

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：17601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2016

課題番号：25560084

研究課題名(和文) ミュージアム展示を科学的思考力育成の場に変える発問群による教育実践モデルの開発

研究課題名(英文) Development of Educational Practice Model by a Sequence of Questions that Make Exhibitions of a Museum the Field of Training Scientific Thinking

研究代表者

中山 迅 (NAKAYAMA, Hayashi)

宮崎大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号：90237470

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、自然系・科学系博物館の展示に一連の発問を付与することによって、学校の理科授業で利用可能にする教育実践モデルを開発することであった。その際にテート美術館の「アートの扉」理論を参照した。東京理科大学近代科学資料館では、一連の展示を対象に電磁誘導の概念学習のための発問群を開発し、宮崎県総合博物館では、昆虫の体のつくりに関する学習のための発問カードを開発し、評価した。さらに、教員養成コースの学生に、「主題」「対象」「文脈」の観点で、博物館の展示を対象とする発問づくりを体験させ、博物館展示を学校教育で利用するための一つの実践モデルを提示した。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research was to develop a model of educational practice to be made available at the school science lesson by giving a series of questions to the exhibits of natural and science museums. At that time we referred to the theory of "the doors of the art" of the TATE. At the Museum of Science, TUS, we developed a series of questions for the concept learning of electromagnetic induction for the series of exhibit. At the Miyazaki, Prefectural General Museum we developed and evaluated questioning cards for learning about insect body formation. In addition, a student of the teacher training course is allowed to experience the question making for the museum exhibition from the viewpoint of "theme" "subject" "context", and a practical model for utilizing the museum exhibition in school education was presented.

研究分野：科学教育

キーワード：科学コミュニケーション ミュージアム展示 発問 アートの扉理論 科学系博物館 自然系博物館

1. 研究開始当初の背景

(1) 市民と科学の専門家が科学を共有する「サイエンスコミュニケーション」の世界的動向

世界最速を競うスーパーコンピュータの開発に対して、行政改革担当大臣が「2番ではダメなんですか?」と詰問した事件に象徴されるように、科学の価値や意義を誰もが共有する「サイエンスコミュニケーション」の重要度がいっそう強く認識されるようになった。科学系博物館等はサイエンスコミュニケーションの最前線であり、ここで科学者と市民の間での知識や問題の共有が進む。しかし、科学系博物館の展示が提供するメッセージには限りがある。この問題に本グループの小川らが着目し、多数の科学系博物館の展示に1つの概念的な「串」を通して、生命現象の統一的理解をねらう「博物館見学カリキュラム」の創出を提案していた。つまり、博物館の展示意図を越えた新たな学びを実現しようとする提案である。

(2) 科学的探究の鍵となる「問い」の研究

研究代表者の中山らは、小中学校の教科書に書かれているすべての「問い」を分類・整理して、小中学生の探究活動にとって重要な「問い」のあり方を明らかにしつつあった。

(3) 博物館等科学関連施設と学校が連携して行う理科授業の改善研究

小中学校の新学習指導要領では、理科授業を科学系博物館等と連携して行うことが求められているが、残念なことにそのような授業実践はわずかであり、原因の1つに、連携の重要性や必要性を明確に提示する研究の立ち後れがあった。研究代表者の中山らは、博物館・学校連携の事例研究や、理科教師のサイエンスコミュニケーションの力量向上の研究)などに取り組んできた。そして、2012年2月に宮崎県総合博物館において「第5回全国博学連携ワークショップ in 宮崎」を開催し、博物館スタッフと学校教員が一堂に会して、博物館の展示を学校の授業で活用する際に利用可能な「発問」を作り上げる実習を試みて成果を収めた。その際に参加者が最初に発想した発問を集めて分析したところ、学校の教師は「知識」を問う発問を、博物館関係者は「思考」を促す発問を多く発想したことが明らかになった。

