

[illegible][illegible]

はじめに

この度科学技術館学芸活動紀要 Vol.1 2006 を発刊できたことを私は心から嬉しく思っている。この紀要によって科学技術館の活動の一端について世の御理解が深まれば望外の幸せである。

この科学技術館の運営母体は、(財)日本科学技術振興財団である。その振興財団は1960年に、科学技術の振興に関するさまざまな事業を総合的・効果的に推進することによって、わが国の科学技術の向上に寄与することを目的に産業界の力を結集して設立された。科学技術館は科学がどのように生まれどのようにして技術に発展したか、また逆に技術の発展がどのように科学を進展させたかを、展示やワークショップなどで示してある。特に本館は設立の歴史から明らかなように、日本の産業の活躍を展示することに主力がそそがれている。この科学技術館はその意味で日本の産業のショウウインドウであり、更にその内容の向上を目指している。科学技術館の活動をきちんと報告書としてまとめることは、科学技術館をもっと社会に知っていただくために必要なことであるし、館としても館員としても自分たちの社会に対する説明責任を果たす上で是非とも実行すべきであると思っていた。今日までこのような紀要を発表しなかったことは、同じような役割を演じている他の科学博物館や、科学技術館の多くが、年次報告とか紀要を毎年発表しているのに比べて、きわめて珍しいことであった。それはそれとしての理由があったのであろうが、今年から少なくとも年一回この紀要を刊行したいと思っている。

この紀要には、科学技術館が社会の要望に応えるために、館員がそれぞれの部署でどのような役割を果たしているか、更にどのようにしてその質を向上すべく努力を重ねているかについての報告論文が集められている。この紀要の最も大きな目的は上述のように、社会で活躍しておられる方々に科学技術館の活動を理解をしていただき、一層の御協力をお願いすることである。

今日の社会は知識に基づく経済社会であると言われている。その時代、国民の科学技術力の養成、特に若者の科学技術への関心を高めることは、極めて重要である。そこで各国は、科学技術教育に競争して熱心に取り組んでいるのである。日本は残念ながら物質・資源に乏しい国である。それを救うのは周知のように国民の知識水準、特に科学技術力の向上と独創性創造性の育成、そして物作り力の維持と更なる向上である。科学技術館は国立科学博物館をはじめとする、多くの科学技術系の諸館とともに若者や一般国民の科学技術に関する興味を一層湧き上げさせるように努力をして参る覚悟である。

この紀要に対する皆様方の忌憚らない御感想、御批判、御励ましを賜れば幸である。

科学技術館 館長 有馬朗人

目 次

・ はじめに	科学技術館 館長 有馬朗人…………… i
・ 理工系博物館・科学館における展示技術スタンダードの確立に向けての考察 — 展示工学を拓く —	中村 隆 …………… 1
・ 奇跡の科学館	山田 英徳 ……………7
・ 「ドライビングシミュレータ」の更新 —「みんなのくるまー自動車ー」展示室—	山口 勝 ……………17
・ FOREST ダブルミラーにおけるコーナーリフレクションの探究	丸山 義巨 ……………19
・ 北の丸望遠鏡(KIT)の運用報告	木村 かおる 田代 英俊 奥野 光 ……………23
・ 科学技術館UNIVERSEにおける立体投影への取り組み 奥野 光 田代 英俊 川井 和彦 高幣 俊之 松浦 匡 戎崎 俊一 ……………27	
・ 建設館演示実験を担当して	阿部 頼之……………32
・ 電気ファクトリーを担当して	井澤 祐一……………37
・ 大気圧の存在を確かめる	梅山 浩 ……………41
・ フォレスト研修と半年間を振り返り	伊藤 妙恵 ……………46
・ 知的探究心を刺激するワークショップを考える	鴻巣 美千代 ……………50
・ 学技術館サイエンス友の会教室の目的・現状・課題	丸山 義巨 早武 真理子 水落 浩一……………55
・ 企業と連携した科学技術の理解増進活動	中島 康隆……………63
・ 北の丸公園における自然観察学習	松田 邦雄……………69

- ・ 科学体験の醸成 「出張ラボラトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」
 田代 英俊 奥野 光……………73
- ・ スポーツを科学する「Let's Try! Let's Sports!」展について
 渡部 伸之 水落 浩一……………79
- ・ 所沢航空発祥記念館における航空資料について ―現状・活用・課題―
 近藤 亮……………85
- ・ 第6回国際博物館展示技術専門見本市視察
 ～MUTEC2005と欧州博物館事情調査～
 吉田 敏眞……………89

理工系博物館・科学館における展示技術スタンダードの確立に向けての考察

～ 展示工学を拓く ～

中村 隆

要旨

理工系博物館や科学館の展示には、様々な手法や技術が用いられているが、それら手法・技術に関するデータは、一般化、体系化されておらず、また運営データとのリンクが弱いために、同じ失敗を繰り返してしまう事例が少なくない。

そこで、展示技術について、数値データを用いて一般化、体系化し、かつ運営データを合わせて、スタンダードを確立することが望まれる。本論文では、科学技術館の展示を事例に、展示技術スタンダードの確立に向けての考察をする。

キーワード：展示技術の一般化・体系化、展示技術スタンダード、展示工学

1. 展示技術スタンダードの確立への布石

科学技術館をはじめ、理工系博物館や科学館における展示には、様々な手法および技術が用いられている。

しかし、近年は、やや「右に倣え」的な風潮もあり、新たな発想の手法や技術が生まれにくい状況にある。しかも、場合によっては失敗まで倣ってしまう事例もある。

この原因の主なものとして、

- ・展示手法や技術に関するデータが、設計者や製作者個人の経験による蓄積に近く、体系化されていない。
- ・展示手法や技術に関するデータと、過去の設計や製作、運営に関するデータが、あまりリンクされていない。

などがあげられる。

そこで、展示の、特に技術について、数値データを用いて一般化および体系化し、かつ運営データを合わせて、スタンダードを確立することが望まれる。これは、展示のクオリティの確保と向上に大きくつながるものと考える。

本論文では、そのような展示技術スタンダードの確立に向けての布石として、科学技術館の展示を対象に

- ・展示手法・技術の変遷を辿り、
- ・展示手法を分類し、
- ・展示技術の一般化・体系化について考察する。

そして、“展示工学”という新分野開拓について展望する。

2. 科学技術館における展示手法・技術の変遷

2・1 開館当時の展示

まず、過去から現在にかけてどのような手法や技術が用いられてきたのか、科学技術館の展示を例に、その変遷を辿る。

開館当時（1964年）は、実物、模型、パネルが主体であった。特に、「スプートニク2号」や「人工衛星」など実物大模型が多く展示されていた。

また、送電・配電ルートを解説する「発電所から工場、家庭まで」のようにパノラマ模型（ジオラマ）も使われていた。これらの模型展示の多くは静態展示であったが、「原子炉の炉心部」（写真1）のように、来館者がスイッチで制御棒を動かして原子力発電のしくみを学ぶことができるといった可動式の模型展示も導入されていた。

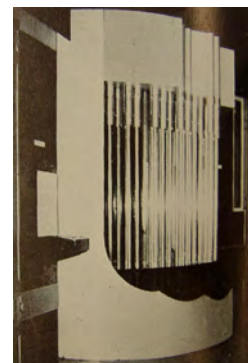


写真1 可動式の模型「原子炉の炉心部」

映像展示に関しては、宇宙船の造作の中に来館者が入って宇宙旅行の映像を見ろといった、映像シアター的な展示も設置されていた。また、大型の映像展示として360°スクリーンに投射する「サーキノビジョン」(写真2)が導入されていた。

参加体験できる実験展示の導入も見られる。ただし、当時は、「自動射出形成機」(写真3)や「マニプレータ」などの実物をそのまま展示し、その動作を体験させるものが主流であった。



写真2 360° 映像サーキノビジョン



写真3 自動射出形成機（実物）の実演

2・2 1970年代の展示

1970年代になると、模型であり造作であるといった展示が増えてくる。

「ウラン原子の森」(写真4)は、原子モデルの拡大模型による造作で、来館者がその中に入り、ウラン原子について学ぶという展示になっている。「大地球儀」は、当時としては日本最大の地球儀の模型造作で、石炭や石油などの資源の分布を照明で示していた。

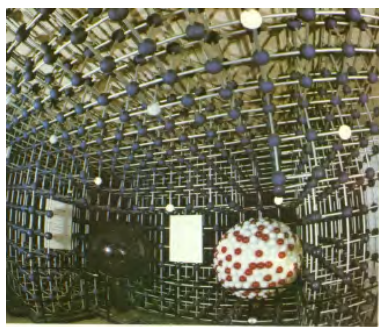


写真4 原子模型による造作「ウラン原子の森」

一方、「リニアモーターカー」(写真5)などの実験装置的な模型展示も導入されていた。

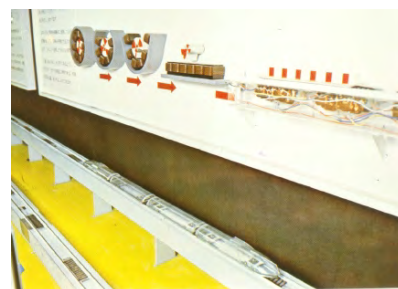


写真5 実験装置的な模型「リニアモーターカー」

実験展示は、実物をそのまま活用した展示ではなく、「放電実験」(写真6)など展示用に造られたものが増えてきた。「レーザによるテレビ伝送」などは、実物と実験装置を組み合わせた展示になっていた。また、「ゴムの伸び縮みの実験」(写真7)は、いわゆるハンズ・オン展示(当時は、そのような言葉は使われなかったが)の体をなしている。



写真6 展示用に製作された「放電実験」



写真7 ハンズ・オン展示「ゴムの伸び縮みの実験」

2・3 1980年代の展示

1980年代になると、実物や模型展示の見せ方も、開館当時と比べると照明や造作と融合させる手法・技術のレベルが高くなっているようにみえる。

「高炉のはたらき」(写真8)は鉄鋼の高炉の内部構造を示した模型で、スタンダードな静態展示であるが、照明と造作を巧みに組み合わせていた。

また、80年代は、展示の解説役として、ロボットなどのキャラクターを導入するようにもなっていた。

原子力ロボット「アトマ」(写真9)には、監視用カメラ(I TV)が取り付けられ、胸についたモニタに来館者の顔が映るようにして、来館者に親近感を与えていた。



図8 「高炉のはたらき」

一方、姿かたちもリアルに作られ、リアルな表情、動きをしながら解説する「エジソンロボット」も、当時、科学技術館で最も好評を得ていた。(写真9)

ロボットによる解説は、1985年に開催された科学万博での影響も受け、科学館では定番化していくことになった。

さらに、このころになるとQ&AなどPCを使った展示も導入されはじめてきている。ただし、映像出力装置としてのクオリティはまだ低く、パネルやビデオ等との併用が多かったようである。



写真9 キャラクター的な「アトマ」(左)と、リアルな「エジソンロボット」(右)

2・4 1990年代の展示

1990年代には、様々な手法の映像展示が導入された。これもやはり科学万博の流れを受けているものと思われる。科学技術館でも、3次元CG映像を使った「ミクロの世界探検船「アクション号」」、15面マルチ映像と大型リアプロジェクターを併用した「エネルギーマルチシアター」、40インチのマルチ画面と座席にボディソニックを導入した「ガストピアMARK II」など映像シアター展示が多く導入された(写真10)。周辺機器も発達し、PCやアナライザシステム等を活用し、インタラクティブ性を持たせている。

また、「パフォーマンススタジオ」のように、ビデオカメ

ラで来館者の動きを撮影し、PCでリアルタイムに画像処理をして、その結果をプロジェクターで映すといった遊びの要素を高めた映像展示も現れてきている。

90年代の映像展示は、入力機器、制御機器、出力機器の全てが同時に進化し、普及したため、3D、マルチ画面、インタラクティブ、リアルタイムといった多様な手法が可能となり、競うように科学館で導入されていった。また、この背景には、ハード以上にソフトの進化が大きく影響していることも忘れてはならない。CG制作、画像処理、映像編集などの様々なツールの登場は、映像展示の普及を促進していった。

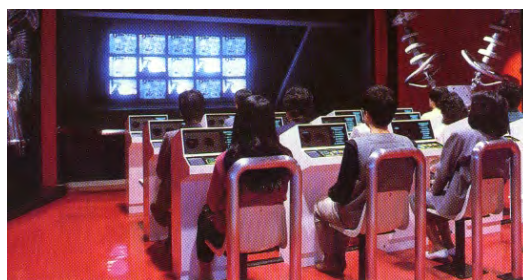


写真10 3次元CG映像「アクション号」(上)と15面マルチ映像「エネルギーマルチシアター」(下)

2・5 2000年代の展示

2000年代に入ると、大型の映像展示の勢いは少し緩やかになってきた。もちろん、DVDやHDD、液晶モニタ、プラズマディスプレイといった新技術の導入は進んでいる。しかし、全体として求められる展示手法の方向性が変わってきたのである。

90年代後半から、ハンズ・オンという言葉が注目を浴びるようになった。実験展示などの参加体験してもらう展示に重要性が置かれるようになったのである。

科学技術館においても、歯車や滑車などの力の伝達を体感できる『メカ』展示室(写真11)や、光が起こす様々な現象を体感できる『オプト』展示室(写真12)など、体を使って科学の原理や楽しさを発見する展示が主体の展示室で構成された“FOREST”が設置され、成功をおさめている。

また、インストラクターなどによる実験ショーや工作教室を行うワークショップも注目を浴び、人対応の必要性も改めて重視されてきている。

もっとも、これらハンズ・オンもワークショップも全く

新しい手法ではない。参加体験型の展示は前述したとおり科学技術館においても以前から導入されており、実験ショーも継続的に行われてきていた。ハンズ・オンやワークショップという言葉だけが先行して、なんでもかんでも参加体験性が優先され、本来の展示の目的を見失っている感があるのが現状であろう。

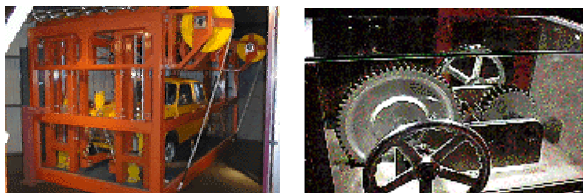


写真11 FOREST『メカ』展示室の展示



写真12 FOREST『オプト』展示室の展示

一方、通信技術やデジタル信号処理技術の進歩が、新たな展示手法を生み出している。例えば、映像シアター『ユニバース』では、インターネットを利用したライブショーを行っており、昼間の東京で海外（アメリカ）の星空をリアルタイムに映し、解説している。今後も、VRやリアルタイムシミュレーションなどの手法の開発や導入が進んでいくものと思われる。

3. 展示の手法と技術

3.1 手法の分類と技術の一般化・体系化

科学技術館の展示の変遷を見てもわかるように、理工系博物館や科学館の展示には、その当時の最先端の技術を使用したものもあれば、何十年と変わらぬ手法を用いたものもある。もちろん、新設の館だからといって、全てに新しい手法や技術が活用されているのではない。やはり、その展示に合った手法および技術が用いられている。

そこで次に、科学技術館を例に展示手法を分類し、一手法を例に展示技術について概論し、さらに展示技術の一般化・体系化について考察する。

3.2 展示手法の分類

科学技術館における過去から現在にかけてまでの展示手法を大別すると

- ① パネル展示：原理解説、構造解説、年表など
- ② 模型展示：実物大模型、復元模型、原理模型、構造模型、ジオラマ、ロボットなど
- ③ 実物展示：実機、標本、カットモデルなど

- ④ 実験展示：原理実験装置など
- ⑤ 映像展示：解説映像、イメージ映像など
- ⑥ PC展示：データベース検索、Q&Aなどがあげられる。

しかし、過去においても現在においても、その多くはそれぞれの手法が複合して構成された展示がほとんどである。例えば、シミュレータは模型展示、映像展示、実験展示、PC展示などが複合して構成されたもっとも典型的な手法である。

そして、これらの展示手法は、様々な展示技術によって実現されているのである。

3.3 展示に求められる技術

展示には、様々な分野の技術が導入されている。ここでは、特に多くの技術が複合されている実験展示を例に、展示に求められる技術をみる。

図1に、実験展示の構成例を示す。この例では、「什器」、「メカ」、「入力装置」、「制御装置」、「映像装置」、「グラフィック」、「照明装置」と構成を大別できる。

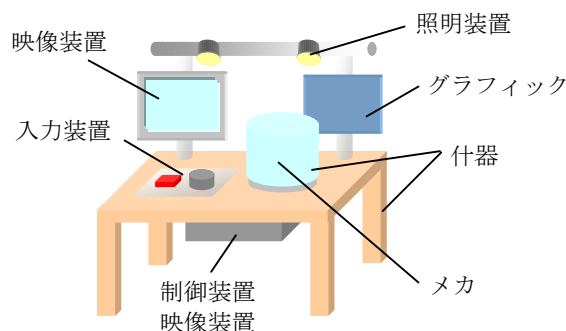


図1 実験展示の構成例

「什器」には、耐久性や安全性が強く求められる。材料、構造、塗装などに関する技術が必要であり、求められる条件に適合したものを選択することが重要となる。

「メカ」は、主にモータやギア、カムなどの機械または電気部品で構成される。しかし、展示においては通常とは異なる条件での使用が求められることが多い。特に、物理的な負荷や連続使用に対する技術が求められる。

「入力装置」は、体験者に触れてもらう部分である。ゆえに、耐久性や安全性、メンテナンス性に関する技術が要求される。機械的なスイッチやダイヤルから、電気的なセンサーまで様々なものが利用されているが、展示に適した機種が経験的に判明しているものもある。

「制御装置」は、以前はタイマやリレーなどの電気回路による構成が主であったが、現在では、システムコントローラやPIC、PCなどによる制御が主流になっており、ハード以上にソフトに関する技術が不可欠となっている。

「映像装置」は、最も進化が著しい。これは各種デバイ

スの急激な技術進歩によるところが大きい。最近では、ソースの出力としてはDVDやHDDが、表示装置としては液晶やプラズマディスプレイが主流になっている。展示においては連続使用が求められるので、機器の寿命に対する技術が必要となってきた。

「グラフィック」については、以前から使われている技術から最新の技術まで多様に用いられており、比較的確立されていると言える。環境や照明、衝撃などによる劣化や破損を防ぐ技術が求められるが、近年では、印刷技術の進歩により、いろいろな素材に、いろいろな手法で印刷が可能となっており、耐久性も向上している。

「照明装置」は、単に展示物を照らすだけではなく、展示効果や演出効果を担うものとしても用いられている。照度や波長、反射率や透過率など光学的な面での技術も重要となってきた。

以上、実験展示を例に、展示に求められる技術を見た。展示には様々な分野の技術が複合されて導入されているが、通常とは異なる条件で用いられる場合が多い。そのような条件下においても、その導入技術を有効に利用できるようにすることが、展示技術であるとも言える。

3.4 展示技術の一般化と体系化

1.で述べたように、展示技術は、設計者や製作者個人の経験的な蓄積に近いものがあり、一般化や体系化はされておらず、また過去の設計や製作、運営に関するデータとのリンクが弱いために、同じ失敗を繰り返してしまう事例が少なくない。

そのような失敗を防ぎ、かつ展示のクオリティを向上させるためには、展示技術について、数値データを用いて一般化することがひとつの策であると考ええる。

例えば、図1で「メカ」を保護しているような、ステンレスフレームの亚克力ケースを例に取る。

設計者や製作者は、亚克力とステンレスの熱膨張率の違いを考慮して、亚克力を止めるビスの穴を広く取るが、その取り方は経験上の予測によるところが大きい。よって、経験の浅い設計者や製作者によっては、予測を誤り穴を小さくとってしまい、亚克力に亀裂が生じてしまうということもありうる。そこで、数値データを扱うことの重要性が出てくる。

亚克力の線膨張係数は、 $7 \sim 8 \text{ (} \times 10^{-5} / ^\circ\text{C)}$ である。

一方、ステンレス (SUS304) の線膨張係数は、約 $1.7 \text{ (} \times 10^{-5} / ^\circ\text{C)}$ であり、4倍以上の差が生じる。単純に考えれば、温度が 1°C 上がってステンレスが 1mm 伸びるとすると、それに対し亚克力は 4mm 伸びることになる。(実際には、温度条件や、伸展方向や構造上の負荷など様々な要因を考慮する必要がある。)

このように膨張率を数値で把握していれば、最低限どれだけの穴を設ければよいかという基準が数値として表され、さらに安全率をかけることによって、一般化することができる。それによって、経験の深さに左右されず適切な

設計、製作を可能とする基準を得られるのである。

数値データだけではなく、数式を扱う場合においても一般化が可能である。例えば、実物展示でも実験展示でも構造計算や重量計算などを少なからず行っている。もちろん展示物自体や設置環境などによって、その数値自体は変わってくるであろうが、算出法およびパラメータの設定について普遍的な情報を見出すことができるものと思われる。

もちろん、経験も非常に重要である。実際には、数値や数式だけでは測れないことの方が多い場合もある。

そこで、設計者や製作者の経験によって蓄積された技術データと、数値や数式によって一般化された技術データを合わせて体系化することで、展示技術は飛躍的に向上していくものとする。

4. 展示技術のスタンダードの確立

4.1 展示技術のスタンダードの必要性

以上のように体系化された展示技術を、さらにスタンダードとして確立させることは、非常に重要である。なぜなら、それによって少なくとも最低限のクオリティを確保できるからである。

現時点では、スタンダードが確立されていないために、予算的な問題等によってクオリティが必要以上に下げられ、展示効果が落ちたり、メンテナンスに手がかかったりする展示が存在してしまっているという状況にある。

単純な例をあげれば、科学技術館においても、展示の補修にあたり、メンテ扉の開口部が小さすぎて、作業しにくいということが生じている。

これは、設計者や製作者が悪いのではなく、館側の運営データの提供の欠如が原因であることが多いと思われる。よって、設計・製作のデータと運営のデータを統合してつくられた展示技術スタンダードが必要なのである。

4.2 スタンダードの確立のために

展示技術のスタンダードの確立は、できないということではなく、展示技術が一般化、体系化されていないだけであると考える。

確かに、展示は大量生産されるものではなくオーダーメイド的であるため、なかなか整理して一般化、さらに体系化するという機会が得られないのは事実である。

また、特に国内では、これまで展示技術の継承は、伝統工芸のように、ひとつひとつ経験をつんで体得していくような形に近い状態にあったので、このような考え方は、受け入れられにくい面もある。

しかし、例えば、「メカ」に使われるモータに関しては、機種や制御法が経験や数値データによって確立されているものもあるし、「入力装置」であるスイッチについては、過去のデータに基づき、寿命や機械的強度の評価を行っている例もある。3・4で触れたように、数値化し、一般化できる

面が確実に存在しているのである。

よって、図2のような流れを鑑み、展示技術を数値化して整理し、そのデータを一般化することが、最初のアプローチであると考ええる。

このような数値や数式を用いた一般化によって、展示技術を工学的な視点で分析できることとなり、その分析結果（数値データ）に、設計者や製作者の経験によって蓄積されたノウハウ（経験データ）を合わせて体系化し、さらに館側の日常の運営情報（運営データ）を合わせることで、展示技術のスタンダードを確立できるものと思われる。

ちなみに、科学技術館では、1970年にスタンダード的な位置づけで、展示品製作遵守事項が発行されている。（発行後、5回ほど改訂されてきたが、1991年を最後に改訂されていない。）

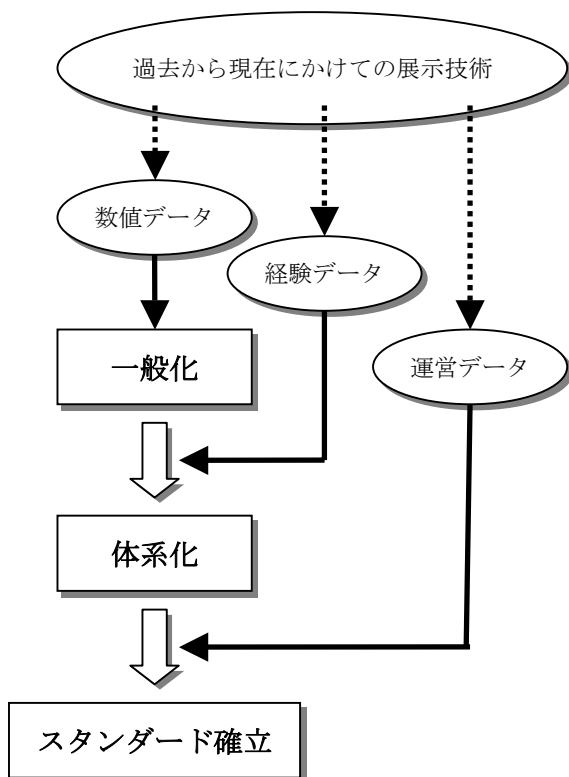


図2 展示技術スタンダード確立の流れ

4.3 展示工学を拓く

展示の設計・製作に当たり、館側が、運営上のデータを持ち、かつ展示の手法および技術についての知識をある程度有しておかなければ、実現不可能なことをイメージだけで、設計者・製作者に押しつけてしまうことになり、結果として館側、設計・製作者のいずれも納得のいかない展示となる可能性が生じる。

よって、各関係者がこのような認識を高めるためにも、運営面も含めて展示の技術について工学的な視点で調査・研究していくことは重要であると考ええる。

科学技術館は、40年間の運営において様々な成功と同

時に様々な失敗も重ねてきている。今後は、それらを活かし、ここに、“展示工学”という新分野の開拓の先駆けとなることが望まれる。

謝辞

本論文は、平成15年度の笹川科学研究助成による「理工系博物館・科学館における展示手法・技術の工学的な視点による基礎的研究」の成果の一部をまとめ、加筆したものです。

本研究にあたり、科学技術館の過去の資料や過去の展示および運営に関する情報をご提供いただいた科学技術館の山田英徳副館長、各種調査にご協力いただいた科学技術館運営部の田代英俊次長、奥野光主任、また、展示技術についてのアドバイスをいただいた(株)鷗友企画の長田雄吾氏、そして、研究全般に渡りご指導を賜りました常磐大学の水嶋英治教授に深謝いたします。

文 献

- (1) 加藤有次ほか編：「新版・博物館講座第9巻 博物館展示法」，雄山閣出版(2000年)
- (2) 財団法人日本科学技術振興財団編：「科学技術館ガイドブック」（1964年度版～2001年度版）
- (3) 財団法人日本科学技術振興財団編：「展示製作順守事項—企画・設計・施工監理にあたって—」（1990年）

奇跡の科学館

山田 英徳

要旨

科学技術館は今から42年前の昭和39年（1964年）4月12日に開館した。私はその翌年の昭和40年4月に入団し、展示部設備課に配属となった。そして今日までの41年間を職員として在籍してきた。このエッセイはその開館当初の科学技術館の展示をライブ中継するようなつもりでご紹介するものである。

なぜ「奇跡の科学館」なのであろうか。それはこの科学技術館が常にその時代の現在から未来を伝えることを使命とし、従って展示を常にリニューアルしてゆくことが宿命であった中で、このことを実現しつつ40年以上も活動を維持できたことを「奇跡」と呼ばずしてなんと呼ぶのだろう、と思ったからである。今既に開館当初の展示の痕跡は何もない。しかしあの頃の国民や産業界の熱き思いは今日の展示にも受け継がれている。本文を通して当時の関係した人々の科学技術館に寄せた思いを少しでも感じ取っていただければ、と願うものである。

キーワード：科学技術館、開館、展示、エッセイ

○昭和39年4月

「皆様、まもなく火星に向けて宇宙船が出発いたします。切符をお持ちの方はお急ぎ乗船ください！」「えっ？宇宙船が出発？おーい、早く乗ろうぜ！」

ここは東京の北の丸公園につい最近オープンしたばかりの科学技術館5階「宇宙への進出」部門の一角。やや扁平になった長さ27メートルの宇宙船と銘打つロケット型をした乗り物が横たわり、中央の湾曲した自動ドアから今大勢の乗船者を飲み込み火星への旅に出発直前、といったシチュエーションである。操縦者はまだうら若き女性で、自動切符販売機で発売された切符をいちいち点検して観客を乗船させている。まもなく定員になり操縦者は船内に入って操作卓で自動ドアを閉め、乗船者に呼びかける。

「皆様、本日はようこそ宇宙船に御乗船いただきました。この宇宙船はまもなく火星に向けて出発いたします。およそ7分間の旅です。前方と後方に窓があり、外の景色を見ることが出来ます。では出発いたします。」

前方の窓には空が、後方の窓には宇宙船が吹き出す煙と炎が投影され、轟音とともに宇宙船は天空に駆け上がってゆく。まもなく月に近づき、その裏側を見ながら星々の間を疾走してゆく宇宙船。乗客は前方の窓と後方の窓を交互に振り返りながら眺めるといかにも宇宙船が天体の間を航

行しているような錯覚を受ける。太陽にも少し近づいたのか、ぎらぎらと燃えさかる太陽の様子がとてもアニメーションとは思えないリアルさで映し出される。そして前方に黄色い点がぼつんと現れたかと思うと次第にその大きさを増し、操縦者が火星に近づいたことをアナウンスする。赤茶けた火星の表面。薄黒い運河と呼ばれる筋があちこちに見られる。宇宙船は火星を半周し、火星をあとにする。後方の窓に次第に遠ざかる火星の姿。前方の窓には青々と輝く地球が次第にその大きさを増してくる。そして地球の基地が大写しになったあと操縦者のアナウンス。「皆様宇宙船は今着陸しました。火星への旅は如何でしたか？またの乗船をお待ち申し上げます。」

自動ドアが開き乗客は下船してゆく。

よく考えればいろいろと矛盾のある映像なのだが、いったん乗船してしまうとなんだか本物の宇宙船に乗っているような気がしてくるから不思議なものだ。この宇宙船をでたところには、自分の体重が6分の1に表示される月面体重計(月面では重力が地球の6分の1のため)、将来建設が考えられている月の宇宙基地、2段式ロケットの内部構造と切り離しの仕組みがわかる大型の可動模型などなど、大人にも子どもにも夢を与えてくれる展示物が並んでいてわくわくするような気分させてくれる。そう言えば宇宙船に使われていた自動ドアは生まれて初めてお目にかかった気がする。なんと楽しい科学館だろう。なんと近代的な技術館だろう。今までにこんなところはなかった。やっぱり日本はすごいなあ、やっぱり東京はいいなあ。

さあ、ほかの部屋に行ってみよう！

エピソード 1「心配症なおばあさん」

宇宙船で上映している映像は東京大学の畑中先生に監修を頂いたもので、当時得られている情報を駆使してなるべく荒唐無稽にならないようチェックされたものであった。

ある日畑中先生が宇宙船にやってきて観客と一緒に映像を鑑賞した。終わって先生が宇宙船からでくると後からかなり年輩の夫人がついてきて畑中先生に質問した。

「先生、うちの息子が、太陽はあと35億年ぐらい持つと聞いたのですが本当ですか」。

すると畑中先生答えて曰く「おばあさん！最近の研究によるとあと50億年は持つのではないかと、いわれていますよ」。

おばあさん「ほんとですか先生。いやあほっとしましたよ。早速帰って息子に話してあげますよ」

きっとそのおばあさん長生きしていることでしょう。

○開館ほやほやの科学技術館へご招待

今からおよそ40年前の昭和39年、皇居に近い東京北の丸公園のなかに星形にくりぬかれた無数の穴で構成される壁をもった不思議な白亜の建物が誕生した。

そればかりでなく、上空から見るとまるで手のひらを広げたような異様な形の建物が突然公園の一角に姿を現したので小型飛行機やヘリコプターの操縦者たちからもあれはいったいなんだ、と注目されたようであった。日本で初めての大規模な現代科学技術・産業技術を紹介するミュージアムがまもなく誕生しようとしている。

注目されたのは建物の外観ばかりではない。館内ではそれまでどこの博物館にもなかったエスカレータ（という動く階段）が5階まで観客を運んでくれるし、建物の中央にはなんと124人乗り（8トン積み）の超大型エレベータが設置され、団体の移動や車椅子の方々の移動に活躍するというのであった。こうした装置は日本の大手企業が威信をかけて開発したものであり、それまで輸入品に頼ってきた日本の産業がすでに一本立ちをし世界に打って出ようとする高らかな宣言でもあったのではなかろうか。

周辺の北の丸公園はまだ造成中であり、あちこちに地面がむき出しとなっていたり、様々な樹木がわらをまかれ、支持線で支えられあちこちに点在している風情であり、公園内に造られた池にはまだ一匹の魚も見えない状態であった。先の方には日本武道館の建設工事が進み、まもなく竣工する日を迎えようとしている。

この年の10月、東京代々木をメイン会場として東京オリンピックが開催されることもあって、日本中は敗戦の痛手から脱却し、再び世界に羽ばたいてゆく祖国を誇らしい気分でもう歓迎しようとしていた。科学技術館の誕生もそうした平和のための科学技術立国を広く国民に知ってもらい、

また青少年に科学技術への興味や関心を飛躍的に高めてもらおうとするシンボリックな役割を担ったものであったのである。

昭和39年4月10日、天皇・皇后両陛下（昭和天皇）をお迎えしご覧いただいたあと、4月12日、科学技術館は華やかにオープンした。

常設展示室は2階から5階まで。1室およそ330平方メートル（100坪）の部屋が16室。それに360度すべてがスクリーンという我が国で初めての全周映像ホール1室という大規模なものであった。

観客はいったん5階までエスカレータで上がり、順次4階3階・・・と中央階段を使っておりながら観覧するのが基本動線であった。各部屋を丁寧に見ていたらおそらく1日ではとうてい見切れるものではない膨大な規模の展示室であったのである。

ではいったいどんな展示があったのだろう。開館当初の各展示室を順を追ってご紹介しよう。

●5階C室「宇宙への進出一宇宙科学一」

（現在「アクセス」）

エスカレータで上がってきて最初に出会う部屋である。

ここには当時すでにソ連（現ロシア）が打ち上げに成功したスプートニク1号、2号の実物大の模型、ヴォストークで打ち上げられたライカ犬のキャビン模型、人類最初の宇宙飛行士ガガーリンの乗った宇宙船の模型などがあり、アメリカのものとしては最初の人工衛星となったエクスプローラ1号、バンガード1号、一人乗り宇宙船マーキュリー、二人乗り宇宙船ジェミニの実物大模型などが所狭しと並び、米ソの宇宙開発競争の幕開けを象徴する展示室となっていた。宇宙飛行士の乗る宇宙船を見て「こんなに狭い中に閉じこめられてだいじょうぶなの？」という声が多く聞かれ、また人間を打ち上げる前に実験動物として打ち上げられ回収されず宇宙の彼方で散っていったライカ犬やサルたちの犠牲に心を痛める子どもたちの声も聞かれた。

ともあれ、科学技術開発のもっとも先端に行く人工衛星や宇宙船の本物ではないにしろ実物大の模型は科学技術館が何を展示するところかを端的に示す衝撃的な展示室となっていたのである。

●5階D室「宇宙への進出一宇宙開発一」（現在「メカ」）

ここは冒頭にご紹介したとおり、エンターテインメント性をもった「火星への旅」をテーマとする約20人乗りの宇宙船のほか斜めに設置されたランチャー（発射台模型）をゆっくりと登りながらロケットを切り離す動作や2段式ロケットの構造を見せる展示、地球の重力の6分の1しかない月面での体重を計る月面体重計、月の宇宙基地の模型、人工衛星や人工惑星を打ち上げるときの最低速度を解説する「放出速度の実験」フリーに回転するレールと電車を使った作用反作用の実験、イオンロケットや原子力ロケットの原理を紹介する模型と解説パネルなどがあり、さらに日

本の宇宙開発の計画と東京大学宇宙研究所が打ち上げたロケットなどを紹介するパネルのどにより構成されていた。

宇宙や宇宙開発をテーマにした展示室は子どもたちはもちろんのこと大人の観客にとっても夢があり楽しめる展示であり、館の中に入って最初の頃出会う展示室とはいえ、いつも大勢の人で賑わっている展示室であった。

●5階E室「第3の火 原子力」(現在「オプト」)

原子爆弾の被爆国としては唯一の国である日本が原子力の平和利用を国の悲願として取り組むことにしたのはエネルギー資源に乏しくそのために第2次世界大戦を引き起こした日本が2度とそのような無謀なことを目論まないためにも大変重要な施策であった。

昭和32年に設立された科学技術庁には原子力局が中心的な局としておかれ原子力のエネルギー利用とラジオアイソトープによる放射線の利用を推進する役割を担うこととなり、国の研究機関として、日本原子力研究所、原子燃料公社が設立されまた民間企業の原子力開発を支援する原子力産業会議などが活動を開始していた。

そうした国の研究開発がいかに平和利用に徹しているか、また原子力というかなり高度な科学を青少年や大人にいかにわかりやすく伝え、理解を図ってもらうかはこのころかなり重要なことであったのである。現在から近未来の我が国の科学技術をわかりやすく伝える役割を担った科学技術館とすれば、当然重要なテーマとして扱うことは何の異論もなかったことである。

さて限られた100坪というスペースにどのような展示があったのだろうか。

驚くことに、まずこの部屋の入り口を入ったすぐ右側に、なんと本物の金属ウラン棒がチェーンでぶら下げられていたのである。直径およそ4センチ、長さおよそ50センチのウランの丸棒はそれと同じ寸法の鉛の棒と鉄の棒と並べて金属のチェーンでつられていて、観客はそれらを持ち上げるによりその重さ比べをすることが出来るのである。

もちろんそれらの棒はむき出しではなく、透明なアクリルの筒に入っているの観客が直に金属に触れるわけではないが天然の物質として一番重いウランをまさに体験を通じて知ることが出来る展示は画期的なことであった。ウラン棒を持ち上げたあとでは鉛の棒がいかに軽いものであるか！（こうした展示は現在では様々な規制により実現することは困難ではないかと思われ、厳重な管理をしていたとはいえ当時良く許可されたものだと思心するものであった。）

さて、展示室の中にはいると中央に原子炉の炉心部の構造をあたかも原子炉の中に入ったような感覚で体験できる炉心部模型の入り口が観客を招いている。これは日本原子力研究所が開発した研究用原子炉 JRR-3 の炉心をイメージした4分の3のモデルである。もちろんすべて張りばてであるが、炉心を構成する燃料棒、制御棒、冷却剤、放

射線を外に漏らさない隔壁の構造などの基本的な概念が理解できるものである。そしてさらに制御棒がゆっくりと抜かれてゆくと次第にウラン原子の核分裂の連鎖反応が活発になり、やがて臨界に達し制御棒のコントロールによって連鎖反応が増えも減りもしない定常運転に達することを理解させる動作が押しボタンによって行われる、というこれまた画期的なものである。

それだけではない。もし万が一異常が発生し連鎖反応が異常に起こり炉心の温度が急上昇した場合は、制御棒が一斉に炉心に投入され原子炉の運転を緊急停止させる自動制御機能の働く様子を観察できる、といった凝りようである。原爆と異なり、原子炉は原子の核分裂を自由に制御し、人間が使える形でエネルギーを取り出す装置としての原子炉をこれほどわかりやすい展示として実現したことは当時の展示技術がかなり高いものであったことを伺わせるものであったのではないかと思うのである。

この炉心部模型と背中合わせになっている部分には、ガラス窓で囲まれた部屋があり、部屋の中のテーブルには試験管やビーカーといった化学器材がおかれている。この器材を外から遠隔操作する体験が出来るのがマジックハンド（マニピュレータ）である。

これは当時日立製作所が原子力研究施設のために開発した本物で、きわめて高価なものであったと思われるがここ科学技術館に来るとそれを自由に操作してみることが出来るのである。本来は放射性物質を扱うためのものであるがここでは遊びとして自由に操作させている。取り扱いにはかなり訓練が必要であるが、やってみると大変精巧に出来ているので研究者になった気分を味わうことが出来、大変人気のある体験型展示物であった。

左側の壁には「ウラン鉱石から燃料まで」というウラン燃料を作る工程がジオラマと写真などで構成され、さらにその先の壁に展開されている「核分裂の連鎖反応」という原子核と中性子の動きを電球の点滅で表現した展示は1個のウラン原子核が中性子によって核分裂し、そこから飛び出した2個の中性子が次のウラン原子核を分裂させる。そしてその分裂が次第に拡大していった連鎖的に核分裂が進行する様子を表現したものであり、わずかなウランで巨大なエネルギーを発生させることができる科学的な原理をわかりやすいディスプレイで表現している。

展示室の一番奥から右のコーナーにかけては放射能、放射線に関する展示である。

まず、東芝製の「ハンドフットクローズモニタ」。この装置は原子力関連施設で実際に使われているもので読んで字のごとく人間の手足、そして衣服が放射性物質で汚染されていないかをチェックする装置である。原子炉のある施設の出入り口に必ず設置されているものである。通常来館者がこの装置で計っても何も反応するわけがないのであるが、メーターが振れず、警報も鳴らないとほっとして離れてゆくのはほほえましい光景である。

すぐ脇には放射線実験台と呼ばれるカウンターテーブル

があり、ここには、放射線を測定するシンチレーションカウンタ、ポケット線量計、フィルムバッチ、ガイガーカウンタなどがあり、女性の解説員が密封線源（ストロンチウム90やコバルト60等のベータ線やガンマ線を出す放射性物質をごく微量小さなプラスチック容器に閉じこめたもの）等を使ってそれらの機能や仕組みを説明する実験を見せている。また鉛の板や木材、紙がそれぞれ放射線を遮る能力が違うことを実際に実験できる「放射線の遮蔽実験」などの装置も展示されている。

右側の壁と出口には原子力の未来について扱っているコーナーがある。壁には大きく原子力船と原子力飛行機の半立体模型が飾られていて、将来原子動力を使った客船や航空機が実現するのではないかと夢を抱かせる説明がされている。

また、最後の出口付近にはトカマク型の核融合実験装置の模型があり、将来は太陽と同じ原理の核融合反応によるエネルギー利用が可能になるのではないかと、そうすればその原料は地球に無限にある水素を使うのだから人類はエネルギーに困ることはなくなるだろう、と明るい未来を予言して原子力展示は終わる。

エピソード 2 「原子爆弾が爆発する!？」

科学技術館が明日オープンするという前の晩、展示の突貫工事を担当していた展示部のT氏は、原子燃料公社からの電話を受けてあわてた。「今夜遅く、金属ウラン棒に穴を明け、展示用の鎖を取り付ける作業をするので受け取りに来てほしい」というのである。すでに鉛の棒や鉄の棒には鎖が取り付けられ残すはウラン棒だけであつたし、明日のオープンには天皇・皇后両陛下もお見えになるのでなんとしても展示を間に合わせなければいけない。T氏は急いで東海村に向かった。原子燃料公社に到着し穴明け作業をしているところに案内されるとちょうどダイヤモンドカッタードリルで大量の水を流し、冷やしながら穴明けしているところであつた。突然、青白い火花が飛んだ。

T氏は気を失うほど驚いた。「原子爆弾が爆発する・・・!」

しかしながら回りの人たちは驚きもしない様子である。彼は、「ほんとに大丈夫だろうか・・・?いつかきっと大きな爆発が起こるのではないかと」と気がきではなかった。

ようやく加工が終わり無事鎖が取り付けられ布で包まれたウラン棒を携えて、黒塗りの車で夜通し走り明け方無事「原子力」展示室に取り付けられたときにはぐったりしてしまった。いつか爆発するかも知れないと思うと車の中でウトウトも出来なかった、と告白したのである。(もちろん、この火花はウラン原子連鎖反応のものではなく、ダイヤモンドカッターと金属の摩擦による火花であるから、ウランの原子核反応とは全く無縁のものであることは言うまでもないのだが当時はかなりそうした誤解を受けるような無知の時代だったともいえ、あながちT氏の無知を笑うには当たらないのではないかとと思うのである。)

●5階F室「ビタミンコーナ」(現在「イリュージョン」)

