

地学分野における時間的・空間的スケールを接続する授業開発

—大井川のチャート礫を対象として—

佐藤 秀海*¹・延原 尊美*²・大久保 正樹*³(¹静岡大学大学院教育学研究科 ²静岡大学学術院教育学領域³静岡大学教育学部附属島田中学校)

Lesson Development Integrating of Temporal and Spatial Scales in Geoscience:

Using Chert gravels in Oigawa River as Teaching Material

Hidemi SATO, Takami NOBUHARA, Masaki OHKUBO

要旨

地学分野は、時間的・空間的視点で事象を捉えることにその特徴がある。著者らは中学校理科において大井川のチャート礫を教材に授業を行い、生徒らの時間的・空間的スケールについての意識の変容を調査した。授業では、大井川と狩野川の河原で採集した礫を観察させ、岩石の特徴と成因を議論させた。なかでも大井川のチャートは遙か遠洋で放散虫軟泥として堆積した後、プレート運動による移動と日本列島への付加、赤石山地の隆起を経て、礫として大井川を下ってくるまで、時間的・空間的に大きなスケールの歴史を背負っている。その歴史を「履歴書」形式のワークシートにまとめることで、生徒らはチャートを「主人公」としたナラティブな視点で時間的・空間的スケールを統合した追体験ができると構想した。時間的スケールに関して「放散虫軟泥の堆積から赤石山地の頂上に来るまでの時間」は、授業前に比べてより適切な数値の回答が増えたが約半数に止まった。それは地質図に示される年代値の意味について生徒間でずれがあることにその一因があると考えられる。空間的スケールに関しては、「遠洋」の意味を、陸からの砂粒子の到達距離という観点で説明したのち、岩石組織を観察させる等の工夫が必要であった。

キーワード： 地学教育 時間的・空間的スケール 地域教材

1. はじめに

義務教育課程において地学分野は「地球」を柱とする領域とされており、主として時間的・空間的な視点でとらえることが領域の特徴とされている^{1), 2)}。小学校第5学年の「流れる水の働き」では、石が上流から下流まで運搬される現象を用い、石の大きさの変化を時間軸に合わせて追ったり、河川の流速の変化を傾斜などの空間的特徴と絡めたりして学習する。小学校第6学年の「土地のつくりと変化」では、土地の歴史や成り立ちについて、地層や化石のできかたを時間軸に合わせて追ったり、そこから得られる過去と現在の空間的情報の差異を見いだしたりしながら土地の成り立ちの歴史を紐解いていく。中学校第1学年の「大地の変化」では、火山の噴火やプレート移動による諸現象について学習しながら、変動帯としての日本の成り立ちや特性について理解していく。

時間的視点で事象を捉える際、例えば「大地の変化」では絶対年代と相対年代の概念を学習する。地層や化石の年代について、数値としての年代と対象の相対的な新旧の二点から学ぶことで、その地層や化石の古さを捉えやすくなっている。他方、空間的視点で事象を捉える際、絶対年代のような具体的な値やスケールが

用いられることは少ない。例えばプレートの移動を考えると、「年間〇〇mm 動く」のように、長期の事象と単位時間に大きな差のある記載が多く、想像のしやすさに難があることもある。また時間的・空間的視点で捉える事象はそれぞれ独立して扱われることも多く、時間的スケールと空間的スケールを直接接続して学習するような実践事例や教材研究は少ない。

日本列島は変動帯にあり、身近な自然にも時間的・空間的スケールの大きな歴史がある。地域の地質素材にはそのような時間的・空間的スケールを実感できる教材としての可能性が秘められている。地域の地質素材を活かした授業は地学教育においても大きな課題となっているが³⁾、河原の礫は礫種の鑑定などを通して、地域の地質への興味・関心をつなげる教材として注目を集めている⁴⁾。しかしながら、河原の礫を時間的・空間的スケールを重ね合わせる素材として捉え直した実践例はほとんど認められない。

本実践では、中学校理科において大井川のチャート礫を主な教材として、時間的視点と空間的視点を一体的に捉えられるような授業の開発を試みた。チャートは、はるか遠洋の海底において、プランクトンである放散虫の珪質殻が堆積するところからスタートし、続成作用による固結、プレート運動による移動・付加、

