

低次元量子スピン系化合物における能動的熱流制御

Active control of heat flow in low-dimensional quantum spin compounds

東北大院工¹, 東北大多元研² ○寺門 信明¹, 高橋 良輔¹, 山崎 芳樹², 高橋 儀宏¹, 藤原 巧¹

Dept. Appl. Phys., Tohoku Univ.¹, IMRAM, Tohoku Univ.², °Nobuaki Terakado¹,

Ryosuke Takahashi¹, Yoshiki Yamazaki², Yoshihiro Takahashi¹, Takumi Fujiwara¹

E-mail: terakado@laser.apph.tohoku.ac.jp

【背景】高集積化する電子回路の熱マネジメントや、熱マントや熱スイッチングなどの熱の能動的素子の実現のためには、物質の熱伝導性を自在に操る必要がある。本研究では、磁気励起による高熱伝導を示し、かつ熱伝導率の時空間的な制御可能性を有する低次元量子スピン系化合物に着目し¹⁾、磁気秩序と熱伝導率の関係をラマン散乱により調査した。また、光や電圧印加等による熱伝導率の能動的制御の可能性について議論する。

【実験】高周波スパッタ装置を用いてガラス基板上に $\text{La}_5\text{Ca}_9\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ を作製した (厚さ $\sim 1\ \mu\text{m}$)。試料を $300\text{--}1000^\circ\text{C}$ 、大気中で $400\ \text{s}$ 間アニールしラマン散乱により構造を調査した。薄膜の熱伝導率を Ångström 法 (Laser PIT, アドバンス理工) 及びラマン散乱による温度評価により求めた。

【結果と考察】Fig. 1 に熱伝導率、及びラマン散乱における $3000\ \text{cm}^{-1}$ バンド (two-magnon ピーク; 磁気秩序に由来する) におけるピーク強度のアニール温度依存性を示す。熱伝導率及びピーク強度はともに 700°C で急増する。これは、アニールが磁気秩序化をもたらし、その結果、磁気励起による熱伝導性が向上したものと理解できる。挿入図は two-magnon ピークが出現した試料のラマン散乱スペクトルとそのラマン励起光強度依存性である。励起光強度の増大とともに two-magnon ピークの相対強度は減少しており、光による熱キャリア制御の可能性が示唆される。ほかに、電圧印加による熱伝導率の変化についても議論する予定である。

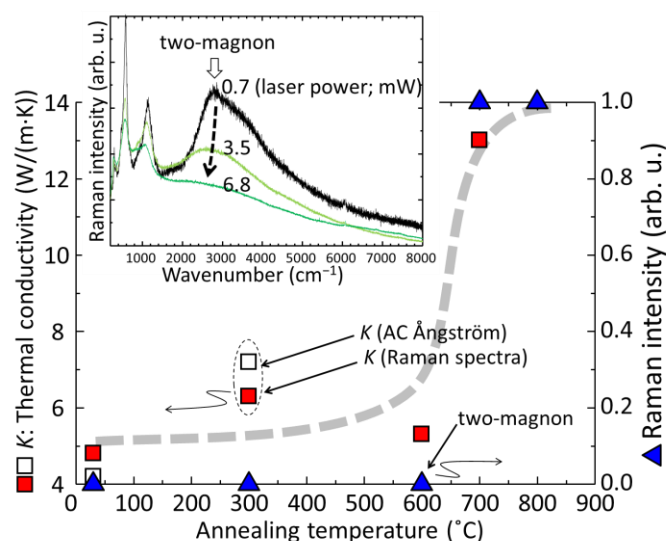


Fig. 1. Thermal conductivities (squares) and Raman intensity of the $\sim 3000\ \text{cm}^{-1}$ band (triangles) as a function of annealing temperature. The inset shows Raman spectra of $\text{La}_5\text{Ca}_9\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ exhibiting the two-magnon peak and its dependence on power of excitation light, where the spectra have been reduced by the Bose-Einstein factor and the power of the excitation light.

【参考文献】1) 高橋 良輔ら：第 57 回ガラスおよびフォトンクス材料討論会予稿集, B-2 (2016).