

桜台高校天文部 活動報告②

～研究開発編～

- 1.月の視直径変化の観測
- 2.太陽黒点の観測
- 3.マイコンプログラミング
- 4.天白川の生物調査

月の視直径変化の観測

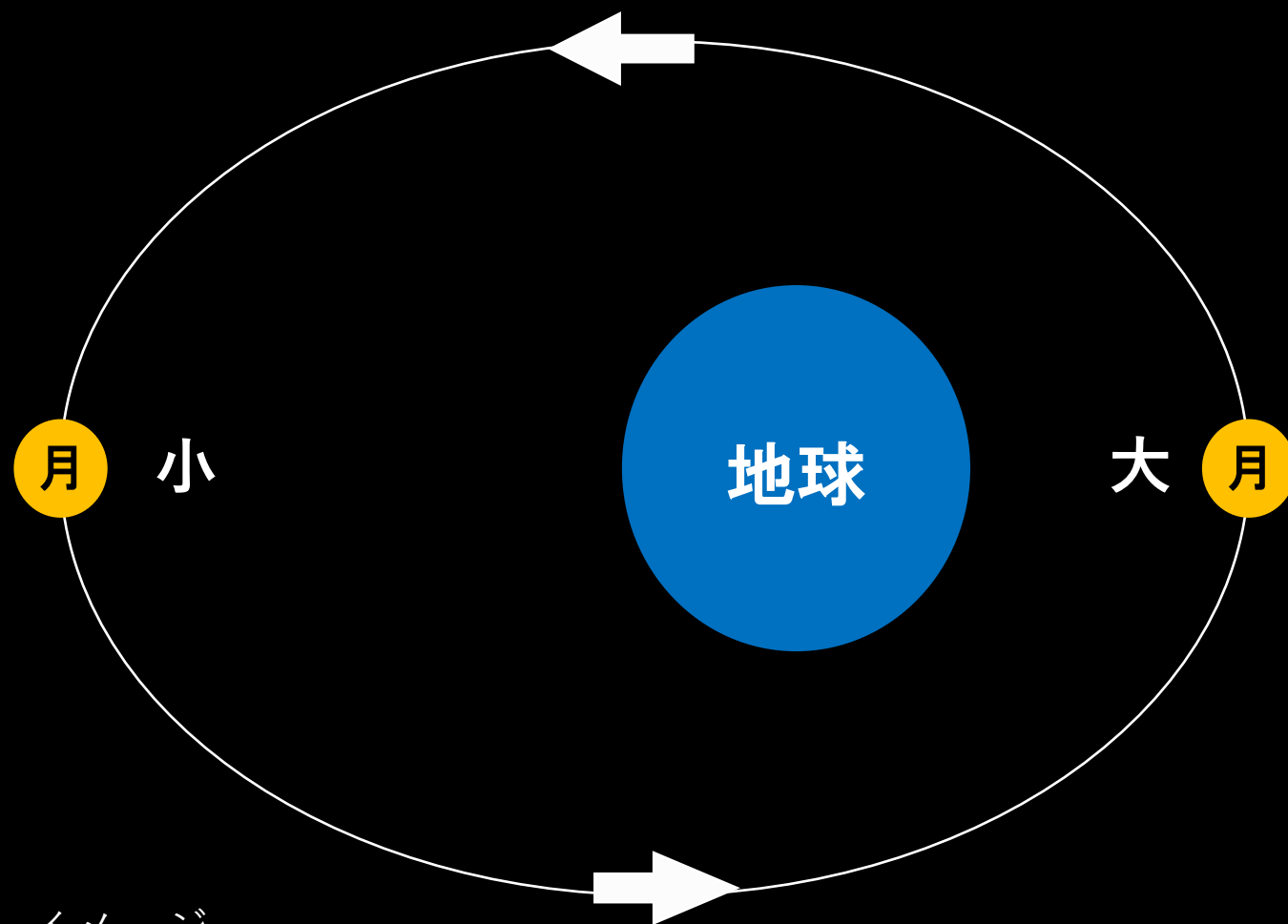
撮影機材

- 反射屈折型望遠鏡 (MAKSY60)
口径…60mm 焦点距離…750mm
- スカイメモS (赤道儀)
- 一眼レフカメラ (EOSKissX5)
- 三脚



大きさの変化

- 月は地球の周りを楕円軌道で公転しているため、見かけの大きさが変化する
- 近地点…約35.6万km
遠地点…約40.6万km
- 最大で約12%変化する



イメージ

大きさの変化



9月21日



9月29日



5.38%UP (画像から計算)

画像からの計算の方法

(1459, 458)



(右下のy座標) - (右上のy座標) = (月の直径)

$$1319 - 458 = 861$$

もう一方の画像の直径と比較すると、**5.38%**増加していることがわかった

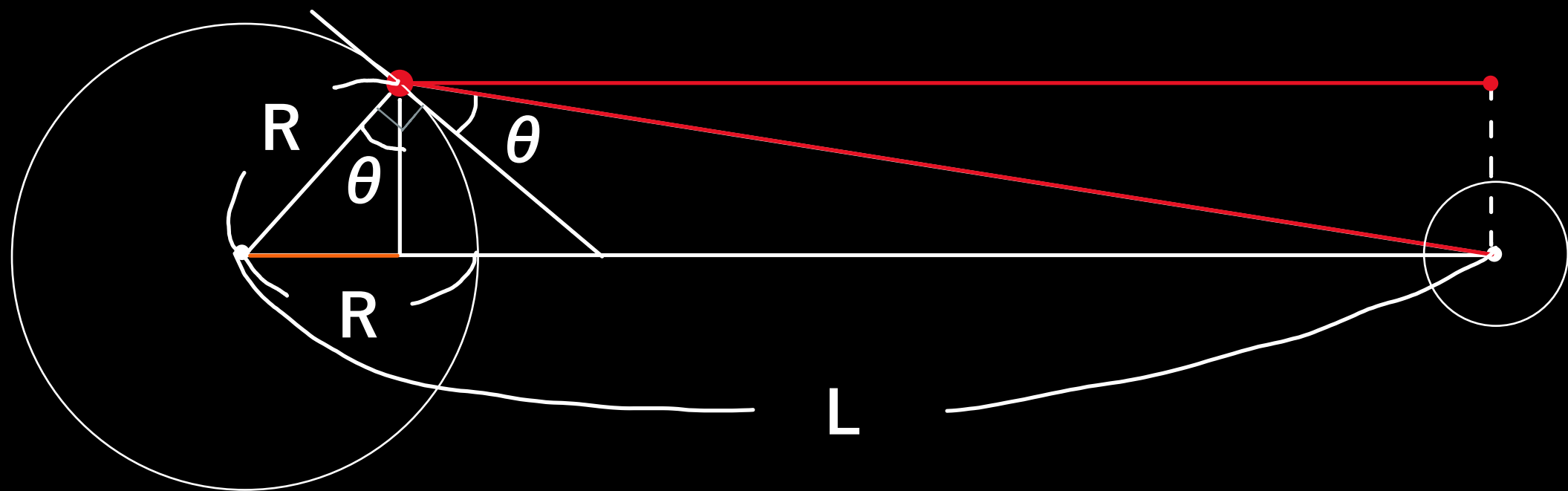
(誤差 1%程度)

