

直線磁化プラズマにおける電子温度勾配モードとフルートモードの非線形結合

Nonlinear Couplings between Electron Temperature Gradient Mode and Flute Mode in Linear Magnetized Plasmas

文 贊鎬, 畠山力三, 金子俊郎

Chanho MOON, Rikizo HATAKEYAMA, and Toshiro KANEKO

東北大院工

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.

筆者らは、核融合プラズマ異常輸送現象の解明を目的として、その原因の一つと考えられている電子温度勾配 (ETG) モードについて、基礎実験的に調べている。これまで、径方向の ETG を形成・制御することによって ETG モード (~ 0.4 MHz) が励起され、ドリフト波モード (~ 7 kHz) がそれとの非線形結合で助長されることを明らかにしてきた [1]。今回、ドリフト波モードとは異なるメカニズムで不安定化するフルートモード (~ 4 kHz) が ETG の増大によって新たに励起されることが分かったため、ETG モードとの非線形結合の観点から詳細に調べた結果について報告する。

実験は東北大学 Q₁-Upgrade Machine を用いて行った。ECR 放電による高電子温度プラズマ (~ 3.5 eV) と低温熱電子 (~ 0.2 eV) を実験領域において重畳することで局所的な ETG を容易に形成・制御できる [2]。図 1 に実験領域 ($r = -1.0$ cm) における ETG によって励起された ETG モード及びフルートモードの (a) 規格化振幅強度 ($\tilde{I}_{es}/\bar{I}_{es}$) と (b) バイコヒーレンスの電子温度勾配 (∇T_e) 依存性を示す。ETG モードは ∇T_e が増加することで揺動強度が大きくなるが、 ∇T_e が 1.2 eV/cm を超えると次第に飽和していく [1]。一方、フルートモードは、 $\nabla T_e > 1.6$ eV/cm において揺動強度が増大する傾向を示した。ここで、ETG モードとフルートモードのバイコヒーレンスを測定したところ、図 1(b) に示すように $\nabla T_e \sim 1.0$ eV/cm 程度から次第に増加しており非線形結合していることは明らかになったが、フルートモードの揺動強度増大の傾向とは一致していないことが分かった。

そこで、ETG モードとの非線形結合で増幅されたドリフト波モードに注目し、ドリフト波モードとフルートモードの (a) 規格化振幅強度 ($\tilde{I}_{es}/\bar{I}_{es}$) と (b) バイコヒーレンスの ∇T_e 依存性を調べた結果を図 2 に示す。ドリフト波モードは ∇T_e が 1.6 eV/cm を超えると飽和しており、フルートモードとのバイコヒーレンスは $\nabla T_e \sim 1.6$ eV/cm 以上で大きくなっていることが分かった。これらの結果から、ETG のエネルギーは、非線形結合によって、ETG モードを媒介してドリフト波モードからフルートモードへ移送され、結果的にフルートモードを増幅させたと考えられる。

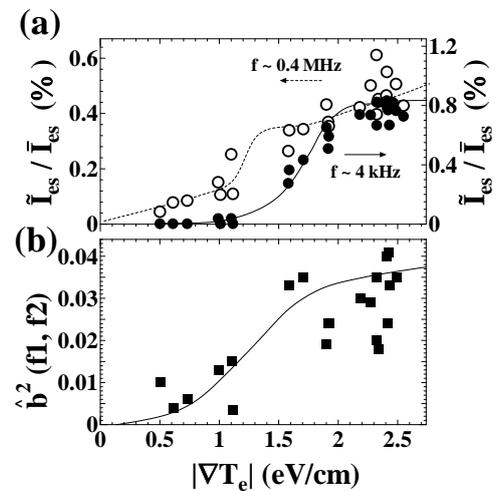


図 1: ETG モード及びフルートモードの (a) 規格化振幅強度と (b) バイコヒーレンスの ∇T_e 依存性。

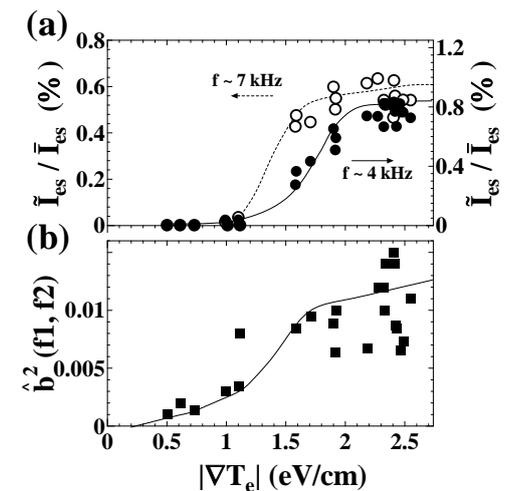


図 2: フルートモード及びドリフト波モードにおける (a) 規格化振幅強度と (b) バイコヒーレンスの ∇T_e 依存性。

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

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