

原研那珂研究所では、高度計算科学技術推進の施策の一環として数値トカマク実験（NEXT : Numerical Experiment of Tokamak）研究を行っている。この NEXT 研究は、様々のプラズマ現象を計算機上で模擬することにより、実験・理論手法だけでは解明が困難な複雑現象の背後にある因果関係にできるだけ迫り、理論モデルの検証や新たな現象の予測、さらに現象を制御するための手段の開発も視野に入れている。特にトカマクの輸送現象では、トロイダル形状効果や運動論効果を正確に取り入れた粒子モデルに基づくコード開発を系統的に進めており、イオン系ドリフト波乱流を例にとると、実装置パラメータでの乱流状態の予測が可能になりつつある。一方、昨今の磁場プラズマにおいては輸送障壁形成を中心とした様々な顕著な構造形成現象が創出されており、それらの背後にある物理機構の理解と制御が重要な課題となっている。内部輸送障壁を例にとると、イオン系と電子系が連動して双方に輸送障壁が形成される場合や、それぞれ単独に形成され相互の独立性が強い場合もあり、その背後には時間・空間スケールの異なった（すなわち階層の異なった）揺らぎや揺らぎ間の相互作用が重要な鍵を握っているとの認識が深まりつつある。

近年、乱流の非線形相互作用によって生成される帯状流（Zonal Flow）が話題になっている。この帯状流も圧力勾配の自由エネルギーから発生した揺らぎには違いないが、輸送を抑制する効果を持つことから注目を集めている。この帯状流は、波長変換の結果もとの乱流と比較すると異なった時空間スケールを持つことから、異なったスケールの乱流構造や輸送に影響を与える可能性が指摘されている [1]。圧力勾配を反映する揺らぎの全エネルギーを、乱流揺らぎと層流的な帯上流揺らぎの和と考え、揺らぎの全エネルギーは一定が増大したとしても、両者の比を変化させ帯状流の割合を増やすことができればより高い圧力状態を維持できる可能性がある。共に波数空間・周波数空間の幅広いダイナミックレンジにおけるエネルギーや情報の流れを把握する必要がある。本講演においては、ミクロスケールの電子系乱流の作る帯状流を介したイオン系乱流の輸送ダイナミックスの例題を中心に [2]、これら時空間スケールの異なる階層間の相互作用がもたらすパラダイムに関して議論する予定である。

[1] Y. Idomura, S. Tokuda, Y. Kishimoto, and M. Wakatani, Nucl. Fusion, 41, No. 4, 437 (2001)

[2] J. Li and Y. Kishimoto, Phys. Rev. Lett. 89, 115002 (2002).