

## 簡単な教材の考案、展示・解説と考察 —博物館実習報告②—

高橋 隼也<sup>\*1)</sup>, 小林 琢郎<sup>\*2)</sup>, 沖中 香里<sup>\*3)</sup>, 高野 美南海<sup>\*4)</sup>

### 概要

平成 28 年度博物館実習の課題2つ目として、実習生が展示場において実演可能な、自身の研究テーマもしくは自身の関心のあるテーマを説明する簡単な教材を考案し、準備・製作を行い、実際に来館者に対して演説を行った。最終日に閉館後、学芸員の前で発表し総括した。本稿では各実習生の実践および考察について報告する。

#### 1. はじめに

##### 1-1. 目的

大阪市立科学館ではボランティアのサイエンスガイドによるプチ・サイエンスショーが各階の展示場で催されることがある。展示物を実際に動かすなどして来館者に展示物への興味関心を引き立て、理解を助けている。同様に実習生も演説実験を考案・実践することで、来館者に科学への興味・理解を深めてもらうことを目的とした。

##### 1-2. 演説について

来館者として小学生～大人まで各年代を想定した。演説実験はポスターなど単なる展示物とするのではなく、実現可能な範囲で来館者が見て納得できるものを目指した。

演説の内容と担当者は、表1に示す通りである。

表1 演説実験と担当者

実習生名	演説実験	各章
高橋 隼也	素粒子に関する教材	2章
小林 琢郎	プログラミングパズル	3章
沖中 香里	光電効果の演説実験	4章
高野 美南海	太陽系並べ替えクイズ	5章

#### 2. 素粒子に関する教材の作成(高橋)

##### 2-1. 目的

大阪市立科学館には、私の研究分野である素粒子に関する展示がいくつかある。その中で、南部陽一郎先生が提唱し、ノーベル賞の受賞理由となった「自発的対称性の破れ」に関する展示(磁石のテーブル)がある。この展示に関連して、

1. 素粒子とは何か
2. 素粒子の質量の不思議
3. 素粒子論における自発的対称性の破れの役割について紹介することを目的として、教材を作成した。

##### 2-2. 使用した道具

厚紙、一円玉(3枚)、水(約 1L)

##### 2-3. 実践

始めに図2-1、2-2のような教材を作成した。



図2-1 作成した教材



図2-2 解説の様子

解説は以下の流れで行った。

1. 水素原子を説明
2. 水素原子が陽子と電子から成ることを説明
3. 陽子がクォークと呼ばれる素粒子 3 つから成ることを説明
4. クォーク 3 つの質量と陽子の質量の違いについて、一円玉と水約 1L を用いて解説

\*大阪市立科学館 平成 28 年度博物館実習生

<sup>1)</sup>広島大学大学院理学研究科

<sup>2)</sup>大阪大学大学院基礎工学研究科

<sup>3)</sup>大阪大学大学院理学研究科

<sup>4)</sup>東京都市大学知識工学部

クォークの質量を1円玉と同じ重さ(1g)とすると、陽子の質量はおよそ水 1L の重さ(1kg)になる。しかし、陽子はクォーク 3 つから構成されているため、素直に考えると陽子は 3g になるはずである。お客様に、「クォーク 1 つを 1円と同じ重さ(1g)とすると、陽子は何 g になるか」と質問し、実際には 1L の水と同じくらいの重さになると説明することで、素粒子の世界の不思議さを感じてもらった。また、この違いを説明するのが自発的対称性の破れという考え方であることを紹介した。

問題点として、小学生には内容が難しく、解説に参加していただくことができなかつた。また、陽子を知らない方がいらつしたため、素粒子の話に行く前の段階の解説を増やす必要があると感じた。

