

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 5 回 助成期間：1 年 平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間1年間）

テーマ： オットー・フォン・ゲーリケが製作した真空ポンプの復元と、青少年向け科学講座での活用

氏名： 松野 修 所属： 鹿児島大学生涯学習教育研究センター 登録番号： 08062

1. 課題の主旨

研究代表者が理事を務める NOP 法人楽知ん研究所では、これまで青少年向けの科学講座で実施できるプランをいくつも作成しており、そのプランは全国各地の科学講座で実施されている。そのうちの一つに、〈大道仮説実験しゅぼしゅぼ〉と題する、真空をテーマとしたプランがある。これはゲーリケ (Otto von Guericke) が行った真空ポンプの実験を下敷きにしたものであり、この講座を行うときには、ゲーリ研究の著書 *Guericke, Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio* (Amsterdam, 1672) からコピーした真空ポンプの図を拡大し、ステージの後ろに掲示して実演してきた。またこの講座のために特別に制作した科学紙芝居、『実験・実験・また実験 ――ゲーリケ市長の真空ポンプ物語―』を読み聞かせて、ゲーリケが世界で最初に真空実験をはじめた動機についても紹介している。

しかしゲーリケが作った真空ポンプを復元できれば、科学史の重要な事実、すなわちゲーリケは実は〈知的な楽しみごと〉として実験と研究を始めたのだという事実を、実物にもとづいてもっと説得的に提示できる。

2. 準備

本研究は、調査研究、開発研究、教育実践研究で構成されている。

- 1) オットー・フォン・ゲーリケの著書の解読
- 2) ゲーリケの著書に基づくポンプの復元
- 3) ポンプを使った青少年向けの科学講座の実施

3. 研究方法

1) 調査研究

ゲーリ研究の著書 *Guericke, Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgica de Vacuo Spatio* (Amsterdam, 1672) の英語とドイツ語訳をもとにポンプの構造を解読した。また、Schimank, H. “Die drei Luftpumpen Otto von Guericke, eine bisher unbekannte Anleitung zum Experimentieren damit und eine ebenfalls bisher unbekannte Anweisung zur Wettervorhersage auf Grund barometrischer Beobachtung”, *Wissenschaftliche Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft*, 13 (1961), S. 128-148 によって、ゲーリケが今回復元してたポンプを使った実験の指示書を遺していたことがわかり、その内容も解読できた。またマゲデブルクにあるオットー・フォン・ゲーリケ博物館と連絡をとったところ、ゲーリケの実験を克明に記録したカスパル・ショット『新奇技術』（原文はラテン語）のドイツ語訳が出ていることが判明し（Caspar Scott, *Tecnica Curiosa, Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule „Otto von Guericke” Magdeburg*, 30 (1986) Heft 1/2 *Otto-von-Guericke-Ehrung der DDR* 1986), これによって第1世代、第2世代のポンプの構造も解明できた。この過程でゲーリケのポンプはロバート・ボイルが制作したポンプに影響されていることがわかった。

2) 開発研究

2008年12月、吉川は松野の翻訳とゲーリケが残した図だけを頼りに、ゲーリケが1663年以後に制作したと

思われる小型のポンプを複製した。そのポンプのシリンダーの外径は32mm、内径29mm、長さ30cmであった。ミュンヘンにあるドイツ博物館にはゲーリケが自作したポンプが保存されている。そのポンプのシリンダーの内径は60mm、長さは48cmである。したがってシリンダーの容積は実物の1/6である。このポンプにフラスコをつないで空気を抜き、そのあと水槽の中で栓を開けて水を入れたところ、670ccのフラスコに640ccの水が入った。繰り返し実験を行ったが、毎回、結果はほぼ同じだった。つまり95%の空気を抜けることがわかった。

吉川はこの成果をもとにさらに同型のポンプをもう1台制作し、これをドイツに携帯した。2009年8月、吉川は新潟大学工学部佐藤孝教授らの協力を得て、マグデブルクにあるオットー・フォン・ゲーリケ大学を訪ね、マグデブルク・オットー・フォン・ゲーリケ博物館の責任者、シュトライトンベルガー教授および博物館のスタッフらと会見し、ゲーリケのポンプについてのアドバイスを受けた。同博物館はゲーリケポンプの複製を制作しそれを展示しているが、吉川が訪独したときにはあいにく博物館が改修中だったので、一時保管されている倉庫での調査に終わった。また松野はシュトライトンベルガー教授からメールで、同博物館がゲーリケのポンプを複製したときの資料を教示された。Rudiger Kluge, Rekonstruktion der Luftpumpen Otto von Guericke, Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg, 30 (1986) Heft 1/2 Otto-von-Guericke-Ehrung der DDR 1986) がそれである。吉川はドイツから帰国後、今回の調査をもとにシリンダーの内径60mm、長さは40cmのポンプを制作した。これはほぼ実物と同じ大きさのものである。能力は1号機、2号機に比べて若干劣るので現在もなお調整中である。



