

【報告】

自然現象と対話するサイエンスショー

A Science Show That Induces Dialogues

Between its Audience and the Natural Phenomena

斎藤 吉彦[※] 上羽 貴大[※] 吉岡 亜紀子[※]

Yoshihiko SAITO, Takahiro UEBA and Akiko YOSHIOKA

キーワード：サイエンスショー、見学者の主体的経験、自然現象、自然現象と対話

1. はじめに

サイエンスショーは科学を素材にしたショーで、自然現象を観察するデモンストレーションを基礎にしたエンターテインメントショーが主流である。全国各地の科学館や科学イベントなどで実演され、人気の催しになっている。会場には学校のような緊張感はなく、見学者の多くは、何か楽しいことが起こるという期待感を抱き、自由気ままに思いを巡らせながら演示者に向かっていて、知識を深めるための努力はしないのが普通である。また、見学者と演示者は、教師と生徒のような長期間におよぶ親密な交わりはなく、30分間程度の一度だけの、一期一会の出会いをするだけである。このような状況で科学を普及しようと、演劇風のものから、BGMを駆使したもの、びっくりショー的なもの、科学漫才、科学マジック等、全国各地でそれぞれの創意工夫がなされている。

著者らの場合は次のようなサイエンスショーで科学の普及を目指している。それは見学者が自らの思考を背景に自然現象の観察を行うことにより、発見の感動を体験するサイエンスショーである。見学者は先生の言うことや教科書に書いてあることなどを信じるのではなく、自らの力で自然現象の観察を行い新しい知見を得るのである。次章で述べるが、このときの感動は科学者が新発見をしたときと同質であると著者らは考えている。つまり、著者らが目指すのは、マジックや演劇あるいはお笑いでおもしろくさせるのではなく、科学そのものをおもしろくさせるサイエンスショーである。果たして

30分程度のサイエンスショーでこのようなことが可能であろうか？その評価は読者に委ねるとして、本稿では著者らの実践を報告する。

まず著者らの動機を記すために、わが国のサイエンスショーの置かれた状況について考える。サイエンスショーに関する全国的な組織や学会のようなものはないが、演示者の全国的な研究会、日立サイエンスショーフェスティバルが1993年から日立シビックセンター科学館の固有事業として毎年開催されている。これは全国からサイエンスショーの演示者が集まり、サイエンスショーの披露と研究会、そして意見交換がなされるもので、平均すると毎回30施設60名ほどの参加者があり、30年近く続けられている歴史ある研究会である(川崎寿則2016)。著者らも深夜に及ぶ白熱した議論に参加したことがある。その規模と歴史から、日立サイエンスショーフェスティバルがわが国のサイエンスショーを俯瞰すると考えてよいであろう。

佐々木(2001)は日立サイエンスショーフェスティバルの第8回までを振り返り、サイエンスショーは科学ネタを用いたエンターテインメントであるが、インパクトのある演出による喜びだけでなく、理解する喜びを与えることが重要であると注意喚起している。また、川崎(2016)は日立サイエンスショーフェスティバルの成果として「サイエンスショーの基本(スタンダード)が確立。(現在進行形)」と述べ、その基本は次の4項目としている。①演示者の立ち振る舞い、②意表をつくしかけ、③実験を楽しむ、④観客との一体

感。しかし、これらは観客の前に立つための必要条件でしかなく、佐々木（2001）も川崎（2016）も、サイエンスショーの手法には言及していない。結局、サイエンスショーの手法に関するスタンダードについては佐々木（2001）の指摘から 20 年近く論文上での議論がない。

本稿では、著者らが模索してきたサイエンスショーの手法をスタンダードとして提示することを目的に、サイエンスショーの実践を報告する。以降、第 2 章で仮想的な演示で著者らの信念を示し、第 3 章で「自然現象と対話する」ことについて解説し、第 4 章で実際のサイエンスショーを考察し、第 5 章で海外での実践例を紹介し、第 6 章でまとめを行う。

2. 仮想演示と著者の信念

まずは著者らが目指すサイエンスショーの要点を理解していただくために、簡単な演示を仮想的に展開してみよう。

「入浴剤ロケット」の演示を考えることにする。これはフィルムケースに発泡性入浴剤と水を入れて蓋をすると、発泡とともにケース内の圧力が強まり、やがて蓋が外れて水が飛び出し、その反動でフィルムケースが飛び上がるというものである。

さて、すぐに思いつく演示は次のようなものであろう。「これはフィルムケースです。ここに、水と入浴剤を入れて蓋をします。」と説明をし、実験を始める。しばらくしてフィルムケースが飛び上がると、見学者は驚いて喜ぶ。そして、「じつは、この中で発泡現象が起こって、中の圧力が上がって・・・」と解説をはじめ。ところが、見学者は楽しいものに対する期待感が強く、解説を聞こうとしない。その結果、フィルムケースが飛びあがって喜ぶだけのサイエンスショーになってしまう。よく目にする光景である。

一方、著者らが目指すサイエンスショーは次のような展開をする。ロケットの発射時の写真を見せながら、「今からロケットを飛ばします。燃料はこれ、入浴剤！」と言って、「ロケットを飛ばします」の一声で興味を喚起し、入浴剤を水に入れ発泡現象を見せる。同時に

