

LHDプラズマを利用したドップラーシフトの計測によるHe分布関数評価の可能性検証

Feasibility investigation for evaluation of He distribution function using Doppler broadening measurement in LHD plasma

川本靖子¹、松浦秀明²、木村建斗²、後藤基志^{1,3}、大石鉄太郎^{1,3}、森田繁¹

KAWAMOTO Yasuko¹, MATSUURA Hideaki², KIMURA Kento², GOTO Motoshi^{1,3}, OISHI Tetsutarou^{1,3}, MORITA Shigeru¹

¹核融合研,²九大院工,³総研大

¹NIFS,²Kyushu Univ.,³Kyushu Univ.

1. 緒言

核反応を利用した高エネルギー粒子の新たな計測手法の確立が検討されている [1,2]。具体的には重水素プラズマで発生する³Heから放出される可視光領域の発光スペクトル ($\Delta n = 3-4$, $\lambda = 468.57$ nm) のドップラーシフトを測定することで高エネルギー粒子の計測を行う手法である。本計測手法に対して想定するプラズマ条件は現存するプラズマ実験装置での実証が困難であるが、LHDでは22サイクル実験において⁴Heビーム入射が予定されており、本研究の模擬実験が可能である。本発表ではLHD実験における⁴Heビームのドップラーシフト計測実験の実行可能性及び研究に対するプラズマパラメータのセンシティブティを調査することを目的とした検討を計算によって示す。

2. 計算結果

LHDにおいて、軽水素プラズマに⁴Heビームを入射した場合の⁴He速度分布関数をFig.1に示す。これは、軽水素密度 $n_p = 2 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、イオン温度 $T_{i0} = 1 \text{ keV}$ 、電子温度 $T_{e0} = 6 \text{ keV}$ 、ビームエネルギー 60 keV 、ビーム出力 1.5 MW を条件に、プラズマ中心から6つの領域を軌道計算コード DELTA5D [3]によって計算し、体積平均を取ったものである。計測用軽水素ビームによって荷電交換された⁴Heが放出する可視光スペクトルをFig.2に示す。軽水素ビームはビームエネルギー 80 keV 、ビーム出力 5 MW 、ビーム断面積 0.1 m^2 の範囲で入射すると仮定した。イオン温度 3 keV のMaxwell分布に従う⁴Heが放出する可視光スペクトルと比較すると、半値半幅にして 1 nm 以上の差が見込める。これはLHDに設置されている Czerny-Turner-Type の可視分光器で十分に分解可能である。発表では、プラズマパラメータが変化した場合の計測精度の評価を示す。

[1] H. Matsuura, et al., Plasma Fusion Res., 2(2007)S1078.

[2] K. Kimura, et al., presented at 74th JPS conference. 2019.

[3] D. A. Spong, Phys. Plasmas, 18(2011) 056109.

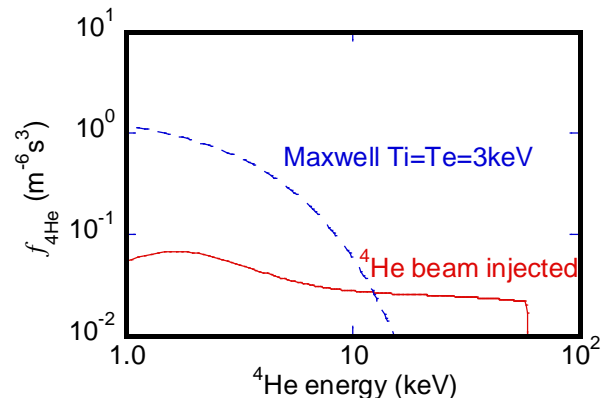


Fig. 1 ⁴He 速度分布関数

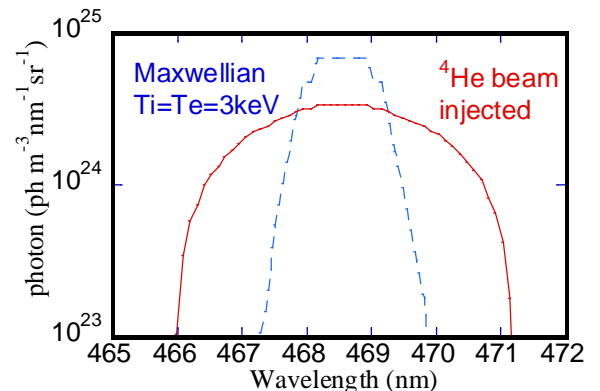


Fig. 2 ⁴He の発光スペクトル