

## シンポジウム

# 社会とつながる科学教育

～博物館における科学リテラシー涵養活動の体系と人材育成～

Science Education Connecting with Society



日程：2010年11月23日（火祝）13:00～17:15

会場：国立科学博物館（東京・上野公園）地球館3階講義室

主催 国立科学博物館



## 開催趣旨

近年、様々な社会的課題において人々が自立し、適切に対応し、合理的な判断と行動ができる能力ー科学リテラシーーを育むことが求められています。さらに、個々の科学リテラシーの向上を図ることに加え、科学リテラシーを備えた個人が協働することにより、社会全体としての科学リテラシーの向上に資するものと期待されています。

本シンポジウムでは、関連する2つの研究を取り上げ、その成果と課題から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や人材育成の可能性について検討し、人々が豊かに生きることができる社会に求められる科学系博物館の役割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:永山俊介(国立科学博物館事業推進部学習企画・調整課ボランティア活動・人材育成推進室長)
13:10～13:30(20分)	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)
13:30～14:15(45分)	講演1:Priscilla Gaff (Program Coordinator-Life Science, Museum Victoria) Science Programming at Melbourne Museum
14:20～14:40(20分)	実践事例報告①:田代英俊(日本科学技術振興財団・科学技術館企画広報室 室長) 成人を対象とした科学系博物館における科学リテラシー涵養プログラムの試み「あれもこれもカガクヘンカーー化学でつながる身近な生活ー」
14:40～14:50(10分)	休憩
14:50～15:35(45分)	講演2:Marco Molinaro (Chief Education Officer, CBST :NSF Center for Biophotonics Science & Technology at University of California, Davis) Enhancing student scientific research capabilities through teacher professional development and connected student programs
15:35～15:55(20分)	実践事例報告②:亀井修(国立科学博物館事業推進部連携協力課長) 博物館と大学の連携による小学校教員養成支援プログラム～大学生の理科指導能力向上を通じた科学リテラシーの涵養～
15:55～16:15(20分)	休憩
16:15～17:15(60分)	パネルディスカッション・質疑応答(コーディネイター:小川義和) <パネラー> Priscilla Gaff Marco Molinaro 西條美紀(東京工業大学留学生センター/イノベーションマネジメント研究科教授) 田代英俊 亀井修
17:15	閉会挨拶

## 開会挨拶

永山俊介（国立科学博物館 事業推進部 学習企画・調整課 ボランティア活動・人材育成推進室長）

本日はお忙しい中、多数の方にご参加いただきまして、心から感謝申し上げます。現代に生きる私たちの生活は、科学技術の恩恵にあずかる一方で、人々と科学技術との距離はむしろ広がっているように見えます。同時に、遺伝子の組み換えや、食品、原子力エネルギーの利用など、専門家だけではなく、一般市民一人一人による科学技術の理解と主体的な判断を求められることが多くなってきています。社会生活上の科学に関する諸問題に適切に対応し、合理的な判断や行動ができる総合的な資質・能力としての「科学リテラシー」は、豊かな社会を構築するために私たちが身に付けるべき要素として、その重要性が指摘されております。

当館では、多様な展示や学習支援活動を通して、人々の科学リテラシー涵養のための取り組みを行ってまいりました。平成18年に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ってきました。この4年間の成果は、昨年度末に最終報告をまとめたところです。さらに、平成18年から実施しておりますサイエンス・コミュニケーター養成実践講座においては、科学と人々をつなぐサイエンス・コミュニケーターの養成に取り組んでおります。

本シンポジウムは、科学系博物館における科学リテラシー涵養のための学習体系と人材育成について、それぞれ取り組んでまいりました調査研究の成果をご報告するとともに、「社会とつながる科学教育」の発展にどう資することができるのか、皆さまと一緒に議論を深めていければと存じます。お集まりいただきました皆さまにとって実りの多いシンポジウムとなりますよう、相互に交流を深められることを祈念いたしまして、ご挨拶と代えさせていただきますと思います。よろしく願いいたします。

## 趣旨説明

### 「科学リテラシー涵養のための科学系博物館の活動の可能性と課題」

小川義和（国立科学博物館 事業推進部 学習企画・調整課長）

皆さん、こんにちは。シンポジウムに先立ちまして、このシンポジウムの趣旨等をお話したいと思えます。

今日は50人ぐらいの中規模で、このシンポジウムを開催いたしました。私どもの研究は4年前から始めて、ちょうど今年が最終年度ということで、最終年度にあたって深い議論ができる人数ぐらいだと考えて、40~50人程度の人たちにお集まりいただきました。

さて、このシンポジウムですが、社会とつながる科学教育というテーマでシンポジウムを開催いたしました。博物館における科学リテラシー涵養活動の体系と人材育成ということです。シンポジウム全体は実は二つのパートになっており、前半部分はこの科学博物館における科学リテラシー涵養活動の体系、プログラムの開発について、後半の部分は、その一つとして、教員にフォーカスをした人材養成について議論を深めたいと思っています。そして最後に、パネルディスカッションで全体のことについて議論ができればと思います。

特に前半の部分、科学リテラシーの涵養のために科学博物館の活動をここまでやってきましたが、その可能性と課題を少しご紹介したいと思います。

そもそも何のために理科を学ぶのか、また、科学を学ぶのか、または、先生方からすれば教えるのかということで、これは3年ほど前に私立中学校・高等学校の理科系の先生方の研修会で120名の先生方からアンケートをとった結果ですが、さまざまなご意見が出てきます。社会における科学技術の発展のために理科が必要だとか、もともと理科が好きだから教えているのだという先生方もいますし、子どもたちに論理的な考え方を教えるために必要だとか、情報選択やえせ科学に対する判断力を身に付けるためとか、この辺がこれから議論しなければいけないところだと思います。最終的にわれわれが目指すところは何なのかということです。科学者や技術者の養成という科学教育とともに、サイエンスコミュニケーション能力を身に付けたり、一般の人々が科学に対して理解を深めて、科学に対するいろいろな判断ができる科学リテラシーを育成していくということがすごく重要だと思っています。(スライド2)

私は二つ課題をいつもご提示しますが、先ほどのオープニングの挨拶でお話がありましたように、科学技術の高度化と人々の意識の乖離という問題があって、それに個人の自立的な判断が求められているのが現状です。そこで、サイエンスコミュニケーションが必要だと言われております。科学博物館としてはこのサイエンスコミュニケーションに関する養成講座を立ち上げて、サイエンス・コミュニケーター養成プログラムを実施し、コミュニケーターの輩出をしているところです。一方で、日本の理科教育、科学教育の課題としては、子どもたちの科学に対する知識はかなり高いものがあるのですが、残念ながら成人においてはあまり高くないといわれています。この辺の問題があるので、成人を含めた、一般の人々が持つべき科学リテラシーの必要性を考える必要があるのではないかと思います。これがこの研究の出発点になります。(スライド3)

科学リテラシーの向上における科学系博物館への期待はかなり昔から言われているところで、例えば1997年にFenshamは、学校では科学的リテラシーが十分に達成されていなかったということを指摘しております。科学研究の専門家育成を目的としたカリキュラムでは不十分であるということです。また、Shamosは1995年に、成人の科学的リテラシーの向上の場として科学系博物館への期待を述べています。科学系博物館のミッションから見た可能性としては、コレクション機能とコミュニケーション機能があります。後で説明しますが、専門家養成・研修の場としての博物館と一般の人々の科学リテラシー涵養の場としての博物館という、二つの可能性があると思っています。(スライド4)

さて当館は、日本館で日本の自然を展示したり、地球館で地球のダイナミックな自然や科学技術の発達を展示したり、シアター360という球形のシアターを設けてイメージとして自然をとらえる努力をしています。また、サイエンス・コミュニケーター養成講座の一環として、サイエンスカフェを実際に運営しています。それから、子ども向けのワークショップ、たんけん教室を毎日実施しています。(スライド5)

このような博物館において、われわれはどのような使命を持っているかという、科学博物館は独立行政法人になってから、三つの目標を文部科学大臣から指示されています。この目標はいわば国民と約束した目標ですが、一つは研究に関する目標、二つ目は資料の収集に関する目標、三つ目が展示・学習支援活動に関する目標です。非常に抽象的な言葉になりますが、一つ目は自然史・科学技術史体系の構築、二つ目がナショナルコレクションの体系的構築、三つ目が科学リテラシー向上に資する展示・学習支援事業という三つの目標を設けております。この三つはどのような関係にあるかという、調査・研究活動によっていろいろなものについて深めていく、そしてものを集めていくコレクション、この両方の成果によって社会還元をしていくという観点での展示・学習支援活動と位置付けられています。恐らくほとんどの博物館がこういう構造で実施されているのではないかと思います。(スライド6)

特に、科学リテラシーをどのように科学博物館として位置付けているか、このスライドは科学博物館のミッションを書いたものです。自然科学の振興という目標と社会教育の振興という目標の二つがあります。自然科学の振興については、先ほど述べたように、調査研究や資料の収集・蓄積というものを通して、自然史、科学技術史の研究の進展とコレクションの構築をしています。一方で、社会教育の振興については、研究成果を社会還元していく、展示・学習支援活動そのものです。それから、蓄積された標本を共有していくということを通して、例えばそれを補うために社会還元を担う人材の育成などもしております。そういうことを通して、国民の科学リテラシーの向上を目指しています。このように、科学博物館において科学リテラシーの向上は社会教育の振興の一環として位置付けられると考えられます。(スライド7)

さて、科学リテラシーについては、科学リテラシー、科学的リテラシー、科学技術リテラシーなど、さまざま言い方をしておりますが、ここでは総称して科学リテラシーと言っており、国立科学博物館では以下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」。このような科学リテラシーの涵養に当たっては、既に先ほどの開幕のお話の中に出てきていましたが、生活上の間

題に適切に対応できるとか、豊かな社会を実現するために必要だとか、さまざまな観点があります。特に世代別に対応するなど、新たな手法や考え方が必要だと考えております。(スライド8)

その科学リテラシーを向上するプログラムの体系を科学リテラシー涵養活動と呼んでおりますが、自然界や人間社会において実生活にかかわる課題を通じ、人々の世代やライフステージに求められる科学リテラシーを涵養する、継続的な活動体系を指します。この考え方に基づいてプログラムを開発しているところです。極端に言うと、何か社会的な課題があって、その課題を解決する過程で科学的なアプローチをして、プログラムを作って提供していこうという活動体系です。(スライド9)

科学リテラシー涵養活動の目標を四つ設けています。この目標についてはまたいろいろ議論があるかもしれませんが、これはどのような能力を身に付けたら人々が科学リテラシーを持つのかということで、一つは感性の涵養です。それから、二つ目は知識の習得・概念の理解です。この知識の習得も科学技術そのものの知識だけではなく、科学技術に関する知識、科学技術が社会の中でどのような動きをしているのか、どんなふうにいるのかという、科学や技術の性質・本質を理解するということも含めています。三つ目が、科学的な思考習慣の涵養です。これは、いろいろな探求活動を行うのですが、論理的に考えるとか、批判的にいろいろ思考していく思考習慣を身に付けましょうということです。四つ目は、社会の状況に適切に対応する能力の涵養です。これはコミュニケーション能力や、いろいろな情報を集めて最終的に意思決定をし、他の人々にその知を還元していくという能力を想定しております。(スライド10)

この能力と先ほど言った世代を能力を縦に、世代を横にして 20 のマス目を作り、このマス目に従っていろいろなプログラムを作っています。これは細かいので省略させていただき説明はしませんが、詳細は科学博物館のホームページに出ております。そちらに報告書があると思いますので、白い報告書を見ただけであれば解説があります。(スライド11)

本プロジェクトでは、四つの世代と、四つの領域を設けて、それぞれプログラムを開発してきました。八つの博物館と連携して、それぞれの学芸員の方にはお忙しい中、いろいろとご協力いただいてプログラムを開発してきました。(スライド12)

日本地図ですとこうということで、九州の海の中道海洋生態科学館等を含めて八つの科学館・博物館・水族館と連携をしてプログラムを開発したところです。(スライド 13)

具体的には後でお話があると思いますが、簡単に概略だけ説明しますと、幼児・小学生向けの「おいしいぬりえ」というプログラムを作ってみたり、中学生・高校生向けの「めざせ砂金ハンター」という砂金を採りに行くもの。それから、ファミリー向けの「われら海岸調査隊」、中高年・団塊の世代の「私たちの暮らしと大地」といったプログラムを開発しております。中高年・団塊については今年度のプログラムの開発ですので、まだ十分ではないところもありますので、これは見込みで書いているところも若干あり、これから開発するところもあります。(スライド 14)

これらのそれぞれの四つの領域でどのように体系化ができるかということで、例えば「生命・人間と社会」のグループですと、食と健康というテーマを設けてずっとプログラムを作っているのですが、最初は自分の食卓に上る身近なものから、もう少し広がりのある地域の「火山と暮らしのおいしい関係」や「恐竜発掘地層ケーキを作ろう!」、もう少し広がって地球環境、そしてまたもう一度地域に戻ってくるというように、空間がずっと広がって、世代が高くなるともう一度地域に戻ってくるという設定をしてプログラムを作っています。他の領域も同様の考え方で体系化しようと努力しているところです。(スライド 15)

これらのプログラムを実際に行って、これらの科学リテラシーを博物館に実装といえますか、実際にプログラムを開発して、子どもたちや大人に展開することによってどのような意義が考えられるかをまとめてみました。われわれは今まで経験的にいろいろなプログラムを開発してきましたが、ある程度目標を設けてプログラムを開発する意図的な教育活動を展開することができるのではないかと思います。それから、教育活動の達成水準がある程度評価を通して明確化できるかと思います。また、これらを通してどうしても学校や地域、研究所との関係、場合によっては企業と連携もしますが、そういう場合に科学系博物館というのは一体何なのか、どういう役割を果たしたらいいのかというのをもう少し考えなければいけないと思います。そういうものを逆に考えさせられた4年間だなと思います。最終的には科学教育のグランドデザインが示せば一番いいのですが、学校、博物館、地域、家庭、それぞれの小さな単位でもいいですから、共通の目標を設定して、就学期間と成人段階との連続性の構築をしたグランドデザインを目指すべきだと思っています。(スライド 16)

今までが大まかな成果ですが、いくつか課題があります。これは後半の話題につながると思いますが、個人の興味、関心の領域を示したもので、時間と空間に置き換えて、どの辺に人々が関心を持つか、人によって随分違うのではないかと。これは、大きさで言うと、人間の大きさは10の0乗ですか、それから現在のところに関心を持つ方がほとんどではないかと思いますが、このような軸でいろいろな個人の興味や関心を切っていくとどうなるかというのを示したものです。(スライド 17)

それぞれいろいろな方がいろいろな関心を持っていますので、これをつないでいくことが必要だなと思っています。われわれのやっていたプログラムは、どちらかというと個人に注目して、それぞれの人の科学リテラシーを高める、この関心領域を広げる、または、これを高くすることを多分努力してきたのだと思うのですが、これからは個人個人をうまくつないでいくこともわれわれは考えていかなければいけないと思っています。(スライド 18)

これはサイエンスコミュニケーションが展開できる六つの領域をかなり前に設定して、その中から今回は一般の人々を対象に四つの世代に分けて、それぞれの世代の一人一人のリテラシーをどういうふうにしていくかというプログラムを開発していきました。これをお互いにつなげていくのは並大抵のことではないと思いますが、この広い領域の中でどのようにコミュニケーションをつないでいくかというのが大きな課題だと思っています。(スライド 19)



これらを通してわれわれは何を目指していくのかということで、最後にまた最初の問いに戻るのですが、それがすごく重要なことだと思っています。今日はオーストラリアの方とアメリカの方がいらしていますが、オーストラリアの場合は既に今年の 2010 年にサイエンスコミュニケーションのストラテジー(戦略)が出ました。そこには、最終的な科学的な社会というのはどういうものを目指しているかということが書いてありました。私が注目しているのが、世代別にどんなことをしたらいいか、どんな目標を設けたらいいかというのが書いてあるという点で、そこに共通点を感じたので紹介させていただきます。小学校に上がる前、小学生レベル、中学生・高校レベル、18~25 歳、さらに働いているレベルにおいて、科学に対してどのような取り組みやアプローチの仕方があるかということが記述されていて、最終的にどういう社会を目指しているかということが書いてあります。(スライド 20)

一方アメリカですと、サイエンス(科学)とテクノロジー、エンジニアリング、それから数学に関して、Elementary からずっと Higher Education/Workforce まで継続性を持つべきだというレポートが政府から出ております。私はやはり世代別に継続性を持ったプログラムを作っていく必要があると思います。(スライド 21)

今回やっているプログラムは、この世代を体系化していこうということです。そのときに先ほど言いましたように、博物館や研究機関や学校などが関係していますので、これをどのように組み合わせていくかというのが大きな問題なのですが、今回はこの一個一個のプログラムを少しご紹介して、そして、これを体系化していった先には何があるのかというと、科学リテラシーを持った人々が社会を構築していくことが必要だろうと思います。そのときにどんな能力が必要なのか、そして、サイエンス・コミュニケーターといわれる人たちがどんなふうに位置付けられるのか、研究者がどのように位置付けられるのかということはある程度先を見ながら展開していかないと、なかなかこの研究も先が見えないだろうと思っています。今回はこの体系化の話を中心に議論できたらと思っています。(スライド 22)

これは今回のシンポジウムに際して、われわれの研究会で作った絵ですが、小学校、中学・高校、成人、中高年~リタイアした人たち、この四つの世代に注目して、社会の中にあるいろいろな科学技術と出会ったときに生まれてくる影というものが、科学リテラシーではないかと思い、このようなデザインを考えてみました。人々は自分の経験から科学技術に関して知識や興味、考え方をもちます。このように個人の文脈を通じて形成される科学リテラシーは、生活や社会に投影されると考えてこのようなデザインを考えてみました。(スライド 23)

今日は皆さんから講演をいただいて、どのような科学リテラシー像が投影できるか、そしてそれをディスカッションできればいいなと思っています。以上です。ありがとうございました。

国際シンポジウム  
 社会とつながる科学教育  
 ～博物館における科学リテラシー涵養活動の体系と人材養成～

## 科学リテラシー涵養のための 科学系博物館の活動の可能性と課題

20101123  
 小川義和  
 国立科学博物館

本研究は平成22年度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」(課題番号19200052 代表:小川義和)の支援を受けている。

## 何のために理科を学ぶのか(教えるのか)

- 社会における科学技術発展のため
  - 純粋な科学探究の楽しさ、不思議さ
  - 理科が好き(教師)
  - 論理的な考え方(生徒)
  - 生活力の育成のため
  - 安全な生活を営むための知識を得るため
  - 科学技術の限界(＋とー)を知るため
  - 情報選択、えせ科学に対する判断力
- 科学者、技術者の養成  
 サイエンスコミュニケーション能力  
 科学リテラシーの育成

\* 2007/08/01全国私立中学高校理科系研修会参加教師120名より

## 21世紀を豊かに生きるために

1. 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)
  - 対話型科学教育(サイエンスコミュニケーション)の必要性
2. 理科教育、科学教育の課題
  - ・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
  - 成人を含め、各世代が持つべき科学リテラシーの必要性

## 科学リテラシー向上における科学系博物館への期待

- 学校では科学的リテラシーが十分に達成されなかった。科学研究の専門家育成を目的としたカリキュラムでは不十分である。一般の人々を対象にした教育の必要性(Fensham, 1997)
- 成人の科学的リテラシー向上の場として科学系博物館への期待(Shamos, 1995)
- 科学系博物館のミッションから見た可能性
  - コレクション機能: 専門家養成・研修の場
  - コミュニケーション機能: 一般の人々の科学リテラシー(小川, 2008)

## Educational Operations at National Museum of Nature and Science



Japan Gallery



Theater 360



Science Café by Science Communicators



Science Discovery Classes

## 博物館の使命 CollectionとCommunication

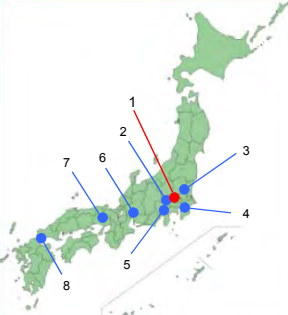
- 地球と生命の歴史、科学技術の歴史の解明を通じた社会的有用性の高い自然史体系・科学技術史体系の構築
- ナショナルコレクションの体系的構築と人類共有財産としての標本資料の収集・保管
- 人々の科学リテラシー向上に資する展示・学習支援事業





## 参加している博物館

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



## プログラム展開例（2007-2010）

**幼児・小学生：「おいしいぬりえ」「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。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。



**中学生・高校生：「めざせ砂金ハンター」**  
 河原の砂金を切り口に、砂金堀りなどの体験活動を通して大地の成り立ちに関する地学的概念の理解向上を目指した。



**大学・成人・ファミリー：「われら海岸調査隊」**  
 身近な海の生物という切り口から、親子が、地域の環境と食や暮らしとの関わりに基づき、理解を深めることをねらいとした継続学習活動を行った。



**中高年・団塊：「私たちの暮らしと大地」**  
 地域における産業・文化・社会のインフラが、大地の成り立ちと密接に関わりながら発達してきた事例について学び、その成果を様々な人々に伝えるための壁新聞を作成する。




14

年度	世代	19年度	20年度	21年度	22年度
生命・人間と社会	テーマ	幼児・小学生	中学生・高校生	大学・成人・ファミリー	中高年・団塊
	食と健康	○おいしいぬりえ ○生き物美肌コレクション	○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	○われら海岸調査隊 ～地元の海を知りつくそう！～	○サツマイモにみる日本の食の恵み
宇宙・地球・環境と社会	地球の回り物-天然資源-	○かわらの小石で遊ぼう ○かわらの小石で遊ぼう ～小石のアーチにちがせん！～	○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～	○地球ツアー ～現在-過去-未来～	○私たちの暮らしと大地
	体系化の軸	空間の広がり			
物質と社会	私たちの生活を支える物質	○「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～	○あれもこれもカガヘンカ ～化学でつながる身近な生活～	○子どもと社会をつなぐ 展示見学シート作り
	体系化の軸	時間と空間の広がり			
技術と社会	私たちの生活を支える技術	○風車でわかる電気エネルギー（発電機） ○風車でわかる電気エネルギー（モーター）	○ロボットをつかってタイムライアルをしよう ○大きな水の話	○生活に役立つロボットのモデルをつくらう ○オーロラってどんなもの？	○家電にみるテクノロジーの過去-未来
	体系化の軸	概念的視点の深まりと広がり			
		体系的視点に立つ選択			

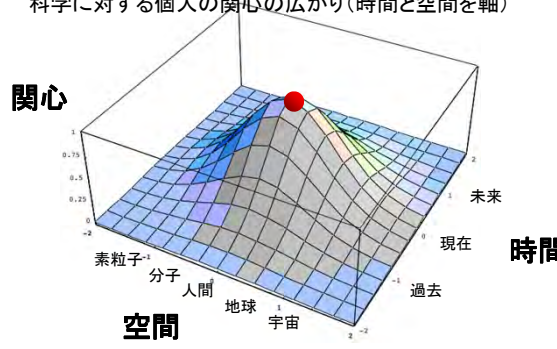
## 科学系博物館への科学リテラシー実装の意義

- 科学系博物館における意図的な教育活動の展開
- 科学系博物館の教育活動等の達成水準の明確化
- 科学系博物館の役割の明確化
- 科学教育のグランドデザイン  
 学校・博物館・地域・家庭等における共通の目標の設定  
 就学期間と成人段階との連続性の構築



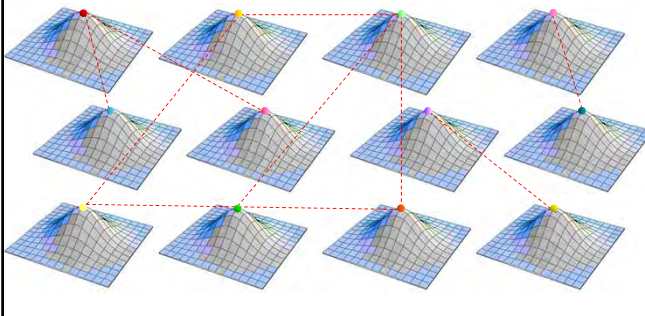
## 課題：科学リテラシー涵養における個人と社会の関係

科学に対する個人の関心の広がり（時間と空間を軸）

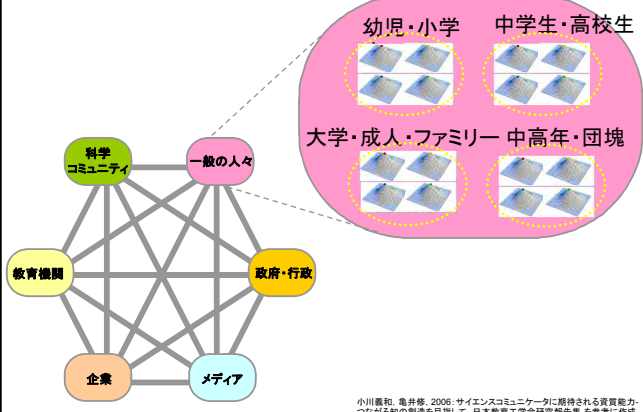


亀井修, 2002: グローバルとダイバーシティ-現状から環境の未来を考えるベネフィットの検証, 私立大学環境保全協議会より引用

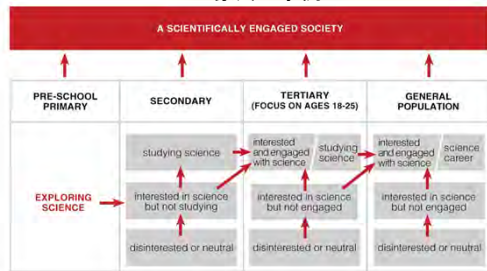
## 共進化する個人と社会の科学リテラシー



### 共進化する個人と社会の科学リテラシー



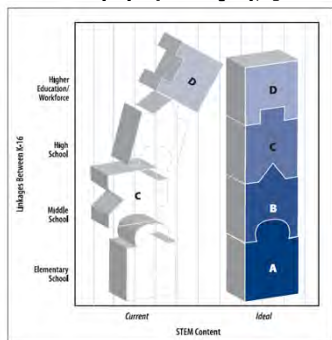
### どのような社会を目指すのか 豪州の事例



Developing levels of interest and engagement in science

Inspiring Australia—a national strategy for engagement with the sciences  
<http://www.innovation.gov.au/General/Corp-MC/Pages/InspiringAustralia.aspx>

### 米国の事例

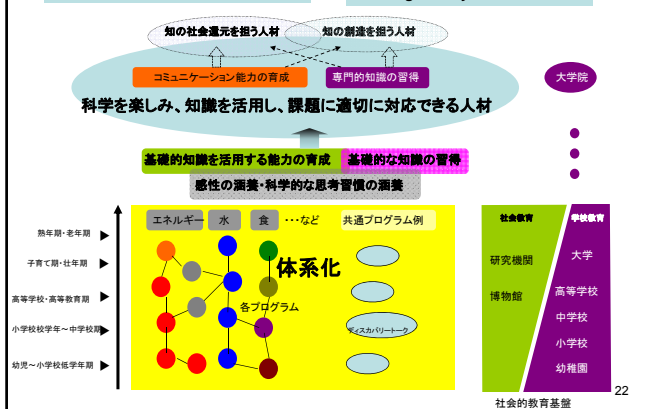


Vertical Integration a Key Component to Successful STEM Learning

A National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U.S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System  
[http://www.nsf.gov/nsb/documents/2007stem\\_action.pdf](http://www.nsf.gov/nsb/documents/2007stem_action.pdf)

### 科学リテラシー涵養活動の目標と人材養成

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 Learning Society



**講演 1****Science Programming at Melbourne Museum****Priscilla Gaff****Program Coordinator-Life Science, Museum Victoria**

I'd like to thank you very much for inviting me to come and speak. This is my first time in Japan and I'm absolutely thrilled to be here. My name is Priscilla Gaff. I work as a program coordinator in life science at Museum Victoria. For the past few years I've been particularly working with the exhibition teams redeveloping four of our science exhibitions, so I'm going to be talking to you today about those exhibitions and about the way that we frame our intended learning outcomes for those exhibitions and how we link those intended learning outcomes to our education programs and the framework for those, and then the evaluation around those.

So in particular I'm focusing on two case studies for school programming: one for young children; one, which is brand new, for teenagers. And another, then I'm going to talk a little bit about some of the ways that we program for adult audiences, particularly those who don't normally come to museums.

So I work for Museum Victoria, which is in Melbourne, and we are funded by the state government, and we are also recognized as a significant place for learning and life-long learning. We also receive significant funding from the Department of Education. And Museum Victoria is sort of the overarching organization and we have three museums that sit under this organization. We have Melbourne Museum, which is the organization where I've been working and I'm going to be talking mostly about. We also have Scienceworks Museum, which is an interactive science and technology museum, and we also have an Immigration Museum.

So Melbourne Museum itself, it's in this beautiful, modern, brand-new building, which is ten years old. We just recently had our tenth birthday. But as an institution it dates back to 1854, so it's quite an old institution that's had a long history of research and collection. We have some 16 million objects in our collection, though 40,000 of those objects are native, one species of native bee, so it's not always lots of different things. We are involved with science but also with history and indigenous cultures. But in the past two years, from 2009 to 2010, we've opened four new science exhibitions.

Our exhibitions, the way that we produce them, everything is very interconnected, so our exhibitions are very connected with the research because we have a large team of active science researchers in fields like paleontology, geology, marine science, as well as the history and indigenous cultures. We also have a large collection, which I mentioned, and our exhibitions are also very highly linked to the way that we program, so everything is very interconnected.

So one very exciting thing for me in terms of the way that we've been able to redevelop our science exhibitions is sort of two things. We've been able to bring in a lot of current science. One of the problems I think science museums face is that we have these exhibitions that are up for, in our case, ten years, and in that time the science can change so rapidly and what you put up ten years ago could be completely different to the way it's presented now. So it's been a fantastic opportunity to bring out a lot of contemporary issues in science, particularly in issues around climate change and our sort of relationship with nature.

Another thing that it has enabled is to change the way that we display our exhibitions, to think about our visitors and the way that they learn, so there's a lot more emphasis on the learner and the ways that we can sort of interpret things for the learner.

So in this dinosaur exhibition you are able to walk under the dinosaurs, over the top of the dinosaurs, all around them. We also have these new dinosaur viewers where you can look through and then you see a picture of the skeleton but then it morphs into sort of it has the flesh that builds up over the animal, and then eventually the live animal, and we have a lot more sort of timeline interactives, whereas the previous exhibition was a lot more passive in the way that people could interact with it.

Our second exhibition to open was one about animals and it's called "Wild: Amazing animals in a changing world." So we have over 700 animals on display. We have one component that deals very much with worldwide biodiversity, and every single animal in there is listed according to their status of the Red List, which talks about whether they're endangered or secure or in some cases some of the animals that we have extinct. All of this has been displayed electronically so that there are opportunities for us to update that on a regular basis. And there's also a section that talks more about some environments in Victoria.