ロケットの写真から爆風を印象付ける。次にフィルムケースを見せながら「この中で発泡させます。蓋をきっちり閉めて。さて、どうなるでしょう？」と次に起こる現象を想像させながら、セットアップ、スタンバイ、と演示が続き、最後に見学者はフィルムケースが飛び上がるのを観察する。見学者はセットアップしてから飛び上がるまでの間に、「フィルムケース内の発泡で蓋が押されているはず、やがて蓋が外れて、ロケットの爆風のように水が飛び出し・・・」と自らの力で推論し、「フィルムケースは飛ぶ！」と仮説を立てる。そして、見学者は実際にフィルムケースが飛ぶのを観察し、自身の仮説を実証するのである。

フィルムケースが飛び上がったときの感動は科学的な感動と言えるであろう。すなわち、見学者の推論は単なる当てもの的なものではなく理論的な背景を持ったものであり、その理論も発泡現象を自分の目で見たことによるものなので、先生や教科書から教えられたものではなく、見学者が自力で掴み取ったものである。自分の理論を実験で確かめるのだから、まさに科学の醍醐味を味わうことになる。

要するに、「自らの力で推論し仮説を立て、その仮説を実証することができれば人は感動する。」というのが著者らの信念である。「見学者が、自らの力で推論し仮説を立て、その仮説を自然現象で実証する」ことを以降で「自然現象と対話する」と呼ぶ⁽¹⁾。元大阪市立科学館の館長であり、ノーベル化学賞候補と評された故伊藤公一は大発見の当時の感動を「まさに自然と対話しているようであった。」と語っていた。伊藤公一は自らの仮説を自然現象の中に見出したのであろう。上記の仮想演示は、簡単な現象観察であるが、見学者も自然現象と「対話」することによって感動するのであるから、この感動は伊藤公一のもの、すなわち科学者のものと同質である。つまり、発見の喜びは、科学者でなくとも、誰もが味わえるものである。本稿の題である「自然現象と対話するサイエンスショー」とは、見学者が自然現象との「対話」を次々と続け、科学者と同質の感動、科学の醍醐味を味わい続けるサイエンスショーのことである。

3. サイエンスショーの構成

前章で述べたように、「自然現象と対話する」とは「自らの力で推論し仮説を立て、その仮説を自然現象で実証する」ことである。演示者の役目は、この「対話」が成立するように見学者を誘導することである。「自然現象と対話するサイエンスショー」は、自然現象と様々な「対話」をショーとして構成したもので、多様な構成が可能である。ここでは2種類の構成を紹介する。

一つ目は前章の「入浴剤ロケット」を素材の一つとしたサイエンスショー「ロケットのドキドキ実験」(斎藤吉彦 a) で、次のような構成である。「ロケットの推進力は爆風の反動である。」という原理を納得するのを目標とし、自然現象との「対話」を次から次へと多数続ける。ただし、ほとんどの「対話」は、その背景や動機が、事前の「対話」で与えられるように工夫されている。このことで「対話」が回を追うごとに深いものとなり、見学者の知的欲求が強くなる。見学者はこのような「対話」を続けることで原理の概念を獲得する。この過程で、見学者は教えを受けるのではなく自身の思考による主体的経験を続け、科学者と同質の感動を味わい続けるのである。フィナーレはアルコールロケットの発射実験で、ショーの中で最も見ごたえのある「対話」である。自身の力で獲得した概念であり、自身が立てた仮説、「ペットボトルは飛ぶ!」ということを見ごたえある現象で実証し、科学者の大発見の感動と同質の感動を強烈に味わう。次章で実際のビデオを参照しながら詳しく考察する。

これとは違った構成として、「スーパー磁石 アルミが動く?」(斎藤吉彦 b) を紹介する。このショーの目標は、見学者が「渦電流が存在する」ということを納得することである。演示者は、まず、強力磁石によるアルミ製ヤカンの奇妙な動きを見せて、見学者の興味を喚起し、この現象が渦電流による効果であることを伝える。この時点では、科学的理解は期待せずに、渦電流の概念だけを与える。その後、渦電流の存在を示唆する様々な実験で自然現象との「対話」を続ける。このように目標のある「対話」を続けることで、渦電

流の存在を見学者が確信する。各「対話」は、互いに関連のないアラカルト的なものでなく、同一の目標のある「対話」であり、各「対話」がそれ以降の「対話」の布石になっている。最終的に最初に見たアルミ製ヤカンの奇妙な動きの謎が解けるのである。このショーの構成は、科学者が未解決の現象を解明するために、ある仮説を立て、その仮説を様々な実験から実証するというのと同じである。各「対話」で感動を続けながら、最終的に渦電流を納得できたときにショーのフィナーレとなり、大きな感動を得る。これらの感動は科学者の大発見の感動と同質のものであると著者らは考えている。

このように、様々な自然現象との「対話」をショーとして構成したのが「自然現象と対話するサイエンスショー」である。トピックス、実験アイテム、演示者の個性、見学者の層により様々な構成が可能である。いずれにせよ、「対話」の目標を明確にし、各「対話」が以降の「対話」の質を高めるよう「対話」の流れを工夫すれば、科学的感動が次から次へと大きくなりながら続き、フィナーレで最高のものになると著者らは考えている。

