

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 宮武 知範

学位の種類 博士(理学)

学位記番号 理工博甲第128号

学位授与年月日 令和6年3月25日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻

学位論文題目 層状ニッケル酸化物 $\text{Pr}_4\text{Ni}_3\text{O}_8$ のNiサイト元素置換によるキャリア量調整

論文審査委員	主査	横浜国立大学	准教授	上原 政智
		横浜国立大学	教授	一柳 優子
		横浜国立大学	教授	関谷 隆夫
		横浜国立大学	准教授	島津 佳弘
		横浜国立大学	准教授	白崎 良演

論文及び審査結果の要旨

2024年1月29日(月)16時より、総合研究棟W202室において約1時間半にわたり、審査委員全員出席のもとで宮武知範の博士論文審査会を開催した。

本研究は、層状Ni酸化物 $\text{Pr}_4\text{Ni}_3\text{O}_8$ ($\text{R}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}$)においてNiサイトの元素置換によりキャリア量調整を行うことで超伝導化を目指す研究であり、様々な実験を通して、結晶構造・電氣的・磁氣的性質の詳細、超伝導は発現するかについて報告された。

$\text{R}_4\text{Ni}_3\text{O}_8$ は結晶構造・電子状態がHTSCと酷似しており、常圧下バルク高温超伝導体(HTSC)の有力候補と見なされているが、超伝導発現は確認されていないことが紹介された。その理由として、特にNi 3d電子数が超伝導発現に適切ではない可能性が述べられた。

本系のNi 3d電子数はHTSCの超伝導を示す範囲外にある。そのため、電子ドーピングによりNi 3d電子数をこの範囲に入れることが超伝導発現に必要であると提案された。これに対し、 $\text{Pr}_4\text{Ni}_3\text{O}_8$ に対してNiサイトを3d遷移金属 $\text{M}=\text{Ti}^{4+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Co}^{2+}, \text{Cu}^+$ で元素置換することによる電子ドーピングの試みが報告された。複数あるNiサイトのうち特定のサイトを選択的に元素置換することで置換による伝導面の乱れを抑えつつ電子ドーピングを行う試みであると述べられた。粉末中性子回折の結果、置換量が少ない場合に、乱れの少ない

伝導面が実現していることが報告された。X 線吸収分光の結果はホールドープ、一方、熱起電力測定の結果は電子ドープを示唆することが報告された。これらの相反する結果を説明する電子状態モデルが示された。超伝導は 2 K 以上では確認されないことが報告された。これは Ni 3d 電子数がまだ最適範囲にないことや、伝導面に対する僅かな乱れが超伝導発現を阻害している可能性が述べられた。本系の電子状態の詳細をさらに調べるために軟 X 線分光実験が提案され、これにより本系の電子状態の全容が明らかになるであろうことが述べられた。最後に、より伝導面を乱さずにキャリア調整する手法が提案された。

本成果は JPSJ 誌において発表しており、低温物理学国際会議 LT29 でも本成果を報告した。以上より外国語の執筆・会話能力は十分であると判断した。修了要件である必要単位は取得済みであり、博士論文審査会における発表内容、内容に対する質疑応答も十分である。

ただし、学位論文については、一部数式の意味を明確にすることが指摘されインターネット公表の pdf ファイルにおいて修正することになった。

以上より最終試験及び論文審査は合格であると審査委員全員一致で判定した。