これらのことから、博物館関係者と学校の教員が連携して、博物館の展示に理科教育的な価値を付与する発問を作り出すことの重要性や可能性が示唆された。

2. 研究の目的

科学技術基本計画におけるサイエンスコミュニケーション推進の方向性の中で、近年では科学系博物館の充実の重要性の認識も高まっている。ところが、それを学校の理科授業と連動させる方法論が我が国では確立されていない。本計画は、生涯学習施設としての科学系博物館と学校教育施設としての学校教育

に共通する目的を与え、協働によって両者の一層の充実させるモデルの提示を目指す。具体的には、英国のテート美術館の「鑑賞教育」理論を参考にして、科学系博物館の展示と学校理科の教育課程をつなぐ「発問の系列」を事例的に創出して運用する。

科学系博物館の学芸スタッフと学校の理科教師が協働する学校理科における科学系博物館利用の教育実践モデルは、多くの市民が科学を共有する社会と学校のための実践モデルとなると期待される。

3. 研究の方法

自然系・科学系博物館の展示と学習指導要領に準拠した学習をリンクさせるため、次のようなことに取り組んだ。

(1) 美術館鑑賞教育の理論的枠組みを応用して、自然系・科学系博物館の展示を活用した教育の理論的な枠組みを明確にするため、ロンドンのテート美術館の展示調査及び学芸担当スタッフの聞き取り調査を実施する。それに加えて、ロンドン自然史博物館及びロンドン科学博物館の展示調査を実施し、「主題」「対象」「文脈」「私」という観点を中心に、既にある自然系・科学系博物館の展示を、一つのコンセプトで学校教育とリンクする発問群を試験的につくる。

問いが展示に新たなコンセプトやコンテキストを付与する
—問いの系列が創出する新たなカリキュラム—

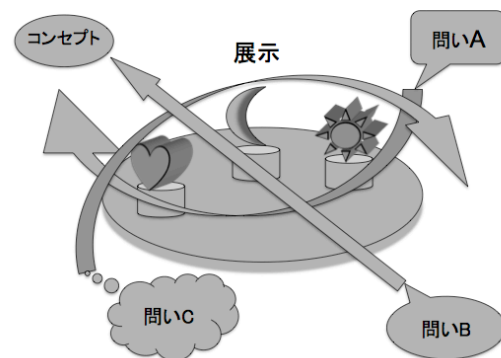


図1 展示と問いの概念図

(2) 東京理科大学近代科学資料館、宮崎県総合博物館などを研究フィールドとして、科学館・博物館の展示を対象とする、小中学校の理科授業で利用可能な一連の問いを作成し、それを事例的に実施して、その効果を評価する。

4. 研究成果

アートへの扉理論は、テート美術館の教育普及部長と学校担当チームが開発した美術鑑賞のモデル理論であり、鑑賞者が「モノ (Object)」、「主題 (Subject)」、「文脈 (Context)」から学習活動を検討するモデルである(図1)。本研究では、「アートの扉」としての「主題」「対象」「文脈」を、自然系、科学系博物館の展示に適用することについて検

討し、来館者である「私」が、博物館学芸員が構想した主題と文脈にそって対象を観察する場であることについて確認した。そして、学校における理科の授業における学習者も、教師が設定した主題と文脈のもとで学習対象としての自然事象を観察・実験して何かを学び取っていく場であることとの結論を得た。

一方、博物館や美術館などの「ミュージアム」の展示において、対象の物理的な特徴である形や色、動きなどの「モノ (Object)」, 及び、対象はどのように用いられ主題は何かなどの「主題 (Subject)」は、学習活動で取り扱われることが多い。一方、それがなぜ博物館にあるのか、なぜ美術品になったのかという歴史や社会状況などの対象を成立させる「文脈 (Context)」は問われることが少ない。

そこで、特に「文脈 (Context)」に着目して、博物館展示を学校の理科学習の内容に結びつける発問づくりを以下のように実施した。

(1) 東京理科大学近代科学資料館の事例

東京理科大学近代科学資料館における科学技術史展示の中で、既存の歴史の流れに沿って見学することにより得られる科学技術史の発展の発見とは異なる、新たな視点を持ち、横断的に展示の中から科学に対する理解を深め新しい価値を見出すため、事例的に中学校理科第1分野の学習で使用する次のような発問作成を試行した

