

2011-2015年における昭和基地レイリー/ラマンライダーを用いた大気温度観測

Measurements of vertical temperature profiles using Rayleigh/Raman lidar installed at Syowa station in Antarctica from 2011 to 2015

*西山尚典¹, 中村卓司¹, 江尻省¹, 阿保真², 川原琢也³, 津田卓雄⁴, 鈴木秀彦⁵

*Takanori Nishiyama¹, Takuji Nakamura¹, Mitsumu K. Ejiri¹, Makoto Abo², Taku D. Kawahara³, Takuo T. Tsuda⁴, Hidehiko Suzuki⁵

[1]国立極地研究所, [2]首都大学東京 システムデザイン研究科, [3]信州大学 工学部, [4]電気通信大学 報理工学研究科, [5]明治大学 理工学部

[1]National Institute of Polar Research, [2]Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University, [3]Faculty of Engineering, Shinshu University, [4]Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, [5]School of Science and Technology, Meiji University

Abstract:

Rayleigh/Raman (RR) lidar system installed at Syowa station in Antarctica has started its operation since 2011 May. It can simultaneously 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 upper troposphere (UT) to lower mesosphere (LM). We examined the measured long-term variations of atmospheric temperature such as seasonal and inter-annual variability with comparing those obtained from Aura/MLS (Microwave Limb Sounder) experiments and reanalysis data.

1. はじめに

地球の大気は地表から高度 100km において流体として振る舞い, 乱流による拡散が組成を一定に保つ. 一方で, 高度 100km 以上の超高層大気と呼ばれる領域では, 密度が非常に希薄なために大気粒子による運動や拡散が有効な領域である. こういった超高層大気と流体が支配的な大気の境界領域である「中間圏界面」では太陽活動(フレア, 11 年周期変動など)を起源とするエネルギー流入や, 下層から大気波動によって輸送される運動量に応じて様々な時間スケールで変動する.

特に, 南北両極域では, 太陽/地磁気の短期擾乱時に発達する高度 120-300km のオーロラに関連する電流系や, 中間圏界面付近に直接侵入する高エネルギー粒子と大気粒子との衝突による電離など特有の現象が駆動する化学プロセスと, 南北子午面循環や極渦といった大気波動による物質の鉛直輸送の重要性が認識されている[e.g., Turunen et al., 2009; Lübken et al., 2010]. 従って, 観測時間及び観測高度において連続的な観測に基づいて, 様々な時間スケールの大気波動

の活動度と, 超高層大気からのエネルギー流入に対する中間圏界面付近の短期応答を同時に理解することが非常に重要な課題である.

2. 南極昭和基地レイリー/ラマンライダーによる温度観測

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 (69.0°S, 39.6°E) 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, 2015 年 7 月現在までに大気温度の観測を続けている. 昭和に設置された RR ライダーは, 送信部として波長 355 nm において, 20Hz・最大 6W 出力可能な Nd:YAG レーザーを使用し, 口径 82cm のナスミス焦点の望遠鏡と光学素子(ミラー, レンズ, フィルタ), 及び PMT からなる受信系で構成されており, 同時に 4 チャンネルのフォトンカウントのデータを取得することが可能である. 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、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[Nishiyama *et al.*, LSS 32, 2014]. また、時間分解能及び高度分解能は、それぞれ1時間、300 mであり、大気重力波による大気温度の摂動成分を十分に検出可能である[Kogure *et al.*, LSS 33, 2015].

3. 大気温度観測による季節変動、年々変動導出と Aura/MLS との比較

図1に2011年5月から2015年7月までの大気温度データによる、季節変動(3-10月)、年々変動(2011-2015年)を示す。各年・各月における大気温度の高度プロファイルの中間値によって導出しており、秋に上昇した成層圏界面が、春に向かうにつれ降下していく様子が見える。

より周期の短い大気波動による温度変動を図2で示す。上から、RRライダーで導出した大気温度、Hanning窓(時間方向:14日、高度方向1.5 km)によって平滑化した大気温度、Aura/MLSによる昭和基地上空付近の

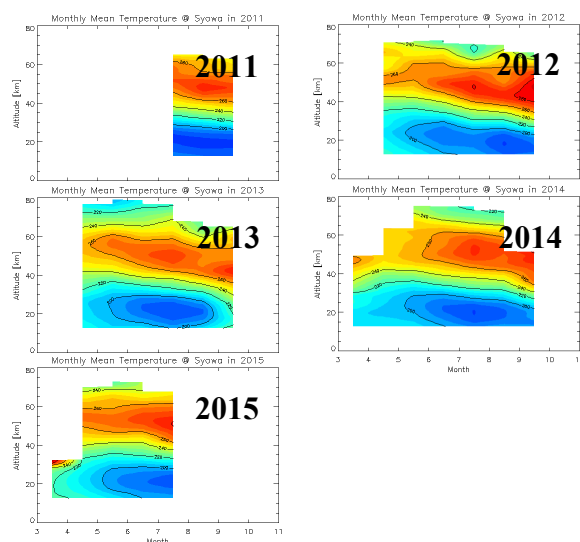


Figure 1: Seasonal (from March to October) and inter-annual (from 2011 to 2015) variability of temperatures in time and height section: composite contour plots of monthly median temperature profiles by RRLidar.

温度観測による時間高度断面図である。また、白抜きとなっている期間はライダー観測の休止によるデータ欠損である。RRライダーと Aura/MLS で導出された大気温度データは、数週間スケールの変動において良い一致を示している。本発表では、これらの結果を受けて、RRライダーの高分解能を活用した大気温度の断熱減率の導出を行うとともに、気象再解析データなどの比較を発表する予定である。

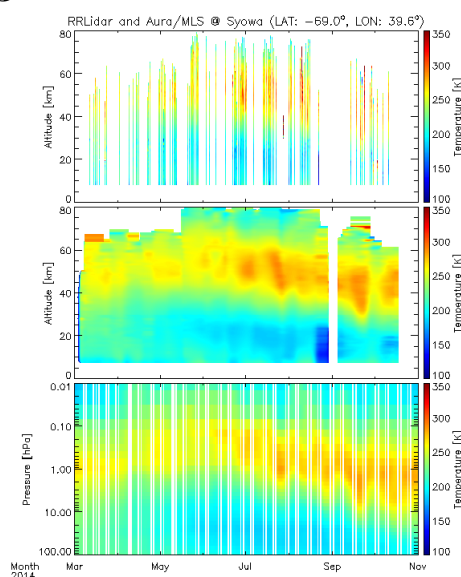


Figure 2: (Top) Atmospheric temperature in time and height section measured by Rayleigh/Raman Lidar at Syowa Station for 2014 austral winter. (Middle) The same as the top panel but smoothed plot using hanning window with 14-days and 1.5 km height. (Bottom) 14-day smoothed temperature in time and pressure section based on Aura/MLS

参考文献

- [1] Lübken, F.-J., Austin, J., Langematz, U., & Oberheide, J. (2010). Introduction to special section on Climate and Weather of the Sun Earth System. *Journal of Geophysical Research*, 115, D00I19. doi:10.1029/2009JD013784.
- [2] Turunen, E., P. T. Verronen, A. Seppälä, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, J. Tamminen, C.-F. Enell, and T. Ulich (2009), Impact of different energies of precipitating particles on NOx generation in the middle and upper atmosphere during geomagnetic storms, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, 71, 1176–1189.