

QUESTにおける長時間放電後対向壁から放出された水素アウトガスの評価 Estimation of hydrogen outgassing from the vessel wall after the long duration discharge in QUEST

龍昊¹、花田和明²、中村一男²、藤澤彰英²、出射 浩²、永島芳彦²、長谷川 真²、川崎昌二²、東島亜紀²、Kuzmin Arseniy²、恩地拓己²、黒田賢剛²、永田貴大²、御手洗 修³、福山 淳⁴、高瀬雄一⁵、QUEST グループ
Hao LONG¹, Kazuaki HANADA², Kazuo NAKAMURA², Akihide FUJISAWA², Hiroshi IDEI², et al.

九大総理工¹、九大応力研²、東海大³、京大⁴、東大⁵
IGSES, Kyushu Univ. ¹, RIAM, Kyushu Univ. ², Tokai Univ. ³, Kyoto Univ. ⁴, Univ. of Tokyo ⁵

1. 研究背景・目的

核融合発電を実現するためにプラズマの定常運転(SSO)は重要である。SSOには、プラズマ壁・相互作用の理解が必要であり、特にプラズマ対向壁(PFW)での水素吸蔵及び放出は燃料水素循環に大きな影響を与えることが知られている。

球状トカマク装置QUESTは、プラズマの定常運転が可能で、ステンレス鋼(SS)及び大気プラズマ溶射タングステン(APS-W)からなる金属PFWの温度制御可能な高温壁を有する世界で唯一の装置である。本研究では、高温壁と定常運転機能を活用して、1000秒以上の長時間放電直後の壁全体からの水素放出束を計測することで壁の放出特性を調べた。排気束は放電後すぐにピークを迎えてその後減衰するが、ピークの時間では放出束と排気束が釣り合っていると考えて、ピーク時のみを計測対象とした。

真空容器全体での水素吸蔵量 H_{wall} は、校正されたフローメータによる入射束計測と毎日実験前後に行われる校正ショットから算出された排気束の差を時間的に積分することで得ることができる。壁への入射束は、定常状態では単位時間に生成されるイオン化数（イオン化率）と荷電交換による中性粒子化数（荷電交換率）の合計で決まる。イオン化率と荷電交換率はQUESTの電子温度、電子密度の範囲では $H\alpha$ 線強度に比例することが衝突放射(CR)モデルから予想されている (Fig.1)。プラズマ放電は $H\alpha$ 線強度が一定になるようにガス供給が制御されており、対向壁から放出された水素のみで $H\alpha$ 線強度が指定した値に維持できる状態（壁飽和： $\Gamma_{in} = \Gamma_{out}$ ここで壁全体への水素入射束を Γ_{in} 、壁全体からの放出束を Γ_{out} とする。）に達

した放電で計測した放出束と $H\alpha$ 線強度の関係を Fig.2 に示す。放電が終了した後は $\Gamma_{in} = 0$ なので、排気束より壁全体からの放出束 Γ_{out} が計測できることになる。計測された放出束は $H\alpha$ と良い比例関係にあり、壁温には依存していない。このことは $H\alpha$ 線強度が Γ_{in} の良いモニタになっていることを表している。QUESTの長時間放電では $H\alpha$ 線強度を一定に保つ制御をしており、このことは放電中に Γ_{in} を制御していることを意味していることがわかる。

講演ではさらなる Γ_{out} の計測に基づいて Γ_{out} を決定している要因について考察する予定である。

2. 結果

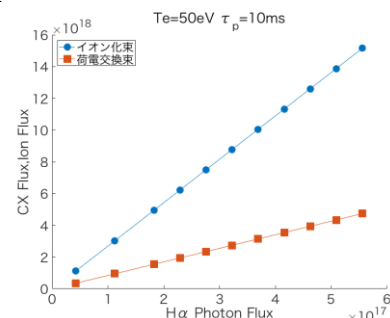


Fig.1 $H\alpha$ と Γ_{in} の関係

QUEST 長時間放電における実測電子温度 $T_e=50\text{eV}$ 、閉じ込め時間 $\tau_p=10\text{ms}$ を用いて算出した CR モデルによるイオン化率、荷電交換率と $H\alpha$ 線強度の関係

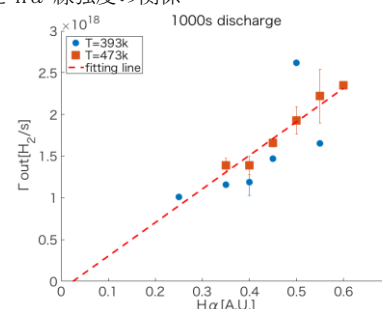


Fig.2 $H\alpha$ と Γ_{out} の関係