

二色励起法によるハイパーパラメトリック散乱からの 同軸量子もつれ光ビームの生成

Generation of entangled collinear-light-beam via biexciton resonant hyper parametric scattering by noncollinear and two-color excitation method

阪府大院理

清水颯, 大島悟郎*, 山本康男, 溝口幸司

Department of Physical Science, Osaka Prefecture University

H. Shimizu, G. Oohata*, Y. Yamamoto, and K. Mizoguchi

E-mail: s_h.shimizu@p.s.osakafu-u.ac.jp, oohata@p.s.osakafu-u.ac.jp*

量子もつれ光子対の発生方法として励起子分子共鳴ハイパーパラメトリック散乱(RHPS)という現象が知られている[1]。RHPSは3次の非線形光学現象であり、励起子分子の2光子共鳴を用いているため生成効率が高く、この現象によって生成される散乱光子対は偏光量子もつれ状態となっていることが知られている。しかし従来の励起法ではRHPSによって発生する光子対は異なる方向に非縮退の光子対が散乱されてしまうため、発生する光子対を用いて量子干渉などの実験を行うには工夫が必要である。そこで本研究は、光励起について非同軸、二色光パルスを用いた励起法を新たに提案し、これを用いることにより同軸上に縮退した量子もつれ光子対を強く生成することを目的として実験を行った。同軸上に量子もつれ光子対を強く生成することで、高効率な量子もつれ光源として用いることができ、量子干渉などの量子もつれ光を利用した応用実験が比較的容易になることが期待される。

測定試料として励起子・励起子分子が安定に存在するCuCl単結晶を用いた。Fig.1に今回提案している非同軸二色励起法の概略図を示す。従来の励起法では励起子分子に2光子共鳴のエネルギー(ω_{GTA})に調整したパルスレーザーを入射しRHPS光を発生させている。一方、非同軸二色励起法ではRHPSの位相整合条件を満たすように ω_{GTA} からそれぞれ高エネルギー(HL:High energy Laser)および低エネルギー(LL:Low energy Laser)に調整した2本のパルスレーザー(エネルギー: ω_{HL}, ω_{LL} 波数ベクトル: $\vec{k}_{HL}, \vec{k}_{LL}$)を、角度をつけて入射することで、同軸上に縮退した量子もつれ光子対が生成できる。本研究では、フェムト秒チタンサファイアパルスレーザーの第二高調波を2つの経路に分け、回折格子を用いた分光光学系により別々のエネルギーを持つ2本のパルス光を用意した。実際に非同軸二色励起法を用いて発生させたRHPSのスペクトルをFig.2中の黒線に示す。期待された通り ω_{GTA} のエネルギーにピークが明確に確認でき、これはRHPSによって同軸上に発生した光子対のモードである。緑線(赤線)のスペクトルは片方ビームのみの励起パルスHL(LL)によるスペクトルを示しており、励起パルスの散乱光により $\omega_{HL}(\omega_{LL})$ のエネルギーにピークが見られる。青線のスペクトルは同時励起時に観測されるスペクトルから片方ビームのみの励起による寄与(緑,赤線のスペクトル)を差し引くことでRHPS光のみのスペクトルを確認したものである。RHPS光が、緑線(赤線)のスペクトルで $\omega_{HL}(\omega_{LL})$ に観測される一光子の散乱強度と比較しても同程度に強く観測されている。上記の結果より、本研究で非同軸二色励起法により同軸上に効率よく光子対を生成することに成功した。

[1] G. Oohata, R. Shimizu, and K. Edamatsu, Phys. Rev. Lett. **98**, 140503 (2007).

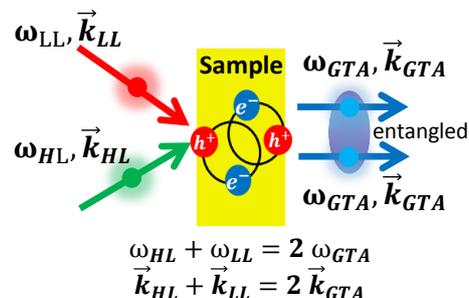


Fig.1. Schematic diagram of noncollinear and two-color excitation method

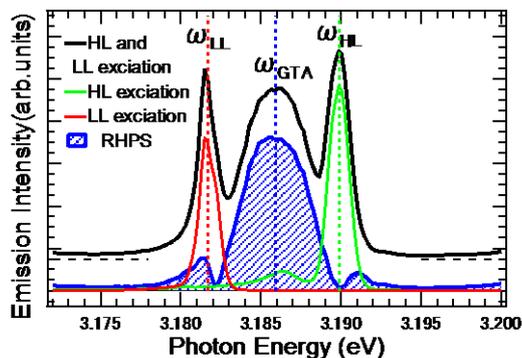


Fig.2. RHPS spectrum obtained by noncollinear and two-color excitation method