

顕微測定を活かした ARPES による籠状物質の電子状態観測

大槻 太毅¹¹ 京都大学大学院人間・環境学研究科

非調和フォノンモードの存在が指摘されている籠状物質 BaIr_2Ge_7 に対して顕微光電子分光を行い、異なる劈開面に由来したドメイン構造を観測した。籠状構造由来の終端面における詳細な光電子スペクトルの温度変化を調べることで非調和フォノンモードを抽出することに成功した。

電子格子相互作用は最も基本的な相互作用の一つである。その中でもラットリングフォノンと呼ばれる非調和振動モードがある。このモードは伝導電子と結合し、スクッテルダイトやクラスレート、 β -パイロクロア酸化物などにおいて高い熱電特性や超伝導との関連がこれまで盛んに議論されてきた。 BaIr_2Ge_7 は Ir-Ge 結合から成る籠状構造の中に Ba 元素を内包した結晶構造を有し、常圧において $T_c = 2.5 \text{ K}$ 、高圧において $T_c = 4.4 \text{ K}$ の超伝導を示す物質である[1,2]。この物質は比熱測定から非調和振動が報告されている[1]。一方で、この物質は原子変位パラメータが他の非調和振動モードを有する物質と比べて著しく小さいことが知られており[2]、非調和振動モードの有無や電子状態との関係が明らかになっていない。

そこで本研究では籠状物質 BaIr_2Ge_7 について角度分解光電子分光を行い、詳細な温度依存性を調べた。実験は Photon Factory BL-28A の角度分解光電子分光装置において行い、入射光は KB ミラーを用いて集光化した[3]。光電子スペクトルを測定しながら試料劈開表面を走査することで試料表面における電子状態分布を調べた。その結果、異なる終端面に由来する二種類の異なるドメイン構造が観測された (図 1)。さらに籠構造由来の光電子スペクトルを特定し、その温度依存性を調べることで BaIr_2Ge_7 に特有の非調和フォノンモードを抽出することに成功した[4]。本講演ではこれらの結果に基づき、電気抵抗率の温度依存性や比熱測定、そして原子変位パラメータとの関係について議論する。これらに加えて非常に小さい短冊状の単結晶試料である熱電半金属 Ta_2PdSe_6 についても集光化された入射光を用いることで電子状態の抽出に成功した結果も紹介する予定である。

本研究は石田達拡, 吉田鉄平, 北村未歩, 堀場弘司, 小澤健一, 石田茂之, 伊豫彰, 永崎洋, 川島健司, 柳陽介, 保井晃の各氏との共同研究である。

[1] J. Guo *et al.*, Phys. Rev. B **88**, 140507(R) (2013).

[2] S. Ishida *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **136**, 5245 (2014).

[3] M. Kitamura *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **93**, 033906 (2022).

[4] T. Ishida *et al.*, Phys. Rev. B **107**, 045116 (2023).

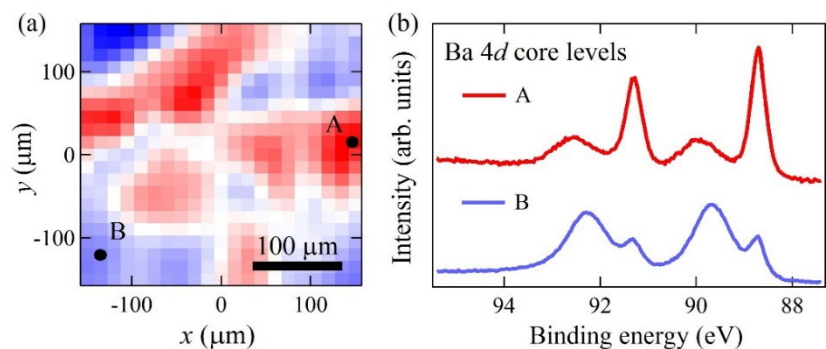


図 1 (a) BaIr_2Ge_7 の Ba 4d 内殻における光電子強度の空間分布, (b) 位置 A 及び B における Ba 4d 内殻光電子分光スペクトル。