

サイエンスショー「ジャイロのわがまま実験」実施報告

齋藤 吉彦*

概要

ジャイロの安定性と歳差運動を観察するサイエンスショーを企画し、2008年9月から11月まで実施した。ジャイロコンパスの原理や地球の歳差運動にも言及した。

1. はじめに

高速回転体は姿勢が安定で、姿勢を崩そうと力を加えると歳差運動をする(ジャイロ効果)。ジャイロ効果は、聴衆の常識とは異なるので、演示実験に相応しいものである。ジャイロ効果をテーマにしたサイエンスショーは、大阪市立科学館では、1997年が最初で¹、その後2002年にも実施した²。それ以前にも、歳差運動は1994年の「風はふしぎ」の中で、車輪と厚紙で作ったブーメラン(厚紙ブーメラン)を使って紹介している³。その後、ジャイロ効果を主テーマとはしないが、厚紙ブーメランはサイエンスショーの演示アイテムとして利用されることが多く、揚力と合わせて車輪を用いた歳差運動で解説するのが常道である^{4,5}。今回のサイエンスショーは、ジャイロ効果をテーマとするもので、これまでの実績のあるアイテムに、新たなアイテムとして、地球の歳差運動とジャイロコンパスとを加えた。これら新アイテムはジャイロ効果に関して、身近な例や応用を提示するものである。つまり、地球の歳差運動は黄道十二支星座とその誕生月の太陽との位置関係に反映していること、ジャイロコンパスは回転子の歳差運動で、その軸が常に北を指すよう工夫されたものであることを紹介するのである。これら新アイテムは3章で議論するように、人類の知的活動を感じさせるものである。単なる物理法則を紹介するサイエンスショーからの飛躍を目指したものである。

本稿では2章で演示内容を、3章で考察を与える。

2. 演示

主な演示実験とその構成を表1に与えた。各演示実験

の詳細は次に与える。

表1. 主な演示実験

(1) 回転体の安定性	
導入	こま、ヨーヨー、竹とんぼ、皿回しなどの玩具で遊ぶ。
確認	地球ゴマのキャッチボール、ジャイロスコープの観察
既知の事象	フットボール、地球の回転軸の傾きと公転運動
応用	剣玉
(2) 歳差運動	
導入	車輪を使って遊ぶ。
概念の応用	コマの綱渡り、厚紙ブーメラン
応用例	ジャイロコンパス
既知の事象	地球の歳差運動と誕生月と十二支星座

2-1. 回転体の安定性

導入

こまの綱渡り(図1)で見学者をひきつけ、ヨーヨー、竹とんぼ、皿回し(図2)などの玩具で遊びながら、回転体の安定性に気付かせる。

*大阪市立科学館 学芸課
E-mail:saito at sci-museum.jp
URL: http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/ saito



図 1 こまの綱渡り

既知の事象

回転体の安定性と既知の事象とをリンクさせるため、フットボールのキャッチボールをしたり、地球儀を用いて、地球の公転軸に対する自転軸の傾きが一定であることの説明などを行う。

概念の応用

剣玉の串刺しの方法を考えさせる(図4)。



図 4 剣玉



図 2 皿回し

確認

地球ゴマを見学者に投げさせ、姿勢の安定性を納得させる。また、回転台に乗せたジャイロスコープで回転子の回転軸が向きを変えないことを確認させる(図3)。



図 3 回転台に乗せたジャイロスコープ

2-2. 歳差運動

導入

車輪の軸を傾けようとする、思わぬ方向へ運動することを確認させる(図5)。そして、車輪をロープに吊るして、歳差運動を確認する(図6)。



図 5 車輪で遊ぶ



図 6 車輪の歳差運動

概念の応用

綱渡りのコツを歳差運動から考察する。また、厚紙ブーメランの演示(図7)*をした後、ブーメランの運動についてこまや車輪の歳差運動を例に考える。



図 7 厚紙ブーメラン

応用例(ジャイロコンパス)

ジャイロコンパスの回転子の回転軸は水平面に拘束されている。そのため地球の自転とともに回転子には偶力が作用し歳差運動をする。そして、回転軸が水平面で北を指して落ち着く。このモデルとして、次のような演示を行う。ジャイロスコープを回転台に載せて回転台を回転させる。地球の水平面に対応する面内に回転子を拘束すれば、ターンテーブルを回転させると、ジャイロスコープの回転子は「北」を指して落ち着く(図8)。そして、実物のジャイロコンパス(アンシューツ式 1950年製)を紹介する(図9)。

