

## 理工学専攻大学院生が金属二重鎖銅酸化物の キャリアドーピング機構を解明

### 概要

大学院理工学専攻数理・物理コース修士課程2年の寺村壮玄君は、岩手大学発の超伝導体の関連物質である金属二重鎖銅酸化物の良質試料合成に成功し、その物質の精密な物性評価により、**キャリアドーピング機構**を解明しました。本研究成果により、新規な低次元超伝導物質の創生と金属二重鎖系超伝導体の臨界温度の向上が期待されます。この研究の出発点となっている岩手大学発の一次元超伝導銅酸化物については、学部生向けの「**超伝導**」の教科書（物理・材料テキストシリーズ、2022.7発行、小池洋二著、内田老鶴圃）に紹介されています。

本研究は、令和4年9月7日にエルゼビア社のオンラインジャーナル『Physica B: Physics of Condensed Matter』で公開されました。

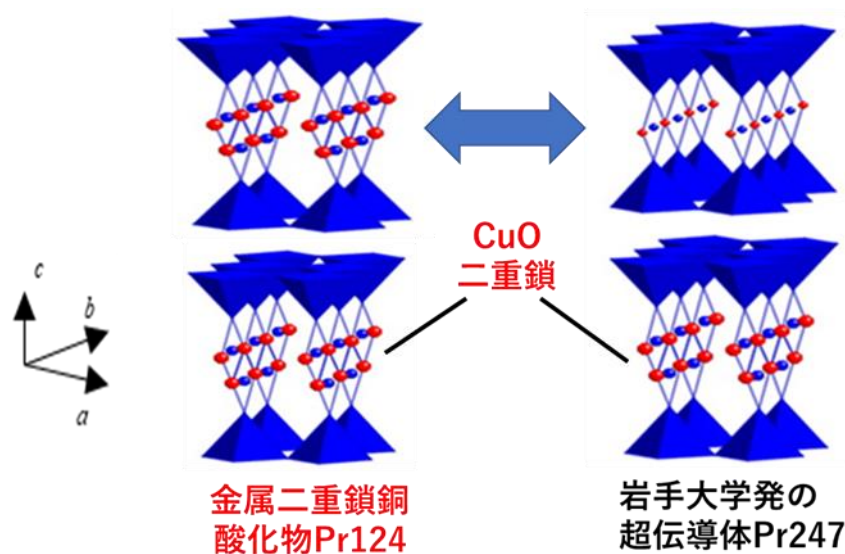


図1 金属二重鎖銅酸化物と岩手大学発の超伝導体の構造

研究成果のポイント

- ・研究内容及び研究成果

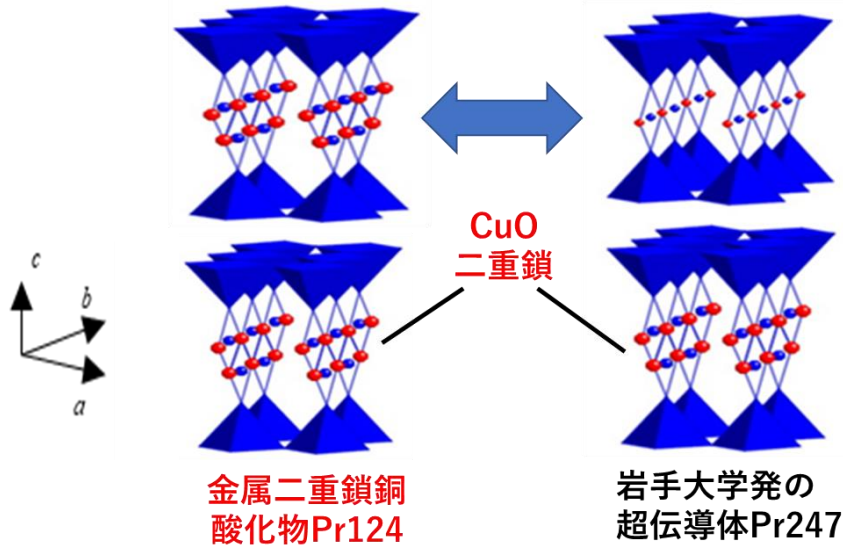


図1 金属二重鎖銅酸化物と岩手大学発の超伝導体の構造

右の結晶構造（図1）のプラセオジム系銅酸化物 Pr247 が低温還元熱処理により転移温度 27K の超伝導を示すことが知られています。この超伝導体の特徴は、CuO 金属二重鎖が超伝導を発現する一次元超伝導体であり、銅酸化物として世界初の発見であり、その超伝導機構の解明の研究が進められています。（この研究の出発点となっている岩手大学発の一次元超伝導銅酸化物については、学部生向けの「超伝導」の教科書（物理・材料テキストシリーズ、2022.7 発行、小池洋二著、内田老鶴圃）に紹介されています。）

