

演示 地磁気を調べる

1 目的

地磁気の三要素である伏角、偏角を測り、地磁気の様子を知る。
地磁気の成因と地球内部の構造との関係を知る。

2 準備するもの

方位磁石、棒磁石、ネオジム磁石、簡易伏角計、鉄粉、クリップ（そのままのもの、まっすぐに伸ばしたもの）、るつぼばさみ、校舎の方向がわかる航空写真や地図、地球を描いた紙、バーナー

3 実習の内容

各演示5分程度、まとめを入れて、全体で30分程度

(1) 偏角の測定（簡単な実習）

[準備するもの]

校舎の方向がわかる航空写真や地図（校内配置図など）、方位磁石

[方法]

- ① 実際の校舎の方向と航空写真の校舎の方向が同じになるように、机の上に写真を置く（理科室の机であれば、一辺が校舎の壁と同じ方向に設置されているので、その辺を壁に見立てて置くとよい）。このとき、写真の四辺の方向は、東-西、南-北になっている。
- ② 方位磁石を写真の上に置き、方位磁針の指す北の方向と写真の南-北方向とを比べる。
- ③ 方位磁針が写真（地図）の北から東西どちらに何度ずれているかを測定する。

例：「西に7°ずれている」

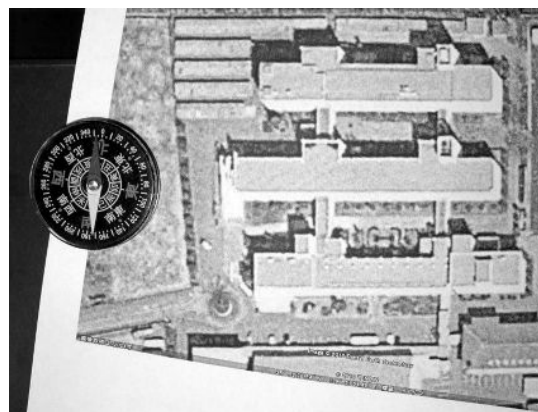


図1 航空写真で偏角を測る

[展開例] (T：発問例、S：期待される生徒の答え)

T：方位磁石を使って自分で測った北の方向と、地図の北の方向は同じでしたか。

S：ちょっと違う。同じ。・・・。

T：ちょっと違うという人は、何度ぐらい違うのか、方位磁針の目盛りで測ってみましょう。

自分が測った方向は、地図の北と較べて、東西どちら側に、何度ずれていますか。

T：地球の自転軸と地表面が交わる点が北極点・南極点ですが、地図の北はこの方向で、これを真北といいます。地磁気を中心を北磁極・南磁極といますが、北極点・南極点からは少しずれたところにあります。このため、磁石の示す北（磁北といいます）は、真北からは少しずれており、このずれを偏角といいます。場所によって違いますが、埼玉では、偏角は西に7°ほどです。

[留意事項]

- ・航空写真の校舎の方向と実際の方向（机の方向）を正確に合わせるようにする。
- ・校内配置図を使用する場合、必ずしも上が北となっているわけではないので方向に注意する。できれば真北を上にしてコピーし、準備しておく使いやすい。

(2) 簡易伏角計による伏角の観察（演示）

[準備するもの]

簡易伏角計（自作）

※ 簡易伏角計の作り方は、「6 補足」を参照。

[方法]

- ① 机の上（水平面）に方位磁石を上にして簡易伏角計を置き、方位磁針が北を指すように方向を合わせる。
- ② 方向が動かないように気をつけて、ペットボトルを静かに 90° 転がす（方位磁石が立った状態になる）。
- ③ 方位磁石を指先で軽くトントンと叩くと方位磁針のN極側が下がる。水平面と方位磁針のなす角が伏角である（図2）。



図2 ペットボトルを利用した簡易伏角計

[展開例]

T：磁石をトントンと叩くと、方位磁針が動きました。N極はどうなりましたか。

S：下に大きく下がった。

T：何度くらい下がりましたか。

S： 50° ぐらい。

T：今見たように、日本では磁石はN極が 50° くらい下を向いてしまいます。それでは使いにくいので、日本の方位磁石はS極側を重くしてあります。

T：ではなぜN極が下がったのでしょうか。次の実験を見て下さい。

(3) 地球磁場のモデルと伏角（演示）

[準備するもの]

