

千葉県銚子市のジオサイトを利用した体験型地学教育の効果

The effects of experience-based geological education using geosites in Choshi city, Chiba Prefecture

安藤 生大・粕川 正光

Takao ANDO and Masamitsu KASUKAWA

銚子ジオパーク構想における教育活動の一環として、千葉科学大学と銚子市立第三中学校が連携し、地域の地質資源を利用した体験型の理科学習プログラムを開発し、授業実践を行った。主な内容は、中学校理科の教科書における「地層」分野の指導内容を踏まえて、野外での現地見学や教室における標本観察などの体験型とした。

学習意欲に関する「ARCSモデル」を参考とした授業実施前後の質問紙調査からは、受講した生徒の多くが、連携授業に対して高い動機付けを持って望み、授業後においても授業を非常に肯定的に捉えていたことが示された。しかし、授業内容の利得に関する「関連性」や授業後の「満足感」などの面では、授業前に生徒が持っていた非常に高い期待に十分に答えられていないことが示唆された。このため、受講後の成果と、その成果によって生徒自身が得られる利得をより明確な形で示すなど、授業の改善を行う必要性が確認できた。

授業に関する自由記述文のキーワード分析の結果からは、本プログラムで設定した主たる学習目標についてはほぼ全員の生徒が適切に理解できたこと、10%を超える生徒の学ぶ意欲を向上させることができたことと判断できた。その一方で、スケッチや観察等、生徒が実際に活動する場合には、入念な事前説明が必要であること、加えて、担任教諭以外の外部講師が説明を行う場合に、進行速度と専門用語の使用について特に注意が必要であることが明らかとなった。

1. はじめに

房総半島の東端に位置する銚子半島には、全長10kmにおよび海食崖が連続する「屏風ヶ浦」や、国指定天然記念物である「犬吠埼」の「浅海性堆積物」など、地質学的に価値があり、後世へ引き次ぐべき「地質遺産」が数多く存在する¹⁾。さらに、外川漁港の西側に位置する犬岩、千騎ヶ岩には義経伝説に代表される高い文化的価値が存在する。また、銚子を取り巻く海岸域には、ハチジョウススキなどの稀少な海岸崖地植生が分布するなど、高い自然的な価値も存在する。これに加えて、銚子半島の地形的、気候的な特徴を活かした様々な土地利用（例えば、多数の

風力発電が設置され、国内有数のキャベツの大生産地であり、日本を代表する漁業基地となっていることなど）が行われている。

千葉科学大学と銚子市では、このような自然的、文化的価値を有する銚子半島の豊かな環境を積極的に活用すると同時に、後生への遺産として確実に保全する枠組みとして、「銚子ジオパーク構想」を推進している。筆者らは、銚子ジオパーク構想の一環として、未来を担う地元の児童・生徒に対する教育活動に重点を置き、地元の地質を利用した体験的な教育活動を展開してきた²⁾。これらの活動では、地元の児童・生徒に、確かな地質情報を提供しながら、地元の“生の”地質にふれて、その自然環境の特徴を知り、自然と人間の関わりに気づく機会を提供し、地元に対する誇りや愛着を持ってもらうことを目的とした活動を展開した。しかし、これまでの活動では、受講を希望した生徒のみを対象とし、単発的な取り組みとなっていたのが現状である。

本研究では、クラスに所属する生徒全員が参加でき、継続的な教育活動として取り組める教育体制の構築を

連絡先：安藤生大 tando@cis.ac.jp
千葉科学大学危機管理学部動物・環境システム学科
Department of Animal and Environmental System
Science, Faculty of Risk and Crisis Management,
Chiba Institute of Science
(2011年10月6日受付, 2011年12月21日受理)

目指して、中学校の正課の理科授業を対象として、地元の地質遺産を活用した体験型の理科学習プログラムを開発した。具体的には、中学校理科二分野上の教科書で扱う「地層」の単元の内容に正確に則りつつ、大学と中学が連携した授業（以下、中大連携授業）を行うことで、今まで実施が難しかった地層の野外観察や教室における火山灰等の標本観察などをとり入れた内容とした。本研究では、開発した理科学習プログラムの内容を紹介し、授業の実施前後の質問紙調査と実施後の自由記述文の分析から明らかとなった効果と課題について報告する。

2. 銚子ジオパーク構想の概要

「ジオパーク」とは、「地質、地形、生態系、景観、歴史、風土文化など、地域の豊かな多様性を活用し、旅行、観光、健康、教育などの分野に“地質”という新たな切り口を導入し、地域振興を図ろうとする取り組み³⁾」と定義されている。ユネスコが支援する世界ジオパークネットワーク(GGN)ガイドライン⁴⁾では、ジオパーク認定の条件として、地質遺産を観光する“ジオツーリズム”の推進と、地球科学や地球環境に関する知識を社会に伝える教育活動の実践を掲げている⁵⁾。銚子ジオパーク構想では、銚子半島の豊かな地質資源と、それを活用した土地利用法を整理し、地域に「ライフサイクル思考⁶⁾」と「持続発展教育(ESD)⁷⁾」の視点を取り入れた、新しいジオパークの発展的展開を目指している。

ライフサイクル思考とは、「製品や技術の利用に伴う目の前の直接的な環境負荷だけでなく、それらのライフサイクルに沿って奥に隠れた間接的な環境負荷をも追跡し、システム全体の環境負荷を考慮すること」と定義されている。つまり、目の前の「つかう」段階の環境負荷だけでなく、「つくる」段階や「すてる」段階での環境影響も追跡し、システム全体の環境負荷を考慮できると解釈できる。ライフサイクル思考を使って、製品の環境影響が理解できると、自分自身がその製品を使用することにより、地域環境や地球環境に影響を与えている(汚している)ことに気づき、自分自身と地域環境や地球環境が繋がっている(または、自分がその一部である)ことが自覚できるようになる(ミッシングリンクの再生)。その結果、地域環境や地球環境に対する保全の意識が芽生えたと考えられている⁸⁾。筆者は、これまで、銚子およびその近傍の特産物として、キャベツ⁹⁾、メロン¹⁰⁾、サバ缶詰¹¹⁾、米¹²⁾、風力発電¹³⁾等について、ライフサイクル思考に基づく定量的な環境影響評価を行った。さらに、その成果を環境教育教材として用い、高い教育効果を確認することができた¹⁴⁾。筆者らは、ライフサイクル思考をさらに発展させて、特定の

製品の環境影響を理解するだけでなく、地域の成り立ちとその持続的な土地利用へ応用することを目指している。具体的には、ライフサイクル思考における「つくる」段階を「地質学的な土地の成り立ち」ととらえ、「つかう」段階を「特産物の生産などの土地利用」と考える。さらに、ライフサイクル思考を地域環境へ応用する場合には、「すてる」段階を「地域環境の持続的な保全活動」と考え、その具体的な枠組みとして「銚子ジオパーク構想」を位置づけている。

ESDは、「持続可能な社会を実現するための担い手をつくるために、環境、経済、社会の各側面から総合的に問題を把握し、他人や、社会や、自然環境との関係性を認識し、「かかわり」や「つながり」を尊重できる個人を育む教育」と考えられている。このESDの概念を理解する場合にも、ライフサイクル思考を用いた環境影響評価手法は有効である。例えば、製品のCFPを用いた環境教育の実践例では、CO₂排出に伴う地球環境への影響などの環境側面の理解だけでなく、持続可能な消費の理解(経済側面)や、低炭素社会の必要性の理解(社会側面)も容易に達成でき、その結果、ESDの概念も比較的容易に理解できることが明らかとなっている¹⁵⁾。

銚子ジオパーク構想では、ライフサイクル思考と、このESDの概念を用いて、以下に示す教育モデルにより、地域環境の保全と、その持続性を担保する教育システムの構築を目指している。

- (1) 地域環境の成り立ちの理解と愛着の醸成：地域の地質学的な成り立ちを学び、多くの時間をかけてできあがった、かけがえのない地域の“大切さ”を理解し、地域への愛着と醸成する。
- (2) 土地利用とその環境影響の理解：地域の地質、地形、気候的な特徴が、多くの特産物を生み出し、多くの富をもたらしていることを理解する。しかし、それらの特産物の生産や消費は、そのライフサイクルを通じて、地域環境に負の環境影響も与えていることを理解する。
- (3) 地球環境の保全の必要性の理解：地域の地質、地形、気候的な特徴(地域環境側面)の理解だけでなく、特産物のCFPの理解を通じて、現在の地域環境問題から未来の地球環境問題へ視点を広げ、持続可能な消費の必要性(経済側面)や、その結果としての低炭素社会の必要性(社会側面)を学ぶ。そして、我々の生活が地球環境に及ぼすインパクトを理解し、地球環境に対する保全の意識を高める。

