

α -YbAl_{0.76}Fe_{0.24}B₄ の軟 X 線光電子分光 Soft-X Ray Photoemission Spectroscopy of α -YbAl_{0.76}Fe_{0.24}B₄

大川万里生^{1,*}, 和達大樹², 坂井延寿³, 小野寛太³, 組頭広志³, 久我健太郎⁴, 中辻知⁴,
齋藤智彦¹

¹ 東京理科大学理学部第一部, 〒125-8585 東京都葛飾区新宿 6-3-1

² 東京大学大学院工学系研究科, 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

³ 放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

⁴ 東京大学物性研究所, 〒277-8581 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

Mario Okawa^{1,*}, Hiroki Wadati², Enju Sakai³, Kanta Ono³, Hiroshi Kumigashira³, Kentaro Kuga⁴,
Satoru Nakatsuji⁴, Tomohiko Saitoh¹

¹ Department of Applied Physics, Tokyo University of Science, Katsushika, Tokyo 125-8585, Japan

² Department of Applied Physics and Quantum-Phase Electronics Center, University of Tokyo,
Bunkyo, Tokyo 113-8656, Japan

³ Photon Factory, Tsukuba 305-0801, Japan

⁴ Institute for Solid State Physics, University of Tokyo, Kashiwa 277-8581, Japan

1 はじめに

β -YbAlB₄ は, Yb 系として初めて報告された重い電子系超伝導体 ($T_c = 80$ mK) である[1,2]. この物質は, ゼロ圧力・ゼロ磁場下で量子臨界点が存在し, その量子臨界現象が従来のモデルでは説明できない特異な振る舞いをすることから注目を集めている[1,3]. 硬 X 線光電子分光による Yb 3*d* 準位の測定結果からは Yb 価数が 2.8 価以下という, 量子臨界性を示す物質としては強い価数揺動状態にあることが明らかとなり[4], 量子臨界現象における価数揺らぎの役割も示唆されている. 一方, 結晶構造の異なる α -YbAlB₄ は基底状態が Fermi 液体金属であるが, Al-Fe 置換を 1~2% 行うことで, β -YbAlB₄ と同様の量子臨界現象を誘起することができ, さらに Fe をドーピングすることで反強磁性が現れる. したがって, α -Yb(Al,Fe)B₄ は Fe ドープ量を化学的に変化させることで, 基底状態を Fermi 液体から量子臨界点をまたぎ磁気秩序へ制御できることから, 磁場・圧力などの外部パラメータが導入困難な実験に適した系であるといえる. ただし, 物性の組成変化を調べる以上は, ドープする元素の素性を明らかにしておくことは重要である.

本研究では, 高ドープ試料で Fe 2*p* 内殻を軟 X 線光電子分光を用いて測定し, ドープ Fe の性質について調べた.

2 実験

α -YbAl_{0.76}Fe_{0.24}B₄ 単結晶は Al フラックス法により作成した. 軟 X 線光電子分光実験は PF BL2C ビームラインで行った. 試料表面は, *in situ* で試料を破断して得た. 測定温度は室温, エネルギー分解能は 300 meV である. 入射光エネルギーは 1200 eV とした.

3 結果および考察

図 1 に α -YbAl_{0.76}Fe_{0.24}B₄ の Fe 2*p* 内殻スペクトルを示す. Fe 2*p*_{3/2} ピークが 707.3 eV, Fe 2*p*_{1/2} ピークが 720.3 eV に位置し, ピーク形状は非常にシャープかつ非対称である. このピーク位置及びスペクトル形状は Fe metal の Fe 2*p* と酷似している[5]. したがって, α -YbAl_{1-x}Fe_xB₄ においては, ドープされた Fe は Fe metal であり, 少なくとも低ドープ組成では化学圧としてのみ働いていることが示唆される.

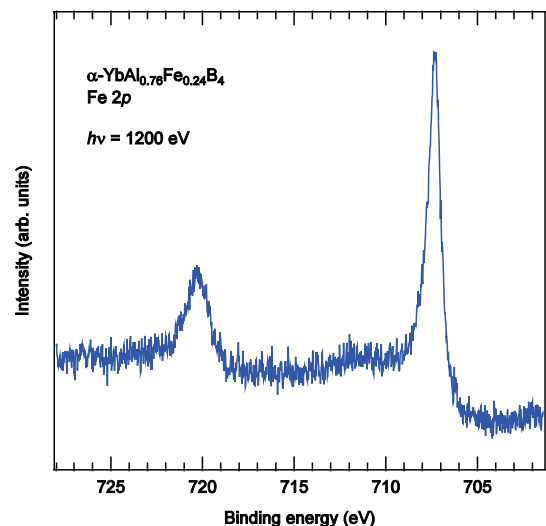


図 1 : α -YbAl_{0.76}Fe_{0.24}B₄ の Fe 2*p* 内殻スペクトル.

参考文献

- [1] S. Nakatsuji *et al.*, *Nature Phys.* **4**, 603 (2008).
- [2] K. Kuga *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **101**, 137004 (2008).
- [3] Y. Matsumoto *et al.*, *Science* **331**, 316 (201).

[4] M. Okawa *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 247201 (2010).

[5] C. S. Kuivila *et al.*, *Appl. Surf. Sci.* **32**, 99 (1988).

* m-okawa@rs.tus.ac.jp