

科学に関心を持つ市民を育成するための博学連携プログラムの実践

寺田 安孝 (愛知県立成章高等学校)
山中 敦子 (生命の海科学館)
川上 昭吾 (愛知教育大学理科教育講座)
(2007年10月31日受理)

A case study of the Science Learning Program cooperated with the Museum and the School to bring up a Citizen interested in Science

Yasutaka TERADA (Seisho High School)
Atsuko YAMANAKA (GAMAGORI Natural History Museum-Inochi-no-Umi-)
Shogo KAWAKAMI (Science Education, Aichi University of Education)

要約 科学技術の重要性が叫ばれるなか、市民の科学的リテラシーの向上と維持をはかるためには、科学に関心を持つとともに、科学を学び続ける態度の育成が不可欠といえる。そのためには、学校だけでなく生涯にわたって科学を学べる身近な社会教育機関が必要であり、博物館はそのための学びの場として有効である。一方、高校生にとって博物館での学びは十分に行われているとはいえない。そこで、SPPを活用して、学校と博物館との連携による学習プログラムを実施し、学びの場としての博物館の活用法について生徒に学ばせた。学習プログラムの開発にあたっては、より多くの高校生が活用できるよう汎用性を高めた。今回の実践を踏まえて、博物館で学び続ける態度の育成をはかるための学習プログラムの開発に向けて取り組んでいくことを目指した。

Keywords : 博物館連携, SPP (サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト)

1 はじめに

科学技術創造立国において活躍しうる有用な人材の育成が求められるなか¹⁾、文部科学省は理科教育を振興するための施策を積極的に展開している²⁾。ここでは、博物館と学校との連携による学習活動は、科学技術理解増進活動の主要な取り組みのひとつとして位置づけられている³⁾。

教育の観点から博物館をとらえると、「①資料の収集、②保管、③調査研究、④展示を中心とした教育の機能をもつ社会教育機関であり、広く市民に開放された、生涯学習を推進する中核的な機関」として位置づけることができる(大堀, 1997)⁴⁾。前述の科学技術・理科大好きプラン(文部科学省, 2007)の主要な事業のひとつとして、サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト(以下、SPPという)がある⁶⁾。これは、博物館をはじめとする社会教育機関や、大学等の研究機関と高等学校とが連携して行う学習活動を支援するものである。筆者らは、SPPを活用して、これまで地域の博物館との連携による学習活動の実践に取り組んできた。それらの実践から、学校と博物館との連携を通じて、科学に対する生徒の興味関心を効果的に高めることができることが分かった⁷⁾。さらに、博物館が備える教育機能にも着目し、それらをより積極的に活用するための教材の開発にも取り組んできた⁸⁾。こうした一連の取り組みを通じて、学校と

博物館との連携による「知のネットワークづくり」⁵⁾(井上, 2006)を構築する可能性を見出すようになった。すなわち、博物館を教育の場としてより効果的に活用することで、生涯にわたって発展的に科学を学び続ける態度を育成ことが期待できるのである。そのためにも、学校教育のなかで、社会教育機関としての博物館を活用しながら「科学を学び続ける市民」を育成するための教育を今後一層充実させていくことが求められるといえる。

2 問題の所在

博物館を学びの場として有効に活用するためには、子ども達の「自主的・自発的学習の態度の育成」⁴⁾が欠かせない。一方、子ども達が博物館を利用する状況は、「平日は主として学校行事として、そして休日は家族連れなどで利用することが一般的」⁴⁾であることから、学校との連携という観点からは平日に行われる学校行事としての充実をはかるべきであろうが、「こうした博物館の見学利用は、教師主導型であり、児童・生徒からみれば『与えられた』ものにしたがって見学したにすぎず、とても主体的・意欲的に展示の見学活動をしているとはいえない」⁴⁾のが実態であるといえる。

