
岡山大学大学院自然科学研究科数理物理学専攻(理学部物理学科)

野原研究室

Nohara Lab: Solid State Physics and Chemistry Research Group
Department of Physics, Okayama University

(1) 研究スタッフ

野原実(教授)、工藤一貴(助教)

(2) 研究室の紹介

鉄やイリジウムなどの遷移金属元素を含む無機化合物における新超伝導体や、フラットバンド機構による熱電材料の物質開発に取り組んでいます。博士1名、修士7名、4年生3名の学生が在籍しています。

(3) 特徴ある装置

無機バルク材料の合成に必要な電気炉、グローブボックス、ドラフト、磁化測定装置を整えています。周りに超高压、核磁気共鳴、光電子分光の研究室があるのが岡山大の強みです。また大型放射光施設SPring-8へも簡単にアクセスできます。

(4) これまでの成果、最近のトピックス

ニクタイトで初ハニカム格子の超伝導 SrPtAs (転移温度 2.4 K)、電荷移動により二次元電子系が形成された超伝導 SrPt_2As_2 (5.2 K)、鉄白金系超伝導体 $\text{Ca}_{10}(\text{Pt}_4\text{As}_8)(\text{Fe}_{2-x}\text{Pt}_x\text{As}_2)_5$ (38 K)、格子の巨大ソフト化で増強される超伝導 $\text{BaNi}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ (3.3 K) など、ぞくぞくと新超伝導体を発見しています。

最近の発見はイリジウム三角格子の超伝導 $\text{Ir}_{1-x}\text{Pt}_x\text{Te}_2$ (3.1 K) です。銅酸化物や鉄系の超伝導は、規則的に配列したスピン(磁石)をバラバラに融解したところで発現します。今回、私たちが発見した IrTe_2 の超伝導は、磁石の融解ではなく、分子配列の融解(化学結合の切断)によって発現します。 IrTe_2 は、イリジウム原子が規則的に配列した三角格子からなる層状物質で、室温では正三角形の格子です。ところが約 250 K まで冷却すると、Ir 原子が b 軸方向に化学結合を形成し、分子状の Ir 鎖ができあがります。このとき、化学結合が形成される b 軸が縮み、格子は二等辺三角形へと変形します。ここに僅か 3% の白金 (Pt) を添加すると、Ir 鎖の全ての化学結合が切断され、転移温度 3.1 K の超伝導が現れました。 IrTe_2 における分子状 Ir 鎖の形成は、Ir の t_{2g} 軌道の秩序化が関係していると考えられます。すなわち、 t_{2g} 軌道に属する d_{xy} , d_{yz} , d_{zx} 軌道の一つを電子が選択的に占有することで軌道が規則的に配列し、電子雲が伸びる b 軸方向にだけ化学結合が形成されたという仮説です。このような軌道の規則配列は、銅酸化物や鉄系のスピンの規則的な配列(反強磁性秩序)に類似し、これらがバラバラに融解したところで超伝導が発現することも類似しています。軌道秩序の観察や、軌道揺らぎによる超伝導など、今後の展開が期待されています。

(5) 連絡先、ホームページアドレス

〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学理学部物理学科 野原実

http://www.physics.okayama-u.ac.jp/nohara_homepage/



図1. グローブボックスと走査電子顕微鏡