

# 光周波数コムアナライザを用いた超高速光波形計測の シングルショット計測化に向けた基礎検討

## Study for Single-shot Measurement of Ultra-Fast Optical Waveform Measurement using Optical Frequency Comb Analyzer

埼玉大理工 〇多田 浩明, 湯田 怜央奈, 塩田 達俊

Saitama Univ. 〇Hiroaki Tada, Leona Yuda, Tatsutoshi Shioda

E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

### 1. はじめに

化学反応における分子構造のダイナミクスをピコ秒の時間スケールで解明することは、基礎科学だけでなく化学工業の反応制御にとっても非常に重要である。しかし、測定装置のサンプリング速度は10GHzオーダーに制限されているため、高分子重合や燃焼反応などの“不可逆反応”のダイナミクスを解明することは困難であるとされてきた。これを解明するため、我々はフェムト秒の時間分解能とおよびピコ秒の計測時間領域を備えた光周波数コムシンセサイザ/アナライザを開発した[1-4]。この手法においてシングルショット計測を実現するためには、計測する数百の縦モードと同数の光検出器を用意する必要があり現実的ではなかった。そこで Fig.1 に示すように、周波数領域に広がる位相情報を有した信号に時間的遅延を付与して時間領域に整列させることで検出器を単一化する手法を提案する。本報告では、新手法を用いて光周波数コムアナライザをシングルショット計測化した結果について報告する。

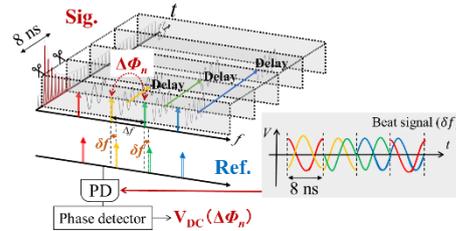


Fig. 1. Principle of optical phase spectroscopy with single-detection technique.

### 2. 実験方法・結果

実験系を Fig. 2 に示す。DFB-LD から発生されたレーザー光を 25GHz で駆動された光周波数コム発生器(OFCG)に入射した。Fig. 2 の上側が信号光、下側が参照光である。次に信号光を強度変調器(IM)で 8ns 時間窓と 720ns の繰り返し時間で切り出した。そして、信号光と参照光を 0, pi/2, pi に対応する 3 つの光路に分歧し、合波した。3 つの合波光はそれぞれディレイラインに入力され、25GHz のチャンネル間隔を有する AWG によって空間的に分解され、

各チャンネルに 8ns ごと増加する時間遅延を与えた。遅延した信号を再び AWG で合波し、フォトダイオード(PD)に入射した。PD 信号は RF 回路に入力され、相対位相を含む可変 DC 電圧を 2GS/s のデジタイザで検出した。

今回の実験では、6mm の信号光路と参照光路の光路長差を試験サンプル(SUT)として与え、この相対位相を上記の方法で取得した。振幅スペクトルは IM 後の光を光スペクトラムアナライザによって取得した。これらのスペクトルをフーリエ変換し、観測された光電場波形を Fig. 3 に示す。40ps の時間領域で 2.7ps の時間分解能を持つ“シングルショット”光強度波形が実験的に観察された。

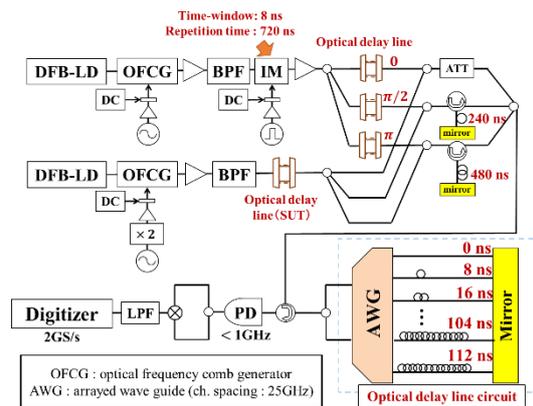


Fig. 2. Experimental setup

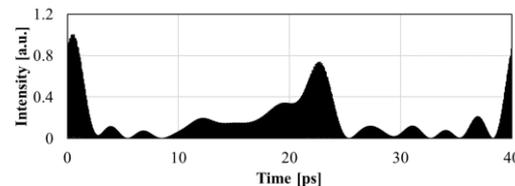


Fig. 3. Experimentally observed “single-shot” optical waveform with a time resolution of 2.7 ps.

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 17K19069 と科研費 16H03879 の助成を受けて進められた。

### 参考文献

- [1] T. Shioda, *et al.*, *Opt. Commun.*, Vol. **283**, No. 23, pp. 4733-4740 (2010).
- [2] T. Yamazaki, *et al.*, *J. Opt. Soc. Am. B*, Vol. **29**, No. 7, pp. 1707-1711 (2012).
- [3] T. Yamazaki, *et al.*, *Jap. J. App. Phys.*, Vol. **53**, pp. 1-5 (2014).
- [4] T. Shioda, *et al.*, *Opt. Lett.*, Vol. **37**, Iss. 17, pp. 3642-3644 (2012).