

鉄系超伝導材料：レアアースの使用量、大幅削減に成功

岡山大学大学院自然科学研究科の工藤一貴助教と野原実教授らは、レアアース（希土類元素）の使用量を大幅に削減した超伝導物質の開発に成功した。2008年に東京工業大学の細野秀雄教授らが最初に発見した鉄系超伝導物質を改良したもので、地表に大量に存在する安価なカルシウムと鉄、ヒ素、リンを主成分とする物質に、レアアースの中でも安価なランタンを僅かに添加した。電気抵抗ゼロの超伝導状態へ移行する温度はセ氏零下 229 度（絶対温度 45 ケルビン）であり、電気式冷凍機を用いて冷却することで超伝導状態に移行できる。冷却のために高価な液体ヘリウムを用いる必要がない。

超伝導物質は電気抵抗がゼロのため、損失なく大量の電流を流すことができる。この性質を利用して、強力な磁力を発生する超伝導電磁石を作ることができ、既に医療用 MRI（磁気共鳴画像検査装置）などで実用化されている。JR 東海の超伝導リニアにも用いられる。しかしながら、実用化されている超伝導材料（ニオブ・チタン合金など）は、高価な液体ヘリウムを用いてセ氏零下 269 度（絶対温度 4.2 ケルビン）まで冷却する必要がある。日本にはヘリウム資源がなく、米国で産出される天然ガスに僅かに含まれるヘリウムを輸入していたが、近年、輸入量が大幅に減少している。今後、エネルギー供給が天然ガスからシェールガス（さらに将来は海底のメタンハイドレート）へ移行していくに伴い、ヘリウムの産出量は、さらに減少すると考えられる。このため医療用 MRI など超伝導を利用した機器を使い続けるには、冷却にヘリウムが不要な、高い温度で超伝導へ移行する超伝導材料の実用化が急務である。

鉄系超伝導物質は超伝導へ移行する臨界温度が最高でセ氏零下 217 度（絶対温度 56 ケルビン）と高く、電気式冷凍機で超伝導へ移行できる。しかし、ネオジムやサマリウムなど中国から輸入する必要のある高価なレアアースを主成分として含んでいた。今回開発した物質は、レアアースの中でも最も安価なランタンを僅かに含むだけで、主成分は安価なカルシウムと鉄である。超伝導へ移行する温度と価格の両面において、鉄系超伝導物質の実用化につながる成果といえる。

今後（5 月）、兵庫県にある大型放射光施設 SPring-8 での実験で、この物質に含まれる原子の配列の詳細を明らかにする予定である。そのデータを理論的に解析することで、高い温度で超伝導に移行する条件や、レアアースを全く使わ

ずに超伝導へ移行する条件が明らかになると期待される。

この成果は、英国 Nature Publishing Group の電子ジャーナル Scientific Reports 誌（3月18日発行）に掲載された。

お問い合わせ先

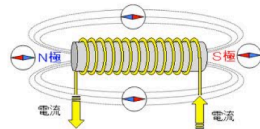
岡山大学大学院自然科学研究科

教授・野原実

電話 086-251-7828

メール nohara@science.okayama-u.ac.jp

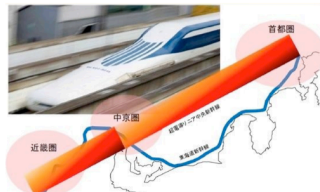
超伝導：電気抵抗ゼロ、無損失で大量の電流が流せる



強力な磁力の超伝導電磁石が作れる

医療用 MRI（磁気共鳴画像装置）

JR東海 超伝導リニア



従来材料（ニオブ・チタン合金など）
高価な液体ヘリウムでセ氏零下269度へ冷却する必要あり

レアアース（希土類元素）の使用量、大幅削減に成功

従来の鉄系超伝導物質

超伝導へ移行する温度

$\text{SmFeAsO}_{0.9}\text{F}_{0.1}$ セ氏零下217度（55 ケルビン）

サマリウム

鉄 ヒ素 酸素 フッ素

新たに開発した鉄系超伝導物質

$(\text{Ca}_{0.83}\text{La}_{0.17})\text{Fe}_2(\text{As}_{0.84}\text{P}_{0.16})_2$

カルシウム ランタン 鉄 ヒ素 リン

セ氏零下229度（45 ケルビン）

安価でありふれた元素（カルシウムと鉄）が主成分

電気式冷凍機で冷却可

[鉄系実用化へ前進](#)