

れいめい衛星による極域電離圏でのN₂⁺イオン発光高度分布観測Observations of N₂⁺ emission height distribution in the polar ionosphere by Reimei satellite

井野 友裕 [1]; # 坂野井 健 [2]; 小淵 保幸 [3]; 山崎 敦 [4]; 小川 泰信 [5]; 岡野 章一 [6]

Tomohiro Ino[1]; # Takeshi Sakanoi[2]; Yasuyuki Obuchi[3]; Atsushi Yamazaki[4]; Yasunobu Ogawa[5]; Shoichi Okano[6]

[1] 東北大・理・PPARC; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [5] 極地研; [6] 東北大・理

[1] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.; [2] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.; [3] Planet Plasma Atmos, Tohoku Univ; [4] PPARC, Tohoku Univ.; [5] NIPR; [6] PPARC, Tohoku Univ.

極域電離圏において、地上観測や衛星観測により、プラズマの加熱に伴いイオン上昇流やイオン流出が観測されている。イオン上昇流の発生機構については、低エネルギー電子降下が主要な役割を果たしていると考えられている。イオン上昇流は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に流出することはできない。しかしながら、実際に磁気圏に流出するイオンのソースとして非常に重要である。

今までのイオン上昇流やイオン流出の観測は、地上でのレーダー観測、または衛星による粒子観測が主要であったが、最近では衛星からの光学的観測による成果が2例報告されている。電離圏から上昇したN₂⁺は、日照領域では太陽光の共鳴散乱により発光し1st negative bandの光を発する。MSX衛星やCoriolis衛星SMEIによるN₂⁺発光の観測報告があり、明瞭な地磁気活動度依存性を示すことが知られている。

本研究では2005年8月に打ち上げられた「れいめい」衛星に搭載されている多波長オーロラカメラ(MAC)のリム観測データを用いて、上部電離圏のN₂⁺ 1st negative band (427.8 nm)の共鳴散乱光イメージを捉え、この特徴を定量的に議論し、上部電離圏のN₂⁺密度変化、およびイオン上昇流との関係について論ずることを目的とする。MACはリム観測で427.8 nm、557.7 nm、670 nmの3波長の単色イメージを時間分解能1秒、約270 km × 270 kmの領域を4 kmの空間分解能で得ることができる。N₂⁺の特徴的な発光分布が見られた2006年8月20日のイベント解析ならびに87例のN₂⁺発光の統計解析結果を報告する。

2006年8月20日00:40 UT付近の南極上空でのリム観測において、shadow heightより上で、かつtangential height 250 km以上の高度領域でN₂⁺共鳴散乱光と考えられる427.8 nmの発光が観測された。この発光強度はtangential heightが300 kmの位置においておよそ1 kR、400 kmでおよそ300 Rであった。また300 km以上の高高度において427.8 nmの発光は一樣に発光しているわけではなく、水平方向に20-100 kmの構造を持つ発光分布を示していた。

極域電離圏の日照領域では共鳴散乱光以外に、N₂共鳴蛍光や降下電子によるN₂の励起によりN₂⁺ 1st negative band発光が引き起こされるため、オーロラ発光モデル[Ono, 1993]およびGLOWモデルを用いて発光強度の見積もりを行った。見積もられた発光強度と観測値を比較したところ、150 kmおよび260-290 km付近で両者はよく一致した。このモデル計算結果によると、250 km以上の高度ではほぼ共鳴散乱光であると考えられることから、260-290 kmでの一致はこの高度領域のN₂⁺密度増加がオーロラの降下電子による電離生成に起因するためであると解釈される。300 km以上における観測値とモデルによる発光の違いはオーロラ電子により電離生成される以上のN₂⁺密度増加があったことを強く示唆する。これは拡散によって低高度から輸送されたN₂⁺、すなわちイオン上昇流により輸送されたためと考えられる。

またリム観測を行った87例のデータを使用し、K_pとtangential height 300 km、400 kmでの427.8 nmと557.7 nm発光強度の相関関係を調べたところ、K_p=3+以上の場合には427.8 nm発光強度が557.7 nm発光強度を100-600 R上回る結果となった。K_pに依存して共鳴散乱光の発光強度が増加していることから、地磁気活動度が大きいときには上部電離圏におけるN₂⁺密度が増大すること、すなわちイオン上昇流発生頻度の増大を示唆している。Yau et al.[1993]では高度5,000-10,000 kmにおいてK_pが4以上のときにN₂⁺イオンが観測されることを示しているが、本研究の結果とほぼ一致する。本研究とYau et al.[1993]では、高度は大きく異なるが、地磁気活動度依存性は類似していることから、本研究で明らかになったN₂⁺イオン上昇流生成プロセスすなわち、260-290 km付近で電離生成されたN₂⁺が上部電離圏へ輸送されることが、磁気圏へN₂⁺イオンが流出するのに不可欠であると考えられる。