Just earlier this year we opened an exhibition called "600 million years: Victoria evolves" and it looks at life evolving on planet Earth, so starting from multi-cellular life forms around 600 million years ago, which Australia is quite famous for Ediacaran fossil site, and there are new ways of interpreting that, including these new animatronic dinosaurs, which look incredibly life-like, which we're quite proud of.

And our final of the four is Dynamic Earth, which talks about the history of the planet Earth but also is an opportunity to bring out our geological specimens, and again, we've had not quite as, it's not the 360 degrees of the theater that you have here, but we have a brand new sort of virtual reality room that people can go into and learn more about volcanoes.

So in all of these exhibitions there's also, we've brought out our scientists a lot more so that people are not just seeing rocks or dinosaurs but they're also seeing the scientists who study them and they are talking about that in their exhibitions.

So in the past I think some of our exhibitions were more focused on what knowledge people could walk away with and just more on the content, but we've really moved to a more holistic approach towards the way that we sort of plan for people to learn and what we plan for them to learn from this exhibition. And we always call it intended learning outcomes because you can never really guarantee what someone has walked in with and what they already understand and think, and then what they're going to walk away with, so we always refer to it as intended.

So now we very specifically plan for how they're going to enjoy the exhibition and how it's going to affect them on an emotional level, and what kind of attitudes we might want them to develop, which I guess is particularly important around climate change and species loss, and particularly in Australia we have huge debates about whether climate change is actually occurring or not and it's having a massive impact on the political situation.

We also plan for what sort of skill-based progression people might have. And we also, when we think

about the way that we plan for people to learn, we don't just have, we have our onsite experiences, so our exhibitions and our programs onsite, but I'm also going to talk a little bit about some of our offsite experiences and some of our online. So those are sort of the ways that we run our various experiences for people.

So this is my first case study around the Dinosaur Walk exhibition. So I mentioned before that we no longer just think about the cognitive or the knowledge that we want people to walk away with but we also think about what sort of affects. So for the Dinosaur Walk it was things about awe and amazement about the animals from the past and being able to interpret data for themselves.

So these are our intended learning outcomes for the exhibition, but for the school program we also have learning outcomes which link very much the exhibition outcomes, but they also are very much linked to the Department of Education curriculum objectives for these students, so in particular, things like working in teams is very much something that they want to foster in schools. Of course we have fun, which is very important because we believe that children learn more when they're having fun and they're engaged, as well as some more specific things around sort of their cognitive understanding.

So the program that I evaluated is one that's a 30-minute program. It's interactive, problem-solving, it involves teamwork and fun. It's for children aged four to eight years old. And we sought feedback from the children about their experience and what they thought of their experiences in the program and we received 250 responses.

So this gives you a bit of a snapshot of what goes on in our program. We have high-quality materials that we let the children look at and interpret and we sort of help them with their interpretation. We get them to work in teams to look at real fossils and discuss that with each other and so they can really be up close with it, and we also get them to act out so they are physically involved in thinking about, in this case, dinosaurs and how dinosaurs walked and how that's linked to their success.

Then what we do is we gave the teachers a packet of this evaluation so it's framed in a way that's incredibly familiar to school groups in Australia. We have set what we called sentence stems so the children can follow on and answer that, and all of these are linked back to our intended learning outcomes so we can really get a sense of what the children are really taking away, because often we find museum programs will have 30 kids come into the room and then they go and we have no idea what actually happened in their brain. And then we have another 30 kids and they go. So it's important for us to understand what they took away.

So this first one is talking about their progression of learning, so one of our aims is that after they attend the program they are actually able to go out into a dinosaur exhibition and able to interpret the skeletons for themselves so that they can sort of determine what the animal's diet was. And in this case we asked them to identify what they thought these two dinosaurs ate. And 98 percent of the children were able to get it correct, and this is the children aged four to eight years old, so we feel quite confident that they sort of gained that new skill and were able to apply it elsewhere.

This slide is talking about what facts or information did they gain from their experience, and so we just asked the children, "One thing I learned in the dinosaur lesson was" and we asked them, so they responded with their various answers, and again, we found 98 percent of the student responses indicated that they were able to tell us something that they learned that directly linked back to the



sorts of things that we were talking about in the program. So this one is "dinosaurs lay eggs," "that pterandon was not a dinosaur. It was a reptile," "that some dinosaurs have feathers," "that you can tell a herbivore or a carnivore from its teeth."

We also wanted to ask them one thing they liked to see if they could, if they had fun, and almost all of them were able to tell us one thing that they all liked, and mostly they are interested in looking at the fossils and hands-on, although they're looking at the fossils is when they're in that picture when there was a group of them, and that's really when they're all doing stuff; it's not them sitting there listening to me.

We also wanted to sort of think about the active behavior and their progression, so something that they can now tell or determine when they see a dinosaur skeleton, and again, 98 percent of the children were able to articulate something that they could now tell as a result of the lesson. So this one is "if it is a herbivore or a carnivore," which is a very strong message in our program, although one child wrote, "I can tell my mum," which we felt was very cute.

We also wanted to know if the students had new questions and if this program was able to sort of help them think about further questions, and again, 94 percent of the students had new questions.

But we also do realize that the programs are not disconnected from the exhibition experience, that they are, we really had to work quite hard at the way that we framed these questions. The first evaluation form we developed we didn't target it so specifically to the lesson and so the children actually sort of were back and forth between writing about the museum exhibition versus writing about the program, and so they just see their whole experience as one integrated day. And just sort of giving you an example: this is one student who has drawn a little picture of one of those dinosaur viewers, so yes.

We also ask the teachers what they valued about the program and most of them valued the hands-on and interactive element, because I think that's something that we're able to do as museums is provide a very unique experience that these primary teachers can't possibly provide and so that's one of the things that we're able to do.

And we also asked the teachers and parents about what they thought the students learned as well, so again, linking back to all our intended learning outcomes, and we feel like it's very challenging to measure "what do the children actually learn?", but this was the way that we attempted and we see that they are sort of taking quite highly the things that we intended for the students to learn.

So that was the case study for the younger children, but now this is just a brand new program that I've been working on for teenagers. So I don't know what Japanese teenagers are like, but Australian teenagers are very, very disengaged with science. They traditionally come to museums and run around and the teachers are like tearing their hair out trying to get them to have a good time, and sometimes they want to give them worksheets where they just have to fill in the answers and it's what we refer to as more like rote learning rather than developing a deep appreciation and a more sort of, you know, more... They're not really learning because they want to learn and that they are personally motivated. They are sort of learning because the teacher's got a whip over them and yelling at them, which is not the experience that we want to foster for science in our museums.

So, again, this exhibition has split up the way that they talk about how we want people to learn, so learning about Victorian flora and fauna has changed over time, that they have a sense of awe and amazement about past life and a sense of ongoing change, and being able to draw conclusions from the fossil evidence. Again, the schools learning outcomes are very much linked so it's all, so that when we're developing an exhibition we're very much thinking about our schools programs and our visitor programs but also how it all links to the school curriculum as well, but we definitely have some more very targeted school ones like working in teams and also thinking about the work of paleontologists because at the teenage level they want to bring in more talking about Australian scientists and the impact of scientists so they are I guess thinking about careers in science.

So this program has a little bit of a James Bond feel to it and it specifically targeted 13- to 16-year-olds, and it's called "600 million years in 60 seconds." So the idea is that the students work in teams and they develop a clip or a video clip, a 60-second video clip about one area of the exhibition that relates to evolution, but then as a whole class they bring all those clips together and then as a whole class they have then a documentary about past life in Victoria and the world, and then the students are actually able to teach each other, so it's not just, you know, it's quite a sort of a deeper engagement.

And when we put them in teams we also give them very specific jobs, such as the director and the camera person or the presenter. And we give the teacher the role of the executive producer. So sometimes we find the teachers are a little unsure of their role in the experience, and this, because they see us as the person running the program that this sort of gives the teacher a sense of they have an ownership as well of the whole program being participants.

So we'll have ten groups and each group gets their own kit and each group gets a mission and they get a different mission sort of relating to a different theme of evolution in a different time in the exhibition. Each group gets these little Flip cameras. I have one here if you want to see. And they have a stopwatch so they have only 25 minutes in the exhibition to make their clip. So it's really fast but they love this. In some of the feedback they told me that the teenagers, they think it's too short but they also love the rush of having to produce something really fast. And they also have an object as well, so this one is a part of a jaw of a giant marsupial that lived in Victoria.

They also get, each team gets a filming location, so they get a site within the exhibition, and they get a movie storyboard to help sort of script out their story.

So these are a couple of clips from some of the trial groups that I've run. This is an all-girls' group and I'm going to need to hold this.

[video clip plays]

*Did you know that birds evolved from dinosaurs? Birds evolved from a group of small carnivorous dinosaurs. Archaeopteryx has both dinosaur and bird features.*

*This is what the Archaeopteryx looked like when it was alive.*

*This is a lizard skeleton and this is a bird skeleton. The Archaeopteryx has a jaw and teeth like a lizard. It also has a long, bony tail like a lizard, and crawls like a lizard. It has long arms and legs just like a bird and a long feathery tail and feathery wings just like a bird.*

*As you can see the Archaeopteryx is very similar to both the lizard and the bird. Ack, ack, ack.*

*[video clip ends]*

*[laughs]* So you can see, in that one they, very, these teenagers had a really short amount of time and they really effectively used the exhibition, they used the text, they used the models, they used the fossils to tell the story of one component of evolution.

This is a group of boys and they start off singing a song. Have a look.

*[video clip plays]*

*Fish, fish, fish, fish, fish in the water*

*Fish, fish, fish, fish, the fish are in the water.*

*The fish are in the water swimming.*

*What are they doing in the water?*

*They're swimming in the water because they're fish.*

*Oh, I see.*

*Fish.*

*Look, another fish.*

*Fish is in the water.*

*Another fish.*

*What's that one doing?*

*That one's going onto the land.*

*It might get out for a bit.*

*Oh, look, another one on the land!*

*It's fish on the land.*

*Fish on the land!*

*Hello, everyone. Today we're going to talk about how fish moved from the water and then they came up onto the land.*

*Hi again, have a look at this. This is called a Eusthenopteron and it is the first stage of fish moving onto the land. Now this fish had very strong fins so it sort of started fish moving to the land.*

*Now this fish here is called a Tiktaalik, and it's sometimes called a fishapod, and that was between the Eusthenopteron and the tetrapod, which eventually goes on the land, and this had much stronger fins and it was suggested that they were used to prop the animal's body under water. Isn't that incredible?*

*Now, this one is called Pederpes, and Pederpes was a more advanced early tetrapod. Its jointed legs had toes pointing forward so it could walk more effectively on land. Its hearing was better suited to underwater environments but it probably spent a lot of time in water and may have even hunted there.*

*So that's how the fish moved onto the land.*

*But how do we know that this is all true? We're just like crazy people. No, look at this! This is a fossil*

*and it's really real, and these, see, these are fingers; they're not fins, they're fingers.*

*So that's how the fish moved onto the land. And that is the end of the video.*

*[video clip ends]*

So again, that was another sort of group of students who I felt really effectively used our exhibition and took charge of their own learning. This was my emergency slide in case those clips didn't work, just to talk about it, and you've seen those ones.

So after they've made this clip we give the students, we edit the clips quickly. So they were actually, that's what the students edited, that was a one-hour program they were able to do all of that. And then they take those clips back to school and they can continue working on them back at school and we have sort of website support as well. And our future plans for this program is that we can create an online space where the students could upload it for themselves and eventually perhaps even have peer reviews that the students review each other and potentially scientist science reviews, and then show their clips in the museum, which would be really exciting.

So we asked them questions relating to how they found the program and what kinds of things that they felt that they learned, and what they talk about is not they learned about the digital technology, but they really talk a lot about the content, and some of the things that I was thrilled from these trials is that they talk about things like "It allows you to get a full understanding of a concept instead of learning little bits about each." So they really feel like they're really developing their understanding in a lot more concrete way.

In terms of new skills, they talk about having more confidence after presenting, so for some of them this is very challenging. Creating a video, they talk about this is something that they've never done, which for some students that's not true at all; some students create a lot. And some of them talk about working in a team, and particularly in Australia we're very much about fostering people working in teams and developing those skills, and this last one says, "I learnt about how to work in a team, and that you need to speak up," which I work in a very extroverted team and that is certainly important where I work at Melbourne Museum.

And we also ask them about, Did they have fun?, which again, Australia teenagers are very honest if they don't like your program and will happily tell you they thought it was boring. But we didn't have one single child tell us that it was boring at all, which I was again very thrilled because I had some very, very honest teenagers. They talk about it being fun because the program actually gave all the responsibility to them and for them to take charge of their learning. They also talked, some of them talked about it being a competition, although I never said it was a competition, but for some of the students, this really, really motivated them, and they also wanted to all put it on YouTube, which is not surprising.

Some of them talked about they loved working with other people and that they found that really fun. They also, this third one down says, "I enjoyed the program, because even though it was about science it was turned into something fun," which I was particularly happy to read that comment. And the last one is I guess sort of the main thing that we aimed for the program to do for our teenagers, "I felt the format helped me to learn as it was more interactive than just walking around an exhibition and

therefore we were more engaged and ready to learn," which we were particularly pleased about because we feel like this sort of style of pedagogy is really targeted well to these teenagers and where they're at and the way that they want to learn.

So I'm going to talk a little bit about a couple of adult programs. We have more but these are two that I thought you might find very interesting. In Melbourne we have a large international comedy festival each year and we attract comedians from all around the world and we have a month-long festival and it's really huge, and a lot of young people attend these comedy nights, and it's very, you know, we have TV programs about it as well.

So we have partnered with the Melbourne International Comedy Festival and we run comedy shows within our science galleries at night. So the one that we ran last year, we had three comedians, who, so we would have 90 people come into the museum and they would sort of follow a different comedian, so it wasn't, it certainly wasn't a traditional talk about our exhibits but these comedians met with the museum staff beforehand and worked on their kind of talk and drew out things to do with science but also very funny aspects like about the way eels would behave, some of the deep-sea hagfish behave if you take them out of water and all the slime that they eject. And this way of programming really attracted a new audience for us. And so last year we had I think 500 participants and it was sold out every night. And these are people who wouldn't normally come because a lot of our visitors to the Melbourne Museum are either schoolchildren or they are families, either grandma or grandpa or parents with their children, or international visitors. We don't tend to get sort of adults coming by themselves to our science exhibitions. Perhaps to add, we have exhibitions about design and they might come to that, but not necessarily science.

We also run another adult education program that is very specifically targeted to people who don't visit, and that's either because people from low socio-economic groups or new migrants. So where the Melbourne Museum is located, only ten minutes away there is a big sort of government housing that has hundreds or thousands of people who live there who despite living a short walk away will never visit, and despite having children and despite that it is free for them to visit, they won't come. So this program is called Science Morning Teas and it specifically sort of targets people who could potentially become visitors but then potentially become advocates to other people within their community to come to the center.

So it's not, it's not a huge program in terms of targeting large numbers but we actually target a small number of people, so sort of making it feel like you're just having a morning tea with people. And we'll team them up with one of our very friendly staff. So here is John, here, whom I work with, or Laura here, and they will have one sort of familiar face that they develop a relationship with. And that person sort of helps to sort of bring them into the museum and have morning tea with them and run science programs. So in this one, they are learning about butterflies and insects. We have a very active research group in entomology and also a very, very popular bugs exhibition too.

So in particular, this is sort of one of the women who is getting a ticket, so part of the process is actually taking these people to the ticketing desk to show them their card so that they can get free entry. And something that perhaps for us is not something that's unfamiliar, but for some people coming from other countries, seeing somebody in uniform can actually be something that they're terrified of. So there's a story of one woman sort of shaking as she approached the person in uniform. But then it sort of helps to make them feel more comfortable, and we also give them free tickets that

we can track whether they come back, and we find that they do come back, although they don't need free tickets because they can get in free.

And this program was actually rolled out to all the other museums in Australia, so there was some funding for our museum to go to the other museums throughout Australia and train them in doing this, and they are doing it as well.

So offsite adult programming. This is one that happens during National Science Week and it's called Market of the Mind, so this is a crocheted brain here, which crochet has become an arts and craft very, very popular among sort of 20-year-olds in Australia now, it's like the new hip thing. And during National Science Week they ran this year a Market of the Mind in the middle of the city in a very popular sort of shopping and drinking area. So rather than having this science festival happening at our center where they wouldn't necessarily come, and in fact somebody told me that the Melbourne Museum has the longest distance from our entry to the street compared to any museum in the world except the Taj Mahal, so it's a barrier for people to come, strangely enough.

So this night was not just run by Melbourne Museum but they also partnered with CSIRO, which is sort of a major scientific research organization in Australia, as well as Melbourne University. It was a very informal science night where they had speed dating with scientists. So we had scientists from all those venues who you could sort of sit down and have a glass of wine with and talk to them.

We also had very informal and fun different exhibitions that all relate to the mind which then relate back to ourselves, which, you know, people love talking about themselves and at coming from, sort of where they're coming from. So I think this was I think very attractive to young people to participate.

This program, some of you may know this face. This is Bernard Caleo, who received a scholarship to come to Japan and participate in science and theater. This was a program that was rolled out to regional Victoria, so rather than, you know, we have a lot of activities happening in Melbourne, but Museum Victoria is a very large place and this was traveled for three weeks. And he did a performance around William Blandowski, the first director of the Melbourne Museum, and it was about "The art of scientific observation," and he was a Dutch man and he did this whole performance in character. And these events were, they were partnered with the Department of Sustainability to bring in some of their scientists, and they were held at art galleries all across the state, so it was incredibly successful at bringing people in.

We also are involved in a lot of online science programs, so these are just a couple. This is one that involves Web2 technology, and we got, it's called Biodiversity Snapshots, and we got 250,000 from the Department of Education to develop this, as well as we received a further 250,000 from Climate Watch. And what this is is a citizen science online program, so it's very specific to Victoria and what's going on for biodiversity in Victoria. And you can download this application to your iPhone or your iPad or your laptop, and you can log yourself in and you can identify using the tools that this sort of walks you through, you can identify animals in your area. And because, if you are on iPhone or on iPad, it will locate you in terms of your GPS, so it will just download the species that are known for that particular area. So it's quite specific. And then when you log in and you make an observation of a species, that is then uploaded back up to Climate Watch and the Living Atlas of Australia. So its people are really participating in making observations about animals and that is having an impact in sort of how we understand the biodiversity in Victoria.

So at this stage it doesn't include plants but it includes mammals, birds, reptiles, frogs, and insects, and we have 279 listed, but we're about to go to 265, so there's sort of so much more to build on and it's quite a new thing for us to be involved in. And you can see that if you were to click on, sort of go through to click on birds, these might be some of the animals that you would pull up, and then you can click over here to document your observation. And this is more looking at what it might look like if you see a species. So it will give you a picture of the animal as well as sort of some regions we might see in Victoria, as well as sort of deeper information as well.

And this is just a little bit about Wild. So that exhibition that I talked about, all our new science exhibitions have a web presence as well. For the International Year of Biodiversity we produced this online game and we received funding from the Department of Sustainability. So the idea with this game was to develop messages around the importance of biodiversity in Victoria and what changes you can make to the environment to make that environment better, and in the end you can earn your Ranger badges, just like Jesse, who is actually one of our staff members.

So what are the lessons learned? I think that none of these programs can happen, or happen successfully, without the teams and the partnerships that we work in, so particularly Museum Victoria we have 500 staff and we work heavily with all these different areas within the museum. I sort of often describe my job as a negotiator to get these science programs happening. We work heavily with the exhibition team in terms of thinking about how this scientific information is put in there and the best way for our visitors. We work heavily with our science staff to make sure that our information in our programs, online, exhibitions are up to date. We work with our preparators, the design team, we have museum photographers, online team, our evaluation team, and of course our public programs team.

We also rely heavily on our external partnerships, particularly for money, as I'm sure that you do too. The Victoria government, we rely heavily on these partnerships for financial reasons, but also we rely on other institutions such as CSIRO, the universities, and other sort of science organizations in terms of making sure that all our science is up to date and that we're really connected with the scientific community, not just sort of isolated with a whole lot of stuffed animals, that it's very much integrated.

So some of the overarching strategies in terms of approaches for scientific literacy would be to: keep up to date with current approaches to learning; maintain a broad approach to learning outcomes rather than just focusing on the content to sort of think about all the ways in which we learn; to really understand your audience, your actual or potential, so in the case of those families that I was showing, they are your potential audience that you really need to know how to target them; identify and deal with the barriers to participation, so really think, like with the teenagers, thinking about what's stopping them from really participating and how you can really target them to get them to participate and enjoy their participation; and I think just as you were saying, treat education and general audiences just as one long continuum not just sort of these segments, that we will just do a little bit here and here, that the whole spectrum is important. And that, that is the end of my talk. Thank you very much.

< 質疑応答 >

(Q1) 大変、勉強になりました。ありがとうございました。ビデオ・クリップの制作が教育にとっても良い影響を与えていることは分かったのですが、クライメット・チェンジのような、まだ科学的に良く分かっていないことやいろいろと学説が分かれるようなことについて、手に取れるとか何か作れるとか、オーディエンス

が理解を深める方法があれば、教えて欲しいのですが…。

(Gaff) I think that this is something that there's a bigger research project at the institution that I'm working at to deal with looking at the how the museum can contribute to the society's understanding of climate change and the issues around it. At the moment there are sort of components of it that throw out some of the assumptions but not one exhibition specifically targeting it. I know that Marco has a very good example of an institution in the United States he was talking about; maybe he can talk to you a little bit more about what that institution is doing in particular to look at climate change that's quite highly targeted. Yes.

(Q2) I have a quick question for you. You mentioned about intended learning outcomes and you mentioned about three layers, one is affective and the other one is cognitive and skill-based. My question is, how do you measure the... You mentioned about skill-based and progressions, how do you measure the skills. I mean, there are many cases with different skills. What's your measuring?

(Gaff) Well, in the instance of the dinosaur program, there is probably a faster way for me to do this. This is one here is sort of one of the ways we measured the skill in terms of we wanted them to develop the skill of interpreting the specimens for themselves, so I guess our intention in this question here is for them to look at those images and interpret them for themselves, and in that way if they are able to answer it correctly then they have developed that skill of being able to look at something and interpret it for themselves. So in that particular instance, I guess that's the way we measure it. Although, we have very deep conversations about when we're doing this, I mean, we're asking the students these questions, actually, we know that a lot of the students are already walking in with a lot of information and a lot of prior knowledge, so I think that's another challenge. What do they already know before they came here, and possibly some of the children could already determine some of the things that we're asking them to do, but for some of them it might be new.

So I guess how we tackled this evaluation is that we really thought sort of quite hard about how each of these sentence stems linked directly back to all of these points here, so we really asked very much sort of, that's the best way that we could do it in that one.

The one for the 600 million years, I suppose for that one we have only just started. I've only run that with three trial schools, and so part of what we wanted to assess was did the program work in the first instance, and then sort of our next thing to do for that program is to really develop a questionnaire sheet for the students or some kind of evaluation where we really learn more about how well we've achieved our intended learning outcomes for that program. Yes.

(Q3) Hello. I have been working in science museums for a long time. Thank you very much for sharing with us some very creative programs. I was wondering, and I know it's a difficult thing, but in terms of follow-up studies, particularly with the pre-schools, have you been able to maybe ascertain some impacts, perhaps through the teachers and the classrooms that you feel that you might be able to connect with their activities at the museum?

(Gaff) I think that's probably part 2 of our evaluation. Yes. I think, I've been working at the museum for three-and-a-half years, and when I first arrived, before that I was working at a science center at a university, and sort of when I first started at the museum, I mean they were doing a lot of evaluations of exhibitions, but in terms of some of the school education programs, the way that they




would report to the Department of Education was they would just report numbers. And now the Department of Education wants evidence of learning and they want evidence of teacher change, and even we get asked for how we can impact on the entire school culture as part of the way.

So this program, no, but I think that's something that I'd like to do further on. We do have another program called Science at Work, which is a lot more in-depth program targeting specific schools. And I know that through that program one of my colleagues has been working on, he gets the teachers to do video journals and talk about their experiences, so he gives them the Flip cameras and they've, in that program some of the teachers say quite amazing things about how they've developed as teachers and how they can sort of take all that information and understanding and development further in their teaching. But we haven't been doing that with this one yet. But yes, I think it is part 2.

## Science Programming: frameworks and evaluation at Melbourne Museum

International Symposium, NMNS Tokyo 2010  
Priscilla Gaff: Program Coordinator – Life Science



## Museum Victoria

Museum Victoria receives core funding from the State governments culture agency, Arts Victoria.

Recognised and supported by the State Government of Victoria as an important life long learning provider.

Recognised by the Department of Education and Early Childhood.

Melbourne Museum is one of the venues of Museum Victoria.





## Melbourne Museum


- Established in 1854, Melbourne Museum opened at the new site in 2000.
- Indigenous cultures, history and science exhibitions and programs
- From 2009 to 2010 – opened 4 new science exhibitions, which are modern, contemporary presentation of science.








Look at dinosaurs from above  
*Dinosaur Walk*




Dinosaur viewers  
*Dinosaur Walk*


### Dinosaur Walk exhibition




Multimedia timeline  
*Dinosaur Walk*




### Wild exhibition



*Wild: Amazing animals in a changing world*



*Wild: Amazing animals in a changing world*



## 600 million years: Victoria evolves exhibition

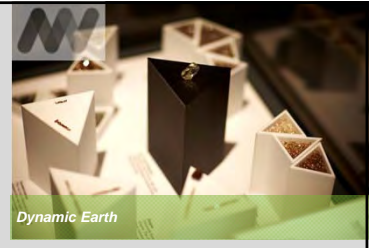


600 million years: Victoria evolves



600 million years: Victoria evolves

## Dynamic Earth exhibition

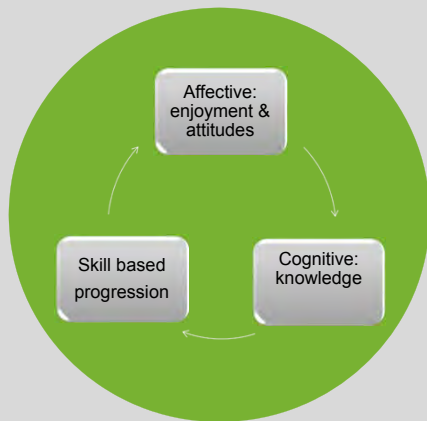


Dynamic Earth



Dynamic Earth

## Intended Learning Outcomes



## Museum Victoria programming approach



## Case study one

## DINOSAUR WALK



## Dinosaur Walk Intended learning outcomes:

### Exhibition:

- **Cognitive**  
Skeletal structures provide information about an animal's behaviour
- **Affective**  
Awe/amazement about animals from the past
- **Skill-based**  
Interpreting data

### School program:

- **Knowledge & understanding**  
Know that many things can be a fossil
- **Skills**  
Work in teams
- **Attitudes & values**  
Have an appreciation for fossils
- **Enjoyment & creativity**  
Have fun
- **Active behaviour & progression**  
Be able to use the features of a dinosaur to be able to work out what it ate, how it walked.

### 4 to 8 year old student program

- 30 minute program
- Interactive, problem solving, team work and fun!
- Student feedback sought
- 250 individual responses received



Handling dinosaur skulls



Acting out how dinosaurs walked



Working together to study real fossils

### Student evaluation sheet

MELBOURNE MUSEUM  
Student Evaluation

## DINOSAUR WALK

Date: \_\_\_\_\_ Grade: \_\_\_\_\_

**What's your answer?**  
What did each of these dinosaurs eat? Was it meat or plants?

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Finish the sentence:**

✓ One thing I learned in the dinosaur lesson was \_\_\_\_\_

✓ One thing I liked in the dinosaur lesson was \_\_\_\_\_

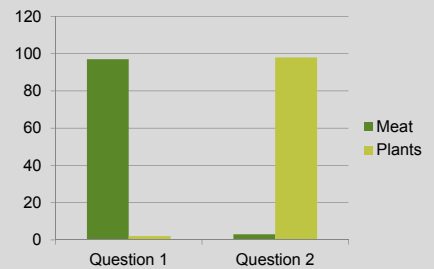
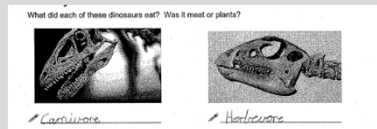
✓ When I see a dinosaur skeleton, I can tell \_\_\_\_\_

✓ Since visiting the museum, one question I now have about dinosaurs is \_\_\_\_\_

✓ When I grow up I want to be a \_\_\_\_\_

Question: Was there anything you didn't like in the dinosaur lesson?  
\_\_\_\_\_

### Progression of learning and skill



### Knowledge and understanding

**What facts or information did they gain from the experience?**

- 98% of responses indicated a specific fact that they had learned that directly correlated with the learning outcomes.

**Finish the sentence:**

✓ One thing I learned in the dinosaur lesson was DINOSAUR LAY EGGS

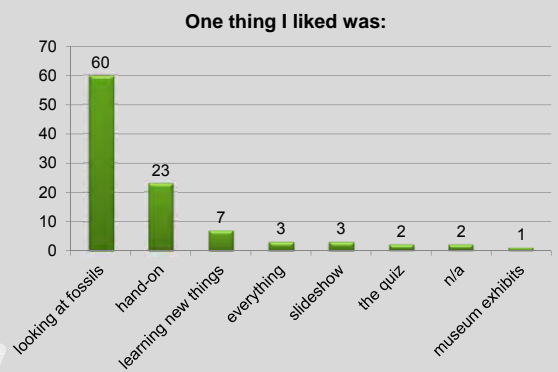
✓ One thing I learned in the dinosaur lesson was that pterandun was not a dinosaur it was a Reptile.

✓ One thing I learned in the dinosaur lesson was that some dinosaurs have feathers.

✓ One thing I learned in the dinosaur lesson was that you can tell a Herbivor or a carnavor from it's teeth.

### Enjoyment and creativity

**Did they have fun?**



## Active behaviour and progression

### What can they now 'tell', and new questions?

- 98% of students could articulate a new idea.

When I see a dinosaur skeleton, I can tell if it is a herbivore or a carnivore.

- 94% of students had new questions.

Since visiting the museum, one question I now have about dinosaurs is if there is a difference between a male dinosaur and a female.



## DINOSAUR WALK

### What's your answer?

What did each of these dinosaurs eat? Was it meat or plants?



meat

plants

### Finish the sentence:

One thing I learned in the dinosaur lesson was they can find dinosaurs when.

One thing I liked in the dinosaur lesson was to go on the dinosaur walk when you get to see the fossils.  
When I see a dinosaur skeleton I hope it ate plants or meat.

Since visiting the museum, one question I now have about dinosaurs is how did they mate?

When I grow up I want to be a palaeontologist.

Question: Was there anything you didn't like in the dinosaur lesson?

