

シンポジウム

科学リテラシー涵養のための  
博物館における教育事業のあり方  
～世代と領域を踏まえた体系化の試み～

科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の教育事業の開発・体系化と理論構築  
平成19年～20年度科学研究費補助金（基盤研究A）研究成果中間報告会

2009年6月13日

独立行政法人国立科学博物館



国立科学博物館

National Museum of Nature and Science

会期：平成 21 年 6 月 13 日（土）

会場：独立行政法人 国立科学博物館（東京・上野）地球館 3 階講義室

主催：独立行政法人 国立科学博物館

## 目次

開催趣旨	1
プログラム	1
開会挨拶	2
趣旨説明	3
講演 1	12
講演 2	26
プログラム事例紹介 1	37
プログラム事例紹介 2	43
パネルディスカッション	54
閉会挨拶	72
資料（プログラム事例紹介パネル展示）	

## 開催趣旨

人々が豊かに生きることが出来る社会を構築するため、人々が科学技術に関する適切な知識と考え方をもち、様々な課題に対して自立して適切に対応し、合理的な判断と行動ができる能力「科学リテラシー」が求められています。本シンポジウムでは、人々の科学リテラシーを涵養するためのプログラム開発に関する2年間の研究から得た知見を報告するとともに、科学系博物館を主要な場として人々の科学リテラシー涵養に資する教育事業のあり方について、議論を深めます。

## プログラム

時間	内容
13:00～	開会挨拶 北見耕一 (国立科学博物館理事) 趣旨説明 小川義和 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課長)
13:30～	講演 1 : Examining the Impact of Science Museums for Science Literacy - A critical examination of assumptions David Anderson (University of British Columbia, Canada) 2 : The Science and Nature Program: A Model of Early Childhood Science for Children, Parents and Teachers Jean Rosenfeld (American Museum of Natural History, USA)
15:00～	休憩 プログラム事例紹介パネル展示
15:30～	プログラム事例紹介 1 : 「概念の深まり」をモチーフにした世代別プログラム体系の試み 岩崎誠司 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課) 2 : 「空間の広がり」をモチーフにした世代別プログラム体系の試み 有田寛之 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課)
16:10～	パネルディスカッション David Anderson (University of British Columbia, Canada) Jean Rosenfeld (American Museum of Natural History, USA) 北原和夫 (国際基督教大学) 岩崎誠司 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課) 有田寛之 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課) 小川義和 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課)
	閉会挨拶 亀井修(国立科学博物館事業推進部連携協力課長)

## 開会挨拶

北見耕一（国立科学博物館理事）

国立科学博物館・シンポジウム「科学リテラシー涵養のための博物館における教育事業のあり方 ～世代と領域を踏まえた体系化の試み～」の開催に当たり、一言ご挨拶を申し上げます。

本日は本シンポジウムに多数の方にご参加いただき、心から歓迎申し上げます。

現在、人々が科学に関連する社会生活上の諸問題に対し適切な対応ができ、豊かに生きる社会を構築するために、科学の総合的な資質・能力としての「科学リテラシー」を人々が身につけることの重要性が指摘されています。

その一方で、近年の理科や科学技術に対する理解度と意識に関する国際的な調査では、我が国の若年層および成人の科学に対する興味関心が国際的に見て低い状況が問題となっています。

このような状況の中で国立科学博物館では、常設展示として、日本館は「日本列島の自然と私たち」、地球館は「地球生命史と人類・自然との共存を目指して」をそれぞれテーマとして、見学者に自然科学を普及する等、人々の科学リテラシー涵養のための様々な事業を実施しています。

また特に、平成18年より有識者会議を組織し、科学系博物館における科学リテラシー涵養活動のあり方について議論し、世代に応じた科学リテラシー涵養のためのプログラムの開発を行うとともに、平成18年よりサイエンス・コミュニケーター養成実践講座を開講し、科学と人々を繋ぐサイエンス・コミュニケーターの養成に取り組んでいます。

さらに平成19年からは文部科学省の委託事業として指導要領に対応した科学的体験学習プログラムの体系的開発に関する調査研究を行っています。

本シンポジウムでは、科学研究費補助金基盤研究A「科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の教育事業の開発・体系化」における、人々の科学リテラシーを涵養するためのプログラム開発に関する2年間の研究から得た知見を報告すると共に、科学系博物館を主要な場として人々の科学リテラシー涵養に資する教育事業のあり方について、議論を深めます。

最後に、このシンポジウムへの出席を快諾いただいた講演者のみなさまとともに、シンポジウム開催に多大なご協力頂きました関係の皆様へ厚く御礼申し上げます。

お集まりいただきました皆様にとって、実りの多いシンポジウムとなり、相互に交流を深められることを祈念いたしまして、私の挨拶といたします。

## 趣旨説明

小川 義和（国立科学博物館）

皆さん、こんにちは。国立科学博物館の小川です。さて、本シンポジウムは「科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の教育事業の開発・体系化と理論構築」ということで、2年前から始めています研究成果の中間発表会として開催したところです。今日はこの概要についてお話して、その後に皆さんにいろいろとご講演をいただいて、議論を深めようと思っています。

博物館というのは、さまざまなものを集めて資料を収集し保管し、調査研究しそしてその成果をもとに展示をして教育活動をしています。この図のように、コケを採集に行ったり、シダの標本を作ったり、チョウの標本を保管したり、また、恐竜の展示を組み立てたりということをしています。その過程で、人々がどのように科学を感じ、そして科学を感じたことをどのように人々に伝えていくのかということ、われわれとしては何らかのフレーム（枠組み）を持って対応していきたいと思っています。

われわれが科学リテラシー目指すところは、21世紀を豊かに生きるというためにということで、三つほど課題があるのではないかと考えています。

一つは、現代社会における科学のあり方が随分変わってきていると思っています。科学技術が高度化して、人々の意識が乖離してきています。それから、社会における個人の自立的に判断することが増え、科学的なものについて判断を求められるという時代になっています。こういう中で、まさしくサイエンス・コミュニケーションという、社会と人々をつなぐ、社会と科学をつなぐという、対話型の教育が必要になってくるのではないかと考えています。

二つ目は、科学というものが非常にいろいろなところに広がってきていますので、人工的な環境や、人や科学技術との関係を扱うようになってきているということです。今までのように、ある程度決まったものではなくて、社会が変化していく中で、変化を前提とした機関連携型の科学教育のあり方を考えなければいけないのではないかと思います。それから、場合によっては、はっきりとした解決策が見えにくい複合的な課題に対し総合的な視点に立った選択をしなければいけないという、課題解決型の学習が必要になってくるのではないかと思います。

三つ目は、先ほど当館の理事から紹介がありましたが、日本の理科教育、科学教育の課題として、やはり成人や子供たちの科学に対する興味関心が低いということです。子供たちは意外に科学的知識に対する高いのですが、大人はあまり高くないということで、就学期間の理科の知識が十分に成人段階に結びついていないのではないかと思います。特に成人を含めて、各世代が持つべき科学リテラシーの重要性が感じられるところです。こういうことで、この研究に当たっては、世代別にプログラムを作って、成人が持つべき科学リテラシーを涵養にしていきたいと思いますというのが、もともとの発想だったと思います。

国立科学博物館はいろいろなことを実施していますが、イメージとして持っていただきたいのは、ナショナルコレクションということで、標本を集めて調査研究をして、展示教育をすることを、世界の幾つかの博物館とも連携して行っているのが現状です。その中で

科学リテラシーはどのように位置づけられているのかというと、三つの目標を持っています。

一つは、地球と生命の歴史、科学技術の歴史の解明を通じた社会的有用性の高い自然史・科学技術史体系の構築です。二つ目が、標本資料を収集・保管・活用してナショナルコレクションを構築していくことです。三つ目が、人々の科学リテラシー向上に資する展示・学習支援事業となります。右側にポンチ絵で書きましたが、調査・研究が「深める」と考えると、資料・収集がものを「集める」、そして展示・学習支援活動が「広める」というところです。この広めるという展示学習支援活動の目標が、「人々の科学リテラシー向上に資する」ところに位置づけられています。

ここをもう少し整理しますと、自然科学を振興していくという目標、それが自然史や科学技術史の進展、コレクションの構築になります。もう一方が、一般の人々を巻き込んで、知の共有と社会還元をしていくという二つ目の枠組みです。後者の目標としては、人々の科学リテラシーの向上を科学博物館としては位置づけています。この中に、知の社会還元を担う人材の育成として、サイエンスコミュニケーター養成講座も位置づけられているところです。

さて、この研究に当たっては、過去10年ぐらい基礎的な研究を進めてきたところです。もともと、理科に対する興味・関心が成人になると低くなっています。理科や科学に関する理解というのは、中高生は高いのですが、成人はやはり低いということで、私としては、最初に子供たちに対するアフタースクールプログラムを開発しました。これは後で Jean Rosenfeld さんから紹介があると思います。その研究の結果、二つの課題が出てきました。

一つは、博物館でアフタースクールプログラムを指導する指導者の問題が浮かび上がってきたということです。もう一つは、成人を対象にした学習プログラムが必要だろうということです。1番目の課題については、サイエンスコミュニケーター養成プログラムということで、現在うちの博物館で開発して実施しているところです。2番目の課題は、まさしく科学リテラシーの向上なので、幾つかの連携をもって実際にプログラムを動かしています。もともと国の政策として、科学技術基本計画があり、それを受けて、今日ご講演いただきます北原先生が中心となり、科学リテラシー構築のための調査研究を行いました。それと相互にリンクしながら、本プログラムの開発と体系化を進めているところです。それから国立科学博物館としても別に有識者会議を立ち上げて、科学リテラシーに関するプログラムを作っているところです。

本プロジェクトの目的は、「すべての人々を対象とした科学リテラシーの涵養のために、科学系博物館の資源を活用しながら効果的なプログラムを開発し、その体系化とモデル化を図る」ことです。ここで「科学リテラシー」とは何なのだろうということで、国立科学博物館の有識者会議では、次のように定義しています。「人々が自然や科学技術に対する適切な知識や科学的な見方及び態度を持ち、自然界や人間社会の変化に適切に対応し、合理的な判断と行動ができる総合的な資質、能力である」と、非常に幅広い能力であることを定義しております。これに基づいて、本研究も進めているところです。

本研究の目指すところは、学校教育だけではなく、生涯学習の観点から、世代に応じた学習プログラムを作っていこうというのが一つです。それから、それを定着させたいということ、できればこれが博物館の一つの評価と指針になるのではないかと考えております。

それから、北原先生が進めています科学技術リテラシー像の策定に対応した、体系的な教育事業の枠組みを提示できたらと思っています。さらに欲張っておりますが、学習指導要領の改訂の方向も踏まえつつ、本研究の成果が体験的な活動として学校教育に寄与できたらいいと思っています。

この有識者会議では、科学リテラシーに関しては四つの目標を持っています。これからよく出てくるとは思いますが、感性の涵養、知識の習得・概念の理解、科学的な見方・考え方の育成、社会の状況に適切に対応する能力（表現力、コミュニケーション能力、活用能力）の育成という、四つの目標を持って科学リテラシーを規定しようと考えています。

この四つの枠組みで、それぞれ世代別に、幼児・小学生、小学校高学年から中学校、それから高等学校から大学、子育て・壮年期、そして熟年期・老年期と世代を分けて、どのようにプログラムを作ったらよいかという、それぞれの目標を設けているところです。これについては、まだいろいろな議論があるところですので、今日もまたご議論いただくと、いろいろなご意見をいただけたらと思っています。この枠組みの中で、いろいろと開発していこうと思っています。この枠組みを受けて、

本研究では4年間で、幼児と小学生、そして中学生と高校生、大学・成人・ファミリー、そして団塊の世代というぐらいの、カギとなるライフステージを設けて、それぞれの領域でプログラムを開発していこうと思っています。予算的な制限と、時間的な制限とがあっても、なかなかうまくいってないところが若干ありますが、今年は2009年ということで、成人と大学、ファミリーを中心にプログラムを開発しようとしているところです。いずれ、これらをつなぎ合わせるということで、われわれの課題としては、世代をどのようにつなぎ合わせるのか、そしてこういう領域をどのように統合していくのかということが、今回の大きな課題です。

連携している博物館は、東京を中心に科学技術館、ミュージアムパーク茨城県自然博物館、千葉県現代産業博物館、神奈川県立生命の星・地球博物館、名古屋市科学館、兵庫県立人と自然の博物館、海の中道海洋生態科学館ということで、8館で連携してこのプログラムを作っているところです。本日は、これら複数の館が関わり共同開発した二つの領域に関して発表していただこうと思っています。

昨年度まで作ったプログラムを一覧にしてみました。本日、われわれの方で発表するのは、「生命・人間と社会」のプログラムと、「物質と社会」という領域を解説します。残りの2領域に関しては後ろにポスターが貼ってありますので、休憩の時間にぜひ見ていただければと思っています。

例えば2007年度は、幼児と小学生を対象にして開発したプログラムを一つ紹介いたします。科学技術と社会では、「風車で分かる電気エネルギー」というプログラムを開発しました。これは家庭での電気使用量のお知らせを子供たちが見たときに、それをきちんと読み解くことができるかという意味でのリテラシーを、プログラムとして入れ込んだところです。最後に課題として、幾つかこれから申し上げて、私のプレゼンテーションを終わりにしようと思います。

今日のシンポジウムの中でぜひご意見をいただければと思いますが、私どもは教育事業の体系をどのようにとらえているかということです。教育事業の体系とは発達段階別に深まっていく、または広がっていくなど、ある方向性をもったプログラム群の事例と考えて



います。その方向性には幾つかの考え方があるのではないかと思います。一つは参加者の持っている世代から系統を考えていく方向性、それから扱う領域、どういう領域を扱うかという見方、それから先ほど見ました四つの科学リテラシーの目標から体系化をしようということ。四つ目を社会的文脈と言っており、社会で様々な課題がありますが、課題をテーマに体系化できたらいいのではないかとというような、四つぐらいのものがあるのではないかと想定しています。

ですから、こういうものを踏まえて、プログラムを束ね、さらに社会的テーマを踏まえたテーマを定めて、それに基づいてプログラムを開発できたらいいと思っています。これについては、それぞれグループの方から二人から説明があると思いますので、ここでは簡単に紹介だけしておきます。

「生命・人間と社会」グループに関しては、空間の広がりということで、幾つかのプログラムをつないでいこうかと考えているところです。次に「物質と社会」グループでは、概念がどこまで深まっていくかということで、グループ別に方向性を考えているところです。

二つ目の課題は、David Anderson さんにインパクトの話をしていただきますが、本スライドは博物館で、社会に対してどのような影響力を与えることができるかというところで、図式化したものです。われわれの経営資源としての財源と人と物質的な資源を基に、マネジメント、経営をして、そして最後に出力をするわけです。その出力に応じて、人々に何を残せるのか。アウトカムとして人々に伝えて、そして人々にどういう影響を与えられるのかを考えていかなければいけないかと思います。確かに個人的側面もありますが、社会全体に対してもう一度考える必要があります。ともすると経済的な側面が強調されることもありますので、ぜひそれ以外に政治的側面、社会的側面や文化的側面についても考えていく必要があると思います。特に個人的側面について、ご講演の中で David さんから示唆に富む提言があるのではないかと期待しているところです。

科学リテラシーをすることによって、何をわれわれは目指すのかということポチ絵にしましたが、こうしたプログラムを通じて知識を積極的に活用し、課題に適切に対応できる人材を育てていく。その中に、コミュニケーションに長けた人がいれば、サイエンスコミュニケーターとして行う必要があるだろうし、専門的知識をさらに深めていくことによって、科学者として知の創造を担う人材になっていくのではないかと思います。いずれにしろ、知識を積極的に活用し、課題に適切に対応できる人材の育成が、その基礎となる考え方です。このような個人の自立と社会における協働を通して、豊かに生きることができる社会の構築になるのではないかと思います。

今日はこれからお二人にご講演いただきます。ご承知のとおり、David さんは、日本における 1970 年の大阪万博の分析や、愛知万博の分析をしていただいて、どのようなインパクト（影響力）を及ぼしたかをお話ししていただきます。世代を通じてどのようにそれが継承されていくのかも非常に興味深いところですし、まさしく本研究の大きな課題の一つになってくるかと思います。

お二人目の Jean さんは、幼児向けのプログラムの開発と実施をしている方です。実はご本人にはこの写真は見せていませんが、私が 10 年前にアメリカ自然史博物館で一緒に 4 カ月ほど働いたとき、子供向けのプログラムを一緒に勉強させていただきました。幼児に特

化してプログラムを行う場合、どのような留意点が必要なのかというのは非常に興味深いところではあります。このスライドはうちの子供が Jean さんのプログラムに参加していた時の写真です。10年前、まだ小さい子供が非常に素直に話を聞いていたと思います。一度参加させていただいて非常に感銘を受けました。下の男の子はキューイを食べたことぐらいしか覚えていないようですが、上の女の子は博物館の中を探検したりしていたことを覚えていると言っていましたので、彼らにとってインパクトがあったと確信しております。

私の方は以上で終わりにします。ありがとうございました。

文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(A)

## 科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の 教育事業の開発・体系化と理論構築

小川義和  
国立科学博物館

## 21世紀を豊かに生きるために

- 現代社会における科学の在り方
  - 科学技術の高度化と人々の意識の乖離
  - 社会において個人の自立的な判断が求められる
  - 「社会における科学」「社会のための科学」(世界科学会議, 1999)
  - 一対話型の科学教育(サイエンスコミュニケーション)の必要性
- 科学の扱う範囲が広がり、人工的な環境や人と科学技術との関係も対象
  - 一変化を前提とした連携協働型の科学教育
  - 一総合的な観点に立った課題解決型の学習の必要性
- 理科教育、科学教育の課題
  - 一就学期間中の科学的知識が成人段階に結びついていない
  - 一成人を含め、各世代が持つべき科学リテラシーの必要性

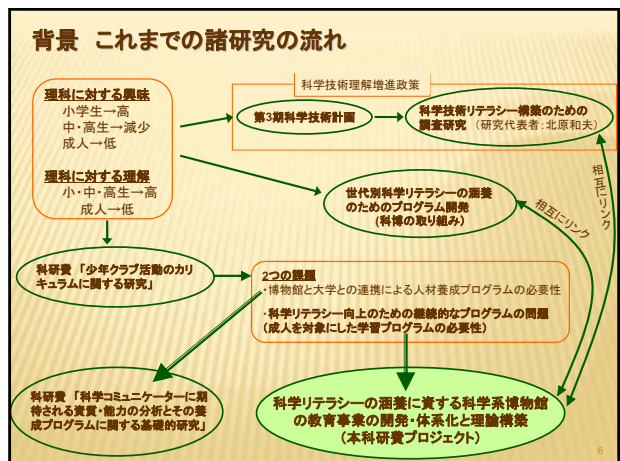


## 博物館の使命 CollectionとCommunication

- 地球と生命の歴史、科学技術の歴史の解明を通じた社会的有用性の高い自然史体系・科学技術史体系の構築
- ナショナルコレクションの体系的構築と人類共有財産としての標本資料の収集・保管
- 人々の科学リテラシー向上に資する展示・学習支援事業

## 科学リテラシーの位置づけ(科博の場合)

- 自然科学の振興(知の創造と継承)
  - 調査研究
  - 標本資料の蓄積と将来への継承
  - 知の創造を担う人材の育成: 連携大学院等による後継者養成
- 自然史・科学技術史研究の進展、コレクションの構築
- 社会教育の振興(知の共有と社会還元)
  - 研究成果の還元: 展示・学習支援事業
  - 蓄積された標本資料の共有
  - 知の社会還元を担う人材の育成: サイエンスコミュニケーション養成講座
- 国民の科学リテラシーの向上



## 本プロジェクトの目的

### 本プロジェクトの目的

すべての人々を対象とした科学リテラシーの涵養のために、科学系博物館の資源を活用しながら効果的な学習プログラムを開発し、その体系化とモデル化を図る。

科学リテラシーとは、人々が自然や科学技術に対する適切な知識や科学的な見方及び態度を持ち、自然界や人間社会の変化に適切に対応し、合理的な判断と行動が出来る総合的な資質、能力である。

国立科学博物館「科学リテラシー涵養活動」を創る～世代に応じたプログラム開発のために～(中間報告)より

7

## 本プロジェクトの期待される成果

- 生涯学習の観点から世代に応じた学習プログラムの開発とその体系化を図る。
- 開発した学習プログラムを評価することで、科学リテラシーの定着と学習プログラムの実効性について実証的に示す。  
→博物館における科学リテラシーの実装の検証。博物館における実証的な教育評価についての指針。
- 科学技術リテラシー像に対応した体系的な教育事業の枠組みを提示する。
- 学習プログラム開発において体験的な活動を頭頭に置くことにより、言葉と体験が重視されている学習指導要領の改訂の方向性と符合しつつ、体験的な学習活動として学校教育に寄与する。

8

## 科学リテラシー涵養活動の目標

### 感性の涵養

感性・意欲を育む体験的な活動を通じ、科学や自然現象への興味・関心を高められるようにする

### 知識の習得・概念の理解

科学的な知識・概念を定着させる活動を通じ、科学的な知識を広げられるようにする

### 科学的な見方・考え方(スキル、実践力、科学的な態度、判断力、創造性)の育成

事象の中の疑問を見だし分析し、課題解決のための探究活動を行ったり、科学的な知識を実生活に活用したりすることを通じ、科学的な事柄や環境問題などの現代的課題について総合的にとらえ、自ら学び、独自の解釈・判断を出来るようにする。

### 社会の状況に適切に対応する能力(表現力、コミュニケーション能力、活用能力)の育成

学んだことを適切に表現し、人に伝える。社会の状況に基づいて、科学的な知識・態度を活用して意志決定する。自らの持っている知識、能力を次の世代へと伝えるなど、社会へ後の還元を行う。社会と対話し、豊かに生きる社会作りに参画する。

国立科学博物館「科学リテラシー涵養活動」を創る～世代に応じたプログラム開発のために～(中間報告)より

9

ライフステージ	幼児～小学校低学年 期	小学校高学年～中学 校期	高等学校・高等教育 期	子育て期・壮年期	熟年期・老年期
感性の涵養	科学に親しむ体験を通じて、身の回りの事象の美しさ、不思議さなどを感じる。	科学に親しむ体験を通じて、科学に対する興味・関心や実生活との関わりを感じる。	科学に親しむ体験を通じて、科学に対する興味・関心や科学の有用性を感じる。	子どもの科学リテラシー涵養のための学習を通じて科学の有用性と科学リテラシーの必要性への意識を高める。博物館の展示や資料に触れ、面白と感じる。科学的な知識に関連する分野に対して、積極的に豊かな情報に裏打ちされた好奇心と興味を養う。	科学に対する美しい体験や博物館の展示や資料に触れ、面白と感じる。
知識の習得・概念の理解	わかる、できることを実感し、達成感を得る。	科学に親しむ体験を通じて、生活で直接関わる科学的知識を身につける。	生活や社会に関わる科学的知識に理解を広げる。	子どもの科学リテラシー涵養のための学習を通じて、科学的知識を身につける。生活や社会に関わる科学的知識に対する理解を深める。	生活や社会に関わる科学的知識に対する理解を深める。自身の趣味・得意など様々な興味・関心に対して科学的知識を身につける。
科学的な見方・考え方(スキル、実践力、科学的な態度、判断力、創造性)の育成	興味・関心を持った事象を取り入れて活動する。	自然界や人間社会に興味・関心を持ち、その規則性や関係性を見いだす。	多くの不確実な情報の中から科学的な判断に基づいて行動する。	多くの不確実な情報の中から科学的知識に基づいて判断し、行動する。学んだことを総合力として生かし、生活および社会上の課題解決のために活用・判断する。	学んだことを総合力として生かし、生活および社会上の課題解決のために活用・判断する。
社会の状況に適切に対応する能力(表現力、コミュニケーション能力、活用能力)の育成	興味・関心を持った事象を利用して周りの人と一緒に活動する。	学んだことを表現し、わかりやすく人に伝える。学んだことを自分の職業選択やキャリア形成と関連づけて考える。	社会との関わりを深め、得られた知識・スキルを、実生活の中で生かし、学んだことを職業選択やキャリア形成に生かす。	社会との関わりが深まり、学んだことを表現し、人に伝える。学問の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を発見する。	地域の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を発見する。自身の持っている知識・能力を、社会の状況に応じて適切な社会的・二次的役割へと伝える。

10

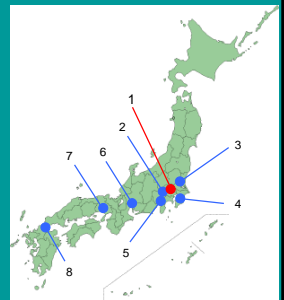
## プログラム・評価実施計画

本プロジェクトでは、科学リテラシーの涵養を目指し、すべての世代を対象として4つの分野に関する学習プログラムを作成し、連携している科学系博物館において実施し、評価を行う。最終的には学習プログラムの汎用化・モデル化を行い、教育事業の体系化と科学系博物館における学習モデルの提案を行う。

世代	2007	2008	2009	2010
	Building Pipeline			
生命・社会	国立科学博物館 マリンワールド海の中道	国立科学博物館 兵庫県立人と自然の博物館	国立科学博物館 神奈川県立生命の星・地球博物館	ミュージアムパーク茨城県自然博物館 国立科学博物館
学問・環境	国立科学博物館 ミュージアムパーク茨城県自然博物館	国立科学博物館 神奈川県立生命の星・地球博物館	マリンワールド海の中道 国立科学博物館	国立科学博物館 兵庫県立人と自然の博物館
文化・教育	国立科学博物館 名古屋科学館	国立科学博物館 科学技術館	国立科学博物館 名古屋科学館	名古屋科学館 国立科学博物館
技術と社会	国立科学博物館 科学技術館	国立科学博物館 千葉県現代産業科学館	千葉県現代産業科学館 国立科学博物館	国立科学博物館 科学技術館

## 連携している博物館

- 国立科学博物館
- 科学技術館
- ミュージアムパーク茨城県自然博物館
- 千葉県現代産業博物館
- 神奈川県立生命の星・地球博物館
- 名古屋科学館
- 兵庫県立人と自然の博物館
- 海の中道海洋生態科学館



