

名古屋市科学館紀要

第39号 2013

Bulletin of Nagoya City Science Museum
No.39 2013



名古屋市科学館

Nagoya City Science Museum
Nagoya, Japan

名古屋市科学館紀要

第 39 号

目 次

サイエンスショーの調査と開発.....	1
Surveying “Science Show” programs of other museums and making our own ones	山田 吉孝
平成 23 年度生命館 5 階展示更新について～『ワンダーゲノム』と『生きものラボ』.....	7
Renewal of permanent exhibits for “Life Science” I : “Wonder of Genome” and “Biological Lab”	尾坂知江子
デジタルコンテンツの制作手法の調査・開発.....	14
Research and development of how to create digital contents for the planetarium	持田 大作, 服部 完治, 毛利 勝廣, 小林 修二, 大西 高司, 野田 学
2012 金星の太陽面通過への取り組みについて	19
The educational activities to a transit of Venus in 2012	小林 修二, 服部 完治, 毛利 勝廣, 大西 高司, 持田 大作, 野田 学
「のぞいてみよう！ミクロの世界」～走査型電子顕微鏡を使った新しい科学館活動の試み	23
Let’s enjoy the micro-world on biology – New science activities with a scanning electron microscope	尾坂知江子, 杉浦 真琴, 大井 崇生, 高瀬 弘嗣, 小木曾チエ, 蛭薙 観順
新「生命ラボ」の実験体験プログラムについて.....	28
Workshop programs of the new permanent exhibit “Bio Lab”	尾坂知江子, 吉原 攝子, 榊原 友紀, 田代 里子, 河合 正秋, 佐久間 寛
3 次元データを活用した化石の新しい展示方法	39
New approach to fossil exhibits using 3D reconstruction	岩間 由希, 西本 昌司, 近藤光一郎, 飯田 浩史, ヒシグジャウ＝ツォクトバートル, 鏑本 武久
名古屋市科学館常設展示のプロモーションビデオ制作について.....	44
Producing promotional videos of permanent exhibits in Nagoya City Science Museum	小塩 哲朗, 析窪 優二, 松山智恵子

名古屋市東谷山中社古墳の粉末X線回折（XRD）による土壌分析	49
Determination of soils from the Nakayashiro burial mound, Mt. Togoku, Nagoya city	
西本 昌司, 長崎 千明, 伊藤 正人, 木村 有作	
新しいアプローチによるボーリングコア展示.....	52
A new approach for the boring-core exhibit in the Nagoya City Science Museum	
西本 昌司	
「竜巻ラボ」の設計製作および実演企画	59
Designing of the “Tornado Lab” in the Nagoya City Science Museum	
西本 昌司	
「放電ラボ」の企画から実施まで	63
Planning and making “Electric Discharge Lab”	
山田 吉孝	
新館大型展示「極寒ラボ」について.....	66
“Deep Freezing Lab” of Nagoya City Science Museum	
小塩 哲朗	
名古屋市科学館における 1985 年以降の入館者数推移－科学館リニューアル効果の考察－	71
The renovation effect on the number of visitors to the Nagoya City Science Museum	
古川 邦之, 岩井 里奈, 西本 昌司	

サイエンスショーの調査と開発

Surveying “Science Show” programs of
other museums and making our own ones

山 田 吉 孝*

YAMADA Yoshitaka

1. はじめに

2011年3月にリニューアルオープンした当館では、設備の整ったサイエンスショー専用の展示室「サイエンスステージ」が設けられた¹⁾。このステージで演じるためのショーの調査と新たに開発したショーについて報告する。

2. 第19回日立サイエンスショーフェスティバル

日立シビックセンター科学館では、年に1回サイエンスショーフェスティバルを開催している。これはサイエンスショーに関わる全国の科学館職員が集まり、ショーの情報交換を行うものである。今回、当館を含む7つのショーが披露された。それらのショーをみて強く思ったのは、ショーというのはどのような内容であるかも大切だが、それよりも誰が演示するのかということが最も重要なのだということである。

(1) ムシテックワールド 「ザ・遠心力」

身の回りで遠心力が働いているものを紹介しながら、遠心力を大きくするためにはどうすればよいかを見学者に考えてもらうショーであった。このショーで特筆するのは、演者の話術であった。優しい声や激しい声を使い分けて子供たちを引きつけていくステージは圧巻であった。

(2) 愛媛県総合科学博物館

「おもしろ！音工房 ～擬音であそぼ～」

実際のものとは異なる音源を使って、本物に似せた効果音を出す「擬音」についてのショーであった。ステージに子供をあげて擬音発生器を使って簡単な

劇を行ったのが印象的だった。

(3) でんきの科学館

「ライト姉妹の明かりの実験」

お姉ちゃんと妹という2人の配役でショーを行っていた。2人が姉妹になりきっての演示が楽しいものであった。

(4) 盛岡市子ども科学館 「風船でサイエンス」

子供たちに馴染み深い風船を用いた実験ショー。大きい風船と小さい風船をつなげてどちらに空気が流れるかの実験が、見学者に考えさせる要素が大きく興味深かった。

(5) 大阪市立科学館 「見える見えないの不思議」

偏光板を使った実験ショー。偏光板の実験は、大きなホールで行なうには地味であり、モノが小さいから見にくいということから、ショーには不向きであると関係者は考えている。しかし、演者の明るい性格、実験を楽しむ姿勢、工夫された実験、大阪弁という最強の話術などなどにより、今回行われた全7施設の中で最も良いショーに作り上げられていた。

(6) 三浦市立初声中学校 益田孝彦

「空想の科学？ いえいえ空振の科学！！」

火山の噴火にともなう空振について、本人の思い入れたっぷりに気迫のこもった話しっぷりによる熱いショーであった。

3. 科学の鉄人2012

日本科学未来館で開催された。5組の実験名人がサイエンスショーを行い、見学者が採点をして勝ち負けをつけるという催しである。

*名古屋市科学館学芸課

(1) 福岡亮治 (京都市青少年科学センター)

「ばばとはるの空気で実験」

父と9才の娘でコンビを組んでサイエンスショーを行うというめずらしいスタイル。父は吉本新喜劇の元団員で、このコンビで漫才の選手権M1グランプリにも出場するなど漫才の経験が豊富な2人。ショーは漫才をしながら実験を行うというもので、会場の笑いを誘いながら進められていた。

(2) 益田孝彦 (三浦市立初声中学校)

「大気圧ってたいしたやつ!」

空気の大気圧をテーマに、逆さコップから始まり、空気に重さがあることを示す実験、空き缶つぶし、低温沸騰、吸盤の秘密、ボーリング球の浮上などを行っていた。特筆すべきは、益田さんの熱意と気迫のある話し方である。科学というのは興味深いものであることを伝えたい、分かって欲しいという熱意が、見ている人の心に届いて、客席と一体となったショーになっていた。今回、鉄人の名誉に輝いたのは彼である。

(3) 木色泰樹 (出雲科学館)

「トレーニングマスター水玉ハカセ」

水を操ることができるハカセと称して、水にまつわる実験を行なった。子供たち何組かをステージにあげて、それぞれに実験をさせる場面があった。

(4) 月僧秀弥 (福井県坂井市立三国中学校)

「偏光板が魅せる新しい世界」

偏光板とはどのようなもので、どんな物理現象が潜んでいるのかを紹介した。偏光板を見学者全員に配布することで、偏光現象を見てもらおうというのが演者の意図であったが、会場の都合で偏光板を配布することができず、ショーとしてはかなり苦労していた。

(5) 和田重雄 (お茶の水女子大学, 開成学園, 巣鴨学園, 法政大学)

「目指せ色の鑑定士! ー単色光が奏でる色の世界ー」

「チーム和田重」というグループを作り、各地でサイエンスショーを行なっている。今回のショーは演劇仕立てで主に2人の演者がセリフを話しながら行なうものであった。強力なLEDライトを用いて、

モノに色が見えるのは、それに当てる光線の色が重要であることを示す実験を通して、色の仕組みを紹介していた。演劇仕立てにするには、演示者が役者の訓練をどれほど受けているかが重要であるかを感じた。

4. 静岡科学館る・く・る サイエンスショー

静岡科学館る・く・るで行われたサイエンスショーの調査を行った。ショーのテーマは「ドレミであそぼっ! 音科学」と題して、音に関する実験ショーが行われた。ショーのスタイルは、演示者2人で掛け合いで行うもの。音がでる様々なモノを紹介したり、音で火を消したり、ワイングラスを割ったりするなどの内容であった。

オープニングに工夫があり、スライドで前振りをしてから演者が登場するという演出は面白かった。また、ストロー楽器を会場全員に配布し、一斉に実験をするというのも参加性が高く良いものであった。そして、なによりも演者に伝えたいという意欲が強く見られ、演者の人柄に惹きつけられるショーであった。

5. 当館で開発したサイエンスショー

旧館でのサイエンスショーは演示者が1人で行うというものであった。2011年3月の新館オープン後は2人での掛け合いによるショーに形を変えた。そのため、新館でのサイエンスショーは全て新しく開発したものである。

(1) うかしてとばして大実験

設定: 実験が大好きだけどあまり詳しくない人と、実験に詳しい人による掛け合い。

内容: 空中にモノを浮かせたり飛ばしたりする。

- ・空気砲
- ・ドライヤーで発泡スチロール球やカップ麺容器を浮かす。
- ・ブロワーで大型風船やペットボトルを浮かす。
- ・熱気球を飛ばす。
- ・半紙を燃やして灰を飛ばす。
- ・大型空気砲

特徴: 2011年3月の新館オープンにあたり最初に作成したショー。何らかの科学原理を伝えるというよりは、これもあれもあります的なアラカルト

な内容になっている。見た目が分かりやすく、実験も簡単で難しい説明もないので、実演初心者でも安心して演示できる内容である。

(2) おば化^けな実験室

設定：研究室でひとり実験をするハカセのところに、ガイコツが現れる。ハカセとガイコツのユーモラスなやりとりでショーが進められる。

内容：色の変化を見せる化学系実験。酸塩基による色変わりや炎色反応などの実験。

- ・フェノールフタレインによる酸塩基反応。
- ・マローブルーティーによる酸塩基反応。
- ・フライパンを用いた炎色反応。
- ・重曹，クエン酸，ヨードチンキ，アンモニア，洗剤を用いたビールを作る実験。
- ・コーヒーをポリマーで固らませ，塩で溶かす実験。

特徴：着ぐるみのガイコツが登場してくるのが大きなポイントで，ステージを楽しい気分にする。また，解説を最後にまとめる行うのも，他のショーにはない大きな特徴。一般的には，ショーの中で実験と解説は続けて行うものであるが，このショーでは全ての実験を終えた後で，実験内容の科学解説を行なっている。これについては賛否両論がある。このショーは，2012年2月に日立シビックセンター科学館で開催されたサイエンスショーフェスティバルで地元の一般客と全国の科学館関係者に披露した。その時に関係者から寄せられたコメントにも，解説を最後にまとめた行ったことに対し賛否両論の意見があった。否定的な意見としては，実験と解説の間に時間が経っていると，解説を聞く時点ではどのような実験であったかを見学者が忘れていくというものが多い。



写真1 「おば化な実験室」実演風景

かった。

(3) ふれふれフレール

設定：実験が大好きだけどあまり詳しくない人と，実験に詳しい人との掛け合い。

内容：振り子の法則について。

- ・ピンと重りをヒモでつないで棒にひっかけて，ピンを落としても床まで落ちない実験。
- ・衝突球振り子のデモ
- ・軽い重りと重い重りの振り子の周期の違い
- ・振り子のヒモの長さによる周期の違い。その1
- ・振り子のヒモの長さによる周期の違い。その2
- ・振れ幅の違いによる周期の違い
- ・天井から吊るしたボーリング球を顔面から手放す振り子の実験
- ・最初の実験を解説するための実験

特徴：実験内容としては重りを振らすことを繰り返すだけという，派手さのない実験であるが，見学者みんなが，こちらの問いかけに対して一生懸命考えているのが分かるショーである。他科学館職員がこのショーを視察し「見ていて実際に自分で実験をしている気持ちになった」とのコメントを頂いた。他のショーでは，見学者は見ていだけという受け身的なものが多いのに対し，このショーは見ていだけなのには変わらないが，頭の中で一緒に参加している気持ちにさせるショーである。

光ったり，爆発したり，音が出たりするなどの人目をひく内容ではないが，見学者が思考するという観点からは，もっともサイエンスショーらしいショーであるかもしれない。

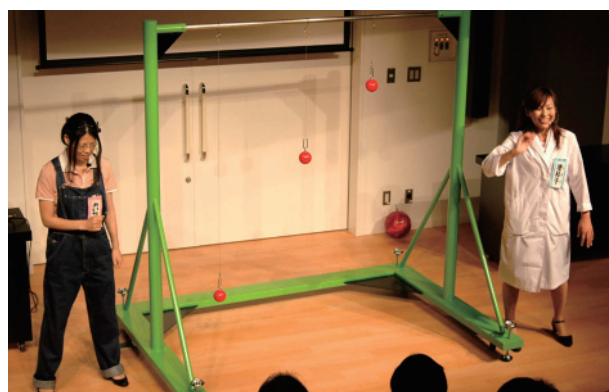


写真2 「ふれふれフレール」実演風景

このショーは、天井から吊るしたボーリング球の振り子を顔面から振らせて、戻って来るときに顔面すれすれで球が止まるという実験がひとつの見所であり、その実験を行いたいがために、組み立てたショーでもある。

(4) ハカセ対決 ～燃焼編～

設定：2人のハカセによる実験対決を行い、最後に見学者に優劣を決めてもらう。

内容：燃焼の3要素をキーワードにしながら、ものが燃えるとはどういうことかを伝える。

- ・ロウソクを用いて燃焼の3要素を説明する。
- ・二酸化炭素でロウソクの火を消す。
- ・沸騰したロウソクによる空中での激しい燃焼を見せる。
- ・鉄粉の燃焼
- ・燃えないハンカチ（水+アルコール溶液）
- ・100%水素シャボン玉の燃焼
- ・水素2：酸素1のシャボン玉の燃焼
- ・アルコールロケット

特徴：2人のハカセが実験で対決を行うという、分かりやすい寸劇である。終始、燃焼の3要素をキーワードにしながら交互に実験を行なっていく。交互に実験を行うため、言葉の掛け合いやアドリブの必要性が少なく、また見学者と絡まなくても盛り上がるショーなので、演示が苦手な演者でも、一定の水準のショーができる演目である。

このショーは、最初にハカセとハカセが対決するというアイデアがあり、対決にふさわしい実験を探っていたところ燃焼実験に落ち着いた。他の実験でもハカセ対決のショーを作りたいと考えているが、まだ実現できていない。

(5) 慣性で大歓声

設定：実験が大好きだけどあまり詳しくない人と、実験に詳しい人による2人の掛け合い。

内容：慣性の法則について、止まっているものはいつまでも止まり続けることに焦点をあてて実験を行う。

- ・ダルマ落とし
- ・ペン落とし
- ・テーブルクロス引き（魔法のボトルによる色水実験付き）
- ・ボール落とし

・タライ落とし

特徴：見た目の現象が単純なので、分かりやすい実験であり、見学者もストレスなく見ることができるショーである。このショーは平成21年に日立サイエンスショーフェスティバルで山梨県立科学館の上野元嗣氏が演じたものをベースに作成した。



写真3 「慣性で大歓声」実演風景

(6) みんなの空気

設定：2人は兄弟姉妹という設定で、会話をしながら実験を行うというスタイル。

内容：大気圧について様々な実験を行い、身の回りにある空気について知ってもらう。

- ・ゴム板の吸盤
- ・ラップフィルム割り
- ・ペットボトルの空気を抜いてつぶす。
- ・つぶしたペットボトルを真空槽に入れて膨らみます。
- ・マグデブルグ真空容器に人間がぶら下がる。
- ・真空噴水。真空にしたパイプを水槽に入れてバルブを開くとパイプの中で噴水になる。
- ・ピンポンバズーカ。ピンポン球を入れたパイプの中の空気を抜き、パイプの両端をふさいであるテープを切り裂くとピンポン球が勢いよく飛び出してアルミ缶を破壊する。

特徴：2人の会話や見学者への問いかけによりショーを進行させていく。大気圧の説明が簡単でないことと、2人の会話を上手にかみ合わせる事が易しくないことから、実演するのが比較的難しいショーである。大気圧の説明がきちんとできないと、見学者は実験の意味がさっぱり分からなくなり、見ていても面白みがなくなる。2人の会

話がかみあわないと、全体の進行がわかりづらいので、やはり見ていて面白みなくなる。ただ、最後の実験が衝撃音と共に、ピンポン玉によって空き缶に穴が空くので、見学者に与える印象が強く、それによってヘタなショーも多少救われる演目でもある。

(7) まわる まわる まわる

設定：実験が大好きだけどあまり詳しくない人と、実験に詳しい人による掛け合い。

内容：回転しているものは、静止しているものより安定しているというテーマで回転に関する実験を行う。

- ・皿まわし
- ・ディアボロ（中国コマ）
- ・自転車のタイヤのコマ
- ・自転車のタイヤを吊るして片方のヒモを切る。
- ・自転車のタイヤを振り下ろす。
- ・回転盤の上ののって自転車のタイヤを傾ける。
- ・バケツの遠心力の実験
- ・トルコのお盆の遠心力の実験

特徴：2人の会話や見学者への問いかけによりショーを進行させていく。2人の会話がぎこちないと、見ていてつまらないショーになる。また、回転のジャイロ効果の説明が難しく、見学者の理解をはかりながら解説をしないと、実験の意味が見学者に伝わらない。演じるのが難しいショーのひとつである。

(8) ハカセとサンタのメリークリスマス

設定：クリスマスを実験室で一人過ごすハカセのもとにサンタがやってくる。プレゼントや料理など



写真4 「ハカセとサンタのメリークリスマス」 実演風景

を通して化学系の実験を行なう。

内容：見た目が派手な化学系アラカルト実験である。

- ・万能指示薬とドライアイスによる色変化
- ・色が変わる花（指示薬を染みこませた花の酸塩基反応）
- ・魔法のボトル（1本のワインビンから白ワインと赤ワインを作る：鉄ミョウバンによる色変化）
- ・チキンの炎色反応（チキンに見立てた綿を用いて炎色反応を行なう）
- ・リズムックウォーター（ヨウ素酸カリウムなどを用いた振動反応）
- ・カクテルグラスタワーを用いた化学発光
- ・オレンジオイルによる風船割り

特徴：クリスマス時期だけに行う季節限定ショーである。理論的な説明はあまり行わず、見て楽しんでもらうことを第一にして作成したショーである。化学系の実験は、薬品の準備や、器具類の洗浄などに多くの手間がかかるため、常時のショーには負担が多く、クリスマス期間だけなどのイベント時に行なっている。

(9) 夏祭り屋台サイエンス

設定：夏祭りの屋台に浴衣を着たお客がやってくる寸劇で、屋台で様々な実験が行われる。

内容：一般的なお祭の屋台で販売しているものをテーマにして、実験内容を組み立てたアラカルトメニューな実験である。

- ・ポップコーン（浮力の原理を用いてポップコーンが一瞬でできたように見せる）
- ・射的（空気砲を用いた射的）



写真5 「夏祭り屋台サイエンス」 実演風景

- ・かき氷（過冷却水）
- ・水ふうせん（水風船を口のせまいビンの中に入れる）
- ・スーパーボール（跳ねるボールと跳ねないボール比べ）
- ・風船（オレンジオイルによる風船割り）

特徴：夏休み期間だけの季節限定ショー。理論的な説明はあまり行わず、見て楽しんでもらうことを第一にして作成したショーである。屋台の売り子と、浴衣を着たお客という設定が夏休みよくマッチしており、見学者はもとより館内関係者から好評を得たショーであった。

6. まとめ

新館リニューアル以来、当館のショーは2人の掛

け合いで行う形式の確立を目指している。見学者を惹きつけるいくつかのショーを作ることにはできたが、ショーを行う人材を成長させるための方法が今後より重要になってくる。

7. 謝辞

サイエンスショーは科学館やその他多くの人々によって行われてきている。彼ら先人たちの努力や創意工夫があって、現在のショーが行われている。当館で行うショーに影響を与えてくれたすべての人々に深く感謝する。

参考文献

- (1) 山田吉孝 (2012) サイエンスステージの設計 科学館紀要第38号, p41-44. 名古屋市科学館

平成23年度生命館5階展示更新について ～『ワンダーゲノム』と『生きもののラボ』

Renewal of permanent exhibits for “Life Science” I :
“Wonder of Genome” and “Biological Lab”

尾坂 知江子*

OZAKA Chieko

1. はじめに

平成元年4月、名古屋市科学館では全国に先駆け、「生命」「人体」「生活」「環境」の4常設展示室からなる生命館を開館させた。当初は造作展示物だけであったが（注1）、平成24年3月に一部展示替

えを行い、生物の多様性と共通性を暗示する「ワンダーゲノム」およびモデル生物などの生きものの展示と生命科学の観察・実験を体験できるコーナー「生きもののラボ」を公開した。展示更新前後の展示配置図を図1と2に示した。

本稿では、この新展示品について報告し、科学館教育における生命科学系展示について考える。

さて、この生命館5階は平成元年にフロア名称「生命」として公開して以来、平成17年の「ゲノムの迷路」を新設しただけで、23年が経っていた。この間、生命科学の進展は目覚ましく、日常生活にもDNA鑑定、遺伝子診断、遺伝子組換え食物など身近なところで生命科学の技術が使われるようになってきた。学校の生物学教育においても生命科学の発展を理解しようと学習指導要領が改訂され、遺伝子工学にも力を入れることとなってきた（高等学校では、平成24年度より先行実施）。また、2010年、名古屋で生物多様性条約締結国会議COP10が開催されたように「遺伝子レベルの生物の多様性」についても議論が遡上にあがるようになってきた。日本国内では、遺伝子科学関連の展示は、まだごく一部に限られているのが現状であるが、アメリカや東南アジアの先進的科学館では、遺伝子組換えや生命倫理の展示にも果敢に挑戦している¹⁾。このような背景の中、生命科学の発展や新しい生物学教育の流れに合わせて、ゲノムや先端の生命科学の理解をめざし、展示替えを4年かけて行うことになった。

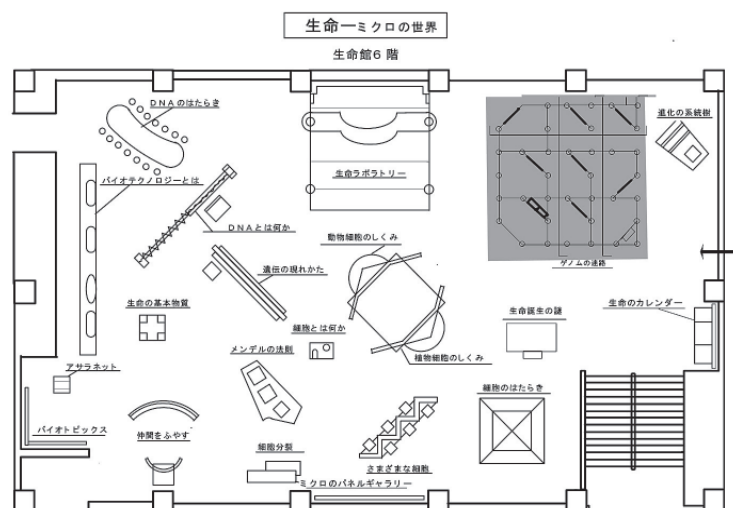


図1 生命館5階『生命』展示配置図 (平成17年～平成23年10月)

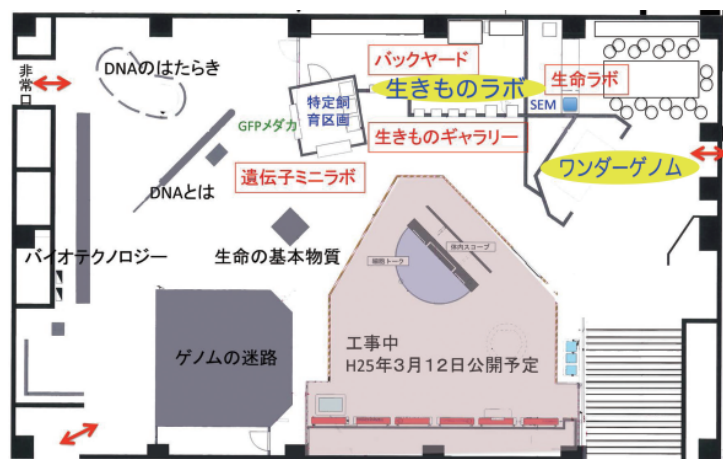


図2 生命館5階『生命のひみつ』展示配置図 (平成25年1月末現在)

*名古屋市科学館学芸課

2. 「ワンダーゲノム」について

平成23年3月に当館では、理工館と天文館の建物を立て替え、リニューアルオープンした。その際、生命館と新理工館とつなげるために、生命館の各階の常設展示室東面に狭い連絡通路を作った。また見学者の入館経路が新理工館新館に移ったため、見学動線が著しく替わった。その結果、生命館各常設展示室は、新理工館を横切って、その奥に位置することになった（このリニューアルの時に、展示室名が「生命のひみつ」に変更された）。理工館からの連絡通路がメイン入り口になることから、今回の展示更新では、連絡路付近を「ウエルカムエリア」と位置づけ、アトラティブかつ部屋のシンボリックな展示品を作ることにした。これが「ワンダーゲノム」で、ウエルカムボード（歓迎あいさつの看板）に当たる。

「ワンダーゲノム」は、コンピューターと赤外線センシングによるゲーム風展示物である（写真1、2）。地球上の全ての生物は、ゲノム（DNAの塩基配列による全遺伝情報）によって生きている。そこで、このコンピュータゲーム風の参加型展示を通して、ゲノムの違いが作り出す多様な生物の世界「ゲノムワールド」を見つめ直し、「おなじでちがうちがっておなじ」というフロアテーマを実感してもらうこととした。

ここに出てくる生物は、

動物類：ヒト、メダカ、ハエ、マダコ

植物類：イネ、シロイヌナズナ、テッポウユリ

菌類：こうぼ

古細菌：高度好塩菌

細菌：大腸菌



写真1 「ワンダーゲノム」の外観。画面は、終盤の生命の系統樹。

の10種類で、右側のパネルには、ゲノムサイズを表示した。このコンテンツは、前面の大きな画面に10種類のうちのひとつがランダムに選択され、そのDNAの二重螺旋の片側の塩基配列（架空のもの）の抜けたところを塩基の相補性を使ってゲノムピース（塩基）を補っていくという内容である。天井には赤外線照射器とセンサーがあり、上から投影される絵を手で遮ることによって、センサーがはたらかし、ゲームが進んでいく。完成すると絵が変化し、選択した生物種が生命の系統樹にのぼっていき、最後に「おなじでちがうちがっておなじ 生きものの世界」というメッセージが映し出される。

このゲームの向かい側（東側）のボードには、男女の子供とチンパンジーが描かれており、ゲノムの違いを数字で表している。これは種内の個人差と種間差もゲノムの違いであり、多様性を産んでいることを示している。このボードはいわゆる“顔出し”とよばれる写真撮影コーナーで、裏側に回って穴から顔を出すと、チンパンジー顔になったり、女の子顔になったりするところを記念撮影できるようになっている。

顔を出すところは、穴を開けたままではなく、顔を印刷したシートでおおっていて、後ろから顔を出さなくてもひとつのイラストとしても眺められるように配慮した。最近では、観覧者が、カメラ付きの携帯電話を持っているので、撮影している様子をよく見かける。

この展示品は、ゲノムを学術的に理解してもらうためのものではない。ゲノムについては、ごく簡単に文字で説明しているだけである。ここでは、ゲノムという同じシステムで地球上の生物が生きて、進化してきたこと、地球上には生物が多様に存在することをイメージしてもらうことを目標にしているか



写真2 「ワンダーゲノム」のゲーム中盤。左下は、頭上のセンサー機器。

らである。当初は、見学者が、ゲノム＝わからない、難しいものと感じて、あるいは（特に大人は）ゲームのやり方がわからない（説明をじっくり読まない可能性がある）ので、参加しないかと思ったが、意外と幼児から高齢者までみんな楽しそうにやっている。また、ゲノムという言葉にも怪訝な顔をされる方は少ない。“ゲノム”は、最近よくニュースなどで聞く言葉になっているためと思う。これが10年前なら反応は違い、敬遠される展示になったかもしれない。

3. 「生きものラボ」

「生きものラボ」(写真3, 4)は、(1)モデル生物や発光生物など20種余を生体展示する「生きものギャラリー」、(2)遺伝子組換え体GFPメダカ(OIMA1-GFP)の飼育展示と遺伝子実験室風に演出した「遺伝子ミニラボ」、(3)観覧者が自ら観察・実験を体験できる「生命ラボ」の3つのコーナーと給排水施設があるバックヤードから構成されている。

(1) 「生きものギャラリー」

モデル生物や発光生物など20余種を生体展示している。現時点で扱っている生物は、表1の通りである。モデル生物を展示したのは、科学ニュースや教科書で出てくる生物であるが、一般の方には実物を見学する機会が少ないこと、そして、科学の発展を支えている生物を紹介することは科学館の役目であると考えたからである。モデル生物といえば、ほ乳類のマウスが1番にあげられると思うが、動物愛護管理法や人畜共通疾病を考慮し、ほ乳類、鳥類、は虫類は扱っていない。生物の入手方法は、購入のほか、ナショナルバイオリソースプロジェクト(注

2)や研究者・高等学校生物教員のご協力を得て入手している。当初、脊索動物カタウレイボヤやアメーバー等も試みたが、維持困難あるいは小さくて展示に不向きなどの理由で現在は展示していない。扱う生物種については、現在でも試行錯誤しているところである。

飼育培養方法は、それぞれ関連資料を基に、当館の現状にあった方法を試行錯誤している。1種類ずつは少量であるが、多種類維持して展示するので、それぞれの温度、湿度、照明のコントロールが問題となる。温湿度の管理は、基本的には展示室の空調に頼っている。水生生物の一部は、約25～26℃の定温ヒーターを使用しているものもある。生物飼育の専門家からは、冬の寒さより夏の夜の温度管理対策をしておくようにアドバイスをいただいた。当館の展示室の空調は夕方には止まるので、真夏の夜中には30℃近くになる可能性があったからである。たしかに夏はミジンコ始め生物たちの調子が良くなかった。対策としては、小型の冷温庫を購入し、夜は展示ケースから移動させるか、あるいはストック分の生物を冷温庫で維持する、小型ファンの設置等が考えられる。今後検討していきたい。

照明の制御については、水槽用の蛍光灯を簡易なタイマーで制御している。植物系は、展示用の照明では不十分で、シジャクモなど水棲植物は弱ってしまったので、対策を検討している。

維持管理作業としては、給餌や水換え、植物への水やりの必要がある。手間がかかるのは、発光バクテリアや粘菌、ショウジョウバエなどエサや培地を作り、定期的に移し替える必要があるものである。

