

中等教育研究開発室年報 第33号 (2020年3月31日発行) 別冊電子版
2019年度 授業実践事例

理科 中学校第2学年

身近な地形・地層・岩石を探る

授業者 杉田 泰一

(教育研究大会 公開授業)

広島大学附属中・高等学校

中学校 理科（第2分野） 学習指導案

指導者 杉田 泰一

日 時	令和元年 11 月 29 日（金） 第2限 10:35～11:25
場 所	地学教室
学年・組	中学校2年B組40人（男子19人 女子21人）
単 元	大地の成り立ちと変化
目 標	1. 大地の成り立ちと変化に関する基本的な概念を理解するとともに、科学的に探究するために必要な基本的な技能を身に付けている。（知識・技能） 2. 大地の成り立ちと変化に関する事物・現象から、問題を見だし、科学的に探究することができる。（思考・判断・表現） 3. 大地の成り立ちと変化に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりして、科学的に探究しようとしている。（主体的に学習に取り組む態度）

指導計画（全25時間）

第一次	地球の概観	4時間
第二次	地震	4時間
第三次	火山活動と火成岩	6時間
第四次	地層の重なりと過去の様子	5時間
第五次	身近な大地	6時間（本時 23/25）

授業について

スーパーサイエンスハイスクールに指定されている本校では、地球領域に関する高等学校課題研究として、生徒が身近な自然に直接働きかける観点から、広島市周辺に分布する花崗岩類を対象に、岩石学的特徴の解明、空間分布の把握、通時的な形成プロセスの推論を行い、直接見ることができない地球内部の火成活動に迫る探究活動を行っている。しかし、課題研究に取り組む前の多くの生徒は、地球領域に関する探究活動について、目的、対象、方法（何のために、何を、どのように進めるのか）を十分に認識できていない。また、自然の事物・現象を断片的な知識の暗記の対象として捉えていることが多い。

この現状の改善に向けて、本単元では、「探す」ことにつながる「深い学び」として2つの認識を導く。1つは、課題研究に取り組むために必要とされる地球領域に関する探究の目的・対象・方法がどのようなものかを認識させることである。もう1つは、地球領域における様々な自然の事物・現象は断片的な存在ではなく、つながりながら変化を続ける地球システムとして存在していること、また、そのシステム内における人間生活との関わりを科学的に認識させることである。

本授業は、新学習指導要領において新しく示された「身近な地形や地層、岩石の観察」を取り上げ、理科の見方・考え方を働かせ、広島市南部に広がる三角州の形成を6時間かけて追究させる学習の2時間目である。前時に見いだした三角州の形成に関する問題を次の3つの視点から追究させる。具体的には、既習の知識・技能を基に1) 地形の視点から三角州とその周辺の花崗岩類等の山々の分布を把握、2) 地層の視点から三角州の構成物を把握、3) 岩石の視点から花崗岩類の造岩鉱物や風化を把握させる。そして、3つの視点で把握したことを相互に比較、関連付け、通時的かつ総合的に整理することによって三角州の形成を考察させる。さらに、土砂の供給源としての土石流に着目し、次時に土石流等と関連付けて三角州の形成の考察を深めさせる。この考察を通して、人命を脅かす土石流が生活の場としての広大な平地（三角州）をもたらす一因になっていることに気付かせ、自然の事物・現象と人間生活の関わりを多面的に認識させる。

題 目 身近な地形・地層・岩石を探る

本時の目標

三角州の形成に関して見いだした問題について、地形、地層、岩石の視点から科学的に探究することができる。

本時の評価規準（観点／方法）

三角州の形成に関する観察・実験の結果などを比較したり関連付けたりして、三角州の形成過程について自らの考えを導き出して説明している。（思考・判断・表現／ワークシートの記述）

