

LHD における H モードプラズマの密度揺動及び磁場揺動に対する
Bicoherence 解析

Bicoherence analysis on the density and magnetic fluctuation of
H-mode plasma in LHD

胡文卿¹, 小林達哉^{1,2}, 鈴木康浩³, 吉沼幹朗², 徳澤季彦^{1,2}, 居田克巳²
HU Wenqing¹, KOBAYASHI Tatsuya^{1,2}, SUZUKI Yasuhiro³, YOSHINUMA Mikiro²,
TOKUZAWA Tokihiko^{1,2}, IDA Katsumi²

総研大¹, 核融合研², 広大先進理工³
SOKENDAI¹, NIFS², Hiroshima Univ.³

MHD 不安定性は核融合プラズマの到達性能を制限する要素である。LHD では、L-H モード遷移が起こった後、閉じ込めが改善し、プラズマの周辺部に高い圧力勾配がされる。しかし、モード遷移後 MHD モード揺動が H モードプラズマ中に発生し、到達パラメータを制限する。更なる閉じ込め改善を実現するためには、MHD 揺動の発生機構やそれによる分布飽和機構の解明が強く望まれている。

先行研究では、LHD の H モードプラズマ(#156774)の密度揺動と磁場揺動とに対して、周波数領域ではコヒーレンス解析、時間領域では包絡線の相互相関解析をそれぞれ行った。密度揺動はビーム放射分光計測系 (BES) によって計測し、磁場揺動は磁気プローブの計測結果を使用した。周波数領域と時間領域との解析の結果、密度揺動と磁場揺動とは基本波成分 (1.3 kHz) では高い相関を示すのに対し、高調波成分では相関が低いことを分かった。

本研究では、先行研究の結論を踏まえ、bicoherence 解析を用いて密度揺動と磁場揺動との高調波成分の非線形励起機構を比較した。Bicoherence 解析の結果を図 1 に示す。基本波と二次高調波との結合 ($f_1 = f_2 = 1.3\text{kHz}$, $f_3 = 2.6\text{kHz}$) においては、密度揺動の coherence の大きさは 0.26、磁場揺動は 0.27 という近い値を示しているのに対し、密度揺動の biphase は 1.47 rad、磁場揺動は -1.1rad という著しい違いを示している。Biphase の違いは非線形発展機構の違いを示唆している。今後、この MHD モードの非線形飽和機構や高調波による粒子輸送をモデル化し、H モードにおける分布飽和機構を議論する。

References

- [1] K. McCormick, et al., Phys. Rev. Lett. **89** 015001 (2002).
- [2] S. Sakakibara, et al., Nucl. Fusion **57** 066007 (2017).
- [3] T. Kobayashi, et al., Plasma Phys. Control. Fusion **62**(12) 125011 (2020).

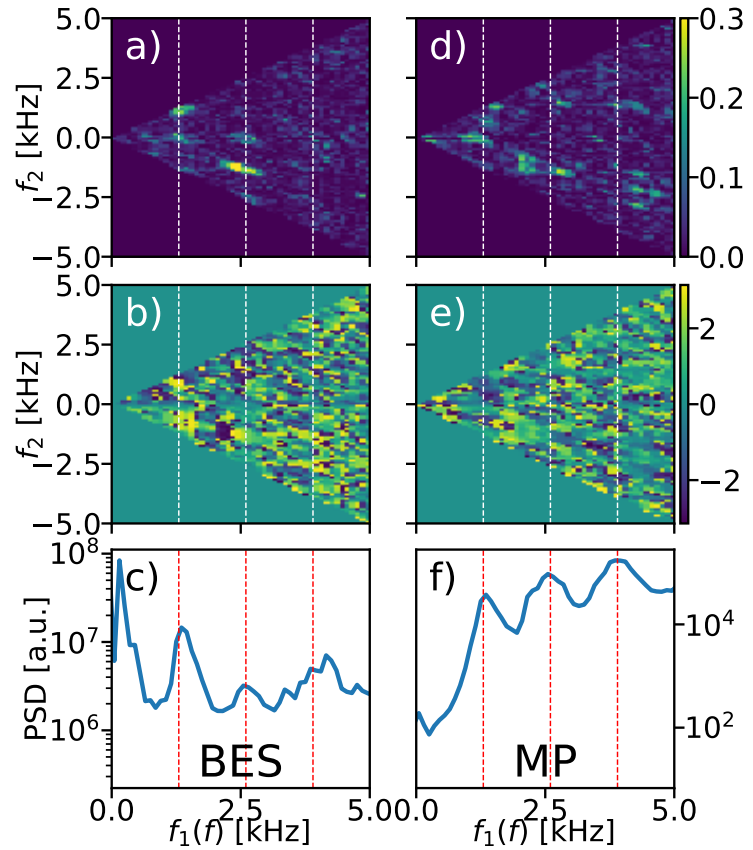


Fig. 1: 密度揺動の a) Bicoherence, b) biphase, c) power spectral density; 磁場揺動の d) Bicoherence, e) biphase, f) power spectral density. 基本波と二次高調波との結合においては、密度揺動と磁場揺動の coherence の大きさそれぞれ 0.26, 0.27 という近い値のに対し、密度揺動の biphase は 1.47 rad、磁場揺動は -1.1rad という著しい違いを示している。

- [4] W. Hu, et al., Plasma and Fusion Res. **16** 2402031-2402031 (2021).