

「昭和基地レイリー/ラマンライダーによる対流圏上部から中間圏までの温度連続プロファイルの導出」

Estimation of vertical temperature profiles between upper troposphere and mesosphere obtained from Rayleigh/Raman lidar installed at Syowa station in Antarctica

西山尚典¹, 中村卓司¹, 江尻省¹, 津田卓雄¹, 阿保真², 鈴木秀彦³, 川原琢也⁴, 堤雅基¹, 富川喜弘¹, 木暮優¹

Takanori Nishiyama¹, Takuji Nakamura¹, Mitsumu K. Ejiri¹, Takuo T. Tsuda¹, Makoto Abo², Hidehiko Suzuki³, Taku D. Kawahara⁴, Masaki Tsutsumi¹, Yoshihiro Tomikawa¹, Masaru Kogure¹

[1]国立極地研究所, [2] 首都大学東京大学院システムデザイン研究科, [3]明治大学理工学部, [4]信州大学工学部

[1]National Institute of Polar Research, [2]Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University, [3]School of Science and Technology, Meiji University, [4]Faculty of Engineering, Shinshu University

Atmospheric gravity waves (AGWs) propagating upward from lower atmospheric sources play a dominant role in transporting and depositing energy and momentum from upper troposphere (UT) to lower mesosphere (LM). The Rayleigh/Raman (RR) lidar system in Syowa can obtain photon count data for 3 channels, i.e., Raman (10-30km), Rayleigh-Low (20-65km), Rayleigh-High (30-80km for estimations of temperature profiles from UT to LM). We examined the following analysis methods. (1) The temperature for Rayleigh-High and Rayleigh-Low channels estimated by solving the lidar equation can be assigned to temperature at an initial height for the lidar equation in Rayleigh-Low and Raman channels, respectively. (2) The initial heights for the lidar equation can be determined automatically taking into account time and height dependent shot noises due to background luminosity. (3) The error propagations from the initial height to lower heights are evaluated by assigning artificial temperature offset ranging from -50 to 50 K. The height continuous temperature profiles between UT and LM

obtained from improved analysis methods would allow us to investigate important scientific issues such as temporal and height variability of potential energy per unit mass of AGWs and the relationship between occurrence of Polar Stratospheric Clouds and background atmospheric temperature.

下層大気から上方へ伝搬する大気重力波は、上部対流圏から下部中間圏にかけて力学的なエネルギーと運動量の輸送および付与において重要な役割を担う。特に極域においては、これらの大気重力波の作用により極夜ジェットが減速することや、夏極から冬極への大規模子午線循環を引き起こすことが知られている。加えて、大気重力波の現実的な伝搬特性を考慮することで、既存の気候モデルに存在するバイアスが大きく改善されることが提唱されており、連続的な観測に基づいて上部対流圏から下部中間圏にかけての大気重力波の活動度を理解することは非常に重要な課題である。

国立極地研究所は、2010年より6年間の南極地域重点研究観測を実施しており、このサブプロジェクトの一つ「南極域中層・超高層大気を通して探る地球環境変動」の一貫として、レイリー／ラマン(RR)ライダーを南極昭和基地(69S, 39E)に設置し、2011年2月から対流圏上部と中層大気(10-80 km)の温度の鉛直分布の観測を開始し、ほぼ3年にわたり観測を続けている。

昭和に設置されたRRライダーは同時に4チャンネルのフォトンカウンターのデータを取得することが可能であり、それぞれのチャンネルのデータは個別のバイナリデータとして記録される。これらのデータのうち3つのチャンネル、Raman(10-30km)、Rayleigh-Low(20-65km)、Rayleigh-High(30-80km)のデータを使うことで、上部対流圏から下部中間圏におよぶ大気温度の高度プロファイルを推定することが可能となる。従来までは各々のチャンネルで個別に導出され個々のチャンネルにおいて大気温度のオフセットが生じていたが、これらの高度プロファイルを連結し高度方向に連続した大気温度の高度プロファイルを得る為に、以下のようなデータ解析プロセスの改良を試みている。

