

ヘリオトロン J におけるビーム放射分光法を用いた密度揺動の波数ベクトル計測 Wave Vector Measurement of Density Fluctuation using Beam Emission Spectroscopy in HeliotronJ

桐本 充晃¹, 小林 進二², 水内 亨², 南 貴司², 大島 慎介², 長崎 百伸², 山本 聡²
門 信一郎², 岡田 浩之², 原田 伴誉¹, 笠嶋 慶純¹, 丸山 正人¹, L.Zang¹, 釧持 尚輝¹
沙 夢雨¹, 大谷 芳明¹, 中村 祐司¹, 木島 滋², 佐野 史道²
M.Kirimoto¹, S.Kobayashi², T.Mizuuchi², T.Minami², S.Ohshima², et al.

京大エネ科¹, 京大エネ理工研²
GSES Kyoto Univ.¹, IAE Kyoto Univ.²

核融合プラズマの閉じ込めの改善に向けて、プラズマ揺動を計測することはプラズマ乱流輸送の物理機構の解明のために重要である。ヘリオトロン J では、密度揺動を計測する手法の一つとしてビーム放射分光計測(BES)が用いられている。BES 法では、中性粒子ビームがプラズマ中のイオン及び電子との衝突によって励起・脱励起する際の輝線を検出することで、ビームとプラズマが交差する領域の局所的な密度揺動を計測することができる。ヘリオトロン J に設置された BES システムは、径方向に 16 視線(平均半径 $r/a = 0.11 - 0.97$)を有し、密度揺動の径方向分布計測を行ってきた[1]。現在、密度揺動の二次元分布計測を可能にするため、ポロイダル方向への視線の拡張を進めている。

本研究では、その初期段階として、径方向 2 点 × ポロイダル 2 点の二次元計測を行った。実験条件は、Shot No.49426, ECH 出力 240 kW を運転時刻 165-290 ms で入射し、2 系統の NBI を 180-290 ms にそれぞれ 470 kW(Co)及び 770 kW(Ctr)を入射した。190-290 ms において、線平均電子密度は $n_e = 0.33 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ 、蓄積エネルギー W_p は 0.59 kJ である。

その結果、中心付近(平均半径 $r/a = 0.2-0.3$)において周波数: 5-30 kHz にピークを持つ密度揺動が観測された。(図 1) この揺動に対して二点相関法(式 1)を適用し、揺動の周波数・波数スペクトルを評価した。

$$S_{ab}(f, k) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M I_{\Delta k} [k - k^j(f)] \times \frac{|S_a^j(f) + S_b^j(f)|}{2} \quad (1)$$

図 2 に得られたスペクトルを示す。縦軸は周波数、横軸は波数、色調で強度を表している。径方向の波数は $-0.5 < k_r < 0.5 \text{ cm}^{-1}$ 、ポロイダル方向の波数は $-1 < k_\theta < 0.5 \text{ cm}^{-1}$ が得られた。このことから、この揺動は、イオンの反磁性方向に伝搬していることがわかった。

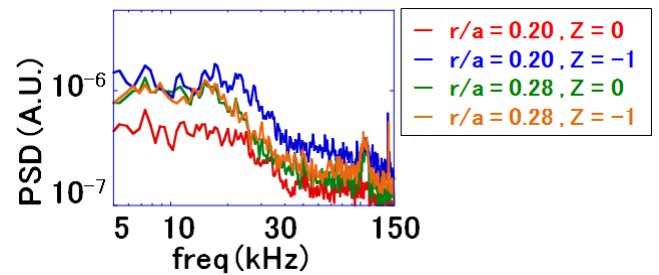


図 1: パワースペクトル密度

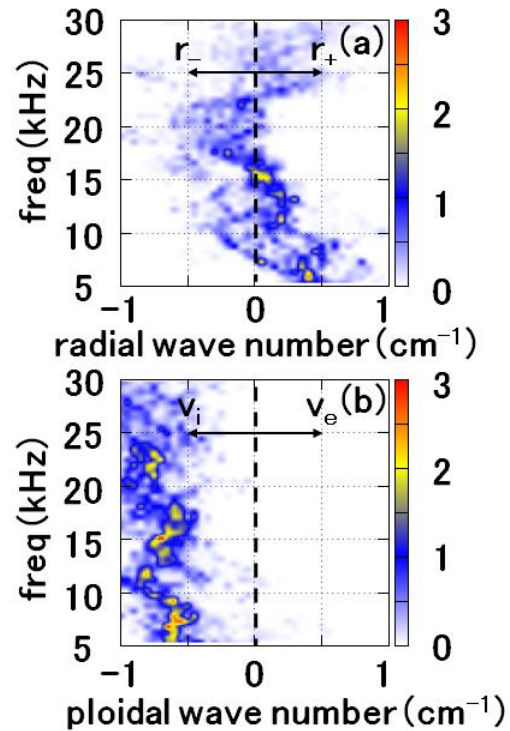


図 2: $S(f, k)$ スペクトル

(a) 径方向 (b) ポロイダル方向

[1] S. Kobayashi, et al., RSI 83 (2012) 10D535