

令和4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

広島大学理学部評価委員会  
広島大学大学院理学研究科評価委員会



# 目 次

## I 数学プログラム・数学専攻・数学科

1 数学プログラム・数学専攻	I-1
1-1 プログラム・専攻の理念と目標	I-1
1-2 プログラム・専攻の組織と運営	I-1
1-3 プログラム・専攻の大学院教育	I-2
1-4 プログラム・専攻の研究活動	I-4
1-5 その他特記事項	I-43
2 数学科	I-44
2-1 学科の理念と目標	I-44
2-2 学科の組織	I-44
2-3 学科の学士課程教育	I-45
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-45
2-5 その他特記事項	I-45

## II 物理学プログラム・物理科学専攻・物理学科

1 物理学プログラム・物理科学専攻	II-1
1-1 プログラム・専攻の理念と目標	II-1
1-2 プログラム・専攻の組織と運営	II-1
1-3 プログラム・専攻の大学院教育	II-4
1-4 プログラム・専攻の研究活動	II-16
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プログラム・地球惑星システム学専攻・地球惑星システム学科

1 地球惑星システム学プログラム・地球惑星システム学専攻	III-1
1-1 プログラム・専攻の理念と目標	III-1
1-2 プログラム・専攻の組織と運営	III-1
1-3 プログラム・専攻の大学院教育	III-2
1-4 プログラム・専攻の研究活動	III-5
1-5 その他特記事項	III-31
2 地球惑星システム学科	III-32
2-1 学科の理念と目標	III-32
2-2 学科の組織	III-32
2-3 学科の学士課程教育	III-32

※研究活動の記載について

発表論文、講演等のうち、理学系プログラムの教員にはアンダーラインを付しています。また、プログラム内で複数の教員があがっている場合には◎印を、複数のプログラム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。

#### IV 基礎化学プログラム・化学専攻・化学科

1 基礎化学プログラム・化学専攻	IV-1
1-1 プログラム・専攻の理念と目標	IV-1
1-2 プログラム・専攻の組織と運営	IV-1
1-3 プログラム・専攻の大学院教育	IV-6
1-4 プログラム・専攻の研究活動	IV-18
2 化学科	IV-78
2-1 学科の理念と目標	IV-78
2-2 学科の組織	IV-78
2-3 学科の学士課程教育	IV-80
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-92
2-5 その他特記事項	IV-92

#### V 基礎生物学プログラム・生物科学専攻・生物科学科

1 基礎生物学プログラム・生物科学専攻	V-1
1-1 プログラム・専攻の理念と目標	V-1
1-2 プログラム・専攻の組織と運営	V-1
1-3 プログラム・専攻の大学院教育	V-6
1-4 プログラム・専攻の研究活動	V-12
1-5 その他特記事項	V-98
2 生物科学科	V-99
2-1 学科の理念と目標	V-99
2-2 学科の組織	V-99
2-3 学科の学士課程教育	V-102
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-105
2-5 その他特記事項	V-105

#### VI 数理生命科学プログラム・数理分子生命理学専攻

1 数理生命科学プログラム・数理分子生命理学専攻	VI-1
1-1 プログラム・専攻の理念と目標	VI-1
1-2 プログラム・専攻の組織と運営	VI-1
1-3 プログラム・専攻の大学院教育	VI-5
1-4 プログラム・専攻の研究活動	VI-15
1-5 その他特記事項	VI-53

#### 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-14
1-5 その他特記事項	VII-19

# I 数学プログラム

- ・ 数学専攻

- ・ 数学科



# 1 数学プログラム・数学専攻

## 1-1 プログラム・専攻の理念と目標

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・先進理工系科学研究科数学プログラムでは、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・先進理工系科学研究科数学プログラムの理念に則り、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 プログラム・専攻の組織と運営

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4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	鈴木航介
多様幾何	教授	古宇田悠哉 藤森祥一
	准教授	奥田隆幸
	助教	寺本圭佑 野崎雄太
数理解析	教授	川下美潮 内藤雄基
	准教授	滝本和広 平田賢太郎
	講師	神本晋吾
	助教	橋詰雅斗
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 岩田耕一郎 福井敬祐
	助教	小田凌也
総合数理	教授	阿部 誠 水町 徹
	准教授	小鳥居祐香 澁谷一博 橋本真太郎

事務室

桂川信子 下森雅美  
高原園子

## 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。

令和4年度

採用	令和4年4月1日	小田凌也	助教
退職	令和4年9月30日	鈴木航介	助教
	令和5年3月31日	阿部 誠	教授
	令和5年3月31日	古宇田悠哉	教授
	令和5年3月31日	福井敬祐	准教授
	令和5年3月31日	野崎雄太	助教

## 1-3 プログラム・専攻の大学院教育

### 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4年度

博士課程前期：(入学時) 学生数 28 名，定員 (目安) 20 名，充足率 140.0%

博士課程後期：(入学時) 学生数 5 名，定員 (目安) 7 名，充足率 71.4%

学位 (博士) 取得：3 件

### 1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和4年度 … 25 件 (博士課程前期 7 件，博士課程後期 17 件，前期・後期共 1 件)

### 1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

令和4年度 … 5 件 (博士課程前期 1 件，博士課程後期 4 件，前期・後期共 0 件)

### 1-3-5 修士論文発表実績

令和4年度 … 17 件

中田 彬文：Delsarte's theory for probability measures on homogeneous spaces from compact Gelfand pairs (コンパクト Gelfand 対から来る等質空間上の確率測度による Delsarte 理論)

城村 敦：Properties of Collatz functions with odd roots of algebraic equations (代数方程式の奇数解を用いた Collatz 写像の性質)

森内 壮：非線形楕円型偏微分方程式の特異解について

山下 貴央：ある石取りゲームの必勝法とグランディ数

入山 海渡：リッジロジスティック回帰の為のバイアス補正 GIC

入川 洋太：Hadamard 積のモノドロミー公式について

川原 伸太：ポアソン一般化線形混合モデルのラプラス近似を用いた推測について



小野 真彦：微分形式を利用した林木成長関数の選択と推定  
 河村 雄希：負の指数を含む Lane-Emden system の Dirichlet 問題の正值解の存在と非存在  
 中川虎之介：金利の期間構造と CIR モデル  
 松阪 広夢：巡回セールスマン-ナップザック問題のグレブナー基底を用いた解法と NP 完全性  
 張 彧瀟(Zhang Yuxiao)：二重冪乗型非線形項をもつ半線形ポアソン方程式の large solution の境界付近における高次漸近展開  
 上田 光：3次元多様体のタウト恒等子とその応用  
 小島 拓：二次の代数的整数環のイデアルを用いたマルコフトリプルの一意性予想へのアプローチ  
 山崎 友梨：h 次同次無限大 Laplacian の固有値問題  
 姫野 圭佑：3次元多様体の基本群における generalized torsion の存在と位数について  
 福岡 大輝：ポートフォリオの最適化問題

### 1-3-6 博士学位

令和4年度先進理工系科学研究科数学プログラム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、数学プログラムにおける予備審査に合格し、先進理工系科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4年度学位授与実績（課程博士3件，論文博士0件）

井口 大幹（広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程後期）

令和4年9月30日

題目：Distance and the Goeritz groups of Heegaard splittings  
 (Heegaard 分解の距離と Goeritz 群)

多田 安輝（広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程後期）

令和5年3月23日

題目：On categories of faithful quandles with surjective or injective quandle homomorphisms  
 (忠実なカンドルの全射カンドル準同型を射にもつ圏および単射カンドル準同型を射にもつ圏について)

金田 伸（広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程後期）

令和5年3月23日

題目：Some new examples of nonorientable maximal surfaces in the Lorentz-Minkowski 3-space  
 (3次元ローレンツ・ミンコフスキー空間の向き付け不可能な極大曲面の新たな例)

### 1-3-7 TAの実績

令和4年度 前期	…	修士	10件
		博士	4件
後期	…	修士	7件
		博士	4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 プログラム・専攻の研究活動

### 1-4-1 研究活動の概要

#### 講演会・セミナー等の開催実績

令和4年度 … 65件

#### 数学教室談話会

##### 第1回

日時： 2022年5月31日 13:00-14:00  
場所： 理学部 B707  
講師： 村上 順 氏（早稲田大学）  
題目： 体積予想とスピンネットワーク

##### 第2回

日時： 2022年9月28日 13:00-14:00  
場所： 理学部 E208  
講師： 堀田一敬 氏（山口大学）  
題目： 非可換確率論と等角写像族

##### 第3回

日時： 2022年9月29日 13:00-14:00  
場所： 理学部 E208  
講師： 高橋浩樹 氏（徳島大学）  
題目： 一般 Greenberg 予想と  $p$  単数のペアリング

##### 第4回

日時： 2022年12月6日 13:00-14:00  
場所： 理学部 B707  
講師： 寺田吉彦 氏（大阪大学）

題目： 関数データに対する半教師付き及び教師無し判別について

### 数学プログラム構成員主催の研究集会等

○位相幾何・微分幾何及びその周辺分野への特異点論の応用 [国内]

日程 : 2022年6月16日～18日

場所 : オンライン (Zoom)

参加人数 : 76名

世話人 : 一木俊助 (東京工業大学), 寺本圭佑 (広島大学), 福永友則 (福岡工業大学)

○ワークショップ『スパース推定およびモデル選択手法の発展』 [国内]

日程 : 2022年7月28日～29日

場所 : ハイブリッド開催 ( The Mana Village での対面開催および Zoom を用いたオンライン開催の併用)

参加人数 : 10名

世話人 : 二宮嘉行 (統計数理研究所), 柳原宏和 (広島大学)

○Geometry, Analysis, and Representation Theory of Lie Groups [国際]

日程 : 2022年9月5日～9日

場所 : 対面 (東京大学大学院数理科学研究科駒場キャンパス)・オンラインのハイブリッド開催

参加人数 : 100名

世話人 : Yoshiki Oshima (Tokyo), Hideko Sekiguchi (Tokyo), Toshihisa Kubo (Ryukoku), Takayuki Okuda (Hiroshima), Yuichiro Tanaka (Tokyo), Masatoshi Kitagawa (Waseda)

○大阪公立大学における微分方程式セミナー [国内]

日程 : 2022年9月6日～7日

場所 : 大阪公立大学 I-site なんば

参加人数 : 33名

世話人 : 谷川智幸 (大阪公立大学), 田中 敏 (東北大学), 内藤雄基 (広島大学)

○Correspondences of various geometries [国際]

日程 : 2022年9月30日～10月2日

場所 : 奈良女子大学 総合研究棟 理学系 B 棟

参加人数 : 22名

世話人 : Junichi Matsuzawa (Institut Kiyoshi Oka), Tohru Morimoto (Institut Kiyoshi Oka), Pawel Nurowski (Center for Theoretical Physics Polish Academy of Sciences), Kazuhiro Shibuya (Hiroshima University)

○広島幾何学研究集会 2022 [国内]

日程 : 2022年10月7日

場所 : 対面 (広島大学東広島キャンパス)・オンラインのハイブリッド開催

参加人数 : 50名

世話人 : 阿賀岡芳夫 (広島大学), 田丸博士 (大阪公立大学), 藤森祥一 (広島大学),

澁谷一博 (広島大学), 久保 亮 (広島工業大学), 奥田隆幸 (広島大学),  
寺本圭佑 (広島大学)

○広島微分方程式研究会 [国内]

日程 : 2022年10月7日~8日

場所 : ハイブリッド開催 (広島大学理学部 E104 における対面開催 および Microsoft Teams  
を用いたオンライン開催の併用)

参加人数 : 65名

世話人 : 川下美潮 (広島大学), 川下和日子 (広島大学), 佐野めぐみ (広島大学),  
滝本和広 (広島大学), 水町 徹 (広島大学)

○Topology and Geometry of Low-dimensional Manifolds [国際]

日程 : 2022年10月17日~18日

場所 : 対面 (奈良女子大学) 及び Zoom によるハイブリッド開催

参加人数 : 23名

世話人 : 大鹿健一 (学習院大学), 北野晃朗 (創価大学), 森藤孝之 (慶応大学),  
山下 靖 (奈良女子大学), 小鳥居祐香 (広島大学), 野崎雄太 (広島大学)

○トポロジーとコンピュータ 2022 [国内]

日程 : 2022年10月27日~29日

場所 : 対面 (広島大学東広島キャンパス)・オンラインのハイブリッド開催

参加人数 : 60名

世話人 : 市原一裕 (日本大学文理学部), 鈴木正明 (明治大学), 古宇田悠哉 (広島大学),  
小鳥居祐香 (広島大学), 野崎雄太 (広島大学)

○研究集会「カンドルと対称空間」 [国内]

日程 : 2022年12月8日~9日

場所 : 対面 (大阪公立大学(杉本キャンパス))・オンラインのハイブリッド開催

参加人数 : 50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),  
武富雄一郎 (大阪公立大学), 田丸博士 (大阪公立大学), 田中真紀子 (東京理科大学),  
田崎博之 (筑波大学), 久保 亮 (広島工業大学)

○The 7th Japan-China Geometry Conference [国際]

日程 : 2022年12月24日~28日

場所 : 対面 (広島大学東広島キャンパス)・オンラインのハイブリッド開催

参加人数 : 170名

世話人 : Organizing Committee: Qing-Ming Cheng (Fukuoka University), Ryushi Goto (Osaka  
University), Shouhei Honda (Tohoku University), Ayato Mitsuishi (Fukuoka University),  
Hitoshi Moriyoshi (Nagoya University), Takashi Shioya (Tohoku University), Hiroshi Tamaru  
(Osaka Metropolitan University), Qing Ding (Fudan University), Haizhong Li (Tsinghua  
University), Jiayu Li (University of Science and Tech. of China), Zizhou Tang (Nankai  
University), Changping Wang (Fujian Normal University), Wenjiao Yan (Beijing Normal

University), Xi Zhang (University of Science and Tech. of China).

Local Organizing Committee: Shoichi Fujimori (Hiroshima University), Takayuki Okuda (Hiroshima University), Kazuhiro Shibuya (Hiroshima University).

○HMA セミナー・冬の研究会 2023 [国内]

日程 : 2023年1月20日

場所 : ハイブリッド開催 (広島大学工学部 A3 棟 824 教室における対面開催 および Microsoft Teams を用いたオンライン開催の併用)

参加人数 : 36名

世話人 : 川下美潮 (広島大学), 柴田徹太郎 (広島大学), 滝本和広 (広島大学), 橋詰雅斗 (広島大学), 若杉勇太 (広島大学)

○ベイズ統計学の最近の展開 [国内]

日程 : 2023年1月27日

場所 : ハイブリッド開催 (東京大学大学院経済学研究科学術交流棟 (小島ホール) 1階第2 セミナー室における対面開催 および Zoom を用いたオンライン開催の併用)

参加人数 : 70名

世話人 : 菅澤翔之助 (東京大学), 入江 薫 (東京大学), 橋本真太郎 (広島大学), 小林弦矢 (明治大学), 中川智之 (東京理科大学)

○RIMS 共同研究 (グループ型 A) 精密解析による非線形問題の新展開 [国内]

日程 : 2023年3月6日~8日

場所 : 京都大学数理解析研究所

参加人数 : 50名

研究代表者 : 田中 敏 (東北大学), 副代表 : 内藤雄基 (広島大学)

○RIMS 共同研究 (公開型) 種々の統計的モデルにおける推測方式の有効性 [国内]

日程 : 2023年3月6日~8日

場所 : 京都大学数理解析研究所

参加人数 : 25名

研究代表者 : 小池健一 (日本大学), 副代表 : 橋本真太郎 (広島大学)

○微分方程式における解の漸近挙動の解析とその周辺 [国内]

日程 : 2023年3月8日~9日

場所 : 広島大学東広島キャンパス (対面およびオンラインの併用)

参加人数 : 90名

世話人 : 加藤圭一 (東京理科大学), 川下美潮 (広島大学), 滝本和広 (広島大学), 川下和日子 (広島大学), 若杉勇太 (広島大学), 佐野めぐみ (広島大学)

○Mapping class groups and Quantum topology [国際]

日程 : 2023年3月8日~10日

場所 : 東広島芸術文化ホール'くらら'および東広島市市民文化センター

参加人数 : 15名

世話人 : 逆井卓也 (東大数理), 野崎雄太 (広島大学)

○神戸非線形解析研究会 [国内]

日程 : 2023年3月8日~10日

場所 : 神戸国際会館

参加人数 : 27名

世話人 : 栄伸一郎 (北海道大学), 小川知之 (明治大学), 桑村雅隆 (神戸大学),  
長山雅晴 (北海道大学), 水町 徹 (広島大学)

○広島・岡山代数学セミナー [国内]

日程 : 2023年3月10日~12日

場所 : 岡山大学理学部

参加人数 : 50名

世話人 : 石川雅雄 (岡山大学), 鈴木武史 (岡山大学), 木村俊一 (広島大学),  
山田裕史 (岡山大学)

○研究集会『多変量統計学・統計的モデル選択の新展開』 [国内]

日程 : 2023年3月16日~18日

場所 : ハイブリッド開催 (広島大学東千田未来創生センターでの対面開催および Zoom を  
用いたオンライン開催の併用)

参加人数 : 40名

世話人 : 柳原宏和 (広島大学)

○Takamatsu Workshop on Partial Differential Equations [国内]

日程 : 2023年3月27日~28日

場所 : 対面 (香川大学教育学部幸町北 6 号館 611 講義室) 及び Zoom によるハイブリッド  
開催

参加人数 : 67名

世話人 : 宮崎隼人 (香川大学), 滝本和広 (広島大学), 竹田寛志 (福岡工業大学),  
山田哲也 (福井高専)

**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

第1回

日時 : 2022年11月30日 14:35-16:05

場所 : 理学部 C816

講師 : Pho Duc Tai 氏 (Vietnam National University of Science in Hanoi)

題目 : Singular curves of genus one in blockchain

第2回

日時 : 2022年12月21日 14:35-16:05

場所 : 理学部 B702+オンライン (Zoom)

講師 : 是枝由統 氏 (広島大学)

題目：標数 2 の  $D_4$ -型特異曲面のジェットスキームの特異点上のファイバー

### 第 3 回

日時：2023 年 1 月 11 日 14:35-16:05

場所：理学部 B702+オンライン (Zoom)

講師：助永真之 氏 (広島大学)

題目：トロピカル平面曲線の交わりに関する実現問題

### ○広島大学トポロジー・幾何セミナー

日時：2022 年 5 月 10 日 (火) 15:00-16:00

場所：オンライン (Zoom)

講師：小菅亮太郎 氏 (東京大学)

題目：曲面の写像類群の Chillingworth 部分群について

日時：2022 年 5 月 17 日 (火) 15:00-16:30

場所：理学部 B707 号室

講師：寺本圭佑 氏 (広島大学)

題目：擬球的曲面の焦面について

日時：2022 年 6 月 7 日 (火) 15:00-16:30

場所：理学部 B707 号室

講師：金田 伸 氏 (広島大学)

題目：向き付け不可能な極大曲面とその特異点について

日時：2022 年 6 月 21 日 (火) 15:00-16:00

場所：オンライン (Zoom)

講師：藤野弘基 氏 (名古屋大学)

題目：単葉調和関数論と Krust の定理の拡張

日時：2022 年 8 月 2 日 (火) 15:00-16:30

場所：理学部 B707 号室

講師：鈴木航介 氏 (広島大学)

題目：優良格子点法による多次元数値積分

日時：2022 年 11 月 22 日 (火) 15:00-16:30

場所：理学部 B707 号室

講師：直江央寛 氏 (中央大学)

題目：Shadows of 2-knots and complexity

日時：2022 年 11 月 29 日 (火) 15:00-16:30

場所：理学部 B707 号室

講師：高橋夏野 氏 (大阪大学)

題目：コルクのトライセクション種数について

日時：2022年12月13日（火）15:00-15:40

場所：理学部 B707 号室

講師：青山 楓 氏（広島大学），北川大輝 氏（広島大学），今井勝喜 氏（広島大学）

題目：3次元非周期タイリングの可視化とコロナ極限

### ○広島数理解析セミナー

#### 第 257 回

日時：2022年5月20日（金）15:00 - 17:30

場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催

15:00 - 16:00

講師：市田 優 氏（明治大学）

題目：微分方程式の無限遠ダイナミクスと高次元領域におけるある走化性方程式系の球対称定常解

16:30 - 17:30

講師：吉富和志 氏（東京都立大学）

題目：Pseudo-differential operators and logarithmic Schatten classes

#### 第 258 回

日時：2022年6月24日（金）15:00 - 17:30

場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催

15:00 - 16:00

講師：米山泰祐 氏（北里大学）

題目：時間減衰する調和ポテンシャルをもつシュレディンガー方程式の解のストリックカーツ型評価

16:30 - 17:30

講師：杉山裕介 氏（滋賀県立大学）

題目：Formation of singularities for a family of 1D quasilinear wave equations

#### 第 259 回

日時：2022年7月15日（金）15:00 - 17:30

場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催

15:00 - 16:00

講師：小川知之 氏（明治大学）

題目：Alien invasion into the buffer zone between two competing species

16:30 - 17:30

講師：吉澤研介 氏（九州大学）

題目：An obstacle problem for the  $p$ -elastic energy

#### 第 260 回

日時：2022年7月22日（金）15:00 - 17:30

場所：Microsoft Teams を用いたオンライン開催



15:00 – 16:00

講師：Erbol Zhanpeisov 氏（東京大学）

題目：Existence of solutions for fractional semilinear parabolic equations in Besov-Morrey spaces

16:30 – 17:30

講師：田中 敏 氏（東北大学）

題目：三次元単位球面内の円環領域上の scalar-field 方程式の正值対称解

#### 第 261 回

日時：2022 年 12 月 2 日（金）16:30 – 17:30（都合により 2023 年 1 月 6 日に延期）

場所：ハイブリッド開催（広島大学理学部 E104 における対面開催および Microsoft Teams を用いたオンライン開催の併用）

講師：富岡健太 氏（早稲田大学）

題目：シュレディンガー・改良ブシネスク系の初期値問題の適切性と改良／分散消滅極限について

#### 第 262 回

日時：2022 年 12 月 16 日（金）16:30 – 17:30

場所：ハイブリッド開催（広島大学理学部 E104 における対面開催および Microsoft Teams を用いたオンライン開催の併用）

講師：谷地村敏明 氏（京都大学）

題目：Entropic Gaussian mixture optimal transport and application to single-cell data analysis

#### 第 263 回

日時：2023 年 1 月 6 日（金）15:00 – 17:30

場所：ハイブリッド開催（広島大学理学部 E104 における対面開催および Microsoft Teams を用いたオンライン開催の併用）

15:00 – 16:00（第 261 回（2022 年 12 月 2 日）の延期分）

講師：富岡健太 氏（早稲田大学）

題目：シュレディンガー・改良ブシネスク系の初期値問題の適切性と改良／分散消滅極限について

16:30 – 17:30

講師：岡本 葵 氏（大阪大学）

題目：2 次の非線形項をもつ非線形 Klein-Gordon 方程式のほとんど確実な大域的適切性

#### 第 264 回

日時：2023 年 2 月 3 日（金）16:30 – 17:30

場所：ハイブリッド開催（広島大学理学部 E104 における対面開催および Microsoft Teams を用いたオンライン開催の併用）

講師：柳 青 氏（沖縄科学技術大学院大学）

題目：Horizontal quasiconvex functions in the Heisenberg group

## ○複素解析セミナー

### 第1回

日時：2022年4月22日

場所：オンライン (Microsoft Teams)

講師：佐々木真二氏 (芝浦工業大学)

題目：高階方程式のWKB解のBorel総和可能性へ向けたひとつのアプローチ

### 第2回

日時：2022年5月13日

場所：オンライン (Microsoft Teams)

講師：小川原弘士氏 (熊本大学)

題目： $q$ 特殊関数の微分超越性

### 第3回

日時：2022年11月25日

場所：広島大学理学部B棟707室

講師：杉山俊氏 (北九州工業高等専門学校)

題目：コホモロジー群の中間的消滅条件を満たす領域

### 第4回

日時：2022年12月23日

場所：オンライン (Microsoft Teams)

講師：西田竜葵氏 (北海道大学)

題目：チェックドルボーコホモロジーによる佐藤超関数と可微分関数の埋め込み像

### 第5回

日時：2023年3月3日

場所：広島大学理学部B棟707室

講師：菊池翔太氏 (鈴鹿工業高等専門学校)

題目：多重複素グリーン関数と大沢・竹腰L2拡張定理について

### 第6回

日時：2023年3月10日

場所：広島大学理学部B棟707室

講師：阿部誠氏 (広島大学)

題目： $C_n$ 上の不分岐Riemann領域の中間的擬凸性について

## ○広島確率論・力学系セミナー

日時：2022年11月30日 15:00 - 16:30

場所：広島大学理学部B棟7階B707室

講師：中田寿夫氏 (福岡教育大学)

題目：搭乗券の紛失問題の独立性について

日時：2023年1月16日 10:30 – 12:00  
場所：Microsoft Teams によるオンライン形式  
講師：中田寿夫 氏（福岡教育大学）  
題目：超重裾をもつランダムウォークの大偏差

日時：2023年1月30日 10:30 – 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：グラフ構造をもつ反復関数系の漸近摂動とその応用

## ○広島統計グループ金曜セミナー

### 第1回

日時：2022年4月15日 15:00 – 16:00  
場所：対面（理学部 C816）＋オンライン（Microsoft Teams）  
講師：橋本真太郎 氏（広島大学）  
題目：A new class of global-local shrinkage priors for high-dimensional positive-valued data

### 第2回

日時：2022年6月10日 15:00 – 16:00  
場所：対面（理学部 C816）＋オンライン（Microsoft Teams）  
講師：樊 怡舟 氏（広島大学）  
題目：交絡変数の部分的統制に関する考察：プロキシバイアスに焦点を当てて

### 第3回

日時：2022年11月18日 15:00 – 16:00  
場所：対面（理学部 C816）＋オンライン（Microsoft Teams）  
講師：桃崎智隆 氏（東京理科大学）  
題目：ダイバージェンスを用いた ordinal response model におけるロバストな推定

### 第4回

日時：2022年12月2日 15:00 – 16:00  
場所：対面（理学部 C816）＋オンライン（Microsoft Teams）  
講師：二宮嘉行 氏（統計数理研究所）  
題目：現代統計学における Focused Information Criterion の発展可能性について

### 第5回

日時：2022年12月16日 15:00 – 16:00  
場所：対面（理学部 C816）＋オンライン（Microsoft Teams）  
講師：折原隼一郎 氏（東京医科大学）  
題目：操作変数法の適用とその問題点について

## 第6回

日時：2022年12月23日 15:00 - 16:00

場所：オンライン (Microsoft Teams)

講師：牧草夏実 氏 (横浜市立大学)

題目：再生核ヒルベルト空間における分散の違いを用いた二標本検定

## 第7回

日時：2023年1月6日 15:00 - 16:00

場所：対面 (理学部 C816) + オンライン (Microsoft Teams)

講師：Tendeiro Jorge 氏 (広島大学)

題目：The Bayes factor: Statistical properties and a diagnosis of its use in applied research

## 第8回

日時：2023年1月20日 15:00 - 16:00

場所：対面 (理学部 C816) + オンライン (Microsoft Teams)

講師：佐藤倫治 氏 (大阪大学)

題目：希少疾患領域における単群試験に替わる臨床試験デザインと推定法の提案

## 第9回

日時：2023年2月10日 15:00 - 16:00

場所：対面 (理学部 C816) + オンライン (Microsoft Teams)

講師：地道正行 氏 (関西学院大学)

題目：財務データと ESG レーティングデータによる株式時価総額の統計モデリング第1回

## ○数理情報科学セミナー

### 第1回

日時：2022年4月20日

場所：総合科学部 C 棟 808 号室

講師：東條広一 氏 (理化学研究所)

題目：表現論を用いた指数型分布族の構成法

### 第2回

日時：2022年11月16日

場所：総合科学部 C 棟 808 号室

講師：橋本悠香 氏 (NTT ネットワークサービスシステム研究所)

題目：RKHM のデータ解析への応用

### 第3回 (広島複素解析セミナーとの共催)

日時：2022年3月10日

場所：理学部 B 棟 707 号室

講師：阿部 誠 氏 (広島大学)

題目： $C^n$  上の不分岐 Riemann 領域の中間的擬凸性について

## 学術団体からの受賞実績

令和4年度 … 0件

## 学生の受賞実績

令和4年度 … 1件

- ・ 鬼塚貴広：令和4年度先進理工系科学研究科学生表彰, 2023年3月

## 産学官連携実績

令和4年度 … 2件

## 国際交流実績

- ・ 島田伊知朗：研究者招聘, Pho Duc Tai (ベトナム国立科学大学ハノイ校, ベトナム), 2022年11月26日～12月3日.
- ・ 藤森祥一：研究者招聘, Denis Polly (ウィーン工科大学, オーストリア), 2022年9月21日～23日.
- ・ 藤森祥一：研究者招聘, Seong-Deog Yang (高麗大学校, 韓国), 2023年1月6日～23日.
- ・ 奥田隆幸：研究者招聘, Michael Eastwood (The University of Adelaide, オーストラリア), 2022年9月3日～10日.
- ・ 奥田隆幸：研究者招聘, Karl-Hermann Neeb (Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen-Nuernberg, ドイツ), 2022年9月3日～11日.
- ・ 柳原宏和：研究者招聘, Solvang Hiroko (Institute of Marine Research, Norway), 2023年3月13日～19日.
- ・ 伊森晋平：外国からの招聘, 外国人特別研究員 (JSPS サマー・プログラム), Cigdem Cengiz (Linköping University, Sweden), 2022年9月27日～11月29日.
- ・ 水町 徹：外国からの招聘, 数学中央研究院 (台北市, 台湾), 2022年9月4日～30日.
- ・ 小鳥居祐香(WPI-SKCM2)：研究者招聘, Day Brian (ジョージアテック, アメリカ), 2023年1月23日～31日.

## 国際共同研究・国際会議開催実績

令和4年度 … 国際会議開催 5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 9件

- ・ 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)
- ・ 奥田隆幸 (国際共同研究)：Da Zhao (上海交通大学, 中国)
- ・ 寺本圭佑 (国際共同研究)：Luciana F. Martins (Universidade Estadual Paulista, ブラジル)
- ・ 寺本圭佑 (国際共同研究)：Samuel P. dos Santos (Universidade Estadual Paulista, ブラジル)
- ・ 井上昭彦 (国際共同研究)：Junho Yang (Institute of Statistical Science, Academia Sinica, 台湾)
- ・ 柳原宏和 (国際共同研究)：Hiroko Solvang (Institute of Marine Research, Norway)
- ・ 伊森晋平 (国際共同研究)：Ching-Kang Ing (National Tsing Hua University, 台湾)

## 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

コラッツ予想の二次体への一般化を研究し，係数  $p$  の定義二次方程式の複素数内での絶対値が 4 以上であればほとんどの初期値に対してコラッツ列が発散し，従ってコラッツ予想のアナロジーが成立しそうにないことの強い証拠をみつけた。一方，絶対値が 4 以下の場合に大量の数値実験を行い，「どんな初期値から出発しても，最終的には何らかの有限のサイクルに収束する」という意味でのコラッツ予想のアナロジーが成り立っていることをほとんどの例で確かめた。

また，コラッツ予想が成立する場合に，偶数回目でサイクルに入るか，それとも奇数回目でサイクルに入るかを調べ，不思議だがきわめて強固なパターンが発生することを観測した。

Conway による後手有利ゲームのゲーム値がなす数理論について，Conway が証明を与えずに述べたいいくつかの事項について厳密な証明を与えた。

##### ○国内会議での講演

- ・（招待講演）木村俊一，無限の数え方(After Cantor, Weil and Conway)，広島・岡山代数学セミナー，2023 年 3 月 10 日，岡山大学理学部。
- ・（招待講演）木村俊一，もしもコラッツ予想を真剣に考えている時に、誰か他の人が解決してしまったら、明日からは一体何を考えれば良いのだろうか？，広島大学代数学ワークショップ，2023 年 3 月 18 日，広島大学。

#### 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 Leech 格子の構成法を見つけた。

##### ○論文

- ・ Ichiro Shimada, Zariski multiples associated with quartic curves, *J. Singul.* 24 (2022), 169–189.
- ・ Ichiro Shimada, A note on Quebbemann's extremal lattices of rank 64, *J. Théor. Nombres Bordeaux* 34 (2022), no. 3, 813–826.

##### ○国際会議での講演

- ・（招待講演）Ichiro Shimada, The automorphism group of a  $K3$  surface birational to a double plane. *Real Aspects of Geometry*, 2022.11.4, CIRM, Luminy, France
- ・（招待講演）Ichiro Shimada, Mordell-Weil groups of a certain  $K3$  surface. *Recent Development in Algebraic Geometry*, 2022.8.30, National University of Singapore

##### ○国内会議での講演

- ・（招待講演）Ichiro Shimada, ある  $K3$  曲面の自己同型群について. *K3, Enriques Surfaces, and*

## 高橋宣能 (准教授)

### ○研究概要

今年度は、主に半単純な無限小  $s$  多様体の表現および対数的曲面上の一次元層について調べた。

1. カンドル多様体のうち「非退化」なものというべき正則  $s$  多様体から、そのある点での接空間として無限小  $s$  多様体が定まる。正則  $s$  多様体上の線形な加群と無限小  $s$  多様体の表現には、Lie 群と Lie 環の表現の場合と同様に対応があるので、無限小  $s$  多様体の表現を調べるのが問題となる。今年度は、付随する Lie 環が半単純 Lie 環であるような無限小  $s$  多様体について調べ、特にその正則な表現は付随する Lie 環の表現から得られることを示した。論文は準備中である。

2.  $K3$  曲面上の層について、モジュライ空間に symplectic 構造が入ることが知られていた。対数的カラビヤウ曲面  $(X, D)$ (より正確には Poisson 曲面)の場合、同様にして層のモジュライ空間上に Poisson 構造が入り、特に台が境界  $D$  と一点で交わる層のなす部分多様体はその symplectic 葉になる。今年度の研究では、この多様体が symplectic 特異点を持つか、という問題を考察した。まず、 $D$  と node で交わるような種数 2 の曲線  $C$  の構造層が含まれる成分について、具体的な計算を行い、特異点の型を求めた。また、より高い種数の場合にも、曲面のブローアップ上の層のモジュライを用いることにより部分的な特異点解消ができるであろう、ということを観察した。これを実際に遂行するための準備として、可約曲線の fine compactified Jacobian や Gieseker 曲線・Gieseker ベクトル束を参考に、考えるべき層の定義を検討し、性質を調べた。

### ○国内会議での講演

- ・ (招待講演) 高橋宣能, 対数的カラビヤウ曲面上の曲線の数え上げと 1 次元層のモジュライ空間. 第 18 回代数・解析・幾何学セミナー, 2023 年 2 月 20 日, オンライン(Zoom)

## 鈴木航介 (助教)

### ○研究概要

準モンテカルロ法は、サンプル点集合をランダムではなく超一様にとる(数学的に賢くデザインすることにより、数値積分の積分誤差を小さくするというアルゴリズムである。さらに、サンプル点集合の一様さを保ったまま上手にランダムネスを加えると、よい積分誤差と統計的性質の両方を保証することができる。これは乱択化準モンテカルロ法と呼ばれている。

私は、オーストラリア UNSW 大学の Josef Dick 教授、東京大学の合田隆准教授との共著論文により、乱択化準モンテカルロ法の新しいアルゴリズムとして randomized component by component (randomized CBC) アルゴリズムを提案した。CBC アルゴリズムは格子という種類の点集合のうち性質のよいものを探索する決定的、構成的なアルゴリズムであり、準モンテカルロ法分野ではよく用いられている。本論文では、CBC アルゴリズムでは貪欲に生成ベクトルを定めていたところにランダムネスを取り入れることで、理論的にほぼ最良な積分誤差オーダーが得られることを証明した。CBC アルゴリズムという有用なアルゴリズムの乱択化に意味があることを明らかにした点は、本論文の大きな功績であると考えている。なお、得られた積分誤差オーダーと同等な上界は Kritzer-Kuo-Nuyens-Ullrich によりすでに得られていたが、彼らの結果は残念ながら実装するのが難

しかった。一方、我々の結果は実装が容易であり、実際に数値実験も行っている。また、上記の論文では格子だけでなく多項式格子に対する議論も同時に行っている。

## ○論文

- Takashi Goda, Kosuke Suzuki, “Improved bounds on the gain coefficients for digital nets in prime power base”, J. Complexity 76 (2023).

## ○国際会議での講演

- (一般講演) Kosuke Suzuki, Component-by-component construction of randomized rank-1 lattice rules achieving almost the optimal randomized error rate. 15th International Conference on Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing, 2022.7, JKU Linz (Austria).

## 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（のホモトピー類）と、その多様体のフロースパイン（のある種の同値類）との間の対応に着目し、接触構造の Reeb フローを用いることで、接触構造（のイソトピー類）と正フロースパインの関係の構築、およびそれに基づく接触構造の諸性質の組み合わせ的記述を目指し、研究を遂行している。本年度は、石井一平氏、石川昌治氏、直江央寛氏と共同で、正フロースパインに対して接触構造が一意的に存在することを証明する論文が査読付国際誌に受理され、出版された。また、同共同研究者らと共に、上の研究により得られる正フロースパインの集合から接触構造の集合への写像の全射性、すなわち、各接触構造に対し、対応する正フロースパインをすることの証明を論文としてまとめた。これは昨年度目標としていたものであり、次年度に速やかに査読付き国際誌に投稿予定である。関連する話題として、3次元多様体のハンドル体分割に関する論文（石原海氏、小川将輝氏、小沢誠氏、阪田直樹氏、下川航也氏らと共同）が Proc. R. Soc. A から、絡み目の橋分解の Goeritz 群に関する論文（井口大幹氏と共同）が Pacific J. Math. から、4次元多様体のシャドウ複雑度に関する論文（Bruno Martelli 氏、直江央寛と共同）が Ann. Fac. Sci. Toulouse Math. (6) から、絡み目の橋分解の Goeritz 群に関する論文（Sangbum Cho 氏、Arim Seo 氏と共同）が J. Topol. Anal. からそれぞれ出版された。その他、Goeritz 群に関する研究内容について国際集会で連続講演を行った。

## ○論文

- Susumu Hirose, Daiki Iguchi, Eiko Kin, Yuya Koda, Goeritz groups of bridge decompositions, International Mathematics Research Notices. IMRN 2022 (2022), no. 12, 9308-9356.
- Naoki Sakata, Ryosuke Mishina, Masaki Ogawa, Kai Ishihara, Yuya Koda, Makoto Ozawa, Koya Shimokawa, Handlebody decompositions of 3-manifolds and polycontinuous patterns, Proceedings of the Royal Society A. 478 (2022), no. 2260, Paper No. 20220073, 28 pp.
- Yuya Koda, Bruno Martelli, Hironobu Naoe, Four-manifolds with shadow-complexity one, Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse. Mathématiques. Série 6 31 (2022), no. 4, 1111-1212.
- Sangbum Cho, Yuya Koda, Arim Seo, Braid group and leveling of a knot, Journal of Topology and Analysis,



14 (2022), no. 04, 945-968.

- Ippei Ishii, Masaharu Ishikawa, Yuya Koda, Hironobu Naoe, Positive flow-spines and contact 3-manifolds, *Annali di Matematica Pura ed Applicata* (2023), DOI: 10.1007/s10231-023-01314-1.

#### ○国際会議での講演

- (招待講演) 古宇田悠哉, Singularity theory in the study of mapping class groups of Heegaard splittings. Singularity theory and geometric topology, 2022年10月25日, 26日 (連続講演), 京都大学数理解析研究所

#### ○国内学会での講演

- (招待講演) 古宇田悠哉, On the mapping class groups of Heegaard splittings under stabilizations (井口大幹氏との共同研究). *Geometry in Low Dimensions 2022*, 2022年12月27日, 東京工業大学

### 藤森祥一 (教授)

#### ○研究概要

ワイエルシュトラス型表現公式をもつ曲面の族の構成方法や特異点の振る舞い, ならびにある種の特異点から生じる曲面の解析的拡張性を, 主に微分幾何学的手法を用いて解析した。特に2重周期的極小曲面の族の構成と, 向き付け不可能な極大曲面の構成および特異点の判定について研究した。

#### ○論文

- Shoichi Fujimori, Yu Kawakami, Masatoshi Kokubu, Wayne Rossman, Masaaki Umehara, Kotaro Yamada, and Seong-Deog Yang, Analytic extensions of constant mean curvature one geometric catenoids in de Sitter 3-space, *Differential Geometry and its Applications*, 84 (2022), 101924, 35pp.
- Shoichi Fujimori and Shin Kaneda, Higher genus nonorientable maximal surfaces in the Lorentz-Minkowski 3-space, *Tohoku Mathematical Journal*, 75 (2023), 1-14.

#### ○総説・解説

- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第1回 曲線のパラメータ表示, 数学セミナー2022年4月号, 日本評論社, (2022), 68-72.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第2回 サイクロイドとその仲間たち, 数学セミナー2022年5月号, 日本評論社, (2022), 72-77.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第3回 曲線の長さ, 数学セミナー2022年6月号, 日本評論社, (2022), 72-77.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第4回 曲線の曲率, 数学セミナー2022年7月号, 日本評論社, (2022), 65-71.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第5回 平面曲線の基本定理, 数学セミナー2022年8月号, 日本評論社, (2022), 78-83.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第6回 曲面のパラメータ表示, 数学セミナー2022年9月号, 日本評論社, (2022), 64-69.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第7回 回転面, 線織面, 数学セミナー2022年10月号, 日本評

論社, (2022), 67-73.

- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第 8 回 曲面の面積, 数学セミナー2022 年 11 月号, 日本評論社, (2022), 62-68.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第 9 回 いくつかの曲面の面積, 数学セミナー2022 年 12 月号, 日本評論社, (2022), 52-55.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第 10 回 曲面のガウス曲率, 数学セミナー2023 年 1 月号, 日本評論社, (2023), 68-73.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第 11 回 曲面の平均曲率, 数学セミナー2023 年 2 月号, 日本評論社, (2023), 59-65.
- 藤森祥一, 目で見る曲線と曲面 第 12 回 Theorema Egregium, 数学セミナー2023 年 3 月号, 日本評論社, (2023), 61-67.

### ○国際学会での講演

- (招待講演) Shoichi Fujimori, Genus three embedded doubly periodic minimal surfaces with parallel ends. RIMS Workshop (Type A) Applications of Harmonic Maps and Higgs Bundles to Differential Geometry, 京都大学数理解析研究所, 2022 年 5 月 28 日.
- (招待講演) Shoichi Fujimori, Examples of minimal surfaces in Euclidean 3-space. Discussion meeting on zero mean curvature surfaces in the Lorentz-Minkowski space and related areas, Shiv Nadar University (インド), 2022 年 9 月 30 日 (hybrid).
- (依頼講演) Shoichi Fujimori, Higher genus nonorientable maximal surfaces in the Lorentz-Minkowski 3-space. The 7th Japan-China Geometry Conference, 広島大学, 2022 年 12 月 28 日.
- (招待講演) Shoichi Fujimori, Nonorientable maximal surfaces with one end in the Lorentz-Minkowski 3-space. The 3rd Conference on Surfaces, Analysis, and Numerics, Korea University (韓国), 2023 年 2 月 22 日 (hybrid).

### 奥田隆幸 (准教授)

#### ○研究概要

局所コンパクト群  $G$  とその閉部分群  $H$  を固定し, 等質空間  $X = G/H$  について考えたい。ただし以下では  $H$  が非コンパクトである場合を主に想定する。 $G$  の離散部分群  $\Gamma$  であって, 等質空間  $X = G/H$  への自然な作用が固有不連続かつ固定点自由になるようなものを  $X$  の不連続群とよぶ。特に  $G$  が Lie 群である場合には,  $X$  上の不連続群の研究は  $(G, X)$ -多様体の研究の一種とみなすことができ, 微分幾何学の重要な研究テーマの一つとなっている。一般に  $G$  の (離散とは限らない) 閉部分群  $L$  であって,  $X = G/H$  への自然な作用が固有であるようなものを考えると, このような  $L$  の torsion-free な離散部分群は必ず  $X$  の不連続群となるため, 不連続群の構成に役に立つ。そこで以下のような問題が研究テーマとして成立する:

問 A:  $G$  の閉部分群  $L$  であって,  $X = G/H$  への自然な作用が固有であるようなものをいろいろ構成せよ。

この間における本質的な困難さの一つとして,  $H$  が非コンパクトの場合には, 一般には以下の問 B が簡単ではないということが挙げられる:

問 B:  $G$  の閉部分群  $L$  が与えられたとき,  $L$  の  $X = G/H$  への作用が固有であるか判定せよ。

問 B に関する最も重要な結果の一つは、 $SGS$  が実簡約リー群の場合についての、小林俊行氏による固有性判定定理 ([Math. Ann. '89, J. Lie Theory '96]) である。これは簡約群  $SGS$  の  $SKAKS$  分解を利用して、可換群  $SAS$  の部分だけに着目して  $XXS$  上の  $LSL$  作用の固有性が判定できるというものである。現在ではこの固有性判定定理は実簡約群  $SGS$  の等質空間  $SX = G/H$  上の不連続群の研究における基本的な道具となっており、多くの応用がなされている。

当該年度の研究においては、小林氏の固有性判定定理の、粗幾何学の視点による一般化について研究を行い、非常に簡明な形で一般化が得られた。

## ○論文

- Eiichi Bannai, Yoshifumi Nakata, Takayuki Okuda, Da Zhao, Explicit construction of exact unitary designs, *Advances in Mathematics* 405, 2022 年, 108457(ページ番号なし).
- Sebastian M. Cioabă, Jack H. Koolen, Masato Mimura, Hiroshi Nozaki, Takayuki Okuda, On the spectrum and linear programming bound for hypergraphs, *European Journal of Combinatorics* 104, 2022 年, 103535(ページ番号なし).
- Akira Kubo, Mika Nagashiki, Takayuki Okuda, Hiroshi Tamaru, A commutativity condition for subsets in quandles -- a generalization of antipodal subsets, *Differential Geometry and Global Analysis, in Honor of Tadashi Nagano. Contemp. Math., American Mathematical Society* 777, 2022 年, 103-125.

## ○国内学会での講演

- (招待講演) 奥田隆幸, 等質空間上の固有な作用について. 広島・岡山 代数学セミナー, 2023 年 3 月 11 日, 岡山大学
- (招待講演) 奥田隆幸, (t, m, s)-nets and profinite association schemes. トポロジーとコンピュータ 2022, 2022 年 10 月 21 日, 広島大学
- (一般講演) 奥田隆幸, Split Dynkin indices for homomorphisms between real simple Lie algebras. 2022 年度 RIMS 共同研究(公開型)「表現論とその周辺分野における諸問題」, 2022 年 7 月 28 日, 京都大学数理解析研究所

## 寺本圭佑 (助教)

### ○研究概要

今年度は、以下の研究を行った。

• 波面の非有界な主曲率関数における焦面の研究の応用として、擬球的波面の焦面の幾何学について考察した。擬球的波面とはある種の特異点を許容する曲面で、正則点集合上でガウス曲率が負で一定となる曲面のことである。本研究において、擬球的波面の特異点と焦面に現れる特異点の関係を明らかにした。また、焦面のガウス曲率と平均曲率に対して、具体的な表示を与えた。さらに、その表示から、擬球的波面の焦面が極小曲面になるための条件を得ることができ、それを満たすものはディニ曲面のみであることを示した。

• フロント曲面のガウス写像の特異点について研究を行った。フロント曲面というのは特異点を許容し、かつガウス写像が特異点においても滑らかに拡張できるものをいう(波面の集合はフロント曲面の集合に含まれる)。一般に、フロント曲面の特異点においてガウス写像も特異点を持つことが知られている。本研究では、ガウス写像に現れる特異点型をフロント曲面の幾何学

的不変量での特徴づけを与えた。また、波面のガウス写像の特異点として現れることのないシャークスフィンと呼ばれる特異点がガウス写像の特異点として現れるための必要十分条件を得た。

・純フロントル特異点のみを許容するフロントル曲面の法線叢の特異値集合として得られる曲面の研究を行った。ここで、純フロントル特異点とは、フロントル特異点であるが波面の特異点でないものをいう。これらの主曲率関数は、ある条件の下では特異点においても滑らかに拡張可能であることが知られている。本研究では、法線叢の特異値集合として、フロントル曲面の焦点と特異点集合の像に関するある線織面である「法曲面」が得られることを示した。さらに、これらの特異点型をフロントル曲面の幾何学的不変量を用いて特徴づけた。

## ○論文

- ・ S. Izumiya, K. Saji and K. Teramoto, Flat surfaces along swallowtails, *Kobe J. Math.*, 39, (2022), 63-80.

## ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 寺本圭佑, ある表現公式で与えられる曲面の特異点と幾何学的性質について. 接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺, 2023年1月20日, 金沢大学サテライト・プラザ
- ・ (招待講演) 寺本圭佑, 擬球的曲面の焦点について. 第69回 幾何学シンポジウム, 2022年8月31日, 東京理科大学野田キャンパス&オンライン

## 野崎雄太 (助教)

### ○研究概要

曲面の写像類群や3次元多様体の研究において、ホモロジーシリンダーと呼ばれるある種のコボルディズムに興味を持たれており、特にそれらのなす Abel 群は興味深い研究対象である。これらを探究するために、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、非可換版の Reidemeister-Turaev トーションを導入した。その基本的な性質を調べるとともに、LMO 関手や榎本-佐藤トレースとの関係を明らかにした。この成果は *Trans. Amer. Math. Soc.* から出版され、国際集会での招待講演も行った。さらに北野晃朗氏 (創価大学) との共同研究では、3次元多様体の Reidemeister トーションの代数的性質を研究し、その成果は *Trans. London Math. Soc.* から出版された。また学術変革領域研究(B)に伴う共同研究において、組合せ遷移の研究を精力的に進め、AAAI2022, PRIMA2022, SoCG2023, IWOCA2023, ICALP2023 に論文が採択された。さらに1本の論文が *ACM Trans. Algorithms* から出版された。

## ○論文

- ・ Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Naonori Kakimura, Naoyuki Kamiyama, Yusuke Kobayashi, Shun-ichi Maezawa, Yuta Nozaki, Yoshio Okamoto, and Kenta Ozeki, Monotone edge flips to an orientation of maximum edge-connectivity à la Nash-Williams, *ACM Trans. Algorithms*, Vol. 19, No. 1 (2023), 1-22.
- ・ Teruaki Kitano and Yuta Nozaki, An algebraic property of Reidemeister torsion, *Trans. London Math. Soc.* Volume 9, Issue 1 (2022), 136-157.
- ・ Takehiro Ito, Naonori Kakimura, Naoyuki Kamiyama, Yusuke Kobayashi, Yuta Nozaki, Yoshio Okamoto, and Kenta Ozeki, On Reachable Assignments under Dichotomous Preferences, *Proceedings of the 24th International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA 2022)*, 650-658.
- ・ Takehiro Ito, Yuni Iwamasa, Naonori Kakimura, Naoyuki Kamiyama, Yusuke Kobayashi, Yuta Nozaki,

Yoshio Okamoto, and Kenta Ozeki, Reforming an envy-free matching, Proceedings of the 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2022), 36(5), 5084-5091.

### ○国際会議での講演

- ・ (一般講演) Yuta Nozaki, Low-dimensional topology. Kickoff Symposium 2023, 2023 年 3 月, 広島国際会議場
- ・ (招待講演) Yuta Nozaki, A non-commutative Reidemeister-Turaev torsion of homology cylinders, The 18th East Asian Conference on Geometric Topology, 2023 年 2 月, Soochow University (オンライン)

### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 野崎雄太, 組合せ遷移におけるトポロジーの視点, 電子情報通信学会コンピュータシミュレーション研究会, 2023 年 3 月, お茶の水女子大学
- ・ (一般講演) 野崎雄太, 組合せ遷移とトポロジー, 学術変革領域研究(B)「組合せ遷移」最終報告会, 2023 年 2 月, 東北大学
- ・ (招待講演) 野崎雄太, 曲面の写像類群とホモロジーシリンダー, 横浜国立大学談話会, 2022 年 12 月, 横浜国立大学
- ・ (一般講演) 野崎雄太, A non-commutative Reidemeister-Turaev torsion of homology cylinders, 日本数学会 2022 年度秋季総合分科会, 2022 年 9 月, 北海道大学
- ・ (招待講演) 野崎雄太, On the kernel of the surgery map, Intelligence of Low-dimensional Topology, 2022 年 5 月, 京都大学数理解析研究所 (ハイブリッド)

## 数理解析講座

### 川下美潮 (教授)

#### ○研究概要

本研究の目標は、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調べる際に現れる漸近挙動の解析に対する「局所化」の可能性の考察であった。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。これが正しいければ、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な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、昨年度までに次が明らかにされた。

- 一様な媒質の中にノイマン型 (ロバン) 境界条件に従う穴とディリクレ境界条件に従う穴が混在する場合 (以下, 混在型という), 最短の長さを与える箇所がどちらかの穴に限定されているときは単一の境界しかない既存の場合と同じ方法で議論できる。
- (i) のノイマン型境界条件を消散項付きの境界条件に拡張できる。
- 混在型で, 最短の長さを与えている穴がどちらの境界条件を満たしているかが分からない

場合、ノイマン型境界条件の境界は3回微分可能、ディリクレ境界条件の方は4回微分可能な場合には漸近解を用いて指示関数の漸近挙動を求めた。

令和4年度はこれまでの研究で得た上の(i)-(iii)に関する証明の細部についての検証を行った。さらにこれらの結果の紹介を行った研究発表についての解説を *Proceedings* に投稿した。来年度以降、これらの結果を論文としてまとめ順次発表する予定である。

#### ○国内会議での講演

- ・ (依頼講演) 川下美潮, 川下和日子 (担当を分けてともに登壇した), Dirichlet 境界と Neumann 境界が混在する媒質における波動方程式の逆問題に現れる指示関数の漸近挙動について. Takamatsu Workshop on Partial Differential Equations, 2023年3月28日, 香川大学教育学部幸町北6号館 611 講義室及び Zoom によるハイブリッド開催

#### 内藤雄基 (教授)

##### ○研究概要

優 Sobolev 臨界の非線形項を持つ楕円型方程式における特異解の存在, 一意性, 漸近的性質について考察を行った。とくに非線形項の具体形を仮定せず, べき乗型や指数型を含む広範な非線形楕円型方程式に対して, 球対称な特異解は一意に存在すること, その一意特異解は正則な解の無限極限として得られることを示した。さらに, 特異解の原点近傍における漸近挙動を明らかにすることができた。

##### ○論文

- ・ Yasuhito Miyamoto and Yuki Naito, Singular solutions for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, *Ann. Mat. Pura Appl.* (4) 202 (2023), 341--366.

##### ○国際会議での講演

- ・ (招待講演) Yuki Naito, Singular solutions for semilinear elliptic equations with general supercritical growth, Colloquium in Department of Mathematics, 2023年1月26日, Pusan National University.

##### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 内藤雄基, Singular solutions for semilinear elliptic equations with general supercritical growth. 第12回室蘭非線形解析研究会, 2023年1月28日, 29日, 室蘭工業大学
- ・ (依頼講演) 内藤雄基, 空間高次元における走化性方程式系の特異定常解について. 第2回香川における偏微分方程式研究会, 2022年11月26日, 宇多津グランドホテル
- ・ (一般講演) 宮本安人, 内藤雄基, Singular solutions for semilinear elliptic equations with general supercritical growth. 日本数学会 2022年度秋季総合分科会, 関数方程式論分科会一般講演, 2022年9月13日, 北海道大学

## 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) 前年度に引き続き、放物型  $k$ -Hessian 方程式の外部 Dirichlet 問題について研究を行い、可解性に関する結果を得た。本研究をまとめた論文を執筆中である。
- (2) 張彧瀟氏 (広島大学) との共同研究により、2 重冪乗型非線形項をもつ半線形 Poisson 方程式の境界爆発解 (large solution) の境界付近における漸近挙動について考察した。既存の研究では境界爆発解の漸近挙動の第 2 項までしか得られていなかったが、我々はある条件の下で漸近挙動の第 3 項までを得ることに成功した。第 2 項は主要項と比べて (ある関数×境界までの距離関数  $\delta(x)$ ) 倍だけ違うが、ある状況においては第 3 項が主要項と比べて (ある関数× $\delta(x)$ ) の非整数冪) 倍だけ違う、という現象が現れる点が興味深い。本研究をまとめた論文を学術雑誌に投稿した。
- (3) (2)の研究に加え、張彧瀟氏 (広島大学) との共同研究により、 $\Delta u = u^p + \alpha u^q$  ( $p > 1, -1 < q < p, \alpha \in \mathbb{R}$ ) という形の半線形 Poisson 方程式の境界爆発解の境界付近における漸近挙動について考察し、高次漸近展開を得ることに成功した。本研究をまとめた論文を執筆中である。

### ○論文

- ・ [Kazuhiro Takimoto](#), Exact principal blowup rate near the boundary of boundary blowup solutions to  $k$ -curvature equation, Manuscripta Mathematica 168 (2022), 351-369.

### ○国内学会での講演

- ・ (依頼講演) 滝本和広, Bernstein type theorem for the parabolic 2-Hessian equation under weaker assumptions, 解析学火曜セミナー, 東京大学, 2022 年 11 月 29 日
- ・ (依頼講演) 滝本和広, The exterior Dirichlet problem for the generalized parabolic  $k$ -Hessian equations, RIMS 共同研究 (公開型) 偏微分方程式の幾何的様相, 京都大学数理解析研究所, 2022 年 12 月 5 日

## 平田賢太郎 (准教授)

### ○研究概要

特異点の除去可能性問題は、正則関数や調和関数の孤立特異点の研究から始まり、より一般の線形方程式の解、そして近年には非線形方程式の解に対しても盛んに研究されるようになった。2018 年の Hirata-Ono の論文では、解の冪乗型の非線形湧出項を伴う準線形楕円型方程式の正值連続解に対する特異点集合の除去可能性と解の増大度の関係について成果を得た。本年度は、そこで構築した方法を発展させ、解の冪乗型と解の勾配の冪乗型及びそれらの積を含むような非線形湧出項を伴う準線形楕円型方程式の正值連続解に対する特異点集合の除去可能性と解の増大度の関係について成果を得ることができた。先行研究とは違って勾配を含む項を上手く処理する必要があるが、弱解の定義から導出できる勾配の積分評価と Whitney 立方体分割を用いて望むべき評価を得ることで解決可能となった。

## ○論文

- K. Hirata, Removable singularities for quasilinear elliptic equations with source terms involving the solution and its gradient, Bull. Braz. Math. Soc. (N.S.), 53 巻, (2022), 787-800.

## ○国際会議での講演

- (依頼講演) K. Hirata, Equivalent properties to a priori estimates for positive solutions of quasilinear elliptic equations with reaction terms, The POSTECH Conference 2022 on Complex Analytic Geometry, 2022 年 7 月 19 日, Posco international center in Pohang University of Science and Technology.

## 神本晋吾 (講師)

### ○研究概要

令和 4 年度は, 1 次元シュレディンガー方程式の WKB 解のリサージェンス構造に関する研究を行った。これに関して, 断片的には多くのことがわかっているが, WKB 解のリサージェンス性については明確な解答が与えられておらず, 当該分野における重要な未解決問題となっている。このリサージェンス性の解明のためには, WKB 解の Borel 変換像の持つ「動く特異点」と「動かない特異点」がどのように現れるか, そして, これらの定める Riemann 面のシート構造の記述が必要となる。

当初の研究計画では, Borel 平面上での直接的な解析を行うことにより, これらの構造の記述を行う予定であったが, これは困難であったため, WKB 解の Stokes 現象からリサージェンス構造を復元するという方針で研究を行った。簡単のため, 今年度は多項式ポテンシャルで単純変わり点のみを持つ場合について考察を行った。そして, 無限遠点で正規化された WKB 解について, discrete filtered set を用いた Borel 平面上の特異点のシート構造に関する記述が得られた。この結果により WKB 解のリサージェンス構造の解明に大きく近づいたように思われる。ただ, この記述法では, シート構造が細かくなり過ぎてしまうため, より精密な記述法の考案が必要であり, この点は今後の課題となった。また, Delabaere-Dillinger-Pham による alien 微分に関する公式と本質的に等価なものではあるが, Voros 係数に対する Bridge 方程式も得ることができた。

## ○論文

- Shingo Kamimoto, Resurgent functions and nonlinear systems of differential and difference equations. Adv. Math. 406(2022), Paper No. 108533, 28 pp.

## 橋詰雅斗 (助教)

### ○研究概要

Trudinger-Moser 不等式の性質を Sobolev 不等式の性質の連続極限としてみることができるか, という研究を行った。Sobolev 不等式および Trudinger-Moser 不等式はそれぞれ Orlicz 空間への埋め込みの意味で最良であるが, 一方で Sobolev 不等式において可積分指数に関する極限操作を施しても Trudinger-Moser 不等式は得られないことが知られている。今回の研究では Sobolev 不等式に適当な定数倍と低階項を加えることにより, Trudinger-Moser 不等式と関係の深い幾つかの性質を持つ臨界 Sobolev 型汎関数を構築した。この汎関数は Alvino 不等式, または radial lemma と呼ばれる



不等式をもとに構築した汎関数である。可積分指数に関する極限操作に関して、汎関数自身の極限は Trudinger-Moser 汎関数になり、その上汎関数の集中レベルにおいても Trudinger-Moser 汎関数の集中レベルに収束するような臨界 Sobolev 型の汎関数を構成した。加えてこの構成した汎関数の最大化問題における最良定数に関して、下半連続性が成り立つことも示した。今回得られた研究結果に関して、国内、国外での研究集会にて発表を行った。

### ○論文

- M. Hashizume, Effect of lower order perturbation on maximization problem associated with Trudinger-Moser inequality, NoDEA Nonlinear Differential Equations Appl. 30 (2023), no. 2, Paper No. 26, 26 pp.
- M. Hashizume, Asymptotic properties of critical points for subcritical Trudinger-Moser functional, Advanced Nonlinear Studies 23 (2023), no. 1, Paper No. 20220042, 23 pp.

### ○国際会議での講演

- (招待講演) 橋詰雅斗, Asymptotic properties of maximizers for Trudinger-Moser inequalities involving scale parameter. Seminari di Analisi Matematica, The University of Milan, 2022 年 10 月

### ○国内学会での講演

- (招待講演) 橋詰雅斗, Trudinger-Moser 型汎関数における  $H^1$  臨界点の漸近挙動について. 九州関数方程式セミナー, オンライン開催, 2022 年 4 月
- (招待講演) 橋詰雅斗, Hardy 項及び Hardy-Sobolev 項を持つ楕円型方程式の正値解について. 大阪公立大学における微分方程式セミナー, I-site なんば, 2022 年 9 月 6 日
- (一般講演) 橋詰雅斗, 猪奥倫左, Moser-Trudinger 不等式のべき乗近似. 日本数学会秋季総合分科会 関数方程式論分科会, 北海道大学, 2022 年 9 月
- (招待講演) 橋詰雅斗, Moser-Trudinger 不等式のべき乗近似. 熊本大学応用解析セミナー, オンライン開催, 2023 年 2 月
- (招待講演) 橋詰雅斗, スケールパラメータを含む Trudinger-Moser 不等式的最良定数の漸近展開. RIMS 共同研究 (グループ型 A) 「精密解析による非線形問題の新展開」京都大学, 2023 年 3 月

## 確率統計講座

### 井上昭彦 (教授)

#### ○研究概要

(1) 私は、2023 年 2 月出版の単著論文で、minimality とよばれる性質を持つ多変量離散時間定常過程を考察し、そのブロック・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。さらに、その明示公式の次の二つの応用を示した：(i) 短期記憶多変量過程のテプリッツ系に対する Baxter 型定理, (ii) 多変量 ARMA 過程のブロック・テプリッツ行列の逆行列に対する閉形式公式とそれによりテプリッツ系を解く超高速アルゴリズム。

(2) 上の二つの応用は、短期記憶過程に対するものであった。しかし、私のテプリッツ行列の逆行列に対する明示公式は、minimality という弱い条件で成り立ち、特に、代表的な多変量長期記憶過程に対しても成り立つ。そこで、J.Yang 氏 (台湾 Academia Sinica) と私は、2021 年度に、上記ブ

ブロック・テプリッツ行列の逆行列に対する明示公式を、多変量長期記憶過程に応用するプロジェクトを開始し、対応するテプリッツ系に対する Baxter 型定理に関して、ある程度の成果を得た。

(3) (2)の多変量長期記憶過程のテプリッツ系に対する Baxter 型定理は不完全なものであったが、私と J.Yang 氏は、2022 年度に議論を大幅に改良することに成功し、完全な Baxter 型定理を証明した。ここで鍵となったのは、ブロック・テプリッツ行列の逆行列の評価に関する局所的な観点の導入である。これらの成果は、研究代表者と J.Yang 氏の共著論文としてジャーナルに投稿済みである。

#### ○論文

- A. Inoue, Explicit formulas for the inverses of Toeplitz matrices, with applications, Probability Theory and Related Fields, 185, (2023), 513-552.

#### ○国内学会での講演

- (招待講演) 井上昭彦, 多変量長期記憶過程のテプリッツ系に対する Baxter 型定理. 2022 年度確率論シンポジウム, 2022 年 12 月 19 日, 京都大学

#### 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貫性がある。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、一貫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、常に一貫性を持つ情報量規準を提案した。

#### ○論文

- Ohishi M., Yamamura M., & Yanagihara H., Coordinate descent algorithm of generalized fused Lasso logistic regression for multivariate trend filtering, Japanese Journal of Statistics and Data Science, 5, (2022), 535-551.
- Mochizuki K., & Yanagihara H., Confidence intervals in multiple linear regression conditioned on the selected model via the kick-one-out method, International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms, 7, (2022), 95-114.

#### ○総説・解説

- ©Ohishi M., Yanagihara H., Wakaki H., & Ono M., Stable estimation of the slant parameter in skew normal regression via an MM algorithm and ridge shrinkage, TR No. 22-05, Statistical Research Group, Hiroshima University, 2022.

## ○国際会議での講演

- ・（依頼講演）Yanagihara H., Yamamura M., Ohishi M., Fukui K., Solvang H., Øien N., & Tore Haug, Estimation of spatial effects by generalized fused Lasso for nonuniformly sampled spatial data using body condition data set from common minke whales. IMR-Waseda Workshop: Advances in Pragmatic Computational Methodologies for Fish Stock Assessment, Human Impact, and Environmental Factor on Marine Ecosystems, 2023 年 3 月 28 日～29 日, Bege, NORWAY.

## ○国内学会での講演

- ・◎（一般講演）大石峰暉, 永井 勇, 小田凌也, 柳原宏和, 階層的グループ Lasso による GMANOVA モデルの変数選択と次数選択. 2022 年度統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月 5 日～8 日, 東京
- ・（一般講演）小野真彦, 柳原宏和, 加茂憲一, 微分形式を利用した林木成長関数の推定と選択. 2022 年度統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月 5 日～8 日, 東京
- ・◎（一般講演）小田凌也, 柳原宏和, 高次元 GMANOVA モデルにおける予測のための一般化  $C_p$  規準の漸近性質. 2022 年度統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月 5 日～8 日, 東京
- ・（一般講演）柴山佐内, 柳原宏和, 予測値がハット行列で表されるモデルの修正  $C_p$  規準. 2022 年度統計関連学会連合大会, 2022 年 9 月 5 日～8 日, 東京

## 若木宏文（教授）

### ○研究概要

代表的な MANOVA 検定統計量である, Bartlett-Nanda-Pillai 検定統計量および Lawley-Hotelling 検定統計量の帰無分布の, 大標本漸近枠組みおよび高次元・大標本漸近枠組みでの漸近展開公式の計算可能な誤差限界の導出, 一般化線形混合モデルのラプラス近似に基づく偏回帰係数の漸近性質の導出, 線形混合モデルの AIC 規準の漸近バイアスの導出に関する研究を行った。

### ○論文

- ・◎Ohishi M., Yanagihara H., Wakaki H. and Ono M., (2023) Stable estimation of the slant parameter in skew normal regression via an MM algorithm and ridge shrinkage, Int. J. of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms, to appear.

## ○国内学会での講演

- ・（招待講演）若木宏文, MANOVA 検定統計量の漸近展開と誤差評価について. 研究集会『多変量統計学・統計的モデル選択の新展開』, 2023 年 3 月 17 日, 広島大学 東千田未来創生センター

## 伊森晋平（准教授）

### ○研究概要

当該年度は, フレッシュ距離に基づく分類問題に関する補助変数の活用に関する研究を主として行った。解析対象である主要変数とともに観測される補助変数の情報を活用することで, 主要変数に関する推測精度が向上することが先行研究によって報告されている。しかしながら先行研究は

特定の状況下でしか行われておらず、補助変数の有用性は解析の手法やデータの状況など、設定に応じて変わりうると考えられる。そこで当該年度は広島大学の若木宏文教授との共同研究として、フレシェ距離を用いてデータを分類するような問題を考え、その状況下での補助変数の活用に関して研究を行った。

フレシェ距離は正規分布間の距離の尺度であり、最適輸送理論において分布間の距離として考えられる Wasserstein 距離として捉えることができる。本研究では、補助変数の利用という観点でのフレシェ距離の性質として、補助変数の追加に関する単調性を導出した。また、この設定における有用でない(冗長な)補助変数を、変数追加後のフレシェ距離が追加前のそれと変わらないものとして定めることを考えた。フレシェ距離は2組の平均ベクトルおよび分散共分散行列を用いて構成されるため、実際の利用においては各未知パラメータを推定する必要があり、その収束レートについても研究を行った。

本研究内容は科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の理論とその応用」および研究集会「多変量統計学・統計的モデル選択の新展開」において発表している。

### ○国内学会での講演

- ・ (特別講演) 伊森晋平, 高次元多変量線形回帰モデルにおける変数選択について. 日本数学会 2022 年度秋季総合分科会, 2022 年 9 月 15 日, 北海道 (北海道大学)
- ・ ◎ (一般講演) 伊森晋平, 若木宏文, Fréchet 距離を用いた分類問題について. 科研費シンポジウム「多様な分野における統計科学の理論とその応用」, 2022 年 10 月 27 日, 千葉県 (東京理科大学)
- ・ (一般講演) 伊森晋平, Fréchet 距離に基づく分類と補助変数について. 研究集会『多変量統計学・統計的モデル選択の新展開』, 2023 年 3 月 16 日, 広島県 (広島大学)

### 岩田耕一郎 (准教授)

#### ○研究概要

複素 1 次元トーラス上の複素数値点過程を非同次項に持つコーシー・リーマン方程式によって定められるランダム有理関数を考える。その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。その対称性を分割に関する母関数を使って解析を図っている。

#### ○著書

- ・ 岩田耕一郎, 確率論, 森北出版, 東京, 2022 年

### 福井敬祐 (准教授)

#### ○研究概要

超高齢社会にある我が国において、国民医療費の増大は避けられず、少ない資源から最大効果を発揮するがん対策策定のための基盤づくりは急務である。近年、がん対策の介入効果を Microsimulation model(MS)と呼ばれる数理シミュレーションを用いて仮想的に評価・定量化する方

法が着目されている。MS は実証研究の実行が非現実的な場合にも結果を迅速に算出できる利点があるが、既存の model は“国全体”のデータやパラメータを基に開発され、本来がん対策の主体となる都道府県の実情を完全には表現できていない問題点がある。そこで本研究では、都道府県のがん対策に貢献可能な MS の活用手法の提案を目的とした。

今年度は大腸がん MS の改良として当初の予定通り、利用可能なデータやパラメータの整備・探索を課題とし、がん登録・人口動態統計資料等を用いたデータ申請・収集とその活用の探索を行った。特に大腸がん MS を用いた将来推計を行うために、収集したデータから経時的なパラメータを作成・推定し、MS への導入を行うための改良を行った。結果として現段階で将来推計などの実行が可能となった。また、本研究で使用する大腸がん MS を用いて、複数の検診・精密検診受診率の向上シナリオに基づく死亡率減少効果の定量化についての検討を行った。今年度の検討は、本 MS を実際の介入効果の比較に利用可能かの検討のために利用したが、今後はパラメータに経時性を導入した場合にも同様な介入効果の定量化が可能か、その方法とともに検討していく。

## ○論文

- Satoki Shichijo, Shinjiro Yamaguchi, Dai Nakamatsu, Takanori Inoue, Masanori Nakahara, Hideharu Ogiyama, Takuya Yamada, Kazuro Kinoshita, Ryu Ishihara, Tomoki Michida, Tsutomu Nishida, Yoshiki Tsujii, Yoshito Hayashi, Shinichiro Shinzaki, Keisuke Fukui, Yuri Ito, Masanori Kitamura, Keiichiro Honma, Eiichi Morii, Tetsuo Takehara, Local Recurrence After Endoscopic Resection of Sessile Serrated Lesions: A Multicenter Prospective Study by the Osaka Gut Forum, Journal of Gastroenterology and Hepatology 37(12) 2022 年 10 月 20 日 2306-2312
- Tatsuhiko Anzai, Kohtaro Kikuchi, Keisuke Fukui, Yuri Ito, Kunihiko Takahashi, Have restrictions on human mobility impacted suicide rates during the COVID-19 pandemic in Japan?, Psychiatry Research 317 2022 年 10 月 114898-114898
- 福井敬祐, 伊藤ゆり, 片野田耕太, 都道府県別にみるがん年齢調整死亡率の推移予測ツールの開発, 厚生学 62(5) 2022 年 5 月 1-6
- Hiroyuki Kikuchi, Masaki Machida, Itaru Nakamura, Reiko Saito, Yuko Odagiri, Noritoshi Fukushima, Tomoko Takamiya, Shiho Amagasa, Keisuke Fukui, Takako Kojima, Hidehiro Watanabe, Shigeru Inoue, Persistence of mental health deterioration among people living alone during the COVID-19 pandemic: a periodically-repeated longitudinal study, Journal of epidemiology 32(7) 2022 年 4 月 16 日 345-353

## ○国内学会での講演

- (一般講演) 福井敬祐, 都道府県別にみるがん年齢調整死亡率の推移予測ツールの開発. がん予防学術大会, 2022 年 7 月 2 日, 京都

## 小田凌也 (助教)

### ○研究概要

多変量モデルにおいて、変数の次元数が標本数を超えた場合も含んでいる高次元大標本データに対して良い性質をもつ変数選択法を構築することは重要な問題である。変数選択法のもつ良い性質の 1 つに真のモデルを選択する確率が 1 に収束する性質である一致性がある。本研究では特に、変数の個数が標本数を超えてもよい高次元下を想定し、ある変数の個数が標本数に比べ圧倒的に速く無限大に発散してもよいだけでなく発散せずに固定でも標本数よりも遅く発散してもよい

漸近理論を用いて一貫性をもつ変数選択法を提案した。

## ○論文

- Oda R., Kick-one-out-based variable selection method using ridge-type  $C_p$  criterion in high-dimensional multi-response linear regression models, *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 352, (2023), 193-202.
- Ito Y., Fukui K. & Oda R., Interactions between junior high school students and young children in home economics class: an examination from students' feelings toward young children, *Journal of Home Economics of Japan*, accepted.
- ◎尾原健太, 氏間和仁, 小田凌也, 福井敬祐, デジタル・リーディングにおけるスクロール方略の分類と判別アルゴリズムの検討, *日本教育工学会論文誌*, accepted.
- ◎Oda R., Ohishi M., Suzuki Y. & Yanagihara H., An  $\ell_{2,0}$ -norm constrained matrix optimization via extended discrete first-order algorithms, *Hiroshima Mathematical Journal*, accepted.

## ○国際会議での講演

- (招待講演) Ryoya Oda, Condition of GIC to select the model minimizing KL-loss function in high-dimensional multivariate linear regression. 5th International Conference on Econometrics and Statistics (EcoSta 2022), 2022年6月4日～6日, Ryukoku University.

## ○国内会議での講演

- (一般講演) 小田凌也, 高次元 GMANOVA モデルにおける予測のための一般化  $C_p$  基準の漸近性質. 2022年度統計関連学会連合大会, 2022年9月4日～8日, 成蹊大学
- (一般講演) 小田凌也, 多変量モデルにおける複合型高次元漸近理論を用いたモデル選択基準の漸近損失有効性. 多変量統計学・統計的モデル選択の新展開, 2023年3月16日～18日, 広島大学

## 総合数理講座

### 阿部 誠 (教授)

#### ○研究概要

複素前ヒルベルト空間上のリーマン領域の境界距離関数  $d$  について、関数  $-\log d$  がつねに局所劣多重調和であることの証明を得て、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)。また、複素ノルム空間上のリーマン領域の一般擬凸性に関する研究を継続した。さらに、シュタイン多様体上の領域について、そのシュタイン性の岡・グラウエルトの原理およびコホモロジー的条件による特徴付けを得て、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 Tatsuhiro Honda, Boundary distance functions of Riemann domains over pre-Hilbert spaces, *Complex Analysis and Operator Theory*, 16 (2022), Article number: 88

## ○国内学会での講演

- ・（招待講演）阿部 誠, 前ヒルベルト空間上のリーマン領域の境界距離関数, 2022 年度多変数関数論冬セミナー, 2022 年 12 月 17 日～19 日, 東京大学, 東京都目黒区
- ・（依頼講演）阿部 誠,  $\mathbb{C}^n$  上の不分岐 Riemann 領域の中間的擬凸性について. 広島複素解析幾何セミナー・数理情報科学セミナー（共催）, 2023 年 3 月 10 日, 広島大学, 東広島市
- ・（特別講演）阿部 誠, Stein 多様体上の岡・Grauert の原理をみたす領域について. 日本数学会 2023 年度年会函数論分科会, 2023 年 3 月 15 日～18 日, 中央大学, 東京都文京区

## 水町 徹（教授）

### ○研究概要

前年度に続き, KP-II 方程式の 2 線ソリトン解の線形安定性を KP 方程式が完全可積分であることを利用して研究した. 研究で用いた KP 方程式のダルブー変換はソリトン解をポテンシャル項とする KP 方程式のラックス作用素を用いて表示できる. この特性とラックス作用素の固有関数の表示式を用いることで, 1 線ソリトン解の周りでの線形化作用素のスペクトルは自明解の周りでの線形化作用素のスペクトルに線ソリトンの変調に相当する連続スペクトルを付け加えたものになり, P 型や O 型のように二つの線ソリトンが弾性的に交わる 2-線ソリトンの周りでの線形化作用素のスペクトルは 2-線ソリトンを構成するそれぞれの 1-線ソリトンの周りで線形化作用素のスペクトルを重ね合わせたものになっていることが証明できた. 交差する 2 つの線ソリトンの相互作用が小さいと考えられる O 型の 2-線ソリトンについては二つのソリトンのいずれもが線形安定であり, さらに線形化方程式の解の主要部の漸近挙動が 1 線ソリトンの場合と同様に消散波動方程式系によって記述されることを証明した. 証明にあたって線形化作用素の線ソリトンにより生ずる連続固有空間を決定することが必要になる. P 型の 2-線ソリトンの場合には, 大きな方の線ソリトンの線形安定性は昨年度に証明済みであったが, 小さな方の線ソリトンについては線形化方程式の解の減衰評価の障害となりうるスペクトルが離散的な集合にしかなり得ないことまでが 2022 年度末の時点で分かった (2023 年度半ばに解決した).

## ○国際学会での講演

- ・（招待講演）水町 徹, On linear stability of elastic 2-line solitons for the KP-II equation. New trends in Mathematics of Dispersive, Integrable and Nonintegrable Models in Fluids, Waves and Quantum Physics, 2022 年 10 月 9 日～14 日, Banff International Research Station, Canada
- ・（招待講演）水町 徹, On linear stability of elastic 2-line solitons for the KP-II equation. 量子流体における数理構造の解明, 2023 年 1 月 23 日～25 日, 大阪公立大学
- ・（招待講演）水町 徹, linear stability of elastic 2-line solitons for the KP-II equation. Variational Methods and Dispersive Equations, 2023 年 2 月 6 日～8 日, 京都大学数理解析研究所

## ○国内学会での講演

- ・（招待講演）水町 徹, 線ソリトンの安定性について. 神戸非線形解析研究会, 2023 年 3 月 20 日, 神戸国際会館

## 小鳥居祐香 (准教授)

### ○研究概要

絡み目及びストリング絡み目の絡み目ホモトピーとは、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る同値関係である。これによる絡み目ホモトピー類は絡み目の成分間の絡み度合いを表す指標となっている。また任意の絡み目及びストリング絡み目は、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。一方で、Habegger と Lin の共著により、ストリング絡み目の絡み目ホモトピー類は既に分類されている。さらに、絡み目の絡み目ホモトピー類は、ストリング絡み目に対する *conjugations* と *partial conjugations* の作用によって生成される同値関係で割ることにより、分類されることが知られている。しかし、その具体的な計算はこれまでほとんど行われてこなかった。これまでの水澤敦彦氏との研究協力によって、具体的に、4成分ストリング絡み目と5成分ストリング絡み目の *conjugations* と *partial conjugations* の計算を、ストリング絡み目のクラスパー表示を用いることによって行った。またその応用として、Habegger と Lin による判定アルゴリズムを4成分と5成分の場合に、クラスパー表示を用いた形で再構成し、計算しやすいものにした。この判定アルゴリズムは、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ものである。また再構成した判定方法を用いて、具体例を計算した。

### ○論文

- Ito Noboru, Kotorii Yuka, Takamura Masashi, Goussarov-Polyak-Viro conjecture for degree three case, *Journal of Knot Theory and Its Ramifications*, 31, (2022).
- 小鳥居祐香, 葉廣和夫, リボン Yetter-Drinfeld 加群とタングル不変量, 第69回トポロジーシンポジウム講演集(査読なし), 2022, p. 109-119.
- Yuka Kotorii, Atsuhiko Mizusawa, Clasper presentations of Habegger-Lin's action on string links, *arXiv.math* (査読なし), 2022, 50 pp.

### ○国際学会での講演

- (招待講演) Yuka Kotorii, Links, linking numbers and link invariants. SKCM2 Kick-off Symposium, 2023年3月, Hiroshima University.
- (招待講演) Yuka Kotorii, Link invariants and link-homotopy. SKCM2 weekly online seminar, 2022年12月, zoom.
- (一般講演) Yuka Kotorii, 1 minute speech (スライドあり). Women in Mathematics, 2022年9月, zoom.
- (招待講演) Yuka Kotorii, リボン Yetter-Drinfeld 加群とタングル不変量. 第69回トポロジーシンポジウム, 2022年8月, 北見工業大学.

### ○国内学会での講演

- (依頼講演) 小鳥居祐香, 紐の絡み方の研究. 令和4年度 Micron Awards 広島大学マイクロン科学技術奨励金・広島大学女性科学技術フェロシップ制度 授与式・講演会, online, 2022年12月.
- (依頼講演) 小鳥居祐香, Yetter-Drinfeld 加群から構成するタングル不変量について. 東京女子大学トポロジーセミナー, 東京女子大学, 2022年6月.
- (依頼講演) 小鳥居祐香, Tangle category and tangle invariant. 数理・情報系研究集会@京都大学, 京都大学, 2022年6月.



- ・ (一般講演) 小鳥居祐香, Clasper を用いた 5 成分 link の link-homotopy 類の分類. 日本数学会 2022 年度秋季総合分科会, 北海道大学, 2022 年 9 月.

## 澁谷一博 (准教授)

### ○研究概要

幾何学における微分式系, 外微分式系の理論を用いて, 微分方程式の幾何学的研究を行った。

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(微分式系)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。この理論を数学的のみならず応用上も重要であるモンジュアンペール方程式, また, 研究代表者らによって導入された一般化されたモンジュアンペール方程式(古典的な 2 階 2 独立変数 1 未知関数のモンジュアンペール方程式の外微分式系を用いた定式化に対して, 接触変換の視点から幾何学的に高階化, 多未知関数化, 連立化された偏微分方程式のクラス)に応用する研究を行った。特に, 1 つの任意関数  $\alpha$  を含むある種の斉次系である一般化されたモンジュアンペール方程式のクラス( $\alpha$  方程式)に対する研究を行った。非自明な特性系を持つ  $\alpha$  方程式はジェネリック型と non-ジェネリック型に分類され, ジェネリック型に対しては特性系による商空間上に関数  $\alpha$  が落ちることが知られていたが, non-ジェネリック型に対しても関数  $\alpha$  は同様の性質を持つことを明らかにした。すなわち, 関数  $\alpha$  は型に依らずに  $\alpha$  方程式特有の性質を持つことが分かった。これにより, 例の構成に対する新たな知見が得られたことになる。

### ○論文

- ・ Noda T., Shibuya K. and Yoshimoto T.: Explicit Description of Contact Transformations of Second Order, Bulletin of the Kyushu Institute of Technology. Pure and applied mathematics 70 (2023), 1-24.

### ○国際学会での講演

- ・ (招待講演) Kazuhiro Shibuya, Rank 4 distributions and higher order partial differential equations. Correspondences of various geometries, Nara Women's University, Nara, Japan, 2022 年 10 月 1 日.

### ○国内学会での講演

- ・ (招待講演) 澁谷一博, 2 階の接触変換の局所表示とその応用. 接触構造、特異点、微分方程式及びその周辺, 金沢大学サテライト・プラザ, 金沢, 2023 年 1 月 18 日.

## 橋本真太郎 (准教授)

### ○研究概要

昨年度に引き続き, 縮小事前分布に基づく分位トレンドフィルタリングの研究を行った。前年度に投稿した論文に対する査読者の指摘を踏まえ, 分位トレンドフィルタリングにおける非対称ラプラス尤度が誤特定されている場合のベイズ信用区間のカリブレーション法を変分ベイズ法に基づき構成した。提案手法はマルコフ連鎖モンテカルロ法によるカリブレーション法よりはるかに高速であり, 数値実験を通して適度な誤特定下で妥当な不確実性評価ができることが確認された。この研究成果は現在査読付き国際学術誌に投稿中である。この成果を空間データにも応用できる

ように拡張した手法についても現在投稿中である。

非正則回帰モデルの一つである境界トレンドの推定問題について、ベイズトレンドフィルタリングの観点から着手した。多変量切断正規分布を作業用尤度関数として用い、尤度関数の適切な近似を行うことにより事後分布の計算のための効率的なギブスサンプラーを構築した。ノンパラメトリック回帰ではデータに対する事前情報から推定したい関数形に形状制約を課すことも多い。本研究では、構造的な制約の誤特定に対してロバストな近単調制約を課した境界トレンドフィルタリングの方法についても検討し、経済学における生産関数の推定や環境学における世界年間気温の推移などの実データ解析においてその性能を検証した。この成果は現在投稿中である。

また、上記の縮小推定に関連する研究として正值連続データに対するスパース信号解析に関する研究成果も得ることができ、効率的なアルゴリズムと推定量の理論的な性質を与えた。提案方法を COVID-19 における地域別・年齢別の平均入院期間のデータ解析に応用することで、提案手法の実応用の意味での有用性についても確認できた。

## ○論文

- Jun Kawakami and Shintaro Hashimoto, Approximate Gibbs sampler for Bayesian Huberized lasso, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 93 巻 1 号, 2023, 128-162.

## ○著書

- 入江 薫, 菅澤翔之助, 橋本真太郎 (訳), 「標準ベイズ統計学」, 朝倉書店, 2022 年. (Peter, D. Hoff., *A First Course in Bayesian Statistical Methods*, Springer, 2009 の翻訳)

## ○国際会議での講演

- (招待講演) Shintaro Hashimoto, Bayesian sparse signal recovery for high-dimensional positive-valued data using shape-scale inverse-gamma mixtures. 2022 年度統計関連学会連合大会 (JSS-KSS-CAS Joint Session (1): Computational Statistics, 国際セッション), 2022 年 9 月 5 日, 成蹊大学 (online).

## ○国内学会での講演

- (招待講演) 橋本真太郎, Approximate Gibbs sampler for Bayesian Huberized lasso regression. 日本計量統計学会第 36 回大会, 2022 年 5 月 21 日, 愛媛県民文化会館.
- (招待講演) 橋本真太郎, Sparse Bayesian inference on gamma-distributed observation. 科研費シンポジウム「大規模複雑データの理論と方法論～新たな発展と関連分野への応用～」, 2022 年 11 月 5 日, つくば国際会議場.
- (招待講演) 橋本真太郎, A new class of global-local shrinkage priors on gamma-distributed observations. 応用統計ワークショップ, 2022 年 12 月 2 日, 東京大学.

