

衝撃波点火条件下における高速電子生成のターゲット材水素含有率依存性

Dependence of hydrogen concentration in target materials on hot electron generation relevant to shock ignition condition

川崎昂輝¹, 重森啓介¹, 弘中陽一郎¹, 田中大裕¹, 井手坂朋之¹, 長友英夫¹ *et al*
K. Kawasaki¹, K. Shigemori¹, Y. Hironaka¹, D. Tanaka¹, T. Idesaka¹, H. Nagatomo¹ *et al*

¹大阪大学レーザー科学研究所

¹Institute of Laser Engineering, Osaka university

■ 研究背景及び先行研究

衝撃波点火レーザー核融合は、従来の中心点火レーザー核融合において避けられない流体不安定性による擾乱成長を抑制できるとして、2007年に新しく提案された。シンプルなターゲットデザインを許容し、エネルギー効率も高いため、近年積極的に研究されている。この方式による点火のためには、高強度レーザー（スパイクパルス、 $\sim 10^{16} \text{ W/cm}^2$ ）によって30 TPaを超える衝撃波超高压力の生成が必要である。一方で古典的な熱伝導によるアブレーションのみでは、所望の超高压力の生成が困難であり、レーザー照射に伴い発生する高速電子の加圧効果を重畳することが検討されている。高強度なスパイクパルスにおいては種々のレーザープラズマ不安定性により中心温度が100 keV未満の高速電子が発生することが知られている。高速電子の加圧効果を得るためには、高フラックスな高速電子が必要である。一方で限度を超えるフラックスを持つ高速電子群は燃料カプセルの先行加熱を引き起こし問題である。よって高速電子の制御が非常に重要である。

■ 本研究の位置付け

先行研究において、レーザー光のパラメータ（波長や強度など）や、アブレーションプラズマのパラメータ（スケール長など）に着眼し高速電子の制御を試みたものはあったが、ターゲット材に着眼した先行研究はほとんど存在しない。一般的にプラズマ中の水素含有率により高速電子の発生が変化することが知られている²。これは電子プラズマ波の崩壊不安定性がイオン音波減衰率に依存するためである。本研究ではターゲット材の水素含有率により高速電子の発生を制御できないかを検討した。

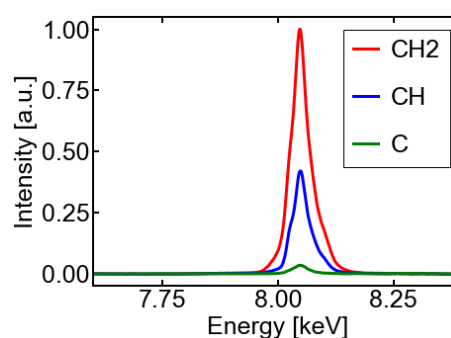
■ 実験手法

3つの異なる水素含有率を有するアブレータ、ポリエチレン：CH₂、ポリスチレン：CH、ダイヤ

モンド：Cに高強度レーザーを照射し、発生した高速電子の特性評価を実施した。ターゲットは、アブレータ層、Cu層、Qz層を有する3層構造ターゲットを使用した。Cu層は発生した高速電子によりCu-K α 線を生成する役割、Qz層は、発生した衝撃波を計測する役割として用いた。但し、衝撃波計測に関しては本実験条件では高速電子効果が顕著な条件では無かったため割愛する。高速電子発生の評価のために、Backscatter spectrometer, ESM (Electron spectrometer), X-ray spectrometer, Cu-K α Imager, さらには制動放射X線により高速電子スペクトルを評価するHEXS (High Energy X-ray Spectrometer)を運用した。計測系に関しては、「7P93, 井手坂 *et al*」に詳細が発表予定である。

■ 実験結果

実験で得られた典型的なX-ray spectrometerの結果を示す。水素含有率の増加に伴いCu-K α 線の強度が増加する、つまり高速電子の発生が顕著になっていることが分かる。またHEXS及びESMの結果からは高速電子のエネルギー分布は変化せずにフラックスのみが変化することが明らかになった。以上よりターゲット材の水素含有率により高速電子フラックスの制御が可能であることが分かった。



1. R. Betti *et al.*, Phys. Rev. Lett. 98, (2007)
2. W. Theobald *et al.*, Phys. Plasmas 17 (2017)