

## 周波数上方変換による極微弱フェムト秒パルスの 高時間分解測定および結晶長依存性

### Time-resolved Measurements and their Crystal Length Dependence of Ultraweak Femtosecond Pulses by using Frequency Up-conversion

<sup>1</sup>慶大, <sup>2</sup>物材機構, <sup>3</sup>情通機構 ○松浦 亮<sup>1</sup>, 渡辺 真成<sup>1</sup>, 栗村 直<sup>2</sup>, 赤羽 浩一<sup>3</sup>, 早瀬 潤子<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Keio Univ., <sup>2</sup>NIMS, <sup>3</sup>NICT

○R. Matsuura<sup>1</sup>, M. Watanabe<sup>1</sup>, S. Kurimura<sup>2</sup>, K. Akahane<sup>3</sup>, and J. Ishi-Hayase<sup>1</sup>

E-mail: gonbesan@keio.jp

**【背景・目的】** 単一光子検出器(Single Photon Detector; SPD)は、微弱光の光子相関や時間波形の測定に広く用いられている。しかし従来の SPD の時間分解能では、ピコ秒以下の超短光パルスの時間分解測定はできない。またデッドタイムがあることから、同じ波長・波数をもつ強い光がナノ秒以下の時間近傍に存在する場合、微弱信号光の分離検出は困難である。我々はこれらの問題を解決するために、フェムト秒パルスポンプによる周波数上方変換 SPD (Up-conversion SPD; UCSPD)を開発し<sup>[1]</sup>、数ピコ秒の時間近傍に高強度光が存在する環境下で、量子ドットからの極微弱なフォトンエコーパルスの高時間分解検出に初めて成功した<sup>[2]</sup>。UCSPD の性能(効率、雑音、時間分解能)は用いる非線形光学結晶の長さ大きく依存するが、フェムト秒領域における UCSPD の結晶長依存性は未だ明らかでない。そこで本研究では、UCSPD の性能の結晶長依存性を測定し、フェムト秒 UCSPD の性能向上のための条件を検討したので報告する。

**【方法】** 実験系を Fig. 1(a)に示す。測定対象である波長 1520 nm のフェムト秒パルス(データ光もしくはフォトンエコー光)は、非線形光学結晶内で波長 820 nm のポンプ光(~ 300 fs)と時間的・空間的にオーバーラップさせ、波長 533 nm の和周波光に変換し検出した。ポンプ光にフェムト秒パルスを用いることで、UCSPD はポンプ光の時間幅依存の高い時間分解能を有する。実験では、信号光とポンプ光の間の遅延時間を変化させることで、信号光の時間波形を測定した。非線形光学結晶として、結晶長 1, 2, 3 mm の PPMgSLT を使い、UCSPD の性能(効率、雑音、時間分解能)を定量的に評価した。

**【結果】** データ光の時間分解測定の結果を Fig. 1(b)に示す。結晶長を 1 mm から 2 mm に変化させると、生成される和周波の最大強度・時間幅ともに大きくなる。一方、結晶長を 2 mm から 3 mm に変化させると、和周波の最大強度はほとんど増加せず、時間幅はさらに延伸し矩形状の時間波形に変化することがわかる。この結果は、データ光およびポンプ光それぞれの時間幅と、結晶中の群速度分散により決まる相互作用長の限界に結晶長が達しているためと考えられる。また Fig. 1(c)は、様々な結晶長における UCSPD で検出可能な最小平均光子数(APN)のポンプ光強度依存性を表している。検出可能最小 APN の値は、UCSPD における変換効率と雑音の大きさにより決定される。発表では、雑音特性および検出可能最小 APN についてより詳しく議論する。

本研究の一部は、科研費(15H05868)、慶大スピントロニクス研究開発センターの支援を受けて行なわれた。サンプルは、NICT 先端 ICT デバイスラボの支援の下作製された。

[1]井藤他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-438-4 (Sep, 2018).

[2]渡辺他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-C309-9 (Sep, 2019).

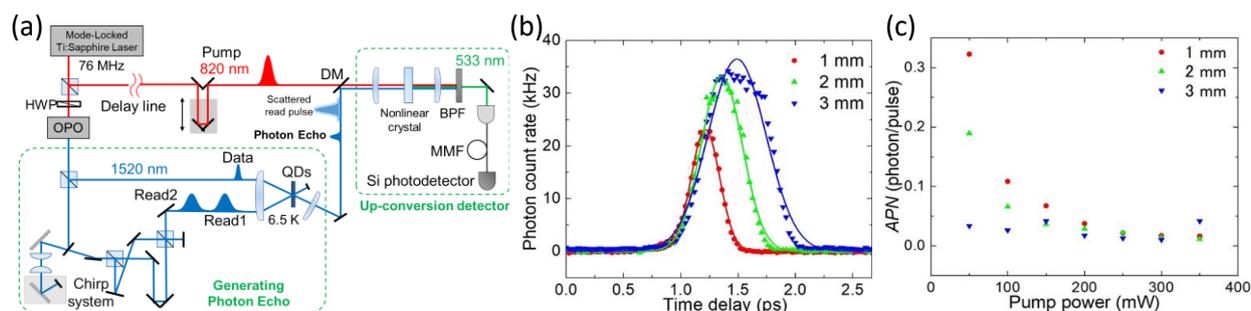


Fig. 1(a) 実験系の概略図 (b) データ光の時間分解測定結果 (c) 検出可能平均光子数(APN)のポンプ光強度依存性