(1)Rayleigh-Low及びRamanのチャンネルのデータにおいてライダー方程式を解く際に、方程式を解き始める初期高度の温度を同時刻におけるそれぞれ

Rayleigh-High 及び Rayleigh-Low のチャンネルのデータから求められた温度を代入する。(2)時間及び高度方向に変動する背景光によるショットノイズ数を考慮した上で、各チャンネルにおけるライダー方程式の初期高度を解析プログラム上で自動的に決定する。(3)初期高度から低高度側へ伝搬する温度誤差の評価を行う為に、人為的に初期高度の温度に-50K から 50K のオフセットを与え、どの高度においてどの程度の誤差に収束するか数値実験を行った。

これらの手法によって、上部対流圏から下部中間圏における高度方向に連続的な大気温度プロファイルを得ることが可能となれば、大気重力波のポテンシャルエネルギーの高度・時間変動や極域成層圏雲と背景の大気温度の関係といった重要な課題に対して非常に有用なデータセットが得られることが期待される。実際に本解析手法で得られた大気温度における 2014 年 6 月 28 日の UT24:00 における鉛直温度プロファイルを図 1 に、同日の全観測時間内の鉛直温度プロファイルと高度時間断面図を図 2 に示す。本講演では、これら解析手法の詳細やデータベース作成を含めた将来展望について報告する。

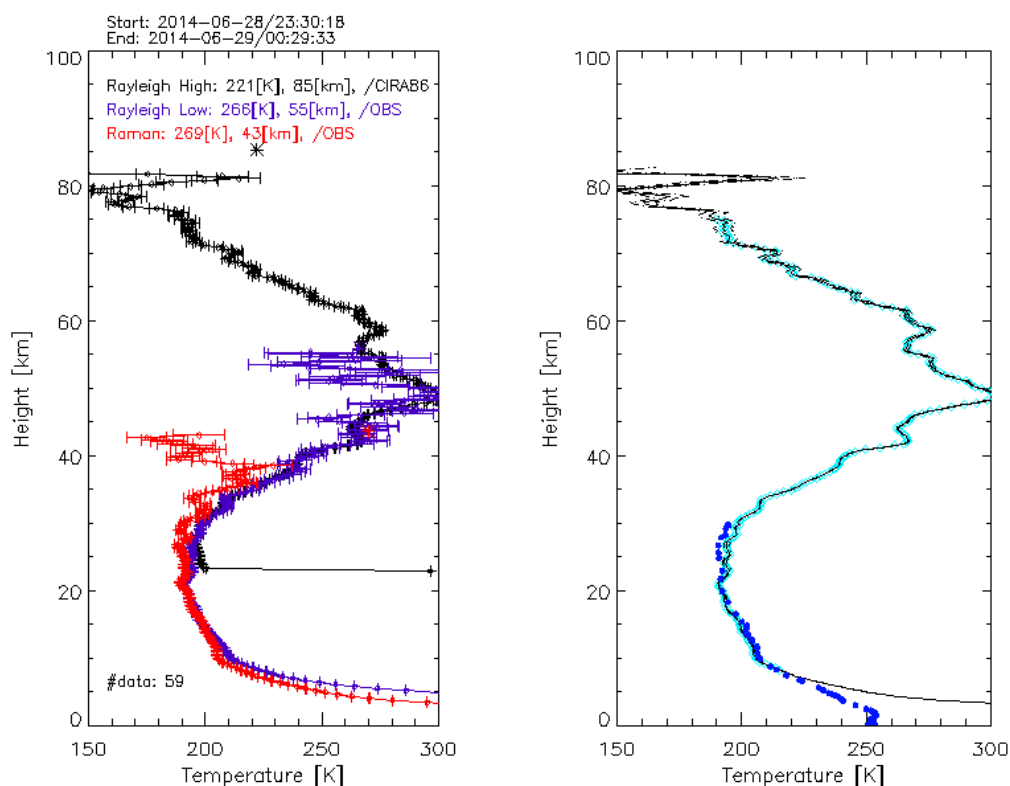


Figure 1: (left) Three vertical temperature profiles on June 28, 2014 obtained from Rayleigh-High, Rayleigh-Low, and Raman channels presented by black,

purple, and red lines, respectively. Asterisks indicate the initial height for solving lidar equations of each channel. (right) Light blue line shows vertical temperature profile merged into three profiles (Raman, Rayleigh-Low, Rayleigh-High). Blue dots indicate in-situ temperature measurement obtained from radiosonde. Between 8 km and 30 km, the merged temperature profiles show good agreement with radiosonde measurement.

