

電磁誘導現象を視覚的に 学ぶことができる理科教材

琉球大学 理学部 物質地球科学科
助教 與儀 護

目次

- 研究背景
- 従来 of 技術 (方法) と問題点
- 今回の技術 (方法) について, その利点
- 想定される用途, 業界
- 実用化へ向けた課題, 企業への期待
- 本技術に関する知的財産権
- お問い合わせ先

研究背景

理科離れの問題(中学校頃から顕著になる) → 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。

楽しい実験によっておもしろいだけで終わらず、科学的に考えることができる物があるとよりよい。

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物
- 小学校 高校まで使える物だとよりよい

研究背景

一方，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。

物理はその最たる物（私の専門です！）

理科離れを起こし始める中学校以降の生徒に有益な理科教材（特に物理分野）が必要。

研究背景

どのような教材を考えるか？

→ 電気や磁石，電磁誘導に関する教材にした。

小学校 : 電磁石について学ぶ

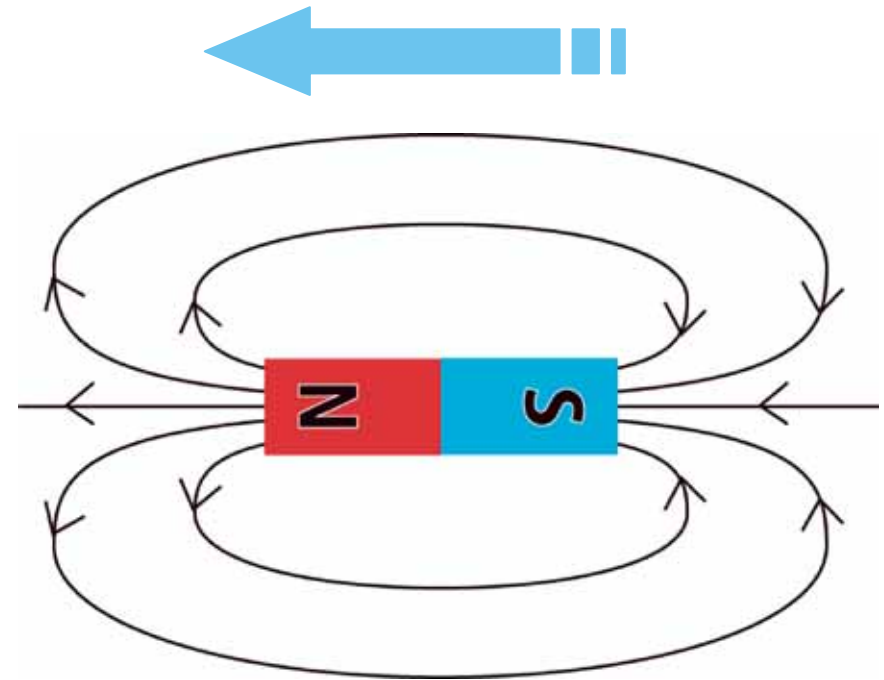
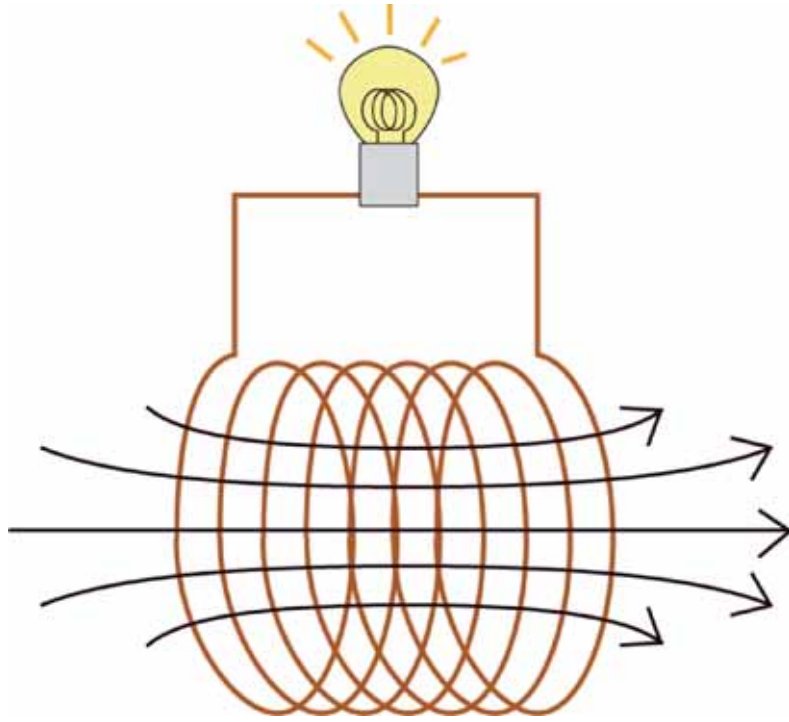
中学校 : 電気と磁気の初歩について学ぶ

