

ハーフメタル候補物質 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ の単結晶育成と物性評価

Crystal Growth and Physical Properties of $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ as a Candidate Half-metal

東工大応セラ研 °田中 真平, 矢野 力三, 加納 学, 笹川 崇男

MSL-Tokyo Institute of Technology °S. Tanaka, R. Yano, M. Kanou, and T. Sasagawa

E-mail: tanaka.s.bb@m.titech.ac.jp

【諸言】

スピン偏極率が 100% になるハーフメタルと呼ばれる物質が理論と実験の両方から注目されている。ハーフメタルは、片方のスピンの電子は金属的で、もう一方は絶縁体的な性質を持っている。そのため片方のスピンの電流だけを取り出すことができ、種々のスピントロニクスデバイスへの応用が期待されている。 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ は理論計算からハーフメタルであることが提案され、図 1 (挿入図上) に示すように Co のカゴメ格子が積層した結晶構造をもつことから大変興味深い物質である。我々が行った第一原理計算においても (図 1 (挿入図下)), この物質がハーフメタル型の電子構造をもつことを確認しているが、これまでに実験的な研究は十分に行われていない。本研究は単結晶において基礎物性を測定することでハーフメタル性の検証を行う。

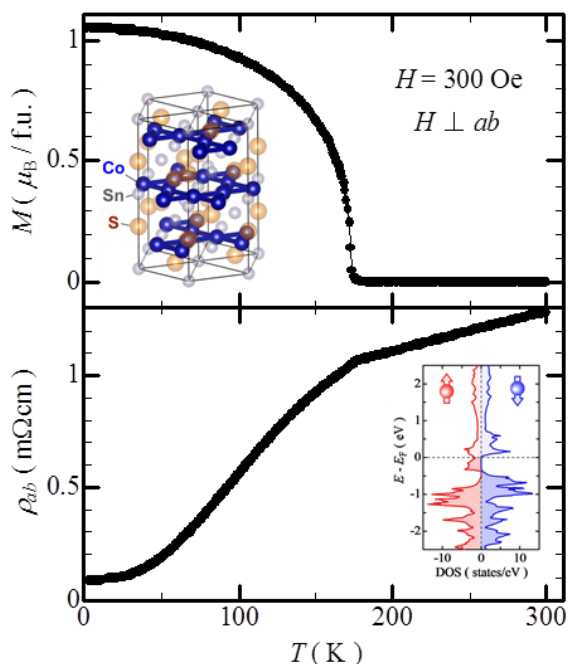


Fig 1. Temperature dependence of magnetization (upper) and resistivity (lower). Inset : crystal structure (upper) and density of state (lower) of $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$.

【実験および結果】

Modified Bridgman 法を用いて、 $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ の mm 級の単結晶育成に成功した。四端子法による抵抗測定、および SQUID 磁束計を用いた磁化測定を行った。育成した単結晶の ab 面内における電気抵抗率の温度依存性と面直磁場下における磁化の温度依存性を図 1 に示す。また、単結晶における M - H 曲線の磁場方向依存性を図 2 に示す。

M - T 曲線から、176 K に転移点をもつ強磁性体であることがわかる。全温度域で抵抗率は金属的なふるまいを示し、転移点を境に電子構造の顕著な変化が示唆される。以上の結果から、ハーフメタルの条件である強磁性体の金属であることが実験的に確認された。理論計算では、ハーフメタル状態の飽和磁化は $1 \mu_B$ と予測される。しかし、多結晶では、これまでの報告と同様に理論値に遥かに満たない結果となった。単結晶では非常に大きな磁化の異方性が観測され c 軸方向磁場下でのみ、理論値に近い飽和磁化が観測された。

【結言】

電気抵抗率と磁化測定の結果から $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ がハーフメタルである可能性が高まった。講演では Andreev 反射測定によるスピン偏極率の評価についても報告する予定である。

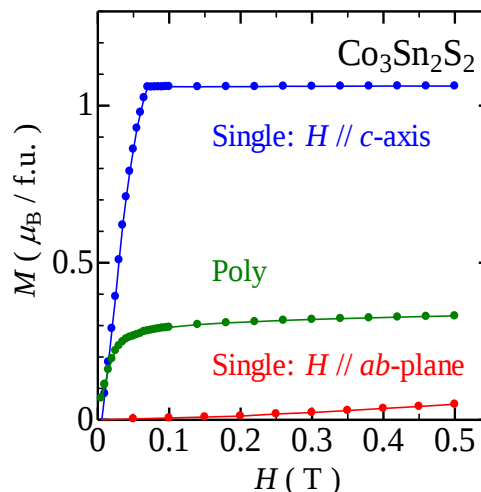


Fig 2. Field dependence of magnetization.