

WIND リチウム放出実験による熱圏中性風の高精度解析

横山 雄生 [1]; 山本 真行 [1]; 渡部 重十 [2]; 阿部 琢美 [3]; 羽生 宏人 [4]; 小野 高幸 [5]; 大塚 雄一 [6]; 齊藤 昭則 [7]
[1] 高知工科大・電子・光システム; [2] 北大・理・地球惑星; [3] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部
; [4] JAXA・宇宙研本部; [5] 東北大・理; [6] 名大 STE 研; [7] 京都大・理・地球物理

High-accuracy analyses of thermospheric neutral wind profile by Lithium release experiment of WIND

Yuki Yokoyama[1]; Masa-yuki Yamamoto[1]; Shigeto Watanabe[2]; Takumi Abe[3]; Hiroto Habu[4]; Takayuki Ono[5];
Yuichi Otsuka[6]; Akinori Saito[7]

[1] Kochi University of Technology; [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS/JAXA; [5] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [6] STELAB, Nagoya Univ.; [7] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.

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

1. Lithium release experiment

On September 2, 2007, the S-520-23 sounding rocket was launched from Uchinoura, Kagosima, Japan (131.08 E, 31.25 N). The purpose of our experiment is to obtain thermospheric neutral wind profile by using resonance scattering luminescence of Lithium vapor released from the rocket at 230 km, 193 km, and 144 km, respectively. Taking images of 670.8 nm resonance scattering light in the evening sky, neutral wind profile was estimated from 4 independent ground observations obtained at Shionomisaki, Miyazaki, Uchinoura, and Amami. An initial analysis of luminescence intensity, diffusion, and thermospheric neutral wind in wide altitude range was previously reported (Yokoyama et al, 2008, Japan Geoscience Union 2008; and AOGS 2008). However, to reduce the error in initial analyses, it is necessary to analyze high-accuracy thermospheric neutral wind in wide altitude range more in detail.

2. Analyses

The resonance scattering luminescence of Lithium was clearly observed more than 40 minutes from the 4 ground sites and it was confirmed that luminescence intensity more than 1.5M Rayleigh was generated by 125 g Lithium of the 1st release. A wind profile in wide altitude range from 115 km to 250 km was derived. It was found that, at the bottom of the Lithium tracer (115 km), the wind vector was about 55m/s SSW-ward. The wind vector firstly goes counter clockwise from 115 km up to 182 km, and then goes clockwise to 249 km. At the typical peak altitude of F layer (250 km), South-ward 45 m/s wind was almost the same as that of MU radar. Particularly, SSW-ward strong wind of more than 200 m/s was measured at 120 km just below the altitude of strong wind shear at 122 km.

Initial rate of Lithium diffusion speed was 3.2 km/s at 237 km, 1.4 km/s at 187 km, and 450 m/s at 143 km, followed by rapid exponential decelerations, then finally converged into 250 m/s at 237 km, 200 m/s at 187 km, 50 m/s at 143 km, respectively.

3. Discussion

Strong wind shears were found at 190 km and 122 km, respectively. Wind velocity was obtained by two measurement positions at different times at each altitude. In this context the velocity at about 120 km was obtained with high-accuracy of 10 m/s, however, about 190 km within an accuracy of 40 m/s because of rapid diffusion. Hence, it is necessary to analyze the wind velocity with higher-accuracy in high altitude range. As was previously reported, flight velocity of the rocket might affect on the motion of the Lithium vapor until about 200 s after the release. In order to analyze thermospheric neutral wind in higher altitude range, we have to use the data sets after 200 s.

Initial rate of Lithium diffusion speed of 3.2 km/s at 237 km altitude was comparable to the theoretical diffusion speed in a temperature condition of 1600 K. However the Lithium luminescence area (diameter) at 250 km altitude at 50 s after the release was about 100 km smaller than a previous model calculation, implying neutral density at the altitude might be controlled by a condition of higher solar activities, hence it is need to be analyzed about Lithium diffusion more in detail.

According to the results by Watanabe et al. (private communication, 2008), a fluctuated feature was founding in diffusion of Lithium tracer. It is necessary to confirm existence of the fluctuation and its concerning to the growing condition of the MSTID up, to or not.

