日, オンライン
6. 山本 卓. ゲノム編集の今, 第8回コオロギ研究会, 2021年3月26日, オンライン
7. 佐久間哲史. ゲノム編集技術update -2021-. 日本ゲノム編集学会会員特別セミナー「ゲノム編集の研究動向」, 2021年3月16日, オンライン
8. 落合 博. 哺乳類細胞における転写バースト制御機構の解明. 新規モデル生物開発センター公開セミナー: ゲノム編集テクニカルセミナーIII, 2021年2月3日, オンライン
9. 落合 博. 分子の動きを「見る」ためのゲノム編集技術. 第4回 広島大学先端科学セミナー「“ゲノム編集”で未来社会を拓く」, 2020年12月10日, オンライン

一般講演

- ◎ 1. 川口達也, 中山 航, 中村美奈子, Songping Zhan, 佐久間哲史, 山本 卓, Thanutchaporn Kumrungsee, 大嶋紀安, 矢中規之. choline供給酵素GDE5の肝臓特異的欠損マウスの作製, および形質の解析. 日本ビタミン学会第72回大会, オンライン, 2020年9月4日~13日
- ◎ 2. Nanaho Hasegawa, Takakazu Kawase, Nao Yoshida, Misaki Kobayashi, Kisa Tanabe, Yasuko Honjo, Kayo Toishigawa, Taro Edahiro, Hiroyuki Sato, Kenta Magoori, Ryuji Suzuki, Tetsushi Sakuma, Takashi Yamamoto, Masatoshi Nishizawa, Tatsuo Ichinohe. Targeted knock-in of desired genes by use of Platinum TALEN for safer genome-edited T cell therapy. 第82回日本血液学会学術集会, オンライン, 2020年10月10日~11月8日
- ◎ 3. Sasaguri H, Sato K, Sasaguri H, Kumita W, Nagata K, Sakuma T, Yamamoto T, Saido TC, Sasaki E. Generation of non-human primate models of Alzheimer's disease. 第39回日本認知症学会 学術集

会, 名古屋+オンライン, 2020年11月26日~28日

- ◎ 4. 栗田朋和, 諸井桂之, 岩井雅子, 岡崎久美子, 野村誠治, 斎藤史彦, 高見明秀, 坂本 敦, 太田啓之, 佐久間哲史, 山本 卓. 油糧微細藻類*Nannochloropsis*における酵母複製起点・セントロメア配列(ARS)を利用した脱落可能プラチナTALENプラスミドを用いた外来遺伝子フリーゲノム編集. 第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月3日
- ◎ 5. 中前和恭, 武永充正, 中出翔太, 名塚一郎, 栗津暁紀, 坂本尚昭, 佐久間哲史, 山本 卓. MaChIAto: CRISPRによるゲノム編集結果と標的のゲノム特性との関連性プロファイリングツール. 第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月2日~4日
- ◎ 6. 中村志穂, 國井厚志, 吉見一人, 真下知士, 山本 卓, 佐久間哲史. Class 1 type I-E CRISPR-Casシステムに基づく転写活性化プラットフォームの最適化. 第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月2日~4日
- ◎ 7. 土石川佳世, 川瀬孝和, 美山貴彦, 西澤正俊, 枝廣太郎, 本庶仁子, 馬郡健太, 佐藤寛之, 鈴木隆二, 佐久間哲史, 山本 卓, 一戸辰夫. より安全で効果的な制御性T細胞(Treg)療法を見据えたゲノム編集抗原特異性Treg作出の試み. 第43回日本造血細胞移植学会総会, 東京+オンライン, 2021年3月5日~7日
- ◎ 8. 安井優平, 杉山文香, 坂本尚昭, 栗津暁紀. ウニの発生初期における核内染色体構造の動的および細胞特異的变化. 第58回日本生物物理学会年会, オンライン, 2020年9月16日~18日
- ◎ 9. 今田実子, 杉山文香, 林紗弥香, 渡邊開智, 安井優平, 坂本尚昭, 栗津暁紀. ウニ初期胚の核及び核内動態の蛍光イメージング観察・解析. 第58回日本生物物理学会年会, オンライン, 2020年9月16日~18日
- ◎ 10. 小田竜平, 藤井雅史, 坂本尚昭, 栗津暁紀. ArsInsC配列及びDNA反復配列の物理的特性・機能性解析. 第58回日本生物物理学会年会, オンライン, 2020年9月16日~18日
- ◎ 11. 渡邊開智, 黒瀬友太, 安井優平, 坂本尚昭, 栗津暁紀. ウニ胚形態形成の細胞骨格観察に基づくモデル化. 日本動物学会 第91回大会, オンライン, 2020年9月4日~5日
- ◎ 12. 安井優平, 杉山文香, 坂本尚昭, 栗津暁紀. ウニの発生初期における核内染色体構造の動的および細胞特異的变化. 日本動物学会 第91回大会, オンライン, 2020年9月4日~5日

分子形質発現学研究グループ

構成員: 坂本 敦 (教授), 島田裕士 (准教授), 高橋美佐 (助教),
岡崎久美子 (共同研究講座助教)

○研究活動の概要

本研究室では, 植物に特徴的な高次生命現象を司る分子基盤とその制御機構について, 遺伝子, 代謝, 分化・形態などの幅広い視点から研究している。とりわけ, 不断に変化する生育環境への適応・生存を可能にする代謝調節機能や, 植物の主要機能を担う葉緑体のバイオジェネシスに注目している。また, これらの植物機能の解明研究を通じて, 過酷環境でも生存可能で高い生産ポテンシャルを有する植物の創出研究も行っている。さらに, 昨年度より分子遺伝学研究グループと協力し, 微細藻類を対象にバイオ燃料の開発に取り組む共同研究講座(次世代自動車エネルギー共同研究講座・藻類エネルギー創成研究室)を開設し, 産学共創研究も推進している。

(1) 植物の成長生存戦略と代謝機能制御

独立栄養を営む植物は, 動物と比較して遙かに多様で複雑な物質代謝系を有するが, その固着性が故に厳しい環境変動を生き抜くために代謝が担う役割も極めて大きい。即ち, 過酷環境

下の適応応答や恒常性の維持などの生命現象においては様々な物質代謝が関与しているが、植物代謝系は単に多彩なだけでなく、生育環境の変動に応じて代謝の生理的役割を合目的に変換する柔軟性をも兼ね備えている。このような多機能性を有した植物代謝のダイナミズムを、運動能力の欠如を補う植物の“したたか”な成長生存戦略の一環と捉え、その制御に関わる分子機構や遺伝子ネットワークの解明研究を進めている。また、シグナル伝達やストレス傷害といった正負両面の生理作用を持つ活性酸素や活性窒素の植物代謝機能に焦点を絞った研究も展開している。亜硝酸毒性や硝酸過剰障害、大気汚染など、活性窒素の関わりが示唆されている農業・環境問題にも関心があり、大気中の活性窒素酸化物の植物生理作用なども解析している。

