

昭和基地レイリー/ラマンライダーライダーで観測された 高度 15-70km の重力波活動度

木暮優¹、中村卓司^{1,2}、江尻省^{1,2}、西山尚典^{1,2}、富川喜弘^{1,2}、堤雅基^{1,2}、津田卓雄³
¹総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻、²国立極地研究所、³電気通信大学

Gravity wave activity in the height range of 15-70km over Syowa Station in Antarctica by Rayleigh/Raman lidar

Masaru Kogure¹, Takuji Nakamura^{1,2}, Mitsumu K. Ejiri^{1,2}, Takanori Nishiyama^{1,2},
Yoshihiro Tomikawa, Masaki Tsutsumi^{1,2}, and Takuo T. Tsuda³

¹Department of Polar Science, The Graduate University for Advanced Studies,

²National Institute of Polar Research, ³The University of Electro-Communications

The gravity waves are generated in the lower atmosphere, propagate upward and transfer momentum and energy to the middle atmosphere. It has been found that the gravity waves induce large scale meridional circulation and drive the middle atmosphere away from radiative equilibrium [Lindzen, 1981; Holton, 1982; Matsuno, 1982]. However, we have not completely known the quantification of gravity wave roles in the middle atmospheric circulation. A Rayleigh/Raman (RR) lidar was installed in January 2011 at Syowa Station, Antarctica (69°S, 40°E). The lidar has measured temperature profiles between 5 and 80 km for more than 350 nights (before the end of October in 2014). The measurement channels consist of high sensitivity Rayleigh channel, low sensitivity Rayleigh channel and N₂ vibration Raman channel. N₂ vibration Raman scatter is much weaker than Rayleigh scatter, but the wavelength of N₂ vibration Raman scatter is different from that of Mie scatter. So the Raman channel is superior to Rayleigh channel for the temperature observation in the lower atmosphere. The 3 channels enable us to observe temperature in the wide height range of 5-80km.

To investigate gravity wave activities in the height range of 15-70km from May 2011 to October 2013, we have analyzed the lidar data using the method which developed that of Alexander et al. [2011]. The method is different from Alexander et al. [2011] at using Hilbert transform weighted by atmospheric density to the power of 1/4. Above 35km altitude, the gravity wave activity was maximized during winter. The seasonal cycle in gravity wave activity over Syowa was similar to Alexander et al. [2011], which was the Rayleigh lidar study of the gravity wave activity at Davis (69°S, 79°E). Below 35km altitude, the gravity wave activity was enhanced in May and did not decrease in early autumn. Using MERRA reanalysis data, we investigated the correlation between eastward wind at each altitude and Ep at 39km altitude. It revealed that the correlation coefficient is greater in lower stratosphere than in upper troposphere. This result is similar to that of Alexander et al. [2011].

In this presentation, we will show these results and discuss the relations of gravity wave activity between the lower and upper atmosphere.

下層大気で発生した重力波は上方伝播し、中層大気へ運動量・エネルギーを輸送する。その効果は、中層大気の水平平均風を変化させ、大規模子午面循環を引き起こし、中層大気の鉛直気温プロファイルを大きく変化させることが定性的に理解されている[Lindzen, 1981; Holton, 1982; Matsuno, 1982]。しかし、現在でも重力波の水平平均風への定量的寄与は理解が不十分である。そのため、国立極地研究所は南極昭和基地(69° S, 40° E)にレイリー/ラマン(RR)ライダーを設置し、2011年2月から高度約5-80 kmの気温観測を行い、重力波の気温擾乱を観測している。2014年10月終わりまでに350晩以上の観測を行っており2015年現在も観測を継続している。RRライダーは低高度(5-30 km)、中高度(15-60 km)、高高度(23-80km)をそれぞれ観測する窒素振動ラマンチャンネル、低高度レイリーチャンネル、高高度レイリーチャンネルを用

いている。窒素振動ラマン散乱は、大気のレイリー散乱に比べて散乱断面積が2桁以上小さいが、雲・エアロゾル等のミー散乱とは波長が異なる。そのため、下層大気気温観測ではレイリーチャンネルよりラマンチャンネルが優れている。この3チャンネルを用いることで、従来より非常に広い高度領域(5-80km)の気温を同時に観測することができる。

本研究は、Alexander et al. [2011]の重力波解析を発展させた、大気密度 $1/4$ 乗重み付けヒルベルト変換を用いた重力波活動度の指数(重力波のポテンシャルエネルギー: Ep)の導出手法を用いて解析した。昭和基地上空の高度 15-70 km の Ep を 2011 年 5 月から 2013 年 10 月について求めた。高度 35-70km の活動度は、昭和基地に近い Davis 基 (69° S, 78° E) でレイリーライダー観測を行った先行研究 [Alexander et al. 2011] と類似した冬極大の季節変動が見られた。同様に高度 15-35km 付近は晩秋(5月)に活動度が上昇するのが見られた。しかし、高度 35-60km と異なり晩冬(9月)に活動度が下がらなかった。また、再解析データ(MERRA)を用いて各高度の風速(東向きの風のみ)と高度 39km の Ep との相関を調べた。その結果、対流圏上部の風速との相関係数は 0.1 程度だが、成層圏下部では 0.45 程度と高くなることがわかった。この結果は、Alexander et al. [2011] の結果と類似している。

本発表では、高度 15-60km の各高度の重力波の季節変動及び風速との相関について詳しく議論する。