

卒業論文概要書

2025年1月27日提出

所属 学科	物理学科	氏名	秋山 萌衣	学 籍 番 号	1Y20A001-8
研 究 題 目	Ba _{3-x} Yb _x Ta ₅ O ₁₅ におけるYbの価数変化			指 導 教 員	勝藤 拓郎

1. 研究背景

Ba₃Ta₅O₁₅の結晶構造は Tetragonal Tungsten Bronze(TTB)構造である。BaをYbで置換したBa_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅はドーパ量 x が増えると、Yb²⁺からYb³⁺に価数が変化することが報告されている。

[1]組成式通りであれば x が増えるとTaあたりの電子数は増えるはずであるが、 x の増加とともに陽イオンの欠損がおきていて、そのために伝導電子数の減少、すなわちフェルミエネルギーの低下が起こり、結果としてYbの価数が2価から3価に変化していると考えられている。

本研究では、同じ x でも陽イオンの欠損は試料によって異なる可能性を考慮し、先行研究と同様にBa_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅を作製し、物性の違いを調べた。

2. 実験方法

Ba_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅($x = 0.5, 0.8, 1.0$)をそれぞれ複数個作製した。Ba₅Ta₄O₁₅, Ta₂O₅, Ta, Yb₂O₃の粉末を化学量論比にしたがって秤量・混合し、Floating Zone(FZ)法で単結晶を作製した。粉末X線回折で格子定数を算出し、背面ラウエ法で結晶方位を決定した後、カッターで直方体に整形して磁化率、電気伝導率を測定した。また、結晶性の悪い試料は、粉末状に砕いて磁化率を測定した。

3. 実験結果・考察

図1に結晶性の悪いBa_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅の逆帯磁率の温度依存性のグラフを示す。Curie-Weiss則にしたがっているが、Curie定数にはばらつきがある。

図2にBa_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅の単結晶の逆帯磁率の温度依存性を先行研究と併せて示す。c軸の磁化率がa軸の磁化率より小さいということは先行研究と一致した。xの値が等しい試料同士で比較すると、本研究の方が磁化率と有効磁気モーメントが大きい。すなわち、本研究の試料の方がYb³⁺に近いことが分かった。

図3に電気抵抗率の温度依存性を示す。先行研究と比較すると、本研究の試料の方が、電気抵抗率が高い。

磁化率の結果は本研究の試料の方がYb³⁺に近いこと、すなわちフェルミエネルギーがより低下して伝導電子数が少なくなっていることを示唆しており、これは本研究の試料の方が電気抵抗率が高いことと一致している。

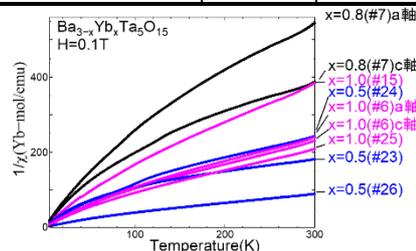


図1 結晶性の悪いBa_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅の逆帯磁率の温度依存性

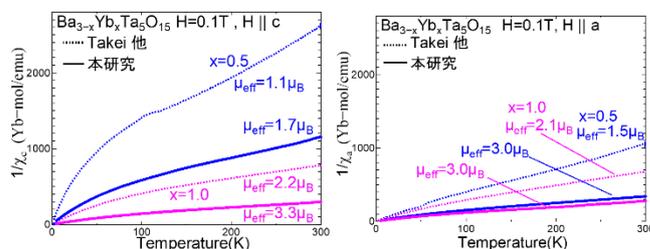


図2 Ba_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅の単結晶の逆帯磁率の温度依存性(右: H || c, 左: H || a)

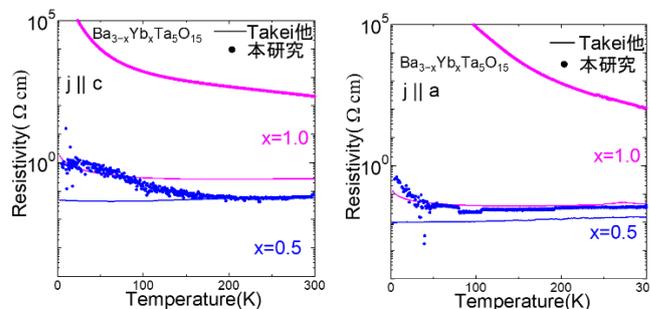


図3 Ba_{3-x}Yb_xTa₅O₁₅の単結晶の電気抵抗率の温度依存性(右: j || c, 左: j || a)

4. 参考文献

[1] H. Takei, et al., J. Phy. Soc. Jpn. 93, 104703(2024).