

ロケット放リチウムによる中性大気風プロファイル計測と問題点

山本 真行 [1]; 渡部 重十 [2]; 阿部 琢美 [3]; 山本 衛 [4]; Larsen Miguel [5]; 羽生 宏人 [3]
[1] 高知工科大; [2] 北大・理・宇宙; [3] JAXA宇宙科学研究所; [4] 京大・生存圏研; [5] Clemson Univ.

Neutral wind measurements by lithium-release experiments from the sounding rockets and existing problems

Masa-yuki Yamamoto [1]; Shigeto Watanabe [2]; Takumi Abe [3]; Mamoru Yamamoto [4]; Miguel Larsen [5]; Hiroto Habu [3]
[1] Kochi Univ. of Tech.; [2] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [3] ISAS/JAXA; [4] RISH, Kyoto Univ.; [5] Clemson Univ.

<http://www.ele.kochi-tech.ac.jp/masayuki/>

1. Introduction

Dynamics and interaction between the neutral and plasma species in thermosphere, mainly considered to be controlled by the collision process in E region, is important to study. Due to the insufficiency of neutral atmosphere observation, establishing of the useful measurement methods of neutral atmosphere is required. We have been working with the development of a new measurement method of the neutral wind profile in the altitude range up to F region by using the on-board chemical release system of the lithium. In the WIND experiment in Sep. 2007, a neutral wind profile in a wide altitude range in E and F regions was obtained under a condition of the evening twilight. On a request by scientists of U.S., the developed technique was applied in the U.S.-Japan collaborative experiment in July 2011 (NASA, Wallops Flight Facility), moreover, the next experiment of WIND-2 will be carried out in Sep. 2011 under a condition of the dawn twilight to the morning.

2. Instrumentations

The on-board instrument LES (Lithium Ejection System) was developed by JAXA and Japan Carlit Co. based on the 1980's papers and successfully used in the WIND experiment. The improved versions of the LES were used in the experiments in 2011. Kochi University of Technology and Photocoding Co. developed the ground-based optical instruments for taking the resonance-scattering light of lithium by using a digital camera, a band-pass filter (BPF) of passing the 670.8 nm lithium emission, and a specially designed telecentric lens. Moreover, in order to improve the S/N for daytime campaign, a special imager with a 2 nm BPF was developed for U.S.-Japan experiment.

3. Results and problems

In the WIND experiment under the condition of the evening twilight, owing to the careful selection of the experimental parameters, the lithium emission was successfully recorded on the successive snapshots from 4 ground sites for 40 minutes with high S/N. Applying of a triangulation technique developed in the meteor/meteor train analyses, the neutral wind profile in a wide altitude range between 115 km and 400 km was obtained. Though the LES used in the WIND had a problem of its stability due to the thermal conduction, the problem was solved until 2010. In the U.S.-Japan experiment, all the scheduled operations were successfully carried out, nevertheless, the experiment was not in success for taking any evidences on images. We have already checked carefully for all the experimental data of on-board instruments by telemetry records, all the images taken by all optical instruments, and our predictive analyses of the S/N in the daytime lithium emissions, however, it is not obvious that there exists any unexpected troubles and/or unknown natural phenomena. In the coming WIND-2 experiment, we will try to figure out above-mentioned problems and obtain neutral wind profile under the dawn-to-morning condition with establishing the lithium release method for the neutral wind measurement in upper atmosphere. In this paper, we will introduce the most recent results of the lithium release experiments and existing problems to solve.

1. はじめに

熱圏大気における中性大気と電離大気の相互作用は、主に E 領域における衝突により制御されると考えられるが、そのダイナミクス解明は地球大気研究における重要課題の 1 つである。中性大気の観測が十分でないことから、その理解には中性大気計測の手法開発が必須であるが、我々は観測ロケットからのリチウム放出により F 領域までの中性大気風プロファイルを一気に計測する手法を開発中である。2007 年 9 月の WIND(S-520-23 号) ロケット実験にて、夕方条件下にて熱圏 E および F 領域へのリチウム放出に成功し幅広い高度範囲の風速プロファイルを得た。米国の研究者からのリクエストにより本技術は 2011 年 7 月の日米共同ロケット実験 (NASA, Wallops 実験場) での昼間条件下の熱圏 E 領域風速計測の挑戦へと発展し、2011 年 9 月には明け方条件下にて WIND-2(S-520-26 号) 実験を実施予定である。

2. 観測装置

ロケット搭載装置 LES (Lithium Ejection System) は、1980 年代までの文献を参考に JAXA と日本カーリット (株) が 2007 年までに共同開発し、WIND 実験にて実用化された。2011 年の実験では改良型の LES が搭載された。地上観測装置は、市販デジタル一眼レフカメラ、リチウム共鳴散乱光 670.8 nm を透過するバンドパスフィルタ (BPF)、専用設計の

像側テレセントリックレンズを用い、高知工科大学とフォトコーディング社により開発した。昼間条件の日米共同ロケット実験に際しては S/N 向上のため帯域 2 nm の BPF と専用光学系を再開発した。

3. 実験結果と問題点

夕空条件下の WIND 実験では、安全側の実験条件を慎重に選定し地上 4 地点から高い S/N にて計 40 分間の同時観測に成功し、流星・流星痕解析用の三角測量解析手法を適用して高度 115 km から 400 km に至るプロファイルを得た。当時の LES には熱伝導によると推察される不安定な動作も見られたため 2010 年までに改良型が開発された。一方、昼間条件下の厳しい S/N 条件で挑戦した日米共同ロケット実験ではすべての実験・観測が予定通り実施されたと推察されるにもかかわらず、リチウム発光を画像上に検出することができなかった。搭載機器側テレメトリデータ、地上観測側の全ての観測結果、事前の発光強度 S/N 予測見積り等を入念にチェックしたが、想定外の事象が起きているか、未解明の自然現象に遭遇したかに関して結論が出ていない。WIND-2 実験では、これら問題点の解明と、明け方から朝の条件下における風速プロファイル取得に取組み、本手法を熱圏中性大気計測の手法として確立させ、今後の同領域における実験の成功に繋げたい。本発表では、2007 年より開始したリチウム共鳴散乱光を用いた中性大気風計測実験に関して、開発および実験の現状と問題点を報告する。