

地球磁気圏尾部領域における電子の異方性分布生成

幅良太 [1]; 羽田亨 [2]; 松清修一 [3]
[1] 九大・総理工・大海; [2] 九大総理工; [3] 九大・総理工

Generation of electron anisotropies at earth's magnetotail

Ryota Haba[1]; Tohru Hada[2]; Shuichi Matsukiyo[3]
[1] ESST, Kyushu Univ.; [2] ESST, Kyushu Univ.; [3] ESST Kyushu Univ.

Anisotropic electron distributions are often found in the night-side region of the earth's magnetosphere in the energy range from about 10eV to 10keV, in particular, in association with the so-called dipolarization events where the stretched magnetic field recovers to be closer to the earth's dipolar field. Theoretical models are proposed to explain the appearance of these distributions, using the first and the second adiabatic invariants. While the first invariant (magnetic moment) is almost always conserved, the second invariant (action associated with the mirroring motion along the field lines) can be violated depending on the time scale of the external perturbations and the electron energy. Recently, Wang et al (JGR, 2014) made a statistical analysis on variation of the electron anisotropies during geomagnetic depolarization events using THEMIS data. They found that, after the dipolarization, the pancake type (perpendicular temperature > parallel temperature) anisotropy increases when the electron energy is < 1keV, while the cigar type (perp < parallel) anisotropy dominates for higher electron energies.

In this presentation we show our results of test particle simulations to discuss what types of pitch-angle anisotropies would emerge for various field line configurations, and also by varying the strength and time scales of the external electric field. Electron trajectories are computed by directly time integrating the equation of motion and also by integrating the guiding center equation of motion. After showing that the observed dependence of the types of anisotropies on the electron energy can roughly be explained by the present model, we will discuss evolution of anisotropies at distant magnetotail. Application of the present model to other planetary magnetospheres will also be discussed.

地球磁気圏尾部領域では、太陽風起源の電磁場が地球磁気圏内に侵入することにより地球磁場が変形し、これに伴い温度異方性を持った電子分布が出現することが知られている。異方性生成には様々な要因が考えられるが、ここでは電子の断熱不変量の保存・非保存による生成モデルを考える。周知のように、地球磁場中での荷電粒子の運動は3種の周期運動(サイクロトロン、ミラー、ドリフト)の重ね合わせとして近似的に表現できる。これらの運動はそれぞれオーダーが大きく異なる周期を持ち、第1不変量(磁気モーメント)はどのような状況でもほぼ保存されるが、第2不変量(沿磁力線ミラー運動の伴う作用)の断熱性は、外力のタイムスケールと電子のエネルギーに依存して決まる。

最近、THEMIS衛星により dipolarization に伴う異なるエネルギーでの電子ピッチ角分布の変動が観測されている(Wang et al, 2014)。Dipolarization とは外部電場によって地球の磁力線が、地磁気ダイポールによるものに近づくことである。この観測結果から、粒子のエネルギー、また地球からの距離、磁力線の形状により異方性の出現の傾向に違いがあることが判明している。

本研究では、地球磁気圏における電子の異方性生成をテスト粒子計算により解析する。磁場は地球磁場(ダイポール磁場)と尾部電流等によりつくられる磁場の重ね合わせとし、この中での電子運動を、運動方程式の直接積分および旋回中心の運動方程式の積分により求めた。外部電場により地球磁気圏が圧縮され、dipolarization が起きたときの異方性の生成を議論した。生じる異方性の外部電場パラメータ依存性、背景磁場への依存性、また旋回中心方程式の妥当性などについて議論する。地球以外の惑星磁気圏における同様のプロセスについても言及する。