

ノルウェー・トロムソでオーロラ擾乱時に観測されたスποラディックナトリウム層の生成機構の研究 A case study on generation mechanisms of a sporadic sodium layer during a night of high auroral activity

高橋 透^{1*}; 野澤 悟徳¹; 津田 卓雄²; 小川 泰信³; 斎藤 徳人⁴; 秀森 丈寛¹; 川原 琢也⁵;
Hall Chris⁶; 藤原 均⁷; Brekke Asgeir⁸; 堤 雅基³; 和田 智之⁴; 川端 哲也¹; 大山 伸一郎¹;
藤井 良一¹
TAKAHASHI, Toru^{1*}; NOZAWA, Satonori¹; TSUDA, Takuo²; OGAWA, Yasunobu³; SAITO, Norihito⁴;
HIDEMORI, Takehiro¹; KAWAHARA, Takuya⁵; HALL, Chris⁶; FUJIWARA, Hitoshi⁷; BREKKE, Asgeir⁸;
TSUTSUMI, Masaki³; WADA, Satoshi⁴; KAWABATA, Tetsuya¹; OYAMA, Shin-ichiro¹; FUJII, Ryoichi¹

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 電気通信大学, ³ 国立極地研究所, ⁴ 理化学研究所, ⁵ 信州大学工学部, ⁶ トロムソ大学TGO, ⁷ 成蹊大学理工学部, ⁸ トロムソ大学理学部

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ²The University of Electro-Communications, ³National Institute of Polar Research, ⁴RIKEN Center for Advanced Photonics, RIKEN, ⁵Faculty of Engineering, Shinshu University, ⁶Tromsø Geophysical Observatory, The Arctic University of Tromsø, ⁷Faculty of Science and Technology, Seikei University, ⁸Faculty of Science, The Arctic University of Tromsø, Tromsø, Norway

極域ではスポラディックナトリウム層 (SSL) の生成に荷電粒子と中性粒子の相互作用が大きく寄与していると考えられており、磁気圏-電離圏-熱圏結合を理解する上で、極域における SSL の生成機構の理解は非常に重要である。これまで 35 年にわたる SSL の観測研究で、スポラディック E (*Es*) 層、背景大気温度変化による化学反応の促進、大気重力波によるナトリウム原子の下方輸送、流星による直接のナトリウム原子の供給、オーロラ降下粒子による叩き出しなどの様々な生成メカニズムが提唱されている。しかし、SSL の生成機構に関するこれらの研究は定性的な議論が先行しており、定量的な研究は少ない。SSL の生成機構の理解のためには、これまで提唱された生成機構の観測的証拠が求められている。本研究ではノルウェー・トロムソでオーロラ擾乱時に観測された SSL の生成機構について、ナトリウムライダー、EISCAT レーダー、流星レーダーの観測データに基づき調査を行った。

オーロラ活動が活発であった、2012 年 1 月 22 日にナトリウムライダーによって SSL が観測された。SSL は 21:18 UT から 18 分間存在し、最大ナトリウム密度およびその高度は、 $1.9 \times 10^{10} \text{ m}^{-3}$ 、93 km であった。20:00-23:00 UT において、EISCAT UHF レーダーによって *Es* 層が観測された。*Es* 層は SSL 発生時間帯に SSL と同じ高度に位置していたため、*Es* 層が SSL の生成に寄与した可能性がある。しかし、*Es* 層内に存在するナトリウムイオン密度の最大値を見積り、そのナトリウムイオンがすべてナトリウム原子に変換されたと仮定しても、SSL のナトリウム密度の 21% にしか満たないことが明らかになった。一方、EISCAT UHF レーダーで観測された電場の向きは 20:00 UT-21:10 UT、荷電粒子を下方に加速させる向きであった。そこでナトリウム層上部に存在するナトリウムイオン層の密度高度分布として先行研究で提唱された値を用い、電場による下方輸送と化学反応によるナトリウム原子の生成・消滅の効果を観測データに基づく数値解析から見積もった。その際に、ナトリウム層上部に存在するナトリウムイオン層の密度高度分布として、先行研究で提唱された値を用いた。その結果、本事例では、SSL のナトリウム密度の 88% を説明できることが分かった。これらのことから、SSL の主要なソースはナトリウムイオン層であること、ほぼ南西向きの強い電場が SSL の生成に支配的な役割を果たしたことを観測データに基づいて示した。

キーワード: スポラディックナトリウム層, ナトリウムライダー, 極域, オーロラ, 中間圏・下部熱圏

Keywords: Sporadic sodium layer, sodium lidar, polar region, aurora, MLT