No thing



### What did the teachers value about the program?

- Hands on & interactive... 48%
- Engagement & fun... 25%
- Information & educational... 24%
- The presenter... 24%



### What do the teachers and parents think the students have learnt?

- That fossils tell us different things about how dinosaurs lived... 80%
- How amazing and important fossils are to science 40%
- How to work in teams like scientists to investigate fossils... 37%
- How to look at the features of dinosaur teeth to determine its diet... 26%



#### Case study two

## 600 MILLION YEARS: VICTORIA EVOLVES



### 600 million years: Victoria evolves Intended learning outcomes:

#### Exhibition:

- **Cognitive**  
Victorian flora and fauna have changed over time
- **Affective**  
Awe/amazement about past life, and sense of ongoing change
- **Skill-based**  
Drawing conclusions from the fossil evidence

#### School program:

- **Knowledge & understanding**  
Understand that evolution has been happening over millions of years, and that the fossil provides evidence.
- **Skills**  
Work in teams
- **Attitudes & values**  
Have an appreciation for the work of palaeontologists
- **Enjoyment & creativity**  
Have fun and be creative
- **Active behaviour & progression**  
Be able to more curious about evolution.



**600 MILLION YEARS IN 60 SECONDS**

*New 600 million years: Victoria evolves school education program for 13 to 16 year old students.*

01 DIRECTOR      01 CAMERA PERSON      01 PRESENTER

Students given a mission to create a 60 second clip  
600 Million years in 60 Seconds Education Program, 2010

MUSEUMVICTORIA

01 TEAM LOCATION

01 MOVIE STORYBOARD

Students given a kit to complete their mission.  
600 Million years in 60 Seconds Education Program, 2010

MUSEUMVICTORIA

**Birds Evolved from Dinosaurs**

MUSEUMVICTORIA

**The Incredible Story of How Fish Moved onto the Land**

MUSEUMVICTORIA

**13 to 16 year old students program:**

**Following the museum visit...**

- Students edit clips at school and continue their research.
- The class can mash their clips together to make a whole documentary, and hence the students become the teachers.

**Future plans:**

- To create an online space where students can upload their clips to the museum's website.

MUSEUMVICTORIA

**13 to 16 year old students evaluation:**

**Knowledge and understanding**

*What facts or information did they gain from the experience?*

- "It allows you to get a full understand of a concept instead of learning little bits about each".
- "I learnt about how organisms evolved over many generations".
- "The evolution between fish and tetrapods and the amount of time it took".
- "That dinosaurs existed in Victoria, and we know by looking at fossils".

MUSEUMVICTORIA

13 to 16 year old students evaluation:

Progression of learning and skill

What new skills did they feel they learnt?

- “I have more confidence after presenting”
- “Creating a video. I have never done something like that before. It was cool how we were able to put it all together on the computer”.
- “I learnt about how to work in a team, and that you need to speak up”.



13 to 16 year old students - evaluation:


Enjoyment and creativity

Did they have fun?

- “Fun, because it gave us a big responsibility”
- “I LOVED IT! Working with other people was fun!”
- “I enjoyed the program, because even though it was about science it was turned into something fun”.
- “I felt the format helped me to learn as it was more interactive than just walking around an exhibition and therefore we were more engaged and ready to learn”.



**ONSITE ADULT PROGRAMS**



**Science Comedy Partnership**

- Part of the Melbourne International Comedy Festival
- Attracts an adult audience
- Participants tour science galleries with 3 well known comedians




Comedian Ben  
Science Comedy at Melbourne Museum




**Science Morning Teas**


- designed to break down barriers
- actively engage parents and carers who would otherwise not visit a museum
- supports adults with their children to visit museums independantly




**Science Morning Teas**



Getting tickets to enter Melbourne Museum  
Science Morning Teas at Melbourne Museum



## OFFSITE ADULT PROGRAMS



## City Science Partnership

- Partnered with CSIRO and Melbourne University
- In a city venue – on a Friday night
- Informal event; wine provided; speed dating scientists
- 15 to 35 year olds to socialise with science



Market of the Mind post card  
National Science Week Event



## The art of scientific observation

- Regional Tour 2010
- Partnership program:
- Department of Sustainability and Environment
  - National Science Week; Department of Innovation, Industry, Science and Research
  - The Council of Australasian Museum Directors
  - Regional art galleries



William Blandowski performance.  
The art of scientific observation



## ONLINE SCIENCE PROGRAMS



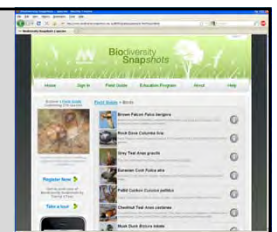
## Biodiversity Snapshots

**279 Victorian species included:**

- Mammals
- Birds
- Reptiles
- Frogs
- Insects

**Content written by project author and curators**

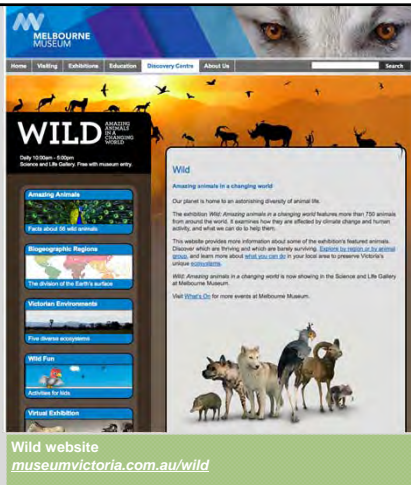
**Images sourced from local photographers**



[biodiversitysnapshots.net.au](http://biodiversitysnapshots.net.au)



New Wild website  
Landing page



Online Wild Environments learning game.  
MV and DSE partnership.



Wild Environments Game, supported by Department of Sustainability and Environment  
Wild: Amazing animals in a changing world



## LESSONS LEARNED



### Internal partnerships: The networked organisation

- Exhibition Team
- Science staff
- Preparators
- Museum Design Team
- Museum photographers
- Online team
- Museum evaluations team
- Public Programs team



### External partnerships:

- Victorian Government
- Department of Education and Early Childhood
- Department of Sustainability and Environment
- Department of Innovation, Industry, Science and Research
- CSIRO
- Universities
- Schools



### Overarching strategies

- Keep up to date with current approaches to learning
- Maintain a broad approach to learning outcomes
- Know the audience, actual and potential
- Identify and deal with barriers to participation
- Treat education and general audiences as a continuum



## 実践事例報告 1

成人を対象とした科学系博物館における科学リテラシー涵養プログラムの試み  
「あれもこれもカガクヘンカー 化学でつながる身近な生活」

The Case Study of the Learning Program Fostering Science Literacy of Adults  
at Science Museum “Chemical Change is Just About Everywhere  
-Connecting to Daily Life with Chemistry-”

田代英俊(日本科学技術振興財団・科学技術館)

Hidetoshi Tashiro (Japan Science Foundation/Science Museum)

皆さん、こんにちは。科学技術館の田代と申します。本日は「あれもこれもカガクヘンカ」ということで、物質と社会グループで開発したプログラムについてお話をさせていただこうと思います。よろしくお願いたします。

まず物質と社会、物質なんていうと堅苦しい言い方ですよ。堅苦しい言い方なのですが、私自身が物質です。「もの」でできています。私の周りにあるこのパソコンも、このテーブルも、このスクリーンも、ここにいらっしゃる皆さんも「もの」です。さらにこの「もの」を活用して、例えば今、プレゼンテーションをやっているわけです。そういう意味では、私たち自身が「もの」ですし、周りは「もの」に囲まれていますし、「もの」を活用して生活が成り立っているわけですが、「もの」というのは当たり前すぎて意識していない、ここが問題かと思えます。そこで、ものである自分自身を、周りにある「もの」を、そして、これを活用していることを意識した方がもっとより良い社会が来るのではないかと、私たちの生活が豊かになるのではないかとということで、「もの」に着目してプログラム開発を行いました。

テーマとしては「もの」なのですが、もうちょっと学習の柱ということで、私たちの生活から、さらにはミクロな視点で「もの」を見て、そして、理解を深めることで日常生活や社会において物質(もの)をどう利用できるか、そういう場面が広がっていくのではないかと考えました。

世代を考えた学習プログラムというのが、今回のキーの部分だと思います。幼児・小学生、そして、中学・高校生、ここでは、よりミクロな視点の獲得ということなのですが、学習段階に応じて理解がより深くなるように考えました。日本では理科教育の範疇に入ります。理科教育を学校で習うのと同時にその補完的な学習として博物館に何ができるかということでプログラムの作成を行いました。大学・成人・ファミリー、そして、団塊の世代(中高年世代)までフォローします。キャリアの流れとして研究活動に従事している方々がいらっしゃるかと思いますが、今回はこちらのカリキュラム開発は行っておりません。

大人については、研究活動とは無縁の、義務教育が終わった後は科学という言葉もあまり聞かない、科学を学習するなんてやったことがないという方々を対象に、もう一度理科というもの、科学というものを学び直そうということでカリキュラム開発を行いました。この辺は日常生活や社会において、「もの」をもう一度見直して、いかに利用できるのか、活用できるのかを考えよう、また、そこに潜んでいるリスクが何なのかということをやっとらえようということで、プログラム作成を行っております。

ちなみに、幼児・小学生向けは「“かたち”のはてな?」と言って、「もの」を拡大して見ていく。さらに中高生向けは「鉄を取りだしてみよう」、さらにはもう少しミクロなレベルで「化学反応は電子が主役」という、原子レベルの話です。それから「あれもこれもカガクヘンカ」、今日お話しする主題になるところです。そして「子どもと社会つなぐ展示見学シート作り」というのが今開発中のところです。では順次、開発したプログラムを見ていきたいと思えます。

まず平成 19 年、2007 年です。対象は幼児とその保護者向けで、狙いとしては、「もの」を見る、例えば、虫眼鏡や顕微鏡を使ってものを拡大して見る、あるいは望遠鏡を使ってものを拡大して見ると、今まで日常見ているものと違うのだということを、観察を通して感じることです。そこから「もの」というのは、実は私た

ちが日常生活の中で感じているものとちょっと違う側面を持っているのではないかということに気付いてもらうというのが、このプログラムの主題でした。

結論から先に言ってしまうのですが、本プログラムでは、幼児については「拡大するとものが違って見える」「雪の結晶って面白いじゃない」「塩の結晶ってなんでこんな角張っているの？」という、科学に対して興味を持つ、「もの」に対して興味を持つきっかけづくりに有効だったと思います。また、保護者の方は、このときにはワークショップが終わった後、帰りに虫眼鏡を皆さんにお持ち帰りいただきました。親子で家に帰ってから「ものを拡大して見ると面白いよね」「じゃあ、家に帰って、ものを拡大して見てみようよ」という、親子のコミュニケーションのきっかけを一つ作ることはできたのではないかと思います。

続きまして、平成 20 年度、2008 年は「鉄を取りだしてみよう」というプログラムを作りました。対象は中学生なのですが、今回は小学生で、小学生の高学年から中学生を対象ということで考えていただければと思います。狙いは「酸化・還元を通じて物質の変化を理解する」。酸化・還元というと非常に言葉が堅いですが、例えば金属はなぜさびてしまうの、あるいは、さびを取り除くというのは還元反応ですが、どうすればいいのかというような、非常に日常的でありふれた現象を対象にして、酸化・還元というものを見てきました。さびについての話から、酸化の実験としてスチールウールの燃焼をやりました。それから、還元の実験として、さびたものを金属から取り出す。さらにはテルミット反応まで、ちょっと爆発するような過激な反応なども見せました。こういうものも昔、鉄道の線路をくつつけるところに使ったのだよということで、社会とのかかわりについてもお話をさせていただいています。

本プログラムにおける成果としては、金属は酸素と結び付くことでさびるなど、酸化について理解がかなり深まったのではないかと思います。酸化と還元は同時に起きている反応なのだという点については、やや難しかったと思いますが、酸化と還元のあり方について一定の理解を深めることができたのではないかと思います。

同じ年度ですが、もう少し難しい内容で、今度は原子レベルのお話です。「化学反応は電子が主役—酸化還元反応」ということで、対象は中学生ですが、内容的には高校生が学ぶ領域にも入ってきます。電子のやり取り、受け取り、あるいは電子を渡すこと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学んでもらいました。例えば、銅の電気めっきや、無電解めっき、さらには鉄イオンによる振動反応、シュウ酸エステルの発光反応と、学校でもなかなかやらないような、学校ではなかなかやらないからこそ博物館がやる意味があると思うのですが、こういう実験を行いました。

この中で電子の働きについて参加者の理解が深まりました。また、ここでも生活とのかかわりに触れていきました。参加者の興味・関心の喚起と、概念の理解が、これもアンケート調査の結果ですが、効果的になされたと思っています。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す。特にこのような難しい実験、手順をかなり大きく踏まなければならない実験については、かなり前準備が必要だと思いました。化学反応の実験を行う場合は有毒ガス等も出ますので、そういう意味では、施設、設備、手順に応じて安全性の確保が非常に重要になってくると思った次第です。

そして昨年度(2009 年度)に行ったのは「あれもこれもカガクヘンカー—化学でつながる身近な生活—」です。これは主に大人をターゲットにしたプログラムで当初は考えました。オーストラリアでのお話にもあったように、大人は博物館に来てくれないというのは事実だと思います。なかなか来てくれない。しかし、親子だと来てくれるのです。子どものためにお父さんやお母さんは来てくれます。子どものために来たのだけれども、親は子どもとセットだったら、例えば博物館でもワークショップに参加してくれます。そこで、大人と子どもをセットにして親を意識しながらワークショップというものを作ってみました。

狙いとしては、大人については、日々、生活の各場面で使ったりしている「もの」にからめながら、昔、教

科書で習った知識というものをもう一度実感してもらおうと考えて、ここでは特に化学変化として「酸・アルカリ」「酸化・還元」という二つの現象について学んでもらいました。子どもについても身近な生活とかかわる化学変化として、子どもたちは学校で理科を習っていますので、この理科をもう少し深く考えてもらうようにした次第です。

「あれもこれもカガクヘンカ」では、まず、「カガクのとびら」ということで、一応学校で習った理科のおさらいをして、その後は子どもと大人では、興味や関心、知識レベルも違うので、それぞれ屋台形式にして、「生活の中のカガク」、「けい光ペンのカガク」、「カイロのカガク」、「ビタミン C のカガク」と四つのブースに分かれ、さらに「宇宙のカガク」というブースを設け、自由に参加してもらう形式にしました。

「カガクのとびら」ということで、まず教科書で学んだことを思い起こしてもらいます。そして「生活の中のカガク」、ここはクイズ形式にしました。例えば、梅干しやジュースなどの食品の pH を調べるクイズです。よく酸性食品とか、アルカリ性食品といいますが、では、炭酸水は酸性なのか、アルカリ性なのかというお話。例えば、炭酸水は皆さんご存じかどうか分かりませんが酸性なのです。CO<sub>2</sub>(二酸化炭素)は酸性を示します。そうすると、今、環境問題でよくいわれますが、二酸化炭素が増えると、それが海の中に溶けて、実は海が酸化してしまうという話につながります。炭酸水の pH を当てるクイズが環境問題の話に発展していくのです。

あるいは「けい光ペンのカガク」、今、消えるマーカーペンが売られています。何で消えてしまうのだろう。実は、これも酸・アルカリ反応なのです。さらに「カイロのカガク」、ホッカイロはなぜ暖くなるのか。「ビタミン C のカガク」、果物に含まれているビタミン C が実は何で体にいいのか、どういう反応なのかということも学んでいただきました。そして最後に「宇宙のカガク」ということで、そもそも私たちを構成するこの宇宙そのものに存在する物質はどうやって生まれたのか、ということも学んでいただいた次第です。

本プログラムでは、大人に関しては、昔、教科書で学んだことを再確認してもらうことができた、という結果が出ました。また、「酸・アルカリ」「酸化・還元」についても意識してもらうことができました。子どもについても、体験を通して身近なものを観察するきっかけづくりになったと思います。

今後の課題として、まずは今年度、現在、中高年・団塊の世代向けに、国立科学博物館のボランティアの方々に展示を解説するワークシート作りを行っていただいています。

整理すべき課題は、ここが一番のポイントかと思いますが、社会教育は学校教育や家庭教育との関係性を踏まえた上で考えていかなければいけないと思います。カリキュラム開発において学習環境やコミュニケーション環境、学校教育や家庭教育を意識しないといけないと思うのです。学校で何を学んだか、それがちゃんと身に付いているかどうかということ、家庭においても、科学に対する教育が行われているということも考えなければなりません。もう一つ考えなければならぬこと、例えば子どもの場合は家庭教育と社会教育のつながりがいいと、お父さんやお母さんが同伴しないと博物館に来られません。中学のレベルだと一人で来ることもできますが、それでも博物館の入館料であったり、あるいは交通費、食事代などを考えると、やはり親との関係性、家庭教育との関係の中で社会教育として博物館での学びのあり方を考えていかなければならないかと思います。

一方で、繰り返しになりますが、大人はなかなか来てくれません。ここに大きな課題が潜んでいます。学校教育や家庭教育で科学が嫌いになってしまった人たち、あるいは科学が嫌いな親御さんは、博物館になかなか来ていただけません。この方々をどう取り込んで、生涯学習、ライフサイクルに応じた学習体系を築いていくかというのが課題だろうと思います。

以上で私のお話を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

< 質疑応答 >

(Q1) 今のご発表の中で大きな体系としては、すべて物質と社会となっていたのですが、その社会とのかかわりがプログラムを見ても、自己反省も含めて、足らないような気がするのです。そのときに、先ほど

のご質問にもあったように、このプログラムを作るときに社会とのかかわりを、企画する方も評価する方も、何かある視点があったらいいと思うのです。

例えば、展示でよくやりますが、社会とのかかわりというのは、まず人だとか、経済的な状況だとか、社会といったときに何をもって社会とのかかわりというのかを、視点を持って、評価軸を持って企画したり評価するといいいのではないかと思ったのですが、その点はいかがでしょうか。

(田代) ありがとうございます。ご指摘のとおりです。社会の側面についてはまだまだ弱い部分があるかなと思います。今回のカリキュラム開発はどちらかといえば、学校教育の延長線上、あるいは当該するマテリアルサイエンスの分野を押さえながら、これが社会にどう活用されているかという視点で組まれている部分が多いと思います。一方で、今ご指摘のように、社会の中で、社会の評価軸から逆にこれはこういう技術が使われている、あるいは、こういう原理なのだというアプローチの仕方もあるかと思っています。どちらがいいかというのはなかなか難しいところで、両側面が必要なのではないかと思います。

特に幼児・小学生あるいは中学生・高校生は、学校教育とのつながりが非常に強い部分があり、学校教育で学んだ知識を押さえてあげた方が、より社会というものを考える上で分かりやすいということがあります。これは社会に対する経験がまだまだ少ないということから考えられます。一方で、大人向けは、実はプログラムの社会の部分がかなり大きく扱っています。例えば、食で入ったり、あるいはホッカイロから入ったりという、生活の部分から入って作っています。この辺は年齢的なものも関係してくると思います。

(小川) 今のご質問で、何をもって社会として評価軸を持つかということですが、すべてのプログラムにおいて四つの構造を持ってやっているのですが、先ほど申し上げたとおり四つの目標を設けてやっております。このプログラムについては、社会の中で適切に対応できる能力の養成というのを目標に設けているプログラムが弱い感じで、少ないのではないかと思うのですが、社会において適切に対応する能力の向上というところの評価の部分はまだ一つ見えていないところがあると思います。

一つは、コミュニケーションというところがすごく大きなキーワードになってくると思います。対話する力とか、または人に自分のことを説明する力とか、自分の立場を説明してあげて相手のことを理解する力とか、この辺の評価がやってみて非常に難しい。「“かたち”のはてな？」では、親子でそういうことをやらせようと思ったのですが、なかなか子ども同士がうまく対話できなかつたり、幼稚園に戻ってどうだということもフォローしたこともありますが、なかなかそこまで追えないというのが現状です。この辺はこのプログラムを実際に開発してみて、非常に難しい評価のところかと思っています。

実践事例報告①  
成人を対象とした科学系博物館における科学リテラシー涵養プログラムの試み  
The Case Study of the Learning Program Fostering Science Literacy of Adults at Science Museum  
"Chemical Change is Just About Everywhere -Connecting to Daily Life with Chemistry-"

## あれもこれもカガクヘンカ

— 化学でつながる身近な生活 —



- メンバー:
- 科学技術館 田代 英俊
- 国立科学博物館 若林 文高
- 岩崎 誠司
- 田邊 玲奈
- 永山 俊介
- 静岡科学館くるくろ 高橋 みどり
- 名古屋市科学館 野田 学

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活用できる場面が広がる。  
→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、広がりを意識し、世代に応じた学習プログラムの開発を行っている。

世代	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>		<p>研究活動を行うために、既に必要な科学リテラシーを身につけている研究者等はより専門的に深める</p> <p>義務教育を終了してからは科学に触れる機会が少なかったが、親となり、子どもと一緒に「作り」、科学的な基礎概念を学ぶ。実生活、社会での関わりもふまえて物質について、理解を広げる。</p> <p>子育ても一段落し、自分の興味のために「真の科学的な基礎概念を深めたい」という思いから、実生活、社会での関わりもふまえて物質について、理解を広げる。</p> <p>【もう一度学びなおすことにより、理解に広がり生まれる】</p> <p>→日常生活や社会において物質や様々な化学変化を活用できる場面が広がる</p>		
	プログラム	「かたち」のはてな?	鉄を取りだしてみよう	あれもこれもカガクヘンカ	子どもと社会をつなぐ展示見学シート作り
ねらい	「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	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。	代表的な化学変化である酸化・還元、鉄・アルカリを事例に、身近な生活と関わる化学変化や、その活用が社会に立派になっていることを体験を通して知る。	開発中

### (平成19年度実施)「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、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→身の回りのもので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



#### 本プログラムにおける主な成果

- 1) 幼児: 「拡大するものが違って見える」ことを印象づけた。
- 2) 保護者: 帰宅後も親子で身近な物を継続的に観察する意欲や、今後は物質の形や構造について理解を深めるきっかけをつくるという点で効果的であった。

きっかけづくり

### (平成20年度実施)鉄を取りだしてみよう

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さびかなくなる(還元)
  - ・燃焼も酸化の一種 など

流れ: 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など→還元の実験としてさびたも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



#### 本プログラムにおける主な成果

- 1) 金属は酸素と結びつくことでさびるなど、酸化について理解が深まった。
- 2) 還元について、また、酸化・還元は同時に起こる反応であることに対する理解についてはまだ難しいようであったが、酸化・還元について理解を深める一歩となった。

知識の獲得と体験

### (平成20年度実施)化学反応は電子が主役 —酸化還元反応—

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



#### 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両方が必要である。

知識の獲得と体験生活への結びつきを深める

(平成21年度実施) 物質と社会

# あれもこれもカガクヘンカ

— 化学でつながる身近な生活 —

**【ねらい】**

保護者 教科書で学んだ知識と生活への結びつきを深める

親子で学ぶ親がメイン

子ども

①日々、生活の各場面で当たり前に使っているものは、実は教科書の知識が基礎となっていることを実感する。  
②主な化学変化として、「酸・アルカリ」「酸化・還元」の2つがあることを学びなおす。

○身近な生活と関わる化学変化を体験することを通して、科学的な視点を持って身近なものを観察する心を育む。

物質と社会

# あれもこれもカガクヘンカ

— 化学でつながる身近な生活 —

教科書の知識 **必修 15分**

導入

カガクのとびら

体験 実生活との結びつき

- 実験 生活の中のカガク **選択 15分** (酸 アルカリ)
- 実験 けい光ペンのカガク **選択 15分**
- 実験 カイロのカガク **選択 15分** (酸化還元)
- 実験 ビタミンCのカガク **選択 15分**

お話 宇宙のカガク～物質を作る元素～ **パネル**

物質と社会

## カガクのとびら

実施:平成21年11月21日  
場所:科学技術館  
参加者:15家族 43名  
(大人21名 子ども22名)

教科書で学んだことを思い起こしてもらって体験

→身の回りにあるものの変化から、それが化学変化によって起こっているのだから、ことを再認識する。

物質と社会

## 生活の中のカガク

酸 アルカリ

基本

- 梅干し、ジュースなどの身近な食品のpHを調べる
- 酸・アルカリについて身近な食品と関わらせて体験
- ・海の酸性化のお話(環境問題)

## けい光ペンのカガク

応用

- ・消えるマーカーペンなどを事例に酸・アルカリ反応を利用して色の変化として見るができることを体験。
- 酸・アルカリ反応の活用が生活に役立っている

物質と社会

## カイロのカガク

酸化還元

基本

- ・さびるとはどうか？
- ・カイロ作りを体験
- カイロ作りを通して、酸化反応が身近な製品に活用されていることから、生活との結びつきを感じる。

## ビタミンCのカガク

応用

- ・果物に含まれているビタミンCの測定
- ・アスコルビン酸(ビタミンC)による還元実験
- ビタミンCの役割と生活と関わる活用

物質と社会

## お話 宇宙のカガク～物質を作る元素～

・1家に1枚の周期表などを活用

・物質はどんどん拡大すると、そもそも粒からできている→元素

・すべての物質は元素でできている→元素って何？

・どんな元素があるの？→周期表

・どうして元素が生まれたの？→星の内部の核融合、超新星爆発による元素合成

→物質を作っている元素について学びなおす

# あれもこれもカガクヘンカ

— 化学でつながる身近な生活 —

## 本プログラムにおける主な成果

### 保護者

- 1) 昔教科書で学んだ化学変化の内容と日常生活における事象が効果的に経験を通して結びついた。
- 2) 主な化学変化として、「酸・アルカリ」「酸化・還元」の2つがあることを意識することができた。

### 子ども

体験を通して、身近なものを観察するきっかけづくりへとつながった。  
(保護者が子どもに思うこととして表れてきた)

# あれもこれもカガクヘンカ

— 化学でつながる身近な生活 —

## 今年度の活動

・中高年・団塊の世代を対象とし、知の還元につながることを目標としたプログラムを開発中。

## 整理すべき課題

・社会教育として学校教育、家庭教育との関係性を踏まえた参加者のプログラムに対する評価を行い、これをもとに学習環境・コミュニケーション環境の構築、カリキュラム開発、プログラムの実施を行っていく必要がある。

ご静聴ありがとうございました。



## 講演 2

**Enhancing student scientific research capabilities  
through teacher professional development and connected student programs****Marco Molinaro****Chief Education Officer,****NSF Center for Biophotonics Science & Technology at University of California, Davis**

Thank you very much. Sorry for the very long title. I wanted to first thank my gracious host, Dr. Ogawa, for this wonderful opportunity. I'm very excited to be here in Japan here for the second time. I am from the Center for Biophotonics Science & Technology, which is a research center that is based at the University of California at Davis, and we are funded, fortunately, by the National Science Foundation to conduct research on biophotonics and also develop human resources in biophotonics. I have the good fortune of heading the education program where we create materials for students from kindergarten all the way to graduate students, as well as teachers.

I also want to acknowledge that we also receive funding from the SEPA program of the National Institutes of Health, so we are very fortunate to have funding from both of the major agencies in the United States.

And just to give you a little bit of background. I was trained as a biophysical chemist at University of California, Berkeley, and started doing educational work back in 1995 with the university to restructure the undergraduate curriculum in chemistry, and then moved on to working in a science museum, the Lawrence Hall of Science, based at UC Berkeley. After the Lawrence Hall of Science I moved on to work with the Center for Biophotonics. So I've had my feet in both worlds, the world of the science museum and the world of the research center.

Today I would like to talk to you about the importance of scientific inquiry in developing research capabilities in students and teachers. I will then share with you some of our teacher professional development approaches, including our summer research academies, our curriculum development that we do with teachers, and our latest ideas in teacher/student teams for scientific inquiry. I will then tell you a little bit about how we approach schools and school districts, how we interact with these entities, and overall lessons learned.

So first of all, why is it important to engage teachers and students in research? These are some of my opinions, which I have heard in many of the talks given today before me.

Science and technology are an increasingly important part of our lives. We all seem to agree with that.

Research is critical to science and technology process, progress – and process.

We need to expand our research capabilities both in the teachers and students. They do not receive much training in research and in conducting research and have little exposure to recent and cutting-edge research.

In our schools, as well as I see in many other parts of the world, schools focus on science basics not

the current or the cutting-edge research.

And we feel as a society that we need creative, capable, interdisciplinary thinkers and researchers to help us solve current problems like climate change, energy, and many, many of the problems that we're faced with today.

It is our belief that research experiences can help motivate participants to deepen their understanding of science and cutting-edge science while they also solve real problems. And this is why we think that it's important to bring both students and teachers in research.

So why do we focus on teacher professional development?

Teachers are the primary conduit to science literacy for students. If you think about the amount of time that teachers spend with students, if you think about the range of topics in science that teachers present to students, and if you think about the sheer number of students a high school teacher or a science high school teacher in the United States will see - approximately 150 to 180 students per day to talk to them about science and train them in science, so it's a high exposure factor when you train the teachers.

We want teachers to stay engaged in and excited about science so we give them professional development, we engage them in professional development, so that they can update their knowledge and renew their excitement in the field of science and research.

We also think that through teacher professional development we have an opportunity to change the way that science is taught and the approach to science literacy.

And we have found that teacher networks are a very powerful resource for changing approaches to how science is taught.

Something I just want to make sure you understand, in the U.S. we have seen an increasingly alarming trend in which teachers have been neglected; science teachers and almost all teachers do not receive much attention. What is happening is teachers are viewed as someone that can be remote-controlled. They can be given a manual that tells them how to teach and they will follow it. Very alarming, in middle schools, some of the middle schools that we work in, the teachers are literally given a manual and it says on day 15 you shall have written these five words on the wall, you shall have explained them, and there is actually a police, although it's not called a police, there's a curriculum resource specialist that walks around and checks: okay, let's see, it's the middle of the class, have they written the five words? Okay.

So teachers are being made into technicians with very little opportunity to express their own interests and excitement about science. We are trying to counteract this trend at the middle school and high school levels.

So how do we find our teachers, because not all teachers are interested in learning new things. We try to get them excited and get them involved. So we give workshops, seminars. We do this locally, at the state level, and at national meetings. We also give public presentations where we have lots of demonstrations.

And you'll see here an image; this is from the first USA Science and Engineering Festival that happened about a month ago in Washington, D.C. That is another place where we recruit teachers because they are also parents who bring their kids to science activities and demonstrations, and we do some recruiting at those places.

And of course we have advertisements that we send out to all the different schools. We mail to their science, math, and technology departments. And through these three different means we find teachers that are willing to engage with us further. They learn a little bit about biophotonics and now they want to know more and they want to think about current science.

So we have three different approaches, primary approaches. And I just want to point out, here, when you see a T it's a classroom teacher, an E is an educator, an R is a research scientist, and this is the symbol I'm showing for student.

So in our summer program we have Teacher Research Academies. It's a four-level academy, and what we do in this academy is we have a research scientist paired with an educator, one or two educators, and they interact with teachers who then interact with students.

Now we can create an academy where two people or three people here will interact with up to ten to 15 teachers and have a multistep program, and of course each teacher has an impact on very many students. So low resources here, potentially high impact.

We have another program, another approach, where we develop modules and courses, and this happens all year long, and in this situation we have the research scientist, the educator, and sometimes we have more than one educator, and a classroom teacher working together to develop the material. We write the curriculum together, and then that teacher has the opportunity to impact a certain number of students.