科学技術館の5階になぜこのようなタイトルの展示室があるのか、わたしにとっては大変不思議な思いのするものである。どうやらこれは科学技術館を開館するに当たり、ビタミン協会なる団体が資金を提供し設置されたものらしい。内容そのものは鈴木梅太郎博士をはじめビタミンの発見、合成などに貢献した人々の紹介と研究論文のコピー、一部実物サンプルなどであり、大変まじめな展示であるが、動的なものがほとんどないのでほかの部屋に比べて大変地味な感じのするコーナである。

●4階B室「360度映画-サーキノ」

(現在「ユニバース」)

この映像ホールは科学技術館の最大の売り物である。2階分吹き抜けているホールの上に11枚のスクリーンが円筒形に配置されており、そのスクリーンの継ぎ目となるスリットのところから対角線上のスクリーンに映像が投影される仕組みとなっている。従って映写機も当然11台あり、制御装置によってすべての映写機が同時スタート、同時終了するようコントロールされている。観客はこの円筒形スクリーンを見上げ360度ぐると自分の好きな方向の映像を見ることが出来るのである。

このシステムは日本の映写機メーカーが開発したものであるが、最初に使われたのはアメリカのロスアンジェルスにオープンしたディズニーランドの「サーカラマ」だと言われている。

科学技術館の「サーキノ」では日本各地の観光名所の様々な風景や自動車などの動くものに撮影機を搭載し撮影した風景などが編集されおよそ10分の上映時間を楽しむものとなっている。特にスキー場のグレンデでスキーヤーが上から滑ってきて撮影機のすぐそばを疾走してゆく様子や、後楽園遊園地のジェットコースターに撮影機を積んであたかも乗客の一員になって上り下りする様子は観客の歓声を呼ぶハイライトであつた。あまりの臨場感から映像酔いする観客もかなり多く、見る前に引率者から注意を促される生徒たちも結構大勢いた。観客の多くは全国各地から上京する修学旅行の中、高校生であり、強行日程に加え、前夜の旅館での騒ぎで寝不足になっている子どもたちも多かったところから、朝一番でいきなりこの全周映画を見せられる子どもたちにとってはかなりきついことでもあったのではないかと。

ともかく日本では初めての画期的な映写システムであつたため科学技術館オープンを取り上げるマスコミ報道もこの「サーキノ」を目玉として取り上げたために、団体によってはこれだけ見て帰ってしまうところも現れる始末である。

何はともあれ、当科学技術館にお出での節は是非体験していただきたく、お勧めする。(現在はありません)

● 4 階 C 室「地球をひらく一資源の開発一」 (現在「鉄鋼」)

この部屋の目玉とされる展示は2つである。ひとつは直径5メートルの大地球儀、そしてもうひとつは本物そっくりの石炭層とそれを掘り進むドラムカッター・ローダーの実物である。

この部屋では資源に乏しい日本が石油や石炭などのエネルギー資源をいかに探索し採掘しているか、を実物の機械や装置を通して紹介するとともに、地球上のどのあたりにどんな資源が分布しているかをゆっくり回転する大地球儀に色分けされた豆電球が取り付けられ点滅しながら示しているのである。

石油を採掘する際に使われる巨大な鋼鉄製のパイプやビットと呼ばれるボウリングの刃先、海上の石油井のプラットフォーム模型は石油資源のない日本の企業がアラビアなどでどのように活躍しているかを具体的に見せてくれるもので、実物の展示の迫力を感じさせてくれるものである。また石炭を掘り崩して自動的に進むカッターローダーは科学技術館を造るためにドイツ博物館に調査に行ったメンバーがその迫力に感動して提案した展示であり、やはり本物の持つ雰囲気如実に示されるものである。このほか「鉄鉱石からブリキまで」といった一貫生産システムを紹介する模型展示があり日本が外国から原料を輸入し、日本で製品に加工することをわかりやすく解説する展示も大人に人気のある展示である。

● 4 階 D 室「分子を組み立てる一高分子一」 (現在団体休憩室)

ここは石油から生まれるプラスチックや合成ゴム、化学繊維などを扱った部屋である。

何よりもこの部屋のハイライトは「射出成型機の実演」である。どろどろに溶かされたポリエチレンがコップの形をした金型の隙間に注入されほんの数秒後金型が開くとプラスチックのコップがまだ熱いまま飛び出してくるのである。操作員の女性からコップを手渡された観客はまだ冷め切っていないコップに触れ、出来たてのコップに感動するのである。そのとたん観客は操作員に矢継ぎ早の質問をする。「何度ぐらいで溶けるのか?」「コップにお湯を入れても溶けてしまはないか?」「何グラムの原料で一個のコップが出来るのか?」……。大きな音を立てながら油圧の力で金型をつき合わせる本物の産業機械の迫力はこの館ならではの实演風景である。

すぐ奥に行くと「合成繊維の吊り橋」が子どもたちを興奮させている。アメリカのデュボン社のカロザースによって開発されたナイロンを使ったロープとポリカーボネイト樹脂の踏み板で構成された吊り橋は床からの高さが50センチ程度しかないのに、渡っていると適度に揺れるので子どもたちの人気展示になっているのである。

右奥のコーナで稼働しているプラントは「イオン交換樹脂

脂プラント」である。(株)オルガノが開発した特殊な樹脂「イオン交換樹脂」によって海水を真水にすることが出来る夢の技術である。これにより、長い航海を強いられる船や砂漠地帯の人々にとっては大きな恩恵を被ることになるわけで、大がかりなプラントの開発が待たれている。ここでは水に水酸化ナトリウムをとかして赤く着色しこれがイオン交換樹脂の詰まった水槽を通過すると真水になって透明な水になる様子を実験的に示すアクリル樹脂のプラントを展示用として開発していただき稼働させているものである。

このほか展示室中央には様々なプラスチック、合成ゴム、化学繊維、合成塗料や接着剤などこれから生活の中で活用されるであろう石油化学製品のサンプルが所狭しと並べられ、軽くて丈夫でカラフルなプラスチック製品の魅力をアピールしている。

● 4 階 E 室「パイプの中の生産-化学プラント-」 (現在「新しいエネルギー」)

日本の戦後の復興は鉄鋼業と、石油化学工業によって推進された、といっても言い過ぎではないといえる。中東から輸入する原油はそのままではほとんど役に立つことはなく、その原油を蒸留装置によりナフサ〔粗成ガソリン〕、灯油、軽油、重油、ピッチにわけ、さらにナフサからエチレンやベンゼンなど石油化学製品の原料を作り出す一連の工程は広大な敷地に蒸留装置や分解炉、そしてそれらをつなぐパイプ群によって結合され、パイプやタンクの中で分解や結合を繰り返しながら中間製品、最終製品に変身してゆくまさにパイプの中の生産そのものである。

三重県四日市に建設された四日市コンビナートは我が国の石油化学工業のシンボルとして多くの企業が参画する日本の工業のシンボルとも言えるものであろう。

この部屋の入り口にはその四日市コンビナートをちょうど空から俯瞰するような気持ちにさせてくれる縮尺模型が観客を迎える。

この展示に導かれて奥にはいると、窒素からアンモニアそして硫酸まで、といういかにも地味ながら農業国日本の化学肥料の代表である硫酸をどのように効率よく生産するかを模型や解説パネルで示す展示となる。

そして、展示室の右側に回り込んでゆくとそこに展開されているのが「エチレンプラント」と呼ばれる装置産業を象徴するシステムの縮尺モデルが稼働している、圧倒的な展示である。いったい誰がこのような展示物を作ろうと言いついたのだろうか。

展示室の奥行き27メートルをフルに使い、ナフサ(粗成ガソリン)を高熱の分解装置でバラバラにし、この蒸気を常圧蒸留塔に導きそれぞれの成分の沸点の違いを利用して分別してゆく、その長い工程を模擬的に展開しているきわめて複雑で高度な実験装置である。

装置はその正常な稼働を表現しているのではない。観客

がわざとレバーやボタンを使って異常を発生させると装置は直ちにその異常を感知し正常に作動するよう復帰の作業を自動的に行うことを見せる展示なのである。化学工学の最も重要な原理を理解している工業高校生や大学の工業化学を専攻している学生以上しか理解することの出来ないきわめて専門的で複雑な展示がこの科学技術館の中で稼働していたのである。わたしは大学で工業化学を専攻していたのであるが、それでも装置産業である石油化学工業の中核とも言えるこれら装置群の働きは3年、4年生になって初めて学ぶもので、この展示がいったい多くの来館者にどのように評価されるのか全く見当もつかないものである。わたしはこの展示のために、科学技術館の極めて高いステータスを感じたのであるが、本当にこの展示の表現している現象を理解できる観覧者は全体の何パーセントいるのか疑問に感ずるのも否めないのである。しかしながら、このように科学技術館には我が国の産業技術のレベルをどうしても国民に理解してもらおうと意欲満々であることをこの展示によって表現しようとしているのではないかと誇りに思う気持ちもあるのは確かなのである。

● 4階F室「国作りの技術—土木と建築—」

（現在「建設」）

この部屋の目玉は二つある。ひとつは「夢の住宅」という展示室の中央にゆっくりと回転している球形の4分の3に縮尺された住宅モデル、そしてもうひとつは「耐震実験装置」と呼ばれる地震と建物の関係を実験的に見せる展示である。

展示は建物に関係する上記の二つの展示のほかに、国土を作るというテーマに関係する「道路の出来るまで」、「青函トンネルの坑道模型」「若戸大橋」とそのメインケーブルの実物、構造物にかかる応力を目に見えるように見せる「光弾性の実験」などである。このほか測量に使うトランシットとレベルという光学装置の実物も展示してある。

球形をした「夢の住宅」は見ているだけで楽しい。全体は太陽の光をどの部屋も受け入れることの出来る大きな窓とプランタン。全体は3階建てで、1階はリビングとダイニング、そして軽やかなホバークラフトが出入りするガレージ。2階は住む人々の個室が個性豊かに間取りされていてセンターコアに配置された空調機や電気通信系統がすべての部屋に余裕を持ってエネルギーを供給している。3階はサンルーム、温室、太陽熱浴室など、自然を満喫できる様々な工夫が集中している。こうした住宅モデルはすべてではないにしろ、いつか私たちの住宅にも応用される機能が充満しているのではなかろうか。

国土を作る展示の中でもっとも期待されているのが「青函トンネル」である。500万人の住む北海道と本州が青函連絡船の時間と危険から開放されるこの夢のトンネルはいま調査坑や先進導坑の掘削が始まったばかりであるが、いつか必ず繋がるだろうという国民の期待を一身に担って進められているビッグプロジェクトなのである。この

モデルを見ると、科学技術の力と夢をいやでも感ずることが出来るのではなかろうか。「若戸大橋」はその意味で本州と九州を結ぶ夢をまず叶えたものとして関門トンネルとあわせ人々を勇気づけるプロジェクトであったのである。

さて、「耐震実験装置」はどんなものなのだろう。

およそ2メートル四方の台の上に乗っている建物の構造模型。木造住宅、低層ビル、高層ビルを表す構造模型は建物が振動するときその構造、材質、高さによって固有の振動周期を持つことを表現するシンプルなモデルとなっている。木造住宅は高さ約50センチ。屋根や柱の骨格だけの構造模型。木材同志は釘や接着剤で止められてはいないで、木組みによって緩やかな隙間が生ずるように組まれている。壁に当たるところに筋交いをセットし、地震に対する強度を格段に改善する様子が見られるよう筋交いのパーツが用意されているのである。筋交いをセットすることによって建物の固有周期が変化し、地震に対する共振現象を起こしにくくすることが出来ることを実験により確かめることが出来るわけである。

中層ビル模型と高層ビル模型は基本的構造と材質は同じで、高さ（階高）のみが10階と30階の違いとなっている。幅約7センチ厚さ約1ミリメートルの燐青銅の板2枚に挟まれた鉄の板はおよそ5センチおきに各階の床を表す板としてセットされているため、ちょうど梯子のような構造となっているわけである。中層ビルの高さはおよそ60センチ、高層ビルの高さはおよそ1.5メートルの構造模型である。

振動台にはこのほか同じ材質、厚みをもった高さが少しずつ違うプラスチックの板が7枚固定されていて、振動台の振動数が変化したときにどの板が大きく揺れているかによってその時の台の振動周期が一目で分かるようにセットされている。

さて、この耐震実験は1日5回、一回およそ20分の演示が観客を楽しませてくれる。

演示者はまだうら若き女性解説者。時間になって観客が集まると、「さて皆さん、今日はようこそ科学技術館においでくださいました。今皆さんの前にある実験装置は、地震に対して建物はどのような反応をするのか、どのようにして地震に強い建物を造ったらよいのかを、実験を通じて考えていただくものです。この建物の模型が乗っている黒い台は、はじめはゆっくりと、そして次第に早く振動させることが出来ます。わたしの操作によって振動台を好きな振動周期にすることが出来るのです。この実験は、現実にある木造住宅や鉄筋コンクリートのビル、そして最近完成した霞ヶ関ビルのような高層ビルが、地震に対してどのような揺れ方をするのか、地震によって壊れないためにどのような工夫がされているのかを説明します。」

こうして振動台に様々な周期の振動を発生させ、建物の固有周期と地震の振動周期が一致すると、建物は共振現象を起こし激しく揺れる事を再現してみせるのである。また、木造住宅に見られる昔の人々の様々な工夫、最新技術を結

集して完成された霞ヶ関ビルのような柔構造ビルの特徴、戦後建設された日銀ビルなどの剛構造ビルの特徴などを実際に実験装置を使いながら解説してゆくこの演示は、地震の多い日本ならではのテーマであり、子どもから大人まで、素人も専門家も等しく国民が関心を持っているテーマとして常に高い人気を誇る、科学技術館全体の目玉展示といえるものである。

エピソード 3「マグシーバ」

最新の科学技術を展示する科学技術館の展示物は現役の生産現場などで活躍する技術の結晶が展示してあるため、子どもたちやお母さん方にはかなり難しい、との印象が生ずるおそれがあった。そこで科学技術館は「マグシーバ」という、磁界を活用した無線の展示解説装置を導入し来館者一人一人に貸し出す、という画期的なサービスを開館当初から始めたのである。展示物の解説はあらかじめ録音テープに収められ、展示物の陰に設置された再生機から磁界によって展示物の周囲およそ5メートル四方に近づいた観客の受信機に到達しレシーバによって聴くことが出来るという画期的なものだったのである。レシーバ本体はポケットにすっぽりと収まる程度の大きさのもので、この本体にイヤーレシーバを接続し、スイッチを入れると展示場でその近くにある展示物の解説を聞くことが出来るのである。

(この装置は、当初3000台用意され、団体で入館した学生はじめ観覧者に1セット50円で貸し出され、帰りに回収するシステムがとられたのであるが、利用者の乱暴な扱いにより断線のトラブルが多く、7年間実施後廃止されたのであった。現在は展示ガイドシステムとして様々なものが開発され主に美術館などで活用されているが、昭和39年(1964年)に実用化されていたこのシステムは大変画期的なものであった。)

●3階C室「便利な動力ー電力ー」(現在「電力」)

この部屋の最大の特徴は入り口の近くに発電や送電に関する未来の技術が紹介されていることである。

普通であれば電力といえばもっとも一般的な水力発電、火力発電そしてまもなく本格的に稼働することが期待されている原子力発電であろう。ところが入り口近くで紹介されているのは太陽光発電(太陽電池)、燃料電池、そしてMHD(Magneto Hydro Dinamic)発電(電磁流体発電)であり、送電技術では無線送電、直流送電などの紹介である。これらの技術はまだ開発中かアイデア段階の未来の技術であり、実用化されるのはまだまだ数十年先になるだろう、とのことである。太陽電池は聴いたことがあるが本物を見た人はまだまだ少ないし、ほかの発電システムや送電システムは理系出身のわたしでさえ初めて耳にするものであり、科学技術館の先進性がこんな所にも現れていてほんとにすごいな、と思えることであった。

この部屋の中央には火力発電所の立体電飾模型が稼働しており、重油を燃やして蒸気を作り、この高温高压の蒸気

をタービンのブレード(羽根)をまわし発電するシステムが点滅する青や赤や黄色の豆電球の流れなどによってとてもわかりやすく、また美しく表現されていていつまで見ても飽きないダイナミックな模型である。

奥の方にはキュービクル配電盤の実物、送電線で使われる高圧用、中圧用、低圧用の碍子の実物が本物はこんなに大きいものか、と迫力ある展示として置かれている。右側壁面に沿って出口まで27メートルを使い展開されている、「発電所から工場、家庭まで」という大パノラマは子どもにも大人にも圧倒的な魅力を振りまく楽しい展示である。水力、火力、そして実際にはまだ始まっていない原子力発電所から高圧送電鉄塔を伝わって市街地や工場地帯に電力が送られ、電車が動き各家庭に明かりがとる一大パノラマは日本全国が電化され近代国家に生まれ変わってゆく姿を具体的に表現したもので、楽しさ満点の展示である。

●3階D室「情報を伝えるー電波の利用ー」

(現在「オーロラ」)

日本は昭和28年にテレビ放送、昭和35年にカラーテレビ放送が始められ、科学技術館がオープンする昭和39年には主な電機メーカーからカラーテレビ受信機が発売されており、ソニーのトリニオン方式のものとほかの電機メーカーが採用しているシャドーマスク方式のものが激しい売り込み合戦をしている真っ最中であった。

この部屋のまず最初の目玉展示は電波によってどうしてカラーの画像が送られるのか、その原理やカラーテレビのカメラ、カラーブラウン管の構造を実験しながら確かめることの出来るコーナーである。光の3原色である赤、青、緑の組み合わせによってどんな色でも再現できることを3色の投光器を操作することによって確かめることの出来る実験は多くの観客の注目の的であり、また各社の製品のカットモデルや透明モデルが人々の関心と呼んだ。またこのコーナーにはソニーのカラービデオテープレコーダーも展示されており、まもなく家庭用も発売されるとあって、その実演は子どもよりも大人に人気のある展示となった。この部屋の一番の目玉展示は「無線操縦の実験」コーナーである。手前に3台の無線送信機を備えた座席が3席ありその先にはひょうたん型に広がった大きな展示台にロボットや自動車の模型、天井には模型飛行機があり観客がそれぞれの無線送信機のジョイスティックを使って操縦するものである。大人も子供もついつい夢中になってしまい、女性の解説員はほかの観客に交代させるのに苦労しているようであった。

また、さらに奥には「アマチュア無線コーナ」があり、資格を持った若い観客がやってきて、高級な無線送受信機を使って「CQ! CQ! こちら科学技術館無線局! どなたか応答願います!」等と楽しんでいる様子は小さな子供たちにもアピールすると格好のいいもので、女性解説員の間にも資格取得のブームが起り、かなりの職員が資格を

取ったようであった。

●3階E室「考える機械-計測と人間-」(現在「自動車」)

このユニークな名前の部屋は人間の持っている様々な機能と、それに代わって働こうとしている機械を紹介するところで、部屋の中央にどんと大きなスペースを取ってガラス張りの部屋に据え付けられているのが大型の電子計算機である。

この機械は、日立製作所が開発したHIPAC-103というコンピュータで、ガラス張りの部屋の中には入出力装置、演算装置、記憶装置が分散して設置されていて人間の手足や感覚器官、そして脳の働きと対比しながらそれぞれの装置の働きを理解できるように説明パネルが掲げられている。なんといってもこの科学技術館のすごいところはこの大型コンピュータが実際に稼働していることである。まず観客は50円払って二つの質問用紙のうち一つを選んで20以上の項目に及ぶ質問に回答する。二つの質問用紙は「職業適正判断質問表」と「進路適正判断質問表」である。通常大人は前者を、学生は後者を選択する。質問表に記入が終わり係りの解説員に渡すとコンピュータ室にいる操作員がそれを受け取り、キーボードを使って入力する。すると、あっという間に出力装置のキーボードが解答用紙に猛烈な勢いで日本語の回答を打ち出し、観客に手渡されるのである。観客はその回答を見て、「さもありなん」とでも思うのかあるいは「意外だなあ」と思うのか、にやにやし足り、友達と見せ合いながら持ち帰ってゆく。こうした風景が一日中続くのである。

またこの部屋には実際の電子顕微鏡も稼働していて、人間の目の機能を機械はここまで拡張してくれるようになったのだ、と科学技術のすばらしさを誇示するかのようである。まだ電子顕微鏡なるものを見たことのある人は研究者以外はほとんどいない時代であったので、科学技術館に行けば電子顕微鏡が見られるぞ、と高校生や大学生に噂になっているとのことであった。

●3階F室「文化生活と合理化-文化機器-」

(現在「都市ガス」)

この部屋は大きく3つのゾーンに分かれている。一つは部屋の左側にずっと奥まで「新聞のできるまで」と「新しい印刷技術」というテーマの展示が展開され、活字に代わる写真植字機という機械の紹介を中心とした新聞印刷の新しい技術やFAXによる記事原稿の送受信のデモンストレーション等を行っている。

部屋の右側の手前には様々な家庭電化製品が、あるものは中の構造がわかるようにカットされ、またあるものは実際に手に取って自分で動かすことができるようになって様々な製品が所狭しと展示されている。冷蔵庫、洗濯機、掃除機、電子レンジ、オーブントースター、電気ストーブ……。ここに展示してある製品を見ると自分の家にはこうした便利なものがいつ入ってくるのだろう、こんな製

品は果たしていくらするのだろう、とつい考えてしまうコーナーでもある。そしてもっとびっくりするのは業務用のドライクリーニング機が女性解説員によって実際に稼働しており、観客や職員の汚れたワイシャツや作業着等を実際にクリーニングして見せているのである。

奥にある3つ目のゾーンの入り口に、奇妙な機械がある。なんと実際に動いている「ジュークボックスの構造」という装置である。何十枚もの18センチLPレコードがちょうど水車のように回転するローターにそれぞれアームでセットされていて、観客がコインを入れて曲を選択するとローターが回転し、選ばれたレコードがアームの動作によってターンテーブルにセットされ針が落とされて演奏が始まる様子をまるで魔法の機械を見る思いで見ることができる装置で、まさにこれは文化機器だ！と思わせるのに最適なものである。その周りには様々な新しい事務機器(卓上計算機や、タイプライター、コピー機械・・・)さらには新しいカメラ等が実際に触れるように展示されているのだが、なんといっても「ジュークボックスの構造」にかなうものではないのである。

エピソード 4「人気爆発!ドライクリーニング機」

3階の「文化機器」の部屋に設置されているドライクリーニング機は無料であったため近隣の大学生たちが汚れた白衣を持ってくるのが次第に広まり一時はとて1日では処理しきれないほど持ち込んでくる輩もいてやむをえずお一人1枚まで、ということで規制することになった。飯田橋の日本歯科大学、東京理科大学、東京電機大学等の学生たちは担当の女性解説員が美人であったためわざと実験用の白衣を汚してくるのでは、と疑いたくなるような猛者たちもいていつも汗臭い若者がたむろしている部屋であった。ところが当館の女性解説員の中にもちゃっかりしたものもいて、帰宅途中何人かで洗濯物を届けがてら飯田橋の喫茶店で学生にコーヒーをおごらせる、等の事件も起こり解説員を管理する主任が上司に注意されるなど何かと話題の多い展示室であった。

●2階C室「生産の現場-工場-」(現在団体休憩室)

さていよいよ常設展示室としては最後のフロアである。ここまでくるといささか疲れてきて見学するのも足早になってきがちであるがどうしてどうして、このフロアにも魅力ある展示が目白押しで疲れを忘れてしまうほどである。

さてこの「工場」というテーマの部屋はまさに科学技術館と呼ばれるに最もふさわしい展示室ではないかと思われる。部屋のど真ん中を占領しているのは数値制御万能工作機(NC工作機)と呼ばれる巨大なマシンである。大きく分けると3つの部分から成り立っている。操作卓、XY軸を自由に動く材料設置台、そして直径2メートルを超えるローターには穴開け、切削、研磨など材料設置台にセットされた金属材料を自由に加工する金属加工治具が何十本と取り付けられていて、操作卓から命令される数値データに

よって必要な治具を選び、アームにセットして自動的にどんどん加工を進める、というまさに万能工作機なのである。若い女性の解説操作員が操作卓の前に座ったままでちょこちょこキー操作をすれば巨大なマシンがダイナミックに動作する様はまるで愛らしい象使いにも似てただ目を見張りながら見物するだけである。

この工作機を囲むように、オートメーション化が進む自動車工場の流れ作業の様子を動く模型で見せる展示や、新しい計測機械の使い方を実演してみせてくれるコーナー、歯車のいろいろ等自分で動かしながら理解することができる展示のほか、機械の要素を解説する自動スライド装置等多彩な展示技術を駆使して観客を飽きさせないのはこの科学技術館の最も特徴を表しているのではないだろうか。

●2階D室「マッハにいでむー航空と船舶ー」 (現在「原子力」)

さあ、いよいよ乗り物の部屋だ。何かだんだんわくわくする気持ちが高ぶってくる。いきなりボーイング727のカッコいいモデルが私を迎えてくれる。それにイギリス・フランスで開発されている「コンコルド」や日本の国産飛行機YS-11等の模型。こんな飛行機に一度は乗ってみたいと夢が膨らむ。でもそこは科学技術館。すぐその隣には日本航空機製造(株)が開発したターボジェットエンジンの実物がでんと展示されている。日本は敗戦によって航空機の開発が著しく遅れ、国産の航空機YS-11が初飛行に成功したのが科学技術館開館の2年前昭和37年のことであるから、このエンジンの展示は大変貴重なものであったのである。

さて、この部屋の目玉展示は二つある。一つはリンクトレーナーというセスナ機クラスの計器飛行操縦訓練装置の実物、そしてもう一つは船舶部分の船舶実験水槽である。

リンクトレーナーは東京航空計器(株)が開発した小型プロペラ機の操縦シミュレーション装置で、実際に羽田の航空機操縦訓練センターに導入された装置と全く同じものが科学技術館の展示として設置されたのである。従って、羽田の訓練センターから派遣された教官が指導した教程はそれが科学技術館のリンクトレーナーを使った教程であっても正式な訓練として認定されることとなり、セスナ機の操縦免許を目指す人々の新しい訓練機関として歓迎される場所となったのである。一般の観客はあたかもセスナ機の実物と思わせる飛行機シミュレーション装置が教官の指示によって左に旋回したり右に旋回したり、あるいはある方向を向いたまま静止したり(操縦者は直線飛行をしていることになる)機首を上げたり下げたりする様を見ながら、教官のデスクに描かれる航跡を見ていると飛行機の操縦を実感できる緊張感が共有でき、いつまでもじっと見ている観客でいつも人だかりのするものであった。また、この装置は科学技術館の女性解説員が羽田の訓練センターで2週間の教育を受け、初めてトライする観客に試乗してもらう時のガイドとしての役割を果たし、多くの観客に飛行機の

操縦や操縦席の計器の仕組み、働きに興味を持ってもらうための重要な役割を果たすことになったのである。

さて、もう一つの目玉の船舶実験水槽は、展示室内にもうけられた長さ25メートル、幅1.5メートル深さ約1メートルの水槽に3種類の船形モデルをワイヤーで走らせる実験水槽で、ちょうど運輸省の船舶技術研究所に設置されている実験水槽の小型版といったものである。スタートにセットされた約80センチの3種類の船型モデルは観客のボタン操作で一斉にスタートし船型によって受ける水の抵抗の違いによりゴール時間が異なることがはっきりとわかる実験水槽なのである。モデルの船がスタートすると、水槽にそって子供たちがゴール目指して走るので、時々壁にぶつかって痛い思いをすることもあり、いつも子供でにぎわっている展示である。こうして、最近の石油タンカーに使われている球状船首(バル・バス・バウ)の優れた性質を実験的に見ることができる展示は専門家からも評価されるものである。

エピソード 5「深夜の試験水槽大掃除」

試験水槽に張られた水はかなりな量になるためなかなか水の交換が大変であった。水槽にはふたがされていないため、ほこりや投げ込まれたゴミが底に溜まったり夏になると空調の利いている部屋ではあるけれどどうしても水が腐り異臭を発する等で、真夏を迎えるある日の閉館後、水を抜き、モップでガラスの観察窓や底を清掃し新たな水を張る作業に展示部の男性職員が動員された。臭い上に裸足で水槽につかり深夜まで及ぶ作業は結構大変なため、メンテナンス担当の男性主任は一升瓶と乾きもののつまみを用意しておき、若き男どもをおだてすかしながら作業を進めるのが恒例となっていた。しかし展示部の職員はみんなすべての展示を愛していて、この水槽の大掃除もみんながお祭りの準備をしているような和やかで活気のある作業であった。

●2階E室「高速と安全ー陸の交通ー」 (現在「北の丸サイクル」)

ここは陸上の乗り物である鉄道と自動車、それに新しい交通システム等を紹介する部屋で、科学技術館の中で最も、小さな子供たちに抜群の人気のあるところである。

それは、鉄道模型の運転パノラマである。元々神田の交通博物館にはOゲージと呼ばれるやや大型の鉄道車両模型を運行してみせるパノラマがあって子供たちに絶大な人気を誇っているのだが科学技術館にはHOゲージと呼ばれる一般の人々が手軽に購入できる鉄道車両模型を走らせるパノラマができたというのでより親しみを持って迎えられた楽しい空間である。パノラマは交通博物館のようなガラスの壁はなく、すぐ手元を電車や列車、機関車のモデルが山を越え、橋を渡りトンネルをくぐって疾走する姿が、解説員の照明操作で朝から夕方、そして夜になってゆく中に浮かんでくると拍手や歓声が小さな子供たちからわき起こ

り、時間が来ても立ち去らない観客を前に解説操作員がおまけに走らせてみせる気持ちがまた観客を喜びの渦に巻き込んでゆく理屈拔きの楽しい展示室なのである。

故障したり、脱線した車両を除くために解説員がパノラマの中に足を踏み入れると、あたかもガリバーかゴジラがのっしのっしと歩いているようにも見え、観客から歓声が一段とあがる等は科学館とはいえないような観客とのコミュニケーションを感じるところがあり、いつも人気の部屋のトップランクに位置するものである。

さて、その奥には、東海道新幹線が約200キロの速さで走ると景色はこんな風に見える、という映像が常時上映されまだ新幹線を経験していない観客にとってちょっと体験できない経験をすることができこれかなりな人気である。

自動車については意外と平凡な展示で、自動車の構造というまさに裸にされたエンジン付きのシャーシーがボタン操作で動くというものである。むしろその先にある浜松町と羽田を結ぶモノレールの車両の実物大模型は観客が乗車する部分や使われているタイヤなどにすべて実物が使われていて体感展示としてはなかなか優れたものである。モノレールという言葉がとても目新しいこの時代、科学技術館にいち早くその車両再現展示が現れたのは科学技術館がいかに新しい科学技術の展示を見せるための科学館であるかを端的に表したものだといっても過言ではない、と思われるのである。

●2階F室「食物をつくるー農業と食品ー」

(現在「自転車広場」)

とうとう常設展示の最後の部屋にやってきた。ここは、農業技術の近代化の様子を展示してある部屋で、科学技術館を建設するために参考にしたシカゴの産業科学館にある「ハーベスターファーム」をイメージしてつくられたものである。部屋の中は、今まさに農作業の機械化が進んでいる様子を理想的な農場模型で示す展示を中心に、大型コンバインやトラクター、田植機等の実物の機械が所狭しと並べられ、それもすべて実際に触ったり、ボタン操作でその動きを観察することができるダイナミックなものである。また、卵の自動選別機、浅草海苔の自動養殖機、水耕栽培や礫耕栽培装置といった新しい技術も実際に試験的に使われている装置が展示され新しい時代の食料生産に科学技術がいかに役立とうとしているかをわかりやすく示すものとして人々の関心を集める展示となっている。なお、

この展示をつくるにあたっては「家の光協会」がスポンサーとなりこれにヤンマーや久保田等の農機具メーカーが実機を提供する等協力して下さったものである。

さて、こうして科学技術館の開館当初の展示を振り返ってみると、8000平方メートルの展示室にまさに現代日本の科学技術、産業技術の粋が一堂に展覧される巨大な殿堂であり、どの展示を見ても日本の様々な分野の企業がこ

ぞって実物機械や装置を提供して下さったその熱意が溢れかえっていて、今思ってもその迫力に圧倒される思いである。

しかしその後40年を経過する中で科学技術館を取り巻く環境も変化し新しい科学技術が加速度的に進歩する中、科学技術館は奇跡的に生き残り、現在でも年間60万人に及ぶ入館者を迎えることができる施設としてその役割を果たしている。

それではどうして現代科学技術を伝え続ける科学館として生き残ることができたのであろうか。それはやはり日本の国の研究機関や産業界といった皆さんが数年に1回のリニューアルを情熱を込めて実施してきていただけたからであるのは間違いがないことと思う。

その費用を計算するとなんと数十億円に達するのである。私はこの科学技術館の40年を振り返ったときこれはまさに「奇跡の科学館」と呼ぶにふさわしい施設なのではないかと素直に思ったのである。

全部で17の部屋に展開された展示物の有様を文章で表現することは困難な部分が多く、十分にお伝えすることができないことを心からお詫びするところであるが、皆様の想像力が補ってくださることを願っていったん締めくくるところとする。

「ドライビングシミュレータ」の更新

—「みんなのくるまー自動車ー」展示室—

山口 勝

要旨

科学技術館3階E室「みんなのくるまー自動車ー」展示室の人気展示である「ドライビングシミュレータ」を8年ぶりに更新した。前作は、未来都市をイメージしたCG画面作りや、運転席周りを什器としてデザインしたため、自動車を運転するというリアリティに欠け、また、全体としてシミュレーションするという展示のねらいが薄れ、遊びやゲーム感覚で終わってしまうという弱点があった。

今回の更新は、これらの問題点の克服を重点課題として位置づけ、いわゆる自動車を「教習」するという視点と交通安全教育を学習するという二つの「ねらい」を前面に出して製作した。

キーワード：自動車の機能、没入感

1. 基本設定

ドライビングシミュレータの生命線は、自動車の持つ最も基本的な機能である「走る」、「曲がる」、「止まる」という三つの動作を、きちんと文字通り「機能」として発揮することができるかである。

今回の更新では、この機能の発揮を確実に実行するために、また、前回の教訓からオリジナルの作り込みをやめ、信頼性を最優先に、教習所で使用している「実機」をそのまま使うこととした。

これにより、ハードとしての安定感、信頼性が確保された。

画面構成は、正面と左右の視界をできるだけ広く、違和感なく見られるように、3面のマルチ画面を採用した。

また、一画面のモニターサイズを29インチとし、運転席に座ったとき、できるだけ周囲の情景が入らないよう没入感を意識した配置とした。

このような実機の運転席とマルチ画面構成により、シミュレータに集中できる環境を整えることができた。



写真 1

2. 全体ストーリー

2.1 進行役

全体ストーリーの進行役には「マモル君」というキャラクターを配した。シミュレータの概要や操作方法を説明し、「交通安全クイズ」の出題も彼に任せた。スタートボタンを押せば、いよいよスタートだ。

はじめの動作は、当然、シートベルトを装着することから始まり、正しく装着することで、安全意識の向上とこれから運転するという期待感が高まってくるのである。

2.2 コース選択

画面は「晴」、「雨」、「雪」の三つのコース選択画面に移り、ハンドル操作で、体験したいコースを選択する。

次は、いよいよ走行。だがその前に「交通安全クイズ」が3問、出題される。「YES」、「NO」の二択を、ハンドル操作で選び、ブレーキで決定する。ここでの正解・不正解が後の運転評価に影響する仕掛けになっている。

クイズが終わると、いよいよ市街走行画面に切り替わる。エンジンを掛け、PからDレンジへとシフトチェンジし、アクセルを踏み込む。車が走り出す。



写真2

マモル君の最初のアドバイスは大体、こうだ。

「スピードの出し過ぎです」「あぶない!」、「コースが違います」も多いアドバイスだ。

こうしてマモル君のいろいろなアドバイスやナビゲートに従いながら、ゴールを目指す。

2.3 アクシデントと運転評価

走行中、道路に転がったボールを追いかける子供がとびだしたり、自転車や水たまりをよけたり、歩行者に注意しながら運転することにより、安全運転の重要性や交通ルール・マナーを学習することができる。

体験者の運転評価は、160点満点で、得点順にゴールド、シルバー、ブロンズのメダルが与えられ、85点以下は、メダルなしという設定にしている。

具体的な点数の表示は隠れることにした。

体験時間は120秒間だが、ゴールドメダルが取得できる点数でゴールするとさらに、30秒のボーナス時間が与えられる設定になっている。

3. 初めての試み

設置台数3台のうち、1台は、足の不自由な人が手でアクセル・ブレーキ操作を行う、「運転補助装置付き（実機）」とした。実際の自動車に装備されるもので、科学館で設置されるドライビングシミュレータとしては、車いす利用者でも健常者でも体験できる初めての試みである。

展示更新後の利用者数は、月平均8000人余にのぼり、月間入館者の約5人に1人が体験している計算になる。

FOREST ダブルミラーにおけるコーナーリフレクションの探究

丸山 義巨*

要旨

科学技術館展示スペース「FOREST」の展示物「ダブルミラー」は、2枚の合わせ鏡のなす角度によって鏡像の数を変えて楽しむ展示物である。鏡像の振る舞いも角度によって違い、そのパターンの1つが「コーナーリフレクション」である。本研究ではコーナーリフレクションの原理を探究し、その現象をより一般的にとらえることによって、コーナーリフレクションに準ずる現象が起きる条件を予測し実証した。この一連のプロセスは、学校の授業内容と関連した学習プログラムとしても応用できる。

キーワード：科学技術館、ダブルミラー、コーナーリフレクション、鏡、数学、学習プログラム

1 ダブルミラーにおけるコーナーリフレクションの原理

1.1 ダブルミラーで体験できるコーナーリフレクション

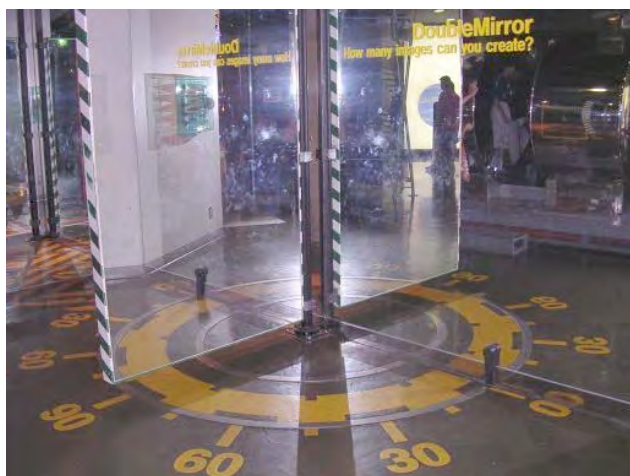


写真1 科学技術館の「ダブルミラー」
鏡の間に立ち、鏡の角度を変えることができる。

ダブルミラーは、(写真1)のように2枚の合わせ鏡のなす角度によって鏡像の数を変えて楽しむ展示物である。鏡像の数が整数となる、つまりすべての鏡像が等しく見えるとき、鏡の角度が60度、120度など、1回転の整数分の1になっているのは明らかであり、大抵の来館者はそれに気づくのにほとんど苦労しない。

ただし、よく観察すれば、様々に角度を変えると鏡像の数以外に違うことが起きているのがわかる。例えば、鏡の

角度が90度になっているとき、鏡の間に立つと像が3個見える。そのうち2枚の鏡の接合部にまたがる像を見ると、自分の眼の像が丁度接合部にかかる。何とか自分の眼を見ようとして頭を動かしても、鏡像が逆に動くので、どうしても見るができない。この現象は、見方を変えれば次のように言い換えられる。「鏡の接合線に垂直な平面上で入射した光線が、2枚の鏡に計2回反射した結果、いづれか離れた場所から逆平行に進む。」ということである。なお、自分の眼から出た光線が逆平行に反射して自分の眼に戻る条件は、鏡の接合線を直視した場合のみである。したがって接合線に太さがある限り完全には見えないことになる。このような反射現象は「コーナーリフレクション⁽¹⁾」や、レーダー波の反射条件としても知られている。

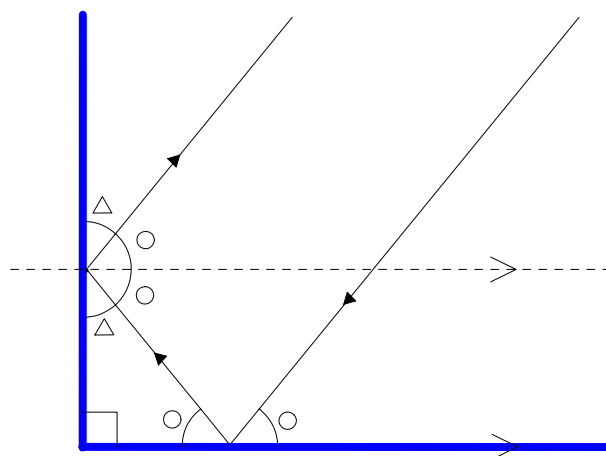


図1 コーナーリフレクションの原理
90度の合わせ鏡への入射光線は、必ず逆平行に反射する。

*科学技術館

〒102-0091 東京都北の丸公園 2-1

1・2 準コーナリフレクションの原理

コーナリフレクションのように、入射光線がある範囲の角度で入射して逆平行に進む現象は、例えば 60 度や 120 度では起きないが、反射回数を 2 回に限らなければ、90 度以外でも起きる可能性がある。このような現象を「準コーナリフレクション」と呼ぶことにする。

準コーナリフレクションが起きる角度を探すには、実際に鏡の角度を変えながら実験的に確かめる方法もあるが、それによって条件が合う全ての角度が探し出せる保証はない。むしろ中学高校レベルの数学を用いて現象の原理を解析するだけでも、過不足なく全ての解が導き出せる。

そこで、鏡の角度が自由に変わるとき、2 枚の鏡によって作られる、鏡に挟まれた物の鏡像の中で、必ず鏡の接合部にかかるものがある条件を考える、という視点から

幾何学的に導いたところ、鏡の角度が $\frac{90}{n}$ 度 (=

$\frac{\pi}{2n}$ rad.) (n は 1 以上の整数) を満たすときに準コーナ

リフレクションが起きることがわかった。以下にその証明を示す。

(証明 1)

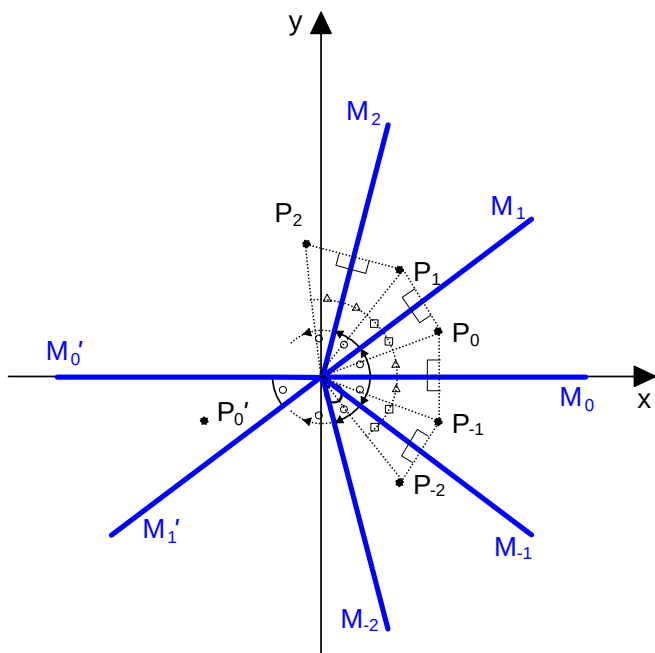


図 2 ダブルミラーの鏡像の図
ダブルミラーによって xy 平面上に写される点 P_0 の鏡像

(仮定)

(図 2) のように、平面鏡 M_0, M_1 は xy 平面に垂直であり、 M_0 は x 軸上にあり、 M_1 は原点 O で M_0 に接する。 M_1 は M_0 に対して角度 α をなす。

