

【基盤研究(S)】

理工系(数物系科学)



研究課題名 超高分解能3次元スピン分解光電子分光による新機能物質の基盤電子状態解析

東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授 たかはし たかし
高橋 隆

研究分野: 数物系科学

キーワード: 強相関係、スピントロニクス、光電子分光、トポロジカル絶縁体、表面

【研究の背景・目的】

近年、トポロジカル絶縁体や巨大磁気抵抗物質などの新機能性物質が次々と発見され、その物性やデバイス応用に向けての研究が加速的に進展している。これらの物性発現機構の完全解明には、スピンに依存した電子状態の決定が不可欠であるが、スピン検出の困難さのため、そのような研究は殆ど行われていない。本研究は、超高分解能スピン分解光電子分光法を用いて、物質内の特異な電子スピン状態に由来する量子伝導現象が、物性に密接に関与するスピントロニクス関連新機能性物質におけるフェルミ準位近傍の基盤電子構造を解明し、特異物性発現機構との関連を明らかにするものである。

【研究の方法】

新機能性物質における微細電子構造を解明するために、世界最高のエネルギー、運動量、およびスピン分解能を持つ「3次元スピン分解超高分解能光電子分光装置」の建設と改良を行う。建設した装置を用いて、スピントロニクス関連新機能性物質、具体的には、トポロジカル絶縁体、ラッシュバ金属、巨大磁気抵抗物質、ハーフメタルなどのスピン分解 ARPES を行い、フェルミ面、バンド分散、スピン偏極率とスピンベクトル、および準粒子のダイナミクスを、バルク・表面・界面に分離して高精度で決定することで、物性の起源となる基盤電子構造を明らかにする。

【期待される成果と意義】

- (1) トポロジカル絶縁体の候補物質について、その構造/組成/ドーピングなどを制御して系統的な高分解能 ARPES 測定を行い、新型の非自明トポロジカル絶縁体の物質探索を行う。
- (2) スピン分解 ARPES により、トポロジカル絶縁体のスピン偏極度とスピンベクトルを、表面バンドのあらゆる波数で測定する。フェルミ面の warping の度合いと z 成分のスピン偏極度との関係を調べ、スピントロニクスで重要となる、スピン偏極ベクトルの決定因子を明らかにする。
- (3) Bi 超薄膜を作成してスピン分解 ARPES を行い、膜厚の薄い極限で理論予測されているトポロジカ

ル相と実験的に決定した電子構造との比較を行う。Bi を中心に Pb、Tl、Au 等の重元素の薄膜や量子細線を半導体表面上に作成し電子状態を精密決定して、巨大なラッシュバ分裂を持つ物質を探索する。(4) 主に遷移金属酸化物を中心として、巨大磁気抵抗物質やハーフメタル物質を、パルスレーザー堆積(PLD)法を用いて作成し、その電子状態をバルクのものと比較する。さらに人工ヘテロ構造を作成し、そのスピン分解光電子分光を行うことで、界面磁性、界面伝導と電子状態との関係を明らかにする。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] T. Sato et al., Direct Evidence for the Dirac-cone Topological Surface States in the Ternary Chalcogenide TlBiSe₂, Phys. Rev. Lett. **105**, 136802-1-4 (2010).
- [2] S. Souma et al., Direct Measurement of the Out-of-Plane Spin Texture in the Dirac Cone Surface State of a Topological Insulator, Phys. Rev. Lett. **106**, 021680-1-4 (2011).
- [3] A. Takayama et al., Giant Out-of-Plane Spin Component and the Asymmetry of Spin-Polarization in Surface Rashba States of Bismuth Thin Film, Phys. Rev. Lett. **106**, 166401-1-4 (2011).

【研究期間と研究経費】

平成23年度—26年度
162,300千円

【ホームページ等】

<http://arpes.phys.tohoku.ac.jp/>