隆起（陸化）、風化、浸食、河川による運搬を経て、身近な河原の礫として存在している。チャートの礫を「主人公」として、その歴史を「履歴書」形式のワークシートに落とし込むことで、ストーリー性をもたせたナラティブな視点からこれらの事象をまとめさせることを計画した。「履歴書」形式のワークシートには、具体的な年代を確認しながら時系列に整理することで時間的視点を、地形断面図や地質図、地球規模の広域の地図を用いて位置を追うことで空間的視点を持ちながら、両者を統合できる工夫を組み込んだ。また「流れる水の働き」「土地のつくりと変化」「大地の変化」の諸単元の学習内容を、チャート礫の履歴として再構成することで、生徒らの中でこれまでの単元での学びが統合され、地学領域への興味・関心が深まることも期待した。本実践により、生徒らの時間的・空間的スケールに対してどのような変化があったのか、事前・事後アンケートの結果も含め、検証する。

2. 授業実践

2.1 実践対象

授業日：2025年6月23日～27日

（各クラス3校時分）

対象校：静岡大学教育学部附属島田中学校

対象生徒：2年生108名3クラス（事前アンケート回答数100名、事後アンケート回答数104名）

2.2 事前アンケートおよびその結果

本実践で対象とする2年生は、1年次の単元「大地の変化」において、基本的内容に加え付加体や静岡県の地質の成り立ちなどについて学習している。またその際、教科書に登場するほぼ全ての岩石についても一通り実物を観察し触れている。

事前アンケートは授業1週間前にGoogle Formを用いて行った。アンケートでは、授業実践の背景となる付加体の知識を確認し、岩石標本を観察する際の視点（岩石名－特徴－成因の関係、岩石名同定の際の着眼点）やチャートのできる場所、できた年代等を問いつけた。ここでは授業実践に直接関連する問いと回答に絞って記述する。

まず、チャートの履歴をたどる上で必要な付加体についての認知度を問うたところ、73%が聞いたことがあると回答した。しかしながら、付加体について説明ができると回答したのは31%であった（図1）。

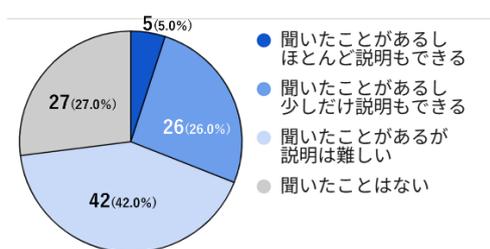


図1 事前アンケート 付加体の認知度 (n=100)

次に、チャート、砂岩、玄武岩の岩石標本の写真を提示し、その岩石名を選択肢の中から回答させた。選択肢としては「大地の変化」の単元で学習する岩石の名前を与えた。正答率はチャートが44%、砂岩が36%、玄武岩が13.1%であった。チャートの認知度は比較的高いといえる。また、写真から礫種を同定する際に、どういった点に着目したかを自由に記述させ、その記述内容をカテゴリー化した。集計の結果、色に着目した生徒が70%、粒子の大きさが64%と他のカテゴリーよりも多かった（図2）。

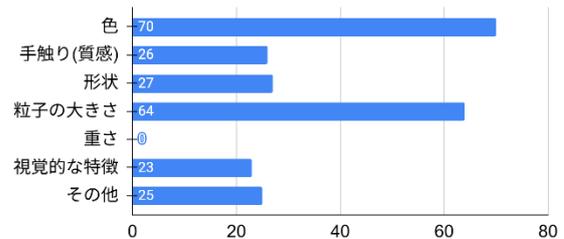


図2 事前アンケート 岩石種同定の着眼点 (n=100)

チャートが形成される場所については、日本海溝から海嶺までの地形断面を表した模式図に①陸上、②海溝、③太平洋上の遠洋域、⑤海嶺の位置を示し、複数回答可でその中から選択させた。結果は②の海溝を選んだ生徒が最も多かった（図3）。なお、この模式図は授業実践においても使用した。

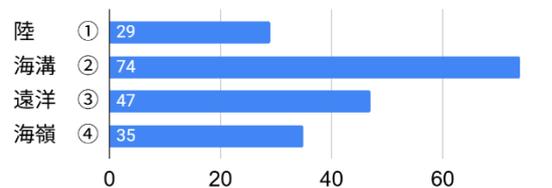


図3 事前アンケート チャートが形成される場所 (n=100 複数回答可能)

チャートが形成された年代については、「大井川の河原で採集できるチャートは、どのくらい前にできたと思いますか」と問いかけ、自由記述で回答させた。「～年前」のような記載を、桁レベルでカテゴリー化し集計した。その結果、1万年オーダーで回答した生徒が42%と最も多かった（図4）。

