

An Analysis of an Elementary School Science Class based on Active-Learning and Memorable Teaching : The case of a 6th Grade Unit on Land Construction and Change, "4.6 Billion Years of Evolution of Life on the Earth"

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-11-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 下村, 知愛, 高橋, 典嗣 メールアドレス: 所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/1626

アクティブ・ラーニング形式による 感動を与える小学校理科の授業実践と分析

～第6学年・大地のつくりと変化「地球生命進化 46 億年」より～

An Analysis of an Elementary School Science Class based on
Active-Learning and Memorable Teaching

～The case of a 6th Grade Unit on Land Construction and Change,
"4.6 Billion Years of Evolution of Life on the Earth"～

下 村 知 愛^{*}
SHIMOMURA Chie

高 橋 典 嗣^{**}
TAKAHASHI Noritsugu

1 はじめに

2021 年より全面実施されている現行の小・中学校の学習指導要領（2017 年告示）¹⁾では、資質・能力を 3 つの柱、「知識・技能の習得」「思考力・判断力・表現力の育成」「学びに向かう力・人間性の涵養」に整理し、その育成を目指すために全教科において「主体的・対話的な深い学び」の実現に向けた授業改善を推進することが求められている。

これに先立ち 2016 年 12 月の文部科学省の答申²⁾では、「学習内容を人生や社会の在り方と結びつけて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身につけ、生涯にわたって能動的に学び続けたりするようにするために『主体的・対話的な深い学び』の実現（アクティブ・ラーニング）の視点を共有し、授業改善に向けた組織を活性化していくことが重要である」とし、ここでのアクティブ・ラーニングとは、教師側の一方的な講義形式でなく、学習者の能動的な授業への参加を取り入れた学習法の総称であり、「課題の発見・解決に向けた主体的・共同的な学び」と定義している。

そもそも、1990 年代からアメリカの物理教育において、その重要性が着目^{3,4)}されてきた（土佐幸子 他, 2017., 土佐幸子, 2018）。日米の比較研究から「日本の授業は教師が教えたい科学的概念がはっきりと定まっており、予想 - 実験 - 考察の流れを含む帰納的な授業が多く、生徒の概念理解を支援する手立てをとることが少ない」ことが指摘されていた。

これまでも教師による発話による働きかけ⁵⁾の重要性や根拠に基づいた表現する力⁶⁾の必要性が示唆されていた。「主体的・対話的な深い学び」の実現に向けた授業改善を目指して、対話的な授業、言語活動・表現活動に注目した先行研究には、生徒の話し合い活動に焦点を当てた教師による活動への支援⁷⁾や言語力の育成を目指した検証型授業研究⁸⁾、また授業による発話をテキスト化して教師の発話を自己組織化マップにより科学的な表現活動の観点から語句の関連性

* 新潟県見附市立見附小学校 ** 武蔵野大学教育学部

についての授業分析法開発⁹⁾、などがある。また、地学領域での実践に目を向けると、主体的・対話的で深い学びの実践から製作された教材例の紹介¹⁰⁾やカードを用いた対話による深い学びの実践¹¹⁾、ピア・インストラクションを取り入れた授業の取り組み¹²⁾などの報告がある。

これらの「主体的・対話的な深い学び」の実現に向けた実践を踏まえ、児童が学習活動において主体的に取り組ませるには、自ら進んで学習する意欲を高めることが重要であり、これには学習内容に興味関心を持たせることが不可欠であると

著者らは考えている。すなわち、単元学習の最初にいかに感動を与えることができるかが児童の興味関心へとつながり、その後の学習効果に大きく影響する。その指導方法の一つとして、感動を与える教材を使った導入場面に着目し、2019年度に東京都、神奈川県、新潟県、ベトナム日本人学校の22校の小学校で、56クラス、1600名の児童を対象に小学校6年の理科の単元「大地のつくりと変化」の最初の時間に、表1に示した11種類の教材を使った導入授業を実践^{13,14)}した。

この内、「主体的・対話的な深い学び」を目指したアクティブ・ラーニングの視点で実践したグループ活動による導入授業について報告する。

表1 導入教材

教 材	導 入 教 材
(1) 恐竜教材 ティラノサウルス	① 骨骼標本模型・大 (全長 2.7m) ② 骨骼標本模型・小 (全長 60cm) ③ 頭骨標本実物大模型 (1.2m) ④ 頭骨標本模型・小 (60cm) ⑤ ぬいぐるみ (全長 90cm) ⑥ ビデオ教材 (DVDを視聴)
(2) 化石教材 三葉虫 アンモナイト マンモス	⑦ レプリカ作成教材 (三葉虫、アンモナイト) ⑧ 化石発掘体験教材 (アンモナイト) ⑨ 化石展 (実物化石・40点を展示) ⑩ 化石展 (実物化石・3点を展示)
(3) アクティブ ラーニング	⑪ アクティブ・ラーニング形式による 主体的・対話的な深い学びを目指した グループ活動 『今の生き物と昔の生き物の進化を感じよう』 (三葉虫の観察から地球生命進化 46 億年を調べる)

2 研究の目的と方法

2-1 導入教材の感動の比較・評価と結果

導入授業の直後に20校、1383名の児童を対象に印象調査を、単元が終了した時点で19校、1305名の児童を対象に事後調査を実施した。調査項目の中から「理科の授業の始めに行った活動に感動しましたか」に対する回答について、「とても感動した」を5点、「どちらかといえば感動した」を4点、「どちらともいえない」を3点、「どちらかといえば感動しない」を2点、「まったく感動しない」を1点として集計した。印象調査、事後調査の平均値が高かった上位5種の感動教材について、印象調査における被験者数を n_1 、平均値を M_1 、標準偏差を SD_1 とし、事後調査の被験者数を n_2 、平均値を M_2 、標準偏差を SD_2 とし、各調査の平均値の差 ($M_1 - M_2$) を集計した結果を表2に示した。

印象調査における感動の平均値の高い上位5種の教材は、実物大頭骨模型、化石展 (40点)、骨骼模型・大、化石発掘体験、アクティブ・ラーニング「グループ活動」の順であった。これに対し、単元終了後に行った事後調査での感動の平均値の順番は、骨骼模型・大、実物大頭骨模型、化石展 (40点)、アクティブ・ラーニング「グループ活動」、化石発掘体験の順番に変容した。

