

D4

最高エネルギー宇宙線観測のための大気透明度測定ライダー

The Transmittance lidar for the observation of Ultra High Energy Cosmic Rays

篠野雅彦¹, 水谷耕平¹, 手嶋政廣², 林田直明², 山本常夏², 千川道幸³, 川上三郎⁴
M.Sasano¹, K.Mizutani¹, M.Teshima², N.Hayashida², T.Yamamoto², M.Chikawa³
and S.Kawakami⁴

¹ 通信総合研究所, ² 東大宇宙線研究所, ³ 近畿大学, ⁴ 大阪市立大学

¹ Communications Research Laboratory, ² Institute for Cosmic Ray Research
University of Tokyo, ³ Kinki University, ⁴ Osaka City University

Abstract

The Telescope Array Project is a future plan to observe Ultra High Energy Cosmic Rays (UHECR) with good resolution and statistics by the fluorescence detection technique of air shower. The estimation of atmospheric transmittance is a key technique for this project since atmosphere is used as a target volume of UHECR. We have installed a lidar system for transmittance measurement in Utah desert area for this project. In this paper we present the preliminary result of the Utah transmittance lidar, and introduce our developments of atmospheric monitor technique.

1. Introduction

最高エネルギー宇宙線は、宇宙に非常に効率のよい高エネルギー粒子加速機構または発生機構が存在することの直接的な証拠であり、どこで発生しどのように伝播してきたかを明らかにすることが、宇宙の構造を解く上で非常に重要である。ただし、到来頻度が非常に少ないので検出が難しく、観測には大規模な検出面積を持った装置を用いなければならない[1]。テレスコープアレイ計画は、世界最大級の検出面積を持つ最高エネルギー宇宙線の大気蛍光観測計画である。大気蛍光観測法は、夜間、宇宙線空気シャワーが発光する大気蛍光を観測する方法であり、各発光点での光量から宇宙線のエネルギーと空気シャワーの3次元発達の様子を知ることができる[2]。この観測法では、大気を最高エネルギー宇宙線の標的体積としているため、観測所から半径 50km 程度の領域の大気透明度を把握しておく必要がある。今回、テレスコープアレイ計画の建設予定地であるユタ州砂漠地域にライダーを設置し、大気透明度の観測を開始した。この初期結果について報告する。また、現在新たに開発している測定法[3]や HiRes グループが行っている測定法[4]も紹介する。

2. System

ユタ大気透明度ライダーは、北緯 40.2° 西経 112.8° 標高 1597m の HiRes 宇宙線観測所内に設置している。レーザー波長は、大気蛍光(300~400nm)に近い 355nm、仰角は、典型的な宇宙線観測に近い 10° と 20° の2方向である。また、宇宙線観測は夜間にしか行わないため、ライダーの受光部も視野を広くとっている。ユタ大気透明度ライダーのシステム構成を Table.1 に示す。

Laser wavelength	355nm (Nd:YAG THG)	Mirror	1.5m diameter
Laser Energy	~10mJ/pulse	Field of View	0.5deg
Laser Frequency	1Hz	Elevation	10deg, 20deg
Laser Direction	Steerable	Azimuth	105deg
Off-Axis	~6m	Data Record	Digital Oscillo (9bit ADC)

Table 1. The specifications of Utah transmittance lidar system

3. Data Analysis

今回の解析は、2001年3～5月の期間に、HiRes 宇宙線観測所の観測と同期して月のない夜間に行った観測データを用いた。大気透明度は Fernald の方法を用いて、標高 2.6km～6.4km の範囲で計算した。その結果を Fig.1 に示す。