#### 2-4. 改良・実践

図2-1に加え、次の教材を用意した(図2-3)。

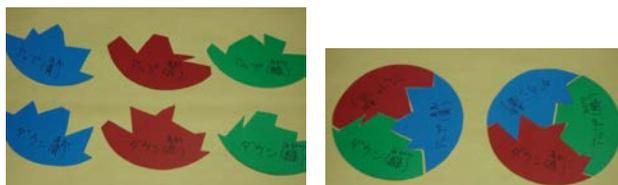


図2-3 新たに作成した教材

解説内容は、まず話の掴みとしてお客様に陽子と中性子を模した図2-3下のパズルを完成させてもらった。その後、水が水分子の集まりであること、水分子が酸素原子と水素原子で構成されていることを説明し(図2-3、上)、上記の実践で行った解説に繋げた。

新たに作成したパズル(図2-3、下)では陽子と中性子を作ることができるため、陽子と中性子を知っている方には、陽子と中性子の違いがクォークのレベルでどのように生じているのかを説明した。

ピースの色に興味を持ってくださる方には、3つのピース(クォーク)の色が光の三原色を表しており、3つの色を合わせると白色になる組み合わせでのみ、陽子や中性子が構成されることを説明した。

小学生には、パズルを作ってもらうことはできたが、原子や陽子を知らないため素粒子とは何かを説明することが難しかった。そこで、まず実際に紙を切りながら、繰り返し紙を細かく切っていくと何になるかを質問した。その答えとして素粒子を紹介し、紙以外にも1円玉や水も細かくしていくと素粒子になると説明した。

#### 2-5. 感想・考察

パズルを作ってもらうことで、陽子が3つのクォークか

ら構成されることを理解していただけたと感じた。また、3つのクォークの質量の和と陽子の質量の関係を身近なものに例えることで、素粒子の不思議さを体感してもらうことができた。素粒子論において自発的対称性の破れがどのような役割を担っているか紹介できたと思う。

その一方で、なぜ質量が変わるのかといった質問をいただくと、うまく説明することができなかつた。この質問の答えは自発的対称性の破れを直観的に説明する必要があるため、磁石のテーブルの展示を有効的に活用すべきだった。

小学生への解説は、目に見える物質が全て素粒子からできているということを知ってもらえたと感じた。中には不思議に思ってくれる子もいた。しかし、同じ解説を大人のお客様にするとよい反応を得られなかつた。やはり、大人の方には分子レベルの説明から行った方がよいという印象を受けた。

今回の実習を通じて、内容を正確に理解してもらうことよりも、少しでも興味を持ってもらうことを意識すべきであると感じた。今後も、素粒子の面白さを伝える方法を考えていきたいと思う。

### 3. プログラミングパズル(小林)

#### 3-1. 目的

プログラミングとはある目的のためにすべき動作を指示することをいう。プログラミングと聞くと、コンピュータの中で動いている難しいものというイメージが世の中では抱かれることが多い。しかし、たとえば家電製品を動かすためにプログラミングが内部で為されているわけであり、生活にも密着している。にもかかわらず学ぶ機会は無に等しいのが現状である。私立の小中学校でプログラミングの授業があるところもあるらしいが、まだまだ少数派である。よってプログラミングに気軽に触れてもらうべく、学習への導入と位置付けられるパズル形式の展示を制作・演示した。

#### 3-2. 製作準備物

厚紙、折り紙

#### 3-3. 企画・製作

実習7日間のうち、初日に企画立案し、製作に次の2日を要した。

企画した「プログラミングパズル」は、迷路をゴールするためにすべき行動の書いてあるプレートと並べていくもので、パズル形式でプログラミングを学べる。使う迷路は同一だが、レベルを4段階まで設定し、レベルが上がるごとに使う命令の種類を増やして難易度をあげた。つまり、同じ内容であってもプログラミングの仕方は一つでないことを示したかった。またこの難易度設定により、小学生から大人まで楽しめる幅広い年齢層に対

応したパズルとすることができた。

製作の留意点として、子供が触ることを考慮してプレートの面取りをした。またプレートの大きさを規格化し、各プレートの大きさを種類ごとに同一とした。この大きさはまた、むずかしめな難易度の問題でヒントとなるよう意図した設計である。作り直した点もいくつかあった。はじめプレートに暗めの青を使ったが、字が読みづらかった。また水性のインクで字を書くと、手の汗で字がかすれてすぐに読めなくなってしまう。これらを考慮し、油性インクのペンと明るめの色の折り紙を用いてプレート製作を再度行い、完成形となったのは実習4日目であった。

