

## ダイヤモンド燃料カプセルの開発及びレーザー照射実験への適用 Development of Diamond Capsules and the Application to Direct-Drive Laser Irradiation Experiments

川崎昂輝<sup>1)</sup>, 山田英明<sup>2)</sup>, 茶谷原昭義<sup>2)</sup>, 空野由明<sup>2)</sup>, 嶋岡 毅紘<sup>2)</sup>, 大曲新矢<sup>2)</sup>, 弘中陽一郎<sup>1)</sup>, 山ノ井航平<sup>1)</sup>, 染川智弘<sup>3)</sup>, 塚本雅裕<sup>4)</sup>, 佐藤雄二<sup>4)</sup>, 田中大佑<sup>1)</sup>, 玉川拓実<sup>1)</sup>, 井手坂朋幸<sup>1)</sup>, 重森啓介<sup>1)</sup>  
K. Kawasaki<sup>1)</sup>, H. Yamada<sup>2)</sup>, A. Chayahara<sup>2)</sup>, Y. Mokuno<sup>2)</sup>, T. Shimaoka<sup>2)</sup>, S. Ohmagari<sup>2)</sup>, Y. Hironaka<sup>1)</sup>, K. Yamanoi<sup>1)</sup>, T. Somekawa<sup>3)</sup>, M. Tsukamoto<sup>4)</sup>, Y. Sato<sup>4)</sup>, D. Tanaka<sup>1)</sup>, T. Tamagawa<sup>1)</sup>, T. Idesaka<sup>1)</sup> K. Shigemori<sup>1)</sup>

1. 阪大レーザー研 (ILE, Osaka university)
2. 産総研ダイヤモンドチーム (Diamond material team, AIST)
3. レーザー総研 (Institute for Laser Technology)
4. 阪大接合研 (JWRI, Osaka university)

レーザー核融合は、レーザー光を直接燃料カプセルに照射する直接照射方式と、X線に変換したうえで、燃料カプセルに照射する間接照射方式に分けられる。間接照射方式においては、2021年8月に米国のNIF (National Ignition Facility)が、出力1.3 MJを達成し、核融合点火は目前に迫っている。彼らの転機は、燃料カプセルの材質を、従来のプラスチックから、ダイヤモンドに変更した事であった。ダイヤモンドのプラスチックに比した高密度・高オパシティは、爆縮性能を向上させた。一方で、直接照射方式において、ダイヤモンドカプセルの導入は進められていない。私達は、ダイヤモンドカプセルを直接照射方式に導入することを念頭に、ダイヤモンドカプセルの開発及びダイヤモンドカプセルへのレーザー照射実験、さらにはダイヤモンドのアブレーション性能の実験的評価を実施してきた。

本公演は、ダイヤモンド燃料カプセルの開発の進捗に主眼を置く。ダイヤモンド燃料カプセルは、まずダイヤモンドを熱フィラメント気相成長法によりSi基板に製膜し、その後Si基板のみをフッ硝酸により除去することで製作する [Kato et al., Diam. Relat. Matter (2018)]. 製作したダイヤカプセルの顕微像を図1に示す。これまでにカプセル表面形状の熱フィラメント気相成長法の製膜条件依存性を明らかにし [Iwasaki et al., HEDP 37, (2020)], また製作したダイヤモンドカプセルの平均膜厚・密度・表面平滑性等のカプセルパラメータを評価した。そして製作・定量評価したダイヤモンドカプセルをレーザー照射実験に導入して爆縮軌跡を評価した。膜厚の小さなダイヤモンドカプセル (1.6  $\mu\text{m}$ ) は1次元シミュレーションと一致する爆縮軌

跡を得たが、膜厚が大きなダイヤモンドカプセル (2.4  $\mu\text{m}$ ) は、爆縮に非一様性が見られ、1次元シミュレーションと一致しなかった。これは製造工程におけるSi基板の残留と示唆された [Kawasaki et al. Phys. Plasmas (2021)]. 以上から、Si基板の残留を検証する必要が生じたため、ダイヤモンド燃料カプセルの断面観察を実施した。フェムト秒レーザーをダイヤモンド球表面に沿って照射することで、高精度にダイヤ球を切断した (図2)。これにより、実際にダイヤモンドカプセル内にSi基板の残留物の存在を確認し、また膜厚一様性の評価も可能になった。

現在は、基板のエッチングの改良に取り組んでいる。ダイヤモンドカプセルの溶液中の固定方法を検討することで、最適なエッチング条件を見出す予定である。

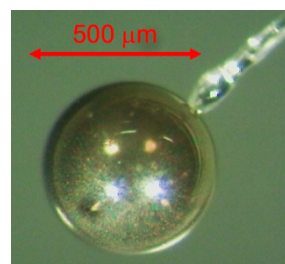


図1 カプセル顕微像

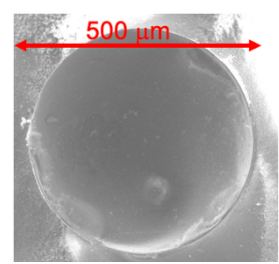


図2 断面SEM像