

発光スペクトルのベイズ統計的解析による LHD中水素原子流速の計測

東野純平¹、後藤基志²、森田繁²、蓮尾昌裕²、藤井恵介¹

¹京都大、²核融合研

<http://oel.me.kyoto-u.ac.jp/>

これまで開発してきたBalmer- α 発光線高ダイナミックレンジ分光システム[1]を用いて、従来では計測が困難とされてきたプラズマの閉じ込め領域の水素原子からの発光が計測できることが明らかになった[2]。この手法により図1に示すポロイダル断面内の22視線でスペクトルを計測した。NBIの入射向きと電子密度の異なる2つの放電（放電番号127006と127007）において、図1に赤線で示す視線11から得られたスペクトルを図2にそれぞれ青点、赤点で示す。スペクトルは視線上の低温の周辺領域や高温の閉じ込め領域からの発光が積分されて計測される。低温の原子からの発光はスペクトルのピーク付近の形状として、高温の原子からの発光はスペクトルの裾部形状として現れる。2つのスペクトルについて、特にピークの長波長側の裾部形状が大きく異なっていた。これは2つの放電の高温の水素原子集団が持つ流速の違いが裾部形状の違いとして観測された結果であると考えた。

観測されたスペクトルは複数温度のマクスウェル分布の足し合わせであり、それぞれがLHD中の磁場によってゼーマン分裂して計測されていると仮定し、各温度成分への分解を試みた。この分解は多自由度の逆変換であり、一般にオーバーフィッティングの問題が存在する。そのため、オーバーフィッティングを防ぐことができるベイズ的手法を用いてスペクトルを各温度成分に分解し、それぞれの流速を推定できるアルゴリズムを開発した。全ての視線から観測されたスペクトルに対し上記解析を行うことで、水素原子流速の空間分布を推定した。

2つの放電について、視線11上における各温度成分の水素原子流速を図3に、水素原子流速の空間分布の一例（30eV成分）を図4に示す。流速は図1の左向きを正とする。図3では上記の流速の違いを各温度成分に関して定量的に示すことができた。図4では流速の空間構造を定量化できた。視線11と同様の違いが磁気軸（Z=0）付近の複数の視線において確認された。

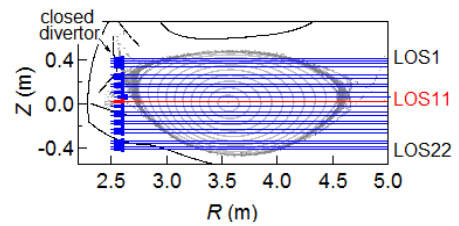


図1 プラズマ断面と観測視線。

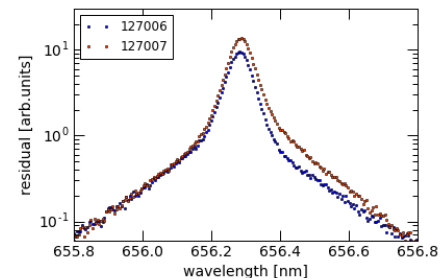


図2 30eV での水素原子流速の空間分布。

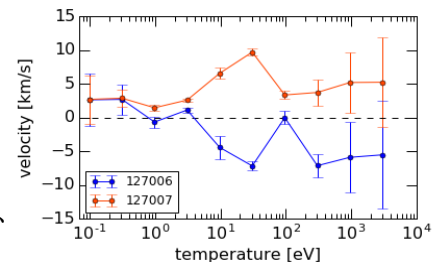


図3 視線 11 上の各温度における水素原子流速。流速は図1の左向きを正とする。

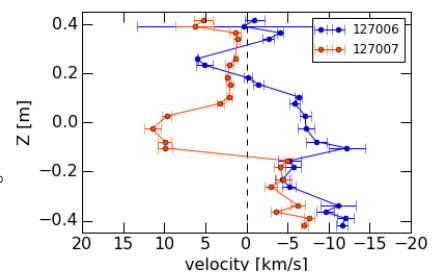


図4 30eV 成分の水素原子流速の空間分布。流速は図1の左向きを正とする。

[1] K. Fujii, S. Atsumi, S. Watanabe, *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.*, **85**, 023502 (2014).

[2] K. Fujii, T. Shikama, M. Goto, *et al.*, *Phys. Plasmas*, **20**, 012514 (2013).