

## 高温プラズマ閉じ込め実験装置における水素リサイクリングの能動的制御法の確立

研究代表者名

九州大学・応用力学研究所・徳永 和 俊

研究分担者名

九州大学・応用力学研究所・荒木 邦 明、藤原 正、宮本 好 雄

東北大学・金属材料研究所・永田 晋 二

名城大学・理工学部 土屋 文

核融合科学研究所 時谷 政 行

富山大学・水素同位体科学研究センター 松山 政 夫、阿部 信 介

## 1. はじめに

次世代の基幹的なエネルギー源として磁場閉じ込めによるプラズマを用いた核融合発電が計画・研究されている。これまで、既に、核融合反応が発生することが実証され、今後、プラズマ放電の定常化及び炉工学的な課題に関して研究が進められる予定である。この核融合炉では、燃料として水素同位体を使用し、炉の定常運転には、第一壁・ブランケットにおける水素同位体のリサイクリングを能動的に制御することが不可欠である。そのためには、プラズマの制御のみならず、第一壁材料内での水素の挙動を熟知し、それに基づいて放電中の水素の吸・放出を制御することが必要である。

本研究では、将来のデモ炉以降の第一壁・ブランケットの表面材料の候補材料となっているタングステンプラズマ対向材料とする九州大学応用力学研究所のプラズマ閉じ込め実験装置である球状トカマク QUEST 装置における水素リサイクリングの能動的制御法の確立を目指す。そのため、この球状トカマク QUEST 装置の真空容器壁に設置した試料や真空容器壁近傍に導入した試料について、その表面や第一壁表面のかなりの部分を覆い水素リサイクリングの鍵を握ることがわかってきた再堆積層に注目し、これらの試料の水素の吸・放出特性に関する基礎研究を行う。

## 2. 研究経過

九州大学応用力学研究所の球状トカマク QUEST 装置の真空容器壁表面に試料(長期設置試料)を固定し、一連のプラズマ放電実験後の大気開放時に試料を取り出し、X線光電子分光分析器(XPS)及び加速器(RBS, ERD)等を用いて、分析・観察を行った。さらに、T 曝露装置を用いて T を含む水素同位体に曝露し、イメージングプレート(IP)法及び Ar 中での  $\beta$  線誘起 X 線計測(BIXS)法により T の吸収・保持特性を調べた。試料は、設置時期の異なる 2 種類の SUS316L である。T の曝露時間は 4 時間、曝露圧力は 1.3 kPa、トリチウム濃度は 5% である。

## 3. 研究成果

第 3 サイクル時に設置した試料(2009 年 11 月に取り付け、2010 年 4 月に取り出し)表面には、XPS の結果から炭素を主成分とする再堆積層が形成されていることがわかった。また、この再堆積層の厚みは数 10 nm 程度であると考えられ、また、ERD 分析の結果、放電ガスである軽水素(H)が共堆積していることがわかった。図 1 には 400°C で予備排気後、350°C で曝露した場合の BIXS 測定結果を示した。表面近傍の T から放出される  $\beta$  線による Ar( $K\alpha$ )線と共に SUS316L の成分元素に由来する Fe( $K\alpha$ )線等や制動 X 線が検出された。また、IP 法により、T 量を長期設置試料と未使用の試料と比較すると、長期設置試料の方が室温曝露で 4.6 倍、350°C 曝露で 2.5 倍と大きい。一方、第 7 サイクル時に設置した試料(2011 年 10 月に取り付け、2012 年 2 月に取り出し)では、Fe, Cr, W 及び 0 を主成分とする再堆積層が形成されており、厚みは第 3 サイクル時に比べ 1/10 程度であると考えられ、また、ERD 分析の結果、表面近傍の H はほぼ未照射試料と同等であることがわかった。この試料においても、プラズマ実験時の壁温度である 100°C で予備排気後、100°C で T 曝露した場合、IP 測定による T の保持量は、未使用の試料と比較し 8.6 倍大きく、再堆積層が存在すると T の保持量が增大することがわかった。

## 4. まとめ

本研究の結果は、再堆積層は T の保持量に影響を及ぼしており、再堆積層の影響を考慮した T 量の評価が必要なことを示している。今後、さらに、再堆積層の組織、構造と T の保持・放出挙動の詳細に関して温度依存性を含めて研究を進展させる必要がある。

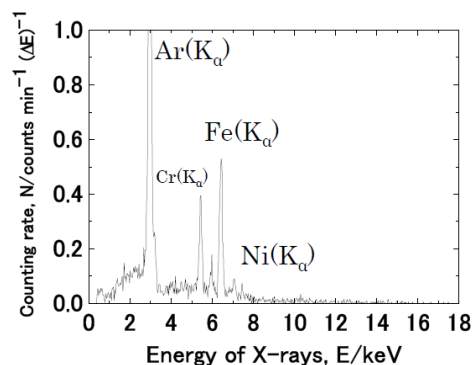


図 1 BIXS測定結果