本研究の枠組みと開発したプログラム (2007~2008)

年度	2007	2008	2009	2010
分野	幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人・ファミリー	団塊
生命・人間と社会	おいしいぬりえ 生きもの美肌コレクション	恐竜発掘地層ケーキをつくろう！ 火山と暮らしのおいしい関係		
宇宙・地球・環境と社会	かわらの小石で遊ぼう かわらの小石で遊ぼう ～小石のアートにちようせん！	めざせ砂金ハンター ～河原の砂金はどこから来るの？ 化石は語る ～化石が教えてくれる過去の環境		
物質と社会	"かたち"のはてな？	鉄を取りだしてみよう 化学反応は電子が主役 ～酸化還元反応～		
技術と社会	風車で分かる電気エネルギー ～風車によるエネルギー変換効率を算出～ 風車で分かる電気エネルギー ～家庭で使用する電力を算出した工作を中心として～	速く正確に走るロボットを作って、 コース別タイムトライアルをしよう 大きな水の話		

13

学習プログラム展開例 (2007年度 幼児・小学生対象)

**生命・人間と社会**「おいしいぬりえ」「生き物美肌コレクション」  
普段食卓に上る海の生き物を、展示物のぬりえを通してじっくり観察することにより、外部形態の特徴を知ると共に、博物館展示の観察の視点を与える。



**宇宙・地球・環境と社会**「かわらの小石で遊ぼう」  
・親子で一緒に石遊びを楽しみながら、自然(石)に親しみ、興味・関心を持つ。

**物質と社会**「"かたち"のはてな？」

「もの」を拡大し、じっくり観察することを通し、もののかたちを知る。



**技術と社会**「風車で分かる電気エネルギー」

電気を作る難しさについて考えてもらう。また、社会との対応として、家庭で「電気使用量のお知らせ」を見たとき、単位を読み解くことができるようにする。

14

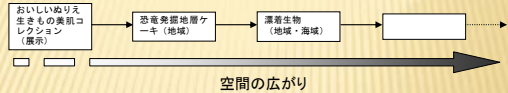
課題: 教育事業の体系化の試み

- 「教育事業の体系」とは、「発達段階(世代)的に深化、拡張する一貫したシステムによるプログラム群の事例」のことである。
- システムの例  
参加者から見たシステム  
扱う領域から見たシステム  
科学リテラシーの目標から見たシステム  
社会的な文脈から見たシステム
- 「発達段階(世代)的に深まっていく一貫したプログラムを束ねる社会的課題を踏まえたテーマ」

15

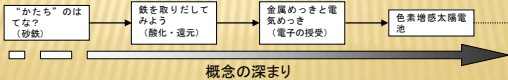
グループ内のプログラム体系化の例(扱う領域から見た系統)

生命・人間と社会グループ



空間の広がり

物質と社会グループ

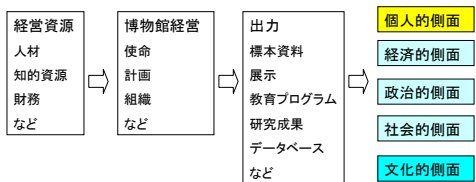


概念の深まり

16

課題: 評価  
博物館の経営から見た科学リテラシーの影響力

資源投入(inputs) → 経営 → 結果(outputs) → 成果(outcomes, impacts)

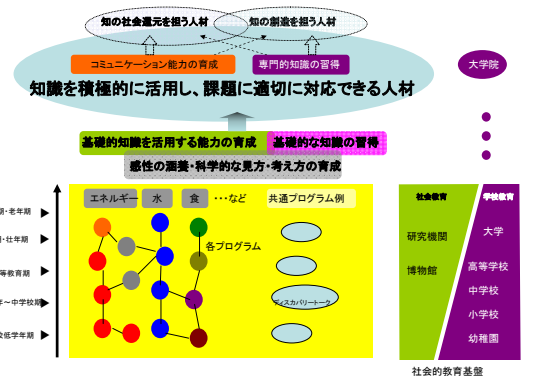


Personn(2000)及びGarnett(2002)を元に小川が作成

17

科学リテラシー涵養活動の目標と人材養成

知識を積極的に活用し、課題に適切に対応できる人材の育成 → 個人の自立と社会における協働 → 豊かに生きることができる社会の構築





19



20

## 講演 1

### **Examining the Impact of Science Museums for Science Literacy - A Critical Examination of Assumptions**

**David Anderson (University of British Columbia, Vancouver, Canada)**

Thank you very much for the opportunity to speak to you today. I have actually had the pleasure of living in Japan for the last 6 months. So, I have not made the trip all the way from Canada, on this occasion, just all the way from Kobe, this morning on the Shinkansen.

First of all, I just want to express how much I have enjoyed living in Japan this last 6 months with my wife. I have thoroughly enjoyed the experience. I have been doing a lot of research work at Kobe Gakuin University based on visitors' memories of Banpaku and I am thoroughly enjoying the experience.

But today I want to share with you something of my thoughts about examining the impact of science museums for scientific literacy, and in particular, a critical examination of some of the assumptions that we hold about scientific literacy and museums. I think there is no doubt that we intend and we decide museums to have impact on the communities that the museums serve. The nature of that impact has multiple components and multiple facets. One part of which is scientific literacy and indeed it is a very important component. Today, I want to explore some of the assumptions that we might hold behind that particular component of impact.

#First of all, I want you to just follow-on from where my colleague Ogawa-san has let off talking about the nature of scientific literacy and I think that there are some very traditional definitions of what we mean by this particular phenomena. And I have just one here; I think there are many variations, but let me use this one as perhaps one of the more typical examples of scientific literacy. So, we expect the scientifically-literate person to be able to appreciate and understand the impact of science and technology on everyday life. To be able to make and take informed personal decisions about the things that involve science, such as health and diet, and the use of energy resources. To be able to read and understand the essential points of media reports about matters involving science to reflect critically on information, including and more often important omitted from such reports. Also to take part confidently in discussions that relate to issues involving science.

This is a fairly standard definition of what we mean by scientific literacy, but I want to explore some of the underlying principles and tenets that form these definitions.

#The first point that I would like to make about scientific literacy is that it is, in fact, a very high-order learning outcome. It is not a simple thing. It is built on the foundation of other learning outcomes. This particular graphic here is a very old graphic from a scholar by the name of Benjamin Bloom, who did work in the year 1957, published a seminal piece of work based on the nature of learning and in particular cognitive learning. In this particular model, he describes

the fact that learning is, in fact, hierarchical. It is built upon the platform of lower order dimensions of learning such as knowledge and understanding and the higher order dimensions of learning are, in fact, derivatives of this.

So, in his model he talked about the fact that we have knowledge, understanding and from this follows application, synthesis and evaluation as the higher order learning outcomes. And indeed scientific literacy is a higher order learning outcome.

I also would like to make the point that science and indeed scientific literacy is a phenomenon which is culturally mediated. Today, we are in the year 2009 in Japan and we have a particular social context, which science is being mediated. There are certain things that are particularly relevant to today's society in modern day Japan. But equally, there are other cultures around the world which have scientific literacies but these are embodied in very different cultural context.

I recently had been doing some work in Kenya, helping doing some reforms to their education system. And I have been investigating some of the traditional forms of knowledge within Kenyan society and Kenyan culture and I find some very interesting phenomena. For example, there is a strong use of the idea of taboos to mediate cultural practices. Taboos are things that we use in society to modify or to direct behaviors. One of the taboos in Kenyan culture is that you must never sit on a cooking stone, a little bit like Yakiniku, a stone or a grill for cooking meat. And the taboo in this society is you must never sit on this. And everybody knows you must never sit on a cooking stone. The derivatives of why you must never sit on a cooking stone are rooted in the fact that you cannot tell whether a cooking stone is hot or cold. So it is a protective device for young children and indeed other people in society that you must never sit on this particular object. It has its origins rooted in scientific principles. Yet these scientific principles and the scientific literacy behind that is mediated in a very, very different and distinct culture. So likewise our definitions of scientific literacy and what we hold to be the conceptions of scientific literacy are rooted within our culture and within that context.

The third point that I would like to make about scientific literacy, is that it is a journey, not a destination. To be scientifically literate is not a state of being on or off, rather it is a continuum and it is a journey. We are all on a journey to increasing levels of scientific literacy, even those amongst us who are well educated and carry university degrees, all of us are on journeys of scientific literacy. So, from the child through to the adult through to the maybe not so well educated to the highly educated, we are all on journeys of scientific literacy as opposed to arriving at destinations.

The fourth point that I want to make, and elaborate on in my critical evaluation and of the assumptions behind scientific literacy, is that notions of emotion and emotional affect should not be discounted from the development of scientific literacy on our journeys to becoming more scientifically literate. And by this I mean that traditionally we have put a very strong emphasis purely on the cognitive domains of learning. That is the facts, the concepts, the knowledge that we deem to be in the body of science, but often to the exclusion of emotional responses or affective responses to this. And I want to say that both emotion and affect are critical elements in the journey to becoming increasingly scientifically literate.



#To illustrate this, I want to tell you a brief story of one of my own recent visits to a museum and this particular museum happens to be in China and it is Guanxingtai Museum, which is an ancient astronomical observatory in Central China which I visited last year. I want to use my personal experience of visiting this museum as an example of my own personal journey in reflection of becoming more scientifically literate around the topics of astronomy.

On this day, I visited with a group of people to this ancient observatory and this observatory, I discovered, was built around the 1200 AD. It was a commissioned structure by the emperor of that particular area of China in that particular period. It was used for measuring the length of days and also the shortest and the longest day of the year, quite an elaborate structure. On that day we toured the exhibitions, we looked at the ancient astronomical instruments, we were given a tour by the curator of the museum, who was quite knowledgeable about many of the important and significant contributions that China has made to the science of astronomy. I was intrigued as I went around to see the sophistication of the instruments for ones that are developed many, many centuries ago and the science that is embedded behind their construction.

#The curator here was quite passionate about his observatory and his museum and told many interesting stories that got all of us very engaged about the topic of science and the history of science and the contribution that Chinese culture has made towards the science of astronomy.

#We actually got to participate in a number of experiments. We actually were there at the middle of the day, when the sun was transcending the meridian and we performed the experiment using the same instruments that the ancient Chinese astronomers used many centuries ago to locate the position of the sun on that day and determine the length of the day on that particular day of the year.

#So, as I went around this particular museum I learned a lot of new facts, a lot of new knowledge about the contribution of Chinese astronomers. But also as a result of this, I developed a whole bunch of other impacts or other learning outcomes.

Cognition was a key part of it, the elements that we would consider under the cognitive domain, learning the facts was a key part of it. But also there was strong emotional effect. I had a thoroughly enjoyable day. I was intrigued and taken in by the enthusiasm of the staff that were there at the observatory. I had very enjoyable, social interactions with my friends that I was there on that particular day.

I learned a lot about the culture. I learned a lot about the aesthetics behind the instruments. For me, it was impacting because I found the science behind these instruments to be aesthetically pleasing as well as the instruments themselves were quite pleasing in terms of their design. And so I have increased appreciations. As I reflect back on it myself, I can see that I have changed as a result of that visit. My identity and understanding of science and my self appreciation of me as

a scientist has changed and developed because of the visit and, of course, increased interest and appreciation.

So the impact of the visit is not just in the cognitive domain, there are many, many, many other related and interconnected aspects of impact which have led me on a course. Since that time, I have done other things. I have seen television programs related to the contribution of Chinese astronomers. I have been on the Internet. I have read articles. I have had conversations with people. And I myself am on this journey of becoming increasingly literate in this particular topic and area. The catalyst was the museum. The starting point was the experiences that I have had which have led me further down the path with other life experiences to make me increasingly scientifically literate.

#The first assumption that I want to draw your attention to is the fact that there are a larger set of dimensions of impact on visitors, derived from museum experiences that transcend an exclusive focus on the cognitive domains. And these domains are inextricably interconnected and are the basis of becoming more scientifically literate. My point that I made in the earlier introduction is that we should not ignore the emotional and the affective components of museum experiences, because these are the catalytic events that cause us to become increasingly interested and to investigate further and to journey further down the track of interest in science and indeed as a result, as a by-product, becoming more scientifically literate. And scientific literacy should not be considered to the exclusion of the cultural context in which it is embedded, the societal context, or other “non”-cognitive aspects.

There is a very recent example, I think, of this in Japanese society and it is the recent swine flu epidemic. I have been living in Kobe, but I can assure that I am very Genki. I have been witnessing a very interesting social phenomenon, particularly in Hyogo Prefecture. Many, many, many people, in fact probably 95% of the population wear face masks as they travel on the Densha. So there is, if you like, an increased appreciation of the fact that there is this infectious disease around. Also as I go into restaurants, everybody has bottles of alcohol to wash your hands with. So, there are manifestations in society which are influenced by this contemporary event. You cannot isolate that event with the emotional aspects. For sure there are behavioral changes going on, people are much more conscious and aware of the spread of bacteria. People are much more aware of personal hygiene issues. People are much more aware of the need to wear face masks on the train, but I think this is an interesting topic for debate as to whether that is effective or not. You cannot separate that from the emotional aspects which you are driving at, is my point.

#My next assumption relates to the fact that not all visitors are the same. I was very pleased to hear Ogawa-san talk about this issue and the fact that in this particular museum there is a considerable effort being made to structure programs and efforts to promote scientific literacy as a function of different age groups, university, older people, younger people, and so on. It is indeed a very important appreciation that the impact of museum experiences are, in fact, mediated by visitor identity.

An identity is made up of multiple components. I have just a few here to talk about. Of course, personal interest and background knowledge are very key and traditionally well-known aspects that influence the impact of museum experiences. What you bring to the museum experience in terms of your background knowledge and interest is a key factor, which mediates how you engage with the exhibits and the programs and the impacts that result.

But there is more to it than that. I think there are other aspects like one's life stage and this was alluded to previously, whether you are young or old, whether you are a university student or whether you are a young mother, these are all critical aspects, which shape the impact of the museum experience. Your personal culture, your community to which you belong and your personal agendas that you bring to the museum are critical influences of the impact of that museum experience.

#I want to allude to the study that I have been working on the last 6 months with my colleague Hiroyuki Shimizu at Kobe Gakuin University, and we have been looking in particular at the long-term memories of the Aichi Banpaku, it follows on from another study we did few years ago based on visitors' long-term memories of Osaka Banpaku. I just want to use this as an example to show you that life stage, your age and your community identity are, in fact, variables which influence the museum experience.

Now, I appreciate Banpaku is not the same as the museum, but there are many similar characteristics. Banpaku have exhibits and visitors come along and are able to engage freely as they choose to with the exhibitions as they go through the various pavilions and displays. And so in this manner it is a free-choice experience, it is a leisure-time experience, which people can engage in.

In this particular study that we have been working on the last 6 months, we have been interviewing visitors to Aichi Banpaku and in our study we were conscious to look at two variables, one was the age of the participants and so we looked at university level students' ages to – 22 through 30. Also we looked at older adults, ages 60 through to 80.

And the other variable that we looked at was the community to which they belonged. We looked at people from Aichi Prefecture, Aichi-jin, and we also looked at people from Kansai area, Kansai-jin. And when we did some analysis based on their personal writings of their emotional response to Aichi Banpaku, we see that there are some differences.

Just to very briefly explain this diagram. This diagram here represents younger adults, these are older adults and this circle here represents the older people from Kansai. These are the older people from Aichi. These two dots are superimposed on one another. These are the younger people from Aichi and from Kansai.

This scale here represents the extent to which they feel a positive emotional effect associated with the visit. And you can see for younger people and for older Aichi-jin, there is a strong emotional affect associated with their visit, as they remember it. But for older Kansai-jin, very low, not so much. So, definitely, age and where you come from are, in fact, variables, which influence your identity and in turn the impact of the visit.

#Likewise, this is another factor which we were able to determine. This is the clarity of the memories, how well did these people remember. And we can see a quite a nice interaction going on here, the older Kansai-jin have the vaguest memories, the older Aichi-jin have the strongest memories. Interestingly, we have a difference by younger people and their location also. So, the younger Kansai-jin have stronger memories than the younger Aichi-jin. An interesting paradox I think.

I do not mean to fully explain the results in this particular seminar. However, next Monday, that is the 22nd, I will be presenting here in Tokyo again at the Japan Foundation in near Shinjuku and if you would like to attend that seminar in the centre isle here there are some application forms and a poster describing that event. It is between 2 p.m. and 3:30 p.m. next Monday. That is not this Monday, the following Monday, the 22nd of June. And you are very welcome to attend, please collect an application form and fax to the Japan Foundation.

#So assumption number two, visitors are not all the same. Our identity or visitor's identity and life stage shapes their attention, the meaning that is made from the experience, and ultimately the impact of the museum experience. Lastly, museums need to consider a wider set of identity factors beyond age in order to consider their development of exhibitions and programs that promote scientific literacy. Age is one factor, but there are other factors, which need to be considered.

#My third assumption that I want to discuss is the issue of measuring the impact of museum experiences and indeed scientific literacy. The impact of museum experiences, or any experience for that matter, is continually constructing and reconstructing with subsequent life experiences. Very often in my research career I have been asked the question of museums what is the impact of my museum. Well, there are a lot of ways to measure that. But if we look and consider impact it is important to realize that instantaneous measures, measures immediately following the visit only tell a part of the story.

There are other stories to be told. And the impact of the museum experience goes on in the subsequent hours, days, weeks, months and even years, as is demonstrated by the Banpaku studies which I have been involved in. So we need to consider the measuring of impact with much longer baselines rather than instantaneous post-visit measures. Many museums try to assess the impact of museums based on exit interviews or exit surveys or exit polling. And the impact of the museum experience, as measured by instantaneous measures, tells a part of the story, not the whole story. The reason being is that the experience lives on.

The experience of visiting the museum continues in the conversations that visitors have with one another, as they leave the museum. It continues as they, for example, watch television programs that relate to the content of the museum or as they read the newspaper or surf the Internet or have conversations with their mother or father or friends or colleagues, as they engage with their teacher back in the classroom in the subsequent days and weeks following the visit. There are a lot of

other experiences that are going on which cause the museum experience to reconstruct and construct again. So if we really want to understand the impact of the museum, we must consider measures not just following the visit but longitudinally, in the days, weeks, months and even years, following the museum experience.

Also I want to say that based on much of the published research, most of the research that has looked at impact of museum experience has tended to use individual units of analysis. So we consider the individual visitor and consider the impact on the sole person as the unit of analysis to understand impact. And I want to say that there are other units that can be considered.

We should be considering the impact on other units like, for example, groups, one of the traditional groups that are considered with the museums are families. What was the impact of the museum visit on the family as a whole group or even larger units of analysis, what is the impact of how classrooms, from schools visiting the museums, or what is the impact of the museum on the citizens of Tokyo. There are other units that can be considered when we start to conceptualize impact beyond the unit of the individual and it is important to consider these units of analysis when we are thinking about measuring impact.

#This is my third and last assumption that we need to be aware of. Measuring impact in the museum is in reality measuring an interaction, it is an interaction between the museum and other life experiences that the visitors have. There is, I believe, no such thing as a one-to-one correspondence between the impact of the museum and subsequent life impact, because there are other things going on. There are other interactions going on, there are other things happening that the visitors are exposed to which causes them to change. So to isolate the pure essence of the impact of a museum is impossibility. We really need to be aware that, that actually what is going on is that our museum experience is that we have and visitors have are dynamically changing with other life experiences. And if we appreciate that, actually we can understand that there is great importance with partnering with other organizations and other mediums of life experience within our communities, partnering with schools is an obvious one, many museums do this. But also partnering with community groups, partnering with the media, partnering with other scientific organizations and other elements to which visitors are exposed to our scientific messages in museums are important.

As I have mentioned within my third assumption here, longitudinal assessments are very important that go long beyond instantaneous measures. We need to capture changes overtime. Sometimes these changes are big and sometimes very often, I think for the most part the changes are incremental and small. But they are nonetheless significant. I remember the story of a child who visited the Ontario Science Centre in Toronto in Canada. This particular child, in this research study, went to the mathematics gallery and was looking at an exhibit that was trying to demonstrate probability. And the exhibit consisted of balls which dropped through a matrix of pins. And as the balls fell, increasingly it developed a normal curve distribution. In this particular study, the child was interviewed and made no mention whatsoever of this particular exhibit. However, in a follow-up interview 6 months later the child very excitedly reported that,

‘Oh, I understand what my teacher is talking about when he talks about probability, because it is like that exhibit that we saw in the science museum 6 months ago, where the balls were dropping and it made that nice bell shaped curve.’

If we had measured the impact immediately, following the exhibit experience, we would have said, ah, no impact, we have failed. But the longitudinal measuring and appreciating that there are other life experiences going on actually speak to the fact that the exhibit was a success, but not able to be detected in the immediate post visit sense. So, we need to be able to measure our impact longitudinally and overtime.

#In conclusion, I want to summarize the three assumptions that I think we need to be critically aware of when it comes to looking at museums for scientific literacy. And that is that, number one; we need to develop a wider appreciation of the dimensions of impact. We need to understand that the impact of museums are not just in the cognitive domain but the impact are emotional, they are aesthetic, they are social, they are attitudinal, they are cultural, they relate to our identity, and in some instances they relate to our issues of moralistic issues, depending on the exhibit content. So, we need to be aware that there are a wider set of impacts, which are the vehicles, which are the channels, the foundations upon which increasing scientific literacy is developed. Scientific literacy is not a destination, it is a journey and the catalytic events that go on during museum experiences are the vehicles, are the channels which lead us further into increasing levels of scientific literacy with life experiences.

Secondly, museums, as museums we need to have a deeper appreciation of visitor identity and life stages as important and highly significant considerations to be realized. Identity is a multifaceted construct, identity relates to who we are, our values, our life stages, our personal characteristics, the communities to which we belong, these are important factors to consider as we investigate the impact of museums for scientific literacy.

Lastly, we need to consider the measurement of scientific literacy from a longitudinal perspective and that we need to take measures, which go long beyond instantaneous assessments to consider the interaction of subsequent life experiences that people have after they visit the museum on the development of scientific literacy.

#Thank you very much. I would encourage you to please visit my faculty web site in which there are many, many articles, which relate to assessing the impact of museums and indeed informal learning research. Thank you very much.

(永山) どうもありがとうございました。万国博覧会と博物館の間で、ロングタームのインパクトで、同じようなところと違うようなところがありましたら、端的に確認していただけたらと思いますので、お願いします。

(亀井) 国立科学博物館、亀井と申します。よろしくお願いたします。

(Anderson) 面白い質問です。出版されているこの分野に関する文献は限られております。経時的に長期的に、ミュージアム経験を評価している論文はあまり多くありません。全部考えたとしても、15本程度しかありません。英語の論文でもせいぜい15本しか私は思い出すことができません。しかし、共通して言える項目は幾つか知られていると思います。一つは情動・感情として記憶が残るといふことの重要性です。長期的なミュージアム訪問のインパクトに関する論文ならびに、私自身が行った万国博覧会に関する長期的な記憶の結果を見ますと、気持ち、感情です。悪くても、良かったとしても、気持ちが大きいのです。例えば、いらいらした、気に入らなかったことがあった場合、あるいはせっかく訪問した場合に、何かのニーズが満たされなかった、あるいは特に楽しかった、特に充足感があった、特に良かった、あるいは悪かったという感情が伴っている場合には、非常に長く記憶が残ります。

もう一つは、意図に関わっているのです。証拠が実際にありまして、例えば実際に皆さんがX・Y・Zをしようと思って、インフォーマルな学習の場に行き、実際に予定されていたX・Y・Zが満足できる程度にできた場合には、記憶に残ることが分かっています。また万博の研究でもう一つ分かったことがあります。ただ、ミュージアム研究で長期影響として研究されているか分からないのですが、その記憶を皆さんがリハーサルするかどうかなのです。思い返す、思い起こすことを、心理学用語でリハーサルと言っています。

例えば、おしゃべりをする中で、「あのときはね、XとYとZをしたのだ」と語り合うときに、それはリハーサルの一つなのです。例えば写真を見ながら思い出したり、おしゃべりしながら思い出したり、あるいはお土産を見ながら思い出す、それによって訪問のことを思い返すことをリハーサルと言っております。

何回それを思い起こすか、記憶を繰り返すか、これが何よりも重要な要素であって、その記憶が数年たっても鮮明であるかどうかを決めると思うのです。それはミュージアムにとっても多くの教訓になると思うのです。われわれミュージアムとして、何回も思い出してもらうためには、どうするか、参考となると思います。一部の世代や、教師にとってはやりやすいかもしれません。教室の中で、さまざまなアクティビティをして「ミュージアムに行きましたね」と先生が繰り返し言うことができるかもしれません。一方、自分で選んで行った場合には、それを繰り返し思い出させることは簡単でないかもしれません。ただ、考えなければいけないのです。来た人みんなに思い起こしてもらいたいとわれわれは思っているわけですから、それを意識した上で展示をすると、皆さんにとって構築・再構築が繰り返されて、リハーサルが増えてくるかと思えます。

(八代) 総合研究大学院大学の八代といいます。一点質問させていただきたいのです。

科学系の博物館は今、さまざまなマルチメディアのデバイスを使って、この科学博物館でも、タッチパネルのようなものを使ったりして、来館者にいろいろな経験を提供することをしています。こういった技術は、例えば何十年たった場合には、陳腐化して使われなくなっている可能性が高いわけですね。そうしたときに、長期の来館者経験を図りたくても、使われていたデバイスはもうないという状態になったとき、来館者の経験というのは測れるものなのでしょうか。

(Anderson) 技術的なデバイスは、具体的にどのようなものでしょうか。

(八代) 例えば今、そのタッチパネルで、動物が動いている映像を見られますが、それがもう単純にディスプレイにタッチしてというものではなくて、例えばマイノリティ・レポートの映画にあったような、いわゆるタンジブルなデバイスになったとき、古いものはすでに使われなくなってしまって、そのときの経験を思い出そうとしても、もうデバイスがなくて、「そのときどう思いましたか」という話は、聞けないのではないかと思ったのです。そういったデバイスを残しておく必要があるのかということを含めた質問です。