(1459, 1319)

距離の変化からの大きさの変化の見積り

$$\left(\begin{array}{l} \text{地心距離} \\ \text{(約350,000km)} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{l} \text{地球の半径} \times \sin \theta \\ \text{(約6400km)} \quad \text{(高度)} \end{array} \right)$$

L : 地心距離 R : 地球の半径 θ : 高度



計算した結果約5.36%増加しているはずだとわかった

大きさの変化



9月21日



9月29日



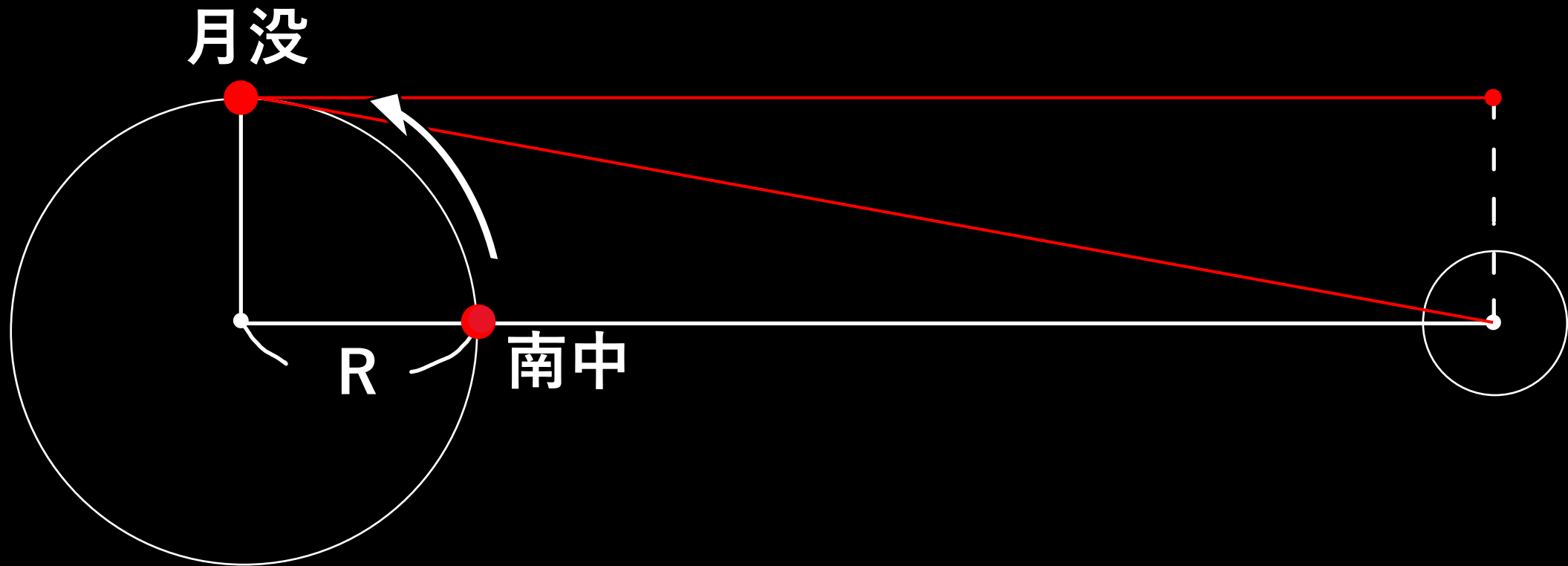
5.38%UP (画像から計算)

5.36%UP (距離から計算)

