

DELTA-2 キャンペーン TMA によるオーロラ発生時の熱圏下部中性風の高精度解析

森永 隆稔 [1]; 山本 真行 [1]; 横山 雄生 [1]; 栗原 純一 [2]; Larsen Miguel F.[3]; 大山 伸一郎 [2]; 野澤 悟徳 [2]; 小川 泰信 [4]; 吉田 健悟 [5]; 阿部 琢美 [6]; 渡部 重十 [7]; 岩上 直幹 [8]

[1] 高知工科大・電子・光システム; [2] 名大・太陽研; [3] Clemson Univ.; [4] 極地研; [5] 北大・理・宇宙; [6] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部; [7] 北大・理・宇宙理学; [8] 東大院・理・地球惑星科学

High-accuracy analyses of neutral wind profile in auroral thermosphere by TMA chemical release in DELTA-2 campaign

Takatoshi Morinaga[1]; Masa-yuki Yamamoto[1]; Yuki Yokoyama[1]; Junichi Kurihara[2]; Miguel F. Larsen[3]; Shin-ichiro Oyama[2]; Satonori Nozawa[2]; Yasunobu Ogawa[4]; Kengo Yoshita[5]; Takumi Abe[6]; Shigeto Watanabe[7]; Naomoto Iwagami[8]

[1] Kochi University of Technology; [2] STEL, Nagoya Univ; [3] Clemson Univ.; [4] NIPR; [5] CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [6] ISAS/JAXA; [7] Dep. of CosmoSciences, Hokkaido Univ; [8] Earth and Planetary Science, U Tokyo

1. Introduction

Sounding rocket S-310-39 was launched from Andoya Rocket Range in Norway on January 26, 2009. TMA (Tri-Methyl-Aluminum) was periodically released from the rocket. Tracing of dotted line of TMA luminous clouds and triangulation analyses enable us to reveal thermospheric neutral wind in three-dimensional coordinates under a condition of thermospheric heating by auroral activities. Especially, investigating vertical wind in heating region was an important target of this experiment. Here, based on a technique established in Lithium release experiment by S-520-23 sounding rocket in WIND campaign (2007) as well as a comparison with analyses by Clemson Univ., accuracy of the wind profile was studied in detail.

2. Observation

Ground-based observations of TMA were carried out at Andoya (Norway), Tromso (Norway), and Abisko (Sweden). Image sequences of TMA luminous clouds were taken at Tromso and Abisko by three cameras of Clemson Univ. and a back-up camera of Japanese team at each site. The rocket was launched to the geographical North at 0:15 UT on January 26, and at 190 s after the launch, just after the passage of Apex (about 140 km), TMA release begin to operate. Being controlled by a valve on-board, TMA was periodically released during the descent. Dotted line of TMA was clearly confirmed from the two sites at the predicted position in the sky, and successfully observed for about 25 minutes. During the experiment, auroral condition was observed by EISCAT Tromso radar, and all-sky camera. Note that, unfortunately, we have to launch the rocket under the condition of bad weather at Andoya.

3. Results

According to the initial analyses of TMA as a trail (in assumption of horizontal motion), horizontal neutral wind profile in the altitude range from 89 km to 134 km was obtained. Based on the precise analyses of TMA patches, neutral wind vectors in three-dimensional space could be derived from several patches, so that vertical wind components were obtained in that from 122 km to 134 km. As a result, southeast of 112 m/s in an altitude range between 120 km and 134 km as well as northeast of 79 m/s in that between 89 km and 103 km were derived, respectively. The summarized profile is in good agreement with the Clemson's one.

4. Summary

As the TMA patches became diffuse quickly, tracking of each center is very difficult. An analyzing technique applied to Lithium release experiment as well as a special software for triangulation were applied to this TMA analyses. Thermospheric neutral wind profile in case of active aurora heating condition will be derived from its time variation. In addition, comparing the result with Clemson's, accuracy of the both analyses will be discussed. Furthermore, comparing with simultaneous observations, especially with datasets of EISCAT radar and FPI at Tromso will be presented in this paper.

