

2023年度 第18回凝縮系科学賞受賞者業績紹介

「実験部門」

業績題目：シリコンスピン量子ビットの高忠実度化とその応用

受賞者：米田 淳（よねだ じゅん）氏（東京工業大学）

学歴

2009年3月 東京大学工学部物理工学科 卒業

2011年3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 修士課程修了

2014年3月 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 博士課程修了（博士（工学））

職歴

2014年4月 理化学研究所 特別研究員

2015年4月 理化学研究所 基礎科学特別研究員

2018年4月 理化学研究所 研究員

2019年1月 オーストラリア ニューサウスウェールズ大学 博士研究員（Lecturer level）

2020年11月 東京工業大学 超スマート社会卓越教育院 特任准教授

2021年10月 JST さきがけ研究者（兼任）

授賞理由

量子コンピュータは次世代情報化社会の基盤を担う技術として期待されています。その基本素子となるのが量子力学的な状態を利用して演算を行う量子ビットです。量子ビットの操作がどれだけ理想に近いかを示す性能指数を忠実度と呼びますが、大規模な量子コンピュータの実現のためには99%以上の忠実度を持つ量子ビットを多数集積する必要があります。量子ビットを実現するために様々な物理系が研究されていますが、その中で、「量子ドット（人工原子）」と呼ばれる半導体ナノ構造に閉じ込めた単一の電子スピンを「量子ビット」として用いる方式を半導体スピン量子ビットと呼びます。この方式は現在の高度な半導体集積技術を利用できる可能性を持つため注目されています。

米田淳氏は、半導体スピン量子ビットを用いた大規模量子コンピュータの実現を目指す研究に取り組み、独創的な成果を継続して挙げてきました。特に、開発の舞台がガリウム砒素系からシリコン系、さらに同位体制御されたシリコン系へと移行する中で、微小な磁石を巧みに設計することによって、電子スピンを電氣的に制御する技術の確立に大きな貢献をしてきました。この技術を同位体制御されたシリコンスピン量子ビットに適用し、従来比で約100倍高速なスピン操作と約10倍のコヒーレンス時間（量子情報保持時間）を実現し、

99.9%超という高い忠実度を達成しました。さらにシリコン系では初となる量子非破壊測定の実証やスピン量子ビット間のコヒーレントな電子輸送の実現など、将来的にスピン量子ビットの集積化につながる重要な業績を挙げました。同氏が中心となって確立した基本設計法は、現在、大学や企業におけるシリコンスピン量子ビット開発において世界的に採用されています。

以上のように、スピン量子ビットにおける同氏の一連の成果は、長年追求されてきた半導体メゾスコピック系における量子制御という観点から優れた学術的価値を持つと同時に、量子コンピュータの開発動向にも大きな波及効果をもたらしており、凝縮系科学賞に相応しいものです。

参考文献

- [1] J. Yoneda, K. Takeda, T. Otsuka, T. Nakajima, M. R. Delbecq, G. Allison, T. Honda, T. Kodera, S. Oda, Y. Hoshi, N. Usami, K. M. Itoh, and S. Tarucha,
“A quantum-dot spin qubit with coherence limited by charge noise and fidelity higher than 99.9 %”,
Nature Nanotechnology **13**, 102 (2018).
- [2] J. Yoneda, K. Takeda, A. Noiri, T. Nakajima, S. Li, J. Kamioka, T. Kodera, and S. Tarucha,
“Quantum non-demolition readout of an electron spin in silicon”,
Nature Communications **11**, 1144 (2020).
- [3] J. Yoneda, W. Huang, M. Feng, C. H. Yang, K. W. Chan, T. Tanttu, W. Gilbert, R. C. C. Leon, F. E. Hudson, K. M. Itoh, A. Morello, S. D. Bartlett, A. Laucht, A. Saraiva, and A. S. Dzurak,
“Coherent spin qubit transport in silicon”,
Nature Communications **12**, 4114 (2021).