PG- 36

回転ラマン散乱を利用したライダーによる気温計測

Temperature Measurement with Rotational Raman Lidar

塚本誠[1]、誉田高行[1]、加藤正[1]、長谷川壽一[1]、小林喬郎[2]

M. Tsukamoto[1], T. Honda[1], T. Kato[1], T. Hasegawa[1], T. Kobayashi[2]

[1]英弘精機株式会社 EKO Instruments. Co., Ltd, [2]福井大学 University of Fukui

Abstract：We have been developing a lidar system useful for measuring atmospheric temperature using the Rotation Raman scattering. In this paper, we report results of measurements of temperature with the lidar. The temperatures measured with the lidar were good agreement with temperatures measured with radiosonde up to around 3km high.

1. はじめに

ヒートアイランド現象等の都市気象の解明や環境アセスメント等の目的で上空の気温を計測する需要が増えている。現在は上空の気温計測は通常、ラジオゾンデを使って行われている。この方法では航空機への影響や、またラジオゾンデは使い捨てで環境への影響といった問題をはらんでいる。

ラジオゾンデに代わる気温計測方法として、英弘精機では回転ラマン散乱を利用したライダーの開発を進めている。従来、夜間計測では高度1km までで気温計測精度は±1K以下であったが、昼間の観測では精度が低下する場合があった[1)]。昼間の観測でも計測精度が確保できるよう受信系の改良を進めていた[2)]。今回は受信系を改良して気温計測を行った結果について報告する。

2. ライダーシステム

受信系の改良の狙いは、ショットノイズを減らすことと、後方散乱係数が大きく回転ラマン散乱光に近接した波長を持つミー散乱光の遮断率を向上させることにある。

気温計測ライダーのシステムの構成をFig.1に示す。また構成部品の諸元をTable1に示す。従来のライダーシステム[1)]と比較すると望遠鏡を大口径化（口径250mm⇒400mm）し、またミー散乱光を遮断するための干渉フィルターを各チャンネル毎に1枚から2枚に増やしている[2)]。また収差の小さな組合せレンズを新たに採用している。

この結果、ラマン散乱光の受信強度は従来比で約2.5倍になり、またミー散乱光の遮断率は従来比で1桁向上し、10^{-7}を確保した。これにより、ショットノイズを減らし、またラマン散乱光用光検出器へのミー散乱光の混入によって生じる測定誤差を減らすことができ、気温計測精度の向上が図れる。

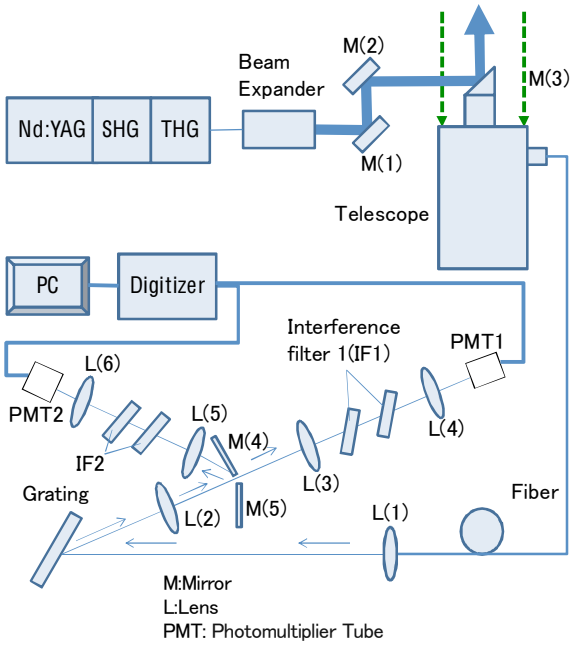


Fig.1 Rotational Raman lidar system

Table1　Specification of the lidar system.

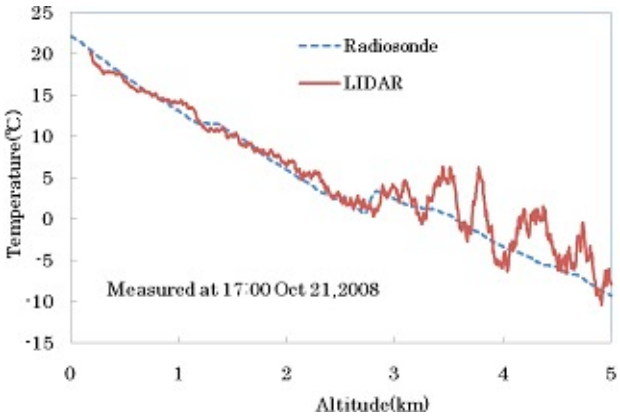
Transmitter	
Laser	Nd:YAG
Wavelength	355nm
Pulse energy	<300mJ
Pulse width	<7ns
Repetition	20Hz
Divergence	0.09mrad
Receiver	
Telescope Diameter	400mm
Field of view	0.22mrad
Filter(1)	CWL=353.9 FWHM=0.4nm
Filter(2)	CWL=353.1 FWHM=1.0nm
Detector	PMT (R9880U-110)
Range resolution	150m