### 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4年度 … 1名（日本学術振興会 特別研究員）  
4名（科研費等による雇用）

- ・ 日本学術振興会 特別研究員  
井口 大幹（学振 DC2・10/1 より PD）
- ・ 研究員（科研費等雇用）  
飯島 優（運営費交付金）雇用期間：2022/04/01-2023/03/31  
古賀 勇（運営費交付金）雇用期間：2022/10/01-2023/03/31  
是枝 由統（科研費）雇用期間：2022/04/01-2023/03/31  
小松 堯（運営費交付金）雇用期間：2022/04/01-2023/03/31

#### 留学生

令和4年度 … 3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 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：2,210 千円
- [3] 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：1,300 千円
- [4] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：空間の対に関する代数的研究  
代表者：高橋宣能  
金額：1,170 千円
- [5] 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：1,040 千円

- [6] 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：1,300 千円
- [7] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：ワイエルシュトラス型表現公式をもつ曲面の微分幾何学的研究  
代表者：藤森祥一  
金額：1,040 千円
- [8] 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
- [9] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：特異性を持つ曲面の局所的性質と構成法の研究  
代表者：寺本圭佑  
金額：1,170 千円
- [10] 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：1,170 千円
- [11] 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：910 千円
- [12] 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
- [13] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：k-Hessian 方程式およびk-曲率方程式の解の定量的な性質と特異性の探究  
代表者：滝本和広  
金額：1,170 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：910 千円

[15] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)

課題名：Mould 解析を用いた Resurgence 理論の研究

代表者：神本晋吾

金 額：520 千円

[16] 科学研究費助成事業 若手研究

課題名：Trudinger-Moser 不等式に関連する変分問題とコンパクト性の研究

代表者：橋詰雅斗

金 額：900 千円

[17] 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：1,560 千円

[18] 日本学術振興会 二国間交流事業 共同研究

課題名：バーレンツ海域における統合的海洋生態系評価のための統計的時空間推定手法の研究

代表者：柳原宏和

金 額：2,000 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：1,500 千円

[20] 科学研究費助成事業 若手研究

課題名：説明変数・目的変数が高次元でも変数増減法の下で一致性をもつ変数選択規準の開発

代表者：小田凌也

金 額：1,170 千円

[21] 統計数理研究所共同研究プログラム 重点型研究

課題名：複合型高次元漸近理論におけるモデル選択規準の漸近損失有効性

代表者：小田凌也

金 額：315 千円

[22] 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の線形化作用素に現れるレゾナンスの役割の解明

代表者：水町 徹

金 額：845 千円

- [23] 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：1,040 千円
- [24] 戦略的創造研究推進事業 ACT-X  
課題名：トポロジーを用いた紐状物質の研究  
代表者：小鳥居祐香  
金額：2,210 千円
- [25] 科学研究費助成事業 基盤研究(C)  
課題名：外微分式系による一般化されたモンジュアンペール方程式の研究とその応用  
代表者：澁谷一博  
金額：390 千円
- [26] 科学研究費助成事業 若手研究  
課題名：非正則回帰モデルのベイズ推測理論とその応用  
代表者：橋本真太郎  
金額：1,170 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

- ・ 小鳥居祐香：URA が推薦する注目の研究者，ほとんど0円大学（2022年11月）寄稿
- ・ 小鳥居祐香：広島大学の若手研究者に聞く，プレスネット（2023年1月）寄稿
- ・ 小鳥居祐香：WPI-SKCM2 主催一般向けアウトリーチ，宮島（2023年3月）
- ・ 小鳥居祐香：“SKCM2 の紹介”，第11回WPIサイエンスシンポジウム，東京大学（2022年10月）出展

##### ○産学官連携実績

- ・ 柳原宏和：(株)東京カンテイ,2022年4月1日～2023年3月31日，統計解析に関する技術指導・共同研究.
- ・ 伊森晋平：企業との共同研究

##### ○公開講座

- ・ 公開講座を平成4年より実施している。令和4年度は8月18日に広島大学理学部E棟0階E002講義室において開催した。

##### ○学会役員

- ・ 木村俊一：日本数学会代数学分科会，運営委員
- ・ 島田伊知朗：日本数学会代数学分科会，運営委員
- ・ 古宇田悠哉：日本数学会中国・四国支部 評議員

- ・ 藤森祥一 : 日本数学会幾何学分科会拡大幹事会委員
- ・ 川下美潮 : 日本数学会函数方程式論分科会委員会委員
- ・ 内藤雄基 : 日本数学会 2022 年度第 14 回福原賞選考委員会・選考委員
- ・ 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, 和文誌編集担当理事
- ・ 柳原宏和 : 日本統計学会, JJSD 支援委員会
- ・ 福井敬祐 : 日本疫学会・疫学若手の会 幹事
- ・ 福井敬祐 : 日本疫学会・広報委員会 メディア連携ワーキンググループ委員
- ・ 小鳥居祐香 : 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)
- ・ 橋本真太郎 : 日本統計学会, 庶務委員会

### ○学術誌編集委員等

- ・ 島田伊知朗 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員長
- ・ 松本 眞 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 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
- ・ 井上昭彦 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : 雑誌 日本統計学会誌和文誌, 編集委員長
- ・ 柳原宏和 : 雑誌 Hiroshima Mathematical Journal, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : 雑誌 Japanese Journal of Statistics and Data Science, 編集委員
- ・ 柳原宏和 : 雑誌 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 : こども講座, NHK 文化センター広島教室 (7 月 24 日)
- ・ 木村俊一 : 社会人向け夏の 1 日講座「現代数学入門」, NHK 文化センター広島教室 (8 月 21 日)
- ・ 木村俊一 : 社会人向け連続講義「現代数学入門」, NHK 文化センター広島教室 (10 月～3 月)
- ・ 木村俊一 : サイエンスカフェ「知ってトクする栄養学」開催 (11 月 3 日)
- ・ 木村俊一 : ノーベル賞解説講演会の司会 (12 月 11 日)
- ・ 木村俊一 : 県立広島中学・高等学校訪問・出張講義 (4 月 27 日, 5 月 25 日, 7 月 13 日, 7 月 27 日, 8 月 19 日, 12 月 13 日, 12 月 21 日)
- ・ 木村俊一 : 「サイエンス入門」(高校生が受講できる科目) 担当
- ・ 木村俊一 : 「夢ナビ」, オンラインで高校生向けに数学の解説・質問受付 (10 月 16 日)

- ・ 木村俊一 : 広島県高等学校数学コンクール講師 (10月22日)
- ・ 木村俊一 : 中学高校生科学シンポジウムコメンテーター (11月5日)
- ・ 木村俊一 : 広島大学体験科学講座女性の高校生特別コース講師 (11月26日)
- ・ 木村俊一 : 指導助言者, 広島大学附属中・高等学校 SSH の日 (2月17日)
- ・ 木村俊一 : 講演会の講師, 兵庫県立長田高校 (3月14日)
- ・ 木村俊一 : 広島県立国泰寺高校課題研究成果発表会コメンテーター (3月16日)
- ・ 藤森祥一 : 出張授業, 兵庫県立相生高等学校 (7月19日)
- ・ 藤森祥一 : 「サイエンス入門」 (高校生が受講できる科目) 担当
- ・ 奥田隆幸 : 「夢ナビ」, オンラインで高校生向けに数学の解説・質問受付 (10月16日)
- ・ 橋詰雅斗 : 県立広島中学・高等学校訪問・出張講義 (7月27日)
- ・ 井上昭彦 : 「サイエンス入門」 (高校生が受講できる科目) 担当
- ・ 小鳥居祐香 : 出張授業, 広島大学附属高校 SSH 事業「AS 科学探研 I」特別講義 (高大接続プログラム), 広島大学附属高校, 2022年5月.
- ・ 澁谷一博 : 「有限群と一人パズル」 SSH 高大連携 step ステージ (10月30日)
- ・ 橋本真太郎 : Global Science Campus (GSC) 広島ステップステージセミナー, 線形回帰モデルとその応用, 広島大学高大接続・入学センター, 広島大学東広島キャンパス (10月30日)

#### ○各種委員

- ・ 小鳥居祐香 : 広島大学 WPI-SKCM2 副所長兼 PI



## 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4年度は52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・福井, 人間社会科学研究科, 2022.5.12
2. 若木・小田, 医系科学研究科, 2022.5.26
3. 若木・橋本・伊森, 博士課程後期, 2022.8.22
4. 若木・門田, 博士課程後期, 2022.11.21
5. 若木・門田, 博士課程後期, 2022.12.12
6. 若木・橋本, 博士課程後期, 2023.1.16
7. 若木・橋本, 人間社会科学研究科, 2023.2.6
8. 若木・橋本, 人間社会科学研究科, 2023.3.27

また、小田凌也助教が、広島大学 数理統計グループ統計相談 (データ分析 | 統計コンサル | 広島大学数理統計グループ統計相談 ([hu-math.wixsite.com](http://hu-math.wixsite.com))) において学内外からの相談対応を9件行い、広島大学学術指導を7件行った。

### ○ウクライナ人研究生の受け入れ

古宇田悠哉教授がウクライナ人研究生の受け入れを行い、新聞・テレビなどで多数報道された。

## 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4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	:	鈴木航介
多様幾何	教授	:	古宇田悠哉 藤森祥一
	准教授	:	奥田隆幸
	助教	:	寺本圭佑 野崎雄太
数理解析	教授	:	川下美潮 内藤雄基
	准教授	:	滝本和広 平田賢太郎
	講師	:	神本晋吾
	助教	:	橋詰雅斗
確率統計	教授	:	井上昭彦 若木宏文
	准教授	:	岩田耕一郎
	助教	:	小田凌也
数理計算理学	教授	:	坂元国望 本田直樹
	准教授	:	栗津暁紀 大西 勇 齋藤 稔
	助教	:	藤井雅史
生命理学	助教	:	山田恭史
事務室			桂川信子 下森雅美 高原園子

#### 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。

令和4年度

採用	令和4年4月1日	小田凌也	助教
	令和4年4月1日	齋藤 稔	准教授

退職	令和4年9月30日	鈴木航介	助教
	令和5年3月31日	古宇田悠哉	教授
	令和5年3月31日	坂元国望	教授
	令和5年3月31日	野崎雄太	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に演習科目を付け、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4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

該当無し

## 2-5 その他特記事項

○留学生

2名の留学生が在学している。

○公開講座

- ・公開講座を平成4年より実施している。令和4年度は8月18日に広島大学理学部E棟0階

E002 講義室において開催した。内容は「現代数学へと誘う一つの路 — 固有値・固有ベクトル, 非線形偏微分方程式, 発展方程式論」「超曲面の話」。(担当者: 大西勇准教授, 藤森祥一教授)

## II 物理学プログラム

- ・ 物理科学専攻

- ・ 物理学科



# 1 物理学プログラム・物理科学専攻

## 1-1 プログラム・専攻の理念と目標

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 プログラム・専攻の組織と運営

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（2022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）

野中千穂（教授）	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）	木坂将大（助教）
----------	-----------	----------

##### クォーク物理学

志垣賢太（教授）	山口頼人（准教授）	三好隆博（助教）
	本間謙輔（准教授）	<理学研究科LAN担当>
		八野 哲（助教）

##### 高エネルギー宇宙

深澤泰司（教授）	高橋弘充（准教授）	須田祐介（助教）
		Mao Junjie（助教）

可視赤外線天文学

川端弘治\* (教授)

植村 誠\* (准教授)

水野恒史\* (准教授)

稲見華恵\* (助教)

Singh Avinash\* (助教)

Gangopadhyay Anjasha\* (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)

森吉千佳子 (教授)

Kim Sangwook (助教)

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)

黒田健太 (准教授)

Munisai Nuermaimaiti (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)

仁王頭明伸 (助教)

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)

Shiv Kumar (助教)

島田賢也 (教授)

澤田正博 (准教授)

Mohamed Ibrahim (助教)

奥田太一 (教授)

松尾光一 (准教授)

宮本幸治 (准教授)

出田真一郎 (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



## 1-2-2 教員の異動

ここ数年、定年退職や転出が毎年ある。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。

2022年 4月30日	転出	Mao Junjie (高エネルギー宇宙 助教)
2022年 6月30日	転出	Munisai Nuermaimaiti (光物性 助教)
2022年12月 9日	転出	Shiv Kumar (放射光物性 助教)
2023年 3月31日	退職	小嶋康史 (宇宙物理学 教授)
	退職	加藤政博 (放射光物理 教授)
	転出	清水勇介 (素粒子ハドロン理論 助教)

### 1-3 プログラム・専攻の大学院教育

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

2022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	素粒子物理学	稲垣	E208
	3.4	量子場の理論	両角	E210
	5.6	電子物性物理学	中島	E208
	7.8			
	9.10			
火	1.2	宇宙物理学	小畷	オンライン
	3.4	相対論的宇宙論	岡部	オンライン
	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, 水野, 高橋弘	オンライン
		光赤外線宇宙観測	川端, 植村	オンライン
	5.6	放射光科学特論A	生天目他7名	オンライン
	7.8	X線ガンマ線宇宙観測	深澤, 水野, 高橋弘	オンライン
		光赤外線宇宙観測	川端, 植村	オンライン
		放射光科学特論B	生天目他7名	
9.10				
金	1.2			
	3.4	クォーク物理学	志垣, 山口	C224
		高エネルギー物理学	高橋	オンライン
	5.6	高エネルギー物理学	高橋	オンライン
	7.8	クォーク物理学	志垣	オンライン
9.10				
備考		物理学特別講義 A (星間物理学) (客員教員, 集中), 物理学特別講義 C (放射光分光で探る新奇な量子相) (客員教員, 集中), 物理学特別講義 D (物理科学への誘い-風変わりな秩序と特性-) (客員教員, 集中) 物理学エクスターンシップ (志垣, 集中), 物理学演習I (各教員, 集中), 物理学特別演習 A (各教員, 集中) 物理学特別研究 (各教員, 集中)		

2022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	B301
	9.10	Introductory course to advanced physics	島田	B301
火	1.2			
	3.4			
	5.6 7.8	熱場の量子論	野中	E211
	9.10			
水	1.2 3.4	格子量子色力学	石川	E211
	5.6 7.8	光物性論	黒田	A017
	9.10			
木	1.2			
	3.4			
	5.6 7.8	表面物理学	奥田	E208
	9.10			
金	1.2			
	3.4			
	5.6			
	7.8			
	9.10	Introductory course to advanced physics	島田	B301
備考	放射光科学 院生実験（黒岩，集中），物理学特別講義 B（Belle 実験におけるハドロン物理学）（客員教員，集中），物理学エクスターンシップ（志垣，集中），物理学演習 II（各教員，集中），物理学特別演習 B（各教員，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28名に対し、30名(内部生26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12名に対しては,11名(内部生8名,他大学から3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	80 件
○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	36 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	16 件
コロナ禍前に比し大幅減少	

### 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	31 件
○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数	29 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
コロナ禍前に比し大幅減少	

### 外国人留学生の受入状況

○ 博士課程前期在籍者	2 名
○ 博士課程後期在籍者	14 名

### 1-3-5 修士論文発表実績

2022年度(22名)

	氏名	論文題目	指導教員	主査	副査	副査
1	田中 怜詞	ミュオン $g-2$ に対するハドロン真空偏極の寄与	両角	両角	本間	栗木
2	中村 謙吾	銀河磁場探査のための可視偏光サーベイ観測データリダクションシステムの開発	川端	川端	岡部	藪田
3	辻 怜河	膜の物理的特性に依存したMagainin2の膜結合構造に関する研究	松尾	松尾	中島	石井
4	古賀 柚希	機械学習を用いた激変星を特徴づける物理量の研究	植村	植村	小寫	岡本
5	久保 優介	圧力下 EXAFS と RMC 法による Fe-Ni 合金の局所構造解析	石松	石松	澤田	野原
6	遠藤 優理	X線分光による $\text{AlFeO}_3$ の抵抗スイッチング特性の研究	中島	中島	松尾	嶋原
7	西澤 航	h-BN/Ni(111)上に成長させた遷移金属薄膜の構造と磁性	澤田	澤田	木村	樋口

8	坂野碩保	X線吸収分光法による $\text{Ba}(\text{Ti}_{1-x}\text{Sn}_x)\text{O}_3$ セラミックスの誘電特性向上に対する Sn 置換効果の研究	中島	中島	森吉	田中
9	繁柵鳳康	ダブルペロブスカイト型反強誘電体のプロトタイプ構造に見いだされた格子不安定性	黒岩	黒岩	宮本	水田
10	石破溪太郎	ベイズ推定を用いた銅酸化物高温超伝導体の角度分解光電子分光スペクトル解析	島田	島田	関谷	多田
11	神森龍一	角度分解光電子分光による価数相転移物質 $\text{YbInCu}_4$ の電子状態の研究	佐藤	佐藤	和田	志村
12	末岡耕平	MeVガンマ線観測におけるコンプトン再構成アルゴリズムのシミュレーションを用いた研究	深澤	深澤	志垣	Liptak
13	保木井貴大	ビスマス系ペロブスカイト型酸化物においてビスマスイオンが誘電緩和に与える影響	黒岩	黒岩	黒田	水田
14	大和田清貴	$\text{Fe}_3\text{Ga}$ 薄膜のスピン分極バンド構造の観測	木村	木村	出田	八木
15	梶 宏隆	数値計算によるインフレーション終期での再加熱過程の研究	岡部	岡部	野中	檜垣
16	石橋迪也	3つの短パルスレーザーによる誘導共鳴散乱を介した質量 1.5 eV 近傍のアクシオンの粒子の探索	本間	本間	稲垣	飯沼
17	重國壮太郎	定常温度磁気流体力学モデルを用いた太陽活動領域磁場に対する圧力・重力・密度成層の影響評価	三好	三好	深澤	伊藤
18	友廣圭佑	Detectability of $\omega$ meson mass modification with pole dropping and/or broadening scenarios (中心値と幅の変移を伴う $\omega$ 中間子質量状態変化の検出可能性)	志垣	志垣	高橋 (弘)	岡本
19	橋本 聡	時間分解真空紫外円二色性法を用いた $\beta$ ラクトグロブリンと生体膜の相互作用研究	松尾	松尾	黒岩	松村
20	江島 廉	Muon Track Reconstruction Method Based on Machine Learning for ALICE Run 3 and Improvement of Performance for Verification of Hadronic Mass Origin (ALICE 実験 Run 3 における機械学習を用いたミュオン粒子飛跡再構成手法開発とハドロン質量起源の検証性能改善)	志垣	志垣	石川	高橋 (徹)
21	井澤幸邑	3Higgs 二重項モデルを用いたフレーバーモデルの構築	稲垣	稲垣	山口	栗木
22	榎木大修	X線スペクトル解析による電波銀河 Markarian 6 の円盤風の物理状態の研究	深澤	深澤	両角	藪田

### 1-3-6 博士学位

2022年度（課程博士6名）

- [1] Wumiti Mansuer                      2022年9月2日授与（甲）  
Development of Laser-ARPES System for the Study of the Electronic Structure of Unconventional Superconductors  
（非従来型超伝導体の電子構造の研究のためのレーザーARPESシステムの開発）  
主査：木村昭夫  
副査：森吉千佳子，生天目博文，井野明洋
- [2] 下地寛武                                2022年9月2日授与（甲）  
Chiral Symmetry Breaking in Four-fermion Interaction Model with Thermal and Finite-size Effects  
（有限温度・有限サイズ効果を伴う4体フェルミ相互作用モデルにおけるカイラル対称性の破れ）  
主査：稲垣知宏  
副査：志垣賢太，野中千穂
- [3] HOU XUEYAO                        2022年9月20日授与（甲）  
First Principal Calculation and Angle-resolved Photoemission Spectroscopy Study of Ultrathin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and CrTe<sub>2</sub> Films  
（第一原理計算と角度分解光電子分光によるCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>超薄膜およびCrTe<sub>2</sub>薄膜の研究）  
主査：澤田正博  
副査：森吉千佳子，木村昭夫，島田賢也
- [4] Amit Kumar                            2022年9月20日授与（甲）  
Angle-resolved Photoemission Spectroscopy Study of Many-body Effects on 3D Topological Insulator Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>  
（角度分解光電子分光法による3次元トポロジカル絶縁体 Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>の多体効果の研究）  
主査：島田賢也  
副査：黒岩芳弘，生天目博文
- [5] BENOIT NICHOLAS JAMES            2022年9月20日授与（甲）  
Neutrinos and lepton number oscillations in quantum field theory  
（場の量子論に基づくニュートリノとレプトン数振動）  
主査：両角卓也  
副査：野中千穂，稲垣知宏，小嶋康史
- [6] 加藤盛也                                2023年3月23日授与（甲）  
Electric-field Dependence of Local Structure in BaTiO<sub>3</sub> Probed by X-ray Absorption Spectroscopy and Reverse Monte Carlo Calculations  
（X線吸収分光法と逆モンテカルロ計算によるBaTiO<sub>3</sub>における局所構造の電場依存性）  
主査：中島伸夫  
副査：黒岩芳弘，木村昭夫，松村 武

### 1-3-7 TAの実績

2022年度は、博士課程前期の学生を21名、博士課程後期の学生を2名（通年：1名、前期：11名、後期：11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			
	熱場の量子論	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						2単位以上

【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

・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）

なお、物理学特別講義 A、物理学特別講義 B、物理学特別講義 C 及び物理学特別講義 D は、同じ科目の単位を修得しても、修了要件単位数に含めることを可とする。

・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		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 5名

企 業：京セラ（株）1名，四国電力（株）1名，（株）村田製作所 1名，  
（株）デンソー 1名，富士電機（株）1名，（株）岡山村田製作所 1名，  
三菱スペース・ソフトウェア（株）1名，横河レンタ・リース（株）1名，  
スカパーJSAT（株）1名，マイクロンメモリジャパン（合）1名，  
（株）毎日放送 1名，サンディスク（株）1名，キオクシア（株）1名，  
パナソニックインダストリー（株）1名，P&Gジャパン（合）1名，  
（株）ナイス 1名，パナソニックコネク ト 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：4名

広島大学 大学院先進理工系科学研究科学生表彰者：1名

## 1-4 プログラム・専攻の研究活動

### 1-4-1 研究活動の概要

#### 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。

#### 講演会・セミナー等の開催実績

令和4年度 … 18件

#### 学術団体等からの受賞実績

Kim Sangwook : International Association of Advanced Materials Award 受賞

#### 学生の受賞実績

繁榊鳳康 : 先進理工系科学研究科 学生表彰

今澤 遼 : エクセレントスチューデントスカラシップ表彰

久保優介 : エクセレントスチューデントスカラシップ表彰

大和田清貴 : エクセレントスチューデントスカラシップ表彰

羽佐田拓海 : エクセレントスチューデントスカラシップ表彰

HOU XUEYAO : 理学研究科長表彰

井澤幸邑 : 先進理工系科学研究科 学術奨励賞

繁榊鳳康 : The 14th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Application (JCFMA-14) Best Poster Presentation Award

繁榊鳳康 : 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15) Poster Award

福島凧世 : 応用物理学会 奨励賞

廣森慧太 : 2022年度量子ビームサイエンスフェスタ 学生奨励賞

#### 産学官連携実績

令和4年度 … 3件

#### 国際共同研究・国際会議開催実績

令和4年度 … 90件

## 1-4-2 研究グループの研究活動

物理学専攻・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) ハドロン物理学（野中）

##### (i) 量子色力学における相転移現象と超高温QCD物質の研究

素粒子，原子核物理において，クォーク・グルーオンプラズマ (QGP) 相とハドロン相の相転移，QCD 相転移現象・量子色力学 (QCD) 相図の解明は重要な課題である。2000年に稼働した Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC)におけるQGP生成の成功という大きな到達点を経て，QGP研究は，今や，「QGPの性質の解明」へとシフトしている。ここではQGP物性とは何か，そして，QGP物性の根底にある普遍的な物理とは何かの2つの問いから本研究を遂行している。現在，実験の高統計，高精度化，実験理解のための現象論的模型の成熟，そして計算機の向上の条件の全てが整った状態にある。そのため，これまでは困難であると考えられていた高エネルギー重イオン衝突実験の定量的な解析という王道というべき手段で，今まさに QCD 相図，相転移現象の解明，熱力学性質を明らかにすることが可能になってきたと言える。それと同時に，これまでの高エネルギー原子核衝突実験の研究の中で新たに提示されてきた謎の理解を目指すことで，周辺物理との共通性を探り背景にある普遍的な物理を明らかにすることも目標にしている。特に，衝突後短時間での流体化・熱平衡化のプロセス，流体揺らぎに関連して非平衡物理，磁場やカラー磁場に関連してプラズマ物理・宇宙物理学との連携を探っている。

#### 1) 光子を用いた高温クォーク物質の研究

高エネルギー原子核衝突実験において光子は重要な電磁プローブとして注目されている。光子は色荷を持たないため強い相互作用をしないため QGP の詳細な情報を直接調べることができる。ところが，現在「光子パズル」という問題が存在する。それは，実験で観測された直接光子の生成量と集団運動の強さを表す楕円フローを同時に説明できる理論計算が存在しないという問題である。本研究では，光子パズルの解明として放射ハドロン化模型を提案する。まず，熱的光子を相対論的粘性流体と分子動力学計算を組み合わせた模型を用いて求める。さらに新しい光子の生成機構として，放射ハドロン化模型による光子を加える。放射ハドロン化模型は QGP がハドロン化する際，そのエネルギー差として光子を放射するという模型である。この光子生成機構を加えることで生成量，楕円フローともに値が大きくなり，2つの実験結果を同時に再現することに成功した。放射ハドロン化模型は光子パズルの解明になり得ることを示した。

#### 2) 相対論的抵抗性磁場流体を用いた高エネルギー原子核衝突実験の解析

衝突後に存在すると考えられている磁場の効果を取り入れた相対論的抵抗性電磁流体の模型の

構築を行った。抵抗性まで取り入れた解析は世界で初めての研究であり、高エネルギー原子核衝突実験結果の磁場の影響を詳細に明らかにできる可能性が出てきた。現在コード開発は終了し、実際の実験を視野に入れた解析を行った。粒子の生成量、集団運動と行った実験結果との比較と検討を行うことで、磁場の存在を明らかにできる手がかりを得た。特にCu+Auといった非対称の衝突系の直接フローに影響が現れることを明らかにした。この研究はさらにカラー磁場への拡張など大きな発展が期待できる。これらの成果はプラズマ物理・宇宙物理学の研究者との連携で可能になった。(国内学会一般講演[28])

### 3) パートンカスケード模型の開発

高エネルギー原子核衝突実験で現在注目されている話題の一つに衝突直後の短時間での熱平衡化と流体化の過程のプロセスの解明がある。これらを明らかにするべくパートンカスケード模型をハドロンベースに構築されたSMASHの模型の枠組みを使用して開発を行っている。これにより現在では現象論的に与えている流体模型の初期条件の物理的背景を明らかにすることができる。現在のところ基礎的な枠組みの構築を終え、現象論的解析の応用に向けた準備を開始している。

#### (ii) 格子ゲージ理論を用いた量子色力学相図の研究

1) 低温高密度領域の相構造については、有効模型を用いた解析により様々な相の可能性が挙げられている。その一つとして非一様なカイラル凝縮相がある。非一様なカイラル凝縮とは、カイラル対称性の秩序変数が空間依存していることを意味する。カイラル凝縮の関数形を決定する一般的な手法はまだ確立されておらず、振動解や空間依存しない一様な解を仮定することが多い。一方で、低温高密度領域では符号問題により第一原理計算である格子 QCD 計算はモンテカルロ積分が正しく実行できない。しかし、QCD に似た性質を持つ 1+1 次元 GN 模型は符号問題がなく、格子計算が可能である。ここでは 1+1 次元 GN 模型の相図の解析を格子計算で行う。格子計算を用いる利点は二つある。一つ目は特定のカイラル凝縮の関数形を仮定することなく計算することができる点、二つ目は有限のフレーバー数においても非一様相が存在するか調べることができる点である。真空の格子 QCD の計算プログラムをもとに有限温度有限密度 GN 模型の格子計算プログラムを開発した。それにより解を仮定することなく振動する非一様なカイラル凝縮相を見出すことに成功した。

#### (II) 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。実際には、クォークが質量を持つことで、カイラル対称性は理論の厳密な対称性ではない。また、フェルミオンとその反粒子の場からなる複合演算子が期待値を持つことで、カイラル対称性は自発的にも破れる。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カイラル対称性の破れ方も変化する。

2022年度は、強い相互作用をするフェルミオンの理論である4体フェルミ相互作用模型を用い、カイラル対称性を破る質量項を導入した上で、有限温度、化学ポテンシャルを考慮した場合に、複合演算子が期待値を持つことによるカイラル対称性の自発的破れがどのような影響を受けるかについての探究を推進した。前年度までの研究で、新しい物理状態が現れる可能性を指摘してい



たが、それに超回復と命名し、2次元、3次元4体フェルミ相互作用モデルにおけるカイラル対称性の超回復に関する相構造を解明することに成功した。また、強い相互作用の有効モデルである4次元南部・ジョナラシニオ模型について、中間子の物理への影響を明らかにした（国内学会一般講演[7,8]）。

#### (ii) 修正重力理論

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解決できる。また、現在の宇宙膨張速度も加速していることが観測されている。一般相対性理論と素粒子モデルで、宇宙初期と現在の宇宙の加速膨張を同時に説明するには、宇宙定数とインフラトンと呼ばれる場を導入することで加速膨張を引き起こすエネルギー源とすることが可能であるが、既知の粒子をインフラトンと考えるにはとてつもなく大きな曲率相互作用が必要になる。一方で、一般相対性理論と量子論の整合性から、プランクスケールでは重力理論に修正が必要になると考えられており、一般相対性理論を修正することで宇宙の加速膨張を引き起こす可能性が指摘されている。

我々は2021年度までの研究で、アインシュタイン・カルタン幾何学に基づくF(R)修正重力理論が共形変換なしでより単純なスカラー・テンソル理論と同等になることを見つけており、2022年度は、この結果を学術論文にまとめ発表することから研究をスタートした（原著論文[10]）。このカルタンF(R)修正重力理論について、インフレーション期の現象を系統的に明らかにする目的で、具体的なモデルとして通常F(R)修正重力でよく用いられるパワー則模型、対数模型を採用し、宇宙背景放射の揺らぎの観測との整合性による理論の検証を進め、再加熱期における理論の特徴を明らかにした（国内学会一般講演[5,9,10]）。また、重力波の伝搬を解析するための準備として、一般的なF(R)修正重力における重力波伝搬の基礎方程式を（国内学会一般講演[4]）、再加熱期解析の準備として、振動する模型における電磁場の特性を導出した（原著論文[6]）。

#### (III) 格子量子色力学（格子QCD）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（ヤン・ミルズ）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・川合模型）を考えた。これはNが無限大のときにSU(N)格子ゲージ理論と等価になると予想されたが、弱結合相および中間結合相ではZ(N)対称性が自発的に破れ2つの理論は同等ではないことがわかっている。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・川合模型を提案し、大きなNの極限でSU(N)格子ゲージ理論と同じ理論になることが確かめられている。N = 1超対称性を持つヤン・ミルズ模型はQCDを含む通常ヤン・ミルズ模型と同様に、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模型である。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・川合模型に随伴表現のマヨラナフェルミオンを一つ含む模型はこのN = 1超対称性を持つヤン・ミルズ模型のNが無限大の極限を効率よく探求できる格子上の模型である。

2022年度は前年度から開始しているtwisted江口・川合模型に随伴表現のマヨラナフェルミオンを一つ含む模型（マヨラナフェルミオンを一つ含む行列模型）の計算の結果をまとめた。また質量中間子スペクトルの高精度の計算を開始した。3つのゲージ群の大きさ、複数の結合定数、及び、

複数のマヨラナフェルミオン質量にてモンテカルロ計算を行い、マヨラナフェルミオン質量がゼロとなるところでの格子間隔の結合定数とゲージ群の大きさ依存性を調べた。この格子間隔の決定には、基本表現フェルミオンから構成される中間子質量スケールと勾配流処方による長さスケールを用いた。これらの格子間隔の結合定数依存性は、 $\mathcal{N} = 1$ 超対称性ヤン・ミルズ理論のラージ $N$ 極限のふるまいと矛盾していないことを確認した(原著論文[8,9,10], 国際会議一般講演[8], 国内学会一般講演[11,15,16])。また前年度に引き続きラージ $N$ 極限におけるツイストされた時空縮約モデルの数値摂動論に基づきリサージェンス構造の探索のため、2次元カイラル模型の時空縮約模型の数値確率過程摂動論を用いた摂動係数の計算を行った。摂動展開の4ループ(トフフト結合定数の4次)まで、内部エネルギーを計算した。ラージ $N$ 極限では2つの異なる座標の演算子の期待値の因子化が起こると予想され、このことから時空縮約モデルでは摂動係数の分散はラージ $N$ 極限でゼロになることが予想されている。実際の数値計算でこれを確かめることができた。引き続き数値確率過程摂動論の行列模型への効率的な適用方法について研究を進めている(原著論文[11], 国際会議一般講演[25], 国内学会一般講演[12,13,19,20])。

## (ii) 格子QCDに関する計算

### 1) 大体積, 格子QCDによる物理点でのハドロン行列要素の研究

格子QCDを用いた第一原理計算による核子や軽い原子核, ストレンジネスを持つハドロンの性質の導出が世界的に進められてきている。これらの性質を理論的に精密に決定することは素粒子標準模型のクォークセクターに関わる構造の精密実験との比較のために必要不可欠である。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。

令和4年度は $K$ 中間子の $K_{I3}$ 崩壊の形状因子や核子の形状因子・構造関数についての計算を続けている。 $K$ 中間子の $K_{I3}$ 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。令和4年度は前年度よりも格子間隔の小さな格子で、運動量移行ゼロへの内挿を詳しく調べ、格子間隔ゼロへの外挿を行なった。 $K_{I3}$ 崩壊の実験値と今回求めた格子QCDの形状因子から、カビボ-小林-益川行列値として $|V_{us}| = 0.2252(^{+5}_{-12})$ を得た(原著論文[13,15], 国際学会一般講演[9], 国内学会一般講演[17])。核子構造に関しては重要な問題の一つに、核子の荷電半径の互いに矛盾する独立な実験結果の問題が残っている。格子QCD核子の荷電半径の理論値を決めることは、自然界に標準模型からのズレが有ることを示す強力な証拠となるため、世界的に研究が進められている。令和4年度は引き続き核子構造(形状因子, 構造関数, 核力電荷)の研究を行った。これまでの2つの格子間隔での値を用いて連続極限を取り、核子アイソベクトル結合定数の値として、スカラー型結合定数 $g_S = 0.927(83)_{\text{stat}}(22)_{\text{syst}}$ , テンソル型結合定数 $g_T = 1.036(6)_{\text{stat}}(20)_{\text{syst}}$ を得た(原著論文[14], 国際学会一般講演[10], 国内学会一般講演[14,18])。

### 2) 素粒子原子核分野アプリケーションプログラム調査

2021年度に行ったスーパーコンピュータ「富岳」での格子QCDソルバーの最適化についての研究結果を発表した(原著論文[12,16])。

2022年度より、文部科学省科学技術試験研究委託事業が始まり、スーパーコンピュータ「富岳」

の次の世代の計算機の調査研究が始まった。牧野淳一郎（神戸大学）を代表とする「次世代計算機に係る調査研究」（システム調査研究）に、石川は素粒子原子核分野アプリケーションプログラムの将来の性能調査担当として参加した。本調査研究ではアクセラレータ型の将来の計算機での素粒子原子核分野アプリケーションプログラムの性能の調査をしている。

#### (IV) 素粒子の現象論（両角）

##### (i) 繰り込み群方程式を用いたニュートリノ質量行列の階数（ランク）の研究（両角, 清水）

ニュートリノ質量のシーソー模型では、重い右巻きニュートリノの仮想的な交換によって軽いニュートリノの有効マヨラナ質量が生まれる。複数個の質量階層性のある右巻きニュートリノを含む場合は最も重い右巻きニュートリノ積分するごとに有効マヨラナ質量への新たな寄与が生まれる。本研究では有効マヨラナ質量行列に対する繰り込み群の効果を調べた。低エネルギーでの有効マヨラナ質量行列の階数（ランク）をしらべることにより質量ゼロのニュートリノの個数がわかる。実験的には少なくとも2個のニュートリノはゼロでない質量をもつことがわかっているため、有効マヨラナ質量行列の階数は2または3である。研究の結果、2種類の右巻きニュートリノを含む最小シーソー模型の場合は繰り込み群の効果をいれても、有効マヨラナ質量行列の階数は、この効果を入れてない場合と同じ2に保持されることが1ループ近似に基づく繰り込み群を用いて示された。一方3種類の右巻きニュートリノを含む模型の場合は、一般には、繰り込み群の効果で有効マヨラナ質量行列の階数は変わることが同じ近似に基づいて示された。後者に関しては、3種類の右巻きニュートリノと3種類の左巻きニュートリノの $3 \times 3$ の湯川結合の階数が高エネルギーで2と仮定することで有効質量行列の変化を研究した。この場合は高エネルギーでは有効マヨラナ質量行列の階数は2となるが、繰り込み群の効果で階数は一般には3に変化することが示された。一方繰り込み群の方程式に使う湯川結合としてニュートリノの湯川結合だけを使った特殊な条件の下では階数が2に保たれることが示された。上記の結果は解析的な手法で導いた。（原著論文[20]）

##### (ii) ユニバーサルシーソー模型の有効理論（両角, 清水）と弱基底変換不変量を用いた研究

ユニバーサルシーソー模型はクォークや荷電レプトンの質量階層性もシーソー機構を用いて説明する模型である。この模型には階層的な質量をもつベクターライククォーク (VLQ) が6種類含まれている。模型の低エネルギーでの有効理論を導き、フレーバー実験 (Belle II, LHCb, Kotoなど) CKM 行列の格子理論と実験による精密な決定、高エネルギーでのVLQ探索 (LHC) やトップの質量やWボゾン質量 (CDF, LHCなど) の精密な決定と比べることで模型を検証できる。

本研究では、樹木近似の範囲で5つのVLQを積分して有効模型を導いた。また、この模型には $SU(2)_R$ のゲージボゾンも存在するので、これらを含むゲージボゾンの質量行列を対角化することで、ゲージボゾンの質量固有状態とクォークの質量固有状態との結合を求めた。（原著論文[18]）

また、ユニバーサルシーソー模型の1世代の場合の物理量に関する弱基底変換不変量をヒルベルトシリーズの方法に基づいて研究した。（原著論文[19]）においては、 $W_L$ - $W_R$ 混合のCPの破れに対応する弱基底変換不変量をこの方法で導いた。

##### (iii) 場の量子論に基づくマヨラナニュートリノの振動確率とレプトン数の時間変化の関係（両角, 清水）

マヨラナニュートリノの担うレプトン数の時間変化を振動確率の観点から解釈できないかという問いに関して、「レプトン数の時間変化＝ニュートリノ間の振動の確率—ニュートリノから反ニュートリノへの振動確率」という仮説を場の量子論に基づいて証明することを試みた。（国内一般講演[22]）場の量子論に基づいたニュートリノ振動の枠組みではどの真空の上にニュートリノ

のフレーバー状態(電子ニュートリノなど)を作ればいいのか、真空の選択の自由度に任意性がある。このため、量子力学の場合とは異なり決まったレプトンフレーバー数を持つニュートリノ間の振動確率をどのように定義すべきかが明らかでない。またフレーバー数がゼロの“真空”は、時間不変性を持たず真の基底状態とは異なっている。(国内一般講演[22])では、これらの問題点を分析した講演を行った。さらに、レプトン数の時間変化に基づくニュートリノ振動の定式化をローレンツ不変な枠組みにするために、静止状態(運動量ゼロモード)の欠損の問題を中心に研究を進めている。

ローレンツ不変な枠組みを完成させれば上記の問題に答えが出ると予想している。

また、上と異なる方法として、外部波束を用いたニュートリノ振動の方法をニュートリノ-反ニュートリノに振動に適用する研究も進めている。

#### (V) 素粒子の現象論(清水)

2組の10重項ベクターライクフェルミオンを加えたSU(5)統一理論を提案した。このモデルでSU(5)の24次元表現のヒッグスに属するSU(2)<sub>L</sub>3重項のヒッグスを使ってCDF実験グループが報告しているWボゾン質量の異常を説明した。(原著論文[23])

A4対称性に基づくレプトンフレーバーモデルを提案した。世代数と同じ3種類のヒッグス場をA4対称性の3重項として導入した。このモデルではレプトン混合 $\theta_{23}$ とディラック型CPの破れの位相の間に強い相関がある。また、このモデルに基づいて、ニュートリノレス2重ベータ崩壊の大きさと最も軽いニュートリノの質量範囲を予言した。(原著論文[22])

#### 原著論文

- [1] ©Kouki Nakamura, Takahiro Miyoshi, Chiho Nonaka, Hiroyuki R. Takahashi, “Charge-dependent anisotropic flow in high-energy heavy-ion collisions from a relativistic resistive magneto-hydrodynamic expansion”, Phys.Rev.C 107 (2023) 3, 034912.
- [2] ©Kouki Nakamura, Takahiro Miyoshi, Chiho Nonaka, Hiroyuki R. Takahashi, “Relativistic resistive magneto-hydrodynamics code for high-energy heavy-ion collisions”, Eur.Phys.J.C 83 (2023) 3, 229.
- [3] ©Kouki Nakamura, Takahiro Miyoshi, Chiho Nonaka, Hiroyuki R. Takahashi, “Directed flow in relativistic resistive magneto-hydrodynamic expansion for symmetric and asymmetric collision systems”, Phys.Rev.C 107 (2023) 1, 014901.
- [4] Hirotugu Fujii, Kazunori Itakura, Katsunori Miyachi, Chiho Nonaka, “Photon production in high-energy heavy-ion collisions: Thermal photons and radiative recombination”, Acta Phys.Polon.Supp. 16 (2023) 1, 130.
- [5] Hirotugu Fujii, Kazunori Itakura, Katsunori Miyachi, Chiho Nonaka, “Radiative hadronization: Photon emission at hadronization from quark-gluon plasma”, Phys.Rev.C 106 (2022) 3, 034906.
- [6] Y. Kitadono, Tomohiro Inagaki, “Elliptically oscillating solutions in Abelian-Higgs model and electromagnetic property”, Int. J. Mod. Phys. A37 (2022) 13, 2250084.
- [7] T. Inagaki, M. Taniguchi, “Cartan F(R) gravity and equivalent scalar-tensor theory”, Symmetry 14 (2022) 9, 1830.
- [8] Pietro Butti, Margarita Garcia Perez, Antonio Gonzalez-Arroyo, Ken-Ichi Ishikawa, Masanori Okawa, “Scale setting for large-N SUSY Yang-Mills on the lattice”, J. High Energ. Phys. 2022, 74 (2022), DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2022\)074](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2022)074)
- [9] P. Butti, M. Garcia Perez, A. Gonzalez-Arroyo, K. I. Ishikawa, M. Okawa, “Scale setting for N=1

- SUSY Yang-Mills at large- $N$  through volume-reduced twisted matrix model”, PoS(LATTICE2021)474, DOI: <https://doi.org/10.22323/1.396.0474>
- [10] Pietro Butti, Margarita García Pérez, Antonio González-Arroyo, Ken-Ichi Ishikawa, Masanori Okawa, “Large  $N$  simulation of the twisted reduced matrix model with an adjoint Majorana fermion,” PoS(LATTICE2021)334, DOI: <https://doi.org/10.22323/1.396.0334>
- [11] Antonio González-Arroyo, Ken-Ichi Ishikawa, Yingbo Ji, Masanori Okawa, “Perturbative study of large  $N$  principal chiral model with twisted reduction”, Int.J.Mod.Phys.A 37 (2022) 36, 2250210, DOI: <https://doi.org/10.1142/S0217751X22502104>
- [12] Ken-Ichi Ishikawa, Issaku Kanamori, Hideo Matsufuru, Ikuo Miyoshi, Yuta Mukai, Yoshifumi Nakamura, Keigo Nitadori, Miwako Tsuji, “102 PFLOPS Lattice QCD quark solver on Fugaku”, Computer Physics Communications, 2022, 108510, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cpc.2022.108510>
- [13] Ken-ichi Ishikawa, Naruhito Ishizuka, Yoshinobu Kuramashi, Yusuke Namekawa, Yusuke Taniguchi, Naoya Ukita, Takeshi Yamazaki, Tomoteru Yoshié for PACS Collaboration, “ $K\ell 3$  form factors at the physical point: Toward the continuum limit”, Phys.Rev.D 106 (2022) 9, 094501, DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.094501>
- [14] Ryutaro Tsuji, Natsuki Tsukamoto, Yasumichi Aoki, Ken-Ichi Ishikawa, Yoshinobu Kuramashi, Shoichi Sasaki, Eigo Shintani, Takeshi Yamazaki, “Nucleon isovector couplings in  $N_f = 2 + 1$  lattice QCD at the physical point”, Phys.Rev.D 106 (2022) 9, 094505, DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.094505>
- [15] Takeshi Yamazaki, Ken-ichi Ishikawa, Naruhito Ishizuka, Yoshinobu Kuramashi, Yoshifumi Nakamura, Yusuke Namekawa, Yusuke Taniguchi, Naoya Ukita, Tomoteru Yoshié for PACS Collaboration, “Calculation of kaon semileptonic form factor with the PACS10 configuration”, PoS(LATTICE2021)563, DOI: <https://doi.org/10.22323/1.396.0563>
- [16] Ken-Ichi Ishikawa, Issaku Kanamori, Hideo Matsufuru, “Multigrid Solver on Fugaku”, PoS(LATTICE2021)278, DOI: <https://doi.org/10.22323/1.396.0278>
- [17] Masato Miyazaki, Ken-Ichi Ishikawa, Ken'ichiro Nakashima, Hiroshi Shimizu, Taiki Takahashi and Nobuyuki Takahashi, “Application of the symbolic regression program AI-Feynman to psychology”, Front. Artif. Intell. 6:1039438, DOI: 10.3389/frai.2023.1039438
- [18] ©Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Yuta Kawamura, Albertus Hariwangsa Panuluh, Yusuke Shimizu, Kei Yamamoto, “Effective theory for universal seesaw model and FCNC” J.Phys.Conf. Ser.2446(2023) 1,012046, p1-p4.
- [19] Albertus Hariwangsa Panuluh and Takuya Morozumi, “Study of weak-basis invariants in the universal seesaw model using Hilbert Series”, J.Phys.Conf. Ser.2446(2023) 1,012049. p1-p4
- [20] ©Nicholas J. Benoit, Takuya Morozumi, Yusuke Shimizu, Kenta Takagi, Akihiro Yuu, “Renormalization group effects for a rank degenerate Yukawa matrix and the fate of massless neutrino”, PTEP 2022 (2022)113B02, p1-p18.
- [21] Nicholas J. Benoit, Yuta Kawamura, Takuya Morozumi, “Time evolution of the lepton numbers of Majorana neutrinos in the Schrodinger picture versus Heisenberg picture”, Pos Corfu2021(2022)063, p1-p10.
- [22] Yukimura Izawa, Yusuke Shimizu, Hironori Takei, “Non-SUSY lepton flavor model with the three Higgs doublet model”, Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2023, Issue 6, June 2023, 063B04.

- [23] Yusuke Shimizu, Shounosuke Takeshita, “W Boson Mass and Grand Unification via the Type-II Seesaw-like Mechanism”, Nucl.Phys.B 994(2023)116290.
- [24] A. Sakai, K. Murase, H. Fujii, T. Hirano, “Space-time Evolution of Critical Fluctuations in an Expanding System”, DOI: 10.5506/APhysPolBSupp.16.1-A155 Acta Phys. Pol. B Proc. Suppl. 16, 1-A155 (2023)

国際会議

(招待講演)

- [1] Chiho Nonaka, “Relativistic Hydrodynamic Model in High-Energy Heavy-Ion Collisions”, 2023 3rd IITB-Hiroshima workshop in HEP, 2023.2.20-22, 広島大学, [2023年2月22日発表]

(一般講演)

- [1] Chiho Nonaka, Kazunori Itakura, Hirotugu Fujii, Katuya Miyachi, “Photon Production in High-Energy Heavy-Ion Collisions: Thermal Photons and Radiative Recombination”, Quark Matter 2022, 2022.4.4-10, Krakow, Poland, [2022年4月7日発表]
- [2] Chiho Nonaka, “Chirality and Knot in Relativistic Hydrodynamics”, SKCM2 Kickoff Symposium 2023, 2023.3.20-22, 広島国際会議場, 広島, [2023年3月20日発表]
- [3] © Chiho Nonaka, Kouki Nakamura, Takahiro Miyoshi, Hiroyuki Takahashi, “Charge-dependent anisotropic flow in high-energy heavy-ion collisions from relativistic resistive magneto-hydrodynamic expansion”, 日本物理学会春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023年3月25日発表]
- [4] A. Hikita, T. Inagaki, M. S. Maekawa, S. Tajima, Y. Miyazaki and E. Nagasawa, “A Social Media Simulator for Media Literacy Education in Japanese schools and universities”, IFIP WCCE 2022: World Conference on Computers in Education, Hiroshima, Japan, [2022年8月24日発表]
- [5] T. Inagaki, N. Takahashi and M. Nakanishi, “Curriculum Standard of Informatics in General Education at Universities in Japan”, IFIP WCCE 2022: World Conference on Computers in Education, Hiroshima, Japan, [2022年8月23日発表]
- [6] N. Chubachi, T. Inagaki and K. Kawamura, “Implementation and Evaluation of University Information Placement Test in Japan”, IFIP WCCE 2022: World Conference on Computers in Education, Hiroshima, Japan, [2022年8月22日発表]
- [7] Y. Murakami, Y. Sho and T. Inagaki, “Improving Motivation in Undergraduate Data Science. Education by Using Dilemma Problems”, IFIP WCCE 2022: World Conference on Computers in Education, Hiroshima, Japan, [2022年8月22日発表]
- [8] Antonio Gonzalez-Arroyo, Margarita García Pérez, Pietro Butti, Ken-Ichi Ishikawa, Masanori Okawa, “Adjoint fermions at large- $N_c$  on the lattice”, the 39th international conference on lattice field theory. Lattice 2022, Hoersaalentrum Pooplsdorf, [2022年8月10日発表]
- [9] Takeshi Yamazaki, Ken-Ichi Ishikawa, Naruhito Ishizuka, Yoshinobu Kuramashi, Yusuke Namekawa, Yusuke Taniguchi, Naoya Ukita, Tomoteru Yoshie, “Momentum transfer dependence of kaon semileptonic form factor on  $(10 \text{ fm})^4$  at the physical point”, the 39th international conference on lattice field theory. Lattice 2022, Hoersaalentrum Pooplsdorf, [2022年8月10日発表]
- [10] Ryutaro Tsuji, Ken-Ichi Ishikawa, Eigo Shintani, Yasumichi Aoki, Yoshinobu Kuramashi, Shoichi Sasaki, Takeshi Yamazaki, “Towards the continuum limit of nucleon form factors at the physical

- point using lattice QCD”, the 39th international conference on lattice field theory. Lattice 2022, Hoersaalentrum Pooplsdorf, [2022年8月9日発表]
- [11] Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Yuta Kawamura, Albertus Hariwangsa Panuluh, Yusuke Shimizu, Kei Yamamoto, “Effective theory for universal seesaw model and. FCNC”, Poster, INTERNATIONAL CONFERENCE ON KAON PHYSICS, 2022.9.13-16., Osaka, Japan, [2022年9月14日発表]
- [12] Takuya Morozumi, Apriadi Salim Adam, Nicholas James Benoit, Yamato Matsuo, Yusuke Shimizu, Naoya Toyota, Yuta Kawamura, “Space time evolution of lepton number densities”, Poster, 2023.3.20-22, SKCM2 Kickoff meeting, Hiroshima, Japan , [2023年2月20日発表]
- [13] Yusuke Shimizu, “Time evolution of lepton number and Majorana type phases”, Summer Institute 2022, 2022.9.18-22, Fuji-Yoshida, Japan, [2022年9月19日発表]
- [14] A. Sakai, “Modeling the space-time evolution of critical fluctuations in an expanding system”, The 9th edition of the Workshop for Young Scientists on. the Physics of Ultra-relativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Hot Quarks 2022), 2022.10.11-17, Dao House, Estes Park, Colorado, USA, [2022年10月12日発表]
- [15] A. Sakai, K. Murase, H. Fujii and T. Hirano, “Space-time evolution of critical fluctuations in an expanding system”, Quark Matter 2022 - 29th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, 2022.4, Krakow, Poland, [2022年4月6日発表]
- [16] K. Kuroki, A. Sakai, K. Murase and T. Hirano, “Effects of hydrodynamic fluctuations in ultra-central Pb-Pb collisions at LHC”, Quark Matter 2022 - 29th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, 2022.4, Krakow, Poland, [2022年4月6日発表]
- [17] K. Murase and A. Sakai, “Longitudinal flow decorrelation by hydrodynamic fluctuations and event-shape engineering in Xe+Xe collisions”, Quark Matter 2022 - 29th International Conference on Ultrarelativistic. Nucleus-Nucleus Collisions, 2022.4, Krakow, Poland, [2022年4月6日発表]
- [18] Cendikia Abdi, Chiho Nonaka, “Chemical and Thermal equilibration of QGP in heavy ion collision”, 3rd IITB-Hiroshima workshop in HEP, International conference, 2023.2.20-22, [2023年2月21日発表]
- [19] Albertus Hariwangsa Panuluh and Takuya Morozumi, “Study of weak-basis invariants in the universal seesaw model using Hilbert series”, International Conference on Kaon Physics 2022 (KAON 2022), 2022.9.13-16, [2022年9月14日発表]
- [20] N. J. BENOIT, “Evolution of Lepton Number for Neutrinos”, 23rd International Workshop on Neutrinos from Accelerators (NuFACT 2022), 2022.8.1-6, [2022年8月5日発表]
- [21] N. J. BENOIT, “Effects of renormalization group kernels on the lightest neutrino mass in the Type-I Seesaw Model”, KEK-PH International Workshop, 2022.11.29-12.2, [2022年11月30日発表]
- [22] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, “Lepton Flavor Model with A4 symmetry and 3HDM”, KEK Theory Meeting on Particle Physics Phenomenology and International Joint Workshop on the Standard Model and beyond, 2022.11.29-12.2, [2022年12月1日発表]
- [23] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, “Lepton flavor model and analysis with 3HDM”, 3rd IITB-Hiroshima workshop in HEP, 2023.2.20-22, [2023年2月22日発表]
- [24] Sakura Itatani, “A review of chiral phase transition in the 1+1 dimensional Gross-Neveu model”, 3rd IITB Hiroshima IITB workshop in HEP, 2023.2.20- 22, [2023年2月20日発表]
- [25] Hironori Takei, Ken-Ichi Ishikawa, “Basic Idea of Numerical Stochastic Perturbation Theory and application to the Gross-Witten-Wadia model”, 3rd IITB-Hiroshima workshop in HEP, 2023.3.20-22,

[2023年3月22日発表]

- [26] Yusuke Shimizu, Shonosuke Takeshita, “Experimental testability of GUT model including the mirror particles”, KEK Theory Meeting on Particle Physics Phenomenology (KEK-PH) and International Joint Workshop on the Standard Model and beyond, 2022.11.29- 12.1, [2022年12月1日発表]
- [27] Yusuke Shimizu, Shonosuke Takeshita, “The W boson mass anomaly in the extension of the minimal SU(5) GUT model”, 3rd Hiroshima-IITB workshop in HEP, 2023.2.20- 22, [2023年2月21日発表]
- [28] 稲垣知宏, 谷口真彦, “Cartan F(R) gravity and Inflation”, JGRG31, 2022.10.24-28, [2022年10月24日-25日発表]
- [29] 竹内康太, 稲垣知宏, “Comprehensive Analysis of Equivalence Classes in 5D SU(N) gauge theory with S<sup>1</sup>/Z<sub>2</sub> compact space”, 3rd IITB-Hiroshima workshop in HEP, 2023.2.20- 22, [2023年2月20日発表]

国内学会

(招待講演)

該当無し

(一般講演)

- [1] Keita Horie and Chiho Nonaka, “Inhomogeneous phases in 1+1 dimensional chiral Gross-Neveu model on the lattice”, 熱場の量子論とその応用, 2022.9.20-22, 京都大学基礎物理学研究所 湯川記念館 パナソニック国際交流ホール, [2022年9月22日発表]
- [2] Chiho Nonaka, Kazunori Itakura, Hirotsugu Fujii, Katuya Miyachi, “Photon Production in High-Energy Heavy-Ion Collisions: Thermal Photons and Radiative Recombination”, Setouchi Summer Institute 2022, 2022.9.26-28, 広島大学, [2022年9月28日発表]
- [3] © Chiho Nonaka, Kouki Nakamura, Takahiro Miyoshi, Hiroyuki Takahashi, “Charge-dependent anisotropic flow in high-energy heavy-ion collisions from relativistic resistive magneto-hydrodynamic expansion”, 日本物理学会春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023年3月25日発表]
- [4] 谷口真彦, 稲垣知宏, 「F(R)修正重力理論での重力波の伝播」, 日本物理学会 2023年春季大会, オンライン, [2023年3月24日発表]
- [5] 吉岡直樹, 谷口真彦, 稲垣知宏, 「Cartan 修正重力理論における再加熱過程」, 日本物理学会 2023年春季大会, オンライン, [2023年3月23日発表]
- [6] 竹内康太, 稲垣知宏, 「S<sup>1</sup>/Z<sub>2</sub> コンパクト空間をもつ5次元 SU(N)ゲージ理論における同値類の網羅的分析」, 日本物理学会 2023年春季大会, オンライン, [2023年3月23日発表]
- [7] 木村大自, 下地寛武, 稲垣知宏, 「3 フレーバー-NJL 模型における固有時間法を用いたメソンの解析」, 日本物理学会 2022年秋季大会, 岡山理科大学, [2022年9月8日発表]
- [8] 下地寛武, 稲垣知宏, 木村大自, 「カイラル対称性の回復に関する新しい相の可能性」, 日本物理学会 2022年秋季大会, 岡山理科大学, [2022年9月8日発表]
- [9] 坂本弘樹, 稲垣知宏, 谷口真彦, 「Cartan F(R) 重力理論によるインフレーションの模型」, 日本物理学会 2022年秋季大会, 岡山理科大学, [2022年9月8日発表]
- [10] 谷口真彦, 稲垣知宏, 「Cartan F(R)重力理論によるスカラー・テンソル理論の導出」, 日本物理学会 2022年秋季大会, 岡山理科大学, [2022年9月8日発表]
- [11] Pietro Butti, Margarita Garcia Perez, Antonio Gonzalez-Arroyo, 石川健一, 大川正典, 「時空縮約格子行列模型を用いたラージN 超対称 Yang-Mills 理論の物理スケールの結合定数依存性の



- 評価」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 24 日発表]
- [12] 姫 英博, 石川健一, 大川正典, Antonio Gonzalez-Arroyo, 「数値確率過程摂動理論を用いてツイストされた時空縮約カイラルモデルの高次までの応用」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 24 日発表]
- [13] 武井玄徳, 石川健一, 「Cayley 変換を施した GWW 模型の解析と数値確率過程摂動論」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 24 日発表]
- [14] 辻 竜太郎, 青木保道, 石川健一, 蔵増嘉伸, 佐々木勝一, 新谷栄吾, 山崎 剛, 「物理点格子 QCD に基づく核子軸性形状因子の研究」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 24 日発表]
- [15] 石川健一, Pietro Butti, Margarita Garcia Perez, Antonio Gonzalez-Arroyo, 大川正典, 「Scale setting for large-N SUSY Yang-Mills on the lattice」, 「富岳で加速する素粒子・原子核・宇宙・惑星」シンポジウム, 神戸大学先端融合研究環統合研究拠点コンベンションホール, 2022.12.12-13, ハイブリッド, [2022 年 12 月 12 日発表]
- [16] 石川健一, Pietro Butti, Margarita Garcia Perez, Antonio Gonzalez-Arroyo, 大川正典, 「Scale setting for large-N SUSY Yang-Mills on the lattice」, 瀬戸内サマーインスティテュート SSI2022, 広島大学理学部, 2022. 9.26-28, ハイブリッド, [2022 年 9 月 26 日発表]
- [17] 山崎 剛, 石川健一, 石塚成人, 蔵増嘉伸, 中村宜文, 滑川裕介, 谷口裕介, 浮田尚哉, 吉江友照 for PACS Collaboration, 「格子 QCD を用いた K 中間子セミレプトニック崩壊位相積分計算」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, 2022.9.6-8, 岡山理科大学, [2022 年 9 月 6 日発表]
- [18] 辻 竜太郎, 青木保道, 石川健一, 蔵増嘉伸, 佐々木勝一, 新谷栄吾, 山崎 剛, 「核子形状因子の物理点格子 QCD 計算」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, 2022.9.6-8, 岡山理科大学, [2022 年 9 月 6 日発表]
- [19] 姫 英博, 石川健一, 大川正典, Antonio Gonzalez-Arroyo, 「数値確率過程摂動理論を用いてツイストされた時空縮約カイラルモデルのラージ N 極限の研究」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, 2022.9.6-8, 岡山理科大学, [2022 年 9 月 8 日発表]
- [20] 石川健一, Antonio Gonzalez-Arroyo, 大川正典, 姫 英博, 「Gross-Witten-Wadia ユニタリー行列模型の数値確率過程摂動を用いた高次係数計算の試み」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, 2022.9.6-8, 岡山理科大学, [2022 年 9 月 8 日発表]
- [21] ◎両角卓也, アプリアディ サリム アダム, 河村優太, アルベルトゥス ハリワンサ パヌル, 清水勇介, 山本 恵, 「ユニバーサルシーソー模型の有効理論としての 1 アップタイプベクターライククオークモデル」, 2022 年日本物理学会秋季大会, 岡山理科大, 2022.9.6-8, [2022 年 9 月 6 日発表]
- [22] ◎両角卓也, Nicholas J Benoit, 清水勇介, 折見智治, 「場の量子論に基づくマヨラナニュートリノの振動確率とレプトン数の時間変化の関係」, 2023 年日本物理学会春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 25 日発表]
- [23] Takuya Morozumi, 「Flavor structure of the Universal seesaw model」, 山陽サマーインスティテュート 2022, 広島大学理学部 E102, 2022.9.26-28, ハイブリッド, [発表日 2022 年 9 月 28 日]
- [24] 井澤幸邑, 清水勇介, 「非可換離散対称性を用いたフレーバー構造の解析」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, [2023 年 3 月 25 日発表]
- [25] 清水勇介, 竹下昌之介, 「ミラー粒子を含んだ大統一模型とその実験的検証可能性」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, [2023 年 3 月 23 日発表]
- [26] ◎ニコラス ベンワ, 河村優太, 河野早紀, 両角卓也, 清水勇介, 山本 恵, 「マヨラナタイプ

- 位相とレプトン数の時間発展], 日本物理学会 2022 年秋季大会, 2022.9.6-8, 岡山理科大学, [2022 年 9 月 6 日発表]
- [27] ◎坂井あづみ, 原田正康, 野中千穂, 佐々木千尋, 志垣賢太, 八野 哲, 「高エネルギー重イオン衝突反応におけるレプトン対生成へのカイラル対称性の回復の影響」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 25 日発表]
- [28] 大島一楓, 村瀬功一, 野中千穂, 坂井あづみ, 「高エネルギー重イオン衝突反応における流体ゆらぎの多粒子フロー相関への影響」, 日本物理学会 2023 年春季大会, 2023.3.22-25, オンライン, [2023 年 3 月 25 日発表]
- [29] 坂井あづみ, 「1 次元膨張系における臨界揺らぎの時空発展の解析」, 瀬戸内サマーインスティテュート 2022, 広島大学, 2022.9.26-28, [2022 年 9 月 28 日発表]
- [30] Cendikia Abdi, “Chemical equilibration and thermalization of quark-gluon plasma”, Netsuba 2022, 2022.9.20-22, [2022 年 9 月 20 日発表]
- [31] Cendikia Abdi, “Transport model approach to quark-gluon plasma equilibration”, JPS Spring conference 2023, 2023.3.22-25, [2023 年 3 月 25 日発表]
- [32] Albertus Hariwangsa Panuluh and Takuya Morozumi, “Study of hilbert series in the Universal. Seesaw Model”, JPS 2022 Autumn Meeting, 2022.9.6-8, [2022年9月6日発表]
- [33] N. J. BENOIT, “Evolution of lepton number for neutrinos with wave packet-like effects”, Progress in Particle Physics 2022 (YITP-W-22-11), 2022.8.29-9.2, [2022年8月29日発表]
- [34] N. J. BENOIT, “Effects of renormalization group kernels on the lightest neutrino mass in the Type-I Seesaw Model”, 日本物理学会2022年秋季大会, 2022.9.6-9, [2022年月6日発表]
- [35] 井澤幸邑, 「場の量子論と結び目不変量」, 原子核三者若手夏の学校2022, 2022.8.6-9, [2022年 8月9日発表]
- [36] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, 「3HDMを用いたレプトンの世代構造」, 日本物理学会2022 年秋季大会, 2022.9.6-8, [2022年9月7日発表]
- [37] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, “Lepton flavor structure based on 3HDM”, Summer Institute 2022, 2022.9.18-22, [2022年9月19日発表]
- [38] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, 「4対称性と3HDMを用いたフレーバー模型の構築と数値解析」, 令和4年度瀬戸内サマーインスティテュート, 2022.9.26-28, [2022年9月28日発表]
- [39] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, 「3HDMを用いたフレーバー模型とCP位相の予言」, Flavor. Physics workshop 2022, 2022.11.7-10, [2022年11月9日発表]
- [40] 井澤幸邑, 清水勇介, 武井玄德, 「3HDMを用いたフレーバー模型とバリオジェネシス」, 第35回理論懇シンポジウム「理論天文学・宇宙物理学の広がり：さらなる発展に向けて」, 2022.12.21-23, [2022年12月22日発表]
- [41] 井澤幸邑, 清水勇介, 「非可換離散対称性を用いたフレーバー構造の解析」, 日本物理学会 2023年春季大会, 2023.3.22-25, [2023年3月25日発表]
- [42] 武井玄德, 井澤幸邑, 清水勇介, 「世代対称性を用いたCP位相の予言」, 日本物理学会, 2022.9.6-8, [2022年9月7日発表]
- [43] 武井玄德, 石川健一, 「行列指数関数計算へのCayley変換の適用」, 瀬戸内サマーインスティテュート, 2022.9.26-28, [2022年9月28日発表]
- [44] 武井玄德, 石川健一, 「Cayley変換を施したGWW模型の解析と数値確率過程摂動論」, 日本物理学会, 2023.3.22-25, [2023年3月24日発表]
- [45] 竹下昌之介, 「陽子崩壊探索で検証可能な大統一模型」, 2022年度第68回原子核三者若手夏の

- 学校, 2022.8.6-9, [2022年8月7日発表]
- [46] 清水勇介, 竹下昌之介, 「ミラー粒子を加えた大統一模型の実験的検証可能性」, 令和4年度瀬戸内サマーインスティテュートSSI2022, 2022.9.26-28, [2022年9月28日発表]
- [47] 清水勇介, 竹下昌之介, 「ミラー粒子を加えた大統一模型とその実験的検証可能性」, Flavor Physics workshop 2022 (FPWS2022), 2022.11.7-10, [2022年11月9日発表]
- [48] 清水勇介, 竹下昌之介, 「ミラー粒子を加えた大統一模型とその実験的検証可能性」, 日本物理学会2023年春季大会, 2023.3.22-25, [2023年3月23日発表]
- [49] 吉岡直樹, 稲垣知宏, 谷口真彦, 「様々な修正重力理論～その意義と多様なアプローチ～」, 2022年度第68回原子核三者若手夏の学校, 2022.8.6-9, [2022年8月9日発表]
- [50] 吉岡直樹, 「インフレーションと修正重力理論」, 2022年度第15回瀬戸内サマーインスティテュート, 2022.9.26-28, [2022年9月26日発表]
- [51] 吉岡直樹, 稲垣知宏, 谷口真彦, 「カルタン修正重力理論における再加熱過程」, 日本物理学会2023年春季大会, 2023.3.22-25, [2023年3月23日発表]
- [52] 稲垣知宏, 谷口真彦, 「Cartan  $F(R)$ 重力理論によるスカラー・テンソル理論の導出」, 日本物理学会2022年秋季大会, 2022.9.6-8, [2022年9月8日発表]
- [53] 稲垣知宏, 谷口真彦, 「Cartan  $F(R)$ 重力と宇宙の加速膨張」, 瀬戸内サマーインスティテュート2022, 2022.9.26-28, [2022年9月28日発表]
- [54] 稲垣知宏, 谷口真彦, 「 $F(R)$ 修正重力理論での重力波の伝播」, 日本物理学会2023年春季大会, 2023.3.22-25, [2023年3月24日発表]
- [55] 竹内康太, 稲垣知宏, 「ゲージ・ヒッグス統一理論は電弱理論を再現できるか?」, 原子核三者若手夏の学校2022, 2022.8.6-9, [2022年8月7日発表]
- [56] 竹内康太, 稲垣知宏, 「ゲージ・ヒッグス統一理論における電弱対称性の実現と自発的対称性の破れ」, 瀬戸内サマーインスティテュート2022, 2022.9.26-28, [2022年9月28日発表]
- [57] 竹内康太, 稲垣知宏, 「 $S1/Z2$ オービフォールド上 $SU(N)$ ゲージ理論における同値類の網羅的分析」, 素粒子現象論研究会2022, 2023.3.16-18, [2023年3月16日発表]
- [58] 竹内康太, 稲垣知宏, 「 $S1/Z2$ コンパクト空間をもつ5次元 $SU(N)$ ゲージ理論における同値類の網羅的分析」, 日本物理学会2023年春季大会, 2023.3.22-25, [2023年3月23日発表]

#### 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      | 6 件 |
| ○ 博士課程後期の学生が共同発表者の発表件数      | 7 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      | 18 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 | 2 件  |

#### 各種研究員と外国人留学生の受入状況

- |                            |    |                       |
|----------------------------|----|-----------------------|
| 外国人留学生 (博士後期課程 2020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 |

外国人留学生（博士後期課程 2021年10月入学） 2名 Abdi Cendikia  
Albertus Hariwangsa Panuluh

○ 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] 野中千穂：第39回「Heavy Ion Cafe」& 第35回「Heavy Ion Pub」研究会, 2022年4月30日  
(土) 13:00-17:30
- [2] 野中千穂：第36回「Heavy Ion Pub」研究会, 2022年8月3日(木) 14:00-18:00, 京都大学基礎  
物理学研究所パナソニックホール
- [3] 野中千穂：第37回「Heavy Ion Pub」研究会, 2022年12月16日(金) 15:00-18:00, 大阪大学
- [4] 石川健一：「高性能計算物理勉強会 (HPC-Phys)」アドバイザー  
第15回勉強会, 2022年7月1日(木) 15:00-17:20, オンライン  
第16回勉強会, 2022年9月16日(木) 15:00-17:30, オンライン  
第17回勉強会, 2022年12月14日(木) 9:30-15:00, 理研計算科学研究センター(神戸), ハイブリッド  
第18回勉強会, 2023年2月8日(金) 9:30-15:00, 理研計算科学研究センター(神戸), ハイブリッド
- [5] 両角卓也：CORE-Uセミナー世話人  
・第77回広島大学極限宇宙研究拠点 (CORE-U) セミナー  
日時：2022年12月28日(木) 12:50-14:20  
講師：大野木哲也 教授 (大阪大学大学院)  
題目：フェルミオンの質量がゼロになる理由は何か？

○ 国際共同研究・国際会議開催実績

- [1] 国際共同研究 野中千穂  
Phenomenological analysis on high-energy heavy-ion collisions: Duke University  
共同研究者 Steffen A. Bass
- [2] 国際共同研究 野中千穂  
Construction of parton cascade model Base on SMASH: Frankfurt Univeristy  
共同研究者 Hannah Elfner
- [3] 国際共同研究 稲垣知宏  
Theory of Modified Gravity: ICREA, Barcelona  
共同研究者 Sergei D. Odintsov
- [4] 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
- [5] 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: BRIN (国立研究革新庁, インドネシア)  
共同研究者 Apriadi Salim Adam

[6] 国際会議 両角卓也

The 3rd IIT Bombay-Hiroshima workshop in HEP, 2023.2.20-22, Hybrid, E102, Fac.of Sci., Hiroshima University.

社会活動・学外委員

○ 学協会委員

- [1] 野中千穂：日本物理学会男女共同参画推進委員会委員 オブザーバー
- [2] 野中千穂：日本物理学会研究費配分に関する教育研究環境検討委員会オブザーバー
- [3] 野中千穂：日物応物男女共同参画連絡会メンバー
- [4] 野中千穂：名古屋大学非常勤講師
- [5] 野中千穂：名古屋大学素粒子宇宙起源研究所客員研究員
- [6] 野中千穂：QCD Matter Open Forum (QCDMOF) 世話人
- [7] 野中千穂：令和5年度A期HPCIシステム利用研究課題選定におけるレビュアー
- [8] 野中千穂：日本物理学会理論核物理領域副代表
- [9] 野中千穂：第19回日本物理学会 Jr.セッション（2023）第1次審査委員
- [10] 野中千穂：第19回日本物理学会 Jr.セッション（2023）当日審査委員
- [11] 稲垣知宏：情報処理学会情報処理教育委員会委員長
- [12] 稲垣知宏：情報処理学会一般情報教育委員会委員
- [13] 稲垣知宏：情報処理学会アクレディテーション委員会委員
- [14] 稲垣知宏：情報処理学会情報科教員・研修委員会委員
- [15] 稲垣知宏：日本パグウォッシュ会議運営委員会委員長
- [16] 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
- [17] 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] 野中千穂：科学研究費補助金基盤研究(A)，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（2020年度～2024年度，研究代表者，2022年度 4,000千円）
- [2] 野中千穂：科学研究費補助金基盤研究(A)，物理学・情報科学に共通する大規模行列関数の総合的数値計算法の創成（2020年度～2024年度，研究分担者，2022年度 800千円）
- [3] 野中千穂：科学研究費補助金基盤研究(C)，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（2020年度～2022年度，研究分担者，2022年度 100千円）
- [4] 石川健一：令和4年度科学技術試験委託事業「次世代計算基盤に係る調査研究」（システム調査研究）（令和4年度・委託機関：神戸大学，再委託機関：広島大学，令和4年度分担：1,089千円）
- [5] 石川健一：科学研究費補助金基盤研究(C)，行列模型を用いたラージN質量スペクトルの研究，（2021年度～2024年度，研究分担者，2022年度 100千円）

## ○ その他

[1] 坂井あづみ研究員が“Best poster Award”, Quark Matter 2022, Krakow, Poland, April 2022を受賞。

A. Sakai, K. Murase, H. Fujii, T. Hirano, “Space-time Evolution of Critical Fluctuations in an Expanding System”

[2] 石川健一, 稲垣知宏, 両角卓也, 野中千穂, 清水勇介, 武井玄徳, 「原子核研究」 Vol.67

No.2 (人物・研究室紹介の部分) 発表日(date of presentation) : 2023年3月

## ○宇宙物理学グループ

### 研究活動の概要 (小嶋康史)

2022年度末に定年退職を迎えるので, 研究テーマを「中性子星の磁場」に絞り, 以下の成果を上げた。

自転する中性子星 (パルサー) に非軸対称的な歪みがあると, 重力波を放出する。電磁波の観測により得られた自転振動数を手がかりに, 対応する重力波観測の探査が行われている。降着円盤から星の表面への物質の降り積もりにより, その付近に存在する磁場による山 (でこぼこ) の形成を共同研究により明らかにした。関連する論文も出版された。

中性子星の構造を考える場合, クラスト (殻) 部分の弾性力も考慮する必要があり, その効果を取り入れた磁気中性子星のモデルを調べてきた。歪みが弾性力の限界を超えた場合, バースト現象などの突発現象と関連すると考えられる。その弾性限界に至る過程は磁場が徐々に進化することにより起こるが, 具体的な進化計算により, 限界に至るまでの時間, その間に蓄積される弾性エネルギー等を求めた。その結果, マグネターで観測されている, バースト間隔時間 (約数十年) で, 観測されているエネルギー程度のもので蓄えられることがわかった。また, 表面磁場は弱い, 内部にマグネター級の強い磁場あると考えられるCCOに応用すると, バーストに至る時間は2桁以上長くなる。その結果, ジュール散逸が効き, 弾性力限界に至ることはないことがわかった。

### 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る通常物質 (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。

HSC-SSPと全天X線サーベイeROSITA (ドイツ側) との共同研究で行った初期集中サーベイ“The eROSITA Final Equatorial Depth Survey (eFEDS)”との共同研究のシリーズ論文を発表した。X線は放射率が銀河団ガスの電子密度の二乗であり, 銀河団中心部の銀河団ガスの放射を容易に捉えやすく, 視線方向の射影効果の影響は少ない。一方で, 発見された銀河団の赤方偏移や重力レンズ質量の測定には, すばる望遠鏡HSC-SSPとの共同研究によって達成される。

大型サブミリ望遠鏡(LST)の将来計画に関するWhite paperの「宇宙の大規模構造と観測的宇宙論」のセクションの執筆を行った。今後発行される予定である。

X線衛星の将来計画(JDEI(仮))の遠方銀河団サーベイのサイエンス立案及びフィジビリティスタディを行った。

#### 研究活動の概要 (木坂将大)

強磁場を持ち高速で自転する中性子星はその周囲にプラズマで満たされた磁気圏を形成しており、この磁気圏から放出される電磁波放射や相対論的プラズマ流の形成過程の解明は宇宙物理学における重要な課題の一つである。これを解明するには、磁気圏内の粒子加速と電磁カスケードを考慮したプラズマのダイナミクスと電磁場構造を明らかにする必要がある。

これまで、粒子加速と電磁カスケードが起こる局所領域に対して空間1次元のプラズマ粒子シミュレーションを用いて研究を進めてきた。しかし、このような局所領域がどこに存在し、磁気圏全体の構造にどのような影響を与え、観測される電磁波放射のパルス波形などにどう反映されるかはわかっていない。そこで、磁気圏全体を考慮した空間2次元のプラズマ粒子シミュレーションを行い、電磁カスケードが起こる領域と生成する粒子数により磁気圏の構造がどのように影響を受けるかを調べた。その結果、磁気圏の外側の電流シート領域で粒子生成が起こる場合はエネルギー放出率がそれほど大きくならないものの磁気圏全体の電流回路を維持するために効率的な粒子加速が起きること、逆に星表面から粒子を供給する場合は粒子加速が効率的でないもののエネルギー放出率が大きくなることを明らかにした。今後、観測データとの詳細な比較によって実際にどの領域で粒子注入が起きているかを明らかにできると期待できる。

この他、ミリ秒の継続時間を持つ正体不明の突発現象である高速電波バースト 20201124A に対して初めて 2 GHz という高周波帯域で検出し、この情報をもとに放射機構に対する理論的解釈を与えるなどの研究を行った。

#### 原著論文

- [1] ©K. Fujisawa, Y. Kojima, S. Kisaka, “Magnetically confined mountains on accreting neutron stars with multipole magnetic fields”, MNRAS (2022), 516, p.5196.
- [2] Y. Kojima, “Accumulation of Elastic Strain toward Crustal Fracture in Magnetized Neutron Stars”, ApJ (2022), 938, 91.
- [3] ©K. Fujisawa, S. Kisaka, Y. Kojima, “Strong toroidal magnetic fields sustained by the elastic crust in a neutron stars”, MNRAS (2023), 519, p.3776.
- [4] ©Y. Kojima, S. Kisaka and K. Fujisawa, “Evolutionary Deformation toward the Elastic Limit by a Magnetic Field Confined in the Neutron-star Crust”, ApJ (2023), 946,75.
- [5] H. Aihara et al. (N. Okabe is the 36th of 67 others), “Third data release of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program”, PASJ, 74, 247(2022)
- [6] R. Misato et al. (N. Okabe is the 6th of 8 others), “Do blue galaxy-clusters have hot intracluster gas?”, PASJ, 74, 398(2022)
- [7] A. Liu et al. (N. Okabe is the 11th of 34 others) “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS). Catalog of galaxy clusters and groups”, A&A, 661, A2 (2022)
- [8] M. Klein et al. (N. Okabe is the 18th of 22 others) “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS). Optical confirmation, redshifts, and properties of the cluster and group catalog”, A&A, 661, A4 (2022)
- [9] Y. Bahar et al. (N. Okabe is the 15th of 19 others) “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS). X-ray properties and scaling relations of galaxy clusters and groups”, A&A, 661, A7 (2022)

- [10] I. Chiu et al. (N. Okabe is the 17th of 22 others), “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS). X-ray observable-to-mass-and-redshift relations of galaxy clusters and groups with weak-lensing mass calibration from the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program survey”, A&A, 661, A11 (2022)
- [11] M. Ramos-Ceja et al. (N. Okabe is the 6th of 26 others), “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS). A complete census of X-ray properties of Subaru Hyper Suprime-Cam weak lensing shear-selected clusters in the eFEDS footprint”, A&A, 661, A14(2022)
- [12] Y. Hsu et al. (N. Okabe is the 14th of 19 others), “SDSS-IV MaNGA: Cannibalism Caught in the Act- On the Frequency of Occurrence of Multiple Cores in Brightest Cluster Galaxies”, ApJ, 933, 61 (2022)
- [13] M. Buzzo et al. (N. Okabe is the 11th of 11 others), “The stellar populations of quiescent ultra-diffuse galaxies from optical to mid-infrared spectral energy distribution fitting” MNRAS, 517, 2231-2250 (2022)
- [14] N. Ota et al. (N. Okabe is the 6th of 20 others), “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS). X-ray properties of Subaru's optically selected clusters”, A&A, 669, A110 (2023)
- [15] R. Shimakawa, N. Okabe, M. Shirasaki, M. Tanaka, “King Ghidorah Supercluster: Mapping the light and dark matter in a new supercluster at  $z = 0.55$  using the subaru hyper suprime-cam”, MNRAS, 519, L45-L50 (2023)
- [16] Y. Omiya, K. Nakazawa, K. Matsushita, S. Kobayashi, N. Okabe, and 8 others, “XMM-Newton view of the shock heating in an early merging cluster, CIZA J1358.9-4750”, PASJ, 75, 37-51 (2023)
- [17] K. Kurahara et al. (N. Okabe is the 9th of 14 others), “Diffuse radio source candidate in CIZA J1358.9-4750”, PASJ, 75, S138-S153 (2023)
- [18] S. Ikebe, et al. (S. Kisaka 8 番目/17 人), “Detection of a bright burst from the repeating FRB 20201124A at 2 GHz”, PASJ (2023), 75, 199

#### 著書，総説

榎戸輝揚, 木坂将大, 寺澤敏夫, 「中性子星の磁気圏活動から探る Fast Radio Burst」, 天文月報, No. 115(9), p 574-584, 2022

#### 著作

該当無し

#### 国際会議

(一般講演)

- [1] Y. Kojima, “Solid crust on a magnetized neutron star”, T Symposium on Gravitational wave physics and astronomy: Genesis, 2022.4.25-29, 京都大学 (オンライン・オンサイト, 参加者 100 名)

#### 国内学会

(招待講演)

- [1] 小嶋康史, 「Anomalous heat and crustal fracture in neutron stars」, 高エネルギー宇宙物理学研究会2022 (2022.11.8-10, 広島大学, オンライン), 参加者約80名
- [2] 岡部信広, 「JEDIによる銀河団サーベイ」, 第22回高宇連研究会「高エネルギー宇宙物理ミッションの現状から近未来を考える」+「高宇連博士論文発表会」(2023.3.6-8, 関東学院大学 金



沢八景キャンパス, オンライン), 参加者約100名

- [3] 木坂将大, 「パルサー・マグネターの磁気圏現象と中性子星内部構造」, RCNP研究会「低エネルギー核物理と高エネルギー天文学で読み解く中性子星」, 大阪大学, 2022.8.3-5, 参加者約180名
- [4] 木坂将大, 「マグネターにおける磁場と弾性力」, 日本物理学会 2023 年春季大会, オンライン, 2023.3.22-25, 参加者約 100 名

(一般講演)

- [1] 小嶋康史, 「中性子星のクラストの磁場による永年的な弾性変形」, 日本物理学会 2022 年秋季年会大会 (2022.9.6-8, 岡山理科大学)
- [2] 小嶋康史, 「磁気中性子星のクラスト部分の弾性限界と弾性エネルギー蓄積過程」, 日本天文学会 2021 年秋季年会 (2022.9.13-15, 新潟大学)
- [3] 小嶋康史, 「中性子星のクラストにおいて保持可能な弾性限界内の磁場の強度と形状」, 日本天文学会 2023 年春季年会 (2023.3.13-16, 立教大学)
- [4] 小嶋康史, 「Deforming neutron-star crust in a long timescale toward failure」, RCNP 研究会「低エネルギー核物質と高エネルギー天文学で読み解く中性子星」(2022.8.3-5, 大阪大学)
- [5] 小嶋康史, 「単独中性子星の変形」, Hirosaki Cosmophysics Seminar (2022.11.17, 弘前大学)
- [6] 小嶋康史, 「磁気星の平衡解のカギになる渦」, コンパクト星研究会 2023@沖縄 (2023.3.1-3, 沖縄県立博物館・美術館会議室)
- [7] 小嶋康史, 「ブラックホール時空での磁気再結合の準局所的計算」, ブラックホール磁気圏研究会 2023@南九州 (2023.3.6-8, 鹿児島市天文館エリア)
- [8] 小嶋康史, 「中性子星とその周辺現象」, 中性子星研究会@広島大学 (2023.3.20, 広島大学)
- [9] 木坂将大, 「Theoretical study for experimental verification of conditions of coherent radiation and stimulated emission for understanding of Fast Radio Bursts」, 光・量子ビーム科学合同シンポジウム 2022, 大阪大学, 2022.6.28-29, 参加者約 150 名
- [10] 木坂将大, 「パルサー磁気圏のグローバル粒子シミュレーション」, 高エネルギー宇宙物理学研究会 2022, 広島大学, 2022.11.8-10, 参加者約 140 名
- [11] 木坂将大, 「パルサー磁気圏のグローバル粒子シミュレーション」, 2023 年冬季「中性子星・超新星残骸及び関連天体」研究会, オンライン, 2023.2.27, 参加者約 20 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      | 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 |

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] N. Okabe：HSC collaboration, cluster working group chair
- [3] N. Okabe：HSC-XXL collaboration, negotiator
- [4] N. Okabe：HSC-eROSITA collaboration, cluster working group coordinator

○講習会・セミナー講師

- [1] 木坂将大：「Recent progress on physics of pulsar magnetospheres」, 東北大学理論ゼミ, 2022.6.15, 東北大学

○国内研究会開催

- [1] 木坂将大, 小嶋康史, 他：「高エネルギー宇宙物理学研究会 2022」, 2022.11.8-10, 参加者約140名, 主催
- [2] 木坂将大, 岡部信広：「相対論的天体現象 --これまでとこれから--」, 2023.3.20, 参加者約40名, 主催

○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, 直接経費総額 3,200 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] 岡部信広：科学研究費補助金, 基盤研究(C) (2020-2022年度, 代表, 2022年度 800 千円)
- [3] 岡部信広：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)) (2019-2024年度, 代表, 2022年度 900 千円)「HSC-SSP 光学サーベイと eROSTIA X線サーベイによる精密宇宙論」
- [4] 木坂将大：科学研究費補助金, 基盤研究(B) (2022-2025年度, 代表, 2022年度 10 千円)「中性子星の磁気圏物理から迫る Repeating FRB の解明」
- [5] 木坂将大：東北大学惑星プラズマ・大気研究センター共同利用研究 (2022年度, 代表, 2022年度 100 千円)「かにパルサーと FRB 20201124A 多周波観測で迫る Fast Radio Burst の起源解明」
- [6] 木坂将大：科学研究費補助金, 基盤研究(B) (2021-2024年度, 分担, 2022年度 800 千円)「強磁場高密度天体で探るアクシオン暗黒物質」
- [7] 木坂将大：科学研究費補助金, 基盤研究(C) (2022-2025年度, 分担, 2022年度 200 千円)「中性子星磁気圏のグローバル数値シミュレーション」
- [8] 木坂将大：大阪大学レーザー科学研究所共同利用研究 (2022年度, 代表, 2022年度 35 千円)「高速電波バースト解明のためのコヒーレント放射条件と誘導放射条件の実験的検証に向けた理論検討」

○その他特記すべき事項

該当無し

## ○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を軸に、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。ALICE実験において前方領域のミュオン粒子を用いた新測定や高精度測定を実現する前方ミュオン粒子飛跡検出器MFTをフランスなどの研究機関およびCERN研究所と連携して開発建設導入し、2022年からLHC加速器第3期運転を開始した。併せて同第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、Nature誌1編、Nature Physics誌1編を含む査読学術論文26編を公表した。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はデータ収集完了済であるが、継続的な物理解析に基づき国際共同実験共著として査読学術論文7編を公表した（論文 [27] は誤って2021年度報告にも記載したが、正しくは2022年度公表）。国内においては固定標的を用いるJ-PARC E16実験を並行して進めた。さらに、米国で2032年開始を予定する次期計画EIC加速器ePIC実験に正式参画し、2035年開始を予定する次期計画ALICE3に向けた検討も進めた。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も、光子散乱を探针として挑んでいる。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の理論的解明に向け、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。

2022年度の受賞などを纏める。桐田勇利（大学院博士課程後期2年）がKashiwa Dark Matter Symposium 2022最優秀ポスター発表賞（実験部門）およびレーザー学会論文発表奨励賞を受賞した。児玉愛梨（学部4年）が理学部物理学科成績優秀賞を、エマヤヨナマリ（同）が同学科卒業論文発表優秀賞を、各々受賞した。桐田勇利（前出）が日本学術振興会特別研究員DC2に、木村健斗（大学院博士課程後期1年）が本学大学院リサーチフェローシップ（量子分野）に、各々採用された。伊藤友（大学院博士課程前期1年）と羽佐田拓海（同）が本学大学院リサーチフェローシップ制度に関する前期授業料全額免除を獲得した。

志垣賢太教授は、2022年から開始したALICE実験第3期運転の物理データ基礎解析に注力した。新規導入したMFT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、物理検討と解析準備を進めた。日本国内では、J-PARC（茨城県）において、量子色力学相図の有限密度領域で物質質量起源に迫る点でALICEおよびPHENIX実験と相補的な共同実験研究E16を継続し、2023年のデータ取得に向けた準備を進めた。また、ePIC共同実験組織の創設にあたり正式参画し、新規半導体検出素子を用いる飛行時間測定器の開発建設を主導すべく、アジア諸国とも協力して準備を開始した。科研費新学術領域研究計画研究および科研費基盤研究（A）の代表者、日仏素粒子物理学研究所実施事業の日本側代表者として研究を展開しつつ、日本物理学会実験核物理領域代表、同領域プログラム委員、核物理委員などを務めた。本学内では、新規設立のWPI研究拠点SKCM<sup>2</sup>の主任研究者兼担となった。教育面では、大学院博士課程後期学生2名、同前期学生6名、学部卒業研究生2名を指導し、修士（理学）2名、学士（理学）2名を輩出した。2021年10月より大学院博士課程前期に外国人留学生1名を受入れている。