(2) 葉緑体の発達機構

植物細胞において葉緑体は光合成を行うだけでなく、窒素・硫黄代謝、アミノ酸合成、植物ホルモン合成等を行う重要な細胞小器官である。また、緑色組織以外において葉緑体はカロテノイドやデンプンを貯蔵する赤色・黄色・白色の色素体へと形質転換する。植物の主要機能を担う葉緑体や色素体が形成されるメカニズム解明を目的として、遺伝学・分子細胞生物学・生理学的手法等を用いて研究を行っている。また、葉緑体の重要な機能の一つである光合成に関して、発生した酸素分子による光合成タンパク質の酸化と光合成機能低下に注目して解析を行っており、これらの研究を通して光合成活性上昇植物の育種を目指している。

(3) 植物や光合成藻類の機能開発と応用研究

上記の研究から得られた成果をもとに、過酷環境でも生育する作物や、生産能力が増大した作物、環境汚染の改善に役立つ植物などを創出する研究も行っている。また、高度に脂質を蓄積する能力に優れた光合成微細藻類をプラットフォームとして、第三世代のバイオエネルギー生産にも取り組んでいる。

○発表論文

・原著論文

- ◎ 1. Busch FA, Tominaga J, Muroya M, Shirakami N, Takahashi S, Yamori W, Kitaoka T, Milward SE, Nishimura K, Matsunami E, Toda Y, Higuchi C, Muranaka A, Takami T, Watanabe S, Kinoshita T, Sakamoto W, Sakamoto A, Shimada H (2020) Overexpression of BUNDLE SHEATH DEFECTIVE 2 improves the efficiency of photosynthesis and growth in Arabidopsis. *The Plant Journal* **102(1)**: 129–137.
- ◎ 2. Tominaga J, Takahashi S, Sakamoto A, Shimada H (2020) Arabidopsis BSD2 reveals a novel redox regulation of Rubisco physiology *in vivo*. *Plant Signaling & Behavior* **15(4)**: e1740873.
- ◎ 3. Kurita T, Moroi K, Iwai M, Okazaki K, Shimizu S, Nomura S, Saito F, Maeda S, Takami A, Sakamoto A, Ohta H, Sakuma T, Yamamoto T (2020) Efficient and multiplexable genome editing using Platinum TALENs in oleaginous microalga, *Nannochloropsis oceanica* NIES-2145. *Genes to Cells* **25(10)**: 695–702.

・著書

該当無し

・総説・解説

- 1. 岡崎久美子 (2020) オーダーメイドでヘルシーオイルを作るには. 生物工学会誌 - 『バイオメディア』 第98巻 第9号 499頁.

○講演等

・国際会議

招待講演

該当無し

一般公演

該当無し

・国内学会

招待講演

該当無し

一般講演

- ◎ 1. 栗田朋和, 諸井桂之, 岩井雅子, 岡崎久美子, 野村誠治, 斎藤史彦, 高見明秀, 坂本 敦, 太田啓之, 佐久間哲史, 山本 卓. 油糧微細藻類 *Nannochloropsis* における酵母複製起点・セントロメア配列 (ARS) を利用した脱落可能プラチナTALENプラスミドを用いた外来遺伝子フリーゲノム編集. 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月2日~4日, オンライン開催.

遺伝子化学研究グループ

構成員: 井出 博 (教授), 津田雅貴 (助教)

○研究活動の概要

(1) ゲノム損傷修復に関する研究

生物の遺伝情報を担うゲノム DNA には, 水との接触による加水分解や好氣的な代謝により発生する活性酸素による酸化が絶え間なく起こっている。さらに, 環境中の化学物質や放射線への暴露により, ゲノム損傷生成はさらに加速される。生じたゲノム損傷が適切に修復されないと, 細胞死や突然変異が誘発される。突然変異は遺伝情報が変化させ癌や遺伝病の原因となる。したがって, 生物が高い精度で遺伝情報を維持していくためには, ゲノムに生じた損傷 (きず) を効率よく修復していく必要がある。このメカニズム解明にむけて, 生化学的および分子生物学的な観点から研究を進めている。

(2) ゲノム損傷検出に関する研究

環境中の化学物質や放射線, および抗がん剤はゲノムに多様な損傷を誘発する。誘発される損傷の中で, DNA-タンパク質クロスリンク (DPC) および DNA-DNA クロスリンク (ICL) は高い細胞致死効果を示す。化学物質, 放射線, および抗がん剤の生物影響の原因を分子レベルで解明するため, DPC および ICL 損傷の高感度な検出法を開発している。

○発表論文

・原著論文

- ◎ 1. Nakano T, Shoukamy MI, Tsuda M, Sasanuma H, Hirota K, Takata M, Masunaga S, Takeda S, Ide H, Bessho T, Tano K. Participation of TDP1 in the repair of formaldehyde-induced DNA-protein

cross-links in chicken DT40. PLoS One, 15(6), e0234859 (2020).

- ◎ 2. Tsuda M*, Kitamasu K, Kumagaia C, Sugiyama K, Nakano T, Ide H*. Tyrosyl-DNA phosphodiesterase 2 (TDP2) repairs topoisomerase 1 DNA-protein crosslinks and 3'-blocking lesions in the absence of tyrosyl-DNA phosphodiesterase 1 (TDP1). DNA Repair, 91-92:102849 (2020).
- 3. Sasanuma H, Yamada S, Tsuda M, Takeda S. Restoration of ligatable “clean” double-strand break ends is the rate-limiting step in the rejoining of ionizing-radiation-induced DNA breakage. DNA Repair, 93:102913 (2020).
- 4. Rahman MM, Mohiuddin, Keka IS, Yamada K, Tsuda M, Sasanuma H, Andreani J, Guerosis R, Borde V, Charbonnier JB, Takeda S. Genetic evidence for the involvement of Mismatch Repair Proteins, PMS2 and MLH3, in a late step of homologous recombination. Journal of Biological Chemistry, 295(51):17469-17475 (2020).

・著書

該当無し

・総説・解説

- ◎ 1. 井出 博, 津田雅貴. 塩基除去修復, 産科と婦人科, 87(10):1127-1132 (2020)
- ◎ 2. 津田雅貴, 井出 博. DNA にトラップされたトポイソメラーゼの除去機構, 細胞, 52(9):53-56 (2020)
- 3. 津田雅貴. 低酸素特異的に放射線が誘発するゲノム損傷の修復機構に関する研究, 放影響ニュース, 4(103):18-19

○講演等

・国際会議

招待講演

該当無し

一般講演

該当無し

・国内学会

招待講演

- ◎ 1. 津田雅貴, 北舂海斗, 山本あかね, 諸角涼介, 井出 博, チロシル-DNA ホスホジエステラーゼが関与する新規な DNA 二本鎖切断修復経路, 第 63 回日本放射線影響学会(シンポジウム), Web 開催, 2020 年 10 月 15 日～16 日
- 2. 津田雅貴, チロシルDNAホスホジエステラーゼによるゲノム修復を標的としたがん治療法の提案, 第4回 HiHA Young Researcher Workshop, Web開催, 2021年1月20日

一般講演

- ◎ 1. 津田雅貴, 諸角涼介, 北舂海斗, 山本あかね, 井出 博, DNAにトラップされたトポイソメラーゼ1の除去機構, 第45回中国地区放射線影響研究会, Web開催, 2020年8月7日

