

## 日米共同ロケット実験による昼間下部熱圏リチウム共鳴散乱光の観測

# 木原 大城 [1]; 柿並 義宏 [2]; Larsen Miguel[3]; Hurd Lucas[4]; 羽生 宏人 [5]; 山本 真行 [1]  
[1] 高知工科大; [2] 高知工科; [3] Clemson Univ.  
; [4] Clemson Univ.; [5] JAXA宇宙科学研究所

### Observation of resonance scattering light of Lithium vapor in daytime lower thermosphere

# Daiki Kihara[1]; Yoshihiro Kakinami[2]; Miguel Larsen[3]; Lucas Hurd[4]; Hiroto Habu[5]; Masa-yuki Yamamoto[1]  
[1] Kochi Univ. of Tech.; [2] Kochi Univ. of Tech.; [3] Clemson Univ.; [4] Clemson Univ.; [5] ISAS/JAXA

#### 1. Introduction

For the purpose of measurement of neutral atmospheric wind in lower thermosphere, we observed resonance scattering light of sunlit Lithium vapor released from a sounding rocket in the evening thermosphere in 2007 (e.g. Yokoyama et al., 2008). At that time, we successfully measured thermospheric neutral wind profile between 110 km and 400 km. In 2012, we observed resonance scattering light of sunlit Lithium at dawn (e.g. Tani et al., 2012), and estimated lower thermospheric neutral wind between 76 km and 127 km. However, an observation of resonance scattering light of Lithium vapor in daytime lower thermosphere at Wallops Flight Facility (WFF) of NASA, U.S.A., was failed in 2011 (e.g. Murakami et al., 2012). After calibrating with an integrating sphere of JAXA to estimate S/N ratio of emission intensity of Lithium clouds to the background skies in daytime using observational data obtained in 2012, we finally concluded the detection possibility of sunlit Lithium clouds under daytime sky condition especially from high altitude by applying an airborne observation.

On July 4, 2013, a U.S.-Japan collaborative rocket experiment to observe neutral wind profile in daytime lower thermosphere with Lithium release was carried out at WFF, NASA. An instrumental rocket to measure the ionospheric physical parameters was launched at 10:31:25 EDT (14:31:25 UTC) while another rocket to operate chemical release of Lithium was launched at 15 s after. The rocket to measure in-situ parameters in the thermosphere successfully observed neutral and plasma particles as well as electromagnetic fields. The rocket to release Lithium vapor launched to southeastern direction released Lithium vapor three times between at about 90 km and 130 km altitude during the upleg, at about 40 km horizontally away from a ground-based observation site in WFF. In this study, we try to observe of Lithium clouds from the ground-based and airborne observations in collaboration of Kochi University of Technology and Clemson University.

#### 2. Aircraft and Ground-based observation

Airborne observation by using a Beechcraft Super King Air 200 of NASA, Lithium clouds was observed under a condition with the sun at the backward direction while it flew to north-northeast at about 9.6 km (31,500 feet) altitude and at about 300 km away from the ground site at southeastern direction. An observation site was set in WFF on ground. An elevation angle of 69 degrees with the southeastern azimuth was used for setting the camera field of view. In order to detect the Lithium clouds in daytime skies with good S/N ratio, digital cameras (Canon EOS Kiss X4, Nikon D90) with 2 nm band pass filters (BPF) at 671 nm wavelength were used for all digital cameras. We installed three digital cameras in the aircraft and set two digital cameras on the ground site.

#### 3. Result

The rocket successfully began to release Lithium vapor at 65 s after the launch (at about 90 km altitude). A Lithium cloud was observed for about 25 minutes from the aircraft. The released Lithium vapor formed red clouds along the rocket trajectory just after the release. Afterwards, the Lithium trails were spread into complex shapes by strong wind shear in the altitude. We successfully observed Lithium clouds by the airborne observation.

#### 4. Summary

We successfully observed Lithium trails released from a sounding rocket with a aircraft at an altitude level of 9.6 km on July 4, 2013. We succeeded the detection of resonance scattering light of Lithium vapor in daytime lower thermosphere for about 25 minutes.

In this paper, we will discuss that the observed emission intensity of resonance scattering light of Lithium vapor in daytime lower thermosphere, measured results of the S/N ratio, preliminary results and problems of the neutral atmospheric wind measurement in daytime lower thermosphere.

