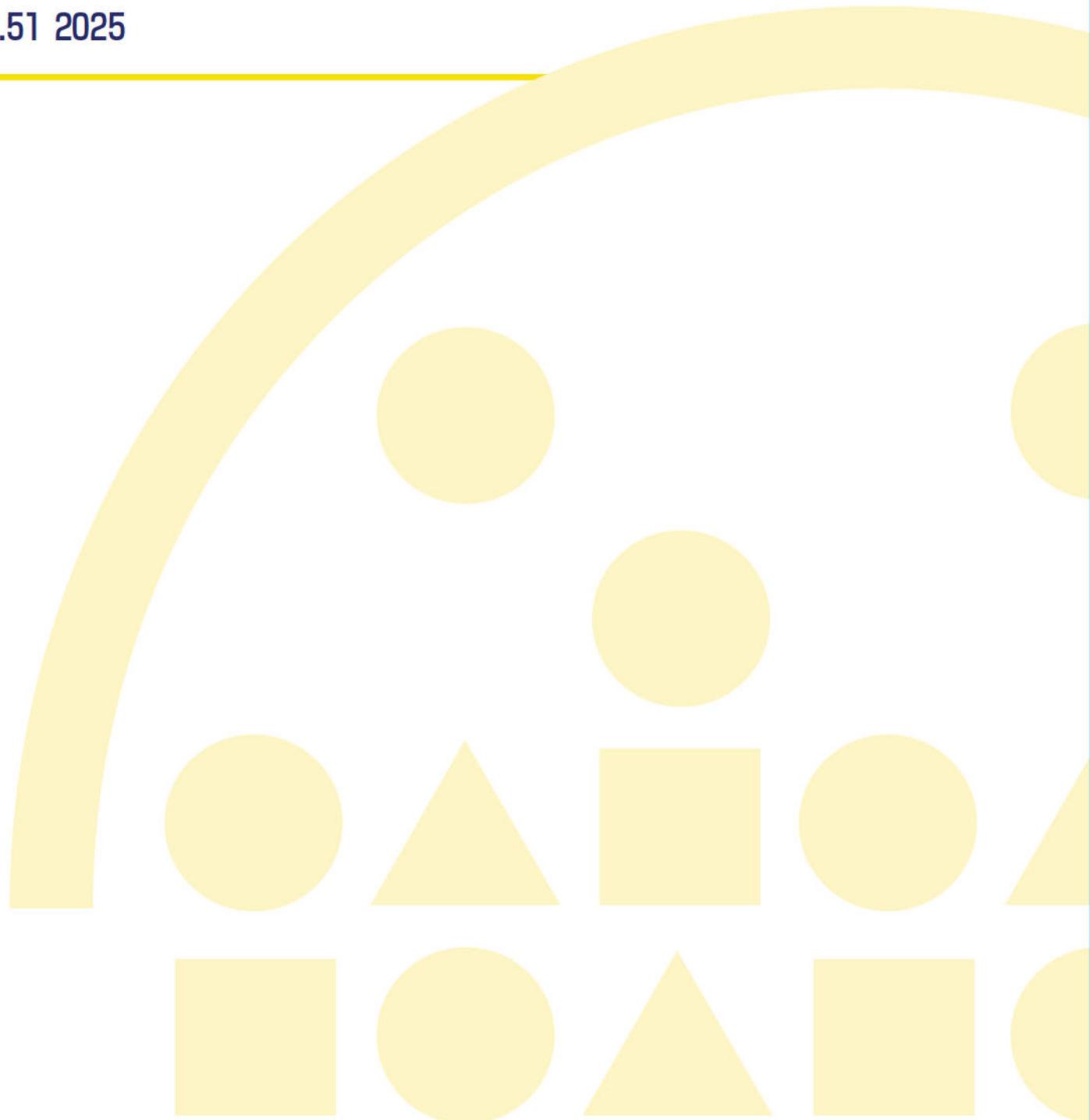


名古屋市科学館紀要

第51号 2025

Bulletin of Nagoya City Science Museum

No.51 2025



名古屋市科学館

Nagoya City Science Museum
Nagoya, Japan

名古屋市科学館紀要

第51号 2025

Bulletin of Nagoya City Science Museum

No.51 2025

目 次

- 1 地球科学分野における普及事業の検討：最先端研究とボーリングコア展示について
木田梨沙子 1-7
A consideration of popularization projects in earth science:
About Cutting-edge research and boring core exhibition
KIDA Risako
- 2 甘味料を用いた火成岩の成り立ちに関する講座の実施
木田梨沙子 8-10
Report on the course on the formation of igneous rocks using sweeteners
KIDA Risako
- 3 屋外天文展示の有効活用とメンテナンス方法の調査
河野 樹人・持田 大作・中島亜紗美・
稲垣 順也・高羽 幸・毛利 勝廣 11-18
Investigation of utilization and maintenance methods for outdoor astronomy exhibits
KOHNO Mikito, MOCHIDA Daisaku,
NAKASHIMA Asami, INAGAKI Junya,
TAKABA Sachi, MOURI Katsuhiko
- 4 2412蒸気機関車及び関連する保存機関車の調査
藤本 雅之 19-28
Research of extant 2412 steam locomotive and related saved locomotives
FUJIMOTO Masayuki
- 5 名古屋市科学館B6蒸気機関車整備ボランティア、過去の活動と今後について
鈴木 雅夫 29-32
About volunteer activities that maintain B6 type steam locomotive
at the Nagoya City Science Museum.
SUZUKI Masao
- 6 名古屋市総合計画から考える当館の位置づけ
千葉 斉昭 33-36
Considering the position of Nagoya City Science Museum
from the perspective of Nagoya City comprehensive plan
CHIBA Nariaki
- 7 科学館における発券システムの再構築について
菊地 修一・福岡憲太郎・北川 智大 37-40
Restructuring the ticketing system
KIKUCHI Shuichi, FUKUOKA Kentaro,
KITAGAWA Tomohiro

地球科学分野における普及事業の検討： 最先端研究とボーリングコア展示について

A consideration of popularization projects in earth science:
About Cutting-edge research and boring core exhibition

木 田 梨沙子*

KIDA Risako

1. はじめに

名古屋市科学館（以下、当館）の理工館6階は「最先端科学とのであい」をテーマにしており、「地下へ挑む」と題したコーナーでは地球深部探査船「ちきゅう」やボーリングコアに関する展示を行っている。これは、地球科学分野で行われている最先端の研究内容や研究機関の活動について広く普及するための展示である。しかし、常設展示の更新を頻繁に行うことはできないため、展示のみではそれをリアルタイムで伝えることは難しい。そこで、他館のボーリングコア関連展示および関連イベントについて調査を行った。その内容を参考に、最先端研究の面白さをリアルタイムで伝えることを目的として、関係機関と連携し、研究現場との中継を交えた事業を実施した。

2. 名古屋市科学館 ボーリングコア関連展示の概要と課題

(1) 概要

A. 地下へ到達する - 地球深部探査船「ちきゅう」 -

地球深部を掘削するためのボーリング技術について紹介する展示である。地球深部探査船「ちきゅう」の100分の1サイズ模型を始め、実際に掘削に使用されたドリルビットや、ドリルパイプの構造を示す展示などがある。

B. 地下から地球を解き明かす - ボーリングコア -

ボーリングコアサンプルから、研究者がどのようなことを読み解くのかを学ぶことができる展示であ

る。ボーリングコアステーションは、来館者が研究者となって、ターンテーブル上を回るボーリングコアサンプルを手元に引き寄せ分析することができる体験展示で、温湿度を管理したケース内にて展示されているボーリングコアサンプルは、実際に研究に用いられる試料のアーカイブハーフ（保存用）である。このアーカイブハーフの展示は、海洋研究開発機構と高知コアセンターにご協力いただき、約一年



写真1：ボーリングコアステーション



写真2：アーカイブハーフ試料の展示

*名古屋市科学館学芸課

に一度の頻度で展示試料を更新している。

(2) 展示の課題

これらの展示は、研究の面白さを来館者に知っていただくことを目的としているが、ほとんどの常設展示は更新が難しく、最先端研究を十分に反映できていない部分も存在する。また、アーカイブ HALF 試料など一部の展示試料更新の際には、時事や当館の特別展、開催イベントの内容に沿ったものとなるように試料の選定を行っているが、その背景を十分に来館者に伝える機会は少ないのが現状である。

3. 調査内容

ボーリングコア関連展示および関連イベントの調査として、国立科学博物館、日本科学未来館、地質標本館、滋賀県立琵琶湖博物館、神奈川県立生命の星・地球博物館を視察した。その概要は、以下の通り。

(1) 国立科学博物館

国立科学博物館には、当館同様、地球深部探査船「ちきゅう」の模型や深海掘削に関する展示があり、東北地方太平洋沖地震の震源域で採取されたボーリングコアのレプリカも展示されていた。2012年に行われた「ちきゅう」の掘削調査の成果に関する解説や、他にも2020年に新しく地質年代として決定されたチバニアンを紹介を含めた地磁気に関する研究の展示においてもボーリングコアが展示され、近年話題となったテーマがしっかりと取りあげられていた。展示にも研究のいまが反映されている印象である。



写真3：国立科学博物館の地球深部探査船「ちきゅう」模型およびボーリングコアレプリカ

(2) 日本科学未来館

日本科学未来館では、東北地方太平洋沖地震の震源域で採取されたボーリングコアのレプリカや、コア掘削に実際に使用されたコアビットが展示されていた。「ちきゅう」の解説や研究については、大きな壁面に図やイラストなどで展示されており、「ちきゅう」におけるコア採取の様子を動画で見ることができるようになっていた。展示スペース（壁面）の大きさを生かし、船の一部を実寸台で表した展示は迫力があり、図やイラストが多いため、子どもにもわかりやすく、目を引く展示になっていると感じた。最先端研究を取り上げるというよりは、地球の探査という一つのトピックを掘り下げて展示している印象である。



写真4：日本科学未来館のボーリングコア展示

(3) 地質標本館

地質標本館では、堆積物からどのようなことがわかるのかをまとめた展示においてボーリングコアが展示されていた。堆積物の組成や分析の内容の他、



写真5：地質標本館のボーリングコア展示

分析装置の紹介、それらがどのように研究に活用されているのかをパネルで紹介していた。コア試料は堆積物や分析試料の例として展示されており、地質学分野における研究とはどのようなものかに焦点を当てた展示となっていた。

(4) 滋賀県立琵琶湖博物館

琵琶湖をテーマとする博物館であり、ボーリングコアも琵琶湖の湖底堆積物のコアが展示されていた。ボーリング調査に関する動画やコアを引き上げる体験展示もあった。他館と異なるところは展示ケースの中に縦向きの平置きでコアを展示しているところであり、来館者にとってコアの上下の判別がつきやすくなっていた。琵琶湖博物館ならではのテーマを絞った、体験を含めて楽しめる展示となっていた。



写真6：滋賀県立琵琶湖博物館のボーリングコア展示

(5) 神奈川県立生命の星・地球博物館

神奈川県立生命の星・地球博物館では、ボーリン



写真7：コアイベントで使用した道具（神奈川県立生命の星・地球博物館）

グコアに関連した過去のイベントについて、実際に使用した道具や材料を見せていただき、イベント開催時の参加者の反応や開催の注意点等を伺った。イベントは、2013年にサイエンスカフェとして開催した「博物館で、研究者なりきり体験 ～海洋コアを食べよう！～」であり、当館で事業を行うにあたって参考とさせていただいた。

(6) まとめ

各館ごとに、展示の意図や目的が異なっており、当館同様、最先端研究を積極的に取り上げている館もあれば、独自のテーマを深く掘り下げた館もあった。それぞれの館、展示によって、標本の見せ方や工夫も異なっていた。

当館のボーリングコア展示は最先端科学をテーマとして取り上げたフロアの展示であるため、できる限り最新の内容を組み込みたいが、それには限界があると感じた。

4. 展示の課題解決に向けた普及事業の検討

調査の結果から、常設展示を頻繁に更新することは難しく、最先端研究を十分に反映できていない部分を補うには他の手法を検討するべきであると考えられる。そこで、以下のボーリングコアに関する最先端研究と絡めた事業の実施を企画した。

(1) リポジトリコア再解析プログラム

リポジトリコア再解析プログラム（Repository Core Re-Discovery Program：ReCoRD、以下ReCoRDプログラム）は、高知コアセンターで保管されている過去の研究航海で採取されたコア試料を用いた試料再解析プログラムである。2023年から開始され、コア試料の集中的な再解析を実施することで新たな成果の創出を目指す枠組みとなっている。

(2) IODP（国際深海科学掘削計画）第405次航海：JTRACK

IODP（国際深海科学掘削計画）第405次航海（通称：JTRACK）は、地球深部探査船「ちきゅう」が東北地方太平洋沖地震が発生した日本海溝において、2024年9月～12月にかけて行った調査のプロジェクトのことである。地震発生直後の2012年に行った調査に続き、コア試料の採取や掘削孔の温度観測システムの設置などを目的として行われた。航海中の

「ちきゅう」船上からオンライン生中継配信を行うなど、プロジェクトの広報活動が活発に行われた。

5. 普及事業の実施

(1) 普及事業①：「深掘り！おかしなコアパーティー」

A. 概要

前半は高知コアセンターとの中継、後半は当館実験室における実習と大きく2つのパートに分かれた、ボーリングコア試料を用いた研究がどのように行われているのかを普及する講座。会場は当館の第1実験室、対象は小学3年生以上、参加人数は38名であった。ReCoRDプログラムのコア試料サンプリングパーティー開催期間中に講座を実施することで、参加者に対して研究者たちが実際に作業をしている様子をリアルタイムで見学させることができる。

B. 講座内容

a. 高知コアセンターとの中継

高知コアセンター内のサンプリングルームおよびコア保管庫内より、Zoomによるオンライン中継を行った。サンプリングルーム内の中継では、高知大学の学生がリポーターとして研究者に質問をし、掛け合いを行いながら研究内容、ReCoRDプログラムについて、コア試料のサンプリングの様子、機器を用いた分析の様子などを紹介した。コア保管庫内の中継では、コアセンターのキュレーターがコアが保管されている様子や設備、見た目の異なる様々な研究テーマのコア試料などを紹介した。

中継の場所ごとに、参加者から直接リポーター、研究者、キュレーターに質問できる時間を設けた。



写真8：コアセンターとの中継の様子

b. 砂箱によるコア掘削体験

アクリルケースに砂を5層しきつめた模擬地層と3Dプリンターで製作したドリルを用いて、コア掘削体験を行った。模擬地層は、色の違う2種類の砂を交互に5層重ね、間にサンゴ砂やガーネット砂、砂鉄をランダムに挟み作製した。また、層の厚さは場所により異なるようにした。ドリルは、縦方向に半分に分かれるようになっており、コア掘削後、試料を半割できるようになっている。

掘削体験の際には、同じ箱の中でも場所によって地層が異なること、部分的に珍しい砂が入っていることなどを事前に伝え、掘削後は試料を半割してよく観察し、場所ごとに比較するよう説明を行った。