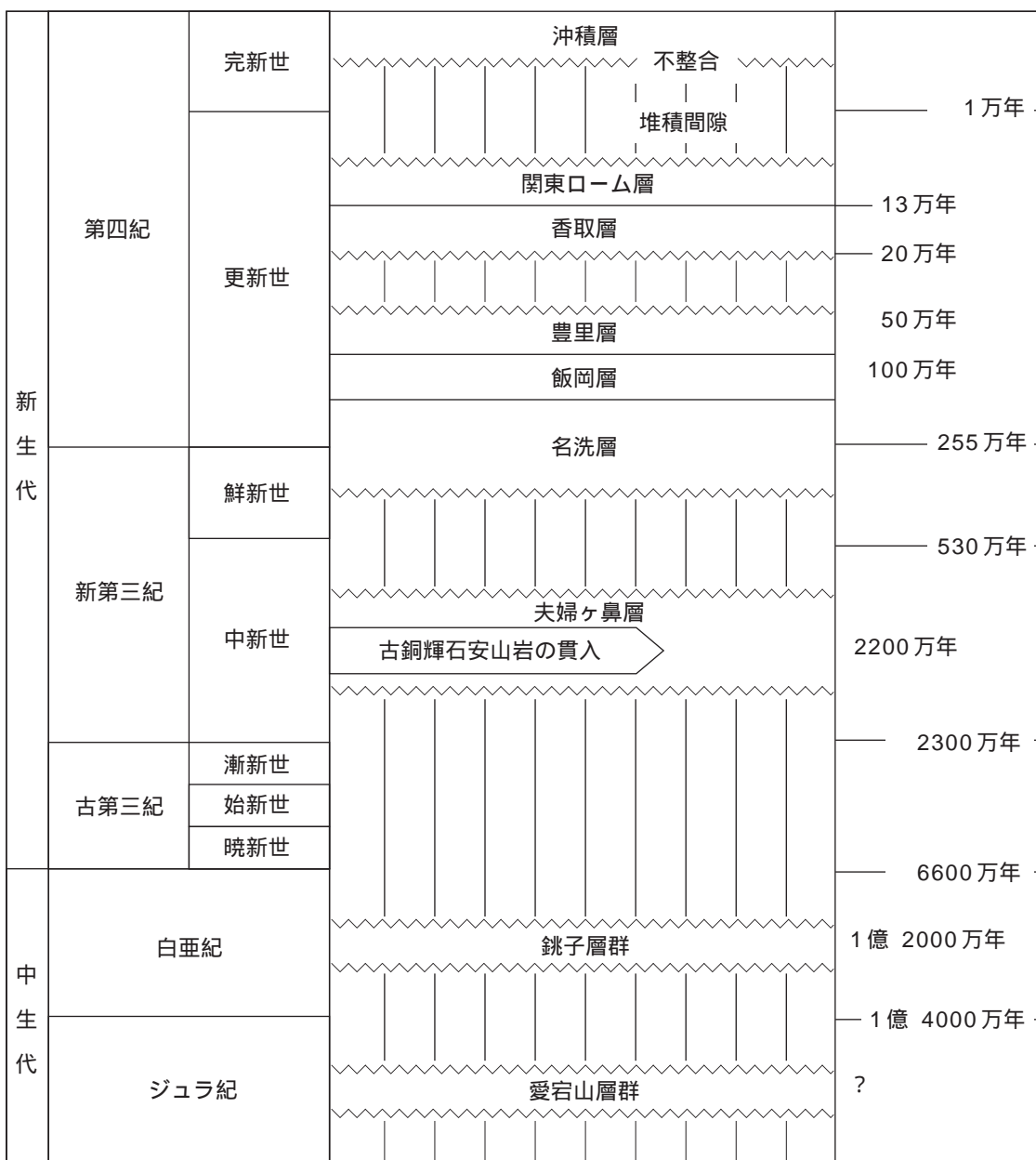
3. 屏風ヶ浦の地質概説 年代表と地形・地質図 銚子半島の南西側に位置する屏風ヶ浦は、露出良好な

一連の地層を観察することができる。本地域を構成する地層は、下部より名洗層、飯岡層、香取層、下末吉ロームをはじめとする関東ロームである¹⁶⁾(表1)。本地域の地質図を図1に示した。

田村ら(2010)¹⁷⁾は、南関東に分布する250万年前の広域火山灰層の研究を行い、名洗層において層厚2cmのざくろ石テフラ層の記載を行っている。この広域火山灰層は、2009年に改訂された新第三紀と第四紀の境界層として注目されており、名洗層の堆積年代を決定する上でも重要なデータを提示した。名洗層と飯岡層は、西にゆるく傾斜し、不整合で香取層に覆われる。名洗層は、名洗を中心とする屏風

ヶ浦の南東部と、西小川町から台町にかけての崖面で観察できる¹⁸⁾。主に凝灰質砂岩であり、基底部分には礫岩層が見られる。名洗層の基底部分にあたる長崎海岸近くの波止山付近からは、腕足類や貝類、さらには大型サメの歯、クジラの耳骨等の化石が採取されている¹⁹⁾。その上位の飯岡層は、青灰色を帯びた泥質凝灰岩が主体であり、名洗層とは時間間隔をおかずにほぼ整合で接する。飯岡層は不透水層であるため、その上を覆う透水性の香取層を通過した水が、ところどころで湧水として観察される。銚子半島の洪積台地を削る谷地形は、この湧水による谷頭浸食により形成されたと考えられる。

表1 銚子半島に出現する地層の年代表



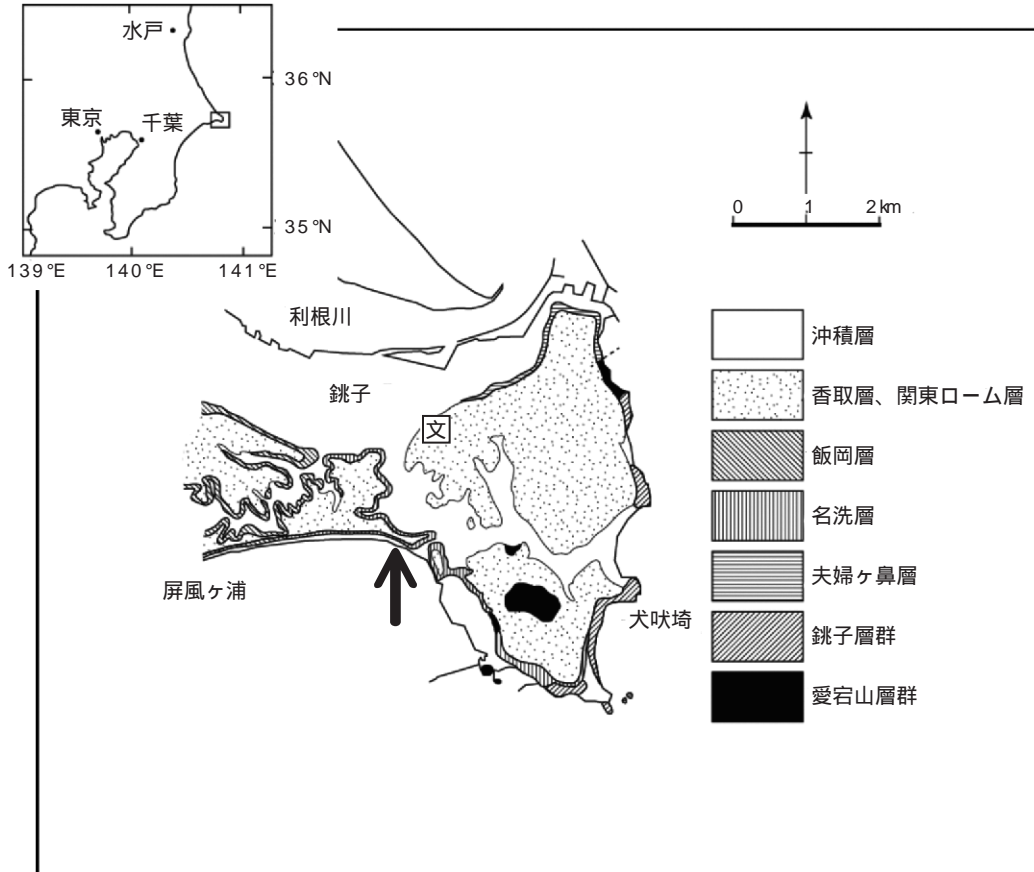


図1 銚子半島の地質図

4. 理科学習プログラムの内容と実践

4.1 指導内容と学習目標

銚子市内の中学校で使用されている理科教科書は、「大日本図書 新版中学校理科2分野上」である。その、2章「大地の変化」、第3節「地層」の単元目標には、「野外観察などを行い、観察記録を基に、地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見いだすとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定すること。」と書かれている。この部分の教師用指導書には、「3 地層」の指導内容として、以下の10項目が記載されている。