山口頼人准教授は、MFT検出器の制御運用統括者として2022年度の実験期間中の試験運転で中心的役割を担った。制御系は同検出器の遠隔操作による運転、検出器状態の常時監視による異常検出とその際の安全装置起動を行う。実験データを取得する通常運転を通してシステム整備を進

めつつ、2023年1-3月の加速器運転休止期間に運転制御および安全装置のより効率的かつ確実な運用のために一部機能の刷新を行った。ALICE実験データ解析においては、1)不変質量再構成およびバリオン相関による複ストレンジダイバリオン探索、2) ミュー粒子対による重クォーク測定を推進した。2バリオン束縛系は今のところ重陽子以外に見つかっていないが、近年の実験結果および理論計算からsクォークを複数含む複ストレンジダイバリオンの存在が期待される。測定においては複ストレンジダイバリオンの崩壊粒子であるハイペロンの同定が重要である。ALICE実験で標準的に使用されてきたハイペロン同定法を用いると、鉛鉛原子核衝突での大きな粒子多重度状況下では同定効率および純度が大きく下がるため、機械学習を利用した新たなハイペロン同定法の開発をフランクフルト大・B. Doenigus博士とともに進め、一部のハイペロンについて標準的な同定法に比べ改善を見た。ミュー粒子対測定については、その基本となる単ミュー粒子飛跡同定を進めた。MFT検出器と後段にあるミュー粒子飛跡検出器で独立に測定された飛跡から機械学習によるミュー粒子飛跡同定を行う。検出器開発においては、1)将来計画ALICE3実験のためのMAPS検出器開発、2) 次世代検出器読出技術の基礎開発を行った。MAPS検出器はセンサーと読出部が一体型の最先端シリコン検出器である。複数の大型高エネルギー物理実験に参加する日本・フランス・韓国の研究者が集結し、新しい共同研究体制を始動した。この体制下で、MAPS技術を日本に導入し、ALICE3実験のための独自の次世代MAPS検出器を開発する。高輝度化の進む次世代加速器実験では検出器読出における大容量データの高速度処理およびデータ伝送技術が必須である。その技術は物理実験だけでなく産業・工業利用への応用が可能のため、同技術開発をサイエナジー社、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により進めた。以上の研究は大学院博士課程後期学生2名、同前期学生1名、学部卒業研究生1名と共に行った。

本間謙輔准教授は、宇宙の暗黒成分の源となり得る光と弱く結合するeVおよびsub-eV質量領域にある未知素粒子の、誘導共鳴光子散乱(=真空内四光波混合)過程を介する探索を目指し、欧州連合の超高強度レーザーを用いるExtreme Light Infrastructureプロジェクト(ELI)の原子核部門(ELI-NP)、および、京都大学化学研究所において中規模のレーザーを用いた探索実験を、科研費基盤研究(A)と京都大学化学研究所課題提案型共同研究の助成の下で推進した。特に、2つのレーザービームを混合・集光する探索系において、光学素子起因の背景光を弁別する方法を新たに開発し、その手法を用いた探索結果を公表した。さらに、eV質量領域の未知粒子探索へ拡張するため、3つのビームを集光衝突させた場合の探索感度を定量化し論文を公表した。この概念設計に基づき実際の光学系の設計・試作した上で、3つのビーム衝突による試験的探索を実施し、その結果を公表した。加えて、暗黒エネルギー源となり得る背景物質場に応じて質量を変えるカメレオン型のスカラー場の検証が、誘導共鳴光子散乱による信号光量の残余気体圧力依存性により検証可能となること発案し、論文を公表した。この論文については「マイクロ波衝突で宇宙暗黒エネルギーの正体に迫れるか?」という題目で広島大学から報道発表した(<https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/72499>)。この論文にあるようなsub- $\mu$ eVに存在し得る暗黒エネルギー源の探索を目指し、GHz帯域のマイクロ波源として、クライストロンを用いた探索実験のための将来計画について、Spring8-SACLAおよびKEKの研究者らとほぼ毎月Zoom会議を実施し、近未来の探索実験のための設計を推進した。これらの互いに関連し合う成果は複数の国際/国内会議にて報告した。

三好隆博助教は、宇宙プラズマ物理学に関する理論・シミュレーション研究およびプラズマ流体模型に対する先進的数値解法の研究開発を広く推進するとともに、プラズマ物理学と高エネルギー原子核物理学の新たな学際領域の開拓を目指す。太陽大気磁場構造の推定のため、米国ニュージャージー工科大井上助教、名大ISEE草野教授、JAXA/ISAS鳥海准教授と共同で、太陽表面ベ

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の開発を進めた。特に2022年度は、磁場に関するガウスの法則を厳密満足する磁気流体力学緩和法を開発した。これに関連し、これまで世界中で提案された磁気静水圧平衡磁場モデルの公正な比較研究を実施し、モデルの改良を促進する国際共同研究チーム「Magnetohydrostatic Modeling of the Solar Atmosphere with New Datasets」(PI: Zhu Xiaoshuai & Chifu Lulia, International Space Science Intitute)を新たに発足した。さらに、井上助教の率いるチームと共に、観測太陽表面磁場データを用いた太陽コロナ噴出現象に関する磁気流体力学シミュレーションを行い、2編の学術論文を公表した。併せて、神戸大学銭谷特命准教授とプラズマ爆発現象の最重要物理過程である磁気リコネクションについて、またJAMSTEC 震島研究員と磁気流体力学方程式に対する先進的数値解法の研究開発をそれぞれ共同で進めた。さらに、高エネルギー原子核物理学、宇宙・天体プラズマ物理学にまたがる学際領域の創生を目指し、本学の野中教授、駒澤大高橋講師、名大中村大学院生らと議論を深めた。特に2022年度は、高エネルギー原子核衝突系における世界初の相対論的抵抗性磁気流体力学シミュレーションに成功し、3編の学術論文を公表した。これら共同研究に関連し、大学院博士課程前期学生1名、学部卒業研究生1名を指導した。

#### 原著論文

- [1] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Measurement of anti- $^3\text{He}$  nuclei absorption in matter and impact on their propagation in the Galaxy”, 10.1038/s41567-022-01804-8, *Nature Phys.* 19, 61-71, 2023.
- [2] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “First study of the two-body scattering involving charm hadrons”, 10.1103/PhysRevD.106.052010, *Phys. Rev. D* 106, 052010, 2022.
- [3] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Measurement of beauty production via non-prompt  $D^0$  mesons in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1007/JHEP12(2022)126, *J. High Energy Phys.* 12, 126, 2022.
- [4] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Multiplicity dependence of charged-particle jet production in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV”, 10.1140/epjc/s10052-022-10405-x, *Eur. Phys. J. C* 82, 514, 2022.
- [5] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Nuclear modification factor of light neutral-meson spectra up to high transverse momentum in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$  TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.136943, *Phys. Lett. B* 827, 136943, 2022.
- [6] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Exploring the  $N\Lambda$ - $N\Sigma$  coupled system with high precision correlation techniques at the LHC”, 10.1016/j.physletb.2022.137272, *Phys. Lett. B* 833, 137272, 2022.
- [7] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Production of  $\Lambda\Lambda$  and  $K_s^0K_s^0$  in jets in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV and pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.136984, *Phys. Lett. B* 827, 136984, 2022.
- [8] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Investigating the role of strangeness in baryon-antibaryon annihilation at the LHC”, 10.1016/j.physletb.2022.137060, *Phys. Lett. B* 829, 137060, 2022.
- [9] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Inclusive, prompt and non-prompt  $J/\psi$  production at midrapidity in p-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1007/JHEP06(2022)011, *J. High Energy Phys.* 06, 011, 2022.
- [10] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Measurement of  $K^*(892)^\pm$  production in

- inelastic pp collisions at the LHC”, 10.1016/j.physletb.2022.137013, *Phys. Lett. B* 828, 137013, 2022.
- [11] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Direct observation of the dead-cone effect in quantum chromodynamics”, 10.1038/s41586-022-04572-w, *Nature* 605, 7910, 2022.
- [12] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Production of  $K^*(892)^0$  and  $\phi(1020)$  in pp and Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1103/PhysRevC.106.034907, *Phys. Rev. C* 106, 034907, 2022.
- [13] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Study of very forward energy and its correlation with particle production at midrapidity in pp and p-Pb collisions at the LHC”, 10.1007/JHEP08(2022)086, *J. High Energy Phys.* 08, 086, 2022.
- [14] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Hypertriton Production in p-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1103/PhysRevLett.128.252003, *Phys. Rev. Lett.* 128, 252003, 2022.
- [15] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Polarization of  $\Lambda$  and  $\bar{\Lambda}$  Hyperons along the Beam Direction in Pb-Pb Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1103/PhysRevLett.128.172005, *Phys. Rev. Lett.* 128, 172005, 2022.
- [16] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Measurements of the groomed and ungroomed jet angularities in pp collisions at  $\sqrt{s} = 5.02$  TeV”, 10.1007/JHEP05(2022)061, *J. High Energy Phys.* 05, 061, 2022.
- [17] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “General balance functions of identified charged hadron pairs of  $(\pi, K, p)$  in Pb–Pb collisions at  $\sqrt{s} = 2.76$  TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.137338, *Phys. Lett. B* 833, 137338, 2022.
- [18] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Measurement of prompt  $D_s^+$ -meson production and azimuthal anisotropy in Pb–Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.136986, *Phys. Lett. B* 827, 136986, 2022.
- [19] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Investigating charm production and fragmentation via azimuthal correlations of prompt D mesons with charged particles in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV”, 10.1140/epjc/s10052-022-10267-3, *Eur. Phys. J. C* 82, 335, 2022.
- [20] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Characterizing the initial conditions of heavy-ion collisions at the LHC with mean transverse momentum and anisotropic flow correlations”, 10.1016/j.physletb.2022.137393, *Phys. Lett. B* 834, 137393, 2022.
- [21] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “ $K_S^0 K_S^0$  and  $K_S^0 K^\pm$  femtoscopy in pp collisions at  $\sqrt{s} = 5.02$  and 13 TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.137335, *Phys. Lett. B* 833, 137335, 2022.
- [22] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Observation of a multiplicity dependence in the pT-differential charm baryon-to-meson ratios in proton–proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.137065, *Phys. Lett. B* 829, 137065, 2022.
- [23] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Production of light (anti)nuclei in pp collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV”, 10.1140/epjc/s10052-022-10241-z, *Eur. Phys. J. C* 82, 289, 2022.
- [24] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Neutral to charged kaon yield fluctuations in Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV”, 10.1016/j.physletb.2022.137242, *Phys. Lett. B* 832, 137242, 2022.
- [25] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Forward rapidity  $J/\psi$  production as a function of charged-particle multiplicity in pp collisions at  $\sqrt{s} = 5.02$  and 13 TeV”, 10.1007/JHEP06(2022)015, *J. High Energy Phys.* 06, 015, 2022.
- [26] ©S. Acharya, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Production of  $\Lambda$  and  $K_S^0$  in jets in p–Pb collisions at pp collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  TeV and pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”,

- 10.1016/j.physletb.2022.136984, *Phys. Lett. B* 827, 136984, 2022.
- [27] ©U. A. Acharya, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “Systematic study of nuclear effects in p+Al, p+Au, d+Au, and  $^3\text{He}+\text{Au}$  collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV using  $\pi^0$  production”, 10.1103/PhysRevC.105.064902, *Phys. Rev. C* **105**, 064902, 2022.
- [28] ©U. A. Acharya, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “Measurement of  $\psi(2S)$  nuclear modification at backward and forward rapidity in p+p, p+Al, and p+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, 10.1103/PhysRevC.105.064912, *Phys. Rev. C* **105**, 064912, 2022.
- [29] ©U. A. Acharya, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “ $\phi$  meson production in p+Al, p+Au, d+Au, and  $^3\text{He}+\text{Au}$  collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, 10.1103/PhysRevC.106.014908, *Phys. Rev. C* **106**, 014908, 2022.
- [30] ©N. J. Abdulameer, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “Measurement of  $\phi$ -meson production in Cu+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV and U+U collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 193$  GeV”, 10.1103/PhysRevC.107.014907, *Phys. Rev. C* **107**, 014907, 2023.
- [31] ©N. J. Abdulameer, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “Measurements of second-harmonic Fourier coefficients from azimuthal anisotropies in p+p, p+Au, d+Au, and  $^3\text{He}+\text{Au}$  collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, 10.1103/PhysRevC.107.024907, *Phys. Rev. C* **107**, 024907, 2023.
- [32] ©N. J. Abdulameer, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “Low-pT direct-photon production in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 39$  and 62.4 GeV”, 10.1103/PhysRevC.107.024914, *Phys. Rev. C* **107**, 024914, 2023.
- [33] ©N. J. Abdulameer, K. Homma, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, *et al.*, “Improving constraints on gluon spin-momentum correlations in transversely polarized protons via midrapidity open-heavy-flavor electrons in p $\uparrow$ +p collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV”, 10.1103/PhysRevD.107.052012, *Phys. Rev. D* **107**, 052012, 2023.
- [34] K. Ozawa, T. Kondo, K. Shigaki, *et al.*, “Towards the Measurement of the Mass Modifications of Vector Mesons in a Finite Density Matter”, *Acta Physica Polonica A* 142, 399-404, 2022.
- [35] Y. Kirita, T. Hasada, M. Hashida, Y. Hirahara, K. Homma, *et al.*, “Search for sub-eV axion-like particles in a stimulated resonant photon-photon collider with two laser beams based on a novel method to discriminate pressure-independent components”, 10.1007/JHEP10(2022)176, *J. High Energy Phys.* 176, 2022.
- [36] T. Katsuragawa, S. Matsuzaki, and K. Homma, “Hunting dark energy with pressure-dependent photon-photon scattering”, 10.1103/PhysRevD.106.044011, *Phys. Rev. D* **106**, 044011, 2022.
- [37] K. Homma, F. Ishibashi, Y. Kirita, and T. Hasada, “Sensitivity to Axion-like Particles with a Three-Beam Stimulated Resonant Photon Collider around the eV Mass Range”, 10.3390/universe9010020, *Universe* 2023, 9(1), 20.
- [38] F. Ishibashi, T. Hasada, K. Homma, Y. Kirita, *et al.*, “Pilot Search for Axion-Like Particles by a Three-Beam Stimulated Resonant Photon Collider with Short Pulse Lasers”, 3390/universe9030123, *Universe* 2023, 9(3), 123.
- [39] ©K. Nakamura, T. Miyoshi, C. Nonaka, H. R. Takahashi, “Directed flow in relativistic resistive magnetohydrodynamic expansion for symmetric and asymmetric collision systems”, 10.1103/PhysRevC.107.014901, *Phys. Rev. C* 107, 014901, 2023.
- [40] S. Inoue, K. Hayashi, T. Miyoshi, J. Jing, H. Wang, “A comparative study of solar active region 12371 with data-constrained and data-driven magnetohydrodynamic simulations”, 10.3847/2041-8213/acb7f4, *Astrophys. J. Lett.*, 944:L44, 2023.
- [41] ©K. Nakamura, T. Miyoshi, C. Nonaka, H. R. Takahashi, “Charge-dependent anisotropic flow in high-

energy heavy-ion collisions from a relativistic resistive magneto-hydrodynamic expansion”, 10.1103/PhysRevC.107.034912, *Phys. Rev. C* 107, 034912, 2023.

[42] ©K. Nakamura, T. Miyoshi, C. Nonaka, H. R. Takahashi, “Relativistic resistive magneto-hydrodynamics code for high-energy heavy-ion collisions”, 10.1140/epjc/s10052-023-11343-y, *Eur. Phys. J. C* 83, 229, 2023.

[43] S. Inoue, K. Hayashi, T. Miyoshi, “An evolution and eruption of the coronal magnetic field through a data-driven MHD Simulation”, 10.3847/1538-4357/ac9eaa, *Astrophys. J.*, 946:46, 2023.

国際会議

(招待講演)

[1] K. Shigaki, “From Bridging Quark and Hadron Hierarchies to Even Broader View of QCD World”, CLUSHIQ 2022 (2022.10.31-11.3, Sendai, Japan)

[2] K. Shigaki, “High Energy Experimental Hadron Physics, Chirality in Quantum Chromo-Dynamics, and Hadrons as Meta-Matter”, SKCM<sup>2</sup> Kickoff Symposium 2023 (2023.3.20-22, Hiroshima, Japan)

[3] Y. Yamaguchi, “Recent activities on multi-strange dibaryon searches at LHC energy”, Exotics and Exotic Phenomena in Heavy Ion Collisions (ExHIC), (2022.9.29-10.1, Seoul, South Korea / online)

[4] Y. Yamaguchi, “Study of multi-strange dibaryon at the LHC energy”, CLUSHIQ 2022 (2022.10.31-11.3, Sendai, Japan)

[5] Y. Yamaguchi, “Femtoscopy at the ALICE experiment”, Physics of heavy-quark and exotic hadrons 2023 (2023.1.30-31, Tsukuba, Japan / online)

[6] K. Homma, “Testing a solar axion scenario with stimulated laser colliders”, 30th Annual International Laser Physics Workshop (2022.7.20, online)

[7] K. Homma, “Perspective for Direct Production of Dark Components in the Universe by Multi-Wavelength Electromagnetic Field Collision”, Physics California 2022 (2022.7.21, online)

[8] K. Homma, “Direct production of Dark Matter with high-intensity lasers”, ELI Summer School 2022 (2022.8.31, online)

[9] K. Homma, “Step-by-Step Approach to Search for Dark Matter with Stimulated Resonant Laser Colliders”, The Winter Colloquium on the Physics of Quantum Electronics 2023 (2023.1.12, Utha, U.S.)

[10] K. Homma, “Physics with high-intensity electromagnetic fields”, 2nd International Workshop on Forward Physics and Forward Calorimeter Upgrade in ALICE (2023.3.13, Tsukuba, Japan)

(依頼講演)

該当無し

(一般講演)

[1] K. Shigaki, “Plans for AC-LGAD ePIC Barrel ToF”, NCU Workshop on EIC Physics and Detectors (2022.12.9-10, National Taiwan University, Taiwan)

[2] ©K. Nakamura, H. R. Takahashi, T. Miyoshi, C. Nonaka, “Relativistic magneto-hydrodynamics in high-energy heavy-ion collisions: Hadron distribution and flow”, Quark Matter 2022 (2022.4.4-10, Jagiellonian University, Porland / online)

[3] S. Zenitani, M. Yamamoto, T. Miyoshi, “Plasmoid-dominated turbulent reconnection in symmetric and asymmetric systems”, EGU General Assembly 2022 (2022.5.23-27, Austria Center Wien, Austria / online)

[4] S. Zenitani, M. Yamamoto, T. Miyoshi, “Plasmoid-dominated turbulent reconnection in symmetric and asymmetric systems”, AOGS 2022 (2022.8.1-5, online)



- [5] S. Inoue, K. Hayashi, T. Miyoshi, “What is better way for data-based solar magnetohydrodynamic simulations?”, SHINE 2022 (2022.6.27-7.1, Alohilani Resort Waikiki Beach, U.S.A.)
- [6] Y. Kiritani, K. Homma, *et al.*, “Search for sub-eV axion-like particles with a development of the method for signal evaluation under the backgrounds from optical elements in a stimulated resonant photon-photon collider”, Kashiwa Dark Matter symposium 2022 (2022.11.29-12.2, The University of Tokyo, Kashiwa Campus / online)
- [7] K. Kimura, “Ultra-intense magnetic field search via virtual photon polarization”, ALICE-J workshop (2022.9.29-30, Hiroshima University)
- [8] ©K. Kimura, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Significance estimation for virtual photon polarization measurement with dimuons at ALICE”, Quark Matter 2022 (2022.4.4-10, Jagiellonian University, Poland / online)
- [9] ©J. Martinez, R. Tokumoto, K. Shigaki, Y. Yamaguchi, S. Yano, *et al.*, “Status of multi-strange dibaryon and hidden strangeness pentaquark searches at the LHC with the ALICE detector”, Quark Matter 2022(2022.4.4-10, Jagiellonian University, Poland / online)
- [10] R. Tokumoto, “Current status for multi-strange dibaryon searches”, ALICE-J workshop (2022.9.29-10.1, Hiroshima University)
- [11] T. Ito, “Background rejection, tracking efficiency and purity, and S/B with MFT”, ALICE-J workshop (2022.9.29-10.1, Hiroshima University)
- [12] H. Soeta, “Basic Development of Gbps Data Transfer System with SoC-FPGA for High Luminosity Experiments”, ALICE-J workshop (2022.9.29-10.1, Hiroshima University)

国内学会

(招待講演)

- [1] 山口頼人, “ハドロンファクトリーとしての重イオン衝突”, 日本物理学会春季大会シンポジウム (2023.3.22-25, オンライン)

(依頼講演)

- [1] 山口頼人, “ALICE overview”, 重イオン衝突におけるハドロン相互作用, ハイパー核, エキゾチックハドロンに関する研究会 (2022.8.18-19, 出島メッセ長崎/オンライン)

(一般講演)

- [1] 西田 慧, 三好隆博, 一様磁場中におけるカイラルプラズマ不安定性の線形解析, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会 (2022.5.22-27, 幕張メッセ/オンライン)
- [2] 三好隆博, 井上 諭, 鳥海 森, 草野完也, Constrained-Transport 磁気流体力学緩和法における境界電場補正, 日本天文学会 2022 年秋季年会 (2022.9.13-15, 新潟大学/オンライン)
- [3] 三好隆博, 井上 諭, 鳥海 森, 草野完也, 磁気流体力学緩和法による太陽大気磁場の再構成: 境界電場補正手法の開発, プラズマシミュレータシンポジウム 2022 (2022.9.29-30, オンライン)
- [4] 三好隆博, 高エネルギー原子核衝突におけるプラズマ物理学的課題: 磁気流体力学の応用, 地球電磁気・地球惑星圏学会第 152 回総会及び講演会 (2022.11.4-7, 相模原市立作業会館)
- [5] ©木村健斗, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, 他, 強磁場起因仮想光子偏光度のランダウ準位無限和外挿法検討と実測定有意性評価, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022.9.6-8, 岡山理科大学)
- [6] 徳本涼香, Multi-strange dibaryon searches in ALICE, エキゾチックハドロン研究会 (2022.8.18-19,

長崎出島メッセ)

- [7] ◎徳本涼香, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, 他, ALICE 実験鉛鉛衝突実験によるダイバリオン探索に向けた基礎解析, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022.9.6-8, 岡山理科大学)
- [8] 徳本涼香, Current analysis status for understanding baryon-baryon interactions in flavor SU(3) in Pb+Pb collisions at ALICE, 第 37 回 Heavy Ion Pub (2022.12.16, 大阪大学)
- [9] 石橋迪也, 羽佐田拓海, 本間謙輔, 桐田勇利, 橋田昌樹, 升野振一郎, 時田茂樹, 金井恒人, 3 つのパルスレーザー誘導共鳴散乱による ALP 探索に向けた原子起因四光波混合光の検証, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022.9.6-8, 岡山理科大学)
- [10] ◎江島 廉, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, 他, ALICE 実験 Run3 におけるランク学習を用いた複数検出器間のミュオン粒子飛跡再構成, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022.9.6-8, 岡山理科大学)
- [11] 重國壮太郎, 三好隆博, 非等温 MHD モデルに対する近似リーマン解法の開発, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会 (2022.5.22-6.3, 幕張メッセ・オンライン)
- [12] 重國壮太郎, 三好隆博, 太陽磁気ループのダイナミクスに対する圧力および重力の効果に関する数値シミュレーション, プラズマシミュレータシンポジウム 2022 (2022.9.29-30, オンライン)
- [13] 羽佐田拓海, 石橋迪也, 桐田勇利, 本間謙輔, 橋田昌樹, 升野振一郎, 時田茂樹, 金井恒人, 3 つのパルスレーザー誘導共鳴散乱による ALP 検証へ向けた衝突エネルギー連続的走査可能な探索系の実装, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022.9.6-8, 岡山理科大学)
- [14] 羽佐田拓海, 石橋迪也, 桐田勇利, 本間謙輔, 橋田昌樹, 升野振一郎, 時田茂樹, 金井恒人, 電子ボルト暗黒物質探索の質量広域化へ向けた 3 つの短パルスレーザーによる角度連続可変な光子コライダーの構築, レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会 (2023.1.18-20, ウィンクあいち)
- [15] 羽佐田拓海, 石橋迪也, 桐田勇利, 本間謙輔, 橋田昌樹, 升野振一郎, 時田茂樹, 金井恒人, 3 つのパルスレーザー誘導共鳴散乱による eV 広質量域 ALP 探索へ向けた入射角連続可変衝突系の空間同期検証, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023.3.22-25, オンライン)
- [16] ◎栗田峻輔, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, SiPM を用いた RICH 検出器による低運動量ミュオン同定の性能評価, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023.3.22-25, オンライン)
- [17] 児玉愛梨, 羽佐田拓海, 橋田昌樹, 本間謙輔, 石橋迪也, 金井恒人, 桐田勇利, 升野振一郎, 中宮義英, Liviu Neagu, Madalin-Mihai Rosu, 阪部周二, Ovidiu Tesileanu, 時田茂樹, 他, 準平行系レーザー誘導共鳴散乱による ALP 探索における原子起因背景光の出射角分布による除去法の検証, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023.3.22-25, オンライン)
- [18] 宮丸嵩史, 羽佐田拓海, 本間謙輔, 阿部哲郎, GHz 帯誘導共鳴光子散乱による  $\mu\text{eV}$  広質量域アクシオン探索へ向けた円偏光二周波集光衝突系の設計, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023.3.22-25, オンライン)
- [19] ◎村岡俊一郎, 木村健斗, 志垣賢太, 八野 哲, 山口頼人, 高エネルギー原子核衝突で期待される偏向  $\mu$  粒子対の模擬計算と検出可能性評価, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023.3.22-25, オンライン)
- [20] ◎山田蓮斗, 志垣賢太, 徳本涼香, 八野 哲, 山口頼人, ALICE 実験 Run 3 におけるハイペロン同定能のシミュレーションによる評価, 日本物理学会 2023 年春季大会 (2023.3.22-25, 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 2 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 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 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

- [1] 志垣賢太：第35回 Heavy Ion Pub 第39回 Heavy Ion Café 合同研究会（2022年4月30日，名古屋大学）世話人
- [2] 志垣賢太：第36回 Heavy Ion Pub 研究会（2022年8月3日，京都大学）世話人
- [3] 志垣賢太：第37回 Heavy Ion Pub 研究会（2022年12月16日，大阪大学）世話人
- [4] 山口頼人：重イオン衝突におけるハドロン相互作用，ハイパー核，エキゾチックハドロンに関する研究会（2022年8月18日-19日，出島メッセ長崎／オンライン）世話人代表

## 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代表
- [2] 志垣賢太：日本物理学会実験核物理領域プログラム委員
- [3] 志垣賢太：核物理委員会委員
- [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：日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員
- [7] 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
- [8] 本間謙輔：日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員
- [9] 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] 本間謙輔：KEK 加速器施設研究者向け Zoom セミナー（2022.4.15）
- [2] 三好隆博：数値磁気流体計算法（2023.2.20-23, 2022 年度 CfCA 流体学校,国立天文台三鷹キャンパス）
- [3] 三好隆博：高次精度スキーム（2023.2.20-23, 2022 年度 CfCA 流体学校,国立天文台三鷹キャンパス）
- [4] 三好隆博：多次元化と $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$  問題（2023.2.20-23, 2022 年度 CfCA 流体学校, 国立天文台三鷹キャンパス）

### (客員など)

- [1] 志垣賢太：長崎総合科学大学客員教授

- [2] 志垣賢太：理化学研究所客員研究員
- [3] 志垣賢太：筑波大学連携教員

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（米国BNL研究所）
- [2] 志垣賢太, 山口頼人, 八野 哲：国際共同研究ALICE実験（欧州CERN研究所）
- [3] 志垣賢太, 八野 哲：国際共同研究ePIC実験（米国BNL研究所）
- [4] 本間謙輔：国際共同研究Extreme Light Infrastructure Nuclear Physics(ELI-NP)プロジェクト（ルーマニアIFIN-HH研究所）
- [5] 三好隆博：磁気静水圧平衡モデリングに関する国際研究チーム（スイス国際宇宙科学研究所北京支部）
- [6] 三好隆博：観測データ駆動シミュレーションによる太陽フレア発現機構の調査（米国ニュージャージー工科大学）

(国際会議開催)

- [1] 志垣賢太：Strange Quark Matter 2022 地域組織委員（2022.6.13-18, 韓国・釜山）
- [2] 志垣賢太：International Nuclear Physics Conference 2022 セッションコンビナー（2022.9.11-16, 南アフリカ・ケープタウン）

高大連携事業への参加状況

- [1] 志垣賢太：宇宙の始まり，物質の謎，重さの起源（2022.7.13, 広島市立基町高等学校訪問模擬授業）
- [2] 本間謙輔：福岡県立新宮高等学校の広島大学訪問における対面セミナー（2022.7.19）

研究助成金の受入状況（科学研究費補助金は直接経費金額）

- [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（2022年度, 20,100千円）「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)（2022年度, 7,400千円）「至高エネルギー原子核衝突におけるミュオン粒子測定：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（2022年度, 400千円）「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：日仏素粒子物理学研究所（2022年度, 350千円）「Probing extremely hot partonic matter properties via high precision muon measurements at the ALICE experiment」日本側代表
- [5] 山口頼人：国際共同研究加速基金，国際共同研究強化(B)（2022年度, 600千円）「次世代高輝度重イオン衝突実験がもたらすストレレンジネス核物理の新展開」分担
- [6] 本間謙輔：科学研究費補助金，基盤研究(A)（2022年度, 22,230千円）「レーザー誘導共鳴散乱によるXENON1T超過事象のアクシオンの解釈の検証」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（2022年度, 1,320千円）「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)（2022年度, 700千円）「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)（2022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

## ○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

2022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，TeVガンマ線望遠鏡，X線編偏光観測IXPE衛星，次期X線ガンマ線観測衛星計画，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，赤外線衛星による観測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，修士論文4編（榎木，古賀，末岡，中村），卒業論文6編（足立，浦田，小林，鈴木，深田，幸野）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，CTA/MAGIC望遠鏡によるガンマ線観測を基軸とした研究]

フェルミ衛星は，打ち上げから15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・潮汐力突発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，対応する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。

ジェット天体では，ブレーザー天体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，波長ごとに偏光度・偏光方位角が異なるという興味深い結果を得た（今澤，間）。また，電波銀河に関して多波長スペクトルの理解を進めるためのモデル化も進めている（眞武）。

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。2021年度に引き続きHI 21cm線のラインプロファイルを用いて宇宙線・星間ガス分布を精度よく測定する研究を推し進めた。MBM53-55分子雲・Pegasus loop領域に適用し，直接観測と組み合わせた宇宙線スペクトルの制限やdark gasの形態（原子ガス・分子ガス）毎の分布の導出を行い，Fermiシンポジウム国際会議で報告するとともに，原著論文にまとめ出版した。関連して，TibetAS-gamma実験の超高エネルギーイベントと高銀緯雲との相関を用い，宇宙線ハローの探査を行う研究も進めている（水野）。

ガンマ線バーストについて，近年発見されたTeVガンマ線放射の研究を進めるため，MAGIC望遠鏡で検出に成功したGRB 201216C（TeVガンマ線望遠鏡で検出した最遠方の天体。z=1.1）とガンマ線放射の強い兆候を得たGRB 201015Aの解析を完遂し，理論解釈を加え論文執筆を進めた（須田）。

北半球で最も感度の高いTeVガンマ線観測の実現を目指し，CTAの大口径望遠鏡の初号基 LST1とMAGIC望遠鏡の同時観測データの解析パイプラインの国際開発チームに参加しており，TeVガンマ線の標準光源であるかに星雲のデータやモンテカルロシミュレーションを用いて解析パイプ

ライン開発を進めた（須田，今澤）。その結果，単体観測と比べて低エネルギー閾値が実現し，また明るさが30%暗い天体にまで感度をもつことを確認し，論文化を進めた（須田）。

#### [IXPE衛星，Swift衛星，XMM-Newton衛星などのX線データ解析]

初のX線偏光観測衛星IXPEが2021年12月に無事打ち上げられ，1ヶ月のコミッショニング（性能検証）を経て22年1月から観測を開始した。広島大学からは水野がScience Collaboratorとして参加し，代表的なエネルギー天体である「かに星雲・カニパルサー」および超新星残骸 CasAを中心メンバーとして解析し，論文として出版した。特に「かに星雲」では，事前の予想に反して極めて非対称な偏光度（磁場の整列度）を持つことが特徴であり，詳細解析を進め第二論文としてまとめている。また代表的なブラックホール連星「はくちょう座X-1」の解析に大学院生（Zhang）とともに参加し，予想以上に高い偏光度を持つことからコロナのジオメトリに強い制限をつけ，論文として出版した。

次期X線観測衛星XRISMのサイエンスを切り開くための研究も進めた。活動銀河核では，中心から高速円盤風がX線吸収線として観測される。ジェットと円盤風の関係を探るべく電波銀河Mrk 6について，XMM-Newton衛星のデータ解析を注意深く進め，これまでに言われていなかった円盤風成分の兆候を得た（榎木修論）。また，ジェットと銀河銀河団を取り巻く高温プラズマとの衝突によるガスの擾乱を調べるため，楕円銀河NGC4636，NGC5128について，ガスの温度分布の調査を進めた（浦田卒論）。また，衝突銀河団に関するデータ解析も進めている（楊）。

#### [将来X線ガンマ線観測装置開発]

2023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。広島大学からは深沢がサイエンス検討，水野と高橋が準備チームのサブリーダーを務めており，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。初年度の観測天体リストも策定され，深沢・水野・高橋がいくつかのターゲットのリーダー・サブリーダーを務め，2022年12月のサイエンス会議などで観測計画の議論を行った。また広視野X線CCD装置の軌道上較正に向け，ツールの検証作業を大学院生を指導しつつ進めた（水野・阪本）。

日米瑞の国際協力で行っている硬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き，2022年7月12-18日に北極圏でのフライトを実施した。今回から日本製の大型FFAST望遠鏡を搭載している。フライト運用には，高橋，学生（阪本）が参加した。今回のフライトで実測したバックグラウンド環境について，投稿論文にまとめた。次回のフライトを2024年に実施すべく，ゴンドラの回収および再較正を開始した。また，数um角のシンチレータのアレイを用いた硬X線偏光検出のため，CMOSセンサーを用いた実験を開始した（榎木）。

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をチェコ・ハンガリーとの国際協力で行っている（深沢，高橋，水野）。初号機GRB-alpha（2021年3月打ち上げ），2号機VZLUSAT-2（2022年1月打ち上げ）を運用しガンマ線バーストを継続的に検出し，3号機（GRB beta）の製作も進めている。特に，2022年10月9日に起きた史上最も明るかったガンマ線バーストの観測にも成功し，結果を論文発表した。将来のより高感度な観測に向け，MPPC光検出器の放射線耐性を，若狭湾エネルギー研究センターの陽子線を用いて測定した。低温環境や同期を取ることでどの程

度の改善が見られるかを定量的に評価した（丹羽，森下）。

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、アメリカを中心に構想されているMeVガンマ線観測衛星計画AMEGO-Xを中型ミッションカテゴリ(MIDEX)にも提案した。我々も検出器シミュレーションやサイエンス検討に加わり議論に関わった（深沢，須田）。また，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去年に引き続き進め，末岡修論としてまとめられた。AMEGO-Xで使用が検討されている新しいタイプのHV-CMOSセンサであるAstroPixの国際開発チームに参加を開始した（深沢，須田）。本年度は，週1回のonline打ち合わせを続け，新たに試作するセンサについての設計を進めた。AstroPix ver.2のアナログ・デジタル両面での性能評価を行いAstroPix Workshopにおいて発表した。また観測用ロケットを用いた宇宙空間での動作試験に向けたモンテカルロシミュレーションの開発も進め，一部は鈴木卒論としてまとめられた。同様に，SOI技術を用いたイベント駆動型ピクセル検出器 XRPIXを利用できるか検討するため，京都大学や宮崎大学を中心とする開発チームに参加している（須田，深沢）。ガンマ線に対するXRPIXの応答評価や空乏層の絶対値測定， $\beta$ 線源による電子飛跡サンプルを収集し到来方向決定アルゴリズムの開発を行い，XRPIXを用いたコンプトンカメラの要素開発を進めた（橋爪）。同じく将来MeVガンマ線観測プロジェクトであるGRAMS計画で想定している液体アルゴンTPCについて，その光をMPPCで読みだすためのガスチェンバーを組み立て動作を開始させた（小林卒論）。

#### 【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，東広島天文台の口径1.5m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。常設されている観測装置は当グループが主導して開発したものであり，その運用も担当している。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と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，2020-22年の新型コロナウ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している。これには，可視光と近赤外線の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ていることも貢献している。2022年度は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。例年，国立天文台・岡山分室において行っている望遠鏡の主鏡面のアルミ膜再蒸着作業は，2022年10月に発生した岡山188cm鏡ドームの事故のため中止となり，2023年度以降に実施することになった。

かなた望遠鏡で行われた観測のうち1割程は，国内外の研究者との共同研究者により，他機関の研究者がPIとなって実施した観測である。これは，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。2022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やその活動機構を見出す研究が引き続き行われた（今澤，榎木，植村）。

超新星に関しては、近年観測を本格化させた京都大学3.8mせいめい望遠鏡などとの共同観測により、近傍の銀河に現れた明るい超新星を、なるべくその初期段階から後期まで多バンドで密に観測することで、その爆発機構を探ることを目的とした観測が多数実施され、共著論文が出版された（中岡，Gangopadhyay, Singh, 川端）。また、2022年度は、極大直後に急激な減光を示した特異なII型超新星の特徴を説明しうる星周物質と親星の性質を探った卒業研究が実施された（深田卒論）。

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搜索観測のほか、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、天の川銀河内の星間偏光サーベイによる銀河磁場構造の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、自動観測システムの整備、観測装置の開発・保守も行われている。2022年度は、HONIRにおける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み、視野全面に写り込んだ天体の偏光データが高い信頼性で得られるようになり、銀河磁場構造の観測研究を加速化した（中村修論，川端）。また、何らかの突発天体が現れた際にそのタイプを自動的に判別して即時に観測開始するためのSmart-Kanataシステムの開発が進められた（古賀修論，幸野卒論，佐崎，植村）。Smart-Kanataを用いて、WZ Uma型矮新星の初期アウトバースト時の観測に成功し、観測結果から降着円盤をトモグラフィー再構成する研究も進んだ（佐崎，植村）。また、HONIRによる自動観測開始プロセスを改良することで、ガンマ線バーストのアラートを受信して約3分後に偏光観測を介しできるようなシステムを改良した（足立卒論）。IceCubeによる高エネルギーニュートリノイベントのアラートに応じた追跡観測も引き続き行った（今澤，中岡）。

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の枠組みを通じた共同観測も引き続き実施した（中岡，川端，植村）。2022年度は計5件のべ71夜の観測を実施した。この観測の中には、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。2022年度は宇宙科学センターの研究者がその講師を務めた（中岡）。

観測装置開発に関しては大きな進展は無かったが、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の空きチャンネル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、浜松ホトニクスとInGaAs検出器の共同開発が進められ、最新ロットの1.3k×1.3kピクセルモデルの性能評価の準備を進めた（堀，川端）。

#### [その他の可視光赤外線グループの活動]

アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計（ALMA）に関し、宇宙科学センター教員が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の観測が完了し、複数の査読論文が出版された（稲見，Algera）。

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）が2022年夏に科学観測を開始し、観測データが公開された。宇宙科学センター教員がco-Iとして参加している初期化学観測プログラム（ERS）のデー



タを用い、複数の論文が出版された（稲見, Bohn）。また、広島大学よりプレスリリースが公開された。

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が、2022年度はコロナ禍のため現地でのハードウェアの修理・整備は叶わなかったため、特に進展はみられなかった。

将来計画の一部として、遠方のガンマ線バーストを探索する将来衛星HiZ-GUNDAMの開発メンバーとして参加しており、2022年度は同衛星の赤外線望遠鏡において1つの検出器で4バンドの撮像観測を可能にするケスタープリズムの仕様検討や構造解析を行った（川端）。

#### 原著論文

- [1] ©“The Fermi-LAT Lightcurve Repository”, Abdollahi S., [Fukazawa Y.](#) (35th), [Mizuno T.](#) (72th), et al. (total 113 authors), ApJS 256, 31 (2023)
- [2] ©“The Fourth Catalog of Active Galactic Nuclei Detected by the Fermi Large Area Telescope: Data Release 3”, Ajello M., [Fukazawa Y.](#) (29th), Kayanoki T. (44th), [Mizuno T.](#) (65th), et al. (total 101 authors), ApJS 263, 24 (2022)
- [3] ©“Search for New Cosmic-Ray Acceleration Sites within the 4FGL Catalog Galactic Plane Sources”, Abdollahi S., [Fukazawa Y.](#) (36th), Kayanoki T. (47th), [Mizuno T.](#) (66th), et al. (total 119 authors), ApJ 933, 204 (2022)
- [4] ©“Incremental Fermi Large Area Telescope Fourth Source Catalog”, Abdollahi S., [Fukazawa Y.](#) (43th), Kayanoki T. (69th), [Mizuno T.](#) (92th), et al. (total 139 authors), ApJS 260, 53 (2022)
- [5] ©“A gamma-ray pulsar timing array constrains the nanohertz gravitational wave background”, Ajello M., [Fukazawa Y.](#) (41th), [Mizuno T.](#) (80th), et al. (total 133 authors), Science 376, 521 (2022)
- [6] “Gas and Cosmic-Ray Properties in the MBM 53, 54, and 55 Molecular Clouds and the Pegasus Loop as Revealed by HI Line Profiles, Dust, and Gamma-Ray Data”, [Mizuno T.](#), Metzger J. (3rd), et al. (total 7 authors), ApJ 935, 97 (2022)
- [7] ©“Proton acceleration in thermonuclear nova explosions revealed by gamma rays”, Acciari V. A., [Fukazawa Y.](#) (65th), [Suda Y.](#) (176th), and 207 coauthors, Nature Astronomy, 6, 689-697 (2022)
- [8] ©“Multiwavelength Observations of the Blazar VER J0521+211 during an Elevated TeV Gamma-Ray State”, Adams. C. B., [Fukazawa Y.](#) (123rd), [Suda Y.](#) (236th), and 258 coauthors, The Astrophysical Journal, 932, 129 (2022)
- [9] ©“Gamma-ray observations of MAXI J1820+070 during the 2018 outburst”, Abe H., [Fukazawa Y.](#) (67th), Imazawa R. (88th), [Suda Y.](#) (188th), and 442 coauthors, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 517, 4 (2022)
- [10] ©“Long-term multi-wavelength study of 1ES 0647+250”, Acciari V. A., [Fukazawa Y.](#) (66th), [Suda Y.](#) (182nd), and 216 coauthors, Astronomy&Astrophysics, 670, A49 (2023)
- [11] ©“Search for Gamma-Ray Spectral Lines from Dark Matter Annihilation up to 100 TeV toward the Galactic Center with MAGIC”, Abe H., [Fukazawa Y.](#) (67th), Imazawa R. (86th), [Suda Y.](#) (184th), and 208 coauthors, Physical Review Letters, 130, 061002 (2023)
- [12] ©“MAGIC observations provide compelling evidence of hadronic multi-TeV emission from the putative PeVatron SNR G106.3+2.7”, Abe H., [Fukazawa Y.](#) (71st), Imazawa R. (91st), [Suda Y.](#) (190th), and 212 coauthors, Astronomy&Astrophysics, 671, A12 (2023)

- [13] ©“Optical performance of the x-ray telescope for the XL-Calibur experiment”, Kamogawa W, Fukazawa Y. (11th), Mizuno Y. (34th), Takahashi H. (45th), 他51名, 2022, Proc. SPIE 12181, id.1218171, 9pp.
- [14] ©“Xappl: software framework for the XRISM pre-pipeline”, Eguchi S., Takahashi H. (4th), Mizuno T. (6th), Fukazawa Y. (16th), 他34名 2022, Proc. SPIE, 12181, id.1218161, 7pp.
- [15] ©“A broadband x-ray imaging spectroscopy in the 2030s: the FORCE mission”, Mori K., Fukazawa Y. (13th), Mizuno T. (32th), Takahashi H. (41th), 他44名 2022, Proc. SPIE, 12181, id.1218122, 1 ppth
- [16] ©“Early results from GRBAlpha and VZLUSAT-2”, Ripa J., Takahashi H.(23th), Fukazawa Y. (29th), Mizuno T. (35th), 他36名 2022, Proc. SPIE 12181, id.121811K, 11pp.
- [17] “The design and performance of the XL-Calibur anticoincidence shield”, Iyer N.K.,Takahashi H.(25th), 他32名 2023, NIM-A, 1048, 167975
- [18] “Performance of the X-Calibur hard X-ray polarimetry mission during its 2018/19 long-duration balloon flight”, Abarr Q., Takahashi H.(28th), 他29名 2022, Astroparticle Physics, 143, 102749
- [19] ©“Narrow Fe-K $\alpha$  Reverberation Mapping Unveils the Deactivated Broad-line Region in a Changing-look Active Galactic Nucleus”, Noda H., Kawabata K. S.(13th), Fukazawa Y.(14th), 他12名, 2023, ApJ 943, id.63, 13pp.
- [20] “Transient obscuration event captured in NGC 3227. III. Photoionization modeling of the X-ray obscuration event in 2019”, Mao J., Fukazawa Y.(17th), 他17名, 2022, Astronomy & Astrophysics 665, id.A72, 11pp.
- [21] “Relationship between gamma-ray loudness and X-ray spectra of radio galaxies”, Kayanoki T., Fukazawa Y., 2022, PASJ 74, 791-804
- [22] “High-energy Emission Component, Population, and Contribution to the Extragalactic Gamma-Ray Background of Gamma-Ray-emitting Radio Galaxies”, Fukazawa Y., Matake H., Kayanoki T., Inoue Y., Finke J, 2022, ApJ 931, id.138, 19pp.
- [23] “The IXPE View of GRB 221009A”, Negro M., Mizuno T.(87th), et al. (total 112 authors), ApJ 946, 21 (2023)
- [24] “X-Ray Polarimetry Reveals the Magnetic-field Topology on Sub-parsec Scales in Tycho's Supernova Remnant”, Ferrazzoli R, Mizuno T.(17th), et al. (total 100 authors), ApJ 945, 52 (2023)
- [25] “A Strong X-Ray Polarization Signal from the Magnetar 1RXS J170849.0-400910”, Zane S., Mizuno T. (70th), et al. (total 102 authors), ApJ 944, 27 (2023)
- [26] “Polarization Properties of the Weakly Magnetized Neutron Star X-Ray Binary GS 1826-238 in the High Soft State”, Capitanio F., Mizuno T.(63th), et al. (total 97 authors), ApJ 943, 129 (2023)
- [27] ©“X-Ray Polarization Observations of BL Lacertae”, Middei R., Imazawa R. (57th), Fukazawa Y. (59th), Kawabata K. (60th), Uemura M. (61th), Mizuno T. (62th), Nakaoka T. (63th), et al. (total 147 authors), ApJ 942, 10 (2023)
- [28] “Accretion geometry of the neutron star low mass X-ray binary Cyg X-2 from X-ray polarization measurements”, Farinelli R., Mizuno T. (59th), et al. (total 95 authors), MNRAS 519, 3690 (2023)
- [29] “Mapping the circumnuclear regions of the Circinus galaxy with the Imaging X-ray Polarimetry Explorer”, Ursini F, Mizuno T. (66th), et al. (total 97 authors), MNRAS 519, 50 (2023)
- [30] “Vela pulsar wind nebula X-rays are polarized to near the synchrotron limit”, Xie F., Mizuno T. (63th), et al. (total 93 authors), Nature 612, 658 (2022)
- [31] “The X-Ray Polarimetry View of the Accreting Pulsar Cen X-3”, Tsygankov S., Mizuno T. (64th), et al.

- (total 99 authors), *ApJL* 941, 14 (2022)
- [32] “Polarized blazar X-rays imply particle acceleration in shocks”, Liodakis I., [Mizuno T.](#) (99th), et al. (total 128 authors), *Nature* 611, 677 (2022)
- [33] “Observations of 4U 1626-67 with the Imaging X-Ray Polarimetry Explorer”, Marshall H., [Mizuno T.](#) (57th), et al. (total 95 authors), *ApJ* 940, 70 (2022)
- [34] “Polarized x-rays from a magnetar”, Taverna R., [Mizuno T.](#) (68th), et al. (total 96 authors), *Science* 378, 646 (2022)
- [35] “Polarized x-rays constrain the disk-jet geometry in the black hole x-ray binary Cygnus X-1”, Krawczynski H., [Mizuno T.](#) (34th), Zhang S. (48th), et al. (total 114 authors), *Science* 378, 650 (2022)
- [36] “Determination of X-ray pulsar geometry with IXPE polarimetry”, Doroshenko V., [Mizuno T.](#) (65th), et al. (total 94 authors), *Nature Astronomy* 6, 1433 (2022)
- [37] “Polarization constraints on the X-ray corona in Seyfert Galaxies: MCG-05-23-16”, Marinucci A., [Mizuno T.](#) (65th), et al. (total 100 authors), *MNRAS* 516, 5907 (2022)
- [38] “The X-Ray Polarization View of Mrk 421 in an Average Flux State as Observed by the Imaging X-Ray Polarimetry Explorer”, Di Gesu L., [Mizuno T.](#) (70th), et al. (total 103 authors), *ApJL* 938, 7 (2022)
- [39] “X-Ray Polarization Detection of Cassiopeia A with IXPE”, Vink J., [Mizuno T.](#) (13th), et al. (total 95 authors), *ApJ* 938, 40 (2022)
- [40] “Limits on X-ray Polarization at the Core of Centaurus A as Observed with the Imaging X-ray Polarimetry Explorer”, Ehlert S., [Mizuno T.](#) (61th), et al. (total 99 authors), *ApJ* 935, 116 (2022)
- [41] ©“All-sky Medium Energy Gamma-ray Observatory eXplorer mission concept”, Caputo R., [Fukazawa Y.](#) (16th), [Suda Y.](#) (46th), and 52 coauthors, *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, 8, 4 (2022)
- [42] “Tomography of the environment of the COSMOS/AzTEC-3 submillimeter galaxy at  $z \sim 5.3$  revealed by Ly $\alpha$  and MUSE observations”, Guaita L., Algera H.S.B.(9<sup>th</sup>), et al., *Astronomy and Astrophysics*, 660, A137 (2022)
- [43] “Statistical Properties of the Nebular Spectra of 103 Stripped-envelope Core-collapse Supernovae”, Fang Q., [Kawabata K.S.](#) (5<sup>th</sup>), et al., *The Astrophysical Journal*, 928, 151 (2022)
- [44] “SN 2020jfo: A Short-plateau Type II Supernova from a Low-mass Progenitor”, Teja R. S., [Singh A.](#), et al., *The Astrophysical Journal*, 930, 34 (2022)
- [45] “First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole in the Center of the Milky Way”, Event Horizon Telescope Collaboration, Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L12 (2022)
- [46] “First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. II. EHT and Multiwavelength Observations, Data Processing, and Calibration”, Event Horizon Telescope Collaboration, Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L13 (2022)
- [47] “First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. III. Imaging of the Galactic Center Supermassive Black Hole”, Event Horizon Telescope Collaboration, Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L14 (2022)
- [48] “First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. IV. Variability, Morphology, and Black Hole Mass”, Event Horizon Telescope Collaboration, Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L15 (2022)
- [49] “First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. V. Testing Astrophysical Models of the Galactic

- Center Black Hole”, Event Horizon Telescope Collaboration, Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L16 (2022)
- [50] “First Sagittarius A\* Event Horizon Telescope Results. VI. Testing the Black Hole Metric”, Event Horizon Telescope Collaboration, et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L17 (2022)
- [51] “Selective Dynamical Imaging of Interferometric Data”, Farah J., Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L18 (2022)
- [52] “Millimeter Light Curves of Sagittarius A\* Observed during the 2017 Event Horizon Telescope Campaign”, Wielgus M., Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L19 (2022)
- [53] “A Universal Power-law Prescription for Variability from Synthetic Images of Black Hole Accretion Flows”, Georgiev B., Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L20 (2022)
- [54] “Characterizing and Mitigating Intraday Variability: Reconstructing Source Structure in Accreting Black Holes with mm-VLBI”, Broderick A. E., Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 930, L21 (2022)
- [55] “The ALMA REBELS Survey. Epoch of Reionization giants: Properties of dusty galaxies at  $z \approx 7$ ”, Ferrara A., [Inami H.](#) (7<sup>th</sup>), [Algera H.S.B.](#) (23<sup>th</sup>) et al., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 512, 58 (2022)
- [56] “The ALMA REBELS survey: the dust content of  $z \approx 7$  Lyman break galaxies”, Dayal P., [Algera H.S.B.](#) (12<sup>th</sup>), [Inami H.](#) (19<sup>th</sup>), et al., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 512, 989 (2022)
- [57] “Reionization Era Bright Emission Line Survey: Selection and Characterization of Luminous Interstellar Medium Reservoirs in the  $z > 6.5$  Universe”, Bouwens R. J., [Inami H.](#) (8<sup>th</sup>), [Algera H.](#) (25<sup>th</sup>), et al., *The Astrophysical Journal*, 931, 160 (2022)
- [58] “Photometric calibrations and characterization of the 4K×4K CCD imager, the first-light axial port instrument for the 3.6m DOT”, Kumar A., [Singh A.](#) (3<sup>rd</sup>), et al., *Journal of Astrophysics and Astronomy*, 43, 27 (2022)
- [59] “Measuring Star Formation and Black Hole Accretion Rates in Tandem Using Mid-infrared Spectra of Local Infrared Luminous Galaxies”, Stone M., [Inami H.](#) (6<sup>th</sup>), et al., *The Astrophysical Journal*, 934, 27 (2022)
- [60] “The ALMA REBELS Survey: cosmic dust temperature evolution out to  $z \sim 7$ ”, Sommovigo L., [Inami H.](#) (11<sup>th</sup>), [Algera H.](#) (23<sup>th</sup>), et al., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 513, 3122 (2022)
- [61] “The ALMA REBELS Survey: Average [C II] 158  $\mu\text{m}$  Sizes of Star-forming Galaxies from  $z \approx 7$  to  $z \approx 4$ ”, Fudamoto Y., [Inami H.](#) (7<sup>th</sup>), [Algera H.S.B.](#) (12<sup>th</sup>), et al., *The Astrophysical Journal*, 934, 144 (2022)
- [62] “Resolving the Inner Parsec of the Blazar J1924-2914 with the Event Horizon Telescope”, Issaoun S., Sasada M., et al., *The Astrophysical Journal*, 934, 145 (2022)
- [63] “The ALMA REBELS Survey: The Cosmic H I Gas Mass Density in Galaxies at  $z \approx 7$ ”, Heintz K. E., [Inami H.](#) (9<sup>th</sup>), et al., *The Astrophysical Journal*, 934, L27 (2022)
- [64] “India’s First Robotic Eye for Time-domain Astrophysics: The GROWTH-India Telescope”, Kumar H., [Singh A.](#) (23<sup>th</sup>), et al., *The Astronomical Journal*, 164, 90 (2022)
- [65] “The ALMA REBELS Survey: dust continuum detections at  $z > 6.5$ ”, [Inami H.](#), et al., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 515, 3126 (2022)
- [66] “The Quest for New Correlations in the Realm of the Gamma-Ray Burst-Supernova Connection”, Dainotti M. G., [Gangopadhyay A.](#) (8<sup>th</sup>), et al., *The Astrophysical Journal*, 938, 41 (2022)
- [67] “The ALMA REBELS Survey: specific star formation rates in the reionization era”, Topping M. W., [Inami H.](#) (8<sup>th</sup>), et al., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 516, 975 (2022)

- [68] “(3200) Phaethon polarimetry in the negative branch: new evidence for the anhydrous nature of the DESTINY<sup>+</sup> target asteroid”, Geem J., [Kawabata K.S.](#) (5<sup>th</sup>), Nakaoka T. (6<sup>th</sup>), et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 516, L53 (2022)
- [69] ©“Optical and near-infrared photometric and polarimetric monitoring at flaring state of BL Lacertae in 2020-2021”, Hazama N., Sasada M., [Fukazawa Y.](#), [Kawabata K.S.](#), et al., Publications of the Astronomical Society of Japan, 74, 1041 (2022)
- [70] “Investigating the Effect of Galaxy Interactions on Star Formation at  $0.5 < z < 3.0$ ”, Shah E. A., [Inami H.](#) (15<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 940, 4 (2022)
- [71] “Characterizing Compact 15-33 GHz Radio Continuum Sources in Local U/LIRGs”, Song Y., [Inami H.](#) (14<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 940, 52 (2022)
- [72] “GOALS-JWST: Resolving the Circumnuclear Gas Dynamics in NGC 7469 in the Mid-infrared”, U V., [Inami H.](#) (20<sup>th</sup>), Bohn T. (24<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 940, L5 (2022)
- [73] “GOALS-JWST: Unveiling Dusty Compact Sources in the Merging Galaxy IIZw096”, [Inami H.](#), et al., The Astrophysical Journal, 940, L6 (2022)
- [74] “GOALS-JWST: Hidden Star Formation and Extended PAH Emission in the Luminous Infrared Galaxy VV 114”, Evans A. S., [Inami H.](#) (5<sup>th</sup>), Bohn T. (24<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 940, L8 (2022)
- [75] “GROWTH on S190426c II: GROWTH-India Telescope search for an optical counterpart with a custom image reduction and candidate vetting pipeline”, Kumar H., [Singh A.](#) (19<sup>th</sup>), et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 516, 4517 (2022)
- [76] “An Ultra-deep Multiband Very Large Array (VLA) Survey of the Faint Radio Sky (COSMOS-XS): New Constraints on the Cosmic Star Formation History”, van der Vlugt D., Algera H.S.B. (3<sup>rd</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 941, 10 (2022)
- [77] “The JCMT BISTRO Survey: A Spiral Magnetic Field in a Hub-filament Structure, Monoceros R2”, Hwang J., [Kawabata K.S.](#), et al., The Astrophysical Journal, 941, 51 (2022)
- [78] “The JCMT BISTRO-2 Survey: Magnetic Fields of the Massive DR21 Filament”, Ching T.-C., [Kawabata K.S.](#), et al., The Astrophysical Journal, 941, 122 (2022)
- [79] “GOALS-JWST: Tracing AGN Feedback on the Star-forming Interstellar Medium in NGC 7469”, Lai T. S.-Y., [Inami H.](#) (11<sup>th</sup>), Bohn T. (12<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 941, L36 (2022)
- [80] “A global look into the world of interacting supernovae”, [Gangopadhyay A.](#), et al., Journal of Astrophysics and Astronomy, 43, 51 (2022)
- [81] “Optical studies of a bright Type Ia supernova SN 2020rea”, Singh M., [Gangopadhyay A.](#) (11<sup>th</sup>), et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 517, 5617 (2022)
- [82] “The REBELS ALMA Survey: efficient Ly  $\alpha$  transmission of UV-bright  $z \simeq 7$  galaxies from large velocity offsets and broad line widths”, Endsley R., [Inami H.](#) (7<sup>th</sup>), et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 517, 5642 (2022)
- [83] “PNV J00444033+4113068: Early superhumps with 0.7 mag amplitude and non-red color”, Tampo Y., [Uemura M.](#) (4<sup>th</sup>), et al., Publications of the Astronomical Society of Japan, 74, 1287 (2022)
- [84] “GOALS-JWST: NIRCcam and MIRI Imaging of the Circumnuclear Starburst Ring in NGC 7469”, Bohn T., et al., The Astrophysical Journal, 942, L36 (2023)
- [85] “GOALS-JWST: Mid-infrared Spectroscopy of the Nucleus of NGC 7469”, Armus L., [Inami H.](#) (11<sup>th</sup>), Bohn T. (23<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 942, L37 (2023)
- [86] “NuSTAR Observes Two Bulgeless Galaxies: No Hard X-Ray AGN Detected in NGC 4178 or

- J0851+3926”, Pfeifle R. W., Bohn T. (6<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 943, 109 (2023)
- [87] “The Event Horizon Telescope Image of the Quasar NRAO 530”, Jorstad S., Sasada M., et al., The Astrophysical Journal, 943, 170 (2023)
- [88] “JCMT BISTRO Observations: Magnetic Field Morphology of Bubbles Associated with NGC 6334”, Tahani M., Kawabata K.S., et al., The Astrophysical Journal, 944, 139 (2023)
- [89] “SN 2020uem: a Possible Thermonuclear Explosion within a Dense Circumstellar Medium. I. The Nature of Type II<sub>n</sub>/Ia-CSM SNe from Photometry and Spectroscopy”, Uno K., Nakaoka T. (4<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 944, 203 (2023)
- [90] “SN 2020uem: a Possible Thermonuclear Explosion within a Dense Circumstellar Medium (II). The Properties of the CSM from Polarimetry and Light-curve Modeling”, Uno K., Kawabata K.S. (5<sup>th</sup>), Nakaoka T. (6<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 944, 204 (2023)
- [91] “GOALS-JWST: Pulling Back the Curtain on the AGN and Star Formation in VV 114”, Rich J., Inami H. (7<sup>th</sup>), Bohn T. (21<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 944, L50 (2023)
- [92] “GOALS-JWST: Revealing the Buried Star Clusters in the Luminous Infrared Galaxy VV 114”, Linden S. T., Inami H. (9<sup>th</sup>), Bohn T. (10<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 944, L55 (2023)
- [93] “The ALMA REBELS survey: the dust-obscured cosmic star formation rate density at redshift 7”, Algera H. S. B., Inami H., et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 518, 6142 (2023)
- [94] “The main sequence of star-forming galaxies across cosmic times”, Popesso P., Inami H. (6<sup>th</sup>), et al., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 519, 1526 (2023)
- [95] ©“The microvariability and wavelength dependence of polarization degree/angle of BL Lacertae in the outburst 2020 to 2021”, Imazawa R., Sasada M., Fukazawa Y., Kawabata S.K., et al., Publications of the Astronomical Society of Japan, 75, 1 (2023)
- [96] “Multi-chord observation of stellar occultation by the near-Earth asteroid (3200) Phaethon on 2021 October 3 (UTC) with very high accuracy”, Yoshida F., Kawabata K.S. (48<sup>th</sup>), et al., Publications of the Astronomical Society of Japan, 75, 153 (2023)
- [97] “Interstellar Polarization Survey. II. General Interstellar Medium”, Versteeg M. J. F., Kawabata K.S. (7<sup>th</sup>), et al., The Astronomical Journal, 165, 87 (2023)
- [98] “The Messy Nature of Fiber Spectra: Star-Quasar Pairs Masquerading as Dual Type 1 AGNs”, Pfeifle R. W., Bohn T. (8<sup>th</sup>), et al., The Astrophysical Journal, 945, 167 (2023)

総説

該当無し

国際会議

(招待講演)

- [1] Hiromitsu Takahashi, “200 MeV proton damages on Hamamatsu MPPCs (Si-PMs) and GRBA<sub>alpha</sub> CubeSat status”, SiPM Radiation workshop, online, 2022.4.25-29
- [2] Hiromitsu Takahashi, “In Orbit Degradation of Hamamatsu MPPCs (SiPMs)”, Monitoring the high-energy sky with small satellites conference, 2022.9.6-8
- [3] Hiromitsu Takahashi, “XRISM pre-pipeline/operations/ToO response”, XRISM Data Analysis Workshop, 2023.2.22-23
- [4] Tsunefumi MIZUNO, “Recent Results of Fermi: Its Role in the Era of Multimessenger/Multiwavelength

Astrophysics” (invited), Kyoto Symposium (Physics of the Two Infinities), 2023.3.27-30, Kyoto Univ., Japan & online

- [5] Tsunefumi MIZUNO, “Recent Results of Fermi: Its Role in the Era of Multimessenger/Multiwavelength Astrophysics” (invited), KMI2023 Symposium, 2023.2.20-21, Nagoya Univ., Japan & online
- [6] Tsunefumi MIZUNO, “Indirect Search for DM Signal from Galactic Center” (invited), The 2nd DMNet International Symposium, 2022.9.15, Max Planck Institute for Nuclear Physics (MPIK), Heidelberg, Germany
- [7] Tsunefumi MIZUNO, “Cosmic-Ray Properties in the MBM 53-55 Clouds and the Pegasus Loop as Revealed by HI Line Profiles, Dust, and Gamma-Ray Data” (invited), COSPAR 2022, 2022.7.20, Athens, Greece & online
- [8] Koji Kawabata, “Observational Studies of Supernova with 1.5m Kanata Telescope” (invited), Exploring The Transient Universe, 2022.12.14-16, University of Tokyo, Hongo-campus (60 persons)

(一般講演)

- [1] Fukazawa Y., “High energy emission component and population of gamma-ray emitting radio galaxies”, Tenth International Fermi Symposium, 2022.10.9-15, Johannesburg, 150 people
- [2] Inami H., “First JWST results of local luminous infrared galaxies from GOALS”, The 9th Galaxy Evolution Workshop, 2023.2.20-23, University of Kyoto + online
- [3] Inami H., “ISM conditions of (dusty) star-forming galaxies at high redshift”, PRIMA 2023 Community Workshop, 2023.3.21-22, online
- [4] Tsunefumi MIZUNO, “Gas and Cosmic-Ray Properties in the MBM 53-55 Molecular Clouds and the Pegasus Loop as Revealed by HI Line Profiles, Dust, and Fermi-LAT Gamma-Ray Data”, The 10th Fermi International Symposium, 2022.10.14, Johannesburg, South Africa
- [5] Suda Y., “Recent highlights of very-high-energy gamma-ray observations by the MAGIC telescopes”, International Conference on the Physics of the Two Infinities, 2023.3.29, Kyoto, Japan, 220 people
- [6] Imazawa R., “Proton irradiation on modified Hamamatsu MPPCs (Si-PMs)”, SiPM Radiation: Quantifying, Light for Nuclear, Space and Medical Instruments under Harsh Radiation Conditions, 2022.4.25-29, online, 100名
- [7] Imazawa R., “The Microvariability and Wavelength Dependence of Polarization Vector of BL Lacertae in the Outburst 2020 to 2021”, IAU Symposia: The multimessenger chakra of blazar jets, 2022.12.5-10, Kathmandu, Nepal, 100名
- [8] Kayanoki T., “X-ray evaluation of the CMOS detector IU233N5-Z and readout of scintillation light”, Monitoring The High-Energy Sky with Small Satellites, 2022.9.6-8, Brno, Czech Republic, 100名
- [9] Niwa R., “Performance recovery of radiation-damaged Si-PM at liquid argon/nitrogen temperature (100 K)”, Monitoring The High-Energy Sky with Small Satellites, 2022.9.6-8, Brno, Czech Republic, 100名
- [10] Morishita T., “Performance evaluation of plastic scintillators as active shields with SiPM”, Monitoring The High-Energy Sky with Small Satellites, 2022.9.6-8, Brno, Czech Republic, 100名

国内会議

(招待講演, 依頼講演)

- [1] 高橋弘充, 「X線偏光観測から探るブラックホール周辺の物理」, ブラックホールジェット・降着円盤・円盤風研究会2023, 2023.3.1-2, 50名

- [2] 稲見華恵, “Exploring the Early Universe with ALMA2030”, 宇電懇シンポジウム, ハイブリッド開催 (国立天文台+オンライン), 2023.3.27-28
- [3] 水野恒史, “Initial Results of X-ray Polarimetry Mission IXPE”, High Energy Astrophysics Workshop 2022, 2022.11.10, Hiroshima
- [4] 植村 誠, “銀河系内突発現象の追跡観測とデータサイエンス”, 天の川銀河研究会2022, 2022.11.7, 100名, オンライン
- [5] 川端弘治, “光赤天連SPICA総括WGの報告: 総括文書案の説明と議論”, 2022年度光赤天連シンポジウム「2030年代の天文学と光赤外地上・スペース計画: 日本の戦略」, ハイブリッド開催 (国立天文台+オンライン) 2022.9.20-22, 100名
- [6] 川端弘治, “OISTER”, 2022年度光赤天連シンポジウム「2030年代の天文学と光赤外地上・スペース計画: 日本の戦略」, ハイブリッド開催 (国立天文台+オンライン) 2022.9.20-22, 100名 (一般講演)
- [1] 水野恒史, “IXPE View of Crab Nebula and Pulsar” (ポスター), Space Science Symposium, 2023.1.5-6, ISAS/JAXA, Kanagawa, Japan & online
- [2] 水野恒史, “IXPE View of Crab Nebula and Pulsar”, 2022 Summer Workshop on Neutron-Starts, Supernova Remnants and Related Objects, 2022.8.30, Yamagata Univ.
- [3] 榎木大修, “Ionized wind in radio-loud AGN”, 第1回 XRISM core-to-core Science Workshop, 2022.10.19-21, 埼玉大学, 100名
- [4] 榎木大修, “Ionized wind in radio-loud AGN”, ブラックホールジェット・降着円盤・円盤風研究会 2023, 2023.3.1-2, 東北大学, 50名
- [5] 深沢泰司, 「全天MeVガンマ観測衛星計画AMEGO-Xの現状と日本の関わり」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [6] 高橋弘充, 「硬X線偏光観測実験XL-Calibur気球の2022年フライトにおける現地準備状況」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [7] 須田祐介, 「次世代MeVガンマ線衛星に向けたHV-CMOSピクセルセンサ AstroPixの開発」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [8] 中岡竜也, 「時間進化の遅いIIB型超新星SN 2019tuaの測光分光観測」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [9] 星岡駿志, 「JWST撮像観測シミュレーションから探る近傍LIRG NGC7469の銀河核領域における解析手法の検討」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [10] 中村謙吾, 「可視近赤外線偏光観測による銀河磁場探査」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [11] 古賀柚希, 「欠損の多い教師データを用いた銀河系内突発現象の機械判別」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [12] 榎木大修, 「電波銀河のガンマ線loudnessとX線スペクトルの関係(2)」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [13] 佐崎凌佑, 「Smart Kanataの観測による3つのWZ Sge型矮新星の降着円盤構造」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [14] 丹羽怜太, 「放射線劣化により暗電流が増加した MPPC の低温での性能回復」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [15] 阪本菜月, 「硬X線偏光観測気球実験XL-Calibur搭載CZT半導体検出器の性能評価」, 秋の天文学会,



2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス

- [16] 森下皓暁, 「MPPCを用いたプラスチックシンチレータのアクティブシールドとしての性能評価」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス)
- [17] 橋爪大樹, 「SOI技術を用いた新型X線撮像分光器の開発53:MeVガンマ線観測への応用に向けたSOIピクセル検出器の基礎特性評価」, 秋の天文学会, 2022.9.13-15, 新潟大学五十嵐キャンパス
- [18] 水野恒史, 「IXPE衛星による「かに星雲・パルサー」のX線偏光観測」, 秋の物理学会, 2022.9.6-8, 岡山理科大学
- [19] 水野恒史, 「IXPE衛星による「かに星雲・パルサー」のX線偏光観測」, 春の天文学会, 2023.3.13-16, 立教大学池袋キャンパス
- [20] 高橋弘充, 「硬X線集光偏光計XL-Calibur気球実験の2022年フライトと今後」, 春の天文学会, 2023.3.13-16, 立教大学池袋キャンパス
- [21] 須田祐介, 「CTA-LST初号基とMAGICによるTeVガンマ線同時観測のための解析手法の開発」, 春の天文学会, 2023.3.13-16, 立教大学池袋キャンパス
- [22] 今澤 遼, 「ブレーザーBL Lacertaeが2020年に生じたフレアのMAGIC望遠鏡による観測」, 春の天文学会, 2023.3.13-16, 立教大学池袋キャンパス
- [23] 榎木大修, 「X線分光による電波銀河 Markarian 6 の円盤風解析」, 春の天文学会, 2023.3.13-16, 立教大学池袋キャンパス
- [24] 橋爪大樹, 「SOI技術を用いた新型X線撮像分光器の開発56:MeVガンマ線観測への応用に向けたSOIピクセル検出器の基礎特性評価(2)」, 春の天文学会, 2023.3.13-16, 立教大学池袋キャンパス
- [25] 高橋弘充, 「硬X線集光偏光計XL-Calibur気球実験の2022年フライトと今後」, 春の物理学会, 2023.3.22-25, オンライン開催
- [26] 須田祐介, 「全天MeVガンマ線衛星用HV-CMOSピクセルセンサAstroPixの開発」, 春の物理学会, 2023.3.22-25, オンライン開催
- [27] 川端弘治, 「広島大学の活動報告2022」, 2022年度せいめいワークショップ, 2022.8.26-27, オンライン
- [28] 植村 誠, 「広島大学かなた望遠鏡の運用状況」, 2022年度せいめいワークショップ, 2022.8.26-27, オンライン
- [29] 堀 友哉, 「国産1.3k InGaAs赤外線検出器の評価と多バンド星間偏光観測」, 2022年度光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2023.2.28-3.1, 名古屋大学+オンライン, 約100名
- [30] 中岡竜也, 「広島大学の活動報告2022」, 2022年度光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2023.2.28-3.1, 名古屋大学+オンライン, 約100名
- [31] 濱田大晴, 「II型超新星SN 2017hccのエネルギースペクトルを用いた星周環境推定」, 2022年度光赤外線天文学大学間連携ワークショップ, 2023.2.28-3.1, 名古屋大学+オンライン, 約100名
- [32] 川端弘治, 「Galactic Magnetic Field Studied by Recent Kanata/HONIR Polarimetric Survey」, Indo-Japan SN Workshop, 2023.3.27, HASC, Horoshima Univ., 15名
- [33] 深田 静, 「SN 2021ukt: Rapidly-evolved transitional Type II<sub>n</sub>/I<sub>b</sub> SN」, Indo-Japan SN Workshop, 2023.3.27, HASC, Horoshima Univ., 15名
- [34] 濱田大晴, 「Analysis of the near-infrared excess of Type II<sub>n</sub> SN 2017hcc」, Indo-Japan SN Workshop, 2023.3.27, HASC, Horoshima Univ., 15名
- [35] 中岡竜也, 「2019tua: Slowly Evolving Type II<sub>b</sub> Supernova」, Indo-Japan SN Workshop, 2023.3.27, HASC, Horoshima Univ., 15名
- [36] 深沢泰司, 「超小型衛星群CAMELOT計画によるガンマ線バースト位置決定」, 超小型衛星利用シ

ンポジウム2023, 東京日本橋, 2023.2.21, 60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 3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

##### (国内会議)

- 博士課程前期の学生が共同発表者の発表件数 25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 2件

#### セミナー・講演会開催実績

該当無し

#### 高大連携事業への参加状況

- [1] 高大連携公開講座「宇宙における物質」, 広島大学, 2022年7月29日, 50名, 講師: 深沢, 藪田, 川端, 水野, 稲見

#### 国内研究会開催

- [1] 川端弘治, 中岡竜也: Transient workshop 2022/突発天体研究会2022 (2022年11月22日-24日, ホテル大広苑 (竹原市)), 参加36名
- [2] 川端弘治, 中岡竜也: Indo-Japan SN Workshop (2023年3月27日, HASC, Horoshima Univ.), 参加15名

#### 国際会議, 国際研究会開催

- [1] 稲見華恵: Subaru Users Meeting 2022, 2023.1.31-2.2, ハイブリット開催, 講演会・セミナー講師
- [2] 稲見華恵: “Obscured Star Formation at  $z\sim 7$  Observed with the REBELS ALMA Large Program”, European Space Agency seminar, 2022.6.16, オンライン
- [3] 稲見華恵: “AGN or starburst? An off-nuclear deeply embedded compact source in IIZw096”, International AGN Seminar Series, 2022.11.8, オンライン
- [4] 稲見華恵: “An ALMA Systematic Survey of Distant Galaxies: Obscured Star Formation at  $z\sim 7$ ”, ALMA-J seminar, 2023.3.1, オンライン

#### 社会活動, 学会委員

- [1] 深沢泰司: 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
- [2] 深沢泰司: 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
- [3] 深沢泰司: 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

- [4] 深沢泰司 : XRISM衛星Participating Scientist
- [5] 深沢泰司 : 日本物理学会代議員
- [6] 深沢泰司 : 日本物理学会中国四国支部庶務
- [7] 深沢泰司 : 日本天文学会年会開催地理事
- [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 委員長
- [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 : 東京大学TAO科学諮問委員会 外部委員
- [14] 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
- [15] 植村 誠 : TMT International Science Development Teams 委員
- [16] 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
- [17] 植村 誠 : 国立天文台すばる共同利用時間割り当て委員会 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 : 日本物理学会代議員
- [21] 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
- [22] 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
- [23] 稲見華恵 : すばる科学諮問委員会 委員
- [24] 稲見華恵 : 国立天文台 研究交流委員会 委員
- [25] 稲見華恵 : 日本天文学会 代議員
- [26] 川端弘治 : 日本天文学会 代議員

#### 外部評価委員

- [1] 深沢泰司 : 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3名 (科研費2件, 大学間連携1件)

留学生 (D : 2名, M : 1名, Gap year留学生 : 1名)

#### 国際共同研究

- [1] 深沢泰司, 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 の国内研究期間, 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] 深沢泰司, 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 の国内研究期間, X 線観測衛星 XRISM による高エネルギー宇宙観測の研究

- [3] 深沢泰司, 須田祐介, MeV ガンマ線衛星計画 AMEGO-X, 主にアメリカ, 次期 MeV ガンマ線衛星計画 AMEGO-X に関する共同研究
- [4] 深沢泰司, 高橋弘充, 須田祐介, MeV ガンマ線観測計画 GRAMS, 主にコロンビア大学, 東京大学, 早稲田大学, 大阪大学, 理研, MeV ガンマ線気球観測計画 GRAMS に関する共同研究
- [5] 高橋弘充, 水野恒史, 深沢泰司, 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”
- [6] 水野恒史, 深沢泰司, 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
- [7] 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, 須田祐介, CTA collaboration (主にヨーロッパ, アメリカの約 200 名), 東大宇宙線研など各 20 の国内研究機関, 次世代 TeV ガンマ線望遠鏡の開発
- [8] 深沢泰司, 須田祐介, MAGIC collaboration (主にヨーロッパの約150名), TeVガンマ線天体の研究
- [9] 深沢泰司, 水野恒史, 高橋弘充, Masaryk 大学, Konkoly 天文台, Eotvos 大学, 名大, 京大, 立教大, 重力波対応 SGRB 観測超小型衛星群 Camelot 計画
- [10] 高橋弘充, 水野恒史, 深沢泰司, 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
- [11] 深沢泰司, 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
- [12] 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
- [13] 高橋弘充, Dr.岡島 崇 (アメリカ, NASA), 京大, 理研など, X 線 CubeSat 開発
- [14] 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
- [15] 川端弘治, 植村 誠, 笹田真人, LIGO-Virgo Collaboration (California Institute of Technology, European Gravitational Wave Observatory 他), 内海洋輔 (アメリカ, Stanford University), 重力波の電磁波対応現象の探索
- [16] 川端弘治, 中岡竜也, Anjasha Gangopadhyay, Avinash Singh, 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
- [17] 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
- [18] 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 (アメリカ, Stanford University), IceCube 高エネルギーニュートリノ対応天体の研究
- [19] 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
- [20] 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
- [21] 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

- [22] 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
- [23] 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
- [24] 笹田真人, Event Horizon Telescope Collaboration, (Harverd University, MIT, NAOJ 他), 巨大ブラックホールの影の観測
- [25] 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
- [26] 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] 深沢泰司: 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 「日本・ハンガリー・チェコ共同によるガンマ線バースト観測超小型衛星団の開発」
- [2] 深沢泰司: 科学研究費助成事業 基盤研究(B), 2021-2023年, 「電波・可視光偏光モニターとVLBI撮像を組み合わせたジェットの磁場構造解明」, 研究分担者
- [3] 深沢泰司: 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」, 2000-2022年度, 研究代表者
- [4] 水野恒史: 科学研究費補助金基盤研究(A), 2019-2023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
- [5] 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, 2019-2022年度
- [6] 高橋弘充: 科学研究費補助金基盤研究(S), 2019-2023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
- [7] 稲見華恵: 伊藤科学振興会, 2019-2023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
- [8] 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, 2021-2023年度 “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
- [9] 植村 誠: 科学研究費補助金基盤研究(A), 2021-2025年度「ELITE: 出自管理と深層学習に基づく専門知識獲得基盤の開発とその視覚計算応用」 研究分担者
- [10] 植村 誠: 科学研究費補助金基盤研究(B), 2021-2023年度「電波・可視光偏光モニターとVLBI撮像を組み合わせたジェットの磁場構造解明」 研究分担者
- [11] 植村 誠: 科学研究費補助金基盤研究(C) 2021-2023年度「突発現象の追跡観測を自動で意思決定するスマート観測システムの研究」 研究代表者
- [12] 稲見華恵: 科学研究費助成事業 基盤研究(B), 2021-2024年度, “次世代宇宙望遠鏡で探る近傍赤外線銀河のエネルギー発生とその性質”, 研究代表者, 2022年度直接経費3,800千円
- [13] 須田祐介: 科学研究費助成事業 研究活動スタート支援 2021-2022年度「大気チェレンコフ望遠鏡で拓くガンマ線バーストの物理」 研究代表者, 2022年度直接経費1,100千円

その他, 報道, 特記事項

- [1] 稲見華恵: 広島大学プレスリリース「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡により合体銀河の巨大エネルギーを担う「エンジン」を特定」 2023.1.20

## 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人の教員で構成されている。我々の研究グループでは、SPring-8で計測した放射光X線回折データを精密に解析することで、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。現在、様々な研究グループと共同研究を行っている。

黒岩教授は、SPring-8の多種多様なビームラインでの計測技術の高度化に協力すると同時に、主として酸化物強誘電体の構造物性について共同研究を行っている。

平成30年度より開始された広島大学（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）との間の共同研究契約「コヒーレントX線を利用した強誘電体一粒子計測」において、黒岩教授が全体統括として共同研究を推進した。従来のX線回折を用いた結晶構造解析ではミクロな原子位置や電子密度分布だけを問題にして構造解析を行ってきた。今後はこれに加えてBragg Coherent Diffraction Imaging (BCDI)法により、マクロな結晶外形やメゾスケールの結晶内部のひずみやドメイン構造なども構造解析することで、X線回折の技術だけでマルチスケールで結晶構造解析する手法の開発を目指している。研究は、SPring-8のBL22XU専用ビームラインで行われ、令和4年度では、温度変化が測定できるように試料環境を整備し、相転移に伴う500 nmの強誘電体微結晶一粒の内部のひずみやドメイン構造の変化を非破壊で3次元的に可視化することに成功した。また、8面体や14面体といった様々な形状のチタン酸バリウム多面体ナノ粒子一粒の相転移をBCDIで測定することにも成功した。

SPring-8のBL02B2粉末構造解析ビームラインでは、山梨大学等と、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<sub>3</sub>とBiFeO<sub>3</sub>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った。チタン酸バリウム多面体ナノ粒子の相転移に伴う構造変化を電子密度レベルで解析することにも成功し、BCDIの成果と合わせたマルチスケール構造解析の成果を様々な研究会や学会で報告した。応用物理学会での登壇講演に対しては、33歳以下の登壇者に授与される講演奨励賞がM1の学生に授与された。

SPring-8のBL02B1単結晶構造解析ビームラインでは、強誘電体についてAC電場印加下での時間分解構造解析を行った。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。BL02B2粉末構造解析ビームラインで得られた成果を相補的に利用することで非鉛圧電材料について研究をすすめている。

中国科学院上海セラミックス研究所（中国）および釜山大学物理（韓国）と、ダブルペロブスカイト型反強誘電体の結晶構造とエネルギー貯蔵特性について共同研究を行った。成果に関して、学生が国際会議で2回のポスター講演を行い、両方でベストポスター賞を受賞した。また、ダブルペロブスカイト型反強誘電体の相転移については、東京大学物性研附属の国際超強磁場科学研究施設とも共同研究を開始しており、成果が出つつある。また、アドバイザーとして、学術変革領

域研究 (A)「1000テスラ超強磁場による化学的カタストロフィー：非摂動磁場による化学結合の科学」の発足に協力した。

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日に設立された一般社団法人日本誘電体学会の代表理事会長に就任した。また、アジア強誘電体協会に対して日本代表として貢献してきたが、2023年に協会の会長に就任することとなった。

森吉教授は、SPring-8のBL02B2粉末構造解析ビームラインの重点研究課題（パートナーユーザー）代表としての活動が2021年に終了したが、引き続きこのビームラインを利用した共同研究と利用研究の拡大に努めている。2022年は、物質合成や化学反応中の物質構造変化をリアルタイムで検出するシステムの開発と研究を進めた。

都立大学や北海道大学等とはハイエントロピー超伝導体の結晶構造と電子状態に関する共同研究や、固相反応の学理を構築する研究を進めている。さらに、島根大学、JASRI、立命館大学との共同研究として行った層状複水酸化物のイオン交換序列の解明について論文発表を行い、*Bull. Chem. Soc. Jpn.*誌のSelected Paperに選出され、プレスリリースを行った。さらに、千葉大学、島根大学、JASRIとの共同研究である放射光を活用して行った触媒物質の水溶液中化学反応のリアルタイム結晶構造計測についても大いに注目され、*Catalysis Science & Technology*誌のCover Artに選ばれ、プレスリリースを行った。

森吉教授は、日本学術会議の連携会員でもあり、また、日本結晶学会の評議員や男女共同参画推進委員も務めている。日本の結晶学分野における貢献度は極めて高い。

Kim助教は、酸化物強誘電体・圧電体の材料開発および構造物性について研究を行っている。ピスマスを含む非鉛系圧電セラミックを急冷熱処理することで、圧電特性が向上することを見出した。そのメカニズムを究明するために、国際共同研究として、昌原大学物理（韓国）と共同研究を開始し、成果が出つつある。また、同時に、高圧力・高温下で焼結されたセラミックの結晶構造変化に関する共同研究も開始した。山梨大学および九州大学との共同研究において、鉛フリー圧電材料の圧電性発現の機構にナノドメイン構造が大きな役割を果たすことを示した成果は大変注目され、プレスリリースを行った。また、第15回強誘電ドメイン国際会議で招待講演を行った。一方、ピスマスイオンの構造乱れを圧電特性に関連付けて議論した成果により、国際先端材料協会よりIAAM Awardを受賞し、European Advanced Materials Congressにて受賞講演を行った。

#### 原著論文

- [1] ©P. Sapkota, I. Fujii, S. Kim, S. Ueno, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Mn-Nb Co-doping in Barium Titanate Ceramics by Different Solid-state Reaction Routes for Temperature Stable and DC-bias Free Dielectrics”, *Ceram. Int.* **48** (2022) 2154-2160.
- [2] N. Li, S. Wang, E. Zhao, W. Yin, Z. Zhang, K. Wu, J. Xu, Y. Kuroiwa, Z. Hu, F. Wang, J. Zhao and X. Xiao, “Tailoring Interphase Structure to Enable High-rate, Durable Sodium-ion Battery Cathode”, *J. Energy Chem.* **68** (2022) 564-571.
- [3] ©F. I. Abbas, K. Hoshi, A. Yamashita, Y. Nakahira, Y. Goto, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Kuroiwa, K. Terashima, R. Matsumoto, Y. Takano and Y. Mizuguchi, “Lattice Anharmonicity in BiS<sub>2</sub>-Based Layered Superconductor RE(O, F)BiS<sub>2</sub> (RE = La, Ce, Pr, Nd)”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **91** (2022) 074706/1-6.
- [4] ©N. Oshime, K. Ohwada, A. Machida, N. Fukushima, S. Ueno, I. Fujii, S. Wada, K. Sugawara, A. Shimada, T. Ueno, T. Watanuki, K. Ishii, H. Toyokawa, K. Momma, S. Kim, S. Tsukada and Y. Kuroiwa, “The Ferroelectric Phase Transition in a 500 nm Sized Single Particle of BaTiO<sub>3</sub> Tracked by Coherent X-

- ray Diffraction”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **61** (2022) SN1008/1-6.
- [5] ©H. Nam, I. Fujii, S. Kim, T. Ishii, S. Ueno, G. P. Khanal, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Composition Dependence of Structural and Piezoelectric Properties in Bi(Mg<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>-modified BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> ceramics”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **61** (2022) SN1033/1-9.
- [6] ©P. Sapkota, I. Fujii, S. Kim, S. Ueno, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Development of Superparaelectric BaTiO<sub>3</sub> System Ceramics through Heterovalent Mn-Nb Co-doping for DC-bias Free Dielectrics”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **61** (2022) SN1023/1-6.
- [7] S. Kim, H. Nam and I. Calisir, “Lead-free BiFeO<sub>3</sub>-based Piezoelectrics: A Review of Controversial Issues and Current Research State”, *Materials* **15** (2022) 4388/1-26.
- [8] Y. Yoneda, S. Kim, S. Mori and S. Wada, “Local Structure Analysis of BiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub> Solid Solution”, *Jpn. J. Appl. Phys.* **61** (2022) SN1022/1-10.
- [9] Y. Nakahira, R. Kiyama, A. Yamashita, H. Itou, A. Miura, C. Moriyoshi, Y. Goto, and Y. Mizuguchi, “Tuning of upper critical field in a vanadium-based A15 superconductor by the compositionally-complex-alloy concept”, *J. Mater. Sci.* **57** (2022) 15990-15998.
- [10] Y. Matsuo, Y. Matsukawa, M. Kitakado, G. Hasegawa, S. Yoshida, R. Kubonaka, Y. Yoshida, T. Kawasaki, E. Kobayashi, C. Moriyoshi, S. Ohno, K. Fujita, K. Hayashi, and H. Akamatsu, “Topochemical Synthesis of LiCoF<sub>3</sub> with High-Temperature LiNbO<sub>3</sub>-type Structure”, *Inorg. Chem.* **61** (2022) 11746-11756.
- [11] F. I. Abbas, Y. Nakahira, A. Yamashita, T. Md. Kasem, M. Yoshida, Y. Goto, A. Miura, K. Terashima, T. Matsumoto, Y. Takano, C. Moriyoshi, and Y. Mizuguchi, “Estimation of Grüneisen parameter of high-entropy-alloy-type functional materials”, *Condensed Matter* **7** (2022) 34.
- [12] Y. Nakahira, S. Shimono, Y. Goto, A. Miura, C. Moriyoshi, and Y. Mizuguchi, “Synthesis and characterization of high-entropy-alloy-type layered telluride MBi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub> (M = Ag, In, Sn, Pb, Bi)”, *Materials* **15** (2022) 2614.
- [13] R. Sasai, T. Fujimura, H. Sato, E. Nii, M. Sugata, Y. Nakayashiki, H. Hoashi, C. Moriyoshi, E. Oishi, Y. Fujii, S. Kawaguchi, and H. Tanaka, “Origin of Selective Nitrate Removal by Ni<sup>2+</sup>-Al<sup>3+</sup> Layered Double Hydroxides in Aqueous Media and Its Application Potential in Seawater Purification”, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **95** (2022) 802-812.

