

電磁誘導現象を体感を通して学ぶことができる理科教材

琉球大学 理学部 物理系 助教 與儀 護

研究背景

理科離れの問題（中学生ぐらいから顕著になる）→対策が必要

- 理科の魅力を伝えるには？
 - 興味を引く模擬実験が有効だと考えられる。
 - 面白い、楽しいというだけに終わらず、科学的に考える事ができる模擬実験だとより良い。
- 理科のどの分野に対して苦手意識を持つか？
 - 暗記主体ではなく、思考力を要求する分野。
 - また、数式が出てくる分野（物理分野は特に！）
- どのような教材が必要か？
 - 電気や磁石、電磁誘導に関する教材に注目する。

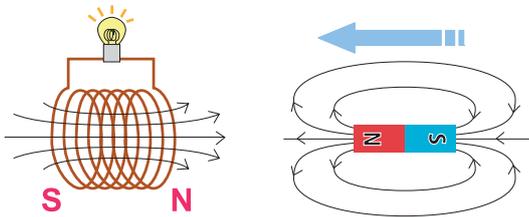
電気・磁気に関する分野は小学校～高校まで学び続ける分野。数式もあり、概念的にも難しくなり避けられる傾向がある。

よって、この分野について興味を持たせ、現象を理解させることは今後の学習にとって有益だと考えられる。

必要だと思われる理科教材

- ・興味を引く実験教材
- ・観測した現象を科学的に考えることができる教材
- ・小学校～高校まで使える物だとよりよい

電磁誘導と誘導起電力



コイルに磁石を近づけると電流が流れる。

→電磁誘導

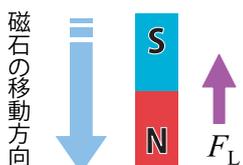
$$\text{誘導起電力：} V_L \quad V_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

コイルに発生する磁束は磁石による時速の変化を妨げる様に生じる。

→コイルと磁石を近づけた場合、両者は反発する。

しかし、上図の様な方法ではこの反発力は感じにくい。

誘導電流により生じる力



磁石をコイルに近づけたことによりコイルから磁石にかかる力は以下のように書くことができる。

$$F_L \simeq C \frac{v}{R}$$

磁石の移動速度
コイルの電気抵抗

発生する電流の向き

C: 磁石の磁束密度など、
その他の定数

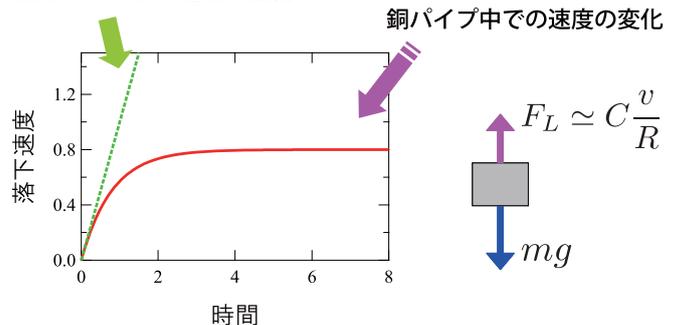
これまでの方法

ネオジウム磁石

銅パイプ

- ・金属筒の中に磁石を入れるとゆっくりと落ちていく様子を観測することができる。
- ・この現象を観測するには筒の上から覗くしか無く、どのぐらいの落下速度なのかわかりにくい。
- ・ゆっくり落ちる以上の科学的考察を行うことが難しい。
- ・また、基本的に一回につき、一人だけがその現象を観測することができる。（多人数に向かない）

重力のみによる速度の変化



銅パイプでは速度に比例した力が磁石にかかるため、落下速度は一定値に収束する。

新規に考案した方法とその利点



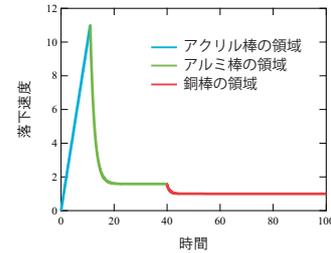
何とかして磁石の動きが見たい。
→ **円筒型の磁石**と**金属棒**を用いた実験器具を作成。

利点1：磁石が外にあるため、ゆっくり落ちる様子を見ることが可能。(多数の人が同時に確認可能)

利点2：様々な金属棒やプラスチックを連結することが容易であるため、電気抵抗による磁石の落下速度の違いを観測することができる。

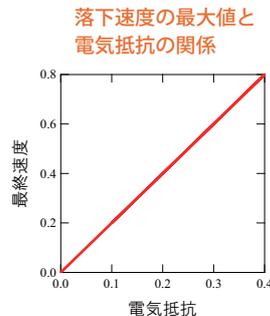
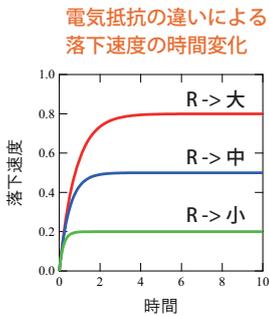
利点3：磁石を動かすことにより反発力を体感することができる。

電気抵抗率 : アクリル >> アルミニウム > 銅
最終落下速度 : アクリル >> アルミニウム > 銅



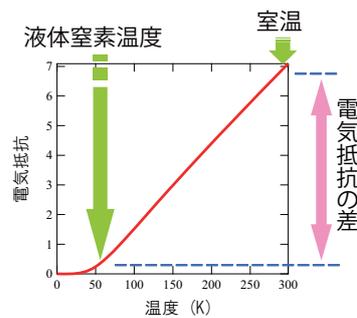
今回の方法は金属パイプを用いた方法よりも効果的な教育を行うことができる。

電気抵抗と落下速度



金属の電気抵抗の違いにより、落下速度は異なる。
→ 電気抵抗の違いを落下速度から知ることができる。

電気抵抗と温度の関係



銅の電気抵抗の温度依存性

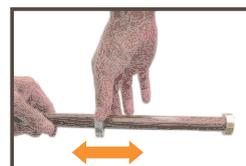
通常、金属の電気抵抗は温度下降に伴い減少する。

→ 金属棒の温度が違えば、磁石の落下速度は異なる。

→ 落下速度の変化を通して温度と電気抵抗の関係について考察することができる。

力を体感

磁石を落下させるだけではなく、実験者自身が磁石を動かすことにより反発力を体感することができる。



想定される用途

- 理科教材
- 誘導起電力により生じる力は動きを制動する方向に働く。
→ ショックアブソーバの様な物に使用可能。
- 電気抵抗の違いにより磁石に加わる力の大きさが変化。
→ 磁石を用いた金属棒、パイプの検査など。

企業への期待

- 本教材を低価格で作成・販売できる企業。
- 本技術の工業への応用があればできるだけ協力したい。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 理科教材キット
- 出願番号 : 特願 2007-267532
- 出願人 : 国立大学法人 琉球大学
- 発明人 : 與儀 護

お問い合わせ先

琉球大学 産学連携推進機構 客員准教授
文部科学省産学官連携コーディネーター
宮里 大八 (Miyazato Daiya)
TEL : 098-895-8599
FAX : 098-895-8957
E-mail : daiya@lab.u-ryukyu.ac.jp