

一次元流体モデルを用いた非接触ダイバータプラズマ におけるELM現象の研究

学生証番号 47-166091 氏名 李 躍
(指導教員 小川 雄一 教授)

Key Words : ELM, detached plasma, one-dimensional fluid code, dynamic response

現在核融合炉の設計において、超高温のプラズマを磁場で閉じ込める方式が主流である。その実用化に向け、ダイバータの熱負荷低減は最重要課題の1つとされている。ダイバータ領域での熱制御法として、中性ガスを利用してダイバータ板と接触する前にプラズマを消滅させる非接触ダイバータプラズマの制御が注目されている^[1]。しかし、非接触ダイバータの静的な物理はよく研究されてきたが、動的な物理についてはまだ研究が進んでいない。そこで、本研究ではEdge Localized Mode (ELM)と呼ばれる動的な現象を従来の一次元流体モデルダイバータコードに導入し、非接触ダイバータの挙動を考察する。

結果として、まずELM一周期放出エネルギー・粒子数が大きいType I ELMに関して、非接触状態から接触状態への遷移過程があるため、接触状態の場合にないダイバータ板前における熱流束の時間遅れ現象が非接触状態の場合で見られた。また熱流束中における電子・イオン熱流束は非接触状態における強いEquipartition効果により、より温度の高いイオンから電子へ大量の熱を伝え、電子熱流束とイオン熱流束の差は大幅に増加したことがわかった。さらに、Type I ELMがダイバータ板まで届くと、ダイバータ板前に激しい温度及び密度変化をもたらすことでプラズマの逆流現象が見られた。

一方、Type I ELMの場合は非接触状態の場合でも高い熱流束はダイバータ板まで届くが、放出されるエネルギー・粒子束が小さいGrassy ELMの場合はType I ELMと異なり、ダイバータ板への熱流束は極めて減少したことが観測された。非接触状態におけるGrassy ELMの周期を調整すると、周期が長い時にシミュレーション解は収束できることを確認した。また周期を短くする際に熱流束が一旦蓄積し、その後非接触状態における強い不純物放射損失で段々減少していくことがわかった。ここで、ELM現象に対して、従来の不純物モデルに不適切な仮定を認識した上で、新しい不純物モデルを導入した。結果として定性的に従来の不純物モデルと一致するが、熱流束の大きさが多少変化することがわかった。

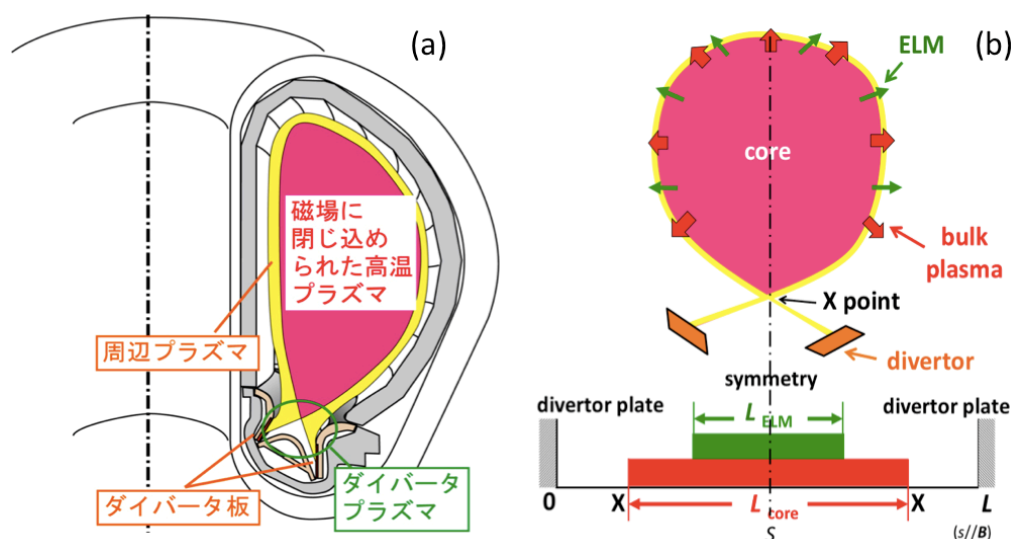


Fig. (a) 周辺プラズマとダイバータプラズマ。

(b) プラズマのポロイダル断面と磁力線方向一次元SOL-DIVプラズマモデルの概念図。