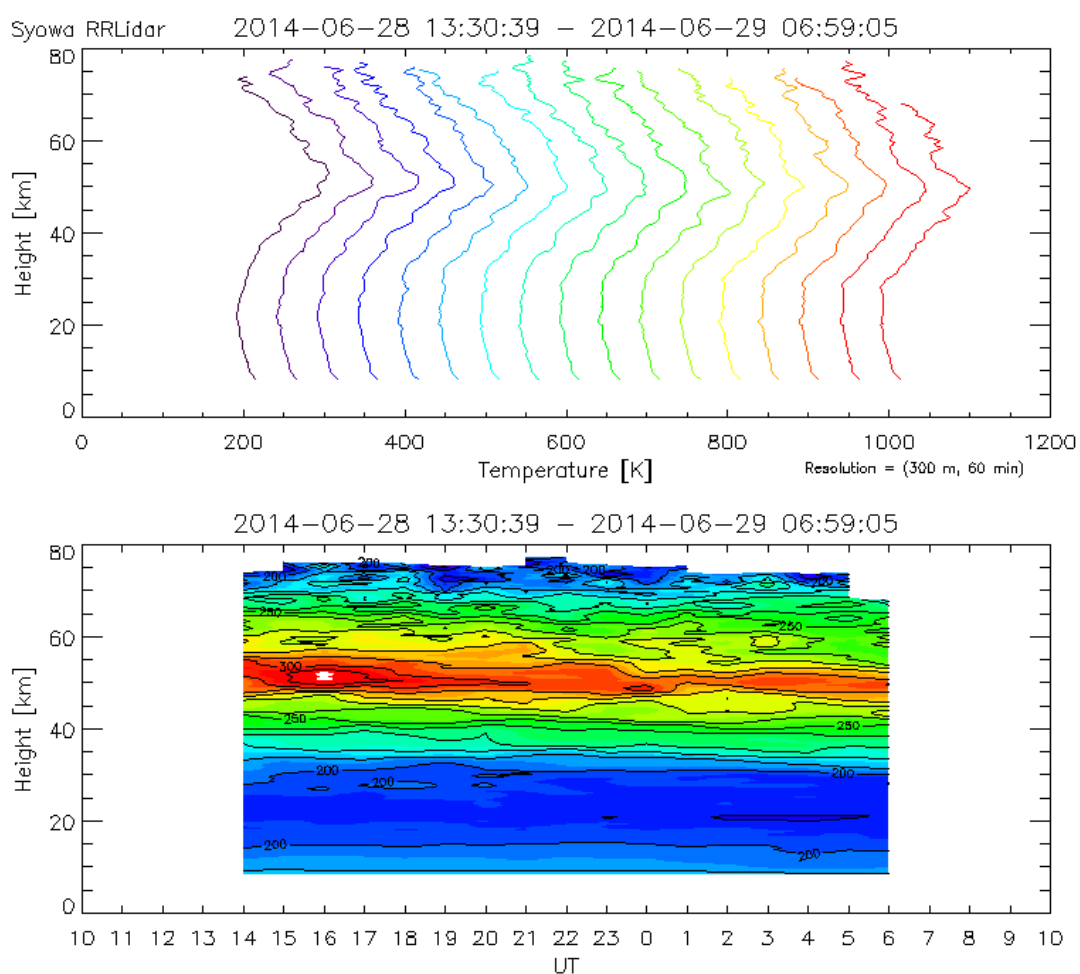


Figure 2: (top) Vertical temperature profiles on June 28, 2014 obtained from RR lidar using analysis method presented in this study. Time and height resolutions are 1 hour and 300 m, respectively. (bottom) Contour plot of the temperature in height-time section.