In this model, as you can see the way it's outlined, if you need to impact more than one teacher, you need to have this whole thing happen again, so it's resource-intensive, but you develop a whole course which may last one semester or a whole year.

And in our third model we have teacher/student teams for research. This happens during the school year, and what we do here is a little bit revolutionary. It can raise some concerns at times. What we do is we take the research scientist, the educator, the teacher, and the students, and we do the professional development all together. So in this scenario we have teacher/student teams, usually about four to six, teacher/student teams that work with the research scientist and the educator at the same time.

So these are our three models and I'll be explaining a little bit more in detail about each one of these.

First I will tell you about our teacher research academies. The basic structure of these academies is a three-day introduction. This involves laboratory tours, scientist presentations, simple experiments, and connections to research, how the biophotonics technologies are used in research and how they connect to applications.

In Level II, it's very much hands-on. You do a lot of activities yourself. There are more activities, deeper scientist presentations, and you have two days to develop your own activities or lessons that you, as a teacher, will bring to your classroom.

In our Level III, it's a five-day training in the nature of science, strategies, methods, technical writing.

And then Level IV is the last level that we have in this model, and here you do active research. The teacher is actually in a research laboratory conducting research with the researchers. And part of what they have to do is develop a research poster that presents their research, but they also have to create lesson plans.

All of these programs are free to the teachers. Level IV actually pays them a \$4,000 stipend to participate because in the United States teachers in the summer often get extra work and so this is to compensate them for the time that they spend in the laboratory.

To give you an example of our agenda for Level II, just to show you how it's divided, here are our five days and the times, and we have some talks and tours. So research talks, and what we do in our research talks, I give initial ones then we have graduate students give research talks. We also have research scientists give research talks, and we have a post-doctoral student give a research talk. All of these different things are happening at once. We have hands-on activities, so what you see highlighted here are the various hands-on activities that vary from working with instrumentation to working with programs for manipulating images, to investigating fluorescence in plants. So there is active hands-on work that they do.

We have starting and ending caps, so what this does is it tries to get you in the mood, shall we say, get you thinking about what's going to happen during the day, and here it kind of wraps up what you're doing, and we give time for the teachers to journal, to write in a book what they have learned, what questions they have. And we do this every day. And then what you see here is teacher planning time. The teachers have all of Thursday to develop their one or two activities or a lesson that they will teach with their class about what they've learned. And we do peer review so they trade their lesson with their peers, other teachers, and get feedback, and then we have them give presentations to all the other teachers. So all the teachers learn about what every teacher's lesson or activity is. In case they hear of a lesson from another teacher that they're interested in they can then adapt it and bring it to their own classroom.

We evaluate this program. This is the Biophotonics Teacher Research Academy, that's just our shorthand for how we call this academy, but we have three main tools for evaluation: what we call the Participant Event Report Card or PERC, the Biophotonics Concept Inventory, and the Teacher Implementation Plan. This one, PERC, is basically rating the structure and participants in the program. This one, Concept inventory, rates some very basic biophotonics knowledge, and the final one looks at how likely are they to use what they've learned and bring it back to their students. What are their plans for bringing it back?

So if you look at their answers, we ask them a question, how well did the academy prepare you for implementing biophotonics activities or curriculum into the classroom? And these are Level I and Level II from 2008 and 2009, with a response of five meaning highly effective. So you can see that the program is actually getting better, but overall they find it highly effective in Level II in helping them think about how they can bring this material into their classroom. They feel well prepared.

When they rate different components of the academy, for example the instructors were all given the highest score. The instructional material is rated very high. The training format, quite high. Time and pace they complained; they wished they had more time. That's the main complaint that we get. They

would like to have an extra day or two. Facility and environment and overall value they all rate very highly, so we we're happy to see that.

We also ask them specifically about intellectual engagement, and 50 percent of them state that they were very, very excited – this is without us asking them, they just write in their comments – that they were very excited to be able to explore cutting-edge interdisciplinary science. It both excited and informed them while energizing them.

They also made comments saying that they think that they could actually incorporate the activities, one-third feel that they could easily incorporate these activities into the regular curriculum. As some point of background, in the United States teachers are strongly constrained by state standards for science education and they vary in each state. We do have national standards, but most states choose to have a more specific version with many more facts in their state versions of the standards, so we see that a third of these teachers felt that immediately they could take these lessons and fit them even within this constraint. And let me assure you, there are no biophotonics standards currently in state or national standards; those don't exist. The word biophotonics doesn't exist in any of the standards, but because we deal with biology, we deal with physics, we deal with light, the electromagnetic spectrum, teachers can readily see how to incorporate this material.

Now just to say we think this number would be much higher if interdisciplinary courses were still allowed in the United States. Unfortunately, interdisciplinary courses have seen a decrease in popularity, but now there is starting to be a resurgence. They are starting to come back, which is nice to see; we're happy to see that. We think that if interdisciplinary situations or courses were more welcome this number would be much higher, and we see that in middle school they have an easier time incorporating certain biophotonics activities because they have more freedom in their standards.

These are some items that show you our biophotonics concept inventory exam. It's very visual. We try to very much stress hands-on activities and hands-on exams, so we try to have very visual types of questions. And we see a minor difference pre and post but it is significant. So they are learning some more biophotonics content. This is only with the first level, so this is only after the introduction. We don't measure this after Level IV because it would be unfair because they would be seeing the same test over and over again, so we are only able to show this once to have a true pre/post.

And when we look at the teacher implementation plan, this is trying to look at their plans for implementing this into their curriculum, we see that half of the teachers have very clear ideas of where the biophotonics activities will fit into their curriculum with both after Level I and Level II. And by the way, this is not disaggregated based on disciplinary focus, and what I mean by this is if we were to say, how many of the biology teachers can utilize the biology activities?, how many of the physics teachers can utilize the physics activities?, these numbers would be closer to 100 percent. It's because there are different disciplines of teachers coming to take our course.

This is what the activities look like from the teacher's perspective. They are very active, using computers and dissection. There's one activity where they take a chicken wing and they look at the light properties, the optical properties of skin, muscle, bone, cartilage, look through all those different pieces, how light goes through, how light comes back, using a spectrophotometer. This is what you're seeing here. But you can see the teachers are very excited to see how disciplines work together. They find that what they learned, the material, some of the things are very affordable and can be easily

brought to student instruction. "Expectations were met and exceeded...Great stuff!! Bend my brain stuff!" "My judgment of training is 'how much can be brought back to the classroom?' In this case – Lots and then some." So they're very excited about what they learn.

Now fortunately, these teachers are very open to new things and they find this to be a perfect opportunity for that.

To be fair, we also provide a lot of resources, so just to make sure that you understand. We have the facilities and equipment that we provide to the teachers. We also provide visits to research laboratories and discussions with researchers. And equipment that is very, very advanced equipment for microscopy and spectroscopy. They have a variety of posters that they receive for partaking in the training that they can bring back to their classroom, and we have YouTube videos about certain experiments and ideas.

Recently we also started an online, very structured, activities/lesson unit and curriculum repository where all the teachers deposit all the material they create and then it's easy to share with a larger community of teachers using the language that teachers like. So we have tried this kind of thing for about eight years now and only with this model is it straightforward enough that the teachers have an easy time putting the material in there. So a lot of times it was our structure; this is the teachers' structure. This is how teachers think, when they learn to teach and when they teach, this is the structure that they learn to put it in, talk about the standards, talk about the different components of the lesson, the different activities. It's very nicely structured.

So let me move on to the second approach. This is the module/course development, and in this approach we have worked on a biophotonics, many biophotonics modules for plant biology, basic biology, and physics. We have worked on a biophotonics and cancer course that was taught. Most people taught it for a year-long course with research in a second year. Biotechnology and biophotonics, biomedical imaging, and the latest is our Science, Biostatistics, and Cancer Education (SBCE) where we're working on blending math and science with cutting-edge lung cancer and skin cancer statistical work.

Because I will only talk about the latest one, the science and biostatistics, I'm just going to tell you a little bit about the other ones that I will not be talking in greater detail about.

This is the academy that we did with cancer - biophotonics and cancer. In this one, students in the second year actually join research laboratories in our cancer research center at our campus. And all of our students are low socio-economic status students. They come from the inner city. They are not students who are accustomed to having much opportunity, so these are incredible opportunities for them.

We've worked with a School of the Arts, believe it or not, and there we did a lot of plant biology and biophotonics type of work. We've worked with a teacher at Hiram Johnson to create biophotonics activities that enhance a biotechnology course. And we've helped develop a biomedical imaging semester course that is taught at a school that is very close to where we are. And these are courses that now we are putting the material together to share via that lesson repository that I showed you earlier.

So this is the model I do want to talk to you about, the science and biostatistics project. In this one we

have four web-based teaching modules using data-rich cancer education resources that teachers would never have enough time to find and adapt for themselves. We hope that as a result of using these materials students will make better informed decisions about their wellness. These are the four modules: distributions (cancer patterns), causation versus correlation, population sampling, and randomization. These are the concepts that we teach in this high school module by using current data from the research.

We hope that as the students do these modules they learn statistical and evidence-based reasoning, basic cancer and clinical trials knowledge and understanding.

And very important, we want them to understand risk and how changes to their behavior will affect their risk. So we chose lung cancer and skin cancer because those are the two diseases that high school students can do something about now. They can choose not to smoke; they can choose not to be exposed to second-hand smoke. They can choose to wear sunscreen. They can choose when they're out in the sun. And we want them to understand the real data behind why this is important.

So we think that it's important for our modules to help the students learn to take charge of what we call wellness, their own health. So we want them to be learning this for the effect that they can help their parents make good decisions and they can help themselves make good decisions related to their health.

And we also believe that through the use of these modules we'll increase their interest in science, technology, engineering, and mathematics and careers in STEM.

This is what Module 1 looks like. It's approximately seven to ten hours of instruction. We look at understanding patterns in cancer incidence, understanding rates, understanding risk factors, and then looking at and understanding lung and bronchus cancer distributions, and then adapting that and seeing how they understand that same information with respect to skin cancer.

The modules are all web-based; everything is online. Even now as we develop the modules, we are developing everything online. We do not do anything on paper. We have these interactive data resources that look at distributions of cancer rates. This is a statistical tool that we've developed that is Java-based, and it shows, allows the students to manipulate different data sets, and these are videos from YouTube and these are games that we find and collaborate with others to bring in games. For example this is from the Nobel Prize site on the cell cycle. We try to bring all these interactive components together because we want to make sure that the students are engaged and interested in looking at these topics and we have to use these new technologies both to give them the opportunity to look at real data but also to have some fun with it as well.

In terms of our development we have a team approach. We have science educators, math educators, education graduate students, and then we have advisors in science, math, and biostatistics. We also work with evaluators and teacher leader.

Everything is online. We are using a free system, Google Sites, believe it or not, because we want to make sure that it's easily accessible to everyone. And the material that you find on the site is always the most up-to-date. There aren't multiple versions; it's always the latest. We use Java-based statistical viewing tools, and we use a lot of other existing resources like YouTube, simulations, databases, and

data visualization tools.

And to give you a sense of how we involve the teachers and how this is part of their professional development, we have the educators and research scientists working directly with the teacher, what we call the teacher leader or the first tester. When we create a new module this is the first person that tests it in the classroom. They then help alpha teacher testers, and we're actually in Module 1 right now. This is happening right now as I'm here. They're doing these tests. And then they will go and help the beta teacher testers. So this is how we play a big role at the beginning but then the community of teachers is developed enough that they can go and they can spread this to a larger group. And after this level we go national. So this all happens locally within about 80 kilometers of where we are, the schools around us. We choose different types of schools with different levels of students, and then this is how we in a sense multiply ourselves with trained teachers.

Now I want to look at the last approach, and this is also our newest approach, which was one of the first approaches that we tried but it's the most currently evolved. In our original model it was the After-school Biophotonics Student Research Academy. Each teacher held a three-hour session after school for students that were interested in research. Student teams worked on biophotonics-related projects that they chose, and undergraduates from University of California, Davis, would go and help act as mentors to these students. The teams were all expected to present their work at a research competition. So this work would start in September and by March they were expected to present their research at a competition.

And the goal was really to improve access and use of new technology, inspire students to do research, and bring new and relevant science into the classroom.

So what worked? Students were successful at competitions. We had many students win first, second, third places. The students and teacher all had research opportunities. There was additional excitement and learning of science. Students had job opportunities because we paid the students to participate in this work. These were communities where normally the students would work after school. They would be going to work at McDonald's or similar places to have money for their families, but instead, since we were taking them outside of that environment, they were not able to work as much any more, we paid them for participating, so now they had a job opportunity that was related to doing research.

We were able to bring current technology into their classroom. And we developed mentoring relationships with undergraduates who could act as role models for them as they thought about going on to college.

The difficulty with this program was after school is an important time for sports and clubs in American schools. So students sometimes were in conflict. They had an important volleyball game or a basketball game, and so they had to choose: research or basketball, research or basketball were their choices. So there were some problems. It was somewhat expensive because we were paying the students to participate, and the teacher. There was only one teacher involved at each school where we did this. This was a bit of a problem. It made it difficult for that to continue without us being there on a regular basis. And the teacher often complained of being tired after working a full day and then spending another three or four hours at night.

So we revised the model and we made it a summer and fall workshop for teachers, and in this



workshop we gave them the experience of using technology for research and we talked about how they could adapt the technology for use in their classroom.

We expected teachers to motivate groups of students to conduct the research and still go to research competitions.

And the goals were very much the same.

So what was good about this model? In this approach, we concentrated the teacher and staff time. We only had a summer and fall workshop and then the time was the time the teacher spent with their students.

The technology that they used, we made sure that all the technology was only technology that they had at their school. We did not introduce new technologies which they may not be able to afford, only their technologies. And we made sure that the activities were easy to incorporate into their classrooms. And we had some success with that.

In terms of difficulty, the biggest difficulty is teachers were reluctant to introduce their technology into their classroom, into their regular classrooms. They were okay doing it with a few students in special settings, but to bring the technology and research ideas into their classroom was frightening to them. They were afraid that with 35 students, they have 50 minutes for their lesson, if something doesn't work then all their time will be spent fixing the technology that didn't work, so they were very worried about doing some of these activities because of the fear of technology failure.

There was low student participation in competitions, and there was no real specific time for doing the research. In the prior version it was every Wednesday and Thursday night you spend three hours. In this version, it was up to each teacher to decide what time they were going to spend with their students, and usually they didn't make a regular time; this made it difficult. And the teacher had to spend time without receiving any kind of compensation because this was after school hours, so still a problem.

So we revised it again. And in our current model we have weekly after school meetings with each teacher bringing three to six students with them. So when we go and do the professional development now, the teacher cannot come by themselves; they have to bring students.

We regularly have visits by educators, scientists, and others interested in these students.

And we still expect the student teams to come up with a research question and develop a poster which they compete at research competitions.

The teachers and educators are their mentors and facilitators for the students, while both the students and the teachers learn the technology.

So what has been working so far? We have regular teacher attendance. It's low cost. We only have to pay a little bit to the teachers, but it's mostly our time. The technology used again is school property. We have learning happening now by both the students and the teachers together. The research is motivated by the students. And the students can act as classroom helpers the following year. So now, if the teachers and students together receive the professional development, when the teacher has

difficulty in using technology or using research methodologies in their classroom, they have helpers. The students can help other students. The students can help the teacher with the technology. The teacher is no longer the sole expert but now has a few students in their classroom that also know how to help.

The problems we've seen so far are minimal compensation. There is still extra time for the teacher needed. Students come up with projects that are often difficult to accomplish. They come up with projects like, "I want to study AIDS" or "I want to study how to make new solar cells." Difficult when you have limited budget, limited time, difficult. I'm glad that they're thinking that way but it's still difficult. And the educators that help mentor these students and mentor these teachers have to have a very large knowledge base because many students want to do projects that relate to medicine. They might want to do projects that relate to energy, climate change, environment, so I have to engage researchers from a wide range of disciplines.

This just shows you the timeline. I won't go over this in detail. But this is what we do with them over each month. We do things like explore project ideas, design project outlines, discuss how research is done, talk to them about responsible conduct of research, train them on equipment and data analysis, visualization, share progress on projects, submit their applications for competing, and then compete, and there share lessons from their competitions, then plan for activities in the following year. So it's a full set of activities but we really believe it's important to get the students and the teachers both excited about research and doing research.

Just as a model to show you, the teachers and the students have professional development together. They do research projects. They present their research projects. And now they can bring the classroom science inquiry and technology activities that they learned by going through this process into the classroom. And new students can enter the cycle. So this just keeps going around.

So with that said, how do we connect with the variety of schools and the districts? So we recruit teachers at a variety of venues, as I mentioned earlier, so we find teachers that connect with us. We also have what we call a Regional Open House. We invite educators, from teachers to scientists that are interested in teaching to people that develop commercialization, commercialize new companies, to departments of commerce in our local regions, we invite them all to an open house and we discuss research and science goals and training goals that we have for our teachers and for our students. And this way we invite principals from schools and administrators all coming together to this activity to discuss things with us to make new connections. We also invite many teachers, principals, and district administrators to our site visits. Site visits are a yearly event where all of the science is featured and all of the advancements in science and education are featured, and it's a good time for them to see what we do.

So what has happened from these things? What we've seen is we've seen teachers that come to us, the Center for Biophotonics Science & Technology, and they want to work with us. That leads to us with the teacher going to the principal, and then the principal helps us find more teachers that now work with us. That's one approach that we take.

Another one is the principal, we connect with the principal or the principal connects with us, and then brings us some teachers, and that teacher brings us more teachers. So this I would call a bottom-up from the teacher perspective bringing in the administration, and this is more of a top-down, the

principal comes in and connects us with teachers.

And most recently we have had this approach, it's happening now. We've had the district and us working together on a large proposal to impact five schools, and so we bring in the principal from each of those five schools through the district, and then the principal brings on teachers. So this is really top-down, but these schools are very good schools that have a lot of communication between their principal and the teachers, so they are excited about this together. And they are also very well-connected to the district, so in this case it does work quite well.

So overall lessons learned. You need to spend a lot of time in the school or community before they will ask you to collaborate with them. We tend to go in there and say, look, we have all these wonderful things, take them, use them, and they say, no, no, we have enough to do, we don't need new things. So you have to go there and say, okay, I'll come and give a talk, we'll do demonstrations, I'll come to your parent night, we'll do things with you. And after two years, three years, four years, then they say, oh, we're writing a grant and we'd love you to collaborate with us so that we can create some new science research and science teaching opportunities for our students and teachers. So it takes time to build the trust.

Something else that we've learned, traditionally the teachers, the students, and the educators are all separated. So we either just train the teachers or we just train the students, or the educators just think about how the education takes place but don't think about the science. So what we're trying to do very proactively is to **not separate teachers, educators, scientists, researchers, and the students; they all learn from each other**. Even a science researcher that's been doing science research for 30 years, when they're trying to explain their work to a 16-year-old student and trying to talk about the value of their work, there's a lot to be learned for them as well, there's a lot to be gained from working together.

We've also realized, of course, that investing in teachers has a multiplicative effect. What I mean is one teacher affects 150 students, much more than we can affect if we just target the students. So we do want to spend time with our teachers because they have a large impact on how students perceive science later on in their life, during that class and later on in their life, and what they think about in terms of their career choices later.

And we also learned that the current cutting-edge science is very engaging, relevant, and powerful, and guess what? They still learn basic science. Even though you start with the current cutting-edge science that's only a few years old, the results that are very new, it still can help you learn the basics. And we're even finding that it still can help you teach to the standards.

And I have to say I feel fortunate that there's new standards about to come out, common core standards that are going to be nationwide standards that now certain states have committed to adopting, and these new science standards that are coming out in the United States put a lot more emphasis on the research process and collaboration and having research experiences, so I'm very hopeful that our approaches will become more valuable and more usable by more teachers because of these changes. It might take a while for California to adopt these but hopefully it won't be too long.

So with that said, I just want to acknowledge of course the education team, a lot of researchers, this is just a few of our researchers, and some our teacher leaders. Lots of people, very important in doing our work. And I also want to acknowledge my son and daughter because they keep me very motivated

and keep reminding me how important it is to try to make these changes and have them happen before they get to high school so that they can take benefit in being excited about a career in science and also learn about science. And with that, I just wanted to say thank you.

< 質疑応答 >

(Q1) Thank you very much for your very interesting presentation. I have two questions. One is how do you find teacher leaders? And the second is how many teachers were attending your three approaches annually?

(Molinaro) Okay, so how do we find teacher leaders? We find teacher leaders through the teacher academy, so we look at them for at least one summer, but usually two summers, so we want to see how they behave, their creativity, their openness to new ideas, and their aptitude for science and for science research. So we kind of cannibalize our program. We take people, the best people from our earlier programs, to go to the next level. In all those models, whether we're developing curriculum, just a module or two modules, or we're developing a whole year course, we take from the Teacher Research Academy. We find the best teachers there.

And about numbers, usually we have about 14 to 20 teachers in Level 1 every summer, and in Level 2 we end up having somewhere in the neighborhood of eight to 12. Not all the teachers from Level 1 go on to Level 2. In Level 3, Level 3 sometimes we've combined Level 3 and 4 just to make it easier to accommodate the schedule of the teachers, but we've only to date had two teachers that completed through Level 4.

So most teachers do Level 1 and 2, and then bring things into their classroom. To go to Level 4 we've been constrained by one main thing, which is money, we have to pay them \$4,000 to participate and that has made it a little bit more difficult to find that funding. Most foundations and private donors really like to give money to students but not so much to teachers, and even less to us. They really want the money to go to the students.

But we have seen some, with the two teachers that went, they both really appreciated the process, but the researchers were not as excited with the level of their work, and the reason for that was because the teachers were in there thinking "How can I be looking at this laboratory and understanding this and translate it for my students?" whereas the researcher was thinking, I have a free worker for the summer. So there was a bit of disconnect between those two things and we need to do some more work to improve that connection because we've been much better with undergraduate students putting them in research labs. That's worked very, very well. But the teachers have a very different perspective of why they want to be there. They're not there to become researchers later; they're there to absorb the research culture so they can be real, speak from the heart when they talk to their students about research. And the researchers are not as interested about that.

(Q2) I have a question around the teacher leaders and the alpha teachers and the beta teachers, because I've worked with programs where we've had teacher leaders in the school and matched them with science university students to act as mentors, and then the idea was that the teacher was meant to develop lesson plans and share those with their whole community but also upload them online and so share them even broader with the whole Victorian school community...

(Molinaro) Difficult to do, yes.

(Q2) And it was unbelievably hard to get those teachers to do that, even though we had money to pay those teachers to have time out of class, and it was also a requirement of the grant that we got from the federal government. So it was a great challenge, and I'm interested in, I love your model of all these teachers, they can affect, and I'm wondering how that is achieved.

(Molinaro) Okay, so there's two different ways I can look at your question. So one way is, for example in our biostatistics program where we have the alpha teachers going to the beta teachers, because they're doing it in their classroom and because we've done kind of the initial version of the module, what they are contributing are modifications, enhancements, improvements to make it work in their classroom, so that they're very willing to share. We do pay them for being testers, and part of that expectation is that they write down what they change, but we also do observation, so we can help them take the adaptations and put them in the new version of the module. And these teachers, the alpha and beta teachers, tend to do this because they like to see these materials being used and that they have an impact on changing these materials. So it's a little bit easier in that scenario.

In the scenario where we do Levels 1 and 2 and then after Level 2 they're meant to contribute their activities, we do still pay them some minimal amount for contributing their activities, but we've found that the biggest reason why they're using it, they're doing it, is because the software is easy to use, and it's directly lined with what they are mandated to do by their districts and by their schools. The structure is exactly the same as what's taught when they learn to become teachers and it's exactly the same as what they have to show their principals for their lesson plans. Before, it never worked. Only now that we have this very tied structure that's made for teachers does it work, seem to work. Still, sometimes you have to nudge a little bit but that's how it works.

# Enhancing Student Scientific Research Capabilities Through Teacher Professional Development and Connected Student Programs

National Museum of Nature and Science  
Tokyo, Japan Nov. 23, 2010

Marco Molinaro, Ph.D. (mmolinaro@ucdavis.edu)  
Chief Education Officer, Center for Biophotonics



## Outline

- Importance of Scientific Inquiry to Develop Research Capabilities in Teachers and Students
- Teacher Professional Development Approaches
  - Summer Research Academies
  - Modules/Curriculum Development
  - Teacher/Student Teams for Scientific Inquiry
- Approach with Schools and School Districts
- Overall Lessons Learned

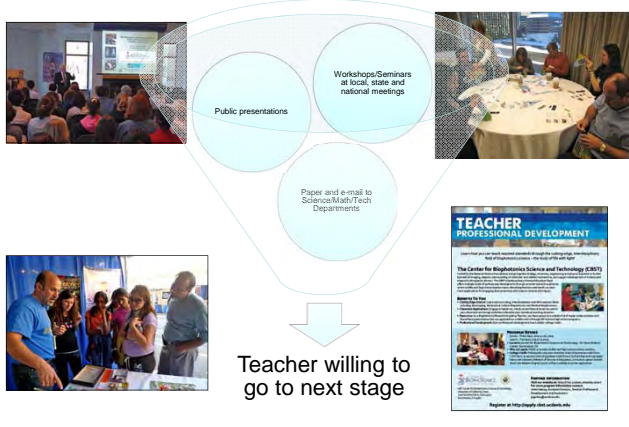
## Why Engage Teachers/Students in Research?

- Science and technology are increasingly part of our lives
- Research critical to science/technology progress
- Need to expand research capabilities of teachers and students
- School focuses on science basics, not current/cutting-edge research
- Need creative, capable, interdisciplinary thinkers/researchers to solve current problems
- Research experiences help motivate participants to deepen their understanding while solving real problems

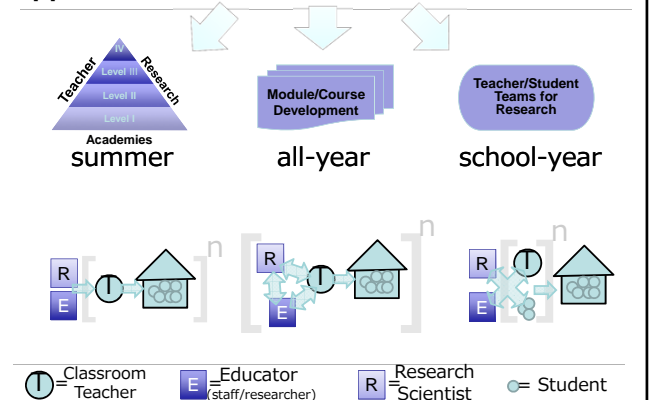
## Why Teacher Professional Development?

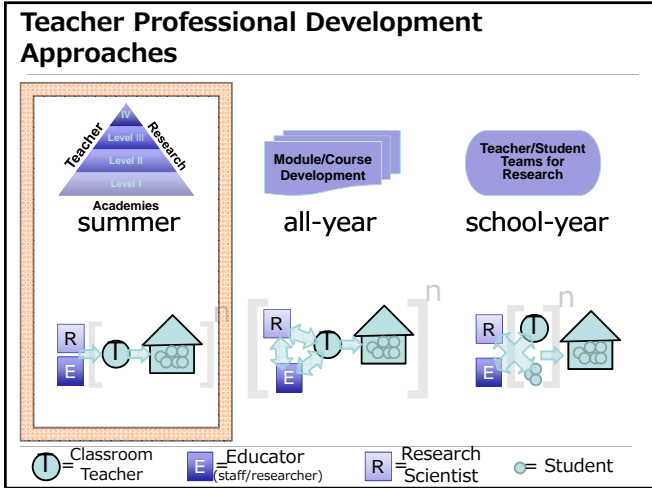
- Teachers primary conduit to science literacy for students (time, range of topics, # students)
- Teachers want/need to stay engaged in and excited about science
- Opportunity to change approaches to science education and literacy
- Teacher networks are a powerful resource for changing approaches to science education
- In US, education is top down, teachers have been neglected – remote controlled, de-skill teaching

## Teacher Recruitment Path



## Teacher Professional Development Approaches





### Biophotonics Teacher Research Academy (BPRTA)

- **Level I** (3-day introduction)
  - Lab tours, scientist presentations, simple light/matter experiments, connection to research use
- **Level II** (5-day hands-on)
  - More activities/investigations, deeper scientist presentations, 2 days to develop own activities
- **Level III** (5-day training)
  - Nature of science, strategies, methods, technical writing
- **Level IV** (8 week internship)
  - Active research, research poster and lesson plans

Summer, Free to attend, \$4000 stipend (Level IV)

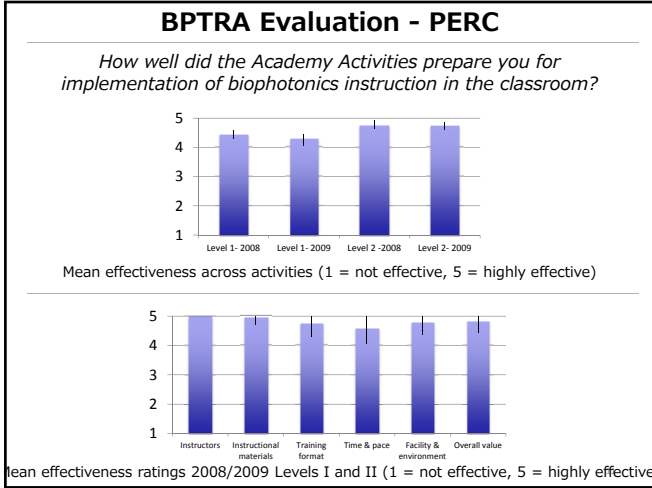
### BPTRA Level II Agenda

	Monday 8/28 Light Explorations	Tuesday 8/29 Light Images	Wednesday 8/30 Light Images	Thursday 8/31 Lesson Development Day	Friday 9/1 Lesson Presentations Day
8:30-9:00	Welcome, Overview and Introductions <b>Activity:</b> Photoelasticity of light	Digital and Observing Eye and Light sensors <b>Activity:</b> Digitization of your own image	Digital and Observing Eye and Light sensors <b>Activity:</b> Digitization of your own image	Lesson Development	Lesson Presentations
9:00-9:30	Presentations: Light-matter Interactions (Dove, Hertz, Milliam)	Presentations: Light-matter Interactions (Dove, Hertz, Milliam)	Presentations: Light-matter Interactions (Dove, Hertz, Milliam)	Teacher Planning Time	Prep for Teacher Presentations
10:00-10:30	Presentations: Light-matter Interactions (Dove, Hertz, Milliam)	Presentations: Light-matter Interactions (Dove, Hertz, Milliam)	Presentations: Light-matter Interactions (Dove, Hertz, Milliam)		Teacher Presentations, Lessons & Activities
10:30-11:00	Activity: How does it work?	Activity: Characterizing a Digital Image (8, Dave, Steve)	Activity: Characterizing a Digital Image (8, Dave, Steve)		Lunch
11:00-11:30	Activity: Measuring with light	Demo: Working with Image 1	Demo: Working with Image 2		
11:30-noon	Activity: How does it work?	Activity: Measuring with light	Activity: Measuring with light		Lunch
1:00-2:00	Activity: How does it work?	Activity: Measuring with light	Activity: Measuring with light	Lesson Development	Lesson Presentations
2:00-3:00	Activity: How does it work?	Activity: Measuring with light	Activity: Measuring with light	Lesson Development	Late Lunch - CBST provided: Moroccan cuisine
3:00-3:30	Activity: How does it work?	Activity: Measuring with light	Activity: Measuring with light	Lesson Development	Lesson Presentations
3:30-4:00	Activity: How does it work?	Activity: Measuring with light	Activity: Measuring with light	Lesson Development	Lesson Presentations

Start and End Caps | Teacher Implementation

### BPTRA Evaluation

- Participant Event Report Card (PERC)
  - Rate Academy activities, structure and instruction
- Biophotonics Concept Inventory (BPC)
  - Pre/post inventory of basic biophotonics content knowledge
- Teacher Implementation Plan (TIP)
  - Likelihood of incorporating Academy activities into their instruction

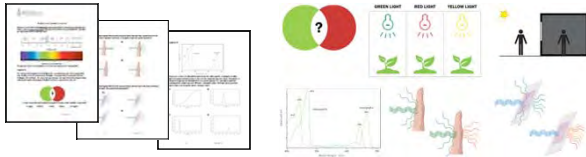


### BPTRA Evaluation - PERC

- Intellectual Engagement
  - >50% stated that *Opportunity to deeply explore cutting edge, interdisciplinary science informed, excited and energized them*
- Teaching Standards Through Cutting Edge Science\*
  - > 33% mentioned the *ease of incorporating biophotonics activities into the regular curriculum and the high interest factor for students*

\*Biophotonics is interdisciplinary. Some items fit in physics, some biology, some in chemistry. US grade 7-12 education is constrained by a disciplinary content focus and struggles with interdisciplinarity.