- ◎ 2. 井出 博, 中野敏彰, 津田雅貴, 瀬畑敬文, 久保山政弥, 酸化剤によるDNA-タンパク質クロスリンク損傷生成, 第63回日本放射線影響学会, Web開催, 2020年10月15日～16日
- ◎ 3. 津田雅貴, 北舛海斗, 中野敏彰, 井出 博, チロシル-DNAホスホジエステラーゼ2 (TDP2) はDNAにトラップされたトポイソメラーゼ1を修復する, 第49回日本環境変異原学会, プラザヴェルデ, 沼津市, 2020年11月26日～27日

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

- ・ 広島大学研究員 (2020.9-) 山中 治
- ・ 外国人留学生 (博士課程後期) 徐 宇
- ・ 企業研究者1名 (㈱三菱商事ライフサイエンス) を受け入れ
- ・ 外国人留学生1名 盧 立達 (中国)
- ・ 外国人研究員 Tayebbeh Abedi
- ・ 外国人留学生 (博士課程前期) 宋 雨童

1-4-4 研究助成金の受入状況

- 富樫祐一：科学研究費助成事業・新学術領域研究 (研究領域提案型) 公募研究「シンギュラリティ細胞が率いる集団を表現する機械論的モデルの構成」代表
- 富樫祐一：科学研究費助成事業・国際共同研究強化 (A)「形ある生体高分子間の力学的な情報伝達・相互干渉の数理」代表
- 栗津暁紀：科学研究費助成事業・基盤研究 (C)「染色体構造動態の核内長距離相互作用をふまえた描像の確立」代表
- 栗津暁紀：科学研究費助成事業・基盤研究 (B)「光受容体タンパク質が自発的に作る2次元秩序構造についての構成的研究」分担
- 栗津暁紀：科学研究費助成事業・基盤研究 (B)「社会性昆虫の集団的機能発現機構に関する実験・理論・データ解析からの融合研究」分担
- 藤井雅史：科学研究費助成事業・若手研究「細胞に学ぶ環境の違いを感知する応答ネットワークの網羅的解析」代表
- 李 聖林：科学研究費助成事業・基盤研究 (B)「非対称細胞分裂の統合的解明及び大域的数理モデリング手法の開発」(代表)
- 李 聖林：国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化)「細胞の空間制御による時間制御の仕組み解明及びパターン形成の新たな理論創出」(代表)
- 李 聖林：科学研究費助成事業・基盤研究 (S) JAPAN. 科研費「昆虫のゾンビ化から紐解く生物の多様な振る舞いの源泉」(H29-H33, 基盤S, 分担)
- 李 聖林：科学研究費助成事業・基盤研究 (B)「生命科学におけるパターン形成の新しいモデルと数学的解析手法の確立」(分担)
- 飯間 信：科学研究費助成事業・基盤研究 (C)「位相自由度をもつはばたき翼の摂動応答特性の解明」(代表)
- 飯間 信：RIMS研究集会「生物流体力学におけるモデリング」(代表)
- 飯間 信：公益財団法人 セコム科学技術進行財団「羽音をたてずに自在に飛翔する超小型飛行機の実現のための蝶の羽ばたき飛翔の解明」(分担)

小林 亮：基盤S「昆虫のゾンビ化から紐解く生物の多様な振る舞いの源泉」（分担）

楯 真一：科学研究費補助金 基盤B「メンブレンレスオルガネラの細胞内構造ダイナミクス解析技術の開発」代表

楯 真一：科学研究費補助金 基盤C「酵素反応のボトルネックを探る：反応経路サンプリングによる計算と実験による検証」分担

安田恭大：科学研究費助成事業・若手研究「神経変性疾患に見られる細胞質内タンパク質凝集によるRNA動態制御異常の解析」代表

安田恭大：「生命の彩」ALS研究助成基金「ALS関連タンパク質凝集を緩和する新規候補タンパク質群の病態への関わりとその分子機構解明」代表

安田恭大：加藤記念バイオサイエンス振興財団 加藤記念研究助成メディカルサイエンス分野「ストレス顆粒の純粋単離オミックス解析を用いたがん細胞化学治療抵抗性獲得機構の解明」代表

中田 聡：科学研究費助成事業・基盤研究(B)一般「時空間発展する自己駆動体の構築」（代表）

中田 聡：科学研究費助成事業・基盤研究(B)「社会性昆虫の集団的機能発現機構に関する実験・理論・データ解析からの融合研究」（分担）

中田 聡：科学研究費助成事業・基盤研究(B)「がん細胞とアストロサイトにおける解糖系振動および同期現象の解明と応用」（分担）

中田 聡：物質・デバイス領域共同研究拠点「自己駆動体による時空間パターンの構築」（20201012）（代表）

中田 聡：「リン脂質膜に及ぼす糖分子などの作用の研究」株式会社資生堂（代表）

松尾宗征：積水化学 令和元年度 自然に学ぶものづくり研究助成（基礎研究部門）「生物の細胞内液-液相分離に学ぶ自己組織化するソフトマテリアルの創製」（代表）

松尾宗征：中部科学技術センター 令和元年度 学術・みらい助成（最優秀提案）「新規ドラッグデリバリーキャリアに応用可能な自己増殖するペプチド液滴の創製」（代表）

松尾宗征：堀科学芸術振興財団 令和2年度研究助成（第3部理学）「超分子化学で迫る生命起源：自己増殖するコアセルベート液滴の創成」（代表）

松尾宗征：科学研究費助成事業・挑戦的研究(萌芽)「自己増殖液滴による生命起源仮説の統合」（分担）

山本 卓：科学研究費助成事業・基盤研究(A)「あらゆる遺伝性疾患を再現可能にするゲノム編集プラットフォームの開発」代表

山本 卓：科学研究費助成事業・挑戦的萌芽「ゲノムストレス誘導性染色体微細構造の形態特性の解明」分担

山本 卓：JST, 産学共創プラットフォーム研究推進プログラム(OPERA)「ゲノム編集による革新的な有用細胞・生物作成技術の創出」領域総括

山本 卓：JST・共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)「広島から世界最先端のバイオエコノミー社会を実現するBio×Digital Transformation(バイオDX)産学共創拠点」代表

