

磁気嵐の予測可能性

Predictability of geomagnetic storms

長妻 努[1], 渡辺 成昭[2]

Tsutomu Nagatsuma[1], shigeaki watanabe[1]

[1] 通総研, [2] 通信総研

[1] CRL

磁気嵐は太陽風 - 磁気圏 - 電離圏システムにおける最も大規模な擾乱現象である。これまでに経験式モデルやニューラルネットワークモデル、粒子追跡シミュレーションモデル等によって磁気嵐の予測が試みられてきた。これらのモデルは、論文等に示されている特定期間の磁気嵐を太陽風データからよく再現していることは明らかなのだが、様々な状態が存在する長期間の太陽風データに応用した場合にも、安定的に磁気嵐予測が可能なのかについては、これまでは太陽風の観測期間が限られていたため、十分には検証されてこなかった。

しかしながら近年は、Wind 衛星、ACE 衛星と太陽風の観測を長期間にわたって連続的に太陽風の観測を行なっている。また、第 23 期の太陽活動の極大期を迎え、様々な規模の磁気嵐が頻発している。そこで、我々は 1998 年から 2000 年までの ACE 衛星で観測された太陽風データと SYM-H 指数 (Dst 指数) を用いて、代表的な経験式モデルの 1 つである Burton モデルが磁気嵐に伴う地磁気変動 (SYM-H 指数の変動) をどのくらい再現するのかについて調べた。その結果、Burton モデルは回復相の変化の予測誤差は大きいですが、主相の変化や磁気嵐の最小値及びその時刻に関して平均的には、現象の大小に関わらずよく再現していることが示された。このことから磁気嵐の発達において VBs が重要な制御要因であることが再確認された。回復相の再現性の悪さは、Dst の decay の時定数を定数としていることに起因すると考えられる。これに関しては最近 O'Brien and McPherron[2000] が Dst の Decay パラメータを定数から VBs の関数へと修正することで、予測の精度を向上させている。

その一方で、この期間中に SYM-H 指数と Burton モデルからの予測が明らかに大きく異なる磁気嵐が数例存在することが明らかになった。これらの磁気嵐は次のような特徴を持っている。

- 1) Dst のピーク値は -100 ~ -200nT 程度である。
- 2) Bz は -10 ~ -20nT で半日 ~ 1 日程度継続している。
- 3) 太陽風速度は比較的低速 (400km/s) であることが多い。

これらの磁気嵐においては、主相では SYM-H 指数とモデルの予測はほぼ一致している。しかし回復相では、VBs は引き続き大きい状態が継続しているためにモデルでは継続して磁気嵐が発達すると予測しているため、SYM-H 指数との間に大きな予測誤差が生じている。

これらの磁気嵐に関してニューラルネットワークモデルによる予測と Dst 指数の比較を行なった結果、ニューラルネットワークモデルによる予測においても、予測誤差が通常の磁気嵐に比べて大きいことが明らかになった。ニューラルネットワークは、太陽風パラメータのみを用いて予測を行っており、外的要因による磁気嵐の発達過程を経験的に学習していることが期待される。そのため、ニューラルネットワークモデルによる再現性の低さは、これらの磁気嵐において太陽風パラメータにあまり依存せず磁気圏内部に起因する磁気嵐の decay の要因が存在している可能性を示唆している。

講演では、この特異な磁気嵐の特徴とその発達及び decay の要因に関して、詳細な解析を行なった結果について報告する予定である。