

画像解析による気象予測

2年3組 坂本 颯平 2年4組 高田 悠生 2年4組 田村 優芽
2年4組 近平まるこ 2年4組 福溜 瑛太
指導者 二宮 政人

1 研究の背景

既存の天気予報は、市町村より限定的な範囲での情報がなく、局地的な天気の変化を予測しづらい。積乱雲による局地的な大雨などの急な気象変化に対応するためには、自分がいる場所の少し先の天気を「誰もが」、「どこにいても」、予測できることが必要である。したがって私たちは、撮影した空の画像を取り込むだけで、1時間後の天気の確率を算出するプログラムの開発により、「誰もが」、「どこにいても」、1時間後の天気をより限定的な範囲で予測できるようにしたいと考え、本研究を行った。ここで、本研究では、まずは宇和島東高校において天気を予測することを目標にした。

2 研究の方法

以下の①～③の方法で研究を行った。

- ① 撮影した空の写真から、パソコンにインストールした Python を用いて RGB を算出し、同ソフト内で RGB から色相値を計算した。なお、天気の状態は晴れ・くもり・雨で分類するものとする。
- ② 先行研究より、一年を通して最も色相と天気の関係が強いのは、仰角は 45 度、時刻は撮影から 1 時間後、方位は南南西であることがわかっている。^{1),2)} よって本研究では、先行研究では観測していなかった南東や、気象庁が観測している地域別の上空の風向きも考慮し、「南東」、「南南西」、「上空の風向き」の三方位（上空の風向きは 11 月から観測し始めた）を撮影した。（以降、それぞれ南東、南南西、風向き、と記す。）なお、「上空の風向き」は気象庁のホームページ³⁾から確認することとする。撮影方法は、宇和島東高校の屋上から肉眼に近づくようにシャッタースピードを調整し、行った。
- ③ 撮影した写真を PC に取り込み、Python で作成したプログラムに入力して RGB の値や色相値、確率などを算出した。プログラムによって予測した天気の正確性の検証方法として、1 月のデータを用いた。

観測器具と観測条件は以下の通りとし、加えて観測時の湿度と気温を記録する。

(1) 観測器具

- ・カメラ (Canon PowerShot SX720 HS)
- ・気温計 (LM-8000)

(2) 観測条件

- ・場所 宇和島東高等学校 理科教棟屋上 (33.22°N,132.56°E)
- ・期間 9月～1月 (結果としてまとめるのは11月～12月とする)
- ・時刻 8:00 / 13:00 / 17:00
- ・仰角 45度
- ・方位 南東/南南西/観測時の上空の風向き
- ・シャッタースピード 適正



図1 撮影時の様子

3 結果と考察

(1) プログラム

今回作成したプログラムは下の写真の通りである。以下の1~4の流れで行った。

1. 写真を取り込む
2. 色相を算出する (64か所の平均)
3. 事前に算出した標準偏差と平均値をもとに確率分布を求める
4. 確率を算出する

```

1 from PIL import Image
2 import numpy as np
3 #5184*3888
4 i=1
5 j=1
6
7 c=0
8 e=0
9 l=0
10 Ps=0
11 Pc=0
12 Pr=0
13
14 picture='20240123 17時 x.JPG'
15 def RGB():
16
17     im = np.array(Image.open(picture))
18
19     i=1
20     j=1
21     k=0
22     S=0
23
24     for j in range(8):
25
26         for i in range(8):
27             c=0
28             R, G, B, = im[500*i+1,500*j+1]
29             #計算回数
30             # V=max(R,G,B)/256
31             #Vの範囲を指定
32             if R==G and G==B and R==B:
33                 print('-----')
34
35             else:
36                 if 2*R>(G+B):
37                     if G<B:
38                         a=(G-B)-256
39                         c=(np.arctan((3**0.5)*a/(2*R-G-B)))*180/np.pi
40
41                 else:
42                     c=(np.arctan((3**0.5)*(G-B)/(2*R-G-B)))*180/np.pi
43
44                 else:
45                     b=(2*R-G-B)-256
46                     if G<B:
47                         a=(G-B)-256
48                         c=(np.arctan((3**0.5)*a/(b)))*180/np.pi
49
50                 else:
51                     c=(np.arctan((3**0.5)*(G-B)/(b)))*180/np.pi
52
53             if 20<c<35 :
54                 if c<0:
55                     print('  曇 ')
56                 elif c>0:
57                     S=S+c
58
59                 k=k+1
60                 print(k)
61             #色相(度)は25~35とする
62
63         e=S/k
64         d=round(e,2)
65         print('-----')
66         print('色相値の平均は '+str(d))
67         print('-----')
68         print(picture)
69         print('-----')
70
71         o1=1.59
72         mu1=28.68
73         o2=1.13
74         mu2=27.59
75         o3=1.43
76         mu3=28.37
77         f1=1/((2*np.pi*(o1**2))**(1/2))
78         g1=(d**2+mu1**2-((2*d)*mu1))/(2*(o1**2))
79         f2=1/((2*np.pi*(o2**2))**(1/2))
80         g2=((d-mu2)**2)/(2*(o2**2))
81
82         f3=1/((2*np.pi*(o3**2))**(1/2))
83         g3=((d-mu3)**2)/(2*(o3**2))
84         print(d)
85         print(mu1)
86         print(g1)
87         x=f1*(np.e**((-1)*(g1)))
88         y=f2*(np.e**((-1)*(g2)))
89         z=f3*(np.e**((-1)*(g3)))
90         Ps=(x/(x+y+z))*100
91         Pc=(y/(x+y+z))*100
92         Pr=(z/(x+y+z))*100
93         print(x)
94         print(y)
95         print(z)
96         print('晴れの確率は'+str(Ps)+'%です')
97         print('曇りの確率は'+str(Pc)+'%です')
98         print('雨の確率は'+str(Pr)+'%です')
99
100     RGB()