以上2つの問いを組み合わせ、クロス集計を行った（図5）。その結果からは、大井川のチャートは「およそ1万年前に海溝でできた」というイメージが最も多かったということになる。しかし、水深1000m以上の海溝でできたチャートが1万年で大井川の河原にたどり着くには、駿河湾と赤石山地の約5000mの標高差分の隆起が1万年ほどで起きることが必要で、このためには年平均50cmの隆起が必要となってしまう。生徒らは「岩石がいつできたか」という問いと「どこでできたか」という問いとを関連させて回答していない可能性があり、時間的スケールと空間的スケールを統合的に捉える意識が十分定着していないと考えられる。

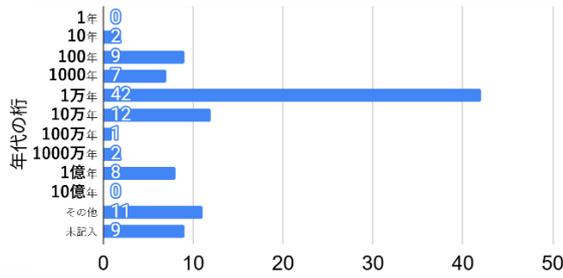


図4 事前アンケート チャートが形成された年代 (n=100)

年代オーダー	①陸	②海溝	③遠洋	④海嶺
1億年		2	8	4
1000万年		1	2	1
100万年				1
10万年		3	11	9
1万年	12	28	20	13
1000年	3	5	2	2
100年	3	7	3	2
10年	2	1	1	
その他	3	6	3	6
未記入		8	4	3

図5 事前アンケート チャート形成場所と形成年代のクロス集計結果 (n=100)

2.3 授業構想

事前アンケートの結果を受け、本授業実践ではこれまで学んだ地学関係の単元の学習内容、特にプレートテクトニクスと静岡県の地質とを結びつけ、時間的・空間的スケールをもって様々な地質現象を説明し、他者と議論できるようになることを目標とした。

1校時目では、大井川および狩野川の河原の礫の標本を観察し、岩石の性質（色や手触りなど）と岩石のでき方との関係を考えさせた。そして2・3校時目では、大井川のチャート礫を取り上げ、放散虫軟泥が堆積してから礫として採集されるまでの過程を「履歴書」形式のワークシートとしてまとめさせた。礫の標本や地質図などの教材セットを図6に、授業展開を図7に示す。また岩石観察ワークシートを図8に、「履歴書」形式のワークシートを図9に示す。

大井川のチャートは、二酸化ケイ素からなる放散虫の殻に由来する。放散虫は海洋のほぼ全域に生息しているが、チャートのもととなる放散虫軟泥が海底に堆積する場所は遠洋の深海域である。陸域に近い場所では陸域から供給される砂泥が混入し、また炭酸塩補償深度より浅い海では石灰質な殻をもつプランクトンの遺骸が多く残存するため、遠洋の深海域でなくては放散虫軟泥は形成され難い。遠洋で堆積した放散虫軟泥は、海洋プレートに乗って運ばれる間に続成作用で固結してチャートになる。固結したチャートは海洋プレ

ートの沈み込みに伴って剥ぎ取られ、付加体として大陸縁を形成する基盤岩の一部となり、その後隆起する。陸域に露出した岩石は、風化や浸食により転石となり、上流より運搬されて河原の石となる。チャートは河原の礫の中でも、時間的にも空間的にも大きな移動のある礫種である。また放散虫は示準化石であるため、時間軸を入れることもできる。これらのことから、チャートは時間的・空間的スケールをつなぎ合わせるのに良い教材だと考えた。また本実践を通して、大井川のチャートに地域の地質教材としての価値を付与することもできると考えた。



図6 教材セット (右: 大井川と狩野川の河原礫標本
左上: 水系流路と地質体の年代を付した地質図
左下: プレート運動の模式図)

1校時目では、まず砂岩の標本を例に手触りや粒径、色などから、どのような環境で堆積したか、固結してからどの程度の時間が経っているかなど、様々な情報を推測できることを実演した。その後、各班に大井川と狩野川で採集された礫を配布し、各岩石の特徴とその特徴と岩石のでき方との関係などを「読み取ったこと」として、班ごとにワークシートにまとめさせた(図8)。机間巡視では、チャートのすべすべとした手触りに着目させ、その手触りと絡めてチャートには砂や泥などの碎屑物がほとんど含まれないということを説明した。また砂や泥がほとんど含まれないような堆積物ができる場所はどこかといった質問を行い、大井川のチャートのもとである放散虫軟泥の堆積場所を考えさせた。また地質図⁵⁾に大井川水系と狩野川水系の流路の位置情報⁶⁾を加えた図を配布し、それぞれの礫が上流のどのあたりから流されてきたかも考えられるようにした。授業の最後には、時間の関係上2クラスだけになったが、生徒一人一人にワークシートを再配布して特定の岩石種を選択させ、班活動と同様の記入活動を個人でも行った。

