磁気圏型配位 RT-1 で観測されるコーラス放射の発生領域

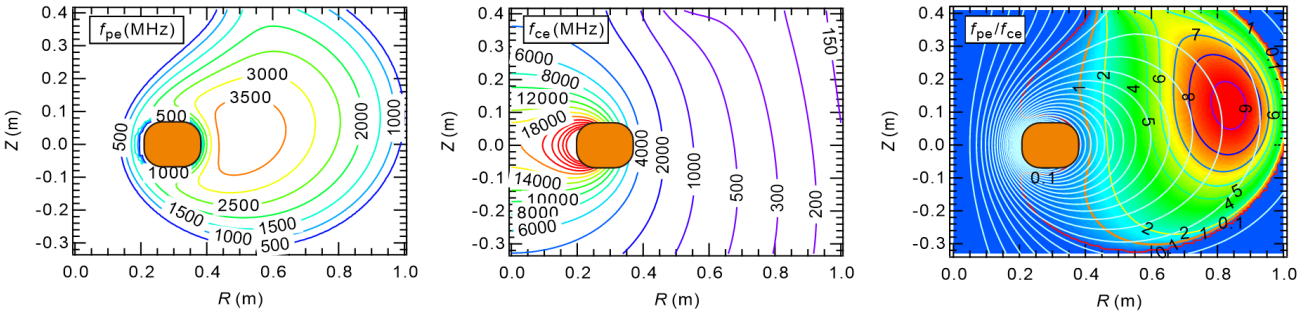
東大新領域 [A]，核融合研 [B]
齋藤晴彦 [AB]，西浦正樹 [AB]，上田研二 [A]，温周陽 [A]，三村洸生 [A]，釼持尚輝 [B]，吉田善章 [B]

Source region of chorus emission observed in RT-1 levitated dipole

GSFS U. Tokyo[A], NIFS[B]
H. Saitoh[AB], M. Nishiura[AB], K. Ueda[A], Z. Wen[A], H. Mimura[A], N. Kenmochi[B], and Z. Yoshida[B]

ホイッスラーモード・コーラス放射は，地球や木星などの惑星磁気圏で高エネルギー電子の加速や脈動オーロラの発生と関わる現象である．非線形成長を示す波動と粒子の相互作用は，核融合プラズマとも共通の物理機構を持つ研究対象と言える．超伝導コイルが作り出す磁気浮上ダイポール実験装置 RT-1[1]では，こうした宇宙と実験室に共通するプラズマ現象の研究を進めている[2]．RT-1 では，2.45GHz 及び 8.2GHz マイクロ波を用いた ECH による高温電子高 β プラズマの安定生成を実現しており[3]，電子が強い温度非等方性を持つプラズマ中で，周波数の時間的変化を示す電磁揺動の突発的な自発励起が観測される．分散関係や発生条件についての多点計測結果は，磁力線に沿った伝搬を示すホイッスラー波の傾向と一致している．揺動が観測される周波数帯はおよそ 120 MHz 程度以下の領域である[4].

コーラス状の電磁揺動の発生源に注目した研究を進めている．従来からの干渉計データに加えて，揺動が主に観測されるプラズマ周辺部での Langmuir プローブによる計測結果を含む大域的最適化による電子密度分布の推定[5]を行った．揺動の出現条件を満たす高 β 状態では，閉じ込め領域の広い部分でプラズマ周波数が電子サイクロトロン周波数を上回る，惑星磁気圏と近い状態にある（図）．今回，揺動の観測周波数領域を拡大し様々な条件で計測を行ったところ，150 MHz 以上の領域に揺動が出現することは非常に稀であった．この上限値は，閉じ込め周辺部における磁場強度に対する電子サイクロトロン周波数とほぼ一致している．強磁場領域においてもホイッスラー波が伝搬可能である一方で，観測される周波数帯域は，強磁場領域の電子サイクロトロン周波数の 1%程度以下と極めて低く，観測される揺動の発生領域が弱磁場の周辺部に局在していることを示している．真空容器壁近傍では，導入した Langmuir プローブ等に損傷を与える顕著な高温電子の存在が確認されており，高温電子が磁場垂直方向に大きなエネルギーを持つ弱磁場領域が揺動の発生源と推定される．



図： 高周波揺動が観測される高ベータ条件において，RT-1 の RZ 断面で再構成した密度分布から得られたプラズマ周波数，磁場に対応する電子サイクロトロン周波数，両者の比の分布を示す．

[1] Z. Yoshida, Y. Ogawa, J. Morikawa *et al.*, Plasma Fusion Res. **1**, 008 (2006). [2] N. Kenmochi, Y. Yokota, M. Nishiura *et al.*, Nucl. Fusion **62**, 026041 (2022). [3] M. Nishiura, Z. Yoshida, Y. Kawazura *et al.*, Nucl. Fusion **55**, 053019 (2015). [4] H. Saitoh, M. Nishiura, N. Kenmochi, Z. Yoshida, Nat. Commun., to be published (2024). [5] M. Nishiura, Z. Yoshida, N. Kenmochi *et al.*, Nucl. Fusion **59**, 096005 (2019).