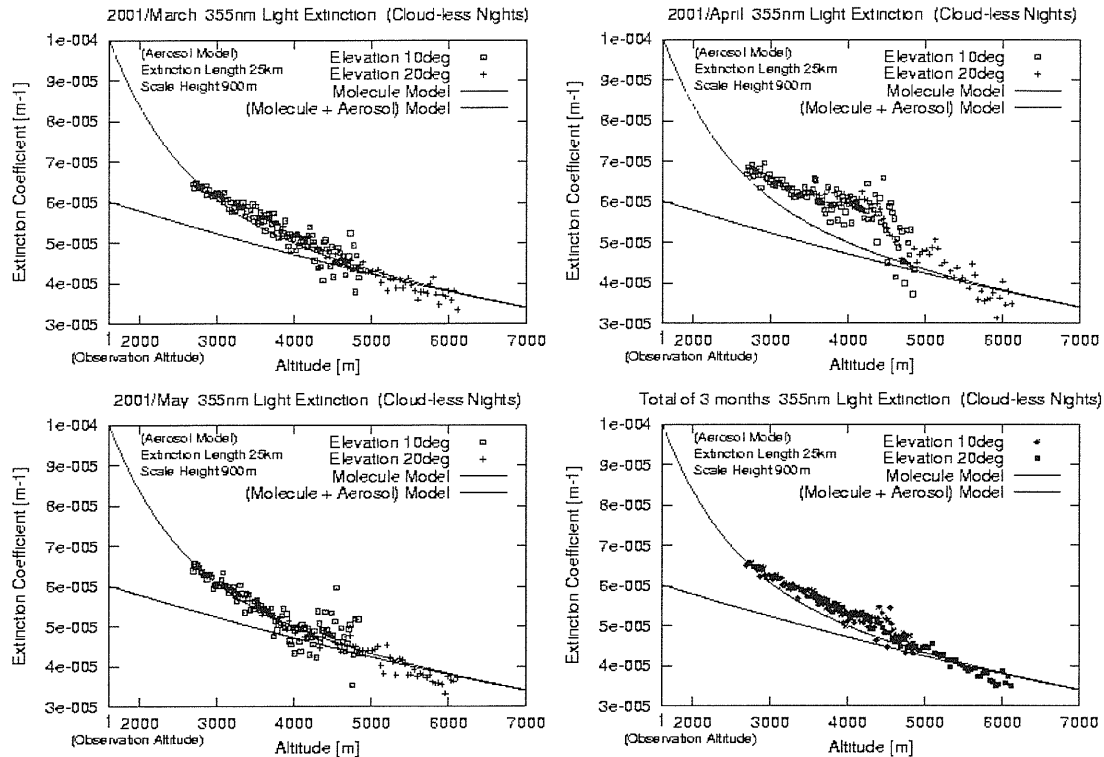


Fig.1 Monthly profiles of Extinction Coefficient in March, April and May 2001 at Utah desert area. Plots are observed data for both of elevation 10deg and 20deg. Lines are the pure molecule model and the HiRes standard atmosphere model.

4. Other Developments

現在、全方向制御ライダーによる大気透明度観測法を山梨県明野村の宇宙線観測所で開発中である。また、協同研究をしている HiRes グループは、宇宙線観測装置を受光部とした Bi-Static ライダーによる大気透明度観測法を開発している。

5. Summary

今回の観測結果は、HiRes グループが Bi-Static 観測により出した HiRes Standard Atmosphere Model とよく一致している。仰角 10° 遠方 7km～14km の範囲(地上 1.0km～2.4km)において、一晩の大気透明度の変化率は、標準偏差で 2.0%程度であった。今後は、キャリブレーション点をより上空に上げることと、近傍のデータも観測することで、大気透明度の観測領域を広げ、測定信頼性を上げる予定である。

Reference

- [1] P.Bhattacharjee and G.Sigl, Physics Reports 327 (2000) 109-247
- [2] <http://www-ta.icrr.u-tokyo.ac.jp/>
- [3] T.Yamamoto et.al., 27th International Cosmic Ray Conference (2001) HE1.7.4
- [4] L.R.Wiencke et.al., 27th International Cosmic Ray Conference (2001) HE1.7.2