

平成25年度(基盤研究(S))研究概要(採択時)

【基盤研究(S)】

理工系(数物系科学)



研究課題名 分子性物質の可制御性を用いた領域横断型研究と境界領域の物性開拓

東京大学・大学院工学系研究科・教授

かのだ かずし
鹿野田 一司

研究分野: 物性物理学

キーワード: 分子性物質、強相関電子系、誘電物性、ディラック電子系

【研究の背景・目的】

“More is different”で象徴されるように、粒子が多数集まると集団としての新たな存在が生まれる。そして、その振る舞いが極めて多様であることが、物質科学の成り立ちの根本にある。その多様な物性の間を繋ぐことができたとき、物質科学が一段と高い系統性を獲得することになるが、実験的に“異なる物性を繋ぐ”ことは容易なことではない。なぜなら、様々な物性はそれぞれに特徴的な物質の構造から生まれ、異なる構造を繋ぐことは一般的に難しいからである。近年、分子性物質が、強相関物理学をはじめとする様々な分野で興味ある物性を示し注目されているが、それらのいくつかは、類似の構造を持つ物質系から生まれていることに我々は注目した。

本研究では、分子性物質における誘電性、伝導性、磁性、半導体といった多岐に渡る領域での重要課題を取り上げ、有機物質の構造の可制御性を用いて、領域間の境界で新たな物性を開拓する。分子性物質の構造的な特徴を利用することで、既成の研究領域の間を往来する実験方法を確立し、領域間を横断して物性研究を行うことにより、境界領域に潜む未知の物性を発掘し物質科学における新たな研究の潮流を創出することを目指す。具体的には、以下の4つの課題に取り組む: (i) 電子分極強誘電体からイオン分極強誘電体への相制御および金属化の試み; (ii) 強相関電子系における電荷ガラス相の探索と新規物性の開拓; (iii) 強相関 Dirac 電子系の物理学の構築; (iv) スピン液体と超伝導体の境界領域における新規電子相の探索。

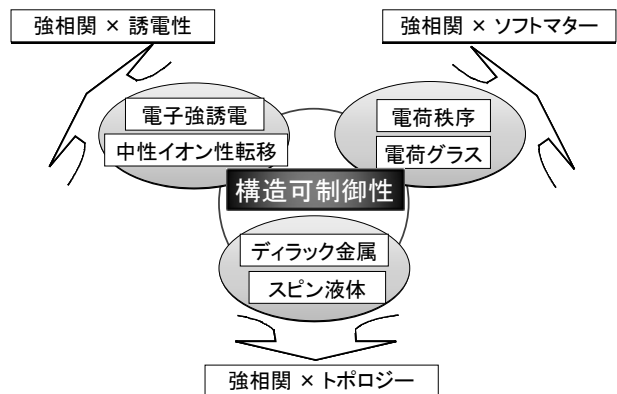
【研究の方法】

異なるテーマにおいて興味ある物性を示しながらも類似構造を有する一連の分子性物質に対し、物理的/化学的に圧力を印加して構造を変化させ、電子相の質的な変化を追う。加圧法としては、従来の静水圧および一軸加圧に加え、両者を組み合わせる方式も取り入れる。

電子状態は、微視的手法と巨視的手法を併用して、複眼的に調べる。微視的な実験手法としては、スピン状態を核磁気共鳴(NMR)で、電荷状態を核四重局共鳴(NQR)で調べ、巨視的な手法として、磁化率、電子輸送特性及び誘電特性の測定を行う。特に、NMR実験では、圧力セル中の単結晶試料を磁場方向に対して任意の方向に設定できるように、横磁場超伝導マグネットと組み合わせて実験を行う。

【期待される成果と意義】

本研究の学術的な特色は、強相関電子系に発現する電荷ガラス、電子型量子強誘電性、金属-絶縁体転移、Dirac 電子相、スピン液体相、超伝導相というそれぞれが物理学の大きな問題となっているテーマに対し、分子性物質における分子配列の可制御性を利用することで、共通の舞台で横断的に研究することが可能となり、境界領域に潜む未知の物性を発掘し物性物理学に新しい潮流を生み出そうとする点にある。下の概念図に示すように、強相関物理学を核として、誘電性、ソフトマター、トポロジーといった分野に跨る学際的な物性科学が創成されることが期待される。



【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Kanoda and R. Kato, “Mott physics in organic conductors with triangular lattices”, Annual Review of Condensed Matter Physics 2, 167 (2011).
- F. Kagawa, T. Sato, K. Miyagawa, K. Kanoda, Y. Tokura, K. Kobayashi, R. Kumai, and Y. Murakami, “Charge-cluster glass in an organic conductor”, Nature Physics 9, 419 (2013).

【研究期間と研究経費】

平成25年度-29年度
168,500千円

【ホームページ等】

http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kanoda_lab/