

統計的アプローチによるLHDプラズマ熱輸送モデリングの試み  
**An attempt for thermal transport modelling of fusion plasmas  
based on statistical approach**

横山 雅之  
Masayuki YOKOYAMA

自然科学研究機構 核融合科学研究所, 総研大 ○所属略称 和文  
National Institutes of Natural Sciences (NINS), National Institute for Fusion Science (NIFS),  
SOKENDAI

核融合プラズマの熱輸送モデリングを、第一原理には基づかず、多数の実験や熱輸送解析結果をデータベースとした統計的手法によって試みている。超高温プラズマにおける衝突起因の熱輸送や、乱流起因の熱輸送の区分や、乱流輸送の原因となる揺動の種類などを全く意識することなく、広範囲のプラズマパラメータにわたって有効な熱輸送モデリングを提示することを目指している。現在の実験での熱輸送特性を説明しうるモデリングを行うとともに、将来の核融合炉の運転制御において、到達温度などを簡便かつ短時間で予測する上での有望な手法として確立することを目的とするものである。この点が、従来のいわゆるエネルギー閉じ込め時間（径方向分布の情報を持たない）のスケーリング則と質的に異なる試みである。

この試みの端緒として、核融合科学研究所の核融合プラズマ実験装置である大型ヘリカル装置（LHD）のプラズマにおけるイオンの熱輸送係数の回帰式導出を行った例を紹介する。[Ref: M.Yokoyama, Plasma and Fusion Res. 9 (2014) 1302137, A Statistical Approach for Predicting Thermal Diffusivity Profiles in Fusion Plasmas as a Transport Model.]

イオン温度 2~7 keV の多数の実験結果に対して、TASK3D-a（LHD 実験解析型輸送解析スイート）による熱輸送解析を行い、およそ 3000 のイオン熱輸送係数解析データベースを構築した。このデータベースに対して、説明変数として、無次元パラメータを用いて多変数重回帰分析を行い、

回帰式を得た。

ここで得られたイオン熱輸送係数のモデル（統計モデル）を、予測型統合輸送スイート TASK3D に導入し、統計解析に用いていない LHD のプラズマにおけるイオン温度分布計測との比較、妥当性検証も行っている。また、重回帰分析の向上、赤池情報規準を用いた説明変数選択など、統計解析の妥当性の向上も図っている。それらの進展や、今後の展望についても報告する予定である。

**謝辞：**本研究の根幹となる多数の実験データ・輸送解析データは、LHD 実験グループおよび TASK3D-UD (Users and Developers) によって生成されたものである。また、統計モデルの妥当性検証計算は、核融合科学研究所 山口裕之助教によって行われている。統計解析の妥当性向上は、統計数理研究所の清水邦夫特命教授、伊庭幸人教授との共同研究（統計数理研究所一般研究 1、H30-1002）、核融合科学研究所一般共同研究 NIFS18KNTT046 によって進めている。