

講演番号：09S

太陽黒点自動解析システムの作成

名古屋市立桜台高等学校天文部
鈴木康平 野間大夢

研究の目的と概要

手作業での黒点分析は手間がかかる

(個数が増えると人の手では不可能)



自動で黒点の識別を行い、温度や面積などの情報を抽出するシステムをPythonで作成する



100個以上の黒点の分析も簡単に行える

システム作成のメリット

- ・ 太陽の画像を読み込むだけで黒点の分析ができる

※他の天文系ソフト、システムにはない機能

- ・ 分析の高速化

手作業：画像一枚に5分 システム：画像一枚に5秒

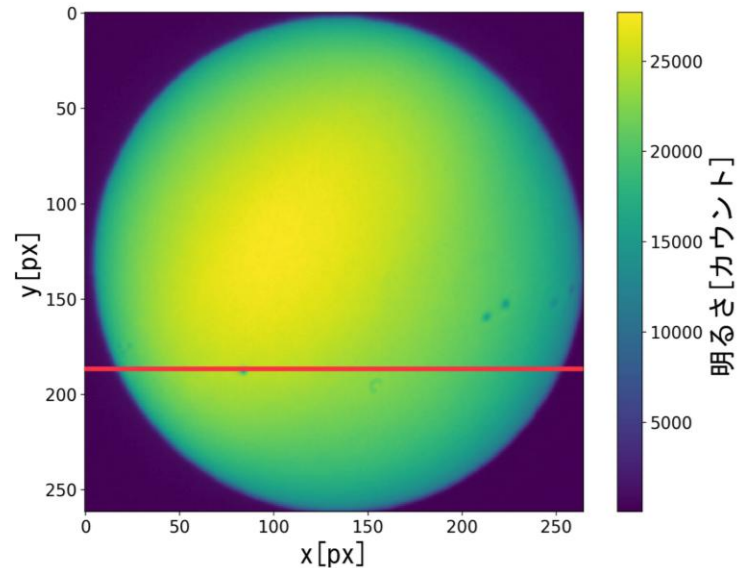
- ・ 客観性の確保

手作業で客観性を確保する	→	複数人での同じ作業が必須
