

フルタングステンダイバータについての評価項目コメント

ITER で最初から W ダイバータを使うに場合に、

- i) 評価項目と判断基準
- ii) それにそった世界の研究結果のアセスメント
- iii) 残された課題
- iv) 評価結果のドラフト

コメント

- ・ 物理議論だと基準が明確にできないと思う(経験の方が重要?)
実際は、運転上どの程度シビアかが基準となるかもしれない。例えば、
 - (1) 事故や長期間の修理・メンテナンス
 - (2) コミッショニングをクリア不可能、寿命を縮めることになる
 - (3) 高閉じ込め性能や長時間運転が不可能
 - (4) 損耗や溶融の可能性はあるが、コンディショニングにより実験可能
- ・ 日本からは、コアプラズマ研究をレビューできるほど経験や寄与は難しい
- ・ コアプラズマ蓄積・制御への意見を出すことは必要
- ・ 外側ダイバータを受徴すると思われる日本は、特に問題となりうる工学的基準やPWI基準を示すことが重要
- ・ 長崎ITPAの際に、DT運転でのフルタングステンダイバータの問題点を指摘したので、その条件もさらに具体的に示す

コアプラズマにおけるタングステンの蓄積まとめ 1

J. Plasma Fusion Res. Vol.87, No.9 (2011) 575-615、JET-ILW以前のダイバータ実験まとめ

- 第一壁およびダイバータ板すべてをタングステン・タイルにしたAUGを中心に、JT-60U、C-MODおよびTEXTORで行われた高閉じ込め性能のコア・プラズマへのタングステン・イオンの蓄積や制御研究も進展している。
- **発生源の低減**： コア・プラズマへの主な不純物源としては、ダイバータよりも遮蔽効果の低い主プラズマ周辺のリミターや第一壁から、高温のELMプラズマあるいはICRF入射時の軽不純物イオンの照射によりタングステンの損耗が増加することが問題
 - ⇒ 定常運転が行われる核融合炉では、壁のコーティングによる対策よりもELMの低減やアンテナ付近のシース電場の低減が必要となる。
- **コアプラズマへの蓄積と制御**： 高Zイオンのコア・プラズマへの蓄積は、必ずしも発生量とは比例せず、密度分布のピーキングと共に増加する傾向が多く、の装置で観測されている。
 - JT-60Uではダイバータ板から発生したタングステン・イオンでも、プラズマ内部の負電場あるいはCTR回転が強い場合に蓄積

コアプラズマにおけるタングステンの蓄積まとめ 2

⇒ タングステンの蓄積を抑制あるいは低減するには、プラズマ中心付近での電子温度と密度分布の制御が重要であることが明らかになってきた。

蓄積の抑制手法として、RFによる中心加熱、ガスパフによる密度分布の平坦化(あるいは、それによるELM周波数の増加)、またMHDイベント(鋸状振動およびELM)を利用する制御があり、EC加熱とガスパフは複数の実験で確認されている。

しかし、高温の炉心プラズマ実験での蓄積の経験と制御はまだ豊富とは言えず、今後の研究課題としては、大きな熱流と粒子負荷での実験環境でタングステン蓄積過程の本質的な理解とそれに対応した制御方法の開発が必要である。

具体的には、

- (1) 高温で高密度のコアプラズマで、EC加熱とガスパフ以外にも信頼できる制御手法を複数の装置で見いだすこと、
- (2) タングステン・イオンの蓄積機構と同時に異常輸送などによる排出機構を理解し、タングステン制御をモデル化することが期待される。

コアプラズマにおけるタングステンの蓄積まとめ 3

- (3) さらに高い閉じ込め性能のプラズマ運転シナリオを考える際には、定常制御と同時に内部輸送障壁内での高Z不純物の蓄積制御を得なければならない。
- (4) IC加熱中やELMプラズマが照射される特定の場所からの発生を長時間の運転にわたり低減する手法も重要である。
- (5) ITER等の核融合炉の高温プラズマでは、さらに高電離となるタングステン・イオンの信頼できる評価をおこなうために、実験装置や分光較正用施設を利用して、分光ラインと強度の評価データを準備することも必要である。
- (6) 現状のトカマク実験ではディスラプションの緩和や回避手法はいまだ不十分。プラズマ崩壊で放出されるプラズマや放射損失によるパルス熱負荷の集中を低減するとともに、逃走電子の発生を抑制する必要がある。
現在もタングステン壁での実験報告は少なく、タングステン対向材トカマクにおける経験とパルス熱負荷集中の低減手法の開発は不可欠である。