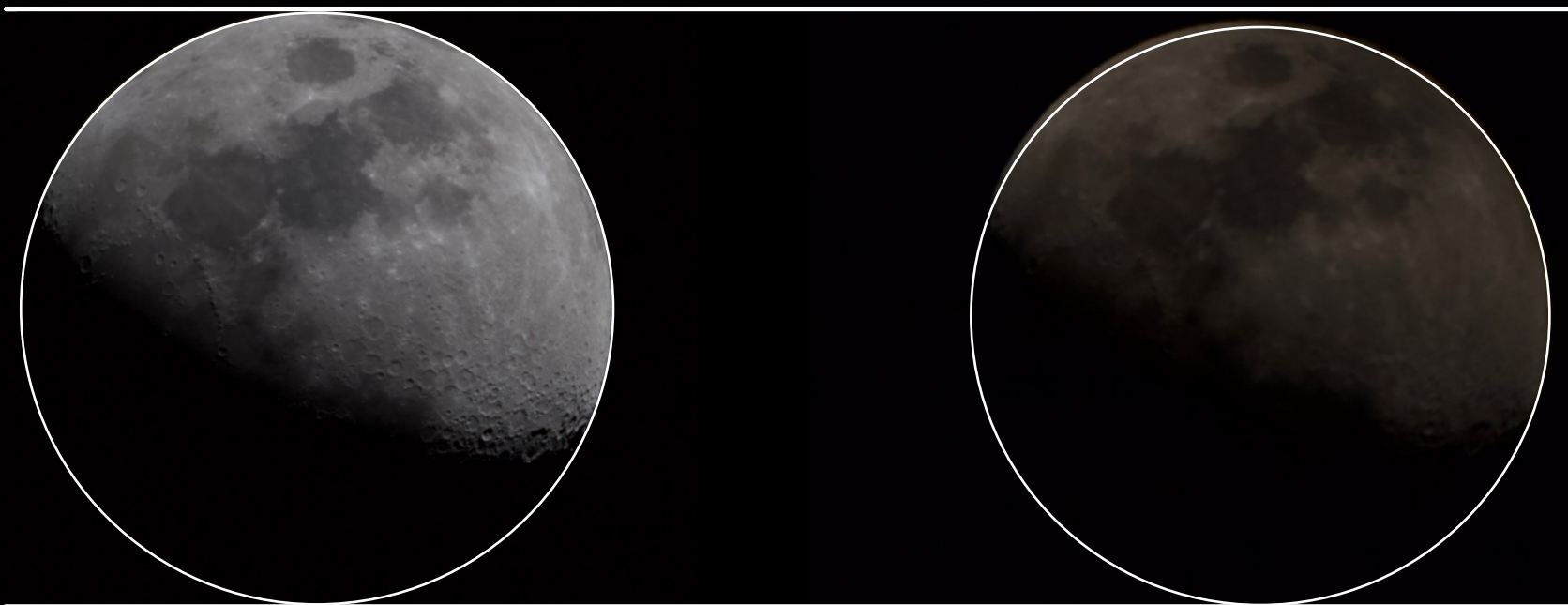
測定誤差内で一致

一晩の変化

$$R = 6400$$



一晩の大きさの比較 (12/21~12/22)



南中
19時11分
高度:62.12°

2.19%UP

月没
1時13分
高度:5.57°

・ 距離から求めた数値 1.57%UP 測定誤差内で一致

太陽黒点の観察

太陽の黒点について

- 太陽の表面に強い磁場が浮き出ることで、熱や光が遮られて黒点ができると考えられている。
- 太陽の表面の温度が約 6000°C であるが黒点は約 4000°C 。



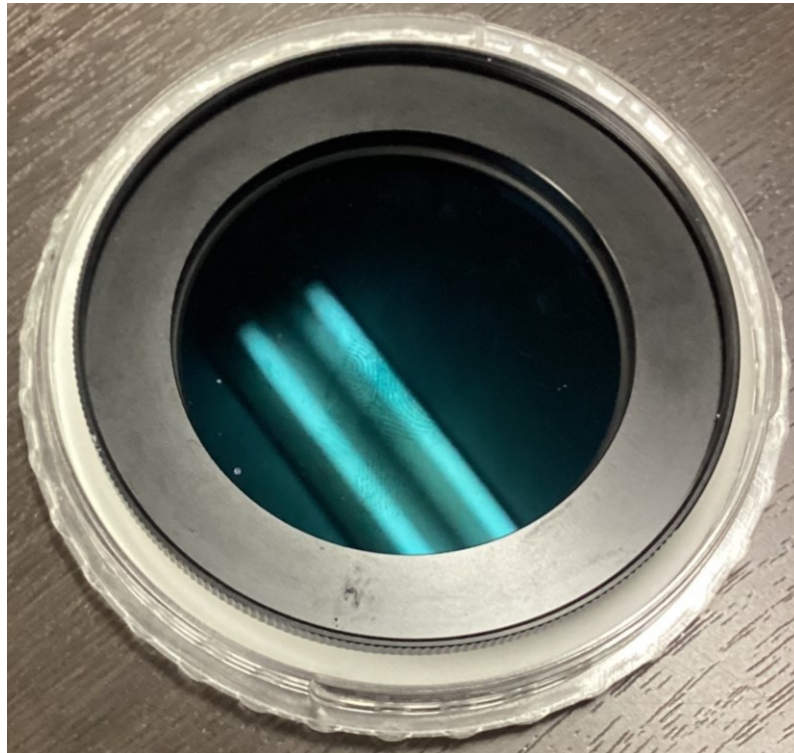
桜台高校にて撮影(7月11日) 太陽の写真はISO200, シャッタースピード1/100前後で撮影している

黒点の観察の目的

- 昼間でも見ることができる
- 継続して観察しやすい
- 撮影が比較的簡単
- 天体現象を測定データから数値的に解析したい→黒点は格好の対象

撮影に使った機材

- 月の撮影と同じ機材
- 太陽観察フィルター (10万分の1に減光)



写真から読み取ること

- 黒点の量の変化
- 黒点の位置の変化
- 黒点の自転周期



黒点の量の変化

- 黒点数⇔黒点の数
- 黒点群の数⇔黒点のある程度の集まりの個数
「チューリッヒ分類」の図を用いて黒点群を識別した。
チューリッヒ分類とは... 黒点群を、見え方をもとに分類したもの。
今回は、黒点群の数を数えることのみを利用する。

黒点の量の評価

- 黒点相対数Rと呼ばれる指標を使って変化を観察する。

$$R = k\{\text{黒点数} + (\text{黒点群の数} \times 10)\}$$

- 今回は $k=1$ とする。¹⁾

→値が大きいほど太陽活動が活発！

数え方のルール...

