

SmTa₂Al₂₀ における磁場に鈍感な強相関電子物性

首都大学東京大学院 理工学研究科 物理学専攻 電子物性研究室

強相関電子系の化合物には、結晶内を動き回る電子の有効質量が 100~1000 倍にも達する「重い電子系」と呼ばれるものがあります。これまで Ce, Yb, U イオンを含む化合物で研究されてきましたが、近年、Sm イオンを含む化合物では、「磁場に鈍感な」特徴を持つ重い電子系が幾つかカゴ状化合物を中心に見いだされ（例えば、充填スクテルダイト SmOs₄Sb₁₂ [1]）、その発現機構を明らかにすべく研究が盛んに行われています。最近我々は、SmT₂Al₂₀ 系化合物（図 1 に結晶構造を示す。T: 遷移金属イオン）において、顕著な「磁場に鈍感な強相関電子物性」を見出しました[2]。

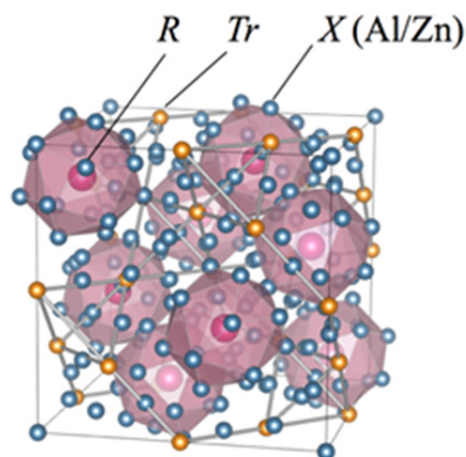


図 1 RTr₂X₂₀ の結晶構造

SmTa₂Al₂₀ 単結晶試料育成に成功し、これを用いて基礎物性測定を行ったところ、磁場に鈍感な磁気秩序（転移温度: $T_x=2.0$ K）を観測しました（図 2）。さらに $T>T_x$ において、電気抵抗が明瞭な $-\log T$ 依存性を示すこと、この振る舞いが磁場に鈍感であることを見出しました。この振る舞いは、磁場に鈍感な「非従来型の近藤効果」が発現していることを示しています。

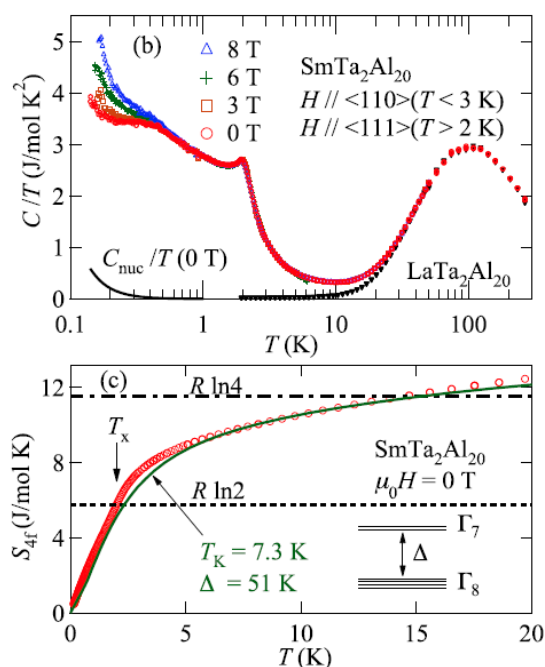


図 2 SmTa₂Al₂₀ の比熱と磁気エントロピーの温度依存性[2]。

$T<T_x$ の極低温領域では、電子比熱係数が 3 J/K²mol にも達しており、重い電子状態が形成されている可能性があります。この値は、これまでに調べられた Sm 化合物では、もっとも大きな値です。磁気エントロピーの温度依存を解析し、4f 電子が結晶場 4 重項基底状態を持つこと、近藤温度（非従来型の近藤効果の特徴づける温度）が 7 K の値を持つことを明らかにしました。核比熱からは、磁気秩序状態において、Sm イオンが 0.22 μ_B 程度の磁気秩序モーメントを持つことがわかりましたが、この小さな値は、4f 電子の混成効果（または多極子の関与）を示唆しています。実際、SPring-8 で X 線吸収実験を行い、Sm イオンが価数 +2.87 を持つ中間価数状態にあることを確認しました[3]。その後、SmTa₂Al₂₀ の Sm イオンを 4f 電子を持たない La イオンで部分置換した系へと実験対象を拡張し、Sm 単サイトが持つ物性を調べています。

参考文献

- [1] S. Sanada *et al.*: J. Phys. Soc. Jpn. **74** 246 (2005).
- [2] A. Yamada *et al.*: J. Phys. Soc. Jpn. **82** 123710 (2013).
- [3] R. Higashinaka *et al.*: JPS Conf. Proc. **3** 011079 (2014).