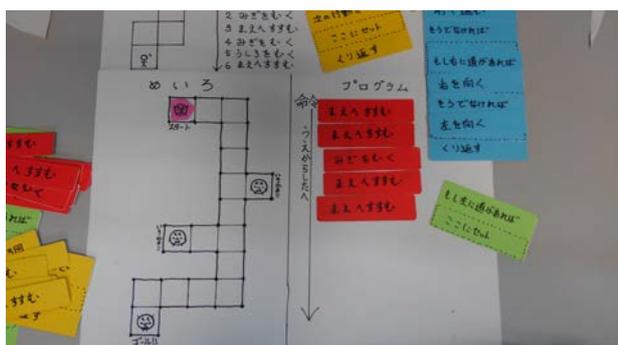


図3-1 プログラミングパズル

赤:レベル 1、黄:レベル 2、緑:レベル 3、青:レベル 4

### 3-4. 演示

実習7日間のうち、後半3日間において来館者の方に向け4階展示場でプログラミングパズルを実践した。小学生にはレベル1や2、大人にはそれ以降のレベルもやってもらうことを基本方針として、多数の方に挑戦してもらえた。

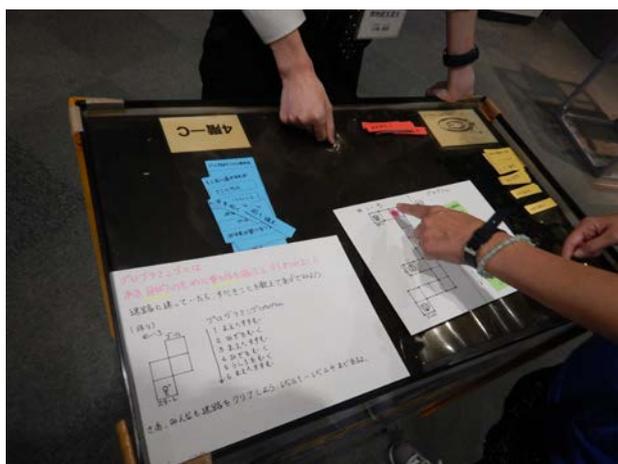


図3-2 実演風景

手順としてプログラミングについて知ってるか問うことから始め、プログラミングとは何か口頭で説明した。最初に例題として簡単な迷路でゴールまでたどり着くための命令を見せ、その通りに挑戦者自身にコマを進めてもらった。実際にゴールしてもらい、これがプログラミングであり、命令を並べていくことが、やってもらいたい

パズルの内容であることを告げた。次に例題の迷路を一回り複雑にした迷路で、ゴールするために命令プレートを並べていってもらった。様子を見つつクリアしたら次の難易度をやってもらい、プログラミングに触れてもらった。これを小学生から大人まで、時にはボランティアのサイエンスガイドの方にも挑戦してもらった。

### 3-5. 考察

純粹にパズルとして楽しんでもらうという第1目標は大成功と言っていい出来だった。科学館に来る方は悩むことにむしろ面白さを感じる方が多かった印象を受け、時間をかけてパズルに挑戦してもらえたことは幸いだった。ただし、時間がかかる時には4階展示場でまだ先があることを考慮すると、挑戦してもらい難易度はこちらである程度操作しなければならなかった。この教材は、その先のプログラムとは何ぞや、という部分に関して興味を持ってどんどん学んでいける、プログラミングの入り口としての役割を十分に担ってくれたように思う。

最近では初等教育でプログラミングを授業に組み込むことが増えてきているようであるが、大阪市立科学館には計算科学分野の展示が存在しないことから面白い演示とできる確信はあった。今回は迷路という形を選んだが、その他に絵を描いたりなど応用範囲の広い展示になると思う。使用する命令文もうまい表現方法が他にあるかもしれない。そういった裾野の広さがまた、この分野の魅力の1つである。