```

図2 今回作成したプログラムの画像

ここで、先行研究で用いられていたガウス関数と天気の関係²⁾をプログラムに用いた。図3にそれを示す。(σ：色相の標準偏差、μ：色相の平均値を表す。)

各天気の分布 $f(x)$ について次式を使用

$$f_{\text{晴れ}}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{晴れ}}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_{\text{晴れ}})^2}{2\sigma_{\text{晴れ}}^2}\right\}, f_{\text{曇り}}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{曇り}}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_{\text{曇り}})^2}{2\sigma_{\text{曇り}}^2}\right\}, f_{\text{雨}}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{雨}}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu_{\text{雨}})^2}{2\sigma_{\text{雨}}^2}\right\}$$

各天気の確率 $P(x)$ について次式を使用

$$P_{\text{晴れ}}(x) = \frac{f_{\text{晴れ}}(x)}{f_{\text{晴れ}}(x)+f_{\text{曇り}}(x)+f_{\text{雨}}(x)} \times 100, P_{\text{曇り}}(x) = \frac{f_{\text{曇り}}(x)}{f_{\text{晴れ}}(x)+f_{\text{曇り}}(x)+f_{\text{雨}}(x)} \times 100, P_{\text{雨}}(x) = \frac{f_{\text{雨}}(x)}{f_{\text{晴れ}}(x)+f_{\text{曇り}}(x)+f_{\text{雨}}(x)} \times 100$$

図3 プログラムで使用するガウス関数と天気の確率の求め方

(2) 方位と確率に関する検証

11月～12月のデータから作成した気象予測のプログラムにより、1月の気象予測の検証を行う。方位別に気象予測の正確性について点数評価を行った。点数の内訳として、予測した天気と実際の天気が合致しない場合を0pt、予測が的中した場合、予測した確率が高い方から順に3pt、2pt、1ptとする。また、予測した天気と実際の天気が合致しなかった回数を調べる。

例) 実際の1時間後の天気が晴れ

プログラミングによる1時間後の天気予測(晴れ、くもり、雨)の中で1番高い確率
 …南東:晴れ60%、南南西:晴れ50%、風向き:くもり50%の場合
 →南東:3pt、南南西2pt、風向き:0pt

表1 方位と確率の検証の結果

方位	観測時の天気	1時間後の天気	3pt(回)	2pt(回)	1pt(回)	0pt(回)	合計(回)	合計(pt)
南東	晴れ	晴れ	1	4	0	10	15	11
		くもり	1	0	0	2	3	3
		雨	0	0	0	0	0	0
	くもり	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	2	2	1	1	6	11
		雨	0	0	0	0	0	0
	雨	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	1	0	0	1	2	3
		雨	0	0	0	2	2	0
合計			5	6	1	16	28	28
南南西	晴れ	晴れ	3	2	0	10	15	13
		くもり	0	1	0	2	3	2
		雨	0	0	0	0	0	0
	くもり	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	3	1	0	2	6	11
		雨	0	0	0	0	0	0
	雨	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	0	1	0	1	2	2
		雨	0	0	0	2	2	0
合計			6	5	0	17	28	28
風向き	晴れ	晴れ	6	3	0	6	15	24
		くもり	0	0	1	2	3	1
		雨	0	0	0	0	0	0
	くもり	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	0	1	1	4	6	3
		雨	0	0	0	0	0	0
	雨	晴れ	0	0	0	0	0	0
		くもり	0	0	0	2	2	0
		雨	0	0	0	2	2	0
合計			6	4	2	16	28	28

表1 より正確性について

- 観測時の天気が晴れ、1時間後の天気が晴れの場合、他2方位と比べて風向きのポイントが高い。
- 観測時の天気がくもり、1時間後の天気がくもりの場合、他2方位と比べて風向きのポイントが低い。
- どの天気の変化においても南東と南南西のポイントは同程度である。
- 3方位において、それぞれの合計ポイントの差はない。また、的中していない回数も大きな差はない。