2校時目では、赤石山地の名称は赤いチャートに由来することを話し、大井川のチャート礫がたどった歴史を「履歴書」形式のワークシート(図9)にまとめることを説明した。1つのクラスでは、チャートの材料となる放散虫の殻について説明し、赤石山地を形成する地層の年代や付加体のできかたについて解説を行いその資料を配布した(図6に示されている地質図やプレートテクトニクスの模式図)。その後、チャートの履歴についてわかったことを各班でホワイトボード

1 校時目

○活動内容 ・生徒の発言	・支援及び留意点 ◎評価	
○岩石から情報を読み取る作業を実演する ・色や手触りから、色んなことがわかるんだ	・岩石標本の観察についての認識を確かめる	全体 10分
○岩石標本を見たり触ったりし、岩石の特徴や読み取ったことを、班でワークシートに記入する ・玄武岩は穴が多い ・チャートは手触りがつるつる	・石を見る・触るだけの時間を設ける ・同じ種類の石同士でも比較させる ・机間巡視で、チャートの手触りやその理由について考えさせる ・地質図を配布する	班 30分
○岩石標本の中から種類選択し、その岩石の特徴や読み取ったことを個人で記入する ・凝灰岩は軽いものと重いものがある。たぶん、堆積してからかかった圧力が違うから ・チャートの手触りは、材料に砂や泥がほとんど入っていないからだと思う	・石の特徴を見れば、その石がどこで、どのようにできたかを読み解けること、今後石を見るときにそうした視点をもってほしいことを伝える ◎実物から得た特徴を元に、石のできかたを考えている(思考力・判断力・表現力)	個人 10分

2 校時目：赤石山地のでき方を解説したクラス

○活動内容 ・生徒の発言	・支援及び留意点 ◎評価	
○チャートの履歴書の作成について説明 ・履歴書って何？ ・どんなことがかけるか	・履歴書の説明をする ・活動を通して、目の前の石にどんな歴史があるか考えさせる	全体 5分
○放散虫を示準化石とし、チャートの年代を確認する ・1億2000万年前に堆積した	・放散虫は示準化石になることを確認する ・放散虫の年代をもとに、大井川上流の年代を確認する	全体 10分
○粒子の観点から、放散虫軟泥の堆積場所を推定する	・それぞれの堆積岩の材料粒子しか堆積しない環境を考えさせる ・偏西風、赤道無風帯と関係づける	全体 10分
○赤石山地の成り立ちを知る ・地層が大きく曲がっているから、とても強い力が加わった ・チャートが赤石山地に見られるのは、付加体でできているから	・大井川に見られる横臥褶曲を見せ、地層が曲がる環境を問う ・付加体の形成と、赤石山地の地質や地形を関係づける	全体 10分
○学んだことを班で統合する	・机間巡視で「海洋プレートに乗っている堆積物は何か」「チャートと混在岩の年代差」「北に行くほど年代が古いこと」に着目させる	班 15分
○次回、履歴書の清書を作成することを告知		

2 校時目：赤石山地のでき方を解説しなかったクラス

○活動内容 ・生徒の発言	・支援及び留意点 ◎評価	
○チャートの履歴書の作成について説明 ・履歴書って何？ ・どんなことがかけるか	・赤石山地の名前と、チャートの赤さの関係を説明する ・履歴書とは何かを説明	全体 10分
○資料をもとに、チャートの履歴書のひな形を作成する ・1億2000万年前は、放散虫が生きていた年代 ・放散虫は世界中にいるけど、放散虫だけが堆積するのはどこだろう ・チャートが赤石山地に見られるのは付加体でできているから	・資料を配付(プレートテクトニクスの模式図・大井川上流の地質図と年代・放散虫の特徴・付加体のできかたの動画) ・机間巡視にて、「砂泥とチャートはそれぞれどこで堆積するか」「3000万年の差は何か」「それぞれの地層において、放散虫の年代は何を表しているか」に着目させる	班 35分
○ひな形作成のためだけの時間を設ける		
○次回、履歴書の清書を作成することを告知		班 5分