この生きものギャラリーは、次の4つのコーナーに分かれる。



写真3：生きものギャラリー外観。



写真4：遺伝子ミニラボ外観。

表 1 生きものラボ生物リスト 平成 24 年 12 月末現在

★ボトルガーデン			
生物名	協力者名		主な特徴, 主な研究など
1 チクビヒドラ	国立遺伝学研究所	淡水	神経系や消化管系のしくみが研究されている。
2 ネマトステラ	国立遺伝学研究所	1/2 海水	神経系や消化管系の体のしくみが研究されている。ヒドラより大きい。
3 アルテミア		海水	乾燥卵で、いつでもふ化させることができる。エサになる他、光背反射などでも有名。
4 オオミジンコ	井口泰泉 (基礎生物学研究所)	淡水	内分泌かく乱物質など水環境の汚染と性分化についても研究されている。独特の泳ぎ方。
5 プラナリア		淡水	切っても切っても再生してくる動物として有名。
6 モジホコリ	国立科学博物館教育ボランティア変形菌・きのこグループ	寒天培地	真正粘菌 (変形菌)。黄色のレース状。イグノーベル賞で迷路を解く粘菌としても有名。
7 ミドリムシ	愛知県総合教育センター	淡水	葉緑体を持ち光合成をするが、鞭毛をもち動くこともできる。最近はユーグレナともいわれる。
8 ミル fras コモ	名古屋大学博物館野外観察園	淡水	
9 インフラータ	名古屋大学博物館野外観察園	1/6 海水	ひとつの細胞が大きく細胞内の様子が観察しやすいため、学校理科教育において、原形質流動の観察に本種が用いられる。教材植物。
10 シャジクモ	名古屋大学博物館野外観察園	淡水	
11 オウシャジクモ	名古屋大学博物館野外観察園	淡水	
12 キイロシヨウジョウバエ 野生型 <i>oregon</i>	西郷孝 (旭が丘高等学校)	管瓶	ハエ目 (双翅目) の完全変態昆虫。小さく、飼育しやすく、生活環が短いので、発生、神経、染色体、遺伝子などさまざまな生物研究に使われてきた。シヨウジョウバエ研究は一世紀にわたる歴史を持ち、さまざまな知見が蓄積されている。W:白目, e:体色黒, y:体色黄, Vg:痕跡翅。
13 キイロシヨウジョウバエ <i>W</i>	西郷孝 (旭が丘高等学校)	管瓶	
14 キイロシヨウジョウバエ <i>e</i>	西郷孝 (旭が丘高等学校)	管瓶	
15 キイロシヨウジョウバエ <i>y</i>	西郷孝 (旭が丘高等学校)	管瓶	
16 キイロシヨウジョウバエ <i>Vg</i>	西郷孝 (旭が丘高等学校)	管瓶	
★8つの窓			
生物名	協力者名		主な特徴, 主な研究など
17 アフリカツメガエル		淡水	一生を水の中で暮らすカエル。1年中卵を採れるので、発生や変態の研究に使われている。
18 ゼブラフィッシュ	ナショナルバイオリソースプロジェクト (ゼブラフィッシュ)	淡水	世界中で使われている小型魚類。メダカに比べて卵がやわらかく透明で、操作観察しやすい。
19 ニホンウナギ	愛知県水産試験場	淡水	産業動物として完全養殖化を目指して研究されている。近年シラスウナギの漁獲量が激減。
20 シロイヌナズナ	(独) 理化学研究所バイオリソースセンター		世界中で一番良く研究に使われるモデル植物。
21 ヒメツリガネゴケ	長谷部光泰 (基礎生物学研究所)		一層の細胞で葉ができていて、切るとそこから再生してくる。植物の再生の研究で有名。
22 ゼニゴケ	名古屋市立向陽高等学校		無性芽の表裏についての研究で今年度読売学生科学賞「文部科学大臣賞」受賞。
23 カイコ	西郷孝 (旭が丘高等学校)		人工飼料でも飼育可。ホルモンやタンパク質の研究に利用。ネコインターフェロン生産も実用化。
★発光生物			
生物名	協力者名		主な特徴, 主な研究など
24 オーストラリアマツカサウオ		海水	下唇の横に発光バクテリアが入った発光器がある。オーストラリア産。日本産は、光が弱い。
25 ヘイケボタル	池谷治義 (桐蔭学園高等学校)		照明を人工的に調節して、昼間に光るようにしている。成虫は10日ぐらいで死ぬ。
26 発光バクテリア	大場裕一 (名古屋大学)	寒天培地	発光魚ホタルジャコからとった細菌を寒天培地で培養している。3日ぐらいで交換。
27 ヤコウタケ	NPO法人八丈島観光レクリエーション研究会		八丈島産菌糸を人工培養。子実体には1カ月以上かかる。傘や襷が強く緑色に発光。

A. ボトルガーデン

ミジンコやヒドラ、シジャクモなど小さな生物や水生植物を透明容器に入れて展示している。観覧側には、簡易な虫眼鏡 (約3倍) を用意し、拡大して観察できるようになっている。当初、ペットボトルか円柱形の標本ビンを並べて展示するつもりであったので、この名前がある。しかし円柱の曲面はどう

しても生物が歪んで見えるので、平面容器を検討した。真正粘菌モジホコリやオオミジンコなどは、1リットルの培養フラスコを使用している。ただし、培養フラスコは出し入れ口が小さいので、水草は、円筒の広口標本ビンを使っている。

モジホコリは、培養フラスコ内面を2%寒天で覆い、餌としてオートミールを中に入れている。モジ

ホコリは、本来明るいところは苦手であるが、展示の際は他のものといっしょに照明をしている。始めの数日はレース状に広がってきれいである。その後エサが腐ってきたり、カビが生えてきて、非常に見た目にも悪くなるので、新しいセットに週1〜2回取り替えている。

B. イングの展示

イングとは、進行形という意味で名付けた。ここには2つのモニターがあり、オジギソウ等生きものの動きや成長などをコマ落とし撮影（インターバル撮影）した映像を時間のスケールを短縮して上映している。横の大きな丸窓の奥では、インターバル撮影もできるスペースになっている。ただ、本格的に撮影しようとするとも照明等も工夫する必要があり、ほとんど活用できていないのが反省点である。

C. 8つの丸窓（写真5）

ここは、上下2段に40cm水槽を8台置いてある。維持管理作業を考慮して、上段には水棲生物、下段には全体の重量が重くならないものにした。モデル生物には、研究室でも育てやすく、いろいろな生命現象が観察しやすい生物が、近代科学の流れの中で選ばれてきた。多くの研究者が同じ生物を使って研究しているので、ライフサイクルや今では、遺伝子の働きやゲノムもよく研究されている。研究施設の協力も得られる。例えばシロイヌナズナは、理化学研究所から寒天プレートに播種し、双葉が出たものを送ってもらっている。それを当館で小さな鉢に植え替えて展示している。

課題としては、各生物の観察のポイントやその生

物からわかった生物学的な知見等の解説が不十分なので、対策を検討している。

D. 光る生きものたち

発光する生物は、植物をのぞき、バクテリアから魚類まで広く生物界の中に分布している。光る能力は、人為的なものではなく、長い年月をかけ進化の過程で身につけたものである。ホタルを例に挙げるまでもなく、発光生物は多くの人にとってとても魅力的な生物である。しかしながら、発光生物の常設展示は簡単ではない。生物の維持に加え、発光が見えるように昼間に暗いところに置く必要があること、発光の瞬間を常時見せるのは困難であること、暗いので解説がしにくいことなどいくつか障害がある。以前に実施した発光生物の企画展²⁾の経験をもとに、ここでは、表1にあげたように、魚類、昆虫、キノコ、発光バクテリアを展示している。発光魚やホタルの展示は、水族館、昆虫館でも展示していると思うが、発光バクテリアの展示までしているところは全国的に見ても珍しい。多様な発光生物種を展示するために、毎日入れ替えたり（発光バクテリアやヤコウタケ）、夜間に照明をして昼夜逆転したり（ホタルの場合）、本物の生物発光を観察してもらえるように工夫している。

（2）遺伝子ミニラボ（写真6, 7）

遺伝子組換え体GFPメダカ（O1MA1-GFP）の飼育展示と遺伝子実験室風に演出した小部屋である。

GFPメダカの常設展示は、国内の科学館では初めてであり、カルタヘナ法（注3）の「特定飼育区画」の基準に合わせるため、二重の扉にし、「遺伝子組換え生物飼育中」「特定飼育区画」の看板を掲げている。GFPメダカは基礎生物学研究所から提供を受けた。ミニラボ内には、給排水設備はない。そこで、水替え時には、成体、卵が外部に漏れ出ないように、排水を一旦タンクにため、次亜塩素酸系の薬品を加えて、1週間以上置いてから流しに捨てるようにしている。また、アミ等の使用器具もGFPメダカ専用になっている。GFPメダカ的水槽は、展示室側からはガラス越しに見るようにした。そして、ボタンを押すと青色LEDが水槽の中を照らし、メダカが輝くようにしている（写真6）。青色LEDの効果を出すため、昼間は、展示室内の天井照明だけで、水槽用の照明をしていなかった。10カ月経っても次世



写真5：「8つの丸窓」のシロイヌナズナの展示。

代が増えてこないことから、照明不足が原因だと考えられ、現在は、開館時間前後に水槽上部に置いた蛍光灯照明器具を点灯している。

遺伝子ミニラボ内には、GFPメダカの水槽以外に、オートクレーブ、電気泳動装置、人工気象器、電子レンジ、無菌箱等が置いてある。これらの機器は、実験室風の演出のためだけではなく、実際生きものの維持作業に使っている。このミニラボ内は、カルタヘナ法のP1施設に相当しないので遺伝子組換え実験はできない。しかし、遺伝子分析実験をすることはできる。そこで、適宜、当館の南側の白川公園で発見されたホタルミミズや愛知教育大学渡邊幹男研究室の学生による雑種タンポポの遺伝子分析公開実験も実施している（写真7）。

（3）生命ラボ

展示更新前まで実施していた実験演示形式の実演コーナー「生命ラボラトリー」を今回、走査電子顕微鏡と光学顕微鏡を常備し、参加者（9組18名分）が自ら観察・実験を体験できるコーナーに作り直し



写真6：「遺伝子ミニラボ」のGFPメダカの展示。ガラス越しに見学できる。右下は、GFPメダカ。



写真7：「遺伝子ミニラボ」内でタンポポ遺伝子分析公開実験開催。

た（写真8）。学芸員が企画し運営員が実施する実験体験プログラム（平日1回、休日2回、各回20分）のほか、毎週土日に行う電顕を使った観察会や国際植物の日記念行事など特別行事も開催してきた（表2）。

展示更新後、科学館運営員が実施してきた「生命ラボ」³⁾と電子顕微鏡も使ったワークショップ「のぞいてみよう！ミクロの世界」⁴⁾については、別稿をご覧いただきたい。

4. 新しい科学館活動をめざして

今回の展示更新では、単に造作展示物を新しく作り替えたのではない。モデル生物、教材生物を維持展示するという課題で、展示生物への協力ネットワークを広げつつある。さらにその生物を使って小学校の授業と連携も試みることができた。実験体験コーナー「生命ラボ」を整備したり、GFPメダカや本格的な研究機器を導入した「遺伝子ミニラボ」でも、多くの生物研究者、教育関係者に科学館活動に関わっていただく『場』になりつつある。

今後の課題は、生物の維持、展示方法の改善の他、広報・情報発信、生体の活用、学校等との連携、ITやデジタル機器の活用など山積みである。生物学の素養のあり社会教育にも関心のある人材の確保・育成も大きな課題である。今後も外部の協力・連携を得ながら、「生きものラボ」の安定的な維持展示方法を確立し、この地域の社会教育における生物学教育分野に役立つ『楽しみながら生物学を学ぶ場』にしていきたい。

なお、本展示更新にあたって、とくにGFPメダカやモデル生物についての入手方法から維持については、平成23年度調査研究の調査結果を活用してい



写真8：「生命ラボ」特別イベント「ウナギのひみつ」の開催風景。

表2 生命ラボイベントリスト 平成24年12月末現在

★生命ラボ 通常実演

タイトル	実施期間	内 容	資料協力など
「あれ!目のさっかく」	2012年3月,4月	ダイヤモンド錯視など錯視を体感する.	生理学研究所
「煮干しのかいぼう」	2012年5月	煮干し(頭部)を解剖し,体のつくりを学ぶ.小林眞理子さん	小林眞理子さん
「かむかむパワーをくらべてみよう」	2012年6月	ガムをかんで「そしゃく能力」を比較する.だ液アミラーゼの確認.	菌のびっくりボランティアーズ
「シロアリのふしぎな行動」	2012年7月	シロアリがボールペンの線を歩く,「道しるべフェロモン」の実験.	名古屋市生活衛生センター
「ビタミンCを調べてみよう」	2012年8月,9月	ヨウ素液で,飲み物にビタミンCが入っているか確認.	
「こうばのふしぎなビーズを作ろう」	2012年10月	アルギン酸Naに酵母を入れたビーズを作る.バイオリクター入門.	
「ミドリムシってどんなムシ?」	2012年11月	ミドリムシを生物顕微鏡で観察し,模型を作製.	岩国市立ミクロ生物館
「きみは細胞のかたまりだ!」	2012年12月	口腔内細胞と皮膚の細胞を観察し,細胞のサイズと核を確認.	
「色がかわる!色でわかる!」	2013年1月	紫イモの色素で食べ物の酸性アルカリ性を確認	(株)堀場製作所

★生命ラボ 特別イベント

タイトル	実施期間	内 容	共催/協力等
光る生きもののひみつ	2012年3/17~20	ホタルの発光の実験やGFPメダカ標本の観察.	大場玲子さん
のぞいてみよう!ミクロの世界	毎週土日	電子顕微鏡と光学顕微鏡を使った生物の観察.「ふしぎふしぎ生きもののサーフェイス」「トリの羽のひみつ」「ハスの葉のひみつ」「香りはどこから」など.	サイエンスナビゲーター
国際植物の日記念行事	2012年5/19,20	国際植物の日を記念した行事.シロイヌナズナのトライコームなどを実体顕微鏡で観察.	(独)理化学研究所
小学校連携授業	2012年7/5,12	小学1年,2年生対象.カイコ,ホタルを観察して,昆虫にふれあう.	名古屋市立栄小学校
ウナギのひみつ	2012年4/28,5/6,7/24,25	ニホンウナギの受精卵,プレレプトセファルス等の標本を観察し,ウナギの一生について学ぶ.	愛知県水産試験場
花の模型を作ってみよう	2012年10/11,11/23,12/9	サクラとアサガオの花の紙模型を作り,花のつくりの共通性を学ぶ.卒論研究の一環.	堀成弥さん(愛知教育大学大鹿研究室)
けんぴ鏡で観察しよう	2012年7/26~8/31の平日	実体顕微鏡でショウジョウバエ(乾燥標本・生体),ヘイケホタル(生体)を観察し,スケッチする.	展示室ボランティアの皆さん

る。

5.謝辞

「生きものラボ」の公開ならびに運営に関しては,多くの方々,研究機関からご協力をいただいている。また,株式会社乃村工藝社には,展示の設計・制作を担当していただいた。この紙面を持って心よりお礼申し上げたい。

(注1) 正確にいうと,生命館2階に地球の閉鎖生態系を象徴するために,球体に魚や植物を入れた展示品「生命地球」がある。

(注2) NBRP(ナショナルバイオリソースプロジェクト,情報公開サイト:www.nbrp.jp)。バイオリソース(研究開発の材料としての動物・植物・微生物の系統・集団・組織・細胞・遺伝子材料等及びそれらの情報)のうち,国が戦略的に整備することが重要なものについて,体系的な収集・保存・提供等の体制を文部科学省が整備している。

(注3)「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」2003(平成15)年6月成立,公布され2004(平成16)年2月19日より施行。

参考文献

- (1) 尾坂知江子(2009)科学リテラシー涵養に関する視点～“遺伝子”を展示する試みパート4 科学館紀要 第35号, p1-4. 名古屋市科学館
- (2) 尾坂知江子(2006)企画展「光る生きものたち～輝く魅力と探究の浪漫」開催レポート 科学館紀要 第32号, p22-25. 名古屋市科学館
- (3) 尾坂知江子ら(2013)新「生命ラボ」の実験体験プログラムについて 科学館紀要 第39号, p28-38. 名古屋市科学館
- (4) 尾坂知江子ら(2013)「のぞいてみよう!ミクロの世界」～走査型電子顕微鏡を使った新しい科学館活動の試み 科学館紀要 第39号, p23-27. 名古屋市科学館

デジタルコンテンツの制作手法の調査・開発

Research and development of how to create digital contents for the planetarium

持田大作^{*}・服部完治^{*}・毛利勝廣^{*}・
小林修二^{*}・大西高司^{*}・野田学^{*}

MOCHIDA Daisaku・HATTORI Kanji・MOURI Katsuhiro・
KOBAYASHI Shuji・OHNISHI Takashi・NODA Manabu

1. はじめに

名古屋市科学館は2011年3月19日に新館がオープンした。科学館を外から見て、まず目につくのが巨大な球体で、その中に直径35メートルのプラネタリウムドームが設置されている。プラネタリウムは、以下のコンセプトのもと建設が進められた。

- ・世界最大（直径35メートル）のドームスクリーンに、星像がシャープな、限りなく本物に近い星空の再現
- ・宇宙旅行を体験しているような没入感のある、全天に広がる高画質な映像の上映
- ・観覧者と意思の疎通を図りながら進行する「生解説」
- ・映像に臨場感、迫力を与える音響空間
- ・ゆとりあるリラクセスシートによる快適性の向上
- ・「朝夕焼けに朝霧」など、各シーンを盛り上げる特殊効果
- ・最新機器により日月食、流星、オーロラ等の天文現象を科学的に再現
- ・レーザー光線等によるエンターテインメント性豊かな演出

これらを実現するために、プラネタリウムドーム内の機器は一新され、星空や宇宙を表現する投影機が主に2つ設置された。1つはレンズを通してシャープな星をドームに投影する光学式プラネタリウムで、地上から見られる星空をほぼ本物と同じように表現することができる。もう1つはコンピュータグラフィックスをビデオプロジェクターでドームに投影するデジタル式プラネタリウムで、コンピュータで表示できるものなら、基本どんなものでもドーム

スクリーンに写すことができる。例えば宇宙空間を自由自在に飛び回ったり、時間を過去や未来へ行き来したり、星が日周していく様子を軌跡で表現したり、写真をたくさん貼り付けて空にアルバムを作ったりといったことである。

デジタル式プラネタリウムには、無限の可能性が秘められていると言ってもよいだろう。しかしその可能性を引き出すためには、デジタルコンテンツの制作者に相当の力量が必要である。制作者にその番組で表現したい明確な思いがあることはもちろんのこと、映像のどのような動きが観客にとって不快に感じられ、どのような動きが驚きにつながるのかなど、映像が観客に与える印象に対して深い思慮があること、それを表現するためにデジタル式プラネタリウムのハード的な特徴を熟知していること、といった多岐にわたる技能が必要である。

この技能を学ぶために、国際科学映像祭のドームフェスタに参加した。さらに当館と共通したシステムでプラネタリウムを運営している、東京都にある「葛飾区郷土と天文の博物館」、および福岡県にある「宗像ユリックスプラネタリウム」を視察し、意見交換を行った。

本稿ではこれらの調査で学んだことを報告する。

2. 視察先

視察した3カ所について、概要をまとめる。

(1) 国際科学映像祭

近年、宇宙や生命など科学技術に関するデジタル映像が多く生み出されているが、私たちがそれらを目にする機会は限られている。そこで多くの人々にそういった映像を見る機会を提供するとともに、コンテンツや技術開発に関わる人々の情報交換、およ

^{*}名古屋市科学館学芸課

び科学映像クリエイターの発表の場として、第1回国際科学映像祭が2010年に開催された。今回筆者が参加したのは、2回目にあたる。

開催期間は2011年8月10日～10月2日の計54日間で、日本国内の科学館、プラネタリウム、シアターなど39施設において、科学映像の上映やスタンプラリー、ワークショップなどが行われた。そのイベントの1つとして、ドームフェスタが府中市郷土の森博物館で開催された。ドームフェスタのプログラムには、映像制作とプラネタリウムそれぞれのプロフェッショナルの特別招待講演や、国内外のプラネタリウム用映像作品の上映、ショートプログラム作品のコンテスト、関連企業の展示などがあり、開催の3日間はまさに映像三昧というものであった。デジタルコンテンツを一気に20以上見て、映像を比較しながらその特徴を学ぶ絶好の機会であった。また映像技術は日進月歩であり、現在の映像レベルの調査にもなった。

（2）葛飾区郷土と天文の博物館

2011年11月15日から16日にかけて、東京都にある葛飾区郷土と天文の博物館（以下、葛飾と略称）を視察した。この施設はプラネタリウムの設備として、コニカミノルタプラネタリウム株式会社製のジェミニスターⅢ Katsushikaを備えている。これは光学式プラネタリウムとデジタル式プラネタリウムの

両方を供えたハイブリットタイプのプラネタリウムで、当館と同じシステム構成である。しかもデジタル式プラネタリウムは、当館と全く同じ「スカイマックスDSⅡR2」というシステムを使用している。そのため、葛飾が制作したコンテンツと当館が制作したコンテンツは相互に互換性があり、お互いが持っている情報を交換することで、すぐに番組に活かすことができる。ドームは直径18mの傾斜型で、172席全てが南向きに配置されている。

（3）宗像ユリックスプラネタリウム

2012年2月21日から22日にかけて、福岡県にある宗像ユリックスプラネタリウム（以下、宗像と略称）を視察した。この施設は2011年3月19日に機器のリニューアルが行われ、光学式プラネタリウムとしてカール・ツァイス社製のスカイマスター ZKP4を、デジタル式プラネタリウムとしてユニビュー＋ステラドーム プロフェッショナルを備えている。



写真1 ドームフェスタのパフレット



写真2 「葛飾区郷土と天文の博物館」のプラネタリウムドーム



写真3 「宗像ユリックスプラネタリウム」のプラネタリウムドーム

それぞれのシステムは異なるが、光学式とデジタル式の2つのプラネタリウムを備えているところは、当館と共通である。ドームは直径12mの水平型で、80席すべてが南向きに配置されている。

3. 考察

(1) ドーム形状とデジタルコンテンツ

ドームフェスタの映像作品は、ほぼ全てが南の空に映像の核心的な部分が表示されており、南を向いた観客を想定したものとなっていた。これはプラネタリウムの大半が傾斜型ドームを採用しているため、傾斜型ドームでは南面のスクリーンが最も広く、全座席が南を向いているのである。このタイプのドームは空いっぱいに広がる映像を見る点において好都合だが、例えば日の出、日の入りの方角を正確に表現できない、地平線よりも下の星が見えてしまうなど、教育目的の使用において問題がある。さらにドームで星空を見上げた雰囲気が実際の空とは随分と異なった印象になってしまう。また宗像のように水平型であっても、全座席が南を向いた配置になっている施設もある。

当館は、プラネタリウムの星空で完結するのではなく、プラネタリウムでの体験を元に、観客に本物の空を見上げて頂くことを目標としている。そのためには、プラネタリウムの星空が本物に近いことが最も重要で、水平型ドームを採用している。また座席は中央を向いた配置になっている。このような特徴の当館のプラネタリウムにおいて、デジタルコンテンツに課せられる大切な要素は、映像が特定の方向性を持たないことである。どの座席からも等しく楽しめるものでなくてはならない。この点から、ドームフェスタの映像は、いくら内容のすばらしいものであっても、そのままでは当館で使えない。映像の出し方に工夫が必要である。

ドームフェスタでヒントを得て、2012年1月の番組「宇宙誕生」で新たな手法を試みた。番組で使った映像は南向きの観客を想定したものであったが、映像をドームの水平方向に一定のスピードで回転させる処理を加えたのである。こうすることで、南に見えていた映像の核心部分が徐々に位置をかえて東、北へと移っていき、どの座席からも等しく見られるようになる。宇宙には上下左右の区別がないため、回転による違和感はほとんどない。ただし回転のスピードには細心の注意が必要である。遅すぎ

ると効果が弱く、早すぎると映像酔いをしてしまう。ドーム内で試行錯誤を繰り返して、最適な回転速度を決定した。

(2) コンピュータグラフィックスと実写映像

ドームフェスタの映像作品や、視察した2施設で使用されていたデジタルコンテンツは、その大半がコンピュータグラフィックス（CG）であった。CGを使用すると、深海の様子を探ったり、太陽系が誕生する様子を見たり、銀河間を飛行して宇宙の広がりを感じたり、といった現実には到底体験できないことをドーム内に再現することができる。しかもその映像は、現実以上に迫力のある形で構成することも可能である。観客は映像を見ながら、自分自身がまさにその体験をしているかのような錯覚に陥ってしまう。これは没入感という意味で大きなメリットだが、デメリットがあることも忘れてはならない。迫力に圧倒されてその映像で表現したい本質を見失ってしまったり、過剰な刺激によって感覚が麻痺したりする可能性がある。また迫力のある映像は酔いにつながりやすい。実際、多くの映像を見続けていると、初めのうちは迫力をすごいものを感じていても、だんだんそれが普通に感じられるようになっていく感覚があった。感覚の麻痺は恐ろしいものである。

ドームフェスタには、数は少ないものの実写映像があり、その映像を見ることで、CGにはない暖かみのような印象をもった。また実写映像は普段生活している視点に近く、酔いにくい特徴もある。

当館の番組制作においても、宇宙旅行のシーンなど、多くの場面でCGを用いている。しかし派手さを売りにするような見せ方は極力避け、そのシーンで表現したい内容をよく考えて、見せ方を工夫している。またCGにこだわらず、必要に応じて天体の写真を貼り込んで使ったり、実写映像をメインに使ったりもしている。例えば2012年2月の番組「オーロラ幻想」では、オーロラの原理的な説明にCGを使用し、その後時間の許す限りカナダのイエローナイフで撮影したオーロラの実写映像を満喫して頂く構成にした。

(3) 映像の視点

ドームフェスタの映像から、動くということに、2つの表現方法があることを学んだ。1つはドーム

内の映像が全て変化していく動きで、これは宇宙旅行を例にとると、映像を宇宙船のコクピットから見ているものとも言える。宇宙船が動くことで、宇宙の星々が迫ってくるような見え方をする。もう1つは宇宙船を外側から眺めたもので、静止した宇宙空間のなかを唯一宇宙船だけが動いていく見え方である。この2つの視点をうまく使い分けることで、面白い効果を演出できる。ある番組ではメトロノームが登場し、しばらく針が左右に動く様子が見えていた。そのうちメトロノームに近づくと、ふっと風景が左右に揺れる映像に切り替わった。これを見ると、観客はなにも説明がなくても今自分はメトロノームの針になっているのだと分かるわけである。視点については、他にも海や森の中、雨の景色、扉が開いてそのシアターに入るなど、工夫を凝らした作品がたくさんあった。

デジタル式プラネタリウムには、宇宙空間をリアルタイムでシミュレートする機能が備わっており、そこにはターゲットという概念がある。仮想のビデオカメラが向いている先がシミュレータで見えている世界となり、そのカメラが向いている先を規定するのがターゲットである。カメラをターゲット周りに回転させたり、ターゲットに近づけたり遠ざけたりすることで、見えている世界を変化させることができる。このターゲットを切り替えることで、映像の視点を変えることができる。

先に述べた通り、名古屋市科学館と葛飾はデジタル式プラネタリウムのシステムが同一なので、視察の目的の1つはターゲットの設定方法を具体的に学ぶことであった。視察において銀河間空間や星間空間を自由に飛行する番組を見せてもらい、ディスカッションしながら、ターゲットを任意に設定する方法を修得することができた。視察で学んだ知識を元に、2011年12月のキッズ番組「星めぐり銀河めぐり」を制作した。

(4) 効果的な映像

デジタルコンテンツというと、つい派手な映像を思い浮かべてしまうが、映像の本質は決して派手さではない。大切なことは効果的な使い方にあることを、視察した2施設の番組で再確認した。

葛飾は小学校4年生向け投影で、時間を進めて星が動いていく様子を、デジタル式プラネタリウムで軌跡を描くことで表現していた。解説者は一時間ず

つ時間を進めながら、その都度星が動いていく先を生徒に予測させ、指で位置を指し示すよう話す。初めのうちは予測がうまくいっていなかった生徒も、何度も繰り返して行っているうちに、予測の精度が上がっていく様子がはっきりと感じられた。位置を予測するのに、星が動いた後に線が残されている効果は非常に大きい。

宗像は幼児向け投影で、星に合わせて出している星座線が、音楽に合わせて突然踊りだすといった演出をしていた。星座線というと、普通はそこに静止し続けているものなので、この演出には仰天した。私たちは物事に対して様々な固定観念を持っているが、そんな観念を打ち破った映像のすごさを実感した。実際に幼児達の反応もよく、この演出をおもいっきり楽しんでいた。

これらのデジタルコンテンツは宇宙旅行などと比べると地味であるが、大きな効果が期待できるものである。

(5) デジタル式プラネタリウムの使用比率

光学式プラネタリウムとデジタル式プラネタリウムをどのように組み合わせて運用するのか、これは各施設によって考え方が大きく異なっている。当館は、プラネタリウムの本質は星空にあると考え、光学式プラネタリウムに重きをおいて、デジタル式プラネタリウムはサポートとしての使い方が多い。デジタルコンテンツと解説者の説明を組み合わせることで効果的な演出となる番組構成をしている。宗像はこの考えに近く、光学式プラネタリウムの星空を大切に作る番組構成をしていた。一方葛飾はデジタル式プラネタリウムに重きをおいて、リアルタイムのシミュレーターに動画や静止画を組み合わせた様々なデジタルコンテンツの開発を行っている。しかし完成したコンテンツをそのまま自動で映すわけではなく、適宜解説を織り交ぜながら進行する番組構成としていた。

比率の違いはあれ、これら3館に共通しているのは生解説である。観客と意思の疎通を図りながら、ドーム内で一体感を作り出す生解説の良さを再認識するとともに、解説者の責任の重さをひしひしと感じた。

4. まとめ

デジタル式プラネタリムの具体的な操作方法から様々な視点の効果、プラネタリウムに対する考えなど、今回の調査で学んだことを実際に活用しながら、プラネタリウムの番組制作を行っている。番組制作においては、何が正解ということはない。日々自らの能力を高めながら、常により良いプラネタリウム番組を目指していきたい。

5. 謝辞

「葛飾区郷土と天文の博物館」の新井達之氏と井内麻友美氏をはじめスタッフの方々、「宗像ユリックスプラネタリウム」の加藤治氏と角田佳昭氏をはじめスタッフの方々には、視察で大変お世話になった。この場を借りて、心よりお礼を申し上げる。

参考文献

(1) 2011 年の国際科学映像祭

<http://image.sci-fest.net/2011/ja/outline.html>

2012 金星の太陽面通過への取り組みについて

The educational activities to a transit of Venus in 2012

小林 修 二^{*}・服部 完 治^{*}・毛利 勝 廣^{*}・
大西 高 司^{*}・持田 大 作^{*}・野田 学^{*}

KOBAYASHI Shuji・HATTORI Kanji・MOURI Katsuhiko・
OHNISHI Takashi・MOCHIDA Daisaku・NODA Manabu

1. はじめに

2012年6月6日（水）の朝から昼過ぎにかけて、「金星の太陽面通過」という現象が起きた。この現象に関して名古屋市科学館でおこなった教育普及活動についてまとめる。

2. 金星の太陽面通過について

金星の太陽面通過とは、太陽の前を金星が通過する現象である。太陽と金星と地球が一直線に並んだときに起こり、太陽面を小さな黒い丸が横切っていくように見える。

金星が太陽と地球の間にやってくる「内合」は、約1年7ヶ月ごとに起こるが、金星の公転軌道面は黄道面に対して3.4度ほどの傾きがあるため、内合のたびに太陽面通過が起こるわけではない。内合のころ、金星はたいてい、地球からみて太陽の上や下を通過していくことになる。前回の太陽面通過は、2004年6月8日に起きたが、名古屋では曇天のため、残念ながら見るができなかった。次回に起こるのは、100年以上先の2117年12月11日。非常に

珍しい天文現象とすることができる(図1、写真1)。

この現象は、金星の背後に極めてまぶしい太陽があるため、誰もが手軽に観察できるというものではない。太陽面を安全に見るためには、太陽メガネ等、太陽の光を適切に減光する道具が必要である。また、金星の見かけの大きさは視直径1分角（太陽のおよそ30分の1）のため、太陽の光を減光しても、人によっては金星が小さすぎて見えない可能性もあった。

3. 現象前の教育普及活動について

2012年は、このほかにも珍しい現象が立て続けに起こった。特に金星の太陽面通過の直前の2012年5月21日には金環日食が日本の広い地域で見られ、マスコミの盛り上がりは大きかった。また、その半月後の6月4日には部分月食が起こった。

金星の太陽面通過がマスコミに取り上げられた回数は、金環日食にくらべると少なかったものの(表1)、「金環日食が終われば、そこで使用した太陽メガネをそのまま金星の太陽面通過で使うことができる」といった安全に見るための報道がなされていたことは、喜ばしいことであった。

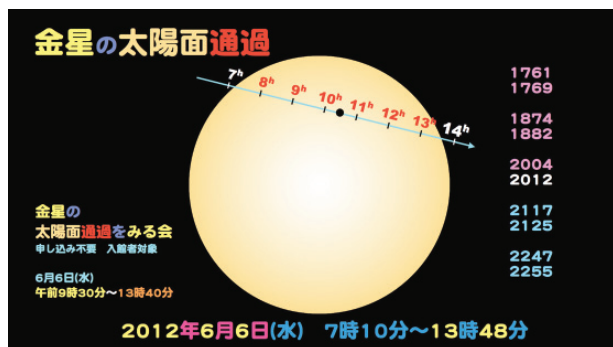


図1 金星の太陽面通過 説明図

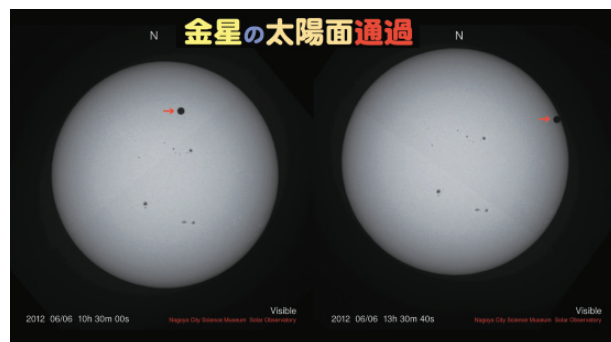


写真1 金星の太陽面通過の様子

^{*}名古屋市科学館学芸課

プラネタリウムでは、4月・5月は2ヶ月にわたり「金環日食」を、6月は「見えない光の天文学」をテーマに投影をおこない、金星の太陽面通過は毎月のプラネタリウムのテーマとしては取り上げなかった。金環日食と時期が近く、多くの人の関心は日食に向くと思われたため、日食の話題を中心にする必要があると考えたのである。しかし、見学者の反応を見ながら、適宜、金星の太陽面通過の解説もおこなった。

