

E 1

移動計測型半導体レーザーレーダの開発

Development of a Transportable Diode-Laser Radar System.

山田 辰之 中辻 正則 小林 喬郎
Tatsuyuki Yamada Masanori Nakatuji Takao Kobayashi
福井大学工学部
Faculty of Engineering, Fukui Univ.

A transportable, compact laser radar system using a high repetition-rate pulsed diode laser is developed. This system utilizes a large-area ($60 \times 90 \text{ cm}^2$) and light-weight (3.3 kg) receiving telescope and a high-speed data processor to realize high sensitive aerosol measurements. The depolarization ratio of aerosols is also measured for the quantitative analysis.

1. はじめに

半導体レーザ (LD) は、小型かつ高効率であり、注入電流を制御することにより出力光の高速変調が可能などの特徴を有し、最近では高出力化が急速に進められている。このLDをレーザーレーダの光源として用いることにより、装置の小型化や軽量化が可能となるため、新たな応用が期待できる。既に擬似ランダム変調方式(RM-CW) やパルス変調方式等の実験が進められている。

本報告では、高速繰返しパルス動作のLDを光源として、移動計測が可能な小型・軽量レーザーレーダシステムを開発し、大気中のエアロゾルの計測を試みているので、その予備実験結果を報告する。

2. レーザレーダシステムの構成と特徴

基本的な設計条件として下記の事項を設定した。

- 1) LDを高速繰返しパルス発振させ、信号処理の高速化により、高感度化を達成する。
- 2) 軽量で大型の集光鏡を用いて装置全体の軽量化を画り、小型車搭載による移動計測型とする。
- 3) エアロゾルの偏光解消度測定のため2チャンネル計測を行う。
- 4) マイクロコンピュータ制御によるシステムの自動化を画り、連続運転を可能とする。

装置の構成図をFig. 1 に示す。送信部はパルスLD素子とその駆動用電源、送信望遠鏡により構成されている。使用したLDはマルチヘテロ構造GaAlAs半導体レーザ (Spectra Diode Labs: SDL-2410-C) で中心波長 810 nm, 最大出力 100 mW (CW), パルス動作で1W、と比較的高出力特性を有している。LDのビームは、送信用の屈折式コリメータによって拡大され、拡がり角は約1 mradに狭められた。

受信用集光鏡には、面積 $90 \times 60 \text{ cm}^2$ 、焦点距離 $f = 635 \text{ mm}$ 、重量 3.3 kgのアルミハニカム構造の凹面アルミ反射鏡 (三菱電機) を用いた。この反

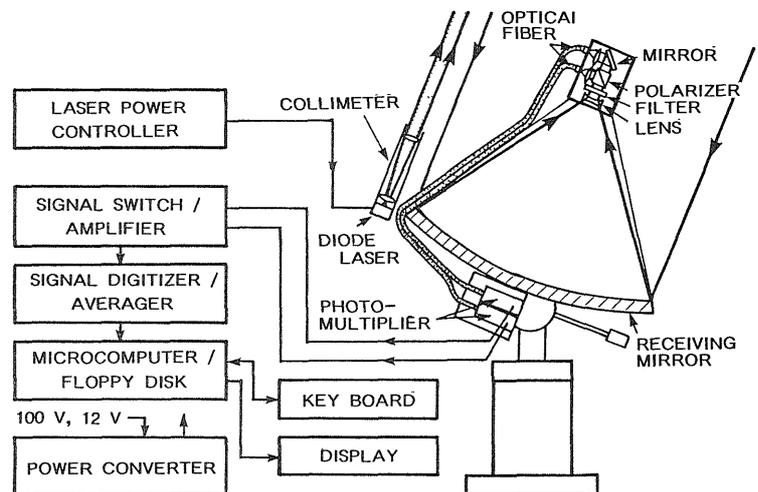


Fig.1 Block diagram of the diode-laser radar system.

