

Development and Evaluation of Inspiring Introductory Teaching Materials : An Analysis from the 6th Grade of Elementary School Science Class, "Land Construction and Change"

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-10-15 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/1369

感動を与える導入教材の開発と評価

～小学校理科第6学年「大地のつくりと変化」より～

Development and Evaluation of Inspiring Introductory Teaching Materials

An Analysis from the 6th Grade of Elementary School Science Class, "Land Construction and Change"

下村知愛*

SHIMOMURA Chie

高橋典嗣**

TAKAHASHI Noritsugu

1 はじめに

自然現象や自然の景観は、全ての人に平等に享受されているが、それを受け止める側の自然認識の有無で、直面する自然を受容するか否かが決定される。自然をより受容する児童を育てるには、豊富な自然体験における感動経験が自然への興味関心を育み、自然認知を高めることにつながると考えられる。

感動とは、過去への拘りを断ち切って未来に向けさせるという思考転換であると定義¹⁾し、大学生を対象に行った感動に含まれる感情、すなわち感動カテゴリー²⁾は、喜び、悲しみ、驚き、共感・同情、尊敬、達成感、素晴らしさの順であるとの報告がある。また感動要素³⁾には、感情の高ぶり (Sense)、知見拡大 (Think)、体験拡大 (Act)、関係性の拡大 (Relate) のSTAR フレームワークを用いた感動の時間軸配置の分析から、感動が大きければ、感動は継続され、多方面に影響が及ぶと報告している。しかし、これらの感動に関する先行調査研究には、自然を対象とした事象についての感動を扱った事例は少ない。

そこで、本研究では自然認識の最初の段階における感動に着目した。自然観察で児童が自然の事象と対峙したときに、自然の中から不思議や疑問を発見して感動に至る。すなわち理科の授業において自然事象に触れ合うときに児童に感動が呼び起こすと、図1の感動プロセス仮説⁴⁾のように、感動は高まり、科

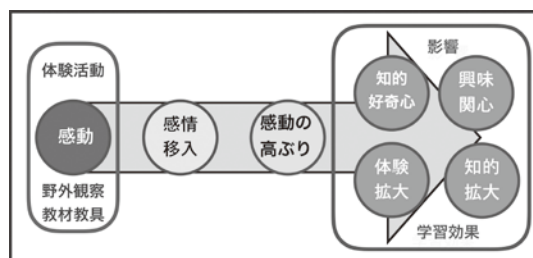


図1 理科学習における感動のプロセス仮説

* 新潟県見附市立見附小学校 ** 武蔵野大学教育学部

学への興味関心が高まるばかりでなく、その後の学習や生活に影響を及ぼすことになると考えられる。理科の授業や自然観察では、感動につながる気づきを児童に与えることができるかが自然をより受容する児童を育てる鍵となると考えられるからである。

児童が自然と対峙する場面として、小学校理科第6学年「大地のつくりと変化」の単元を選定した。現行の学習指導要領⁵⁾(2017年告示)における指導計画の作成と内容の取り扱いでは、「生物、天気、川、土地などの指導に当たっては、野外に出掛け地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れる」とあり、野外での直接体験の充実が推奨されている。同時に、6学年の目標及び内容には、「ここでの指導に当たっては、児童が土地のつくりや変化について実際に地層を観察する機会を持つようにするとともに、映像、模型、標本などの資料を活用し、土地を構成物といった部分で見たり、地層のつくりや広がりといった全体で見たりすることで、理解を深めるようにする」とされ、野外での地域教材と同時に映像、模型、標本といった教材教具の活用が求められている。

このように「大地のつくりと変化」の単元学習で野外観察^{6,7)}が推奨されているのは、地学領域の学習の特質の一つに挙げられる空間スケールと時間スケールがあり、この中の空間スケールを野外で体験的に実感させることができることが、その理由の一つである。地層の野外観察から空間的な広がりを実感することはできるが、時間スケールを野外観察で実感させることは難しい。

空間は「宇」、時間は「宙」を表し、地学領域の特質とも言えるこれらを合わせた「宇宙」を「大地のつくりと変化」の単元の導入場面で児童に実感させるには、教室での教材教具の活用が不可欠であると考えられる。そこで、単元の導入教材として、宇宙（空間スケールと時間スケール）に着目することとし、地球生命の歴史の一場面となる教材開発にねらいを絞り、古生物、化石を扱うことにした。

教材開発では、感動の三大因子⁸⁾として挙げられる「大きさ」、「精密さ」、「本物らしさ」の3大因子を検証すること。また製作した教材・教具を活用する導入場面の授業展開では、内容の取り扱いとして言語活動、体験的な学習活動、主体的な問題解決の活動の充実を図ることに配慮し、製作した11種の教材教具を使った導入授業を実践した。これらの教材を使った導入授業を実践し、どのような教材教具を製作すると良いか、教材から感動を呼び起こす授業を展開するにはどのような工夫をすれば効果的かなどについての調査を行った。

2 研究概要

2-1 目的

小学校理科の授業において、単元の導入で如何に児童に感動を与えることができるかが、その後の学習に大きく影響すると考えられる。導入で感動するような授業を行えば、児童はその後の学習内容に興味、関心を持つに違いない。更に、学習への取り組み方の変化、学習意欲の増加が期待でき、学習内容の習熟度が向上すると考えられる。すなわち、授業の導入で児童に感動をもたらすことは、学習効果に良い影響を与えることができると予想できる。そこで、児童に様々な方法で感動を与えるような導入場面を設定し、導入教材を製作準備して、導入授業を実践した。この結果から、各教材における感動因子がその後の学習に影響していくのかを調査し、感動を与える教材開発の方法、感動体験と学習効果との関連を明らかにすることが本研究の目的である。

表1 導入教材一覧

教材	導入教材	備考
(1) 恐竜導入教材 ティラノサウルス	① 骨格標本模型・大 (2.7m) ② 骨格標本模型・小 (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 (90cm) ⑥ ビデオ教材 (DVDを視聴)	2体製作 (ポップコア 7mm厚) 1体製作 (ポップコア 7mm厚) 2体製作 (ポップコア 7mm厚) 2体製作 (ポップコア 7mm厚) 2体購入 3セット購入
(2) 化石導入教材 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)	85セット準備 110セット製作 三葉虫、アンモナイト、マンモス
(3) アクティブ ラーニング	⑪ グループ活動 (三葉虫の観察から地球生命の進化を調べる)	三葉虫 11個購入、三葉虫模型購入
(4) その他	* 地球生命の歴史、三葉虫の体の仕組み * アンモナイト化石	両面印刷 (参加児童へ配布) 参加児童へのプレゼント (1700個購入)

2-2 研究概要

導入教材として表1に示した11の教材教具を製作、準備した。これらの教材・教具を使い（比較対象校を含む）、東京都11校、神奈川県7校、新潟県4校、ベトナム1校の合計23校、57学級、1602名の児童を対象に導入授業を実践した。協力校と学級数、児童数と扱った導入教材を表2に示した。

各校では、「大地のつくりと変化」の単元を扱う最初の1時限目の15分から40分間で、準備した独自の教材・教具を使って児童に感動を与える導入授業を行った。その後、翌日までの間に印象調査を実施、単元終了時に事後調査を行った。

2-3 導入教材の製作と導入授業の概要

導入授業で使用する11の教材・教具、授業資料などの準備を行った。図2はティラノサウルスの骨格標本の製作、図3はティラノサウルスの頭骨実物大模型の製作の様子である。また授業資料として図4のよう

な「地球生命の歴史」と「三葉虫の体のしくみ」、導入授業の打ち合わせ資料を作成した。さらに、参加児童へのプレゼントとしてアンモナイト化石をラベルと一緒に袋詰めした標本を作成した。