システムでの客観性の確保	→	誰が操作しても同じ結果

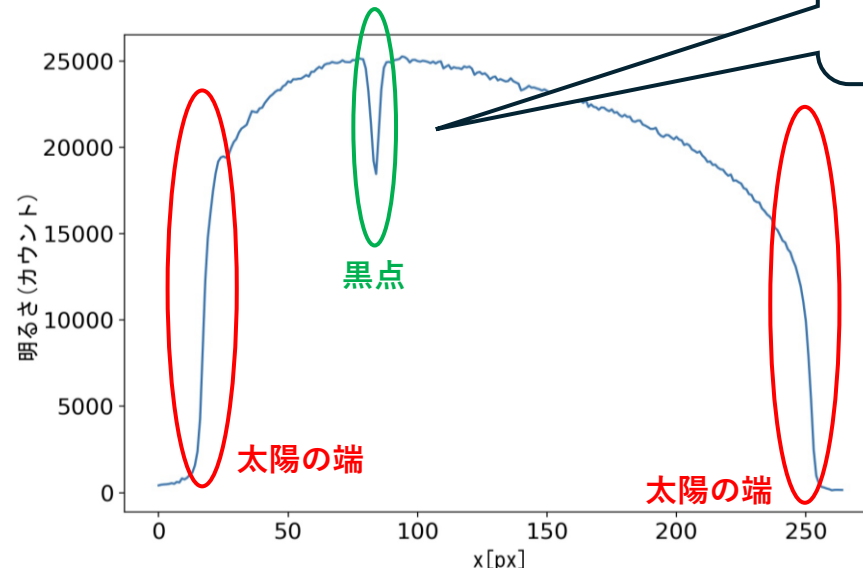
システムでの分析の流れ

1. 黒点ピクセルの認識
2. 黒点ピクセルのグループ化
3. 個々の黒点情報の抽出
4. 黒点情報のエクセルファイル出力

09S 1.黒点ピクセルの認識



明るさの数値を可視化したもの



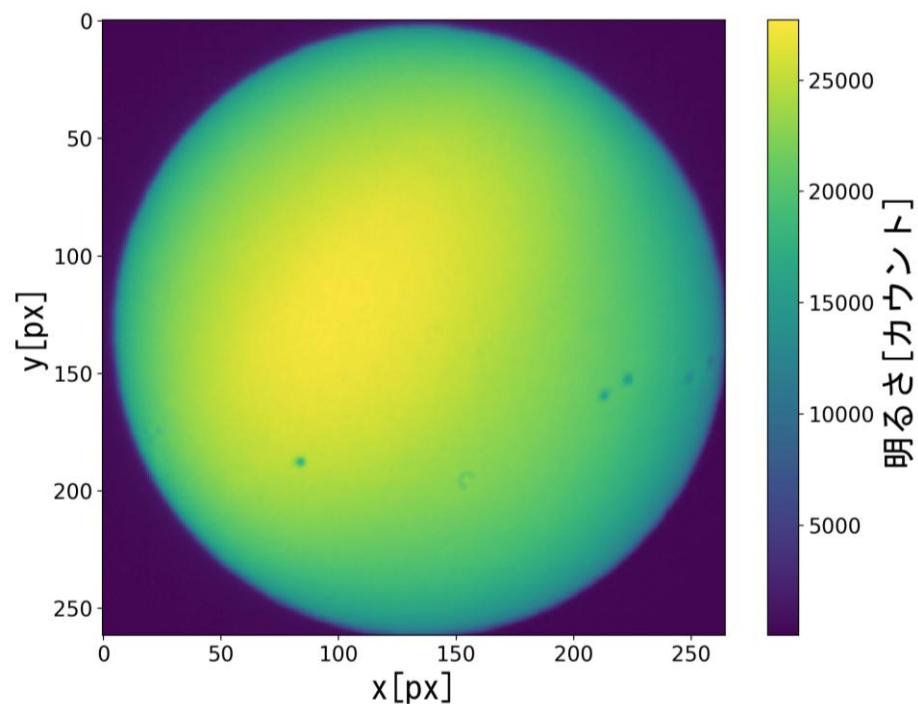
赤線部分の値のグラフ

黒点の大きい谷を見つける

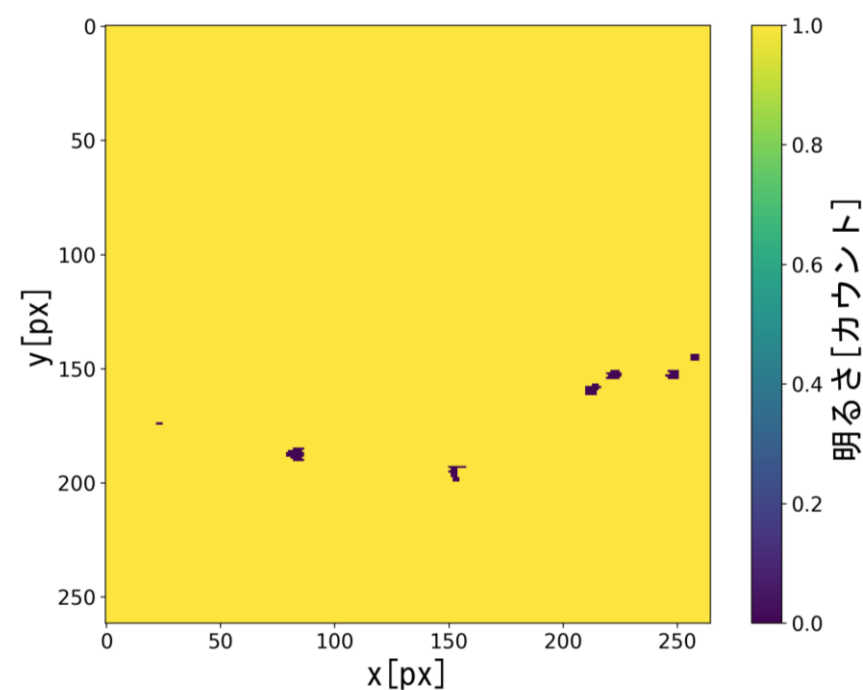
認識アルゴリズムの流れ

1. グラフの傾きが大きい部分を調べる