本時の学習指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点
前時の想起	○パフォーマンス課題，本時の問題(解決のために明らかにすること，取り組むこと)を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 生徒の既有概念「土砂が堆積して三角州ができた」を詳しく説明する方向で課題に取り組ませる。 形成過程を形成ストーリーとして提示し，課題を捉え易くする。 前時において，三角州の形成過程を説明するために明らかにすること等を整理しておく。 問題を追究する視点(地形，地層，岩石の視点)を提示し，学習班内において追究する視点の分担を行わせ，エキスパート班の活動に取り組ませる。 ◎評価：三角州の形成に関する観察・実験の結果などを比較したり関連付けたりして，三角州の形成過程について自らの考えを導き出して説明している。（思考・判断・表現／ワークシートの記述） 長大な時間の推移の中で，三角州の形成に様々な自然事象が関連していることを捉えさせる。 交流後，三角州の上流で起こる土石流を提示し，三角州の形成と土石流の関係に関心をもたせる。 次時の学習の見通しをもたせる。
三角州の形成に関する問題の追究	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>【パフォーマンス課題】 広島市に見られる三角州の形成ストーリーを科学的な根拠を交えて説明するガイドブックをつくらう。</p> </div> ○エキスパート班において，観察・実験などを行う。 <ul style="list-style-type: none"> 地形の視点から追究する班 地層の視点から追究する班 岩石の視点から追究する班 ○学習班において，観察・実験の結果などを交流し，三角州の形成ストーリーの案をつくる。	
	○三角州の形成ストーリーの案を交流する。	
振り返り	○学習を振り返り，三角州の形成ストーリーの案を充実させるための次時の問題を設定する。	
備考		

地球領域における「探す」ことにつながる「深い学び」

—「地球システム」と「探究活動」を意識した授業づくり—

広島大学附属中・高等学校
教諭 杉田 泰一

1 地球領域における「深い学び」と「探す」の関係

理科における「深い学び」の定義	地球領域における「深い学び」実現の姿・【評価の観点】	地球領域における「探す」(課題研究)の具体
1) 自然の事物・現象の理解を深めるために、既存の知識や技能を関連付けたり組み合わせたりすることができる。	<p>個別の自然の事物・現象に関する知識を関連付けたり組み合わせたりすることにより地球システム概念¹⁾及びそのシステム内における人間生活や社会²⁾を認識する。【知識・技能】</p>	大地の変化に関する体系的な知識や観察・調査の技能、課題研究の対象「 <u>広島市周辺の広島花崗岩類等</u> 」に関する知識を身につける。
2) 課題を見だし、その課題解決のために科学的に探究することができる。	<p>既習の知識・技能を基にして課題解決に向けた探究活動を進め、自らの考えを導き説明する。【思考・判断・表現】</p>	課題研究の方法「 <u>岩石学的特徴の解明、空間分布の把握、通時的な形成プロセスの推論</u> 」を探究活動の中で行う。
3) メタ認知を理解し、他者との協働を通してメタ認知能力を高めることができる。	<p>課題解決に向けて粘り強く取り組む探究活動を通じて、自己調整を行う。また、地球領域(地質)における探究活動の目的・対象・方法を認識する。【主体的に学習に取り組む態度】</p>	課題研究の目的「 <u>地球内部の火成活動の解明</u> 」・対象・方法を認識し、他者との協働や自己調整を図りながら研究を遂行し続け、目的の達成を目指す。

↑ 主に内化を示す
 ↓ 主に外化を示す
 ↻ 内化・外化を示す

個人
 ↓ ↑
 グループ(他者)

- 1) 地球システム：地球とは、地球を構成する要素（岩石・海洋・大気・生物）がそれぞれ関わりあいながら、全体としてまとまりを持って動いている「システム」。(伊勢武史、『地球システム』を科学する』、ベレ出版、pp.18-24、2013年。による。)
- 2) 下線部に示す認識が「自然環境の保全に寄与する態度」と関連付けられて認識されれば、評価の観点は「学びに向かう力、人間性等」としても整理できる。

2 本校における高等学校課題研究(地球領域)のテーマ例

- ・ 広島県における土石流災害の傾向と対策に関する基礎研究 (2013・2014年)
- ・ 広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成プロセスの解明 (2015・2016年)
- ・ 広島花崗岩類中の暗色包有岩の形成過程 (2017・2018年)
- ・ 江田島市北西部に分布する広島花崗岩類の細分化 (2019年)