① 対象とする展示

「計算機の歴史」「録音技術の歴史」および「物理学校の歴史の部屋」の以下の展示(図2~6)。



図2 テープレコーダーの展示



図3 オープンリール録音テープの変遷



図4 手回し発電機



図5 リレー式計算機



図6 フロッピードライブ付きのパソコン(上段)とハードディスクドライブ付きのパソコン(下段)

② 発問

- A. テープレコーダーはどのような部品を使って、どの部分でテープに録音していますか? (図2)
- B. 録音テープの素材は何ですか? (図3)
- C. 録音テープには、どのような種類がありますか? (図3)
- D. テープレコーダーに使われている基本的な原理とは何ですか? (図3)
- E. 明治時代から昭和にかけての理科教育の教材展示の中でテープレコーダーに使われている原理を説明するために使われた実験器具があります。それはどこですか? (図4)
- F. リレー式計算機では、手回し発電機の原理である「電磁誘導」と逆の原理が使われていますが、それはどのようなしくみですか? (図5)
- G. パソコンで、手回し発電機と同じ原理が使われているのはどこですか? (図6)

③ 発問の試行と結果

学校から博物館見学のためグループで来館した中学生に1階テープレコーダー展示の前で発問A~Dを行ったところ、次のような実態であった。

- A テープレコーダーを使ったことがなく、動くしくみを多くが想像できなかった。
- B, C テープの素材の変遷の説明文を読み磁気テープであることがわかってもどのようなしくみかわからなかった。

D 2階に関連した展示があることを伝え、物理学校時代の実験器具の展示室でFに取り組んでもらったが、答えとなる展示「手回し発電機」を探しあてては困難であった。

ここで、さらによく観察することによって興味が深まってきた際に、展示されている手回し計算機が昭和初期（昭和8年以前）の発電実験装置であり、当時、「電磁誘導」の原理説明のために展示実験に使われ、原理を学び現在の科学技術社会があることを示唆した。そして、中学校理科で習っている「電磁誘導」のしくみを聞きだし、発問F、Gへつなげた。

E、Fの原理の理解が充分でない場合には、逆に考えることや全く見えないハコものの中でどのような仕組みかの回答を得ることは困難だったがよく観察することは促せた。

④ 本事例の考察と課題

発問の際には、発問者がその原理をよく理解しておくことが重要であるが、近代科学資料館において運営に携わる理系の学生でさえも、現在使用されていないテープレコーダーの仕組みについては理解していないことが明らかになった。現在の科学技術社会で使用されているものは、基本的な仕組みから進歩しすぎおり、学校教育現場で学習するものとかげ離れ、基本原理は生徒たちにとって意味のないものに思われがちである。

しかし科学技術が進歩する過程で必要であった技術については、その技術が使用されている多くの実物を観察することにより理解を促すことができる。それにより学校教育現場での理科授業への積極的な授業参加へとつながる可能性があり、今後、さらに博物館に展示されている科学技術遺産を利用した学校教育理科授業への発問を考察し学校と連携した展示手法の開発に取り組む必要性が示唆された。

(2) 宮崎県総合博物館の事例 1

チョウの展示と巨大なカブトムシのレプリカ展示と小学校第3学年理科の「昆虫の体のつくり」単元を結びつける発問カードの作成に取り組んだ。

来館者の小・中・高校生を対象に、週末の土曜日に博物館で実施されている「クイズラリー」の一環として使用した。

① 展示

チョウの標本と、カブトムシの標本及び大型模型

② 発問

表1 昆虫に関する発問

発問1	たくさんのチョウを観察してみて、チョウの特徴(目立つところ)は何があるだろうか?3つ答えよう
発問2	私たちヒトの体と違うところは何があるだろうか?
発問3	私たちヒトの体と同じところは何があるだろうか?
発問4	チョウの体を頭と胴体の2つに分けると、何番と何番に分けることがで

