

Ca₂RuO₄の電場印加光電子分光

吉田鉄平

京都大学大学院人間・環境学研究科

強相関ルテニウム酸化物 Ca_{2-x}Sr_xRuO₄において、Sr₂RuO₄ (x= 2)はスピン三重項超伝導で知られているが、電子数が同じ Ca₂RuO₄ (x= 0)は室温でモット絶縁体である[1]。このモット絶縁体状態は Sr 置換や温度、圧力を加えると、構造相転移を伴い金属へ転移することが分かっている。最近、Ca₂RuO₄ に直流電場を印加することによっても、同様に金属転移することが報告された[2]。このときに必要な電場は~40V/cm で、乾電池と同程度の小さい電圧印加でモット絶縁体が融解している。さらに、電流印加状態で 50 K 以下に冷却すると、グラファイトを上回る巨大反磁性が出現することが報告された[3]。このように直流電場・電流を印加した強相関電子系の非平衡定常状態では、新奇な量子物性が発現する可能性がある。我々は非平衡定常状態の電子状態を調べるために、電場印加下で Ca₂RuO₄ の硬 X 線光電子分光(HAXPES)を行ったので、その結果を紹介する。

測定は SPring-8 BL47XU において励起光エネルギー $h\nu = 7980$ eV を用いて行った。1~2mm 四方の試料両端に端子を付けて電流を印加し、ジュール熱の影響を排除するため、試料に接触させた温度計の測定値が一定になるように試料冷却を行った。試料の電場勾配によるエネルギーぼけを抑制するために励起光のスポットサイズを 2 μ m に集光して測定を行った。また、硬 X 線により励起された光電子の運動エネルギーが十分高いため、印加電場による光電子の散乱は十分無視できると考えられる。

図 1 に電流印加状態の Ca₂RuO₄ のフェルミ準位近傍 HAXPES スペクトルを示す。電流の増加と共にフェルミ準位近傍のスペクトル強度に変化が見られ、状態密度が増加していることが分かる。電流印加によりモットギャップが減少していると考えられ、図 1(b)の挿入図に示す非線形電気伝導の振る舞いと定性的に一致している[4]。電場印加による電子状態の変化から、巨大反磁性の起源などについて議論する。

本研究は柴田大輔、大槻太毅、下中大也、川本雅人、池永英司、保井晃、Chanchal Sow、米澤進吾、前野悦輝、中村文彦の各氏との共同研究である。

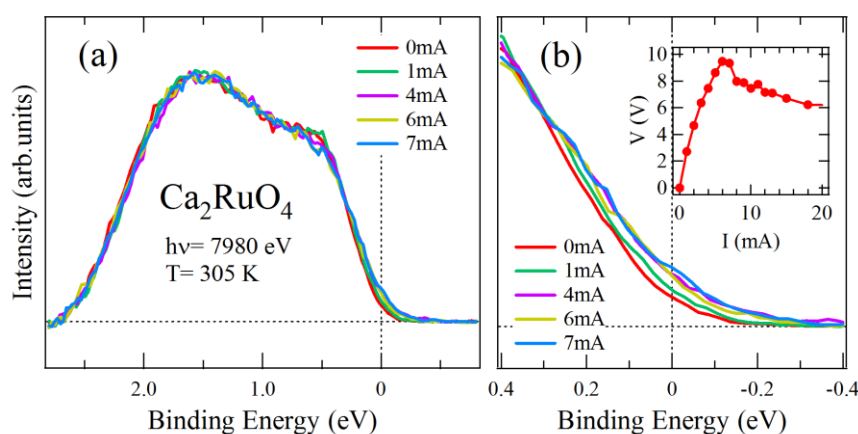


図1: Ca₂RuO₄の HAXPESスペクトルの電流依存性。(a) フェルミ準位付近のRu 4d スペクトル。(b)フェルミ準位付近の拡大図。電流印加に伴いフェルミ準位に状態密度が増えている。挿入図は電流-電圧特性。

文献

- [1] S. Nakatsuji and Y. Maeno, Phys. Rev. Lett. **84**, 2666 (2000).
- [2] F. Nakamura *et al.*, Sci. Rep. **3**, 2536 (2013).
- [3] C. Sow *et al.*, arXiv:1610.02222.
- [4] R. Okazaki *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **82**, 103702 (2013).