

## 砂鉄とグリセリンを用いた立体的な磁界観察のための理科教材

A method for observation of three-dimensional magnetic field using iron sand and glycerol

畑口紗絵香・古屋康則・仲澤和馬

Saeka Hataguchi, Yasunori Koya and Kazuma Nakazawa

〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学教育学部 理科教育  
TEL: 058-293-2255 (email: koya@gifu-u.ac.jp)

### 要 約

グリセリンに砂鉄を混ぜて、フェライト磁石を近づけることにより、立体的な磁界のようすが観察できる安価な教材を提案した。容量が50 ml (胴径38.0 mm, 高さ68 mm) のガラス瓶にグリセリンと砂鉄を混ぜたものを入れ、角型フェライト磁石を入れたプラスチック試験管をガラス瓶の口から中に挿入することで、比較的鮮明に磁界のようすが観察できた。グリセリンに混ぜる砂鉄の適正量を検討した結果、35 mlのグリセリンに対して1 g程度の砂鉄が磁界の観察に適していることが示された。

### 1. はじめに

中学校第2学年における「電流とその利用」(全8時間)の単元では、磁石や電流による磁界の観察を行い、磁界を磁力線で表すことを理解するとともに、コイルの回りに磁界ができることを知ることが目的となっている(文部科学省, 2008)。磁界のようすをわかり易くするために、磁力線という概念を用いるが、磁力線を実際に観察する際には、平面に砂鉄や釘(沖花・兼, 2008)などを散布して観察するのが一般的である。そのための様々な教具・教材も市販されている。しかし、磁石や電流によって導線の回りに生じる磁界は平面的なものではなく立体的なものである。このことを理解させるためには、磁力線のようすを立体的に描いて示すことも一つの方策ではあるが、実際に立体的に広がる磁界のようすを観察させることができれば、より効果的であると考えられる。磁界を立体的に観察するために磁界観察器(株式会社ナリカ製: 5,300円)というような教具が市販されているが、個人観察を行う場合にこのような教具を生徒の人数分準備することは、経済的には困難である。また、磁界を立体的に観察する方法を提案したような研究報告も少ない。

本研究は、より簡単に、安価に立体的な磁界

を観察できる教具を作成することが目的である。磁界を立体的に観察するには、粘性の高い液体の中に砂鉄や鉄粉を浮遊させ、そこに磁石などを挿入することで可能となる。これまでに媒質としてサラダ油を用いた例(中野ほか, 2010)やシリコンオイルを用いた例(櫻井, 2011)が紹介されている。また、磁性流体を用いることで、磁界の存在を立体的に捉えるという方法も検討されている(櫻井, 2011)。本稿では、より簡単に、また安価にかつ安全に扱えるという点で、粘性の高い液体としてグリセリンを用い、視覚的に磁界のようすがよりわかり易い砂鉄や鉄粉の濃度、使用する磁石の種類などを検討した。

### 2. 材料および方法

材料として以下のものを準備した。

- グリセリン(試薬特級)。
- 角型ネオジウム磁石(5X10X20 mm)。
- 角型フェライト磁石(7X8X50 mm)。
- 砂鉄: 河原の砂からネオジウム磁石を用いて採集した。採集された様々な粒径の砂鉄を125  $\mu$ /mのふるいにかけて、粒径の細かいもののみを集めて用いた(図1 a)。
- 鉄粉(市販のもの: 図1 b)。

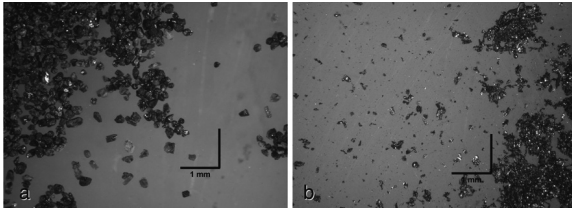


図1. 今回用いた砂鉄 (a) と鉄粉 (b) の顕微鏡像.