2. 1.のうち、下降と上昇が連続している部分（大きい谷の形）を調べる
3. 2.のピクセルを黒点ピクセルとして認識する

※ しきい値を決めるだけでは、黒点部よりも太陽の端の方が暗いため、黒点部のみを認識することはできない



取り出す前

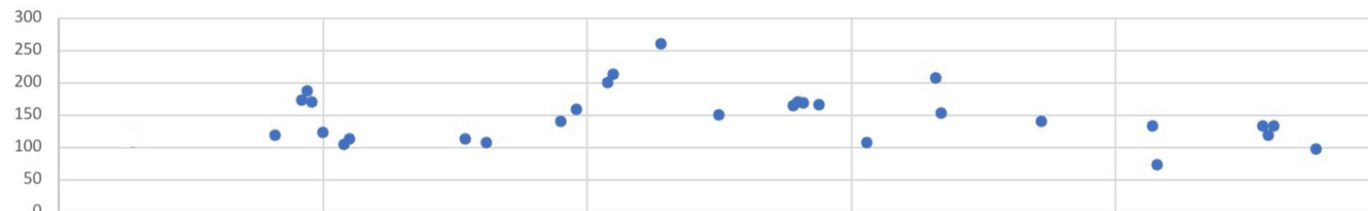


取り出した後

左の画像の黒点と思われる部分と抽出後の点が一致している
→黒点が正確に抽出できている
この時点では黒点のグループ化は行われていない

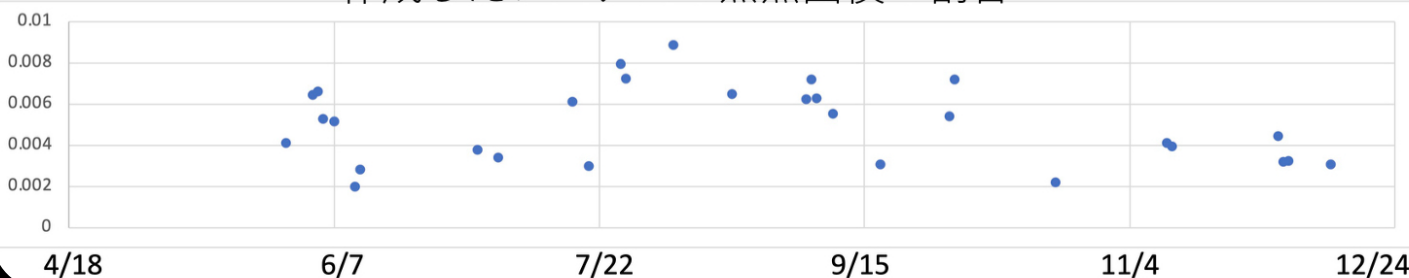
ピクセル認識の正確性

国立天文台の黒点相対数



太陽活動の活発さを数値で示す
黒点相対数のグラフ
(国立天文台のデータを使用)

