

# 広帯域線形周波数チャープパルスを用いた全光学超高速イメージング

## All-Optical Ultrafast Imaging using Broadband Frequency Chirped Pulse

○ 鈴木 敬和, 藤井 令央, 伊佐 文宏, 廣澤 賢一, 神成 文彦 (慶大理工)

○ Takakazu Suzuki, Leo Fujii, Fumihiko Isa, Kenichi Hirose and Fumihiko Kannari (Keio Univ.)

E-mail : kannari@elec.keio.ac.jp

超高速現象を撮影する手法として、ポンプ・プローブ法が広く利用されている。しかし、この方法は繰り返し計測する必要があり単発現象を撮影できない。一方で、光電子のストリークカメラは1次元情報ではあるがピコ秒オーダーの単発現象を撮影できる。また、最近では光学的フーリエ変換を応用した STAMP [1] がサブピコ秒の分解能で2次元画像の単発コマ撮りを実現している。これは、光源に線形周波数チャープパルスを利用し、波長に時間を対応させることに加え、画像情報を時空間的に分解することで高速バースト撮影を可能にしている。しかし、空間分解用の特殊なペリスコープが必要であり、その制限により最大コマ数が現状では6個に制限されている(原理的に増加は可能)。

本研究では、光源に広帯域線形チャープパルスを利用し単発現象をサブピコ秒の分解能で撮影する (A) 全光学式1次元ストリークイメージング法と(B) 2次元多波長イメージ同時撮影法の開発を行った。

本実験セットアップを Fig.1 に示す。チャープパルス増幅器(CPA)により増幅したフェムト秒レーザーパルス(中心波長 800 nm, パルス幅 50 fs)を希ガス封入中空ファイバに入射させ、帯域幅 200 nm まで広帯域化させた。その後、光学ガラスで線形周波数チャープを与えパルス幅を~ 60 ps まで広げた。このストレッチパルスをプローブ光として利用した。なお、単発撮影のために光学チョッパーを CPA 後に用いた。(A)の方式では、さらに光ファイバでパルス幅を広げた後、イメージング分光器に入射させることで「波長(時間) - 空間」の2次元画像、つまり1次元の時間変化の様子が取得できる。(B)の方では、STRIPED FISH [2] から得たアイデアを基に光学的フーリエ変換と回折光学素子(DOE)とバンドパスフィルタ(BPF)を組み合わせてプローブ光を時空間的に分解するシステムを構築した。本実験では、原理検証のため5ビームに分岐する DOE を使用したので5波長分、つまり時間差のついた5コマの2次元画像が単発撮影で得られる。用いる DOE を替えることでコマ数を増やすことが可能である。両者の方法で得られたガラスのアブレーションの観測は当日に報告する。

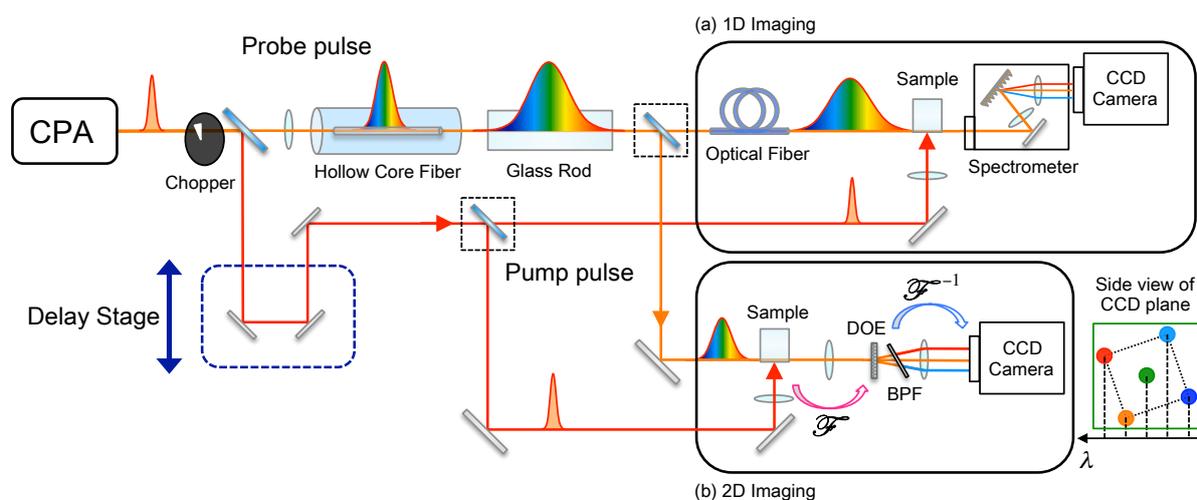


Fig. 1 Schematic of all-optical imaging system.

(a) 1D streak imaging. (b) 2D simultaneous wavelength-multiplexed imaging.

[1] K. Nakagawa, et al, "Sequentially timed all-optical mapping photography (STAMP)," *Nature Photonics* **8**, 695–700 (2014).

[2] P. Gabolde and R. Trebino, "Single-frame measurement of the complete spatiotemporal intensity and phase of ultrashort laser pulses using wavelength-multiplexed digital holography," *J. Opt. Soc. Am. B* **25**, A25–A33 (2008).