

## 新トロムソナトリウムライダーの初期観測結果

# 高橋 透 [1]; 野澤 悟徳 [1]; 川原 琢也 [2]; 津田 卓雄 [1]; 川端 哲也 [1]; 大山 伸一郎 [1]; 藤井 良一 [1]; 斎藤 徳人 [3]; 和田 智之 [3]; Brekke Asgeir[4]; Hall Chris[5]

[1] 名大・太陽研; [2] 信州大・工; [3] 理化学研究所基幹研; [4] トロムソ大・理工; [5] トロムソ大・TGO

### Initial results obtained with the new sodium LIDAR at Tromsø

# Toru Takahashi[1]; Satonori Nozawa[1]; Takuya Kawahara[2]; Takuo Tsuda[1]; Tetsuya Kawabata[1]; Shin-ichiro Oyama[1]; Ryoichi Fujii[1]; Norihito Saito[3]; Satoshi Wada[3]; Asgeir Brekke[4]; Chris Hall[5]

[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] Faculty of Engineering, Shinshu University; [3] ASI, RIKEN; [4] Science and Technology, UiTo; [5] TGO, UiTO

We will report initial results obtained with a new sodium LIDAR installed at the EISCAT Tromsø site (69.6 deg. N, 19.2 deg. E). The temperature of the atmosphere is one of the key parameters to understand the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere (MIT) coupling process as well as to evaluate contributions of the atmospheric waves (such as gravity waves and tidal waves) to the upper atmosphere (i.e., coupling between lower and upper atmosphere). However, temporal, altitudinal, and horizontal variations of the temperature are still little understood, in particular, in the mesosphere and the lower thermosphere (MLT) at high latitudes. For example, it has been a question how much the temperature in the MLT region is increased by the auroral heating (i.e., Joule heating and particle heating). It must be balanced between heating and cooling due to NO and CO<sub>2</sub> infrared radiation, so the temperature might not increase significantly even during the auroral disturbance periods. However, the vertical wind velocity greater than 10 m/s is sometimes observed with Fabry-Perot Interferometer (FPI) in the lower thermosphere at high latitudes when the aurora activity is high. Temperature enhancement values derived from IS radar measurements are always much smaller than those needed to cause such a vertical motion of the atmosphere, leaving us a puzzle that 'Is the atmosphere largely heated up enough for causing such a vertical motion?' or 'Are there any other mechanisms to cause the vertical motion but the atmospheric heating?'. Furthermore, variations of winds due to tidal and gravity waves have been well investigated, but not many studies have been conducted in terms of temperature variation in the mesosphere and the lower thermosphere at high latitudes. To advance our understandings of the MIT coupling process, temperature measurements in the MLT region are needed together with IS radar, other radars and optical auroral instruments (FPI, photometer, all-sky imagers). We have been developing a sodium LIDAR (at 589 nm) since 2007 under collaborations of Nagoya University, Shinshu University, and RIKEN. In February-March 2010, we installed the sodium LIDAR at the EISCAT Tromsø site. The new sodium LIDAR is characterized by the following strengths: (1) high power (>2W), (2) five sets of receiver, (3) capability of simultaneous 5 direction observation, (4) high quality control of transmitting laser wavelength using a sodium cell, (5) simultaneous measurement of sodium density, temperature, and wind velocity, (6) high time resolution (several minutes), (7) stable laser oscillator and easy operation. We are going to start operation of the new sodium LIDAR in October 2010. In this talk, we will describe scientific targets, the current status of the sodium LIDAR, and initial results obtained with the sodium LIDAR.

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、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およびその東西波数、下部熱圏における高速風現象およびその加速機構、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大気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、様々な成果を挙げてきている [Nozawa and Brekke, JGR, 1999; Nozawa et al., JGR, 2003, 2005, 2010; Tsuda et al., JGR, 2007, 2009]。研究をさらに発展させるため、2007 年から、高度 80-110 km の大気温度を高精度で観測できるナトリウムライダー(波長 589 nm)の開発を行っている。このナトリウムライダー開発は、現在名古屋大学、信州大学、理化学研究所のグループが協力して進めている。このナトリウムライダーの特徴として、高出力(2W 以上)、複数受信機(5 セット)、5 方向同時観測、ナトリウムセルを用いた絶対波長校正、AO を用いた高速波長変換などが挙げられる。温度および風速を、時間分解能数分、空間分解能 1 km での観測を可能にし、さらに観測を安定して行うことができるシステムを目指して開発を進めている。2009 年 10 月に、ライダー収納用コンテナハウス(3 つ)を EISCAT トロムソ観測所敷地内に設置した。そして、2010 年 2 月に、レーザー発振装置および受信機システムを輸送し、2010 年 3 月にこれらの設置を完了した。現在、AO による高速波長変換(3 波長変換)、ナトリウムセルを用いた高精度波長校正実験、出力レーザーパワーの増強実験、受信機システムの整備、受信機システム用安全装置(サンセンサー等)の製作、観測プログラムの改善などをトロムソおよび国内で進めている。そして、2010 年 10 月からナトリウムライダー観測を開始する予定である。

このナトリウムライダーは、数分の時間分解能で、大気温度観測および風速観測が可能である。また、高出力パワー(>2W)と 5 受信機システムにより、高高度(110 km 以上)の大気温度観測が可能になると期待している。さらに、レーザービーム分岐により 5 方向の同時観測が可能であり、これにより大気温度の空間構造の観測、および風速観測による鉛直風導出などを計画している。これらの観測により、次のような研究課題を進める予定である。(1) 下部熱圏におけるエネルギー収支。太陽風エネルギー注入によるジュール加熱率と粒子加熱率を EISCAT レーダー観測から求め、このとき下部熱圏・中間圏において、どの程度の温度上昇が起こるのかを観測的に明らかにする。また、温度変動にともないどのような風速変動があるのか、特に鉛直風発生機構の定量的吟味を行う。(2) 下部熱圏大気ダイナミクス。5 方向同

時観測により大気温度の空間構造を求め、圧力勾配力を導出する。EISCAT レーダーとの同時観測データを併せて、圧力勾配力、イオンドラッグなどの大気駆動力を定量的に比較・吟味し、太陽風エネルギー注入時における大気の加速・減速機構を解明する。(3) Solar Proton Event におけるプロトンによる中間圏の加熱による温度上昇の観測。中間圏に降り込む高エネルギープロトン粒子により、どの程度の温度変動が中間圏で発生するのかを観測的に明らかにする。(4) 成層圏突然昇温時における、中間圏・下部熱圏大気温度変動。成層圏の突然昇温イベント時に、中間圏および下部熱圏ではどのような温度変動が起こるのか、その高度変動および時間変動を明らかにする。また、この高度域における風速変動と温度変動の関連についても明らかにする。(5) 大気波動による温度変動。大気重力波の伝搬により、この MLT 領域において、どの程度の温度変動があるのか、また大気重力波の砕波時に、どの程度の温度上昇があるのか？一方で、大気潮汐波によりどの程度の温度変動があるのかなどを明らかにする。

講演では、ナトリウムライダー開発状況について述べるとともに、このライダーを用いた科学ターゲットについて紹介する。そして、2010 年 10 月から予定している観測により得られると期待される初期観測結果について紹介する予定である。