

世界初！ 磁力線で見える超伝導現象

夏のサイエンスショー「水、空気、いろいろ大変身」では、水と空気の三態変化や高温超伝導材*の相転移（図1）、すなわち、同じ物質でも温度によってまったく違う性質のものになるという現象を紹介しました。超伝導に関しては、「電気抵抗が0になりました。磁石を反発しています。」との簡単な説明だけに終わってしまいました。そこで、世界初の写真を交えて、少し詳しく解説しましょう。

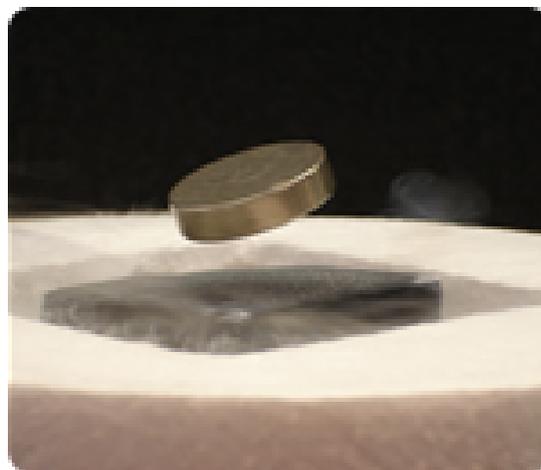


図1. 磁石が宙に浮く。下は液体窒素で冷やした高温超伝導材で、磁石を反発する。

高温超伝導材と言っても、常温では磁石に全く反応しない普通の物質です。これを液体窒素でマイナス 200℃に冷やすと、その上に磁石が浮くのです（図1）。「高温超伝導材が磁石になった？」と思いきや、そうではありません。N極 S極に関係なく、磁石を反発します。鉄は N極 S極に関係なく磁石にくっきます。鉄の反対に大変身（相転移）というわけです。さて、いったい何が起こったのでしょうか？

じつはマイスナー効果という現象によって、磁石を反発しているのです。マイスナー効果は「磁力線は超伝導体の中に侵入しない」というものです。では、

マイスナー効果を実際に見ることにしましょう。世界初のデモンストレーションです。図2は大型ネオジム磁石の磁力線を針金などで見たところですが、N極から磁力線が出てS極へ入っている様子が分かります。展示場4階の「磁石の花」で見ると同じです。さて、この磁力線の中に超伝導体を入れたのが、図3です。針金が超伝導体の上下から追いつけられなくなったかのように、超伝導体が磁力線を押しどけたのです。これが世界初、目で



図2. 大型ネオジム磁石の磁力線。

* CuBaDyO セラミックス。新日鐵（株）提供。

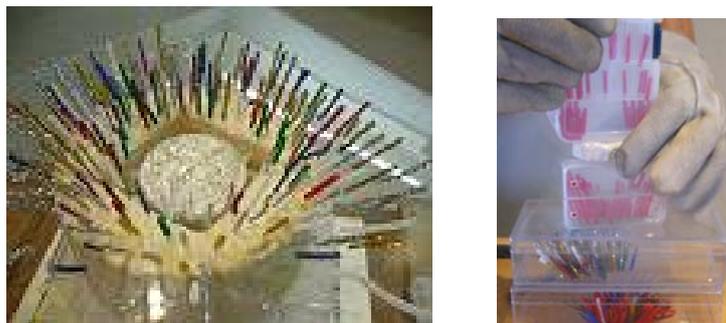


図 3. マイスナー効果の観察。大型ネオジウム磁石の磁力線の中へ超伝導体を置くと、超伝導体の上側には針金は全く存しない（左）。右は超伝導体の上下に針金が存しない。「磁力線は超伝導体を貫かない。」が見える。

見るマイスナー効果です。図 1 では、磁石から出る磁力線が超伝導体の上でクッションのようになっているのです。すなわち、磁力線のクッションで磁石が浮いたというわけです。

次の超伝導実験です。高温超伝導材を冷やすのは同じですが、今度はその上方に隙間をあけて磁石を置いて冷やします。「超伝導になるから、磁石が浮き上がるはず！」と思いますよね。しかし、待てども待てども何も起こりません。そこで、磁石を持ち上げてみると超伝導体が隙間を空けたまま浮いてくるのです（図 4 左）。磁石を横にしても（図 4 中）、裏返しても（図 4 右）、近づこうとも離れようともしません。同じ隙間のままです。無理やり離して、再び磁石を近づけると、飛びついてきて先ほどの隙間をあけた状態で固定されます。じつは磁石を近づけたまま冷やしたので、高温超伝導材全体が超伝導になることができず、常伝導の部分（磁力線が貫いている部分）が残ったのです。クッションとなった磁力線の一部が突き刺さって、磁石との距離を一定にしたのです。

紙数が尽きました。マイスナー効果の生実験は未公開ものです。詳しくは例会などで紹介しましょう。世界初、こうご期待！



図 4. 高温超伝導材の上方に磁石を置いて冷却すると、縦横に関係なく、高温超伝導材と磁石とが冷却前の間隔を保とうとする。