- ①あまりにもピントがずれていて使用できないと判断される写真は使わない。→23日分の写真を対象とした。
- ②明確に黒点と分からない場合は黒点数に含めない。

¹⁾AstroArts太陽投影板を使った太陽観測 (3) より

$$R = k\{\text{黒点数} + (\text{黒点群の数} \times 10)\}$$

黒点数は13

黒点群の数は7

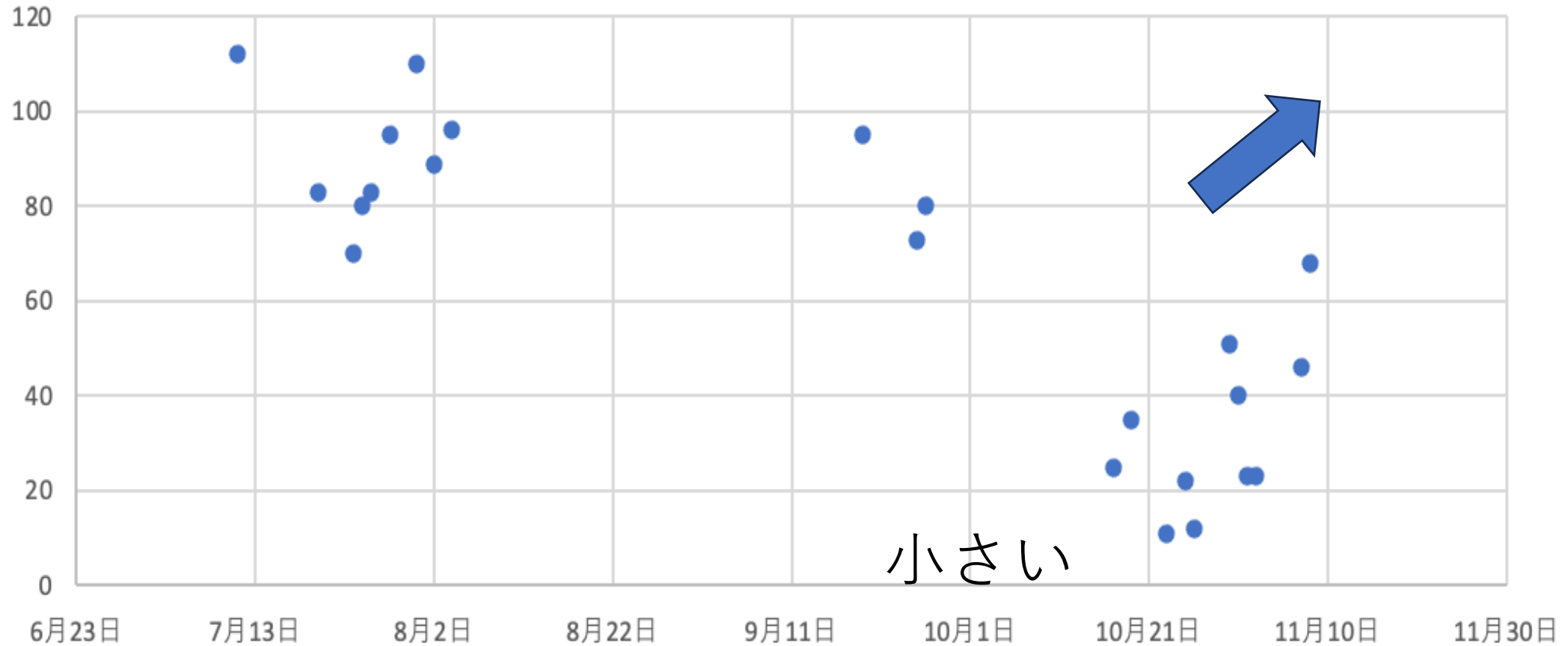
$$R = 83$$



7月26日の写真

大きい

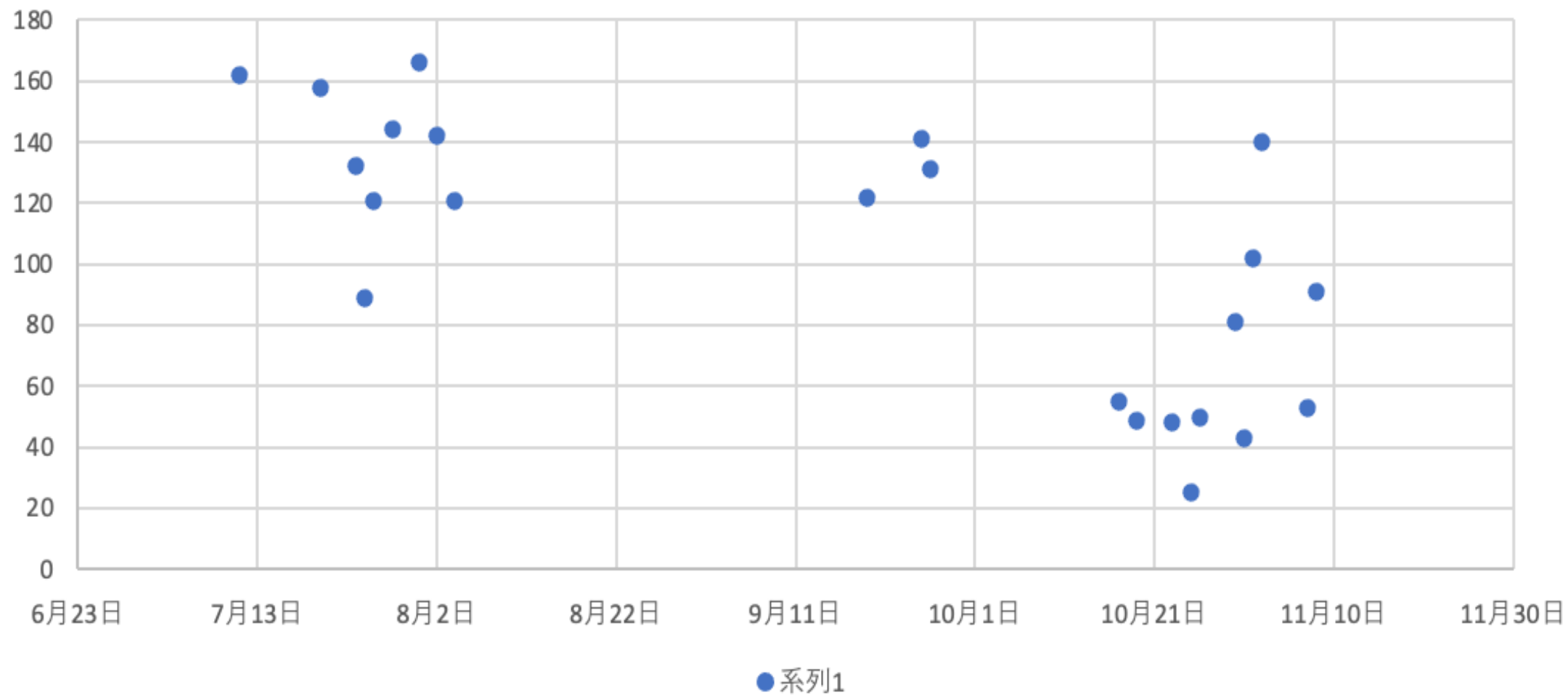
黒点相対数(観測)