恐竜の化石の発掘の様子を見ながら、地層や化石に対して関心をもたせる。

地表の岩石は風化によって土や砂になってゆくこと、風や流水などによる浸食によって地表が変化することを理解させる。

地層のでき方を、構成物質の種類、粒の大小、重なり方などの特徴から理解させる。

地層を観察し、つくり・重なり方・特徴などを記録させる。

地層には、構成物質の種類、厚さ、化石の有無、粒の大きさなどの特徴があることを観察を通して理解させる。

離れている地層の関係を知るためには、化石をふくむ層や凝灰岩（火山灰）の層などが手がかりになることを理解させる。

堆積岩には、構成物質の種類や粒の大小などのちがいがあつたことを観察を通して理解させる。

堆積岩の特徴を理解し、分類ができるようにする。地層のつくり、堆積岩の種類、化石の種類（示相化石）によって堆積した当時の環境を推定することができることを理解させる。

示準化石によって、地層が堆積した当時の年代を推定できることを理解させる。

本研究では、以上の指導内容を踏まえて、以下の3つの主たる学習目標を設定した。

(1) 地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだす。

(2) 野外観察を行い、観察記録をもとに、地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだす。

(3) 地層をつくる岩石とその中の化石などを手がかりにして過去の環境と年代を推定する。

これらを達成するために、表2の授業計画を作成した。表中の～は、各授業時限での指導内容を示した。これに加えて、授業実践を通じて得られた指導上の留意点を示した。

4.2 対象者と実施日時、現地見学の場所

授業実践は、銚子市立第三中学校（千葉県銚子市東小川町 2348番地）の1年生2クラス（58名）に対して、2011年7月12日、13日、14日、19日、20日に行った。実施体制は、主講師を担当教諭と学習支

援者（著者）が担当し、7月14日に行った現地見学では、引率として中学校教諭2名が加わり、補助支援者として大学生4名が参加した。授業実践及び野外観察時の代表的な写真を図2に示した。

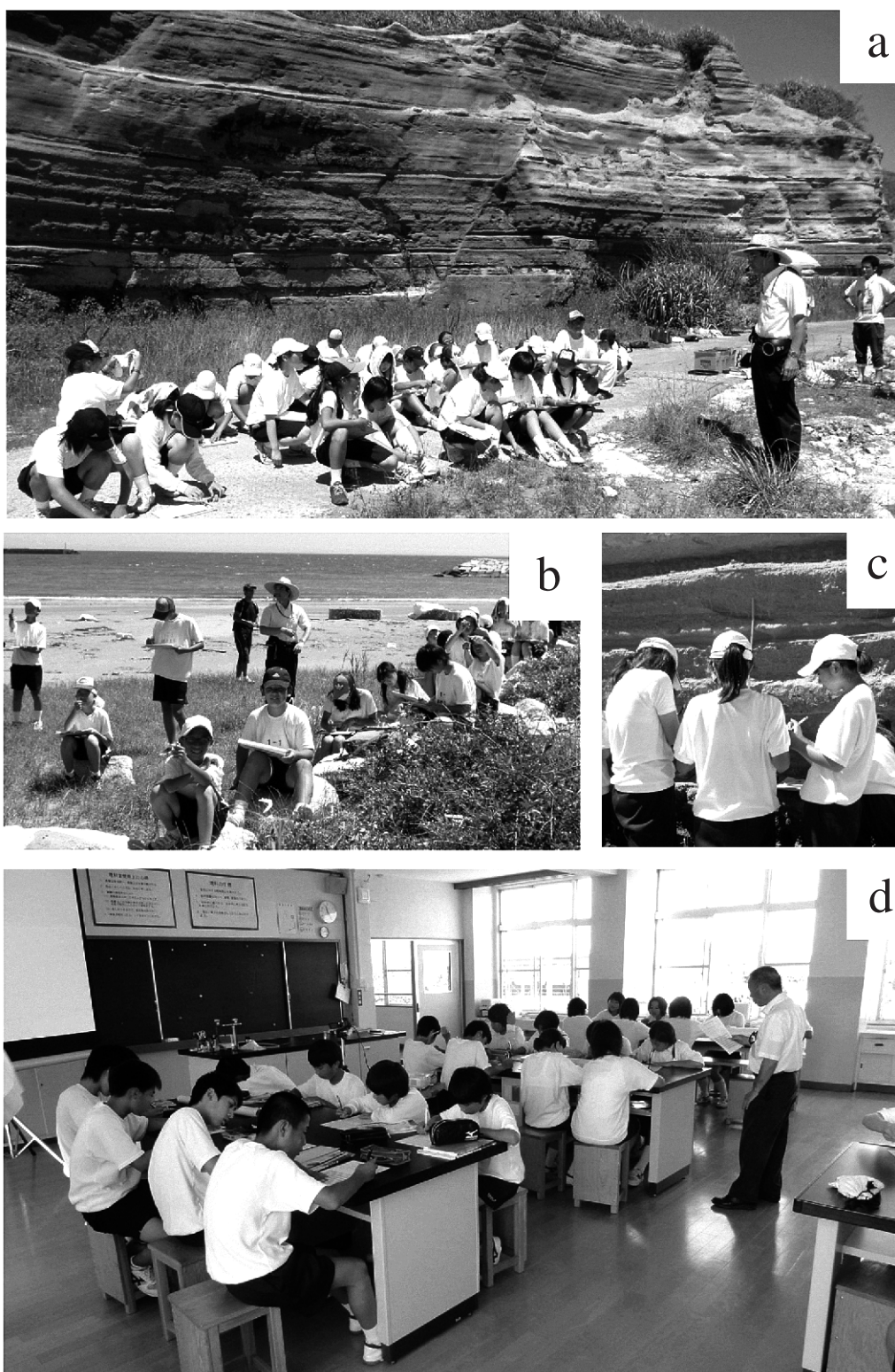


図2 体験型の理科学習プログラムの様子

現地見学は、名洗地区から北西方向の遊歩道沿いの海食崖で実施した(図1矢印)。ここでは、主として名洗層と関東ローム層が観察される。香取層は、谷頭浸食により失われたと考えられ、崖の最上部では凹み地形を覆うように、褐色でやや砂質な関東ロームが観察できる。これは、更新世後期の箱根、富士、浅間等の噴火活動による火山灰が何層にも降り積もってできたものであり、銚子地域の表土を構成して、良好な畑地として利用されている。見学場所では、その他に、海食崖、海食洞、波食台等の海岸地形や、正断層、横ずれ断層を観察することができる。

4.3 講義内容

講義は、パワーポイントスライド(図3a)を準備し、アニメーション機能を用いて説明した。また、生徒にはあらかじめ書き込み式のワークシート(図3b)を配布し、講義を受けながら説明内容が確認できるようにした。図2 dに講義実施の様子を示す。講義は、以下に示す3つの小テーマについて、1時限~2時限の時間を割り当てて実施した(表2)

4.3.1 小テーマ1: 地層はどのようにつくられるのか

1時限目の授業は、冒頭で記名式の事前質問紙調査(以後、事前調査)を実施した後、中・大連携授業の趣旨説明と学習支援者の紹介を行った。授業は、担任教員が行った。主な内容は、導入として「1. 地層はどのようにしてつくられるか」を説明したのち、生徒を3班に分け、「2. 風化、浸食・運搬、堆積作用に関する実験および観察」を行い、まとめた。

2時限目の授業は、主として学習支援者が行った。パワーポイントスライドとワークシートを用いて、「1. 地層のつくり」、「2. 断層としゅう曲」に関する説明を行ったのち、現地見学で訪れる屏風ヶ浦を例として「3. 屏風ヶ浦の形成」に関する説明を行い、最後に「4. 現地見学の説明」を行った。