著書など

該当無し

総説など

該当無し

研究報告

該当無し

国際会議

(招待講演)

- [1] S. Kim, “Actuation Mechanism of Piezoelectricity by Cation Disorder in Pseudo-cubic Structure”, European Advanced Materials Congress, (2022.6.25-7.2, Genoa, Italy, Hybrid (Online)).



【IAAM Award受賞講演】

- [2] S. Kim, “Study of Mechanism on Piezoelectricity in Pseudo-cubic Structure by Material Structural Physics”, International Conference on Physics and Its Applications, (2022.7.18-21, San Francisco, USA, Hybrid (Online)).
- [3] Y. Kuroiwa, “Structural Study on Emergent Ferroelectricity in Perovskite-type Oxides by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [4] S. Kim, “Contribution of *A*-site Cation Off-centering on the Piezoelectricity and Domain Structure in Bi-based Lead-free Piezoceramics”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [5] Y. Kuroiwa, “Synchrotron Radiation X-ray Diffraction Evidence for Chemical Bonding of Ferroelectric Ceramic Powders and Grain Orientations in Their Films Coated by Aerosol Deposition Method”, 9th Tsukuba International Coating Symposium (TICS 9), (2022.12.12-13, Tsukuba, Auditorium, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan).

(一般講演)

- [1] K. Ohwada, N. Oshime, K. Sugawara, A. Shimada, N. Fukushima, T. Ueno, A. Machida, T. Watanuki, S. Ueno, I. Fujii, S. Wada, K. Momma, K. Ishii, H. Toyokawa, S. Tsukada and Y. Kuroiwa, “3D Imaging of Nanocrystals by Coherent X-ray Diffraction”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [2] ©N. Fukushima, S. Kim, S. Ueno, I. Fujii, S. Wada and Y. Kuroiwa, “SXRD Electron Density Study on Phase Transitions in BaTiO<sub>3</sub> Nanocube”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [3] ©T. Hokii, S. Kim, Y. Yatabe, Y. Nakahira, C. Moriyoshi, H. Osawa, M. Hirose, I. Fujii, S. Ueno, Y. Sato, S. Wada and Y. Kuroiwa, “Piezoelectricity Caused by Partial Ordering of Bismuth-ions in Perovskite-type Pseudo-cubic Ferroelectrics”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [4] ©M. Shao, K. Furuta, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, S. Wada and Y. Kuroiwa, “Core-Shell Structure of Heteroepitaxial KNbO<sub>3</sub>/BaTiO<sub>3</sub> Nanocomposite Particles Studied by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [5] ©T. Shigemasu, S. Kim, C. Moriyoshi, G. Li, C.-H. Park and Y. Kuroiwa, “Electron Charge Density Study on Antiferroelectric Phase Transition in Pb-based B-site Ordered Double Perovskite”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [6] ©G. P. Khanal, I. Fujii, S. Ueno, S. Kim, M. Miyakawa, T. Taniguchi, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Structural and Electrical Characteristics of Lead-free BiAlO<sub>3</sub>-based Piezoelectric Ceramics Prepared by High-Pressure Sintering”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [7] ©H. Nam, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, Y. Kuroiwa and S. Wada, “A-site Bi ion Off-centering Contribution on Piezoelectricity in Bi(Mg<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>-modified BiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub> Piezoelectric Ceramics”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15),

- (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [8] ©P. Sapkota, I. Fujii, S. Kim, S. Ueno, Y. Kuroiwa and S. Wada, “Inducing Superparaelectricity in BaTiO<sub>3</sub> Ceramics through Heterovalent Co-doping for DC-bias Free Dielectrics”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [9] Y. Yoneda, H. Nam, S. Ueno, I. Fujii, S. Kim and S. Wada, “Nanoscale Structure Analysis of Ferroelectric Materials”, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15), (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [10] ©N. Oshime, K. Ohwada, K. Sugawara, A. Shimada, N. Fukushima, T. Ueno, A. Machida, T. Watanuki, S. Ueno, I. Fujii, S. Wada, K. Momma, K. Ishii, H. Toyokawa, S. Kim, S. Tsukada and Y. Kuroiwa, “Bragg Coherent X-ray Diffraction for Visualization of the Inhomogeneous Structure of a Single Ferroelectric Particle”, 14th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications (JCFMA-14), (2022.12.8-9, Kanazawa, Kanazawa Bunka Hall, Japan).
- [11] ©T. Shigemasa, S. Kim, C. Moriyoshi, G. Li, C.-H. Park and Y. Kuroiwa, “Characteristics of Chemical Bonding and Thermal Behavior of Atoms in Prototype Structure of Double Perovskite-type Antiferroelectric Oxides”, 14th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications (JCFMA-14), (2022.12.8-9, Kanazawa, Kanazawa Bunka Hall, Japan).
- [12] ©M. Shao, K. Furuta, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, S. Wada and Y. Kuroiwa, “Crystal Structure of KNbO<sub>3</sub>/BaTiO<sub>3</sub> Core-Shell Nanocomposite Particles Studied by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction”, 14th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications (JCFMA-14), (2022.12.8-9, Kanazawa, Kanazawa Bunka Hall, Japan).
- [13] H. Ito, Y. Nakahira, C. Moriyoshi, N. Ishimatsu, Y. Goto, Y. Mizuguchi, N. C. Rosero-Navarro, A. Miura, and K. Tadanaga, “Large Rare-Earth Ions Kinetically Stabilize Metastable Li<sub>3</sub>LnCl<sub>6</sub> (Ln: lanthanoids) Polymorphs”, IUMRS-ICYRAM 2022 (2022.8.3-6, Fukuoka, Japan).
- [14] T. Hara, M. Habe, H. Nakanishi, T. Fujimura, R. Sasai, C. Moriyoshi, S. Kawaguchi, N. Ichikuni, and S. Shimazu, “Specific Inter-gallery Lift-up of Acetate-intercalated Layered Yttrium Hydroxide in Water”, 8th International Conference on Ion Exchange (ICIE2022), (2022.11.4-7, Tokyo, Japan)
- [15] A. Miura, H. Ito, Y. Nakahira, Y. Goto, Y. Mizuguchi, C. Moriyoshi, N.C. Rosero-Navarro, and K. Tadanaga, “Synthesis-Structure Relationship Guided by Intermediate and Remnant Metastability”, MRS Fall Meeting, (2022.11.27-12.2, Boston)

#### 国内学会

(招待講演)

該当無し

(依頼講演)

- [1] 黒岩芳弘, 「BaTiO<sub>3</sub> 微粒子研究まとめ」, BCDI 第 1 回研究会, (2022 年 7 月 9 日-10 日, 島根大学教育学部, 松江).
- [2] 黒岩芳弘, 「BaTiO<sub>3</sub> 多面体解説」, BCDI 第 2 回研究会, (2023 年 3 月 4 日-5 日, 島根大学教育学部, 松江).
- [3] 黒岩芳弘, 「SPring-8 での AD 膜の構造研究紹介」, BCDI による AD 膜研究会, (2023 年 3 月 20 日, 産業技術総合研究所, つくば).

(一般講演)

- [1] ©Piyush Sapkota, 藤井一郎, Kim Sangwook, 上野慎太郎, 黒岩芳弘, 和田智志, 「Proposal of a new concept, “Chemical Grain Size” to Induce Superparaelectricity into BaTiO<sub>3</sub> System Ceramics through Heterovalent Co-doping for Wide Temperature Stable and DC-bias Free Dielectrics」, 第 39 回強誘電体応用会議(FMA-39), (2022 年 6 月 1 日-4 日, 京都工芸繊維大学 (松ヶ崎キャンパス), 京都).
- [2] Kim Sangwook and Kim Wonjeong, 「Effect of Quenching Rate on the Crystal Structure and Electrical Properties in Bi-based Piezoelectric Ceramics」, 第 39 回強誘電体応用会議(FMA-39), (2022 年 6 月 1 日-4 日, 京都工芸繊維大学 (松ヶ崎キャンパス), 京都).
- [3] 押目典宏, 大和田謙二, 菅原健人, 島田 歩, 山内礼士, 上野哲朗, 町田晃彦, 綿貫 徹, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 門馬綱一, 石井賢司, 豊川秀訓, 塚田真也, 黒岩芳弘, 「コヒーレント X 線回折を利用したナノ結晶の 3 次元イメージング II」, 第 39 回強誘電体応用会議(FMA-39), (2022 年 6 月 1 日-4 日, 京都工芸繊維大学 (松ヶ崎キャンパス), 京都).
- [4] ©Hyunwook Nam, Kim Sangwook, 藤井一郎, 上野慎太郎, 黒岩芳弘, 和田智志, 「Role of Bi and Mg Ions in Bi(Mg<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.5</sub>)O<sub>3</sub>-modified BaTiO<sub>3</sub>-BiFeO<sub>3</sub> Based Piezoelectric Ceramics」, 第 39 回強誘電体応用会議(FMA-39), (2022 年 6 月 1 日-4 日, 京都工芸繊維大学 (松ヶ崎キャンパス), 京都).
- [5] ©塚田真也, 押目典宏, 大和田謙二, Kim Sangwook, 黒岩芳弘, 「ラマン分光法による BaTiO<sub>3</sub> 微粒子の構造と誘電応答」, 第 39 回強誘電体応用会議(FMA-39), (2022 年 6 月 1 日-4 日, 京都工芸繊維大学 (松ヶ崎キャンパス), 京都).
- [6] ©保木井貴大, Kim Sangwook, 矢多部優介, 中平夕貴, 森吉千佳子, 大沢仁志, 藤井一郎, 上野慎太郎, 佐藤幸生, 和田智志, 黒岩芳弘, 「ビスマスを含む擬立方晶ペロブスカイト型強誘電体の圧電特性」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, (2022 年 9 月 12 日-15 日, 東京工業大学 (大岡山キャンパス), 東京都目黒区).
- [7] ©繁樹鳳康, Kim Sangwook, 森吉千佳子, Li Guorong, Park Chul-Hong, 黒岩芳弘, 「反強誘電相転移する鉛を含むダブルペロブスカイト型酸化物のプロトタイプ構造における化学結合と原子の熱挙動の特徴」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, (2022 年 9 月 12 日-15 日, 東京工業大学 (大岡山キャンパス), 東京都目黒区).
- [8] ©押目典宏, 大和田謙二, 町田晃彦, 福島凧世, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 菅原健人, 島田 歩, 上野哲朗, 綿貫 徹, 石井賢司, 豊川秀訓, 門馬綱一, Kim Sangwook, 塚田真也, 黒岩芳弘, 「500 nm 級 BaTiO<sub>3</sub> 一粒子の強誘電相転移と常誘電相における不均質構造」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, (2022 年 9 月 12 日-15 日, 東京工業大学 (大岡山キャンパス), 東京都目黒区).
- [9] 松本将弥, 兼島 輝, 森吉千佳子, 大曲雄大, 山本理香子, 水谷宗一郎, 鬼丸孝博, 森分博紀, 「磁気フラストレーション系 YbCuS<sub>2</sub> の結晶構造とゆらぎ」, 日本物理学会 2022 年秋季大会, (2022 年 9 月 12 日-15 日, 東京工業大学 (大岡山キャンパス), 東京都目黒区).
- [10] 井藤浩明, 石松直樹, 中平夕貴, 後藤陽介, 水口佳一, 森吉千佳子, Rosero-Navarro Nataly Carolina, 三浦 章, 忠永清治, 「Li<sub>3</sub>MCl<sub>6</sub> 中における M の秩序化 (M = Y, Dy-Tm)」, 日本セラミックス協会第 35 回秋季シンポジウム, (2022 年 9 月 14-16 日, 徳島大学 (常三島キャンパス), 徳島・ハイブリッド)
- [11] ©押目典宏, 大和田謙二, 町田晃彦, 福島凧世, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 菅原健人, 島田 歩, 上野哲朗, 綿貫 徹, 石井賢司, 豊川秀訓, 門馬綱一, Kim Sangwook, 塚田真也, 黒岩芳弘, 「コヒーレント X 線回折による数 100 nm 級強誘電体一粒子の内部歪観察」, 2022 年第 83

- 回応用物理学会秋季講演会, (2022年9月20日-23日, 東北大学(川内キャンパス), 仙台)
- [12] 原 孝佳, 波部眞生子, 中西 輝, 藤村卓也, 笹井 亮, 森吉千佳子, 河口彰吾, 一國伸之, 島津省吾, 「酢酸アニオン導入型イットリウム水酸化物触媒の特異的な層空間リフトアップ効果を利用した水中クネベナーゲル縮合反応」, 第130回触媒討論会(2022年9月20日-26日, 富山大学, 富山)
- [13] 綿貫 徹, 大和田謙二, 押目典宏, 町田晃彦, 菅原健人, 島田 歩, 黒岩芳弘, 西久保匠, 酒井雄樹, 東 正樹, 「ブラッグコヒーレント X 線回折イメージングの開発と負熱膨張粉体の非破壊一粒子内部観察への適用」, 粉体粉末冶金協会 2022 年度秋季大会(第130回講演大会), (2022年11月15日-17日, 同志社大学寒梅館, 京都市上京区).
- [14] 大和田謙二, 押目典宏, 菅原健人, 島田 歩, 上野哲朗, 町田晃彦, 石井賢司, 綿貫 徹, 豊川秀訓, 門馬綱一, 福島風世, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 黒岩芳弘, 「コヒーレント X 線回折を利用したナノ結晶の3次元イメージング」, 令和4年(2022年)度日本結晶学会年会, (2022年11月26日-27日, 関西学院大学(西宮上ヶ原キャンパス), 西宮).
- [15] ◎押目典宏, 大和田謙二, 町田晃彦, 福島風世, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 菅原 健, 島田 歩, 綿貫 徹, 豊川秀訓, 門馬綱一, Kim Sangwook, 塚田真也, 黒岩芳弘, 「コヒーレント X 線回折を用いた 500nm 級 BaTiO<sub>3</sub> 一粒子の相転移と常誘電相での内部歪の観察」, 第61回セラミックス基礎科学討論会, (2023年1月7日-8日, 岡山大学(津島キャンパス), 岡山).
- [16] 牧島滉平, 森吉千佳子, 太田 薫, 藤村卓也, 笹井 亮, 「希土類イオンを含む層状複水酸化物の発光性と結晶構造」, 第61回セラミックス基礎科学討論会, (2023年1月7日-8日, 岡山大学(津島キャンパス), 岡山).
- [17] ◎白川皓介, 福島風世, Kim Sangwook, Nam Hyunwook, 藤井一郎, 上野慎太郎, 和田智志, 黒岩芳弘, 「BaTiO<sub>3</sub> 八面体結晶の構造相転移」, 第70回応用物理学会春季学術講演会, (2023年3月15日-18日, 上智大学(四ツ谷キャンパス), 東京都千代田区).
- [18] ◎有賀資起, Kim Sangwook, Nam Hyunwook, 上野慎太郎, 藤井一郎, 和田智志, 黒岩芳弘, 「BT-BMT-BF 強誘電体の結晶構造に対する急冷処理の影響」, 第70回応用物理学会春季学術講演会, (2023年3月15日-18日, 上智大学(四ツ谷キャンパス), 東京都千代田区).
- [19] 福島風世, 白川皓介, 黒岩芳弘, 「BT14 面体, BTcube まとめ」, BCDI 第2回研究会, (2023年3月4日-5日, 島根大学教育学部, 松江).
- [20] 白川皓介, 福島風世, 黒岩芳弘, 「BT 八面体研究まとめ」, BCDI 第2回研究会, (2023年3月4日-5日, 島根大学教育学部, 松江).
- [21] 中平夕貴, 山下愛智, 井藤浩明, 三浦 章, 森吉千佳子, 後藤陽介, 水口佳一, 「高エントロピー化した A15 型超伝導体 V<sub>3</sub>(Al, Si, Ga, Ge, Sn) の超伝導特性」, 日本物理学会 2023 年春季大会, (2023年3月22日-25日, オンライン).
- [22] 笹井 亮, 藤村卓也, 熊谷 純, 森吉千佳子, 高瀬浩一, 「希土類含有層状複水酸化物が示す層間陰イオン種に依存した発光現象の機構解明」, 希土類討論会, (第38回希土類討論会, 熊本市国際交流会館, 熊本市).
- [23] 松尾祐美, 松川祐子, 北角将晃, 長谷川丈二, 吉田 傑, 久保中亮翔, 吉田悠哉, 川崎龍志, 小林英一, 森吉千佳子, 大野真之, 藤田晃司, 林 克郎, 赤松寛文, 「放射光を用いた新規フッ化物 Li<sub>x</sub>CoF<sub>3</sub> の結晶構造・電子状態解析」, 第25回 XAFS 討論会, (鳥栖サンメッセ, 鳥栖)

## 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 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 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 12 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

### ○ 国内学会講演会等

- [1] 第39回強誘電体会議 (FMA-39, 日本誘電体学会年会), (2022年6月1日-4日, 京都工芸繊維大学 (松ヶ崎キャンパス), 京都), 黒岩芳弘 (日本誘電体学会理事副会長, 運営委員, 論文委員), 森吉千佳子 (運営委員), 参加者 187名

### ○ 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) 代表理事 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: Asian Ferroelectric Association (AFA), Executive Board (執行役員会 日本代表), Chair-elect. (アジア強誘電体協会 次期会長)
- [8] 黒岩芳弘: Journal of Advanced Dielectrics (JAD), Editorial Board (編集委員会委員)
- [9] 黒岩芳弘: The Dielectrics and Electrical Insulation Society of IEEE (IEEE-DEIS), Technical Committee of Functional Dielectrics (機能性誘電体部会 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 男女共同参画推進幹事
- [13] 森吉千佳子: 広島県物理教育研究推進会事務局, 会計幹事
- [14] Sangwook Kim: Materials, Section Editor for Advanced and Functional Ceramics and Glasses
- [15] Sangwook Kim: Materials, Editorial Board member

### ○ 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] 森吉千佳子：東北大学金属材料研究所研究部共同利用委員会

○ 学内委員等

[1] 黒岩芳弘：理学部 学部長

[2] 黒岩芳弘：大学院理学研究科 研究科長

[3] 黒岩芳弘：大学院先進理工系科学研究科 副研究科長，他

○ 客員教授，研究員等

[1] 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

○ 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 BL02B2 粉末構造解析ビームライン，ダブルペロブスカイト型反強誘電体の構造物性 (2022 年)，参加国：日本，中国，韓国

[2] 黒岩芳弘：SPring-8 BL02B2 粉末構造解析ビームライン，電池正極材量の構造物性 (2022 年)，参加国：日本，中国

○ 国際会議開催実績

[1] 黒岩芳弘：15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nano-scopic Structures (ISFD-15) (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan), Local Committee, 主催者代表 ((一社)日本誘電体学会 会長)，参加者 81名

[2] 黒岩芳弘：14th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications (JCFMA-14) (2022.12.8-9, Kanazawa, Kanazawa Bunka Hall, Japan), Academic Committee, 主催者代表 ((一社)日本誘電体学会 会長)，参加者 日本側 36名，中国側 約100名

高大連携事業への参加状況

○ 模擬授業

[1] 黒岩芳弘：理学系大学進学に係るキャリアパスガイダンス「大好きな数学と理科を一生の仕事にする」，広島大学附属福山高校1年生対象，福山市，2022年10月21日午前

[2] 黒岩芳弘：理学系大学進学に係るキャリアパスガイダンス「大好きな数学と理科を一生の仕事にする」，広島大学附属高校1年生対象，広島市南区翠，2022年10月21日午後

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：大学院先進理工系科学研究科博士課程後期，2020年4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)「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」(2022年度, 1,820千円)
- [2] 黒岩芳弘 (分担) : 科学研究費補助金基盤研究 (B) (一般)「デバイス深部に実装された結晶性ナノ粒子の特性解明に資する構造可視化技術の開発」(2022年度, 715千円)
- [3] 黒岩芳弘 (全体統括) : 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」(2022年度, 0千円)
- [4] 黒岩芳弘 (代表) : 量子科学技術研究開発機構他共同研究「放射光X線回折を用いた構造解析技術の開発」(2022年度, 1,500千円)
- [5] Kim Sangwook (代表) : 公益財団法人村田学術振興財団研究助成「結晶構造エンジニアリングを用いたエネルギーハーベスティング用高性能圧電材料の創成」(2020-2022年度, 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

- [1] 繁榎鳳康(M2) : Poster Award, 15th International Symposium on Ferroic Domains & Micro- to Nanoscopic Structures (ISFD-15) (2022.8.28-31, Kofu, Hotel Danrokan, Japan).
- [2] 福島凧世(M1) : 第 52 回講演奨励賞, 2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会で招待講演 (単著) (2022 年 9 月 20 日-23 日, 東北大学 (川内キャンパス), 仙台).
- [3] 繁榎鳳康(M2) : Best Poster Presentation Award, 14th Japan-China Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications (JCFMA-14), (2022.12.8-9, Kanazawa, Kanazawa Bunka Hall, Japan).
- [4] Kim Sangwook : International Association of Advanced Materials Award (IAAM Award), 国際先端材料協会 (International Association of Advanced Materials) より受賞. European Advanced Materials Congress で受賞講演 (2022 年 6 月 25 日-7 月 2 日, ジェノバ, イタリア, ハイブリッド (オンライン)).

- 学内表彰・受賞

- [1] 繁榎鳳康(M2) : 令和 4 年度先進理工系科学研究科学生表彰 (2023 年 3 月 23 日)
- [2] 白川皓介(B4) : 成績優秀者に対する物理学科長表彰 (2023 年 3 月 23 日)
- [3] 白川皓介(B4) : 成績優秀者に対する理学部長表彰 (2023 年 3 月 23 日)
- [4] 白川皓介(B4) : 成績優秀者に対する学長表彰 (2023 年 3 月 23 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と計算機を用いたモデルシミュレーション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・磁性体における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。

近年は、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（ $\sim 10$  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4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。

### チタン酸ストロンチウムの新規強誘電性の探求

チタン酸ストロンチウム（ $\text{SrTiO}_3$ ）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 $\text{SrTiO}_3$ 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 $\text{SrTiO}_3$ 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SrTiO<sub>3</sub>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を依頼した。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。その結果、応力の違いによってSrTiO<sub>3</sub>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や後述の時間分解分光測定を活用した研究を進めており、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換する方法を探求している。

#### チタン酸ストロンチウム薄膜のパルス電場印加下の時分割分光測定

本研究グループでは、これまでチタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>) に電場を印加した時の誘電分極の時間応答を電子状態の視点から観測してきた。その成果は、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) している。ここで開発した手法をもとに、チタン酸ストロンチウム薄膜に生じている誘電分極の電場応答を調べるため、新たにチタン酸ストロンチウム薄膜を用いた時間分解X線吸収分光測定を行った。膜厚が薄くなるにつれて、交番電場に対する応答がより非対称になることが見いだされた。具体的には、正電場ではチタン酸バリウムと同じように電場に追従する分極の増加が見られたが、負電場では分極が減少するか、あるいはほとんど電場に応答しない奇妙な振る舞いが観測された。もともと常誘電体のチタン酸ストロンチウムを薄膜にすることで基板応力による歪みによる対称性の低下が薄膜中における分極形成の要因である。これは、撓電性として知られる物理現象であると結論できる。撓電性は液晶では一般的な性質であるが、酸化物セラミックスでは通常はその寄与は無視できるほど小さい。今回、蒸着薄膜を用いることで、適当な基板上でその性質が発現することが明らかになった。

#### (2) 光電子分光法を活用した電子状態測定の新展開

##### 硬X線光電子分光法

アルミ酸化鉄薄膜が、電場印加の履歴に応じて抵抗状態が変化することが、千葉大学のBadri Rao助教により発見・報告されている。本研究グループでは、Rao助教との揺動研究で、抵抗状態の変化を生み出す電子状態の解明に取り組んでいる。本研究グループでは、X線吸収分光法を中核にして、実験と計算による相補的なアプローチを行っている。抵抗状態の変化は、構成元素の中心となる鉄イオンの価数変化によると考えるのが一般的であり、本研究グループでもこの考えに基づいて、鉄イオンの吸収スペクトルに現れるエネルギーシフトやスペクトル形状の変化に注目して解析を進めている。一方、共同研究者のRao助教と共同で、SPring-8において硬X線光電子分光法による表面近傍の電子状態の直接観測にも挑戦した。高抵抗状態および低抵抗状態の2つの異なる抵抗状態の試料を事前に準備して、価電子帯のエネルギーシフトの観測に挑戦した。これまでのところ、抵抗状態の変化は薄膜と基板の界面近傍数原子層の価数変化が要因であることを明らかにできた。ただ、膜厚に対して価数変化している層は非常に薄いため、X線吸収分光でも光電子分光でも、変化は極めて微小なため、差分スペクトルとして辛うじて確認できるレベルである。より顕著な変化を調べるために、特性向上に向けた取り組みを始めている。

## オペランド光電子分光法

本研究グループでは、二酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 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 $\text{TiO}_2$ 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、単結晶試料の異なる面方位の触媒活性を丁寧に調べること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 $\text{TiO}_2$ 表面における脱離速度の違いを測定した。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 $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$ 合金の小さな熱膨張率は、大きな磁気体積効果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詳細に分かっていない。本研究ではこの疑問に対する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。 $\text{Fe}_{65}\text{Ni}_{35}$ インバー合金において逆モンテカルロ法による構造解析手法を導入し、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たところ、強磁性相においてFe-Fe原子対の長さが他の原子対と比べて長いことを見出した。このことが磁気体積効果およびインバー効果の原子レベルの起源であることを示した。さらに本研究ではこの試みを典型的な金属的熱膨張を示す $\text{Fe}_{55}\text{Ni}_{45}$ についても測定を行ったところ、強磁性相においてFe-Fe原子対の長さが他の原子対と比べて長いことを見出した。このため強磁性相でのFe-Fe原子対の伸長はFe合金では共通してみられ、インバー効果は組成に依存するFe-Fe対の数と磁気転移温度の高低のバランスで決定されるのではないかと考えられる。本研究では従来のEXAFSの手法に加えてX線全散乱の導入や、負の熱膨張を示すFe-Pt合金への他の試料系への展開を進めている。

#### 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 $\text{GdFe}_2$ 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。これまでの実験は重希土類のGdが含まれる磁性化合物が多かったが、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調べた。具体的には永久磁石材料の一つである $\text{SmCo}_5$ に着目し、高圧下で水素化した場合のXMCDとXRDを測定した。 $\text{SmCo}_5$ では水素化前の強磁性相からフェリ磁性に磁気転移をXMCDで見出した。また水素量をXRDで求めた格子体積から正確に導出し、これらの水素がSmとCoで構成される四面体サイトを占有すると予測した。このサイトに水素が多く入ると、SmとCoの磁気カップリングを反転できることをWien2kによる電子状態解析から見出した。本研究では、全磁気モーメントに対する軌道磁気モーメントが多いHoとDyを含む $\text{Dy}_2\text{TM}_{17}$ と $\text{Ho}_2\text{TM}_{17}$ も研究室のアーケ炉を用いて作製した。これらのXMCDについても水素を圧媒体として高圧下で測定し、フェリ磁性から強磁性相への反転を見出すことができた。

## 高圧下でのX線分光測定技術の開発

新しい試みとして希ガスクリプトンのX線吸収測定と高圧下X線ホログラフィーの技術開発を実施した。希ガスクリプトンはガス充填装置を用いて圧力セルに導入でき、液相と固相のEXAFSプロファイルを明瞭に測定できた。高圧X線ホログラフィーについては、圧力セルのアンビルやガasket材料からの散乱/回折X線が微量試料のシグナルを打ち消すバックグラウンドとなるため、これらの除去方法を検討している。

## 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 との 2 段式アンビルを用いた超高圧下での XRD/XAS 測定技術開発
- 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
- 産総研からの純良希土類化合物試料の提供
- 東京理科大学, RMC 法を用いた XAFS 解析技術の共同研究
- 名古屋工業大学, 広島市立大学, 高圧 X 線ホログラフィーの技術開発
- ラトビア大学固体物理学研究所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
- ビルラ工科大学 (インド) とのマルチフェロイック物質に関する分光研究と情報交換
- 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と天然チタン酸化物単結晶を用いた光触媒研究
- 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と軟 X 線吸収分光測定法の共同開発
- 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
- 千葉大学先進科学センターとアルミフェライト薄膜の光電子分光および吸収分光測定の共同研究
- 静岡大学工学部から元素置換型ペロブスカイトチタン酸化物の試料提供と技術相談
- 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

## 原著論文

- [1] S. Sawada, K. Okai, H. Fukui, R. Takahashi, N. Ishimatsu, H. Maruyama, N. Kawamura, S. Kawaguchi, N. Hirao, T. Seki, K. Takanashi, S. Ohmura, and H. Wadati, Lattice constants and magnetism of L10-ordered FePt under high pressure, Appl. Phys. Lett. 122, 152406 (2023)
- [2] Fuminori Honda, Shintaro Kobayashi, Naomi Kawamura, Saori I. Kawaguchi, Takatsugu Koizumi, Yoshiki J. Sato, Yoshiya Homma, Naoki Ishimatsu, Jun Gouchi, Yoshiya Uwatoko, Hisatomo Harima, Jacques Flouquet, and Dai Aoki, Pressure-induced Structural Phase Transition and New Superconducting Phase in UTe<sub>2</sub>, J. Phys. Soc. Jpn. 92, 044702 (2023) [10 Pages] DOI: 10.7566/JPSJ.92.044702
- [3] Naoki Ishimatsu, Kentaro Ishimoto, Kouji Sakaki, Yumiko Nakamura, Naomi Kawamura, Saori I. Kawaguchi, Naohisa Hirao, and Satoshi Nakano, Ferrimagnetic coupling between cobalt and light rare-earth samarium induced by dense hydrogenation of SmCo<sub>5</sub> permanent magnet under high pressures, Phys. Rev. Materials 7, 024401 (2023).
- [4] Yusuke Kubo, Naoki Ishimatsu, Naoto Kitamura, Naomi Kawamura, Sho Kakizawa, Masaichiro Mizumaki, Ryuichi Nomura, Tetsuo Irifune and Hitoshi Sumiya, Visualization of the disordered structure

of Fe-Ni Invar alloys by Reverse Monte Carlo calculations, Front. Mater. 9:954110. (2022).

## 著書

石松直樹：「高圧力の科学・技術辞典」総頁458頁のうち2頁，朝倉書店 2022年

## 国際会議

(招待講演)

該当無し

(一般講演)

- [1] Naoki Ishimatsu, “Visualization of the disordered structure of Fe-Ni Invar alloys by EXAFS and RMC Calculations” Int. WS on Exploration of Atomistic Disorder in Long-Range Ordered Systems and of Order in Disordered Materials (2022.9.19-21, Grenoble, France and Hybrid meeting)
- [2] Keita Hiromori, “Comparison of photocatalytic activity of edge and terrace sites of anatase TiO<sub>2</sub> single crystal by micro X-ray photoelectron spectroscopy” The 22nd INTERNATIONAL VACUUM CONGRESS IVC-22 (2022.9.11-16, Sapporo, Japan)
- [3] Keita Hiromori, “Correlation between valence-band structure and photocatalytic activity on the surface of natural anatase TiO<sub>2</sub> crystal by micro XPS” RAC INTERNATIONAL SUMMER SCHOOL 2022 (2022.8.14-21, Varberg, Sweden)

## 国内学会

(依頼講演)

久保優介，「圧力下EXAFSとRMC法によるFe-Ni合金の局所構造解析」，2022年第3回XAFS勉強会 (2022.11.4, オンライン開催)

(一般講演)

- [1] 木村耕治，石松直樹，佐藤友子，村田洋人，山田実桜，八方直久，河村直己，東 晃太郎，江口律子，久保園芳博，田尻寛男，新名 亨，入船徹男，細川伸也，林 好一，「高圧蛍光X線ホログラフイーの開発とSrTiO<sub>3</sub>における圧力印加構造変化の観測」，日本物理学会 春季大会 (2023.3.22-25, オンライン開催)
- [2] 中島伸夫，「Ba(Ti<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>)O<sub>3</sub>セラミックスの圧電特性向上に対するSn置換効果」，2022年度量子ビームサイエンスフェスタ (2023.3.13-15, つくば国際会議場 (エポカルつくば)，ハイブリッド開催)
- [3] 廣森慧太，「顕微分光測定を用いたアナターゼ/ルチル界面の光触媒活性と電子構造の評価」，2022年度量子ビームサイエンスフェスタ (2023.3.13-15, つくば国際会議場 (エポカルつくば)，ハイブリッド開催) **【優秀若手表彰受賞】**
- [4] 廣森慧太，「顕微分光測定によるアナターゼ/ルチル界面の光触媒活性の研究」，オンラインミニカンファレンス Nanospec FY2022 mini (2023.3.7, オンライン)
- [5] 石松直樹，久保優介，岡田理玖，山田実桜，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，「NPDを使った圧力下XAFS測定とRMC法によるFe合金の構造解析の現状」，第8回愛媛大学先進超高压科学研究拠点(PRIUS)シンポジウム (2023.3.2, 愛媛大学GRC)
- [6] 廣森慧太，下山絢女，中島伸夫，長谷川 巧，間瀬一彦，小澤健一，「顕微分光測定を用いたアナターゼ/ルチルヘテロ界面のバンドベンディングと光触媒活性の評価」，第35回日本放射光学

会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)

- [7] 坂野碩保, 中島伸夫, 柿原瑛樹, 符 徳勝, 「圧電体Ba(Ti<sub>1-x</sub>Sn<sub>x</sub>)O<sub>3</sub>のSn置換効果の研究」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [8] 猫本勇輝, 中島伸夫, 加藤盛也, 上條 快, 安井伸太郎, 足立純一, 丹羽尉博, 仁谷浩明, 「SrTiO<sub>3</sub>薄膜の歪み誘起分極の電場応答」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [9] 加藤盛也, 中島伸夫, 大沢仁志, 加藤和男, 伊奈稔哲, Anspoks Andris, 「X線吸収分光法と逆モンテカルロ法による強誘電体BaTiO<sub>3</sub>の電場下構造解析」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [10] 久保優介, 石松直樹, 北村尚斗, 河村直己, 水牧仁一朗, 柿澤 翔, 野村龍一, 角谷 均, 入船徹男, 「圧力下EXAFSとRMC法によるFe-Ni合金の局所構造解析」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [11] ©下山絢女, 中島伸夫, 廣森慧太, 石松直樹, 間瀬一彦, 小澤健一, 「顕微X線光電子分光によるPd-Rh合金の内殻準位の組成依存性」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [12] 遠藤優理, 加藤盛也, 中島伸夫, Rao Badari, 安井伸太郎, 大沢仁志, 河村直己, 「X線吸収分光法を用いたAlFeO<sub>3</sub>薄膜の抵抗スイッチング特性の研究」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [13] 木村耕治, 石松直樹, 佐藤友子, 村田洋人, 山田実桜, 八方直久, 河村直己, 東 晃太郎, 江口律子, 久保園芳博, 田尻寛男, 新名 亨, 入船徹男, 細川伸也, 林 好一, 「高圧蛍光X線ホログラフィーの開発」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [14] 手塚泰久, 島村仁章, 任 皓駿, 渡辺孝夫, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明, 「Aサイト秩序型ペロブスカイトCaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>の電子構造の温度依存性」, 第35回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023.1.7-9, 立命館大学 草津キャンパス)
- [15] 岡田理玖, 石松直樹, 北村尚斗, 河村直己, 「ステンレス合金SUS304における逆モンテカルロ法の確立」, 学術変革領域研究(A)「超秩序構造科学」第4回成果報告会 (2022.10.1-2, NIMS (つくば千現地区))
- [16] 手塚泰久, 島村仁章, 任 皓駿, 渡辺孝男, 野澤俊介, 中島伸夫, 岩住俊明, 「Aサイト秩序型ペロブスカイトCaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>の電子構造の温度依存性」, 日本物理学会 秋季大会 (2022.9.12-15, 東工大 大岡山キャンパス)
- [17] 塚越 舜, 倉内憲伸, 松村 武, 石松直樹, 大原繁男, 田中良和, 「YbNi<sub>3</sub>Ga<sub>9</sub>の圧力誘起磁気秩序の探索—高圧下共鳴X線回折実験—」, 日本物理学会 秋季大会 (2022.9.12-15, 東工大 大岡山キャンパス)
- [18] 久保優介, 石松直樹, 北村尚斗, 河村直己, 水牧仁一朗, 柿澤 翔, 野村龍一, 角谷 均, 入船徹男, 「EXAFSで求めた圧力誘起インバー合金Fe<sub>55</sub>Ni<sub>45</sub>の局所構造と静水圧性の影響」, 日本物理学会 第25回 XAFS討論会 (2022.8.2-4, 鳥栖サンメッセ, ハイブリッド開催)

## 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 0 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 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 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

## 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：日本学術振興会 特別研究員等審査委員
- [3] 石松直樹：SPring-8 ユーザー共同体 高圧物質科学研究会 代表
- [4] 石松直樹：日本高圧力学会 庶務幹事
- [5] 石松直樹：第 26 回 XAFS 討論会 プログラム委員

### ○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

- [1] 中島伸夫：高大連携授業「サイエンス入門」担当

## 国際交流

- [1] 中島伸夫：ラトビア大学物性物理学研究所所長と週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
- [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
- [3] 中島伸夫：ビルラ工科大学のB. Harihara Venkataraman教授とAurivillius構造をもつ酸化物について共同研究に着手

## 各種研究員と外国人留学生の受入状況

### ○外国人留学生

- [1] 大学院先進理工系科学研究科博士課程後期, 2022年10月入学生, 1名 (中国)

## 研究助成金の受入状況

- [1] 石松直樹：科学研究費補助金 基盤研究(B) (2021年度-2023年度) (代表, 4,000千円)  
課題名：「中距離スケールの原子位置の可視化によるFe合金の大きな磁気体積効果の起源解明」

- [2] 石松直樹：科学研究費補助金 学術変革領域研究(A)（公募研究）超秩序構造科学（2021年度-2022年度）（代表, 3,000千円）  
 課題名：「Fe-Fe原子相関を超秩序構造とした不規則鉄合金の構造可視化」
- [3] 石松直樹：科学研究費補助金 基盤研究(B)（2020年度-2023年度）（分担, 300千円）  
 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」
- [4] 中島伸夫：科学研究費補助金 基盤研究(B)（2022年度-2024年度）（代表, 17,180千円）  
 課題名：「電場に同期した電子状態のリアルタイム観測による隠れた強誘電性の解明」

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] 久保優介(M2)：第25回XAFS討論会 「学生奨励賞」を受賞, 2022年8月3日
- [2] 廣森慧太(D2)：「量子ビームサイエンスフェスタ」で「学生奨励賞」を受賞, 2023年3月15日
- [3] 加藤盛也(D3)：令和3年度学生表彰, 2022年4月3日

## ○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) 複合アニオン超伝導体 $\text{HfP}_{2-x}\text{Se}_x$ における線ノード型ディラック電子の直接観測

見かけ上の質量がゼロになるディラック電子は, 不純物があってもぶつかることなく進み続けるという目覚ましい特徴をもっており, 炭素原子が蜂の巣格子を組むグラフェンで最初に発見された。高速で移動度の高い電気伝導を実現するため, グラフェンを用いた電子デバイスの開発が進められている。ディラック電子が示す特殊な量子ホール効果は, 2010年のノーベル物理学賞の対象にもなった。このディラック電子は, ノードと呼ばれるエネルギーの原点が「点状」のものと「線状」のもの2種類に分けられる。グラフェンを含め, これまで発見された物質中のディラック電子は, ほとんどが点ノード型で, 線ノード型は希少であった。線ノード型は, ディラック電子のエネルギー分散関係が運動量空間で連続的につながっているため, 電子が散乱されにくいという性質が強調されることに期待が高まっている。さらなる次世代のデバイス開発のため

には、「線状」でかつ「高速」なディラック電子を持ち、さらに「超伝導」を示すことが要求される。しかし、3拍子そろった物質は未だ発見されていなかった。最近、半金属  $\text{ZrSiS}$  に線ノード型のディラック電子がいることが報告されたが、その速さはグラフェンの 65% で、超伝導は示さない。また超伝導体  $\text{PbTaSe}_2$  に線ノード型ディラック電子が発見されているが、その速さはグラフェンの 40% だった。

このような中、超伝導体  $\text{ZrP}_{2-x}\text{Se}_x$  が本研究の共同研究者である国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研）の鬼頭らにより 2014 年に発見された。この物質は、線ノード半金属  $\text{ZrSiS}$  を形作るシリコン  $\text{Si}$  の単原子層を、リン  $\text{P}$  の単原子層に置き換えたものになっていることから、同様の線ノードが現れるものと第一原理計算で予測されていた。そこで、本研究では、超伝導体  $\text{ZrP}_{2-x}\text{Se}_x$  の電子構造を直接観測し、線ノード型ディラック電子の有無とその形成起源を調べるために、放射光を用いた角度分解光電子分光を行った。

その結果、超伝導体  $\text{ZrP}_{2-x}\text{Se}_x$  にはダイヤモンド型をした環状の線ノードが存在することを明らかにした。また、観測されたディラック分散関係の傾きから、線ノード型ディラック電子の群速度が 1200 km/s に達することがわかった。この速度は、グラフェン中の点ノード型ディラック電子の速度に匹敵し、これまでに知られている線ノード型ディラック電子の速度を大幅に上回る最速記録である。また、リン  $\text{P}$  原子の正方格子でできた単原子層を仮定してモデル計算を行ったところ、実験結果を見事に再現する結果が得られた。このことから、超伝導体の中に観測された特徴的な環状の線ノードと最速のディラック電子が、リン  $\text{P}$  原子の正方格子によって実現することがわかった。

上記のように、ノンシンモルフィック構造をとる  $\text{MSiCh}$  ( $M=\text{Zr, Hf}$ ,  $\text{Ch}=\text{S, Se}$ ) が、フェルミ準位近傍に交差を持つディラック線ノードをバンド構造にもつ半金属として大きな注目を浴びている。最近、グライド面の  $\text{Si}$  を  $\text{P}$  に置き換えると、ディラック線ノードを保ちつつ、超伝導を発現することがわかった。このようなディラック線ノードが、正方格子を構成する元素や格子定数、更にはスピン軌道相互作用によってどのように変調を受けるのかを調べることにより、超伝導発現などの物性の違いを詳細に知ることができるはずである。そこで本研究は、 $\text{HfP}_{2-x}\text{Se}_x$  の高品質単結晶試料について、放射光角度分解光電子分光実験 (ARPES) を行ったところ、2枚の大きなフェルミ面、および、 $\Gamma$  点と  $\text{X}$  点のそれぞれに小さな電子ポケットが観測された。大きなフェルミ面を構成するバンドは、 $-0.9\text{eV}$  においてギャップレスなディラック交差をもち、ダイヤモンド型をした環状のディラック線ノードを形成する。 $\text{HfSiS}$  では、70 meV 程度のギャップが開いたディラック線ノードが報告されているため、 $\text{HfP}_{2-x}\text{Se}_x$  におけるディラック線ノードはスピン軌道相互作用の影響を受けにくいことが示唆される。また、 $\text{HfP}_{1.45}\text{Se}_{0.37}$  のディラック電子の群速度が 1300 km/s に達し、 $\text{ZrP}_{1.24}\text{Se}_{0.57}$  に比べて 1.1 倍、 $\text{HfSiS}$  と比べると 1.3 倍程度になっていることが判明した。 $\text{Si}$  に比べると、 $\text{P}$  正方格子は格子定数が大きくなるため、他の要因がディラック電子の高速化に寄与していると考えられる。本研究は、 $\text{P}$  正方格子をもつ  $\text{MP}_{2-x}\text{Se}_x$  が、高速の線ノード型ディラック電子をもつ超伝導体であり、スピン軌道相互作用の影響を受けにくいことを示し、新奇物性研究への展開が期待される。

本研究のポイントは「線状」でかつ「最速」のディラック電子を「超伝導」物質の中に見出したことである。この発見により次世代の高速デバイス開発への明確な指針が見出された。また、最近、トポロジという概念が物質に存在し、さまざまな新奇物性現象が予言されており、線ノードを有する物質も同じくトポロジで分類できることがわかってきた。その観点から、今回の発見は新しいトポロジカル超伝導体の発見にもつながり、エラー耐性に優れた量子コンピュータの開発のために必要な幻の粒子・マヨラナ粒子の発見にもつながると期待される。



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「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) 巨大異常ネルンスト効果を示すFe<sub>3</sub>Ga薄膜のスピンド分極バンド構造の観測

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 μV/K 以下と極めて低いため、10-20 μV/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。

最近、Fe<sub>0.68</sub>Ga<sub>0.32</sub>薄膜において起電力が純 Fe に比べ 2 桁大きな 2.4 μV/K に達することが報告された。この大きな起電力は、主に横ペルチェ係数の増大によりもたらされていることが理論から予測された。更に規則化した D0<sub>3</sub>相 Fe<sub>3</sub>Ga では起電力が 4 μV/K に達し、これはバンドのトポロジーに起因する内因性効果により発現することが示唆されている。しかし、これらの先行研究では大きなネルンスト効果を生じ得る電子バンドの理論予測に基づき、実際の試料におけるフェルミ準位シフトが推測されるに留まっており、直接的なバンド観察に基づく解析は行われていない。このような解析には、スピンドを分解した上で、エネルギー分散関係を可視化できるスピンド角度分解光電子分光 (Spin-ARPES) が必要である。しかし、Fe-Ga 合金は劈開性に乏しく清浄表面を得ることが困難であるため、これまで ARPES を用いた実験的報告はされていない。そこで我々は、D0<sub>3</sub>相 Fe<sub>3</sub>Ga 薄膜をマグネトロン・スパッタリング法により成膜し、超高真空スーツケースを用い広島大学に輸送、Spin-ARPES 実験を HiSOR BL-9B の VLEED 型スピンド検出器を用いて行った。その結果、フェルミ準位 ( $E_F$ ) を横切る少数スピンドのバンド、および  $E - E_F = -1.2$  eV 近傍では少数スピンドと多数スピンドのバンド分散を分離する形で観測した。計算したベリー曲率から横ペルチェ係数を見積もったところ、ちょうど実験結果から得られた  $E_F$  で大きなネルンスト効果が現れることがわかった。

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ド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。

### (3) 放射光角度分解光電子分光を用いた希土類元素を含む反強磁性体の電子状態の研究

反強磁性体を舞台とするスピントロニクスが現在大きな注目を集めている。反強磁性体ではマクロな磁化が消失しているため、外場による物性制御が困難であると一般的には考えられているが、その背後に潜む磁気多極子の自由度によって電気・磁氣的応答が複合した交差相関物性現象

などが誘起される。近年では、このような磁気多極子の自由度を持つ反強磁性秩序を利用したスピントロニクス技術も提案され大きな注目を集めている。本研究で注目するRMnSi (R=La,Ce) は、その結晶構造が非共型の空間群P4/nmm に属し、ネール温度 $T_N \sim 294$  K の反強磁性体である。また、結晶構造中に図1(b)で示すようなバックリング層を有する。この場合、常磁性状態では結晶構造全体として空間反転対称性を保つ一方で、各原子サイトに視点を移すと局所的に反転対称性を欠いている。そのため空間反転対称操作でつながった副格子を有する。ここに反強磁性秩序が現れると、副格子が非等価になり、大域的な空間反転対称性が自発的に破れる。これは丁度、磁気多極子の出現の必要条件になっており、バンド構造にラシュバ型のスピン分裂や波数方向にシフトした非対称バンドが生じ、特異な外場応答を引き起こす可能性がある。実際に、結晶構造に同様のバックリング層を含む反強磁性体BaMn<sub>2</sub>As<sub>2</sub>やEuMnBi<sub>2</sub> で磁気圧電効果が観測されており、これらが磁気多極子に由来すると考えられている。しかしながらこれまで外場応答に関する情報のみが調べられ、その応答テンソルの起源となる電子構造に関する報告例はない。RMnSi では、 $T_N$  で電気抵抗に異常が報告されており、反強磁性転移に伴う電子構造の変化が推察される。特筆すべきは、RMnSi は反強磁性磁気構造単位格子の大きさを変えずに、磁気モーメントが $q = 0$  の配列をとり、通常の反強磁性体とは一線を画すことである。そのため、磁気秩序が電子構造に与える影響を調べる上で格好の舞台となる。しかしながら、LaMnSiおよびCeMnSiの電子構造に関する実験的報告はなく、さらに磁気構造による対称性を反映した電子構造をしているのかについては未解明である。

そこで本研究では、RMnSi (R = La, Ce) における反強磁性秩序の対称性が電子状態に与える影響を明らかにするため、SPring-8 BL25SU およびHiSOR BL-1, BL-9A にて、それぞれ軟X線(SX) および真空紫外線 (VUV) 領域の放射光を用いた角度分解光電子分光 (ARPES) を行った。まずはSX-ARPESを用いて、励起光エネルギー可変である放射光の利点を活かし、 $k_z$ 方向のバンド分散関係まで含めて3次元的な電子構造を観測した。また、ブリルアンゾーンの高対称 $\Gamma - X$ 波数線を横切る $k_x-k_y$ 面におけるフェルミ面を $T_N$ 以下の $T=50$  Kで観測した。次に $\Gamma - X$ 波数線に沿ったエネルギー分散関係では、ブリルアンゾーン境界X点においては下に凸の放物線バンドがARPESから明瞭に観測され、 $\Gamma$ 点においては下に凸と上に凸なバンドが交差する様子が観測された。同様のバンドは $p$ 偏光VUV放射光を用いたARPES測定でも観測された。またCeMnSiについても50 K ( $< T_N$ )で測定を行い、同様の分散を観測した。これらの実験結果は、ともにLaMnSiの反強磁性秩序を考慮した第一原理計算の方が、常磁性相を考慮したものと比較してより良く再現することがわかった。また、これらのバンドは主にMn 3d軌道成分が優勢であることから、反強磁性を担うMn 3d 電子状態が普遍的な特徴を有していることを意味している。このように、本研究でRMnSi (R=La,Ce)の $q = 0$ の反強磁性秩序に対応した電子状態を初めて実験的に明らかにした。

#### (4) ホイスラー合金Co<sub>2</sub>Cr(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Co<sub>2</sub>CrGaとCo<sub>2</sub>CrSi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、Co<sub>2</sub>Cr(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。

#### 原著論文

- [1] T. Kubota, D. Takano, Y. Kota, S. Mohanty, K. Ito, M. Matsuki, M. Hayashida, M. Sun, Y. Takeda, Y. Saitoh, S. Bedanta, A. Kimura, and K. Takanashi, “Magnetoelastic anisotropy in Heusler-type  $\text{Mn}_{2-\delta}\text{CoGa}_{1+\delta}$  films”, *Phys. Rev. Mater.* **6** (4), 044405/ 1-12 (2022).
- [2] B. Gudac, M. Kriener, Y. V. Sharlai, M. Bosnar, F. Orbanić, G. P. Mikitik, A. Kimura, I. Kokanović, and M. Novak, “Nodal-line driven anomalous susceptibility in  $\text{ZrSiS}$ ”, *Phys. Rev. B.* **105** (24), L241115/ 1-6 (2022).
- [3] (解説記事) 角田一樹, 桜庭裕也, 木村昭夫, 「光電子分光で探る Co 基ホイスラー合金の電子構造と機能性」 *固体物理* **8** (3), p.117-137 (2023).
- [4] De-Yang Wang, Qi Jiang, Kenta Kuroda, Kaishu Kawaguchi, Ayumi Harasawa, Koichiro Yaji, Arthur Ernst, Hao-Ji Qian, Wen-Jing Liu, He-Ming Zha, Zhi-Cheng Jiang, Ni Ma, Hong-Ping Mei, Ang Li, Takeshi Kondo, Shan Qiao, and Mao Ye, “Coexistence of Strong and Weak Topological Orders in a Quasi-One-Dimensional Material”, *Phys. Rev. Lett.* **129** (14), 146401/ 1-6 (2022).

#### 国際会議

(招待講演)

特になし

(一般講演)

- [1] ©Akihiro Ino, Satoshi Ishizaka, Takuya Kubo, Takashi Kono, Yudai Miyai, Hitoshi Takita, Wumiti Mansuer, Shiv Kumar, Kenya Shimada, Shigenori Ueda, Hijiri Kito, Izumi Hase, Shigeyuki Ishida, Kunihiko Oka, Hiroshi Fujihisa, Yoshito Gotoh, Yoshiyuki Yoshida, Akira Iyo, Hiraku Ogino, Hiroshi Eisaki, Kenji Kawashima, Yousuke Yanagi, Akio Kimura, “Anion mixing effects on the electronic structure of a phosphorus-based Dirac nodal-line superconductor  $\text{ZrP}_{2-x}\text{Se}_x$ ”, APS March Meeting 2023 (2023.3.9, Caesars Forum Convention Center, Las Vegas, USA).
- [2] ©Takuma Iwata, Kousa Towa, Yukimi Nishioka, Ohwada Kiyotaka, Hideaki Iwasawa, Masashi Arita, Akio Kimura, Kenta Kuroda, Koji Miyamoto, Taichi Okuda, “Development of the laser based  $\mu$ -SARPES machine at HiSOR”, APS March Meeting 2023 (2023.3.9, Caesars Forum Convention Center, Las Vegas, USA).
- [3] ©Karen Nakanishi, Kiyotaka Ohwada, Kenta Kuroda, Kazuki Sumida, Hitoshi Sato, Koji Miyamoto,

- Taichi Okuda, Shinji Isogami, Keisuke Masuda, Yuya Sakuraba, Akio Kimura, “Band structure of ferromagnetic Fe<sub>4</sub>N thin-film revealed by spin- and angle- resolved photoelectron spectroscopy”, APS March Meeting 2023 (2023.3.9, Caesars Forum Convention Center, Las Vegas, USA).
- [4] ©Yukimi Nishioka, Satoshi Ishizaka, Kenta Kuroda, Akihiro Ino, Shiv Kumar, Kenya Shimada, Hijiri Kito, Izumi Hase, Shigeyuki Ishida, Kunihiko Oka, Hiroshi Fujihisa, Yoshito Gotoh, Yoshiyuki Yoshida, Akira Iyo, Hiraku Ogino, Hiroshi Eisaki, Kenji Kawashima, Yousuke Yanagi, Akio Kimura, “Direct observation of Dirac nodal-line fermions in a mixed-anion superconductor HfP<sub>2-x</sub>Se<sub>x</sub>”, APS March Meeting 2023 (2023.3.8, Caesars Forum Convention Center, Las Vegas, USA).
- [5] ©Jadupati Nag, Barnabha Bandyopadhyay, Bishal Das, K. G. Suresh, Aftab Alam, and Akio Kimura, “GdAlSi: A potential candidate for antiferromagnetic Weyl semimetal”, APS March Meeting 2023 (2023.3.6, Caesars Forum Convention Center, Las Vegas, USA).
- [6] ©Kaishu Kawaguchi, Kenta Kuroda, Yuto Fukushima, Zhigang Zhao, Shuntaro Tani, Hiroaki Tanaka, Ayumi Harasawa, Takushi Imori, Ryo Noguchi, K. A. Kokh, O. E. Tereshenko, Akio Kimura, Koichiro Yaji, Shik Shin, Fumio Komori, Yohei Kobayashi, Takeshi Kondo, “Time-, spin- and angle-resolved photoemission spectroscopy of spin-polarized surface states with a 10.7-eV laser at 1-MHz repetition rate”, The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22) (Oral, 2022.9.11-16, Sapporo, Japan).

#### 国内学会

##### (招待講演)

- [1] 木村昭夫, 「放射光 ARPES による複数の軌道が絡みあったトポロジカル物質の探索と制御」 2022 年度 ナノスピントロニクス研究会・機能磁性材料分光研究会 合同研究会 (2023 年 3 月 28 日, 大阪大学吹田キャンパス)
- [2] 木村昭夫, 中西楓恋, 大和田清貴, 磯上慎二, 増田啓介, 桜庭裕弥, 「スピン分解 ARPES で捉える Fe<sub>4</sub>N 薄膜の電子状態」 令和 4 年度通研共同プロジェクト研究成果報告会 (2023 年 3 月 3 日, 東北大学電子通信研究所)
- [3] 木村昭夫, 「NanoTerasu によって実現する量子固体物性」 第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (2023 年 1 月 8 日, 立命館大学南草津キャンパス, 滋賀県草津市)

##### (セミナー)

- [1] 木村昭夫, 「トポロジカル量子物質の角度分解光電子分光と機能性解明」 甲南大学理工学部セミナー (2022 年 9 月 1 日, 甲南大学理工学部, 兵庫県神戸市)

##### (一般講演)

- [1] ©Jadupati Nag, Yukimi Nishioka, Yasumasa Takagi, Akira Yasui, Aftab Alam, K. G. Suresh, Akio Kimura, “CoFeVSb: A Promising Spintronic and Thermoelectric Material” 第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (口頭発表, 2023 年 3 月 17 日, 上智大学四谷キャンパス)
- [2] ©中西楓恋, 大和田清貴, 黒田健太, 角田一樹, 宮本幸治, 奥田太一, 磯上慎二, 増田啓介, 桜庭裕弥, 木村昭夫, 「スピン角度分解光電子分光実験による Fe<sub>4</sub>N 薄膜の電子状態の解明」 日本物理学会 2022 年秋季大会 (口頭発表, 2022 年 9 月 15 日, 東京工業大学大岡山キャンパス)
- [3] ©大和田清貴, 中西楓恋, 黒田健太, 宮本幸治, 奥田太一, 周 偉男, 佐々木泰祐, 磯上慎二, 増田啓介, 桜庭裕弥, 木村昭夫, 「Fe<sub>3</sub>Ga 薄膜のスピン分極バンド構造の観測」 日本物理学会 2022 年秋季大会 (口頭発表, 2022 年 9 月 14 日, 東京工業大学大岡山キャンパス) 【学生優秀発表賞 (領域4)】

- [4] ◎西岡幸美, 石坂仁志, 黒田健太, 井野明洋, Shiv Kumar, 島田賢也, 鬼頭 聖, 長谷 泉, 石田茂之, 岡 邦彦, 藤久裕司, 後藤義人, 吉田良行, 伊豫 彰, 荻野 拓, 永崎 洋, 川島健司, 柳 陽介, 木村昭夫, 「複合アニオン超伝導体  $\text{HfP}_{2-x}\text{Se}_x$  における線ノード型ディラック電子の直接観測」日本物理学会2022年秋季大会 (口頭発表, 2022年9月14日, 東京工業大学大岡山キャンパス)
- [5] ◎岩田拓万, 西岡幸美, 大和田清貴, 岩澤英明, 有田将司, 木村昭夫, 黒田健太, 宮本幸治, 奥田太一, 「HiSORにおけるレーザー顕微スピ分解光電子分光装置の現状」日本物理学会2022年秋季大会 (ポスター発表, 2022年9月13日, 東京工業大学大岡山キャンパス)

#### 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 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

##### (国内学会)

- 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 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 1 件

#### セミナー・講演会開催実績

該当無し

#### 社会活動・学外委員

##### ○ 学協会委員

- [1] 木村昭夫: 日本学術振興会 学術システム研究センター 専門研究員(2020年4月-2024年3月)
- [2] 木村昭夫: 日本物理学会第77~78期代議員 (2021年3月-2023年3月)
- [3] 木村昭夫: Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena (Elsevier 社), Editorial Board Member
- [4] 木村昭夫: 日本放射光学会評議委員会・委員 (2021年10月-2023年9月)
- [5] 木村昭夫: 日本表面科学会・国際事業委員会・委員
- [6] 木村昭夫: VSX 懇談会・幹事

##### ○ 外部評価委員等

- [1] 木村昭夫: SPring-8 選定委員会・委員
- [2] 木村昭夫: 次世代放射光施設利用研究検討委員会・委員
- [3] 木村昭夫: 日本放射光学会・学術賞等選考委員会・委員
- [4] 木村昭夫: 第14回日本放射光学会若手研究会審査委員会・委員
- [5] 木村昭夫: 日本物理学会 領域5・審査委員会・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」, 4,200 千円 (2022 年度直接経費)
- [2] 木村昭夫：令和 4 年度学術研究動向等に関する調査研究 (代表), 1,200 千円 (2022 年度直接経費)
- [3] 木村昭夫：科学研究費補助金 基盤研究(B) (2022-2024 年度) (分担)「トポロジカル結晶絶縁体(Pb,Sn)Te におけるスピン軌道トルクの制御と応用」, 300 千円 (2022 年度直接経費)
- [4] 木村昭夫：広島大学リサーチフェローシップ (2022 年度) (分担), 8,700 千円 (2022 年度直接経費)
- [5] 黒田健太：科学研究費補助金 基盤研究(B) (2022-2024 年度) (代表)「トポロジカル磁性体の磁気構造・電子構造・スピントクスチャ関連の検証」, 7,200 千円 (2022 年度直接経費)
- [6] 黒田健太：科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型) (2022-2023 年度) (代表)「トポロジカル磁性体の磁気構造・電子構造・スピントクスチャ関連の検証」, 3,100 千円 (2022 年度直接経費)
- [7] ムニサ ヌルママティ：科学研究費補助金 基盤研究(C) (2022-2024 年度) (代表)「角度分解光電子分光を用いた高次トポロジカル絶縁体の探索」, 1,200 千円 (2022 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おり、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ることで、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、脂質膜、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 (仁王頭・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。2022年度は、立体障害によって分子鎖の共役性を制御した芳香鎖SAMの分子内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ジェ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失活するとノーマルオージェ電子が観測される。CHC法では、この共鳴オージェとノーマルオージェの比率から、分子から基板への電荷移動速度を、数フェムト ( $10^{-15}$ ) 秒の内殻寿命を基準として評価することができる。そこで本年度は、2つのベンゼン環の間のねじれ角を変化させることで $\pi$ 共役性を系統的に変化させたビフェニル分子SAMについて、CHC法による電荷移動ダイナミクスの観測を行った。この実験では、金基板上に作製した、分子末端にメチルエステル基を持つビフェニルチオール分子SAMを対象とした。CHC法による電荷移動速度の

観測結果では、ねじれ角に依存した電荷移動時間の顕著な変化が見いだされた。

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。このイオン脱離の場合は分子振動緩和を経由するため、サブピコ ( $10^{-12}$ ) 秒より遅い電荷移動が反映される。内殻励起による脱離イオン収量の励起エネルギー依存性を計測することで、末端のメチルエステル基における選択的イオン脱離が観測されるとともに、ビフェニル分子の導電性に依存して、脱離イオンの断片化パターンが顕著に変化することが分かった。この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大きさに関係しており、分子と基板間の電荷移動の違いを反映していると考えられる。以上のように、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。

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もつ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の被膜のない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。本年度は、芳香分子鎖が異なる2種類のチオール分子で修飾した金ナノ粒子でイオン脱離およびCHCの計測を実施した。両計測手法でナノ粒子修飾分子では電荷移動速度が遅くなることが分かり、基板に集積したナノ粒子薄膜でもその修飾分子の電荷移動ダイナミクスを評価し得ることを見出した。また、レーザーアブレーション法を用いた合金ナノ粒子合成手法の開発も開始した。

#### ☆自己組織化有機単分子膜とナノカーボンの物性研究（関谷）

機能的なナノ構造を作成するためのアプローチとして、固体表面と分子との間の相互作用と分子同士の相互作用のバランスによって自発的に形成されるSAMは非常に重要な2次元の分子ナノ構造体の一つである。一方、多環芳香族炭化水素からなるナノ構造体としてフラーレンやカーボンナノチューブ、グラフェンなどが注目されている。カーボンナノチューブは電気伝導性、熱伝導性、機械的強靱性、化学的安定性、物質吸着性など、様々な性質を示し多様な機能を有しており、構造やカイラリティの違いによっても性質は異なり、半導体や金属などの幅広い特性を示す。フラーレンも、カゴ状分子としての内包性や電子受容体としての特性をはじめとして、多くの物性的特徴から幅広い用途に利用されている。これらのナノカーボンの応用の観点から、よく規定されたナノカーボンを表面上に規則配列するために各分子間の相互作用についての理解が不可欠であり、系統的にSAMとナノカーボンの相互作用について明らかにするための研究を進めている。特に太陽電池や電子デバイスでの電子受容体として重要なフラーレンと結合するSAMの末端基との相互作用に着目して単分子膜表面吸着についての研究を実施している。

#### ☆自由電子レーザーや光学レーザーを利用した超高速反応ダイナミクス研究（仁王頭・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展開している。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。

2022年度は、SACLAの軟X線FELビーム利用の時分割光電子分光実験により、高強度近赤外(NIR)レーザーパルスをXeクラスターに照射することで生成するナノプラズマの超高速ダイナミクスを調べた。実験で得られた時分割光電子スペクトルでは、Xe, Xe<sup>1+</sup>, Xe<sup>2+</sup>に由来する4d光電子ピークが観測され、異なる遅延時間依存性が確認された。この結果から、高強度レーザー照射によるプラズマ生成後、数ピコ秒以内に表面イオンの爆発が起こり、その後数百ピコ秒程度の時間スケールで中性のコアが膨張することが示唆された。この実験では、軟X線自由電子レーザーを利用したフェムト秒時分割光電子分光計測の手法を確立し、成果を公表した。

また前年度に引き続き、SACLAより供給されるフェムト秒軟X線パルスと光学フェムト秒レーザーを用いて、ハロゲン含有有機分子の光反応ダイナミクスの研究を推進した。本研究は日本国内およびアメリカ、イギリス、カナダ、フィンランドなどの欧米各国との国際共同研究で実施している。

上記研究に加えて、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超高速分光研究を実験室でも進めている。ジアセチレン分子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、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計測により継続実施している。

#### ☆軟X線分光による基板担持リン脂質膜の分子秩序の解明（和田）

脂質膜を表面に固定化することによる擬似生体膜の形成は、バイオセンサーや分子エレクトロニクスデバイスなどナノテクノロジー応用への基礎過程として近年注目されている。

我々は、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、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や、SAM上ハイブリッド脂質分子膜を構築する研究も展開している。中でも、親水性基板上に脂質溶液を滴下する簡便な方法で作製した基板固定化リン脂質膜が、多層膜を形成していても高い配向性を維持することを見いだした。この配向情報や脂質秩序を調べるために、DPPCとDOPCの2種類のリン脂質膜の軟X線吸収を測定した。これら2種類の脂質は、特に炭素鎖の二重結合の有無により相転移温度が異なっており、室温ではそれぞれゲル相/液晶相と呼ばれる流動性が低い/高い二分子膜を形成すると理解されている。原子選択性を特徴とする軟X線吸収スペクトルの偏光依存性を解析することにより、秩序良く配向した炭素鎖とランダムに配向した炭素鎖の2つの成分を定量的に評価することに成功した。本研究で開発した解析手法は、膜の配向角決定に留まらず秩序状態まで評価し得る新たな手法として今後の活用が期待される。

#### ☆高分解能NMRを用いたビタミン-シクロデキストリン包接構造の研究（吉田）

ニコチン酸(NA)やアスコルビン酸(AA)などのビタミン類は、人間の必須栄養素であり、医薬品や栄養補給剤などにも利用されているが、難水溶性であるもの、熱や紫外線に不安定であるものが多い。これらの欠点はシクロデキストリン(CD)による包接を用いることによって解決されるが、その具体的な包接構造に関する知見は未だ乏しい。本研究では、空洞径の異なる $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ -CDとNAおよびAAとの包接構造を調べるため、広島大学自然科学研究支援開発センターに設置されているBruker社製AVANCE700MHzデジタルNMR装置で<sup>1</sup>H-NMRおよび2D-ROESYの測定を行った。 $\alpha$ -



CD/NA 混合溶液のROESYスペクトルの測定から $\alpha$ -CDの内側に配向するプロトンのみがNAの六員環にあるプロトンと相関を示した。これらの相関ピーク信号は、対応する2つのプロトンが近接する場合に観測され、その積分強度を解析した結果、 $\alpha$ -CDのNA包接構造について知見が得られた。また、 $\gamma$ -CDではNA2分子が1つのCD内に同時に包接される可能性も示唆された。

#### ☆共同研究

上記研究に加えて、以下に記す共同研究も推進している。

- SACLA 超短パルス利用研究：Oxford大学，SLAC，NRC Canada，Turku大学，Kansas州立大学，京都大学，東京農工大学，東北大学，兵庫県立大学，名古屋大学，高輝度光科学研究センター，理化学研究所
- KEK PF パルス放射光利用研究：物質構造科学研究所
- UVSOR 円偏光光電子分光研究：富山大学，九州シンクロトロン光研究センター，分子科学研究所，広島大学，北海道医療大学
- UVSOR コヒーレント光利用研究：分子科学研究所，名古屋大学
- HiSOR 放射光軟X線イメージング：量子科学技術研究開発機構，東北大学
- HiSOR 生体分子の放射線損傷研究：量子科学技術研究開発機構，日本原子力研究開発機構，茨城大学

#### 原著論文

- [1] J. W. McManus, T. Walmsley, K. Nagaya, J. R. Harries, Y. Kumagai, H. Iwayama, M. N. R. Ashfold, M. Britton, P. H. Bucksbaum, B. Downes-Ward, T. Driver, D. Heathcote, P. Hockett, A. J. Howard, E. Kukk, J. W. L. Lee, Y. Liu, D. Milesevic, R. S. Minns, A. Niozu, J. Niskanen, A. J. Orr-Ewing, S. Owada, D. Rolles, P. A. Robertson, A. Rudenko, K. Ueda, J. Unwin, C. Vallance, M. Burt, M. Brouard, R. Forbes, and F. Allum, “Disentangling sequential and concerted fragmentations of molecular polycations with covariant native frame analysis”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **24**, 22699-22709 (2022).
- [2] ©A. Niozu, H. Fukuzawa, T. Hagiya, A. Yamamoto, D. You, S. Saito, Y. Ishimura, T. Togashi, S. Owada, K. Tono, M. Yabashi, S. Wada, K. Matsuda, K. Ueda, and K. Nagaya, “Surface explosion and subsequent core expansion of laser-heated clusters probed by time-resolved photoelectron spectroscopy” *Phys. Rev. A* **106**, 043116(1-8) (2022).
- [3] Q. Wang, H. Zhang, H. Yoshida, Y.-T. Cui, Y. Qiang, L. Wen, F. Huang, and Y. Jin, “Time evolution of the passivation behavior of Ti-6Al-4V in 0.5 M sulfuric acid” *J. Electrochem. Soc.*, **169**, 101505(1-10) (2022).
- [4] Y. Kumagai, W. Xu, K. Asa, T. Hiraki Nishiyama, K. Motomura, S. Wada, D. Iablonskyi, S. Mondal, T. Tachibana, Y. Ito, T. Sakai, K. Matsunami, T. Umemoto, C. Nicolas, C. Miron, T. Togashi, K. Ogawa, S. Owada, K. Tono, M. Yabashi, H. Fukuzawa, K. Nagaya, and K. Ueda, “Ionization of xenon clusters by a hard x-ray laser pulse” *Appl. Sci.* **13**, 2176(1-21) (2023).
- [5] ©T. Fuji, T. Kaneyasu, M. Fujimoto, Y. Okano, E. Salehi, M. Hosaka, Y. Takashima, A. Mano, Y. Hikosaka, S. Wada, and M. Katoh, “Spectral phase interferometry for direct electric-field reconstruction of synchrotron radiation” *Optica* **10**, 302-307 (2023).

#### 著書

該当無し

## 総説

- [1] 仁王頭明伸, 永谷清信, 上田 潔, “XFEL利用の単粒子X線回折で探るXeクラスターの結晶化ダイナミクス”, *しょうとつ*, **19**, 80-88 (2022年).

## 国際会議

(招待講演)

- [1] A. Niozu, “Ultrafast dynamics of laser induced nanoplasmas studied by FEL pump probe experiments”, LSC2022, (2022.4.20-22, Yokohama (online), Japan).
- [2] A. Niozu, “Probing transient structures of nanoparticles by single particle X ray diffraction”, FEL2022, (2022.8.22-26, Trieste, Italy).
- [3] A. Niozu, “Exploring transient structures of nanoparticles by ultrafast X-ray diffraction”, IWP&RIXS2022, (2022.11.15-19, Zao, Japan).

(一般講演)

- [1] ©M. E. Castellani, C.-s. Lam, M Britton, P. Bucksbaum, M. Burt, K. Cheung, M. Fushitani, I. Gabalski, T. Gejo, A. Ghrist, J. Harries, A. Hishikawa, P. Hockett, H. Iwayama, E. Jones, A. Howard, E. Kukk, Y. Kumagai, H. Lam, R. Minns, J. McManus, K. Nagaya, A. Niozu, J. Niskanen, Z. Phelps, W. Razmus, D. Rolles, A. Rudenko, J. Searles, A. Venkatachalam, K. Ueda, J. Unwin, S. Wada, T. Walmsley, E. Warne, F. Allum, M. Brouard, and R. Forbes, “Time-resolved Coulomb explosion imaging of inner-shell excited state dynamics in CH<sub>2</sub>I<sub>2</sub> and CH<sub>2</sub>BrI”, Stereodynamics 2022, (2022.10.30-11.4, Crete, Greece).
- [2] © K. Yoshioka, J. Yamada, A. Niozu, and S. Wada, “Torsional angle dependence of ultrafast charge transfer in biphenyl monolayers”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2023.3.9-10, Higashi-Hiroshima, Japan).
- [3] © J. Yamada, Kakuto Yoshioka, A. Niozu, and S. Wada, “Measurements of work functions of organic monolayers adsorbed on gold surfaces”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2023.3.9-10, Higashi-Hiroshima, Japan).
- [4] ○ O. Takahashi, T. Ohnishi, R. Yamamura, E. Kobayashi, K. Kubo, M. Okazaki, Y. Horikawa, M. Oura and H. Yoshida, “X-ray absorption spectroscopy of photodamaged polyimide film”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2023.3.9-10, Higashi-Hiroshima, Japan).

## 国内学会

(招待講演)

- [1] 仁王頭明伸, 「XFELを用いた原子結晶生成過程の実時間X線回折」, レーザー学会学術講演会第43回年次大会, (2023年1月18日-20日,名古屋).

(一般講演)

- [1] ©金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 藤本将輝, 太田紘志, 岩山洋士, 保坂将人, 真野篤志, 高嶋圭史, E. Salehi, 加藤政博, 「シンクロトロン光源によるアト秒制御ダブルパルスの発生とその利用」, 原子衝突学会第47回年会, (2022年9月8日-9日, 宮崎).
- [2] 吉田啓晃, 馬場公範, 「ガルバニック置換を利用した貴金属回収におけるシクロデキストリン添加の影響について」, 第38回シクロデキストリンシンポジウム, (2022年9月10日-11日, 大宮).
- [3] ©和田真一, 古賀亮介, 小川 舞, 天道尚吾, 仁王頭明伸, 「内殻励起ダイナミクス計測から探る有機界面の非接触導電性評価」, 第16回分子科学討論会2022, (2022年9月19日-22日, 横浜).

- [4] ◎仁王頭明伸, 足立純一, 田中宏和, 和田真一, 「内殻励起反応計測で探るビフェニル単分子膜における電荷移動ダイナミクス」, 第16回分子科学討論会2022, (2022年9月19日-22日, 横浜).
- [5] S. Wada and M. Tabuse, 「Soft X-ray polarization analysis of lipid order for phospholipid multilayers supported on hydrophilic surfaces」, 第60回日本生物物理学会年会, (2022年9月28日-30日).
- [6] ◎金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 藤本將輝, 太田紘志, 岩山洋士, 保坂将人, 真野篤志, 高嶋圭史, E. Salehi, 加藤政博, 「タンデムアンジュレータによるアト秒制御ダブルパルスの発生とその利用」, UVSORシンポジウム2022, (2022年11月26日-28日, 岡崎).
- [7] ◎○高口博志, 金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 加藤政博, 太田紘志, 鈴木喜一, 「イオン化終状態を分離したキラル分子系の光電子円二色性の測定」, UVSORシンポジウム2022, (2022年11月26日-28日, 岡崎).
- [8] ◎仁王頭明伸, 田中宏和, 足立純一, 和田真一, 「内殻励起反応計測によるビフェニル単分子膜の非接触導電性評価」, 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2023年1月7日-9日, 草津).
- [9] ◎○高口博志, 金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 加藤政博, 太田紘志, 鈴木喜一, 「光電子円二色性を示すキラル分子の探索」, 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2023年1月7日-9日, 草津).
- [10] ◎仁王頭明伸, 山本明史, 萩谷 透, 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, 松田和博, 永谷清信, 「レーザー誘起ナノプラズマの時分割電子分光」, 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2023年1月7日-9日, 草津).
- [11] ◎金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 藤本將輝, 太田紘志, 岩山洋士, 保坂将人, 真野篤志, 高嶋圭史, Salehi Elham, 加藤政博, 「タンデムアンジュレータによる極端紫外ダブルパルスの発生とその利用」, 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2023年1月7日-9日, 草津).
- [12] 和田真一, 田伏真隆, 「基板支持リン脂質積層膜の直線偏光軟X線による相状態解析」, 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2023年1月7日-9日, 草津).
- [13] ○大西拓馬, 山村涼介, 窪 健太, 岡崎麻耶子, 堀川裕加, 大浦正樹, 吉田啓晃, 高橋 修, 「光劣化されたポリイミド膜の軟X線吸収分光測定」, 第36回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, (2023年1月7日-9日, 草津).
- [14] ◎○廣森慧太, 中島伸夫, 下山絢女, 長谷川 巧, 和田真一, 高橋 修, 間瀬一彦, 小澤健一, 「顕微分光測定を用いたアナターゼ/ルチル界面の光触媒活性と電子構造の評価」, 2022年度量子ビームサイエンスフェスタ, (2023年3月13日-15日, つくば).
- [15] ◎和田真一, 太田寛之, 真野篤志, 藤本將輝, 加藤政博, 「アンジュレータ放射光渦におけるヤングの干渉カウンティング実験」, 第3回光渦研究会, (2023年3月6日, 室蘭 (ハイブリッド)).

#### 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      | 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 4 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 1 件

セミナー・講演会開催実績

該当無し

社会活動・学外委員

○ 学協会委員

[1] 和田真一：第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム 学生発表賞審査委員

高大連携事業への参加状況

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] 和田真一, 仁王頭明伸：SACLA 利用国際共同研究, 参加国 アメリカ, イギリス, カナダ, フィンランド

○ 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

○ 各種研究員

該当無し

○ 外国人留学生

該当無し

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) 900 千円

[2] 和田真一：科学研究費補助金 基盤研究 (B) (分担) 800 千円

[3] 仁王頭明伸：科学研究費補助金 研究活動スタート支援 (代表) 1,560 千円

[4] 仁王頭明伸：科学研究費補助金 若手研究 (代表) 2,080 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) 2022年度の特徴ある研究成果

- ・センターでは次世代放射光へのアップグレードの R&D としてレーザーを利用した ARPES 装置の開発を行ってきた。このレーザーARPES を用いて典型的なトポロジカル絶縁体である  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  の電子状態を調べ、トポロジカル表面電子の電子格子相互作用による結合定数がエネルギーに依存して0.02-0.13の小さな値をとることを明らかにした。この値は、電線で利用される銅の結合定数0.2よりも小さい値であり、トポロジカル絶縁体の表面電子は原子の熱振動の影響を受けにくく、電子の散乱強度が散乱過程の数に依存していることを明らかにした。
- ・ $\text{Re}(0001)$ は、Tamm 準位と Shockley 準位の2種類の表面準位が混在する珍しい物質である。本研究ではセンターの重点研究分野の一つであるスピン角度分解光電子分光の分野でドイツのミュンスター大学との共同研究を行い、この  $\text{Re}(0001)$  表面に混在する2つの準位がスピン軌道相互作用を通じて、混成を起こしていることを明らかにした。さらに得られた実験結果と第一原理計算や強束縛近似のバンド計算から、異なる2種の表面準位とスピン軌道相互作用の役割について首尾一貫したモデルを提唱した。
- ・電気磁気効果を示すクロム酸化物  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  とグラフェンの接合モデルを考察して、第一原理計算によりクロムの  $3d_{22}$  軌道からなるスピン偏極状態が界面に形成されることを予測した。実際に作製した人工積層構造に対して角度分解光電子分光実験を実施して、予測されたスピン偏極電子状態が接合界面に存在することを実証した。
- ・加熱細胞から抽出されたヒストンタンパク質(H2A-H2B)の二次構造含量が、*in vitro* での天然や変性状態の含量と異なっていた。しかし、加熱細胞を  $37^\circ\text{C}$  で 2 時間インキュベートした結果、H2A-H2B が天然状態の二次構造含量に戻ることが分かった。このヒストンタンパク質の構造の柔軟性が、熱ストレスからクロマチンによるゲノム機能を保護すると考えられる。
- ・SPIDER 法と呼ばれる超短パルスレーザーの分野で用いられる時間波形計測法を世界で初めて放射光に適用し、10周期の磁場周期を持つアンジュレータからの放射が、電場が正確に10回振動する持続時間数フェムト秒の超短パルス構造を有していることを実験的に示すことに成功した。放射光の超高速特性の応用の基礎となる成果である。

#### (3) 2022年度の共同研究の状況

- ・共同研究の国際公募を行い、111課題を採択した。
- ・受入人数136人（実人数）のうち、学内者69人（50.7%）、学外者67人（49.3%）である。共同研

究機関は27機関で、内訳では、国立大学が9機関、公私立大学が4機関、公的研究機関が5機関、企業が2機関、海外機関が7機関であった。

- ・ コロナ禍により、一部の課題（海外4件、国内1件）について代行測定を実施した。

#### （4）共同研究契約にもとづく学外研究機関との連携

- ・ 高エネルギー加速器研究機構（KEK）

KEKとは、クロスア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・検討を継続的に進めた。また、KEKの加速器科学総合育成事業に本学と呉工業高専、広島商船高専が共同で提案した「大学・高専連携による加速器分野での人材育成・技術開発・分野融合の加速」が継続して採択され、本学学生や高専生らがKEKの加速器運転データを用いて機械学習の応用に関する研究を進めた。また、本学及びKEKの教員が近隣高専における授業に参加し、加速器に関する講義を行ったほか、加速器関連企業の技術者や大学や大学共同利用機関の技術職員による高専生や大学生を対象とするセミナーを開催するなど、加速器科学教育及び人材育成に貢献した。

#### （5）研究設備高度化への取組

- ・ BL-1及びBL-9Aで測定の高速度化、高効率化を実現するために、新規アナライザー導入を行い、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、ビームラインのDX化に向けた準備を開始した。それに伴い測定プログラムの大幅な更新を行いユーザーの利便性を高める努力をしている。加えてオフラインでスピン検出効率を1000倍以上高めるマルチチャンネルスピン検出器の開発を推進した。
- ・ スピン分解光電子分光測定の将来の高度化を見据え、レーザーを用いたスピン分解光電子分光装置の開発を進めている。レーザーブースを整備して安定的にレーザーが利用可能となり、超高エネルギー分解能（5 meV 以下）でのスピン分解測定が可能となった。またレーザー微小ビーム利用のための調整を進め、およそ5 $\mu$ mの微小ビームを用いた測定が可能となった。
- ・ 角度分解光電子分光ビームライン（BL-7）では、BL-1でこれまで利用していた高取り込み角（ $\pm 15$  deg.）のアナライザーを移設し、従来に比べ測定効率を格段に向上させた。
- ・ 真空紫外線円二色性実験ビームライン（BL-12）では、マイクロビームを光源とした縦型の円二色性顕微分光の整備を進め、生体試料の吸収測定を可能にした。また、マイクロ流路技術を使用した光学セルを用いて生体試料の構造変化をミリ秒スケールで追跡できるシステムを稼働させた。
- ・ 軟X線磁気円二色性ビームライン（BL-14）低エネルギー域の回折格子を利用できるように整備した。低真空環境下における軟X線反射スペクトル計測システムの環境整備を進めた。
- ・ 挿入光源の制御をビームライン側から行えるようにするための制御系の整備を行った。これにより分光器とアンジュレータの同期などが行えるようになる予定である。

#### （6）第27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：HiSOR-II将来計画に向けて」と題して、27回目となる国際シンポジウムを開催した。昨年度開催した第26回はコロナ禍によりハイブリッド形式で行

ったが、今回は一部の海外招待講演者を除き基本的にはオンサイトの形式で開催した。今回も例年通り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5名（スウェーデン、フランス、ドイツ、中国）、国内から5名招聘し、最新の研究成果の発表やHiSOR-II計画に向けた期待などについて講演が行われ、活発な研究討論が行われた。ポスターセッションでは、2022年度の共同利用・共同研究の成果を中心に29件（うち学生発表15件）の発表があった。ポスターセッションでは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も実施した。広島大学、大阪大学、沖縄科学技術大学院大学の学生が参加し、英語による口頭発表に意欲的に取り組み、続く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（広島大学3名）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69名（学内41名、学外18名（うち海外18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」（本学先進理工系科学研究科のカリキュラム）を実施した（受講生：広島大学4名、岡山大学3名）。

#### 原著論文

- [1] ©T. Mizokawa, A. Barinov, V. Kandyba, A. Giampietri, R. Matsumoto, Y. Okamoto, K. Takubo, K. Miyamoto, T. Okuda, S. Pyon, “Domain dependent Fermi arcs observed in a striped phase dichalcogenide”, *Adv. Quantum Technol.* **5**, 2200029 (9p) (2022) .
- [2] M. I. A. Ibrahim, M.d S. Amer, H. A. H. Ibrahim, E. H. Zaghoul, “Considerable production of Ulvan from *Ulva lactuca* with special emphasis on its antimicrobial and anti-fouling properties”, *Appl. Biochem. Biotech.* **194**, 3097–3118 (2022) .
- [3] ©S. Dan, S. Kumar, S. Dan, D. Pal, S. Patil, A. Verma, S. Saha, K. Shimada, S. Chatterjee, “Unraveling the obscure electronic transition and tuning of Fermi level in Cu substituted  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  compound”, *Appl. Phys. Lett.* **120**, 022105 (6p) (2022) .
- [4] S. Kusaka, T. T. Sasaki, K. Sumida, S. Ichinokura, S. Ideta, K. Tanaka, K. Hono, T. Hirahara, “Fabrication of  $(\text{Bi}_2)_m(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_n$  superlattice films by Te desorption from a pristine  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  film”, *Appl. Phys. Lett.* **120**, 173102 (5p) (2022) .
- [5] ©M. Singh, L. Ghosh, V. K. Gangwar, Y. Kumar, D. Pal, P. Shahi, S. Kumar, S. Mukherjee, K. Shimada, S. Chatterjee, “Correlation between changeover from weak antilocalization (WAL) to weak localization (WL) and positive to negative magnetoresistance in S-doped  $\text{Bi}_{1.5}\text{Sb}_{0.5}\text{Te}_{1.3}\text{Se}_{1.7}$ ”, *Appl. Phys. Lett.* **121**, 032403 (8p) (2022) .
- [6] ©X. Hou, M. Wumiti, S. Kumar, K. Shimada, M. Sawada, “Observation of mid-gap states emerging in the O-terminated interface of  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{graphene}$ : A combined study of ab initio prediction and photoemission analysis”, *Appl. Surf. Sci.* **594**, 153416 (10p) (2022) .
- [7] Y. Tomofuji, K. Matsuo, K. Terao, “Kinetics of denaturation and renaturation processes of double-stranded helical polysaccharide, xanthan in aqueous sodium chloride”, *Carbohydr. Polym.* **275**, 118681 (9p) (2022) .

