

卒業論文概要書

CD

2011年 1月提出

学籍番号

1Y07B045-8

所属学科	応用物理学科	氏名	佐藤 拓也	指導員	勝藤 拓郎 印
研究題目	三量体相転移を起こす $A_2V_{13}O_{22}$ ($A=$ Ba,Sr)の不純物効果				

1. 研究目的

$A_2V_{13}O_{22}$ は、13 個の V のうち 12 個の $V^{3+}(3d^3)$ が三角形状に三量体を組み spin singlet を形成する相転移をおこす。このとき抵抗率の増加、磁化率の減少といった物性を示すことが報告されている。三量体を組まない残りの 1 個の形式価数は $V^{4+}(3d^1)$ となる。これと似たような系として、一次元の物質では二量体を組み spin singlet を形成するスピニバイエルス転移を起こす場合がある。そのような物質では、不純物を加えると二量体が崩れスピンが復活するという現象が起こる。本研究の目的は、二量体ではなく三量体を形成する $A_2V_{13}O_{22}$ の V サイトに $Cr^{3+}(3d^3)$, $Sc^{3+}(3d^0)$ といった不純物をドープした物質を作製し、その物質の不純物効果を調べることである。

2. 実験方法

$A_2T_xV_{13-x}O_{22}$ ($T=Cr, Sc$) は、封管法を用いて多結晶を作成した。 $A_2V_2O_7$, V, V_2O_3 , T_2O_3 を化学量論比で混合し、ペレット状に整形する。これを真空を引いた石英管内で、 $1200^{\circ}C \sim 1300^{\circ}C$, 焼結時間 $12h \sim 24h$ で焼結する。このようにして得られた試料について X 線回折、抵抗率測定、磁化率測定を行った。

3. 実験結果及び考察

$Ba_2V_{13-x}Cr_xO_{22}$ では $x \leq 5$ と $Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ では $x \leq 2$ で単相の試料が得られた。

$Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ の抵抗率測定を図 1 に示す。 $x=0$ では三量体相転移をおこす $290K$ に抵抗率の増加が見られるが、 $x \geq 0.5$ ではそのような増加が消失する。これは Sc ドーピングによって三量体相転移が消失したためであると考えられる。 $Ba_2V_{13-x}Cr_xO_{22}$ についても同様の結果が得られた。

$Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ の磁化率測定を図 2 に示す。 $x=0, 0.5$ で $290K$ に磁化率の減少が見られるが、 $x \geq 1$ ではそのような磁化率の減少は消失する。これは Sc ドーピングによって三量体が崩れたためであると考えられる。

$Ba_2V_{13-x}Cr_xO_{22}$ についても同様の結果が得られた。

この磁化率の結果について Curie-Weiss Fitting を行った。縦軸に逆帯磁率を取り、低温側($30K$ 以下)と高温側($320K \sim 350K$)の傾きから Curie 定数 C を求められる。 $Ba_2V_{13-x}Cr_xO_{22}$ と $Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ について求めた C を図 3 に示す。さらに、(a) $S=1/2, 1, 3/2$ のスピントリニティが三量体を組まない V にのみあるとした場合の C の値を左側の軸に、(b) 全ての V サイトにあるとした場合の C の値を右側の軸にプロットしてある。 x が小さいときは低温側でのみ C が定義でき、これがスピントリニティを

えるが x が大きいときは高温側の C がスピントリニティに対応すると考えられる。そして x が小さいときの C は(a)に、 x が大きいときの C は(b)にそれぞれ対応する。このことからドーピングによって spin singlet の三量体が崩れスピントリニティが復活していることが分かった。

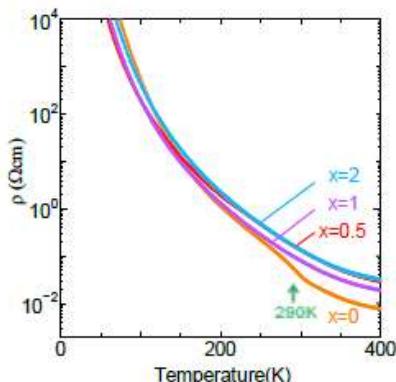


図 1. $Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ の抵抗率測定

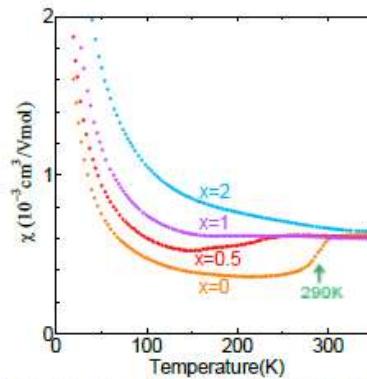


図 2. $Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ の磁化率測定

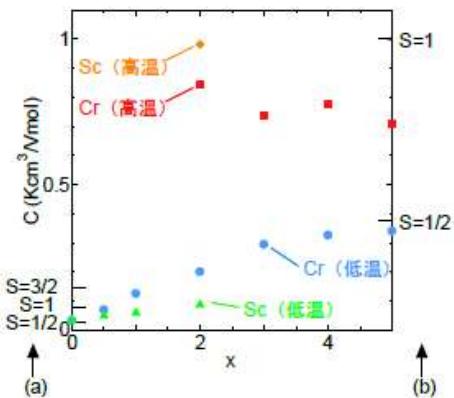


図 3. $Ba_2V_{13-x}Cr_xO_{22}$ と $Ba_2V_{13-x}Sc_xO_{22}$ の Curie-Weiss Fit