3 校時目

○活動内容 ・生徒の発言	・支援及び留意点 ◎評価	
○前時の振り返り、履歴書の清書の説明をする ・地球の歴史イベントには何があるだろう	・履歴書の清書のルール ①チャート礫になる前、なつてからの履歴について「いつ」「どこで」「なにがあった」を書く ②「いつ(年代)」でわからないものは班で議論して期間を特定してみる ③地球の歴史イベントとの時間的関係を表現する	全体 5分
○チャート礫の履歴を、学んだことを総合化する ・放散虫化石が示す年代である1億2000万年前には、恐竜がいた ・6600万年前を境に、恐竜がいなくなった ・いつごろ日本列島に付加したのかな ・赤石山地自体はいつできたのかな	・前時の資料を配付する ・地球の歴史についてiPadで調べて良い ・机間巡視で地球の歴史イベントの例として「6600万年前：隕石衝突」「2000万年前：日本海が開裂」「100万年前：伊豆半島が衝突」などを挙げる	班 30分
○班で記入した履歴書について共有する 他班の履歴書を開きに行くペアと、説明するペアを作り、発表を行う	・1億2000万年の長さ、それほど前に堆積したモノが目前にある事実を意識させる ・活動を通し、目の前の石の歴史に、思いを馳せられたか自問させる	全体 15分
○まとめ	◎学んだことを活かして大井川のチャートの履歴を総合化している(主体的に学習に取り組む態度)	

図7 授業展開

3.3 岩石観察ワークシートの記入内容の分析

1 校時目に生徒一人一人が作成したワークシート(図 8)について、「岩石の特徴」の記述内容を色、手触り、形状などにカテゴリー化し、各カテゴリーについて記述した人数を集計した(図 11)。結果、色 76% (52 人)、手触り 72% (49 人)が多く、粒子の大きさ 24% (16 人)、重さ 12% (8 人)が低かった。事前アンケートの「写真から礫種を推定する際の着眼点」の結果と比べると、ほとんどのカテゴリーで記述した人数の割合が増加していたが、粒子の大きさのみは減少していた。すなわち、生徒らは、粒子の大きさを礫種同定に際しては重視しているが、実物標本の観察においてはあえて記載することは少なく、岩石の成因等を読み取る上ではあまり意識する対象としていないと考えられる。授業構想では、チャート礫の観察において他の岩石の手触りや粒子の大きさと比較することを通して、チャート礫のすべすべの触感を砂が含まれないことに結びつけ、それらの粒子が届かない遠洋・深海での堆積作用に気づくことを期待したが、そのような流れには至らなかった。チャート礫の手触りと砂粒子の有無を意識させる工夫が必要であった。例えば薄片の顕微鏡観察により、チャート礫に砂泥が含まれないことを実感することなどが考えられる。

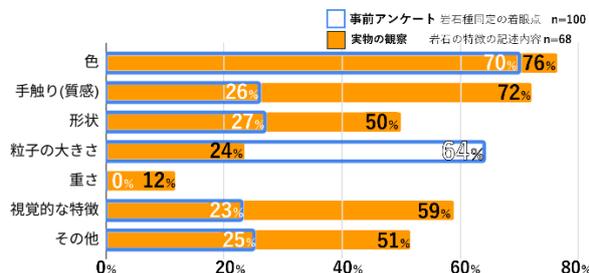


図 11 事前アンケート 岩石種同定の着眼点 (n=100) と 1 校時目 実物の観察 岩石の特徴の記述内容 (n=68) の比較

3.4 「履歴書」形式ワークシートの記入内容の分析

2 校時目、3 校時目に作成したチャート礫の「履歴書」の分析にあたり、まず「いつ(年・年前など)」の欄に記入された年代について、記入した班の割合を算出した。結果は図 12 のとおりである。図 12 の年代値について、2.5 億年～4000 万年は配布した地質図に記されている赤石山地の地層の年代値であり、1000 万年以降は年代の桁数で区切った年代の幅である。与えられた資料をもとに「履歴書」のひな形を作成した 2 クラス 18 班については、ひな形の段階では、赤石山地のチャート層の放散虫化石による年代「1.2 億年前」の記載率は 78% (14 班/18 班) と高く、「授業日」の 28% (7 班) がそれに続き、その他の年代については、22% 以下の記載率であった。3 校時目におけるインターネットによる調査活動を経た後の清書段階では、全