	きるだろうか?
発問5	チョウの体を頭、胸、腹の3つに分けると、どこどこで分けることができるだろうか?
発問6	チョウの足や羽はどこについているだろうか?
発問7	カブトムシの目立つところは何ですか?
発問8	カブトムシの大きな角が生えている場所はどこだろうか?
発問9	カブトムシの足や羽はどこについているだろうか?
発問10	カブトムシとチョウの体のつくりは同じだろうか?
発問11	博物館内で採した生物が、昆虫と言えるのはなぜか?



図7 発問カードの例

③ 発問の試行と結果

4回にわたる実施で、43名（小学生35名、中学生4名、高校生4名）を対象に実施した。発問カードは、そのつど博物館の学芸担当者や相談して、少しずつ改善を繰り返したところ、図8、図9のように正答率や回答の内容が改善された。

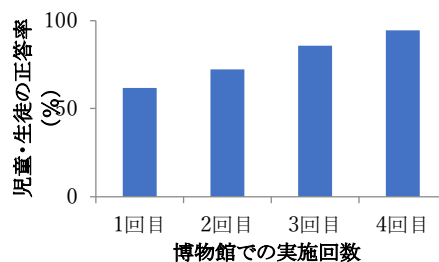


図8 改善による正答率の変化

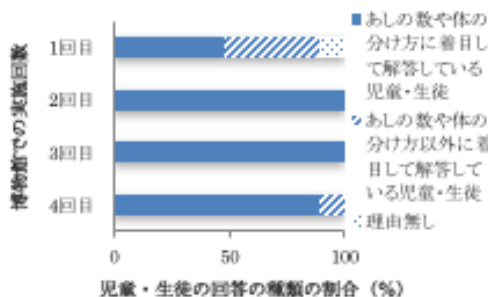


図9 最後の発問への回答の変化

④ 考察と課題

発問カードを博物館の学芸員の見解を取り入れつつ改善することで、児童・生徒の回答が改善されたことから、博物館展示を学校教育に利用する際には、博物館と連携した発問づくりや改善が重要であることが示唆された。

(3) 宮崎県総合博物館の事例 2

次に、宮崎県総合博物館で、宮崎大学の教員養成コースの学生に、小中学校理科教科書に準拠した発問カードを、「主題」「対象」「文脈」といった「3つの扉」を意識して作成させた。図10は、その考え方を示している。

発問カード作成の考え方

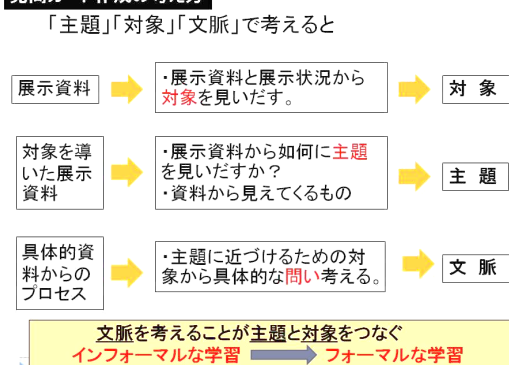


図10 発問カード作成の考え方

この過程で、思考の深化が生まれ、展示資料から学習資源の価値が見いだされ、展示者の意図に迫りつつ、理科授業のコンセプトに迫る「問い」をつくることができることが示唆された(図11, 12を参照)。