岩手大学発の一次元超伝導体の機構を解明するために、本研究では関連物質であるプラセオジム銅酸化物にカルシウム元素を置換した金属二重鎖銅酸化物をサイトレイト法により合成し、良質試料の結晶構造の相図を作製しました。さらに、この物質のゼーベック係数、磁気抵抗効果及びホール効果などの輸送特性を評価し、電子・ホール の 2 キャリアモデルにより、金属二重鎖のキャリアドーピング機構を解明しました。

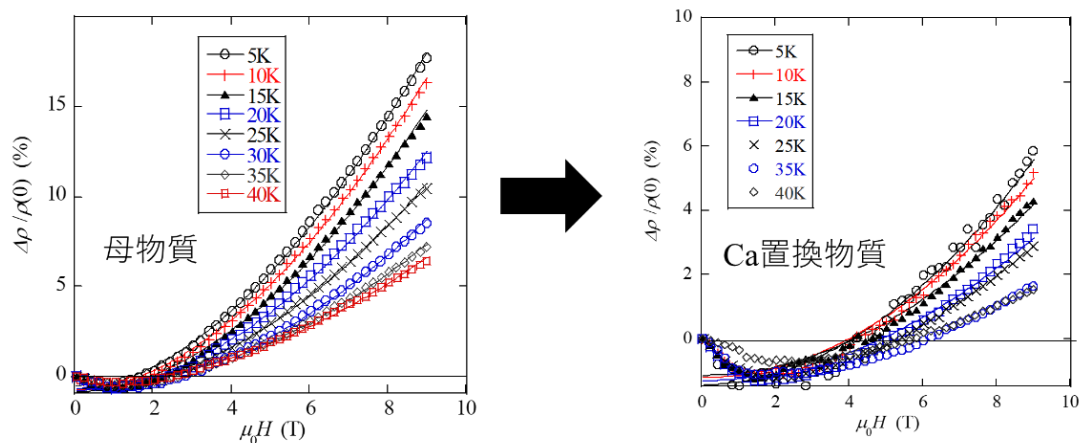


図2 Ca置換による磁気抵抗効果の抑制



Pr124 母物質の磁気抵抗効果は 8T の印加磁場で 15% の増加を示しますが、Ca5% 置換 Pr124 試料では、5% 程度と大幅に抑制されます。Pr124 の磁気抵抗効果は電子とホール の 2 キャリアモデルを仮定すると説明ができます。さらに Ca 置換により金属 2 重鎖の電子がホールにより相殺され、結果的にホール の 1 キャリアになったことにより抑制されたと理解されます。

・今後の展開

金属二重鎖のキャリアドーピング機構の理解が進むことにより、新規な低次元超伝導物質の創生と金属二重鎖系超伝導体の臨界温度の向上が期待されます。

掲載論文

題 目 : Structure, electric transport, and magneto-transport properties of metallic double-chain based  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  with low Ca substitution

著 者 : 寺村壮玄 大学院理工学専攻数理・物理コース修士課程 2 年

松川倫明 理工学部数理・物理コース 教授

千崎達也 大学院理工学専攻数理・物理コース修士課程 (令和 3 年度修了)

谷口晴香 理工学部数理・物理コース 助教

佐野和博 三重大学工学部 教授

大野義章 新潟大学理学部 教授

萩原 亮 京都工芸繊維大学 教授

誌 名 : Physica B: Physics of Condensed Matter

公表日 : 令和 4 年 9 月 7 日

URL : <https://doi.org/10.1016/j.physb.2022.414226>

【用語解説】

- ・超伝導体 : 電気抵抗がゼロ抵抗状態を示す特性の物質 (リニア新幹線の磁気浮上に応用)
- ・金属二重鎖銅酸化物 : 銅原子と酸素原子からなる二本の鎖状の部分がよく電気を通す物質
- ・磁気抵抗効果 : 外部磁場を物質に印加すると、電気の流れが妨げられる効果