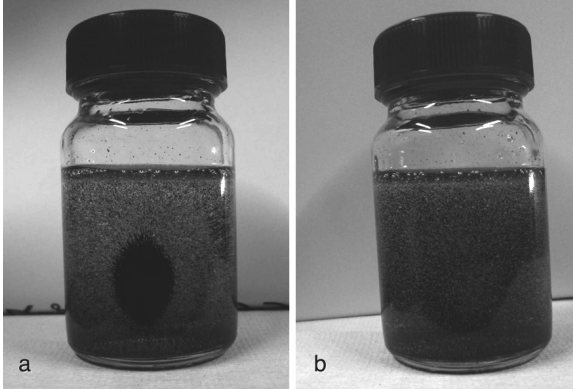


図2. 砂鉄の混ざったグリセリンの入ったガラス瓶に磁石を近づけたようす. 磁石は瓶の裏側から近づけた.

a: ネオジウム磁石の場合, b: フェライト磁石の場合.

- ・ガラス瓶 (容量: 50 ml, 胴径38.0 mm, 高さ68 mm).
- ・プラスチック製試験管 (内径10 mm, 高さ75 mm).

まず, 予備実験として, 磁界の観察を行う際に鉄粉や砂鉄を混ぜる媒質としてグリセリンが適しているのか否か, および磁界の観察に用いる磁石として磁力の強いネオジウム磁石と弱いフェライト磁石のどちらが適しているのかを調べた. ガラス瓶にグリセリンを35 ml入れ, そこに適量の鉄粉または砂鉄を入れ, よく混ぜ

た後, ガラス瓶の側面から角型ネオジウム磁石または角型フェライト磁石を近づけ, 磁界のようすを観察した.

次に, グリセリンに混ぜる鉄粉または砂鉄の適正量を検討するために, ガラス瓶にグリセリンを35 ml入れ, そこに鉄粉の場合には0.10 g, 0.25 g, 0.5 g, 0.75 g, および1.00 gを, 砂鉄の場合には0.10 g, 0.25 g, 0.5 g, 0.75 g, 1.00 g, 1.25 g, および1.50 g入れ, 均一になるように混ぜた. そして, 角型フェライト磁石を入れたプラスチック製試験管をガラス瓶に挿入し, 磁界のようすを観察した.

### 3. 結果

適量の砂鉄をグリセリン35 mlとともにガラス瓶に入れて混ぜ, ネオジウム磁石とフェライト磁石を瓶に近づけて磁界のようすを観察した. ネオジウム磁石を近づけた場合, 磁石の磁力が強すぎるため砂鉄が一気に磁石の周辺に集まってしまう (図2 a), 磁界の観察には適さなかった. 一方, フェライト磁石を近づけた場合には, 砂鉄が急激に磁石に集まることはなく, 磁界の観察により適していると判断できた (図2 b).

グリセリン35 mlに混ぜる鉄粉および砂鉄の適正量を調べた. 鉄粉の場合, グリセリンに加える量が0.10 gの時には磁界のようすは不鮮明であり (図3 a), 0.25 g加えた時にもっともよく磁界のようすが確認できた (図3 b). それ以上加える量を多くして行くとしだいにグリセリン溶液全体が黒くなり, 1.00 g以上の鉄粉を入れると全体が黒くなってしまい, 磁界のようす