山本 卓：JST・A-step産学共創(本格型)「日本市場に受け入れられやすいゲノム編集育種法の開発」代表

山本 卓：NEDO, 植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発プロジェクト, 課題代表

山本 卓：日本医療研究開発機構(AMED)・医療研究開発革新基盤創成事業(CICLE)「NY-ESO-1特異的高機能ゲノム編集T細胞の製造基盤技術の確立」分担

山本 卓：AMED, B型肝炎創薬実用化等研究事業「高効率感染細胞系と長期持続肝炎マウスモデル

- ルを用いたHBV排除への創薬研究」分担
- 坂本尚昭：科学研究費助成事業・基盤研究（C）「ゲノム編集を利用した非コードDNAによるインスレーター機能の解析」代表
- 坂本尚昭：科学研究費助成事業・基盤研究（C）「1分子DNAのねじれ応答測定による弾性調節型インスレーター機能の検証」分担
- 佐久間哲史：科学研究費助成事業・若手研究「拡張型TREEシステムを用いた新規エピゲノム編集技術の開発とがん研究への応用」代表
- 佐久間哲史：科学研究費助成事業・基盤研究（A）「あらゆる遺伝性疾患を再現可能にするゲノム編集プラットフォームの開発」分担
- 佐久間哲史：日本医療研究開発機構（AMED）・医療研究開発革新基盤創成事業（CiCLE）「NY-ESO-1特異的高機能ゲノム編集T細胞の製造基盤技術の確立」分担
- 佐久間哲史：JST・共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT）「広島から世界最先端のバイオエコノミー社会を実現するBio×Digital Transformation（バイオDX）産学共創拠点」分担
- 落合 博：科学研究費助成事業・新学術領域研究(研究領域提案型)「核内RNAボディによるクロマチン制御機構の解明」分担
- 落合 博：科学技術振興機構・CREST「細胞ポテンシャル測定システムの開発」分担
- 落合 博：科学研究費助成事業・基盤研究（C）「高次ゲノム構造が織りなす複雑な遺伝子発現制御動態の解明」代表
- 落合 博：科学研究費助成事業・挑戦的研究(萌芽)「増幅遺伝子のコピー数の制御機構の解明」分担
- 細羽康介：科学研究費助成事業・基盤研究（A）「あらゆる遺伝性疾患を再現可能にするゲノム編集プラットフォームの開発」分担
- 細羽康介：科学研究費補助金・若手研究「エピゲノム編集法による癌細胞の浸潤、転移抑制技術の開発」代表
- 坂本 敦：科学研究費助成事業・基盤研究（C）（代表）「植物ウレイド研究の新展開：アラントインのストレスシグナリング作用と分子機構の解明」
- 坂本 敦：鳥取大学乾燥地研究センター共同研究（代表）「小胞体ダイナミクスに制御されたアブシシン酸の新規な迅速生成メカニズム」
- 坂本 敦：JST/OPERA（課題代表者）「高性能油脂生産藻類の開発」
- 坂本 敦：マツダ(株)共同研究（代表）「藻類生理学研究」
- 島田裕士：岡山大学資源植物科学研究所共同研究（代表）「CYO1/CYO2 遺伝子高発現による高収量イネ作出の試み」
- 島田裕士：基礎生物学研究所共同利用研究（代表）「蛍光酸素センサーを用いた光合成活性測定装置による光合成促進化合物スクリーニング法の開発」
- 高橋美佐：科学研究費助成事業・基盤研究（C）（代表）「PIF4タンパク質制御による二酸化窒素センシング機構の解明」
- 岡崎久美子：マツダ(株)共同研究（分担）「藻類生理学研究」
- 井出 博：科学研究費助成事業・基盤研究（B）（一般）「放射線が誘発するDNA-タンパク質クロスリンク損傷の生成および修復機構」代表
- 津田雅貴：科学研究費助成事業・若手研究「チロシル-DNAホスホジエステラーゼが関与する新規

なDNA二本鎖切断修復経路」代表

津田雅貴：公益財団法人 コーサーコスメトロジー研究財団・コスメトロジー研究助成「新規変異評価システムを用いた長波長の紫外線(UVA)による突然変異誘発機構の解明」代表

津田雅貴：公益財団法人 住友電工グループ社会貢献基金・学術研究助成「DNA損傷の可視化を解した新規ゲノム修復機構の解明」代表

津田雅貴：公益財団法人 テルモ生命科学振興財団・研究助成「エストロジェンによるDNA鎖切断の修復機構の可視化解析」代表

津田雅貴：公益財団法人 鈴木謙三記念医科学応用研究財団・調査研究助成「乳がん予防薬の開発を目指したMRNの動的構造解析」代表

津田雅貴：土谷記念医学振興基金・助成金「重粒子線治療の効果向上を目指した腫瘍移植モデルに基づくゲノム損傷修復機構の解明」代表

津田雅貴：公益財団法人 喫煙科学研究財団・若手研究「新規変異評価システムとヒトゲノム編集細胞を用いた喫煙による変異誘発機構の解明」代表

津田雅貴：科学研究費助成事業・国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B））「革新的ガン治療に向けた遺伝子シナジー解明のための国際共同研究ネットワーク」分担

1-4-5 学界ならびに社会での活動

富樫祐一：日本生物物理学会 代議員（2019～2020年度）

富樫祐一：日本生物物理学会 分野別専門委員（2021年，分野：粗視化シミュレーション）

富樫祐一：システム制御情報学会 研究発表講演会（SCI'20）実行委員（2020年5月20日～22日開催）

粟津暁紀：物性研究地方編集委員

李 聖林：文科省委託事業 「AIMaP」運営委員

李 聖林：PLOS ONE（Academic Editor）

李 聖林：日本応用数理学会 編集委員

李 聖林：日本数理生物学会 学術委員

李 聖林：日本数理生物学会 運営委員

飯間 信：エアロ・アクアバイオメカニズム学会幹事

飯間 信：日本流体力学会中四国九州支部会幹事

藤原好恒：日本磁気科学会 監事

中田 聡：Gordon Research Conference, “Oscillations and Dynamic Instabilities in Chemical Systems”,
Chair

山本 卓：日本ゲノム編集学会，会長

山本 卓：日本分子生物学会，理事

山本 卓：日本学術会議，連携会員

山本 卓：日本分子生物学会，キャリアパス委員会委員

山本 卓：基礎生物学研究所，運営会議委員

山本 卓：Mary Ann Liebert 出版・CRISPR Journal 誌 Editorial Board Member（2017年～）

山本 卓：Elsevier 出版・Gene and Genome Editing 誌 Editorial Board Member (2020年～)

山本 卓：ナショナルバイオリソース事業ネットアイツメガエル運営委員会委員

山本 卓：熊本大学生命資源研究・教育センター客員教授

山本 卓：鳥取大学染色体工学センター客員教授

山本 卓：東京工業大学非常勤講師

山本 卓：東京医科歯科大学非常勤講師

山本 卓：千里ライフサイエンスセミナー「ゲノム編集がもたらす革新と更なる展望」,オーガナイザー

山本 卓：日本ゲノム編集学会会員特別セミナー,オーガナイザー

山本 卓：卓越大学院国際シンポジウム「ゲノム編集技術の最前線」,オーガナイザー

坂本尚昭：日本ゲノム編集学会, 会計幹事

坂本尚昭：日本ゲノム編集学会, 広報委員

佐久間哲史：Nature Publishing Group・Scientific Reports誌 Editorial Board Member

佐久間哲史：Nature Publishing Group・Scientific Reports 誌 Genome Editing Collection・Guest Editor

佐久間哲史：MDPI・Cells 誌 Editorial Board Member

佐久間哲史：MDPI・Cells 誌 Special Issue Editor

佐久間哲史：文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測センター 科学技術専門家ネットワーク 専門調査員

佐久間哲史：日本ゲノム編集学会, 会計幹事

佐久間哲史：日本ゲノム編集学会, 教育実習委員

佐久間哲史：日本ゲノム編集学会, 理事

佐久間哲史：日本ゲノム編集学会, 教育実習委員長

佐久間哲史：日本ゲノム編集学会, 第6回大会 準備委員

山本 卓・佐久間哲史：第79回日本癌学会学術総会シンポジウムオーガナイザー

落合 博：Nature Publishing Group・Scientific Reports誌 Editorial Board Member

落合 博：文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測センター 科学技術専門家ネットワーク 専門調査員

