

二色コヒーレント合成パルスの フリンジ分解自己相関についての数値的考察

Numerical Analysis on Fringe-Resolved Autocorrelation of Coherently-Synthesized Two-Color Pulses

産総研 ○吉富 大, 鳥塚 健二

AIST ○Dai Yoshitomi, Kenji Torizuka

E-mail: d.yoshitomi@aist.go.jp

異なる波長のパルス光のタイミング及び位相を高精度に同期し、コヒーレントに合成することによって、単一レーザーの帯域を超える広帯域光による発振器ベースの高繰返し極短パルス光源の実現が期待できる。本研究では、二色のコヒーレント合成パルスの評価を目的として、合成パルスのフリンジ分解自己相関 (FRAC) 波形について、数値計算により考察を行った。特に、各成分パルス間の相対位相の情報が FRAC 波形に反映されるかどうかという観点で考察を行った。

時間領域における SHG-FRAC 波形の表式 ($A(t)$ は複素包絡線)

$$I(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} |A(t) + A(t - \tau)e^{-i\omega_0\tau}|^4 dt \quad (1)$$

に対する周波数領域の表式を以下のように導出した。

$$I(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} |\tilde{A}_1^+ * \tilde{A}_1^+(\Omega)|^2 d\Omega \quad (2)$$

ここで、 $\tilde{A}_1^+(\Omega) = \tilde{E}_1^+(\Omega + \omega_0)$ であり、 Ω は中心周波数 ω_0 からの周波数シフトを表す。 $\tilde{E}_1^+(\omega)$ は、 $E_1^+(t) = E^+(t) + E^+(t - \tau)$ のフーリエ変換であり、右肩の + の記号は複素表示の正周波成分を表す。また、* は重畳を示す。これを用いて、二色のチャープフリーパルスの合成を考えた場合に、時間領域・周波数領域の解析的な表式を求めた。二色の相対位相が FRAC に反映する条件は、時間描像においては、二色のビートの周期 (二色の周波数差の逆数) に比して、各成分のパルス幅が狭いこととなり、周波数描像においては、各成分の SHG と成分間の SFG がスペクトル的に重なることと解釈できる。成分パルスの時間幅がスペクトル幅の逆数程度であることを考慮すると、これらの描像は等価であることが分かる。

実際に実験を進めている Ti:sapphire と Cr:forsterite、Ti:sapphire と Yb:fiber の各種レーザーの組み合わせをモデルにして、パラメータを変えて計算を行った。図 1 は、FRAC の相対位相による変化を表した計算例である。計算と結果の詳細については、講演にて報告する。本研究の一部は、JSPS 科研費 22686010, 25390105 の助成を受けたものである。

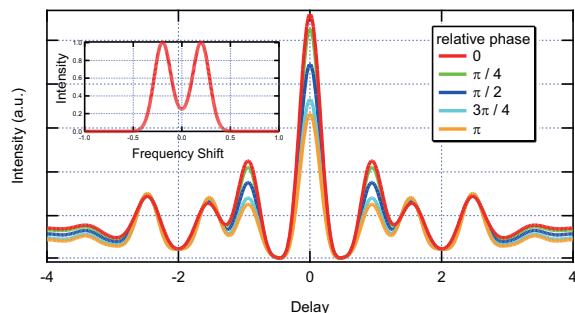


図 1: FRAC の相対位相による変化の計算例 (挿入図は、仮定したスペクトル)