

## トロムソナトリウムライダーによって観測された数時間周期の中性大気温度変動 Periodic variations for several hours of neutral temperature observed with the sodium LI-DAR at Tromsø

高橋 透<sup>1\*</sup>, 野澤 悟徳<sup>1</sup>, 津田 卓雄<sup>1</sup>, 大山 伸一郎<sup>1</sup>, 川端 哲也<sup>1</sup>, 川原 琢也<sup>2</sup>, 斎藤 徳人<sup>3</sup>, 和田 智之<sup>3</sup>, 藤原 均<sup>4</sup>, 藤井 良一<sup>1</sup>  
Toru Takahashi<sup>1\*</sup>, Satonori Nozawa<sup>1</sup>, Takuo Tsuda<sup>1</sup>, Shin-ichiro Oyama<sup>1</sup>, Tetsuya Kawabata<sup>1</sup>, Takuya Kawahara<sup>2</sup>, Norihito Saito<sup>3</sup>, satoshi Wada<sup>3</sup>, Hitoshi Fujiwara<sup>4</sup>, Ryoichi Fujii<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> 信州大学工学部, <sup>3</sup> 理化学研究所, <sup>4</sup> 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻  
<sup>1</sup>STEL, Nagoya Univ., <sup>2</sup>Faculty of Engineering, Shinshu Univ., <sup>3</sup>RIKEN, <sup>4</sup>Department of Geophysics, Tohoku Univ.

極域中間圏・下部熱圏領域は高エネルギープロトン降下イベントやオーロラ粒子の降り込みなどによる磁気圏からのエネルギー注入があり、下層大気から大気重力波や大気潮汐波による運動量輸送を受ける。近年、成層圏突然昇温による中間圏・下部熱圏大気の変動が注目されている。このように、極域中間圏・下部熱圏は、磁気圏からの電磁気的作用と下層大気からの力学的作用を受ける特殊な領域である。そのため、磁気圏-電離圏-熱圏結合を理解する上でも、大気領域間結合を理解する上でも、非常に重要な領域であると言える。

極域中間圏・下部熱圏の大気温度構造は、高エネルギー太陽光（紫外線、極端紫外線、X線）吸収による放射加熱を第一とし、それに加えて子午面循環に伴う断熱膨張・圧縮の力学的効果により、全球的規模で構造が形成されている。そして、この平均場に加えて、大気波動による擾乱の事例が多く報告されている。例えば、中間圏界面高度で振幅約13 K、周期約12時間の大気温度変動がスピッツベルゲン島で観測されている [Walterscheid et al., Nature, 1986]。これは、半日潮汐波が影響した大気重力波の運動量フラックスによって励起された疑似大気潮汐波によるものである事が示唆されている。また、最近の研究では、約4時間周期、振幅約3 K、鉛直波長約80-140 kmの大気温度変動が観測されている [Won et al., GRL, 2003]。リゾールトベイとキルナの両観測点で観測された同種のデータの比較を通して、位相差を求め、この大気温度変動が大気潮汐波（周期4時間）によるものであると結論づけている。これらのように、極域中間圏界面付近では、大気波動が原因と考えられている、周期性の大気温度変動が観測されている。このような大気温度変動の発生機構に関する物理的理解をさらに進めるためには、温度と風速の同時観測を行うと共に、観測の時間・高度分解能を改善することが重要である。

北欧トロムソ（北緯69.6度、東経19.2度）を中心にして、これまで我々はEISCAT レーダー (European Incoherent SCATter)、MF レーダー、流星レーダーを用いた極域下部熱圏・中間圏の大気ダイナミクスの解明を進めてきている。極域下部熱圏平均風の季節変動、準2日波や大気潮汐波の季節変動及びその東西波数、下部熱圏における高速風現象及びその加速機構、イオンドラッグ加速による大気潮汐波の変動、中間圏から下部熱圏における半日潮汐波のモード変化（高度および時間）、下部熱圏におけるプラネタリー波の存在などを報告してきている [Nozawa and Brekke, JGR, 1999; Nozawa et al., JGR, 2003, 2005, 2010; Tsuda et al., JGR, 2007, 2009]。これらの研究では風速観測値の統計解析によって平均的描像を把握するとともに、中性風の加速度項を定量的に導出することで外力による風速変化に関する理解を進めてきた。しかし、大気ダイナミクスの理解をさらに進めるためには、中性大気の圧力勾配、即ち、温度構造を知ることが必要不可欠である。中間圏界面・下部熱圏領域は、大気中で最も低温の中間圏界面を含み、大気温度の鉛直勾配の符号が代わり、直接加熱により温度勾配が大きくなっている。さらに、磁気圏からの太陽風エネルギー注入による加熱も受けている。そこで我々は、2010年3月にトロムソ EISCAT 観測所に高度80 km から110 kmの大気温度、風速を高精度で観測できるナトリウムライダー（波長589 nm）を設置し、2010年10月1日から大気温度の観測を開始した。このナトリウムライダーの大きな特徴の1つは、5つの受信機を用いた5方向同時観測により、温度および風速の空間構造を導出することができることである。また、同じ敷地内にEISCAT レーダーやMF レーダーが設置されている。これらの機器との同時観測により、下層大気からの大気波動の伝搬、碎破による運動量の授受および温度変動、また、磁気圏からのエネルギー注入の影響など、定量的に議論できると期待している。

2010年10月から2011年1月の期間で、我々はこのナトリウムライダーを用いて、合計約180時間の大気温度データを取得することができた。本研究では高度80 km から110 kmにおける大気温度の数時間程度の周期変動について着目し、解析を行っている。2010年10月29日に観測されたイベントでは、周期約4時間、鉛直波長約10 kmの大気波動的な変動が観測された。この大気温度変動は、位相が下方伝搬の様子を捕らえており、典型的な大気波動の特徴を示している。高度90 kmでは、30 K程度の大気温度変動が観測され、同種の周期的大気温度変動は、2011年1月でも観測されている。

本講演では、これらの大気温度変動の観測結果について報告する。また、トロムソ MF レーダーの風速データから大気波動成分を導出し、ナトリウムライダーから導出した大気温度変動との比較結果を報告する予定である。

キーワード: ナトリウムライダー, 大気重力波, トロムソ, 中間圏界面下部熱圏, EISCAT, 温度変動

Keywords: sodium LIDAR, Atmospheric gravity wave, Tromsø, Mesopause and Lower Thermosphere, EISCAT, variation of temperature