

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 現象の時間発展調査

李躍^a, 東郷訓^b, 滝塚知典^c, 小川雄一^a

^a 東京大学大学院新領域創成科学研究科

^b 筑波大学プラズマ研究センター

^c 大阪大学大学院工学研究科

核燃料プラズマの定常維持が必要な原型炉において、炉心プラズマから排出される膨大な熱・粒子流をダイバータによって適切に処理する必要がある。ダイバータの損耗を低減するため、プラズマがダイバータ板へ流入する前に、プラズマと中性ガスとの相互作用により、低温化して非接触ダイバータとする設計が不可欠である。一方、ELM という H モードの周辺輸送障壁で発生する間欠的・周期的な熱や粒子の放出現象によってプラズマ蓄積熱・粒子パルスはダイバータ部へと流入し、非接触状態を崩壊させて、ダイバータ板へ過大な損耗を与える可能性が指摘されている。従って、ダイバータ及び第一壁の形状設計のために、ELM 熱・粒子負荷を予測可能な動的モデルの開発が重要である^[1]。

プラズマ、中性粒子及び不純物イオンに対する代表的なシミュレーションコードは主に流体モデルと運動論モデルの二種類に分けられる。ELM の解析に関しては、ペDESTAL 内で高温の ELM 粒子は低い衝突率が持つため、運動論的な効果の方が重要だと一般的に認識されている。従って運動論的な効果が解けない流体コードは ELM をモデリングする際に、大きな壁がある。日本国内では、滝塚らは接触ダイバータプラズマの条件において PARASOL コードを使い、ELM 現象中のダイバータプラズマに対するリサイクリング率の影響を調べた^[2]。しかし、本研究では SOL-ダイバータ領域に着目し、まだ研究されていない非接触ダイバータプラズマにおける ELM 現象の時間発展調査を最終目的として研究を行う。SOL-ダイバータ領域という広い範囲で Boltzmann 方程式を解くことは莫大な計算コストがかかるため、粒子モデルではやや厳しいと考える。一方、Fundamenski らによると、粒子モデルと流体モデルとの比較から流体モデルを工夫すれば、ある程度で ELM の時間発展を評価することができる^[3]。従って、より物理を洞察しやすい一次元流体モデルを用いた研究を行う。本発表では、一次元流体モデルの精度を上げるため、コード中の一次精度風上差分を二次精度中心差分へと改善した結果を報告する。

[1] N. Asakura *et al.*, J. Plasma Fusion Res. Vol. 92, No. 12, **870-876** (2016).

[2] T. Takizuka *et al.*, Contrib. Plasma Phys. 46, No. 7-9, **698-703** (2006).

[3] W. Fundamenski *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion **54** (2012).