以上の説明から明らかなように「自然現象と対話するサイエンスショー」では、扱う実験は増え、冗長な解説は減り、結果的に見学者にとって楽しい時間が増えるのである。

サイエンスショーの構成は、見学者の反応を見ながら試行錯誤を重ねることで理想に近づく。本章では2つの構成を紹介したが、この理想を目指したサイエンスショーが著者(斎藤)の動画集(斎藤吉彦 c)にある。理想的な構成とは言えないが、批判的に見ることで参考になると思う。また、多くの演示者に理想に近づける改変を試みていただきたい。

4. 実演の考察

本章ではサイエンスショー「ロケットのドキドキ実験」を、「自然現象と対話するサイエンスショー」の観点から、動画(YouTube)(斎藤吉彦 a)を参照しながら考察する。前章でこのサイエンスショーの構成

について紹介したが、目論見通りに実演するには、共感や励まし、問いかけなど予想したくなるような配慮、そして見学者の個性や場の雰囲気に応じた表現などが演示者に求められる。以下ではこれらの配慮や表現にも言及する。

なお、見学者の心理状態についても述べるが、それは著者らの想像であることを予め注記しておく。

(1) 導入

まず初めに、見学者の意識を演示者に集中させる準備を行う。いわゆる「つかみ」である。

(1.1) ロケットのイメージの刷り込み [0:00]

ロケットの上昇時の写真が見学者の目に入るようにしておく。「ロケットの推進力は爆風の反動である」ということを視覚的に表す貴重な材料で、開始前からこの像を見学者の脳裏に刷り込んでおく。

ここでロケットの飛ぶ原理を説明しない。それは見学者がサイエンスショーの中で自力で発見すべきものだからである。

(1.2) 見学者を取り込む一言 [0:22]

サイエンスショーが始まっていきなり「ロケットを飛ばしましょうか？」と発する。ロケットを見たいという見学者の期待に応える一言で、演示者の言動に集中させる。

(2) 入浴剤ロケット

<入浴剤ロケット①>

(2.1) エネルギー源 [0:25 ~ 0:50]

水の入ったコップに入浴剤を入れ、発泡を見せる。エネルギー源のイメージを与える。これにより、フィルムケースに入浴剤を入れるとどうなるかを見学者が自力で予想できるようになる。

入浴剤を水に入れると泡が出るということを言葉だけで説明しても誰も聞かない。実験をすれば一目瞭然のことを、あえて言葉でだらだらと説明する必要はない。

(2.2) 実験の説明 [0:50 ~ 1:18]

フィルムケースは内圧が十分高くなれば蓋が外れることと、いまからフィルムケースに水と入浴剤を入れて蓋をすることを伝える。実験で何が起きるかを予想



写真1 サイエンスショーの背景。ロケット発射時の写真が目に入るように開始前から置かれている。

するための情報を与えるのである。これは前章で述べた、見学者と自然現象の「対話」が成立するように見学者を誘導するために重要なことである。また、実験後の解説が不要になる。3章で述べたとおりである。

(2.3) 期待感を高める一言 [1:18 ~ 1:30]

期待感を維持するために、あえて「危ないから」「こわい」という語を使って実験準備を進める。「危険防止のため」と言って、金属板で蓋をしたアクリルパイプ内で実験をするが、実際は危険ではない。

(2.4) 発射 [1:30 ~ 2:00]

フィルムケース内で発泡がはじまる。発射を待つ間にフィルムケース内で発泡していることや次に起こることを想像するよう促す。やがて、見学者が予想したとおりに、フィルムケースが見事に打ちあがる。フィルムケースが金属板に衝突する大音響が実験の効果を高める。

この短い一連の実験で、見学者は既に、自分の力で仮説を立てることと、自身の仮説を自然現象で実証すること、すなわち、1つめの「対話」を体験する。

<入浴剤ロケット②>

(2.5) 宙ぶり状態からの発射実験 [2:15 ~ 5:00]

見学者はここまでで「水を噴き出したことでロケットが飛んだ」という結論を得ている。しかしここではまだ、ロケットの推進の原理を正しく認識しているわけではなく、勢いよく噴き出した水が「テーブルを強く押すことによって」飛んだと誤認している可能性が



写真2 宙づりの入浴剤ロケットと著者。勢いよく飛び上がって金属板に衝突する。大音響で飛び上がったことがわかる。

ある。正しくは「噴き出すことの反動で」飛んだのである。見学者がこの違いに気づくための材料として、フィルムケースをタコ糸で宙づりにして発射実験を行う（写真2）。ただし、唐突にこの実験を行うのではなく、先にカエルの玩具（写真3）で「床を蹴って飛ぶ」という現象を確認しておく。

すなわち、床に置いたカエルは跳ぶが、宙づりのカエルは跳べないことを見せてから、宙づりのフィルムケースは飛ぶか、飛ばないかを予想させるのである。（2.4）の体験とカエルの実験による考察によって、「宙づりのカエルは跳ばないから、宙づりの入浴剤ロケットも飛ばない」と予想させながら入浴剤ロケットを注視させる。このように「対話」することで、宙づりのフィルムケースが飛ぶ現象に喜ぶだけでなく、「カエルは飛ばないのに、なぜフィルムケースは飛ぶのか？」