前項において、生涯にわたって科学を学び続ける場としての博物館の可能性や、それに向けての学校との

連携の意義について言及したが、高等学校に関していえば、博物館との連携において具体的な成果を上げるための環境はさらに十分ではないように感じられる。例えば、SPPなどを通じて博物館の学芸員らと交流するなかで、「平時の高校生の利用そのものが、非常に少ない」といった指摘が少なくない。また、筆者らがこれまで連携してきた博物館に限れば、学校との連携といっても、その多くが小中学校の総合学習の機会を通じてであり、高等学校との連携はごく限られるなど、高校生の利用自体が極めて限定的なのである。したがって、高校生が主体的に博物館を利用しそこで学ぶという態度を備えているとはいえないのが現状であり、前述した利用度の低さが象徴しているといえよう。

さて、筆者らはこれまでの博物館と学校との連携を通じて学習プログラムの有効性や生徒達の興味関心の変容について検討してきた。しかし、一連の研究の主な視点は、学習プログラムにおいて工夫した点や実施直後の生徒や関係者の反応などに注目したものであり、「学び続ける態度の育成」について踏み込んだ検討はなされていなかった。そこで本研究では、「博物館を利用して学び続ける態度を育成する」という視点から連携プログラムの開発に取り組んだ。研究の第一段階として、より多くの高校生に活用してもらうための汎用性の高い学習プログラムをまず開発することを目指す。第二段階として、第一段階の実践を踏まえたうえで、「学び続ける態度の育成」の機能を強化した学習プログラムに改善し実践することを目指す。ここでは、第一段階として取り組んだ実践の内容について報告する。

3 研究の方法

(1) 連携先の博物館

今回の実践にあたり、愛知県蒲郡市にある蒲郡情報ネットワークセンター・生命の海科学館（以下、生命の海科学館という）と連携して取り組むことにした。生命の海科学館は、地球史をテーマとした自然史系博物館であり、化石関係の展示が非常に充実している。当地域における主要な社会教育機関のひとつとして、学習プログラムの開発に向けて協力して取り組んだ。

(2) 学習プログラムの基本的な考え方

博物館は、豊富な展示と科学の専門家である学芸員を教育資源として備え、生涯学習の場となる有用な社会教育機関である。そこで、「学校で習得した知識や技能を活用し、自ら学び自ら考える場」として博物館を位置づけた。そのうえで、生徒の知識と技能を活用させながら博物館の展示の意味を自ら理解し、そこから得られた情報にもとづいて自ら思考するための発展的な学習活動を計画した。さらに、それらの活動を通じて感じ取ったことを、教師や学芸員の支援を受けながら表現させる活動も盛り込んだ。特に、言葉と体験

を重視した学習活動を積極的に取り入れた。博物館の展示やワークシート（図1）などを活用した学習を通じて得られた情報や体験を通じて、適切な言葉を用い思考し表現しながら理解を深めさせるためのさまざまな学習活動に取り組ませることを目指した。また、一連の学習活動を通じて、「科学を学び続ける市民」としての態度を育むことも目指した。

(3) 指導計画

指導計画の策定にあたっては、できるだけ多くの高校生に博物館を活用してもらうよう、汎用性を備えたものにした。基本的にはより詳細に記載した学習指導案の体裁をとった。なお、今回のSPPにおける対象生徒、単元及び指導計画は以下のとおりであった。

ア 対象

本校第2学年普通科理系生物選択クラス12人

イ 単元

高等学校生物Ⅱ 生物の多様性と進化

「生命の起源と細胞の進化」及び「生物界の変遷と地球環境の変化」

ウ 学習目標

生物の進化は、地球の歴史と関連づけながら体系的に認識させることが重要であると考えた。そこで、地球の歴史や生物の進化に関するさまざまな知見をもとに進化について深く理解させることを目指した。

エ 単元の指導計画と指導過程（計6時間）（表2）

- ① 生物の多様性と初期の生物の変遷（1時間）
- ② 地質時代と生物の変遷（1時間）
- ③ 植物と動物の変遷（1時間）
- ④ 進化の証拠と進化論（1時間）
- ⑤ 進化のしくみ（1時間）
- ⑥ 博物館を活用した進化の学習（本時、3時間）