金星の太陽面通過を安全に観察するためには、太陽メガネ等で太陽光を適切に減光する必要がある。しかし、金星自体がかなり小さいため、人によっては見つけられない可能性がある。また、金星が見つからないことによって、太陽を凝視し、太陽メガネ等を使用している、目を痛めてしまう恐れもある。そこで、プラネタリウムでは、科学館の太陽望遠鏡を利用すると、大勢の人がいっしょに、安全に見られる点を強調して伝えるとともに、来館できない人のために、当日はインターネットでの中継を行うことを案内した。また、金星がどれほど小さく、見るのが難しいかを示すために、光学式プラネタリウムの機能を用いて、金星の太陽面通過の様子を再現した。プラネタリウムの黒い金星像では、半数程度の人が認識することができた。

4. 金星の太陽面通過 特別観望会

(1) 当日のスケジュール

当日の観望会は、科学館の開館時刻の午前9時30分から、金星の太陽面通過が終わる午後1時40分までとした。なお、映像記録を取るために、前日の気象情報をもとに、役割分担をおこなった。天気は回

復傾向という予報に基づき、科学館での撮影をメインとし、金星の太陽面通過が始まる午前7時10分から撮影がおこなえるように準備を進めた。また、天文指導者クラブ（ALC）の有志が、別の場所でも、撮影の準備をおこなった。

当日の天気は、日本の南海上を低気圧が通過したため、低気圧の通過にあわせて、ゆっくりと天気は回復した。名古屋では、7時10分の時点では雲に邪魔され、金星が太陽に潜入する瞬間を見ることはできなかった。しかし、観望会が始まる9時30分には天気が回復し、終了まで、多くの人が黒い金星の姿を見ることができた。

当日は9時50分と11時10分から幼児投影（保育園や幼稚園の年長児を対象としたプログラム）だった。そこで、プラネタリウムを見終わった園児たちを太陽望遠鏡に誘導し、太陽面上の金星像を一目見てから、館内の見学に回ってもらった。

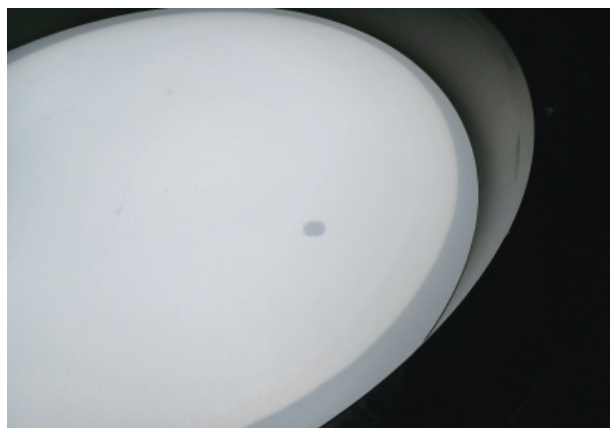


写真2 太陽望遠鏡で見た金星

表1 マスコミ取材一覧

放送・掲載日	区分	マスコミ	番組タイトル、記事タイトル	内容	
5月30日	水	新聞	中日新聞社	愛ラブ自然	部分月食と金星の太陽面通過について
5月30日	水	ラジオ	東海ラジオ	ミッドナイト東海	金環日食、月食、金星の太陽面通過
6月2日	土	ラジオ	東海ラジオ	青山紀子 きままに Saturday	部分日食、金星の太陽面通過について
6月5日	火	ラジオ	CBCラジオ	多田しげおの気分爽快	金星の太陽面通過について
6月5日	火	新聞	中日新聞社		金星の太陽面通過（安全な見方、観望会の案内など）
6月5日	火	テレビ	名古屋テレビ	ドデスカ！	金星の太陽面通過について
6月6日	水	テレビ	名古屋テレビ	ドデスカ！	金星の太陽面通過について
6月6日	水	新聞	朝日新聞社		名古屋市科学館の観望会の案内（朝刊）
6月6日	水	新聞	朝日新聞社		名古屋市科学館の観望会（夕刊）
6月6日	水	新聞	中日新聞社		名古屋市科学館の観望会（夕刊）
6月6日	水	テレビ	名古屋テレビ	メ～テレ UP!	金星の太陽面通過
6月7日	水	新聞	日本経済新聞		金星の太陽面通過
6月7日	水	新聞	中日新聞社		金星の太陽面通過
6月7日	水	新聞	読売新聞社		金星の太陽面通過
6月24日	日	新聞	中日新聞社		金星の太陽面通過

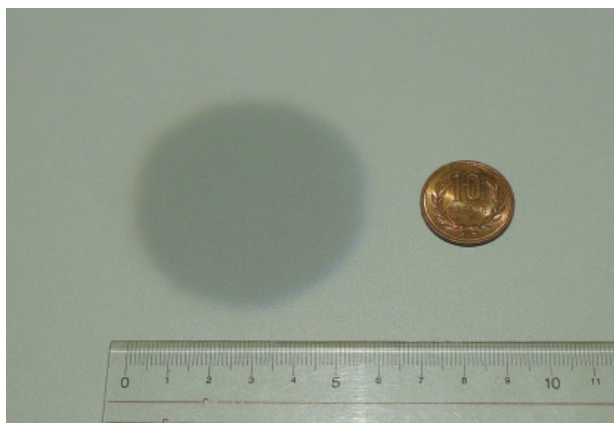


写真3 太陽望遠鏡で見た金星 大きさは約6cm



写真4 理工館6階太陽望遠鏡前



写真5 星のひろばの観望の様子

(2) 当日の会場

当日の観望会会場は、人が集中するのを避けるため、いくつかの場所に分散して設営した。また、それぞれの会場は、自由に行き来できるようにした。

A. 理工館6階 太陽望遠鏡前

理工館屋上にある口径30cmの太陽望遠鏡からの光を、真空パイプで展示室に導き、直径194cmの巨大太陽像を映し出す装置である。ここでの金星像の大きさは約6cm。数十人の見学者が同時に、安全にその様子を見ることができる(写真2～4)。しかし、それ以上の多くの人が滞留すると危険な

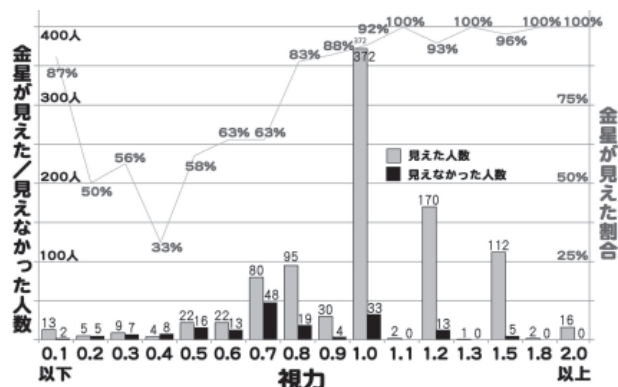


図2 太陽メガネでどれだけ見えたか？ (視力別)

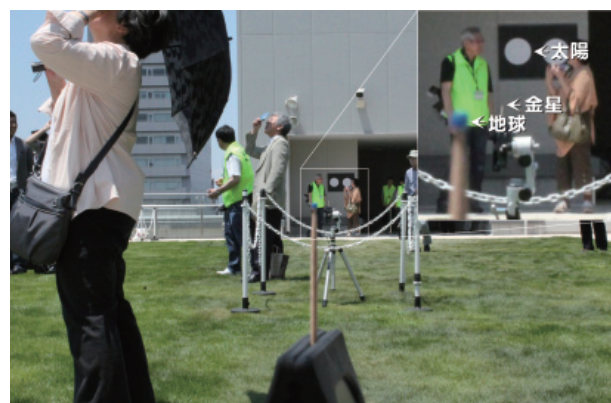


写真6 金星の模型

め、見学者の人数を見ながら、適宜、屋上の会場に移動してもらうよう誘導をおこなった。

B. 理工館屋上 星のひろば

星のひろばでは、太陽メガネを使用して、金星を肉眼で見る試みをおこなった(写真5)。太陽メガネは、2009年7月22日の部分日食のときに準備したもので、適切に減光されていることを事前に目視で確認済みのものである。希望者に、星のひろばの入口のところで貸し出した。

太陽メガネを使用して、どれくらいの人金星を肉眼で見つけられたか、年齢と視力毎に集計をとった。太陽メガネを貸し出しただけでは、金星を見つけれない人も多かったが、金星の太陽面上の位置を伝えとともに、遠くの景色を見て、目のピントを遠くに合わせてから探してもらうと、1222名の参加者のうち84%もの人が金星を見つけることができた。また、視力毎の結果をみると、裸眼視力と矯正視力を混同した可能性が考えられるものの、視力が1.0以上の場合、90%以上の人金星を見つけることができた(図2)。

他にも、星のひろばには、55億分の1の縮尺の太陽、金星、地球の模型を設置した。太陽を25cmに



写真7 鏡で見た金星の姿（右上はコントラスト等調整した太陽拡大像，右下にぼんやりした暗い丸が見える）

縮め，地球から見たときの，太陽，金星，地球のスケール感を見てもらうことを目的とした(写真6)。

また，太陽光を鏡で反射させ，その反射光で金星を投影する試みをおこなった。鏡の反射光を十分遠くに映すと，スクリーンとの距離に対して鏡の大きさの比が小さくなり，ピンホールカメラと同じ原理（小さい穴を通った光が像を結ぶ）で，太陽像を見ることができるのである。原理的には，太陽と同時に金星の姿を見ることができるのだが，周辺環境の明るさ等で見やすさが大きく変わってくる。このときは，スクリーンから約20m離れたところに，大きさ5cmの鏡を置き，手動で太陽を追尾しながら，その像をスクリーンに映し，かろうじて金星の姿を見ることができた（写真7）。

C. 理工館7階休憩室

休憩室隣接の屋上天文台80cm望遠鏡には，20cm屈折望遠鏡が同架されている。この望遠鏡を使用して，太陽像のインターバル撮影をおこなった。その

画像は，インターネットで配信するとともに，休憩室でも見られるようにした。また，天気が悪かった場合には，他の施設のインターネット中継や，テレビの画像が出せるように準備した。

5. 金星の太陽面通過後の情報揭示

当日の様子は，インターネットで情報配信するとともに，5階天文展示室の大画面にも，金環日食，部分月食の映像とともに，金星の太陽面通過の様子を映し出した。

また，プラネタリウムでも，適宜，解説をおこなった。

6. 最後に

今回の金星の太陽面通過の特別観望会は，天気にも恵まれ，多くの人が安全にその様子を楽しむことができた。平日であるにもかかわらず，参加者は約2,000人。天文指導者クラブ（ALC）の人達も32名が参加し，事前準備も含め，協力してくれた。

太陽望遠鏡前には多くの人が集中し，特に第3接触から第4接触のタイミングでは，かなり混雑したが，別の会場を設けたことによって人の流れが生まれ，混雑解消の一役を担った。

最後に，館内の大混雑に対処していただいたスタッフの皆様や，関係の方々に感謝する。

参考文献

- (1) 毛利勝廣ほか(2011) 2009年7月22日 日食特別観望会の開催 名古屋市科学館紀要第37号, p48-53. 名古屋市科学館

「のぞいてみよう！ミクロの世界」 ～走査型電子顕微鏡を使った新しい科学館活動の試み

Let's enjoy the micro-world on biology

— New science activities with a scanning electron microscope

尾坂 知江子^{*}・杉浦 真琴^{**}・大井 崇生^{***}・

高瀬 弘嗣^{****}・小木曾 チエ⁺・蛭 薙 観 順⁺⁺

OZAKA Chieko・SUGIURA Makoto・OI Takao・
TAKASE Hiroshi・OGISO Chie・HIRUNAGI Kanjun

1. はじめに

名古屋市科学館生命館5階は、平成23年度に一部展示更新を行い、実演コーナーも観察・実験体験ができる「生命ラボ」として生まれ変わった。その際、光学顕微鏡の常備とともに、卓上型の走査型電子顕微鏡（JCM-5000, 日本電子株式会社）を導入し、生命ラボスペシャル「のぞいてみよう！ミクロの世界」を開催してきた。走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope, 以下SEMと記す）を使った実演イベントは、当館でも旧理工館で長年実施してきたし（注1）、全国の科学館でも実施されているので、目新しいものではない。しかし、今回の実演は、生物への興味・関心を育むことを目的とした、新しいタイプの活動である。そこで、この実演「の



写真1 生命ラボの走査型電子顕微鏡：卓上型 SEM (JCM-5000, 日本電子株式会社)

^{*}名古屋市科学館学芸課 ^{**}自然環境研究センター

^{***}名古屋大学大学院 ^{****}花市電子顕微鏡技術研究所

⁺日本鳥学会 ⁺⁺名城大学

ぞいてみよう！ミクロの世界」について報告する。

2. 「のぞいてみよう！ミクロの世界」始まる

生物学では、生物の形態の観察は非常に重要である。そのツールとなる光学顕微鏡は、学校でも触れる機会があるが、一般の方が、SEMに接する機会はほとんどないであろう。そこで、「生命ラボ」のシンボリック的存在として、SEMを常置することになった。さらに試料作製のために、t-ブチルを使う凍結乾燥機（VFD-21S, 株式会社真空デバイス）と導電性処理をするためのマグネトロニオンスパッター（MSP-mini, 株式会社真空デバイス）も導入した（写真2）。

SEMの操作には習熟が必要であるし、試料作製も一定時間を要する。また、SEMはその性能を維持するために、一週間に一回程度は鏡筒内の真空引



写真2 凍結乾燥機（左）とマグネトロニオンスパッター（右）

きを行う等日常のメンテが求められる。名古屋市科学館としては、SEM専任の職員を配置することはできないため、SEMを維持・使用するためには何らかの方策が必要であった。そこで、著者の一人である蛭薙の提案を受け、外部協力者らによるSEMも使った定期的な実演イベントを行うこととなり、平成24年3月の生命ラボリニューアル公開に合わせて「のぞいてみよう！ミクロの世界」をスタートさせた。

「のぞいてみよう！ミクロの世界」は、毎週土日の13時と14時からの20分間、1日2回開催している。定員9組18名で、参加は事前申し込み不要の先着順である。参加者の年齢は、案内看板には「小学生から大人」と記載しているが、年齢制限はしていない。実施するスタッフは、生物学やSEMの操作に慣れている外部協力者の方々に、サイエンスナビゲーターと呼んでいる。大学院生や社会人であり、日程調整をしながら、現在5名が活動している（写真3）。

実施内容は、SEM画像を見せるだけではない。日常、身近に見ることができるものでも、実体顕微鏡で観察したり、手でさわったり、においを嗅いだりと五感で確かめてから、SEMで少し拡大して観察するという内容構成にしている。テーマの設定や観察試料、プレゼンテーション画像の準備等のすべてを各ナビゲーターが担当している。これまでに実

施してきたテーマを表1にあげておく。この中から4つのテーマについて、詳細を担当者が報告する。

3. 「君の口ハ どうなかんじ？」

身近であればあるほど見られない試料として、自分の細胞に焦点をあてて実施した（写真4）。試料としての口腔内細胞に加え子供により興味を持ってもらうため抜歯した親不知（第三大臼歯）の表面をSEMにて観察した。

試料の作製にあたっては、生きている組織や細胞であるため、グルタルアルデヒドにて前固定を行い、後固定として四酸化オスミウムを使用している。電子顕微鏡観察においては試料室が真空であることから、上昇エタノール系列にて脱水し、t-ブチルアルコールを用いて凍結乾燥するか、液化二酸化



写真3 「のぞいてみよう！ミクロの世界」実演風景

表1 「のぞいてみよう！ミクロの世界」の実施内容（2012.3.24～2013.1.6）

タイトル	サイエンスナビゲーター	内 容
トリの羽のふしぎ ～見てさわってたしかめよう	小木曾チエ、蛭薙観順	トリの羽のフェザーとダウンを観察。
炭から見えるつくり	杉浦真琴	竹炭の維管束、維管束鞘の観察。
植物のホネ!?	杉浦真琴	イネ科の葉にある機動細胞の観察。
見るかたまり	高瀬弘嗣	塩の結晶を作って観察。
アサガオの葉のひみつ ～見てさわってたしかめよう	大井崇生	アサガオの子葉と本葉を比較。
杉と竹～年輪のあるのはどっち	蛭薙観順	杉と竹の断面を観察し、構造を比較。
生き物に学ぶテクノロジー ～超はっ水と超親水	蛭薙観順	ハスの葉と超はっ水折り紙を観察。
ハスの葉のひみつ	大井崇生	ハスの葉の撥水性の体験と観察。
シソの香りと舌ざわり	大井崇生	青シソの葉の裏表の構造を観察。
君の口ハ どうなかんじ?	高瀬弘嗣	口腔内細胞や歯の表面を観察。
ふしぎふしぎ！生きもののサーフェイス	蛭薙観順	トクサの茎、ススキの葉、カタツムリの殻、ヤモリの手のひらの表面観察。
香りはどこから?	杉浦真琴	ラベンダー、ローズマリーの葉の観察。

炭素を利用して臨界点乾燥させている。その後導電性を得るためオスミウムプラズマコーターにてコーティングを行い観察試料にした。

実演前半の時間を使って、「細胞を顕微鏡で観察すること」を目的に、参加者には本格的な科学的な体験をしてもらえることを期待し、自分で爪楊枝を用いて口腔内上皮細胞や歯垢を採取し、スライドガラスに塗布後、酢酸カーミン溶液にて細胞染色した。そして、生物顕微鏡を各々操作し、自分の口腔内上皮細胞や歯垢の観察を行った。その後、細胞の様子をさらに詳しく見るために、SEMを使用して口腔内上皮細胞や歯垢を観察した。さらに、歯磨き後の親不知の表面を見ることで、歯磨きをしても意外に歯の表面は菌だらけということを知ってもらった。

実演には親子での参加が多いが、自分の細胞を観察することはふだんない経験であり、年齢を問わず楽しんでもらえている。また、自宅に顕微鏡があっても使っていないという子も、スライドの作り方を知ってもらい、より顕微鏡に親しんでもらえることも期待している。

(高瀬)

4. 「アサガオの葉のひみつ」

身近な植物をよく観察して気付くおもしろさを学ぶことを目的に、「アサガオの子葉と本葉の違い」を題材にした実演を行った(写真5)。

アサガオは夏に花を咲かせる一年生植物であり、鉢植えや花壇で育てられている光景をよく目にす

る。また、多くの小学校において生活科や理科の授業の一環としてアサガオの栽培が実施されている。そのため、アサガオは一般的に馴染みの深い植物であると言える。アサガオは種子からの栽培が容易であり、また子葉(双葉)が大きいこともあり、発芽から生長に至る過程を観察しやすい。子葉が展開した後に出てくる葉を本葉と呼ぶが、アサガオの子葉と本葉の形態的特徴は顕著に異なる。

本テーマでは、会場に子葉と本葉の両方が付いている成長段階の苗を参加組数分用意し、まず始めに子葉と本葉のスケッチを参加者に行ってもらった。観察時には葉の形をしっかりと見ることに加えて、手で葉に触れて感触の違いも確かめてもらった。その際、子葉にはツルツルとした触感があり、本葉にはガサガサとした触感があることに、参加者の多くが気付くことができた。参加者による観察後、子葉と本葉のSEM観察の実演を行った。本葉をSEMで観察すると、その表皮上には多数の剛毛が分布している様子を捉えることができた。一方、子葉を高倍率で拡大しても剛毛は見られなかった。このような両者の表皮上の剛毛の有無の違いが、手で触れた際の感触の違いに繋がることを解説し、ミクロの世界を肌で感じてもらった。

なお、アサガオの葉のSEM試料作製は、化学固定法による、植物材料に対する一般的な方法に準じて行われた。

(大井)

5. 「ハスの葉のひみつ」

植物の持つ不思議な機能(はたらき)とミクロの



写真4 「きみの口ほとんどかんじ?」: 自分の口腔内上皮細胞を生物顕微鏡で観察。



写真5 「アサガオの葉のひみつ」: 葉の表面をルーペで観察後、葉切片試料をSEMで拡大して見ている。

構造（かたち）との繋がりを学ぶことを目的に、「ハスの葉の超撥水性」を題材にした実演を行った（写真6）。

ハスの葉の表面は撥水性が非常に高く、水をかけても葉は濡れず、水滴は弾かれて瞬く間に転がり落ちる。まず、参加者に鉢植えのハスの周りに集まってもらって、スポイトで葉に水をかけて遊んでもらい、この不思議な現象を楽しんでもらった。次に、SEMを用いてハスの葉の微細構造（ミクロの世界）の観察の実演を行い、肉眼では滑らかに見えて、触感でもツルツルした手触りのするハスの葉の表面には、多数の微小な突起構造（突起間の平均距離15-20 μm ）が一面に広がっていることを確認してもらった。この微小な突起構造の支えに助けられ、葉の表面にある水滴は自身の表面張力で丸く盛り上がるため、はじめに体験した「ハスの葉の水玉遊び」のように、葉にかかった水は球形になって転がり落ちる現象が生じることを解説した。球形になった水滴は、表面上の汚れを絡め取りながら落ちるため、このような超撥水性を持つ表面構造は自然にきれいな状態が保たれる（自浄作用）。ハスは田んぼや沼で生育するが、自浄作用によってその葉は泥や埃などで汚れにくくなっているのである。以上のようにして、目では見えない微細構造が、植物の生育する上で役に立つ機能をもたらししている一例を紹介した。「水玉遊び」は簡単に体験できるため、小学生以下の子ども達にも十分に楽しめたようであった。一方、超撥水についての解説は難しく感じる参加者も多かったようなので、理工館5階の展示品『超はっ水と超親水』を紹介し、理解の深まりを促した。な



写真6 「ハスの葉のひみつ」：参加者による体験の様子（ハスの葉の水玉遊び）。

お、ハスの葉のSEM試料作製は、化学固定法による、植物材料に対する一般的な方法に準じて行われた。

（大井）

6. 「香りはどこから」

植物の面白さを伝えることを目的として、身近にあるハーブの香りがどこから来ているか、そしてなぜハーブが昆虫にかじられないのかを中心に、ハーブの精油分泌腺やトライコームの存在に気づいてもらうという五感で体験する相互体験型の実演内容を報告する。取り上げた試料はローズマリーやラベンダーである。これらのハーブは繁殖力が非常に強く、挿し木でも増えるため、年中実演に用いることができる。試料の処理は上昇エタノール系列を丁寧に行い、葉の収縮を最小限にとどめた。その後、科学館にあるt-ブチル凍結乾燥機による乾燥を行い、マグネトロニオンスパッターで金属蒸着し、観察試料とした。このSEM試料製作は、5時間以上かけて慎重に処理をした。

参加者にこの実演を楽しんでもらうため、はじめに実体顕微鏡の使い方を練習した。これには、小さく切った方眼紙を観察試料とし、ピントを合わせたり倍率を変える練習を行った。その後、配布しておいたローズマリーとラベンダーの葉をつんでもらい、それをそのまま、あるいは揉むことによって香りを嗅いでもらった。そしてこの香りはどこから来るかという問題提示をしたうえで、別の葉で表面構造を実体顕微鏡観察で探してもらった。この時に表

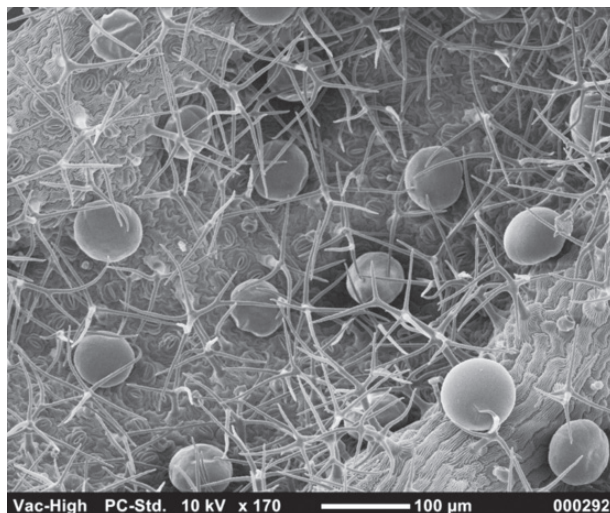


写真7 「香りはどこから」：ラベンダーの精油分泌腺（におい玉）とトライコームのSEM像。

面微細構造は細かくは見えない。

その後、SEMで観察をした（写真7）。そうしたところ、昆虫が苦手とする苦味を有する丸い精油分泌腺と刺々しいトライコームが非常に発達していることに気づくことになる。

このようなミクロの世界と実際に参加者の手を動かした実体験をオーバーラップさせて、細かな違いに気づかせることを促す。この体験は参加者にとってはとても新鮮で、この実演の参加者からは楽しかったと感想をいただくことが多かった。

（杉浦）

7. 「のぞいてみよう！ミクロの世界」のめざすもの

SEMは、高い分解能と深い焦点深度により、試料の立体構造を高倍率で観察することができる。光学顕微鏡を使っても見ることができないミクロの世界を三次元的に映し出し、直感的に形をとらえることができるため、人間の好奇心をかき立ててくれる。これまでSEMを使った実演の多くは、試料を拡大してSEMの性能を紹介することがメインになり、生物の精緻な構造を見せて終わっていて、生きものそのものの魅力を伝えきれていなかった。そこで「のぞいてみよう！ミクロの世界」では、SEMを使った観察だけではなく、参加者による観察・体験を組み合わせ、生きものへの興味・関心を育むことを目指した。観察・体験時間を十分に取るため、SEMを使っている時間は実演20分間のうちの半分以下である。加えて図1に示したように、まず、身近にある生物を題材に用いて来館者に親しみやすくし、特に重点をおいた観察・体験では、「見る、さわる、嗅ぐ」といった五感を使い、より生きもの世界に入り込めるようにした。そしてこの観察・体験時の驚きや気づきを伴ったままさらに、SEMによって映し出される直感的な画像でミクロの世界を見ることがになる。SEMの画像は、時としてアートのでもあり、その造形美や奇抜さに関心が行きがちであるが、このようなステップを踏むことにより、その形態の意味が実感できると考えてい

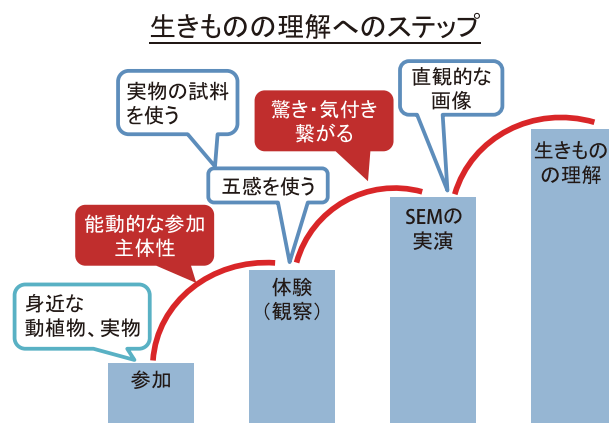


図1 生きものへの興味・関心を育む走査電子顕微鏡を使った活動（概念図）

る。またこれらの活動を通して、参加者がこれからも主体的に対象となる生物をじっくり観察するようになってくれればと思っている。

8. 今後の課題

一番の課題は、サイエンスナビゲーターの人材育成である。生物学の素養があり、SEMにも関心のある人材を育てて行く必要がある。まずは、SEMを楽しむ場があることを知らせ、SEMを学ぶ教室の開催などで、裾野を広げていく必要がある。

また、開催の案内が不十分な状態にある。今後ホームページなど比較的簡単に内容を更新していくことが可能な媒体を中心に、案内を充実させ、情報を発信していきたい。

9. 謝辞

名古屋大学大学院生命農学研究科資源植物環境学研究分野の三宅博教授、谷口光隆准教授ならびに花市電子顕微鏡技術研究所には、試料作製等にご協力いただいた。本稿をもって、心よりお礼申し上げます。

（注1）理工館リニューアル以前の平成22年8月までは、旧理工館4階展示室にSEMコーナーがあり、実演を行っていた。現在の新理工館では、SEMの展示や実演はない。

新「生命ラボ」の実験体験プログラムについて

Workshop programs of the new permanent exhibit “Bio Lab”

尾坂 知江子*・吉原 攝子*・榊原 友紀*・
田代 里子*・河合 正秋*・佐久間 寛*

OZAKA Chieko・YOSHIHARA Setsuko・SAKAKIBARA Yuki・
TASHIRO Satoko・KAWAI Masaaki・SAKUMA Hiroshi

1. はじめに

自分で実験をしてみたい、顕微鏡を使ってみたいな……。このような来館者の要望に応じて、生命館5階の実演コーナーが、今までの実験演示形式から、参加者が、自分の頭と手を使って、20分間で実験や観察を体験できるコーナーに生まれ変わった。これは常設展示室の展示更新の一環であり、その経緯は別稿に記した¹⁾。2012年3月17日の「生命ラボ」公開以降、さまざまなイベントを実施してきたが、本稿では、毎日実施している科学館職員（運営員）による「生命ラボ」（注1）について報告する。

2. 「生命ラボ」について

1989年の生命館開館時には、「生命ラボラトリー」という実験演示形式の実演コーナーがあり、展示更新前までの23年間実演を実施してきた。展示更新に当たって、この実演コーナーをどうすべきか検討をした。名古屋市科学館のスタッフが対応する実演コーナーとしては、実験ショー形式の「サイエンスステージ」、実演解説形式の「竜巻ラボ」「都市パノラマ」「放電ラボ」、工作体験形式の「地球工房」、ものづくりボランティアによる「創造のひろば」がある。しかし、冒頭の市民の声のように、実験を体験したり、顕微鏡を使ったりするところは常設展示室にはなかった。そこで、新「生命ラボ」では、人手や準備の時間はかかるが、実験を体験できるコーナーに挑戦してみた。そのため「生命ラボ」のハードウェアとして、9組18名の方が座って実験できる机と椅子、そして生物顕微鏡、実体顕微鏡と生物のミクロの観察には欠かせない走査型電子顕微

鏡を導入した。バックヤードには、給排水設備のほか、作業台、プリンターなどを備えた。ソフトウェアとしては、学芸員とベテランの運営員が担当することになった。

運営員により実施する生命科学の実験体験である「生命ラボ」は、平日14時から1回、土日休日は11時と15時の2回、各回20分で実施する。来館者対象で、案内看板には、例えば「小学3年生から大人向け」と記載するが、年齢制限はない。希望者は事前申込する必要なく、先着順で参加できる。もちろん“手ぶら”で参加できるように、実験の内容に合わせて、必要な道具や薬品試料は当館で準備する。

実験体験プログラム開発は、担当学芸員と運営員生命ラボプロジェクトメンバー5名が、下記のように役割分担して相談しながら行っている。実演実施の時は、マイクを持って解説や実験指導をする1名と実験補助1名の2名の運営員で行っている。なお、実演の実施に当たっては、運営員10名（プロジェクトメンバー5名+5名）が、毎日の配置ローテーションで担当することになる。

〔役割分担〕

- ・担当学芸員：プログラム開発、マニュアル（台本）・プレゼンテーションスライド（パワーポイント）作成、配布物の準備、器具・材料の購入・調達等準備、運営員研修、案内看板等広報
- ・運営員：実施方法の細部検討、配布物・試薬・器具等の準備、毎回の準備・実施・片付け

なお、プログラムは、広報のことも考えて、原則1月単位で更新してきた。

今までに開発実施してきたプログラムは、表1の通りである。全くオリジナルの新実験というものがあるわけではないが、幼児から高齢者までが、安全

*名古屋市科学館学芸課

に楽しく、20分間でできるように、内容や実際の実験方法、使用器具なども試行錯誤しているところである。

次項にメインに担当した運営員が、実施内容を報告する。

3. 「あれ!? 目のさっかく」

(1) 目的

ものを見るためには目だけでなく、脳や心などさまざまな要素がはたらいっていることを、錯視図を使って実際に体感し、楽しんでいただく。

(2) 材料と道具

実演カウンター用：錯視図4枚（ミュラー・リヤー錯視図、エビングハウス錯視図、ダイヤモンド錯視図、コフカのリング A3 版各1枚）、補助具1組（ダイヤモンド型のピース1枚、はさみ・定規各1本）、錯覚を利用した絵本など、左利き用はさみ・定規各1本

参加者用（9組）：錯視図4枚（実演カウンターに同じ。ただしコフカのリングは A5 版の印刷物）、補助具1組（実演カウンターに同じ）、スタンドライト1台

(3) 実演の進め方

パワーポイントで解説しつつ進める。時間調整のために、予備の錯視図も準備した。スクリーンに映った物を見るだけでなく、いくつかの錯視については、参加者各自の手元に印刷した錯視図を配布し、実験できるようにした（下記の [3] と [5]）。