導入授業は、準備したこれらの教材を使って、各協力校の担任の先生、理科専科の先生など、

表2 導入授業実践協力校

小 学 校			導 入 教 材	学級数	人数
東京都	武蔵野市	関前南小学校	⑦ 化石レプリカ作り	2	50
		西東京市	碧山小学校	⑩ 化石展示 (3点)	3
		けやき小学校	② 骨格標本模型小	3	89
	渋谷区	猿橋小学校	② 骨格標本模型小	1	24
	練馬区	大泉小学校	⑫ 比較対象校	2	65
	日野市	第七小学校*	① 骨格模型大	3	84
		東光寺小学校	⑧ 化石発掘体験	2	77
	町田市	町田第三小学校	⑨ 化石展示 (40点)	3	90
		町田第五小学校	⑩ 化石展示 (3点)	3	94
		鶴川第一小学校	④ 頭骨標本模型小	2	58
		⑤ ぬいぐるみ	1	31	
		⑦ 化石レプリカ作り	1	31	
	鶴川第二小学校	③ 頭骨標本実物大模型	3	89	
神奈川県	海老名市	東柏ヶ谷小学校	⑪ グループ活動	2	75
		柏ヶ谷小学校	③ 頭骨実物大模型	3	76
		大谷小学校	① 骨格模型大	3	93
		中新田小学校	④ 頭骨標本模型小	3	75
		有鹿小学校	⑤ ぬいぐるみ	1	27
		⑩ 恐竜映像鑑賞	2	53	
	南足柄市	福沢小学校	③ 頭骨標本実物大模型	3	89
	開成小学校	① 骨格模型大	2	74	
新潟県	見附市	田井小学校	⑪ グループ活動	1	14
		十日町市	中条小学校	⑧ 化石発掘体験	1
		東小学校	⑫ 比較対象校	2	36
		田沢小学校	⑫ 比較対象校	1	22
ベトナム	ホーチミン	日本人学校	⑩ 恐竜映像鑑賞	4	75
合 計				57	1602

* : データに補正を加えた学校

単元の普段の授業者に実践してもらったことにした。

「大地のつくりと変化」の単元は、通常2学期の10月から11月に計画されている。そこで、2学期が始業した直後の9月に各校に教材教具を運搬して授業者との打ち合わせを行った。

新潟の4校の小学校に関しては、夏休み中（8月27日）に学校を訪問し打ち合わせをした。



図2 ティラノサウルス骨格標本模型の製作



図3 ティラノサウルス頭骨実物大模型の製作

3 導入教材

「大地のつくりと変化」の単元の導入教材で「宇宙」を実感させるために、大きさ（空間ス



図4 「地球生命の歴史」と「三葉虫の体の仕組み」



図5 導入授業の打ち合わせ

(左から骨格標本、頭骨標本、化石発掘体験、大地のつくりと変化の教員研修)

ケール）と地球生命の歴史（時間スケール）を実感し、感動を生起する化石教材として、地球上最強の生物である恐竜、ティラノサウルスの教材化に取り組んだ。また、作業を伴う教材として、化石のレプリカ作成、化石の発掘体験を行うことにした。さらにアクティブラーニングとして探究学習に取り組む導入教材として、三葉虫の体の観察から生命進化を調べるグループ活動を行った。

これらの導入教材を授業者に引き渡す際に、実際に導入授業を担当する授業者と教材を確認しながら打ち合わせを行った（図5）。説明した内容は、教材を使った学習の概要、教材の特徴、教材の組立方と使い方、授業の進め方などである。

3-1 ティラノサウルスの導入教材

(1) ティラノサウルスの学習概要（打ち合わせ資料より抜粋）

① 最強恐竜

7000万年前、中生代の白亜紀末に地球上に生息していた史上最強の肉食恐竜⁹⁾が「ティラノサウルス・レックス」、通称 T レックスです。その名前は、多くの子どもたちに知られています。本来恐ろしいはずの怖いイメージの恐竜なのですが、その人気の秘密はどこにあるのでしょうか。それは迫力と強さにあるのではないのでしょうか。

T レックスの祖先は、1億6000万年前に体長3mの小さな恐竜でした。それが最強の恐竜に進化したのです。どうやって恐竜の頂点に君臨したのか、どんな能力を持っていたのか、その謎に最近の科学技術を使い解き明かしていきます。

② 体の特徴

T レックスの全長は13m、体重6トンで、白亜紀末の7000万年から6550万年まで最強の恐竜として地上に君臨していました。化石は、カナダのアルバータ州からアメリカのニュー・メキシコ州にいたる北米大陸で発見されています。この仲間のタルボサウルスは、全長9mで T レックスより小型ですが、モンゴルのゴミ砂漠や中国の新疆で多く発見され、日本でも歯の化石などが発見されています。

体の特徴は大きな頭、大きく力強い後足、それに比べて小さな前足です。そして真っ直ぐ伸びる尾で、全員が羽毛に覆われていました。また目では距離もわかり、嗅覚（きゅうかく）も優れ、鋭いナイフのような歯が形態的な主な特徴です。

頭骨には鼻の穴、目穴、そしてその右側に大きな二つの穴があります。この穴は、顎を動かすための筋肉を収納するスペースで、顎に強力な筋肉がついていたことから、咬む力の強さが伺えます。歯は極太のナイフのような牙が上下ともに並んでいます。がっしりした腰の骨（骨盤）からは、太い大腿骨が体重を支えています。また尾の骨にも強力な筋肉がつながり、尾をふって走っていました。

③ ティラノサウルスの能力

A 顎の力

最大の特徴は、大きな頭部が生み出す圧倒的な破壊力です。頭骨と筋肉をコンピュータで再現すると、上下の顎が獲物を噛むときの力は35000ニュートン、最大で60000ニュートンになります。この力はジュラ紀最大の恐竜アロサウルスの6倍にもなります。

中学校の理科では、地球上で 100 g の物体に働く重力の大きさを 1 ニュートンと定義しています。この咬む力の 6 万ニュートンは、600 万 g、6000kg、6 トンとなります。

B 嗅覚

絶滅した生物の五感を正確に知ることはできません。しかし脳の構造がわかれば、現在生息している生物と比較することで推測することができます。脳は化石として残りませんが、脳を保護している脳函（のうかん）と呼ばれる骨は残ります。その大きさから嗅覚を司る嗅球も大きいことがわかりました。つまり T レックスは、鼻がよくきいたということになります。

C 聴力

発達した内耳を持っています。これにより、特に低周波の音を良く聞くことができたと考えられています。

D 走る速度

T レックスが獲物を捕獲するとき、ハンターとしての能力を研究する挑戦が様々な方法で行われてきました。ニワトリを参考にして足の筋肉を再現したところ、走れたか疑わしいとされていましたが、最近の研究ではコンピュータにより筋骨格を再現すると時速 29km という速度で走ることができます。これは 5 種類の肉食恐竜では最も速いことになりました。さらに足の筋肉だけでなく尾の筋肉を使って走行していると考ええると、当時の生態系では最も速い、時速 50km で走ることができたとの報告もあります。

(2) ティラノサウルスの教材化

① 骨格模型・大 (図 6)

T レックスの本物の約 5 分の 1 の大きさ。高さ 1 m、全長 2.7m で、製作した教材の中では一番大きいサイズとなった。軽量化と丈夫さ、加工しやすい材料として厚さ 7mm のポップコアを使用した。完成したパーツは数分で組み立てられる。また分解できるので保管場所のスペースが小さくなるように工夫した。

② 骨格模型・小

骨格模型大と比較するために製作したのが骨格模型小である。本物の約 20 分の 1 の大きさで、高さ 30cm、全長 60cm。こちらも材料として厚さ 7mm のポップコアを使用した。数分で組み立てられ、保管場所を取らない。

③ 頭骨実物大模型 (図 7)

T レックスの本物の頭骨と同じ大きさの標本作製し、恐竜が大きいことを実感できる教材とした。頭骨は、1.2m ある。材料として厚さ 7mm のポップコアを使用したので軽く、持ち運びも容易で、数分で組み立てられる。分解することで保管場所を取らないように工夫した。