単元の開始時と終了時の差、感動の減少率 ($M_1 - M_2$) を見ると、少ない順に骨骼模型・大 (0.40)、

表2 導入教材感動教材の評価と結果

導入教材	学校数	学級数	印象調査				事後調査				印象調査と事後調査の差	
			n ₁	M ₁	SD ₁	順位	n ₂	M ₂	SD ₂	順位	M ₂ - M ₁	順位
① 骨骼標本模型・大	2	5	165	3.994	0.960	3	158	3.589	1.054	1	0.40	1
③ 頭骨標本実物大	3	9	253	4.170	0.877	1	236	3.530	1.197	2	0.64	3
⑦ 化石展（40点）	1	3	88	4.068	0.980	2	90	3.344	1.062	3	0.72	5
⑩ 化石発掘体験	2	3	102	3.902	1.173	4	89	3.157	1.263	5	0.75	4
⑪ アクティブ・ラーニング「グループ活動」	2	3	89	3.787	1.005	5	84	3.250	1.026	4	0.54	2

アクティブ・ラーニング「グループ活動」(0.54)、実物大頭骨模型、化石発掘体験、化石展（40点）となっていた。これより、アクティブ・ラーニング「グループ活動」の感動の平均値は、印象調査で実物大の

頭骨標本に比べ0.383ポイント、事後調査で骨骼模型・大に比べて0.339ポイント低いが、感動の平均値の差は骨骼模型（全長2.7m）に次いで少ない。

このことからアクティブ・ラーニング形式で実践したグループ活動による導入授業で得られた感動は、他の導入教材を使った授業に比べて単元終了まで感動が持続していたことがわかる。さらに「主体的・対話的な深い学び」を目指したアクティブ・ラーニングの視点で実践した導入授業（グループ活動）で体験したことは、その後の学習内容と結びつき、深い理解に繋がっていたと推察される。

表3 研究協力校

研究協力校	学 年	児童数	計	合計
新潟県見附市立田井小学校 (複式学級)	5 年	4	15	94
	6 年	11		
神奈川県海老名市立東柏ヶ谷小学校	6 年 1 組	40	79	
	6 年 2 組	39		

2-2 研究目的

児童が主体的に取り組み、学習意欲を高めるには、学習内容に興味関心を持たせることが必要である。11 種類の教材を使った導入授業の中で感動の印象が強く、さらに感動の印象を持続させる感動体験として「アクティブ・ラーニングの視点で実践したグループ活動」が挙げられた。この「主体的・対話的な深い学び」を目指したアクティブ・ラーニングの視点で実践したグループ活動による導入授業を分析し、児童が課題に主体的に取り組むための要因は何かについて探ること、「アクティブ・ラーニング」授業の感動因子の特質についての知見を得ること、自然や科学の感動体験が「学習意欲」「影響」「興味・関心」「好奇心」にどう関連していくのかを知ること、などを本研究の目的とした。

2-3 研究の方法

アクティブ・ラーニングによるグループ活動の授業は、表3に示した研究協力校の2校、3クラスにおいて、それぞれ50分（1コマ）の時間で著者が行った。授業における教師の発問と児童の応答、授業内容の科学的な方法について分析し、「主体的・対話的な深い学び」が実践できているかを検証する。また、「主体的・対話的な深い学び」の授業における感動因子の特質について分析する。

3 グループ活動と導入教材

3-1 グループ活動の概要

本研究では、6年生の「大地のつくりと変化」¹⁵⁾の単元の最初の1時間を使い、アクティブ・ラーニングの視点で「主体的・対話的な深い学び」の実現に向けた対話的な授業、言語活動・表現活動に注目したグループ活動による授業を計画した。

グループ活動は、3～4人で1つのグループ（班）を作った。

学習教材は、「感動を与えることができる教材を使うこと」、「あまり見たことがない珍しい教材を使うこと」、「既知の学習や体験と関連できること」、「新しい発見や気づきにつながること」、「身の回りの生き物と結びつくこと」などの観点から、昔の生き物と

して「三葉虫」を選定し、本物の三葉虫化石の観察を行った。実物の化石の他に三葉虫模型（図1）、三葉虫の資料（図2）、地球生命の歴史と三葉虫の体の仕組みがわかる資料（図3）、トノサマバッタの模型、ワークシート、図鑑（生物、動物、魚、鳥、昆虫など）を用意した。これらの教材を使い、化石に触れて主体的に観察する体験的な学習活動を展開した。

学習課題は、「今の生き物と昔の生き物を比べて、生き物の進化を感じよう」とした。課題を解決するため、児童は、主体的に本物の三葉虫の化石に触れ、観察し、疑問を探して、見つけた問題を解決する活動に取り組んでいた。活動で気づいた疑問をグループ内で話し合い、考えをまとめて発表することにより言語活動の充実が図られた。

授業では、学習課題の学びを深めるために「三葉虫の観察」、「三葉虫のスケッチ」、「ポスター（資料）を見て考える」、「図鑑で調べる」、「その他の資料を活用する」などのグループ活動を行った。

言語活動・表現活動では自分の考えを自由に発表する場所として、「グループ内での個人の発表の場（自由ディスカッション）」、「クラス全体への個人の意見を発表する場（指名して意見を発表させる）」、「グループのまとめの発表の場（自発的に意見を発表させる）」の3段階の発表場面を設定した。

本研究では、以上の観点から「三葉虫」の化石教材を使って三葉虫の体の仕組みを調べることから得られる深い学びにつながる課題、「昔の生き物と今の生き物を比べて、生き物の進化を感じよう」を設定した。これにより、アクティブ・ラーニングの視点に立った「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指し、地球生命進化46億年の歴史に感動させるグループ活動の導入授業を実践した。



図1 三葉虫模型

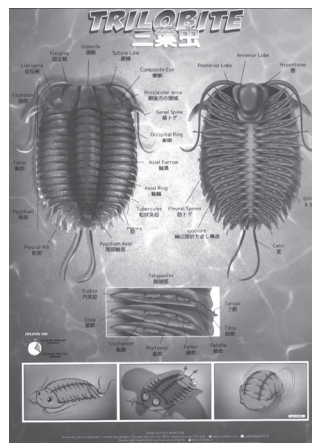


図2 三葉虫の資料

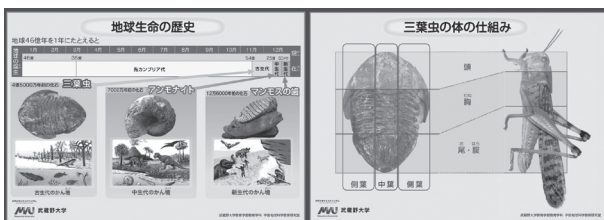


図3 地球生命の歴史・三葉虫の体の仕組み

3-2 感動を与える学習教材としての「三葉虫」の意義

三葉虫^{16,17)}は「化石の王様」¹⁸⁾と称される。その理由として、豊富な形態の変化を持っていること、防御体制、体の大きさが多種多様、地球の生態系を最初に征服した生物であることなどが挙げられ、日本では稀少さからくる憧れが王様像の構築^{19,20)}に拍車をかけている。