[1] フレザー・ウィルコックス錯視図を表示し、全員で錯視図を体感する。

[2] ヒト頭部の解剖イラストを表示して、人がものを見る仕組みを解説する。

[3] ミュラー・リヤー錯視図、エビングハウス錯視図を各自、手元で実験する（定規を使って横線や中心円を測定する）。

[4] 錯覚は人間独自のものか自由討論し、鶏での実験結果を解説する。

[5] ダイヤモンド錯視図、コフカのリングを各自で実験する（ダイヤモンド型のピースを重ねたり、はさみで切り離す）。

[6] 生活上における錯覚の利用の実例を紹介する。

[7] 錯覚の現在の研究例を解説する。

(4) 実施して

A. 工夫したところ

錯視は、旧「生命ラボラトリー」時にも行っていた実演内容である。旧実演時は、投影機の画像が粗

表1 「生命ラボ」 実施プログラムリスト (2012.3 ~ 2013.1)

タイトル	実施期間	内 容	資料協力など
「あれ!? 目のさっかく」	2012年3月, 4月	ダイヤモンド錯視など錯視を体感する。	生理学研究所
「煮干しのかいほう」	2012年5月	煮干し（頭部）を解剖し、体のつくりを学ぶ。	小林真理子
「かむかむパワーをくらべてみよう」	2012年6月	ガムをかんで「そしゃく能力」を比較する。だ液のアミラーゼの働きも確認。	歯のびっくりボランティアーズ
「シロアリのふしぎな行動」	2012年7月	シロアリがボールペンの線を歩く、「道しるべフェロモン」の実験。	名古屋市生活衛生センター
「ビタミンCを調べてみよう」	2012年8月, 9月	ビタミンCについて学び、ヨウ素液で、飲み物にビタミンCが入っているか確認。	岩国市立マイクロ生物館
「こうばのふしぎなビーズを作ろう」	2012年10月	アルギン酸ナトリウムに酵母を入れたビーズを作る。バイオリクター入門。	
「ミドリムシってどんなムシ?」	2012年11月	ミドリムシを生物顕微鏡で観察して、模型を作製する。	岩国市立マイクロ生物館
「きみは細胞のかたまりダ!」	2012年12月	口腔内細胞と皮膚の細胞を観察し、細胞のサイズや核を確認する。	
「色が変わる! 色でわかる!」	2013年1月	紫イモの色素で食べ物の酸性アルカリ性を確認する。	(株)堀場製作所

い、不安定な取り付け位置のためスクリーンが振動するなど安定した画像が得られなかったなどの不満があった。今回は設備を一新し鮮明な画像を得ることができた。しかし会場がかなり暗い、ただ漫然と投影した錯視図を見るだけになりがち、参加者の反応がこちらにもわかりづらいなどの問題点が残った。

そこで、錯視図はパワーポイントを用いて投影しアニメーションも加え、どのような錯視を起こすのか参加者全員が一斉に、また立ち見のお客様にもわかるようにした。展示室の照明が、建物の構造上暗く、照明も橙色であるため、手元に置ける電池式白色光LEDスタンドライトを使用した。また錯視図自体の配色や、投影する画像の錯視図と背景のコントラストも、目の負担を考慮したり、錯覚を起こしやすい配色の検討を重ねた。

参加者が自分で錯視を確認できるように、1組ずつ錯視図と補助具を準備し、錯覚を起こす瞬間を各々体感できるようにした。

当初立ち見の方はスクリーンを見るだけであったが、予備の錯視図（印刷物）と補助具を会場後ろのホワイトボードに貼り、参加者と同じ実験をしていただいた。

また、解説においては、錯覚の原因が心身の機能障害にあるわけではなく、より良くものを見るための仕組みであることを強調した。

最後に錯視を応用した立体路面表示の実例を市内の生活道路で探し、紹介した。

B. 参加者の反応

錯覚を起こすかどうかはかなりの個人差が出た。おおむね3歳頃を境にして錯覚を起こす年齢が分かれるようであった。

錯視図の中でも、特にダイヤモンド錯視とコフカのリングが好評であった。これは、映像の投影だけではなく、手元に図や小道具を配って自分で錯覚を確かめる方法を取ったので、錯覚を何度も確かめ直す姿も見られた。

(5) 参考にした資料

- ・東京大学大学院総合文化研究科教養学部駒場博物館（2005）「錯覚展 心の働きにせまる不思議な世界」パンフレット 東京大学大学院総合文化研究科教養学部駒場博物館²⁾
- ・鳥居信夫（2006）特別企画展「脳！－内なる不思議の世界へ」カタログ 読売新聞大阪本社³⁾

・国立科学博物館（2008）milsil 第1巻第3号⁴⁾

・イリュージョンフォーラムホームページ
<http://www.brl.ntt.co.jp/IllusionForum/>⁵⁾

・北岡明佳の錯視のページ
<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/>⁶⁾

（吉原）

4. 煮干しのかいぼう（カタクチイワシ）」

（1）目的

カタクチイワシ（煮干し）を道具（ルーペやピンセット）を使って解剖することにより、呼吸の仕方・食べ物の摂取の仕方などを考え、魚類の生態についての興味・関心を深める。

また、材料が煮干しで乾燥しているので、臓器を取り出し、台紙に貼り「マイ図鑑」として、家に持って帰ることができる。

（2）材料と器具

A. 準備

試料のカタクチイワシの煮干しは、中型で、外形がしっかりして、乾燥しきっていないものを用意する。サイズが大きい煮干しは、内臓が大きく見やすいが、反対に形が崩れている物が多い。また、煮干しは、季節や産地、製造会社などにより、解剖のしやすさがかなりちがう。実演前に解剖してみて、縦に半分に分けやすく、内臓の型崩れが少ないか確認する必要がある。観察に使う試料としては、外から見て、からだの欠損が少ないものを選ぶ。

B. 使用器具

1組（2名）分の道具：試料（煮干し2尾）、トレイ（白い紙を敷く）1枚、ピンセット2本、台付きルーペ1つ、卓上ライト1台、台紙（煮干しの外観と解剖写真を印刷したもの）A5判 2枚、ビニル袋（持ち帰り用 A5判の紙が入るサイズ）、資料A（カラー解剖資料をラミネートしたもの）、資料B（見本として、解剖した内臓を貼り付けた用紙）、資料C（開き方・頭部と腹部のモノクロ解剖写真）A5判

共用器具：セロハンテープ、ウエットティッシュ、実体顕微鏡（講師カウンター）2台

C. 片付け

台紙（取り外した煮干しの内臓等を貼ったもの）と資料Cはビニル袋に入れて参加者に持ち帰ってもらった。解剖が終わった煮干しの残りは、可燃ゴミとして処理した。

(3) 実演の進め方

[1] まえふり

- ・実験や観察のテーマと生命ラボの目標（趣旨）

[2] カタクチイワシ（煮干し）の全身の観察

- ・全身の色、エラ（魚の呼吸）、ヒレの位置と数や形

[3] 器具の使い方の説明

- ・台付きルーペ、ピンセット、卓上ライト

[4] 資料や台紙の使い方（写真1）

- ・取り出した内臓は、資料と見比べながら、台紙（カタクチイワシ全身の絵と臓器名を記名）に貼り付けていくこと。
- ・時間に限りがあるので、できなかった分については、家庭で取り組んで頂きたいこと。

[5] 解剖と観察

- ・えらのところから、頭と胴体に分ける。次に頭の背中に左右の指をあて、左右に二つに分ける。
- ・頭部の内部の観察：目・脳・耳石・さいはとえら・心臓の位置の確認。観察しながら、取り出しては台紙にセロハンテープで貼っていくことを知らせる。
- ・目、脳、耳石、心臓、えらとさいはの順で取り出し、ヒトの臓器との違い・はたらきなどを知らせる。
- ・胴体の解剖については、家庭で取り組むように促す（胴体も、背中側に左右の指をあて、左右に二つに分ける）。
- ・参考資料を紹介する。

(4) 工夫したところなど

- ・家庭でも、煮干しの解剖を再現することができるので、帰宅後「ぜひ、やってみたい。」という声も聞かれた。
- ・写真や見本を参考にして解剖を進めるようにした

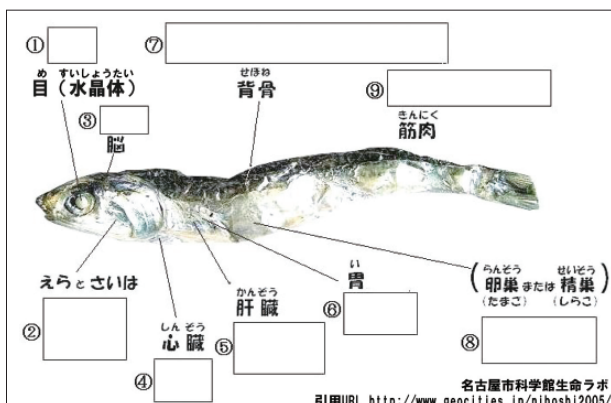


写真1 「煮干しのかいぼう」の台紙

ので、目的の臓器を取り出し、観察することができていた。

- ・ただ、解剖することだけに夢中になってしまう参加者もいるので、臓器の働きや生態にも関心がいくような提示の工夫が大切である。

(5) 参考にした資料

小川真理子（2010）「煮干しの解剖教室」仮説社⁷⁾

煮干しの解剖資料室ホームページ

<http://www.geocities.jp/niboshi2005/>⁸⁾ ほか

（河合）

5. かむかむパワーをくらべよう

(1) 目的

ガムをかみ、ガムの重さの減少でかむ能力（そしゃく能力）を比べ、その要因を考える。また、だ液のパワー（アミラーゼ）も「見える化」して確認する。

(2) 材料と器具

ガム 1人1枚（すべて同じ製品を使用。固すぎないもので、刺激のすくない味のガムが良い。今回はロッテのグリーンガムを使用）、電子はかり 3台、グラフ用紙 3種類、赤・青シール

小さく切ったろ紙（1回あたり22枚使用）、でんぷん培地（シャーレ4枚）、トレイ、ピンセット、ビーカー（水入り）、手ふきティッシュ

- ・でんぷん寒天培地の作り方

でんぷん 0.1g、寒天 2g、水 100ml をまぜて、電子レンジで完全に溶かす。シャーレに分注して、さまし固める。カバーをして冷蔵庫保存。

- ・ヨウ素液

家庭でもできるようにイソジンを蒸留水でうす茶色くらいに薄める。

(3) 実演の進め方

- [1] かむかむパワーとは、そしゃく的能力であることを説明する。

- [2] かむかむパワーにとって必要なものを予測させる（例：歯の数、歯の大きさ、かむ力など）。

- [3] だ液の働きを確かめる実験（パート1）

- ・きれいなろ紙を1cm四方に切っておく。
- ・1枚とって口の中に入れ、だ液を含ませる。
- ・そのろ紙をでんぷん寒天培地の上に置く。
- ・対照実験として、シャーレに1つ水を含ませたろ紙を置く。

- [4] 実演にガムを利用する説明をする。

[5] 電子はかりの使い方の説明をする（zero 点の使い方）。

[6] ガムをかむ実験

- ・ガム（包み紙つき）の重さを電子はかりで量る。
- ・1人1枚ガムを口に入れる。ガムの包み紙は捨てない。ガムを60回（1分くらい）かみ、包み紙に出して、電子はかりで減った値を確かめる。
- ・もう一度、ガムを60回かみ、減った値を確かめる。
- ・最初に減った値と後に減った値を、みんなdeグラフにシールを貼る（写真2）。

*グラフはおとなとこども用に分け、シールの色も男が青、女が赤で区別する。

[7] だ液の働きを確かめる実験（パート2）

- ・前述のでんぶん寒天培地からピンセットでろ紙を取り、ヨウ素液を注ぐ。
- ・でんぶん寒天培地の中を観察する。

[8] だ液の中のアミラーゼによってでんぶんが糖に変化し、ヨウ素ででんぶん反応が起きたことを確認する。さらに、グラフでそしゃくの能力がおとなとこども、あるいは男女によって差があることを確かめる。

（4）実施して

A. 工夫したところ

- ・でんぶん寒天培地を作るのを、3日に1度の割合にした（長く置くとカビがはえる）。
- ・だ液の働きを確かめる実験では、反応に時間がかかるので、結果確認を、ガムをかむ実験の後にした。
- ・ガムの重さを量るとき、ガムの包み紙を含めた量で取り扱った。
- ・参加者が自分の結果と比較できるように、それま

での結果のグラフを並べた。

B. 参加者の反応

そしゃく的能力を調べる上で、ガムのような身近なものを使うことで、参加者が気軽に実演に加わることができた。

C. 実施した改善点と問題点

- ・グラフでおとなとこども（中学生以下）を区別しようとしたが、中学生の結果がおとなに近く、途中から範囲を変更した。
- ・グリーンガムを使用したのが、参加者の好みで、やらない人もいた。
- ・幼児などのかみ方に、ややあいまいな部分があり、はっきりとした結果が出ないことがあった。

（5）参考にした資料

- ・中垣晴男（2003）歯のびっくりサイエンス 健学社⁹⁾

（佐久間）

6. 「シロアリのふしぎな行動」

これは、旧「生命ラボラトリー」でも体験型で実施していた。内容については、名古屋市科学館紀要（1997）^{10) 11)}で報告した。

7. 「ビタミンCを調べてみよう」

（1）目的

ヨウ素を使って、ジュースや野菜など身近なものに含まれる還元型ビタミンCを検出する。

（2）材料と器具

A. 事前準備

試料をたれビンに入れておく。

ヨウ素液は小ビンに入れておく。

B. 作業台に用意するもの

製氷皿、試料入りたれビン、ヨウ素液、100ml プラビーカー（蒸留水 50ml 入り）、記入用紙（A5 版）、鉛筆、スポイト

C. 実演カウンター上に用意するもの

試料実物、アスコルビン酸、薬さじ、ガラス棒、うがい薬、プラカップ（水入り）、供覧用小ビン（アスコルビン酸粉末とサラダ油に入れたアスコルビン酸）

D. 片付けの注意点

水道水の塩素がヨウ素に反応するため、製氷皿とスポイトは最後に蒸留水で洗い流す。

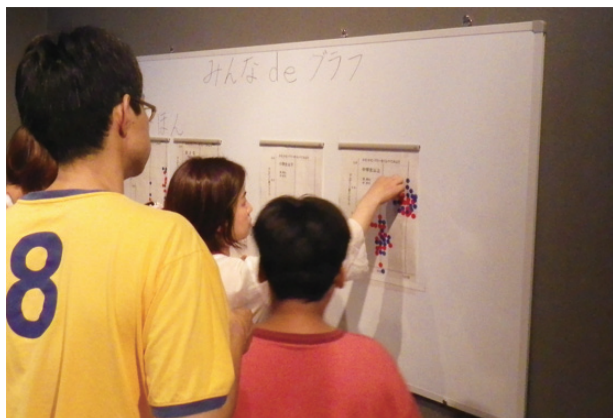


写真2 「かむかむパワー」のみんな DE グラフ

(3) 実験の進め方

- [1] 始めに、ビタミンC=アスコルビン酸の性質を知ってもらう。あらかじめ解いてもらった質問の答え合わせをしながら実物を見てもらう(写真3)。
- [2] ヨウ素の原液は濃いので、参加者に薄めてもらい、試薬を作り、製氷皿の穴に入れる。
- [3] ビタミンCの存在を反応のあるなしで確認してもらうため、アスコルビン酸、水、お酢を調べる。製氷皿の穴の試薬の中に試料を1滴ずつ落とし製氷皿をゆする。ヨウ素の茶色が消えて透明になれば、ビタミンCが含まれている。茶色のままだと含まれていないか、ごく微量。



写真3 「ビタミンCを調べてみよう」実施風景



写真4 「ビタミンCを調べてみよう」の実験の様子

用意した5種類の試料を記入用紙に記録しながら調べていく。濃度も比較するため1〜5滴まで落とす(写真4)。

(4) 実施して

A. 工夫したところ

たくさんの試料を調べられ、色の判定もしやすい製氷皿を使用。家でも実験ができるように身近な材料、器具を使用。記入用紙の裏に家でもできる実験のやり方を書き、興味を持たせるようにした。

B. 参加者の反応

ビタミンC=レモンというイメージが強いようで、アスコルビン酸の実物を見て白色だったことに驚いていた。また、実際に実験をして色が消えたことに感動していたようだ。自分でやった実験結果を見ることによって、より興味を持ってもらえたように感じた。

C. 改善点

旧「生命ラボラトリー」で提示実験として参加者に見ていただいていた内容を見直した。参加者に実験をしてもらうため、ガラス器具は落とすと危険なので、プラスチック器具を用意。野菜や果物は長持ちしないので、ミキサーで液状にして製氷皿で冷凍。使う分だけ解凍し、たれビンに入れ準備した。

D. 問題点

スポイトやたれビンで1滴ずつ落とすのに苦労している参加者が多かった。20分内で終わらせる必要があるため、参加者に予想を立ててもらう時間が取れなかった。準備や片付けに時間がかかりすぎる。反応のあるもの、ないもののバランスよくするため、サンプル探しに苦労した。

(5) 参考にした資料

- ・増尾清(1995) まとめやすい食品テスト10 誠文堂新光社¹²⁾
- ・香川綾(1988) 四訂食品成分表 女子栄養大学出版部¹³⁾
- ・小泉信夫ホームページ「自然大好き」ホームページ うがいぐすりでビタミンCをしらべよう <http://www.asahi-net.or.jp/~ep3n-kizm/asobo/vc.htm>¹⁴⁾

(榊原)

8. 酵母のふしぎなビーズを作ろう

(1) 目的

酵母(イースト)は、顕微鏡でないと見えない生

物で、さまざまな種類が私たちのまわりの空気や土の中に住んでいる。また、人はこれらの生物の性質を利用して、パンや酒をつくっている。10月の生命ラボでは、酵母の性質を調べたり、観察したりした後、バイオテクノロジーの「固定化酵母」という技術を使って、酵母のふしぎなビーズを作った。

(2) 材料と器具

石灰水（小瓶）とストロー、酵母8gと砂糖8g、500ml三角フラスコ（ぬるま湯100ml入り）、ゴム管付ゴム栓のセット

ドライイースト（小型容器）、アルギン酸ナトリウム（小型容器）、250mlペットボトル（ぬるま湯50ml入り）、500mlペットボトル（ぬるま湯100mlに乳酸カルシウム1g入り）、電子はかり、薬包皿（印入り2種類）、プラスチックスプーン（印入り2種類）、スポイト（先を太くしたもの）各9点ずつ

(3) 実演の進め方

[1] 酵母と「アルコール発酵」の説明

- ・酵母がパンや酒、アルコールなどをつくるときに、使用されることを紹介する。
- ・酵母の大きさを電子顕微鏡写真の映像を見せながら説明する。
- ・人は、呼吸によって二酸化炭素を出しているの、石灰水にストローを使って息を吹き吞むと、白く濁ることを実演する。
- ・三角フラスコの中に酵母8gと砂糖8gを入れ、ゴム栓をすると発酵が始まり、石灰水の中に入れたゴム管の先より、気体が発生しているのを見せる。石灰水が白く濁ることから、この気体は二酸化炭素であることを確認する。

[2] 酵母入りのアルギン酸ビーズを作る。

- ・アルギン酸ナトリウム溶液は、昆布のねばねば成分であり、水では固まらないが、カルシウムに出会うと固まることを利用して、その中に酵母を閉じ込めてしまうことを説明する。
- ・電子はかりの使い方を説明する（特に、zeroボタンの使い方）。
- ・酵母2gとアルギン酸ナトリウム1gを測って、それぞれの薬包皿に入れる（まだ、混ぜないように注意する）。
- ・250mlペットボトルに薬包皿の酵母を入れ、ふたをして軽く混ぜる（ふたをし忘れないように注意する）。さらに、アルギン酸ナトリウムを入れ、ふたをしてよく混ぜる（溶け残ったり、ダ

マになってもよい）。

- ・スポイトでアルギン酸溶液を1～2滴ぐらいビーカーの水に落として、固まらないことを確かめてから、乳酸カルシウムが入った500mlペットボトルの中に1滴ずつ落とす（スポイトの先を液につけないように注意する）。

[3] 酵母のビーズはバイオリアクターであることを説明する。

- ・作成したビーズの中には、酵母がぎっしり詰まっていて、生命活動を行っている。このような方法で酵母をつなぎとめることが「固定化酵母」であることを説明する。
- ・水でビーズのカルシウムを流して、砂糖水に入れると、酵母がアルコール発酵し、ビーズの表面から二酸化炭素の泡が出て、浮いたり沈んだりすることを、パワーポイントを使って説明する。このように、酵母が連続して発酵し続けるシステムを「バイオリアクター」といい、実際に酒や薬品をつくることに使われていることを紹介する。
- ・500mlペットボトルに入ったビーズを家に持ち帰って、世話をするようにすすめる（世話の仕方を書いたプリントを渡す）。

(4) 実施して

A. 工夫したところ

- ・実演時間（20分）内に完了する。
- ・石灰水に息を吹き込む実験は演示実験とした。
- ・三角フラスコの中の発酵の様子は、ビーズの作り方の説明の後に、発酵の様子を見せた（250mlペットボトルの中で酵母とアルギン酸ナトリウムを混ぜて、すぐに滴下するとなかなか固まらないので、時間を置くことにもつながった）。
- ・500mlペットボトルの中に乳酸カルシウム液を入れておいた。
- ・ビーズを作る時間を進行状況によって変えた。
- ・薬品を区別するため、酵母とアルギン酸ナトリウムの薬包皿とスプーンに印を付けた。

B. 参加者の反応

- ・ビーズが浮いたり沈んだりした様子を見て、酵母のアルコール発酵が身近に感じたようだ。

C. 問題点と課題

家に持ち帰って世話をする方法を説明するところで、ビーズを砂糖水の中に入れるところまでできると、世話をしようとする参加者が増える。

また、砂糖をグラニュー糖やブドウ糖に変えるとビーズの浮き沈みの様子が変わるようなので、調べてみる必要がある。

(5) 参考にした資料

- ・西山隆造 (1989) 図解身近なライフサイエンスの実験 オーム社¹⁵⁾

(佐久間)

9. ミドリムシってどんなムシ？」

(1) 目的

ミドリムシを生物顕微鏡で観察し、ミドリムシの模型を作ることによって、ミドリムシの体のつくりや生態についての興味・関心を深める。

(2) 材料と器具

A. 準備

試料 (ミドリムシの入っている水)

※ミドリムシは生きもののギャラリーで培養したもの。市販の液肥を水で1000倍に薄めた液体にミドリムシを入れ、培養容器で光を当てながら育てる。増殖すると、溶液全体が黄緑色になる。念のため、ときどき顕微鏡でも確認する。

B. 使用器具

1組 (2名) 分の道具: 生物顕微鏡 1 台、顕微鏡使い方シート 1 枚

事前に、プレパラート「1」をセットし、ピントを合わせておく。

プレパラート「1」(練習用) 1 穴スライドガラスに、ミクロのものさしをのせたもの。

プレパラート「2」(ミドリムシ) 1 穴スライドガラスに試料を 2 滴入れ、ミクロのものさし(※)でカバーする。

模型作りの材料は、トレイ (小) に、核用のガラス玉 2 個、眼点とべん毛としてオレンジ色のビーズに糸ゴムつけたもの 2 個、大きいトレイに、トレイ (小) とクッキングシート 2 枚を用意した。

※「ミクロのものさし」とは、カバーガラス大の透明なプラスチックシートに 0.1mm の方眼を印刷したもの。商品名「はかるくん 01」教育出版 (株)。

共用器具 (講師カウンター): ミドリムシ培養容器、電気ポット、黄緑色のプラスチック粘土 (湯に入ると柔らかくなるもの。ヒノデワシ株式会社製、商品名「おゆまる」。人数分)、ビーカー 3 (取っ手付きポリエチレン製、2 ℓ)、割り箸

C. 片付け

プレパラート「2」は、水洗いして乾燥させる。ミクロのものさしは軽く洗浄 (傷がつきやすい)。

(3) 実演の進め方

[1] まえふり

実験や観察のテーマとラボの目標 (趣旨)

[2] ミドリムシの紹介

- ・単細胞のプランクトン (大きさ、植物か動物か)
- ・発見した人。今、注目されている理由は?

[3] 生物顕微鏡の各部の名前と操作の仕方 (説明)

[4] 顕微鏡の操作 (練習)

- ・プレパラート「1」を使って、ピントの合わせ方と倍率の替え方、明るさの調整の仕方を知る。

[5] ミドリムシの観察

- 主に観察用のネジを操作して、ミドリムシの動きや大きさを観察する。(総合倍率 40 倍, 100 倍)
- ミドリムシのからだの説明 (核, 眼点, べん毛)
- 400 倍にして、観察 (核や眼点などからだのつくり)

[6] ミドリムシの模型作り

- 湯につけて柔らかくなった粘土にビーズ (核) を入れ、外形をつくる。
- 片方の端を湯につけ、糸ゴムのついたビーズ (眼点とべん毛) を入れる。

[7] まとめ (眼点のはたらき、眼に関連した企画展の紹介)

(4) 実施して

A. 工夫したところ

- ・実演前に、生物顕微鏡の部分の名前や役割について説明しておく、初めて操作する参加者でも無理なく操作できた。
- ・ミドリムシの眼点やべん毛が、実際観察できないので、映像などで提示できるとよかった。

B. 参加者の反応

- ・多くのミドリムシが動く様子を観察し、感動する場面もあった。
- ・接眼レンズを通して携帯カメラやデジタルカメラで撮影できることを知らせると、撮影する参加者もいた。

(5) 参考にした資料

- ・日本プランクトン学会監修 (2011) ずかんプランクトン-見ながら学習、調べてなっとく 技術評論社¹⁶⁾
- ・岸村進 (2011) ミクロの世界を体感しよう! - 微

小生物の観察と模型作りー 青少年のための科学の祭典2011全国大会実験解説集p20 青少年のための科学の祭典全国大会事務局¹⁷⁾

(河合)

10. アンケート

参加者はさまざまな年齢層、バックグラウンドを持つため、実施内容を評価測定するのはむずかしい。そこで、実施した運営員へのアンケート調査を行った(図)。

調査項目は、各テーマ毎に次の6項目について質問した(詳細は図に示す)。AからCは、運営員の作業に関することで、A:準備や片付け、B:内容説明に関して、C:実験指導に関してである。DからFは、運営員から見た参加者の反応でD:楽しい体験となったか、E:家に帰ってからの関心度、F:実験の技術度に関するものである。評価は5段階で、評価1が困難、不満足などマイナス面で、評価5が簡単、満足などプラス面である。

生命ラボ実演実施に携わった10名の運営員が回答したものを図にまとめた。右の大きなレーダーグラフは、個々の回答結果を線で表したものの、左の小さなレーダーは、5段階の値を平均したものを面で表している。運営員によりかなりばらつきがあるが、ここでは右の平均のグラフについて、「ふつう3」を基準に見ていきたい。

まずAの準備片づけについては、生化学的な実験である「ビタミンC」や「酵母のビーズ」の実験が、3より低い値になっている。「目の錯覚」は印刷物等を配布するだけで、片づけの洗い物もないので、8つのテーマの中では一番簡単であったという結果になっている。Bの説明のしやすさについては、「酵母のビーズ」「細胞」が低い値になっている。Cの実験指導については、生物顕微鏡を使う「ミドリムシ」「細胞」が難しいと評価されている。今まで演示実験の経験はあるが、幼児から高齢者までを同じように実験指導をするのは、新しい経験であり、これからノウハウを蓄積していきたい。

参加者の反応(スタッフから見た推測であるが)については、満足度は全部が3を上回っている。Eの参加者の関心度、体験記憶のお持ち帰り度も「酵母のビーズ」をのぞいて、3を上回っている。Fの項目の参加者の技術度に関しては、顕微鏡を使うものや細かい作業をする「煮干しのかいぼう」の点数

が低くなっている。しかし反対に言えば、参加者にとって初めての実験体験なので、難しいと感じている態度になり、それがDやFの満足度、関心度を高める要因につながるなら、生命ラボの目的に合致している。つまり、実験がむずかしいからといって、お料理番組のように全部事前準備した実験疑似体験や演示実験を見るだけではできない体験をしていることになる。もちろん実験がうまくできないことが、「不満足」につながらないような工夫は必要であろう。

11. おわりに

新しくなった「生命ラボ」の実演は、かなり本格的な実験が体験できるコーナーになってきた。プログラムの開発・準備・実施は、苦勞がたえない。しかし、年齢に関わりなく参加者の好奇心をくすぐっているのを実感する。今後は、「生きものギャラリー」の生物たちを活用(顕微鏡で観察するなど)していけば、当館オリジナルのプログラムがふえていくだろう。

12. 謝辞

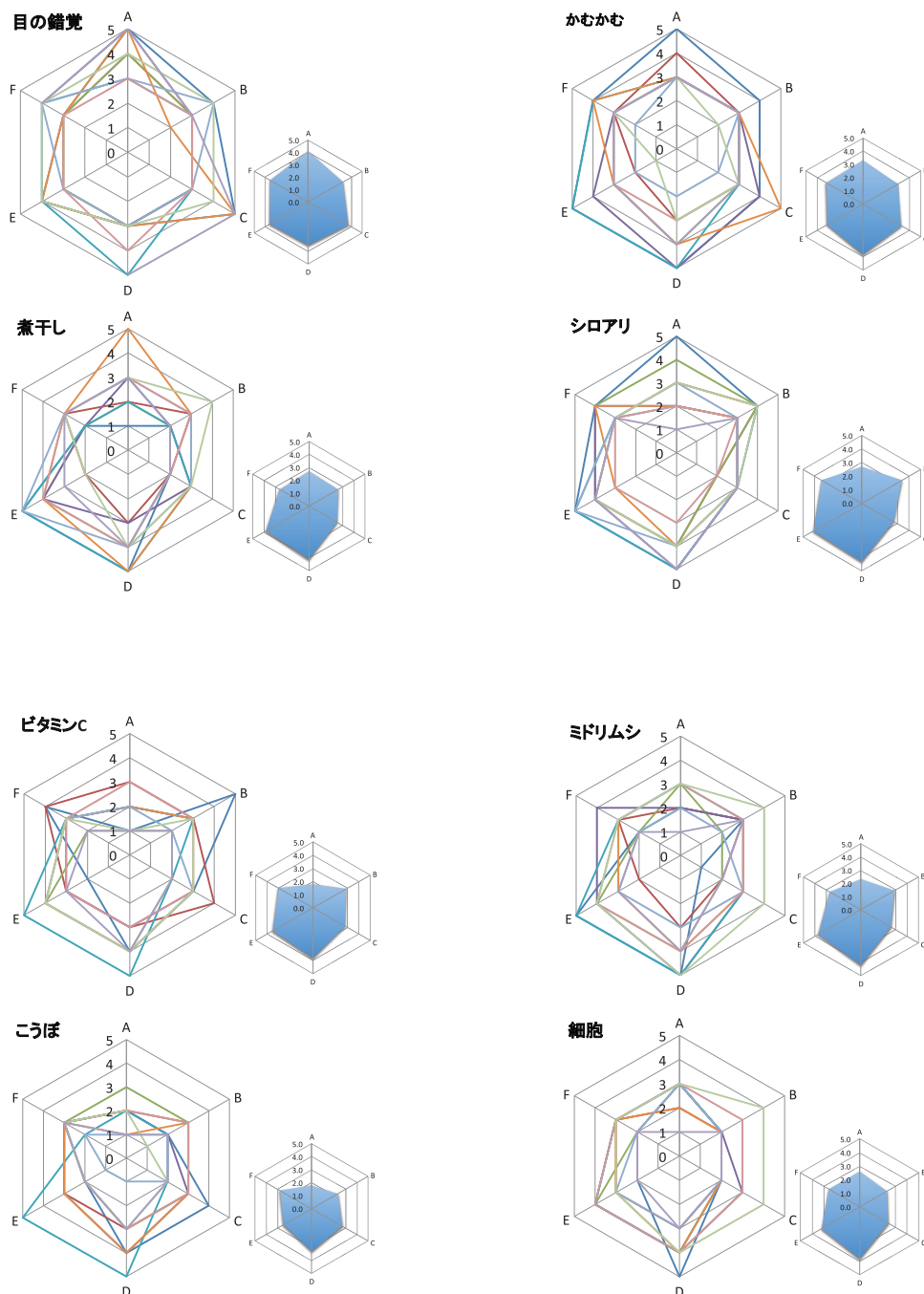
「生命ラボ」の実験プログラムの開発、実施にあたっては、アドバイスや図版の借用など多くの方々にご協力いただいている。紙面を持ってお礼を申し上げます。

