

A 1

回転ラマンライダーによる気温計測に関する基礎研究

Preliminary Experiment on the Measurement of Atmospheric Temperature Profile using the Rotational Raman Lidar

北田俊信¹, 堀 晃浩², 平等拓範³, 小林喬郎³

Toshinobu KITADA, Akihiro HORI, Takunori TAIRA and Takao KOBAYASHI

関西電力㈱総合技術研究所¹, ㈱関西総合環境センター²,
福井大学 工学部³

The KANSAI Electric Power Co., INC., Technical Research Center¹
KANSAI Environmental Engineering Center Co.²
FUKUI University, Faculty of Engineering³

Abstract: A rotational Raman lidar has been developed for measurement of atmospheric temperature profile. In order to confirm the reliability of this system, lidar observation was compared with the temperature profiles obtained by helicopter observation.

1. はじめに

関西電力㈱総合技術研究所に設置した回転ラマンライダーシステムは、大気境界層（～2 km以下）の気温分布の観測を目的としている。現在システムの基礎的な性能の検証のため、実験を進めており、これ迄に得られたデータについて報告する。

2. 回転ラマンライダーシステムの概要

Fig. 1に回転ラマンライダーシステムの構成を示す。Nd : YAGレーザーの第2高周波を大気中に送信する（270mJ/20Hz）。大気からの後方散乱光は直径50cmの集光器で受信し、分光器へ導く。分光器では、回転ラマン散乱スペクトルのうち2つの波長成分とミー散乱波長成分を分光し、光電子増倍管により光検出する。光電変換した信号を増巾器で増巾し、デジタルオシロ（LeCroy 9430/9310）、パソコン（PC9801）を用いてデジタル信号に変換・保存する。

Table. 1にシステムの仕様を示す。

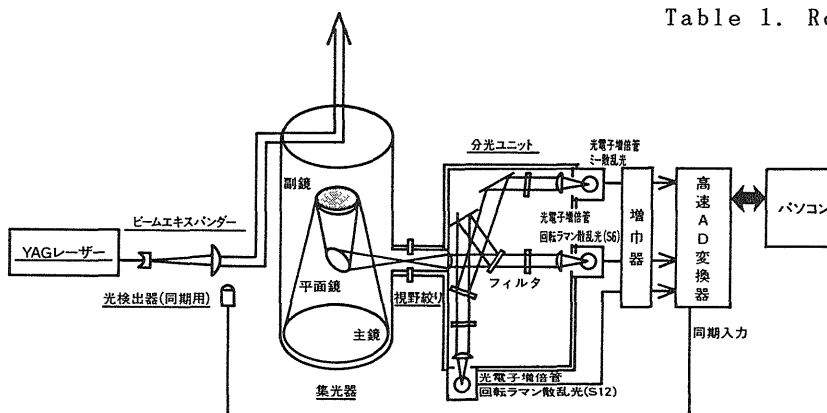


Table 1. Rotational Raman Lidar Parameters

Transmitter	
Wavelength	532.0 nm
Energy/Pulse	270 mJ
Pulse Width	5 ns
Repetition Rate	20 Hz
Receiver	
Telescope Diameter	0.5 m
Field of View	0.2-0.5mrad
Filter Bandwidth	0.3 nm for Raman ch. 1.0 nm for Mie ch.
Detector	
Photomultiplier Tube	R3234-01 (HAMAMATSU) for Raman ch. R928 (HAMAMATSU) for Mie ch.
Pre-AMP (MHz)	150 (Gain 10)
Signal Processor	
Digital Oscilloscope	LeCroy 9430/9310
Personal Computer	NEC PC-9801

Fig.1 Schematic Diagram of Rotational Raman Lidar

本システムの特徴は、3チャンネルを同時測定することによって、設計上は各チャンネルの幾何光学的効率 $Y(R)$ 、大気の透過率 $T(R)$ を共通とできる点である。従ってラマンの2チャンネルの出力比 $R(=P_1/P_2)$ をとることで温度と関係づけることが可能となる^{[1][2]}。

出力比 R と気温 T の関係は、①回転ラマンスペクトル(N_2 、 O_2)の発生、②分光器の透過スペクトル、③分光器のフィルタ温度による中心波長シフト、をモデル化したシミュレーションを行い、④PMT、アンプの2チャンネル間の感度差を補正して求めその結果を、 $R = \alpha T + \beta$ の形で直線近似する。このようにして求めたラマン比と気温の関係は、 $R = -0.0083T + 2.104$ (フィルタ温度 8.5°C のとき)となった。

