

## WIND-2 リチウム放出実験の条件設定と明け方熱圏中性大気風の初期解析

# 谷直道 [1]; 山本真行 [2]  
[1] 高知工科大; [2] 高知工科大

### Condition of the WIND-2 lithium release experiment and the preliminary of neutral wind profile in dawn thermosphere

# Naomichi Tani[1]; Masa-yuki Yamamoto[2]  
[1] Kochi Univ. of Tech; [2] Kochi Univ. of Tech.

Condition of the WIND-2 lithium release and the preliminary results of neutral wind profile in dawn thermosphere

#### 1. Background A

In order to observe the neutral wind profile in thermosphere the sounding rocket S-520-23 was launched from Uchinoura, Kagosima, Japan on September, 2, 2007 in the experiment named WIND. By the lithium ejection system (LES) installed on the rocket, gaseous lithium was released three times at about 230 km, 193 km, and 144 km altitude. The WIND experiment was carried out in the evening condition, namely, the thermosphere was still sunlit while becoming dark on the ground. Being illuminated by the sun light, the resonance scattering light of the gaseous lithium can be observed as three red clouds in the sky.

Successive snapshots of the lithium clouds were taken by 4 lithium images at 4 independent ground sites of Shiomisaki, Miyazaki, Uchinoura, and Amami. After having a detailed three-dimensional triangulation of those images, the neutral wind profile in the thermosphere was clearly obtained as the motion of the lithium clouds (Yokoyama et al. 2008). In July 2011, the WIND-2 (S-520-26) experiment is planned. Since the experience of the lithium release in thermosphere is extremely limited (WIND experiment, 2007; US-Japan joint experiment, September 2011 (Murakami et al., 2011), the measuring technique of the neutral wind by lithium release has not been completely established yet.

#### 2. Ground-based observation of lithium tracers

The WIND-2 experiment will be operated in the dawn. Ground-based observations of the lithium at three sites of Uchinoura, Amami, and Sukumo (Kochi pref.) are planned. Digital cameras (Canon, EOS KISS Digital N) without IR-cut filters will be used with telecentric lenses and three kinds of band pass filters (each band width of 2 nm, 12 nm, and 20 nm). A main camera with a 2 nm filter as well as a back-up with a 12 nm filter will be used at each site. Moreover, a camera with a 20 nm filter will be also used at Uchinoura. Lithium tracers will be released from the rocket at about 230 km, 170 km, and 110 km (TBD). The third release will be operated at a different altitude from that of the WIND experiment (2007), so as to estimate the S/N of lithium clouds quantitatively under the same sunlit condition of the US-Japan joint experiment.

#### 3. Preparing measurement

Preparing measurements with simulating camera condition, launching condition, and precise experiment time in the dawn condition were carried out on September 11, November 6, and November 11, 2010. Sunlight influence on the background sky condition was observed at Kochi University of Technology (longitude: 133.72 °E, latitude: 33.62 °N, height: 60 m). According to the preparing measurements, launch azimuth of the rocket (123.5 ° or 145 °), precise launch time, quantitative intensity of background sky were investigated. Finally, whole of the observation condition was determined in detail.

#### 4. Summary

Due to the quantitative results by the WIND experiment, if the lithium releases with their luminescence intensities of more than 1.5 MR were successfully operated, it is possible to be observed even in daytime. However, in spite of the whole of successful operations and imaging, lithium tracers in daytime were missed and, the second experiment of the US-Japan campaign was postponed. Importance of the WIND-2 experiment becomes higher than before. As the WIND-2 experiment is planned in the dawn condition, the lithium clouds could probably be observed after the releases as decreasing their S/N with changing the sky condition into daytime. The roles of the WIND-2 experiment should be to establish the technique of lithium release experiment, to analyze the neutral wind profile in the thermosphere, and to find out the reason of missing lithium emission in daytime lower thermosphere. In this paper, the first result of the WIND-2 experiment will be shown.

#### 1. 背景

2007年9月に鹿児島県内之浦で熱圏大気の風速解析を目的としたWIND実験(S-520-23号機)が行われた。同実験ではJAXAが打ち上げる観測用ロケットにリチウム放出器(LES)を搭載し、高度約230 km、193 km、144 kmにリチウム蒸気を3回放出した。打ち上げ時刻は夕方、地上では暗闇だが上空では日照状態であった。上空で太陽光を受けたリチウムは共鳴散乱を起こし赤く発光し、人工的な雲のように見える。発光雲が熱圏中性大気中を移動する様子を潮岬、宮崎、内之浦、奄美の地上4地点からカメラで撮影し、それらの画像を三次元解析し熱圏中性大気風プロファイルを解析した(横山他, 2008)。我々は2011年9月にWIND-2実験(S-520-26号機)を予定しているがリチウム放出が行われた事例は少なく(2007年WIND実験、2011年7日月米共同実験(村上他, 2011)、2011年9月WIND-2実験予定など)、風速測定手法として未だ完全には確立されていないのが現状である。

## 2. 観測機器と地上観測点

WIND-2 実験では明け方に実験を行う。ロケット打ち上げ地点の内之浦の他に、奄美大島、宿毛（高知県）の計3地点におけるリチウム観測が予定されている。使用するカメラは Canon 製デジタルカメラ EOS KISS Digital N の赤外線カットフィルターを取り除いたもので帯域幅 2 nm, 12 nm, 20 nm のバンドパスフィルタ付テレセントリックレンズを取り付けて使用する。各地点に 2 nm フィルタ付のメインカメラ、バックアップ用として 12 nm のフィルタ付カメラを 1 台ずつ設置し、また内之浦には WIND 実験で用いた 20 nm フィルタ付のカメラも設置して観測を行う予定である。また、リチウム放出の予定高度は約 230 km, 170 km, 110 km (TBD) である。3 回目に放出する予定高度が 2007 年に行われた WIND 実験と大きく異なる。これは日米共同実験のリチウム放出高度に近づけ日照条件の変化がリチウム共鳴散乱光に与える影響を定量的に観測するためである。

## 3. 予備実験

ロケットを打ち上げるにあたり、撮影条件、打ち上げ条件、実施時刻等を模擬した予備実験を行った。高知工科大学（東経 133.72 °, 北緯 33.62 °, 標高 60 m）にて 2010 年 9 月 11 日, 11 月 6 日, 11 月 18 日の明け方の空を撮影し、背景光の S/N が撮影に与える影響を調べた。予備実験データを用いて打ち上げ方位角 123.5 °および 145 °の検討と背景光の定量的測定ならびに打ち上げ時刻の精密な検討を行い、実験条件を決定した。

## 4. まとめ

熱圏へのリチウム放出実験が行われ高度 115 km から 400 km にわたる幅広い高度域の風速分布が得られたのは 2007 年の WIND 実験が世界初であり、極めて例の少ないなか WIND-2 実験が行われる。WIND 実験と同様に発光強度が 1 MR を超えるリチウムが放出されれば日中でも撮影が可能と考えられたことから 2011 年 7 月にアメリカでも同様の手法で日中のロケット実験が行われた。しかし、すべての条件が想定内の範囲で行われたにもかかわらずリチウムの撮影できず 2 回目の実験を延期した。このことより WIND-2 実験がより重要度を増すこととなった。WIND-2 実験は明け方に行われるため、放出直後は確実に撮影可能で時間が経つにつれ S/N が悪化し日中と似た条件での撮影となる。この実験の役割として、明け方熱圏大気風の解析と実験方法の確立、日米共同実験リチウム検出不良における原因の定量的究明が期待される。

本発表では WIND-2 実験の初期解析結果について報告する。