- [8] A. A. M. El-Sayed, M. I. A. Ibrahim, S. Shabaka, M. M. Ghobashy, M. A. Shreadah, S. A. A. Ghani, “Microplastics contamination in commercial fish from Alexandria City, the Mediterranean Coast of Egypt”, *Environ. Poll.* **313**, 120044 (2022) .
- [9] A. El-Maradny, M. I. A. Ibrahim, I. M. Radwan, M. A. Fahmy, H. I. Emara, L. A. Mohamed, “Horizontal and vertical segregation of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Egyptian Mediterranean coast”, *Environ. Sci. Poll. Reserch* **29**, 86707-86721 (2022) .
- [10] F. Kato, Y. Yamaguchi, K. Inouye, K. Matsuo, Y. Ishida, M. Inouye, “A novel gyrase inhibitor from toxin-antitoxin system expressed by *Staphylococcus aureus*”, *FEBS J.* 903363 (13p) (2022) .
- [11] S. Wibowo, J. Costa, M. C. Baratto, R. Pogni, S. Widyarti, A. Sabarudin, K. Matsuo, S. B. Sumitro, “Quantification and improvement of the dynamics of human serum albumin and glycated human serum albumin with astaxanthin/astaxanthin-metal ion complexes: physico-chemical and computational approaches”, *Int. J. Mol. Sci.* **23**, 4771 (19p) (2022) .
- [12] ©S. Sharma, S. Kumar, A. Kumar, K. Shimada, C. S. Yadav, “Electronic transport studies of Ag-doped  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  topological insulator”, *J. Appl. Phys.* **132**, 105108 (8p) (2022) .
- [13] M. H. Ebeid, M. I. A. Ibrahim, E. M. A. Elkhair, L. A. Mohamed, A. A. Halim, K. S. Shaban, M. Fahmy, “The modified Canadian water index with other sediment models for assessment of sediments from two harbours on the Egyptian Mediterranean coast”, *J. Hazard. Mater. Adv.* **8**, 100180 (12p) (2022) .
- [14] P. Rajput, M. Kumar, R. S. Joshi, P. Singh, M. Nand, R. Srivastava, Y. Patidar, S. Kumar, A. Sagdeo, P. R. Sagdeo, “Structural, optical and vacancies investigations of Li-doped ZnO”, *J. Nanoparticle Research* **24**, 161 (2022) .
- [15] ©R. Singh, S. Kumar, A. Jain, M. Singh, L. Ghosh, A. Singh, S. Banik, A. Lakhani, S. Patil, E. F. Schwier, K. Shimada, S. M. Yusuf, S. Chatterjee, “Competition between axial anomaly and ferromagnetic ordering in  $\text{Bi}_{2-x}\text{Fe}_x\text{Se}_{3-x}\text{S}_x$  topological insulator: A study of magnetic and magnetotransport properties”, *J. Mat.* **8**, 669-677 (2022) .
- [16] H. Yamaoka, S. Yamanaka, M. Hikiji, C. Michioka, N. Tsujii, H. Sato, N. Hiraoka, H. Ishii, K. Yoshimura, “Temperature and pressure dependences of the electronic and crystal structures of  $\text{Yb}_4\text{TGe}_8$  (T = Cr, Mn, Fe, Co, and Ni) studied by high-resolution x-ray absorption spectroscopy, x-ray diffraction, and photoelectron spectroscopy”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **91**, 24704 (8p) (2022) .
- [17] H. Anzai, R. Tawara, Y. Kikuchi, H. Sato, M. Arita, R. Takaaze, K. T. Matsumoto, K. Hiraoka, “Photoemission spectroscopy study on the heavy-fermion compound  $\text{YbAgCu}_4$ ”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **91**, 114703 (6p) (2022) .
- [18] H. Yamaoka, S. Yamanaka, A. Ohmura, N. Tsujii, J. Valenta, Y. Furue, H. Sato, H. Ishii, N. Hiraoka, C. Michioka, H. Ueda, K. Yoshimura, “Valence transitions in  $\text{Yb}_{1+x}\text{In}_{1-x}\text{Cu}_4$  studied by high-resolution x-ray absorption spectroscopy, x-ray diffraction, and photoelectron spectroscopy”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **91**, 124701 (10p) (2022) .
- [19] ©S. Hikami, S. Ishida, A. Iyo, H. Eisaki, M. Arita, S. Kumar, E. F. Schwier, K. Shimada, N. L. Saini, T. Mizokawa, “Fermi surface geometry of heavily hole doped  $\text{CaKFe}_4\text{As}_4$  revealed by angle-resolved photoemission spectroscopy”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **91**, 124704 (7p) (2022) .
- [20] ©S. Yue, H. Zhou, Ya Feng, Y. Wang, Z. Sun, D. Geng, M. Arita, S. Kumar, K. Shimada, P. Cheng, L. Chen, Y. Yao, S. Meng, K. Wu, B. Feng, “Observation of one-dimensional Dirac fermions in silicon nanoribbons”, *Nano Lett.* **22**, 695-701 (2022) .
- [21] ©Z.-Y. Sun, H. Zhou, C.-X. Wang, S. Kumar, D.-Y. Geng, S.-S. Yue, X. Han, Y. Haraguchi, K. Shimada,



- P. Cheng, “Observation of topological flat bands in the Kagome semiconductor  $\text{Nb}_3\text{Cl}_8$ ”, *Nano Lett.* **22**, 4596-4602 (2022) .
- [22] J. Maruyama, S. Maruyama, Y. Kashiwagi, M. Watanabe, T. Shinagawa, T. Nagaoka, T. Tamai, N. Ryu, K. Matsuo, M. Ohwada, K. Chida, T. Yoshii, H. Nishihara, F. Tani, H. Uyama, “Helically aligned fused carbon hollow nanospheres with chiral discrimination ability”, *Nanoscale* **14**, 3748–3757 (2022) .
- [23] ©B. V. Senkovskiy, A. V. Nenashev, S. K. Alavi, Y. Falke, H. M. Hell, P. Bampoulis, D. V. Rybkovskiy, D. Y. Usachov, A. V. Fedorov, A. I. Chernov, F. Gebhard, K. Meerholz, D. Hertel, M. Arita, T. Okuda, K. Miyamoto, K. Shimada, F. R. Fischer, T. Michely, S. D. Baranovskii, K. Lindfors, T. Szkopek, A. Gruneis, “Tunneling current modulation in atomically precise graphene nanoribbon heterojunctions”, *Nature Commun.* **12**, 2542 (11p) (2022) .
- [24] H. Iwasawa, T. Ueno, T. Masui, S. Tajima, “Unsupervised clustering for identifying spatial inhomogeneity on local electronic structures”, *NPJ Quantum Mater.* **7**, 24 (10p) (2022) .
- [25] H. Sato, T. Matsumoto, N. Kawamura, K. Maeda, T. Takabatake, A. M. Strydom, “Valence transition of the intermetallic compound  $\text{Ce}_2\text{Rh}_2\text{Ga}$  probed by resonant x-ray emission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **105**, 035113 (7p) (2022) .
- [26] ©S. Sharma, S. Kumar, G. C. Tewari, G. Sharma, E. F. Schwier, K. Shimada, A. Taraphder, C. S. Yadav, “Magnetotransport and high-resolution angle-resolved photoelectron spectroscopy studies of palladium-doped  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ”, *Phys. Rev. B* **105**, 115120 (9p) (2022) .
- [27] ©H. Tanaka, S. Okazaki, K. Kuroda, R. Noguchi, Y. Arai, S. Minami, S. Ideta, K. Tanaka, D.-H. Lu, M. Hashimoto, V. Kandyba, M. Cattelan, A. Barinov, T. Muro, T. Sasagawa, T. Kondo, “Large anomalous Hall effect induced by weak ferromagnetism in the noncentrosymmetric antiferromagnet  $\text{CoNb}_3\text{S}_6$ ”, *Phys. Rev. B* **105**, L121102 (2022) .
- [28] ©S. Ishizaka, A. Ino, T. Kono, Y. Miyai, S. Kumar, K. Shimada, H. Kitô, I. Hase, S. Ishida, K. Oka, H. Fujihisa, Y. Gotoh, Y. Yoshida, A. Iyo, H. Ogino, H. Eisaki, K. Kawashima, Y. Yanagi, A. Kimura, “Evidence for Dirac nodal-line fermions in a phosphorous square-net superconductor”, *Phys. Rev. B* **105**, L121103 (6p) (2022) .
- [29] ©D. A. Estyunin, E. F. Schwier, S. Kumar, K. Shimada, K. Kokh, O. E. Tereshchenko, A. M. Shikin, “Features and applications of the energy shift of the topological surface state”, *Phys. Rev. B* **105**, 125303 (11p) (2022) .
- [30] A. Ino, T. Kubo, S. Ishizaka, H. Takita, W. Mansuer, K. Shimada, S. Ueda, H. Kitô, I. Hase, S. Ishida, K. Oka, H. Fujihisa, Y. Gotoh, Y. Yoshida, A. Iyo, H. Ogino, H. Eisaki, K. Kawashima, Y. Yanagi, “Direct observation of the electronic structure of the layered phosphide superconductor  $\text{ZrP}_{2-x}\text{Se}_x$ ”, *Phys. Rev. B* **105**, 195111 (8p) (2022) .
- [31] Z. H. Tin, T. Adachi, A. Takemori, K. Yoshino, N. Katayama, S. Miyasaka, S. Ideta, K. Tanaka, S. Tajima, “Observation of bands with dxy orbital character near the Fermi level in  $\text{NdFeAs}_{1-x}\text{P}_x\text{O}_{0.9}\text{F}_0.1$  using angle-resolved photoemission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **105**, 205106 (10p) (2022) .
- [32] S. Ichinokura, M. Toyoda, M. Hashizume, K. Horii, S. Kusaka, S. Ideta, K. Tanaka, R. Shimizu, T. Hitosugi, S. Saito, “Van Hove singularity and Lifshitz transition in thickness-controlled Li-intercalated graphene”, *Phys. Rev. B* **105**, 235307 (6p) (2022) .
- [33] ©M. Holtmann, P. Krüger, K. Miyamoto, T. Okuda, P. J. Grenz, S. Kumar, K. Shimada, M. Donath, “Distinct Tamm and Shockley surface states on  $\text{Re}(0001)$  mixed by spin-orbit interaction”, *Phys. Rev. B* **105**, L241412 (6p) (2022) .

- [34] ©A. P. Sakhya, S. Kumar, A. Pramanik, R. P. Pandeya, R. Verma, B. Singh, S. Datta, S. Sasmal, R. Mondal, E. F. Schwier, K. Shimada, A. Thamizhavel, K. Maiti, “Behavior of gapped and ungapped Dirac cones in the antiferromagnetic topological metal SmBi”, *Phys. Rev. B* **106**, 085132 (6p) (2022) .
- [35] ©S.-L. Wu, K. Yaji, Y. Ota, A. Harasawa, S. Shin, T. Imai, K. Miyamoto, M. Nagao, S. Watauchi, I. Tanaka, X. Ma, H. Yang, Y. Cai, L. Zhao, X. Zhou, T. Okuda, “Systematic study of electronic states of Ln(O,F)BiS<sub>2</sub> by spin- and angle-resolved photoemission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **106**, 104511 (9p) (2022) .
- [36] ©A. Kumar, S. Kumar, Y. Miyai, K. Shimada, “Temperature-dependent band modification and energy dependence of the electron-phonon interaction in the topological surface state on Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>”, *Phys. Rev. B* **106**, L121104 (8p) (2022) .
- [37] H. Sato, T. Matsumoto, K. Maeda, Y. Taguchi, N. Kawamura, H. Ishibashi, “Metal-insulator transition in CuIr<sub>2</sub>S<sub>4</sub> observed by Cu *K* $\alpha$  resonant x-ray emission spectroscopy”, *Phys. Rev. B* **106**, 155151 (8p) (2022) .
- [38] T. Kaneyasu, M. Hosaka, A. Mano, Y. Takashima, M. Fujimoto, E. Salehi, H. Iwayama, Y. Hikosaka, M. Katoh, “Double-pulsed wave packets in spontaneous radiation from a tandem undulator”, *Sci. Rep.* **12**, 9682 (10p) (2022) .
- [39] S. A. A. Ghani, A. A. M. El-Sayed, M. I. A. Ibrahim, M. M. Ghobashy, M. A. Shreadah, S. Shabaka, “Characterization and distribution of plastic particles along Alexandria beaches, Mediterranean Coast of Egypt, using microscopy and thermal analysis techniques”, *Sci. Total Environ.* **834**, 155363 (10p) (2022) .
- [40] S. Shabaka, M. N. Moawad, M. I. A. Ibrahim, A. A. M. El-Sayed, M. M. Ghobashy, A. Z. Hamouda, M. A. El-Alfy, D. H. Darwish, N. A. E. Youssef, “Prevalence and risk assessment of microplastics in the Nile Delta estuaries: “The Plastic Nile” revisited”, *Sci. Total Environ.* **852**, 158446 (11p) (2022) .

## 国際会議

(招待講演)

- [1] M. Katoh, “Physics and applications of electromagnetic radiation from relativistic electrons”, 31st International Toki Conference on Plasma and Fusion Research (ITC31) (online 2022.11.8-11)
- [2] K. Matsuo, “Vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy as a tool to characterize the structures of chiral molecules”, Asia Oceania International Conference on Synchrotron Radiation Instruments 2022 (Sendai, Japan, 2022.11.9-12)
- [3] ©S. Ideta, S. Kumar, K. Miyamoto, T. Okuda, M. Arita, K. Shimada, “High-resolution angle- and spin-resolved photoemission spectroscopy using synchrotron radiation in HiSOR and its recent developments”, Asia Oceania International Conference on Synchrotron Radiation Instruments 2022 (Sendai, Japan, 2022.11.9-12)

(一般講演)

- [1] E. Salehi, Y. Taira, M. Fujimoto, L. Guo, M. Katoh, “Lattice design of the UVSOR-IV storage ring”, 13th International Particle Accelerator Conference (Bangkok, Thailand, 2022.6.12-17)
- [2] K. Matsuo, M. Kumashiro, “Characterizations of membrane-interaction mechanisms of proteins using vacuum-ultraviolet circular-dichroism spectroscopy”, 18th International Conference on Chiroptical Spectroscopy (CD2022) (New York, USA, 2022.7.24-27)
- [3] K. Fujii, N. Maita, K. Matsuo, M. Masato, “Observation of liquid-liquid phase separation of FUS-LC

- using synchrotron CD spectroscopy”, 18th International Conference on Chiroptical Spectroscopy (CD2022) (NewYork, USA, 2022.7.24-27)
- [4] K. Shimada, “Synchrotron radiation, a dream light, shining electrons in solids”, University of Nebraska–Lincoln, EQUATE Colloquium (2022.9.22) online
- [5] R. Tsuji, M. Kumashiro, K. Matsuo, “Contributions of membrane phase Transitions to membrane-bound conformations of magainin2”, Molecular Chirality ASIA 2022 (Shanghai, China, 2022.10.31) online
- [6] R. Imaura, Y. Kawata, K. Matsuo, “Membrane-bound conformation of  $\alpha$ -synuclein characterized by vacuum-ultraviolet circular dichroism, linear dichroism, and molecular dynamics simulation”, Molecular Chirality ASIA 2022 (Shanghai, China, 2022.10.31) online
- [7] K. Fujii, K. Matsuo, “VUV-CD measurements of liquid-liquid phase separation”, Molecular Chirality ASIA 2022 (Shanghai, China, 2022.10.31) online
- [8] M. Katoh, “Design of HiSOR-II”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [9] ©H. Rong, Z. Huang, X. Zhang, S. Kumar, F. Zhang, C. Zhang, Y. Wang, Z. Hao, Y. Cai, L. Wang, C. Liu, X. Ma, S. Guo, B. Shen, Y. Liu, S. Cui, K. Shimada, Q. Wu, J. Lin, Y. Yao, Z. Wang, H. Xu, C. Chen, “Realization of practical eightfold fermions and fourfold van Hove singularity in TaCo<sub>2</sub>Te<sub>2</sub>”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [10] ©Y. Miyai, T. Kurosawa, M. Oda, M. Arita, S. Ideta, K. Shimada, “Symmetry reduction in the electronic structure of heavily overdoped PbBi<sub>2</sub>201 detected by ARPES”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [11] ©S. Ideta, S. Kumar, Y. Miyai, Y. Kumar, A. Kumar, M. Arita, H. Iwasawa, K. Shimada, “Recent upgrades and activities of HiSOR BL-1”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [12] ©Y. Tsubota, Y. Miyai, S. Kumar, K. Tanaka, S. Ishida, H. Eisaki, S. Nakagawa, T. Kashiwagi, M. Arita, K. Shimada, S. Ideta, “Re-examination of the phase diagram of the high-T<sub>c</sub> cuprate superconductor Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+ $\delta$</sub>  studied by ARPES”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [13] ©Y. Kumar, S. Kumar, K. Shimada, “Exploration of novel topological semimetal and evolution of the electronic structure using high-resolution ARPES”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [14] ©K. Ishiba, Y. Miyai, S. Kumar, T. Kurosawa, M. Oda, S. Ideta, K. Shimada, “Development of ARPES analysis method using Bayesian Inference and application to cuprates”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [15] ©Y. Onishi, Y. Miyai, Y. Tsubota, S. Kumar, M. Arita, H. Eisaki, S. Ishida, K. Shimada, S. Ideta, “Momentum dependence of the spectral weight in the single layer high-T<sub>c</sub> cuprate Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CuO<sub>6+ $\delta$</sub>  studied by ARPES”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [16] Y. Muraoka, T. Kanayama, S. Enomoto, T. Wakita, M. Sawada, “Characterization of amorphous carbon films by X-ray magnetic circular dichroism”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [17] Y. Higuchi, R. Itaya, M. Tomita, H. Saito, K. Suzuki, H. Sato, K. Sato, K. Sakamoto, “Investigating the possibility of creating a “pure” p-type Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>”, The 27th Hiroshima International Symposium on

Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)

- [18] ©Y. Tanimoto, M. Sugimoto, R. Kamimori, H. Sato, M. Arita, S. Kumar, K. Shimada, S. Nakamura, S. Ohara, “Observation of electron structure of chiral magnet  $\text{Yb}(\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x)_3\text{Al}_9$  by ARPES”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [19] ©C. Zhang, K. Miyamoto, T. Shishidou, R. Amano, T. Sayo, C. Shimada, Y. Kousaka, M. Weinert, Y. Togawa, T. Okuda, “Spiral band structure hidden in the bulk chiral crystal  $\text{NbSi}_2$ ”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [20] ©K. Kunitomo, K. Miyamoto, T. Okuda, “Investigation of perpendicular anisotropy in FeCo alloy films covered with oxygen for development of multi spin detecting target”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [21] C. Sugahara, K. Matsuo, K. Okada, “Hydration structure of acetone studied with concentration-dependent absorption spectra in the ultraviolet region”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [22] S. Hashimoto, K. Matsuo, “Dynamic observation of interaction process between b-lactoglobulin and membrane by time-resolved vacuum-ultraviolet circular dichroism”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [23] ©J. Takahashi, M. Kobayashi, G. Fujimori, K. Kobayashi, H. Ota, K. Matsuo, M. Katoh, Y. Kebukawa, S. Yoshimura, H. Nakamura, “Optical activity measurement of amino-acid films irradiated with circularly polarized lyman-a light”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [24] R. Tsuji, M. Kumashiro, K. Matsuo, “Interaction mechanism between the antimicrobial peptide mgainin2 and lipid membrane revealed by synchrotron-radiation circular- and linear dichroism apectroscopy”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [25] R. Imaura, K. Matsuo, “Membrane-bound conformation of the non-amyloid-b component of a synuclein characterized by vacuum-ultraviolet circular dichroism and molecular-dynamics simulation”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [26] W. Nishizawa, M. Sawada, “Magnetic properties of Co ultrathin films intercalated underneath monolayer h-BN grown on Ni(111) probed by soft X-ray magnetic circular dichroism”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)
- [27] Y. Lu, M. Shimada, H. Miyauchi, M. Katoh, “Design Study on HiSOR-II”, The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (Higashi-Hiroshima, Japan, 2023.3.9-10)

国内学会

(一般講演)

- [1] 今浦稜太, 熊代宗弘, 河田康志, 松尾光一, 「真空紫外円二色性と分子動力学法による  $\alpha$  シヌクレインの生体膜結合構造の解析」第22回日本タンパク質科学会年会 (筑波, 2022年6月7日-9日)
- [2] 橋本 聡, 松尾光一, 「真空紫外円二色性法による  $\beta$  ラクトグロブリン-脂質膜相互作用の時間分解計測」第22回日本タンパク質科学会年会 (筑波, 2022年6月7日-9日)

- [3] ◎西岡幸美, 石坂仁志, 黒田健太, 井野明洋, Shiv Kumar, 島田賢也, 鬼頭 聖, 長谷 泉, 石田茂之, 岡 邦彦, 藤久裕司, 後藤義人, 吉田良行, 伊豫 彰, 荻野 拓, 永崎 洋, 川島健司, 柳 陽介, 木村昭夫, 「複合アニオン超伝導体  $\text{HfP}_{2-x}\text{Se}_x$  における線ノード型ディラック電子の直接観測」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [4] ◎坪田悠希, Shiv Kumar, 宮井雄大, 田中清尚, 石田茂之, 永崎 洋, 中川駿吾, 柏木隆成, 有田将司, 島田賢也, 出田真一郎, 「角度分解光電子分光による  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{2+\delta}$  の電子相図の再検討」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [5] ◎石破溪太郎, 宮井雄大, Shiv Kumar, 黒澤 徹, 小田 研, 出田真一郎, 島田賢也, 「角度分解光電子分光を用いた銅酸化物高温超伝導体の自己エネルギーの評価」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [6] ◎宮井雄大, Shiv Kumar, 黒澤 徹, 小田 研, 出田真一郎, 島田賢也, 「高分解能角度分解光電子分光を用いた過剰ドーピング  $\text{Bi}2201$  における自己エネルギーの評価」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [7] ◎神森龍一, 谷元優希美, 佐藤 仁, 有田将司, Shiv Kumar, 島田賢也, 松本圭介, 平岡耕一, 「角度分解光電子分光による価数相転移物質  $\text{YbInCu}_4$  における c-f 混成の変化の観測」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [8] ◎瀬戸口太朗, 片岡範行, Shiv Kumar, 出田真一郎, 島田賢也, 脇田高德, 村岡祐治, 横谷尚睦, 「VUV-ARPES によるハーフメタル強磁性体  $\text{CrO}_2$  の電子構造」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [9] ◎大和田清貴, 中西楓恋, 黒田健太, 宮本幸治, 奥田太一, 周 偉男, 佐々木泰祐, 磯上慎二, 増田啓介, 桜庭裕弥, 木村昭夫, 「 $\text{Fe}_3\text{Ga}$  薄膜のスピン分極バンド構造の観測」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [10] ◎岩田拓万, 西岡幸美, 大和田清貴, 岩澤英明, 有田将司, 木村昭夫, 黒田健太, 宮本幸治, 奥田太一, 「HiSOR におけるレーザー顕微スピン分解光電子分光装置の現状」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [11] ◎宮本幸治, 天野凌我, Chen Zhang, 佐用大晴, 島田千穂, 高阪勇輔, M. Weinert, 獅子堂達也, 戸川欣彦, 奥田太一, 「カイラル構造を持つ  $\text{NbSi}_2$  の電子構造」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [12] ◎中西楓恋, 大和田清貴, 黒田健太, 角田一樹, 宮本幸治, 奥田太一, 磯上慎二, 増田啓介, 桜庭裕弥, 木村昭夫, 「スピン角度分解光電子分光実験による  $\text{Fe}_4\text{N}$  薄膜の電子状態の解明」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [13] 金安達夫, 保坂将人, 真野篤志, 高嶋圭史, 藤本将輝, 岩山洋士, E. Salehi, 彦坂泰正, 加藤政博, 「シンクロトロン光源によるダブルパルス放射の時間構造」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [14] 浜原健太, 井角 元, 田村浩太郎, 柴垣善則, 川端 拓, 河村直己, 佐藤 仁, 上田茂典, 水牧仁一朗, 日高宏之, 網塚 浩, 魚住孝幸, 三村功次郎, 「X 線分光法による  $\text{EuBe}_{13}$  中の  $\text{Eu}^{3+}$  4f 電子の熱励起に関する研究」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [15] 後藤田将史, 河村直己, 井角 元, 佐藤 仁, 上田茂典, 水牧仁一朗, 雀部矩正, 大山耕平, 光田暁弘, 和田裕文, 魚住孝幸, 三村功次郎, 「X 線分光法による温度誘起価数転移物質  $\text{Eu}_2\text{Pt}_6\text{Al}_{15}$  の電子状態の研究」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)

- [16] 保科拓海, 仲武昌史, 高倉将一, 出田真一郎, 田中清尚, 松田真生, 花咲徳亮, 伊藤孝寛, 「軸配位型フタロシアニン分子系伝導体  $\text{TPP}[\text{FePc}(\text{CN})_2]_2$  の光電子分光」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [17] ©宮本幸治, 天野凌我, Chen Zhang, 佐用大晴, 島田千穂, 高阪勇輔, M. Weinert, 獅子堂達也, 戸川欣彦, 奥田太一, 「カイラル構造を持つ  $\text{NbSi}_2$  の電子構造」日本物理学会 2022 年秋季大会 (東京工業大学, 2022 年 9 月 12 日-15 日)
- [18] Ryoga Tsuji, Munehiro Kumashiro, Koichi Matsuo, 「Contributions of membrane phase transitions to interaction of Magainin 2 with membrane」The 60th Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan (Hakodate, 2022 年 9 月 28 日-30 日)
- [19] 加藤政博, 四之宮諒, 浅井佑哉, 島田美帆, 宮内洋司, 「UVSOR-III における単一電子蓄積」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [20] 神尾 彬, 加藤政博, 島田美帆, 宮内洋司, 帯名 崇, 「コンパクト ERL における機械学習によるビームオペティクスの自動調整」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [21] 大山博史, 岩野 成, 小池隆太, 原田直幸, 丸山太洋, 笠井聖二, 澤田康輔, 加藤政博, 神尾 彬, 浅井佑哉, 広田克也, 帯名 崇, 本田 融, 「加速器分野への機械学習の応用を通じた人材育成の試み」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [22] 林 憲志, 太田紘志, 山崎潤一郎, 平 義隆, 加藤政博, 仲谷光司, 「UVSOR アンジュレーター制御系の PLC 化」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [23] 坂本文人, 全 炳俊, 平 義隆, 加藤政博, 山川清志, 近藤祐治, 佐々木昭二, 細矢 潤, 今野弘樹, 「光クライストロン用バンチャー電磁石の性能改善に関する検討」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [24] 全 炳俊, 山崎潤一郎, 藤本将輝, 林 憲志, 太田紘志, 平 義隆, 加藤政博, 「UVSOR-FEL の再立上げと Intra-cavity Compton Scattering によるガンマ線発生」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [25] Elham Salehi, Yoshitaka Taira, Masaki Fujimoto, Masahiro Katoh, 「Lattice design for future plan of UVSOR」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [26] 太田紘志, 平 義隆, 杉田健人, 林 憲志, 山崎潤一郎, 水口あき, 全 炳俊, 加藤政博, 「UVSOR 光源加速器の現状 2022」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [27] 藤本将輝, 石田孝司, 岡島康雄, 郭 磊, 高嶋圭史, 大熊春夫, 金木公孝, 鈴木遥太, 森里邦彦, 加藤政博, 國枝秀世, 「あいち SR 光源加速器の現状」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [28] 加藤政博, Lu Yao, 島田美帆, 宮内洋司, 後藤公德, 「広島大学放射光科学研究センター光源加速器の現状」第 19 回日本加速器学会年会 (オンライン開催, 2022 年 10 月 18 日-21 日)
- [29] 浅井佑哉, 島田美帆, 宮内洋司, 加藤政博, 「単一電子からの放射光の観測の試み」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [30] 若林大佑, 五十嵐教之, 有田将司, 太田紘志, 宮内洋司, 清水伸隆, 島田賢也, 解良 聡, 船守展正, 「開発研究多機能ビームラインの整備計画」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)

- [31] ◎谷元優希美, 神森龍一, 杉本光昌, 佐藤 仁, 有田将司, Shiv Kumar, 島田賢也, 中村翔太, 大原繁男, 「カイラル金属磁性体  $\text{Yb}(\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x)_3\text{Al}_9$  の角度分解光電子分光」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [32] Lu Yao, 島田美帆, 宮内洋司, 加藤政博, 「HiSOR 次期計画に向けた光源加速器の検討 2023」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [33] 浅井佑哉, 島田美帆, 宮内洋司, 加藤政博, 「単一電子からの放射光の観測の試み」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [34] ◎Amit Kumar, Shiv Kumar, Yudai Miyai, Kenya Shimada, 「Role of the electron-phonon interaction in the topological surface states on topological insulators」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [35] ◎侯 雪瑤, Shiv Kumar, Kenya Shimada, Masahiro Sawada, 「Mid-gap states emerging in the O-terminated interface of  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{graphene}$ 」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [36] ◎張 成, 宮本幸治, 獅子堂達也, 天野凌我, 佐用大晴, 島田千穂, 高阪勇輔, M. Weinert, 戸川欣彦, 奥田太一, 「Spiral electronic structure of chiral crystal  $\text{NbSi}_2$ 」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [37] 佐藤 仁, 松本拓真, 前田和大, 田中 佑, 河村直己, 高島敏郎, André M. Strydom, 「Ce 系金属間化合物  $\text{Ce}_2\text{Rh}_2\text{Ga}$  の X 線発光分光」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [38] 浜原健太, 井角 元, 田村浩太郎, 柴垣善則, 川端 拓, 河村直己, 水牧仁一朗, 雀部矩正, 佐藤 仁, 上田茂典, 日高宏之, 網塚 浩, 魚住孝幸, 三村功次郎, 「X 線分光法による  $\text{EuBe}_{13}$  中の  $\text{Eu}^{3+} 4f$  電子の熱励起に関する研究」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [39] 後藤田将史, 河村直己, 井角 元, 佐藤 仁, 上田茂典, 水牧仁一朗, 雀部矩正, 大山耕平, 光田暁弘, 和田裕文, 魚住孝幸, 三村功次郎, 「X 線分光法でみる  $\text{Eu}_2\text{Pt}_6\text{Al}_{15}$  の温度誘起価数転移」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [40] ◎田中宏明, Telegin Andrei V., Sukhorukov Yurii P., Golyashov Vladimir A., Tereshchenko Oleg E., Lavrov Alexander N., 松田拓也, 松永隆佑, 明石遼介, Lippmaa Mikk, 新井陽介, 室隆桂之, 出田真一郎, 田中清尚, 近藤 猛, 黒田健太, 「SX-ARPES で調べる強磁性スピネル  $\text{HgCr}_2\text{Se}_4$  の半導体的電子状態」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [41] 橋本 聡, 松尾光一, 「時間分解真空紫外円二色性分光法による  $\beta$  ラクトグロブリンと生体膜の相互作用研究」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [42] 西澤 航, 沢田正博, 「h-BN/Ni(111)上に成長させた遷移金属薄膜の構造と界面磁性の研究」第 36 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (立命館大学, 2023 年 1 月 7 日-9 日)
- [43] ◎Takashi Komesu, Shiv Kumar, Amit Jadaun, Yuudai Miyai, Kenya Shimada, Ch. Binek, Peter A. Dowben, 「The spin polarization of palladium on magneto-electric  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 」日本物理学会 2023 年春季大会 (オンライン開催, 2023 年 3 月 22 日-25 日)

- [44] ◎阿部浩子, 有田将司, 宮本幸治, 奥田太一, 高山あかり, 「スピン分解 ARPES による超薄膜 Sb/Bi/Si(111)ヘテロ構造の電子スピン状態」日本物理学会 2023 年春季大会 (オンライン開催, 2023 年 3 月 22 日-25 日)
- [45] ◎小林政弘, 高橋淳一, 藤森 玄, 小林憲正, 太田紘志, 松尾光一, 加藤政博, 中村浩章, 「円偏光ライマン  $\alpha$  照射による有機分子のキラリティの発現」日本物理学会 2023 年春季大会 (オンライン開催, 2023 年 3 月 22 日-25 日)
- [46] 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 線吸収及び X 線磁気円二色性スペクトルにおけるベイズ分光」日本物理学会 2023 年春季大会 (オンライン開催, 2023 年 3 月 22 日-25 日)
- [47] S. Ideta, K. Tanaka, T. Yoshida, A. Fujimori, S. Adachi, N. Sasaki, S. Yamaguchi, T. Watanabe, T. Noji, T. Fujii, S. Uchida, S. Ishida, W. O. Wang, B. Moritz, T. P. Devereaux, T. K. Lee, C. Y. Mou, 「不足ドーブ三層系銅酸化物高温超伝導体 Bi2223 の超伝導ギャップと疑ギャップ」第 10 回高温超伝導フォーラム (オンライン開催, 2023 年 03 月 21 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      | 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 | 4 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      | 4 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 | 3 件 |

#### シンポジウム・研究会開催実績

- [1] 出田真一郎: The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2023年3月9日-10日, 参加者総数69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      | 3 件 |
| 外国人留学生受入 (研究指導) | 6 件 |

#### 社会活動・学外委員

##### (学外の見学・見学・研修受入)

- [1] ナカモト(理学部パンフレット作成・写真), 7 名 (2022 年 4 月 8 日)
- [2] ソルボンヌ大学理工学部, 2 名 (2022 年 5 月 11 日)
- [3] 島根県浜田市立旭中学校, 47 名 (2022 年 7 月 5 日)
- [4] 広島県立広島国泰寺高等学校, 60 名 (2022 年 7 月 12 日)
- [5] 福岡県立新宮高等学校, 18 名 (2022 年 7 月 19 日)
- [6] 北海道大学, 3 名 (2022 年 8 月 1 日)
- [7] オープンキャンパス, 48 名 (2022 年 8 月 18 日)



- [8] 在大阪スイス領事館長, 2名 (2022年8月29日)
- [9] 呉工業高等専門学校, 3名 (2022年8月30日)
- [10] Philipps University of Marburg, 2名 (2022年9月10日)
- [11] 広島大学グローバルサイエンスキャンパス事業, 8名 (内リモート参加4名) (2022年9月11日)
- [12] HIRAKU-Global リトリート研修, 12名 (2022年9月30日)
- [13] WIRMS2022, 15名 (2022年10月9日)
- [14] 文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課, 4名 (2022年10月12日)
- [15] 広島大学附属福山中学校3年生, 31名 (2022年10月21日)
- [16] 島根県矢上高等学校, 11名 (2022年10月24日)
- [17] 竹原市立吉名学園9年生, 17名 (2022年11月2日)
- [18] 令和4年度理学部・大学院理学研究科公開(ホームカミングデー)(文化週間), 69名 (2022年11月5日)
- [19] 銀河学園中学校, 60名 (2022年11月12日)
- [20] 広島大学・三次市連携協力推進会議, 10名 (2022年11月16日)
- [21] 銀河学園中学3年生, 55名 (2022年11月17日)
- [22] National Synchrotron Radiation Research Center, Taiwan, 2名 (2022年11月26日)
- [23] 体験科学講座, 17名 (2022年11月26日)
- [24] 広島県観光課, 1名 (2022年12月8日)
- [25] 呉工業高等専門学校, 9名 (2022年12月21日)

(学内の見学・研修受入)

- [1] 未来創生科学人材育成センター, 24名 (2022年5月26日)
- [2] 先進理工系科学研究科, 22名 (2022年5月26日)
- [3] 先進理工系科学研究科, 21名 (2022年5月31日)
- [4] 先進理工系科学研究科, 1名 (2022年6月10日)
- [5] 先進理工系科学研究科, 1名 (2022年6月14日)
- [6] 先進理工系科学研究科, 12名 (2022年7月5日)
- [7] 先進理工系科学研究科, 12名 (2022年7月15日)
- [8] 先進理工系科学研究科, 22名 (2022年7月19日)
- [9] 未来創生科学人材育成センター, 12名 (2022年7月28日)
- [10] 先進理工系科学研究科, 21名 (2022年11月22日)
- [11] 未来創生科学人材育成センター, 3名 (2022年11月24日)
- [12] 先進理工系科学研究科, 2名 (2022年12月1日)
- [13] 未来創生科学人材育成センター, 12名 (2023年1月19日)
- [14] 先進理工系科学研究科, 21名 (2023年1月20日)
- [15] 工学部, 1名 (2023年2月7日)

(学協会委員)

- [1] 島田賢也 : 日本放射光学会評議員
- [2] 島田賢也 : Member of international advisory board in “International workshop on strong correlations and angle-resolved photoemission spectroscopy (CORPES)”
- [3] 奥田太一 : 日本表面科学会関西支部幹事

- [4] 奥田太一：日本放射光学会評議委員
- [5] 加藤政博：日本加速器学会評議員
- [6] 加藤政博：日本放射光学会評議員
- [7] 宮本幸治：日本放射光学会編集委員
- [8] 出田真一郎：日本放射光学会編集委員
- [9] 出田真一郎：日本物理学会運営委員
- [10] 松尾光一：Member of editorial board in “Biomedical Spectroscopy and Imaging - IOS Press”
- [11] 松尾光一：Member of international advisory board in “International Conference on Chiroptical Spectroscopy”

- [12] 松尾光一：日本放射光学会プログラム委員
- [13] 松尾光一：日本放射光学会データ構造化委員
- [14] 松尾光一：日本生物物理学会分野別専門委員
- [15] 佐藤 仁：日本放射光学会組織委員
- [16] 佐藤 仁：日本物理学会 Jr.セッション委員
- [17] 佐藤 仁：広島県物理教育研究推進会事務局庶務幹事
- [18] 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] 島田賢也：高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験審査委員会委員
- [3] 島田賢也：高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリー計画推進委員会
- [4] 奥田太一：SPring-8 / SACLA 成果審査委員会査読者
- [5] 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
- [6] 奥田太一：日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員
- [7] 奥田太一：分子科学研究所・UVSOR 運営委員会委員
- [8] 奥田太一：分子科学研究所・UVSOR 施設利用課題選定に係る審査委員
- [9] 奥田太一：VSX 利用者懇談会幹事
- [10] 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
- [11] 加藤政博：高エネルギー加速器研究機構 教育研究評議会委員
- [12] 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
- [13] 加藤政博：京都大学エネルギー理工学研究所ゼロミッションエネルギー研究拠点共同利用・共同研究計画委員
- [14] 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] 奥田太一：(株) 日立製作所 共同研究
- [2] 奥田太一：VG シェンタ (株) 共同研究
- [3] 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] ドイツ・ミュンスター大学物理学部
- [3] ロシア・ロシア科学アカデミーヨッフエ物理技術研究所
- [4] ロシア・サンクトペテルブルク大学
- [5] ドイツ・ユリウス・マクシミリアン大学ヴェルツブルク物理学・天文学部
- [6] 中国・南方科技大学
- [7] フランス・パリ・サクレ大学オルセー分子科学研究所

(国際共同研究)

- [1] 「Band structure engineering of some magnetic topological semimetals」 Jayita Nayak (インド・インド工科大学カンプール校)
- [2] 「The electronic structure investigation of dimensionality driven iridates」 Takashi Komesu (米国・ネブラスカ大学リンカーン校)
- [3] 「Magnons in ultrathin Ni films」 Markus Donath (ドイツ・ミュンスター大学)
- [4] 「Investigation of the spin texture in epitaxially grown Te-based thin film quantum materials」 Friedrich Reinert (ドイツ・ヴェルツブルク大学)
- [5] 「Mapping the temperature dependence of the magnetic gap in a ferromagnetically extended topological insulator: high-resolution ARPES at low temperatures and low photon energies」 Friedrich Reinert (ドイツ・ヴェルツブルク大学)
- [6] 「Study of Fermi surface topology on CoP-Based ThCr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> structural compounds ACo<sub>2</sub>P<sub>2</sub> (A = Ca, Sr, La, Ce, Pr, Nd, Eu)」 Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [7] 「Spin-resolved ARPES study on magnetic topological insulator Mn(Bi<sub>1-x</sub>Sb<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>」 Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [8] 「Co-modulation of Dirac point and gap size in magnetic topological insulators Sn<sub>x</sub>Mn<sub>1-x</sub>Sb<sub>y</sub>Bi<sub>1-y</sub>)<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>」 Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [9] 「ARPES study on antiferromagnetic topological semimetal Tb<sub>2</sub>CuGe<sub>6</sub>」 Cai Liu (中国・南方科技大学)
- [10] 「Laser-based angle-resolved photoemission spectroscopy study on MnBi<sub>10</sub>Te<sub>16</sub>」 Cai Liu (中国・南方科技大学)
- [11] 「ARPES Study of a low dimensional chiral Dirac material」 Ke Deng (中国・南方科技大学)
- [12] 「ARPES Study on Antiferromagnetic topological semimetal SmAlSi」 Chaoyu Chen (中国・南方科技大学)
- [13] 「High resolution ARPES study on Si-terminated and Gd-terminated surfaces of GdIr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>」 Chaoyu Chen (中国・南方科技大学)
- [14] 「Investigating the electronic structure and CDW gap structure of Cs(V<sub>1-x</sub>Ti<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> by ARPES」 Chaoyu Chen (中国・南方科技大学)
- [15] 「Spin-resolved ARPES study on antiferromagnetic topological material CeBi」 Chaoyu Chen (中国・南方科技大学)
- [16] 「Revealing the electronic structure of a metallic magnetic van der Waas compound」 Ke Deng (中国・南方科技大学)

- [17] 「The electronic structure study on an air-stable, high mobility van der Waals material TaCo<sub>2</sub>Te<sub>2</sub> by ARPES」 Fayuan Zhang (中国・中国科学院上海マイクロシステム情報技術研究所)
- [18] 「The electronic structure study on MnBi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub> by laser-based angle-resolved photoemission spectroscopy」 Fayuan Zhang (中国・中国科学院上海マイクロシステム情報技術研究所)
- [19] 「ARPES study on antiferromagnetic topological semimetal Sm<sub>2</sub>CuGe<sub>6</sub>」 Yognqing Cai (中国・南方科技大学)
- [20] 「A study on the nature of exotic Fermi arc state and magnetic topological states in Rare-earth Monopnictides RX (R = Ce, Nd; X = Sb, Bi) by using spin-resolved ARPES」 Guodong Liu (中国・中国科学院物理研究所)
- [21] 「ARPES study on Co-based magnetic Heusler compound Co<sub>2</sub>TX (T=transition metals ; X=Si,Ge,Sn,Al and Ga)」 Hongtao Rong (中国・南方科技大学)
- [22] 「Electronic structure study on Mn-doped (Ge<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>)Sb<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>」 Hongtao Rong (中国・南方科技大学)
- [23] 「ARPES study on a novel surface state in obstructed atomic insulators」 Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [24] 「Probing the spin structure of antiferromagnetic-induced fermi-arc-like split bands in NdBi」 Chang Liu (中国・南方科技大学)
- [25] 「Uncovering nonsymmorphic symmetry protected hidden spin polarization in inversion-symmetric multiphase superconductor Ce(RhAs)<sub>2</sub>」 Zhang Ke (中国・電子科技大学)
- [26] 「Observation of fully spin-polarized Weyl monoloop surface states in rutile-type metal fluorides LiV<sub>2</sub>F<sub>6</sub>」 Zhang Ke (中国・電子科技大学)
- [27] 「Far UV-CD spectroscopy of protein-nanomaterials interaction」 Martin Andersson (インド・チャルマース工科大学)
- [28] 「ARPES Study on intrinsic magnetic topological insulator CVT-MnBi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>」 Chaoyu Chen (中国・南方科技大学)

#### 研究助成金等の受入状況

- [1] 島田賢也：基盤研究(C) (研究代表者)「隠れたスピン偏極を持つ低次元電子系の量子多体相互作用の定量解析」総額4,290千円 2022年度 1,430千円
- [2] 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 2022年度 4,810千円
- [3] 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 2022年度 13,260千円
- [4] 加藤政博：挑戦的研究(萌芽) (研究代表者)「広帯域インコヒーレント放射光の可干渉性を利用する革新的光技術の探索」総額6,240千円 2022年度 1,820千円
- [5] 松尾光一：基盤研究(C) (研究代表者)「時間分解真空紫外円二色性法による生体膜と相互作用した蛋白質の構造研究」総額4,160千円 2022年度 1,820千円
- [6] 島田賢也：令和4年度外国人特別研究員 (JSPS サマープログラム) 調査研究費158千円
- [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

## 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
- 物理科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科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（28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（20名），および放射光科学研究センター（11名），宇宙科学センター（6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2プログラムと3センターが学部教育を担当しており，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ように「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（2022年4月時点）

#### ・物理学プログラム

##### 教授

野中千穂，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，本間謙輔，高橋弘充，中島伸夫，  
黒田健太，関谷徹司，和田真一

##### 助教

清水勇介，木坂将大，三好隆博，八野 哲，須田祐介，Mao Junjie，Kim Sangwook，  
石松直樹，Munisai Nuermaimaiti，吉田啓晃，仁王頭明伸

・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，出田真一郎

助教

Shiv Kumar, Mohamed Ibrahim

・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，Singh Avinash, Gangopadhyay Anjasha

・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，野原 実，岡本宏己，栗木雅夫

准教授

田中 新，樋口克彦，多田靖啓，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，Sitaram Ramakrishnan，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う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。

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に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

2022年度前期授業担当		
1年次		
火	物理数学A	中島
	教養ゼミ	深澤, 生天目, 木村, 岡本, 鈴木, 志垣
木	力学A	野中
金	物理学演習	水野, 本間, 栗木
	教養ゼミ	深澤, 生天目, 木村, 岡本, 鈴木, 志垣
	力学A	野中
2年次		
火	物理数学C	石川
	電磁気学I	栗木
水	熱力学	松村
	物理学英語	稲見, Liptak, Gangopadhyay, Singh
木	解析力学	野原
	電磁気学演習	関谷, 加藤, 高橋(弘), 黒田
金	物理学特別講義 (Pythonプログラミング)	岡部
3年次		
火	物理学特別講義 (物理数学E(群論))	両角, 田中, 清水
	物理学実験I	和田 他
水	統計力学I	嶋原
	応用電磁力学	岡本
	量子力学演習	佐藤, 宮本, 志村
木	固体の構造と物性	森吉
	原子核素粒子物理学	志垣
金	量子力学II	樋口
	相対性理論	小鷲
	物理学実験I	和田 他
4年次		
水	物理学特別講義 (素粒子ハドロ物理学)	野中
木	固体物理学II	鬼丸
金	相対論的量子力学	両角

2022年度後期授業担当		
1年次		
木	力学B	檜垣
	物理学序論	檜垣
金	力学演習	奥田, 山口, 木坂
	物理数学B	多田
2年次		
月	先端物理学	松村 他
火	物理学数値計算法	三好
	物理学特別講義 (エレクトロニクス)	飯沼
	先端物理学	松村 他
	物理数学D	岡部
水	電磁気学II	鬼丸
	電磁・量力演習	島田, 松尾, 出田
木	量子力学I	石川
金	物理学特別講義 (エレクトロニクス)	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
	物理学特別講義 (粒子実験物理学)	山口
	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きていると考えられ、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。

## 2022年度入学生

	定員	志願者	入学者
AOI型	10	14	5
前期日程	36	71	44
後期日程	20	137	17
計	66	222	66

## チューター

入学年度	チューター			
2022	樋口	野原	本間	関谷
2021	栗木	石井	和田	森吉
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

## 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ともに、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。2022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
2022	66	5	67	56
2021	62	5	62	54
2020	74	5	71	47
2019	57	5	58	43
2018	64	5	65	46
2017	63	7	64	48

2022年度の卒業論文発表会は、2023年2月15日（水）に3つのグループで時間帯を分け、ショートオーラル（E104）、ポスター発表（大会議室E203）にて開催した。

以下に、卒業論文発表題目を掲載する。

## 2022年度 理学部・物理学科 卒業論文発表会

2023年2月15日 (水)

場所：E104 ショートオーラル

E203 ポスター発表

	氏名	論文題目	指導教員	主査	副査
1	古堅基史	光子・電子の弁別を目的としたシンチレーション検出器の信号解析	高橋 (徹)	高橋 (徹)	高橋 (弘)
2	松本峻平	層状希土類テルル化合物の電荷密度波	野原	野原	梅尾
3	中島 大	近藤効果について	田中	田中	生天目
4	鈴木龍之介	チャーン絶縁体における量子ホール効果とエッジ状態	多田	多田	木村
5	金川侑司	E×Bドリフトを用いた低エネルギービーム引き出し	檜垣	檜垣	三好
6	新竹悠旗	グロス・ピタエフスキー方程式によるボース・アインシュタイン凝縮体の数値解析	樋口	樋口	野中
7	村岡俊一郎	高強度磁場による仮想光子由来 $\mu$ 粒子対偏向の検出可能性に対する模擬計算を用いた評価	志垣	志垣	檜垣
8	大山慶悟	Constraints on mass-dependent intrinsic scatter in scaling relations	岡部	岡部	両角
9	高佐永遠	レーザースピン分解光電子分光法を用いたトポロジカル絶縁体 $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ による光電子スピン干渉の研究	黒田	黒田	野原
10	永田祐万	強誘電体ビスマスアルミネート準安定相の結晶構造解析	黒岩	黒岩	仁王頭
11	長瀬雄太郎	$\text{SrNi}_2\text{P}_2$ の結晶中における $\text{P}_2$ 分子形成を伴う構造相転移：その制御と量子物性の探索	野原	野原	黒田
12	片山 颯	ベイジアン解析の高エネルギー原子核衝突実験への適用	野中	野中	山口
13	大西祐輝	単層系銅酸化物高温超伝導体のARPESスペクトルの重みと超伝導転移温度の関係	出田	出田	野原
14	沈 滋利	h-BN/Ni(111)単層膜上におけるCrおよびMn超薄膜の成長過程	澤田	澤田	吉田
15	牧島滉平	希土類含有層状複水酸化物の発光特性を支配する結晶構造の特徴	森吉	森吉	宮本
16	児玉愛梨	準平行系光子衝突による暗黒物質探索へ向けた原子起因背景光出射角測定系の設計と実装	本間	本間	稲見
17	比嘉凱亜	境界条件とゲージ対称性の破れについて	野中	野中	嶋原
18	富田光太郎	重い電子系磁気冷凍材料 $\text{YbCu}_4\text{Ni}$ の大型化による性能向上	鬼丸	志村	島田
19	伊達義将	$\text{Dy}_2\text{Fe}_{17}$ と $\text{Ho}_2\text{Fe}_{17}$ の高圧下の水素誘起磁気転移	中島	石松	佐藤
20	浦田 岬	XRISM衛星による楕円銀河データ解析手法の確立	深澤	深澤	木坂

21	山上浩輝	光子の直進性の破れの検証のための不確定性 限界を超える量子操作	高橋 (徹)	飯沼	石川
22	吉岡郭斗	ビフェニル単分子膜における超高速電荷移動 のねじれ角依存性	和田	仁王頭	八木
23	池田 仁	Fermion超流体に対する密度汎関数理論	樋口	樋口	石川
24	額賀圭平	人工積層グラフェンを用いたバレー自由度制 御の研究	八木	八木	澤田
25	林 高輔	真空紫外円二色性を用いたG3LEA細胞保護メ カニズムについての研究～スピンコート法に よるタンパク質固体試料の作成と評価～	松尾	松尾	和田
26	WEHMEYER JONNA MARIE	完全二流体プラズマモデルに対する離散的ガ ウスの法則を満たす数値解法の開発	志垣	三好	岡本
27	栴山理玖	相対論的電磁流体モデルによる高エネルギー重 イオン衝突実験の解析	野中	野中	本間
28	福田竜也	干渉縞の測定による光路の揺らぎの推定	高橋 (徹)	飯沼	野中
29	折見智治	ニュートリノの振動確率とフレーバーチャー ジの関係	両角	両角	志垣
30	小林丈起	MeVガンマ線観測用ガスアルゴン検出器の立 ち上げ	深澤	深澤	八野
31	中島隆真	ラマン散乱を用いたCeCoSiの構造相転移の研 究	松村	松村	黒岩
32	上條 快	逆モンテカルロ法によるチタン酸ストロンチ ウムの局所構造解析	中島	中島	Kim
33	栗田峻輔	高位置分解能シリコン光センサーを用いたリ ングイメージ型チェレンコフ検出器による GeV領域 $\mu$ 粒子同定の実現可能性評価	志垣	八野	深澤
34	鈴木彩夏	次世代MeVガンマ線衛星に向けた新型ピクセル 検出器AstroPixの基礎特性評価	深澤	須田	飯沼
35	森田雄晴	軟 X 線角度分解光電子分光を用いた空間反転 対称性の破れた磁性 Weyl 半金属の研究	黒田	黒田	奥田
36	國友香里	マルチスピン検出ターゲットの開発へ向けた 酸素吸着FeCo薄膜の垂直磁気異方性の研究	奥田	奥田	石井
37	渡崎竜次	量子ホールバルク物質 $\text{CaCu}_4\text{As}_2$ における放 射光角度分解光電子分光を用いた電子状態の 研究	黒田	黒田	石松
38	杉本光昌	負の熱膨張を示す $\text{SrCu}_3\text{Fe}_4\text{O}_{12}$ のX線発光分光	佐藤	佐藤	志村
39	本山 建	高分解能NMRを用いたビタミン-シクロデキス トリン包接体の構造研究	関谷	吉田	松尾
40	山田蓮斗	ALICE実験Run 3におけるハイペロン同定能の シミュレーションによる評価	山口	山口	高橋 (徹)

41	山田実桜	温めると縮むFe <sub>72</sub> Pt <sub>28</sub> 不規則合金の局所構造解析	中島	石松	鈴木
42	宮丸嵩史	μeV広質量域アクシオンの粒子探索へ向けた円偏光二波長マイクロ波集光衝突系の設計	本間	本間	水野
43	秋田康輔	放射減衰を考慮した強電磁場中でのプラズマの運動	岡部	木坂	栗木
44	磯部健太郎	ハニカム格子磁性体NdPt <sub>6</sub> Al <sub>3</sub> における弾性ソフト化と三方晶結晶場効果	石井	石井	森吉
45	前田陽紀	高耐久カソード実現のためのCsKSb薄膜によるGaAsのNEA活性化研究	栗木	栗木	植村
46	村本凌晟	YbTrGe(Tr = Ni, Ir)の二段反強磁性秩序に対する圧力効果	梅尾	梅尾	黒岩
47	佐伯聖真	プラズマ粒子シミュレーションによるパルサー一磁気圏の研究	岡部	木坂	川端
48	藤田陽大	磁化測定によるCeTeの逐次転移の観測	松村	松村	中島
49	齋藤奨太	キラル磁性体DyNi <sub>3</sub> Al <sub>9</sub> とShastry-Sutherland格子磁性体ErB <sub>4</sub> における電気四極子相互作用と巨大弾性ソフト化	石井	石井	佐藤
50	白川皓介	放射光X線回折によるチタン酸バリウム八面体結晶のマルチスケール構造可視化技術の開発	黒岩	黒岩	鬼丸
51	黒口俊平	クライストロンの応答を考慮した進行波加速管における電圧の時間変化と振幅変調によるビームローディング補償	栗木	栗木	須田
52	上田彪雅	グラフェンにおける有効磁場の研究	八木	八木	田中
53	足立大輔	かなた望遠鏡におけるGRB可視光近赤外線同時偏光観測の自動化システム導入と評価	深澤	川端	Liptak
54	浅井佑哉	単一電子からの放射光の観測	加藤	加藤	松村
55	板谷さくら	A review of chiral phase transition in the 1+1 dimensional Gross-Neveu model	石川	石川	多田
56	白井宏尚	Ybジグザグ鎖をもつYbCuS <sub>2</sub> の相転移に対するLu, Se置換効果	鬼丸	鬼丸	森吉
57	山田純那	金表面に吸着した有機単分子膜の仕事関数の決定	和田	和田	出田
58	幸野友哉	かなた望遠鏡における自動分光観測システムの性能評価	深澤	植村	伊藤
59	横山貴之	Haldane相の対称性に基づく解析	多田	多田	清水
60	深田 静	極大後に急な減光を示した超新星SN2021uktの可視近赤外観測に基づいた研究	深澤	川端	岡部
61	菱沼竜也	水中レーザーアブレーション法を用いたNi-Ag合金ナノ粒子の合成の試み	和田	和田	中島
62	芳賀達樹	麹菌株 Gad 7 由来の菌体外多糖類の構造と物理化学的性質	松尾	松尾	関谷

63	加國龍雅	ネットワーク理論のサッカーにおけるゲーム分析への応用	多田	多田	岡部
64	加藤公泰	ラティス不整合を有する大強度ハドロンビームの安定性について	岡本	岡本	加藤
65	有賀資起	急冷処理がビスマス系ペロブスカイト型強誘電体の結晶構造と誘電特性に及ぼす影響	黒岩	Kim	比嘉
66	東家 聖	相対論的弦の古典論と量子化	野中	野中	樋口

#### 物理学科就職情報

進 学：広島大学大学院博士課程前期 42名，東京工業大学 4名，東北大学 3名，東京大学 2名，総合研究大学院大学 2名，京都大学 1名，大阪大学 1名，筑波大学 1名

企 業：(株) 三平興業 1名，ダイキン工業 (株) 1名，因幡電機産業 (株) 1名，(株) アドバンテッジリスクマネジメント 1名，(株) オービック 1名，(株) ディー・エヌ・エー 1名，(株) ワールドインテック 1名，三菱自動車興業 (株) 1名，(有) 遊宝洞 1名

その他：国土交通省関東地方整備局 1名，厚生労働省広島労働局 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プログラム

- ・地球惑星システム学専攻
- ・地球惑星システム学科



# 1 地球惑星システム学プログラム・地球惑星システム学専攻

## 1-1 プログラム・専攻の理念と目標

地球惑星システム学プログラム・地球惑星システム学専攻は、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、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。本プログラム・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 プログラム・専攻の組織と運営

本プログラム・専攻では、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）、片山 郁夫（教授）、Das Kaushik（准教授）、岡崎 啓史（准教授）、大川 真紀雄（助教）、Sarkar Dyuti Prakash（育成助教）
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）、Katharina Otto*（特任助教）、芳川 雅子（特任准教授）
地球惑星物理学	井上 徹（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）
事務職員	伊藤 暁子、三好 倫子

\*ドイツ航空宇宙センターとクロスアポイントメント協定締結

協定期間：2021.3.1～2023.3.31

招聘期間：2021.6.1～2021.7.31 及び 2022.4.15～2022.6.15

### 1-2-2. 教職員の異動

令和4年 4月1日：岡崎 啓史 准教授 着任

令和4年 4月1日：芳川 雅子 特任准教授 着任

令和4年 7月31日：Chakraborti Tushar Mouli 育成助教 退職

\* 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 プログラム・専攻の大学院教育

#### 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。

##### 1-3-2-2. 充足率

令和 4 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。博士課程前期の 2 学年の平均定員充足率は 110%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 67%である。

	定員	1年	2年	3年
博士課程前期	10名	13名	9名	-
博士課程後期	3名	1名	0名	5名

##### 1-3-2-3. 就職進学状況

博士課程前期修了者 9 名の進路は以下の通りである。

三重県、気象庁福岡管区気象台、明治コンサルタント株式会社、日本製鉄株式会社、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構、川崎油工株式会社、国立大学法人広島大学

博士課程後期修了者 2 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）、国立研究開発法人 海洋研究開発機構（JSPS 外来研究員）

#### 1-3-3. 大学院生の国内学会発表実績

片山 郁夫：6 件（修士の発表 1 件、博士の発表 3 件、修士・博士共同発表 2 件）

白石 史人：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）

安東 淳一： 4 件（修士の発表 1 件，博士の発表 1 件，修士・博士共同発表 2 件）  
井上 徹： 6 件（修士の発表 6 件，博士の発表 0 件，修士・博士共同発表 0 件）  
ダス カウシク： 1 件（修士の発表 0 件，博士の発表 1 件，修士・博士共同発表 0 件）  
川添 貴章： 7 件（修士の発表 7 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

井上 徹： 2 件（修士の発表 2 件，博士の発表 0 件，修士・博士共同発表 0 件）  
ダス カウシク： 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）  
宮原 正明： 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）  
川添 貴章： 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 4 年度 9 月修了（0 件）

令和 4 年度 3 月修了（8 件）

上野 恭史：無水及び含水条件下における輝石-ザクロ石系の高圧相転移の解明

(Investigation of high-pressure phase transition in the pyroxene - garnet system under dry and wet conditions)

奥村 晃太：MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 系におけるマントル遷移層～下部マントル最上部での溶融関係について

(Melting relations from the mantle transition zone to uppermost lower mantle in the MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O system)

山口 和貴：マルチアンビル実験によるウォズリアイトの熔融温度に及ぼす高酸素分圧と水の影響への制約

(Constraints on the effect of high oxygen fugacity and water on the melting temperature of wadsleyite by multi-anvil experiments)

久木原 翔：NWA 6148 と NWA 10153 を用いたナクライト岩体の水質変成の解明

(Elucidation of aqueous alteration in the nakhlites body with NWA 6148 and NWA 10153)

重中 美歩：始源小天体物質に含まれる固体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 the alkaline copper oxide degradation products from organic macromolecules in the samples of primitive small bodies)

尾畑 友哉：北京市と横浜市における有機エアロゾルの分布と形成

(Distribution and formation of organic aerosols in Beijing and Yokohama)

河上 洋輝：日本周辺の台風により励起された一次脈動の震源推定

(Estimation of the source locations of primary microseisms excited by typhoons around Japan)

松永 健義：福岡県篠栗地域に露出する三郡-蓮華帯の岩石学的研究

(Petrological study of Sangun-Renge belt exposed in Sasaguri, Fukuoka prefecture)

### 1-3-6. 博士学位

令和4年度 博士論文 (2件)

NGOMBI MAVUNGOU Larissa : Tectonic processes during Maizuru back-arc basin closure:

Geochemical, geochronological, and structural approaches

(地球化学・地質年代学・構造地質学的手法に基づく舞鶴背弧海盆閉鎖プロセスの解明)

赤松 祐哉 : Effect of water-saturated cracks on seismic velocity and transport properties of oceanic crust

(海洋地殻の地震波速度と輸送特性に対するクラックと水の影響)

### 1-3-7. TAの実績

令和4年度のTA : 博士課程前期 24名, 博士課程後期 4名

### 1-3-8. 大学院教育の国際化

本プログラム・専攻では、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 プログラム・専攻の研究活動

### 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
7月4日	HiPeR特別セミナー バレア砂岩の三軸引張変形実験- 引張+剪断の混合破壊への間隙水圧の影響	北島弘子 氏 (テキサスA&M大学)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
7月4日	HiPeR特別セミナー 低速~高速摩擦試験機用熱水圧力容器の開発と	嶋本利彦 氏 (シマモト環境地球ラボ)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
10月14日	HiPeR特別セミナー 花崗岩のための地球化学的判別図：その利用と問題点について	亀井淳志 氏 (島根大学)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
10月20日	HiPeR特別セミナー Physico-chemical properties of noble gases at extreme conditions	A.D. Rosa 氏 (European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), France)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
11月4日	HiPeR特別セミナー Syn-tectonic granite emplacement in a transpression shear zone: Insights from Phulad Shear Zone, Rajasthan, India	CHATTERJEE M. Sadhana 氏 (Jadavpur University, Kolkata, India)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
11月4日	第 11 回 ホームカミングシンポジウム 第 9 回 HiPeR シンポジウム	澤井みち代 氏 (千葉大学) 堀 真子 氏 (大阪教育大学) 清水由佳 氏 (スプリングエイトサービス株式会社)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
11月5日	HiPeR特別セミナー 生物がすむ果てを探る - 極超低エネルギー海底下生命圏の探求 -	諸野祐樹 氏 (JAMSTEC X-STAR 高知コア研)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
1月16,17日	第5回国際セミナー “High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment” (Conveners: Prof. Toru Inoue and Prof. Andrey Bobrov)	17件の研究成果発表 (日本, フランス, イタリア, ロシア)	広島大学・理学部 (オンライン開催)
2月27日	第 10 回 HiPeR 国際シンポジウム	6件の研究成果発表 (本学からダス准教授・白石准教授が発表)	Delhi University, India (Hybrid 開催)

## (2) 学術団体等からの受賞実績

岡崎啓史 准教授：一般社団法人日本地質学会「柵山雅則賞」を授賞

「対象研究テーマ：高温高圧変形実験に基づく岩石レオロジー研究」

片山郁夫 教授：一般社団法人日本地質学会「H. E. ナウマン賞」を授賞

「対象研究テーマ：地球内部での水循環に関する研究」

## (3) 学生の受賞実績

該当無し

## (4) 研究成果の社会への還元実績

月 日	内 容	発表者 (世話人)
5月1日	広島市安佐北区白木町に最大80cm厚の始良Tn火山灰層が出現！地元住民向けの見学会	早坂 康隆

## (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
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
インド中生代 Semri 層群中に見られる微生物岩の研究	P. Chakraborty 教授 (デリー大学, インド)	白石 史人
アンデス山脈に発達するトラバーチンの特徴と形成過程	A. Mors 研究員 (アルゼンチン国立科学技術研究評議会)	白石 史人
イラン Baba gorgor に発達するトラバーチンの研究	K. Taheri 研究員 (ケルマーンシャー地域水道局, イラン)	白石 史人
インドの隕石に関する共同研究	Dr. S. Ghosh (IIT, Kharagpur, インド)	宮原 正明
はやぶさ2初期分析に関する共同研究	R. Stroud, B.T. De Gregorio (アメリカ海軍調査研究所, 米国), L. Nittler, G. Cody (カーネギー研究所, 米国), L. Bonal, E. Quirico (グルノーブル大学, フランス), L. Remusat (パリ自然史博物館, フランス), C. Engrand, E. Dartois, J. Mathurin, J. Duprat (パリ=サクレ大学)	藪田ひかる



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 (プレジデンスー大学, インド)	安東 淳一 ダス カウシク
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 ダス カウシク
高压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
含水ワズレアイトの高温高压下での弾性波速度に関する研究	G. Gwanmesia 教授 (デラウェア大学, アメリカ)	井上 徹
マントル岩との相互作用に伴う地殻物質と流体の地球深部サイクルの解明に関する研究	A. Bobrov 教授 (モスクワ州立大学, ロシア)	井上 徹
高压含水鉱物 superhydrous phase B 相の高温高压下における弾性波速度に関する研究	C. Xu 研究員 (中国地震局, 中国)	井上 徹
炭酸塩に富んだ堆積物の含水高压条件下での溶融に関する研究	Q. Liu 准教授 (北京大学, 中国)	井上 徹
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)	ダス カウシク
インド北西部 South Delhi Fold Belt のテクトニクスの解明と年代測定に関する共同研究	A. Chattopadhyay 教授 (デリー大学, インド)	ダス カウシク
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, G. Ghosh 教授 (プレジデンスー大学, インド)	ダス カウシク
南インド Dharwar Craton 中高压変成岩からテクトニクスの解明の研究	A. Chatterjee 助教 (Pondicherry 大学, インド)	ダス カウシク
インドヒマラヤ地域の堆積岩から原生代の古環境の復元に関する研究	P. Dasgupta 准教授 (Kazi Nazrul 大学, インド)	ダス カウシク
ウォズリアイトの双晶に関する研究	宮島延吉 (バイロイト大学, ドイツ) J. Buchen (オックスフォード大学, 英国)	川添 貴章
カンラン石中の転位の移動速度に関する研究	L. Wang, 桂 智男, 宮島延吉 (バイロイト大学, ドイツ)	川添 貴章

(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	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
Eranga Jayawickrama	岩石中の熱クラックの生成とプレート強度の関係	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4年4月1日～令和5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

- Jayawickrama E. G., and Katayama I., 2023. Elastic properties of thermally treated diabase and peridotite: Implications toward the elastic properties of oceanic lithosphere. *Journal of Geophysical Research*, 128, e2022JB026143. doi.org/10.1029/2022JB026143
- Katayama I., Yoshida M., and Hirauchi K., 2022. Effects of rheological stratification and elasticity of lithosphere on subduction initiation. *Frontiers in Earth Science*, doi.org/10.3389/feart.2022.988320
- ©Nagase K., Hatakeyama K., Okazaki K., Akamatsu Y., Abe N., Michibayashi K., and Katayama I. (corresponding author), 2022. Simultaneous Measurements of Elastic Wave Velocity and Porosity of Epidosites Collected From the Oman Ophiolite: Implication for Low VP/VS Anomaly in the Oceanic Crust. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL098234. doi.org/10.1029/2022GL098234
- Miyamoto T., Hirono T., Yokoyama Y., Kaneki S., Yamamoto Y., Ishikawa T., Tsuchiyama A., Katayama I., Yabe Y., Ziegler M., Durrheim R. J., and Ogasawara H., 2022. Characteristics of Fault Rocks within the Aftershock Cloud of the 2014 Orkney Earthquake (M5.5) Beneath the Moab Khotsong Gold Mine, South Africa. *Geophysical Research Letters*, 49, doi.org/10.1029/2022GL098745
- Fujioka R., Katayama I. (corresponding author), Kitamura M., Okuda H., and Hirose T., 2022. Depth profile of frictional properties in the inner Nankai accretionary prism using cuttings from IODP Site C0002. *Progress in Earth and Planetary Science*, 9, 31. doi.org/10.1186/s40645-022-00488-1
- Park Y., Azuma S., Okazaki K., Uesugi K., Yasutake M., Nishihara Y., Nomura R., 2022. Development of lattice-preferred orientations of MgO periclase from strain rate controlled shear deformation experiments under pressure up to 120 GPa. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL100178. https://doi.org/10.1029/2022GL100178
- Bhattacharya P., Rubin A.M., Tullis T.E., Beeler N.M., Okazaki K., 2022. The evolution of rock friction is more sensitive to slip than elapsed time, even at near-zero slip rates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119, e2119462119. https://doi.org/10.1073/pnas.2119462119
- Papeschi S., Vannucchi P., Hirose T., Okazaki K., 2022 Deformation and material transfer in a fossil subduction channel: Evidence from the Island of Elba (Italy). *Tectonics*, 41, e2021TC007164. https://doi.org/10.1029/2021TC007164
- Kelemen P.B., de Obeso J.C., Leong J.A., Godard M., Okazaki K., Kotowski A.J., Manning C.E., Ellison E.T., Menzel M.D., Urai J.L., Hirth G., Rioux M., Stockli D.F., Lafay R., Beinlich A.M., Coggon J.A.,

- Warsi N.F., Matter J.M., Teagle D.H.A., Harris M., Michibayashi K., Takazawa E., Sulaimani Z.A., the Oman Drilling Project Science Team., 2022. Listvenite formation during mass transfer into the leading edge of the mantle wedge: initial results from Oman Drilling Project Hole BT1B. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, <https://doi.org/10.1029/2021JB022352>
- Bui D.V., Takeshita T., Ando J., Yamamoto T., Huang W., Yeo T., and Czertowicz T.A., 2023. Development of the Median Tectonic Line-related shear zone, southwest Japan: An analysis of strain localization processes. *Tectonophysics*, 850, 229751. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229751>
- Obata M., Mashimo T., Ando J., Chen L., Kawai N., Liu X., and Yamamoto T., 2023. High-pressure shock compression of olivine: dynamic pulverization and frictional melting. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 338, 107009. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2023.107009>
- ©Hirayama T., Shibata T., Yoshikawa M., Abbou-Kébir K., Kimura K., Osanai Y., Das K., Hayasaka Y., Takemura K., 2022. Origin of xenoliths in Hime-shima volcanic group, Kyushu, Southwest Japan Arc. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 117, 211217b.
- Sharma A., Das K., Chakraborty P.P., Shiraishi F. and Kayama M., 2022. U-Pb zircon age of pyroclastic rock from the Parsoi Formation, Mahakoshal Belt: Implications towards Orosirian oxygenic basin formation and related tectonics in Central Indian Tectonic Zone. *Geological Journal*, 57, 4122-4138, doi:10.1002/gj.4533.
- ©Ngombi Mavoungo L., Das K., Kawaguchi K., Hayasaka Y., Shibata T., 2022. Back-arc basin closure at the East Asian margin during Permo-Triassic boundary: Sedimentary breccia, geochemistry, and U-Pb zircon data from Maizuru Terrane, Southwest Japan. *Geosystems and Geoenvironment*, 1(3), 100080 (10.1016/j.geogeo.2022.100080)
- ©Sarkar D. P., Ando J., Ghosh G, Das K., Dasgupta P., Naotaka T., 2022. Fault zone architecture and lithology dependent deformation mechanisms from the Himalayan Frontal Fold-thrust belt (FTB): insights from the Nahan thrust, NW India. *GSA Bulletin* (2023) 135 (5-6): 1206–1224. (10.1130/B36246.1)
- Dey S., Dasgupta P., Das K., Goto K., Matin A., Suzuki K., Kubota M., 2022. Krol Sandstone-black shale association of the Lesser Himalayan Neoproterozoic succession, Himachal Pradesh, India: An unexplored record of the hothouse aftermath, *Marine and Petroleum Geology*, 141, 105723 (10.1016/j.marpetgeo.2022.105723)
- Chatterjee A., Oh C.W., Lee B.C., Das K., Hidaka H., 2022. Metamorphic evolution of the Sittampundi Layered Complex, India during the Archean-Proterozoic boundary: insight from pseudosection modeling and zircon U-Pb SHRIMP geochronology. *Geological Magazine*, 159, 1355-1383 (10.1017/S0016756822000164).
- Bose S., Sorcar N., Das K., Ganguly P., Mukherjee S., 2022. Pulsed tectonic evolution in long-lived orogenic belts: an example from the Eastern Ghats Belt, India. *Precambrian Research*, 369, 106522, (DOI:10.1016/j.precamres.2021.106522).
- ©Kawaguchi K., Hayasaka Y., Shibata T., Kimura K., Das K., 2022. Tectonic evolution of Southwest Japan at the Cretaceous time inferred from the zircon U-Pb geochronology along the Maana Belt, western Shikoku, Japan. *Lithos*, 410-411, 106568 (DOI:10.1016/j.lithos.2021.106568).

Apurva Alok, Pant N.C., Das K., Tsutsumi Y., Kumar P., Chopra S., Saini H.S., Khan A.A., 2023. New insights on the geological evolution of paleorivers and their relationship to Indus civilization and early Historic settlements on the plains of Haryana, NW India. Quaternary Geoarchaeology of India, Special Publications 515, Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/SP515-2020-161>

○著書

該当無し

○総説・解説

岡崎啓史, 濱田洋平, 2022. 熱水環境下での岩石変形実験に基づく沈み込み帯プレート境界の摩擦特性と滑り挙動の多様性に関する考察, 月刊地球, 44(11), 582-590

氏家恒太郎, 岡崎啓史, 平内健一, ウォリス サイモン, 2022. 総説: スロー地震に関する地質学的・実験的・地震学的研究の連携と進展, 月刊地球, 44(11), 511-513

○特許・その他

該当無し

○国際会議での招待・依頼・特別講演

◎Mavoungou N. L., Das K., Hayasaka Y., Kawaguchi K., (Invited talk) Maizuru back-arc sea closure: Permian-Triassic boundary tectonics in East Asia. Geological Society of Korea annual meeting, 2022.10.25-28 (Pusan, S. Korea) (Invited)

○国際会議での一般講演

Eranga Gayanath Jayawickrama, Ikuo Katayama, Elastic properties of thermally treated diabase and peridotite: Implications towards the elastic properties of oceanic lithosphere. American Geophysical Union 2022 Fall Meeting (San Francisco, on line), 2022.12.10

Ganguly P., Bose S., and Das K., Metasomatic transformation and deformation at the calc-silicate granulite and charnockite interface in the Phulbani area of the Eastern Ghats Province, India: Implications on the fluid movement and strain localization in the lower crust. American Geophysical Union 2022 Fall Meeting, 2022.12.15

Banerjee A., Ganguly P., Bose S., Das K., Sorcar N., Two-stage metamorphism of the Angul-Tikarpada area, Eastern Ghats Belt and its implications on the India-East Antarctica correlation. Goldschmidt 2022, 2022.7

Chaudhuri A., (Oral) Dunkl I., Schöning J., Eynatten H. von, Das K., Geochronology of sediments as a tool to identify lost geological features - a case study from the Mesozoic sedimentary succession of the Kutch Basin, western India. EGU 2022. 2022.5.23-27

### ○国内学会での招待・依頼・特別講演

赤松祐哉, 片山郁夫, Interpretation of electrical resistivity structure of oceanic crust based on analysis of seismic velocity structure. 地球電磁気・地球惑星圏学会, 2022.11.5

Park Yohan, 東 真太郎, 岡崎啓史, 上杉健太郎, 安武正展, 野村龍一, High pressure shear deformation experiments on MgO periclase under pressure up to 120 GPa: Toward understanding anisotropy in the lowermost mantle. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, SCG49-18, 2022.5.26

岡崎啓史, 脆性塑性遷移領域における水にとむ石英剪断帯のレオロジー. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, SCG52-06, 2022.5.27

### ○国内学会での一般講演

宮本 英, 廣野哲朗, 横山友暉, 金木俊也, 山本裕二, 石川剛志, 土山 明, 片山郁夫, 矢部康男, Martin Ziegler, Raymond Durrheim, 小笠原宏, ICDP DSeis M5.5 オークニー地震余震域から採取した断層試料の物質科学的特徴. 日本地震学会, 2022.10.16

片山郁夫, 谷本和優, 高圧下での岩石の比抵抗と弾性波速度の同時測定の開発. 日本鉱物科学会(新潟), 2022.9.17

片山郁夫, 地球内部での水と炭素循環の転換点. 日本地質学会(早稲田), 2022.9.5

末吉和公, 北村真奈美, 雷 興林, 片山郁夫, Experimental investigation on fault reactivation by water injection and the relationship between slip characteristics and injection rate. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

片山郁夫, 青井 湧, 谷本和優, 赤松祐哉, 破壊に至るまでの変形中の庵治花崗岩の比抵抗と弾性波速度の同時測定. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

◎赤松祐哉, 長瀬薫平, 阿部なつ江, 岡崎啓史, 畠山航平, 片山郁夫, オマーンオフィオライト掘削試料の物性測定に基づく海洋地殻の地震波速度と比抵抗の関係. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

◎阿部なつ江, 岡崎啓史, 片山郁夫, 畠山航平, 赤松祐哉, 長瀬薫平, New Procedure for Shipboard Physical Properties Measurements during Hard Rock Drilling. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

谷本和優, 赤松祐哉, 片山郁夫, オマーンオフィオライトの苦鉄質岩を用いた静水圧下での比抵抗・地震波速度・空隙率の同時測定. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

道林克禎, 斎藤すず, 柿畑優季, 針金由美子, 岡本 敦, 大柳良介, 畠山航平, 片山郁夫, 石塚 治, 小野重明, Inversely depleted forearc mantle section records the subduction zone infancy: Umigame Seamount, Bonin Trench. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

福原大二朗, 東 真太郎, 片山郁夫, 猿谷友孝, 低温環境における氷摩擦実験と火星内部レオロジー構造への応用. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

Eranga Gayanath Jayawickrama, Yasushi Izuka, Ikuo Katayama, Elastic wave velocity of thermally treated diabase and peridotite and their implications on elastic properties of oceanic lithosphere. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.23

岡崎啓史, サンカルロスオリビン多結晶体の脆性塑性遷移領域におけるレオロジーと海洋プレートの断層強度プロファイル. 日本地質学会 129 年大会(東京)/G1-O-10, 2022.9.4

- 鎌戸隆行, 東 真太郎, 岡崎啓史, 藤崎俊平, 黒澤耕介, 玄田英典, 炭酸塩岩の高歪速度変形実験と衝突現象における降伏強度と昇温の推定. 2022 年地球惑星科学連合大会(幕張), 2022.5.25
- ◎安東淳一, 樹神洗寿, Das Kaushik, Sakar Dyuti Prakash, Gautam Ghosh, 富岡尚敬, 脆性-塑性遷移領域における断層形成メカニズム. 日本鉱物科学会, 新潟大学, 2022.9.19
- ◎岡崎淳哉, Das Kaushik, Chattopadhyay Anupam, 安東淳一, Sarkar Arindam, インド北西部ラジャスタン州 Sarwar-Junia 断層帯に露出する片麻岩の U-Pb 年代と変成履歴 Aravalli-Delhi 変動帯の変成変形過程. 日本鉱物科学会, 新潟大学, 2022.9.19
- ◎松永健義, 安東淳一, DAS Kaushik, 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, 日本鉱物科学会, 新潟大学, 2022.9.19
- ◎安東淳一, 樹神洗寿, Das K., Sarkar D.P., Ghosh G., 富岡尚敬, 2023 脆性-塑性遷移領域での断層形成メカニズム 地質学会 173 回西日本支部会, 島根大学, 2023.3.4
- ◎Hirayama T., Shibata T., Yoshikawa M., Hayasaka Y., Das K., Takemura K., Geochemical features of crustal xenoliths in dacite of Hime-shima volcanic group, Oita Prefecture, Southwest Japan, and their relationship to Quaternary magma evolution processes. JAMS, 2022.9.17-19, Annual Meeting at Niigata University.
- ◎Sarkar D. P., Ando J., Das K., Ghosh G., Deformation mechanisms in the brittle-ductile transition zone of crustal-scale faults: Evidence from the Main Boundary Thrust of Himalayas. JpGU 2022, 2022.5.22-6.3, (Hybrid).
- ◎Das K., Saha S., Chatterjee A., Shibata T., Coeval magmatism and intermediate depth metamorphism during Archean-Proterozoic boundary at the eastern margin of Bastar Craton, India. JpGU 2022, 2022.5.22-6.3, (Hybrid).
- ◎Ngombi M. L., Das K., Hayasaka Y., Sarkar D.P., Ando J., Formation process of Tonoshiki breccia and evidence of acute tectonic activity during the closure of the Maizuru back-arc basin at P-T boundary. JpGU 2022, 2022.5.22-6.3, (Hybrid).