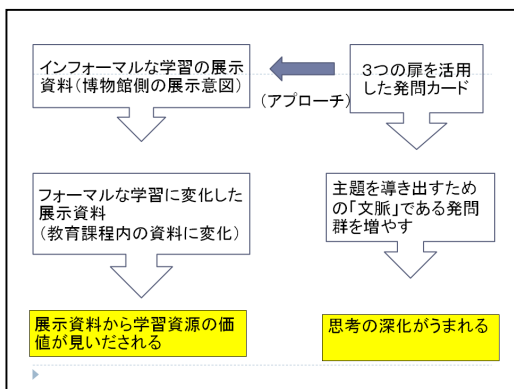


図11 学習資源と3つの扉

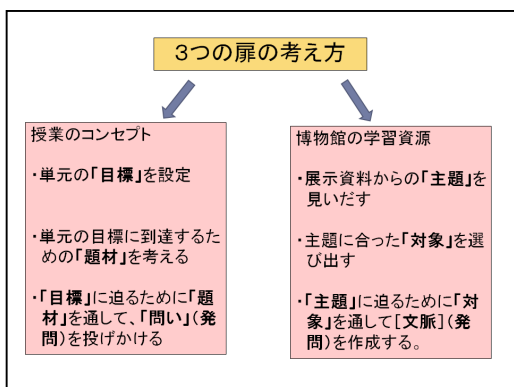


図12 授業コンセプトとの比較

(4) 全体的な考察

アートの扉理論を参照して博物館展示を対象として学校理科授業で活用可能な発問を作る試みは、宮崎県総合博物館においては、小中高校や大学生の教育において効果があることが示唆された。また、東京理科大学近代科学資料館の展示を対象として中学校理科で活用可能な発問系列を作る試みは、中学生には難解すぎるという課題に直面したものの、これに触発された中学生が優れた自由研究に取り組んで表彰されるという成果につながり、科学好きの若者に対する効果については示唆された。

博物館の展示物を学校教育で意図する目標にそって活用するための発問づくりにおいて、「モノ (Object)」、「主題 (Subject)」、「文脈 (Context)」から学習活動を検討するモデルの有効性についての手応えを得ることはできたが、個別のケースについての適用で着実な効果を得るレベルに達することには課題が多いことも確認された。

その一方で、「私」(学習者)に何らかの「文脈」にそって「対象」を提示し、そこから期待する「主題」について学ぶような指導過程を設計することができることが示唆され、文脈ベースの科学教育カリキュラムモデルにつながる示唆を得ることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 10 件)

1. 福松東一、中山 迅, テート美術館「アートへの扉」を利用した発問カード作成の試み-教員養成学部学生と連携した取り組み-, 宮崎県総合博物館研究紀要, 36, 39-44, 2016, 査読無
2. 大石和江・中山 迅, 博物館展示を対象とする発問への着眼が生み出す来館者の科学的探究活動, 日本科学教育学会年会論文集, 39, 211-212, 2015, 査読無
3. 福松東一・中山 迅, 学習資源の価値を見出す発問カード作成の試み-博物館と教員養成-, 日本理科教育学会全国大会論文集, 65, 148, 2015, 査読無
4. 山崎拓登, 福松東一, 中山 迅, 博物館の展示を対象とした発問カードの作成及び改善, 日本理科教育学会全国大会論文集, 65, 509, 2015, 査読無
5. 奥村高明, トリックアート〜教育における文化と発達のまなざし〜, 教育美術, 874, 34-35, 2015, 査読無
6. 奥村高明, 小学校教育における創造性の育成と各教科等における取組の視座, 初等教育資料, 937, 6-11, 2015, 査読無
7. 大石和江, 特集「大学博物館の挑戦」, ガラタ置き場から唯一無二の博物館へ-東京理科大学近代科学資料館の挑戦, 博物館研究, 49(7), 14-17, 2014, 査読無
8. 山崎拓登・福松東一・中山 迅, 博物館の

展示を対象とした発問カードの作成-宮崎県総合博物館における昆虫展示を例に-, 日本科学教育学会研究会研究報告, 29(1), 49-52, 2014, 査読無

9. 里岡 亜紀・中山 迅, 学校と科学館が連携を深めるための工夫・改善~ものしりクイズラリーの作成を通して~, 日本科学教育学会研究会研究報告, 28(2), 89-92, 2013, 査読無
10. 山崎拓登・福松東一・中山 迅, 博物館の展示を対象とした発問カードの作成-宮崎県総合博物館における昆虫展示を例に-, 日本科学教育学会研究会報告 29(1), 49-52, 2013, 査読無

