

# 統計的解析手法を用いた周辺プラズマ揺動解析

核融合科学研究所 田中宏彦

近年、核融合装置の周辺領域において、Plasma Blob輸送に代表される非拡散的な対流輸送現象が報告され、SOL中の密度分布やフロー、不純物輸送、リサイクリングなど種々の物理に重要な役割を果たすことが分かってきている。背景プラズマに比べ高密度のフィラメント状プラズマであるBlobの輸送は、放電時間中に高頻度で発生することから、主に静電プローブや高速カメラなどを用いて時系列信号中にスパイク的な“揺れ”として検出される。炉心プラズマ中の非拡散的輸送過程も、もちろん物理や計測手法は異なれど、多くの場合に各種揺動の中から認知される。昨今はアナログ/デジタル変換器の高性能化やハードディスクの低価格化も進んでおり、容易に高時間分解能かつ大容量のデータ取得が可能となっている。

得られた揺動データからは、そのまま眺めるだけで現象の存在を確認できることも多いが、さらに一歩進んで、典型的な（あるいは隠れた）特性を評価して他のデータと客観的かつ定量的に比較する際には、統計的解析手法は非常に強力なツールとなる。時系列データの統計的解析では、定常と仮定できる時間帯において和・差・積・商した信号の平均操作や畳み込みを行うことで、解析手法に応じた特性値を抽出できる。解析手法は主としてシンプルな数式で表現されるが、対象の揺動から上手く特性を引き出すためには、いくつかパラメータを変えて何度も計算を試行することが必要となる。シミュレーションのような大規模計算と比べて一回あたりの計算時間は十分に短いため（一般的な市販計算機でもコンマ数秒～数分程度）、数値計算とグラフ化機能が一体化された対話型のプログラミング環境を利用すると時間効率が良い（e.g. Matlab, Octave, FreeMat, Scilab, Python, etc...）。

本講演では、広く知られる手堅い手法（スペクトル、確率密度関数等）からやや込み入ったものまで様々な統計的解析法[1]を紹介する中で、周辺プラズマ中で計測された揺動信号を解析対象として、適用結果と解釈の仕方について述べる予定である。

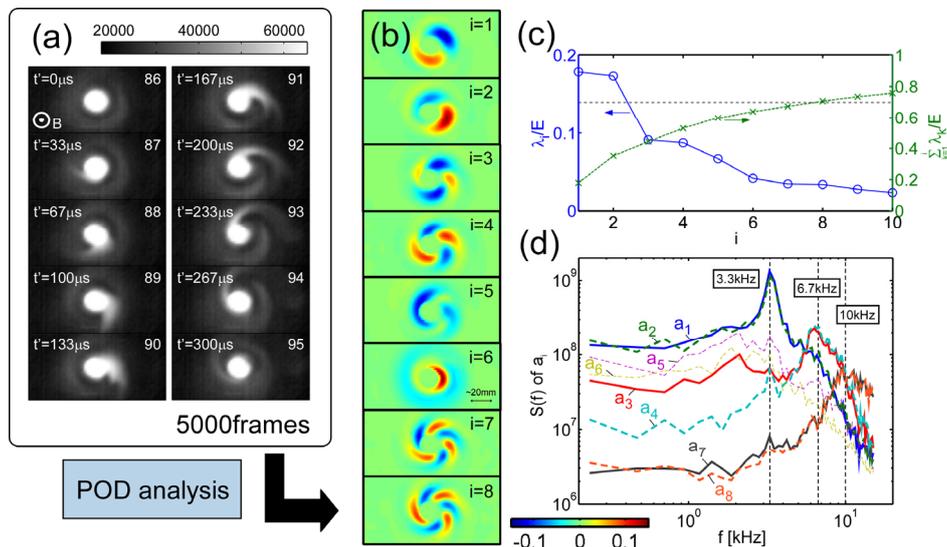


図1. 統計的解析の一例。(a)高速カメラ映像のスナップショット、(b)経験的固有直交展開法[2]により展開した空間の基底、(c)各基底の寄与割合、(d)時間の基底のパワースペクトル。

## 参考文献

- [1] N. Ohno *et al.*, J. Plasma Fusion Res. **85** (2009) 618-619, 620-630, 665-673, 774-782, 783-792, 834.
- [2] H. Tanaka *et al.*, Contrib. Plasma Phys. **50** (2010) 256-266.