中坪（光永）敬子：日本動物学会 男女共同参画委員会, 第10期委員

坂本 敦：日本植物生理学会 代議員

坂本 敦：日本農芸化学会中四国支部 参与

坂本 敦：農業・食品産業技術創業研究機構・生物系特定産業技術研究支援センター・イノベーション創出強化研究推進事業 評議委員

井出 博：Journal of Radiation Research 編集委員

井出 博：放射線医学総合研究所共同利用研究員

津田雅貴：放射線医学総合研究所共同利用研究員

○産学官連携実績

非線形数理学研究グループ

- ・理化学研究所広島大学共同研究拠点における,理化学研究所ほかとの共同研究推進

自己組織化学グループ

- ・中田 聡,「自己組織化としての皮膚バリア機能の数理的解析」,JST CREST, 長山雅晴（代表,北

海道大学電子科学研究所), 傳田光洋 (株資生堂)

- ・ 中田 聡, (株資生堂との共同研究)

分子遺伝学研究グループ

- ・ 山本 卓・佐久間哲史, (株三菱商事ライフサイエンス：酵母でのゲノム編集技術開発)
- ・ 山本 卓・佐久間哲史, (株マツダ：次世代バイオ燃料のための藻類でのゲノム編集技術開発)
- ・ 山本 卓・佐久間哲史, (株日本ハム：ゲノム編集技術を用いたブタ細胞での遺伝子改変技術開発)
- ・ 山本 卓・佐久間哲史, (株凸版印刷：ゲノム編集の効率化に関するシステム構築)
- ・ 山本 卓・佐久間哲史, 非公開共同研究1件

分子形質発現学・分子遺伝学研究グループ

- ・ 次世代自動車エネルギー共同研究講座・藻類エネルギー創成研究室を継続 (マツダ株式会社との共同研究講座)

1-5 その他特記事項

- ・ 藤原好恒：広島大学総合博物館のニューズレター HUM-HUM Vol.13のフォトアルバム@キャンパス用の原稿および写真
- ・ 藤原好恒：「広島大学環境報告書2020」用の写真
- ・ 山本 卓：JSPS卓越大学院プログラム「ゲノム編集先端人材育成プログラム」プログラムコーディネーター
- ・ 山本 卓：広島大学ゲノム編集イノベーションセンター長
- ・ 山本 卓：プラチナバイオ株式会社, CTO
- ・ 山本 卓：JST-CRDS俯瞰報告書分担執筆
- ・ 山本 卓：CBCラジオ「北野誠のズバリサタデー」でゲノム編集について説明
- ・ 山本 卓：「子供の科学」でのゲノム編集特集の監修
- ・ 山本 卓：科学雑誌「Newton」でのゲノム編集記事の監修
- ・ 佐久間哲史：プラチナバイオ株式会社, 科学技術顧問
- ・ 佐久間哲史：2020年度広島大学新任教員研修プログラム・研究マネジメント研修 講師
- ・ 佐久間哲史：広島大学の特に優れた研究を行う若手教員 (DR : Distinguished Researcher)
- ・ 佐久間哲史：広島国泰寺高校 課題研究成果発表会における助言・指導
- ・ 中坪(光永) 敬子：第18回男女共同参画学協会連絡会シンポジウム, 「広島大学における産学官連携による女性研究者活躍促進の取組」(2020.10.17 web会議 資料集)
- ・ 坂本 敦：広島大学自然科学研究支援開発センター総合実験支援・研究部門会議委員

○特許取得

該当無し

○特許出願

- ・ 山本 卓, 佐久間哲史：国内出願1件, PCT出願2件, 国内移行3件, 外国出願14件
- ・ US(PCT/JP2019/035244) and EP(PCT/JP2019/035244). Microorganism and method of producing

triacylglycerol. Sakamoto A, Okazaki K, Yamamoto T, Ohta H, Hori K, Shimizu S, Takami A,
Nomura S, Saito F. March 2, 2021

VII 生命医科学プログラム

1 生命医科学プログラム

本プログラムは令和元年4月に基礎生物学から医療科学に渡る広範な生物・生命系研究領域の知識と研究実践力を習得し、社会的要請に柔軟に対応できる人材の育成を目標として誕生した。

1-1 プログラムの理念と目標

超高齢化社会を迎えた我が国において、高度先進医療の更なる充実と発展に対する期待は益々高まっている。同時に基礎生命科学の進展も目覚ましく、それら知見・発見のいち早い臨床応用が期待されている。しかし、医療現場と基礎生命科学研究の間には、以前より「死の谷」と称される知識的・制度的・人的な隔りがあり、基礎研究成果の効率的な応用や医療知識の基礎生命科学へのフィードバックにとって大きな障害となっている。

以上の状況を踏まえ、基礎生命科学と医療科学の双方に対する深い知識と探求心をもち、生命科学分野・医科学分野及び関連産業分野の発展に貢献する人材の育成が急務となっている。「生命医科学プログラム」では、広島大学の多様な生命科学系教員・医療科学系教員を結集し、医療科学の現場を意識した基礎生命科学教育を行う。これにより、基礎生物学から医療科学に渡る広範な生物・生命系研究領域の知識と研究実践力を習得し、社会的要請に柔軟に対応できる人材の育成を目指す。

1-2 プログラムの組織と運営

本プログラムは、令和元年4月の大学院統合生命科学研究科の設立に伴い誕生した。本プログラムは統合生命科学研究科の他6つの学位プログラムとは異なり、前身をもたない学位プログラムであり、本プログラムを構成する教員全員が他学位プログラムや学内センターとの兼任となっている。令和2年度末の時点で、運営教員会は16名、教育教員会は39名で構成されている。

本プログラムの運営は、プログラム長を中心として行い、副プログラム長がそれを補佐する。他には、学務委員、研究推進委員、国際交流委員、入試委員、広報委員を定め、各種研究科委員会との連絡・審議を行う。本プログラムの運営に関わる諸問題については、定期的開催する運営教員会で審議する。

1-2-1 教職員

《令和2年度構成員》 R3.3.31現在

39名の所属教員のうち、理学部に関係する教員のみ掲載する。

がん生物学	菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）
神経生物学・細胞生物学	千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、奥村美紗子（助教） 高井嘉樹（特任助教）
発生生物学・進化生物学	荻野 肇（教授）、井川 武（助教）、鈴木 誠（助教）
器官再生学	林 利憲（教授）
分子生物物理学	楯 真一（教授）、安田恭大（助教）

システムゲノム科学	山本 卓（教授），坂本尚昭（准教授），佐久間哲史（准教授）， 落合 博（講師），細羽康介（助教）
計算生物学	富樫祐一（准教授）
放射線生物学	津田雅貴（助教）
RNA生物学・エピゲノム学	今村拓也（教授）
ゲノム情報科学	坊農秀雅（特任教授）
超階層システム数理行動学	杉 拓磨（特任准教授）
理化学研究所広大共同研究拠点	岩根敦子（特任教授）
ゲノム編集イノベーションセンター	下出紗弓（助教）
生命医科学事務室	松浦友美（契約一般職員）