高校 : 数式も含めた電磁気について学ぶ

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。

電磁誘導と誘導起電力

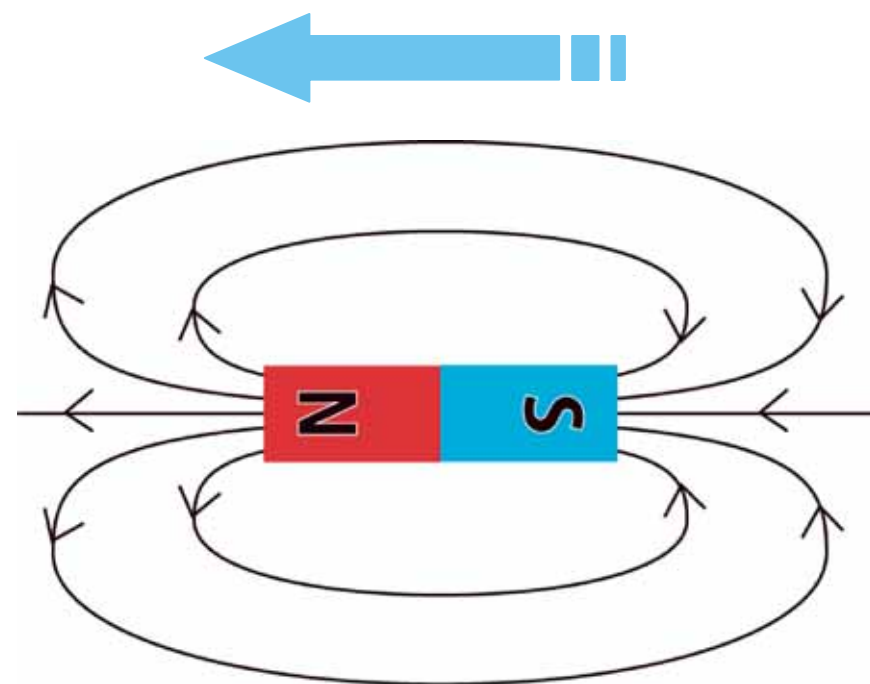
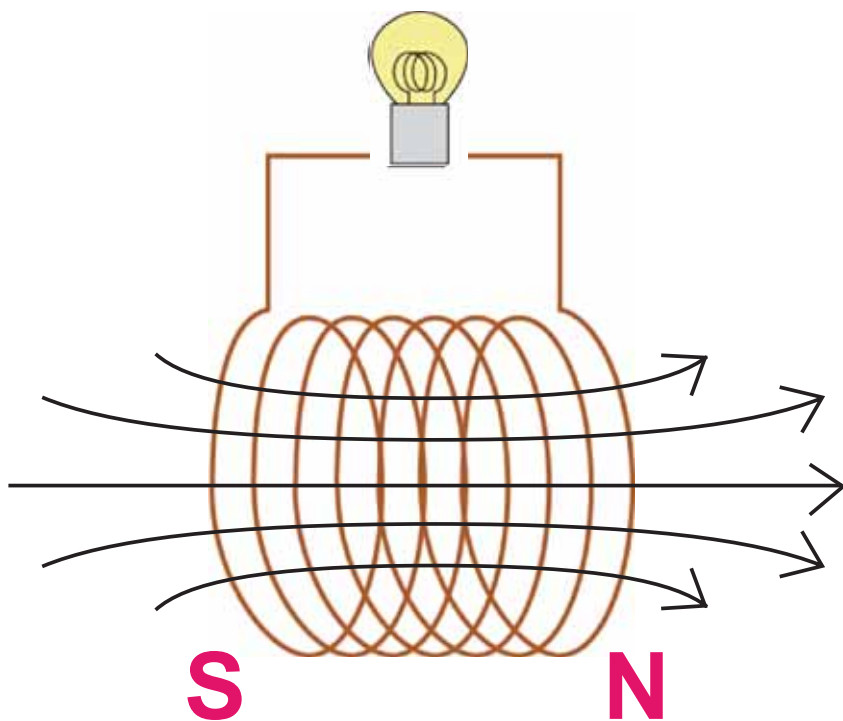


