

## 修士論文要旨

# AKR活動でみる磁気嵐時の磁気圏ダイナミックスの研究

関 妙子

(指導教官：森岡 昭 教授)

平成 15 年

地球の極域上空から放射されるオーロラキロメートル放射 (AKR) は、過去の様々な研究により、サブストーム活動とよく対応していること、特にオーロラ活動や AE index の増加と非常によい相関を示すことが知られている。一方、磁気嵐とサブストームの関係についても多くの研究がなされており、磁気嵐の時には必ずサブストームが起こることが知られているが、磁気嵐中の AKR の特性について調べた研究は過去 1 例のみであった。

本研究では、あけぼの衛星や GEOTAIL 衛星の観測から、磁気嵐の初相、主相中に AKR 活動が磁気嵐以前に比べ急激に低下する現象が存在することを見出し、この現象の原因を理解すると共に、それを手がかりとして磁気嵐時の太陽風 - 磁気圏相互作用、磁気圏ダイナミックスの理解を深めることを目的として解析を行った。

始めに、磁気嵐中に見られる 2 つのタイプの AKR 活動、《AKR disappearing event》《AKR enhancing event》について示し、《disappearing event》中の storm-time substorm の特性を case study によって明らかにした。すなわち、

- 中低緯度 positive bay と静止軌道における particle injection によって、磁気嵐中のサブストームオンセットを決定したところ、AKR が放射されていない時間 (AKR off)、AKR が再出現した時間 (AKR on) の両方でサブストームは発生していた。
- あけぼの衛星では、AKR on/off のどちらの時間帯でも、pre-midnight 領域上空に上向きの沿磁力線電流が検出された。
- あけぼの衛星が上向き沿磁力線電流の中にいたときの、降下電子の E-t ダイアグラムによれば、AKR off の時間帯は激しい粒子の降り込みがあり、一方 AKR on の場合の降り込みは比較的穏やかな様相を示していた。
- AKR off のときは、降下電子のエネルギースペクトルにも、またイオンの E-t ダイアグラムにも加速を示すようなスペクトルの構造がないことから、あけぼの衛星の上下どちらにも沿磁力線電場は存在していなかった。
- AKR on のときは、降下電子のエネルギースペクトルに加速を示すスペクトルピークが現れており、このときは沿磁力線電場が生じていた。

以上の結果と Knight [ 1973 ] の current-voltage relation に基づき、我々は磁気嵐時の AKR 活動低下現象の原因を次のように推測した。

- ① 《AKR disappearing event》において、AKR が消える磁気嵐初相・主相中は、サブストーム電流系を担うプラズマシートプラズマの密度もしくは温度が高い状態にあり、電流の維持に沿磁力線加速電場を必要としない。その結果 AKR が放射されない。
- ② 磁気嵐が進行するにつれてプラズマシートプラズマの密度、温度だけでは電流を担えなくなり、沿磁力線電場を発生させることにより電流を維持するようになる。その結果 AKR が再出現する。

次に、《AKR disappearing event》中に観測されたプラズマシートプラズマの密度、温度について調べ、仮説①②を支持する観測結果を得た。すなわち、

- AKR が消えている間のプラズマシートプラズマの密度は  $2/\text{cm}^3$  以上と平均より高く、温度は 1keV 前後まで低下し、比較的濃く冷たいプラズマが流入していた。
- このときプラズマ圧  $nkT$  は上昇しており、Knight [ 1973 ] の current-voltage relation において電流密度  $J$  が増加するような状態であった。
- AKR 再出現後、プラズマシートプラズマの密度は  $1/\text{cm}^3$  前後と平均の値まで下がっていた。

また、1998—2000 年の磁気嵐イベント 13 例を選出し、《AKR disappearing event》《AKR enhancing event》に分類した。それぞれのイベントについてそのときの太陽風の状態を調べた。その結果、

- 《AKR disappearing event》全 8 例で、太陽風中の高温・高密度プラズマ領域が地球磁気圏に到達した後、AKR 活動の低下が起こっていた。また、高温・高密度プラズマ領域の通過後に AKR が再出現していた。
- 《AKR enhancing event》全 3 例では、太陽風プラズマは温度、密度、速度ともに磁気嵐前後で大きな変動はなかった。

以上の結果から、《AKR disappearing event》中に、プラズマシートで観測される高密度プラズマの起源は太陽風にあると推測した。これは、過去の観測結果によっても支持されることを示した。

最後に、実際の《AKR disappearing event》《AKR enhancing event》において太陽風・プラズマシート・AKR の振舞いを総合的に議論し、太陽風の高密度プラズマが磁気圏に侵入し、プラズマシートにタグジャンプファイル供給され、沿磁力線電流に寄与して AKR が放射されなくなるという過程を再確認した。

本研究により、磁気嵐中の AKR 活動低下現象について、その原因、沿磁力線電流でみた storm-time/nonstorm substorm の相違、またそのときの太陽風 - 磁気圏相互作用の様相が示された。今後、詳細な解析が進むことで、未だ明らかになっていない磁気嵐の発達過程とサブストームの関係の解明に新たな道が開かれるであろう。