参考文献

- (1) 尾坂知江子(2013)平成23年度生命館5階展示更新について 名古屋市科学館紀要第39号 p7-13. 名古屋市科学館
- (2) 東京大学大学院総合文化研究科教養学部駒場博物館(2005)「錯覚展 心の働きにせまる不思議な世界」パンフレット東京大学大学院総合文化研究科教養学部駒場博物館
- (3) 鳥居信夫(2006)特別企画展「脳!ー内なる不思議の世界へ」カタログ 読売新聞大阪本社
- (4) 国立科学博物館(2008) milsil 第1巻第3号
- (5) イリュージョンフォーラムホームページ <http://www.brl.ntt.co.jp/IllusionForum/>
- (6) 北岡明佳の錯視のページ <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/>
- (7) 小川真理子(2010)煮干しの解剖教室 仮説社
- (8) 煮干しの解剖資料室ホームページ <http://www.geocities.jp/niboshi2005/>
- (9) 中垣晴男(2003)菌のびっくりサイエンス 健学社

- (10) 尾坂知江子 (1997) 生命を感じる生命館へ 名古屋市科学館紀第 23 号 p11-16. 名古屋市科学館
- (11) 杉尾幸司 (1993) ボールペンに含まれる誘引物質－ヤマトシロアリの道しるべとなる物質－平成 4 年度東レ理科教育受賞作品集第 24 回 公益財団法人東レ科学振興会
- (12) 増尾清 (1995) まとめやすい食品テスト 10 誠文堂新光社
- (13) 香川綾 (1988) 四訂食品成分表 女子栄養大学出版部
- (14) 小泉信夫ホームページ「自然大好き」ホームページ
うがいぐすりでビタミン C をしらべよう
- <http://www.asahi-net.or.jp/~ep3n-kizm/asobo/vc.htm>
- (15) 西山隆造 (1989) 図解身近なライフサイエンスの実験 オーム社
- (16) 日本プランクトン学会監修 (2011) ずかんプランクトン－見ながら学習, 調べてなっとく 技術評論社
- (17) 岸村進 (2011) ミクロの世界を体感しよう！－微小生物の観察と模型作り－ 青少年のための科学の祭典 2011 全国大会実験解説集 p20
青少年のための科学の祭典全国大会事務局
- (注 1) 「生命ラボ」は、実演会場である常設展示品の名称でもあるが、毎日開催している実演の名称でもある。

図 運営員へのアンケート結果 (N=10)



運営員への「生命ラボ」についてのアンケート

- A 準備・片付について: 時間がかかる、手間がかかる、むずかしいなど総合的に考慮して。
1たいへん 2ややたいへん 3ふつう 4やや簡単 5簡単
- B 内容の説明について: 専門的で説明しにくい、時間不足、実験と結びつかないなど考慮して。
1たいへん 2ややたいへん 3ふつう 4やや簡単 5簡単
- C 実験指導について: 技術が難しい、細かい、個別になるなど考慮して。
1たいへん 2ややたいへん 3ふつう 4やや簡単 5簡単
- D 参加者の反応について: スタッフからみた予想として、参加者にとって楽しい体験だったか、つまらないとかを総合判断して。
1不満足 2やや不満足 3ふつう 4やや満足 5満足
- E 参加者の関心: スタッフからみた予想として、参加者は家に帰ってから家族や友達と話題にするか、記憶に残るかなど、体験記憶のお持ち帰り度は。
1無関心 2やや無関心 3ふつう 4やや関心 5関心を持った
- F 参加者の技術度について: 参加者にとってむずかしそうだったなど。
1むずかしい 2ややむずかしい 3ふつう 4やや簡単 5簡単すぎる

3次元データを活用した化石の新しい展示方法

New approach to fossil exhibits using 3D reconstruction

岩間 由希^{*}・西本 昌司^{**}・近藤 光一郎^{*}・

飯田 浩史^{*}・ヒシグジャウ=ツォクトバートル^{***}・鰐本 武久^{****}

IWAMA Yuki・NISHIMOTO Shoji・KONDO Koichiro・

IIDA Kouji・TSOGTBAATAR Khishigjav・TSUBAMOTO Takehisa

1. はじめに

近年では3次元データの研究への活用が増加しており、また科学館などでの展示を始めとした見せ方（プレゼンテーション）においても3次元データが重要な役割を果たしていくと予測される。高性能なコンピュータの普及により、従来では難しかった大容量のデータの扱いが可能となっており、高精細な画像、また3次元の立体形状データなども市販のコンピュータ程度で作成・処理ができるようになったことが、それらを促進している。

古生物学においては、X線CTが積極的に利用されるようになっており¹⁾、恐竜の化石などの展示においても活用の可能性を秘めている。そこで、試料形状などの効果的な見せ方を検討するため、X線CTおよび3次元造形機を用いた展示用データ・展示品の作成と展示方法について検証したので報告する。

2. 使用装置の概要

X線CTは、医療において使用されているように、試料内部の様子を非破壊で観察できる特長がある。X線は可視光と同じ電磁波であるが、透過能力が非常に高いため、試料内部を通り抜けることができる（レントゲン像）。また、複数の角度から撮影した透過像をコンピュータ上で処理すると、3次元的数据を作成することができる（CT像）。

一方、3次元造形機は、3次元プリンタ、RP（Rapid Prototyping）とも呼ばれる、3次元形状モ

デルを作成する装置である。コンピュータ上のバーチャルモデルを元に、実際に手に取れる実物モデルを制作するものであり、形状確認や機能検証などに非常に効果的なツールとして、近年注目されている²⁾。通常のプラスチック製品の製造と異なり金型が不要であるので、高速・低コストで造形でき、また金型形状の制約がないため造形形状の自由度が非常に高いという利点がある。

今回測定・データ作成・モデル作成に使用した機器・ソフトウェアは以下のものである。

【X線CT装置】TOSCANER-32252 μ hd（東芝ITコントロールシステム製）

【X線CTデータ処理ソフト】VG Studio MAX（Volume Graphics製）、Simpleware（Simpleware製）

【形状データ修正ソフト】Magics（Materialise製）

【3次元造形機】Fortus 400mc-L（Stratasys製）

これらは名古屋市工業研究所設置のものであり、通常は工業製品などの試験研究に主に使用している。X線CTは医療用のものより高出力・高解像度であるので、より詳細なデータを得ることが可能である¹⁾。

3. 試料について

今回の検証のために用いた測定対象は、図1に示す絶滅哺乳類（肉歯目ヒエノドン科ヒエノドン属 *Hyaenodon* sp.）の化石試料である。右下顎の一部であり、第四乳臼歯と第一臼歯が保存されている。モンゴルの新生代古第三紀始新世（約3,500万年前）の地層から発掘されたものである。復元想像図を図2に示す。哺乳類の顎の化石は、系統関係や機能形態

^{*}名古屋市工業研究所・^{**}名古屋市科学館学芸課・

^{***}モンゴル古生物学センター・^{****}林原自然科学博物館

を研究する上で有用であり、古生物学の分野では重要な標本である。

4. X線CTでの撮影と展示用データの作成

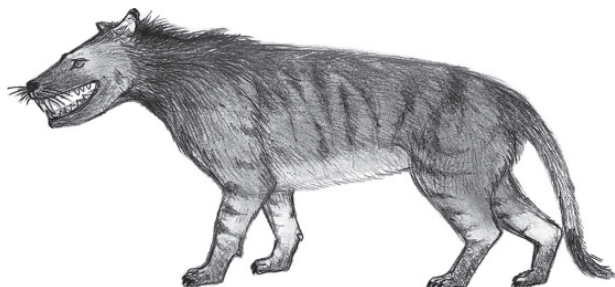
X線CTを用いることで、試料の内部構造を含めた3次元データの作成が可能である。今回の測定の結果、得られたもの・分かったことを以下に示す。

(1) 任意断面像の作成

図3に、哺乳類の顎の化石をX線CT撮影した結果を示す。3次元データとしてコンピュータ上で扱っているため、任意方向の断面像を作成することが



図1 測定試料（哺乳類の下顎の化石）
標本仮番号：HMNS(MPC)2004-0074



©林原自然科学博物館

図2 ヒエノドンの復元想像図（全身）

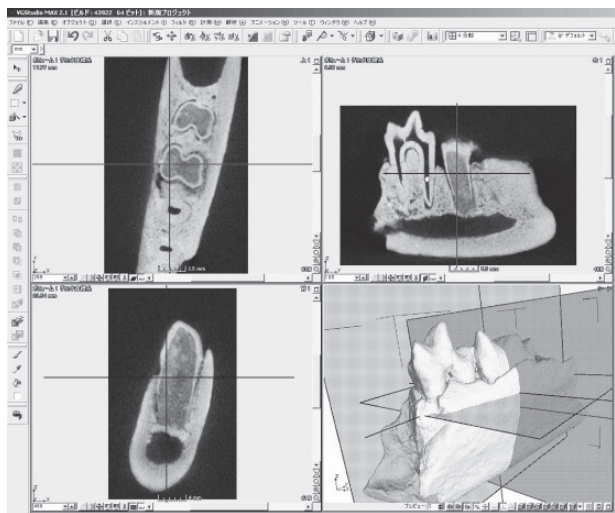


図3 X線CT撮影結果（任意断面表示）

できる。これは試料の構造の理解に大変有用である。貴重な試料を切断する必要がないことも大きな利点である。

(2) 試料材質の推定

X線は試料の構成物質および密度によって試料中で吸収される割合が変化するため、それらの差がX線像の濃淡となって現れる。図4では、歯の部分・象牙質の部分・空洞の部分濃淡から区別することができている。このように、試料の形状だけでなく材質などまである程度の推定が可能である。濃淡によって色分けすることなどにより、材質の違いをより分かりやすく表現することもできる。

(3) 形状モデルの作成

測定結果から図5のように3次元形状データ（コンピュータ上のバーチャルモデル）を作成できるため、任意の角度からの観察が可能となる。見る人が

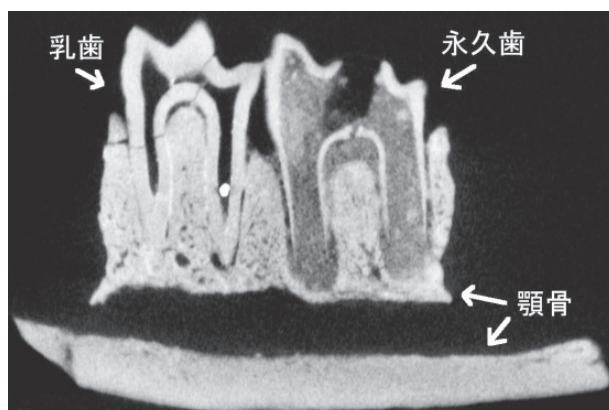


図4 X線CT撮影結果

左：乳歯（内部は空洞）右：永久歯（内部は象牙質）
象牙質が中間的な灰色となっている。
顎骨は空洞があるため上下に分かれて見える。

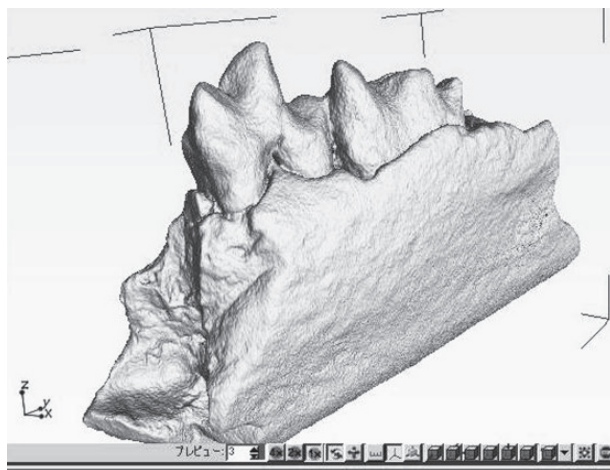


図5 X線CT結果から得られた3次元形状モデル

自分で画像を操作してモデルを回せるようにしたり、自動で回転する動画などを作成して示すことで、試料形状の理解に役立てることができる。

(4) 形状モデルの部分抽出

3次元形状データの作成において、図6のように歯と顎といった部分ごとに分けてデータ作成をする

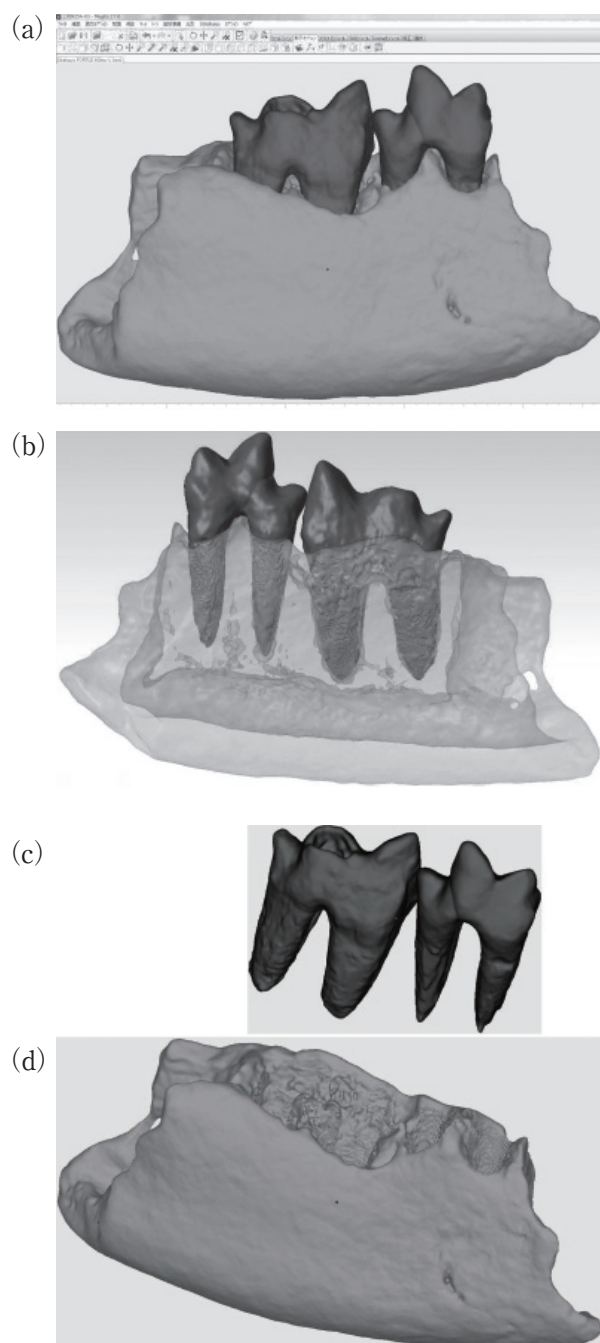


図6 X線CTから得られた形状モデル
(歯と顎とを別々にモデル化)

(a) 組み合わせ状態を多色で表現 (b) 顎を半透明表示 (c) (d) 歯と顎とを個別に表示

ことができる。それぞれに異なった色を付ければ (a) (b) のように組み合わせた状態がよく理解でき、また (c) (d) のように部分のみを表示させることができるので、本来であればどちらかを破壊しなければ取り出すことのできない内部の構造もそのままの形状で表現することができる。

他にも、地層中に埋まった化石に対し、化石と堆積物とのX線透過率の違いを利用して、堆積物部分を除去して表現することなどもできた。地層中での位置関係など、本来なら観察しにくい地層中における産状などもそのまま表すことが可能であるので、化石の形成プロセスについて有用な知見が得られると言える。

今回測定した哺乳類の化石においては、乳歯と永久歯が混在する若い個体であることが、断面構造などから明らかとなった。このように、X線CTを用いた3次元測定の

- ・試料内部の情報を得られる
 - ・試料の3次元的な形状・位置関係を再現できる
 - ・元試料を破壊せず任意の断面・部分抽出が可能
- といった利点を、化石の研究に役立てることができることを実証できた。またこれらは試料やその研究結果の効果的な見せ方においても大変有用であるといえる。

5. 3次元造形とそのためのデータ作成

3次元造形機で造形するための、コンピュータ上の形状データは、通常はCAD (Computer Aided Design) 上で描かれた3次元図面を使用する。しかし、X線CTの撮影データから得られる3次元形状データを使用すれば、CAD図面のない、または複雑曲面のためCAD図面に描けない形状のものも造形をすることが可能となるため、応用範囲が非常に広がる。X線CT以外の、3次元デジタイザなどの計測機器を使用して得た形状データも、同様に造形に利用することができる。

そこで、前節で作成した哺乳類の歯の化石から得られた形状データを用いて、手に取れる実物モデルの造形を実施した。結果とその際に工夫した点について以下に示す。

(1) 造形した実物モデル

図7に造形物の様子を示す。歯と顎との組み合わせ状態を理解しやすくするため、それぞれを別々の

モデルとして造形し、着脱が可能な状態とした。また、組み合わせの詳しい状態や、歯の内部構造を観察できるようにするため、中央で2分割したモデルを作成した。実物化石ではこうした展示方法は難しいと思われるので、造形物を用いる利点といえる。

(2) 造形用データの加工修正

造形においては、形状観察が容易となるよう、実寸の2倍のサイズでモデルを作成した。

また、前節で述べた象牙質の部分は、空洞にするのではなく、歯の部分と一体化させた上で造形した。

更に図8で見られるように、X線CT撮影時には歯の形状が一部不鮮明な部分があったが、形状データ作成の際に補ってなめらかな形とした。一方で歯の頭頂部に開いている穴はそのままの形状で造形し、形状を観察できるようにした。

これらのように、必要に応じて形状修正が可能なことも、コンピュータ上のデジタルデータを活用す

る利点の一つと言える。

今回、X線CTや3次元造形機、また様々なソフトを連携して用いることで、優れたデータや造形物が得られた。装置単独での使用にとどめるのではなく、それぞれの機能を活かした複合的な展開が重要であり、それによって様々な見せ方の可能性が広がることが示された。

6. 造形物の展示方法

3次元造形機には様々なタイプがあるが、今回用いた装置は、硬く耐久性の高いプラスチック（ABSなど）での造形が可能である。この特性を活かし、実物化石を用いた従来の手法では不可能な、次のような展示方法が可能となる。

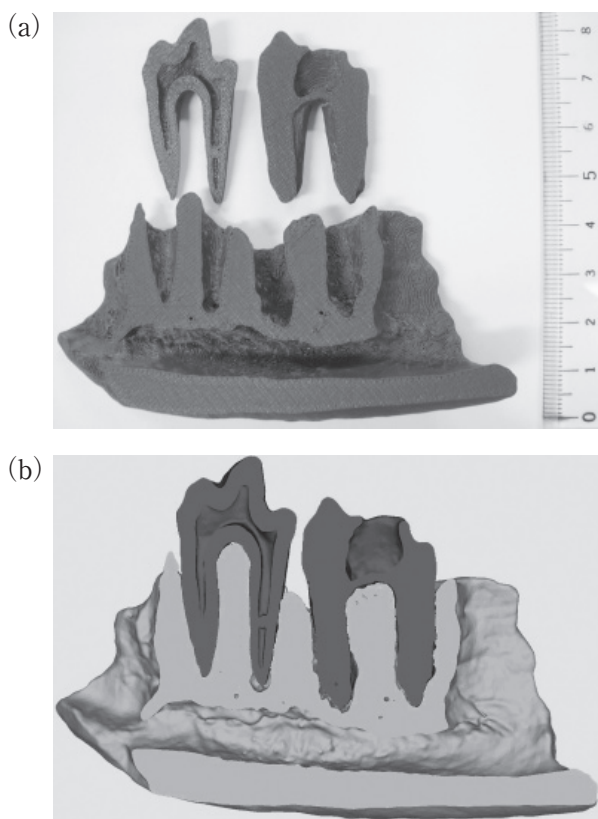


図7 3次元造形機による造形モデル
内部構造の理解のため、分割モデルを作成した。
(a) 造形物（写真）：歯と顎とを個別に作成し位置関係を理解できるようにした。
(b) 造形に使用した元形状データ

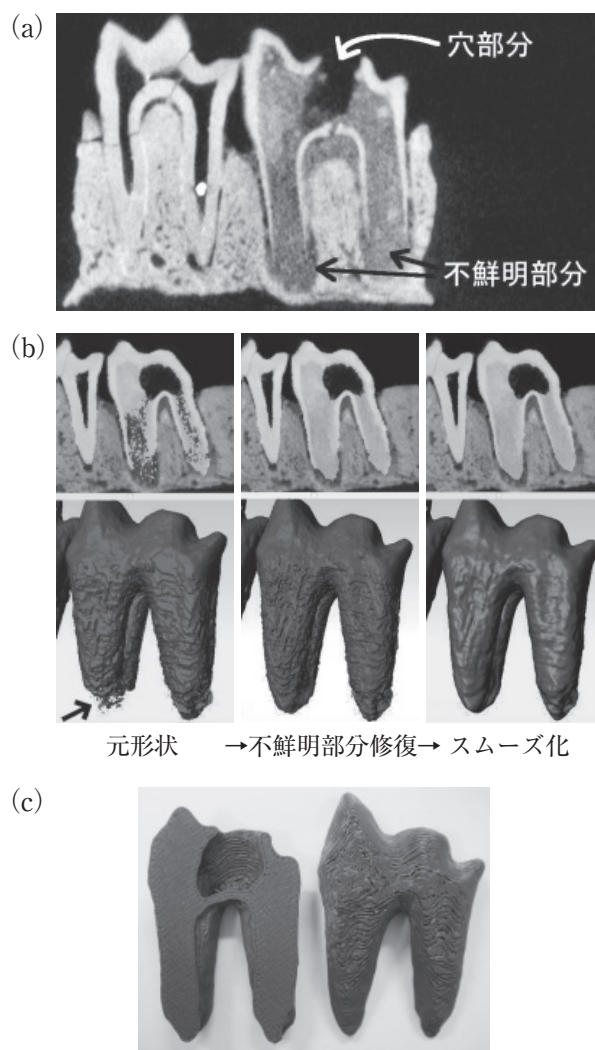


図8 データ修正と造形の流れ
(a) X線像：穴・不鮮明部分が見られた
(b) 形状修正の様子：造形のために不鮮明部を修復
(c) 造形結果（写真）

（１）ハンズオン展示

通常の化石展示は手に触れて見ることはできない。しかし、造形モデルであれば実際に手に触れ動かして詳細な構造まで観察できる。これは体験者の理解や記憶を助ける有効な手段であると考えられる。

同じ形状データから複製が容易に作成できるので、破損の際の交換も可能であるし、多人数向けに複数の同型モデルを用意することも可能である。

（２）拡大・分割モデル

前節で述べたように、デジタルデータを元に造形するため、拡大や分割したモデルの作成が容易に行える。着目させたい部分を効果的に見せることができるので、通常の化石展示より有利であると言える。

（３）視覚障害者向け展示

手に触れられる実物モデルであれば、視覚に頼らずとも形状の理解が可能であるので、視覚障害者も楽しめる展示として活用の意義があると考えられる。前項のように拡大モデルを作成すれば微小試料の形状表現も可能である。

以上のように、３次元造形機の特長を活かした新しい展示により、例えば現代の生物との連想比較など、化石をより身近に感じられ理解の進むことなどが期待できる。

7. まとめと今後の展開

化石の効果的な展示方法として、３次元データの

活用可能性について検討した。X線CT装置から得た哺乳類化石の３次元測定データから、試料の内部構造や材質の推定ができ、更に立体像や断面像などの表現により試料構造を視覚的に分かりやすく示すことができた。また得られた３次元データを修正加工し、３次元造形機によって実物モデルの作成を実施した。パーツ毎の分離などの工夫を施し、実際に触って形を確かめることができるモデルとしたことにより、直感的な理解の助けとすることができた。以上のように、３次元データを効果的に利用することにより、試料の見せ方の幅が大きく広がると考えられる。

なお、今回撮影した化石のX線CT像や造形モデルは、名古屋市科学館での特別展にて活用するため、引き続き効果的な展示方法を検討していく予定である。

8. 謝辞

X線CT像および３次元造形物の展示活用を検討するにあたって、読売新聞大阪本社企画事業部にご協力頂いている。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- (1) 林昭次ほか(2005) 骨化石観察におけるX線CTの有用性 地質ニュース No.610, p45-49. 地質調査総合センター
- (2) 水野操(2012) 初心者 Makers のための3Dプリンター&周辺ツール活用ガイド Amazon Services International

名古屋市科学館常設展示のプロモーションビデオ制作について

Producing promotional videos of permanent exhibits
in Nagoya City Science Museum

小 塩 哲 朗^{*}・栃 窪 優 二^{**}・松 山 智恵子^{**}

OJIO Tetsuro^{*}・TOCHIKUBO Yuji^{**}・MATSUYAMA Chieko^{**}

1. はじめに

平成23年度から、名古屋市科学館（以下単に「科学館」という。）と椋山女学園大学（以下単に「大学」という。）では、名古屋市科学館常設展示を紹介するプロモーションビデオ（以下単に「PV」という。）の制作を行ってきた。本報告では、この事業の経緯と現状、今後について述べる。

2. PV制作の経緯

平成23年3月19日のリニューアルオープンの前後から、科学館の新館の展示について多数の報道がなされてきた。その中で取り上げられるものは、やはりプラネタリウムと放電ラボ、極寒ラボなどの大型の目玉展示であった。しかし、席数・観覧者数に限りがあるプラネタリウムや目玉展示は、観覧希望者が非常に多いために告知を進めても「来たけれど見られなかった」ということになってしまう。

一方で、「プラネタリウムのチケットは買えたので、時間まで(近所の)デパートで買い物をしよう」などと、常設展示には全く興味を示さない、あるいは知らない来館者が少なくないようである。

こうしたことから、プラネタリウムや目玉展示ではなく、常設展示にもっと目を向けてもらいたいと考え、大学の協力を得て常設展示についてのPV制作を行うこととなった。

もともと、科学館と大学との連携は平成21（2009）年度夏に開催した特別展「お菓子の秘密」にさかのぼる。科学館が、大学の文化情報学部栃窪研究室に「砂糖水からカラメルを作る過程の動画」の制作を依頼し、完成した映像作品を特別展内で上

映して解説を行ったという実績がある。

当時既に科学館新館の建設は始まっており、館内でも新館に関する広報戦略を検討していた。しかし、動画による紹介映像の制作は、リニューアルオープン前の業務量が膨大であることと予算確保が難しいことから見送られていた。特別展での映像制作・上映の成功に力づけられ、科学館側から大学側へ新館展示品のPVづくりの可否について打診を行ったが、その時点では大学側が対応する態勢を持っていなかったため、具体的な計画はできなかった。なお、この打診は、経費を安く済ませようという目論見ではなく、教育現場との連携を強く意識したものであった。

のちに大学側で、東山動植物園ほか複数の施設・団体と、映像制作を軸にした地域連携プロジェクトをスタートさせたことにより、科学館のPVづくりも可能となった。また科学館側においても、平成23（2011）年3月19日のリニューアルオープン後には、PV制作の企画・監修を行う余裕が持てるようになった。そして、当該年度に今度は大学側が科学館側にPV制作を具体的に提案し、このプロジェクトがスタートした。大学側のプロデューサーは教員（筆者・栃窪）、科学館側のプロデューサーは学芸員（筆者・小塩）が担当した。同年11月に「名古屋市科学館と椋山女学園大学との連携、名古屋市科学館広報映像の取扱いに関する覚書」を交わし、公式な連携プロジェクトとして取り組んでいる。

3. PVの企画

前述したように、プラネタリウムや目玉展示のようにマスメディアに取り上げられやすいもではなく、常設展示をテーマとして取り上げその面白さを伝える映像を制作することとした。同時に、完成し

^{*}名古屋市科学館学芸課

^{**}椋山女学園大学文化情報学部

たものをどのように活用するのかによって変わってくる。これについては、大学側と科学館側で協議し、以下のように決定した。

- ・作品の長さは1本＝4分30秒程度
- ・ハイビジョン映像で制作
- ・インターネット上（主に科学館ウェブサイト）での広報用として制作
- ・2011年度は計6本を制作
- ・テーマは科学館側が提案
- ・撮影台本は大学側が作成
- ・その台本を科学館側が修正・確認
- ・作品1本の撮影時間は2～3時間程度
- ・各作品に担当の学芸員がインタビュー出演
- ・作品は学生のレポートを軸に構成する
- ・作品は科学館側が監修する

この方針で、あるテーマに基づき数点の常設展示品を取り上げた映像作品を制作することとした。科学館の各フロアには、フロアテーマがあるが、これを直接取り上げて映像とするには展示品の数が多すぎ、また、紹介したいテーマがぼやけてしまう。そこで初年度は、新館の各フロアにつき1つのテーマを設定し、そのテーマに関係する常設展示品数点を取り上げることとし、映像作品の規模とわかりやすさの両方を満たすことを試みた。具体的には次の6テーマである。

- (1) 元素の話（理工館5階）
- (2) 太陽系（天文館5階）
- (3) 地下から地球を知る（理工館6階）
- (4) ものづくり（理工館3階）
- (5) 波のひみつ（理工館4階）
- (6) 音と感覚のふしぎ（理工館2階）

科学館側（筆者：小塩）が、これらのテーマのコンセプトと、関係する展示品を大学側にレクチャーし、また大学側プロデューサ（筆者：梶窪）と制作する学生とともに各フロアで下見を行い、台本案を大学側が作成した。この台本を科学館側が修正・確認し、実際の撮影台本が完成した。

撮影にたずさわる学生は、必ずしも科学の知識が豊富ではない。上記のテーマは、科学館側のいわば“専門家”が伝えたいことを取り上げているため、

まず大学側にテーマを理解してもらうことが必要となる。さらに、その内容を映像作品を見る人々にもわかりやすく伝える必要がある。テーマがわかりやすいことは科学館側の任務であり、映像の見やすさ、作品のテンポ、ナレーションやインタビューのわかりやすさは大学側の責任となる。今回の作品は、おおむねその両方について満足できるレベルだと考えている。

4. 実際の撮影

前述の(1)から(3)の三テーマは、平成23年6月から7月にかけて企画・打ち合わせを行い、8月に撮影台本が完成、9月に撮影というスケジュールとなった。また、後半(4)から(6)については、9月打ち合わせ、10月～11月台本完成、11月撮影



写真3 学生によるカメラ撮影



写真2 学生によるレポート



写真1 科学館での撮影ロケ

であった。

取材・撮影は、担当・出演学芸員と大学側のプロデューサー（教員）及び学生7人に筆者（小塩）が立ち会って実施した。撮影日は開館日で、多数の観覧者がいる中で行われた。このため、出演者やカメラの位置、照明などについて周囲に配慮して行った。

担当・出演した学芸員はある程度メディア露出に慣れてはいるものの、制作した学生にとっては本格的な撮影ロケは初めてであった。しかし、レポーター役の学生もそれまでの大学スタジオでの出演経験や演習作品での経験を生かし、かなりの完成度を持つ作品となった。

収録は1本あたり1.5～2時間程度で、編集は大学スタジオの編集室でノンリニア編集ソフトウェアを使って行った。編集作業では、最初から完成を目指すのではなく、仮編集・仮ナレーションの段階で科学館側がチェックを行って進められた。収録後およそ1ヶ月で仮編集完了、科学館側のチェックを経てさらに1ヶ月弱で本番ナレーション等仕上げを行い完成した。長さも完成度も、当初目指した基準を満足できたと考えている。

5. 作品の公開

当初からこのプロジェクトで制作した映像はインターネット上での広報活動に利用することとして進めてきたが、科学館側のウェブサイトの仕様変更の問題があることがわかった。そこで、大学ウェブサイト上の「学生制作の動画公開」のページの一部として公開することとした。これは、文化情報学部メディア情報学科榊窪研究室が制作したものを中心にインターネット上で各種動画を発信しているページで、本プロジェクトで制作した映像作品は、その中の「名古屋市科学館関連」カテゴリにまとめられている。作品公開は、平成23年11月2日に3本、平成24年1月20日に3本となった。企画から公開まで5ヶ月弱ということになる。

6. 公開作品へのアクセス数

表1にそれらの作品名とアクセス数を示す。また、図1に最もアクセス数が多かった「太陽系」の動画のページビュー数の日毎の変化を示す。なお、ページビュー数は、Google Analyticsの解析結果をもとにしている。

図1によると、公開当初のアクセス数はあまり多

表1 動画の作品名とアクセス数

公開日	作 品 名	ページビュー数 平成25年1月15日日現在
H23.11.2	科学館てんナビ「元素の話」(4分30秒)	467 (374)
H23.11.2	科学館てんナビ「地下からの地球を守る」(4分40秒)	453 (405)
H23.11.2	科学館てんナビ「太陽系」(4分24秒)	692 (643)
H24.1.20	科学館てんナビ「ものづくり」(4分31秒)	580 (520)
H24.1.20	科学館てんナビ「音と感覚のふしぎ」(4分23秒)	600 (570)
H24.1.20	科学館てんナビ「波のひみつ」(4分25秒)	396 (370)