吉川・松野が制作したゲーリケのポンプ

3) 教育実践研究

ゲーリケ自身もこの第3世代のポンプを少なくとも3台制作しており、これを使った公開実験についての指示書を遺している。その「実験指示書」によれば、まず(1)空気には重さがあって、地表にあるものは常にこの重さ(大気圧)を受けていることを説明し、そのうえで、(2)大きなガラス容器から空気を抜くと、ガラス容器の重さが減ることを示す、(3)四角の形状をしたガラスびんから空気を抜いてびんを破壊するなどの実験を見せるように指示している。いきなり実験をして見たのではなく、しかるべき説明をしてから、その証拠として実験を見せたのだ。そこでわたしたちも参加者には、まず(1)NPO 法人楽知ん研究所が開発した科学教育プログラム〈大道仮説実験 しゅぼしゅぼ〉を披露して大気圧の理由について説明し、つぎに(2)紙芝居「実験・実験・また実験 ゲーリケ市長の真空ポンプ物語」を読み聞かせて、ゲーリケの研究について紹介した。そのうえで(3)復元したポンプそのものの仕組みを説明し、(4)フラスコから空気を抜いて95%以上の空気が抜かれることを示す、(5)大きなガラス容器に風船を入れて膨らませる、(6)四角のびんから空気を抜いて破壊するなどの実験を見せた。

4. 公開時の実施

復元したポンプを使って、上記のプログラムを検討、実施した会場は以下のとおり。

- 1) 2008年12月27日、「大道仮説実験ワークショップ in 千葉」、千葉件幕張セミナーハウス、参加者200人。
- 2) 2009年1月4日、「仮説実験授業冬の合宿研究会」、愛知県蒲郡竹島ホテル、参加者500人。
- 3) 2009年7月12日、「大道仮説実験 in 科学館」、鹿児島市立科学館、参加者30人。
- 4) 2009年7月25日～26日、「親子孫でたのしい仮説実験講座」、鹿児島県霧島市中央公民館、参加者40人。
- 5) 2009年9月5日、「初等科学史研究会」、宇都宮市コンセーレ、参加者10人。
- 6) 2009年9月27日、「親子孫でたのしい仮説実験講座 in 奄美」、鹿児島県立奄美図書館、参加者120人。

7) 209年10月28日、「教育学1」、鹿児島大学教職科目での講義，参加者130人。

5. 成果・効果

参加者からは、「300年前の実験器具の再現を，こんなに近くで見られてよかったです。びんが割れるか割れないか，ポンプが押されるたびに緊張感が高まりました」などの感想が多くあった。現在では高性能な電動ポンプがあるのだから，それを使えば簡単に実験を再現できる。しかし敢えて複製したポンプを使うことで，「300年前の実験の場に立ち会っている」という雰囲気伝えることができた。

6. 所感

吉川は当初，ゲーリケの残した記録だけを手がかりにしてポンプの復元に成功した。また，2009年9月27日奄美での公開実験では，松野がポンプを操作して，四角のびんを破壊する実験を成功させた。これによって，ゲーリケの制作したポンプは後世においても再現可能なことが証明された。また，〈実験的な方法によって科学教育の歴史を研究する〉という新しい研究方法の確立についても見通しができた。

7. 今後の課題や発展性について

すでに完成した複製のポンプは，これからも全国各地の公開講座などで活用していく予定である。助成期間が終わってからも，(1) 2009年11月1日，「岡山仮説実験授業サークル」，岡山理科大学，(2) 2009年11月21日～22日，「鹿児島市科学の祭典特設ステージ」，鹿児島市立科学館，(3) 2009年12月26日～27日「大道仮説実験ワークショップ in 宝塚」，兵庫県宝塚市での公開実験の実績や予定が組まれている。

ゲーリケが行った実験には多くの種類があって，ガラス容器などを用意すれば再現可能なものも少なくない。復元したポンプを使ってこれらの実験を再現できれば，〈知的なたのしみごととしての科学の伝統〉をさらに鮮やかに復活することができよう。また，今後，マグデブルクのゲーリケ博物館との交流がさらに深まれば，日本にけるゲーリケの紹介にも，なおいっそう資するものがあると期待できる。

8. 発表論文，投稿記事，メディアなどの掲載記事

・論文

1. 松野修「〈ゲーリケの真空ポンプ〉の誕生と復活」『たのしい授業』No.356，仮説社刊，2009年8月，pp.34-42。
2. 吉川辰司「ゲーリケの真空ポンプ 復元物語」『たのしい授業』No.356，仮説社刊，2009年8月，pp.343-50。
3. 松野修，訳・解説『オットー・フォン・ゲーリケ著 真空空間に関する（いわゆる）マグデブルクの新実験』2009年9月30日，NPO法人楽知ん研究所刊。
4. 松野修，吉川辰司，上園志織「ゲーリケとボイルが制作した空気ポンプの構造——及び日本におけるゲーリケのポンプの複製——」『鹿児島大学生涯学習教育研究センター年報』第6号，2009年10月31日，pp.1-16。

・新聞記事

1. 『Magdeburger Lokalanzeiger』「Otto Renaissance:Gast aus Japan hat Pumpe 3. Bauart im Koffer」2009年9月3日（『マグデブルク新報』「オットー・ルネッサンス 日本からの客人が第3型のポンプを鞆に入れてやってきた」）。
2. 『奄美大島新聞』「真空の世界に見入る 大道仮説実験に親子ら」2009年9月28日。
3. 『南海日日新聞』「鹿大が出張講座 300年前の実験再現」2009年9月28日。

・口頭発表

1. 松野修，吉川辰司：オットー・フォン・ゲーリケが制作したポンプの復元，2008年假説実験授業冬の合宿研究会，蒲郡竹島ホテル，2008年1月。
2. 松野修，吉川辰司：ゲーリケポンプの復元と今日のマグデブルクにおけるゲーリケの地位，初等科学史研究会，栃木県宇都宮市駒生コンサーレ，2009年9月。