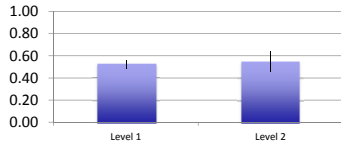
## BPTRA Evaluation – BPC and TIP



### Level I BPC

Pre	Post	P-value
62%	67%	0.025

### TIP



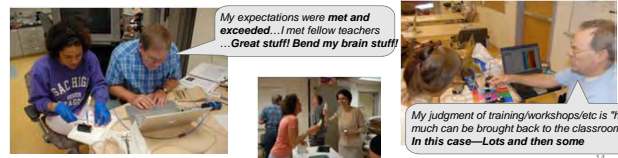
Proportion of Academy activities teachers intend to use in their classrooms (2008/2009)  
Data not disaggregated based on disciplinary focus

13

## Teacher Comments

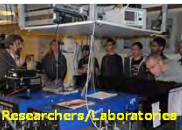
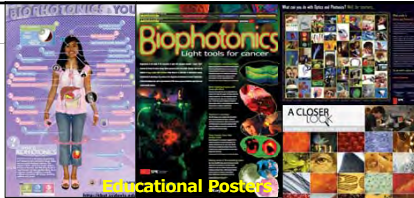
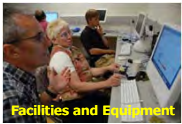


Cutting-Edge Science Classroom Applications Resources



14

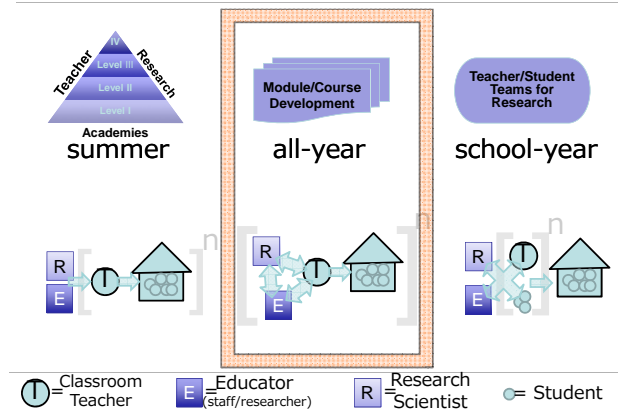
## Resources



Online Resources/Activity and Lesson Repositories

15

## Teacher Professional Development Approaches



## Module/Course Development

- **Biophotonics** (many modules)
  - Plant biology enhancements, basic biology and physics
- **Biophotonics and Cancer** (1-2 years)
  - Emphasis on Cancer and uses of Biophotonics, extended research experience
- **Biotechnology/Biophotonics** (2-5 modules)
  - Microscopy, fluorescence, tissue optics enhancements
- **Biomedical Imaging** (1 semester)
  - Techniques/Applications, connection to research and Medical Center
- **SBCE Biostatistics** (4 modules)
  - Math/Science blend

17

## High School Student Academies - Overview





## How Sure Are You? Science, Biostatistics, and Cancer Education

**S B C E**

- Four web-based teaching modules using data-rich cancer education resources high school teachers and other educators otherwise might not consider well matched to their curriculum. As a result of use, students gain:
  - Statistical and evidence-based reasoning in science and mathematics;
  - Basic cancer and clinical trials knowledge/understanding;
  - Understanding of risk and changes to behavior = taking charge of own wellness;
  - Increased interest in STEM and STEM careers.

19

## SBCE- Module 1

**S B C E**

- Approximately 7-10 hrs of instruction
  - Understanding Patterns in Cancer Incidence Rates 1.1
  - Understanding Rates & Distributions 1.2
  - Understanding Cancer & Risk Factors 1.3
  - Understanding Lung & Bronchus Cancer Distributions 1.4
  - Expanding Distribution: Performance Based Assessment 1.5
- Highly interactive – online and classroom
  - tools

20

## SBCE- Development

**S B C E**

- Team Approach**
  - Science educators, math educators, science education graduate students, science, math and biostatistics advisors, evaluators and teacher leader
- Online**
  - Google Site with all materials at latest stage of development, simple edit control
  - Java-based basic statistical viewing tools
  - Utilization of existing resources (YouTube, simulations, databases, data visualization tools)
- Teacher Involvement and Professional Development**
  - Beta Teacher Testers
  - Alpha Teacher Testers
  - Teacher Leader/First Tester

21

## Teacher Professional Development Approaches

Academies summer      Module/Course Development all-year      Teacher/Student Teams for Research school-year

22

## Teacher/Student Teams for Research

- Original Model**, After-School Biophotonics Student Research Academy
  - One teacher holds a weekly 3 hour session after-school for research interested students co-facilitated by CBST educator
  - Student teams work on a biophotonics related project they choose
  - Undergraduates act as team mentors
  - Teams expected to present their work at research competition
  - Goals:** Improve access and use of new technology, inspire students to do research, and bring new/relevant science into the classroom

<p><b>PROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Students successful at competitions</li> <li>Students and teacher have research opportunities – excitement/learning</li> <li>Students have job opportunity in science</li> <li>Current technology brought into classroom</li> <li>Mentoring relationships w/undergraduates</li> </ul>	<p><b>CONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conflict with sports/clubs activities</li> <li>Expenses (students, teachers, staff and equipment)</li> <li>Only 1 teacher involved at school – critical mass missing</li> <li>Teacher tired after full work day</li> </ul>
---	--

23

## Teacher/Student Teams for Research

- Revised Model**
  - Hold a Summer and a Fall workshop for teachers to give them experience of using technology for research and discuss in depth activity ideas for their classrooms
  - Teachers expected to motivate groups of students to conduct research and present their work at research competition
  - Goals:** Improve access and use of new technology, inspire students to do research, and bring new/relevant science into the classroom

<p><b>PROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Concentrated teacher and staff time</li> <li>Very low cost</li> <li>Technology used is school property</li> <li>Activities relatively easy to incorporate into classrooms</li> </ul>	<p><b>CONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teacher fear of technology failure due to lack of expertise/equipment failure</li> <li>Low student participation in competition</li> <li>No specific time set aside, ad-hoc</li> <li>Teacher time commitment without compensation</li> </ul>
--	--

24

## Teacher/Student Teams for Research

- **Current Model** – Engaging Students in Research
  - Weekly after-school meetings with each teacher bringing 3-6 students
  - Regular visits by educators, scientists, and others interested in students
  - Student teams expected to present their work at research competition
  - Teachers and educators are mentors/facilitators for students while they learn the technologies themselves
  - **Goals:** Inspire students to do research, improve access and use of new technology, and expose students/teachers to current science

### PROS

Regular teacher attendance/community  
 Low cost (some teacher, student, and equipment costs)  
 Technology used is school property  
 Learning by students/teachers  
 Research motivated by students  
 Student as classroom helpers following year

### CONS

Teacher time commitment, minimal compensation  
 Student projects often not reasonable  
 Educators and scientists involved need broad knowledgebase

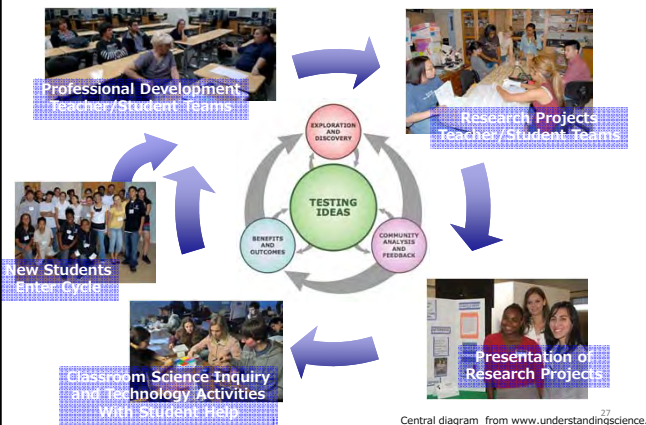
25

## Engaging Students in Research - Timeline

- **October** – explore project ideas, begin to learn about the process of research (resources from Science Buddies and Understanding Science), learn about science competitions.
- **November** – design project outlines, determine necessary equipment, learn how to use technology, continue to discuss how research is done
- **December** – review project progress, train as needed on equipment and data analysis/visualization tools, researcher talk, RCR (Responsible Conduct for Research) mini training
- **January** – share progress on all projects and critique, train as needed on equipment and data analysis/visualization tools
- **February** – complete and submit science competition applications, review poster outlines, help with data analysis and visualization
- **March** – finalize posters, present at competitions
- **April** – share lessons learned from competitions, discuss how each poster/project can be improved and what further work is needed, interviews with students
- **May** – plan for activities in following year, interviews with teachers

26

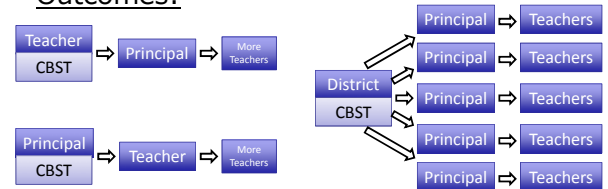
## Teacher/Student Teams for Research



27

## Connecting with Schools and Districts

- Teacher recruitment venues and public events
- Regional Open House
- Invitation to Site Visits
- Outcomes:



28

## Overall Lessons Learned

- Need to spend lots of time in schools/community to be asked to collaborate – build trust
- Let's not separate teachers, educators, scientists/researchers and students – they can learn from each other
- Investing in teachers has multiplicative effect at a very impressionable stage in a student's life
- Current, cutting edge science is engaging, relevant and powerful in the learning of science – basics can be taught through cutting-edge science!

29

## Acknowledgements

### Education Team

Jodie Galosy, Evaluation and TPD  
 Jim Shackelford, Faculty Advisor  
 Ana Corbacho, Diversity and Higher Ed  
 Teresa Vail, Curriculum Writer  
 Michelle McCombs, HS Coordinator  
 Alisa Lee, Program Coordinator

### Researchers

Dennis Matthews, Director, CBST  
 Stephen Lane, CSO, CBST  
 Thomas Huser, Lead Scientist, CBST  
 Sebastian Wachsmann, Facility Director, CBST  
 Ralph DeVere White, Director, Cancer Center  
 Rafael Diaz, Statistics Researcher, CSUS

### Teacher Leaders

Mike Wright, Center HS  
 Pat Bohman, Health Professions HS  
 Vlastimil Krbeczek, Hiram Johnson HS  
 Tobias Spencer, Encina HS  
 Don Stauffer, River City HS



30

## 実践事例報告 2

### 博物館と大学の連携による小学校教員養成支援プログラム ～大学生の理科指導能力向上を通じた科学リテラシーの涵養～ Developing a Pre-service Science Training Program for Non-science Students Using a Partnership between Science Museums and Colleges of Education

亀井修（国立科学博物館）

Kamei Osamu, National Museum of Nature and Science, Tokyo

わが家にも子どもがいるのですが、だいぶ大きくなりまして、先ほどのようにかわいいところで勝負ができないという、つらいところがあります。わが家の家族構成は、子どもたち二人と私が理系です。そして、ワイフが文系なのです。司書(ライブラリアン)をやっていたり、小学校の教員をやっていたりするのですが、そのところで3人だけで面白い話をされていて私は不満だということもあって、サイエンスコミュニケーションにだんだん入っていったというところがあります。

今、いろいろなお話をいただいたのですが、教員になってからの場合ですと、なかなか効果が上がりにくいという実態があります。それで、私どもでは卵の段階で手を打てないだろうかと、それが今回のプロジェクトの要になっています。

そして、科学リテラシーとの関連でいきますと、今までは直接的に成人や子どもたち、あるいは中高年のリテラシーを上げるという、直接的な道筋を考えていたのですが、今回は学校の先生というワンクッションを置いて、しかも、学校の先生になるかもしれないという学生さんを置いて、玉突きのように相乗効果を出していこうと、そのための取り組みになっています。

背景ですが、「思い」「なのに」「だから」と書いています。「思い」の方は国民の科学リテラシーの向上が必要と、これは市民と言い換えてもいいかもしれません。市民の科学リテラシーの向上が必要だと。学校教育は重要、特に初等教育。教員の果たす役割は大きい、これも特に初等教育では教員の果たす役割はとても大きいです。

「なのに」、理科の指導にたけた小学校の教員が少ない。そして、多分、養成と採用と採用後の研修に問題があるだろうと考えました。これも後ほどお話ししたいと思います。背景としては、免許法では小学校教員養成課程での教科としての理科は必修ではない。教員養成大学で全教科を履修させない場合もある。必要がないわけですから、試験にパスするだけのことを教えればいいということもなきにしもあらずだと聞いております。それから、実験・観察等を一度も履修しない教員も、これは日本の学校のカリキュラムの問題なのですが、中学校までは確かに実験をやったけれども、高校以降、特に名だたる進学校に行った場合などですと、実験を一度もやらないで理科の先生になってしまい、最後に実験をやったのは中学校の教室ということもあります。

「だから」、そういういろいろな社会背景を乗り切っていくためには、大学だけではなかなかできない場面

もあるだろう。そこで、複数の教育資源、社会の中にある博物館等の教育資源を組み合わせた相乗効果を期待できるのではないか。それから、その場合でも教員になった後の継続的な学びを見据えることも必要ではないだろうか。大学と博物館が連携して教員を育成するモデルシステムを開発・実施し、将来的には普及し、次世代の科学リテラシーの継続的な改善に資すると、これはかなり大きな目標になっています。どこまでできたかについては、またその中で語っていきたいと思います。

次のページになりますが、これは先生がどれくらい子どもの理科の好き嫌いに影響するかというところです。簡単に説明しますと、緑の部分が、学校の先生が影響を及ぼした部分、青い部分が家庭が及ぼした部分、赤い部分がマスコミとか、その他が及ぼした部分になります。そして、6～9歳のころ、9～12歳、12～15歳、以下、22歳からそれ以上になっています。そして、左側の母集団は国立科学博物館の友の会の保護者、それから、右側は科学技術館の友の会の保護者になっています。どちらも似たような傾向がありますが、若干の違いもあるかなというところです。

続きまして、先生の「文系」の割合ですが、小学校教員の71%が文系です。それから、理科の授業に自信がないかあるかということですが、これはいずれも自信がない方の割合が非常に高い割合を示していると言うことができます。低いというのが青い部分、やや低いというのが赤い部分になります。これが最も面白いグラフだと思うのですが、理科を指導することが得意な教員の割合です。5年目以下、これは卒業から近いです。38.9%が得意としています。それから、6～10年目、11～20年目、21～30年目、31年目以上とずっといくのですが、この数字は改善されないのです。むしろ維持されていることが素晴らしいと見ることもできると思うのですが、改善されないこの際は読み取っております。教育委員会とか、各市町村・県レベルによって度重なる研修が行われていると思うのですが、改善しないという実態があることになります。

そこでもう一つ、自分たちのプロジェクトの後付けの理由なのですが、伸びているところを伸ばすというのは私も科学館でやっているプログラムを見た場合に、非常にコストが高い割には伸びが低いのです。科学者をより高いレベルの科学に引き上げるのは非常にコストがかかる。その一方で、初学者、小中高、大学生で理系に興味がないところに、ある一定の伸びを出すためには、限られた資源の投入量でも非常に大きな効果が出てくると、そういうところがあって、文系の学生にフォーカスすることは非常に効果があるのではないかと考えております。

これは先ほどの採用後、採用、採用前でのそれぞれの理科の指導力に対する対策を整理したのですが、採用後については、現職研修、それは一人の先生の力を高めていくという方法です。それから、理科の専門家を追加、これは外から科学者を持ってきて追加して、教室に投入するという考え方になります。それから、教師を追加、これは細かくより目が届くようにして、実力は同じぐらいだけれどもチームティーチングとか、少人数学級や理科専科等で教師の数を増やす、そういう形にしようというものです。それから、採用試験は、採用試験できちんと理科のできる人を採ればいいのではないかと聞いてみたのですが、なかなか難しい。なぜなら日本の場合、小学校は全教科を一人の先生が教えます。そうすると、その先生は理科ができることが望ましいけれども、理科に加えて、算数も社会も国語も体育も音楽も家庭科も図工も、最

近では英語もできなければいけない。そういう中でいうと、理科は one of them だと。だから、理科の得点だけを見て教員を採用するわけにはいかない、バランスをとらなければいけない。では、どこでやるか、知識や技能を追加するのは学生のところだと、そういうところで採用前にフォーカスしていく。ただ、あまり前すぎると発散してしまうだろう。

これは、先ほどのところをフォーカスしたのですが、なる前となった後、その境目に力を入れて、いろいろなバリエーションで各地で展開していこうという形を考えております。

小学校教員養成系大学における資源の活用ですが、学内資源の活用、それは付属施設の活用、カリキュラムの充実。それから、学外資源の活用は、私どものような博物館との連携とか、企業との連携とか、その他の研究機関との連携などが考えられます。今回はこちらにフォーカスを当てて取り扱った事例をご報告しております。

現在の手持ちでご報告できる事例が 3 件あり、一つ目が科学系博物館が主体となって行った非理系学生対象の人材育成講座、二つ目が、科学館の資源を活用した大学連携授業、三つ目が企業と連携して行う環境・エネルギー教育の教材開発講座で、今回は一つ目を中心にご報告したいと思います。

講座の名前ですが「明日の先生へおくる理科のコツ」という形で、非常に即物的な講座の名前が付いています。長い方の名前ですと「小学校教員を目指す非理系学生を対象とした博物館による人材育成講座」です。基本的には私ども科学系博物館による、科学リテラシー涵養活動の一環として開発しました。それから、小学校教員養成課程大学、小学校各機関のメンバーからなる調査研究委員会により、基本コンセプトを作成しました。それから、理科の基礎的な知識・技能の向上を目指すとともに、博物館の資源を生かした内容に配慮しました。これは今までに 2 回ほど実施しており、今年は 3 回目をやっているのですが、その初年度の募集パンフレットです。

中身はいくつかのパーツに分かれているのですが、今、写真で見えていただいているところは博物館の活用・暮らしの中の理科という形で、自然や社会に対して興味・関心を示し、継続的に自ら学ぶことができる人を目指し、博物館などの学習資源を活用する力を身に付けるという講座を行っている場面です。

天体観測では、科学の基本というのは自然の謎を感動をもって解き明かす、というところがあると思います。そのような、感動を持った活動が限られた時間の中でできないだろうか。それは何だろうか。私どもでは、天文ドームを持っていますから、そこで宇宙を見てもらう、そういう活動を行いました。同時に学校の教室で必要な星座早見盤の授業などを行っております。

実験基礎、ここが一番学校の先生に欠けているところで、かなり重点的に行いました。私どものサイエンティスト、科学者が絡んでおります。また、実際の模擬授業を行って見直しをする。それから、若い現職の先生を呼んで話を聞く、そういう活動を行いました。

以上のものを図に整理すると、自信を持って子どもたちに理科の指導ができる人を目指すために、この二つの活動と実験。それから、自然界の不思議さに気付き、その感動を子どもたちに伝えられる人、これはここに見られているような活動。それから、自然や社会に対して興味・関心を示し、継続的に自ら学ぶことができる人ではこちらの活動を組み込んだ構成を考えました。

こういうものが面で展開されたのですが、博物館の教育普及活動の中では、専門的・一般的、小さい子から大きい方々まで含めた中のちょうどセンターに位置する講座としています。今、当館で行われている講座を面で示したものがこの形になっています。趣旨説明にあったものとは違う切り口になっていますが、博物館では既にこのような講座は持っておりますので、持っている講座からどのように科学リテラシーを高めていくか、また、それをプロットしていくことができるかというのを表したのがこの図になります。

博物館と大学が連携した教員養成のリスクとベネフィットですが、ベネフィットが左側の列、リスクが右側の列になります。それから、子どもたち、学生、博物館、大学、社会とそれぞれにカテゴリーを分けて書いてあります。子どもたちにとってのベネフィットは、科学の専門家、あるいは教員になろうという若者から直に指導を受けることができる。リスクは特にありません。そして大学にとっては、多様な指導の場を得ることができる。それから、人と時間を準備しなければならないというのがリスクになります。あとはそれぞれの組織に応じたことが書かれておりますが、もう少しお話ししたいことがありますので、少し先へ進めさせていただきたいと思っております。

こちらは科学館の資源を活用した天文分野の連携授業になります。これは他の博物館や科学館を使って子どもが開発したものをインプリメント(移植)できないかという形で考えた講座になっています。現在進行中で、1回目は11月に行って、12月3日にもう一回行う予定です。

もう一つは、企業と大学が行っているもので、これは電力会社と大学が連携して行っている授業になります。こちらも現在進行中の話題になります。

大学と外部機関との連携における論点ですが、やはり組むときには、双方の機関のメリット、役割分担と負担感、それから、大学・学部レベルでの理念の共有、ステップ・バイ・ステップで段階的な連携関係の構築、何回も足しげく通わないと理解を得られない。それから、カリキュラムにおける位置付けの強弱、これは単位として認めてもらえるか、それともアディショナル(追加)としてやるか。それから、教員のライフサイクルについて、忙しい教員がどういうふうに自分の職能を開発していくかということが明確に意識できるような、継続性を持たせたステップを組まなければいけないだろうと考えております。

支援プログラムのセグメントですが、今言ったことで分けたのがこの軸ですが、教育資源は学内・学外、それから、カリキュラムにおける位置付けがあるかないか、の二つです。科博のプログラムの場合、大学のカリキュラムに対する位置付けはありません。そして、全く学外の教育資源に位置付けられます。

これは企業と組んだプログラムです。それから、現在、岩手大学でやっているプログラムをこのカテゴ

リーA で実施しているのですが、こちら B でやるとさらなる効果が出てくるのではないかと研究を進めているところです。

基本的にですが、教員に対するサポートですが、人生の若いときに非常にケアがあると、理学教育と学校とか、いろいろな親も含めてケアがある。そして、教員の卵は大学になるに従ってだんだんかける支援が下がってきて、現職教員になると実際にやられているけれども、仕事のバランスを考えていけば、どう考えても無理がある。そういうところでどういうふうなライフサイクルに応じた支援をとっていくか。

それから、理科と科学の関係。理科に対して現在求められているものがきちんと実現されているだろうか。理科が実際の科学技術と離れているのではないだろうか。そういうところについても検討を今後加えていくことを考えております。

これも科学技術と研究との関係について考えている図です。

最終的には実際に行った科学リテラシーが、理科や博物館の活動を通じて私たちの生活をより豊かにしていくことができると考えております。

駆け足になりましたが、以上です。

#### < 質疑応答 >

(Q1) 私は東芝で、社内教育ボランティアという形で NPO 法人のリアルサイエンスさんと一緒に、出前授業という形で小学校に何回かお伺いしたことがあります。後は応用の救急救命の普及教育もやっています、そういう形で理科教育とさまざまな形で密接に協力させていただいています。

その中で、今聞いていて、マニュアル教師を作るのではないかなということを危惧しました。失敗学というのでしょうか、マニュアルに書いてある順番どおりやれば成功できるという理科教師を作っていくのではないかな。逆に失敗をしたらどうなるかとか、そういうところについての配慮はどういうふうにお考えですか。今、学生さんが好きなのはというか、小学校教員になろうとしている人が理科をやるというのは、生物、地学、化学、物理の順番だそうです。それは、実験がないとか、数学的な計算をしなくてもいいとか、そういう順番で簡単なものから選んでいるそうです。これは学会で話題になりました。そういうことで、すごくみんな危惧しています。エンジニアも危惧しています。そういうところの考えを教えてください。

(亀井) とても良い質問だと思います。最初の失敗についてですが、私は化学が専門なので、酵母を使った実験で必ず何人かの学生がかなり派手な失敗をするように仕込んであります。具体的に言うと、発酵させるときに内圧が高まるような実験を組み込んであります。酵母の内圧ですから大したことはないのですが、ただ、器具を不注意に扱うと、酵母のにおいが付いた液体を頭からかぶることができるという、そういうレベルの失敗を誘発するようなところを何ステップか作ってあります。

そして、それを経験することによって、実験着や保護眼鏡の重要性が確認できるようなことを考えています。ただ、おっしゃられるとおり、それは用意された失敗ですので、実際の研究活動での失敗とはかなり意味合いが違ってきます。そういう意味で、本当に創造性のある理科の教師が育てられるのかということについては、もっとよく勉強していかなければいけないと思います。

それから、マニュアル教師のことについてですが、これは奥が深いところだと思います。これについては、日本も国で決めた学習指導要領がありまして、いつの時期にはどういうふうにと、そういう形で日本全国どこでも同じようにというのがこれまでの指導方法でした。最近になって、何回か前の学習指導要領の改正になって初めて、あなたたちの自由にやっつけていいのですよという形で生活科の時間や総合的な学習の時間ができてきたのですが、逆にそのことによって現場が混乱してしまって、自由にやっていたものにマニュアルが欲しいという問い合わせがたくさん来ています。それを変えるのは今回の取り組みだけではなかなか対応できないと思います。



## 背景と目的

思い

- 国民の科学リテラシーの向上が必要
- 学校教育は重要(特に初等教育)
- 教員のはたす役割は大きい

なのに

- 理科の指導に長けた教員が少ない [養成・採用・研修に...]
- 免許法では小学校教員養成課程での理科は必修ではない
- 大学で全教科を履修させない場合も...
- 実験・観察等を一度も履修しない教員も...

だから

- 複数の教育資源を組み合わせた相乗効果
- 教員になった後の継続的な学びを見据える
- 大学と博物館が連携して教員を育成するモデル・システムを開発・実施し、将来的には普及し、次世代の科学リテラシーの継続的な改善に資する

Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

1

## 博物館と大学の連携による小学校 教員養成支援プログラム ～大学生の理科指導能力向上を通じた 科学リテラシーの涵養～

亀井修 永山俊介 渡辺千秋 高橋みどり  
国立科学博物館, 静岡科学館

Developing a Pre-service Science Training Program for Non-science Students - Using a Partnership between Science Museums and Colleges of Education

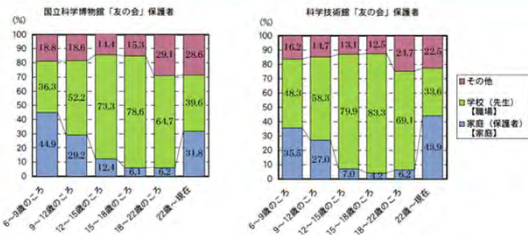
Kamei Osamu, Chiaki Watanabe and et.al., National Museum of Nature and Science, Tokyo



小学校教員養成課程を支援する科学技術体験プログラム実施システムの研究開発 科学研究費補助金 基盤研究(B) 課題番号19300269(研究代表者・亀井修)

## 「先生」: 理科の好き嫌いに影響

第1-2-56図 ▶ 理科の好き嫌いに影響したもの



資料: 文部科学省委託事業「新しい科学技術の学習支援の手法についての調査研究報告書(テーマ5)」(平成15年3月)

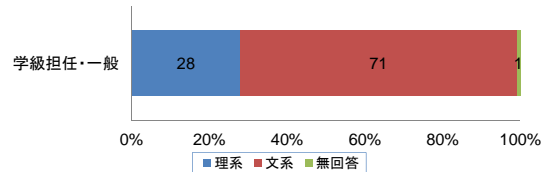
出典: 科学技術白書(平成18年版), p.85, 2006.