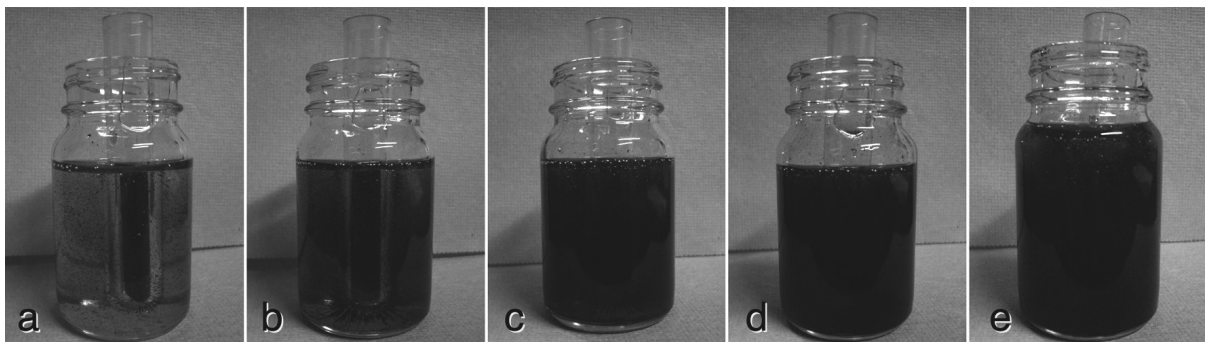


図3. 鉄粉を用いて磁界のようすを観察した場合.

a: 鉄粉0.10 g使用, b: 鉄粉0.25 g使用, c: 鉄粉0.50 g使用, d: 鉄粉0.75 g使用, e: 鉄粉1.00 g使用.

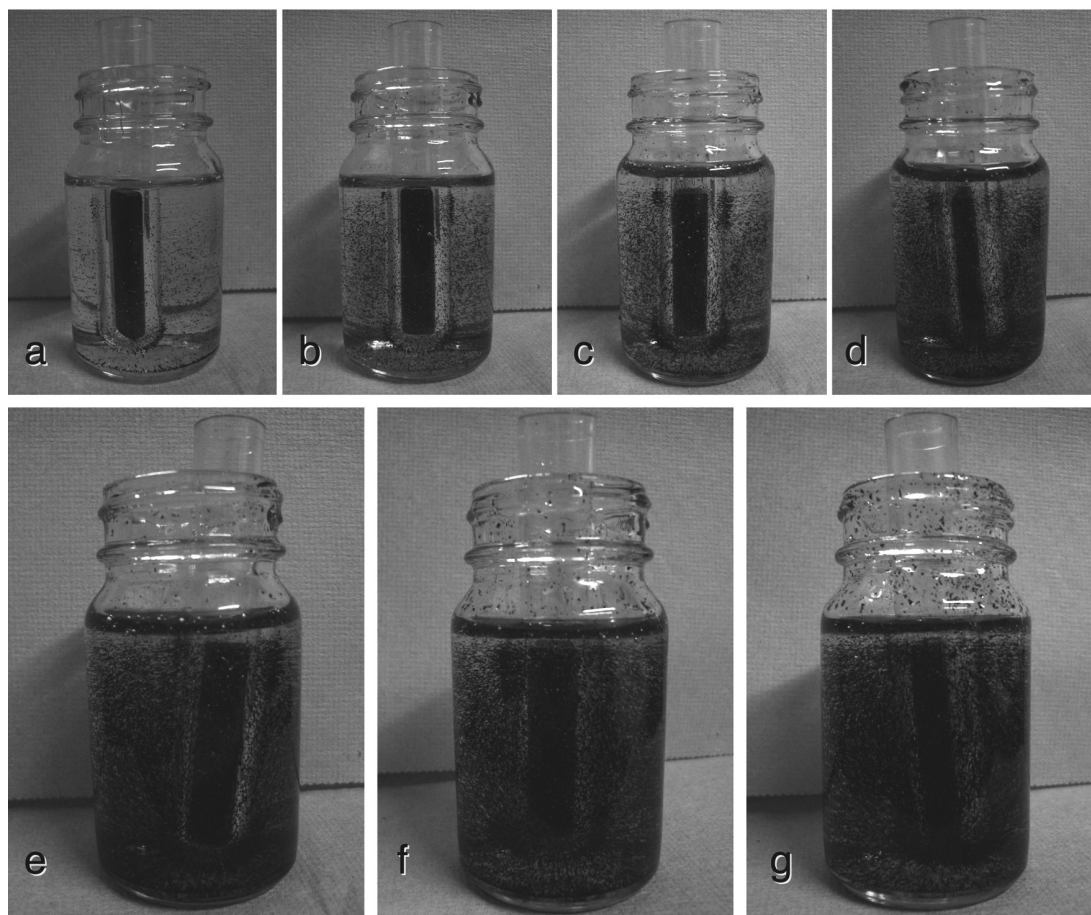


図4. 砂鉄を用いて磁界のようすを観察した場合.