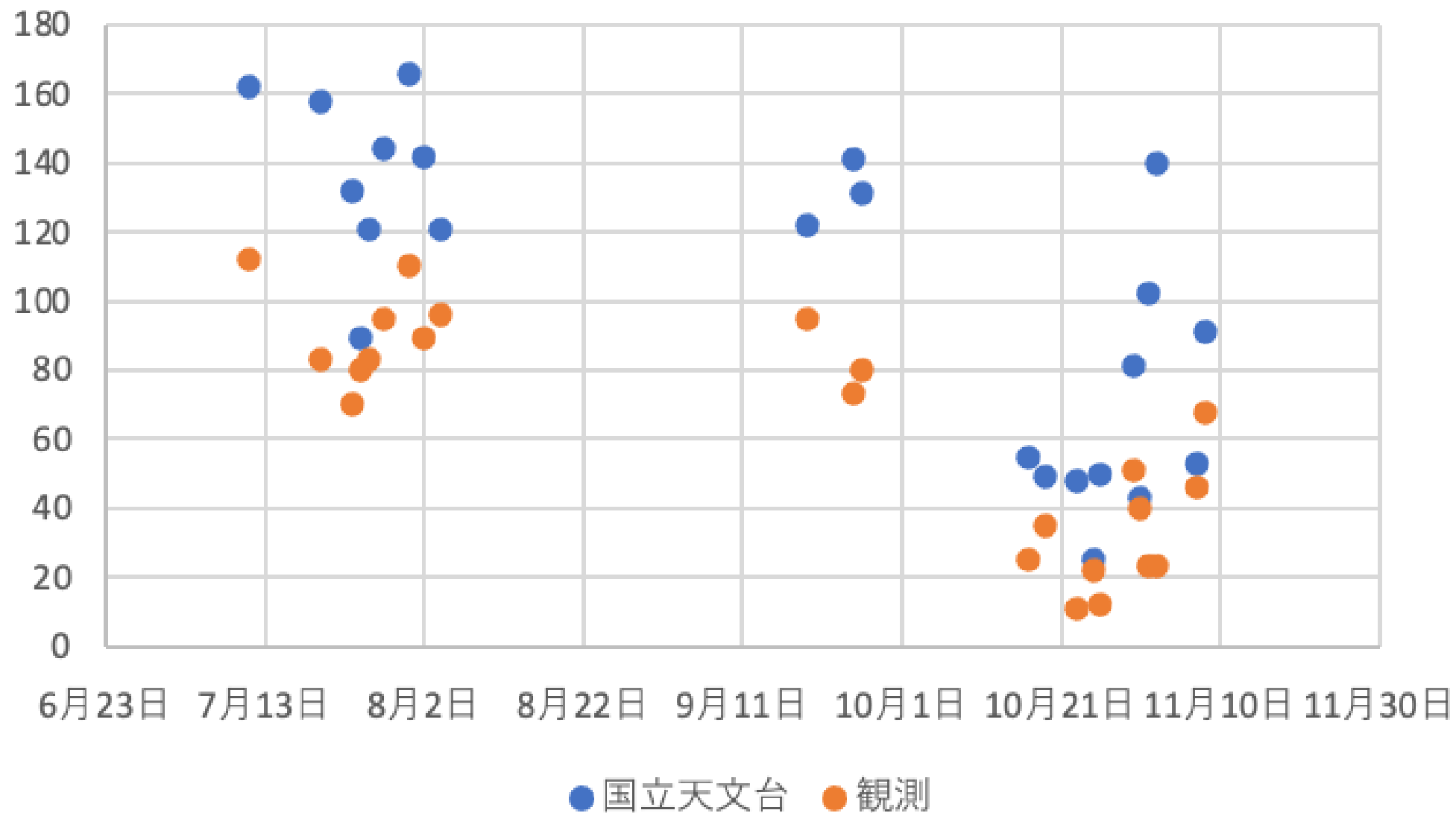
小さい

● 系列1

黑点相对数(国立天文台)