3

## 先生は「文系」

小学校教員の約7割が文系(学級担任・一般)

Q. あなたの大学の専攻分野は何ですか



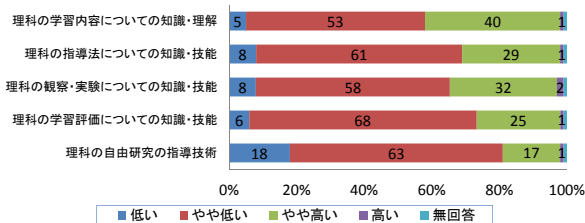
※(独)科学技術振興機構 理科教育支援センター「平成20年度小学校理科教育実態調査」より

Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

4

## 先生も理科は好き...でも、 理科の授業(知識・技能)に自信がない

Q. あなた(学級担任・一般)は理科の授業に関する科目について、どのように感じていますか



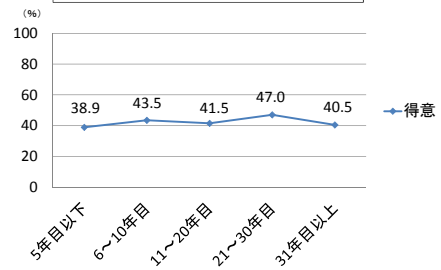
※(独)科学技術振興機構 理科教育支援センター「平成20年度小学校理科教育実態調査」より

Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

5

## 先生は理科が好き 理科の「指導」への自信は教員経験年数と 関係なし

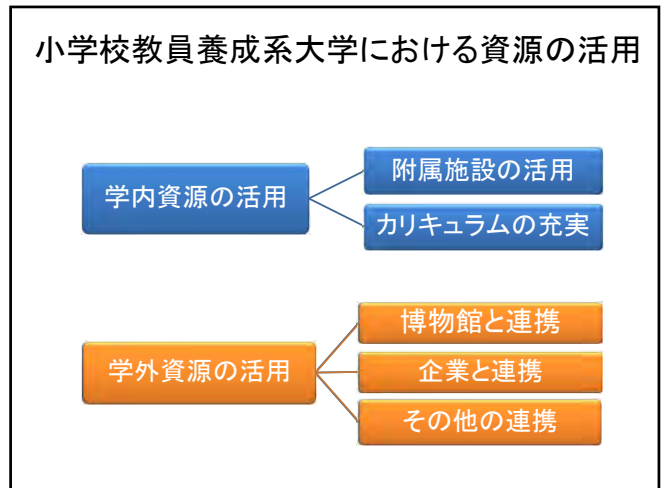
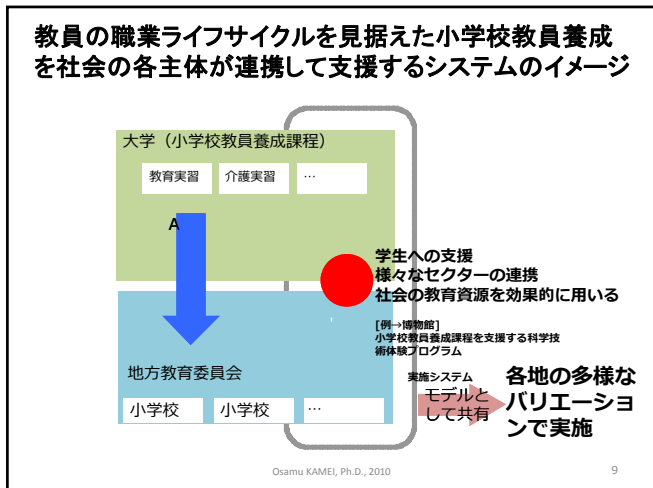
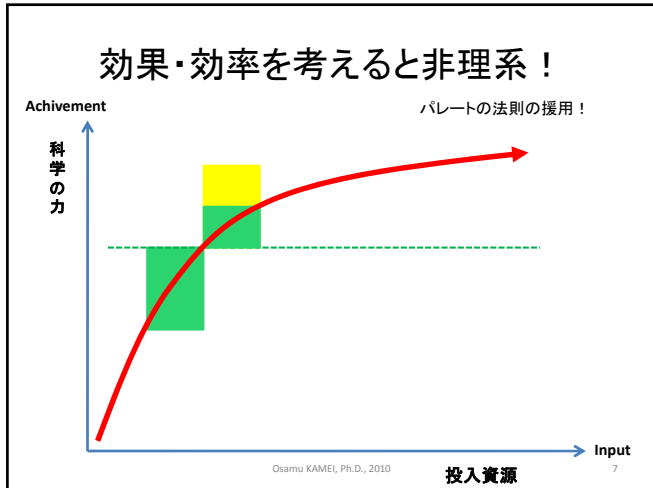
理科を指導することが得意な教員の割合



※ベネッセ教育研究開発センター「ベネッセ学習指導基本調査」より

Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

6



1. 科学系博物館が主体となって行った非理系学生対象の人材育成講座
2. 科学館の資源を活用した大学連携授業
3. 企業と連携して行う環境・エネルギー教育の教材開発講座

### 1. 小学校教員を目指す非理系学生を対象とした博物館による人材育成講座

【国立科学博物館】

- 科学系博物館による、科学リテラシー涵養活動の一環として開発
- 小学校教員養成課程大学、小学校各機関のメンバーからなる調査研究委員会により、基本コンセプトを設定
- 理科の基礎的な知識・技能の向上を目指すとともに、博物館の資源を生かした内容に配慮

明日の先生へおくる理科のコツ

子どもたちをひきつける「理科」のツボ！

理科の基礎的な知識・技能の向上を目指すとともに、博物館の資源を生かした内容に配慮

○対象: 小学校教員を目指す学生  
【対象: 小学校教員養成課程大学、小学校各機関のメンバーからなる調査研究委員会により、基本コンセプトを設定】

○募集人数: 20名程度

○受講料: 無料 (※当日は別途会場費がかかります)

○会場: 国立科学博物館 上野本館及び新館分館

○日程:

期次	開催日	時間	会場
第1期	12月18日(土)	13:00-15:00	新館4階401号室
第2期	12月19日(日)	10:00-12:00	本館3階301号室
第3期	12月20日(月)	10:00-12:00	本館3階301号室
第4期	12月21日(火)	10:00-12:00	本館3階301号室
第5期	12月22日(水)	10:00-12:00	本館3階301号室
第6期	12月23日(木)	10:00-12:00	本館3階301号室
第7期	12月24日(金)	10:00-12:00	本館3階301号室
第8期	12月25日(土)	10:00-12:00	本館3階301号室
第9期	12月26日(日)	10:00-12:00	本館3階301号室
第10期	12月27日(月)	10:00-12:00	本館3階301号室
第11期	12月28日(火)	10:00-12:00	本館3階301号室
第12期	12月29日(水)	10:00-12:00	本館3階301号室
第13期	12月30日(木)	10:00-12:00	本館3階301号室
第14期	12月31日(金)	10:00-12:00	本館3階301号室

○お問い合わせ先: 国立科学博物館 庶務・学務課  
〒168-8502 東京都文京区上野 1-5-8  
電話: 03-5716-2000  
Eメール: [info@nsm.ac.jp](mailto:info@nsm.ac.jp)

Osamu KAMEI, Ph.D., 2020

# 博物館の活用・暮らしの中の理科

自然や社会に対して興味・関心を示し、  
継続的に自ら学ぶことができる人

【学習資源を活用する能力を身につける】



- ・新学習指導要領について
- ・学校教育の理科と博物館
- ・授業に役立つ館内見学
- ・暮らしの中の「理科」について
- ・アイデアシートの作成

© Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

# 天体観測

自然界の不思議さに気づき、その  
感動を子どもたちに伝えられる人

【体験活動を行い、それを表現し伝える  
能力を身につける】



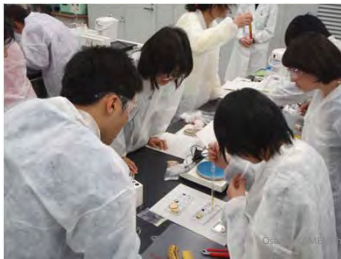
- ・天体観測
- ・天体についての講義
- ・天体望遠鏡の使い方
- ・星座早見盤の使い方

© Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

# 実験基礎①～⑥

自信をもって、子どもたちに理科の指導ができる人

【基礎的な理科の知識及び実験技能を身につける】



- ・酵母を使った実験【条件制御の考え方】
- ・植物のデンプンを調べる
- ・デンプンの消化実験
- ・身近なもの(紫キャベツ・赤たまねぎなど)を使ってpH指示薬を作る
- ・試薬の調製(塩酸・硫酸・水酸化ナトリウム)
- ・実験器具の扱い方
- ・安全管理について「保護メガネの着用」

© Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

# 模擬授業の計画・準備・発表・検討

自然界の不思議さに気づき、その  
感動を子どもたちに伝えられる人

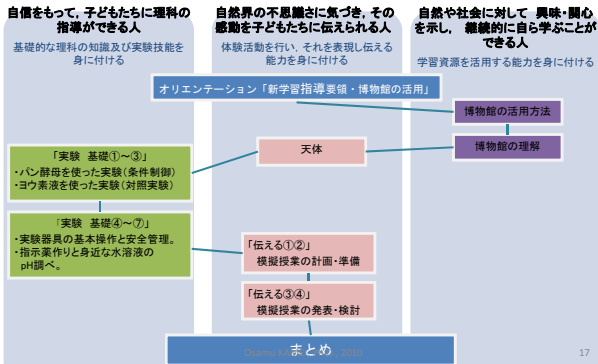
【体験活動を行い、それを表現し伝える  
能力を身につける】



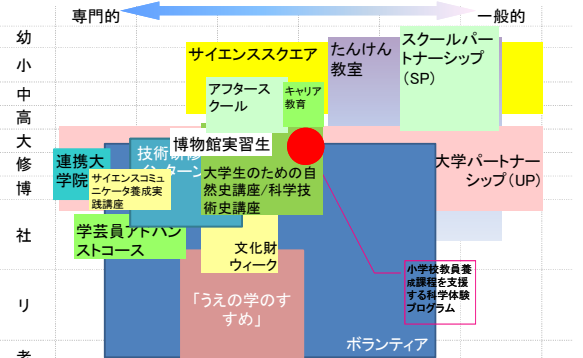
- ・指導案の作成
- ・模擬授業(1人あたり5分程度)
- ・『教員のための博物館の日』に実施
- ・八嶋講師による講評
- ・模擬授業の振り返り
- ・現職小学校教員(昨年度修了生)がアドバイス

© Osamu KAMEI, Ph.D., 2010

# 概要

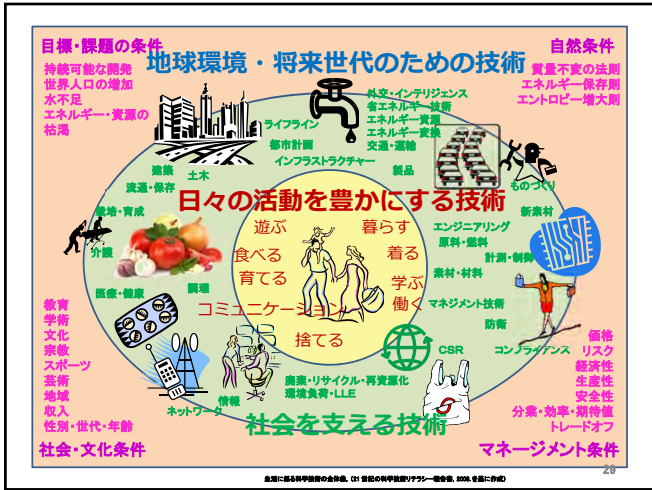
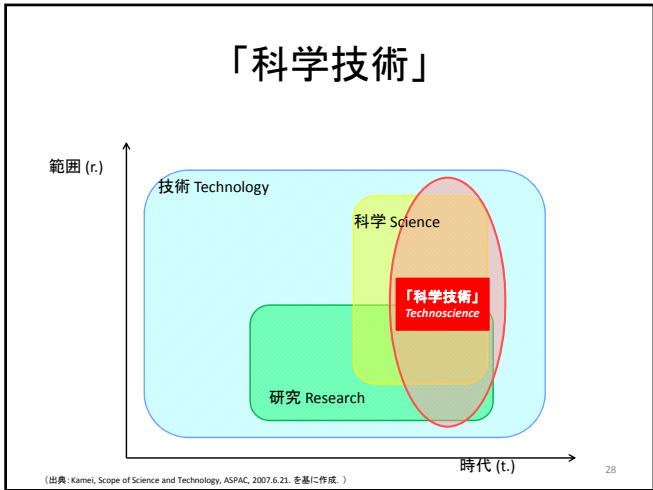
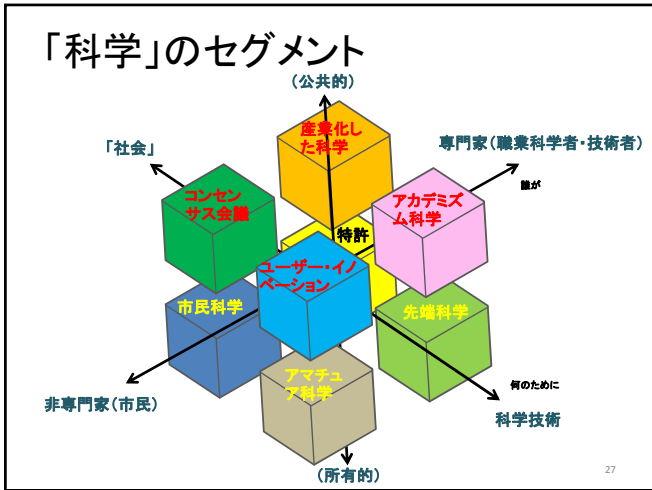
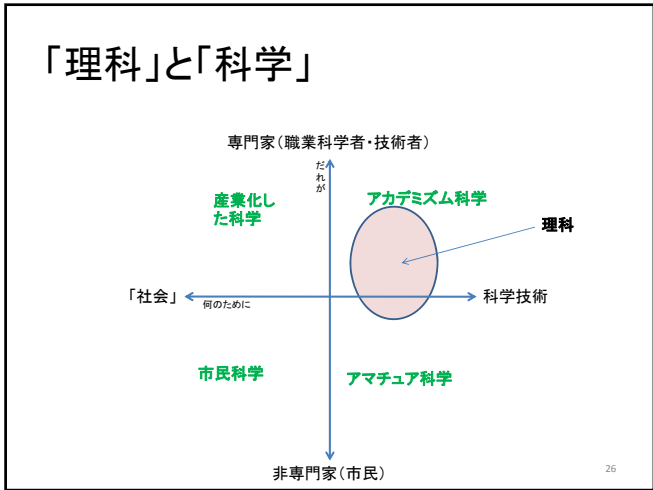
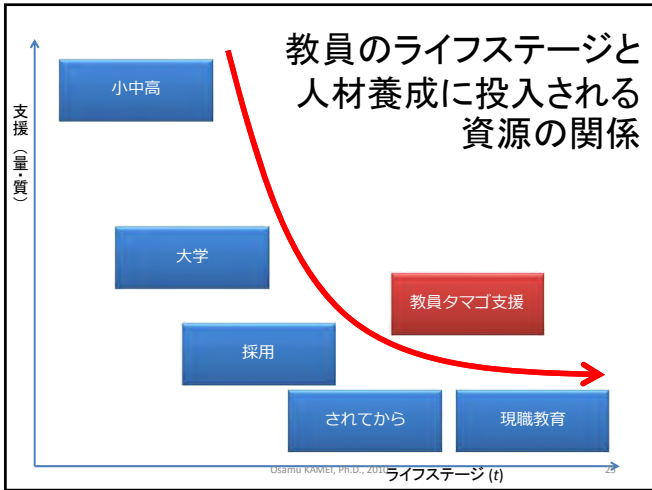


# 学習支援プログラムのセグメント



© Osamu KAMEI, Ph.D., 2010





## パネルディスカッション

Priscilla Gaff (Museum Victoria)

Marco Molinaro (CBST at UC Davis)

西條美紀 (東京工業大学留学生センター/イノベーションマネジメント研究科)

田代英俊 (日本科学技術振興財団・科学技術館)

亀井修 (国立科学博物館)

コーディネーター：小川義和 (国立科学博物館)

---

(小川) このパネルディスカッションは、今までご発表いただいた皆さんにご参加いただくとともに、会場の皆さんにもご意見をいただいて進めたいと思います。

最初に、東京工業大学の西條先生から成人の科学リテラシーについての分析についてご発表いただきたいと思います。「科学技術リテラシーの実態調査と社会的活動傾向別の教育プログラムの開発」というタイトルで15分ほどプレゼンテーションをいただいて、それからパネルを展開したいと思います。

### ショートプレゼンテーション

#### 「科学技術リテラシーの実態調査と社会的活動傾向別の教育プログラムの開発」

西條美紀 (東京工業大学 留学生センター/イノベーションマネジメント研究科 教授)

皆さん、こんにちは。あまり人数が減らなくて少しほっとしたのですが、私は科博のプログラムとはあまり関係がないお話をするのですが、JSTの研究開発プログラム「21世紀の科学技術リテラシー」ということで受託研究をいたしまして、成人のリテラシーをどのように調査するかということで受託研究を4年間、2006年から2009年までいたしました。その結果について話をしてほしいと言われましたので、今日はちょっとご紹介したいと思います。先ほど15分というお話があったのですが、少しはみ出してしまうかもしれませんが、お許しいただければと思います。

科学技術を巡る問題について、人々はどうコミュニケーションすればよいのかということですが、成人の科学技術に対する関心とか、コミュニケーションということを考えるときに、よく情報に対する視点、分かりやすさとか、発信という方に目を向けがちですが、重要なのは受け手がどう受けるか。コミュニケーションの基本は発信ではなくて受信にあつて、受ける方がその情報をどう受けるかということですので、対象によって分かりやすさは異なります。従って、対象に対する視点、どういう人たちがどういうリテラシーを持っているのかということを考えない限り、コミュニケーションは成立しないだろうと思いました。そのコミュニケーションを成立するための背景的なものとしてリテラシーをとらえて、では、リテラシーを把握してみようというのが私たちの受託研究です。

リテラシーに対する課題ですが、リテラシーとは何か、どうすべきかということには諸説あります。いろいろな定義があります。しかし、限定的な定義に従った調査しか行われていません。調査があつたとしても、「どうすべきか」というリテラシーの向上、特に成人の場合ですが、リテラシーの向上を見据えた調

査は非常に少ないと言えらると思ひます。ですので、私たちは今日のリテラシーの定義と実態把握のための手法が必要と考へ、そのような実態把握に基づいた科学技術コミュニケーション活動の設計を行いました。

では、まず科学技術リテラシーの考へ方です。ちよつとヒストリカルトレースをしますと、シェーン、ミラーは必ず科学技術リテラシーの定義をするときに引き合ひに出されるわけですが、科学技術リテラシーを実用的リテラシー、市民的リテラシー、文化的リテラシーと大きく3分類しています。よく日本人は科学技術リテラシーが低いという嘆きとともに伝えられるのが国際比較可能な用語・概念の理解や、手法・過程の理解です。よく知られている調査はこれのみを測定して科学技術リテラシーが高いとか低いとか言っています。しかし、リテラシーを巡っては他にもいろいろな考へ方があります。これだけでいいのかということが、一つ今日のリテラシーを考へる大きな問題です。

**Public Understanding of Science (PUS)**、聞いたことがあると思ひます。これは基本的な考へ方としては、理解すれば正しい判断をするようになるだろう、科学について理解する人が増えれば、科学について肯定的な評価をする人が増えるだろうという、いわゆる欠如モデル(90年代英国)というものに基づいています。しかし、90年代以降、さまざまな、この絵のように無理やりにでも入れれば、欠如しているのだから入れて補えばいいということですが、これではなかなかうまくいかないということが各種統計によって明らかになりました。知識があつても科学に対してより懐疑的・反動的になる場合もあるということが言えるわけです。ですから、結論として、知識レベルだけの議論では不足しているということです。

ですので、今日のリテラシーというのは、知識とか関心とか、こういうあるとか、ないとか、少ないとか、多いとかいうリアモデルではなくて、まして階層モデルではなくて、複合的な軸として科学技術に対するリテラシーを考へるべきだろう。科学技術以外の分野への興味とか、政治とか地域への参加傾向、実際の社会的判断・活動なども含めてリテラシーを考へるべきだろうということです。

私たちのモデルの元となつたのは、**Welcome Trust**と英国科学技術庁が行つたクラスターモデル調査です。ここでは8因子・6クラスターに分類しています。ただし、ここではリテラシーを向上させるプログラムの検討は行っていませんし、実際にそれぞれのクラスターの人たちがどのような活動をするのかというフィールドワークも行っていません。

私たちはこのようにリテラシーを定義して、科学的基礎知識と手法を、科学技術を含む社会に対する関心と態度に結び付けて、科学技術に関する話題について社会的に判断し行動する能力。このような三角形の形をしているものを科学技術リテラシーと考へています。

そのように定義すると、マクロレベルの大規模な質問紙調査だけでは足りないということが分かります。しかし、これをしないとすべてのレベルを解釈することができません。これが基本的な調査になります。

もちろんこういう調査をする利点は、一般化された量的なデータが出るということです。しかし、欠点は、個別の解決策に結び付きにくいということです。

メゾレベルというのは、各会社とか、各コミュニティーとか、各クラブ活動とか、博物館とか、そういった属性、あるいは興味・関心に従ったグループレベルをメゾレベルと呼んでいます。こういうところを調査するのは、実際のコミュニケーションの場での行動を把握できるということがあります。しかし、マクロレベルなしにメゾレベルだけをしても、分析結果を解釈できないという欠点があります。

マイクロレベルというのは個人調査です。個別に質問紙やインタビューに答えてもらう。対象が非常に明確だという利点がありますが、もちろん一般化できないという欠点がありますし、リテラシーというものが果たして個人のものか、誰が学ぶのかという問題もありますが、そのような根本的な問題を含んでいます。

私たちの調査では、マクロ、メゾ、ミクロ、すべてのレベルの調査をしておりますが、マクロレベルが基礎的な調査ですので、今回はこの調査を中心にお話します。

研究の概要ですが、全国質問紙調査はインターネット調査と、これはモニター調査ですが、後は無作為抽出による郵送調査をしています。これが統計学的手法による科学技術リテラシーを抽出する基本調査です。もう一つは、地域調査をこの地域でやっており、それぞれのリテラシーの人の行動調査をしています。これは複数のフィールドで実施しています。この二つの手法を組み合わせる科学技術リテラシーの実態を把握し、リテラシー向上プログラムを開発しました。

まず全国質問紙調査ですが、先ほど言ったように、大きく分けてインターネット調査と郵送調査をしています。郵送調査は2008年に行い、全国20か所、200名、計4000名に郵送で依頼して、1286票を回収しています。これは選挙人名簿に基づいて各自治体において無作為抽出、中央調査社が調査したのですが、そのような形でやっております。非常に苦勞しましたが、1286票を回収しました。インターネット調査はモニター調査で1019票を回収し、さらに小学校教員調査をして411票を回収しております。

複数の要素からなる構造としてリテラシーをとらえようということで、回答パターンを因子分析・相関分析して、リテラシー内構造を明らかにしています。リテラシー内構造というのは、どのような要素があって、どのように関連しているのかということです。もう一つ、リテラシー間構造を明らかにするための人々をタイプ別にとらえるというクラスター分析をしています。どのような特徴と規模を持った人がどのようなクラスターを形成するのかという調査です。この二つのアスペクトでマクロ調査をしております。

質問紙はこのような形になっており、興味分野、もちろん科学技術だけではなくて、広くいろいろ聞いています。あとは自己の関心・態度、科学技術と社会に対する評価、科学知識問題、科学的思考法・社会的判断12問、属性7問という形で行っています。しつこいようですが、科学知識問題でよく国際比較される13問を、私たちも狭義の科学技術リテラシー問題として使っています。



多分、ご興味がおありになると思うので示しますと、ネット調査、教員調査の方がやや郵送調査よりも正解率が高いという形になっておりますが、郵送調査と2001年にNISTEPが行った調査はほぼ同じような形になっています。グラフにしますとこんな感じです。インターネット調査の方が知識レベルはやや高いという傾向があります。

質問紙ですが、私たちが因子分析にかけたのは、Q1～Q3を広義のリテラシーといっています。それと知識問題との相関を見たり、Q5との相関を見たりして調査をしています。

Q1～Q3の65項目を因子分析して、三つの因子を抽出しました。一つが科学因子、科学技術への関心、科学的思考や機器操作等に関する因子です。一つは社会因子、社会的な分野への関心や参加意識に関する因子です。科学重視因子は、科学の評価に対する因子です。信頼できるとか、いいものとかいいうことです。郵送調査とインターネット調査は因子の出方が少し違いました。この辺についてはあまり説明しません。

3因子および知識量の関係ですが、面白いことに、知識得点と科学重視因子には正の相関はありませんでした。「おお」とおっしゃいましたが、知識量が多くても科学に対する価値意識を持つとは限りません。これはユーロバロメーターの結果とも一致しておりますし、Welcome Trustの結果とも一致しております。ただ、インドで行った結果とは一致しておらず、発展途上にある国においては、知識量と科学の価値はパラレルな関係にあるという発表も聞いたことがあります。

社会因子は科学重視因子とのみ正の相関を持っていました。ですから、科学に対する直接的興味や欲求は低くても、社会的な意識が高ければ、ある程度科学を大事と思うという弱い相関ですが、相関はあったということです。ですので、相関のある因子を結び付けたプログラムを作った方がいいのではないかと考えました。

では、どのような人がどんなクラスターに入るのかということですが、男女差も結構あり、人数もいろいろでした。3因子・4クラスターモデルを作りました。少しご紹介すると、クラスター1は全方位タイプで、全部の因子が高く出ている。ですが、これが理想的なクラスターかという、「超能力のような超自然現象は存在するか」という質問に対して、「そう思う」と答える人が4クラスター中最高で、興味の幅が広いというか、すべてに対して積極的といえると思います。

クラスター2は科学だけに対して積極的な人々です。科学因子は高い、社会因子はやや低い、科学重視因子は中程度、知識得点はもちろん高い。顕著な特徴として、男性が7割を占める、若い層が多い。クラスター1に比べると、超能力設問において「そう思う」は14%です。これは科学好きタイプというタイプで、東工大生が典型的です。

社会重視因子はクラスター3、一番人数の多いクラスターです。科学因子はやや低い、科学は少し苦

手という意識を持っていますが、社会因子はやや高い。科学重視因子は中程度、知識得点も中程度で、7割を女性が占めます。科学嫌いかというと、必ずしもそうではなくて、苦手なのです。科学的思考や作業が苦手と答えますが、科学についてもっと知りたいと答える人も多いという結果です。

クラスター4は無関心タイプ、全部の因子が低く出たクラスターで、割と若い人に多いという特徴があります。ただ、何にも興味がないというのではなくて、本調査の質問紙では関心の方向をつかめなかったと解釈するべきかと思っております。

先ほど言ったように非常に膨大な数の質問をしていますので、これを全部メゾレベル、いわゆる属性レベルで調査することはできません。ですので、簡易版の質問紙調査を作成しました。属性の明らかな小集団、さっき言ったメゾレベルで実施してクラスターの実質を把握する。イベント等での参加者評価への応用もできるということを考えて、10問でクラスタリングできるものを作りました。これはウェブで公開しておりますので、ご興味があれば、自分が何型か判断していただきたいと思います。

情報提供までに申し上げますと、クラスターはこのように郵送調査ではばらばらに出ています。すべてのクラスターがあるわけです。小学校教員もすべてのクラスターがあります。掛川市でやった環境シンポジウムでもすべて出ています。しかし、一般向けの科学イベントでは、クラスター1とクラスター2に非常に偏っています。いわゆる一般向けではないということが言えたのではないかと思います。大変興味深い結果です。

これをどういうふうに解釈するかについてフィールド調査が必要で、佐渡ではトキの放鳥をしています。そういう社会的な問題と自然科学がかかわる分野の問題をどのように皆さんがとらえているかという調査をしました。もちろんこれはクラスター2です。小学校近隣はクラスター3、広島市は、広島は原爆投下都市ですので、科学技術と市民の間が乖離しないようにということで、科学技術市民カウンセラーという活動をしていらっしゃいます。ここの人たちはほとんどがクラスター1と2だったのですが、どのようにそのような活動をオーガナイズしているかという調査をしました。掛川市はすべての人が興味を持つ環境問題について調査をしています。この話をしているととても終わらないので、このお話はしません。

リテラシー向上プログラムですが、私たちの目的は全部をクラスター1に持っていくということではなくて、この違いを受け入れた上で、各クラスターが乖離しないようにするための、協働を通じた相互でリテラシーを向上させるプログラムを考えています。総体としてのリテラシー向上を考えているということです。

クラスター別プログラムは、先ほど言ったような佐渡や広島ではオーガナイザーとしてどういうふうスキルを磨くか。クラスター2では理系のことに興味があるわけですが、いわゆる生活重視の人たちとコミュニケーションするためのサイエンスカフェのあり方を考える。クラスター3は、小学校で理科を教えてい

るわけなので、この人たちは理科について必要があるわけですが、そういうことの技術をどう学ぶかということをしました。クラスター4は環境を通じた地域コミュニティーという問題について取り組んでいます。それぞれプレゼン資料に書いてありますのでご覧ください。

それぞれについてすべて論文を書いておりますので、詳細についてご覧になりたい方はぜひ論文をお読みいただきたいと思います。以上です。

科学技術振興機構 社会技術研究開発センター  
 研究領域「科学技術と人間」  
 研究開発プログラム「21世紀の科学技術リテラシー」

# 科学技術リテラシーの実態調査と 社会的活動傾向別 教育プログラムの開発

## Scientific Literacy

東京工業大学 RISTEX  
 科学技術リテラシー  
 プロジェクト

代表 西條美紀  
 東京工業大学  
 留学生センター/イノベーションマネジメント研究科 教授

1

東京工業大学 RISTEX  
 科学技術リテラシー  
 プロジェクト

## 科学技術リテラシーと 科学技術コミュニケーション

科学技術をめぐる問題について、  
人々はどのようにコミュニケーションすればよいのか？

- 情報に対する視点＝リテラシー
  - 「わかりやすく」や「発信」について目を向けがちだが・・・
- 対象に対する視点＝リテラシー
  - 対象によって「わかりやすさ」は異なる。受信も必要

コミュニケーションのためには  
リテラシーの把握が必要不可欠

2

東京工業大学 RISTEX  
 科学技術リテラシー  
 プロジェクト

## 科学技術リテラシーに関する課題

リテラシーとは何か？ どうすべきか？


- 「何か」についてはいくつもの定義があり、質問紙調査もおこなわれているが・・・
  - 限定的な定義にしたがった調査しか行われていない
  - 「どうすべきか」リテラシーの向上を見すえた調査は少ない
- 今日のリテラシーの定義と実態把握のための手法が必要
  - 科学技術コミュニケーション活動の設計へ

3

東京工業大学 RISTEX  
 科学技術リテラシー  
 プロジェクト

# 科学技術リテラシーの 考え方

Scientific Literacy



4

東京工業大学 RISTEX  
 科学技術リテラシー  
 プロジェクト

## Shen (1975), Miller (1983) による 科学技術リテラシーの定義

- 実用的リテラシー Practical Sci. Literacy
  - その場その場で役に立つ具体的知識・技能
  - 「ローカル知」
- 市民的リテラシー Civic Sci. Literacy
  - 用語・概念の理解 → よく知られている調査はこれのみを測定 (国際比較のため)
  - 手法・過程の理解
  - 個人と社会におよぼす影響の理解
- 文化的リテラシー Cultural Sci. Literacy
  - 知的たしなみとしての科学


5

東京工業大学 RISTEX  
 科学技術リテラシー  
 プロジェクト

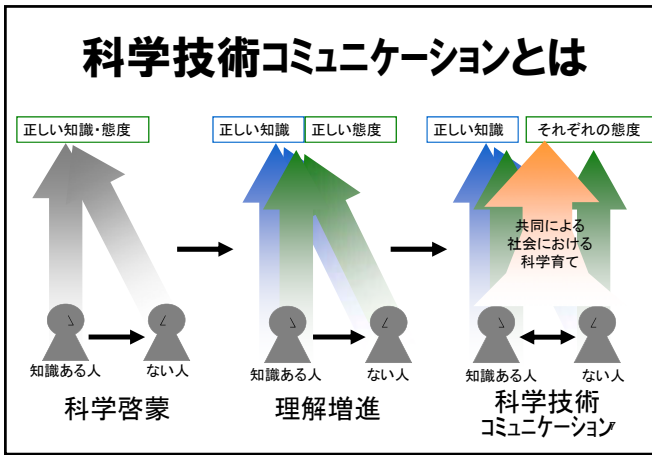
## 理解・受容から関与へ

- PUS Public Understanding of Science
  - 科学や技術に対する「理解増進」を求める
    - 「ご理解いただけなかった・・・」
    - 理解されれば、受け入れるだろう⇒理解⇒受容
  - 欠如モデル (90年代英国)
    - 正しい知識を補えば正しい判断をする
- PES Public Engagement of Science
  - 市民としての関与を求める
    - 社会調査等による欠如モデルの否定
    - 知識があってもより懐疑的・反対的になる場合もある