M_0, M_1 の間にある点 P_0 は、 M_1 によって P_1 に写される。

M_0 は M_2 に、 M_1 は M_3 に写される。以後交互に鏡が写され、原点と対称な位置を越える手前まで続く。 M_0 によって M_1 と P_0 もそれぞれ M_{-1} と P_{-1} に写され、同様に鏡像が原点と対称な位置を越える手前まで続く。

ここで α が半周の整数分の 1、すなわち $\alpha = \frac{180}{k}$ 度で

あるとき、 M_0, M_1 の延長線上にある鏡の鏡像 M_0' (= M_k), M_1' (= M_{-k}) が存在する。鏡自体は交互に写されるため、

(6) k が偶数のとき、 M_0' は M_0 の鏡像、 M_1' は M_1 の鏡像
(7) k が奇数のとき、 M_0' は M_1 の鏡像、 M_1' は M_0 の鏡像

となる。(6)において、鏡の鏡像の位置関係が原点に関して対称なので、 P_0 の鏡像 P_0' (= P_k または P_{-k}) は必ず原点に関して対称の位置にある。すると、 P_0 から P_0' を見る場合、視線は必ず原点を通るので、自分の眼の鏡像が必ず鏡の接合部にあたることになる。

このとき k が偶数だから $\alpha = \frac{180}{2n} = \frac{90}{n}$ 度 (n は 1 以上の

整数) と表せる。

(証明終)

また、入射した光線が 2 枚の鏡に反射した結果、逆平行に進む条件を同様に導いたところ、同じ結論を得た。その証明を以下に示す。

(証明 2)

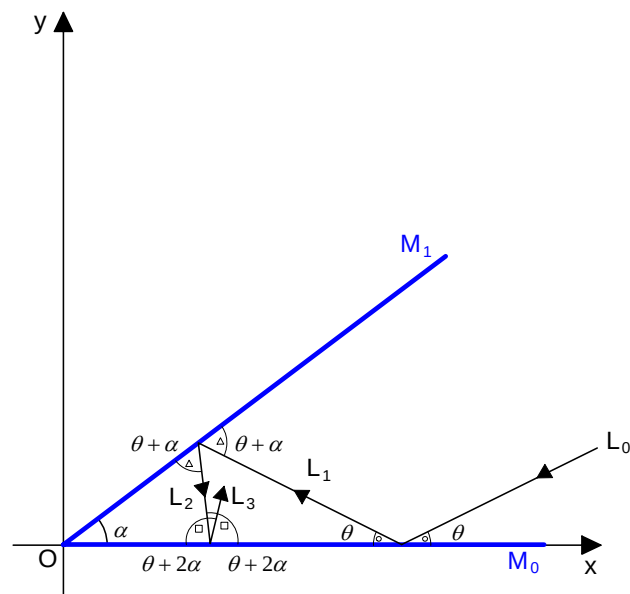


図 3 ダブルミラーへの入射光線の図
ダブルミラーによって反射される光線 L_0 の軌跡

(仮定) (図 3) のように、平面鏡 M_0, M_1 は xy 平面に垂直であり、 M_0 は x 軸上にあり、 M_1 は原点 O で M_0 に接する。 M_1 は M_0 に対して角度 α をなす。

ここで、外部から入射する光線が M_0 または M_1 で k 回反射したものを L_k と表す。また、 L_k が M_0 または M_1 に入射する角度は、それぞれとなす角のうち、原点から遠い側にあるものを入射角度として、これを a_k と表す。

さて、 M_0 に対して角度 θ をなす光線 L_0 が入射すると、反射の法則により M_0 に対して角度 θ をなして反射する。すると、この光線 L_1 が M_1 に入射する角度: $a_1 = \theta + \alpha$ は明らかである。以後同様に $a_{k+1} = a_k + \alpha$ となるので、まとめると

$$a_k = \theta + k\alpha \quad (8) \quad \text{である。}$$

ところで、 L_{k+1} が L_0 と逆平行となる条件は、

$$\left\{ \begin{array}{l} k \text{ が偶数のとき、} a_k = \pi - \theta \end{array} \right. \quad (9)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k \text{ が奇数のとき、} a_k = \pi - \alpha + \theta \end{array} \right. \quad (10)$$

となる。これらを満たす α を求めると、(8),(9),(10)より

$$\left\{ \begin{array}{l} k \text{ が偶数のとき、} \alpha = \frac{\pi - \theta}{k} \end{array} \right. \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} k \text{ が奇数のとき、} \alpha = \frac{\pi}{k+1} \end{array} \right. \quad (12)$$

となる。 θ が $0 < \theta < \alpha$ の範囲で任意の値をとる場合、(11)を満たす α は定まらないが、(12)を満たす α は θ に依存しないため 1 つに定まる。このとき k は奇数なので $k + 1 = 2n$ (n は 1 以上の整数)と表せる。したがって

$$\alpha = \frac{\pi}{2n} \text{ のとき、} \theta \text{ に関わらず } L_{2n} \text{ は } L_0 \text{ と逆平行にな}$$

る。 (証明終)

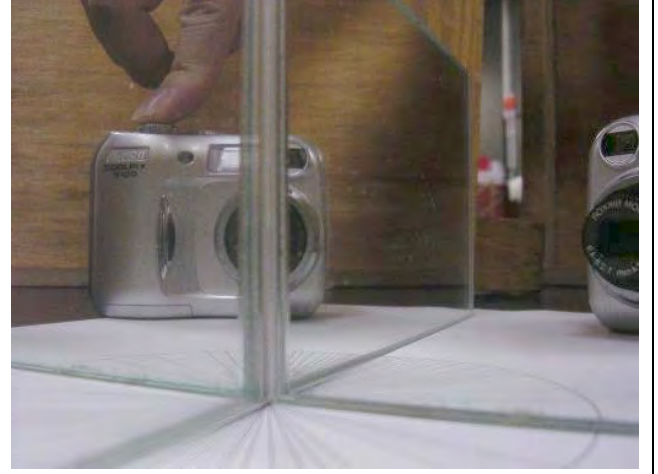
以上のように準コーナーリフレクションが起きる条件は、少なくとも 2 種類の考え方で導き出せる。なお、当然ながらどちらの場合でも、反射回数は $2n$ 回である。

また、元々のコーナーリフレクションは $n = 1$ の特殊な場合であるということになる。このときは 3 枚の鏡を互いに 90 度をなすように組み合わせることが可能であるため、3 次的に逆平行の反射を起こす「コーナーリフレクター」にも応用されている。

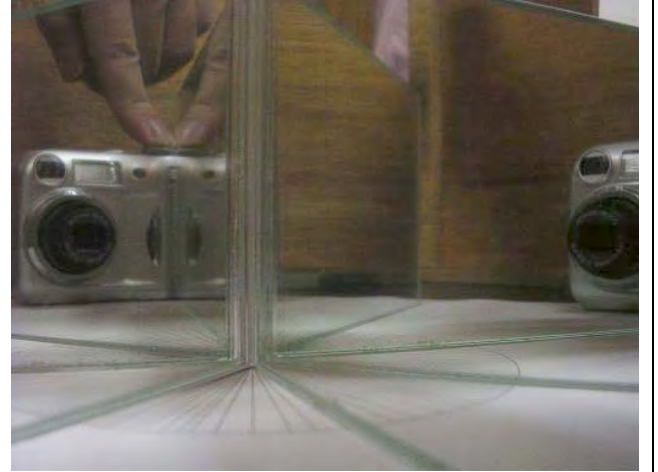
2 準コーナーリフレクションの実証と応用

2・1 実験による確認

(a) $n = 1$ (鏡の角度は 90 度)



(b) $n = 2$ (鏡の角度は 45 度)



(c) $n = 3$ (鏡の角度は 30 度)

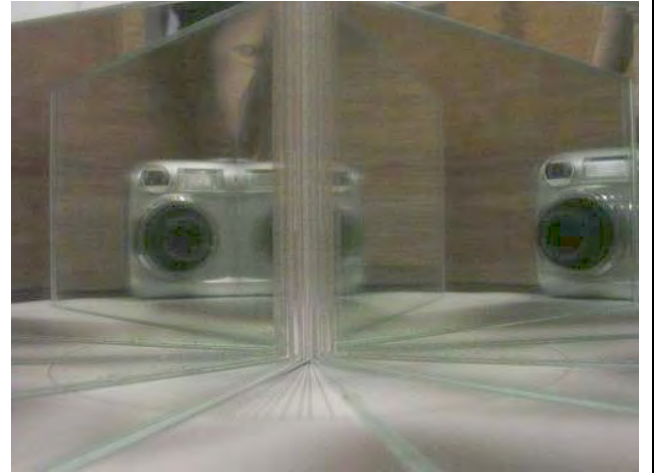


図 4 準コーナーリフレクションの実験結果 (1)
(証明 1) における P_{2n} にあるカメラレンズは見られない。

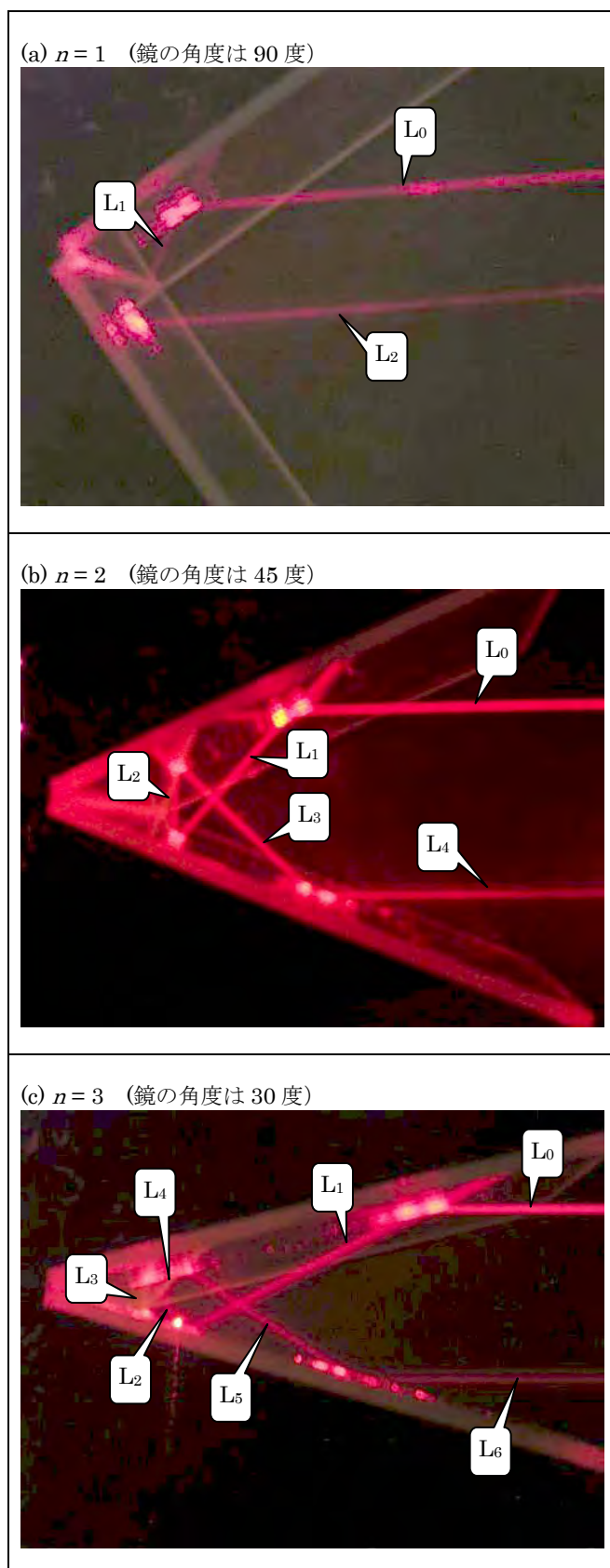


図 5 準コーナーリフレクションの実験結果(2)
(証明 2) における L_{2n} が L_0 と逆平行であることがわかる。

1・2 で述べた準コーナーリフレクションの原理は、(証明 1) については実際に鏡像を撮影することにより、(証明

2) については半導体レーザー光源と線香による煙を用いて光線を視覚化することにより、実験的に確かめられる。それぞれ図 4、図 5 として結果を示す。このように、(証明 1) (証明 2) から予想される通りの結果が確認できた。

2・2 グループ学習プログラムとしての可能性

$n > 1$ の準コーナーリフレクションの応用例がすでにあるか否かについては未確認だが、少なくとも教育的に有意義な応用の 1 つは、学習プログラムでの利用である。

科学技術館には多数の小中学生の団体が訪れるが、その中のいくつかはグループ単位やクラス単位で、何らかの成果を伴う体験学習を行うことを目的としている。このような場合、所属する学校の授業内容に関連がないが、有用な知識や経験として身につくことを期待される内容であれば「総合学習」として一括する考え方もある。しかし、理科や数学の授業内容に多少なりとも関連することがあれば、学習としての相乗効果が高まり、生徒の満足度も高まることが想像される。また、高等教育で扱う科学技術が小・中・高で学習する内容を基礎においている以上、科学技術におけるそれらの直接的な使われ方や、科学的な思考方法との関わりを科学技術館が明確に示すことも重要である。

そのような試みの 1 つとして、1・2 で述べたような展示物の原理を考えさせる学習は有効であると考えられる。(証明 1)、(証明 2) は中高生レベルの記述である。しかし記述を平易にすれば、どちらも小学生でも理解は可能であると思われる。発展的には、証明を最初から自力で考えさせたり、いくつかのヒントを生徒に与えて、各自なりの推論で原理の理解や現象の予測へ到達するよう導く方法もある。

これによって、下記のようなこともいくつか実感させられると考えられる。

- ・机上で学習している学問が、実世界の現象の理解に直接応用可能であること。
- ・科学的な言葉の使用によって、複雑な現象の理解が容易になること。
- ・解答が無数にある事柄が、条件を設定することで有限の事柄に分類できること。
- ・1 つの現象についても複数の見方があり、それぞれが正しければ同じ解答にたどり着くこと。

科学技術館 FOREST には、ダブルミラーの他にも科学的原理をスマートな展示物に凝縮したものが多数存在する。本研究と同様の方法で、これらを積極的に解析し利用することは、学芸活動としても重要であると考えられる。また科学技術館がこのような体験を提供することで、より多くの青少年に、普段学んでいるものの威力や使い方を理解されることを期待したい。

文 献

- (1) 朝日新聞社東京本社企画第一部・ソニー教育振興財団編：「科学の遊び エクスプロラトリウム展図録」，朝日新聞東京本社企画部刊，pp.17(1989)

北の丸望遠鏡 (KIT) の運用報告

木村 かおる 田代 英俊 奥野 光

要旨

科学技術館（東京都千代田区）は、同館で行われているサイエンスライブショー「ユニバース」、および学校・社会教育現場での Hands on UNIVERSE の活動を支援するために、インターネットを利用したリモート望遠鏡・北の丸望遠鏡（通称 KIT）を屋上に設置した。今回は、2001 年 10 月に望遠鏡が設置された後から 2004 年度末までの運用状況を報告する。

キーワード：インターネット望遠鏡、天文教育、遠隔教育、国際協力

1. はじめに

北の丸望遠鏡 (KIT) (写真 1 参照)は、2000 年秋に科学技術館運営部、および理化学研究所情報基盤研究部で、インターネット望遠鏡の設置計画を企画し、国立天文台の協力を得て設置された。

KIT はインターネットを介して、天体望遠鏡、CCD カメラ、データベースを利用して、天体画像の取得、データベースへの蓄積、利用者への画像提供が可能である。運用目的は、主に学校および社会教育現場で生きた天文学習活動の支援を行うこと、Hands-On Universe (HOU) との相互協力を通じ、学問の発展と国際親善に寄与すること、『「天文教育におけるインターネット利用に関する共同研究」を行い、天文教育におけるインターネットの利用形態と適応の可能性を研究、実験、評価することを目的にしている』⁽¹⁾。

天体観測は夜の時間帯になることや、望遠鏡の取り扱いが難しい、公共天文台を訪問する時間がないなど、授業での実習は敬遠されがちであった。しかし、インターネット望遠鏡を利用することで、生徒が自ら画像を取得し、解析することで天文学への興味を引き出すことが可能になる。また時差を利用することで、学校教育では困難であった天体観測を昼間に行うことができる。米国シカゴ大学ヤーキス天文台との協力により、ヤーキス天文台に設置されたインターネット望遠鏡を、科学技術館の行う教育活動において利用することが可能である。

なおこの望遠鏡は、科学技術館が管理し日本ハンズオンユニバース協会 (JAHOU) が主体となって管理者グループを組織し、運営されている。

2. 北の丸望遠鏡の仕様と運営

2・1 KIT の仕様

KIT のリモートコントロールシステムは、(株)五藤光学研究所の CATS-i システムを導入し、KIT の運用にあわせて改良したものを利用している (図 1 参照)。このシステムはドーム、天体望遠鏡、望遠鏡架台、望遠鏡制御用コンピュータ、冷却 CCD カメラ、フィルター交換器、気象センサー、冷却 CCD カメラ制御用サーバー、データベースサーバーおよび天文台制御用ソフトウェアにより構成されている。これらを、リモートコントロールソフトウェアで制御することができる。ただし、特殊なポートを使用しているため、学校や公共施設などのネットワークからの接続ができないことが多く、WEB ブラウザ上でリモートコントロールできるソフトを利用し、対応している。



写真 1 北の丸望遠鏡
科学技術館屋上に設置された KIT 全景

また、望遠鏡の仕様は次のとおりである。

鏡 筒	Mead LX200-30
口 径	305mm F10+レデューサー (F6.3)
架 台	高橋 NJP+TemmaPC
C C D	SBIG ST-8E
視野角	31.9×21.3 分

表 1 望遠鏡の仕様

2.2 KIT の運営

KIT は科学技術館が保有・管理を行い、運営主体を JAHOU に依頼、管理運営を KIT 管理者グループが行っている。KIT 管理者グループは、科学技術館、理化学研究所、国立天文台の関係者および理工系の大学院生の 8 名で構成されており、ユーザー管理、観測スケジュール管理、望遠鏡操作の指導、メンテナンス、ホームページでの画像の公開、インターネット望遠鏡を用いたカリキュラムの開発を行っている。また、KIT の活用については、JAHOU 内に運営委員会を設置し検討を依頼している。

KIT の観測期間は年間 4 期あり、ユーザーから提出されるプロポーザルから、スケジュールを作成している。リアルタイム観測は次の 4 期である。それ以外の期間は、メンテナンスを行う。

第1期	4 月 15 日～6 月 14 日
第2期	7 月 15 日～9 月 14 日
第3期	10 月 15 日～12 月 14 日
第4期	1 月 15 日～3 月 14 日

2.3 KIT ユーザー

KIT ユーザーは設置目的から、科学技術館関係者（子ども天体観察教室実施スタッフ）、ちもんず（科学ライブショー「ユニバース」運営スタッフ）、JAHOU、HOU メンバーおよび、ヤーキス天文台と共同で行っている天文教育プログラムの参加者としている。なお、リアルタイム観測者は、KIT 管理者グループが開催する講習会への参加を義務付けている。現在、講習会を終了したユーザー数は 111 名で、その内訳は、KIT 管理者グループ 8 名、科学技術館関係者 3 名、JAHOU メンバー 30 名、ちもんず 11 名、子ども天体観察教室スタッフ 6 名、ヤーキス天文台関係者 3 名、HOU ティチャー 22 名、シカゴの中学校・高校教師 28 名となっている。

3. 運用の実績

3.1 リアルタイム観測の実績

2001 年 10 月より 2005 年 3 月までの間に、望遠鏡へのアクセス数は 325 件あった。国内のユーザーによる申し込みが 98 件、ヤーキス天文台との協力プログラムにおいて行った観測が 36 件、オークパーク&リバーフォレスト高校での定期的な観測は 44 件あった。残りの 147 件は、KIT 管理者グループによる望遠鏡の調整および教材開発のための観測、講習会での利用となっている。なお、KIT のリアルタイム観測は、基本的には 1 晩 1 観測としている。

国内ユーザーによる観測は、放課後のクラブ活動での利用が最も多いが、天候不良やネットワークの問題から、望遠鏡にアクセスできたのは 41%にとどまっている。

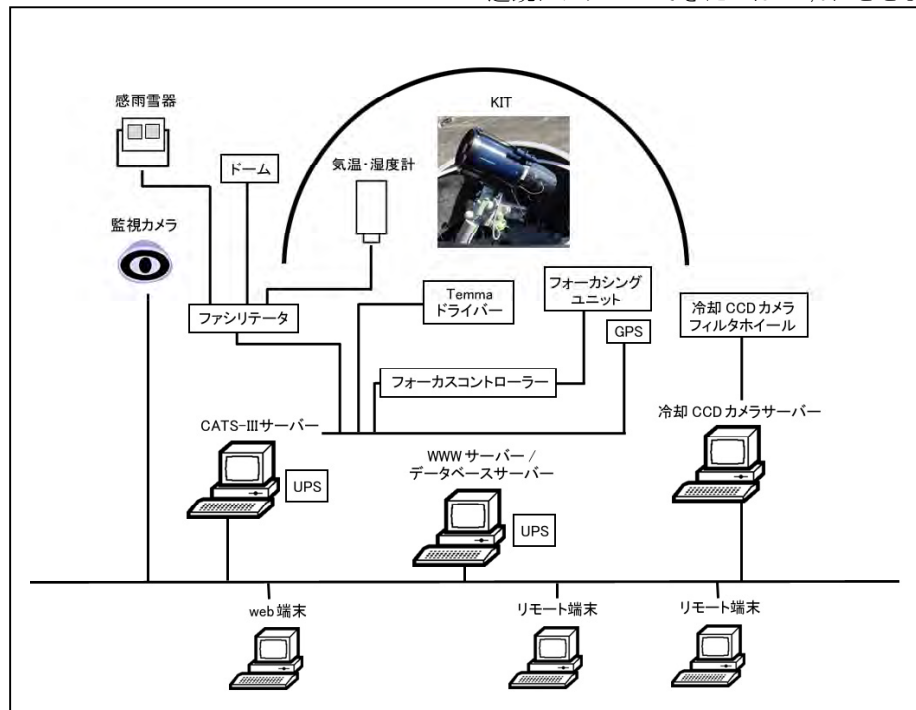


図 1 KIT のシステム概要

（株）五藤光学研究所、システム構成図より作成

3・2 科学技術館における KIT の利用

(1) 科学ライブショー「ユニバース」

科学技術館では、毎週土曜日の午後に科学ライブショー「ユニバース」を実施している。現在は、第 2・第 4 土曜日に、ヤーキス天文台の Vivian Hoette 氏にインターネット越しに出演いただき、24 インチ望遠鏡などで撮像した画像を紹介する「ライブ天体観測」コーナーを設けている。撮像された画像は、FITS 形式のファイルで、画像処理ソフトを使うことで、撮像天体の解析を行うことができる。KIT で撮影された画像も同じ FITS 形式のファイルであるため、サイエンスライブショー「ユニバース」の中で、最新情報として、彗星や超新星の画像を紹介している。

(2) サイエンス・カーニバル

春休みと夏休みに行われる「サイエンス・カーニバル」では、2004 年 8 月から「特別天体ライブショー」を、4 階ユニバースにおいて実施している。主に、春と夏の星座を覚えよう！をテーマに、宵空に見られる星空の解説を中心に行っている。このショーの中でも、よく知られている天体や昨晚見られた月など、新しい画像を紹介している。

(3) サイエンス友の会

2003 年、2004 年の 2 年にわたり、JAHOU 主催による JAHOU 教室を実施した。その際に画像解析用のデータとして、KIT で撮影した画像を提供した。また、会員からリクエストを募り、翌日にリクエスト画像を解析できるように準備した。また、2003 年は火星大接近があり、火星の模様から火星の自転がわかるような連続写真も公開した。

2004 年 10 月より、文部科学省「子ども居場所プラン」に参加、当館においては「子ども天体観察教室」として展開している。この事業においては、千代田区の小学校・中学校およびサイエンス友の会の会員を対象とした天文教室を実施している。2004 年度のサイエンス友の会では、天体観察会を月に 1 度実施した。星が観察できない雨天・曇天時には、ユニバースホールにおいて、太陽系シミュレータなどのユニバースコンテンツを使い、星空の解説を行った。このときに、実際望遠鏡で観察するはずだった天体を、あらかじめ KIT で撮影した画像を用いて解説を行うなどした。

3・3 オークパーク&リバーフォレスト高校の天文学教室における KIT の利用

米国イリノイ州オークパークにある、オークパーク&リバーフォレスト高校 (OPRFHS) において、2002 年 1 月 8 日に KIT を用いた授業を行った。2002 年 9 月からは天文学の授業において、HOU の教育プログラムが導入され、KIT を用いたリアルタイムの観測も取り入れられた (写真 2 参照)。KIT を利用したプログラムは毎週水曜日に実施され、2002 年 9 月～2003 年 1 月に 4 回、2003 年 9 月～2004 年 1 月に 6 回、2004 年 9 月～2005 年 1 月に 8 回の観測が行われた。2004 年度においては、天文学を履修した学生が中学校で出前授

業を行い、KIT を用いたプログラムを紹介した。



写真 2 OPRFHS での授業風景

画像解析ソフトを用いて、KIT で撮影した画像を解析している

3・4 国際協力プロジェクトにおける利用

KIT の運営主体である JAHOU の要請により、Jupiter プロジェクト 2002、2003 に KIT の観測時間を提供した。この観測では、日本をはじめ、アメリカ、スペイン、スウェーデン、ポーランドの教師らが、木星の 4 大衛星を撮像しその動きを調べ、毎年新しい画像を用いて公転周期を求めることを目的に行っている (写真 3)。

また、2003 年 5 月には「Mars Observing Collaboration USA and Japan HOU: Space Day at DePaul NASA Center Explore and Discover Observing - NASA IDEAS」において、米国シカゴ DePaul 大学の NASA Center から火星の観測を行った。

今後は、視差を用いた小惑星の同時観測、天王星／海王星の衛星の共同観測などの協力をしたいと考えている。

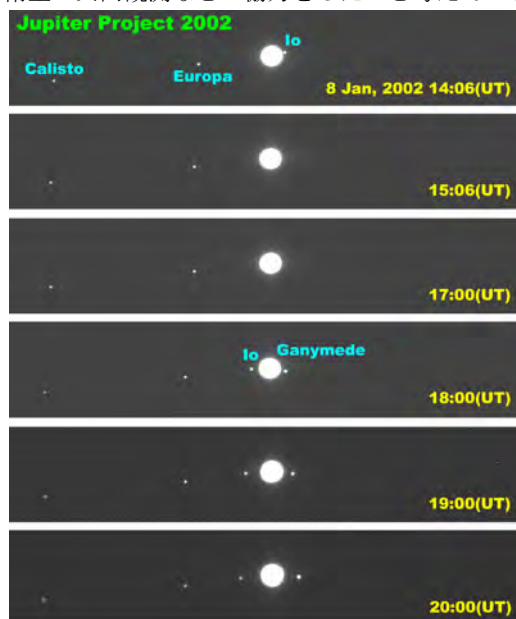


写真 3 木星の 4 大衛星の動き
KIT で 1 時間おきに撮影した画像を並べたもの

4. KITの運用で天文教育に期待できること

日本国内の場合、KIT を用いた観測は時間帯が夜になってしまうため、中学生や高校生が頻繁にリアルタイム観測を行うことは困難である。Web リクエストによる観測と、画像配信が可能になれば、リクエストした画像をすぐに入手することができるようになる。教科書や資料集とは異なり、いつでも新しい画像を公開／提供することが KIT の運用ポリシーである。KIT 管理者グループなどによる公開画像は、時に今話題になっている天体の画像をすぐに見ることができ、天文学への興味関心を高められ、さらに継続して画像データを自ら取得することで、興味関心を持続させることができると考える。このことにより、天文分野や、インターネットの情報技術、インターネット望遠鏡のしくみなど研究や技術に触れる機会が多くなり、学校教育では行えないさまざまな分野での自発的な学習の機会が望まれる。

OPRFHS では、KIT を利用することで授業中にリアルタイムの星空を観測できる。しかしインターネット望遠鏡でのリモート観測は疑似体験であるため、夜間に望遠鏡を用いて実際の星空や天体を見る天体観察会も実施している。インターネット望遠鏡を用いた教育活動においては、実物（本物）を体験することとも非常に大事なことである。しかしアンケート調査を行うと、たとえインターネット望遠鏡での観測であっても、観測の計画、実施、解析を経た後では、具体的な研究対象の天体をあげられるようになっている。

また、インターネット望遠鏡の、「いつでも、どこでも、誰でも利用できる」という利点を生かし、KITで観測可能な天体や現象については、学校や社会教育施設などで利用できるプログラムを提供したいと考えている。

ここで、サイエンス友の会で使用したテキストの一例を挙げる。

B. 月の特徴

北の丸インターネット望遠鏡 (KIT) のサイトにアクセスしましょう。

<http://jahou.riken.go.jp/kit/>

1. トップページ日本語を選びます。Images — KIT 管理者グループによる公開画像集から Moon を選びます。
2. 「月齢を比べてみよう」から好きな形の月を選びましょう。
3. Moon Sets をクリックすると、望遠鏡で撮った月の各画像が見られます。

プリントした各パーツをつなぎ合わせて、月を完成させましょう。

(子ども天体観察教室 「コンピュータで探る宇宙2：月のクレーター」のテキストより)

また、KIT 管理者グループとヤーキス天文台は、日米のインターネット望遠鏡を用いた研究プロジェクト (NASA IDEAS: Explore and Discover Observing) の開始、相互観測で得られる新しいデータを利用したウェブコンテンツの開発を計画している。日本でも米国のインターネット望遠鏡を利用できる環境が整えば、昼間の時間帯に星空の観測が可能になる。

今後も科学技術館の教育活動において、KIT および米国などのインターネット望遠鏡を利用した教室や著作権に配慮したプログラムを広く提供していきたいと考える。

文 献

- (1) 木村かおる：「北の丸望遠鏡を用いた天文教育活動」, 天文月報, Vol.96, No.11 579 (2003 年)

科学技術館UNIVERSEにおける立体投影への取り組み

奥野光* 田代英俊* 川井和彦** 高幣俊之** 松浦匡*** 戎崎俊一**

要旨

科学技術館では1996年より「科学ライブショーユニバース」を毎週土曜の午後2回開催している。ライブショーの中では最新のコンピュータグラフィックやシミュレーションを駆使し、科学者自らが来館者の方々に最新研究成果、今話題になっていることを分かりやすく解説し講演を行っている。しかし、太陽系の惑星の運動や分子の構造など、サイエンスビジュアルゼーションの多くが三次元の立体空間の中での運動や構造を表現しており、平面（2D）の表現より立体（3D）での表現を行う方がより視覚的・直感的にすることが容易である。そのため我々はより効果的な科学ライブショーを実施するため、システムやシミュレーションの立体視化とそれをさらに発展させた可搬立体シミュレーションシステムの開発・製作・運用を行った。

キーワード：ライブショー、シミュレーション、サイエンスビジュアルゼーション、立体視

1. 大型立体映像ホールの実現

科学技術館ユニバースホールでは、1996年よりシリコングラフィクス社製のグラフィックスワークステーションと専用計算機を組み合わせ、サイエンスライブショーを実施してきた。

サイエンスライブショーでは、リアルタイムシミュレーションを大型スクリーンに投影し、研究者自身による分かりやすい解説・説明で多方面から高い評価を頂いていた。しかし、さらなる効果を得るために、見る者が太陽系の仕組みや分子構造等を三次元で視覚的・直感的により理解しやすくなるための映像の立体投影が必要であり、実現が望まれていた。

そのような背景の中2002年にユニバースホールへの立体投影システムの開発及び導入を、理化学研究所の協力・支援を受け実現することができた。

大型立体映像ホールを開発するにあたり、下記の条件を満たすよう開発・設計を行った。

- ・ 映像への没入感を最大限に得られるよう可能な限り大型のスクリーンとすること。

- ・ プロジェクターについては大画面投影に耐えることと運用性が良く低コストの立体方式との親和性が高いこと。
- ・ コンピュータからL/Rの映像が奇数フレーム、偶数フレームごとに出力されたためそれをL/R個々の信号に分離する機能をもつこと。

上記のシステムを開発・設計行う上で課題となった点は、以下の点である。

1.1 ホール用電動巻上大型シルバースクリーン

立体映像で高い没入感をえるためには、出来る限り広い視野を映像で覆うことと明るい画像が重要であり、ホールの天井高とライブショー司会者の身長から設置できる最大のサイズを選択すると共に高品質なスクリーンを必要とした。

スクリーンの選択には次の点について満足する必要があった。

*科学技術館

〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園 2-1

**（独）理化学研究所 戎崎計算宇宙物理研究室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

***東京大学大学院 学際情報学府 学際情報学専攻

〒113-8654 文京区本郷 7-3-1

- ① スクリーン幕面の品質
スクリーン表面に継ぎ目やたるみがあると立体感が損なわれてしまう可能性がある。そのため400インチクラスの大型でありながら継ぎ目がなく表面にしわの出来にくい物を選択すること。
- ② 既存ショースキャン（70mmフィルム）の映写用スクリーンとの併用
既に映像ホールでは70mmフィルムの大型映像投影が行われており既存スクリーンも切り替えて使用できるよう電動巻上式の物を選択すること。

最終的に400インチシルバースクリーン、継ぎ目が無い、平面をだせる、電動巻上げ機構、という条件を満足できるメーカーは日本には存在せずアメリカのスチュアート社のみであった。

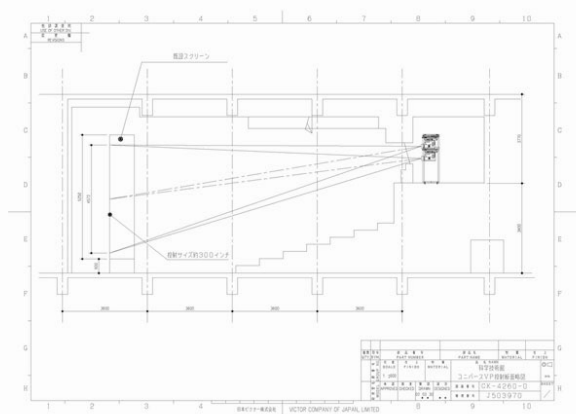


図 1

1.2 プロジェクター及び架台

偏光方式では、2台のプロジェクターを使用しL/Rの映像を投影する必要がある。2台のプロジェクターの映像は立体視以外の2Dコンテンツを使用する場合、完璧に二つの映像が重なっていないと、例えば文字など大変読みにくい映像になってしまう。プロジェクターについても、偏光方式とプロジェクターの親和性や偏光フィルターによる光量の減衰を考えた上で、大画面投影に必要な明るさを持った機種を選定する必要があった。

そのためスタック台の設計及びプロジェクターの選定については以下の点を満足する必要があった。

- ・プロジェクタスタック台
- ① 2台のプロジェクター光軸を合わせるために必要な調整機能をもつこと。
- ② 長期の使用においても歪やずれを生じない十分な強度と堅牢性をもつこと。
- ③ プロジェクターランプ等の消耗部品の交換や保守のための機構をもつこと。

- ④ 偏光フィルターの有無を簡単に切り替える機構をもつこと

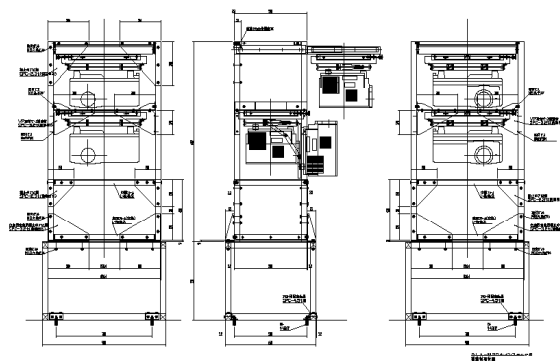


図 2

・プロジェクター

- ① 2000ルーメン以上の明るさをもつこと
 - ② 偏光フィルターとの親和性が高いこと
 - ③ 画質が良好であること
 - ④ 解像度がリアルSXGA以上であること
- 以上の点を満足するようスタック台を設計・製作し、プロジェクターはVictor DLA-M2000を選択した。



写真 2

1.3 画像生成パソコン

当初はシリコングラフィクス社製大型グラフィックスワークステーションPower ONYXを使用していたが、近年のパソコン性能の目覚ましい進歩によりPCで今回のシステムを実現することとした。しかし普通のPC性能だけでは銀河衝突等のシミュレーションをリアルタイムで行うことは不可能であり、理化学研究所で開発されたMDGRAPE-2を搭載し必要な計算能力を持たせた。

立体映像の出力についても立体出力が可能なグラフィックボ

ードを搭載した。



写真3

2. 可搬型立体ライブショーシステムの実現

2002年にユニバースホールへの大型立体投影システムの導入に引き続き、科学技術館の新しい試みとして「可搬型立体映像シミュレーションシステム」を、科学技術振興機構による平成15年度地域科学館連携支援事業の支援により製作し、理化学研究所から研究成果などコンテンツの協力・支援を受け学校・科学館において授業等を実施した。

可搬型立体表示システムを構築するうえで、学校の教室、科学館やプラネタリウム等、場所を選ばず、立体映像や各種シミュレーションを投影できること、児童、生徒、一般の来館者の方に対してまさしく手にとるように、分子の世界や太陽系等を直感的に理解できることを目的にシステム開発を行い、学校、科学館等で授業や講演を実施した。

本システムの開発にあたり、下記の条件を満たすような開発を行った。

- ・ 教室、科学館、プラネタリウム等で場所を選ばず設置できること。
- ・ 宅配便等の安価かつ簡易な輸送が可能なこと。
- ・ 現地での設置調整が簡単かつ迅速に行えること。
- ・ 幅広い入力解像度に対応できること。

上記の条件を元に開発したシステムの構成は下記の通りである。

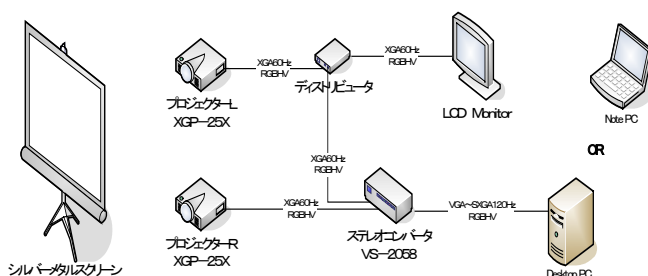


図3 機器構成図

上記システムを開発する上で課題となったのは、以下の点である。

2・1 可搬立体投影のためのシルバースクリーン

偏光式の立体視投影を行うためには、スクリーン面で偏光面を崩さないシルバースクリーンかブラックパールスクリーンを利用する必要がある。しかし出張先のほとんどの科学館・博物館や学校施設などにはこのような特殊なスクリーンは無い。こちらから発送して持ち込む必要がある。できるだけ大きなスクリーンを利用したいが、宅配便の制限や設置の簡便さも考え、簡易組み立て式の80インチメタルシルバースクリーンを使用することにした。これは、教室や会議室程度の大きさの会場に適している。



写真4

2・2 短時間で調整可能なプロジェクター架台

偏光式の立体視投影を行うためには、スクリーン面上で2台のプロジェクターの投影位置を厳密に一致させることが重要である。非立体視コンテンツも併用することを考えると、1ピクセル以下の精度で画面全域を合わせる必要がある、偏光メガネを外しても画面上の文字が読めるように。このような精度での微調整を短時間で実現するには、レンズシフト機能付きプロジェクターの利用と、多数の調整機構を備えたプロジェクターのスタック架台が不可欠である。特に架台については、投影方向を合わせる角度調整だけでなく、輸送中の衝撃によるゆがみやずれにも対応する必要があるため、水平方向の移動調整機構が重要である。これらの要件を満たすため、専用のスタック架台を特別に設計・制作した。

図 4

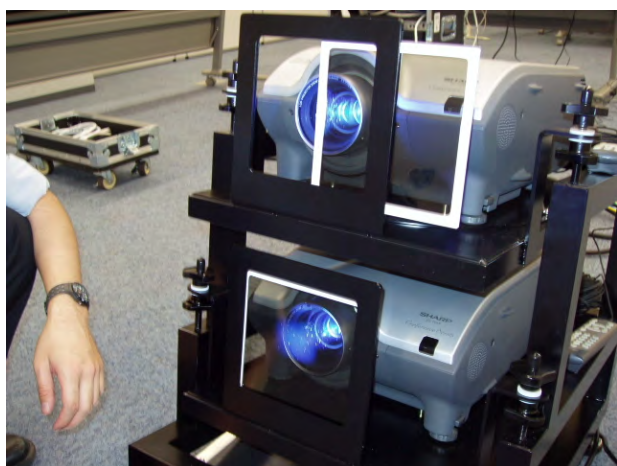


写真 5

2・3 輸送を考えた機材の小型化

我々のニーズとして、宅配便による輸送が可能でありながらフルサイズのシアターを構築できるスケーラブルなシステムである必要がある。このため、システムの構成要素を複数のキャスター付きハードケースに分離し、そのままで発送可能なものにした。また、出張先によっては音響設備も無いことを想定し、アンプやスピーカー、ワイヤレスマイクなど必要に応じて持ち込めるよう同様のハードケースに用意した。

使用するコンテンツはすべて、立体出力可能なグラフィックカードを載せた PC 1 台で実行可能なものになっている。しかしシステムをさらに小型化するには、デスクトップ PC ではなくノート PC でも立体視投影を実現可能としたい。このためには立体出力可能なノート PC に加えて、ノート PC からの画像出力を左右 2 つの画像信号に分離するしくみが必要になる。このようなハードウェアは、一般に非常に高価である。また、PC からの様々な解像度の映像信号を等価に処

理できるフレームシンクロナイザ機能や、様々な立体信号に対応できる機能、調整用のテストパターン生成機能なども必要と考えた。これらの機能を実現している分離機は存在していない。そこで、これらの機能を有する立体分離機を独自にカスタマイズし実現した。これにより、立体視出力に対応していない通常のノート PC からでも時分割式立体出力が 2 画面に分けて取り出せるようになった。

以上の検討をもとに可搬型立体映像シミュレーションシステムを構築し、これに理化学研究所による研究成果のコンテンツを載せた可搬型立体映像シミュレーションシステムの運用を、2003 年 10 月より開始した。各地の出張先では非常に好評を博し、持ち込みの立体視システムは驚きをもって迎えられている。特に近隣に立体視施設の無い地域などでは、立体視自体を初めて体験する観客がほとんどであり、立体映像コンテンツの普及を大いに促進していくものであろう。特に、鹿児島県立沖泳良部高等学校、慶應義塾高等学校、立教新座中学校・高等学校はいずれも正規授業で利用してもらった。単なるイベント用の道具というだけでなく、学校の正規授業における重要な道具として手応えを感じている。

3. 最近の取り組みと今後の発展

2003 年 11 月の終わりに、沖縄本島において文部科学省生涯学習局などが中心となって、全国生涯学習フェスティバル「まなびピア沖縄 2003」が開催された。この中で理化学研究所では、展示ブース内に特設のシアターブースを設け立体視ライブショーを行った。この際にはスクリーンサイズをさらに拡大し、可搬型ながら非常に大きい 150 インチのシルバースクリーンを持ち込んで、40 席収容のシアターを構築した。シアターを構成するすべての機材が持込となったが、数人の手で数時間の準備にて、連日満員の上演に耐えうる立体視施設の設置が可能であることを確認できた。

現在の取り組みとしては平成 16 年度より 3 年計画で科学技術振興調整費による「4 次元デジタル宇宙映像配信システムの構築」を、自然科学研究機構国立天文台、(独)理化学研究所、コニカミノルタプラネタリウム(株)、(株)五藤光学研究所と共同で研究・開発を進めており、新しい立体投影方式等について平成 18 年度に成果をまとめる予定である。

今後はさらにこれまでの経験や反省を活かしながら、さらにスケーラブルなライブショーシステムの実現と、より多くの人々への立体ライブショーの体験を広めていければと考えている。



写真 6

4. 謝辞

システム開発及び運用は、様々な人の努力と協力によって実現することができた。

学校や科学館での運用に関しては、永年科学技術館「ユニバース」でライブショースタッフとして活動している、学生を中心としたアルバイト／ボランティア集団「ちもんず」に、現地での調整・オペレーションをお願いした。

