

Tight Focusing Limit における逆回り円偏光二色励起による高調波発生

Harmonic Generation with Counter-Rotating Circularly Polarized Two-Color Beams at the Tight Focusing Limit

東大院理 ○小松原 航、小西 邦昭、湯本 潤司、五神 真

Graduate school of Science, The Univ. of Tokyo

◦Wataru Komatsubara, Kuniaki Konishi, Junji Yumoto, Makoto Kuwata-Gonokami

E-mail: komatsubara@gono.phys.s.u-tokyo.ac.jp

等方的な非線形媒質に対する円偏光励起では高次高調波は発生しないが、そこに逆回りの円偏光の2倍波を重ね合わせることによって、円偏光の高次高調波発生が許容となる。これは、偏光の選択則(フォトンスピンの角運動量保存則)で説明される。このような円偏光の高調波発生は、キラル分子の測定などに応用されている[1]。

一方、伝搬の効果も高調波発生の有無を決定する(選択則に影響を与える)。レイリー長に比べて非線形媒質が十分に長い極限は Tight Focusing Limit(TFL)と呼ばれ、この条件の下では伝搬における“選択則”が存在し、和周波発生は位相整合条件が満たされないため禁制となり、差周波発生は許容となる。特に空気自体の非線形光学現象を考える場合には、集光レンズのNAによらず常にTFLとなるため、高調波発生を考える上でTFL条件は重要である[2]。しかしながら、これまでTFL条件において偏光制御した高調波の実験は行われておらず、双方の選択則がどのように作用するのか未解明であった。この点を明らかにするために、TFL条件下で偏光制御した高調波発生の数値計算および実験を行った。

まず、基本波(右回り)と2倍波(左回り)の楕円率を1、つまり完全な円偏光として数値計算した場合、3倍波は発生せず、4倍波のみが発生した。この結果は、3倍波はスピン禁制であり、4倍波はスピン許容であることと一致する(Fig. (a))。ところが、2色の楕円率をそれぞれ0.95として3倍波及び4倍波の強度伝搬を数値計算すると、スピン禁制の3倍波の方がスピン許容の4倍波よりも強度が強くなるという結果が得られた(Fig. (b)の矢印)。ここで3倍波が発生した理由は、楕円偏光となったことで基本波に左回りのフォトンが混じり、3倍波にスピン許容の発生過程が生じたためである(Fig. (c))。さらに、3倍波の強度は減少しない一方で、4倍波の強度は急激に減少するが、これは伝搬による選択則が原因であり、楕円率の影響で生じた3倍波は位相整合条件が満たされるが、4倍波は満たされないためである(Fig. (d))。これらの数値計算の結果は、実験によっても確かめられた。本研究では、わずかな楕円率のずれでも伝搬の効果によってスピン禁制の3倍波の強度がスピン許容の4倍波の強度よりも強くなることが明らかになり、TFL条件における高調波発生の可否を考える場合に、伝搬の効果は本質的に重要であることを示している。

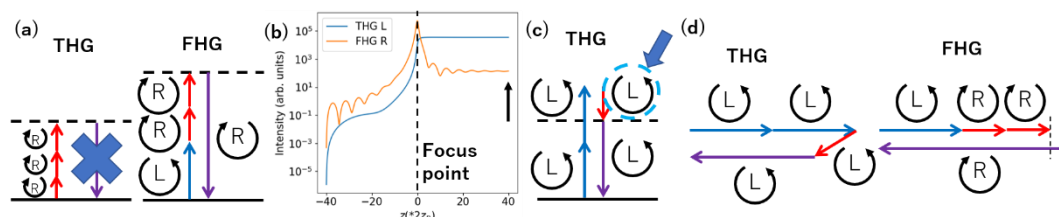


Figure : (a) Spin conservation laws for Third Harmonic Generation (THG) and Fourth Harmonic Generation (FHG). (b) Numerical simulation of the THG and FHG intensity propagations. (c) Generated THG process due to the ellipticity. (d) Propagation selection rules for THG and FHG.

[1] A. Fleischer *et al.*, Nat. Photon. **8**, 543 (2014). [2] A. Couairon *et al.*, Phys. Rep. **441**, 47 (2007).