3 公開授業「身近な地形・地層・岩石を探る」の構想

(1) 新学習指導要領（平成 29 年告示中学校学習指導要領）に示された内容との関わりの整理

新学習指導要領
理科第 2 分野「(2) 大地の成り立ちと変化」において、内容項目「(ア) 身近な地形や地層、岩石の観察」が新設され、「 <u>身近な地域の実態に合わせて地形や地層、岩石などの観察の機会を設け、興味・関心を高めるようにする</u> 」こと、さらに「 <u>小学校の学習内容を想起させて、問題を見いだし、身近な土地の成り立ちや広がりを理解させるとともに、その構成物の種類、粒の大きさや形などを調べるための観察器具の操作や記録の仕方などの技能を身につけさせる</u> 」ことが示された。

想定される学習	公開授業（「想定される学習」とのちがい）
①「興味・関心を高め」、「小学校の学習内容を想起」して「問題を見いだし」ることから、単元の最初で学習することが効果的だと考えられる。 ②「地域の実態に合わせて」行うことから、地形や地層、岩石のうちから適切なものを選択して学習すればよい。	①探究の過程を全て踏ませた 探究活動 にするために、単元の終わりに位置付けて、既習の知識・技能を活用しながら学習する。 ②さまざまな自然の事物・現象を関連させて 地球システム 概念を認識させるために、1つの自然の事物・現象を中核にして地形や地層、岩石の多くの視点から検討させる。

(2) 研究主題との関わりの整理

理科の見方・考え方を働かせ、広島市南部に広がる三角州の形成を追究する学習		
【パフォーマンス課題】 広島市に見られる三角州の形成ストーリーを科学的な根拠を交えて説明するガイドブックをつくろう。		
ルーブリック		
レベル 1	レベル 2	レベル 3
三角州の構成物を調べ、いつ、何が、どのような環境で堆積したのか推測し、構成物の変化からどのような大地の変化があったのかを説明することができる。	三角州周辺の地形や岩石の特徴を調べ、それらがどのようにして形成されたのか推測する。その推測したことを三角州の形成ストーリーの中に取り入れて説明することができる。	三角州の形成に関する要因を挙げ、その要因のうちレベル 1・2 で挙げたもの以外のうち、三角州の形成を説明するために重要と考えられるものを挙げる。そして、三角州の形成ストーリーの中に取り入れて説明することができる。
狭い ←	地球システム概念	→ 広い
【本学習の中心的活動】 <input type="checkbox"/> 既習の知識・技能を基に、地形の視点、地層の視点、岩石の視点から、三角州の構成要素を把握する。（既習の知識・技能を活用して、 個別の自然事象を科学的に探究する活動 を行い、課題解決のための情報を獲得する。） <input type="checkbox"/> 地形、地層、岩石の視点から把握したことを相互に比較、関連付け、通時的かつ総合的に整理することによって三角州の形成を考察する。（獲得した情報を組み合わせて 通時的・総合的に探究する活動 を行い、課題解決を図る。 地球システム 概念を認識する。） <input type="checkbox"/> 土石流は災害をもたらす一方で、三角州形成の一因になっていることに気付き、自然の事物・原書と人間生活の関わりを多面的に認識する。（ 地球システム 概念を認識する。）		

(3) 中学校第2学年において今までに学んだ本題目に関連する内容の把握と整理

理 科	理 科 を 除 く 各 教 科 等	
<ul style="list-style-type: none"> 地球上の水の循環を学ぶ。(4月) 近い将来発生することが危ぶまれている南海トラフ地震によって発生する本地域の災害等について、地形や地質の特徴の視点から考察する。(7月) 広島市周辺の露頭から採取した火成岩(花崗岩)の特徴を読み取り、その形成過程を推測する。(10月) 	国 語	<ul style="list-style-type: none"> 物語を読み、様々な視点から疑問点を挙げ、精選して質問をつくる。(10月)
	社 会	<ul style="list-style-type: none"> 扇状地の土地利用を学ぶ。(11月)
	特別の教科道	<ul style="list-style-type: none"> 「真理の探究、創造」について考える。(11月)
	特別活動	<ul style="list-style-type: none"> 自然災害(土石流による災害)から身を守るための避難について考える。(6月)

