

小学校理科磁石の性質に関する定量的実験の提案

木曾田賢治，顧萍
和歌山大学教育学部

2017年8月3日受理

概要

Properties of magnets are explained in the guideline for elementary schools Science by the Ministry of Education. Forces between two magnets obey in inverse proportion to distance. This simple fact is frequently ignored by university students who will become elementary school teachers. To impress and promote of understanding inverse square laws, a simple experiment on magnets is proposed for the students.

第3学年，A物質・エネルギーの内容(4)に記載されている。以下に引用する。

1 はじめに

学習指導要領によると小学校理科の目標¹は，以下の様に述べられている。

自然に親しみ，理科の見方・考え方を働かせ，見通しをもって観察，実験を行うことなどを通して，自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を図り，観察，実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察，実験などを行い，問題解決の力を養う。
- (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

本稿では小学校3年生理科において磁石の性質が取り上げられている。その目標と学習内容²は，学習指導要領解説理科編第3章，第4節，

磁石の性質について，磁石を身の回りの物に近づけたときの様子に着目して，それらを比較しながら調べる活動を通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに，観察，実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があること。また，磁石に近づけると磁石になる物があること。

(イ) 磁石の異極は引き合い，同極は退け合うこと。

イ 磁石を身の回りの物に近づけたときの様子について追究する中で，差異点や共通点を基に，磁石の性質についての問題を見だし，表現すること。

これは、磁気に関するクーロンの法則の定性的な面を取り上げていることに相当する。小学校教諭を目指す教育学部に所属する学生は、卒業後この内容を小学生に対して解説しなければならない。そのとき、クーロンの法則は

$$\mathbf{F} = k \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{\mathbf{r}} \quad (1)$$

で与えられる。ただし、力 \mathbf{F} は、一方の磁荷から別の磁荷に働く力で、 r は磁荷間の距離、 m_1, m_2 は、磁荷、 $\hat{\mathbf{r}}$ は、一方の磁荷から別の磁荷に向かう単位ベクトルである。この事実を、大学生として知った上で児童に定性的に説明することを期待されている。式 (1) で距離 r の二乗が分母に表れている。これは、クーロンの法則だけでなく万有引力の法則にも現れる。更に点光源から発する光の強度は同じように距離の二乗に反比例する。筆者の経験では、この逆二乗則を忘れていた学生が大変多い。逆二乗則を考慮しないと、児童と学生の知識レベルに差を見出せなくなってしまう。

万有引力とクーロンの法則は、それぞれキャベンディッシュとクーロンにより精密な捻り秤を利用して定式化された。このような装置をそのまま利用して大学生に追体験させることは有意義であっても時間的な制約などの理由から困難である。

最近では例えば 100 円均一店などにおいて、安価かつ小さくて強い磁力を持つネオジウム磁石を手に入れやすい。式 (1) から明らかなように力の大きさは、磁荷の大きさの積に比例するので振れ秤と同様磁針の振れ角を測定することで半定量的に力の大きさを見積もることができる。磁石と磁針間の距離に関しては定規を利用すれば簡易的に逆二乗則を確認できると考えられる。更に当然のことながら学習指導要領に記載されている事項を網羅できている。本稿ではその実施例を紹介する。

2 実験の提案

図??に磁針を分度器上に載せて角度を確認できるようにした。ネオジウム磁石は、手で支持し、定規に沿って移動させた。ネオジウム磁石を磁針からの距離の関数として振れ角を測定し、距離の関数として結果をプロットする。

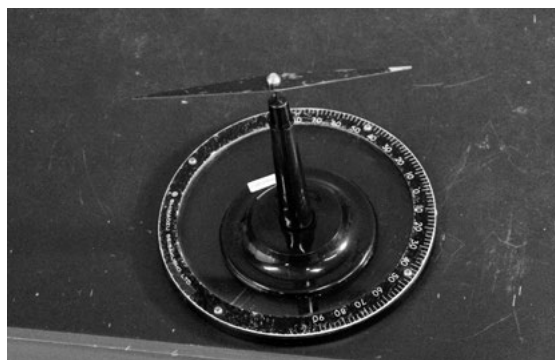


図1 実験に利用する磁針の配置例

3 実施例と考察

本実験を小学校教師を目指す学生 3 人に対して実施した。3 人の学生は、縦軸に振れ角 θ 、横軸に距離 r をとってデータをプロットした。中学校理科、高等学校理科の資格を得たい学生においてもこちらから指示を出さないと同様に縦軸に θ 、横軸に r をとってデータをプロットする。このような図では距離の二乗に反比例することに気付くことは難しい。例えば、横軸に $1/r^2$ をとるなどの工夫が必要である。或いは、実験データに対し、定数を A として A/r^2 と比較して A の最適値を決定する手法もある。両手法ともに理工系各分野では常識的に用いられる。

前者の指示をすることで一部データの逸脱はあるものの逆二乗則を確認でき 3 人の学生には印象を与えられた。

4 まとめ

磁針の振れ角を使った簡単な実験を提案した。データ処理に関しても簡単な指示をすると定性的な理解だけでなく定量的な理解も可能であることを示した。

参考文献

1. 文部科学省学習指導要領「生きる力」http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/ri.htm
2017年9月14日確認
2. 文部科学省小学校学習指導要領解説理科編

