

共鳴硬 X 線光電子分光計測技術の開発と展望

Development and Outlook of Resonant Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy

JASRI¹, 名大 IMaSS², 阪府大院工³

○保井 晃¹, 河村 直己¹, 池永 英司^{1,2}, 水牧 仁一朗¹, 筒井 智嗣¹, 三村 功次郎³

JASRI¹, Nagoya Univ. IMaSS², Osaka Pref. Univ.³

○A. Yasui¹, N. Kawamura¹, E. Ikenaga^{1,2}, M. Mizumaki¹, T. Tsutsui¹, K. Mimura³

E-mail: a-yasui@spring8.or.jp

本開発は、固定入射エネルギーに限定されてきた硬 X 線光電子分光 (HAXPES) 計測において、入射エネルギー掃引を可能にし、放射光施設の軟 X 線領域で行われている共鳴計測を硬 X 線領域に拡張することを目的としている。この共鳴 HAXPES 計測は、HAXPES のバルク・埋もれた界面における化学結合状態や価数などの電子状態解析が可能であるという特徴に、さらに元素軌道・原子価数選択性が加わることで、より詳細な電子物性解析を可能にする。近年、電子相関効果を取り入れた新規デバイス開発が注目されつつあるが、その基礎となるのは強相関電子系物質の物性である。その中で、従来の BCS 超伝導とは全く異なる新奇超伝導の発現と深く関係がある量子臨界現象[1]において、価数の揺らぎが重要な役割を果たしていることが分かった。その価数揺らぎ機構解明に HAXPES 計測が有用であることが見出され[2]、共鳴 HAXPES 計測の実現が長年切望されてきた。

共鳴 HAXPES 計測開発では、高分解能化(1 eV→80 meV @ 8 keV)に用いるチャンネルカット結晶のブラッグ角が入射エネルギーとともに変わること起因し、試料位置でのビーム高さ変動で光電子検出効率が著しく減少し、計測強度補正が困難となることが問題となっていた。我々は、Fig. 1 に示す全光学系、HAXPES 装置、および、アナライザーに対して、PC からの一元制御を実現するとともに、チャンネルカット結晶のギャップを狭小化し、エネルギー掃引時の光軸高さズレを大幅に低減することで、入射エネルギー5~10 keV の特定元素吸収端付近約 100 eV の範囲で共鳴 HAXPES 計測を可能にした。さらに、共鳴 HAXPES 計測環境下で、電子収量法、および、シリコンドリフト検出器(SDD)を用いた蛍光法による XAFS 計測を組み込み、数十 nm から数μm までの検出深度の異なる同時複合分光計測をも可能としている。

研究展開として、上記した強相関電子物質の量子臨界現象に限らず、幅広い研究分野での利用が期待される。とくに光触媒反応の発現研究では、光触媒表面に微量添加される助触媒が、触媒反応効率の向上に重要な役割を果たしていることが知られているが、その役割を理解するためには、助触媒-光触媒界面の電子状態解析が必須である。助触媒の元素選択的励起による部分電子状態計測や、共鳴 Auger 計測から界面でのチャージトランスファーの寄与を定量解析することで化学結合状態の理解を深化させることが可能である。本講演では、通常の XAFS 計測とは一線を画し、実現した共鳴 HAXPES 計測法を紹介し、その研究展望について議論する。

謝辞: 本開発の一部は JSPS 科研費基盤 B: 15H03697: (研究代表者: 水牧) の助成を受け行っている。また、本開発は SPring-8 パートナーユーザー研究課題の支援の下で行われている。

[1] S. Watanabe and K. Miyake, J. Phys. Condens. Matter **23** 094217 (2011).

[2] H. Ogasawara *et al.*, Phys. Rev. B **62** 7970 (2000).

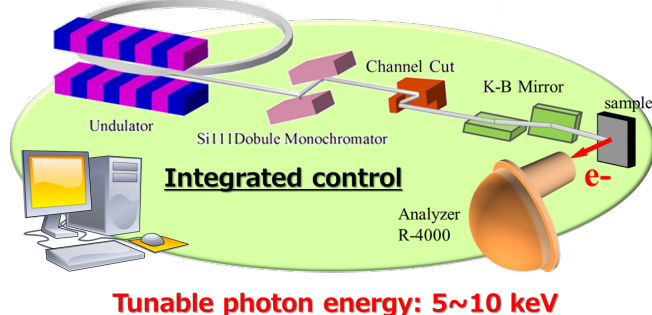


Fig. 1: Configuration of the optical and experimental setup of resonant HAXPES at BL09XU.