

1. 研究領域名：新しい環境下における分子性導体の特異な機能の探索

2. 研究期間：平成15年度～平成19年度

3. 領域代表者：高橋 利宏（学習院大学・理学部・教授）

#### 4. 領域代表者からの報告

##### (1) 研究領域の目的及び意義

分子性導体は、無機半導体や強相関酸化物とならぶ、21世紀を支える第3の伝導性物質である。近年、超高压下における新しい有機超伝導の発見、強磁場下における新しい伝導現象や磁場誘起超伝導の発見、分子エレクトロニクスへの関心の高まりなど、分子性導体の研究が新局面を迎えている。本研究領域では、(1) 超高压、超強磁場下の新しい電子状態の創成、(2) 磁性と伝導の複合した $\pi d$ 系、人工構造の導入による新機能の開拓、を柱に、構成要素が有機分子であることに由来するこの系の特質を最大限に活用して、分子性導体の新しい可能性を開拓することを目的とする。

本研究領域の意義は第一に、物性物理学と有機化学の両分野の文字通り「有機的」連携によって、「分子性導体」の新しい局面を進展させ、新しいパラダイムを切り開くことにある。このため、両分野から最先端の研究者を糾合し、密接な連携が図れる研究体制を整備する。第二に、この分野では我が国の研究水準が極めて高く、世界をリードするアクティビティを維持している。これを維持し更に発展させることは、国際戦略的にも重要である。このため、意欲ある若手研究者の参加を積極的に募って研究を推進する。第三に、21世紀の分子エレクトロニクスの舞台として分子集合体を用いた堅実な研究が継続され、成果を上げつつある動向に対して迅速な対応をし、国際的なイニシアティブを先取することはきわめて重要である。

##### (2) 研究成果の概要

2つの既知物質について8GPaの超高压下で超伝導を確認、新たに一つの磁場誘起超伝導体を発見、磁場誘起超伝導機構の実験的検証に成功、複数の新しい量子振動現象を発見する等の新しい成果を上げた。精密な圧力制御によるモット転移の臨界現象、2次元三角格子におけるスピン液体状態を発見した。

特異な磁気的性質を示す新しい $\pi d$ 系が多数開発された。有機FETでは空気中で安定な高性能n型FETが実現された。ホール効果やESRといった手段によるFET内のキャリアの直接観測が実現された。ET系結晶の巨大非線形伝導とそれによる有機サイリスタといわれる新しい現象が発見された。

電荷整列系に電荷の自由度を反映する新しい現象が数多く観測された。 $\alpha$ -(ET)<sub>2</sub>I<sub>3</sub>塩においてバルクの物質ではじめての「ゼロギャップ状態」が確認された。新しい単一成分分子性金属が開発され詳細な物性測定が進展した他、第一原理計算によるバンド構造がdHvA効果の測定と見事な一致をみた。

5つの新規超伝導物質が開発され、インコメンシュレート構造をもつ超伝導体、反強磁性絶縁相、電荷秩序相に隣接した超伝導相が確認された。また非対称骨格を有する分子をベースに超伝導体、高いNéel温度を有する反強磁性体の開発に成功した。有機FET素材として有望な多くの分子が開発された。

クーロン斥力や密度揺らぎによる新しい超伝導機構の探索、高磁場下での電子状態及び輸送現象、異方的三角格子、電荷秩序が競合する系、中性イオン性転移の理論的な解析を行い、実験結果の理解に貢献した。

#### 5. 審査部会における所見

##### A (研究領域の設定目的に照らして、十分な成果があった)

分子性導体は次世代分子エレクトロニクス材料として注目される研究分野である。本研究領域では、特殊な環境における新しい電子状態や現象の探索、あるいは、磁性と伝導性のカップリングなど、ハイブリッド系での新しい現象の観測について一定の成果があがっている。特に、強磁場下や超高压下での超伝導をはじめとする電氣的・磁氣的物性の転移現象や相図の解明などにおいて、数多くの成果がすでに得られている。さらに、有機合成と物性化学の研究者間で共同研究が積極的に行われたことから開発された新物質も多く、小さな刺激でもドラスティックな物性転移現象が期待できる有機物の特徴が生かされた成果も評価に値する。このように本研究領域にて数多くの成果が認められるが、今後これらを統合した普遍的な新学問領域としての展開や、これらのシーズ（個別の発見）に基づくブレークスルーにより新局面が生まれることを期待する。