

極域における静電孤立波に関する粒子シミュレーション

Particle simulations of solitary waves in the auroral region

三宅 壮聡 [1], 大村 善治 [2], 松本 紘 [2]

Taketoshi Miyake [1], Yoshiharu Omura [1], Hiroshi Matsumoto [1]

[1] 京大・RASC, [2] 京大・超高層

[1] RASC, Kyoto Univ.

<http://www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/~miyake/>

近年の衛星観測によって極域等様々な領域において静電孤立波が観測されているが、領域によってその空間構造が異なることが知られている。
本研究では、極域で観測された二次元構造を持つ静電孤立波の形成過程及び、その空間構造をコントロールするパラメータを計算機実験により明らかにする。
まず、極域のパラメータを用いた二次元シミュレーションにおいて、静電孤立波の形成を確認、その空間構造が電子ビームの熱速度に影響されることを確認した。またイオンの影響を調べたところ、電子ビームによって形成された静電孤立波の空間構造がイオンによって変化するという現象が見られた。

近年の衛星観測によって、極域を含む地球磁気圏の様々な領域において、静電孤立波が観測されている。これらの静電孤立波のうち、GEOTAIL衛星により磁気圏尾部で観測されたものは弱い電子ビーム不安定から形成され、そのポテンシャル構造は磁場に垂直方向に一樣な一次元構造を持つことが確認されている。一方、FAST等の衛星観測により極域において観測された静電孤立波のポテンシャルは二次元構造を持つことが知られている。
本研究では、この極域で観測された二次元構造を持つ静電孤立波の形成過程とポテンシャルの空間構造をコントロールするパラメータを明らかにすることを目的としている。

まず、極域のパラメータを用いた二次元静電粒子シミュレーションを行い、電子二流体不安定から静電孤立波の形成を確認した。
これら静電孤立波の空間構造は、その形成過程において電子ビームの熱速度に大きく影響され、低温電子ビーム不安定からは二次元構造を持つ静電孤立波が、高温電子ビーム不安定からは一次元構造を持つ静電孤立波がそれぞれ形成された。
また、これら静電孤立波の安定性は外部磁場強度に影響され、特に二次元構造を持つ静電孤立波は強い外部磁場の元でしか安定に存在しない。
次にこれらの計算機実験においてイオンの影響を見るため、イオンが電子の作るポテンシャルと相互作用を起こすようなパラメータで計算機実験を行った。
その結果、二次元構造を持つ静電孤立波はイオンの運動によって徐々に減衰されることが確認された。
一方、一次元構造の静電孤立波はイオンの影響によって磁場に垂直方向に分割され、最終的には二次元構造を保ち安定する。
この二次元構造の磁場に垂直方向の空間スケールは、ほぼイオンのジャイロ半径であり、電子ビームによって形成されたポテンシャルの空間構造が、イオンダイナミクスによって大きく影響されることを確認している。