三葉虫化石を教材とした小学生を対象とした実践²¹⁾では、三葉虫のスケッチをさせ、化石に興味を持って集まった児童をさらに刺激することで、理科の楽しさを味わうことに成功したとの報告がある。また、中学校ではスケッチでなくデジタルカメラで撮影した画像を使った同様の実践例²²⁾が報告されている。

この三葉虫の化石を6年生の教材に使うと、小学校3年の理科で学習した昆虫の体のつくり、複眼のつくり、脱皮などの変態、生態、生活環境などの既知の学習内容を絶滅種である三葉虫に当てはめて考えさせることができる。既知の知識を古生物という題材に適応しながら新しい発見を導き出す体験ができるという点でも、三葉虫は優れた教材である。

これらのことから、本研究では、アクティブ・ラーニングの視点で「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指したグループ活動の題材として三葉虫が適切であると考え、化石を手にとりて触らせ、観察するグループ活動を導入授業の核とした。



図4 三葉虫の観察（上）
観察に使った三葉虫（下）

3-3 授業の構成

(1) 導入授業の展開

授業の展開は、表4に示した5つのステージで構成した。各ステージのねらいは、「課題をつかむ」、「見通しを持つ」、「自力解決」、「深める」、「振り返る」とし、表4には、各ステージで配布した教材・資料、科学的方法の段階を示した。

主体的・対話的・深い学びの探求学習、アクティブ・ラーニングにより得た疑問（発見）から考えた仮説（観察と調べたことから推測したこと）を検証（話し合い）し、応用（古生物と現生の生物との比較から進化についての考え方を把握）する科学的方法を体験し、感動をクラスで共有した。

ステージ①

昔の生き物に興味を持たせるため、三葉虫模型を提示し、三葉虫の名前の由来、どのような生き物かを考えさせ、今は生存していない絶滅した生物であることを気づかせた。

ステージ②

学習課題「今の生物と昔の生物を比べて、生物の進化を感じよう」を設定し、三葉虫化石を渡して観察させた。自由に触り、スケッチしながら体の構造などについて気づいたことをグループで話し合わせた。

ステージ③

三葉虫の体の特徴などから今の生物との共通点を発見する。そこで得られた疑問をグループで話し合わせた。

ステージ④

グループで見つけた疑問を解決するために図鑑を活用する。また、三葉虫に似ている生物を探させた。

ステージ⑤

三葉虫といろいろな生物とを比較したこと、生物の進化に気づかせた。

(2) 目指す児童の姿

多くの児童が「昔いた生物の化石に興味がある」と答えているため、単元の導入で本物の化石を見せ、観察やグループ学習を通し、その生き

物が生きていた時代や化石になった理由、化石になる前の姿に興味を持つ。そして、理科の授業で知ったことが地球の歴史を知る手掛かりになることや、学んだことが人類の進化や身の回りの自然環境の変化につながっているということに気づいた。

(3) 本時のねらい

大地が長い年月をかけてできたことや生き物の進化を感じるために、本物の化石に触れたり、現代の生き物と比較したりすることを通して、大地のつくりと変化に興味を持つことができる。児童が理科でその仕組みを知ることや新しい発見をすることが楽しいと感じるような授業展開を目指した。研究協力校の2校とも教科書は、「みんなと学ぶ小学校理科6年（学習図書）」¹⁵⁾を使用していた。

(4) ねらいに迫るための手立て

- 本物の化石や昔に生きていた生き物の模型を用いて、昔の地球の様子に興味を持たせる。
- 今の生き物と昔の生き物を比較し、共通点と相違点をグループで話し合うことで、生き物の進化を実感させる。

表4 導入授業の展開

ステージ	ね ら い (科学的方法)	活 動	教 材
ステージ①	課題をつかむ (疑問) 昔の生物に興味を持つ。		三葉虫模型
ステージ②	見通しを持つ (疑問・仮説) 学習課題の提示。 三葉虫のスケッチ。 わかったことを発表する。	グループ	三葉虫化石 プリント
ステージ③	自力解決 (仮説・検証) 三葉虫と今の生き物に共通点があることを発見する。	グループ	三葉虫資料 (バツタ模型)
ステージ④	深める (検証・適応) 三葉虫に似ている生き物を探す。	グループ	図鑑
ステージ⑤	振り返る (適応) 物の進化を感じ、 今後の学習に対する意欲を向上させる。		地球の誕生の歴史



図5 田井小学校授業風景



図6 東柏ヶ谷小学校授業風景

3-3 導入授業の実際

本授業1時間(50分)の授業は、3クラスともビデオ撮影により画像と音声記録した。各クラスでの教師の発話・発問と児童の応答を表5に示した。ここに示した教師の発話・発問56件(T₁～T₅₆)と児童の応答59件(C₁～C₅₉)について発問分析を行った。