## 4. 光電効果の演示実験(沖中)

### 4-1. 背景

自分の専門である素粒子物理学という分野を身近に感じてもらえるような教材実践をしたいと考え、素粒子物理に関連しており、かつ簡易的にできる実験として、光電管を用いた光電効果の実験を行うことにした。また、ニュートリノに関する展示のブースや、企画展のブースにおいて光電子増倍管が展示されており、この実験を通して一見どのようなものかわからない光電子増倍管の原理についても理解してもらえると良いと考えた。

### 4-2. 目的

光電管を用いた実験を行い光電効果の原理を理解してもらいながら、さらに約100年前アインシュタインが提唱した光量子仮説の事実を知ってもらうことを目的とする。また館内で展示されている光電子増倍管も同様の原理で動いていることを理解してもらおう。小学生の場合理解が難しいと思われるため、金属が繋がって輪になっていなくても、光の力で電気が流れる現象に興味を持ってもらうことを目指す。

#### 4-3. 教材の材料

教材は以下の通りである。

- ・ 光電管
- ・ テスター(電圧計)
- ・ LED ライト
- ・ 乾電池

実験は、光電管とテスターなどを銅線でつなげれば可能だが、説明補助のため紙芝居形式の資料を作成した。小学生や子どもにも参加してもらうため、全てふりがなを付けるなどの工夫を行った。

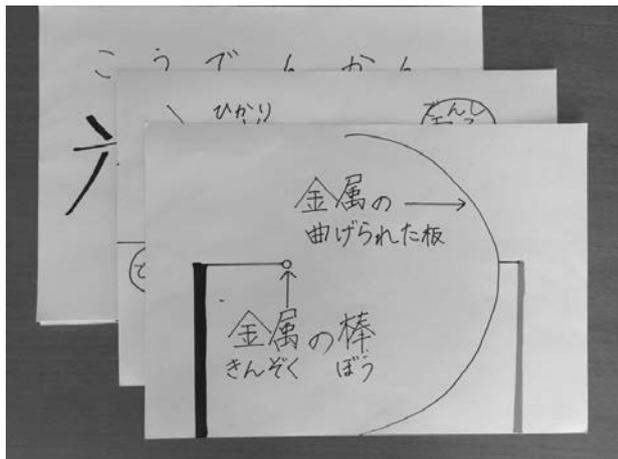


図4-1 紙芝居形式の教材

#### 4-4. 実践と工夫

実験はプチ・サイエンスショーのカートを運び、その上で行った。カートにも「プチ・サイエンスショー」と書いてあったため、来館者の方のからお願いします、と来てくださることも多々あった。アインシュタインも関係した実験であったため、初めはアインシュタインの像の近くで演示実験を行っていたが、光電子増倍管にも説明をリンクさせるため、課題①の実践二日目以降は、光電子増倍管の隣へと移動して演示実験を行った。当初は、アインシュタインという誰でも聞いたことがある物理学者から興味を持ってもらい話をつなげていこうと考えていたが、大人の方向けには、光電子増倍管の話と



図4-2 教材を用いた実験の様子

つなげた方が、「これはそうやって使うものだったのか」と納得してもらうことも多くあった。

#### 4-5. 考察

なるべく子どもから大人までみんなが理解できる内容とすることを目標としていたが、やはり話の内容の難易度が高く大人の方でも理解してもらうことは難しかった。このようなことから、素粒子物理を理解してもらうことの難しさを痛感した。そうした中でも、興味を持って色々質問してくださる方や長年の謎が解けたとおっしゃってくくださる方もおり、もっと洗練させることができればより良いものにできたのではないかと感じた。

### 5. 太陽系並べ替えクイズ(高野)

#### 5-1. 概要・目的

科学館へ入り、エレベーターで4階「宇宙とその発見」まで昇り扉が開いて一番初めに見る展示物はおおよそ「惑星大きさをくらべ」だと考えられる。パネルにはそれぞれの惑星の大きさや公転周期などの情報が載せられているが、肝心な部分である太陽系の惑星たちはどのようにしてできたのかということ、来館者に理解していただければより面白く感じられるのではと考え、教材を考案した。

