

## InGaAs リング配列構造における電子スピン幾何学的位相の分離制御

## Geometric-Phase Control of Electron Spins in an Array of InGaAs-Based Rashba Rings

東北大工<sup>1</sup>, Seville 大<sup>2</sup>, Regensburg 大<sup>3</sup>, JST さきがけ<sup>4</sup> ○長澤 郁弥<sup>1</sup>, Diego Frustaglia<sup>2</sup>,Henri Saarikoski<sup>3</sup>, 好田 誠<sup>1,4</sup>, Klaus Richter<sup>3</sup>, 新田 淳作<sup>1</sup>Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Univ. of Seville<sup>2</sup>, Univ. of Regensburg<sup>3</sup>, PRESTO, JST<sup>4</sup> ○Fumiya Nagasawa<sup>1</sup>,Diego Frustaglia<sup>2</sup>, Henri Saarikoski<sup>3</sup>, Makoto Kohda<sup>1,4</sup>, Klaus Richter<sup>3</sup>, Junsaku Nitta<sup>1</sup>

E-mail: nagasawa@s.tohoku.ac.jp

スピン波動関数が断熱変化すると、スピンはそのパラメタ空間での軌跡にのみ依存した幾何学的位相を得る [1]。時間発展に依存する動的位相と比べ、幾何学的位相は外乱に対し耐性がある。電子スピンの幾何学的位相を制御することは応用的観点からも重要であるが、これを明確に捉えた実験報告はこれまで存在しなかった。近年、我々 [2] はリング径とスピン軌道相互作用の強さを変調することで、Aharonov-Casher(AC) スピン干渉効果にあらわれる幾何学的位相が観測可能であることを実験的に示した。ここで、リング径とスピン軌道相互作用の強さは、幾何学的位相のみでなく動的位相も同時に変調する [3]。今回の実験では、リング面内の外部磁場を印加することで、幾何学的位相成分のみを動的位相と分離して制御し、AC 位相のシフトとして直接的に観測したので報告する。

強い Rashba スピン軌道相互作用を有する InGaAs 2 次元系を半径  $0.6\ \mu\text{m}$  のメゾスコピックリング配列構造に微細加工し、トップゲート電極を作製した。AC スピン干渉効果を明瞭に観測するため、一定のゲート電圧でリングに対し面直方向の磁場を印加し、Altshuler-Aronov-Spivak 振動を測定した。その振幅のゲート電圧依存性を観測することで、AC 効果が得られた。図 1a は AC スピン干渉効果の面内磁場依存性をあらわす。AC 位相が面内磁場に対して 2 次関数的にシフトすることがわかる。ここで、このシフトがゲート電圧のヒステリシスや反磁性に由来するものでないことは、Hall 素子を用いた測定により確かめてある。図 1b は、面内磁場を摂動として扱った計算結果である。計算結果の AC 位相もまた、面内磁場に対し 2 次関数的なシフトを示している。また、計算より、1 次の摂動の範囲ではこのシフトが純粋な幾何学的起源をもつことが確かめられた。発表では、多モードの影響を取り込んだ数値計算の結果と併せて議論する。

## 参考文献

- [1] M. V. Berry, Proc. R. Soc. Lond. A **392**, 45 (1984).
- [2] F. Nagasawa, J. Takagi, Y. Kunihashi, M. Kohda, and J. Nitta, Phys. Rev. Lett. **108**, 086801 (2012).
- [3] K. Richter, Physics **5**, 22 (2012).

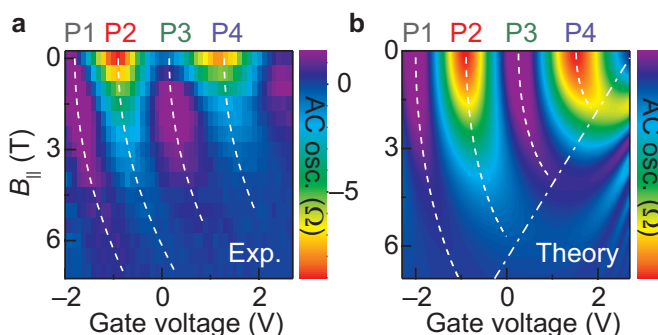


図 1: 面内磁場  $B_{||}$  が Aharonov-Casher(AC) 効果に与える影響。a, AC 効果の面内磁場  $B_{||}$  依存性 (実験)。P1 から P4 は、AC 位相のピークとディップをあらわす。b, 面内磁場を摂動として扱った計算結果。一点鎖線付近は摂動理論が無効となる範囲をあらわす。