

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

The purpose and practices of the geological class entitled “Let’s study trilobites” for elementary school children

大野照文*・川上紳一**・田口公則***

Terufumi Ohno, Shin-ichi Kawakami, and Kiminori Taguchi

染川香澄****・磯野なつ子****・たけうちかおる****

Kaori Somekawa, Natsuko Isono, Kaoru Takeuchi

要 旨

三葉虫化石を教材として用い、小学生を対象に化石教室を実施した。小学生には一人一つずつ三葉虫化石、ルーペ、テキストを渡し、A4サイズの画用紙に三葉虫のスケッチをさせた。作業終了後、講師が三葉虫の体のつくり、生活のようす、成長の仕方などについて質問し、子どもたちがそれぞれの観察や、これまでの経験をもとに意見を述べた。講師の提示した質問は、より保存のよい化石を調べることで検証が可能であり、子どもたちは予想したことをその場で確かめることで、化石への興味を高めていった。また、講師は、「博士になるには注意深く観察しなくてはいけない。」とか、「Aさんは、とても重要なことに気がついたので、化石博士にふさわしい。」などと子どもたちに語りかけたことで、子どもたちの学習意欲は非常に高まった。化石教室の終了後には、野外で化石のはいっている可能性のあるノジュール(小石)を割って化石探しを行った。今回行った教室では、参加者の満足度が高かったことがアンケート結果から読みとれた。参加者の多くは、すでに三葉虫化石に興味をもっていたり、何回か大学などの主催する理科教室などに参加した経験があり、興味や関心の比較的高い子どもたちが多かった。今後は、理科に興味を示さない子どもたちも、化石教室をきっかけに理科好きになるよう、指導法を工夫していきたい。

キーワード：三葉虫，化石，古生物学，小学生，作業仮説

key words: trilobite, fossil, paleontology, elementary school children, working hypothesis

1. はじめに

小中学校での授業時間が削減されるなかで、子

どもたちの学力の低下と理科離れが深刻化しているという指摘がある。小学生においても多くが理科は大好き、あるいは好きと答えている子どもの

* 京都大学総合博物館

The Kyoto University Museum

** 岐阜大学教育学部理科教育講座(地学)

Faculty of Education, Gifu University

*** 神奈川県立生命の星・地球博物館

Kanagawa Prefectural Museum of Natural History

**** ハンズ・オン・プランニング

Hands on Planning

割合は高いが、学年が進行するにつれて理科ざらいが増えていく傾向がある。子どもたちの理科離れをくい止めるため、「科学の祭典」などが繰り返し企画され、実験や観察を通じて子どもたちに理科や科学のおもしろさを伝えようという努力がなされてきた。一方、子どもたちの理科離れをくい止めるために、学校の授業でも観察や体験を重視した指導が試みられ、最近では、科学館や博物館と連携した授業実践も行われるようになっていく。

こうした体験学習の一つに化石の観察がある。新学習指導要領では、化石に関する学習は小学6年の「大地のつくりとその変化」で扱うことになっている(文部省,1998)。この授業で、博物館などの協力を得て、実際に子どもたちに化石を観察させることで興味や関心が高まることが示されている。また、本物の化石が手に入りにくい場合には、化石のレプリカ作りを取り入れた授業が行われている。

化石のレプリカづくりを取り入れた授業や体験学習の実践例をみると、三葉虫、アンモナイト、サメの歯などのレプリカを作る作業が中心になったものがほとんどである。また、参加する子どもたちや保護者もレプリカがもらえるから参加するという場合も多く見受けられる。確かにレプリカを作ることは、化石の学習の入り口であるが、レプリカを使って何を観察し、何を学び取るのかという観点では、深い教材研究がなされているとは言い難いケースが多々あるようにみえる。

化石を使って何を学ぶのか。その答えは、地質時代に生きていたが現在は絶滅してしまった生物にどのようなものがあるかを学習すること、それらの生き物がどのような生活を送っていたのかを学習すること、生き物としての姿を推察するなかで現在地球上に生息している生き物の中に近い仲間を探し出し、それらの生き物の生活する姿から化石化した生物の姿を学びとること、さらに、どのようにして化石となったのかを母岩との関係から考察することなどが考えられる。すなわち、化石を動機づけとした理科の学習は、単に化石を集めたり、レプリカを作ったりして楽しむだけのものではなく、古生物としての化石のもつ意味にまで子どもたちの関心を高めることが大切ではない