体的に記入率が増加しており、特に「1.2 億年前～9000 万年前」(0%→56%)、「4000 万年前～1000 万年前」(0%→61%)、「1 年～授業日」(0%→72%)の伸びが甚だしい。このうち「1.2 億年前～9000 万年前」の記載では放散虫軟泥が堆積し海洋プレートに乗って移動することについての記載が多く見られ、年代間の出来事を空間的スケールと結びつけて外挿して表現する意識が強くなったと考えられる。「4000 万年前～1000 万年前」の記載では、日本海の形成による地殻変動と絡めた内容や、赤石山地、大井川の形成に言及するなど、多様な記載が見られた。「1 年～授業日」の記載では、チャートが礫として侵食・運搬されたり、教師に標本として採集されたりする等の記載が多く見られた。他方、地質図に記された地層年代について記入した班の割合は、ひな形と清書の段階で大きな変化は見られなかった。

3 校時目のインターネットでの調べ学習を通し、放散虫軟泥やチャートの空間的移動を見だし、その間に起きた地球の歴史のイベントにも言及して、チャートの「履歴」を整理していた班は多かった。今回の活動は時間的スケールと空間的スケールの接続、統合に貢献はできたと考えられる。一方、赤石山地の地質図に記される地質やその年代を「履歴書」に反映した班は少数であった。大井川流域の地質図およびその年代を用いることで、赤石山地の地質や付加体としての隆起過程へ理解が深まり、チャートに起きた出来事をより連続的に記入できるようになることを構想したが、生徒たちの活動には繋がらなかった。これは地質図の読解や地質図に示された年代を解釈するのに壁があったからだと考えた。これらを確認することを含め、事後アンケートを実施した。

記入された年代	2.5億	1.2億	9000万	7500万	6500万
ひな形 記入班割合	0%	11%	0%	78%	0%
清書 記入班割合	0%	11%	33%	89%	56%
記入された年代	4000万	1000万	100万	10万	1万
ひな形 記入班割合	0%	11%	0%	6%	0%
清書 記入班割合	17%	17%	61%	50%	39%
記入された年代	1000年	100年	10年	1年	授業日
ひな形 記入班割合	0%	0%	0%	0%	0%
清書 記入班割合	22%	17%	17%	6%	72%

図 12 チャート礫の履歴書で記入された年代の分析

4 事後アンケートおよびその結果

事後アンケートは、2025 年 11 月 10 日～11 月 14 日に Google Form を用いて行った。まず生徒らの時間的・空間的スケールについての授業後の意識変容を測るために、赤石山地のチャートの材料である放散虫の年代を問うた。事前アンケートでは「大井川の河原で採集できるチャートは、どのくらい前にできたとお思いますか」という問いに自由記述で回答させた結果、1 万年オーダーで回答した生徒が 42% と最も多く(図 4)、他の問いとクロス集計した結果、赤石山地の隆

起速度（空間的スケールの変化）との間に乖離や矛盾が生じていた。そこで事後アンケートでは、「現在の赤石山地の頂上は、チャートという岩石です。このチャートの材料である放散虫の殻が、堆積してから赤石山地の頂上まで来るのに、どのくらいの時間がかかるとお考えですか」と問いかけ、時間と空間の変化をあわせて直接問う形とし、自由記述で回答させた。事前アンケートと同様に「～年前」といった記載を桁レベルでカテゴリー化し集計した結果、1億年オーダーで回答した生徒が25%と最も多かった（図13）。「履歴書」形式のワークシートの記載が多かった「100万年～1億年」の範囲で事前・事後のアンケートを比較してみると、その年代オーダーで回答した生徒の割合は11%から54%へと向上した。ただし1万年オーダー以下で回答した生徒も全体の41%と無視できない人数であった。

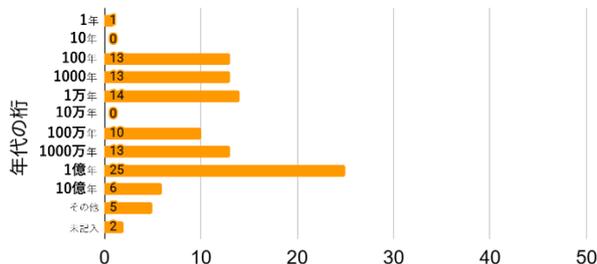


図13 事後アンケート 放散虫軟泥の堆積からチャートとなって赤石山地の頂上に来るまでの時間 (n=101)