④ 頭骨模型・小

頭骨実物大と比較するために製作したのが頭骨模型小である。スケールの小さい教材として他の教材と比較する。本物の頭骨の約 2 分の 1 の大きさで、材料として厚さ 7mm のポップコアを使用している。数分で組み立てられ、保管で場所を取らないように工夫した。

⑤ 恐竜模型 (ぬいぐるみ) 愛着、癒し (図 8)

恐竜 (dino saur) の意味は、恐ろしいトカゲで、一般的に恐ろしい、怖いイメージが強い。導



図6 骨格標本による
導入授業



図7 頭骨標本による
導入授業



図8 ぬいぐるみによる
導入授業

入教材として、これとは対照的な可愛い、愛着、癒やしのイメージを持たせるため、出来るだけ、愛らしく、触り心地の良い、全長90cmのティラノサウルスのぬいぐるみを準備した。直立しているので標本モデルとしては不十分である。

⑥ ビデオ教材（恐竜・DVDを視聴）⁹⁾

映像資料によるTレックスの導入教材として、NHKスペシャル「完全解剖ティラノサウルス～最強恐竜 進化の謎～」のDVDを使用した。画面の中で動く恐竜の姿を見て、恐竜が生きていた時代を想像することができるようにした。

(3) ティラノサウルスの教材を使った授業の進め方

恐竜（骨格模型、頭骨模型、ぬいぐるみ）と一緒に教室に入り、事前打ち合わせ資料をもとに恐竜についての説明を行う。その後、恐竜に軽く触れさせ、よく観察させる。15分程度で行い、残り時間は通常の授業を行う。「ビデオ教材」では、授業の最初に視聴させる。視聴時間は15分で、視聴の終了後の残り時間は通常の授業を行う。

3-2 化石を使った導入教材

(1) 化石の学習概要（打ち合わせ資料より抜粋）

① 化石とは

化石（fossil）とは、地質時代に生息していた生物の死骸やその生物の活動の痕跡を指します。生物が死ぬと軟質な肉のような部分は化学変化により失われます。通常は、土に埋もれて地層の中で骨や殻、歯などの固い部分が、まわりの鉱物と置換されて岩石になっている場合が多いです。また、生物の足跡、巣穴など、生物が活動していた跡は生痕化石と言います。

② 化石からわかること

地質年代を決めることができる化石を示準化石、生息していた環境を知ることができる化石を示相化石と言います。年代を決めるための条件として、生存期間が短くて進化も早く、ある時代に広い地域に大量に発生し、丈夫な体や骨を持つと言った条件が備っていた古生物ほど、都合が良いです。

③ アンモナイト

アンモナイトは、古生代の末から中生代の末までの海に生息し、大繁栄した頭足類の仲間です。全てのアンモナイトは貝のような殻を持っていますが、イカやタコの仲間になります。古生代の

始めに誕生したオウムガイ類から進化し、中生代末に絶滅しました。殻の中は隔壁によって仕切られた部屋になっており、隔壁が複雑な模様になって化石の表面に現れることがあります。この模様を縫合線と言ひ、菊の葉の模様のように見えることからアンモナイトの化石は菊石と呼ばれることがあります。

(2) 化石レプリカ作り

① レプリカ作り

レプリカ (replica) とは、一般に複製品のことを指しますが、化石を研究する古生物学では、研究試料として使われてきました。化石を発見したとき、その化石が露頭から取り出せないときなどに現地でレプリカを作成して持ち帰り、作成したレプリカで発見した化石の研究をすることができる。また、レプリカは、本物と同じ大きさと形状を再現しているため、博物館などの展示試料としても利用されています。

導入授業では、本物の化石に触れ、操作を伴う活動としてアンモナイト化石のレプリカ作りを行った。自分だけの化石レプリカを作り、保管できるようにした。

(材料：化石、油粘土、石膏、絵の具、ラベル)

② レプリカ作り体験の準備

図9の①のようにトレー内に道具を揃えたセットを児童に配布し、導入授業を開始する。研究協力校で用意してもらう道具と準備した道具を表3に示した。

③ 化石レプリカ作成体験・操作手順

A 化石を選ぶ

レプリカ作りの化石として、アンモナイト、三葉虫を児童数分用意した。どれも本物で、似ている種類はありますが同じものは一つもないので、自分だけのレプリカ化石標本を作ることができる。

B 油粘土で型を取る

油粘土をこねて、やわらかくなったら、図9の②のように化石を上から優しく押し当て、油粘土から化石をゆっくり抜き取ると図9の③のような型が完成する。

C 石膏に水を混ぜる

石膏 50g と食塩 1g がカップ内に入っています。カップに水 50ml を注ぐ。よく混ぜると石膏液は約30分で固まるので、速やかに次の作業に移る。

D 油粘土の型に石膏液を流し込む

図9の④のように型に石膏液を流し込みます。

E 乾燥させる

約30分間、放置して乾燥させる。完全に固まらなると割れたり、ひびが入ることがあるので、慌てて取り出さないように注意する。

表3 レプリカ導入授業の準備物

<p><研究協力校で用意するもの></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 油粘土 (ない場合は用意します) ・ 水 (水道水：50ml) ・ 水彩絵の具 (別の時間に使います)
<p><準備したもの></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 化石 (児童数分) ・ 紙コップ (石膏と食塩をセット) ・ 石膏 (紙コップ内：50g) ・ 食塩 (紙コップ内) ・ 割り箸 (児童数の1/2：攪拌棒) ・ ラベル

