

23Pp01

小型トラス装置におけるイオン流速計測のためのマルチチャンネルマッハプローブの開発

Development of Multichannel Mach Probe for Measurement of Plasma Flow Velocity in Small Torus Devices

小池宗生, 岡本敦, 藤田隆明, 杉本みなみ, 樋口舜也
矢ヶ崎誇楠, 佐藤剛貴, 山田悠斗

Muneo KOIKE, Atsushi OKAMOTO, Takaaki FUJITA, Minami SUGIMOTO, Shunya HIGUCHI,
Konan YAGASAKI, Koki SATO, Yuto YAMADA

名大
Nagoya Univ.

1. 緒言

トカマク型核融合炉において、プラズマの接する壁面で発生した不純物が炉心温度の低下を引き起こすことがわかっており、そのためスクレープオフ層、特にダイバーター付近のプラズマ流速の構造を解明する必要がある。プラズマ流に対向する1対の指向性静電プローブで構成されるマッハプローブは、プラズマ流速計測によく用いられる。本研究ではTOKASTAR-2トカマクプラズマのプラズマ流速計測のためのマルチチャンネルマッハプローブの開発を開始し、またプローブの較正と性能評価に用いる直線型プラズマ実験装置NUMBERのイオン流れ構造を解明した。

2. プローブの開発

マッハプローブはプラズマ流に対向するよう捕集面を設ける必要がある。プローブヘッドは長さ127 mm, 幅6 mm, 厚さ2 mmのセラミック製で、先端から2 mmの位置から長さ方向に2 mm間隔で捕集穴が両面30個並ぶものを用いる。また48本のマルチピン付きフランジを用意し、最大同時24チャンネルでの高い空間分解能のプラズマ計測が可能である。故に多くの真空配線を擁する構成であり、配線同士の接触によるトラブルの低減、および実験装置のICF70を採用するプローブポートへの設置を鑑み、ボディ部分の基本設計を完了した。

3. NUMBERにおけるイオン流れ

直線型装置はトラス型装置と比べてプラズマの構造が単純であり、また円筒形の磁化プラズマは周方向の速度成分をExBドリフト速度と比較し評価できるため、プローブの較正と性能

評価をNUMBERを用いた実験で行う。その準備として、1チャンネルのマッハプローブ(1chMP)を用いてNUMBERのイオン流速を計測した。周方向イオン流速 V_x は、磁力線に垂直な方向におけるイオン飽和電流 $I(90^\circ)$, $I(270^\circ)$, イオン音速 C_s , 較正係数 α を用いて

$$V_x = \frac{C_s}{\alpha} \cdot \frac{I(270^\circ) - I(90^\circ)}{I(270^\circ) + I(90^\circ)}$$

で表される。イオン流速の絶対値計測を行うには、他の方法で決定されるイオン流速との比較において α を定める必要がある。径方向電場を終端板の電位により制御することで周方向イオン流速が得られやすい実験条件を設定した。イオン飽和電流の角度および径方向分布を取得し、周方向速度成分を算出した。同様の実験条件によるプローブ空間電位計測から径電場およびExBドリフト速度を算出し、それとの比較で較正を行った結果 $\alpha=2.50$ が得られた。図1はその結果導出された周方向のイオン流速 V_x とExBドリフト速度の比較である。

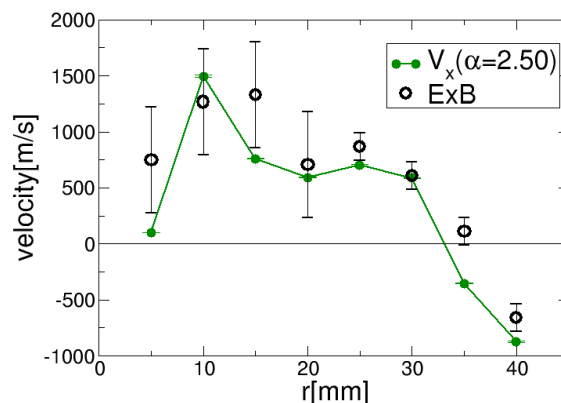


図1 NUMBERにおける周方向イオン流速 V_x とExBドリフト速度の比較

本研究はJSPS科研費補助金(19H01869, 22H01202)による支援を受けた。