次に「岩石ができる、形成される」という述語が厳密に意味する内容や、「地質図に示された年代が示す具体的な事象」について問いかけた。授業実践時の机間巡視中に受けた質問から、地学用語や地質図に示される地質年代の解釈をめぐる、生徒の間で多義性があることに気づいたためである。例えば「チャートはいつできたか」という問いに対して、放散虫軟泥として堆積した時、岩石として固結した時、チャートの礫として露頭から分離された時など、様々な解釈が生じており、この多義性や曖昧さが「履歴書」作成にも影響している可能性がある。

今回の授業実践で配布した地質図では、大井川上流域のチャートの分布域に「1億2000万年前」という吹き出し型の説明を付している。このように「地質図に示された「～年前」という言葉は、どのタイミングを指しているか」を5択で問いかけた（図14）。その結果、「材料である放散虫の殻が集まり、圧力などで固まったタイミング」を選んだ生徒が57%と最も多かった。授業中に「赤石山地の岩石の年代は、産出する放散虫を示準化石にして決定されている」という旨の説明をしたが、それに最も近い意味である「材料である放散虫が死んだタイミング」を選んだ生徒は5%に過ぎなかった。事前アンケートでチャートの形成年代を1万年オーダーで回答した生徒は42%であるが、

その回答者のほとんどはチャートとしての固結後の時間を意識していたことになる。赤石山地の隆起速度との齟齬は解消されないが、このような多義解釈性のもつ曖昧さが、時間的スケールの定着にあたっては見えない障害になっていると考えられる。

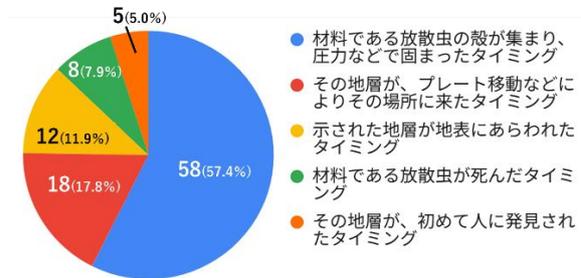


図14 事後アンケート 地質図に示された年代の意味 (n=101)

なお上記の回答結果は示準化石が示す地質年代について、一般に本来の意味とは異なって解釈されている可能性を示唆している。この認識のずれを確認するために、地質年代に関する問いをさらに1問設定した。すなわち『「この砂岩は200万年前に形成された」ということを示さない文章はどれですか』という誤答選択型の問いである（図15）。本来正しい解釈である「その砂岩に含まれる貝が、200万年前に生きていた」を選んだ生徒が54%と最も多く、誤答選択肢として設定した「その砂岩に含まれる石英（鉱物の一つ）が、200万年前に結晶になった」を選んだ生徒は、20%にとどまった。

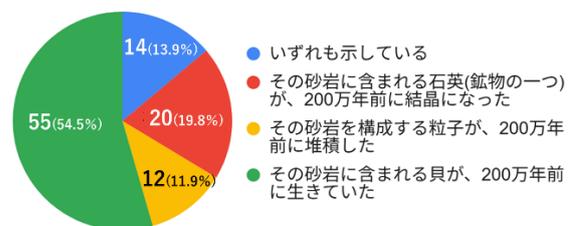


図15 事後アンケート 「この砂岩は200万年前に形成された」ということを示さない文章 (n=101)

1クラスのみであるが問いを増設し、その選択肢を選んだ根拠や考慮したことをたずねたところ、「その砂岩に含まれる貝が、200万年前に生きていた」を選んだ生徒から、「生きていてもそれからすぐに砂岩にはならないと思うから」のように、貝の死滅と砂層の固結までのタイムラグを意識した回答が得られた。

ここまでのアンケート結果から、生徒らは岩石の年代を示されたとき「材料の固結」のタイミングと捉えていることがわかった。火成岩の形成年代については、造岩鉱物の放射性同位体年代が採用されており、この場合「マグマが冷却されて固結する」タイミングと同

等である。対して堆積岩の中には、チャートのように構成粒子が堆積してから続成作用により固結するまでのタイムラグが大きく、またその固結年代を特定することが困難なものも多い。「堆積岩の年代」を取り扱う際には、その年代の意味についてずれや曖昧さが生じ「履歴書」に落とし込む際に混乱が生じていたことは否めない。

事後アンケートの最後の問いとして、河川や風によって陸から運搬される砂が海洋のどのあたりまで届くのかを問いかけた。本実践では、チャート礫のすべすべの触感（砂が含まれないこと）が遠洋域の堆積への気づきに繋がることを期待したが、気づきへの導入として有効であったかを検討するためである。

