

トロンソナトリウムライダーの3次元観測化：観測想定実験と検証

村仲 渉 [1]; 川原 琢也 [2]; 野澤 悟徳 [3]
[1] 信州大・工; [2] 信州大・工; [3] 名大・太陽研

Development of a 3D sodium lidar: synchronous experimentation and validation

Wataru Muranaka[1]; Takuya Kawahara[2]; Satonori Nozawa[3]
[1] Shinshu University; [2] Faculty of Engineering, Shinshu University; [3] STEL, Nagoya Univ.

Shinshu University, Nagoya University and RIKEN developed an all solid-state, high-power Na lidar for the temperature/wind measurements in the MLT region over the EISCAT radar site in Tromso (69 N), Norway. The lidar was launched at the radar site on October 2010, and the observation has been successfully done for successive four winter seasons. Current observation is five-direction mode applied to the fixed direction, such as which observes a vertical direction, and as well as directions of 30-degrees tilted to the north, south, east and west of the vertical.

Now we try to upgrade the system to observe any direction in the sky using a new laser transmission system and a PC-controllable telescope. We aim to observe a range of 15 degrees from vertical. As a first step of a new observation, we aim to get in fan shape data of mesopause by observing the plane including the vertical.

We have completed for the following things. The transmission system used is composed of two mirrors with electric rotary stages and two mirrors with the vertical and horizontal axes to emit the laser light to any direction of the sky. Their pointing repeatability pointing into the same direction was measured to be within 0.1 mrad. Receiver system used a telescope controlled by a PC. The azimuth and elevation of the coordination of the telescope was done adjusted with using the position of direction of some bright stars. Their pointing repeatability of the telescope pointing in the same direction was confirmed to be about 0.35.3 mrad. We have completed the optical system, which has two functions about confirmation of the laser position by the Using a CCD camera, and observation by the photomultiplier tubelaser trajectory can be monitored with the telescope image so that we can tweak the direction.

Current agenda subject we are focusing on is to make automatic and successive observations to a set of directions in the sky, determine the control accuracy of the telescope and the transmission system that assumed to be observed at an angle to the plane including the vertical. We improve the reproducibility by storing the coordinates of all the observation points. In this talk, we introduce our new lidar and will discuss the experimental results of test observation mentioned above and controversial point of the experiment.

我々は、波長 589nm で世界有数の 4W の出力を誇る Tromso, Norway に設置した新型ナトリウムライダーを用いて EISCAT レーダとの同時観測を行ってきた。レーザが従来よりも高出力であることを活かし、鉛直と鉛直から東西南北の 4 方向にレーザを射出して空間観測を行っている。更に、空間観測をより柔軟に行える様、我々は PC で方向制御可能な天体望遠鏡を使用し、鉛直から天頂角 15 度の範囲について、天頂を含む任意の面を一定角度で観測し、大気を扇形状に観測するなど、任意の方向が観測できるようなシステムの構築を行っている。また、一連の観測方向制御は望遠鏡の視野内にレーザ光を導入する動作を含め完全自動化を目指す。

この観測方法の実現のためには、(1) 任意の方向にレーザを射出するための機構作成、(2) 観測毎に変化するレーザ光路射出と望遠鏡での観測視野をそれぞれ独立に制御する手法の確率方向精度の検証、(3) 1 台の受信望遠鏡でレーザ光の位置を認識させが望遠鏡視野内に存在するかどうかの自動判断と視野内に入れる調整、(4)(3) の調整機構と PMT での観測モードの切り替え手法の確立、も行う機構作成の技術課題があった。

以上のこれらの課題のうちに対して、これまでに (1) については天頂に射出されるレーザ光の光路を鉛直・水平軸の 2 台の電動回転ステージの回転軸上に 45 度に傾けたミラーを設置し、射出方向の制御を行う射出系を構築した。(2) については望遠鏡の座標を観測地点の方位角、仰角に合わせ、この座標を基準に観測を行うこと。観測位置の最終調整として望遠鏡に取り付けた CCD によって微調整を行うことを予定しており、レーザと望遠鏡は望遠鏡の視野より少ない値で制御が可能となっている。(3) については望遠鏡に CCD と光電子増倍管を取り付け、ダイクロイックミラーによって数%の受信光を CCD に導き、残りの受信光を光電子増倍管に導く機構を完成させることによって課題を解決した。

現在の課題は、目標としている天頂を含む面を一定角度で観測することを想定した射出系と望遠鏡の制御精度の保証である。制御精度向上のために、全観測地点において望遠鏡視野内のレーザ光先端を導入し、電動回転ステージと望遠鏡に観測箇所の基準となる座標を記憶させる。この座標に則って動作させた際の制御精度から、最終調整を行う画像処理部で行うべき処理要素について検討を行う。本発表では観測想定実験から得られた結果を示すとともに、その問題点と解決手段について示す。天頂に射出されるレーザ光の光路を垂直軸の 2 台の電動回転ステージに水平軸の回転ステージを組み、それぞれに 45 度に傾けたミラーを設置し、天空の任意の方向に射出できる機構を構築した。(2) 構築した射出系、望遠鏡それぞれを任意の方向に制御する精度の検証を行い、射出系は 0.1mrad、望遠鏡は 0.3mrad という結果が得られた。方向を決めた観測を行った場合、望遠鏡視野 1mrad 内にレーザ光が導入されることが判明した。(3) 望遠鏡視野画像を CCD カメラでとらえ、レーザ光の自動検出を行うアルゴリズムを開発した。望遠鏡視野にレーザ光を捉えられない状況に備え、望遠鏡よりも広い視野であるサブスコープに取り付けた CCD でレーザ光を捉え、望遠鏡視野内にレーザを導く。(4) 望遠鏡から PMT へ観測光を導入する途中に数%の光のみを CCD へ反射させる受信系を構築した。

現在の課題は、連続観測の実証である。現在は、天頂を含むナトリウム層の断面を一定角度間隔で観測することを想定している。本発表では観測想定実験から得られた結果を示すとともに、その問題点と解決手段について示す。