[学会発表] (計 11 件)

1. 奥村高明, 「授業研究の実証性に関する体験的な問題提起」, 美術科教育学会授業研究部会, 2016年3月20日, 大阪成蹊大学
2. 中山 迅・大石和江, 博物館のメッセージと来館者意識のミスマッチ, 第4回日本サイエンスコミュニケーション協会年会, 2015年12月13日, 筑波大学東京キャンパス文京校舎
3. 中山 迅, 博物館展示と学校の授業のすり合わせのために, サイエンスアゴラ 2015・ミュージアムティーチャー全員集合!!, 2015年11月15日, 産業技術総合研究所臨海副都心センター別館
4. 大石和江・中山 迅, 博物館展示を対象とする発問への着眼が生み出す来館者の科学的探究活動, 日本科学教育学会年会, 2015年8月22日, 山形大学
5. 山崎拓登, 福松東一, 中山 迅, 博物館の展示を対象とした発問カードの作成及び改善, 日本理科教育学会第65回全国大会, 2015年8月2日, 京都教育大学
6. 福松東一・中山 迅, 学習資源の価値を見出す発問カード作成の試み-博物館と教員養成系学部との連携を意識した取組みを通して-, 日本理科教育学会第65回全国大会, 2015年8月1日, 京都教育大学
7. 一條彰子・奥村高明, 「国立美術館・博物館の所蔵作品を用いた鑑賞教育の展開「鑑賞教育キーワードmap」」, 美術科教育学会上越大会, 2015年3月29日, 上越教育大学
8. 奥村高明・中山 迅・大石和江, テート美術館「アートへの扉」理論の検討, 日本科学教育学会第38回年会, 2014年9月13日~15日, 埼玉大学
9. 中山 迅・大石和江, 博物館展示に新たな価値を付与する発問作成の試み, 日本科学教育学会第38回年会, 埼玉大学, 2014年9月13日~15日, 埼玉大学
10. 中山 迅・大石和江・奥村高明, ミュージアム展示を科学的思考の場にする発問群開発の試み, 日本科学教育学会年会, 2013, 年9月6日~8日, 三重大学
11. 中山 迅, 博物館と学校の連携への期待, 日本理科教育学会第63回全国大会(シンポ

ジウム), 2013年8月10~11日, 北海道大学

[図書] (計 2 件)

1. 奥村高明, 光村図書出版, エグゼクティブは美術館に集う ~「脳力」を覚醒する美術鑑賞~, 2015, 191頁
2. 大石和江, 近代科学資料館発行, 企画展科学雑誌 - 科学を伝えるとりくみ - 理大フォーラム創刊30周年記念特別展示, 2014, 36頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中山 迅 (NAKAYAMA HAYASHI)

宮崎大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号: 90237470

(2) 研究分担者

奥村 高明 (OKUMURA TAKAAKI)

聖徳大学・児童学部・教授

研究者番号: 80413904

大石 和江 (OHISHI KAZUE)

東京理科・大学近代科学資料館・学芸員

研究者番号: 80646430

(3) 連携研究者

小川 正賢 (OGAWA MASAKATA)

東京理科大学・大学院科学教育研究科・教授

研究者番号: 80143139

猿田 祐嗣: (SARUTA YUJI)

國學院大学・人間開発学部・教授

研究者番号: 70178820

(4) 研究協力者

福松 東一 (FUKUMATSU TOICHI)

宮崎県総合博物館・主幹

里岡 亜紀 (SATOOKA AKI)

宮崎科学技術館・副館長(元)

山崎 拓登 (YAMASAKI TAKUTO)

宮崎大学・大学院教育学研究科・院生(元)

風間 朋子 (KAZAMA TOMOKO)

東京理科大学・大学院科学教育研究科・院生(元)