作成したシステムの黒点面積の割合



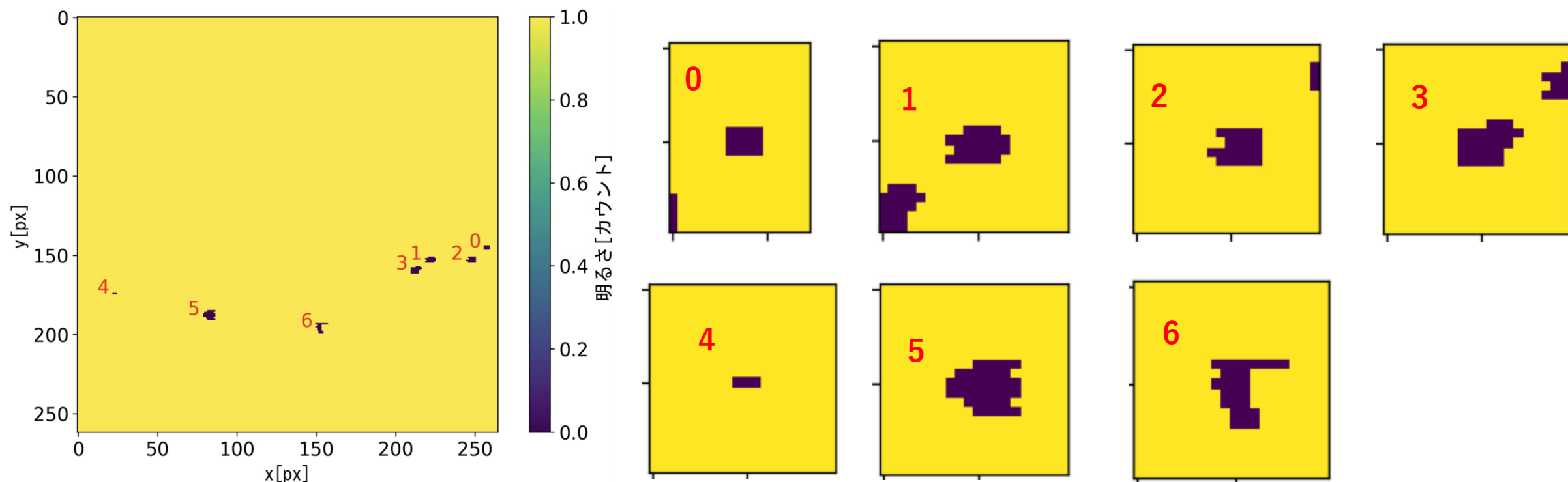
システムで計算した太陽の面積に
対する黒点面積の割合のグラフ

上の2つのグラフは太陽活動の活発さを表す指標となる



増減が似ているため黒点ピクセルの認識は上手くいっていると分かる
(形が大きく異なっている部分は
薄雲や写真の質によるものと考えられる)

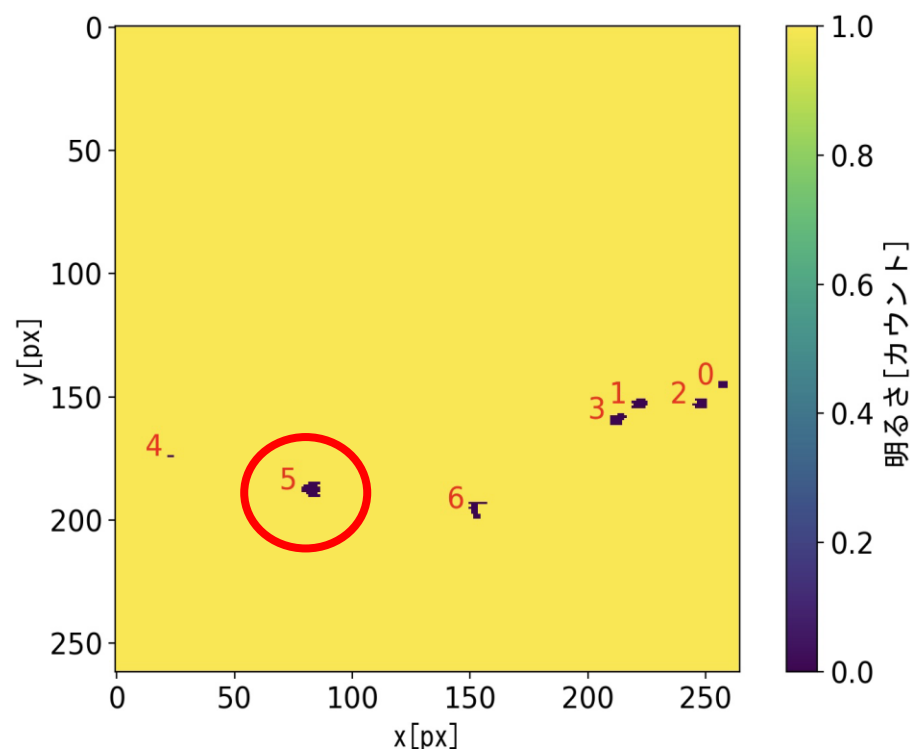
2.黒点ピクセルのグループ化



左図から、隣接した黒点ピクセルをグループ化
切り出したものが右図

3.個々の黒点情報の抽出

重心の位置



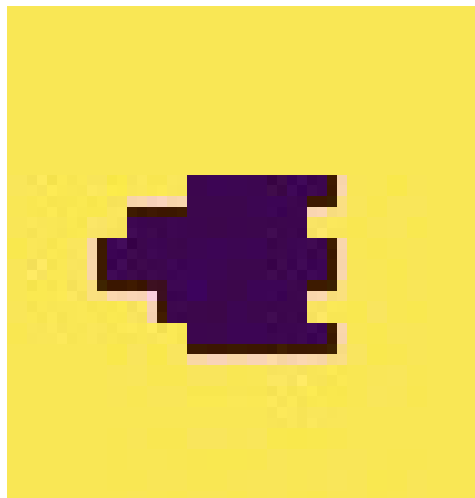
計算方法:

全ピクセルの座標平均

赤丸の黒点では X座標:82 Y座標:187

各ピクセルの温度(明るさ)を考慮した
計算方法を実装予定

面積



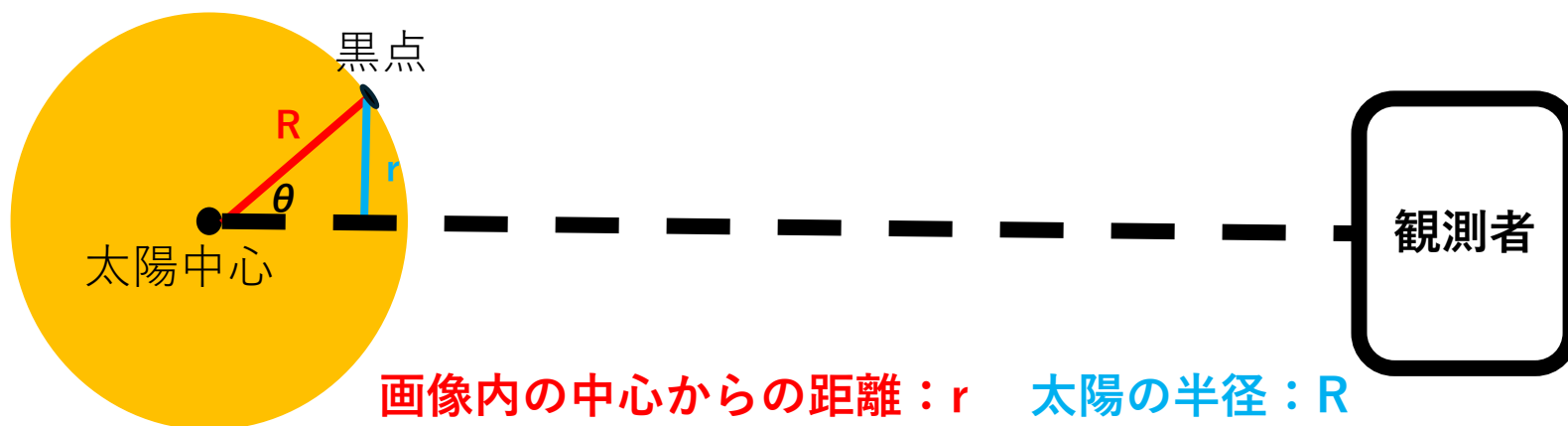
計算方法：

角度補正をかけたピクセル面積の合計

左の黒点では44

角度による補正：

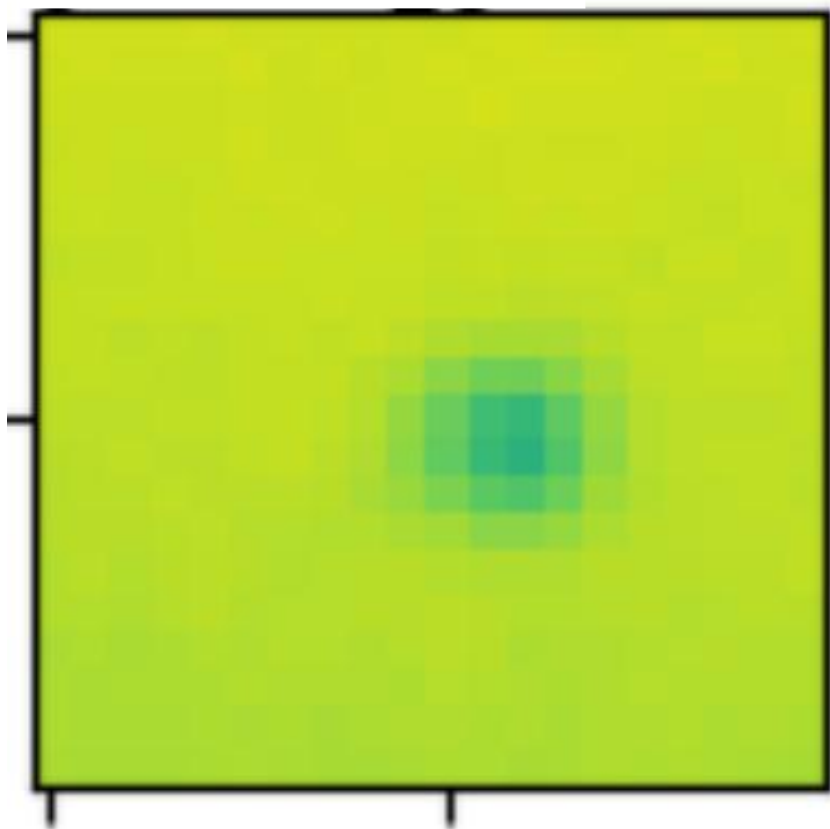
太陽は球面のため下図のように角度による補正が必要



$$\cos \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{\text{中心からの距離}}{\text{太陽の半径}} \right)^2}$$

$$\text{補正後の面積[px]} = \frac{1}{\cos \theta}$$

最低温度



計算方法:

黒点内で最も小さい明るさと太陽画像の中心部の明るさの比を利用した下の式を利用

(太陽中心部の温度は6400Kと仮定)

$$\text{黒点の温度[K]} = 6400 \times \left(\frac{\text{黒点の明るさ}}{\text{太陽中心部の明るさ}} \right)^{\frac{1}{4}}$$

左の黒点では5788Kとなっている

4.黒点情報のエクセルファイル出力

```

sunblack_analysis — Python codes/main.py — 80x24
Last login: Tue Jan  6 17:41:14 on console

The default interactive shell is now zsh.