* ページビュー数欄内（ ）は平成24年3月20から平成25年1月15日月25日までの数



図1 動画「科学館てんナビ「太陽系」」のページビュー数の履歴

いとは言えなかった（1日当たり約0.4件）が、平成24年3月20日に科学館サイト上に大学文化情報学部サイトへのリンクを動画紹介として設置してからは、コンスタントにアクセスされている（1日当たり約2.43件）ことがわかる。動画の参照元（リンク元）の解析結果によれば、84.2%が科学館サイト上のリンクからのもので、閲覧者の大半は科学館サイト上のリンクをたどってきたものであった。「太陽系」以外の動画についても、おおよそ同様の解析結果が得られた。

これらのことから、本プロジェクトで制作された動画を閲覧しているのは、大学での（他のプロジェクトで制作したものを含む）公開動画を目的とした閲覧者ではなく、主に科学館サイトの閲覧者であるということがいえる。

7. 完成作品の評価

筆者（小塩）は、平成23年度に制作・公開した6本の映像作品は満足 of いくものに仕上がりに、単に映像制作としてのみならず、大学教育との連携という面から見ても本プロジェクトは非常に意義があると考えている。

公開後、担当学芸員に対してアンケート調査を行った。調査では項目ごとに、良い＝5、まあ良い＝4、普通＝3、あまり良くない＝2、良くない＝1、という5段階評価の回答を求めた。結果を表2に示す「自分の解説について」の回答が2.8と低いが、これは自らが研鑽の必要性を考えていることを意味している。

表2 担当学芸員の作品評価（平均値）

質問	回答（5点満点）
企画意図は伝わったか？	4.4
構成は良いか？	3.8
映像については？	3.8
リポーターは？	4.6
自分（学芸員）の解説は？	2.8
ナレーションは？	4.0
音楽・B Gは？	4.0
総合評価	4.4

アンケートの自由記述では、次のような評価や意見が寄せられた。

- ・よく練られた企画構成であり、内容的には非常に

良い。

- ・リポーターは明るく落ち着いて話ができている。
- ・カメラワークも良い。
- ・B Gの選曲も良い。ただし一部音声にかぶるところもあった。
- ・暗い場所や展示物の映像の撮影は困難であったことが伺える。
- ・タッチパネルモニターなど、展示物の操作の映像をより多く取り入れた方が、展示を実際に見る楽しみが伝わると考えられる。

総合評価は平均4.4であり、担当学芸員としても映像に対して高い評価を与えている。

大学側では、筆者（梶窪）は一定のクオリティを確保し、当初の目標レベルをクリアしたと考えている。制作に参加した学生7人に、前述同様のアンケート調査を実施した。その結果は表3の通りである。

表3 学生の作品評価（平均値）

質問	回答（5点満点）
企画意図は伝わったか？	5.0
構成は良いか？	4.9
映像については？	4.9
リポーターは？	4.1
出演者（学芸員）は？	5.0
ナレーションは？	4.7
音楽・B Gは？	4.4
総合評価	4.7

学生アンケートの自由記述では下記のような感想や意見が寄せられた。

- ・初めて本格的な映像作品に取り組み、とても楽しく制作することができた。
- ・制作期間は短かったが、完成作品に満足して、強い達成感を得ることができ、本当に良かった。
- ・撮影ロケ（音声、カメラ、ディレクター、リポーター）や映像編集などで、いろいろな役割を経験できて、とても勉強になった。
- ・リポーターやナレーターは技術的に未熟な点はあったと思うが、完成作品を見ると、学生としては満足できるレベルだったと思う。
- ・リポーターが上手くできなかった部分を、映像編

集で目立たないようにカバーした部分もあり、全体としては良い作品となった。

- ・先生の厳しいダメ出しがあったことで、完成度の高い作品になったと思う。
- ・制作途中で先生のダメ出しの理由がわからないこともあったが、完成したあとでその理由がわかり、自分の成長を感じられた。

映像制作には、ストーリー性やドラマ性が求められるが、本プロジェクトで制作した「科学館の展示」には、例えば東山動物園のような「感動のドラマ」といった要素が少ない。そこで、プロデューサーとしては、一般の人の知らない「事実」や「驚き」を大切にして、館内の展示紹介を軸に、わかりやすく、テンポ良く、映像構成することを心がけた。また、撮影現場で学生スタッフの判断により、作品の構成などを検討・変更することは難しい。これについては、事前の打合せや下見を十分に行うことと、教員がプロデューサーとしてその部分を重点的にフォローすることで、一定レベルの作品を完成できたと考えている。

8. 評価と今後の課題

前述したように、科学館として本プロジェクトを行うことは、広報に利用できる映像作品の制作という面だけではなく、大学教育との連携という意味合いが非常に大きい。科学館と大学とが連携・協力することで、実際のテレビ制作現場に近い、質の高い映像メディア教育を実践できたものと考えている。大学としても、一定の社会貢献も果たせたと考えている。

映像作品としてのみ見ると、より高いレベルを目指すことができるのは明白である。出演している学生芸員の説明などの語りのわかりやすさ、雰囲気づくりなどは、まだまだ改善の余地が大きい。ストーリーづくりは筆者（小塩）が行ったが映像作品を念頭においた企画は初めての試みであり、こちらをもっと経験を積むことが必要であろう。

大学側においても企画・構成、取材・撮影、映像

編集、音声・CG処理など広範囲に学生を指導する必要があるが、指導教員（筆者・柝窪）としては、技術面の指導よりも企画・構成を重視したいと思っている。これまでの取り組みを通して、制作ディレクターとしての力を養うことが、学生の総合的な能力を磨くことになり、これが大学における映像メディア教育の重要な部分になると考えているからである。

完成した動画の利用法についても課題がある。現状では、大学ウェブサイト上のみでの配信となっているが、さきに述べたように閲覧者のニーズから考えて科学館ウェブサイト上での発信があってしかるべきである。この点については現在関係部署と調整している。

本稿で報告したような、映像制作を軸とした大学と地域との連携・協力は、全国的な広がりが見られ、他にもこうした取り組み例が報告されている⁴⁾。しかし科学館の展示紹介ビデオを体系的に共同制作するプロジェクトは珍しいと考えられる。なお、平成23（2011）年度に続いて、平成24（2012）年度も合計6本を制作し、平成25年1月18日より大学サイト上で公開した。この2年間でシリーズ作品12本が完成するしたことになる。さらに、来年度以降も本プロジェクトを継続し、平成26（2014）年度までの4年間で計20本程度の作品制作をめざしている。

参考文献

- （1）柝窪優二，小塩哲朗，松山智恵子（2013）大学と科学館との映像制作連携の試み～名古屋市科学館プロジェクト報告～ 椋山女学園大学文化情報学部紀要第12巻（印刷中）
- （2）柝窪優二（2011）インターネット時代の映像メディア研究－地域連携プロジェクトからの報告 椋山女学園大学文化情報学部紀要第10巻 p61-69
- （3）柝窪優二，松山智恵子，脇田泰子，小川真理子，亀井美穂子（2012）地域連携によるメディア教育モデル構築の研究 椋山女学園大学研究論集 第43号 社会科学篇 p191-206
- （4）大杉卓三（2011）大学の地域メディア戦略 映像番組制作による大学の地域貢献 中国書店

名古屋市東谷山中社古墳の粉末X線回折（XRD）による土壌分析

Determination of soils from the Nakayashiro burial mound, Mt. Togoku, Nagoya city

西本昌司*・長崎千明**・伊藤正人**・木村有作**

NISHIMOTO Shoji*・NAGASAKI Chiaki**・ITO Masato**・KIMURA Yusaku**

1. はじめに

名古屋市守山区上志段味地域は、多くの古墳が集中し「志段味古墳群」と呼ばれている。その東端にあたる東谷山山頂部には、尾張戸神社古墳（円墳、直径約27.5m）、中社古墳（前方後円墳、全長約63.5m）、南社古墳（円墳、直径約30m）が分布している。尾張戸神社古墳は、山麓にある白鳥塚古墳と同じ4世紀前葉、中社と南社の両古墳は4世紀中葉に築造された考えられており、いずれの古墳にも大きな礫を積み上げた葺石が確認されている¹⁾。2009年度の中社古墳発掘調査では、近畿地方の前期古墳

と同じ特徴をもち濃尾地方では最古級と考えられる保存状態の良い円筒埴輪や葺石が多数出土し、近畿地方との強い関連性を示唆している²⁾。2012年度も引き続き発掘が行われ、詳細な古墳形状を把握しつつある。古墳築造方法を解明していくためには、発掘現場において、地山の露出（現地性の風化土壌）なのか、人為的に埋設した盛土および整地土なのかを区別することが重要である。発掘調査においては、断ち割り掘削を行い、土壌の断面構造を観察することによって両者を判別している。そこで、鉱物学的な見地から両者の判別に役立つデータが得られないか検証するため、中社古墳発掘調査現場において採取された土壌の粉末X線回折分析（XRD）を行ったので報告する。

2. 試料と分析方法

2012年度発掘調査時に中社古墳東斜面のトレンチ4および7で土壌試料のサンプリングを行った（図1）。トレンチ4下部の現地性とと考えられる母岩直上部の赤褐色風化土壌（風化土壌=4-1）、埴輪の固定に用いられた埋設土（埴輪埋設土=4-2）、円筒埴

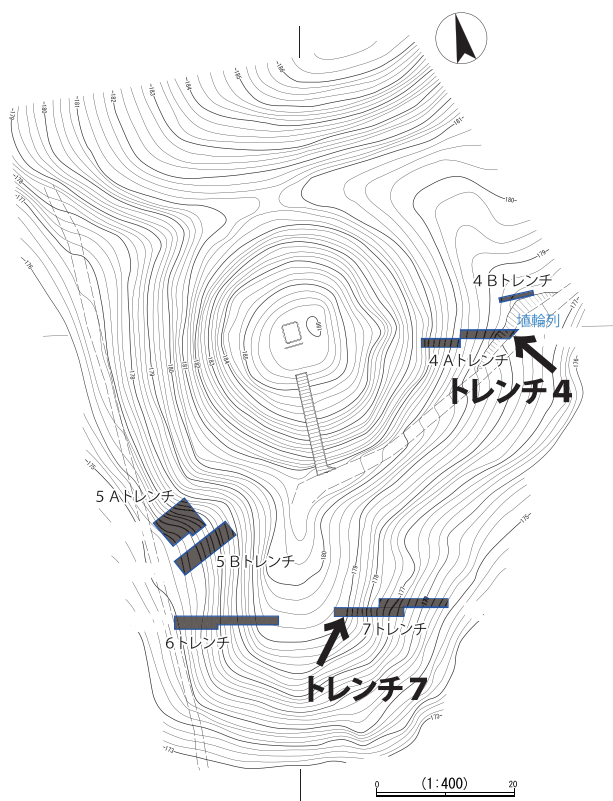


図1 中社古墳の平面図



写真1 中社古墳で発掘された円筒埴輪と土壌試料採集位置（トレンチ4）

*名古屋市科学館学芸課 **名古屋市見晴台考古資料館

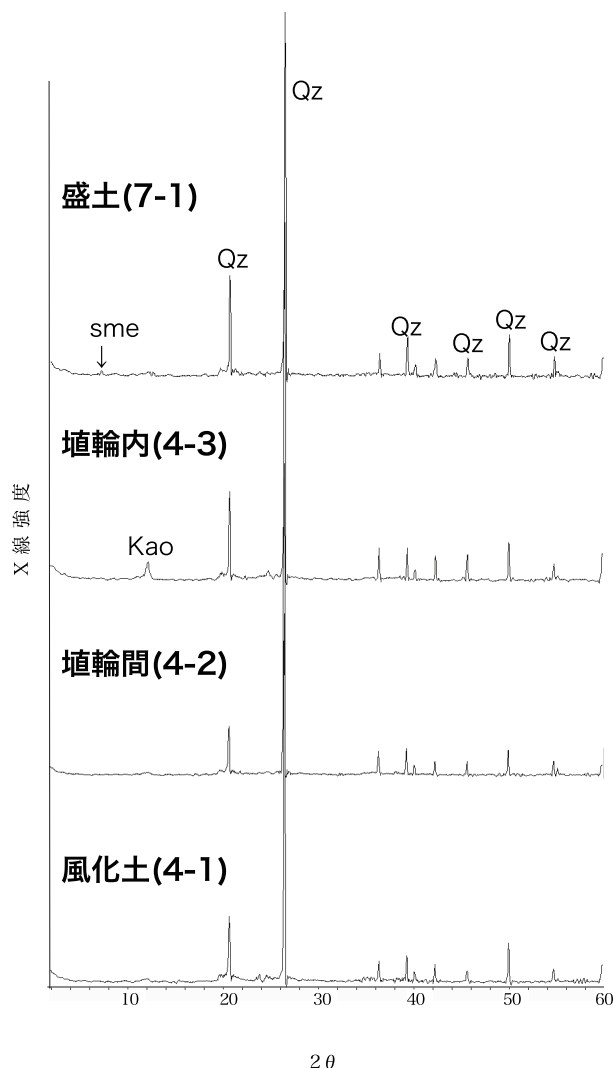


図3 中社古墳トレンチ4および盛土（トレンチ7）の粉末X線回折パターン（未処理試料）

輪の内部を充填している土（埴輪充填土=4-3）、トレンチ7断ち割り部の明らかに人為的に盛土された土壌（盛土=7-1）を採取した。これらの未処理試料を未処理のままのものと水簸により粘土鉱物を濃集させたものとを乾燥後、名古屋大学博物館の粉末X線回折装置（理学電機Multidlex）を用いて、Cu-K α 線、管電圧40kV、管電流20mA、走査速度2°/minの条件で、水簸試料については $2\theta=2\sim 15^\circ$ 、未処理試料については $2\theta=2\sim 60^\circ$ の間を測定した。

3. 結果

得られたX線回折パターンを図3および4に示す。いずれの試料でも、石英（Qz）の明瞭なピークのみが見られ、長石類などのピークは確認できなかった（図3）。

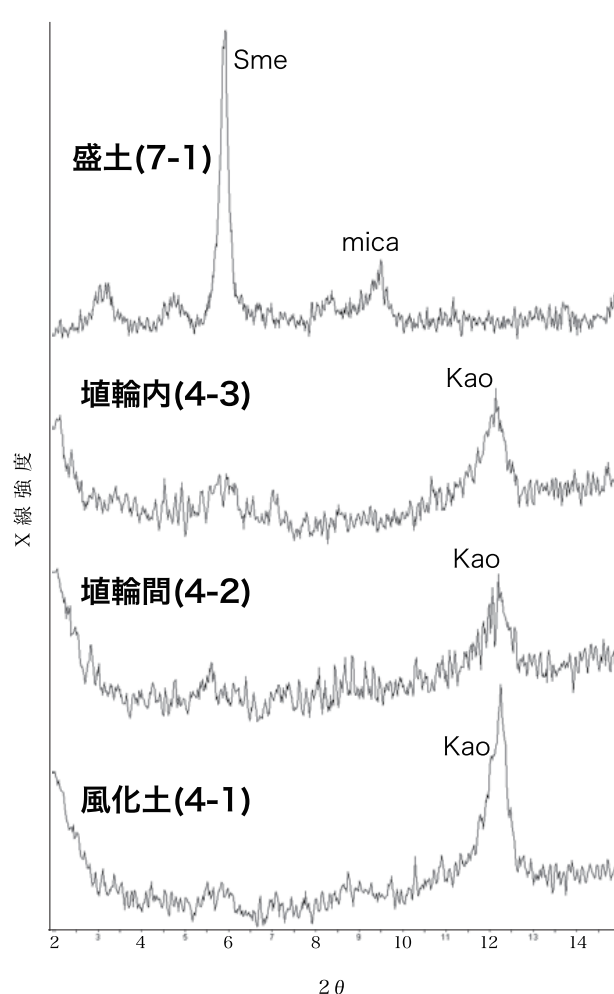


図4 中社古墳トレンチ4および盛土（トレンチ7）の粉末X線回折パターン（水簸試料）

粘土鉱物には明瞭な違いがあった。まず、風化土壌には、カオリン鉱物（Kao）の明瞭なピークが認められた。スメクタイト（Sme）の非常に弱いピークもあるように見えるがはっきりしない（図4）。埴輪埋設土（4-2）と埴輪充填土（4-3）では、カオリンのピークが弱いものの基本的には風化土壌（4-1）と同じパターンである（図4）。一方、トレンチ7断ち割りの試料（7-1）では、スメクタイト（Sme）のピークが明瞭であるとともに雲母鉱物（mica）のピークも認められるが、カオリン鉱物は認められなかった（図4）。

4. 考察

東谷山山頂域の地質は熱変成を受けた美濃帯堆積岩類である³⁾。わずかな露岩から判断して礫岩や砂岩が主体と思われる。母岩直上の風化土壌（4-1）

であっても長石もギブサイトも認めらずカオリン鉱物ばかりであることから、Ca, K, Naはほとんど溶脱されていると推察される。その色から期待される赤鉄鉱のピークも確認できないため、赤鉄鉱は含まれていても極めて微量と思われる。したがって、現地性の風化土壌の結晶性鉱物は、ほとんど石英とカオリン鉱物で占められると考えられる。

埴輪埋設土および埴輪充填土（42, 43）には、粘土鉱物としてカオリン鉱物が確実に含まれており、いずれも現地性の風化土壌に由来した土壌だと考えられる。トレンチ4下部において埴輪埋設のための溝掘りは確認されておらず、母岩直上に円筒埴輪が設置されている（写真2）ことから、地山を削って水平に整地し円筒埴輪設置後にその根元を発生土で埋めたと考えて矛盾はない。埴輪充填土については、埴輪内部に葺石や埴輪破片とともに土が充填していることから、その少なくとも一部は古墳完成後に風化土壌が崩落してきたものと考えられる。

一方、トレンチ7の盛土（7-1）の粘土鉱物はスメクタイトが主体で、カオリン鉱物は少ないというそれ以外の土壌（41, 42, 43）とは明らかな相違が認められる。これは、母岩の違いか、人為的に持ち込まれたかのいずれかを示している。トレンチ7は母岩まで掘っていないので確実なことは言えないが、この盛土が外部から持ち込まれた可能性を残すものである。詳細な議論には、地質などに関する情報と合わせる必要があるものの、粘土鉱物の違いが明瞭に現れたことは、古墳調査においてこのような分析が有用であることを示している。

5. 結論

中社古墳発掘現場より採取した土壌について粉末X線回折（XRD）を測定した。その結果、現地性の風化土壌は石英とカオリンを主体としていることが明らかとなった。埴輪埋設土と埴輪充填土も、石英とカオリンを主体としており、現地性の風化土壌に由来していると考えられる。一方、人為的な盛土は、スメクタイトを主体としていることが判明した。地質についての詳細な調査が不可欠であるものの、同じ古墳内において粘土鉱物の違いが明瞭に検出できたことは、古墳における現地性の風化土壌と人為的な盛土および整地土の判別にあって、粘土鉱物が手がかりとなりうると言える。

謝辞

粉末X線回折装置の利用にあたっては名古屋大学博物館の吉田英一教授にご協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- （1）名古屋市教育委員会（2010）志段味古墳群を巡る～ナゴヤのルーツを訪ねて～ 名古屋市教育委員会
- （2）名古屋市教育委員会（2011）埋蔵文化財調査報告書62・志段味古墳群 名古屋市教育委員会
- （3）産業技術総合研究所地質調査総合センター（2012）20万分の1 シームレス地質図 <http://gsj-seamless.jp/geonavi/gm/>

新しいアプローチによるボーリングコア展示

A new approach for the boring-core exhibit in the Nagoya City Science Museum

西 本 昌 司*

NISHIMOTO Shoji

1. はじめに

地球の歴史は主として地表に露出した地下の物質（岩石、鉱物、化石）を研究した成果と言える。これまでの研究により地下の物質や構造の理解が進んだとはいえ、地下で起こっている現象については分からないことが多く、地下はまさに科学のフロンティアのひとつである。地下に関する研究は、地球の歴史を紐解くという科学的意義だけでなく、地下資源確保や地下環境利用といった社会的意義の面からの注目も浴びるようになっており¹⁾、この分野の人材を将来にわたって育成する必要がある。

地下を探る手段としては、物性測定やシミュレーションによる間接的な解析方法もあるが、地下の物質を直接観察して正確な情報を得られるボーリング調査が効果的である。ボーリングとは、ドリルパイプを回転させて地下を掘削することであり、その際にパイプ中心部に入ってくる円柱状の岩石や地層を回収したものをボーリングコアという。ボーリングコアは、地表付近における風化の影響をあまり受けておらず、地下深部の情報が得られる極めて貴重な

研究試料である。

そこで、地質学や地下環境分野における普及啓発を目的に、新館展示の中でボーリングコアを活用する展示開発を行った。地質地盤情報の公開が進んでいる現状²⁾や海洋研究開発機構（JAMSTEC）の地球深部探査船「ちきゅう」への関心が高まりつつある状況を踏まえ、ボーリングコアの学術的価値を感じられる雰囲気づくりと、“地下”を宇宙と並ぶ科学のフロンティアに位置づけることで、科学館らしいアプローチによるボーリングコア展示を目指した。

2. ボーリングコア展示の難しさ

ボーリングコアは、地下研究に欠かせない貴重な試料であるが、当然のことながら円柱状の形ばかりで、目を引くような化石や美しい鉱物結晶などが見られるのは稀である。このため、静的に展示するだけでは、いくら学術的価値があろうとも、一般の方々の関心を得るのは難しい。同じものが二度と採取できない貴重なボーリングコアに手を触れて直接



写真1 ボーリングコアステーション外観



写真2 ボーリングコア柱状展示。回転テーブル上で観察できるコアサンプルの位置に「ボーリングコアステーションにて分析中」と表示している。

*名古屋市科学館学芸課

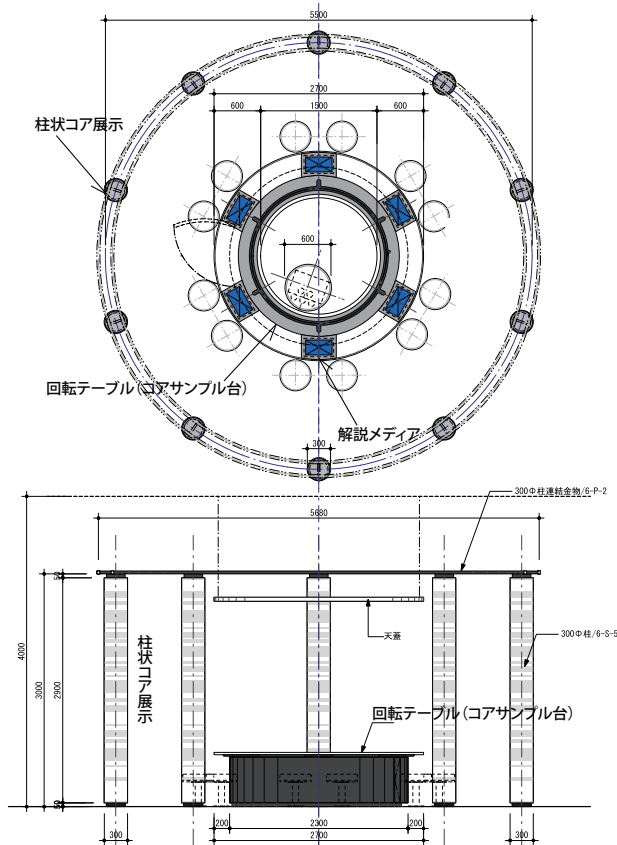


図1 ボーリングコアステーションの平面図(上)と立面図(下)

観察する機会を提供するにしても、破損してしまう恐れがある。このため、何の変哲もない石にしか見えないボーリングコアに対する興味喚起を促す手法の開発が、展示設計における最大の課題であった。

3. 動的展示と静的展示とメディアの組合せ

人間に限らず動物は動いている物を目で追ってしまう習性があると言われる³⁾。実際、動物展示やボール転がしのような動的展示は人気があるし、最近見かけることも多くなったスクロールサインなどもこの習性を利用して注目させようとしているものである。そこで、見学者にボーリングコアを目で追わせることによる興味喚起を狙い、円形の回転テーブル上を、ボーリングコアから切り出したサンプル(以下「コアサンプル」と呼ぶ)が回転寿司のように移動する動的展示を設計した(図1)。一般的な回転寿司の動く速さは4~5m/分と言われ⁴⁾、本展示でも、その速度に設定することとした。回転方向については、利き手が右手の人が多いと思われるため、右回りとした。

一方で、回転テーブルの周囲に10本の筒状展示ケ



写真3 コアサンプルを手前に引き寄せるとその産地とともにゲームが起動する解説メディア

ースを配置し、長さ1mのボーリングコアを縦置きに展示した(柱状展示)。回転テーブルのコアサンプルは、その柱状展示の一部を輪切りにしたもので、もともとあった部分に「研究中」と示した(写真2)。こうして、動的展示(回転テーブル上のコアサンプル)と静的展示(ボーリングコアの柱状展示)を関連付けることにより一体感を持たせた。なお、柱状展示には、それぞれのコアの見どころを対話形式の解説文で表記した。

近年、子供たちがデジタルコンテンツに惹かれがちであることや、インタラクティブ性を高めること、将来のコンテンツ変更に対応できることなどの理由から、映像メディアとの連動も試みた。回転テーブルのコアサンプルにICタグを埋め込み、コアサンプルを引き寄せると、そのコアについての解説が見られる映像メディア(解説メディア)が起動するようにした(写真3)。解説メディアは、単にボーリングコアの情報を表示するだけでなく、楽しみながら擬似的な研究体験ができるような娯楽性を持たせた。

このように動的展示、静的展示、映像メディアを組合せることで、ボーリングコアへの興味喚起を促すとともに、詳細な観察や専門知識へと誘導できる展示とした。外観は近未来的な研究室をイメージさせるデザインとし、展示名称は「ボーリングコアステーション」とした。

4. 冷蔵展示

地球深部探査船「ちきゅう」の海底ボーリングにより貴重なボーリングコアが採取されている。今

後、歴史的発見もありうるため、そのような場合にいち早くそのボーリングコアを展示できる設備が必要と考えた。そこで、JAMSTEC高知コア研究所のご指導を仰ぎながら、ボーリングコア専用の冷蔵展示ケースを製作した（写真4）。統合国際深海掘削計画（IODP）によるボーリングコアは、縦置きで展示することは許されておらず、冷蔵（基本的に温度 $4 \pm 2^\circ\text{C}$ ）のうえ、乾燥を防ぐためラップして保管し、温度湿度を安定させることが求められる。今回の場合、横長の市販冷蔵ケースを利用し、その中にもアクリルケースを設置することでボーリングコアと冷媒管とを隔離し、温度と湿度を安定させることにした。なお、地球深部探査船「ちきゅう」が掘削したIODPコアの冷蔵展示ケースを常設するのは世界初である。



写真4 IODP コア冷蔵展示ケース

5. 常設展示コア

常設展示用のボーリングコアについては、各方面に協力を要請したうえで、縦置きの柱状展示が可能なものを10本選び、適当な部分を組み合わせて長さ1mに調整した。展示したボーリングコアは次の通りである。

（1）名古屋市科学館地下の地層

名古屋市科学館の地下の地層を表現した模擬コアである。新館建設前の白川公園遺跡埋蔵文化財発掘調査⁵⁾の際に露出した地層断面より採取した土壌を樹脂で固めて作成した。最上部は融けたガラスが混ざった戦時中の表土で、その下に、中世の土壌、縄文時代の土壌、そして最下部が約5～15万年前に堆積した「熱田層」となっている。花粉と珪藻の分

析から、縄文時代に落葉広葉樹林だったこの地域が、弥生時代後期～古墳時代には河川の流れ込みを伴う湿地のある針葉樹林となり、中世になると水田稲作が行われていたと推測されている。

解説メディアでは、この環境変遷をイラストで週れるようになっている（協力：名古屋市見晴台考古資料館）。

（2）花崗岩と地層と岩脈（愛媛県松山市）

地下水変化・地殻変動・地震などを観測するため、愛媛県松山市の松山市総合公園で掘削された深さ600mのボーリングコアである⁶⁾。「和泉層群」と呼ばれる地層の下（177.2m以深）に花崗閃緑岩があり、その花崗閃緑岩の中に流紋岩（約8000万年前）の貫入や、ホルンフェルス（525.4～563.2m）も認められている⁶⁾。和泉層群は、松山から大阪府の和泉山脈まで東西300kmにわたって分布する中生代白亜紀後期の海成層で、アンモナイトや二枚貝、巻貝、サメの歯などの化石が見つかる⁷⁾。これらを貫いて掘削されたボーリングコアより、主要な岩石が観察できる部分を組み合わせて、不整合と岩脈という地質学的不連続面を再現した。

解説メディアでは、顕微鏡観察のための薄片づくりをゲーム風に体験した後、流紋岩の偏光顕微鏡画像が表示されるようになっている（コア提供：産業技術総合研究所 地質調査総合センター）。

（4）神原トータル岩（愛知県豊田市）

前項と同じく地下水等総合観測井の設置の際に豊田山下で掘削された深さ600mのボーリングコアである⁸⁾。極めて新鮮な花崗閃緑岩（神原トータル岩）で、割れ目も全くないコアの中から、細粒花崗岩とペグマタイトの両方が見られる部分を選んで展示化した。ペグマタイトは「巨晶花崗岩」とも呼ばれる大きな鉱物の集合体で、マグマが固結する過程で最後まで残った成分が、岩盤の割れ目に入り込んでできたと考えられている。マグマが結晶化する際、結晶に取り込まれにくい元素は最後まで液体中に残されていくため、揮発性成分（水やフッ素など）やイオン半径の大きな希土類元素や放射性元素が濃集していることが多い。なお、神原トータル岩は地下深部（深さ5～13km）で⁹⁾、約1億年前¹⁰⁾に形成されたと推定されている。

解説メディアでは、花崗閃緑岩の偏光顕微鏡写真

の中から角閃石を当てるゲームが楽しめるようになっている（コア提供：産業技術総合研究所 地質調査総合センター）。

（3）珪質泥岩（北海道幌延町）

北海道北西部には、新第三紀以降の全層厚6000m以上の堆積層が分布している¹¹⁾。日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターで堆積岩を対象とした地質環境特性の調査研究^{11) 12) 13)}が行われており、その一環として掘削された深さ1000mを超えるボーリングコア（HDB-11）から、上部の声間層（深度277m付近）と下部の稚内層（深度891m付近と1003m付近）を組み合わせで展示化した。どちらの層もシリカに富んだ泥質岩で、展示化のため水分を樹脂に置換させた際、もともと暗灰色であったのが、淡灰色に変化している。一見したところでは両層の区別は困難である。しかし、声間層には大量の珪藻の化石が見られるのに対して、稚内層には見られないという違いがある¹³⁾。現在の空隙率は、声間層（50～65%）より、稚内層（約40%）のほうが少ない¹³⁾。また、声間層中のシリカは非晶質のオパールAであるのに対して、稚内層ではクリストバライト構造を持つオパールCTが主体となっており、珪藻化石が細粒化・緻密化（溶解・再沈殿、圧密）していく変化を追えるボーリングコアとなっている。

解説メディアでは、珪藻の電子顕微鏡写真を用いた絵合わせクイズによって、微化石観察の模擬体験できる（コア提供：日本原子力研究開発機構／電子顕微鏡写真：名古屋大学博物館）。

（5）金鉱石（鹿児島県菱刈町）

東洋一の金鉱床と言われる鹿児島県菱刈金鉱山（推定埋蔵鉱量は250t¹⁴⁾）の本山坑探査のために掘削されたボーリングコアのうち、深さ70.65～71.47mの「錦泉脈」と呼ばれる鉱脈部分を展示化した。この鉱脈の金品位は200g/tで、南アフリカの平均的な鉱石の金品位（5g/t程度）と比べて、極めて高品位である。それでも、肉眼で金を識別することはできず、白い石英脈（含金銀石英水長石脈）中の黒っぽい部分に多く含まれている。菱刈鉱山の金鉱床は、砂岩・頁岩および安山岩類中に生じた割れ目を通った熱水が冷やされた際に沈殿してできる熱水鉱床である^{15) 16)}。地下深部は高圧であるため、水は100℃以上でも沸騰せず周囲の岩石と反応し様々

な物質を溶かし込む。通常、水に溶けない金も熱水中の硫黄と結合して錯体として溶けて運ばれ、温度低下や圧力低下、あるいは酸化還元状態などの物理化学的条件の変化により割れ目に沈殿する。つまり、このボーリングコアには、地下深部における金鉱床の形成プロセスが記録されている。

解説メディアでは、コアサンプルの中で金を含む場所を当てるゲームを通じて、金が黒っぽい部分に多いことを理解してもらうようになっている（コア提供：住友金属鉱山株式会社／分析協力：岐阜大学 勝田長貴 准教授）。

