

報告番号 ^{*} 乙 第 4638 号

主論文の要旨

題名

A Study of Auroral Particles:
Their Global Characteristics and
Magnetosphere-Ionosphere Coupling Processes

オーロラ粒子の研究：
そのグローバルな特徴と磁気圏-電離圏結合過程

氏名 塩川和夫

主論文の要旨

報告番号

※ 第

号

氏名

塩川 和夫

本論文では、1本のオーロラアークのスケールから地球規模のオーロラオーバルのスケールにわたって、様々な地磁気擾乱度、磁気圏サブストーム諸相に対して、地球磁気圏と電離圏がオーロラ粒子によってどのように結合されているかを調べた。電離圏高度のオーロラ粒子のデータとして、2機の南極ロケットと人工衛星DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) の観測データを用いた。これらの飛翔体によって観測されたオーロラ電子のエネルギースペクトルに、断熱的な粒子の運動から理論的に導かれている加速されたマックスウェル分布関数の形をあてはめることにより、オーロラ粒子の源である磁気圏における電子密度 n_M 、電子温度 E_M を推定した。この断熱理論からは同時に、磁力線に沿った電流 J_{\parallel} と磁力線方向の加速電位差 V_{\parallel} が比例関係にあり ($J_{\parallel} = K V_{\parallel}$)、比例係数 K は磁気圏—電離圏間の電気伝導度に対応するという関係が導かれている。

本論文における最も重要な観測的発見は、DMSP衛星の大量のオーロラ粒子データに対して統計的な解析を行った結果、上記の方法で推定された磁気圏電子密度 n_M や同時に推定された電気伝導度 K が、沿磁力線電位差 V_{\parallel} が大きくなるにつれて、小さくなっている、という観測事実である。磁力線に沿った電気伝導度が小さいほど電位差が大きいというこの結果は、この磁気圏—電離圏間の電位差が沿磁力線電流を流すために形成されている、という磁気圏—電離圏の結合システムを示唆していて、非常に重要である。さらにこの磁気圏側の電子密度 n_M や電子温度 E_M を大量のデータに対して推定したことにより、これらのパラメータが地球規模でどのように分布しているかというマップを初めて得ることができた。このマップから、様々な緯度・時間帯における様々な種類のオーロラアークが、磁気圏側のどのプラズマ領域にその源をもつかを同定していくことができた。一方QUIET及びACTIVEなオーロラアークに対してそれぞれ打ち上げられた2機の南極ロケットのオーロラ電子データから、電子密度 n_M 及び電子温度 E_M を求めることにより、沿磁力線電位差によるオーロラ電子の加速途中の加熱の過程や電子密度 n_M の空間分布について、オーロラアークを細かく分けた詳細なスケールでいくつかの特徴が新たに発見された。

本論文におけるもう一つの重要な結果は、DMSP衛星のオーロラ粒子データをもちいて、磁気圏サブストームの発達にともなうオーロラ粒子の降り込み状態の変化を、地球規模で統計的に求めたことである。オーロラオーバルの低緯度側部分を主に形成しているCPS（セントラルプラズマシート）タイプのオーロラ電子降り込み領域は、ローカルタイムの真夜中付近で高緯度に向けて、真夜中過ぎから朝側にかけては低緯度に向けて、サブストーム開始後に拡大することが見いだされた。これらの拡大はそのソースとなる磁気圏側のプラズマがサブストームにともなってダイナミックに変化していることを示しており、非常に興味深い。また、オーロラ粒子降り込み領域の低緯度側境界付近において、電子とイオンそれぞれに対して緯度方向に特徴的なエネルギー分散があることが発見された。この特徴的なエネルギー分散は、これらの粒子がサブストームにともなって地球磁気圏尾部から注入され、地球の回りをドリフト運動する際に形成されていることが、今回の観測結果と過去に行われたドリフト粒子のシミュレーション結果を比較することにより示された。さらに、オーロラオーバルの高緯度側部分を主に形成しているBPS（バウンダリープラズマシート）のオーロラ電子降り込み領域と前述の低緯度側のCPSの領域が、特にサブストームが起こった後に部分的に重なっていることも新たに見いだされた。このBPSの領域は主に沿磁力線電位差によって加速されたオーロラ電子の降り込みによって形成されているが、この加速電位差の大きさが、夕方側のBPS領域において、サブストーム開始後、大きく増大していることが示された。一方BPSとCPSの重なっている領域の加速電位差はサブストーム開始後はむしろ、朝側の方がわずかに大きかった。沿磁力線電位差が沿磁力線電流を流すために形成されるという結合過程によって、この違いを作り出すことができることが本論文では議論されている。さらにこのBPS領域のオーロラ電子の源である磁気圏側の電子密度 n_M が、サブストームによってどのように変化するかについても示された。