かと考えられる。本論文では、そうした取り組みをする際に、三葉虫が適切な教材であることを示し、実際に子どもたち一人ずつに三葉虫化石を与えて観察を行い、交流会で化石のもつ意味を考察させるような指導を実践したので報告する。

化石を用いた授業実践に関しては、レプリカ作りを取り入れた小学生向けの取り組みとして小篠・池田(1986)がある。小林(1981)は、小学6年生を対象として、実際の地層から有孔虫化石を取り出して観察させる授業を実践している。本研究では、三葉虫化石を用いたこと、化石のレプリカ作りよりも三葉虫という生き物について推理することを重視し、子どもたち一人ひとりに標本を与えて観察させ、観察結果をもとに交流会を開いて観察体験を知識として定着させたり、観察の視点を示唆した指導を行っている点に特色がある。

2. 化石教室のねらいと教材

化石の観察を取り入れた授業の実践では、子どもたちが住んでいる地域で産出する化石を用いることで、郷土の歴史と関連させた学習が構想されてきた。そうした学習では、用いる化石が珍しいものであったり、有孔虫のように子どもたちにとって身近でない生物を対象としたものとなりがちだった。その一方で、三葉虫、アンモナイト、サメの歯などは、子どもたちにとって人気のある化石であり、それらのレプリカを作ることに主眼をおいた化石教室が開かれてきた。多様な化石があるなかで、どの化石を用いるかはその授業のねらいによって違ってくる。たとえばアンモナイトは子どもたちに人気のある化石であるが、アンモナイトがどのような生き物であるかを課題としようとする、化石から読みとれる情報と生物としての特徴との接点がとりにくい。これに対し、三葉虫は節足動物に属するため、からだのつくりについて着目すべき点が多くある。さらに小学3年生で、昆虫のからだのつくりについて学習しているため、昆虫と比較しながら三葉虫がどのような生き物なのかを学習することも可能である。こうした点から、筆者らは三葉虫化石を用いた化石教室は内容の濃い学習へと発展性が期待されると考

えた。

さらに筆者らがこのような教材の開発に積極的に取り組んだ背景として、平成14年度から実施される新学習指導要領がある（文部省，1998）。そのなかで、理科においてはとりわけ「見通しをもって観察、実験などを行い」、「科学的な見方や考え方を養う」こと、つまり仮説を観察・実験によって確かめながら主体的に問題を解決する能力の育成が期待されている。その理念はすばらしい。ただし、教育現場に立っておられる先生方自身が仮説の提唱と検証というような作業をされた経験はそれほど多くないに違いないし、それゆえこのような観点からの教材やカリキュラムが豊富に準備されているとはまだまだ言い切れない状態であろう。そこで、仮説の提唱と検証を日常の生業とする大学・博物館の研究者がこのような能力の育成に資する教材開発をお手伝いできることは多いのではなかろうか。三葉虫は、このような観点からも適切な教材と考えられる。

三葉虫教室を企画するに当たり、子どもたち一

人ひとりにルーペと化石を一つずつ与え、化石をじっくり観察させてスケッチするよう指導した。用いた化石は、カンブリア紀中期の化石 *Elrathia kingi* で、アメリカ合衆国ユタ州から大量に産出し、ミュージアムショップなどで一つ1000円程度で購入可能な比較的安価な標本である（図1）。その際、目のつくり、からだのつくり、触角や脚などの付属器官の形態に注意を促した。交流会の終了後、子どもたちに一つずつ三葉虫化石の含まれている可能性のあるポリビア産のノジュールを与え、それらを割って化石探しを行った。

3. 授業の実践

岐阜大学における三葉虫を用いた化石教室としては、2001年岐阜大学公開講座「親子で学ぼう子育て広場」として、2001年11月23日午前10時から11時30分まで実施した。この教室では幼稚園児から小学6年生まで10名の子どもが参加した。また、2002年11月3日岐阜大学教育学部理科教育講座（地学）が主催した化石教室では、14時から16時までの2時間の授業であったが、小学1年生から6年生まで40名が参加した。以下には、主に2002年に行った授業を中心に報告を行う。

