

私たちが住んでいる 不思議な 巨視的量子世界への招待

波と粒子の二重性 その適用範囲が拡大中

情報通信研究機構 (NICT)
未来ICT研究所 巨視的量子物理プロジェクト室
仙場 浩一



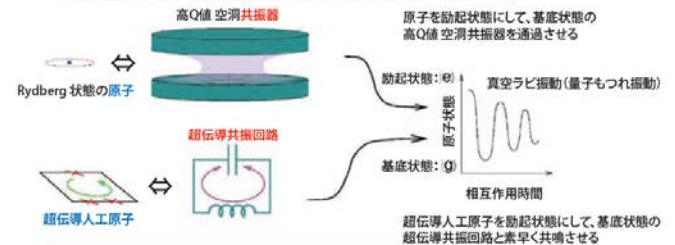
巨視的量子物理プロジェクト室長
仙場 浩一 博士(工学)

巨視的量子系(超伝導人工原子)を電子スピンや核スピン、光子などのマイクロな量子系と組み合わせたハイブリッド量子系で発現する現象を量子1個のレベルで解き明かす研究を通じて、未来のICTに役立つ新原理・新現象の開拓を目指しています。

■回路-QED

原子の代わりに超伝導人工原子、空洞共振器の代わりに超伝導共振回路を使い、物質と光の相互作用を光子1個レベルで精密に測定・制御する研究を進めています。

共振器量子電磁学(cavity-QED)と回路-QEDの比較

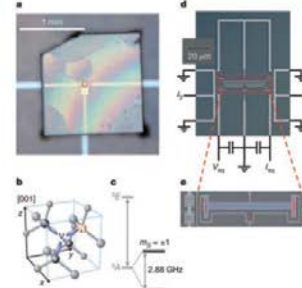


- 超伝導人工原子(回路QED)の優位点:
- ① 桁違いの相互作用が設計可能 (Rydberg原子の場合に比べ約3000倍の強結合)
 - ② 相互作用時間の調節が自由 (電気回路はチップ上にあり、飛散しない)

■ハイブリッド量子系

2種類以上の異なる量子系がコヒーレントに結合した複合量子系を作り、1種類の量子系では不可能な機能の実現を目指して研究を進めています。

- a 超伝導-ダイヤモンドハイブリッド量子系の例
b,c ダイヤモンドのNVセンターとエネルギー準位
d 超伝導量子ビット回路 e 微小ジョセフソン接合



回路-QED,ハイブリッド量子系の時間領域操作・測定系

科学研究費助成事業
科研費 基盤研究(S)

巨視的量子系を用いた量子物理
Quantum Physics with Macroscopic Quantum System
H25~H29 研究代表者: 仙場

話の流れ

- **二重スリット実験** (量子力学の不思議さの原点)
波と粒子の二重性
- **超伝導** (電子の相転移 → 量子性をマクロ世界へ拡大)
多数の伝導電子対がたった1個の状態に凝縮する (多数→1)
→ 「人工原子状態」を作ることができる
- **巨視的量子世界**
波と粒子の二重性 その適用範囲が拡大中

重ね合わせの原理 が実験で確認された系

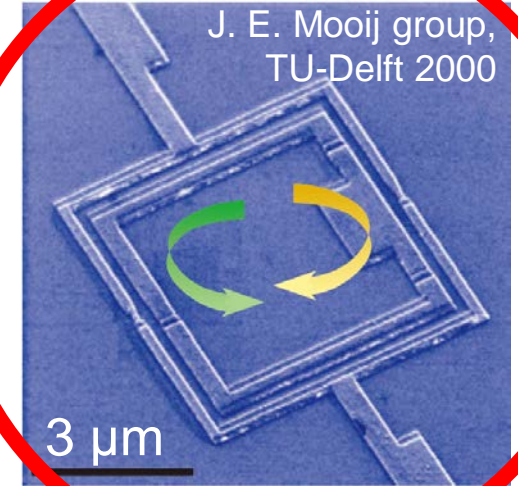
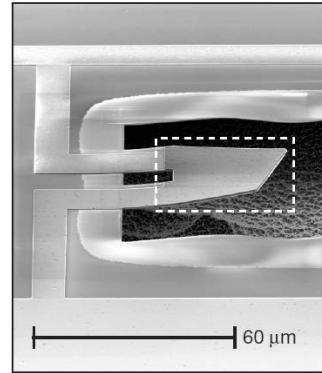
巨視的量子系

[m]

10^{-4}

機械共振器系
MEMS, NEMS

J. M. Martinis
A. N. Cleland
UCSB 2010



J. E. Mooij group,
TU-Delft 2000

10^{-6}

ループ状の超伝導回路の
右回り, 左回りの超伝導電流 ($\sim 0.3 \mu\text{A}$)

高分子

ダブルスリット実験
異なる経路を通った 1個の電子が自分自身と干渉する！

10^{-9}
C₆₀

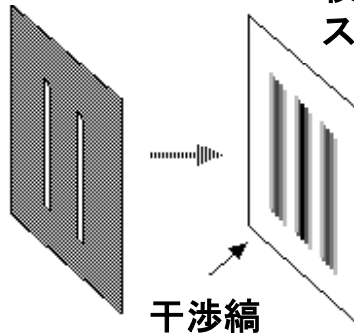
10^{-10}

原子 (Ne, ...)
電子
光子

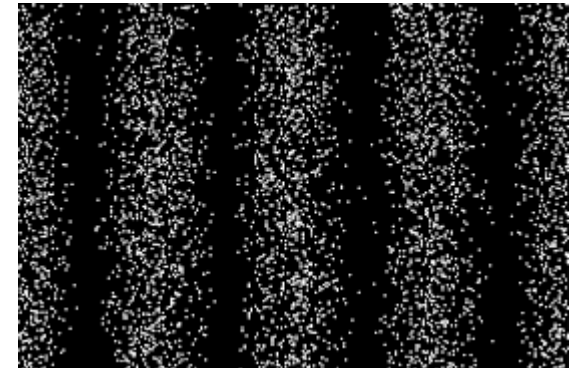


二重スリット

検出器
スクリーン



Akira Tonomura, Hitachi Co Ltd



微視的量子系