

光-スピン変換による界面のスピン分裂バンドの計測と

スピン流の自在生成

The electronic structure of buried interface probed using light-spin conversion and photoinduced generation of spin current

東京大学 林 将光

近年の物性物理学では、物質のトポロジーに端を発する新規現象が次々に提唱、発見されている。これらの物質中では、スピン分裂した「ディラック型」や「ラシュバ型」の電子構造の影響を受けて、電子が従来の性質とは全く異なる特性を有しており、新たなコンピューティングや情報ストレージ技術に展開できるとして期待されている。しかしながら、このような特異な電子構造は単結晶試料の清浄表面で観測されるものがほとんどであった。今後、より革新的な現象・効果を求め、またデバイス化も見据えると、薄膜ヘテロ構造などの擬2次元構造や異種物質間の界面の状態に研究の中心がシフトすることが予想される。そのため、ヘテロ構造内部や界面の電子構造を特定できる手法の確立が必要不可欠となる。

本研究では、電子スピンとフォトンの相互作用を利用して、薄膜ヘテロ構造界面の電子構造を計測できる手段を確立することを目指して研究を行った。金属や半金属からなるヘテロ構造を作製し、円偏光を照射して発生する光起電流の計測を行った。その結果、金属と半金属の界面から円偏光の偏光に依存する光起電流が発生することがわかった。発生する光起電流は光の入射方向に依存しており、電子構造の対称性を反映していることがわかった。これらの結果は、円偏光誘起光起電流がヘテロ構造中の埋もれた界面の電子構造断定に利用できることを示唆するものである。

さらに本研究では、大きな光-スピン変換効率を有する系を探索し、光を用いてスピンの向きが決まった電子の流れ、いわゆる「スピン流」を自在に生成できる物質・構造を明らかにすべく研究を行った。半金属や金属からなる積層膜を作製し、光照射によって発生する光起電流を測定した。光の偏向性や入射方向、光起電流の流れる向きなどの情報から、生成されたスピン流の大きさを評価した。その結果、半金属単層膜において、円偏光照射によってスピン流が生成できることを見出した。生成されたスピン流の物質依存性を調べた結果、光-スピン現象が発現する物質は大きなスピン軌道相互作用を有する半金属であることが明らかになった。

これらの成果は光と電子スピンの新たな相互作用を確立するものであり、光の偏光を電気的に検出する光学素子や、光のスピン角運動量を決定する量子光学に展開できると期待される。

【参考文献】

- H. Hirose *et al.*, Circular photogalvanic effect in Cu/Bi bilayers. *Appl. Phys. Lett.* 113, 222404 (2018).
- Spin-momentum locked interface in nearly metallic system detected using circularly polarized light, *SciLight*, AIP Publishing, <https://doi.org/10.1063/1.5082941>.