(4) アンケート

一連の実践の後、生徒、講師及び教師を対象とした表1のようなアンケートを実施した。

表1 アンケートの質問項目

- ① 授業は面白かったですか？
- ② 授業で取り扱った内容は、難しかったですか？
- ③ 授業の内容は、自分なりに理解できましたか？
- ④ また、このような授業があったら、参加したいと思いますか？
- ⑤ 理科について、知りたいことを自分で調べようと思うようになりましたか？
- ⑥ 研究者を身近に感じるようになりましたか？
- ⑦ 科学技術や理科に対する興味・関心が増加しましたか？
- ⑧ 研究機関で実施されている研究について、具体的なイメージを持つようになりましたか？

表2 指導計画 (概要)

分	学 習 活 動	指導上の留意点	
10	導入	本時の日程の紹介と前時の学習内容の復習	
40	展開1	<p>【学芸員による展示の解説】</p> <p>(1)学芸員による展示の解説を通じて、展示の内容を理解する。ワークシートをもとに解説する。</p> <p>(2)ワークシートによる学習を通じて、進化の過程と意義について考察する。 生命誕生の過程について、以下の2つの可能性を紹介する。 ア 熱水鉱床起源説（細胞の中身が先にできたとする可能性） イ 多孔質岩石起源説（細胞膜が先にできたとする可能性）</p>	<p>(1)学芸員とのコミュニケーションを積極的にとるよう働きかける。不明な点は質問するなどして明らかにさせる。 ワークシートの解説の際には、生命誕生の2つの可能性を除く情報をひとつおり解説する。 ルーペ等を用いて標本をじっくりと観察させたり、おいをかいたり直接触れたりするなどして、五感を通じての体験を積極的にさせる。 (2)学習情報の収集や討論を適切に支援し、ワークシートに記録させる。 生命誕生の2つの可能性については、生徒を2チームに分けた後、一方のみを別々に解説する。 アとイの内容については、展開2で生徒が自らの言葉によって説明するよう事前に指示する。</p>
50	展開2	<p>【展示とワークシートを活用して学ぶ】</p> <p>(1)ワークシートによる学習を通じて、進化の過程と意義について考察する。 ア ワークシートを中心に、生命の発生の可能性について、学芸員や教師等による支援を通じて、ワークシートをもとにより深く学ぶ。 イ その他の展示についても、ワークシートを用いて自ら学ぶ。 (2)展示「さわれる地球」を鑑賞する。</p>	<p>(1)情報の収集を適切に支援し、ワークシートに記録させる。 ア 生命誕生に関する2つの可能性について、展示から得た情報をもとにそれぞれの核心や問題点について、自らの言葉によって思考させるよう支援する（熱水鉱床起源説の場合は膜の生成を説明していない、多孔質岩起源説の場合は中身の生成を説明していない、両者の考え方を融合させようとしてもいったんできた膜を物質はなかなか通過できない、等）。 イ 博物館の展示の見所を紹介しながら、繰り返し来館して学習することを啓発する。 (2)時間になったら、展示へ誘導する。</p>
50	展開3	<p>【生命の発生に関する討論】</p> <p>(1)進化の意義について討論する。 ア ワークシートの生命の発生に関する2つの可能性について、それぞれの立場に立って是非を討論する。 イ 生命誕生にまつわるさまざまな可能性や予想について、話題や情報を適宜提示しながら、理解を深めていく。 (2)学習内容を総括し、進化の意義について自らの考えを発表させる。</p>	<p>(1)討論が適切に行えるよう、助言を加え、情報を与えるなど支援する。 ア 討論のテーマについて、自らの言葉を用いて思考し表現させる。さらに、討論を通じて、互いの構想について評価し検討させる。 イ これまでの学習活動を通じて習得した知識・技能、及び展示から得た情報や体験にもとづいて、生徒が主体的に理解を深められるように、適切に支援する。必要に応じてインターネット等を活用し、情報をさらに収集させる。 (2)発表した内容を整理し、さらに理解を深められるよう支援する。</p>
10	まとめ	本時の学習内容をまとめる。	

生命の海のおすすめ展示(その1) ~酸素が生じた証拠~

生物にとって、必要不可欠な酸素。実は酸素は、地球上に最初から存在したわけではありませんでした。酸素はどこから生まれ、どのように大気中が増えていったのか? その証拠が展示の中にあります。

触ってみよう!

