

展示装置「アルミが粘る」の製作について

齋藤 吉彦*

概要

アルミ板と10 cm角のネオジウム磁石を用いて渦電流の効果を体感する展示を製作し、大阪市立科学館の展示場で運用している。落下するアルミ板が磁石の傍で減速するのを観察し、また、アルミ板を磁石の傍で動かした時の抵抗力を感じるものである。非常に効果的であるが、人によるガイドが必要な場合が多い。

1. はじめに

電気を流す物体の中で磁場が変化すると、その変化を打ち消すように誘導電流が流れる。アルミが磁石のそばで動くとき、あるいは磁石がアルミのそばで動くときは、アルミに渦電流と呼ばれる渦状の誘導電流が流れ、アルミは渦電流により電磁石になる。そして、磁石と、電磁石になったアルミとが反応する。相対的な動きを妨げるような相互作用である。このアルミと磁石との相互作用をテーマとしたサイエンスショー「スーパー磁石～アルミが動く?～」¹を2012年の夏季に実施し、引き続き現在もボランティアが時々実演している。このサイエンスショーでは10cm角の大型ネオジウム磁石を使って渦電流の効果を紹介しているが、たとえば、アルミ製のヤカンが磁石の上に軟着陸するなど、常識外の現象が明確に目の前に現れるので、見学者に強烈な印象を与えている。そこで、この渦電流の効果を来館者が自由に確認することを目標にして、展示装置を製作した。そして、2016年4月から「アルミが粘る」と名付けて大阪市立科学館の展示場で公開している²。

本稿ではこの展示の仕様と利用者の様子、そして、今後の課題を述べる。

2. 展示装置の仕様

10cm角の大型ネオジウム磁石の2つの極をそれぞれ用いて、次の2つの機能を有するものとした。すなわち、N極側ではアルミが磁石の傍を落ちる時に減速するのを観察し、S極側ではアルミを磁石の傍で動かすときに抵抗を感じるものである。前者は図1に示すように、利用者が展示装置にアルミ円盤を入れると、アルミ円盤

は磁石の上部から落下し、磁石の傍で減速し、その後、展示装置の出口へ転がり出てくる仕様である。後者は図2に示すように、手持ち棒を前後させることでアルミ板を磁石の傍で動かし、そのときの抵抗を体感する仕様である。

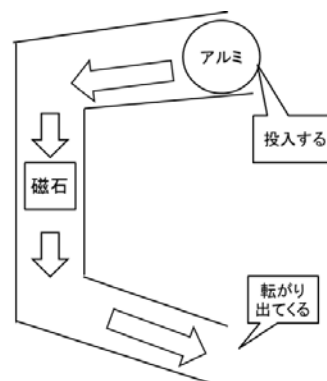


図1. N極側の概念図

落下するアルミ円盤が磁石の傍で減速するのを観察する。

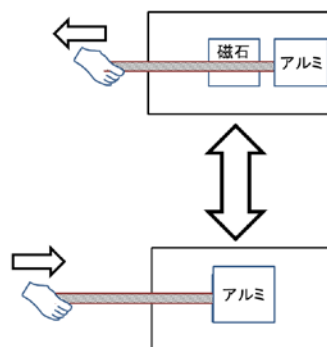


図2. S極側の概念図

自らの手でアルミ板を磁石の傍で前後させると抵抗を感じる。

*大阪市立科学館 学芸員
saito at sci-museum.jp

図1を展示化したのが図3である。利用者は受け皿(矢印下)の取り出し口からアルミ円板などを取り出して写真のように投入し、投入物が受け皿まで戻ってくる様子を観察するのである。アルミ円板だけでなくゴム円板やアクリル円板も同箇所において、比較実験できるようできるようにしている。



図 3. N 極側の体験

アルミ円板は磁石の上部まで転がり、そこから落下し、受け皿に戻ってくる。矢印の下にアルミ円板の取り出し口がある。

図2を展示化したのが図4である。手持ち棒の先にアルミ板が取り付けられており、手持ち棒を前後させることで、アルミが磁石の近傍を動くときの抵抗を感じることができる。



図 4. S 極側の体験

手持ち棒の先にアルミ板が取り付けられており、これを前後することで、アルミ板が磁石の近傍で動く。

ケースはできるだけ内部が見えるように、全面を透明アクリルで覆った。また、磁石の強さが分かるようにスチール缶を磁石に引き付けられるように配している(図5左)。さらに、アルミ缶を磁石の傍に吊り下げ、磁石が強力でもアルミは磁石に作用しないことを示している(図5右)

