

光差周波発生効率を用いた量子もつれ光源の自動パワー制御実験

Autopower control mode of quantum-entangled photon-pair source based on efficiency of differential-frequency-generation

沖電気工業 (株) 研究開発センター ○荒平 慎、村井 仁、佐々木 浩紀

Corporate Research & Development Center, Oki Electric Industry Co., Ltd.

○Shin Arahira, Hitoshi Murai, and Hironori Sasaki

E-mail: arahira335@oki.com

量子もつれ光は量子鍵配送などその特長を利用した様々なアプリケーションが提案・実証されている。近年、光通信波長帯 (1.3/1.5 μm 帯) での良質な量子もつれ光源の開発が進み、光ファイバ通信網を利用した長距離通信システムへの期待が高まっている。

長期安定動作が可能な実用的システムを構築するためには、一般的な光通信システムにおいて利用されている光源部 (レーザ) の Autopower Control (APC) のようなシステムの健全性モニタリング・フィードバックを行う監視・制御技術が重要となる。

最近我々は、自然パラメトリック下方変換 (SPDC) 過程によって生じる単位時間・単位周波数あたりの相関光子対生成レート μ と、初期信号光入力がある場合の光差周波発生 (DFG) 過程における変換効率 η との間の相関関係を実験的に検討した結果、両者の間に $\mu = K\eta$ なる単純な相関関係があることを見出した ($K=1$ pair/Hz/s) [1]。この関係を用いることで、SPDC 過程における平均光子対数 μ を間接的かつ非破壊にモニタすることが可能となる。本件では、DFG 変換効率を用いた量子もつれ光源の μ モニタリング・制御技術について提案し、また実証実験の結果について報告する。

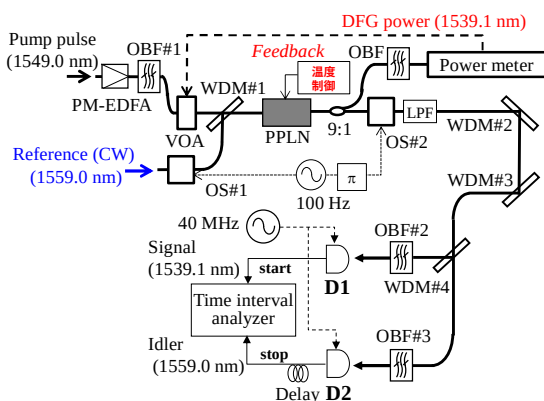


図 1: 実験系

実証実験の実験系を図 1 に示す。本実験において相関光子対は、近年我々のチームで開発を進めている周期分極反転 LiNbO_3 (PPLN) 導波路デバイスにおけるカスケード光第 2 高調波発生 (SHG) /SPDC 方式[2] を用いて発生させた。基本的な実験系は我々の従来実

験と同様である[1, 2]。DFG 変換効率のモニタのため、相関光子対のアイドラー光と同一波長 (1559.0 nm) であり、光シャッターモジュール (OS#1、消光比>100 dB) を用いてパルス化した参照光を WDM#1 を介して PPLN モジュールに入力した。参照光に対する DFG 変換効率が一定 (-29.5 dB) となるように可変光減衰器 (VOA) を用いて励起光強度を調整した。本件では APC モードを模擬するために、PPLN モジュールの動作温度をランダムに変化させ、その時の同時カウント数等の変化を測定した。

図 2 に PPLN モジュールの動作温度を約 $9^\circ\text{C} \sim 27^\circ\text{C}$ の間でランダムに変化させた時の同時カウント数 $R_c - R_{acc}$ の変化を示す (R_c : 遅延時間ゼロでの同時カウント数、 R_{acc} : 遅延時間非ゼロでの同時カウント数)。励起光強度一定の場合 (a)、位相不整合の発生により同時カウント数は大きく変動するのに対し、本件で提案する DFG 変換効率一定の制御モード (b) では同時カウント数はほぼ一定値を維持した。この結果は位相不整合下においても μ が一定化されていることを示し、本件の有用性を明らかにすることができた。その他詳細な結果は当日報告する。

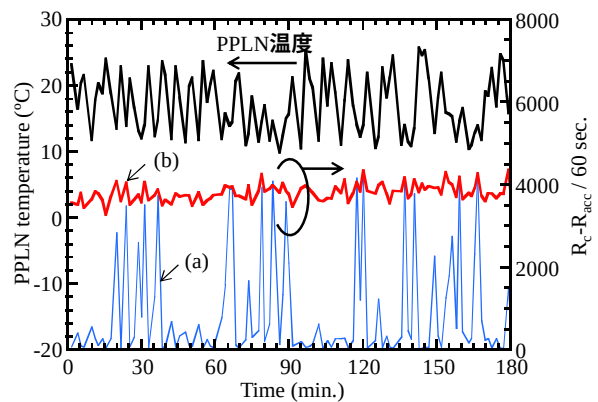


図 2: 実験結果

[1] S. Arahira et al., J. Opt. Soc. Am. **B34**, 527 (2017).

[2] S. Arahira et al., Opt. Expr. **19**, 16032 (2011).