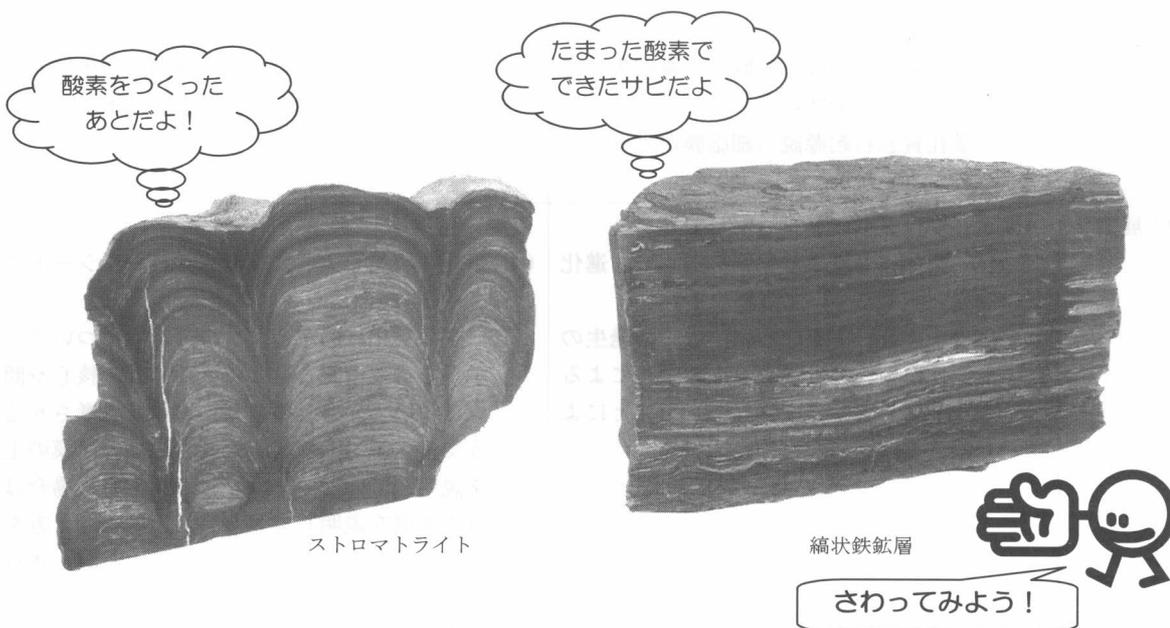
☆ストロマトライト(19億年前, カナダ北部)

小さな生き物であるバクテリアがたくさん集まり、長い時間をかけてつくった岩石です。薄くて硬い岩の層が重なってできた柱が、いくつも集まってできているのが分かります。

☆縞状鉄鉱層(25億年前, オーストラリア北西部)

酸素が海に溶けていた鉄をサビさせ、そのサビが海底に積もってできた岩石です。

たくさんの細かい層でできています。光をはね返してキラキラしている黒い部分が、鉄サビの層です。



生命は、やがて熱水の力を借りなくても生きられるようになり、海に広がっていきました。太陽の光を浴びて(11 酸素)を出すものや、その酸素を使って生きるものも現れました。

見てもみよう!