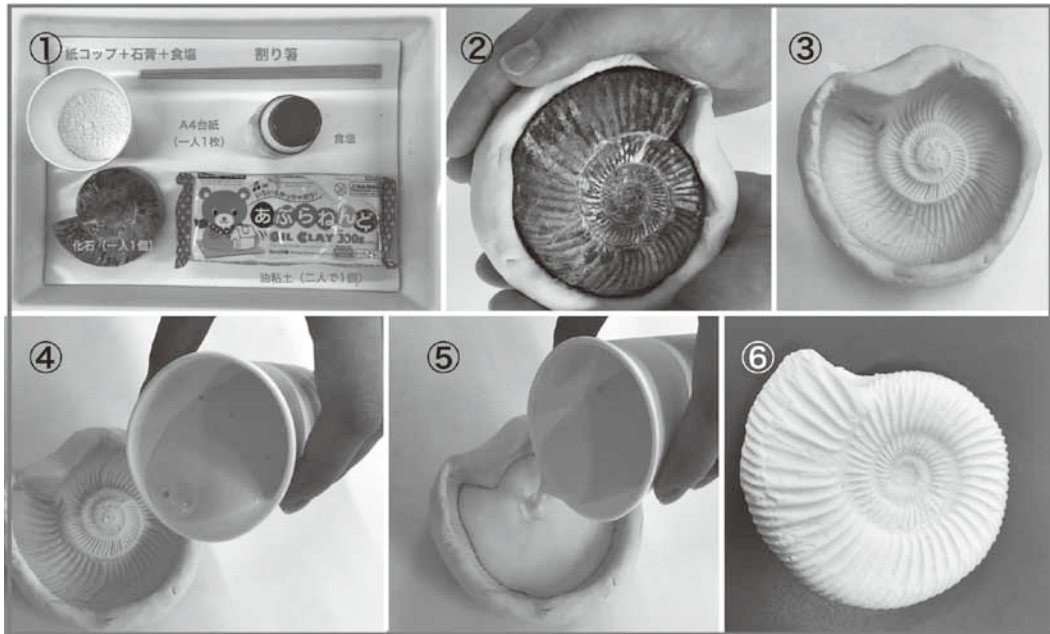


図9 レプリカ作り・操作手順

F ラベル作り

Eの作業後、乾燥させ、型からレプリカを取り出すまでの約30分を利用してレプリカ標本のラベルを作成する（図10）。

G 型からレプリカを取り出す

固まっているのを確認しながら、化石レプリカの周囲から、ゆっくり油粘土を広げていき、化石レプリカを取り出すと図9の⑥のような白いレプリカ標本ができあがる。

H レプリカの着色

取り出した白い化石レプリカと本物化石を並べ、図11のように本物の化石そっくり水彩絵の具で着色すると完成となる。

* 導入授業の時間内では、AからGまでの作業を行い、別の時間を設定してHの作業を行った。

化石レプリカ作り ★ 町田市立鶴川第一小学校			化石レプリカ作り ★ 武蔵野市立関前南小学校		
作成年月日	2019年	月 日	作成年月日	2019年	月 日
レプリカ名称	三葉虫 (クワトロセファルスギブス)		レプリカ名称	アンモナイト (ドッペレイセラ)	
年代	古生代 デボン紀 (4億1000万年前)		年代	中生代 白亜紀 (7500万年前)	
採集地	アフリカ・モロッコ		採取地	アフリカ、マダガスカル	
発掘者	6年 組		作成者	6年 組	
武蔵野大学教育学部 Polaris 宇宙地球科学教育研究室			武蔵野大学教育学部 Polaris 宇宙地球科学教育研究室		

図10 レプリカ標本のラベル

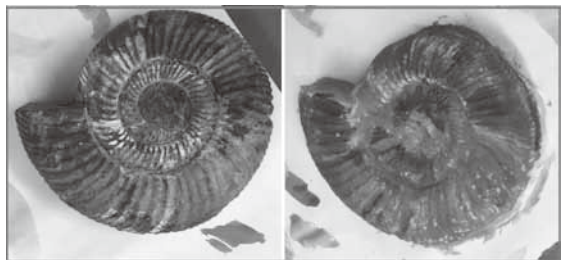


図11 完成したアンモナイトのレプリカ標本
左が実物、右がレプリカ

(3) 化石発掘体験

① 化石発掘体験箱の製作

本物の化石に触れ、操作を伴う活動としてレプリカ作成の他に化石発掘体験を行った。導入授

業で本物の化石を発掘し、自分だけの化石を手に入れ、標本として保管できるようにした。

発掘体験の試料は、砂、石膏、水を混ぜる割合を調整して、10分程度の作業時間で化石を母岩から取り出せる堅さにした(図12の①)。次にタッパー透明ケースにラベルを貼り(図12の②)、発掘体験箱を用意した。箱は、導入授業終了後は発掘したアンモナイトを保管する標本箱として活用する。調合する割合が決まったので、児童数分の発掘体験箱を製作する。図12の③のような容器に材料を入れ、かき混ぜる(図12の④)。クッキングシートを箱にしき、調合した母岩にアンモナイト化石を埋め込み(図12の⑤⑥)、乾燥(図12の⑦)させると化石発掘体験箱のキットができあがる(図12の⑧)。

化石発掘体験箱からクッキングシートごと取り出し、発掘作業を行う。発掘したアンモナイトをタッパーに戻すと、アンモナイト標本となる。

製作に使う材料は、化石、砂、石膏、スプーン、クッキングシート、タッパー透明ケース、ラベルである。

② 化石発掘体験の手順

化石発掘体験は、製作した化石発掘体験箱と発掘に使うスプーンを児童に配布し、図13のA~Iの順序で進める。

- A 最初に化石発掘体験箱とスプーンを机の上に置く。
- B 化石発掘体験箱のふたを開けると、キッチンペーパーに包まれた岩石がでてくる。箱からキッチンペーパーごと岩石を取り出す。
- C 取り出したらキッチンペーパーを机の上で広げ、発掘作業を開始する。スプーンで岩石を砕いて掘り進める。
- D 掘り進めると固い、化石に当たる。化石には傷をつけないように、慎重に、優しく化石のまわりを丁寧に掘り出していきます。
- E 岩石から化石を完全に取り出し、水で洗います。水分を拭き取り、採取した化石を観察します。
- F 残った岩石や、飛び散った岩石の破片はキッチンペーパーにくるんで集め、燃えないゴミとして捨てる。
- G 発掘体験箱の中にあるラベルに、採取した年月日、学年、氏名を書く。
- H 発掘体験箱の中に採取した化石を入れる。今回採取した化石は、アンモナイト類で、虹色の光沢がとても美しいクレオニセラスです。産地は、アフリカのマダガスカルです。
- I 化石を入れた発掘体験箱にふたをし、化石発掘体験を終了します。採取したアンモナイト化石を入れ、完成した標本は、持ち帰ってもらう。

(本物の化石のため個体差があり、同じものはないこと。取り出した化石は責任を持って大切にすることを伝えた。)

③ 化石発掘体験授業の進め方

最初に化石が埋め込まれた化石発掘体験箱と、掘り出すための道具(スプーン)を配布し、中にある化石を傷つけないように、丁寧に掘り出していく。化石発掘体験箱の底に貼ってあるラベルに発掘した化石の情報を記入して化石を入れると標本箱になる。大切に保管するよう指示する。キッチンペーパーに残った残砂は、キッチンペーパーで包み、燃えないゴミとしてまとめ、発掘



図 12 化石発掘体験箱の製作

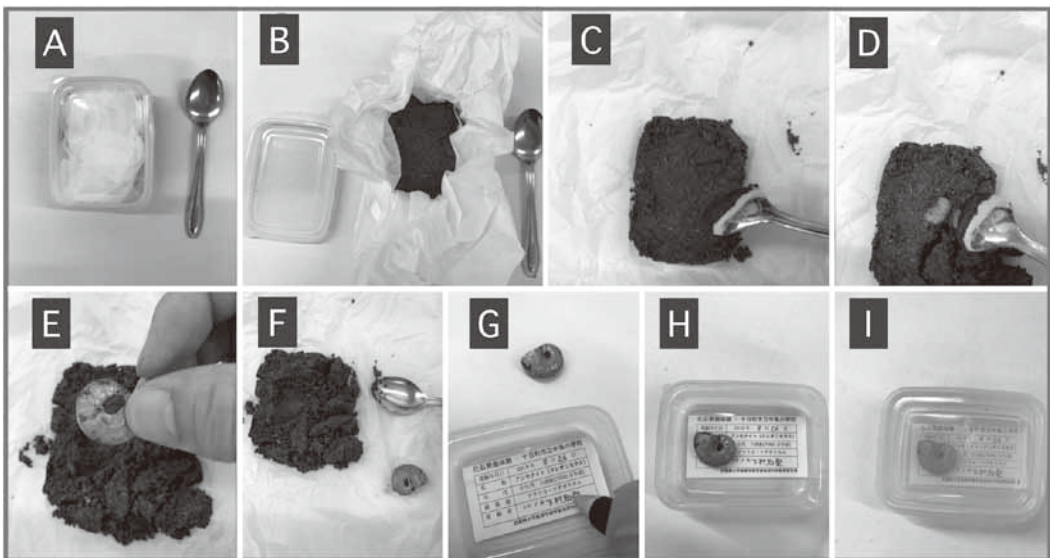


図 13 化石発掘体験の手順

体験を終了する。作業は30分程度で行い、残り時間は通常の授業を行う。

(4) 化石40点展示(打ち合わせ資料より抜粋)

① 地球生命の歴史

地球の生命は、約40億年前の海底の熱水が吹き出す高温の限られた場所で誕生したと考えられています。当時の地球には酸素が少なく、過酷な生命活動環境でした。27億年前からは、シアノバクテリアが誕生すると、光合成により大量の酸素が作られました。5.7億年前に、生命のビックバンと呼ばれるように突然、多種多様の生物が生まれました。その一つが三葉虫類です。生命誕生から現在まで地球上に出現して絶滅していった生物が化石になって、世界中で発見されています。