a: 砂鉄0.10 g使用, b: 砂鉄0.25 g使用, c: 砂鉄0.50 g使用, d: 砂鉄0.75 g使用, e: 砂鉄1.00 g使用, f: 砂鉄1.25 g使用, g: 砂鉄1.50 g使用.

を観察することはできなかった (図3 c-e). 一方, 砂鉄の場合には, グリセリンに加える量が0.5 g以下では磁界のようすは不鮮明であったが (図4 a-c), 0.75 g以上加えると磁界が比較的鮮明に見え (図4 d), 1.00 g加えた時にもっともよく磁界のようすが観察できた (図4 e). また, それ以上の量の砂鉄を加えても, 磁界のようすは確認できたが, 全体が黒くなりやや不鮮明となった (図4 f, g).

グリセリンの代わりに水を用いると, 鉄粉と砂鉄の大半は沈んでしまい, 混ぜながら磁石を近づけても瓶の上の方では濃度が薄くなってしまい, 鮮明な磁界を観察することはできなかった. また, 鉄粉には長時間水に浸けておくと錆びてしまうという欠点が見られた. 一方, 砂鉄は水に浸けても錆びることがなく, 再利用ができる点でも鉄粉よりも教材として優れていた.

#### 4. 考察

グリセリンに鉄粉や砂鉄を混ぜて, フェライト磁石を近づけることにより, 立体的な磁界のようすを観察することができた. 今回の実験から, 容量が50 ml (胴径38.0 mm, 高さ68 mm) のガラス瓶にグリセリンを35 ml入れた場合の最適な鉄粉および砂鉄の量はそれぞれ0.25 gと1.00 gであることが分かった. 鉄粉は砂鉄に比べ粒径が小さいため (図a, b), 量が少ないと観察できる磁界のようすが薄く, 量が多いと全体が黒くなりやすいと考えられる. これに対し砂鉄の場合には磁界のようすが確認できる量の範囲が鉄粉に比べて広く, 観察できる磁界のようすも鉄粉に比べより鮮明であった. 以上より, 本研究では, 立体的な磁界のようすを観察する際の教材としては鉄粉よりも砂鉄の方が優れていると判断した.

今回用いた材料のほとんどは安価なものであり、授業において個人観察を行う場合でも経済的な負担は少ない。この教材を授業で適切に用いることで、生徒一人一人が磁石のまわりの砂鉄が磁極同士をつなげているような模様（磁力線）を作るということを確認することができ、磁界のはたらく領域は平面ではなく立体的であるということを理解することができる。さらに、砂鉄などの粉末をグリセリン内に閉じ込めるため、飛散から目を守るための防護めがねも不要になり、目を近付けてじっくり観察できる。

また、本研究では磁石が作る磁界についてのみ用いることを想定して教材を検討したが、今後は電流によってコイルに生じる磁界を立体的に確認するために本教材を応用することも検討する必要がある。

## 引用文献

- 文部科学省. 2008. 中学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書. 149 p.
- 中野寛之・奥村祐介・奥村高史・佐伯平二. 2010. ペットボトルを使った3次元磁界観察装置の作製. 日本理科教育学会第56回東海支部大会発表論文集, pp.7.
- 沖花 彰・兼 泰子. 2008. くぎを使って磁界をみる教材の開発. 京都教育大学紀要, (113): 57-64.
- 櫻井勇良. 2011. 磁性流体を使った磁界観察器の試作. 理科教育学研究, 51: 201-206.