(Anderson) 測定は可能です。つまり、多くのミュージアムでは苦勞してITや最先端の技術を使おうとしているのですが、それは財政的にも厳しいことですし、実務的にも簡単ではありません。技術は、あまりにも早く進んでいるからです。皆さんのミュージアムでも、そのときの最先端の技術を使いたいと、最先端のメディアを使いたいと思ったとしても、簡単ではありません。しかし、長期的なインパクトを考えた場合、インタラクティブな相互作用があるもの、やりとりができるもの、最先端の「クールだ」という技術であったからといって、記憶が鮮明だとかインパクトが大きいとは限りません。ITではないのです。

ほかに重要なのは、例えば本人に対する関連性、あるいは本人の関心との関連性です。よく私が言うストーリーがあります。中国科学技術博物館を訪問したことがあり、そのときに同僚が私に言ったのですが、「頑張ったんだよ。苦勞したんだよ、この展示。これは栄養と食べ方に関する食育のだけれど、若い人ぜんぜん関心を持ってくれないのだよ。若い人はぜんぜん足も止めてくれないのだよ。ただ高齢者は、この食育、食べ方とかテキストパネルを全部見るし、質問もたくさんするのだけれども」とキュレーターは言うのです。「なぜ若い子は関心を持ってくれないのか」と。そこで私は言ったのです「若い人は気にかけていないんだよ」と。高齢者は、もちろん自分の栄養や食べ方に興味を持っているであろう。なぜかといえば、そういう人生のライフステージであって、高齢者であるから関心があるのだ。タッチパネルがあるかないかということは、重要ではないのです。大事なものは、そのコンテキスト（文脈）であり、本人にとっての関連性であって、それが訪問者、来館者に影響を及ぼすのです。

もう一つ簡単なストーリーを紹介します。私自身が一番忘れられない展示は何かというと、ワシントンのスミソニアン航空宇宙博物館で、私はムーンストーンを見ました。岩石なのです。岩ですから、インタラクションなどありません。やりとりなどないのですが、触ればいいのです。小さいものです。ただ、私にとって一番忘れがたいのは、あのムーンストーンなのです。別にITは関係ありませんし、ボタンパネルもなかったですし、光が光っているわけでもなく、どちらかという解釈も何もなく、単なる石ころです。ただ、私にとっては忘れられない。なぜか。60年代に宇宙軍拡競争なるものがあったのです。天文学にも少し関心があったのです。私があのであったからこそ、記憶に残っているのです。私につながりがあったから、私に関連性があったから、あのスミソニアンの石ころが一番記憶に深いのです。

(永山) ほかにございますでしょうか。最後に北原先生、お願いします。



(北原) 先ほどの、パチンコ玉の、「Pinball, It's a probability」の確率の話は、僕は非常に面白いと思って聞いていたのですが。

先ほど、リハーサルが大事だとおっしゃっていて、そのときはまだ分からなくても、ある種の経験を通して、アブストラクトな概念だけれども、**real experiment** をやることによって、将来そのアブストラクトのことが分かるときにきて、それが開くことがあるということですね。それはものすごく大事だと思っていて、私自身も小さいときに、サイコロを振って、本当に6分の1になるかという実験を先生と一緒にやったことがあって、そのことが、今の自分の研究に、20年後につながるということがあります。やはり何が大事かという、エキシビションする側が、何をメッセージとしてインプットするかということが非常に大事なと聞いておりましたが、よろしいでしょうか。

(Anderson) 完全に同感です。その概念、いわゆる **latent knowledge**、隠れている知識と言っていますが、こういった経験は、すぐにそのときにぱっと出すことはできないけれども、後の人生経験を加えることによって、そういったものが出てくるといふ、その触媒になります。私がもう10年ぐらい前に書いた **Ph.D.**の論文でも、若い学生についてたくさんそういう例を見ました。彼らの、科学博物館の展示物との関係は、そのときにはあまり重要ではないように見えても、何週間とか、しばらくたってから、非常に重要なイベントのトリガーになるということ、そこから知識がどんどんと花開くということなので、絶対に経時的な必要が重要だということを、確かめられたと思います。つまり来館直後ではなく、何日、何週間、何か月後の調査が重要であるということが確かめられたと思います。

## Examining the Impact of Science Museums for Science Literacy: A Critical Examination of Assumptions

*International Symposium at National Museum of Nature and Sciences, Tokyo, Japan, 13<sup>th</sup> July, 2009*



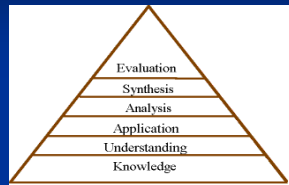
Dr David Anderson,  
University of British Columbia, Vancouver, Canada.

### What do we mean by 'scientific literacy'?

- One way of answering the question is to identify the knowledge and skills to be expected of a scientifically literate person. Scientifically literate person to be able to:
  - appreciate and understand the impact of science and technology on everyday life;
  - take informed personal decisions about things that involve science, such as health, diet, use of energy resources;
  - read and understand the essential points of media reports about matters that involve science;
  - reflect critically on the information included in, and (often more important) omitted from, such reports; and
  - take part confidently in discussions with others about issues involving science.

### Learning and SL are Complex and Diverse Phenomenon

- To become Scientifically Literate is a higher-order form of learning outcome – It is built on the foundation of other domains of learning;



- Science is culturally mediated (by people & society)
- Scientific Literacy is a Journey (not a destination)
- *Emotion* and *Affect* should not be excluded in the development of Scientific Literacy.

### The Impact of Museum Visits – A Visit to Guanxingtai





### The Domains of Impact (Learning as a Product)

#### A Visit to Guanxingtai

- Interest
- Cognitive
- Appreciation
- Social
- Moralistic
- Affective
- Culture
- Aesthetic
- Identity



What you "value" is where the emphasis lies

### Assumption #1

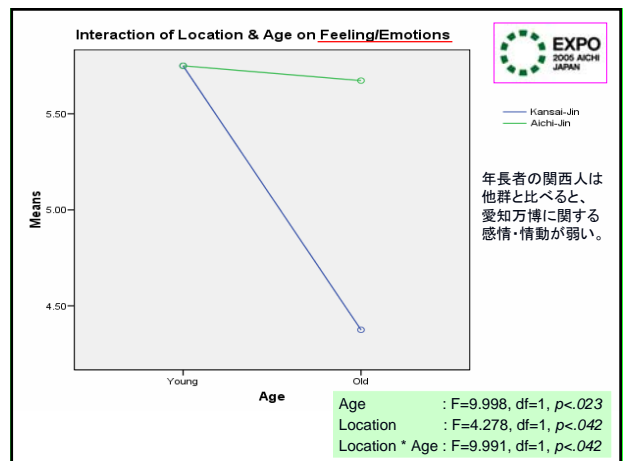
- There are a larger set of the dimensions of impact on visitors derived from museum experiences that transcend an exclusive focus on the cognitive domains
- These domains are inextricably inter-connected – and are the basis of becoming Scientifically literate.
- Scientific literacy should not be considered to the exclusion of the societal culture, context, or other "non"-cognitive domains of learning (and impact)

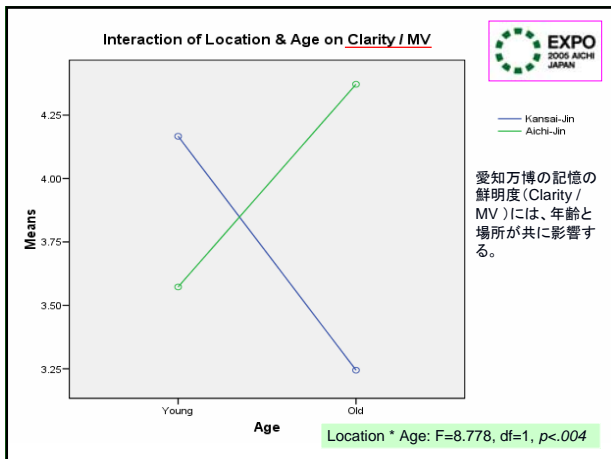
### Visitors Are Not All the Same!

- Visitor Experience and the impact of museum experiences are mediated by their Visitor Identity
  - Interests
  - Background Knowledge
  - Life stage
  - Culture
  - Community
  - Personal Agendas

Constructivist  
View of Learning

Socio-cultural  
View of Learning





## Assumption #2

- Visitors are not all the same!
- Visitor identity (and life-stage) shapes the attention, meaning made, and ultimately the impact of a museum experience.
- Museums need to consider a wider set of identity factors in the development of exhibitions and programs that promote Scientific Literacy.

## Measuring Impact

- The impact of museum experiences (or any life experience) continually construct and re-construct, and that learning/SL arising from a museum experience changes longitudinally with other life experiences.
- Instantaneous measures tell only part of the story;
- Other units of Analysis
  - Groups
  - Communities

## Assumption #3

- The impact of the museum is in reality an **interaction** of the museum experiences AND other subsequent life experiences
- Longitudinal assessments of museum impact that go long beyond instantaneous post-visit measures are vital
- Thus, we need measure which capture changes – big and small - over time.

## Conclusion

- As Museum attempt to understand the impact of the exhibitions and programs for Scientific Literacy:
  - a) A wider appreciation of the dimensions of impact on visitors need to be considered
  - b) A deeper appreciation of visitor identity (and life-stage) as important and highly significant considerations need to be realised
  - c) The importance of longitudinal assessments of museum impact that go long beyond instantaneous post-visit measures in order to better understand the **interaction** of museum experience and other life experience must be appreciated.

## ご清聴ありがとうございました

Visit:

[http://m1.cust.educ.ubc.ca/newsite/faculty/david\\_anderson.php](http://m1.cust.educ.ubc.ca/newsite/faculty/david_anderson.php)

For references

## 講演 2

### **The Science and Nature Program : A model of Early Childhood Science for Children, Parents and Teachers Jean Rosenfeld (American Museum of Natural History, USA)**

Good afternoon everybody. Thank you so much. I am very happy to be here today. I come all the way from New York City, from the American Museum of Natural History and this is my first time in Japan and I am very happy to be here. Dr Ogawa, thank you very much for inviting me. My name is Jean Rosenfeld, and I know today we are talking about science literacy. I work at a program called The Science and Nature Program for Young Children. And, of course, this is the façade of the museum and you can see the New York City cab driver there.

#So, let me tell you a little bit about our program. We work with children aged 2 years old to 5th grade, or 11 years of age, and our goal of our program is to create a program of early science education with those children ages – children in mind and their families and their teachers to foster a respect of nature and a sense of belonging, but we do this in a museum setting.

#One of the things everybody says, well, who comes to your program, how does this work? We have a number of different ways this happens. One way is that we have weekly classes for families; we feel it is very important for the young child to come with an adult in their life, not just the child alone, I think Dr Ogawa mentioned that it is not just the children but it has to also be the adults. So, what we have done is we have combined the two.

We also have partnerships with community-based organizations. When I talk about community-based organizations, I am talking about daycare centers, Head Start programs, sometimes we work with shelters and of course our public schools in Manhattan, we work quite closely with.

I am not sure if you are familiar with what a Head Start is? Head Start are programs for children who are usually 3 and 4 years of age. Usually, the families are not of very high economic means and I think that Head Start gives a child just an extra boost, socialization, nutritionally. We have two different kinds of partners, we have something we refer to as distance partners and those are organizations that are a little bit further away from the museum and we have neighborhood partners and those partners are very, very close to the museum. So, they are able to get here very quickly.

#So, what do we do? Why are we here? What is the rationale and our thinking? Well, we feel it is very, very important to bring children in at a very young age. This is a little boy who started in the program; he just graduated 2 years ago. At this time the picture was taken he was, I think, 3 years of age. So we begin very early.

#We also think it is very important, as I mentioned before, to not just have the children come alone but to have the very important people in their lives such as their parents, grandparents, aunts and uncles come and take the classes with the children. One of the reasons we do this is because I know that in America a lot of times is you will send your child off to school, they will come home at the end of the day and you will say, how was school, what did you do today. And you do not get usually a very good answer. Sometimes your child will say, 'It was fine, no big deal, we did a little of this, we did a little of that.' When the adult attends the program with the child, that knowledge and the sharing continues outside the museum. So, it is brought home and then that learning can continue.

#We feel it is very important to establish a group of families and learners who meet weekly and year after year. We do not take people in our program just for one year. We want them to start very early and to continue on.

In fact, the picture that you see here is a mother, who has just had her fourth child in the program. So, she is very familiar with the way our program works and she is very comfortable.

#Of course, one of our very, very big goals is to make the museum accessible for everyone. We feel that a lot of people come and appreciate the museum but there are a lot of people who are a little bit intimidated by the museum. They are not sure how to get through. They are not sure how to pay. I know that when I visited a few museums yesterday, because I did not have the language I was very intimidated, I was nervous, I was not sure how to handle myself. This goes even a little bit beyond because a lot of our families do not have a formal education and so they are really not sure how to do it. So, we try to bring everybody in and to give them that opportunity.

#So, the way our program works is we have children, as I said aged 2 to 11, and we do many different things. One very big aspect of our program is for the child to feel a level of comfort. And we really like them to – if they want to and usually they do – look very closely at live animals. And this happens in a very natural way at the Science and Nature Program. We do not have to make a big deal about it. Everything is very low to the ground; it is very accessible for the children. And I think as you can see especially in that picture, these children are very comfortable. There is – they are doing this, you can really watch their body language, they are very happy, they are not afraid.

#Another very important part of our program is that we have group meetings and the children and their parents will come to the meeting area, it is usually a special part in our classroom and there is always a lead teacher. And the lead teacher has a goal in mind; he or she knows what the discussion of the day will be. But the teacher does not teach all the time, the teacher does not stand there lecturing. What happens that she will open up a conversation and she will ask a question and a lot of the teaching actually comes from the children themselves.

It is not uncommon for somebody at the Science and Nature Program to say, what do you think

about the planet earth, what do you know about planet earth. And we listen to what they have to say. Usually that is how our lessons are planned. We have vocabulary that we need to get across in a certain period of time and we guide it, but we really allow the children to help us.

I think this is one of our favorite parts in the museum, we are very lucky to have these two beautiful classrooms but we are also very lucky to have the museum itself. And so we call this part taking a safari or an expedition in the museum. That is really our classroom. So, we either visit special exhibits or we visit temporary exhibits or just exhibits that are always there. This is what helps the children make another connection.

So, I will do a group meeting or another teacher will do a group meeting. We will talk about a specific topic, and in this case one class went to the dinosaurs in Mongolia exhibit, we talked about what the new discoveries were about dinosaurs and how we learned that some of the dinosaurs had feathers and what did that mean for the young children and they kept wondering, well, how could it have feathers, does that mean it is – could it be a bird and they started making these connections and then we actually went to visit the hall.

#Then the other group of 4 year olds, and both these pictures by the way are our neighboring partners, so they are the groups of children that come once a week, we went to the hall of planet earth and we talked a little bit about, what is planet earth, what is it made of. And a lot of children know that earth revolves but that is a very hard concept. So, what you see at this picture on the end is children trying to move the earth which was a very successful thing for them to do.

#We also have science related art activities. We feel that this is another way to elaborate what is happening in the classroom and there are a few very cute little pictures here. There is a little girl. She is 4-1/2 years old. She comes from Goddard Riverside Daycare, which is our neighboring partner. And this child and her teacher did a study on birds. And she decided to pick penguins. So the program activity was learning about what kind of a bird is a penguin, we learned that not all birds fly, that this special bird has a special adaptation and it swims. She also learned that the male penguins take care of the babies and we came back to the classroom and she designed a rookery, a habitat, based on the things that she learned while she was out on safari and at our classroom meeting.

The children often do sketches out in the hall. I do not know if you can see but this child is wearing a little safari vest. When the children go outside, we usually ask them to wear their vests. Sometimes they carry a special tool and in this case the tool was a clipboard and a pencil. She sketched a millipede, a giant tropical millipede that she saw on the Dzanga-Sangha rainforest, which is one of our exhibits. This is a very interesting picture because you can tell, the child has made the connections that the millipede has legs on both sides of its body and antennas, but in a very age appropriate way she gave it a face which is, you know, another nice thing about young children, they bring it back to where the things that they know.

Then this group of children on the end were doing a butterfly study and they learned about proboscis and so they came back and they made flowers and they are sipping their nectar though

the proboscis.

Sometimes it is not art; sometimes it is more of a hands-on project. This was a group of teachers and their children from the Head Start Centre. We went out into Central Park and we collected leaf litter one day and we brought the leaf litter back and the children went carefully through the leaf litter and found all different kinds of insects and usually they categorized them or classified them and they did tallies. So it makes everything we do just another connection a little bit more meaningful.

#We also think it is very important to bring in more behind the scenes. So, we bring in special scientists and maybe students that are going to get their Ph.D.'s. We think this is also something that children really enjoy as well as the scientists in the museum. The first picture is a lady who is actually getting her Ph.D. in etymology and her specific study was this one kind of bee. She came with the third and fourth graders and did bee pinning. And I do not know about anybody here, but I certainly, at the age that I had never had that opportunity and here are third and fourth graders doing it. So, I think it is a very important thing.

We had another guest scientist come, I do not know Dr Ogawa if you have met Dr. Sorokin when he was here, when you came to the museum, but he does a wonderful study on arachnids and it is very funny because the young children are very interested and the adults are not so sure, a little more stand back and a little bit more nervous which is because they did not come to the Science and Nature Program.

#So, how does this work? Well, we have families that come. This is actually a very good picture talking about the different generations. These are grandparents and a father working with their children and you can see this is a very high level of engagement. This picture was because of the gold exhibit that we had at the museum a few years ago. This child is actually panning for gold. And there is a study here; this is just back to the idea of close observation of living things. But you can see their faces and they are really very comfortable and they are very engaged and the nice thing about it is that they are all doing it together. Again, our goal is to keep families in the program. We feel that that is the way to really continue the relationship and we find that it is most successful.

#So here is a little thing we did a few years ago. We found that a lot of New York City parents work and would not be able to attend the program. So, we decided to try to have a class with caregivers and babysitters. That is actually how we started the program with such very young children. This child is just 2 years old and look what she is doing. A lot of people feel, Oh no, do not let her touch the microscope, it might break, but she is being very respectful, she knows. We do not feel like there is any harm in trying to let children be exposed to things like this. And we also work with the caregiver. A lot of times we find that in New York City the caregivers mean very well but they do not really know how to use the museum. It is not – it is very often you will find a babysitter just walking, not looking at the child, no communication, but we actually



train the babysitters and the caregivers how to actually use the museum. And they love it.

#So I mentioned before, we have partnerships. These are our partners that come once a week. We call them neighboring partners, Head Starts and daycare centers. They usually come with their family member, sometimes they just come with their teachers depending on the organization. When they do come, we feel it is very important to teach the teachers as well, so we have a large component of professional development and teacher training.

#We feel that this is a very good way to continue the learning back at the school. It is going back to that idea of making the museum accessible for all. A lot of the teachers in the daycare centers, we had found out, had never even been to a museum. And that was a pretty amazing thing for us to learn. So by giving them sort of the support and being open and encouraging them, this is something that after they are done with their classes, we find that they come back to the museum.

#Also the teachers do not only come to the museum, we go to their classrooms too. We find that that helps more with the mutual respect, it is not just them coming to us but it is us going to them.

#The neighboring sessions, as I said, come once a week, usually for 2.5 hours and during that we do the activities, it is the class meeting, it is the safari, it is the free exploration. This is a teacher who has been at the Head Start program for many years. She is a seasoned teacher. She has worked with us very closely. This is one of our most successful partnerships. This is a partnership that has happened from the very beginning, 10 years ago. And you can see, everyone is very happy or very engaged.

One of the other things that happens with this group of children is that our director, Jane Kloecker, who unfortunately could not be here today, offers these children an opportunity to come back free of charge. And so there is this possibility that if the child is interested, they can stand our program until fifth grade. I will show you a picture in a few minutes, but we did just have our first graduating class and a lot of the children were here from the very beginning.

#Our distance partners are a little bit different. They are usually a little bit further away from the museum. Again daycares, Head Starts, some shelters, usually they come seasonally. So they either come three times a year or four times a year and every time they come, right before they come, they get a very in-depth teacher training. We bring them to the museum all day. We figure out what they want to work with, with their children. We find fun, good, solid ways to help them understand the topics so that they can help with their children and then take it back to the classroom. And again, a lot of these teachers have never been to the museum before.

#So how do we know we are doing a good job? How do we get feedback from everybody? Well, one way is, as I mentioned; we do the science related art projects and this is a group of children who have studied 'Woods in Winter,' it is the kindergarten curriculum, so 5 and 6 years olds do this.

And for a whole semester, which is usually 7 or 8 classes they study different aspects of what happens to the woods during the winter, what happens to the trees, what happens to different animals, they learn about hibernation, insulation and then at the very end they create a diorama very similar to the dioramas that we have in our own classroom or in our own museum. And then we listen to what they have to tell us about it. They present and usually they do a wonderful job. So that is one kind of feedback and then there is other kind of feedback we do, I guess, surveys or evaluations but asking the children not so much – we do ask the adults, but in this case we ask the children. And we asked this one child who ended up graduating, ‘What was one of your favorite memories? What was one of your favorites exhibits?’ And he actually wrote about – it is a very famous diorama in the Hall of Reptiles with the comodo dragon was eating something. And he realized that it was not the animal being mean, that this was the animal’s job in nature. And he started making the connections about food chains and sort of the web of life. This is great. I like this a lot.

#Another thing we do and we figure out what we are doing and how we are doing it is we just look at the children. I mean these are three different pictures. Pure delight in holding a corn snake, happy, very comfortable, close observation, again they are having a small conversation, these five children, but then maybe not so happy. This little boy is holding his finger there getting ready to do a squid dissection and they do not know what to think about that, they are not quite sure.

#So we watch and then we ask our parents how we are doing. We get feedback from them. Every semester we do surveys for our parents and we ask them to tell us what is important to you, tell us what is important to your child. What aspects of the program do you like the most, what aspects do you not like. And for our families that do not speak English we have teachers that this is, I think, a grandparent who came and this is one of our teachers who is reading the survey and explaining the survey to the adult who does not speak English.

#I hope you understand this. First of all, I should tell you that because we are an enrichment program in the museum, we do not have to follow the National Standards, we want to follow the National Standards. There are no rules that say you must do this or you must do this. But we feel that it is an important thing to do, especially because we do teacher training to be able to give the teachers their guidelines. So what happens is when we teach in the program, we will teach about the characteristic of an insect, what is an insect that has 6 legs and 3 body parts. You know animals that have meat. We talk about carnivores and so forth. But these are things that you can teach, I do not know if you are familiar with the term ‘dummy it down,’ we use the real vocabulary. It does not matter to us if the child does not understand it right away, eventually they will. What happens here through this and this, this happens. It is very hard to have a class on respect for nature. It is very hard to talk about observing. Those things happen because we do these and these. So, it is almost like a big umbrella.

#One of the things that come back from the surveys and the parents' observation is we hear little anecdotes and the anecdotes are always a very good thing for us to look at and read because we can really see that the children has made a connection. I think, David, you mentioned sometimes that it is not always about what they see at the moment, it is what happens afterwards. And a lot of times we can be in a class and have a child look at us and be talking to us.

Or sometimes the child will not say a word and we are not really sure if the child is understanding it. But they will go home and 3 weeks later they will say something like, I saw an owl in the subway and he realized that this would be a good place for owls. Now, it is not exactly, you know, you cannot really find owls in a subway. But he was starting to think about food chains and he was making those connections. Again, this awareness, this little girl wants to go into the fish store so she can actually look at crabs and lobsters. So she is starting to think, let me think about this, let me go back and let me learn more.

Then, of course, the standard respect for living things. A lot of the times children do not want their parents to kill a cockroach or a spider that they find in their home because it is supposed to be there, it got there because it was supposed to be there. You know, finding a dead insect, wanting to take it home and try to make it come back, these are all things that children start again making those connections and having an appreciation and a respect and those are not things that we teach, those are things that happen naturally.

#I love this because it talks about the language of science and communicating. I am not going to go through all of them but there is one in particular that I think is very important. The second one with a little girl Briana and her grandmother are coming home from school and it is a good thing that they are having a conversation. Briana asks her grandmother how to you say 'mammal' in Spanish? And because the grandmother was not a native Spanish speaker, she used an improper word. She referred to it as a 'mamalito.' And the little girl, who is only 5 or 6 years old, said, 'No grandma, it is mamifero.'

So, this shows a comfort and hopefully not a disrespect but trying to tell an adult who does not have the right terminology and the child is actually telling the grandmother. Again, making the connection that the grandmother says, he is a carnivore, and then he says, well, that is because I am not a carnivore, I do not eat vegetables, again making that connection.

#So I did want to say and I apologize if I did not, we are 10 years old, we are starting our 11th year. You can see that when we first started we were a very small group and now especially here we have really grown. This was our very first year of graduating class of 5th graders which I will talk about a little bit more in a minute.

#We started out in 1998, with 4 and 5 years olds. That is actually our very first class. And I will point out that is Jane, the Director who is still there, and this is Jennifer, who was just finishing up her Ph.D. and she is actually still in the program teaching.

#2008-2009, we ended up serving over 300 families in our core program and then because of our community outreach we were serving over 800 families. So, we really have grown a lot.

#Of course, this was our very first year of our graduating class of 5th graders. This is a very important part for us at the museum because now the museum has an opportunity to have children as young as 2 years of age to middle school. We have a High School Internship Program and a High After School Program.

#Then if not so much the families at that point, but if the children want to continue and there is a real interest, there is a possibility to continue in high school, college, undergraduate and then, of course, the new, Gilder Graduate School. So now, we really are lifelong learning in a sense.

#Anyway, we end at a nighttime scene in the Rose Centre. I think that is it. Thank you.