写真3 カエルの玩具。ポンプを握る空圧でゴム製の脚が伸び、跳び上がる。

と強い知的欲求が芽生える。そして、「ロケットの推進力は爆風の反動である」と納得する背景が醸成されるのである。

<入浴剤ロケット③>

（2.6）噴出の反動 [5:00 ~ 6:00]

フィルムケースが水を噴き出して飛び上がる連続写真とロケットの発射時の写真を比較して、両者とも噴出の反動で飛び上がることを説明する。なお、最近は連続写真でなくスロービデオを利用している（斎藤吉彦 d）。

（2.7）反動の確認 [6:00 ~ 6:55]

再度宙づり状態から入浴剤ロケットを発射するが、今回は見学者が「中身が噴き出すはず！」という意識を持っていることが重要である。水の噴出とフィルムケースが飛び上がる2つの現象を観察・確認する。ロケットの発射は一瞬の出来事であり、とても目で追えるものではないが、噴き出した反動で飛ぶのだ、ということを確認するためには、もう一度目の前で実験することが重要である。この経験により、「噴き出した反動で飛ぶ」ということを見学者が確信する。

（3）風による反動

（3.1）ロケット風船 [7:30 ~ 8:10]

風船が空気を噴射して飛ぶのを見る。これまでの演示で「中身を噴出する反動で飛ぶ」という概念を得ているので、「なぜ飛ぶか？」という問いかけに対して「空気！」という答えが返ってくる。細かく説明しなくとも、空気を吹き出して飛ぶことが想像できている。ロケット風船は次の実験の準備でもある。

（3.2）ブロアー車 [8:15 ~ 11:00]

「風船が飛んだのと同じように、人間も飛べるだろうか？」と問いかける。そして「風船は『軽いから』飛ぶのか？」という素朴な疑問に答えるため、ブロアーの風を推進力とする人間を乗せた車「ブロアー車」の実験を行う（愛知物理サークル・岐阜物理サークル1990）。ただし、すぐにブロアーを取り出すのではなく、その前に「人間を動かすには強い風が必要である」と自ら答えを見つけるように見学者とのやりとりを工夫する。ここでは、見学者の一人に、自身の乗った車を、



写真4 ブロアー車
吐く息で動かそうとしても動かない（左）。
ブロアーの強風なら動く（右）。

息を勢いよく吹き出して動かそうと試みてもらう。もちろん進まないことを確認し、見学者は「空気の勢いが足りないから」と想像する。「強い風が必要だ」と見学者が気づくことで、はじめてブロアーを取り出す意味が生まれるのである。「勢いが足りないのであれば、強風を噴き出したらいい。」と見学者は心の中でつぶやく。強風の反動で人間が動くことを予想した上で、その運動を観察し確認する。ブロアー車が動き出したとき、客席から拍手が起こっている。これは、科学的な背景をもとに予想したことを自分の目で見た感動、科学の醍醐味を味わった感動によるものである。まさに、見学者は自然現象と濃い「対話」をしているのである。

（４）ロケットの燃料

（4.1）ロケットは爆風 [11:15 ~ 12:15]

ロケットは風船やブロアー車と異なって爆発による風の反動であること、それは水素と酸素による爆発であることを解説する。「爆発」という単語で期待感を維持する。

（4.2）酸素 [12:15 ~ 15:00]

線香の燃焼を酸素雰囲気で見せる。燃焼に必要なものとして酸素について説明するだけでなく、窒素が燃焼を妨げていることにも触れることが重要である。この窒素の役割を知っていれば、酸素だけであれば激しい燃焼になることが予想できる。後の水素爆鳴気の実験の予想のためのヒントになる。

演示者の反省として、ここで酸素吸入の説明をして

いるが、新たな概念が複数必要となり難しいものになっている。演示者の一方的な教示であり、見学者が受け身になっている。

（4.3）水素の爆発 [15:00 ~ 16:30]

水素のシャボン玉の燃焼。空気中での水素爆発であり、窒素が燃焼を妨げていることを確認しておくことで、酸素と水素のみにすれば強烈な爆発がおけると想像できる。

（4.4）水素爆鳴気 [16:30 ~ 19:30]

水素ガスと酸素ガスを 2:1 の割合で混合した気体（水素爆鳴気）による爆鳴をともなう爆発現象を体験する。1 回目は爆発の期待だけに応えることとし、2 回目は再度見たいという欲求を利用し、爆風の観察に導く。ここで（3.2）までの反動による現象の観察と関連させ、ロケットの推進力が爆風の反動であることの理解に誘導する。

（５）３種のロケット実験

ロケットの推進力を 3 種の実験で納得する。

（5.1）水素ロケット [19:30 ~ 21:10]

水素ガスを空き缶に注入し、それを燃焼させて空き缶を飛ばす。ロケットと同じ燃料である水素を使う。ただし、ここでは空気と水素の混合気体の爆発である。安全のため、酸素ガスは用いないが、窒素を含まない酸素と水素からなる実際のロケットの燃料の爆風がいかにどの威力であろうかを（4.2）で述べた窒素の役割と（4.4）の水素爆鳴気とを関連付けて想像させる。

（5.2）マッチロケット [21:15 ~ 25:20]