#### 1. はじめに

下部熱圏中性大気風の測定を目的として、2007年の夕方に熱圏大気中に観測ロケットにより放出したリチウムの太陽光による共鳴散乱光を観測し、高度110 km ~ 400 kmにおける熱圏中性大気中性風の測定に成功した(横山、2009)。2012年には明け方にリチウム共鳴散乱光の観測し、高度127 km ~ 76 kmにおける熱圏中性大気風の測定に成功した(谷、2012)。しかし、2011年に実施した米国NASAのWallops実験場での昼間下部熱圏リチウム共鳴散乱光の観測は、リチウム放出の失敗により観測できなかった(村上、2012)。これまでの実験により取得されたデータから昼間条件化における背景光、リチウム雲のS/N推定をJAXAの積分球を用いて行うことで、航空機観測により昼間条件化におけるリチウム雲観測の可能性を確認した。

2013年7月4日、リチウム共鳴散乱光を用いて、昼間下部熱圏の高度プロファイルを観測するためのロケット実験を Wallops 実験場で行った。10:31:25 EDT (14:31:25 UTC) に Wallops 実験場から電離圏計測用ロケットを、その15秒後にリチウムを放出するための専用ロケットをそれぞれ打ち上げた。電離圏計測用ロケットは、電離圏プラズマと熱圏中性大気の計測を行った。リチウム放出用ロケットは、Wallops 実験場ロケット射場から南東方向に打ち上げられ、上昇時に地上観測点から南東約40 km 地点、高度約90 km から約130 km にわたって3回放出した。本実験では高知工科大学とClemson 大学の観測チームが地上および航空機からリチウム雲の観測を試みた。

## 2. 航空機観測と地上観測

航空機観測には、NASA 所有の Beechcraft 製 Super King Air 200 を用い、地上観測地点から南東に約300 km、高度約9.6 km の地点から北北東に飛行しつつ太陽を背にする条件でリチウム雲を観測した。また、Wallops 実験場敷地内の1地点に観測点を設け、南東方向に仰角69度で観測を実施した。リチウム雲撮影用光学機器には、S/N 向上のために帯域2 nm のバンドパスフィルタ(中心波長671 nm)を装着した一眼レフカメラ(Canon EOS Kiss X4、Nikon D90)を航空機に3台、地上観測点に2台設置した。帯域12 nm フィルタ付動画撮影用カメラ(Watec)を航空機と地上観測点に1台ずつ設置し観測を試みた。

## 3. 結果

打上げ65秒後(高度約90 km)にリチウム放出装置を搭載したロケットからリチウムの放出が行われた。放出されたリチウムは、航空機から約25分間観測された。放出直後はロケットの軌道に沿ったリチウム雲が形成されていたが、その後は強い熱圏風の高度シアーによりリチウム雲が複雑な形状に広がっていく様子を観測することに成功した。

ロケット打上げ前よりカメラ視野内が雲に覆われたため、地上からリチウム雲を観測することはできなかった。そのため背景光に対し、昼間にどの程度 S/N でリチウム雲を観測できるかは推定しかできない。

## 4. まとめ

2013年7月に打ち上げられた観測ロケットから放出されたリチウムを航空機および地上から観測し、昼間下部熱圏リチウム共鳴散乱光の観測に航空機から成功した。本実験の成功によりリチウム雲の観測から日中の下部熱圏中性大気風高度プロファイルの計測が可能である。

本発表では、本実験により観測した昼間下部熱圏リチウム共鳴散乱光の発光強度および S/N の計測結果と下部熱圏中性大気風の初期解析結果とその問題点について発表する。

## 参考文献

- ・横山 雄生, S-520-23 号ロケット放出 Li による共鳴散乱光の多地点観測と熱圏中性風の高精度解析, 平成 20 年度 高知工科大学大学院 特別研究報告, 2009.
- ・谷 直道, WIND-2 ロケット実験による熱圏中性風の観測と初期解析, 平成 23 年度 高知工科大学 卒業研究報告, 2012.
- ・村上 睦彦, 日米香堂ロケットによる昼間熱圏下部リチウム共鳴散乱光の観測と絶対発光強度解析, 平成 23 年度 高知工科大学 特別研究報告, 2012.