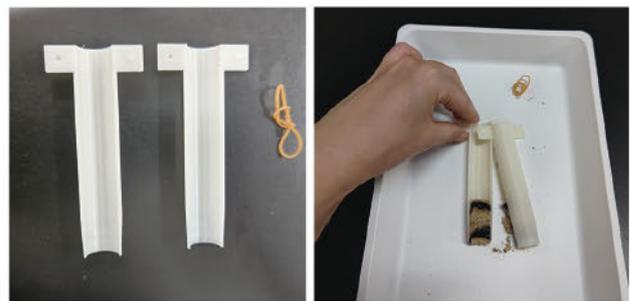


写真9：ドリル

写真10：コア半割の様子



写真11：砂箱からのコア掘削の様子

c. 模擬コア試料のサンプリング体験

個包装のお菓子をつめて作製した模擬コア試料から、分析用の試料を採取する体験を行った。お菓子をつめる台は、塩化ビニルパイプを半割したものにスタイロフォームを取り付けて製作した。中継で研究者が行っていた分析用のコア試料採取を参考に、それぞれが自分の好きな色のピックをコア採取希望箇所に刺し、分析用のコア試料を採取した。採取した試料（お菓子）は、採取場所などのデータを書き込んだサンプル袋に入れて、参加者が持ち帰った。

試料採取の際には、化石を調べたい、環境変動を調べたい、などどのような目的で試料を採取するの



写真12：模擬コア試料



写真13：
試料採取の様子

かを考えてみるよう促した。

C. 参加者の反応

中継パートでは、参加者から直接質問をする時間を設けたことで、それぞれの疑問点を解消することができたようである。また、子どもたちも積極的に質問をしていた。実習パートでは、中継で学んだ内容を実際に体験することで、「研究」というものに親しみをもって作業をすることができていた。中継と実習を両方行ったことで、相互的に理解度が上がったと感じた。

講座終了後に実施したアンケートでは、「リポーター役の学生が上手く質問を取り次いでくれたため遠慮なく質問することができた」、「最初は子どもには難しい内容かと感じたが、お菓子を使った実習があり子どもも楽しんでいた」といった意見が寄せられた。全体の難易度についての結果からも、子どもにもわかりやすく楽しめる内容となったことがわかった。

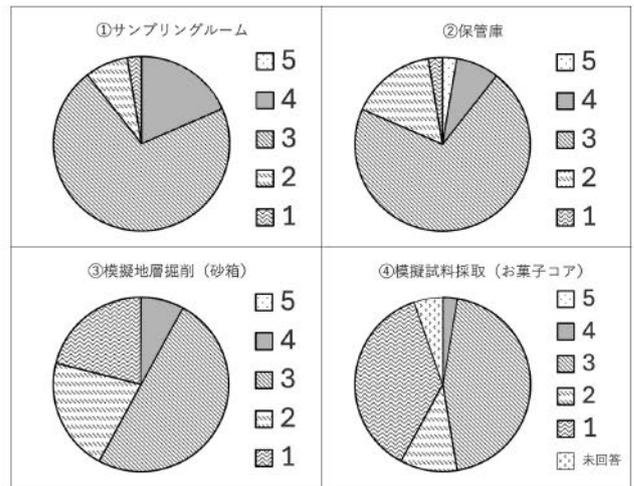


図1：アンケート結果

各パート・実習の難易度について、5を難しい、3を適当、1を簡単として回答をしてもらった。

(2) 普及事業②：「ちきゅうLIVE！番外編@名古屋市科学館」

A. 概要

前半は地球深部探査船「ちきゅう」との中継、後半は海洋研究開発機構職員の方を講師に迎えた講演の2つのパートに分かれた、ボーリングコア掘削がどのように行われているのか、またどのような研究のために掘削が行われているのかを普及するイベント。会場は当館のサイエンスホール、対象は絞らず誰でも参加が可能で、参加人数は96名であった。日本海溝近くで海底掘削を行っている「ちきゅう」船上と中継を結ぶことで、まさに現在進行している最先端の研究について参加者に知ってもらい、船上の様子や船の設備を見学させることができる。会場入り口には質問箱を設け、参加者が質問を書いて投函できるようにした。

B. イベント内容

a. 地球深部探査船「ちきゅう」との中継

東北沖太平洋地震が発生した日本海溝において海底掘削を行う地球深部探査船「ちきゅう」とZoomによるオンライン中継を行った。現地では海洋研究

開発機構の方にリポーターとして船内を案内していただき、会場の講師の方々と掛け合いを行いながら、ブリッジ（船の操縦を行うところ）、コアカッティングエリア（掘削されたコアを切るところ）、コアラボ（研究室）を中継を通して見学した。普段見ることができない船内の様子や、実際にコアが海から引き上げられる瞬間を見ることができた。また、各パートごとに参加者が直接口頭で質問できる質問タイムを設けた。



写真14：「ちきゅう」との中継の様子

b. 地球深部探査船「ちきゅう」とJTRACKに関する講演

海洋研究開発機構の職員の方二名を講師としてお招きし、そもそも「ちきゅう」がどのような船で、海洋掘削とはどのようなものなのか、そしてJTRACKがどのようなプロジェクトなのかについて解説をしていただいた。お二人で役割を分担しながら、図や動画を含めてわかりやすく解説してくださいました。また当館学芸員も掛け合いに加わり、当館



写真15：講演の様子

の展示や過去の講座についても紹介した。講演の最後には、イベント開始前に参加者から寄せられた質問（質問箱の中のもの）に答える時間を設けた。

C. 参加者の反応

中継では、コアが引き上げられる貴重な瞬間を見ることができたため、参加者は夢中になって映像を見ていた。講演では、「ちきゅう」の様子を見た直後であったため、解説の内容が理解しやすく、具体的に捉えやすいようであった。(1) 深掘り！おかしなコアパーティーと同様、中継と講演を両方行ったことで、相乗効果を生んだようである。

講演内で、研究紹介に絡めて当館のボーリングコア展示を紹介することができたため、イベント後に展示室を見学している参加者が複数いた。全体を通して、会場内から多くの質問が上がり、参加者も積極的にイベントに参加していた。参加者の中には、

(1) 深掘り！おかしなコアパーティーにも参加していた方が見られた。

6. 今後の展望

今回、常設展示では紹介しきれない最先端科学についての教育普及を図り、研究現場との中継を含めた講座・イベントを開催した。結果、中継によって現場を見学することと、実習や講演を通して知識を得て理解を深めることの両方を取り入れることで、参加者の学びに対する意欲も上がり、興味も深まりやすいと考えられる。日々、進歩を続ける最先端研究をリアルタイムで展示に反映させることは難しい部分があるが、外部機関との連携を積極的に企画し、今後も講座やイベントなどの普及活動に取り入れていきたい。

7. 謝辞

今回、講座・イベントを実施するにあたり、高知コアセンターの久保雄介様、高知大学の藤内智士様、海洋研究開発機構の江口暢久様、吉澤理様、村田レナ様、中野夏海様には多大なご協力をいただきました。また、神奈川県立生命の星・地球博物館の石浜佐栄子様には、過去に実施されたイベントのお話を伺い、講座の参考にさせていただきました。その他にも、講座・イベントの企画・実施に関わってくださったすべての皆様に、心から感謝を申し上げます。

8. 参考文献・Web サイト

- ・ J-DESC-日本地球掘削科学コンソーシアム. 「リポジトリコア再解析プログラム (ReCoRD)」.
〈<https://j-desc.org/record/>〉 (2024年12月10日)
- ・ 海洋研究開発機構. 「JTRACK IODP Exp.405」.
〈<https://www.jamstec.go.jp/chikyuu/j/exp405/index.html>〉 (2024年12月10日)
- ・ 石浜佐栄子 (2013) 「博物館で、研究者なりきり体験～海洋コアを食べよう！～」. 自然科学のとびら第19巻3号, p23-24.

甘味料を用いた火成岩の成り立ちに関する講座の実施

Report on the course on the formation of igneous rocks using sweeteners

木 田 梨沙子*

KIDA Risako

1. はじめに

名古屋市科学館（以下、当館）では、科学館友の会の活動として、小学生や中学生が対象の「サイエンスクラブ」という科学実験を行う講座を実施している。本稿では、サイエンスクラブ中学生クラスの講座として実施した「おいしく学ぶ地球科学」の内容について、報告する。

2. 講座概要

(1) 開催日時

2024年11月23日（土）～12月1日（日）の土曜日と日曜日 計4日間

(2) 会場

名古屋市科学館 生命館6階 第2実験室

(3) 対象

中学1年生～3年生

(4) 受講者数

56名（サイエンスクラブ登録者64名、内欠席者8名）

3. 講座内容

(1) 目的

本講座は、中学理科で学習する岩石について、中でも火成岩に着目し、その成り立ちや特徴を理解することを目的とした講座である。

(2) 内容

A. 岩石標本の観察

はじめに、花崗岩、松脂岩、軽石の標本をルーペで観察し、それぞれの特徴をワークシートに記入させる。観察開始時は岩石名を伏せ、観察後に岩石名および特徴について解説する。受講者に、これらはすべてマグマが固まってできた岩石であることを示

し、マグマの性質の違いや固まり方によって見た目が全く異なる岩石になるということを知ってもらう。



写真1：花崗岩 写真2：松脂岩 写真3：軽石

B. 甘味料を用いた結晶実験

a. マグマのねばりけ

マグマのねばりけの違いが、どのような岩石の特徴につながるのかを調べる実験。マグマの例として、溶かした甘味料を乗せたスライドガラスを配布し、つまようじを用いて“マグマ”のねばりけを調べ、固まり方や結晶のでき方を観察させる。マグマはねばりけの異なるものを2種類用意し、その違いを比較させる。結果として、1つめの砂糖を用いた場合はねばりけが強く結晶ができず、2つめのカロリーゼロの甘味料であるエリスリトールを用いた場合はねばりけが弱く結晶ができる。受講者は、この結果からマグマのねばりけによって結晶ができたりできなかったりすること、また同様の特徴をもつ花

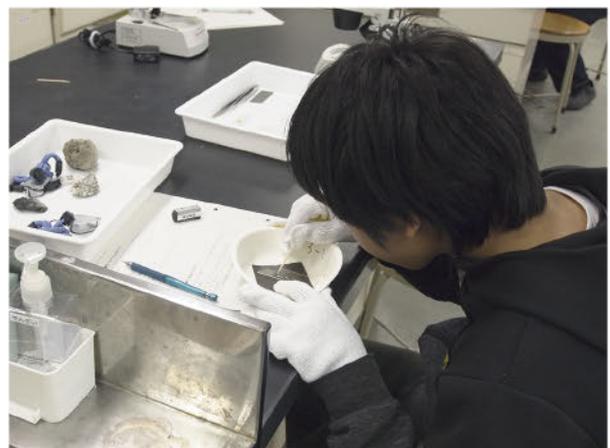


写真4：甘味料を用いたマグマ観察の様子

*名古屋市科学館学芸課

崗岩や松脂岩の性質の違いを理解することができる。

b. マグマの固まり方

マグマが固まるまでに要する時間の長さによって、結晶のでき方にどのような違いがあるかを調べる実験。マグマのねばりけ実験と同様に、溶けたエリスリトールを乗せたスライドガラスを用意し、カバーガラスをかけ冷凍庫で冷やす。冷凍庫で冷やしたスライドガラスと、a. マグマのねばりけ実験で観察に用いた常温で冷やしたスライドガラスを顕微鏡で観察し、結晶の違いを比較させる。観察の際には、偏光板を配布して使用することで結晶の見え方が変わることを確かめ、岩石薄片の偏光顕微鏡観察についても紹介する。受講者は、マグマが固まるまでに要する時間の違いによって、結晶の大きさに違いが出ることを確かめることができる。



写真5：固結時間による結晶のでき方の違いの解説



写真6：結晶スライドガラスの顕微鏡観察

C. カルメ焼き作り

甘味料を用いた実験では、花崗岩や松脂岩と似た

構造（結晶やガラス状の固まり方）を確認できたため、まだ確認できていない軽石と同じ構造となるカルメ焼きを製作する。カルメ焼きは、飴を発泡させた砂糖菓子で、重曹の化学反応を利用している。砂糖水を加熱する過程でねばりけが変化するため、その変化についても観察させる。ちょうどよいねばりけでなければ上手く膨らまないため、受講者は軽石が形成される際にもねばりけが重要であることを確認できる。カルメ焼きを割ると軽石と同じように内部に孔が多くあることや、水などに浮くことを併せて紹介する。



写真7：カルメ焼き製作の様子

4. まとめ

本講座では、中学理科で学習する内容である岩石について、身近な甘味料を用いた実験で理解を深める機会を作ることができた。特に顕微鏡観察やカルメ焼き製作では、参加者が熱心に観察や製作に取り組んでおり、実験も成功していた。実際に岩石を観察したり、自分たちで観察した岩石と同じ構造の結晶、ガラス状の固体などを作ったりすることで、岩石をより身近に感じ、その成因について考えることができたようである。今後も、講座を通して、地球科学をより楽しみ、身近に感じてもらえるよう努めていきたい。

5. 謝辞

今回、講座の企画・実施に関わってくださったすべての皆様に、心から感謝を申し上げます。

6. 参考文献

古川邦之・伊藤季紗・小谷沙織 (2017) エリスリトールを用いた過冷却メルトも結晶化実験－火成岩組織の再現－ 一般教育論集第53号, p1-8.

7. 実験レシピ

(1) 甘味料を用いたマグマの固結実験

A. 材料・道具

砂糖、エリスリトール、スライドガラス、カバーガラス、偏光板、つまようじ、ピンセット、紙皿、ホットプレート、顕微鏡

B. 手順

- a. ホットプレートにスライドガラスを並べ、その上に砂糖およびエリスリトールを適量乗せる。
- b. 200度程度で加熱し、砂糖、エリスリトールを溶かす。
- c. 紙皿にスライドガラスを移し、つまようじでつつき、固まり方を観察する。
- d. スライドガラスにエリスリトールを乗せて溶かしたものにカバーガラスをかけ、冷凍庫で冷やす。
- e. 甘味料が固まったのち、それぞれのスライドガラスを観察する。観察には、偏光板や顕微鏡を適宜用いる。

(2) カルメ焼き作り

A. 材料・道具

ザラメ、水、重曹、卵白パウダー、カルメ焼き用おたま、すりこぎ、カセットコンロ、スプーン、マドラー、プラスチックカップ、温度計棒（温度計+わりばし）、紙皿、ふきん

B. 手順

- a. ふくらまし液を作る
 - ①プラスチックカップに、卵白パウダーを0.5g測りとり
 - ②水3.5mlを加え、マドラーでよく混ぜる
 - ③重曹12.0gを加え、マドラーでよく混ぜる
- b. 砂糖水を作る
 - ①ザラメを40g、水を15ml測りとり
 - ②おたまにザラメ、水を入れる
- c. 火にかける
 - ①コンロに火をつけ、弱火にする
 - ②おたまを火にかけ、加熱する
- ③温度計棒でよく混ぜ、沸騰するまでにザラメが全部溶けるようにする
- ④温度計を確認しながら加熱し、125℃を超えたら火から下ろす準備をする
- d. 火から下ろす
 - ①130℃になったら、火から下ろす
 - ②ふきんの上に水平になるように置く
 ※手は離さないようにする
- e. かき混ぜる
 - ①ふくらまし液をマドラーで1杯入れる
 - ②すりこぎで一生懸命かき混ぜる
 ※初めは大きな泡が立ち、次第にクリーミーな状態になる
そのまま混ぜ続けて、ねばりけが出ておたまの底が見えるようになったらかき混ぜるのをやめる
- f. 冷ます
 - ①ふくらんだら、ふきんの上で冷ます
 - ②おたまから外すときは、おたまをななめにして火にかけ、カルメ焼きが動いたら紙皿に移す
- g. 完成

屋外天文展示の有効活用とメンテナンス方法の調査

Investigation of utilization and maintenance methods for outdoor astronomy exhibits

河野 樹人*・持田 大作*・中島 亜紗美*・
稲垣 順也*・高羽 幸*・毛利 勝廣**

KOHNO Mikito, MOCHIDA Daisaku, NAKASHIMA Asami,
INAGAKI Junya, TAKABA Sachi, MOURI Katsuhiko

