

帯域拡大分極反転デバイスによる量子もつれ光子対

Quantum Entangled Photon Pairs by Bandwidth-Extended Periodically Poled Devices

○田中 陽^{1,2,*}、岡本 亮^{1,2,3}、Lim Hwang-Hong⁴、栗村直⁴、竹内繁樹^{1,2,3}

(1. 北大電子研、2. 阪大産研、3. 京大工 3. 物材機構)

○Akira Tanaka^{1,2,*}, Ryo Okamoto^{1,2,3}, Hwang Hong Lim⁴, Sunao Kurimura⁴ and Shigeki Takeuchi^{1,2,3}

(1. Hokkaido Univ., 2. Osaka Univ., 3. Kyoto Univ. 3. NIMS)

E-mail: a-tanaka@ims.ac.jp

光の量子性を利用した高分解能光計測技術においては、周波数/時間領域で量子力学的な「もつれ状態」にある光子対を発生させ、その帯域を非線形光学結晶の空間エンジニアリングにより拡大する事が重要となる。応用技術として、量子干渉を用いた生体組織の高分解能光断層撮影 [1]・光の一振動周期以内に時間局在した光子対 [2] による高効率二光子遷移分光 [3]・フェムト秒精度の時計同期 [4] が挙げられる。これらの技術により従来のレーザー技術で達しえなかった高感度、高分解能が原理的に実現される。

本講演ではその応用に向けた我々の研究として、自発パラメトリック下方変換による広帯域光子対の非同軸発生 [5]・光子対のエネルギー相関測定および時間領域の量子もつれ測定 [6] を紹介する。帯域拡大のために、我々は分極反転周期が 10%チャープした (8.000 μm - 8.825 μm) MgSLT 結晶を用いる。連続波励起 (532 nm) により、エネルギー和が一定なエネルギー・時間もつれ状態にある光子対が非同軸方向に発生する。各方向に発生した単一光子のスペクトルを単一光子検出器で分光測定すると、790 nm-1610 nm のスペクトル幅を得た。次に光子対のエネルギー相関測定の為、各光子の検出波長域を両方走査して光子対の同時検出確率を測定すると 194 THz (795 nm-1550 nm)にわたる相関を得た。さらに光子対の相関する二波長を量子干渉させると、二波長の組が広帯域に古典限界 (70%) を超える干渉縞の明瞭度を得ることに成功し、光子対が量子もつれ状態にあることが実証された。これらの結果と非同軸条件に伴うスペクトル形状の対称性から、各光子は広帯域な同一波束とみなせる。その結果二光子は 1.2 サイクル (4.4 fs 幅) の時間局在が原理的に可能であり、本結晶を用いた新規光計測技術の開拓が将来期待される。

本研究の一部は、JST-CREST、新学術領域「量子サイバネティクス」、JSPS-FIRST、科研費、科学技術振興調整費、物質・デバイス領域共同研究拠点、光科学技術研究振興財団、及び日本学術振興会特別研究員 DC の支援を受けて行われた。

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

[2] S. Harris, Phys. Rev. Lett. **98**, 063602 (2007).

[3] J. Javanainen and P. L. Gould, Phys. Rev. A **41**, 5088 (1990).

[4] V. Giovannetti et al., Phys. Rev. Lett. **87**, 117902 (2001).

[5] A. Tanaka et al., Opt. Express **20** (23), 25228-25238 (2012).

[6] A. Tanaka et al., in preparation.

(*現所属：分子科学研究所)