4.3.2 小テーマ2: 地層を調べる

3時限目の授業は、現地見学を行った。受講した2クラスについては、当日の授業時間割を変更し、昼休みの後半(13時)から、5時限、6時限、さらには学級活動の時間を利用して16時30分までの時間を確保した。1クラスの所要時間は、往路(教室に集合し、バスでの移動、および露頭までの徒歩移動)で約30分、現地での観察、試料採取で90分、中学までの復路で30分となり、全体では約2.5時間となった。見学場所までの移動は、大型バスを利用した。現地では、1mの折り尺、試料採取用袋((株)生産日本社製ユニパックE-4)、葉さじを配布した。露頭全体のスケッチ(露頭図)の作成は、露頭全体が観察できる位置まで移動し、地層の連続性を確認した後、あらかじめ配布したワークシートを用いて、露頭全体の外形を記入し、火山灰層や正断層の位置を書き込ませた(図4)。柱状図は、露頭近くに移動し、折り尺を用いて地層の厚さを測り、地上から2mまでを作成した。試料採取は、火山灰層の表面を除いて、内側の新鮮な層を約20g程度を採取した。採取位置は、柱状図に記入した。

4時限目の授業は、主として学習支援者が、パワーポイントスライドとワークシートを用いて、採取した火山灰層の前処理法、実体鏡を用いた火山灰の観察法、堆積岩の肉眼観察法について説明を行った。生徒は、実体鏡を用いて「1. 火山灰や軽石にふくまれている粒」を調べ、あらかじめ準備しておいた銚子層群の海鹿島礫岩、犬吠砂岩・泥岩を用いて「2. 堆積岩」の観察を行った。観察終了後、教科書の課題である「3. 観察結果から考えてみよう」を行った。

4.3.3 小テーマ3: 堆積岩と化石を調べよう

5時限目の授業は、主として学習支援者が、パワーポ

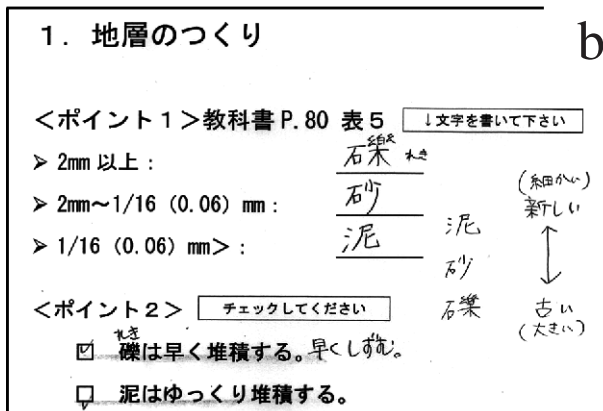
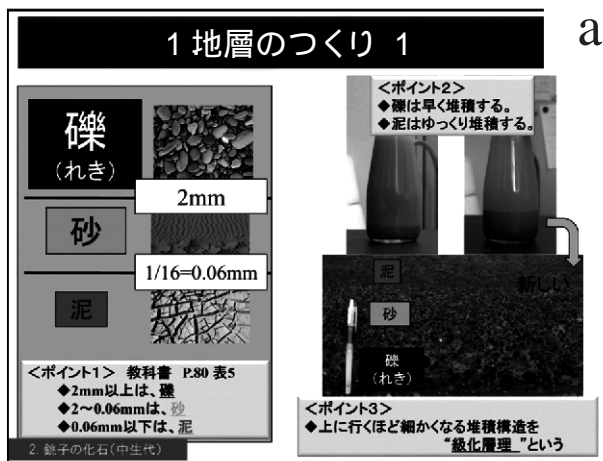


図3 授業使用したパワーポイントファイルとワークシートの例

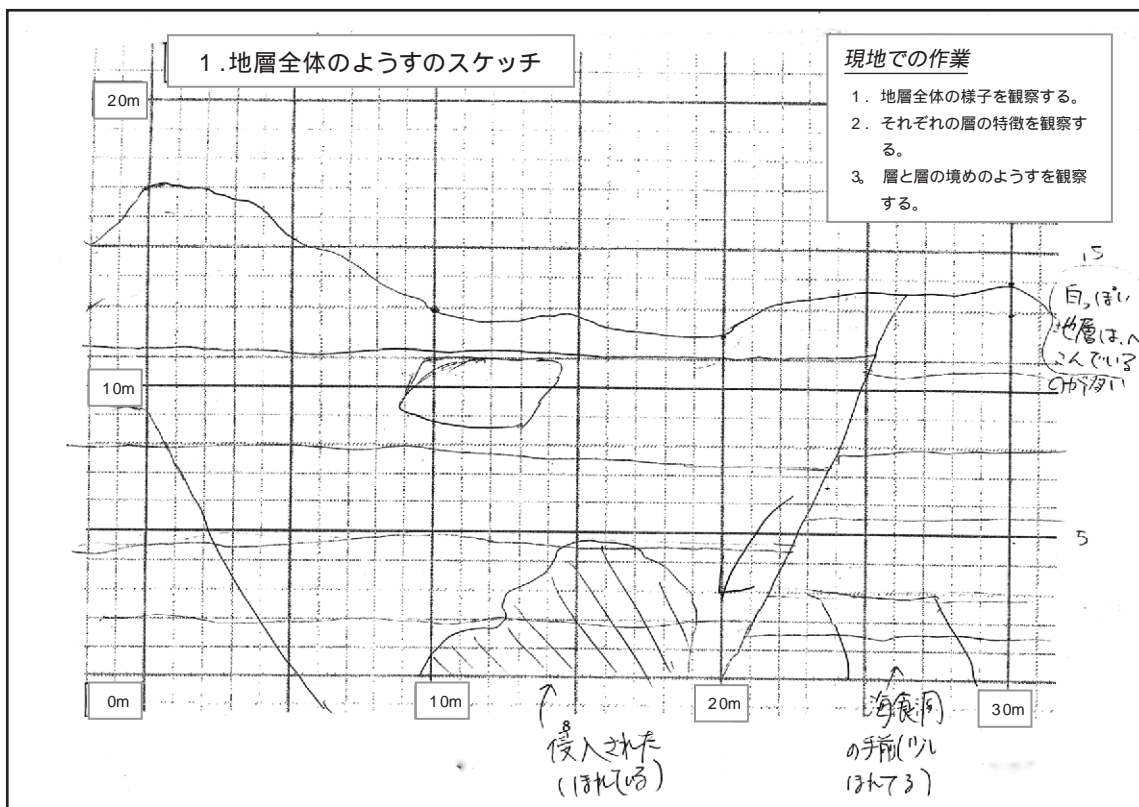


図4 授業使用した野外スケッチ用のワークシート

イントスライドとワークシートを用いて行った。主な内容は、「1. 堆積岩や化石からわかること」と題して示相化石の説明を行い、「2. 地層の年代を示す化石」と題して示準化石の説明を行った。その後、化石試料(日本地科学社、動物化石標本、植物化石標本)を4セット準備し、「3. 化石の観察」を行った。続いて、地質時代区分の説明を行い、「4. 中生代末の一斉絶滅」に関するビデオ鑑賞を行った。最後に、教科書の課題である「5. 確かめよう」を行った。

以上が終了した後、事後の質問紙調査(以後、事後調査、添付資料参照)調査と自由記述文の作成を求めた。

4.4 質問紙調査と感想文

授業に対する生徒の評価を求めため、受講した59名の生徒に対して、授業に関する事前の期待や印象を質問する事前調査と、授業終了後の印象や感想を質問する事後調査の二回の調査を実施した。事前調査・事後調査のいずれにおいても、学習意欲に関する「ARCSモデル」²⁰に基づく質問紙を準備した。ARCSモデルは、学習意欲を高める方法を、4つの項目(注意: Attention, 関連性: Relevance, 自信: Confidence, 満足感: Satisfaction)からとらえたものである。「注意(A)」は、好奇心と注意を喚起し持