(並木) ありがとうございます。千葉市にある動物公園で、子供向けのプログラム開発に携わっております並木と申します。二つのことをお伺いしたいです。

一つは、博物館でなければできないというか、博物館であるからこそできる、先生のおやりになっているプログラムの特徴は何か。学校ではなく、博物館だからこそということについて、お考えをお聞きしたい。

2点目に、私たちも苦労しているのですが、小さいお子さんの擬人化された表現というものが、生き物の姿を理解する上で、幼少期は理解する上でのアナロジーとして、自分の体や人間の体を使うという意味で、非常に納得できるというふうによく思う場合と、それは打ち消して、やはりサイエンスというか、先生のおっしゃったような、例えば肉食獣というような述語に置き換えていく、それを言葉として教えてあげていく、この微妙な関係についていつも悩んでいます。ある程度の年代的な区切りがあるのかどうか。あるいは決して擬人化された表現を、打ち消さずに理解してあげる、大人の側が表現されたことを理解してあげるということによいのでしょうか。このあたりについて、よろしく願いいたします。

(Rosenfeld) では、二つ目の質問から初めてよろしいですか。用語を教えることは大事だと思います。時には、その用語はなかなか理解できないかもしれません。でも、理解ができないからといって、かまわないのです。私の経験では、そしてサイエンスネーチャープログラムの参加者の考えでは、少なくとも言葉を言うてみることは重要だと思うのです。理解ができなかったとしても、子供に言うてみる、子供が聞いたと言うことが大事なのです。

もし、私が質問を正しく理解しているとすれば、例えば生物を観察していて、例えば自分の体と比較してみたり、ほかのものと比較してみるときに、どこから始めるかといえば、それは生きているのか、生きていないのか、そこから対比を始めています。いろいろな意味で、例えば子供と一緒に動物を見ているのであれば、動物は生きているのだからラッキーだと思います。私たちも生きている人間なのですが、呼吸している、動いている、私た

ちは生きている生き物なのです。その際に、人間を参考にするには意味があると思います。動物も生きている、人間も生きていると、そういう意味での比較は可能だと思います。

最初の質問は何だったのでしょうか。もう一度おっしゃっていただけますか。

(並木) 一つめの質問は、博物館でなければできないと、先生が思われることは何でしょう。学校の教室ではなく、博物館だからこそできることについて、お考えをお聞かせいただければと思います。

(Rosenfeld) ありがとうございます。ミュージアムでの独特な体験だと思います。ある特定の場に来ているからです。やはり違いはあると思います。学校は学校ですから。ミュージアムは、豊かにするのです。文化的・科学的であれ、それは濃縮された、豊かな、詰め込まれた独特の場所だと思います。もしご質問を私がきちんと理解しているとすれば、ミュージアムとして、学校ができないことで、何ができるかということですね。

ただ、ちょっと時間をいただいて考えなければ分からない気がするのですが、ミュージアムは、みんなのための資源ですね。誰のためにでも提供ができる。もちろん、学校から皆さんで来ていただけるのであれば、学校からグループで来てもらえばいいのですが、ちょっと考えさせてください。また後で直接お話ができるかもしれません。すぐに思いつきません。

(永山) ほかにございますでしょうか。はい、お願いいたします。

(岡山) 日本科学未来館でサイエンスコミュニケーターをやっている岡山と申します。本日はありがとうございました。

先生のやられているプログラムは子供向けということですが、結局親が、興味があってそのプログラムに子供を入れるわけですね。親にある意味で働きかけをしないと、子供は来ないと思うのですが、そういう親への働きかけはどのようにしているのか、教えてください。

(Rosenfeld) 大事な質問ありがとうございます。それをお話しすると、ほかの質問の回答になるかもしれません。

このプログラムに来てくださる皆様と言った場合には、パートナーシップの機関としてではなく、コアのプログラムです。マンハッタンといっても広いのです。そして自然史博物館と聞くと、子供を参加させようと皆さん、思ってくれるようなのです。実際、面談、聞き取りをしているのです。その結果、ある特定の年代の子供であれば、どんどん面談に来てくださいと言っているのですが、最終的には私たちが選ぶのです。いわば選抜とでもいいですか、選り好みというか、この子なら合うという子を選んでいるのです。子供と大人と、両方が関心を持っていないといけないのです。

実は面談を行うと、ママとパパしか関心がないのか、実は子供は興味を持っていないということが分かるのです。そうであれば、実はあまり合わないのです。仮に親御さんたちがサポートの気持ちが強かったとしても、子供自身の関心があることがとても重要なので

す。そういう選び方を実はしているのです。私たちは、大人と子供が両方関心を持っているという方たちを、実は選抜しているのです。お答えになったでしょうか。

(岡山) ありがとうございます。今の質問のほかにもう一ついいでしょうか。

一般市民というか、科学リテラシーを上げることを考えたときに、今、選抜をされているということでしたが、親にしても子供にしても、本当に関心がない人に「科学って面白いな」と思ってもらうことも、すごく大事なことだと思うのです。それに関しては、どのようにお考えですか。今回のプログラムに直接関係なくてもかまわないので、お考えを聞かせてください。

(Rosenfeld) それも大事な質問ですね。そういうことは、していないかもしれません。つまり、誰でも一定の関心はあるかと思うのです。それがサイエンスであれ、ダンスであれ、陶器・焼き物を作るとか。ただ、なぜこのプログラムが成功しているかというのは、そもそも家族が一定の関心を、みんなが持っていると思うのです。関心がゼロであれば、もともと申し込んでこないと思います。

しかし、違ったということもあるのです。場合によっては、前に申し上げましたが、子供と親の両方が関心を持っていないといけないのです。親だけとか、もしかしたら例えば広報の中で、子供が生き物に関心があったとします。そして親が、関心がなかったとした場合には、子供には参加してもらおうと思います。願わくば、うまくいけば、親御さんも関心を持ってくれるようになるかもしれない。それによって、親も興味を持ってくれるかもしれません。ただ、親も 100%同じ関心を持つということではなかったとしても、参加はしてもらって、一定の関心は必要なのです。親は、後ろで離れて立っていればいいということではありませんから。子供の隣にいてほしいわけですから。

(永山) ほかにございますでしょうか。

(Rosenfeld) 今の質問に、もう一回答えさせてください。今、全く科学に関心を持っていない人に対して、リテラシーをどう高めるかについて、もう一回考えないと、私もきちんと答えができないのですが、確かに皆が皆興味を持っていないのは事実です。人は皆違うわけですから、科学に興味がない人もいるでしょう。ただ、正直言いまして、今のご質問にきちんと答えることができないと思うのです。どこから語り始めてよいか分からないのです。例えば大人がいて、全く科学に興味がなかった人がいたとします。そういう話が、後で、パネルで出てくるかもしれませんが、それを大人になってからどう興味を持たせるのかは、よく分かりません。やはり興味は、子供のときに始まると思うのです。本当に大人になったときに関心がゼロという人にどうしたらよいか、私も一緒に考えたいと思います。

(永山) 通訳の方が前後しましたので、申し訳ございません。

(Jones) Ed Jones と申します。教育心理学者です。質問の一部ですが、今おっしゃった

プログラム以外に、一般の人向けのプログラムがあると思いますので、紹介してください。

(Rosenfeld) ありがとうございます。そのとおりです。子供向け以外のプログラムも実施しております。大人向けのプログラムもありますし、学生向けのプログラムもあります。幼児だけでもあります。メンターリングの、メンター（指導者）を用意したプログラムもあるのです。しかし、メンターリングをするということであれば、科学をもともと好きでなければなりません。興味がないものについては、無理だと思うのです。

それ以外にも、ほとんど退職した世代の人たち、例えばもと教育者であって、ボランティアとして教えてくれる人がいます。教育目的で話をしてくれることもあります。結局、やはり好きだから来るのだと思います。文化組織が好きだとか、理科系の機関、科学系のものが好きとか、科学が好きだから、そういう人たちは協力してくれると思うのです。例えば私自身であれば、好きではないもので手伝おうとは思わないと思います。私にとっても相手の人にとっても、意味がないと思いますが、そういう質問をしてくださってありがとうございました。

## プログラム事例紹介1

### 「概念の深まり」をモチーフにした世代別プログラム体系の試み

岩崎 誠司（国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課）

こんにちは。国立科学博物館岩崎と申します。プログラムの事例をこれから報告させていただきます。プログラム開発は四つの分野に分けて行ってまいりました。物質と社会グループでは、概念の深まりをモチーフにして世代別プログラムの体系化を行いました。その報告をいたします。

物質と社会グループの目標を以下のように設けました。物質の形態や特性、化学変化について理解を深める。諸物質によって形作られている世界をとらえ直す。日常生活や社会において、物質や化学変化を利活用できる場面が広がる。この三つを、関連付けていきたいと考えました。このときに、物質やさまざまな化学変化について理解の深まり、そしてつながりを意識して、世代に応じた学習プログラムの開発を行いました。

理解の深まり、広がり、つながりを持ったプログラムを開発するために、酸化・還元をテーマにしました。その理由としては、酸化・還元が酸・塩基反応と並んで重要な化学変化であること。この二つの反応、酸化・還元と酸・塩基反応で、一般的な物質反応の大半を理解することができるために、そして酸化・還元反応は、日常生活において非常に身近な反応であるために選びました。

世代に応じたプログラムをとらえるために、二つのキーワードを考えました。一つ目が理解の深まり、そして広がりです。これについては、よりミクロな視点の獲得によって、科学的な基礎概念の深まりができてくる。普通は、専門的になればなるほど視野が狭くなるという印象があると思いますが、私たちのグループの場合には、抽象的な概念を獲得する。その概念が、適用できる範囲が広がっていくというふうに考えました。

だんだん内容が深くなっていくに従って、狭くなってしまおうという印象があるのですが、逆にここでは深まれば深まるほど、その概念を適用できる範囲が広がると考えました。

二つ目が、つながりについてです。世代に応じて開発した各プログラムの内容が、科学的な理解の段階を一つずつ積み上げていくように計画しました。世代のつながりとプログラムの内容のつながりを計画の中に盛り込みました。

世代別のプログラムの目標として、幼児・小学生向けは、幼児と小学生で違った内容を考えてみました。こういう世代別のプログラムを開発する際に、世代によって大切な要素を考えて、実際に実践を行いながら、その中身の調整を行っています。

幼児・小学生については、三つ考えました。①物質への興味：世界は物質でできている。②未知の世界への関心：拡大すると違う世界が見えてくる。③道具への関心：道具を使うと違った世界が見える。こういう三つを、幼児向けとして考えました。

さらに小学生については、この幼児向けに加えて、三つのことを考えました。簡単な物質に対して理解する。現象をモデル化して理解する。そして簡単な実験操作ができるようになる。こういう三つを考えました。

中学生と高校生に対しては、四つのことを考えてみました。①物質に対する理解、現象



をモデル化して理解すること。②モデルを基にして、予測を立てながら実験を計画・実施すること。そして、③知識と実験結果を統合して理解すること。④難易度の高い実験操作もできるようになる。こういう四つを、中学生・高校生向けとして考えました。

これが2007年度、2008年度、そして2009年、2010年という4年間の計画です。物質と社会グループでは「かたち」のはてな?」「鉄を取りだしてみよう」「化学反応は電子が主役」(酸化・還元反応)という三つのプログラムを開発しました。この三つのプログラムが、世代が進むに従って、よりミクロな視点に着目して科学的な基礎概念が深まっていく、科学的な理解の段階を一つずつ進めていくようにここを考えてみました。世代が重なって積み重なっていく。内容についても、この三つの実験がばらばらではなくて、「かたち」のはてな?」「鉄を取りだしてみよう」「化学反応は電子が主役」という順番に、理解が深まっていくように構成を考えました。

実際のプログラムですが、幼児・小学生向けには「かたち」のはてな?」を行いました。対象は、幼児とその保護者になっています。幼児へのねらいとしては、ものを拡大してじっくり観察することを通して、ものの形を知ること、道具を使うこと。また、保護者へのねらいとして、ものを幼児と一緒に観察することを通じて、物質の形や構成について理解を深めること、というねらいを考えました。

流れとしては、ものを拡大して見ることを中心に組んでみまして、虫眼鏡を使って砂や塩、砂糖を拡大して見る。身の周りのものや、自然界をもっとよく見てみよう。拡大してみると役に立つ便利な道具。こういう三つのことを考えて、流れを作っていきます。

結果としては、拡大するとものが違って見えることに気が付いたという幼児が多かった。幼児は、虫眼鏡を使った観察がちょっと難しかった。そのかわり、何を拡大したかということについては、理解することができました。保護者からは、帰宅後も虫眼鏡を使って子どもと一緒に観察してみたいといった回答が非常に多くありまして、親子で身近な物を観察する気持ちになった。今後、物質の形や構造に理解を深めるきっかけになったと思っています。

それから「鉄を取りだしてみよう」というプログラムを、中学生向けに開発しました。実際に、小中学生向けのプログラムとして開発して応募をかけたのですが、実際には小学生のみが参加しました。ねらいとしては、酸化・還元を通じて物質の変化を理解する。実験によって、それを体感的に理解してほしい。具体的な内容としても、金属が酸素と結び付くと、さびる。さびた金属から酸素を取り除くと、ぴかぴかになる。燃焼も酸化の一種である。この酸化・還元が同時に起こるのだということを、紹介したくて行いました。こちらの場合には、酸素と結び付くということで、酸化・還元を理解させています。

内容としては、さびについての話、酸化の実験としてスチールウールの燃焼、還元の実験として、さびたものから金属を取り出す。テルミット反応の生成物の観察や、社会における鉄の活用についての話という、四つの中身を考えて実際に行いました。ここでは、中学生向けの内容ですが、実際には小学生に実施して、酸素との結び付きということで、酸化・還元を説明・理解してもらいました。

結果としては15人の参加だったのですが、15人中6人が、金属は酸素と結び付くことでさびるという、酸化について理解することができたと。それから、還元についても理解することができたのが、15人中6人、酸化と還元は同時に起こることを理解してくれた小

学生が1名いました。

それから、酸素と結び付きやすいものと、結び付きにくいものでは、還元の違いが違ふという、こちらが意図したことよりも、さらに高度なことを理解してくれた小学生がいました。

次に、「化学反応は電子が主役」という中高生向けのプログラムを、中学生に実施しました。こちらの場合は、酸化・還元反応をさらに一段進めまして、電子のやり取りということで理解してもらうように組みました。酸化・還元反応の、身の回りの物質についての利活用について知ることを目的として立てました。

実際のプログラムとしては、電子のやり取りによる酸化・還元反応の話、銅の電子めっきの実験、無電解めっき、化学めっきの実験。鉄イオンによる振動反応、シュウ酸エステルの発光反応の実験を行いまして、電子の受け渡しとしての酸化・還元を理解してもらうように内容を組みました。

中学生に実際にこれを体験してもらいまして、絶縁体であるプラスチックの板にニッケルをめっきすることができた。普通だと銅版でめっきするのですが、この場合にはそうではなくて、プラスチックの板にめっきをすることもできるという体験をしてもらって、非常に中学生たちは驚きまして、次の学びに意欲がつながりました。

電子の働きが、さまざまな反応にかかわっていることを意識できた。条件を制御したり、薬品や器具を使うことについて、理科っぽいと表現してくれた生徒もありました。

物質の調査研究期間は今、4年間中の2年まで来ているわけですが、以下のようなことを考えてきています。開発目標については三つのことを考えていたわけですが、「物質の形態や特性、化学変化について理解を深める」「諸物質により形作られている世界をとらえ直す」の二つは、大体できたのかなと。最後のところの「日常生活や社会において、物質や化学変化を利活用できる場面が広がる」、これがまだ到達できていないところです。

この深まりということと、つながりということが今課題になっていまして、だんだんと概念を深めていくことを行ってきたわけですが、研究者の場合には、専門性を高めていくことができると思うのですが、一般の方の場合には、深めていくのはちょっと方向性が違うのか、研究者と一般の方で求めていくものが違ってくるのかと考えています。

一般の方については、日常生活や社会での利活用に話を変えていったらどうか。世代と内容についても、どう世代を関係させていくのか、内容を深めていくのかを考えています。

今、幼児、小学生、中学生、高校生向けのプログラムを作ってまいりまして、専門家について、研究者については、だんだんもっと深めていくという内容があるかと思うのですが、一般の方については、もう少し違った方向性があるのではないかと考えています。専門家と一般の方の緩やかな分離が起きてくる。物質と社会について、成人向けの科学リテラシーを考えることが課題になってきています。

最後に、深まり・広がりについて、成人については、物質やさまざまな化学変化について、概念の深まりはある程度で止まるのではないかと、安定するのではないかと。むしろ質的な深まり、広がりに移っていった方がいいのではないかと。日常生活や社会での経験が増えてくる大人については、事項について具体的に理解する機会や、事項と事項との関係を理解する。これを繰り返し経験することで理解が定着する。こういったことが大事になってくるのではないかと。

つながりについてはテーマや世代についても理解が広がっていくので、この物質や社会という中だけではなくて、ほかの内容についても関係をつけていくことが大事ではないか。

それから、再び学び直す。ほかの人の世代についての学びを助けることも、この後の研究ではやっていきたい。

それから、科学系博物館以外の機関との連携も大事な要素になってくるかと思っています。

体系化を考える上では、科学リテラシーの観点から、適切な学びの深さを考えてみたい。それから、今四つのグループで研究を行っているのですが、それぞれの関係づけをしっかりとやっていきたい。場合によっては、融合していくこともあるのではないかと思っています。こういう事項間のつながり、関係づけを強化することを考えて、プログラムを作っていきたいと思っています。

物質と社会グループの概念の深まりをモチーフにして、世代別プログラムの開発と体系化について現在の状況を報告いたします。

(永山) では、会場の皆様から何かご質問がありましたらお願いいたします。よろしいでしょうか。では、お願いいたします。

(Q1) 中高生に向けての実験の際に、何人中、何人が理解したというようなお話があったのですが、それはどういうふうに計ったのか。アンケートなのか試験というか、その方法を教えてください。

(岩崎) どういう形で評価したかですが、これは書いていただきました。アンケート方式です。

(Q1) それは、例えば「金属は酸素と結びつくことでさびるということが分かりましたか」というような質問を書いて、それに対して「はい」「いいえ」ということですか。

(岩崎) 「はい」「いいえ」という場合もありますし、具体的に本人に書いてもらって、その内容をこちらが判断したと物もあります。

(Q1) ありがとうございます。

(岩崎) 詳しい内容が報告書に書いてありますので、ぜひご覧いただければと思います。

(永山) ほかにございますでしょうか。それでは、どうもありがとうございました。

## 「概念の深まり」をモチーフにした 世代別プログラム体系の試み

物質と社会（私たちの生活を支える物質）

＜プログラム開発担当館＞  
科学技術館、名古屋市科学館、国立科学博物館

## 「物質と社会」の開発目標

- 物質の形態や特性・化学変化について理解を深めるよりマイクロな視点を獲得する（理解が深まる）ことが、理解できる範囲を広げる
- 諸物質により形作られている世界をとらえなおす
- 日常生活や社会において、物質や化学変化を利活用できる場面が広がる

「物質や様々な化学変化」について理解の深まり、つながりを意識し、世代に応じた学習プログラムを開発

## 理解の深まり（広がり）、つながり

「酸化・還元」をテーマに理解の深まり（広がり）とつながりを持たせるように、プログラムの開発を行った。

### 理解の深まり（広がり）

よりマイクロな視点の獲得による科学的な基礎概念の深まり  
抽象的な概念の獲得→その概念が適用できる範囲が広がる

### つながり

世代に応じて開発した各プログラムの内容が、  
化学的な理解の段階を1つずつ積み重ねていくように計画

（世代のつながりとプログラム内容のつながり）

## 世代別のプログラムの目標

### （1）幼児・小学生

#### 幼児

- 物質への興味：世界は物質でできている
- 未知の世界への関心：拡大すると違う世界が見られる
- 道具への関心：道具を使うと違った世界が見える

#### 小学生

- 簡単な物質に対する理解（現象をモデル化して理解）
- 簡単な実験操作

### （2）中学生・高校生


- 物質に対する理解（現象をモデル化して理解）
- モデルをもとに、予測を立てながら実験を計画、実施する
- 知識と実験結果を統合して理解する
- 難易度の高い実験操作

## 理解の深まり（広がり）、つながり

年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
分野	世代 幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人・ファミリー	団塊
生命・人間と社会	おいしいゆめえ 生きもの美肌コレクション	恐竜発掘地層ケーキをつくろう！ 火山と暮らしの楽しい関係		
宇宙・地球・環境と社会	かわらの小石で遊ぼう かわらの小石で遊ぼう ～小石のアートにちようせん！	めざせ砂金ハンター ～河原の砂金はどこから来るの？ 化石は語る ～化石が教えてくれる過去の環境		
物質と社会	「かたち」のはてな？	酸を習りだしてみよう 化学反応は電子が主役 ～酸化還元反応～		
技術と社会	風車で分かる電気エネルギー ～風車によるエネルギー変換実験を中心として	速く正確に走るロボットを作って、 コース別タイムトライアルをしよう 風車で分かる電気エネルギー ～風車でのエネルギー変換実験を中心として		

### 「かたち」のはてな？


対象：幼児とその保護者  
ねらい：「もの」を拡大し、じっくり観察することを通し、ものかたちを知る。道具を使う。  
→保護者へのねらいとして、「もの」を幼児と一緒に観察する、物質のかたちや構造について理解を深める。  
流れ：ものを拡大して見る  
①虫めがねを使って砂や塩、砂糖を拡大してみる  
②身の回りのものや自然界をもっと見てみよう  
③拡大してみる便利な道具のお話



・拡大するとものが違って見えることに気づいた幼児が多かった。  
・幼児は虫眼鏡を使った観察が難しかったが、ものを拡大した写真を見たときには、何を拡大したものなのかを理解することができた。

### 鉄を取りだしてみよう


対象：中学生（小学生に実施）  
ねらい：酸化・還元を通じて物質の変化を理解する。体感的に理解。  
・金属が酸素と結びつくとさびる（酸化）  
・さびた金属から酸素を取り除くとびかびかになる（還元）  
・燃焼も酸化の一種 など  
流れ：さびについての話  
①酸化の実験としてスチールウールの燃焼など  
②還元の実験としてさびたものから金属を取り出すなど  
③テルミット反応の生成物の観察や社会における鉄の活用についての話  
「酸素との結びつき」として理解



・金属は酸素と結びつくことでさびるといふ酸化について理解した。(15人中6人)  
・還元について理解した(15人中6人)  
・酸化・還元は同時に起こる(1名)  
・酸素と結びつきやすいものと結びつきにくいものでは、(還元)の難しさが異なる。

### 化学反応は電子が主役

対象：中学生  
ねらい：電子のやりとりから酸化・還元反応を理解し、身の回りでの物質の活用について知る。  
流れ：電子のやりとりによる酸化・還元反応の話  
①銅の電気めっきの実験  
②無電解めっき（化学めっき）の実験  
③鉄イオンによる振動反応  
④シュウ酸エステル発光反応  
「電子の受け渡し」と概念を拡大



・絶縁体であるプラスチック板にニッケルをめっきできたことに驚き、次の学びへの意欲  
・電子の働きが、様々な反応に関わっていることを意識化した  
・条件を制御したり、薬品や器具を操作することを「理科っぽい」

### 物質の理解の深まり（広がり）、つながり

（中間報告段階）

○ 開発目標の実現

- ・物質の形態や特性・化学変化について理解を深める
- ・諸物質により形作られている世界をとらえなおす
- ・日常生活や社会において、物質や化学変化を活用できる場面が広がる

○ 今後の課題

- ① 深まりはどこまで？  
（物質と社会に関する科学リテラシー）
  - ・研究者と一般とのゆるやかな分離
  - ・日常生活や社会での利活用
- ② つながりはどうなっていく？
  - ・世代のつながり
  - ・内容のつながり

10

### 今後の開発（プログラムの開発、体系化）

	幼児・小学生	中学生・高校生	大学・成人・ファミリー	団塊
当グループが目指した世代のつながり	<p>よりミクロな視点の獲得による科学的な基礎概念の深まり。</p> <p>・身の回りの物質と様々な化学変化について理解を深める</p> <p>・実生活への物質の関わりや社会においてどのように活用されているかについて考える</p> <p>【学習段階に応じて理解がより深くなる】</p>			
プログラム	「かたち」のはてな？	鉄を取りだしてみよう 身の回りの材料	化学反応は電子が主役	
ねらい	「もの」を拡大し、じっくり観察することを通し、ものかたちを知る	酸化・還元を通じて物質の変化を理解する。	電子のやりとりから酸化・還元反応を理解し、身の回りの物質の活用について知る	今後の開発

物質と社会 11

### 今後の開発（プログラムの開発、体系化）

（世代：「大学・成人・ファミリー」、「団塊」）

プログラム開発の方向性

(1) 深まり（広がり）

「物質や様々な化学変化」についての概念の深まりは安定する？  
→質的な深まり（広がり）  
日常や社会での経験が増え、事項について具体的に理解する機会や事項と事項の関係を理解する。  
繰り返し経験することで定着する。

(2) つながり

- ①他のテーマ（領域）や世代に対する理解が広がり、関係が増えていく
- ②再び学び直す。他の人（世代）の「学び」を助ける
- ③科学系博物館以外の機関との連携

体系化

- ①科学リテラシーの観点から、適切な「学びの深さ」
- ②他のテーマ（領域）との関係づけの強化、融合

事項間のつながり、関係づけを強化するプログラム？

## プログラム事例紹介2

### 「空間の広がり」をモチーフにした世代別プログラム体系の試み 有田 寛之（国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課）

こんにちは。国立科学博物館の有田と申します。よろしくお願いいたします。ここでは生命・人間と社会のグループの事例紹介ということで、空間の広がりをモチーフにした世代別プログラム体系の試みということでご紹介したいと思います。何度も出ていますが、この科研費の目的は、さまざまな世代の人々の化学リテラシー涵養を目指し、博物館の資源を生かしたモデル的な学習プログラムの体系的開発ということになっています。

四つの世代と分野を設定しているのですが、今ご紹介する「生命・人間と社会」では、人間を含むすべての動物にとって、生きるために必要な「食」を学びの切り口、モチーフとして、食を通して自然の理解を目指すプログラムを、世代別に開発しようということになりました。

プログラム開発の前提としては、世代の特徴に合わせるということになっているのですが、生命・人間と社会では、発達段階に応じた生活空間の変化に注目しています。知識の発達だけに注目するのではなく、人格形成や社会の中でのそれぞれの役割の変化に合わせたプログラムを作ろうということになります。

四つの世代に向けたプログラム開発で扱うような空間的な広がりを、世代ごとの社会における活動範囲に合わせることを念頭に置いて、各年度のプログラム開発をこのように整理しています。

