

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2007～2011  
 課題番号：19360415  
 研究課題名（和文）  
 統合コードによる ITER プラズマのマルチスケール物理に関する総合的研究  
 研究課題名（英文）  
 Comprehensive study on multi-scale physics in ITER plasma by integrated code  
 研究代表者  
 矢木雅敏（ Yagi Masatoshi ）  
 九州大学・応用力学研究所・教授  
 研究者番号：70274537

研究代表者の専門分野：プラズマ物理

科研費の分科・細目：基盤研究（B）

キーワード：核燃焼プラズマ、マルチスケール、階層モデル、輸送コード、ダイバータコード、TASK、SONIC、BPSI

#### 1. 研究計画の概要

ITER プラズマに代表される自立性の高い核燃焼プラズマを定量的かつ自己完結的に取り扱うために、コアコード TASK と周辺・ダイバータコードとのインターフェイス開発を行い連結させることが第一の目標となる。このコードを用いてプラズマコア、周辺、ダイバータ、炉壁を同時に解き自己完結的な時間発展シミュレーションを実現させる。

#### 2. 研究の進捗状況

【コア・エッジ結合】  
 SONIC コードを MPI ライブラリーを用いて並列化し、マスター・スレーブ方式により自己スケジューリング機能を導入した。TASK コードと連結し、すべてのフローが連動するか確認した。

【SOL での異常輸送モデル開発】  
 プロップの非線形シミュレーション結果をもとに異常輸送モデルを構築した。また、既存の 2 次元周辺乱流コードをエッジ・コア結合 3 次元モデルへ拡張するための検討を行った。

【輸送障壁崩壊の物理的解明】  
 3 次元グローバルジャイロ流体コードを用いて輸送障壁の崩壊のシミュレーションを行い、分布の緩和により障壁の端でドリフト波乱流が強く励起され、崩壊に導くことをシミュレーションにより示した。

【PARASOL コードによる SOL 輸送】  
 1 次元 PARASOL コードを用いて SOL の輸送シミュレーションを行い、流体コードのためのクロージャモデルの妥当性を評価した。

【現実的な磁場配位への拡張】  
 現実的なトカマクでは、離散的トロイダルコイルや MHD 揺動等のもたらす 3 次元構造磁場が存在する。このような場合に既存のコア・周辺連結物理モデルを拡張するため、3 次元磁場構造の影響を正確に取り入れた MHD 平衡構築手法を提案し、平衡コードへの実装を進めた。

#### 3. 現在までの達成度

おおむね順調に進行している。

#### 4. 今後の研究の推進方策

コア・エッジ結合のコードの開発研究を加速させる予定である。

#### 5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 41 件）

[1] K. Shimizu, T. Takizuka, et al., Kinetic modelling of impurity transport in detached plasma for integrated divertor simulation with SONIC(SORDOR/NEUT2D/IMPMC/EDDY), Nuclear Fusion 49 065028-1 - 065028-9 (2009) 査読有。

[2] T. Takizuka, K. Shimizu, N. Hayashi, M. Hosokawa, M. Yagi, Two-dimensional full particle simulation of the flow patterns in the scrape-off-layer plasma for upper- and lower-null point divertor configurations in tokamaks, Nuclear Fusion 49 075038-1 - 075038-9 (2009) 査読有。

[3] M. Honda, A. Fukuyama, Dynamic transport simulation code including plasma rotation and radial electric field, Journal of Computational Physics, 227(5) 2808-2844 (2008) 査読有..

[4] 矢木雅敏, 核融合プラズマにおけるマル

チスケールシミュレーション, プラズマ・核融合学会誌, 84 918-923 (2008) 査読無.

[5] M. Yagi, S.-I. Itoh, K. Itoh, M. Azumi, P. Hi. Diamond, A. Fukuyama and T. Hayashi, Nonlinear Drive of Tearing Mode by Microscopic Plasma Turbulence, Plasma Fusion Research, 2 025(1-9) (2007) 査読有.

[学会発表] (計 67 件)

[1] N.Nakajima, Development of the integrated transport code TASK3D in 3D configurations, US-Japan Workshop on Integrated Modeling and Simulation of Toroidal Plasmas, 2 0 1 0 年 2 月 2 3 日, Massachusetts Institute of Technology

[2] M. Yagi, Transport Barriers: Theory and Simulation, 12th International Workshop on H-mode Physics and Transport Barriers, 2 0 0 9 年 1 0 月 1 日, Princeton Plasma Physics Laboratory, Princeton University

[3] A. Fukuyama et al., Advanced Modeling of Cyclotron Wave Heating and Current Drive in Toroidal Plasmas Based on Integro-Differential Full Wave Analysis, 22<sup>nd</sup> IAEA Fusion Energy Conference, 2 0 0 8 年 1 0 月 1 4 日, Geneva, Switzerland

[4] T. Takizuka et al., Two-dimensional Full Particle Simulation of the Flow Patterns in the Scrape-off-layer Plasma for Upper- and Lower-Null Point Divertor Configurations in Tokamaks, 22<sup>nd</sup> IAEA Fusion Energy Conference, 2 0 0 8 年 1 0 月 1 1 日, Geneva, Switzerland

[5] K. Shimizu, T. Takizuka et al., Kinetic Modelling of Impurity Transport in Detached Plasma for Integrated Divertor Simulation with SONIC (SOLDOR/NEUT2D/IMPMC/EDDY), 22<sup>nd</sup> IAEA Fusion Energy Conference, 2 0 0 8 年 1 0 月 1 1 日, Geneva, Switzerland

[図書] (計 件)

[産業財産権]

出願状況 (計 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

取得状況 (計 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]