

時間依存 Schrödinger 方程式を用いた固体の偶数次高調波と空間反転対称性の有無に関する理論研究

Theoretical study on even harmonic generation from crystalline solids through general properties of time-dependent Schrödinger equation

東大院工¹ °篠原 康¹

The Univ. of Tokyo, School of Engineering¹, °Yasushi Shinohara¹

E-mail: shinohara@atto.t.u-tokyo.ac.jp

固体における高次高調波発生が観測され[1,2]、物質個々の性質に依拠したその生成メカニズムが議論されている。その中でも、本講演では偶数時の高調波が、空間反転対称性がある場合に選択側から禁止される過程についての理論研究について報告する。

伝統的な非線形光学の教科書[3]においては、電場を物質にかけた時の誘起分極を考える。光による振動電場を念頭に、半周期後に逆を向いた電場が誘起する分極を考える。物質が反転対称性を持つ場合は電場の反転と物質の反転が同一視できるため、許される誘起分極が電場の奇関数であることが導ける。より微視的には固体の時間依存 Schrödinger 方程式を摂動展開し、そこから導かれる非線形感受率に対して固体ごとの対称操作を施し、成分の間に関係をつけることで選択側を導くアプローチがある。このアプローチは高次の項における一般の選択側を導くのが著しく煩雑であり、さらに摂動展開を念頭に置いているため、近年調べられている非摂動領域における妥当性は明らかではない。

本研究では、摂動展開を使わず時間依存 Schrödinger の解の満たすべきいくつかの性質のみを用いて偶数時高調波が消えることを示した。この際、系の感じる一体ポテンシャルが空間反転対称性を持つこと、周期 T のベクトルポテンシャルが $A(t + T/2) = -A(t)$ を満たすこと、さらに単一周期内でのイオン化率が小さく、周期 T ごとに同じ軌道関数に戻ることが必要条件である。講演では、理論の詳細とより一般の対称性を一体ポテンシャルを持つ際の円偏光に伴う選択側への適用について紹介する。

[1] S. Ghimire, et al., Nature Phys. 7 (2011) 138

[2] Nariyuki Saito, Peiyu Xia, Faming Lu, Teruto Kanai, Jiro Itatani, and Nobuhisa Ishii, Optica 4 (2017) 1333

[3] R.W. Boyd, Nonlinear Optics - 4th Edition, Elsevier (2019)