

分極反転デバイスの量子中継への応用

An application of periodically poled devices to quantum repeaters

阪大基礎工¹, 東大工² ○生田 力三¹, 山本 俊¹, 小芦 雅斗², 井元 信之¹Osaka Univ.¹, The Univ. of Tokyo² ○Rikizo Ikuta¹, Takashi Yamamoto¹, Masato Koashi²,
Nobuyuki Imoto¹

E-mail: ikuta@mp.es.osaka-u.ac.jp

光を使った量子通信技術は量子テレポーテーションや量子暗号など様々な量子情報処理を可能にする。送信者から受信者に光子を直接配送する単純な方式の場合、通信路における光子の伝送損失により通信距離に対して指数的に配送効率が低下する。量子中継はこの問題を解決するために提案された。量子中継では、量子メモリーと相互作用した光を準備し、その光子を通信路を介して中継地点に送る。量子メモリーは、原子、イオン、固体など様々な物質系によって構成され、情報の読み書きを行う光の波長は扱う物質系によって非常に制限される。現在広く研究が進められているこれら物質系の多くでは可視域付近の光が用いられている。しかし、光ファイバー通信における可視光の伝送効率は、 $1.3\mu\text{m}$ 帯あるいは $1.5\mu\text{m}$ 帯の通信波長帯の光に比べて著しく小さい。そのため、光ファイバー通信を利用した量子中継によって長距離量子通信を目指す場合、可視光から通信波長帯の光へ量子情報を保存したまま波長変換を行う必要がある。このような量子インターフェースの研究は近年盛んに行なわれている [1]。中でも二次の非線形光学結晶を用いた周期分極反転素子を波長変換装置に用いた報告が多くを占める。周期分極反転素子を用いる波長変換 (図 1a) は、周期構造の設計により様々な波長の光に対応できること、ファイバーを用いた四光波混合による波長変換 [2] に比べて許容帯域幅が比較的広くとれること、室温で動作するなど装置の小型化が期待できること、といった特長を持つ。我々の研究では、導波路型周期分極反転ニオブ酸リチウム (PPLN) を用いた差周波発生過程によって 780nm の光子を 1522nm の光子に波長変換した (図 1b)。波長変換には、光ファイバー増幅器により最大出力 1W に増幅された外部共振器型半導体レーザー (中心波長 1600nm、線幅 150kHz) をポンプ光として用いた。本発表では、単一光子波長変換器の概要とその量子通信への応用について解説し、我々の取り組みの最新結果を報告する [3]。

本研究は、最先端研究開発支援プログラム (FIRST)、文部科学省新学術領域研究 21102008、文部科学省グローバル COE プログラム、文部科学省若手研究 (A) 23684035、JSPS 基盤研究 (A) 25247068、JSPS 基盤研究 (B) 25286077 の補助を受けて行われた。

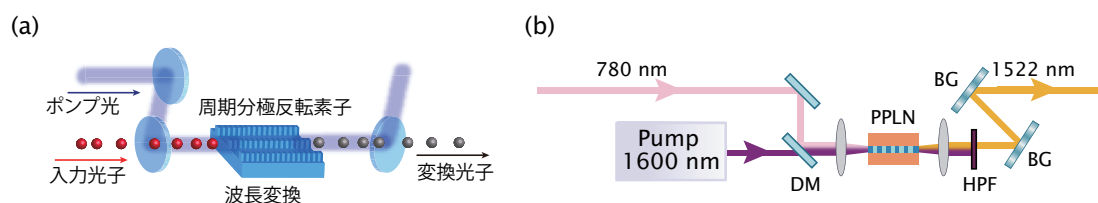


図 1: (a) 周期分極反転素子を用いた単一光子波長変換器。(b) 我々の研究で用いる波長変換器。

参考文献

- [1] M. G. Raymer and K. Srinivasan, Phys. Today **65**, 32 (2012).
- [2] H. J. McGuinness, M. G. Raymer, C. J. McKinstrie and S. Radic, Phys. Rev. Lett. **105**, 093604 (2010).
- [3] R. Ikuta *et al.*, Nat. Commun. **2**, 537 (2011); R. Ikuta *et al.*, PRA **87**, 010301(R) (2013).