3.1. 化石教室の展開

まず子どもたち一人ひとりに三葉虫化石とルーペとテキストを1セット手渡して授業を開始した。ルーペの使い方を指導し、実際に箱から三葉虫を取り出して観察を行わせた。それぞれの観察に基づいてA4サイズの画用紙にスケッチを描かせた。図2にスケッチに取り組む子どもたちの様子を示す。子どもたちは上から眺めた図、横から眺めた図、正面から眺めた図などを記入していった。約30分にわたるスケッチのあと交流会を開いた。

（1）なぜ三葉虫は三葉虫と呼ばれるのだろうか

講師は子どもたちにこの疑問を投げかけ、子どもたちに意見を述べさせた。子どもたちは自らの観察結果に基づき、三葉虫が頭部、胸部、尾部の3つの部分からなることを指摘した。また、体の中央に縦に走る盛り上がった部分（中軸部）と、

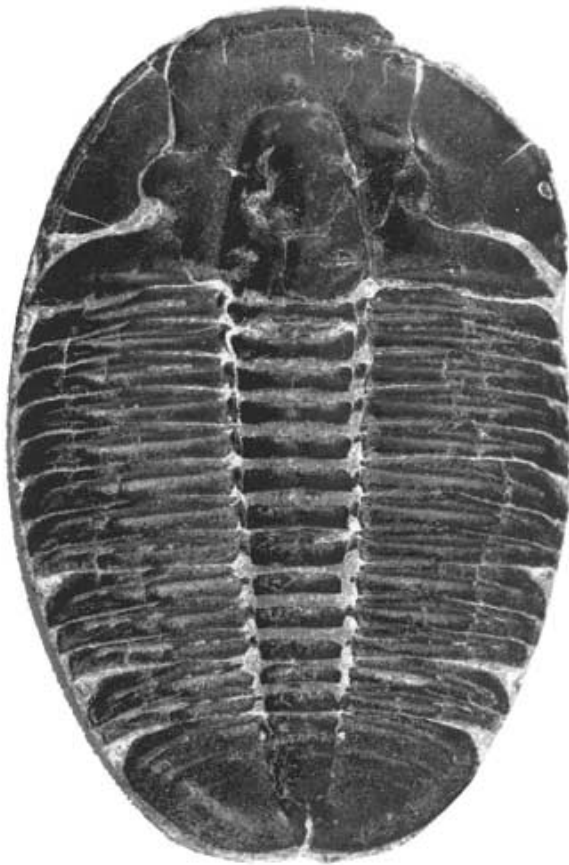


図1. 観察に用いた三葉虫化石。

a



b



c



d



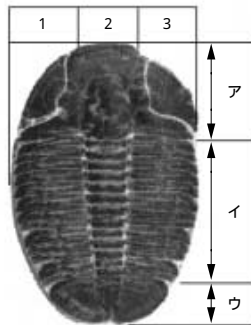
図2．化石学習を進める子どもたち．

みぎのしゃしんで、1～3，ア～ウは、それぞれなんとよばれるか、せんせいのせつめいをきいてメモしよう。

- 1 肋部（左）
- 2 中軸
- 3 肋部（右）
- ア 頭部
- イ 胸部
- ウ 尾部

みぎのしゃしんでまるをつけたぶぶんは、なんだろうか？

○ 目（複眼）



このほそいせんは、あとのすいりにやくだつので、おぼえておこう（複合線）

図3．三葉虫のからだのつくり．

その両側に肋部が一对あることを指摘した．こうした意見を踏まえ、三葉虫は縦から見ても横から見ても3つの部分から構成されていることを確認した．図3にテキストに示された三葉虫の体のつくりの図を示す．

（2）三葉虫と似た生き物にはどのようなものがあるだろうか

講師は続いてこの質問を子どもたちに投げかけた．子どもたちは挙手してそれぞれの考えを述べた．子どもたちからは、エビやカニ、クモや昆虫などが三葉虫と親戚関係にある生き物であることを指摘した．

（3）三葉虫の目のつくりはどうなっているだろうか

講師のこの質問に対しては、子どもたちは昆虫の目のつくりを思い出して、複眼であるという意見を述べた．また別の子どもは複眼ではないという意見を述べた．これに対し、参加者の一人が、自分が実際に観察した化石では目の部分が小さいので単眼であるか複眼であるか判断できないという意見を述べた．この意見に対しては、自分の観察結果を重視した意見として講師は高く評価したあと、対立する2つの意見に対しては、実際に三葉虫の目のつくりがよく分かる化石を取り出して三葉虫の目が複眼であることを示唆した．すなわ

