

(第3種郵便物認可)

サイ・テク 知と技の発信

[517]

埼玉大学・理工学研究の現場

皆さんは鉄でできている冷蔵庫のドアが永久磁石を引き寄せること、鉄が代表的な磁性体であることをご存じでしょうか。冷蔵庫に限らず私たちの身の回りには鉄を素材に用いた製品が多く見られるため、磁性体に永久磁石が引き寄せられる様子は容易に体験できます。一方、自然界に金属状態の鉄が存在することはまれですが、磁性体が全くないというわけではありませぬ。それでは自然界にはどのような磁性体が存在しているのでしょうか。

人類は紀元前から磁気現象を知っていたと考えられています。そのきっかけとなった磁鉄鉱と砂鉄が代表的な磁性体であること、鉄が代表的な天然磁性体といえま

物(四酸化三鉄といひ、秩父鉱山で産出していました)であり、砂鉄は名前から鉄の粉末を想像しますが、磁鉄鉱が細かくなったものにほかありません。鉄を主成分とし、永久磁石に強く引き寄せられる点で磁鉄鉱は金属鉄によく似ていますが、磁性発現のメカニズムは異なります。金属鉄はその内部に原子磁気モーメント(磁石の最小単位)を同じ方向にそろえる作用が働くため強い磁気を示します。

一方、磁鉄鉱の内部には隣り合う磁気モーメントを互いに反対向

自然界の磁気と応用

本多 善太郎 准教授



ほんだ・ぜんたろう 1972年生まれ。埼玉大学大学院博士後期課程修了。博士(理学)。埼玉大学工学部助手を経て、2005年から現職。専門は磁性学。主に金属錯体、有機磁性体の研究を行っている。

きにそろえる作用が働きます。その結果磁鉄鉱の内部に上向きと下向きの原子磁気モーメントが生じますが、その数や大きさが異なることで完全に打ち消し合わず磁気を示すのです。このメカニズムはフランスの科学者ルイ・ネールにより明らかにされ、その理解により多くの酸化鉄磁性材料が人工的に生み出されました。日本発の「フェライト磁石」がその代表といえます。

磁鉄鉱は生物とも関わりがあります。池や沼の泥の中に生息する磁性細菌は地磁気の向き(特に水平面からの傾き)を感知して泥の中に潜る性質がありますが、その体内には直径0.1μmほどの磁鉄鉱の粒子が10個から20個一列に並び、方位磁針の役目を果たしています。さらに、細菌内の磁鉄鉱粒子は生体膜に覆われていて凝集しにくくなっているのです。

近年、このような構造を人工的に模して、酸化鉄粒子の表面を有機ポリマーで覆って凝集しにくくした極小磁石、「磁気ビーズ」が作られました。磁気ビーズは表面にさまざまな分子を取り付けることができ、水に分散したり逆に永久磁石を近づけて集めるなどの操作が自由自在であるため、DNAやたんぱく質などの分離・回収や、薬成分を取り付けて外部から永久磁石で患部に誘導する「ドレッジデリバリー」などの医療応用が可能です。

最後に自然界に見られる最も身近な磁気現象である地磁気にも触れておきたいと思えます。1600年ごろ、イギリスのウィリアム・ギルバートは球形の永久磁石の表面と地球上のさまざまな地点での方位磁針の向きが類似していることに気づき、地球自体が巨大な磁石であることを発見しました。現在では地球は永久磁石よりは電磁石に近く、地球内部の液体金属の複雑な対流が発電機とコイルに流れる電流の役割を果たすことで地磁気が生じていると考えられています(地球ダイナモと呼ばれています)。磁性細菌が地磁気を感じて移動するように、人類も古くからナビゲーションに地磁気を利用しており、最古の磁気応用といえるかもしれません。