1-2-2 教員の異動

令和2年度の教員の異動について、下記一覧表に示す。

	発令 年月日	氏名	異動内容		
				現所属等	新所属等
1	R2.4.1	富樫祐一	在籍出向 期間更新	数理生命科学・生命医科学プログラム 准教授	クロスアポイントメント 広島大学（8.5）：理化学研究所（1.5）
2	R2.4.1	今村拓也	採用	九州大学 准教授	生命医科学・基礎生物学プログラム 教授
3	R2.4.1	坊農秀雅	採用	情報・システム研究機構 特任准教授	生命医科学・数理生命科学プログラム 特任教授
4	R2.4.1	杉 拓磨	採用	滋賀医科大学 助教	生命医科学・数理生命科学プログラム 特任准教授
5	R2.4.1	佐久間哲史	昇任	数理生命科学・生命医科学プログラム 講師	数理生命科学・生命医科学プログラム 准教授
6	R2.4.1	高井嘉樹	配置換	生命医科学プログラム 研究員	生命医科学プログラム 特任助教
7	R3.3.31	富樫祐一	辞職	数理生命科学・生命医科学プログラム 准教授	立命館大学（R3.4.1～） 教授

令和2年度生命医科学プログラムの各種委員

生命医科学プログラム内の各種委員会委員

委員会名	令和2年度
プログラム長	千原崇裕
副プログラム長	今村拓也

学務委員	石原康宏
自己点検・評価委員	千原崇裕
研究推進委員	林 利憲
国際交流委員	上野 勝
入試委員	千原崇裕
広報委員	落合 博

1-3 プログラムの大学院教育

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

本プログラムでは、ディプロマ・ポリシーに定める人材の育成を目指し、以下の方針のもとに教育課程を編成し、実施している。

- 1) 国際的視野に立った学際的な学識を備え、生命科学、医科学及びその周辺分野における研究を自立して実践できる能力及び高度な専門的能力を習得する教育を行う。
- 2) 人類の健康長寿を意識しながら学際的生命科学領域を体系的に学ぶことで、将来の生命科学分野及び医科学分野を牽引できる人材を育成するための教育を行う。なお、学際的生命科学領域とは、医学、歯学、薬学、理学、工学、農学を含む。
- 3) グローバルな視野を持って常に人類の健康と長寿を希求し、生涯において自己研鑽できる人材を養成するための教育を行う。

アドミッション・ポリシーは以下の通りである。

博士課程前期

- 1) 人類の健康・長寿を支える医科学的知識に関心を持ち、生命科学分野、医科学分野及び関連産業分野に貢献することを志す人
- 2) 健康及び病的状態を基礎生物学的視点から多角的に捉えることができる人
- 3) 社会人としての良識や倫理観を身につけた人

博士課程後期

- 1) 人類の健康・長寿を支える医科学的知識に関心を持ち、生命科学分野、医科学分野及び関連産業分野の発展に貢献することを志す人
- 2) 健康及び病的状態を基礎生物学的視点から多角的に捉えることができる人
- 3) 社会人としての良識と研究者・高度専門技術者としての倫理観を身につけた人

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

大学院での教育は、講義と演習、セミナーなどの授業、主指導教員による密接な個別研究指導（研究室における修士論文、博士論文の指導）、更には副指導教員による定期的な研究進捗状況の確認を行っている。プログラム設立から2年のうちに、博士課程前期の段階で国際誌に原著論文が筆頭著者として採択された学生も2名出てきている。生命医科学プログラムにおける独自の中間発表：生命医科学セミナーは、発表、質疑応答の準備及び経験を通して、学生自身の研究を客観的な視点で見つめ直す機会となっており、高い学習効果を得られている。令和元・2年度とも、必修科目の生命医科学セミナーに加え、医科学分野の研究者と交流を促す目的で医系科学研究科との合同シンポジウムを企画していたが、新型コロナウイルス感染症のため非開催となったのは残念である。今度もこの取り組みを継続する予定である。

大学院学生の在籍状況及び学位授与状況

理学部に関係する教員が担当する学生は（ ）に内数を掲載する。

【修士課程，博士前期課程】	令和2年度
入学定員（各年度4.1現在）	20人
入学者数（各年度11.1現在）	10(6)人
定員充足率	50%
在籍者数（各年度11.1現在）	24(11)人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）	1人
留年，退学，休学者率	4%
学位（修士）授与数（各年度3.31現在）	14(5)人
学位授与率 ※2	93%

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】	令和2年度
入学定員（各年度4.1現在）	6人
入学者数（各年度11.1現在）	5(5)人
定員充足率	83%
在籍者数（各年度11.1現在）	10(8)人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）	0人
留年，退学，休学者率	0%
学位（博士）授与数（各年度3.31現在）	0人
学位授与率 ※2	0%
論文博士授与数（各年度3.31現在）	0人

※1 休学者数については，当該年度内（1年間）休学している者の数を留年，退学者数とあわせ記入。

※2 学位授与率については，修士課程の場合においては当該年度の学位授与数を2年前の入学者数で割った数値，博士課程の場合においては当該年度の課程博士授与数を3年前（医・歯・獣医学は4年前，5年一貫制の場合は5年前）の入学者数で割った数値。

大学院学生の就職・進学状況

【修士課程，博士前期課程】	令和2年度
修了者数	14人
大学の教員（助手・講師等）	0人
公的な研究機関	0人
企業（研究開発部門）	2人
企業（その他の職種）	5人
学校（大学を除く）の教員	0人

公務員（公的な研究機関を除く）	0人
進学（博士課程，留学等）	4人
その他	3人

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】	令和2年度
修了者数	0人
大学の教員（助手・講師等）	0人
公的な研究機関	0人
企業（研究開発部門）	0人
企業（その他の職種）	0人
公務員（公的な研究機関を除く）	0人
ポスドク（同一大学）	0人
ポスドク（他大学等）	0人
進学（留学等）	0人
その他	0人

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和2年度の大学院生による国内学会発表実績は下記のとおり。

博士課程前期 19 件

- ・下田夏緒(M2), 秋月一駿, 平野哲男, 山崎 岳, 石原康宏, 谷口隆信, 末吉紀行, 亀下 勇, 村井稔幸, 石田敦彦, ヒト乳がん細胞の遊走におけるCaMキナーゼホスファターゼの機能的役割 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ・Akira Ito (M2), Nagisa Matsuda, Misako Okumura and Takahiro Chihara. Highly sensitive and non-invasive in vivo monitoring in Drosophila using the Akaluc/AkaLumine bioluminescence system 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ・中山賢一(M2), 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Pristionchus pacificusを用いた新規光受容機構の探索」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ・中山賢一(M2), 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Genetic approaches to understand the novel light-sensing mechanism using the nematode Pristionchus pacificus」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ・中山賢一(M2), 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Elucidation of a novel light-sensing mechanism in the nematode Pristionchus pacificus」広島大学先端人材育成プログラム 令和2年度国際シンポジウム, 2021年3月6日, オンライン, 口頭発表
- ・馮 乃文 (M2), 上野 勝, Analysis of fission yeast pof1 function on chromosome regulations. 第38回染色体WS・第19回核ダイナミクス研究会, 2021年1月18日, オンライン, ポスター発表
- ・侯 陳 (M1), 上野 勝, ヒストンバリエントH2A.Zのテロメア保護因子Pot1破壊株における機能解析. 日本農芸化学会中四国支部 第58回講演会, 2021年1月13日, オンライン, 口頭発表
- ・Abdelghani Eman M.B.A (M2), 上野 勝, Fission yeast glycogen synthase kinase homologs, gsk3 and