まず、幼児と小学生ですが、まだ社会性が発達途上である。親子関係を中心とした時期となりまして、小学校でようやく先生や友人といった、家族以外の人間関係が広がるということですので、いきなり非常に社会的に大きなテーマを設定するプログラムではなくて、食という直接的なきっかけで、食べる対象である生き物という視点で、生き物自体に興味・関心を持たせて、観察を促すようなものを目指そうということにしました。

中高生は家庭以外に学校や部活動といった、地域に根ざした集団活動がだんだん盛んになってくる時期です。職業選択なども考える時期になりますので、地域の社会に目を向けるようなことということで、暮らしと自分の住む地域の自然のかかわりを理解するようなプログラム作りを目指そうということにしました。

大学・成人・ファミリーの世代は、職業を選択して家庭をつくって、それぞれの役割の中で地位を確立していくような、社会活動の一番中心となる世代になります。そこで、身近な地域を学びの出発点にはするのですが、より広い世界に視野が広がるようなプログラムを目指そうということを考えました。

団塊の世代は、今度は知識・技術を得ることから、伝えるということに目的をシフトして、地域社会への知の還元を提供する。ひし形の広がりがきゅっと狭くなっているのですが、地域社会に目を向けるというような流れを考えています。こちらは来年度の開発なので、考え方だけを整理したという段階になります。

このように、現在、科研費3年目ですので、3本のプログラムです。今年度のものは始

まったばかりになりますので、本日は残りの時間を使って、この 2007 年度、2008 年度の二つのプログラムについてご紹介したいと思います。

まず、幼児・小学生向けの「おいしいぬりえ」を紹介したいと思います。科学において観察したりスケッチすることは、子どもに限らず重要なことと考えられます。解剖学にはスケッチというような学びの機会がありますし、そもそも博物学というのが、さまざまなスケッチが重要な役割を果たしてきたという歴史もあります。

書くということで、正しく見ているかどうかを確認することができる。それだけではなく、絵を描いたり色を塗るといのは基本的に楽しい行為ですから、主体的な学びを促進するきっかけになると考えられます。

そこで、子どもたちに博物館の展示室で実物資料の観察を促して、科学に親しんでもらうというような塗り絵のシートを、国立科学博物館と海の中道海洋生態科学館が共同で開発しました。ごらんいただいているのが塗り絵シートの例ですが、ただ色を塗るということではなくて、観察のポイントや、ほかの種とどう違うかというような特徴が、右側に書かれている。それから、下には気づいたことを自由に書ける欄を設けています。

塗り絵の種類も、このように全部線画になっている物と、一部分だけあって、残りは自分で線と色を書いてくださいと。あとは、そもそも真っ白で自由にスケッチを、スケッチからやってくださいということで、個人の趣味やレベルに応じて参加できるような工夫をしています。

対象にした展示物ですが、両施設で共通に展示されているものや、食べられるもの、身近なもの、人気があるものというものを考慮しながら選ぶということ。あとは、子どもがスケッチをしたり塗り絵をしたりということですので、あまり高い所にあるものは見えないということで、そういう物理的な要因も考えながら、この写真に挙げているような9種類を作りました。

実際に、2007 年度に国立科学博物館と、海の中道海洋生態科学館で、お客さんに使ってもらうことを、両施設合わせて計7日間行いました。実施の様子が出ております。

参加者にアンケートを取りましたが、その概要を簡単にご紹介したいと思います。塗り絵なので、参加者の動機は、「とりあえず塗り絵が面白そうだったから参加しました」という人がほとんどです。「参加してみて実際にどうでしたか」と言うと、「とても面白かった」「面白かった」が大半を占めている。「次も同じようなものがあったら参加したいですか」ということについては、9割ぐらいの人が「ぜひまた参加したい」と答えているという回答がありました。

このプログラムの塗り絵プログラムの目的は、楽しんでもらうということでもいいですが、生き物の形とか外部形態を観察してもらうことが目的になっています。実際には、約4割の参加者が塗り絵のシートに色を塗ったり絵を描くだけではなくて、気づいたことをこのように書き込むということをしてくれました。

観察のポイントで、足は何本でしょうみたいな問い掛けをしていますが、そこにわざわざ答えを書いてくれているような子がいました。あとは水族館の例で、水槽の背景のほかの生き物や、大きな岩があったりという、対象物以外の絵も描いてくれるような例もありました。

記述されている内容にどんなことがあったかということですが、塗り絵だから色のこと

を書いたかというとは必ずしもそうではなくて、外部構造、形に対する気づきが多く記入されています。海の中道は水族館ですので、生きている動物が見られますが、動きや生活のしかたを記入している例も比較的多く見ることができました。

この結果から、標本をじっくり観察して、形についての気づきが導かれている。さらに生きている標本がある場合には、その動きや周りの様子についての発見が促されるということが示されているのではないかと思います。

こういう塗り絵シートを作ってみたということで、二つの異なる館で実施しましたが、どちらもおおむね評判が良く、楽しみながら海の生き物の観察ができるという結果になりました。

もともと、塗り絵をしたいということで子どもたちは参加するのですが、その結果として、よく展示物を観察する。そこから新しい発見が生まれて、海の生き物に興味が生まれるという流れが、こういう工夫によって生み出されるのではないかという可能性が示されたと考えることができると思います。

引き続きまして、2本目の中高生向けの「恐竜発掘地層ケーキをつくろう！」というプログラムです。これは、普段あまり自然と触れ合う機会が少ないニュータウンに住んでいる中高生が、お菓子や恐竜という身近な切り口をきっかけに、生活と自然科学のかかわりを学ぶという継続学習プログラムになります。

プログラムの中で、実際にケーキ作りにチャレンジするのです。そのプロセスとして、地層を模したケーキをパティシエの人に開発していただきましたが、その地層のケーキを作るために、地層や、そこから出てくる恐竜、自然、地層の成り立ち、それから防災と暮らしの関係などを、地域の自然について学んでいきます。地域の自然に合わせたまちづくりや、まちづくりと洋菓子文化のかかわりなども、トピックとして知ったり、郷土の自然や文化に理解を深めることを目指しています。

食や防災といった日常生活の課題と、科学のかかわりに気づいてもらう。あとは、いろいろな職業の人と、科学のかかわりの認識を深めてもらうことも目的に入っています。

このプログラムは、国立科学博物館と兵庫県立人と自然の博物館、ひとはくが連携して、昨年度に兵庫県内で実施しています。全部で4回のプログラムで、すべて週末に実施しています。参加者は中2が2名、高1が3名、高2が3名と。高1の1名が男子で、残りは全部女の子でした。

各会の内容を紹介しますけれども、1回目はひとはくの中でやります。ここは、自然と調和した原風景の例として、丹波地方のことを取り上げています。この真ん中に座っている左側の写真ですが、パティシエの松浦さんという地元のお菓子屋さんが、恐竜発掘地層ケーキを開発してくれました。

これを試食したり、それで丹波といえば丹波竜が発掘されて話題になっていますから、丹波竜の話を基に、丹波の地質や地層のイントロダクションの話を聞いたりしました。それから、丹波や、ひとはくがある三田市で採れる食材が、近年どのように変化しているかという話も聞きながら、環境について意識を広げる機会にもしています。

翌週もひとはくの部屋の中でやったのですが、この会は、人間が暮らす地面の土台の地下の話で、兵庫県の地質の特徴を学びました。火成岩が主にベースになっているのですが、火成岩を生み出す火山活動を理解するために、ココアやチョコレート、ケーキを使って、



火山の噴火とかマグマ活動、カルデラといったモデルを作って実際に体験しました。

こういうことから、自分たちの兵庫の地質を、白亜紀の火成岩が占めていることを理解したり、恐竜が出てくる堆積岩との違いを理解したりしました。

3回目は外に出ました。神戸の住吉川周辺の市街地の街歩きをしています。ここでは、海と山が近いという兵庫県の特徴が、生活に及ぼす影響について学ぶことを目指しています。建築やまちづくりをご研究されている武庫川女子大の三宅先生をゲストにお迎えして、一緒に街歩きをしながら、街並みとか石垣に使われている石、天井川、それから阪神大水害の傷跡、記念碑や災害の碑などがあつたりするので、そういうものを見て回っています。

これらの観察を通して、海と山が近くて山が急であるということで、神戸に水害が多いことを知る一方で、海と山が近いことから恩恵を受けている。例えば水車が発達して酒造りに利用されるとか、すぐ山に登れるからいい景色が見られるとか、ゴルフ場ができたとか、そういう話も聞いたりしました。

あとは、地域のコミュニティづくりと洋菓子。神戸といえば洋菓子文化が有名なので、そのコミュニティとお菓子の関係を三宅先生に話していただいたり、自然をかたどったお菓子を食べ、人間の自然の見方の話を聞いたり、ミルフィーユを使って災害と建築物の構造の関係を学んだりもしました。

いよいよ最終回では、高校の調理室をお借りして、実際に恐竜発掘地層ケーキを作ることを行いました。それから、各自が自分の企画するオリジナルケーキのプランをそれまでに作ってくるのですが、それを発表することを行いました。これは、こんな感じで紙一枚にまとめてもらいますが、学んだことを盛り込みながら、オリジナルケーキのプランを立ててくださいということです。

これは、実際にパティシエの松浦さんの前で発表して、創造性や、これが実現できそうかというアドバイスをもらったりする。実際に作ったケーキについても、お友達や家族を呼んだりしていますので、そこでみんなで食べながら、成果を共有することを行いました。

このプログラムの評価ですが、コンセプトマップによる記録とインタビューを行いました。参加の前と後に、このようなコンセプトマップというものを書いてもらったのですが、参加前では「生活」という言葉をどちらもスタートにして、思いつく言葉を書いてもらいました。日常に関する言葉が参加前には多く、直線的な語彙のつながりで、語彙同士が相互に関連する様子が見られなかったのですが、参加後に書いてもらおうと、プログラム内容を踏まえた言葉のまとまりが見られるようになったということで、一応学んだことが頭の中で整理されているようなことが見受けられました。

これは、ある一人の参加者の例になります。

それから、インタビューを毎回行いました。参加した感想とか、学んだことを聞いたのです。実験や街歩きを盛り込んだことによって、体験的に理解することの重要性が明らかになった。それから実験を通して、自然現象は教科書に載っているような、きれいなモデルばかりを示してはいないという、自然の多様性に対する理解が深まりました。街歩きを通して、地域の自然の特徴を身近な環境という視点で意識することができた。

それから、火山の実験をやった後に、街歩きで火成岩の実物を見るという流れを組んだことで、前回のプログラムと、次のプログラムのつながりがあつたとか、それによって理解が深まったという、つながりが実感できた。

それから、ケーキの企画の内容を見てみますと、ケーキのタイトルや形を考えるときに、プログラムの中で学んだことが盛り込まれている。課題と学んだことが、結び付いていたということが分かりました。

このように、与えられた情報を、4回の学習を通して包括的に理解できたと考えることができるのではないかとすることができます。今回は、学校で学ぶようなものから、ちょっとはみ出した内容を含む学びでしたが、体験的な実験や観察の学びの重要性や、教科書どおりに自然現象はうまくモデル化を必ずしもできない、自然の多様性ということが、非常に印象に残ったということが明らかになっています。

学校の理科で、補いきれないような多様性を博物館で学ぶということで、うまく学校の学びが、中高生にとっては生活の中心になると思うので、そこと対比させながら学ぶことができると考えられます。

それから、パティシエや大学の先生などいろいろな人と出会い、普段会えない人に直接指導を受けたことが、非常にいい印象に残っている。この武庫川女子大の三宅先生は、毎日1個ケーキを食べて、それをスケッチしてからケーキを食べる。今年はミルフィーユと決めたら、1年間1個ずつ、ずっとミルフィーユを食べるという先生なのですが、そういうことをすごく楽しそうに話すのです。子どもたちが、すごく変わった先生だなという印象を持つのですが、こういう人が「これは研究なのです」とまじめな顔でおっしゃって、毎日継続していくことを話している。そういう人がいるのだということを、すごく印象深く思ったということがありました。

時間が押しているのですが、最後のまとめになります。最初に申し上げましたが、発達段階に応じた生活空間に対応したプログラム開発を、生命・人間と社会では試みているのです。

塗り絵では幼児、小学生、親と一緒に学ぶことも大事ですが、子ども自身が自分で展示物をしっかり見て学ぶ。その観察眼を養うという効果が、このプログラムではあったのではないかと考えられます。

それから、ケーキのプログラムの方は、プログラムで理解した地域の自然の多様性を、学校の学びと比較しながら整理することができたということができると思います。

残り2年も引き続き、今度は成人向けのプログラム開発で、それぞれの世代の生活範囲に合わせた適切な学習機会の提供ができるようなことを念頭に置いて、去年、一昨年に引き続き、プログラム開発を行っていきたいと考えております。ありがとうございました。

(永山) それでは、会場の皆様から質問などはございますでしょうか。お願いします。

(Q2) フリーランスでライターをしております古田と申します。ケーキのお取り組みで、面白いお話をありがとうございました。

このプログラムでちょっと感想を言うと、このプログラムで一番科学の勉強をされたのは、パティシエの先生ではないかというふうに私は感じたのですが、このプログラムを実施するに当たって、科学博物館の方々がパティシエの先生に協力を仰ぐときに、どのようなお願いのしかたをしたのかというところに非常に興味を持ったのです。その先生のパティシエの方に対するメリットであるとか、教育の効果であるとかいろいろあると思うので

すが、どういう言い方をして、パティシエの方が一番関心を持たれて、取り組んでくださったのかというところを教えてください。

(有田) ありがとうございます。パティシエの方は、地元で例えば地域の自然をモチーフにしたお菓子作りということ、そもそも最初からされていたということがありました。あとは、常々その人は、ケーキ作りは科学であると、全部数値化して、分量や時間を計ってやっているということで、お菓子作りと科学が結び付いているという意識があったときに、ちょうど丹波竜が発掘されて、丹波竜をモチーフにしたせんべいとか、ものづくりで町おこしをしようというような雰囲気もありました。その中で、たまたまこのケーキの企画が盛り上がったときに、この科研費のプログラムというだけではなくて、人博とお菓子屋さんのコラボレーションで商品開発しようというような空気が自然とあったのです。その中で、このパティシエの松浦さんも、ぜひそういう企画であれば参加して、パティシエの方も一生懸命、地層の成り立ちなどを勉強して、学芸員の人にいろいろ質問しながら、相互でコミュニケーションを取りながら、いろいろな試作品を作って、見て学芸員が「これはちょっとリアルじゃない」という駄目出しをしたり、骨をお菓子で表現して入れたり、そういうことを繰り返す。そういうプロセスがあって、ケーキを作るという流れがあったのですけれども。

(Q2) ありがとうございます。そうすると、このプログラムを多様な地域で普遍化するために、たまたまそういう方がいらしたのは幸運だったと思うのですが、普遍化や広がりのためには、何が必要だと思われませんか。

(有田) もともと、私が勝手なイメージで、兵庫県と一緒に神戸の洋菓子文化がいまいだろうとか、丹波だから丹波栗でお菓子が作れるのではないか、みたいなことを思っていたのがきっかけなのです。これが、違う館や違う地域でしたら、地域の名産品というものが、必ずしも洋菓子ではない。和菓子であるかもしれないし、普通に農産物であるかもしれない。それぞれの地域の特産品や話題になっているものを、話題の入り口として行うということで、ケーキが有名だとか、地域の文化に根ざしている所であれば、同じような応用ができるでしょうし、それぞれ入り口は考えなければいけないと思っております。

(永山) お願いいたします、一番前で。

(Q3) ありがとうございます。質問があります。塗り絵に関しての質問で、やり方についてですが、例えば子どもに最初にスケッチさせてやるのか。実際の絵を見せるとか、あとは子どもの年と絵を描く能力によって、いろいろなやり方があると思うのですが、その辺はどうでしょう。

(有田) まず、子どもの年齢や能力に関しては、ご紹介したような塗り絵のバージョンは、ただ色を塗るというものから、一部は自分で形も書いてみましょうと。それから、全部、自分で書けるという人は、絵を描きましょうというもので対応することを行っています。

実際に、スケッチをしてみましようということに関しては、国立科学博物館では身近な海の生き物のことを、簡単に標本などを見たりしながら学ぶ小さいコーナーがありまして、そこで身近な食べ物を生き物として、意識するようなことを少し学んだ後で、塗り絵をしましようということをやったりします。あとは、水族館でも食べるということではないですが、生き物の表面ですね。美肌というようなテーマで小さい展示をやっているんですけど、その横に塗り絵のコーナーを置くようなことをして、まず生き物として興味を持つという入り口は与えた後で、塗り絵をしましようというような工夫はしています。

(Q3) ありがとうございます。

(永山) ほか、ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

「空間の広がり」をモチーフにした世代別プログラム体系の試み

A program system that focuses on expanse of viewpoint

7 0 0 0 1 1 9 0 0 0 1 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 2 0 0 0 3 0 0 4 0 4 0  
 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 5 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 6 0 0 0 0 8 0 4 0

Hiroyuki ARITA<sup>1</sup>, Midori TAKAHASHI<sup>1</sup>, Koji TAKADA<sup>2</sup>,  
 Motohiro MIYAKE<sup>2</sup>, Toru SAKIYAMA<sup>3</sup>, Hiroshi TAKEYAMA<sup>4</sup>  
 National Museum of Nature and Science<sup>1</sup>, Marine World Umino-nakamichi<sup>2</sup>,  
 The Museum of Nature and Human Activities, Hyogo<sup>3</sup>, Awaji Landscape Planning & Horticulture Academy<sup>4</sup>

科研費の目的

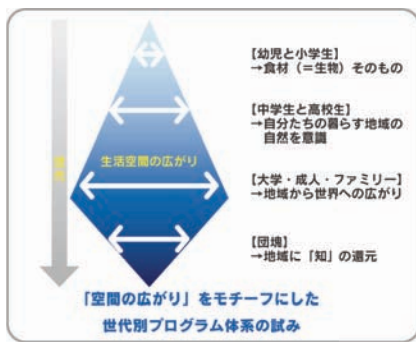
様々な世代の人々の科学リテラシー涵養を目指し、博物館の資源を生かしたモデル的な学習プログラムの体系的開発

プログラム開発の枠組み

分野	年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
	世代	幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人 とファミリー	団塊
生命・人間と社会		おいしいぬりえ 生きもの観察コレクション	恐竜発掘地層ケーキをつくろう! 火山と暮らしの新しい関係	われら海岸調査隊 〜地層の発見 掘りつくそう!〜	
宇宙・地球・ 環境と社会		おからの谷で遊ぼう おからの谷で遊ぼう 〜おからのアートにもようせふ!〜	科学博物館のセンター 〜おからの谷はここから来るの? 自然の歴史 〜おからの谷で遊ぼう〜		
物質と社会		「おたも」のぼてぼて?	餅を削りたてみよう 科学館の餅屋が売場 〜餅屋の歴史〜		
技術と社会		発酵でおかしの味を工場の味 〜おからの谷で遊ぼう〜 発酵でおかしの味を工場の味 〜おからの谷で遊ぼう〜	おたもに遊ぶおたも餅屋 〜おたも餅屋の歴史〜		

生命・人間と社会

発達段階に応じた生活空間の変化に着目



生命・人間と社会

2007年度：幼児と小学生  
「おいしいぬりえ」

ぬりえを用いた海の生きものの観察プログラム



2008年度：中学生と高校生  
「恐竜発掘地層ケーキをつくろう!」

地域の自然を学ぶ継続学習プログラム



2009年度：大学・成人・ファミリー  
「われら海岸調査隊」 ※進行中

地域の海から周辺地域の関わりまで学ぶ  
継続観察プログラム



おいしいぬりえ

~Coloring in Pictures at Science Museums~

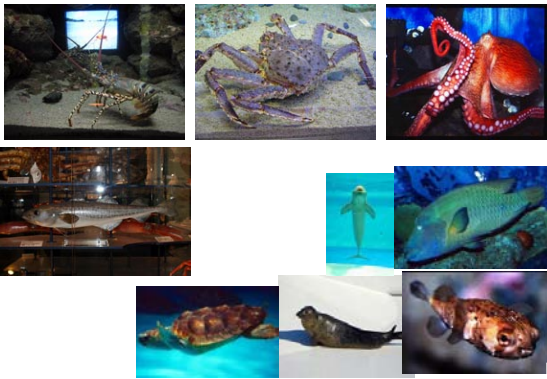


実物資料の観察を促し、科学に親しんでもらうための「ぬりえシート」を開発。  
 開発担当：国立科学博物館・海の中道海洋生態科学館



**対象展示物**

共通に展示されているもの・子どもたちが観察しやすい位置のもの



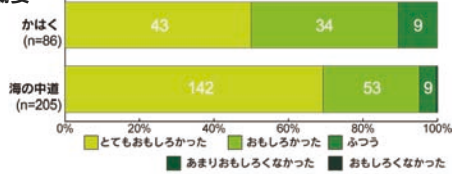
**実施概要**

国立科学博物館：2007年11月24日、2008年2月23日、24日  
 海の中道海洋生態科学館：2007年12月27日、28日、2008年1月19日、20日



←かはく  
 海の中道→

**結果概要**



参加者がぬりえをして楽しかったかどうか

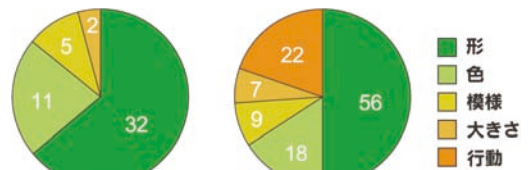


かはく 海の中道  
 また参加したいかどうか

**ニシキエビ せんせんしよう!**



**結果概要**



参加者がぬりえにより発見した内容の分類

**おいしいぬりえ まとめ**

- ・約9割の参加者がぬりえを楽しみ、もう一度参加したいと回答した。
- ・約4割の参加者が海の生き物について気づいたことを記入する欄を活用した。
- ・海の生き物の外部形態、動きや周囲の様子に気づいた参加者が多く、色をぬるだけでなく、観察をしっかり行っていた。

「ぬりえをしたい」というきっかけ



展示物の観察や、新たな発見を促す



海の生きものや展示への興味関心

**恐竜発掘地層ケーキをつくろう！**

～Let's Make a Dino-digging Cake!～

ニュータウンの中高生が洋菓子・恐竜という身近な切り口をきっかけに生活と自然科学との関わりを学ぶことを目的として実施する継続学習プログラム

**ねらい**

- 地域の自然や文化に関心を持ち、日常生活の中で自然と共存しようという心が育まれる
- 生態系や地質といった地域の自然に対して理解を深める
- 自然現象による暮らしへの影響は、悪い面だけでなく良い面もあることを理解する
- 食や科学に関わる人々との交流を通し、科学が将来の職業選択に関わることに気づく



**第1回：2008年10月26日（日）**

兵庫県立人と自然の博物館にて

テーマ 地域の自然に関わる最近の話題を知る

内容 ケーキの試食、丹波・三田の自然や恐竜の理解

**第2回：2008年11月9日（日）**

兵庫県立人と自然の博物館にて

テーマ 暮らしの土台となる地域の地質の特徴の理解

内容 チョコレートを使った火山のメカニズム実験

**第3回：2008年11月16日（日）**

神戸市東灘区にて

テーマ 自然や災害とつきあう暮らしの理解

内容 住吉川周辺の街歩き

**第4回：2008年11月24日（祝）**

兵庫県立三田祥雲館高等学校にて

テーマ 学んだことの振り返りと表現

内容 ケーキ作り、新作ケーキ案の発表

参加者	
中2	2名
高1	3名
高2	3名

**第1回：2008年10月26日（日）**

ケーキの試食、丹波・三田の自然や恐竜の理解



**第2回：2008年11月9日（日）**

チョコレートを使った火山のメカニズム実験



**第3回：2008年11月16日（日）**

自然や災害とつきあう暮らしの理解・住吉川周辺の街歩き



**第4回：2008年11月24日（祝）**

学んだことの振り返りと表現・ケーキ作りとプレゼン

**参加者によるケーキ企画の例**

**ずんだ黒豆の地層風ロールケーキ**

ずんだ黒豆の地層風ロールケーキの企画書が掲示されている。企画書には「ずんだ黒豆の地層風ロールケーキ」と題し、材料や作り方の説明が書かれている。また、地層の断面図が描かれており、その中に「ずんだ黒豆」「ロールケーキ生地」「クリーム」などの層が示されている。背景には参加者がケーキ作りをしている様子が写っている。

**コンセプトマップから**

参加後には、プログラム内容を踏まえた語彙が増加  
関連する語彙のまとまりを形成

参加者の記入例

コンセプトマップの記入例が示されている。左側には「自然現象」を中心とした単語マップがあり、「火山」「地震」「台風」「雪」「霧」「雨」「雪崩」「土石流」「津波」「地震動」「地震波」「地震計」「地震予知」「地震保険」「地震対策」「地震被害」「地震調査」「地震学」「地震学問」「地震学術」「地震学術者」「地震学術者会」などの単語が関連づけられている。右側には「学校」を中心とした単語マップがあり、「先生」「生徒」「授業」「教科書」「試験」「入試」「進学」「卒業」「就職」「社会人」「会社」「職場」「上司」「部下」「同僚」「先輩」「後輩」「先輩後輩」「先輩後輩会」などの単語が関連づけられている。矢印は左側のマップから右側のマップへと指している。

**インタビューから**

- ・ 体験的に理解することの重要性
- ・ 自然現象の多様性に対する理解
- ・ 地域の自然を身近な環境という視点で意識
- ・ 火山を学ぶ実験後に火成岩の実物を見るといった構成による、各回のつながりの実感

**継続的な学習プログラムを通して・・・**

- 与えられた情報の包括的理解
- 生活の中心である学校からはみ出した「学び」が刺激に
  - 実験や観察といった体験的学習の重要性
  - 自然現象が簡単にモデル化できないことへの理解
  - 博物館が扱う多様性を学校教育と対比しながら活用する可能性
- パティシエや大学教員など普段会うことのできない専門家からの指導
  - 参加者にとっての刺激



