

## 高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

# 小谷 翼 [1]; 樋田 美栄子 [2]; 森高 外征雄 [2]; 田口 聡 [3]  
[1] 京大・理・地惑; [2] 核融合研; [3] 京大理

### PIC simulation on nonlinear development of lower-hybrid instabilities driven by energetic ions.

# Tsubasa Kotani[1]; Mieko Toida[2]; Toseo Moritaka[2]; Satoshi Taguchi[3]  
[1] Earth and Planetary Sciences, Kyoto Univ.; [2] NIFS; [3] Grad school of Science, Kyoto Univ.

Instabilities driven by energetic ions are important issues both for space plasmas and magnetic fusion plasmas. Radio Frequency (RF) waves in the range from the ion cyclotron frequency to the lower hybrid resonance frequency are often observed during the period of neutral beam injection (NBI) in Large Helical Device (LHD) plasmas. These waves can be excited by instabilities due to energetic ions generated by the NBI perpendicular to the magnetic field. Some studies indicate that these waves contribute the ion energization in the magnetosphere.

Using a one-dimensional, electromagnetic, Particle-In-Cell (PIC) code, we study instabilities driven by energetic ions assuming that the energetic ions have a non-Maxwellian ring-like distribution in the velocity space perpendicular to the magnetic field. This PIC code enables us to self-consistently simulate full dynamics of electrons and ions and evolution of electromagnetic fields, using the full Maxwell's equations and the equations of motion of particles. We focus on the nonlinear evolution of LHW and ICEs caused by continuous energetic-ion injection into a plasma.

Simulating in the 50 times periods of ion-cyclotron period, LHW grows stronger in the initial phase although ICEs grow gradually. In the lower-hybrid frequency region, the peak wave number increases as time proceeds.

高速イオンが引き起こす不安定性は核融合プラズマや宇宙プラズマに共通する重要な物理過程である。大型ヘリカル装置を始めとする磁場閉し込めプラズマ実験装置では、プラズマ加熱のために高速の中性粒子注入されることで磁場に垂直なリング状の速度分布をもつ高速イオンが生じる。その結果、イオンサイクロトロン放射や低域混成波といった磁場に垂直に伝搬する波動が励起されると考えられている。地球磁気圏では、これらの波が地球大気からの酸素イオンの流出に寄与していると指摘されている。本研究では、磁場に垂直なリング状の速度分布をもつ高速イオンがもたらす低域混成波不安定性とその非線形発展を、空間1次元の電磁粒子シミュレーションを用いて調べている。特に、高速粒子をプラズマに注入し続けることによる効果に注目している。イオンサイクロトロン周期の50倍程度の時間でシミュレーションを行なったところ、初期では低域混成波が強く不安定になり、時間が経過していくにつれてイオンサイクロトロン放射が少しずつ強くなること明らかにした。また、低域混成波の振動数帯で不安定になる波動の波数が時間と共に大きくなること明らかにした。講演では、初期にのみ高速イオンを配置した場合のシミュレーションとの比較や、高速粒子の速度分布がデルタ関数的な場合と広がりを持つ場合の比較についても報告する。