1. はじめに

名古屋市科学館には、屋外に宇宙航空研究開発機構（JAXA）から寄贈されたH-II Bロケットの試験機、国際宇宙ステーションの実験棟「きぼう」の試験モデルなどが展示されている^{1,2)}。名古屋市科学館は2011年3月に天文館、理工館のリニューアルオープンを迎えた。その後の2011年11月のグランドオープン時に公開されたこれらの展示は、定期的な清掃と補修を通して維持管理が行われている。一方で設置から既に10年以上が経過し、今後の経年劣化への対策と継続的な有効活用が課題となっている。そこで、当館の屋外展示の持続的な活用法を探るため、全国の博物館と教育・公共施設の視察を行った。調査対象とした施設は以下の7つで、2023年3月から2024年3月にかけて実際に現地に赴いて、屋外展示の現状とメンテナンス方法について聞き取りを行った。

- (1) JAXA種子島宇宙センター
- (2) JAXA筑波宇宙センター
- (3) 栃木県子ども総合科学館
- (4) 鹿児島市錦江湾公園
- (5) 苫小牧市科学センター/ミール展示館
- (6) リニア・鉄道館
- (7) 国立科学博物館

2. 当館の屋外展示の保守管理

まず初めに当館における屋外展示の現状について

述べる。メンテナンス方法は他の屋外展示についてもほぼ同様なので、ここでは特にH-II Bロケットについてまとめる。

(1) 屋外展示の概要

当館で屋外展示しているH-II Bロケットは第1段エンジン部、第1段燃料タンク、第1段中央部、段間アダプター、フェアリングが実機と同じ構造で、他の部分は実際のロケットを参考に製作したものである。第1段燃料タンクは切断して、内部の構造が見えるようになっている。

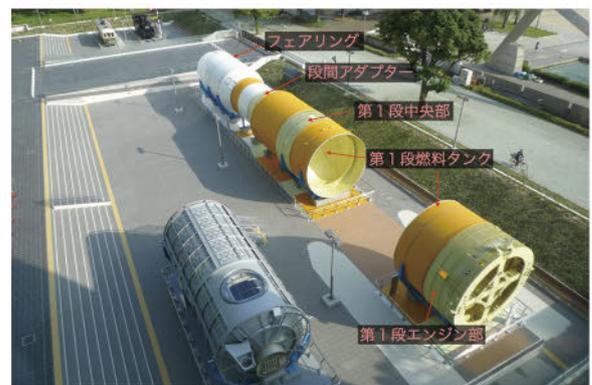


写真1 H-II Bロケットと「きぼう」の試験モデル

(2) メンテナンス方法

メンテナンスは3ヶ月に1度、手が届く範囲を水で高圧洗浄している。さらに年に1度、夏休み明けの9月に2日連続した休館日を利用して、足場を組んで上部を含めた大掛かりな水による高圧洗浄を行っている。

高圧洗浄により表面に付着した汚れの多くを落とすことができるが、展示開始から10年以上が経過し、高圧洗浄では落とせない、落とすにくい汚れが

*名古屋市科学館学芸課

**名古屋市科学館天文担当課長



写真2 高圧洗浄の様子



写真3 足場を組んでの高圧洗浄の様子

目立ってきた。

特に汚れが目立つのがフェアリング先端部分である。この部分は「ガイナ」と呼ばれる実物のロケットと同じ断熱材を塗布していて、少しざらついた感触である。一方、フェアリング後方部分はシリコン系の塗装で、表面は滑らかである。高圧洗浄後の写真4を見ると、先端部分は雨垂れの跡が残っている。



写真4 高圧洗浄後のフェアリング

(3) 洗浄液による汚れの除去試験

清掃業者の協力のもと、いくつかの洗浄液を用意してフェアリング部の汚れを落とせるかの試験を行った。今回はホームセンターでも入手可能なリンレイ社のウルトラオレンジクリーナーを使った。

フェアリング後方部は洗浄液をつけて拭き上げ、ワックスをかけると全く問題ない仕上がりになった。一方先端部分は洗浄液で拭くだけでは汚れは取れなかったが、台所用スポンジの不織布側で入念に擦ったところ、汚れは明らかに落ちた。市販の洗浄液で先端部分の汚れを落とせることが確認できた。



写真5 洗浄液による汚れの除去試験

ただし、この作業をフェアリング全体に行おうとすると、汚れの取れ具合が場所によって異なり全体としてムラが目立つ仕上がりになってしまうとのことであった。清掃業者の話では塗装の塗り直しが最も効果的とのことである。他の施設の状況も調査しながら対応を検討していきたい。

3. 種子島宇宙センター

JAXAの種子島宇宙センターは、総面積約970万平方メートルにおよぶ日本最大のロケット発射場である。鹿児島県の南、種子島東南端の海岸線に面しており、世界一美しいロケット発射場と言われる。センター内には宇宙科学技術館があり、その入り口前にN-Iロケット実物大模型の屋外展示がある。またその他にも一般見学スポットがあり、センター内の見学や施設案内バスツアーも開催されている³⁾。

(1) 屋外展示の概要

調査した屋外展示の数は3つ。N-Iロケット実物大模型、H-IIロケット実物大模型、小型ロケット発射台（TR-IA）である。設置の経緯や設置年は不明だが、現在は宇宙科学技術館が維持管理をしているとのことだった。

N-Iロケットは立てて置かれており、3方向からワイヤーで固定されている。中段に錆があるのが写真からも分かる。また補助ロケットなどの下部の継ぎ目部分にも錆が見られた。

H-II ロケットは全長が50mで横向きで設置されている。フォトスポットとなっており、台にスマホを置いて撮影できるようになっていた。近づいて見ると、ところどころ錆や、当館のロケットの汚れと同様の雨垂れの跡が見られた。

もう1つが小型ロケット発射台（TR-I A）で、写真の通りかなり錆びていた。担当者の話だと錆びてきて危ないので、今後撤去予定とのことだった。



写真6 N-I ロケット実物大模型



写真7 H-II ロケット実物大模型



写真8 小型ロケット発射台（TR-I A）

(2) メンテナンス方法

清掃頻度は年に3回、3つの展示をまとめて清掃しているとのことだった。1回の清掃は3日間かけて行っている。清掃箇所は手の届く範囲のみで、N-I ロケットについては高所作業車を借りて手の届くところまでの清掃とのことだった。スポンジ洗浄をしており、水洗いであるとのこと。また、海に近く

塩害があるので、清掃前と清掃後で簡易的に塩分濃度を測定しているということがわかった。清掃後は塩分濃度が下がっていることを確認している。

H-II ロケットは2021年の年度末に全面塗装を行ったという話も聞いた。こちらはJAXAが別途、予算をつけて実施したとのことだった。

4. 筑波宇宙センター

筑波宇宙センターは、筑波研究学園都市の一面にあり、1972年に開設したJAXAの総合的な事業所である⁴⁾。

(1) 屋外展示の概要

H-II ロケットは記念撮影ができるような場所に設置しており、設置年は2007年の3月から5月頃とのこと。その年度中に第1段のメインエンジンも付け加えられ展示された。ロケットの各部はそれぞれ別のものを寄せ集めた形で、第1段ロケットはH-II ロケット開発フェーズのCFT試験機、第2段ロケットは三菱重工業飛鳥工場で作られ、田代試験場にあったもの、フェアリングは開頭試験に使われたもので、角田宇宙センターあったものと聞いている。また、固体ロケットブースターはH-II 7号機のフライト品とのことだった。オレンジ色の断熱材の部分はテフロンコーティングが施されており、白いところは軟質樹脂コーティングで、ターポリンが用いられているとのことだった。状態としては、遠くから見ると特に問題ないように見えるが、近づいてみると雨垂れの跡に加え、苔の生えている部分、また塗装が浮き上がって膨らんできた部分などが見られた。

(2) メンテナンス方法

設置以降に2回塗装を行っており、最後は2021年1月に行われた。2016年の外観点検の際にネジの脱落が見られたとのことだった。腐食対策として、アルミ部分は何もしていないが、段間部は塗装をしている。塗装はウレタン樹脂の塗装で刷毛塗りとローラーを用いている。2021年のときにケーブル部分のテープの巻き直しを行ったが、鳥害（カラスがついて、銀色のテープが剥がれる）があった。そのため2023年7、8月にテープの貼り直しを行ったとのことだった。

なお、展示館「スペースドーム」は白いドームに

覆われており、こちらにも同様の雨垂れの跡が見られたが、こちらのドームは定期的に高圧洗浄をしているとのことだった。



写真9 筑波宇宙センター H-II ロケットの展示

5. 栃木県子ども総合科学館

栃木県子ども総合科学館は1988年に開館した大規模科学館で、視察時は建物の大規模改修工事による長期休館中だったが、屋外展示部分は一般公開しており、H-II ロケット展示の調査が可能だったため、調査対象とした。



写真10 栃木県子ども総合科学館のロケット展示

(1) 屋外展示の概要

屋外に展示されているのはH-II ロケットの実物大模型で、地元企業である富士重工業株式会社の航空宇宙事業本部と株式会社小松鐵工所が製作した。完成は1992年3月で、H-IIの当初計画に沿って全体に白色の塗装がなされた。その後、1994年2月に打ち上がったH-II 初号機は当館の屋外展示と同じオレンジ系の色であったため、2010年7月の再塗装時にオレンジに塗り替えたとのことである。

ロケットを立てて展示をしていることが当館との違いである。さらに当初はフォグや音響システムを用いた擬似噴射イベントも行っていた。現状は塗装

の浮きや錆もかなり進んでおり、褪色も激しい。2025年夏のリニューアルオープン直前に再塗装の予定とのこと。県民アンケートを行った結果、愛称を「とちぎ未来号」とし、オリジナル柄の塗装が行われる⁵⁾。

(2) メンテナンス方法

縦置き展示がゆえに汚れは落ちやすく、特別なメンテナンスは行っていないとのこと。ただ上部には航空障害灯があり、内部から昇って装置メンテナンスを行っている。また年に一度、周囲からの測量による垂直度のチェックを行っている。2010年の再塗装時の塗料は関西ペイントの製品で、エポキシ樹脂の下塗りにフッ素樹脂の中塗りと上塗りを施している。

6. 鹿児島市錦江湾公園 ロケット広場

鹿児島の錦江湾を見下ろせる広場に建てられているH-II ロケットの実物大模型は、当初1989年に鹿児島市で行われたサザンピア21イベントのメインシンボルとして建てられた。「火山と未来」をテーマとしたイベントで目標を上回る88万人が訪れたとのこと。閉幕後に移設され現在に至っている。参考文献のかごしま市観光ナビでも「H-II ロケットが目印」となっている⁶⁾。本件は偶然に通りにかかったものであるが、塗装塗料の種類までがロケットに記載されていたため状況を報告する。

(1) 屋外展示の概要

ロケットは固体ロケットブースター部で自立しており、上端部と中央部から3方向にワイヤーで固定



写真11 錦江湾公園のロケット展示

されている。またメインロケットの下に入ることができ、子どもたちが次々とくぐって遊んでいた。剥がれ、錆は目立ってきているが、縦置きの特長として汚れの付着は少ない。

(2) メンテナンス方法

2008年1月の塗装記録がロケット本体に記してあった。日本ペイントの塗料を用い、下塗りがエポキシ樹脂、フッ素樹脂の中塗りと上塗りという組み合わせであった。

7. 苫小牧市科学センター/ミール展示館

苫小牧市科学センターは1985年にオープンした科学教育施設で、ミール展示館は1999年に開館した⁷⁾。「ミール」は旧ソ連製の宇宙ステーションで、当初は屋外展示であったが、1年後に「ミール展示館」が建設され屋内展示となった珍しい事例である。貴重な展示の状態や、屋外から屋内へ切り替えた経緯について、視察・聞き取りを行った。



写真12 「ミール」コアモジュール展示の様子

(1) 屋外展示の概要

旧ソ連製宇宙ステーション「ミール」は、運用機と同仕様の子機であり、世界で唯一の展示である。1998年に国内の民間企業からの寄贈で展示が始まった。

機体はアルミ製で、寄贈前にも全国を巡回するなど、屋外展示を経験している。寄贈元からは、屋外展示に耐える材質であるとの説明もあり、初めは屋外で展示をスタートしたものの、世界的な財産が風雨にさらされることに市民やメディアからの意見が相次ぎ、当時の館長の意向もあり屋内展示に切り替えたとのことである。



写真13 展示外装。一部塗装の剥がれや雨垂れの跡が見られる。

(2) メンテナンス方法

「ミール」の展示は、全国の巡回中や、苫小牧での屋外展示中には清掃等の維持管理は行わなかったそうである。1998年当時の苫小牧市は、年間最高気温29℃、最低気温-15℃、最深積雪19cmと、展示物にとってはかなり過酷な気候であった。さらに、大規模な製紙工場に近いため煙の影響を受ける可能性があり、加えて海も近いため、塩害もある。そのため、展示品にはところどころ塗装の剥がれや雨垂れの跡が見られる。

このセンターには、蒸気機関車C11 133が40年以上屋外に展示されているが、車両内部まで錆が進行して、補修が難しい程度であった。「ミール」は現在屋内展示のため、維持管理は年に1回、職員がほこりを落とす程度とのことである。南向きに大きな窓があり、日光の紫外線による傷みも懸念されているが、屋内展示となって25年経過した現在でも大きな影響はないように見えた。



写真14 蒸気機関車C11 133の様子

8. リニア・鉄道館

リニア・鉄道館は名古屋市港区金城ふ頭にある鉄道博物館である。歴代の東海道新幹線を中心に、蒸気機関車、客車、電車、超電導リニアなど幅広い実物車両39両を主に屋内で展示している。運営は東海旅客鉄道株式会社（JR東海）が行っている⁸⁾。

オープンが2011年3月14日と、当館のH-IIロケット展示開始時期と近い。また、白を基調とした東海道新幹線の塗装はロケットとも似ているため視察対象とした。

(1) 屋外展示の概要

屋外展示は時々入れ替えられており、現在はN700系新幹線電車（量産先行試作車）3両の他、小型の蒸気機関車1両が展示されている。新幹線は2005年製造で、130万kmに及ぶ走行試験を行い、新幹線技術の進化に大きく貢献した試験車である。廃車になるタイミングでリニア・鉄道館に展示されることになり、2011年7月から展示が開始された。1編成の中から特徴の異なる3両（1号車（先頭車両）、14号車、8号車（グリーン車））を繋いである。内部も見学自由で、腰掛けに座って飲食することもできる。車両の外面はアルミ下地（先頭部分のみ樹脂）に水性塗料を静電塗装してあり、詳細は車両メーカーの企業秘密とのこと。最初に表面を荒らし、プライマー（下塗り）等も塗っているが、コート材は塗っていない。営業中の車両は美観を保つために2年ごとに塗り直されるため、塗料が層になっていた。この車両は展示開始前に塗り直したのが最後である。塗装は内部のアルミを守っているものであり、最初に表面を荒らしたか、塗装時の温湿度環境、乾かす時間等で塗装の持ちは変わってくること。部品脱落など鉄道の安全性にも関わるため、塗装工程は工場屋内で慎重に行われている。

車両の周囲には日除けや風除けはなく、海もすぐ近くだが、金属粉で汚れやすい営業車と比べるとよほど綺麗に保てているとの話だった。

ただ、ネジで留めた部品の周囲には、錆とまではいかないが、黒い汚れが出ていた。また、赤系塗料は日光で褪色しやすく、側面にあるオレンジ色のJRロゴは屋内展示車両のものと比べると少し褪色していた。