個々の授業について、所属する学校や科学館との実施調整、授業案作成、授業実施は、千頭一郎先生（県立沖永良部高等学校教諭）、松本直記先生（慶應義塾高等学校教諭）、木村直人先生（郡山市ふれあい科学館学芸員）、半田利弘先生（東京大学）、渡部智博先生（立教新座中学校・高等学校教諭）、五島正光先生（巣鴨中学・高等学校教諭）のご協力を得た。

システムの開発、そして学校・科学館・博物館での授業や講演の効果的かつ円滑な実施では多くの方々の努力と協力を頂いた。皆様に深く感謝したい。

このようなすばらしい事業を行うためにご支援頂いた、（独）理化学研究所様、（独）科学技術振興機構様に心より感謝申し上げます。

建設館演示実験を担当して

阿部頼之

要旨

来館者を対象に建造物モデルを使った地震動に対する実験や、風、洪水など建設関連の演示を行っているが、その狙いや問題点、見学者の反応、評価、併せて今後の展望などを考察し、より望ましい演示活動を常に探っている。

キーワード：震度、振動周期、制振、免震、液状化

1. はじめに

科学技術館 4 F の建設館は平成 15 年に、リニューアルされ、それまでの耐震実験演示に洪水シミュレーション、風洞装置、防波実験装置が新設アイテムとして加わり、地震、洪水、風波浪災害など、「自然災害から生活を守る建設」というコンセプトのもと、数項目の演示を担当することになった。小学生から成人までの幅広いレベルの見学者に、科学の楽しさを知ってもらうことは大切であるが、見学者を満足させ得る演示者の専門的かつ先端的な知識こそ、不可欠要素と感じている。科学館の実験は単に学校の理科実験の延長とは一味違う上に現場専門家の科学技術の単なる受け売りや紹介でない科学館だからできるユニークな実験でありたい。次に演示各項目の狙い、問題点、見学者の反応など記述する。

2. 実験各項目の内容と演示の狙い

2.1 実験用モデルの作成と実物の見学

演示実験の成否にとって見学者の注意をひくモデルの役割は大きい。そのモデル作成には先ず実物を知る必要がある。館のお世話でいくつかの建造物や工事現場や構造物を現地に出向いて見学させてもらった。

2.2 地震度の目安を知る震度計の自作

地震に関する知識のうちで一ばん良く知られているのが震度なので、手作りの震度しらべ模型を振動板にのせて、震度を目で見せることにした(写真 1)。震度は現在、計測震度になったので、モデルの柱の水平方向に対する高さの比をきめ、転倒させる力のガル数を

震度の目安として試作した。

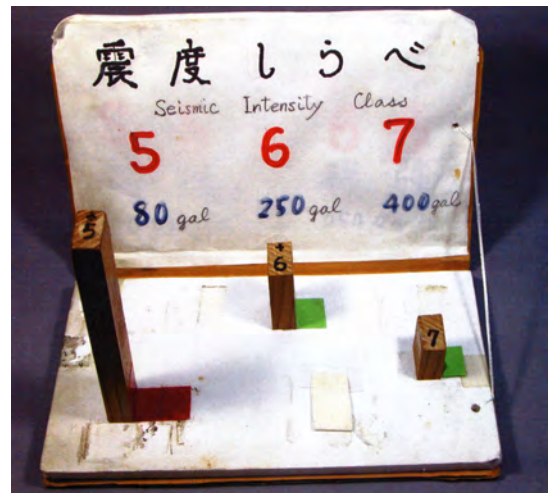


写真1 振動をしらべる模型（簡易振動計）

2.3 地震と建物の共振現象のモデル

地震動の振動周期と建造物の揺れの固有周期との関連で起きる共振現象を演示するために、金属の板、またはアクリル板で長さの異なる立体バネをつくり、バネの振動がそのバネを揺らす振動数と関連することを知ってもらう(写真 2)。そのために長さの違うバネを組み合わせたセットを用意して、見学者に自分で動かして体感してもらう。実際の建造物は長さや高さの他に躯体構造や重量によって固有周期が異なることも簡単な実験と合わせて解説する。一般に建造物は背が高いほど、重量が大きく重心が上にあるほど固有周期が長く、振動周期が大きい長周期の地震動と共振して揺れ幅が大きくなる。



写真2 共振実験器

2・4 建造物を地震動から守る

建造物を地震動の破壊から守るための3つの基本原則に耐震、制震、免震の対策が考えられる。耐震は建造物を剛構造にして地震動に耐えられるように、すじかい、耐震壁、トラス、ラーメン枠などの工法を、制震は地面から建物に入ってきた揺れのエネルギーを受け流して、本体のダメージを少なくする工法のこと、オイルダンパー、粘性壁、スロッシングダンパーなど多様である。また免震とは建造物を地震動から遮断して揺れを建物に入れない工法で、転がり免震、滑り免震、積層ゴム免震などが実用化されている。建設館の演示では、いくつかの建物のモデルを使って次に述べる演示実験を行っている。

2・4・1 超高層モデルと振り子ダンパー

100mを超える建物は超高層マンションなど数が増えてきた。このようなハイライズビルは柔構造建築で、制震装置を使って揺れを受け流す設定にしてある。この演示では横浜ランドマークタワーを想定したモデルの最上階に分銅をつけ、それを建物本体モデルの固有周期と同じ周期の振り子にして、ダンパーとして機能させる。この実験では振り子の分銅の動きはアクティブとせず、パッシブなので、建物モデルとの間に連成振り子の関係となって振幅が変化することも観察できる。更に建物の重量に対するこの制震装置の重さの比なども注意させ探求心を刺激したい。

写真3 ランドマークタワーとタワー最上階の振り装置
(340トン)

2・4・2 超高層模型とスロッシングダンパー

現地見学に出向いて担当者に説明を求めた東京ドームのダンパーでは、注水したタンクが、最上階に設置してあるが、これをもとに演示実験では透明な直方体のガラス容器に水を入れ、それを最上階に取りつけて、その制震効果を見る。見学者には水の振動周期が、建物モデルの固有周期と一致していることを確認させる。水の振動周期は定常波の波長と周期の関係から求められるが、演示では容器の大きさ（定常波長）と水深によって周期が変化することだけを説明し、これも波の探求へのステップとする。また建物モデルに対する水の量は、どの程度がベストかなど次なる実験へとつなげる。建物の揺れは一方向だけの揺れではなく、建物にねじれ力も働くので、建物に内蔵する水槽はそれぞれの機能をもたせた別々のタンクを設置する。水の振動は制震の他にも多様な実験研究への好材料となろう。実験で使っている建物モデルは固有周期を0.6秒、水槽の揺動周期も0.6秒に設定したが、ドームホテルは固有周期は短辺方向2.96秒、長辺3.32秒、揺れ2.23秒で地上43階、155m、重さ約5万トンであり、ダンパー総水量は145トンとのことである。風の揺れ対策でもあるこのシステム（S.D.S.）は長周期地震動に共振する固有周期の大きい建物に有効であり、固有周期は高さの2乗に比例して長くなるが、建物は高さのほかに構造によって周期が決まるので、一般に周期はほぼ高さに比例すると考えてよい。

長周期の地震動は石油タンクなどの振動に大きな影響が出るため、その対策の重要性が言われて来た。タンクの直径とスロッシング周期の関係は波動の計算から直径20mで6秒、80mで12秒程度の地震動に揺動共振する。

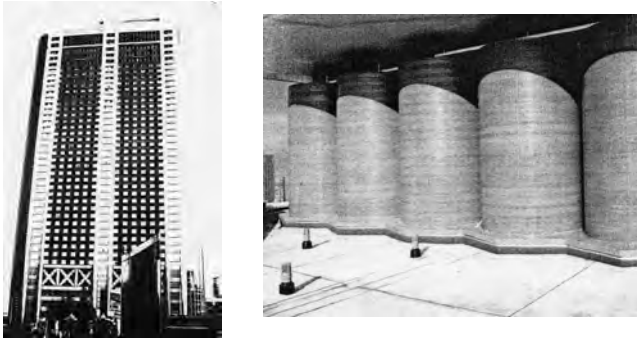


写真4 東京ドームホテルとスロッシングダンパー



写真5 スロッシングダンパー演示用モデル

2・4・3 中層建造物とグリーン・マスダンパー

固有周期のやや短い建物はスロッシングダンパーシステムに代えて、屋上を免震ゴム付きの庭園とし、ある重さの庭園が建物と同じ周期に設定することで、建物本体の揺れを軽減するダンパーシステムのことである。地球環境の観点から将来は屋上緑化が義務化されて来るが、その時代を先取りして、制震装置を兼ねる本格的な植物園をつくり、地震動に備える。植物も水やCO₂を大量に吸収してくれる機種を選べば地球温暖化防止だけでなく都会のヒートアイランドの緩和にも役立つことになる。建設館実験演示のために実地調査をした六本木ヒルズのけやき坂コンプレックスの建物がヒントになり模型をつくった。この自作のグリーン・マスダンパーも演示実験の主役をつとめている（グリーン・マスダンパー振動周期、モデル建物の固有周期——共に0.4秒）

中層から高層の建造物の地震対策には建物の基礎部か、途中階に免震装置の積層ゴム装置か鉛プラグ入り積層ゴムをアイソレータとして取りつけるのが一般的である。これは支持力、復元力が大きく、水平方向の力には変形しやすい性質をもつので、基盤の振動が建物本体に入らない。しかしこれをモデル実験用に自作するのが、なかなか難しい。ゴム免震の働きを知る説明演示は科学展示室などで見かけるが、真の演示実験

ではなく、トリックである。建設館では、発想を転換し建物モデルの基部にスポンジをつけ、固有周期を変えて共振を止めることで免震としているが、何かよいアイデアを出して頂ければ幸いである。

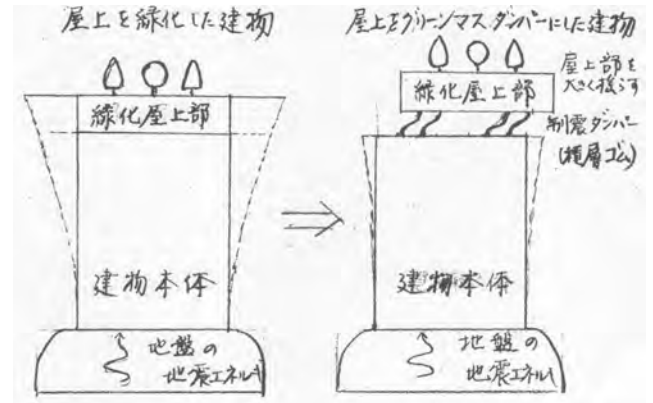


図1 グリーンマス・ダンパーの説明モデル



写真6 グリーンマスダンパー演示用自作モデル

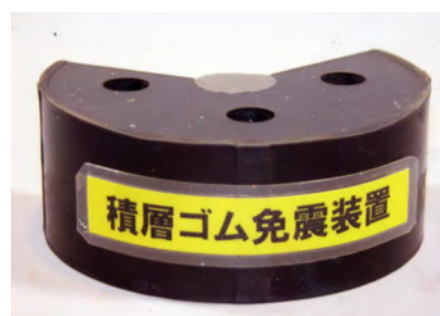


写真7 ゴム免振装置模型

2・4・4 戸建住宅の転がり及び滑り免震

1戸建のような軽量住宅はボールベアリングのように動摩擦係数がきわめて小さい装置が適っている。アイソレータ機能はあるが、ダンパー及び復元機能はない。モデルを使う演示実験では振動板の上に免震皿を作り、その中の鉄球をボールベアリングとして作用さ

せ、振動板の揺れが、鉄球の上に乗っている家屋モデルに振動を伝えないアイソレータであることを観察してもらう。またこの実験では同時に、すじかいの働きも合わせて観察してもらう。このボールベアリングを利用してレール上を滑動するC L B装置のついた地震体験台が演習項目の1つに入れてあり、希望者には体験台に乗って実体験してもらっている。



写真8 軽量住宅用 ボールベアリング免震模型



写真9 モデル用すじかいと学校教室の耐震ブレース



写真10 震度及び免震体験装置

2・5 地盤の液状化の実験

建造物の地震対策の演習実験が終了したところで、最後に地盤の液状化に触れる。先ず見学者に水を含ませた細砂の入ったビーカーを手渡し、スプーンで攪拌し遊離した水の無いことを確認させる。次にビーカーにショックを与え砂粒の噛合がはずれて、水が上部に

滲み出すことを見てもらう。この実験と合わせて、地盤の性質と地震動の関係から、震度や卓越周期などにも触れ、更に参加している見学者によっては、地下の地質構造の解説から震源となるプレートの動き、地震断層、断層破壊の進み方、地震動の干渉と地震帯の形成など専門的な話題や場合により、最新の研究の話題なども提供する。また過去の地震を振り返って、地震の思い出や、大津波の話、その文学作品、更になまず神話なども適時挿入して興味をひく気配りも欠かせない。



写真11 地盤液状化実験

2・6 地震以外の演習

建設館の演習実験は地震が主であるが、その他にも状況に応じて見学者の要望などを受けて以下の項目の演習も用意している。

① 洪水シミュレーション

荒川をモデルにした水路模型を使って見学者が学習する装置である。演習解説では、江戸時代からの荒川流路の歴史、洪水史の紹介で始め、人間活動の為に変えられた水路、失われた植生により保水力の弱まった流域、更に近年は温暖化、降水量の増加で急速に増加する流量をどのようにコントロールするか、そこにダム、調節池、水門、放水路、スーパー堤防と地下の貯水ダムなどの治水工事の必要性を話し、見学者は直接装置に手を触れて治水を体験する。

② 風洞実験

大きな建造物や高層のビルは空気の流れを乱し、風下側に突風や乱気流を発生させ、これがビル風公害を生む。かつて超高層が現れ始めた頃、これが孤立峯となって、強風時には歩行者保護のロープが張られたこともあった。ビル風対策としては、風の流れを乱さないよう、ビルの形を工夫したり、建物に風の吹き抜けを設ける等の対策が考えられる。この装置は風の強さを変えたり、中央にある回転板でビルの位置を移した

り、見学者自身の操作で風との関係が学習できる。

風に対するビルの影響はビル風とは別の視点から、夏の涼しい海風をビル群が屏風となって流れをさえぎり、都市のヒートアイランドの一因となることを風下側の空気の流れが高温の地表逆流になることから理解される。風は地形の影響を強く受けて、ダシ風などの強風帯をつくる。風力発電としての風の効用や、海陸風の解説など、見学者の風の学習に役立つことを目指している。

③ 防波実験装置

波浪や津波などの対策として護岸工事や防波堤の建設がなされている。それには波をよく知ることが大切で、波の性質を学ぶことができるのがこの装置である。小型水槽に波を発生させ、その波の進行、反射、干渉、屈折、回折など観察させる。そこから防波堤の取り付け方を工夫させたり、波長と波速、水深と波高の関係の探求心を刺激したり、更に進んで、波の発達（風速、連吹時間、フェッチ）や海岸の波の特色、離岸流などの回折や岸辺の浅水波の説明も加え、海水浴場の事故の予防につながればと思っている。

3. おわりに

個人、団体を問わず、入館者は何らかの目的をもって入館し、科学を学んで帰るが、その学習意欲や取り組み方に大きな温度差がある。科学技術館でつかんだことをヒントに、研究が進み、それを発表するので見に来て欲しいという案内を受けたこともある。担当者冥利というべきか。来館者に接する館の仕事には「5者」の心構えと気配りが大事だという人がいる。「5者」とは「教育者」「研究者」「技術者」としての一定のレベルの維持に努めることと併せ、実験の演じ方を高めるためのプロの「役者」、客である見学者に常に全面的にサービスに努める「芸者」の精神を兼ね備えることを指している。日本は子供の理科離れの危惧に加え、大人達の科学に対する興味や理解度も他の先進国に比べ、かなり低いとのことである。社会全体の科学技術リテラシーの向上と、日常生活に科学が常に話題となる土壌の醸成や、日常生活に科学を楽しむゆとり心をかもし出せる科学技術コミュニケーターの人材養成と科学情報を伝える手法の開発も科学館の大切な任務であると考えられて来ている。

最後に蛇足となるが、今回この原稿を書き始めた7月下旬に、東京で震度5強の地震があった。切実感を強めた見学者の目の色が少し変化したように思えた。この演示や解説が、防災の意識の高揚になれば望外の喜びである。

終わりに当たって、建設館演示のためのモデルの作成や装置の修理などに尽力頂いた本館技術の方々、いろいろな面で支援頂いた運営部職員の方々に謝意を示し、合わせて演示実験にアドバイス、ご協力いただいた井澤、梅山両氏、ならび建設演示を担当された諸先輩の方々に敬意を表して結びとする。

文 献

- (1) 阪神・淡路大震災調査報告 報告編集委員会
- (2) 液状化地盤における耐震解析法 三輪滋 飛鳥建設
- (3) 耐震・免震・制震のはなし 日刊工業新聞社
- (4) 耐・免・制震のわかる本 清水建設研究会
- (5) 地震と建築 大崎順彦 岩波新書
- (6) Artelligent City (森ビルの挑戦) 建築画報
- (7) 巨大地震 竹内均 Newton Press
- (8) 地震動の譜分析入門 呂敏申 地震出版社
- (9) Earth Vibration Specter 中央図書
- (9) 河川を活かしたまち作り事例集 リバーフロント整備センター

電気(電気ファクトリ)を担当して

井澤祐一

要旨

平成 17 年度は 4 階建設館と 3 階電気ファクトリの担当であるが、主として電気ファクトリの演示について記述したい。その中で電気に関係する事象について、見学者にどのように演示することが、来館者の要望に応えられるのかという観点から、演示教材の分析研究、それを基本にして見学者への対応に実態について記述したい。特に気を使う見学者への対応としては、外国人への対応、幼児・小学校低学年児への対応、祝祭日、土日曜日の見学者の多様性、そうした中であって、やや専門的な質問への対応、あるいは中・高校生の研究過程における質問・アドバイスへ可能な限りの援助支援を考えている。

キーワード：電気

1. 科学にたいする視野を拡大してくれる日々

私が第二の職場として科学技術館のようなサイエンス系の職場を何故選んだか、それには二つの理由がある。その第一はサイエンスという、万人共通の言語とも言うべき真理がそこに存在すること。第二は未来を志向する「子」がいるということだ。子供が好きで学校の先生になった。そうして素晴らしい先輩の先生方に誘われてこの科学技術館のお世話になった。だからお世話になった先輩諸氏のプロフィールを記述したいが、紀要の趣旨からそれはできなものが残念。さて見学者の印象から記述する。

1・1 幼稚園年長組・小学校低学年への対応

あるとき、おしゃまな女兒 7~8 人がドカドカと椅子についた。幼稚園の年長組だ。担当はこうした見学者も対応を迫られる。

「おはようございます。元気だね。」私は保護者の姿が見えない集団なので「君たちだけで科学技術館へ来ましたか。どこからきましたか」と聞いた。私の質問意図は都内かそれとも近隣の県からという意味である。ところがびっくり一人の女兒が、後ろを指差しながら「あそこから」という。あの入り口から来たというつい指にさそわれて私の目も入り口の方を見る。そこには女兒たちの保護者が立っていてこちらのほうを見ていた。そこで私はとっさに聞いた「あそこのおばさんたち、君たちのお母さんですか」と、ところが女兒たちの反応が変わった。「言っちゃうぞ」といいながら何人かの子供たちは入り口の両親の元へ走った。

「おかあさん!お母さん!あのおじさんお母さんのことおばさんよばわりしたよ」と告げ口をしている。意気揚々と自席についた女兒たちへ言った。「おばさんはおばあさんの意味でなくて、小さいお母さん「小母さん」と書くんだよ。」と話して、本来の演示に入った。

こうしたせいぜい幼稚園年長組から小学校 3 年生程度までは、年齢的にそろえば、半世紀近く学校や幼稚園で教えてきた低学年児だ。電気といえども何でも出てくる。そこで、懐中電灯の分解、電池の交換の話などをだす。子供らの発達から考えて、乾電池の性質、ラベルから得られる情報を話し合う。大体 3 年生の二学期あたりに乾電池の学習が始まる。ところが見学者が年齢的に揃わないときは、内容の焦点化ができずに困る。そんなときには最大二組に分けることもあるが、こちら側で一方向的に演示する事が少ない。

更に少々専門的な質問やら、夏休みの研究という観点で来られる人には最大限の情報提供を惜しまない。見学者の中には、外国の方も見学に来られる。

その意味ではとても勉強になった。武蔵野市でキリスト教関係のお仕事をされているというアメリカの人からは、BackElectronicForce. またはCounterElectricFlorce(逆起電力)の翻訳前の原文を伺う機会にもなった。磁力線もtheattractionofmagnetというのだとも教えてくださった。

今後ますます外国の方が参観させる機会が多くなるだろう。それは科学という分野が世界共通の概念をもっているから比較的理解されやすいと考えられるが、真髓の程は分らない。これからのインストラクタはより外国語の堪能な方が求められるだろう。

最後に見学者がより多くなることは結構なことであるが、ちょっとした隙に器物が破損されることだ。そんなとき平気でそのままにされてしまう。壊れたことは仕方がな

いが、一言謝罪する態度もほしいものだと考える。

参観の態度に、地域や学校によって違いがあるのは何故だろう。特に学校は特別な時間が設定され、学校外の教育機関として活用するのであるから、単なる廊下とんびでない見学の方法を考えてほしい。こちらが本腰で演示をはじめようすると「先生、何分で終わりますか。」「まだはじめていないぞ、どうしてだね」と聞くと。「集合時刻があるという」

あるとき、こちらも時刻を忘れて演示していた。私は謝るつもりで、子供について集合場所まで降りて行った。そんなときの引率の女の先生は、白衣を着たわたしのことなど眼中にない。「すごい剣幕で子供を叱る。」そんな先生は見ていて面白くない。「面白くない」と一人ごとを言って電気ファクトリへ戻ることもあった。

2. 電気ファクトリの演示の内容

今年度の演示の主題は「磁石・電気・力」だ。

永久磁石の性質、電気存在。発生する動きから力の働きの関係を現象を通して、見学者に捉えてもらおうというのがねらい。第一段階は、現行の学習指導要領、第二分野・物理領域の中学校3年生で学習する内容を、演示するわけだ。

私も指示された内容を忠実に再現しようとするが、それとは多少ずれても致し方ないと考えながら、次のように演出している。

2.1 磁石を使ってマジックショウ

箱の中に磁石を隠す。その上に布をかぶせて、バラバラパラと針金入りビニ線を下ろす。ウニのトゲのように鉄線が立つ。この現象を見ながら布の下の磁石に関心を向けさせる。

取り出した磁石を子供たちに見せながら、永久磁石のお話となる。狙いはN極S極、反発・誘引・離れていても作用する目に見えない「磁力」の存在など演示する。

2.2 実験1

乾電池と豆電球回路を作り豆電球に点灯しよう。一部導線にアルミフイルムを使う（図1）。

アルミフイルムは電気を通すが、そのとき通電は何の変化もない。このとき電気を流したアルミフイルムを動かすにはどうする。ヒント探しに館内を歩く（時には演示者が連れて）（通電の時導線が動く。この発見には磁石が必要だ。確か科学史によればこの発見は偶然らしいし、この発見に100年も歳月が経過している。それを5分や10分で決めるなんて・・・そんな話をする）。

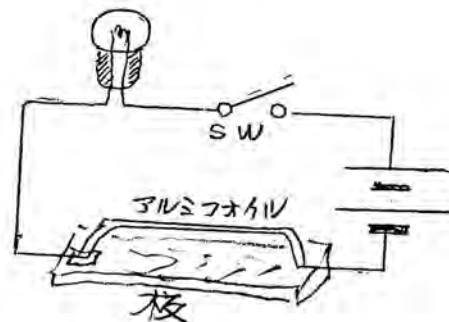


図1

2.3 実験2

アルミフイルムの近くへ磁石を持って行って、豆電球を点滅させる。アルミフイルム導線がぴくぴく動く。豆電球をはずし回路を再セット。（閉鎖系）アルミフイルムの観察。N極、S極を反転させる。時には、エナメル線の単線でもやる。コイル状エナメル線へ発展させる（図2）。

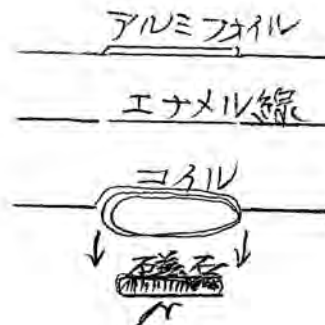


図2

2.4 エナメル線とアルミフイルム導線の相違

エナメル線、ぐるぐる巻きコイルに通電。永久磁石があるとはっきりと反発したり、引きあったりする。この現象から通電時に導線におきた変化を考えさせる。

2.5 自作超簡単リニアモーターカーの登場

初期の段階では、並んだ永久磁石の上をアルミパイプ・真鍮パイプだけで転がしていた。見学の親ごさんから、こどもには電車になれば面白いというヒントを得て、それを導入して演示している（図3）。

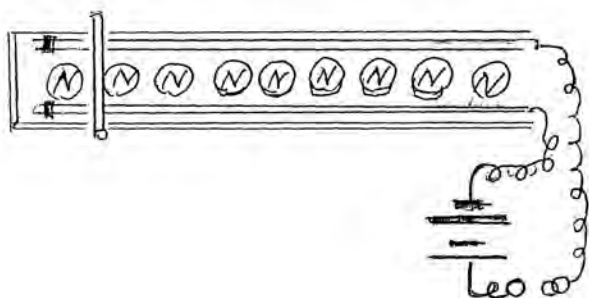


図 3

中学3年に近い年齢の子供が来た際には、左手を出してフレミングの左手の決まりを再現する。

3. 電気ファクトリの演示の内容

3.1 インスタントモーターの実現

ここから少々モーターの原理へと進む。図4に示すように原理を把握するにはもっとも簡単なセットだ。

材料には乾電池1個、ゼムクリップ2個、エナメル線によるロータ1個、フェライト磁石、ガムテープを用意して図4のように作成する。

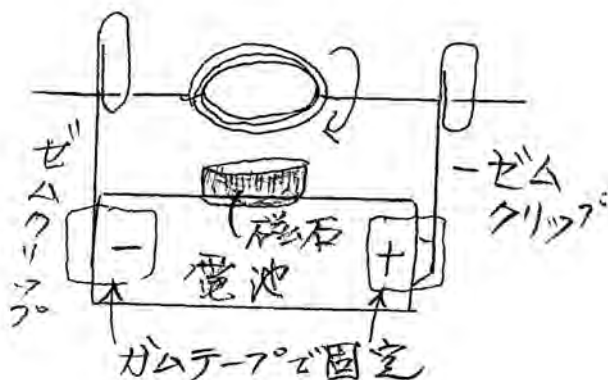


図 4

3.2 フレミングの右手の法則

先ほど左手の法則を引用したので、これと対を成す法則として右手の法則を説明する。

まず図5に示すように二個のモーターを用意して両方のシャフトをゴムのチューブで結合する。モーターAには豆電球を接続。モーターBを高速回転すると豆電球がともる。つまりモーターAは発電機として働き、豆電球に電流を供給しているのだ。ここでいう発電機とはフレミングの右手の法則によって発生した電圧を利用して外部に電流を取り出す装置だ。

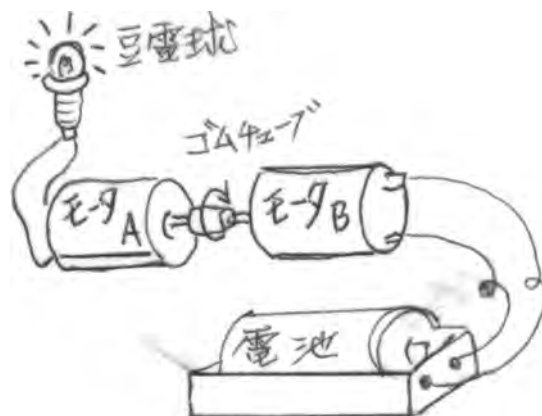


図 5

すなわち図6に示すように磁界の中に、銅線などの金属の棒を置いて、これを外力によって動かすと銅線に電圧が発生するこの原理が右手の法則だ。ただし銅線が一本だとよほど磁界が強くないと電球がともるほどの電流は得られないので、ロータはコイル状にする必要がある。

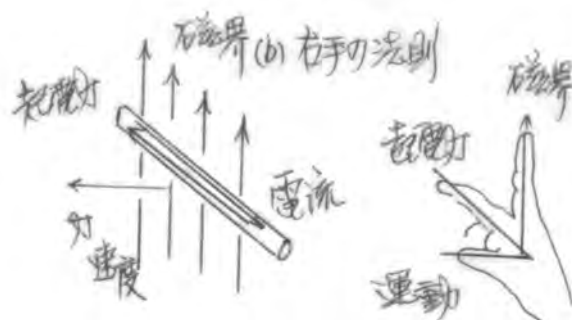


図 6

さて以上がこれまでに電気ファクトリで演示をした内容である。モーターには発電機的作用が内在すること、モーターの速度が増すと回転力は減少するという現象も佳境に入るのだが演示内容はここまでだ。

しかし、私を高校時代に電気への強い関心へといざなってくれた、一年先輩がいたことをここに付記して終わりたい。信州の寒村に村でも評判の天才少年がいた。この少年は信州飯田の高等学校へ、飯田線を使って通っていた。名は清谷好和さん。戦後の飯田線に乗り合わせた私は、車中でこの先輩は次のようなことを教えてくれた。

私たちが乗る飯田線の千代駅から次の天竜峡駅の間トンネル中では、決まって数秒間車内の電気が消える。今では考えられないことだが関西電力と関東の電力会社の電力の切り替えポイントだということだ。登り豊橋から天竜峡までは関西の電力だということだ。さらに当時のローカル線は室内灯と動力の電力はストレー・トにつながっていたのだろう。発車の際には室内灯がやけに暗くなる。豊橋から辰野までの標高差はかなりある。とくに登り方向ではそ

れが激しい。それでも電車が動き出すと室内灯が明るくなる。先輩はそこにモータの速度と回転力の関係があることを教えてくれた。即ち電車が発進の時には電力量は増すが、順調に走り出せば電力量は減少する。電車の速度が増せば回転力(トルク)は減少するのだ。

さて、科学技術館に勤務して、さまざまな方々にお世話になりました。文句ひとつ言わずファクトリの展示物修理をしてくださった技術関係のかた、乱雑に広げた準備室の中を整理整頓に勤めてくださった同僚の方、清掃担当の方々まことにありがとうございました。

大気圧の存在を確かめる

梅山 浩

要旨

ガス・クエスト（ガスの探求）のワークショップで行う演示実験では二つのテーマに分けられている。「気体の科学」と「燃焼の科学」である。

それぞれのテーマにはいくつかのメニューが用意されている。ここでは「気体の科学」のテーマについて日常のワークショップを展開してゆく中で実施している実験を紹介したい。

地上にいる私たちは大気の底で生活をしていると考えてよい。しかし、普段それを意識することはあまりない。子どもたちに実験と体験を通して、大気存在に気づかせること、大気にも質量（ここでは重さ）があること、そしてその重さ（重力という力）による大気圧という圧力が存在すること、などを体得させる。これがガス・クエストのワークショップのひとつの目標である。

キーワード：ガス、気体、圧力、大気圧

1. 水を支える空気

1.2 一枚の紙が重い水をささえる

コップに水を入れる。用意しておいたハガキ（コップの径に合わせて丸く切っておいたもの）を水で濡らし、蓋をする。

逆さまにして手のひらの上にのせる。一方の手でコップを持ちハガキの下の手を外してもコップの中の水は落ちない（図1）。

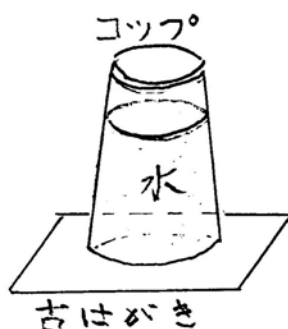


図1

同じことは集気びんを用いてもできる。子どもたちに体

験させるときは集気びんに水を満たし、丸く切って濡らしたハガキをびんの口にのせ、ハガキには手を触れずに、そのまま持ち上げ、そっと逆さまにさせる。水は落ちない。大気によって支えられるからである。水の重さから大気力を体感できる（図2）。

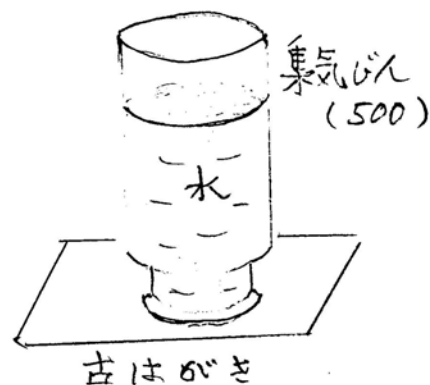


図2

家庭でこれを行うときは上記のコップを用いるか、またはPETボトルを使用するとよい。PETボトルは大（1.5～2.0ℓ）、中（500ml）、小（350ml）のいずれでも可能である（図3）。

容器の中の水は大気圧によって支えられていることを体験によって理解させることができる。

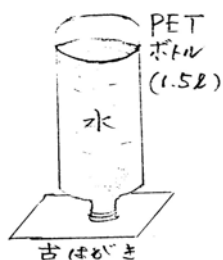


図 3

1.2 発泡スチロール球も水を支える

びんの中の水を大気圧によって支え得ることはハガキの代わりに発泡スチロールの球、またはピンポン球を使用しても楽しくできる。

(1) やや広口の PET ボトルを用意し、それにあふれるまで水を満たし、水面に球を静かに浮かべる。ボトルを持ち上げ、そっと逆さまにする。水はこぼれない (図 4)。

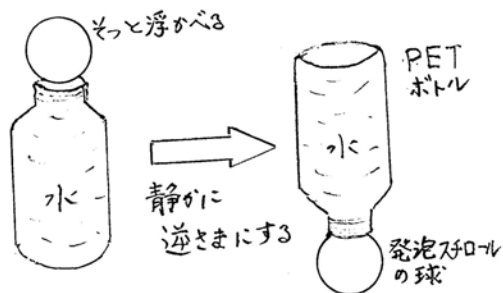


図 4

(2) 大き目の PET ボトル (1.0～2.0 L) に水を入れ球をびんの口にあてて両手で水中に倒立させる。そして、ボトルを静かに引き上げ、水面より上に出す。球はボトルの口で大気圧で押し付けられて中の水をささえる (図 5)。



図 5

1.3 登る試験管

大小 2 本の試験管を用意する。小の試験管は大の試験管の中にちょうど入る太さのものを準備する。大に水を満たす、そこへ小を挿入する、さらに、それをそのまま倒立させる。大の中の水はやがて、2 本の試験管のすきまを伝わって少しずつこぼれ落ちる。水が落ちてゆくにつれて小の試験管は大の試験管の中に吸い込まれるように登って行く。

大の中の水がすきまから落ちた分だけ小の試験管が大気圧によって押し上げられたのである。ここでも、大気の圧力がはたらいっていることがわかる (図 6)。

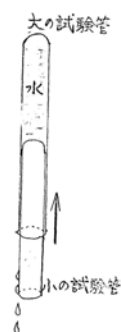


図 6

2. 新聞紙の上にある大気はかなり重い

プラスチック板 (幅 10cm、長さ 30cm、厚さ 5mm ほど) を 1 枚、新聞紙 1 頁分、ポリビニールシート (新聞紙 1 頁分程度) を用意。プラスチック板の一端を机の端から 5～6 cm ほどはみださせて置く。はみ出した部分を叩くとどうなるかを想像させる。「危ない」という答えはすぐに返ってくる。

今度は、そのプラスチック板の上に上記の新聞紙または、ビニールシートをのせる。そして、叩くとプラスチック板はどうかを体験させる。強く叩いても、音はするが板はそのまま机にある。新聞紙などの上にある大気の重さによって抑えつけられていて、跳ね上がることはない。ここでも、大気圧を実感できる。子どもたちには良い体験になる (図 7)。

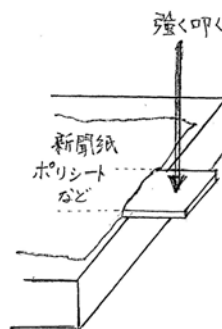


図 7

3. ラップを破裂させる大気圧

ろうと(口径 90mm 以上のものがよい)の口にラップをかける。ラップはガラスに張りつくものであればどのメーカーのものでも可である。

簡易真空ポンプを用意する。教材店などで市販されているものもあるが、プラスチック製の浣腸器を利用して自作してもよい。自作の場合にはゴム・シートを用意して浣腸器の口径にあわせそれを丸く切り取りピストンを外して中に入れ、弁にする。浣腸器のシリンダーの下端に径約 1mm 以下の小さい穴をあける。それで簡易真空ポンプの出来上がりである。(以下、ポンプという)

まず、ポンプと口径 90mm 以上の大きさのろうとを適当なサイズのゴム管でつなぐ、ラップ(食品保存用のもの)はそれからろうとにかけてもよい。ろうとの中の空気をポンプを利用して抜いてゆく。ピストンを引く時はシリンダーにあけた小さい穴を指でふさぎ、押すときは指をはずし、シリンダー内の空気を外に出す。ろうと中の空気が吸い出されラップは大きく内側へ凹んでゆく。

どうしてラップが凹むのかを聞いてみるとよい。そして大きな音を立ててラップが破裂することを予告する。

更に、ポンプで排気続けると、ラップが破裂する。かなり大きな音を出す。

4. 缶をつぶしてしまう大気圧

350ml、500ml、などの空き缶を用意する。材質はアルミ、スチールいずれでもよいが、缶の底面と側面の部分がひとつになっていて境目につなぎ目のないものが実験には適している。

空き缶に水を少し入れ、加熱する。やがて、缶の中の水は沸騰をはじめる。缶の中の様子は見えないので、並行して、次の 5. 6. のフラスコの中の水を加熱する実験を行う。沸騰する前、そして沸騰してからは空き缶の中には、また、フラスコ内の水面より上の部分には空気が存在するのか、何があるのかを考えてみる。

缶の口から盛んに湯気が出るようになったら、火を引いて、空き缶を持って逆さまにして水の中に入れる。逆さまにすることは空き缶の口を水でふさぎ外から空気が中に入らないようにするためである。

大気圧によって、空き缶はアッという間に見事に潰れてしまう。

注意！ 高温の空き缶を持つのは火傷の危険がある。ガスクエスト内ではビーカー鉗を使用しているが、家庭などでの場合は、厚手の皮手袋またはレンジなどで使う布製の手袋でもよい。

5. 水が下から上へ逆流する？

4. の缶をつぶしてしまう大気圧の実験と並行して行なうことにより、一層大気圧について理解できると思う。

出来るだけ大きいフラスコがよい。1ℓの丸底フラスコと 2ℓのビーカーを用意する。丸底フラスコにはかん水(炭酸ナトリウムの約 2% 溶液)を入れる。2ℓの大型ビーカーには水をなみなみと満たす。その水の中にはフェノールフタレイン溶液を少量加えておく。ゴム栓の付いたガラス管で両者をつなぐ(図 8)。

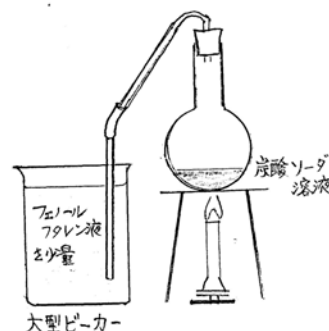


図 8

ガスバーナーに点火しフラスコの中の水溶液を加熱する。(その間に空き缶の中の水が沸騰する。4. の実験と並行して行なう。) やがて、フラスコの中の水溶液が沸騰を始める。

点火直後はガラス管の先から空気の泡が盛んに出ていたが、沸騰をすると水蒸気が激しく出てくる。しかし、管の先に出ると直ちに冷却され水面に出ることはない。このとき、フラスコ内の液面より上の部分には空気はほとんど水蒸気で置き換えられていると説明する。空き缶の時も同様であったことを確かめる。

ガスバーナーの火を止め、加熱を止める。全体が冷却されて行く。やがて、ビーカーの中の水が少しづつ、少しづつ上昇を始める。かなり冷却されたと思われる頃、ビーカー内の水は、一気にフラスコ内に逆流してしまう。そして、フェノールフタレインによって液がピンク色に染まる。短い間に激しく逆流してしまう。

ビーカー内にあった水が大気圧によりフラスコ内に押し上げられたのである。初めフラスコ内に存在していた空気は沸騰と共に追い出され、水蒸気によって置換されていたのである。そして、冷却と共に水蒸気は水に戻り、フラスコ内は負圧になり、ビーカーから水が押し上げられたのである。

ここでも、空き缶がつぶれたのと同様、大気圧の存在がはっきりとわかる。

6. 100℃以下でも水は沸騰する（低温沸騰）

この実験も、上記5の逆流の実験と同様に4. 缶をつぶしてしまう大気圧と並行して行くと容器内の空気の状態について理解しやすい。

丸底フラスコ（1ℓ）に水を1/2ほど入れる。スタンドに取り付け、加熱し沸騰させる。沸騰までの時間がかかるので時間の配慮を必要とする。しばらく沸騰を続け、フラスコ内の空気が水蒸気で十分に置き換えられた頃を見計らって加熱をやめ直ちにゴム栓で密封し空気が入らないようにしてしまう。

フラスコを逆さまに置き、丸底を上にして、そこへ冷水を少しずつ掛けてゆく。すると再び、激しく沸騰が始まる。冷水を掛け続ける。かなり温度が下がり、手を触れて熱さを感じなくなっても沸騰は続く（図9）。

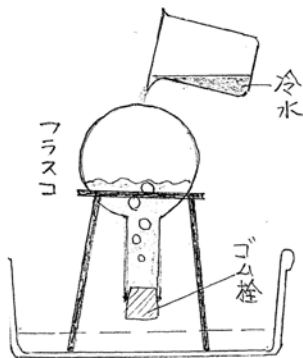


図9

最後にゴム栓をはずし、温度計を入れて、そのときの温度を測る。かなりの低温になるまで沸騰が続いていたことが分かる。

40℃以下になっても沸騰がつづく。このことからフラスコ内は空気はほとんど排出され、空気の分圧がかなり低くなっていたことが想像される。

そのため加熱を止めた直後は水蒸気の圧力が大気圧760mmHgであったとしても、ゴム栓をして外部からの空気を遮断して冷却をつづけると、内部の水蒸気が水になり水蒸気圧がそれにつれて降下する（図10）。

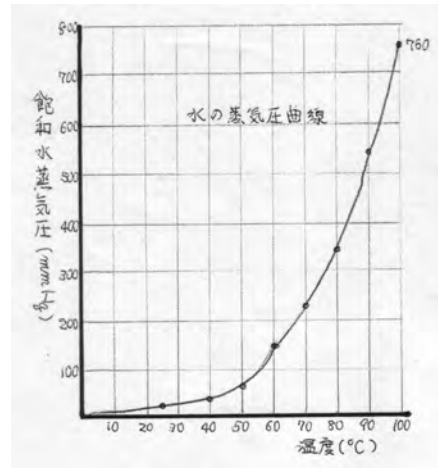


図10 液体の蒸気圧曲線

沸点とは、その時、水の持つ蒸気圧と、この場合はフラスコ内の水蒸気圧が等しくなった時の温度である。水蒸気圧は冷却につれどんどん降下するのであるからフラスコ内の水の沸点も下がりつづけることになる。そのため、冷却をつづける限りフラスコ内の水は沸騰をつづけることになる。

7. まとめ

以上でガスクエストで私たちが日常実施しているワークショップでの演示・実験の内容の一部を紹介した。私たちがこうした演示・実験を実施して行くにあたって、常日頃、留意していることを最後に付記しておきたい。

