

研究種目：基盤研究（A）
研究期間：2006～2009
課題番号：18204055
研究課題名（和文） 超高強度レーザー励起マルチフレーム点エックスによる高速ランダム過渡現象の理解
研究課題名（英文） Study of fast random phenomena using multi-frame x-ray sources with ultra intense laser
研究代表者
兒玉 了祐（KODAMA RYOSUKE）
大阪大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：80211902

研究分野：プラズマ理工学、高エネルギー密度科学、レーザー応用工学

科研費の分科・細目：総合工学・エネルギー学

キーワード：プラズマフォトリックデバイス、超高強度レーザー、高エネルギー密度、ランダム過渡現象、シングルポンプアンドマルチ

1. 研究計画の概要

本研究計画では、超高強度短パルスレーザーと高エネルギー密度電子制御プラズマデバイス（代表者提案・実証）により、シングルショットでもマルチフレームが可能なフェムト秒時間分解 keV-X 線源を開発する。これにより、従来困難であった高速ランダム過渡現象を観測する手法を確立する。これにより、放電やアバランシェ現象など高密度物質におけるランダム過渡現象やカオティック現象の自己組織化など、従来のマルチショット・マルチフレーム法では観測が困難であった高速ランダム過渡現象を観測する手法を世界に先駆けて確立することが、目標である。このために、以下のことを実施する。

- (1) X線を励起するレーザー高エネルギー密度電子流制御のためのマイクロパルスパワー励起プラズマ生成。
- (2) 短バンチ高エネルギー電子発生するためのプラズマミラーの応用。
- (3) 電子ビームガイドの物理を明らかにする。
- (4) レーザー励起 X 線源を利用した、ランダム過渡現象計測手法の確立。

2. 研究の進捗状況

- (1) マイクロパルスパワー励起ワイヤープラズマの生成による効率的な高密度相対論電子流のガイドングを実施する実験配置を可能にした。
- (2) 短バンチ高エネルギー電子発生するためのプラズマミラーの応用により、より高いエネルギーの荷電粒子成功。
- (3) 電子ビームガイドのためのターゲット形

状依存性と伝搬特性を明らかにし、電子ガイドの物理を明らかにした。

(4) X 線源を最適化し、過渡現象であるレーザー衝撃波をバックライト、X線回折、X線散乱計測する手法を確立した。

3. 現在までの達成度

- ①当初の計画以上に進展している。
計画当初、X線による計測手法はバックライト手法のみを計画していた。本計画により、より高輝度X線源を実現しかつ計測手法を進展させることができた。結果として物質の構造解析や状態診断に有効なX線回折、X線散乱計測手法を確立することができた。
- ②当初の計画ほど進展していない点。
レーザーによる衝撃波など予測できる過渡現象の観測には成功しているが、予測不可能な過渡現象の観測には至っていない。

4. 今後の研究の推進方策

- (1) マイクロパルスパワーとレーザーを同期した実験を早急に実施し、新しい実験手法を確立する。
- (2) 最終年度のまとめに向けて、ランダムな過渡現象観測を試みる。
(1) レーザー誘起衝撃波など過渡現象に対しバックライトだけでなくX線回折、散乱計測を取り入れ物理パラメータの評価を行い、過渡現象評価のための診断手法として確立する。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕 (計 15 件)

① Z. L. Chen, G. R. Kumar, Z. M. Sheng, T. Matsuoka, Y. Sentoku, M. Tampo, K. A. Tanaka, T. Tsutsumi, T. Yabuuchi, and R. Kodama

“Transient Electrostatic Fields and Related Energetic Proton Generation with a Plasma Fiber”

Rhys. Rev. Lett **96**, pp 084802-084805 (2006).

② J. S. Green, K. L. Lancaster, K. U. Akli, C. D. Gregory, F. N. Beg, S. N. Chen, D. Clark, R. R. Freeman, S. Hawkes, C. Hernandez-Gomez, H. Habara, R. Heathcote, D. S. Hey, K. Highbarger, M. H. Key, R. Kodama, K. Krushelnick, I. Musgrave, H. Nakamura, M. Nakatsutsumi, N. Patel, R. Stephens, M. Storm, M. Tampo, W. Theobald, L. Van Woerkom, R. L. Weber, M. S. Wei, N. C. Woolsey & P. A. Norreys

“Surface heating of wire plasmas using laser-irradiated cone geometries”

Nature Physics **3**, 853 – 856(2007)

③ H. Nakamura, Y. Sentoku, T. Matsuoka, K. Kondo, M. Nakatsutsumi, T. Norimatsu, H. Shiraga, K. A. Tanaka, T. Yabuuchi, and R. Kodama

“Fast Heating of Cylindrically Imploded Plasmas by Petawatt Laser Light”

Rhys. Rev. Lett **100**, pp 165001-165004 ,(2008).

④ H. Nakamura, B. Chrisman, T. Tanimoto, M. Borghesi, K. Kondo, M. Nakatsutsumi, T. Norimatsu, M. Tampo, K. A. Tanaka, T. Yabuuchi, Y. Sentoku, and R. Kodama

“Superthermal and efficient-heating modes in the interaction of a cone target with ultraintense laser light”

Rhys. Rev. Lett **102**, pp 0845009-0845012 ,(2009).

他

〔学会発表〕 (計 25 件)

① R. Kodama

“High Energy Density Plasma Photonics” 5th. Inertial Fusion Science and Applications IFSA 2007(invited), Kobe, Japan (2007.9)

② R. Kodama

“Novel Matter and Devices in High Energy Density Science with High Power Lasers”

米国光学会 (OSA) 第 92 回年会「Frontiers in Optics 2008」, Rochester USA(2008.10.23)

他

〔その他〕