- 41 -

ステージ	学習内容	発話・発問 (Teacher)	児童の応答 (Children)	指導上の留意点
③ 自力解決	三葉虫と今の生き物に共通点があることを発見する。 <科学的方法：仮説、検証>	T₃₃：皆、これから、今の生き物と三葉虫を比べて、三葉虫に似ているところを調べてみましょう。 T₃₄：三葉虫はダンゴムシみたいに丸まりそうですか。 T₃₅：足はどうですか。皆さんの手元の化石には、足があるようには見えませんが、実は足が付いていて、裏に。 T₃₆：そう、エラがあった。ということは、何処に住んでいたんでしょうか。 T₃₇：海の中にいたことがわかります。 T₃₈：バツタを用意してきました。本物ではありません。3年生の時、昆虫って、体の部分は、頭・胸・腹に分かれていたよね。バツタも、胸、腹に分かれていますか。 T₃₉：三葉虫はどうですか。 T₄₀：三葉虫は、ちょっとバツタに似ているところもありますね。	C₃₀：口、エラ。 C₃₁：海。 C₃₂：はい、ダンゴムシも。 C₃₃：頭、胸、腹になっている。 C₃₄：バツタは完全変態、三葉虫は不完全変態。 C₃₅：足似てる。 C₃₆：顔似てない。	・三葉虫の資料を見て考える。 <バツタ模型を配布> ・今の生き物である、バツタの共通点を伝える。 体の構造、外骨格、トゲ
④ 深める	三葉虫に似ている生き物を探す。 <科学的方法：検証、応用>	T₄₁：では皆さん、ここに図鑑をたくさん持ってきました。もしかしたら三葉虫は、鳥と似ているところあるかもしれないし、魚とか似ているところあるかもしれない、は虫類と似ているところあるかもしれない、と思って、図鑑をいっぱい持て来たので、なかよく図鑑を見ながら調べて、気づいたことを班で話し合ってください。 T₄₂：どこらへんが似ていて、どこらへんが違いますか。例えば、尻尾があるとか。 T₄₃：調べるのは終わりです。何でもよいので、班で見つけたことを発表してください。 T₄₄：三葉虫の目につぶつぶありますか。 T₄₅：三葉虫は食べれますか。 T₄₆：何のためにトゲがあるの。 T₄₇：そう、身を守るために三葉虫もトゲをはやした。 T₄₈：昔の生き物と今の生き物、共通点いっぱいあるなって思った。プリント配ります。	C₃₇：クワガタも複眼三葉虫似てる。ゴキブリも。いろいろな種類がある。線。単眼。なにが違う。顔が違う。カブトガニ。ダンゴムシカブトムシ。バツタは複眼だ。あたりまえだ。よくみてみる。 C₃₈：カブトムシの幼虫は、背中に線が入っているところ似ているな。丸まりそうだ。目のつぶつぶも似ている。 C₃₉：ある。気持ち悪い。なんとかな。サソリ。 C₄₀：ウチワエビ。エビ。似ているところは平べったい、違うところは食べられる。 C₄₁：触角がある。カニも足があるけど海の中で泳ぐ。 C₄₂：亀の甲羅。 C₄₃：アルマジロ、甲羅、丸まるころ、背中の鰓。 C₄₄：ムカデ、足がいっぱいある。 C₄₅：トビウオ。 C₄₆：フナムシ、線があるのと触角がある。形がけっこう似ていて線がある。 C₄₇：魚、エラがある。 C₄₈：ヘビ、ヘビのおなかと三葉虫の背中。 C₄₉：ナナホシテントウの幼虫。3枚で、やっぱり葉っぱがあるみたい。足も似ている。線もある。 C₅₀：シタ虫。 C₅₁：トンボの目、デメキンみたい。いっぱいある。気持ち悪い。トンボのめがね。 C₅₂：ムカデ、足、背中の部分。 C₅₃：ダイオウグソクムシ。ほとんど違うのは目。 C₅₄：ハリセンボン、トゲがついて。 C₅₅：身を守るため。 C₅₆：カブトガニも。	<図鑑配布> ・共通点と相違点を図鑑で写真と比較しながら考えさせる。 ・グループで交流し、できるだけたくさん見つけられるよう促す。 甲殻類の機能形態 (二肢型の脚が進化) 防衛生態

ステージ	学習内容	発話・発問 (Teacher)	児童の応答 (Children)	指導上の留意点
⑤ 振り返る	生物の進化を感じ、今後の学習に対する意欲を向上させる。 <科学的方法：応用>	T₄₈：三葉虫は、今も生きています。どれくらい前に死んじゃったでしょうか。プリントの地球生命の歴史を見て下さい。三葉虫は、古生代という時代に生きていた生き物です。今から4億5千万年前に生きていました。すごく昔でしょう。 T₅₀：三葉虫なんだけど、頭・胸・腹（尾）にわかれていました。昆虫なんですか。今の生き物に共通点がたくさんありましたね。 T₅₁：三葉虫は、昆虫、ダンゴムシ、エビなど、今の生き物のご先祖様と言うことになります。この三葉虫が進化して、今のいろいろな生物になったんです。 T₅₂：ちょっと、想像が難しいけど、地球が46億年前に誕生したとして、地球が誕生してから今日までを1年間で考えると11月中旬くらい、けっこう後半のほう、終わりそうなくらいのときに生息していたのが三葉虫です。 T₅₃：生命が誕生して、三葉虫が生まれて、それが進化して今、回りにいる生物、トンボだったり、ダンゴムシだったり、エビに進化していることを今日は知ってほしかったです。 T₅₄：それでは、振り返りを書いてください。今日の授業の中で気づいたこと、考えたことを書いて下さい。 T₅₅：では授業終わります。 T₅₆：ありがとうございました。	C₅₇：やばい、恐竜より前。 C₅₈：すごい。 C₅₉：きをつけ、これで授業は終わります。ありがとうございました。	<資料を配布> ・地球生命の歴史の資料を配布する。 ・プリントに振り返りを書せ、全体で共有する。 外骨格パーツが重なり、丸まる。 生命誕生（一分子説）

4 教師の発問と児童の応答

4-1 分析

教師の発問が児童の概念形成にどうかかわるかを教師と児童の対話から調べるために、授業における教師の発話・発問（T₁～T₅₆）と児童の応答（C₁～C₅₉）、科学的方法の指標を知識・理解・応用の3つのレベル（段階）に区分した。各レベルに区分した指標を表6に示した。これより、知識レベルの素点を1点、理解レベルの素点を2点、応用レベルの素点を3点として、各ステージ（①～⑤）における素点の合計と教師の発話・発問数、児童の応答数、科学的方法の件数から平均値（M）を求めると表7のような結果になった。

4-2 発問分析の結果

各ステージと教師の発話・発問（T）、児童の応答（C）、科学的方法（S）の3成分を3次元散布図に示すと図7のようになった。

ステージ①「課題をつかむ」では、教師の発話・発問、児童の応答、科学的方法のすべてのレベルが低い、ステージ②「見通しを持つ」では、教師の発話・発問と科学的方法のレベルは上がっている。しかし、児童の応答のレベルは低いままである。その後、教師の発話・発問と科学的方法のレベルはステージ③「自力解決」、ステージ④「深める」で上がり、ステージ⑤「振り返る」で最高値になる。一方、児童の応答のレベルは、ステージ③でやや上昇した後、急上昇してステージ④で最高に達する。その後、ステージ⑤では若干下がった。

これらの推移を飛跡で表すため、図8の三角図を作成した。各ステージのポイントは、3成分の共存最大値と捉えることができ、教師の発話・発問のレベルが児童の応答に影響していることが読み取れる。

ステージ①では、課題が明示され、教師の発問のレベルは高いが、児童の応答、科学的方法のレベルは、ともに低い。ステージ②では、教師の発問のレベルは下がるが、児童の応答、科学的

