

核融合工学部会セッション

JT-60SA と炉工学研究のつながり

Relation between JT-60SA and fusion reactor engineering research

(4) プラズマ実験装置におけるプラズマ対向壁工学研究

(4) Engineering research on plasma-facing walls in plasma experimental machines

*増崎 貴^{1,2}¹核融合研, ²総研大

1. はじめに

プラズマ対向壁工学研究は、直線型プラズマ装置でも精力的に行われているが、ここでは JT-60SA を念頭に置き、トカマク型装置やヘリカル型装置のような環状磁場閉じ込めプラズマ実験装置における研究を紹介する。このような装置では、磁場強度やプラズマ対向壁への磁力線の入射角、磁力線長、プラズマ中の不純物輸送、ELMs やディスラプションの発生などが将来の核融合炉に近いため、使用したプラズマ対向壁の分析とその結果を基にした核融合炉におけるプラズマ・壁相互作用の予測や、核融合炉用のダイバータ受熱板構造の試験などが行われている。

2. JET ITER-Like Wall 実験におけるプラズマ対向壁工学研究

2013 年度から日欧間の BA 活動の一つとして、JET の ITER-Like Wall (ILW) 実験で使用したリミタ・ダイバータ板から切り出した試料や実験後に真空容器内で採取されたダスト試料が現 QST 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所（以後、六ヶ所研）に輸送され、そこで大学と NIFS、QST、欧州の研究者が共同で分析を行っている。ILW 実験ではダイバータ板材料はタングステンまたはタングステン被覆炭素材、リミタ材料がベリリウムであり、また重水素プラズマ実験中には DD 反応で中性子とトリチウムが生成されるため、ベリリウムとトリチウム、放射化材料の取扱いが可能な同研究所で分析が行われ、多くの成果が得られている。本発表ではプラズマ対向壁工学研究に関わる成果を紹介する。

2-1. プラズマ対向面の表面分析

プラズマ照射による対向壁表面の微細構造変化は対向壁の熱特性や機械強度、寿命に関わる。この分析は、NIFS と島根大が集束イオンビーム加工装置と電子顕微鏡を用いて進めている。

2-2. プラズマ対向壁やダストへのトリチウム蓄積分析

対向壁やダストへのトリチウム蓄積は、核融合炉におけるトリチウム収支や安全性に関わる。多様な分析手法は六ヶ所研でのトリチウム分析の特長である。昇温脱離ガス分析、イメージングプレート法、ベータ線誘起 X 線分光計測 (BIXS)、液体シンチレーション法、燃焼法、化学的エッチング法などのトリチウム分析手法と、電子顕微鏡、組成分析法、化学状態分析法を組み合わせ、富山大、静岡大、近畿大、茨城大、NIFS が共同で分析を行っている。

3. 環状プラズマ実験装置におけるプラズマ対向壁コンポーネント試験、材料のプラズマ曝露実験など

WEST や EAST では、ITER で用いられるのと同様のタングステンモノブロック型の水冷ダイバータ板を設置して実機環境での試験を行っている。また、ダイバータプラズマに材料試料を挿入することができるマニピュレータを用いた実験が、ASDEX-Upgrade、DIII-D、LHD などで行われている。

4. まとめ

上述の環状プラズマ装置における実験、分析や試験、直線型プラズマ装置や電子ビーム・イオンビームを用いた実験、そして計算機シミュレーションが協同することにより、核融合炉環境におけるプラズマ対向壁の工学的課題が解決されていく。JT-60SA においても JET 試料の分析のように、大学が共同で実験・分析に参加することが望まれる。どのような研究ができるか、議論を期待する。

*Suguru Masuzaki^{1,2}¹NIFS, ²SOKENDAI