

# ヘリオトロンJにおける高速カメラ計測と中性粒子輸送解析

京都大学エネルギー理工学研究所 小林進二

中型のヘリカル装置であるヘリオトロンJには複数の中速・高速カメラが設置されており、周辺部計測、プラズマの挙動計測として用いられている。本研究では周辺部の中性粒子の挙動を調べるためカーボンターゲットを挿入し、上・横方向から高速カメラ(250frames/s)を用いて中性粒子からの発光分布計測を行った。また、モンテカルロ中性粒子輸送コードDEGAS[1]により3次元中性粒子輸送を解析し、両者を比較した。なお本研究は筑波大学との双方向型共同研究の基で進められた。図1は今回の計算で用いたDEGASのメッシュモデルである[2]。径方向、ポロイダル方向、トロイダル方向にそれぞれ15, 28, 512分割としており(図はトーラス半分を示す)、3次元構造のヘリオトロンJ真空容器およびプラズマ形状に加えて、独立したカーボンターゲットを模擬している。カーボンターゲットの材質はCFCで挿入長を変えることが可能であり、周辺プラズマとの近接性の制御、及びダイバータ〜リミター配位の実験が可能である。

図2(a)にECHプラズマにおけるターゲット上部からのカメラで撮影されたD $\alpha$ 線発光強度分布を示す。本放電ではターゲット先端を最外殻磁気面より5mm内側に設定した。ターゲット片側に強い発光領域が観測された。図1にも示されているが、ヘリオトロンJは立体磁気軸装置であり磁気軸・プラズマ形状は垂直方向にも変化する。発光の強い領域は図1のプラズマとターゲットの距離が近い箇所(カーボンターゲット左側)に相当する。磁力線追跡計算より、発光の強い領域ではその反対側より磁力線の結合長が長いことがわかっており、周辺プラズマとカーボンとの相互作用が強い事が示唆される。図2(b)にDEGASによる3次元シミュレーションの結果(D $\alpha$ 線発光強度イメージ)を示す。このシミュレーションではカーボンターゲット側面の局在した領域に粒子源を与えて計算を行った。両者を比較すると、トロイダル方向の分割数が不足しているため十分な解像度が得られていないが、カメラ画像を再現できる事がわかり、局在した粒子源の存在を示唆している。また、横方向からカメラで観測した場合にも、シミュレーションとカメラ画像には良好な相関が見られ、本手法の有効性が示された。今後は分割数を増やした計算を行い、より確度の高い数値計算を進める事で、周辺プラズマの理解を深める。

## 参考文献

- [1] D. Heifetz, *et al.*, J. Comput. Phys. **46** (1982) 309.
- [2] Y. Nakashima, Y. Higashizono *et al.*, Proc. 17<sup>th</sup> International Toki Conference, Toki, Japan, 2007.12.5-8, P2-054.

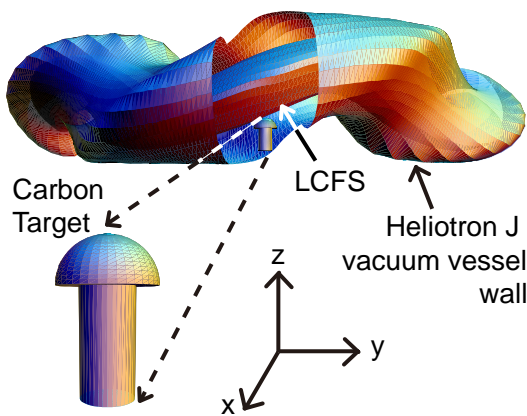


図1 モンテカルロシミュレーションで用いたヘリオトロンJプラズマメッシュモデル。真空容器壁・プラズマの構造の中にカーボンターゲットのモジュールが独立して構築されている。

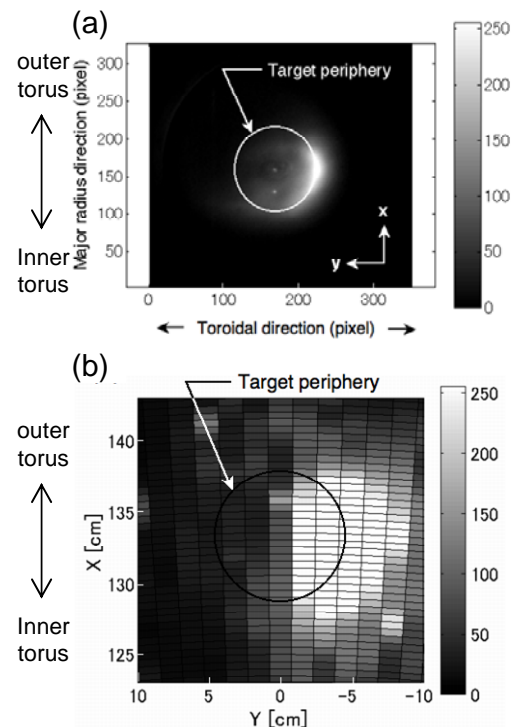


図2 (a)カメラによるD $\alpha$ 線発光強度分布, (b)DEGASコードによるシミュレーション計算結果(D $\alpha$ 線発光強度の二次元イメージ).