これらは、いつの時代に生きていたのか、どんな環境で生活していたのかを私たちに教えてくれます。化石展の展示の様子を図14に示した。化石展では、本物の化石を多数展示し、より多くの本物の化石を見たり、触れたりすることで、児童に46億年の地球の歴史を実感してもらうことにした。



図14 化石40点の展示

② 展示

A 先カンブリア代 4点

● 石質隕石(46億年前)、アフリカ・サハラ砂漠

46億年前に太陽系が形成される時にできた岩石です。球粒組織があり、熱や圧力の影響を受けずに太陽系をさまよひ、地球に落下したもの。この隕石の落下年代は不明です。

● 隕鉄(オクタヘドライト)カンボ・デル・シエロ隕石、アルゼンチン

鉄隕石で、原始惑星の内部の核を構成していました。これが天体衝突により破壊され、隕石となりました。表面にはウイドマンシュテッテン構造が見られます。これは、Fe-Ni合金の正八面体結晶構造によるもので、組織の大きさが、かつての原始惑星のサイズを示しています。

● ストロマトライト(先カンブリア:20億年前)、西オーストラリア

地球に酸素をつくった最初の生命、ラン藻類(シアノバクテリア)が泥や鉄を層状に堆積して生活していたことがわかる化石です。オーストラリアのシャーク湾(ハメリンプール)には、今も現生しています。

● 花虫類(先カンブリア:6億年前)、オーストラリア

エディアカラ生物群

B 古生代 10点

● 三葉虫・アカドパロキシデス(カンブリア紀:5億4100万年~4億8540万年前)、モロッコ

● 三葉虫・アサファス(オルドビス紀:4億8540万年~4億4380万年前)、モロッコ

● 三葉虫・アカソノピゲ(デボン紀:4億1920万年~3億5890万年前)、モロッコ

● 三葉虫・ファコプス(デボン紀:4億1920万年~3億5890万年前)、モロッコ

レンズ状の複眼が発達し、最初に視力を持った動物。複眼がわかりますので、ご覧ください。

- 丸まった 三葉虫・ファコプス（デボン紀：4億 1920 万年～3億 5890 万年前）
敵に襲われると丸まり、柔らかい腹部を守ります。
 - 三葉虫の群れ（デボン紀：4億 1920 万年～3億 5890 万）
 - 直角石・ゲイソノセラス（デボン紀：4億 1920 万年～3億 5890 万年前）
イカの仲間です。
 - メソサウルス（ペルム紀：2億 9890 万年～2億 5190 万年前）、中国新疆
原始的な最古の水生は虫類、淡水に生息し、魚を食べていた。
 - フズリナ（ペルム紀：2億 9890 万年～2億 5190 万年前）、山口県秋吉台
古生代に栄えた有孔虫。石灰質の殻を持ち、石灰岩中に見られる化石。
 - 両生類・ディスコサウリスクス（ペルム紀：2億 9890 万年～2億 5190 万年前）、チェコ
- C 中生代 17 点
- アンモナイト・アストロセラス（ジュラ紀：1億 5000 万年前）、イギリス
 - アンモナイト・タイタニテス（ジュラ紀：1億 5000 万年前）、イギリス
 - アンモナイト プラセンチセラス（白亜紀：1億年前）、アメリカ・南ダコタ州
薄型で、縫合線がとて複雑な形をした美しいアンモナイトです。
 - アンモナイト（白亜紀：7000 万年前）、北海道夕張
 - アンモナイト（白亜紀：7000 万年前）、南樺太
 - アンモナイトノジュール（白亜紀：7000 万年前）
丸い岩石を割ると化石が入っています。もとの化石の成分がまわりにシミだして固まった。
 - カメの化石（ジュラ紀：1億 7500 万年前）、アメリカ
 - 海百合 ペンタクリニテス（ジュラ紀：1億 5000 万年前）、イギリス
無脊椎動物。古生代に繁栄し中生代以降に急激に衰え、現在は深海に細々と生息する、生きた化石の一つ。
 - 恐竜・エドモントサウルスの脊髄（ジュラ紀：6550 万年前）、アメリカ
カモノハシ竜の仲間の草食恐竜。
 - 恐竜・ティラノサウルス頭骨（模型）（白亜紀：6650 万年前）
 - 魚類 アスピドリックス（白亜紀：6650 万年前）、ブラジル
 - エビ・カルポペナエウス（白亜紀：7000 万年前）、レバノン共和国
 - モササウルスの歯（白亜紀：6650 万年前）、アメリカ
海に住んでいたは虫類、アンモナイトなどを食べていた。
 - 恐竜の足跡（白亜紀：6550 万年前）、ドイツ
肉食の小さな恐竜の足跡です。これも生痕化石と言います。
 - 恐竜の卵（白亜紀：6550 万年前）、モンゴル
オヴィラプトル（肉食恐竜）の卵
 - 恐竜の糞石（白亜紀：6550 万年前）、アメリカ
肉食の小さな恐竜の糞が化石になりました。このような化石も生痕化石と言います。
 - カキの化石（白亜紀：1億年前）、岩手県九戸郡野田村野田玉川海岸

汽水性の綺麗な海で、陸地のそばの岩礁であったことがわかる。中生代から現在も生息する汽水性二枚貝で生きた化石の一つ。

D 新生代 9点

- カルカドロン・メガロドン（第三紀：1800 万年～ 170 万年前）、ペルー・パラカス
暖かい海に生息していた全長 20～25m の巨大サメの歯の化石。
- カルカドロン・メガロドン（第三紀：2000 万年前）、アメリカ・フロリダ
- 魚の化石ニシンの仲間（第三紀：500 万年前）、アメリカ・ワイオミング
- カニの化石 ムカシエンコウガニ（第三紀：1600 万年前）、埼玉県秩父赤平川
- タカハシホタテ（第三紀：500 万年前）、北海道雨竜郡沼田町
大型ホタテ貝の絶滅種。今のホタテと違い、殻が大きく、丸みがある。
- 貝の化石（第四紀：50 万年前）、福島県四ツ倉
- 桂化木（木の化石）（第四紀：50 万年前）、
- マンモスの歯（第四紀：1 万年前）、オランダ
- オウムガイ（現在）、フィリピン

殻に入った頭足類でイカ、タコ、アンモナイトの仲間。古生代デボン紀前期から生息する生きた化石の一つ。オウムガイ類の英語名は、ノーチラスと言う。

③ 化石展授業の進め方

最初に授業が始まったら児童を教室から化石を展示している理科室に移動させ、化石を観察する。観察は、新しい時代から古い時代の順に観察し、地球上の生命の46億年の歴史を辿る。現在から過去に遡り、新生代、中生代、古生代の地球に誕生して絶滅した古い生物の化石を触らせて観察させる。20分程度で行い、残り時間は通常の授業を行う。

(5) 化石3点展示・図15（打ち合わせ資料より抜粋）

① 学習内容

A 三葉虫

三葉虫は古生代の海に生息していた、節足動物の三葉虫類です。多数の体節に一对の肢（足）と内側にエラがついていたと考えられています。甲羅は、縦に中央部（中葉）と両側（側葉）の3つに分かれていることから三葉虫と命名されました（図4の右図）。

また、横に見ると頭部、胸部、尾部の3つに分かれ、目は複眼になっていて現在の昆虫の体

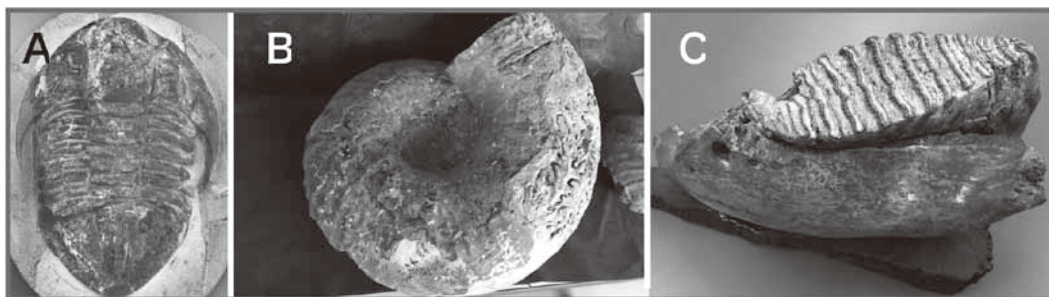


図15 化石3点の展示 A：三葉虫 B：アンモナイト C：マンモスの下顎

の仕組みの原型を備えています。三葉虫類は、古生代の末に絶滅しました。

B アンモナイト 3-2 (1)③に掲載 (25 ページ)