（6）湖成堆積層と安山岩（神奈川県箱根）

神奈川県箱根町元箱根の標高806m地点より深さ742m（坑底の標高64m）まで掘削されたボーリングコア¹⁷⁾（元箱根36号）の一部（455, 471, 476, 700, 725m付近）を組み合わせで展示化した。深度617mまでのほとんどが安山岩溶岩で、それより下に湖成堆積物があることから、かつて存在した湖を厚さ600m以上もの溶岩が覆い尽くしたことが推測される。深さ約601mの試料で測定された年代（カリウム・アルゴン年代）は約7万年前¹⁷⁾で、標高189m以浅の安山岩は中央火口丘系列に属すると考えられている。安山岩の下にある湖成堆積物の花粉化石の分析から、堆積当時の植生が冷温帯～亜寒帯であることがわかっている。また、珪藻化石の分析から、閉鎖的な水域、ある程度の水深を有する湖、時折流水がある水域と変化してきたことが推測されている¹⁷⁾。

解説メディアは、微化石の電子顕微鏡写真の中から花粉の化石を当てるゲームとした（コア提供：神奈川県立温泉地学研究所）。

（7）年縞堆積物（エジプト）

エジプト、カルーン湖のボーリングコアで、白い層と黒い層が交互に重なっているのが分かる。白い層には珪藻が多く含まれ、黒い層にはほとんど含まれない。珪藻は春から夏にかけて繁殖するので、秋から冬にかけては粘土だけが堆積する。つまり白い層と黒い層とがセットで1年の時間を示す「年縞」と考えられている¹⁸⁾。静かな湖底に堆積する地層は、攪乱されることがほとんどなく、珪藻などの微化石を調べることによって、過去の気候変動や森林の変遷、水位の変化、地震や洪水の発生といった環

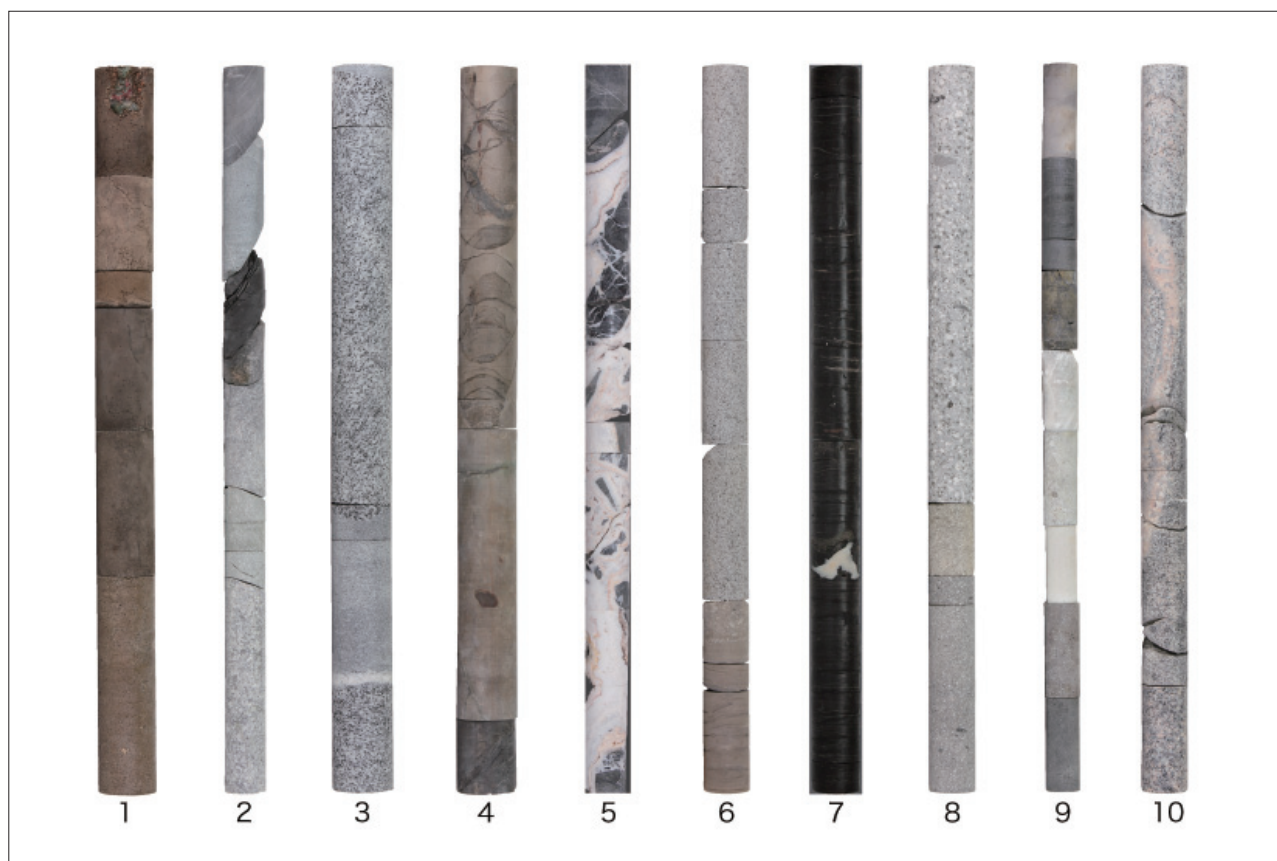


写真5 常設展示ボーリングコア。番号は第5章の項目番号に対応。

境変化を推定できる。このボーリングコアには水酸化鉄が多い茶褐色の部分があり、干ばつによって湖底が地表に露出したか湖面近くになって堆積物中の鉄が酸化したことを記録していると考えられ、エジプト文明の滅亡と環境変化との関連が研究されている¹⁹⁾。

解説メディアでは、地層のパターンの絵合わせゲームを通じて珪藻化石の電子顕微鏡画像が見られるようになっている（コア提供：国際日本文化センター安田喜憲研究室）。

（8）黒鉱の模式層序（秋田県大館市）

秋田県大館市や鹿角郡小坂町などの地域（北鹿地域）には、主として新第三紀中新世以降の海底火山活動で形成された火山岩や堆積岩が分布しており²¹⁾、その間に挟まれて、亜鉛や鉛の硫化物を主体とする鉱石「黒鉱」が産出する。黒鉱は、海底の熱水噴出孔（チムニー）が埋もれてできたと考えられている²⁰⁾。その黒鉱を含む地層全体の基本層序がわかるように、大館市小雪沢の深度823mの垂直ボーリングコア（TK-229）を中心に展示化した。下部より、ドレライト（粗粒玄武岩）、枕状溶岩（玄武岩）、

流紋岩溶岩、グリーンタフ（凝灰角礫岩）、鉱床（石膏、黒鉱、黄鉱）、泥岩の順に重なっていることを模式的に示し、海洋底に火山活動が起こって、黒鉱が形成され、埋もれていった記録を追えるようにした。

解説メディアでは、黒鉱の写真のコントラストを変えながら、鉱石全体が均一ではなく、数ミリの塊まりが集まっていることに気づいてもらうようになっている（コア提供：DOWAホールディングス株式会社、展示協力：山田亮 博士）。

（9）熊野酸性岩類（三重県熊野市）

三重県熊野市井内浦に設置された観測井掘削の際に得られた深度600mのボーリングコアである^{22) 23)}。掘削地点は、熊野酸性岩体（おもに花崗斑岩）北岩体の南東端に位置する。熊野酸性岩体は、約1400～1500万年前²⁴⁾に活動した30～40km規模の陥没カルデラだと考えられてきた²⁵⁾。このボーリングにおいても、マグマが固結してできた熊野酸性岩の下（464.25m以深）に凝灰岩があることや、接触部付近の熊野酸性岩が急冷のため細粒になっていることが確認された。これらのことから、大量に噴

出した火山灰がカルデラ内を埋め尽くしてできた凝灰岩層の間に、花崗斑岩のマグマが貫入したと考えられている²³⁾。

解説メディアには、偏光顕微鏡写真の中から石英、長石、黒雲母を探す絵合わせゲームを取り入れている（コア提供：産業技術総合研究所 地質調査総合センター）。

(10) 土岐花崗岩とペグマタイト（岐阜県瑞浪市）

日本原子力研究開発機構の瑞浪超深地層研究所では地下深部花崗岩の状態が詳しく調べられており²⁶⁾、その研究の一環として地下300mで掘削された水平ボーリングコアを展示化した。黒雲母花崗岩（土岐花崗岩）中にペグマタイトが見られるだけでなく、割れ目を緑泥石という鉱物が充填している。ペグマタイトは本章第4項でも述べたとおり、マグマの固結過程で最後まで残った成分が、岩盤の割れ目に入り込んでできたと考えられている。割れ目を充填する鉱物は、地下環境において水と岩石が反応してできた生成物であり、割れ目を通った熱水が造岩鉱物を溶解させるとともに二次鉱物を沈殿させながら花崗岩が変質していくプロセスが研究されている²⁷⁾。

解説メディアは、偏光顕微鏡写真を見て、鉱物脈（緑泥石充填割れ目）を探すゲームとしている（コア提供：日本原子力研究開発機構）。

6. 冷蔵展示コア

IODPにより掘削されたボーリングコアは、乗船研究者だけが使用可能な期間（1年）が経過した後に、許可が降りれば貸出可能となる。JAMSTEC高知コアセンターの冷蔵保管庫に保管されている貸出可能となったボーリングコアの中から、展示に適当なものを同センターの専門員（IODPキュレーター）と相談して選定している。これまでに「南海トラフ地震発生帯掘削計画」によって紀伊半島沖南西約150kmより掘削されたボーリングコア（水深約3500mの海底下537.8m：Exp. 322, C0012A, 52R-1, 52R-3, 53-R1）と「沖縄熱水海底下生命圏掘削」によって沖縄トラフ伊平屋北熱水域の熱水噴出口付近の海面下約1000mより掘削されたボーリングコア（Exp.331, C0016B, 1L-1, 2L-CC, 3L-CC）を展示した（協力：JAMSTEC高知コア研究所）。

7. おわりに

このボーリングコア展示を一般公開するまでは、本展示が来館者の興味を引くことができるか心配であった。しかし、それは杞憂であった。本展示に予想以上に多くの来館者が集まり、動くコアサンプルを目で追っていた。解説メディアのゲームをしながら専門用語をつぶやく中学生らも見受けられた。このような見学者の反応を見て、本展示が一般市民のボーリングコアに対する興味喚起を促すことに成功し、地質学や地下環境分野の普及啓発という目的を多少なりとも達成できたと考えている。改めて、動的展示の効果を思い知った。今後も、本展示と関連させながら、ボーリングコアを活用した普及啓発に取り組んでいきたいと考えている。

7. 謝辞

本展示を製作するにあたっては、本文中に明記した研究機関および研究者らにコアサンプルをご提供いただいた。独自のコンテンツ作成にあたっては本文中に記載した研究者らの協力を得た。展示企画およびデザインは乃村工藝社の小林敬之氏、柳原朋子氏らのアイデアによるところが大きい。本展示はこれら多くの方々の協力がなければ製作できなかったはずで、深く謝意を表する。

参考文献

- 1) 西本昌司（2010）地下環境研究のフロンティア～地質学に関わる新展示企画アプローチ～ 名古屋市科学館紀要 No.36, p8-18. 名古屋市科学館
- 2) 地質調査総合センター（2010）地質ニュース 特集：ボーリングデータの整備・公開がもたらす新たな社会. 86p. 産業技術総合研究所
- 3) 理化学研究所（2011）学習の記憶を長持ちさせるには適度な休憩が必要 理研ニュース 2011年8月号 p10
- 4) たとえば、That's GAKU（2012年11月）<http://www.e-drill.ne.jp/thatsgaku/index.html>
- 5) 名古屋市教育委員会（2010）文化財調査報告 77 埋蔵文化財調査報告書 60 白川公園遺跡 第5次 名古屋市教育委員会
- 6) 佐藤努・北川有一・小泉尚嗣・名取二郎・西村義章・芳賀政蔵・廣岡知・谷川晋一（2009）GSJ コア松山観測点資料 地質調査総合センター研究資料集 504 CD-ROM 産業技術総合研究所地質調査総合センター
- 7) 田代正之・佐光本徳・中村彰男（1986）愛媛県西条市周辺の和泉層群二枚貝化石 高知大学学術研究報

- 告 自然科学編 35 p55-61.
- 8) 北川有一・佐藤努・小泉尚嗣・中山伸朗・伊藤健二・鈴木悠爾 (2009) GSJ コア豊田下山観測点資料 地質調査総合センター研究資料集 513 CD-ROM 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 - 9) 梶本洋輔・榎並正樹・壺井基裕 (2007) 中部地方領家帯に産するトーナライトの固結深度の推定 日本地質学会第 114 年学術大会講演要旨 p201.
 - 10) Suzuki, K. and Adachi, M., (1998) Denudation history of the high T/P Ryoke metamorphic belt, southwest Japan: constraints from CHIME monazite ages of gneisses and granitoids. *Journal of Metamorphic Geology* Vol.16, p23-37.
 - 11) 新里忠史・舟木泰智・安江健一 (2007) 北海道北部幌延地域における後期鮮新世以降の古地理と地質構造発達史. 地質学雑誌 Vol.113 (補遺) p119-135
 - 12) 岩月輝希・石井英一・新里忠史 (2009) 北海道幌延地域における深部地球化学環境の長期変遷シナリオの構築 地学雑誌 Vol.118, p700-716
 - 13) 石井英一・安江健一・大平寛人・古澤 明・長谷川健・中川光弘 (2008) 北海道北部大曲断層近傍の背斜成長の開始時期 地質学雑誌 Vol.114, 286-299
 - 14) 植野泰治 (1993) 菱刈鉱山の効率的開発・操業, 資源と素材 Vol.109, 575-580.
 - 15) 岡田和也 (2004) 菱刈鉱山の開発および現況 地質ニュース Vol.601, p16-27.
 - 16) Izawa, E., Urashima, Y., Ibaraki, K., Suzuki, R., Yokoyama, T., Kawasaki, K., Koga, A. and Taguchi, S. (1990) The Hishikari gold deposit: high-grade epithermal veins in Quaternary volcanics of southern Kyushu, Japan. *Journal of Geochemical Exploration*, Vol.36, p1-56.
 - 17) 萬年一剛・杉山茂夫 (2000) 元箱根 36 号温泉井のボーリング地質と温泉 神奈川温泉地学研究所報告 Vol.31, p77-90.
 - 18) 安田喜憲 (2004) 環境と文明の関係, そして近未来を語る年稿 季刊「生命誌」JT 生命誌研究館 http://www.brh.co.jp/seimeishi/journal/041/research_11.html
 - 19) Kato, M., Tanimura, Y., Fukusawa, H., Yasuda, Y. (2003) Intraspecific variation during the life cycle of a modern *Stephanodiscus* species (*Bacillariophyceae*) inferred from the fossil record of Lake Suigetsu, Japan. *Phycologia*: May 2003, Vol. 42, No. 3, p292-300.
 - 20) JOGMEC (2005) 黒鉱とその探査 日本の金属鉱業技術 Vol.10 石油天然ガス金属鉱物資源機構
 - 21) 山田亮一・吉田武義 (2005) 黒鉱鉱床形成場の島弧発達過程における位置付け 月刊地球号外 52 p39-46.
 - 22) 北川有一・高橋誠・小泉尚嗣・水落幸広・村瀬昭彦・川西繁 (2009) GSJ コア井内浦観測点資料 地質調査総合センター研究資料集 510 CD-ROM 産業技術総合研究所地質調査総合センター
 - 23) 下司信夫・中島 隆・及川輝樹・新正裕尚・三浦大 助・小泉尚嗣 (2009) 三重県熊野市の井内浦観測点掘削で得られたボーリングコア試料からみた熊野酸性岩の構造と岩石学的特徴 地質ニュース Vol.662, p11-15.
 - 24) 角井朝昭・内海 茂・新正裕尚・下田 玄 (1998) K-Ar 法による熊野酸性火成岩類の年代の再検討 地質学雑誌 Vol.104 p387-394.
 - 25) Miura, D. (1999) Arcuate pyroclastic conduits, ring faults, and coherent floor at Kumano caldera, southwest Honshu, Japan. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, Vol.92, p271-294.
 - 26) 湯口貴史・鶴田忠彦・西山忠男 (2010) 中部日本土岐花崗岩体の岩相と化学組成の累帯変化 岩石鉱物科学 vol.39, no.2 p50-70.
 - 27) 西本昌司・鵜飼恵美・天野健治・吉田英一 (2008) 地下深部花崗岩の変質プロセス解析 - 土岐花崗岩を例にして - 応用地質 Vol.49 p94-104.
 - 28) Saito, S., Underwood, M.B., Kubo, Y. (2009) Integrated Ocean Drilling Program. Expedition 322 Scientific Prospectus NanTroSEIZE Stage 2: subduction inputs. doi:10.2204/iodp.sp.322.2009.
 - 29) Takai, K., Mottl, M.J., Nielson, S., (2010) Integrated Ocean Drilling Program Expedition 331 Scientific Prospectus. doi:10.2204/iodp.sp.331.2010.

「竜巻ラボ」の設計製作および実演企画

Designing of the “Tornado Lab” in the Nagoya City Science Museum

西 本 昌 司*

NISHIMOTO Shoji

1. はじめに

「竜巻」とは、積乱雲の底から垂れ下がる柱状や漏斗状の激しい渦流であり、アメリカで年平均約1,300個（2004～2006年）、日本では年平均で約17個（1991～2006年）発生している¹⁾。2006年に宮崎県延岡市（Fスケール2）と北海道佐呂間町（Fスケール3）で大きな被害があったことを受けて、気象庁は2008年より「竜巻注意情報」の発表を開始した。そのような状況のもと、名古屋市科学館では新館建設に伴い、それまで設置していた「竜巻にさわろう」を廃止し、大型の“竜巻”展示を製作することにした。竜巻のように見える空気の流れ（竜巻状渦流）をシンプルな実験によって可視化させ、竜巻をはじめとする空気の流れに対する科学的関心を高めることが目的である。当館の大型展示のひとつに位置づけられ「竜巻ラボ」と命名、2011年に公開された。本稿では、展示制作と実演についてまとめている。



図1 竜巻ラボのイメージパース

*名古屋市科学館学芸課

2. “竜巻”展示

1990年、サンフランシスコのエキスポラトリウムに、ネッド・カーン氏による竜巻状の渦流を見せる展示が発表されて以来、世界中に同様な展示がつくられてきた^{2) 3)}。竜巻状渦流（いわゆる「人工竜巻」）を発生させる技術自体は、それよりも早くからあり、空気清浄を目的とした気流制御のために日本で開発されていた^{4) 5)}。世界最大の“人工竜巻”は、ドイツのメルセデスベンツ博物館で火災発生時の排煙装置としての活用されており、高さが34.4m、発生には7分かかるといわれる⁶⁾。展示としては、シカゴ科学技術博物館の展示「トルネード」が高さ12mもある⁷⁾。国内の科学館では、科学技術



写真1 竜巻ラボの外観

館，浜松科学館，静岡科学館，姫路科学館など各地に設置され，人気があるようだ。名古屋市科学館でも，生命館2階に来館者が自由に入れる“竜巻”展示を1999年に設置し，人気を博していたが，人が入ると空気の渦（竜巻状渦流）が発生しにくいことや，10年以上経過して老朽化し大規模修繕の必要性が指摘されていた。そこで，新館構想の中で“人工竜巻”が大型展示の候補のひとつとなり（図1），高さ9mの「竜巻ラボ」として実現した（写真1）。筆者の調べた限り，少なくとも公開されている展示としては日本最大の“人工竜巻”である。

3. “人工竜巻”発生機構

「竜巻ラボ」では，その天井部に設置した大型ファン（三菱電機製 EJ-105HTB3, 2200W）の吸引により上昇流を発生させる。高さ9mの3本の支柱（直径280mm）内部には送風パイプがあり，天井裏に吸い込まれた空気が，支柱上部（天井裏）に設置した送風機（昭和電機製 AH-1200-L313）により，強制的に送り込まれる。そして，3本の支柱横に約100mmピッチで開けられた吹出口（直径32mm）から空気を吹き出すことで回転流を作り出す。こうして上昇流と回転流が合わさって竜巻状の渦流を発生させている。この渦流を可視化するために大型超音波加湿器（ユーキャン社製 FT-161DH）3台によりミストを下方より吹き出させる。このような機構は，空気清浄を目的とする“人工竜巻”発生装置と基本的に同じであるが，大型化しても同様に渦流が発生するのか，ガラス壁で囲う必要があるのかなど，実験が繰り返された。その結果，見学者の観察しやすさを優先してガラス壁で囲わず，正面から見た時に視野の中央に支柱がくることを避けるため通常4本ある支柱を3本に設計変更した。さらに，天井の吸引口を回転させることで渦流のゆらぎをつくる工夫も施し，美しい竜巻状渦流をつくることができた（写真2）。また，後述する実演で使用する風船がファンに吸い込まれることを防ぐため吸引口に金網を設置することとした。

こうした検討の結果，ダイナミックで迫力ある展示となったが，実施が困難になることもあった。それは，“人工竜巻”に入ることである。2010年まで生命館に設置していた「竜巻にさわろう」では，見学者（とくに子供ら）数人が一斉に“人工竜巻”の中に入って，渦流の発生さえ見ることなく去ってし

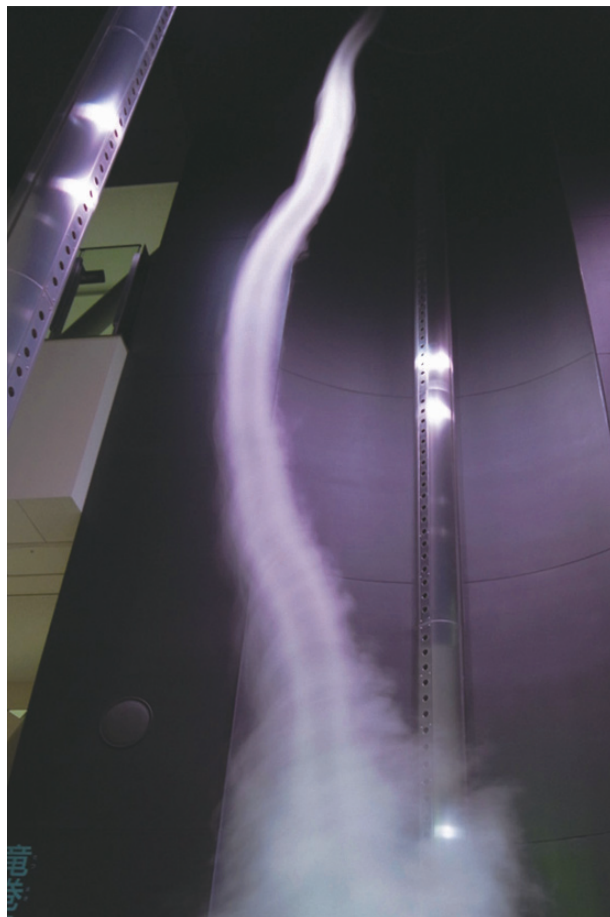


写真2 竜巻ラボで観察できる渦流の様子

まうことがあった。このような経験から，“人工竜巻”の中に自由に入ることができるようにすれば，渦流を観察してもらえなくなる恐れがある。当然，混雑による事故のリスクもある。このような理由で，展示内に自由に入れるようなスタイルではなく，その代わりに，ショータイム（実演時間）を設定し，演示者立会いのもとで子供らに“竜巻”の中に入ってもらう機会を設けることとした。同時に，ボタンを押すだけで竜巻状渦流を発生させられる機構も加えて，実演時間以外でも観察できるようにした。

4. 実演

（1）コンセプト

科学館における実演には，不特定多数の人を惹き付ける集客性を持たせながら，見学者が気楽に楽しめる娯楽性とともな，知的好奇心を満足させる教育性を併せ持っているのが望ましい。竜巻ラボでは，来館者がボタンを押して竜巻を発生させる通常運転も行えるため，それとの違いを際立たせる必要もある。

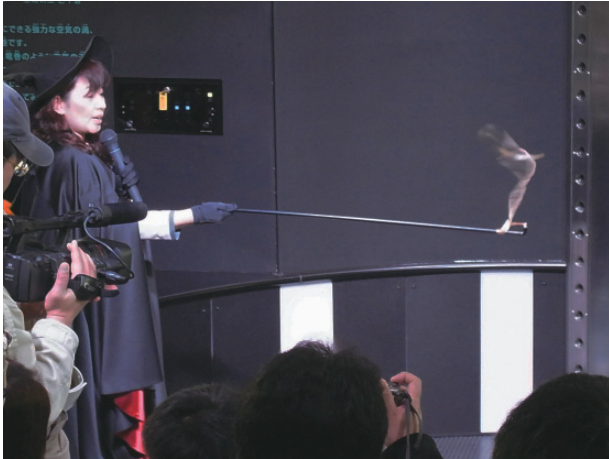


写真3 ビニールひもを吸い上げる実験（上昇流は、渦流の中心部のみ強く、少し離れるだけで弱いことがわかる）

集客性の点では、その展示規模だけでも十分かもしれないが、音と光を使った演出とともに、演示者が衣装を着用して登場することを考えた。娯楽性の点では、同様の演出に加えて、演示者による見学者との臨機応変なコミュニケーションが重要であり、自然に拍手が起こるようなエンディングにしたいと考えていた。

教育的には、竜巻という現象を理解してもらうことが目的となる。竜巻と言え、あらゆる物が空中に吸い上げられるイメージを持っている人が多いが、極端に気圧が低くなっているのは渦流の中心部のみであり、竜巻の被害がその通り道に限られるのはこのためである。また、竜巻の発生についても、積乱雲が発達すれば生じるというわけではなく、気流の衝突、地上付近の風向や風速、鉛直方向での温度差など様々な条件が重なって初めて発生するため、そのメカニズムははっきりしていない。これらのことを娯楽性も求められる実演だけで理解してもらうことは困難である。そこで、最低限解説する内容として、

- a. 竜巻ラボのしくみ
- b. 竜巻の発生メカニズム
- c. 竜巻被害の局地性

の3点に絞ることにした。aでは目の前にある大きな展示装置の機構（前述）を紹介する。bでは、回転流と上昇流が揃って渦流ができることを理解してもらう。cでは、渦流の中心部だけが気圧が低くなっている（強い上昇流が生じている）ことを実験で見せることで、竜巻の被害が局地的であることを説



写真4 大勢の人が集まる実演。風船が吸い上げられると歓声があがる。

明する。以上のような考えで、実演を組み立てた。

（2）演出と構成

新館における大型展示のひとつであるからには、教育的な訴求内容を持たせながらも、集客性と娯楽性も求められる。そこで、実演の進行は、次の3部構成を基本とした。

- a. 照明と音による嵐を表現した演出（約2分）
- b. 実験タイム（5～8分）
- c. テーマ音楽と風船による演出（約2分30秒）

それぞれのパートは、集客性、教育性、娯楽性を主目的としている。さらにこれらの前後に、BGMによる30秒ほどのオープニングとエンディングのパートを付けた。aのパートでは、フラッシュと音響効果によって嵐の到来と雷鳴が轟く中で竜巻が出来ていくシーンを演出することで、来場者の興味をひき、集客性の向上を狙う。bのパートでは、演示者が見学者と対話しながら実験および解説を行う。渦流の中心部のみが強風であることを示すために、ビニールひもや風車を用いて風力を可視化する実験（写真3）を準備している。cのパートは、フィナーレである。竜巻にちなんで、映画「オズの魔法使い」の主題歌「Over the Rainbow」をアップテンポにアレンジした曲をBGMにして、カラフルな照明の中で風船を巻き上げるステージとする。適当なサイズの丸風船やリング状にしたペンシルバルーンが、渦流に入ると閉じ込められたまま吸い上げられる様子を見ていただく。なお、演示者の衣装も「オズの魔法使い」に因んで魔法使いの帽子とマントを着用するようにしている。

5. おわりに

「竜巻ラボ」の実演時間には大勢の人が集まり（写真4）、特に、カラフルな風船が吸い上げられる時には歓声があがる。マスコミに取り上げられたことも多く、パブリシティ面での効果が予想以上であった。見上げるほどに大型であることが人を惹き付けているようであるし、また、常に動きがあるためか、ビデオを撮る人が多い。こういった見学者の動向を観察すると、集客性・娯楽性・教育性の面で一定の効果はあったと思われる。実演は、装置と違って修正が比較的容易であり、演習スタッフ（展示運営員）のアイデアによって各人の個性を生かしながら工夫しているので、今後は実演が見どころになっていくと思われる。本展示と実演が、名古屋市科学館の大型展示として象徴的存在になるとともに、竜巻をはじめとする自然現象への興味喚起につながるよう改良を続けていきたい。

謝辞

「竜巻ラボ」の展示制作にあたっては乃村工藝社の福島努氏をはじめ多くの関係者の方々にご尽力いただいた。実演で使用しているテーマソングは、平川明良氏に編曲いただいた。当館の小塩哲朗学芸員と小林修二学芸員には気象学的視点からのアドバイスをいただいた。実演内容の検討にあたっては、展示運営員の平田こずえ氏と成田美由紀氏に協力いただいた。また、日々の運営を可能にしているのは欠かさず保守いただいている展示維持管理員の尽力に

よるものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- (1) 気象庁竜巻ポータルサイト（2012年12月現在）
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/tatsumaki-portal/chigai.html>
- (2) エクスプラトリウム ウェブサイト（2012年12月現在）
<http://exs.exploratorium.edu/exhibits/tornado/>
- (3) Steven, R., Hall, R. (1997) Seeing Tornado: How Video Traces Mediate Visitor Understandings of (Natural?) Phenomena in a Science Museum. *Science Education* Vol. 81, p.735-747.
- (4) Ward, N.B., (1972) The Exploration of Certain Features of Tornado Dynamics Using a Laboratory Model. *Journal of Atmospheric Sciences* Vol. 29, p.1194-1204.
- (5) 株式会社トルネックス ウェブサイト「人工竜巻形成技術」のページ（2012年12月現在）
<http://www.tornex.co.jp/company/technology/technology1.html>
- (6) Merritt Johnson (2007) Mercedes-Benz Museum contains world record artificial tornado. AutoBlog:
<http://www.autoblog.com/2007/10/26/mercedes-benz-museum-contains-world-record-artificial-tornado/>
- (7) シカゴ産業科学博物館ウェブサイト（2012年12月現在）
<http://www.msichicago.org/whats-here/exhibits/science-storms/the-exhibit/tornado/tornado/>

「放電ラボ」の企画から実施まで

Planning and making “Electric Discharge Lab”

山 田 吉 孝*

YAMADA Yoshitaka

1. はじめに

2011年3月にリニューアルオープンした名古屋市科学館の大型展示として「放電ラボ」という名称の大型放電装置を導入した。以下は、導入までの経緯である。

2. 旧館でのスパークショー

電気の放電現象は音と光を伴って人の感覚を刺激するため、実演テーマとして使いやすい現象である。印象に残る放電により、目に見えない電気をに興味関心を持ってもらうことができる。

2010年8月まで運営されていた旧館では、放電実験をスパークショーという名前で、ほぼ毎日ショーを行っていた。その実験内容は次の通りである。

- ・バンデグラフ起電機による火花放電
- ・起電機に紙の帽子をかぶせて紙が逆立つ様子を見せる。
- ・起電機から人体へのミニ落雷
- ・起電機に人を接触させて髪の毛を逆立てたり、手にのせた紙片が吹雪になる実験
- ・起電機からライデン瓶への蓄電
- ・ライデン瓶の放電
- ・ライデン瓶を用いた百人おどし

この内容は、科学館で行う放電実験として一般的なものであるが、約10cmの火花放電にも見学者は十分な興味を示していたし、電気を体感できる百人おどしは人気の実験であった。

3. 新館へのスパークショーの移行計画

放電の実験は、科学館の数ある実験ショーの中でも人気の演目であったため、2011年に開館する新館でも引き続き行うことを計画していた。ただし、長

さ10cmの小さな放電ではなく、もっとダイナミックな放電を見せることができないものかと、新しい科学館の目玉となる大型展示にならないかとの方針が出された。

4. 他施設での大型放電実験設備

国内の科学館では福岡県青少年科学館と千葉県立現代産業科学館に100万ボルトの放電実験装置がある。どちらも基本的には同じ、コッククロフト・ウォルトン回路による昇圧で高電圧を発生させるものであり、ドイツ博物館で行われている放電実験と同様のものである。アーク放電・沿面放電、雷放電を行っており、激しい音や光で放電の凄まじさを見学者に紹介している。

これらの放電実験を見て思ったことは、当館の新館では、空中への長時間連続放電を見せたいということであった。自然現象の雷は恐ろしいものであるが、枝分かれてしていく放電の道筋はとても美しいものである。あの美しい放電の姿を見学者に堪能してもらえるような実験施設を作りたいと思った。コッククロフト・ウォルトン回路のものも見学者にあたえるインパクトは大変大きなものがあるが、放電の美しさを見せるには物足りないと感じた。