(4) 教室内で野外の実物を用いて学習する環境を整えるための学校外諸機関との連携

- ① 広島大学総合博物館より、広島市三角州の地層に含まれる化石を借用して授業で活用する。
- ② 広島大学教育学研究科地学研究室制作 「マルチメディア岩石鑑定マニュアル」(<http://domi.hiroshima-u.ac.jp/rock/index.cgi>)を授業で活用する。

(5) 本時までの授業経過

時	主な学習内容・学習活動(「 」内は期待される生徒の反応)	「深い学び」との関連		
		定義1	定義2	定義3
1	学校周辺の地形の観察 ・グラウンドから観察 ・衛星画像写真を使った観察 「広く平らな土地が広がり、建物が立ちならんで多くの人が生活している。そのまわりには山や海が迫っている。」	○	○	
	三角州の拡大・開発の歴史と私たちの関わり ・明治時代以前の干拓が行われた背景と土地利用の歴史 ・明治時代以降の干拓や埋立が行われた背景と土地利用の歴史 「本校は遠浅の海を干拓してできたところにある。本校近くの比治山、黄金山などは、かつては海上の島であった。三角州は、氾濫や浸水が繰り返して起こった。三角州の開発として、安芸綿花の栽培、広島港や物資輸送の路面電車の設置、軍都、自動車工場の設立などが挙げられる。」	○		
	三角州の形成ストーリーの作成 「三角州の干拓・埋立は詳しくかくことができたが、干拓・埋立以前の自然が形成した三角州の形成ストーリーは大雑把にしかかけない。」 パフォーマンス課題の理解	○		
2	三角州の構造① ・干拓や埋立をした場所、干拓や埋立をしていない場所、それぞれのボーリング柱状図を比べる。 「干拓・埋立をしたところよりも下に、自然によって形成された分厚い地層が存在する。」		○	
	三角州を形成した川 ・太田川の分水嶺を調べる。 「三角州を形成した土砂は、広い範囲から集まってきているようだ。」		○	
	三角州をつくる要因 ・三角州の形成に関係する要因を推測する。 「三角州は、さまざまな要因が関連して形成されているようだ。」	○		
3	三角州の構造② ・三角州の東西方向6カ所のボーリング柱状図をもとに、地層の広がりを示す。		○	
	パフォーマンス課題に関するルーブリックの理解 パフォーマンス課題実施に向けた疑問(解決のために収集する情報)を挙げ、その解決の見通しを検討 ・三角州の形成に関する疑問、疑問を解決するための方法を挙げ、解決の可能性を3段階で示す。可能性が低い場合、他の方法を再考する。		○	○

〔4時間目に向けた準備〕

- ① 授業者は、3時間目に生徒の挙げた疑問・解決の方法を基に、解決のための学習資料全7種類を作成する(資料例 **生徒用資料 ③**)。
- ② 生徒に学習資料全7種類の一覧を提示する(**生徒用資料 ②**)。生徒は一覧を基に、三角州形成ストーリーを考えるために使用したい学習資料を選び、授業者へ申告する。
- ③ 授業者は、②の申告を基に学習資料別のエキスパート班を編成する。

〔4時間目(公開授業)〕

エキスパート班で学習資料別の学習を行い、学習班に持ち帰って三角州形成ストーリーを作成する。

① 探究ワークシート

私たちが生活している大地の形成ストーリーと未来の姿を語ろう					組	番	名 前	G 1	G 2	
1 私たちが生活している大地について										
①グラウンドからの観察	 <small>国土地理院電子国土Webより</small>	②衛星写真による観察	④大地の形成ストーリー							
③大地の利用										
2 課題把握										
課 題										
3 課題追究										
疑問 (尋らなしたいたこと)										
解決のため の方法										
解決の 可能性	⇄	⇄	⇄	⇄	⇄	⇄	⇄	⇄	⇄	
調べたこと (要約)										
4 課題解決										
地質年代など 0 年前 現在										
過去										
									△もう少し補いたいこと ? 新たな疑問	

