

径方向電場印加時における電子温度勾配モードとドリフト波モード間の バイスペクトル時間分解解析

Time-Resolved Analysis of Bispectrum between Electron Temperature Gradient Mode and Drift Wave Mode in the Presence of Radial Electric Field

酒井 優¹, 稲垣 滋², 小林 達哉³, 伊藤 公孝³, 金子 俊郎¹
SAKAI Yu¹, INAGAKI Shigeru², KOBAYASHI Tatsuya³, ITO Kimitaka³,
KANEKO Toshiro¹

¹東北大院工, ²九州大応力研, ³核融合研

¹Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ., ²RIAM, Kyushu Univ., ³NIFS.

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: ~ 0.5 MHz) が励起し, ETG の増大とともに低周波揺動 (ドリフト波 (DW) モード: ~ 6 kHz) へエネルギー移送することを明らかにしてきた[1]. 今回, 径方向電場 E_r を形成・制御することによる, ETG モードと DW モード間のエネルギー移送機構の変化をバイスペクトル計測により解析したので, その結果について報告する.

実験では, 東北大学 Q_T-Upgrade Machine を用いて, 熱電子源の電極電位により E_r を制御しながら, ETG を形成し[2], 各揺動の成長及び非線形結合度 (バイコヒーレンス) の時間発展を計測した.

図 1 に, 空間電位 ϕ_s と E_r , また揺動励起・抑制因子の一つとして考えられている $-E_r E_r''$ [3] の半径方向分布を示す. ETG 領域 ($|r|=1.2\sim 1.8$ cm) において, E_r が負の場合 ($E_r = -0.3$ V/cm) に, $-E_r E_r'' = -1.1$ V²/cm⁴ の値を, E_r が正の場合 ($E_r = 1.0$ V/cm) には, $-E_r E_r'' = 8.5$ V²/cm⁴ の値をとることが分かった. 図 2 に E_r が負と正の条件において, ETG を過渡的に変化させた時 ($t = 0$ ms, 立ち上がり時間 < 20 μ s, $|r|=1.5$ cm) の ETG モードと DW モードの揺動強度及びバイコヒーレンス強度の時間変化を示す. ETG 形成直後, ETG モードがまず成長開始し, その後 E_r が負の場合において DW モードが $t \sim 0.3$ ms から成長することが分かった. それに対して, E_r が正の場合には DW モードはほぼ成長しなかった. また ETG モードと DW モードの非線形結合度は, E_r が負の場合には $t=0$ ms から増大していくが, E_r が正の場合にはほぼ変化しなかった. 以上の結果から, $-E_r E_r''$ が正の値を持つ際, DW モードに対して抑制効果が働き, 非線形結合度も増加せずに ETG モードから DW モードへのエネルギー移送が妨げられることが示唆された.

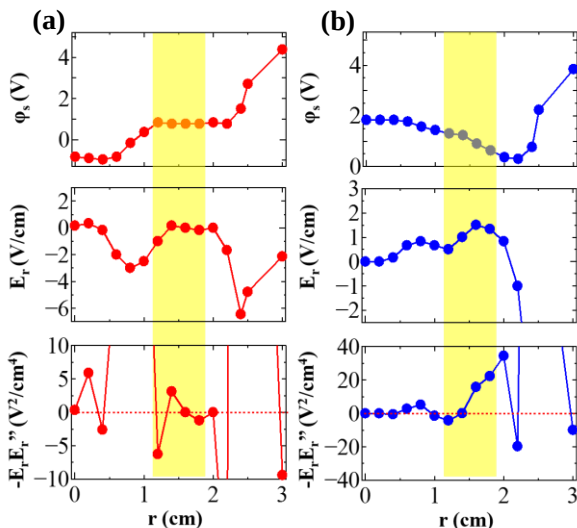


図 1: 空間電位 ϕ_s , 径方向電場 E_r , $-E_r E_r''$ の半径方向分布. (a) $E_r = -0.3$ V/cm, (b) $E_r = 1.0$ V/cm.

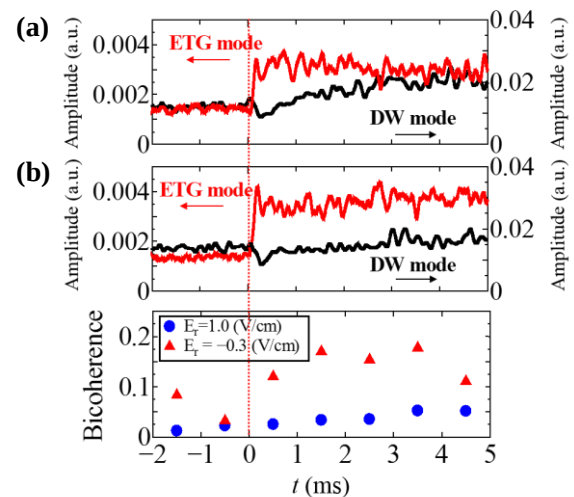


図 2: (a) $E_r = -0.3$ V/cm, (b) $E_r = 1.0$ V/cm における ETG モードと DW モードの揺動強度及びバイコヒーレンス強度の時間変化.

[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).

[3] K. Itoh, S.-I. Itoh, K. Kamiya, and N. Kasuya, *Plasma Phys. Control. Fusion*, **57**, 075008 (2015).