表6 教師の発問と児童の応答レベル段階と活動（科学的方法）

レベル 段階	教師の発話・発問の指標 $T_1 \sim T_{56}$	児童の応答の指標 $C_1 \sim C_{59}$	科学的方法 の指標
1 知識 (素点:1)	1A: 活動の指示。 1B: 既知の概念を思い出させる。	1A: 教師の一方的な指示の解答に終わっていた。 1B: 思いついた既知の概念を発表していた。 1C: 指示に対する質問。	1A: 疑問 1B: 仮説
2 理解 (素点:2)	2A: 新しい概念を示す。 2B: 新しい概念を探させる。 2C: 考えさせる。 2D: 観察の指示。 2E: 発表の指示。	2A: 発見したことを発表していた。 2B: 気づいたことを発表していた。 2C: 教師の言葉を使って場面展開していた。 2D: 気づいた事項に対する質問。	2A: 検証
3 応用 (素点:3)	3A: 複数の概念を組み合わせて考えさせる。 3B: 獲得した概念を使って考えさせる。 3C: 新しい概念を創造させる。	3A: 教師の発問から児童自身の言葉を使って発展させていた。 3B: 新しい発見について発表していた。 3C: 新しい考えを発表していた。	3A: 応用

表7 教師の発問と児童の応答レベル段階と活動（科学的方法）

ステージ	教師の発話・発問		児童の応答		科学的 活動数 S_n	科学的活動 の平均値 S_m
	数 T_n	平均値 T_m	数 C_n	平均値 C_m		
ステージ①（課題をつかむ）	13	1.615	9	1.000	11	1.600
ステージ②（見通しを持つ）	19	1.947	20	1.850	19	1.895
ステージ③（自己解決）	8	1.825	6	2.000	8	2.500
ステージ④（深める）	8	2.625	20	2.750	8	2.750
ステージ⑤（振り返る）	7	2.719	3	2.000	6	3.000

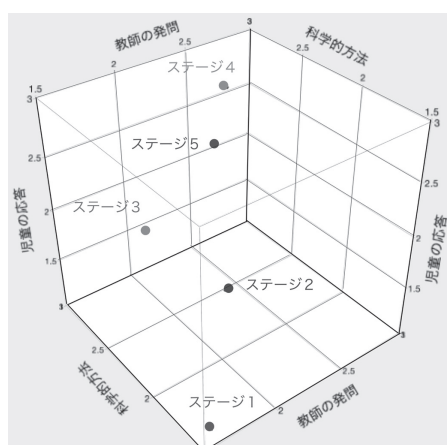


図7 3次元散布図

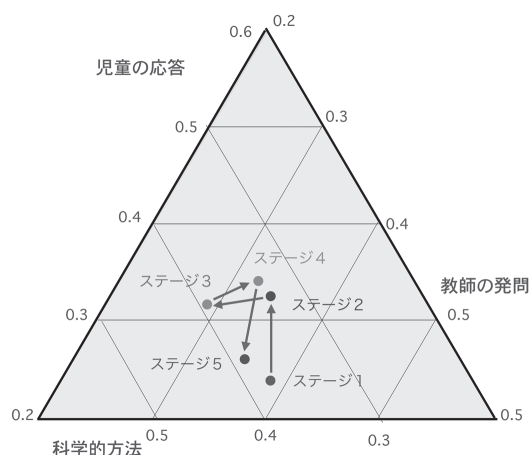


図8 三角図

方法はやや高くなる。課題を解決するための方法や目標を明確に理解して三葉虫のスケッチ、観察を行い、最後までやりとげていた。しかし、わかったことを発表することを求めたが、児童の応答は、それに十分に答えてはいなかった。ステージ③では、教師の発問のレベルはさらに下が

るが、児童の応答、科学的方法是は高くなる。三葉虫と今の生き物に共通点があることを発見していた。そしてステージ④では、教師の発問のレベルは最も低い、児童の応答レベルは最高になる。課題の内容やスキルを身に付け、主体的に三葉虫に似ている生き物を探す作業に取り組み、発見したと既知の概念を結びつけて考えていた。ステージ⑤では、教師の発問のレベルは上がるが、児童の応答レベルは下がっている。これは、グループ活動をまとめているため、児童は生物の進化を感じ、今後の学習に対する意欲を向上させていた。

三角図の飛跡は、アクティブ・ラーニングの視点でのグループ活動における教師と児童の関係から、ステージの進展に伴い「主体的・対話的な深い学び」が実現されていることを示していた。

5 感動因子との関係

授業の直後に実施した印象調査と単元終了時に実施した事後調査における感動因子の結果から「主体的・対話的な深い学び」の授業の特質について得られた知見を報告する。

5-1 5大感動因子の特質

アクティブ・ラーニング（グループ活動）における感動因子（15 因子）の各平均値（M）を図9に示した。また「骨骼標本・大（図10）」と「実物大頭骨模型（図11）」の導入授業における5大感動因子（上位5つ）の平均値（M）、標準偏差（SD）を比較すると表8のようになった。

アクティブ・ラーニング（グループ活動）で最も高い第1感動因子は「観れた：本物の化石が見られた」、第2感動因子は「珍しい：珍しい体験ができた」、第3感動因子は「本物らしさ」、第4感動因子は「時間：地球の歴史の長さを感じた」、第5感動因子は「触れる：触れることができたこと」である。骨骼標本・

大や実物大頭骨模型と共通する感動因子、「珍しい」「時間」「本物」の3因子を除いた、「観れた」「触れる」が、アクティブ・ラーニングの視点で実践したグループ活動の特質である。視覚、触覚を使って観察したことが感動に繋がっていた。また「本物の化石を観察した」こと。「時間：地球の歴史の長さを感じた」に感動していることから、本時の学習課題とした「今の生き物と昔の生き物を比べて、生き物の進化を感じよう」の課題が概ね達成されていたと推察できる。