**まとめ**

**おいしいぬりえ**  
生活範囲に合わせた目標：「モノ」自体に注目  
結果：観察眼を養う

**恐竜発掘地層ケーキをつくろう！**  
生活範囲に合わせた目標：自分たちの暮らす地域の自然の理解  
結果：地域の自然の多様性を学校の学びと比較しながら整理

**今後は・・・**

- ・ ファミリー向け：われら海岸調査隊
- ・ 団塊世代向け（内容未定）
- 世代の生活範囲に合わせた適切な学習機会の提供を目指す



## パネルディスカッション

### パネリスト

David Anderson (University of British Columbia, Canada)

Jean Rosenfeld (American Museum of Natural History, USA)

北原 和夫 (国際基督教大学)

岩崎 誠司 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課)

有田 寛之 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課)

小川 義和 (国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課)

<北原氏による講演>

(北原) では、10分ほどで、われわれがどんなことをやってきたか、やっているかをお話ししたいと思います。「Science Literacy for All Japanese」というプロジェクトを数年やっております。自分が、どんな人間かということを書いたのですが、僕は物理屋で、一時、物理学会の会長をやったことがあって、そんなことからこういう分野に入ってきたわけです。

まず2003年ぐらいから、すべての日本の成人が共有すべきサイエンス・リテラシーとは何か。その目的は sustainable democratic society、つまり一人一人の人間が、かけがえのない構成員として認められるような社会、かつそれがサステイナブルである。つまり、自然と人間の調和の中で生きていかれるような社会をつくろう。そのためには、どんな知恵が必要であるかということ、約150人の先生方と一緒に議論してきました。その辺についてお話ししたいと思います。

サステイナビリティということで考えてみますと、今はどんな時代であるかということ、エネルギー問題、それから資源の問題、それから global warming の問題があります。それから、先般の新型インフルエンザの問題にしても、交通やコミュニケーションの手段が非常に発達したので、一国一地域で起こったことが、直ちに世界中に広がっていく状況になっています。それと同時に、非常に複雑で、かつ人間によって引き起こされた問題がある。こういう時代ではないかと考えるわけです。

そうしますと、われわれが考えるサイエンス・リテラシーとサイエンス・コミュニケーションは、すべての人がいろいろな職種を超えて、サイエンティストであろうがなかろうが、みんなが協力してこういう問題を解決するようなものとして、必要なのではないかと考えてまいりました。

実は、そういう学習能力についての考え方は、日本の歴史を調べてみると、実は1950年代は、理科の授業は非常に統合されており、理科とテクノロジー（技術）と健康というものは、一つのものとして生活学習という形で教えられていた時代があるのです。

ところが1960年代になって、いわゆる理科の近代化が起こり、物理、化学、生物、地学と分かれて教えられるようになりました。これが、いわばアカデミックなディシプリンの枠組みに沿って教えられるようになったということがあります。このことが、日本の高度成長を支えたこともありますが、一方において理科離れを起こしてきたといえるのではな

いか。

近年になって、PISAの調査等では、むしろサイエンス・リテラシーの重要性がさらに認識されるようになって、生活の問題、つまりライフとかテクノロジーに、むしろ関係づけてやるようになってきたのではないかと思います。

つまり、日常の生活とクラス・スタディをブリッジするようなことの重要性が、最近認識されてくるようになった。今度の指導要領の改訂も、その方向が少し出てきているように思います。

それで、われわれがどんなことをやってきたかを、2005～2008年にかけて150人のサイエンティスト、エドューケーター、メディア、それから行政の関係の人たちに入っていたいでやりました。それで目指したものは、どういうサイエンス・リテラシーが必要かということで、基本的な知識、能力、考え方をみんなで考えてきたわけです。

それをするために、七つのドアを考えて、七つの数理学、物質科学、生物科学、情報学、地球・宇宙環境科学、人間社会科学、そして技術という七つの分野でまず議論をしまして、全体としてまとまったサイエンス・リテラシーなるものを考えました。これは基本的には、われわれが今どういうところにいる、どういう道を歩んできたのか。人間ならびに社会がどういう状況にあるかということ、認識するための基本的な知識をまとめてみました。そこでわれわれが重要視したのは、持続可能性のために伝統的な知恵も必要ではないかということ、を提言したわけです。

今、どんなことをやっているか。このプロジェクトでは、それが今広がりつつありまして、いろいろな所で地域の活動を始めております。名古屋、函館、三鷹では今のサイエンス・リテラシー講座やサイエンス・リテラシーカフェをやり、この9月には東京国際ナショナル・サイエンス・フェスティバルをやろう。それから、近くの喫茶店でカフェをやったりしています。

それから、JSTや未来館では、サイエンス・コミュニケーションの問題を検討していますし、サイエンスハイスクールでは、サイエンス・リテラシーの授業をやろうとか、いろいろなことを今始めております。それから南アフリカとESD (Education for Sustainable Development) の教育プログラムを作ろうという動きもあります。

僕が少しかかわっているものでは、先ほど教育のところ、サステナビリティの考え方が大事だということで、なぜ今アフリカと組んでやっているかということ、一番大事なことはここなのです。本当の意味でサステナビリティを考えると、先進国同士、あるいは先進国だけで考えているのでは良くない。先進国だけで考えると、どうしてもエネルギーとかリソースに問題がいきまして、結局、今の社会あるいは自然とのかかわりを維持するところに力点を置くわけです。けれども、本当に大事なことは、一国一地域の影響が全世界に及んで、かついろいろな問題を起こすことだと考えると、われわれとは違う文化、自然、生活を送っている人々がいるということ、よく認識する必要がある。そこで、僕らは小学校、中学校で日本の子どもたちとアフリカの子どもたちが一緒になって、勉強できるような教育モジュールを作ろうということで今始めています。

これが、この3月に行ったときのもので、こんな学校を訪ねてきました。

それから、今もう一つプロジェクトとしてやろうと思っているのは、これまではサイエンスとテクノロジーのところ、考えてきましたが、やっぱりヒューマン・ソーシャルサイエ

ンスと、芸術というものを含めた形でのサイエンス・リテラシーが必要ではないかということを考えています。それはなぜかと言うと二つありまして、一つはサイエンス・リテラシーを定着化させるためには、やはりわれわれ人間とか社会、芸術をよく知っておく必要がある。そういうものをうまく使って、人間がどういう形でサイエンス・リテラシーを受け入れることができるかどうかという問題を、考える必要があるということです。

もう一つは、もう一步進めて、サステナビリティというのは単に自然環境の問題ではなくて、これは社会も含めて、本当に人類と自然が生き延びていくために必要である。そうだとすると、これは自然科学とテクノロジーだけの問題ではないと考えるわけです。

ということで、今こんなプロジェクトを立ち上げようとしています、これだけは英語を訳せなかったので申し訳ないのですが、今は、こういう **Integrate Science Literacy** というものをやろうということで立ち上げたところです。歴史学者、心理学者、政治学者、音楽学者、経済の人たちも含めてやることを始めています。

僕がかかわっているもう一つのことで、物理オリンピックのことをちょっとお話したいと思うのです。実は今年はメキシコであるので、今われわれも苦勞しているのです。行くべきか、行かざるべきかということで、実は今日本が汚染国になっているので、本当に行かれるのかどうかも分からなくなっているところです。そういうことで、今苦勞しています。

ただ、一つ申し上げたいのは、2008年のベトナムでのオリンピックのときに、こんな問題が出たのです。これは日本のししおどしのようなもので、ここに水が入っていて、これが下りてきて、そして水が抜けるとこちらが倒れて、このように米をつく機械です。それについての問題が出まして、こういう問題は物理の問題というより、非常にもっと複雑な系の問題で、これに対して日本の子どもたちが随分苦勞していました。

つまり何を言いたいかというと、本当の意味をこのとき問われたのは、本当の意味の科学の力とは何だろうかということ、それはこういう問題を解くときに、どうやって攻めていくかという戦略です。それから、物理オリンピックでは下書き用紙があって、どこまで考えたかを書くと、それで点をもらえるような仕組みになっているのです。要するに、そういうときに、どこまできちんと書いて、問題をシェアできるかが問われたのが、去年のベトナムのオリンピックでした。こういうことは、実はオリンピックに行った子どもたちだけではなく、実はすべての人間にとって大事な能力ではないかと思っています。

ということで、短いですが、全体のサイエンス・リテラシーの問題と、物理オリンピックで問われた現在のサイエンス・コンピテンシーの問題について報告しました。

## Science Literacy for Sustainable Society in the 21st Century

Kazuo KITAHARA  
International Christian University  
“Science Literacy for All Japanese” Project

## Self Introduction

- Theoretical Physics, Once a member of IUPAP Commission (1997-2003) and president of JPS (2002-2003)
- “Science Literacy” to be shared by all adult Japanese for a sustainable democratic society
- “Outcome of higher education” : Generic skill of university graduates
- “Physics Olympiads” giving challenging experience opportunities to middle school students
- “ESD ( Education for sustainable development)” : common module of primary and secondary education of Japanese and African children

## Modern Times

- Energy, resource and global warming
- Traffic and communication, giving rise to immediate influence on all the world
- Complex and human-caused problems
- We need science literacy and science communication so that all can collaborate for solving world-wide problems

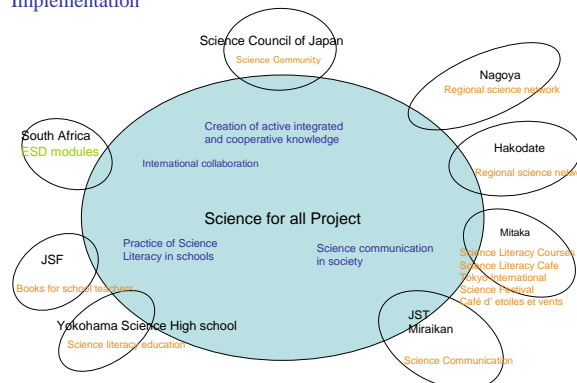
## Tendency of competence in learning in Japan

- In 1950’s, integrated study of science: technology and health as “Life study”.
- In 1960’s, modernization of science: separation of physics, chemistry, biology and geology in the frame of academic disciplines. This gave rise to science-phobism among students
- PISA 2006 led to awareness of importance of science literacy: enquiry-based, outcome-based and close relation to life, technology etc.
- Importance of bridging everyday experience and class study

## “Science for all Japanese”Project 2005-2008

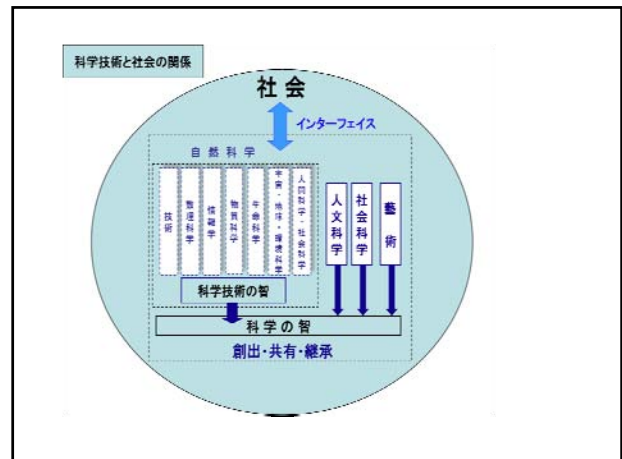
- 150 scientists, educators, media, officers are involved.
- Science Literacy for sustainable democratic society
- Basic knowledge, skill and concepts for collaboration of all people, specialists and non-specialists.
- Seven doors for science literacy: mathematical science, material science, biological science, informatics, earth/space/environmental sciences, human/social sciences, technology
- Traditional knowledge also for sustainability
- “Integrated science literacy”

## Implementation



## Human, social sciences and arts

- For implementation of science literacy, aspects of society related to human, social sciences and arts should be considered.
- For sustainability, integration of human, social and natural sciences and arts is necessary.

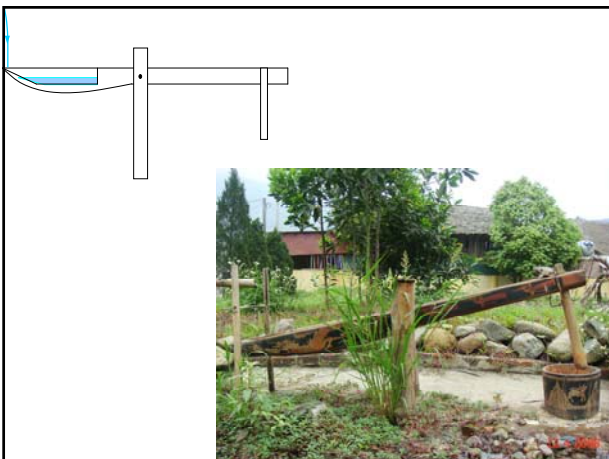


## Integrated science literacy

- We just launched the project “Integrated science literacy for sustainability of earth and mankind”, which includes history, psychology, politics, musicology, economics and so on.

## Physics Olympiad

- International competition of high school students in physics
- Japan has participated since 2006.
- In 2008, in Vietnam, a complicated problem about traditional machine for grinding rice. It required strategy for solution. First rough approximation and then precise analysis. They required submission of writing paper. It is important to write research note as public records.
- Tendency of Japanese students: They think that there is a single and unique solution in every problem. There may be a problem which has no solution. They think that a research note is private not public.
- Science literacy or competency may include strategy for solution, manner for communication.



## Real science competency

- Interest in science or in reality: very basic interest and inquiry of human being.
- Strategy for solution
- Communication for sharing problems with others

Not just for contestants of Olympiad but for all human beings

<パネルディスカッション>

(小川) 北原先生、ありがとうございました。これからパネルディスカッションを始めたいと思います。最初に同士のコミュニケーションを行い、続いて、会場とパネリストのコミュニケーションへと展開していきます。早速、北原先生パネラーに対し質問はありますか。

(北原) お二人の方の発表をありがとうございました。特に、私が印象的だったのは David さんの発表で、サイエンス・リテラシーというのは旅であると言われてまして、すごくイメージが広がって良かったなと思っていました。この博物館だと、350 人の方が活動しているのですが、経験も年齢も全然違う方が 350 人ほどいらっしゃいまして、このたくさんの方のボランティアさんたちと大行進して、リテラシーを作っていきたいと感じました。ありがとうございます。

(小川) David さん、何かコメントはありますか。

(Anderson) 本当に、旅だと思っているから、そう申し上げました。私の理念、ものの考え方ですが、あなたが今旅のどこにあったとしても、まだ先はあるということが私の深い理解なのです。

最も学歴のレベルが高い人であったとしても、そこで到着点ではないのです。この科博でも、理解していらっしゃると思うのです。プログラムを概念化・体系化して、リテラシーを高めたいと、かつ世代別に相手を変えて大学あるいは幼児、子ども、あるいは壮年と分けて考えていらっしゃるの、私の考えととても合っていると感じました。

(小川) ありがとうございます。続いて有田さん、お願いします。

(有田) お二人の話は大変興味深かったのですが、Jean さんの親子で参加するとか、あとはさらにおじいちゃん、おばあちゃんも一緒に来る。それから繰り返して来るといいうプログラムを、そういう環境をつくられていることがすごく素晴らしい。

それから、繰り返しそういう人たちが参加する。何年も続けて参加して、その追跡の調査もできていることが大変うらやましい限りで、見習わなければいけないと思いました。

今年の私たちのグループは成人向けですが、親子向けに1年間、地元の海岸を定期的に観察しに行つて、海岸に漂着する生物の調査をすることを、親子でグループに参加するということを考えています。まだ始まったばかりですが、そのプログラムが終わった後も、親子が継続的に博物館とかかわれる仕組みづくりということで、大変参考にさせていただきたいと思いました。

(小川) 何かコメントはありますか。

(Rosenfeld) そのような親切なことをおっしゃってくださってありがとうございます。実際に、パワポを使いながら申し上げましたが、大人と子どもと一緒にというのは本当に大

事で、そうであるからこそ、むしろプログラムが成功したのだと思います。そうなのです、大人の参加も大事です、一緒です。

(小川) ありがとうございます。北原先生、何かお願いいたします。

(北原) 二人の講演を聞いて、しかも僕自身が考えていることを申し上げたのですが、やはりどういう社会でどういう人間がいて、それに対して、科学をどういうふうに伝えていくかという問題だと思います。かつ Jean さんの話だと、親子でいかに一緒に学んでいくか。それをせんじ詰めて考えてみると、結局、科学を通して、どんな社会をつくっていくのか。

つまり、もちろん科学を伝えることが、われわれのミッションであるけれども、むしろ科学を使ってと言うと変ですが、いわば親子が共に語り合う社会をつくる。それから時間の長いスケールで、人が成長していく段階で、どういう発見をしていくかという、一人一人の人生の歩みに合わせて刺激を与えていく。

そういう人間づくり、社会づくりが、科学コミュニケーションあるいは科学博物館、あるいはミュージアムのあり方にとっても、非常に大事ではないかということを感じました。

(小川) ありがとうございます。それでは、それぞれ5人の方から、それぞれについてご質問やご意見がありましたら、一人ずつどうぞ。David さんの方からいきましょうか。どなたに対してもいいです。ご質問がある場合でも、コメントでも結構です。

(Anderson) 私は感銘を受けたのは、第一に相乗効果、調和が皆さんの話にあったと思います。特に、私が深く関心を持って興味がわいたのは有田先生の手法です。有田先生がコンセプトマップを使っていらして、プログラムのインパクトを評価なさったというのは、とても良かったように思いました。

特に関心を持ったのは、知識がどのように発達していったかを、その前と後で比較されましたね。経時的に前と後で比較なさって、コンセプトマップのような形で調べて、体系化を高めていくという手法が、戦略として、また手法として良かったと思うのです。本来は、影響評価は測定・評価が難しいのを、大変良くやっていたらっしゃると思いました。

知識ベースの調査、知識ベースの試験は、確かに測る一つの方法ではありますが、先生がおっしゃった分析的な手法は、非常にレベルが高い、洗練された評価方法だと思うのです。その分析の戦略、あるいはそのようなコンセプトマップの評価のしかた、どういうテーマが分かったのか、どういうインパクトがあったのかについて、ぜひ何か詳しくおっしゃっていただければと思いました。

(有田) ありがとうございますというか、困りましたというか。私一人でももちろんやっているわけではなくて、コンセプトマップに関しては、科研費のメンバーの奥にいる高橋みどりさんが、主にまとめなどをしていただいたということもあるので、僕の口からあまり詳しく言うのは、なかなか説明するのが難しいのです。

もともとプログラムの性質で、知識を得るというよりは、自分たち中高生が、自分たち

が住んでいる地域の自然や、暮らしているいろいろな物事と科学とがかかわる、つながることを知りたいということを目指していました。そこで、単発の断片的な知識が増えていくというよりは、知識の総量ではなくても、つながっていくことを調べたいということで、コンセントマップを使おうということになりました。

実際に、プログラムの内容に関しては、まとまりとして書くような傾向がほとんどの参加者について見られたということは、一定の成果ではないかと考えているのですが、直後であると。プログラムが終了した直後なので、ある程度成果が出るのは当然ということがありました。そこからロングタームのインパクトということで考えたときに、終わった後のさらに1年後とか、中高生なので将来どういう進路選択をしたかなど、そういうことはまだ調べられていないという問題があるので、そういうことについては、むしろ David さんがされていることを勉強して、長期的な調査をしたいと考えています。

(小川) ありがとうございます。うまくまとめていただきました。ほかの方はいかがでしょうか。今長期的なという話が出ましたが、そういう世代間をつなぐという意味で、Jeanさんのところは、いろいろな世代のプログラムをやっていると思います。

われわれも、こういう世代別に開発していきますと、やはり世代間をどのようにとらえたらいいのか。例えば私どもで少し議論したのは、結局今の世代の人は、10年経ったら違う世代の人になるわけですから、たぶん10年ぐらいしか、こういうリテラシーの考え方・枠組みは、もたないのではないかと。ですから、10年ぐらい経ったら、またもう一回考え直さなければいけないのかなと思いつつ、そういう世代ごとの人たち、10年前にサイエンスネーチャープログラムを経験した人たちが、どういうふうにつながっていったのかということが、すごく興味があるところではあります。

Jeanさんには、そういう世代間をつなぐという観点から、何かコメントをいただけたらと思います。

(Rosenfeld) 10年前に経験した人が、10年経ったらどうなったのかというフォローができる大変興味深いと思います。同僚の方もおっしゃいましたし、私もプログラムを紹介していて、かつ聴衆からも、ほかの関心がない大人に、どのように参加してもらうのかという質問がありました。もともと理系のバックグラウンドがない場合に、そして興味がないのであれば、誘うのは難しいと思ったのです。

しかし、発表を聞いていまして、われわれすべてが何らかの理解を持つことが必要だと思うのです。これは私たちの社会であって、私たちが社会の面倒を見なければいけないので、大人一人一人が一定の科学に対する理解を持つのは、義務だと思うのです。

質問をいただいて考えたのですが、また私どものサイエンスネーチャープログラムで考えていて、きちんと通訳で伝わると良いのですが、優秀な学生は親なのです。一番勉強してくれるのは、子どもではなく、親であることが多いのです。しばしば親の方が、もともと理科の教育を、残念ながらきちんと受けることができなかった。そして、大人になってから、子どもを持ってから、ミュージアムに来て、初めて基礎的なことを学習することになっているのです。子どもより、大人の方が良く勉強したということになっていて、子どもたちではなく、親のためにもなっているということなのです。



(小川) ありがとうございます。ほかにいかがでしょうか。お互いに、質問などがもしありましたら。

(北原) その意味では、Jeanさんのプログラムはうまくいっているわけですね。つまり子どもが来ることによって、親が興味を持ち始めたこと自体は素晴らしいことですね。

(Rosenfeld) そうです、成功しています。ありがとうございます。それを求めているわけです。

(小川) すべてに共通する話題で、先ほどご質問に出た、いわゆる科学に興味がない人に対して、どういうふうにアプローチしていくか。または、極端に言えば、博物館に来ない人、例えばこの場所にはいない人に対して、どういうふうにアプローチしていくのか。ここに来ている人は、かなり興味・関心が高い人なのではないかという気がするのですが、そういう人たちに、どういうふうにアプローチしていくのかということが、先ほどご質問に出ました。何かそのあたりについてコメントはございますか。どなたでも結構です。

(Anderson) もともと興味のない人に、どうやって来てもらうかという問題は、大変な問題です。私は、高校の先生として数年仕事をしたことがあります。科学教育の実践ということで、8年生から9年生まで教えたのですが、一番科学に関してスイッチがオフされてしまっている者は、特に9年生、つまり中学3年生です。これは、オーストラリアの学校制度で私が教えていると、高校1年に入って、それから13歳、14歳という、そんなに科学にともかく興味を持っていない。それまでの科学教育が面白くなかったから、興味を持たなくなっている。

そうってしまったときに、もう一回科学が彼らの生活に関係があるのだ、毎日の生活に、こんなに相互作用を持っているのだと。世界で起きていること、世界の人々、それからこの世界の中で起きている、この経験に科学が関連しているという、そのrelevanceが大変鍵となると思います。

私の考えでは、最終的には科学というのは、世界を知る一つのやり方、理解の一つのしかたなのです。そして、われわれの周りの世界の解釈が科学なのです。科学博物館、ミュージアムとして、われわれはプログラムとか展示のことを考えて、そしてそれはその人との世界とコネクション、つながりがあるものにと考えるわけです。

先ほどのプレゼンの中でも、アイデンティティという話をしました。複数のいろいろなアイデンティティを持っている人がいるのに、その人たちに対してどうやって訴えていくかということでもあります。セミナーのときにも使っているのですが、すべての成人ということが重要だと思うのです。

すべての成人ですが、例えば食べる方法や食育には、高齢になれば関心を持つかもしれませんが、若い子については、正しく食べるよりも関心を持つことがあるのです。その年代によって、自分にとって関心があることが違うのは当然です。聴衆を理解すれば、その世代の人が何に関心を持っているのかを理解できればできるほど、つながりを深める

ことができ、皆さんの関心をさらに強めることがうまくできるはずです。

(Rosenfeld) 皆さんのコメントを聞いて考えさせられているのですが、何かの方法でもともとミュージアムに来てくれない人に対して、何ができるか。例えば1日、本日無料ですとか、例えば入館料がこの日はかかりませんなど、何らかの広告宣伝的なことができないか。インセンティブです。ある一定の大人の年になると、もうこれから起こらなかったことは、この先も起こらないかもしれないと思うかもしれません。しかし、何らかの食欲を刺激することができれば、ただである、無料であるなどは、あるいはもしかすると、ほかのミュージアムにも行ってみようというきっかけになるかもしれません。

(小川) ありがとうございます。科学博物館では去年、先生方は無料の日というのを1日設けまして、多くの先生にきていただきましたが、そういうのもインセンティブになるかもしれません。

それから、先ほどの David さんの話ですと、やはり個人の文脈に基づいた博物館のあり方があるかもしれません。それは、博物館側から見た、例えば展示でしたらメッセージを込めるということ、それからメッセージを個人の人はどうとらえるかという、個人側と参加者側から見た見方の、両方の対話がすごく重要だと、お話を聞いて感じたところです。

(北原) 恐らく、私が思うには、科学嫌いというか科学から離れているというのは、本来の人間の姿ではないのではないかと。つまり人間というのは、周りにある自然など、いろいろな状況を観察して、その背後にある何か物事を考えて、そして生き延びてきた。だから、進化の過程で恐らく *sense of wonder* といいですか、不思議に思うことを本来身に付けてきた動物なはずですが、恐らく社会的な要因で、疑問を持つことが封じられているような状況があるのではないかと。それから人々を解放することが、非常に大事ではないかというふうに思うのです。

ですから、何か疑問が、子どもや周りの一般市民の方から来たときに、絶対に「これは難しい話だから」ということではなくて、それなりのモデルで答えるというか、一緒に考えることを、やはりわれわれは努力していかなければいけないのではないかと考えています。

もう一つ、それで今思うのは、例えば台所というのは、あらゆるサイエンスの集中している場所なのです。熱もあるし、化学反応もあるし、流体もあるし、おみそ汁一つ温めるだけでも滞留のパターンが出ます。そういうことで、圧力鍋なども本当に気相、液相の共存の問題になるわけです。そういう身近なところに本当にサイエンスがあふれているということを、伝えていく必要があるのではないかと。先ほど David が言ったことと同じことですが。