河川から運搬される砂と、風により運搬される砂がどのあたりの海までそれぞれ届くかを問いかけた。選択肢として、東北地方からハワイまでを含む地図上に、6本の線を引いた。陸域から遠洋に向かって、①陸棚縁、②陸棚斜面、③日本海溝、④～⑥は日本海溝よりも遠洋側で、⑥はハワイ諸島付近である。結果を図16に示す。河川から運搬される砂については「③日本海溝」を選んだ生徒が41%と最も多かったのに対し、風により運搬される砂については「⑤」「⑥」「⑥よりも更に遠く」の遠洋域を選んだ生徒が多かった。このことから、風により遠洋でも砂が堆積できるという素朴概念があることが確かめられた（堆積学的には砂は1/16mm以上の粒子であり、「黄砂」のように数 μm ～数十 μm の土壌粒子とは異なり、風で遠洋まで運ばれることはない）。以上をふまえると、チャート礫に砂が含まれないことから放散虫軟泥の堆積場所を生徒らが推定するとき、風の作用でも砂は太平洋中央部のような遠洋域に届かないことを共有しておく必要がある。これに関しては、現代の海底堆積物の分布と対比させることが必要であった。

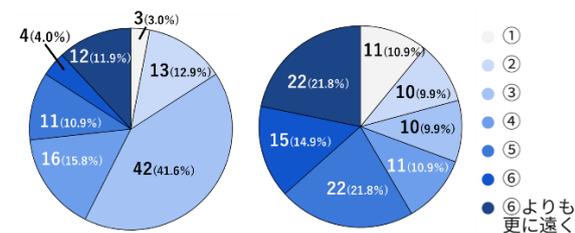


図16 事後アンケート 河川や風によって運搬される砂が届く範囲 (n=101) 左: 河川 右: 風 (①陸棚縁、②陸棚斜面、③日本海溝、④～⑥は日本海溝よりも遠洋側で陸域から遠洋に向かって遠ざかり、⑥はハワイ諸島付近)

5. 実践を終えて

今回の実践から、大井川のチャート礫に関する「履歴」をまとめる活動は、地球の歴史イベントに言及しながら時系列に整理したり、チャート礫の空間的移動を見いだしたりすることに繋がり、生徒らの時間

的・空間的スケールの拡張・整理に貢献できた。ただし、地質図上に表記した年代の意味については生徒間で多義性が生じており、特に「固結する」タイミングへの意識が非常に強い。このことが履歴書作成において混乱を生じさせる一因となっていた。示準化石の示す年代の意味について再認識させる機会でもあった。

なお、チャートが日本列島に付加する時にすでに固結していたことは、付加体に含まれる混在岩中のチャート岩塊の様子から気づかせることはできる。また付加のタイミングは、混在岩周辺の碎屑岩の年代から限定することはできる。中学校段階における地質図の読み取りについては困難な部分も多いが、履歴書の記載内容を精緻化する上で上記のように複数の証拠や事実から間接的に推論する工夫も加えた。

チャートの標本観察を「履歴書」作成に効果的に繋げるためには、風による砂粒子の運搬距離についての認識にずれがあることを前提に、岩石組織や粒子の大きさをあらためて注目させることが必要であった。

謝辞

本授業実践およびアンケートの実施には、静岡大学教育学部附属島田中学校の生徒並びに教職員の方々にご協力をいただきました。また授業実践とアンケートの作成にあたり、静岡大学教育学部地学教室の方々ならびに静岡大学大学院教育学研究科の同期の皆様には、多くのご助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 文部科学省 (2018a) 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編. 東洋館出版, 18-19.
- 2) 文部科学省 (2018b) 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 理科編. 東洋館出版, 72-73.
- 3) 天野和孝・平野浩一・田中哲也・品目やよい・石野繁男 (2007) 地域の地質素材を活かした総合的な学習の時間の教材 - 新潟県上越地域を例にして -. 地学教育, 60 (6), 191-199.
- 4) 三好雅也・藤井純子 (2016) 地域地質素材を活用した初等教育教材の開発: 福井県の石ころ観察. 福井大学教育実践研究, (40), 17-24.
- 5) 産総研地質調査総合センター, 20万分の1日本シームレス地質図 V2, オリジナル版. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2025年12月12日)
- 6) 静岡県, 静岡県地理情報システム (GIS), 架線ナビゲーション, 河川一覧. <https://www.gis.pref.shizuoka.jp/?z=9&ll=34.954116%2C138.555699&t=none&mp=1&op=70&vlf=000001> (閲覧日: 2025年12月12日)