## 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等）など多様な分析技術を駆使している。

### ○原著論文

- ©Hirayama T., Shibata T., Yoshikawa M., ABBOU-KÉBIR K., Kimura K., Osanai Y., DAS K., Hayasaka Y. and Takemura K., (2022) Origin of xenoliths within the Hime-shima volcanic group, Kyushu, southwestern Japan Arc. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 117, DOI: <https://doi.org/10.2465/jmps.211217b>.
- Kuroshima K., Fujita M., Kakizaki Y., Shiraishi F., (2022) Relationship among paleosol types, depositional settings, and paleoclimates in Tetori group (Lower Cretaceous, central Japan). *Island Arc* 31, e12445.
- Shiraishi F., Chihara R., Tanimoto R., Tanaka K., Takahashi Y., (2022) Microbial influences on manganese deposit formation at Yunotaki Fall, Japan. *Island Arc* 31, e12448.
- ©Sharma A., Das K., Chakraborty P., Shiraishi F., Kayama M., (2022) U-Pb zircon geochronology of a pyroclastic rock from the Parsoi Formation, Mahakoshal Group: Implications towards basin age and related tectonics in Central Indian Tectonic Zone. *Geological Journal* 57, 4122-4138.
- Shiraishi F., Hanzawa Y., Asada J., Cury L.F., Bahniuk A.M., (2023) Decompositional processes of microbial carbonates in Lagoa Vermelha, Brazil. *Journal of Sedimentary Research* 93, 202-211.
- Moromoto N., Kawai Y., Terada K., Miyahara M., Takahata N., Sano Y., Fujikawa N., and Anand M., (2023) Uranium-lead systematics of lunar basaltic meteorite Northwest Africa 2977. *Mass Spectrometry* 12, A0115.
- Tiwari K., Ghosh S., Miyahara M., and Ray D., (2022) Vesicular olivines and pyroxenes in shocked Kamargaon L6 chondrite: Implications for primary volatiles and its multiple impacts history. *Journal of Geophysical Research: Planets*, <https://doi.org/10.1029/2022je007420>.
- Satta N., Miyahara M., Ozawa S., Marquardt H., Nishijima M., Arai T., and Ohtani E., (2022) Apollo 15 regolith breccia provides first natural evidence for olivine incongruent melting. *American Mineralogist*, 107, 1661-1667.
- Kubo T., Kamura K., Imamura M., Tange Y., Higo Y., and Miyahara M., (2022) Back-transformation processes in high-pressure minerals: Implications for planetary collisions and diamond transportation from the deep Earth. *Progress in Earth and Planetary Science*, 9, 21.
- Viennet J.-C., Roskosz M., Nakamura T., Beck P., Baptiste B., Lavina B., Alp E. E., Hu M. Y., Zhao J., Gounelle M., Brunetto R., Yurimoto H., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Nakazawa S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2023) Interaction between clay minerals and organics in asteroid Ryugu. *Geochem. Persp. Lett.* 25, 8-12. [doi.org/10.7185/geochemlet.2307](https://doi.org/10.7185/geochemlet.2307)



- Dartois E., Kebukawa Y., Yabuta H., Mathurin J., Engrand C., Duprat J., Bejach L., Dazzi A., Deniset-Besseau A., Bonal L., Quirico E., Sandt C., Borondics F., Barosch J., Cody G.D., De Gregorio B.T., Hashiguchi M., Kilcoyne D.A.L., Komatsu M., Martins Z., Matsumoto M., Montagnac G., Mostefaoui S., Nittler L.R., Ohigashi T., Okumura T., Remusat L., Sandford S., Shigenaka M., Stroud R., Suga H., Takahashi Y., Takeichi Y., Tamenori Y., Verdier-Paoletti M., Yamashita S., Nakamura T., Morita T., Kikuri M., Amano K., Kagawa E., Noguchi T., Naraoka H., Okazaki R., Sakamoto K., Yurimoto H., Abe M., Kamide K., Miyazaki A., Nakato A., Nakazawa S., Nishimura M., Okada T., Saiki T., Tachibana S., Tanaka S., Terui F., Tsuda Y., Usui T., Watanabe S., Yada T., Yogata K. and Yoshikawa M., (2023) Chemical composition of carbonaceous asteroid Ryugu from synchrotron spectroscopy in the mid- to far-infrared of Hayabusa2-returned samples. *Astron. Astrophys.* 671, A2. doi.org/10.1051/0004-6361/202244702
- Aponte J. C., Dworkin J. P., Glavin D. P., Elsila J. E., Parker E. T., McLain H. L., Naraoka H., Okazaki R., Takano Y., Tachibana S., Dong G., Zeichner S. S., Eiler J.M., Yurimoto H., Nakamura T., Yabuta H., Terui F., Noguchi T., Sakamoto K., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Nakazawa S., Tsuda Y., Watanabe S., The Hayabusa2-initial-analysis SOM team and The Hayabusa2-initial-analysis core team, (2023) PAHs, hydrocarbons, and dimethylsulfides in Asteroid Ryugu samples A0106 and C0107 and the Orgueil (CI1) meteorite. *Earth Planets Space* 75, 28. doi.org/10.1186/s40623-022-01758-4
- Parker E. T., McLain H. L., Glavin D. P., Dworkin J. P., Elsila J. E., Aponte J.C., Naraoka H., Takano Y., Tachibana S., Yabuta H., Yurimoto H., Sakamoto K., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Nakazawa S., Tsuda Y., Terui F., Noguchi T., Okazaki R., Watanabe S. and Nakamura T., (2023) Extraterrestrial amino acids and amines identified in asteroid Ryugu samples returned by the Hayabusa2 mission. *Geochim. Cosmochim. Acta* 347, 42–57. doi.org/10.1016/j.gca.2023.02.017
- ©Yabuta H., Cody G. D., Engrand C., Kebukawa Y., Gregorio B. D., Bonal L., Remusat L., Stroud R., Quirico E., Nittler L., Hashiguchi M., Komatsu M., Okumura T., Mathurin J., Dartois E., Duprat J., Takahashi Y., Takeichi Y., Kilcoyne D., Yamashita S., Dazzi A., Deniset-Besseau A., Sandford S., Martins Z., Tamenori Y., Ohigashi T., Suga H., Wakabayashi D., Verdier-Paoletti M., Mostefaoui S., Montagnac G., Barosch J., Kamide K., Shigenaka M., Bejach L., Matsumoto M., Enokido Y., Noguchi T., Yurimoto H., Nakamura T., Okazaki R., Naraoka H., Sakamoto K., Connolly Jr. H. C., Lauretta D. S., Abe M., Okada T., Yada T., Nishimura M., Yogata K., Nakato A., Yoshitake M., Iwamae A., Furuya S., Hatakeda K., Miyazaki A., Soejima H., Hitomi Y., Kumagai K., Usui T., Hayashi T., Yamamoto D., Fukai R., Sugita S., Kitazato K., Hirata N., Honda R., Morota T., Tatsumi E., Sakatani N., Namiki N., Matsumoto K., Noguchi R., Wada K., Senshu H., Ogawa K., Yokota Y., Ishihara Y., Shimaki Y., Yamada M., Honda C., Michikami T., Matsuoka M., Hirata N., Arakawa M., Okamoto C., Ishiguro M., Jaumann R., Bibring J.-P., Grott M., Schröder S., Otto K., Pilorget C., Schmitz N., Biele J., Ho T.-M., Moussi-Soffys A., Miura A., Noda H., Yamada T., Yoshihara K., Kawahara K., Ikeda H., Yamamoto Y., Shirai K., Kikuchi S., Ogawa N., Takeuchi H., Ono G., Mimasu Y., Yoshikawa K., Takei Y., Fujii A., Iijima Y., Nakazawa S., Hosoda S., Iwata T., Hayakawa M., Sawada H., Yano H., Tsukizaki R., Ozaki M., Terui F., Tanaka S., Fujimoto M., Yoshikawa M., Saiki T., Tachibana S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2023)

Macromolecular organic matter in samples of the asteroid (162173) Ryugu. *Science*, eabn9057. doi.org/10.1126/science.abn9057

Naraoka H., Takano Y., Dworkin J. P., Oba Y., Hamase K., Furusho A., Ogawa N. O., Hashiguchi M., Fukushima K., Aoki D., Schmitt-Kopplin P., Aponte J. C., Parker E.T., Glavin D.P., McLain H. L., Elsila J. E., Graham H. V., Eiler J. M., Orthous-Daunay F.-R., Wolters C., Isa J., Vuitton V., Thissen R., Sakai S., Yoshimura T., Koga T., Ohkouchi N., Chikaraishi Y., Sugahara H., Mita H., Furukawa Y., Hertkorn N., Ruf A., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Sakamoto K., Tachibana S., Connolly Jr. H. C., Lauretta D. S., Abe M., Yada T., Nishimura M., Yogata K., Nakato A., Yoshitake M., Suzuki A., Miyazaki A., Furuya S., Hatakeda K., Soejima H., Hitomi Y., Kumagai K., Usui T., Hayashi T., Yamamoto D., Fukai R., Kitazato K., Sugita S., Namiki N., Arakawa M., Ikeda H., Ishiguro M., Hirata N., Wada K., Ishihara Y., Noguchi R., Morota T., Sakatani N., Matsumoto K., Senshu H., Honda R., Tatsumi E., Yokota Y., Honda C., Michikami T., Matsuoka M., Miura A., Noda H., Yamada T., Yoshihara K., Kawahara K., Ozaki M., Iijima Y., Yano H., Hayakawa M., Iwata T., Tsukizaki R., Sawada H., Hosoda S., Ogawa K., Okamoto C., Hirata N., Shirai K., Shimaki Y., Yamada M., Okada T., Yamamoto Y., Takeuchi H., Fujii A., Takei Y., Yoshikawa K., Mimasu Y., Ono G., Ogawa N., Kikuchi S., Nakazawa S., Terui F., Tanaka S., Saiki T., Yoshikawa M., Watanabe S. and Tsuda Y., (2023) Soluble organic molecules in samples of the carbonaceous asteroid (162173) Ryugu. *Science*, eabn9033. doi.org/10.1126/science.abn9033

Nakashima D., Nakamura T., Zhang M., Kita N. T., Mikouchi T., Yoshida H., Enokido Y., Morita T., Kikuiru M., Amano K., Kagawa E., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Nakazawa S., Terui F., Yurimoto H., Noguchi T., Yabuta H., Naraoka H., Okazaki R., Sakamoto K., Watanabe S., Tachibana S. and Tsuda Y., (2023) Chondrule-like objects and Ca-Al-rich inclusions in Ryugu may potentially be the oldest Solar System materials. *Nat. Commun.* 14, 532. doi.org/10.1038/s41467-023-36268-8

Dobrică E., Ishii H. A., Bradley J. P., Ohtaki K., Brearley A. J., Noguchi T., Matsumoto T., Miyake A., Igami Y., Haruta M., Saito H., Hata S., Seto Y., Miyahara M., Tomioka N., Leroux H., Le Guillou C., Jacob D., de la Peña F., Laforet S., Marinova M., Langenhorst F., Harries D., Beck P., Phan T. H. V., Rebois R., Abreu N. M., Gray J., Zega T., Zanetta P. -M., Thompson M. S., Stroud R., Burgess K., Cymes B. A., Bridges J. C., Hicks L., Lee M. R., Daly L., Bland P. A., Zolensky M. E., Frank D. R., Martinez J., Tsuchiyama A., Yasutake M., Matsuno J., Okumura S., Mitsukawa I., Uesugi K., Uesugi M., Takeuchi A., Sun M., Enju S., Takigawa A., Michikami T., Nakamura T., Matsumoto M., Nakauchi Y., Yurimoto H., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Nakazawa S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2023) Nonequilibrium spherulitic magnetite in the Ryugu samples. *Geochim. Cosmochim. Acta* 346, 65-75. doi.org/10.1016/j.gca.2023.02.003

Ishizaki T., Nagano H., Tanaka S., Sakatani N., Nakamura T., Okada T., Fujita R., Alasli A., Morita T., Kikuiru M., Amano K., Kagawa E., Yurimoto H., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2023) Measurement of microscopic thermal diffusivity distribution for Ryugu sample by infrared lock-in periodic heating method. *Int. J. Thermophys.* 44, 51 (20 pp). doi.org/10.1007/s10765-023-03158-6

- Broadley M. W., Byrne D. J., Fűri E., Zimmermann L., Marty B., Okazaki R., Yada T., Kitajima F., Tachibana S., Yogata K., Sakamoto K., Yurimoto H., Nakamura T., Noguchi T., Naraoka H., Yabuta H., Watanabe S., Tsuda Y., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Nakazawa S., Busemann H., Hashizume K., Gilmour J. D., Meshik A., Riebe M. E. I., Krietsch D., Maden C., Ishida A., Clay P., Crowther S. A., Fawcett L., Lawton T., Pravdivtseva O., Miura Y. N., Park J., Bajo K., Takano Y., Yamada K., Kawagucci S., Matsui Y., Yamamoto M., Richter K., Sakai S., Iwata N., Shirai N., Sekimoto S., Inagaki M., Ebihara M., Yokochi R., Nishiizumi K., Nagao K., Lee J. I., Kano A., Caffee M. W., Uemura R., (2023) The noble gas and nitrogen relationship between Ryugu and carbonaceous chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 345, 62-73. doi.org/10.1016/j.gca.2023.01.020
- Rubino S., Dionnet Z., Aléon-Toppani A., Brunetto R., Nakamura T., Baklouti D., Djouadi Z., Lantz C., Mivumbi O., Borondics F., Lefrançois S., Sandt C., Capitani F., Héripé E., Troadec D., Matsumoto M., Amano K., Morita T., Yurimoto H., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2023) Small grains from Ryugu: handling and analysis pipeline for Infrared Synchrotron Microspectroscopy. *Earth Planets Space* 75, 4 (11 pp). doi.org/10.1186/s40623-022-01762-8
- ©Noguchi T., Matsumoto T., Miyake A., Igami Y., Haruta M., Saito H., Hata S., Seto Y., Miyahara M., Tomioka N., Ishii H. A., Bradley J. P., Ohtaki K. K., Dobrică E., Leroux H., Le Guillou C., Jacob D., de la Peña F., Laforet S., Marinova M., Langenhorst F., Harries D., Beck P., Phan T. H. V., Rebois R., Abreu N. M., Gray J., Zega T., Zanetta P-M., Thompson M. S., Stroud R., Burgess K., Cymes B. A., Bridges J. C., Hicks L., Lee M. R., Daly L., Bland P. A., Zolensky M. E., Frank D. R., Martinez J., Tsuchiyama A., Yasutake M., Matsuno J., Okumura S., Mitsukawa I., Uesugi K., Uesugi M., Takeuchi A., Sun M., Enju S., Takigawa A., Michikami T., Nakamura T., Matsumoto M., Nakauchi Y., Abe M., Arakawa M., Fujii A., Hayakawa M., Hirata N., Hirata N., Honda R., Honda C., Hosoda S., Iijima Y-I., Ikeda H., Ishiguro M., Ishihara Y., Iwata T., Kawahara K., Kikuchi S., Kitazato K., Matsumoto K., Matsuoka M., Mimasu Y., Miura A., Morota T., Nakazawa S., Namiki N., Noda H., Noguchi R., Ogawa N., Ogawa K., Okada T., Okamoto C., Ono G., Ozaki M., Saiki T., Sakatani N., Sawada H., Senshu H., Shimaki Y., Shirai K., Sugita S., Takei Y., Takeuchi H., Tanaka S., Tatsumi E., Terui F., Tsukizaki R., Wada K., Yamada M., Yamada T., Yamamoto Y., Yano H., Yokota Y., Yoshihara K., Yoshikawa M., Yoshikawa K., Fukai R., Furuya S., Hatakeda K., Hayashi T., Hitomi Y., Kumagai K., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Soejima H., Suzuki A. I., Usui T., Yada T., Yamamoto D., Yogata K., Yoshitake M., Connolly H. C., Lauretta D. S., Yurimoto H., Nagashima K., Kawasaki N., Sakamoto N., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2022) A dehydrated space-weathered skin cloaking the hydrated interior of Ryugu. *Nature Astronomy*. doi.org/10.1038/s41550-022-01841-6
- Kawasaki N., Nagashima K., Sakamoto N., Matsumoto T., Bajo K., Wada S., Igami Y., Miyake A., Noguchi T., Yamamoto D., Russell S. S., Abe Y., Aléon J., Alexander C. M. O'D., Amari S., Amelin Y., Bizzarro M., Bouvier A., Carlson R. W., Chaussidon M., Choi B. G., Dauphas N., Davis A. M., Di Rocco T., Fujiya W., Fukai R., Gautam I., Habu M. K., Hibiya Y., Hidaka H., Homma H., Hoppe P., Huss G. R., Ichida K., Iizuka T., Ireland T. R., Ishikawa A., Ito M., Itoh S., Kita N. T., Kitajima K., Kleine T., Komatani S., Krot A. N., Liu M. C., Masuda Y., McKeegan K. D., Morita M., Motomura K., Moynier F., Nakai I., Nguyen

- A., Nittler L., Onose M., Pack A., Park C., Piani L., Qin L., Schönbächler M., Tafla L., Tang H., Terada K., Terada Y., Usui T., Wadhwa M., Walker R.J., Yamashita K., Yin Q. Z., Yokoyama T., Yoneda S., Young E. D., Yui H., Zhang A. C., Nakamura T., Naraoka H., Okazaki R., Sakamoto K., Yabuta H., Abe M., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Okada T., Yada T., Yogata K., Nakazawa S., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Tsuda Y., Watanabe S., Yoshikawa M., Tachibana S. and Yurimoto H., (2022) Oxygen isotopes of anhydrous primary minerals show kinship between asteroid Ryugu and comet 81P/Wild2. *Science Advances* 8, eade2067. doi.org/10.1126/sciadv.ade2067
- Paquet M., Moynier F., T. Yokoyama, W. Dai, Y. Hu, Y. Abe, J. Aléon, C. M. O'D. Alexander, Sachiko Amari, Y. Amelin, K. Bajo, M. Bizzarro, A. Bouvier, R. W. Carlson, M. Chaussidon, B.-G. Choi, N. Dauphas, A. M. Davis, T. Di Rocco, W. Fujiya, R. Fukai, I. Gautam, M. K. Haba, Y. Hibiya, Hidaka H., Homma H., Hoppe P., Huss G. R., Ichida K., Iizuka T., Ireland T. R., Ishikawa A., Ito M., Itoh S., Kawasaki N., Kita N. T., Kitajima K., Kleine T., McKeegan K. D., Morita M., Nesvorný D., Nguyen A. N., Piani L., Qin L., Russell S. S., Sakamoto N., Schönbächler M., Tafla L., Tang H., Terada K., Terada Y., Usui T., Wada S., Wadhwa M., Walker R.J., Yamashita K., Yin Q.-Z., Yoneda S., Young E.D., Komatani S., Krot A.N., Liu M.-C., Masuda Y., Motomura K., Nakai I., Nagashima K., Nittler L., Onose M., Pack A., Park C., Yui H., Zhang A.-C., Nakamura T., Naraoka H., Sakamoto K., Yabuta H., Abe M., Miyazaki A., Okada T., Yada T., Yogata K., Nakazawa S., Terui F., Tsuda Y., Watanabe S., Yoshikawa M., Tachibana S. and Yurimoto H., (2022) Contribution of Ryugu-like material to Earth's volatile inventory by Cu and Zn isotopic analysis. *Nature Astronomy*. doi.org/10.1038/s41550-022-01846-1
- Bazi B., Tack P., Lindner M., Vekemans B., De Pauw E., Tkalcic B., Brenker F. E., Garrevoet J., Falkenberg G., Yabuta H., Yurimoto H., Nakamura T., Amano K., Matsumoto M., Fujioka Y., Enokido Y., Nakashima D., Uesugi M., Naraoka H., Noguchi T., Okazaki R., Sakamoto K., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Nakazawa S., Tachibana S., Watanabe S., Tsuda Y. and Vincze L., (2022) Trace-element analysis of mineral grains in Ryugu rock fragment sections by synchrotron-based confocal X-ray fluorescence. *Earth Planets Space* 74, 161 (17 pp). doi.org/10.1186/s40623-022-01726-y
- Sato M., Kimura Y., Tanaka S., Hatakeyama T., Sugita S., Nakamura T., Tachibana S., Yurimoto H., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Terui F., Nakazawa S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2022) Rock magnetic characterization of returned samples from asteroid (162173) Ryugu: implications for paleomagnetic interpretation and paleointensity estimation. *JGR Planets* 127, e2022JE007405. doi.org/10.1029/2022JE007405
- Okazaki R., Marty B., Busemann H., Hashizume K., Gilmour J. D., Meshik A., Yada T., Kitajima F., Broadley M. W. Byrne D., Füre E., Riebe M. E. I., Krietsch D., Maden C., Ishida A., Clay P., Crowther S. A., Fawcett L., Lawton T., Pravdivseva O., Miura Y. N., Park J., Bajo K., Takano Y., Yamada K., Kawagucci S., Matsui Y., Yamamoto Y., Richter K., Sakai S., Iwata N., Shirai N., Sekimoto S., Inagaki M., Ebihara M., Yokochi R., Nishiizumi K., Nagao K., Lee J. I., Kano A., Caffee M. W., Uemura R., Nakamura T., Naraoka H., Noguchi T., Yabuta H., Yurimoto H., Tachibana S., Sawada H., Sakamoto K., Abe M., Arakawa M., Fujii A., Hayakawa M., Hirata N., Hirata N., Honda R., Honda C., Hosoda S., Iijima Y., Ikeda H., Ishiguro M., Ishihara Y., Iwata T., Kawahara K., Kikuchi S., Kitazato K., Matsumoto

- K., Matsuoka M., Michikami T., Mimasu Y., Miura A., Morota T., Nakazawa S., Namiki, N., Noda H., Noguchi R., Ogawa N., Ogawa K., Okada T., Okamoto C., Ono G., Ozaki M., Saiki T., Sakatani N., Senshu H., Shimaki Y., Shirai K., Sugita S., Takei Y., Takeuchi H., Tanaka S., Tatsumi E., Terui F., Tsukizaki R., Wada K., Yamada M., Yamada T., Yamamoto Y., Yano H., Yokota Y., Yoshihara K., Yoshikawa M., Yoshikawa K., Furuya S., Hatakeda K., Hayashi T., Hitomi Y., Kumagai K., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Soejima H., Iwamae A., Yamamoto D., Yogata K., Yoshitake M., Fukai R., Usui T., Connolly, Jr. H. C., Lauretta D. S., Watanabe S. and Tsuda Y., (2022) Noble gases and nitrogen in samples of asteroid Ryugu record its volatile sources and recent surface evolution. *Science*, eabo0431. doi.org/10.1126/science.abo0431
- Okazaki R., Miura Y. N., Takano Y., Sawada H., Sakamoto K., Yada T., Yamada K., Kawagucci S., Matsui Y., Hashizume K., Ishida A., Broadley M., Marty B., Byrne D., Füre E., Meshik A., Pravdivseva O., Busemann H., Riebe M. E. I., Gilmour J., Park J., Bajo K., Richter K., Sakai S., Sekimoto S., Kitajima F., Crowther S. A., Iwata N., Shirai N., Ebihara M., Yokochi R., Nishiizumi K., Nagao K., Lee J. I., Clay P., Kano A., Caffee M. W., Uemura R., Inagaki M., Krietsch D., Maden C., Yamamoto M., Fawcett L., Lawton T., Nakamura T., Naraoka H., Noguchi T., Yabuta H., Yurimoto H., Tsuda Y., Watanabe S., Abe M., Arakawa M., Fujii A., Hayakawa M., Hirata N., Hirata N., Honda R., Honda C., Hosoda S., Iijima Y., Ikeda H., Ishiguro M., Ishihara Y., Iwata T., Kawahara K., Kikuchi S., Kitazato K., Matsumoto K., Matsuoka M., Michikami T., Mimasu Y., Miura A., Morota T., Nakazawa S., Namiki N., Noda H., Noguchi R., Ogawa N., Ogawa K., Okada T., Okamoto C., Ono G., Ozaki M., Saiki T., Sakatani N., Senshu H., Shimaki Y., Shirai K., Sugita S., Takei Y., Takeuchi H., Tanaka S., Tatsumi E., Terui F., Tsukizaki R., Wada K., Yamada M., Yamada T., Yamamoto Y., Yano H., Yokota Y., Yoshihara K., Yoshikawa M., Yoshikawa K., Furuya S., Hatakeda K., Hayashi T., Hitomi Y., Kumagai K., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Soejima H., Iwamae A., Yamamoto D., Yogata K., Yoshitake M., Fukai R., Usui T., Ireland T. R., Connolly Jr., H. C., Lauretta D. S. and Tachibana S., (2022) First asteroid gas sample delivered by the Hayabusa2 mission: A treasure box from Ryugu. *Science Advances* 8, eabo7239. doi.org/10.1126/sciadv.abo7239
- Hopp T., Dauphas N., Abe Y., Aléon J., Alexander C. M. O'D. , Amari S., Amelin Y., Bajo K., Bizzarro M., Bouvier A., Carlson R. W., Chaussidon M., Choi B.-G., Davis A. M., Di Rocco T., Fujiya W., Fukai R., Gautam I., Haba M. K., Hibiya Y., Hidaka H., Homma H., Hoppe P., Huss G. R., Ichida K., Iizuka T., Ireland T. R., Ishikawa A., Ito M., Itoh S., Kawasaki N., Kita N. T., Kitajima K., Kleine T., Komatani S., Krot A. N., Liu M.-C., Masuda Y., McKeegan K. D., Morita M., Motomura K., Moynier F., Nakai I., Nagashima K., Nesvorný D., Nguyen A., Nittler L., Onose M., Pack A., Park C., Piani L., Qin L., Russell S. S., Sakamoto N., Schönbachler M., Tafla L., Tang H., Terada K., Terada Y., Usui T., Wada S., Wadhwa M., Walker R. J., Yamashita K., Yin Q.-Z., Yokoyama T., Yoneda S., Young E. D., Yui H., Zhang A.-C., Nakamura T., Naraoka H., Noguchi T., Okazaki R., Sakamoto K., Yabuta H., Abe M., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Okada T., Yada T., Yogata K., Nakazawa S., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Tsuda Y., Watanabe S., Yoshikawa M., Tachibana S. and Yurimoto H., (2022) Ryugu's nucleosynthetic heritage from the outskirts of the Solar System. *Science Advances* 8, eadd8141. doi.org/10.1126/sciadv.add8141/
- Moynier F., Dai W., Yokoyama T., Hu Y., Paquet M., Abe Y., Aléon J., Alexander C. M. O'D. , Amari S., Amelin Y., Bajo K., Bizzarro M., Bouvier A., Carlson R. W., Chaussidon M., Choi B.-G., Dauphas N.,

- Davis A. M., Di Rocco T., Fujiya W., Fukai R., Gautam I., Haba M. K., Hibiya Y., Hidaka H., Homma H., Hoppe P., Huss G. R., Ichida K., Iizuka T., Ireland T. R., Ishikawa A., Ito M., Itoh S., Kawasaki N., Kita N. T., Kitajima K., Kleine T., Komatani S., Krot A. N., Liu M.-C., Masuda Y., McKeegan K. D., Morita M., Motomura K., Nakai I., Nagashima K., Nesvorný D., Nguyen A., Nittler L., Onose M., Pack A., Park C., Piani L., Qin L., Russell S. S., Sakamoto N., Schönbächler M., Tafla L., Tang H., Terada K., Terada Y., Usui T., Wada S., Wadhwa M., Walker R. J., Yamashita K., Yin Q.-Z., Yoneda S., Young E. D., Yui H., Zhang A.-C., Nakamura T., Naraoka H., Noguchi T., Okazaki R., Sakamoto K., Yabuta H., Abe M., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Okada T., Yada T., Yogata K., Nakazawa S., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Tsuda Y., Watanabe S., Yoshikawa M., Tachibana S. and Yurimoto H., (2022) The Solar System calcium isotopic composition inferred by Ryugu samples. *Geochem. Persp. Let.* 24, 1-6. doi.org/10.7185/geochemlet.2238
- Tack P., De Pauw E., Tkalec B., Lindner M., Bazi B., Vekemans B., Brenker F., Di Michiel M., Uesugi M., Yurimoto H., Nakamura T., Amano K., Matsumoto M., Fujioka Y., Enokido Y., Nakashima D., Noguchi T., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Yada T., Nishimura M., Nakato A., Miyazaki A., Yogata K., Abe M., Okada T., Usui T., Yoshikawa M., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Nakazawa S., Watanabe S., Tsuda Y. and Vincze L., (2022) Rare earth element identification and quantification in millimetre-sized Ryugu rock fragments from the Hayabusa2 space mission. *Earth Planets Space* 74, 146 (12 pp). doi.org/10.1186/s40623-022-01705-3
- Nakamura T., Matsumoto M., Amano K., Enokido Y., Zolensky M. E., Mikouchi T., Genda H., Tanaka S., Zolotov M. Y., Kurosawa K., Wakita S., Hyodo R., Nagano H., Nakashima D., Takahashi Y., Fujioka Y., Kikuri M., Kagawa E., Matsuoka M., Brearley A. J., Tsuchiyama A., Uesugi M., Matsuno J., Kimura Y., Sato M., Milliken R. E., Tatsumi E., Sugita S., Hiroi T., Kitazato K., Brownlee D., Joswiak D. J., Takahashi M., Ninomiya K., Takahashi T., Osawa T., Terada K., Brenker F. E., Tkalec B. J., Vincze L., Brunetto R., Aléon-Toppani A., Chan Q. H. S., Roskosz M., Viennet J.-C., Beck P., Alp E. E., Michikami T., Nagaashi Y., Tsuji T., Ino Y., Martinez J., Han J., Dolocan A., Bodnar R. J., Tanaka M., Yoshida H., Sugiyama K., King A. J., Fukushi K., Suga H., Yamashita S., Kawai T., Inoue K., Nakato A., Noguchi T., Vilas F., Hendrix A. R., Jaramillo-Correa C., Domingue D. L., Dominguez G., Gainsforth Z., Engrand C., Duprat J., Russell S. S., Bonato E., Ma C., Kawamoto T., Wada T., Watanabe S., Endo R., Enju S., Riu L., Rubino S., Tack P., Takeshita S., Takeichi Y., Takeuchi A., Takigawa A., Takir D., Tanigaki T., Taniguchi A., Tsukamoto K., Yagi T., Yamada S., Yamamoto K., Yamashita Y., Yasutake M., Uesugi K., Umegaki I., Chiu I., Ishizaki T., Okumura S., Palomba E., Pilorget C., Potin S. M., Alasli A., Anada S., Araki Y., Sakatani N., C. Schultz, O. Sekizawa, Sitzman S. D., Sugiura K., Sun M., Dartois E., De Pauw E., Dionnet Z., Djouadi Z., Falkenberg G., Fujita R., Fukuma T., Gearba I. R., Hagiya K., Hu M. Y., Kato T., Kawamura T., Kimura M., Kubo M. K., Langenhorst F., Lantz C., Lavina B., Lindner M., Zhao J., Vekemans B., Baklouti D., Bazi B., Borondics F., Nagasawa S., Nishiyama G., Nitta K., Mathurin J., Matsumoto T., Mitsukawa I., Miura H., Miyake A., Miyake Y., Yurimoto H., Okazaki R., Yabuta H., Naraoka H., Sakamoto K., Tachibana S., Connolly Jr. H. C., Laurretta D. S., Yoshitake M., Yoshikawa M., Yoshikawa K., Yoshihara K., Yokota Y., Yogata K., Yano H., Yamamoto Y., Yamamoto D., Yamada M., Yamada T., Yada T., Wada K., Usui T., Tsukizaki R., Terui F., Takeuchi H., Takei Y., Iwamae A., H. Soejima, Shirai K., Shimaki Y., Senshu H., Sawada H., Saiki T., Ozaki M., Ono G., Okada T., N. Ogawa,

- Ogawa K., Noguchi R., Noda H., Nishimura M., Namiki N., Nakazawa S., Morota T., Miyazaki A., Miura A., Mimasu Y., Matsumoto K., Kumagai K., Kouyama T., Kikuchi S., Kawahara K., Kameda S., Iwata T., Ishihara Y., Ishiguro M., Ikeda H., Hosoda S. N., Honda R., Honda C., Hitomi Y., Hirata, Hirata N., Hayashi T., Hayakawa M., Hatakeda K., Furuya S., Fukai R., Fujii A., Cho Y., Arakawa M., Abe M., Watanabe S. and Tsuda Y., (2022) Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned samples. *Science* eabn8671. doi.org/10.1126/science.abn8671
- Barosch J., Nittler L. R., Wang J., Alexander C. M. O'D., De Gregorio B. T., Engrand C., Kebukawa Y., Nagashima K., Stroud R. M., Yabuta H., Abe Y., Aléon J., Amari S., Amelin Y., Bajo K., Bejach L., Bizzarro M., Bonal L., Bouvier A., Carlson R. W., Dauphas N., Davis A. M., Fujiya W., Hidaka H., Ireland T. R., Chaussidon M., Choi B.-G., Cody G. D., Dartois E., Dazzi A., Deniset-Besseau A., Di Rocco T., Duprat J., Gautam I., Haba M. K., Hashiguchi M., Hibiya Y., Komatsu M., Krot A. N., Liu M.-C., Martins Z., Masuda Y., Mathurin J., McKeegan K. D., Montagnac G., Morita M., Mostefaoui S., Motomura K., Moynier F., Nakai I., Nguyen A. N., Ohigashi T., Okumura T., Onose M., Pack A., Park C., Piani L., Qin L., Quirico E., Remusat L., Russell S. S., Sakamoto N., Sandford S. A., Schön**b**ächler M., Shigenaka M., Suga H., Tafla L., Takahashi Y., Takeichi Y., Tamenori Y., Tang H., Terada K., Terada Y., Usui T., Verdier-Paoletti M., Wada S., Wadhwa M., Wakabayashi D., Walker R. J., Yamashita K., Yamashita S., Yin Q.-Z., Yokoyama T., Yoneda S., Young E. D., Yui H., Zhang A.-C., Abe M., Miyazaki A., Nakato A., Nakazawa S., Nishimura M., Okada T., Saiki T., Tanaka S., Terui F., Tsuda Y., Watanabe S., Yada T., Yogata K., Yoshikawa M., Nakamura T., Naraoka H., Noguchi T., Okazaki R., Sakamoto K., Tachibana S. and Yurimoto H., (2022) Presolar stardust in asteroid Ryugu. *Astrophys. J. Lett.* 935, L3 (12pp). doi.org/10.3847/2041-8213/ac83bd
- Yokoyama T., Nagashima K., Nakai I., Young E. D., Abe Y., Aléon J., Alexander C. M. O'D., Amari S., Amelin Y., Bajo K., Bizzarro M., Bouvier A., Carlson R. W., Chaussidon M., Choi B.-G., Dauphas N., Davis A. M., Di Rocco T., Fujiya W., Fukai R., Gautam I., Haba M. K., Hibiya Y., Hidaka H., Homma H., Hoppe P., Huss G. R., Ichida K., Iizuka T., Ireland T. R., Ishikawa A., Ito M., Itoh S., Kawasaki N., Kita N. T., Kitajima K., Kleine T., Komatani S., Krot A. N., Liu M.-C., Masuda Y., McKeegan K. D., Morita M., Motomura K., Moynier F., Nguyen A., Nittler L. R., Onose M., Pack A., Park C., Piani L., Qin L., Russell S. S., Sakamoto N., Schön**b**ächler M., Tafla L., Tang H., Terada K., Terada Y., Usui T., Wada S., Wadhwa M., Walker R. J., Yamashita K., Yin Q.-Z., Yoneda S., Yui H., Zhang A.-C., Connolly, H. C., Jr. Lauretta D. S., Nakamura T., Naraoka H., Noguchi T., Okazaki R., Sakamoto K., Yabuta H., Abe M., Arakawa M., Fujii A., Hayakawa M., Hirata N., Hirata N., Honda R., Honda C., Hosoda S., Iijima Y., Ikeda H., Ishiguro M., Ishihara Y., Iwata T., Kawahara K., Kikuchi S., Kitazato K., Matsumoto K., Matsuoka M., Michikami T., Mimasu Y., Miura A., Morota T., Nakazawa S., Namiki N., Noda H., Noguchi R., Ogawa N., Ogawa K., Okada T., Okamoto C., Ono G., Ozaki M., Saiki T., Sakatani N., Sawada H., Senshu H., Shimaki Y., Shirai K., Sugita S., Takei Y., Takeuchi H., Tanaka S., Tatsumi E., Terui F., Tsuda Y., Tsukizaki R., Wada K., Watanabe S., Yamada M., Yamada T., Yamamoto Y., Yano H., Yokota Y., Yoshihara K., Yoshikawa M., Yoshikawa K., Furuya S., Hatakeda K., Hayashi T., Hitomi Y., Kumagai K., Miyazaki A., Nakato A., Nishimura M., Soejima H., Suzuki A., Yada T., Yamamoto D., Yogata K., Yoshitake M., Tachibana S. and Yurimoto H., (2022) Samples returned from the asteroid Ryugu are similar to Ivuna-type carbonaceous meteorites. *Science* doi/10.1126/science.abn7850

## ○著書

伊藤 慎, 池原 研, 高野 修, 足立奈津子, 新井和乃, 荒谷 忠, 石垣 忍, 石原与四郎, 大野研也, 大畑耕治, 岡崎浩子, 奥村知世, 柿崎喜宏, 片岡香子, 狩野彰宏, 鹿野和彦, 川上源太郎, 川村信人, 小竹信宏, 後藤和久, 小松原純子, 近藤康生, 齋藤 有, 酒井哲弥, 佐藤智之, 柴田健一郎, 白石史人, 清家弘治, 関口智寛, 高清水康博, 田村 亨, 中澤 努, 中条武司, 奈良正和, 成瀬 元, 西田尚央, 藤野滋弘, 前野 深, 松田博貴, 松本 弾, 宮田雄一郎, 村越直美, 八木正彦, 山口直文, 山下翔大, 山田昌樹, 山元孝広, 横川美和, (2022) フィールドマニュアル 図説堆積構造の世界. 朝倉書店, 210 p.

## ○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., Hayabusa2 Initial Analysis Organic Macromolecule team and Core team, Initial Analysis of Macromolecular Organic Matter in the Asteroid Ryugu samples: Overview. Astrobiology Science Conference 2022, 2022.5.20, Hybrid

Yabuta H., Naraoka H., Hayabusa2 Initial Analysis IOM & SOM teams and Core teams, Hayabusa2 initial analyses of organic matter in the asteroid Ryugu samples. COSPAR 2022, 2022.7.18, Athen

## ○国際会議での一般講演

◎T. Noguchi, T. Matsumoto, A. Miyake, Y. Igami, M. Haruta, H. Saito, S. Hata, Y. Seto, M. Miyahara, N. Tomioka, and 65 authors (including H. Yabuta). Dehydration decomposition of phyllosilicates in the C-type asteroid Ryugu material by space weathering. 85th Annual Meeting of The Meteoritical Society, 2022.8.18, Glasgow.

K. Tiwari, S. Ghosh, M. Miyahara, D. Ray, Vesicular olivines and pyroxenes in shocked Kamargaon L6 Chondrite: Implications for primary volatiles and its multiple impacts history. 85th Annual Meeting of The Meteoritical Society, 2022.8.18, Glasgow.

Y. Goto, T. Kubo, R. Honda, Y. Nishihara, Y. Higo, Y. Tange, M. Miyahara, Rheological weakening of the lower-mantle slab by superplastic flow of the post-spinel assemblage. Japan Geoscience Union Meeting 2022, 2022.5.26, Makuhari.

R. Honda, T. Kubo, M. Miyahara, T. Iwasato, Y. Mori, Y. Higo, Y. Goto, Y. Tsubokawa, The olivine-ringwoodite transformation triggers shear localization and shear instability. Japan Geoscience Union Meeting 2022, 2022.5.26, Makuhari.

◎M. Miyahara, T. Noguchi, T. Matsumoto, N. Tomioka, A. Miyake, Y. Igami, Y. Seto, T. Nakamura, H. Yurimoto, R. Okazaki, H. Yabuta, H. Naraoka, S. Tachibana, S. Watanabe, Y. Tsuda, and the Hayabusa2 Initial Analysis Sand Team, Slickenside as a record of shock metamorphism on asteroid Ryugu. Hayabusa



2022 symposium, 2022.11.16, Sagamihara.

K. Kukihara, M. Miyahara, A. Yamaguchi, Y. Takahashi, Y. Takeichi, N. Tomioka, and E. Ohtani, Elucidation of aqueous alteration in the lava units with nakhlites NWA 10153 and NWA 6148. The 13th Symposium on Polar Science, 2022.11.17, Tachikawa.

Yabuta H., the Hayabusa2 Initial Analysis Organic Macromolecule Subteam, Naraoka H., Yurimoto H., Nakamura H., Noguchi T., Okazaki R., Sakamoto K., Tachibana S., Watanabe S. and Tsuda Y., Initial Analysis of Macromolecular Organic Matter in the Asteroid Ryugu samples: Overview. 2022 Goldschmidt Conference, 2022.7.10-15, Honolulu, Hawaii.

Hikaru Yabuta, George Cody, Cecile Engrand, Yoko Kebukawa, Bradley De Gregorio, Lydie Bonal, Laurent Remusat, Rhonda Stroud, Eric Quirico, Larry Nittler, Minako Hashiguchi, Mutsumi Komatsu, Taiga Okumura, Yoshio Takahashi, Yasuo Takeichi, Emmanuel Dartois, Jean Duprat, Jeremie Mathurin, David Kilcoyne, Zita Martins, Scott Sandford, Shohei Yamashita, Ariane Deniset, Alexandre Dazzi, Yusuke Tamenori, Takuji Ohigashi, Hiroki Suga, Daisuke Wakabayashi, Maximilien Verdier-Paoletti, Smail Mostefaoui, Gilles Montagnac, Jens Barosch, Kanami Kamide, Miho Shigenaka, Laure Bejach, Takaaki Noguchi, Hisayoshi Yurimoto, Tomoki Nakamura, Ryuji Okazaki, Hiroshi Naraoka, Kanako Sakamoto, Shogo Tachibana, Sei-ichiro Watanabe and Yuichi Tsuda, An updated overview of macromolecular organic matter in the C-type asteroid Ryugu samples. 85th Annual Meeting of The Meteoritical Society, 2022.8.14-19, Glasgow.

#### ○国内学会での招待・依頼・特別講演

白石史人, 微生物による鉱物形成過程から読み解く地球史・生命史. 日本地球化学会第 69 回年会, 2022.9.7

白石史人, 微生物岩から読み解く地球・生命史. 広島県私学教育研修会, 2022.8.18

Snyder G., Takahata N., Bowden S.A., Zhang N., Shakirov R.B., Tomaru H., Shiraishi F., Sano Y., Matsumoto R., (2022) Hydrocarbon seep dynamics revealed by noble gas and stable isotope analysis of gas inclusions of authigenic carbonates: A comparison of samples from Tatar Strait, Russia; Joetsu Basin, Japan; and Brejo do Espinho, Brazil. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022.5.27

藪田ひかる, 放射光 X 線顕微鏡を使って宇宙に生命の起源を探る, SAT テクノロジー・ショーケース 2023 「特別シンポジウム」, 2023.1.26, つくば国際会議場

#### ○国内学会での一般講演

◎白石史人, 秋元貴幸, 富岡尚敬, 高橋嘉夫, 松本 良, Snyder Glen, (2022) ガスハイドレートに伴って産出するマイクロドロマイトの特徴. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022.5.23

白石史人, 半澤勇作, 朝田二郎, Cury Leonardo, Bahniuk Anelize, (2022) ブラジル・ラゴアベルメーリャにおける微生物炭酸塩の分解過程. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会 2022.5.31

佐々木佑二郎, 藤田和彦, 白石史人, (2022) 沖縄県久米島の礫性微生物皮殻中に見られるスフェライトの起源. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会 2022.5.31

白石史人, 半澤勇作, 朝田二郎, Cury Leonardo, Bahniuk Anelize, (2022) ブラジル・ラゴアベルメーリャにおける微生物炭酸塩の分解過程. 日本地質学会第 129 年学術大会, 2022.9.5

- ◎白石史人, 秋元貴幸, 富岡尚敬, 甕 聡子, 高橋嘉夫, (2022) 水面および気泡を覆う炭酸カルシウム沈殿物の形成過程. 日本地質学会第 129 年学術大会, 2022.9.11
- 佐々木佑二郎, 藤田和彦, 白石史人, (2022) 沖縄県久米島の礫性微生物皮殻中に見られるスフェライトの起源. 日本地質学会第 129 年学術大会, 2022.9.11
- ◎松本 徹, 野口高明, 三宅 亮, 伊神洋平, 治田充貴, 斉藤 光, 波多 聡, 瀬戸雄介, 宮原正明, 富岡尚敬, 坂本尚義, 中村智樹, 藪田ひかる, 奈良岡浩, 岡崎隆司, 坂本佳奈子, 橘 省吾, 渡邊誠一郎, 津田雄一, The Min-Pet Fine Sub-team, C 型小惑星リュウグウ試料に含まれる無水鉍物の宇宙風化組織. Japan Geoscience Union Meeting 2022, 2022.5.27
- ◎野口高明, 松本 徹, 三宅 亮, 伊神洋平, 治田充貴, 斉藤 光, 波多 聡, 瀬戸雄介, 宮原正明, 富岡尚敬, 土山 明, 安武正展, 松野淳也, 奥村翔太, 三津川到, 上杉健太郎, 上相真之, 竹内晃久, 延寿里美, 瀧川 晶, 道上達広, 中村智樹, 松本 恵, 仲内悠祐, 坂本尚義, 永島一秀, 川崎教行, 坂本直哉, 岡崎隆司, 奈良岡浩, 藪田ひかる, 坂本佳奈子, 橘 省吾, 渡邊誠一郎, 津田雄一, The Hayabusa2-initial-analysis Sand team, C 型小惑星リュウグウから回収された試料の鉍物学的特徴と宇宙風化. Japan Geoscience Union Meeting, 2022.5.27
- ◎松本 徹, 野口高明, 三宅 亮, 伊神洋平, 治田充貴, 斉藤 光, 波多 聡, 瀬戸雄介, 宮原正明, 富岡尚敬, 坂本尚義, 中村智樹, 藪田ひかる, 奈良岡浩, 岡崎隆司, 小惑星リュウグウ試料における無水鉍物の宇宙風化と粒子表面の凝縮層の観察. 日本鉍物科学会 2022 年年会, 2022.9.17
- 本田陸人, 久保友明, 宮原正明, 岩里拓弥, 森 悠一郎, 肥後祐司, 坪川祐美子, 後藤佑太, 鈴木昭夫, 柴崎裕樹, オリビン- リングウツダイト相転移が誘起するせん断不安定化と軟化現象の実験的解明. 第 63 回高圧討論会, 2022.12.14
- 後藤佑太, 久保友明, 本田陸人, 柴崎裕樹, 西原 遊, 肥後祐司, 丹下慶範, 宮原正明, ポストスピネル相転移にともなう下部マントルスラブの軟化: 超塑性および弱相 Ferropericline が支配するレオロジー. 第 63 回高圧討論会, 2022.12.13
- Hikaru Yabuta, George Cody, Cecile Engrand, Yoko Kebukawa, Bradley De Gregorio, Lydie Bonal, Laurent Remusat, Rhonda Stroud, Eric Quirico, Larry Nittler, Minako Hashiguchi, Mutsumi Komatsu, Taiga Okumura, Yoshio Takahashi, Yasuo Takeichi, Emmanuel Dartois, Jean Duprat, Jeremie Mathurin, David Kilcoyne, Zita Martins, Scott Sandford, Shohei Yamashita, Ariane Deniset, Alexandre Dazzi, Yusuke Tamenori, Takuji Ohigashi, Hiroki Suga, Daisuke Wakabayashi, Maximilien Verdier-Paoletti, Smail Mostefaoui, Gilles Montagnac, Jens Barosch, Kanami Kamide, Miho Shigenaka, Laure Bejach, Takaaki Noguchi, Hisayoshi Yurimoto, Tomoki Nakamura, Ryuji Okazaki, Hiroshi Naraoka, Kanako Sakamoto, Shogo Tachibana, Sei-ichiro Watanabe and Yuichi Tsuda, Hayabusa2 Initial Analysis of Macromolecular Organic Matter in the Asteroid Ryugu Samples. Japan Geoscience Union Meeting 2022, 2022.5.22-27, Makuhari.

## 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

Xu C., Gréaux S., Inoue T., Noda M., Gao J., Li Y., Sound velocities of superhydrous phase B up to 21 GPa and 900 K. *Geophys. Res. Lett.*, **49**, e2022GL098674, 2022.

Noda M., Inoue T., Tsuchiya T., and Higo Y., Reassessment of a bond correction method for in situ ultrasonic interferometry on elastic wave velocity measurement under high pressure and high temperature. *High Pressure Research*, **42**, 278-293, 2022.

Kojitani H., Yamazaki M., Tsunekawa Y., Katsuragi S., Noda M., Inoue T., Inaguma Y., Akaogi M., Enthalpy, heat capacity and thermal expansivity measurements of  $\text{MgSiO}_3$  akimotoite: Reassessment of its self-consistent thermodynamic data set. *Phys. Earth Planetary Inter.*, **333**, 2022. DOI: 10.1016/j.pepi.2022.106937

Fukuyama K., Kagi H., Inoue T., Kakizawa S., Shinmei T., Sano Y., Deligny C., Füre E., Temperature dependence of nitrogen solubility in bridgmanite and evolution of nitrogen storage capacity in the lower mantle. *Sci Rep* **13**, 3537, 2023.

Chen X., Wang M., Inoue T., Liu Q., Zhang L., Melting of Fe-bearing and Fe-free carbonated pelites under fluid-saturated conditions at 6 GPa. *J. Petrology*, **64**, 1-18, 2023

Miyajima N., Buchen J., and Kawazoe T., Twinning in hydrous wadsleyite: symmetry relations, origin, and consequences. *American Mineralogist*, DOI: 10.2138/am-2022-8596

河野義生, 佐藤友子, 高圧環境下その場におけるガラスの構造・物性研究. 放射光 35, 1-10, 2022.

### ○著書

佐藤友子, 『高圧力の科学・技術事典』I章 10-6 担当 (小角散乱), V章 2-8 担当 (高密度化ガラス), 朝倉書店, 2022

井上 徹, 『高圧力の科学・技術事典』II章 1-4 担当 (地球深部の含水鉱物と水循環), 朝倉書店, 2022

### ○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

Toru Inoue, Akio Ohta, Masamichi Noda, Effect of Al substitution for dense hydrous magnesium silicates. 23rd General Meeting of the International Mineralogical Association (IMA2022), Lyon, France, 2022.7.18

◎Yamaguchi K., Kawazoe T., Inoue T., and Sakai T., Clarification of the effect of high oxygen fugacity on melting temperatures of wadsleyite by high-temperature and high-pressure experiments. 5th Japan-Russia International Seminar “High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment”, オンライン, 2023.1.16

◎Okumura K., Inoue T., Kawazoe T., Kakizawa S., Noda M., Irifune T., Shinmei T., Melting relations from the mantle transition zone to uppermost lower mantle in the MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O system. 5th International Seminar “High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment”, オンライン, 2023.1.17

◎Ueno T., Inoue T., Kawazoe T., Kakizawa S., Ohara K., Noda M., Shinmei T., Irifune T., The effect of water on the high-pressure phase transition of pyroxene - garnet system. 5th International Seminar “High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment”, オンライン, 2023.1.17

Fukuyama K., Kagi H., Inoue T., Kakizawa S., Shinmei T., Sano Y., Deligny C., Furi E., Temperature dependence of nitrogen solubility in bridgmanite: Evolution of the nitrogen storage capacity of the lower mantle. 5th International Seminar “High-Pressure Mineralogy: Theory and Experiment”, オンライン, 2023.1.17

Katsura T., Chanyshv A., Wang L., Miyajima N., and Kawazoe T., Limited enhancement of olivine dislocation mobility by H<sub>2</sub>O incorporation determined by the dislocation recovery technique: negligible hydrous weakening and no H<sub>2</sub>O-induced fabric transition in the asthenosphere. American Geophysical Union Fall Meeting 2022, アメリカ合衆国シカゴ市+オンライン, 2022.12.12-16

### ○国内学会での招待・依頼・特別講演

佐藤友子, シリカガラスの高圧挙動. 公益社団法人日本セラミックス協会 第35回秋季シンポジウム (徳島大学 常三島キャンパス (ハイブリッド開催) ), 2022.9.15

◎Kawazoe T., Yamaguchi K., Noda M., and Inoue T., High-pressure synthesis of deep Earth materials to 28 GPa at high temperature using a Kawai-type multi-anvil apparatus. 第32回日本MRS年次大会, 産業貿易センタービル他, 2022.12.5

### ○国内学会での一般講演

河上洋輝, 須田直樹, 日本周辺の台風で励起された一次脈動の震源推定. 2022年地球惑星科学連合大会, 2022.5.23

河上洋輝, 須田直樹, 日本周辺の台風により励起された primary microseisms の震源推定. 日本地震学会 2022年度秋季大会, 2022.10.26

◎Yamaguchi K., Kawazoe T., Inoue T., and Sakai T., Influence of high oxygen fugacity on melting temperature of wadsleyite. 日本地球惑星科学連合 2022年大会, 2022.5.22 (現地), 2022.5.30 (オンライン)

Nishihara Y., Tange Y., Higo Y., Tsujino N., Yamazaki D., Yoshino T., Kubo T., Tsubokawa Y., Honda R., Goto Y., Kunimoto T., Kawazoe T., Yamaguchi K., Rheology of dhcp-FeHx: An experimental study using a D111-type high-pressure deformation apparatus at SPring-8, BL04B1. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022.5.22

Katsutoshi Kawano, Masayuki Nishi, Sho Kakizawa, Toru Inoue, Tetsuo Irifune, Tadashi Kondo, Reaction mechanism between hydrous bridgmanite and metallic iron: implications for the origin of ultralow-velocity zones. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022.5.22

◎Rei Torigoe, Toru Inoue, Yuri Shinoda, Takaaki Kawazoe, Masamichi Noda, Yasushi Ueno, Effect of iron on the post-spinel phase transition under anhydrous and hydrous conditions. 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022.5.24

◎山口和貴, 川添貴章, 井上 徹, 境 毅, ウォズリアイトの熔融温度に及ぼす高酸素分圧の影響. 日本鉱物科学会 2022 年年会, 新潟大学五十嵐キャンパス+オンライン, 2022.9.18

◎山口和貴, 川添貴章, 井上 徹, 野田昌道, Synthesis of a high-pressure mineral, wadsleyite, using a Kawai-type multi-anvil apparatus with tungsten carbide anvils. 第 32 回日本 MRS 年次大会, 産業貿易センタービル他, 2022.12.6

◎山口和貴, 川添貴章, 井上 徹, 境 毅, カンラン石の単結晶を用いた高温高圧実験によるウォズリアイトの熔融温度に及ぼす高酸素分圧の影響の解明. 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.14

江木祐介, 井上 徹, 奥村晃太, マントル遷移層条件下での含水マンタルの熔融実験. 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.14

◎奥村晃太, 井上 徹, 川添貴章, 柿澤 翔, 野田昌道, 入船徹男, 新名 亨, MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 系におけるマントル遷移層~下部マントル最上部での熔融関係について. 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.14

◎鳥越玲衣, 井上 徹, 川添貴章, 上野恭史, 野田昌道, 篠田由梨, ポストスピネル相転移における鉄及び水の影響, 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.14

井上 徹, 太田明緒, 川添貴章, 野田昌道, 柿澤 翔, 深部マントル鉱物中への Al 置換の影響. 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.14

◎河野克俊, 西 真之, 柿澤 翔, 井上 徹, 入船徹男, 近藤 忠, 核-マントル境界における水と鉄の交換反応, 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.14

◎上野恭史, 井上 徹, 川添貴章, 柿澤 翔, 尾原幸治, 野田昌道, 新名 亨, 入船徹男, 輝石-ザクロ石系の高圧相転移における水の影響, 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.15

西原 遊, 丹下慶範, 肥後祐司, 辻野典秀, 柿澤 翔, 國本健広, 呉 文天, 高市合流, 久保田哲矢, 山崎大輔, 芳野 極, 川添貴章, 山口和貴, 久保友明, 坪川祐美子, 本田陸人, 後藤佑太, dhcp-FeHx のレオロジー: SPring-8, BL04B1 における D111 型装置を用いた高温高圧変形その場観察実験. 第 63 回高圧討論会, 立命館いばらきフューチャープラザ, 2022.12.15

◎山口和貴, 川添貴章, 井上 徹, 境 毅, ウォズリアイトの熔融温度に及ぼす高酸素分圧の影響. 第 9 回愛媛大学先進超高压科学研究拠点(PRIUS)シンポジウム, 愛媛大学総合研究棟I+オンライン, 2023.2.28

◎奥村晃太, 井上 徹, 川添貴章, 柿澤 翔, 野田昌道, 入舩徹男, 新名 亨, MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 系におけるマントル遷移層～下部マントル最上部での溶融関係について, 第9回愛媛大学先進超高压科学研究拠点(PRIUS)シンポジウム, 愛媛大学総合研究棟I+オンライン, 2023.2.28

### 1-4-3. 各種研究員と外国人留学生の受入状況

該当無し

### 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)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2021-2023) (代表) : 地震発生深度における断層運動素過程の解明
- ・JSPS-DST 二国間交流事業共同研究 相手国: インド(DST) (2019-2022) : 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

Das Kaushik (2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 (研究代表: 広島大学 白石史人)
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2021-2023) (分担) : 地震発生深度における断層運動素過程の解明 (研究代表: 広島大学 安東淳一)

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 (6件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (2019-2023) (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ー開発
- ・科学研究費補助金 挑戦的研究・萌芽 (2021-2023) (代表) : 従来型ガスクロマトグラフィーで分離不能な隕石中炭化水素混合物の分離と同定の試み
- ・科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A) (2020-2024) (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) (2019-2023) (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 (B) (2022-2024) (分担) : 水熱変成作用を受けた炭素質コンドライト隕石から探る C 型小惑星の熱進化
- ・科学研究費補助金 基盤研究 (C) (2019-2023) (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 (4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 挑戦的研究（萌芽）（2021-2023）（代表）：FIB 加工薄膜における微生物その場検出法の開発
- ・科学研究費補助金 基盤研究（B）（2019-2022）（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
- ・科学研究費補助金 基盤研究（C）（2021-2023）（分担）：Relationship between crustal degassing and microbial mineralization in active mud volcanoes, hydrocarbon seeps, and other environments

宮原 正明（3 件）

- ・科学研究費補助金 基盤研究（S）（2018-2022）（分担）：マントル遷移層スラブの軟化と深発地震に関する実験的研究
- ・科学研究費補助金 基盤研究（A）（2020-2022）（分担）：地球核領域での絶対圧力スケールの構築
- ・科学研究費補助金 基盤研究（B）（2020-2023）（分担）：オリビンは一瞬で高密度化する：惑星物質の衝撃変成解明の新展開

片山 郁夫（2 件）

- ・科学研究費補助金 基盤研究（A）（2020-2023）（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（C）（2020-2022）（分担）：真実接触部の原子挙動に基づくすべり速度変化に応答した摩擦力変化の解明

岡崎 啓史（5 件）

- ・科学研究費補助金 基盤研究（A）（2021-2025）（代表）：超高压超大歪み変形実験による全マントル領域を網羅する地球内部レオロジー断面の決定
- ・科学研究費補助金 挑戦的研究（開拓）（2022-2024）（代表）：超巨大地震発生域の高温高岩圧高間隙水圧環境を再現した岩石変形実験への挑戦
- ・科学研究費補助金 基盤研究（A）（2020-2023）（分担）：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（B）（2022-2025）（分担）：深部スロー地震の発生周期を支配する蛇紋岩の破壊・溶解析出に関する実験的研究
- ・科学研究費補助金 基盤研究（B）（2021-2024）（分担）：物質の多様性と続成作用を考慮した沈み込み帯における断層摩擦の統一的理解

井上 徹（3 件）

- ・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））（2019-2023）（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 二国間交流事業共同研究（日露）（2021-2022）（代表）：マントル岩との相互作用に伴う地殻物質と流体の地球深部サイクルの解明
- ・科学研究費補助金 基盤研究（B）（2021-2024）（分担）：超高压高温変形実験によるマントル遷移層の粘性率に与える水の影響の解明

川添 貴章 (2 件)

- ・科学研究費補助金 基盤研究 (B) (代表) (2021-2024) : 超高温高温変形実験によるマン  
トル遷移層の粘性率に与える水の影響の解明
- ・科学研究費補助金 国際共同研究強化 (B) (分担) (2019-2023) : 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

#### その他の研究助成金取得実績

井上 徹 (1 件)

- ・広島大学自立型研究拠点 補助金

#### 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

宮原 正明 : 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

井上 徹 : 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

川添 貴章 : 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター

岡崎 啓史 : Spring-8 利用研究

佐藤 友子 : 大阪大学レーザー科学研究所

#### 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, 日本鉱物科学会渡邊萬次郎賞選考委員会委員

Das Kaushik : 日本鉱物科学会国際誌JMPS編集委員会 委員, Member-India JSPS Alumni Association

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部会執行委員会執行委員, 広島県職業能力開発協会技能検定委員, Sedimentary Geology編集委員

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, NIMS 客員研究者

片山 郁夫 : 日本地球惑星連合評議委員, 日本地球惑星連合セクションボード (固体地球) 副代表, 日本鉱物科学会行事委員, Scientific Reports Editorial Board, Earth, Planets and Space Editorial Board, J-DESC マントル掘削ワーキング委員, 高校教科書監修「地学基礎」第一学習社

岡崎 啓史 : 日本地球掘削科学コンソーシアム ICDP 部会執行委員会 執行委員, 海洋研究開発機構超先鋭研究開発部門高知コア研究所招聘主任研究員



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，日本鉱物科学会理事・副会長，日本鉱物科学会将来企画委員会 委員長，日本鉱物科学会学会賞選考委員会 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，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，愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター客員教授，鹿児島大学非常勤講師，愛媛大学先進超高压科学研究拠点運営委員会委員，岡山大学惑星物質研究所共同利用・共同研究拠点運営委員会委員，IMA2022 “Volatiles in planetary interiors” セッションコンビナー

川添 貴章：日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員，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，日本鉱物科学会渉外委員，日本鉱物科学会2022年年会「高压科学・地球深部」セッションコンビナー，高圧力学会誌編集委員

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

### 【報道】

藪田ひかる：NHK E テレ「サイエンス ZERO」2023年2月26日放送，はやぶさ2最新報告 リュウグウからのメッセージ（リモート出演，取材）

藪田ひかる：広島ニュース TSS 2023年3月2日放送，生命の起源は黒い炭？小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰ったカケラを広島大学が分析（取材）

### 【高大連携】

宮原 正明：広島市立舟入高等学校 出張講義（模擬授業）（対面）（2022年6月23日）

川添 貴章：広島県立広島国泰寺高等学校 大学訪問（2022年7月12日）

小池みずほ：中高大連携公開講座「大学で何を学ぶか」（オンライン）（2022年7月15日）

安東 淳一：福岡県立新宮高等学校理数科 大学訪問（2022年7月19日）

岡崎 啓史：広島大学附属高等学校「サイエンス入門」（対面）（2022年9月11日）

川添 貴章：広島市立広島中等教育学校 大学訪問（2022年11月1日）

大川真紀雄：体験科学講座（2022年11月26日）

小池みずほ：広島県科学セミナー第3回科学セミナーの実施に係る指導助言（2023年2月12日）

## 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、本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) 岡崎 啓史, 川添 貴章, 佐藤 友子, 白石 史人, DAS Kaushik, 宮原 正明,  
芳川 雅子 (特任准教授)  
(助教) 大川 真紀雄, 小池 みずほ, 中久喜 伴益, 柿澤 翔 (育成助教),  
Sarkar Dyuti Prakash (育成助教), Chakraborti Tushar Mouli (育成助教)

[事務職員]

伊藤 暁子, 三好 倫子

[教職員の異動]

令和4年 4月 1日: 岡崎 啓史 准教授 着任  
令和4年 4月 1日: 芳川 雅子 特任准教授 着任  
令和4年 7月 31日: Chakraborti Tushar Mouli 育成助教 退職

### 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4年度の卒業生23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10名、他大学の大学院進学者4名となっている。就職は7名で、クラブツーリズム株式会社、ヤフー株式会社、株式会社UACJ、宮崎県、大阪ガスリキッド株式会社、福岡県飯塚市役所 などとなっている。

#### 2-3-4. 卒業論文発表実績

令和4年度9月卒業（0件）

令和4年度3月卒業（23件）

野方 隼人：プレートの沈み込みに伴って形成される層面すべりの研究

(Study of Flexural Slip Formed by Plate Subduction)

田中 恭平：愛媛県八幡浜市頃時鼻及び大分県大分市佐賀関半島に産する蛇紋岩中の磁鉄鉱の微細組織、化学組成と磁氣的性質の関係

(Relationship between microstructure, chemical composition and magnetic property of magnetite in serpentinite from Korodokibana, Yawatahama City, Ehime Prefecture and Saganoseki, Oita City, Oita Prefecture, Japan)

郷良 貴哉：衝撃変成作用を受けた鉱物から解き明かすナクライトの火星離脱プロセス

(Elucidation of the ejection process of nakhlites from Mars based on shocked minerals)

柴田 絢亮：インド古原生界グワリオール層群の縞状鉄鉱層中に見られる微化石の起源解明

(Origin of microfossils in the banded iron formations of the Paleoproterozoic Gwalior Group, India)

前田 大地：高圧含水鉱物 phase D 中への Al の固溶及び安定領域への影響

(Al solubility in high pressure hydrous mineral, phase D and the effect for the stability region)

宮副 真夢：脆性-塑性遷移領域における石英多結晶体の変形機構と微細構造について

(Deformation mechanism and microstructure of quartz aggregates at the brittle-plastic transition)

- 上田 瑞貴：東北沈み込み帯アウターライズ域から採取された堆積物試料の摩擦特性及び透水性への続成作用の影響に関する実験的研究  
(Experimental investigation on effects of diagenesis on frictional and hydraulic properties of incoming sediments from Tohoku subduction zone)
- 山田晃之亮：オリビンのビッカース硬度に及ぼす水の影響の解明  
(The investigation of the effect of water on Vickers hardness of olivine)
- 幣島 太一：九重火山群の第四紀火山岩類の Sr-Nd-Pb 同位体組成  
(Sr-Nd-Pb isotopic compositions of Quaternary volcanic rocks of Kuju volcanic group)
- 豊嶋 響：Impact melt breccia に残されたジャイアントインパクトを示唆する超高速衝突の痕跡  
(Traces of ultra-high-velocity collision suggestive of Giant Impact recorded in Impact melt breccia)
- 原口 絢名：弾丸打ち込み式小惑星試料回収実験で生じたすす物質の STXM 分析  
(STXM analysis of soot produced by bullet-shooting asteroid sample recovery experiment)
- 坂本 玄弥：蛇紋岩の地震波速度と電気比抵抗の実験室およびフィールドスケールでの評価  
(Laboratory and field scale evaluation of seismic velocities and electrical resistivity of serpentinites)
- 平川 大智：トンガおよび福德岡ノ場における海底火山活動が励起した地震波の解析  
(Analysis of seismic waves excited by submarine volcanic activities in Tonga and Fukutoku Okanoba)
- 増田 裕太：1273 K における沈み込むスラブ近傍のカンラン石多形の相関係  
(Phase relations of the olivine polymorphs around subducting slabs at 1273 K)
- 柴田 拓実：米国アーカンソー州マグネット・コーブ産クラスIIロードストーン中の変質部の研究  
(A study of the altered parts of a class II lodestone from Magnet Cove, Arkansas, USA)
- 小玉 泰聖：走査型 X 線顕微鏡と結像型 X 線顕微鏡の相補的利用による大面積隕石薄片の C- and O-XANES  
(C- and O-XANES of large area meteorite FIB section by complementary application of scanning transmission X-ray microscopy and fill-field transmission X-ray microscopy)
- 田中 秀明：球状シアノバクテリアによるペロイド形成過程の解明  
(Elucidation of the peloid formation process by coccoid cyanobacteria)
- 宗 慈瑛：三軸圧縮試験における比抵抗の異方性の測定方法の開発  
(Development of measuring system of electrical resistivity anisotropy during triaxial deformation experiments)
- 米田 光玖：ディープラーニングによる深部低周波微動の自動モニタリング  
(Automatic Monitoring of Deep Low-frequency Tremors Using Deep Learning)
- 宗近 俊祐：角閃石の主成分元素組成を用いた西南日本弧第四紀マグマの物理化学的特徴  
(Physicochemical characteristics of the Quaternary magma, Southwest Japan arc : Inferred from major elements of amphibole)
- 森田 旭：デプシペプチドの前生物的合成に対するアミノ酸光学異性体比の影響  
(Effects of amino acid optical isomer ratios on the prebiotic synthesis of depsipeptides)

東川菜々美：高圧下における  $\text{MgCO}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$  系溶融関係の解明

(Melting relations in the  $\text{MgCO}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$  system at high pressure)

森本 一平：天然における磁鉄鉱の酸化による磁赤鉄鉱化の研究

(A study of the maghemization by oxidation of natural magnetite from several localities)

#### **2-3-5. TAの実績**

令和4年度のTA : 1名

資料1 令和4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	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 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	3 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	地球惑星融合演習	1	2		11 単位	25 単位 以上	
	地球惑星ミッドタム演習	2	1				
	地球惑星システム学特別演習A	1	2				
	地球惑星システム学特別演習B	1	2				
	地球惑星システム学特別研究	1~2	4				
	地球惑星システム学概説	1		2	7 単位 以上		
	太陽系進化論	1		2			
	地球史	1		2			
	地球ダイナミクス	1		2			
	断層と地震	1		2			
	岩石レオロジー	1・2		2			
	地球内部物質学	1・2		2			
	地球惑星物質分析法	1・2		2			
	地球惑星システム学特別講義A	1・2		2			
	地球惑星システム学特別講義B	1・2		2			
	国際化演習 I	1・2		1			
	国際化演習 II	1・2		1			
	地球惑星エクスターンシップ	1・2		1			
	他プログラム専門科目						1 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)

なお、地球惑星システム学特別講義 A 及び地球惑星システム学特別講義 B は、同じ科目の単位を修得しても、修了要件単位数に含めることを可とする。

- ・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アイデアメイキング学生セミナー	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	
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	
	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うるものである。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単位以上を修得していなければならない。
- 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4年度入学生から適用する。

資料3 令和4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(令和4年度入学生用)

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。

この表に掲げる履修科目の他、他プログラム・他学部又は他大学等で開講される履修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。

※ 本プログラムに於て所定の単位(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	履修科目等	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												
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	○	○	○	○												
	外国 語 (注3)	英語	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	必修		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	必修	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	必修		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、アジア語のうちから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	選択必修		○														
			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	情報・データ科学入門	情報・データ科学入門	2	必修	②															
			ゼロからはじめるプログラミング	2	選択必修		○														
データサイエンス基礎		2	選択必修		○																
健康スポーツ科目(注4)	(0)	「健康スポーツ科目」から	1又は2	自由選択	○	○															
社会連携科目(注5)	(0)	「社会連携科目」から	1又は2	自由選択	○	○															
基礎 科目	微分積分学Ⅰ	微分積分学Ⅰ	2	選択必修		○															
		微分積分学Ⅱ	2	選択必修		○															
		線形代数Ⅰ	2	選択必修		○															
		線形代数Ⅱ	2	選択必修		○															
			上記4科目から2科目4単位																		
	物理学実験法・同実験Ⅰ	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	選択必修			○														
		化学実験法・同実験Ⅰ	1	選択必修				○													
		化学実験法・同実験Ⅱ	1	選択必修				○													
		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	選択必修			○														
		地学実験法・同実験Ⅰ	1	選択必修		○															
地学実験法・同実験Ⅱ		1	選択必修		○																
		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	24																				

- (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、履修科目により開設期が異なる場合やタ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』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『健康スポーツ科目』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。
- (注5) 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6) 「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32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。
- (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催される。
- (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)に集中形式で開催される。
- (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単位以上を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。  
・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「教養に関する専門的事項」以外の科目  
・「教養」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	標準履修シメスター [下段の数字はセムスターを示す] [注1]																	
						1年次		2年次		3年次		4年次											
						前	後	前	後	前	後	前	後										
専門教育科目	専門基礎科目	19	物理学概説A	2	必修	◎																	
			化学概説A	2		◎																	
			生物科学概説A	2		◎																	
			地球惑星科学概説A	2		◎																	
			地球科学野外巡検A	1		◎																	
			地球テラニクス	2			◎																
			地球惑星科学概説B	2			◎																
			地球惑星物質学基礎	2				◎															
			地質図学	2					◎														
		地球惑星科学英語 I	2					◎															
		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9)	33	堆積学・古生物学 I	2	必修				◎												
					地球惑星内部物理学 I	2					◎												
					固体地球化学 I	2					◎												
	結晶光学演習				1					◎													
	地球惑星物質学基礎演習				1					◎													
	地球惑星内部物理学 II				2						◎												
	地球惑星物質学 I				2						◎												
	岩石学				2						◎												
	岩石学演習				1						◎												
	地球惑星物質学演習 I				1						◎												
	地球科学野外巡検B				1						◎												
	地球惑星科学英語 II				2							◎											
	地球惑星システム学実習A				4							◎											
	地球惑星システム学実習B		2						◎														
	卒業研究 (注7)		各4															◎	◎				
	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 II	2					○												
		堆積学・古生物学 II			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									○												
地球惑星物質学演習 II		1									○												
太陽系物質進化学		2										○											
地球惑星内部物理学演習 A		1										○											
岩石変形学 I		2										○											
地球惑星内部物理学B		2											○										
宇宙地球化学		2											○										
岩石変形学 II		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 基礎化学プログラム

- ・ 化学専攻
- ・ 化学科



# 1 基礎化学プログラム・化学専攻

## 1-1 プログラム・専攻の理念と目標

基礎化学プログラム・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 プログラム・専攻の組織と運営

### 【1】基礎化学プログラム・化学専攻の組織

基礎化学プログラム・化学専攻では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。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、光機能化学、反応物理化学、反応有機化学、有機合成化学、量子化学および放射線反応化学の11の研究室から構成され、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、統合生命科学研究所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、基礎化学プログラム・化学専攻の研究室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・統合生命科学研究所には14の化学系研究室が存在し、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】基礎化学プログラム・化学専攻の運営

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

令和4年度	基礎化学プログラム長・化学専攻長	吉田 拓人
	基礎化学副プログラム長・化学副専攻長	西原 禎文
	基礎化学プログラム長補佐・化学専攻長補佐	阿部 穰里

また、基礎化学プログラム・化学専攻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4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	吉田, 西原
入学試験委員会	井口
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	関谷
自己点検・評価委員会	吉田
企画室会議	石坂
情報セキュリティ委員会	平尾

#### ・理学研究科における各種委員会の化学専攻委員

評価委員会	灰野, 吉田
広報委員会	村松
防災対策委員会	吉田

教務委員会	高橋
入学試験委員会	水田
大学院委員会	吉田
情報セキュリティ委員会	平尾

・化学専攻教員の理学研究科での活動

副学部長／副研究科長（研究・評価担当）	水田 勉	令和3年4月1日～
評価委員会委員長	水田 勉	令和3年7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～
評価委員会	水田 勉	令和3年7月1日～
教育本部教育質保証委員会	水田 勉	令和4年4月1日～
人材育成推進本部FD委員会	水田 勉	令和4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～
機器共用・分析部門	水田 勉	令和元年11月18日～
	吉田 拓人	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	井 口 佳 哉	令和3年4月1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5年3月現在の基礎化学プログラム・化学専攻の構成員は次のとおりである。

教授	安倍	学
教授	石坂	昌司
教授	井上	克也
教授	井口	佳哉
教授	西原	禎文
教授	灰野	岳晴
教授	水田	勉
教授	山崎	勝義
教授	吉田	拡人
教授	中島	覚 (併任)
教授	齋藤	健一 (併任)
特任教授	石谷	治
准教授	阿部	穰里
准教授	岡田	和正
准教授	久米	晶子
准教授	高口	博志
准教授	関谷	亮
准教授	高橋	修
准教授	中本	真晃
准教授	松原	弘樹
准教授	LEONOV	ANDREY
講師	波多野	さや佳
助教	岡本	泰明
助教	久保	和幸
助教	SHANG	RONG
助教	高木	隆吉
助教	仲	一成
助教	平尾	岳大
助教	福原	幸一
助教	藤林	将
助教	村松	悟

### 基礎化学プログラム事務室

契約一般職員 竹村 夕子, 高橋 栄美, 荒谷 美津子

## 令和4年度の非常勤講師

鷹巢 守 (大阪大学大学院工学研究科/教授)  
授業科目名: 立体電子効果の基礎と遷移金属触媒反応 (基礎化学特別講義C)  
担当: 有機合成化学研究室

火原 彰秀 (東北大学多元物質科学研究所/教授)  
授業科目名: ナノ・マイクロ計測化学 (基礎化学特別講義B)  
担当: 分析化学研究室

美齋津 文典 (東北大学大学院理学研究科/教授)  
授業科目名: 気相クラスターの構造と反応 (基礎化学特別講義C)  
担当: 構造物理化学研究室

### 1-2-2 教職員の異動

令和 4年 6月30日	COSQUER GOULVEN	(固体物性化学研究室 助教) 辞職
8月 1日	石谷 治	(反応有機化学研究室 特任教授) 採用
11月 1日	OLEKSIY BOGDANOV	(固体物性化学研究研究室 特任教授) 採用
令和 5年 3月31日	OLEKSIY BOGDANOV	(固体物性化学研究研究室 特任教授) 任満了につき退職
	福原 幸一	(構造物理化学研究室 助教) 定年退職
	藤林 将	(固体物性化学研究室 助教) 宇部工業高等専門学校 助教採用のため 辞職

## 1-3 プログラム・専攻の大学院教育

### 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

基礎化学プログラム・化学専攻は、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

基礎化学プログラム・化学専攻では、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4年度在籍学生数

(令和4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		10 (2) [1] {6}
平成30年度		1 {1}
合 計		11 (2) [1] {7}

( ) 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4年度	44 (10)	7 (3) {3}
令和3年度	39 (9) [1]	15 (2) [1] {4}
令和2年度		7 (3) [1]
合 計	83 (19) [1]	29 (8) [2] {7}

( ) 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

#### ・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4年度生	灰野・高橋	山崎
令和3年度生	西原	水田
令和2年度生	山崎, 久米	灰野
令和元年度生	水田, 久保	岡田

・令和4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 リテラシー科目	データリテラシー	1・2			
	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	
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		1			
	基礎化学特別講義B	1・2		1			
	基礎化学特別講義C	1・2		1			
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】**

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

- ・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)

なお、基礎化学特別講義A、基礎化学特別講義B及び基礎化学特別講義Cは、同一科目を含み合計4単位まで修了要件単位数に加えることを可とする。

- ・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

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 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 SDGsの観点から見た地域開発セミナー 普遍的平和を目指して	1・2・3		1	1 単 位 以 上	2 単 位 以 上	
		1・2・3		1			
		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		
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			
研究科 共通科 目	社会性 経営とアントレプレナーシップ Technology Strategy and R&D Management 技術応用マネジメント概論 未来創造思考（応用） 自然科学系長期インターンシップ	1・2・3		1	1 単 位 以 上		
		1・2・3		1			
		1・2・3		1			
		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。

(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



・2020年度以降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	—	
	化学特別講義	1	—	理学研究科で開講

・各研究研究室の在籍学生数

(令和4年5月現在)

研究室名	M1	M2	D1	D2	D3	D4
構造物理化学研究室	3	6				
固体物性化学研究室	6	5	2	2	1	
錯体化学研究室	6	5				
分析化学研究室	3	2	1	1		
構造有機化学研究室	5	4	2	2	4	
光機能化学研究室	3	2	1			
反応物理化学研究室	5	2		2		1
有機合成化学研究室	6	5		4	1	
反応有機化学研究室	3	5	3	4	3	5
量子化学研究室	2	0				
放射線反応化学研究室	2	3			4	1
計	44	39	9	15	13	7

・2022年度博士課程修了者の進路

(令和5年5月現在)

	修了者総数	就 職 者							進学	研究生・補助員	ポスドク・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	36(9)	25(7)	3(2)	5	33(9)	0	0	0	3	0	0	0
後期修了*	10(3)	2(1)	0	0	2(1)	0	3(1)	3(1)	0	0	2(1)	3

( ) 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 <sup>(1)</sup>	98
博士課程後期 <sup>(2)</sup>	49
博士課程前期・後期共 <sup>(3)</sup>	8

(2022年度の発表について記載：2022年4月から2023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 <sup>(1)</sup>	23
博士課程後期 <sup>(2)</sup>	27
博士課程前期・後期共 <sup>(3)</sup>	1

(2022年度の発表について記載：2022年4月から2023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

石川 大輔	チャンネル構造を有する導電性Ni(dmit) <sub>2</sub> 塩における固相イオン交換と物性評価	固体物性化学
入口 時代	低真空下でイオンを集束させる“イオンカーペット”の試作、性能評価とイオン光学シミュレーション	構造物理化学
植田 朋乃可	※学外秘	光機能化学
采見 悠吾	亜硝酸メチルの振動非断熱遷移に起因する光解離ダイナミクスの研究	反応物理化学
尾野 萌	2つのホウ素中心を含むホスフィン配位子を有する新規後期遷移金属錯体の合成及び反応性の調査	有機合成化学
小村 実桜	イミノキノン誘導体の合成と光反応の解明	反応有機化学
金沢 紗矢	短寿命反応中間体の気相単離機構の開発と気相分光の試み	構造物理化学
金崎 真悠	S( <sup>1</sup> D) + NH <sub>3</sub> 反応の速度定数およびHS(X <sup>2</sup> Π)とS( <sup>3</sup> P)の生成収率決定	反応物理化学
岸野 晴	キラルな溶媒によって誘導されるテトラキスポルフィリン超分子ポリマーのらせんキラリティ	構造有機化学
北澤 大粋	光誘起結合開裂反応に及ぼす芳香族性の効果	反応有機化学
玖田 真人	キラリティによる流体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	プレイスラー型ポリオキソメタレートの高圧物性解明	固体物性化学
黒木 駿	メスバウアー分光法及びDFT計算を用いたアルキル置換及びアルコキシ置換ベンゼンを有する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	様々な有機薄膜を被覆したCu <sub>2</sub> Oナノ粒子とAgとのバイメタル化及びそのCO <sub>2</sub> 電解還元	錯体化学
合田 遼介	ジシアノ芳香族分子の光アリル化反応の中間体気相分光：置換基位置が反応性に及ぼす影響	構造物理化学
佐野 雄大	<sup>1</sup> H NMRを用いたルテノセン錯体とその塩によるハロゲン交換反応の機構調査	放射線反応化学
完田 一樹	陽イオン界面活性剤の吸着膜相転移を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	周辺にエチニル基を集積したCu(I)錯体の選択的CuAAC変換	錯体化学
島田 雄大	ケイ素置換高歪みリン化合物：ホスファテトラヘドランの合成検討	有機合成化学
杉川 賢太郎	※学外秘	反応有機化学
高嶋 雄治	硫黄窒素ドナー抽出剤を用いたルテニウムの溶媒抽出機構の解明	放射線反応化学

高橋 周作	金属ナノ粒子で表面修飾した脂溶性ナノグラフェンの触媒活性の評価とナノグラフェンのもつ遮蔽効果の定量化	構造有機化学
爲國 誠太	量子化学計算及びSEIRA分光法を用いたランタノイド/マイナーアクチノイド錯イオンの構造とその選択性の研究	構造物理化学
中川 いぶき	Ag <sub>3</sub> Cu平面錯体ユニットをC4鎖リン2座配位子で架橋したカゴ状ナノクラスターの合成と性質	錯体化学
中東 祐貴	ホスフィン保護クラスター[Au <sub>9</sub> (PPh <sub>3</sub> ) <sub>8</sub> ] <sup>3+</sup> の衝突誘起解離：価電子数の変化を伴うコア開裂の観測	構造物理化学
浜田 幸希	ビスレゾルシンアレーンを基盤とした超分子らせんポリマーの合成とゲスト包接によるらせん構造制御	構造有機化学
林野 慎太郎	ルイス酸性抑制効果を軸とした新しいホウ素反応剤創製と合成反応への展開	有機合成化学
町田 栞	溶液混合により生成する反応中間体の質量分析と極低温気相分光の試み	構造物理化学
松木 優弥	3d系遷移金属が3d-4f錯体の構造と磁性に与える影響	固体物性化学
丸山 真依	ピンサー型カルボジホスホラン白金(II)錯体を触媒としたアルキンのヒドロシリル化に及ぼす共存配位子の影響と金属塩添加による加速効果	錯体化学
水谷 友哉	※学外秘	光機能化学
宮崎 一智	新しいルイス酸性抑制有機ホウ素化合物R-B(mdan)の合成と反応	有機合成化学
三和 綾乃	光ピンセットを用いた単一ガラス微小球の表面電荷計測	分析化学
村田 涼	※学外秘	反応有機化学
吉田 将	二つのイオン移動機構を有するポリオキソメタレート合成と誘電物性評価	固体物性化学
吉田 晟哉	アラインの遷移金属触媒フリーなカルボスタニル化反応	有機合成化学

### 1-3-6 博士学位

授与年月日を〔 〕内に記す。

WANG ZHE [令和4年9月20日] (甲)  
Reactivity of Singlet Diradicaloids Embedded in Macrocyclic Skeleton and Non-Aufbau Electronic Configuration of Triplet Diradicals  
(マクロ環状骨格を有する一重項ジラジカルの反応性及び三重項ジラジカルの非Aufbau 電子構造)  
主査：安倍 学 教授  
副査：灰野 岳晴 教授, 吉田 拓人 教授

LIU QIAN [令和4年9月20日] (甲)  
Dynamic Solvent Effect on the Lifetime of Singlet Diradicals with  $\pi$ -Single Bonding  
( $\pi$ 単結合性をもつ一重項ジラジカルの寿命に及ぼす動的溶媒効果)  
主査：安倍 学 教授  
副査：灰野 岳晴 教授, 吉田 拓人 教授

BANGUN SATRIO NUGROHO [令和4年9月20日] (甲)  
Synthesis, Properties of Graphene Oxide, Graphene Oxide Quantum Dots, and Its Composite: A Cesium Detector for Environmental Monitoring  
(酸化グラフェン、酸化グラフェン量子ドット、その複合体の合成と性質：環境モニタリングのためのセシウム検出器)  
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

久野 尚之 [令和4年9月20日] (甲)  
Studies on Molecular Recognition and Supramolecular Polymerization of Bisporphyrin Cleft Molecules  
(ビズポルフィリンクレフト分子の分子認識及び超分子重合に関する研究)  
主査：灰野 岳晴 教授  
副査：安倍 学 教授, 吉田 拓人 教授, 木原 伸一 准教授 (化学工学プログラム)

BEKELESI Wiseman Chisale [令和4年12月19日] (甲)  
Difference in Migration of Radioactive Element Originating from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: Factors affecting transfer factor of  $^{137}\text{Cs}$  from soil to rice and Difference in migration between  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  in the Environment  
(福島第一原子力発電所事故に由来する放射性元素の移行の相違：土壌からコメへの $^{137}\text{Cs}$ の移行係数に及ぼす因子と環境中での $^{137}\text{Cs}$ と $^{90}\text{Sr}$ の移行の違い)  
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

新田 菜摘 [令和5年3月23日] (甲)  
Construction of Supramolecular Branched Polymers via Molecular Recognition of Self-Assembled Capsule  
(自己集合カプセルの分子認識による超分子分岐共重合体の合成)  
主査：灰野 岳晴 教授  
副査：吉田 拓人 教授, 安倍 学 教授, 木原 伸一 准教授 (化学工学プログラム)

大山 諒子 [令和5年3月23日] (甲)  
The Elucidation of Reaction Mechanism of Organic Photochemistry Using DMPO Spin Trapping Method  
(DMPOスピントラップ法を用いた有機光反応機構の解明)  
主査：安倍 学 教授  
副査：灰野 岳晴 教授, 吉田 拓人 教授, 島田 裕士 准教授 (数学プログラム)

### 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4年度のTA

氏名	所属研究室	学年	氏名	所属研究室	学年
石川 大輔	固体物性化学	M2	野口 丈	反応有機化学	M2
伊藤 みづき	固体物性化学	D1	浜田 幸希	構造有機化学	M2
入口 時代	構造物理化学	M2	平岡 勇太	有機合成化学	D1
岡本 和賢	反応有機化学	D1	廣田 天丸	光機能化学	M1
岡本 春歌	分析化学	M1	藤井 直香	構造有機化学	D3
奥寺 洸介	構造物理化学	M1	藤本 陽菜	構造有機化学化学	D3
小野 雄大	構造有機化学	D2	増田 康人	量子化学	M1
小村 実桜	反応有機化学	M2	松木 優弥	固体物性化学化学	M2
飼鳥 弘人	固体物性化学	M1	眞邊 潤	固体物性化学	D2
栗原 英駿	固体物性化学	M2	丸山 真依	錯体化学	M2
黒目 武志	錯体化学	M2	宮澤 友樹	反応有機化学	D2
古賀 なつみ	分析化学	M1	宮代 一志	固体物性化学	M1
小山 雅大	構造物理化学	M1	宮武 理沙	固体物性化学	M1
完田 一樹	分析化学	M2	宮村 琢磨	反応有機化学	M1
澁江 拓哉	錯体化学	M2	三和 綾乃	分析化学	M2
菅原 知佳	量子化学	M1	向井 夏樹	固体物性化学	M1
杉浦 圭亮	固体物性化学	M1	山口 正晶	有機合成化学	M1
竹本 悠真	固体物性化学	M1	吉田 将	固体物性化学	M1
爲國 誠太	構造物理化学	M2	吉田 真也	構造有機化学	M2
対馬 拓海	有機合成化学	D1	和田 淳	放射線反応化学	M2
中川 いぶき	錯体化学	M2	WANGCHINGCHAL PEERAPAT	反応物理化学	D2

### 1-3-8 大学院教育の国際化

基礎化学プログラム・化学専攻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 プログラム・専攻の研究活動

### 1-4-1 研究活動の概要

- ・講演会・セミナー等の開催実績

令和4年度 … 13件

- ・受賞実績

基礎化学プログラム・化学専攻の教員および名誉教授が、2014年度以降に受けた学協会賞等を次にあげる。

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
2019年度 (令和元年度)	An Asian Core Program Lectureship Award from Korea	吉田 拓人
2021年度 (令和3年度)	広島大学DP (Distinguished Professor)	灰野 岳晴
2021年度 (令和3年度)	高分子研究奨励賞	平尾 岳大
2021年度 (令和3年度)	先進理工系科学研究科研究科長特別賞 (研究)	関谷 亮
2021年度 (令和3年度)	先進理工系科学研究科研究科長特別賞 (研究)	村松 悟
2022年度 (令和4年度)	第17回村川技術奨励賞・難波敢技術奨励賞	西原 禎文
2022年度 (令和4年度)	衛藤細矢記念賞 (公益財団法人双葉電子記念財団)	西原 禎文
2022年度 (令和4年度)	An Asian Core Program Lectureship Award from Korea in The 15th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia	灰野 岳晴



2022年度 (令和4年度)	An Asian Core Program Lectureship Award from Singapore in The 15th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia	灰野 岳晴
2022年度 (令和4年度)	2022年度長瀬研究振興賞	吉田 拡人
2022年度 (令和4年度)	日本化学会第103春季年会(2023) 優秀講演賞 (産業)	藤林 将
2022年度 (令和4年度)	広島大学長表彰 (Phoenix Outstanding Researcher Award)	平尾 岳大

### ・学生を受賞実績

原田健太郎 (D2) : 日本化学会第 102 回春季年会(2022)学生講演賞 (2022.4.19)

小野雄大 (D2) : 日本化学会第 102 回春季年会(2022)学生講演賞 (2022.4.19)

LIU QIAN (D3) : 25th IUPAC International Conference on Physical Organic Chemistry ICPOC prize (2022.7.15)

伊藤みづき (D1) : 日本化学会「低次元素光機能材料研究会」第11回サマーセミナー優秀講演賞 (2022.9.10)

栗原英駿 (M2) : 日本化学会「低次元素光機能材料研究会」第11回サマーセミナー優秀ポスター賞 (2022.9.10)

眞邊 潤 (D2) : 【International Conference on Molecular Spintronics Based on Coordination Compounds: Toward Quantum Computer and Quantum Memory Device, The 73rd Yamada Conference poster prize (2022.10.11)

伊藤みづき (D1) : 応用物理・物理系 中国四国支部 合同学術講演会 発表奨励賞 (2022.11.1)

栗原英駿 (M2) : 応用物理・物理系 中国四国支部 合同学術講演会 発表奨励賞 (2022.11.1)

高野真綾 (D2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

平岡勇太 (D2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

伊藤みづき (D1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

岡本和賢 (D1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

入口時代 (M2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

中東祐貴 (M2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

浜田幸希 (M2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

宮崎一智 (M2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

吉田晟哉 (M2) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

有村咲紀 (M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

沖汐祐紀 (M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

飼鳥弘人 (M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

竹本悠真 (M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

山口正晶 (M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞 (2022.11.17)

宮澤友樹 (D1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 ポスター賞 (2022.11.17)

坂本歩夢 (M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 ポスター賞 (2022.11.17)

今川大樹 (D2) : 第26回ケイ素化学協会シンポジウム 優秀ポスター賞 (2022.11.21)

対馬拓海 (D2) : 第12回CSJ化学フェスタ2022優秀ポスター賞 (2022.11.30)

林 博斗 (M1) : 第49回有機典型元素化学討論会優秀ポスター賞 (2022.12.10)

土屋直人 (D3) : 2022年 The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium Student Award (2022.12.17)

Wangchingchai Peerapat (D2) : 2022年 The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium Student Award (2022.12.17)

土屋直人 (D3) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月

中西一貴 (D3) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月

対馬拓海 (D2) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月

平岡勇太 (D2) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月  
伊藤みづき (D1) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月  
石川大輔 (M2) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月  
栗原英駿 (M2) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月  
浜田幸希 (M2) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月  
友田和希 (M1) : 【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】 2022年10月  
浜田幸希 (M2) : 日本化学会中国四国支部支部長賞, 2023年3月  
中山圭剛 (M1) : 第16回分子科学討論会, 優秀ポスター賞, 「量子状態と衝突エネルギーを制御したイオン・分子反応観測装置の開発」(2022)  
河辺 陽 : 日本化学会中国四国支部令和4年度支部長賞 (2023.3)  
中野佑紀 (D2) : 【ESG TECH BATTLE 2023 powered by NEDO [最優秀賞]】 2023年3月

• **産学連携実績**

令和4年度 … 6件

• **国際共同研究・国際会議開催実績**

令和4年度 … 42件

## 1-4-2 研究室別の研究活動の概要, 発表論文, 講演等

### 構造物理化学研究室

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

当研究室では, 極低温気相分光や表面増強赤外分光などの最新手法の開発に基づく分光学研究を展開している。具体的に, イオン包接錯体やクラスター化合物, 化学反応中間体などを対象に, その赤外~紫外領域のスペクトルを観測し, 幾何・電子構造や光励起後のエネルギー緩和過程を高精度に決定することで, これら分子系の諸機能が発現する起源を分子科学的な知見から明らかにすることに取り組んでいる。今年度の主な研究業績は次のとおりである。

(1) 従来より開発を進めてきたエレクトロスプレー/極低温イオントラップ装置を用いたイオンの気相分光研究を展開した。これまで主に対象としてきたホスト-ゲスト錯体に加えて, 本年度は1次元共役色素イオンや超原子価炭素・ヨウ素化合物, 分子クラスターラジカルイオンの極低温気相分光を達成し, これら化合物の電子構造や結合状態に関する知見を得た。

(2) 2021年度より開始した溶液内反応中間体の極低温気相分光研究をさらに推し進めた。溶液内中間体のための新たな気相導入源の製作を進めるとともに, 鈴木-宮浦炭素カップリング反応をはじめとする合成化学的に重要性の高い反応系の中間体検出・分光に取り組んでいる。

(3) 放射性廃液に含まれるランタノイド/マイナーアクチノイドの選択的分離に対する分子科学的な理解を得ることを目指して, ここ数年, 金薄膜上の有機配位子-ランタノイド包接錯体の表面増強赤外分光を進めてきた。ごく最近, マイナーアクチノイド錯体の赤外スペクトルを測定することに成功し, 包接に伴う構造変化や錯形成能とスペクトルの相関の解明を進めている。

(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. 水と物質との相互作用を探る上で水の界面の構造を把握する必要がある。分子動力学法によりナノメートルサイズの液滴を作成し, いくつかのオーダーパラメータにより構造評価を行った。
2. マレイン酸水溶液の軟X線発光スペクトルに対する理論計算を行った。分子動力学法により水溶液中の構造を構築し, 得られたスナップショットより軟X線発光スペクトル計算を行った。

#### ○原著論文

- ◎ S. Muramatsu, T. Tokizane, Y. Inokuchi (2022) One-Dimensionally Conjugated Carbocyanine Dyes Isolated under Cold Gas-Phase Conditions: Electronic Spectra and Photochemistry. *J. Phys. Chem. A*, **126**, 8127–8135.
- M. Iwamoto, K. Koyasu, T. Konuma, K. Tsuruoka, S. Muramatsu, T. Tsukuda (2022) Temperature effect on photoelectron spectra of AuCO<sub>2</sub><sup>-</sup>: Relative stability between physisorbed and chemisorbed isomers. *Chem. Phys. Lett.* **803**, 139823 (4 pages).
- L. G.M. Pettersson, O. Takahashi (2021) X-ray Emission Spectroscopy – A Genetic Algorithm to Disentangle Core-Hole-Induced Dynamics, *Theo. Chem. Acc.*, **140**, 162 (13 pages).
- R. Yamamura, K. Yamazoe, J. Miyawaki, Y. Harada, O. Takahashi (2022) Identification of Valence Electronic States Reflecting the Hydrogen Bonding in Liquid Ethanol, *J. Phys. Chem. B*, **126**, 1101-1107.
- O. Takahashi, R. Yamamura, T. Tokushima, Y. Harada (2022) Interpretation of the x-ray emission spectra of liquid water through temperature and isotope dependence, *Phys. Rev. Lett.*, **128**, 086002 (6pages).