☆グリパニア(21億年前, アメリカ北部)

海底に積もった鉄サビでできた岩石から発見されました。

目で見ることのできる大きさの生き物としては、最古のものです。今からおよそ40億年前、地球に現れた最初の生き物は、顕微鏡でなければ見ることのできない小さなものでした。その後、20億年近くの間、生き物達はずっと小さな体のままでした。

化石に見るグリパニアは切れた輪ゴムのような姿の単細胞生物で、目に見えるほどの大きな体をしています。これよりも古い生き物で、目に見える大きさの化石はまだ見つかっていません。

図1 ワークシート (一部抜粋, ストロマトライトと縞状鉄鉱層は生命の海科学館の展示による)

4 結果

(1) 実践の概況

本実践は、平成18年8月に行われた。生命の海科学館を訪問し、筆者らの一人である山中（博物館の学芸員）による詳細な解説を聞きながら展示を見学して回った（図2）。



図2 ワークシートを活用した展示の見学

展示の見学の際には、ワークシートを積極的に活用させた。これまでのSPPの実践から、ワークシートは単なる展示の解説書にとどめるのではなく、生徒が主体的に学習活動に参加することを促すための教材であるべきとの認識⁹⁾にもとづいて作成された（図1）。具体的には、「何を見て何に触れ、何を調べてどのような情報を読み取るか」など、展示を活用した学習活動に取り組む際の各ポイントを明記し、展示を活用した「学びの物語」を生徒がたどれるように構成を工夫した。さらに、ワークシートでも分かりにくい学習のポイントについては、山中が丁寧な解説を加えることによって、学習活動を適切に補った（図3）。



図3 学芸員による展示の解説

一連の学習活動の成果をまとめるために、自由討論を行った。今回のSPPでは、思いのほか展示の見学に時間をとられたため、活発な討論というところまでは至らなかったが、それでも一人一人から意見を出し

合うことはできた。科学の専門家である学芸員との交流もかねた貴重な機会でもあったので、時間的な余裕を十分にもうけたうえで、生徒からの積極的な意見をさらに引き出すことが今後の課題となった。



図4 討論

(2) アンケートの結果

アンケートの回答は、5段階で評価された。例えば、表1の「①授業は面白かったですか？」については、「面白かった」(++)、「どちらかといえば面白かった」(+), 「どちらともいえない」(0), 「どちらかといえば面白くなかった」(-), 「面白くなかった」(--)のいずれかをマークする形式であった(()内の記号は筆者による)。アンケートの結果は図5に示す。

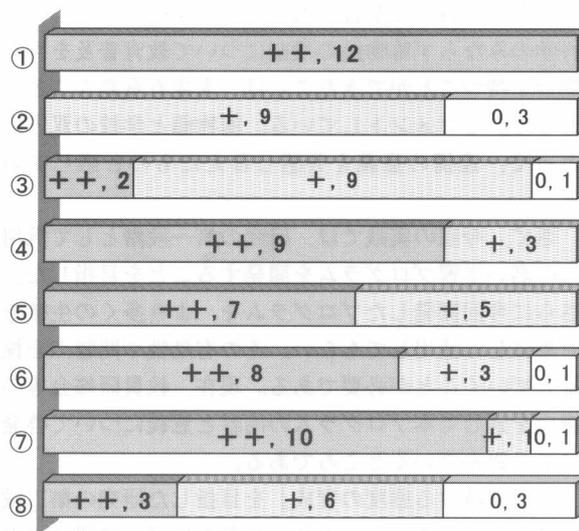


図5 表1のアンケートの結果(n=12, 右側の数字は人数)

アンケートの結果からは、「++」及び「+」の回答がそれぞれ多数得られた。特に、「②難しかったですか？」で「どちらかといえば難しかった」との回答が多い一方で、他の質問項目が好意的な反応が得られたことは注目に値する。なぜなら、博物館との連携

による学習プログラムの企画では、「難しいけど面白い」と生徒に感じさせるような内容が適切であることをこれまでの実践からとらえているからである。このことから、一連の学習プログラムは、生徒達にとって知的に楽しく有意義でかつ興味関心を高められるものであり、企画の意図がほぼ達成できたものと考えられた。