4. Conclusion

The resonance scattering luminescence of Lithium was clearly observed from the 4 ground sites, leading a wind velocity profile in wide altitude range as well as inclusive error bars. On-going work is high-accuracy analyses of wind profile by increasing triangulation measured spots and it is expected to be improved thermospheric neutral wind in wide altitude range more in detail and variability. In this talk, a result of high-accuracy analyses of the neutral wind velocity profile as well as variation in time will be discussed.

1. リチウム放出実験

2007年9月2日 19:20 JST、ロケットから放出されたリチウム蒸気の太陽共鳴散乱光により熱圏中性風プロファイルを得ることを目的に鹿児島県内之浦(131.08 E, 31.25 N)から S-520-23 号観測ロケットが打ち上げられた。ロケットは飛翔の後半、夕空の熱圏大気中の高度約 230km、193km、144km にリチウム蒸気を 3 回放出し、波長 670.8nm で発光するリチウムトレーサーの移動は、潮岬、宮崎、内之浦、奄美の地上 4 地点から観測された。初期解析の結果、リチウムの発光強度、拡散と高度 115km ~ 250km の広い高度範囲での中性風速分布を得られている(横山他 2008, 地球惑星科学連合 2008 年大会; Yokoyama et al., 2008, AOGS 2008)。しかし測定点の対一対応の問題や一部のスナップショットを用いた風速解析のため限界があり、高精度な風速解析が必要である。

2. 解析結果

リチウム共鳴散乱光は 4 地点から 40 分以上明瞭に観測でき、一回目放出のリチウム 125g の発光強度は 1.5M レイリー以上であった。1 回目放出から 121 秒後および 181 秒後の位置の差から求めた風速解析結果として、高度 115km ~ 250km の範囲の中性風速プロファイルが得られた。リチウム発光下端の高度 115km では南南西に約 55m/s の風が吹いており、そこから高度 182km まで高度が上がるにつれて反時計回りに風速ベクトルが推移し、続いて高度 250 km まで時計回りに推移する様相が明らかになった。F 層ピークの高度 250km の風速は南向き 45m/s で、MU レーダーによる結果と良い一致を示した。高度 122km に見られた強い速度シアの直下の高度 120km では特に強い風が吹いており、南南西方向に 200m/s 以上であった。

ロケットから放出されたリチウムの熱拡散初速度は高度 237km では約 3.2km/s、高度 187km では約 1.4km/s、高度 143km では約 450m/s であり、直後より指数関数的に減衰し、十分な時間経過後は高度 237km では約 250m/s、高度 187km では約 200m/s、高度 143km では約 50m/s に収束した。

3. 議論

高度 122km および高度 190km の付近は風向きが急激に変わっており、強いウインドシアがあると言える。上述のように 2 つの時刻の位置のみから求めた場合 120km 付近では拡散が小さいため、風速の誤差は 10m/s 以内と高精度に解析できているが、より拡散の大きい高度 190km での風速の誤差は 40m/s と大きく、高高度では更に高精度な解析が必要と考える。これまでも報告したように放出時刻より少なくとも 200 秒間はリチウム蒸気がロケットの軌道方向に曳かれており、リチウム雲の移動がロケットの飛翔速度の影響を受けていると考えられる。よって熱圏高度で風速を求める場合は放出より 200 秒以降のデータを使う必要がある。

リチウムの高度 237km での拡散初速約 3.2km/s は、放出温度 1600K を仮定した場合の熱速度 3.67km/s に近い値であった。しかし 250km 高度でのリチウムの拡散範囲(直径)は、放出 50 秒後で予測値より 100km 以上狭く、同高度での中性大気密度の太陽活動度による変動が影響を与えた可能性があるが、拡散の詳細な検討が必要である。

Watanabe et al.(private communication, 2008)によるとリチウム拡散には揺らぎのような特徴が見えており、我々も詳細な解析による検討を始めている。今後解析を進めていくことでこの揺らぎの存在の有無と MSTID の成長への関与を調べる必要があると考える。

4. 結論

4 地点でのリチウム共鳴散乱光は明瞭に観測でき、高度 115km ~ 250km における誤差範囲を含めた風速プロファイルが得られた。現在、3 点測定の測定点を増やすことにより高精度な風速解析を進めており、広い高度範囲の熱圏中性風解析の精度向上とその時間変化を検討している。本発表では同プロファイルの時間変化を含めた高精度な風速解析結果について発表する予定である。