#### 5-2. 教材に必要な道具

画用紙、ペン、割り箸、写真

#### 5-3. 演示準備・方法

##### 5-3-1. 教材準備

画用紙に太陽を書き、その横に水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星の文字を書く。そして画用紙の下部分にそれぞれの惑星の温度、成分を書く。

並べ替えてもらう惑星は写真を丸く切り、画用紙に貼り付け、手で持ちやすいように割り箸を付ける。

余った画用紙を小さく切り取り、イラストを描き原始惑星系円盤の話紙芝居形式にする。

##### 5-3-2. 演示方法

① 展示フロアにいくつか置かれているプチ・サイエンスショーと書かれた台をお借りし、画用紙を置き、惑星の順番をバラバラにしておく。

② 来館者に声をかけ、「太陽系の惑星を並べ替えて



図5-1 並べ替えクイズ



図5-2 原始惑星系円盤の紙芝居

みてください」とクイズを出す。

- ③ 並べ替えが終わったら正解発表をし、画用紙の下の部分をめくり、それぞれの惑星の温度と成分の話をする。
- ④ 太陽系がどのようにしてできたのか、原始惑星系円盤の話を用意した紙芝居で話していく。

#### 5-4. 実践と改良

意外にも自分から声をかける前にプチ・サイエンスショーと書かれた台を見るだけで、来館者から私の方へ声をかけてくださることが多かった。来館者に何度も演示・解説していくうちに、ここはこう改良した方がもっと良くなるかもしれない、などがわかってくるようになった。その他にも来館者によって話し方や内容をほんの少し変えてみたりなど、コツを掴めば必然的にこちらも楽しいと感じるようになってきた。

#### 5-5. 考察

演示・解説を通して、私が一番体感したことは、ほんの少しの改良を加えることで来館者の反応がぐっと良くなることであった。使用する道具ももちろんだが、一番顕著に効果が表れるのが話し方ではないかと考えられる。

並べ替えクイズの正解率はおおよそ 20%くらいと、思っていたより低いことがわかった。最初はすべての人に原始惑星系円盤の話をしてしたが、どれだけわかりやすく解説しても理解が難しい方もいらっしやっただので、

そのような方には無理に解説せず、太陽系にまつわる物語としてボイジャー1号の話などもした。逆にものすごく簡単に並べ替えができてしまった方には、惑星以外に木星の衛星クイズなどを出してみたりなどをした。

演示・解説を通して、まずは何より実践してみること、それからほんの少しの改良を積み重ねること、頭の中での来館者の反応のシミュレーションをすることの重要性を感じることができた。

## 6. 総括

実習生4人がそれぞれ演示実験のテーマ決めから準備、実践・改良までを全て実習期間中の7日間で行った。自分の専門とする分野をいかに面白く、かつ分かりやすく来館者に伝えるかを試行錯誤する姿には、実習生それぞれの試みがあった。互いに刺激を受けつつ改良を重ね、実習最終日の閉館後に学芸員の方々の前で実演する姿は自信と楽しさからくる笑みに満ち溢れた頼もしい姿となっていた。もちろん、実習期間の短さから簡単な実演しかできなかったが、重要なことは来館者の方に科学とは楽しく、また身近なものと思っていただくことであり、実習を通して科学と改めて向き合うことができた。そのような貴重な体験をさせていただいた1週間の実習であった。

## 7. 謝辞

1週間に及ぶ実習で貴重な経験をできましたことに感謝いたします。多くを知り、学ぶことができましたのは学芸員、スタッフ、ボランティアをはじめとする科学館関係者の方々、及び実習期間中に来館して下さった多くの科学を愛するの方々あつてのことです。この場を借りて感謝の言葉を書かせていただきます。このような機会を作ってください、本当にありがとうございました。心から感謝いたします。

高橋 隼也，小林 琢郎，沖中 香里，高野 美南海