

2003年11月の大磁気嵐におけるリングカレントの消長と磁気圏・電離圏結合

Ring current and magnetosphere-ionosphere coupling during the super storm on 20 November 2003

海老原 祐輔[1]; Fok Mei-Ching[2]; 江尻 全機[1]

Yusuke Ebihara[1]; Mei-Ching Fok[2]; Masaki Ejiri[1]

[1] 極地研; [2] NASA ゴダードスペースフライトセンター

[1] NIPR; [2] NASA GSFC

2003年11月20日の磁気嵐は、1957年以降2番目のDst最小値(-472nT)を記録したばかりではなく、惑星間空間、磁気圏及び電離圏の様々な領域において、粒子や磁場などの良好な観測データが連続して得られていることから、大磁気嵐における内部磁気圏の応答を調べる上で最適な事例といえる。本発表では、ACE, DMSP F13, DMSP F16, NOAA 17, LANL(1991-080, 1994-084, 97A, 02A)の各衛星で得られた観測データと、磁気圏・電離圏結合を考慮したシミュレーションの結果を比較することによって、リングカレントの構造と、その磁気圏・電離圏結合の結果であるサブオーロラ帯のダイナミクスに着目する。

DMSP F13の観測によると、リングカレントの電気的ドライバーである極冠電位差は最大約200kVに達した。これはHill-Siscoeモデルが予測する200-300kVとコンシステントである。静止軌道上にある4つのLANL衛星によると、リングカレントの直接の物質的ドライバーである夜側プラズマシートの密度は2回にわたり 5 cm^{-3} まで上昇した。観測に基づくこれらの極冠電位差とプラズマシート密度・温度を境界条件としたシミュレーションを実行したところ、観測結果に近いDst変動を得ることができた。静止軌道より遠方のプラズマシートに起源を持つイオンは $L=1.5$ 以下まで深く入り込み、この様相はNOAA 17衛星による観測とよく一致する。すなわち、対流電場の発達と濃いプラズマシート密度によってリングカレントの発達については概ね説明できることを示唆している。また、リングカレントが駆動する遮蔽電場によって朝側の対流電場のパターンは大きく歪み、磁気緯度40度以下では西向き(反太陽方向)の電離圏プラズマドリフトがシミュレーション結果に現れた。これもDMSP F13による観測結果とよく一致し、計算された遮蔽電場が妥当なものであることを示している。計算された沿磁力線電流はDMSP F16の観測結果と同様に単純な2層構造を示さず、時間的にも空間的にも複雑な構造を示した。一方、リングカレントの減衰に着目すると、通常の電荷交換反応モデルではNOAA 17衛星で見られるようなイオン・フラックスの早い減少を説明できないことがわかった。比較的強いピッチ角散乱(拡散係数 10^{-4} s^{-1} 以上)か、通常より濃い中性水素密度(5倍以上)をシミュレーションに取り入れるとNOAA 17衛星観測とよく一致するようになるが、詳細については今後検討する必要がある。