

機械学習による気象予測の実現に向けて

～地上と衛星データを用いた解析～

1. 研究目的

最近豪雨などの異常気象が多くみられ、千葉県木更津市でも大雨による冠水が発生している。そこで本校では、木更津市に少しでも貢献するために、局地的な天気予測を実現することに挑戦している。気温・気圧・湿度を観測する観測機器を開発し、近隣の小・中学校でデータ取得をしている。天気予測は機械学習で実装することを考えているが、そのためには学習用の正解データとして天気情報を与える必要がある。そこで天気を判断する観測機器を開発した。さらに、地上からの測定だけでなく、ひまわりの衛星画像も含めて機械学習をすることで、より正確な天気予測を実現する。

2. 地上からの観測機器

BME280という小さな機器が気温・気圧・湿度を計測している。そのBME280をラズベリーパイに取り付け、データを保存している。図1は本校屋上で実際にラズパイ観測器を稼働させている様子である。右側の黒い機器はウェザーステーションであり、このデータと比較して、ラズパイ観測器の精度を検証した。図2はラズパイ観測器の設置場所である。現在木更津市の小・中学校に協力をいただき、観測器を設置し、観測をしている。

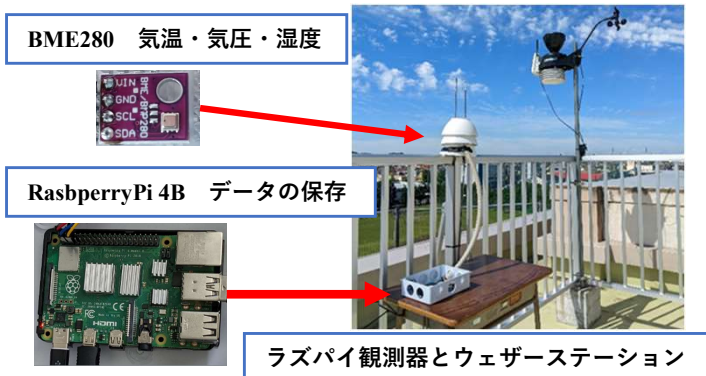


図1 ラズパイ観測器の観測の様子

視野角130°のカメラモジュールをラズベリーパイに取り付け、雲の画像を撮影した。画像を2値化して雲の割合を求めることで、自動的に天気を判断し、機械学習に利用する。2値化するためにBIとSIという2つの基準を使用していた。BI (Brightness Index)では画素の輝度を元に2値化されるため、太陽光の影響を強く受けた。SI (Sky Index)では画素の色味を元に2値化され、空と雲の色が似ている箇所などで誤判断されてしまった。先行研究にはBIとSIの閾値曲線を用いて2値化することでより精度の高い2値化をすることができ、その閾値曲線は以下の式で与えられる。(山下・吉村2008)。

$$BI = e^{-k \times SI}$$

kは青空と雲を分ける閾値曲線の指数係数であり、5から13の範囲にある。図2はラズパイカメラ(a)と空の画像(b)、画像のBIとSIの散布図および閾値曲線(c)、閾値曲線による2値化画像(d)である。

