

第十四回 核融合プラズマを統計数理の目で見ると

横山 雅之（核融合科学研究所六ヶ所研究センター）

2022年11月12日（土）9：00～

モデレータ 大野 哲靖

概要

未来の発電を目指し、磁場を利用して超高温プラズマを閉じ込める核融合研究は、国際熱核融合実験炉（ITER）での核燃焼実験を2035年に控える段階に至っている。核融合炉では、計測機器に限られる条件下で、高精度な状態推定やプラズマ制御が必要とされる。同分野ではこれまで、基礎方程式やモデルに立脚する“プラズマ物理”の視点から理解が進められてきたが、近年、データを基盤とした“統計数理的見方”からの研究アプローチに注目が集まっている。講演では、大型核融合プラズマ装置（LHD）で取得されたデータを対象として、本視点から得られた最近の成果の実例をご紹介いただいた。

一つ目として、気象や海洋分野で用いられている手法の「データ同化」に関する説明があった。プラズマ物理に基づく輸送シミュレーションでは、実験で得られたプラズマ温度の時間発展をある程度は再現できるものの、完全ではない。データ同化では、従来の輸送モデルから導かれる予測分布、観測値、ならびに観測ノイズを用いて、輸送モデルの逐次最適化（妥当化）が行われる。これにより、データにあてはまる輸送モデルを獲得することができる。

二つ目は、プラズマの放射崩壊現象を判別問題としてみたスパースモデリングの例である。現象に関連する可能性のある多数の計測データから、特に寄与度の高い変数を統計的に選び出し、尤度の表式を獲得している。同表式を用いることで、放射崩壊を避けるための実時間制御実験が行われ、実際に制御に成功した。

三つ目は、プラズマ性能の指標となる中性子発生率のLog線形回帰の適用例である。外部制御パラメータに対する回帰式から、特に依存性の高いパラメータが同定された。これを基にした実験指針から、中性子発生率の記録更新が成されており、外挿性が確認されている。

新型コロナウイルス感染者数の予測など、実社会における問題は、統計数理モデルの妥当性を検証する上で困難なことが多い。一方で核融合プラズマは、人の意志が入り込まないため予測内容に左右されることはなく、かつ、新しいデータを大量に作り出すことが可能なため、統計数理モデルを試す場として強みをもつ。新たな学問（統計数理核融合学）への発展の可能性と、本研究の加速を図る上での若手研究者のネットワーク形成の重要性が指摘された。

講演後には、半導体プロセスを含む低温～高温プラズマ全般における統計数理的見方による研究の推進方策として、セミナー開講の議論などが行われ、本講座は終了した。（記：田中宏彦）

