

日本物理学会学生優秀発表賞を受賞して

ナノスケール物性研究部門 勝本研究室 清水 貴勢

この度、日本物理学会第76回年次大会(2021年)にて、学生優秀発表賞(領域4)を受賞させて頂きました。この賞は、物理学の発展に貢献する優秀な発表(口頭講演)を行った学生に対して授与されるものです。このような賞を頂くことができ、大変光栄です。この場をお借りし、勝本信吾先生、中村壮智助教、遠藤彰助教をはじめとする本研究にご協力頂いた全ての方々に心より感謝申し上げます。

受賞対象となった研究は「スピン軌道相互作用を用いた並走エッジチャンネル間のビームスプリッター」です。近年、半導体に作製した電子の干渉計を用いて電子の位置と位相の情報を飛行量子ビットとして操作する研究が盛んに行われており、特に量子ホール効果によって二次元電子系の端に生じるエッジチャンネルはカイラリティにより電子が高いコヒーレンスを有するため干渉計の光路として注目されています。しかし、ビームスプリッターとして量子ポイントコンタクトを用いる従来の手法では飛行量子ビットの基本演算素子である2経路干渉計の直列接続がトポロジーの制約上禁止されるため、量子情報処理に必要な複数の演算ができないという問題が生じます。

そこで我々は、逆向きにスピン偏極した2本の並走エッジチャンネル間に意図的な遷移を導入できる新たなビームスプリッターを考案・実証することで、直列接続可能な2経路干渉計の実現を目指しました。エッジチャンネルを空間的に屈曲させると、電子の運動量変化に伴いスピン軌道相互作用によるスピン反転が生じてチャンネル間遷移が起こることは以前から知られていました。我々はこれまでに屈曲部の曲率が大きいほど遷移確率が大きくなることを発見し、ゲート電極を用いた曲率操作により遷移確率の操作が可能であることを実証していましたが[1]、操作可能な遷移確率の上限値は2%と小さかったため新たなゲート形状を考案し屈曲部を鋭角にすることで遷移確率の向上を試みました。その結果、2経路干渉計の作製に必要な50%の遷移確率を得ることに成功し、並走エッジチャンネル間のハーフミラーを初めて実現しました。さらに、このビームスプリッターを用いて実際に2経路干渉計を作製し、約60%と高い干渉可視度を得ることに成功しました[2]。これはエッジチャンネルを用いない先行研究[3]に比べて4倍程度大き

な値であり、2経路干渉計を用いた量子演算の忠実度が飛躍的に向上したことを意味します。本手法を用いることで半導体飛行量子ビットを用いた量子情報処理の研究が大きく加速すると期待されます。

- [1] T. Shimizu, T. Nakamura, Y. Hashimoto, A. Endo, and S. Katsumoto, Phys. Rev. B **102**, 235302 (2020). Editor's Suggestion.
- [2] T. Shimizu, *et al.*, to be submitted.
- [3] M. Yamamoto, *et al.*, Nature Nanotech **7**, 247-251 (2012).

