LHDにおける第一壁のヘリウム燃料粒子吸蔵分布評価 Evaluation of fuel helium retention distribution on the first wall in LHD

本島厳^{1,2}, 矢嶋美幸¹, 吉田直亮³, 増崎貴¹, 坂本隆一^{1,2}, 時谷政行^{1,2}, 田中宏彦⁴, 村瀬尊則¹, 永田大介¹, 松本謙司⁵, 宮本光貴⁶, 坂本瑞樹⁷, 山田弘司^{1,2}, 森崎友宏^{1,2}, LHD Experiment Group

G. Motojima^{1, 2}, M. Yajima¹, N. Yoshida³, S. Masuzaki¹, R. Sakamoto^{1, 2} et al.

¹核融合研,²総研大,³九州大学,⁴名古屋大学,⁵本田技研,⁶島根大学,⁷筑波大学 ¹NIFS, ²SOKENDAI, ³Kyushu Univ., ⁴Nagoya Univ., ⁵Honda R&D Co. Ltd., ⁶Shimane Univ., ⁷Tsukuba Univ.

燃料粒子制御を目的として、大型ヘリカル装置 (LHD)の長時間プラズマ放電に対するグローバ ル粒子バランス解析および試料解析を行った結 果、さらには第一壁の反射率測定による堆積層分 布測定の結果、以下のことが明らかとなった。

1) ヘリウムを燃料とする ICH+ECH (加熱パワ ー合計 1.2 MW,電子密度 1×10¹⁹ m⁻³) 48 分間 長時間放電において粒子バランス解析を行い、動 的な壁粒子吸蔵特性を見出した(図 1 (a)-(c)) [1]。

2)動的な壁粒子吸蔵特性は、ダイバータ板(炭素)と第一壁(ステンレス鋼)それぞれの粒子吸蔵に対する温度依存性から説明可能であることがわかった[2]。

3) ヘリウムの粒子吸蔵に重要な役割を担ってい る炭素を主成分とする堆積層分布の色測定解析 による定量的な評価から、大半径外側およびダイ バータ板近傍の第一壁部分などが主な粒子吸蔵 領域であることが示唆された[3]。

グローバル粒子バランス解析では、ガスパフで 入射した中性粒子数からプラズマ粒子数、真空容 器内中性粒子数、真空ポンプによって排気された 中性粒子数を差し引くことにより壁の粒子吸蔵 量を得ている。48分間の長時間放電における粒子 バランス解析の結果、壁の粒子吸蔵特性は動的に 変化し、放電時間の中で3つのフェーズに分けら れることがわかった。本講演では、壁の粒子吸蔵 特性のメカニズムについて、材料照射試験結果を 用いて議論している。ステンレス製の第一壁に関 しては試料駆動装置を用いた実験により、その粒 子吸蔵特性が報告されており[4]、炭素と鉄を含む 堆積層が表面に形成される際にヘリウムが共堆 積により堆積層中に捕捉されることがわかって いる。一方で、炭素材からなるダイバータ板に関 してもヘリウムビーム照射実験によりヘリウム 捕捉量が調べられている[5]。これらの材料照射試 験結果から第一壁およびダイバータ板の温度上 昇の違いによる粒子放出挙動の差異により動的 な壁粒子吸蔵特性が説明可能であることが示さ れた(図1(d))。上で述べたように、堆積層は壁 の粒子吸蔵に重要な役割を担っており、その定量 的評価が壁粒子吸蔵特性理解のためには重要で ある。本研究では反射率と等価である色と堆積層 の膜厚が指数関数的な関係性を有することを見 出し、試料解析では不可能だった第一壁の広範囲 な堆積層の定量的評価を可能にした。その結果、 第一壁の中で堆積優位な領域を同定することが できた。

本講演では、上記 3)の堆積層の分布測定結果を 詳細に報告する予定である。



図 1:48 分間放電の(a)プラズマパラメータ、(b)加 熱パワー、(c)グローバル粒子バランス解析結果、(d) ダイバータ、堆積層の粒子吸蔵の定性的特性。

 G. Motojima *et al.*, J. Nucl. Mat. **463** (2015) 1080.
G. Motojima *et al.*, 2016 Proc. 26th Fusion Energy Conf. (Kyoto, 17–22 Oct. 2016) EX/P8-3.

[3] G. Motojima *et al.*, Plasma. Fus. Res. **10** (2015) 1202074.

[4] M. Tokitani et al., J. Nucl. Mat. 463 (2015) 91.

[5] M. Oya et al., to be submitted to J. Nucl. Mat.