

自発的励起子からの光電子検出

Detecting photoelectrons from spontaneously formed excitons

韓国基礎科学研究院¹, 浦項加速器研², 浦項工科大学³

○福谷 圭祐^{1,2†}, Roland Stania^{1,2}, Changil Kwon^{1,3}, Jun Sung Kim^{1,3}, Ki jeong Kong¹,

Jeayoung Kim^{1,2}, Han Woong Yeom^{1,3}

Institute for Basic Science¹, Pohang Accelerator Lab.², Dept. of Physics, POSTECH³

○Keisuke Fukutani^{1,2†}, Roland Stania^{1,2}, Changil Kwon^{1,3}, Jun Sung Kim^{1,3}, Ki jeong Kong¹,

Jeayoung Kim^{1,2}, Han Woong Yeom^{1,3}

†現所属：分子科学研究所 †Current affiliation: Institute for Molecular Science

E-mail: kfukutani@ims.ac.jp

励起子絶縁体転移は、バンドギャップの十分に狭い半導体や半金属において励起子が低温で凝縮する現象であり、その存在が近年実験によって実証されつつある新奇物性である[1]。直接遷移型励起子絶縁体の最有力候補である Ta_2NiSe_5 では、励起子相転移温度 (T_c) 以上において、自発的励起子 (preformed exciton) と呼ばれる安定な励起子の存在する中間相が存在し、転移温度以下でそれらの Bose-Einstein 凝縮 (BEC) により励起子絶縁相に転移すると考えられている[2]。しかしながら、近年の多角的な研究により、本物質の励起子絶縁体転移は BEC 型転移ではなく BCS 型転移であることを示唆する研究や、その相転移が本質的に励起子絶縁体転移とは異なるものである (Ta_2NiSe_5 は励起子絶縁体ではない) との研究報告もなされており、本物質の相転移現象の正体と励起子絶縁相の有無についての議論が紛糾している[3]。本研究では、この転移メカニズムを検証するために Ta_2NiSe_5 に対し、6 種類の偏光配置を用いて、偏光依存・角度分解光電子分光 (ARPES) を行い、転移温度以下において観測されたバンドの可視性から Valence band と conduction band の電子状態の対称性とその混成の有無を決定した。これにより得られた電子・ホール対称性の情報と転移温度以上における ARPES 測定結果より、中間相での半金属的バンド構造の不在、および安定な励起子からの光電子の検出に成功した (図 1 参照)。これらはそれぞれ、 Ta_2NiSe_5 が (1) BEC 型励起子絶縁体であること、(2) T_c 以上の中間相において自発的励起子が存在すること、の 2 点を実証する結果であると考えられる。

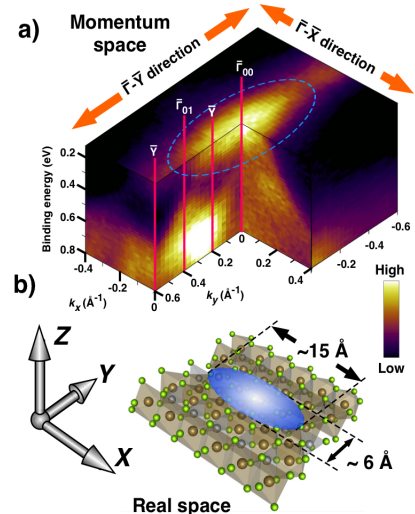


図 1: (a) ARPES intensity plots at $T > T_c$ showing the photoelectrons from spontaneously formed excitons (marked by dotted ellipse) (b) The schematics for the expected exciton shape and size in the real-space, inferred from ARPES

[1] Y. Wakisaka *et al.*, PRL **103** (2009); K. Seki *et al.*, PRB **90**, 155116 (2014). Y.F. Fu *et al.*, Nat. Commun. **8**, 14408 (2017). K. Okazaki *et al.*, Nat. Commun. **9**, 4322 (2018). K. Fukutani *et al.*, PRL **123**, 206401 (2019). [2] F.X. Bronold *et al.*, PRB **74**, 165107 (2006); K. Sugimoto *et al.*, PRL **120**, 247602 (2018). [3] M.D. Watson *et al.*, Phys. Rev. Res. **2**, 013236 (2020); E. Baldini *et al.*, arXiv: 2007.02909 (2020).