

# 擬似ランダム変調CWライダーの開発

Development of a Pseudo-Random modulated CW LIDAR

内海通弘、待鳥雄哉、石田美緒、坂田亮介

M. Uchiumi, Y. Mattori, M. Ishida and R. Sakata

国立工業高等専門学校機構 有明高専 電子情報工学科

Ariake National College of Technology

The random modulated CW, RM-CW, lidar is very useful because it can make the most of the energy of the laser. An RM-CW lidar has been developed for DIAL measurements. The fundamental characteristics of the lidar system was evaluated. The simulation code was developed for the data analysis for the lidar.

## 1. はじめに

コンパクトで安価な CW レーザ(Continuous Wave レーザ：連続発信レーザー)を用いた擬似ランダム変調(RM-CW)ライダーが考えられている<sup>(1)(2)(3)</sup>。本研究では CW ライダーを差分吸収法で使用するを考え、開発を行っているので、報告する。

## 2. CW DIAL システム

RM-CW 差分吸収ライダー(DIAL)システムの構成例を Fig.1 に示す。あらかじめデータゼネレータにM系列コードをメモリに保存し、観測時にデータゼネレータからオンオフ信号をRF信号に変えてAOMに送り、2つのLD(レーザーダイオード)を変調することで、それぞれ違うパルス列の光を放射する。その光が大気から散乱して帰っ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する。CW ランダム変調レーザーシステムでは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。

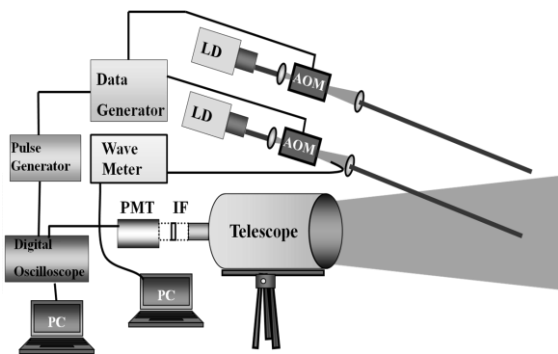


Fig. 1 An RM-CW DIAL system.

Table1. LIDAR parameters.

Emitter	laser	wavelength	825nm
		power	100mW
		Longitudinal mode	single
	period of M sequence	4095	
	sampling time	100ns	
Receiver	telescope	diameter	200mm
		Focal length	1000mm
		Field of view	2mrad
detector	PMT		

またCWライダーを差分吸収ライダーに拡張する準備段階として、近赤外の825nmの波長付近の吸収線を持つ水蒸気を観測対象に選んだ。装置のパラメータをTable1に示す。

## 3. 計算結果

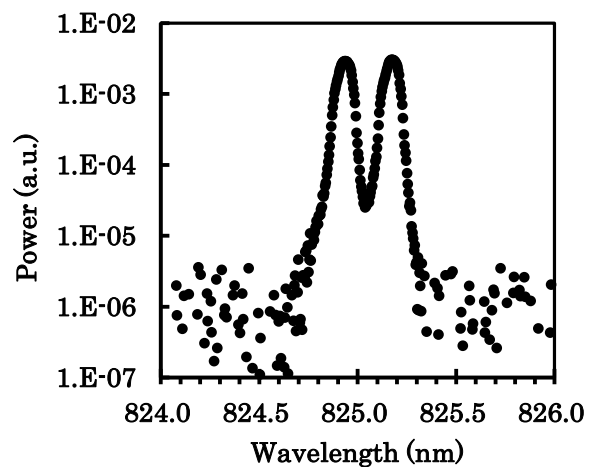


Fig. 2. 光スペクトルアナライザーによるスペクトル測定 (分解能 70pm)

