

原型炉 SlimCS のダイバータプラズマシミュレーション

星野一生¹, 清水勝宏², 朝倉伸幸¹, 滝塚知典³, 中村誠¹, 飛田健次¹

¹ 原子力機構 青森研究開発センター

² 原子力機構 那珂核融合研究所

³ 大阪大学

原子力機構で概念設計を進めている原型炉概念SlimCS[1, 2]は、核融合出力 3GW、低アスペクト比、小型の中心ソレノイドコイルを採用し、経済的に優れた原型炉を目指している。SlimCSでは、炉心から周辺・ダイバータ領域へ排出される熱は500-600MWと見積もられ、これはITERの5-6倍の熱量に当たる。一方、厳しい中性子照射環境であることからダイバータに採用できる材料が限定されるため、ダイバータで許容できる熱負荷はITERの10MW/m²より低くなる。したがって、周辺・ダイバータ領域における膨大な熱の制御は、原型炉設計において非常に重要かつ困難な課題となっている。

SlimCSのダイバータ設計は、統合ダイバータコードSONIC[3, 4]を用いて進められている。ダイバータの基本概念はITERを参考に、非接触ダイバータプラズマを形成しやすくするために、V型コーナーの導入や燃料及びAr不純物の強いガスパフを採用している。この結果、SONICシミュレーションにおいて部分非接触ダイバータプラズマの形成が確認され、外側ダイバータにおける熱負荷は70MW/m²から10MW/m²程度に低減できた[5]。現在、さらに熱負荷を低減させ将来のダイバータ設計に役立てるため、ダイバータ形状効果、Ar不純物ガスの輸送効果等の検討を進めると共に、シミュレーションで用いている各種仮定が熱負荷評価に与える影響についても調べている。

シミュレーションの一例として、ダイバータ形状による不純物放射分布の違いを図に示す。これまでの形状 (a)標準形状) では、不純物放射はダイバータのごく近傍に集中しており、不純物により放射させたエネルギーが再びダイバータ熱負荷となっていた。これに対し、ダイバータレッグ (X点からダイバータまでの距離) を長くした(b)ロングレッグケースでは、ダイバータの電子温度が低下し放射分布は上流へと移動した。この結果、不純物による放射エネルギーは広範囲の壁に分散し、ダイバータ熱負荷はピーク値で15MW/m²から10MW/m²まで低下した。

発表では、この他にもこれまでのSlimCSのSONICシミュレーションの結果や、最近の検討について紹介する。

参考文献

- [1] K. Tobita, *et al.*, Nucl. Fusion **47**, 892 (2007).
- [2] K. Tobita, *et al.*, Nucl. Fusion **49**, 075029 (2009).
- [3] H. Kawashima, *et al.*, Plasma Fusion Res. **1**, 031 (2006).
- [4] K. Shimizu, *et al.*, Nucl. Fusion **49**, 065028 (2009).
- [5] H. Kawashima, *et al.*, Nucl. Fusion **49**, 065007 (2009).

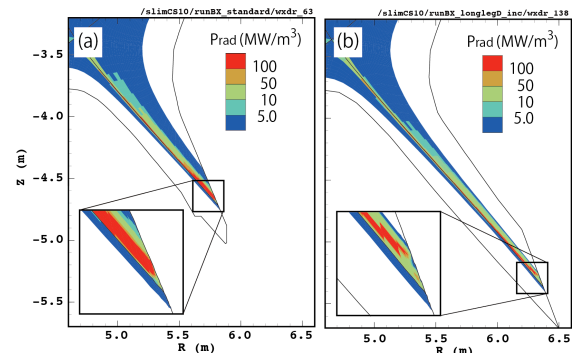


図 SlimCS の外側ダイバータにおける Ar 不純物による放射分布。(a)標準形状に比べ、(b)ロングレッグではダイバータ板近傍の電子温度の低下に伴い放射分布が上流に移動している。