

24aA44P

ダイバータプラズマにおける多種不純物モンテカルロ輸送コードの開発

Development of Impurity Monte Carlo Code with Multi-Species in Divertor Plasmas

岩沙 卓也, 星野 一生, 則竹 政俊, 畑山 明聖

慶大理工

IWASA Takuya, HOSHINO Kazuo, NORITAKE Masatoshi, HATAYAMA Akiyoshi

Keio Univ.

トカマク装置において、ダイバータ板は高い熱負荷と物理・化学スパッタリングに耐えなければならない。そこで、ITER などではセパトロリクスが当たる部分にカーボン、それ以外の部分ではタングステンを用いることが計画されている[1]。

現在までにスパッタされた粒子(不純物)を流体的に解析するコードが開発され、解析に用いられてきた。しかしながら、タングステンイオンはカーボンなどに比べプラズマ半径が大きく、特に板付近での解析には適さない場合がある。そこで、我々はタングステンイオンの運動方程式を直接解いて重金属不純物の挙動を解析するコード開発してきた[2]。コードでは不純物発生を Sigmund モデルで扱う。発生した不純物のイオン化点は path length estimator 法により決定する。さらにイオン化した粒子は以下の電磁場中における運動方程式を用いて追跡する。

$$m \frac{dv}{dt} = Ze(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}) + (\text{クーロン散乱}) + (\text{多価電離・再結合過程})$$

クーロン散乱は滝塚らのモデル[3]を用いてモンテカルロ計算を行う。多価電離・再結合は陰解的モンテカルロ法を用いて表現することにより高い価数のものまでを高速で扱うことができる[4]。

上述のように、ダイバータ板素材としてタングステン、カーボン両方を組み合わせたものが計画されている。ダイバータ板の素材が多種になると、実験ではタングステンダイバータ上にカーボンが付着し、タングステン素材が生かされないという現象も報告されている[5]。このような不純物の相互作用はダイバータ板素材に対する重要な問題となる。そのため、不純物の相互作用を解析することができるコードの開発が望まれている。本研究では、多種の多価電離不純物の挙動を同時に扱えるように輸送コードの改良を試みる。あわせて、実験との比較を行うために、実際のトカマク磁場配位について計算が行えるようにコードを拡張している。結果の詳細はポスター発表に譲る。

参考文献

[1] M. Mori, *et al.*, 日本原子力学会誌 **44**, 1(2002).[2] I. Hyodo, *et al.*, J. Nucl. Mater. **313-316** (2003)1183-1187.[3] T. Takizuka, *et al.*, J. Comp. Phys. **25**(1977)205.[4] A. Suzuki, *et al.*, J. Comp. Phys. **131**(1997)193.[5] D. Naujoks, *et al.*, Nucl. Fusion **36**, 6(1996).

24aA45P

磁場配位の周辺ペデスタル構造への影響

Effects of Magnetic Configuration on the Pedestal Structure

鎌田 裕¹, 居田克巳², 浦野 創¹, 大山直幸¹, 竹永秀信¹, 東井和夫², 中嶋洋輔³, 波多江仰紀¹

1: 原研那珂研, 2: 核融合科学研究所, 3: 筑波大プラズマ研究センター

KAMADA Yutaka¹, IDA Katsumi², URANO Hajime¹, OYAMA Naoyuki¹, TAKENAGA Hidenobu¹, TOI Kazuo², NAKASHIMA Yousuke³, HATAE Takaki¹

Hモードの周辺構造は径方向の勾配と幅で特徴づけられる。本講演では、JT-60U におけるペデスタル構造の磁場配位依存性を中心に報告する。周辺圧力勾配は ELM の発生で決まるが、その限界値が磁場配位に依存することが分かった。プラズマ断面の三角度が高い場合では、ペデスタル部の β_p 値(β_p^{PED}) は全 β_p 値にはほぼ比例する(図 a)。一方、低三角度ではその相関は弱い。(この高三角度でのペデスタル部とコア部の相関は、内部輸送障壁の有無に影響されないため、分布の硬直性の反映ではない。)この結果は、エネルギー閉じ込め則の課題である「形状とβ依存性」の解釈に指針を与える。最近の H モードの閉じ込め則の研究は、コア部とペデスタル部の 2 項の和で表現する試みを行っているが、この 2 項間に相関が存在し、かつその相関がプラズマ断面形状の関数であると考えられるべきである。

また、より詳しい時間変化の解析から(図 b)、高三角度の type I ELM 領域ではペデスタルの圧力と圧力勾配が、i) 遅いタイムスケール(エネルギー閉じ込め時間の 10 倍)で増加すること、及び ii) 全 β_p (またはコア部 β_p) 値の上昇に伴い増加することが分かった。さらに、全 β_p 値が一定のとき(図 c)、内部インダクタンス I_p の低下と β_p^{PED} の上昇が相関している。これらは周辺部電流分布(自発電流)の発展と、シャフラノフシフトまたは径方向の磁力線入り度の上昇による複合的な安定性の改善と考えられる。

ペデスタル部の小半径方向の幅に関しては、温度分布では輸送過程が決定要因と考えられるが、密度分布の幅は、特に高密度において温度の幅よりも狭くなる。即ち、密度の分布の決定要素としては、粒子源の分布が重

要であると考えられる。これは、圧力勾配が急峻な領域は、密度分布の幅で決まることを意味しており、高密度において観測された ELM の振幅の減少と周波数の増加のと相関していると考えられる。

講演では、このような周辺ペデスタル部の構造に関して、ヘリカル系との比較も行う予定である。

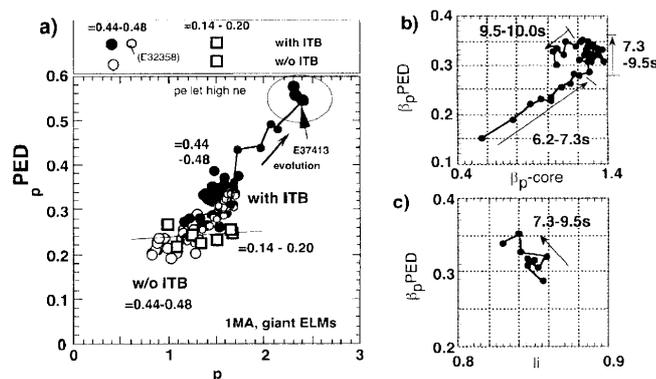


図 1: a) ペデスタル部の β_p 値と全 β_p 値の相関、b) コア部の β_p 値とペデスタル部の β_p 値の時間発展、c) コア部の β_p 値が一定の時間帯での内部インダクタンスとペデスタル部の β_p 値の相関