

QUESTにおける高速試料搬送装置 (FESTA) を用いたヘリウム吸蔵タングステン試料からの水素・ヘリウムリサイクリングの評価

Evaluation of the hydrogen・helium recycling from a helium pre-injected tungsten sample using Fast Ejecting System of Targeted Sample (FESTA) on QUEST

岳 其霖¹、花田 和明²、吉田 直亮²、島袋 瞬²、大宅 諒²、出射 浩²、恩地 拓己²、黒田 賢剛²、池添 竜也²、井戸 毅²、河野 香²、長谷川 真²、東島 亜紀²、永田 貴大²、川崎 昌二²
 Oilin YUE¹, Kazuaki HANADA², Makoto OYA³, Hiroshi IDEI², Takumi ONCHI², Kengoh KURODA², Naoaki YOSHIDA², Ryuya IKEZOE², Takashi IDO², Kaori KONO², Makoto HASEGAWA², Shun SHIMABUKURO², Aki HIGASHIJIMA², Takahiro NAGATA², Shoji KAWASAKI²

1) 九大総理工、2) 九大応力研、3) 総合理工学研究院

1) IGSES, Kyushu Univ., 2) RIAM, Kyushu Univ., 3) FES, Kyushu Univ.

研究概要

核融合炉内のDT核融合反応により生成された高エネルギーヘリウム (He) 原子核はプラズマ放電中に壁内に侵入し、He集合体やHeバブルを形成する[1]。壁内Heはプラズマとの相互作用によりプラズマ内にリサイクルして、燃料希釈を引き起こす可能性がある。また、固体表面改変効果により、壁内の燃料粒子の挙動を変化させ、燃料粒子のリサイクリングに影響を与える可能性も指摘されている。耐高温、耐侵食性、低放射化などの性質を持つタングステンは将来の核融合炉のプラズマ対向壁・ダイバータの有望な材料候補されているため、タングステン内のHe挙動の研究は重要である。

本研究では、開発した高速試料搬送装置 (FESTA) [2]を用い、入射エネルギー3 keV、フルエンス $1 \times 10^{21} \text{ m}^{-2}$ のHeを照射したタングステン試料をプラズマ実験装置QUESTの長時間水素プラズマに曝露した。試料からの水素・Heリサイクリングを計測し、その結果について報告する。

試料準備&実験概要

室温でピュアなタングステン試料 (ニラコ製、 $16 \text{ mm} \times 28 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm}$) 表面にHeビーム照射を行った。TRIMコード[3]の計算結果から後方散乱率は39%となるため、約 $6 \times 10^{20} \text{ m}^{-2}$ のHe原子が吸蔵されたと考えられる。

タングステン試料をFESTAを用いてプラズマ実験装置QUESTの長時間水素プラズマに910 s曝露することを3回繰り返し、放電ごとに水素とHeの放出束を計測した。プラズマ曝露中、タ

ングステン試料表面の温度は $\sim 370 \text{ K}$ と計測され、各放電の間隔は計測と粒子放出に十分な70分としている。

実験結果

下図に示すように、タングステン試料からの水素リサイクリングは大きく変化していなかった。また、放電ごとの放出束もほぼ同じであった。一方、He放出束は曝露を重ねることに減少することが確認された。発表では、実験結果の解析結果について議論する。

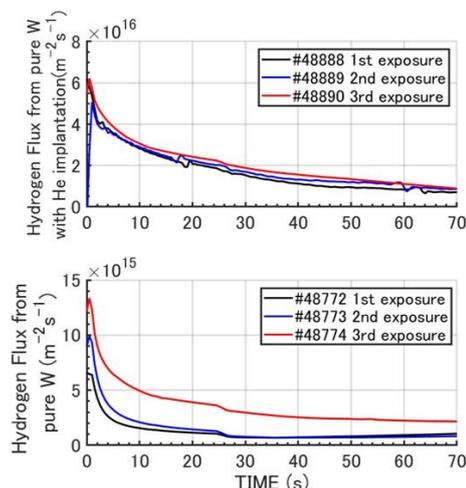


図 タングステン試料からの水素放出束の時間発展 (上: He吸蔵させたタングステン試料; 下: He吸蔵させていないタングステン試料)

[1] Z.J. Bergstrom, Fusion Sci. and Tech. 2016

[2] Q. Yue et al. 2020 Plasma Fusion Res. 15 240201

[3] J. F. Ziegler & J. P. Biersack The Stopping and Range of Ions in Matter Vol. 2-6, Pergamon Press, 1977-1985