

## 研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	時空間写像撮影法を用いた超高速プラズマ過渡現象の解明				
研究テーマ (欧文) AZ	Sequentially timed all-optical mapping photography for observation of ultrafast plasma dynamics				
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)ナカガワ	名)ケイチ	研究期間 B	2014 ~ 2015 年
	漢字 CB	中川	桂一	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Nakagawa	Keiichi	研究機関名	東京大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	中川桂一 東京大学・日本学術振興会特別研究員(PD)				
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)					
<p>申請者は Sequentially timed all-optical mapping photography (STAMP) 法と呼ぶ、新しいイメージング技術を開発した。本手法ではピコ秒、フェムト秒といった超高速現象をシングルショットで連続撮影することができる。本手法を用いて、ガラスに対するフェムト秒レーザーアブレーションの様子を観察した。高速度撮影はフレームレート 65.4 Gfps(フレーム間隔 15.3 ps)、露光時間 13.8 ps にて行った。イメージングは電離している領域を光の吸収された黒い領域として視ることができるシャドウグラフ法を用いた。その結果、高強度フェムト秒レーザーによる空気中の絶縁破壊、ガラス上に発生するプラズマの進展、ガラス内部の電離などがイメージングで捉えられた。このシングルショット撮影により、本実験条件ではプラズマフロントはその発生した直後に 100 km/s オーダーという超高速度で放射状に進展していることがわかった。</p> <p>一方で、既存の高速度カメラを用いたプラズマ発生および衝撃波の観察も行った。Q-switch Nd:YAG レーザーのナノ秒パルス在水中で集束させ、In-situ storage image sensor カメラとナノ秒レーザー照明を用いてその動的現象を捉えた。高速度撮影は 5 Mfps(フレーム間隔 200 ns)、露光時間 10 ns にて行った。イメージングはプラズマの可視化および衝撃波を屈折率変化として捉えることができるシュリーレン法を用いた。観察では数珠状に集光するプラズマとそれに付随して発生する衝撃波、キャビテーションバブルが確認された。衝撃波はプラズマの形成領域を中心として発生しており、同一線上に発生したプラズマから円筒状の衝撃波が発生・伝播してゆく様子が確認された。</p> <p>本研究ではピコ秒からナノ、マイクロ秒という広い高速度領域でプラズマ過渡現象の観察を行った。今後、これらの異なる時間スケールでのダイナミクスを包括的に観察・解析することで、プラズマ現象の理解と制御を進めていく予定である。</p>					
キーワード FA	プラズマ	高速度撮影	レーザー加工	衝撃波	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要 EZ

We have developed a novel high-speed imaging technique, named sequentially timed all-optical mapping photography (STAMP), for capturing ultrafast dynamics in a single shot. By using the STAMP technique, the ultrafast process in femto-second laser ablation on glass was monitored with a frame rate of 65.4 Gfps (equivalent to a frame interval of 15.3 ps) and an exposure time of 13.8 ps. The sequential images acquired by a STAMP camera show generation of air breakdown, evolution of plasma plume, and ionization inside the glass. We obtained that the expanding speed of plasma front reached around 100 km/s.

Also we observed plasma formation induced by Q-switch laser pulse with an in-situ storage image sensor camera and nanosecond laser illumination. A nanosecond laser pulse was focused in water, and subsequent events were captured with a frame rate of 5 Mfps (equivalent to a frame interval of 200 ns) and an exposure time of 10 ns. In this observation, the shockwaves and cavitation bubbles which followed plasma filamentation were monitored.

In this research, we observed and analyzed plasma dynamics with pico-, nano-, and micro-second time resolution. For understanding and manipulating plasma events, we will perform further observation and analysis of ultrafast plasma dynamics.