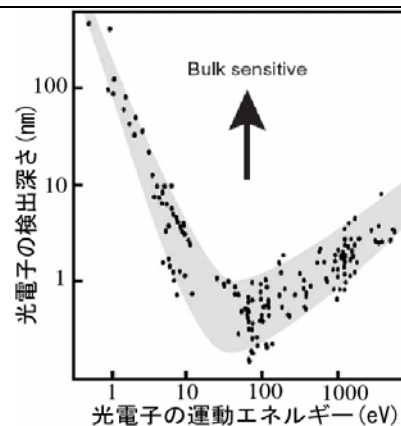


ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	1. 分子分光および分子集合体の構造
中項目	1-6. 放射光科学
小項目	1-6-9. バルク敏感光電子分光

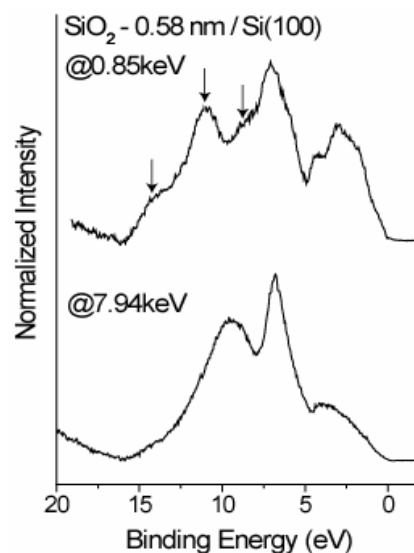
概要（200字以内）

光電子分光は物質の占有電子状態を調べるために幅広く用いられているが、従来の真空紫外線あるいは軟X線を励起源とした場合、図1に示したように検出深さが浅く表面敏感であることが弱点であった。最近高輝度放射光を利用することで実現した硬X線（8keV）励起光電子分光は、バルク（固体内部）や埋もれた界面の電子状態をプローブ可能であり、新たな物質科学のツールとして世界各国で導入が進んでいる。



現状と最前線

光電子分光のバルク感度向上を目指した真空紫外線から軟X線（～1keV）へのシフトは、SPring-8における先駆的な研究によって成功し、更なる高エネルギー化すなわち硬X線（8keV）を利用した光電子分光も同所で初めて実現し世界をリードしている[1, 2]。X線光学系および光電子分光装置について独自開発を行うことにより、8keVの光電子について55meVという驚くべきエネルギー分解能を達成しており、スループットも実用に十分耐えるレベルにある。硬X線光電子分光の最大の特徴であるバルク敏感さ（表面鈍感さ）を如実に表す例として表面が酸化されたSiウェハの価電子帯スペクトルを図2に示した。軟X線励起で顕著に見られる表面酸化層による構造（↓）が硬X線励起ではほぼ完全に消失している。この例からも明らかなようにバルク敏感な光電子分光では、in-situで試料を作製する必要がなく、各所で作成した新規機能性薄膜について構造・磁気・電気特性を評価した後で、バルクあるいはナノスケールの薄膜界面の電子状態を調べることができるため、大学などの公的研究機関のみならず産業界（特に半導体メーカー）の利用が活発に行われている。



【図2】

これまで固体物理関連では強相関電子系について、応用物理関係では Si ベースの次世代半導体や希薄磁性半導体薄膜について専ら研究が行われており、化学分野での研究例は数少ないが、現在急速に発展している有機 EL 素子や自己組織化膜を利用した有機半導体デバイスへの適用が今後急速に進展することが期待される。また、従来の表面敏感な光電子分光では測定対象外であった、溶液、ゲル、生体物質の電子状態が研究可能な実験装置を開発することが急務である。さらに、既存技術では実現が困難であるが、超伝導ギャップが観測可能な 10meV のエネルギー分解能を 10keV の光電子について実現する、あるいは角度分解光電子分光によるバンドマッピングを実現することは、物質科学に直結した分光法として非常に意味のある挑戦であろう。

文献

- [1] 小林啓介、日本物理学会誌 60 (2006) 624.
- [2] Y. Takata, Chap.14 in “Very high resolution photoelectron spectroscopy”(Springer Heiderberg, 2006)

将来予測と方向性

- ・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題
溶液・ゲル・生体物質への適用

- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
励起エネルギー 10keV でエネルギー分解能 10meV の実現
角度分解光電子分光によるバンドマッピングの実現

キーワード

光電子分光、放射光、電子状態、バルク、界面

(執筆者： 高田 恭孝)