なお、この関係を観測したラマン比を気温に換算する際に用いる。

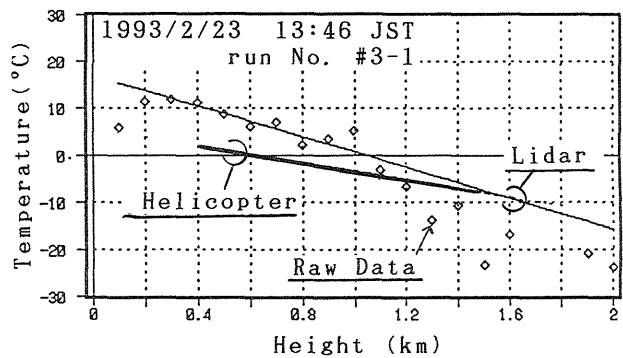
3. 観 測

1993年2月23日にライダーとヘリコプターによる気温の同時観測を実施した。Table. 2に観測概要を示す。

ライダーは受信視野 0.3mrad とし、光軸調整はヘリ観測の直前に、ミーチャンネルの出力が高度2000mで最大となるように調整した。データは約10分間のパルス積算による平滑化を行った。

Table. 2 Observation Time Table

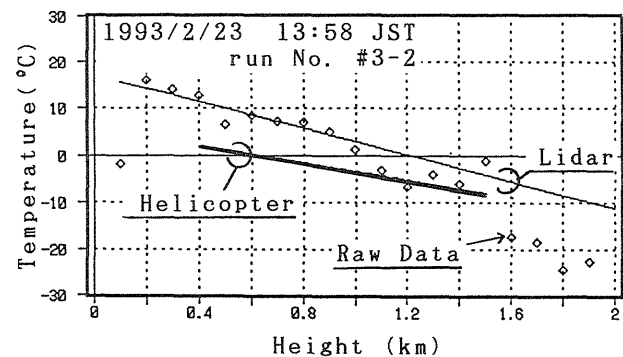
1993/2/23		
	Helicopter	Lidar
#1.	10:04 ~ 10:13	10:01 ~ 10:25 (3files)
#2.	12:00 ~ 12:06	11:57 ~ 12:20 (3files)
#3.	13:58 ~ 14:04	13:46 ~ 14:09 (3files)



4. 結 果

観測結果の一例として#3のヘリ観測時に得た3ファイルをFig. 2に示す。図は2で述べた方法で気温に換算した結果を示している。データの巨視的な挙動をみるために、ラマン比のばらつきが2%以下のデータを直線回帰した線と、ヘリによる気温実測結果を図中に示した。

この図よりライダーによる観測結果は時間的経過に沿って変動していることがわかる。



5. 検 討

上述の変動の主要因は以下の通りと推定している。

① 光軸のずれ (時間変化)

光軸のずれによる集光器への散乱光の入射形態の変化

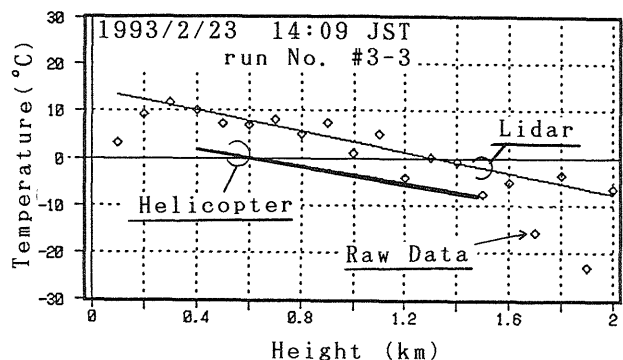
② 分光器内の温度変化

分光器内の温度変化によるフィルタの透過中心波長の変化

③ 分光器内の光伝達過程の損失

①、②については目下観測ファイルから軸ずれ量及び分光器内の温度変化による影響を評価するためのシミュレーションを進めている。

これらの詳細については講演時に報告する。



参考文献

- [1] 平等、佐々木、山本、小林、堀、北田：第14回レーザーセンシングシンポジウム予稿集、P 82 (1991)
- [2] 山本、平等、小林、堀、北田：第15回レーザーセンシングシンポジウム予稿集、P 83 (1992)

Fig. 2 Temperature Profiles obtained by Lidar and Helicopter Observation