- (1) 常に内容・方法について工夫と改善を心がけること。
子どもたちの自然科学や科学技術への興味・関心・意欲を育てるものを創り上げること。進歩や発展はそこにある、そしてそれは演示者自身の意欲にもつながり、日々を新鮮な気持ちで勤務できることになる。
- (2) 自然科学全般、特に物理学、化学についての知識を深め、技術の向上を心がけること。私たちは学者ではない、しかし、その姿勢が見学者からの信頼を招く。内容によっては、かなり専門的な質問を受けることもある。
- (3) ワークショップに参加したあと、見学者たちが、良かった、楽しかった、と思えるような演示・実験をすること。私たちは大道芸人ではない、しかし、如何に内容が充実していようと、子どもたちや、その父母たちが、終わったあと気持ちよく、充実感を持って立ち去ることができなければ科学技術館としての意義がうすれる。
- (4) できるだけ見学者の子どもたちに参加させ体験させる内容のものを工夫することが大切。
- (5) その子の学習意欲を損なうような言動、行動は厳に慎む。子どもの尊厳を傷つけるような叱り方や、間違い

の指摘で恥をかかせるのではなく、ほめて育てるものでなければならない。

- (6) 子どもたちに参加させ体験させることが大切であるが、絶対に怪我や火傷などの事故が有ってはならない。安全には十分に配慮すること。
-

フォレスト研修と半年間を振り返り

伊藤妙恵

要旨

北の丸公園の若葉が目眩しい四月、私はインストラクターとして一ヶ月間の研修を受けた。研修期間を通し広がった博物館のフィールドとインストラクション精神は、後の業務にあたる上で要となり現在に至っている。研修は教育普及活動を先駆的な形で模索してきた科学技術館ならではの含蓄ある内容であったばかりでなく、学校教育や生涯教育の可能性まで示唆していた。とくに、各インストラクターから伝えられたメッセージは現場の経験が集約されたもので、フォレストの魅力を結晶にして手渡されるような体験だった。行き詰りを迎えた時も、そうした言葉の数々は透明な輝きを放ち方向性を与えていたと思う。編入学し文化支援を学ぶ私にとって、この半年間は充実した日々だった。ここに研修の概観を記し、インストラクションにおき学んだことを検証していきたい。

キーワード：フォレスト、インストラクション

1. 研修の概要

研修は平成十七年四月初日から五月の上旬まで、フォレストと NEDO(新エネルギー産業技術総合開発機構)を中心に行われた。最初は科学技術館の組織、歴史、理念についてガイダンスを受け、全館の展示について学芸員スタッフから詳細な説明を伺った。その後、五階のフォレスト(理化学研究所提供のサイエンス空間)でインストラクションについて指導をうけた。

フォレストでは、空間を認識する導入、各インストラクターからの案内、安全管理上の注意点などを中心にその全体像を学んでいった。翌週からは、業務を五人のインストラクターについて学習する。仕事はインストラクション以外に展示のメンテナンスや連絡、清掃、巡回、アクセス、クラフト等各シフトにおける機器の操作、非常時の誘導など多岐に及んだ。

後半から実際にシフトに入り、先輩インストラクターが正確に出来ているかを点検し(シャドーイング)円滑に業務を伝達するために、報告書で全体が情報を共有していた。

また、四月の下旬から五月中旬まで、NEDO で演示方法について同様の研修を受けた。

2. フォレスト 一創造空間への導入一

五階で、最初に伝えられたことはまずは展示を心ゆくま

で楽しんでほしいということだった。五感でふれあう体験から、インストラクションがはじまるという方向性の元、フォレストを自由に観察していった。

それまで美術を専門に学んできた私にとって科学は異質な世界で、どちらかといえば苦手意識を持っていた。それは、中高で受けた理科学教育が受験知識の詰め込みに終始し、動機付けさないまま進められる『学習』に喜びが無かったからだ。そうした『教育』で培われたネガティブな体験の集積により、私は以前は高い関心を持っていた科学の学習を放棄してしまった。積年の消極的な姿勢に、フォレストは新しい尺度をもたらした。

「かがんでごらん。」リーダーが言うまま眺めると、オリエンテーション空間に驚くべき事が起こった。モアレ模様の、まっすぐのはずの床の線が大きくずれはじめる。頭ではおかしいと判断しているのに視覚では確かにそう見えている。それだけではない。星型の影は、虹色を帯び輝き、天井の光は気付かずに揺らぐ。視点を変えるだけで、同じ空間がその秘密を解き明かしはじめた。

こうした現象がなぜ起こるのか何度も質問した。でも、インストラクターはけして全てを解説はしない。見方やヒントを伝えても一から説明するようなことをせず、こちらの出方を慎重にみている。問いが気がかりで、敬遠していたテキストを開く。すると、錯覚という現象や光の性質について物語が開けるのだった。

はじめてのフォレストとの出会いは、従来の科学という領域を感じさせず、魔法や遊びを味わうような感覚で普遍的な法則や、性質への理解へ導かれていた。それは受動的な知識の伝達ではなく、主体的な体験であり当事者として

サイエンスに歩み寄ることに大きな特長があった。

3. 各インストラクターからの個別研修

研修の二週間目は、一人一人のインストラクターの視点から、仕事内容を伝えられた。価値観は異なるという前提に立ち、交代制でマンツーマンの指導を受ける。偏らず方法論を築けるようマニュアルは渡されず、本人がインストラクションをみいだすという事が徹底して配慮されていた。日々五人の先輩スタッフから話を聞いた。それぞれの、印象的だった言葉や体験を以下にまとめてみた。

3.1 インストラクション ―その限らない可能性―

『インストラクションとは解説ではなく、来館者の問いを引き出し探究を共有するプロセス。入口は一つではなく同じ展示の中に無限のアプローチある。相互のコミュニケーションに、大きな可能性が秘められている。』

リーダーは展示で人を魅了する色々なスキルを持ち合わせていた。来館者のふとした言葉にあわせて、和音のように知識が響く。その交流の中では、科学する行為に否応がなく興奮を覚えるようになる。苦手だった私が展示をエキサイティングに感じたのは、科学に対する彼女の感性に感銘をうけたからだろう。

学生の来館者がピンホールの原理を質問したときは印象的だった。私は、本に載っていた通り、光は直進する性質があるため小さな穴を通すと逆さまに映ると説明した。だが、学生は首をかしげる。なぜ、そのような現象が起こるのか、光は集約する性質があるのか、真剣に問いただされたら段々混乱したのでリーダーを呼んだ。

資料を片手に表れた彼女は図でみんなと一緒に考える。そしておもむろに昔あったピンホールの展示へと案内した。暗室に入る。小さな穴からさす光に紙をかざしてみる。すると、そこには向こう側の照明がうつすらと反転し映っていた。学生と私ははじめて見るピンホール現象に、手を取り合うように喜び合った。体験として展示を味わうと仕組みに美しさを感じる。その臨場感や課題を共有した楽しさは相互に忘れがたい体験となった。

来館者と展示の間に科学を愛する人が立つことで、新しい形の伝達が可能になる。数々のインストラクションを通し博物館における「交流」というソフトの力を実感として教えられた。

3.2 ホスピタリティ

『フォレストは森であり、インストラクターはその森に住む仲間達。一緒に遊び案内し、時には番人としてここを守る。空間に熟知すると共に空間を育くむ姿勢をもつことが大切。』

こう教えてくれたスタッフは、フォレストを来館者がいて初めて成立する一つの世界としてとらえていた。来館者は展示を見て廻る鑑賞者ではなく、関係を築きながら体験を得る主体者であった。むしろフォレストでは、このような関係性を前提に展示が存在していた。そこには、歩み寄り方で幾つものテーマ存在し、インストラクターはそれを深める役割をになっている。

彼女が、関係性を築く上で非常に気をつけていることがあった。それは、子どもの主体性を尊重するということだ。例えば接する上で、子どもの自尊心を育てるため本人が出来る事に手を貸さない、丁寧な表現、乱暴な言葉に相応の言葉遣いで接するなど、彼女は、子どもを「お客様」として扱い接客のサービスを提供するのではなく、博物館の空間を共有する一人の人間として心から向きあおうとしていた。それは、来館者が本当に必要としていることを考えるということであった。もし、自分が子どもだったら出来る事を手伝われ、丁寧に敬語で扱われることを望むだろうか。本当にここに来る子どもにとって必要なこととは何か。そう考えたとき、いけない事をしたら叱り、淋しそうな様子であれば声をかけ、励ます、そうした心ある関係にこそスタッフの存在意義があるのかもしれない。

このような考えのもと、笑顔をやさしく子どもと向き合う彼女のやりとりからは、知識の伝達というより信頼関係を築く交流を学んだ。あらためて博物館の教育機関としての一面を垣間見て、スタッフとしてどのようにあるべきか、また、どのような可能性がフォレストにあるのか考えさせられた指導だった。

3.3 総合的空間の構築

『展示空間は相互に関連しあっている。オリエンテーションフロアには導入の役割があり、総合的な視点の中で科学を捉えていくことが大切。歩みよるきっかけを、出来るだけ短いフレーズで与えること。来館者の自主的な体験を第一に尊重するように。』

虹の雫という展示がある。テレビ画面に水滴をたらすと光の三原色の虹が浮かび上がる。このスタッフは、三原色を取り入れている展示がフロアに沢山ある事を教えてくれた。そのような視点から観察してゆくと、あらゆる展示が関係をもちつながっていた。

一つの展示を紹介するとき、他の展示との関連でみていくとテーマを掘り下げて考察出来る。空間としての総合的な視野をもち、つながりが考えていくことは、フォレストにおける知の探検であった。

また、彼女は一つ一つの展示が社会的にどのような意味をもつか考えるよう促した。現代社会の問題やその中で果たされる展示の機能、表現についてインストラクター自身が考察しより深く展示を認識するように考えてのことだった。

た。

リピーターとして再度来館される方は一通り展示内容は把握している。空間を新鮮に体験するためには、総合的な視野からテーマを飛躍することが求められているのではないだろうか。同じ場所をどのようにみせて行くのか。

イベントやワークショップ、インストラクションのありかたについて、全体で考えながら科学技術館としてオリジナリティーある方向性を模索していかれたらと感じた。

3・4 造形教育との融合

『展示空間のなかにアートの視点を取り入れ、創造する喜びのなかで科学へと導くことが出来る。身近な素材をインストラクションに生かし子どもが新しい目で展示を体験できるよう努める。博物館教育におけるアートの可能性を活用し、柔軟なイメージネーションをもち続けること。』

研修をしている最中、二人の子どもが走りよってきた。「ねえ、この間やったのをもう一回。」と繰り返しねだる。インストラクターが、じゃあ、やってみようかと答えたら目を輝かせ思い思いのキャラクターを描き始めた。やがて、二匹の猫ができあがり彼らはミラータンクへと向かった。天上に貼り付けたイラストは子どもの視点からみると逆さまに立ち上がってみえる。映りこみによりあらたな命を得たかのようだ。ミラータンクが子どもにとって異次元の基地になる。

「この間は、新聞紙で等身大のキャラクターを作ったんですよ。」彼女は微笑した。大人にとって展示は知識を得るという目的で存在しがちだが、子どもにとっては新しい世界との出会いという意味合いが大きいようだ。彼らには彼らの豊かなイメージネーションの世界があり、展示はそのきっかけにすぎない。キャラクターを創作するという行為は内的自己と外界との接点を築き、空想が、軽やかに展示を行き交うようになる。

そのインストラクターは偏光版を使った展示に、ビニールヒモや、セロテープなど利用し手作り玩具を作った。そのなかの一つである王冠は、偏光版からのぞくと、華やかな色彩を帯びる。親子連れに紹介すると、互いにかぶりあい楽しんでた。ちょっとした工夫で、展示空間が生き生きとする。

児童の遊びは、それ自体が豊かな学びであり、創作には個性を引き出す力がある。フォレストの創造性を見出していくためには内的なかかわりの場を築くことが必要だと感じる。サイエンスとは意図された知識の伝達ではなく、自らが探索する知恵であるならばそのアプローチは柔軟であることが望ましい。

そのインストラクターは子どもの視点から展示を迫体験し、より自由に遊べるよう話しかけていた。伸びやかな発想は、アートという翼を得た科学だった。美術を専攻した

スタッフの技術は、各科学プログラムの分業化や内容の協同作業に質の高い形で反映されるのではないだろうか。全てを個別でまかせるのではなく、スタッフ間でそれぞれの専門性を生かしながらアイデアが活用されるシステムが必要だと感じた。

3・5 安全管理への責任

『安全への配慮を欠かさず、展示物の状態をよく観察し一つの場所にとどまらず全体への意識を高く持つこと。展示物を含め館内が清潔な状態になるよう常に気を配り、お互いが円滑に仕事をする上で思いやりを持つこと』

インストラクターの日常は、安全管理のための巡回やシフトでの細かい業務によって成立している。このインストラクターはそうした側面から、現場を鋭利な意識で支えていた。過去の事故例から、予想出来ない子どもの動きの数々を学ぶ。大人では、何の問題の無い展示空間の隙間や、段差、照明などが危険な場所になる事例を詳しく教わった。

現場のスタッフは事故が起こりやすい場所やケースを把握して未然に防ぐ責任がある。また、子どもや親同士の諍いなども頻度は低いが現実には起きるため、冷静な対応が必要とされる。そうした防止策について指導を受けた。

また、大勢の来館者が訪れる施設では、衛生面から展示をみる視点も必要となる。ハンズオンなのは素晴らしいことだが、洗っていない手の指紋で展示品が霞むような状態のまま次の来館者に紹介するのは避けたい。館内はたゆみない清掃より床は綺麗に保たれているが、定期的な掃除が必要な展示品が数多く存在するのが現状だ。インストラクターだけでは、展示品の清掃は完全な対応は出来ない。館内が衛生面からみて安全な環境であることも、教育普及活動を行う上での責務であり、展示品の細かい掃除を、定期的にどのようにすすめてゆくのか検討していただきたい。

また、避難経路も教わった。避難経路は現状では狭く歩きにくいと言うのが第一印象であった。災害が起きた際、安全に来館者を導くためにも、定期的に不用品を処分し、収蔵に適切な場を他に作っていく必要を切に感じた。

このインストラクターはフォレストの安全管理上の責任や、館内を清潔に保つ事を日々の実践を通し伝えてくれた。こうした作業の積み重ねによって、教育普及活動が存在する事を学んだ。

3・6 まとめ

五人の先輩から、私は研修中に上記のような方向性を伝えていただいた。その真摯な姿勢は、来館者の立場に立った意識からうまれ、現場によって形成されたノウハウだった。こうした視点は年数の中で培われるスキルであり、聞いて分かったと思っても実践できるようになるには時間が必要だ。来館者の年齢層によって興味や知りたい内容が異なるため、求められるインストラクションも幅広い。フォ

レストでは多様なニーズに答えられる姿勢が必要とされていることを学んだ。

4. 半年間について

4-1 日々を過ごす中で

五月から、来館者に接する日々をむかえた。最初は戸惑う事が多かった。展示との間に立ちインストラクションをしている内に自分の言葉が相手の学びにとって必要なのか疑問を感じた。答えを問う人の前に、それを伝えてしまう事が学習のプロセスを奪ってしまうこともあった。また、多忙になると、インストラクションよりも巡回に終始し一日を終えてしまった。

こうした日々其他のスタッフがたゆまずにインストラクションを研究しているのを見ると助けられた。そのうち来館者の質問に応じて、適切な展示を選び紹介していくようになった。一つのテーマを複数の展示から深めていくような方法では人が集まってきて興味をしめしていた。

また、展示を通し経験を語り始める人に多く出会った。この夏を、虫を通して語る幼稚園児、学校の事を相談する小学生。彼等は、家庭や学校からはなれ自由な立場から自分を表現していた。科学が好きな理由を話す学生、虚像を体験し喜ぶカップルなどは、若者にとってのフォレストの魅力を教えてくれた。また女性から、錯覚の体験をした後、「何事も簡単に信じられないものね、人生には用心が必要なのよ。」と、しみじみと伝えられたり、老人が不思議な体験を物語るなど、その人達が過ごしてきた人生について回想した。毎回こうした関係が出来るわけではないが、交流が出来たとき展示は私達の記憶や経験を結ぶ機会を与えた。「有難う、きてよかった。」と来館者から何度も言っていたとき、至らない案内を申し訳なく思うと共に、ここにいる存在を肯定的に受け止めることが出来たと思う。日々を重ねる中で、私達は来館者によって育まれていることを実感した。

4-2 イベントを体験し

七月上旬、私達はフォレストで七夕イベントを行った。インストラクターの一人が企画し、全体で案を出し実現したはじめての取り組みであった。

内容は、七夕の星空を蛍光塗料で描写し、ブラックライトで映し出すというものだった。三メートル四方の星空が浮かぶ空間で、それぞれがインストラクションを考え行った。神話を語る人、詩集をもって来る人、星座の名前を伝える人、その内容は様々であった。また、蛍光ペンを使って来館者にイラストを描いてもらい輝きを楽しむという演出もあった。空間は、まもなく子どもたちの小さな星座でいっぱいになった。来館者のアンケート結果は好評で、とても楽しかったという声や、子供にとって良い機会となったといった反響が多く寄せられた。イベントは各々のアイデアにより、場が活性化すると共に、来館者との温かい交

流の場をもたらした。定期的に行われる様になれば、より多くの方にフォレストの魅力を伝えることができると感じた。

4-3 課題

近年ワークスや友の会などの活動との関連も含め、リピーターとして訪れる来館者が増加の傾向にあり、学習へのニーズは高いようだ。

本来の『学び』とは、限定された単元で習得するのではなく、分野を問わずつながっている。科学は、社会や体育など幅広い視点の中でその本領を発揮するのではないだろうか。学校機関との連携をはかれば、フォレストとは総合教育などで、有意義な実践の場を提供できるだろう。

インストラクターには、科学技術館と来館者の接点を担う上で、館のミッションを共有する機会が必要だ。勤務後、研究や準備に控え室しかない現状をはじめ、自主的な取り組みもセクション内で終始するため、達成点が曖昧である。体制や環境が調べば、現在のスタッフなら豊かな教育普及活動がのぞめるはずで、プログラムに来館者の声を建設的に反映していける。日々決められた事をただ繰り返すのではなく、インストラクションにおき創造的な姿勢を保っていくためには内外の理解と支えが必要である。

また、科学技術館で催される様々なイベントは、組織が多様なためか全体としての方向性を見出しにくい印象をうける。21世紀を迎えるにあたり博物館だからこそ発信出来るメッセージは数多くあると考えられる。例えば、今世紀の課題である「環境」というテーマにおき、科学技術はどのような理念の元に継承されるのか。また、私達はどのような教育プログラムで、地球環境の貴さを科学の視点から、子どもに伝えられるのだろうか。

今後、多角的な実践や適切な評価により、イベントやインストラクションの内容を吟味する事が必要かと思われる。フォレストの計算されたスペース(隙間)でのアプローチ方法を研究し、バラエティー豊かな交流の場を作れば、十周年を迎える展示空間としてより一層充実したものになると考えられる。インストラクターとして日が浅いが、教えられた事を生かしながらかの半年間を努力していきたい。「楽しい科学」への小さな架け橋になれるように。

最後に、残業をいわず丁寧な指導により、フォレストの精神を伝えてくれた先輩方をはじめ、研修に携わっていただいた全ての方に感謝の意を表したいと思う。

知的探究心を刺激するワークショップを考える

鴻巣美千代

要旨

科学館でのワークショップ事情・ワークショップのあり方などについて、現場の視点からの考察を記述した。実際におこなったワークショップ、「展示で遊ぶ。レーザーラップで遊ぼう！！」の報告を通して、これからの科学館でのワークショップのあり方や、具体的なアプローチなどについて検証する。

キーワード：ワークショップ、知的探究心を刺激する、五感を刺激、体験と情報の結びつき、知識の応用、展示を応用する、予想を飛び越える体験

1. はじめに

最近、科学館のワークショップと言うと、傾向として、〇〇を作ろう！といったモノづくりを中心としたものが多い。内容も、工作キッドの説明書を読んでいるようなものも多く、工作が目的となってしまうように見受けられる。一方、学校の授業のように知識を詰め込むワークショップも多いと感じる。

知識を一方向的に伝達し、工作自体が目的では、科学館で行うワークショップとして、いまいち何かが足りないように思う。

思うに、科学館のワークショップとは、知的探究心に火がつくような科学するプロセス「見て、考えて、ためす」を楽しむ事を目的とした内容であるべきではなかろうか。そして、ワークショップを通して、より能動的に科学の面白さを体感する事が、科学館でのワークショップには、必要であると考えられる。

では、現状のワークショップはどうだろうか。参加者が誘導役（ファシリテーター）の言ったことを聞く・やるといった受け身の姿勢で、能動的に何かを考える・つくる・発表すると言う機会は少ないようだ。そうしたワークショップでは、「知りたい」「やりたい」というような知的探究心や創作意欲が、内側からこみ上げてくるような事も余りないだろう。このように書くと現状のワークショップを否定しているのかのように聞こえるが、そうではない。ワークショップを通して、何を伝えたいのか、明確にすべきではないだろうか？ワークショップを通して、科学すること自体の面白さを感じられ、科学に興味を持てるような体験ができる事が重要なのである。そして、知識を得た事で体験者自身の思考に弾みがつき、内面に響いてくるワークシ

ョップが科学館で提供できたら、来館者にとって有意義な体験となるのではないだろうか。

面白いものに会ったとき、必ず誰にでも「何で？」「知りたい！」という思いが湧いてくるだろう。そのエネルギーこそ学びの始まりである。表面的な面白さだけに留めず、科学する行為やプロセスの魅力を体験する事を目的として、ワークショップを作り出すべきである。児童館などで浮沈子や万華鏡などが作られ、他館でも似たようなワークショップを行っている今、差別化を図る意味でも、知的探究心が湧くようなわくわくするワークショップを考える必要がある。

では、知的探求心が湧いてくるワークショップとは、どういったアプローチが必要なのだろうか。

2004年12月から2005年1月の間に展示を使ったワークショップ「展示で遊ぶ。レーザーラップで遊ぼう！！」を行った。その実践例を交えて、科学することを楽しむワークショップの手法について述べてゆく。

※使用した展示について

レーザーラップとは、5階展示室オプトに設置されているCDプレーヤーの原理を置き換えた展示である。レーザー光線がレコードの針の役目をし、ターンテーブルが鏡になっていて、穴の開いたレコードの上を光が通ると、光が反射して信号となる。その、光の信号を読み取って音に変換し、レーザーの反射と吸収2つの信号の組合せで音階が決まり、曲が流れる展示である。

2. 知的探究心を刺激するための手法

知的探究心を刺激するためには、どのようなことを意識して行けばよいのだろうか。思うに、アタマの中にある科学のイメージや予想の壁を飛び越えてしまうような体験を作る事が必要である。飛び越えてしまうような情報や体験

を前にすると、誰でも、「何で？」と興味が湧いてくるだろう。その初めの知りたいと言う衝動が、知的探究心を湧かせるのに必要なのである。では、その予想を超える体験を科学を通して作るには、具体的にはどのような事をすればよいのか。大きなテーマとして3点挙げる。

①『五感を刺激する』

聴覚や触覚や嗅覚といった視覚以外の感覚を使って体験や観察をおこなう。視覚ですでに分かっている事でも、他の感覚を使う事で、新鮮な情報として伝わり、視覚のみでは得る事の出来ない感覚を得る。その体験によって、新たな発見や驚きを感じ、好奇心や興味を引き出す。

例) レコードの穴を触って確認する。レーザーを指で隠して音を消す。

②『体験と情報をつなげる』

目の前で体験している事が、技術や製品として応用されている事を話す。体験で分かった事が、基本的な原理となって、応用されている事などを話す。

例) 今、遊んでいる装置は、CDプレーヤーの原理だよ。反射と吸収以外にも、2つの信号で情報を作るパソコンの仕組みや通信システムの話など。

③『知識を応用する』

学んだ知識を応用して、作業を進める。自分で知っている知識で問題を解く事で、学ぶことの達成感を感じたり、知識どうしの繋がりが出ること、考える事を楽しむ。

例) 算数の割り算や掛け算を使って、1枚のレコードの中に入る音の数を出す。音の数を出すことで、レコードを作る作業が進む。そして、同じ作業の中から、ビットやパソコンの原理が分かる。

では、上記の3点及び今まで述べてきた点を意識してワークショップを行うと、どのようなアプローチができるのであろうか。実践例と参加者の反応の報告を通して、考察する。

3. ワークショップ「展示で遊ぶ。レーザーラップで遊ぼう!!」の実践報告

3.1 内容詳細

これから報告するワークショップ「展示で遊ぶ。レーザーラップで遊ぼう!!」は、今までレーザーラップでレコードを作る事は行った事がなく、今回、始めてレコードを作る事を行った。もともと当館では、展示を利用したワークショップはほとんど無い。展示を見せるだけではなく、

展示を使ったワークショップを行い科学技術館でしか出来ない新しい体験をすることも目的とした。当館でしか出来ないという点で、展示の存在は大きいと考える。

タイトル:「展示で遊ぶ。レーザーラップで遊ぼう!!」

日時 : 2004年12月23日(木)24日(金)

2005年1月23日(日)

参加者総数:約50人

対象 : 小学生とその保護者

時間 : 1時間~1時間半

道具 : 色画用紙 鉛筆 ハトメ かなづち 色ペン
鋏 カッター 糊 消しゴム

内容 : 展示レーザーラップの装置で使える、紙のレコード作る。作るプロセスの中から、様々な事を学ぶ。

3.2 実践報告

1)<受付>

時間に合わせて集合場所に集まり、シールに名前を書いて受付確認を行う。名札には、自分がこのワークショップで呼ばれたい名前を書いてもらう。

(反応): 名札ひとつだが、よく考えてから名前を書く。色ペンの色選び、文字の形など個性豊かである。

2)<導入1>担当者と参加者の自己紹介

担当者の自己紹介からはじまる。「自分は、科学技術館でインストラクターと言う仕事をしており、皆さんと展示について一緒に考え、展示を通して科学の面白さを体験してもらう仕事をしている」と伝える。その後、参加者に自己紹介をしてもらう。順番を決める際、左右端にいる子供たちにジャンケンをしてもらって順番を決める。自己紹介することで、どんな人とワークショップを行うのか確認する。

(反応): 自己紹介で声を出すことで少しリラックスし、自由に発言が出来るような空気ができる。ワークショップの間は皆で過ごす仲間という意識を持ってもらい、たくさんの人の考えに触れる準備をする。

3)<導入2>展示の紹介・イメージをつかむ

展示へ移動。まずは展示で遊び、この展示はどういったものなのかを知る。「この曲知っている?」と曲名当てクイズなど簡単な質問を進行の中に組み込み、発言できる空気を作る。見本で作った紙のレコードを見せ、ワークショップのタイトルなどを話し、参加者に今日行うことへのイメージを持ってもらう。

(反応): 曲当てクイズといった簡単な質問を出すと、緊張がほぐれる。最終目的のイメージが見えると、この後に行う原理の発見がスムーズになる。

4)＜導入3＞展示の解説

この＜導入3＞展示解説の目的は、レコードを鳴らすためにどのような仕組みを使っているのかを知る。

「どうして音が鳴るのかな？」と、どのようにでも取れる質問を投げると、参加者がそれぞれの視点で考え発言する。そこで出た答えを確認してゆくと、子供たちは真剣に観察を行う。抜けている情報もあるので、仕組み一つ一つを確認して、きちんと理解してゆく。発言が無いときは、こちらが、ヒントを出しながら探って行く。注意点として、理屈を教えることに固執してしまうと、子供たちの探究心や好奇心がなえてしまうので、「五感への刺激」を使ってインストラクションして行く。

5)＜確認作業＞

- ① レコードの穴 → レコードに穴があいていることに気が付いてもらう。よく見て、触ってもいいよと言うように声をかけ、感覚を集中させる。



写真1

(反応)：触ると、「穴が開いている！」とか「本当だー」といって興味を示す。触る行為がある事で、発見度が増す。

- ② レコードを替える → 穴が開いている箇所が違っていると、曲が違うことに着目してもらう。今まで聞いていたレコードとは、別のレコードをセットし、違うメロディーを流す。「何で違う曲が出たのだろう？」と質問を投げかけ、最初に聞いたレコードと新しいレコードを重ねて、穴のあいている位置を比べる。

(反応)：重ねる事で確かめるという単純な確認は、目に見えて分かりやすいので、面白い。

- ③ 穴の謎を探るⅠ → レーザーが反射して上に跳ね返るか？跳ね返らないか？で音が変わることを理解してもらう。レコードを外し、全部を反射面にし「シ」の音しか出ないようにして、「音が、どうなった？」と質問する。

(反応)：聴くことに集中し、同じ音しか出ないことが分かったと声に出して発言する。

- ④ 穴の謎を探るⅡ → レーザーの出口の部分で指で隠し、反射を起こさない様にして、音を無くす。次に、指を動かし、音が変わるようにする。

(反応)：「指」という身近な道具で、レーザーの存在を確認する事、指を動かして光の信号が起きて音が変化する事などと、指一つで様々な事が起きる意外性に、驚き面白がる。自分でもやってみたいといって、指を出してくる。

ここまで分かったところで、レコードに穴が開いているのは、反射の信号を作る為で、その反射があることで音が作られているのだという事を話す。

- ⑤ 音階 → ドレミがどうやって作られているのかを、用意した音階表を使って解説する。「この展示は、3つの枠（3つの穴）の中で、レーザーの反射と反射しないという光の信号が、どういった順番で組み合わせられているかによって、音を作り分けている。」と言う事を話す。展示の下側にある信号を感知するセンサーを見てもらう。音が変わる度に、センサーの光る位置も変わるので、信号の組合せで音階を作っている事が分かる。



写真2

(反応)：一つ一つの確認に本当だと声を上げる。この時レーザー光が溝を読むCDプレーヤーの仕組みについて話すと、驚いていた。4階にCDについて分かる展示があるので紹介し、他階の展示ともつながりを作る。

- ⑥ 音階の確認 → 3つ穴が開いている「シ」の音が出る場所を使い、穴に消しゴムなどを乗せて音を変えてみる。どこまで子供たちが音階を作る方法を覚えたのかテストする。

(反応)：試す事を嫌がるどころか、やってみたいといって挑戦してくる。興味が湧いている。

6) <制作1>レコードを作る

今までに見てきた事をもう一度、簡単におさらいする。その後レコードの作り方を話す。その際、穴を開ける事が出来る位置の数を数え、「1音3穴なので、何音入力できるか？」と言うような計算の質問を出す。学校で習った算数の知識を使い作業に必要な情報を見つける。

ここで子供達から、「高いドはどうして出来ないの？」と、入力できる音階の数についての質問が出る。その際に、ビットの話や2の乗数の計算など図を描いて説明する。その後、パソコンの一文字8ビットの話や、ゲームのビット数についてふれる。出来る限り子供たちが理解できるよう、分かりやすく話す。



写真3

(反応)：今までの展開の中で学んできた知識があり、少し難しい話をしても考える力がついているので、面白がって考える。ビットの話はおまけの話だったが、興味を持つ子供が多かった。日常に应用されているものは、他に何があるだろうと考える子もいた。

子供たちから質問が上がってきた際は、子供達と一緒に考えてゆく。分からない事は、ヒントとなることを出し、家に帰ってからでも調べられるようフォローする。

7) <制作2>レコード作りの手順

① 曲を考える。どこに穴をあけるのか決め、レコードに印を付ける。電子ピアノで作曲をしたり、気分次第で適当に穴を開けてもよい。自由に制作を楽しむ。

(反応)：子供たちは、作曲活動に夢中である。出来ない人には、ヒントを出す。レーザーが、どちらから流れてくるのかなど、少し混乱することもある。



写真4



写真5

② ハトメとかなづちで型紙に穴をあけてゆく。終わった後、ハサミで、余分なところを切りぬく。作業に入る前は、必ず安全に作業を進めるよう注意を呼びかける。穴をあける際、ハトメに詰まった紙を取る作業でのケガが予想できるので、特に注意を促す。

(反応)：ハトメとかなづち、両方とも初めて使う子供が多かったが、一生懸命作っていた。



写真6

子供達は、道具を使うことを面白がる。手伝おうとすると、「自分でやる」といってがんばる。

③ レコードのデザイン。色ペンや色画用紙などで、レコードに絵や装飾を施してオリジナルレコードを作る。



写真7

写真8

(反応) 制作の中に、自由に絵を描いたりする作業を入れると子供たちは、作品に対して愛着が湧く。

8) <完成発表会>

レコードが完成したら、皆でレーザーラップへと移動し、それぞれのレコードを鑑賞する。本来の曲と違っている場合や、上手くいかなかったときには、なぜか考える。



写真9

写真10

(反応)：子供たちは、音になった瞬間に「なったー！」と驚いて、うれしそうに表情を変える。みな満足気。そして、間違えている音が鳴ると、自分あるいは他の子供たちが、ここが違うといった間違いを指摘していた。

4. 考察

① 五感を刺激する

見て確かめるだけではなく、触る・聞くと、視覚以外の感覚を使って観察する事で、単に視覚で得た知識よりも、発見が印象的な体験として鮮やかに残る。また、視覚のみで観察でも、一つの事を角度や視点を変えて何度か見てみる事で、新たな面白さが出てくる。五感への刺激は、参加者の能動的な姿勢を高める。

③ 情報と知識をつなぐ

展示から得た知識を生活に応用されている技術と関連させる事は、話の面白さを引き出す為の大切な工夫である。繋がりとは、新たな発見や驚きとなり、より広い視点から現象を見るようになる。そして、知識の応用について考える動きも出てくる。情報をつなぐ事は、学ぶことへの意欲を刺激する。

③ 知識を応用する

レコードの制作時、子供達に既に得た知識を使って入力できる音の数を計算してもらった。また、計算の作業には、学校で習った割り算を使った。ワークショップの中で得た情報を使いこなし作業を進める事で、学んだ事への応用力がつく。そして、自分達で答えを見つけて作業を進めることで、考える作業への自信が付き、制作に対しての意欲が湧く。知識の応用は、能動的な姿勢を作り出すきっかけとなる。

5. まとめ

ワークショップを通して言える事は、科学する事＝発見する驚き・考える面白さ・確かめるワクワク・分かる喜びといった一連のプロセスを、子供たちは十分に楽しむ事ができるという事だ。そして、展示の中に広がる情報や日常との繋がりについて知る事で、知識に意外性が出て予想の壁を飛び越える体験となり、参加者の思考に弾みをつける。そのことが、「科学はつまらぬ暗記科目」といったイメージを少しずつ薄れさせる。参加者は、素直に“知りたい・面白い”と感じながら、ワークショップと向き合っていた。知識と知識をつなげる作業は、知的探究心を刺激する上で大切なことである。

五感を刺激する事も、知的探究心を刺激する上で重要な作業だ。五感を刺激すると、目で見ただけよりも、発見や体験が新鮮な感覚で捉えられる。その事で、参加者の発見に対する感激が増し「知りたい。」という意欲を起こさせる。また、五感を使うことで、視覚では分からなかった発見をする事もある。五感を使って観察を行うことは、現象や発見をより印象的なモノにし、参加者の知りたいと言う思いを刺激する。知的探究心を刺激する一要素と言えるだろう。

また、ワークショップでは自由に発言できる空気を作る

ことも重要である。考えを自由に発言する事で、ワークショップへの能動的な関わりを作り出す。そして、様々な意見を活発に出し合う事でお互いの思考を刺激し、科学に対する知識や考えを高めあう場になる。意見を出し合い共に考え創造するといった思考を刺激する作業を、本来ワークショップでは行うべきだと考える。自由に意見が出来る、発見を声に出せる。そういった、参加者が能動的に関われるような雰囲気を作ることで、モノ作りだけでは体験できない面白さに、よりのめり込んでゆけるのだろう。

こうした能動的なワークショップを作るには、ファシリテーターの役割が、非常に重要となってくる。参加者は、誘導次第で科学するプロセスを十分に楽しむ事が出来る。そのようなワークショップを行う為にも、内容や扱う素材について熟知し、参加者が能動的な姿勢を保てるような言葉の投げ方や空気作りを意識しなければならない。たとえ意図しない考えと出会っても、ファシリテーターは、それをワークショップを前進させてゆくエネルギーに変えてゆくようであって欲しい。参加者と共に時間や空間、ハプニングを楽しむ能力が、ファシリテーターには必要だ。

そして、展示を使うワークショップは、参加者の展示見学に対する姿勢に、大きな変化をもたらす。展示を見る際、ワークショップで体験した「見る・触る・考える」といった能動的な観察をし、我々インストラクターに質問をする回数が増える。知ろうとする意欲、つまり知的探究心が湧いていると言えるのではなかろうか。展示を利用したワークショップは、来館者の展示に対する意識・見方を変える点で大きな効果を発揮するだろう。

我々は、科学館という“科学を面白く伝えるプロ集団”である。単にモノを作らせる事なら、科学館でない場所でもできるし、知識を与えるだけなら、学校でも塾でもできる。理科離れの根本的問題、理科に興味がない事をどのようにとらえ、“科学の面白さ”をいかに伝えてゆくのが重要なのである。科学館らしさの特色を今一度考え、学校とは違うもう一つの理科教育の現場として、多様な取り組みを考えてゆくべきである。

6. 今後の展望

最近、ワークショップを体験したリピーターが増え、展示を他の来館者にインストラクションする姿が見られるようになった。スタッフに気軽に声をかけてくれる子や、展示で積極的に遊ぶ子などが増えている。そして、極少数ではあるが、自宅にてワークショップで制作した道具を自ら作ってみたという話も聞く。

今後は、展示で遊べるワークショップを増やしてゆき、来館者自らが制作した道具で、展示を使って遊んだり研究できるような動きを作ってゆきたい。科学館の存在が、来館者にとって与えられるだけの場ではなく、自らが使いこなす場、本当の遊びや研究の場となってゆくことが必要なのではと感じる。科学館の新しい存在価値について今後も考えてゆきたい。

科学技術館サイエンス友の会教室の目的・現状・課題

丸山義巨 早武真理子 水落浩一

要旨

科学技術館が主催する会員組織「サイエンス友の会」は、様々な科学技術について知るだけでなく、それを道具として利用する力を獲得させることを目指し、実験や工作、自然観察、施設見学等の教室を実施している。この考えに基づき、各教室の実施内容は、科学技術に通じる物の見方を育て、科学技術の成果を普及し、それを利用するきっかけを作り、さらに精神的・知的に成長させることを主目的として考えられている。それらを不足なく実現していくための教室内容の充実と、会員の増加と低年齢化に対応した公平で十分なサービスを両立していくことは大きな課題となっている。

キーワード：科学技術館、サイエンス友の会

1. 科学技術館サイエンス友の会の概要

1.1 現在の活動の背景

「サイエンス友の会」は、科学技術館が主催する会員組織であり、実験や工作、自然観察、施設見学等の教室の実施を主な活動内容としている。科学技術館開館当初「サイエンスクラブ」として発足して以来、40年余りの年月を経て、活動に関する基本的な考え方は社会情勢の変化に合わせて変遷し、あるいは洗練されてきた。

当会事務局スタッフの業務内容は会員・参加者の管理業務、問い合わせ対応、教室の企画開発、機関紙「サイエンス友の会ニュース」編集、資料調達、講師・補助スタッフ手配、教室の事前準備、さらに自ら講師や補助スタッフとして教室を実施するなど、多岐に渡る。約 2700 人の会員を擁する 2005 年度は、これらを主業務とするスタッフは 3 名であり、管理業務を主とする者、機関紙編集、講師・補助スタッフ手配を主とする者、教室の企画開発を主とする者というように大まかな分担はあるものの、必要に応じてその枠を相互に越えて日々の業務をこなしている。

事務局スタッフの割り当ては、近年、変動が激しくあり、当会の活動目的や方針について明確な引継ぎは行われていない。しかし、各時点におけるスタッフが過去の活動記録⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾や会員の動向から、当会の目的や、あるべき姿を導き出し、それに基づいて活動方針を決定してきている。このためにおそらく、同じ失敗を何度か繰り返していると思われる。組織のあり方としては、あくまで非効率ではあるが、過去にとらわれないニュートラルな立場であるという利点もある。この状況を生かして、会員のニーズを純粋にすく

い上げつつも会員の先導役を果たし、社会にとって最大限のサービスを提供できるよう努めているのが現状である。

1.2 現時点におけるサイエンス友の会の活動目的

科学とは、ある領域の事象の中に法則性を見出し、それによって物事を深く理解しようとする探究活動や、その成果としての学問的体系のことである。それは概ね、事象の注意深い観察や実験による経験の獲得と、得られた知識の分類や論理的思考によって達成される。そして科学技術とは、科学によって得られた知識を利用して事象を予測したり制御したりする方法の総称であると言える。

この科学技術に関する啓蒙活動を行うのが科学技術館であるが、その活動を社会的に価値の高いものにするためには、科学技術に対する傍観者を増やすだけでは不十分である。来館者が科学技術の当事者になること、つまり科学技術を応用した製品を利用するだけではなく、科学技術自体を自分の道具として利用できるようになることを目指したい。そのためには、いくらかの時間をかけて集中的に観察・実験・思考を行い、科学技術を身につけることを体験することで、自ら進んでこの方面の能力を高める方法を学ぶ必要がある。したがって、そのような体験の場を少しでも希望する人々に、特に青少年に対し提供する活動は、科学技術館の重要な使命である。

そして、そのような希望をある程度以上明確に、あるいは切実に認識している集団がサイエンス友の会の会員である。当会会員は入会金・更新料・年会費・参加費といった経済的コストや、教室申し込み・来館・参加にかかる時間と労力の代償として価値のある体験を求めているので、なおのこと、通常の来館者向けとは格の違う、一歩進んだサービスを提供する必要がある。

以上のことを踏まえて、当会の教室実施の主目的は以下のように考えられる。

- ①科学技術に通じる物の見方を育てる
- ②科学技術とその成果を普及する
- ③科学技術を利用するきっかけを作る
- ④参加者の精神的・知的成長を促す

サイエンス友の会では様々な教室を企画・実施しているが、それにかかるコスト・場所・時間は限られている。また、「子供が楽しんでいるから」と、いたずらに新規なもの、派手なものを題材に選んでばかりでは当会の本来の目的が果たせない。それを果たし続けるためには、これらの目的に適っているか否かを逐次検討し、取捨選択していく必要がある。

もちろんこれらの目的自体も絶対的に定められるものではなく、科学技術館のおかれた状況や社会情勢に応じて柔軟に変えていくべきものである。ただし目的設定の前提として、

- ・科学技術館という組織と場所を利用してサイエンス友の会という会員組織を運用する、という前提の下に考えられる最大限の社会教育活動を目指すこと。
 - ・実際に業務を遂行しているスタッフが主体的に実行できる、科学技術館固有の活動であること。
- といったことを押さえておく必要はある。

現在のスタッフは、財団内の種々の業務（館内展示装置の保守、館外での科学技術振興活動、情報システム開発等）、あるいは学術研究（生物、物理、化学、機械等）、講師・指導者等の助言と当会の業務の経験から、現時点ではこのような理解に到達している。新分野を開拓し、あるいは時代の流れに合わせて教室を企画・実施していくためには、現在行われている教室の中で目的が達成されている過程と課題を、今一度整理することは有意義である。これを次節において述べる。

2. 各種教室における目的達成過程と課題

会員の興味・趣向・適性は様々な分野に向いているので、いくつかの分野に区切って広範囲の教室を実施している。これらの教室は全て、参加希望者が往復ハガキ等で申し込む規則になっており、ほとんどの場合希望者が定員を上回るため抽選になる。このような状況で行われる各種教室の内容と、その中で前述の目的が達成される過程、さらに現状と課題について具体的に述べる。

2・1 実験教室

＜内容＞身近な現象（磁石、静電気、音、光、…）や、よく耳にする科学的な話題（燃料電池、酸とアルカリ、…）を題材として、実験と観察を行う。実験・観察に使用する道具の使い方の教室（顕微鏡の扱い方等）も、実験教室の範疇に入る。所要時間は2時間程度。

＜目的達成の過程＞

①（科学技術に通じる物の見方を育てる）の達成

身の回りの現象をある特定の領域で区切ったテーマを設定し、それを観察・分析する方法を気づかせたり、提示したりすることで、物事を要素ごとに分けたり、定量的に比較したりする見方を育てる。



