

理化学研究所(理研)は、新規の量子物性を示す分子結晶「パラジウム・ディーエムアイディー錯体(Pd(dmit))」を開発、分子性超导体が、共有結合固体(VBS)と呼ばれる磁石でない絶縁体から金属へ、圧力・磁場誘起相転移する現象を観測し、超電導がVBSから出現していることを突き止めたと発表された。米科学誌「フィジカル・レビュー・レターズ」オンライン版に掲載された。

### 分子性超导体の超電導

## 共有結合固体から出現

### 理研グループが観測

これは、理研中央研究所の加藤分子物性研究室の清水麻弘元基礎科学特別研究員(現名古屋大学高等研究院特任講師)、加藤礼三主任研究員、秋元摩太ノブサイエンス研究所員らによる成果。

超電導現象は、しばしば電子の流れにくい金属や電子の局在した絶縁体の近くでみられ、高濃度の絶縁体や有機超電導物質超電導体や有機超電導体として注目をされている分子性超导体などが典型例となっている。しかし、発見から20年以上経った現在でも、絶縁体から超電導に転移するメカニズムは謎の手ままだった。これらの物質の共通点は、モット絶縁体と呼ばれる電子が互いのスロー

のスピンの互い違いの向きに整列して、磁石(反強磁性状態)になったモット絶縁体から超電導が出現するものと考えられてきた。同研究グループは近年、さまざまな特異的な磁性を示す三角格子構造のモット絶縁体超导体を開発し詳細に調べた。その結果、超電導圧力を加えると、超電導の距離を細かく縮めていくと、0.4K程度の臨界圧力で電気抵抗が3ケタ以上も減少し、絶縁体から金属への

### 新モット絶縁体錯体開発で

相転移を観測することができた。さらに、絶対温度約5ケルビンに冷却すると超電導が出現することを確認したほか、絶縁体と金属のエネルギが拮抗している臨界圧力近傍では、0.2Tという強い磁場を加えると、絶縁体が高圧に二次相転移することを発見した。これは、磁場に対して不安定な非磁性の絶縁体が超電導と隣り合わせに存在することを示す世界最初の実験となる。

分子絶縁有機

# 理研、磁場かけ金属に

## 超電導の仕組み解明へ

理化学研究所は18日、有機分子の絶縁体が超電

導状態を経て金属に変化する様子を実験で観測し

たと発表した。強い磁場を与え、絶縁体

から金属にスイッチさせることができた。超電導の仕組みの解明につながるという。

中央研究所の清水廣弘元基盤科学特別研究員、秋加藤礼三主任研究員、秋

元彦太ノサイエンス研究員らによる成果で、米科学誌PRLの最新号(電子版)に発表する。研究チームは特別な磁性を持ち、電子が動かない絶縁体(モット絶縁

体)の化合物を開発。この結晶に圧力を加え、電子間の距離を縮めると、絶縁体から金属に変化することを突き止めた。また約688度Cまで冷却すると超電導が起きた。

超電導解明の  
手がかり発見

理研など

理化学研究所などは、  
超電導のメカニズム解明  
につながる新現象を発見

止めた。有機分子の結晶が電気を通さない絶縁体から金属や電気抵抗ゼロの超電導状態に移る様子を詳しく観察し、途中に生ずる「VBS」と呼ぶ電子状態が重要であることが確かめた。研究成果は米科学誌「フィジカル・レビュー・レターズ」に掲載した。

VBS状態は、結晶分子中の電子が二個でスピンをいっしょに持ち、電子の「スピン」と呼ぶ性質が混じり合っている状態。研究チームは、有機分子結晶の超電導状態は、VB状態から生ずることを解明した。

パラジウムと有機イオンを材料に、VBS状態をじっくりやすい三角格子の特殊な結晶を作製。この結晶を加圧・冷却したり、外から磁場をかけたりにして実験したところ、もともと絶縁体の状態から金属や超電導体になる過程でVBS状態を経由することが分かった。

中央研究所 加藤分子物性研究室