

LED 励起によるパラメトリック下方変換光子対発生

Generation of SPDC photon pairs by LED pumping

○ 西井大生、大岡佳生、深津 晋 (東大院総合)

○ N. Nishii, Y. O-oka, and S. Fukatsu (UTokyo)

E-mail: d-nishii@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

単一光子の生成は量子光学および関連分野において重要な要素技術である。非線形結晶における自発的パラメトリック下方変換 (SPDC) は、伝令光子付きの単一光子を比較的高効率に発生できる方法として広く知られており、2 光子干渉ほか光子相関が重要な場面で重宝されてきた。

従来、SPDC の励起光には位相整合条件の観点から空間コヒーレンスの高いレーザー光が用いられてきた [1]。ところが SPDC 自体は光源の光子統計性には依らないからコヒーレント光励起は必須ではなく、LED のようなインコヒーレントな光源も原理的には利用可能である。しかし、LED は容易に高出力が得られる反面、レーザーに比べて空間コヒーレンスが悪く (マルチモード)、エンタングル光子対を選別する上で重要な SPDC リング (遠視野像) が拡散してしまい観測が難しい。それでも出力を若干犠牲にして空間結合モードの波数ベクトルを少数に制限すれば SPDC リングが観測できることが報告された [2]。この例では 445 nm 励起の Type-I BBO(β -barium borate) が用いられたが、405 nm 励起の Type-I LiIO₃ を用いて SPDC 光子対の同時検出を試みた例も報告されている [3]。励起光の BBO への入射角は SPDC リングの形状を決定するが [4]、光源の開口サイズが大きい時にこの影響が顕著となることから高出力化に向けて詳細な知見の集積が急務である。

本研究では 405nm 中心の LED 光源を用い、Type-II BBO に対して SPDC リング形状が光源入射角度 (幅) にどう依存するかを系統的に調べ、励起・検出光学系の配置を最適化を試みた (図 1)。マルチモードファイバ (0.6 mm ϕ MMF) 結合の LED (澤木工房 FOLS-06, 90 mW) を光源として単レンズ光学系でファイバ端面を BBO 結晶表面に結像させた。入射立体角はレンズ直後の絞りによって調整した。結晶透過ビームが有限の幅を持つと SPDC リングは拡散する。そこで単レンズを挟んで焦点距離の位置に波数ベクトルごとに多モードの SPDC 光を集光させた (モードマッピング)。SPDC リングは集光距離に置かれた TE 冷却 CCD カメラ (BITRAN BQ-86M) によって観測した。図 2 は観測された SPDC リング像と計算結果の比較である。異常光線側に密なリングが偏在して発生する様子が実験でも再現されていることがわかる。一方、予備的に HBT 型干渉計を用いた伝令光子付き同時検出実験を行ったところ単一光子状態の発生 ($g^2(0) < 1$) を示唆する結果が得られた。

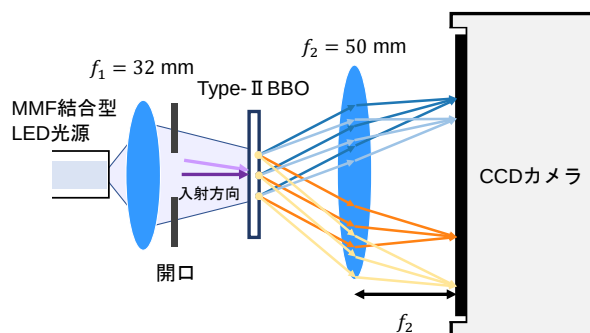


図 1: 光学実験系

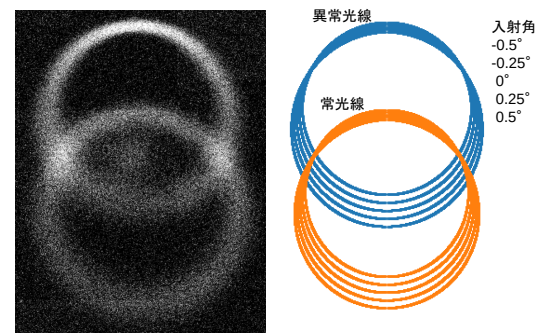


図 2: SPDC リング

- [1] P. G. Kwiat *et al.*, Phys. Rev. Lett. **75**, 4337 (1995). [2] G. Tamošauskas *et al.*, Opt. Express **18**, 4310 (2010).
 [3] J. Galinis *et al.*, Opt. Express **19**, 10351 (2011). [4] P. S. K. Lee *et al.*, Phys. Rev. A **72**, 033803 (2005).