

## キャリア・エンベロープ位相を計測できる周波数光ゲート法

### Frequency-resolved optical gating capable to determine the carrier-envelope phase

分子研 ○藤 貴夫、野村 雄高、白井 英登

Institute for Molecular Science ○Takao Fuji, Yutaka Nomura, and Hideto Shirai

E-mail: fuji@ims.ac.jp

周波数光ゲート法 (FROG) は、任意の形をした超短光パルスを計測できる手法であり、信頼性が高く、広く利用されている。しかし、測定対象パルスのキャリア・エンベロープ位相を測定することはできないとされていた。本講演においては、キャリア・エンベロープ位相も含めた超短光パルスの評価ができる新しい FROG 法について報告する。

評価したい複素電場 (信号光) を  $E_{\text{test}}(t)$ 、参照光電場を  $E_{\text{ref}}(t - \tau)$  として、その和周波の電場  $E_{\text{ref}}(t)E_{\text{test}}(t - \tau)$  の強度をスペクトル分解し、遅延時間  $\tau$  を掃引して測定すれば、相互相関 FROG (XFROG) の信号を測定することになる。ここで、その和周波の電場と参照光電場とを重ね合わせたときに測定される信号を考える。

$$\begin{aligned} & \langle |E_{\text{ref}}(t - \tau) + E_{\text{ref}}(t - \tau)E_{\text{test}}(t)|^2 \rangle \\ &= \langle |E_{\text{ref}}(t - \tau)|^2 \rangle + \langle |E_{\text{ref}}(t - \tau)E_{\text{test}}(t)|^2 \rangle + \langle 2\Re \{ E_{\text{ref}}^*(t - \tau)E_{\text{ref}}(t - \tau)E_{\text{test}}(t) \} \rangle \quad (1) \end{aligned}$$

$\langle \rangle$  は時間平均を表す。最初の項は、遅延時間に依存しない項であり、第二項は、上記のような、XFROG の信号である。第三項は、 $|E_{\text{ref}}(t)|^2$  をデルタ関数とみなせれば、 $E_{\text{test}}(\tau)$  となり、電場そのものの信号が測定されることがわかる。これは、電気光学サンプリング (EOS) と同じ原理である。ここで、第二項と第三項を同時に測定することができれば、 $|E_{\text{ref}}(t)|^2$  がデルタ関数でなくとも、電場の位相情報、つまり、キャリア・エンベロープ位相の情報を含めたパルス評価が可能となる。

フィラメンテーション法によって発生した赤外光パルス (6.9fs@3.3 $\mu\text{m}$ )[Appl. Sci. 3 122] を評価対象とした実験結果を図 1 に示す。参照光パルスとしては、赤外光パルスの中心波長の周期 (11fs) より数倍長い 30fs のパルスを用いているため、EOS で得られるスペクトル強度と位相は低周波の成分のみである (図 1(a))。その位相成分について、XFROG の結果を使って補外することが可能である。さらに、スペクトル強度も XFROG からの結果を使うことによって、最終的に、完全な電場波形が得られた (図 1(b))。実験の詳細と、この手法の今後の展望については、講演で説明する。

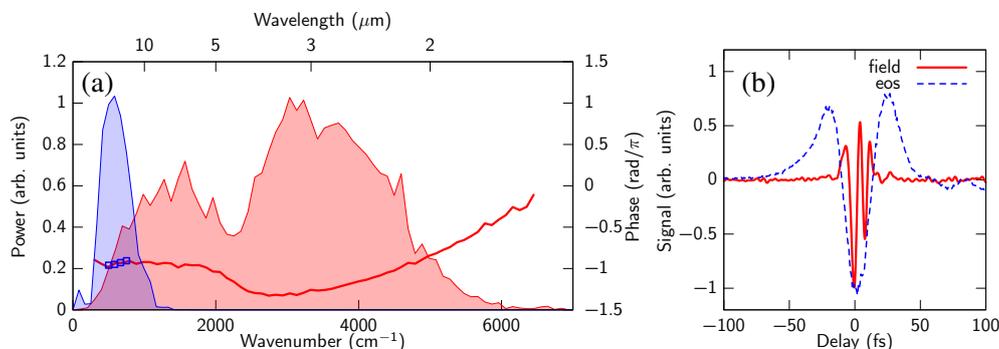


図 1: (a) XFROG の信号によって再現されたスペクトル強度と位相 (赤) と EOS 信号のフーリエ変換によって測定されたスペクトル強度と位相 (青)。 (b) 赤線が本手法によって再現された電場。青破線は、測定された EOS の信号。