

自然が語るサイエンスショー

齋藤 吉彦*

概要

「ロケットのドキドキ実験」のビデオを例に、著者のサイエンスショーに関する理念や実践を紹介する。そして、見学者自らの思考や推論で自然現象を観察するサイエンスショーの可能性を説く。

1. はじめに

サイエンスショーは全国の科学館や科学イベントで実施され、常に人気を博している。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、それぞれ創意工夫がなされている。本稿では著者の取り組みを紹介する。

大阪市立科学館は「科学を楽しむ文化の振興」を使命としている。したがって、サイエンスショーはその場その瞬間が楽しいだけでは不十分で、聴衆が家族や友人、同僚などにその楽しさを伝播するようなレベルで、文化として発信する原動力が求められる。強く印象に残る感動を与えなければならないのである。さらにそれはアミューズメント施設などでの感動ではなく、科学的思考を背景にした感動である。

1-1. 対象

対象は普通の人々である。学校では、生徒は勉強する義務があり、「テストに出る」などと強制が可能である。一方、科学館へ来る人々にはそのような義務はなく、学習動機はほとんどない。行楽で科学館へ来るのが大半で、アミューズメント施設などは出費が嵩むので安くて楽しそうな科学館という場合が多いかもしれない。科学の勉強をするという強い意志を持って来る人々は稀である。サイエンスショー会場の聴衆のほとんどは、何かおもしろいものを見たいと思っているだけで、知識を高めるために努力をする人は少ない。のんびりと、自由気ままな思考をしながら演者に向かって座っている。このような人々の勝手気ままな思考を演者の方に向かわるために、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など、全国で創意工夫

がなされているのである。

1-2. 目標

サイエンスショーで、教科書に載っていることを紹介するのは、学校教育を支援する意味で意義深いことである。また、最先端の科学や偉人の言ったことなどを紹介するのも、科学の普及において重要な意味を持つ。しかし、短絡的な紹介をすると、聴衆の思考は受け身になり、演者の弁を信じること、そして、記憶することを強要され、上で述べた普通の人々の思考はサイエンスショーの外へ向かってしまう。

そこで、著者は、聴衆が自らの思考や判断で自然と対話できるようなサイエンスショーを目標にしている。結論を演者が教えるのではなく、自然現象が決めるのである。聴衆にとっては、先生などの権威者の言を信じるのではなく、自らの力で導いたことを自然現象で確認する、そして自分の脳に誇りを持ち最高の感動を味わうのである。冒頭で述べた「科学を楽しむ文化の振興」に資するはずである。本稿ではこれを「自然が語るサイエンスショー」と呼ぶことにする。

著者は1993年からサイエンスショーの企画実演をしてきた。当初はびっくりショー的な現象で聴衆をひきつけ、その後に現象の科学的な説明をしていた。普通の人々はこのような説明を求めてはおらず、次に起こる楽しい現象を心待ちにしているのである。生きた解説をしようと苦闘するうちに、普通の人々を意識するようになった。学芸員である自分とは異なるのである。そして、近年では上記の自然が語るサイエンスショーを目標にしている¹。以下では、「ロケットのドキドキ実験」²を事例として、著者の実践を紹介する。

2. ロケットのドキドキ実験

本サイエンスショーは、ロケットの推進力が爆風の反

*大阪市立科学館 学芸員
saito[at]sci-museum.jp

動であること紹介するもので、様々な現象で普通の人々の思考を促し納得させることを試みたものである。以下ではYouTubeにアップロードしたビデオ²を基に、著者の方法を紹介する。項目番号の後の数字は対応するビデオの時刻である。

2-1. 導入

(1) 0:13-0:16

冒頭でサイエンスショーの所要時間が30分であることを知らしている。この一言で、雑念でいっぱいの人々に、30分の覚悟を植え付け、ある種の緊張感を与えることを目的としている。概要紹介など通常のイントロダクションよりもこの種の紹介の方が効果的であるとの調査結果があり³、もっともなこととして実践している。

(2) 0:22

サイエンスショーが始まってほとんどいきなり「ロケットを飛ばしましょうか？」と発している。聴衆は雑念でいっぱいであるが、ロケットには期待しているはずである。その期待に応える一言で、演者の方へ思考を向けさせることを意図している。

2-2. 入浴剤によるフィルムケースロケット

(3) 0:25-0:50

入浴剤による発泡を実際に見せ、エネルギー源のイメージを与える。

(4) 0:50-1:18

フィルムケースの構造を説明。実験開始までにこの手の情報を与えることが重要。実験後に説明しても、聴衆の耳には届かない。

(5) 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」という語を使って準備を進める。危険防止と言って、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。このようなガードなしに飛ばすと、視覚的に訴える効果が小さいので、金属板にフィルムケースが衝突する音で効果を高めることを目的としたものである。