② エキスパート班の学習において用いる学習資料の一覧

種類	資料タイトル	概要
A1	太田川につながる川の分布は語る	①太田川の流れる向きがどのようにして形成されてきたのかを解き明かす。
A2	瀬戸内海の島々は語る	①瀬戸内海ができた歴史を解き明かす。 ②三角州が形成された当時の気候を解き明かす。
B1	火山灰の地層は語る	①三角州の断面図に見られた火山灰の層がいつ、どのようにしてできたのか解き明かす。
B2	化石は語る	①三角州の地層から見つかった化石を解き明かす。
B3	三角州のれき層は語る	①三角州の南端と北端の柱状図かられき層やその下の花崗岩の分布を解き明かす。
C1	花崗岩は語る	①三角州や広島市周辺の花崗岩の形成や風化を詳しく解き明かす。
C2	上流の岩石は語る	①三角州よりも上流に分布する岩石を解き明かす。 ②三角州をつくる礫や砂の種類を解き明かす。

「種類」は、A「地形」、B「地層」、C「岩石」に関する内容であることを示す。

③ 学習資料の例 (C2)

学習資料の基本構成：思い出してみよう（既習の知識を質問）→読んで理解しよう（調べてみようを行うために必要な情報を提示）→調べてみよう（疑問を解決する観察や実習）

岩石の視点から探る	資料 C2	上流の岩石は語る
-----------	-------	----------

この資料を使って学習する人と一緒に、学習を進めましょう。リーダーを決めて、ステップ1へ進みましょう。

ステップ1【思い出そう】

次のことについて、○または×で答えなさい。

- 川原の岩石、三角州は、流水によって上流から運ばれてきた。
- 花崗岩は、主に石英、長石、黒雲母の鉱物が集まってできている。
- チャートは深海で二酸化ケイ素が堆積してできた堆積岩で、釘で傷がつかない。

ステップ1を全員で確認したら、ステップ2、ステップ3に進もう。

ステップ2【読んで理解しよう】

三角州の上流には川原があります。川原には、さまざまな大きさ、種類の堆積物が見られます。これらの堆積物は、川原の上流から運ばれてきたものです。つまり、川原は、上流に何があるのか、水が流れてきたその周辺に何があったのかを教えてください。しかし、現在の川原は、河川工事で流れてきたものが堆積したり、川原そのものが人工的に改変されてしまうことも少なくありません。

ここからは、川原に堆積している岩石について、上流から流れてきたものと仮定します。その川原の岩石は、上流のどこから流れてきたと考えればよいのでしょうか。ポイントは分水嶺です。分水嶺を単純化したモデルで説明します。

例えば、分かちたり、合流することがない、別々の川Aと川Bがあったとします。さらに、ある山の西斜面に降った雨が全て川Aに注ぎ込み、東斜面に降った雨が全て川Bに注ぎ込むとします。このとき、この山の山頂をとる南北の線は、線を境に川Aに注ぎ込む水が流れる範囲、線を境に川Bに注ぎ込む水が流れる範囲を区分する境界になります。この境界を川Aと川Bの分水嶺といいます。

したがって、川原の岩石は、川原よりも上流で、かつ、その川の分水嶺までの範囲に存在する岩石が集まっていると考えることができます。ただし、岩石は、運搬される過程において、小さく分裂したり、鉱物ごとにバラバラになって最初の変容から変わってしまったりすることもよくあります。三角州をつくる礫、砂、泥は、三角州をつくらせた川の分水嶺の内側に広がる岩石が、姿を変えながら集まったものなのです。

ステップ3【調べてみよう】

- 現在の太田川中流における川原にあった岩石を準備しました。これらの岩石は、川原より上流で、かつ、太田川の分水嶺の内側の領域に分布している岩石がはぎ取られて小さくなったものだと考えられます。川原に見られる岩石の種類を調べましょう。

