

降水粒子自動判別小型IoTデバイスの開発

東京都市大学 建築都市デザイン学部 小野村 史穂
東京理科大学 総域理工学部 仲吉 信人

研究の視点

1

降水観測

気象の物理過程や水循環の把握

顕著な降水現象に対する防災

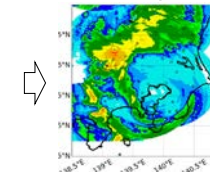
転倒マス型雨量計



- 国土交通省
- 気象庁
- 都道府県
- 交通系企業
- 民間気象会社 etc.

数十 km 間隔に点在

気象レーダー (XRAIN, 気象庁Cバンド)



- 局地的大雨の観測が困難
- レーダー雨量と地上雨量の差
- 固体降水粒子の計測精度低下

研究の視点

2

雨量 & 雨滴粒径分布の観測装置

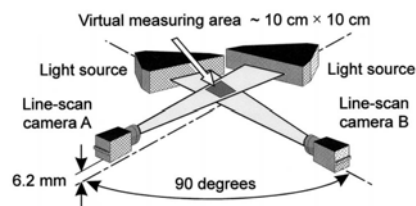
Laser disdrometer (レーザー式雨滴粒径観測装置)



(Theis)

高価で地上観測への多点展開性が低い。

Two-dimensional video disdrometer



(Kruger and Krujewski 2001)

雪やみぞれ等を含めた降水粒子を測定する
小型かつ安価で低消費電力なIoTデバイスを作成する

Image disdrometerの仕組み

4

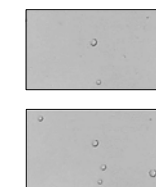


小野村ほか (2019)

① 平板に落ちてくる
降水粒子を連続撮影



② 連続した画像の差分を取る



差分

③ 撮影時に付着した
雨滴のみを抽出

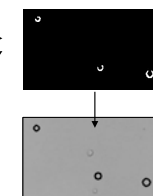
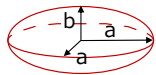


Image disdrometerの仕組み

5

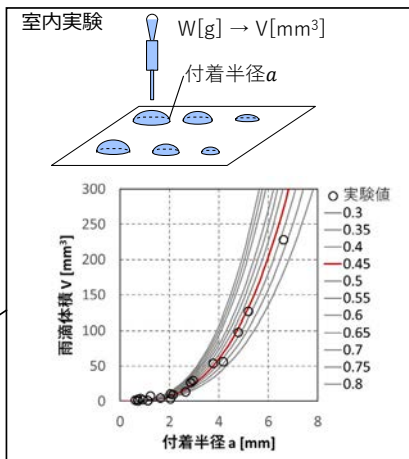
④各雨滴の体積 $V[\text{mm}^3]$ を推定



回転楕円体の半分と仮定

$$V = \frac{4}{3} \pi a^2 b \times \frac{1}{2}$$

$$= \frac{2}{3} \pi a^3 \times \frac{b}{a}$$

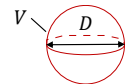


⑤降雨強度 $R[\text{mm}]$ の算出

$$R[\text{mm}] = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n V_i$$

A: 検査領域面積 $[\text{mm}^2]$
n: 1フレームで捉えた雨滴総数

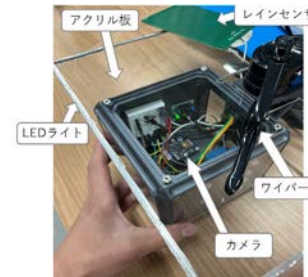
⑥粒径分布の算出



球等価直径として算出

Image disdrometerの改良点

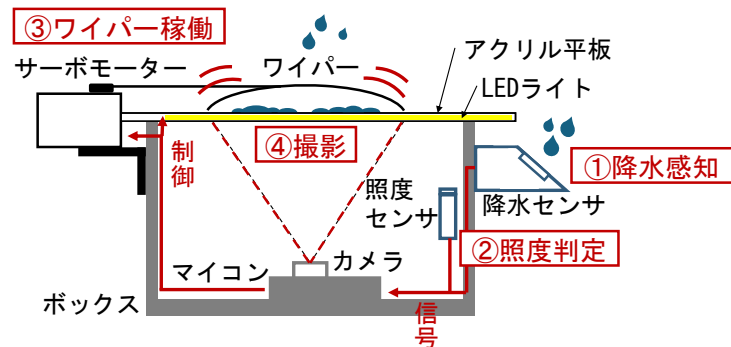
2



- 小型化 (外寸: 240mm×170mm×110mm)
- マイコンによるシステム制御
- 高解像度カメラモジュールの組み込み
- レインセンサによる観測の効率化
- 感光センサとLEDテープによる夜間の観測
- 画像処理における誤検出の改善