C マンモスの歯 (下顎付)

約400万年前から1万年前まで生息し、巨大な牙を持った、原生の象の類縁です。マンモスには何種類かありますが、シベリア北部からは冷凍になった死骸が40体以上も発見されたことで有名になったことから、単にマンモスと言えば標本のウーリーマンモス *Mammuthus primigenius* を指します。このウーリーマンモスは現在の象と同じ位の大きさで、中型のマンモスです。

マンモスは、ヨーロッパからアジア、そして後には北アメリカ、南アメリカにまで生息域が広がりました。ヴェルム氷期に陸橋を通り日本にも来ていたことを示す化石が、1938年に夕張市で、また1954年には日高山脈の水河の痕から2～5万年前に生息していたマンモスの臼歯が発見されました。マンモスには、ウーリーマンモスの直系の祖先と考えられる巨大なステップマンモス、更新世前期(60～170万年前)にヨーロッパに現れた南方マンモスなどがいました。

マンモスは、生まれた時の乳歯から5回臼歯が生えかわり、6回目の臼歯が摩耗してしまうと、草を噛みつぶすことが出来なくなり、生涯を終えます。乳歯の臼歯は、2～4枚の咬板があり、6回目の最終臼歯は27枚の咬板があることから、咬板を使い年齢を推定することができます。標本の臼歯は、16枚の咬板があることから、人間であれば、小学生高学年から中学生くらい位のマンモスと考えられます。

② 化石展授業の進め方

最初に授業が始まったら児童を教室から化石を展示している場所(理科室など)に移動させ、化石を観察する。観察は、古い時代から新しい時代の順に観察し、地球上の生命の46億年の進化を辿る。その際、三葉虫、アンモナイト、マンモスの化石を触らせて観察し、打ち合わせ資料をもとに三葉虫、アンモナイト、マンモスに関する説明を行う。20分程度で行い、残り時間は通常の授業を行う。

3-3 グループ活動(三葉虫の体のしくみ)

(1) グループ活動による導入授業の概要

グループ活動では、3～4人で1つのグループを作り、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16の①)、三葉虫の資料(図16の②)、三葉虫の体のしくみ、地球生命の歴史がわかる資料、ワークシート、図鑑を用意し、化石に触れて観察する体験的な学習活動により、主体的な問題解決の活動に取り組み、考えをまとめて発表することにより言語活動の充実を図った。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」を実現する導入授業を目指した。また、グループ活動の導入授業を実施した2校、3クラスでは、普段の授業者ではなく、著者がグループ活動の指導を行った。

(2) グループ活動の導入授業実践

三葉虫の化石を観察題材として提示し、体の仕組みや構造などの観察を行う。そこで得られた疑問をグループで話し合い、疑問解決のために資料、図鑑を用いて三葉虫の体の特徴と他の生物

とを比較させ、地球生命の進化について考えさせた。

主体的・対話的・深い学びの探求学習¹⁰⁾、アクティブラーニングにより疑問（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、適応（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たことによる感動をクラスで共有した。図16の③は探求活動中の教室の様子を、図16の④は三葉虫の観察事項を児童がまとめたワークシートの一例である。図16の⑤は図鑑を使つての調べ学習。図16の⑥は発表の場面である。

（3）本時の指導案・進め方

① 本単元における目指す児童の姿

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く。

② 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す。

③ 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。

4 感動教材の評価と結果

6年生の理科の週当たりのコマ数は3回で、「大地のつくりと変化」の単元は通常10月から11月頃に11時間程度の時間数で年間指導計画されている。協力校の実施時期は異なるが、いずれも「大地のつくりと変化」の単元の最初の時間に、用意した感動教材を使って活動する導入授業を補正を加えた学校と比較対象校を除いた20校、1383名の児童を対象に行った。

実施校では、導入授業の直後から翌日までの間に印象調査を、導入授業から約1ヶ月後の単元終了後に事後調査を実施した。これらの調査から感動教材の評価について得られた結果を報告する。

印象調査と事後調査において「理科の授業の始めに行った活動に感動しましたか」の問いに5件法で回答を得た。「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、印象調査の都県別（東京都、神奈川県、新潟県、ベトナム日本人学校）に集計した結果を表4に示した。感動の分散分析の結果は、新潟の平均値に有意な差が認められた（F(3,1382)