先頭車のヘッドライトカバーには斑点状の跡が



写真15 N700系 新幹線電車



写真16 屋外展示車両（上）と屋内展示車両（下）のロゴの比較

あった。周りのアルミ材と繋ぐコーキング材が溶け出て、透明な素材を曇らせるとのこと。窓にも同様の跡ができるらしい。ヘッドライトの周囲には塗料が浮いて剥がれたような部分もあった。

車両連結部を覆う全周ホロは柔らかいゴム系の素材で、表面に細かいひび割れができるなど劣化が見られた。



写真17 ヘッドライトカバーと周辺部の様子

(2) メンテナンス方法

屋外展示は月1回、水で高圧洗浄している。業務

用ほどではないが、家庭用より強力なケルヒャーを使って、手が届く範囲のみ洗浄し、最後にモップで水を拭き取っている。清掃当日に視察したが、全体に真っ白で綺麗な印象だった。車体側面下部の窪んだ部分や、ホームの高さに作られた見学用足場の床面に近いあたり、見学用手すりの陰になる部分などには雨垂れの跡が残っていた。



写真18 車両下部についた雨垂れの跡

車内の掃除は毎日、腰掛けが傷んだ場合は交換可能とのこと。N700系は現在も活躍中なので、交換部品は豊富に入手できるらしい。

9. 国立科学博物館

国立科学博物館は、1877年に設置された自然史と科学技術史を扱う日本で最も歴史のある総合科学博物館である⁹⁾。上野恩賜公園内にある本館の周囲には現在4つの屋外展示¹⁰⁾が常設されており、今回の調査対象とした。

(1) 屋外展示の概要

国立科学博物館の屋外展示は、D51形蒸気機関車、大型鑄造地球儀（知恵ふくろう）、シロナガスクジラ、ラムダロケット用ランチャーの4つである。設置時期はそれぞれ異なっており、D51形蒸気機関車が1976年、シロナガスクジラが1993年、大型鑄造地球儀が2007年、ラムダロケット用ランチャーのロケット部分が1978年、発射台部分が1979年である。蒸気機関車とラムダロケット用ランチャーは実物であり、シロナガスクジラは海面から深く潜る姿を再現したものである。大型鑄造地球儀は、2007年の企画展「ものづくり展」の際に提供された展示物がそのまま寄贈されて現在に至っている。材質は蒸気機関車とラムダロケット用ランチャーが鉄製、シ



写真19 D51 蒸気機関車



写真20 大型鑄造地球儀（知恵ふくろう）



写真21 シロナガスクジラ



写真22 ラムダロケット用ランチャー

ロナガスクジラが繊維強化プラスチック（FRP）、大型鑄造地球儀が鑄鉄製である。いずれも直射日光

や風雨に晒される環境下での展示となっている。

(2) メンテナンス方法

いずれの展示も汚れや傷みが目立った段階で不定期に塗装と修復を行いつつ維持管理が行われていた。特に雨で浸水した箇所が太陽光に照らされることで腐食が進み、損傷が進行するのが共通点として挙げられる。一方で、太陽光の当たらない日陰になる部分は同じ展示でも汚れが目立たないのが特徴であった。塗装の色の違いによっても、汚れの目立ち具合に差があり、白系統の色では汚れが目立つのに対して、水色や緑色だと目立ちにくかった。D51蒸気機関車は、建設業者用の塗料で補修した場合、4～5年で劣化が進行するため、今後は自動車用の塗料を使って塗装する方針とのことであった。大型鑄造地球儀は4つの中では設置時期が最も新しく、これまで補修や清掃は行われていなかった。シロナガスクジラは全長が30mあり、内部は空洞になっている。クジラ内部からの補修や高所作業車による点検も実施されていた。ラムダロケット用ランチャーは、足場を組んでの補修作業を実施しており、水性やウレタン系の無臭の塗料を使用して塗装を行っているとのことだった。

10. まとめ

本調査では、当館の屋外展示の持続的な活用とメンテナンス法を探るため、全国の博物館と教育・公共施設の視察を行った。屋外展示であっても補修や清掃の頻度や手法は施設によって大きく異なっていた。一方でいずれの施設でも経年劣化と汚れへの定期的な対策が課題であった。そのような中で当館のH-II Bロケットは、継続的な清掃とメンテナンスの効果もあり、比較的綺麗な状態が保たれていると言える。一方で当館の場合は、上から見下ろされるレイアウトのため、他施設と比較して汚れが付きやすい上部が目立つ特徴がある。今後の経年劣化と褪色の見通しを考慮すると、特にロケット先端部のフェアリング部分は再塗装が必要であると言える。今回の調査と試行実験の結果を踏まえて、具体的な検討を進めていきたい。

11. 謝辞

本調査を進めるにあたりご協力頂いた、種子島宇宙センター宇宙科学技術館の山元 謙一氏、筑波宇

宙センター JAXA 広報部の石田 暁氏、栃木県子ども総合科学館の原 秀夫氏、苫小牧市科学センター館長の高坂 博幸氏、東海旅客鉄道株式会社リニア・鉄道館の森 岳志氏、国立科学博物館事業推進部の園山 千絵氏、山崎 隆行氏に、ここで感謝申し上げる。

参考文献

- (1) 鈴木雅夫 (2012) 理工館・天文館の改築工事・展示更新について 名古屋市科学館紀要第 38 号, p24-35
- (2) 鈴木雅夫 (2012) H-II B ロケット きぼう の展示が実現した経緯 名古屋市科学館紀要第 38 号, p36-40
- (3) JAXA 種子島宇宙センター
https://www.jaxa.jp/about/centers/tncsc/index_j.html
- (4) JAXA 筑波宇宙センター 施設案内
<https://visit-tsukuba.jaxa.jp/visit.html#rocket-square>
- (5) 栃木県子ども総合科学館 H-II ロケット実物大模型の再塗装デザイン及び愛称の決定について
<https://www.pref.tochigi.lg.jp/c01/kagakukann/rokettoanke-to1.html>
- (6) 鹿児島市観光ナビ
<https://www.kagoshima-yokanavi.jp/spot/10004>
- (7) 苫小牧市科学センター ミール展示館について
<https://www.city.tomakomai.hokkaido.jp/kagaku/mir/tenjikan/about.html>
- (8) リニア・鉄道館ウェブサイト
<https://museum.jr-central.co.jp/>
- (9) 独立行政法人 国立科学博物館概要 2024
https://www.kahaku.go.jp/about/summary/imgs/kahaku_outline2024.pdf
- (10) 国立科学博物館ホームページ 常設展 屋外展示
<https://www.kahaku.go.jp/exhibitions/permanent/outdoors/index.html>

2412 蒸気機関車及び関連する保存機関車の調査

Research of extant 2412 steam locomotive and related saved locomotives

藤本 雅之*

FUJIMOTO Masayuki

1. はじめに

名古屋市科学館では、B6形蒸気機関車（2400形2412）を所蔵しており、本稿執筆時点の2024（令和6）年12月では、車体は止まった状態で動輪を圧縮空気で駆動させる動態保存に向けて工場で修復中である。B6形蒸気機関車とは、2100形式、2120形式、2400形式、2500形式という類似した蒸気機関車の総称であり、1890（明治23）年から1906（明治39）年までの間に528両^{注1)}が製造された。この製造両数はかなり大量であり主に日本国内で使用された蒸気機関車では、D51の1151両^{注2)}、9600形の770両^{注3)}、8620形の687両^{注4)}に次ぐ多さである^{注5)}。それにも関わらず、2003（平成15）年時点の保存されているB6形蒸気機関車は6両とごく少数にとどまる^{注6)}。そこで、本研究では現存するB6形蒸気機関車と関連する蒸気機関車の調査を行い、結果をここで報告する。

また、B6形蒸気機関車の設計者と製図者が誰であるか、推測として語られていたが、確証づける証拠が見つかったので、そのことについても言及する。

2. B6形蒸気機関車の設計者

B6形蒸気機関車の設計者が官設鉄道の神戸工場でLocomotive Superintendent（汽車監察方）として働いたイギリス人お雇い外国人であるリチャード・フランシス・トレヴィシック（以下R.F.トレヴィシックとする）であることの確証を得ることができた。これまでの説の経緯を含めてここに記す。彼は、1893（明治26）年国産初の蒸気機関車を設計・製造監督したことでよく知られている^{注7)}。

(1) 金田茂裕氏の説明

金田茂裕氏は、『日本蒸気機関車史 官設鉄道編』のp115.に

1890年、Dübs & Co. 製 Nos. 154、156、158、160、162、164 の6両はわが国初のC1の軸配置をもった機関車で、また後年鉄道作業局でB6形と呼ばれ、勾配線および一般貨物列車用に賞用された530数両に及ぶ数多くの一群を形成した機関車でもあった。翌1891年には日本鉄道に向けられた Nos. 166、168、170、172、174、176 の6両が製造されている。

（中略）

設計者は1888年より神戸在勤の Locomotive Superintendent をした R. F. Trevithickであろう。

と推測している。この記述は1972（昭和47）年のことである。

(2) 山本茂三氏の説明

山本茂三氏は、「明治の古豪B6一族」のp17.に「基本設計はR・F・トレヴィシックによるといわれており」と記述し、断定はしていない。この記述は1982（昭和57）年のことである。

(3) 細川武志氏の説明

細川武志氏は『蒸気機関車メカニズム図鑑』のp28.に

この後任としてやって来たのが蒸気機関車の発明者トレヴィシックの孫の兄弟だった。1876年にまず弟のヘンリーが来日し、1881年には兄のリチャードフランシスがやってきた。二人とも20年以上（実際には、兄R. F. トレヴィシックの日本滞在は16年余り：筆者注）も日本に滞在し、日本の技術者を育て多くの影響を与えてい

*名古屋市科学館学芸課

る。

兄の方は1888年から官鉄の機関車監察方になり、すぐに設計したのがB6という0-6-2のタンク型機関車である。

と記述し、B6の設計者がR. F. トレヴィシックであるとしている。しかし、ここにはその根拠が示されていない。この記述は、2011（平成23）年である。

（4）太田吉松の手紙からの確証

1925（大正14）年7月15日に太田吉松から当時鉄道省工作局車輛課長であった朝倉希一へ出された手紙を宮田寛之様より提供いただいたのでその一部の翻刻を示す。太田吉松とは、国産初の蒸気機関車860形をR. F. トレヴィシックが製造する際に、彼を助けた人物として知られている^{注8)}。この手紙に記載されている3番目の問と答は次のように翻刻できる。

問

3. 明治四拾年頃迄ニ内地製作シ機関車

答

別紙ノ通ニシテ神戸工場製作トアルハ全部 R. F. Trevithick 氏ノ設計ニシテ小生ハ別紙全氏ノ証明ノ通り全部ノ製圖ニ従事セリ

つまり、明治40年頃までに官設鉄道神戸工場で製造した蒸気機関車は、全てR. F. トレヴィシックの設計であるとしている。ちなみに宮田寛之様よりご提供いただいた手紙写真に「別紙全氏ノ証明」は含まれていなかった。官設鉄道神戸工場で製造した蒸気機関車はどのようなものであったか。『鉄道技術発達史』のp13. に「日本において明治26年初めて製造してから約20年間に製造した機関車（太田吉松氏の調査による）」という表がある。ここには、1893（明治26）年から1904（明治37）年までに日本国内で製造された蒸気機関車33両が製造順序に従って記載されている。そのうち25両が神戸工場で製造されている。その製造順序12～17と24～27に2120形が記載されている。2120形は、本稿の「1. はじめに」に記したように4形式が含まれるB6形の一つの形式である。つまり、太田吉松の手紙により、B6形の設計者がR. F. トレヴィシックであることがはっきり分かる。また、太田吉松はその製図を行っていた。つまり部品図の製作は、太田吉松であることも

はっきり分かる。

3.調査する機関車の検討

本稿「1. はじめに」で記したように、現存するB6形蒸気機関車は、最大で6両である。しかし、6両が保存されていることの根拠とした『B6回顧録（国鉄編）』の出版は、2003（平成15）年である。それから21年が経過しているため、どれだけ現存しているか、他に関連する機関車がないか検討を行いたい。

参考文献（1）の発行から本稿執筆時点で21年が経過している。そのため、その全てが現存しているか、注意が必要であり、できるだけ新しい情報の入手に努めた。参考文献（1）で北海道江別市に保存されていると記述されている2248と2649については、今回調査を行いたいと考え管理者と接触を試みた。しかし、調査実施の良好な返答を得ることはできなかった。ただ、当該機関車の存在は、否定されなかったため高い確度で現存していると考え。青梅鉄道公園所蔵の2221は、同公園が現在休園中のため実物車両調査を行うことができなかった。しかし、参考文献（4）にその存在が掲載されているため、現存していると考え。JR西日本金沢総合車両所（参考文献（3）掲載当時。現在は同車両所のあった松任駅周辺の北陸本線が2024年（令和6）年3月の北陸新幹線金沢－敦賀間開業に伴い、IRいしかわ鉄道に移管されJR西日本の金沢総合車両所は廃止された。）に存在していた2272は参考文献（3）によると、2014年8月に存在が確認されている。また、参考文献（5）によると2017年8月時点での存在が確認できる。したがってこれもある程度の確率で現存していると考え。さて、2272の調査について検討した。JR西日本金沢総合車両所は、毎年夏に一般市民向けの公開を行っていた。しかし、2020（令和2）年から新型コロナウイルス感染防止の観点から公開が中止されてきた。本調査を行なった令和5年度当時、新型コロナウイルスの扱いが5類に変更になっていたとはいえ、世界からウイルスが完全に払拭された状況ではないため、今回調査は行わないこととした。日本工業大学所蔵2109は、参考文献（12）よりその存在を確認できる。そこで、今回実物車両調査を行うこととした。

当館所蔵2412はドイツのハノマーク社による製造である。日本国内で現存するハノマーク社による製

造の蒸気機関車は、2412を除くと、鹿児島県南さつま市加世田に保存されている南薩鉄道1号及び2号のみである^{注9)}。これら2両の調査も行なった。

4. 調査結果

(1) 2412

当館所蔵2412は、現在（2024年12月）圧縮空気を利用した動態展示に向けて修復作業中であり、当館では展示されていない。ここでは、修復に向けた作業中に機関車を観察した結果を記す。

2412の履歴を記す^{注10)}。

1904（明治37）年製造 ハノマーク社（ドイツ）
工場製造番号4151番
同年納入；官設鉄道408番
1909（明治42）年改番2412番
1913（大正2）年5月現在 中部局在籍
1933（昭和8）年6月現在 名古屋在籍
1948（昭和23）年1月29日 廃車 高山
1953（昭和28）年 譲渡 石原産業四日市へ
1968（昭和43）年7月 名古屋市立科学館^{注11)}
にて保存

参考文献（13）p1. -p2. に記載されているハノマークの略歴を以下に引用する。

ハノマーク（Hanomag）は、ゲオルク・エーゲシュトルフ（Georg Egestorff, 1802-1868）が1835年にハノーヴァ（Hannover）近郊のリンデン（Linden）で創業した鑄鉄・機械工場が始まりで、ゲオルク・エーゲシュトルフ鑄鉄・機械工場（Eisen-Gießerei und Maschinenfabrik Georg Egestorff）と称した。1846年にハノーヴァ州鉄道（Hannover-Altenbekener Eisenbahn）向に1A1-n2機関車“エルンスト・アウグスト（Ernst August）”を造ったのに始まり、ドイツの機関車メーカーとしては、ボルジッヒ（Borsig）、マッファイ（Maffei）、ケスレル（Keßler）等について古い歴史を持っている。1868年にシュトルスベルク（Strousberg）が工場を受け継いで、1871年にハノーヴァ機械製造株式会社（Hannovershe Maschinenbau A. -G.）と改称したが、その頭文字を寄せ集めて“Hanomag”と略称する。旧名のEgestorffと呼ばれる場合も多い。1931年に機関車製造部門をヘンシェル社に売り渡している。この間の

