

サブストームの各 phase における、グローバルMHDシミュレーションとKRM法の電離層パラメータの比較 (I)

Comparison of ionospheric parameters between the global MHD simulation and the KRM method in each substorm phase (I)

篠原 学[1], 中田 裕之[2], 上出 洋介[1], 荻野 竜樹[2]

Manabu Shinohara[1], Hiroyuki Nakata[2], Yohsuke Kamide[3], Tatsuki Ogino[2]

[1] 名大・STE研, [2] 名大STE研

[1] STE Lab., Nagoya Univ., [2] STEL, Nagoya Univ., [3] STEL, Nagoya Univ

MHD global simulationによる、太陽風パラメータの変化に対する磁気圏応答の研究が急速に進んでいる。これらの計算機実験では、太陽風パラメータを適当に設定し、IMF Bz を北向きから南向きに变化させる事によって substorm 発達過程のシミュレーションを行うことができる。数値実験による substorm の発達の様子と、観測のから得られた substorm の発達の様子とを比較して研究することは、simulation の結果に対する妥当性の評価、観測で得られた様々な変動と磁気圏の変動との対応付けなどを行うことができるため非常に重要である。

今回、KRM を用いた substorm の発達過程の統計解析の結果を用いて、MHD global simulation の結果との比較研究を行った。

MHD global simulationによる、太陽風パラメータの変化に対する磁気圏応答の研究が急速に進んでいる。これらの計算機実験では、太陽風パラメータを適当に設定し、IMF Bz を北向きから南向きに变化させる事によって substorm 発達過程のシミュレーションを行うことができる。数値実験による substorm の発達の様子と、観測から得られた substorm の発達の様子とを比較して研究することは、simulation の結果に対する妥当性の評価、観測で得られた様々な変動と磁気圏の変動との対応付けなどを行うことができ、非常に重要である。今回、KRM を用いた substorm の発達過程の統計解析の結果を用いて、MHD global simulation の結果との比較研究を行った。

Kamide-Richmond-Matsushita magnetogram-inversion algorithm は、地上多点の磁場観測データを元に電離層電流を見積もり、電気伝導度モデルを使用して、電離層の electric potential、field-aligned current 等を求める手法である。観測データを基にしているため、実際に起こっているサブストームの状況を捉えることに適した手法である。Kamide et al [JGR,1996]は複数のサブストームイベントのデータを用い、substorm を Quiet、Growth、Expansion、Peak of substorm、Recovery の5つのPhaseに分け、多数の観測結果の平均よりそれぞれの状況での極域電離層の状態をKRM法によって求めた。ここでは、その結果をsubstormの観測的な基準として用いる。

一方、Ogino [JGR,1992]によるMHDコードを用いたglobal simulationは、IMFなどの太陽風パラメータを与える事で、磁気圏の変動をシミュレートし、様々な条件下でsubstormの発生を調べることができる。IMFのBzを北向きから南向きに变化させることでsubstormを発生させることができるが、南向きBzの大きさを変えると、substormの発生時刻、極域電離層での擾乱の緯度分布などが大きく変化する。

本研究では最初に、IMF Bz=+5nTを磁気圏が安定な状態に達するまで長時間あたえ続け、その後南向きに变化させる。simulation boxの状況から、約20分後に極域電離圏に磁力線のopen領域が現れ、極域電離圏 convection パターンはtwo cellに変化する。その後、時間の経過と共に電離圏のtwo cellのconvectionは発達し、夜側へ広がっていく。この過程はKRM統計解析のgrowth phaseに相当する。そして、Bz=-5nTを与えた場合は約75分後、Bz=-10nTを与えた場合は約55分後にsubstormのexpansion phaseが始まる。electric potentialの分布が夜側を中心に一層強まり、20分ほどかけてPeak of substormの状態に達する。

南に反転したBzの値によって、simulationのelectric potentialの分布は大きく変わる。ここでは、Bz=-10nT程度を与えたときにKRMの結果と緯度的に近い分布が得られた。しかし、経度的にはKRMではelectric potentialが時計回りに回転した様な分布を示すのに対し、simulationではその様な偏りは現れていない。electric potentialの回転はKRMの結果ではsubstormの進行と共に大きくなるが、simulationではこれに相当する変化を見ることはできなかった。この様な、simulationとKRM統計解析の結果の比較を行い、その類似点・相違点について考察を行う。特に、simulation結果に対する電気伝導度の影響について、続くパート2の講演で更に検討を行う。