References:

Morinaga, T., Yokoyama, Y., Yamamoto, M.-Y., Nanbu, S., Yoshita, K., Watanabe, S., Miguel F. Larsen., Initial reports of DELTA-2 campaign: Neutral wind profile in auroral thermosphere by TMA released from S-310-39 rocket (2), JpGU 2009, E116-P006, Chiba, in Japanese, 2009.

Yokoyama, Y., Yamamoto, M.-Y., Watanabe, S., Abe, T., Habu, H., Ono, T., Otsuka, Y., Saito, A., High-accuracy analyses of thermospheric neutral wind profile by Lithium release experiment of WIND, SGEPS 2008, B005-42, Sandai, in Japanese, 2008.

1. はじめに

2009年1月26日、ノルウェーのアンドーヤにてS-310-39号ロケット実験を実施した。ロケットから放出したTMAレーザーの三角測量によりオーロラによる熱圏加熱発生時の中性風の解析を3次的に行い、特に鉛直風成分について調査することが目的であった。我々は、WINDロケット実験(2007)によって確立された熱圏中性風の解析手法を適用した初期解析を実施、解析精度を確認した(森永他, 2009)。

2. 観測方法・結果

我々TMA地上観測班は、ノルウェーのアンドーヤ、トロムソおよびスウェーデンのアビスコの計3地点に観測点を設けた。TMAによる発光雲を撮影するため、Clemson大学のカメラ3台と共に、日本側はWIND実験で実績のあるデジタルカメラを持ち込み各観測点に設置した。S-310-39号観測ロケットは1月26日0時15分(UT)にアンドーヤ射場から地理北に向けて打上げられ、予定通り約190秒後の最高高度約140km通過より下降時にTMAが放出された。搭載バルブのON/OFFにより点線状に放出されたTMA発光雲はトロムソとアビスコの2地点でほぼ予測通りの位置に視認され、約25分間にわたる連続同時観測に成功した。オーロラ条件は、トロムソのEISCATレーダや全天カメラにより観測され、0時25分UTにはブレークアップとなり、約30分間にわたり地上2点で活発なオーロラ活動が見られた。なお、残念ながら3地点のうちアンドーヤ観測点は曇りの条件での実験実施となった。

3. 解析結果

TMA放出開始時から初期解析の結果、トレイル状TMAから水平風を仮定して高度89km~134kmにおける中性大気風の水平成分を解析し、パッチ状TMAからは高度122km~134kmの範囲で鉛直成分を含む三次元風速の導出に成功した。その結果、高度120km~134kmで南東方向約112m/s、高度89km~103kmで北東方向約79m/sの風速が確認された。この結果は米国Clemson大学による独自解析結果に対してもほぼ一致した。

4. まとめ

パッチ状TMAは急速に拡散し、位置の追跡が困難であるが、2007年9月のリチウム放出(WIND)実験の解析(横山, 2008)のために用いた手法と作成した三角測量専用ソフトを適用して、TMA観測データを更に詳細に解析し、オーロラ発生時の熱圏中性風の三次元解析および時間変化を導出する予定である。本発表では、Clemson大学による解析結果との比較から解析精度について議論を行うとともに、各種同時観測データ、特にEISCATデータ及びFPIデータ(トロムソ)と比較することで、オーロラによる熱圏加熱域と鉛直風成分の時間変化との関係について発表する予定である。

参考文献：

森永隆稔, 横山雄生, 山本真行, 南部慎吾, 吉田健悟, 渡部重十, Miguel F. Larsen, DELTA-2キャンペーン速報:S-310-39号ロケット放出TMAによるオーロラ発生時の熱圏中性風プロファイル(2), 日本地球惑星科学連合大会, E116-P006, 千葉, 2009.

横山雄生, 山本真行, 渡部重十, 阿部琢美, 羽生宏人, 小野高幸, 大塚雄一, 斉藤昭則, WINDリチウム放出実験による熱圏中性風の高精度解析, 第124回地球電磁気・地球惑星圏学会・講演会, B005-42, 仙台, 2008.