コイルに磁石を近づけると電流が流れる
→ 電磁誘導

誘導起電力: V_L

$$V_L = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$$

電磁誘導と誘導起電力

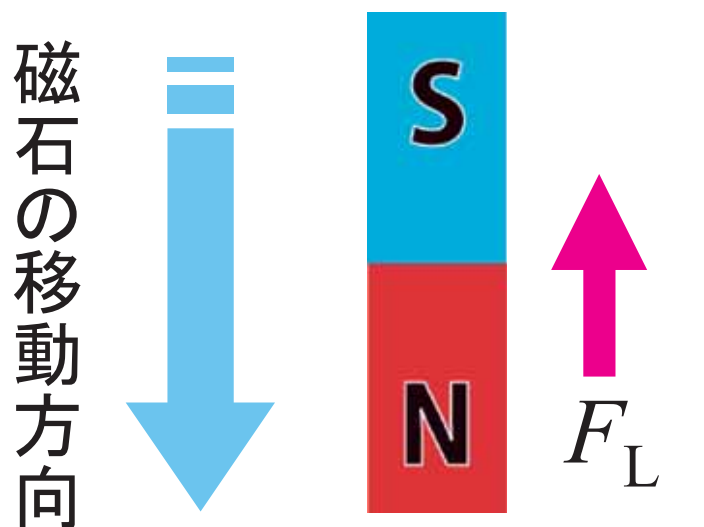


コイルに発生する磁束は磁石による磁束の変化を妨げる様に生じる。

→ 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

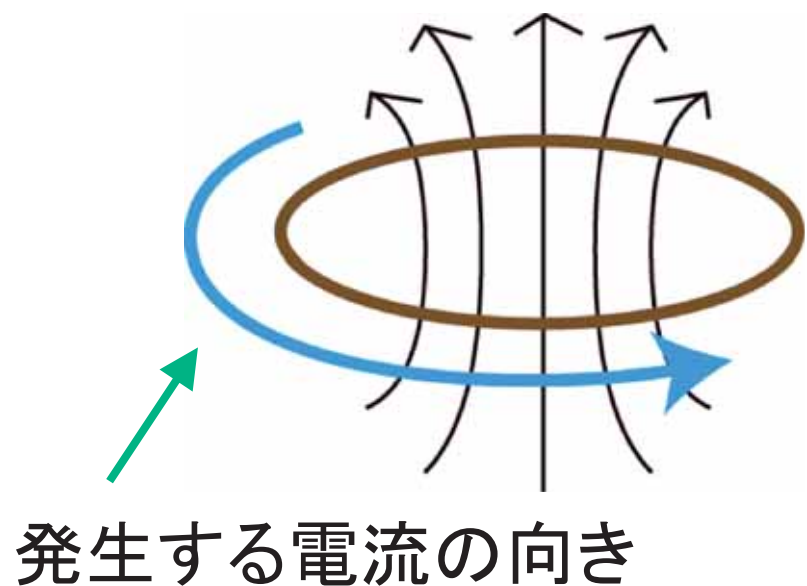


磁石をコイルに近づけたことによりコイルから磁石にかかる力は下記のように書くことができる。

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

← 磁石の移動速度

← コイルの電気抵抗



C : 磁石の磁束密度など、
その他の定数

従来の技術(方法)

