

乱流計測シミュレータを用いた非拡散輸送過程の数値診断

Numerical Diagnostics of Non-Diffusive Transport Process
by Use of Turbulence Diagnostic Simulator

糟谷直宏¹、佐々木真¹、稲垣滋¹、伊藤公孝²、矢木雅敏³、伊藤早苗¹
 N. Kasuya¹, M. Sasaki¹, S. Inagaki¹, K. Itoh², M. Yagi³ and S.-I. Itoh¹

九大応力研¹、核融合研²、原子力機構³
 RIAM, Kyushu Univ.¹, NIFS², JAEA³

トロイダルプラズマにおける乱流輸送現象ではマイクロモードが形成するメゾスケール構造の形成機構が重要な役割を果たす[1]。プラズマに摂動を加えることで密度や温度の応答を観測し、プラズマ乱流輸送の特徴を探る研究がなされている。そして非局所的な応答の様相が明らかになってきている[2]。我々の開発した乱流計測シミュレータ[3]は、シミュレーションにより乱流場の時系列データを生成し、その上で実験計測を模擬することで乱流構造形成の数値診断を行う。本講演では加熱摂動を模擬するシミュレーションにおける輸送過程の解析から、巨視的構造が存在する場合の応答の見え方について考察する。

3 場簡約 MHD 方程式を用いたヘリカルプラズマにおけるドリフト交換型モード乱流シミュレーション[4]で、圧力ソース項を与えて維持した飽和状態に対して、周期的に変化する小半径 $\rho < 0.3$ に局在したソース項の変調を加える。条件付き平均により、変調に対する特徴的な変化が抽出できる。変化の空間分布を解析することで、乱流と拡散輸送の複数の時間スケールを含む乱流場に現れる応答を観測した(図)。ソースが直接変化する領域外でも、時間遅れはあるが、加速的に熱流束が増加する様子が分かった。そして、非線形結合の径方向分布の評価から、小波数モードが優勢な場合の動的な乱流輸送応答過程が明らかになった。実験でそれぞれの計測器が測定する時間的、空間的領域を正確に理解して、乱流プラズマの揺動構造の精密な計測をすることで、さらに物理機構の理解を深めることができる。乱流計測シミュレータを活用し、シミュレーションデータに対する数値計測模擬を行う。

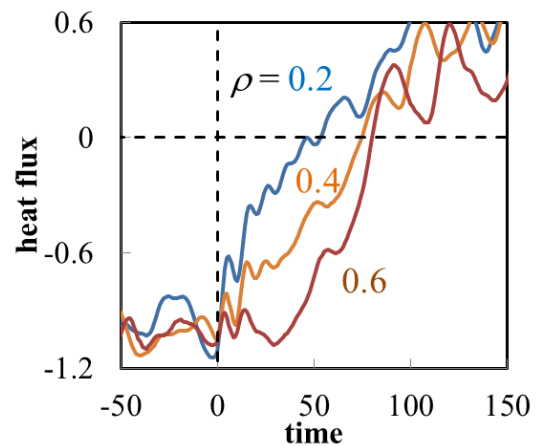


図: 熱流束摂動の時間変化(径方向 3 点 $\rho = 0.2, 0.4, 0.6$)。時刻 $t = 0$ で圧力ソースをステップ状に増加している。

[1] P. H. Diamond, *et al.*, Plasma Phys. Control. Fusion 47 (2005) R35

[2] S. Inagaki, *et al.*, 24th IAEA Fusion Energy Conf., USA (2012) EX/10-1

[3] N. Kasuya, *et al.*, Plasma Sci. Tech. 13 (2011) 326

[4] N. Kasuya, *et al.*, Plasma Fusion Res. 8 (2013) 2403070