慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	鉄系高温超伝導物質でロスゼロの送電線を作る：究極の電線作りを目指して： 鉄系高温超伝導物質を発見し、新たな可能性を提示した神原陽一専任講師
Sub Title	
Author	渡辺, 馨(Watanabe, Kaoru)
Publisher	慶應義塾大学理工学部
Publication year	2010
Jtitle	新版 窮理図解 No.4 (2010. 7) ,p.4- 4
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	研究紹介③
Genre	Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001002-00000004-0004

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究紹介 ❸　鉄系高温超伝導物質を発見し、新たな可能性を提示した神原陽一専任講師

鉄系高温超伝導物質で ロスゼロの送電線を作る

究極の電線作りを目指して

神原陽一

超伝導とは、物質を極低温にしたときに電気抵抗がゼロになる現象である。これは特定の物質に限られた現象で、特に鉄を含む物質では難しいと信じられていたが、神原さんは 2008 年に層状の鉄系化合物による超伝導現象を発見した。

鉄を含む物質での超伝導

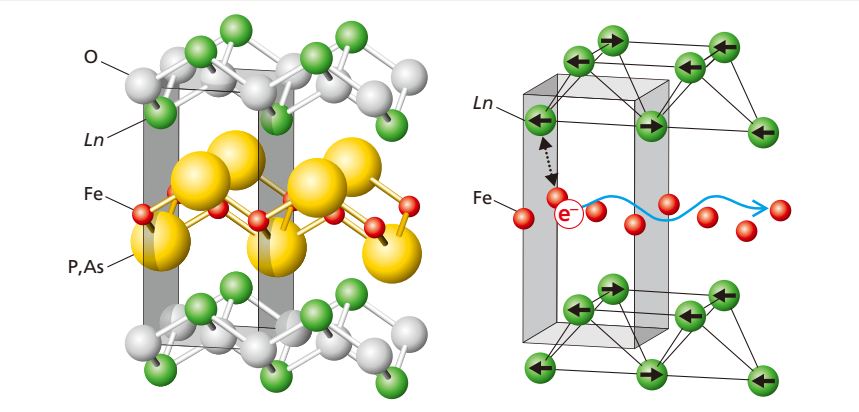
1911 年、オランダのカメリン・オンネスが 4.2K（ケルビン、－ 273.15℃をOK とする絶対温度の単位）に冷却された水銀の電気抵抗がゼロになることを発見する。これが超伝導の発見である。この電気抵抗がゼロに変わる温度は超伝導転移温度と呼ばれ、その後、より高い温度で超伝導を起こす物質の探求が行われてきた。

「超伝導の発見から約 100 年。これまでに多くの物質が発見されましたが、大きく、金属系と銅酸化物系の 2 種類に分けられます。転移温度の高さに注目すると、金属系では 2001 年に発見された MgB_2（2 ホウ化マグネシウム）の 39K が最も高く、銅酸化物系では 1993 年に 135K での高温超伝導が確認されています。しかし、それ以後は目立った発見がなかったのです」と神原陽一専任講師がこれまでの経緯を語る。

超伝導物質の探求が停滞する中、2008 年に神原さんたちは 1 本の論文を発表する。それは、磁性を担う鉄は超伝導物質には向かないという通説を覆す、鉄を含む化合物での超伝導現象の確認である。しかも後続の中国の研究者が 55K での高温超伝導を確認するなど、それが銅酸化物系に次ぐ 3 種類目の高温超伝導物質の発見へつながったのである。

「今回発見した超伝導物質は鉄系の 4 元素化合物ですが、この組み合わせは鉄以外にも適用できる可能性が高く、組み合わせ候補を劇的に増やしたという評価もあります。また、単結晶体は薄い板状になることが指摘されており、しかも電流は板状単結晶の長手方向に流れることも分かってきました。この構造を利用した電線への加工技術の確立が実用化の鍵になると言われています」。

神原さんが筆頭著者で発表した論文は、多くの研究者に驚きを与えるとともに関心も集め、英語論文の被引用数で 2008 年に世界 1 位になった。そして 2009 年には第 13 回超伝導科学技術賞を受賞している。



鉄系高温超伝導体の結晶構造（左）

右図は鉄 (Fe) と希土類 (Ln) だけを抜き出した構造図で、鉄の自由電子が送電時に動く様子を示している。中央に鉄の層があり、それをランタン、サマリウムなどの希土類の層が上下から挟む層状物質となっている。単結晶は図の横方向に成長しやすく、薄い板状の構造を形成しやすい。送電を担うのは、この結晶中では主に鉄で、鉄の自由電子が移動することで電気が伝わる。

超伝導の発見を実用化に

リニアモーターカーや電力輸送、強磁場の発生など、多くの分野での応用が期待される超伝導だが、最も期待されるのは、電気抵抗がゼロになる超伝導物質で作る超伝導電線だろう。電気抵抗がないので、原理的には送電ロスが発生しない電線、つまり送電時にわずかなエネルギーも無駄にしない究極の電線が実現する。

「しかし、現実には課題も多いのが実情です。転移温度の高い物質が見つかり、その構造が分かっても、それを電線として使うには解決すべき問題が山積しています。例えば、鉄系超伝導物質は 1 ～ 100 マイクロメートル程度の単結晶からなるセラミックスなので、金属のように延ばしたり溶かしたりする方法がとれません。1 本の長い電線を形成するには、微細な結晶を整然と並べる加工技術や、結晶どうしの接合面を酸化させない工夫など、今までにない新しい技術が必要になります。さらに、それらの課題を解決して作った電線の保護皮膜をどうするのか、電線を電極につなぐ接合方法はどうするのかなども問題です。これらの課題を解決していかなければなりません」。

実用化に向けた研究に取り組み始めた神原さんだが、その思いは鉄系に続く 4 種類目の超伝導物質の探索にも向けられている。新しく始まった高温超伝導物質の探求について、今後の展開に期待したい。

（取材・構成　渡辺 馨）