ネオジム磁石

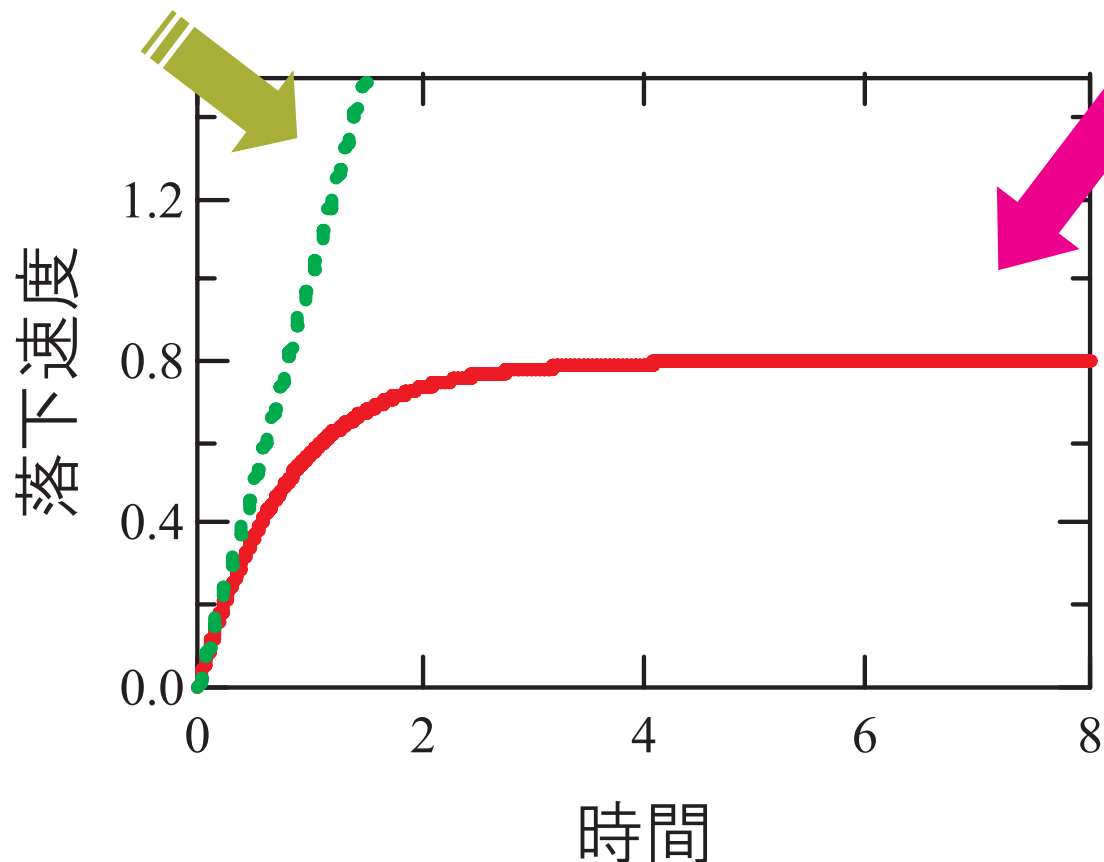
銅
パイプ



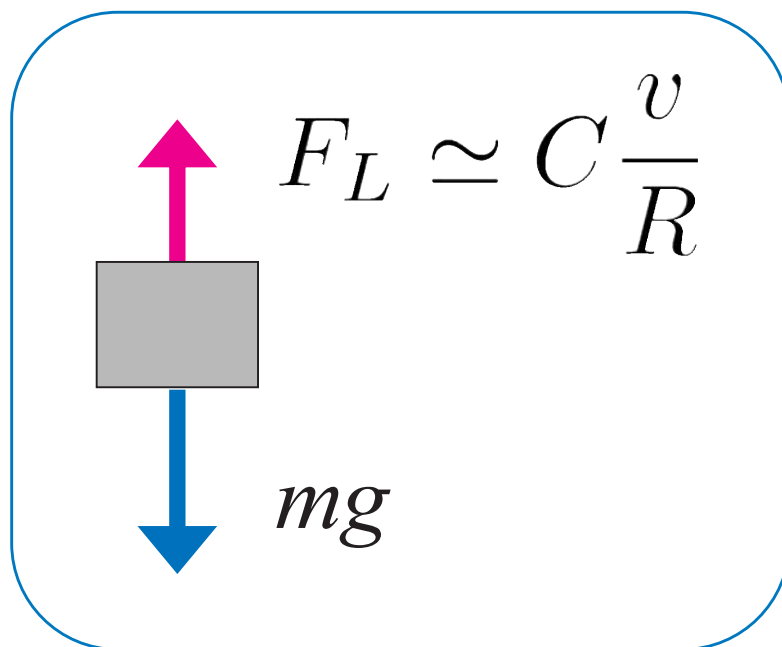
銅やアルミニウムなどの金属筒の中に磁石を入れると、磁石はゆっくりと落ちてゆく。

従来の技術(方法)

