

## 超伝導量子コンピュータの実現を目指して

Toward realization of superconducting quantum computers

### 1. 研究室メンバー

教授 中村泰信、准教授 宇佐見康二  
他スタッフ 11 名、学生 15 名



### 2. 研究の概要

量子情報処理への応用を目指した、超伝導量子回路の研究を行っています。(i) 超伝導量子ビットを集積化して量子コンピュータのプロトタイプを実現する、(ii) 超伝導回路上でマイクロ波量子光学の物理と技術を追求する、(iii) 超伝導量子回路を他の量子系と組み合わせたハイブリッド量子系を実現し、量子情報インターフェースや量子トランスデューサへ応用する、という 3 点が現在の主な取り組みです。JST-ERATO「巨視的量子機械」プロジェクトホームページ([http://www.jst.go.jp/erato/nakamura\\_mqm/](http://www.jst.go.jp/erato/nakamura_mqm/))も参照ください。

### 3. 特色ある実験装置

無冷媒型の希釈冷凍機 3 台がフル稼働して、超伝導量子回路、ハイブリッド量子系の測定に使用されています。試料温度を約 10 mK まで冷却し、10 GHz 帯のマイクロ波(単一光子エネルギーの温度換算で約 0.5 K)にとって十分量子真空状態に近い環境を実現しています。またマイクロ波パルスを生成・観測するエレクトロニクス機器と、量子極限低雑音増幅を実現する超伝導パラメトリック増幅器を駆使して、超高感度のマイクロ波応答測定を行っています。現在、多数の量子ビットが集積された回路を制御するための装置も開発中です。ハイブリッド量子系研究用の光学実験系も立ち上がっており、低温下の量子制御実験との融合を目指しています。

### 4. 最近のトピックス

単一マイクロ波光子の非破壊検出: 可視光の光子よりも数万倍小さいエネルギーを持つマイクロ波の単一光子検出を非破壊で行うことに成功しました。空洞共振器中に置かれた超伝導量子ビットに対し、マイクロ波光子が入射し反射されるときに、量子ビットとの間に量子もつれを生じます。その後、量子ビットの状態を観測することにより、光子を吸収することなく、その到来を検知できます。実験では検出量子効率 84%を達成しました。[arXiv:1711.05479]

表面弾性波を用いたハイブリッド量子系の実現: ピエゾ基板上に楕形電極を用いて構成される表面弾性波(SAW)共振器は、微小体積中に高い Q 値でフォノンを閉じ込めます。今回、超伝導量子ビットを SAW 共振器およびマイクロ波共振器と結合させて構築したハイブリッド量子系において、フォノンをマイクロ波光子に上方変換することにより、平均フォノン数 0.5 程度の微小な揺らぎまで計測できることを示しました。[PRL 119, 180505 (2017)]

### 5. ホームページ

<http://www.qc.rcast.u-tokyo.ac.jp>

一緒に研究に取り組んでくれる熱意ある人を募集中です。