写真1 実験教室の様子

例：「酸とアルカリ」の実験教室において「酸性」「アルカリ性」が対立する性質であり、その中間に「中性」があることを示す。→「酸性」「アルカリ性」に強弱があることに気づかせ、さらに定量的に比較するための数字「pH」を紹介する。→pHを測定するための指示薬・試験紙の使い方を説明し、実際に分析を行わせる。

②（科学技術とその成果を普及する）の達成

日常生活で一般的には使われないが、科学技術の成果である器具や薬品を、明確な目的を持って使用することで、科学技術がどのように使われるか、その有用性がどれほどのものかを体験させる。

例：分光器によってスペクトルを観察することにより、発光している物質の成分分析を行わせる。最近実用化された高導電率の導電性ガラスと超微粒子の二酸化チタン、専用の特殊な色素等を組み合わせて太陽電池を手作りする。

③（科学技術を利用するきっかけを作る）、④（参加者の精神的・知的成長を促す）の達成

科学技術の成果として、あるいは古くからの生活の知恵としてたくさんの道具が存在するが、それらの特性をよく理解し、目の前の現象に適用する方法を深く考えることによって、高い効果を上げることができるということを体験させる。また、素朴な疑問を解決するために多くの知識と論理が必要であるということを理解させる。このような体験・理解の積み重ねで、普段からより多くの知識をあらゆるものから得ようとする向学心や、物事を深く考える真摯な姿勢、自分の知識・技術によって新しいものを創造する意欲を自然に身に付けさせる。

例:「酸とアルカリ」の実験教室の参加者(小学生)が、「pH7がなぜ中性なのか」という疑問を持ち、講師に質問する。
 →純粋な水の解離平衡において同量存在する生成物 (H^+ 、 OH^-)のうち、一方の濃度(水素イオン濃度)が $10^{-7}mol/l$ であることを知る。
 →水素イオン濃度が非常に小さく広範囲な数であるため、濃度の常用対数の符号を逆にした値をpHとして採用しているの、pH7が中性である、ということを理解したところで納得する。ただし学校でそれを学習するには高校生になるまでかかることを知る。

<現状と課題>

小学校・中学校では学習しないが興味を持てる内容、生活に密着しているが高度な内容を持ち、また普段扱わない器具・薬品の使い方を学ぶことができる。小学生の疑問に答えるために大学生レベルの知識が必要だったとしても、学習指導要領による制約などは存在しないので、それらになるべく噛み砕いて可能な限り多くを答えられることは利点である。それは同時に、実験教室の題材となるものについて、小学生レベルの知識から高度な概念を理解する道筋や、妥協点として適切なレベルを見定めるための調査・研究が常に必要である、ということでもある。近年は小・中・高の教育内容が全体的に少なく、系統が分断されてきていることから、この調査・研究と実践は、ますます困難かつ重要なものになっている。

2.2 工作教室

<内容>

生活の中で役に立つ実用品(ラジオ、時計、・・・)、実用品の仕組みが学べるもの(電磁石ブザー、乾電池、・・・)、趣味に使える工具類(スチロールカッター、のこぎり、道具箱、・・・)、おもちゃとして遊べるもの(ホバークラフト、プロペラカー、・・・)等を製作する。その過程で、部品の組み合わせ方や工具の使い方を習得する。所要時間は1時間～5時間。2時間が標準的である。



写真2 工作教室の様子

<目的達成の過程>

①(科学技術に通じる物の見方を育てる)の達成

工作教室で製作するものの多くが、科学的な原理を目に見える形で使っている。それらを組み合わせる技術によって、ある特定の機能を実現するという工夫の仕方を学ぶことができる。

例:

- ・「電磁石ブザー」では、電磁石・バネ・スイッチを自作し原理を理解した上で、部品を固定し組み合わせる工夫を学ぶ。
- ・「スチロールカッター」では、ジュール熱によるニクロム線の発熱と、加熱によるスチロールの状態変化の原理を利用していることを学べる。

②(科学技術とその成果を普及する)の達成

高度な技術によって製造された部品(IC、トランジスタ等)や、長い年月を経て完成形に至った工具(のこぎり、金槌、ペンチ、ニッパ等)等が有効に使われている結果、実用的な工業製品が生産されていることを知り、また生産の方法を学ぶことができる。

③(科学技術を利用するきっかけを作る)の達成

工作物は小さな技術要素の集合体として成り立っているの、参加者はその技術要素についても学べる。

工作教室で学べる技術要素の例:

- ・道具箱の製作には、材料の寸法取り・切断・釘打ち等が必要であり、それぞれの背景にある合理的な理論と技術を自然に身に付けられる。
- ・ラジオの製作では、半田付けの理論・技術はもちろん、同調・高周波増幅・検波・低周波増幅といった回路要素を部品1個の単位から目の当たりにしながら組み立てる。

最先端技術の結晶といわれるものも、このような基礎的な技術要素の発展・積み重ねで成り立っている。教室の参加者が、各種の工作で学んだ技術要素を身に付けたと実感することができれば、最先端技術は一層身近なものとなる。また、それによって何ができるか、あるいは作りたいと考えていたことを実現するには何をすべきか、といったことについて具体的に検討することが可能となる。

具体的に検討可能になる課題の例:

- ・木工の技術によって好きな形の本棚を作る。
- ・ラジオの回路を応用して無線インターホンを作る。

④(参加者の精神的・知的成長を促す)の達成

前述のように、実現が検討可能になる課題が増える(一言で言うと「夢が広がる」)が、既に持っている技術だけで実現できる場合は稀である。課題が高度であるほど、さらに多くのことを習得する必要がある。しかし工作教室によって「従来できなかったことを可能にした」という成功体験があれば、課題実現のための努力を継続できる可能性は

高い。

<現状と課題>

工作技術自体は、工作過程で自然に学ばせられるが、工作物の技術要素自体について、それを解説し理解させるための努力は不足している。工数が多く複雑な物を題材として選ぶと、工作自体にほとんどの時間を費やすので、工作だけで終わりがちになる。特に電子工作において、単純な工作で十分な数の技術要素について学べて興味深い内容の教室を開発することが急務である。

開発が望まれる例：

- ・トランジスタを使用した発振回路と白色 LED によるストロボスコープ
- ・フォトトランジスタとリレーを使用した「暗くなると光るランプ」

2・3 自然観察教室

<内容>

科学技術館に隣接する北の丸公園をはじめ、所沢航空記念公園・秋が瀬公園・高尾山山麓や八ヶ岳山麓などにおいてそこに生息する動植物の観察。その場所にどんな動植物が生息し、どのような生活をしているのかなど、自然そのまゝの様子をありのままに観察し、知っていくことである。また四季を追ってそれらの移り変わりの観察や、具体的(オオムラサキ、セミ、鳴く虫、ムササビ、…)に観察テーマを設定するなどして実際に野外を歩いて観察する。さらに、チョウの鱗粉を顕微鏡で観察し、紙に転写して標本作製など屋内での生物や自然現象の観察も自然観察教室としている。所要時間は2時間程度のものから1～2泊の宿泊をする教室がある。



写真3 自然観察教室の様子

<目的達成の過程>

①の達成（科学技術に通じる物の見方を育てる）

動植物の名前の由来、生態、生息環境などを知ることで、その1種類の動植物についてだけでなく、他の種類についても少ない情報から考察し推測できるようになる。

④の達成（参加者の精神的・知的成長を促す）

参加者は教科書・テレビ・本・インターネット等から得た自然現象の知識があっても実際に野外でそれを観察、体験する機会は少ない。自然教室に参加することにより、野外において期待通りの現象が起きることを確認する。しかし逆に、期待・予想どおりではないこともまた多く、なぜそうなるのかという疑問を持たせる。自然観察教室は集合、観察、移動を常に繰り返して行い、観察対象が動物であったり、公園などを利用している一般の人の近くで観察することもあるため、教室中は集中、迅速な行動など観察のための姿勢を養う機会でもある。

②（科学技術とその成果を普及する）、及び③（科学技術を利用するきっかけを作る）の達成

現状では目的としていない。

<現状と課題>

北の丸公園、所沢航空発祥記念公園は春夏秋冬でそれぞれ教室を開き、四季を通しての観察が可能である。また、オオムラサキや鳴く虫やムササビ観察教室などは参加者個人ではなかなか観察しにくいものや動植物の名前の同定が不可能であるが、知識豊富な講師がいることにより、個々の疑問に対応している。しかし、現在少数の講師に依存しているのが現状であるので、それぞれの分野に通じた講師の手配が必要である。

自然観察教室は野外で行うことが多く、それによって屋内では考えられない有毒生物などの生物的要因、崖などの地理的要因、雨や雷などの気象的要因、また参加者の年齢層が要因となる危険が多く存在するため事前の調査が必要である。危険個所の確認とその回避の方法など、事前に把握しスタッフ全員に周知させておく必要がある。

また、目的達成の項目②④については、今後自然観察教室においてどう織り込んでいくかも課題としている。

2・4 施設見学会

<内容>

科学技術に関連のある政府機関、研究所、工場等を見学する。

見学先の例：理化学研究所、電力中央研究所、羽田空港整備場、警視庁、財務省印刷局、東京航空交通管制センター、各地の火力・原子力発電所…

定常的に団体見学を受け入れている所は、通常の団体と同様のコースを見学することが多いが、特別に通常見学できないものを見せて頂く場合もある。所要時間は標準2時間程度。特に遠方の見学先については、他の見学先や観光地の滞在等を取り混ぜ、1～2泊の教室として実施することがある。



写真4 施設見学会の様子

<目的達成の過程>

①（科学技術に通じる物の見方を育てる）、②（科学技術とその成果を普及する）の達成

実際に仕事として科学技術に関する研究・開発をしたり、科学技術を利用した業務を行っている現場を見て、そこで働く人の生の声を聞くことによって、科学技術の研究・利用の方法や考え方を知る。また、すでに実用化されているが、目立たず一般的に認知されにくい科学技術の存在と価値を知ることができる。

例：

- ・理化学研究所で元素に関するより深い知識を得るために粒子加速器を建造し、それを最大限に活用するため多数の国の研究者が利用し、情報を共有していることを知る。
- ・電力研究所で研究されている送電システムが、日々の電力供給の安定に寄与していることを知る。
- ・地下鉄のトンネルを掘るシールドマシンが動いている現場を見学し、それに使われている高度な技術を知る。

③（科学技術を利用するきっかけを作る）の達成

現在研究中で最先端の科学技術について知ることによって、それを使いたくなったり、自分で研究する意欲を持つことができる。

例：

- ・家電メーカーの研究所で開発されている生活補助ロボットを見て、それをどのように活用できるか考えたり、自分の好きなロボットを作りたいと思う。

④（参加者の精神的・知的成長を促す）の達成

見学する内容は、日常生活を根本的に支えている必要不可欠なものも多く、人命に関わるものも多い。現在研究・開発中の科学技術も、社会の有り様を変えるような重要なものがある。それらの研究・開発や、科学技術の信頼性の維持に必要な心構えを知ることができる。また日常で触れることのない様々な科学技術を知ることにより、物事の見方をより多面的にすることができる。

<現状と課題>

各見学先のご好意で実施させて頂いているので、内容的には充実したものも多い。ただし毎年同じ内容の見学会は、2年目以降の会員にとって目新しい要素がないので、参加者が減少傾向にある。施設見学会全体に対してはニーズが多いので、新しい分野の見学会を常に開拓していく必要がある。

2・5 その他の教室



写真5 その他の教室（レオナルド・ダ・ヴィンチ教室）の様子

<内容>

科学技術との関わりより個別の技術習得を目的としている教室、高度あるいは専門的な教室、試験的な教室も、必要に応じて実施している。これらについては、より革新的で高度な内容の教室につなげるために、あるいは強いニーズに答えて行うことがあり、目的設定は柔軟にしている。例：パソコン教室（ワープロや表計算ソフトの使い方等）、レオナルド・ダ・ヴィンチ教室（自由に課題を設定して研究する）、ハンズ・オン・ユニバース教室（天体観測データを専門的なソフトウェアで解析し天文学を学ぶ）、レゴ・ロボット教室（小学生がレゴ社の自律型ロボットのプログラミングと動作について習得する際の、適切な指導法や課題を探る試験的な教室）

特に以上のような分類ができない教室もあり、それらは「特別教室」として行っている。

なお、これらの教室の所要時間は2時間～5時間程度である。

<目的達成の過程>

①（科学技術に通じる物の見方を育てる）の達成

ハンズ・オン・ユニバース教室では、専門的な方法を使ってデータを分析し解釈することによって、実際に研究者が行う作業や思考過程を体験することができる。

例：冷却 CCD カメラで得られた天体画像イメージを研究用ソフトで画像処理し、超新星を探す。

②（科学技術とその成果を普及する）の達成

パソコン教室では、子供が日常で使う機会が少ないソフトの存在を知り、使い方を学ぶことができる。

例：グラフィックソフトや表計算ソフトの使い方を学んで、学校の時間割表を作成する。

③（科学技術を利用するきっかけを作る）、④（参加者の精神的・知的成長を促す）の達成

レオナルド・ダ・ヴィンチ教室では、参加者が自由に課題を設定して、3ヶ月（12回）を期間単位として研究を行う。研究の過程で様々な研究用機器の使い方を習得したり、学年の枠を超えて重要な科学的概念について学んだり、（すでに発見されている場合が多いが）重要な発見をしたり、得られた結果をまとめて何らかの新しい知識を作り出すといった体験ができる。これによって自然に対する科学的態度や、学術的な知識の学び方や使い方を身につけるといって、精神的・知的に成長する。

例：

- ・磁石の強さについて研究するために、ガウスメーターを使って磁束密度を測定する方法を知る。
- ・酸・アルカリについて研究する過程でビュレットや pH 指示薬の使い方を知り、mol について学ぶ。
- ・水の電気分解の実験をする過程で、燃料電池の原理を発見する。

<現状と課題>

各教室で、様々な課題を抱えている。

例えばパソコン教室は、数年前であればソフトの使い方を学べるだけでも価値があった。しかし学校や一般家庭に急速に普及している現状では、表計算ソフトの関数を使いこなしたり、プログラミングをするなど、もっと専門的な内容までカバーする必要がある。

レオナルド・ダ・ヴィンチ教室は、内容が非常に自由であるために、研究結果が公的なコンテストに入賞することもあり、大きな成果を生んでいる面もある。一方、教室の趣旨が参加者に理解されていない場合がしばしばある。そのような参加者は面白いが無駄な作業を何ヶ月も続けたり、いたずらに自分の能力を超えた高度な課題を設定し何の結果も残せなかったり、あるいは研究を放棄して他の参加者を巻き込み、実験室の薬品・器具を浪費して遊び続けるなど、何も得ることがない。これらは講師の指導を阻害するのみならず、事務局側としても、参加者の当選というコストに対する十分な成果が得られていないということになり問題である。また想定外の実験や分析が必要となったときに科学技術館の設備では対応できないことがある。設備拡充の努力（最低でも高等学校の化学実験室レベル）をすると共に、限られた研究環境でどのように効率的な研究活動を行うか、ということについて、さらに適切な指導を参加者に対して行う努力が求められる。

3.まとめ ―教室企画・開発・実施全体の課題―

3.1 会員の要望の反映

以上、教室の内容において、サイエンス友の会の目的に合致する部分を中心に述べたが、これらの目的が常に十分達成されているとは限らない。その原因には、以下のようなことがある。

- (1)教室内容に過不足がある。
- (2)教室の題材、あるいは題材の扱い方がつまらない。
- (3)教室内容のレベルと参加者のレベルが一致していない。
- (4)指導者の人数・能力の限界により、指導力が不足している。

これらの問題点は、教室に参加した会員が感じるストレスと一致する。また、その他に会員から多数頂くクレームとしては、

- (5)当選確率が低い。
- (6)科学技術館なら当然実施していそうな教室（実験教室、電子工作教室等）が少ない。
- (7)自分の趣向やレベルにあった教室が少ない。

といったものがある。このような状況は事務局でも把握しているが、頻繁に頂く電話または口頭による直接的なクレームや、各教室実施後に行っているアンケート調査にも顕著に表れている。

これらへの対策として、以下のようなことを随時考慮している。

- (1)～(3)に対して：所要時間に見合ったボリュームを持ち、要点が明確な教室を企画し、適切な紹介文によって募集告知する。指導者は魅力的な教室実施のために、題材および参加者のレベルについて、常時調査・研究する。また、より魅力的な教室を企画・開発するために、設備を充実させる。
- (4)に対して：講師・補助スタッフの人数・能力を拡充したり、教室の実施結果から判断して、その後の教室実施に関わる人選を行う。
- (5)に対して：人気のある教室について回数を増やす。また、スタッフの増員や設備の拡充によって1回あたりの実施人数を増やす。
- (6)に対して：人気のない教室、効率の悪い教室を整理し、多人数の実験教室、工作教室の企画開発を継続的に行う。
- (7)に対して：各教室実施後のアンケート等で、会員の趣向を調査し、それに合致する教室を積極的に企画開発する。

3.2 事務局のリーダーシップ

当会は年度ごとに入会手続きを行っており、各年度の会員の半数程度は前年度からの継続会員が含まれている。ある年度の活動内容に失望した会員は継続せず、逆に活動内

容を見聞きして自分の要求に合うと判断した非会員は新たに入会することになる。結果として、事務局による教室内容構成は、会員の趣向・学年・性別等の分布をコントロールしている。

この点について考慮せず、前節で述べた会員の要望の反映のみを行っているとう会の目的を見失うことになる。例えば、自然観察会は非常に参加人数が多く、(原理の理解を伴わない) 電子工作教室は非常に応募倍率が高い。だからといってこれらのみを1年間重視すると、おそらく以下のように次年度の会員の分布が変化する。

(1) 増える会員の例

昆虫や植物の採集を日常的に行っている会員、緑のある環境で遊ぶのが好きな会員、ビデオゲームやモーター駆動の模型などで遊ぶのが好きな会員。

(2) 減る会員の例

生物の体内の仕組みや遺伝子工学に興味を持つ会員、各種電子部品の動作を学び自ら回路を設計したい会員。

(1)は科学技術について深く知るための入口に位置する人々であり、科学技術館はこのような人々を入口から内部へ引き寄せることも目的としている。少し内部に入り込んだ(2)のような会員は、科学技術に関する「素質がある」子供が多い。しかしサイエンス友の会は物足りない、ということになり、他に求める所を探すことになるか、それも叶わないときはやがて興味を失うことにもなりかねない。(2)のような会員の持つ疑問や意欲は、しばしば大学以上のレベルの内容を伴うが、たとえ小学生であっても科学技術館がそれらへの筋道を示すことは重要である。

3.3 サービス品質とサイエンス友の会の目的達成の両立

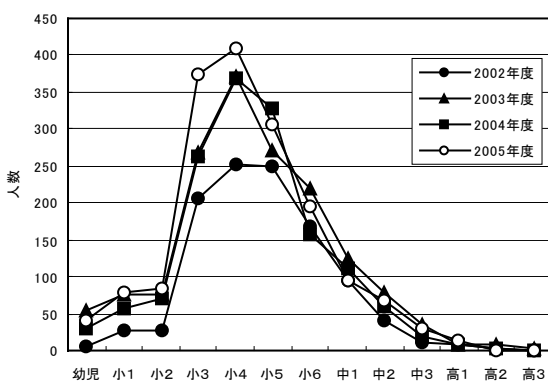


図1 2002～2005年度の会員の学年分布（保護者は除く）
ただし、小2以下の入会と教室の実施は制限

しかし現実的には、大勢の会員の各教室への申し込みに対して、ある程度以上の確率で、公平に応えていかなければならない。このサービス品質の維持と当会の目的達成を両立させるのは容易ではない。特に近年は、会員の学年分

布の変化により、一層難しくなっている。

2002年度から会員の学年分布は図1に示すように変化してきている。2002年度は現在の文部科学省による学習指導要領が実施開始されており、小学校の授業時数・内容が大幅に削減された。それとの関係が、2003年度の学年分布が2002年度と比べて大きく変わっていることで示唆される。このとき小学3～4年生の増加が目立ち、その後徐々に、ピークが小学3年生の方向へ移動してきている。

そして小学2年までの入会と教室実施は制限しているが徐々に増加している。小学6年以上はあまり変化が見られない。これに対応して、教室の平均当選確率は図2のように変化している。

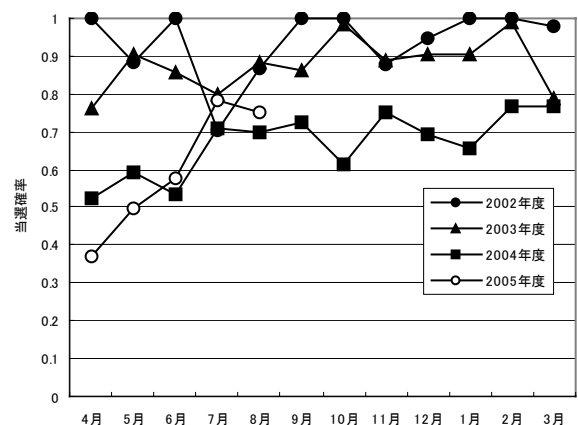


図2 2002年度～2005年度8月の月別平均当選確率

家族ごとの入会金／更新料(3000円／年)と、個人ごとの年会費(3000円／年)の対価として、平均0.7程度の当選確率しか実現できなくなってきた。特に4月は毎年厳しい状態で、2005年度は0.3台まで落ち込んでおり、このときは会員から相当数の極めて辛辣なクレームを頂いている。これは、サービス業として非常に危険な状態である。

このような状況の直接の原因は、小学3～4年生の大幅な増加である。それに対応して小学3～4年生向けの教室を増強しているのが、2005年度も7～8月には0.7台を回復している。しかしその代わり小学5年以上対象の教室を減らしたり、教室の内容を簡単にする結果となった。ほとんどの教室では学年の上限が無いが、小学5年以上が参加しても物足りないと感じる場面が多く見られる。それはスタッフに直接なされる要望や、アンケートの結果に表れている。

したがって、このままの方針で当会を運営していくと、小学3～4年の会員と保護者の期待は高まるが、小学5年以上の会員と保護者は徐々に離れていくことになり、会員の低年齢化に拍車がかかる。これにより、科学技術に積極的興味を持ち始めた会員を満足させるような教室の企画は、ますます困難になると考えられる。

さらに根本的な問題として、会員数に見合う教室定員を確保できないということがある。当会会員は無料入館を目的として入会している人もあり、図3のように有効会員(1

回以上応募があった会員。教室参加意思があるとみなす。)は全体の半分程度であるが、1500 人程度である。それに対して 1 年間で述べ 5000 人前後しか当選できないため、1 人 1 年あたりの平均当選回数は、約 3 回しかない。

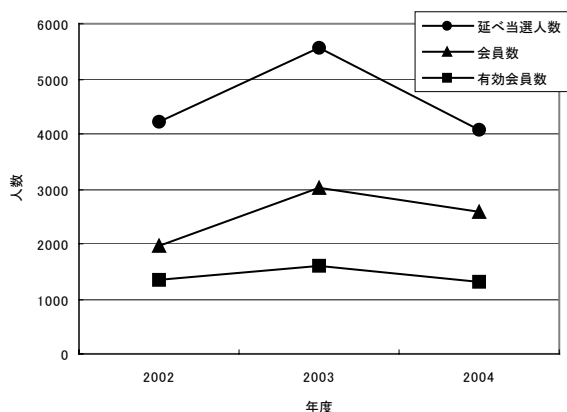


図 3 2002～2004 年度の延べ当選人数、会員数および有効会員数「有効会員数」は 1 回以上教室に応募した会員数

2.で述べた当会の目的の達成を引き続き目指すのであれば、根本的には設備・スタッフの増強を大規模に行うか、会員数の制限を厳しくする必要がある。しかし当会の経済状況は厳しく、そして社会情勢に鑑みれば、サイエンス友の会の入会希望者はさらなる増加が見込まれる。したがって当面は既存設備の積極的利用、情報システム開発、会員の動向分析等によるサービスの効率化、教職経験者や研究者等の指導によるレンジの広い教室内容の充実といった努力を続けながら、当会の目的や制度等のあり方を見直していくことが重要である。

3・4 科学技術館とサイエンス友の会の連係

サイエンス友の会は、1 で述べた通り科学技術館固有のものであるから、その活動は科学技術館の活動方針と連係の取れたものでなければならない。当館の活動方針は、来館者すなわち主に小中学生とその保護者が形成する集団と、当館の活動に賛同している企業・団体・機関からの要請、社会情勢から生まれる種々のニーズに基づいて決定されている。それらの共通項は、科学技術に従事する(いわば「エリート」の)人材の質と量の確保、およびそれらへの社会的同意の形成に関わる要求である。

つまり科学技術館は青少年における科学リテラシーの向上に資することを求められているが、活動のターゲットは小中学生である。また、地理的条件から気軽に来館しやすいこともあり、個人～家族単位の来館者であっても、科学技術に対するモチベーションはそれほど高くない場合も多い。来館者の一部であるサイエンス友の会会員についても、「自分で参加したいと思った」ケースより「家族に参加するようにすすめられた」ケースが多いような状態である⁽⁴⁾。

しかし、そのように消極的な子供であってもサイエンス

友の会の活動をきっかけとして科学技術に積極的になるケースが少なくないこと、そしてそのようなケースにおいて継続性のある発展的な内容の教室が求められていることが、過去の調査⁽⁴⁾から明らかになっている。

また科学技術館は設立当初から、「生活に密着した科学技術」を「体験する」というスタイルを持っており、来館者の多くがそれを期待している。「驚き」や「美しさ」を科学技術によって実現するものはむしろ芸術的でもあるが、同時に本質を抽出したものでもある。これらは結果として元々科学技術に無関心な人々にも親しみを持たせている。

このような状況と図 1 に示した会員の学年分布から発達段階等を考慮して、科学技術館の活動内容にフィットしたサイエンス友の会の重点課題は以下のように考えられる。

- (1) 小学 3～4 年生向けの、難易度の低い教室を多数実施する。
- (2) 小学 5～6 年程度のレベルで、科学技術への一定レベルのモチベーションを持った人向けの教室を十分に実施する。
- (3) 科学技術へのモチベーションが低い人でも興味を持つ(生活に密着している、あるいは不思議、新奇である)内容の教室を十分に実施する。

実際のところ、小学 3～4 年は極めて多感な時期であり、自らの意思を持って何かを習得しようとすれば、その速度は相当なものになる。だからこそ来館者およびその保護者は科学技術館の活動に多くを期待している。科学技術館がこの期待に応えるためには、時代の流れに合わせ新しい展示物・ワークショップ等の活動を企画し導入し続けることが重要であるが、時間的・経済的な制約から理想通りには当然ならない。一方そのようなコストの軽いサイエンス友の会では、常に新しい教室を企画している。そして参加者の忌憚のない反応を取捨選択の判断材料としており、またその反応がきっかけでアイデアが生まれることも多い。このようにしてサイエンス友の会で得られた知見を元に、より多くの入館者へのサービス向上にも寄与できれば、科学技術館とサイエンス友の会の連係は、現在より一歩進み確固とした価値を持つものになるであろう。

文 献

- (1) 科学技術館サイエンス友の会 2003 年度第 40 期年次活動報告書
- (2) 科学技術館サイエンス友の会 2002 年度第 39 期年次活動報告書
- (3) 科学技術館サイエンス友の会 2001 年度第 38 期年次活動報告書
- (4) 「科学館等における科学技術理解増進活動への参加が参加者に及ぼす影響について」科学技術館サイエンス友の会・日本宇宙少年団を例として・」文部科学省 科学技術政策研究所第 2 調査研究グループ (2003)

<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat099j/mat099j.html>

企業と連携した科学技術の理解増進活動

中島康隆

要旨

科学技術館では、2003 年から企業による社会貢献活動の一つとして日本アイ・ビー・エム株式会社（以下 日本 IBM）と連携した科学技術理解増進活動（「日本 IBM TryScience 実験教室」）を行なってきた。この実験教室では、「現代の科学や技術に対して理解を深めること」にとって大切なことが、「わくわくする驚きや発見、自分で試して体験する喜び」であるにとらえ、自ら観察し、データをまとめ、考察し、仲間と意見を交換し、発表するというプロセスに力点を置いている。このプロセスは、その場に集う人々との交流そのものであり、特別な体験をもたらすものであるとも考えており、ゆえにプログラムは、単に手順通りに作業をして自分自身だけで完結させるのではなく、参加者同士及び演者とのコミュニケーションの中で結論にいたるまでを楽しんでもらえる構成としている。

また、この活動をどこまでねらい通りに展開できるだろうかという不安をよそに日本 IBM 社員ボランティアらの活躍によって、活動に広がりや活気がもたらされている。本稿では TryScience の魅力と共に実験教室の開催だけにとどまらず関係する人々を広く巻き込んでいく、その展開を含めた全体を科学技術理解増進活動と位置付け、この活動の現況と展望について述べていく。

キーワード：TryScience（トライサイエンス） 企業による社会貢献活動 IBM 社員ボランティア

1. はじめに

そもそも TryScience プロジェクトでは、子どもたちに対してインターネット上で実験メニューを提供したり、世界各地の科学博物館をいつでもどこからで訪れることができるような環境を提供していた。子どもたちは TryScience を通じて体験しながら科学の楽しさを知り、さらに興味を膨らませていくことが可能となる。そして、企業による科学教育支援活動の一例であるこのプロジェクトは、世界的な子どもたちの科学・理科離れの傾向を改善するため、New York Hall of Science (NYHS), Association of Science-Technology Centers (ATSC) と共に IBM が世界規模で取り組んでいる社会貢献活動である。

以上を背景として、日本 IBM と科学技術館は、TryScience が広く認知されたものになること、そしてこの TryScience を通じて日本の科学教育活動を支援し、子どもたちの科学に対する興味を喚起することにより、次世代の科学者、エンジニアを育てる基盤を築くことを目的として TryScience の Web サイト (<http://www.tryscience.org/jp/>) 上にある Experiment（実験）コンテンツを活用した「日本 IBM Try Science 実験教室」を共同開催することとなったのである。

従来、科学技術館で行なっている実験教室に比べると、企業一社と直接協働し、一般来館者を対象とし年間を通して実験教室を開催している点が新しい展開である。

また、活動を行なうにあたり活動全体をどう進めていくかについて年度ごとに検討を重ねている。

2.1 目標の設定

目標を次の 3 点に設定している。

- ①トライサイエンス TryScience がインターネット上の情報源として有効であることが多くの人に知られるようになること。
- ②日本国内において、TryScience が学校の授業、カリキュラム開発、またはその他の学校行事などで有効に利用されるようになること。
- ③子どもたちが世界中の科学博物館情報を利用しながら、学習を進めていくことができるようになること。

上記①と③は、もともと TryScience プロジェクトが掲げていたものである。それに追加して、日本国内において授業等で利用されることを目標としている。

2.2 達成基準について

今後は活動の成果を判断するため、以下のような基準を設定し、評価していく必要があると考えている。

- ①科学博物館または学校の website から tryscience.org へのリンク数、科学イベントまたは教育会議などで

TryScience が話題として取り上げられる。

②学校での TryScience を利用したイベント数、実際に授業およびイベントで利用した先生方のコメントなど。

③TryScience 情報端末の導入台数、科学館などでの TryScience 関連イベント数、科学博物館での研修資料で TryScience 関連情報数。

2・3 活動計画

目標に沿って次のように活動計画をたてた。

初年度目：実験教室の開催（実験の確認と利用）。

2年度目：実験教室実施回数の拡大。

社員ボランティアの活用。

3年度目：社員ボランティアを活用した実験教室の定期開催。教育現場での活用に向けて調査。

2・4 活動内容の設定

具体的にどのような活動を行なっていけばよいのか、その方向性について検討した。

①まず TryScience を知っていただく

②TryScience を外部イベントまたは日本 IBM 社内イベント等にて展開する（例：E X I T E キャンプなど）

③外部団体の主催する科学イベントや NPO の活動展開において実験教室等に TryScience をコンテンツとして使っていただく

④TryScience を小学校での理科授業の情報源として利用していただく

⑤TryScience 情報端末の導入（3・3・2 情報端末を参照）

上記は活動内容について、これらの活動を単年度にすべて行なうのではなく、順次実施していくこととした。

3. 具体的な活動

初年度は、TryScience の Experiment を試用し、どのように実験教室で利用するかを検討、その上で実験教室（日本 IBM 社内イベント、科学技術館）の開催に臨んだ。特に子どもたちに科学への関心を持ってもらうためのひとつの「きっかけ」として TryScience の Web を利用することから、コンピュータの簡単な原理とコンピュータやインターネットでできることを理解させる内容を盛り込んだ。

2年度目は、教室運営の基本を作成した。その上で実験教室の開催回数を増やすとともに、青少年の科学の祭典へ出展し、教室とは異なり多数の子どもたちが次から次へと実験を行う形式に対応する形式も試みた。いずれの形式においても日本 IBM 社員ボランティアが参加している。

社員ボランティアを活用するに当たってはボランティアのトレーニングとなるように研修会を実施した。また、教室運営の方法についても社員ボランティアを含めて詳細を詰めた。

3年度目は、2年目で教室の開催の実績を元にこれをパ

ッケージ化した。経験を積んだ社員ボランティアが、教室や科学の祭典の出展等を自主的に運営できるようにするためである。一方で、実験に対応できるボランティア数が増えたこともあり、科学技術館以外の場所での自主的な展開も増えた。さらに、TryScience が教育現場で活用されることを目指して、学習指導要綱などとの対照表、活用事例を作成して、学校への展開を目指している。

3.1 初年度（2003年）

この実験教室における科学技術館の役割は、Web コンテンツを実際に実験する場の提供ということであった。

最初のステップとして、TryScience の魅力を十分に調査分析し、ワークショップメニューの開発・実施を行い、さらに、コンピュータを利用した情報検索も利用することで、実験が実験教室だけでなくより広い領域へと広がりをもたせるように配慮した。

初年度プログラムの実施概要

内容構成は以下の通り。

①導入プログラムとしてコンピュータを分解してその中身を見せ、コンピュータの情報処理について簡単なゲームを行なう。

②次に、TryScience (<http://www.tryscience.org/jp/>) で紹介されている実験をホームページで参加者個々に確認してもらう。

③TryScience の Experiment メニューで実験を行う。

より多くの実験メニューを利用することとリピータもいることを想定し、開催日毎に実験メニューを変えて行なった。対象は小学校4年生以上とし、定員を各20名とした。



写真1 インターネットで実験メニューの確認

第1日目

日時：平成15年8月24日（日）

①11:00～11:50 ②13:15～14:05 ③15:00～15:50

場所：科学技術館 4階D室 イベントホール

内容：「すい星のクレーター」 小麦粉などを平らに敷いたところへ、ビー玉などを落として衝撃クレーターを作り、その大きさ、深さを比べる。

第2日目

日時：平成15年9月14日（日）

①11:00～11:50 ②13:15～14:05 ③15:00～15:50

場所：科学技術館 4階D室 イベントホール

内容：「ゆかいなクラクション」 紙コップの底に開けた穴に異なる材質の糸を通し結びつけて作ったクラクションを使用して、音の視覚化、音の高低・大小、その伝わり方について調べる。

第3日目

日時：平成15年9月28日（日）

①11：00～11：50 ②13：15～14：05 ③15：00～15：50

場所：科学技術館 4階D室 イベントホール

内容：「紙で橋を作って実験してみましょう」 B4の紙1枚のみを使い、水の入った500ml ペットボトルを支えられる橋を作る。強い構造を作る方法を調べる。

第4日目

日時：平成15年10月12日（日）

①11：00～11：50 ②13：15～14：05 ③15：00～15：50

場所：科学技術館 4階D室 イベントホール

内容：「肺活量」 複雑な形や液体、気体の体積をどのようにして測るのか？をテーマにペットボトルを利用して肺活量計をつくり、自分の肺活量を調べる。



写真2 実験教室 参加者の様子（第4日目）



写真3 実験教室 各テーブルで考えをまとめ、発表

3.3 2年度目（2004年）

2年度目は、実施回数拡大を行なった。また、日本IBM社員ボランティアの活用を図った。

実施回数拡大については、TryScience 実験教室の持つ特質「プロセスを共有することで生まれる楽しさ」「場所、人を選ばず展開できる普遍性」について参加者に実感してもらうことを目的とした。これはあわせて多くの人が参加することにより、幅広い社会的な認知を得ることを計画したものである。

日本IBMの社員ボランティアについては、社会貢献活動の一環として捉え、自主的に実験教室に参加いただき、講

師やアシスタントとして参加者と過ごす時間が、自らの喜びと感じてもらえるよう、教室参加のみではなく、数多くの研修機会をもった。

2年度プログラムの実施概要

2年度目の活動概要については、おもに日本IBM社員ボランティアに関する事柄を述べる。

①新規シナリオの開発

日時：平成16年4月29日（木）、5月3日（月） 計2回

場所：科学技術館

内容：初年度実施の実験メニューに「にぎり」、「散らばるこしょう」「サメのきゅう覚」の3つを加えた。

参加者が一つのテーマで進行していく教室形式による方法を元にして、複数実験メニューを用意した上で参加者が個々に選択し実験に参加するブース形式の場合の実施についてシナリオ作成し、予備実験を行なった上で、実験教室を開催した。これらの一連の手順を検討・確認することで、講師・アシスタントとなる担当者の研修手順、実施におけるポイントを明確にすることができた。

②社員ボランティアへの説明会

日時：平成16年5月23日（日）

場所：科学技術館 4階D室 イベントホール

内容：社員ボランティアとしての活動を希望している人に対して、科学技術館における研修会について、その目的・内容を説明した。内容について具体的にイメージいただけるよう、パワーポイント、実験材料を使った演示などで説明を行った。その他、夏までの実験教室への参加を勧めたり、2004年度の青少年のための科学の祭典全国大会におけるブース出展を目標とした参加ボランティアの目的意識の醸成を促した。

③社員ボランティア研修会&実験教室の開催

日時：平成16年5月30日（日）、6月13日（日）、

6月27日（日）、7月11日（日）、7月18日（日）、

7月25日（日） 計6回

場所：科学技術館 4階D室 イベントホール

内容：「参加性を高めるやりとりの仕方」や「プロセスを記録、比較することの大切さ」などこの実験教室の持つ魅力とその伝え方について理解してもらうことを目的として研修会を行なった。

実験教室の実施に関して、材料と手順、講師・アシスタントとしての注意点・配慮すべき点などについて研修を行なった。また、研修者が演示側、参加者側として教室を模した研修も行なった。

ここでのポイントは、ボランティアとして参加経験のある人が新たに参加した人と意見交換をするなど、ボランティア同士での交流、情報交換などが行なわれる環境を提供

することである。よって参加経験のあるボランティアの意見が初めて参加するボランティアに対して有効であるように配慮し、実験教室の開催手順は毎回同じ順序で実施することを基本とした。

研修のまとめとしては、実際に来館者を迎えたブース形式の実験教室を毎回実施した。

④科学の祭典全国大会

日時：平成 16 年 7 月 29～31 日

場所：科学技術館 1F 催事場

内容：屋内で“すい星のクレーター”、“音で探る”、“ゆかいなクラクション”を日替で実施。屋外で“探査機を宇宙に送ろう”を 3 日間実施。



写真4 科学の祭典で活躍するボランティアのみなさん

科学技術館において例年開催されている「青少年のための科学の祭典全国大会」に出展した。これまでの日本 IBM TryScience 実験教室において蓄積された経験をもとに不特定多数の来場者に対してどのような教室（ブース）運営を行えばよいかということを試す機会をもった。延べ 38 人の社員ボランティアが実験演者として参加したが、もちろん、実験教室において講師やアシスタントを十分に経験しており、青少年のための科学の祭典においてブース出展を行うに必要な資質を有していると評価している。

また参加者が家庭でも容易に実験の再現ができるように、「トライサイエンス実験教室スターターキット」を製作し、期間中に配布した。

3・3・1 3年度目（2005年）

3年度目は、初年度・2年度の活動を発展させる形で実施された。活動に参加する社員ボランティアが増えたこともあり、教室の回数を増やすことができ、今までとは異なる形で教室開催を実施することができた。科学技術館のみで収まる活動ではないのだが、発展した事例としてあわせて紹介しておきたい。

実験教室の開催

科学技術館での実験教室は、月 1 回の定例開催となった（その様子については <http://www.jsf.or.jp/tryscience>

-top.html で紹介している）。これら実験教室は科学技術館で実施ではあるが、会場設営から演示、片付けに至るすべてを社員ボランティアが担っている。

また、2年度目と同様に「青少年のための科学の祭典全国大会」に出展をした。演示内容については社員ボランティアと共に検討し、昨年度以上に充実したものとなった。

既に 2004 年 9 月に、川崎市青少年科学館で開催された「かわさきサイエンスチャレンジ」に IBM 社会貢献グループとして「ゆかいなクラクション」、「紙の橋を作ってテストしてみよう」を出展しているが、3年度目としては、IBM 社内や科学技術館以外の場所での展開が特筆される。

8 月には東京富士大学（東京都新宿区）での「親子講座」と大和市立柳橋小学校（神奈川県大和市）での「子ども科学教室」において社員ボランティアにより実験教室が開催され、好評を得たようだ。



写真5 かわさきサイエンスチャレンジ（2004年）での活躍の様子

3・3・2 情報端末

2005 年の 4 月に「TryScience 情報端末」（専用ラックに PC および大型ディスプレイをセットしたもの）が科学技術館に設置された。この装置は TryScience が世界的に提供されているのと同じく、日本語、英語はもちろん、フランス、ドイツ、イタリア、スペイン、中国、ポルトガルの 8 カ国語で情報を提供している。

提供されている内容は、「恐竜発掘」や「宇宙」についてゲームやアニメーション、ライブ・カメラを通じて「ミッション（任務）」を果たす、というプログラムである。（現在はさらに 2 つのプログラムが自動ダウンロードにより追加されている）

なお、情報端末は科学技術館のほか、札幌市青少年科学館、仙台市科学館、つくばエキスポセンター、名古屋市科学館、大阪市立科学館にも設置されている。

4. 今後の展開

4・1 目標を達成したかどうか

活動全体は試行錯誤の状態を継続したまま、設定した目

標及びそれについての活動を実施しているが、現時点での状況を振り返ってみる。

「TryScience が知られること」という目標は、実験教室の開催回数の増加や情報端末の導入、社員ボランティアによる新しい場所での実験教室の開催など、より多くの人に認知してもらうための機会が増え一定の成果をあげることができたといえる。特に実際の体験をきっかけとして TryScience へと誘導すると方法は、社員ボランティアが増加したことで、科学技術館のみで開催している場合よりも多くの機会を提供することになったと言えるだろう。

また、日本各地の科学館に情報端末が導入されたことで、そこへ見学に訪れる来場者により各地域に展開されることが期待できる。実験をパッケージしたこと、これらの端末導入科学館とも連携をとり、より多くの子どもたちに TryScience の魅力を伝えていくことも検討していく必要があるだろう。

「授業などで利用されること」という目標は、上記の目標に比べればまだ始まったばかりの状態であるといえる。東京都内の小学校において教室を実施したが、学校側の要望や学校で実施する場合の問題点などを十分に検討した上で行なう必要があると痛感した。内容を練り直し学校で実施することやソフトウェアとして社員ボランティアが実施できるようにすること等、検討していく必要がある。

「子どもたちが科学博物館情報を利用すること」という目標は、残念ながら検証されていない。評価の方法を含めて今後も引き続き目標達成に向けて活動していきたい。

4.2 その他

設定した目標のほかに、今回の活動を通じて、TryScience 実験教室をどう捉えればよいのか、またボランティアがどう参画していけばよいのかということについて知見が得られたのでそれについてふれておきたい。

4.2.1 TryScience の特質

今回の実験教室はウェブサイト TryScience.org を紹介するとともに「科学のわくわくするような楽しさを実体験として持ち帰る」プログラムとして構成し、好評を得ることができた。

