



## 磁石に反発

齋藤 吉彦（館長・学芸員）

磁石といえば冷蔵庫などにメモを貼り付ける便利なもので「くつつく」というイメージが強いですが、反磁性と言って反発することもあります。今回は「熱い鉄と方位磁石結晶」と題して「熱い鉄は反磁性？」という著者の計算結果を紹介しました。今回は、反磁性は一見とても不思議なのですが、じつはリーズナブルでよくある現象ということを紹介します。

反磁性の強力なのは超電導体です。図1(左)は下の磁石にCuBaDyO系の超電導体が反発して浮いているところです。図1(右)はBiSrCaCuO系セラミックの導線を300回巻いたコイルが超電導になって磁石に反発して浮きあがったところで、次のような超電導磁石のデモンストレーションです。このコイルを2つ重ねて液体窒素に浸けて冷やすのですが、上側のコイルの両端は結線し、下側のコイルには1.5Vの充電電池6本から電気を流せるようにしてあります。このセラミック線が十分冷えて超電導となり電気抵抗のない導線になったところで、下側のコイルに電池から電気を流します。すると、上側のコイルが浮き上がってくるのです。コイルには電気抵抗がないので、9Vでも大電流が流れて強力な磁石になります。このとき上側のコイルにも電気が流れて、下側の超電導磁石に反発するように電磁石となって浮き上がるのです。リアモーターカーはこの原理で浮くのです。



図1. 超電導による反磁性。CuBaDyO系超電導体(左)とBiSrCaCuO系超電導コイル(右)

超電導でなくても、電気が流れるものなら磁石に反発します。超強力な磁石の上にアルミのヤカンを落とすと、ふつつならガチャンと音を立てて落ちるはずですが、フワッと軟着陸します。つまり、アルミのヤカンは磁石に反発するのです。2012年のサイエンスショー「スーパー磁石」で多くの方にご覧いただきました。現在もときどきエキストラ実験ショーで実演していただいています。著者のホームページでも動画があり

ますので見てください。この現象はヤカンに図2のような渦電流が流れて、ヤカンが電磁石になって反発するのです。図1の超電導体や超電導コイルとほとんど同じです。超電導の場合は電気抵抗がないのでいつまでも電流が流れて反発したままでいられますが、ヤカンの場合は動きが止まると電気抵抗によってすぐに電流が消失し磁石に反発しなくなります。ですので、磁石から遠ざけようとするともた渦電流が生じてこんどは引きつけようとしします。つまり、電気抵抗があるので渦電流は磁石のそばでの運動を妨げるのです。

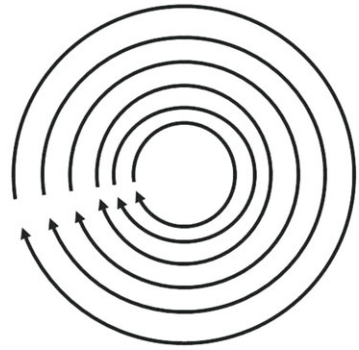


図2. 渦電流

原子レベルでも渦電流と同じような効果が生じます。原子核の周りを電子が回っているのが原子で、磁石が近づくと電子の運動が変化し、上記の渦電流と同じように反磁性になります。この場合は電気抵抗がないので減衰することがありません。図1のような超電導の反発と似ています。ものは全て原子からできているので、反磁性は当たり前にかかることなのです。じっさい、水や銅、グラファイトなど多くの物質が反磁性です。トマトやきゅうりは水が大部分で、10円玉は銅から、炭はグラファイトからできているので、これらは磁石に反発します。非常に弱いですが、この原理などで工夫をすればネオジム磁石のような強力な磁石で反磁性が確認できます。図3はネオジム磁石が、上下にある2個のグラファイトの反発力で浮いているところです。この写真の上部に別の磁石があって、その磁力でネオジム磁石の重力をほとんど打ち消すようになっています。それでわずかな反発力でも浮くのです。

磁石に反発するというのはとても不思議に感じますが、じつはよくある現象なのです。

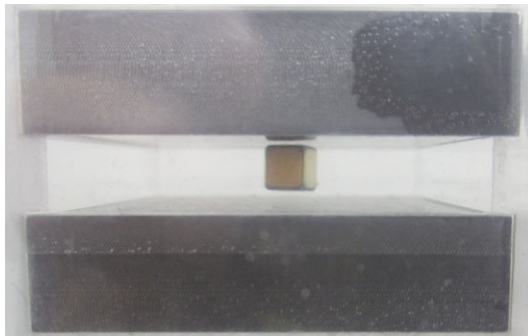


図3. グラファイトに反発するネオジム磁石。上下にある黒い物体がグラファイト。その間で浮いているのがネオジム磁石。