(小川) ありがとうございます。それでは、会場からのコミュニケーションを展開したいと思います。

(Q4) 科博の中にあります、科学博物館後援会というところに属しております高安と

います。どうぞよろしく申し上げます。

いきなり重い質問になるかもしれませんが、Andersonさんと北原先生にです。

先日、ミュージアムリテラシーというフォーラムをやったら、美術館の人はアートリテラシーを語るし、科学館の人はサイエンス・リテラシーを語るし、歴史の人は歴史リテラシーを語って、細かくやっていると、多分科学リテラシーも、物理リテラシーや数学リテラシーになってしまうところを、そうならないように今、北原先生がおやりになっているということだと思います。

実は、今回のプロジェクトにも深くかかわっているのですが、博物館における学びをもう一度きちんと考えたいと思っています。科学と関係あるのですが、皆さんがご存じのような科学の方法論としては、帰納法、英語で *induction* と言うらしいですが、いろいろな現象から法則や原理を見つける帰納法的なやり方。それから、数学がやるやり方で演繹法、英語では *deduction* と言うらしいですが、この二つをうまく使い分けて、いろいろ科学の勉強を、学校でも大学でも博物館でもやってきたと思うのです。

今日の発表のいろいろな事例を聞いてみると、この二つのやり方をうまく組み合わせてやっていると思うのです。かつ、それはある概念を形成するとか、仮説を確認するというか、そういったやり方を博物館は得意としているのではないか。そういった学びのことを、仮説形成法、概念形成法、問題解決法と言って、英語では誤解のある言葉ですが *abduction* と言うのだそうです。日本語で言うと、仮説を形成していくという方法ではないかと思うのです。

これが、これからの博物館における学びの一つの方法論になるのではないかと思います。それから、サイエンス・リテラシーの方でも、この方法論は有効ではないかと思うのですが、Andersonさん、北原先生、いかがでしょうか。

(Anderson) 英語の格言に、「猫の皮を引っぱがす方法は何種類もある」という言葉があるのです。つまり、博物館やミュージアムで学ぶのも、いろいろな方法があるということです。一とおりのことはありません。そこをきちんと評価することが重要だと思います。教育者、また博物館プログラム、展示の開発者として、ここを忘れてはいけないと思うのです。個人として学び方、学ぶ方法も多様だということです。これは、つまりわれわれが展示を組織するときに、プログラムの組織のときにもいろいろ意味を持ってくることだと考えるのです。

一つ、弁証法的な使い方が博物館では行われます。科学技術館は、そういう意味では教科書のような形で、例えばギャラリーの1は光、ギャラリーの2の所へ行くと、ここでは磁気に関して、その後へ行くと、だんだん展示物がどんどん教科書的に見えてくる。そして、その理念はどうなのかというと、少しずつ抽象して、知識などある一つのロジカルなやり方で並べるといえることは、一つのやり方に過ぎません。ほかのやり方もあるのです。もっとずっと抽象的なやり方もあります。必ずしも、順番にやらなくてもいいということもあるわけです。

というのも、例えばこのような順番で見ない人もいるわけです。来館者の人たちのトラッキングを見ると、あちこちへ行って見えています。それはどうしてかと言うと、いろいろな展示物を見ることが簡単にできるし、また人気のあるものも、そうでないものもあるわ

けです。あまりたくさんの方がいると、こっちへ行こうとか、あるいは興味があるものから見ようとか、いろいろな要素があります。

社会グループとしての関心もあります。例えば、家族で来ているような人たちがそうです。しばしば、子どもがまず行きたい所に行かせるときもあるわけです。だから、必ずしもこちらの順路をたどってということではありません。家族連れの場合は特にそうです。だから、こういった多様性もちゃんと分かっているなければいけません。論理的・弁証法的な学習モデルが、必ずしもミュージアムという文脈では適切ではないこともあるということです。

それから、先ほどの関心という話に戻しますと、ミュージアムの中で、われわれはフリーチョイスがあるわけです。自由に選べるのです。好きな物を見ていいわけです。もちろん関心によって決まってくるわけですが、これはシークエンス、どうやって見るかというのは、いろいろな要素が影響を与えています。だから、ここはもちろん調査対象として、研究対象として興味深いところだと思いますが、私がお答えしようとしたのは、博物館での学び方にも、いろいろなやり方があるということです。

例えば、しょっちゅう来ている人もいます。そうしたら、いろいろな違うやり方で展示物を見るでしょう。初めて来た人なら、ギャラリー、やはり見方もそうでない、初めてでない人とは違うでしょう。自分がどんなものを議題だと思っているか、何を課題としているかによって、例えば1時間あるから1時間で見ようと思って来たのか、それともすごくたくさん時間があるのか。それから、ここに来て、あとは車を停めてアートギャラリーに行くのか。そういう形によって、いろいろな見方があるわけです。そのような形でプロセスも違ってきますし、この経験から構築的な形に学ぶやり方もいろいろあるというのがお答えです。

(北原) 博物館は、それが大事かなと思うのです。いくら波動方程式を見ても波が分かるわけではなくて、やはり水面の波とか、それをもう少し波の展示みたいなものがあるって、それを見て「ああ、波ってこんなものか」ということで、理解が深まるものだと思うのです。

ですから、博物館で本物の現象、あるいはそれを本物の現象ではないにしても、それをうまくビジュアルに、あるいは触ったりして感じるができる、そういう仕組みがあるということは、科学の理解にとってはものすごく大事ではないかと思います。

(小川) ありがとうございます。皆さん、答えを探しに来ていらっしゃるかもしれませんが、なかなか答えが見つからないというのがあるかもしれませんが、関連する、どうぞ。

(亀井) 今のお話を統合していくと、やり方がたくさんあるのと同じように、もしかするとリテラシーのゴールがたくさんあるのではないかという形を感じてきたのです。

私は、今日用の紙の裏側のページに、グラフの図を書いているのです。それは10年ぐらい前から、人の関心というのが、その上に乗っている赤丸ですが、その周りが時間的広がり空間的広がり、すごく大きなもの、すごく小さなもの、すごく昔とすごく未来という形で書いているのです。

そして、そのグラフのピークがだんだんと広がっていけば、個人として完成された人格、あるいはリテラシーが身に付いていくと考えていたのです。もしかしたら、私たちがやろうとしていたことは、広げるということは必要のないことをやっていたのかなど。

個人的には、西洋という言葉を使うと怒られるかもしれませんが、ヨーロッパの考えというのは、個人が完成されて、一人一人が世の中に主体としてかかわっていかなければならないという考え方があると思います。けれども、それに対応して、それぞれがそれぞれの個性を持って、相対的な者として臨んでいけば、それぞれが興味を持っているだけ臨めるのではないかという可能性を思ったのです。ここで北原先生にお返ししたいのですが、よろしいですか。

(小川) 所属とお名前をちょっと。

(亀井) すみません、国立科学博物館連携協力課の亀井と申します。今やっているのは、科学館の中において「邦楽百選」をやってみたり「上野音楽の森」をやってみたり、それから展示を使った映画撮影、ドラマ撮影をやったりしているセクションでございます。よろしく願いいたします。

(北原) 難しい問題です。一人の人間が、すべてを知って完成することはあり得ないと思うのです。だから、何が大事なことかということ、やはり僕が強調したのですけれども、すべての人が共に働く。この21世紀のいろいろな課題に対して、共に挑戦していくためのリテラシーとは何か。

そうすると、それはもちろん、ベーシックなノレッジは必要かもしれないけれども、一番大事なことは、そういう自分が全体の中でどう位置付けられているか。それから、人とのかかわりはどういうふうになっていくべきか。そのために、どのような性格のコミュニケーションのしかたが大事なのか。そういうことがリテラシーの本質かと思っています。

(小川) ありがとうございます。ほかにいかがですか。

(Q5) 総合研究大学院大学の吉田といいます。専門はライブラリーサイエンスです。有田さんに3点ほど質問があります。すみません、ちょっと多くて。

1点目が、先ほどの博物館に興味がない人をいかに来させるかという話に関連して、塗り絵で参加された方の満足度は非常に高かったというお話をされていましたが、その参加された方は、本当に塗り絵をやりたくて絵をやっていたのかなということがありません。要するに、参加したけれど、初めは塗り絵をやりたくなくて、やってみたら満足したというような、本当はやりたくなかったけれども、やったら満足したみたいな人もいるのかなと思って、それについては集計されたのかということが1点目です。

2点目が、空間の広がりというのは発達段階に合わせて設定されて、あのようなひし形っぽい形になったと思いますが、今の時代は、一応、若者的な立ち位置に自分はいるので、若者的な感覚で言うと、モバイル世代とか携帯世代の人たちは、発達段階とは関係なしに、非常に広いつながりの空間を持っているように思うのです。今の時代に発

達段階に単純に合わせて、空間が広がっていくみたいなダイスは描けるのかということが2点目です。

3点目は、やる気がなかったとか、博物館を特に見る気はなかったけれども、私のように大学の単位欲しさに博物館を見ざるを得なくて、回ってみたけれども出てくるときにはなぜか満足していたということが何度かあったのですけれども、満足になる瞬間みたいなことは測定できるのかという、この3点をお願いします。

(有田) なぜ、これが僕なのか分からないのですが、1点目に関しては、報告書をお読みいただくと、塗り絵の参加理由の一番多いのが「塗り絵をしたかったから」「海の生き物が好きだから」「楽しそうだったから」というのが多いことをご確認いただければと思います。

ちょっと説明、発表のときに、それは簡単にしか触れなかったですけれども、基本的に勉強したいというよりも、塗り絵がしたかったから参加したと。それに関しては、満足したと。

私たちの理解としては、塗り絵をしたいということで引きつけるのは、ねらいどおりですけれども、知らず知らずのうちに観察するようになったという、プラスアルファの科学において重要な、観察ということをしたということなのです。塗り絵をしたいということをもしろねらって、そこに付け込んでというか、参加させたというのがあります。

それから、発達段階をうんぬんのところですけども、私は実は携帯端末を使ったクイズやガイドのプロジェクトもやっています、実際に中高生とかに使ってもらったりしているのです。

それと携帯世代のつながりの広さとは違うかもしれないですが、博物館は基本的に実空間を相手にしていることがありまして、携帯世代の空間の広がりというのが、本当に実生活や人間形成における発達と、その空間的な広がり的一致しているかと言うと、これは個人的見解ですが、そこにはずれがあるのではないかと思います。

いくらインターネットが発達して、みんなが携帯を持って、コミュニケーションの相手がいるまでの距離は遠くて広いことがあったとしても、それが人間として広い空間で、それをきちんと認識して、その中で活動しているということにはならないのかなと。新人という、私たちが10万年かもう少し前に進化をして以来、脳みその構造というのは基本的には同じ種であるということですから、変わらないと思うのです。ですから、ITの発達はいいこともたくさんありますが、それによって身体的な発達が変わるわけではないと思うので、そこは検討段階ではあまり重視してこないというか、多分そんなにはこれからも気にはしないかなというのが見解です。

それから3番目に関しては、その瞬間を計るというのは、そんなものがあつたら、みんな苦労しないなというところですけども。一つ、すごく個人的な経験にはなるのですが、自分がそう思ったときはどういうときかということ、プログラムを企画するときに考えます。自分だったら、こういうことがあつたら楽しいとか、あのとき楽しかったからこうだろうと。

計る方法はないですけども、実際にプログラムをやっている現場に行ったときの子どもの表情が変わる瞬間は、たびたび目にすることができるので、ちょっとそれは自己満足の世界ですけども。そこをうまく、そのプログラムの中での博物館のスタッフと参加者

のコミュニケーションとか、形式ばってインタビューにしてしまうと、そこの話が取れないかもしれないですが、そこは感覚的なものをうまく、どうきちんと博物館の成果として出せるかということが課題だと思います。そんなところで許してください。

(小川) 多分これに関しては、David さんもコメントがあるのではないかと思います。有田さん、回していただけますか。

(Anderson) どういう学習があり得るか、またその学習がどれだけ大きな影響があるかは、塗り絵をしても、とても大きな影響があり、それを過小評価してはいけないと思います。子どもたちがスケッチをしたり色を塗ったり、それをミュージアムで行った場合に、信じられないほどの知識を受け取っているはずですよ。その結果、どれだけ多くのことを学んでいるかは、目に見えるよりとても大きいはずですよ。

そういう話をしている、もう一つアイデンティティと、来てくれる人たちのことを考えてプログラムを考えると、四つの世代に分けて考えることがありましたけれども、その話をしたいと思います。

最終的に何を提供するかというコンテンツ（中身）だけではなく、プロセス（過程）が大事だと思うのです。幼い子どもを考える場合に、ミュージアムの経験を社会・文化的な子どもの世界を通して伝えることが重要なのです。子どもにとっての社会・文化の世界は何か。お絵かき、お話を聞くこと、お話を読んでもらうこと、かわいい洋服を着てみること、夢みたく話を話してみる。あるいは庭で、うちの庭から骨が出るかなと掘ってみるといことなのですよ。子どもの文脈ですよ。いわば波なのですよ。情報を運んでくれる電波の波が、子どもにとっての社会・文化なのですよ。

といっても、つまり科学の概念、XとかYとか、そういう概念にとらわれてはいけないと思います。どのような方法・手段がその子どもに合うのか。あるいは文化のアイデンティティが違う場合に、どういう伝え方のルートがいいのか。

例えば、お年寄りはおしゃべりが好きです。どの社会でも、私が研究した限りでは、お年寄りは井戸端会議、おしゃべりが大好きで、語り合うことによって、おしゃべりによって社会とつながっています。それは、高齢者特有のコミュニケーションの方法なのですよ。共通の社会、文化的な形質・傾向で、若い世代、あるいは幼い子どもになった場合には、お絵かきが好きとか、庭を掘ってみるとか、お姫様のふりをしてみるとか、それはメッセージを伝える子ども向けの波なのですよ。その際に、もう少し批判的に考える必要があるのです。どういう波で伝えたらいいのか、社会・文化的なルートとして、異なる文化的な集団がいた場合に、どの形でメッセージを伝えるべきであるのか、その搬送する波が重要だと思うのです。周波数を使うと、どの聴衆の耳に届くのか。Jean も、何か言いたいことがあるのでは。

(Rosenfeld) 全く同感です。しばしば、例えばより高齢の世代がもう一回ミュージアムに来たとして、その隣の人たちに、子供がしていることと同じことをしてもらったら、どうなのかと思います。そうすると、いきなり記憶がよみがえってくるのか、「ああ、子どものときにこんなことが好きだったな」と、思い出がいきなり振り返ってくるかどうか、懐

かしいと思うかどうか。もし、高齢の方が子どものときに、こんなに楽しかったなと思った場合には、もう一回サイエンスにカムバックするかなと今思いました。

実は、今質問して下さったGRIPS（政策研究院大学）の方に質問ですが、大学の単位のためにミュージアムに行かなければいけないと言いましたね。そのために今回も来ているのですか。今、ここに参加しているのも単位のためですか。教えてください。

素晴らしいですね。いまや関心をお持ちです。けれども、先ほどあまり興味がなかった、最初は単位のためだったとおっしゃっていましたね。そして、結局、単位のためだけにミュージアムに来たけれども、来てみたら楽しかった、単位も取れた。そして、今はミュージアムに行って良かったと思っていらっしゃいますか。

良かったと思います。こういう理由があるからこそ、皆さんも今日、来てくださっているわけですね。つまり、スパークが再び起こったと言いましょか、何か感じたものがあったから来てくださったので、良かったと思います。

（小川） ありがとうございます。いろいろなきっかけで博物館に来られている。金曜日の夜は、科学博物館はデートに来る人が何人かいますけれども、学生が同じぐらいの男女の比で来るというのが分析結果で出ていますので、恐らく二人で来ているのではないかということが予想されます。そのアウトカムは、私は確認していないので分かりませんが、多分人生を豊かに歩んでいるのではないかと思います（笑）。

いずれにしろ、皆さんが文脈を無視して博物館活動をやるわけではなくて、やはり文脈に基づいてというか、文脈を踏まえて博物館のプログラムを作っていく必要があるということを、今日確認できたのではないかと思います。

本当にいろいろなお意見があると思いますが、あとお一人、ご質問等を。

（Q6） 教育心理学の者ですが、一つ、気が付いたことがあります。教育関係としても今回の展示物の共通のものですが、これはライブのインタラクション（相互運用）があるということで、例えば動物のものは、例えばアメリカの自然史博物館にもあり、ここにもそういったものがあります。生きているものとのつながりという意味で、聞きたいと思います。例えば、中国の博物館などはどうでしょうか。いろいろなリサーチや研究が行われています。そして、それが生きている動物、生きている展示物の重要性、そしてその意味、そこに関与するというこの関心についても研究が行われています。幾つかの共鳴や、動物に関してアイデンティフィケーションを持つということです。生きた動物、生きている展示物はそもそも生きているわけですから、本当に維持することがミュージアムにとって大変ですけれども、メンテが必要ということで大変でも、非常に非常にこれらは人にとってエンゲージングで、人を引きつけるものであり、そして来館者にとって重要です。

多くの方々が、例えばニワトリがかえるところ、ヒナがかえるところをごらんになっていると思います。そうすると、そこでの人々の引き込まれ方や対話のレベルを持つことができる、抱えることができることは、非常に大きなものがあって、みんながその周りに集まって、とにかくヒナが卵からかえるのを待っているということが見られます。非常に刺激の多いものです。いろいろな会話がそこから生まれてきます。情動、感情の関与の深いものが生まれ、そしてその結果、非常に強いつながり、かかわりが見られます。



同じように、ほかの例えばブラックスネークに関して、いわゆるクモや爬虫類も非常に大きな興味を呼び起こすものです。

強い感情的な反応が生まれてくることもあります。全くインタラクションをやめてしまう、かかわることをやめてしまうこともあるけれど、非常にそこから刺激に満ちた会話が生まれることもあります。

あとは、水族館の例もあります。動物が自然に動き始めていると、それぞれの生態系の中で、その瞬間を見ることができるとは素晴らしいです。これは学習の経験としても、例えばある動物が何かのことをやって、皆さんがそこでファシリテーターとしていらしたら、そこでたくさんいろいろな質問が出てくるでしょう。いろいろなフォローアップの学習が、ある特定の動物の挙動の後に続くことになるでしょう。

非常に面白い点をおっしゃいました。われわれの自然史博物館においても、ライブの、生きているものの展示物を始めました。そのときにも、参加者の **attendance rate**、見る人たちの率がすごく高まりました。例えばカエル、チョウ、両生類、爬虫類、ヘビ、その後、哺乳類も始めています。

博物館や動物園のような所に行った人は、必ずしもたくさん理解を深めるということでもなくてもいいのです。楽しいもの、それからいろいろな年齢層に対してできるもの、つまり本当に幼児から高齢の人まで楽しめるものを見ると、例えばいいことも悪いこともあったでしょうけれど、昔の記憶を呼び覚ますようなものは非常に興味深いですし、より多くの博物館がこういったライブの展示を行っています。

(小川) ありがとうございます。本当は、もうちょっといろいろとご意見を伺いたいところですが、時間が来てしましまして、そろそろまとめに入ろうと思います。今日は主に博物館と個人の問題、個人の科学リテラシーの問題を取り上げております。

本来ですと、社会を構成する個人ということで、個人と社会の関係も次の話題としてはあるべきだろうと思いますが、残念ながら、時間の関係で、これはもし懇親会で、「懇親会でそんなことを話してもしかたがないよ」ということもあるかもしれませんが、次回の宿題にさせていただきたいと思います。

事によると、日本では、非常に科学リテラシーを持った人間・個人が自立すると、孤立してしまうという社会もありますので、日本の社会において、科学リテラシーを持った人間が孤立しないようなことも考えていく必要があるかなと。そういう面では、今日幾つかお話をいただいたコミュニティとの協働、パートナーシップも非常に重要な観点ですし、これからわれわれも取り組んでいかなければいけないものだと思います。

いずれにしろ、今日は文脈に基づいたプログラム作りということで、われわれにとっては非常に勉強になったと思っています。

それから、入り口の部分を非常に敷居を低くして、いろいろな方が博物館に入っただく。それが旅の始まりであることが認識されたのではないかと思います。途中で旅をやめそうになったときに、また面白いものがあれば、そこで満足して旅を続けるというふうに考えていただければ、われわれも非常に楽にいろいろなプログラムが組めると思います。ですから、嫌がっている人がいても、いずれまた戻ってくる可能性がある。また、旅を続けることがあるかもしれないということで、終わりのない旅が始まるわけですが、そうい

うことを世代を通して、人生を豊かに生きていただければと思っています。

本当に長い間ありがとうございました。そして、お二人の方ありがとうございました。

**David** さん、本当にありがとうございました。**Jean** さん、ありがとうございました。それから、北原先生も参加していただいてありがとうございます。それからお二人、ありがとうございました。これでパネルディスカッションを終わりにしたいと思います。どうもありがとうございました。

## 閉会挨拶

亀井 修（国立科学博物館）

今日はパネラーの方々、どうもありがとうございました。それからご出席いただいた方々、本当にありがとうございました。この6月の、またインフルエンザがはやっている中で、命を顧みず参加して下さったことには本当に感謝申し上げます。

私どものマーケティングというのは、今回のプッシュ型のマーケティングのほかに、待ち受け方のマーケティングも行っています。Webサイトにはたくさんの案内も出ています。そして、私どもは科学が、より高い文化の中の一員となれるような活動をこれからも続けていく所存でございますので、今後ともごひいきにお願いできればと思います。

それから、懇親会の会場は狭いので先着順、申し込み順になりますので、ぜひ奮ってご参加いただければと思います。

本当に、今日はお忙しいところをありがとうございました。



**資料（プログラム事例紹介パネル展示）**



# 科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の教育事業の開発・体系化と理論構築 ～研究の枠組みとプログラム体系化の試み

## 科学リテラシーの定義

人々が自然や科学技術に対する適切な知識や科学的な見方および態度を持ち、自然界や人間社会の変化に適切に対応し、合理的な判断と行動ができる総合的な資質・能力（国立科学博物館、2008）

本研究では、一般の人々の科学リテラシーを涵養することを目的とし、生涯学習の観点から教育事業のあり方を考察していく。

- ①科学リテラシーの涵養を目的とした**プログラムを開発し、試行・実践**を行う。
- ②プログラムの実践評価を通して**システムの構築とプログラムの汎用化・モデル化**を行う。
- ③教育事業の体系化と科学系博物館における**学習モデルの提案と理論構築**を行う。

## 国立科学博物館の科学リテラシー涵養活動の目標と枠組み

世代	幼児～ 小学校低学年	小学校高学年～ 中学校期	高等学校・ 高等教育期	子育て期・ 壮年期	熟年期・ 老年期
感性の涵養	科学に興味・関心を持って、身のまわりの事象の美しさ、不思議さなどを感じる。	科学に興味・関心を持って、科学に対する興味・関心や実生活との関わりを感じる。	科学に興味・関心を持って、科学に対する興味・関心や科学の有用性を感じる。	子どもの科学リテラシー涵養のための学習を通じて科学的有用性やリテラシーの必要性への意識を高める。博物館の展示や資料に触れ、面白いと感じる。科学および科学に関連する分野に対して、興味・関心をもつ機会に裏打ちされた好奇心と興味を育す。	科学に対する楽しい体験や博物館の展示や資料に触れ、面白いと感じる。
知識の習得・ 概念の理解	わかる、できることを実感し、達成感を得る。	科学に興味・関心を持って、生活で直接関わる科学的知識を身につける。	生活や社会に関わる科学的知識に理解を広げる。	子どもの科学リテラシー涵養のための学習を通じて科学的有用性やリテラシーの必要性への意識を高める。博物館の展示や資料に触れ、面白いと感じる。科学および科学に関連する分野に対して、興味・関心をもつ機会に裏打ちされた好奇心と興味を育す。	生活や社会に関わる科学的知識に対する理解を深める。自身の興味・関心など個々の興味・関心に応じて科学的知識を身につける。
科学的な見方、 考え方の育成	興味・関心を持った事象を取り入れて活動する。	自然界や人間社会に興味・関心を持ち、その規則性や関係性を見いだす。	多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて判断し、行動する。	多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて判断し、行動する。学んだことを総合的に生かして、生活や社会の問題解決のために適切に判断する。	学んだことを総合的に生かし、生活や社会の問題解決のために適切に判断する。学んだ成果を、自身の興味・関心を生かす。
社会の状況に適切に対応する能力の育成	興味・関心を持った事象を利用してまわりの人と一緒に活動する。	学んだことを表現し、わかりやすく人に伝える。学んだことを自分の職業選択やキャリア形成と関連づけて考える。	社会との関わりをふまえて、得られた知識・スキル等を実生活の中で生かす。学んだことを職業選択やキャリア形成に生かす。	社会との関わりをふまえて、学んだことを表現し、人に伝える。地域の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を生かす。社会の状況に応じて適切に効果的に次の世代へと伝える。	地域の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を生かす。自身の持っている知識・能力を、社会の状況に応じて適切に効果的に次の世代へと伝える。

