

オーロラスペクトログラフとESRによるイオン上昇流の同時観測

Simultaneous observation of ion upflow events by an all-sky spectrograph and ESR

坪根 克也[1]; 岡野 章一[2]; 坂野井 健[3]; 小川 泰信[4]; 野澤 悟徳[5]; 田口 真[6]; 麻生 武彦[6]

Katsuya Tsubone[1]; Shoichi Okano[2]; Takeshi Sakanoi[3]; Yasunobu Ogawa[4]; Satonori Nozawa[5]; Makoto Taguchi[6]; Takehiko Aso[6]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理; [4] 名古屋大学太陽地球環境研究所; [5] 名大・太陽研; [6] 極地研

[1] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [2] PPARC, Tohoku Univ.; [3] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.; [4] STE Lab., Nagoya Univ.; [5] STEL, Nagoya Univ.; [6] NIPR

極域電離圏上部において、プラズマの加熱に伴いイオン上昇流が観測される。酸素イオンが主である高度約400km付近から頻繁に観測されるこの現象は、典型的な速度が1km/sec以下と地球からの脱出速度を超えないため、さらなる加速・加熱なしには磁気圏へ流出することは出来ない。しかしながら、実際に流出するイオンのソースとして非常に重要な役割を果たすと考えられている。イオン上昇流の発生機構については、近年では低エネルギーの降下電子が主要な役割を果たしていると考えられている。一方、低エネルギーの降下電子は01630nmや011732/733nmの波長等のオーロラを効率よく発光させる。これらの発光とイオン上昇流は良い対応関係があることが期待されるものの、これまでほとんど研究はされていない。このような背景のもと、本研究では電子加熱に伴うタイプのイオン上昇流について、1. オーロラとの対応関係を明らかにする、2. 降下電子の特性が電子加熱及びイオン上昇流もたらす影響を明らかにすること、の2点を主な目的としてロングイヤービエン（北緯78.2度、東経16.0度、不変磁気緯度75.2度）に設置されたオーロラスペクトログラフ（以下ASG）および、EISCAT Svalbard Radar（以下ESR）の同時観測データの解析を行った。本発表では、2001年12月8日のイオン上昇流イベントの解析結果に関して報告する。2001年12月8日の0727UT以降において、顕著な01630nmや011732/733nm発光が磁気天頂から極側にかけてASGにより観測された。ESR42mアンテナは磁力線方向を観測しているため、これら01630nmや011732/733nm発光の赤道側境界を観測しており、この時間帯において電子温度上昇に伴うイオン上昇流を観測した。

ASGにより観測される磁気天頂方向の01630nm, 01557.7nm発光の発光強度・発光強度比をもとに、モデル計算により降下電子のエネルギーパラメータを推定したところ0727UT以降においては、9 - 20分間隔で降下電子の平均エネルギーの変化が確認された。ESRにより観測されたイオンの磁力線方向の速度は、推定した降下電子の平均エネルギーが低くなるタイミングと同期して上向きを増加させることが明らかになった。電子温度も降下電子の平均エネルギーが低くなるタイミングで上昇しているのに対し、イオン温度と電子密度の変動は降下電子の平均エネルギーの変動とあまり対応していなかった。ただし、0830UT付近では降下電子のエネルギーパラメータに対して変化が確認されないにもかかわらず、電子温度上昇・イオンの上向き速度の増加が観測された。

推定した降下電子の平均エネルギーとイオンの上向き速度と電子温度は明瞭な逆相関の関係があることが明らかになった。すなわち降下電子の平均エネルギーが低エネルギーであるほど、イオンの上向き速度が大きく・電子温度が増大する傾向を示した。また、ESRから観測されるプラズマパラメータを用いてイオンに働く力を計算した結果、電子の圧力勾配力がイオン上昇発生時に大きく増加し、イオンの上向き速度との変動と良い相関を持つ結果となった。以上の結果は、このイベントにおいては両極性電場がイオンを上向きに駆動する力として大きな役割を果たすことを示唆する。

モデル計算により降下電子の平均エネルギーの変化による電離圏電子加熱率の変化を調べたところ、降下電子のエネルギーが低エネルギーであるほど、250 - 300km以上の高度において加熱率が大きいという結果が得られた。この計算結果は、低エネルギーほど電子温度が上昇するという結果を支持する。また、イオンの駆動力に関する考察とあわせて考えると、降下電子が低エネルギーであるほど、電離圏電子を電離圏上部において効率よく加熱することで、両極性電場を増大させ大きなイオンの上向き速度が生じることが示唆される。

本発表では、以上の結果に加え推定した降下電子との対応が良くなかった0830UT付近のイオン上昇流のイベントについて議論する。