

トロイダルプラズマにおける3次元揺動分布の数値診断シミュレーション Numerical diagnosis of 3-dimensional perturbation profiles in toroidal plasmas

糟谷直宏^{1,2}、河津賢太郎³、仙頭寛輝³、稲垣滋^{1,2}、沼波政倫⁴、佐藤雅彦⁴、福山淳⁵、
伊藤公孝^{2,4}、伊藤早苗^{1,2}

N. Kasuya^{1,2}, K. Kawadu³, H. Sento³, S. Inagaki^{1,2}, M. Nunami⁴, M. Sato⁴, A. Fukuyama⁵,
K. Itoh^{2,4}, S.-I. Itoh^{1,2}

¹九大応力研, ²九大極限プラズマセ, ³九大総理工, ⁴核融合研, ⁵京大工
¹RIAM, Kyushu Univ., ²RCPT, Kyushu Univ., ³IGSES, Kyushu Univ., ⁴NIFS,
⁵Grad. Sch. Eng., Kyoto Univ.

トロイダル磁化プラズマの輸送を評価する上で、形成される乱流構造の役割を理解することは重要である。実験計測手法の発展から乱流の時空間構造が明らかになりつつある。特定の視野や分解能を持つ実験計測器から得られるデータについてシミュレーション結果との比較を行うには、それぞれの計測視線、領域を対応させる必要がある。特にヘリカルプラズマのような3次元形状を持つ磁場配位の場合、幾何構造を含めた解析は必須である。そこで、実磁場配位を用いた乱流シミュレーションを行い、得られたシミュレーションデータに対して、計測に対応したモジュールを適用して実験計測を模擬した診断を行う乱流計測シミュレータ[1]を開発することで、実際の3次元乱流分布の見方を検討している。

本講演では複数種類のヘリカルプラズマ乱流シミュレーションから得られた密度揺動データに対して、計測視線方向の線積分効果を評価する数値診断を行うことで、計測信号とシミュレーション結果の対応関係について考察する。計測としては位相コントラスト法[2]を用いた密度揺動計測を対象とする。この計測では視線に沿った積分信号が出力として得られる。DISAコード[3]は平均化法で磁場の影響を準2次元にしたうえで、簡約MHD方程式を用いてドリフト交換型不安定性を解く。円形断面のトラスとしてまず数値診断のテストをする。MIPSコード[4]は平衡計算コードで計算された3次元平衡磁場のもと簡約されていないMHD方程式を用いて交換型不安定性を

解く。GKV-Xコード[5]は平衡磁場データを反映させたフラックスチューブモデルからジャイロ運動論方程式を用いてイオン温度勾配不安定性を解く。MIPS,GKV-Xデータにより3次元形状のもとでの数値診断を行う。それぞれ異なる座標系上で計算しているので、対応したデータ抽出ルーチンが必要となる。作成したルーチンを用いてヘリカル磁場配位中での揺動の幾何形状を評価し(図)、測定位置による波数スペクトルの見え方の違いを比較する。そしてツール群が非平衡極限プラズマでの乱流構造解明に有用であることを示す。

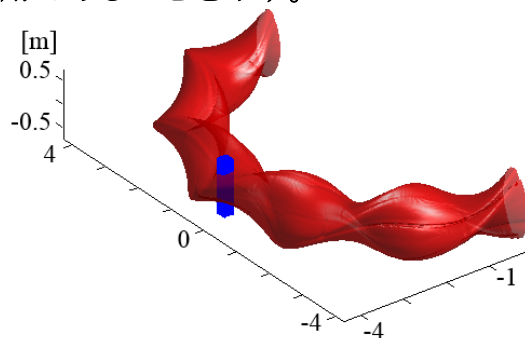


図: MIPSコードより得られた揺動を含むヘリカルプラズマ圧力等高面(赤)と計測視線(青)

- [1] N. Kasuya, *et al.*, *Plasma Sci. Tech.* **13**, 326 (2011)
- [2] K. Tanaka, *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **79**, 10E702 (2008)
- [3] N. Kasuya, *et al.*, *Plasma Fusion Res.* **8**, 2403070 (2013)
- [4] Y. Todo, *et al.*, *Plasma Fusion Res.* **5**, S2062 (2010)
- [5] M. Nunami, *et al.*, *Plasma Fusion Res.* **5**, 016 (2010)