

## レーザー雨量計 MARK II

嶋田 大地 西本 允郁 長谷原 康介 府殿 峻冬

### 【概要】

先輩の発案した未完成のレーザー雨量計 (MARK I) の問題点を解決することで、完全な瞬間雨量計を作ろうとした。レーザー雨量計とは、フォトダイオードにレーザーを照射し、そのレーザー基線を雨が散乱させることで、電流が減少する。その変化量から降水量がわかるという仕組みである。

おおまかに改善したのは、レーザー受光部、レーザーの照射距離を稼ぐための反射ミラーの主に二つである。

その後の予備実験でもレーザー光を散乱させると、フォトダイオードに流れる電流が減少する傾向が見られた。

実際の観測結果から得られた検量線には、降水量と減衰率に相関性が見られた。データ不足で検量線は正確さにかけているが、データの蓄積と測定限界を確認することで実用可能なまでの精度になると期待できる。

We wanted to measure the amount of rain with a laser. We can know the amount of rain from the laser attenuation rate, but the apparatus has instrumental error from there light sources. We built a compact. We made a new custom sensor part, to block external light. We improved the apparatus by increasing the distance the laser travels to increase exposure to rain and therefore attenuation. We also made the apparatus more compact and portable. After these improvements, data become more stable. The correlation between precipitation and attenuation rate was measured more precisely. We will continue to improve the apparatus.

### 【研究動機・目的】

2年生から始まる課題研究の授業だが、1年生の時からテーマを考えていた。2年生になって、お天気に興味があった4人で研究班をつくり、気象に関する研究をしようと考えた。

そして、発表の場として、先生からウェザーニュース主催の「高校・高専『気象観測コンテスト』のお話を聞いてぜひ参加したいと思った。

私たちは身のまわりには、様々な気象現象であふれているが、その中でも身近な雨を観測しようと考えた。そこで、先輩方が発案したが未完成になっていた「レーザー雨量計(MARK I)」の研究を引き継いで、完成させようと思った。

### 【レーザー雨量計(MARK I)について】

フォトダイオード (浜松ホトニクス SiPIN/S6967) に高鮮度グリーンレーザーを照射し、発生する電流を計測する。雨天時は雨粒によっ

てこのレーザー光が散乱する、不完全ながら雨量が多いほどレーザー光は多く散乱されて流れる電流が弱くなる傾向が、観測できた。

ビームライン (レーザー基線) を狭い範囲で往復させ、感度の上昇と装置のコンパクト化を図った。さらに、微動雲台の使用でビームラインの微調整を可能にした。

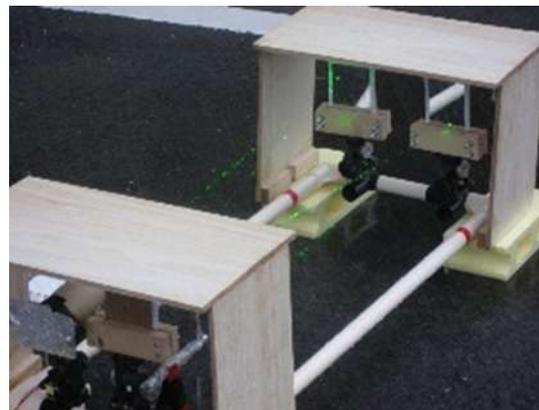


図1 レーザー雨量計(MARK I)

### 【レーザー雨量計(MARK I)の課題】

- ① 雨量とレーザー光の減衰率との関係を示す検量線が未完成であった。
- ② 用いている高鮮度グリーンレーザー電池式のため、出力が安定しない。
- ③ レーザー受光部に太陽電池や市販のPCにつないで使う実験セットの光センサーを用いてレーザー光の強度を測ろうとしたが、日中だとどうしても太陽光が入り、ノイズとして計測値に加わってしまう。そのため、計測時間帯や雲の厚さにより、全体の数値がかなり変動し、正確な実験データが得られなかった。
- ④ 電流の計測に電流計を用いて、計測結果をビデオカメラで録画しデータの解析を行っていた。しかし、データの処理が困難でうまくいかなかった。

### 【課題への対策・改良点】

#### ①レーザー出力の安定化

まず、用いているレーザー光の出力が安定しないことへの対策を考えた。レーザーは電池式のため、すぐに出力が弱まってしまう。そのため、レーザーを電池式からコンセント式に変更しようとした。

しかし、コンセント式のレーザーは出力が弱く、野外での使用は困難なため使用を断念した。

そこで、実験ごとに電池チェッカーで電池の残量を測り、残量が少なくなってきたら交換することにした。こうすることによって、レーザー光の出力を一定に保った。



図1 デジタル電池残量チェッカーMW-01SV

#### ②太陽光ノイズの除去（迷光遮断）

次に、太陽光によるノイズ電流への対策を行った。太陽光を遮断する方法はないかと考えた我々は、フォトダイオード（以下受光部）前面にグリーンレーザーの波長 532nm 付近のみを透過する 530nm バンドパスフィルタ（朝日分光株式会社MX0530）を取り付けることにした。これによって、太陽光を遮断できる。

