

パルスレーザーアブレーションにおけるプラーム衝突過程での衝撃波の影響 Effects of the shock waves on plume collision processes during pulsed laser ablation

甲南大理工¹, 奈良高専², 阿南高専³

○(M1)片山 慶太¹, 中村 亘¹, 蓬萊 祐貴¹, 福岡 寛², 吉田 岳人³, 青木 珠緒¹, 梅津 郁朗¹
Dept of Phys. Konan Univ.¹, NIT.Nara College², NIT.Anan College³

○Keita Katayama¹, Wataru Nakamura¹, Yuuki Hourai¹, Hiroshi Fukuoka², Takehito Yoshida³,
Tamao Aoki¹ and Ikurou Umezu¹

E-mail: m1621002@s.konan-u.ac.jp

我々は複合ナノ結晶の構造制御を目指してダブルパルスレーザーアブレーション (D-PLA) 法の研究を進めている。本研究では D-PLA 法を用いて光触媒-助触媒系である TiO₂ と Ni の複合ナノ結晶の創成を目指している。プラームの時間的進展を理解することが複合ナノ結晶の構造制御のために重要である。

2台のパルス YAG レーザーを用い TiO₂ ターゲットを波長 355 nm, フルエンス 8.0 J/cm² で, Ni ターゲットを波長 266 nm, フルエンス 10.0 J/cm² で照射した。ターゲット間距離を 9 mm とし, 雰囲気ガスは He を用いた。雰囲気ガス圧は 500 Pa から 3000 Pa で変化させ, プラームの発光強度の時間変化を ICCD カメラで撮影した。

シングルパルスアブレーション (S-PLA) での衝撃波 (SW) とコンタクトフロント (CF) の進展はレーザー照射後初期段階では自由膨張を行い, その後ブラスト波領域へと移行する。ブラスト波領域では衝撃波と CF は共に進展しその進展距離 $R(t)$ はエネルギー E_0 、雰囲気ガス圧 P 、時刻 t を用いて

$$R(t) \propto (E_0/P)^{1/5} t^{2/5}$$

と表せる。その後, SW に対して CF は遅れ始め, SW と CF は分離する。分離した以降の時間帯をポストブラスト波領域と定義する。

雰囲気ガス圧が 500Pa の時, プラームは CF 同士の衝突後, 混合しながら進展が抑制される。それに対して 2000Pa 以上では S-PLA 時の CF 同士が衝突していないにもかかわらず, D-PLA の CF は後退を始める。前回ではこの現象は対向プラームの SW が影響していると報告した。

図 1 は雰囲気ガス圧 500Pa, 3000Pa での S-PLA 時の TiO₂ (赤) と Ni (青), D-PLA 時の TiO₂ (緑) の CF の進展を示す。実線は上式で求めた SW の進展をブラスト波領域でフィッティングをかけた外挿したものである。TiO₂ のプラームの進展がブラスト波領域である時間帯を水色の領域で表し, ポストブラスト波領域である時間帯をピンクの領域で示した。図 1(b) での D-PLA の CF の進展の後退は対向プラームの SW の衝突によって押し戻されたと推測できる。そこで対向プラームの衝撃波が衝突した時 (黄色の線で示した時刻) の TiO₂ の進展がブラスト波領域, もしくはポストブラスト波領域のどちらで衝突しているかに注目すると, 図 1(a) ではブラスト波領域で衝突し対向プラームの衝突は, CF-CF 衝突となりプラームは混ざり合うと推測できる。対して図 1(b) ではポストブラスト波領域で衝突し対向プラームの衝突は, SW-CF 衝突となり CF は押し戻されるので, プラームは分離する。

以上より, D-PLA での対向プラームとの衝突は, プラームがブラスト波, ポストブラスト波領域のどちらで衝突しているかで, 凝集複合ナノ粒子の構造へ大きく影響があると推測できる。

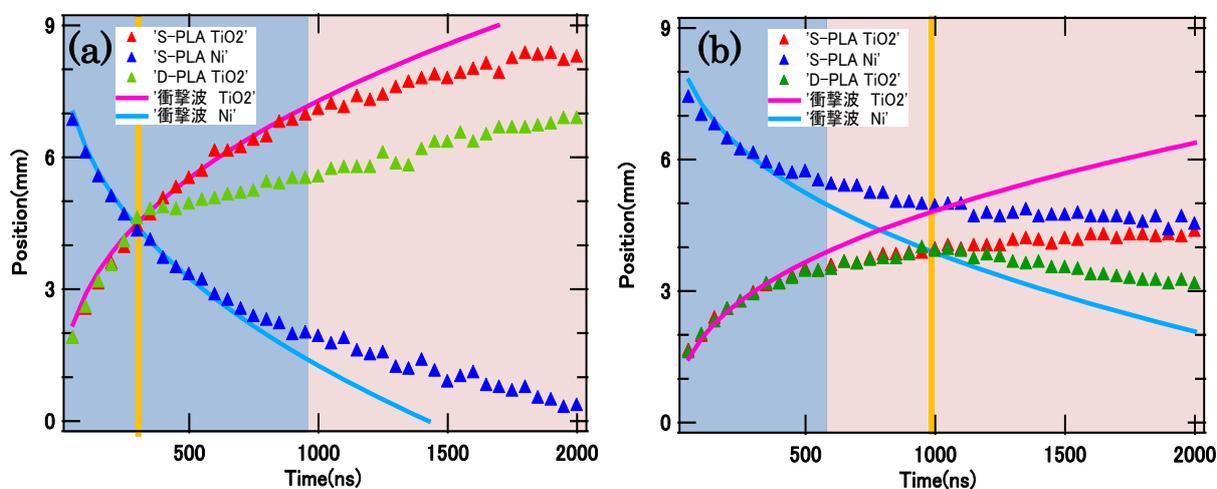


図 1 CF と SW の時間進展 (a) 雰囲気ガス圧 500Pa (b) 雰囲気ガス圧 3000Pa