続させることに関する項目であり、知覚的喚起(授業には、生徒の注意を引く工夫があったか?)、探求心の喚起(好奇心を大切に工夫があったか?)、変化性(飽きない工夫があったか?)などの下位分類から構成される。「関連性(R)」は、授業と自分自身の欲求や目標を結び付けることや授業のやりがいに関する項目であり、親しみやすさ(生徒の関心を引く工夫があったか?)、目的指向性(自ら進んで取り組めたか?)、動機との一致(学ぶプロセスを楽しませる工夫があったか?)などの下位分類から構成される。「自信(C)」は、成功への自信を啓発し、肯定的な期待感を起こさせることに関する項目であり、学習要求(適度な目標の設定があったか?)、成功の機会(自分自身の進歩を確認できたか?)、コントロールの個人化(自らの努力の成果を確認できたか?)などの下位分類から構成される。「満足感(S)」は、授業における努力に対する正当な見返りや評価を得られることに関する項目であり、自然な結果(自らの努力を確かめる機会があったか?)、肯定的な結果(できた自分に誇りを持てたか?)、公平さ(評価が公平だったか?)などの下位分類から構成される。ARCSモデルに基づくケラーの「科目の興味度調査」²¹を参考にしながら、事前調査、事後調査それぞれについて質問項目を作成した。

表2 体験型の理科学習プログラムの内容と時間構成、生徒絵の指導上の留意点

<p>小テーマ1～3: 配当時限数 <小テーマの目標></p>	<p>生徒への指導上の留意点</p>
<p>授業時限: 授業形態(主担当者): 「授業題名」(本文4.1の指導内容～)、実施日時 1. 小単元題目(2.以降も同様)</p>	
<p>小テーマ1. 地層はどのようにつくられるのか?: 2時限 <地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだす。></p>	
<p>1時限: 講義と実験(担任教員): 「地層はどのようにしてつくられるか」(指導内容、)、2011年7月12日 1. 地層はどのようにしてつくられるか 2. 風化、浸食・運搬、堆積の実験 1班: 花崗岩の加熱と水中急冷による風化作用の観察 2班: 流水実験による浸食作用と運搬作用の観察 3班: 堆積実験器による堆積作用の観察</p>	<p>導入の講義の後、生徒を3班に分ける。 特に、花崗岩の風化実験は、高温になるので、注意を促す。</p>
<p>2時限: 講義(学習支援者): 「地層のつくりと変形(断層, 褶曲) 屏風ヶ浦の形成」(指導内容、)、2011年7月13日 1. 地層のつくり 2. 断層としゅう曲 3. 屏風ヶ浦の形成 4. 現地の見学の説明</p>	<p>指導用のパワーポイントスライドとワークシートにより学習する。 「4. 現地見学の説明」にて、野外観察の方法を具体的に説明する。</p>
<p>小テーマ2. 地層を調べる: 2時限 <野外観察を行い、観察記録をもとに、地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだす。></p>	
<p>3時限: 野外観察(担任教員、学習支援者、補助支援者: 学生4名): 「屏風ヶ浦ジオサイトの見学と試料採取」(指導内容、)、2011年7月14日 1. 地層全体のようなすのスケッチ(露頭図) 2. 地層の重なり方のスケッチ(柱状図) 3. 地層のつくりや重なりを調べる 4. 火山灰層の採取</p>	<p>配布したワークシートを用いて、露頭スケッチと柱状図を作成する。 学習支援者が演示しながら、スケッチする。 露頭近くでは、生徒の安全確保に気を配る。</p>
<p>4時限: 採取試料の前処理と観察(担任教員、学習支援者): 「採取資料の整理と観察」(指導内容、)、2011年7月19日 1. 火山灰や軽石にふくまれている粒を調べる 2. 堆積岩を調べよう 3. 観察結果から考えてみよう</p>	<p>主に実体鏡の数により、生徒の班構成を調整する。 実体鏡以外の生徒が、堆積岩の観察等を円滑に行えるように観察用の試料を準備する。</p>
<p>小テーマ3. 堆積岩と化石を調べよう: 1時限 <地層をつくる岩石とその中の化石などを手がかりにして過去の環境と年代を推定する。></p>	
<p>5時限: 講義と観察(学習支援者): 「地球の歴史と化石」(指導内容、)、2011年7月20日 1. 堆積岩や化石からわかること 2. 地層の年代を示す化石 3. 化石の観察 4. 中生代末の一斉絶滅(ビデオ: 7分) 5. 確かめよう</p>	<p>指導用のパワーポイントスライドとワークシートにより学習する。 化石の観察を通じて、地質年代区分を理解させる。</p>

4.4.1 事前調査

事前調査は、初回授業の冒頭で実施した。連携授業への期待や興味を問うことを目的として、ARCSモデルに基づく質問14項目(A:3項目,R:4項目,C:2項目,S:5項目)および理科に関する関心を問う「理科が好きである」「理科が得意である」の2項目の、合計16項目の質問を作成した。いずれも5件法(「全くあてはまらない」を0点として、「とてもあてはまる」を4点)により評定を求めた。

4.4.2 事後調査

事後調査は、最終授業の最後に実施した。質問1として、授業を受けての感想などを問うために、ARCSモデルに基づく質問19項目(A:5項目,R:5項目,C:3項目,S:6項目)を用い、事前調査と同じく5件法(「全くあてはまらない」を0点として、「とてもあてはまる」を4点)により評定を求めた。

事後調査ではそれに加え、質問2:「今回の連携授業によって、どのようなことがわかりましたか? 授業を受けて、自分がよくわかったこと、印象に残っていること、おもしろかったこと、良かったことなどについて、書いてください。」、質問3:「授業の中で、よくわからなかったこと、難しかったこと、説明不足だと感じたこと、こうすればいいのと思ったことなどについて、書いてください。」、質問5:

「ここまで回答したこと以外に、今回の連携授業に関する感想や意見などがあれば、以下に自由に記入してください。」として、自由記述による感想文の提出を求めた。

5. 結果と考察

5.1 事前調査および事後調査の結果と考察

事前調査の単純集計結果を、図5に示す。理科に関する関心を問うた第一の質問である、(私は、理科が好きです)では、選択肢3「かなりあてはまる」が20名、選択肢4「とてもあてはまる」が23名で、両者の合計は73%に達した。尺度得点の平均点も3.1となり、理科が好きな生徒が多い結果となった。しかし、第二の質問(私は、理科が得意です)では、選択肢3が15名、選択肢4が6名となり、両者の合計は17%にとどまった。つまり、受講した生徒の多くは、理科が好きだが、得意ではないと考えていることが明らかとなった。

これ以外の質問項目は、ARCSモデルに対応した質問項目となっている。顕著な結果として、C自信に関する項目である、(連携授業の内容は、私にとって難しいような気がします)の尺度得点の平均点が2.1と高くなり、大学との連携授業ということで内容に対して難しいのではないかという不安を抱いていた生徒が多かったという結果が示された。一方で、R(関連性)に