総製造両数は10,565両であった。

日本へは1900年から第1次世界大戦までの間に、双合機関車36組72両の他、16種類98両の機関車を供給している。但しその内の2両は実際にはヘンシエルの製造したものであった。

A. 動輪

B6形蒸気機関車は3軸6輪の動輪がある。左側第2動輪の直径を計測したところ1165mm（型式図では1245mm）であった。

左側第1動輪の輪軸付近に刻まれた刻印を示す。写真1にKURUPP 1904の刻印を写真2に2412の刻印を示す。



写真1 左側第1動輪に刻まれたKURUPP 1904

輪軸に2412の刻印がある。本ページ左段に記したように当該機関車に2412の番号が付番されたのは、製造から5年後の1909（明治42）年のことである。官設鉄道に納入された時点での機関車番号は408番であった。したがって、この刻印は1909（明治42）年以降に施された。輪軸部分のみ摩耗で交換された可能性も否定できないが、ドイツから日本へ納入された5年後以降に刻印が施されたものと考えられる。



写真2 左側第1動輪に刻まれた2412

また、写真1内にKRUPP 1904の刻印がある。これは、ドイツエッセンにあった製鋼所クルップの名前と製造年である。鉄道車輪に製鋼所の名前が刻印されているのは、珍しい。図1にハノーヴァとエッ

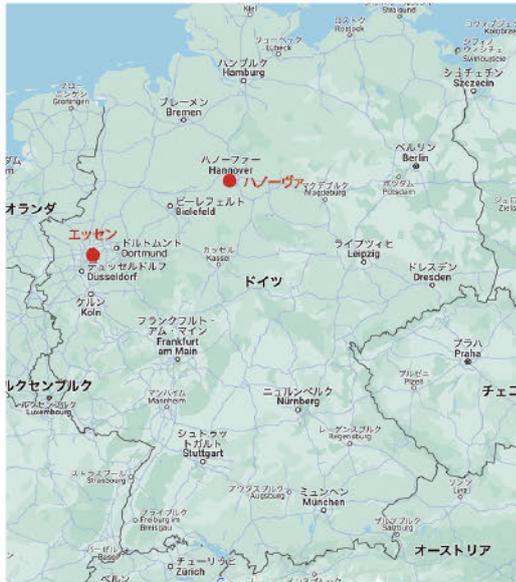


図1 ハノーヴァとエッセンの位置
(Google Mapに筆者が加筆)

センの位置を示す。

参考文献(14)(15)から読み取ったクルップの概要を以下に示す。クルップはフリードリヒ・クルップがケッヘル兄弟と1811年に「フリードリヒ・クルップ商会」を設立し鑄鋼の生産を開始した。ドイツ国内のみならず世界各国にも輸出をした大砲のメーカーとして大変有名である。平和商品として1849年より鉄道部品も製造していた。鉄道部品は、ドイツ国内だけでなくオーストリア、スイス、フランス、イギリス、スペイン、ロシア、インドにも輸出されていた。1872年のデータでは、輪鉄4万5000個、鉄道レール5万トン、車軸1万6450個、鋼鉄バネ3000トン、機関車・付属船・車両用の鑄鋼製バネ合計3万8600個など鉄道用部品も大量に製造していた。1903年に株式会社組織に変更されフリードリヒ・クルップ社となった。第一次世界大戦(1914~1918年)が始まると、クルップは生産能力の全てを軍需産業に振り向け、ドイツの兵器廠となった。第一次大戦後は兵器の生産が禁止された。そして、農業機械や織維機械のほかに、映写機、タイプライター、印刷機、計量器などの精密機械の製造を手掛けていった。鉄道材料やトラックの製造に乗り出し、1919年からは機関車も製造し、1935年までに1500両を製造した。1933年にヒトラーが政権の座につくと、クルップはナチスの世界政策のための兵器廠の役目を果たした。1939年に第二次世界大戦が勃発すると、クルップは生産能力の全てを軍需生産に切り替えた。第二次世界大戦後、戦災と占領国によ

る設備撤去のため生産能力は大幅に衰えた。しかし、アメリカとソ連の間に対立が生じ冷戦の時代が始まり、1950年に朝鮮戦争が始まると、風向きは変化した。1999年にティッセン社と合併し現在もティッセンクルップという会社名で、ドイツ国内のみならず全世界で10万人以上の従業員がおり事業は続けられている。

B. 従輪

2412の従輪にある刻印を写真3に示す。2103の刻印があり、2103蒸気機関車の従輪が流用されていることが分かる。2103は2100形蒸気機関車のうちの1両である。2100形もB6形の一つなので流用されたのであろう。従輪直径を計測したところ、875mm(形式図では960mm)であった。



写真3 2142の従輪にある刻印

C. 製造銘板



写真4 2412の製造銘板

写真4に2412の水タンクに取り付けられている製造銘板を示す。工場の製造番号4151番と当機関車製造年の1904及び工場の所在地であるハノーヴァが記されている。

D. 機関車修繕票

2412の運転室天井に機関車修繕票が残されてい

る。写真5に示す。記載されている内容は、次のとおりである。

第2412号 機関車修繕票

甲修繕 昭和41年7月8日 長野工場

缶水圧試験圧力 14.85キログラム/平方センチメートル

□高使用圧力 11

乙丙修繕施工年月日 修繕種別 施行場所

以下空欄

(□は、経年の汚れにより読み取ることができなかった。最の文字があったとすると「最高使用圧力」となり読みやすい。)

2412が名古屋市立科学館に寄贈されたのは1968(昭和43)年であるが、最終の検査が行われた記録が示されている。最終の検査が行われた1966(昭和41)年当時、2412は三重県四日市市の石原産業で運行されていた。石原産業内や四日市近辺には検査を行う工場がなく、四日市から長野工場まで輸送され検査が行われたことが分かる。この修繕票は、甲修繕が行われた1966(昭和41)年7月8日に長野工場において作成されたことが推定できるが、乙丙修繕の欄は空欄になっている。1968(昭和43)年に廃車になり名古屋市立科学館に寄贈されるまで、乙丙修繕は行われなかった可能性が高い。

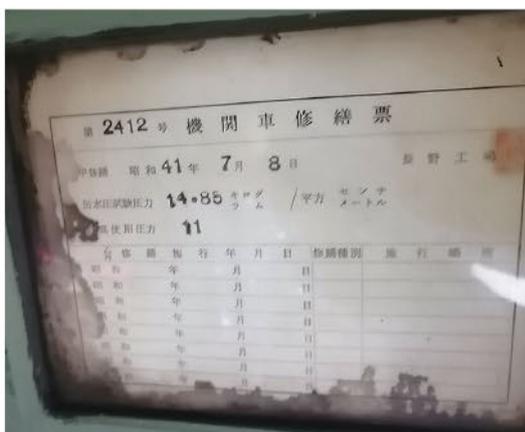


写真5 機関車修繕票

E. 機関士の席

2412の機関士の席は右側にある。蒸気機関車の運転を担当する人を機関士、石炭を火室内にくべる人を機関助士と言うが、日本において大正時代以降に製造された蒸気機関車の機関士の席は左側にある。明治時代の古い蒸気機関車の機関士の席は右側にあったようだ。

真岡鐵道真岡駅に隣接するキューロク館を訪問

し、保存・展示されている49671蒸気機関車(9600形)を見学したところ機関士の席は右側にあった。その解説板には、次のように記述があった。

この49671号機は、右側に運転席がある珍しい機関車です。製造当初は、他の機関車と同様左側に運転席がありましたが、五稜郭機関区に所属していた時、青函連絡船の棧橋や駅での入換作業で使いやすいよう右運転席に改造されました。

9600形は1913(大正2)年から製造開始された機関車であるが、機関士席は通常左側であった。

(2) 2109

イギリスのダブス社が製造した2109は、日本工業大学工業技術博物館に展示されている。動態保存されており、オープンキャンパスや学園祭の日などに数回は、大学構内に敷設された100m程度の線路上を有火運転されている。2024(令和6)年3月21日に同博物館のご厚意により、本機関車を調査させていただいた。その結果をここに記す。

2109の履歴を記す^{注12)}。

1891(明治24)年製造 ダブス社(イギリス)

工場製造番号2774番

同年納入；官設鉄道172番

同年日本鉄道配属

1892(明治25)年4月1日譲渡

日本鉄道172番

1894(明治27)年1月1日改番：63

借入；陸軍野戦鉄道提理部：63→帰還

1906(明治39)年11月1日買収；官設鉄道63

配属；上野営業事務所

1909(明治42)年10月1日改番：2109→東部局→名古屋

1927(昭和2)年12月 松本

1929(昭和4)年7月12日認可譲渡(4,422円)；

西濃鉄道(岐阜県)：2109

1930(昭和5)年度 廃車；松本

1949(昭和24)年 空気制動機取付

1966(昭和31)年5月16日 廃車

→大垣市保存予定にて保管

1970(昭和45)年8月 譲渡；大井川鐵道(静岡県)：2109

1975(昭和50)年頃 休車

1992年 産業考古学会推薦産業遺産指定

1993（平成5）年8月28日 大井川鐵道にて動態復旧試走

1993（平成5）年9月 日本工業大学工業技術博物館（埼玉県南埼玉郡宮代町）に譲渡：動態保存

A. 外観



写真6 2109外観

2109の外観を写真6に示す。写真6より分かる2109のボイラー上の突起は、右より煙突、砂箱、蒸気ドーム、砂箱、安全弁である。製造当初は蒸気ドームより左には、砂箱がなかったが、改造により追加されている。

B. 動輪

右側第2動輪の直径を計測したところ1190mmであった。形式図では1219mmであり、半径にして15mm程度削正されている。

また、動輪の製鋼所を示す刻印は存在しない。写真7に左側第3動輪の刻印を示す。



写真7 左側第3動輪の2109刻印

C. 右滑り棒

2109右側上部滑り棒に刻まれている刻印を写真8に示す。2181の刻印があり、2120形2181から部品が流用されていたことが分かる。2109は2100形であり、厳密に区分すると形式が異なるが同じB6形であることから流用できた。このような流用は、保存されている蒸気機関車を観察すると時々見ることが

ある。



写真8 右側上部滑り棒の刻印

D. 左滑り棒

2109左上部滑り棒に刻まれている刻印を写真9に示す。刻印は2109であるが、元々あった刻印が削られた跡がある。別の番号が刻印されていたところを削り取り2109に流用する時に刻印しなおした可能性がある。



写真9 左側上部滑り棒の刻印

E. 従輪

2109の従輪を写真10に示す。スポークの断面が楕円形である。当初は長方形断面のスポークの従輪が使用されていたはずである。そのため、他の車両から流用された可能性が高い^{注13)}。



写真10 2109従輪

F. 製造銘板

2109のバックタンク側面に取り付けられている製造銘板を写真11に示す。工場の製造番号2774番と当機関車製造年の1891及び工場の所在地であるグラスゴーが記されている。



写真11 2109の製造銘板

G. 機関士の席

加減弁ハンドルの方向と逆転装置の位置から機関士の席は右側にある。

(3) 南薩鉄道1号

ドイツハノマーク社で製造された機関車のうち2024年現在日本国内で保存されているのは南薩鉄道1号及び2号の2両のみである。

南薩鉄道1号の履歴を示す。^{注14)}

1913 (大正2) 年6月製造 ハノマーク社 (ドイツ) 工場製造番号7121番

→納入：南薩鉄道 (鹿児島県) 1号

会社名改称：鹿児島交通 (鹿児島県)

1963 (昭和38) 年2月25日廃車

保管：鹿児島交通加世田機関庫

保存：鹿児島県加世田市「南薩鉄道記念館」

保存：鹿児島県南さつま市加世田本町鹿児島交通加世田営業所

現在は、鹿児島交通加世田営業所の倉庫に南薩鉄道2号とともに保存されている。見学するには、鹿児島交通加世田営業所の窓口で声を掛ければよい。2024 (令和6) 年3月12日加世田営業所を訪問し、調査を行なった。



写真12 南薩鉄道1号

保存は倉庫の中に複数の車両が隙間少なく置かれているが、その中で調査を行った。写真12に南薩鉄道1号を示す。

A. 前照灯と発電機

前照灯が取り付けられている。しかし当該機関車にタービン発電機は存在しない。前照灯は電灯と見ることができるため、何らかの発電機が取り付けられていたと考えられるが、保存の過程で取り外されたと思われる。

ちなみに後照灯は、存在しない。

B. 動輪

動輪直径を計測したところ965mmであった。また製鋼メーカーや車番を示す刻印は存在しなかった。形式図に記載されている動輪直径は1067mmであるため100mm程度小さくなっている。

C. 製造銘板

写真13に当機の水タンクに取付けられている製造銘板を示す。製造工場名のハノマークが記されている。また、製造年の1913も記されている。ただし、工場製造番号は7120となっている。当機の工場製造番号は7121であり、7120は南薩鉄道2号の工場製造番号である。いつの頃か南薩鉄道2号に取付けられていた製造銘板が1号に取付けられたようだ。また、鹿児島交通加世田営業所に隣接して南薩鉄道とその名称が変更された会社の鹿児島交通の歴史を展示している南薩鉄道記念館がある。南薩鉄道記念館に当機の古写真が展示してあり、確認すると製造銘板は取付けられていなかった。当機には、元々製造銘板が取付けられていなかったが、2号についていたものを後に取り付けた。また、写真4に示した2412号の製造銘板と形状が異なる。ハノマーク社の



写真13 南薩鉄道1号に取付けられている製造銘板

製造銘板は、全て継続的に同一形状ではなかったことが分かる。

D. 自動連結器

SHARONの文字があり製造メーカーであることが推測できるが、詳細は不明である。南薩鉄道記念館に展示されている古写真を見ると緩衝器付連結器であった。いつの時代にか自動連結器に取り替えられたことが分かる。

E. 加減弁ハンドル

当機には回転式の加減弁ハンドルが取り付けられている。保存蒸気機関車の多くはテコ式加減弁ハンドルが付けられているため希少性がある。

F. 機関士の席

逆転装置の位置から機関士の席は右側にある。2412の項でも記したが1913（大正2）年製造の国産の蒸気機関車であれば、機関士の席は左側に造られ始めている。しかし、当機は輸入機関車であり機関士席は明治時代の通り右側にある。

(4) 南薩鉄道2号

南薩鉄道2号の履歴を示す。^{注15)}

1913（大正2）年6月製造 ハノマーク社（ドイツ）工場製造番号7120番

→納入：南薩鉄道（鹿児島県）2号
会社名改称：鹿児島交通（鹿児島県）

1963（昭和38）年2月25日廃車

保管：鹿児島交通加世田機関庫

移管保存：鹿児島県加世田市「加世田バスセン



写真14 南薩鉄道2号

ター」

保存：鹿児島県南さつま市加世田本町鹿児島交通加世田営業所

写真14に南薩鉄道2号を示す。

A. 前照灯

当機に前照灯はない。台座のみ残っている。製造年代から電灯であったと推測するが、1号と同様タービン発電機は、残されていない。また、1号と同様に後照灯は、ない。

B. 動輪

動輪直径を計測したところ980mmであった。また製鋼メーカーや車番を示す刻印は存在しなかった。形式図に記載されている動輪直径は1067mmであるため90mm程度削正されている。

C. 製造銘板

当機に製造銘板は取り付けられていない。また前項で記した南薩鉄道記念館にハノマーク社製造番号7120番の製造銘板が展示されていた。これは、元々当機に取り付けられていたものである。当機に取り付けられていた製造銘板は全て取り外され、1枚は1号に取り付けられ、1枚は南薩鉄道記念館に展示されている。

