

小型ダイバータプラズマ模擬試験装置を用いた先進プラズマ-壁相互作用研究 Advanced Study of Plasma-Wall Interaction by Using Compact Divertor Plasma Simulator

大野哲靖¹, 高木誠¹, 梶田信², 松波紀明³, 相良明男⁴, 時谷政行⁴,
栗下裕明⁵, 四竈樹男⁵, 吉田直亮⁶

Noriyasu OHNO¹, Makoto TAKAGI¹, Shin KAJITA², Noriaki MATSUNAMI³, Akio SAGARA⁴,
Masayuki TOKITANI⁴, Hiroaki KURISITA⁵, Tatsuo SIKAMA⁶, Naoaki YOSHIDA⁶

名大院工¹, 名大エコ², 名城大³, 核融合研⁴, 東北大金研⁵, 九大応力研⁶
Grad. Sch. Eng. Nagoya Univ.¹, ETSI, Nagoya Univ.², Meijyo Univ.³, NIFS⁴,
IMR, Tohoku Univ.⁵, RIAM Kyushu Univ.⁶

核融合プラズマの長時間保持のためにはプラズマ対向壁での粒子制御が鍵である。特に水素同位体の装置内壁及び構造材料での挙動を把握し、その動的挙動を予測することが極めて重要課題となっている。また中性子照射により導入された照射欠陥が水素同位体の捕獲サイトとして作用し水素同位体のリテンションが急増することが波多野らの研究 [1] により明らかにされ、大きな問題となっている。捕獲サイトとしての efficiency を照射欠陥の種類・量との関連で明らかにすることは学術的にも工学的にも非常に重要である。

現在、ポストテキストール協定によって直線型ダイバータプラズマ模擬試験装置群を活用した周辺プラズマならびにプラズマ-壁相互作用研究が計画されている。独国ユーリッヒ研究所では、放射線管理区域内でのプラズマ照射研究を可能とするために直線型プラズマ照射装置を設置した大型のホットラボの建設が進められるなど、各国で原型炉設計に資するプラズマ-壁相互作用研究のための新しい研究プラットフォームの開発が進められている。

一方、既存の実験施設（加速器やホットラボ）などを活用し、直線型プラズマ照射装置と組み合わせることで、上記の研究課題に取り組む研究プラットフォームを構築することが可能であると考えられる。しかし、核融合炉で想定されるダイバータプラズマの模擬のためには、電子密度 10^{19}m^{-3} を超える定常プラズマの生成が必要である。このようなプラズマ生成には比較的大きな装置が必要であり、既存の実験施設への設置が困難であった。

以上の背景のもと、名古屋大学において電子密度 10^{19}m^{-3} を超える定常プラズマが生成可能な小型ダイバータプラズマ模擬試験装置を開発し、既存の施設への設置を可能とした。本発表では、開発した小型ダイバータプラズマ模擬試験装置の概要を報告するとともに、(1) 名古屋大学バンデグラフ加速器施設のイオンビーム解析装置を用いた高密度プラズマ照射下での重水素吸蔵量のその場計測、(2) 東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センターでの中性子照射材へのプラズマ照射研究計画の概要について報告する。

(1) に関しては、高熱流プラズマ照射-イオンビーム解析複合装置 PS-DIBA を開発し、高フラックスのプラズマ照射と同時に、 He^3 ビームによる核反応分析法 (Nuclear Reaction Analysis) を用いてプラズマ照射環境下および直後の水素リテンション量のその場計測を行った。炭素材中の動的リテンション量の直接計測と水素原子のイオン粒子束依存性、炭素材料中の重水素-軽水素置換のダイナミクスなどの物理機構を明らかにした。

(2) に関しては、中性子照射材へのプラズマ照射研究を実施するための昇温脱離装置 (TDS) 連結型小型ダイバータプラズマ模擬試験装置 (図 1) の設計及び開発の現状と今後の研究計画について報告を行う。

本研究は、核融合科学研究所の LHD 計画共同研究 (NIFS08KOBP010, NIFS13KOBP026) の支援を受けて実施された。

[1] Y. Hatano, M. Shimada, V. K. Alimov, *et al.*, Journal of Nuclear Materials, **438**, S114 (2013).

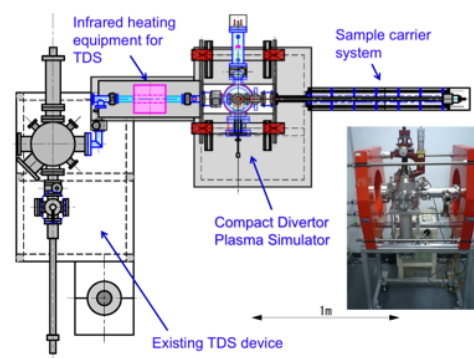


図 1: 昇温脱離装置 (TDS) 連結型小型ダイバータプラズマ模擬試験装置の概略図。