- gsk31, are synthetically lethal with telomere protection gene pot1 . 日本農芸化学会中四国支部 第57回講演会, 2020年9月17日, オンライン, 口頭発表
- ・藤川真穂(M2), 石原康宏, 虚血により活性化したミクログリアの性質. 第61回日本生化学会中国四国支部例会, 2020年7月13日～20日
 - ・川野真慈(M1), 馬場直道, 対馬忠広, 三澤嘉久, 石原康宏, 母体のDHA摂取による仔の脳内エストロゲンの増加と熱性けいれんの抑制. 第61回日本生化学会中国四国支部例会, 2020年7月13日～20日
 - ・川野真慈(M1), 馬場直道, 対馬忠広, 三澤嘉久, 石原康宏, 母体のDHA摂取による仔の熱性けいれん感受性の低下. 第137回日本薬理学会近畿部会, 2020年6月20日
 - ・寺田富美(M2), 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, ダイナミン2関連疾患の微小管制御を介した分子機構の解明, 日本動物学会第91回大会, 2020年9月5日, オンライン, ポスター発表
 - ・Fumi Terada (M2), Mikiko Nakagushi, Ryuji Fujito, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, Elucidation of the molecular mechanism of microtubule regulation by disease-associated dynamin-2 mutations, 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月4日, オンライン, ポスター発表
 - ・森脇翔悟(M1), 成松勇樹(M2), 岩越栄子, 内藤万菜(M1), 古満芽久美, 浮穴和義, 「マウスにおけるRFamide-related peptideのエネルギー代謝への影響」日本動物学会第91回大会, 2020年9月, オンライン, ポスター発表
 - ・内藤万菜(M1), 成松勇樹(M2), 岩越栄子, 古満芽久美, 門田惇希(M2), 浮穴和義, 「高糖質食給餌マウスにおける視床下部分泌性小タンパク質NPGLの脂肪蓄積作用」日本動物学会第91回大会, 2020年9月, オンライン, ポスター発表
 - ・成松勇樹(M2), 岩越栄子, 門田惇希(M2), 古満芽久美, 浮穴和義, 「高カロリー食給餌マウスにおける視床下部分泌性小タンパク質NPGLの脂肪蓄積作用」日本動物学会第91回大会, 2020年9月, オンライン, ポスター発表
 - ・門田惇希(M2), 岩越栄子, 古満芽久美, 成松勇樹(M2), 浮穴和義, 「糖尿病モデルラットを用いた視床下部分泌性小タンパク質NPGLの機能解析」日本動物学会第91回大会, 2020年9月, オンライン, ポスター発表
 - ・森脇翔悟(M1), 成松勇樹(M2), 福村圭介, 岩越栄子, 古満芽久美, 浮穴和義, 「マウスにおいてRFamide-related peptideがエネルギー代謝に及ぼす影響」第11回ペプチド・ホルモン研究会, 2020年12月, オンライン, 口頭発表
 - ・藤田健太(M2), 石原康宏, 大黒亜美, 山崎 岳, 多価不飽和脂肪酸による神経毒に対する培養神経細胞の保護効果とその分子機構. 第61回日本生化学会中国四国支部例会, 2020年7月13日～20日

博士課程後期 15 件

- ・亀田朋典(特別研究学生:D4), 中嶋秀行, 滝沢琢己, 三浦史仁, 伊藤隆司, 中島欽一, 今村拓也, 神経活性化による新規DNAメチル化を介した遺伝子エンハンサー活性制御は興奮性シナプス形成に寄与する 第14回エピジェネティクス研究会年会, 2021年3月30日, オンライン, ポスター発表
- ・亀村興輔(D1), 陳 俊安, 奥村美紗子, 関根清薫, 神山大地, 三浦正幸, 千原崇裕, Exploring the intra- and extracellular functions of ALS-related ER protein VAP, 第53回日本発生生物学会, 2020年9月25日, オンライン, 口頭発表・ポスター発表
- ・亀村興輔(D1), 奥村美紗子, 関根清薫, 神山大地, 千原崇裕, ショウジョウバエを用いたALS関連小胞体膜タンパク質VAPの細胞外機能及び分泌機構解析, 第43回日本分子生物学会年会,

2020年12月2日, オンライン, ポスター発表

- Yuuki Ishita (D1), Takahiro Chihara and Misako Okumura. Three distinct serotonin receptors modulate predatory feeding behavior in the nematode *Pristionchus pacificus*. 第43回日本神経科学大会, 2020年7月29日～8月1日, オンライン, 口頭発表
- 井下結葵 (D1), 千原崇裕, 奥村美紗子, 「捕食性線虫 *Pristionchus pacificus* における行動多型制御メカニズムの神経遺伝学的解析」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- 井下結葵 (D1), 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Two distinct feeding behaviors are regulated via different combinations of serotonin receptors in the nematode *Pristionchus pacificus*」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- EMAMI PARVANEH (D2), 上野 勝, 3,3'-Diindolylmethane induces autophagy and apoptosis in fission yeast. 日本農芸化学会中四国支部 第57回講演会, 2020年9月17日, オンライン, 口頭発表
- 田中美樹 (D2), 伊藤康一, 鍋谷 悠, 石原康宏, 浮遊粒子状物質曝露マウスを用いた脳梗塞予後への影響の解析. 第61回日本生化学会中国四国支部例会, 2020年7月13日～20日
- 田中美樹 (D2), 伊藤康一, 鍋谷 悠, 石原康宏, 微小粒子状物質 (PM2.5) 曝露による炎症誘発と脳梗塞予後の増悪. 第137回日本薬理学会近畿部会, 2020年6月20日
- 田中美樹 (D2), 伊藤康一, 鍋谷悠, 石原康宏, Effects of airborne particle exposure on prognosis of ischemic stroke. 第47回日本毒性学会学術年会, 2020年6月29日～7月1日
- Tanaka M (D2), Fujikawa M, Itoh K, Ishihara Y. Activated microglia in ischemic stroke aggravate brain edema in Mice. GLIA IN HEALTH & DISEASE Cold Spring Harbor Laboratory Meetings & Courses, 2020年7月16日～20日
- 郭 潤昭 (D2), 寺田富美, 藤土竜司, 中串実姫子, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, ダイナミン-2はエンドサイトーシスと異なるメカニズムで微小管を制御する, 日本動物学会第91回大会, 2020年9月5日, オンライン, ポスター発表
- Runzhao Guo (D2), Mikiko Nakagushi, Fumi Terada, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, Exploration of Dynamin-2-interacting protein in microtubule regulation, 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月4日, オンライン, ポスター発表
- 客野瑞月 (D2), 佐久間哲史, 鈴木賢一, 山本 卓, 野瀬俊明, 恒川直樹, 竹内 隆, 林 利憲, 新規モデル生物 “イベリアトゲイモリ” を用いた始原生殖細胞決定の分子機構の解析 日本動物学会第91回大会, 2020年9月4日～5日, オンライン
- 客野瑞月 (D2), 佐久間哲史, 鈴木賢一, 山本 卓, 田澤一朗, 古野伸明, 野瀬俊明, 恒川直樹, 竹内 隆, 林 利憲, *dazl* 遺伝子はイモリの性分化以前の生殖細胞形成に機能する 第43回日本分子生物学会年会, 2020年12月2日～4日