ちなみに南薩鉄道3号は、1号2号と同時にドイツから輸入されたが、南薩鉄道記念館に展示されている古写真を確認すると3号にも製造銘板は取付けられていた。なぜ1号にだけ製造銘板が取付けられなかったか不明である。

D. 自動連結器

○に井桁のマークがあり製造メーカーを示していることが推測できるが、詳細は不明である。1号と2号の連結器が同時に交換されたか異なる時期に交換されたか不明であるが、1号とは異なるメーカーの製造である。

E. 加減弁ハンドル

当機には1号同様回転式の加減弁ハンドルが取り付けられている。

F. 機関士の席

逆転装置の位置から機関士の席は右側にある

5. まとめ

B6形蒸気機関車の設計者が誰であるか、伝承的に語られていたが、今回の調査によりイギリス人蒸気機関車技師R. F. トレヴィシックであると根拠を持って知ることができた。世界初の蒸気機関車を発明したりチャード・トレヴィシックの孫でもある。今後当館において、B6を説明する時、日本初期の蒸気機関車史を語る上で誇り高く語られるべき人物が関わっていたと言えることができるようになった。

今回調査を行った保存機関車の動輪直径は、いずれも形式図から大きく削正されていた。蒸気機関車動輪周辺のタイヤと呼ばれる部分は、摩耗があれば削正していくことは、知識として知ってはいたが直径にして100ミリ程度も削正することは、今回初めて知り、蒸気機関車が走行する上でその条件の厳しさをうかがうことができた。

今回調査を行うことができたB6形蒸気機関車は2両のみであった。しかし、両方の機関車とも同系の他の機関車と互換できる部品を他の車両から流用することが行われていた。このようなことは、保存蒸気機関車を観察していると時々見かける。B6形でも頻繁に行われていることが分かった。

また、2412を語る際に、動輪に製鋼メーカーのKRUPPの名が刻印されていることに触れられることがある。筆者は、今回の調査の他にも数十両の保存蒸気機関車を観察してきた。それらのほとんどは、国産蒸気機関車であるが、動輪に製鋼メーカーが刻印されていることは、見たことがなかった。そして、今回の調査でドイツハノマーク社製造の蒸気機関車と比較することができたが、そこにもKRUPPの刻印は存在しなかった。KRUPPを含み製鋼メーカーが動輪に刻印されている蒸気機関車は珍しい。

2412には製造当初から改造されている部分があるが、2109を調査してそれは同様であることが分かった。どちらの機関車も明治時代に製造され長い年月を経て、現在の保存状態にあるため当然のことであるが、その比較を行うことができたのは、本調査として有意義であった。

2412の機関士席が右側にあることを初めて見た時点で、筆者は大正時代以降の機関車しか観察することがなかった。そのため機関士席が右側にあること

に驚きを覚えた。しかし、調査を進めると、明治以前の機関車においては、機関士席が右側にあるのは普通のことであることが分かった。

6. 謝辞

本調査にあたっては近藤一郎氏（機関車史研究会代表）からは、太田吉松の手紙を宮田寛之氏よりご提供いただくにあたり仲介していただいた。宮田寛之氏からは太田吉松の手紙を提供していただいた。日本工業大学工業技術博物館館長清水伸二氏及び芸員の上原嘉宏氏には、2109の調査に便宜をはかっていただいた。同館清水昭一氏には同調査に多大なご協力をいただくとともにB6形蒸気機関車のことを多くご教示いただいた。また、その他多くの方々にお世話になった。この場をお借りして心よりお礼申し上げる。

参考文献

- (1) 瀬古龍雄 (2003) 『B6回顧録 (国鉄編)』 RM LIBRARY16 ネコ・パブリッシング
- (2) 金田茂裕 (1986) 『形式別 国鉄の蒸気機関車Ⅳ / Ⅳ』 機関車史研究会
- (3) ウェブサイト『保存車』 (2024年12月閲覧)
http://c5557.photoland-aris.com/hozonki.htm#google_vignette
- (4) 青梅鉄道公園公式ウェブサイト (2024年12月閲覧)
<https://www.ejrcf.or.jp/ome/>
- (5) ウェブサイト『日本にある蒸気機関車』 (2024年12月閲覧)
<https://www.steamlocomotivejapan.com>
- (6) 沖田祐作 (2013) 『機関車表 フルコンプリート版』 ネコ・パブリッシング
- (7) 藤本雅之 (2016) 「日本で活躍した蒸気機関車技師トレヴィシック兄弟とその一族」『産業考古学研究』東京産業考古学会 第3号
- (8) 金田茂裕 (1972) 『日本蒸気機関車史 官設鉄道編』 交友社
- (9) 山本茂三 (1982) 「明治の古豪 B6 一族」『蒸気機関車』 No.73 (1982年5月) キネマ旬報社
- (10) 細川武志 (2011) 『蒸気機関車メカニズム図鑑』 グランプリ出版
- (11) 日本国有鉄道 (1958) 『鉄道技術発達史』 日本国有鉄道
- (12) 日本工業大学工業技術博物館ウェブサイト (2024年12月閲覧)
<https://museum.nit.ac.jp>
- (13) 近藤一郎 (2023) 『日本向 ドイツ製機関車』 機関車史研究会

(14) 諸田實 (1970) 『クルップ』 東洋経済新報社

(15) ティッセンクルップ AG ウェブサイト

(2024年12月現在)

<https://www.thyssenkrupp.com/en/home>

(注1) 2120形、2400形、2500形の製造両数は、参考文献(1)のp12.に記載されている。また、2100形の製造両数は、参考文献(1)p6.に掲載されている表の両数を数え、4形式の両数を合計した。

(注2) 参考文献(2)p491.

(注3) 参考文献(2)p426.

(注4) 参考文献(2)p392.

(注5) 本文中にも記しているが、B6形は2100形、2120形、2400形、2500形という四つの同じ系統の機関車をまとめて呼ぶ呼称である。それに対して、本文中に比較対象として挙げたD51形、9600形、8620形は単一の機関車形式の呼称である。これらを同一に扱うことは、適当ではないかもしれない。

(注6) 参考文献(1)p39.

(注7) 参考文献(7)p5.

(注8) 参考文献(7)p8.

(注9) 参考文献(6)pp20943-20958

(注10) 参考文献(6)p10961.及び参考文献(13)p14.

(注11) 現在の名古屋市科学館

(注12) 参考文献(6)p720

(注13) 日本工業大学工業技術博物館清水昭一氏の説明による。

(注14) 参考文献(6)p20958.及び参考文献(3)

(注15) 参考文献(6)p20958.及び参考文献(3)

名古屋市科学館 B6 蒸気機関車整備ボランティア、 過去の活動と今後について

About volunteer activities that maintain B6 type steam locomotive
at the Nagoya City Science Museum.

鈴木 雅 夫*

SUZUKI Masao

1. はじめに

名古屋市科学館B6蒸気機関車整備ボランティア（以下、「B6ボランティア」という）は、当館で活動している3つの教育ボランティア、天文ボランティア、ものづくりボランティア（旧サイエンスボランティア）、展示室ボランティアとは発足の経緯や活動目的^{1) 2) 3) 4) 5)}に違いがある。実働は3年余りで令和6年現在、活動は休止中である。平成28年度、活動対象の「B6形蒸気機関車（以下、「B6」という）」が調査のために科学館から運び出された。紆余曲折があったが令和7年度には動輪などが動く状態で戻って展示を再開する。旧型客車、供奉車なども加わった新たな展示となり、B6ボランティアも活動を再開するため準備している。

本稿では、「B6ボランティア」の発足の経緯から、主に平成25年度から28年度に取り組んだ活動内容、得られた成果を記すと共に、令和7年度以降再開する活動の方向性について記述する。

2. B6ボランティアの発足

河村たかし前市長の2020年マニフェスト「夢 負けるものか 庶民革命」に「どえらいおもしろいまちナゴヤの成長戦略」があった。平成24年度、住宅都市局が「おもしろいまち」事業として「SLのトークセッション」（10月27日）、「あおなみ線における蒸気機関車の実験走行」（平成25年・2013年2月16日・17日）などを実施した。翌平成25年度に、市長と蒸気機関車の情報交換を行っていた有志グループ「名古屋を蒸気機関車の聖地にする会」（後に大部

分のメンバーが科学館のB6ボランティアに登録）と科学館との協働事業として「鉄道の日（10月14日）」に鉄道関連のイベントを開催することとなった。このイベントの準備として、B6の運転席公開の可否、持ち込んだコンプレッサーの圧縮空気を使って汽笛が鳴るかの試験等を行い、鉄道の日イベント当日には45年ぶりに市民の前でB6の汽笛を吹鳴させることができた。



写真1 平成25年10月14日鉄道のイベント

このイベントを契機とし、引き続きB6の状態調査、部分整備を行うこととなった。そこで、平成26年1月に「名古屋市科学館B6蒸気機関車整備ボランティアの活動について」の取り決めを副館長決裁し、整備を目的とするボランティアが正式に発足した。そのため活動内容として、

- (1) 名古屋市科学館にてB6蒸気機関車の整備を行う。
- (2) 科学館で開催するB6蒸気機関車関連イベント等において活動する。
- (3) B6整備ボランティアは、B6蒸気機関車整備の

*名古屋市科学館学芸課長

ための調査・準備を自主的・主体的に行うことができる。

と記している。

当館の他の教育ボランティアは参加者を公募し、科学館が実施する研修を通じて養成し、活動方針を理解していただいた後に正式に活動していただく方式をとっている。一方、B6ボランティアは「B6の整備」を活動の主目的としたため、先の「名古屋を蒸気機関車の聖地にする会」のメンバーで活動目的について了解いただいた方に登録していただいた。既に他の蒸気機関車の整備を経験している、又は、蒸気機関車関連・鉄道関連に関する技術的な知識・情報を有するメンバーで構成され、新規でメンバーの募集や養成はせず、結成後すぐに実践の活動を開始することになった。

3. 活動の記録

発足の平成26年1月に第1回の活動を開始し、平成28年9月に調査のためにB6を運び出す際の見送りのイベントを実施するまで2年8ヶ月の間に計24回の活動を行なった。整備に関しては各回、どの部分を何の目的で調査・整備するか事前に計画を立てて行なった。活動日は週末の開館日。場所がエントランスホールに向かう来館者に目立ち、注目を集めた。そこで、普段は立ち入り禁止の運転席を開放し、子どもを含めた見学者の入室、記念写真の撮影などができるように見学補助の活動もした。蒸気機関車に詳しいスタッフなので、その場で蒸気機関車の魅力の説明や、機械的・機能的な質問への回答も行った。この様に整備活動に加え、多い時は500名の見学者への教育・普及に資する活動も行なった。

平成26年10月12日と平成27年10月11日には平成25年と同様に「鉄道の日関連イベント」と題し、整備ではなく専ら運転席公開、蒸気機関車等に関する解説、ミニSLの走行・乗車体験などのイベントを開催した。これら整備と公開の様子は、毎回、当館のwebで情報公開⁶⁾した。なお、各活動は少ない時で8名程度、イベントや大規模作業の時は15名程度のメンバーが参加した。

4. 活動の成果

B6は当館で展示が始まってから約45年、B6ボランティアの活動開始当時まで静態展示であった。一定の間隔で再塗装し、平成23年度の理工館・天文館



写真2 運転席の公開の並び列

の建て替えに伴う屋外展示整備時には、メンテナンスフリーの効果のある光触媒塗布など行なって状態維持をしてきた。ただ、長期間の屋外保管による内部の錆の進行状況や可動部分の固着状態などは不明であった。整備は蒸気機関車の部品が完備しているかの状況確認や、本来なら開放できる箇所への固着解除、開放後の内部状態調査を行った。同時に傷んでいる外観のケレンがけ・塗装などの補修的作業を行なった。足掛けほぼ3年間の活動における調査・整備期間の成果を記す。

<判明した課題>

- (1) 運転席ブレーキレバーの欠如
- (2) 偏心棒 (4本) の欠如
- (3) 複数の配管の切断箇所確認
- (4) 煙室ドアの開放不能 (当初)
- (5) 代替品が使われているナンバープレート
- (6) 前照灯・尾灯の故障
- (7) 逆転テコ・逆転棒・逆転軸など固着
- (8) 加減リンクの固着
- (9) 蒸気ドーム内の加減弁の固着

<整備できたこと>

- (1) 汽笛の動作確認
- (2) 切断された配管の一部再配管
- (3) 煙室ドアの開放
- (4) シリンダー内の状態調査
- (5) 前照灯・尾灯のソケット・配線等の取替え
- (6) 蒸気ドーム内・加減弁の固着解除
- (7) ブレーキ作動確認
- (8) 砂まき装置作動確認
- (9) ボイラー内の水抜き

<B6ボランティアとの協議で委託製作した物>

- (1) 運転席床板の補修
- (2) 煙突蓋新規製作
- (3) 砲金製ナンバープレートの製作装着

こうした調査と整備によって、B6は徐々に状態が明らかになっていくと共に、外観も整っていった。



写真3 煙室開放(左) 蒸気ドーム内調査(右)

5. 動態展示に向けた調査のため科学館からB6の搬出とB6ボランティアの活動休止

静態展示状態で行うB6ボランティアの調査・整備作業が限界となったため、平成28年度(2016年)に外部工場での調査が予算化された。運び出し契約手続きの関係で当初計画より2ヶ月遅くなったが9月にはB6を運び出すこととなった。この際も運搬の事故を防ぐためにB6前部に装着されている「ステップ」や「拝障器」などの脱着可否をB6ボランティアの協力で調査した。そして、9月11日にB6を装飾し、運び出し前、最後の一般公開を行った。



写真4 最後の公開日、活動後の記念写真

平成28年9月13日、B6は科学館の展示場から運び出され、大阪のサッパボイラーの工場に運搬され

た。これに伴い、B6ボランティアは活動一時休止となる旨、メンバーと認識した。

平成28年度の専門業者によるB6の分解・調査、整備の際、従前B6ボランティアとの間で次の確認・整備するステップと定めていた作業を実施していくこととなった。

- (1) ボイラーの気密状態調査
- (2) 仮の偏心棒の設計・製作と取付け・調整
- (3) 線路上の機関車をウインチ等を用いて引き、車輪回転可否の確認
- (4) 逆転機の整備と作動、後進の可否確認

などである。これらの調査・整備は展示場所では困難であったため工場ですべて取り掛かることができた。確認が効率よくできたのも従前からB6ボランティアと協議してきた経験を活かしたことによる。

工場での調査の結果、「今回の調査の範囲では復元による蒸気駆動や圧縮空気を用いた実走行が不可能であるという箇所は見つかりませんでした」との報告がでた。(平成29年3月)

平成29年度以降も、教育委員会は「B6は科学館で動態展示にする」という方針がブレることはなかったが、B6の運用は、市の他の部局も含めて全市的に継続的に検討・協議されたが結論が出ずに数年経過した。その間、B6ボランティアとしての組織的な活動は休止したが、蒸気機関車や鉄道関連の専門的なことを適宜メンバーから情報提供を受けていた。令和4年度から「科学館で、B6を動態展示する」ことが全市的に決まり、具体的な計画策定・設計へと進むこととなったため、B6ボランティアメンバーと情報交換を再開。動態展示化のために新たに加える部品や、B6から取り外して展示に供する部品の選定などに関して、相談・提案を受けた。また、B6と併せて展示することとなった旧型客車等に関する情報交換も行うなどボランティアの協力関係は継続してきた。

6. 屋外展示の完成後のB6ボランティア

B6は本体内に設置した高圧タンクに貯めた圧縮空気をシリンダーに送り、ピストン、主連棒を経て動輪が回転する様子を見せる展示品となる。その動き、エネルギー伝達などを透過式パネルで映像として見せて解説する。大きな機械が稼働する迫力と、分かりやすい映像解説を行うことで、蒸気機関の仕組みを理解してもらう展示品となる計画である。日