重力(のみ)による速度の変化



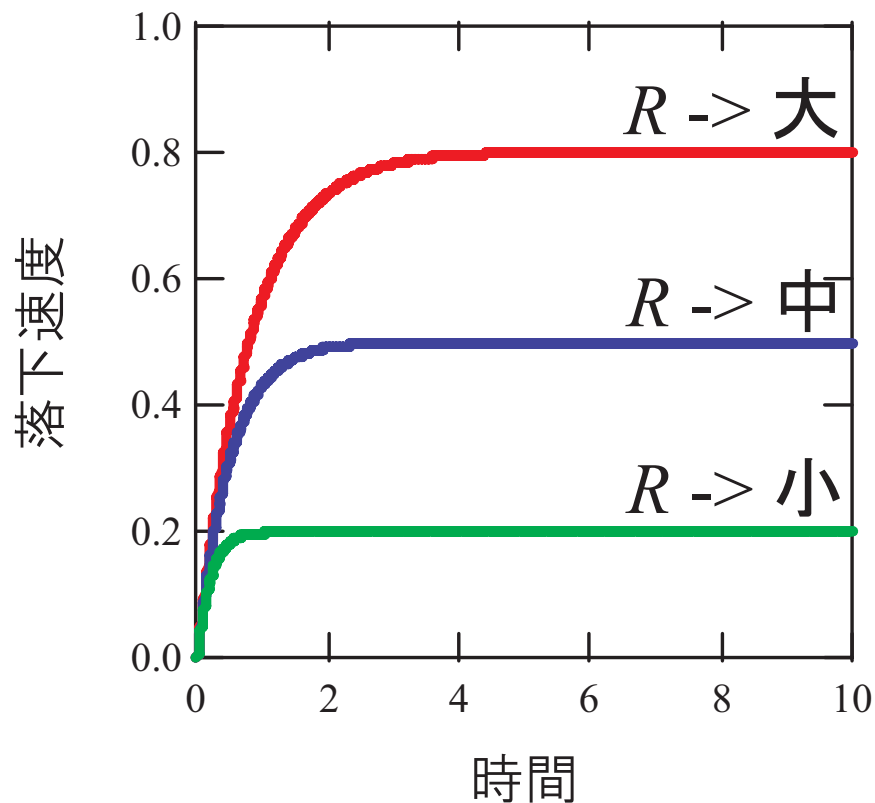
銅パイプ中での速度の変化



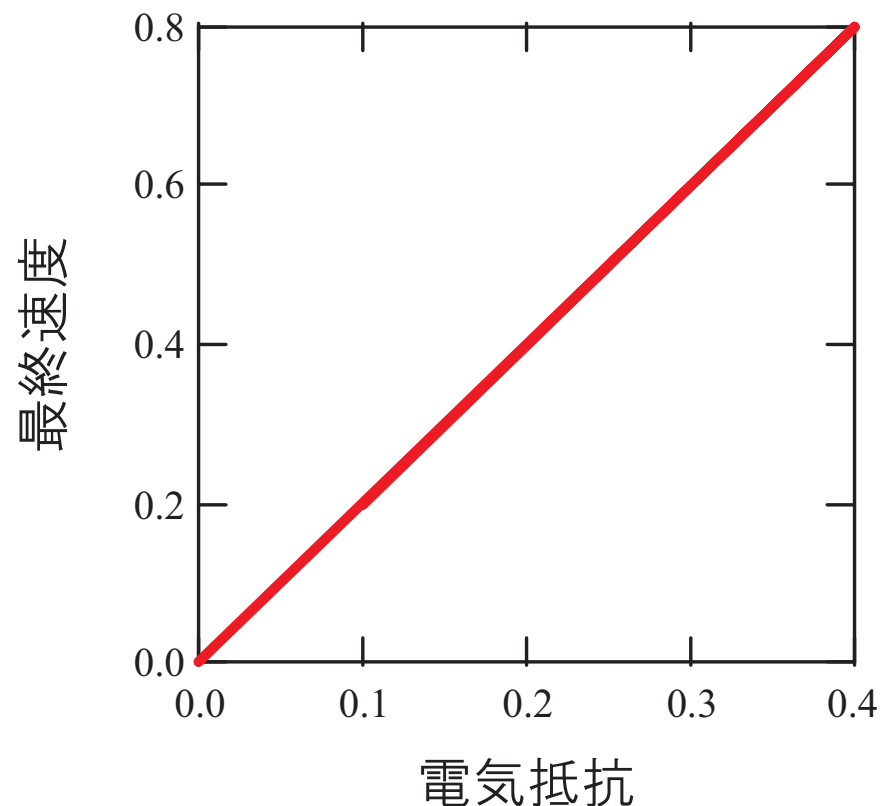
銅パイプでは速度に比例した力が磁石にかかるため、落下速度は一定値に収束する。

電気抵抗と落下速度

電気抵抗の違いによる
落下速度の時間変化



落下速度の最大値と
電気抵抗の関係



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。

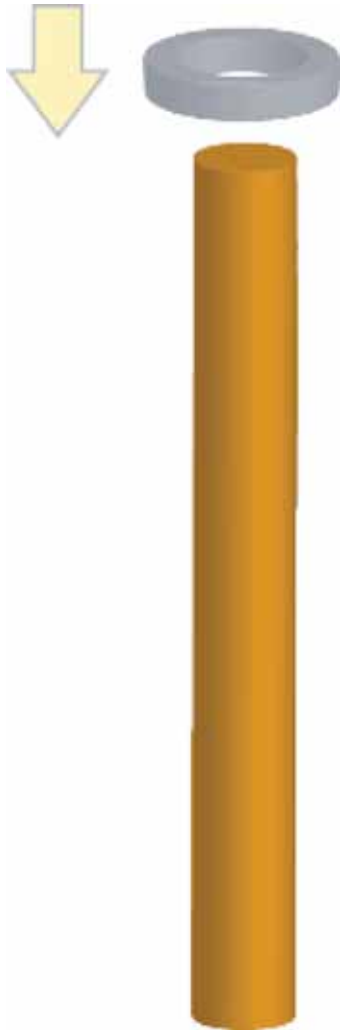
従来の技術(方法)と問題点

パイプを用いた方法のまとめ



- 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を上から覗くしか無く、どれ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思考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)

今回の技術(方法)



- 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が見える。(多数の人が同時に確認可能)
- 利点2: 金属棒の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容易。
- 利点3: 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。

今回の方法(アクリルと銅)

アクリル棒

銅棒



アクリルの電気抵抗 >> 銅の電気抵抗

今回の方法(アルミと銅)

