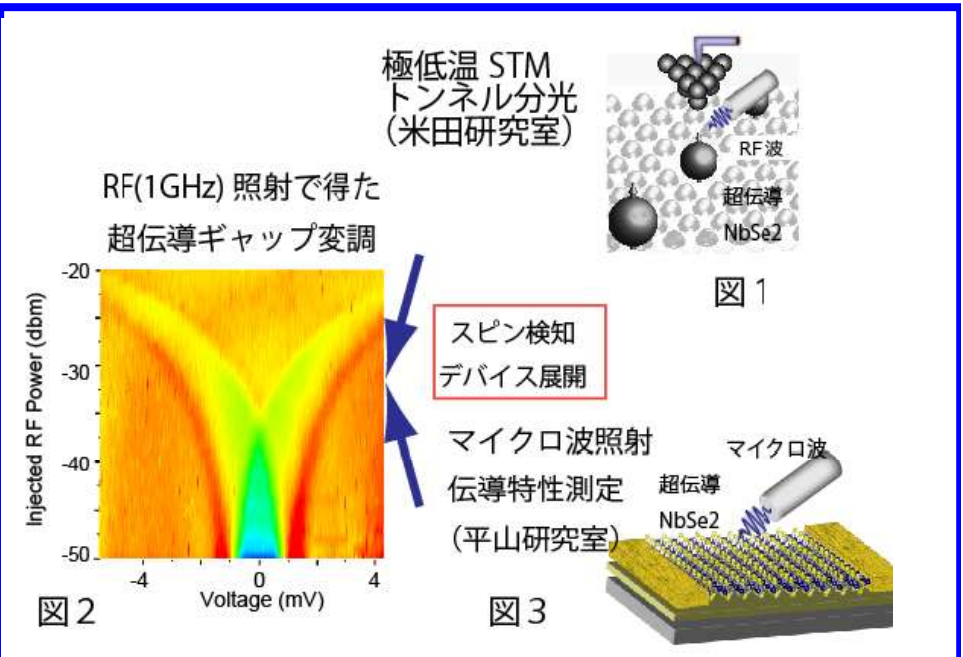


研究プロジェクト名: 高周波RF照射による超伝導ギャップ変調による スピン検知デバイス開発

概要: 我々はRFと極低温STMを組み合わせた装置を構築し、光子に補助された超伝導ギャップ変調を観察している。本プロジェクトでは高周波と組み合わせた超伝導微細加工デバイスとして構築し、スピン検知デバイス開発に発展させる。

コアメンバー: 米田グループ(東北大)・平山グループ(東北大)

超伝導ギャップはトンネル分光によって直接観察が可能であり特にSTMを用いた局所分光が盛んに用いられる。我々は高周波RFと極低温STMの組み合わせた装置を構築し(図1)、超伝導ギャップにおける光子に補助されたトンネル電流のスペクトルの取得を開始し複雑な現象を検知している(図2)。本プロジェクトでは高周波と組み合わせた超伝導微細加工デバイスとして構築し、スピン検知への応用につなげる。(図3)



研究プロジェクト名: 高周波RF照射による超伝導ギャップ変調による スピン検知デバイス開発

概要: スピンの波としての量子性、すなわちコヒーレンスを原子レベルで観察可能な顕微鏡を開発する。遂行されれば量子情報処理デバイス作成に貢献するだけでなく、電子スピン共鳴(ESR)・核スピン共鳴(NMR)を利用する生物学や医療の研究領域にまで波及する研究を行う。

研究成果(実施状況):

超伝導トンネルギャップにRFを照射する実験そのものは、superconductor photo assisted tunneling (SC-PAT)として知られており、RFの光子を出し入れする非弾性トンネル過程として理解される。RFの作る電界強度が強くなった場合、多光子吸収・放出が支配的になり半古典的なトンネル過程として扱われ、RFが作る電界強度を V_{rf} とした場合、 eV_{rf} のエネルギーでもっとも強いピークが観測される。ここで超伝導ギャップ両端の準粒子が、SC-PATの影響で変化する様子のシミュレーションが図2である。 V_{rf} に比例して準粒子のそれぞれが光子の吸収・放出に相当する2つのピークに分裂する。実際にNbSe₂の探針と基板を用いて、本装置を利用した実験をカラーマップとして図3で表す。マッピングの色の濃淡はコンダクタンス(dl/dV)に相当し濃いほうが大きい値に相当する。横軸がサンプル電位で、縦軸が V_{rf} に相当する。シミュレーションで得られた分裂が正確に再現された。

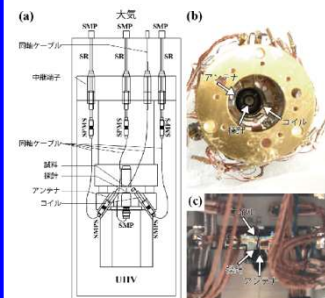


図1 (a) 新規に設計した RF 導入のコイルとアンテナを対称位置に配した STM ヘッド。(b)(c) その装置の実験

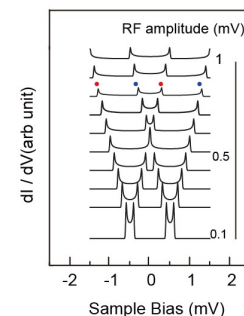


図2 RF を照射したときその強さによって、超伝導ギャップ両端の準粒子が分裂するシミュレーション

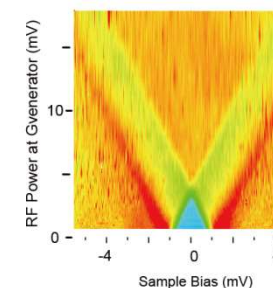


図3 NbSe₂ を試料に用いた RF 照射による PAT 実験の実験。試料温度 300 mK.

主要発表論文等: [1] J. Hou, Y. Wang, K. Eguchi, C. Nanjo, T. Takaoka, Y. Sainoo, R. Arafune, K. Awaga, T. Komeda, Communications Chemistry 3, (2020) 36.
[2] I. Saiful, T. Inose, D. Tanaka, P. Mishra, T. Ogawa, *T. Komeda: J. Phys. Chem. C 124, (2020) 12024-12029.