

CuIr₂S₄ の金属－絶縁体転移に伴う異常な熱伝導率変化

Anomalous thermal conductivity change with metal-insulator transition in CuIr₂S₄

東工大材料 ○橋本 賢太, 気谷 卓, 川路 均

Tokyo Tech., OKenta Hashimoto, Suguru Kitani, Hitoshi Kawaji

E-mail: hashimoto.k.ba@m.titech.ac.jp

【緒言】

物質内の熱を運ぶキャリアとしてフォノンや電子などがあり、通常物質の熱伝導率はフォノンの寄与(フォノン熱伝導率)と電子の寄与(電子熱伝導率)の和によって決まる。絶縁体の場合はフォノン熱伝導率のみによって総熱伝導率が決まる一方で、金属はフォノンと電子が熱のキャリアとなるため、金属の熱伝導率は絶縁体よりも一般的に高くなる。そのため、金属－絶縁体転移(MIT)を示す物質では一般的に絶縁相より金属相で熱伝導率が高くなることが予想されるが、230K で MIT を示す CuIr₂S₄ の熱伝導率は絶縁相で高く金属相で低い興味深い性質を示す(Fig. 1)。本研究ではこの CuIr₂S₄ の異常な熱伝導率の変化の原因について熱輸送の観点から調べる。

【実験方法及び結果】

多結晶 CuIr₂S₄ は固相反応法を用いて作製し、X 線回折測定によって試料の同定を行った。その後、自家製の測定系を用いて 4 端子法により電気抵抗測定、定常法により熱伝導率測定を、また Quantum Design 社 PPMS を用いて緩和法により熱容量測定を行った。熱伝導率測定の結果は先行研究[1-3]と定性的に一致していることを確認した(Fig. 1)。図中緑線で示した電子熱伝導率 κ_e は電気伝導率 σ の測定結果からウィーデマン・フランツ則($\kappa_e = \sigma LT$, L :ローレンツ数, T :絶対温度)により見積もったもので、赤線で示したフォノン熱伝導率 κ_l は総熱伝導率 κ_{tot} から κ_e を引いたものである。これにより、 κ_l が絶縁相から金属相にかけて急激に減少していることがわかった。 κ_l は一般的に熱容量、フォノン群速度、平均自由行程の積で表されるため、 κ_l の減少はいずれかのパラメーターの減少と関係していると考えられる。熱容量測定の結果から(Fig. 2)、絶縁相(200K)から金属相(300K)にかけて熱容量は 11%増加し、デバイ温度から計算した群速度は 6%しか減少しないことがわかった。そのため、 κ_l の変化は平均自由行程の大幅な減少により引き起こされている可能性が考えられる。発表では Modified Callaway model を用いて熱伝導率の解析を行い、この平均自由行程の減少の原因について金属相及び絶縁相の緩和時間に注目し議論する。

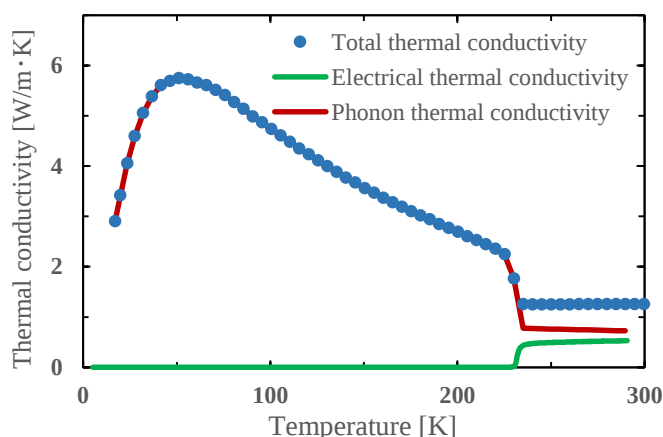


Fig. 1 Thermal conductivity of CuIr₂S₄

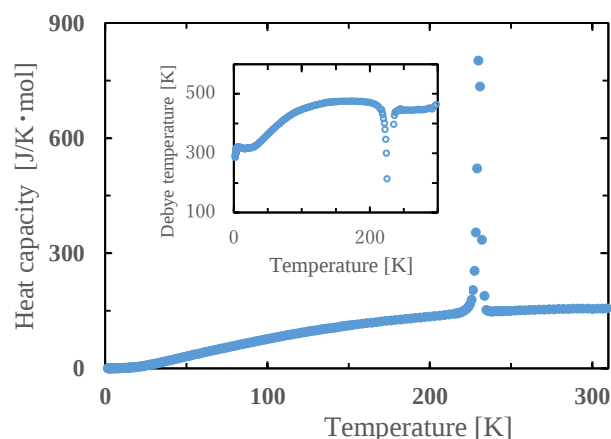


Fig. 2 Heat capacity of CuIr₂S₄

【参考文献】

- [1] H. Kang, *et al.*, J. Appl. Phys. **83**, 6977 (1998).
- [2] K. Balcerek, *et al.*, Philos. Mag. B. **79**, 1021 (1999).
- [3] M. Ito, *et al.*, Solid State Commun. **265**, 23 (2017).