Image disdrometerの改良

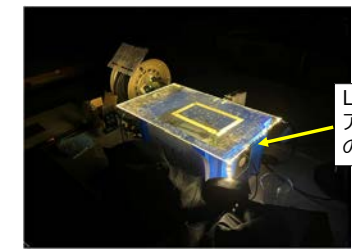
2



30秒ごとに①～④を繰り返し、10秒撮影

夜間観測の照明方法による改善

2



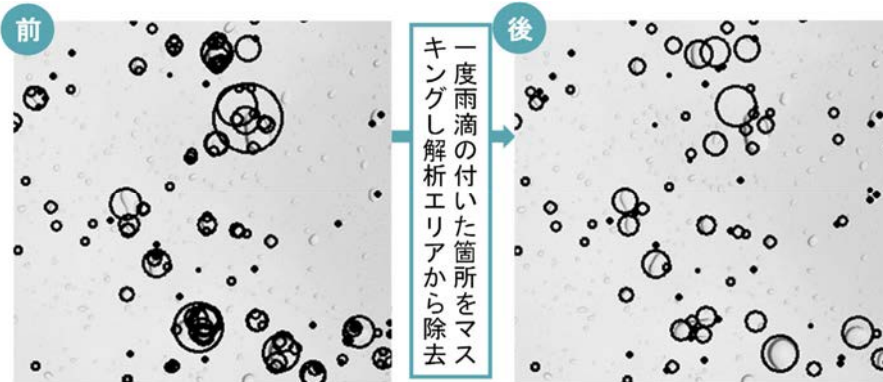
LEDテープによる
アクリル板側面からの
照明



降水粒子の縁が鮮明
になる

雨滴誤検出の改良

2



画像処理の過程において、
雨滴の変形による誤検出が多発する事例
が見られる

重複するような検出が減少

観測の様子

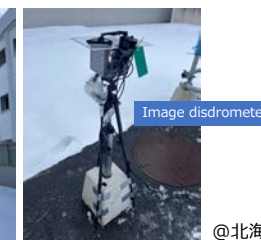
2



@東京理科大学



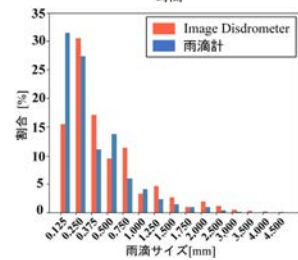
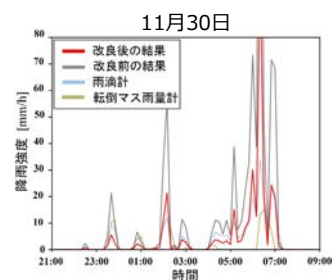
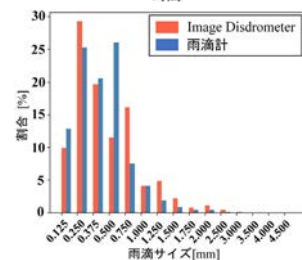
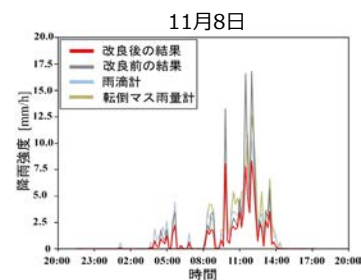
@東京都市大学



@北海道大学

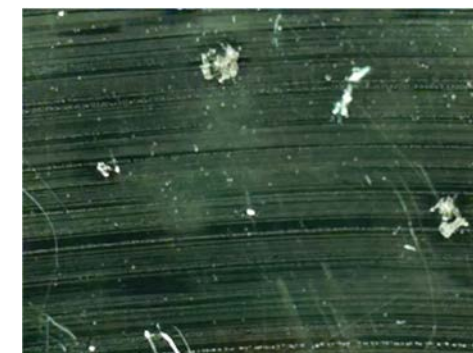
降雨観測結果

2



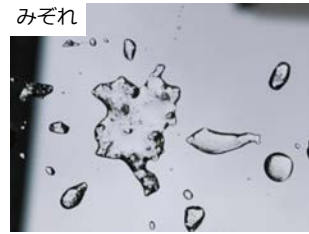
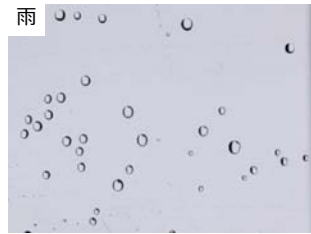
観測で撮影された降水の様子

2

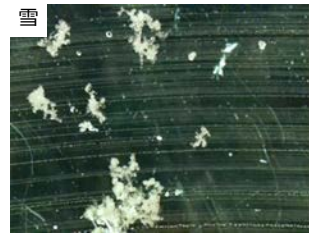
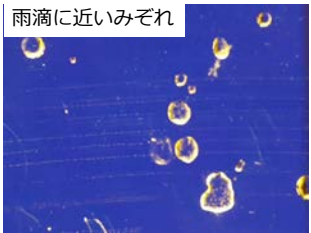


観測で撮影された降水粒子の種類

2



雨滴, みぞれ, 雪など
降水粒子の種類を判別でき
る画像の取得



まとめ

2

- マイコンやMEMSセンサを使用し, 小型の降水粒子観測装置を開発・改良した.
- 降雨観測の精度を向上するとともに, 固体降水粒子の観測も可能であることが確かめられた.
- 今後は従来の推定手法に加え, 鮮明な画像を用いた自動判別モデルの構築, 測器への組み込みが見込まれる.

謝辞

本研究を遂行するにあたり, 助成を賜りました
一般財団法人 大成学術財団に深く感謝いたします.

2022年度から開始した研究課題ですが, 産休育休による中断を
経て再開する形となりました. 多大なるご配慮をいただきましたこと,
心より感謝申し上げます.