放電現象を見せる大型の施設の中で強く興味を持ったのが、米国のボストン博物館の巨大バンデグラフ起電機による放電実験だった。第二次世界大戦前に素粒子研究の加速器電源として使用されていたという巨大なバンデグラフ起電機からの放電は迫力があり、さらに装置そのものの存在感が見学者を圧倒していた。この巨大バンデグラフ起電機を新館に設置したいと考えたのだが、すでに誰も作っていない大きなバンデグラフ起電機を作るには、新たな開発に多大な時間と労力がかかることは間違いなく、計画することも諦めた。

*名古屋市科学館学芸課

5. テスラコイルとの出会い

2006年9月16日に、発明家ニコラ・特斯拉の生誕150年を記念するイベントが川崎市で開かれた。

イベントでは、大型の特斯拉コイルの実演が行われ、その実演を見てひと目でこれこそ新館展示に欲しかったものであると感じた。これまでも小型の特斯拉コイルは何度も見てきたが、大型特斯拉コイルから放たれる長さ2m近くの連続放電は素晴らしかった。空中をのたうち回る放電は、雷の小型版であり放電が描く軌跡をはっきりと見せてくれた。

その特斯拉コイルを制作したのは、日本で唯一人と言ってよい特斯拉コイルパフォーマーの薬師寺美津秀氏である。特斯拉コイルは趣味として多くの人が製作しているが、コンサートやイベントなどで商業的に特斯拉コイルを用いているのは、日本では薬師寺氏ひとりである。東芝科学館に設置されている特斯拉コイルも薬師寺氏の手によるものである。

イベント終了後、薬師寺氏と連絡をとり、当館への特斯拉コイル設置について詳細をつめていった。

6. テスラコイルによって生じる電磁波の対策

特斯拉コイル設置にあたって大きな問題となったのが、発生する電磁波である。放電により電磁波が発生するのは、物理学として極めて当然の現象である。問題はその電磁波の大きさである。放電が大きなものになればなるほど、大きな電磁波が発生する。

東海総合通信局に行き、どれくらいの電磁波であれば問題がないのか、そして電磁波を発生する装置の設置にあたりどのような届出が必要であるのかの相談をした。

電磁波の強度については、特斯拉コイルを用いて実験を行った。その結果、電磁遮蔽などを何もおらずに当館に設置した場合、客席の見学者にはWHO（世界保健機構）の指針をはるかに超える電磁波を見学者があびることが分かった。そのため、電磁波を遮蔽するために特斯拉コイルを金属網で囲うことにし、実験を行ったところ、電磁波は大幅に減衰し問題ない値となった。そのテスト結果を受け、設置時には特斯拉コイルは大型の金属製鳥かごの中に設置されることとなった。見学者は金網越しに放電を見ることになったのは残念であったが、安全には代

えられないものである。

さらに、特斯拉コイルによる電磁波で館内の電子機器に異常が生じてはいけいないので、特斯拉コイルを設置する部屋（放電ラボと呼ばれている）全体を銅板で覆うなどの電磁シールドを施し、電源や信号線などもラインフィルターを介して特斯拉コイルとつなげられている。

届出に関しては、製作する特斯拉コイルが135kHzに最も強い共振周波数を持つため、高周波利用設備の申請を東海総合通信局に行い許可を受けた。

7. 客席

約70人を収容するベンチ式、階段式の客席となっており、解説者による説明を聞きながら放電実験を観察する。特斯拉コイルの裏側には床を高くしたトンネル状の通路があり、実演の最後に見学者はそこへ移動して、頭上に降り注ぐ放電を体験できるようになっている。

特斯拉コイルの設置してある放電ラボは建物の4階に設置してあるのだが、天井が高く、5階の天井までの高さとなっている。5階の通路からは窓越しに放電ラボの中をのぞくことができ、放電の様子を見ることができる。

8. 実演

特斯拉コイルの実演は1回約20分間の内容となっている。平日は1日5回、土日祝日は1日7回行われる。定員制となっており、平日は並んだ順で、土日祝日は整理券方式をとっている。

実演内容はバンデグラフ起電機による実演の後、



写真1 テスラコイルの放電

テスラコイルによる実演を行なっている。

9. 最後に

テスラコイルの実験は暗闇の中で轟音と共に激しい放電が生じるため、見学者にとっても大きな印象を与えている。放電現象に見学者が興味をもち、科学全般に関心をもってもらえればと思う。

10. 謝辞

テスラコイルは多くの関係者の協力で設置することができた。ニコラ・特斯拉生誕150年記念のイベントを開催されたテスラ研究所の新戸雅章氏にはテスラコイルの出会いの場を設けて頂いたことをこの場をかりて心よりお礼申し上げる。

新館大型展示「極寒ラボ」について

“Deep Freezing Lab” of Nagoya City Science Museum

小 塩 哲 朗*

OJIO Tetsuro

1. はじめに

名古屋市科学館では、平成23年3月19日にプラネタリウムと4つの大型展示を目玉として理工館・天文館をリニューアルオープンした。このうち、マイナス30℃を体験できる「極寒ラボ」について、その概要、実現の経緯などについて本稿で報告する。



写真1 極寒ラボ外観

2. 極寒ラボの構成

極寒ラボは、理工館5階フロアの西4分の1程度を占め、-30℃を体験できる「極地体験室」、その前後に-10℃の「極地情報室」と「極地研究室」、説明を行う「ガイダンスルーム」という4つの部屋から成る（図1）。

極地情報室に1台、極地体験室に2台、極地研究室に1台の監視カメラが据え付けられており、ガイダンスルームにあるモニターで4つの映像を運営員が同時に監視することができるようになっている。

1) ガイダンスルーム

気温は常温である。運営員が体験の説明を行っている。観覧者はこの部屋で防寒着をはおり、必要な

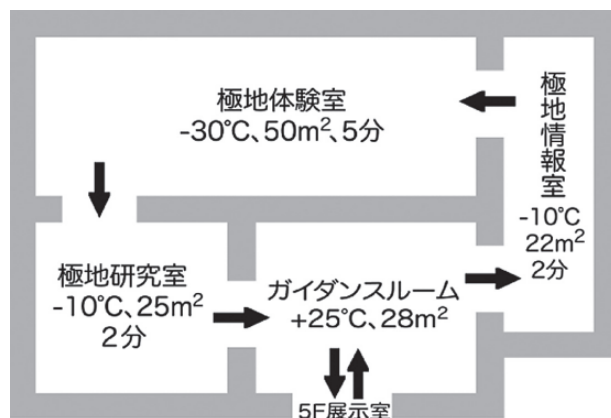


図1 極寒ラボの構成

場合には長靴に履き替える。手荷物を置いておくこともできる。

当初は寒さ対策として軍手を準備していた。しかし、軍手がなくても防寒着のポケットに手を入れていれば十分であり、また氷の実物にさわる際に軍手をしては手ざわりが全くわからないことから、観覧者に対して通常は軍手を提供しないこととした。

防寒着は市販のもので、LLサイズ20着、Mサイズ20着と、子供用として110cm～130cmのものを10着程度用意している。本来は、着用したとき前面をファスナーで止めるものだが、運用開始後すぐにファスナーが破損してしまったものが多かった。ボタンでも止められること、前面を手でおさえるなどするだけでも防寒には十分なので、破損していないものも含めてファスナーは全て取り外しての運用をしている。

2) 極地情報室（写真2）

気温が-10℃に設定されている。ここは、-30℃の部屋の低温を確保するためと、観覧者が低温に慣れるための部屋である。壁面に、極地とはどんなところか、なぜ寒いのかなどが印刷されている。また

*名古屋市科学館学芸課



写真2 極地情報室

32インチモニタでは、南極地域観測隊によって撮影された風景をバックに、観覧時の注意事項を文字で上映している（音声なし）。

極地情報室と極地体験室の壁面は、軽量鉄骨構造の上にマジックテープでおおよそ900mm角の「タイル」が貼られている（写真3）。「タイル」は、ラワン材をベースとし、ウレタンをはさんで合成皮革様の布を貼ったもので、布の表面に展示が印刷されるなどしている。これは、壁面に霜が降りるなどの事態が発生した場合、低温下で対処するのは難しいと考えられたため、問題があった箇所だけ取り外して極寒ラボ外での作業ができるように工夫されたものである。



写真3 “タイル” 状の壁面

3) 極地体験室

気温-30℃。中央天井が直径3.4mのドーム状スクリーンになっている。このスクリーンに南極・昭和基地で撮影されたオーロラと白夜の映像を約1分20秒ごとに交互に投影している（写真4）。どちらの映像も、元はデジタルカメラで撮影された静止画で



写真4 極地体験室

ある。オーロラ映像は30倍速の動画となるように編集しオーロラが動く雰囲気再現した。白夜については1時間毎に撮影された24枚の画像を約1分20秒で投影するようにしており、こちらは間欠的に太陽が動いていく映像となっている。

このドーム状スクリーンは、極地体験室の天井高と床に設置したプロジェクターのレンズ投影距離との関係で、完全な半球状のドームにはなっていないが、オーロラ又は白夜の全天周の映像の投影を見て雰囲気を感じる分には支障はないと考えている。

触れることができる氷の実物の展示（写真5）として、次のものが準備されている。（）内は提供元。

- ・南極の氷（国立極地研究所）
- ・オホーツクの流水（知床斜里町観光協会）
- ・黒部の氷筈（関西電力株式会社）
- ・つらら（志賀高原・チウーホテル）



写真5 さわれる氷の実物展示

また、氷の実験（クリープ現象）や、薄片を観察することで氷の結晶についても見て学ぶことができる（写真6）。



写真6 氷の薄片

4) 極地研究室

気温 -10°C 。極地情報室同様温度管理上の必要性から設けられている。主に南極地域観測隊の衣食住を紹介し、極地での研究を展示している。昭和基地の外壁、内装を実物を用いて再現している（写真7）。

昭和基地の建物は、必要な時に組み立てられ、不要となれば分解されて日本国内と南極大陸間を輸送されている。建設に関する専門知識・技能を持つ隊員は、建設会社から多くても数人しか派遣されておらず、建築については素人である一般の隊員も建設作業に加わらなければならないので、建造物は部品化され現場では組み立てるだけのプレハブ方式が採用されている。



写真7 昭和基地の再現展示

極地研究室の展示では、どのように組み立てられているのか、接合部や窓の断面はどのようになっているのかなどがわかるように展示されている。壁の厚みは15cm程で、また壁同士の接合も金具を打ち込むだけという簡単なしくみであるにも関わらず、気温 -45°C 、風速60mに耐えられる頑丈な建物とな

るということを伝えるようにしている。

また、32インチのモニタが壁面に設置されており、昭和基地からのライブ映像（1分）と、編集された昭和基地での生活の映像（1分34秒）とを交互に上映している。昭和基地には建物内から外の風景を撮影する動画カメラがいくつかあり、そのデータは国内の極地研究所へインターネット回線を通じて常時送信されている。この通信は暗号化されているため通常は傍受しても動画として再生できない。極寒ラボを実現するにあたり、国立極地研究所から通信を復号化する専用機器をお借りすることで、ライブ映像の上映が可能となった。

極地には、冬の間太陽が昇らず一日中外が真っ暗な時期「極夜」があるため、ライブ映像のみの上映ではその時期のモニタが一日中真っ暗になってしまう。そうした時期でも意味のある映像を上映するため、南極昭和基地での生活やその研究風景を編集した画像とライブ映像を交互に上映することとした。

3. 極寒ラボの運営

極寒ラボの体験は、温度を管理する必要性からツアー形式とした。当初は運営員がバスツアーのガイドのようにお客様をご案内する形式でと考えていたが、先行施設の意見から、運営員の立ち会いはせず、音声ガイダンスでお客様が部屋を移動するような形式とした。先行施設によれば、 -30°C と常温との行き来は1日1回でも体力を非常に消耗するとのこと、当館での運営が1日10回以上になることを考えると、運営員の労働環境として問題が発生してしまうからである。

極寒ラボの大きさから、ツアー1回あたりの参加者数は大人で20名程度、子供の人数によっては多少増やすこととした。現状では22名を基準として運営している。

ガイダンスルームは、説明と着衣に要する時間が観覧者の構成次第なので不定であるが、極地情報室への入室から極地研究室を出てくるまでの時間的な流れは次のとおりで、この長さで音声ガイダンスのファイルが作られ、放送されている。

極地情報室 1分→移動30秒→極地体験室 5分→移動30秒→極地研究室 2分

これらの滞在時間は、リニューアルオープン半年

ほど前の空調機試運転の時、館職員、近隣ボランティア、現場作業員など多数の人々のご協力によって、試行試験をすることで決定した。それぞれの部屋の滞在時間などいくつかのパターンを試し、部屋の温度をできるだけ上昇させず、かつできるだけ多くの人数が観覧可能となる時間配分が上記の時間であった。

ツアー形式にしたこと、1回あたりの観覧者数を限定したことによって、運営を整理券配布方式とした。当館来館者に広く公平に配布することのみを重視すれば、ツアー開始1時間前ごとに抽選を行い配布することが望ましいと考えられる。しかしその場合には、早く来館すれば、一日に何度か抽選に参加できるチャンスが生じ、結局は早く来た者が有利になってしまう。また、整理券を配布する運営員の配置方法にも制限がある。そこで、一種の折衷案として朝と昼の2回、それぞれ先着順で配布することとした。朝9時30分の配布時には、午後1時30分までの回分で、平日は5回分休日6回分の配布である。また、午後1時30分の配布時にはそれ以降の回分で、平日5回休日6回分の配布とした（注）。配布した整理券は観覧時に全て回収している。

現在のところ、土日祝日には整理券は配布開始から15分程度ですべて配布されている。また、平日においても券があまることはほとんどない。ただし、整理券は受け取ったものの観覧せずに整理券を返却、あるいはそのまま持ち帰ってしまうことが一日数件発生している。このため、整理券は定期的に補充している。なお整理券は、館内で作成しており、インクジェットプリンターで名刺用紙に出力したものをラミネート加工したものである。

4. 極寒ラボ実現に至るまでの経緯

平成16年より名古屋市科学館新館の構想が正式に始まったが、極寒ラボという企画についての最初の公式の記載は、平成18年度に基本計画が開始されてからである。極寒ラボは、当初は「極寒の部屋」と呼ばれ、他の数点の大型展示とともに「新館の目玉」の一つとして挙げられており、その内容は「普段体験することができない低温が体験できる」というものであった。しかし、低温を体験するだけでは単なる冷凍庫でありその中で展示テーマは低温下での物性などに限られてきてしまう。そこで、これを「極地に関する展示」としてテーマを広げ、

極地の環境や、オーロラなど極地ならではの現象に関しても展示・解説することとした。この結果、オーロラの投影はもちろん、南極観測、極地研究などに関する内容も取り入れることができるようになり、現状の展示が実現した。

5. 今後の展望

現在のところ、極寒ラボの体験整理券はほぼすべての回で余ることはない。しかし、リニューアルオープン後の館全体への入場者数の推移を見ていると、今後観覧者が減っていくことが予想される。これを念頭において、展示を陳腐化させることなく新しいものを取り入れていくことは絶対に必要だと考えられる。具体的には次のような案がある。

- ・実物の氷の展示の種類を増やす
- ・氷の実験の種類を増やす
- ・氷の薄片の展示で種類を増やす
- ・極地研究室で、新たに得られた知見についての展示を行う
- ・ドーム天井に投影している全天周映像を更新または変更する

これらを実現するため、主に北海道の施設と相談したり、シンポジウムに出席して情報を得たりするなどの活動を行ってきている。

6. 謝辞

極寒ラボを実現させるにあたっては、多数の施設・機関にご協力いただいていた。先行施設として、北海道立流水科学センター（北海道紋別市）、オホーツク流水館（北海道網走市）、旭川市科学館（北海道旭川市）、札幌市青少年科学館（北海道札幌市）、富山市科学博物館（富山県富山市）、西堀栄三郎記念探検の殿堂（滋賀県東近江市）などから、展示や運営に関して多数のアドバイスをいただいた。研究成果や映像、南極の氷などにおいては、国立極地研究所、名古屋大学に多大なご協力をいただいた。氷の実物展示については、知床斜里町観光協会（北海道斜里郡斜里町）にオホーツクの流水を、関西電力株式会社には黒部の氷笛をご提供いただいた。株式会社ミサワホームには、昭和基地で使われている実物建材や配付資料のご提供など多面的にご協力いただいた。この場を借りて感謝申し上げる。

参考文献

- (1) 小塩哲朗 (2011) 名古屋市科学館大型展示「極寒ラボ」について - 普及啓発の新しい拠点として - 2011 年度雪氷研究大会 (ポスター展示)
 - (2) 小塩哲朗 (2012) 極地の体験と展示「極寒ラボ」～ 名古屋市科学館新展示～ 第 27 回北方圏国際シンポジウム (口頭発表)
 - (3) 小塩哲朗 (2012) 名古屋市科学館「極寒ラボ」のご紹介～ - 30 度を体験しながら極地を学ぶ～ 地方だより 2 機関誌ゆき 社団法人雪センター
 - (4) 小塩哲朗 (2012) 「極寒ラボ」 - 30℃を体験できる常設の展示室・名古屋市科学館 雪氷写真館 No.90 雪氷 Vol.74 No.6 社団法人日本雪氷学会
- (注) 平成 25 年 4 月より配布時刻の変更を予定している (本稿執筆現在, 調整中)。

名古屋市科学館における1985年以降の入館者数推移

—科学館リニューアル効果の考察—

The renovation effect on the number of visitors to the Nagoya City Science Museum

古川 邦之*・岩井 里奈*・西本 昌司**

FURUKAWA Kuniyuki・IWAI Rina・NISHIMOTO Shoji

1. はじめに

名古屋市科学館は、2011年3月に約162億円の予算が投じられ大規模リニューアルオープンした。それにより2011年度の入館者数は合計150万人を超え、これまで以上のにぎわいを見せている。このような大規模リニューアルは、今回が初めてではなく以前にも行われている。1989年4月には、科学館の大改修が行われ、新しく生命や環境をテーマとする生命館が増築された。もちろんこのリニューアル後にも入館者数は急増した。

これらのような、大規模リニューアル後の入館者数の推移を理解することは、科学館経営にとって重要な課題である。そこで本研究では、1989年のリニューアル以降の入館者数推移の特徴について分析する。この結果は、リニューアルされた2011年以降の経営方針を決定する上で貴重な情報となるはずである。

本研究では、毎年発行されている名古屋市科学館事業概要に掲載されている入館者数データ¹⁾からその推移を明らかにし、その動向について考察する。また現在のチケットは、「大人、大学・高校生、小人（中学生以下）、団体」に分けられている。これらのうち「高校生・大学生」の分類は、1976年度から2005年度の期間、「大人」に含まれていた。そこで本研究では正確に比較するため、2006年度以降においても、「高校生・大学生」の入館者数を、「大人」の入館者数に含めた。

2. 結果

名古屋市科学館における、1985年度から2009年度までの合計入館者数と特別展および企画展（以降一括して特別展）入館者数の推移を図1に示す。特別

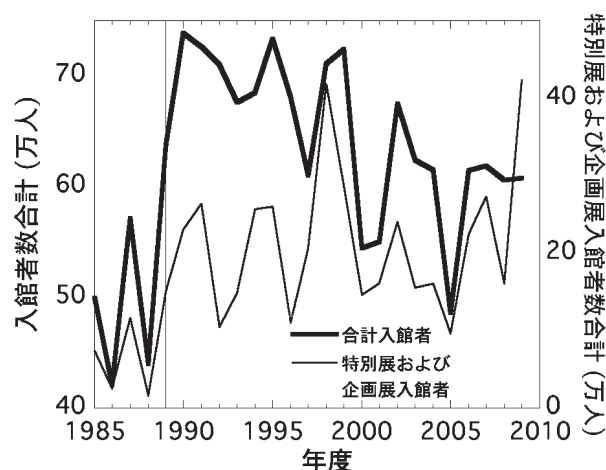


図1 名古屋市科学館における1985年度から2009年度までの合計入館者数（特別展と企画展入館者数を除く）と特別展および企画展入館者数の推移

展とは、マスコミ等との共催による大規模な有料の展覧会である。また企画展とは、科学館単独企画による無料の展覧会である。1989年のリニューアル以前の合計入館者数は、50万人前後で推移していたが、リニューアルとともに急増し、1990年度には当時の過去最高である約74万人の入館者数を示した。しかしその後、数万人程度の増減を伴いながら緩やかに減少し、2011年度のリニューアルオープン前には約60万人となった。また特別展の入館者数は、合計入館者数の増減と概ね一致する。つまり各年度の特別展の入館者数の割合は大きく、合計入館者数を左右していると言える（松井、2004）。

次に、当該期間におけるチケット別の入館者数推移を図2に示す。1989年のリニューアルに伴う入館者数の増加は、大人と小人の両方に見られる（図2のA）。入館者数が順調に増加した1989年度から1991年度の期間において、大人の増加率は小人の約2倍である。このようにリニューアルに伴い個人の入館者数は増える一方で、小人の団体入館者数は、

*愛知大学 **名古屋市科学館学芸課

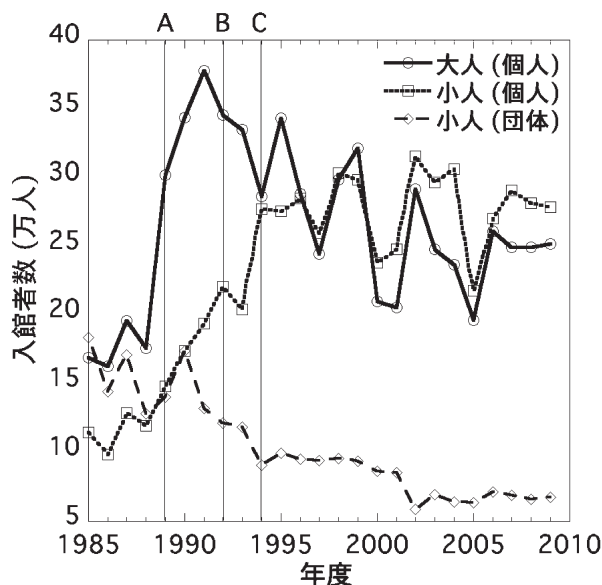


図2 名古屋市科学館における1985年度から2009年度までのチケット別入館者数の推移

リニューアルに大きな影響を受けることなく2009年度まで減少を続ける。

1989年度から1991年度まで増加した入館者数も、大人については1992年度に減少に転じる(図2のB)。小人はそれより1年遅れて、1993年度にわずかに減少を示すが、1994年度には、1989年リニューアル時を上回る増加率で増加する(図2のC)。その後、1990年代後半以降は、大人と小人は数万人程度の増減を伴いながら推移する安定した状態になる。増減のタイミングは大人と小人で概ね一致するが、詳細に見ると大人は時間と共にやや減少し、小人は比較的一定である。2000年度以降は、小人の入館者数が大人を上回る。

3. 考察

(1) 1985-2009年度における大局的な入館者数推移

科学館における入館者数の増減は、一般的に何に起因されるのか。ひとつの可能性として、メディア露出が考えられる。上述のように合計入館者数と特別展入館者数の増減のタイミングが一致することから、メディアから特別展開催の情報を得て、科学館に足を運ぶと考えられる。これを検討するため、地元紙である中日新聞の朝刊および夕刊において、「名古屋市科学館」というキーワードを含む記事数を、データベース検索により調べ、大人および小人の入館者数推移と比較した(図3)。それによると、1990年代後半以降では、大人、小人、および記事数

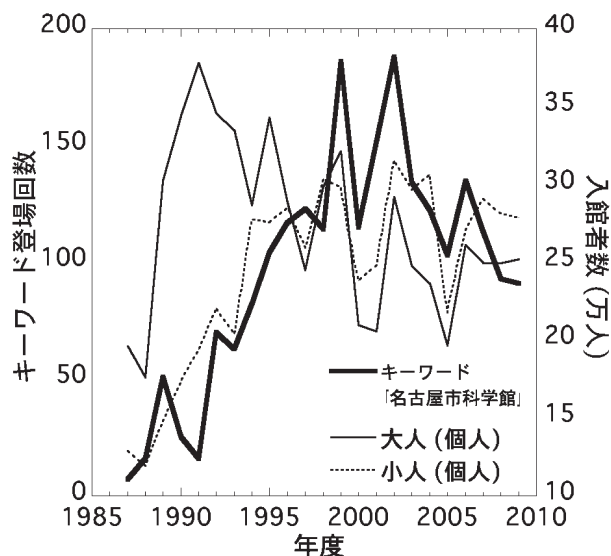


図3 中日新聞の夕刊および朝刊の記事中に「名古屋市科学館」というキーワードが登場した回数と大人(個人)および小人(個人)の入館者数の推移(1985-2009年)

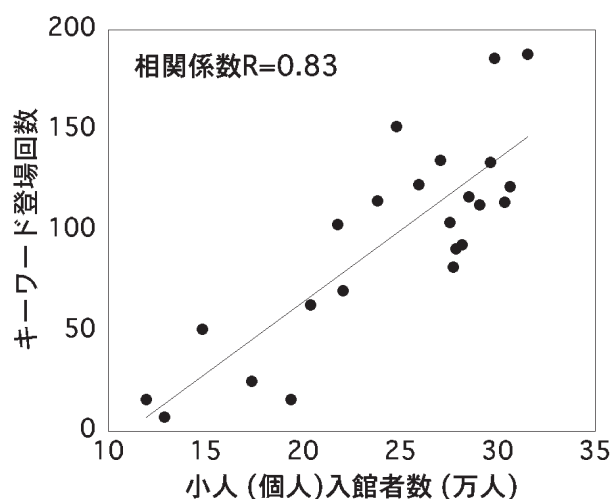


図4 中日新聞の夕刊および朝刊の記事中に「名古屋市科学館」というキーワードが登場した回数と小人(個人)の入館者数の関係。またそれらの回帰直線と相関係数R(1985-2009年)

の三要素の増減のタイミングは良い一致を示す。特に小人においては、1990年代後半以前を含めた全期間において、記事数と良い一致を示す。実際に小人の入館者数と記事数との相関係数Rは0.83であり、統計的にも強い正の相関がある(図4)。要するに小人の動向はメディアに強く支配されていると言える。しかし、小人が自ら新聞から情報を得て、科学館に足を運ぶとは考えにくい。それよりは、多くの情報に接する大人が、新聞から特別展の情報を得て、小人を連れて来館すると考えられる。1990年代

後半以降については、大人と小人の入館者数がほぼ一致することから（図2）、大局的には大人1人が小人1人を連れて来館すると考えることができる。一方で、1990年代後半以前には、大人の入館者数が小人を大きく上回っている。この時期も同様に、メディアから情報を得て、小人を連れて来館する大人は存在したはずである。そこで単純化し、1990年代後半以前にも、それ以降と同様に大人1人が小人1人を連れて来館したと仮定すると、大人入館者数から小人入館者数を差し引いた人数が、大人のみで来館したことになる。おそらくこの入館者層が、リニューアル後、大人入館者数を短期的に急増させた主要因であると考えられる。

(2) 1985-2009年度における入館者数推移の詳細

リニューアルに伴い、入館者数が小人よりも大人において急増する現象は（図2のA）、1989年のみならず、2011年のリニューアルでも顕著に見られる。2011年リニューアルに伴う閉館期間を含まない2009年度の入館者数は、小人約28万人、大人約25万人であったが、リニューアルオープンした2011年度は、小人が約34万人に対し、大人約97万人であった。これらの事実は、大人の方が新しい施設への反応が敏感であることを示しているのかもしれない。

リニューアルに伴い急増した大人の入館者数は、小人より早く1992年度に減少に転じる（図2のB）。1992年は名古屋港水族館が開館した年である。名古屋港水族館は、年間150万人以上が来館する人気施設である。大人はやはり、この新しい施設にいち早く反応したために、科学館から足が遠のいたのかもしれない。また小人は1年遅れて1993年度に減少を示したが、1994年度には、1989年リニューアル時を上回る増加率で増加する（図2のC）。これは、1994年4月から実施された小人入館料の無料化の影響であると考えられる。

リニューアルから5-8年程度経過し、1990年代後半以降になると、大人と小人の増減のタイミングは概ね一致し、数万人程度の変動を伴いながら推移する安定した状態となる（図2）。これは上述したように、メディアに影響された大人が、小人を連れて来館した結果であると考えられる。しかし詳細には、この時期の長期的な小人の入館者数変化は見られないが、大人の入館者数はやや減少する。この期間、入館者の大部分を占めると考えられる名古屋市の総

人口は増え続けているので（図5）、大人が名古屋市科学館に来館する比率は大きく低下していると考えられる。一方で、小人は人口が減少するにもかかわらず（図5）、一定の入館者数を保っている。

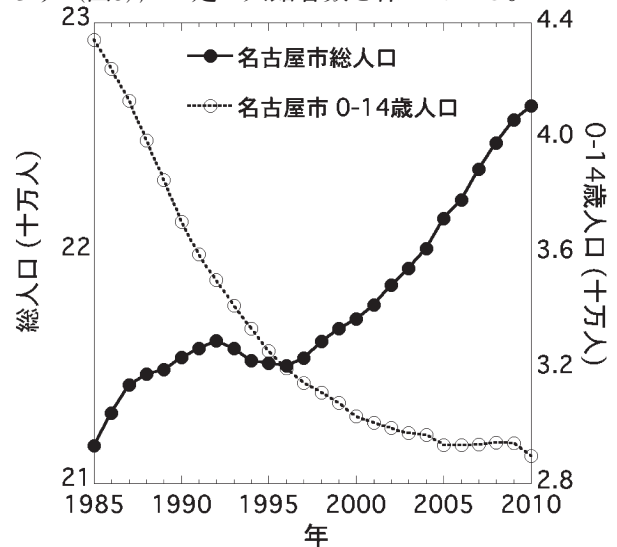


図5 1985年から2010年までの名古屋市総人口³⁾と0-14歳人口⁴⁾の推移

(3) 小人の団体入館者数推移

小人の団体入館者数は個人とは異なり、リニューアルに影響されず減少を続ける（図2）。小人の団体入館は、学校など組織における課外活動が主であるため、その入館者数の変化は、課外活動の頻度の変化を反映していると考えてよい。図5に示すように、名古屋市における0-14歳の人口は、この期間中減少を続けている。つまり小人団体入館者数の長期的な減少は、0-14歳人口の減少による、課外活動数の減少が原因である。

4. 結論

名古屋市科学館における、1989年大規模リニューアル以降の入館者数分析から以下のことがわかった。

- ・リニューアル後2-3年間の総入館者数は増加し、特に大人の増加率は小人よりも大きかった。この増加率の違いは、リニューアル後の2011年度の入館者数でも同様であった。また1992年度の名古屋港水族館設立時においても、名古屋市科学館の大人入館者数は急減するので、大人の方が新しい施設に対し、敏感に反応することを示しているのかもしれない。

- ・1994年度に小人入館料が無料化されたことにより小人入館者数は急増した。
- ・リニューアルから5-8年後の1990年代後半以降には、大人と小人の増減のタイミングが一致し、入館者数が安定した時期に入る。
- ・新聞記事数と入館者数の関係から、入館者の多くは、大人がメディアから特別展の情報を得て、小人を連れて来館すると考えられる。
- ・しかしリニューアル後5年間ほどは、そのような親子連れのみではなく、大人のみでの入館者が増えたと考えられる。このリニューアル時に急増した、大人のみでの入館者の多くは、普段は科学館を訪れない入館者層と考えられるので、この大人入館者を再度来館させる工夫は重要な課題である。
- ・当該期間において、名古屋市の0-14歳人口は減少しているにも関わらず、小人入館者数は一定を保っている。つまり、科学館に足を運ぶ小人は増加傾向にある。

最後に、本研究では、入館者の構成や性質に関して、推測の域を超えない大雑把な議論が多い。そのため今後は、実際の入館者の質に関する詳細な調査

をもとに、定量的な議論を行う必要がある。

謝辞

名古屋市科学館職員の方々には情報収集にあたって大変ご協力いただいた。また愛知大学経営学部の永野巧氏と島倉延介氏との議論は有益であった。以上の方々に心より感謝する。

参考文献

- (1) 名古屋市科学館 (1985-2011) 名古屋市科学館事業概要 名古屋市科学館
- (2) 松井孝弥 (2004) 科学館経営に関する一考察 名古屋市科学館紀要 第30号 p18-28. 名古屋市科学館
- (3) 名古屋市公式ウェブサイト「名古屋市の人口」のページ (2012年11月現在)
<http://www.city.nagoya.jp/shisei/category/67-5-5-0-0-0-0-0-0-0-0.html>
- (4) 名古屋市公式ウェブサイト「平成23年愛知県人口動向調査結果 (名古屋市分)」のページ (2012年11月現在)
<http://www.city.nagoya.jp/somu/page/0000031337.html>

名古屋市科学館紀要 第 39 号

2013年（平成25年）3月31日 発行

編集・発行 名古屋市科学館

〒460-0008 名古屋市中区栄二丁目17番1号

TEL 052(201)4486

FAX 052(203)0788

<http://www.ncsm.city.nagoya.jp/>

印刷 アーク印刷株式会社

この冊子は、再生紙（古紙配合、白色度70%）を使用しています。