マッチロケットの製作から発射までを見せる。マッチ棒の頭薬部をアルミ箔で包みながら、頭薬部には酸素が含まれていること、アルミ箔でマッチロケットの燃焼室を製作していることを説明する。燃焼室がロケットの要であることとその機能を説明する。実験の期待感を利用して、マッチ棒の発射を科学的に想像する背景を与えるのである。現象が小さいのが短所であるが、この現象の小さいことが次の大きな現象をさらに大きく見せるという効果はあると思っている。

（5.3）アルコールロケット [25:20 ~ 28:10]

ペットボトル内にエタノールを噴霧し、それを燃焼

させることでペットボトルを発射する。

ここでも、いきなりアルコールロケットを見せるのではなく、事前に噴霧器から勢いよく噴出したエタノールが爆発的に燃える様子を観察させることで、ペットボトル内での爆発が想像できるようにする。

大音響とともにペットボトルが猛烈な勢いで発射するので、想像をはるかに超えた衝撃的な体験になる(写真5)。

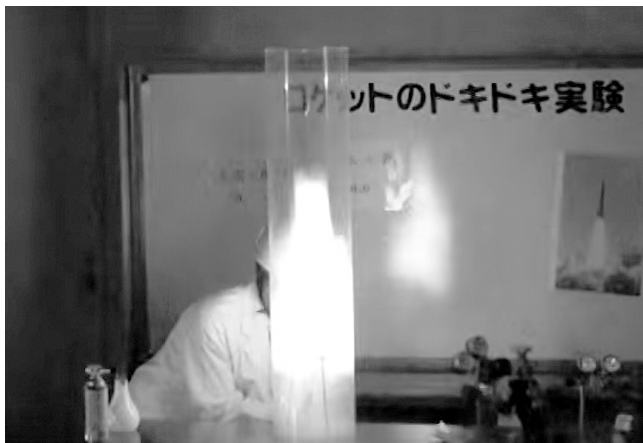


写真5 アルコールロケットの発射

ここでサイエンスショーを終了すると、見学者はただペットボトルが飛び上がることを楽しむだけになってしまい、これまで積み重ねた考察が無になってしまうことを懸念した。そこで、再度見たいという強い欲求を利用し、次に述べる工夫でニュートンの3法則を紹介する。興奮をいったん冷まして、獲得した概念の定着をねらうのである。

(5.4) ニュートンの三法則 [28:10 ~ 34:10]

クイズの正答を条件に、アルコールロケットの再演示を約束し、ニュートンの3法則でロケットの運動を説明する。ロケットが宇宙空間を爆風の反動で飛び続けるという誤解を与えないための情報提供で、さらに深い理解を求めるのである。

クイズは、ゴムひもで飛ばすロケット玩具を示して「これはロケット?」という質問である。これまで考察してきたロケットの発射原理が理解できているかどうかを確認することも目的とするもので、再実験の準備を兼ねている。そして、ペットボトルが飛び上がる

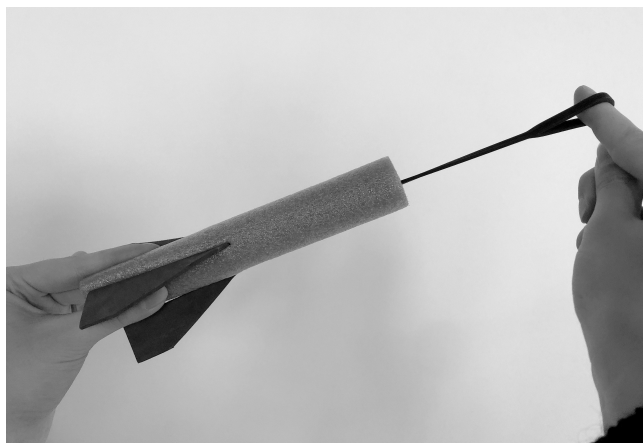


写真6 クイズに出題するゴムロケット

ことだけを楽しむのではなく、爆風も注視してロケット発射の観察・確認を行い、サイエンスショーが終わる。

以上見たように、ニュートンの三法則を除けば、ほとんどが実験から予想させ、そして次の実験で検証する流れを徹底した構成である。これ以外にも、ショーをつくるうえで「解説するだけで終わらせない」ことの重要性を強調したい。解説だけで納得させようとするのは、権威からの知識の教授であって、著者らの目指すサイエンスショーとは対極のものである。解説するのではなく、実験を見せることで、見学者が自ら発見するよう促すのである。こうなると、必然的に解説は少なく、実験は多くなる。見学者が飽きがちな長い説明も減るという訳だ。

「対話」を関連させることの意義をここで再度強調する。4章ではサイエンスショーにおける個々の「対話」を共通の目標によって関連付けることで、科学的感動が次から次へと大きくなりながら続くことも説明した。もし、「ロケットのドキドキ実験」が、本章で考察した流れではなくて、次のように演示されたらどうだろう。

まず初めに、入浴剤ロケットは<入浴剤ロケット①>と同じように演示する。見学者は自力で仮説を立て、検証し、ここで1つの「対話」を体験し、科学的感動を味わう。しかし次に、カエルの玩具の実験をせずに、いきなり宙づりの入浴剤ロケットの実験をすると、

当てもの的な仮説を検証するための実験になってしまい、「水の噴出による反動」の概念が得られない。カエルの玩具による「対話」があるからこそ、宙づりの入浴剤ロケットによる「対話」で「床を蹴る」と「反動」との違いが見学者自身の力で理解できるのである。そして、科学的な感動が得られるのである。