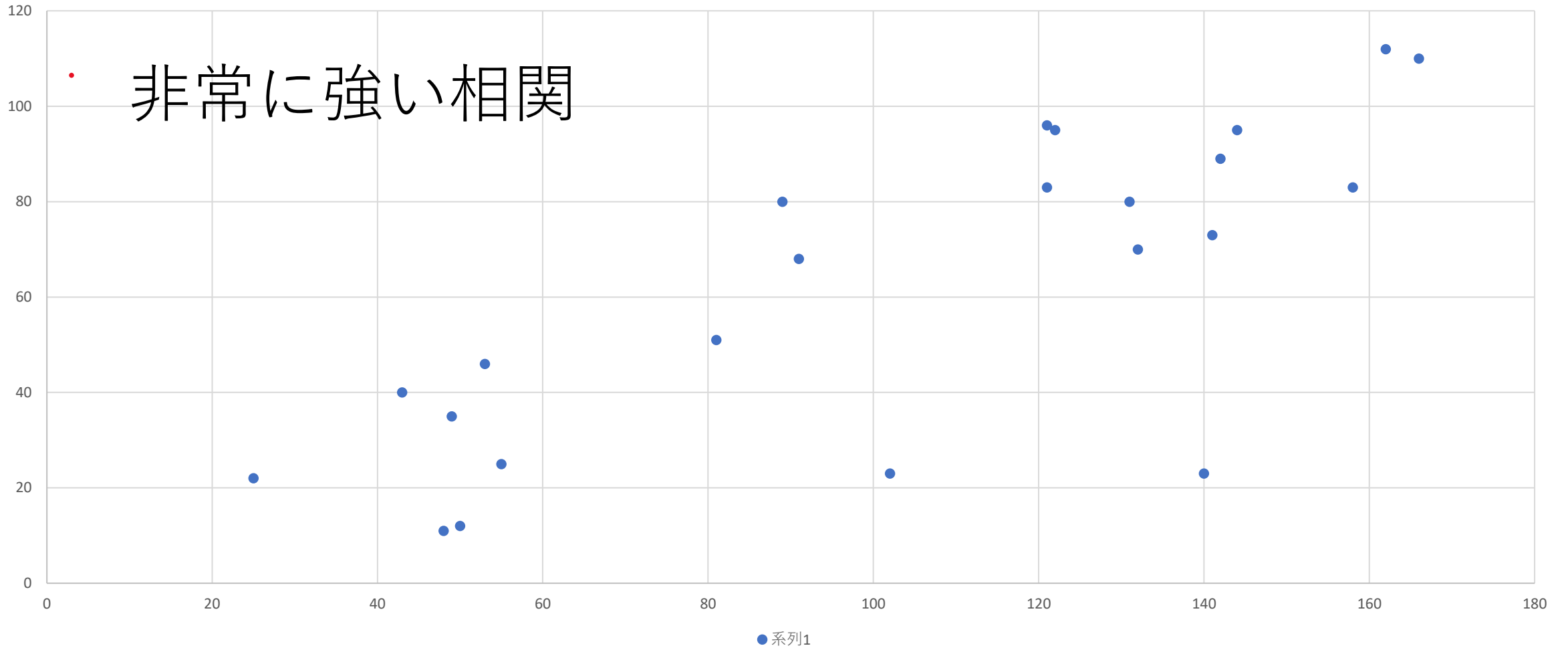


観測と国立天文台のRの違い



観測結果(縦軸)と国立天文台(横軸)のデータ相関

$r = 0.78 (N = 23)$



観測した写真



7/24



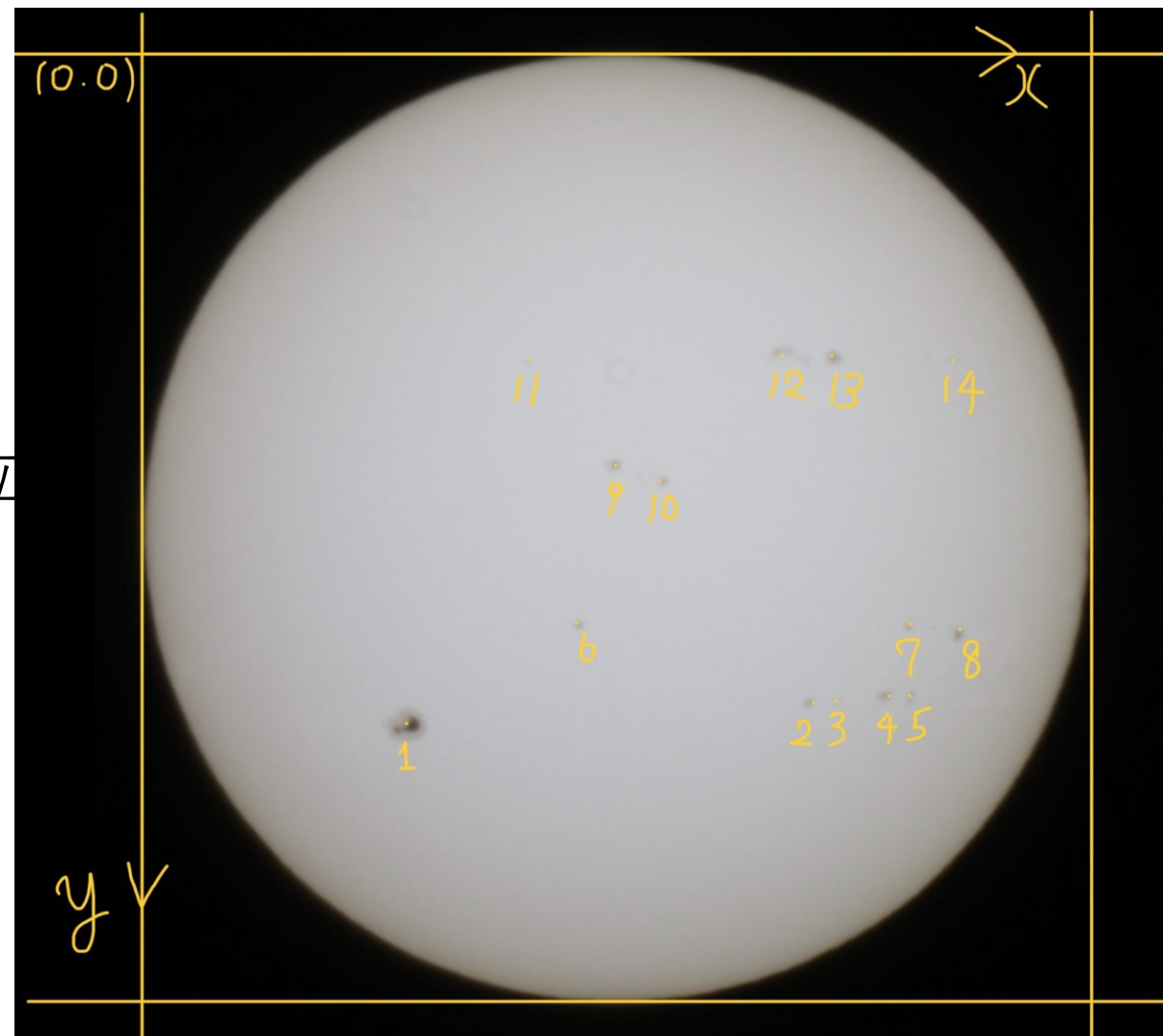
