

直線プラズマ装置におけるカオス探査と制御
Search of chaos and its feedback control in linear plasma devices

寺坂 健一郎¹⁾, 小菅 佑輔²⁾, 福山 隆雄³⁾
 Kenichiro TERASAKA¹⁾, Yusuke KOSUGA²⁾, and Takao FUKUYAMA³⁾

1. 九大総理工, 2. 九大応力研, 3. 長崎大教育
 1. IGSES, Kyushu Univ., 2. RIAM, Kyushu Univ., 3. Nagasaki Univ.

核融合プラズマやプラズマ推進器開発では高度に制御されたプラズマを生成・維持することが必須となる。なかでも、プラズマの位相空間や波数・周波数スペクトルの一部をコントロールし、輸送やプラズマパラメータを操ることが出来れば、蛇口をひねって水量を調整するような、より繊細なプラズマ制御が可能となると考えられる。我々は、このような制御ノブとしてカオスや弱乱流中の不安定性を利用したいと考え、フィードバック制御によりプラズマの制御性を向上させることを目指して実験を開始した。

はじめに、シンプルな系で基本原理を理解するために、よく知られた陽光柱における電離波動のカオス的振る舞い[1]を対象に、プラズマ制御に向けた実験を行った。カオス状態にある陽光柱に外部から交流磁場を加えた際の応答から、フィードバック制御の可能性を調べた。

図1に 6.7 kHz の電離波動が励起された陽光柱に交流磁場を印加した際の発光強度の周波数スペクトルを示す。印加磁場の周波数が 20 kHz 以下では、全ての周波数に対して磁場の影響が現れることが確認された。電離波動の基本週波数と印加磁場の周波数が離れている場合、周波数スペクトルはプラズマの自発的なスペクトルと印加磁場成分の単純な和で表される傾向にある。一方、電離波動と磁場の周波数が近い場合は、スペクトルに新しい周波数成分が現れたり、電離波動成分のスペクトル形状が変形する結果が得られた。このことは、フィードバック信号に適切な周波数や位相を選択することで、スペクトルを質的に操作できることを示唆している。

ポスターでは磁場印加実験の他に、プラズマからの発光信号を参照信号に用いたPyragas方式[2]のフィードバック制御に関する初期結果、HYPER-II装置(九大)とPANTA装置(九大)における直線磁化プラズマの時系列データを用いた解析結果について紹介する。

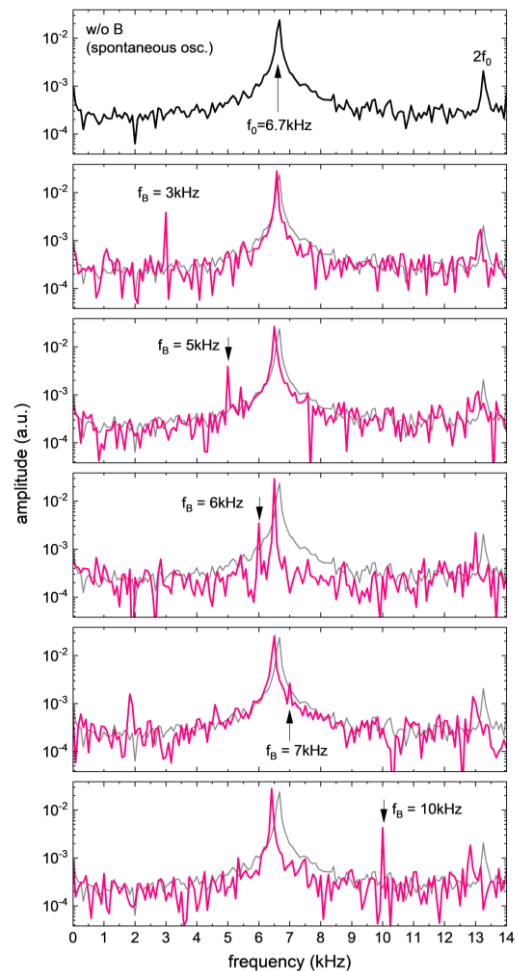


図1. 陽光柱のプラズマに対する交流磁場印加の影響. $f_0 = 6.7$ kHz が電離波動, f_B が印加磁場周波数.

Acknowledgement

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP21K03501 and in part by the Collaborative Research Program of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu Univ.

References

- [1] T. Fukuyama and N. Nishida, Plasma Fusion Res. **17**, 1201002 (2022).
- [2] K. Pyragas, Phys. Lett. A **170**, 421 (1992).