

ビーム不安定性からの低周波波動励起に関する粒子シミュレーション

Particle simulations about generation mechanism of low frequency waves excited from beam instabilities

三宅 壮聡 [1]; 広野 哲也 [1]; 大村 善治 [2]; 小嶋 浩嗣 [3]

Taketoshi Miyake[1]; Tetsuya Hirono[1]; Yoshiharu Omura[2]; Hirotsugu Kojima[3]

[1] 富山県立大学; [2] 京大・生存圏; [3] 京大・RISH

[1] Toyama Pref. Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ; [3] RISH, Kyoto Univ.

地球磁気圏のプラズマシート境界層を始めとする様々な領域で広帯域の静電ノイズ (BEN) が観測されている。BEN の波形は地球磁気圏探査衛星 Geotail の観測結果によって、孤立したパルス状の波形 (ESW) であることが確認された。本研究では BEN の低周波成分が、その高周波成分である ESW と同じビーム不安定性の非線形発展の結果励起されるという仮定に基づき、ビーム不安定性からの低周波波動励起に関する 2 次元粒子シミュレーションを行った。ビーム不安定性の長時間発展の結果現れる、磁場に垂直方向の低周波波動に着目し、そのパラメータ依存性について検討した。

ビーム不安定性の初期状態として、シミュレーション空間にイオンを配置し、磁場に平行方向のドリフト速度を持った電子ビームを与えた。更にパラメータとして電子サイクロトロン角周波数と電子ドリフト速度を変化させて 2 次元粒子シミュレーションを行った。電子サイクロトロン周波数が電子プラズマ周波数と等しい場合のシミュレーションを実行して、そのポテンシャル構造の時間発展を調べた結果、シミュレーション初期に 2 次元的なポテンシャル構造が励起され、時間とともにこのポテンシャルが合体を繰り返し、最終的に磁場に垂直方向に 1 次元的なポテンシャルが形成される、という ESW 励起プロセスが再現された。このシミュレーションにおいて励起された波動を調べたところ、磁場に垂直方向に低周波波動が励起されていることを確認した。シミュレーション初期段階では磁場に垂直方向にノイズ状の低周波波動が発生し、時間とともに Lower Hybrid 周波数の間隔で高調波が励起される。一方、電子サイクロトロン周波数付近にも磁場に垂直方向の偏波を持つ波動が励起される。

様々なパラメータでシミュレーションを行った結果、磁場が弱い場合、磁場に平行方向に 1 次元的で強い不安定性が励起されるが、磁場に垂直方向の波動は現れなかった。一方磁場が強い場合には、初期のビーム不安定性は 2 次元的で、磁場に垂直方向の波動が励起され、時間発展とともに低周波波動の励起も確認できた。今後、詳細なシミュレーションを行い、これらの波動の励起メカニズムについて検証を行う。