「骨骼標本・大」と「実物大頭骨模型」の感動因子の特質に

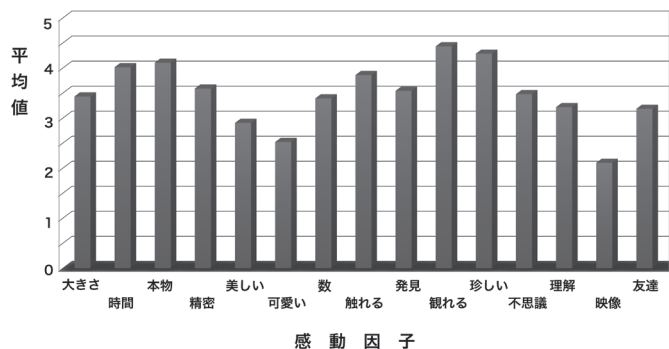


図9 「アクティブ・ラーニング（グループ活動）」の感動因子



図10 骨骼標本・大



図11 実物大頭骨模型

表8 5大因子の比較

順位	骨格標本大 (n=167)			実物大頭骨模型 (n=258)			アクティブ・ラーニング グループ活動 (n=89)		
	感動因子	M	SD	感動因子	M	SD	感動因子	M	SD
1位	時間	4.144	1.0017	大きさ	4.275	0.9027	観れた	4.438	0.9288
2位	珍しい	4.114	1.0145	時間	4.128	1.0302	珍しい	4.292	0.8817
3位	大きさ	4.018	0.9661	精密さ	4.112	1.0168	本物	4.112	1.0273
4位	精密さ	3.970	0.9843	本物	4.042	1.0183	時間	4.022	1.0764
5位	発見	3.838	1.1581	珍しい	4.271	1.1277	触れる	3.865	1.2540

表9 「意欲」「影響」「学習への興味・関心」「好奇心」に関する調査項目

(1) 意欲に関する項目	(3) 学習への興味・関心に関する項目	(4) 好奇心に関する項目
気持ちが高ぶった	国語の学習は大切だ	地図を見ながら目的地に行く
いろいろなことを知りたくなる	理科の学習は大切だ	自然の動物に出会う
やる気が出た	理科の学習は好きだ	友達の優しさを感じる
興味関心が高まった	理科の学習は将来役立つ	自然の驚異・恐ろしさ
(2) 影響に関する項目	理科に関する仕事につきたい	不思議なことを見つける
今後の理科の学習に影響する	不思議なことを見つけたりすることが好きだ	自然の仕組みや原理を理解する
自分の将来に影響する	野外に出かけて観察したくなる	自然の美しさを知る
科学の興味関心に影響する	自然の珍しいものを調べたくなる	科学の疑問を解決する

は、「大きさ」「精密さ」が挙げられているが、アクティブ・ラーニング（グループ活動）における「精密さ」「大きさ」の感動因子の平均値は、5大因子とほぼ同じであり、極端に低いわけではない。

5-2 「主体的・対話的な深い学び」の導入授業における感動の影響

単元の終了時に導入授業の感動について調査した事後調査において、感動の平均値を上位（16～20%）、中位（53～61%）、下位（7～14%）に分け、感動と「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」について分散分析を行った。「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の各調査項目を表9に示した。感動と各項目の平均値（M）、標準偏差（SD）と分散分析の結果を表10に示した。感動の平均値の高い上位グループは、「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の全ての項目に5%水準で有意な差が見られた。

これよりアクティブ・ラーニング形式によるグループ活動による「主体的で深い学び」の導入授業では、「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」に大きく影響することがわかった。

5-3 「主体的・対話的な深い学び」の導入授業における感動で高まる項目

感動と意欲、影響、学習への興味・関心、好奇心の各項目の平均値（M）、標準偏差（SD）、分散分析の結果を表11～表14に示した。

感動の平均値の高い上位グループと5%水準で有意な差が見られた項目は、表11の意欲の5項目（気持ちが高ぶった、知りたくなった、体験したくなった、やる気が出た、興味関心が持てた）、

表 12 の影響に関する 3 項目（今後の理科の学習、自分の将来、科学への興味関心）、表 13 の学習への興味・関心に関する 6 項目（理科の学習は大切だ、理科の学習は好きだ、理科の学習は役に立つ、不思議を見つけるのが好きだ、野外で観察したい、珍しいものに興味がわく）、表 14 の好奇心に関する 4 項目（自然の驚異・恐ろしさ、不思議なことをを見つける、自然の仕組みや原理、科学の疑問を解決する）であった。

これらの結果から、感動を与えることは、意欲、影響、学習への興味・関心、好奇心を高めることになる。感動を与える導入授業として、アクティブ・ラーニング形式によるグループ活動による導入授業は、効果的で「主体的で深い学び」が実現していると考えられる。

5-4 「自然体験」と「学習評価」との関係

単元の終了時に調査した事後調査において、自然体験と学習評価の平均値を上位（20～21%）、中位（61～63%）、下位（15%）に分け、「感動」、「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の平均値について分散分析を行った。

表 11 感動と意欲の被験者数（n）、平均値（M）、標準偏差（SD）、分散分析の結果

	n	M	SD	F	p
気持ちが高ぶった					
上 位	16	4.250	0.707	29.257	.001**
中 位	61	3.283	0.958		
下 位	7	1.625	0.719		
知りたくなった					
上 位	16	4.250	0.886	16.719	.001**
中 位	61	3.217	1.106		
下 位	7	1.875	0.719		
体験したくなった					
上 位	16	4.500	0.756	16.332	.001**
中 位	61	3.283	1.166		
下 位	7	1.938	0.929		
やる気が出た					
上 位	16	3.750	1.389	7.776	.001**
中 位	61	3.117	1.043		
下 位	7	2.125	0.957		
興味関心					
上 位	16	4.500	0.756	14.914	.001**
中 位	61	3.305	1.149		
下 位	7	2.063	0.939		

** P < .001

表 10 感動と意欲、影響、学習への興味・関心、好奇心の被験者数（n）、平均値（M）、標準偏差（SD）、分散分析の結果

	n	M	SD	F	p
意欲					
上 位	16	4.038	0.824	19.647	.001**
中 位	61	3.003	0.940		
下 位	7	1.543	0.562		
影響					
上 位	16	3.214	0.645	13.343	.001**
中 位	61	2.314	0.825		
下 位	7	1.531	0.643		
学習への興味・関心					
上 位	16	3.426	1.254	4.6565	.05*
中 位	61	3.008	0.975		
下 位	7	2.018	0.744		
好奇心					
上 位	16	4.006	1.235	6.7112	.05*
中 位	61	3.456	0.834		
下 位	7	2.250	0.742		

* P < .05 ** P < .001

表 12 感動と影響の被験者数（n）、平均値（M）、標準偏差（SD）、分散分析の結果

	n	M	SD	F	p
今後の理科の学習					
上 位	8	4.250	0.378	6.369	.05*
中 位	59	3.333	1.036		
下 位	15	2.625	0.267		
自分の将来					
上 位	8	2.500	1.690	5.439	.05*
中 位	59	2.717	1.026		
下 位	15	1.688	1.078		
科学への興味関心					
上 位	8	4.000	0.926	8.072	.001**
中 位	59	3.203	1.171		
下 位	15	1.125	1.125		