射鏡の利用により送信部及び受信部の重量は約12 kgとなり、従来のものに比べて著しい軽量化が画られた。受信光は、フィルタ（帯域幅 $\Delta\lambda = 10\text{nm}$ ）で背景光が除去され、さらに偏光解消度測定用の偏光ビームスプリッタ（PBS）によってレーザー光の直線偏光方向に平行及び垂直の2成分に分離され、レンズで集光された後、直径3mm長さ1 mのバンドルファイバによって2本のPMTに導かれ、検出される。

信号処理部はLDの高線返し発振特性を有効に利用するために、デジタルメモリ（分解能10 bit, 最小サンプリングタイム50 ns, 記憶容量4096 words, 1 ch）を用いシグナルアバレージャ（分解能12 bit, 記憶容量4096 words, 1 ch）により積算を行った。2つの検出器信号をアナログスイッチにより交互に切換えて入力した。またLDのパルス幅を100 nsとしてCW時の10倍のピークパワーを得て、さらに高速繰返し発振（100 kHz）させることによって、レーザーパワーの利用効率をCW方式での最大値に対し、20%まで高めることができる。この高速パルス方式の特長を生かすため、デジタルメモリの1トレース中に多数の波形をとり込む信号処理法を開発して、S/Nの改善を画った。

Fig.2 に、本装置での、積算回数と散乱係数をパラメータとした夜間動作のS/N比（電圧比）の距離依存性の計算結果を示す。これより通常のエアロゾルに対しても、1秒間の測定（ $m = 10^4$ ）で距離1.5kmにおいて $S/N=10$ が得られることが分る。

3. 測定例

Fig. 3 にエアロゾル分布の測定例を示す。仰角約 10° の方向で $m = 1024$ 回積算して測定したものである。現時点では、観測時のS/N比は理論値に比べ約1/10程度であるが、これはレーザーの出力不足、光学系のミスアライメント等が原因として考えられる。これらの点を改善すれば、理論値通りの性能が期待できると思われる。

4. まとめ

高速繰返しパルス動作LDを用いた移動計測型レーザー装置及びその高速信号処理方式について検討し、エアロゾルの測定を行った。今後、さらに高感度化を進め、偏光解消度測定や移動観測データの蓄積を行い、検討を進めて行きたい。

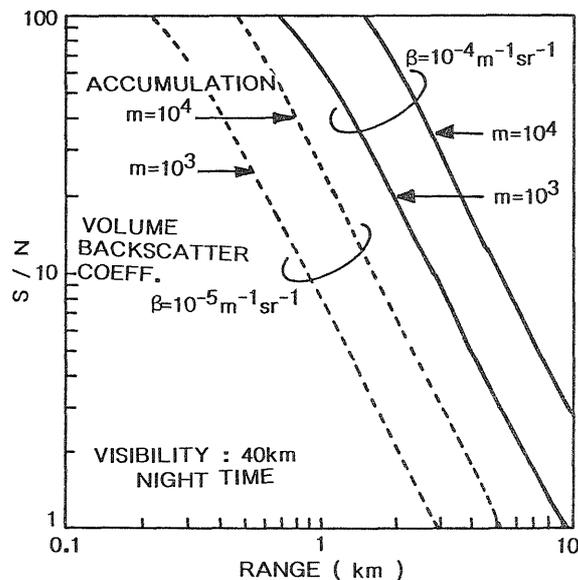


Fig.2 Range dependence of the signal-to-noise ratio for detecting aerosol.

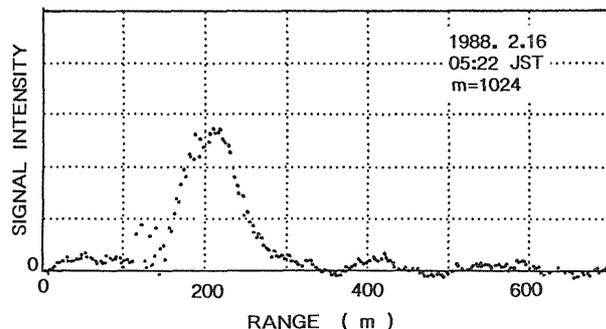


Fig.3 An example of the aerosol A-scope trace .