

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名: モノサイクル量子もつれ光の実現と量子非線形光学の創成
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名 (研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

研究代表者

竹内 繁樹(京都大学大学院工学研究科 教授)

主たる共同研究者

栗村 直((独)物質・材料研究機構環境・エネルギー材料部門 主幹研究員)

Holger F. Hofmann(広島大学大学院先端物質科学研究科 准教授)

3. 事後評価結果

○評点:

A+ 期待を超える十分な成果が得られている

○総合評価コメント:

新しい光の概念「モノサイクルもつれ光」を光科学の研究の舞台に登場させ、その発生だけでなく、非線形光学や量子メトロロジーへの応用を目標とした。もつれ光の発生に関しては、10%のチャープを掛けた周期分極反転素子を用いて、世界最大の超広帯域(820nm、周波数換算200 THz)でのもつれ光発生に成功した。超広帯域における周波数相関スペクトルの取得、ならびに超広帯域量子ビート測定による周波数帯域全域における量子もつれの実証にも成功した。適切な群速度分散補正をした場合、計算上は4.4fsというモノサイクルに迫る相関時間が達成できることを予見させ、モノサイクルもつれ光は量子非線形光学の新しい発展をもたらす可能性も秘めている。国内外の類似研究の追従を許さない成果であると評価される。

もつれ光の発生に使用する周期分極反転素子の作製に関しては、電子ビーム加工したナノ電極を用いる方法を開発して、超広帯域光発生のための基盤技術として確立した。極性反転周期の自由度拡大に伴い、疑似位相整合を用いた非線形材料の設計の自由度が広がった。この技術は、周期分極反転素子を利用した他の応用のためのデバイス作製にも適用できる汎用性の高い技術である。さらに、大光量化にむけてMg:SLT(Mg添加定比組成タンタル酸リチウム)スラブ導波路に関しても、世界で初めての試作に成功するなどの成果を挙げている。

モノサイクルもつれ光の計測技術への応用として光コヒーレンストモグラフィ(OCT)に取り組み、古典的OCTともつれ光を用いた量子OCTの性能を比較した。その結果、分散媒質が存在する条件下においても、世界最高レベルの光軸方向空間分解能を達成した。量子OCTが分散耐性を持つことを実証したことは、生体などの計測には絶大な効果を発揮するものであり、実用的観点からその意義は大変大きい。現在活発に利用されているOCTに比べて10倍の分解能を実現できるので、将来の網膜の診断などにも威力を発揮するなどの社会的インパクトも大きい。

得られた研究成果は、国際的に認知度が高い学術雑誌に多数報告されており、研究成果の一部は、企業との共同研究へと発展している。研究チーム外のさまざまな共同研究者との連携、共同研究や国際ワークショップ「New Science and Technologies using Entangled Photons (NSTEP2013)」を主催し、国内外の研究者とのネットワーク形成も行われた。

モノサイクルもつれ光の発生という前人未踏の領域に果敢に挑戦し、着実に研究成果を蓄積した。この光源により、新奇な量子非線形効果や化学反応など、基礎物理・化学で様々な応用発展が期待できる。今後の研究により高分解能量子OCTが実用化されることを期待したい。