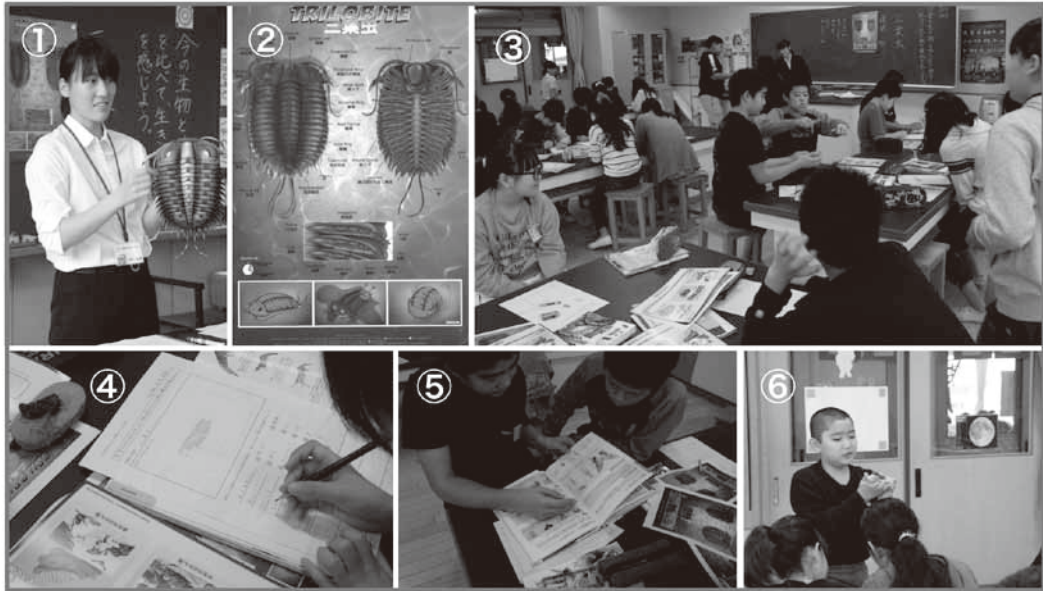


図 16 グループ活動による導入授業 ① 三葉虫模型 ② 三葉虫資料 ③ 探求活動の様子 ④ 観察結果をワークシートにまとめる ⑤ 話し合い ⑥ 発表

研究テーマ：導入場面における観察体験が及ぼす学習効果（グループ活動）		(3) 本時の展開		
段階	学習内容	教師の働きかけと児童の反応	指導上の留意点/資料など	
導入を促す 5分	君の生き物に興味をもつ。	T1 このような生き物を見こはありますか。 C1 どこに住んでいるのか。なんという名前だろう。 C2 博物館で見たことがある。三葉虫かな。 C3 不気味で気持ち悪いな。	・指導上の留意点/資料など ・三葉虫の模型を提示し、名前と生息していた時代、生息していた場所を伝える。	
	三葉虫をスケッチし、わかったことを発表する。	T2 三葉虫をよく観察しながらスケッチをしましょう。 T3 スケッチをしてわかったことを発表してください。 C4 丸まりそうな体をしています。 C5 目がゴゴコしています。 C6 節や足がたくさんあります。	・各グループに三葉虫の化石を置いてスケッチをする。 ・特に注目してほしいところを強調する。 ・視察（視力をもった） ・動物三葉虫類 ・三葉虫（模型で観察）	
	三葉虫と今の生き物に似ている今の生き物を探す。	T4 三葉虫に似ている今の生き物ありますか。 C7 見た目はダンゴムシに似ているよ。 C8 目がトンガに似ていると思ってる。 C9 似ている今の生き物か、思いつかない。	・三葉虫の資料を配る。 ・今の生き物である、バツタとの共通点を伝える。 ・体の構造、外特徴、トゲ	
見通しをもつ 10分	三葉虫と今の生き物に共通点があることを知る。	T5 三葉虫と今の生き物の共通点、相違点をグループで図鑑を見ながら、探してください。 C10 トンガと同じように小さな点がたくさんある。 C11 足にヒレがあるのはエビと一緒だ。 C12 ウニみたいにトゲで身を守るのかな。	・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（二肢型が脚が退化） ・防衛生態	
	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。	T5 生き物は長い時間をかけて進化してきました。今日の学習を振り返りましょう。 C13 三葉虫は長い時間をかけて進化して、今のダンゴムシやエビ、昆虫に進化したことがわかった。 C14 地層から発見された生き物は昔に生きていた生物で、それを調べると昔の地球の様子や、どのような場所で生活していたのかを知ることができるとわかった。	・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かせ、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）	
	①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もたせる。 ②今の生き物と昔の生き物と比較し、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。			

図 17 グループ活動の指導案

=14.1609, $p < .001$). 平均値の差を HSD 検定による多重比較を行うと、LSD は $p < .05$ で、ベトナム ($n=73$, $M=3.288$) < 東京 ($n=711$, $M=3.668$) < 神奈川 ($n=559$, $M=3.823$) < 新潟 ($n=40$, $M=4.525$) となった。新潟の児童における感動の平均値が特に高いが、新潟の被験者数は少ないので、特に補正せずに解析結果を比較していくことにする。

4-1 感動教材の評価

印象調査と事後調査において「理科の授業の始めに行った活動に感動しましたか」の問いについて集計した結果を表5に示した。

感動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 とした。また各調査の平均値の差 ($M_1 - M_2$) を示した。

導入授業直後に感動の平均値の高い教材は、頭骨大、化石展、骨格大、発掘体験、グループ活動の順である。これが単元終了後には、感動の印象が各教材ともに薄れ、順番は骨格大、頭骨大、骨格小、化石展となった。また減少率の大きかった教材は、化石発掘体験、化石展であった。頭骨大と骨格大が骨格小と頭骨小より感動を与え、化石展 (40点展示) が化石3点より感動の平均値が高い。教材が児童に与える感動は、大きいほど、また数が多いほど効果があることが明らかになった。さらに、

感動の平均値の差が大きい化石発掘体験 (0.75)、化石展 (0.72)、頭骨大 (0.64)、グループ活動 (0.57) は、導入時に多くの児童に感動を与えていたと推察できる。

表4 都県における感動の被験者数 (n)、平均値 (M)、標準偏差 (SD)、分散分析の結果

都県	n	M	SD	F	p
新潟	40	4.52500	0.67889	14.1609	< 0.0001
東京	711	3.66807	1.05327		
神奈川	559	3.82290	1.05534		
ベトナム	73	3.28767	1.18415		

4-2 感動する教材

印象調査において「授業の始めに行った活動について、どのようなことに感動しましたか」の問いでは、15項目の感動因子を設定し、これについて5件法で回答を得た。「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

表5 感動教材における感動の被験者数 (n)、平均値 (M)、標準偏差 (SD)

導入教材	学校数	学級数	n_1	M_1	SD_1	n_2	M_2	SD_2	$M_2 - M_1$
<ティラノサウルス>									
① 骨格大	2	5	165	3.994	0.960	158	3.589	1.054	0.40
② 骨格小	2	4	112	3.741	1.002	108	3.463	1.139	0.23
③ 頭骨大	3	9	253	4.170	0.877	236	3.530	1.197	0.64
④ 頭骨小	2	5	106	3.189	1.043	101	3.119	1.023	0.40
⑤ めいぐるみ	2	2	58	2.914	1.014	54	3.019	1.037	0.07
⑥ 恐竜映像鑑賞	2	6	126	3.317	1.150	118	3.136	0.103	0.18
<化石導入教材>									
① 化石展 (40点)	1	3	88	4.068	0.980	90	3.344	1.062	0.72
② 化石展 (3点)	2	6	176	3.670	0.929	169	3.219	1.136	0.45
③ 化石レプリカ作り	2	3	108	3.417	1.153	98	3.316	1.090	0.10
④ 化石発掘体験	2	3	102	3.902	1.173	89	3.157	1.269	0.75
<アクティブラーニング>									
グループ活動	2	3	89	3.787	1.005	84	3.250	1.026	0.54
n	22	49	1383			1305			

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点として集計した結果を表6に示した。

感動因子について平均値の最も高い教材を第1感動教材とし、第1感動教材から3番目に平均値が高かった第3感動教材までの平均値(M)、標準偏差(SD)を示した。また参考に第4感動教材名も示した。

第1感動教材の感動因子が高い項目は、グループ(4.438)、珍しい(4.378)、大きさ(4.276)、本物(4.256)、数(4.244)、時間(4.178)、精密(4.102)の順で、第2感動教材、第3感動教材でも概ね同じ傾向である。これらの結果から児童に感動を与える教材作成、教材の提示を行う上で重要な感動因子を明らかにすることができた。

4-3 感動体験と今後に影響する感動教材

導入授業を受けた感動体験をどう感じたかについての4項目、「気持ちが高かぶった」、「いろいろなことを知りたくなった」、「やる気がでた」、「興味関心がたかまった」、また感動が何かに影響するかについての3項目、「今後の理科の学習」、「自分の将来」、「科学への興味関心」について、5件法で回答を得た。「とても感動(影響)した(する)」を5点、「どちらかといえば感動(影響)した(する)」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(影響)しない」を2点、「まったく感動(影響)しない」を1点として集計した結果を表7に示した。

感動因子について平均値の最も高い教材を第1感動教材とし、第1感動教材から3番目に平均値が高かった第3感動教材までの平均値(M)、標準偏差(SD)を示した。また参考に第4感動教材名も示した。

表6 感動教材の被験者数(n)、平均値(M)、標準偏差(SD)

感動因子	第1感動教材			第2感動教材			第3感動教材			第4感動教材
	教材	M ₁	SD ₁	教材	M ₂	SD ₂	教材	M ₃	SD ₃	教材
大きさ(空間)	頭骨大	4.276	0.901	化石展	4.178	0.967	骨格大	4.018	0.966	骨格小
地球史(時間)	化石展	4.178	1.045	骨格大	4.143	1.002	頭骨大	4.126	1.033	グループ
本物	化石展	4.256	1.117	グループ	4.112	1.027	頭骨大	4.035	1.023	骨格小
精密さ	頭骨大	4.102	1.020	化石展	4.022	1.060	骨格大	3.970	0.984	骨格小
美しさ	化石展	3.967	1.249	頭骨大	3.803	1.125	発掘体験	3.777	1.306	骨格大
可愛い	骨格大	2.922	1.151	ぬいぐるみ	2.897	1.307	化石展	2.878	1.179	頭骨大
数(多い)	化石展	4.244	1.084	頭骨小	3.625	1.295	頭骨大	3.516	1.168	発掘体験
触れる	化石展	3.922	4.478	化石3点	4.220	1.166	発掘体験	3.922	1.467	レプリカ
発見	化石展	3.922	1.008	骨格大	3.838	1.158	頭骨大	3.780	1.196	発掘大検
見れた	グループ	4.438	0.929	化石展	4.389	0.883	化石3点	4.183	1.167	発掘大検
珍しさ	化石展	4.378	0.990	グループ	4.292	0.882	発掘体験	4.282	1.192	化石3点
不思議	骨格大	3.796	1.021	化石展	3.711	1.104	頭骨大	3.618	1.209	グループ
理解できた	骨格大	3.760	1.152	頭骨大	3.669	1.248	化石展	3.500	1.173	骨格小
映像	ビデオ	3.791	1.229	骨格大	3.251	1.028	骨格大	3.075	0.985	骨格小
友達	骨格大	3.440	1.163	頭骨大	3.307	1.163	グループ	3.191	1.205	骨格小