棒磁石 鉄粉 地球を描いた紙

[方法]

- ① 棒磁石の長さより大きな円を描いた紙を棒磁石に載せ、その上に鉄粉を少しずつ撒いていく。
- ② 紙を軽くたたき、鉄粉が磁力線の形に並んだところで、円を地球に見立て、埼玉（北緯 35° くらい）の位置を示す。

[展開例]

T：鉄粉が棒磁石（永久磁石）のまわりにできる磁力線の形に並びました。この円が地球だとします。磁力線が集まっているところを北磁極と南磁極と考えると、埼玉あたりでは磁力線の方法は地球の中に向かっているのがわかります。磁石のN極が水平面よりも何 $^\circ$ 下を向くかを伏角といいます。地球上のいろいろな場所で偏角や伏角を測った結果、地球の磁場は棒磁石のまわりにできる磁場と似ていることがわかっています。

T：では、地球に磁場があるのは、地球が永久磁石だからでしょうか。次の実験を見て下さい。

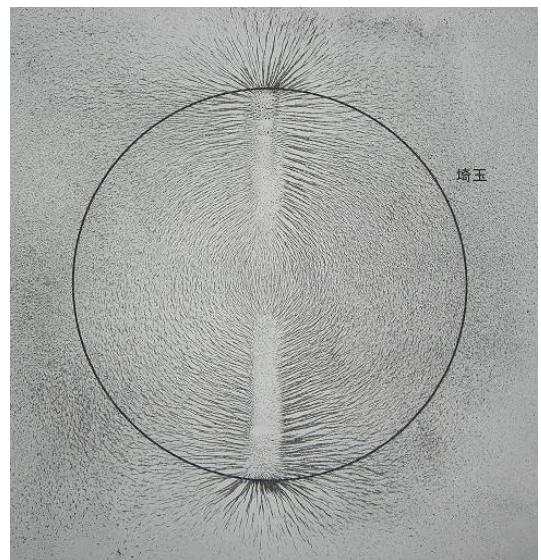


図3 地球磁場のモデルと伏角

(4) キュリー温度 (演示)

[準備するもの]

クリップ (そのままのもの、まっすぐに伸ばしたもの)、ネオジム磁石、るつぼばさみ、バーナー

[方法]

- ① 伸ばしたクリップ (鉄線) をネオジム磁石で 10 回ほどこすり、磁性を帯びさせる。
- ② ①を他のクリップに近づけてくっつけ、磁性を帯びたことを示す。
- ③ ②をるつぼばさみで持ち、バーナーで熱する。
- ④ ①が赤熱し、まもなくくっついてきたクリップが落ちる。

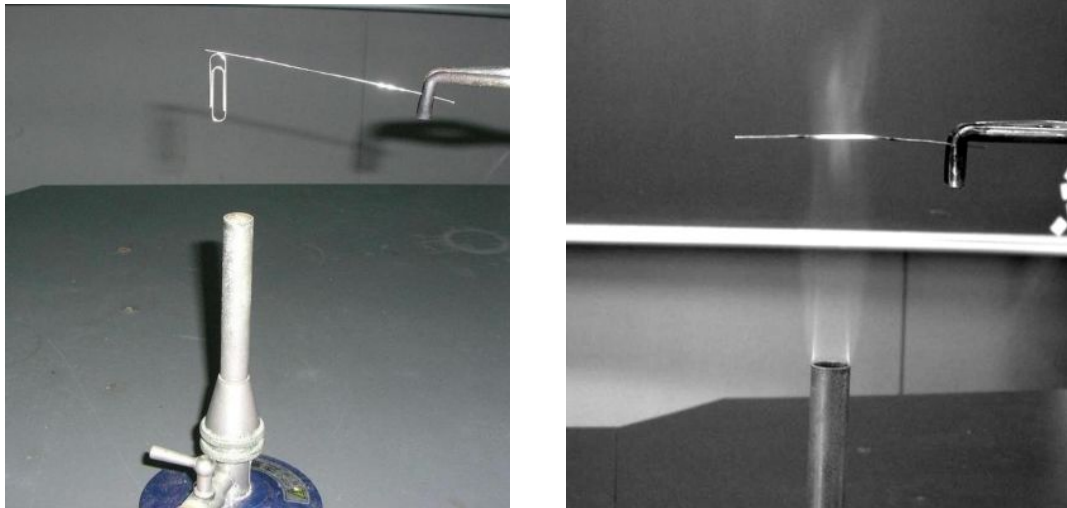


図4 磁石にした鉄線を熱する (左) とくっついたクリップが落ちる (右)

