

近赤外 DIAL 用 RM - CW ライダーの開発

Development of a randomly modulated CW Lidar
for the DIAL application in the near IR.

市木 祥平、内海 通弘

Syouhei Ichiki, Michihiro Uchiumi

有明工業高等専門学校

Ariake National College of Technology

The randomly modulated CW, RM-CW, lidar has an excellent feature that makes gas monitoring possible by using a low-power CW laser as a light source. Until now, the RM-CW lidar technique in the visible region has progressed by various studies and improvement. In order to extend the RM-CW lidar technique to the infrared wavelength region, the simulation for the design was performed. Consequently, telescope dimensions have small effect in the lidar's performance, and it was found that integration time required for S/N=10 becomes smaller as the wavelength of laser becomes shorter.

1. はじめに

通常ライダーは高出力のパルスレーザーが光源として使われるが、装置が大型化しライダーの普及を妨げる原因となっている。そこでコンパクトで安価なライダー光源として CW レーザを使用する擬似ランダム変調 CW ライダー (RM-CW ライダー: 図 1) が提案されている⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾。これまでに、RM-CW ライダーについて様々なシミュレーションや改良が行われており、ノイズ処理に効果を上げている。本研究では、この技術を赤外 DIAL に拡張するため、波長 800nm 付近の近赤外ライダーの設計のためのシミュレーションを行った。

2. CW DIAL システムと測定シミュレーション

Fig1 が最近提案されている RM-CW DIAL システムの構成図である。⁽⁴⁾ 同図の ALU からの M 系列コードをメモリに保存し、それを光ファイバーを通して電源に送り、2つの LD (レーザーダイオード) からそれぞれ違う波長の光を放つ。そして反射してきた光を望遠鏡で集光し、PMT (光電子増倍管) で光から電気信号に変えて増幅し、ノイズを取り除いた信号を ALU に送ってデータメモリとバッファメモリに保存し、そのデータから吸収による信号の差がわかり、測定対象の密度を求めることができる。レーザーダ応答測定法は小パワーのレーザー光源で S/N 比のよい測定ができる。提案する近赤外 DIAL の CW ランダム変調レーザーダシステムでは CW レーザで距離分解能を持たせるため、CW レーザに変調を加えるが、その際の変調法として M 系列 (Maximum Length Sequence) を利用する。M 系列の値をレーザーの on, off に対応させて送信するのが、RM-CW ライダーである。本研究のシミュレーションではレーザーを水平に照射し、反射した光を集光して観測したと

きの測定データの S/N 比が 10 になるまでの積算時間を計算した。シミュレーションで仮定した測定条件はエアロゾルに関するパラメータの1つである位相関数を 0.023 sr^{-1} とし気温 20°C 、気圧 1 気圧とした。また、装置のパラメータは Table1 のようにした。

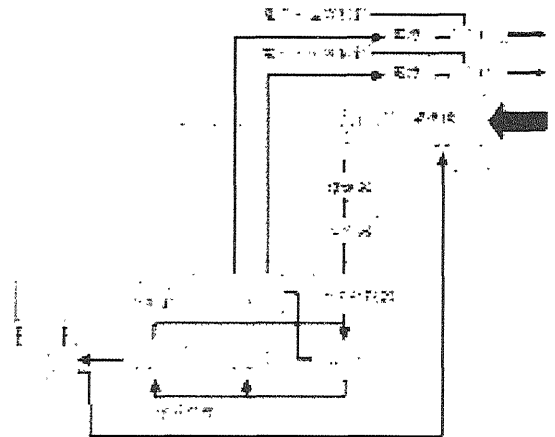


Fig1.RM-CW DIAL

Table1.Assumed parameters

送信系	レーザー	波長	800nm
		パワー	50mW
		電流	80mA
	M系列の周期		4095
M系列のサンプリング時間		60ns	
受信系	望遠鏡	口径	20cm
		焦点距離	40cm
		視野	2mrad
	検出器	増倍率	2×10^5

