

磁気圏型配位 RT-1 におけるホイッスラー揺動と電子密度変動の同時発生

東大新領域, 核融合研^A 齋藤晴彦, 西浦正樹^A, 上田研二, 森敬洋, 森川惇二, 鈺持尚輝^A, 吉田善章^A

Intermittent whistler fluctuation and density variation in the RT-1 magnetospheric experiment

GSFS U. Tokyo, NIFS^A H. Saitoh, M. Nishiura^A, K. Ueda, T. Mori, J. Morikawa, N. Kenmochi^A, Z. Yoshida^A

波動粒子相互作用はジオスペースや実験室のプラズマに共通する一般的な素過程であり, 相対論的荷電粒子から構成される放射線帯の消滅形成過程, またプラズマの構造形成や閉じ込めを規定する重要な役割を果たしている. 様々なプラズマにおいて, 波動現象はしばしば急速かつ突発的に発生し, その発生頻度や強度はプラズマのパラメータに強く依存する. 超伝導磁気浮上コイルにより惑星磁気圏型のダイポール磁場を生成する RT-1[1,2]では様々なプラズマ揺動が観測され[3], 周波数変調を示すホイッスラー波の間欠的な自発励起が確認されている. ホイッスラー揺動が励起されるためには, ECH により生成された高温電子が担うプラズマ圧力がある閾値を超えることが必要であり (図 1), 温度非等方性を持つ高温電子が励起するモードであることを示唆している. 高周波 Bdot プロブによる多点計測によれば, 異なるプローブ間で揺動が同一のタイミングで観測されるのは, 同一磁力線上で計測した場合にほぼ限定され, トロイダル方向に離れた場所で同一のイベントが観測されるケースは非常に少ない. これは, RT-1 におけるホイッスラー波帯の揺動がプラズマ内部で局所的に発生しており, 発生した波動がダイポール磁場の磁力線に沿って伝播していることを示している. なお, 同一磁力線上における発生場所については, 異なるプローブ間で発生頻度に明確な差異は確認されていない. マイクロ波干渉計と Bdot プロブの同時計測によれば, 電子密度変動と磁場揺動が同期して発生する現象が稀に発生しており, 共鳴加速により生成された高エネルギー電子損失の効果が疑われる. ただし, 電子密度の一時的な減少は Bdot プロブで磁場揺動が観測されない場合にも発生することがあり, 両者の関係と発生条件の詳細を明らかにする必要がある. 揺動との相互作用による電子加速の効果を考えると, RT-1 の磁場配位では数十 keV 程度以上の高温電子の軌道はカオス的となる (図 2) 場合があり, テスト粒子の軌道解析によれば, 閉じ込め不可能となる電子の割合が有意に増大する.

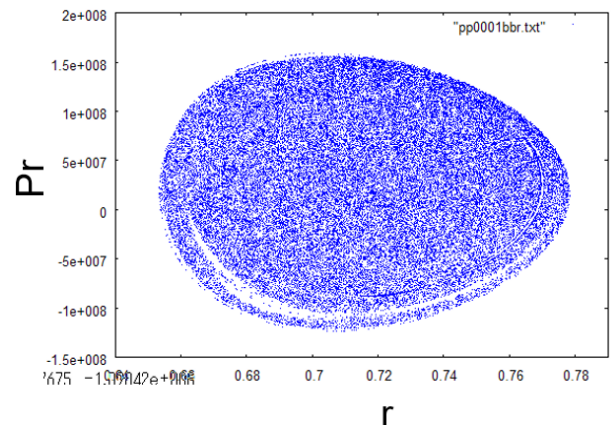
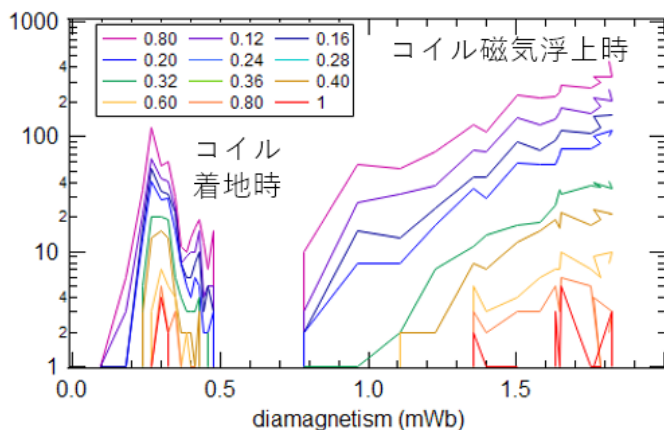


図 1 揺動の 10ms 当たりの発生頻度を, 出現する揺動の振幅 (図中の数字, 観測された最大レベルの振幅で規格化) に対してプロットした.

図 2 RT-1 の磁場配位中で 100keV まで加速された電子軌道のポアンカレプロットは, カオス的な軌道の存在を示している.

- [1] 2006 Z. Yoshida+, Plasma Fusion Res. **1**, 008. [2] 2019 M. Nishiura+, Nucl. Fusion **59**, 096005. [3] 2021 N. Kenmochi+, IAEA FEC.