

量子光コヒーレンストモグラフィがよせる分極反転デバイスへの期待

Quantum Optical Coherence Tomography: Hope for Periodically Poled Devices

北海道大学¹, 大阪大学², 名古屋大学³, 物質・材料研究機構⁴○岡野真之^{1,2}, 西澤典彦³, 栗村直⁴, 竹内繁樹^{1,2}Hokkaido Univ.¹, Osaka Univ.², Nagoya Univ.³, NIMS⁴○Masayuki Okano^{1,2}, Norihiko Nishizawa³, Sunao Kurimura⁴, Shigeki Takeuchi^{1,2}

E-mail: oquano@es.hokudai.ac.jp

光コヒーレンストモグラフィ(OCT)は非侵襲な断層イメージング法として、医療などの分野へ広く応用が実現されている技術である[1]。原理は広帯域光源による低コヒーレンス干渉に基づいており、皮膚や網膜、血管といった生体組織の表面から深部にかけての内部構造を可視化できる。さらなる応用に向けて、より高い分解能、より深部でのイメージング、より高速なスキャンなどが求められている。しかし、OCTの分解能を制限する大きな要因として、群速度分散による分解能低下がある。特に生体応用上、水の分散による分解能低下は重大な問題である[2]。

一方、量子光コヒーレンストモグラフィ(量子OCT)が、量子版OCTとして提案、実証され、注目されている[3]。量子OCTは、量子もつれ光子対の二光子量子干渉に基づく断層イメージング法であり、原理的に群速度分散による影響を受けない、つまり群速度分散による分解能低下がなく分散耐性を持つ、という利点がある。これにより、生体深部を高分解能で可視化することが期待される。また、同帯域の光源と比較した場合に、OCTに比べて最大で2倍高い分解能を有する、という利点がある。

その量子OCTで高分解能を実現するためには、広帯域な周波数相関を持つ量子もつれ光子対を発生する必要がある。そこでわれわれは、分極反転デバイスに注目している。近年、分極反転周期を空間的にチャープさせた分極反転デバイスを用いて、パラメトリック下方変換により超広帯域な量子もつれ光子対を生成する方法が提案された[4]。広帯域に渡る擬位相整合を実現することで、超広帯域な周波数相関を持った光子対の生成を可能にしている。実際に、我々はこのようなチャープ分極反転デバイスを用い、1オクターブを超える(0.8-1.6 μm)超広帯域パラメトリック蛍光対の生成に成功している[5]。このような超広帯域光子対を用いることで、サブミクロン分解能量子OCTの実現が期待される。

本講演では、量子OCTの原理を紹介するとともに、我々が取り組んでいる超高分解能量子OCTの実現に向けた、OCTとの比較実証実験の現状について報告する。

References

- [1] M. E. Brezinski, *Optical Coherence Tomography*, Academic Press, USA (2006).
- [2] C. K. Hitzenberger, A. Baumgartner, W. Drexler, and A. F. Fercher, *J Biomed. Opt.* **4**, 144 (1999).
- [3] M. B. Nasr, B. E. A. Saleh, A. V. Sergienko, and M. C. Teich, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 083601 (2003).
- [4] S. E. Harris, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 063602 (2007).
- [5] A. Tanaka, R. Okamoto, H. H. Lim, S. Subashchandran, M. Okano, L. Zhang, L. Kang, J. Chen, P. Wu, T. Hirohata, S. Kurimura, and S. Takeuchi, *Opt. Express* **20**, 25228 (2012).