

ホモダイン高次高調波検出器の開発

Development of Homodyne High-harmonics Detection System

京大院理¹, 京大 iCeMS² ○内田 健人¹, 田中耕一郎^{1,2}

Dept. of Phys., Kyoto Univ.¹, iCeMS, Kyoto Univ.², °Kento Uchida¹, Koichiro Tanaka^{1,2}

E-mail: uchida.kento.4z@kyoto-u.ac.jp

固体からの高次高調波では結晶の電子構造やベリ曲率などの特性を反映した応答が観測されており、超高速に物性を観測する新たな手法として期待されている[1]。これまでの固体における高次高調波の実験では高次高調波の強度スペクトルから、その振幅の情報が議論されてきた。一方、高調波電場の位相情報あるいは時間領域の情報は実験条件に制限があるためにほとんど調べられていない[2,3]。時間領域の情報を測定できれば、トポロジカルな効果やトンネリング時間、発生メカニズムなど電子ダイナミクスにより詳細な情報を取り出せるはずである[4-6]。

そこで本研究では、高次高調波の時間領域の情報を取り出すことを目的としてホモダイン型の高次高調波検出系の開発を行った。図 1(a)はホモダイン型高調波検出器の概念図である。マッハツェンダー干渉計の2つのパスそれぞれで参照試料と標的試料から高次高調波を発生させ、2つの高調波を合波してから検出するシステムになっている。参照・標的試料の高調波が干渉して遅延時間に依存した強度変調が起こることを利用し、その振動位相から相対的な高調波の位相を決定することができる。実際の実験では100 μm 厚のGaSe結晶を参照試料、機械剥離した薄膜WSe₂を標的試料として、波長4800nm・パルス幅100 fs(半値全幅)の中赤外光を励起光に用いた。図 1(b)は5次・7次・9次のホモダイン検波強度の光学遅延依存性である。各次数の高調波に対応した振動数で高調波強度が変調されることが分かる。明瞭度は理想的な条件の70%、干渉計の時間的なドリフトは約400 asと中赤外光電場周期(16 fs)より十分小さく、高次高調波の時間領域特性を十分に評価可能な装置が実現できた。講演では、Gouy 位相の効果や標的試料の高調波の位相特性について議論する。

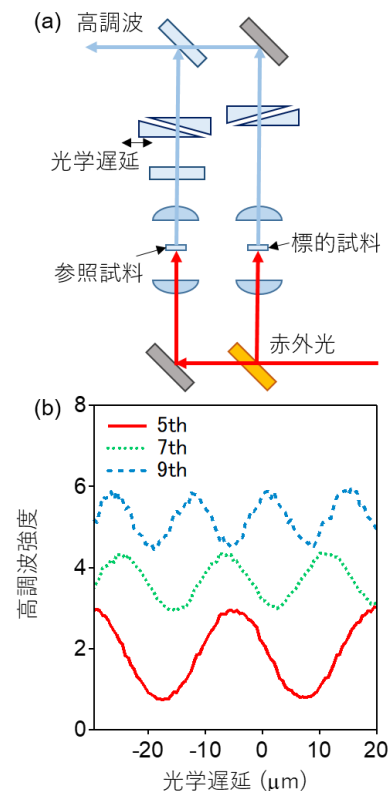


図 1 (a)ホモダイン型高調波検出器の実験配置。(b)ホモダイン検波強度の遅延依存性。光学くさびの挿入長を光学遅延としてプロットしている。見やすさのため各次数の信号にオフセットを加えている。また9次高調波は信号強度を10倍にして表示している。

- [1] S. Ghimire, D. A. Reis, Nat. Phys. **15**, 10 (2019).
- [2] M. Hohenleutner et al., Nature **523**, 572(2015).
- [3] F. Langer et al., Nat. Photon. **11**, 227(2017).
- [4] R. E. F. Silva et al., Nat. Photon. **13**, 849 (2019).
- [5] G. Vampa et al., Phys. Rev. B. **91**, 064302 (2015).
- [6] Y. Murakami et al., Phys. Rev. Lett. **129**, 157401 (2022).