あるいは、入浴剤ロケットの実験と、水素の燃焼の実験、そしてアルコールロケットの打ち上げを、それぞれの実験では見学者が「対話」できるように工夫するけれども、互に関連させず、ただ単に「いろんなロケットを飛ばしてみましよう」と実験する。この場合、見学者は、せっかく 1 つ 1 つの実験では「対話」を体験し、科学的な感動を味わっていたとしても、最後のアルコールロケットの実験では、単に派手な現象を見て喜ぶだけで終わってしまう。

これらの例から察せられるように、「自然現象と対話するサイエンスショー」は、サイエンスショー全体の中にいくつか、見学者が「対話」を体験できる実験が組み込まれているだけでは足りない。「自然現象と対話するサイエンスショー」で大切なことは、サイエンスショー全体を通して見学者が実験に没頭し、仮説と検証を何度も繰り返すことで、見学者自身がまるで自然現象と対話しているように感じられるようにすることである。そのためには、既に述べてきたように、1 つの「対話」が次の「対話」の前提となり、次の「対話」を発展させるようにサイエンスショー全体を構成する必要がある。

5. 海外での実践

著者（吉岡）は、「自然現象と対話するサイエンスショー」を 2015 年から 2019 年にかけて海外の複数の科学館と学校で実践した（吉岡亜紀子 a ~ d, 吉岡亜紀子 他 2019）。

海外でも、各地の科学館でそれぞれ創意工夫がなされたサイエンスショーが日常的に上演されている。爆発等のインパクトのある現象を使って観客を引き付けようとする試みは多くされている一方、自らの力で発見する感動を味わうことを目指す、科学そのものを楽

しむサイエンスショーは、著者らの見た範囲では海外にもない。

海外での実践の目的の 1 つは、言葉や文化が日本とは大きく異なる海外でも「自然現象と対話するサイエンスショー」が受け入れられるか否かを試すことであった。

著者（吉岡）の海外での実践例は表 1 に示す通りである。著者（吉岡）が海外で実演したサイエンスショーは、これまで 4 か国、8 都市の科学館と学校でなされ、8 種類、合計 53 回である（表 1）。いずれの実演においても、大阪市立科学館のサイエンスショーを原案とし、言語としては英語を使用した。

海外でサイエンスショーを実践する場合、言語の違いが障壁になるのが普通である。英語は著者（吉岡）にとって母語ではないし、現地の公用語でもなく見学者にとっても母語でない場合がある。

「自然現象と対話するサイエンスショー」は、見学者が自然現象と「対話」を繰り返す。すなわち、演示者と見学者とのコミュニケーションよりも、自然現象と見学者とのコミュニケーションが主である。理想的な「対話」ができれば、母語でなくとも科学の醍醐味が伝えられるはずである。実際、著者（斎藤）が国立科学技術センター・クエストコンのスタッフ向けに行ったサイエンスショー（斎藤吉彦 e）は、まさにこのことの証左であろう。片言以下の英語による誘導で、クエストコンのスタッフが自然現象との「対話」に夢中になったのである。次は著者（吉岡）のサイエンスショーに対して現地の見学者と現地科学館のサイエンスショー担当者から得られた感想であり、このことを裏付けている。

[見学者が主体的に現象を観察することに関する感想]

- ・観客ひとりひとりが自分の手で偏光板をもって、自分で観察し、分析できたのが非常によかった。（ドイツ博物館）
- ・回折格子を自分の手で持って、自分で光源を観察できるのが楽しかった。（北極圏センター）
- ・写真や模型ではなく、本物の現象を見ながら話が進

表 1 海外での実践例

実践時期	国・都市	施設	上演内容
2015年 4月～5月	オーストラリア キャンベラ	国立科学技術センター・クエスタコン (Questacon - The National Science and Technology Centre)	3 種類 合計 9 回 「炎のアツい科学」(原案 小野昌弘、文献なし) 「空気パワー」(長谷川能三 2011) 「見える見えないのふしぎ」(長谷川能三 2016)
2016年 2月	フィンランド ロヴァニエミ	北極圏センター・アルクティクム (Arctic Centre Arktikum) (催し「星の日 (Tähtipäivät)」)	1 種類 5 回 「虹のひみつ」(長谷川能三 2018)
2016年 4月～5月	ドイツ ミュンヘン	ドイツ博物館 (Deutsches Museum)	2 種類 合計 6 回 「見える見えないのふしぎ」 「水の科学」(岳川有紀子 2015)
2016年 10月	ドイツ ミュンヘン	ドイツ博物館 (Deutsches Museum) (催し「博物館の長い夜 (Die Lange Nacht der Museen)」)	1 種類 1 回 「紫キャベツで大実験」(原案 岳川有紀子、文献なし)
2017年 4月～5月	スイス ヴィンタートゥール	スイス科学館テクノラマ (Swiss Science Center Technorama)	2 種類 合計 15 回 「見える見えないのふしぎ」 「紫キャベツで大実験」
2018年 4月～5月	オーストラリア キャンベラ	国立科学技術センター・クエスタコン (Questacon - The National Science and Technology Centre)	3 種類 合計 6 回 「動く？動かない？チカラの実験」(小野昌弘 2018) 「水の科学」 「紫キャベツで大実験」
2019年 4月～5月	オーストラリア メルボルン	サイエンスワークス科学館 (Scienceworks)	1 種類 2 回 「動く？動かない？チカラの実験」
	オーストラリア ベンディゴ	ベンディゴ・ディスカバリーセンター科学館 (Discovery Science and Technology Centre Bendigo)	2 種類 合計 3 回 「世界一簡単ブーメラン」(大倉宏 2012) 「動く？動かない？チカラの実験」
		クワリーヒル小学校 (Quarryhill Primary School)	2 種類 合計 2 回 「世界一簡単ブーメラン」 「動く？動かない？チカラの実験」
2019年 8月	オーストラリア シドニー	シドニー日本人国際学校 (Sydney Japanese International School)	2 種類 合計 2 回 「世界一簡単ブーメラン」 「動く？動かない？チカラの実験」
	オーストラリア ウロンゴン	サイエンススペース科学館 (Science Space)	2 種類 合計 2 回 「世界一簡単ブーメラン」 「動く？動かない？チカラの実験」