7/25



7/26

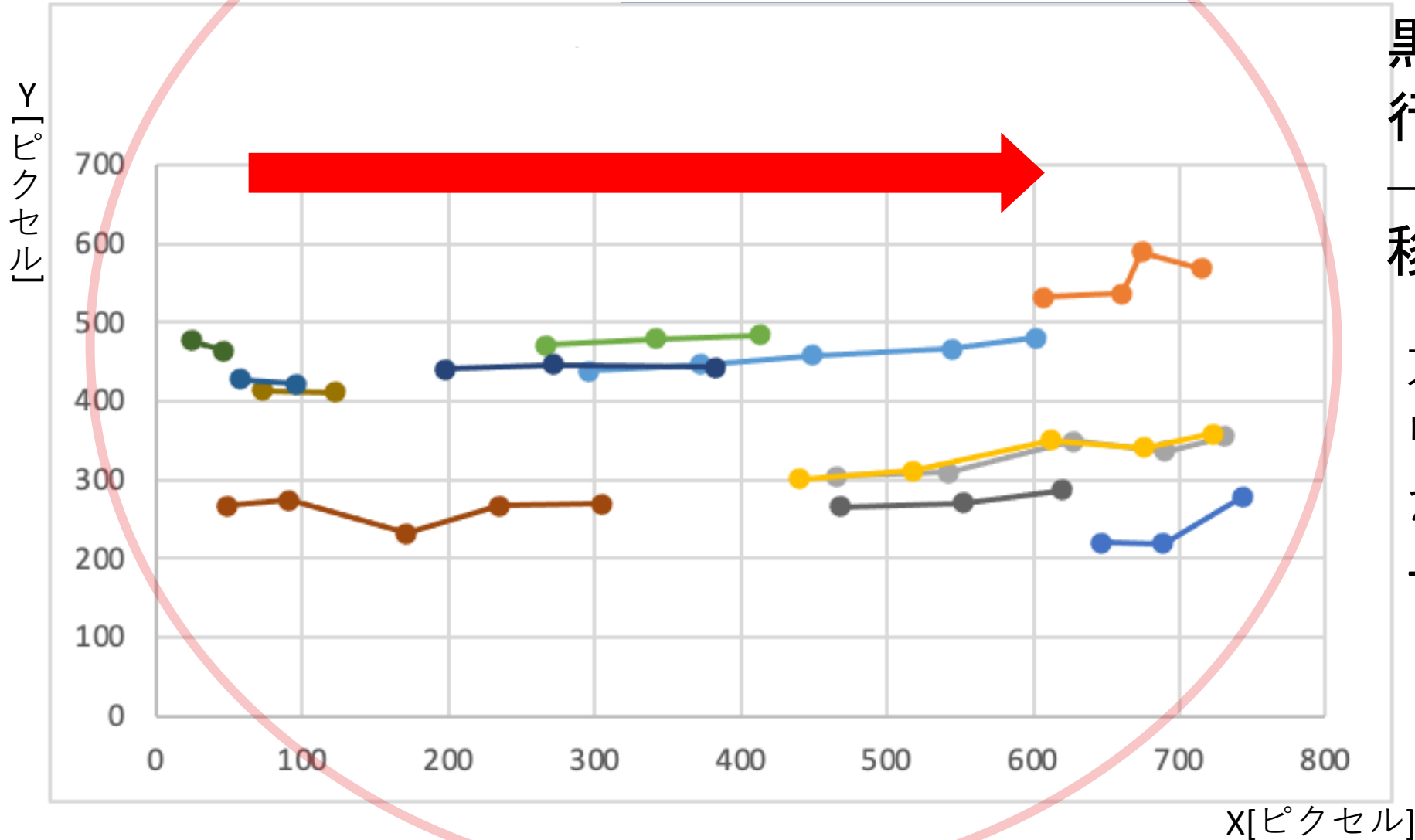
黒点の位置の変化

- ①太陽の周りを正方形で囲む。
- ②正方形の左上を(0,0)として、
右向きにx軸、下向きにy軸をとる。
- ③黒点の座標(ピクセル)を読み取って位
をグラフにする。



