

QUEST装置における粒子リサイクリングに伴う水素、ヘリウムの壁吸蔵・放出の評価

Evaluation of H₂/He wall pumping/fuelling on particle recycling in QUEST

井上雄貴¹, 関子秀樹², 坂本瑞樹³, 花田和明², 廣岡慶彦⁴, 中村一男², 藤澤彰英²,
出射浩², 永島芳彦², 長谷川真²
Y. Inoue¹, H. Zushi², M. Sakamoto³, K. Hanada², Y. Hirooka⁴, K. Nakamura², A. Fujisawa²,
H. Idi², Y. Nagashima², M. Hasegawa²

九大総理工¹, 九大応力研², 筑波大学³, 核融合研⁴
IGSES Kyushu Univ¹, RIAM Kyushu Univ², Tsukuba Univ³, NIFS⁴

研究概要

核融合装置では、プラズマ・壁相互作用 (PWI: Plasma wall interaction) により、粒子 (水素・ヘリウム) が真空容器壁に吸蔵・放出されることが知られている[1]。この現象はプラズマ対向壁材料やプラズマ放電条件によってその量に変化し、プラズマ密度の定常維持を困難にするため、定量的に評価する必要がある課題である。真空容器壁に吸蔵・放出される粒子数は、プラズマ放電実験中に入射したガス (水素・ヘリウム) の履歴により変化し[2]、また入射するガス圧やプラズマ放電実験期間の進行によっても変化する[3]。

本研究では九州大学のQUESTを用いて実験をおこない、プラズマ放電実験中に真空容器壁に放出・吸蔵される粒子数を、入射ガス圧による変化、実験期間の進行による変化、プラズマ放電中の時間変化を各粒子 (水素・ヘリウム) について系統的に評価する。

実験装置・実験方法

QUEST真空容器のプラズマ対向壁は、タングステンとSUS316Lから構成される。CRYOポンプ2台とTMP1台によって排気している。TMP配管にはQMS (Quadrupole Mass Spectrometer: 四重極型質量分析器) を設置しガス分圧を測定している。真空容器内圧力はFIG (fast ionization gauge) により測定をおこなっている。入射する各ガス量は差圧計を用いて測定している。

真空容器壁のガス吸蔵・放出量を評価する実験方法として、プラズマ放電中に排気をおこなわずに真空容器を封じ切った状態で、真空容器内のガス圧 (全圧・分圧) の変化のみで評価する方法をおこなった。

結果・考察

図1に入射したガス圧に対する壁吸蔵・放出量を水素・ヘリウムについて示す。真空容器を封じ切った状態でガスを入射しプラズマ放電 (~6s) をおこない、その時の真空容器内分圧の増減から壁吸蔵・放出量を求めた。縦軸は入射したガス圧に対する壁吸蔵・放出量の比で、横軸は入射したガス圧である。□が水素、△がヘリウムである。実験は放電洗浄後から日を隔てて3回おこない、実験日の違いは色の違いで示している。水素ガスの実験では、入射ガス圧が高いほど壁吸蔵の傾向が強まり、実験時期による変化はあまり見られない。ヘリウムガスの実験では、入射ガスが低いほど壁

吸蔵の傾向が強まり、水素ガスと逆の傾向を示す。また図中矢印のように実験時期の進行により、より吸蔵の傾向が強まっている。

図2は真空容器を封じ切った状態で、水素ガスを入射したプラズマ放電中 (20s) の壁吸蔵・放出量の時間変化を示している。縦軸はガス圧を時間微分したもの、横軸は時間軸である。赤線が真空容器圧力、青点線が入射ガス量、黒線が壁吸蔵・放出量の時間微分である。また、緑線はプラズマ放電を表している。プラズマ放電開始と同時に真空容器壁は吸蔵の傾向を示し、入射したガス量のほとんどを吸蔵している。放電が終わると真空容器壁は放出の傾向になり、その放出率はゆっくりと減少している。この時の真空容器圧力は8E-3[Pa]であり、図1の壁吸蔵・放出量のガス圧依存性と同一ような吸蔵量になった。同様なヘリウムの実験では、実験時期が図1の頃より進行しているため、図1のガス圧依存性よりも、高い壁吸蔵の傾向を示した。

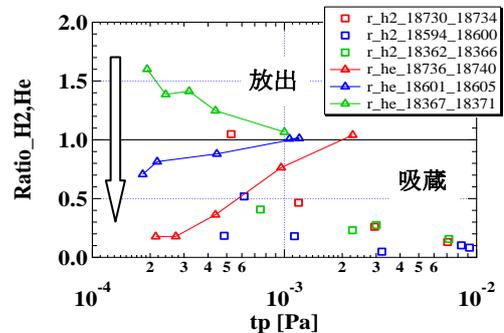


図1 壁吸蔵・放出量のガス圧依存性

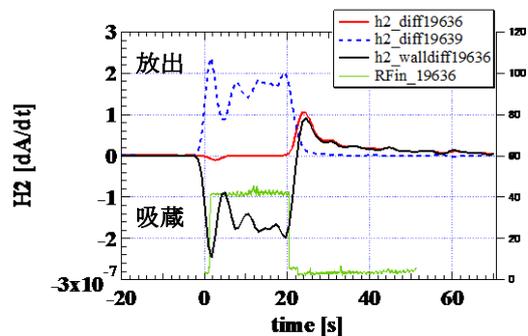


図2 プラズマ放電中の壁吸蔵・放出量

[1] M. Sakamoto, Plasma Fusion Res. Vol.84, No.12 (2008) 918-923
[2] H. Suzuki et al., Journal of Nuclear Materials 313-316 (2003) 297-301
[3] S. K. Sharma, Journal of Nuclear Materials 420 (2012) 83-93