To update your account to use zsh, please run `chsh -s /bin/zsh`.
For more details, please visit https://support.apple.com/kb/HT208050.
KYSMacBookPro:~ student$ cd documents/sunblack_analysis
KYSMacBookPro:sunblack_analysis student$ python3 codes/prepare.py
期間を入力: ex 20250205~20250212 20240424~20241220
KYSMacBookPro:sunblack_analysis student$ python3 codes/main.py
20240424
20240425
20240529

```

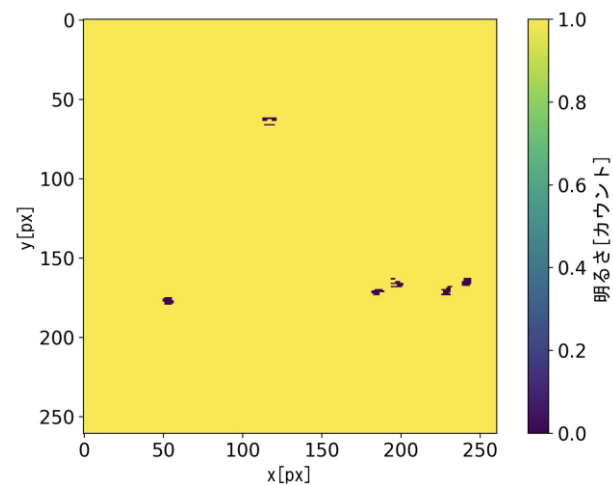
実行している様子の
スクリーンショット

実行するとエクセルファイル
が自動で作成される

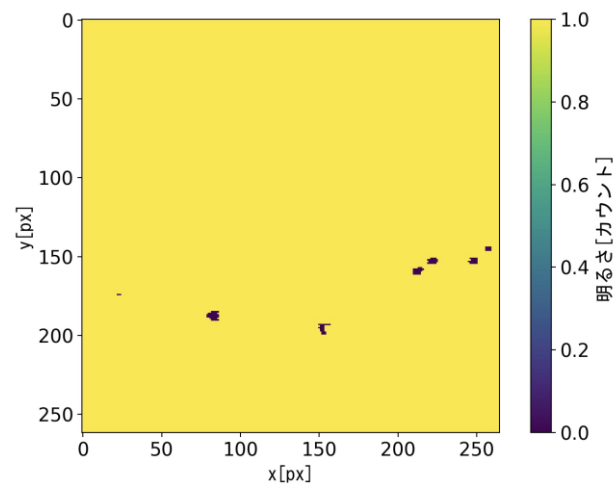


黒点データの分析

複数日の同一黒点を見つける



12/18



12/19

手作業（目視）で行う

まとめ・今後の展望

- ・ 太陽黒点を高速（画像1枚に約5秒）で分析するシステムを完成させた
 - ・ より多くの黒点データを集める（100個以上）ことで黒点や太陽についての考察を行う
- (例)黒点の分布、黒点温度と面積の関係、黒点速度の精密測定