むから、全部納得できた。説得力があった。(北極
圏センター)

[観察に基づいて見学者が推論することに関する感想]

- ・何度も何度も同じような現象を見せてくれるから、
これもこういうことか？と感覚がつかめてくる。予想
できるようになってくる。それがよかった。(ド
イツ博物館)
- ・自分で予想した通りになったから嬉しかった。(ド
イツ博物館)

[自然現象と「対話」することに関する感想]

- ・このショーでは、現象がわかりやすくしゃべってく
れる。(スイス科学館テクノラマ)

・シンプルな、伝えたいことがあり、実験と問いかけ、
答えてもらうことを繰り返してそこに到達する、と
いうサイエンスショーから、多くのことを学んだ。
(スイス科学館テクノラマ)

以上のことから、著者らは「自然現象と対話するサ
イエンスショー」が海外でも普及する手ごたえを得て
いる。

また、海外での普及活動では、機材の輸送に制限が
あるのが問題である。大きな機材や精密機器、ある種
の実験材料を現地科学館まで輸送することは難し
かったり、ほとんど不可能であったりする。さらに、海外
に大人数で遠征することも難しいので、現地科学館と
の打ち合わせ、準備、実演、突発的なできごとへの対



写真7 ドイツ博物館でサイエンスショーをする著者（吉岡）（写真はドイツ博物館提供）

応その他を全て1人か少人数で行う必要がある。「自然現象と対話するサイエンスショー」では大掛かりな演劇用の小道具や衣装が不要で、実験機材のみを用いればよい。演示者も1人で行うことが可能な「自然現象と対話するサイエンスショー」は、海外での実践ではこの点においても有利であると感じられた。

今後、海外での実践も継続し、様々な文化や言語の人々に見学してもらい、フィードバックを得て、「自然現象と対話するサイエンスショー」が国内外でスタンダードとなり得るかどうか試したい。

6. まとめ

サイエンスショーは全国各地でそれぞれ創意工夫がなされているが、サイエンスショーの手法に関するスタンダードはこれまで提示されていない。著者が目指すのは、見学者が自らの思考を背景に自然現象の観察を行うことにより、発見の感動を体験する、科学そのものを楽しみ、科学の醍醐味を味わうことのできるサイエンスショーである。本稿はサイエンスショーのスタンダードとして「自然現象と対話するサイエンスショー」を提案したものである。夢物語ではなく、著者らの実践活動に基づくものである。



写真8 ドイツ博物館でのサイエンスショーの様子（写真はドイツ博物館提供）

「自然現象と対話するサイエンスショー」は、見学者が、教科書や先生など権威者に問うのではなく、自然現象に問うことで個人の力で正解を見出すことを原則とするものである。誰から支配されることもなく、自分独自の思考の正しさが証明されるので、得る感動は科学者が大発見をしたときのものと同質と考えている。

著者（斎藤）が科学館の学芸員になって間もないころ（1990年ごろ）、先輩学芸員から「資料に語らせるのが博物館の理想」と薫陶を受け、しばしば様々なところで同様の刺激を受けてきた。博物館は見学者が自身の力で資料から学ぶ場であり、それを可能にするのが博物館職員の役目と著者らは考えている。今日、IT技術の急速な発展に伴って、博物館も様々なところで著しい進化が見られるが、「資料に語らせる」ことは博物館でもある科学館の活動の本質と思う。科学館では自然現象そのものが貴重な資料なので、「自然現象と対話するサイエンスショー」はまさに「資料に語らせる」の具現である。

人間にとって、自身の思考はとても大事なものであり、誇りとすべきものである。大多数の人々は、幼少のころは生き生きと自分を主張していたであろうが、成長するにしたがって、権威や多数に従属することを学習し、自身の思考を放棄することに慣れてしまっているようである。著者らは人々に自身の思考に誇りを取り戻していただくことを願って、「自然現象と対話

