

## 科学ゼミナール「新しい高温超伝導物質-鉄ニクタイトの発見と現状」報告

財団法人国際超電導産業技術研究センター  
超電導工学研究所電力機器研究開発部  
主任研究員 本間久雄

2月13日に渋谷の電力館において東京工業大学フロンティア研究センター細野教授を講師に Fe 系超電導材料についてのセミナーが開催された。細野教授は建築材料研究の過程で Fe 系超電導材料を発見し、注目されている。

2008年 JACS に発表した Fe 系超電導材料に関する論文は、2年足らずの間に 1,000 件を超える程引用されており、その業績の凄さを物語っている。

超電導の歴史と現状、Fe 系超電導の発見の経緯、Fe 系超電導の特性と将来性についての発表があった。



渋谷 電力館

### 【超電導発見の歴史と現状】

来年はカメリンオannesが水銀の超電導を発見して丁度 100 年になる。金属系では臨界温度  $T_c$  が 30 K 以上に上がらないだろうといわれていたところに 2000 年に  $MgB_2$  が、2008 年に Fe 系が発見された。

一方、Fe 系の開発状況は、昔の 1 年分を 1 ヶ月で開発するといった物凄いスピードで進歩している。その進歩を表すものとして、2008 年 2 月の時点で臨界温度が 26 K であったものが 2 年足らずの間に 56 K と Cu 系を除くと一番高い臨界温度まで来ていることや、種類も各国で活発に開発が進められていて 50 種が発見されていることがある。

最近の研究成果は、これまで出来なかったジョセフソン接合に成功したことである。

### 【Fe 系超電導の発見の経緯】

細野教授は、3 大建築材料として、セメント、ガラス、Fe について研究していた。

まず、セメントに関して、構造を籠形状にして面を共有化することにより電子が自由に往来でき、0.22 K で超電導特性 (Mn 程度の通電特性) を示すことを発見し、超電導に関わるようになった。

次にガラスで透明なトランジスタを作製し、その特性を良くするために構成材料の一部元素を Fe、Ni に置換してその特性を調べたところ超電導特性を示すことを発見した。この当時一般に磁性体である Fe 系は超電導にならないと考えられていた。なぜなら、Fe は原子最外周の電子 4 個が内部自由度を示すスピンという特性が全て同じで、スピンの異なる 2 個の電子で構成されるクーパー対 (電子が超電導となるために必要な状態) を作れないと考えられていたからである。したがって、Fe 系材料で超電導を構成するこの発見は非常に画期的なものであった。

### 【Fe 系超電導の特性と将来性】

電子ドーブと構造面に関する発表があった。

電子ドーブに関しては、 $LaFeAsO$  の例でドーブ材料を工夫することで臨界温度が 26 K まで上昇する。構造面では結晶構造や圧力の影響についての説明があり、ドーブ材料の工夫で 26 K まで上

昇した臨界温度を加圧することで更に 43 K まで引き上げることができる。

また、Fe 系での薄膜線材に関しても試作され始めており、臨界電流密度としても最近は  $10^7$  オーダーと Cu 系と遜色がないところまで特性が出てきている。

Fe 系超電導材料の将来性については、Cu 系との特性比較として次の点が挙げられる。Fe 系は臨界磁界が 300 T と Cu 系の 200 T より大きく、NMR 等の高磁界で使用される機器の更なる性能向上が見込める。更に Cu 系は斜方晶であり、通電特性を出す為には結晶方位のコントロールが不可欠であるが、Fe 系は正方晶で異方性が小さく、結晶方位を気にする必要が少ない。また、Cu 系は Cu を他の材料に置換すると超電導にならないが、Fe 系は不純物に強く、例えば Co に置換しても超電導性が消えない。したがって、非常に作り易い材料といえる。

Fe 系の超電導材料は Cu 系に比べ、高磁界での臨界電流を確保でき、線材としても不純物や結晶方位に鈍感で作り易いことから超電導材料として非常に将来が期待される材料であり、今後の動向に注目すべきものである。

[超電導 Web21 トップページ](#)