毎に3~7回の実演を行う計画である。展示機器としては、始業前の立上げ、稼働点検、終了後の撤収作業、また、長期的な維持管理が必要がある。

実演は、館内の大型展示と同様に解説説明を行う。操作する者（見た目には運転士）が運転席で、操作と解説をする。子どもを含む多くの見学者はB6を取り巻く場所から見学するが、運転席からは死角になる箇所が多い。固定の柵を設置するが、見学者の安全のために監視する担当も必要となる。これら毎日の運用は常勤職員が必要となる。

従来、B6ボランティアは「整備」が主目的の活動であったが、B6は展示品として完成しており、新たな整備は必要なくなる。一方、現代の機械では一般的ではない「特殊な機構」を有する「蒸気機関車」の実物を用いた展示品で、当館に譲渡された時、既に「設計図」も「整備記録」も無い状態のB6を、今後、動く状態で運用・管理していかなくてはならない。

こうした状況となることを踏まえ、今後のB6ボランティアの活動を次の様に調整したい。

- ① 蒸気機関車に関する知識、他の蒸気機関車整備の経験、所有されている資料などを用いて、B6蒸気機関車の機械的・技術的な情報交換を科学館と行う。
- ② 蒸気機関車全般に関する情報、新しく加わる「客車」と「供奉車」を含めた、「蒸気機関車や鉄道技術や歴史」に関する情報交換を科学館と行う。
- ③ 科学館が行う鉄道関連の事業に協力し、鉄道の技術・歴史に関する教育・普及活動に資する。

という目的をもって活動することとしたい。

新たなB6ボランティアがあって初めて、整備したB6を有効活用することになり、市民の科学・技術に関する興味関心を高めるといった科学館の活動に資することとなる。

以上の様な点を考慮して、B6ボランティアは新たな活動目的、活動体制を設定する必要があると考える。展示が完成し本格的な運用が始まる令和8年度当初には体制が整っていることが望ましく、早急に検討・決定していく必要があると考えている。

7. まとめ

本稿は、事業として実働した時期からかなりの年

月が経過してからのまとめとなったが、新しい展示ができる礎となった活動を記録として残しておく必要があると考えた。また、展示完成後の活動の指針を定める参考になれば幸いである。なお、B6を含めた新たな屋外展示整備自体については別稿で報告する予定である。

8. 謝辞

B6が展示化に至るには10年以上の長い期間が費やされた。本稿ではB6ボランティアを取り扱ったがそのメンバーを始め、科学館の他多くの市職員、イベント開催、車両の運搬、調査、設計・施工など本当に多くの関係者が関わってきた。そして、科学館来館者である多くの市民の皆様にも関心を持っていただいた。この報告を執筆できることになったことに関係の皆様へ感謝して、この場をかりて心よりお礼申し上げる。

参考文献（例）（注2）

- (1) 北原政子、鈴木雅夫、毛利勝廣、山田吉孝（1998）名古屋市科学館天文ボランティア天文指導者クラブ（ALC）10年のあゆみ 名古屋市科学館紀要第24号，p22-30.
- (2) 山内義治（1998）名古屋市科学館サイエンスボランティアについて 名古屋市科学館紀要第24号，p31-33.
- (3) 佐藤良人（2001）サイエンスボランティア教室について 名古屋市科学館紀要第27号，p19-20.
- (4) 梶田富子、松井孝弥、石田恵子、堀内智子、鈴木雅夫（2012）展示室ボランティアの設立について 名古屋市科学館紀要第38号，p.45-49.
- (5) 梶田富子、石田恵子、堀内智子、野田政男、鈴木雅夫（2014）設立から3年を経過した展示室ボランティア 名古屋市科学館紀要第40号，p.50-56.
- (6) 名古屋市科学館ウェブサイト 過去のお知らせ【2014年】、【2015年】、【2016年】（2025年1月現在；2025）
□ URLhttp://www.ncsm.city.nagoya.jp/visit/visitors_guide/information/2014/
□ URLhttp://www.ncsm.city.nagoya.jp/visit/visitors_guide/information/2015/
□ URLhttp://www.ncsm.city.nagoya.jp/visit/visitors_guide/information/2016/

名古屋市総合計画から考える当館の位置づけ

Considering the position of Nagoya City Science Museum
from the perspective of Nagoya City comprehensive plan

千葉 斉 昭*

CHIBA Nariaki

1. はじめに

名古屋市では、市政運営の指導理念である「名古屋市基本構想」をもとに、名古屋市がめざす都市像を示し、その実現に向け、5年を計画期間とし、取り組みを総合的かつ体系的にまとめた「名古屋市総合計画」を策定している。

令和6年10月、名古屋市議会の議決を経て、「名古屋市総合計画2028」（以下「総合計画」という）¹⁾を策定、この総合計画で示すめざす都市像の実現に向け、本市各部署が各々の事業を進めるのであるが、総合計画において名古屋市科学館（以下「当館」という。）の事業「科学館の魅力向上」については都市像5「魅力と活力にあふれ、世界から人や企業をひきつける、開かれた都市」の実現に向け、施策39「観光・MICEの推進と情報発信により交流を促進します」に位置付けられている。

一方で、当館の設置根拠の根幹である名古屋市科学館条例（昭和37年制定）においては、第1条で「近代科学に関する知識の普及啓発」と設置目的を明示している。博物館法の改正に伴い、令和5年4月1日付の条例改正により、第2条に「地域における教育、学術及び文化の振興、文化観光（博物館法（昭和26年法律第285号。以下「法」という。）第3条第3項の文化観光をいう。）その他の活動の推進」という条項が加えられたものの、現状に鑑みると、科学の学習・教育面を重視した事業が大多数を占めており、総合計画において位置づけられた「観光」「MICE」といった側面を感じさせる事業は極めて僅少、といっても過言ではないと言わざるを得ない。

各々の成立した年代や社会背景、その時々の行政サイドの考え方の反映による差異とみることもできるが、計画であれ条例であれ、本市が定めた基本的な方針の向くべき方向が明確に異なっているという現状の落差を起点に、当館の現状について振り返り、未来に向けた歩みを考えてみたい。

2. 集客施設としての現状

まず、当館を「観光」「MICE」推進に位置付ける要因について、まず最初に上げられるであろう要因が、集客力である。特に平成23年3月の天文館・理工館改築後は、その特徴的な外観や、世界最大級として、いまだにギネス世界記録を保持しているプラネタリウム等様々な要因によって、改築前の最高来館者数である約74万人を大幅に更新、改築直後の平成23年度は153万人、以降も平均130万人の来館者数を記録、新型コロナウイルス感染拡大の影響で一時的に落ち込んだものの、本年度（令和6年度）は130万人に達する公算が大きい。これは、「令和5年名古屋市観光客・宿泊客動向調査（2023年）」（以下「観光調査」という。）²⁾によれば、常時開館している施設の中で、熱田神宮、名古屋城、東山動植物園、名古屋港水族館とともに概ね上位5位以内の位置を占めており、同じく特徴的な外観で栄地区のシンボルともなっている中部電力MIRAI TOWER（名古屋テレビ塔）や、名古屋の歴史に根差した魅力を有する徳川園、有松といった地域等と比較してもその差は非常に大きい。

3. 当館の生み出す経済効果

総合計画の成果指標として、一番目に「観光総消費額 目標値 8,000億円（令和10年）」と掲げ、観光・MICEの推進によるアウトカムは、経済効果で

*名古屋市科学館総務課

あることが明示されている。その事実を以て、当館に来館する方々が当館にもたらす経済効果について検証する。

まず、経済効果算出の根本として、直近の令和5(2023)年の入館者数1,210,957人をベースとした。これは、経済効果算出にあたって、観光調査が令和5年(年度ではなく暦年)をベースとしており、そこに消費額単価等の算出根拠を依拠していることに合わせたものである。なお、入館者数の内訳は、

大人	655,225人
高校生・大学生	112,880人
中学生以下	362,929人

である。中学生以下の来館者総数は443,852人であるが、観光調査が10歳以上の来館者を対象に実施しており、10歳未満の来館者がもたらす経済効果が不明のため、本稿においては、これらを対象に含めないことと整理した。具体的には、令和5年6月及び12月に当館内で実施した来館者アンケート(以下「来館者アンケート」という。)の結果から、全体入場者数の6.6%、79,923人が10歳未満であると想定し、中学生以下の来館者数から差し引き、算出した。

続いて、経済効果が異なるため、来館者を、日帰り客と宿泊客に分類した。まず、来館者がどこから来ているのかを、来館者アンケートの結果を用い、

名古屋市内	28.9%
愛知県内(名古屋市除く)	26.0%
岐阜県・三重県	9.7%
岐阜県・三重県を除く他都道府県	33.6%
国外が	1.8%

と想定した。

次に、各地域からの日帰り旅行の比率について、観光調査の結果を参照し、

名古屋市内	99.0%
愛知県(名古屋市除く)	98.1%
岐阜県	92.9%
三重県	85.3%
静岡県	59.6%

と想定した。逆に、これ以外の来館者は、宿泊客であると想定する。本来であれば、地域ごとに按分し、宿泊客と日帰り客の各々のもたらす効果をより精緻に算出すべきところではあるが、計算の煩雑さを防ぐため、本稿では、愛知(名古屋含む)、岐阜、三重からの来館者をすべて日帰り、それ以外からの来館者を宿泊客として整理した。

観光客の観光消費額について、観光調査の結果を参照、

宿泊客1人あたり	40,762円
日帰り客1人(市内在住)あたり	3,509円
日帰り客1人(市外在住)あたり	6,906円

と想定した。

最後に、観光客は、当館だけでなく、他の観光施設を周遊する可能性があり、上記観光消費額には、当館への来館のみならず、他の観光施設での消費効果も含まれると見做すのが妥当であると考え、1人あたりの観光施設への訪問状況は平均1.64施設であるという観光調査の結果を参照し、観光消費総額に1/1.64を掛けて割り戻すこととした。

以上のデータを整理、計算し、経済効果を算出したのが、図1である。あくまで想定の見証ではあるが、当館への来館により、123億5123万円余、約124億円の観光消費をもたらししていることがわかる。

また、観光庁「アフターコロナ時代における地域活性化と観光産業に関する検討会最終報告書関連データ・資料集」³⁾によれば、定住人口1人あたりの年間消費額は約130万円と想定されていることから、上記観光消費額を割り戻すと、当館の運営を通じ、約9,500人の定住市民に匹敵する経済効果を生み出しているという結果となる。更に、この9,500人が納付する個人市民税の額について試算すると、令和5年度個人市民税の賦課基準日である令和5年1月1日時点の名古屋市人口は2,324,970人、令和5年度個人市民税の税収が2,373億9,239万円であることから、1人あたりの平均納税額は102,106円。これに9,500人を掛けると、9億7,000万円余の税収を生み出しているという結果となる。もちろん市民税は個人市民税だけでなく、法人市民税や固定資産税等、様々な種類があることから、税収への効果は、これに留まらないものであることは言うまでもない。

なお、本章の冒頭にも書いたとおり、この検証は令和5(2023)年の入館者数1,210,957人をベースとしているが、この年は未だ新型コロナウイルス感染拡大の影響があり、今後当館の来館者がかつての水準である130万人台に復せば、上記消費額はより拡大するのは言うまでもない。

4. 当館運営に要するコストについて

上記の経済効果を生み出すにあたり、費用対効果の視点もまた欠かせないという視点から、当館運営

の所要額について、名古屋市科学館要覧（令和6年度）⁴⁾を参照した。令和5年度の支出額は、

人件費 3億9583万円
 物件費 12億 301万円
 計 15億9884万円

である。ただ、この中に含まれている「B6形蒸気機関車の展示整備（2億1222万円）」については、その臨時的な性質上、運営経費から除くことと整理し、運営に要するコストを13億8662万円とした。

一方、本市においては受益者負担の考えに則り、多様な手法での収入確保を図り財源としていくこととしていることに鑑み、収入に関しても着目したい。当館の令和5年度収入は、

観覧料 2億1124万円
 その他 1億9749万円
 計 4億 873千円

となる。上記支出額から差し引くと、当館運営には9億7789万円の税収入等を投じていることがわかる。これは前述した個人市民税の税収効果とほぼ同等の金額であり、当館は現水準の運営により、十分に費用を賄うことのできる経済効果を生み出しているという事ができる。

5. まとめ（今後の科学館の方向性について）

ここまで見てきたとおり、当館の集客・経済効果を鑑みると、総合計画において「観光・MICEの推進と情報発信により交流を促進」という側面を目的化されることについては、大いに理由のあることであり、その側面から総合計画の実現に寄与すべきという視点には、一定の意味があると言える。

一方で、本来の目的としてきた科学の学習・教育という面について、本来であれば、その効果も詳らかにし、観光消費等の経済効果と比較すべきであるが、紙面の都合もあり、本稿では触れることはできないものの、当館開館以来60年余の成果を軽々には扱えないものである。よって、経済効果を重視、集客に振り切り観光施設として運営していくことは、少なくとも当館には馴染まないと考える。

とはいえ、学習・教育施設として、次世代の育成に寄与していくことと、集客施設としての機能を向上させ、経済効果をさらに拡大させることは、完全に相反する要素とは言い切れない。なぜなら、当館に1人でも多く来館いただくことが、シンプルに経済効果を生むだけでなく、来館者の母数が増えるこ

とで、当館をきっかけに科学に触れ、今後興味を持ってもらう方が増える、いわば裾野を広げる取り組みとも合致するからである。特に本市でも今後人口減少・少子化が進むとされている社会情勢を鑑み、より幅広い年代層に科学に興味を持ってもらい、全年代をターゲットに据えていくことが、当館本来の目的にも合致し、総合計画にある「観光・MICEの推進」の実現にも寄与できるのではないかと考える。「二兎を追う者は一兎をも得ず」という諺もあるが、当館の有する潜在力を鑑みれば、決して2兎を追う事も不可能ではないと、2年間の当館勤務の中で、日々の運営を見ていて強く感じる場所である。

最後に、そのような視点の下、筆者在任中に学芸課始め所関係者の多大なる協力をいただき実現した各種取り組みを紹介し筆を置きたい。

(1) プラネタリウムの多様な活用（図2）

もともとはプラネタリウムの多様な活用による収益化を目的として検討されていたが、前記の考え方に基づき、天文ひいては科学に興味を持ち、次の当館への来館動機の喚起という目的達成の1手法として考案、ただし、プラネタリウムはあくまで天文教育の場でありその事実を損なう利用はしないという前提を、共催者にも理解いただくことを条件とし、令和6～7年に掛けて、以下の夜間事業を実施した。

- ・令和6年2月9日「チルNAGO」共催：（公財）名古屋観光コンベンションビューロー
- ・令和6年2月14日「富田勲×当館プラネタリウム『コズミック・ハーモニー138億年の響き』プラネタリウム特別上映会」共催：TOMITA information Hub
- ・令和6年10月11・12日、令和7年2月14・15日「プラネタリウム×アートピア特別投影「QUEEN HEAVEN」」共催：（公財）名古屋市文化振興事業団
- ・令和7年1月18・19日「特別投影「ハナビリウム」」共催：読売新聞社

(2) コンテンツとのコラボレーションの取り組み

(1) 同様、当館への来館動機の喚起として、コンテンツとのコラボレーション事業を館内で展開した。

- ・令和6年11月8日～12月22日「でらます×アイドルマスター ミリオンライブ！」主催：名鉄観光サービス(株)

・令和7年2月17日～4月22日「『進撃の巨人』推し旅『高速鉄道調査作戦』」主催：JR東海㈱

7. 謝辞

この取り組みの関係者に、心から御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 名古屋市総合計画 2028 (2024) , p13-20,461-468.
- (2) 名古屋市観光客・宿泊客動向調査 (2023年) (2024) , p4,6,17,106.
- (3) アフターコロナ時代における地域活性化と観光産業に関する検討会最終報告書 関連データ・資料集 (2022) , p5.
- (4) 名古屋市科学館要覧 令和6年度 (2024) ,p.59.