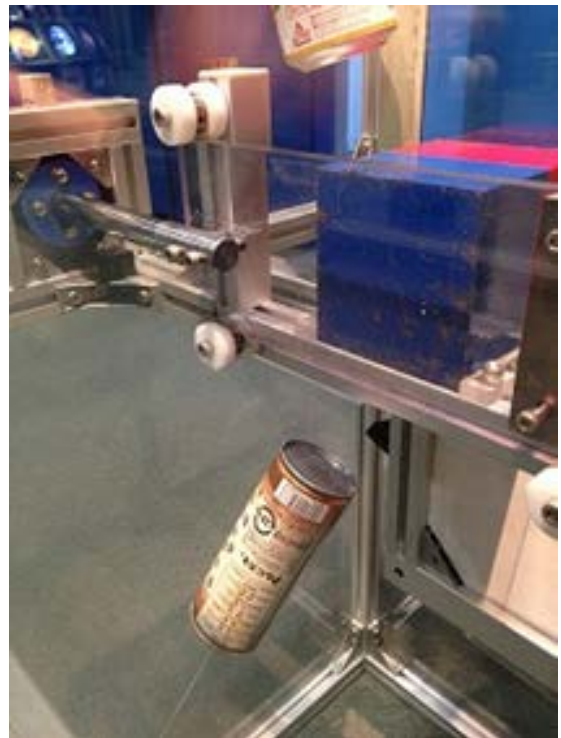


図 5. 強力磁石と空き缶


強力磁石とスチール缶(上)およびアルミ缶(下)との相互作用。

3. 説明パネル

操作説明や解説は図6のものを使用し、図3のように展示装置の上部に市販の挟み込みスタンドを取り付け、そこに挟み込んでいる。なお、ここでは YouTube による動画解説へのリンクを QR コードで与えている²。


アルミが粘る

やり方
ゴム板、アクリル板、アルミ板を投入して、どのように落ちるか観察しましょう。



観察しよう
ゴム板やアクリル板はふつうに落ちますが、アルミ板は磁石のそばで粘りながら落ちます。

解説
アルミ板が磁石のそばで動くと、アルミ板に電気が流れて、アルミ板が磁石になります。磁石になったアルミが磁石に反応するので



解説ビデオ

アルミが粘る

やり方
レバーでアルミ板を磁石のそばで動かして、粘り方を確かめましょう。



観察しよう
早く動かすとアルミ板は強く粘りつきますが、ゆっくり動かすとほとんど粘りません。

解説
アルミ板が磁石のそばで早く動くと、大きな電流が流れて強い磁石になり、強く粘ります。ゆっくり動くと小さな電流しか生じないので、弱い磁石になり、ほとんど粘ることはありません。



解説ビデオ

図 6. 展示の操作説明と解説

4. 利用者の様子と課題

利用者は、多くの場合、展示に触るだけで、何が起きているかも分からずに立ち去ってしまう。体験型展示でよくある光景である。

図1あるいは図3の体験に関しては、アルミ円板が減速して落下するのに気づくが、その現象を素直に受け入れて不思議に思わない場合が多い。しかし、少数ではあるが、解説を読んで思索にふけるような場合もある。図2あるいは図4の実験も上記とほぼ同様の状況である。

このような状況は、大人でもアルミが非磁性体であることを知らない場合が多いので、当然の結果であろう。一方で、大阪市立科学館ではボランティアによる展示ガイドを実施しているが、彼らによる誘導があれば、興味を持って渦電流による現象を楽しむことができる。この場合は、アルミが非磁性であることを導入できるからであろう。

次に、設計上の問題点について記す。図3の投入口の位置は左手で投入する場合、アルミ円板の落下を追いかけるのにより位置であるが、大多数の利用者は右手で投入するので、アルミ円板を目で追いかける位置に立たない。図2あるいは図4の操作については、渦電流による抵抗を手に感じるのが困難である。これは、手持ち棒による事故を防ぐためにストロークを短くしたこと、そして耐久性を持たせるために棒を太くし握りやすくしたこと、などにより抵抗を感じにくくなったことが要因である。また、アルミ板を磁石と同サイズにしたため、渦電流の効果が小さいことも要因の一つである。今後、本展示を再製作するときはこれらのことを考慮すべきである。

5. おわりに

本展示は、前章に記したような問題はあつたものの、ほとんどメンテナンスが不要で、人が介すると非常に効果的なものとなる。課題は人を介さずに展示効果を出すことであるが、これは世にあるほとんどの展示が有する普遍的なものである。したがって、体験型展示としては及第点以上のものをいただけると自負している。

本展示を設置した場所は、周囲に渦電流に関する展示が配置されているコーナーである。本展示以外に体験展示が「金属がジャンプ」、「回転たまご」、「不思議な金属板」、「じしゃく」の4点、資料展示が「永久磁石式リターダ」の1点、合計5点の展示がある²。それぞれが補完しあつて展示効果を高めるのが理想である。動画解説を YouTube にアップロードし²、QR コードを展示物に表示し誘導することを試みているが、期待する効果はでていない。一方で、人を介して誘導すると、その効果は非常に大きい。今後、人を介さずにその効果

を高めることを模索したい。

本展示の設計および製作にあたっては、著者の理想を実現するために、有限会社アクセスの早野治朗氏に多大なる協力をいただきました。ここに謝意を表します。

¹ 齋藤吉彦:大阪市立科学館研究報告 23, 61-64 (2013)

http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/sshow/s_magnet.htm

² http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~saito/rep/eddy_c.html