

超臨界二酸化炭素中パルスレーザーアブレーションプラズマの時空間分解分光とシャドウグラフィメーキングによる解析

Spatiotemporally-resolved OES and Shadowgraph analysis of pulsed laser ablation plasmas in supercritical CO₂

東大院新領域¹, 東大物性研², °姫野 翔平¹, 加藤 暢¹, 加藤 智嗣¹, シュタウス スヴェン¹,
占部 継一郎¹, 馬場 基芳², 末元 徹², 寺嶋 和夫¹

Univ. Tokyo¹, Univ. Tokyo ISSP², °Shohei Himeno¹, Toru Kato¹, Satoshi Kato¹, Sven Stauss¹,

Keiichiro Urabe¹, Motoyoshi Baba², Tohru Suemoto², and Kazuo Terashima¹

E-mail: himeno@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

【緒言】超臨界流体中におけるプラズマには超高効率かつ非平衡な材料合成プロセスの実現が期待されており、当研究室では現在までに超臨界二酸化炭素 (scCO₂; 臨界温度 T_{crit} : 304.1 K, 臨界圧力 P_{crit} : 7.38 MPa) 中でナノテクノロジーへの応用が期待されるダイヤモンド分子などの合成を行ってきた[1]。しかし、既往の研究では合成プロセスにおける反応機構や、合成に優位な反応場を提供するとされる超臨界流体中プラズマに対する理解は一部にとどまっており、反応場の制御には超臨界流体中のプラズマの性質や挙動のさらなる理解が不可欠である。当研究室では、レーザーを用いて発生させた超臨界流体中のプラズマの挙動の解析を目的として、プラズマの発光スペクトルとプラズマ消滅後に見られるキャビテーション現象に着目した実験的研究を進めており[2,3]、今回はレーザー照射によるプラズマ発生から熱エネルギーの溶媒への緩和に至る現象を系統的に理解するため時間分解発光分光法とシャドウグラフィ法による計測実験を行った。

【実験】実験は窓付きステンレス製高圧用セル内において、CO₂ 雰囲気中で行った[5]。セル内部に Nd:YAG ナノ秒パルスレーザー (パルス幅 7 ns, 波長 532 nm, 周波数 10 Hz) を集光照射し、セル内に封入した Ni ターゲットを絶縁破壊することによりプラズマを発生させ、分光器と ICCD カメラを用いて時間分解発光分光測定を行った。また、シャドウグラフィ法でのイメージングによりプラズマの発生から終息、その後のキャビテーション現象における反応場付近の密度勾配を可視化した。本研究ではこれらの手法により、高密度溶媒中のプラズマの活性種の寿命、温度・圧力の推移に関する知見を得たので、その詳細について発表する。

【参考文献】[1] S. Nakahara *et al.*, J. Appl. Phys., **109** (2011) 123304. [2] 加藤 暢 他, 第73回応用物理学会学術講演会, 13p-E3-3. [3] T. Kato *et al.*, Appl. Phys. Lett., **101** (2012) 224103.

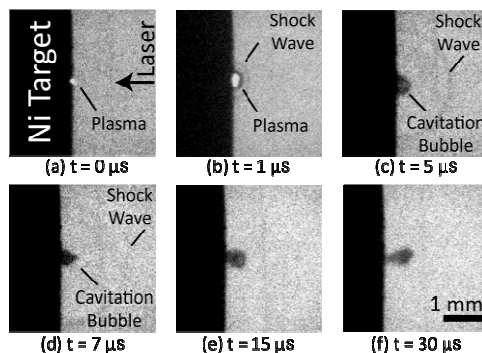


Fig. 1. Shadowgraph images taken in scCO₂ (7.7 MPa, 310 K). (a) Initiation of plasma. (b) Initiation of shock wave. (c)-(d) Formation and propagation of cavitation bubble and shock wave. (e)-(f) Collapse of cavitation bubble.