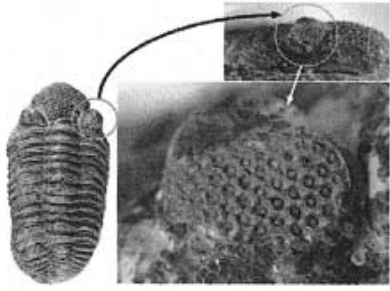


図4．三葉虫の目のつくり．

ち、化石の形態に関する対立する考えについては、より保存のよい試料を見つけだすことができれば確かめることができることを述べた。図4に、三葉虫の目の作りを示したテキストの図を示す。

(4) 三葉虫はどんな場所にすんでいたのだろうか

講師のこの質問に対しては、空を飛んでいた、陸にいた、海の中や海の底にいたという選択肢がテキストに与えられていた。子どもたちは挙手し、これらの中でどれが正しいか意見を述べた。三葉虫が生きていた時代には、まだ大気中の酸素が少なかったのでオゾン層がなく陸にはすめなかったと述べた子どもがいた。また、別の子どもは海底の泥から栄養分を採取して生きていたのではないかと述べ、活発な議論がなされた。

(5) 三葉虫はどうやって身を守ったのだろうか

講師は、三葉虫が生きていた時代に獰猛な肉食動物としてアノマロカリスやオパビニアがいたことを述べ、こうした外敵に対しどうやって身を守ったのだろうかと質問を投げかけた。さまざまな意見が出される中で、ダンゴムシのように身を丸めていたという意見が出た。そこで講師はすかさず身を丸めた状態で化石化した三葉虫を取り出し、そうした考えが化石から裏づけられていることを示した。図5に体を丸めて身を守っている状



図5．からだをまるめて身を守る三葉虫．

態で化石化した三葉虫の化石を示す。

(6) 三葉虫はどうやって成長するのか

講師のこの質問に対し、昆虫と同様三葉虫も脱皮して成長したのではないかという意見が出された。講師は、小さい個体から大きい個体へと移り変わっていくことがわかる化石標本を提示し、成長とともに尾部の体節が増えること、脱皮の仕方について説明を行った。

3 2. ノジュール割り

授業終了後、子どもたちに三葉虫化石のはいっている可能性があるノジュールを与え、岩石粉碎機で割って破断面に化石があるか観察させた(図6)。ノジュールは直径5センチ程度の卵型をした小石である。化石の含まれている面で割れやすいようにあらかじめ炭火で加熱し、水に投げ込んで急冷させたものである。実際に、化石を割ってみると約8割のノジュールから何らかの化石が見つかった。産出した化石は講師によって鑑定が行わ

a



b



図6．岩石粉碎機でノジュールを割って化石を探す。

れ、腕足動物、軟体動物、三葉虫などの化石が確認された。自分のノジュールから化石がでてきた子どもたちはたいへんうれしそうな様子であった。

4. 考察

4.1. 子どもを本気にさせる語りかけの重要性

今回の授業実践では、ほんものの化石を使って観察させたこと以上に、交流会での子どもたちの意見交流に熱がこもったものであったことが重要である。それには、まず講師が子どもたちの観察や意見発表への動機づけをうまくやり遂げたことがあげられる。具体的には、講師は、「博士になるためには細心の注意を払って熱心に観察し、スケッチをしなければならない」とか、「Aさんの意見はたいへんすばらしいので、化石博士にふさわしい」などと述べたことで子どもたちの学習意欲が非常に高まったようである。子どもたちにとっては化石博士になることに憧れを抱いたようであった。

さらに、子どもたちの発言に対し、それを裏づけられるような化石標本を用意しており、子どもたちの意見をその場で解決できるように準備しておいたことも重要であろう。子どもたちは、ただ意見を述べるだけでなくその妥当性を示唆してもらえることで納得のいく学習ができたように思われる。

