

多層型一次元モデルを用いた部分非接触ダイバータプラズマ解析 Analysis of Partially Detached Divertor Plasmas with Multi-Layer 1D model

東郷 訓, 中村 誠¹⁾, 清水勝宏¹⁾, 滝塚知典¹⁾, 星野一生¹⁾, 小川雄一
 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ¹⁾独立行政法人日本原子力研究開発機構

1. 序論

核融合炉の商用化に向け、ダイバータ板の熱負荷低減のために非接触ダイバータプラズマでの運転技術の確立が期待されている。完全な非接触ダイバータプラズマよりも部分非接触ダイバータプラズマ(PDD plasmas)が熱的に安定で[1]、放射領域の位置不安定性の制御が重要課題となっている。

文献[2, 3]では、多層型一次元モデルを用いることで放射領域の上流への移動が妨げられることが分かった。本研究ではそのメカニズムについて調べた。

2. 多層型一次元モデル

基礎方程式を以下に示す。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial l}{\partial x} = mS \quad (1)$$

$$\frac{\partial l}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(lv + P) = M \quad (2)$$

$$\frac{\partial K}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left\{ (K + P)v - \kappa_e \frac{\partial T}{\partial x} \right\} = Q \quad (3)$$

ここで ρ 、 l 、 K はそれぞれ質量密度、運動量密度、エネルギー密度を表す。これを Fig.1 に示す周辺プラズマ領域について解く。

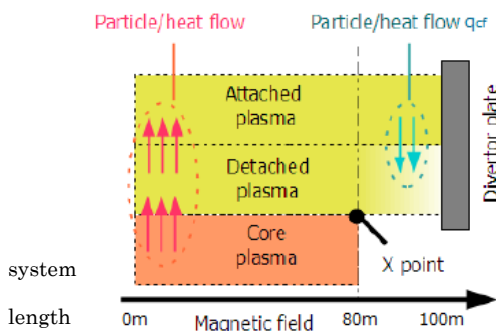


Fig.1 Schematic picture of multi-layer 1D model[2].

3. 径方向輸送

径方向輸送には拡散モデルを用いた。式(4)にダイバータ領域での熱輸送を示す。SOL 領域にも同様のモデルを用い、拡散係数は固定とした。

$$q_{\perp, \text{det}} = -\kappa_{\perp, \text{div}} \frac{\partial T}{\partial y} = -\chi_{\perp, \text{div}} \tilde{n} \frac{T_{\text{det}} - T_{\text{att}}}{\Delta_{\text{SOL}}/2} \quad (4)$$

4. 結果

Fig.2 に示すように、熱拡散係数 χ (m^2/s) が大きくなるにつれて安定領域が広がることが分かった。また、SOL 領域にも拡散を導入したことで、ダイバータ領域での熱拡散をなくしても安定領域が現れることが分かった。

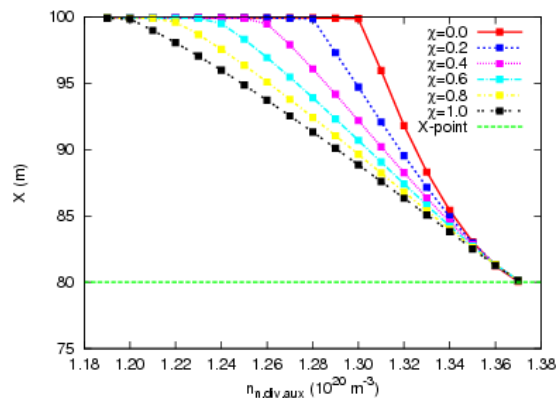


Fig.2 The correlation between the position of detachment front and the auxiliary neutral density.

5. 参考文献

[1] G. F. Matthews, J. Nucl. Mater. **220-222**, 104-116 (1995).
 [2] M. Nakamura *et al.*, J. Nucl. Mater. **415**, S553 (2011).
 [3] M. Nakamura *et al.*, Plasma Fusion Res. **6**, 2403098 (2011).