

磁化プラズマ中電子温度勾配駆動不安定揺動間の 非線形結合の同定

Identification of Nonlinear Couplings between Fluctuations Driven by Electron Temperature Gradient in Magnetized Plasma

文 贊鎬, 畠山 力三, 金子 俊郎

Chanho MOON, Rikizo HATAKEYAMA, Toshiro KANEKO

東北大院工

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.

筆者らは、磁場閉じ込め核融合プラズマ中において異常輸送現象の原因として注目されている電子温度勾配 (ETG) モードの解明を目指して、密度揺動のスペクトル解析を行っている。今回、ETG を精密に制御し、詳細にバイスペクトル解析を行ったところ、高周波 ($\sim \text{MHz}$) と低周波 ($\sim \text{kHz}$) 揺動が励起され、それらが ETG 強度に依存して、ETG モード ($\sim 0.4 \text{ MHz}$) とドリフト波モード ($\sim 7 \text{ kHz}$) 及び $\sim 0.8 \text{ MHz}$ 揺動と $\sim 1 \text{ kHz}$ 揺動 (フルートモード) が独立に非線形結合していることが同定されたので、その結果を報告する。

実験は東北大学 Q_T-Upgrade Machine を用いて行った。ECR 放電による高電子温度プラズマ ($\sim 3.5 \text{ eV}$) と低温熱電子 ($\sim 0.2 \text{ eV}$) を実験領域において重畳して局所的な ETG を形成できる [1]。

図 1 に ETG によって励起された高・低周波密度揺動の規格化振幅強度 ($\tilde{I}_{es}/\bar{I}_{es}$) の電子温度勾配 (ΔT_e) 依存性を示す ($\Delta T_e = T_e(r=0 \text{ cm}) - T_e(r=-2 \text{ cm})$)。 ΔT_e を増加することによって ETG モードの強度が大きくなり、 $\Delta T_e \sim 0.7 \text{ eV}$ のとき飽和することを観測した。一方、ドリフト波モードの場合は、揺動強度が $\Delta T_e \sim 0.7 \text{ eV}$ 以上において、大きく増幅される傾向があることが明らかになった。さらに、 $\sim 0.8 \text{ MHz}$ と $\sim 1 \text{ kHz}$ 揺動の強度は $0 < \Delta T_e < 0.7 \text{ eV}$ のとき増幅され、 $\Delta T_e > 0.7 \text{ eV}$ のとき揺動強度が減少して飽和状態になった。図 2 に、急峻な ETG が形成されている $\Delta T_e \sim 2 \text{ eV}$ の場合の、高・低周波密度揺動のバイスペクトル解析を行った結果を示す。ETG モードとドリフト波モード及び $\sim 0.8 \text{ MHz}$ 揺動とフルートモードとのバイコヒーレンスが大きくなることが観測された。以上の結果から、ETG によって励起された ETG モードが非線形結合によってドリフト波の揺動強度を増幅させることが明らかになった。さらに、フルートモードの強度が $\sim 0.8 \text{ MHz}$ 揺動と非線形結合するが、ETG 強度の増大に従って二つの揺動強度はともに減少することが分かった。講演では、これについて考察した結果を報告する。

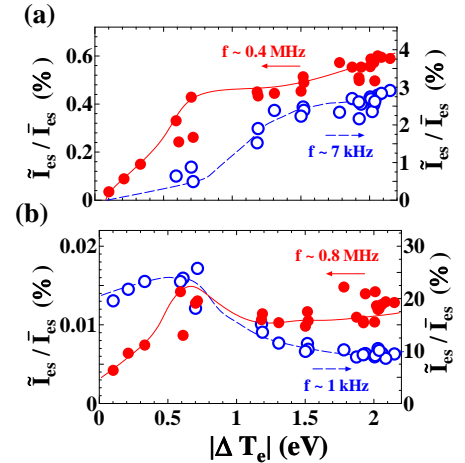


図 1: 高・低周波密度揺動規格化振幅強度の電子温度勾配 (ΔT_e) 依存性. (a) $\sim 0.4 \text{ MHz}$ と $\sim 7 \text{ kHz}$, (b) $\sim 0.8 \text{ MHz}$ と $\sim 1 \text{ kHz}$. $V_{g1} = -10 \text{ V}$, $V_{g2} = -30 \text{ V}$.

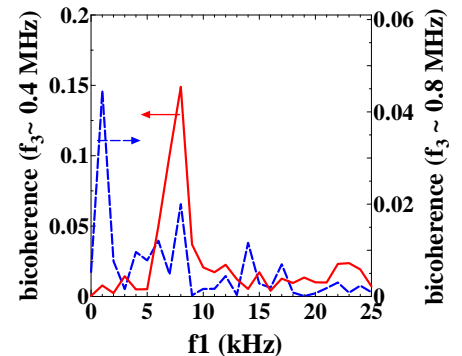


図 2: 高・低周波密度揺動におけるバイコヒーレンスの $f_3 \sim 0.4 \text{ MHz}$ 及び $f_3 \sim 0.8 \text{ MHz}$ に沿ったスライス. $V_{g1} = -10 \text{ V}$, $V_{g2} = -30 \text{ V}$.