図1 名古屋市科学館来館者による観光消費額計算式

項目	区分	割合・単価	来館者数		
			大人	高校生・大学生	小人 (10歳以上)
来館者数 (人)	名古屋市内 ①	28.9%	189,360	32,622	104,886
	愛知県内 ② (名古屋市除く)	26.0%	170,359	29,349	94,362
	岐阜県・三重県 ②	9.7%	63,557	10,949	35,204
	他都道府県 ③	33.6%	220,155	37,928	121,944
	国外 ③	1.8%	11,794	2,032	6,533
	計		655,225	112,880	362,929
観光消費額 (円)	日帰り A (市内在住)	3,509	664,464,240	114,470,598	368,044,974
	日帰り B (市外在住)	6,906	1,615,423,896	278,297,988	894,782,796
	宿泊 C	40,762	9,454,705,138	1,628,849,520	5,236,979,474
	計		11,734,593,274	2,021,618,106	6,499,807,244
観光施設訪問状況による割り戻し (1.64施設)		1/1.64	7,155,239,801	1,232,693,967	3,963,297,100
【計算式】 (来館者数①×観光消費額単価A) + (来館者数②×観光消費額単価B) + (来館者数③×観光消費額単価C) ×1/1.64			総計 (円)	12,351,230,868	

図2 プラネタリウムの多様な活用 (左：「QUEEN HEAVEN」右：「ハナビリウム」)



科学館における発券システムの再構築について

Restructuring the ticketing system

菊地 修一*・福岡 憲太郎**・北川 智大**

KIKUCHI Shuichi, FUKUOKA Kentaro, KITAGAWA Tomohiro

1. はじめに

名古屋市科学館（以下、当館）の観覧券の販売管理やプラネタリウムの座席管理を行う発券システム（以下、システム）は、2011年（平成23年）に天文館と理工館を改築した際に導入されたものを使用してきた。一方で、システムの供用開始後10年以上が経過しており、機器やプログラムの老朽化が進むとともに、現在の来館者ニーズに対応した機能が備わっていないことなどから、システムを再構築することが当館の喫緊の課題となっていた。総務課と学芸課を交えたプロジェクトチームを設置するなど数年間に渡って検討を重ね、令和5年度に名古屋市の予算が認められたことから、いよいよシステムの再構築に取り組むこととなった。

2. システム再構築にあたっての視点

システム再構築にあたって様々な事項について検討を行ったが、特に利用者サービス向上の観点から新たに導入を検討した主な機能は以下の3点である。

(1) プラネタリウム観覧券の事前予約販売及び座席指定機能

当館は世界最大級のドームで投影されるプラネタリウムが展示の大きな柱となっている。このプラネタリウムを観覧するためには、従来は原則、観覧する当日に科学館の発券窓口で専用の観覧券を購入する必要があったため、利用者が長い行列をつくる要因となっていた。また、週末や学校の長期休業日はプラネタリウム観覧券が午前中に完売することもあり、特に遠方から訪れる利用者にとっては計画的にプラネタリウムを観覧することが難しい状況にあっ

た。また、座席は自動配席となっており、利用者は好みの座席を選択することができなかった。したがって、システムの再構築にあたっては、利用者が希望する座席のプラネタリウム観覧券を事前に購入し、確実にプラネタリウムを観覧できるようにすることが必須とされた。

(2) キャッシュレス決済機能

2019年（令和元年）6月に閣議決定された「成長戦略フォローアップ」において、「2025年（令和7年）6月までにキャッシュレス決済比率を倍増し4割程度とすることを目指し、キャッシュレス化推進を図る」こととされている。従来は、当館で利用可能なキャッシュレス決済は交通系ICカードのみであり利用率も1割にも満たない状況であったが、多様な決済方法の導入による利用者の利便性の向上と安全な会計処理の実現に向け、キャッシュレス決済機能の導入も必須事項とされた。

(3) 団体予約のオンライン受付機能

当館は例年、団体利用者が年間約10万人来館しており、従来は団体予約については利用予定日が属する月の3か月前の初日から電話及びFAXにて予約受付を行い、予約状況は紙台帳で管理していた。システム再構築に併せて、団体予約者の利便性向上と事務の効率化のため、24時間オンラインにて予約を受け付ける機能を導入することとした。

3. 発券システムの開発スケジュール

システムの再構築の経費は令和5年度予算として措置されたため、1年間という限られたスケジュールで委託事業者の選定からシステムの開発までを終了させる必要があり、かなりタイトなスケジュールで開発を進める必要があった。（表1参照）

なお、発券システム開発業務を委託する事業者の

*名古屋市科学館総務課長

**名古屋市科学館総務課

表1 発券システムの開発スケジュール

時 期	内 容
令和5年 4月	契約審査会、仕様書等入札関係書類の調整
5月	入札公告
6月	総合評価の実施、開札
7月	契約締結、事業者との調整
8月	要件定義確認、システム開発開始
令和6年 2月	システムの更新及びプラネタリウムメンテナンスに伴う休館 (2/20～3/13)
3月	3/1 オンライン観覧券販売サイト運用開始 3/14 リニューアルオープン 3/26 プラネタリウム投影再開

選定にあたっては、地方自治法施行令第167条の10の2の規定による一般競争入札（総合評価落札方式）を実施し、株式会社ロココを受託事業者に決定した。受託事業者とは週1回のオンライン会議を中心に対面や電話・メール等を活用して密接に打ち合わせを行いながら開発を進め、システム更新のための約3週間の休館期間を経て、令和6年3月14日にリニューアルオープンを迎えた。

4. 開発時における課題と対応

当館の展示は、大きく分けると①常設展示室、②プラネタリウム、③特別展（開催期間中のみ）の3種類あり、それぞれ入場方法が異なるとともに、料金の体系や区分も異なるという、かなり複雑な運用となっている。条例等の法的な面や建物構造の面などからこれらの運用を大きく変更することは実質的に困難であったため、システム開発にあたっては、これらの状況に併せていかに効率的な手法を導入するかを様々な観点から検討した。その結果、当館の入館（常設展示室の観覧）用に発行する「電子チケットQR」とプラネタリウム等を観覧するために必要な「引換QR」の2種類のQRを発券することで対応することとした。

特に当館のプラネタリウムは全席指定となっており、プラネタリウムを観覧するためには、利用者は入館するための「電子チケットQR」に加えて、プラネタリウムの「引換QR」を入手する必要がある。一方で、定期観覧券や特別展のチケットなど、当館

への入館が可能な電子チケットQRの代替となるチケットをお持ちの方もいる。そのような利用者にプラネタリウムの「引換QR」を発券するため、オンライン観覧券販売サイトに「プラネタリウムのみ」という販売区分を設けた。しかし、利用者にとってはこの運用方法の理解が難しく、「電子チケットQR」を所持せず「引換QR」だけを購入して来館する利用者が後を絶たなかった。そのため、オンライン観覧券販売サイトに詳細な注意書きを掲載するとともに、実際に「プラネタリウムのみ」を購入しようとする際には当館への入館が可能なチケット類を所持しているかをチェックボックスで確認するようにシステムを改修して対応した。

また、当館のプラネタリウムは一日に最大で6回の投影がされるが、各投影回の間は30分しかなく、短時間でドーム内の清掃及び観覧者の入れ替えを行う必要がある。旧システムでは、利用者全員が当日発券された紙の観覧券を持っていたため、ドーム内への入場の際は投影回があっているかどうかのみを確認すればよく、スタッフの目視で対応していたが、新システム導入後は電子チケットがメインとなり、利用者個人のスマートフォン等に表示してもらう必要があるほか、3か月先の観覧券を購入できるようになったことから日付の確認も必要となった。従って、利用者を安全かつ迅速に入場させるためにハンディターミナルによる電子チケットの読み取りを導入したものの、導入直後は読み取り速度が十分ではなく、投影時間までに利用者の入場を終えることができないケースもあった。この対応として、ハード面ではハンディターミナルの増台や読取アプリの機能向上を図るとともに、ソフト面ではプラネタリウム案内スタッフによる案内方法の工夫と不断の努力によるスキルアップにより、なんとか投影開始時間に間に合うように利用者を案内できるようになった。

システム開発時点で、キャッシュレス決済については飲食店や小売店では導入が進んでいたものの、公的機関においては規則等の整備も十分に整っていないことなどから導入は限定的な状況であった。特に、当館のようにシステム開発と同時にキャッシュレス決済を導入した事例はほとんどない状況であった。また、決済代行会社においても、公的機関の入札等に対応する体制がとられていないことから、事業者の選定には相当の時間と労力を費やした。ま

た、決済代行会社を選定したのちも、各種決済方法別に審査を受ける必要があり、審査方法等もそれぞれ異なるため、各種キャッシュレス決済も決済方法ごとに段階的に導入していくこととなった。特に、休館中の2024年（令和6年）3月1日からオンライン販売サイトで観覧券の販売開始を予定していたが、クレジットカードの審査の承認がなかなか得られなかったことから販売開始時期の延期も検討していたものの、2月末日直前に審査が下りたため、なんとか予定通りに販売を開始することができた状況であった。窓口での対面販売では、いずれのキャッシュレス決済方法も3月14日のリニューアルオープンに間に合わず、約1か月間は現金のみの取扱いとなった。また、全ての決済方法の利用開始が可能となったのは約半年後となってしまったなど、キャッシュレス決済については想定外の対応が必要となることが多かった。

5. システム再構築の効果と今後の展望

令和6年4月から令和7年1月末までのシステムの利用状況は表2のとおりである。システムを再構築したものの、利用されなければ効果がないため、利用促進のため各種PR活動を積極的に行った。当館の公式HPや機関広報誌「アサラスコープ」を活用したPRに加え、市政記者クラブへの資料提供、「広報なごや」や「おもてなし隊なごや」といった市の広報媒体を活用したPRを行った。また、各種の雑誌等に科学館の情報が掲載される際には、オンライン販売に関する内容も積極的に記載するようにした。さらに、名古屋市交通局や公益財団法人名古屋観光コンベンションビューローと連携し、それぞれが運営しているSNSを活用したPRを行った。

オンライン販売を利用せずに来館した利用者に対しても、オンライン販売をPRする専用チラシを作成して館内各所に配架したり、利用者の行列ができる場所にQRを付した利用案内（図1）を掲示したりすることで利用を促した。特に来館者が多くて窓口に行列ができている際には、利用者がその場で自身のスマートフォンを利用してQRを読み取り、オンライン観覧券販売サイトから観覧券を購入してそのまま入館していく姿がよく見られた。

このようなPR活動の結果、オンライン販売の利用割合は38.9%と、当初の想定を上回る割合となっている。また、キャッシュレス決済の利用割合は、

オンライン販売（38.9%）と窓口販売（14.1%）で合計53.0%となっており、前述した「成長戦略フォローアップ」に示されたキャッシュレス決済比率4割程度を達成していることになる。

表2 発券システムの利用状況（R6.4～R7.1）

区分	オンライン販売	窓口販売	
	キャッシュレス決済	キャッシュレス決済	現金決済
来館者数	261,187人	94,812人	315,250人
割合	38.9%	14.1%	47.0%

※ただし、中学生以下の子ども等、観覧券を発券しない入館者は除いている。



図1 オンライン観覧券販売の利用案内

また、システムの再構築による効果として、利用者の利便性の向上があげられる。当日窓口で行列に並ぶことなく事前にオンラインでプラネタリウムの観覧券を購入できるようになり、予定していた日に確実にプラネタリウムが観覧できるようになった。さらに、オンライン販売開始に伴い、窓口で観覧券を買い求める利用者の行列がかなり解消されたため、オンライン販売を利用せずに窓口で観覧券を購入する方の待ち時間が短縮されるといった効果が得られた。

当館が令和6年6月～7月に実施した来館者アンケートでは、オンライン販売の使い勝手に関する設問を設けて行い、その結果を表3にまとめた。約8割の利用者がオンライン販売の使い勝手を「良い」又は「やや良い」と回答した。自由記述では「並ぶ必要がない」、「待ち時間が短い」、「便利」、「簡単」といった回答が得られた。また、各種SNS等でも概ね好意的な意見の投稿を伺うことができる。

一方で、お盆休みなどの超繁忙期は、9:30の開館時間前から利用者が行列をつくっており、せっかくオンライン販売を利用して観覧券を購入した方でも、入館するまでに行列に並んでいただかなければならない時があり、10:00過ぎまで行列が解消しない日もあった。これは科学館のエントランスは入館者数の割にはスペースが十分確保されておらず、入館ゲートを物理的に3台しか設置できないことが主要因であると考えられるが(写真1)、オンライン販売で観覧券を購入した方はできる限り待ち時間なく入館できるよう、可能な限りの対応策を検討していきたい。

さらに、事務の効率化の観点では、団体予約受付で電話対応件数の減少や紙の使用量削減といった効果があった一方、プラネタリウムチケットの販売・在庫管理に関する事務やキャッシュレス決済等の追加した機能に関する事務が増えたりしたため、全体的には職員の事務処理の効率化が図れたとは言いがたい。また、配慮が必要な利用者へのサービスについては、システムで機械的に運用することが難しく、引き続き職員が個別に対応する必要があるため、今後、システムの改修や運用面の工夫などによって改善に取り組んでいきたい。

表3 来館者アンケート (R6.6.29~7.12) 結果抜粋
○オンライン販売の使い勝手について

	回答数	割合
1 良い	139	67.5%
2 やや良い	32	15.5%
3 普通	23	11.2%
4 やや悪い	5	2.4%
5 悪い	3	1.5%
6 無回答	4	1.9%
合計	206	100.0%

○「良い」の主な理由(自由記述)

内 容	回答数
並ぶ必要がない、待ち時間が短い	44
便利、簡単	31
即予約できた、いつでも買える	29
事前に席が確保できる	5



写真1 入館ゲートの様子

6. まとめ

今回の発券システムの再構築については、来館者サービスの向上の観点からは大きな成果があったものといえる。一方で、予算額や施設面での制限もある中で、システムの導入によってすべての課題に的確に対応することは困難であった。今回、システムの再構築に携わり、機器類やソフトウェアといったハード面を整備するだけでなく、科学館の運営方法等を含め、幅広く検証を行うことが必要であると感じた。今後も今回再構築したシステムを運用しながら可能な限り改善に努めて利用者にとっても働く職員にとっても安心して快適な科学館づくりに努めていきたい。

7. 謝辞

今回、約1年をかけて紆余曲折を経ながらシステム開発を行った。実際にオンライン販売を開始する日やリニューアルオープン当日などは、不安と緊張でいっぱいであったが、オンライン販売で観覧券が売れた時や、リニューアルオープン日にお客様が入館ゲートを通った時は安心するとともに、しばしの感動を味わうことができた。

システムの再構築とその後の運用にあたって、科学館職員や各委託業務等スタッフにも多大なご尽力をいただいた。この場を借りて心よりお礼申し上げますとともに、引き続き良いシステム運用ができるよう、今後も全職員一丸となって取り組んでいきたい。

名古屋市科学館紀要 第51号

2025年（令和7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
T E L 052 (201) 4486
F A X 052 (203) 0788
<https://www.ncsm.city.nagoya.jp/>

印刷 アーク印刷株式会社