#### ○著書

該当無し

#### ○総説・解説

該当無し

## ○特許公報

該当無し

## ○国際会議

- ◎S. Muramatsu, Y. Inokuchi : Cold Gas-Phase Spectroscopy of Chemical Intermediates Formed in Solution: Development of Electrospray-Based Isolation Systems for Short-Lived Ions. Gordon Research Conference—Gaseous Ions: Structures, Energetics and Reactions (2023年2月, Ventura, USA) (招待講演)
- ◎T. Tokizane, S. Muramatsu, Y. Inokuchi : Carbocyanine Dyes Isolated under Cold Gas-Phase Conditions: Electronic Spectra and Photochemistry. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎S. Kanazawa, S. Machida, M. Kida, S. Muramatsu, Y. Inokuchi : Development of gas-phase isolation systems for short-lived chemical intermediates in solution and their gas-phase spectroscopy. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎T. Tamekuni, S. Muramatsu, Y. Inokuchi : A Theoretical Study on the Structure of Lanthanide/Minor Actinide Ion Complexes with Organic Ligands. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎K. Okudera, S. Muramatsu, T. Hirao, T. Haino, Y. Inokuchi : Combinatorial Synthesis of Diglycolamide Ligands and Infrared Spectroscopy of their Lanthanide Complexes. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)
- ◎S. Machida, S. Muramatsu, Y. Inokuchi : Cold gas-phase spectroscopy of chemical intermediates produced by the mixing of reactant solutions. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, Higashi-Hiroshima, Japan) (一般講演)
- S. Muramatsu : Gas-Phase Spectroscopy of Cryogenically Cooled Molecular Ions: A Case Study of Cyanine Dyes. International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu (ICPAC Kota Kinabalu 2022) (2022年11月, Kota Kinabalu, Malaysia) (招待講演)
- ◎S. Muramatsu, Y. Nakahigashi, T. Omoda, S. Takano, T. Tsukuda, Y. Inokuchi : Collision-induced dissociation of phosphine-protected oblate gold clusters  $[\text{Au}_9(\text{PPh}_3)_8]^{3+}$  and  $[\text{MAu}_8(\text{PPh}_3)_8]^{2+}$  (M = Pd, Pt). 2022 Atomically Precise Nanochemistry Conference GRC (2022年10月, Ventura, USA) (ポスター講演)
- Y. Inokuchi : Gas-Phase UV Spectroscopy of Chemical Intermediates Produced in Solution. 25th IUPAC International Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC 25) (2022年7月, Hiroshima, Japan) (招待講演)
- ◎S. Muramatsu, A. Matsuyama, Y. Inokuchi : Hypervalent iodine compound in the gas phase: observation and assignment of vibronic structures of  $(\text{C}_5\text{H}_5\text{N})_2\text{I}^+$ . 37th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (2022年6月, Sendai, Japan) (ポスター講演)
- O. Takahashi : Isotope and Temperature dependence of RIXS of liquid water. International Workshop on Photoionization Resonant Inelastic X-ray Scattering 2022 (2022年11月, Zao-cho, Japan) (招待講演)
- O. Takahashi : X-ray absorption spectroscopy of photodamaged polyimide film. The 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation (2023年3月, Higashi-Hiroshima) (ポスター講演)

## ○国内会議

- ◎坂本知優, 村松 悟, 久保麻友子, 合田遼介, 井口佳哉 : ベンゾクラウンエーテル-アンモニウムイオン錯体の光誘起反応. 日本化学会第103春季年会(2023年3月, 野田) (一般講演)
- ◎S. Muramatsu, A. Matsuyama, D. Iwanaga, K. Ohshimo, M. Kida, Y. Shi, R. Shang, Y. Yamamoto, F. Misaizu, Y. Inokuchi : Hypervalent Carbon and Iodine Compounds Investigated by Cryogenic Gas-Phase Spectroscopy. 日本化学会第103春季年会(2023年3月, 野田) (一般講演)
- 井口佳哉 : 芳香族分子-アンモニウムイオン錯体におけるアミノ化反応の検証. 学術変革領域研究(A)「次世代アストロケミストリー: 素過程理解に基づく学理の再構築」全体集会(2023年3月, 東京) (招待講演)
- ◎村松 悟, 松山晃仁, 岩永大輝, 井口佳哉 : 気相極低温分光法を用いた超原子価ヨウ素化合物  $[(\text{C}_5\text{H}_5\text{N})_2\text{I}]^+$  の構造評価. 第49回有機典型元素化学討論会(2022年12月, 富山) (一般講演)

- ◎岩永大輝, 松山晃仁, 村松 悟, 井口佳哉: 超原子価ヨウ素化合物( $C_5H_5N$ ) $_2I^+$ の極低温気相分光: 振電構造の観測. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (広島大会) (2022年11月, 東広島) (一般講演)
- ◎小山雅大, 入口時代, 村松 悟, 井口佳哉: 気相孤立イオンの構造評価のための極低温光解離分光装置の開発. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (広島大会) (2022年11月, 東広島) (一般講演)
- ◎入口時代, 小山雅大, 村松 悟, 井口佳哉: 高効率にイオンを輸送する気相光解離分光装置の設計と開発. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (広島大会) (2022年11月, 東広島) (一般講演)
- ◎中東祐貴, 村松 悟, 重田 翼, 高野慎二郎, 佃 達哉, 井口佳哉: 衝突誘起解離質量分析を用いたホスフィン保護金クラスター $Au_9(PPh_3)_8^{3+}$ の構造評価. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (広島大会) (2022年11月, 東広島) (一般講演)
- 井口佳哉: 極低温気相分光による, 機能性分子イオンの研究. 大阪市立大学セミナー(2022年11月, 大阪) (招待講演)
- 井口佳哉: 機能性有機分子の分光学的研究. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (招待講演)
- ◎村松 悟, 時實崇之, 井口佳哉: 1次元共役シアニン色素の極低温気相分光: 電子スペクトルの帰属と光解離過程. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (一般講演)
- ◎中東祐貴, 村松 悟, 重田 翼, 高野慎二郎, 佃 達哉, 井口佳哉: 偏平型ホスフィン保護金クラスター $Au_9(PPh_3)_8^{3+}$ の衝突誘起解離: 準閉殻電子構造および異種金属ドーブの効果. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (一般講演)
- ◎岩永大輝, 松山晃仁, 村松 悟, 井口佳哉: 極低温気相分光による超原子価ヨウ素化合物( $C_5H_5N$ ) $_2I^+$ の振電構造の観測と帰属. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (一般講演)
- ◎合田遼介, 村松 悟, 井口佳哉: ジシアノベンゼンの光アリル化反応の中間体気相分光: 置換基位置が反応機構に及ぼす影響. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎小山雅大, 入口時代, 廣川靖明, 松山晃仁, 村松 悟, 井口佳哉: 極低温光解離分光装置の開発と分子クラスターラジカルイオンへの適用. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎金沢紗矢, 町田 栞, 木田 基, 村松 悟, 井口佳哉: 短寿命反応中間体の気相単離機構の開発と気相分光の試み. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎町田 栞, 金沢紗矢, 村松 悟, 井口佳哉: 溶液混合により生成する反応中間体の質量分析と極低温気相分光の試み. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎爲國誠太, 平田早紀子, 明地省吾, 村松 悟, 井口佳哉: 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SEIRAスペクトルとの比較. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎時實崇之, 村松 悟, 井口佳哉: シアニン色素の気相光解離スペクトルの測定と解析: 構造探索と光異性化過程の検討. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎奥寺洸介, 村松 悟, 平尾岳大, 灰野岳晴, 井口佳哉: ジグリコールアミド骨格配位子のコンビナトリアル合成とランタノイド錯体の表面増強赤外吸収分光. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- ◎入口時代, 小山雅大, 村松 悟, 井口佳哉: 低真空下でイオンを集束させる“イオンカーペット”の試作と性能評価. 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜) (ポスター講演)
- 村松 悟: 気相・極低温環境が拓く分子分光学: 隠れた分子機能の発掘を目指して. 記念式典「広島大学大学院先進理工系科学研究科設立3周年への歩み〜世界の理工学分野のトップリーダーを目指して〜」若手研究者ポスター展示(2022年9月, 広島) (ポスター講演)
- 井口佳哉: 芳香族分子を含有するイオン錯体の極低温気相分光とその光化学反応過程の解明. 学術変革領域(A)次世代アストロケミストリー気相実験ワークショップ(2022年9月, 宮崎) (招待講演)
- 村松 悟: “気相+極低温”が拓く分子分光学: ホストゲスト錯体と超原子価化合物への展開. ケムサロン(2022年6月, 東広島) (依頼講演)
- ◎村松 悟, 井口佳哉: ホスト・ゲスト化合物の極低温気相分光. 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム(2022年6月, 岡山) (一般講演)
- 高橋 修: 軟X線発光分光における水クラスターの動力学的効果. 第16回分子科学討論会(2022年9

月, 横浜) (ポスター講演)

- 大西拓馬, 山村涼介, 小林英一, 窪 健太, 岡崎麻耶子, 堀川裕加, 大浦正樹, 吉田啓晃, 高橋修: 光劣化されたポリイミド膜の軟X線吸収分光測定. 第36回日本放射光学会年会・放射光化学合同シンポジウム(2023年1月, 草津) (ポスター講演)

### ○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	0	3
博士課程前期	5	15
博士課程後期	0	0
博士課程前期・後期共	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～)  
井口佳哉: 日本化学会中国四国支部 会計幹事 (2022年)  
村松 悟: 日本化学会中国四国支部大会 (広島大会) 実行委員 (2022年)  
村松 悟: Nano-Bio-Info Chemistry Symposium 実行委員 (2022年)  
村松 悟: 日本分光学会中国四国支部 事務局長 (2019年～)  
村松 悟: 日本化学会中国四国支部 庶務幹事 (2022年)  
村松 悟: 山梨県立甲府西高等学校 第1回課題論文発表会講師 (審査員長) (2022年)  
村松 悟: 広島化学同窓会 事務局・庶務幹事 (2022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 学術変革領域研究 (A), 芳香族分子を含有するイオン錯体の極低温気相分光とその光化学反応過程の解明, 井口佳哉 (代表)  
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, 気相極低温分光で捉える有機配位子保護金属クラスターの構造ゆらぎとその起源, 村松 悟 (代表)  
中国電力技術研究財団・試験研究A, 分光学的手法による, 高効率な金属クラスター光電変換材料の探索, 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)  
科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型), “水圏材料の軟X線分光理論計算による不均一構造の解明”, 高橋 修 (代表)

○受賞状況（職員）

村松 悟, Lecture Award, International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu (ICPAC Kota Kinabalu 2022) (2022年11月, Kota Kinabalu, Malaysia)

○受賞状況（学生）

中東祐貴, 学生優秀発表賞, 2022年日本化学会中国四国支部大会（広島大会）(2022年11月, 東広島)

入口時代, 学生優秀発表賞, 2022年日本化学会中国四国支部大会（広島大会）(2022年11月, 東広島)

○座長を行った学会・討論会の名称

井口佳哉, 第16回分子科学討論会(2022年9月, 横浜)

村松 悟, 日本化学会第103春季年会(2023年3月, 野田)

## 固体物性化学研究室

スタッフ 井上克也 (教授), 西原禎文 (教授), Andrey Leonov (准教授), 藤林 将 (助教),  
Goulven Cosquer (助教), Oleksiy Bogdanov (特任教授 2022.10.1-),  
Qian Yin (助教 2022.5.1-)

### ○研究活動の概要

当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を磁気-弾性効果を中心に研究を進めている。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つい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、磁氣的評価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をもたれている。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、不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

- ◎Yan-Li Gao, [Sadafumi Nishihara](#), Takashi Suzuki, Kazunori Umeo, [Katsuya Inoue](#) and Mohamedally Kurmoo, (2022) Ferroelastic-like transition and solvents affect the magnetism of a copper-organic radical one-dimensional coordination polymer. *Dalton Transactions* **51** (17), 6682-6686
- K. Nihongi, T. Kida, Y. Narumi, J. Zaccaro, Y. Kousaka, [K. Inoue](#), K. Kindo, Y. Uwatoko, M. Hagiwara, (2022) Magnetic field and pressure phase diagrams of the triangular-lattice antiferromagnet CsCuCl<sub>3</sub>



- explored via magnetic susceptibility measurements with a proximity-detector oscillator. *Phys. Rev. B* **105**, 184416
- Yoshida T., Shabana A., Zhang H., Izuogu D. C., Sato T., Fuku K., Abe H., Horii Y., Cosquer G., Hoshino N., Akutagawa T., Thom A. J. W., Takaishi S., Yamashita M., (2022) Insight into the Gd–Pt Bond: Slow Magnetic Relaxation of a Heterometallic Gd–Pt Complex. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 2022, **95**, 513–521
- M. Ohkuma, M. Mito, M. Pardo, Y. Kousaka, S. Iwasaki, K. Ohishi, J. Akimitsu, K. Inoue, V. Laliena, and J. Campo, (2022) New magnetic intermediate state, “B-phase,” in the cubic chiral magnet MnSi. *APL Materials* **10** (4), 041104
- M. Mito, M. Ohkuma, T. Tajiri, Y. Kousaka, J. Akimitsu, K. Inoue, K. Amamiya, (2022) Observing the orbital angular momentum of Fe and Co in chiral magnet Fe<sub>0.75</sub>Co<sub>0.25</sub>Si using soft x-ray magnetic circular dichroism. *Journal of Applied Physics* **131** (15), 1539023
- Yoshida T., Shabana A., Izuogu D., Fuku K., Sato T., Zhang H., Yamamoto Y., Kamata J., Ohmagari H., Hasegawa M., Cosquer G., Takaishi S., Kaneko T., Uruga T., Iwasawa Y., Yamashita M., (2022) Hidden Heterometallic Interaction Emerges from Resonant Inelastic X-ray Scattering in Luminescent Tb–Pt Molecules. *J. Phys. Chem. C*, **126**, 18, 7973–7979
- M. Ohkuma, M. Mito, H. Deguchi, Y. Kousaka, J. Ohe, J. Akimitsu, J. Kishine, and K. Inoue (2022) Nonequilibrium chiral soliton lattice in the monoaxial chiral magnet MnNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub>. *Phys. Rev. B* **106**, 104410
- A. O. Leonov and C. Pappas (2022) Topological boundaries between helical domains as a nucleation source of skyrmions in the bulk cubic helimagnet Cu<sub>2</sub>OSeO<sub>3</sub>. *Phys. Rev. Research* **4**, 043137
- Natsuki Mukai and Andrey O. Leonov (2022) Skyrmion and meron ordering in quasi-two-dimensional chiral magnets. *Phys. Rev. B* **106**, 224428
- Masaki Mito, Takayuki Tajiri, Yusuke Kousaka, Jun Akimitsu, Jun-ichiro Kishine, and Katsuya Inoue (2022) Magnetic ground state dependent magnetostriction effects on the chiral magnet CrNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub>. *Phys. Rev. B* **107**, 054427
- M. Ohkuma, M. Mito, Y. Kousaka, J. Ohe, J. Akimitsu, J. Kishine, and K. Inoue (2023) Soliton locking phenomenon in bulk single crystal of monoaxial chiral magnet MnNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub>. *Appl. Phys. Lett.* **122**, 092403
- A.O. Leonov, UK Rößler (2023) Mechanism of Skyrmion Attraction in Chiral Magnets near the Ordering Temperatures. *Nanomaterials* **2023**, 13(5), 891
- Andrey O. Leonov and Catherine Pappas (2023) Reorientation processes of tilted skyrmion and spiral states in a bulk cubic helimagnet Cu<sub>2</sub>OSeO<sub>3</sub>. *Front. Phys.* 11:1105784.

著書

該当無し

総説・解説

該当無し

○講演等

国際会議

©Naoto Tsuchiya, Tatsuya Ishinuki, Saya Aoki, Yuki Nakayama, Goulven Cosquer, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, “Modulation of Magnetic Properties in Organic–Inorganic Perovskite–Type Materials with Ferroelasticity by Metal Substitution”, The 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8), (2022.8.7-11), Hybrid (On-line, Taipei, Taiwan (2022.8.8) (ポスター)

Andrey Leonov, “Perspective on skyrmion spintronics: from mathematical concepts to material science and to real prototype devices”, 広島大学×理化学研究所×沖縄科学技術大学院大学 合同ワークショップ「数理モデル・解析を用いた生命と物理現象の解明」2022年6月25日 (土) 10:00～16:05, 広島大学 東広島キャンパス学士会館レセプションホール (Invited, 2022.6.25) HU-RIKEN-OIST Joint Workshop “Understanding Life and Physical Phenomena using Mathematical Models and Analysis”, 2022.6.25 | hybrid format (On-line, Reception Hall, Hiroshima University Faculty Club, Higashi-hiroshima, Japan) (招待講演)

Katsuya INOUE, “Coherent spin-phase long range order in chiral magnets”, International Conference on Molecular Spintronics Based on Coordination Compounds: Toward Quantum Computer and Quantum Memory Device, The 73rd Yamada Conference (2022.10.8-11), Sakura Hall, Tohoku University (2022.10.11) (招待講演)

Goulven COSQUER, “The Havriak-Negami Model to Improve Magnetic Relaxation Analysis”,

- International Conference on Molecular Spintronics Based on Coordination Compounds: Toward Quantum Computer and Quantum Memory Device, The 73rd Yamada Conference (2022.10.8-11), Sakura Hall, Katahira Campus, Tohoku University (2022.10.9-10) (ポスター)
- ◎Jun Manabe, Mizuki Ito, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer, Katsuya Inoue, Tomoyuki Akutagawa, Takayoshi Nakamura, and Sadafumi Nishihara, “Capture and release of ion and molecule using ion channel structure in Ni(dmit)<sub>2</sub> single crystal”, International Conference on Molecular Spintronics Based on Coordination Compounds: Toward Quantum Computer and Quantum Memory Device, The 73rd Yamada Conference (2022.10.8-11), Sakura Hall, Katahira Campus, Tohoku University (Poster, 2022.10.9-10) 【Poster Prize 受賞】 (ポスター)
- Sadafumi Nishihara, “Molecular Electronics Device Based on Supramolecular Chemistry”, BITS Pilani-Hiroshima University Joint Workshop 2022, on line, (2022.11.2) (Invited, 2022.11.2) (招待講演)
- ◎Mizuki Ito, Jun Manabe, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Chisato Kato, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer, Katsuya Inoue, Takehiro Hirao, Takeharu Haino, Tomoyuki Akutagawa, Takayoshi Nakamura, Sadafumi Nishihara, “Solid-state ion exchange to organic cations using channel structures in the crystal” International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu (ICPAC Kota Kinabalu 2022) (2022.11.22-27), The Magellan Sutura Resort, Kota Kinabalu, Borneo, Malaysia (Oral, 2022.11.25) (一般講演)
- ◎Masaru Fujibayashi, Yuki Nakano, Chisato Kato, Yoshiteru Amemiya, Akinobu Teramoto, and Sadafumi Nishihara, “Fabrication and Evaluation of Memory Properties of Lateral-type FET with Preyssler-type Polyoxometalates” International Congress on Pure & Applied Chemistry Kota Kinabalu (ICPAC Kota Kinabalu 2022) (2022.11.22-27), The Magellan Sutura Resort, Kota Kinabalu, Borneo, Malaysia (Oral, 2022.11.24) (招待講演)
- Katsuya INOUE, “Chiral Materials”, International Conference on Functional Materials Science 2022 (ICFMS 2022) (2022.11.29-30), Holiday Inn Resort Bali Benoa, Bali, Indonesia (Plenary Talk, 2022.11.29) (招待講演)
- ◎Hiroto Kaitori, Fujibayashi Masaru, Kato Chisato, Cosquer Goulven, Inoue Katsuya, Nishihara Sadafumi, “Synthesis of polyoxometalates with the crown ether moieties”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- ◎Risa Miyatake, Masaru Fujibayashi, Chisato Kato, Cosquer Goulven, Katsuya Inoue, Sadafumi Nishihara, “Molecular rotation of organic radical cations (iminonitroxide radical cation) used by the supramolecular cation system”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- Daisuke Ishikawa, Sadafumi Nishihara, “Properties of solid-state ion-exchanged conductive Ni(dmit)<sub>2</sub> complexes”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- Jun Manabe, Sadafumi Nishihara, “Capture and release of ions and molecules through an ion exchange function based on a supramolecular cation system”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- ◎Yin Qian, Sadafumi Nishihara, “Thermal-induced allomorphism in co-crystal with hydrogen-bonding network”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- ◎Rikuto Tamatani, Masaru Fujibayashi, Chisato Kato, Cosquer Goulven, Katsuya Inoue, Sadafumi Nishihara, “Molecular sheet exfoliation and surface observation of *p*-NA[CuCl<sub>4</sub>] with two-dimensional structure”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- ◎Masaki Arima, Masaru Fujibayashi, Chisato Kato, Cosquer Goulven, Katsuya Inoue, Sadafumi Nishihara, “Polarization measurements of (NH<sub>4</sub>)<sub>x</sub>H<sub>12-x</sub>[Tb<sup>3+</sup>⊂P<sub>5</sub>W<sub>30</sub>O<sub>110</sub>] by a piezoresponce force microscopy”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- ◎Yuma Takemoto, Masaru Fujibayashi, Chisato Kato, Cosquer Goulven, Katsuya Inoue, Sadafumi Nishihara, “Exchange of ions encapsulated within the wheel polyoxometalates”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)

- ◎Kazushi Miyashiro, Fujibayashi Masaru, Kato Chisato, Cosquer Goulven, Inoue Katsuya, Nishihara Sadafumi, “Dielectric properties of polyoxometalate molecules  $[(\text{H}_2\text{O})_2\text{N}_3^- \subset \text{V}_{14}\text{O}_{22}(\text{OH})_4(\text{PhPO}_3)_8]^{7-}$  encapsulating azide ions”, On-line & On-site at Kochi University, The China-Japan Bilateral Symposium on Material Science 2022, 2022.12.7 (Oral, 2022.12.7) (一般講演)
- Natsuki Mukai, Andrey Leonov, “Skyrmion and meron ordering in two-dimensional chiral magnets” The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC19) (2022.12.16-17), HU Central Library, Hiroshima, Japan (Oral, 2022.12.16) (一般講演)
- ◎Naoto Tsuchiya, Saya Aoki, Yuki Nakayama, Goulven Cosquer, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, “Magnetic Properties of Organic-Inorganic Perovskite-Like Material  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_4\text{NH}_3)_2\text{FeCl}_4$  with Ferroelasticity” The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC19) (2022.12.16-17), HU Central Library, Hiroshima, Japan (Oral, 2022.12.16) 【Student Award 受賞】(一般講演)
- ◎Mizuki Ito, Jun Manabe, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Chisato Kato, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer, Katsuya Inoue, Takehiro Hirao, Takeharu Haino, Tomoyuki Akutagawa, Kiyonori Takahashi, Takayoshi Nakamura, Sadafumi Nishihara, “Solid state ion exchange system to organic cations using supramolecular channel structure” The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC19) (2022.12.16-17), HU Central Library, Hiroshima, Japan (Oral, 2022.12.17) (一般講演)
- ◎Yuya Matsuki, Cosquer Goulven, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue, “Effect of transition metals on the magnetism of 3d-4f complexes” The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC19) (2022.12.16-17), HU Central Library, Hiroshima, Japan (Oral, 2022.12.17) (一般講演)
- ◎Masato Kuda, Yuya Wasada, Sadafumi Nishihara, Hidemi Mutsuda, Katsuya Inoue, “Quantization of Fluid Resistance by Chirality” The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC19) (2022.12.16-17), HU Central Library, Hiroshima, Japan (Oral, 2022.12.17) (一般講演)
- Katsuya INOUE, “Chiral material sciences”, Re-thinking Spintronics: From Unconventional Materials to Novel Technologies, 776. WE-Heraeus-Seminar (2023.1.4-6), Physikzentrum Bad Honnef, Germany (2023.1.4) (招待講演)
- Katsuya INOUE, “Chiral Spin Systems”, SKCM<sup>2</sup> Kickoff Symposium 2023 (2023.3.20-22), Hiroshima International Conference Center (Hiroshima, Japan) (2023.3.22) (招待講演)
- Yoshimi OKA and Katsuya Inoue, “Direct Observation of Long-Lived Radical Pair between Flavin and Guanine in DNA-Oligomer”, SKCM<sup>2</sup> Kickoff Symposium 2023 (2023.3.20-22), Hiroshima International Conference Center (Hiroshima, Japan) (2023.3.20) (ポスター)
- Natsuki Mukai and Andrey O. Leonov, “Skyrmion and meron ordering in two-dimensional chiral magnets”, SKCM<sup>2</sup> Kickoff Symposium 2023 (2023.3.20-22), Hiroshima International Conference Center (Hiroshima, Japan) (2023.3.21) (ポスター)
- Takayuki Shigenaga and Andrey O. Leonov, “Static and dynamic properties of isolated skyrmions in thin films of cubic helimagnets”, SKCM<sup>2</sup> Kickoff Symposium 2023 (2023.3.20-22), Hiroshima International Conference Center (Hiroshima, Japan) (2023.3.20-21) (ポスター)
- Katsuya INOUE, “Chiral Material for Sustainable Future”, International Conference on Material Science and Nanotechnology for Sustainable Applications 2023 (ICMSNSA-2023) (2023.3.23-24), MGM University, Aurangabad, India (Invited, 2023.3.23) On-line (招待講演)

#### 国内学会

- 西原禎文, “室温で駆動する単分子不揮発性メモリへの挑戦”, 経団連会館(東京・千代田区), キヤノン財団 第13回 助成金贈呈式 記念講演, 東京, 2022.4.15, (2022.4.15) (招待講演)
- 西原禎文, “単一分子で強誘電体の様な振る舞いを示す単分子誘電体の開発と応用”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパス, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (口頭発表, 2022.6.4)
- ◎眞邊 潤, 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, “[18]crown-6イオンチャンネル構造を有する結晶の固相イオン・分子交換機能”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパス, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (ポスター発表, 2022.6.4)
- ◎伊藤みづき, 眞邊 潤, 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アルキルアンモニウムイオンへの

- 固相交換”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパス, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (ポスター発表, 2022.6.4)
- ◎石川大輔, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “イオンチャンネル構造を有する導電性Ni(dmit)<sub>2</sub>塩における固相イオン交換機能”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパスにおいて, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (ポスター発表, 2022.6.5)
- ◎栗原英駿, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “単分子誘電体として振る舞うプレイスラー型ポリオキソメタレートの高圧下誘電物性”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパスにおいて, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (ポスター発表, 2022.6.5)
- ◎竹本悠真, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “内部修飾した環状ポリオキソメタレート, P8W48O184の合成と誘電評価”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパスにおいて, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (ポスター発表, 2022.6.4)
- ◎宮代一志, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “有機分子を内包したカプセル型ポリオキソメタレート分子Na<sub>8</sub>[H<sub>2</sub>V<sub>10</sub>O<sub>18</sub>(O<sub>3</sub>PC<sub>12</sub>H<sub>8</sub>PO<sub>3</sub>)]・29H<sub>2</sub>Oの合成と誘電物性”, 岡山市 岡山大学 津島キャンパスにおいて, 第19回 ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム, 19th Symposium on Host-Guest and Supramolecular Chemistry (SHGSC 2022), 2022.6.4-5, (ポスター発表, 2022.6.4)
- ◎石川大輔, 伊藤みづき, 眞邊 潤, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “固相イオン交換によって銅(II)イオンを導入したNi(dmit)<sub>2</sub>塩の電気物性評価, Evaluation of electrical properties of Ni(dmit)<sub>2</sub> salt with copper(II) ions introduced by solid-state ion exchange”, 高松市 香川大学 幸町キャンパス, 2022年度 応用物理・物理系学会 中国四国支部 合同学術講演会 (口頭発表, 2022.7.30)
- ◎中野佑紀, 藤林 将, 加藤智佐都, 西原禎文, “単分子誘電体を用いた電界効果トランジスタの開発”, “Development of Ferroelectric Field Effect Transistors Using Single-Molecule Electret”, 高松市 香川大学 幸町キャンパス, 2022年度 応用物理・物理系学会 中国四国支部 合同学術講演会 (口頭発表, 2022.7.30)
- ◎伊藤みづき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “結晶内チャンネル構造を利用した[18]crown-6の吸収放出システムの開発, Development of absorption and emission system for [18]crown-6 using channel structure in the crystal”, 高松市 香川大学 幸町キャンパスにおいて, 2022年度 応用物理・物理系学科 中国四国支部 合同学術講演会 (口頭発表, 2022.7.30) 【発表奨励賞 受賞】
- ◎栗原英駿, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “一定圧力下で電流を生じ続けるプレイスラー型ポリオキソメタレートのインピーダンス測定と圧電性評価, Impedance measurement and piezoelectricity evaluation of Preyssler-type polyoxometalates continue to generate electric current under constant pressure” 高松市 香川大学 幸町キャンパスにおいて, 2022年度 応用物理・物理系学科 中国四国支部 合同学術講演会 (口頭発表, 2022.7.30) 【発表奨励賞 受賞】
- ◎藤林 将, 中野佑紀, 加藤智佐都, 雨宮嘉照, 寺本章伸, 西原禎文, “単分子誘電体を実装した横型トランジスタの作製, Fabrication of Lateral-type Field Effect Transistor embedded Single-Molecule Electret”, 高松市 香川大学 幸町キャンパスにおいて, 2022年度 応用物理・物理系学科 中国四国支部 合同学術講演会 (口頭発表, 2022.7.30)
- 西原禎文, “単一分子で強誘電性を示す「単分子誘電体」開発”, ハイブリッド(島根大学教養講義棟2号館二階504号室およびZoom), 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (2022.9.10) (招待講演)
- ◎伊藤みづき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “超分子チャンネル構造を利用した固相イオン・分子交換”, ハイブリッド(島根大学教養講義棟2号館二階504号室, 総合理工学部3号館2階多目的ホールおよびZoom), 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (口頭発表, 2022.9.9) 【優秀講演賞 受賞】

- ◎眞邊 潤, 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, “イオンチャンネル構造を有する[Ni(dmit)<sub>2</sub>]結晶を用いた固相分子・イオン交換機能の開拓”, 島根大学総合理工学部3号館2階多目的ホール, 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (ポスター発表, 2022.9.10)
- ◎石川大輔, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “[18]crown-6からなるチャンネル構造を有した導電性Ni(dmit)<sub>2</sub>塩の固相イオン交換と物性評価”, 島根大学総合理工学部3号館2階多目的ホール, 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (ポスター発表, 2022.9.10)
- ◎吉田 将, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “直交した二つのイオン移動軸を有するポリオキシメタレートの開発”, 島根大学総合理工学部3号館2階多目的ホール, 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (ポスター発表, 2022.9.10)
- ◎栗原英駿, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “一定圧力下で電流を生じるPreyssler型ポリオキシメタレートの外場応答性評価”, 島根大学総合理工学部3号館2階多目的ホール, 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (ポスター発表, 2022.9.10) 【優秀ポスター賞 受賞】
- ◎宮武理沙, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “イミノニトロキシンドラジカルの構造解析および物性評価”, 島根大学総合理工学部3号館2階多目的ホール, 日本化学会「低次元系光機能材料研究会」第11回サマーセミナー, 2022.9.9-10 (ポスター発表, 2022.9.10)
- ◎加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文, “ランタノイドイオンを内包したプレイスラー型ポリオキシメタレートの単結晶物性評価”, “Physical properties of single crystal of Preyssler-type polyoxometalates encapsulated with lanthanide ions”, 慶応義塾大学矢上キャンパス, 第16回分子科学討論会2022横浜, 2022.9.19-22 (口頭発表, 2022.9.22)
- ◎伊藤みづき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “超分子チャンネル構造を用いた有機カチオンへの固相イオン交換とメカニズムの解明, Elucidation of the mechanism of solid-state ion exchange to organic cations using supramolecular channel structure”, 慶應義塾大学矢上キャンパス, 第16回分子科学討論会2022横浜, 2022.9.19-22 (口頭発表, 2022.9.20)
- ◎Yin Qian, Dong-Sheng Shao, Xiao-Ming Ren, 西原禎文, “Molecular Design, Magnetism and Ionic Conduction of Redox-Active Organic Ionic Plastic Crystals”, 慶應義塾大学矢上キャンパス, 第16回分子科学討論会2022横浜, 2022.9.19-22 (口頭発表, 2022.9.22)
- ◎石川大輔, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “固相イオン交換前後における導電性Ni(dmit)<sub>2</sub>錯体の電子状態比較”, 慶應義塾大学矢上キャンパス, 第16回分子科学討論会2022横浜, 2022.9.19-22 (ポスター発表, 2022.9.21)
- ◎飼鳥弘人, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “アリアルホスホン酸を修飾した欠損プレイスラー型ポリオキシメタレートの合成”, 慶應義塾大学矢上キャンパス, 第16回分子科学討論会2022横浜, 2022.9.19-22 (ポスター発表, 2022.9.21)
- 岡 芳美, 井上克也, “フラビントリプトファン連結分子の光誘起電子移動反応”, 慶應義塾大学矢上キャンパス, 第16回分子科学討論会2022横浜, 2022.9.19-22 (口頭発表, 2022.9.21)
- ◎伊藤みづき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “結晶内チャンネル構造を利用した有機カチオンへの固相イオン交換システムの構築”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.13) 【講演賞 受賞】
- ◎加藤智佐都, 有馬將稀, 玉谷陸翔, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 綱島 亮, 西原禎文, “プレイスラー型ポリオキシメタレートを用いた単分子誘電体の誘電物性制御”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12)
- ◎Qian Yin, 伊藤みづき, 眞邊 潤, 加藤智佐都, 西原禎文, “Electric Properties of Organic Co-crystal with Dense Hydrogen-bonding Network” 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12)
- ◎眞邊 潤, 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, “[18]crown-6イオンチャンネル構造を有する[Ni(dmit)<sub>2</sub>]塩の固相イオン・分子

- 交換機能の開拓”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12)
- ◎宮代一志, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “アジドイオンを内包したポリオキソメタレート分子 $[(\text{H}_2\text{O})_2\text{N}_3\text{-C} \text{V}_{14}\text{O}_{22}(\text{OH})_4(\text{PhPO}_3)_8]_7^-$ の誘電物性” 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12)
- ◎玖田真人, 植田悠哉, 西原禎文, 陸田秀実, 井上克也, “抵抗の量子化への化学的アプローチ”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.13)
- ◎杉浦圭亮, Cosquer Goulven, 西原禎文, 井上克也, “トロイダルモーメントを持つ三角スピン構造系単分子磁石の開発” 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.13)
- ◎石川大輔, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, “導電性Ni(dmit)<sub>2</sub>塩における固相イオン交換と物性評価”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12)
- ◎竹本悠真, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “環状ポリオキソメタレート,  $\text{P}_8\text{W}_{48}\text{O}_{184}$ の誘電物性評価及び内部空洞への有機分子包接”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12) 【講演賞 受賞】
- ◎宮武理沙, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “イミノニトロキシドラジカルを含む  $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$ 塩の合成と物性評価”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.13)
- ◎向井夏樹, 西原禎文, 井上克也, Andrey Leonov, “モノレイヤーにおけるスキルミオンとメロンの秩序化と電流駆動ダイナミクス” 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.13)
- ◎吉田 将, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “直交する二つの一次元イオン移動機構を有するポリオキソメタレート分子の誘電物性評価”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12)
- ◎飼鳥弘人, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “フェノール部位を有する欠損型ポリオキソメタレート $[(\text{HOC}_6\text{H}_4\text{PO})_2\text{P}_4\text{W}_{24}\text{O}_{92}]_{16}^-$ の合成と物性評価”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.12) 【講演賞 受賞】
- ◎松木優弥, Cosquer Goulven, 西原禎文, 井上克也, “3d-4f錯体の磁性に与える遷移金属の影響” 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (口頭発表, 2022.11.13)
- ◎永田 翔, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “チャンネル構造をもつ  $\text{Na}(\text{dibenzo}[18]\text{crown-6})[\text{Ni}(\text{dmit})_2](\text{CH}_3\text{CN})_2$ 塩の固相イオン交換”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (ポスター発表, 2022.11.13)
- ◎長友里央菜, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “超分子チャンネル構造を有する  $\text{Li}_2([\text{18}\text{crown-6}]_3[\text{Ni}(\text{dmit})_2]_2(\text{H}_2\text{O})_4$ 塩を用いたアミノ酸への固相イオン交換” 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (ポスター発表, 2022.11.13)
- ◎玉谷陸翔, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “層構造を有する  $p\text{-NA}[\text{CuCl}_4]$ の分子膜剥離と表面観察”, 広島大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (ポスター発表, 2022.11.12)
- ◎有馬将稀, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “単分子誘電体  $\text{H}_x(\text{NH}_4)_{12-x}[\text{Tb}^{3+}\text{C} \text{P}_5\text{W}_{30}\text{O}_{110}]$ 薄膜のマイクロな分極評価”, 大学東広島キャンパス, 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会, 2022.11.12-13 (ポスター発表, 2022.11.12)
- 井上克也, “キラリティがもたらす新しい自然理解”, ハイブリッド (理化学研究所 仁科ホール+ zoom), 中間子科学の将来討論会, 2022.11.9-11, (2022.11.10) (招待講演)
- 西原禎文, “室温で駆動する不揮発性単分子誘電メモリーの開発”, 名古屋大学フロンティアプラザ (ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー)3階 ベンチャーホール, 第26回 VBLシンポジウム「ナ

- ノ構造からの機能創発」, 2022.11.24-25 (2022.11.25) (招待講演)
- 西原禎文, “単分子で強誘電性を発現する「単分子誘電体」の開発とメモリへの応用”, 鉄鋼カンファレンスルーム, Canon財団「Reunion2022」, 2022.12.2 (Poster, 2022.12.2)
- ◎Masaru Fujibayashi, Yuki Nakano, Chisato Kato, Yoshiteru Amemiya, Akinobu Teramoto, and Sadafumi Nishihara, “単分子誘電体による新奇不揮発性メモリの確立”, “Establishment of new type of non-volatile memory devices with single-molecular electret”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (英語Poster発表, 2023.3.25) 【優秀講演賞 (産業)】受賞 [通信・エレクトロニクス]
- ◎土屋直人, 石貫達也, 青木沙耶, 中山祐輝, Goulven Cosquer, 西原禎文, 井上克也, “強弾性を示す有機-無機ペロブスカイト型化合物の磁気挙動”, “Magnetic Properties of Organic-Inorganic Perovskites with Ferroelasticity”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会 (2023), 2023.3.22-25 (英語口頭発表, 2023.3.25)
- ◎Jun Manabe, Mizuki Ito, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer, Katsuya Inoue, Tomoyuki Akutagawa, Kiyonori Takahashi, Takayoshi Nakamura, Sadafumi Nishihara, “Development of capture and release of ions and molecules in Ni(dmit)<sub>2</sub> crystals responding to the solution environment”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (英語口頭発表, 2023.3.24) 【学生講演賞】受賞 [物理化学関係]
- ◎石川大輔, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 高橋仁徳, 中村貴義, 西原禎文, “イオンチャンネル構造を有する導電性Ni(dmit)<sub>2</sub>塩への2価金属イオン導入”, “Solid-state ion exchange with +2 valent metal ions to conductive Ni(dmit)<sub>2</sub> salt having ion channel structure and changes in physical properties”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (口頭発表, 2023.3.24)
- ◎栗原英駿, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “一定圧力下で電流を生じるPreyssler型ポリオキシメタレートの電場応答性”, “Electric field response of Preyssler-type polyoxometalate that continue to produce current under constant pressure”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (口頭発表, 2023.3.24)
- ◎飼鳥弘人, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “クラウンエーテルユニットを付与したポリオキシメタレートの合成”, “Synthesis of polyoxometalate with crown ether unit”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (口頭発表, 2023.3.24)
- ◎竹本悠真, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “環状ポリオキシメタレート P8W48O184の誘電物性評価”, “Evaluation of dielectric properties of wheel-shaped polyoxometalate, P8W48O184”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (口頭発表, 2023.3.24)
- ◎宮代一志, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “Lindqvist型ポリオキシメタレートを含む結晶の作製と物性評価”, “Preparation and physical properties of crystals containing Lindqvist-type polyoxometalates”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25 (口頭発表, 2023.3.24)
- ◎宮武理沙, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “イミノニトロキシンドラジカル-クラウンエーテル超分子カチオンを含む結晶の作製と物性”, “Preparation and physical properties of crystals containing supramolecular cations constructed by iminonitroxide radical and crown-ether”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25, (口頭発表, 2023.3.24)
- ◎永田 翔, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, “チャンネル構造を有する Na(dibenzo[18]crown-6)[Ni(dmit)<sub>2</sub>](CH<sub>3</sub>CN)<sub>2</sub>塩の固相イオン交換”, “Solid state ion exchange of Na(dibenzo[18]crown-6)[Ni(dmit)<sub>2</sub>](CH<sub>3</sub>CN)<sub>2</sub> salt with channel structure”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023), 2023.3.22-25, (口頭発表, 2023.03.24) (ポスター発表)
- 中野佑紀, 西原禎文, “単分子誘電体の研究開発と事業展開”, 中国地域オープンイノベーションチャレンジ「研究開発型ベンチャーミートアップ」, fabbit広島駅前とオンラインのハイブリッド開催, 2023.3.3 (現地にて口頭発表, 2023.3.3)
- 中野佑紀, 西原禎文, “超低消費コンピューティングを実現!! 単分子誘電体メモリの事業開発”,

ESG TECH BATTLE 2023 powered by NEDO,CIC Tokyo&オンラインのハイブリッド開催,  
2023.3.8 (現地にて口頭発表, 2023.3.8) [最優秀賞]受賞

◎中野佑紀, 西原禎文, 加藤智佐都, 藤林 将, “単分子誘電体メモリの開発と事業展開”, NEDO TCP (Technology Commercialization Program), 最終審査会 (口頭発表, 2023.2.1)

◎中野佑紀, 西原禎文, 加藤智佐都, 藤林 将, “「単分子誘電体メモリ」を実装したエッジAIチップの実現”, 第13回 品川ビジネスクラブ ビジネス創造コンテスト 最終審査会 (口頭発表, 2023.2.3)

◎中野佑紀, 西原禎文, 加藤智佐都, 藤林 将, “超低消費電力コンピューティングを実現する「単分子誘電体メモリ」搭載エッジAIチップの開発と事業展開”, 第8回 日本アントレプレナー大賞 最終プレゼン (2023.3.10)

西原禎文, “単一分子で強誘電性を示す「単分子誘電体」の開発と応用” E-USE研究会2023, 松山, 2023.3.13-15 (2023.3.13) (招待講演)

井上克也, “研究科の特徴と今後の展望 プロジェクト紹介/キラル国際研究拠点”, 大学院先進理工系科学研究科設立3周年記念行事, ホテルグランヴィア広島 (広島市), 2022.9.14 (招待講演)

西原禎文, “単一分子で強誘電性を示す「単分子誘電体」の開発と応用”, 北海道大学大学院環境科学院, 北海道大学講演会, 2022.10.26 (招待講演)

Andrey LEOVOV, “Three-dimensional skyrmionic networks in chiral magnets and liquid crystals”, RIKEN Seminar, Room 154, 1F Main Research Building, Wako Campus, 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, Japan 理化学研究所 創発物性科学研究センター (CEMS)(埼玉県和光市)(招待講演, 2022.9.16)

向井夏樹, Andrey LEOVOV, “Skyrmion and meron ordering in two-dimensional chiral magnets”, RIKEN Seminar, Room 154, 1F Main Research Building, Wako Campus, 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, Japan 理化学研究所 創発物性科学研究センター (CEMS)(埼玉県和光市)(一般講演, 2022.9.16)

西原禎文, “室温で駆動する不揮発性単分子誘電メモリの開発”, 【衛藤細矢記念賞】(公益財団法人双葉電子記念財団) 贈呈式および受賞記念講演(ホテルニューオータニ幕張, 東京), 2022.7.8 (招待講演)

## ○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	3	6
博士課程前期	8	29
博士課程後期	13	20
博士課程前期・後期共	0	1

## ○セミナー・講演会開催実績

井上克也(Chairperson), The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022.12.16-17

Goulven Cosquer(Co-Chairperson), The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022.12.16-17

井上克也, 開催, CResCent(キラル国際研究拠点) 講演会 Javier Campo (Aragón Nanoscience and Materials Institute (CSIC – University of Zaragoza), Zaragoza, Spain), “A New Magnetic State, “B-Phase”, in MnSi Probed by SANS and  $\mu$ SR”, ハイブリッド形式 (Onsite : 広島大学理学部E203 大会議室) 2022.5.24

井上克也, 開催, CResCent(キラル国際研究拠点) 講演会 Miguel Pardo-Sainz (Aragón Nanoscience and Materials Institute (CSIC – University of Zaragoza), Zaragoza, Spain・Graduate School of Science, Osaka Metropolitan University, Japan), “Incommensurate Magnetic Phases of the Multiferroic Compound MnCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Described with the Superspace Formalism”, ハイブリッド形式 (Onsite : 広島大学理学部B301) 2022.7.29

西原禎文, 2022年日本化学会 中国四国支部大会広島大会 開催(実行委員, 会計), 広島大学東広島キャンパス理学部, 2022.11.12-13



## ○社会活動・学外委員

- ・学協会役員, 委員  
井上克也, モレキュラー・キラリティー実行委員, 2021.11 – 現在  
西原禎文, 日本化学会中国四国支部 2022支部大会実行委員会役員(会計)
- ・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  
西原禎文, 北海道大学大学院環境科学院, 北海道大学講演会, 2022.10.24-27
- ・高大連携事業  
該当無し
- ・論文誌編集委員  
該当無し
- ・討論会の組織委員  
該当無し
- ・その他の委員  
該当無し

## ○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 (Chairperson), The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022.12.16-17  
Goulven Cosquer (Co-Chairperson), The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022.12.16-17
- ・国際共同研究  
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トラッキング, 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ドイナミクス, キラル磁性体のプラズモニクス, キラル磁性体のスピンドイナミクスとボルテックスピームの相互作用, 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関, 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)

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 ラウエー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, 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

出願

Sadafumi Nishihara, Masaru FUJIBAYASHI, Katsuya INOUE, Masahiro SADAKANE, “Molecular memory and method for manufacturing molecular memory”, Patent Application Publication, United States  
Pub. No. : US 2022/0302398 A1, Pub. Date : 2022.9.22, Applicant: HIROSHIMA UNIVERSITY

#### ○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

井上克也, Deputy Director of Education, 「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI), 持続可能性に寄与するキラルノット超物質拠点(International Institute for Sustainability with Knotted Chiral Meta Matter, SKCM2)」(広島大学, アメリカ コロラド大学, オランダ ユトレヒト大学, 台湾 中央研究院, イギリス ケンブリッジ大学, アメリカ ジョージア工科大学, アメリカ マサチューセッツ工科大学, 東京工業大学, ドイツ マックスプランク研究所, ポーランド ヴロツワフ大学) スタッフ数23名 (2022-現在)

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, 大阪公立大学, 山梨大学, 名古屋工業大学, 大阪大学, 九州工業大学, 分子科学研究所, スペイン ザラゴザ大学, ドイツ アウクスブルク大学, イギリス グラスゴー大学, フランス リヨン1大学, フランス ネール研究所, ロシア トモグラフィセンター, カナダ マニトバ大学, インド マハラジャ・サヤジラーオ大学バローダ, インド ホミ・バーバー国立研究所) スタッフ数47名 (2015–2023.3)

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 (2019–現在)

### ○他研究機関での講義・客員

西原禎文, 北海道大学大学院環境科学院, 客員教授, 集中講義, 2022.10.24-27

### ○研究助成の受け入れ状況

- ・日本学術振興会(世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)), 持続可能性に寄与するキラルノット超物質拠点(International Institute for Sustainability with Knotted Chiral Meta Matter, SKCM<sup>2</sup>), 井上克也(Deputy Director of Education) 2022.11–
- ・科学研究費助成事業(基盤研究(B)), 絶縁体キラル磁性体の合成と物性, 井上克也(代表) 2022.4–2025.3
- ・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
- ・JST戦略的創造研究推進事業(さきがけ), 単分子誘電体ストレージングラスメモリの開発, 西原禎文(単独) 2022.10–2025.3
- ・JST共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT) 「スタートアップ創出/成長の促進支援」 西原禎文(分担) 2022.10–2025.3
- ・JKA「競輪とオートレースの補助事業」2022年度 DX社会を支える超高密度不揮発性メモリの社会実装 補助事業, 西原禎文(単独) 2022.4–2024.3
- ・科学研究費助成事業(基盤研究(B)), 似て非なる分子からなる固溶型分子強誘電体の実現, 西原禎文(分担) 2022.4-2025.3
- ・科学研究費助成事業(基盤研究(C)), 分子性ナノコイルの電磁特性評価とスキャホールドへの応用, 西原禎文(分担) 2021.4-2024.3
- ・科学研究費助成事業(基盤研究(C)), Skyrmionic LEGO- entangled skyrmion networks in chiral magnets and liquid crystals, LEONOV ANDRIY(単独) 2020.4-2023.3
- ・公益財団法人 徳山科学技術振興財団 2021年度 第一回 スタートアップ助成, イオン包接型分子を用いた単分子機能の開拓, 藤林 将(単独) 2021.6-2022.5
- ・公益財団法人 日本板硝子材料工学助成会 令和3年度(第43回)研究助成, 分子性金属酸化物を実装したFET型メモリの基礎特性評価, 藤林 将(単独) 2021.4-2024.3

### ○受賞状況 (職員)

西原禎文, 加藤智佐都, 【第17回村川技術奨励賞・難波敢技術奨励賞】(公益社団法人 山陽技術振興会) 2022年5月

西原禎文, 【衛藤細矢記念賞】(公益財団法人双葉電子記念財団) 2022年7月

藤林 将, 日本化学会第103春季年会(2023)【優秀講演賞(産業)】[通信・エレクトロニクス], 「単分子誘電体による新奇不揮発性メモリの確立」ポスター発表(英語)○Masaru Fujibayashi, Yuki Nakano, Chisato Kato, Yoshiteru Amemiya, Akinobu Teramoto, and Sadafumi Nishihara, “stablishment of new type of non-volatile memory devices with single-molecular electret”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023.03.22-25), 2023.03.25

## ○受賞状況 (学生)

- 土屋直人(D3)【広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム「上位フェロー」】2022年6月  
中野佑紀(D1)【広島大学大学院リサーチフェローシップ制度】2022年6月  
Nguyen Dong Thanh Truc(D1)【広島大学大学院リサーチフェローシップ制度】2022年6月  
石川大輔(M2)【広島大学大学院リサーチフェローシップ制度】2022年6月  
栗原英駿(M2)【広島大学大学院リサーチフェローシップ制度】2022年6月  
眞邊 潤(D2)【令和4年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 拠点卓越学生研究員】物質・デバイス領域共同研究拠点「2022年度 次世代若手共同研究課題」に採択され「拠点卓越学生研究員」(NJRC Excellent Student Researcher)の称号付与 2022年7月「イオンチャンネル構造を利用した固相イオン・分子交換機構の解明」  
伊藤みづき(D1)【令和4年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 拠点卓越学生研究員】物質・デバイス領域共同研究拠点「2022年度 次世代若手共同研究課題」に採択され「拠点卓越学生研究員」(NJRC Excellent Student Researcher)の称号付与 2022年7月「固相イオン交換を利用した分子性結晶における分子輸送機能の開発」  
石川大輔(M2)【令和4年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 拠点卓越学生研究員】物質・デバイス領域共同研究拠点「2022年度 次世代若手共同研究課題」に採択され「拠点卓越学生研究員」(NJRC Excellent Student Researcher)の称号付与 2022年7月「固相イオン交換及びイオン伝導性を利用したキャリアドーピング法の開発」  
栗原英駿(M2)【令和4年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 拠点卓越学生研究員】物質・デバイス領域共同研究拠点「2022年度 次世代若手共同研究課題」に採択され「拠点卓越学生研究員」(NJRC Excellent Student Researcher)の称号付与 2022年7月「単分子誘電体における圧電効果の発現メカニズムの解明」  
伊藤みづき(D1)【日本化学会「低次元素光機能材料研究会」第11回サマーセミナー [優秀講演賞]】2022年9月, ○伊藤みづき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 平尾岳大, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, 口頭発表「超分子チャンネル構造を利用した固相イオン・分子交換」  
栗原英駿(M2)【日本化学会「低次元素光機能材料研究会」第11回サマーセミナー [優秀ポスター賞]】2022年9月, ○栗原英駿, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, ポスター発表「一定圧力下で電流を生じるPreyssler型ポリオキシメタレートの外場応答性評価」  
加藤智佐都(研究員)【日本学術振興会 特別研究員(RPD)内定】2022年8月「局所的イオン移動を利用した分子キラリティ反転」  
加藤智佐都(研究員)【浦上奨学会 2022年度研究助成金】2022年10月「分子内イオン移動を利用したキラルスイッチング分子の開発」  
加藤智佐都(研究員)【公益財団法人 旭硝子財団 2022年度 助成研究】「分子内イオン移動を利用した新規交差相関機構の開拓」2022年6月  
伊藤みづき(D1)【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】2022年10月「外部環境で安定性がスイッチする単結晶を利用したクラウンエーテルの吸収・放出サイクルの開発」  
土屋直人(D3)【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】2022年10月「強弾性を示す有機無機層状化合物の強弾性-磁性相関現象の機構解明」  
石川大輔(M2)【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】2022年10月「固相イオン交換及びイオン伝導性を利用した分子性結晶へのドーピング量制御」  
栗原英駿(M2)【令和4年度大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞】2022年10月「一定圧力下で長時間に渡って電流を生じるプレイスラー型ポリオキシメタレートの圧力応答性の解明」  
眞邊 潤(D2)【International Conference on Molecular Spintronics Based on Coordination Compounds: Toward Quantum Computer and Quantum Memory Device, The 73rd Yamada Conference [poster prize]】2022年10月, ○Jun Manabe, Mizuki Ito, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer, Katsuya Inoue, Tomoyuki Akutagawa, Takayoshi Nakamura, and Sadafumi Nishihara, Poster, “Capture and release of ion and molecule using ion channel structure in Ni(dmit)<sub>2</sub> single crystal”  
伊藤みづき(D1)【応用物理・物理系 中国四国支部 合同学術講演会 [発表奨励賞]】2022年11月, ○伊藤みづき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, 口頭発表「結晶内チャンネル構造を利用した[18]crown-6の吸収放

出システムの開発」

- 栗原英駿(M2)【応用物理・物理系 中国四国支部 合同学術講演会 [発表奨励賞]】2022年11月,  
○栗原英駿, 藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, 口頭発表「一定圧力  
下で電流を生じ続けるプレイスラー型ポリオキソメタレートのインピーダンス測定と圧電性評  
価」
- 伊藤みづき(D1)【2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 [講演賞]】2022年11月, ○伊藤み  
づき, 眞邊 潤, 市橋克哉, 今野大輔, 加藤智佐都, 藤林 将, Cosquer Goulven, 井上克也, 平尾岳  
大, 灰野岳晴, 芥川智行, 中村貴義, 西原禎文, 口頭発表「結晶内チャンネル構造を利用した有機  
カチオンへの固相イオン交換システムの構築」
- 竹本悠真(M1)【2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 [講演賞]】2022年11月, ○竹本悠真,  
藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, 口頭発表「環状ポリオキソメタレ  
ート, P8W48O184の誘電物性評価及び内部空洞への有機分子包接」
- 飼鳥弘人(M1)【2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 [講演賞]】2022年11月, ○飼鳥弘人,  
藤林 将, 加藤智佐都, Cosquer Goulven, 井上克也, 西原禎文, 口頭発表「フェノール部位を有す  
る欠損型ポリオキソメタレート[(HOC6H4PO)2P4W24O92]16-の合成と物性評価」
- 土屋直人(D3)【2022年 The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium [Student Award]】2022年12月,  
○Naoto Tsuchiya, Saya Aoki, Yuki Nakayama, Goulven Cosquer, Sadafumi Nishihara, Katsuya Inoue,  
口頭発表「Magnetic Properties of Organic-Inorganic Perovskite-Like Material  
(C6H5C2H4NH3)2FeCl4 with Ferroelasticity」
- 中野佑紀(D2)【ESG TECH BATTLE 2023 powered by NEDO [最優秀賞]】2023年3月, ○中野佑紀, 西  
原禎文, 口頭発表「超低消費コンピューティングを実現!! 単分子誘電体メモリの事業開発」  
(現地にて口頭発表, 2023.3.08)
- 眞邊 潤(D2)【日本化学会第103春季年会(2023)【学生講演賞】[物理化学関係]】「溶液環境に  
応答してイオン・分子を回収・放出する Ni(dmit)2 結晶の作製」口頭発表(英語) 2023年4月, ○Jun  
Manabe, Mizuki Ito, Katsuya Ichihashi, Daisuke Konno, Masaru Fujibayashi, Goulven Cosquer,  
Katsuya Inoue, Tomoyuki Akutagawa, Kiyonori Takahashi, Takayoshi Nakamura, Sadafumi Nishihara,  
“Development of capture and release of ions and molecules in Ni(dmit)2 crystals responding to the  
solution environment”, 東京理科大学野田キャンパス, 日本化学会 第103春季年会(2023),  
2023.3.22-25 (英語口頭発表, 2023.3.24)

#### ○座長を行った学会・討論会の名称

- Andrey Leonov, The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022)(2022.12.16-17), the Library  
Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 1Cセッション  
(2022.12.16)
- Katsuya INOUE, The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022)(2022.12.16-17), the Library  
Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2Aセッション  
(2022.12.17)
- Goulven Cosquer, The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022)(2022.12.16-17), the  
Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2Bセッ  
ション(2022.12.17)
- Katsuya INOUE, SKCM2 Kickoff Symposium 2023 (2023.3.20-22), Hiroshima International Conference  
Center, Hiroshima, Japan, Session 2: Monday PM (2023.3.20)

#### ○その他特記事項

・報道

- 井上克也, Science News 科学新聞「複合極限環境下で物質測定 磁気相の発現機構検証に成功 阪  
大など」2022年(令和4年)7月8日
- 井上克也, 【共同プレスリリース】「遂に実現! 複数の極限環境下での物質のふるまいを測定可能  
に。～スピンと格子が織りなす多彩な全磁気相をマッピング～」2022年(令和4年)6月9日, 大  
阪大学, 大阪公立大学, 広島大学

## 錯体化学研究室

スタッフ 水田 勉 (教授), 久米晶子 (准教授), 久保和幸 (助教), Shang Rong (助教)

### ○研究活動の概要

#### 1. 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には、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-ナフチレンを報告したが、新たにアセナフテンを用いてリン2座配位子を合成した。骨格の変化が配位子の反応性に影響を与えることを見出した。

#### 2. 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。コアが $\text{Ag}_{16}\text{Br}_{16}$ からなる新たなクラスターの合成に成功した。

#### 3. 銅上のCuAACを用いた有機レイヤー成長過程およびCO<sub>2</sub>還元特性

金属銅をカソードとして用いるCO<sub>2</sub>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銅特異的に起こるCuAAC反応を進行させることで、有機レイヤーで表面修飾する方法を開発した。銅の酸化還元は修飾したレイヤーの内側で起こり、CO<sub>2</sub>還元過程もレイヤーを介する物質輸送に支配されるため、CO<sub>2</sub>還元効率を上昇させることを明らかにしている。この有機レイヤーは酸化銅ナノキューブ、銅基板に種々のモルフォロジーで電析させた酸化銅構造体、0価銅ナノワイヤー上でも成長させることができ、CO<sub>2</sub>還元に伴う銅表面の原子再構成を抑制することで触媒活性を長寿命化できることを見出した。また、有機レイヤーで被覆によって銅と異種金属の複合化も調節することができ、CO<sub>2</sub>還元による協働効果の発現に寄与することを見出した。

#### 4. 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。銅ジイミン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、また界面上での錯体の多核化過程を伴う特異的な活性化について研究を進めた。

#### 5. 銅上のCuAACを用いた有機レイヤー成長過程およびCO<sub>2</sub>還元特性

Cu触媒によるアジド・アルキン環化付加反応は様々な環境で温和な条件で進行する極めて応用の広い反応であるが、その進行過程はCuの多核構造形成を伴う複雑な経路を伴う。このことは通常の置換基効果による予測が成り立たず、複数の反応点の段階的な反応進行が困難にしている。反応中心であるCu(I)を配位子場に強固にトラップし、その周辺に等価な4つのエチニル基質を配置し、そのCuAAC反応を追跡することで 1) 分子内のエチニル基質の反応順序 2) 分子内/分子間のエチニル基質の反応に明確な反応の順序が存在し、またそれぞれが自己触媒的な加速効果を持つことを明らかにした。

#### 6. ピンサー型カルボジホスホラン錯体による協働反応型小分子活性化反応の構築

前年度に引き続き、0価炭素化合物であるカルボジホスホラン( $\text{R}_3\text{PCPR}_3$ , 以下CDP)をピンサー型配位子骨格に組み込んだ遷移金属錯体の反応性を検討している。PEt<sub>3</sub>を共存配位子とするCDP白金錯体とCS<sub>2</sub>との反応ではC=S結合の切断を伴ってS=PEt<sub>3</sub>が生成するとともに、白金-CS錯体が生成する。白金上の共存配位子による影響を調べる目的で、PPh<sub>3</sub>ならびにPCy<sub>3</sub>錯体の反応性を比較検討したところ、配位力が弱いPPh<sub>3</sub>錯体では期待した反応は全く進行しなかったが、PCy<sub>3</sub>錯体との反応は瞬時に完結し、先と同様にCS錯体が得られた。このことから、この反応では共存リン配位子の脱離の容易さよりは、その電子供与性または還元力が大きな影響を及ぼすことが示唆された。また、非対称なMeNCSとの反応では、選択的なC=NMe結合の切断が進行した。これらのC=E結合活性化機構として、強い塩基性を有するCDP炭素がE=C=Eを攻撃し、白金との協働的反

応機構でC=E結合の切断が進行している可能性を提案した。さらに本年度はCDP錯体を触媒としたアルキンのヒドロシリル化反応における種々の金属塩添加による反応加速効果を見出した。

#### 7. 多様な配位原子をもつ3座配位子の開発と機能発現

金属が電子供与し、電子欠損配位子が電子受容体となったZ型の配位結合に大きな関心が集まっている。2つのアルキルボランが、ホスフィン配位子の両腕となった3座配位子を開発し、金属錯体への配位挙動を調べるとともに、分子内Lewis pairとしての機能を調べたところ、水を還元して水素を発生できる機能を見出した。

$\pi$ 電子供与性のカルベン配位子を中心とした炭素3座配位子dpa-NHCを開発し、極めてまれな酸化数である5価のイリジウム錯体の合成を試みたところ、dpa-NHCが2つ配位子した錯体において5価の酸化状態が観測された。

#### ○発表原著論文

- ◎K. Fujiwara, T. Kurose, K. Yoshikawa, R. Shang, K. Kubo, S. Kume, T. Mizuta (2023), Improved syntheses of doubly naphthalene-bridged diphosphine and its diiminodiphosphorane derivatives linking two Cu(I) centers. *Polyhedron*, 233, 116306.
- ◎S. Muramatsu, K. Ohshimo, Y. Shi, M. Kida, R. Shang, Y. Yamamoto, F. Misaizu, Y. Inokuchi (2023), Gas-Phase Characterization of Hypervalent Carbon Compounds Bearing 7-6-7-Ring Skeleton: Penta-versus Tetra-Coordinate Isomers. *Chemistry-a European Journal*, 29, e202203163.
- ◎Y. Yamamoto, Y. Shi, T. Masui, D. Saito, T. Inoue, H. Sato, C. Dohi, E. Muneta, R. Shang, M. Nakamoto (2023), Synthesis and Characterization of Hypervalent Pentacoordinate Carbon Compounds Bearing a 7-6-7-Ring Skeleton. *Chemistry-a European Journal*, 29, e202203162.
- ◎T. Umeda, T. Kurome, A. Sakamoto, K. Kubo, T. Mizuta, S. U. Son, S. Kume (2022), Uniform wrapping of copper(I) oxide nanocubes by self-controlled copper-catalyzed azide-alkyne cycloaddition toward selective carbon dioxide electrocatalysis. *Chemical Communications*, 58 (58), 8053-8056.
- ◎Y. Kimura, L. I. Lugo-Fuentes, S. Saito, J. O. C. Jimenez-Halla, J. Barroso-Flores, Y. Yamamoto, M. Nakamoto, R. Shang (2022), A boron, nitrogen-containing heterocyclic carbene (BNC) as a redox active ligand: synthesis and characterization of a lithium BNC-aurate complex. *Dalton Transactions*, 51 (20), 7899-7906.
- C. Ye, S. Zhang, D. Zhang, Y. Shen, Z. Wang, H. Wang, J. Ren, X.-D. Jiang, J. Du, R. Shang, G. Wang (2023), Engineering J-aggregates for NIR-induced meso-CF3-BODIPY nanoparticles by activated apoptosis mechanism in photothermal therapy. *Chinese Chemical Letters*, 108223.

#### ○国際会議

- ◎R. Shang, S. Saito, Y. Kimura, S. Furukawa, L. I. Lugo-Fuentes, K. Susukida, T. Oishi, J. O. C. Jimenez-Halla, J. Barroso-Flores, Y. Yamamoto, T. Mizuta : Bis(borane)-containing ligands: effects on bonding and reactivity. Singapore International Chemical Conference (2022.12.11-14) (依頼講演)
- ◎R. Shang, K. Nakanishi, J. O. C. Jimenez-Halla, S. Yamazoe, S. Kume, Y. Yamamoto and T. Mizuta : Synthesis Towards Chiral  $\pi$ -Conjugated Iridium Metallacycles. 8th Asian conference on Coordination Chemistry The 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (2022.8.7-11 in National Taiwan University, Taipei, Taiwan) (依頼講演)
- S. Kume, T. Abe and S. Shimizu : Aerobic Oxidation of Cocatalyst-Free Cu(phen) Promoted at Hydrophobic Interface. The 10th Asian Biological Inorganic Chemistry Conference, (2022.12, 神戸) (依頼講演)
- Tsutomu Mizuta : Ag<sub>13</sub>H<sub>8</sub> Silver Hydride Core in Tetrahedral Cage Formed by Four Triangular [CuAg<sub>3</sub>(CCAr)<sub>3</sub>(PPh<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]<sup>+</sup> Panels. The 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (2022.8.7-11 in National Taiwan University, Taipei, Taiwan) (online)
- Hiroto Hayashi : Development of Redox-active Diboron Containing N-heterocyclic Ligands for Transition Metal Complexes. 29th International Conference on Organometallic Chemistry. (2022.7.17-22 Prague Congress Centre) (ポスター)
- Megumi Ono : Synthesis and Reactivity of Novel Late Transition Metal Complexes with Phosphine Ligand Bearing Two Borane Centers. 29th International Conference on Organometallic Chemistry. (2022.7.17-22 Prague Congress Centre) (ポスター)

Nakanishi Kazuki : Redox-active All Carbon-ligated Iridium Metallacycles from Bis(dipyrido-annulated N-heterocyclic Carbene). 29th International Conference on Organometallic Chemistry. (2022.7.17–22 Prague Congress Centre) (ポスター)

## ○国内学会

- ◎Rong Shang, Yoshitaka Kimura, Souta Saito, Shu Furukawa, Leonardo I. Lugo-Fuentes, Takumi Oishi, Megumi Ono, J. Oscar C. Jimenez-Halla, Joaquín Barroso-Flores, Yohsuke Yamamoto, Tsutomu Mizuta : Main Group Ligands Containing Electron-Deficient Elements: Effects on Bonding and Reactivity. 錯体化学会第72回討論会 (2022.9, 福岡) (一般講演)
- ◎Kazuki Nakanishi, J. Oscar C. Jimenez-Halla, Seiji Yamazoe, Masaaki Nakamoto, Yohsuke Yamamoto, Shoko Kume, Tsutomu Mizuta, Rong Shang : Oxidative Coupling at a Homoleptic CCC-pincer Ligated Anionic Ir(III) Center. 錯体化学会第72回討論会 (2022.9, 福岡) (一般講演)
- ◎黒目武志, 梅田拓真, 久米晶子, 久保和幸, 水田 勉, Rong Shang : 有機薄膜を被覆した Cu<sub>2</sub>O-Ag バイメタルナノ粒子を触媒とする CO<sub>2</sub>電解還元. 錯体化学会第72回討論会 (2022.9, 福岡) (一般公講演)
- ◎安倍大貴, 清水翔太, Rong Shang, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉 : Cu(phen)錯体が固液界面で示す高いアルコール酸素酸化活性. 錯体化学会第72回討論会 (2022.9, 福岡) (一般講演)
- ◎澁江拓哉, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉, Rong Shang : 周辺にエチニル基を集積した Cu(I)錯体の選択的 CuAAC 変換および酸化還元特性. 錯体化学会第72回討論会 (2022.9, 福岡) (一般講演)
- ◎丸山真依, 久保和幸, 井手裕徳, 興津寛幸, 久米晶子, Rong Shang, 水田 勉 : ピンサー型カルボジホスホランー白金錯体によるアルキンのヒドロシリル化に及ぼす共存配位子の影響と銀イオンによる加速効果. 錯体化学会第72回討論会 (2022.9, 福岡) (ポスター発表)
- 久米晶子, 安倍大貴\*, 清水翔太: 助触媒フリー条件で高いアルコール空気酸化活性を示す Cu(phen) 錯体触媒. 第130回触媒討論会 (2022.9, 富山) (一般講演)
- ◎梶嶋雄大, 久保和幸, 松木 大, 湯浅隆寛, 久米晶子, Rong Shang, 水田 勉 : ホスファゼン骨格を基盤とする環状鉄メタロリガンドを利用した二核錯体の合成. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (2022.11, 広島) (一般講演)
- ◎田中裕人, 久保和幸, Rong Shang, 久米晶子, 水田 勉 : ピンサー型カルボジホスホラン白金(II) 錯体による E=C=E'(E, E' = O, S or NR)分子の活性化反応. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (2022.11, 広島) (一般講演)
- ◎芳川慶伍, 黒瀬友也, 久保和幸, Rong Shang, 久米晶子, 水田 勉 : ナフタレンに二重に架橋されたジホスフィンの生成機構と反応性. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (2022.11, 広島) (一般講演)
- ◎坂本歩夢, 黒目武志, Rong Shang, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉 : CO<sub>2</sub>還元の効率化を目指した Cu<sub>2</sub>O/有機膜界面の構造制御. 2022年日本化学会中国四国支部大会 (2022.11, 広島) (ポスター発表)
- ◎林 博斗, 古川 柊, 木村好貴, Leonardo I. Lugo-Fuentes, J. Oscar C. Jimenez-Halla, 中本真晃, 久保和幸, 水田 勉, Rong Shang : ジボロンを含む酸化還元活性な N-複素環配位子の開発と遷移金属錯体への応用. 第49回有機典型元素化学討論会 (2022.12, 富山) (ポスター発表)
- ◎尾野 萌, 大石拓実, Leonardo I. Lugo-Fuentes, J. Oscar C. Jimenez-Halla, 中本真晃, 久保和幸, 水田 勉, Rong Shang : 二つのホウ素中心を含むホスフィン配位子を有する新規後期遷移金属錯体の合成及び反応性の調査. 第49回有機典型元素化学討論会 (2022.12, 富山) (ポスター発表)
- ◎芳川慶伍, Rong Shang, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉 : アセナフテンにより2重に架橋されたジホスフィンの合成と性質. 第49回有機典型元素化学討論会 (2022.12, 富山) (ポスター発表)
- ◎澁江拓哉, Rong Shang, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉 : 周辺にエチニル基を集積した Cu(I)錯体の選択的 CuAAC 変換. 日本化学会第103春季年会 (2023.3, 千葉) (一般講演)
- ◎金 詩淇, Rong Shang, 久保和幸, 久米晶子, 水田 勉 : 表面 CuAAC により有機被覆された0価 Cu ナノワイヤーの CO<sub>2</sub>還元性能. 日本化学会第103春季年会 (2023.3, 千葉) (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	0	1
博士課程前期	3	14
博士課程後期	3	1
博士課程前期・後期共	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-)
- 水田 勉, 錯体化学会 理事 (2020.9-2022.8)
- 久米晶子, 錯体化学会 討論会・国際会議運営委員会委員
- 久米晶子, 日本化学会中国四国支部 庶務幹事

### ・討論会の組織委員

- 水田 勉, 日本化学会中国四国支部大会2022 事務局長 (2021.9-2022.12)
- 久保和幸, 日本化学会中国四国支部大会2022 実行委員 (2022.6-2022.11)

### ・高大連携事業

- 水田 勉, 第51回広島県私学教育研修会 化学分科会講師 (2022.8, 広島国際学院中学校・高等学校)
- 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) (2022.7, 広島大学)
- 水田 勉, 第25回中学生・高校生科学シンポジウム コメンテーター

## ○研究助成の受け入れ状況

- 科学研究補助金 挑戦的研究(萌芽) 「金属錯体触媒によるシリコンの低分子量環状シロキサンへの変換反応」代表者 水田 勉
- 科学研究補助金 基盤研究(C) 「銅表面特異的な有機膜成長による高効率CO<sub>2</sub>還元を指向した界面構築」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
- 科学研究費補助金 基盤研究(C) 「反芳香族B,N-カルベンσ配位子の開発と常磁性/アニオン性金属錯体の合成と物性解明」代表者 Rong Shang

## ○受賞状況 (学生)

- 坂本歩夢(M1) : 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 ポスター賞(2022.11.17)

## ○その他の委員

- 水田 勉 : 理学部副学部長
- 水田 勉 : 理学部評価委員会委員長
- 水田 勉 : 全学評価委員会委員 (2021-)
- 水田 勉 : 教育本部教育質保証委員会委員 (2022-)
- 水田 勉 : 人材育成推進本部FD委員会
- 水田 勉 : 設備サポート推進会議委員 (2014.4-)
- 水田 勉 : 大学連携研究設備ネットワーク広島大学代表委員 (2014.4-)
- 水田 勉 : 機器共用検討委員会委員 (2021-)
- 水田 勉 : 一般社団法人尚志会理事長 (2017.6-)
- 水田 勉 : 広島大学校友会常任理事 (2017.10-)
- 水田 勉 : 広島大学同窓会理事 (2017.10-)
- 水田 勉 : サタケ基金運営委員会委員 (2018.4-)

## 分析化学研究室

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。2022 (令和4) 年度の研究成果を以下に掲げる。

1. 電極を配置したチャンバーを作成し、気相中にレーザー捕捉したガラス微小球の電場による位置変化を光検出し、その表面電荷を計測することに成功した。
2. OWエマルジ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ジョンにも拡張した。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

- T. Yoshimura, H. Nishizawa, K. Nagata, A. Ito, E. Sakuda, S. Ishizaka, N. Kitamura, and A. Shinohara (2022), Tuning the Ground- and Excited-State Redox Potentials of Octahedral Hexanuclear Rhenium(III) Complexes by the Combination of Terminal Halide and N-Heteroaromatic Ligands, *ACS Omega*, **7**, 26965–26982.
- T. Yamaguchi, N. Hata, S. Matsuo, K. Yoshida, T. Kurisaki, S. Ishizaka, K. Ohara (2023), In situ Raman and X-ray scattering of a single supersaturated aqueous  $Mg(NO_3)_2$  droplet ultrasonically levitated, *Analytical Sciences*, **39**, 977–987.

### ○著書

該当無し

### ○総説・解説

磯野晃太郎, 松原弘樹(2022), メタノール-シクロヘキサン系の上部臨界溶解点近傍でのピッカリングエマルジョンの解乳化に関する一考察. *材料表面*, 7, 52-57.

### ○国際会議

- H. Matsubara : Controlling Colloidal Systems by A-W and O-W Interfacial Free Energies. RSU International Research Conference (2022.4, Online, Rangshit University, Thai) (キーノート講演)
- H. Matsubara : Stability control of OW emulsions using interfacial freezing of surfactant adsorbed films. 51st Biennial Assembly of the German Colloid Society (2022.9, TU Berlin, Germany) (キーノート講演)
- S. Ishizaka : Laser Trapping and Microspectroscopy of Single Water Droplets in Air. HU-BITS Pliani Joint Workshop 2022 (2022.11.2, Virtual) (依頼講演)
- T. Yamaguchi, S. Matsuo, K. Yoshida, S. Ishizaka, and K. Ohara : Structure and properties of a single aqueous electrolyte droplet ultrasonically levitated in the air. 37th International Conference on Solution Chemistry (2022.7.25-29, Virtual) (一般講演)

### ○国内学会

- 松原弘樹, 森理香子, 大富英輔 : 位相変調エリプソメトリーとブリュースター角顕微鏡を利用した界面活性剤—アルカン混合吸着膜の相転移と核形成の研究. 第3回 非線形相律研究会 (2022.9.2-3, 明治大学) (招待講演)
- 松原弘樹 : 界面活性剤と直鎖アルカン, 直鎖アルコールの混合吸着膜形成と2次元固体膜への相転

- 移, 及びその応用. 日本化学会中国四国支部大会(2022.11.12-13, 広島大学) (招待講演)
- 石坂昌司: 光ピンセットで雲をつかむ計測法の開発. 第73回コロイドおよび界面化学討論会(2022.9.20-22, 広島大学東広島キャンパス) (依頼講演)
- 石坂昌司, 山本千尋, 山岸姫香: 単一エアロゾル液滴の液-液相分離に関する研究. 第82回分析化学討論会(2022.5.14-15, 茨城大学水戸キャンパス) (一般講演)
- 三和綾乃, 石坂昌司: レーザー捕捉法を用いた単一ガラス微小球の接触帯電に関する研究. 第39回エアロゾル科学・技術研究討論会(2022.8.3-5, 慶應義塾大学日吉キャンパス) (一般講演)
- 松原弘樹, 森理香子, 大富英輔: 位相変調エリプソメトリーとブリュースター角顕微鏡を利用した界面活性剤-アルカン混合吸着膜の相転移と核形成の研究. 分析化学第71年会(2022.9.14-16, 岡山大学津島キャンパス) (一般講演)
- 三和綾乃, 石坂昌司: 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 (2). 日本分析化学会第71回年会(2022.9.14-16, 岡山大学津島キャンパス) (一般講演)
- 三和綾乃, 石坂昌司: レーザー捕捉法を用いた単一ガラス微小球の表面電荷計測. 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会(2022.11.12-13, 広島大学東広島キャンパス) (一般講演)
- 古賀なつみ, 石坂昌司: スクロース水溶液の粘度の濃度依存性に関する研究. 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会(2022.11.12-13, 広島大学東広島キャンパス) (一般講演)
- 岡本春歌, 石坂昌司: 微小水滴のレーザー捕捉と過冷却限界温度の顕微ラマン分光計測. 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会(2022.11.12-13, 広島大学東広島キャンパス) (一般講演)
- 石坂昌司: エアロゾル水滴のレーザーマニピュレーション. 低温科学研究所・氷科学研究会共同研究集会「H<sub>2</sub>Oを科学する・2022」(2022.12.19-20, 北海道大学低温科学研究所) (一般講演)
- ◎完田一樹, 石坂昌司, 松原弘樹: 陽イオン界面活性剤の吸着膜相転移を応用したピッカリングエマルジョンの解乳化. 第36回九州コロイドコロキウム(2022.8.31, オンライン開催) (ポスター発表)
- ◎完田一樹, 石坂昌司, 松原弘樹: 陽イオン界面活性剤の吸着膜相転移を応用したピッカリングエマルジョンの解乳化. 第73回コロイドおよび界面化学討論会(2022.9.20-22, 広島大学) (ポスター発表)

### ○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	0	0
博士課程前期	0	7
博士課程後期	0	0
博士課程前期・後期共	0	0

### ○セミナー・講演会開催実績

- 石坂昌司, JSPS短期招へい研究者Sophie Sobanska (CNRS・France) 講演会, Reactivity of atmospheric aerosol particles: a single particle point of view, 2022.7.15
- 石坂昌司, 火原彰秀 (東北大学多元物質科学研究所) 講演会, 「油中水滴・エアロゾル水滴における界面現象解析法」, 2022.7.29
- 石坂昌司, 松原弘樹, Sanket Goel (BITS Pilani, Hyderabad campus, India) 講演会, Benchtop Laser Induced Miniaturized Sensors and Energy Harvesters, 2023.3.14

### ○社会活動・学外委員

- 学協会役員, 委員
- 石坂昌司, 日本化学会, 代表正会員 (2021-2022)
- 石坂昌司, 日本分析化学会, 代議員 (2018-2019, 2022-2023)
- 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-)

松原弘樹, 日本分析化学会, 中国四国支部幹事 (2021-)

・講習会・セミナー講師

石坂昌司, The 8th Seminar on Nano-Micro Chemical Measurements, 2022.7.19, IMRAM, Tohoku University, “Laser Trapping and Spectroscopy of Single Water Droplets in Air”

・高大連携事業

石坂昌司, 出張講義, 2022.10.18, 群馬工業高等専門学校 物質工学科 (前橋市)

・論文誌編集委員

石坂昌司, Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews (Elsevier), Associate Editor (2021-2023)

松原弘樹, 日本分析化学会, 「分析化学」誌編集委員 (2021-2022)

松原弘樹, Editorial member for Journal of current science and Technology (2022)

・討論会の組織委員

石坂昌司, 第73回コロイドおよび界面化学討論会 実行委員 (2022)

石坂昌司, 日本分析化学会第71年会 実行委員 (2022)

松原弘樹, 第73回コロイドおよび界面化学討論会 実行副委員長 (2022)

松原弘樹, 日本化学会中国四国支部大会, 実行委員 (2022)

松原弘樹, 日本分析化学会第71年会 実行委員 (2022)

松原弘樹, RSU conference 2023, International Scientific Committee

松原弘樹, 51st Biennial Assembly of the German Colloid Society, International Scientific Committee

○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

松原弘樹, ～材料から生命まで～生成・消滅・変化 するソフト界面からの総理解, 令和4年度 広島大学総合科学推進プロジェクト (代表 ヴィレヌーヴ真澄美)

○他研究機関での講義・客員

該当無し

○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 基盤研究(B)「光ピンセットを駆使したエアロゾルのエイジングと雲凝結核活性の解明」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

日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(C)「シリカ粒子の溶媒による臨界溶解濡れを応用したピッカリングエマルジョンの物性制御」代表者 松原弘樹

コロイド化学関連技術の進歩・発展に寄与する研究助成「界面活性剤の油水界面での混合凝縮膜形成を応用した乳化安定性の向上とその拡張性に関する研究」代表者 松原弘樹

コーセーコスメトロジー研究財団 国際交流助成「51st Conference of the German Colloid Societyでの講演、運営、並びに研究交流」代表者 松原弘樹

コーセーコスメトロジー研究助成「界面活性剤吸着膜の相転移を応用したピッカリングエマルジョンの自発解乳化」代表者 松原弘樹

広島大学総合科学推進プロジェクト「材料から生命まで～生成・消滅・変化するソフト界面からの総理解」分担者 松原弘樹

○座長を行った学会・討論会の名称

石坂昌司, 第82回分析化学討論会, 2022.5.14-15, 茨城大学水戸キャンパス

石坂昌司, 日本分析化学会第71年会, 2022.9.14-16, 岡山大学津島キャンパス

石坂昌司, 2022年日本化学会中国四国支部大会(広島大会), 2022.11.12-13, 広島大学東広島キャンパス

松原弘樹, 51st Biennial Assembly of the German Colloid Society, 2022.9, TU Berlin

## 構造有機化学研究室

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

当研究室は, 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, その結果をもとにして, 機能性分子集合体の開発を目指している。

2022年度の主な研究成果の概要を以下に示す。

1. カリックス[4]アレーン三重らせん錯体のホスト-ゲスト錯形成によるキラル誘導に成功した。
2. ナノグラフェン上に金属ナノ粒子を担持させ, 触媒への活用をすることに成功した。
3. レゾルシンアレーンカプセル分子を用いた新規星型ポリマーの合成に成功し, その物性を調査した。
4. 平面積層型分子の自己集合における温度応答性について明らかにした。
5. ポルフィリン超分子らせんポリマーを用いたキラル溶媒のセンシングに成功した。
6. カプセル型分子のキラリティを用いたアキラルゲストへの円偏光発光誘導を明らかにした。
7. 化学修飾したナノグラフェンの自己集合挙動を明らかにした。

### ○発表論文

原著論文

- ◎M. Morie, R. Sekiya, T. Haino, (2022) Chirality Induction in a Hydrophilic Metallohelicite. *Chem. Asian J.*, **17**, e202200275.
- ◎R. Sekiya, T. Haino, (2022) Integration of Nanographenes and Organic Chemistry – Toward Nanographene-based Two-Dimensional Materials. *ChemPhysChem*, **23**, e202200311.
- ◎M. Yoshida, T. Hirao, T. Haino, (2022) Self-assembly of neutral platinum complexes controlled by thermal inputs. *Chem. Commun.*, **58**, 8356-8359.
- ◎K. Harada, R. Sekiya, T. Haino, (2022) Chirality Induction on a Coordination Capsule for Circularly Polarized Luminescence. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **61**, e202209340.
- ◎S. Takahashi, R. Sekiya, T. Haino, (2022) Metal Nanoparticles on Lipophilic Nanographenes. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **61**, e202205514.
- ◎N. Hisano, T. Hirao, K. Tanabe, T. Haino, (2022) Improved synthesis of tetrakis(porphyrin) molecular cleft via palladium-mediated cross-coupling between bis(porphyrin) boronic ester and bis(iodophenyl)butadiyne. *J. Porphyr. Phthalocyanines*, **26**, 683-689.
- ◎S. Takahashi, R. Sekiya, T. Haino, (2023) Computational Studies on the Structures of Nanographenes with Various Edge Functionalities. *ChemPhysChem*, e202200465.
- ◎S. Hirata, R. Kusaka, S. Meiji, S. Tamekuni, K. Okudera, S. Hamada, C. Sakamoto, T. Honda, K. Matsushita, S. Muramatsu, T. Ebata, D. Kajiya, K. Saitow, T. Ikeda, T. Haino, M. Watanabe, Y. Inokuchi, (2023) Lanthanide and Actinide Ion Complexes Containing Organic Ligands Investigated by Surface-Enhanced Infrared Absorption Spectroscopy. *Inorg. Chem.*, **62**, 1, 474-486.
- ◎T. Hirao, S. Kishino, T. Haino, (2023) Supramolecular Chiral Sensing by Supramolecular Helical Polymers. *Chem. Comm.*, **59**, 2421-2424.
- N. Nitta, S. Kihara, T. Haino, (2023) Synthesis of Supramolecular A8Bn Miktoarm Star Copolymers by Host-Guest Complexation. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **62**, e202219001.
- ◎H. Moriguchi, R. Sekiya, T. Haino, (2023) Substituent-Induced Supramolecular Aggregates of Edge Functionalized Nanographenes. *Small*, **19**, 2207475.
- ◎S. Takahashi, R. Sekiya, T. Haino, (2023) Effects of Edge Functionalization of Nanographenes with Small Aromatic Systems. *ChemPhysChem*, e202300066.
- N. Hisano, T. Kodama, T. Haino, (2023) Negative Homotropic Cooperativity in Guest Binding of a Trisporphyrin Double Cleft. *Chem. Eur. J.*, **29**, e202300107.

著書

- ◎T. Hirao, T. Haino, (2022) Development of Supramolecular Polymers with Unique Chain Structures. *Advanced Design of Self-Assembled Functional Materials*, edited by O. Azzaroni and M. Conda-Sheridan, in Press, VCH-Wiley, Weinheim (ISBN-10: 3527349480)

総説・解説

- ◎T. Hirao, T. Haino, (2022) Supramolecular Ensembles Formed via Calix[5]arene-Fullerene Host-Guest Interactions. *Chem. Asian. J.*, e202200344.  
平尾岳大, (2022) 共沸化合物を簡単に分離する。ー繰り返し使える吸着材料ー 月刊「化学」2022年8月号, p64-65.  
T. Hirao, (2022) Macromolecular architectures constructed by biscalic[5]arene-[60]fullerene host-guest interactions. *Polymer Journal*, **55**, 95–104.  
◎T. Hirao, T. Haino, (2023) Nanoarchitectonics of Supramolecular Porphyrins Based on a Bis(porphyrin) Cleft Molecule. *J. Porphy. Phthalocyanines*, **27**, DOI:10.1142/S1088424623300082.

