

## オーロラ粒子加速領域の高度分布構造と沿磁力線電流電圧関係

## Altitudinal structure distribution of auroral particle acceleration region and the Current-Voltage relationship

# 諸岡 倫子[1], 向井 利典[1], 町田 忍[2], 福西 浩[3], 早川 基[1], 松岡 彩子[1]

# Michiko Morooka[1], Toshifumi Mukai[1], Shinobu Machida[2], Hiroshi Fukunishi[3], Hajime Hayakawa[1], Ayako Matsuoka[1]

[1] 宇宙研, [2] 京大・理・地球惑星, [3] 東北大・理・地物

[1] ISAS, [2] Dept. of Geophys., Kyoto Univ., [3] Department of Geophysics, Tohoku Univ.

本研究では沿磁力線電流密度を3通りの方法で導出し比較することにより、加速領域内での電流の carrier の違いからモデルを検証し Akebono 衛星で得られたデータを領域、季節によりシステムティックに分類することで、電流の性質の違いを見いだした。重要な点は上向き沿磁力線電流は磁気圏に起源を持ち定常的な電場で加速された primary な電子だけでなく低いエネルギーの電子もキャリアーの一部である事にある。また高高度ほど低エネルギー電子の寄与が大きく低エネルギー電子の電流への寄与が大きい領域の電子の分布関数の性質から、オーロラ加速領域が必ずしも定常ではなく時間空間的に変化していることが電流の性質の違いを生み出していると考えられる。

ディスクリートオーロラを発生させる電子は地球電離層上空に存在する上向きの沿磁力線電場によって加速されるが、この沿磁力線電場の発生は同じ領域に流れる沿磁力線電流が深く関係していると考えられている。また、地球磁気圏と電離層をつなぐこの電流は地球磁気圏 - 電離圏結合問題においては非常に重要な一面を担っている。この為、オーロラ粒子加速領域の current-voltage relation は重要な問題である。

沿磁力線電流と電場の関係は Knight relation と呼ばれる関係式で表せると考えられている。この関係式は、

(1) 電流の carrier は磁気圏起源の電子のみである。

(2) 電子は定常的に存在する電場によって adiabatic な加速を受ける。

という仮定の上で成り立つ関係であるが、実際のオーロラは時間空間的にも変化に富んだ現象であることを考えると、本当にこの関係式が成り立つかは疑問で、長い間議論されてきた問題の一つであり、本研究の大きな motivation もまたそこにある。本研究では、沿磁力線電流密度を3通りの方法で導出し比較することにより、加速領域内での電流の carrier の違いからモデルを検証し、

Akebono 衛星により7年間にわたって得られた大量のデータを、緯度、高度、磁気地方時、更に季節によりシステムティックに分類することで、電流の性質の違いを見いだした。

この解析において重要な点は、上向き沿磁力線電流内を担う粒子は従来考えられていた様に磁気圏に起源を持ち定常的な電場で加速された primary な電子だけでなく、それらよりも低いエネルギーの電子もキャリアーの一部である事にある。この事は、Knight relation で計算される電流値と peak 以上のエネルギーを持つ粒子データの積分によって見積もられた電流値が一致し、且つ低いエネルギーの電子を含めた見積もりがそれらよりも大きいことからわかる。また、低エネルギー電子の電流への寄与の度合いは高度により違いがあり、高高度ほど低エネルギー電子の寄与が大きいことがわかった。これらの統計の結果と、低エネルギー電子の電流への寄与が大きい領域の電子の分布関数の性質から、オーロラ加速領域が必ずしも定常ではなく時間空間的に変化していることが電流の性質の違いを生み出していると考えられる。具体的には、観測点の上の potential difference が小さいときに peak energy 以下の電子が電流に寄与する事と、高い高度で peak energy 以下の電子が電流に寄与する確率が高いという観測事実から考えると、観測点の下側の potential difference が時間空間的に発達しており、この為に loss cone が急激に広がることによって磁気ミラー点と電場との間に補足されていた低エネルギー電子が電流に寄与できると考えられる。

また、Akebono 衛星の統計によって、オーロラ粒子加速領域の発生高度に季節依存性があり、特に冬半球では高度 6000km の低高度に殆どの加速現象があることがわかった。一方で peak energy 以下の低エネルギー電子が電流を担う領域は特に冬半球 6000km 以上の高高度である事を考えると、これらの結果は高度 6000km 以下で発生する加速電位差が激しく時間変動しており、それが沿磁力線電流量に影響を与えていることを示唆している。

このような加速領域の高度分布は沿磁力線電場発生メカニズムを考える上では有効なパラメタの一つとなるであろう。以上の結果をもとに、オーロラ粒子加速領域の一般的な構造を議論し、加速領域の時間発展性を議論する。