するサイエンスショー」の実践を続けている。

著者らはこれをサイエンスショーのスタンダードとして提唱する。読者のみなさまからの忌憚のないご意見をお願いして筆を置く。

7. 謝辞

「自然現象と対話するサイエンスショー」の源流は2000年に琵琶湖博物館でのワークショップで評価と利用者の視点について学んだことがきっかけで（琵琶湖博物館・滋賀県博物館ネットワーク協議会2000）、その後、布谷知夫氏や染川香澄氏たちが主催する関西博物館研究会で鍛えていただいたことにある。そこで得たことをサイエンスショーというフィールドで実践しながら育ててきたものが「自然現象と対話するサイエンスショー」である。鍛えていただいたみなさまにこの場を借りて心より感謝申し上げます。そして、日立サイエンスショーフェスティバルをはじめ、様々な研究会などで議論と刺激をいただいた多くの方々に感謝申し上げます。また、海外での実践において演示具の提供などで協力いただいた大阪市立科学館の学芸員に、そして演示の場を与えてくれたオーストラリア国立科学技術センター・クエスタコン（Questacon - The National Science and Technology Centre）、北極圏センター・アルクティクム（Arctic Centre Arktikum）、ドイツ博物館（Deutsches Museum）、スイス科学館テクノラマ（Swiss Science Center Technorama）、サイエンスワークス科学館（Scienceworks）、ベンディゴ・ディスカバリーセンター科学館（Discovery Science and Technology Centre Bendigo）、クワリーヒル小学校（Quarryhill Primary School）、シドニー日本人国際学校（Sydney Japanese International School）、サイエンススペース科学館（Science Space）に心より感謝申し上げます。

註

- (1) この意味を強調するために、以下、「対話」と括弧付で表記する。

引用参考文献

- 愛知物理サークル・岐阜物理サークル1990「いきいき物理 わくわく実験」日本評論社
- 大倉宏2012「サイエンスショー「飛べ！ブーメラン」実施報告」大阪市立科学館研究報告22号 pp.85-88
- 大阪市立科学館a「今までのサイエンスショー」
<http://www.sci-museum.jp/science/archive/>（2019年6月検索）
- 大阪市立科学館b「エキストラ実験ショー」
<http://www.sci-museum.jp/science/extra/>（2019年6月検索）
- 小野昌弘2018「サイエンスショー「動く？動かない？チカラの実験」実施報告」大阪市立科学館研究報告28号 pp.69-74
- 川崎寿則2016 全国科学博物館協議会第23回研究発表大会事例発表11「日立サイエンスショーフェスティバルーサイエンスショー担当者の情報交換と研修の取り組み」
- 斎藤吉彦a「ロケットのドキドキ実験」
<https://youtu.be/mQ3UDhjuC4c>（2019年6月検索）
- 斎藤吉彦b「スーパー磁石 アルミが動く？」
http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/sshow/s_magnet.htm（2019年6月検索）
- 斎藤吉彦c「斎藤吉彦のサイエンスショー動画集」
<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/sshow/>（2019年6月検索）
- 斎藤吉彦d「バブロケット@大阪市立科学館」
<https://youtu.be/Go6HsWUzM5g>（2019年6月検索）
- 斎藤吉彦e「Science Show "Eddy Current" from Japan to Australia」
<https://youtu.be/5hyrI5rFLbQ>（2019年6月検索）
- 斎藤吉彦g「スカイプ中継：大阪市立科学館から Questacon @キャンベラ、オーストラリア 渦電流」
<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/sshow/questacon2015.htm>（2020年4月検索）
- 佐々木勝浩2001「サイエンスショーの意義と実際」博物館研究 Vol. 36No. 7pp. 3-8
- 岳川有紀子2015「サイエンスショー「水の科学」実施報告」

-
- 大阪市立科学館研究報告 25 号 pp. 77-80
- 長谷川能三 2011「サイエンスショー「びっくり！どっきり！
空気のちから」実施報告」大阪市立科学館研究報告 21
号 pp. 79-82
- 長谷川能三 2016「サイエンスショー「フシギな偏光板」実
施報告」大阪市立科学館研究報告 26 号 pp. 101-104
- 長谷川能三 2018「サイエンスショー「虹でじっけん、光
のせかい」実施報告」大阪市立科学館研究報告 28 号
pp. 79-82
- 琵琶湖博物館・滋賀県博物館ネットワーク協議会（2000）
「ワークショップ&シンポジウム 博物館を評価する視
点」琵琶湖博物館研究調査報告 17 号
- 吉岡亜紀子 a 2016「オーストラリア・国立科学技術館（ク
エスタコン）でのサイエンスショー実演等の実施報告」
大阪市立科学館研究報告 26 号 pp. 203-212
- 吉岡亜紀子 b 2016「フィンランド・北極圏センター（アル
クティクム）でのサイエンスショー実演等の実施報告」
大阪市立科学館研究報告 26 号 pp. 213-218
- 吉岡亜紀子 c 2017「ドイツ博物館でのサイエンスショー実
演の実施報告」大阪市立科学館研究報告 27 号 pp. 209-
212
- 吉岡亜紀子 d 2018「スイス科学館テクノラマでのサイエン
スショー実演の実施報告」大阪市立科学 研究報告 28
号 pp. 173-176
- 吉岡 亜紀子、奥出 恵子、坪井 建治、林 ゆりえ、西口 晴子、
林 陽一郎、岸本 由希 2019「オーストラリア国立科学
技術館（クエスタコン）でのサイエンスショー実演等（第
6 次海外遠征）の実施報告」大阪市立科学館研究報 29
号 pp. 199-214