

電気抵抗率・熱電能温度依存測定 - 立方晶ラーベス相化合物 DyCo₂ -

理学部物質地球科学科 物理系 磁性体研究室

中島洋輔

指導教官： 矢ヶ崎克馬，仲間隆男，辺土正人

立方晶ラーベス相の結晶構造を持つ RCo₂ (R=Rare earth metal; 希土類金属) 化合物は、希土類 R の 4f 電子による局在磁気モーメントと、Co の 3d バンドによる遍歴磁気モーメントが相互作用し、様々な磁気状態を示す。今回は R に重希土類である Dy を選択した。重希土類の場合、希土類 4f 電子の軌道角運動量とスピン角運動量は平行になる。Dy4f 電子と Co3d 電子はスピン-スピン相互作用によって、反平行にカップリングする。結果的に Dy と Co のモーメントは反平行になり、フェリ磁性を示す。今回の実験では電気抵抗率と熱電能を、1.5-300K の温度範囲で測定をした。

図 1 に、DyCo₂ の電気抵抗率 ρ の温度依存を示す。まず ρ は温度下降と共に減少していき、 $T = 134\text{K}$ 付近で急激に減少し、それ以後も温度下降と共に減少していく。図 2 に、DyCo₂ の熱電能 S の温度依存を示す。 S は室温付近では温度下降とともにゆるやかに減少していき、200K 付近で最小となる。その後 133K 付近で急激に折れ曲がり、120K で正に転じ 35K で最大となった後、0K に近づくにつれて S は 0 に向かう。また、133K の折れ曲がりが見られた温度は、 ρ が急激に折れ曲がる温度とよく一致し、その温度で何らかの変化が起きていると考えることができる。

電気抵抗は電子の色々な散乱原因の和で考えることができる。(マティーセンの規則)

$$\rho(T) = \rho_0 + \rho_{\text{ph}}(T) + \rho_{\text{mag}}(T)$$

ρ_0 は不純物や格子欠陥によるものであり温度依存しない。 $\rho_{\text{ph}}(T)$ は格子の熱振動によるもので、極低温領域以外では $\rho_{\text{ph}}(T) \propto T$ となることがわかっている。 $\rho_{\text{mag}}(T)$ は磁性による抵抗原因であり、温度依存する。この規則を用いて、電気抵抗の原因が実験結果のどの部分に現れているかを解析していく。熱電能 S は Mott 式で表されて、

$$S(T) = \frac{\pi^2 k_B^2}{3|e|} T \left(\frac{1}{D(\epsilon, T)} \frac{\partial D(\epsilon, T)}{\partial \epsilon} \right)$$

となる。 k_B はボルツマン定数、 T は温度、 e は電荷、 $D(\epsilon, T)$ は電子の状態密度である。この式より、 S の変化がフェルミ面付近の電子エネルギー状態密度 (DOS) にどのように対応していくかを発表する。

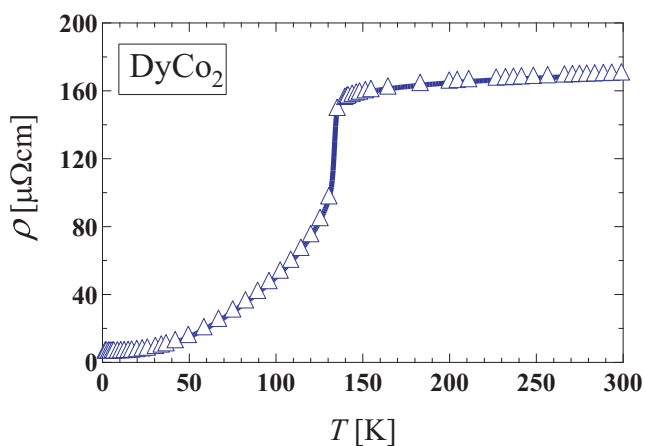


図 1: DyCo₂ の電気抵抗率温度依存

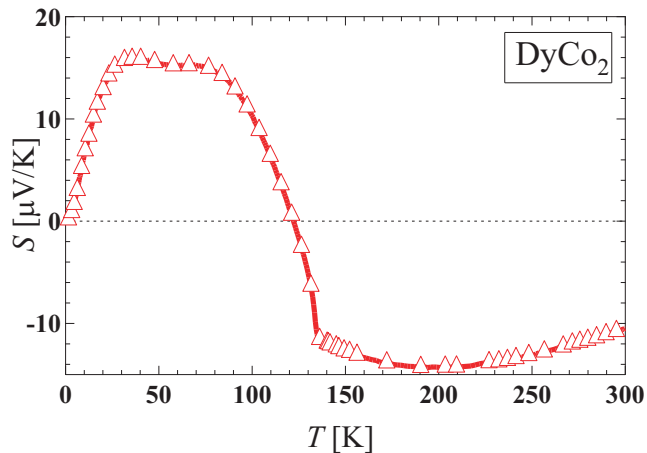


図 2: DyCo₂ の熱電能温度依存