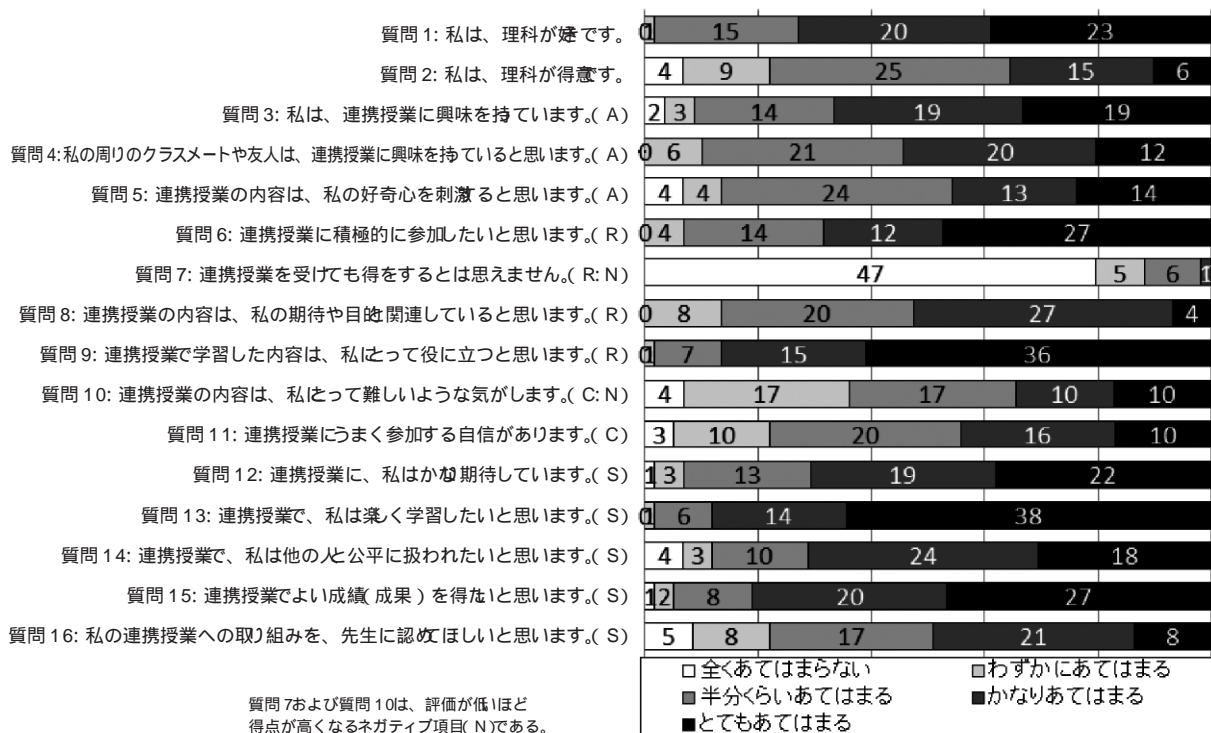


図5 連携授業の実施前に行った事前調査の単純集計結果

関する項目である、(連携授業で学習した内容は、私にとって役に立つと思います)の平均点が3.5と非常に高いことや、(連携授業を受けても得をするとは思えません)の平均点が0.3と非常に低いことなどから、やりがいのある授業となることを予想・期待していることが示された。全体的に、授業に関する興味・期待の値は高い値となっており、動機付けという観点から、生徒が連携授業に対して高い動機付けを持って望んだことが示された。

次に、連携授業の実施後に行った事後調査の単純集計結果を、図6に示す。事後調査は、授業後の感想として位置づけることができる。まず、R(関連性)に関する項目である(連携授業を受けて何か得をするとは思えなかった)の平均点が0.7と非常に低いことや、(連携授業で学習した内容は、私にとって役に立つだろうと思う)の平均点が3.5と高いこと、(私は、この授業に積極的に参加していたと思う)の平均点が3.0と高いことなど、授業内容が生徒の欲求や目標と一致しており、授業に対してやりがいを感じて

いたことを示す結果となった。また、A(注意)に関する項目である、(連携授業の中で、注意を引きつけられることはほとんどなかった)において、「0全く当てはまらない」と「1わずかにあてはまる」が合計22名と39%を占める一方で、「3かなりあてはまる」と「4とてもあてはまる」が合計18名で、31%に及ぶなど、ばらつきの大きい結果となり、授業内容が注意を引くものであったかの評価が生徒によってかなりはっきりと分かれる内容であったことが示された。また、S(満足感)に関する項目である(連携授業には、かなりがっかりした)の平均点が0.3と非常に低いことや、(この連携授業で学んだことに満足している)の平均点が3.2(私は、この連携授業で楽しく学習した)の平均点が3.1といずれも高いことなどから、授業に対してかなり高い満足度が得られたことが示された。全体的に授業の評価として高い値が得られており、授業受講後の評価においても生徒が授業を非常に肯定的に捉えていたことが示された。

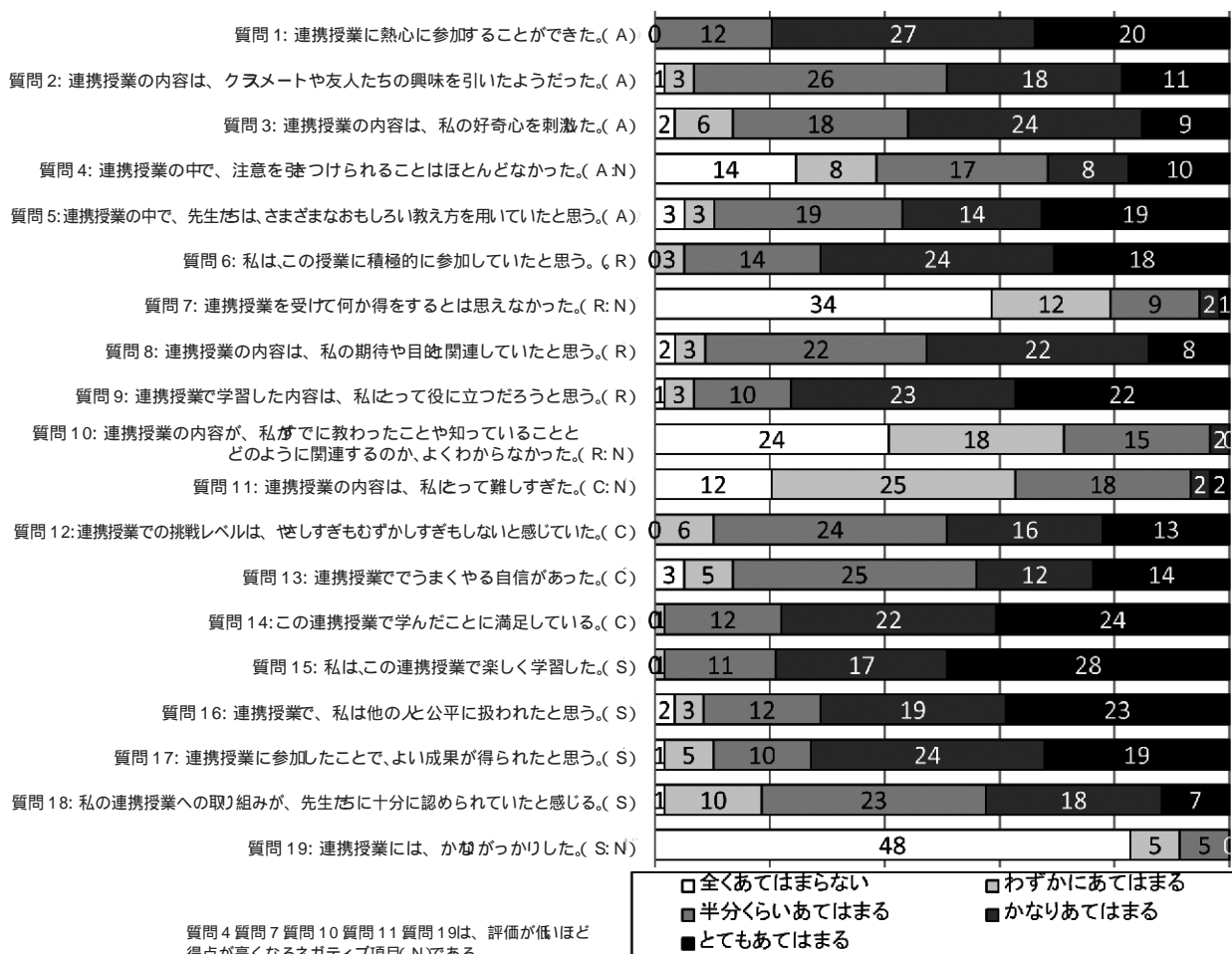


図6 連携授業の実施後に行った事後調査の単純集計結果

5.2 事前調査と事後調査の比較

事前調査と事後調査で同一の内容について質問した12項目(A:2項目,R:4項目,C:2項目,S:4項目)について比較をおこなった。また、図7に、事前と事後における質問項目ごとの平均点および標準偏差を示した。事前調査と事後調査の平均点の比較を行うため、12項目それぞれについて、対応のある検定を実施した。その結果、「連携授業を受けて何か得をするとは思えなかった(R項目)」($t(57)=2.67, p<.01^{**}$)「連携授業で学習した内容は、私にとって役に立つだろうと思う(R項目)」($t(58)=3.12, p<.01^{**}$)「連携授業の内容は、私にとって難しすぎた(C項目)」($t(57)=4.24, p<.01^{**}$)「連携授業に参加したことで、よい成果が得られたと思う(S項目)」($t(57)=2.11, p<.05^*$)の4項目において、事前調査と事後調査の平均点に有意差が認められた。

R項目である「連携授業を受けて何か得をするとは思えなかった(ネガティブ項目)」が有意に増加し、「連携授業で学習した内容は、私にとって役に立つだろうと思う(ポジティブ項目)」のが有意に減少したことから、連携授業の内容が「得」や「役立つ」と思わせる内容ではなかった(関連性の評価が受講によって低下した)と判断できる。ただし、事後調査の得点も十分に高い水準にあることから、むしろ事前の期待が非常に高く、受講内容がその期待以上のものではないと評価したと考えるべきであろう。S項目である「連携授業に参加したことで、よい成果

