

博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者: 中村 拓人

論文題目: Spin-polarized quasi-one-dimensional surface states of Bi/III-V semiconductor(110)-(2×1)

(Bi/III-V 族半導体(110)-(2×1)のスピンの偏極表面電子状態)

日時: 2021年2月3日(水) 10:30 - 12:00

場所: 理学研究科 H棟7階7階セミナー室 (H701号室)

主査: 木村 真一

副査: 黒木 和彦、新見 康洋、坂本 一之(工学研究科)、大坪 嘉之

論文要旨:

近年、Rashba 効果や物質のトポロジーに起因した、スピン偏極表面電子状態に関する研究が盛んに行われている。このようなスピン偏極表面状態は、Rashba-Edelstein 効果によるスピン流-電流変換をはじめ、スピントロニクスへの応用が期待されている。一方、より低次元である(擬)一次元系では、スピン依存した金属絶縁体転移や電子の後方散乱の強い抑制など、低次元性とスピンの協奏による多彩な電子物性が予測されている。これまでもスピン偏極擬一次元系に関する研究は行われてきたが、それらのスピン分裂の大きさは二・三次元系物質と比べると小さなものしか報告されておらず、新奇スピン物性の探索や応用には、大きなスピン分裂を実現することが必要不可欠であった。そこで本研究では、異方的表面原子構造を持つ III-V 族半導体 InAs 及び GaSb の(110)面上に、重元素 Bi を吸着させることで Bi/III-V 族半導体(110)-(2×1)を作製し、角度分解光電子分光及び密度汎関数法を用いて、その電子状態を明らかにし、巨大スピン分裂擬一次元電子状態の実現とスピン物性の解明を目指した。

Bi/InAs(110)-(2×1)において、スピン分裂した擬一次元電子状態が実現していることを発見し、その分裂幅が従来の一次元物質と比べ約 5 倍にも及ぶことがわかった。また、詳細にスピントクチャーを解析した結果、スピン偏極バンドにおいて、波数・エネルギーに応じてスピン偏極方向が回転する、特異な偏極構造を持つことを見出した。

BiGaSb(110)-(2×1)においてもスピン偏極擬一次元半導体電子状態が実現していることを確認し、表面科学的手法によりスピン偏極バンドの電気伝導性を制御できることを示した。そして、Bi/GaSb(110)-(2×1)に有機分子 C₆₀ を吸着させることで、スピン偏極状態に影響を与えないスピン伝導層を作製できることを明らかにした。

本研究で得られた結果は、巨大スピン偏極擬一次元系の基礎物性とその応用可能性を示したものであり、低次元スピン物性のさらなる発展つなげる重要な成果である。