○講演等

国際会議

- ◎H. Fujimoto, T. Hirao, T. Haino : Negative Cooperativity in Molecular Recognition of Biscavitand possessing Two Deep Cavities. 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25) (2022.7, Hiroshima) (Invited)  
◎R. Sekiya, I. Matsumoto, K. Yamato, K. Suzuki, T. Haino : Self-Assembly of Chemically Modified Nanographenes. 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25) (2022.7, Hiroshima) (Oral)  
◎K. Harada, R. Sekiya, T. Haino : Synthesis and Molecular Recognition of a Hemicarcerand bearing a Size-Regulable Internal Cavity. 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25) (2022.7, Hiroshima) (Poster)  
◎Y. Ono, T. Hirao, T. Haino : Self-Assembling Behavior of Hydrogen-Bonded Tris(phenylisoxazolyl)benzene Dimer. 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25) (2022.7, Hiroshima) (Poster)  
T. Haino : Synthesis of Sequence-Controlled Supramolecular Terpolymers. The 15th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia (ICCeOCa15) (2022.7, Online) (Poster)  
◎K. Harada, R. Sekiya, T. Haino : Synthesis and Molecular Recognition of Covalently-linked Resorcinarene Capsule. 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8) (2022.8, Online) (Poster)  
◎M. Yoshida, T. Hirao, T. Haino : Self-assembly of platinum(II) complexes possessing chiral triethylene glycol chains. 8th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC8) (2022.8, Online) (Poster)  
T. Haino : Unique Supramolecular Assemblies. Hiroshima University–BITS Pilani Joint Workshop (2022.11, Online) (Invited)  
◎R. Sekiya, T. Haino : Nanographenes and Two-Dimensional Materials. International Congress on Pure & Applied Chemistry (ICPAK 2022) (2022.11, Kota Kinabalu, Malaysia) (Oral)  
T. Haino : Synthesis of Helical Supramolecular Polymers. The 17th Pacific Polymer Conference (2022.12, Brisbane, Australia) (Oral)  
T. Hirao : School of Chemistry and Chemical Engineering. Huazhong University of Science & Technology (HUST), Invited Lecture, (2022.12, Wuhan, China, online) (Invited)  
◎S. Arimura, I. Matsumoto, R. Sekiya, T. Haino : Nanographenes Carrying Luminous Organic Substituents. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022.12, Hiroshima) (Oral)  
◎K. Hamada, D. Shimoyama, T. Hirao, T. Haino : Supramolecular helical polymers generated by metal coordination of biscavitand. The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022.12, Hiroshima) (Oral)

国内会議

- 灰野岳晴 : 超分子により提供される不斉空間の化学. ケミカルバイオロジー学会 第16回年会 (2022.5, 富山) (招待講演)  
久野尚之, 灰野岳晴 : 積層型トリスポルフィリンホスト分子の合成と協同的分子認識. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)  
◎古屋壮一郎, 久野尚之, 平尾岳大, 灰野岳晴 : 主鎖にキラルピナフチル骨格を導入したhead-to-tail型超分子ポルフィリンポリマーの合成. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)  
◎吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴 : 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

- つ白金(II)錯体の異方的光学応答. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)
- 新田菜摘, 高塚芽衣, 木原伸一, 灰野岳晴: 自己集合カプセルとゲスト分子の会合により生じる  $A_nB_m$  超分子星型共重合体の合成. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)
- ◎森江将之, 関谷 亮, 灰野岳晴: カリックス[4]アレーンと金属イオンの自己集合により形成される三重らせんホスト分子の水における協同的ゲスト包接. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)
- ◎沖汐祐紀, 平尾岳大, 灰野岳晴: カリックス[5]アレーンとフラーレンのホスト-ゲスト相互作用を基盤とした両親媒性ジブロックポリマーの合成. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)
- ◎藤本陽菜, 下山大輔, 平尾岳大, 灰野岳晴: 四本のアルキル基で連結されたビスキャビタンド分子の協同的分子認識. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (口頭)
- ◎原田健太郎, 関谷 亮, 灰野岳晴: キラルな金属配位型カプセルにより誘起されるピアリアルゲストのCPL発光. 第19回ホストゲスト・超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山) (ポスター)
- 灰野岳晴: 分子認識の特異性により構造制御された超分子ポリマーの開発. 第71回高分子討論会(2022.9, 札幌) (依頼講演)
- ◎関谷 亮, 灰野岳晴: 炭素を基盤とした二次元高分子材料の創生. 第71回高分子討論会(2022.9, 札幌) (口頭)
- 灰野岳晴: 分子認識により駆動される自己集合超分子の化学. NMRプラットフォームシンポジウム2022(2022.9, 東京) (口頭)
- ◎原田健太郎, 角田優太, 今村太亮, 関谷 亮, 灰野岳晴: D4対称性を有するキャビタンドを基にした金属配位型カプセルの分子認識とキラル誘導. 第32回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (口頭)
- ◎吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴: イソオキサゾール骨格を有する白金錯体の重合開始温度による超分子集合構造の制御. 第32回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (ポスター)
- ◎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)ベンゼン水素結合二量体の自己集合と負の非線形キラル応答. 第32回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (ポスター)
- ◎有村咲紀, 関谷 亮, 灰野岳晴: 発光性有機置換基を導入したナノグラフェンの合成と光機能性. 第32回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (ポスター)
- ◎高橋周作, 関谷 亮, 灰野岳晴: 脂溶性ナノグラフェンに担持した金属ナノ粒子の合成と機能. 第32回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (ポスター)
- 灰野岳晴: 自己集合により形成される超分子構造の合成と機能. 第38回有機合成化学セミナー(2022.9, 北九州) (招待講演)
- ◎吉田真也, 平尾岳大, 灰野岳晴: 親水性側鎖を導入したイソオキサゾール骨格を有する白金錯体を基盤とした超分子ポリマーの合成と物性. 第38回有機合成化学セミナー(2022.9, 北九州) (ポスター)
- ◎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)ベンゼン水素結合二量体の合成と自己集合. 第38回有機合成化学セミナー(2022.9, 北九州) (ポスター)
- ◎有村咲紀, 関谷 亮, 灰野岳晴: 発光色の異なる二種類の有機置換基を導入した新規ナノグラフェン材料の光物性. 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島) (口頭)
- ◎沖汐祐紀, 平尾岳大, 灰野岳晴: フラーレンとカリックス[5]アレーンの超分子錯形成を駆動力とした両親媒性ジブロックポリマーの合成. 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島) (口頭)
- ◎浜田幸希, 平尾岳大, 灰野岳晴: ビスキャビタンド分子の金属配位により生じる超分子らせんポリマー. 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島) (口頭)
- 古屋壮一郎, 久野尚之, 灰野岳晴: 主鎖にキラルピナフチル骨格をもつhead-to-tail型超分子ポルフィリンポリマーの合成. 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島) (口頭)
- ◎深澤龍志, 平尾岳大, 灰野岳晴: ポリアセチレンの側鎖に導入されたビフェニルゲスト部位と自己集合カプセルの分子認識. 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島) (口頭)

- 児玉知輝, 久野尚之, 灰野岳晴: 二つの異なるゲスト分子を包接する積層型亜鉛トリスポルフィリンの合成. 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島) (口頭)
- ◎関谷 亮, 松本育也, 有村咲紀, 灰野岳晴: 超分子相互作用を利用したナノグラフェンの自己組織化. 第15回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム(2022.12, 神奈川) (ポスター)
- ◎平尾岳大, 藤井直香, 岩部佳樹, 灰野岳晴: カリックス[5]アレーンとフラーレンのホストゲスト相互作用を駆動力とした超分子ポリマーの合成とセルフソーティング挙動. 第15回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム(2022.12, 神奈川) (ポスター)
- ◎高橋周作, 関谷 亮, 灰野岳晴: アントラセン分子によるナノグラフェン表面の修飾. 第15回有機 $\pi$ 電子系シンポジウム(2022.12, 神奈川) (ポスター)
- ◎M. Yoshida, T. Hirao, T. Haino: Self-assembling behaviors and properties of platinum(II) complexes possessing chiral hydrophilic bis(phenylisoxazolyl) benzene moieties. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (英語口頭)
- ◎高橋周作, 関谷 亮, 灰野岳晴: アントラセン骨格を導入したナノグラフェンの遮蔽効果の検討. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)
- ◎岸野 晴, 平尾岳大, 灰野岳晴: テトラキスポルフィリンからなる超分子らせんポリマーを用いたクリプトキラルセンシング. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)
- ◎亀田涼太, 新田菜摘, 平尾岳大, 灰野岳晴: 4本のpNIPAAmを導入したキャビタンド分子の合成と熱応答性. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)
- 児玉知輝, 久野尚之, 灰野岳晴: 二つのゲスト包接部位を有する積層型亜鉛トリスポルフィリンの合成とゲスト分子包接挙動. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)
- 田辺航太, 久野尚之, 灰野岳晴: 大環状テトラキスポルフィリンの合成とゲスト包接. 日本化学会第103回春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)
- ◎森口遙日, 関谷 亮, 灰野岳晴: トリスフェニルイソオキサゾリルベンゼン誘導体を導入したナノグラフェンの自己集合. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)
- 灰野岳晴: 配列や構造が精密に制御された超分子ポリマーの化学. 日本化学会第103回春季年会(2023.3, 千葉) (招待講演)
- ◎T. Hirao, M. Yoshida, T. Haino: Pathway complexity in the self-assembly process of platinum complexes possessing TEG chains. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (英語口頭)
- ◎浜田幸希, 下山大輔, 平尾岳大, 灰野岳晴: 超分子カプセル分子を連結したらせんポリマーの合成と機能. 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉) (口頭)

### ○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	0	5
博士課程前期	2	13
博士課程後期	6	14
博士課程前期・後期共	0	1

### ○セミナー・講演会開催実績

- 灰野岳晴, 東京都立大学大学院理学研究科化学専攻, 講演会, 「デザインされた分子間相互作用により形成される超分子ポリマーの構造と機能」(招待講演) 2022.10.11
- 灰野岳晴, 名古屋大学農学部, 講演会, 「分子認識により形成される超分子ポリマーの化学」(招待講演) 2022.11.18
- 灰野岳晴, 上智大学, 講演会, 「分子認識により構造や機能が制御される超分子ポリマーの科学」(招待講演) 2022.11.29
- 平尾岳大, 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会 実行委員, 2022.11.12~13, 東広島

### ○社会活動・学外委員

- 灰野岳晴: 有機 $\pi$ 電子系学会幹事(2007-)
- 灰野岳晴: ホスト-ゲスト・超分子化学研究会幹事(2006-)



灰野岳晴：基礎有機化学会理事(2020–2024)  
灰野岳晴：有機合成化学協会中国四国支部幹事(2007–)  
灰野岳晴：高分子学会中国四国支部幹事(2020–)  
灰野岳晴：Guest Editor of Polymer, a Special Issue in Polymer “Supramolecular Polymer”(2016–)  
灰野岳晴：Frontiers in Chemistry, Review Editor of the Editorial Board of Supramolecular Chemistry, (2017–)  
灰野岳晴：第102春季年会プログラム小委員会部門長,有機化学-構造有機化学, (2021-2022)  
灰野岳晴：Bulletin of the Chemical Society of Japan, Associate Editor, (2022–)  
平尾岳大：日本化学会生体機能関連化学部会若手幹事(2019–)  
平尾岳大：高分子学会中国四国支部幹事(2022–)

#### ○産学官連携実績

該当無し

#### ○国際共同研究・国際会議開催実績

灰野岳晴, 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25), Co-Chair, 2022.7.10-15

#### ○特許公報

該当無し

#### ○共同プロジェクトへの参加状況（国内）

- ・広島大学の木原伸一准教授と「超分子星型ポリマーの合成と物性」に関する共同研究を実施
- ・灰野岳晴：広島大学WPI-SKCM<sup>2</sup>にPIとして参加。

#### ○他研究機関での講義・客員

灰野岳晴, 九州大学先端物質化学研究所(大学院理学研究院), 集中講義, 2022.12.5-6

#### ○研究助成の受け入れ状況

- ・科学研究費補助金 学術変革領域研究(A), ナノグラフェンの集積化による高密度電子共役システムの創製, 灰野岳晴 (代表者)
- ・科学研究費補助金 基盤研究(A), 超分子により提供される不斉空間の機能創成, 灰野岳晴 (代表者)
- ・科学研究費補助金 若手研究, 超分子化学を基盤としたフラーレンネットワークの構築と機能, 平尾岳大 (代表者)
- ・科学研究費補助金 挑戦的研究(萌芽), ナノグラフェンエッジを利用した高分子合成, 関谷 亮 (代表者)
- ・科学研究費補助金 特別研究員奨励費, レゾルシンアレーンカプセルの分子認識を利用した超分子オプトードの開発, 原田健太郎 (代表者)
- ・科学研究費補助金 特別研究員奨励費, ビスポルフィリンの分子認識により生じる超分子ポリマーネットワークの創製と機能, 久野尚之 (代表者)
- ・科学研究費補助金 特別研究員奨励費, 特異な光電子機能の創出を指向した高度に構造制御された超分子集合体の開発, 藤井直香 (代表者)
- ・科学研究費補助金 特別研究員奨励費, 自己集合カプセルの分子認識により誘導される超分子共重合体の機能創成, 新田菜摘 (代表者)

#### ○受賞状況（職員）

灰野岳晴, An Asian Core Program Lectureship Award from Korea in The 15th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia 「Synthesis of Sequence-Controlled Supramolecular Terpolymers」 2022.7.25-26, Hong Kong

灰野岳晴, An Asian Core Program Lectureship Award from Singapore in The 15th International Conference on Cutting-Edge Organic Chemistry in Asia 「Synthesis of Sequence-Controlled Supramolecular Terpolymers」 2022.7.25-26, Singapore

平尾岳大, 松浦賞(広島化学同窓会), 2022.5

平尾岳大, 広島大学長表彰(Phoenix Outstanding Researcher Award), 2022.11

#### ○受賞状況 (学生)

原田健太郎 (D2) 日本化学会第 102 回春季年会(2022)学生講演賞, 2022.4.19

小野雄大 (D2) 日本化学会第 102 回春季年会(2022)学生講演賞, 2022.4.19

浜田幸希 (M2) 広島大学学術奨励賞, 2022.10

浜田幸希 (M2) 2022年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞, 2022.11

沖汐祐紀 (M1) 2022年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞, 2022.11

有村咲紀 (M1) 2022年日本化学会中国四国支部大会, 優秀発表賞, 2022.11

浜田幸希 (M2) 日本化学会中国四国支部支部長賞, 2023.3

#### ○座長を行った学会・討論会の名称

灰野岳晴: 第19回ホストゲスト超分子化学シンポジウム(2022.6, 岡山)

灰野岳晴: 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25) (2022.7, Hiroshima)

関谷 亮: 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25) (2022.7, Hiroshima)

平尾岳大: 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会(2022.11, 東広島)

灰野岳晴: The 17th Pacific Polymer Conference Brisbane (2022.12, Australia)

灰野岳晴: 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉)

関谷 亮: 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉)

平尾岳大: 日本化学会第103春季年会(2023.3, 千葉)

#### ○その他特記事項

灰野岳晴: 薬品管理システム専門委員会委員(2004.4-)

## 反応物理化学研究室

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. 化学反応および光解離により生成する分子の反応速度論および化学反応動力学的研究  
レーザ分光法にもとづいて、電子励起原子の化学反応動力学[1a~1c]および光解離生成分子の分光定数およびエネルギー移動の速度論的知見を得る研究[2]を行った。[1a]電子励起硫黄原子  $S(^1D)$  と  $CS_2$  の反応により生成する  $CS(X^1\Sigma^+)$  の振動準位  $v = 0 \sim 6$  をレーザ誘起蛍光(LIF)法により検出した。振電回転スペクトルの強度解析から、準位  $v = 0 \sim 6$  の初期振動エネルギー分布が統計分布(prior 分布)に完全に一致することを明らかにした(論文掲載)。[1b] $S(^1D)$  と  $N_2O$  の反応により生成する  $NS(X^2\Pi)$  を LIF 法により検出し、スペクトル解析から  $A^2\Delta_{3/2} - X^2\Pi_{1/2} (0,1)$  バンドへの  $H^2\Pi_{3/2} - X^2\Pi_{3/2} (0,4)$  バンドの混入および  $A^2\Delta_{3/2} - X^2\Pi_{1/2} (0,0)$  バンドへの  $H^2\Pi_{3/2} - X^2\Pi_{3/2} (0,3)$  バンドの混入を明らかにした。[2]ジメチル亜鉛( $CH_3$ )<sub>2</sub>Zn の光解離により生成するメチル亜鉛  $CH_3Zn$  を  $A^2E - X^2A_1$  遷移による LIF 法により検出し、発光分光スペクトル解析から、 $X^2A_1$  状態の  $v_6$  振動モードの基音エネルギー(315  $cm^{-1}$ )を決定した。また、He との衝突による振動緩和速度定数を決定した。
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  
多置換分子系の光解離反応を対象として、イオン・イメージング法を用いた状態選別散乱分布に基づく反応経路解析の研究を行った。ジメチル亜鉛の光解離反応 ( $(CH_3)_2Zn + hv \rightarrow CH_3Zn + CH_3$ ) で生成される  $CH_3$  生成物には、異方性のある高速放出成分と、等方的に放出される低速成分があり、2 つの反応経路が存在することを実験的に見出した。高速成分は長波長の光照射でのみ出現するといった明確な波長依存性を示したことから、量子化学計算による励起状態の解離ポテンシャルエネルギー計算と、吸収スペクトル計算を行ったところ、高速・低速  $CH_3$  ラジカルの生成は、直接解離性の第一励起状態と準束縛的な第二励起状態で反応が進行していることが示された。測定された量子状態依存性および光エネルギー依存性と併せて、競合する反応経路を分離・同定した。長距離相互作用が支配的とされているイオン・分子反応における実効的反應座標を実験的に決定することを木郎として、反応分子の量子状態と衝突エネルギーを制御した反応実験を行った。これまでに使用してきたレーザー光イオン化法を用いた分子イオン源に加えて、パルス放電法によるイオン源を製作した。光イオン化に適した光学遷移を持たない分子種に対しても、イオンガイド反応装置による反応研究が可能となった。

### ○発表原著論文

- ◎S. Tendo, Y. Tanimoto, T. Daijogon, M. Adaniya, D. Kawabata, K. Kobayashi, Y. Ogino, H. Kohguchi, K. Yamasaki (2022) Overall and State-to-State Quenching of Atomic Oxygen  $O(2p^3 3p^3 P_J)$  by Collisions with He and  $N_2$ . *Chem. Phys. Lett.*, **797**, 139508. DOI: 10.1016/j.cplett.2022.139508.
- ◎A. Yoshiki, Y. Sugino, S. Tendo, R. Fukami, H. Kohguchi, K. Yamasaki (2022) Rate Coefficients for the  $CH(X^2\Pi) + CHX_3$  ( $X = Cl$  and  $Br$ ) Reactions and the Propensity of the Reactions of  $CH$  with Halomethanes. *Chem. Phys. Lett.*, **804**, 139879. DOI: 10.1016/j.cplett.2022.139879.
- ◎P. Wangchingchai, K. Yamasaki, H. Kohguchi (2022) Imaging Studies of the  $CH_3$  Fragments Formed in the Ultraviolet Photodissociation of Dimethylamine: Role of the Parent  $3s$  and  $3p$  Rydberg States. *Chem. Phys. Lett.*, **800**, 139671. DOI: 10.1016/j.cplett.2022.139671.
- ◎Y. Kuroko, H. Kohguchi, K. Yamasaki (2023) Nascent Vibrational Energy Distribution of  $CS(X^1\Sigma^+)$  Generated in the  $S(^1D) + CS_2$  Reaction. *J. Phys. Chem. A*, **127**, 4055–4062. DOI: 10.1021/acs.jpca.3c01169.

### ○著書

山崎勝義：統計理論によるprior分布の導出。第1版第1刷，漁火書店，単著，総頁数38。

山崎勝義，齋藤一弥，黒田 裕：化学で使われる量・単位・記号，日本化学会webサイト，共著，総頁数6。

## ○国際会議

- ◎Y. Kuroko, M. Kanasaki, H. Kohguchi, K. Yamasaki : Complete rotational assignment of the (0,0) band of CS(A<sup>1</sup>Π-X<sup>1</sup>Σ<sup>+</sup>) strongly perturbed by the a<sup>3</sup>Σ<sup>+</sup> state. 37th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (2022.6, オンライン(仙台)) (ポスター)
- ◎P. Wangchingchai, K. Yamasaki, H. Kohguchi : Role of the 3s and 3p Rydberg states in the ultraviolet CH<sub>3</sub> photodissociation of dimethylamine. 37th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (2022.6, オンライン(仙台)) (ポスター)
- ◎Y. Okuda, M. Haze, K. Nagamori, K. Yamasaki, H. Kohguchi : Orbital analysis by photodissociation dynamics of dimethylzinc. 37th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics (2022.6, オンライン(仙台)) (ポスター)
- K. Nakayama, H. Kohguchi : Laboratory Experiments on proton/hydride transfers under interstellar conditions. Next Generation Astrochemistry: Reconstruction of the Science Based on Fundamental Molecular Processes (2022年11月, (東京)) (一般講演)
- ◎P. Wangchingchai, K. Yamasaki, H. Kohguchi : Role of the 3s and 3p Rydberg states in the ultraviolet CH<sub>3</sub> photodissociation of dimethylamine. 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, (東広島)) (一般講演)
- ◎Y. Unemi, T. Yamaguchi, K. Inoue, K. Yamasaki, H. Kohguchi : Exploration of energy transfer pathways for syn-anti isomers using a full-degrees of freedom analysis approach. 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (2022年12月, (東広島)) (一般講演)

## ○国内学会

- ◎中山圭剛, 望月達人, 山崎勝義, 高口博志 : 量子状態と衝突エネルギーを制御したイオン分子反応の観測装置の開発と性能評価. 原子衝突学会年会第47回年会(2022.9, 宮崎) (ポスター)
- ◎山口達也, 采見悠吾, 井上健翔, 山崎勝義, 高口博志 : 亜硝酸メチルCH<sub>3</sub>ONOの光解離におけるエネルギー移動の構造特異性. 原子衝突学会年会第47回年会(2022.9, 宮崎) (ポスター)
- ◎采見悠吾, 山口達也, 井上健翔, 山崎勝義, 高口博志 : 全自由度解析アプローチによるsyn-anti異性体のエネルギー移動経路の探索. 第16回分子科学討論会(2022.9, 東京) (一般講演)
- ◎Wangchingchai Peerapat, 山崎勝義, 高口博志 : ジメチルアミンの光解離反応における3sと3pリドベルグ状態の役割. 第16回分子科学討論会(2022.9, 東京) (一般講演)
- ◎櫛 美里, 奥田悠加, 狩野紅葉, 山崎勝義, 高口博志 : 配位不飽和金属錯体の分光学的検出による光誘起配位子付加反応の直接的観測. 第16回分子科学討論会(2022.9, 東京) (ポスター)
- ◎中山圭剛, 望月達人, 山崎勝義, 高口博志 : 量子状態と衝突エネルギーを制御したイオン・分子反応観測装置の開発. 第16回分子科学討論会(2022.9, 東京) (ポスター)
- 高口博志, 金安達夫, 彦坂泰正, 和田真一, 加藤政博, 太田紘志, 鈴木喜一 : 光電子円二色性を示すキラル分子の探索. 第36回日本放射光学会年会(2023.1, 草津(滋賀)) (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, 太田紘志, 鈴木喜一 : イオン化終状態を分離したキラル分子系の光電子円二色性の測定. UVSORシンポジウム2022(2022.11, 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	0	0
博士課程前期	3	4
博士課程後期	2	1
博士課程前期・後期共	1	1

## ○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 (2019-2022)

山崎勝義, 日本化学会単位・記号専門委員会委員 (2015-2022)  
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-)  
高口博志, 日本分光学会副編集委員長 (2022-)  
高口博志, 原子衝突学会行事委員 (2021-)  
高口博志, 原子衝突学会運営委員 (2021-)

・講習会・セミナー講師  
該当無し

・高大連携事業  
高口博志, 広島大学模擬授業 「分子の運動を見る・知る・使う」 広島市立広島中等教育学校 (2022.7)

・論文誌編集委員  
山崎勝義, Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016-)

・討論会の組織委員  
該当無し

・その他の委員  
山崎勝義, 広島大学出版会運営委員 (2021-2022)

#### ○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

#### ○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-)

#### ○他研究機関での講義・客員

該当無し

#### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金 学術変革領域研究(A)(公募研究), 準低温化学研究の開拓のための量子状態と反応温度の同時制御実験法の開発, 研究代表者 高口博志

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

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

#### ○受賞状況 (学生)

中山圭剛 (M2) 第16回分子科学討論会, 優秀ポスター賞, 「量子状態と衝突エネルギーを制御したイオン・分子反応観測装置の開発」 (2022)

Wangchingchai Peerapat (D2) 2022年 The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium Student Award, 2022.12.17

#### ○座長を行った学会・討論会の名称

高口博志, 37th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics, オンライン(仙台), 2022.6

高口博志, 第16回分子科学討論会, 東京, 2022.9

## 有機合成化学研究室

スタッフ 吉田 拓人 (教授), 中本 真晃 (准教授)

### ○研究活動の概要

当研究室では、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。2022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。この過程でホウ素部位のルイス酸性と反応の位置選択性に相関があることも明らかにした。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、ホウ素同様有機合成上有用な有機スズ化合物群創製に向けた新奇スタニル化反応や、スズ部位のトランスメタル化活性の違いを利用したサイト選択的クロスカップリング反応も開発している。これらの反応進行の鍵となるホウ素・スズのルイス酸性を理論計算により評価する手法も確立した。さらに、アラインを用いた新規挿入反応や環化反応の開発にも成功している。(吉田)

高歪み分子とその原子価異性体である反芳香族分子を研究対象とし、分子構造や電子状態の解明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。ケイ素原子を頂点に有するピラミッド型分子の合成および構造に関する新しい知見を得た。リンやホウ素などからなる高歪分子(四面体構造)の合成において、立体保護効果の検証を行った。集積型反芳香族分子の合成において、配位安定化を受けたシクロブタジエン金属錯体の分子変換に関して進展があった。(中本)

### ○原著論文

- ◎ H. Yoshida, Y. Izumi, Y. Hiraoka, K. Nakanishi, M. Nakamoto, S. Hatano, M. Abe (2022), A stable silylborane with diminished boron-Lewis acidity. *Dalton Trans.* **51**, 6543–6546.
- ◎ M. Koishi, K. Tomota, M. Nakamoto, H. Yoshida (2023), Direct Suzuki–Miyaura Coupling of Naphthalene-1,8-diaminato (dan)-Substituted Cyclopropylboron Compounds. *Adv. Synth. Catal.* **365**, 682–686.
- ◎ H. Tanaka, M. Nakamoto, H. Yoshida (2023), Computed ammonia affinity for evaluating Lewis acidity of organoboronates and organoboronamides. *RSC Adv.* **13**, 2451–2457.
- T. Imagawa, L. Giarrana, D. M. Andrada, B. Morgenstern, M. Nakamoto, D. Scheschkewitz (2023), A Stable Silapyramidane. *J. Am. Chem. Soc.* **145**, 4757–4764.
- ◎ Y. Kimura, L. I. Lugo-Fuentes, S. Saito, J. O. C. Jimenez-Halla, J. Barroso-Flores, Y. Yamamoto, M. Nakamoto, R. Shang (2022), A boron, nitrogen-containing heterocyclic carbene (BNC) as a redox active ligand: synthesis and characterization of a lithium BNC-aurate complex. *Dalton Trans.* **51**, 7899–7906.

### ○総説

吉田 拓人 (2022), ホウ素あるいはスズを含む有機典型金属化合物が拓く有機合成. 有機合成化学協会誌 **80**, 477–488.

### ○著書

- H. Yoshida (2022), *Comprehensive Aryne Synthetic Chemistry* (as editor), Elsevier, Amsterdam, pp. 1–380.
- H. Tanaka, H. Yoshida (2022), Insertion into  $\sigma$ -Bonds, in *Comprehensive Aryne Synthetic Chemistry*, ed. by H. Yoshida, Elsevier, Amsterdam, pp. 57–123.
- H. Yoshida (2022), 4.4.6 Product Subclass 6: Silyltin Reagents, in *Science of Synthesis Knowledge Updates 2022.3*, ed. by T. J. Donohoe, Z. Huang, C. Marschner, M. Oestreich, Thieme, Stuttgart, pp. 1–21.

### ○国際会議

- ◎ K. Miyazaki, M. Nakamoto, H. Yoshida : Synthesis and Reaction of H–B(mdan) with Diminished Lewis Acidity. 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC-25) (2022.7, Hiroshima,

Japan) (poster)

- T. Imagawa, D. M. Andrada, B. Morgenstern, M. Nakamoto, D. Scheschkewitz : Carbon-Silicon Mixed Cluster: Silapyramidane. 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC-25) (2022.7, Hiroshima, Japan) (poster PP85)
- T. Imagawa, D. M. Andrada, B. Morgenstern, M. Nakamoto, D. Scheschkewitz : Carbon-Silicon Mixed Cluster: Silapyramidane. 29th International Conference on Organometallic Chemistry (ICOMC) (2022.7, Prague, Czech Republic) (poster P006B)
- M. Nakamoto, T. Imagawa, M. Iwasaki, Y. Kobayashi, A. Sekiguchi : Silyl tetrahedanes and cyclobutadienes: highly strained hydrocarbons goes to antiaromatics. The 8th Asian Silicon Symposium (ASiS8) (2022.10, Taipei, Taiwan) (招待講演)
- ◎T. Imagawa, D. M. Andrada, H. Yoshida, M. Nakamoto, D. Scheschkewitz : A stable silapyramidane. The 8th Asian Silicon Symposium (ASiS8) (2022.10, Taipei, Taiwan) (poster P12)

## ○国内学会

- ◎藤原礼華, 中本真晃, 吉田拓人 : アラインおよび 1,2-ジスタニルアレーンを用いる銅触媒ジベンゾスタノール合成反応. 第 68 回有機金属化学討論会(2022.9, オンライン) (ポスター PC-34)
- ◎岩崎 慎, 田中英也, 中本真晃, 吉田拓人 : 銅触媒を用いるアラインのアリアルおよびヘテロアリアルスタニル化反応. 第 68 回有機金属化学討論会(2022.9, オンライン) (ポスター PA-07)
- ◎友田和希, 中本真晃, 吉田拓人 : パラジウム/銅協働触媒を用いる dan 置換有機ホウ素反応剤の直接鈴木-宮浦クロスカップリング反応. 第 68 回有機金属化学討論会(2022.9, オンライン) (ポスター PB-09)
- ◎対馬拓海, 田中英也, 中西一貴, 中本真晃, 吉田拓人 : 末端アルキンの銅触媒ホウ素化における内部選択性の起源. 第 130 回触媒討論会(2022.9, 富山) (口頭発表 3I01)
- ◎田中英也, 中本真晃, 吉田拓人 : スズ/銅トランスメタル化を鍵とするサイト選択的クロスカップリング反応. 第 130 回触媒討論会(2022.9, 富山) (口頭発表 3I02)
- ◎対馬拓海, 中本真晃, 吉田拓人 : 銅触媒を用いた(pin)B-B(mdan)による末端アルキンの内部選択的三成分カルボホウ素化反応. 第 12 回 CSJ 化学フェスタ(2022.10, 東京) (ポスター P6-059)
- ◎友田和希, 中本真晃, 吉田拓人 : dan 置換有機ホウ素反応剤の合成とそれを用いたパラジウム/銅協働触媒直接鈴木-宮浦クロスカップリング反応. 第 12 回 CSJ 化学フェスタ(2022.10, 東京) (ポスター P6-060)
- ◎藤原礼華, 常光竜介, 中本真晃, 吉田拓人 : アラインおよび 1,2-ジスタニルアレーンを用いる銅触媒ジベンゾスタノール合成反応. 第 12 回 CSJ 化学フェスタ(2022.10, 東京) (ポスター P6-066)
- ◎岩崎 慎, 田中英也, 中本真晃, 吉田拓人 : 銅触媒を用いるアラインのヘテロアリアルスタニル化反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 1J-04)
- ◎吉田晟哉, 田中英也, 中本真晃, 吉田拓人 : アラインの遷移金属触媒を用いないシアノスタニル化反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2J-09)
- ◎宮崎一智, 中本真晃, 吉田拓人 : 新しいルイス酸性抑制有機ホウ素化合物 R-B(mdan)の合成と反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 1J-03)
- ◎高田直幸, 中本真晃, 吉田拓人 : ジボリルメタンを基軸とする新奇金属反応剤の合成と反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 1J-02)
- ◎対馬拓海, 田中英也, 中西一貴, 中本真晃, 吉田拓人 : 末端アルキンの内部選択的な銅触媒三成分連結型ホウ素化反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2K-02)
- ◎田中英也, 中本真晃, 吉田拓人 : スズ/銅トランスメタル化を鍵とするサイト選択的クロスカップリング反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2K-04)
- ◎藤原礼華, 中本真晃, 吉田拓人 : 銅触媒を用いるアラインと 1,2-ジスタニルアレーンのカップリング反応: ジベンゾスタノールの直截合成. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2J-10)
- ◎平岡勇太, 中本真晃, 吉田拓人 : スタニルカリウムの新規発生法とそれを基軸としたスタニル化反応の開発. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2K-03)
- ◎友田和希, 中本真晃, 吉田拓人 : dan 置換有機ホウ素反応剤を用いたパラジウム/銅協働触媒直接鈴木宮浦クロスカップリング反応. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2J-08)

- ◎李 佳倫, 中本真晃, 吉田拓人: 環付加を利用したルイス酸性抑制型ホウ素置換複素環の合成. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 2K-01)
- ◎隠岐嘉将, 中本真晃, 吉田拓人: トリ (3-メトキシプロピル) 置換有機スズ反応剤を用いるクロスカップリング反応. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (口頭発表 K406-1am-14)
- ◎兼平佳穂, 中本真晃, 吉田拓人: アラインを用いる銅触媒スタニン誘導体合成. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (口頭発表 K404-4pm-03)
- ◎平岡勇太, 中本真晃, 吉田拓人: スタニルカリウムを基軸としたトリオクチルスズ化合物の合成と変換. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (口頭発表 K404-4pm-04)
- ◎山口正晶, 今川大樹, 吉田拓人, Shang Rong, 中本真晃: ピラミッド構造を有する新規ジボロンの合成と構造. 2022 年日本化学会中国四国支部大会(2022.11, 広島) (口頭発表 1H-08)
- ◎今川大樹, D. M. Andrada, 吉田拓人, 中本真晃, D. Scheschkewitz: シラピラミダンの合成と反応性. 第 26 回ケイ素化学協会シンポジウム(2022.11, 静岡) (ポスター P07)
- ◎今川大樹, D. M. Andrada, 吉田拓人, 中本真晃, D. Scheschkewitz: シラピラミダンの合成と反応性. 第 49 回有機典型元素化学討論会(2022.12, 富山) (口頭発表 OA-013)
- ◎山口正晶, 今川大樹, 吉田拓人, Shang Rong, 中本真晃: カテコールポリル基を有する高歪みボラピラミダンの合成と構造. 第 49 回有機典型元素化学討論会(2022.12, 富山) (ポスター PA-044)
- ◎尾野 萌, 大石拓実, L. I. Lugo-Fuentes, J. O. C. Jimenez-Halla, 中本真晃, 久保和幸, 水田 勉, Rong Shang: 二つのホウ素中心を含むホスフィン配位子を有する新規後期遷移金属錯体の合成及び反応性の調査. 第 49 回有機典型元素化学討論会(2022.12, 富山) (ポスター PA-029)
- ◎林 博斗, 古川 柊, 木村好貴, L. I. Lugo-Fuentes, J. O. C. Jimenez-Halla, 中本真晃, 久保和幸, 水田 勉, Rong Shang: ジボロンを含む酸化還元活性な N-複素環配位子の開発と遷移金属錯体への応用. 第 49 回有機典型元素化学討論会(2022.12, 富山) (ポスター PA-028)

#### ○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	0	2
博士課程前期	1	10
博士課程後期	3	10
博士課程前期・後期共	0	5

#### ○セミナー・講演会開催実績

尾坂 格, 中本真晃: 有機合成化学協会中国・四国支部 第 81 回パネル討論会「高度な光電子機能を有する新奇  $\pi$  共役系材料の設計・合成技術」パネリスト: 辻 勇人, 岡本敏宏(2022.5, 広島)

#### ○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, 日本化学会代議員 (2020 年～)

吉田拓人, 日本化学会各賞支部推薦委員会委員長 (2022 年)

中本真晃, 有機合成化学協会中国四国支部 事務局 (2019 年～)

中本真晃, ケイ素化学協会 理事 (2021 年～)

##### ・講習会・セミナー講師

吉田拓人, ホウ素およびスズのルイス酸性が制御する合成化学. 京都大学分子環境相関論初春セミナー(2023.1, 京都) (招待講演)

中本真晃, 高歪炭化水素分子テトラヘドランと反芳香族分子シクロブタジエンの合成と構造—いかにして反応活性種を安定に単離するか. 第 36 回若手化学者のための化学道場(2022.9, 岡山) (招待講演)



- ・論文誌編集委員  
吉田 拓人, Editorial Board Member, *Catalysts* (2019 年～)

#### ○産学官連携実績

該当無し

#### ○国際共同研究・国際会議開催実績

該当無し

#### ○特許公報

該当無し

#### ○共同プロジェクトへの参加状況（国内）

該当無し

#### ○他研究機関での講義・客員

該当無し

#### ○研究助成の受け入れ状況

科学研究費補助金 基盤研究(B), スズ-銅のトランスメタル化を鍵とする革新的炭素-炭素結合形成反応の開発, 代表者 吉田 拓人

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 $\pi$ 共役分子の新規合成法の開拓, 代表者 田中英也 (受入教員: 吉田 拓人)

公益財団法人長瀬科学技術振興財団研究助成, ホウ素のルイス酸性抑制が拓く新しい有機合成化学, 代表者 吉田 拓人

科学研究費補助金 基盤研究(C), 集積型芳香族分子の合成と物性: シクロブタジエン二量体と三次元芳香族性, 代表者 中本真晃

科学研究費助成事業, 特別研究員奨励費, 積層シクロブタジエンの合成と熱/光スイッチング, 代表者 今川大樹 (受入教員: 中本真晃)

#### ○受賞状況（職員）

吉田 拓人, 2022 年度長瀬研究振興賞

#### ○受賞状況（学生）

中西一貴 (D3) 大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞(2022)

対馬拓海 (D2) 大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞(2022)

平岡勇太 (D2) 大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞(2022)

友田和希 (M1) 大学院先進理工系科学研究科学術奨励賞(2022)

対馬拓海 (D2) 第 12 回 CSJ 化学フェスタ 2022 優秀ポスター賞(2022)

宮崎一智 (M2) 2022 年日本化学会中国四国支部大会 優秀講演賞(2022)

吉田晟哉 (M2) 2022 年日本化学会中国四国支部大会 優秀講演賞(2022)

平岡勇太 (D2) 2022 年日本化学会中国四国支部大会 優秀講演賞(2022)

山口正晶 (M1) 2022 年日本化学会中国四国支部大会 優秀講演賞(2022)

今川大樹 (D2) 第 26 回ケイ素化学協会シンポジウム 優秀ポスター賞(2022)

河辺 陽 (B4) 日本化学会中国四国支部令和 4 年度支部長賞(2023)

林 博斗 (M1) 第 49 回有機典型元素化学討論会優秀ポスター賞(2022)

#### ○座長を行った学会・討論会の名称

吉田 拓人, 第 12 回 CSJ 化学フェスタポスター賞審査委員 (2022 年 10 月, 東京)

吉田 拓人, 日本化学会第 103 春季年会座長 (2023 年 3 月, 千葉)

○その他特記事項

吉田 拓人, 自然科学研究センター機器共用・分析部門 副部門長

吉田 拓人, 自然科学研究センター機器共用・分析部門 核磁気共鳴装置ユニットメンバー

吉田 拓人, 全学共用機器 核磁気共鳴装置 (N-BARD) 設備管理者

## 反応有機化学研究室

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。
- ・キラルなブレンステッド酸を用いた触媒的エナンチオ選択的光化学反応の開発を行っている。

### ○発表原著論文

Ryoko Oyama, Ryuhei Hayashi, Manabu Abe : DMPO Spin Trapping Study of the Photolysis of 2-(4-Nitrophenyl)-1H-indolyl-3-methyl Derivatives. (2023) *Chemistry Letters* **52** (1), 10-12.

Nguyen Linh, Wu Cheng-Lin, Lin Tzu-Chau, Abe Manabu : Tris(4'-nitrobiphenyl)amine - An Octupolar Chromophore with High Two-photon Absorption Cross-section and its Application for Uncaging of Calcium Ions in Near-infrared Region. (2022) *The Journal of Organic Chemistry* **87**, 23, 15888–15898.

Y Liu, H Li, EYK Tan, EB Santiko, Y Chitose, M Abe, S Chiba : Pyrrolo [2, 1-a] isoquinolines as multitasking organophotocatalysts in chemical synthesis. (2022) *Chem Catalysis* **2**, 2726–2749.

Yuki Hyodo, Keigo Takahashi, Youhei Chitose, Manabu Abe, Michito Yoshizawa, Takashi Koike, Munetaka Akita : Assemblies of 1, 4-Bis (diarylamino) naphthalenes and Aromatic Amphiphiles: Highly Reducing Photoredox Catalysis in Water. (2022) *Synlett* **33** (12), 1184-1188.

Mostafa M Elbadawi, Wagdy M Eldehna, Amer Ali Abd El-Hafeez, Warda R Somaa, Amgad Albohy, Sara T Al-Rashood, Keli K Agama, Eslam B Elkaeed, Pradipta Ghosh, Yves Pommier, Manabu Abe : 2-Arylquinolines as novel anticancer agents with dual EGFR/FAK kinase inhibitory activity: synthesis, biological evaluation, and molecular modelling insights. (2022) *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* **37**, (1) 355-378.

Qian Liu, Zhe Wang, Manabu Abe : Impacts of Solvent and Alkyl Chain Length on the Lifetime of Singlet Cyclopentane-1,3-diyI Diradicaloids with  $\pi$ -Single Bonding. (2022) *The Journal of Organic Chemistry* **87**, 3, 1858–1866.

◎Kazunori Okamoto, Sayaka Hatano, Manabu Abe : Thermal Reaction Behavior of Triphenylimidazolyl Radical with a Bulky Substituent. (2022) *The Journal of Organic Chemistry* **87**, 10, 6877–6885.

Ma-aya Takano, Manabu Abe : Photoreaction of 4-(Bromomethyl)-7-(diethylamino) coumarin: Generation of a Radical and Cation Triplet Diradical during the C-Br Bond Cleavage. (2022) *Organic Letters* **24**, 15, 2804–2808.

◎Hiroto Yoshida, Yuki Izumi, Yuta Hiraoka, Kazuki Nakanishi, Masaaki Nakamoto, Sayaka Hatano, Manabu Abe : A stable silylborane with diminished boron-Lewis acidity. (2022) *Dalton Transactions* **51**, 6543-6546.

Ryukichi Takagi, Takaaki Tanimoto : Enantioselective [2 + 2] photocycloaddition of quinolone using a C1-symmetric chiral phosphoric acid as a visible-light photocatalyst. (2022) *Org. Biomol. Chem.* **20**, 3940–3947.

### ○国際会議

Manabu Abe : 2-(4-Nitrophenyl)-1H-indolyl-3-methyl chromophore: A versatile photocage that responds to visible-light one-photon and near-infrared-light two-photon excitations. International Conference of Excited State Aromaticity and Antiaromaticity, Kaunai, 2022.12.17-22

M. Abe : Design and synthesis of two-photon responsive caged compounds in Near-IR Lights and its Application for Photo-drug Delivery. HU-BITS Piani Joint Workshop 2022, 2022.11.2, Virtual

### ○国内学会

西本能弘, 高橋亮太, 宮村琢磨, 小阪田泰子, 藤塚 守, 安倍 学, 安田 誠 : 有機アルミニウム錯体を用いたアリアルクロリドの可視光還元的変換反応. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (一般講演)

中野晃大, 安倍 学: グルコースユニットを有する新規ケージドニトロキシドの合成とその反応. 日

- 本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (一般講演)
- 宮村琢磨, 綾塚 仁, 安倍 学: テトララジカルのキノイド性に及ぼすヘテロ環効果. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (一般講演)
- 林 竜英, 大山諒子, 安倍 学: インドール型光解離性保護基の光脱保護機構に関する研究. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (ポスター)
- 安倍 学: 活性種の同定と直接観測に基づくラジカル反応の機構解明. 日本化学会第 103 春季年会(2023.3, 千葉) (一般講演)
- ◎宮澤友樹, 王 哲, 波多野さや佳, 安倍 学: 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. 第 32 回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (一般講演)
- ◎岡本和賢, 波多野さや佳, 安倍 学: 選択的な異種ラジカル反応を示すフォトクロミック分子の開発. 第 32 回基礎有機化学討論会(2022.9, 京都) (ポスター)
- Ma-aya TAKANO, Manabu Abe: Photoreaction of 4-(Bromomethyl)-7-(diethylaminocoumarin: Generation of Radical and Cation Triplet Diradical during the C-Br Bond Cleavage. 2022 年光化学討論会(2022.9, 京都) (一般講演)
- Dand HAI NGUYEN, Manabu Abe: Synthesis and Photochemical Properties of Coumarin-based Thioester and Thionoester. 2022 年光化学討論会(2022.9, 京都) (一般講演)
- Linh Trans Bao NGUYEN, Manabu Abe: An Octupolar Chromophore with High Two-Photon Absorption Cross-Section, Tris(4'-nitrobiphenyl)amine, for Releasing Calcium Ions in Near-Infrared Region. 2022 年光化学討論会(2022.9, 京都) (ポスター)
- Tam Thi Thanh TRAN, Manabu Abe: Thiophene Unit for Near-Infrared Two-Photon Uncaging of Calcium ions. 2022 年光化学討論会(2022.9, 京都) (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	0	0
博士課程前期	0	3
博士課程後期	0	3
博士課程前期・後期共	0	0

#### ○セミナー・講演会開催実績

該当無し

#### ○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~)
  - 安倍 学, 基礎有機化学会, 理事 (2012~)
  - 安倍 学, IUPAC Subcommittee on Structural & Mechanistic Organic Chemistry (2016.7~)
  - 安倍 学, 光化学協会, 理事 (2020~)
  - 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~)
- ・論文誌編集委員
  - 安倍 学, EDITORIAL BOARD ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES (2005~)
  - 安倍 学, Editorial Board Member in Advances in Physical Organic Chemistry (2016~)
  - 安倍 学, Associate Editor, Journal of Physical Organic Chemistry (2022~)
- ・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~)
  - 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, IUPAC conference on Photochemistry (2016~)

### ○産学官連携実績

該当無し

### ○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 Thematorr, 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

### ○特許公報

該当無し

### ○共同プロジェクトへの参加状況 (国内)

該当無し

### ○他研究機関での講義・客員

該当無し

### ○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遡及的に測定評価する実用的技術の開発, 分担者 安倍 学

JST CREST, 主たる研究者 安倍 学

科学研究費補助金(基盤B), 可視光応答性 $\pi$ 単結合(C- $\pi$ -C)化合物の長寿命化に基づく新しい分子素材の開発, 代表者 安倍 学

科学研究費挑戦的研究(萌芽), SOMO-HOMO逆転現象をもつ新しい開殻性分子群の創製とその新奇な機能開拓, 代表者 安倍 学

### ○受賞状況 (職員)

該当無し

### ○受賞状況 (学生)

LIU QIAN (D3) 25th IUPAC International Conference on Physical Organic Chemistry ICPOC prize, 2022.7.15

高野真綾 (D2) 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞, 2022.11.17

岡本和賢 (D1) 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 講演賞, 2022.11.17

宮澤友樹 (D1) 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 ポスター賞, 2022.11.17

### ○座長を行った学会・討論会の名称

Manabu Abe, International Conference of Excited State Aromaticity and Antiaromaticity, Kaunai, 2022.12.17-22

### ○その他特記事項

該当無し

## 量子化学研究室

スタッフ 阿部穰里 (准教授), 岡田和正 (准教授),

### ○研究活動の概要

量子化学研究室の研究の目的は、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。以下に具体的に本年度の成果を記す。

1. アクチノイド化合物の高精度量子化学計算を可能にするために、厳密2成分相対論法 (X2C法) に基づく多配置電子相関プログラム (CACI-CASPT2) を開発している。前年度に引き続き、配置に制限を設けるRASCI-RASPT2への拡張を行った。さらにより大きなCASを取ることが可能である、密度行列繰り込み群 (DMRG) を導入するため、CASPT2プログラムの改変を行った。

2. CP対称性破れを示す核のシッフモーメントの分子系での測定に対して、新しい電子状態項の定義式を提案し、精密計算を行うプログラム開発を行った。

3. 化学反応中の同位体分別における核の体積効果について、速度論的同位体分別を議論するために、スズによる水銀還元反応をモデルと下反応経路探査を理論計算から行った。

4. 溶媒和分子の電子構造は溶液中での溶質の物理的性質や化学反応を理解するのにとても重要である。軟X線分光法は電子構造変化に敏感な分光法であるが、水溶液の水の吸収バンドはとてもブロードとなるため、バルク水と水和水との成分分離は容易ではない。我々は熱力学過剰関数に類似した「過剰吸収係数」という物理量を考案してアセトン水溶液の吸収スペクトルに適用し、水和構造の変化の抽出に成功した。そこで次にその汎用性を検討するため、DMSO水溶液について同様の手法で測定・解析をおこなった。DMSOの共鳴吸収が532.6 eVおよび534.0 eVに観測された。後者に重なる形で水の吸収が534.7 eVに観測され、そのピーク位置はDMSO濃度とともにレッドシフトした。この系についても我々の手法は有効であることが分かった。

### ○発表原著論文

Salmahaminati, A. Inagaki, M. Hada, and M. Abe (2023) Density Functional Study on the Photopolymerization of Styrene Using Dinuclear Ru–Pd and Ir–Pd Complexes with Naphthyl-Substituted Ligands. *J. Phys. Chem. A*, **127** (12), 2810–2818.

### ○総説等

該当無し

### ○国際会議

M. Abe, A. Sato, M. Hada: Theoretical calculation of isotope fractionation in biotic uranium reduction. 13th International Conference on Relativistic Effects in Heavy-Element Chemistry and Physics, (2022.9.26-30, Assisi, Italy) (Invited)

M. Abe: New representation of electronic terms for Schiff moment in molecules. Searches for Electric Dipole Moments: From Theory to Experiment, (2023.3.2, Nagoya) (Invited)

Ashley Brown, Yvonne Roebbert, Ataru Sato, Minori Abe, Stefan Weyer, Rizlan Bernier-Latmani: Fractionation of U isotopes during bacterial reduction. 20th Swiss Geoscience Meeting, Lausanne 2022, (2022.11.18 -20, Lausanne) (Oral)

Rizlan Bernier-Latmani, Ashley Brown, Margaux Molinas, Zezhen Pan, Yvonne Roebbert, Ataru Sato, Minori Abe, and Stefan Weyer: Uranium: a subsurface contaminant and a paleo-redox proxy. 12th International Symposium Geochemistry of the Earth's Surface: Earth system interactions on a changing planet, (2022.7.24-29, in Zurich) (Oral)

C. Sugahara, K. Matsuo, K. Okada: Hydration structure of acetone studied with concentration-dependent absorption spectra in the ultraviolet region. 27th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, (2023.3.9–10, Higashi-Hiroshima, Japan) (Poster).

## ○国内学会

阿部穰里：アクチノイド化合物のための相対論的電子相関プログラムの開発. 日本放射化学会第66回討論会(2022) (2022.9.15-17, 東京大学本郷キャンパス) (招待講演)

阿部穰里：Development of relativistic electron correlation program for calculation of actinide compounds. 2022年度「アクチノイドの物性化学と応用・原子炉照射医療用RI製造に関する専門研究会」(2023.3.2-3, 京都大学複合原子力科学研究所) (依頼講演)

野田紘平, 阿部穰里：相対論的多配置摂動論に基づく内殻励起エネルギー計算プログラムの開発. 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会 (2022.11.12-13, 広島大学東広島キャンパス) (口頭)

増田康人, 阿部穰里：DMRGとの接続に向けた密度行列形式の相対論的多配置摂動論のプログラム開発. 2022年日本化学会中国四国支部大会広島大会(2022.11.12-13, 広島大学東広島キャンパス) (口頭)

高山優希, 阿部穰里：速度論的同位体分別解明にむけた水銀還元反応の理論的探索. 第20回同位体科学研究会(2023.3.10, 東京工業大学) (口頭)

佐藤有汰留, 阿部穰里, 波田雅彦：平衡系のウラン同位体分別における電子相関および配位環境に関する理論的研究. 第20回同位体科学研究会(2023.3.10, 東京工業大学) (口頭)

佐藤有汰留, 阿部穰里, 波田雅彦：相対論的量子化学計算に基づくウラン同位体分別に関する理論的研究. 2022 重元素化学研究会(2023.3.20-21, あわら市商工会芦原支所 講習会室) (口頭)

戸田智渚, 阿部穰里：シッフモーメントに対する電子状態項のより厳密な表現の検討. 2022 重元素化学研究会(2023.3.20-21, あわら市商工会芦原支所 講習会室)(ショートプレゼンテーション)

増田康人, 阿部穰里：重元素分子の電子状態計算に向けた高精度相対論的多参照摂動論(DRMG-CASPT2)プログラムの開発. 2022 重元素化学研究会(2023.3.20-21, あわら市商工会芦原支所 講習会室) (口頭発表)

岩室寿美果, 波田雅彦, 阿部穰里：DIRACプログラムを基盤とした相対論的CASPT2プログラムの開発. 第16回分子科学討論会(2022.9.19-22, 慶應義塾大学 矢上キャンパス) (ポスター)

吉田 玲, 波田雅彦, 中谷直輝, 阿部穰里：厳密2成分相対論法に基づく密度行列繰り込み群の新規プログラム開発. 日本放射化学会第66回討論会(2022) (2022.9.15-17, 東京大学本郷キャンパス) (ポスター)

菅原知佳, 岩山洋士, 長坂将成, 岡田和正：酸素内殻領域の過剰吸収係数と主成分分析によるアセトン水和水の電子構造解析. 2022年日本化学会中国四国支部大会(2022.11.12-13, 東広島) (口頭)

## ○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	0	2
博士課程前期	1	3
博士課程後期	0	0
博士課程前期・後期共	0	0

## ○社会活動・学外委員

### ・学協会役員, 委員

阿部穰里, 同位体科学会執行役員 (2017-)

阿部穰里, 理論化学会幹事 (2021-)

岡田和正, 日本分光学会代議員 (2020-)

### ・外部評価委員など

阿部穰里, 自然科学研究機構 岡崎共通研究施設 計算科学研究センター 運営委員 所外委員 (2022年-)

・ 討論会の組織委員

阿部穰里, 13th International Conference on Relativistic Effects in Heavy-Element Chemistry and Physics, INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE 国際科学委員 (2019-)

阿部穰里, 2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会, 2022.11.12-13, 広島大学, 実行副委員長

○産学官連携実績

該当無し

○国際共同研究・国際会議開催実績

阿部穰里, TCG-CREST (インド), Professor Bhanu Das, CP対称性に関する理論的研究

阿部穰里, スイス連邦工科大学ローザンヌ校, Professor Rizlan Bernier-Latmani, バクテリアによって還元されるウランの同位体分別に関する理論的研究

阿部穰里, ハノーバー大学, Professor Stefan Weyer, バクテリアによって還元されるウランの同位体分別に関する理論的研究

○共同プロジェクトへの参加状況

該当無し

○他研究機関での講義・客員

阿部穰里, 東京都立大学理学部化学科 客員准教授 (2021年度-)

○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 基盤研究(B)「アクチノイド化合物のための相対論的電子相関法の開発」代表者 阿部 穰里

日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(B)「レーザー光会合による冷却分子EDM探索」分担者 阿部 穰里

日本学術振興会科学研究費補助金 挑戦的研究(萌芽)「核シッフモーメントの電子遮蔽効果: 相対論的量子化学計算による高精度予測」分担者 阿部 穰里

○受賞状況 (職員)

該当無し

○座長を行った学会・討論会の名称

阿部穰里, 13th International Conference on Relativistic Effects in Heavy-Element Chemistry and Physics. (2022.9.26-30, Assisi, Italy)

岡田和正, 2022年日本化学会中国四国支部大会 (2022.11.12-13)



### 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4年度は、博士課程前期に2名、後期に4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4年度（2022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	基盤研究（S）	0
	基盤研究（A）	2
	基盤研究（B）	9
	基盤研究（C）	5
	挑戦的研究（開拓）	5
	挑戦的研究（萌芽）	3
	新学術領域	1
	若手研究	3
	若手研究(スタートアップ)	0
	学術変革領域研究（A）	4
	国際共同	0
	特別研究員奨励費	6
	外国人特別研究員奨励費	0
その他の研究費（公募）		47

### 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年～2018年）

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（2019年）

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年）

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（2019年）

福原 幸一：広島歴史資料ネットワーク運営委員（2019年～）

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年）

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年～）

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）

井上 克也：モレキュラー・キラリティー実行委員（2021年11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）

西原 禎文：日本化学会中国四国支部、事務局長（2021年3月～2022年2月）

西原 禎文：中国四国・化学と工業懇話会、運営委員（2021年3月～2022年2月）

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：日本化学会、中四国支部庶務幹事（2014年～）

久米 晶子：日本化学会，中国四国支部 代表正会員（2017年～2019年）  
 久米 晶子：錯体化学会，理事（2015年～2017年）  
 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：日本分析化学会，中国四国支部常任幹事（2016年～）  
 石坂 昌司：日本化学会中国四国支部，事務局長（2017年）  
 石坂 昌司：日本化学会，理事（2019年～2020年）  
 石坂 昌司：日本分析化学会，代議員（2018年～2019年，2022年～）  
 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年）  
 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年～）  
 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年～）  
 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年～）  
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，若手ワーキンググループ幹事（2016年～2017年）  
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，編集委員会委員（2008年～2018年）  
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，財務委員会委員（2016年～2018年）  
 松原 弘樹：日本化学会コロイドおよび界面化学部会，将来構想委員会委員（2016年～2018年）  
 松原 弘樹：日本化学会中国四国支部，庶務幹事（2021年）  
 松原 弘樹：日本分析化学会，中国四国支部幹事（2021年～）  
 灰野 岳晴：新規素材探索研究会幹事（2001年～2021年）  
 灰野 岳晴：ホスト・ゲスト化学研究会幹事（2006年～）  
 灰野 岳晴：有機 $\pi$ 電子系学会幹事（2007年～）  
 灰野 岳晴：有機合成化学協会中国四国支部幹事（2007年～）  
 灰野 岳晴：基礎有機化学会理事（2020年～）  
 灰野 岳晴：高分子学会中国四国支部支部幹事（2020年～）  
 灰野 岳晴：有機合成化学協会令和2・3年度代議委員（2019年～2021年）  
 灰野 岳晴：Guest Editor of Polymer, a Special Issue in Polymer “Supramolecular Polymer”（2016年～）  
 灰野 岳晴：Frontiers in Chemistry, Review Editor of the Editorial Board of Supramolecular Chemistry（2017年～）  
 灰野 岳晴：第102春季年会プログラム小委員会部門長，有機化学-構造有機化学（2021年～）  
 灰野 岳晴：モレキュラーキラリティー2021実行委員（2021年）  
 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（2019年～）  
 山崎 勝義：日本分光学会中国四国支部監査（2006年～2021年）  
 山崎 勝義：日本分光学会中国四国支部代議員（2004年，2006年～2021年）  
 山崎 勝義：日本化学会単位・記号専門委員会委員（2015年～）  
 山崎 勝義：日本化学会単位・記号専門委員会委員長（2019年～）  
 山崎 勝義：日本化学会監事（2018年～2019年）  
 高口 博志：原子衝突学会編集委員（2014年～2017年）  
 高口 博志：原子学会運営委員（2014年～）  
 高口 博志：分子科学会運営委員（2019年～）  
 高口 博志：日本分光学会編集委員（2012年～）  
 高口 博志：原子衝突学会行事委員（2021年～）  
 吉田 拡人：触媒学会有機金属研究会世話人（2015年～）  
 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年～2020年）  
 吉田 拡人：日本化学会代議員（2020年～）  
 吉田 拡人：日本化学会各賞支部推薦委員会委員（2021年）  
 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年～）  
 中本 真晃：ケイ素化学協会 理事（2021年～）  
 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：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年～2020年)  
高木 隆吉：日本化学会中国四国支部庶務幹事 (2021年)  
岡田 和正：日本化学会中国四国支部会計幹事 (2018年～2019年)  
岡田 和正：日本分光学会代議員 (2020年～)  
阿部 穰里：同位体科学会執行役員 (2017年～)  
阿部 穰里：理論化学会幹事 (2021年～)

・外部評価委員など (過去5年以内)

井上 克也：KEK, PAC委員会  
阿部 穰里：日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員及び国際事業委員会書面審査員・書面評価員 (2020年度, 2021年度)  
阿部 穰里：自然科学研究機構 岡崎共通研究施設 計算科学研究センター 運営委員 所外委員 (2022年～)

・講習会・セミナー講師 (過去5年以内)

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」  
石坂 昌司：第2回光マニピュレーション研究会 (第12回光圧コロキウム), 2021年8月10日, オンライン開催, 「レーザー捕捉法と蛍光相関分光法を用いた単一エアロゾル液滴の粘度に関する研究」  
石坂 昌司：The 8th Seminar on Nano-Micro Chemical Measurements, 2022.7.19, IMRAM, Tohoku University, “Laser Trapping and Spectroscopy of Single Water Droplets in Air”  
松原 弘樹：2018年年度コロイド研究会 (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主催), 2019年2月, 熱海フジヤホテル, 「吸着膜の状態変化を基盤とした新しいコロイド・界面現象の創出」  
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  
松原 弘樹：界面活性剤セミナー (主催 情報機構), 2021年12月, オンライン, 「界面張力の測定データから混合吸着膜, 混合ミセルの組成を評価する方法」  
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)  
中本 真晃：第9回 国立台湾大学理学院, チュ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  
中本 真晃：高歪炭化水素分子テトラヘドランと反芳香族分子シクロブタジエンの合成と構造?

- いかにして反応活性種を安定に単離するか. 第36回若手化学者のための化学道場 (2022年9月, 岡山) (招待講演)
- 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: 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)
- 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)
- 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)
- 高口 博志: 東北大学理学部化学教室一般雑誌会「脱離配位子の運動解析による遷移金属錯体の光化学研究」(2021年10月12日, 東北大学)
- 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: “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)) ”
- 西原 禎文: 「単一分子で強誘電体のように振る舞う「単分子誘電体」の開発」, 新化学技術推進協会 (JACI) 電子情報技術部会ナノフォトニクスエレクトロニクス交流会講演会「低分子の特性を利用した機能創出-1」, 2021年12月13日, JACI 会議室 (招待講演)
- 西原 禎文: 「室温で駆動する単分子不揮発性メモリの開発」, 第33回タンモリ工業会セミナー, 2021年11月17日 (招待講演)
- 西原 禎文: 北海道大学大学院環境科学院, 北海道大学講演会, 2022年10月24日~27日
- 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”
- Oleksiy Bogdanov: “Physics of MAGNETIC SKYRMIONS”, CResCent (キラル国際研究拠点) 講演会, 2022年1月12日, 広島大学フェニックス国際センターMIRAI CREA (ミライ クリエ) 1F 多目的スペース (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, 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)
- 吉田 拡人: ホウ素あるいはスズを含む有機典型金属化合物: 合成反応と変換反応, 有機合成化学協会中国四国支部講演会, 2021年11月, オンライン (招待講演)
- 吉田 拡人: スズを基調とする有機合成反応の新展開, 近畿化学協会有機金属部会 2021年度第4回例会, 2022年2月, オンライン (招待講演)
- 吉田 拡人: ホウ素およびスズのルイス酸性が制御する合成化学. 京都大学分子環境相関論初春セミナー, 2023年1月, 京都 (招待講演)

### ・高連携事業（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年～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：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）
- 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）（2021年7月，広島大学）
- 水田 勉：GSC広島 ステップステージセミナー（2021年10月，広島大学）
- 水田 勉：GSC広島 ステップステージ ポスター発表 審査員（2021年11月，広島市）
- 水田 勉：第24回中学生・高校生科学シンポジウム コメンテーター
- 水田 勉：第25回中学生・高校生科学シンポジウム コメンテーター
- 水田 勉：第51回広島県私学教育研修会 化学分科会講師（2022年8月，広島国際学院中学校・高等学校）
- 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）（2022年7月，広島大学）
- 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）
- 石坂 昌司：出張講義，2022年10月18日，群馬工業高等専門学校 物質工学科（前橋市）
- 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！」（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）
- 高口 博志：広島大学模擬授業 広島市立広島中等教育学校（2021年7月，オンライン）
- 高口 博志：広島大学模擬授業 「分子の運動を見る・知る・使う」広島市立広島中等教育学校（2022年7月）
- 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）
- 西原 禎文：武田高等学校（1学年と2学年の普通科計300名，東広島市）2019年9月6日
- 西原 禎文：プロフェッサービジット（主催：朝日新聞社 協賛：代々木ゼミナール）西城陽高校（2021年10月19日，京都）
- 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）  
井口 佳哉：出張授業（広島県立広高等学校）「物理で化学する！？」（2021年）  
村松 悟：出張授業（山梨県立甲府西高等学校）「“わからない”を探す旅への招待：いつか大学生になる君に」（2021年）

・論文誌編集委員（過去5年以内）

石坂 昌司：Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews (Elsevier), Associate Editor (2021年～2023年)  
松原 弘樹：日本分析化学会, 「分析化学」誌編集委員 (2021年～2022年)  
山崎 勝義：Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016年～)  
灰野 岳晴：ARKIVOC EDITORIAL BOARD OF REFEREES (2003年～)  
灰野 岳晴：A guest editor of a special issue of “Supramolecular Polymer” of the journal, “Polymer”. (2016年)  
灰野 岳晴：Associate editor of “Frontiers in Chemistry” journal in Supramolecular Chemistry. (2018年～)  
山崎 勝義：Chemical Physics Letters, Advisory Editorial Board (2016年～)  
安倍 学：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～)  
吉田 拓人：Guest Editor, Special issue “Fundamentals and Application of Copper-based Catalysts”, Catalysts (2019年)  
吉田 拓人：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：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： $\chi$ Mag2018 Symposium, 奈良春日野国際フォーラム麓～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：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年～）
- 水田 勉：日本化学会 CSJ化学フェスタ実行委員会委員（2012年～）
- 水田 勉：日本化学会中国四国支部大会2022 事務局長（2021年9月～）
- 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（2022年12月）
- 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年）
- 石坂 昌司：第73回コロイドおよび界面化学討論会 実行委員（2022年）
- 石坂 昌司：日本分析化学会第71年会 実行委員（2022年）
- 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年）
- 松原 弘樹：第73回コロイドおよび界面化学討論会 実行副委員長（2022年）
- 松原 弘樹：日本化学会中国四国支部大会，実行委員（2022年）
- 松原 弘樹：日本分析化学会第71年会 実行委員（2022年）
- 松原 弘樹：RSU conference 2023, International Scientific Committee
- 松原 弘樹：51st Biennial Assembly of the German Colloid Society, International Scientific Committee
- 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年）
- 灰野 岳晴：第37回有機合成セミナー 実行委員会（2021年）
- 灰野 岳晴：日本化学会第102回春季年会 プログラム委員会 11,有機化学-構造有機化学部幹事プログラム主査-（2021年）
- 山崎 勝義：第35回化学反応討論会実行委員会委員（2018年～）
- 高口 博志：第35回化学反応討論会実行委員会委員長（2018年～）
- 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～）
- 安倍 学：IUPAC conference on Photochemistry（2016年～）
- 阿部 穰里：13th International Conference on Relativistic Effects in Heavy-Element Chemistry and Physics, INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE 国際科学委員（2019年～）
- 阿部 穰里：2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会，2022年11月12日～13日，広島大学，実行副委員長
- 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）

#### ・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年～）
- 福原 幸一：理学部附属未来創生科学人材育成センターアウトリーチ部門委員（2012年～）
- 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年～）
- 水田 勉：理学部副学部長
- 水田 勉：理学部評価委員会委員長
- 水田 勉：全学評価委員会委員（2021年～）
- 水田 勉：教育本部教育質保証委員会（2022年4月～）
- 水田 勉：人材育成推進本部FD委員会（2022年4月～）
- 水田 勉：設備サポート推進会議委員（2014年4月～）
- 水田 勉：大学連携研究設備ネットワーク広島大学代表委員（2014年4月～）
- 水田 勉：機器共用検討委員会委員（2021年～）
- 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年～）  
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～）  
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年～）  
山崎 勝義：広島大学出版会運営委員（2021年～）  
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23回広島大会（2017年）  
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年～2018年）  
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～2018年）

#### ・他研究機関での講義・客員（2022年度）

西原 禎文：北海道大学大学院環境科学院 客員教授 集中講義（2022年10月24日～27日）  
灰野 岳晴：九州大学先端物質化学研究所（大学院理学研究院）集中講義（2022年12月5日～6日）  
阿部 穰里：東京都立大学理学部化学科 客員准教授（2021年度～）

#### ・座長を行った学会・討論会の名称（2022年度）

井口 佳哉：第16回分子科学討論会（2022年9月，横浜）  
村松 悟：The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium (NaBIC2022)（2022年12月，東広島）  
村松 悟：日本化学会第103春季年会（2023年3月，野田）  
Andrey Leonov：The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022)（2022年12月16日～17日）  
the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 1Cセッション（2022.12.16）  
Katsuya INOUE：The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022)（2022年12月16日～17日）  
the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2Aセッション（2022.12.17）  
Goulven Cosquer：The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022)（2022年12月16日～17日）  
the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2Bセッション（2022.12.17）  
Katsuya INOUE：SKCM2 Kickoff Symposium 2023（2023年3月20日～22日）Hiroshima International Conference Center, Hiroshima, Japan, Session 2: Monday PM（2023.3.20）  
久保 和幸：2022日本化学会中国四国支部大会  
石坂 昌司：第82回分析化学討論会，2022年5月14日～15日，茨城大学水戸キャンパス  
石坂 昌司：日本分析化学会第71年会，2022年9月14日～16日，岡山大学津島キャンパス  
石坂 昌司：2022年日本化学会中国四国支部大会（広島大会），2022年11月12日～13日，広島大学東広島キャンパス  
松原 弘樹：51st Biennial Assembly of the German Colloid Society, 2022年9月, TU Berlin  
灰野 岳晴：第19回ホストゲスト超分子化学シンポジウム（2022年6月，岡山）  
灰野 岳晴：25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry(ICPOC25)(2022年7月, Hiroshima)  
関谷 亮：25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry(ICPOC25)(2022年7月, Hiroshima)  
平尾 岳大：2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会（2022年11月，東広島）  
灰野 岳晴：The 17th Pacific Polymer Conference Brisbane（2022年12月，Australia）  
灰野 岳晴：日本化学会第103春季年会（2023年3月，千葉）  
関谷 亮：日本化学会第103春季年会（2023年3月，千葉）  
平尾 岳大：日本化学会第103春季年会（2023年3月，千葉）  
高口 博志：37th Symposium on Chemical Kinetics and Dynamics, オンライン（仙台），2022年6月



- 高口 博志：第16回分子科学討論会，東京，2022年9月  
 吉田 拡人：第12回CSJ化学フェスタポスター賞審査委員（2022年10月，東京）  
 吉田 拡人：日本化学会第103春季年会座長（2023年3月，千葉）  
 安倍 学：International Conference of Excited State Aromaticity and Antiaromaticity, Kaunai, 2022年  
 12月17日～22日  
 阿部 穰里：13th International Conference on Relativistic Effects in Heavy-Element Chemistry and  
 Physics. (2022年9月26日～30日, Assisi, Italy)  
 岡田 和正：2022年日本化学会中国四国支部大会（2022年11月12日～13日）

#### ・セミナー・講演会開催実績（2022年度）

- 井上 克也：(Chairperson) The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library  
 Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022年  
 12月16日～17日  
 Goulven Cosquer：(Co-Chairperson) The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the  
 Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan.  
 2022年12月16日～17日  
 井上 克也：CResCent(キラル国際研究拠点) 講演会 Javier Campo (Aragón Nanoscience and  
 Materials Institute (CSIC – University of Zaragoza), Zaragoza, Spain), “A New Magnetic State,  
 “B-Phase”, in MnSi Probed by SANS and  $\mu$ SR”, ハイブリッド形式 (Onsite:広島大学理学部  
 E203大会議室) 2022年5月24日  
 井上 克也：CResCent(キラル国際研究拠点) 講演会 Miguel Pardo-Sainz (Aragón Nanoscience and  
 Materials Institute (CSIC – University of Zaragoza), Zaragoza, Spain・Graduate School of  
 Science, Osaka Metropolitan University, Japan), “Incommensurate Magnetic Phases of the  
 Multiferroic Compound MnCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Described with the Superspace Formalism”, ハイブリッド  
 形式 (Onsite:広島大学理学部B301) 2022年7月29日  
 西原 禎文：2022年日本化学会 中国四国支部大会広島大会 開催(実行委員, 会計), 広島大学東  
 広島キャンパス理学部, 2022年11月12日～13日  
 石坂 昌司：JSPS短期招へい研究者 Sophie Sobanska (CNRS・France) 講演会, Reactivity of  
 atmospheric aerosol particles: a single particle point of view, 2022年7月15日  
 石坂 昌司：火原彰秀(東北大学多元物質科学研究所) 講演会, 「油中水滴・エアロゾル水滴にお  
 ける界面現象解析法」, 2022年7月29日  
 石坂昌司, 松原弘樹：Sanket Goel (BITS Pilani, Hyderabad campus, India) 講演会, Benchtop Laser  
 Induced Miniaturized Sensors and Energy Harvesters, 2023年3月14日  
 灰野 岳晴：東京都立大学大学院理学研究科化学専攻, 講演会, 「デザインされた分子間相互作用  
 により形成される超分子ポリマーの構造と機能」(招待講演) 2022年10月11日  
 灰野 岳晴：名古屋大学農学部, 講演会, 「分子認識により形成される超分子ポリマーの化学」(招  
 待講演) 2022年11月18日  
 灰野 岳晴：上智大学, 講演会, 「分子認識により構造や機能が制御される超分子ポリマーの科学」  
 (招待講演) 2022年11月29日  
 平尾 岳大：2022年日本化学会中国四国支部大会 広島大会 実行委員, 2022年11月12日～13日,  
 東広島  
 尾坂 格, 中本真晃：有機合成化学協会中国・四国支部 第81回パネル討論会「高度な光電子機能を  
 有する新奇 $\pi$ 共役系材料の設計・合成技術」パネリスト：辻 勇人, 岡本敏宏(2022年5  
 月, 広島)

#### ・産学官連携実績（2022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 (2022年度)

井上 克也: (Chairperson) The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022年12月16日~17日

Goulven Cosquer: (Co-Chairperson) The 19th Nano Bio Info Chemistry Symposium(NaBIC2022), the Library Hall of Central Library in Higashi-Hiroshima Campus of Hiroshima University, Japan. 2022年12月16日~17日

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 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)

灰野 岳晴 : 25th IUPAC Conference on Physical Organic Chemistry (ICPOC25), Co-Chair, 2022年7月10日~15日

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

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

阿部 穰里 : TCG-CREST (インド), Professor Bhanu Das, CP対称性に関する理論的研究

阿部 穰里 : スイス連邦工科大学ローザンヌ校, Professor Rizlan Bernier-Latmani, バクテリアによって還元されるウランの同位体分別に関する理論的研究

阿部 穰里 : ハノーバー大学, Professor Stefan Weyer, バクテリアによって還元されるウランの同位体分別に関する理論的研究

## 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5年3月1日現在）および令和4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 聡	自然科学研究支援開発センター	
	中 田 禎 文	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 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 拓 人	基礎化学プログラム	
	准教授	阿 部 穰 里	基礎化学プログラム
		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 亮		基礎化学プログラム	
高 橋 修 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 助 教		波多野 さや佳	基礎化学プログラム
	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	
	SHANG RONG	基礎化学プログラム	
	高 木 隆 吉	基礎化学プログラム	
	仲 一 成	基礎化学プログラム	
	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 林 将 将	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 悟	基礎化学プログラム	
客員教授 客員教授	安 田 恭 大	数理分子生命科学プログラム	
	平 尾 公 彦	京都大学福井謙一記念研究センター	
	山 本 尚 尚	中部大学先端研究センター	

## 【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4年度 化学科長 井口 佳哉  
副化学科長 水田 勉  
化学科長補佐 松原 弘樹

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4年度の各種委員会の委員一覧を次にあげる。

図書委員	石坂			
化学実験委員	○岡田	村松 藤原(昌)	岡本 藤林	高木 芦田
教務問題検討委員	○井口	吉田	岡田	高橋
野外研修企画委員 および 担当研究室	○藤原(好) 錯体	構有 分析	合成	構物
当番研究室	分子生物化学研究室			
危険薬品庫管理者	構有			
シリンダーキャビネット室管理者	反有			
就職担当	灰野 吉田	令和3年10月～令和4年9月末 令和4年10月～令和5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4年度化学科在籍学生数

令和4年5月1日現在

入学年度	在籍学生数
令和4年度	60 (17)
令和3年度	62 (14)
令和2年度	61 (15)
令和元年度	62 (17)
平成30年度	7 (1)
平成29年度	2 (0)
平成28年度	2 (0)
平成27年度	1 (0)
合計	257 (64)

( ) 内は女子で内数

#### ・チューター

入学年度	チューター
令和4年度	井口, 松原, 大前
令和3年度	西原, 中本, 平尾
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

・令和4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	井口,松尾, 中本,藤原(好), 中田,平尾, 久保,松原	化学的情報の収集・整理・提供
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
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,水素原子
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
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	高口	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
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
教職	3年1	化学実験A	岡田	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2	光機能化学	齋藤	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	阿部	プログラミング,量子化学,拡張ヒュッケル法,Fortran90
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	生体高分子化学	楯	タンパク質化学,生体高分子構造解析技術,創薬基盤技術,天然変性タンパク質,タンパク質変性疾患,生物物理学
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4	先端化学	井口,井上,石坂,齋藤,山崎,安倍,中田,泉,水田,中島,灰野,楯,西原,吉田	先端化学,卒業研究ガイダンス
専門	3年後期	化学英語演習	SHANG,藤林,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	3年後期	化学実験II	岡田,松尾,高口,久米,関谷,中本,藤原(好),平尾,村松,藤林,阿部,安田,藤原(昌),福原,岡本,中島,高橋,久保,大前,片柳,高木,波多野,SHANG,松原,ANDREY,芦田	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	井口,西原	派遣研修,職業倫理
専門	3年前期	物理化学演習	藤原(昌),村松,福原,大前	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	化学英語演習	SHANG,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年前期	化学実験I	岡田,松尾, 高口,久米, 関谷,中本, 藤原(好),平尾, 村松,藤林, 阿部,安田, 藤原(昌),福原, 岡本,中島, 高橋,久保, 大前,片柳, 高木,波多野, SHANG,松原, ANDREY, 芦 田,松原	基礎化学実験,無機・分析化学,物理化学,有機・ 生物化学
専門	4年前期	化学演習	岡田,阿部	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 平尾 公彦 (京都大学福井謙一記念研究センター/リサーチディレクター)  
(ミクロな世界を解き明かす量子化学) 担当: 量子化学研究室  
化学特別講義 山本 尚 (中部大学先端研究センター/教授)  
(ペプチド合成化学) 担当: 反応有機化学研究室

# 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62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)	基盤科目	10単位 <sup>*1</sup> (14)
外国語科目	9単位(10)	専門基礎科目	31単位(37)
情報・データサイエンス科目	2単位(4)		

- \*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)	基盤科目	12単位(14)
大学教育入門	2単位(2)	専門基礎科目	35単位(41)
平和科目	2単位(2)	先端理学科目	2単位(2)
外国語科目	10単位(10)	化学実験I, 化学実験II	10単位(10)
情報・データサイエンス科目	4単位(4)	専門科目(選択)	21単位(23)
領域科目	8単位(8)	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4年度入学生から適用する。

令和4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(令和4年度入学生用)

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										
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																						
	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	2	コミュニケーション基礎 I	1	必修	①															
				2	コミュニケーション基礎 II	1			①														
			コミュニケーション I	2	コミュニケーション I A	1	必修	①															
				2	コミュニケーション I B	1		①															
		コミュニケーション II	2	コミュニケーション II A	1	必修		①															
			2	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)	4	ベーシック外国語 I	1	選択必修	○																
			4	ベーシック外国語 II	1		○																
			4	ベーシック外国語 III	1			○															
4			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・データ科学入門	2	必修	②																		
	2	ゼロからはじめるプログラミング	2		選択必修		○																
	2	データサイエンス基礎	2	選択必修		○																	
健康スポーツ科目(注4)	(0)	「健康スポーツ科目」から	1又は2	自由選択	○	○																	
社会連携科目(注5)	(0)	「社会連携科目」から	1又は2	自由選択	○	○																	
基盤科目	14	12	2	微分積分学I	2	必修	②																
			2	微分積分学II	2		②																
			2	線形代数学 I	2		②																
			2	線形代数学 II	2		②																
			1	物理学実験法・同実験 I	1		①																
			1	物理学実験法・同実験 II	1		①																
			1	化学実験法・同実験 I	1					①													
			1	化学実験法・同実験 II	1					①													
			2	1	生物学実験法・同実験 I		1	選択必修	○														
				1	生物学実験法・同実験 II		1		○														
1	地学実験法・同実験 I	1				○																	
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。  
『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『健康スポーツ科目』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。
- (注5) 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6) 「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7) 「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8) その他化学プログラム担当教員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9) 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。  
・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	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期										
	1	2	3	4	5	6	7	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																					
		37	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 I A	2				②															
			物理化学 I B	2				②															
			物理化学 II A	2					②														
			物理化学 II B	2					②														
			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												
	上記5科目の「先端理学科目」から1科目2単位																						
	43 (注6)	15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																				
			8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						○												
				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									○												
有機典型元素化学		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7)											○	○	○	○	○	○	○	○					
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8)				自由選択	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
専門教育科目 小計		84																					
科目区分を問わない		2	(注9)							○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
合計		128																					

令和4年度化学科卒業生進路状況

(令和5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	金 融 業	そ の 他	学 校 教 育		研 究 生	そ の 他
59 (16)	4 (0)	4 (2)	3 (1)	2 (0)	2 (1)	43 (12)	0 (0)	1 (0)

2-3-4 卒業論文発表実績

【1】令和4年度卒業研究生の各研究室配属者数

令和5年3月現在

研究室	卒研究生数	スタッフ名
化学専攻・基礎化学プログラム 構造物理化学研究室 固体物性化学研究室 錯体化学研究室 分析化学研究室 構造有機化学研究室 反応物理化学研究室 有機合成化学研究室 反応有機化学研究室 量子化学研究室	7 9 5 5 6 4 4 6 3	井口, 高橋, 福原, 村松 井上, 西原, LEONOV, 藤林 水田, 久米, 久保, SHANG 石坂, 松原, 岡本 灰野, 関谷, 平尾 山崎, 高口 吉田, 中本, 安倍, 波多野, 高木 阿部, 岡田
数理生命科学プログラム 物理環境化学研究室 生物化学研究室 分子生物物理学研究室	3 1 2	中田, 藤原(好), 藤原(昌), 松尾 泉, 芦田, 楯, 片柳, 大前, 安田,
自然科学研究支援開発センター 光機能化学研究室 放射線反応化学研究室	3 2	齋藤 中島, 松嶋
計	68	

【2】令和4年度の卒業生と研究題目

芦田 翔	※学外秘	光機能化学
足立 陸哉	理論計算によるマレイン酸水溶液の軟X線発光分光の解析	構造物理化学
阿南 翔大	シアニン色素及びその包接錯体の極低温気相分光	構造物理化学
有田 龍祐	B,N-複素環ホスフィド錯体の開発	錯体化学
有馬 将稀	圧電応答力顕微鏡を用いたプレイスラー型ポリオキシメタレートに分極評価	固体物性化学
板坂 采佳	※学外秘	反応有機化学
岩永 大輝	極低温気相分光と量子化学計算による超原子価ハロゲン化合物[(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> X] <sup>+</sup> (X = I, Br)の構造評価	構造物理化学
上園 大博	空気/水界面における界面活性剤-アルカン混合吸着膜の単分子および二分子凝縮膜への相転移	分析化学
Nguyen Thuy Trang	モンシロチョウ ( <i>Pieris rapae</i> ) はサナギ期に 代謝経路を切り替えて物質代謝を行う	生物化学
大島 光貴	※学外秘	分析化学
小笠原 泰成	5核銀クラスターに結合したアルキニル配位子の反応開発	錯体化学
隠岐 嘉将	トランスメタル化加速指向の新しいスズ反応剤のデザインとその展開	有機合成化学
沖原 由依	※学外秘	反応有機化学
香川 和弘	化学振動反応の発泡で周期的に駆動されるゲル船	自己組織化学
加藤 結希	キラル三角格子反強磁性体CsCuCl <sub>3</sub> におけるトロイダルモーメントの観測	固体物性化学
兼平 佳穂	アラインを用いる銅触媒スタニン誘導体合成	有機合成化学
亀田 涼太	四本のpNIPAAmをLower Rimにもつキャビタンド分子の合成とLCST挙動	構造有機化学
狩野 紅葉	アミドの光解離における非平面化の影響	反応物理化学
河辺 陽	ケイ素置換基によって安定化された拡張反芳香族分子の合成の試み	有機合成化学
木全 孟	ピンサー型カルボジホスホラン白金(II)錯体を触媒として用いたカルボニル化合物のシリル化反応	錯体化学
金 詩淇	表面CuAACにより有機被覆された0価CuナノワイヤーのCO <sub>2</sub> 還元性能	錯体化学
黒瀬 雄汰	※学外秘	固体物性化学
小出 直生	Zn(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> の223 nm光解離で生成する ZnCH <sub>3</sub> ( $\tilde{X}^2A_1$ )のHeによる振動緩和の速度定数	反応物理化学
児玉 知輝	積層型ポルフィリンの協同的ゲスト包接により生じる三元系ホストゲスト錯体の形成	構造有機化学
坂本 知優	ベンゾクラウンエーテル—アンモニウムイオン錯体の光誘起反応	構造物理化学
佐久田 太郎	無機イオンと炭化水素反応におけるヒドリド移動と電荷移動の分離検出	反応物理化学
貞金 寛之	酒石酸誘導体からなる二つの非包接部位をもつゲスト分子の合成研究	構造有機化学
重永 尊之	※学外秘	固体物性化学
七里 明音	※学外秘	光機能化学
島 菜々美	液滴の分子動力学シミュレーション	構造物理化学
白壁 直也	アルカリ金属ハロゲン化物のアミノクレイへの吸着と電子線照射の効果	放射線反応化学



角田 幸汰	緑発光を示す表面修飾Si量子ドット：表面修飾基の影響とAging効果	光機能化学
関 萌日	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
高津 大空	CuAAC反応によるCu <sub>2</sub> O表面での3級アミンを導入した膜成長及びそのCO <sub>2</sub> 還元	錯体化学
高山 優希	速度論的同位体分別解明にむけた水銀還元反応の理論的探索	量子化学
立石 舞	界面濃度の非平衡度に応答する自己駆動体の運動速度	自己組織化学
田辺 航太	協同的に二つのゲスト分子を包接する大環状テトラキスポルフィリンの合成	構造有機化学
谷井 宏暢	※学外秘	分子生物化学
玉谷 陸翔	層状結晶である <i>p</i> -NA[CuCl <sub>4</sub> ]の単層剥離と表面観察	固体物性化学
中名 直人	レーザー捕捉・顕微分光法を用いた α-ピネンの二次有機エアロゾル生成に関する研究	分析化学
土居 純也	液液界面張力がシリカ粒子の吸着エネルギーとピッカリングエマルジョンの安定性に与える影響	分析化学
戸田 智渚	シッフモーメントの電子状態項に対するより厳密な表現の検討	量子化学
永田 翔	超分子チャンネル構造を有する Na(dibenzo[18]crown-6)[Ni(dmit) <sub>2</sub> ](CH <sub>3</sub> CN) <sub>2</sub> 結晶の固相イオン交換	固体物性化学
長友 里央菜	※学外秘	固体物性化学
中野 晃大	※学外秘	反応有機化学
七森 久美子	三角形構造をもつNi <sub>6</sub> Dy <sub>3</sub> 単分子磁石の磁気特性	固体物性化学
濱田 昇賢	極低温気相分光によるアントシアニン-Al <sup>3+</sup> 錯体の構造と電子状態の研究	構造物理化学
林 優希	ランタノイドを用いた低次元ペロブスカイト型化合物の合成	固体物性化学
林 竜英	インドール型光解離性保護基の光脱保護機構に関する研究	反応有機化学
平田 涼夏	ルイス酸性な新規シリルスタナンの合成及びスタニル化反応への展開	有機合成化学
深田 加奈子	高温溶媒中におけるメタロセン臭素付加物の挙動に関する研究	放射線反応化学
藤野 拓也	加水分解で振動運動する酢酸チモール液滴	自己組織化学
藤森 大輝	TIA-1タンパク質の液液相分離におけるドメイン間相互作用の解析	分子生物化学
堀尾 綾人	スピロ環を有する新規フォトクロミック分子の開発	反応有機化学
松岡 亜実	電子励起臭素原子Br(4p <sup>4</sup> 5p; <sup>4</sup> S <sub>3/2</sub> , <sup>2</sup> D <sub>3/2</sub> )のHeとの衝突による消光過程の分岐観測	反応物理化学
政所 賢治	キノイド構造を有する光スイッチング分子の開発	反応有機化学
村上 彰典	Lewis塩基により安定化された二原子炭素の合成検討	有機合成化学
森口 遥日	1,3,5-トリスフェニルイソオキサゾリルベンゼン誘導体をエッジ部分に導入したナノグラフェンの自己集合による超分子構造の構築	構造有機化学
世森 雅人	ポルファリンの5,10位にビスカリックス[5]アレーンを導入した新規ホスト分子の会合挙動	構造有機化学

## 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

2022年6月13日（月）※Teamsにて開催

16時20分～17時20分 村松 悟 先生（構造物理化学研究室）

「“気相+極低温”が拓く分子分光学：ホストゲスト錯体と超原子価化合物への展開」

### 2-5-2 学生の受賞

広島大学長表彰受賞者 1名

広島大学理学部長賞受賞者 2名

日本化学会中国四国支部長賞受賞者 3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 3名

### 2-5-3 その他特記事項

該当無し