

# シングルショットチャープパルス位相シフトデジタルホログラフィー によるピコ秒オーダー間隔の超高速現象の観測

## Observation of Ultrafast Phenomena with Picosecond-Order Intervals

### by Single-Shot Chirped Pulse Phase-Shifting Digital Holography

公立千歳科学技術大学大学院理工学研究科 ◯(M2) 福田 渉, 唐澤 直樹

Graduate School of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

◯(M2) Wataru Fukuda, Naoki Karasawa

E-mail: m2230300@photon.chitose.ac.jp

我々はシングルショットチャープパルス位相シフトデジタルホログラフィーの手法を開発している[1]。この手法により、2つのフェムト秒オーダーの超高速現象の位相差画像をシングルショットかつピコ秒オーダーの時間間隔で同時取得することが可能となると考えられる。本研究ではこの手法を実験的に実証するため、2つの高電圧放電プラズマの画像取得を試みた。

Fig. 1 に実験光学系を示す。チタンサファイアレーザーから出射した水平偏光の超短光パルスは、パルスピッカーを用いてシングルショットとされた後、BS1 によって物体パルスと参照パルスに分割される。BS2 と BS3 で分割された2つの物体パルスは時間差が 1.53 ps のコーリニア光とされる。参照パルスは高屈折率ガラスによって正のチャープとなり、QWP によって円偏光となる。参照パルスをチャープさせ、物体パルスに光路長差をつけて分割することで、周波数が異なる2つのホログラムを偏光カメラにより同時に記録し、再生を行う [2]。DOE で干渉光を2つに分割し、それぞれの光波を BPF に異なる角度で入射させ、波長が 802 nm で時間が 0 ps の光と 791 nm で時間が 1.53 ps の光を透過させる。スパークプラグに高電圧を印加してプラズマを発生させ、分割された2つの干渉光の画像を偏光カメラの異なる領域に4つの異なる直線偏光方向の強度画像として記録し、数値計算によりそれぞれの物体パルスの強度・位相画像を再構成する。

Fig. 2 に取得された位相差画像を示す。(a)は時間が 0 ps の物体パルスの位相差画像で、(b)は時間が 1.53 ps の物体パルスの位相差画像である。Fig. 2 から、屈折率の変化量は  $1 \times 10^{-4}$ 、プラズマの密度は  $3.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  と測定された。これらの結果から、シングルショットチャープパルス位相シフトデジタルホログラフィーの手法によって、複数のピコ秒オーダーの時間間隔の超高速現象の画像を取得し、それらの画像から超高速現象の解明が可能であることが実証された。

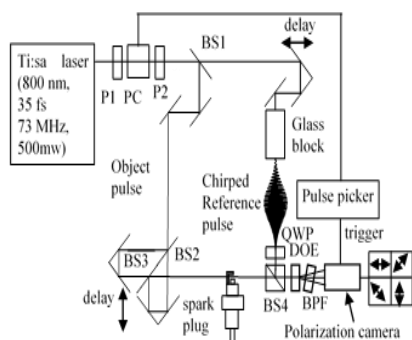


Fig. 1 Experimental setup. P: Polarizer, PC: Pockels Cell, BS: Beam Splitter, QWP: Quarter Wavelength Plate, DOE: Diffractive Optical Element, BPF: Band-Pass Filter, center wavelength 808 nm, bandwidth 3 nm.

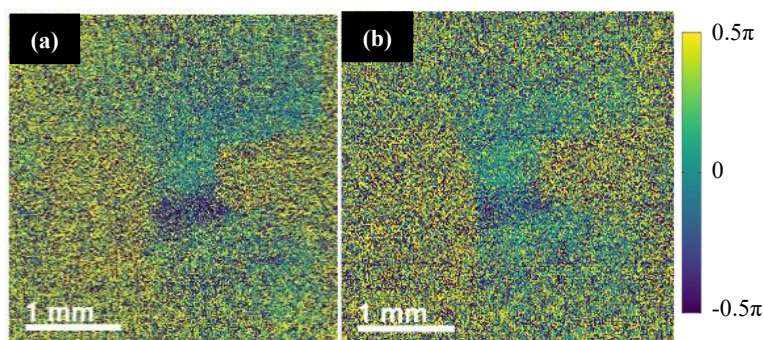


Fig. 2 (a) and (b) show the phase difference images. Specifically, (a) shows the phase difference image of the long wavelength (802 nm) object pulse at time 0 ps, whereas (b) shows that of the short wavelength (791 nm) object pulse at time 1.53 ps. The size of images is  $3.45 \times 3.45 \text{ mm}$ .

- [1] 福田渉, 唐澤直樹, “チャープパルス位相シフトデジタルホログラフィーによるピコ秒オーダー間隔の光波面の観測,” 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会, 朱鷺メッセほか 2 会場&オンライン, 16p-A37-11 (2024)
- [2] W. Fukuda and N. Karasawa, “Demonstration of chirped pulse phase-shifting digital holography for capturing the sequence of ultrafast optical wavefronts,” *Applied Optics*, Vol. 63, pp. 5472-5478 (2024)