

高分解能スピン分解光電子分光で探る 表面スピン電子状態

奥田太一・広島大学放射光科学研究センター

三次元のバルクの状態から二次元、一次元へと電子を低次元の空間に閉じ込めていくと、バルクのときには現れない低次元系に特有な様々な物理現象が現れる。大きなスピン軌道相互作用を持つ物質の表面や界面に現れる、電子エネルギーバンドのスピン分裂現象もそのような現象の一つであり、スピンを制御した次世代のスピンエレクトロニクス技術への応用の期待もあり、最近盛んに研究が行われるようになってきた。

スピン分解光電子分光法はスピン情報を明確に分離して固体の電子状態を観測でき、上記のような表面スピン電子状態を直接探る事のできる強力な実験手法である。しかしながらスピン検出器としてこれまで広く用いられてきた Mott 型検出器は、原理的にスピン検出効率が非常に低く、詳細なスピン電子構造を観測するには不十分であった。そのためスピンを分離しない通常の高角度分解光電子分光法では当たり前になっている数 meV〜数 10meV の高いエネルギー分解能、0.1〜0.2 度程度の高い角度分解能での測定はこれまで不可能であり、表面に現れる小さなスピン分裂を観測することは困難であった。

我々は、KEK-PF の東大物性研ビームライン BL-19A に新しい高効率スピン検出器を用いた光電子分光装置を最近開発した。このスピン検出器は低速電子線回折(反射)を用いた VLEED 型と呼ばれるもので、1980 年代にドイツで発明されスピン検出効率が従来の Mott 型検出器に比べて格段に高いことが報告されていたものである[1]。しかしながらいくつかの欠点があり広く普及することはなかった。我々はこの欠点を克服し安定な高効率スピン検出器を作製し、透過効率の高い大型の高分解能光電子分析器と組み合わせることにより、エネルギー分解能 30meV、角度分解能 0.7 度というスピン分解光電子分光としてはこれまでに無い高分解能での観測を実現した[2]。

本講演では、この装置を用いて、スピン分裂バンドとスピン縮退バンドが複雑な混成状態を示す重元素薄膜のスピン電子状態を実験的に明らかにした例や[3]、半導体表面上に重元素を蒸着した際に現れる特異な電子状態が、スピン分裂した電子状態であることを初めて観測した例など[4]を紹介し、高分解能スピン分解光電子分光実験がこれまで謎に包まれていた表面の電子状態を鮮明に明らかにすることを示す。

[1] D. Tillmann, R. Thiel, and E. Kisker, Z. Phys. B 77, 1 (1989).

[2] T. Okuda *et al.*, Rev. Sci. Instrum. 79, 123117 (2008).

[3] K. He *et al.*, Phys. Rev. Lett. to be published.

[4] T. Okuda *et al.*, Phys. Rev. Lett. submitted.