

レーザー雨量計～MARKIII～による雨量計測

林里沙 藤井寧音 真木野李奈

【概要】

近年、大雨による災害が多く発生している。その災害の中には、人が巻き込まれることも少なくない。そこで、大雨降雨時にリアルタイムで降雨量を知ることができれば、早く避難することができ、事態の深刻さに早い段階で気づくことができるのではないかと考え、私たち独自でレーザー雨量計を製作し、計測しようと考えた。レーザー雨量計は本校の先輩方から引き継ぎ、3代目の装置である。前回の装置で課題となっていた、測定できる雨量に限界があるという問題点を解決し、精度の高い装置を製作することを目標に設定した。その1つ目として、使用していた鏡をより反射率の高いものに変更した。そして2つ目として、人工雨の降らし方を本校の校舎3階と2階から降らせるように変更した。その結果、多少の誤差は見られながらも、前回よりも精密な結果が得られた。

In recent years, many disasters have occurred in Japan. During the disasters, sometimes many people are affected by them. So, we think that if people knew the rainfall in real time when it rained hard, people could evacuate immediately and could know the seriousness of the situation. So, we tried to make Laser Rain Gauge MARKIII and measure rainfall. Also, laser rain gauge was made by our seniors. It was a very good machine, but it had problems. The problem is that it could not measure small amounts of rain. So, we tried to improve it and make a machine which is highly accurate. So, we changed two points. The first is that we changed mirrors to better reflecting mirrors. Also, we changed how to simulate rain. We dumped rainfall from the second and third floors in Jonan high school. We did this to simulate rain falling from the sky. As a result, a little error was seen, but we could get data more accurately than previously.

【研究の動機・目的】

研究を始める際に、気象観測機器コンテストが開催されていることを知り、雨量を計測するという点に着目して、コンテストに参加しようと考えた。そこで、本校の先輩方が2代に渡りレーザー雨量計を製作していたことを知った。このレーザー雨量計は空間を通過しているレーザーに雨粒が当たり、レーザー光が散乱されることを利用し

て雨量を計測している。しかし、先輩方の製作したレーザー雨量計には課題が多く残っており、実際に降っている雨を計測することはできなかった。そこで、それらの課題を改善することで以前の装置よりも精度を高め、実際に降っている雨を計測しようと考えた。最終的には、大雨による災害時に役立つ装置に改良していく。

【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ポインタ(図 1)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された。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(図 2)の使用でビームラインの微調整を可能にした。(図 3、図 4)



図 1



図 2



図 3



図 4

【MARK II について】

MARK I に引き続き、フォトダイオードに高鮮度グリーンレーザーポインタを照射し、発生する電流を計測した。MARK I からの変更点としては、フォトダイオード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)(図 5)を取り付け、太陽光を遮断した。また、データの習得方法を太陽電池と電流計を用いたものから USB ロガー(グラフテック株式会社 midiLOGGER GL-10A)(図 6)を用いる方法に変更した。そして、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。(図 7)



図 5



図 6



図 7

【MARKIIの課題】

日常的に降る雨は 2~3mm 程度であるのに対し、MARKII では 1 時間あたり 21mm~280mm の多量の雨量しか計測できない。

【課題への対策】

MARKII では、レーザー光を二枚の鏡の間で 5 往復半させていたが、調整が困難であり、飛距離も短かった。そこで、鏡の枚数を三枚に増やし、レーザー光の飛距離をのばすために一辺 70cm の正方形の隅に設置した。また、鏡の反射率を上げるために、鏡を乗用車用の横長ミラー(図 7)から望遠鏡の副鏡(図 8)に変更した。また、実際の雨に近づけるために人工雨の降らし方を変更した。私たちは、より高い位置から降水することで自然の雨と似た条件にすることができると考え、城南高校の校舎 2 階と 3 階からホースを用いて雨を再現した(図 9)。これにより、さまざまな量の雨を降らせることが可能になった。



図 8



図 9

【実験器具】

<レーザー雨量計 MARKIII>(図 10)

- ・高鮮度グリーンレーザーポインタ
 - ・望遠鏡の副鏡 3 枚
 - ・フォトダイオード
 - ・微動雲台
 - ・塩化ビニルパイプ
 - ・midiLOGGER GL10-A
- <積算雨量の再現・計測>
- ・シャワーノズル
 - ・10ml メスシリンダー



図 10 レーザー雨量計 MARKIII

- (① 望遠鏡の副鏡 ②高鮮度グリーンレーザーポインタ ③受光部)

【実験方法】

1. 雨を降らせていない状態でレーザーの値を計測する
2. ホースで雨を降らせた状態でレーザーの値を計測する
3. これらの二つの値から減衰率を計算する
4. 雨量を変えて同様の計算をする
5. 測定したデータから検量線をひく
6. 実際の雨量と比較し、検量線の正確性を確かめる

【実験の結果と考察】

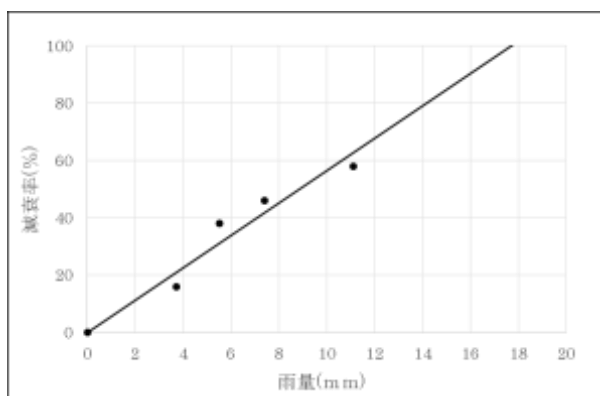
<実験結果>

実際の降雨ではなく、ホースを用いた模擬実験によって測定した。

下の表は計測結果をまとめた結果である。

降水量[mm]	降雨前の電流[mA]	降雨後の電流[mA]	電流の差[mA]	減衰率[%]
0	0.5	0.5	0	0
3.7	0.75	0.63	0.12	16
5.5	0.85	0.53	0.32	38
7.4	0.35	0.19	0.16	46
11.1	0.48	0.2	0.28	58

下のグラフは、上の表の雨量と減衰率から作成した検量線である。



<考察>

理論上では1時間当たり0~18.0mmの雨量であれば MARKIIIを用いて計測できると

分かった。しかし、1時間当たり3.7~11.1mmは検証できているが、0~3.7mmと11.1~18.0mmの間はデータがないため、判断できない。また、人工雨と自然の雨は密度が違う可能性が否定できないため、人工雨で作成した検量線が自然の雨にも対応できるとは限らない。そして、誤差の原因としては、レーザーが電池式であるため長時間レーザーを照射し続けるとレーザーの出力が低下することや、受光部が非常に小さくレーザーが当たる位置が少しでもずれると計測する値に影響が出ることが考えられる。

【まとめ】

この研究で、実際に降る程度の雨量を計測することに成功した。また、データが不足しており、大まかな数値ではあるが、雨量と減衰率の間には相関関係が見られた。

【参考文献】

- ・「気象庁 アメダス」2018/5/16 閲覧可
<http://www.jma.go.jp/jp/radame/>
- ・「ウェザーニュース」2018/5/16 閲覧可
<https://weathernews.jp/s/news/rain/>
- ・「レーザー雨量計～MARK I～」徳島県立城南高等学校平成 26 (2014) 年度 課題研究
- ・「レーザー雨量計～MARK II～」徳島県立城南高等学校平成 27 (2015) 年度 課題研究