[展開例]

T: これはネオジム磁石という強力な磁石です。これで鉄線をこすると、鉄線が磁性を帯び、磁石になります (クリップをくっつけて見せる)。

T: 磁石になった鉄線をバーナーで熱してみます。どうなると思いますか。

S: クリップが落ちる。溶ける。・・・。

(バーナーで熱する)

T: クリップが落ちました。なぜだと思いますか。

S: 伸ばしたクリップが磁石じゃなくなったから。

T: 磁石になった鉄の温度を上げていくと、ある温度で磁石の性質を失ってしまいます。この温度を、発見したピエール・キュリーの名をとって「キュリー温度 (キュリー点)」といい、鉄の場合は 770 °C です。

T: 地球は内部ほど温度が高くなっています。その割合 (地下増温率) は表面付近では 1km につき 30 °C です。地表の温度が 20°C だとすると、深さ何 km でキュリー温度になりますか。

S: 25km: $(770 - 20) \div 30 = 25$

T: 地球内部の温度は、地殻～マントル上部で、すでにキュリー温度より高くなっているため、磁石の性質は失われてしまいますから、地球は永久磁石ではないはずです。

T: では、地磁気はどうやって生まれるのでしょうか。外核は主に溶けた鉄でできており、自転による転向力や温度差や密度差による対流などによって動いていると考えられています。磁場の中で鉄が運動することで電流が発生し、電流のまわりに発生した磁場がもとの磁場を強め、という仕組みで地磁気が発生し、維持されていると考えられています。これはちょうど発電機 (ダイナモ) のはたらきと同じなので、ダイナモ理論と呼ばれています。地磁気は液体の鉄でできている外核が生み出しているというわけです。

4 実習間のつながり

偏角や伏角を調べ、地磁気が永久磁石の磁場に似ていることを扱った後、キュリー温度から実際の地球は永久磁石とは考えられず、地磁気の成因は液体の外核という地球の内部構造に起因することへと展開する。したがって『走時曲線と地球内部の構造』『シャドーゾーンと地球深部の構造』などで地球の層状構造について学んだ後に実施するのが効果的である。

プレートテクトニクスとの関連で古地磁気にも触れたいところだが、この実習だけからそこまで展開するのは難しい。『演示 世界の震源と火山の分布』からプレートテクトニクスに話を進める際、話題として取り上げたい。

地磁気は地質時代を通じて南北が逆転をくり返してきた。その様子と放射年代を組み合わせることで編年に利用されていることは、地球の歴史でも触れると良い。

オーロラが極地方に現れるのも地磁気に関係している。これは『大気圏の構造』に関連する。

5 中学校までの既習事項

小学3年で方位磁石は北を指すことを学ぶ以外、地磁気に関して特に学んではいない。

6 補足

(1) 簡易伏角計の作り方

[材料]

百円ショップで販売しているオイル入りコンパス（方位磁石） 両面テープ
ペットボトル（容器断面が四角形のもの・350ml） 水平面の線を描いた紙

[方位磁石について]

「百円ショップのオイル入りコンパス」でないと、コンパスを立てたときに磁針がうまく下がらない。下の方位盤面と磁針とがある程度離れているものでないとうまく動かない。製品にムラもあるので、いくつか百円ショップを回り、良いものを選んで購入する。

[作り方]

① ペットボトルに水平面の線を描いた紙を貼る。このときペットボトルの長軸方向と水平面の線が平行になるように注意する。

② 水平面の線に南-北が重なるようにコンパスを(1)に貼って完成。

※ 実際の組み立て方は図2を参考。

(2) 地磁気の永年変化と偏角・伏角

長年の観測から地球磁場は変化していることが知られている。これを地磁気の永年変化という。例えば日本付近の偏角は、現在、西偏6~9°程度だが、200年ほど前には0°の時期があり、それ以前は東偏であった。伊能忠敬は、地図の作成にあたり、方位決定に羅針（方位磁針）を使用した。彼は磁針が正しく北を指すと考えたが、実際に彼が測量を行った1800年代初めごろの日本の偏角はほとんど0°であった。