《知識レベルだけの議論では不足》



6



## 今日のリテラシーの考え方

- 知識や関心の有無のような単一の軸ではない
  - 「持つべき」知識・関心を補うプログラムにしか結びつかない
- 複数の軸で把握する
  - 科学技術以外の分野への興味
  - 地域や政治への参加傾向
  - 実際の社会的判断・活動など

少 科学知識 多

リアモデル

階層モデル

クラスターモデル(8因子・6クラスター)  
英国科学技術庁, Wellcome Trust (2000)

## 本研究におけるリテラシーの定義

科学的基礎知識と手法を、  
科学技術を含む社会に対する関心と態度に結びつけ、  
科学技術に関する話題について  
社会的に判断し行動する能力

科学技術リテラシー

※ 「関心・態度」は科学に対する肯定的な「関心・態度」を指していない  
※ 成人が対象

## リテラシーをどう調査するか？

**マクロレベル**

一大規模質問紙調査・分析  
ランダムに選ばれた多数の人に共通の質問に答えてもらう  
利点: 一般化された量的なデータ  
欠点: 個別の解決策に結びつきにくい

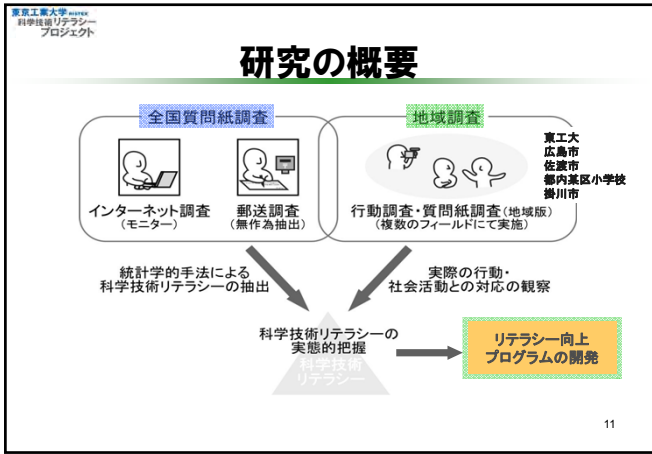
**メゾレベル**

- 談話分析  
特定のテーマについての話し合いを質的に分析  
利点: 実際のコミュニケーションの場での行動を分析  
欠点: このレベルだけを分析しても結果を解釈できない

**ミクロレベル**

- 個人調査  
個別に質問紙やインタビューに答えてもらう  
利点: 対象が明確  
欠点: 一般化できない

《リテラシーは個人のものか?》



## 全国質問紙調査

# Scientific Literacy

東京工業大学 科学技術リテラシープロジェクト

## マクロレベル調査の手法

- 日本人一般のリテラシーを量的にとらえる
  - 無作為抽出による日本全国規模の質問紙調査
    - 2008年3月18日～4月7日実施(中央調査社に委託)
    - 全国20か所 各200名 計4000名に郵送で依頼。1286票を回収
  - 他に比較としてインターネット調査(1019票)と小学校教員調査(411票)を実施
- 複数の要素からなる構造としてとらえる
  - 回答パターンを因子分析・相関分析＝リテラシー内構造
- タイプ(クラスター)別にとらえる
  - クラスター分析で回答者を分類＝リテラシー間構造

東京工業大学 科学技術リテラシープロジェクト

## 質問紙の概要

- Q1 興味分野: 15問 (Q1-3は4段階評定法)
  - 例) 健康/教育/芸能/スポーツ/科学的発見/新技術開発/政治...
- Q2 自己の態度・関心: 35問
  - 例) ものづくりが好きだ
- Q3 科学技術と社会に対する評価: 15問
  - 例) 科学技術に関する理解は日常生活に役立つ
- Q4 科学知識問題: 13問 (3件法)
  - 例) 抗生物質は細菌だけでなくウイルスにも効く
- Q5 科学的思考法・社会的判断: 12問
  - 例) 音楽を聴かせた酒はおいしいと聞きました。この話についてどう考えますか (5段階法)
- Q6 属性: 7問 (多岐選択法)
  - 年代・性別・職業・学歴・理系文系・年収・居住地

※同じ質問項目からなる調査をインターネットモニターと都内某区小学校教員に対して実施

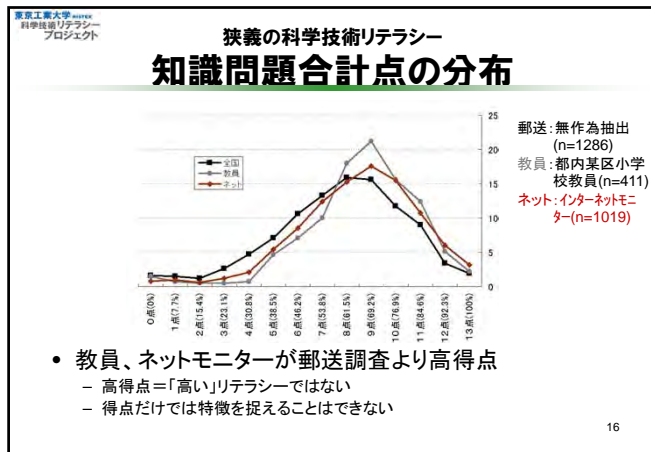
「狭義の科学技術リテラシー」  
これまで世界中で行われてきた問題と共通の12問を含むため、従来調査との大まかな比較に使用が可能

14

東京工業大学 科学技術リテラシープロジェクト

## 狭義の科学技術リテラシー 科学知識問題の正答率

問題	郵送調査	小学校教員	ネット調査	NISTEP 2001	Euro B. 2005
1. 地球の中心部は非常に高温である	82.0%	91.2%	87.7%	77%	86%
2. すべての放射性物質は人工的につくられたものである	73.8%	78.6%	83.2%	56%	59%
3. 私々が呼吸に使っている酸素は植物から作られたものである	61.7%	66.4%	66.1%	67%	82%
4. 赤ちゃんが男の子か女の子になるのを決めるのは父親の遺伝子である (*Eurobarometerでは「母親の遺伝子である」)	32.6%	43.6%	36.1%	25%	64%*
5. レーザーは音波を集中することで得られる	29.6%	28.5%	37.5%	28%	47%
6. 電子は原子より小さい	32.3%	46.5%	43.7%	30%	46%
7. 抗生物質は細菌だけでなくウイルスも殺す	27.9%	29.0%	30.2%	23%	46%
8. 宇宙は巨大な爆発によってはじまった	66.4%	76.9%	77.7%	63%	
9. 大陸は何万年もかけて移動しており、これからも移動するだろう	86.7%	93.2%	91.9%	83%	87%
10. 現在の人類は原始的な動物種から進化したものである	75.0%	77.4%	78.3%	78%	70%
11. ごく初期の人類は恐竜と同時代に生きていた	43.7%	61.1%	39.3%	40%	66%
12. 放射能で汚染された牛乳は薄めれば安全である	84.2%	86.1%	90.3%	84%	75%
13. 植物などの自然由来物質は安全で、合成化学物質はみな危険である	75.9%	79.6%	81.1%		15



東京工業大学 科学技術リテラシープロジェクト

## 質問紙の概要

- Q1 興味分野: 15問 (Q1-3は4段階評定法)
  - 例) 健康/教育/芸能/スポーツ/科学的発見/新技術開発/政治...
- Q2 自己の態度・関心: 35問
  - 例) ものづくりが好きだ
- Q3 科学技術と社会に対する評価: 15問
  - 例) 科学技術に関する理解は日常生活に役立つ
- Q4 科学知識問題: 13問 (3件法)
  - 例) 抗生物質は細菌だけでなくウイルスにも効く
- Q5 科学的思考法・社会的判断: 12問
  - 例) 音楽を聴かせた酒はおいしいと聞きました。この話についてどう考えますか (5段階法)
- Q6 属性: 7問 (多岐選択法)
  - 年代・性別・職業・学歴・理系文系・年収・居住地

広義の科学技術リテラシー  
これらの設問で、リテラシーをタイプ別にとらえる

日本一般のリテラシーを把握するため、無作為抽出による郵送調査のデータを用いた

17

東京工業大学 科学技術リテラシープロジェクト

## 3つのリテラシー因子

- Q1～3の65項目を因子分析 (最尤法・プロマックス・共通性0.22以上・因子付加重0.3以上・スクリーニング基準)
  - 38問から回答の要因(リテラシー因子)を抽出 (Kaiser-Meyer-Olkin標準妥当性測定値 0.89)
- 科学因子 (被説明変数分散 23.6%)
  - 科学技術への関心、科学的思考や機器操作等に関する因子
    - 科学技術についての知識は豊かなほうだ
    - もの共通点を捉えるのが得意だ
    - 科学技術についてもっと知りたい
- 社会因子 (被説明変数分散 11.8%)
  - 社会的な分野への関心や、参加意識に関する因子
    - 地域社会の分野に興味がある
    - 同 福祉、文化、経済の分野に興味がある
- 科学重視因子 (被説明変数分散 6.3%)
  - 科学的社会的・個人的価値に対する意識、信頼感に関する因子
    - 科学的な発見や新技術の開発は社会や人間を豊かにする
    - 社会の中に科学的な考え方が浸透するとうい
    - 科学技術に関する理解は日常生活に役立つ

18

東京工業大学 IASME  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## 郵送調査とネット調査 因子の比較

**郵送調査 (38問)**

- 科学因子 23.7%**  
科学技術への関心、価値意識  
論理的思考等の能力
- 社会因子 11.0%**  
社会的な分野への関心、  
参加意識
- 科学重視因子 6.4%**  
科学の価値、および  
科学者に対する肯定的評価  
累積被説明変数分散:41.1%

東京工業大学 IASME  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## リテラシー内構造 3因子および知識量の関係

	科学因子	社会因子	科学重視因子	知識得点
科学因子		0.328*	0.515*	0.432*
社会因子	0.328*		0.507*	0.060
科学重視因子	0.515*	0.507*		0.248*
知識得点	0.432*	0.060	0.248*	

\* 1%水準で有意(両側)

- 知識得点と科学重視因子には正の相関はない
  - 知識量が多くても、科学に対する価値意識を持つとは限らない
- 社会因子は科学重視因子とのみ正の相関をもつ
  - 科学に対する直接的興味や欲求は低くても、社会的な意識と科学の社会的役割については結びつきがある

《関連のある因子を結びつけたプログラムへ》 20

東京工業大学 IASME  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## リテラシー間構造 4つのリテラシークラスター

•3因子・4クラスターモデル (K-means法)  
—横軸:科学因子/縦軸:社会因子/点の色:科学重視因子

東京工業大学 IASME  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## “全方位タイプ” クラスター1の特徴

- 科学因子:高い
  - 科学に対する興味・関心が高い
- 社会因子:高い
  - 社会的な興味・参加意識も高い
- 科学重視因子:高い
  - 社会的な側面でも科学をとらえている
- 知識得点:高い

•「超能力のような超自然現象は存在するか」という質問  
—「そう思う」が22.2%、4クラスター中最高  
・「興味」の幅が広い?  
・ニセ科学志向型の人も混在?

東京工業大学 IASME  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## “科学好きタイプ” クラスター2の特徴

- 科学因子:高い
  - 科学に対する興味は高い
- 社会因子:やや低い
  - 社会的な興味・参加意識はやや低い
- 科学重視因子:中程度
  - 科学の社会的価値もある程度意識
- 知識得点:高い

・クラスター1に比べると・・・  
— 超能力設問において「そう思う」は14.3%、クラスター4の次に低い  
・クラスター1より機能的な傾向?

・男性が7割を占める  
・若い層が多い

東京工業大学 IASME  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## “生活重視タイプ” クラスター3の特徴

- 科学因子:やや低い
  - 科学は少し苦手
- 社会因子:やや高い
  - 社会に対する関心や参加意識は高い
- 科学重視因子:中程度
  - 科学についての社会的視点もある
- 知識得点:中程度

• 科学嫌い?  
— 科学的思考や作業が苦手と答えていても、科学についてもっと知りたいと答える人も多い

・女性が7割を占める  
・最も人数が多いクラスター

東京工業大学 www.titech.ac.jp  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## “無関心タイプ” クラスター4の特徴

- 科学因子: 低い
  - 科学への関心は低い
- 社会因子: 低い
  - 社会的関心や参加意識も低い
- 科学重視因子: 低い
  - 科学の社会的価値についても関心がうすい
- 知識得点: 低い

• 何にも興味がないクラスター?  
本調査の質問紙では関心の方向をつかめなかっただけであり、全てに無関心というわけではない。

25

東京工業大学 www.titech.ac.jp  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

# 簡易版質問紙調査

## Scientific Literacy

26

東京工業大学 www.titech.ac.jp  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## 大規模な質問紙調査の問題点

- クラスターの実質がやや不明瞭
  - 実際にどのような人がどのクラスターに入るのか?
- 質問項目数が多すぎる
  - 短時間ですぐに回答できないため、応用がきかない
- 簡易版質問紙の作成
  - 属性の明らかな小集団に実施し、クラスターの実質を把握
  - イベント等での参加者評価等への応用
    - 談話分析による発話機能分析とあわせて、実際のコミュニケーション方法とリテラシークラスターの関連を分析

27

東京工業大学 www.titech.ac.jp  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## 簡易版質問紙

- 10問でクラスタリング (ステップワイズ法による重回帰分析、R<sup>2</sup>値0.8以上10問のモデルを採用)
  - クラスター一致率は90%以上 (クラスター1: 92.4%, 2: 90.9%, 3: 93.0%, 4: 94.9%)

科学技術リテラシー-簡易テスト  
科学技術リテラシーテスト

科学技術についての知識は豊かなほうだ  
ものの共通点を捉えるのが得意だ  
科学技術についてもっと知りたい  
地域社会の分野に興味がある  
福祉の分野に興味がある  
文化の分野に興味がある  
経済の分野に興味がある  
科学的な発見や新技術の開発は社会や人間を豊かにする  
社会の中に科学的な考え方が浸透するとよい  
科学技術に関する理解は日常生活に役立つ

Webで公開  
<http://www.titech.ac.jp/literacy/cgi-bin/forScienceAgora2008/>

28

東京工業大学 www.titech.ac.jp  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## イベント別のクラスター構成

イベント	クラスター1	クラスター2	クラスター3	クラスター4
放送研究会	315	252	409	216
小学校教員	127	68	124	49
岡山地球環境センター	83	69	85	33
岡山産業大学	22	33	23	10
工学系学会	7	7	5	0
工学系国際フォーラム	27	18	11	0
広島科学コンファ	11	8	1	0
東工大英語コンベ	11	11	11	0
04年東工大講義	2	4	0	0
サトウハチロー30000出版	25	29	12	0
サトウハチロー30000出版	10	13	11	0
映画「ホセガワ」	5	8	0	0
6th 東工大サテライト	8	18	4	0
2nd Sci&Culture Café	6	13	4	0
東工大英語教育学会	9	3	4	0
言語学系ケンブリッジ	4	6	2	1
語学教育系学会	10	4	7	0

どの様なプログラムにどのクラスターが参加したか  
- 評価、  
- 設計に活用

29

東京工業大学 www.titech.ac.jp  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

# フィールド調査

## Scientific Literacy

30



東京工業大学 RIKEN  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## フィールド調査の場所とテーマ

- 佐渡島
  - 環境省地球環境研究総合推進費「トキの野生復帰のための持続可能な自然再生計画の立案とその社会的手続き」
  - 研究者による地域との対話・メディア活用
- 東京工業大学
  - 大学院総合科目「科学技術コミュニケーション論」
  - 学生間の協働による企画運営を通じたリテラシー基礎教育
- 東工大近隣小学校
  - 「理化教育高度化ワーキンググループ」
  - 大学生・研究者教育を兼ねた地域理科教育支援
- 広島市
  - 「広島市科学技術市民カウンセラー」
  - ボランティアと行政の協働による対話活動の活性化
- 掛川市
  - 地域における太陽光発電システムの導入
  - 地域コミュニティ創出、大学との協働による新技術創出

31

東京工業大学 RIKEN  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

# リテラシー向上プログラム

## Scientific Literacy

32

東京工業大学 RIKEN  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## リテラシー向上のための コミュニケーションプログラム

- リテラシークラスター
  - 対象別コミュニケーション戦略のためのモデル
    - だれが、だれを対象とするのか
  - プログラムにどのような人が参加したのかの評価
- 各クラスターが乖離しないようにするための、協働を通じた相互のリテラシー向上プログラム
  - 特定のクラスターに収斂させることを目的としない
  - 総体としてのリテラシー向上、ニーズに即したリテラシー向上

33

東京工業大学 RIKEN  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## クラスター別プログラムの実施

- クラスター1: Inquisitive type
  - クラスター1, 2: 理工系研究者・科学技術コミュニケーター
  - 佐渡フィールド
  - 広島フィールド
- クラスター2: Sciencephiles
  - クラスター2, 1: 理工系学生
  - 東工大フィールド
- クラスター3, 1: 小学校教員・父母
- 小学校フィールド
- 全クラスター
- 地域コミュニティ
- 掛川フィールド

34

東京工業大学 RIKEN  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## クラスター1向けプログラム

- 佐渡フィールド「トキカフェ」／広島フィールド「サイエンスカフェひろしま」
  - 理工系研究者・コミュニケーター⇄クラスター1向け支援
    - 各因子の深化、クラスター2、3とのコミュニケーション
  - 社会のニーズ把握
    - 聞き取り調査、質問紙調査
  - 発信活動の主催
    - プロジェクト管理、メディアリテラシー、話し合い設計
  - 持続的活動
    - 自己評価による本業との両立、人材育成⇄クラスター2、3の参加

35

東京工業大学 RIKEN  
科学技術リテラシー  
プロジェクト

## クラスター2向けプログラム

- 東工大フィールド「科学技術コミュニケーション論」
  - 理工系学生⇄クラスター2向け講義
    - 社会因子の向上、クラスター3、1とのコミュニケーション
  - 基礎教養
    - コミュニケーション理論、倫理、科学史、メディア論、科学技術政策、知的財産、美術・芸術論
  - 基礎スキル
    - サイエンスライティング、インタビュー、話し合い設計、社会人基礎スキル
  - 実践
    - クラスター3を意識したブックレット作成、サイエンスカフェ企画・運営
    - クラスター1のメディア、政策機関、科学NPOへのインターンシップ

36

## クラスター3向けプログラム



- ・ 小学校フィールド「初等理科教育高度化ワーキンググループ」
  - 小学校教員、父母⇄クラスター3向けプログラム
    - » 科学因子の向上、クラスター1, 2, 3とのコミュニケーション
  - ・ 実態把握のために質問紙調査を実施
    - » 科学技術リテラシーと理科教育・大学連携に関する質問項目
- 小学校教育への支援
  - » 生活科・理科授業研究の支援を通じた大学とのコミュニケーション促進
  - » 大学院講義との連携 - 学生と学校教員の資源・要望のマッチング
- 地域との連携
  - » 親子実験教室の実施 - 保護者の関与の向上によるクラスター4との間接的コミュニケーション



37

## 全クラスター向けプログラム



- ・ 掛川フィールド「太陽光発電によるコミュニティ創出」
  - 事業参加市民⇄全クラスター向け地域活動
    - » クラスターがばらばらにならずに目的に向かう
  - 組織づくり
    - » 市役所、業者、市民など各ステークホルダーをてグリーンコミュニティを創出
    - » 太陽光発電自己診断システムをツールとしたコミュニティづくり、およびコミュニティと大学による上記システムの開発



38

## 参考文献

- 川本思心、浅羽雅晴、大石麻美、武山智博、関島恒夫、鳥谷幸宏、西條美紀  
トキ野生復帰に関するサイエンスカフェの企画・準備・実施の記録と分析—理系研究者による対話活動を支援するための手法の検討  
科学技術コミュニケーション5 pp. 19-40 (2009.3)
- 西條美紀、川本思心  
社会関与を可能にする科学技術リテラシー—質問紙の分析と教育プログラムの実施を通じて—(招待論文)  
科学教育研究32(4) pp. 378-391 (2008.12)
- 川本思心、中山美、西條美紀  
特定学術・教育組織構成員の科学技術リテラシークラスターの所属傾向  
第7回科学技術社会論学会予稿集 pp.80-81 (2008.11)
- 川本思心、中山美、西條美紀  
科学技術リテラシークラスタ推定に有効な質問項目の検討—少項目による多様なリテラシーの把握—  
日本心理学会第72回大会予稿集 p.152 (2008.9)
- 西條美紀、川本思心、野原佳代子  
非母語話者学生はいつ、どのように、何がきっかけで「ラディカルな探究」をするようになるのか—大学院総合科目におけるサイエンスカフェ実習の記録分析—  
日本語教育学会 第6回実証研究フォーラム予稿集 pp.85-89 (2008.8)
- 川本思心、中山美、西條美紀  
科学技術リテラシーをどうとらえるか リテラシークラスター別教育プログラム提案のための質問紙調査  
科学技術コミュニケーション3 pp.40-60 (2008.3)

39

## <ディスカッション>

(小川) ありがとうございます。質問はパネルの中でお受けしたいと思います。皆さんにはそれぞれ発表していただきましてありがとうございます。今日のテーマは科学リテラシーの涵養ということと、人材養成というテーマでご発表いただきました。最後は、西條先生から科学リテラシーを考えるに当たって相手がどういう人なのかを知る上での一つの手段としてのクラスター分析の話がされたと思います。

最初は、パネラー同士でお互いにご質問があればお受けしたいなと思っております。どうでしょうか、最初に田代さん、どなたかに質問していただいて答えていただくという形で進めたいと思います。

(田代) 最初にマイクを持たされましたので、質問をさせていただきたいと思います。今日のディスカッションは非常に面白かったです。せっかくなので、マルコさんとプリシラさんに質問させていただきたいと思います。

まず、プリシラさんに質問なのですが、非常にユニークなプログラム開発をされたのですが、評価、エバリュエーションのところで、例えば科学に対する興味をもともと持っている人がアクティベートされたのか、それとも、そうでない人がアクティベートされたのか、この辺を調べられたかどうか、もし調べられていたらお話しいただければと思います。なぜなら、科学にもともと興味を持っている人は博物館に来ると、何も言わなくても勉強してくれるという傾向があります。あえてプログラムを提供して、よりアクティベートされるのか、それとも関心のない層が逆にうまくアクティベートしてくれたのか、これは大変重要なことだと思うからです。

もう一つがマルコさんに質問なのですが、教員向けにカリキュラム開発をされているのですが、この教員の人たちは、自分自身のスキルアップのために当然来ている部分もあるかと思うのですが、一方で学校の生徒たちに対してはどのような教育をしたいと思って来ているのかというのがいまひとつよく分からなかったのです。例えば、日本の高校の先生たちでこういうカリキュラムを提供したとしたら、恐らく医学部に進学するような生徒たちをたくさん抱えているような高校の先生たちがもしかすると来るかなと思ったのです。

私は前に、高校教員向けの DNA 組み換えに関する実験講座にちょっと参加させていただいたことがあるのですが、明らかに先生たちは医学部に行く子たちを抱えていて、そういう意味では、非常に目的意識が明確な先生たちだったのです。自分のスキルアップと同時に、学生にどのようなアプローチをしたい先生たちが集まっているのかというのをお話しいただければと思います。

(Gaff) Thank you very much for your question. I think it is a very interesting one and one that we do not always have the answer to. I suppose if I look at and think about the dinosaur program for the young children; those young children might not necessarily have a label for that as science and scientific literacy and think about it in those terms but they certainly love dinosaurs. I think

dinosaurs are a great conduit to science and for teachers in primary schools who often use that to teach mathematics and to teach English and to teach geography and they use it to teach it in a number of ways, but we can also use it to teach about the scientific thinking and processes.

Young children have a natural curiosity of the world. So, I think in their own way, whether they have a label for it or not, they are engaged. I think with the teenagers, they would have once been those young beautiful children, happy to participate, and ask lots of questions. They have gone into the realm of being a teenager and being disengaged or some of them are engaged, but I think a lot of them are highly disengaged. There is still a lot of science teaching that goes on in schools that is very unconnected to their own personal interests and personal lives and they feel often that it does not mean anything to them.

And there are still plenty of teachers who teach in the method we call "Chalk and Talk," like you were saying what happens in some Japanese schools, the students do not actually get to actively participate in experiments or meaningful science programs, so they are just completely turned off. I think in that instance, given that I have only just developed that program that would be an important question for me to put in evaluation about to ask the students about their attitudes towards science and it would be something that would be very interesting to learn more about whether that program affects their attitudes to science.

In terms of some of the adult programs, I guess some of them, say for example, The Science Morning Tea is about – in the first place, it is actually more about getting people to use the museums who just simply would not come. So, I do not have an answer for about their level of participation in science.

For the science comedy, I know that these are people in a sort of age bracket that would not traditionally come to the museum, but there has been some surveys done about people who go to the International Comedy Festival and the most commonly read magazine by those people attending not just the science comedy at our venue, but comedy festivals throughout Melbourne is New Scientist magazine. They are obviously actually quite engaged with science, but ways of bringing it to them in the museum. So, I think it depends on the audience you are talking about. That certainly would be good for us to learn more.

(Molinaro) I will address the first part of your question I think was what kind of teachers participate in our programs. So we primarily find there are two main categories of teachers, the young teacher who has just recently finished their degree, and is very excited, still has a lot of energy and missed getting a lot of experience with cutting-edge science in their pre-service programs and so now wants to have access to that to bring to their students. So it is a young

teacher that like science, had some kind of science in their undergraduate degree when they went for their teaching certificate, they just learned methodology, and now they want to get back to some of the science, so that is one type of teacher that we get.

The other type of teacher that we get is what I would call the once-excited teachers but now are tired. And they are looking for a recharge, new batteries. And they come to us because a lot of standard American professional development programs focus on telling them how they are teaching wrong and how they should do different methodology, but they do not focus on science content. They focus on pedagogical approaches, so the way that you teach. And so they come to us because we are, in a sense, different. We are refreshing for them because we talk about the cutting-edge science and we show them how they can incorporate it into their standard science.

So those are primarily the two kinds; the ones that we see very, very little of are the teachers who have taught somewhere between 5 and 15 years. We do not see very many of those teachers. We see the teachers between 0 and 5 years of teaching and the teachers kind of 15 years plus. The middle ones are kind of so disenchanting with the teaching of science that they are either leaving the profession, before they go beyond 15 years, or they are kind of just reading the book.

They just kind of go by the thing and they have kind of turned their brain off. So fortunately, we do not get those teachers, but thinking about your model, those would probably be the teachers we need to attract the most, the teachers that really are doing the worst service for their students. So, we need to think about ways of attracting those teachers.

(小川) よろしいですか。では、西條さんから他の方に質問があれば。

(西條) 私はぜひ伺いたいことがあって、亀井さんがさつき科学館に成人は来ないという話をされていたのですが、日本は世界で一番美術館に成人が行く国ですよ。美術館にはたくさんの成人が行くのです。科学館は上野にあって、たくさんのアートミュージアムがあるので、何かそういう美術館と博物館のコラボレーションみたいなことは、せっかく同じ上野にあるのに何か方法がないのかどうか、伺いたい。

(亀井) まず私が科学館に成人が来ないと言ったのだとしたら、それは説明が足りなかったと思います。国立科学博物館の場合には、実は成人の割合は高く、子どもの割合は大体 3 割、大人の割合が 7 割になります。逆に科学技術館の方はある程度違う数字になっていると思います。そのことを含めてさつきお話してしまったので、聞き取りにくかったのだと思います。

(田代) プリシラさんも、成人はあまり来ないとおっしゃったと思います。これは博物館の館種によって、

来る館種と来ない館種があると思います。科学技術館の場合は、年間 60 万人の来館者がいるのですが、3 分の 1 が団体の子どもたち、これは小中学生が主です。後の 3 分の 2 が個人来館なのですが、これは 1 対 1 で実は大人と子どもなのです。ですから、60 万人ということでは、20 万人は大人です。ただし、これは主体的に来ているというよりは、子どものために来ている大人です。一方で、美術館の場合は、科学技術館のお隣にも近代美術館があるのですが、こちらは明らかに中高年の女性が多い。大人が多いといっても中高年の女性というところがまたミソなのです。実は館種による偏りは何も日本だけではなくて海外もではないかなと思うのですが、プリシラさん、いかがでしょうか。

(Gaff) Yes, we recently had Titanic exhibition at our museum and the year before we had Pompeii exhibition. And for the first time, we saw visitors in our museum that would normally go to the National Gallery of Art. And so I think this was quite exciting for a lot of us, because I mean some of them may or may not have come into the rest of the museum and had a look around, although there is sort of science content in there they are not particularly science exhibitions, but they certainly were exhibitions that attracted a new audience. So we were like, “Wow, we have people in our museum who do not normally come.”

But I think that is because there were exhibitions that they were specifically interested in and also some of our visitor research survey sort of talks about there is a group of people we refer to as the inspirers and these are the people who inspired or aspire to be seen at certain exhibitions. They go to these exhibitions, because their friends in the sort of socioeconomic cohort discuss these sorts of cultural exhibitions, so it is attracting in that way.