独立行政法人国立科学博物館科学リテラシー涵養に関する有識者会議（2008）「科学リテラシー涵養活動」を創る～世代に応じたプログラム開発のために～（中間報告）

## 本研究の枠組みと開発したプログラム

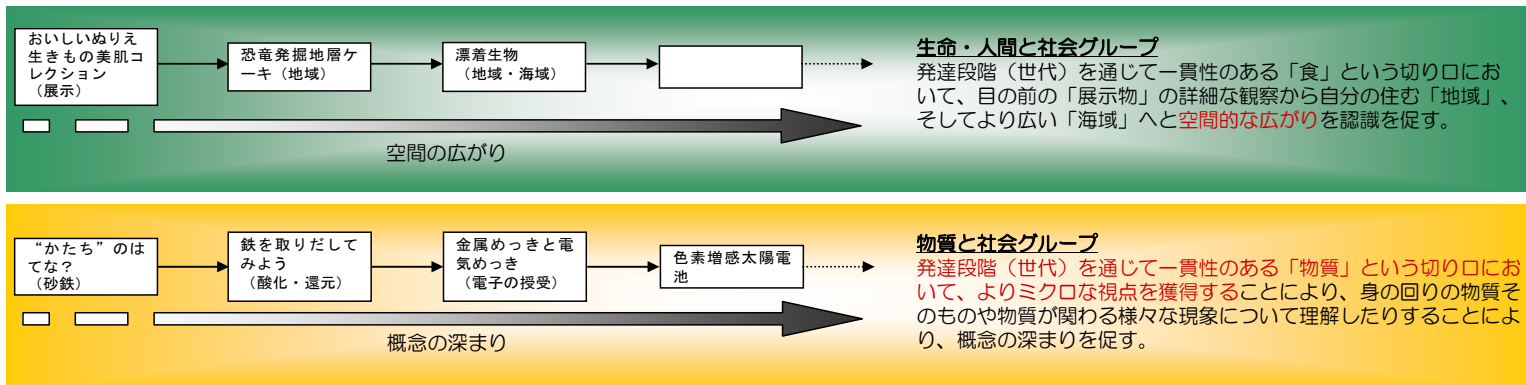
年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
分野	幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人・ファミリー	団塊
生命・人間と社会	おいしいぬりえ 生きもの美肌コレクション	恐竜発掘地層ケーキをつくろう！ 火山と暮らしの楽しい関係		
宇宙・地球・環境と社会	かわらの小石で遊ぼう かわらの小石で遊ぼう ～小石のアートにちようせん！	めざせ砂金ハンター ～河原の砂金はどこから来るの？ 化石は語る ～化石が教えてくれる過去の環境		
物質と社会	“かたち”のはてな？	鉄を取りだしてみよう 化学反応は電子が主役 ～酸化還元反応～		
技術と社会	風車で分かる電気エネルギー ～風車によるエネルギー変換効率改善を中心として 風車で分かる電気エネルギー ～家庭で使用する電力量を削減した省エネを中心として	速く正確に走るロボットを作って、 コース別タイムトライアルをしよう 大きな水の話		

## プログラムの体系化における基本的な考え方

「教育事業の体系」とは、「発達段階（世代）的に深化、拡張する一貫した系統によるプログラム群の事例」のことである。

テーマは「発達段階（世代）的に深まっていく一貫したプログラムを束ねる社会的課題を踏まえたテーマ」を考え、このテーマのもとに体系化を進める。

## グループ内のプログラム体系化の例（扱う内容から見た系統）



## テーマ（暫定版）

### 生命・人間と社会グループ 「食と健康」

生物を、生命の営みの根本である「食」の対象として捉えることでより身近に感じ、その形態や生態の理解、人間の暮らし環境との関わりについて理解を深める。

### 宇宙・地球・環境と社会グループ 「地球の贈り物 天然資源」

「私たちはどこから生まれ、今どこにいて、これからどこに行くのか」という疑問に自分なりに答えるために、地球環境の課題に対し、科学的に認識し、知識を活用して判断する。

### 物質と社会グループ 「私たちの生活を支える物質」

物質の形態や特性、変化を詳細に理解することで、諸物質により形作られている世界をとらえ直す。

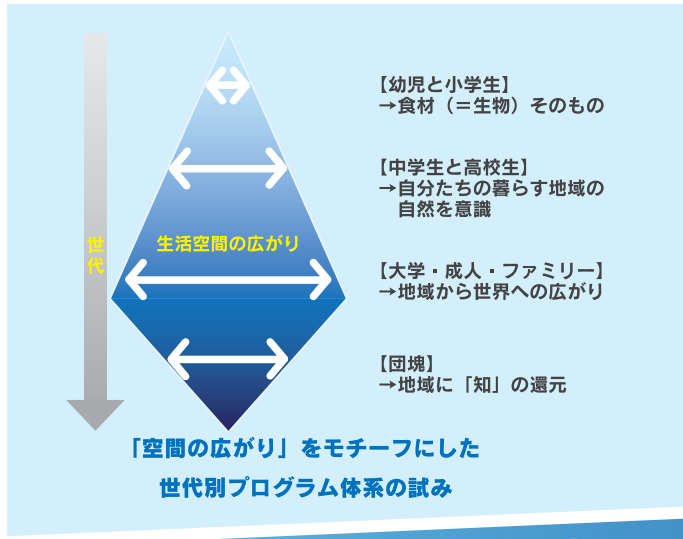
### 技術と社会グループ 「私たちの生活を支える技術」

自然の力を利用したり、自然を理解し仕組みを整えて制御したりすることによって、豊かになった生活や社会を総合的に理解する。

# 生命・人間と社会グループ

生物を、生命の営みの根本である「食」の対象として捉えることでより身近に感じ、その形態や生態の理解、人間の暮らす環境との関わりについて理解を深める。

年層 分野	2007年度 幼児と小学生	2008年度 中学生と高校生	2009年度 大学・成人 とファミリー	2010年度 展開
生命・人間と社会	おいしいぬりえ 【生きもの観察シート】	恐竜発掘地層ケーキをつくろう！ 【生きもの観察シート】	わたらせり餅 【餅つき体験】	
宇宙・地球・環境と社会	わたらせり餅 【餅つき体験】	わたらせり餅 【餅つき体験】		
物質と社会	【かやく】の試み			
技術と社会				



## プログラム開発担当館

2008年度 兵庫 兵庫県立人と自然の博物館 (ひとはく)

2007年度 (2009年度) 海の中道 海洋生態科学館 (マリンワールド海の中道)

2007~2010年度 国立科学博物館 (かはく)

## 空間の広がり

幼児・小学生向け：食べる（食べられる）生物「そのもの」に注目

中学生・高校生向け：食べる（食べられる）生物を育む「地域」に注目

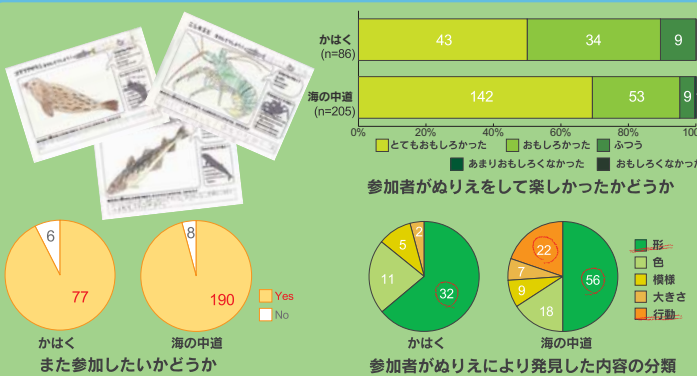
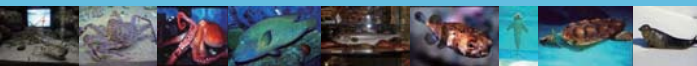
### 2007年度開発プログラム

## おいしいぬりえ

#### 【プログラムの概要】

本プログラムは、子どもたちに博物館の展示室において実物資料の「観察」を促し科学に親んでもらうために「ぬりえ」という身近な手法を用いた学習プログラムである。

子どもたちのレベルに合わせた観察の機会を提供するため「食べる」「肌の手入れをする」といった生活場面に関連する視点からの観察を行うなど、ぬりえの対象となる展示物との距離感を縮める工夫を行った。



### 2008年度開発プログラム

## 恐竜発掘地層ケーキをつくろう！

#### 【プログラムの概要】

本プログラムは、自然と触れ合うことが少ないニュータウンの中高校生が、洋菓子・恐竜という身近な切り口をきっかけに生活と自然科学との関わりを学ぶことを目的として実施した継続学習プログラムである。

#### 【日程とねらい】

- 第1回 2008年10月26日(日) ひとはくにて
  - 地域の自然史に関わる最近の話題を知り、興味・関心を高める
  - 地域の自然と、自然に関わる暮らしにおける恩恵を理解する
  - ケーキの試食、丹波・三田の名産品を知る
- 第2回 2008年11月9日(日) ひとはくにて
  - 暮らしの土台となる、兵庫県の地質の特徴を理解する
  - チョコレートとケーキを使った火山メカニズムの実験
- 第3回 2008年11月16日(日) 神戸市内にて
  - 「災害文化」(災害とうまくつきあう暮らし)を理解する
  - まちづくりの文化と自然との関わりを理解する
  - 神戸(御影)の街歩き
- 第4回 2008年11月24日(月) 祥雲館高校にて
  - 恐竜発掘地層ケーキを作りながら学んだことの振り返り
  - 学んだことを表現することの練習(新作ケーキ企画とプレゼン)

#### 【参加者】

中学2年生2人・高校1年生3人・2年生3人

参加者に、プログラム参加前後に「生活」というキーワードを中心として思いつく言葉を挙げてもらったところ・・・

プログラム参加前には、日常していることに関するものや、好きなマンガや食べ物に関するものが書かれていた。一方、プログラム参加後は、プログラム内容を踏まえた言葉の数が増えた。また、食材や食べること、地層や地震に関することなど、関連する言葉のまとまりが見られ、学んだことが参加者の中で系統立てて整理されていることが明らかになった。





# 宇宙・地球・環境と社会グループ

目標:「私たちはどこから生まれ、今どこにいて、これからどこに行くのか」という疑問に自分なりに答えるために、地球環境の課題に対し、科学的に認識し、知識を活用して判断できるようになる。

分野	年代	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
	世代	幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人・ファミリー	目標
生命・人間と社会		おいしい食べ、生きもの展覧会コレクション	奇電発掘地層ケーキをつくろう！火山と暮らしの楽しい関係		
宇宙・地球・環境と社会		かわらの小石で遊ぼう かわらの小石で遊ぼう ～小石のアートにちょうせん！～	目撃せ砂金ハンター ～河原の砂金はどこから来るの？～ 化石は語る ～化石が教えてくれる過去の環境～		
物質と社会		“かわら”のはてな？	鉄を取りだしてみよう 化学反応は電子が主役 ～酸化還元反応～		
技術と社会		風車で分る電気エネルギー ～風車によるエネルギー変換効率改善を中心として 風車で分る電気エネルギー ～家庭で使用する電力量を導入した省エネを中心として	速く正確に走るロケットを作ってみよう 宇宙探査機がどうやって動くのか 大きな水の塔		

## かわらの小石で遊ぼう 小石のアートにちょうせん！

### プログラム開発の背景

河原の小石は、岩石の成因や河原の小石と上流の地質との関連、水や川の働きなど、我々が生活する大地の作りや変化を理解する上で有用な素材である。幼児や小学校低学年の児童にとって、遊びを通じて河原の石に親しむことは、石や石の地学的な背景に興味を持つことのきっかけになると考えられる。

### ねらい

【子ども(幼児・小学生)】

- ①親子で一緒に石遊びを楽しみながら、自然(石)に親しみ、興味・関心を持つ。
- ②石には様々なながい(種類)があることを知り、身の回りの自然環境を理解するきっかけを持つ。
- ③人前で自分の作品を紹介することを通じて、表現力向上のきっかけを持つ。

【保護者】

- ①親子で石の工作を楽しむとともに、家庭において継続的に親子の自然遊び・学習を自発的に行うための、河原の石に関する基礎知識、学習方法の事例を知る。



### プログラム概要

幼稚園児、小学校低学年児童とその保護者を対象とした、1時間程度のワークショップで、石を用いた工作を行う。  
国立科学博物館とミュージアムパーク茨城県自然博物館の連携により開発・実施した。

### 実施概要

実施日:平成20年3月1日(土)  
実施場所:ミュージアムパーク茨城県自然博物館  
参加者:親子8組24人(幼児8人、小学1～3年生4人、小学6年生1人、保護者11人)

### プログラムの流れ

#### ①石の観察



異なる川で採集された小石を形・色模様・手触りなどに注目して観察し、気づいたことを発表した。

#### ②小石のアート工作



小石を素材に、元の形や色模様を活かしながら、ペンや折り紙を使って工作をした。

#### ③完成品のお披露目



発表会形式で製作した作品のお披露目を行った。

#### ④解説



指導者が主に保護者を対象に、石の種類・河原の石と上流の地質の関係・関東地方の河原の解説した。

## めざせ砂金ハンター ～河原の砂金はどこから来るの？～

### プログラムの目的

河原の砂金を切り口に、中高生の地学的概念、中でも特に大地の成り立ちに関する知識・認識を向上させるとともに、ここから生み出されるレアメタル等、我々の生活を潤す大地の恵みについて理解を深めることを目的とする。

### ねらい

- ①砂金・河原の石の地学的生い立ち「岩石・金鉱床の生成～風化浸食と運搬～河原への堆積の過程」を知る。(→大地の成り立ちの理解へ繋がる)
- ②砂金採集において、金の性質(比重)、川の流れる特徴等、地学的要素を意識し・活用する。(→大地の成り立ちの理解へ繋がる)
- ③身近な電子機器に金を始めとするレアメタルが使用されており、現在の便利で快適な生活を支えていることを感じる。(→大地の恵みの理解へ繋がる)

### プログラム概要

中高生を対象とした、野外の河原における砂金採集と博物館内での実習を行う2日間のプログラム。  
国立科学博物館と神奈川県立生命の星・地球博物館の連携により開発・実施した。

### 実施概要

実施日:平成20年10月4,5日(土・日)  
実施場所:多摩川河原・国立科学博物館  
参加者:中高生6人

### プログラムの流れ

#### 1日目多摩川河原にて

##### ①野外調査・砂金探し



河原にて砂金が堆積しそうな場所を推測し、記録を取りながら砂金を含む重砂をパン皿を用い採集を行った。

#### 2日目博物館にて

##### ②砂金のピックアップ作業



河原で採集した重砂からお椀を使ったパンニングと実体顕微鏡観察を併用し砂金を取り出す。

##### ③地学的背景の解説



岩石・金鉱床の生成と風化浸食、河原への堆積過程と日本の地学的背景について展示室を併用し解説。

##### ④大地の恵み



携帯電話、PCの中に金を始めとするレアメタルが使用され、我々の生活を支えていることを解説。

# 物質と社会グループ

物質の形態や特性、変化を詳細に理解することで、諸物質により形作られている世界をとらえなおし、私たちは日常生活や社会において、物質や化学変化を利活用していることについて理解を広げる。

年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
分野	幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人・ファミリー	団塊
生命・人間と社会	おいしいゆめいえ 生きもの展覧コレクション	恐竜復讐地層ケーキをつくらう！ 火山と暮らしの楽しい関係		
宇宙・地球・環境と社会	かわらの小石で遊ぼう ～小石のアートにもようせん！	めざはゆめいへんた ～子供の科学はじから来るの？ 化石は語る ～化石が教えてくれる過去の環境		
物質と社会	「かたち」のはてな？	鉄を取りだしてみよう	電子のやりとり	
技術と社会	風車で分る電気エネルギー ～風車によるエネルギーの伝わり～	風車で分る電気エネルギー ～風車によるエネルギーの伝わり～	速く正確に動くロボットを作って、 コースタイムトライアルをしよう	大きな米の話を

物質と社会グループでは、物質についてよりミクロな視点を獲得することが理解を深め、日常生活や社会において物質を利活用できる場が広がることが、科学リテラシーの涵養につながると考えた。「物質と様々な化学変化」について理解の深まり、つながりを意識し、世代に応じた学習プログラムの開発を行った。

## ◎開発した各学習プログラムの特徴

<プログラム開発担当館> 科学技術館、名古屋市科学館、国立科学博物館

	幼児・小学生	中学生・高校生	大学・成人・ファミリー	団塊
当グループが注目した世代のつながり	<p>よりミクロな視点の獲得による科学的な基礎概念の深まり。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>身の回りの物質と様々な化学変化について理解を深める</li> <li>実生活への物質の関わりや社会においてどのように利活用されているかについて考える</li> </ul> <p>【学習段階に応じて理解がより深くなる】</p>			
プログラム	「かたち」のはてな？	鉄を取りだしてみよう	化学反応は電子が主役	<p>今後の開発</p>
ねらい	「もの」を拡大し、じっくり観察することを通して、もののかたちを知る	酸化・還元を通じて物質の変化を理解する。	電子のやりとりから酸化・還元反応を理解し、身の回りでの物質の活用について知る	

今後この層への働きかけがとても重要になってくる

### 「かたち」のはてな？ (平成19年度実施)

対象：幼児とその保護者

ねらい：「もの」を拡大し、じっくり観察することを通して、もののかたちを知る。  
→保護者へのねらいとして、「もの」を観察する際の幼児への接し方を通して、物質のかたちや構造について理解を深める。  
(ファミリー向けプログラムとして実施も可能)

流れ：ものを拡大して見る→虫めがねを使って砂や塩、砂糖を拡大してみる→身の回りのものや自然界をもっと見てみよう、拡大してみる便利な道具のお話



### 鉄を取りだしてみよう (平成20年度実施)

対象：中学生 (今回は小学生に実施)

ねらい：酸化・還元を通じて物質の変化を理解する。  
特に、以下の項目を体感的に理解させる。  
・金属が酸素と結びつくときさびる (酸化)、  
・さびた金属から酸素を取り除くとびかびかになる (還元)  
・燃焼も酸化の一種 など  
(詳細は報告書に記載)

流れ：さびについての話→酸化の実験としてステークの燃焼など→還元の実験としてさびたのから金属を取り出すなど→テルミット反応の生成物の観察や社会における鉄の活用についての話



### 化学反応は電子が主役 -酸化還元反応- (平成20年度実施)

対象：中学生

ねらい：電子のやりとりから酸化・還元反応を理解し、身の回りでの物質の活用について知る。

流れ：電子のやりとりによる酸化還元反応の話→銅の電気めっきの実験  
→無電解めっき (化学めっき) の実験→鉄イオンによる振動反応  
→シュウ酸エステルの発光反応



生徒向けアンケートより (参加者15人)

#### ●おもしろかった実験とその理由

無電解めっき (6人)	プラスチックにめっきが出来るのがおもしろかった (驚いた)、仕組みを知ることができた。めっきを完成させるために鉄釘を動かしたり、めっきの上に違うめっきを塗ることによって自分の考えを試してみたりすることが楽しかった。他の実験よりも身近に感じたから。
振動反応 (5人)	ひとりでに反応することや色の变化、模様に対して不思議だと思った。
シュウ酸エステルの発光反応 (1人)	反応が長く続いたから。
電気めっき (1人)	科学を楽しみながら学習できた。

#### ●印象に残った内

電子のはたらき (3人)、金属以外のものにもめっきできること (3人)、シュウ酸エステルの発光実験 (2人)、無電解めっき (2人)、薬品を混ぜるとエネルギーが発生し、様々な現象が見られること (1人)

電子のやりとりに関して記述した参加者が多く見られ、本プログラムの主なねらいである電子の授受について参加者の理解が深まった

教師向けアンケートより (見学および指導補助の理科教師2人)

自分が日々接している生徒には少し難しいと感じる一方で、扱った実験が興味をひくものばかりで生徒は意欲的に活動した。  
多くの参加者は中学2年生であったが、酸化・還元は中学3年生、イオンは高校での学習範囲であるために、どちらの概念もほとんどの生徒は知らないと思われるものであったが、視覚に訴えるめっきや振動反応などの実験を目の前に行った解説により、参加した生徒の酸化・還元への理解が深まった。  
改善点として、結果を生徒に予想させたり、モデル図を使って行ったことのみとめなど、考察の部分を更に充実させると良い。



#### 本プログラムにおける主な成果

- 1) 電子の働きについての参加者の理解が深まった。
- 2) 生活 (技術製品) との関わりを考えるきっかけになった。
- 3) 参加者の興味・関心の喚起と概念の理解が効果的になされた。
- 4) 生徒主体の実験においては、実験手順の資料と実地での指導の双方が必要である。

平成24年から実施される新しい指導要領 (理科) では「イオン」の学習内容が高校から中学3年生に移行した。この内容は、平成21年4月より既に先行実施中のため、本プログラムにおいても、中学生を対象としてイオンについて扱うことが重要であり、各実験を通して、内容の理解がより深まる効果があると思われる。

# 技術と社会「私たちの生活を支える技術」

年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度
年代	幼児と小学生	中学生と高校生	大学・成人・フューチャー	国際
生命・人間と社会	おいしくおいしく 生きもの関係ネットワーク	電磁圏環境から安全をつくらう！ 火山と暮らしの新しい関係		
宇宙・地球・環境と社会	かわらぬ小豆で遊ぼう？ ～小豆のアーチにようこそ！	お豆が宇宙のひそか ～宇宙の宇宙はどこから来るの？ 花びらは語る ～花びらが語って伝える植物の歴史		
物質と社会	“おたの”のはてまで？	鏡を折り返してみよう 化学反応は電子が伝う ～電子を伝う～		
技術と社会	風車で分かる電気エネルギー ～風車と太陽電池の関係を調べて 風車で分かる電気エネルギー～	風車で分かる電気エネルギー ～風車と太陽電池の関係を調べて コース別タイムトライアルしよう 大きな水の国		

自然の力を利用したり、自然を理解し仕組みを整えて制御したりすることによって、豊かになった生活や社会を総合的に理解する。

## H19開発プログラム

風車で分かる電気エネルギー～家庭で使用する電力量を導入とした省エネを中心として

ねらい

- ① 風車を回して「仕事」をさせたり電気を起こしたりして、エネルギーの概念や電力の単位を学ぶ。
- ② 風車の構造を調節して発電量を大きくする試行錯誤を行い、効率がどのように変わるかを体験的に理解する。
- ③ 家庭の電気使用量のお知らせを調べたり省エネの観点より作業結果を振り返ったりして、社会や日常生活においてどのくらいの電力が使われているかや、節電のためにできることは何なのかを考える。

開発担当館：科学技術館  
実施形態：友の会会員向け実験教室  
対象：小学校3年以上  
参加人数：7人

概要

1 「電気ご使用量のお知らせ」に出てくる単位を知ろう

2 電気エネルギーを作るのに必要な力を体験しよう

発電機を使い、**手や足で押した力が電気に変わる**ことを体験する。

3 風力を使ってみよう

① 水入りペットボトルやモーターと電球を風車につなぎ、扇風機の風を当てて、ペットボトルや電球に起きる現象を観察する。

② モーターをつないだ風車を隣のグループのモーターにつなぎ、扇風機の風を当てて現象を観察する。

**発電機を回す力（力学エネルギー）さえあれば発電できることを体感させる。**

4 風車を改良しよう

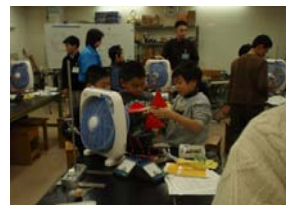
① 風車をモーターにつけて、モーターと電流計、電圧計、電球を正しく接続する。

② 羽根の角度を変えて扇風機の風を当て、電流計と電圧計から電力を計算する。

これらを繰り返して、**なるべく発電量が大きくなるようにする。**

5 まとめ

家の中の家電製品の消費電力を調べてみよう。おどろくほど電気を使うものもある。**電気エネルギーを節約する方法について考えよう。**



## H20開発プログラム

速く正確に走るロボットを作って、コース別タイムトライアルをしよう

ねらい

- ① 教育用レゴマインドストームNXT を活用して組み立て・プログラミングの活動を行い、様々なトレードオフの関係に気づかせる。
- ② エレベーターなど社会で実際に用いられている技術のトレードオフの視点からロボットのデザインと制御を最適化させ、問題を解決する。

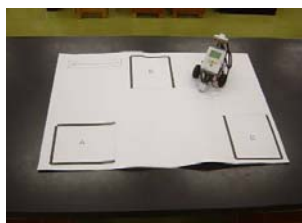
開発担当館：千葉県立現代産業科学館  
実施形態：単位認定講座（継続プログラム）  
対象：高校生  
参加人数：9人（第1回目）、4人（第2回目）  
6人（第3回目）

概要

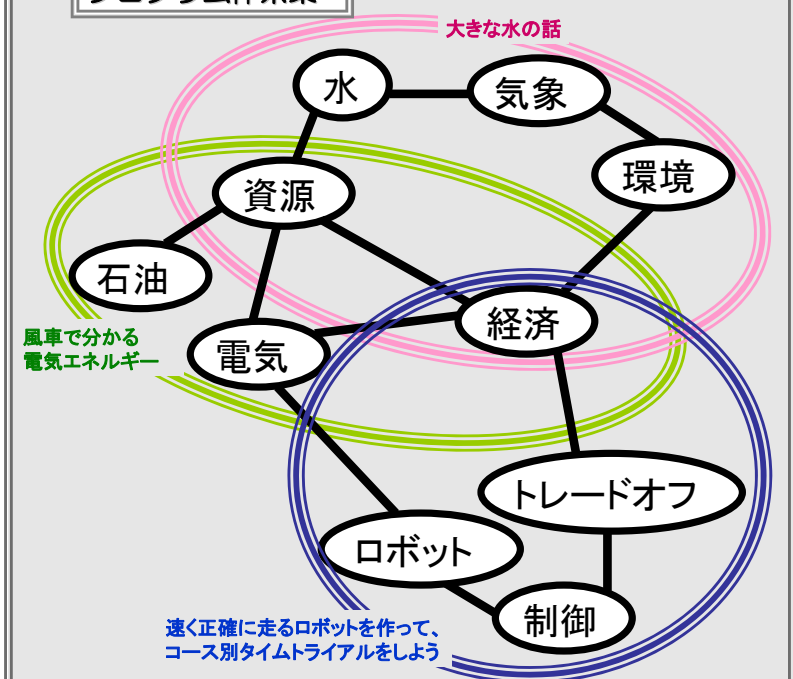
第1回目：直線とクランクの2種類のコースを設け、走行タイムを競う。直線コースでは、動力を最大にすることで記録を短縮できるが、**クランクコースでは、コースを完走するために、軌跡制御の方法も工夫しなければならないことを知る。**

第2回目：開口方向の異なる3カ所の車庫間を移動するタイムを競う。**移動経路や車庫への入れ方など、正答が一つではない事柄を体験し、参加者の問題解決能力を高める。**

第3回目：高低差のある直線、S字曲線、トンネルのある直線の3パターンを組み合わせたコースを走行し、タイムを競う。障害を乗り越えるための実際の**ロボットの構造や動きをデザインやプログラミングにフィードバック、工夫させることで創造力を養う**と共に、速度と軌跡制御だけでなく、安定性など、**様々なトレードオフの関係を最適化しながら問題を解決する。**



### プログラム体系案





科学リテラシーの涵養に資する科学系博物館の教育事業の開発・体系化と理論構築  
(基盤研究 A) 課題番号 19200052  
シンポジウム報告書

---

研究代表者 小川義和 (国立科学博物館 事業推進部 学習企画・調整課長)  
2009年6月 発行 国立科学博物館  
東京都台東区上野公園 7-20