

野口篤史

東京大学大学院総合文化研究科
准教授

表面弾性波を使ったエレクトロメカニクスの量子制御

§ 1. 研究成果の概要

電磁波は運動量を持っており、反射するとき物体に対して圧力を生じさせる。この圧力を輻射圧と呼び、その力によって物体を制御するオプトメカニクスと呼ばれるハイブリッド量子系の研究が近年盛んにおこなわれている。しかしながら、その力は非常に弱く、物体の運動を制御するために、強い電磁波を用いる必要があった。そこで私は、輻射圧によるオプトメカニカルな相互作用を、非線形超伝導回路を用いて模擬することで人工的に強力な輻射圧を電磁波に持たせる実験をおこなった。結果として、単一光子という電磁波の最小単位による輻射圧が、十分に物体に大きな影響を与える実験結果が得られ、単一光子量子領域と呼ばれる強い結合をもった系の実現に成功した。さらに、その性能を上げ、現状では平均強度として単一光子の 1/100 の強度 (100 回に 1 回だけ単一光子が来るくらいの微弱電磁波) でも十分に強い輻射圧が得られるような系が実現している。そういった系では、超伝導量子ビットに輻射圧を持たせることにより、スピン依存力と呼ばれる、量子状態制御に用いられる相互作用が表れる。この相互作用は機械振動子などのフォノンの量子状態制御や、さらに量子ビット間のゲートを構成するためにも重要になる。イオントラップによる量子情報研究においては、イオンのスピン依存力を利用することで 99.9%を超えるような 2 量子ビットゲートが報告されている。

このように、本研究によって実現された人工輻射圧は、ハイブリッド量子系だけではなく、超伝導回路を用いた量子情報処理実験にも活用することができ、さまざまな技術へと発展をしていく基礎技術である。

§ 2. 研究実施体制

①研究者:野口篤史 (現:東京大学大学院総合文化研究科 准教授)

②研究項目

- ・超伝導量子回路の設計
- ・微細加工技術による超伝導回路の作製
- ・サンプル評価とマイクロ波照射による制御実験