【調べ方】

- Web ページ「マルチメディア岩石鑑定マニュアル」を開く。
<http://domi.hiroshima-u.ac.jp/rock/index.cgi>
(広島大学教育学研究科自然システム教育学吉富研究室 Web で地学 (吉富 Lab.) より)
- 「はじめ」をクリックし、岩石を観察しながら表示される質問に答えていく。
- 最後の画面で、複数の岩石が表示された場合、写真や説明文を読んで岩石の種類を決める。

(2) 広島市三角州の地層の砂と礫について、表1の特徴があることが調べられています。表1と(1)の結果を比べ、三角州を構成する地層が水中で堆積していた当時、その堆積物を運んだ川の周辺に分布する岩石の種類は、現在の太田川の周辺に分布する岩石の種類と似ていたと考えてよいか考察しましょう。

砂層の砂の特徴	灰色～黄灰色で、石英、長石、雲母などの粒
礫層の礫の特徴	花崗岩、花崗斑岩、石英斑岩、ホルンフェルス、チャートなど

結果

(1)

岩石の種類

考察

(2)

実践上の留意点

1. 授業説明

今年度の研究主題は「『学ぶ』から『探す』へー中・高 6 ヶ年の学びの地図ー」である。理科では「『探す』ための理科の授業づくり」について実践研究を行っている。本高等学校では、長年、課題研究を行ってきた。今回、課題研究を行うことを「探す」、課題研究遂行のために中学校の段階で何を学ぶのか、どのように学習するのか、これらの問いに答えるものを「深い学び」として位置付け、理科の地球領域における「探す」ことにつながる「深い学び」を追求する授業を検討した。具体的には、複数の自然事現象が相互に関連し合っていて構成されている「地球システム」、課題発見・課題追究・課題解決といった「探究活動」を意識した授業である。

一方、中学校学習指導要領（平成 29 年告示）の理科第 2 分野において「身近な地形や地層、岩石の観察」が新設された。この学習を「地球システム」と「探究活動」を柱にしながら授業に取り入れるならばどのような授業を展開できるのか、本校が広島市の三角州上にあることに着目して授業を計画した。三角州の形成要因はさまざまであり、形成要因に「地球システム」との関連を見いだすことができる。また、理科の見方・考え方を働かせながら三角州の形成過程を推測することに「探究活動」との関連を見いだすことができる。これらを踏まえ、パフォーマンス課題「広島市に見られる三角州の形成ストーリーを科学的な根拠を交えて説明するガイドブックをつくろう」（6 時間扱い）を設定した。本授業は 4 時間目であり、三角州の形成に関する生徒一人一人の疑問について、エキスパート班による学習を通して解決することをめざしている。授業構想の詳細は、資料に示す。

2. 研究協議より

・今日のような探究活動の授業を年間の中でどの程度行っているのか。

→今回の探究活動は大掛かりである。また、今回の探究活動は、既成の探究活動ではなく、開発型の探究活動である。開発の労力、他の学習内容に充てる時間との関係を考慮すると、この規模の探究活動は年 1 回できればよいほうである。

・たくさん出たであろう生徒の疑問をどのようにして 6～7 つに絞ったのか。

→「各疑問をどうやったら解決できるか？」と尋ね、解決ができそうな疑問をピックアップした。その後、類似した疑問をまとめることでさらに絞り込んだ。なお、絞り込まれた疑問を解決するための学習活動を 7 つ用意して一覧を作成し、生徒へ提示した。生徒はその一覧表を基に、自分の疑問を解決するために適した学習活動を選んで本日の授業に臨んだ。

・広島三角州のストーリーを作ってみたいとどのように生徒に思わせたか。

→教師が意図的に導く指導が必要である。最初に、グラウンドから周囲を見渡したり衛星写真を閲覧したりして三角州の広さを実感させ、他教科と関連させながら三角州上で営まれてきた人間の姿、特に広島歴史や産業が三角州とかわりの深いことを学習させた。その後、地球の歴史で見れば三角州上の人間の生活時間はごくわずかであり、人間が生活を営む以前のできごとを私たちはどれだけ知っているか、つまり三角州はどのように形成されてきたのか問うた。土砂が堆積したという知識しかもっていない自己の状況を認識させることによって動機付けを図った。