

ヘリオトロンJにおける2次元高速分光計測器を用いた
水素ペレット溶発雲の計測

Measurement of Hydrogen Pellet Ablation Cloud
Using the 2-dimensional High-speed Spectroscopy in Heliotron J

*森敦樹¹, 門信一郎², 本島巖^{3,4}, 岡田浩之², 南貴司²,
大島慎介², 小林進二², 木島滋², 水内亨², 長崎百伸²
岩田晃拓¹, 馮超¹, 鈴木琢土¹, 川向泰生¹

*A. Mori¹, S. Kado², G. Motojima^{3,4}, H. Okada², T. Minami², S. Ohshima², *et al.*

¹京大エネ科, ²京大エネ理工研, ³核融合科学研究所, ⁴総研大
¹GSES, Kyoto Univ., ²IAE, Kyoto Univ., ³NIFS, ⁴SOKENDAI

ヘリオトロンJへの水素燃料供給方法の一つとして小型固体水素ペレット入射が稼働している[1]。ペレットの溶発の過程では周囲に低温・高密度の溶発雲が生成されるため、その発光スペクトルのシュタルク広がりから電子密度求める手法が知られている。

電子密度の評価にはH β (486.13 nm)のシュタルク広がりを測定する。本ペレットの溶発雲の電子密度は10²⁰ m⁻³程度となることが予備的研究で示唆されている。この時のシュタルク広がり半値全幅は0.027 nmである。開発する分光器の装置関数は、シュタルク広がり半値全幅の10倍程度となるよう目標半値全幅を0.3 nmとした。

分光システムの概略図を図1に示す。対物レンズの結合位置には12×12 chに2次元配列されたファイバーを配置し、溶発雲を観測する。分光器の入口スリット側ではこれが1列に並び替られており、反射型回折格子(刻線数1200 lines/mm)によって分光する。この時、焦点距離fの異なるコリメータレンズ(f 300 mm F値4.5)と集光レンズ(f 135 mm F2)を用いて検出器面に納まるファイバー数を増加させている。ヘリオトロンJにおける溶発雲の発光時間は1 ms程度であるため、検出器として用いる高速度CCD(FASTCAM-APX RS)の撮影間隔は0.1 msとする。分光器の逆線分散は4.652 nm/mmであり、設計値4.666 nm/mmに0.28%の範囲で一致した。装置関

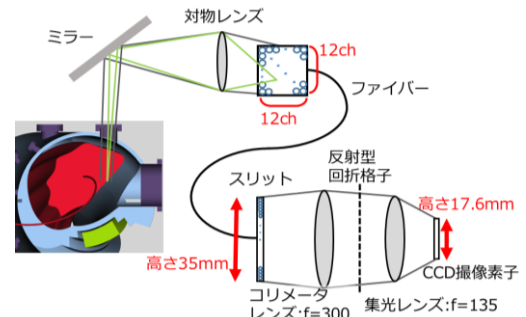


図1. 分光器の概略図(簡単のため回折格子は透過型とみなして記載している)

数は0.235 nmであり、要求性能を満たす。

2020年度の初期的測定における溶発雲の発光強度分布の時間発展を図2に示す。図中でペレットは下方から入射している。発光強度の重心の位置をペレットの位置であると仮定すると、ペレットの速度は107.5 m/sである。一方、文献[1]より理論的なペレットの速度は200 m/sである。現在、両者の差の要因を検討しており、位置較正を改善し、再実験を計画中である。2021年度はさらに分光器の集光レンズの焦点距離をf 180 mm F2.8に交換することで逆線分散値の向上を実装しており、シュタルク広がり測定のパフォーマンス向上が見込まれる。

参考文献

[1] G. Motojima et al., Rev. Sci. Instrum. 87, 103503 (2016)

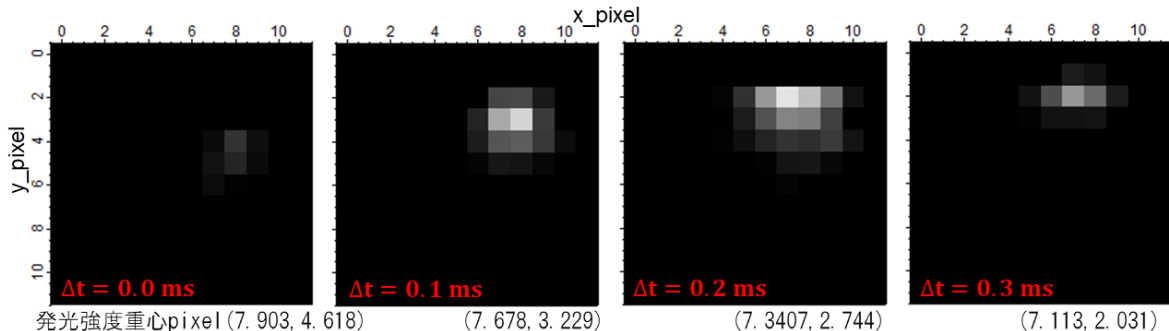


図2. #79266における溶発雲の発光強度分布の時間発展(撮影間隔,ゲート時間は0.1 msで連続撮影, 11 mm/pixel)

本研究はJSPS 科研費 19K03803の助成を受けたものです。