また、「プロセスを共有することで生まれる楽しさ」「場所、人を選ばず展開できる普遍性」について参加者に実感してもらうことができたといえる。

実験教室を開催する側として実感したことは「対話と過程の重要性」である。子ども達の好奇心に映像や図などに表現された結論で応えるのではなく、「あれ、不思議だね？ どうして」「じゃ、こうやったらどうなるかな？」という対話を通じて実験・観察の過程（プロセス）を共に体験することこそが、科学的なものの見方を伝えることであり、自ら探求し、知識を発展させる喜び＝科学の楽しさを共有する時間となるということであった。

科学教育支援活動の一環として TryScience 実験教室を

開催する意義はまさにこの点にある。

それから TryScience で紹介されている実験を個々に見てみれば、材料や道具として必要とされているものの多くが家庭等で比較的容易に準備できるものを活用したものである。これは、実験そのものが簡単に再現できることを意味し、道具や材料そのものの安全性も比較的高いと言える。

つまり TryScience を使用する機会が科学館や学校に限らず、地域コミュニティの活動や家庭においても利用可能であることを意味している。先にも記したように、「対話と過程の重要性」を盛り込むならば、幅広く「コミュニケーションツール」として楽しめるものとなるだろう。

これらの地域における活動が充実すれば、さらなる展開を図る原動力となることも期待でき、科学博物館と地域・社会、企業と地域・社会という関係の多面的なコミュニケーションを実現させる場合にも有効になるのではないかと期待をしている。

4.2.2 ボランティア

科学技術館での実験教室に始まった社員ボランティアの活動は、「青少年のための科学の祭典全国大会」への出展など、社員ボランティアが運営する実験教室の実施を経て、科学技術館から独立した実験教室の実施に至るまで充実するようになった。日本 IBM 大和事業所で例年夏休み期間中に開催されている中学生女子を対象に最先端の科学やテクノロジー、エンジニアリングを楽しく学べるサマー・デイ・キャンプ『IBM EXITE Camp』（EXITE=EXploring Interest in Technology and Engineering）においては社員ボランティアが TryScience のプログラムを実施している。これは TryScience プロジェクトが、日本 IBM の社員による主体的な社会貢献活動として位置づけられたのではないかとと思われる。



写真6 エキサイト・キャンプ（2005年）の様子

そして社員ボランティアが実験教室を運営するという形でチームとして発展した今、科学技術館に課せられた課題は社員ボランティアとして参加している人たちがモチベーションを維持していくのにどう協力していくかということである。やる気はあっても活躍の場がなければ、その意識は低下してしまう。この有意義な活動を継続させるためにも、常に刺激を与えられること、果している役割を明確にすること、活動環境を整えることが重要になる。

それから TryScience プロジェクトを社会貢献活動として統括する社会貢献担当スタッフのサポートを忘れてはならない。そのおかげで3年目の現在、「日本 IBM TryScience 実験教室」は科学技術館において毎月1回、定例開催され

ることになった。そして社員ボランティアと共に実験内容について検討し、どのようにして不特定多数の来館者と科学についての興味を共有していけばよいのかも探っていくまでになったのである。今回のプロジェクトの成果は、もちろん主体的に参加される社員ボランティア個々の資質によるところが大きいのだが、企業組織としての社会貢献活動と個人のボランティア活動という性質の異なるものをあわせて推進していく社会貢献担当スタッフの存在は大変に大きく、想像を超える苦労があったものと思われる。

4・2・3 学校への展開

今回目標として学校現場で TryScience が利用されるということを掲げた。実際に学校現場で利用する場合について確認してみたい。

残念なことに現在公立の小中学校では授業で利用可能な予算は潤沢であるとは言いがたい。それを補うために各種の施策があるが、すべての学校に行き渡っているわけではない。また、教科指導だけが学校教員に課せられた業務ではないことは周知の事実であり、これらに要する時間は相当なものになる。

そのような状況の中であっても、魅力ある授業を行いたいという希望は当然のことながら多く聞かれる。すでに科学館などと共同で授業を実施している事例もあるが、教員自身が実験を多く取り入れることを考える場合、準備(材料の整備や予備実験など)にかかる時間がさらに必要となり、なかなか実施できないというのが現実であろう。

現在、学校の総合学習や理科の授業などで活用される教材として、TryScience を容易に利用できるように、カリキュラム対応表の作成を計画している。TryScience の 35 種類の実験とカリキュラムとの対応を確認できるようにし、授業への実験の導入を希望している声に応えていきたい。

また、学校では先生一人が多数の児童生徒を指導しているのが現状であり、やることの面白さ、不思議さに気づくこと、さらに科学への親しみや興味を児童生徒に感じてもらうための、個々の習熟度や興味の程度に応じたきめ細やかな指導がなかなか難しいのである。これを解消するために実験導入を支援する体制を整える必要があると考える。TryScience に限って言えば、実験教室で指導の経験を積んだ社員ボランティアが多数おり、その下地はできている。

企業と学校現場を接続するという機能は科学技術館に求められているものであると考えている。これらの接続が実現すれば、学校としてはより魅力的な授業を実施することができ、企業とすれば社内の資源を社会に貢献する活動を効果的に展開することができるようになるのではないだろうか。

5. 最後に

TryScience をより充実したものとするために、興味を持

っている参加者、すなわち親子や学年がまちまちの子どもたちがいるという状況で、実は参加者が持っているそれぞれの役割、理解の仕方、自身への展開(今後の生活の中で科学コミュニケーションに与える影響)を調査することが望ましいと考えている。

遊びに学年指定はないのと同じように(推奨年齢はあるかもしれないが)、科学への興味も年齢で制限されるものではなく、年齢に応じた相応の理解や展開があると考えらるからである。

例えば力学の実験では低年齢層には現象についてイメージさせるための工夫が必要だが、それだけでなく、これから先(高校や大学で)、微分積分や物理法則を勉強するともっとわかるようになる、ということも伝えて、それぞれの年齢による学校の授業科目がどのようにつながっていくのかを認識させる。不足する知識や考え方を補う中で、もし参加者同士に科学コミュニケーションが形成されるのなら、参加者同士に生まれるであろう「知識の伝承」に、この TryScience のツールを有効に活用させたい。

確かに、参加者がどれだけ実験に関する前提の知識を持っているのかということを考慮することも必要だが、科学技術館で実施する場合には、カリキュラムを強く意識することなく、その年齢で持っている知識や経験で現象を理解した(感じた)ということをお願いしていきたい。

とにかく「見るのとやってみるのでは大違い!」と目を輝かせ取り組んでいる姿は、このプログラムが科学館や学校をはじめとするいろいろな状況で利用される素材として有効であることを示しているといえるだろう。学校現場や家庭においてネットワーク環境の整備が進み、授業等でウェブサイトを活用することが自然な流れとなりつつある今日、より積極的な活用の仕方としてコンテンツと教室・地域がどのように繋がってゆくのかを事例として示すことで、広く社会にその存在を知らしめることができるのではないだろうか。

日本 IBM と共同で実験教室を3年にわたって開催してきたが、これはまだ途中経過でしかない。ウェブの世界と実際に実験の場の接続、社員ボランティア活動のホームグラウンドという役割を科学技術館が果たせたことは幸いであった。同時にそれらをうまくコーディネートすることが極めて重要であるということを痛感した。

常に成長(進化)してきたこの活動をこの3年間で踏まえて引き続いて発展させていきたいと考えている。

末筆になるが、熱心に活動に取り組んでいただいた日本 IBM 社員ボランティアの方々、この活動の機会を与えていただいた日本 IBM 社会貢献スタッフの方々に厚くお礼を申しあげたい。

TryScience プロジェクトによって子どもたちの心にくすぶっている科学の火をなるべく多く燃えあがらせることができれば幸いである。

北の丸公園における自然観察学習

松田邦雄 阿部頼之

要旨

科学技術館は北の丸公園の中にある。豊かな水のお堀に囲まれ、山の中の溪谷を思わせる溪流、そして池・雑木林・草地……。ここはまさに都会の中のオアシスであり、多くの種類の生き物たちが生息している。草木は400種類、蝶だけでも40種類、世界の都市公園の中でも珍しいと言われる程である。人々は公園の中を歩いて来館するが、四季それぞれの時季に動植物との出会いから自然の営みのすばらしさを感じることができる。科学技術館としては、このすばらしい自然環境を観察の場として有効に活用推進が図られるように地域の学校支援活動として、千代田区立九段小学校6年生を対象に、地域のフィールドを十分活用できるよう四季それぞれ自然観察会を計画し、平成5年より行ってきた。

キーワード：自然に学ぶ

北の丸公園における自然観察学習 -動物（虫・カエル・野鳥など）-

千代田区立九段小学校6年生児童を対象に、各シーズン2回、指導援助を行い、あとは随時に児童が課題を持って観察活動を行った。以下は児童がテーマ別に観察活動を行い、観察時の成果や児童が発見した例を挙げる。

子供たちは、自分をもっとも興味をもったものについて、課題をもち、特に詳しく観察をし、いろいろな発見ができた。

1.1 春の頃（3～5月）

テーマ① 「花に集まる虫を調べよう」

ツツジ・コデマリ・セイヨウカラシナ・ムラサキハナナ・タンポポ・ハルジオンなどの花が次々と咲き、虫たちはこの花にひかれて集まってくる。花にきた虫たちの活動の様子を観察して、蝶がさかんに蜜を吸っていることや、甲虫が花粉をなめている様子などを発見し、気づいたことを記録したり、デジタルカメラにその姿をおさめたりした(写真1)。

・発見した例

ツツジなどの赤い花にクロアゲハ・ナミアゲハなどのアゲハチョウがよく来た。色によって来る虫もちがうことが発見できた。これからも花の色と来る虫の関係を調べようという意欲をもった子が見られた。

また、チョウ・ハチ・アブ・甲虫など花に集まる虫の体の特徴にも注目し、口・足・毛など、虫の体を比較し、虫の行動を調べようとする子も見られた。

テーマ② 「アズマヒキガエルの冬の目ざめから産卵の様子を調べよう」

北の丸公園の石垣の下側の側溝の辺りには落ち葉がたまり、ここはカエルの冬眠には絶好の場所である。早春3月、子どもたちはカエルが落ち葉の中で眠っているのを発見し、続けてアズマヒキガエルの産卵や、おたまじゃくし→子ガエルの観察を続けることができた(写真2)。

・発見した例

アズマヒキガエルは上から10cmぐらいの深さのところにもぐっていた。目をつぶって体をまるめてじっとしていた。長い冬の間、何も食べていないのにカエルはやせていなかった。実際に冬眠しているカエルの姿が観察できて子どもたちはとても興奮していた。

公園の池で3月初旬、まるでヘビのように長い管のアズマヒキガエルの卵塊を発見した。そしてやがて5月初旬、おたまじゃくしが生まれ、池の中を泳ぎ、成長して足や手が出て尾がなくなり、6月初旬には浅いところにたくさん集まって、小さな子ガエルが上陸するところまで、自然のままに観察することができた。またこの小さな子ガエルが、あの大きなカエルになるまでどのぐらいかかるのかなど、カエルへの関心が高まった。

写真1 筆者が指導する様子

科学技術館

〒102-0091 東京都北の丸公園 2-1

わかることから、ぬけがらで、おすかめすかを見分けることもできるようになった。またセミの成虫誕生の様子を何とかして見たいという願いを持つ子も多く、夕方、地面の穴からぬけ出てくるセミの幼虫をさがし、羽化の瞬間を自分の目で確かめ感激していた。

テーマ② 「北の丸公園のトンボの種類を調べよう」

北の丸公園では、やはり7月頃からトンボ種類の数が多く見られるようになる。草原や木の枝の上、池のまわりを、さかんに飛翔したり止まったりしているトンボを観察できる。

・発見した例

草原を低く飛んだり止まったりしている尾つなりのトンボを発見。おすは白っぽく、めすは茶色っぽいトンボ。その色からシオカラトンボという。しかし、めすはその色からムギワラトンボとも呼ばれているが、同じ種類であることがわかった。

よく飛んでいて止まらないトンボがいた。腰の部分が白いコシアキトンボと、はねのひろいウスバキトンボというトンボだった。

木の枝の先に大型のトンボが止まっているのを発見。ちょっと見てオニヤンマかなと思う子が多かったが、よく見ると尾端に平たい小ばねのようなものが目立つ。図鑑で調べるとウチワヤンマであることがわかった。でも、名前はヤンマでも、これはサナエトンボの仲間であることもわかった。ヤンマの仲間は木にぶらさがるように止まるが、サナエトンボの仲間は木の枝の上に垂直に止まることで区別できることもわかった。

真っ赤なトンボも発見した。これはアカトンボではなくショウジョウトンボだとわかった。そのほか、まるでチョウのように黒いはねをひらひらとして飛ぶチョウトンボも発見できた。このトンボはここ2～3年、急に増えてきた。

まるで糸のように体の細い小さなイトトンボの仲間も、クロイトトンボ・アジイトトンボ・アオモンイトトンボ・ホソミオツネントンボなど見つけることができた。

1・3 秋の頃 (9～11月)

テーマ① 「秋の鳴く虫について調べよう」

夏の鳴く虫セミにかわって、秋は草原や木の枝上などで鳴く虫の声が北の丸公園でも聞くことができる。草原の中からか、木の上からか、その鳴き声の聞こえてくるところを確かめ、その鳴き声の特徴もとらえて秋の鳴く虫の観察が始まった。

・発見した例

木の上からやかましいほど、リー リー リー リーとひびく鳴き声、夕方から夜半にはよく鳴くが、昼間でも曇っている日などは時折その鳴き声が聞かれる。前ばねをいっぱい立ててすり合わせ鳴いている。アオマツムシであることがわかった。その他、木の上や、家の壁などからチンチンチン・・・と小さなやさしい鳴き声が聞かれた。小さなカネタキであることもわかった。

土の上の草むらからはコロコロリーとひびくように鳴く虫・・・これはエンマコオロギであることも確かめた。チッチッチという鳴き声、これは頭部に三つ角のあるミツカドコオロギであることもわかった。

芝生の草むらで、ジー ジーという鳴き声、芝生の草むらを調べたところ、小さなマダラスズであることを確

写真2 アズマヒキガエルの幼生を観察する

テーマ③ 「チョウはどんな草木に卵を産むのか調べよう」
ナミアゲハ・クロアゲハなどは、公園のカラタチ・タチバナ・ナツミカンなどのミカン科の植物の辺りによく見られ、その若芽にまんまるい卵を産む様子が見られた。また小さな幼虫も発見できた。同じアゲハの仲間でもアオスジアゲハはミカン科の植物には産卵せず、クス・タブなどのクス科の木の若葉にまんまるい卵を産む様子が発見された。葉には食べあとがみつきり、そこに小さな幼虫も発見できた。

ツマキチョウは草原でよく見られたが、卵は草地に生えているイヌガラシやセイヨウカラシナなどアブラナ科の植物の花のつぼみのつけ根に産みつけていた。

アカタテハは、カラムシの葉に卵を産む様子が観察できた。カラムシの葉をつづって葉の中にいる小さな幼虫も発見できた。

ヤマトシジミは草地のカタバミの葉に産卵していることが発見できた。いずれも、これらの観察のあと、飼育を試みる子が多かった。

1・2 夏の頃 (6～7月)

テーマ① 「北の丸公園のセミの種類を調べよう」

北の丸公園では都心でも樹木が多く、セミの数は多く、そのセミしぐれは公園内外にひびきわたるほどである。子どもたちはこの公園に住んでいる4種類のセミの形態・生態について自分で観察し、確かに見分けることのできる力をつけることができる。

・発見した例

セミはまず、姿よりもその声を耳にすることから始まる。7月初め頃からまずチーチーと泣き出した声をたよりに、セミの姿さがしが始まった。小型のニイニゼミの姿を発見し、図鑑などで確認した。続いて中旬頃から、ジージー、ミーン ミンという、ニイニゼミとは異なるセミの鳴き声をたよりにアブラゼミ・ミンミンゼミの姿を確認することでもできた。そして7月末頃、オーシンツクツク、オーシンツクツクと鳴き出したツクツクボウシの姿も確認できた。4種類のセミの声と姿を比較して発見することができた。

さらに、この4種類のセミのぬけがらを見つけて、セミのぬけがらの種類による特徴をとらえることがはっきり

かめた。

テーマ② 「北の丸公園のカマキリ」

秋の頃にはカマキリが木や草、花のかげなどにかくれて、他の虫が来るのを待ちかまえ、さっとするどいカマでつかまえて、バリバリと食べる様子が観察できる。でも、カマキリも大きいのか小さいのか、腹の大きいものなど、種類にもちがいがあることを確かめることができる。

・発見した例

カマキリを観察するには、花の咲く木がよいことを子どもたちは発見した。ムクゲの花のいっぱい木、サザンカの花のいっぱい木、アベリアの花のいっぱい木、このような花のかげでは、よくカマキリを見つけることができた。しかし、少しじっと待っていると、花を訪れたチョウやアブ、時にはスズメバチさえもつかまえて、パタパタと大あばれすることも見られた。一番大きなオオカマキリは下ばねのむらさき色がはっきりしていた。小さなカマキリはコカマキリ、腹部の大きいカマキリはハラヒロカマキリであることがわかった。カマキリが虫をとらえる前と、とらえる瞬間のすばやい行動を目の前に見て感動していた。

1・4 冬の頃 (12～2月)

テーマ① 「虫たちはどんなところでどのような姿で冬を越えるのだろうか」

12月になると、虫の姿も少なくなり、やがて殆ど見かけなくなる。みんな死んでしまったのだろうか？それとも、どこかに隠れているのだろうか？春になると虫たちはまた出てくるのだから、どこにかくれているにちがいない。子どもたちは冬のフィールドで、まるで宝さがしでもするように観察を続けた。

・発見した例

あんなによく見られたテントウムシもきつとどこにかくれていないか、さがしてみたところ、何と公園の屋根の下の壁の角に10匹ぐらいが固まってじっとしているのを発見した。双眼鏡を使ってまちがいなくテントウムシであることを確認した。

またこのトイレの壁にはカマキリの卵らしいものもついていた。図鑑で調べ、コカマキリの卵塊だとわかった。それから何とアゲハチョウの蛹まで見つかった。

サザンカの木の日だまりで紫色の美しい小さな蝶を発見した。その蝶がちょっと飛んで5cmほど移った葉のところに、何と3匹の小さな蝶がじっと待っていた。これはムラサキシジミという蝶で、冬でも死なずに成虫で越冬していることがわかった。虫たちは種類によっていろいろな姿で命をつないでいることを発見した。

テーマ② 「冬の野鳥たちを調べよう」

冬は木の葉の落ちる木も多く、野鳥たちの姿を観察するにはとてもよい季節である。冬だけ渡ってくるカモメ。カモの仲間や、その他の野鳥の種類も多い。子どもたちは双眼鏡やフィールドスコープを使い、とても興味をもって観察を続けた。(写真3)

・発見した例

木々の間の草むらや土の表面をつつくようにしては歩いている野鳥を発見。これは夏の間には全く見られなかった冬の渡り鳥ツグミであることがわかった。この他にもジョウビタキ・アカハラ・シロハラなど冬鳥を見つけることができた。

お堀には11月頃には、白い鳥ユリカモメが多数舞、区役所の屋上にはずらりと並んで日光浴をしているのを発見した。またカモの仲間も次々と、日々その数を増やしていった。区役所の堀に治ったおどり場で観察したところ、キンクロハジロ・ハシビロガモ・オナガガモなどの種類がわかった。そしてキンクロハジロは水の中へもぐれることも観察によってわかった。ハシビロガモなどはもぐれることはできず、頭だけは水中に入れても、胴や尾は水面から出ている。カモの種類によって、水にもぐれるカモともぐれないカモがあることも観察をしてわかった。カルガモというくちばしの先が黄色いカモも見つけたが、これは夏でも見られたカモで、他の渡り鳥のカモとちがって一年中いることもわかった。

冬のカモたちやユリカモメなどがどこからやって来るのかは図書資料などで調べ、北国のシベリアのほうから数千キロメートルも飛んで来ることも分かり驚いた。春になったら、いつ頃カモたちは北国に帰るのか調べることも課題となった。

このようにして子どもたちは北の丸公園という都会の真ん中で、ここに集まる虫などや野鳥を四季を通して自分でテーマをもって観察し、虫のことは虫に、野鳥のことは野鳥にというように、自然に学ぶことの楽しさ、すばらしさを体験を通して味わうことができた。

写真3：フィールドスコープを用いて野鳥を観察する

2. 観察区域の緑地の気象

2・1 自然観察会の度に見出される昆虫、野草などは、毎回共通なものとはそうでないものがある。同一季節でも、環境条件の違いが生物相の違いを生じさせるが、殊に気候の変化が大きな原因であることが考えられる。地球気候の温暖化と合わせ、大都会ではヒートアイランドの現象が著しくなっている。観察地であって科学技術館のある北の丸公園は、ヒートアイランドの真中に位置している。

2・2 筆者は1960年代から都内の気温観察や測定値の調査を行ってきた。20世紀に入って気温が各地で上昇する地球温暖化と合わせ都市特有の気温上昇、ヒートアイランド現象が東京都で顕著となるが、それが冬季の最低気温に目立つ。1958-60年、1968-70年、1993-95年の3ヶ年の冬季(1,2月)の最低気温の平均値は1.15℃、1.23℃、3.1℃と30年間で約2℃上昇してきた。都心部の日最低気温がどのような気象条件の時に周辺域に比べて高いかを分析し

た。雲量では(0-2)、(3-6)、(7-10)に3区分し、風速では(2.5m/s以下)(2.5m/s-5.0m/s)(5.0m/s以上)の3区分、風向では(W-NNW)(N-ESE)(南よりの風)の3区分で比較したところ格差が大きかったのは雲量の少ない快晴日であり、無風に近い日、西から北よりの風が吹いた日であったことが分かった。またヒートアイランド現象が進むほど雲量との関連が少なくなっていることもわかった。

2・3 ヒートアイランドの地区が拡張してきた 21 世紀の東京で、北の丸公園や皇居は、ヒートアイランドの中のクールアイランドと言えるが、この区域がヒートアイランドの中にあって、どの程度クールアイランドになっているかを知るために、科学技術館の前に最高、最低温度計をセットして平成4年1月から3月までの毎日の気温の定点測定をした。3ヶ月間の90日間で欠測日もある。測定数が十分であるとは言えないので詳しい分析はせずに、大手町気象台の日最低気温が高い日と低い日に2区分し、クールアイランドのクールさの比較をした。統計上、わかったことは、気温の低い朝、よく晴れて雲のない、そして北風の弱い風の朝に、ヒートアイランドの特色が最低気温の測定値上に、観測されたが、そのような日は都市の中の緑地域では、気温が低くなり、ヒートアイランド効果が弱められている。暖かい都市の中のクールアイランドになっている。この言わば、クール・グリーン・アイランドが一般の緑地に生活している生物に比べてどんな特色があるのか興味があるが、今後の調査に期待したい。

科学体験の醸成

「出張ラボトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」

田代英俊 奥野 光

要旨

走査型電子顕微鏡の画像は、拡大倍率の高さや、得られる画像の立体感により教科書や副読本等で広く用いられている。一方で走査型電子顕微鏡自体は、高価であることもさることながら、給排水等の設備が必要なことや操作が複雑なこともあり、学校現場にはほとんど設置されていないのが現状である。ところが近年、可搬型で給排水等の設備の必要もなく、操作も比較的簡易な走査型電子顕微鏡が開発された。そこで筆者らは、走査型電子顕微鏡を学校に持ち込め、学校の備品だけでは不可能な観察体験を児童・生徒の手で行ってもらうことを目的として「出張ラボトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」を立案し、出前授業として実施した。本稿では「自らの手で試料を調べ、ミクロの世界の不思議さに触れ、自分で探る体験」を提供することをキーワードに展開した「出張ラボトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」の実施について報告するとともに、本事業の結果を踏まえ学社連携、学社融合における科学技術館の役割について考察する。

キーワード：学社連携、学社融合、博物館、科学館、走査型電子顕微鏡

1. はじめに

近年、社会教育施設である博物館は、社会教育・生涯学習の場として活動するだけでなく、学校教育の補完の場として活動する学社連携、学社融合が注目を集めている。特に理科離れ、知離れが社会的課題として顕在化する現在、学校教育におけるカリキュラムだけでは補いきれない最先端の科学を学校現場にもたらしことが博物館に期待されている。

本稿では、従来科学館や大学の研究室等でしか使用できなかった走査型電子顕微鏡を学校に持ち込め、学校の備品だけでは不可能な観察体験を児童・生徒の手で行ってもらうことを目的として行った、「出張ラボトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」について報告し、学社連携、学社融合における科学技術館の役割について考察する。

2. 本事業の概要

2.1 目的

近年、可搬型で給排水等の設備の必要もなく、操作も比較的簡易な走査型電子顕微鏡が開発された。これによりこれまで難しかった学校の授業現場で児童・生徒が直接使用することが可能となった。そこで科学技術館では、科学館

や大学の研究室等極めて限定された機関、場所でのみ使用できなかった走査型電子顕微鏡を学校現場に持込み、学校の備品だけでは不可能な観察体験を児童・生徒の手で行ってもらう「出張ラボトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」事業を企画・実施した。

学校現場における、児童・生徒の学習ポイントについては、以下の点に留意して授業を展開した。

- ・ 動物、植物、岩石、トイレットペーパー、塩などの身の回りの物を観察することで、目視や光学顕微鏡では得られない知見を得る。
- ・ 自ら機械を操作する中で、受身の授業ではなく、探求する態度を養う。
- ・ 目視や光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡との見え方の違いから、科学における観察とはどういうことなのかについて考える。

要約するなら「自らの手で試料を調べ、ミクロの世界の不思議さに触れ、自分で探る体験」を提供することが本事業の目的である。

2.2 実施体制

本事業を進めるにあたって、まず検討した点は対象学年である。通常、走査型電子顕微鏡は、大学の生物学系の学部や工学系の学部で使用する程度である。一方で走査型電子顕微鏡で撮影された写真は小学生の理科の教科書、さらには国語の教科書でも取り扱われていること、走査型電子顕微鏡はあくまで観察の道具であることから、対象年齢を

限定することなく、小学生、中学生、高校生と幅広く考えた。ただし、それぞれの対象年齢により理解力は当然のことながら異なってくることから、授業案の立案にあたっては、科学技術館担当者と各実施校の協力担当教諭が個別に打ち合わせを行い、走査型電子顕微鏡の特性を考慮しつつ、授業の進行案のかたちでとりまとめた。

本事業の実施校は以下の通りである。

- ・ 九段小学校
- ・ 目黒区立第三中学校
- ・ 巣鴨中学・高等学校
- ・ 千葉県立千葉高等学校
- ・ 東京工業大学附属高等学校
(平成17年より東京工業大学附属科学技術高等学校に改名)

2・3 機材

本事業実施にあたって、学校巡回用に走査型電子顕微鏡他以下の必要機材を準備した。

- ・ 走査型電子顕微鏡 Tiny-SEM1540L (㈱テクネックス工房)
- ・ マグネトロンスパッタ装置 MSP-1S (㈱真空デバイス)
- ・ ブタノール凍結乾燥装置 VFD-21S (㈱真空デバイス)
- ・ 画像データ取得用パソコン PCG-Z1X/P (㈱ソニー)
- ・ その他 (導電性粘着テープ、銀ペースト等)



写真1 走査型電子顕微鏡他機材一式

各機材について、安全な機器の輸送を図るために、専用ケースも製作した。エレベーターがない学校でも1人ないしは2人の人間で持ち運ぶことも考慮し、機器+ケースの総重量で40kg以下とした。さらに各ケースは移動を考慮しキャスター付とした。

2・4 事業実施の流れ

各実施校とも、授業等の実施より1～2週間前に走査型電子顕微鏡を学校に搬入し、機械の特徴、操作方法を科学

技術館担当者が担当教諭にレクチャーすることで、教諭が操作に慣れていただく時間をとった。その後、各担当教諭に授業の実施イメージを固めていただき、科学技術館担当者と担当教諭が連携して授業を実施した。実施プログラムの大きな流れは以下の通りである。

- ・ 走査型電子顕微鏡の特徴、光学顕微鏡との違い、透過型電子顕微鏡との違いを紹介し、電顕を用いた観察の特性を考察させながら、機器の操作方法を説明。
- ・ 授業の中で該当科目に関する試料を観察するために、教師が走査型電子顕微鏡を活用。
- ・ 児童、生徒が自分の観察したい試料を持ち寄り、自分で機器を持ち寄って観察。

観察対象試料については、生物、化学分野で取り扱う物質、工学で取り扱う物質、さらにはトイレトペーパーやシリカゲルといった、私たちの身の回りにある様々な物を対象とした。

3. 実施状況及び実施内容

平成17年度における本事業の実施校は5校、事業参加者総数は200名強(延べ人数)、走査型電子顕微鏡操作者数は約100名を数えた。平成16年度については機器の購入等の関係から9月に事業スタートとなった点を考慮するなら、非常に多くの児童・生徒に参加していただけたと考えている。

3・1 九段小学校

対象：小6 56名 時間：45分

九段小学校イベント・ワクワク体験広場にて実施

実施プログラムの流れ：

- ◇ 何だろうかクイズ(カラスの羽、鱗粉)
- ◇ スケールの話と電子顕微鏡の説明
- ◇ 子どもたちが観察したがっていた試料の観察
- ◇ 1組：画用紙、鉛筆の削りかす
- ◇ 2組：クラスメートの髪の毛、食塩の結晶



写真2 九段小学校 授業実施風景

で機器を操作して自主的に観察

3・2 目黒第三中学校

対象：中3 11名 時間：45分

選択理科にて実施

実施プログラムの流れ：

- ✧ 従来行っている「シラス干しを使った海のプランクトンの観察」の授業の中で走査型電子顕微鏡を活用
- ✧ シラス干しは産地が明記されているため地域によって含まれているプランクトンに違いがあるか。また、時期を変えることによってプランクトンの成長段階に違いがあることが観察できる。この観察を走査型電子顕微鏡で行った。
- ✧ 授業のまとめとして、光学顕微鏡との比較から電子顕微鏡の特性の説明を行った

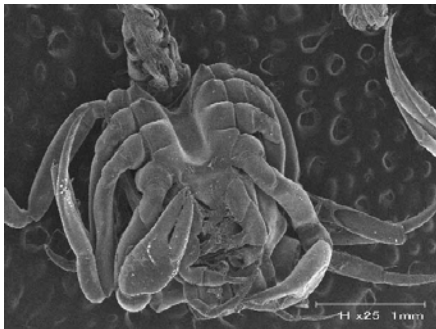


写真3 シラス干しの中からでてきたカニの幼生

対象：中1—中3 延べ30人

放課後

実施プログラムの流れ：

- ✧ 担当教諭より、授業時間及びHPにて走査型電子顕微鏡が操作できることを生徒に告知。生徒が放課後集まって自主的に観察

3・3 巣鴨中学・高等学校

対象：生物クラブ生徒 9名

(中3、高1、高2)

実施プログラムの流れ：

- ✧ 授業実施
 - 科学における観察の位置付け、課題について
 - 光学顕微鏡と電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡と透過型電子顕微鏡の特徴や違い
 - 走査型電子顕微鏡の使用方法、試料の作成について
 - 後日、各自試料を持ち寄って自分

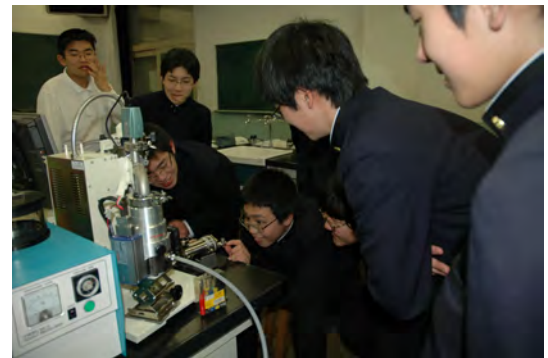


写真4 巣鴨中・高等学校生徒による走査型電子顕微鏡操作風景

3・4 千葉市立千葉高等学校

対象：高校1年 36名、高校3年 24名

SSH授業にて実施

実施プログラムの流れ：

✧ 授業実施

- 科学における観察の位置付け、課題について
- 光学顕微鏡と電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡と透過型電子顕微鏡の特徴や違い
- 走査型電子顕微鏡の使用方法、試料の作成について

- ✧ 後日各生徒が観察したい試料を持ち寄り自分で試料作成を行い、走査型電子顕微鏡を操作して各自一日観察



写真5 千葉市立千葉高等学校生徒による走査電子顕微鏡操作風景

3・5 東京工業大学附属高等学校

対象：高校2年 38名 時間：50分

工業化学科にて3年次に行う自主研究のための研究方法説明の一環として、走査型電子顕微鏡の特徴、使い方を説明

実施プログラムの流れ：

- ✧ 科学における観察の位置付け、課題に

- ついてレクチャー
- ✧ 珪藻土を例に光学顕微鏡と電子顕微鏡、特徴や違いについてレクチャー
 - ✧ 走査型電子顕微鏡の使用法、試料の作成についてレクチャー
 - ✧ 授業において立体視用のシステムを活用し、走査型電子顕微鏡の立体画像を観察。



写真6 東京工業大学附属高等学校
生徒による走査型電子顕微鏡ステレオ
画像観察風景

4. 授業の結果

4.1 アンケート結果及び感想

事業実施校にて、走査型電子顕微鏡を操作する体験がどれだけ生徒にインパクトを与えているかを知るためにアンケートを取ったので、その結果を下記に示す。また操作体験した生徒はもとより、操作はできなかったが、目の前で走査型電子顕微鏡を見た児童・生徒から広く感想を求めたので、その一部を示す。結果としては筆者の意図どおり、生徒に非常にインパクトのある科学体験を提供できたと考えている。

*アンケート N=42

(市立千葉高校 25 名、巣鴨中・高等学校 6 名、目黒中 11 名)

1) 以前に電子顕微鏡に触れたことがありますか。

- ①はい 6 名
- ②いいえ 36 名

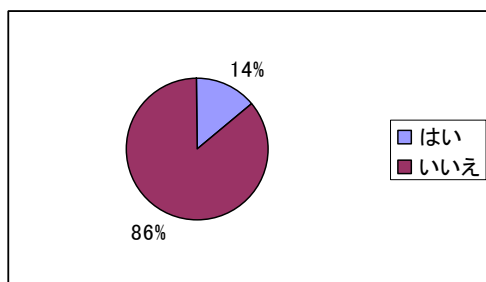


図 1

2) 今回の授業を受ける前に、あなたは光学顕微鏡と電子顕微鏡の違いを知っていましたか。

- ①はい 5 名
- ②いいえ 37 名

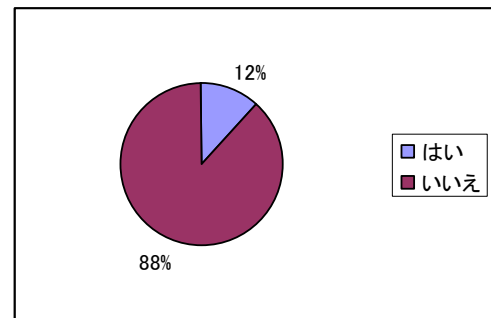


図 2

3) 今回の走査型電子顕微鏡を使った授業は有意義だったと思いますか。

- ①はい 41 名
- ②いいえ 1 名

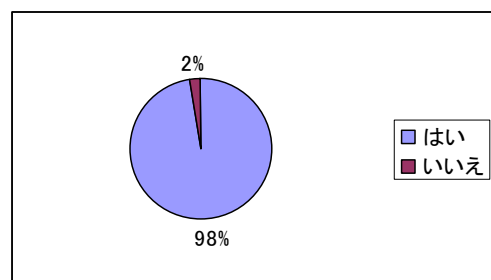


図 3

4) 感想＜抜粋＞

- ・ 電子けんび鏡で見るときは、中を真空にするんですね？おどろきました。細かく見たのはカラスの羽、チョウ、紙、木でした。ものすごく細かく見れて、どのように作られているかを知りました。(九段小学校)
- ・ 普段はそんなものを見る機会などないので、とてもよい体験になりました。私は紙を拡大するとあんなに穴があいているということが、一番意外でした。(九段小学校)
- ・ 拡大すると普通のモノでもムチャクチャ気色悪いものになると思いました。(目黒第三中学校)
- ・ 教科書にのっているような詳しく精密な映像を自分自身で電顕を使って見て、ミクロの世界を存分に味わえたらいいと思います。DNA や昆虫の体の特徴などを見てみたいです。(巣鴨中学・高等学校)
- ・ TV などでもよく電子顕微鏡を使った画を見るけれど、今回そのとおりのものを自分の目でみることが出来てよかったです。ピントをあわせたりするのは簡単な作業ではないけれど、少しだけコツをつかめたような気がしました。本体の値段を聞いてビックリ

したけれど、もし手に入ったら、いろんなモノを心ゆくまで観察したいと思います。(千葉市立千葉高等学校)

- ・ 期待はずれ・・・というか、意外だったのは「水」が見れないことです。真空だからしかたがないけど、なんか意外でした。でもやっぱり自分で操作してみることがすごくよい経験になったと思います。肉眼からは想像できない形をしているものとかもたくさんあって、すごくおもしろかったです。(市立千葉高等学校)

4・2 考察

今回のアンケートを見る限り、当初から想定していたが、走査型電子顕微鏡に触れたことがある生徒は 14%に過ぎなかった。86%の生徒にとってはまさしく初めての観察体験を提供できたことになる。さらに興味深いのは、88%の生徒が、光学顕微鏡と電子顕微鏡との違いについて知識として知らなかったという事実である。学校教育の中では光学顕微鏡も電子顕微鏡も「顕微鏡」という言葉でひとくくりにされており、それぞれの特性に言及することなく「顕微鏡は小さいモノを拡大してくれる」という事実のみが伝えられているという事実が浮かび上がってきた。

このへんは、今回走査型電子顕微鏡についてのレクチャーを行ったり、走査型電子顕微鏡を自分で操作する体験を指導する中で、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡では明らかに見え方が違うことから、「光学顕微鏡で観察するとはどういうことなんだろう」「走査型電子顕微鏡の特徴とは何だろう」「そもそも観察ってどういうことなんだろう」という意識が生徒の芽生えてきたようである。

また全体を通して、98%の生徒に意義を認めてもらったのは大きな成果である。感想を見ても、走査型電子顕微鏡で自ら試料を見た、操作した感動が伝わってくる。アンケート結果、感想、そして事業実施時の児童・生徒の反応を総合して、「自らの手で試料を調べ、ミクロの世界の不思議さに触れ、自分で探る体験」を、まさしく良い形で提供できたと考えている。

また、特に記しておきたい事項として次の事実を挙げておく。

- ・ 目黒第三中学では毎日、放課後、数人の生徒が誰に強制されることも任意に理科室を訪れ観察を行い、最終的に延べ 30 人の生徒が電顕を操作した。
- ・ 千葉市立千葉高校では、実施時期が 1 月であり、高校 3 年にはついては受験もあることから任意参加であったが、それにも関わらず 24 名の生徒が集まった。
- ・ 児童・生徒だけでなく、学校の先生方も走査型電子顕微鏡に興味を持ち、理科教諭以外の先生方にもレクチャーを行った。

走査型電子顕微鏡を学校現場に持ち込むことにより、観察さらには科学に関する興味、動機付けが、授業とい

う枠を超えて発露したのである。

5. まとめ

教育を学校だけで行うと考える時代は既に終わっている。生涯学習の概念が確立した現代社会において、教育は学校、地域社会、そして家庭がそれぞれ連携して行うべきものである。この中で博物館・科学館が果たすべき役割も増している。特に学校教育との連携、教育内容の補完については、その意義、重要性が廣瀬⁽¹⁾や中川⁽²⁾その他様々な人々によって指摘されている。また、学校と社会教育機関の連携や機能の融合を指して、「学社連携」「学社融合」という言葉がしばしば使用されている。

一方で、連携、融合という言葉が独り歩きし、学校、博物館・科学館のそれぞれの特徴や機能、お互いが何をなし、何を提供して教育を補完すべきなのかについてあまり議論されていないのも事実である。私たちが学校との違いを意識して、何を提供すべきなのか、何を提供できるのか、これを明確にしてこそ、逆により効果的な学校との連携が生まれるのではないだろうか。特に科学技術館の場合は学習資源たる特徴的な資料を持つわけではない。だからこそ、科学技術館の特質を明確にする必要がある。

そしてそのキーワードとなるのが「児童・生徒に体験を提供する」ことではないだろうか。

学校教育における教育は、基本的に教科書を中心とした知識注入方の座学である。学校の理科室で行う実験や観察ですらあくまで教科書で指示のあるものだけであり、知識注入という視点から免れ得るものではない。

一方で科学技術館は、科学技術として何が提供できるかを考える。授業カリキュラムとしての流れではなく、科学のロジックとして、例えば小さなミクロの世界を観察するにはどうしたらよいだろうかとの課題から、では肉眼で観察しよう、虫眼鏡で観察しよう、次は光学顕微鏡で、次は電子顕微鏡・・・と、どんどん観察を発展させていくことができる。さらにこの観察のプロセスにおいて、授業時間の縛りが比較的ゆるいことから、さらにテストのための知識注入を無理にする必要がないことから、児童・生徒がまさしく科学技術を楽しみ体験するのである。学校のカリキュラムにとらわれない自発的体験、このような科学体験を提供することこそ、科学技術館が学社連携、学社融合を考えていく上での基本のスタンスであると筆者は考える。

今回行った「出張ラボラトリー ―電子顕微鏡でミクロの世界を見てみよう―」は、学校の授業にはない、しかし教科書や副読本にはしばしば登場する走査型電子顕微鏡について、これを学校に持ち込め、学校の備品だけでは不可能な観察体験を児童・生徒の手で楽しみながら、それこそ自発的・積極的に行ってもらった。

本事業は、学校教育では行っていない科学体験をまさしく提供することができ、成果をあげたと確信するものである。

6. 謝辞

本事業を進めるにあたり、様々な協力、ご支援をいただいた、九段小学校 石井雅幸教諭、目黒区立第三中学校 阿達直樹教諭、巣鴨中学・高等学校 清水亨教諭、千葉県立千葉高等学校（前 千葉市立千葉高等学校） 堀亨教諭、東京工業大学附属科学技術高等学校（旧名称 東京工業大学附属高等学校） 成田彰教諭、小菅京教諭、各学校の関係者の方々、そして何より参加していただいた児童・生徒に謝意を表します。

また、本事業は科学技術振興機構が行った平成 16 年度地域科学館連携支援事業の支援を得て実現することができました。厚く御礼申し上げます。

文 献

-
- (1) 廣瀬隆人：「生涯学習時代の博物館と学校教育」
MUSEION No. 39 立教大学研究（1983）
 - (2) 中川志郎：「博物館と学校」，季刊ミュージアム・データ Number51，（2000）

スポーツを科学する「Let's Try! Let's Sports!」展について

渡部伸之 水落浩一

要旨

科学技術館では1993年(平成5)にフランスのラ・ビレット科学産業都市と科学の普及・啓発のための協力協定を締結した。ラ・ビレットが製作した巡回展示物「数あそび&楽しいコンピュータ」をはじめ「イメージの世界」「ブループラネット」「バイオポップ」の5テーマを導入し、「楽しい科学をもっと多くの子どもたちに」を基本理念に1995年(平成7)より巡回事業が本格的に始まった。翌年には「あそんでためそう!七つの体験」、1999年には「マグネット展」、「宇宙展」を製作・導入した。また本事業を通じて科学館や入館者が何を求めているのか、どのようなテーマに触れたいのか等、ニーズ・シーズ調査し環境に関する巡回展示「地球環境展」を2002年(平成14)より制作し巡回を始めた。今日の公共施設では高齢者の利用も多くなり、健康(スポーツも含む)に対する意識や情報が求められはじめた。また衛星放送の普及に伴いオリンピックやスポーツの国際大会の放送はリアルタイムになり、よりスポーツの世界が注目される時代となった。これらの背景を基に、平成16年度事業として科学技術館運営部では、参加体験型を中心としたスポーツ展を検討した。小学校低学年から高齢者の方々が体を動かすことで「楽しい生活環境」を感じ取れるように参加体験型巡回展示「スポーツを科学する—Let's Try! Let's Sports—」の製作を2カ年計画で開始した。科学技術館では、さまざまな分野の科学巡回展示物を用意し、地域科学館の活動を応援するアウトリーチ活動のひとつとしての役割を成している。