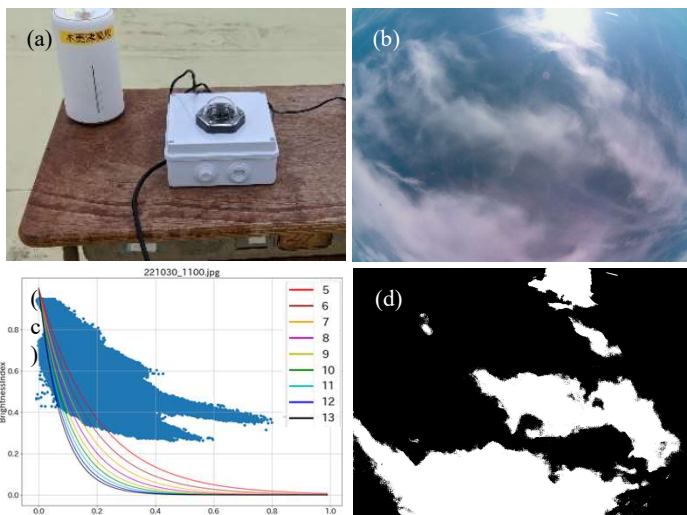


図2 ラズパイカメラ(a)とラズパイカメラでのカラー画像(b)、BI-SIの散布図と閾値曲線(c)、閾値曲線による2値化画像(d)。

3. 機械学習による解析

本校設置のウェザーステーションのデータを用いて雨が降るか降らないかの機械学習を行った。その結果を示す(表1)。正解率は95%で高い確率であるが、用意したデータに雨であるデータが少ないため、高い正解率を示している。全て雨でないと同答したとしても、94%と高い正解率である。重要なのは、誤分類を減らすことである。

データ \ 分類	雨でないと分類	雨であると分類
雨でない (5 4 5 4)	5 4 3 2	2 2
雨である (2 0 6)	1 3 6	7 0

表1 2022年8月9日～2023年6月16日における気象データを用いた雨が降るかを機械学習のSVMで実装した結果

4. 衛星ひまわりの活用

ラズパイ観測器やラズパイカメラは地上観測器であるため、局地的な予測には不可欠である一方、気象予測には広範囲の雲の動きを捉えることも重要である。また、豪雨予測では雨を降らせる雲を判別する必要があり、地上観測だけでは難しい現状がある。ひまわり8・9号の可視波長Band03 (0.64 μm)と赤外波長Band13 (10.4 μm)のフルディスク画像処理を行った。フルディスクでは東経85度～西経155度、北緯60度～南緯60度であるが、日本の関東地方が中央になるように東経135度～145度、北緯30度～40度を抽出した。このデータを見比べることで、豪雨をもたらす雲の判別を行った。可視画像では太陽光の反射率を表しており、雲の光学的厚さがわかるため、積乱雲や積雲などの厚い雲の特定につながる(図3.a)。赤外画像からは輝度温度を表しており、雲の高度が相対的に判別できる(図3.b)。これらの画像から豪雨をもたらすような積乱雲を特定することができる。リアルタイムで画像を解析をすることで、局地的な気象予測に活用をする。

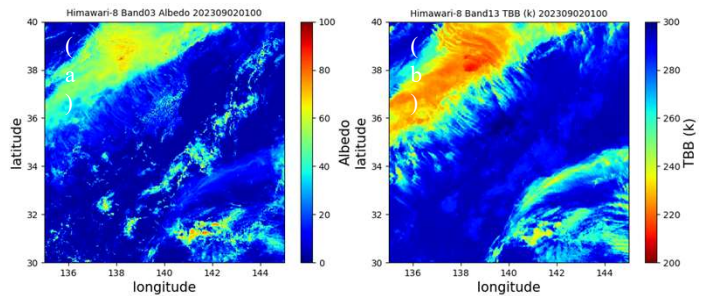


図3 衛星ひまわり8・9号の2023年9月2日10時00分の0.64 μmの可視画像(a)と10.4μmの赤外画像(b)

5. 結果と考察

ラズパイ観測器のデータも取り入れ機械学習をしていく必要があるが、そのためには十分なデータ量が必要であるため今後も継続観測を続ける。人工衛星ひまわりデータから、積乱雲の検出が可能である。このデータも機械学習に取り入れることでさらに精度の高い気象予測が期待できる。しかし可視画像は太陽光の反射率であるため夜間のデータがない。人工衛星データの利用を工夫する必要がある。

6. 参考文献

- ・気象庁, 令和3年度数値予報解説資料 1.7.7局地解析, 2021
- ・黒川和輝, 森田勝也, 中島孝, 高松尚宏, 山岸拓矢, 水谷晃, 崎原健, 沖縄西表島における全天雲カメラを用いた雲量観測の検証, 2017
- ・山下恵, 吉村充則, 全天カメラを用いた空の状態観測手法の開発, 2008
- 7. 謝辞・千葉大学環境リモートセンシングセンターの入江仁士教授からの研究助言と、鎌足小学校・金田小学校・畑沢小学校のラズパイ観測器設置の協力に感謝いたします。
- ・ひまわり8/9号 グリッドデータは千葉大学環境リモートセンシング研究センターで提供されたものを利用した (Himawari 8/9 gridded data are distributed by the Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Japan.)