

再結合フロント近傍における複数地点同時揺動計測と相関解析  
**Multipoint measurements and correlation analyses of plasma fluctuations  
 around the recombination front in the linear plasma**

夏目祥揮<sup>1</sup>、田中宏彦<sup>1</sup>、梶田信<sup>2</sup>、関真倫<sup>1</sup>、大嶋啓嗣<sup>1</sup>、吉川正志<sup>3</sup>、大野哲靖<sup>1</sup>、秋山毅志<sup>4</sup>  
 H. NATSUME<sup>1</sup>, H. TANAKA<sup>1</sup>, S. KAJITA<sup>2</sup>, M. SEKI<sup>1</sup>, H. OHSHIMA<sup>1</sup>,  
 M. YOSHIKAWA<sup>3</sup>, N. OHNO<sup>1</sup>, T. AKIYAMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名大院工、<sup>2</sup>名大未来研、<sup>3</sup>筑波大プラ研、<sup>4</sup>核融合研

<sup>1</sup>Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., <sup>2</sup>IMaSS, Nagoya Univ., <sup>3</sup>PRC, Univ. Tsukuba, <sup>4</sup>NIFS

磁場閉じ込め超高温プラズマ装置ではコア領域から流出したプラズマによる対向壁の損耗を最小限に抑える必要がある。これに対し、ダイバータ配位では流出したプラズマ粒子束・熱流束をダイバータ部に集中させる。しかし、対策を講じなければダイバータ板には数十 MW/m<sup>2</sup>の熱負荷に曝され、工学的に材料が耐えうる熱負荷を大きく上回る。

ダイバータ領域の熱負荷を低減する手法として非接触プラズマが有力である。この手法では、中性ガス圧を増加させることで、体積再結合過程によりプラズマをダイバータ板前面で中性化させる。この時、イオン粒子束が減少し、熱負荷が大幅に低減する。一方、非接触プラズマのシミュレーションにおいては、実際に観測されている非接触プラズマによる粒子・熱負荷の低減は定量的に再現されていない。これは、体積再結合に加え、非接触プラズマ中の径方向プラズマ輸送が寄与している可能性がある。しかし、非接触プラズマ中の径方向輸送の現象は未解明な点が多く、シミュレーション精度を高めるためには詳しい調査が必要である。

直線型ダイバータ模擬実験装置NAGDIS-IIでは、プラズマパラメータが著しく変化する再結合フロント近傍において、大きな電子密度揺動と、プラズマ放出の局所的な増大が観測されている[1]。また、放出されたプラズマは $E \times B$ ドリフトによって回転しながら径方向に輸送される。この回転は磁力線方向の視線で高速カメラによって観測されているが[2]、回転の磁力線方向に沿った構造は明らかでない。そこで、本研究の目的は、径方向輸送されたプラズマの磁力線方向の構造を理解することである。

本研究では、定常状態の非接触プラズマ中に現れる揺動をマイクロ波干渉計とラングミュアプローブで同時観測した。径方向に輸送されたプラズマは揺動として検出される。マイクロ

波干渉計とターゲット板の間でプローブ位置を変化させ、各地点で得られたイオン飽和電流揺動とマイクロ波干渉計の線積分電子密度揺動に相互相関解析を適用した。また、回転モード数の同定のため、高速カメラで観測した輝度信号に対しても相関解析を適用した。

イオン飽和電流と線積分電子密度のスペクトルには10-20 kHzにピークを確認でき、これは $E \times B$ の回転周波数に相当すると考えられる。周波数フィルタを用いて各揺動から10-20 kHz成分を抽出し、相互相関係数を計算した結果を図1に示す。同図に見られるパターンは右下方向へ傾いており、これは終端板へ向かう方向への揺動の伝搬が線形的に遅れていることを示している。伝搬速度をパターンの傾きから見積もると約25 km/sとなり、これはイオン音速を大きく上回る。この原因として、径方向に放出されたプラズマが磁力線方向に捻れた構造を持って回転している可能性がある。

[1] H. Tanaka *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **60**, 075013 (2018).

[2] H. Tanaka *et al.*, Contrib. Plasma Phys, **50**, 424 (2010).

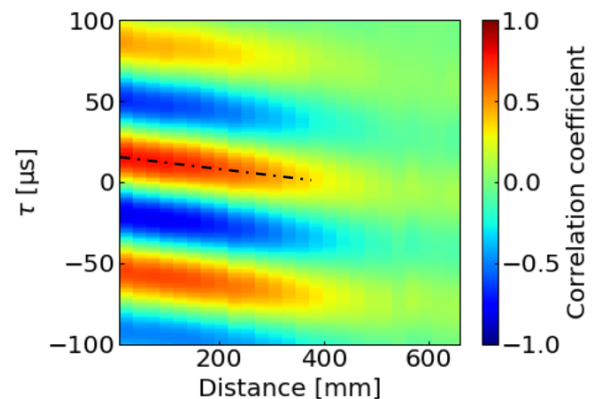


図 1 10-20 kHz 揺動成分の相互相関係数