* 基礎生物学プログラム, 数理生命科学プログラムと一部重複します。

1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

令和2年度の大学院生による国際学会発表実績は下記のとおり。

博士課程前期 0件

該当無し

博士課程後期 2件

- Tanouchi, M. (D2), Igawa, T., Suzuki, M., Suzuki, N. and Ogino, H.: Convergent evolution of duplicated genes in different evolutionary lineages. 第53回日本発生生物学会大会 [アジア太平洋発生生物学会ネットワーク (APDBN) との共催], 2020年5月19日~22日
- EMAMI PARVANEH (D2), Masaru Ueno. 3,3' Diindolylmethane induces autophagy and apoptosis in fission yeast. HiHA Young Researchers Workshop, 2020年11月24日, 国際シンポジウム, オンライン, 口頭発表

* 基礎生物学プログラム, 数理生命科学プログラムと一部重複します。

1-3-5 修士論文発表実績

学生氏名	論文題目
下田夏緒	ヒト乳がん細胞の遊走におけるCaMキナーゼホスファターゼの機能
藤田健太	ドコサヘキサエン酸によるメチル水銀毒性に対する神経保護機構
成松勇樹	マウスにおける視床下部分泌性タンパク質NPGLの機能解析
門田惇希	視床下部分泌性小タンパク質NPGLの作用及び発現制御機能の解明—栄養状態との関係—
藤川真穂	虚血により活性化するミクログリアサブタイプの同定と特異的遺伝子発現の解析
澤井謙吾	分裂酵母の核小体動態と体積変化の解析
生田裕美	イモリの心筋細胞の増殖開始機構の解明に向けたcyclinD1の転写制御機構の解析と遺伝子機能解析
ABDELGHANI, EMAN MOHAMMED BAHAAELDEEN A.	Studying genes which affect the stability of circular chromosomes for cancer therapyimprovement(癌治療への応用を目指した環状染色体安定性に関与する遺伝子の研究)
伊藤航希	分裂酵母核膜タンパク質による核内因子の動態制御機構の解析
FENG, NAIWEN	染色体制御における分裂酵母Pof1の機能解析

1-3-6 博士学位

申請基準：博士論文は、レフェリー付きの国際学術誌に公表論文が受理されていることが必須条件であり、プログラム内における予備審査に合格したものが申請することができる。

学位授与実績： 該当無し

1-3-7 TAの実績

【博士課程前期】		【博士課程後期】	
在籍者数（11.1現在）	24人	在籍者数（11.1現在）	10人
TAとして採用されている者	8人	TAとして採用されている者	4人
在籍者数に対する割合	33%	在籍者数に対する割合	40%

1-3-8 大学院教育の国際化

生命医科学プログラムにおける必修講義：先端生命技術概論及び疾患モデル生物概論では日本語・英語を併用した講義が実施されている。また、博士課程前期及び博士課程後期の双方に留学生が在籍していることから、日本人学生との異文化交流も進んでいる。生命医科学セミナーでは、積極的に日本人学生と留学生の質疑応答を促す工夫もある。今後も積極的に留学生を受け入れることでプログラム内の学生達の国際性、及び語学力向上を目指す。

1-4 プログラムの研究活動

生命医科学プログラム運営教員会を構成する各教員に関する令和2年度に行われた研究活動の成果や研究助成金の受入状況については、兼任プログラムの「1-4 プログラムの研究活動」をご参照ください。

各教員の兼任プログラムは以下の通り。

基礎生物学プログラムを兼任する教員：千原崇裕，今村拓也，林 利憲，奥村美紗子，鈴木 誠，高井嘉樹

数理生命科学プログラムを兼任する教員：落合 博，細羽康介，坊農秀雅，杉 拓磨

生命環境総合科学プログラムを兼任する教員：石原康宏，大黒亜美

生物工学プログラムを兼任する教員：上野 勝，久米一規，湯川格史

ゲノム編集イノベーションセンターを兼任する教員：下出紗弓

1-4-1 研究活動の内容

●学生の実績

氏名	学年	賞の名称	研究内容	授与者	授与年月日	指導教員
藤川真穂	M2	第61回日本生化学会 中国・四国支部例会 学術奨励賞	虚血により活性化されたミクログリアの性質	第61回日本生化学会中国・四国支部例会 実行委員長 山崎岳	令和2年7月20日	石原康宏
川野真慈	M1	第61回日本生化学会 中国・四国支部例会 学術奨励賞	母体のDHA摂取による仔の脳内エストロゲンの増加と熱性けいれんの抑制	第61回日本生化学会中国・四国支部例会 実行委員長 山崎岳	令和2年7月20日	石原康宏

田中美樹	D2	第27回日本毒性学会学術年会「学生ポスター発表賞」	大気中微粒子曝露マウスを用いた脳梗塞予後への影響の解析	第47回日本毒性学会学術年会 会長 広瀬明彦	令和2年7月1日	石原康宏
井下結葵	D1	第43回日本神経科学大会、国内トラベルアワード	Three distinct serotonin receptors modulate predatory feeding behavior in the nematode <i>Pristionchus pacificus</i>	第43回日本神経科学大会 大会長 北澤 茂	令和2年7月29日	千原崇裕
中山賢一	M2	広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ	学業成績、学術活動等において優秀と認められたため	広島大学学長 越智光夫	令和2年12月23日	千原崇裕
森脇翔悟	M1	広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ	学業成績、学術活動等において優秀と認められたため	広島大学学長 越智光夫	令和2年12月23日	浮穴和義
成松勇樹	M2	広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ	学業成績、学術活動等において優秀と認められたため	広島大学学長 越智光夫	令和2年12月23日	浮穴和義

●RAの実績

氏名	学年	所属研究室	研究プロジェクト名	指導教員
井下結葵	D1	細胞生物学	線虫における行動多型の制御メカニズムの解明	千原崇裕
亀村興輔	D1	細胞生物学	筋萎縮性側索硬化症（ALS）関連タンパク質VAPの細胞外生理機能と分泌機構解明	千原崇裕
GUO, RUNZHAO	D2	細胞生物学	ダイナミン-2による微小管制御の分子機構の解明	濱生こずえ
AN, BOYANG	D1	情報生理学	ノンコーディングRNAによるほ乳類脳エピゲノム制御	今村拓也

1-4-2 研究グループ別（プログラムによっては個人）の研究活動の概要、発表論文、公演等

兼任プログラムの「1-4 プログラムの研究活動」をご参照ください。

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

【令和2年度研究員】

- ・執行航希

- ・大石裕晃
- ・高井嘉樹

【令和2年度外国人客員研究員】

該当無し

【令和2年度外国人留学生】

博士課程前期

- ・ ABDELGHANI, EMAN MOHAMMED BAHAAELDEEN A. (エジプト) (平成31年4月入学)
- ・ FENG, NAIWEN (中国) (平成31年4月入学)
- ・ HOU, CHEN (中国) (令和2年4月入学)
- ・ OU, YUSHI (中国) (令和2年4月入学)

博士課程後期

- ・ EMAMI, PARVANEH (イラン) (平成31年4月入学)
- ・ GUO, RUNZHAO (中国) (令和元年10月入学)
- ・ AN, BOYANG (中国) (令和2年10月入学)
- ・ HOSSAIN, NUSRAT (バングラデシュ) (令和2年10月入学)

1-4-4 研究助成金の受入状況

兼任プログラムの「1-4 プログラムの研究活動」をご参照ください。

1-4-5 学界ならびに社会での活動

兼任プログラムの「1-4 プログラムの研究活動」をご参照ください。

1-5 その他特記事項

該当無し

