

局所定常自己回帰モデルを用いたプラズマデータの分析

Analysis of plasma data using a local stationary auto-regressive model

中村 知道¹, 稲垣 滋²

Tomomichi Nakamura¹, Shigeru Inagaki²

兵庫県立大学大学院 情報科学研究科¹, 九州大学 応用力学研究所²
Graduate School of Information Science, University of Hyogo¹,
Research Center for Plasma Turbulence, Kyushu University²

1 本文

核融合発電の実現を目指して、高温のプラズマを磁場で閉じ込める研究が行われている。この研究の重要課題の1つが、プラズマ内で発生する乱流の理解と制御である。

図1に、本研究で用いたプラズマ乱流の時系列データの振る舞いを示す。本データは、九州大学直線乱流プラズマ装置 PANTA を用いて測定されたプラズマ乱流である。図1(a)が示す通り、プラズマ乱流は不規則に変動する。また、図1(b)から、プラズマ乱流はゆっくりと不規則に連続的に変化することが分かる。しかし、突発的な変化がなくデータが不連続でないことから、その時系列データが定常であるとは言えない。ある時点で、システム内のパラメータの値が変化しているかもしれないし、全く異なるシステムに置き換わっているかもしれない。しかし、連続的に変動しているため、視覚的に変化点を検出することは困難である。そこで、本研究では局所定常自己回帰モデルを用い、プラズマ乱流データの変化点の検出を試みた。

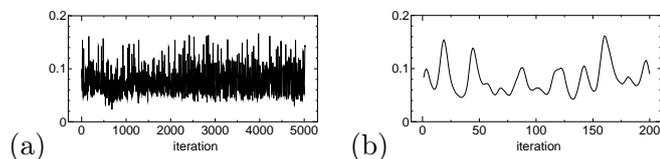


Fig. 1: 本研究で用いたプラズマ乱流の振る舞い。サンプリング周波数は 100kHz である。(a) 総データ数 5000 点の全体像、(b)(a) の拡大図。

2 局所定常自己回帰モデルのプラズマ乱流データへの適用

本研究では、プラズマ乱流を全体では非定常であるが、ある時間区間においては定常であると仮定できる

現象として考える。このような考えに基づいて、時系列データの状態変化を検出する手法として局所定常自己回帰 (auto-regressive (AR)) モデルが提案されており、様々なデータに適応されている [1]。

測定されたプラズマ乱流のサンプリング周波数は 100kHz である。本解析で用いた総データ数は 5000 であり、局所定常 AR モデルで用いる 1 区間のデータ数は 200 とした。また、Schwarz Information Criterion (SIC) を情報量規準として用い、AR モデルを構築した [2]。

図2から、用いたプラズマ乱流データには複数の変化点が存在することが示唆される。また、図2(b)の拡大図を見ても、検出された変化点を視覚的に認識することは困難であることが分かる。

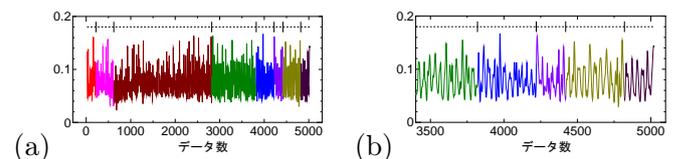


Fig. 2: 局所定常 AR モデルによって検出されたプラズマ乱流データの変化点。(a) 使用した全データ。(b) 拡大図。

3 まとめ

本研究では、九州大学直線乱流プラズマ装置 PANTA から発生させたプラズマ乱流に対して、局所定常 AR モデルを用いた変化点の検出を行った。その結果、用いたプラズマ乱流データには複数の状態が混在するデータであることが示唆される結果が得られた。

References

- [1] 北川 源四朗, 時系列解析入門, 岩波書店, 2005.
- [2] G. Schwarz, "Estimating the dimension of a model," *Ann. Stat.* **6**, (1978) 461-464.