

MSMシミュレーション及びLANL衛星を用いた内部磁気圏におけるイオンの多重バンド構造の研究

Formation of Multiple Minima of Ion Flux Spectgrams in the Near Earth Magnetosphere: MSM Simulations & LANL Observations

磯和 充[1], 白井 仁人[2], 上出 洋介[1], Bonnie Hausman[3], John Freeman[4]

Mitsuru Isowa[1], Hisato Shirai[2], Yohsuke Kamide[1], Bonnie Hausman[3], John Freeman[3]

[1] 名大・STE研, [2] 名大STE研, [3] Rice Univ., [4] Rice Univ

[1] STEL, Nagoya Univ, [2] STEL, Nagoya Univ., [3] Rice Univ.

地球近傍磁気圏における人工衛星の探査によって、様々な粒子分布構造が発見されてきている。これらの構造は、磁気圏の電場、磁場の変動、プラズマ圏やプラズマシートの粒子分布など多くの情報を含んでいるため、その形成メカニズムの解明は非常に重要な課題である。我々が注目しているのは、LANL衛星で観測されるイオンの「多重バンド構造」である。多重バンド構造については、これまでサブストームに伴う内部磁気圏への粒子注入とそれによるドリフトエコーによって説明されてきた(Greenspan et al., 1985, Li et al., 2000)。しかし、我々が行った静止軌道衛星(LANL衛星)のデータを詳しく調査した結果、そのモデルでは説明できない多重バンド構造が存在することが分かった。例えば、我々が調べた幾つかの例では、多重バンド構造中の、高いエネルギーのバンドの方が低いエネルギーのものよりも(対数で見ても)広いエネルギー幅をもっていた。この性質は、サブストーム時の粒子注入とそれに続くドリフトエコーというモデルでは説明できない。本研究の目的は、この構造の形成メカニズム明らかにすることである。そこで、(1)静止軌道衛星(LANL衛星)のデータを用いて詳しい調査を行い、(2)計算機実験によって多重バンド構造を再現した。

(1)我々は、LANL衛星で観測されるバンド構造(フラックスミニマム)を3つのタイプに分けて解析を行った。第一のタイプ(タイプ1)は、昼側に現れる低エネルギー(1 keV付近)のバンド構造である。これは、電離層へのイオンのロスによって説明できる。第二は、10 keV付近に現れるもので、第一のものと重なって二重のバンド構造となる。これが、上述したバンド構造であり、説明が難しいもので、我々が見つけたものである。第三は、サブストーム時に観測されるもので、きれいなエネルギー分散が認められる。このエネルギー分散をもつバンド構造はサブストーム時の粒子注入(とそれに伴うドリフトエコー)によって説明できる。第二のタイプ(タイプ2)の形成メカニズムを探るため、統計的な調査を行った。まず、発生頻度のMLT分布を導出した。その結果、昼側で多く観測されることがわかった。このことは、ランダムなMLTで発生しているのではないことを示し、夜側(つまり磁気圏尾部)からの粒子輸送機構と関係があることを示唆する。また、タイプ2が観測された時の地磁気状態(AL指数及びDst指数)を調べた結果、このイベントが、主に地磁気静穏時に発生していることが分かった。

(2)これまでに得た解析結果から、タイプ2は(今まで報告されたような)サブストーム時の粒子注入+ドリフトエコーで説明することは難しいことが分かった。そこで、タイプ2の形成メカニズムとして、グローバルな磁気圏の粒子対流(磁気圏電場)の変化を考え、計算機実験を行った。この計算機実験では、MSMと呼ばれる粒子軌道追跡シミュレーションを改良し、まず最も単純な磁気圏電場モデル(Volland-Sternモデル)を用いて粒子追跡を行った。その結果、電場に大きな時間変化がある場合、タイプ1のフラックスミニマムよりも高いエネルギー領域(10 keV付近)に新しいフラックスミニマム(タイプ2)が形成されること分かった。この再現された構造は、観測結果と非常に良く一致した。