

30E30P

方向性マテリアルプローブを用いたLHDにおける堆積層形成機構研究 Study of deposition layer formation in LHD using directional material probes

増崎 貴¹、時谷政行¹、バワンカ・プラカシュ²、LHD実験グループ
Suguru MASUZAKI¹, Masayuki TOKITANI¹, Prakash BAWANKA², LHD experiment group

核融合研¹、総研大²
NIFS, SOKENDAI²

1. 概要

プラズマとの相互作用で損耗したプラズマ対向壁材料の再堆積は、燃料である三重水素の炉内蓄積や安全上問題となるダストの生成の原因となる。そのため材料の再堆積機構の解明は、核融合エネルギーの実用化のために重要な研究課題である。本研究では方向性マテリアルプローブを用いて再堆積層形成の方向性を調べ、プラズマの流れの方向や磁力線の方向、近傍のプラズマ対向壁位置、再堆積に方向性が現れる物理機構を明らかにすることを目的とする。得られた結果を基に、将来の核融合炉真空容器内で、どこにどのように再堆積層が形成されるか、予測可能なモデルを構築することを目指している。

2. 方向性マテリアルプローブ

本研究の特徴は、極めて単純な構造の方向性マテリアルプローブ (DMP) を用いることにある。DMP は、LHD でのマテリアルプローブ上や真空容器内機器上に、方向性をもった堆積層が形成されることから着想を得たものであり、図1に示すように基板上にピンを立てた構造である。基板上に堆積物が方向性をもって飛来すれば、ピンの影には再堆積層は形成されない、あるいは周りよりも薄くなると考えられる。もし、堆積物の飛来方向がランダムであれば、堆積層厚さは均等になるだろう。これらの観察は、堆積層形成機構理解のために重要なデータとなる。DMP の場合、方向性のデータに限れば、解析にはそれほど時間はかからない。基板上に堆積層ができれば、基板表面の

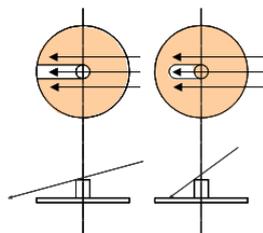


図1 方向性マテリアルプローブ概要図。堆積物飛来方向(矢印)と、期待される再堆積層(ハッチ部)の形成。

変色が起き、ピンの影を確認することができる。そのため、多くの試料をプラズマ真空容器内の多くの場所に設置しても分析を行うことが十分に可能となる。真空容器内の堆積物飛来方向マップを作成することができるのである。さらに、外観だけではなく、詳細な表面分析を行うことで、堆積物の種類ごとに堆積の方向性を調べることも可能である。

3. 初期観察結果

2010年と2011年のLHD実験で、複数のDMPを実験期間中、LHD第一壁上に設置した。実験終了後に取り出し、表面観察及び分析を行った。図2は、2010年にLHDのトーラス外側部及び内側部に設置したDMPの、設置状況と取り出した後の写真である。いずれのDMP上にも堆積層が形成されているが、トーラス外側DMPには方向性が見られないが、内側DMPには方向性が明確に見える。内側DMP近傍には2条のダイバータ板列があるが、堆積物はDMPから遠い方のダイバータ板から直接飛来したと考えると形成された方向性が説明できる。

発表ではさらに多くの場所に設置したDMPの分析結果を示し、堆積層形成機構について議論する。

謝辞

九州大学の吉田直亮先生、渡辺英雄先生、富山大学の波多野先生にはDMPの表面分析でたいへんお世話になっており、感謝申し上げます。本研究は科学研究費補助金(23656579)を受けて行なっています。

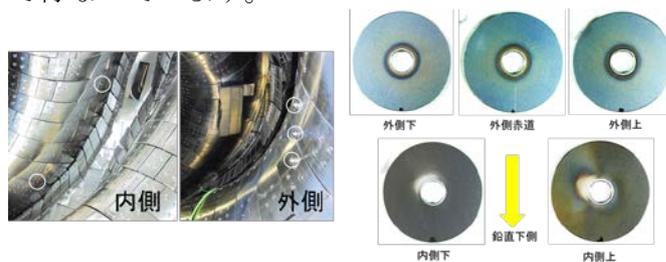


図2 (左)DMP設置位置(白丸)、(右)取り出したDMP