

磁性半導体 Yb_5Ge_4 のホッピング伝導

埼玉大学研究機構^A, 埼玉大院理工^B

道村真司^{A,B}, 町田阿弓^B, 切金大介^B, 小坂昌史^B, 片野進^B

Variable Range Hopping of the narrow gap semiconductor Yb_5Ge_4

Saitama Univ. R.&D.Bureau^A, Saitama Univ.^B

S. Michimura^{A,B}, A. Machida^B, T. Kirigane^B, M. Kosaka^B, S. Katano^B

希土類化合物 Yb_5Ge_4 (斜方晶[$Pnma$])は、 $T_N=1.8$ Kで反強磁性秩序を示し、Yb価数は $\text{Yb}^{3+}:\text{Yb}^{2+}=2:3$ と見積もられている[1,2]。磁化と比熱は3K近傍でブロードな山をもち、電気抵抗率ではエネルギーギャップの温度変化を伴った半導体的振舞いを示す[1]。最近、我々のX線回折異常分散効果測定より、図1に示す3つのYbサイト(Yb1-3)の内Yb3のみが Yb^{3+} (磁性イオン)であり、その他のサイトは非磁性の Yb^{2+} イオンであることが明らかになった[3]。Yb3はa-c面内でジグザグ鎖を形成し、磁化や比熱のブロードな山は磁性イオンの低次元的な配列を反映している可能性がある。今回、 Yb_5Ge_4 の特異な半導体的振る舞いが、低次元性を反映したホッピング伝導として解釈できるかを調べた。

図2に各結晶軸における電気抵抗率の温度依存性を示す。抵抗率はその温度依存性から4つの特徴的な温度領域(300K-150K(I), 150K-40K(II), 40K-1.8K(III), 1.8K以下(IV))に分けられる。I-IIIの各領域の抵抗率は($\ln\rho \propto T^{-\beta}$)に従い、高温領域(I)では $\beta=-1.0(6)$ の熱活性型温度依存性を示した。これは、フェルミレベル近傍のキャリアが少数であることを示唆する。中間温度領域(II, III)では、ホッピング型伝導($\beta=-1/(1+n)$ (n :次元数))を示し、それぞれ3次元的($\beta=-0.25(2)$), 1次元的($\beta=-0.49(4)$)な結果となり、低温になるにつれて磁性イオンの低次元性が反映された可能性が高い。一方、磁気秩序相に対応する最低温度領域(IV)だけは指数関数的な温度依存性を示さず、反強磁性秩序と共にホッピング準位が緩やかに接近すると思われる。

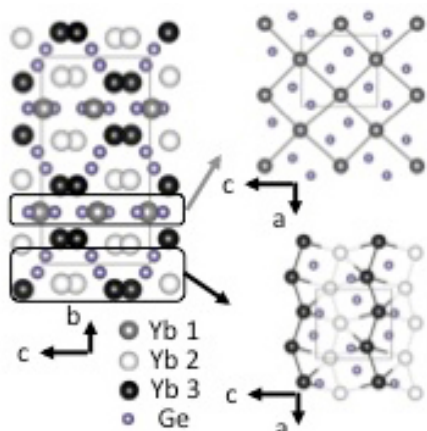


図 1. Yb_5Ge_4 の結晶構造

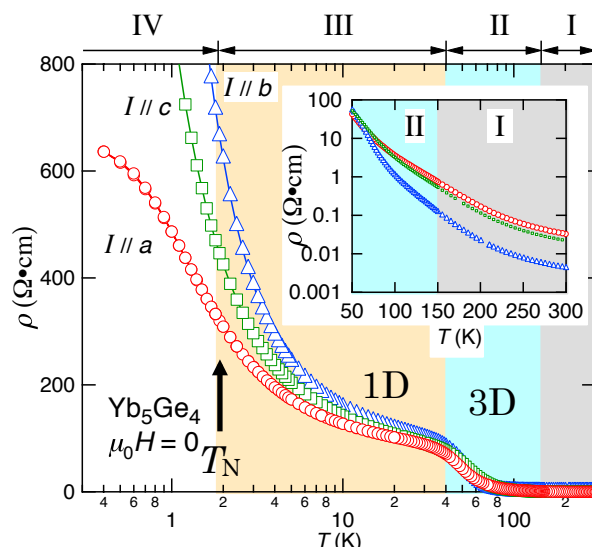


図 2. Yb_5Ge_4 の抵抗率の温度変化

- [1] 町田阿弓,他,日本物理学会2013年秋季大会 26pEB-14 他
 [2] Sebastian C.Peter et al., J.Alloys.Compounds 516(2012)
 [3] 道村真司,他,日本物理学会2014年秋季大会 10aBD-12