

時間極限イメージング

Temporally ultimate imaging

○栗辻 安浩 (京都工芸繊維大学)

○Yasuhiro Awatsuji (Kyoto Institute of Technology)

E-mail: awatsuji@kit.ac.jp

1. はじめに

近年, 最先端科学において, フェムト秒からアト秒といった極限時間において繰り広げられる現象の解明や理解が精力的に行われている. これらの研究の殆どは, 横軸が時間, 縦軸がエネルギーの変化を表すグラフにより対象とする現象の挙動を表現する結果のみを示している. 一方, 著者らはこのような超高速の様子を画像として観察, 計測する技術について研究を進めている. 本講演では, 時間極限イメージングとしてホログラフィーを用いることで, この世で一番速い光が伝播する様子の 2 次元あるいは 3 次元動的な動画として観察する技術 [1-3] とその結果 [4,5] について紹介する.

2. Light-in-flight ホログラフィー

光の伝播の動画像記録観察技術として Light-in-flight ホログラフィー [1-3] を用いている. この技術では, 超短パルスレーザーからの光パルスを二分し, これらのパルスが同時刻にホログラム記録媒体に到達した部分のみに干渉縞が記録される. 一方の超短光パルスを記録媒体に対して傾けて照明することで, その光パルスは媒体上を斜めから横切る. また, 他方の超短光パルスが, 物体の形状や伝播経路によって異なった時刻で媒体上に到達する. 従って, 媒体上では場所ごとに異なった時刻の情報が記録される. 再生では, 連続波発振レーザー光によりホログラムを照明する. 観察位置を移動しながら再生像を観察すると, 記録時に時間変化した光の様子を動画として観察できる.

従来の Light-in-flight ホログラフィーでは, 記録対象とする光を拡散板により拡散させて記録媒体に照射していた. その結果, 記録される像は, 記録対象とする光と拡散板との断面の伝播を示す 2 次元動画しか得られなかった.

3. 光の伝播の 3 次元動画像の記録と再生

著者らは光が伝播する様子の 3 次元像の動画として記録する方法を考案した. 考案技術の記録光学系の概略を Fig.1 に示す. 記録対象とする超短光パルスを拡散体に導入し, そこから拡散する光をホログラム記録媒体に照明する.

超短光パルスが空間中を伝播する様子を 3 次元動画像として記録・再生した結果を Fig.2 に示す. フェムト秒光パルスをレンズにより拡大, 平行光とした後, 「光」という 2 次元パターンを遮光したマスクを通して, 右から左へとこの超短パルスが伝播する様子がわかる.

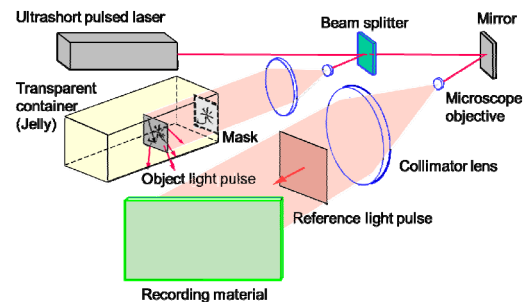


Fig. 1 Schematic of optical setup for recording of 3D motion picture of light propagation.

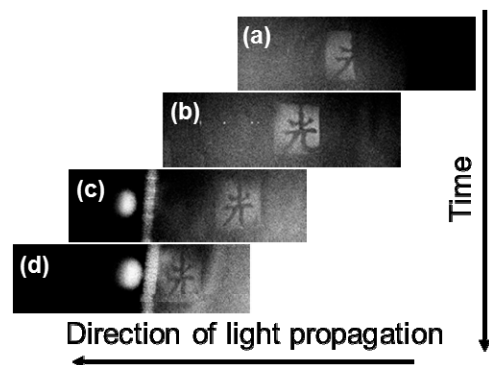


Fig.2 Reconstructed images extracted from the moving picture of 3D image of the propagation of collimated femtosecond light pulse.

4. おわりに

本技術においてイメージセンサーを用いてホログラムを記録し, コンピューター再生することで, デジタルシステム化もできる [5]. 本技術は, 時間極限イメージング技術として幅広い分野への貢献が期待される.

本研究の実施には, (株)久保田ホログラム工房 久保田敏弘氏, 角江崇氏(現 千葉大学)にご協力頂いた. 本研究の一部は, 内閣府 最先端・次世代研究開発支援プログラム, (独)日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究(A), 基盤研究(B)で行われた.

参考文献

- [1] D. I. Staselko, *et al.*, *Opt. Spectrosc.* **26**, 413, (1969).
- [2] N. Abramson, *Opt. Lett.* **3**, 121 (1978).
- [3] T. Kubota and Y. Awatsuji, *Opt. Lett.* **27**, 815 (2002).
- [4] T. Kubota, *et al.*, *Opt. Express* **15**, 14348 (2007).
- [5] T. Kakue, *et al.*, *IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron.* **18**, 479 (2012).