* 作り方・投げ方などは様々なところで紹介されている。参考文献4にもあり、これは著者のホームページから見ることができる。

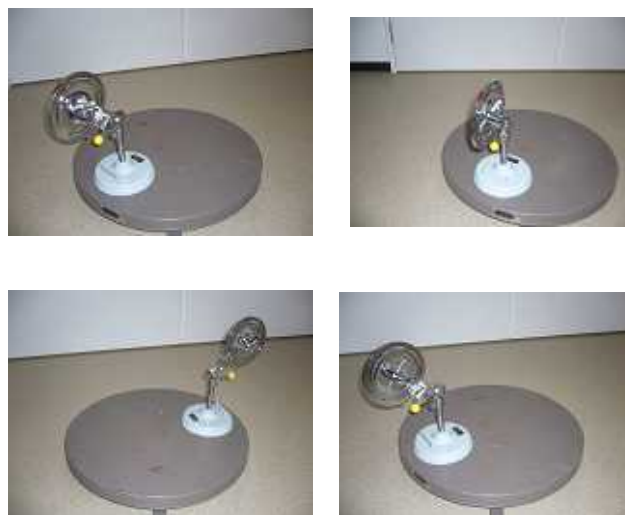


図 8 ジャイロコンパスの演示



図 9 ジャイロコンパス

既知の事象(誕生月と黄道十二星座)

著者は次のような順序で解説をした。

- (1) 見学者一人の誕生月と星座を尋ねる。
- (2) 誕生月にその星座が太陽の東に出ている、誕生月よりも一月前にその星座は太陽の位置にある。
- (3) 地球は 26000 年周期で歳差運動しており、春分点が 26000 年で黄道を周回する。つまり、13000 年前には夏に冬の星座が見えていた。13000 年で半年ずれている。約 2000 年で一月でずれる。
- (4) (1)の一月前というのは(2)で見積もった2000年に相当する。すなわち、今から 2000 年前の誕生月にその星座は太陽の位置にあった。
- (5) つまり、誕生月と黄道十二星座との対応は約 2000 年間語り継がれてきたものである。

ブーメラン

厚紙ブーメランの運動を再度観察させ、地球の歳差運動との関係を強調する。

3. 考察

ジャイロ効果を扱うサイエンスショーは 1 章に書いたように、すでに当館では数多く実施してきており、ノウハウの蓄積があった。また、一方で、厚紙ブーメランは最近、様々なところで実施されているので、既に知っている見学者も多く、1994 年に実施した時ほどの演示効果³は期待できなくなってきた。そこで、今回はジャイロ効果を単なる物理法則として見せるだけでなく、技術的な応用を紹介したり、身近な事象とリンクさせることをも目標とした。前者がジャイロコンパスであり、後者が誕生月における十二支星座の位置と地球の歳差運動との関係である。

ジャイロ効果の紹介は、これまでのノウハウの蓄積もあり、好評であったと思われる。しかし、ジャイロコンパスおよび誕生月と十二支星座とは難しい内容であった。そのため、これらの解説がなされない場合もあった。しかし、著者は見学者が理解に到らなくとも、あえて解説を行った。たとえ全てを理解できなくとも、見学者が新たに得た知識が、技術として使われていること、2000 年も語り続けられていることの論証、宇宙という壮大なスケールの運動、などと関連していることを感じて欲しいからである。これらは人類の知的活動の素晴らしさを体験することであり、単に物理法則を知るだけの経験とは比較にならない。結果は、理解できる場合はごく稀、興味を示す場合は少数、途中から解説を聞かない場合が多数、のようであった。ただし、それぞれの現象が歳差運動となんらかの関係があると知った場合は、印象的のようであった。これらはサイエンスショー全体の一部であり、全体としてはジャイロ効果を楽しんでいただいたので、この結果は許されるであろう。一部の見学者ではあるが、高質の体験ができたことを評価したい。次回は、演示技術を高め、より多くの見学者が高質な体験をできるようにしたいものである。

謝辞

神戸大学大学院海事科学研究所海事博物館には本サイエンスショーの企画にご理解いただき、ジャイロコンパスを寄贈いただきました。また、同館館長の石田憲治先生はじめ同研究所の皆様には、この寄贈に関して様々なことをご尽力いただきました。ここに謝意を表します。

¹ 加藤賢一：大阪市立科学館研究報告 8,85(1998)

² 大倉宏：大阪市立科学館研究報告 13,161(2003)

³ 齋藤吉彦：大阪市立科学館研究報告 5,69(1995)

⁴ 齋藤吉彦：大阪市立科学館研究報告 15,189(2005)

⁵ 大倉宏：大阪市立科学館研究報告 17,131(2007)