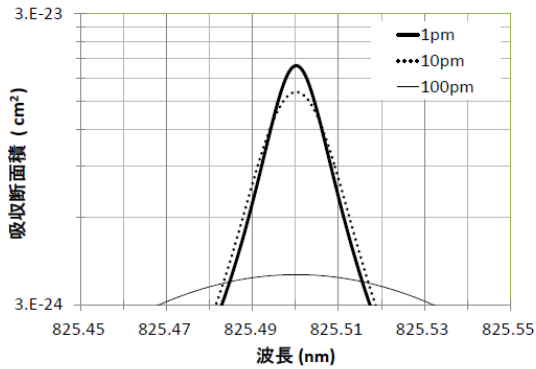


Fig. 3. レーザの線幅による有効吸収断面積の違い。中心波長でのピークが高い方から、線幅 1, 10, 100pm の順で示す。

半導体レーザーは、縦モードがシングルモードのものを2つ用意した。この出力を光スペクトルアナライザーで観測したものを Fig.2 に示す。光スペクトルアナライザー（アンリツ MS970A）の最高波長分解能は 70pm であるため、線幅が広く見えているが、十分 0.1pm 以下と思われる。Fig. 2 より、2つの LD は、ほぼ同じ性能を持つレーザーであり、波長はこの精度内では十分安定している。

レーザースペクトルが持つ幅を 1, 10, 100pm と仮定したとき水蒸気の有効吸収断面積を計算したものを Fig.3 に示す。線幅 1pm 以下では吸収断面積にほとんど変化はない。Fig.4 は自己拡がり

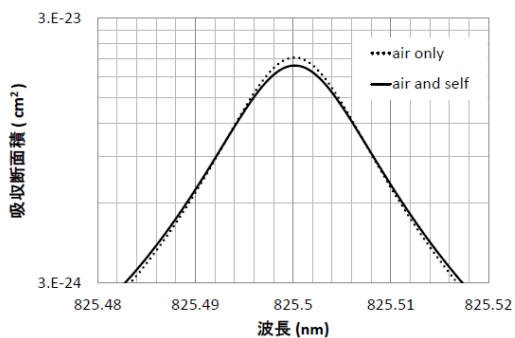


Fig. 4. 自己(self)および空気(air)拡がりによる吸収断面積プロファイルの違い。点線が air のみ、実線が air and self の両方を加味。

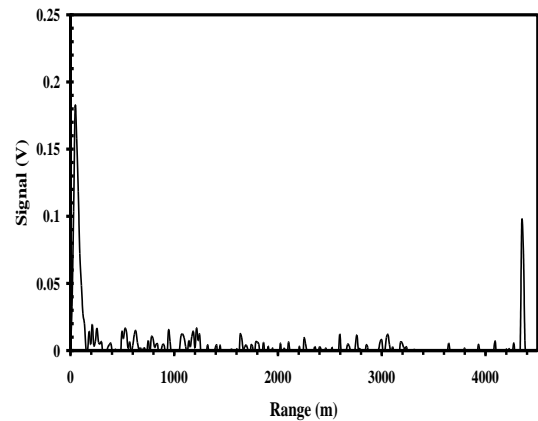


Fig. 5. 空気の散乱光と丘からの反射光

気拡がりの両方を考慮した場合と、空気拡がりだけを考慮した場合の比較を示す。これまで、自己拡がりを無視して来たが、両方を加味する事により、少し改善された。

約 4.4km 先の森林をターゲットとした測定結果を Fig.5 に示す。大気によるエコーはライダー方程式より、距離の二乗に反比例して下がるが、0km 付近のエコーはこの  $1/R^2$  曲線上にほぼ乗っていることがわかった。よってこの近距離に見られるエコーは、大気分子からのレーラー散乱とミー散乱のエコーであると言える。今回のこの実験で約 4.4km の地点に見られる二度目のエコーは、ターゲットとした森林によるエコーと考えられる。

#### 4. まとめ

RM-CW ライダーを開発している。システムはほぼ完成したが、差分吸収ライダーの観測には至っていない。データ解析のための吸収断面積の数値計算ソフトを作成した。これまで無視して来た自己拡がりを取り込む事が出来た。今後市販のソフトとの一致などを検証したい。

#### 参考文献

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