表7 感動体験・影響の高い感動教材の平均値(M)、標準偏差(SD)

	第1感動教材			第2感動教材			第3感動教材			第4感動教材
	教材	M ₁	SD ₁	教材	M ₂	SD ₂	教材	M ₃	SD ₃	教材
<感動体験>										
気持ちが高かぶる	化石展	3.910	0.973	頭骨大	3.897	1.119	骨格大	3.892	1.030	発掘体験
知りたくなる	骨格大	4.030	1.009	頭骨大	3.964	1.146	化石展	3.876	1.116	骨格小
体験したくなる	頭骨大	3.957	1.213	骨格大	3.916	1.026	発掘体験	3.756	1.021	化石展
やる気が出た	頭骨大	3.917	1.194	骨格大	3.880	0.998	化石展	3.809	1.043	発掘体験
興味関心	頭骨大	4.163	1.097	骨格大	4.078	1.000	骨格小	3.964	1.152	発掘体験
<影響>										
理科の学習	化石展	4.169	0.932	骨格大	4.102	0.916	頭骨大	4.028	1.050	グループ
自分の将来	化石展	3.393	1.202	骨格大	3.251	1.160	頭骨大	3.103	1.183	レプリカ
科学への興味関心	骨格大	3.946	1.066	化石展	3.944	1.101	頭骨大	3.802	1.191	骨格小

第1感動教材は、感動体験をどう感じたかの5項目、感動が何かに影響するかについての3項目ともに、骨格大、頭骨大、化石展が高い平均値を示した。この結果、大きい(頭骨大、骨格大)、数が多い(化石展)、精密(骨格大)の感動因子が感動体験の影響に効果的であることを示すことができた。

4-4 感動の性差

印象調査における調査項目で性別に有意差が見られた項目は、「感動因子」で15項目中の3項目、「学習意欲」で8項目中の3項目、「学習内容についての興味」で16項目中の8項目あった。

性別に有意差が見

られた項目についての平均値(M)、標準偏差(SD)、分散分析の結果を表8に示した。また、それ以外の項目には性別による5%有意水準での有意差は認められなかった。

女子に有意な差が認められた項目は、感動因子の「地球の歴史」「かわいい」、学習意欲の「国語の学習は大切だ」(F(1,1291)=14.6510, p<.001)、学習内容の「自然災害からの身の守り方」であった。男子は、感動因子の「数(多い)」、学習意欲の「理科の学習は好きだ」「理科に関係する仕事につきたい」、学習内容の「土地のつくりとはたらき」の単元の15項目中7項目で、特に化石(F(1,1291)=13.9504, p<.001)と恐竜(F(1,1382)=19.6451, p<.001)に有意な差が確認できた。

4-5 感動・意欲・影響・興味の相関

印象調査における「感動因子」、「学習意欲」、「影響」、「学習内容についての興味」についての

表8 性差の被験者数(n)、平均値(M)、標準偏差(SD)、分散分析の結果

	性別	n	印象調査			
			M	SD	F	p
<感動因子>						
地球の歴史の長さを感じたこと	女子	616	3.9724	1.1537	5.8213	0.0160
	男子	678	3.8156	1.1796		
かわいらしさ	女子	616	2.8084	1.2747	14.175	0.0002
	男子	678	2.5398	1.2888		
数の多さ	女子	616	2.8084	1.2747	14.175	0.0002
	男子	678	2.5398	1.2888		
<学習意欲>						
国語の学習は大切だ	女子	616	4.4826	0.8834	14.6510	0.0001
	男子	727	4.2820	1.0518		
理科の学習は好きだ	女子	616	3.4720	1.2938	16.8870	0.0001
	男子	725	3.7545	1.2638		
将来理科に関係する仕事につきたい	女子	616	2.3510	1.2700	7.1858	0.0074
	男子	678	2.6143	2.2159		
<学習内容の興味>						
土地をつくっているもの	女子	617	2.9481	1.2612	4.6037	0.0321
	男子	675	3.1007	1.3000		
土地の様子を調べること	女子	617	2.8866	1.2588	6.4595	0.0112
	男子	675	3.0696	1.3241		
化石	女子	617	3.6223	1.3610	13.9504	0.0002
	男子	675	3.8978	1.2890		
恐竜	女子	617	3.4845	1.4050	19.6451	0.0001
	男子	675	3.8222	1.3325		
流れる水のはたらき	女子	617	3.0162	1.2535	5.1632	0.0232
	男子	675	3.1793	1.3194		
岩石	女子	617	3.0908	1.3136	10.1291	0.0015
	男子	675	3.2889	1.3700		
火山のはたらき	女子	617	3.3566	1.3140	12.1137	0.0005
	男子	675	3.6148	1.3486		
自然災害からの身の守り方	女子	617	3.8752	1.2309	8.5239	0.0036
	男子	675	3.6665	1.3445		

各項目の平均値の相関係数を表9に示した。「感動因子」は、「学習意欲」と「影響」に相関が認められる。このことから、授業で感動を与えることにより、児童の感動を呼び起こすと、学習への意欲を高めるとともに、生活や将来像にも影響を与えることを示すことができた。

表9 感動・意欲・影響の相関

	感動	意欲	影響	興味
感動		0.6947	0.5063	0.4269
意欲	0.6947		0.6939	0.5450
影響	0.5063	0.6939		0.4765
興味	0.4269	0.5450	0.4765	

5 おわりに

児童に感動を与えることは、学習意欲を高め、児童の将来の夢を膨らませ、夢の実現への第一歩となると考えられる結果が得られたので、これからも感動教材を作成し、多くの感動を児童に体験させていきたい。本研究では、事前調査、印象調査、事後調査のデータを取得して、今回の報告は、これらのデータの一部である。全貌を解明すべく、引き続き分析を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 戸梶亜紀彦,『感動』喚起のメカニズムについて, *Cognitive Studies*, 8 (4), 360-368. 2001.
- 2) 戸梶亜紀彦,『感動』体験の効果について, 紀要(広島大学), 27-37, 2004.
- 3) 石田泰博・前野隆司, STAR フレームワークを用いた感動要素の時間軸配置の分析手法, 慶応義塾大学研究紀要, 66 (2), 22-41. 2017.
- 4) 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.
- 5) 文部科学省, 小学校学習指導要領解説理科編, 2017.
- 6) 高橋典嗣, 理科教育における野外での科学体験活動の実践と視覚表象による評価, 武蔵野教育学論集(武蔵野大学教育学研究所), 5, 123-137, 2018.
- 7) 高橋典嗣, 野外地層観察の実践的指導力を身につけるための教育実践, 武蔵野教育学論集(武蔵野大学教育学研究所), 2, 57-68, 2017.
- 8) 下村知愛・高橋典嗣, 東京ディズニーシーの環境要因から感動因子を探る, 宇宙教育研究(武蔵野大学教育学部宇宙地球教育研究室), 1, 85-89, 2020.
- 9) NHK スペシャル「完全解剖ティラノザウルス・最強の恐竜進化の謎」DVD, 2017.
- 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.