

新設研究室紹介

電子物理工学講座 プラズマ物性工学分野（竹内研究室）

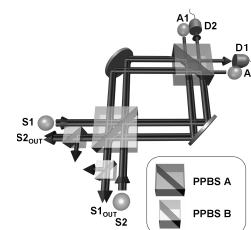
<http://qip.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

「光子を操る－光子を用いた量子情報科学の研究」

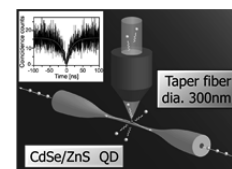
本研究室は、2014年3月1日に教授の竹内が、10月1日に助教の岡本が、北海道大学電子科学研究所より着任した新研究室です。光子や電子などの「量子」は、古典的な粒子とは全く異なる振る舞いをします。それらの量子状態を完全に制御し、従来のコンピュータでは莫大な時間を要する問題を解く「量子コンピュータ」や、従来法の限界を超える「量子計測」などの実現が期待されています。本研究室では、光子を用いた量子情報科学に関する研究を推進しています。共同研究も広く募集いたしております。下記の内容にご興味をお持ち頂けましたら、ぜひ一度、お立ち寄り頂けましたら幸いです。



1. 光量子情報 光量子コンピュータ・光量子シミュレータの実現を目指す研究です。これまでに、光子と光子の間の「量子干渉」を駆使した世界最大級の光量子回路「量子もつれフィルター [1]」や、単一光子レベルの非線形素子を組み合わせた量子計算の基本ゲートを実現 [2] するなど、光量子回路の研究を推進しています。最近、SiN 導波路を用いた、オンチップ集積光量子回路の研究も開始しました。



2. ナノフォトニクス ナノテクノロジーを駆使したデバイスにより、半導体量子ドットやダイヤモンドの単一発光体（人工原子）から、光子を自在に出し入れすることを目指しています。特に、光ファイバの一部を、直径が光の波長以下（300nm）にまで引き延ばした「テーパー光ファイバ」を実現 [3]、研究を進めています。このデバイスを用いる事で、対物レンズや大型顕微鏡などを使わずに、単一発光体からの発光を効率良く単一モード光ファイバに結合できるため [4]、生命科学への応用も期待されます。これまでに、ダイヤモンド中の窒素欠陥を用いた最も明るい単一光子源の実現などに成功 [5]、将来的には光量子メモリなどのデバイスの実現を目指しています。



3. 光量子計測 光は、重力波干渉計から生体計測まで、非常に多く用いられています。光子ひとつを操った「量子光」を用いることで、これらの計測の感度や分解能を飛躍的に高める研究を進めています。これまでに、4光子の経路に関する量子もつれ状態を用いた高精度多光子量子干渉を実現、従来光よりも高い位相測定感度を実現可能であることを示しました [6]。この研究は、2007年度サイエンティフィックアメリカン誌の世界ベスト 50 研究にも選ばれました。また最近、量子もつれ光子対を光源とする微分干渉顕微鏡「量子もつれ顕微鏡」を世界で初めて提案・実現、従来の光の限界を超えた感度を実証しました [7]。最近、超広帯域周波数量子もつれ状態の生成 [8] とその量子光コヒーレンストモグラフィ（量子 OCT）への応用 [9] の研究も推進しています。

[1] R. Okamoto, et. al., **Science**, **323**, 483-485, (2009). [2] R. Okamoto, et. al., **PNAS**, **108**, 10067 (2011).

[3] M. Fujiwara, et. al., **Optics Exp.**, **19**, 8596, (2011). [4] M. Fujiwara et. al., **Nano Lett.**, **11**, 4362 (2011).

[5] T. Schröder, et. al., **Opt. Exp.**, **20**, 10490 (2012). [6] T. Nagata, et. al., **Science**, **316**, 726, (2007).

[7] T. Ono, et. al., **Nat. Commun.**, **4**, 2426 (2013). [8] A. Tanaka, et. al., **Opt. Exp.**, **20**, 25228 (2012).

[9] M. Okano, et. al., **Phys. Rev. A**, **88**, 043845 (2013).