* P < .05 ** P < .001

表13 感動と学習への興味・関心の被験者数 (n)、
平均値 (M)、標準偏差 (SD)、分散分析の
結果

	n	M	SD	F	p
国語の学習は大切だ					
上 位	16	4.714	0.488	1.1617	ns
中 位	60	4.517	0.792		
下 位	7	4.188	1.277		
理科の学習は大切だ					
上 位	16	4.714	0.488	7.484	.05*
中 位	60	4.083	0.995		
下 位	7	3.125	1.310		
理科の学習は好きだ					
上 位	16	4.857	0.378	7.387	.05*
中 位	60	3.717	1.043		
下 位	7	3.063	1.181		
理科の学習は役に立つ					
上 位	16	3.571	1.812	4.638	.05*
中 位	60	3.356	1.141		
下 位	7	2.375	1.088		
理科に関する仕事に つきたい					
上 位	16	3.186	1.113	0.384	ns
中 位	60	3.200	6.641		
下 位	7	1.813	1.047		
不思議を見つけるの が好きだ					
上 位	16	4.429	0.535	11.601	.001**
中 位	60	2.476	1.291		
下 位	7	1.750	1.182		
野外で観察したい					
上 位	16	3.714	1.254	9.202	.001*
中 位	60	2.333	1.258		
下 位	7	1.437	0.814		
珍しいものに興味 がわく					
上 位	16	4.143	0.900	8.791	.001*
中 位	60	2.700	1.197		
下 位	7	1.938	1.124		

* P < .05 ** P < .001

表14 感動と好奇心の被験者数 (n)、平均値 (M)、
標準偏差 (SD)、分散分析の結果

	n	M	SD	F	p
地図					
上 位	16	3.857	0.494	0.620	ns
中 位	60	3.357	0.167		
下 位	7	3.200	0.337		
自然の動物に出会う					
上 位	16	4.571	0.535	1.3701	ns
中 位	60	3.917	1.139		
下 位	7	3.750	1.183		
友達の優しさを感じる					
上 位	16	4.429	0.535	0.593	ns
中 位	60	4.133	0.982		
下 位	7	3.937	1.237		
自然の驚異・恐ろしさ					
上 位	16	4.000	1.528	5.455	.05*
中 位	60	3.167	1.210		
下 位	7	2.250	1.342		
不思議なことを 見つける					
上 位	16	4.429	0.787	3.114	.05*
中 位	60	3.433	1.045		
下 位	7	3.250	1.125		
自然の仕組みや原理					
上 位	16	3.714	0.951	3.314	.05*
中 位	60	3.133	1.295		
下 位	7	2.375	1.310		
自然の美しさを知る					
上 位	16	4.571	0.787	2.274	ns
中 位	60	3.817	1.186		
下 位	7	3.400	1.405		
科学の疑問を解決する					
上 位	16	4.000	0.816	4.547	.05*
中 位	60	3.250	1.202		
下 位	7	2.438	1.460		

* P < .05

自然体験と各項目の平均値 (M)、標準偏差 (SD)、分散分析の結果を表15に、学習評価の各項目の平均値 (M)、標準偏差 (SD)、分散分析の結果を表16に示した。

自然体験では、「感動」に有意差は見られなかった。しかし、自然体験の平均値が上位のグループは、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の全ての項目に5%水準で有意差が見られた。次に学習評価では、自然体験の平均値が上位のグループにおいても、「感動」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の全ての項目に有意差が認められなかった。

これよりアクティブ・ラーニング形式によるグループ活動による導入授業での感動は、自然体験の有無には関係していないことから、自然体験が乏しくても十分にグループ活動と学習内容から影響を与えることができる。また、意欲、影響、学習への興味・関心、好奇心の項目については、豊かな自然体験を持つことがより有意である。

次に、学習評価については、どの項目にも有意差は見られなかった。これは、「主体的・対話的な深い学び」の授業実践では、学力テストのような成績の評価には直接結び付いていないとい

表 15 自然体験と感動、意欲、影響、学習への興味・関心、好奇心の被験者数（n）、平均値（M）、標準偏差（SD）、分散分析の結果

	n	M	SD	F	p
自然体験・感動					
上 位	20	3.367	1.066	1.9950	ns
中 位	54	3.086	1.076		
下 位	14	2.619	1.090		
自然体験・意欲					
上 位	20	3.540	1.319	5.8523	.05*
中 位	54	2.800	1.250		
下 位	14	2.086	1.025		
自然体験・影響					
上 位	20	2.627	1.019	3.5678	.05*
中 位	54	2.225	1.028		
下 位	14	1.684	0.956		
自然体験・学習への興味・関心					
上 位	20	3.272	1.405	5.2123	.05*
中 位	54	2.828	1.156		
下 位	14	1.915	1.162		
自然体験・好奇心					
上 位	20	3.500	1.433	4.2109	.05*
中 位	54	3.356	1.215		
下 位	14	2.350	1.091		

* $P < .05$

表 16 学習評価と感動、意欲、影響、学習への興味・関心、好奇心の被験者数（n）、平均値（M）、標準偏差（SD）、分散分析の結果

	n	M	SD	F	p
学習評価・感動					
上 位	18	3.048	0.786	1.5304	ns
中 位	53	3.377	0.741		
下 位	13	3.400	0.478		
学習評価・意欲					
上 位	18	2.933	1.125	0.2391	ns
中 位	53	3.136	1.115		
下 位	13	3.040	0.910		
学習評価・影響					
上 位	18	2.278	0.846	0.3349	ns
中 位	53	2.442	0.920		
下 位	13	2.528	0.846		
学習評価・学習への興味・関心					
上 位	18	2.924	1.060	0.4392	ns
中 位	53	3.084	1.098		
下 位	13	2.798	0.951		
学習評価・好奇心					
上 位	18	3.406	0.648	0.1127	ns
中 位	53	3.506	1.131		
下 位	13	3.392	0.665		

う結果を示している。長期的に継続した指導により、評価に現れてくることを期待する。

6 まとめ

アクティブ・ラーニング形式による授業実践での感動因子の特質は、「観られた：三葉虫化石の観察」、「触れる：化石、図鑑、資料」であった。このことは、視覚、触覚などの五感を使う教材が「主体的・対話的な深い学び」の授業で重要となることを示唆している。また、その他に平均値の高かった感動因子には、「時間：地球の歴史の長さを感じた」、「本物：三葉虫化石」、「珍しい：三葉虫」が挙げられた。これらの感動因子から、本授業の学習課題とした『今の生き物と昔の生き物を比べて、生き物の進化を感じよう』が達成され、地球生命進化 46 億年の歴史に感動していたと推察できる。