キーワード：健康、人・物・金の不足、アウトリーチ活動、人間の能力、参加性、

1. はじめに

スポーツの科学展「Let's Try! Let's Sports!」は、日本財団の助成を受け、平成16年度より2カ年の計画で制作する。多くの博物館、科学館等の施設が共通で抱える課題である特別展・イベント事業等での「人、物、金」の不足と言われている企画・運営するマンパワー、企画テーマと内容、そして予算の不足を少しでも緩和できるように巡回型展示として制作した。制作にあたり企画制作委員会を発足させ、各委員からのそれぞれの専門分野より意見をいただき、基本的な設計に反映させた。企画制作委員は、次の方々である。(注1)青森県立三沢航空科学館・副館長の阿保修悦氏、(注2)広島市健康科学館・教育課長の谷口誠氏、科学技術館副館長の山田英徳氏の3名である。

「より速く、より強く、そしてより遠くへ」人間が持つこの欲求は、人間が持つ特有の本能と言える。競技記録はどこまで伸びるのか。選手のセンスや技能あるいはエネルギーだけでは、記録への挑戦はすでに限りなく限界に近づいていると言われている。現代スポーツは、医学、科学、栄養、トレーナーなどメンタル面からフィジカル面まで各

分野の専門家がサポートする時代へと移り変わっている。どこまで人間の能力が開発され、どこまで記録は伸びるのか、肉体の修練と効率良い科学的トレーニングとは何か。スポーツが持つ楽しさとは何か、また「健全な精神は健全な肉体に宿る」という格言を基本線に置き、参加体験型展示を通じて、スポーツをより身近な生活環境の一部として考えていただくことを問かける展示とした。

2. スポーツ・身体運動の意味

人間は限られた生命活動を営む生物であり、動物である。したがって、「生きること」ことは「動く」ことにほかならない。体を動かすことによって、人は自己の存在を示し、外部環境に適応しながら生活し、文化を築いてきた。身体運動とは運動生理学的にいえば「安静でない状態、骨格筋が活動している状態」である。「歩く」「走る」という動作はもちろん、「時を書く」「話をする」「食事をする」という行為もそれぞれ手指や口・のどの筋肉を使って動くものであり、われわれの日常生活におけるすべての行為は身体運動といえる。

一方、スポーツという言葉はどのようなイメージで一般的にとらえられているのだろうか。スポーツの語源は、「deportare」「ある物のある場所から他の場所へ移動する」というラテン語から、「遊ぶ・楽しむ」を意味する古フランス語「desporter」になり、その後イギリスで今日の sport になったとされている。

本質的には遊びや気晴らしのために行われる体を使った行

科学技術館

〒102-0091 東京都北の丸公園 2-1

(注1) 青森県三沢市字北山 158 運営(財)青い森みらい創造財団
(注2) 広島市中区千田町 3-8-6 運営(財)広島原爆障害対策協議会

為を指すが、歴史的変遷のなかで人間が作った施設や技術、ルールに則って行われる運動競技(野球、サッカー、陸上競技など)の意味をもつようになり、「楽しみを伴う競技的な運動」と解釈されることが多い。運動の出来映えが、他者との勝負や比較において評価されることになるので、スポーツは苦手、下手、嫌いといった考え方が生じてくるのである。しかし、サイクリングやハイキング、キャンプなどのアウトドアスポーツなど、競争を伴わない身体運動も野外スポーツ、市民スポーツ、生涯スポーツなどと呼ばれており、広くスポーツに含まれている。

3. スポーツの対象と目的

スポーツは、その実施目的と対象者の属性(性別、年齢、身体特性、体力・技術レベル、生活環境など)によって、異なるカテゴリーに分類される。スポーツの苦手、下手、嫌いといった場合のスポーツは大部分が競技を行うスポーツに対しての見方であり、プロ・アマを問わず、一般に勝敗や記録達成を目的として行なうスポーツ競技である。一方、テニスやゴルフ、草野球など勝敗や順位が決まる運動種目であっても、それが勝ち負けを競うことより趣味や息抜き、楽しみ、健康づくりをモットーに実施される場合には、生涯スポーツと呼ばれる。このカテゴリーに属するスポーツ人口は年々増加してきており、特に中高年を中心とするウォーキングやトラッキング、ハイキングは目を見張るものがある。

一方、病気や障害のために一時的に入院治療を要した人が社会復帰や職場復帰をめざす際には、リハビリテーションとして運動療法が適用されている。また、たとえ障害があっても、残存の運動能力をつかってスポーツを実施することは十分可能であり、パラリンピックを頂点とする障害者スポーツは着実に発達しつつある。

競技力向上	競技スポーツ	競技選手	若年者
健康・体力づくり	生涯スポーツ	一般健康者	中・高齢者
疾病予防・機能維持	健康スポーツ		
	健康スポーツ	半健康者	高齢者
		低体力者	
疾病治療・機能回復	運動療スポーツ	有疾患者	高齢者
	リハビリテーション	障害者	
		要介護者	
	障害者スポーツ		

表 1 運動の目的・対象者・年齢層の対応関係
参考データ：からだの科学 234 より

4. スポーツの科学展示内容

昨今、全国的に博物館等の施設における入館者層の変化で低年齢化の傾向が見られる。特に特別展企画を実施する時期(春休み、ゴールデンウィーク、夏休み)では顕著に表れている。本展示の制作にあたり、この低年齢化も加味し低学年から高齢

者の方も楽しめるよう展示を構成した。

【スポーツの起源とルールの変遷】

各種スポーツがどのような経緯で誕生し、どのようにルールが変わっているのかをパネル、実物展示等で解説する。

- ウィンタースポーツ編～アイスホッケー、スキー、フィギアスケート
- ボールゲーム編～バレーボール、バスケットボール、サッカー
- 姿を消したオリンピック競技



写真 1 スポーツの起源 ボールゲーム編

【数字で見る記録】

人間が持つ超人的な競技能力、記録を実寸サイズで紹介する。

- 走り幅跳び ■ 走り高跳び ■ 110M ハードル
- ハンマー投げ



写真 2 数字で見る記録 走り高跳び

【バーチャル・スポーツ】

本展示は、魔球と呼ばれるフォークボールやナックルボールなどの変化球を立体映像でスクリーンに投影し、バット(センサー内蔵)で打てるか挑戦させる。本展示システムは、(独)理化学研究所・情報基盤センター情報環境室長の姫野龍太郎氏の全面協力をいただき、導入することができた。変化球はボール

の回転数の入力、速度等を変えることにより変化球が生まれる。フォークボールのように落ちるボールは子供達には難しいためストライクゾーン(ヒッティングゾーン)を広めに設定する必要がある。ボールスピードは小学生に対しては平均 100km/h~110km/h の範囲を設定、また中高生・大人に対しては、100km/h~150km/h の広い範囲で運用した。



写真3 (上) 写真4 (下)
バーチャル・スポーツ「フォークボールに挑戦」

【カーリングへ挑戦—ミニカーリングをやってみよう—】

ウィンタースポーツであるカーリングは氷の上で花崗岩のストーンを滑らせ、ハウス(円)の中に入れて得点を競うスポーツである。ブラシでストーンの前のゴミを取り除いたり、摩擦熱で薄い氷の膜を作ることで距離を延ばすことができる。本展示は摩擦をテーマとするが、氷の再現は難しいためエアホッケーのシステムを改良し、ハウスまでの距離の予測やストーンを弾きとばす戦術などを楽しめるように制作した。この運動に求められる主な能力は、集中力とテクニックである。



写真5 ミニカーリングに挑戦

【スキージャンプ—浮力の実験—】

スキージャンプはノルディクスキー競技のひとつであり、ジャンプ台から急斜面をすべ降り、風を上手につかみダイナミックに滑空するスポーツである。スキージャンプのフォームは時代の流れで変化している。特に、1985年スウェーデンのボークレブがVの字に開く姿で登場し、飛距離を飛躍的に伸ばし周囲を驚かせ、その後このV字スタイルは主流となり現在に至っている。果たして、V字スタイルは本当に浮力が増すものなのか。スキーの固定式の装置は過去にあったが、スキー板を可変型にして、平行や逆V字などさまざまなスタイルに対応できるように製作した。また、スキージャンプの起源は囚人の処刑手段ということで広められているが、最近の解釈では、ノルウェーのテレマーク地方でのスキー遊びが自然発生的に競技になったと言われている。

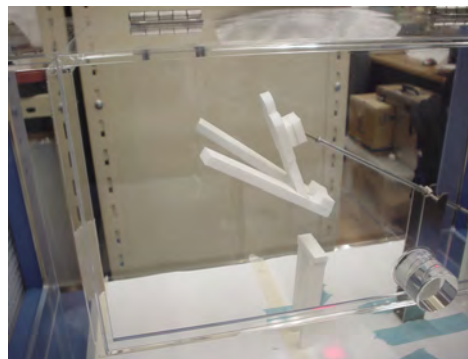


写真6 試作中のV字ジャンプ装置

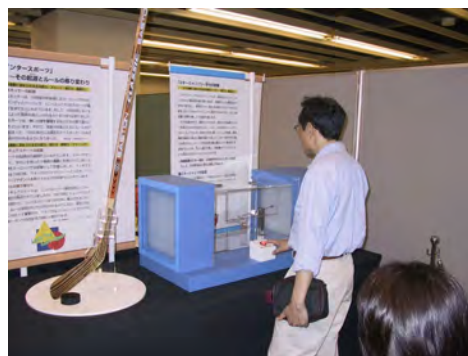


写真7 V字ジャンプ浮力実験装置

【ボルダリングウォール】

ボルダリングは、フリークライミングの最もシンプルなもので、高さ数メートルの低い壁で行なう。比較的横移動が多く、同じ色のホルダー(取っ手)だけを使用したりする競技である。事前にコース取りを頭に描き戦術を立てて行う、近年注目されているスポーツである。この運動に求められる主な能力は、筋力・持久力である。



写真8 ボルダリングウォールに挑戦中の小学生

【動体視力】

動体視力とは、速く動くもののスピードや方向に合わせて、眼がそれを追いかけることができる能力で、スポーツに欠かせない能力である。ものを視野の中心でとらえ、常にはっきりと見ることができるほど、その能力は高いと言える。最も動体視力が重要とされる野球では、バッティングやキャッチングの時に、眼の前を高速で通過するボールのコースや回転などを的確に把握し、適切な反応動作を行うのに重要な役割を果たしている。



写真9 動体視力測定ソフト「スピージョン」
アシックス提供

【映像コーナー】

「スポーツシューズが出来るまで／16分アシックス提供」上映した。

以上が平成16年度で制作した展示である。平成17年度では、「あなたの100mは何秒」（走る）、「シュート&スパイク体験」（蹴る、打つ）、「バランスは難しい？」、「バスケットボール シュート体験」（俊敏性）、実験コーナー(用具と素材)などの体験型展示物を制作中である。

5. 参加者アンケート

会期中(平成17年4月29日～5月5日)、本特別展に参加された家族を中心にアンケート調査(有効回答数472)を实

施致した。(記入式、一部聞き取り調査も実施)

① 何人で来館されましたか。

1人	10
2人	84
3人	111
4人	164
5人以上	103

表2

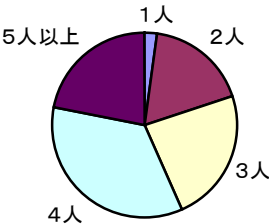


図1

4人(34.7%)、3人(23.5%)、5人以上(21.8%)となり3人以上で来館された方が80%を占めている。これは休日・祝日と同じようにゴールデンウィークの特徴である家族単位の入館者層が顕著に表れたといえる。

② どちらからお越しですか

23区内	156
23区外	54
千葉県	66
埼玉県	78
神奈川県	78
その他	40

表3

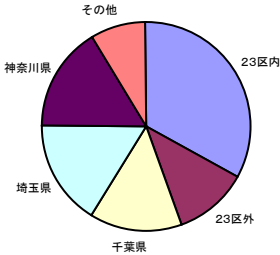


図2

③ 交通機関は何ですか

半蔵門線	166
新宿線	38
東西線	70
自動車	110
徒歩	8
タクシー	2

表4

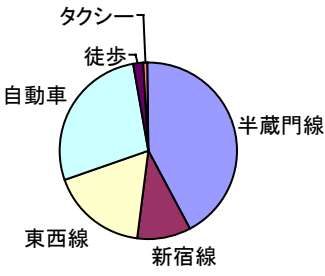


図3

東京都下より来館した割合は44%、神奈川県・埼玉県が17%、そして千葉県の14%と続いている。交通機関の利用状況から見ても、都内・神奈川・埼玉・千葉の各県を地下鉄が相互乗り入れしており、平均的に地下鉄を利用して来館していた。また、地域性のその他では、茨城県、福島県、静岡県より自動車を使用して来館していた方が見受けられた。高速道路を使用しつつ、お台場エリア・東京ディズニーランドエリアへの利用の延長線上に科学技術館の利用があった。これは自家用車で移動するゴールデン・ウィークの特徴とも言える。居住地域性、公共交通機関等の利用状況を踏まえ、今後の広報活動、誘致活動を考える

上で参考とする。

④科学技術館の利用は何回目ですか

初めて	232
2回目	112
3回以上	128

表 5

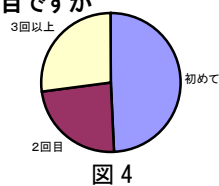


図 4

⑤来館の動機・きっかけは何ですか(複数回答あり)

1. 新聞・情報誌等で興味があった	100
2. 社会科見学(子供)で興味を持った	38
3. 昔を懐かしんで(両親)	22
4. 米村でんじろう等のテレビ出演で興味を持った	92
5. 子供に対する教育の一環として	82
6. 子供の要望・情報／子供にせがまれて	84
7. 北の丸公園に来てたまたま	26
8. なんとなく	78
9. 口コミ・知人から聞いて	26

表 6

「子供の意向・興味」(子供に誘われて／社会科見学)122 名、「以前から興味があった」100 名、「米村でんじろう等のテレビで興味を持った」92 名、「子供の教育の一環として」82 名が上位の理由でした。何かのきっかけで科学技術館を知り、目的意識を持って来館していると言える。一方、「たまたま・なんとなく」で 104 名の回答もある。これらの方々に向けた意味では、公園内あるいは正面入り口等での広報活動(告知、看板、チラシの配布)も重要となる。

⑥スポーツの科学展で楽しかった／興味があったものは

ボルダリングに挑戦	212
バーチャル・スポーツ／フォークボールに挑戦	197
ミニカーリングに挑戦	195
数字で見る記録	68
V字ジャンプ実験装置	70
ビデオ上映	33

表 7

①ボルダリング(212 名)、②バーチャル・スポーツ(197 名)、カーリング(195 名)という上位結果であった。登る、打つ、滑らすという単純であるが、体を使いゲーム性の高いスポーツ展示が人気を博していた。ボルダリングは他人との競争ではなく、自分のコース取りや自分のペースで進められる競技のため、参加者が多く、人気の高い参加体験展示であった。(複数回の参加者が多い)

⑦スポーツの科学展を知ってましたか

ホームページで知った	106
新聞、雑誌等で知った	51
口コミ、知人から聞いた	35
知らなかった、たまたま立ち寄った	280

表 8

約 60%の方が会場に来て初めて知った。これはある程度予測できた結果であった。本特別展は、印刷物(開催用ポスター、チラシ等)は作成せずホームページのみで告知した結果である。(一部新聞の情報コーナーで掲示あり)

⑧その他／展示内容、施設等に対する要望、希望

(複数回数掲載)

- ・ロボットについて、未来の世界(科学技術)について
- ・生命の神秘、赤ちゃんの誕生について
- ・アートと科学(音楽、芸術、映画等)
- ・戦争の歴史(飛行機、兵器、オペレーション)
- ・日常生活の不思議
- ・館内お勧めコースがあると良い
- ・中学生向けの参加体験授業があると良い
- ・下りのエスカレータ、エレベータの設置。車いす対策がなっていない

以上が複数寄せられた。ロボットをはじめ生命や近未来の科学技術についての要望は常に上位にランクされるが、戦争というキーワードについては、今年は戦後60周年にあたりマスメディアでの取り上げが多いため、その影響が意見に反映されていると推測される。また、館内お勧めコースの設定、中学生向けの体験授業等については検討課題である。

6. 謝辞

本展示制作にあたり、次の方々にご指導、ご協力をいただいた。誌面をお借りして感謝を申し上げる。

- ・(独)理化学研究所 情報基盤センター情報環境室長 姫野龍太郎氏、重谷隆之氏
- ・(株)アシックス スポーツ工学研究所長 藤田和彦氏、井ノ原正信氏、広報秘書チーム 福成忠氏
- ・(株)ニシ・スポーツプロモーション統括部 岩本節子氏
- ・ミズノ(株)東京広報課 木水啓之氏
- ・(株)モルテン マーケティング・グループ 梶浦正俊氏
- ・日本財団公益・ボランティア支援グループ 池内賢二氏、山口領氏
- ・青森県立三沢航空科学館 副館長 阿保秀悦氏
- ・広島市健康づくりセンター健康科学館 教育課長 谷口誠氏

文 献

- (1) 沢井史穂 スポーツ・身体活動と健康／からだの科学 234 号
日本評論社
- (2) ウィークエンド科学(スケート、スキー/2004.1.13)／朝日新聞社
- (3) スポーツの科学・入門／別冊宝島文庫
- (4) 大修館書店刊「スケート」
- (5) 新書館刊「フィギュアスケートへの招待」
- (6) 平凡社刊「バレーボールその起源と発達」
- (7) FIBA(国際バスケット連盟)資料
- (8) フランス・スポーツ博物館オフィシャル HP
- (9) ポプラ社刊「オリンピックの大常識」
- (10) スポーツ流体力学研究所資料ニュースレター
- (11) 遊戯社刊「ニュースポーツ辞典」
- (12) 山と溪谷社刊「インドア・スポーツ」「フリークライミング」
- (13) FIFA(国際サッカー連盟)資料
- (14) Football Museum 資料
- (15) JOC(財団法人日本オリンピック委員会)資料、オフィシャル HP
- (16) 財団法人日本体育協会資料、オフィシャル HP
- (17) 国立スポーツ科学センター資料、オフィシャル HP

所沢航空発祥記念館における航空資料について

ー現状・活用・課題ー

近藤 亮

要旨

所沢航空発祥記念館における「航空資料」について、「現状」として種類、点数、収集過程を、「活用」として常設展示及び特別展示並びに外部機関への貸出しを、「課題」として様々な問題点を述べる。そしてこれらを踏まえて同資料の有する高い価値や今後の可能性を論じる。

キーワード：所沢航空発祥記念館 所沢飛行場 航空資料

1. はじめに

所沢航空発祥記念館は、「日本の航空発祥の地」である埼玉県所沢市に埼玉県が建設した理工系博物館であり、1993（平成5）年4月3日に開館した。展示のコンセプトは大きく2つに分けられ、1つは明治末期から昭和20年の終戦に至るまでの所沢飛行場を中心とする、いわゆる戦前の日本の輝かしい航空の歴史を紹介することであり、他の1つは今日の航空技術や航空の魅力等を平易に、かつ広く一般に伝えることである。本稿は前者に深く関係する当館所蔵の航空資料について、その現状、活用、課題を論じるものである。

2. 航空資料の現状

2.1 定義

本稿において「航空資料」を以下のように定義する。「日本・海外を問わず、航空の発展に寄与、あるいは発展に付随して生じた物品等で、寄贈・寄託等の形式に関わらず所沢航空発祥記念館が所有・管理するもの」

航空博物館の資料として一般が抱くイメージは、機体自体及び機体の一部等の「科学的」、「メカニカル」なものと想像されるが、これと対照的な写真、絵葉書、文書等の「人文科学的」な資料も地域に根ざした航空の発展の歴史を辿る上は不可欠な物品である。後述するが点数を見ても後者の点数は前者を上回っている現状である。また航空は過去、現在、未来へと連なるものであり、現在、未来において生

じる物品についても航空史上、不可欠であるならば、収集するべきであると考ええる。

2.2 種類・点数等

当館では上述の航空資料について、以下の項目に分類している。

「文献」「写真」「図面」「新聞」「ドキュメント（文書類）」「絵」「アルバム」「航空機」「航空機部品」「データ」「その他」

上記の項目は開館準備の段階で決定されたと推定されるが、開館から10年以上が経過し当時とは収集・整理が飛躍的に進んだ今日から見ると新たな項目の増設の必要性も感じられる。

各項目における点数（注1）並びに主要な資料は以下のとおりである。

（1）文献 5370点

所沢飛行場で使用された教科書類や同時代の書籍及び雑誌等のほか戦後に刊行された航空雑誌等が大半を占めている。個人の蔵書が一括して寄贈されることもある。なお故木村秀政氏の蔵書約800点を収蔵している点が特色として挙げられる。

（2）写真 753点

所沢飛行場関係が大部分を占める。この中でも明治末期から昭和初期にかけて同飛行場に飛来した飛行機を撮影した故喜多川秀男氏の写真百数十点は特に貴重である。

（3）図面 77点

戦前の川崎航空機における代表的設計者として有名な故土井武夫氏から寄贈された当時の設計図面等である。

（4）新聞 19点

（5）ドキュメント 243点

（6）絵 9点

（7）アルバム 25点

(8) 航空機 3点

大部分が自衛隊から寄託された練習機やヘリコプターである。

(9) 航空機部品 103点

大部分が自衛隊から寄託されたヘリコプターの計器類である。また市民から寄贈された戦前の木製プロペラも多く収蔵している。

(10) データ 11点

(11) その他 220点

上記(1)から(10)に該当しない物品であり、特に多数を占めるのが戦前に発行された絵葉書である。また草創期から太平洋戦争期に至る海軍機のプラモデルのコレクションも特色として挙げられる。

上記の中で所沢飛行場に関する資料の時代性としては明治末期から1937～8(昭和12～3)年頃が多く、日中戦争から太平洋戦争期にかけて減少し、戦後の米軍占領時代は皆無に近い(注2)。日中戦争の頃から飛行場への出入りが厳しく制限されるようになったと伝えられ、その結果が資料の残存状況に反映していると推定される。

2.3 収集過程

これらの航空資料の収集過程は複雑であるが、大きく以下のように分類が可能である。

(1) 所沢航空資料調査収集する会による収集

所沢航空資料調査収集する会は、1972(昭和47)年12月所沢飛行場の歴史を伝えるための資料の収集を目的に組織された市民の会であり、その活動が後に埼玉県の実業として当館の建設に発展したという経緯がある。同会は活動開始時期が早く、また地元中心に収集活動を行っていたようであり、機体の一部(プロペラ、通信機器、計器等)や飛行場へ飛来した飛行機の写真等、飛行場との関連性が深く、貴重な資料が多数を占める。それらの資料が当館開館に当たり、埼玉県に寄贈・寄託され、当館に収蔵されたものである。

なお同会は現在も存続し、点数は僅少であるが毎年定期的に当館への資料の寄贈が行われている。

(2) 埼玉県による収集

当館の建設主体である埼玉県が建設過程で行った活動である。資料としてはグライダー、航空機用エンジン、書籍等であり、所沢飛行場との関連性は希薄であるが航空博物館の展示としては不可欠な物品が多い。なお自衛隊から56点の機体や部品の寄託を受けているが、広義の意味で本項に含まれるものとする。

(3) 開館後の収集

当館の開館後に寄贈等により、当館へ直接提供された資料である。かつての所沢飛行場に関係した方やその遺族等から全国単位で書籍、写真等が寄贈された。また航空博物館としての展示を強化するため、水上飛行機や戦後を代表する機体であるYS-11機の収集も実施した。

2.4 整理・登録

寄贈・寄託等で受け入れた資料は所定の資料カードに内容を記載する。カードの主な記入項目は以下のとおりである。「名称」「標題」「大要記述」「製作情報」「写真」「記述情報」「歴史的関連情報」「受入情報」「写真情報」「貸出情報」「加工情報(保存管理)」

上記の項目はイギリスのMDA(Museum Documentation Association)のデータ標準に基づいてデータベースを構築できるよう開館前に設定されたものである。

資料カードへの記入後は、上記のカード形式にならって製作されたデータベースに文字情報及び写真情報を入力している。

博物館の中には収蔵資料のデータベースについてインターネットを通じて公開している館も見受けられるが、当館の場合はインターネットでの公開には至っていない

3. 航空資料の活用

資料は収集・保存のみでなく展示等の活用を通してその価値を発揮するものであるが、当館は航空資料を以下のように活用している。

(1) 常設展示

展示館における常設展示は、以下のように分類が可能である。

① 実機の展示

自衛隊から寄託を受けた練習機やヘリコプター10機、スカイスports関係の機体であるグライダー、ウルトラライトプレーン等の実機3機を展示している(注3)。

② エンジン関係

各種のエンジンをまとめたコーナーのほか、関連の深い機体のそばに設置する等により、機体とエンジンの不可分の関係を紹介している。

③ プロペラ関係

戦前の、木製で可変ピッチの無いものと今日の金属製で可変ピッチ付きのものを対比できるように展示している。

④ 所沢メモリアルギャラリー関係

所沢飛行場の建設から今日までの歴史を紹介するコーナーであり、同飛行場で使用された図面、教科書、飛行機の部品、飛行服等を展示するほか、日本最初のパイロットであった徳川好敏のご子孫から寄託された文書類を展示した小コーナーも設置している。

上述の①から③までが飛行機自体の展示したものであり、「科学的」「工学的」性格の強いものであるとすると、所沢メモリアルギャラリーにおける展示は「歴史的」「人文科学的」性格の強いものである。

(2) 臨時公開

上述の常設展示で展示しているもの以外の資料を別棟

の「格納庫」に収蔵しているため、年に数回内部を公開し、見学に供している。

(3) 特別展での活用

航空の歴史、特に所沢飛行場の歴史を伝える内容の場合、当館の資料を使用することが最も価値があるものとする。平成10年以来、以下のようなテーマで開催した。

- 平成10年 「写真家喜多川秀男と所沢飛行場」
- 平成11年 「日本最初のパイロット
ー徳川好敏と日野熊蔵」
- 平成12年 「所沢航空発祥記念館収蔵資料展
ー黎明期の所沢飛行場」
- 平成13年 「所沢航空発祥記念館収蔵資料展
ー日本最初のパイロット徳川好敏とその愛機」
- 平成14年 推薦産業遺産認定記念 特別展「日本の
航空史を開いた飛行機・会式飛行機の全て」
- 平成15年 「所沢飛行場とフランス
ー飛翔・夢と誇りをかけて」

その背景としては資料整理が進み、様々なテーマの設定が可能になったことが挙げられる。また展示に際しては寄贈者への連絡を行い、資料活用の現状を伝えている。

なお所沢飛行場関係以外の航空資料を活用した特別展は以下のとおりである。

- 平成15年 「大空への挑戦！日本の翼YS-11
ー誕生から現在、そして未来へ」
- 平成15年 「探検！ヘリコプターの世界」
- 平成16年 「航空業界に生きる人々
ー仕事場は大空！」
- 平成17年 「航空機の心臓
エンジンの仕組みと歴史」

上記の4特別展は主に戦後から現代の航空をテーマとした内容であり、当該時代に関する航空資料の収蔵が増加することによって、テーマの可能性はさらに広がるものとする。

(4) 他施設等への貸出し

博物館活動において、特別展開催に当たり、収蔵資料の貸借を行うことは常識であるが、当館に対しても借用の希望が寄せられた場合、対応を行っている。航空という特殊な部類に属する資料であるため、需要はさほど多くはないが、過去の主な貸出し例は以下のとおりである。

平成10年4月から1年間、青森県五戸町の町立歴史みらいパーク内 木村秀政ホールに対して、故 木村秀政氏が使用した文房具や記事切抜帖、模型飛行機等を貸し出した。

平成15年9月、埼玉県情報センター新宿に対して、会式一号～七号機の模型や飛行服等を貸し出した。

平成17年1月、青森県立郷土館で開催された特別展「青森と飛行機」に対して、故 木村秀政氏の机、模型飛行機、文房具等を貸し出した。

平成17年7月～8月、青森県立三沢航空科学館で開

催された「航研機」展に対して、同機のパイロットであった藤田雄蔵に関する文書を貸し出した。

上記4件のうち3件を青森県関係が占めているが、同県が県史における航空（関係者）の果たした役割を深く認識し、同県立三沢航空科学館が設立されたことを考えると首肯できる結果ではないかと思われる。

なお、資料を確実に管理するため、貸出しに当たっては以下の条件を設定し、了解を得た上で実施している。

- ・展示中及び輸送中は保険を付与する
- ・輸送は美術専用車にて行う
- ・協力名義として「所沢航空発祥記念館」と明記する
- ・著作権法に抵触する使用は行わない
- ・特別展終了後、会場写真等を添付した報告書を提出する
- ・当館が必要と認めた場合、借用期間中においても資料の返却に応じる

4. 航空資料の課題

本章では航空資料の収集・整理・活用の作業を通して見えてきた課題点について述べるものである。

(1) 未整理資料の分類・整理

当館開館までに相当数の資料が収集されていたようであり、大部分は整理・カード化が完了していたが未整理のものもあった。また開館後に取得した資料についても随時カード化を行ったが、現在でも未整理・未分類の状態の資料や、カードに未記入の状態の資料が相当数存在し、それらの処理が喫緊の課題となっている。なお専門性の高い資料やプライベートに撮影された写真等の内容の解読には専門知識を持った方や関係者の協力が不可欠であり、ボランティア的な協力が望まれるものである。

(2) 開館時に入力されたデータの扱い

開館当時までに整理分類を終了した資料に関してデータをコンピュータ（マッキントッシュ）へ入力したが、その後の技術の進歩や要求レベルの向上等に伴って現在では活用が困難な状況に立ち至っている。よってそれらのデータを今日の形式で再度入力する必要がある。

(3) 収蔵面積の限界

開館当時は十分な面積があったと予想されるが、その後の資料の増加により収蔵面積の限界も現実になりつつある状況である。

(4) 資料の閲覧場所及び複写に係る規定（注4）

現在、一般からの資料閲覧の希望は殆どないが、閲覧希望が示された場合、他の施設のように職員の監視が可能な専用の閲覧スペースがないため館内における閲覧場所の選択に苦慮することが予想される。また閲覧に伴って電子複写機によって資料を複写することも今日では自然な希望であるが、当館の条例規則上、複写に係る料金徴収が現状では困難であるため、規定の整備が必要である。

5. おわりに

当記念館における航空資料の現状は、上述のとおりであるが、それを踏まえた今後の展望について、以下のように考える。

寄贈された資料の整理・保存を確実に進め、貴重な発見については、特別展等の形で広く一般に発表したい。また航空関係のみではなく人文系の博物館や企業の博物館等とも協力関係を構築しながら当館の航空資料を活用して、所沢飛行場の歴史を伝えること、航空が、歴史・社会・人間・科学技術等に、果たしてきた・果たしている役割を伝えることの2つを強く希望している。

注

- (1) 点数は平成17年3月末日現在でカード化を完了したものであり、未整理の分は含めていない。例えば実物の航空機は実際には20機以上存在するがカード化されていないため、3点となっている。
- (2) 1922（大正11）年に完成した陸軍の飛行場である立川飛行場に関する収蔵資料の状況を、立川市歴史民俗資料館に照会したところ、太平洋戦争以前の資料は少ないが、同戦争末期の空襲に関する資料は所有している。また戦後の米軍占領時代は写真多数等を所有しているとのことであった。戦前の関東地方の代表的飛行場である所沢と立川において博物館施設の所有する資料の時代的対照性は興味深い。
- (3) これ以外に明治・大正時代の飛行機のレプリカを2機展示している。
- (4) 資料の閲覧に関する規定は「所蔵資料利用申請書」並びに「所蔵資料利用許可書」の形式で設定されている。内容は県内の他の博物館等の施設における同様の規定を参照し作成した。

第6回国際博物館展示技術専門見本市視察 ～MUTEC2005と欧州博物館事情調査～

吉田敏真

要旨

ドイツ・ミュンヘンで開催される「第6回国際博物館展示技術専門見本市(MUTEC2005)」を視察し、最先端の展示技術や手法、展示関連製品の動向調査を目的とした海外視察である。

また、欧州3カ国(ドイツ、スウェーデン、オランダ)の代表的な博物館を視察し、生の展示物や展示手法、レイアウトや照明などを調査することも目的とする。

キーワード：展示技術、専門見本、照明技術

1. MUTEC視察

1-1 MUTECとは

国際博物館展示技術専門見本市(MUTEC)は、2年毎にドイツ・ミュンヘンで開催される、博物館における「展示技術・設備」の専門見本市である。

ヨーロッパにおける museum technology の重要な見本市であり、正式名称を“MUTEC International Trade Fair for Museums, Collections, Restoration and Exhibition Technology”という。

最新の展示技術、設備、また今最も関心が集まる省エネと環境に配慮した展示形態のあり方について、活発なプレゼンテーションが行われるとともに、博物館、コレクション、展示会、美術品保存、文化・歴史的記念碑、城・宮殿及びその文化的な建物の管理の分野における展示を行っている。

今年の出展社は約160社、約3,000人の博物館関係者等の専門ビジター(うち23%が国外から)が訪れる。

開催日程	2005年6月22日(水)～24日(金) 9:00～18:00
会場	ドイツ・ミュンヘン M. O. Cイベントセンター
主催	Messe Munchen GmbH (ミュンヘン見本市会社)

前回実績	会場面積 : 9,600 m ² 出展社 : 161社(12カ国) ビジター : 3,000人(31カ国)
出展品目	◆博物館・展示室設計、建設、内装 建築・内装資材、空調設備、照明設備、舞台設備、セキュリティ、プランニング ◆展示技術 ショーケース、各種展示用設備、映像・情報メディア ◆学術関連 記録、保管管理 ◆修復・保存 修復、復元、科学分析
主要出展国	ドイツ、オーストリア、ベルギー、チェコ、フランス、イギリス、イスラエル、イタリア、オランダ、スロベニア、スペイン、スイス
ビジター構成	博物館関係者(24%)、イベント企画会社(34%)、マーケティング、PR会社(21%) 総ビジターの97.2%が専門ビジター
ビジターターゲット	博物館関係者、ギャラリー・アトリエ、地方自治体、企業博物館・記念館、ディスプレイ関係者、個人収集家、教会・修道院・城の管理者、建築事務所、建築家、文化省、ほか

1-2 MUTECを視察して

会場の広さは30m×30m位で、想像していたものより規模が小さく感じられた。

ジオラマや造形物をはじめ、情報機器・メディアを駆使した展示物、照明、設備装置・用具など、さまざまな展示がされていた。中でも、ガラスのショーケース出展ブースは、今後の展示照明技術の参考としたい。

一例として、ガラスのショーケースの中に土器が展示されていた。このガラスは、反射が少なく、展示物をクリアに見せることができる。また、ガラスの上部に反射板が取り付けられており、展示物の下から照明をあてると反射板で光が反射され、展示物の内側まできれいに見せることができる。この照明技術を用いると、照明装置を展示物の上方に設置しなくてよい（写真1、写真2）。そのため、装置の電源コードも什器の中に隠せるというメリットが生じる。美術館、歴史館、自然史系博物館人文系博物館などへのコンサルテーションに役立たせることができるであろう。



写真1 照明演出（土器）



写真2 照明演出（書類）

2. ドイツ博物館視察

世界最大の科学博物館である。展示面積は約4万7千㎡、50を超える展示室には、船、飛行機、機関車、自動車などの実物を中心に、ハンズ・オン展示や実験コーナーもある。展示アイテムは、約10万点。館内の展示を全て見て回ると、16km歩くと言われている。全ての展示を見たり体験するには、2日間でも足りないくらいである。

今から6年前にドイツ博物館を訪れたが、その時もまる2日間見学に時間を要した。その当時には無く、新たに設置された展示室が2つあった。1つは、「子どもの王国（Kids' Kingdom）」である。8歳（？）以下の子どもあるいは親子連れしか入室できない。水遊び場や、大きなギター（中に入ることができる）、消防車、楽器ルームなど、子どもが興味を持ちそうな物が展示されている（写真3、写真4）。当館をはじめ、日本の科学館でも入館者の低年齢化が進んでおり、その対策の一つとして設置検討が必要な課題である。

もう1つは、pharmacology＝バイオ系（薬物）展示室である。展示室内全体が暗く演出されていた。その中、要所々々できらめく光の演出は、興味をそそられる。カプセル錠剤の形をした椅子など、設備にもコンセプトが反映されていた（写真5）。

また、今年2005年は「世界物理年」であり、アインシュタインについての特別展が開催されていた。あのドイツ博物館で、「子ども専用展示室」が設置されていたことには正直驚いた。ドイツにおいても来館者の低年齢化が進んでいるのであろうか。いや、「展示は万人に見せるものであり、特に対象年齢を定めていない」というドイツ博物館の

基本的な考え方からすれば、「子ども専用展示室」が設置されたことは至極当然の成り行きであろう。

当館においては小学校5、6年生を主対象とした展示構成であるが、それよりも若い人に科学への興味・好奇心を抱いてもらうきっかけを作ることは、今後の重要な課題である。「科学の芽」を、早い段階から育てていかなければならないことを、痛切に感じさせられた。



写真3 水遊び



写真4 大きなギター

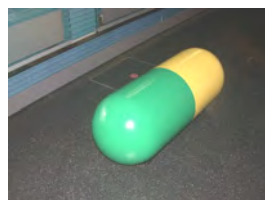


写真5 カプセル錠剤の椅子

3. スカンセン野外博物館視察（スウェーデン）

1891年オープン。世界初の野外博物館（屋外型生活実体験テーマパーク）。約30万㎡の広さで、全体が公園になっている（写真6）。丘の斜面を巧みに利用して造られた園内には、手作業を重視した体験学習ゾーンや、動物園、水族館などが点在している。

スカンセンとは砦の意味で、確かに高台から見下ろすと、砦の上にいるかのようなのである。

創設者は、教育者アルツール・ハッセリウス。産業革命の荒波で、スウェーデンから古きよき時代の温もりが無くなってしまうことを嘆いた彼が、私費を投じて全国から昔ながらの家や教会、工房なども移築した。

広大なスカンセンを一巡すると、1600年代の農家、豪族の邸宅、教会、ガラス工場などの建物があちこちに見られる。さまざまな建築物の間を歩くと、まるで過去へタイムトリップしたかのようなのである。園内の北の部分は動物園で、スカンジナビアの動物、トナカイ、ムース、キツネ、クマなどがいる。

また、野外ステージがあり、各種コンサートや催事が行われている。地元の人々は、何度も訪れる場所であり、生活の一部になっているようだ。

私は、学芸員の資格取得講習を受講した時、「エコミュージアム」の講義を受けた。エコミュージアムとは、固有の文化を有しているひとまとまりの地域全体を博物館と見立てて、住民と行政がパートナーシップを有しながら地域を

学習し、交流していく施設と活動である。受講していた頃は、あまりイメージできなかったが、ここスカンセン野外博物館を訪れたことによって、講義内容の一部分を理解できた（つもりである）。



写真6 ジオラマ(園内全体)

4. ノーベル博物館視察（スウェーデン）

ノーベル博物館は、ストックホルム旧市街の中心地 gammala stan にある旧証券取引所の1階に開設されている。この建物の2階には、ノーベル文学賞を選考・授与しているスウェーデン・アカデミーがあり、文学賞の選考と受賞者の発表がここで行われるという由緒ある建物である。

館内は、ノーベル賞の歴史や歴代受賞者に関し、ビデオや写真で詳しく紹介されている。歴代受賞者の肖像画とプロフィールが表示されたバナーが天井の空中ケーブルに吊され、ゆっくりと館内を1周している。なかなか面白い展示手法だ。英語のガイド付きツアーも毎日実施されている（午前 10:15 および午後 3:00）。ノーベル賞授賞式の晩餐会で使われる食器やメニューも展示されており、一瞬ではあるが、ノーベル賞を受賞した気分浸れた。



写真7 歴代受賞者に関する展示



写真8 スカイケーブル

5. ゴッホ美術館視察（オランダ）

ゴッホは、1853年生まれ。37歳で自殺という衝撃的な形でこの世を去るまでに、数々の傑作を残した。1962年、オランダ政府は財団を設立し、1973年「ファ

ン・ゴッホ美術館」がオープンした。

所蔵コレクションは、油彩200点、素描500点、書簡700通を超える。館内は、年代を追って、とても観やすく展示されている。オランダ時代からパリ、アルル、サン・レミの精神病院時代、最後に暮らしたオーヴェル・シュル・オワーズ時代と、各時代のゴッホの心が伝わってくるかのようだ。

これらの作品は、ゴッホの弟テオの遺族によって管理されていたが、作品が分散することなく一つの美術館で一般公開されることを望んだ遺族の希望により、「ゴッホ美術館」が完成し展示されている。

館内は、1階～4階までが展示スペース。中央が吹き抜けになっていて明るいイメージ。メインは、2階。ここにゴッホの油彩作品が時代順に展示されている。ゴッホ自身が影響を受けて収集していた浮世絵、ゴッホ自身の手紙もある。1階と4階に19世紀親交のあったゴーギャンなど、ゴッホと同時代の画家達の作品が展示されている。

1階 → 19世紀の絵画

2階 → ゴッホの絵

①オランダ時代（1880年～1885年）

②パリ時代（1886年～1888年）

③アルル時代（1888年～1889年）

④サン・レミ時代（1889年～1890年）

⑤オーヴェル・シュル・オワーズ時代（1890年）

3階 → スケッチや版画

4階 → 19世紀の絵画

1階インフォメーションで、オーディオガイドの貸し出しがある（4ユーロ）。日本語版もあり、私もそれを借りて作品を鑑賞した。ゴッホあるいはゴッホの作品について知らなかったことが沢山あり、非常に有意義な時を過ごすことができた。



写真9 入口

6. 科学技術センターNEMO視察（オランダ）

アムステルダム中央駅から東に歩いて約10分、科学技術センターNEMO（New Metropolis）は、1997年にオープンした。アムステルダム港に突き出し、これから出航しようとする船の先端のような緑色の建築物である（写真10参照）。建物はパリのポンピドー・センターと同じレンゾ・ピアノ氏が設計した。展示は、2階から5階までの

4フロアーである。

インタラクティブ性が強い参加体験型で、光・音・磁力・DNA・エネルギー・建築・コンピュータ・商取引などをテーマとした展示構成である。

シャボン玉（写真11参照）やプラズマボール、滑車で自分を持ち上げる装置、イライラ棒など、子供達の関心を引くような展示が中心だ。しかし、それだけではなく、自分で考える展示もいくつかあった。例えば、ある一定地域内にいくつかの家があり、電気・ガス使用量などのチェックのため、全ての家を通る最短コースを考えるものだ（一筆書きとは違い、多分に数学的な要素が含まれている）。実際の社会生活と関連付けており、青少年が成長し社会に出てからも役立つような仕掛けだ。

商取引はパソコンを使ったゲームの中で、貨幣や流通の仕組みや経済的な（無駄のない）生活のあり方を知ることができる。経済を扱った展示を見たことがなかったので、子ども向けの科学館にそれが設けられていたことに驚いたと同時に、新鮮さを感じた。屋上は、アムステルダム の街並み並みを一望でき、砂場と水遊び場も設置されている。



写真 10 全景



写真 11 シャボン玉で遊ぶ子ども達

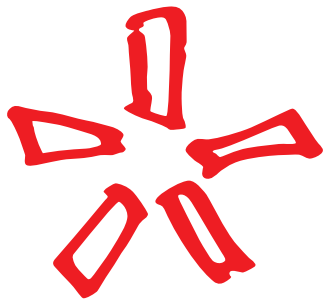
科学技術館 学芸活動紀要 Vol.1 2006

発行日：平成 18 年 3 月 31 日

発 行：財団法人日本科学技術振興財団／科学技術館

〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園 2-1

電話 03-3212-8544



Science Museum