

# サイエンスショー「ロケットのドキドキ実験」実施報告

齋藤 吉彦\*

## 概要

「ロケットのドキドキ実験」は、ロケットの推進力が爆風による反作用であることを実感させるサイエンスショーで、2011年3月から5月まで大阪市立科学館で公開された。2003年に「ロケットのひみつ」が実施されているが、本サイエンスショーは、これをよりダイナミックに、そして確実なものに改良されたものである。

### 1. はじめに

ロケットは老若男女を問わず多くの市民が興味を持っているが、ロケットの推進力が爆風の反作用であることを知る人は少ない。そこで、ロケットの推進力をテーマにサイエンスショーを企画した。様々な現象を楽しむうちに、ニュートンの3法則でロケットの原理が理解できることを目標とした。本サイエンスショーは2011年3月から5月まで大阪市立科学館で実演された<sup>1</sup>。

なお、このサイエンスショーは、2003年に実施したサイエンスショー「ロケットのひみつ」<sup>2</sup>を、よりダイナミックで確実な実演としたものである。また、ニュートンの3法則を理解する実演をより多く行うために、歴史的な逸話を割愛した。

本稿では、2章で演示の概要を、3章で考察を与える。詳しくは動画<sup>1</sup>を公開しているので、それをご覧いただきたい。

### 2. 演示

演示は、作用反作用、気体の放出による推進、水素爆発、ロケット実験、原理のまとめ、の6部で構成される。それぞれを以下に示す。

#### 2-1. 作用反作用

- ① フィルムケースの中で入浴剤を発泡させその圧力で蓋が開きフィルムケースが飛び上がる(フィルムケースロケット)のを観察する。かえるのおもちゃを使い、床をけて飛ぶことを強調する。
- ② 床におかずに、フィルムケースを宙吊りにしても飛び上がることを観察。蓋が開いた瞬間に水が放出

されていることを写真で紹介。水の放出の反作用で飛ぶことを導入する。



#### 2-2. 気体の放出による推進

フィルムケースの推進力は水の放出であるが、気体の放出でも推進力が得られることを紹介。

- ① ロケット風船。風船が空気を放出する反作用で飛ぶ。
- ② ブLOWER列車<sup>3</sup>。ブLOWERの空気の放出で、人乗せた椅子がレール上を推進する。

#### 2-3. 水素爆発

ロケットの推進力は水素爆発による爆風であることを紹介し、実際に水素爆発による爆風を観察する。

- ① 水素のシャボン玉。空気中で水素のシャボン玉に着火し、水素が燃焼ガスであることを確認。
- ② 水素爆鳴気。水素と酸素との混合ガスをパイプに注入し、着火する。爆音とともに爆風がパイプの端から噴出するのを確認する。

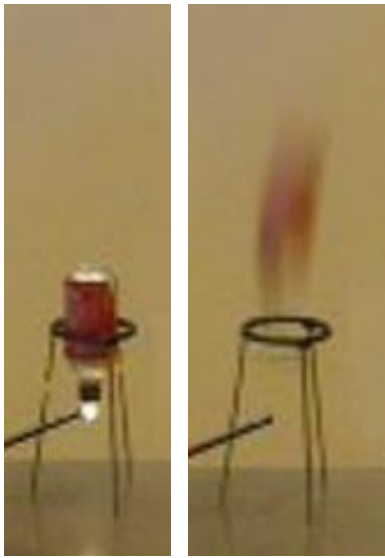
#### 2-3. ロケット実験

実際に爆風で飛び上がるものを3例紹介する。

- ① 空き缶ロケット。空き缶に水素入れ、空気と混合さ

\*大阪市立科学館 学芸課  
saito[atmark]sci-museum.jp

せる。着火すると爆発し、蓋にあけた小さな穴から出る爆風で空き缶が飛び上がる。



- ② マッチロケット。NASA が公開しているものを改良<sup>4</sup>。マッチ数本を束ね、頭薬部分をアルミホイルで包む。アルミホイルの上から頭薬部分を加熱すると、発火し燃焼ガスを噴出してマッチが飛ぶ<sup>5</sup>。
- ③ アルコール・ペットボトルロケット<sup>6</sup>。ペットボトルにアルコールを噴霧して着火する。ペットボトル内で爆発が起こり、爆風が蓋の小穴から噴出し、ペットボトルが勢いよく飛び上がる。



#### 2-4. 原理のまとめ

ニュートンの 3 法則をロケットの原理を通じて紹介する。

- ① ロケット推進力はこれまでの実験で紹介した作用

反作用であること

- ② 宇宙空間を飛び続けるのは、爆風でなく、慣性であること
- ③ 再び地球へ戻る制御は、運動の法則による計算によって適度な爆風で加速を得ていること

#### 3. まとめ

2003 年に実施した「ロケットのひみつ」からの変更点について評価する。

- ① フィルムケースロケット。水を噴出する瞬間の写真を見せることを追加し、さらに再度観察による確認を行った。このことで、作用反作用が相当納得できるものになったと思われる。
- ② 水素爆鳴気。今回は演示中に水の電気分解により直接パイプに爆鳴気を注入していたが<sup>7</sup>、安定して爆発させることが困難であった。今回は注射器にあらかじめ水素ガスと酸素ガスを適量準備しておいたので、成功率が極めて高くなった。
- ③ アルコール・ペットボトルロケット。今回は燃料をウイスキーとしたが、今回はエタノールを採用したので、迫力が極めて大きくなった。
- ④ ニュートンの3法則の紹介。単にまとめとしてこれを紹介してもほとんど聞いてもらえない。そこで、クイズに正解すれば再度アルコールロケットの実演をすることにして、クイズのヒントとしてニュートンの3法則を紹介した。今回は真剣に聞いていただけたようである。これもアルコールロケットの強烈な効果であろう。

迫力ある実演でも、現象を見た後の単調な説明は聞いてもらえない。そのような展開では、聴衆は迫力ある現象を楽しむだけで、アミューズメント施設での体験と同様である。それは思考を伴う体験ではない。著者は常に現象を予想させながら、それも正解を聴衆が自ら演繹できるように展開を心がけている。今回もそのような展開をしたつもりである。動画を公開しているのでご批評いただけると幸いです<sup>1</sup>。

<sup>1</sup> <http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/sshow/rocket2.htm>

<sup>2</sup> 齋藤吉彦, 大阪市立科学館研究報告 14,159-162(2004)

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

<sup>3</sup> 愛知・岐阜・三重物理サークル:いさいき物理わくわく実験2,日本評論社

<sup>4</sup> [http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/TRCRocket/match\\_rocket.html](http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/TRCRocket/match_rocket.html)

<sup>5</sup> [http://youtu.be/t77uFLF7c\\_A](http://youtu.be/t77uFLF7c_A)

<sup>6</sup> 海老崎功:<http://web.kyoto-inet.or.jp/people/ebisan/c2h5oh.htm>

<sup>7</sup> 小野昌弘:大阪市立科学館研究報告, No8,77