以上のことから、どの方位においても明確な差はなく、より信頼できる方位を断定することは難しい。また、プログラムについても正確性の高いものは作成できなかったと言える。その理由としては、本研究で作成したプログラムで用いた平均値や標準偏差は方位で区別しておらず、すべての方位によるデータから算出した値を使用していることが関係していると考えられる。

(3) 1 時間後の天気と RGB の合計に対する赤・青・緑の割合の関係 (12 月 風向き)

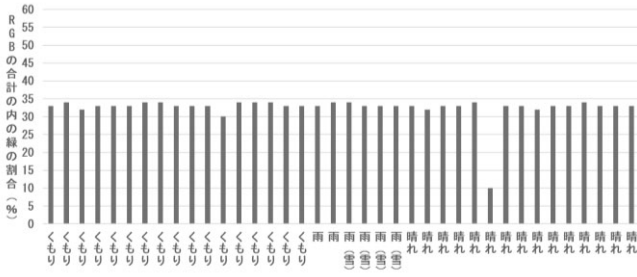


図4 1 時間後の天気と緑の割合の関係

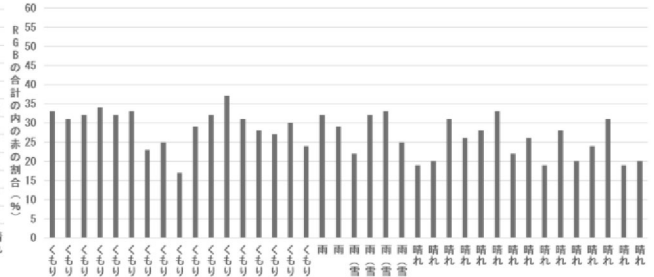


図5 1 時間後の天気と赤の割合の関係

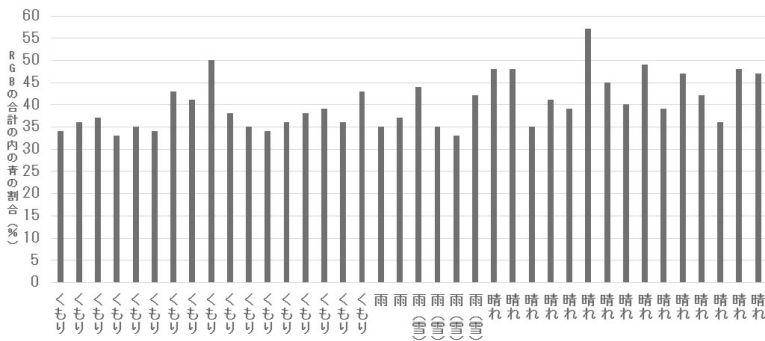


図6 1 時間後の天気と青の割合の関係

- 1 時間後の天気にかかわらず緑の割合はほぼ一定の値 (すべての値の平均値: 32.5) をとる。
- 1 時間後に晴れになるときは青の割合が高く (晴れの平均: 44.1、曇りの平均: 37.8、雨の平均: 37.7)、1 時間後にくもりまたは雨になるときは赤の割合のほうが高くなる傾向にある。(晴れの平均: 25.1、曇りの平均: 29.3、雨の平均: 28.8)

以上のことから、天気の変化に関係している色は RGB のうち、赤と青であり、RGB の合計内の赤の割合が概ね 30 以上であるとくもりか雨になるのではないかと考えられる。ただし、今回用いたデータは 12 月分だけであることから、さらにデータを増やし吟味する必要がある。

4 今後の課題

- より多くのデータから平均値や標準偏差を求めることで、プログラムを使用した気象予測の正確性を高める。
- 方位別に算出した平均値や標準偏差を用いたプログラムを作成することで、どの方位の空が最も信頼できる気象予測に関係するのかを明らかにする。
- 本研究では、観測時に天気、気温、湿度を記録しているが、1 時間後は天気しか記録していないため、1 時間後も気温と湿度を記録し、その変化が気象変化とどのように関係しているのかを考察する。
- 季節風や偏西風の影響で季節によって風向きは大きく変わるが、同じように空の色相値についても季節による変化はあるのかを明らかにする。

参考文献

- 1) 有馬ら「宇和島市における空の色の解析による気象予測」『平成 30 年度愛媛県立宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集』 p.51-52
- 2) 内升ら「画像解析を用いた空の色と天気の関係の考察」『令和元年度愛媛県立宇和島東高等学校 SSH 生徒課題研究論文集』 p139-142
- 3) 気象庁 宇和島市の防災情報
https://www.jma.go.jp/bosai/#pattern=forecast&area_type=class20s&area_code=3820300