

光子から核子へのプログラム可能な量子テレポーテーション

横国大院工

今池伸晃、黒岩良太、加納浩輝、関口雄平、小坂英男

Programmable quantum teleportation from a photon into a nuclear spin

Yokohama National University

Nobuaki Imai, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka

量子情報通信における情報の担い手として光子、電子、核子などの様々な量子メディアが候補に挙げられる。それぞれに固有の利点があり、目的に応じて量子メディアを使い分けることが求められ、量子状態転写が重要な役割を果たす。

本研究では光子から核子への転写を仲介する電子を操作することで転写の際に核子に作用する変換(U_n)が任意に制御可能となる、プログラム可能な量子テレポーテーション技術を開発した。我々の行うプログラム可能な量子テレポーテーション転写^[1]は、①二重共鳴による電子-核子間量子もつれ生成、②ホロノミック量子ゲートを用いた電子-窒素間量子もつれ操作^[2]、③物質に内在する量子もつれを利用した光子-電子間量子もつれ測定^[3]の3つからなる(図1)。

転写時に作用する変換 U_n を任意にプログラムするためには、②で行った量子ゲート U_e と転写時の変換 U_n をつなぐ χ 行列($U_n = \chi U_e$)を明らかにする必要がある。今回我々は二つの変換をつなぐ χ 行列が $Y(+\pi)$ であることを実験で明らかにし(図2)、量子テレポーテーションがプログラム可能であることを実証した。

本講演では、転写の際に核子に作用する変換のプログラムについて理論と実験の詳細、また核子に作用する変換の忠実度劣化の原因について論じる。

日頃からご議論、ご協力いただく水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏、寺地徳之氏、加藤宙光氏、牧野俊晴氏、山崎聡氏に感謝します。本研究は科研費基盤研究(S)、新学術領域「ハイブリッド量子科学」、ポスト「京」萌芽的課題の支援を得た。

[1] Sen Yang, Hideo Kosaka et al., Nature Photonics 10, 507-511 (2016).

[2] Y. Sekiguchi, H. Kosaka et al., Nature Photonics 11, 309-314 (2017).

[3] H. Kosaka and N. Niikura, Phys. Rev. Lett., 114, 053603 (2015).

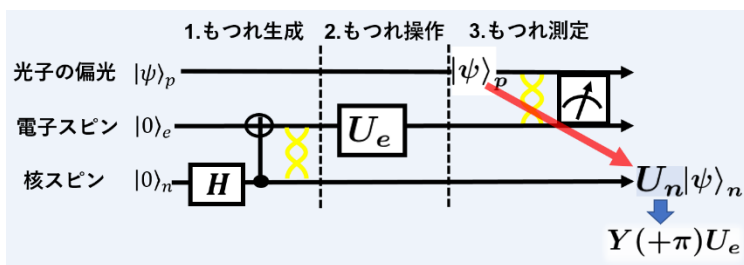


図1. プログラム可能な量子テレポーテーション量子回路図

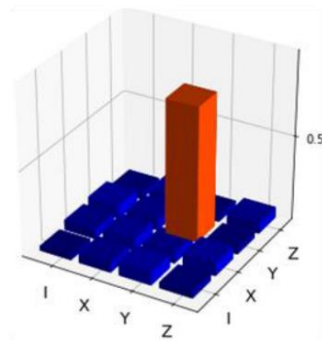


図2. 実験で得た χ 行列