3. 気温計測結果

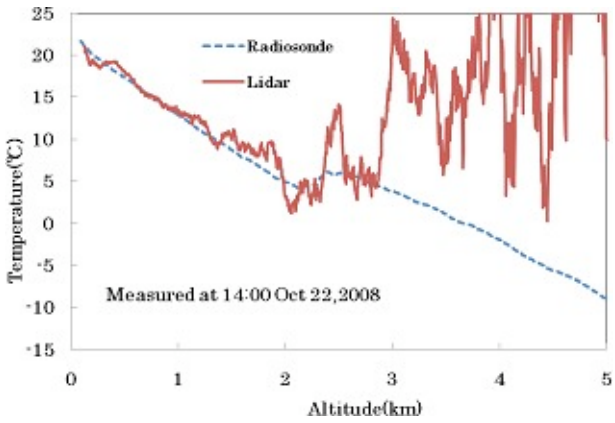
ライダーによる気温計測は 2008 年 10 月 21 日 11 時から 22 日 14 時にかけて、深夜を除いて 3 時間毎に 8 回行った。計測場所は東京都渋谷区幡ヶ谷の英弘精機株式会社社屋である。ライダーでの計測に合わせて、ラジオゾンデによる計測も行い、2 つの方法での計測結果を比較した。

計測結果の例を Fig.2 に示す。10 月 21 日 17 時(天気:快晴)の計測では高度 200m～3km でライダーとラジオゾンデの気温はほぼ±1K 以内で一致しており、受信系改良前に比べて 3 倍の高度まで同じ精度で計測できている。22 日 14:00(天気:晴れ)の計測では、背景光の影響で気温が±1K 以内で一致する高度は 200m～1.4km と小さくなっているが、従来受信系を使った場合に比べて測定精度が向上している。

ライダーとラジオゾンデで計測した気温の関係を散布図で表したのが Fig.3 である。散布図に使ったデータは高度 200～1000m で 30m 毎の 8 回の計測分である。



(a)



(b)

Fig.2 Temperature profile with the lidar and radiosonde measured at (a) 17:00,Oct 21(b) 14:00 Oct 22 ,2008

Fig.2 のようにライダーとラジオゾンデの気温が±1K 以内で一致する場合が多いが、Fig.3 からわかるように±1K を超える場合もある。より安定した計測が可能になるよう、現在、検討中である。

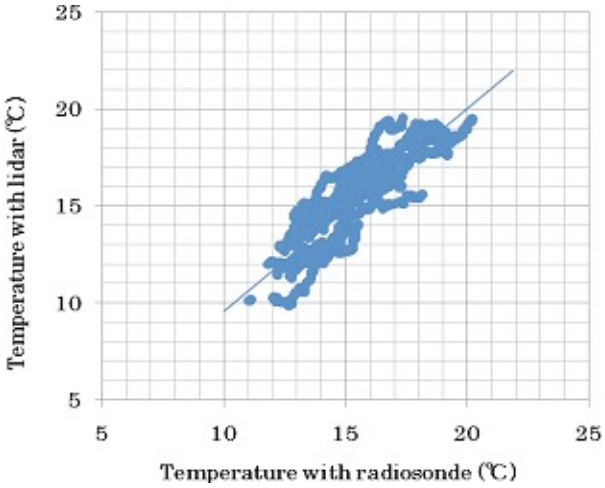


Fig.3 Scatter gram of lidar and radiosonde temperature

4. まとめ

回転ラマン散乱を利用したライダーで受信強度を向上させ、またミー散乱光の遮断率を向上させることによって気温計測精度を向上させた。この結果、夕方では高度 3km まで±1K の精度で気温計測することができた。また日中にも 1.4km の高度まで同じ精度で気温計測することができた。8 回の気温計測の中では精度の劣る場合もあるが、今後、安定した計測ができるよう検討を進める。

謝辞

本研究を進めるにあたっては、首都大学東京長澤教授、電力中研 藤井上席研究員、福地上席研究員に有益なアドバイスをいただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

1) 内田清孝他：回転ラマン散乱法を用いた気温ライダーとラジオゾンデとの比較結果, 第 24 回レーザセンシングシンポジウム予稿集,P-6(2005)
2) 竹田智子他：回転ラマン散乱を利用した気温計測ライダー,第 26 回レーザセンシングシンポジウム予稿集,P-24(2008)