(6) 1:30-2:00

フィルムケース内で発泡がはじまり、やがてフィルムケースの発射現象が生じるが、発射現象が起こるまでにフィルムケース内の様子や次に起こることを想像させることが重要。事前の思考がびっくりショーを超える感動、すなわち自然と語り合う経験となる。

(7) 2:15-5:00

フィルムケースが宙ぶり状態でも飛び上がる現象は、作用反作用の確認実験となる重要なものである。これを自然に語らせるのである。すなわち、普通の人々が「宙ぶりで飛び上がるか、それとも飛び上がらないか」を推論し、実際に実験で確かめるのである。自然との

対話である。これを可能にするため、事前にカエルの玩具で思考する。(6)でのフィルムケースロケットの体験がこの思考を可能にしている。この直前のフィルムケースロケットの体験がなければ普通の人々にカエルの玩具による思考を促すのは困難である。彼らはカエルの玩具による思考をすれば、「再度フィルムケースロケットの発射を見たいけれども宙ぶりのカエルは跳ばない」という期待と矛盾する事実葛藤しながらフィルムケースロケットを注視するのである。自然との対話が始まるのである。そして、フィルムケースロケットが飛び上がったことから、次の観察の動機を得る。



写真1. 宙ぶりのカエルの玩具
宙ぶりの場合は、蹴っても動くことはできない。



写真2. 宙ぶりのフィルムケースロケット
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。

(8) 5:00-5:30

フィルムケースロケットが飛び上がる瞬間の連続写真を観察し、作用反作用の概念を導入。ロケットの爆風の意味をつかませる。(7)での思考や感動がここでの観察を可能にしている。最近では連続写真でなく超スロービデオを利用している⁴。

(9) 5:30-6-30

再度、宙ぶりのフィルムケースロケットを観察するが、

ここでは飛び上がる原理を確認することが目的である。同時に、実際のロケットが爆風の反動で飛び上がることも再確認。彼らのもう一度見たいという欲求に応えることで、概念を定着させる。

2-3. 風による反動

(10) 7:30-8:10

ロケット風船。「なぜ飛ぶか？」の質問に「空気」という答えが返ってくる。これまでの演示で概念が導入されたのであろう。ロケット風船は次の実験の準備でもある。

(11) 8:15-11:00

「風船は軽いから飛ぶ」という素朴な疑念に応えるもの。「人間を動かすには強い風が必要である」と自ら答えを出させるように聴衆との会話を工夫する。強風の反動で人間が動くことを推論した上で、その運動を確認する。拍手が起こるのは、自然との対話による感動によるものであろう。作用反作用の概念が強固なものになったと思われる。



写真3. ブロアー列車

吐く息で動かそうとするが動かない(上)。風の反動を理解しているのであろう。ブロアーの強風なら動く(下)。

2-4. ロケットの燃料

(12) 11:15-12:15

ロケット燃料の概念を導入する際に、期待感を維持

する目的で「爆発」という単語を使っている。

(13) 12:15-15:00

燃焼に必要なものとして酸素を導入するだけでなく、窒素が燃焼を妨げていることを説明しておくことが重要。この窒素の役割を知っていれば、酸素だけで激しい燃焼になることが予想できる。また、後の爆発実験の予想に有用な概念となる。

(14) 15:00-16:00

水素のシャボン玉の燃焼は空気中での水素爆発であるが、窒素が燃焼を妨げていることを確認しておくことが有用。これによって、酸素と水素だけによる強烈的な爆発を正しい知識を背景に期待できるのである。

(15) 16:20-19:30

2回の爆発実験が効果を増す。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、爆風の観察へと導く。ここで(11)までの観察とリンクし、ロケットの飛び上がる原理の理解に至る。

2-5. 3種のロケット実験

(16) 19:30-21:10

ロケットと同じ燃料である水素を使うことと、空気による爆風であることから、窒素を含まない実際の酸素+水素によるロケットの飛翔を想像させる。

(17) 21:15-25:20

マッチ棒ロケットの製作をしながら、酸素の確認とロケットの燃焼室の概念を導入する。次の現象への期待感を利用して、観察のための必要な概念の説明をする。

(18) 21:15-25:20

噴霧器からのアルコールを燃焼させることで、ペットボトル内での爆発を想像させる。大音響とともにペットボトルが猛烈な勢いで飛翔するのは、想像をはるかに超えた現象であろう。衝撃的な体験なので、ここでサイエンスショーを終了すると、これまで積み重ねた考察が消失してしまう。その一方で、再度見たいという強い欲求がある。この欲求を活用すれば、これまでの体験をよみがえらせ、さらに科学的な観察が可能になる。以降はその試みである。



