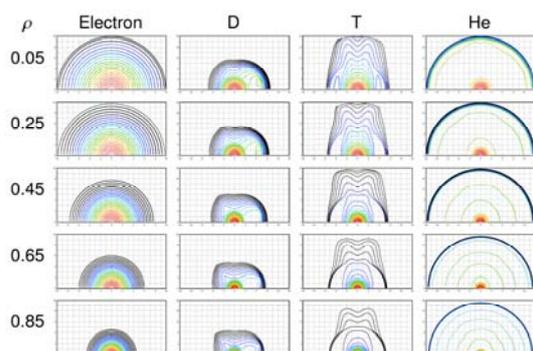


を初めて定量的に示した。

ITER プラズマにおいて電子、重水素イオン(D)、三重水素イオン(T)、 α 粒子(He)が電子サイクロトロン波、中性粒子ビーム、イオンサイクロトロン波、核融合反応等によって加熱される場合の速度分布解析を世界に先駆けて行った。下図に各成分の速度分布関数(等高線表示)の規格化小半径 ρ 依存性を示す。電子についてはマクスウェル分布からのずれは小さいが、高速イオンは大きくずれている。また、分布関数の変形を考慮に入れることにより、核融合反応率がより正確に計算できるようになった。



各粒子種の速度分布関数(等高線表示)

ヘリカル系プラズマにおいては磁場のヘリカルリップルとトロイダルリップルによって、高速イオンの軌道が複雑になるため、粒子軌道を追跡して速度分布を求めることが必要となる。5次元ドリフト運動論方程式を解く GNET コードを3次元波動伝播解析コード TASK/WM と組み合わせることにより、LHD プラズマにおけるイオンサイクロトロン波加熱の加熱効率を評価し、磁場配位およびサイクロトロン共鳴位置を変化させてその最適化を行った。

運動方程式を含めて磁気面平均された二流体方程式およびマクスウェル方程式を解く動的流体輸送モジュール TASK/TX は、プラズマの回転や径電場の時間発展を正確に取り扱うことができる。この方程式系に、ヘリカル磁場の効果を取り入れ、ヘリカル系プラズマの輸送シミュレーションを行った。その結果、中性粒子ビーム加熱パワーの増大や磁気軸付近の電子サイクロトロン波加熱に伴って、径電場が負の状態から正の状態に遷移することが初めて示された。

プラズマ回転や有限ラーモア半径効果を取り入れて磁気島を伴う3次元平衡を求めるために、大アスペクト近似を用いずに非線形方程式を Jacobian-free Newton-Krylov (JFNK) ソルバーを用いて解く方法を考案し、新しい3次元平衡コード KITES を開発中である。

5. 今後の計画

運動論的輸送シミュレーションに運動論的効果を取り入れた波動伝播・巨視的安定性解析、微視的安定性解析に基づく乱流輸送モデル、プラズマ計測・制御モジュール等を組み合わせて、ITER プラズマにおける運動論的統合シミュレーションを実現する。

新たに開発した3次元平衡コードによって求められた磁気島のある平衡配位における輸送シミュレーションを行う。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

1. H. Nuga, A. Fukuyama, Kinetic integrated modeling of plasma heating in tokamaks, Progress in Nuclear Science and Technology, in press (2011)
2. M. Miki, A. Fukuyama, Transport Simulation of Helical Plasmas Using the TASK/TX Code, Plasma and Fusion Research, Vol. 5, pp. S2040 (4p) (2010)
3. D. Raburn, A. Fukuyama, Numerical calculation of equilibria with poloidal-sonic flow and finite Larmor radius effects in large aspect-ratio tokamaks, Phys. Plasmas, Vol. 17, No. 12, pp. 122504 (2010)
4. M. Honda, A. Fukuyama, T. Takizuka and K. Shimizu, Modelling of anomalous particle transport for dynamic transport simulations, Nucl. Fusion, Vol. 50, No. 9, pp. 095012 (14pp) (2010)
5. S. Murakami, T. Yamamoto, A. Fukuyama, J.N. Talmadge, K.M. Likin, and J.W. Radder, Optimization Study of ICRF Heating in the LHD and HSX, Configurations, Contributions to Plasma Physics, Vol. 50, No. 6-7, pp. 546-551 (2010)
6. A. Wakasa, S. Murakami, A. Fukuyama, C.D. Beidler, H. Maassberg, M. Yokoyama, M. Sato, Development of the Neoclassical Transport Module for the Integrated Simulation Code in Helical Plasmas, Contributions to Plasma Physics, Vol. 50, No. 6-7, pp. 582-585 (2010)
7. 福山 淳, 磁気核融合プラズマにおける多階層統合シミュレーション研究の展望, プラズマ・核融合学会誌, Vol. 85, No. 9, pp. 597-601 (2009)

ホームページ等

<http://bpsi.nucleng.kyoto-u.ac.jp/kisc/jp/>