(西條) 日本でも、美術館と博物館の協働による展示ということは考えられないのでしょうか。

(田代) まず、館種によって来館者の意識がそもそも違います。例えば科学技術館という看板だと、それだけで大人の女性からは「私が行くところではないわ」と思われている節があります。だから、科学技術館が例えば美術系の博物館とサイエンスアートということでコラボレーションしたりしても、なかなかそれが入館には結び付かないところが現実にはあります。

(西條) やることはあるのですか。

(田代) あります。

(西條) あっても結び付かない。

(田代) 方法やテーマにもよりますのでまったく結びつかないわけではありませんが、なかなか難しいです。また、こんな事例もあります。実は去年、女性の入館者を増やそうよといって、「美を科学する・美

-Make 展」という特別展をやったのです。これは科学技術館には通常来ないような 20 代の女性が結構いらっしやいました。通常来館しない方を来館に結びつけたというところでは成功しました。ところが、全体の入館者で見ると、入館者の大幅な増とまではいきませんでした。というのは、女性は来てくれましたが、逆に男性が思っていたほど入ってくれなかったのです。特別展の内容が「美」とか「化粧」がテーマですのでこれはしかたないところなのですが、館種の持つ先入観を払拭しながら展示等のテーマ取りで、いかに来館してもらうかというのは、本当に難しい課題です。

(亀井) そうですね。科学博物館に付いているイメージも子ども向けというイメージが強くて、実際には大人の方が来て楽しめる博物館に変えているのですが、利用される方はここに行けば子ども向けの何かがあるのだろうという意識で来ている方が非常に多いです。そして、運営している方も、実際には大人が多いにもかかわらず、大人向けのプログラムを充実させることが後手に回っている。そして、やはり子どもが来ていると、子ども向けのプログラムを出そう出そうという圧力が強い傾向があるようです。

(小川) 西條先生、これを質問した意図は何なのですか。

(西條) 先ほどお話したように、サイエンティフィックリテラシーはかなり男女による違いが顕著に出ていて、リテラシー3は女性が多く、リテラシー2は若い男が多いということで、若い男の中に子どもも含まれる可能性はあるのですが、私たちの調査は 20 歳以上ですので、子どもの調査はしていないのです。先ほどやったことはあるけれども難しかったということで、親子ということであれば女性も来ると思うのですが、子どもと離して大人の男と女が楽しめるような科学的なイベントは、すごく社会を豊かにすると思います。その辺は文系の研究者と理系の研究者が協働して、何か楽しめるイベントだけどころいろいろ考えることもできる。そのようなことでサイエンスカフェは始まったと思うのですが、どんどん理系主導というか、理科実験教室と変わらないような感じになって、男と女というよりは教師と生徒みたいな感じになってしまうのが少し残念だなと思って。

(小川) ちなみに今日来られている方はどうでしょう。自分が理系だと思われる方はどのくらい、または理系の仕事をしているとか、どうですか。こんな感じです。

(西條) 仕事をしているのだったら、私も。

(小川) それから、文系だと思われる方。非常に少ないというのが分かりました。これが日本の現状かもしれません。ただ、博物館に来る、来ないという問題のとらえ方というよりは、博物館を社会的な装置として考えるならば、もう少し広くとらえて考えた方が私はいいかなと思っているのです。

例えば、博物館と地域が連携して何かイベントをする。具体的には、例えば山梨県の甲府にある科学館はライトダウンという、ある時期に光害を減らすためにライトダウンを科学館が中心になってやっています。そこにプラネタリウムがあったり、天体望遠鏡があったりして、星の観察をしているからです。そ

うすると、それは子ども向けのプラネタリウムだけではなくて、実は商店街のおじさんやおばさんを巻き込まないと電気は消してくれないわけですよね。例えば、そういう社会的なムーブメントまではいかないとしても、メゾレベルでのムーブメントみたいものを科学館が持ち出していけば、今言ったようなことが、もう少し広い考え方ができるのではないかと私は思いました。

他に何か質問はありますか。もう1人か2人ぐらい質問したら、今度は会場からご質問をいただこうと思います。

(亀井) 最初の質問なのですが、実はカテゴリー3のところは教員が非常に入っているというところがあったのです。そのところでどういうプログラムをやっているかというところをもう少し補足してもらえると、こちらのテーマと少し絡められるのではないかと感じて質問したのですが、お願いしてよろしいですか。

(西條) カテゴリー3、リテラシータイプの3のタイプは生活重視型と名付けたのですが、すごく科学の思考とか手法に対して苦手意識はあって、自己判断として苦手だと答えていて、経験も少ない。ただし、そういうことが嫌いというわけではないということで、小学校の先生は理科教育をしなければいけないので、小学校の先生と東工大の学生と一緒にいわゆる小学校の学習指導要領に準拠した新しい形の学習指導要領が出ました。ただ、まだ教材があまりなくて、先生たちがどうしたらいいか東工大の大学院生と小学校の先生と一緒に小さいネタを考えるというような活動をしています。先ほど亀井さんが言っていた形と結構似ている部分があると思うのですが、私たちはそれを大学院生の教育にも使っているという点で、二毛作みたいな形です。

(亀井) ありがとうございます。

(小川) 今のことについて、マルコさんから何かありそうです。

(Molinaro) I had a question for Miki Saijo. We tend to think of Japan and United States as having amazing technology companies that very much employ technology-capable people. I am wondering have you looked in terms of the science literacy, what kind of cluster do companies prefer, what would they like the educational system to generate? Would they like the number one cluster people, would they like the number two cluster people, because part of what we are trying to be aware of in the United States is there is a lot of pressure from technology and science based companies to have workers that are very capable and not enough workers are being generated. So there is a fear in the United States of losing some kind of edge, some kind of capability. And so that fear is coming down into the high schools and into the middle schools and pressuring for more science and engineering, because they complain very much that what we are doing now does not train good workers. So, I am just wondering from the point of view here in Japan and from



the work that you have done. Do you have any sense of the interest that companies have and what kind of workers are they looking for?

(Saijo) Maybe Japanese companies are looking for the person who can run continuously. Japanese companies are now changing and a kind of globalization or the way of producing the materials itself is changing. So the people are very eager to enhance their company members' literacy, but not so many very sophisticated programs are in their companies, I think. So that such kind of cooperation between university and each company would be very enhanced, I think.

(小川) 時間がなくなりますので、会場からそろそろご意見をいただこうと思うのですが、よろしいですか。今、非常に幅広い議論をしまして、博物館の対象となる人、世代別のプログラムという話から、もう少し社会とか、さらに人材養成という観点からも企業の話も出てきました。今日は企業から来られている方もいらっしゃいますし、大学の先生もいらっしゃいます。それから、博物館の職員の方もいます。それから、大学の学生さんもいらっしゃると聞いておりますので、全方位でお待ちしておりますので、ぜひご質問を受けたいと思います。焦点が絞られていないというご批判を受けるかもしれませんが、それをあえて受けて、ご質問が出やすい状態になっておりますのでどうぞ出してください。

(会場 Q1) 話題つなぎのつもりで。小学校の先生が西條先生の調査だと社会的関心が強いけれども、理科・科学が少し苦手だけれども意欲はあるという、この人たちを何とかした方がいいのではないかというのが西條先生のご意見ですよね。私は長年、実は現場で教員の研修の教育センターというところに勤めていたこともあって、先生の実態をよく知っているのです。それから、その前には女子校にずっと勤めていまして、田代さんが言うように、ご父兄、博物館にお子さんとお母さんで来るときに、何度聞いても自分のために来たとは言わないのです。女の人は高校生のころから「自分が好きだからこれをやる」とは絶対に言わないのです。それは本当なんでしょうか、なぜ人のためにとうそをついて生きているのでしょうかというのを、どなたか質問に答えてくれる人はいませんか。なぜ自分の趣味で来ていると言わないのでしょうか。何かそういう調査はありますか。

(西條) そういう調査はないですが、世の中も変わってきているので、自分のために来ていると言う女の人も増えると思います。

(会場) それは理系の人間だけではないですか、理系女子。

(西條) そんなことはありません。いかがですか、会場の女性の方、こんなことを言われていいのですか(笑)。

(小川) 自分磨きというのが随分前にはやりましたよね。自分を磨く。肌を含めてとか、いろいろなカル

チベーションとか、いろいろなカルチャーセンターに行って自分を磨いていくという自分磨きというのがあったではないですか。

(会場) 女子校にいますと、絶対に自分のためにではなくて人のために私はやるのだと女の子はいうのです。それから、教育センターで、お母さんと子どものための科学教室をやったら50人くらいいて、「自分はいいです。子どもが理科の勉強を好きになるために私は来たのです」という人が全員なのです。私の教養を上げるために来ましたという人が少ない。科学博物館でそういう調査をやったことがありますか。田代さんのところはあるかもしれない。

(田代) 誰の何のために来たのかというのは、科学技術館の来館者調査では、大人は親御さんがほとんどであり、子どものための来館です。後は若干教員が混じっています。教員に関しては自分のためかと思えます。それが実態だと思います。

逆に言うと、自分磨きのために科学というものが選ばれていないのだと思うのです。生活の中で必要だ、あるいは国の発展のために必要だということは、結構、私たちも言いますし、国の施策レベルでもいわれているのですが、一般の、例えば科学技術館に来る来館者は全くそんなことは考えていないというのが実態ではないかなと思います。一方で、科学技術について子どもたちはかなり興味を持っています。また、科学を身に付けていないと、これからの世の中を渡っていけないのではないかという親御さんの不安から、親御さんが子どもを連れてきているというのはあるかと思えます。

(会場) 私の意見としては、その対象にあるのはクラスター2、自分だけの興味でやっている男子、これは問題ではないかと思っています。

(小川) もしかしたら、それは世代によって違うかもしれません。実はこのシンポジウムの2年前に行われた私どもの科研費の中間的な国際シンポジウムで、カナダのデビッド・アンダーソンが日本の万博の調査をしていまして、1970年代の大阪の万博の調査とこの間の名古屋の万博の調査をしていましたが、数は少数ですが、若い人は何を目的に行ったかというよりも、誰と行ったかというのがすごく重要だという結論を出しています。ですので、私どもの博物館でも大学パートナーシップというもので、大学生がよく男女で来ますが、誰と行くかというのがすごく重要で、2人でどういう思い出を作れるか、共有できるかというのがすごく重要なことなのだろうと思っています。もしかしたら、その場合は科学はどうでもいいかもしれませんが、対象が美しければいいとか、そのような感覚かもしれません。ジェンダーというか、それだけではなくて年代の差というものもあるかもしれませんし、その人たちが育った年代も関係あるかもしれません。

(会場 Q2) 私は小学校で長く理科の先生をやっていて、今は短期大学で教員養成のために理科教育を主に教えています。今、オーストラリアとアメリカのそれぞれの子どもの様子で、科学のことはなかなか興味がない。先生の方でもなかなか科学に対する理解がよくない、指導について困っているこ

とが多いということをお伺いして、ある意味でこれはインターナショナルな課題なのだと思います。実際に教えてみて、私が今教えているのは女子学生ですから、科学や理科というだけで駄目、興味が無い。ただし、実験は面白かった。ですから、それをどうやって確保するかが問題だろうと思っています。

ただ、今、西條先生から、男子と女子とでリテラシーに随分違いがあるというお話がありました。それは性差なのか、それとも指導の方法によるのか、大変興味があるところです。というのは、今日ここに来た一番大きな目的というのであれば、なぜアメリカは成人になると理科に対する科学リテラシーが高くなるのかというのが大きな課題だと思っていたのです。日本の理解教育は非常に質が高く、点数としてはいいのに、大人になると全く興味がない、理科・科学そのものに対して下がってしまうのは何かなと私自身にとっての課題でもあります。そういうところで、教育なのか、もともと男女差なのか、あるいは国としての国民性なのか、ちょっとずれてきてしまうのですが、そういったところでどうお考えなのかということをお伺いしたいと思います。

それから、これは余計なことなのですが、女の人が科学館に来ない。私が考えるに、科学館と美術館の一番大きな差はレストラン、いかがでしょうか。

(西條) 最後のレストランの問題は本当にそうだと思います。近代美術館のレストランも素晴らしいですし、新しくできた美術館のレストランはとても素晴らしいです。科学館のレストランはどうかというのは後で小川さんがお話になるそうですが、やはり誰と一緒に来るか、どんな思い出が作れるかということが大きなインセンティブの一つだというのは、男女を問わずそうだと思うのです。そのようなことを含めて、文化的な環境というか、いろいろ科学や技術のことについて学ぼうとするインセンティブが多様な国は文化的なものではないかと思うのです。企業は学び続ける人を求めている、自分の中の内発的な要因として学び続けられる人もいると思うのですが、誰かと一緒にどこかに行くとか、レストランがいいから行ってみるとか、そういう外発的な要因によって学びのトリガーを引かれる人もいると思うので、そのようなところがもう少し豊かになると、本丸に踏み込めるというか、本当の科学や技術のことについて興味を持つ人の幅が増えるのではないかと思います。

もう一つは、地球温暖化のようなすごく深刻な問題について真剣に考える、情報提供を受けつつ真剣に議論し合える場がもっと要るのだと思います。楽しいだけではなくて、21世紀を生きる、ここにいる人たちはあと100年は生きないと思いますが、子どもたちはあと100年生きるわけですから、どのようにしていくのがいいのかということ、パフォーマンスではなくて少人数で真剣に語り合える場が足りないのではないかと思います。そういうことができることが、科学博物館のファンクションの一つではないかと思うのですが、いかがでしょう。

(小川) まさしくそのとおりだと思います。言い訳をちょっとしますが、レストランに関しては私どもの方は満足度調査を一応やっています、そんなに悪くはないのです。それなりにおしゃれなレストランだとは思っていますので、ぜひご利用いただきたいと思っています。レストランから展示室が見えるようになっていきますので、そういう面では非常にいいレストランだと私は勧めていますので、ぜひご利用いただきたいと思っています。

それから、今の後半の話で、いわゆる環境問題などを真剣に話し合うということは博物館として非常に重要なことで、そういう場を提供する、その機会を提供する、ただ単に場所を提供するだけではなくて、博物館という資源を使ってそういう問題を地域の問題として、自分たちの問題としてとらえていくような場、そういう機会を作っていくというのは博物館として非常に重要なことだと思います。

(Cwf kpeg) " I just wanted to suggest two things. One, it is more a question I think of the way people conceptualize science and there is a very interesting project in terms of climate change that I thought I would just share with you that National Science Foundation has funded ASTC to do a program called "Communicating Climate Change" and there are 12 science centers in the US that are involved in that. And they have all chosen to select citizen science initiatives to build the understanding of regional issues on climate change. So, they have basically families coming to the museum.

Each is doing it slightly differently, but it is not only public engagement in science, but it is also bringing groups into the museum that might not have otherwise interacted with it in the same way, so I do not know about the restaurant question, but just this last piece that I thought of when many of you spoke about the art and science. There are a number of museum partnerships and actually right here you have the same kind of geographic setup where a museum such as in San Francisco, the Young Art Museum, and The California Academy of Science are working on a partnership. In New York, The American Museum of Natural History is working with the metropolitan, so you might consider exploring something like that. It is even happening in Italy, in Trento, where there is a science and art museum, so those were just random thoughts, but I thought I would share.

(小川) だんだん話が膨らんできましたが、もう一つぐらいフロアから質問をいただいて私のまとめにしようかと思いますが、どうぞ。

(会場Q3) 面白いお話をありがとうございました。財団法人で研究者をやっております。今回参加させていただいて、すごく感じたのは、世代別にテーマを変えるとか、目標を年代別に変えるということだったのです。それはすごくいいことではあると思うのですが、反対に私が一般市民になったときに、これは面白いと思うのが小学生以上で、小学生だけとか、中学生だけとか、そういうことが意外にあるのです。お金の問題もあると思うのですが、可能性として、それぞれの年代によって目標とするものが違うかもしれないのですが、同じものを使って何かやるということを小学生だけとか中学生だけにしないで、大人バージョンをやっただけだと、お金も時間もかかるかもしれないのですが、それぞれ引っ張れるのではないかと、食いつくのではないかと思ったのです。もちろん年齢別にそれぞれ知っていてほしいものはあると思うのですが、せっかく興味を出しているのに切ってしまうようにも思えるのです。

一方で、よく研究者が何かアプライするのに、若手とか何とかとありますが、それも人によって生活レ

ベルが違って、もしかして学校に行けなかった人が社会人になって、アプライしようと思ったら出せなかったとか、海外に長い間行っていて出せなかったという若手の研究員などもあったりするのです。そういう意味で、今2点を混ぜて話しましたが、今、何か子ども向けに開発しているものも、できれば大人バージョンで作っていただけるといいのではないかと思ったのですが、その辺はわざと切られたのでしょうか。

(小川) 研究そのものがまず世代別にプログラムを開始していきましょうという目的で研究を始めたので、そのようにしています。しかしながら、実際問題としては、子ども向けに開発したものに大人が参加していることは十分ありますし、博物館というのは来る人を拒みませんので、子ども向けにやってみたら、結局、親子になってしまったというような、実際問題としてはそういうことが多々あります。

もう一つは、逆に実際に世代別にやってみても、世代だけではない切り口もあると思うのです。つまり、博物館によく来ている人だとか、科学に非常に造詣のある人と全くの初心者という、また、子どもの中でもすごくそういう造詣が深いといえますか、いろいろなことを知っている博学の子どももいます。そうなってくると、その子どもたちはもしかしたら今までのような子どもたちに対するプログラムでは満足しないとか、そういうことになってきて、必ずしも世代だけではなかなか正確にはきちっとはできないのです。

ただ、私どもがこの研究でやっていたのは、学芸員がそれを意識してプログラムを作るということを実験としてやってみたということです。意識して意図的にプログラムを作ることがすごく大事なというのが、私としてはそういう感覚を持っています。その意図するというのは、決して無理強いを来館者にすることではなくて、自由にやらせる意図でやらせるということもあるのですが、そういうことも含めて意図的にどういうプログラムを作っていくかをわれわれが考えるということが、この研究では非常に重要なことではないかと思っております。お答えになったか分かりませんが、そういうことで実際には柔軟に対応しているつもりです。

(Gaff) Just one thing I would say is, although we offered programs to lots of different age groups and see everyone as important, but as I mentioned where I used to work at the university was a science center and we used to travel exhibitions around the world in paleontology, I believe one came to Fukui about paleontology and also we used to go into primary schools and work with primary teachers a lot. And then we ended up having a lot of pressure on us, because we were not working with older students who were – we could directly tell if they were going into university degrees and hence paying fees.

So, it was quite an issue for us because one of the ladies that worked there had done a lot of research on primary teaching and primary science teaching and teachers' attitudes and there was a lot of research around young children and if they were turned off science in primary school, then it was incredibly difficult to get them back and interested in science as older people. I think it is a worldwide phenomenon and that we attract young children and their parents or grandparents and

school children, but I think in some ways it can be one of our great strengths, because we can have young people and influence their attitudes in these ways and I think many of us were talking about not just in the content base, but in terms of attitudes and values and so I think in some ways, there is quite strength in it.

(亀井) そうですね。割と重要で、参加者を決めるときに大人のプログラムをやりたいと思っているときに、割とそれが障害になっているのです。ですから、これから大人のプログラムを増やしていくということであれば、ぜひそのようなお声をいただければと思っております。

(小川) 分かりました。では、それはちょっと個人的に聞いていただく感じでいいですか。

(亀井) では、アンケートの方に。

(小川) そうですね、アンケートに書いていただくとか。これはすぐに手を挙げられないと思うのです。多分、亀井さんの言われたのはコンテキストがあると思うのです。その置かれた環境だとか、博物館の環境だとか、その人がここまで来た、何をもち込んできたかというその経験だとか、そういうものを加味していかないとなかなか答えが出てこないところだと思います。

今回、最後のご質問はすごくいい質問だったと思いますが、われわれが意図を持ってやってきたということは、今まで経験的にあれがいいのではないかと、これがいいのではないかと並んでいたものを少し意図的にやってみた。意図的にやることによって何が分かってきたかという、一言で言うと、答えは来館者の中にあるということだと思います。つまり、答えをわれわれは探しているのですが、答えはやはり利用者の中にあるということがますます分かってきたと私は思っています、利用者がどのようなことを考えているか、西條先生のように四つに分けるというやり方もあるだろうし、世代別に分けているというやり方もあるだろうし、そのセグメントの取り方はさまざまです。それをいろいろな博物館の置かれたコンテキストの中で、文脈の中で最適だと思われるものをわれわれは目指してきたのですが、まだまだそうではないということが分かってきましたし、やはり答えは一人一人の来館者の中にあるのだなということが再認識されたところで、このセッションをそろそろ閉めたいと思うのですが、いかがでしょうか。

ありがとうございました。さらにいろいろ議論したい方は、この後 21 世紀の科学教育の創造、サイエンスコミュニケーションを徹底的に議論する会、あるいは今度の土曜日に美術館と科学系博物館が一緒にやるような、戸田市で美術館の地域連携の事例などもありますので、ぜひこういうところに参加していただいて、少人数で議論を続けていただきたいと思っています。今日は、パネラーの方々は恐らく話し足りないのではないかと思います、短い期間で本当に効率よく効果的にプレゼンテーションとパネルディスカッションにご参加いただきまして、誠にありがとうございます。皆さまにもう一度拍手をお願いいたします。

## 閉会挨拶

永山俊介（国立科学博物館 事業推進部 学習企画・調整課 ボランティア活動・人材育成推進室長）

本日は子どもではなくて、大人の皆さまが楽しめる会になったのではないかと思います。本当にお忙しい中、たくさんの方々に参加いただきまして誠にありがとうございました。また、本シンポジウムのためにオーストラリアからプリシラさん、アメリカからマルコさん、遠くからはるばるご講演のために来ていただきました。また、その他の皆さま方も心よりお礼を申し上げます。ありがとうございます。

4年間にわたる本調査研究も今年度で一区切りがつくこととなりますが、科学リテラシー涵養活動については、今後もさまざまな形で継続してまいります。引き続き皆さまのご理解とご協力を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。本日はどうもありがとうございました。これもちまして、閉会の言葉とさせていただきます。

表 1 科学リテラシー涵養活動世代別プログラム開発の概要

年度 世代 分野	19年度		20年度		21年度		22年度	
	テーマ	幼児・小学生	中学生・高校生	大学・成人・ファミリー	中・高年・団塊			
生命・人間と 社会	食と健康	○おいしいぬりえ ○生き物美肌コレクション	○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	○われら海岸調査隊 ～地元の海を知りつくそう！～	○サツマイモに見る日本の食の恵み			
		○かわらの小石で遊ぼう ○かわらの小石で遊ぼう ～小石のアートごちようせん！～	○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～	○地球ツアー ～現在・過去・未来～	○私たちの暮らしと大地			
物質と社会	私たちの生活を支える物質	○“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～	○あれもこれもカガクヘン カ ～化学でつながる身近な生活～	○子どもと社会をつなぐ 展示見学シート作り			
技術と社会	私たちの生活を支える技術	○風車でわかる電気エネルギー(発電機) ○風車でわかる電気エネルギー(省エネ機)	○ロボットをつくってタイムトライアルをしよう ○大きな水の話	○生活に役立つロボットのモデルをつくろう ○オーロラってどんなもの？	○家電にみるテクノロジーの過去・未来			



科学リテラシー涵養活動世代別プログラム事例紹介

生命・人間と社会グループ

テーマ:「食と健康」

生物を生命の営みの根本である「食」の対象としてとら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。

幼児・小学生

「おいしいぬりえ」  
「生きもの美肌コレクション」

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で、外部形態の特徴を学ぶと共に、博物館展示の観察の視点が得られるプログラム。



中学生・高校生

「恐竜発掘地層ケーキをつくらう！」  
「火山と暮らしのおいしい関係」

「食べる」「調理する」「実験・観察する」という食に関連した多様な体験活動を通して、地質・地層や、火山のメカニズム等、地域の自然環境に対する理解を深めるプログラム。



大学・成人・ファミリー

「われら海岸調査隊  
～地元の手を知らずそう！～」

身近な海の生物という切り口から、親子が、地域の環境と食や暮らしとの関わりを感じ、理解を深めることをねらいとしたプログラム。



中高年・団塊

「サツマイモに見る日本の食の恵み」

サツマイモの伝来から普及、品種改良の歴史等について学びながら、日本の風土に合った食文化に対する理解を科学的な面から深めるプログラム。



宇宙・地球・環境と社会グループ

テーマ:「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。」

幼児・小学生

「かわらのいもで遊ぶよ」  
「かわらのいもで遊ぶよ」

もみ殻を使った工作遊びを通して、楽しみながら石に染み、石の噴出や地学的な背景に興味・関心をもち、つまみをつくるといったプログラム。



中学生・高校生

「めざせお宝ハンター」  
「めざせお宝ハンター」  
「めざせお宝ハンター」

元々の砂金や化石の採りに関する地学知識の習得と、日本各地に豊富に産出する地層の宝探しを目的としたプログラム。



大学・成人・ファミリー

「地球ツアー」

学芸員免許取得を目指す大学生の科学的知識の習得、表現コミュニケーション能力の育成を目的し、生物の進化や地層の歴史をテーマとした博物館のガイドツアーと企画・実施するプログラム。



中高年・団塊

「私たちの暮らしと大気」

地域の気象・天候、社会のインフラと大気環境、空気の清らかさについて、現地の気象や気象庁の気象の知識を通して、身近な気象や環境を学ぶ「ガイドツアー」を開催するプログラム。



## 物質と社会グループ

### テーマ:「私たちの生活を支える物質」

物質と様々な化学変化についてよりミクロな視点を獲得し、概念の理解を深め、広がり意識することで、日常生活や社会において物質を利活用できるようになる。

幼児・小学生

「“かたち”のはてな？」

レンズ付き下敷きを使った遊びや拡大写真クイズなどを通して、さまざまな「もの」のかたちや見え方の違いについて興味・関心を高めるプログラム。



中学生・高校生

「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～」

金属をさびさせたり、めっきを行う実験等を行い、「酸化・還元反応」について実感を伴った理解を深めるプログラム。



大学・成人・  
ファミリー

「あれもこれもカガクヘンカ  
～化学でつながる身近な生活～」

酸・アルカリ、酸化・還元といった代表的な化学変化について、教科書で学んだ知識と身近な生活を結びつけて学ぶプログラム。



中高年・団塊

「子どもと社会をつなぐ展示  
見学シート作り」

物質に関連した博物館の展示に対する子ども達の関心と理解を深めるためのワークシート作りに挑戦するプログラム。



## 技術と社会グループ

### テーマ:「私たちの生活を支える技術」

自らの生活に即した総合的視点に立って、現代社会を支える科学技術の方向を自ら選択できるようになる。

幼児・小学生

「風車でわかる電気エネルギー  
(発電機)」  
「風車でわかる電気エネルギー  
(省エネ編)」

風車を使って実際に電気を作る体験を行い、発電のしくみや家庭でのエネルギー消費について体験的に学ぶプログラム。



中学生・高校生

「ロボットをつくってタイムトライアルをしよう」  
「大きな水の話」

数種のパーツを組み立ててロボットを製作し、トレードオフの問題を最適化する活動を行ったり、水に関わる科学技術についてその規模の大きさに伴う課題について理解を深めるプログラム。



大学・成人・  
ファミリー

「生活に役立つロボットのモデルをつくらう」  
「オーロラってどんなもの？」

生活に役立つロボットのデザイン、プログラミング等を通してトレードオフの問題を最適化する活動を行ったり、地球立体表示技術を活用した効果的なサイエンスコミュニケーションのあり方をさぐるプログラム。



中高年・団塊

「家電にみるテクノロジーの  
過去・未来」

家電の歴史をふりかえりながら最新の情報家電を体験し、自らが必要とする科学技術についてディスカッションしながら考えを深めるプログラム。



表 2 科学系博物館における「科学リテラシー涵養活動」の体系<4つの目標と5つの世代>

世代及びライフステージ		幼児～小学校低学年	小学校高学年～中学校期	高等学校・高等教養期	子育て期	壮年期	熟年期・高齢期
科学系博物館の学習（豊富な物（資料）を活用した体験型の学び・環境や医療等学校以外の学びとしての領域の広がり等）							
学校教育（教育課程に基づき連続段階に応じた基礎的・基本的な学び等）							
4つの目標（*1）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・身近な出来事や科学に関係する話題に興味と好奇心を示す。</li> <li>・自分で観察したり、疑問を探究したいと思ったりする。</li> <li>・科学や技術の分野で働く人に興味を持つ。</li> <li>・持続可能な社会を維持するために行動しようと思う。</li> </ul>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○科学や技術に親しむ体験を通して、科学に対する興味・関心や実生活との関わりを感じる。</p> <p>○自分で進んで観察したり、疑問を探究する意欲を持つ。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○科学や技術に親しむ体験を通して、科学に対する興味・関心や疑問を探究する意欲を感じる。</p> <p>○科学や技術の分野で働く人に興味を持つ。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○子どもと一緒に学ぶことで、科学の有用性や科学リテラシーの必要性への意識を高める。</p> <p><small>（注）</small> ○科学および技術に関して、興味・関心や疑問を探究する意欲を継続的に持つ。 ○持続可能な社会を維持するために行動しようと思う。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○子どもと一緒に学ぶことで、生活や社会を支えている科学や技術の知識や概念について幅広く理解を深める。</p> <p><small>（注）</small> ○豊かに情報を取り入れ、生活や社会を支えている科学や技術の知識と役割について継続的に幅広く理解を深める。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○生活や技術に関する知識や役割について理解を広げる。</p> <p>○多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて疑問を探究し、結論を導く。</p> <p><small>（注）</small> ○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○地域や社会の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を見出し、判断する。</p> <p>○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。 <small>（*3）</small></p>
感性の涵養	<ul style="list-style-type: none"> <li>・身のまわりの自然現象や技術の仕組みを科学的に説明できる。</li> <li>・科学や技術の性質について理解する。</li> <li>・人間生活が技術によって変化してきたことが分かる。</li> <li>・科学と技術が互いに依存していることが分かる。</li> </ul>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○身のまわりの自然現象や技術の仕組みを体験的に知り、わかることを実感する。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○科学や技術に親しむ体験を通して、生活で直感される科学的知識を身につける。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○生活や技術に関する知識や役割について理解を広げる。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて疑問を探究し、結論を導く。 <small>（注）</small> ○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○地域や社会の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を見出し、判断する。 <small>（注）</small> ○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。 <small>（*3）</small></p>	
知識の習得・概念の理解	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題解決のために調べるべき問題を見つける。</li> <li>・様々な情報を収集・選択して、問題に適用する。</li> <li>・疑問に対して科学的な手法を用いて追求する。</li> <li>・結論を導く前に、様々な情報や考えを考慮する。</li> </ul>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○興味・関心を持った事象について積極的に調べ、活動し、自分の考えを持てるようになる。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○自然界や人間社会に興味・関心を持ち、興味・関心を持った事象について、その規則性や関係性を見いだす。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて疑問を探究し、結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（注）</small> ○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○地域や社会の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を見出し、判断する。 <small>（注）</small> ○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。 <small>（*3）</small></p>	
科学的な思考習慣の涵養	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個人や社会の問題に対して科学的な知識・態度を活用して意志決定する。</li> <li>・科学的な応用や技術の導入について、社会と環境に及ぼす利点とリスクを多様な視点から分析して決定する。</li> <li>・社会の状況に応じて自分の持っている科学的知識・能力を提供する。</li> </ul>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○興味・関心を持った事象について、自分の考えを持てるようになる。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○自然界や人間社会に興味・関心を持ち、興味・関心を持った事象について、その規則性や関係性を見いだす。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて疑問を探究し、結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（注）</small> ○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○地域や社会の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を見出し、判断する。 <small>（注）</small> ○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。 <small>（*3）</small></p>	
社会の状況に適切に対応する能力の涵養		<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○興味・関心を持った事象について、自分の考えを持てるようになる。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○自然界や人間社会に興味・関心を持ち、興味・関心を持った事象について、その規則性や関係性を見いだす。</p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○多くの不確実な情報の中から科学的な知識に基づいて疑問を探究し、結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（注）</small> ○生活及び社会上の課題に対して、学んだことを総合的に活かして、科学的な考え方を培って結論を導く。 <small>（*3）</small></p>	<p>世代及びライフステージに求められる目標</p> <p>○地域や社会の課題を見出し、その解決に向けてよりよい方向性を見出し、判断する。 <small>（注）</small> ○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。 <small>（*3）</small></p>	

シンポジウム

社会とつながる科学教育～博物館における科学リテラシー涵養活動の体系と人材育成～

---

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～22年度科学研究費補助金（基盤研究A 課題番号 19200052）

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）

小学校教員養成課程を支援する科学技術体験プログラム実施システムの研究開発

平成19年～22年度科学研究費補助金（基盤研究B 課題番号 19300269）

研究代表者 亀井修（国立科学博物館 事業推進部連携協力課長）

独立行政法人 国立科学博物館

〒110-8718 東京都台東区上野公園 7-20

電話：03-3822-0111（代）

URL： <http://www.kahaku.go.jp/>

