

次期核融合装置に向けた定常高粒子束プラズマ環境下での
非接触プラズマの熱・粒子輸送特性

Heat and particle transport characteristics of detached plasma under the stable
high particle flux conditions toward the next-generation fusion devices

林 祐貴¹, 西方 勇人¹, 大野 哲靖¹, 梶田 信², K. Ješko³, H.J. van der Meiden⁴,
J.W.M. Vernimmen⁴, T.W. Morgan⁴
Y. Hayashi¹, H. Nishikata¹, N. Ohno¹, S. Kajita², K. Ješko³, *et al.*

¹名大院工, ²名大未来研, ³CEA, ⁴DIFFER

¹Grad. Sch. Eng., Nagoya Univ., ²IMaSS, Nagoya Univ., ³CEA, ⁴DIFFER

直線型装置は安定した定常プラズマによって沿磁力線方向の輸送特性を詳細に理解することができる。これまで多くの直線型装置が非接触プラズマ研究に貢献してきたが[1]、ITERや DEMO 炉のような高性能プラズマを想定すると、より高い粒子束環境下において非接触プラズマの有効性を検証する必要がある。また、近年注目されている先進ダイバータに関して、磁場配位の変化が非接触ダイバータ形成のために重要となる再結合過程にどのような影響を与えるかを明らかにする必要がある。本研究では高粒子束環境下と磁場匀配環境下における非接触プラズマの粒子輸送特性について調査する。

直線型装置 Pilot-PSI は ITER のダイバータ領域で想定される高い粒子束($\sim 10^{24} \text{ s}^{-1}\text{m}^{-3}$)のプラズマを生成可能であり、磁力線方向に離れた 2 点間における熱・粒子束を定量的に評価することができる。図 1 に上流部と下流部(その間隔 0.5 m)で計測された(a)熱流束 q_u , q_d と(b)上流下流比のガス圧依存性を示す。ガス圧上昇に伴い q_d は減少し、18 Pa では上流から下流にかけて 90%以上もの熱流束が消滅した。この時電子温度は上流部で 3 eV だが下流部では 0.2 eV まで減少し、再結合過程が支配的なプラズマを生成している。このような低温プラズマでは熱流束が粒子束によって決定するため[2]、ガス圧上昇に伴う再結合の促進によって粒子束が低下し、熱流束が減少したと考えられる。

直線型装置 NAGDIS-II は磁場強度を局所的に変化させ、装置長 ~ 2 m にわたる粒子の輸送過程を観測することが可能である。上流磁場を 0.15 T と固定し、下流磁場 B_d を 0.05 T(発散磁場)と 0.2 T(収縮磁場)とし実験を行った。図 2 に(a)磁場強度 B と(b)粒子束の磁力線方向分布を示す。磁力線方向の輸送過程において非接触プラ

ズマによって粒子束が減少しているが、収縮磁場においてより大きな減少が観測された。収縮磁場における密度の上昇と電子温度の低下が再結合過程を促進させたと考えられる。

本研究の一部は、「自然科学研究における国際的学術拠点の形成」事業、双方向型共同研究(NIFS14KUGM094)およびJSPS 科研費 25289337、16H02440 の助成を受けた。

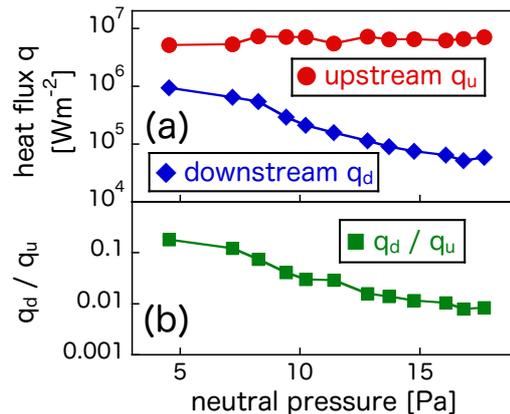


図 1 Pilot-PSI における(a)上流・下流の熱流束 q_u , q_d と(b)上流下流比 q_d/q_u .

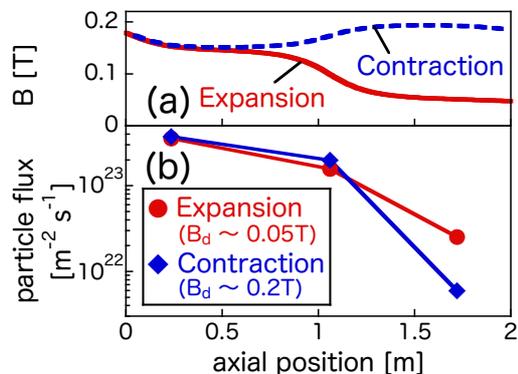


図 2 NAGDIS-II の(a)磁場強度 B と(b)粒子束の磁力線方向分布。

[1] R. Doerner, *et al.*, 25th IAEA Int. Conf. on Fusion Energy (St. Petersburg) MPT/P7-29.

[2] S. Takamura, *et al.*, Plasma Sources Sci. Technol. 11 (2002) A42.