

# 鉄カルコゲナイド超伝導体の高分解能 ARPES

## High-resolution ARPES study of iron-chalcogenide superconductors

中山耕輔<sup>1,\*</sup>, 家城 英<sup>1</sup>, 宮田康成<sup>1</sup>, 佐藤宇史<sup>1</sup>,

Tian Qian<sup>2</sup>, Pierre Richard<sup>2</sup>, Hong Ding<sup>2</sup>, 高橋 隆<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科, 〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

<sup>2</sup> 中国科学院物理研究所, 〒100190 中国北京市中关村南三街 8 号

<sup>3</sup> 東北大学原子分子材料科学高等研究機構, 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

Kosuke Nakayama<sup>1,\*</sup>, Ei Ieki<sup>1</sup>, Yasunari Miyata<sup>1</sup>, Takafumi Sato<sup>1</sup>,  
Tian Qian<sup>2</sup>, Pierre Richard<sup>2</sup>, Hong Ding<sup>2</sup>, and Takashi Takahashi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dept. Phys., Tohoku University, Sendai, 980-8578, Japan

<sup>2</sup>IOP, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100190, China

<sup>3</sup>WPI-AIMR, Tohoku University, Sendai, 980-8577, Japan

### 1 はじめに

鉄カルコゲナイド  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  は、鉄系超伝導体の中で最も単純な結晶構造を有することから、モデル物質として注目を集めている。母物質の  $\text{FeTe}$  ( $x = 0$ ) は、 $T_N \sim 70$  K 以下で反強磁性秩序を示す[1]。Te/Se の同族元素置換により、キャリアドーピング無しで磁気秩序が抑制され、Se 濃度( $x$ )が 0.2 付近でバルク超伝導が発現する。超伝導転移温度は、 $x \sim 0.5$  で最高値( $T_c \sim 15$  K)を記録した後、 $x$  の増加とともに減少し、 $\text{FeSe}$  ( $x = 1$ ) では  $T_c \sim 8$  K を示す。 $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  における超伝導の発現機構を明らかにするためには、電子状態の  $x$  依存性を明らかにすることが重要である。そこで今回我々は、 $x$  を系統的に変化させた  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  の高分解能 ARPES 測定を行った[2]。

### 2 実験

測定には、 $\text{FeTe}$  ( $x = 0$ ;  $T_N = 67$  K)、 $\text{FeTe}_{0.7}\text{Se}_{0.3}$  ( $x = 0.3$ ;  $T_c = 13$  K)、 $\text{FeTe}_{0.55}\text{Se}_{0.45}$  ( $x = 0.45$ ;  $T_c = 14.5$  K) の 3 種類の純良単結晶試料を用いた。ARPES 測定は BL-28A を用いて行い、測定時のエネルギー分解能と角度分解能はそれぞれ 12 meV、 $0.2^\circ$  に設定した。ARPES 測定に必要な清浄試料表面は、 $1 \times 10^{-10}$  Torr の超高真空化で試料を劈開することで得た。

### 3 結果および考察

常伝導状態で高分解能 ARPES を行った結果、フェルミ面形状には顕著な  $x$  依存性が無い一方、ARPES スペクトル形状は  $x$  に依存して系統的に変化することを明らかにした。図 1 に示すように、非超伝導組成( $x = 0$ )では ARPES スペクトルがブロードであるのに対して、超伝導試料の  $x = 0.3$  では鋭い準粒子ピークが観測され、最適組成に近い  $x = 0.45$  では、さらに準粒子ピークが鋭くなっていることがわかる。この結果は、Se 置換によってインコヒーレントな電子状態がコヒーレントな状態に変化することを示している。また、コヒーレントな電子状態の実現が、

$\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  における超伝導の発現に重要であることを示唆している。

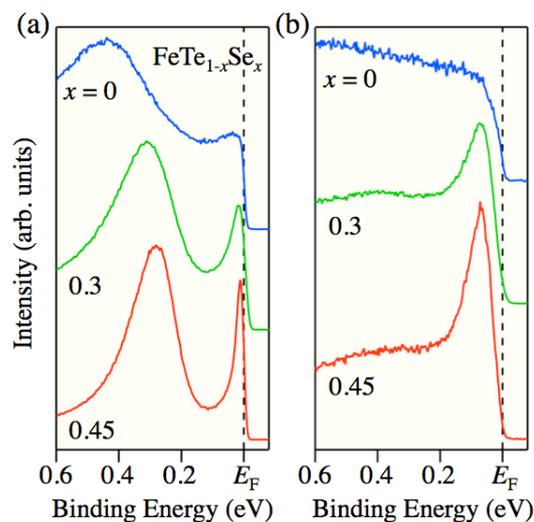


図 1 :  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  の (a)  $\Gamma$  点と (b) M 点における ARPES スペクトルの Se 濃度( $x$ )依存性。励起光には  $h\nu = 44$  eV の円偏光を用いた。

### 4 まとめ

鉄カルコゲナイド超伝導体  $\text{FeTe}_{1-x}\text{Se}_x$  ( $x = 0, 0.3, 0.45$ ) の高分解能 ARPES を行い、母物質( $x = 0$ )では ARPES スペクトルがブロードであることを明らかにした。一方、Se 置換した超伝導組成 ( $x = 0.3, 0.45$ ) では鋭い準粒子ピークが発達しており、非超伝導組成と超伝導組成で電子状態が異なることを見出した。

### 参考文献

- [1] T. J. Liu *et al.*, *Nature Mater.* **9**, 718 (2010).  
[2] E. Ieki *et al.*, *Phys. Rev. B* **89**, 140506(R) (2014).

\* k.nakayama@arpes.phys.tohoku.ac.jp