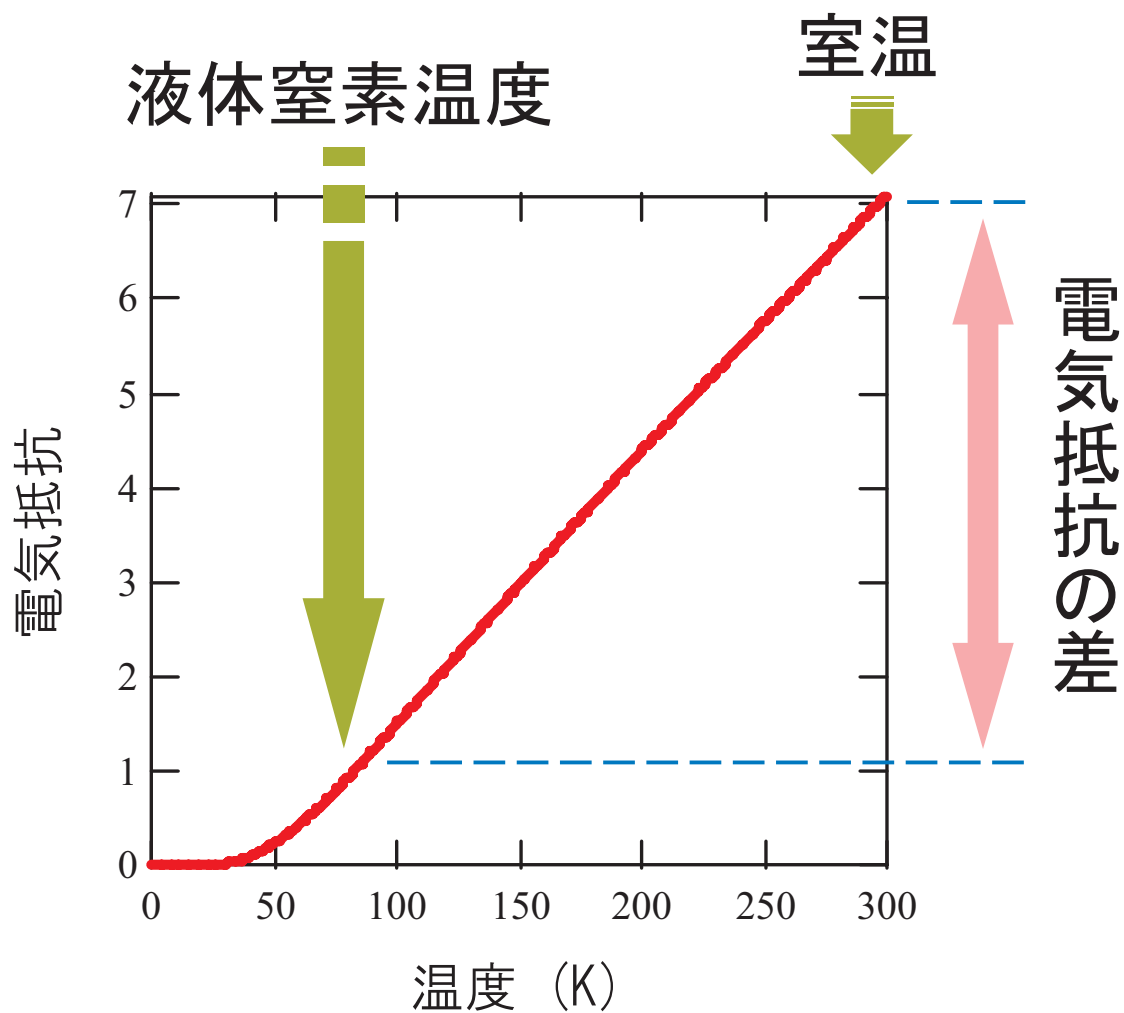
アルミ棒

銅棒



アルミニウムの電気抵抗 > 銅の電気抵抗

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。

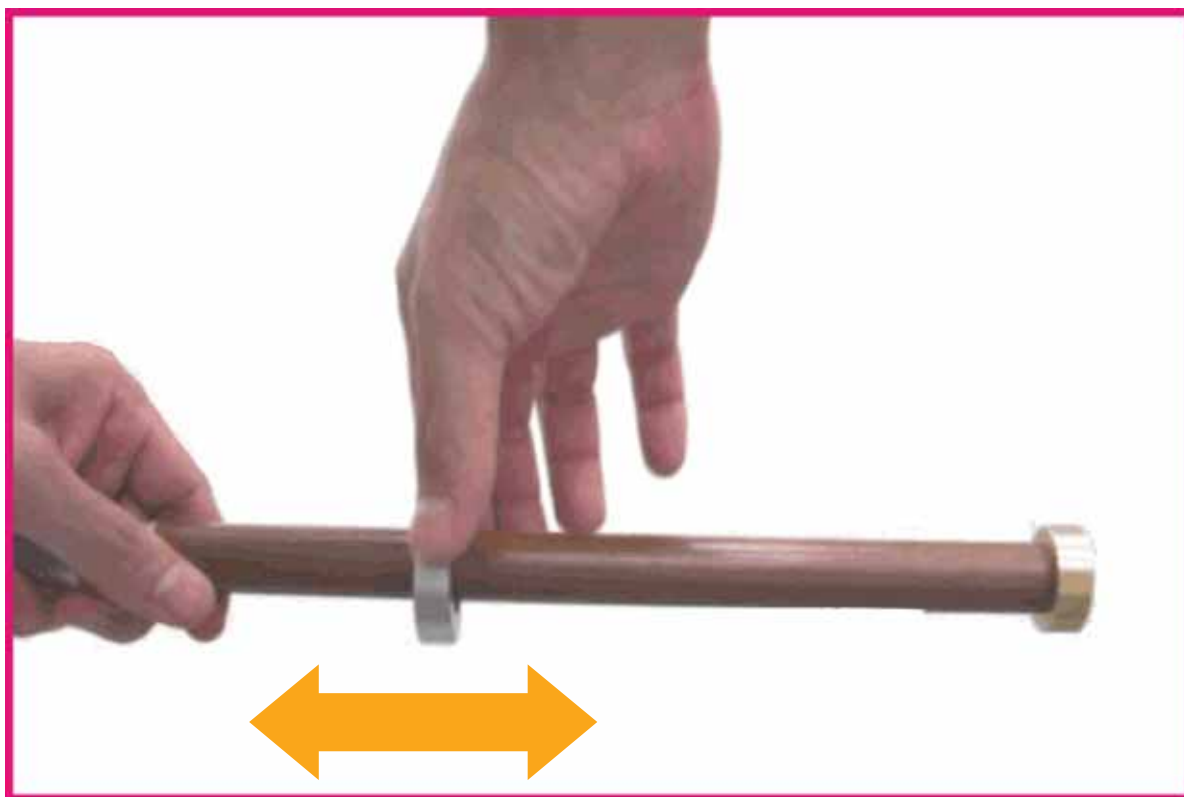
→ 落下速度の変化を通して温度と電気抵抗の関係について考察することができる。

今回の方法(銅棒@80K)

液体窒素で冷やした銅棒



今回の方法(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

今回の方法のまとめ



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が見える。(多数の人が確認可能)
- 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。

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。

想定される用途・業界

- 理科教材
 - 動きを制動する方向に力が働く
 - ショックアブソーバの様な物につかえる？
 - 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, パイプなどの検査など
-
- 教育に関する業界
 - 非磁性金属を用いた機械を作製される方
 - 金属疲労などの検査を行う業界

実用化に向けた課題

- 前述のように新規の理科教材として開発したため、その用途としては課題はそれほどないと思われる。
- 実際に教材として生産，販売を行う場合，販売価格が問題になる（現在，教育関連の予算は非常に少ない）。
- 工業用としては，どのような使用方法があるかさらなる考察が必要。

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是非協力して進めたい。

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
- 発明者 : 與儀 護

お問い合わせ先

琉球大学 産学官連携推進機構 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)

T E L 098－895－8599

F A X 098－895－8957

E-mail daiya@lab.u-ryukyu.ac.jp