しかし、レーザー光がバンドパスフィルタに命中しても、裏側のより小さなフォトダイオード（受光部）にうまく当てることができなかった。

そこで我々は、黒色ペットボトルのキャップ 2 個を流用し、フォトダイオード（受光部）と同じ大きさの穴を開けてバンドパスフィルタと受光部を挟み込んだ。こうすることによって、穴にレーザー光が命中すると確実にフォトダイオードに命中するようになった。



図2 バンドパスフィルタ（φ20mm）とフォトダイオード（5mm 角）



図3 完成した受光部の様子

### ③データの取得

さらに、データの習得方法も改善した。以前の習得方法ではデータの解析が困難だった。そこで、USB ロガー（グラフテック株式会社 miniLOGGER GL-10A）の存在を知り、用いることにした。これは、電流値を任意の時間間隔で取得し、パソコン上で計測データをグラフ表示にしたり、Excel で扱える csv ファイルに変換したりでき、コンパクトで持ち運びも便利であった。測定限界（最大電流）は 100mA で、フォトダイオードと直結しても十分な余裕があった。



図4 計測の様子

### ④ミラーの改良

MARK I では3枚のミラーでレーザーを2往復させていたが、装置がかさばる上に調整も困難だった。そこで乗用車用の横長ミラーを平行に配置し、その間を5往復半させるように改造した。往復回数を増やしたので、その分メインフレームを短くして装置全体を小型化した。雨カバーもベニヤ板製からプラダンボール製の簡素なものに変更した。



図5 横長ミラーの利用



図6 プラ段ボール製カバー

### 【予備実験】

実際の雨で観測実験を行う前に、レーザー光が減衰すると流れる電流も減少するのかということを検証した。

#### ※実験手順

- ① レーザー雨量計が観測できる状態でレーザーを照射する。（このときの電流を計測する）
- ② 透明度の高いセロハンシートをレーザー基線に当て、電流を計測する。
- ③ セロハンの枚数を1枚、2枚、3枚と増やしていき、そのつど電流を計測する。その時の値から、レーザーの減衰率の変化を求める。セロハンの枚数が増えるとレーザー光が減衰して、流れる電流も減少するはずである。



図7 予備実験

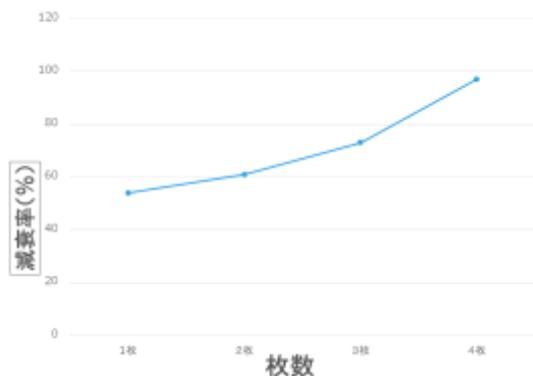


図8 得られたグラフ

実験から得られたグラフから、予想通りゼロハンの枚数が増えるとレーザー光の減衰率も増加することがわかる。

※減衰率＝降雨暴露時において散乱により減少した電流 (mA) ÷ 降雨遮断レーザー照射時の発生電流 (mA) × 100%

#### 【本実験】

レーザー雨量計で実際に観測を行った。それらの結果を元にして検量線を作成した。データの大半はホースによる人工雨である。

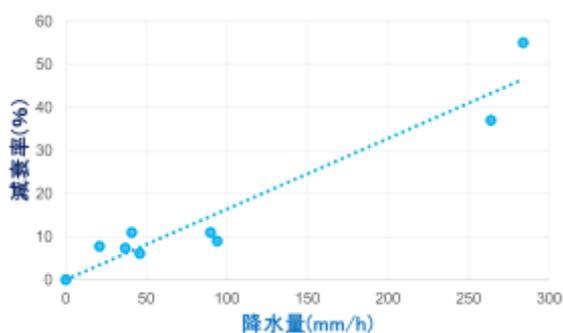


図9 得られたグラフ (検量線)

検量線からおおまかではあるが、相関性があることがわかる。

#### 【考察】

検量線からおおまかな相関性は見出せたが、グラフの全形がはっきりとわかっていないので、正確な検量線を作るためには、もっと実験を重ねる必要がある。さらに少ない降雨量の雨も観測できるように、観測限界と精度を確認する必要がある。

蓄積したデータから、雨粒の大きさが変化するとどのように観測結果に影響するかを調べる。データの蓄積こそが一番の課題であるが、MARK Iでの課題はすべて解決できたので実用化には近づいたといえる。

#### 【今後の展開】

この装置では降雨物、浮遊物の観測も期待できるので、さらなる応用の可能性も考えることができる。