が得られたと思う」が有意に減少した。この結果は、事前の予測と比較して受講後の満足感が低下したことを示している。これも、得点が十分に高い水準にあることから、R項目同様に事前の期待が高かったと解釈することができるが、授業を改善する上で、授業の成果をより生徒にわかりやすい形で示すことの重要性を示唆していると考えられる。

C項目である「連携授業の内容は、私にとって難しすぎた(ネガティブ項目)」が有意に減少した。この結果は、事前の予測よりも自信を持って授業を受けられた(おもったほど難しくなかった)との評価が得られたことを示していると考えられる。事前段階では大学との連携授業ということで内容が難しいのではないかと考えた生徒が多かったものの、受講してみたらそれほどでも無かったと評価した生徒が多かったと考えられる。

A項目については、連携授業の実施前後において有意の変化が無い結果となったが、平均点はどちらも高いため、受講後も受講前の期待の範囲内だったと評価されたと言えよう。

以上の結果をまとめると、事前調査において、連携授業への期待や興味について質問したが、総じて高い値となっており、その高い期待が授業後の事後調査でも高い値で維持されていた。この結果は、連携授業の内容が受講した生徒の期待を裏切らないものであり、生徒から高く評価されたと解釈できる。ただし、関連

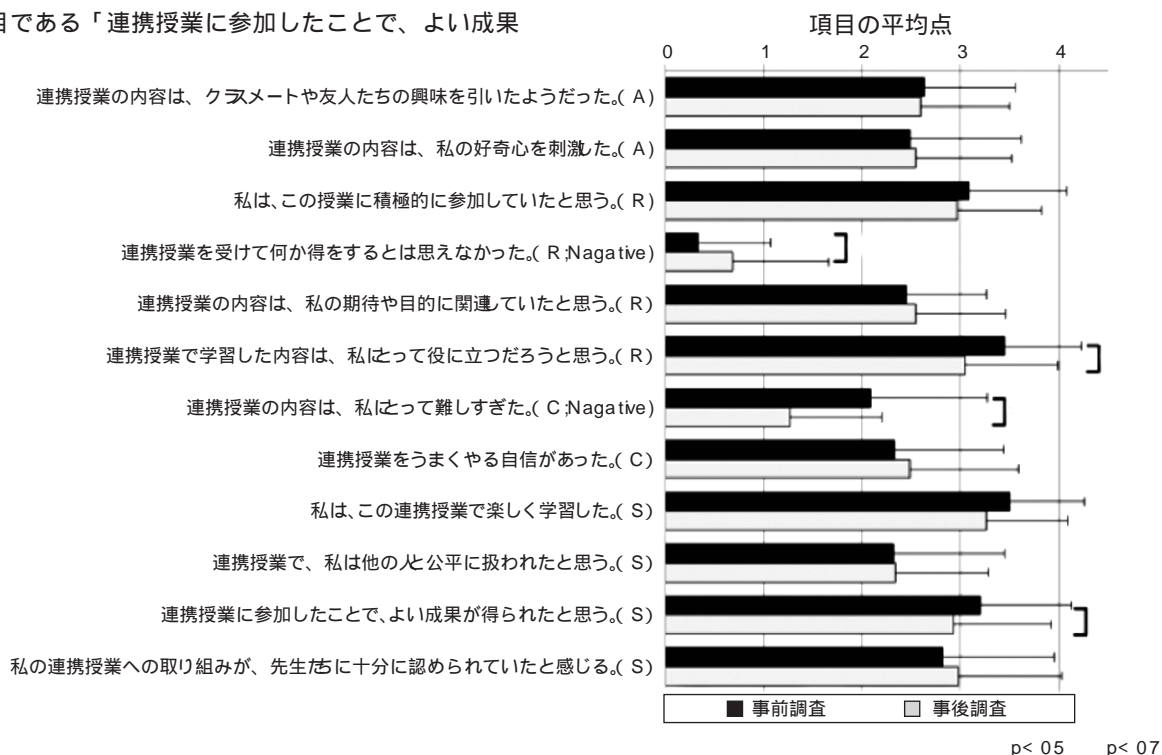


図7 事前調査と事後調査で同一の内容について質問した12項目(A:2項目,R:4項目,C:2項目,S:4項目)についての質問項目ごとの平均点および標準偏差

性や満足感などの面で、授業前に生徒が持っていた非常に高い期待に応えられる内容では無い部分があったことも示唆される。受講後の成果とそれによって生徒自身が得られる利得をより明確な形で示すなどの点で授業の改善を行う余地があることが示されたといえよう。しかし、今回実施した簡易な質問紙調査のみでは、回答数が少ないことから、教育効果に対する他の要因に関して、これ以上の考察を行うことは困難である。本環境教育プログラムの更なる実践を通じて、教育効果の因果関係を導き出すことが今後の課題である。

5.3 自由記述文の結果と考察

授業後に提出された自由記述文を利用して、キーワードと内容の分類を行った。表3に、質問2 質問3 質問4について、同一生徒の自由記述文の例を示した。「キーワード・内容分類」として示したものは、提出された自由記述文の中で、特に出現頻度の高い語句（キーワード）と、記述内容を整理し分類したものを記載した。例示した自由記述文では、質問2のキーワードとして、「地層」と「堆積岩」を抽出した。全体では、「地層」と「化石」のキーワードの出現が多

く、これ以外では「堆積岩、火山灰、砂（砂岩）など」を一括して集計した。質問3では、「スピードがはやかった」との記述に対して、「（授業の）進行が早い」と判断し、内容分類を行った。質問5では、「わかった」、「おもしろかった」とする内容分類を行った。

表4では、全生徒の自由記述文について、キーワードの抽出と内容分類を行った結果を示した。質問2のキーワードは、「地層」が39名(67.2%)、「化石」が18名(31.0%)、「堆積岩、火山灰、砂など」が13名(22.4%)となった。これらのキーワードは、主たる学習目標(1)~(3)に含まれるものであり、59名中、52名の生徒(89.7%)が使用している。これらのキーワードを用いていない生徒(全体で6名)も、「絶滅」、「隕石」、「地質時代」等の語句を用いた記述をしていることから、(1)主たる学習目標についてはほぼ全員の生徒が適切に理解できたと判断できる。質問3の内容分類は、「野外スケッチの方法や、試料や実体鏡の観察法など」に関する内容が8名(13.8%)、「進行が早い、言葉が難しい」関連が17名(29.3%)、「特になし」と「空欄」が21名(36.2%)となった。が全体の1/3を超え

表3 同一生徒の感想文の例とキーワードの抽出、内容分類（下線はキーワードと主な内容）

	同一生徒の記述の例	キーワード・内容分類
質問2	ワークシートなどを使って <u>わくしく教</u> えてくれたので、 <u>地層</u> で <u>き方</u> や <u>堆積岩</u> 、 <u>地質時代</u> のことなど、 <u>いろいろなこと</u> がわかった。	地層 堆積岩
質問3	特にないが、 <u>スピード</u> がはやかった。	進行が早い
質問5	とてもよくわかりました。ずく <u>おもしろい話</u> でした。	わかった、おもしろかった

表4 質問2,3,5のキーワードと内容分類の集計結果

キーワード・内容分類	人数	割合(59名中)
質問2: 今回の連携授業によって、どのようなことがわかりましたか? 授業を受けて、自分 <u>が</u> わかったこと、印象に残っていること、 <u>おもしろかったこと</u> 、 <u>良かったこと</u> などについて、書いてください。		
地層	39	67.2%
化石	18	31.0%
堆積岩、火山灰、(砂岩) など	13	22.4%
質問3: 授業の中で、よくわからなかったこと、 <u>難</u> かったこと、 <u>説明不足</u> を感じたこと、 <u>こうすればいい</u> のと思ったことなどについて、書いてください。		
野外スケッチの方法や、試料や実体鏡の観察法など	8	13.8%
進行が早い、言葉が難しい	17	29.3%
特になし、空欄	21	36.2%
質問5: ここまでに回答したこと以外に、 <u>今</u> の連携授業に関する感想や意見などがあれば、以下に自由に記入してください。		
「分かった」、「分かりやすかった」、「良かった」、「楽しかった」、「おもしろかった」	20	34.5%
もっとやりたい、さらに調べたい	6	10.3%
特になし、空欄	27	46.6%