5 考察と今後の課題

本実践は生徒、教師及び学芸員にとって有意義な経験となった。このことは、従来のSPPの実践と同様であった⁷⁻⁹⁾。博物館を活用し、生徒と学芸員と教師とが三位一体で学習活動にのぞめば、予想以上の学びと楽しみが実現できることを、あらためて確認することができた。一方、連携に取り組む際の問題点も浮かび上がった。例えば博物館側からは「SPP採択の決定から授業の実施まで間がなく、結果として授業内容の検討・打合せにかかる時間が十分にとれなかった」などの準備段階に関する時間不足が問題として指摘された。これは学校側にとっても同様であり、平素の業務をこなしながら加わる形で連携関係の仕事に関わることは、双方の担当者にとって容易なことではない。関係者の方々には多忙の中で時間を捻出し連携に取り組んでもらえていることに、毎回心から感謝する思いである。その見返りという意味でも、連携の在り方や学習プログラムの内容を経験を重ねながら常にブラッシュアップをはかり、できるだけ少ない負担で意義の大きい連携を実現することを目指したと考えている。博物館側も今回のSPPに関して、「少なくとも来館者層に占める割合が大変少ない高校生に対して、科学のみならず博物館の役割について教育普及を行う機会を持つことができたことは、大変有意義なことであった」とコメントしている。博物館と学校の双方にとって、連携の意義を共感し合えたものと感じている。

さて、今回の実践では、研究の第一段階として汎用性の高い学習プログラムを開発することを目指した。さらに今回開発したプログラムを、より多くの生徒を対象にして活用してもらい、その有効性や問題点を検証していくことが必要である。現在、教員研修会等の機会を通じて本プログラムの内容と意義について啓発に取り組んでいるところである。

「学び続ける態度の育成」を目指した研究の第二段階にのぞむにあたり、生徒の対象を拡げ、学習プログラムの内容も必要に応じて抜本的に修正しようと考えている。というのも、これまでの学習プログラムは理系選択クラスなどの一部の生徒達を対象としたものであった。彼らは、もともと科学に関しての素養が高く、また将来も何らかの形で科学に関わることが期待される生徒達である。一方、それ以外の大多数の生徒達にとっては、系統的に理科について学べるのは高等

学校が事実上の最後の機会になっているといえる。

「学び続ける市民」としての態度の育成のためには、それらの生徒達を対象とした学習プログラムに取り組みせることが非常に有意義なことになろう。現在、専門学科の生徒を対象とした学習プログラムの実施に向けて、修正と準備を進めているところである。第一段階の研究で実践したノウハウをベースに、身近な生活の科学をテーマとした博物館と学校との連携プログラムと実践とその成果については、後日報告する予定である。

附記

本研究は、平成17-19年度科学研究費補助金（基盤研究A）「対話型科学技術社会に求められる教師教育プログラムの開発と評価」（課題番号17200045、研究代表者 野上智行）の補助を受けて実施した。

文献

- 1) 日本経済同友会 創造的科学技术を担う人材育成への提言. 経済同友会ホームページ, 1999.
<http://www.doyukai.or.jp/database/teigen/990408.htm#12>
- 2) 文部科学省 科学技術・理科大好きプラン. 文部科学省ホームページ, 2007.
http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/main10_a4.htm
- 3) 科学技術振興機構 地域における科学技術理解増進事業. 科学技術振興機構ホームページ, 2007.
<http://www.jst.go.jp/rikai/>
- 4) 大堀 哲 教師のための博物館の効果的利用法. 東京堂出版, 1997.
- 5) 井上徳之 日本の理工系人材育成の課題. 理科の教育642:10-12, 2006.
- 6) 文部科学省 サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト. 文部科学省ホームページ, 2007.
http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/03072301.htm
- 7) 寺田安孝・川上昭吾 サイエンス・パートナーシップ・プログラム (SPP) 事業における理科の発展的な学習の実践. 愛知教育大学教育実践総合センター紀要第7号:55-60, 愛知教育大学教育実践総合センター, 2004.
- 8) 寺田安孝・永田祥子・川上昭吾 博物館と学校との連携による学習プログラムの開発. 愛知教育大学教育実践総合センター紀要第8号:45-60, 愛知教育大学教育実践総合センター, 2005.
- 9) 寺田安孝・川上昭吾 博物館連携のためのワークシートの開発. 愛知教育大学教育実践総合センター紀要第9号:45-60, 愛知教育大学教育実践総合センター, 2006.