3. 計算結果

Fig2は望遠鏡の口径だけを20cm, 25cm, 30cm, 35cm, 50cmと変化させた時の計算結果である。望遠鏡の大きさが大きくなるとともに計測に要する時間が短くなることがわかり、価格の差の割に測定にかかる時間の差はそれほど大きくないことがわかった。Fig3にはレーザ出力だけを1mW, 10mW, 20mW, 50mW, 500mWと変化させた時の計算結果を示す。レーザ出力が大きくなるとともに計測に要する時間は短くなることがわかり、その影響は大きく結果に関与し、安価であればできるだけ高出力化したほうが良いことがわかる。次にFig4はレーザ波長を400nm, 500nm, 600nm, 800nm, 1000nmと変化させた時の計算結果である。各波長での量子効率をTable2の値を使った。短い波長ほど性能がよいことがわかる。そのほかに、オンダストローム係数を0.5~1で変化させた時の計算も行なったが測定時間の差はそれほど大きくなかった。

Table2. Detector's sensitivity and efficiencies as a function of wavelength

波長 [nm]	光電面放射感度 [mA/W]	量子効率 [%]
400	90	29.17
500	65	17.50
600	30	5.87
800	9	1.54
1000	0.8	0.11

4. まとめ

以上の計算により近赤外の波長800nmで50mW級LDにより300m程度の測定レンジで大気中のエアロゾルを測定ができることがわかった。また、望遠鏡の口径は大きいほど積算時間が短くなるが、大きさの差と価格の差を考えるとあまり有効ではないことと、レーザ出力の大きさは積算時間に大きく影響していることがわかった。

参考文献

1. 竹内延夫, 杉本信夫, 他: レーザ研究 11(1983)763.
2. 竹内延夫, 馬場浩司, 桜井捷海, 他: レーザ研究 13(1985)353.
3. 上野敏行, 竹内延夫, 他: レーザ研究 16(1988)101.
4. 阿保真, 長澤親生, 内野修: レーザ研究 18(1990)341.

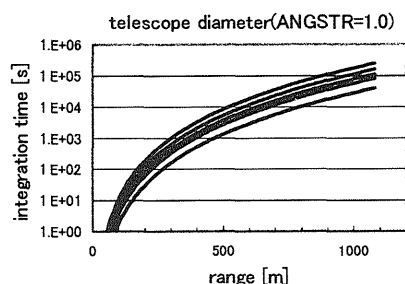


Fig2. Integration time as a function of the range and the telescope diameter. The integration time was calculated for S/N=10. It changes sequentially from up to down with a diameter of 20cm, 25cm, 30cm, 35cm, and 50cm.

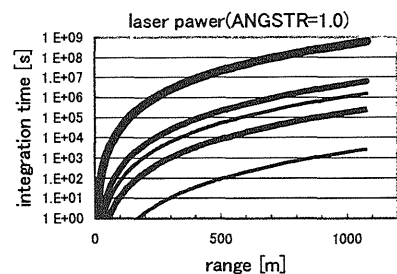


Fig3. Integration time as a function of the range and power of laser. Integration time until the S/N=10. It was made to change sequentially from up to down with a power of 1mW, 10mW, 20mW, 50mW, and 500mW, and other parameters were fixed.

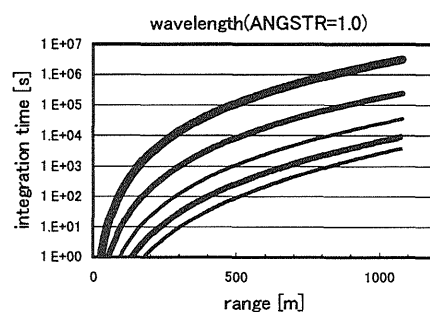


Fig4. Integration time as a function of the range and wavelength. Integration time until the S/N=10. It was made to change sequentially from down to up with a wavelength of 400nm, 500nm, 600nm, 800nm, and 1000nm, and other parameters were fixed.