ている結果は、質問2の考察内容と調和的である。

については、(2-1)スケッチや観察等、生徒が実際に活動する場合には、入念な事前説明が必要であることを示している。例えば、具体的なスケッチの例示や実体顕微鏡のデモ観察など、より分かりやすい説明方法の工夫が必要であると考えられる。については、(2-2)外部講師(本研究では大学教員)が授業を行う場合に、進行速度と専門用語の使用について特に注意が必要であると考えられる。

質問5では、「分かった」、「分かりやすかった」、「良かった」、「楽しかった」、「おもしろかった」等の記述が20名(34.5%)、「もっとやりたい」、「さらに調べたい」等の記述が6名(10.3%)、「特になし」と「空欄」が27名(46.6%)となった。全体の1/3を超える生徒がの感想を記述していることは、(3)本連携授業が生徒の満足の行く内容となったことを示している。加えて、(4)の結果は、本連携授業が、10%を超える生徒の学ぶ意欲を向上させたことを示している。その一方で、が多いのは、質問紙の記述時間が少なかったことが原因と考えられる。十分な時間を確保して、記述させると特に空欄の生徒は減るものと考えられる。

6.まとめ

千葉科学大学と銚子市立第三中学校が連携し、地域の地質資源を利用した、体験型の理科学習プログラムを開発した。内容は、中学校理科の教科書における「地層」分野の指導内容を踏まえて、野外での現地見学や教室における標本観察などの体験型の学習内容とした。実施前後の質問紙と自由記述文のキーワード分析から明らかになった結果を以下に示す。

(1)学習意欲に関する「ARCSモデル」を参考とした質問紙調査における事前調査結果からは、受講した生徒の多くが、連携授業に対して高い動機付けを持って望んだことが示された。また、事後調査結果からは、生徒が授業を非常に肯定的に捉えていたことが示された。

(2)事前と事後で、同一の内容で質問した12項目の集計結果から、授業前の連携授業への高い期待や興味が、授業後においても維持されたことが明らかとなった。この結果は、連携授業の内容が受講した生徒の期待を裏切らないものであり、生徒から高く評価されたことを示している。ただし、授業内容の利得に関する「関連性」や、授業後の「満足感」などの面では、授業前に生徒が持っていた非常に高い期待に応えられていないことも示唆された。このため、受講後の成果と、その成果によって生徒自身が得られる利得をより明確な形で示すなど、授業の改善を行う必要性が明らかとなった。

(3)授業の理解に関する自由記述文のキーワード分析の結果からは、主たる学習目標についてはほぼ全員の生徒が適切に理解できたと判断できた。

(4)分からなかった点に関する自由記述文のキーワード分析の結果からは、スケッチや観察等、生徒が実際に活動する場合には、入念な事前説明が必要であることが明らかとなった。加えて、外部講師(本研究では大学教員)が説明を行う場合に、進行速度と専門用語の使用について特に注意が必要であることが明らかとなった。

(5)感想や意見に関する自由記述文のキーワード分析の結果からは、本連携授業が生徒の満足の行く内容であり、10%を超える生徒の学ぶ意欲を向上させることができたと判断できた。

謝辞

銚子市立第三中学校の加藤仁紀教頭には、授業計画の作成から実施に至る本研究全体にわたって、貴重なご助言とご支援頂いた。本研究は、2011年度科学技術振興機構(JST)のサイエンスパートナーシッププロジェクト(SPP)の一部として行った。

引用文献

- 1)上野宏共, 地味ゆみ, 安藤生大, 坂本尚史(2010) 千葉科学大学紀要, 第3号, 75-86
- 2)安藤生大, 粕川正光(2011): 千葉科学大学紀要, 第4号, 1-10
- 3)平野勇(2007): 地質ニュース(653), 45-65
- 4)平野勇(2008): ジオパーク, 地質遺産の活用・オンサイトツーリズムによる地域づくり, オーム社, 東京
- 5)渡辺真人(2007): 地質ニュース(653), 42-44
- 6)本藤祐樹, 平山世志衣, 中島光太, 山田俊介, 福原一朗(2008): 日本LCA学会誌, 4(3), 279-291
- 7)阿部治, 野田研一, 鳥飼玖美子(2005): ユネスコ持続可能な未来のための学習, 立教大学出版会, 東京, 57-73
- 8)安藤生大(2008): 千葉科学大学紀要(3), 15-23
- 9)安藤生大(2010): 日本LCA学会誌, 6(3), 234-241
- 10)安藤生大(2008): 千葉科学大学紀要(4) 21-30
- 11)安藤生大, 長谷川勝男(2011): 水産技術, 3(2), 99-105
- 12)安藤生大, 吉川直樹(2011): 日本LCA学会誌, 7(4), 387-395
- 13)安藤生大, 長井浩, 久保典男, 武藤厚俊, 小林謙介, 田原聖隆, 稲葉敦(2009): 日本LCA学会誌, 5(2), 237-243
- 14)安藤生大(2010): 日本LCA学会誌, 5(3), 382-392

- 15)安藤生大 (2010): 技術教室 (691), 50-57
 16)高橋雅紀,須藤斎,大木淳一,柳沢幸夫(2003):
 地質学雑誌, 109(6), 345-360
 17)田村糸子,高木秀雄,山崎晴雄(2010):地質学雑誌,
 116(7), 360-373
 18)近藤精造(2001):千葉の自然をたずねて,日曜
 の地学 19,築地書館,東京
 19)前田四郎(1996):新・千葉県 地学のガイド,
 コロナ社,東京
 20)鈴木克明(1995):教育メディア研究,1(1),50-61
 21) Keller, J.M. (2009): Motivational Design for
 Learning and Performance: The ARCS Model
 Approach. Springer(ケラー JM.鈴木克明(訳)
 (2010)学習意欲をデザインする 北大路書房)

添付資料 大学との連携授業を受けての感想について

銚子市立第三中学校 ____年 ____組 名前_____ (1男 2女)

このアンケートは、今後、授業をよりよいものに改善する目的で、今回の連携授業に参加したみなさんが、授業の内容に関してどのようなことを感じたのかを聞くためのものです。それぞれの質問について自分の考えを回答してください。回答にあたっては、本当はこうありたいことや、期待されている回答などではなく、あなた自身が本当に思ったことを回答するようにしてください。

質問 1 .

みなさんが受けた連携授業で感じたことについて、以下のそれぞれの項目がどれくらいあてはまるか、もっともよくあてはまる数字一つにまる()をつけて回答してください

	0 全くあてはまらない	1 わずかにあてはまる	2 半分くらいあてはまる	3 かなりあてはまる	4 とてもあてはまる
1 この連携授業で学んだことに満足している。	0	1	2	3	4
2 連携授業に熱心に参加することができた。	0	1	2	3	4
3 連携授業の内容は、クラスメートや友人たちの興味を引いたようだった。	0	1	2	3	4
4 私は、この連携授業で楽しく学習した。	0	1	2	3	4
5 連携授業を受けて何か得をするとは思えなかった。	0	1	2	3	4
6 私の連携授業への取り組みが、先生たちに十分に認められていたと感じる。	0	1	2	3	4
7 連携授業に参加したことで、よい成果が得られたと思う。	0	1	2	3	4
8 連携授業で学習した内容は、私にとって役に立つだろうと思う。	0	1	2	3	4
9 私は、この授業に積極的に参加していたと思う。	0	1	2	3	4
10 連携授業の内容は、私にとって難しすぎた。	0	1	2	3	4
11 連携授業の内容は、私の期待や目的と関連していたと思う。	0	1	2	3	4
12 連携授業の内容は、私の好奇心を刺激した。	0	1	2	3	4
13 連携授業で、私は他の人と公平に扱われたと思う。	0	1	2	3	4
14 連携授業での挑戦レベルは、やさしすぎもむずかしすぎもしいと感じていた。	0	1	2	3	4
15 連携授業の中で、注意を引きつけられることはほとんどなかった。	0	1	2	3	4
16 連携授業の内容が、私がすでに教わったことや知っていることとどのように関連するのか、よくわからなかった。	0	1	2	3	4
17 連携授業には、かなりがっかりした。	0	1	2	3	4
18 連携授業の中で、先生たちは、さまざまなおもしろい教え方を用いていたと思う。	0	1	2	3	4
19 連携授業での挑戦レベルは、やさしすぎも難しすぎもしいと感じた。	0	1	2	3	4
20 連携授業をうまくやる自信があった。	0	1	2	3	4