アクティブ・ラーニング形式による授業実践におけるグループ活動のプロセスを5つのステージに分け、教師の発話・発問、児童の応答、科学的方法の指標により、会話分析を行った。その結果、授業の進行に伴い、児童の主体的な活動が行われていることが確認できた。また児童の主体的な活動が進行すると教師の発話・発問のレベルは低くなり、児童の応答のレベル、科学的方法のレベルは高まることがわかった。本授業実践で得られた教師と児童との発問と応答の関係は、「主体的・対話的な深い学び」の授業の特質であると考えられる。従ってアクティブ・ラーニング形式による授業で、本授業実践と同様の発問と応答の関係を得るには、課題設定や観察の指示、新しい概念についての説明を含め、一方的に教師が行うのではなく、教師の発話・発問に児童が応

答し、各児童間で十分な対話が行われるような授業デザインを創出することが重要であると考えられる。

アクティブ・ラーニング形式によるグループ活動によって最初の導入授業で得られた感動は、単元終了まで持続していた。このことから、「主体的・対話的な深い学び」で得た感動は、その後の学習にどのように関係しているのかを「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の各項目について分析した。その結果、感動の平均値が高い上位グループは、「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の全ての項目で有意差が認められた。これより、児童に感動を与えることが重要であることは明らかである。感動を与え、感動が高ぶると、学習意欲が増し、生活に影響し、学習への興味・関心、好奇心が高まり、学習効果に繋がることが示唆される。

次に、「主体的・対話的な深い学び」の学習において、自然体験がどのように関係しているかを「感動」、「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の各項目について分析した。その結果、自然体験の豊富な上位グループは、「感動」を除いた「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の項目で有意差が認められた。これより、自然体験が豊富なほど、学習意欲が増し、生活に影響し、学習への興味・関心、好奇心が高まると推察される。

さらに、「主体的・対話的な深い学び」の学習において、学力テストなどの評価とどのように関係しているかを「感動」、「意欲」、「影響」、「学習への興味・関心」、「好奇心」の各項目について分析した。その結果、全ての項目に有意差は認められなかった。これより、児童の評価とは直接結び付いていないことから、アクティブ・ラーニング形式による学習でテストの評価を高めるには、長期的、継続的な指導が必要となると考えられる。

謝 辞

アクティブ・ラーニングのグループ活動の授業を実践させていただいた、新潟県見附市立田井小学校の外山孝校長先生、神奈川県海老名市立東柏ヶ谷小学校の霜島恵校長先生にお礼申し上げます。また研究に協力していただいた各校の先生方と児童の皆さんにも心から感謝いたします。

付 記

本研究は武蔵野大学教育学部研究倫理委員会の承認を得て実施しました（受付番号 R1-001、2019 年 7 月 15 日）。

引用文献

- 1) 文部科学省、小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説・理科編、2017.
- 2) 中央教育審議会、幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号）、2016.

- 3) 土佐幸子, 日本の大学物理講義にアクティブ・ラーニングは必要か - 物理教育の日米比較研究に基づいて -, 日本物理学会誌, 73 (1), 39-43, 2018.
- 4) 土佐幸子・田中秀志・太田聖久, 授業分析を通して明らかにする日本の小中学校理科の潜在的特徴, 新潟大学教育学部研究紀要, 10 (1), 291-297, 2017.
- 5) 藤本義博・佐藤友梨・益田裕充・小倉恭彦, 主体的・対話的で深い学びを促進する教師の発話による働きかけに関する実証的研究, 理科教育学研究, 58 (2), 159-172, 2017.
- 6) 藤田剛志, 根拠に基づいた表現する力の指導法と科学的な論証, 理科の教育, 67 (2), 497-500, 2018.
- 7) 竹田大樹・鈴木一成, 主体的・対話的で深い学びの精緻化に向けた実践的研究, 理科教育学研究, 61 (3), 457-465, 2021.
- 8) 佐藤克士, 仮説検証型授業研究のケーススタディ - 小学校3学年理科「物の重さ」を事例に -, 武蔵野教育学部論集 (武蔵野大学), 5, 103-121, 2018.
- 9) 松原道男, 自己組織マップを用いた理科授業分析法の開発, 人間社会学域学校教育学類紀要 (金澤大学), 2, 37-43, 2010.
- 10) 高橋典嗣・下村知愛, 地層観察学習による主体的・対話的で深い学びの実践 ～自然環境教育演習2における館山赤山地下壕の地層教材開発～, 武蔵野教育学部論集 (武蔵野大学), 7, 59-73, 2019.
- 11) 野田陽平, グループワーク教材: 地質カードの開発, 研究紀要 (愛知教育大学附属高等学校), 46, 57-60, 2019.
- 12) 北村貴文, 地学領域におけるピア・インストラクション型授業の実践, アクティブ・ラーニング研究, 1 (1), 69-75, 2020.
- 13) 下村知愛, 小学校理科の導入場面における感動体験が及ぼす学習効果 ～第6学年「土地のつくりと変化」より～, 宇宙教育研究 (武蔵野大学教育学部宇宙地球科学教育研究室), 1, 52-62, 2020.
- 14) 下村知愛・高橋典嗣, 感動を与える導入教材の開発と評価, 武蔵野教育学部論集 (武蔵野大学), 9, 19-39, 2020.
- 15) みんなと学ぶ小学校理科6年生, 学校図書, 2019.
- 16) Patrice Lebrun, 『Fossils from Morocco』, Les Editions du Piat, 2018.
- 17) Riccardo Levu-Setti, 『THE TRILOBITE BOOK』, The University of Chicago Press, 2013.
- 18) 鈴木雄太郎, 三葉虫: 研究の総説および多様性と変遷, 化石, 72, 21-38, 2002.
- 19) 近藤典生・吉田彰, 『世界の三葉虫』, 信山社, 1996.
- 20) 子供の科学サイエンスブック, 『アンモナイトと三葉虫』, 誠文堂新光社, 2012.
- 21) 大野照文・川上紳一・田口公則・柴川香澄・磯野なつ子・たけうちかおる, 小学生を対象とした化石教室「三葉虫を調べよう」のねらいとその実践, 研究報告自然編 (岐阜大学教育学部), 27 (2), 131-137, 2003.
- 22) 船戸智・川上紳一, 中学校理科「大地のつくりと変化」における三葉虫の観察を取り入れた授業実践と効果的な ICT 機器の活用, 教師教育研究 (岐阜大学教育学部), 5, 75-80, 2009.