4.2. 教材としての三葉虫化石の意義

さまざまな化石が存在する中で、三葉虫は小学生向けの化石教室の教材としてたいへん魅力的なものであることが明らかになった。まず、三葉虫自体子どもたちにとっては人気の高い化石であり、子どもたちは三葉虫について学習したいという思いをすでに抱いていることである。また、三葉虫は節足動物に属しており、小学3年生で学習する昆虫の体のつくりの学習と関連性を持たせながら観察ができる。そのため、三葉虫の体のつくり、目のつくり、外敵から身を守る方法、どのような場所に生きているのかといった質問に対しても、それまでの子どもたちの学習や体験から自然と意見を述べるができるという利点がある。

つまり、絶滅動物であるにもかかわらず、複眼の存在や脱皮による成長など、昆虫と比べるだけかなりの確に推理することができるのである。つまり、三葉虫と昆虫は似ていますよとヒントを与えたたん、彼らは自分たちが身につけている昆虫についての「既存」の知識をもとに頭を働かしはじめる。そして、絶滅動物三葉虫について次々と推理し確かめ、やがて催しが終わる頃には謎を見事な仮説ですらすら解く名探偵になったような成功感を体験するのである。そして、この喜びが「理科ならまかしてちょうだい」という、理科学習への楽しい動機付けや、より深い学習への発展のきっかけにつながると考えられる。

さらに子どもたちが述べた意見を検証できるような化石があり、市販されているので、そうした試料を確保することで、より内容のある学習へと発展させていくことができる。三葉虫教室に必要なものは、安価の三葉虫化石とルーペと、比較的良質の三葉虫化石数試料であり、いずれも容易に手に入れることができるものである。

4.3. アンケート調査の結果から

今回の催しには、博物館での実物教育の実践・評価を専門とするハンズ・オン・プランニングのメンバーが参加し、学習教室の実施状況のモニタリングと、アンケート調査を行った。調査についての詳しい報告は別の機会に行うので、ここでは、以下のような点を述べるにとどめる。化石教室の実施後、なにが一番おもしろかったかという問いに対して、「石を割ったこと・化石がなかに入っていたから」という答えがもっとも多かった(総回答数47中17;複数回答あり)。その次に多かったのが、三葉虫についていろいろなことが解ったから(11/47)というものであった。この2点は、三葉虫が子供たちの興味を惹く実物教材として適していること、また自分たちの頭で考えながら物事を解明して、理科の学習の楽しさを味わってもらおうというこのプログラムの意図がかなりのところ成功したことを示唆していると理解したい。なお、今回は参加費を500円に抑えたが、この額については、十分以上の値打ちがあったと感じた保護者が多かった。提供された内容に比して、値打ちがあったというお褒めの言葉と理解したい。ただ、どれ

くらいが上限かという点については、意見がばらついていた。

5. おわりに

今回の学習プログラムをおおむね肯定的に評価したアンケート結果が多かったことは事実である。ただし、われわれの究極のターゲットは、興味をもたない児童たちに理科好きになるきっかけを与えられるプログラムを開発することである。アンケートからは、今回の参加者が連休中に開催された地元大学の地学講座にわざわざ応募してきた「化石好き」、「公開理科講座好き」の子供たちであり、化石や三葉虫に興味があったので参加した児童が40人中22人と大半を占めていることもわかった。つまり、今回の学習教室は、「既に動機づけられた子供たちをさらによりよく刺激」することに成功しただけのことなのかも知れず、手放しで肯定的評価に甘んじる訳にはいかないかもしれない。この点については、今後一般の小学校の一年クラスを対象にするなど、標準的な水準の児童集団を対象としたプログラムの実施・評価を通じて明らかにし、どのような児童でも理科好きになるようなプログラムの開発・改良にさらに邁進していきたい。

謝辞。化石教室を実施するにあたり、神野愛さんには講師の法被と会場の入り口に立てる幟などの小道具を製作して頂いた。また、岐阜大学教育学部理科教育講座（地学）の卒業生、院生、学生のみなさんには、ノジュール割りの活動などをサポートして頂いた。ここに記して感謝いたします。

文献

小林文夫(1981)身近な地質教材の学習 有孔虫の観察を例にして,地学教育,34,81-85.

小篠清・池田俊夫(1985)より簡単で楽しい化石復元模型の製作とその活用,理科の教育,34,496-499.

文部省(1998)「小学校学習指導要領解説理科編」.東洋館出版社.