写真4. アルコールロケットの発射

(19) 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、クイズのヒントと称してニュートンの 3 法則を紹介。紹介に際しては、普通の人々にとって未体験のことや抽象的なことは避け、彼らが体験したことを基に行うのが原則である⁵。爆風の反動で飛翔するという直前の体験を基に、HAYABUSA の帰還や常設展示を例に説明している。再度見たいという強い欲求があるので、普通の人々が真剣に解説を聞いている。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、これまで考察してきたロケットの飛翔原理を確認するものである。再実験の観察の準備を兼ねている。再実験を含めて次の効果を期待している。



写真5. クイズに出題するゴムひもロケット

- (ア) 「宇宙空間を飛び続ける時も爆風を噴出している」という誤解を解く。多くの人々が抱いている誤解であり、さらに本サイエンスショーにはこの誤解を助長する危険性がある。クイズ形式をとらなくても注意すべきことである。
- (イ) 再実験により、爆風の噴出とロケットの飛翔を意識した観察をし、獲得すべき概念の定着を促す。これにより、感動を持ち帰り科学的な会話が可能になる。「科学を楽しむ文化の振興」に資することで、実現すれば理想的なことである。
- (ウ) ニュートンの 3 法則の存在を知る。ほとんどの聴衆には難しい概念で完全な理解を求めるのは困難であろう。会場の絶頂の雰囲気壊すもので、エンターテイメントだけを目的とするショーなら避けるべきである。しかし、サイエンスショー自体を破壊するものではないし、たとえ理解できない部分があっても理解できないこと自体を知ることが重要である。消化できないことを持ち帰り、さらに学習する機会となるかもしれない。また、聴衆の一部ではあるが理解できる人もいるであろう。ロケット飛翔の原理に留まらずに、さらに広い歴史的な概念を知る可能性があるし、適度のストレスが効果的な場合もあるので、著者はあえてニュートンの 3 法則の紹介をしている。

(エ) 物理の学習動機を与える。(ウ)と関連したことで、聴衆の中には稀であるが科学者の卵がいるはずである。彼らを刺激するねらいがある。

3. おわりに

自然が語るサイエンスショーとは、普通の人々が自身の力で推論し、その正否を現象に問うものである。演示者は現象を解説するのではなく、普通の人々の思考を促すのである。普通の人々は、自由奔放であり勝手気ままな思考をしているので、彼らの思考を科学的なものに導くために様々な工夫が必要である。普通の人々を十分理解する必要がある。著者の場合は、彼らの期待に応えながら楽しい空間を創出し、科学的な思考へ導くよう試行錯誤している。楽しくなければこのようなことは不可能であるが、ある程度の思考のストレスも必要で、それが達成感を強め次の思考への動機を与えるようである⁶。理想的な展開ができれば、普通の人々が時間を忘れ、自然との対話に夢中のままサイエンスショーを終えることができるであろう。

大阪市立科学館の元館長、伊藤公一先生(故人)はノーベル賞候補として紹介されることがあった。そのご自身の研究で、大発見の時のことを「まさに自然と対話しているようであった。」と語られていた。恐れ多いが、その語を借用して著者が目指すサイエンスショーを「自然が語るサイエンスショー」と呼ばせていただいた。

「自然が語るサイエンスショー」は普通の人々が自分の推論を自然現象で確かめるのである。教科書や先生など権威者に問うのではなく自然に問うことで、個人の力で正解を見出すのである。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ある。得る感動は伊藤先生のもの、すなわち科学者のものと同質である。

普通の人々は、多くの場合、教科書や先生の言を信じることを強いられてきたであろうし、自然に問うという経験は皆無であろう。ぜひとも自然との対話による感動を体験していただきたいものである。

本稿がサイエンスショーを実演される方々の参考になれば幸いである。

¹ <http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/sshow/index.phtml>

² <https://youtu.be/mQ3UDhjuC4c>

³ John H. Falk:「博物館体験 学芸員のための視点」雄山閣

⁴ <https://youtu.be/Go6HsWUzM5g>

⁵ 市川伸一・伊東裕司:「認知心理学を知る」ブレーン出版

⁶ Mihaly Csikzentmihalyi:「フロー体験 喜びの現象学」世界思想社