



講座 流体乱流研究から診たプラズマ乱流データの解析

6. おわりに

大野 哲 靖

名古屋大学大学院工学研究科

(原稿受付：2009年11月20日)

本講座では、プラズマ実験で面白そうな揺動データを取得した（がどのように解析・整理したらよいか困っている）大学院生を念頭におき、流体乱流分野で開発されてきた統計的データ解析手法の概要について説明してきた。また直線型プラズマ装置でプローブ計測により取得されたイオン飽和電流の揺動データを対象に、紹介した解析手法の具体的な適用例とその解釈をできる限り提示するように努めた。

一昔前であれば、このような統計的データ解析手法を用いて実験データ解析を行う場合、Fortran や C などの言語を用いてプログラムを作製する必要があった（このプログラミングが大学院生の皆さんの頭痛の種になっているようですが）。しかし現在、様々な統合解析ソフトウェア（MATLAB, Octave, Maple, IGOR, Mathematica など）が市販（もしくはフリーで配付）されており、少しの習熟でインタラクティブに解析を進めることが可能になっている。

今回紹介した統計的データ解析手法の一部は、著者の一人（田中宏彦）により MATLAB（もしくは互換のフリーソフト Octave）上で動作するプログラムとして整備されており、下記ホームページ上でダウンロード可能である（<http://www.ees.nagoya-u.ac.jp/~koukai/purakaku85/>）。チュートリアルなども充実しているので是非一度ご覧いただき、今回紹介した統計的データ解析手法を適用して、取得した揺動データの解析を試みていただきたい。

最後に 2 点ほどコメントをして本講座を終えたい。

一つは、解析対象とする揺動データ品質の重要性である。今回紹介した解析手法を用いることで様々な統計量を抽出することが可能であるが、当然解析対象となるデータは、それらの解析が適用できるような品質（時間分解能やデータ長など）を有している必要がある。不十分な時間分解能やデータ長は、統計的データ解析において間違った結果を与える原因となるので十分注意されたい。これは単に AD 変換器のサンプリング周波数を上げれば良いという問題ではなく、測定回路の周波数特性などアナログ的な部分

も十分に注意する必要がある。例えば、プローブで浮遊電位の時間変化を計測する場合、検出抵抗には大きな抵抗値 ($M\Omega$) が用いられるため、計測回路の周波数応答が悪くなる。また、プローブで多チャンネル計測を行う場合、多数のプローブがプラズマに与える擾乱についても影響を考慮する必要がある。

二点目は、抽出された統計量の解釈の難しさである。統計的データ解析手法により抽出した情報から現象に内在する物理を直接明らかにすることは、一般に容易でない。例えば後半に解説したフラクタル解析により、対象が非整数次元でありフラクタルであることはわかるが、その発生機構まで論ずることは難しい。そのため実験的には、不確かな推論を弄するよりも、多数の実験の積み重ねにより、これらの統計量のパラメータ（密度、温度、またそれらの勾配など）依存性を整理して提示することが、重要であると考えられる。これらの解析および整理された実験データが理論やシミュレーション研究者との重要な橋渡しとなり、統計量を介したモデルシミュレーション結果との比較により内在する物理機構が解明される“相補的な研究”が理想的な形であると著者らは考えている。今回の講座がそのような研究進展の契機となれば、著者らの望外の喜びである。

謝 辞

「1. はじめに」でも述べたように、本講座は自然科学研究機構・核融合科学研究所における「国際共同研究拠点ネットワークの形成」プロジェクトにより支援されました。講座執筆を支援いただきましたプロジェクト実施責任者の山田弘司教授（核融合科学研究所）に心より感謝申し上げます。また、熱心に議論いただきました V.P. Budaev 博士（クルチャトフ研究所）、高村秀一教授（愛知工業大学）、梶田信講師（名古屋大学）に感謝いたします。

最後に、本講座の執筆機会を与えていただき、講座の内容などについて有益なコメントをいただきました菊池祐介博士（兵庫県立大学）に心より感謝いたします。

つじ よし ゆき
辻 義之

名古屋大学大学院工学研究科エネルギー理工学専攻，准教授。1993年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了（博士（工学））。主な研究内容は流体乱流に関する実験的な基礎研究ならびに原子炉内の流動に関する応用研究。乱流の普遍性，その未知なる属性の解明に興味を持っている。趣味は読書，学生と議論すること。家族は，妻と男の子（小学4年生）とクワガタ2匹。

た なか ひろ ひこ
田 中 宏 彦

2008年名古屋大学工学部電気電子・情報工学科卒。名古屋大学大学院工学研究科エネルギー理工学専攻博士前期課程に在学。岐阜県下呂市出身。本講座掲載にあたり学習した解析手法を実際のプラズマ揺動信号に適用している。研究対象は磁場を横切るプラズマ輸送や非接触プラズマ。

おお の のり やす
大 野 哲 靖

名古屋大学大学院工学研究科教授。佐賀県出身。専門は核融合周辺プラズマ物理。九州大学大学院総理工学研究科博士後期課程中退。長崎大学助手，名古屋大学助手，准教授を経て2008年4月より現職。趣味は，将棋，野球（今年は機嫌良し）。最近是人集めに高専，高校（将来への布石）にちょくちょく出かけている。