

直線プラズマ装置における電位揺動計測のための 静電シールド付きプローブの開発

Development of an electrostatic shielded probe for potential fluctuation measurements in a cylindrical laboratory plasma

神崎 智継¹, 永島 芳彦^{2,3}, 稲垣 滋^{2,3}, 山田 琢磨^{3,4}, 金 史良¹, 山崎広太郎²
 藤澤 彰英^{2,3}, 糟谷 直宏^{2,3}, 小菅 佑輔^{2,3}, 佐々木 真^{2,3}, 荒川弘之⁵, 小林達哉⁶,
 垂水 智哉¹, 挾間田 一誠¹, 湊 良祐¹, 伊藤 早苗^{2,3}, 伊藤 公孝^{3,6}
 Tomotsugu KANZAKI¹, Yoshihiko NAGASHIMA^{2,3}, Shigeru INAGAKI^{2,3},
 Takuma YAMADA^{3,4}, Fumiyoshi KIN¹, et al.

¹九大総理工, ²九大応力研, ³九大極限プラズマ研究連携セ,

⁴九大基幹教育院, ⁵帝京大, ⁶核融合研

IGSES Kyushu Univ.¹, RIAM Kyushu Univ.², RCPT Kyushu Univ.³, FAS Kyushu Univ.⁴,
 TEIKYO Univ.⁵, NIFS⁶

磁化プラズマにおける電場シアの形成を理解する上で、乱流による運動量輸送の理解が重要であると広く認識されている。静電プローブは電場シアを詳細に計測できる有用なツールであるが、プローブの持つ有限抵抗・静電容量により、クロストークが生じ局所電位及び電位揺動計測が影響を受ける可能性がある。このため、この有限抵抗・静電結合の影響を同定し、その影響を減少させる静電シールド付きのプローブ[1]を開発した。本プローブと64チャンネル周方向プローブアレイ(以下参照プローブ)を用いた測定を行い、静電シールドの有無による電位揺動の相関解析を行った。

本実験で使用した直線プラズマ装置PANTA (Plasma Assembly for Non-linear Turbulence Analysis) では3 kw、7 MHzのヘリコン波によって円柱状のプラズマを生成している。実験条件は、磁場を0.085 T、アルゴンガス圧を0.45 mTorrとした。プラズマの直径は約10 cmで、中心での密度は約 10^{19} m^{-3} 、電子温度は約3 eVである。真空容器の大きさは直径45 cmで、長さ400 cmである。参照プローブはソースから187.5 cm、径方向位置がプラズマ中心から4 cmの位置に設置されており、今回の計測に用いた参照チャンネルは地面と平行に位置している。シールド有り及び無しプローブはソースから137.5 cmの位置に地面と平行に挿入しており、シールド有り/無しプローブは径方向に0.1 cm、周方向に0.5 cm空間的に離れている。本実験ではこれらのプローブを用い、径方向2~10 cmの間で0.5 cm毎に計測を行った。

図1(a)に参照プローブと径方向4 cmの時のシールド有り/無しプローブそれぞれのパワースペクトル、図1(b)に参照プローブとのコヒーレンスを示す。プローブの信号は、真の信号とクロストークとノイズの和であり、このうち真の信号とクロストークは相関が生まれる原因となる。図1(b)より、全周波数領域でシールド有りの場合の方がコヒーレンスは小さくなっていることから、静電シールドの付与により

クロストークの信号が小さくなり、相対的にノイズ成分が高くなることで、相関が小さくなったと考えられる。このことからコヒーレンスが小さくなった原因としては、シールド無しプローブとシールド有りプローブの空間点の違いも考えられるが、静電シールドの効果によってクロストークが低減したことを示している可能性があると考えられる。

今後は開発した静電シールド付きプローブと参照プローブから得られたデータを元に、レイノルズ応力の二次元断面の再構築を行い、エンドプレートに電氣的にバイアスを印可[2]した時のプラズマの応答を研究する予定である。

本研究は科学研究費補助金(26420852, 15H02335, 15H02155, JP16H02442)、NIFS と九州大学の共同研究プログラム(NIFS13KOCT001)、浅田榮一奨励金の支援を受けました。

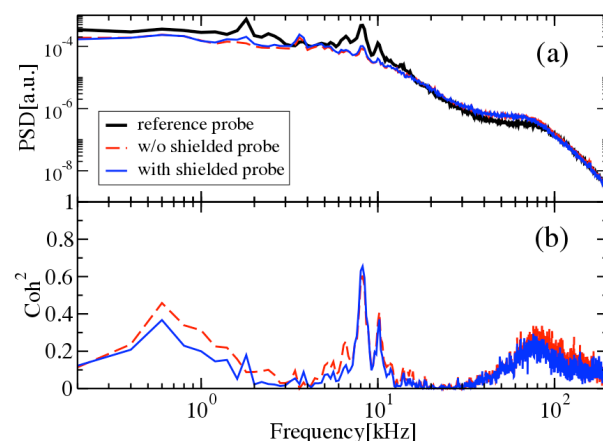


図1: (a) 参照プローブ(黒線)、径方向4 cmのシールド無し(赤線)とシールド有りプローブ(青線)のパワースペクトル。(b) 参照プローブとシールド有り/無しプローブとのコヒーレンス。

[1] T. Kanzaki, et al., PFR **11** (2016) 1201091

[2] T. Yamada, et al., Nucl. Fusion **54** (2014) 114010