

**Mechanisms of Energy Transfer between Electron Temperature Gradient Mode and  
Drift Wave Mode in Magnetized Plasma**

酒井優<sup>1</sup>, 稲垣滋<sup>2</sup>, 文贊鎬<sup>3</sup>, 伊藤公孝<sup>3</sup>, 金子俊郎<sup>1</sup>  
SAKAI Yu<sup>1</sup>, INAGAKI Shigeru<sup>2</sup>, MOON Chanh<sup>3</sup>, ITO Kimitaka<sup>3</sup>,  
KANEKO Toshiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大院工, <sup>2</sup>九州大応力研, <sup>3</sup>核融合研

<sup>1</sup>Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ., <sup>2</sup>RIAM, Kyushu Univ., <sup>3</sup>NIFS.

筆者らは、直線磁化プラズマを用いて径方向の電子温度勾配 (ETG) を形成・制御することによって高周波揺動 (ETG モード) が励起され、低周波揺動 (ドリフト波 (DW) モード) がそれとの非線形結合で助長されることを定常実験により明らかにしてきた [1]. 今回、過渡応答実験から ETG モード (~0.5 MHz) と DW モード (~5 kHz) の時間発展計測を行ったので、その結果について報告する。

実験では、東北大学 Q<sub>r</sub>-Upgrade Machine を用いて ETG を形成し [2], ETG 形成用のグリッドへの印加電圧  $V_{g2}$  を過渡的に変化させ、ETG の強度と各揺動の成長の時間発展を計測した。

図 1 に  $V_{g2}$  を +5 V から -30 V に過渡的に変化させた時 ( $t = 0$  ms, 立ち上がり時間 < 1  $\mu$ s) の ETG 未形成時 ( $t < 0$  ms,  $V_{g2} = +5$  V) と形成時 ( $t > 0$  ms,  $V_{g2} = -30$  V) の (a) 低周波領域 (~10 kHz) と (b) 高周波領域 (~0.7 MHz) における電子密度揺動の周波数スペクトルを示す。ETG 未形成時には揺動は確認されなかったが、ETG 形成時には低周波領域において DW モードが、高周波領域において ETG モードが励起していることが観測された。図 2 に径方向位置  $r = 0$  mm (プラズマ中心部) と  $r = -20$  mm (プラズマ周辺部) における電子温度  $T_e$  の時間変化を示す。この結果から、ETG 強度は  $t = 40 \mu$ s 程度で飽和することが分かった。また、図 3 に (a) DW モードと (b) ETG モードのエンベロープ解析により求めた揺動強度の時間発展を示す。DW モードにおける  $t = 0$  ms 付近のピークは、直流成分の不連続性によるもので揺動に起因するものではない。ETG モードは  $t = 0$  ms から成長を開始し、0.4 ms 付近で飽和したのに対して、DW モードは  $t = 0.4$  ms から成長を開始し、1 ms 付近で飽和しているのが観測された。このことから ETG モードの成長後に DW モードが成長を始めていると考えられ、ETG モードからのエネルギー移送により、DW モードが成長することを直接的に計測することができた。

[1] C. Moon, T. Kaneko, and R. Hatakeyama, *Phys. Rev. Lett.*, **111**, 115001 (2013).

[2] C. Moon, T. Kaneko, S. Tamura, and R. Hatakeyama, *Rev. Sci. Instrum.*, **81**, 053506 (2010).

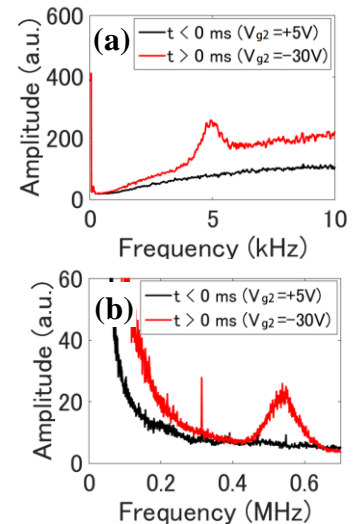


図 1: 電子密度揺動の周波数スペクトル時間変化. (a) 低周波領域, (b) 高周波領域.

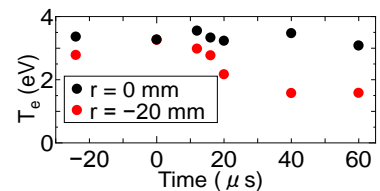


図 2: 電子温度  $T_e$  の時間変化.

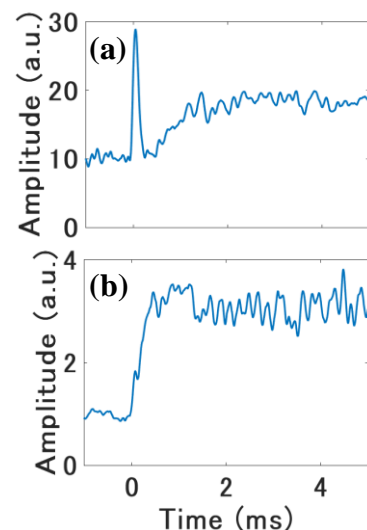


図 3: ETG 形成時における揺動強度時間発展. (a) DW モード, (b) ETG モード.