

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1 / 7 / 2013

専攻名（専門分野） Department	物理学及 応用物理学	氏名 Name	孝山 康太	指導員 Advisor	勝藤 拓郎
研究指導名 Research guidance	複雑量子物性研究	学籍番号 Student ID number	5311A046-8		
研究題目 Title	擬三角格子系 $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ の新奇秩序状態				

1.研究背景

$\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ はこれまでに多結晶が作製され、帶磁率、抵抗率についての報告がなされている [1]。その結晶構造は、基本となる三角格子から周期的に原子が抜けた異なる 3 層を基本構造として、それが c 軸方向に積層するものである。同じ結晶構造をとる $\text{Ba}_2\text{V}_{13}\text{O}_{22}$ は、V 原子が d 電子を 2 個持ち三量体を形成することが知られている [2]。一方、Ti は d 電子を 1 個しか持たないことから新しい物性を示すことが期待される。本研究では $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ におけるより詳細な物性の解明と新たな物性の発見を目指し、単結晶を作製し物性測定を行った。

2.実験方法

BaTiO_3 、 TiO_2 、Ti を化学量論比で混合し、仮焼きをせず Floating Zoon 法を用いて $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ の単結晶を作製した。作製した試料の軸方向を背面ラウエ法を用いて決定し、各軸に対し電気抵抗率、帶磁率、ホール係数、歪み測定、電子線回折、光学反射率、ICP 発光分光分析、TG-DTA を測定した。

3.結果、考察

電気抵抗率は絶縁体的な $\text{Ba}_2\text{V}_{13}\text{O}_{22}$ とは異なり金属的な振る舞いを示し、 $T_c=205\text{K}$ 付近に異常がみられる (Fig.1)。帶磁率でも同様に T_c で異常がみられ (Fig.2)、何らかの秩序形成が示唆される。

歪み測定から T_c 以下で格子定数は a,c 軸方向に縮み、b 軸方向に伸びることが (Fig.3)、また電子線回折の消滅則から空間群は高温側で $Cmce$ から低温側で $C2/m$ へ変化することが分かった。さらに TEM の高分解能像において T_c 以下で c 軸方向に積層するある 3 層が隣の 3 層と異なる電荷密度をもつような電荷密度波を形成している様子が明らかになった。

ホール係数は高温相と低温相では逆符号をとり、半金属であることを示唆している (Fig.4)。

光学反射率から求めた光学伝導度は、0.4eV 付近にピークが存在し、低温になるにつれギャップが開くような振る舞いを見せる (Fig.5)。また、 T_c 以下で新たにフォノンが現れることも分かった (Fig.5-inset)。これらの結果は上記の電荷密度波形成を支持するものであると考えられる。

Fig.1 で電気抵抗率にみられる試料依存性については、帶磁率、光学反射率でも同様な試料依存性が観測される。ICP 発光分光分析より、Ba と Ti の比

が試料間でわずかに異なることが分かり、その結果として試料依存性が現れていると考えられる。

[1] J.Akimoto et al, J.Solid.State.Chem.113,384(1994)

[2] J.Miyazaki, Phys.Rev.Lett.104,20(2010)

研究業績

日本物理学会 2011 年秋季大会 24aGB-3

日本物理学会 2013 年春季大会 28pXJ-7 講演予定

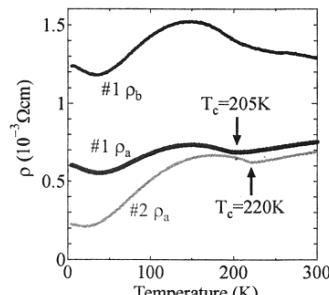


Fig.1 $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ の電気抵抗率

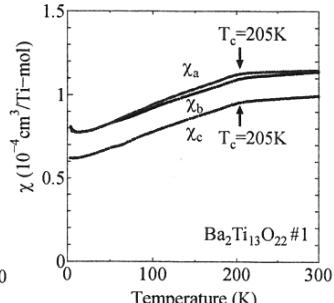


Fig.2 $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ の帶磁率

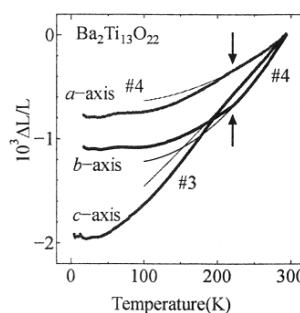


Fig.3 $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ の格子定数

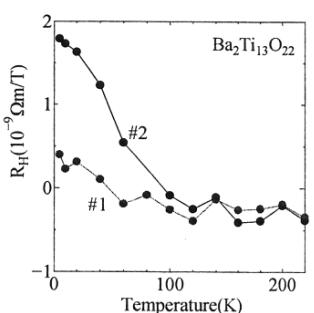


Fig.4 $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ のホール係数

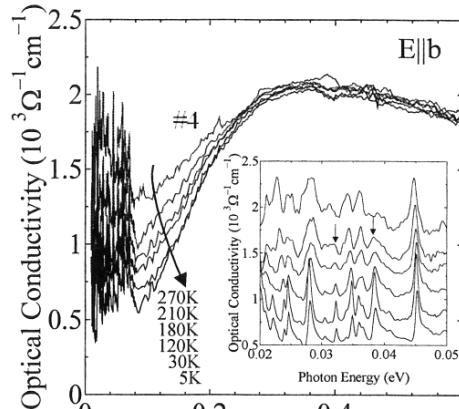


Fig.5 $\text{Ba}_2\text{Ti}_{13}\text{O}_{22}$ の光学伝導度