黒点の位置の変化

考察



黒点が右にx軸に平行に移動している。
→黒点が東から西に移動

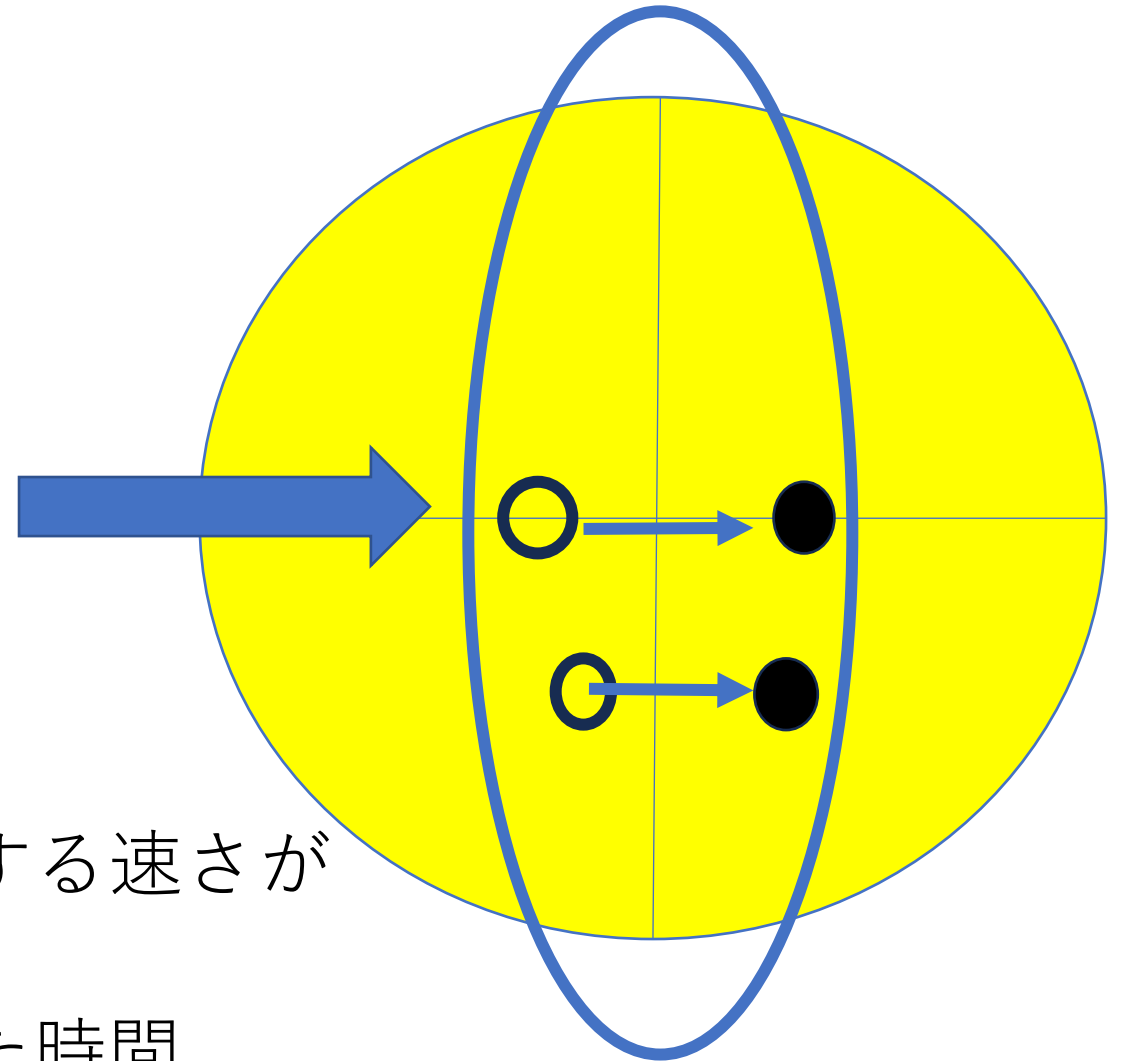
太陽の端のほうと中心で座標の変化が異なる。
→太陽が球体だから

黒点の速度と自転周期

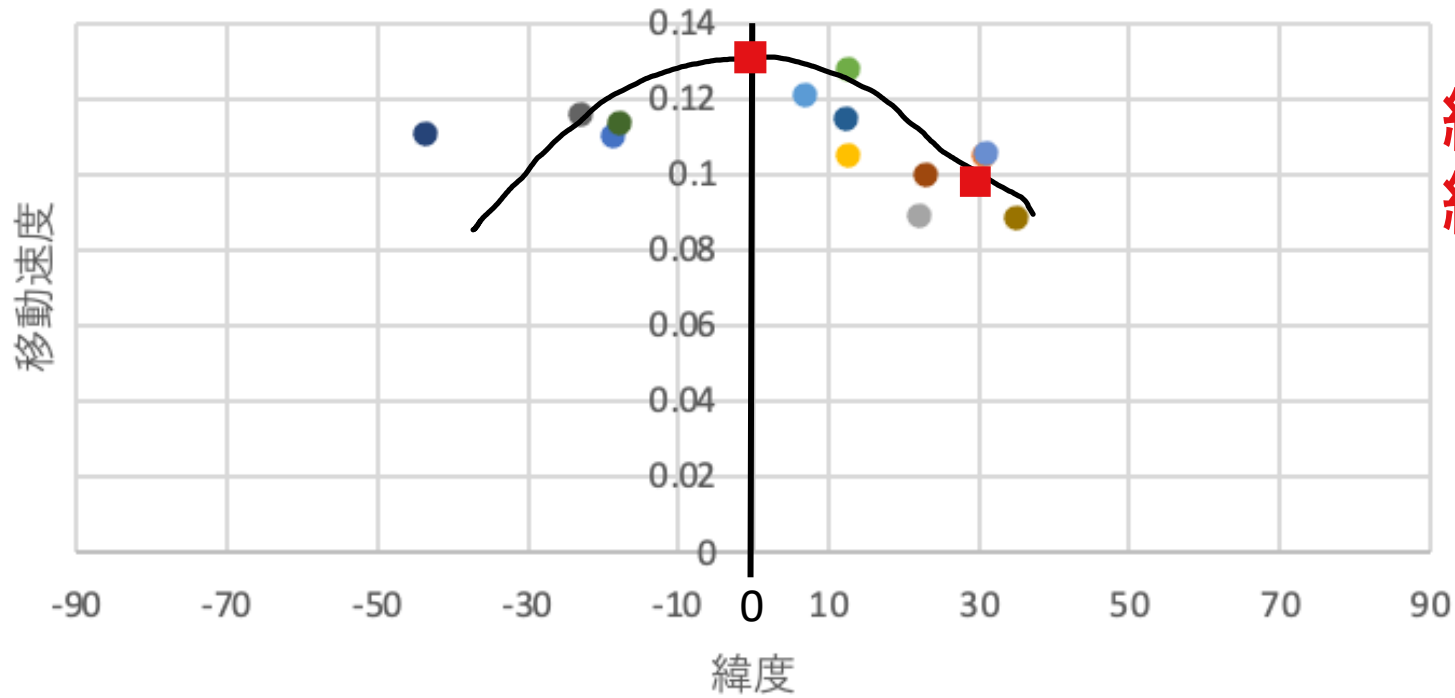
黒点の運動を平面の運動と近似するために中央辺りで計測する

黒点の位置の変化から黒点が自転する速度が求められる

= 直径に対する動いた割合 ÷ 要した時間
〔割合/day〕



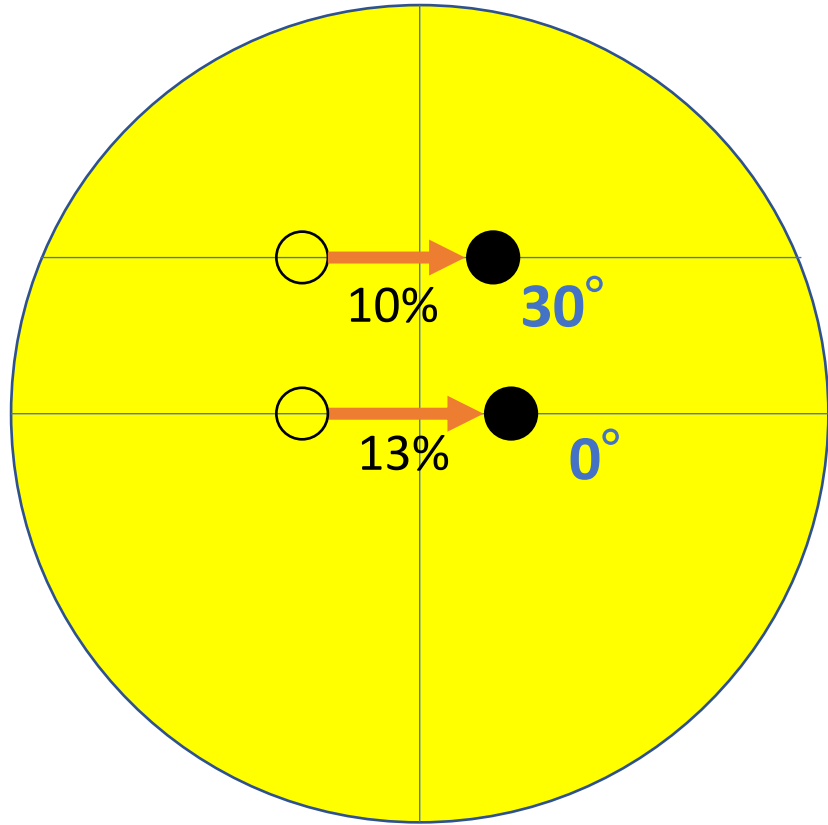
緯度による黒点の移動速度の違い



緯度 0° で太陽の直径の約13%
緯度 30° で太陽の直径の約10%

- 緯度が大きくなるにつれて黒点の移動速度が小さくなっている。
→太陽は球体であるから

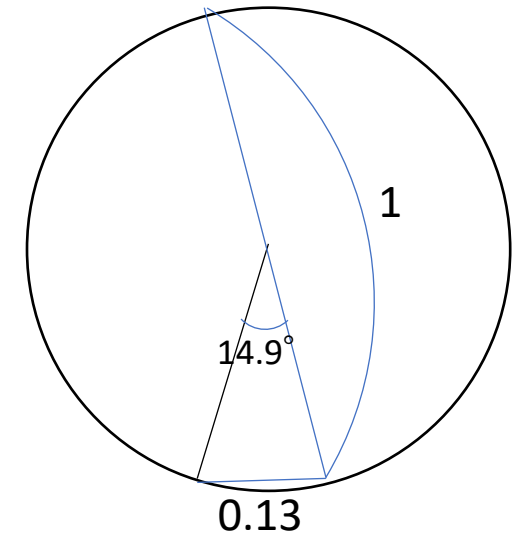
太陽の自転周期について



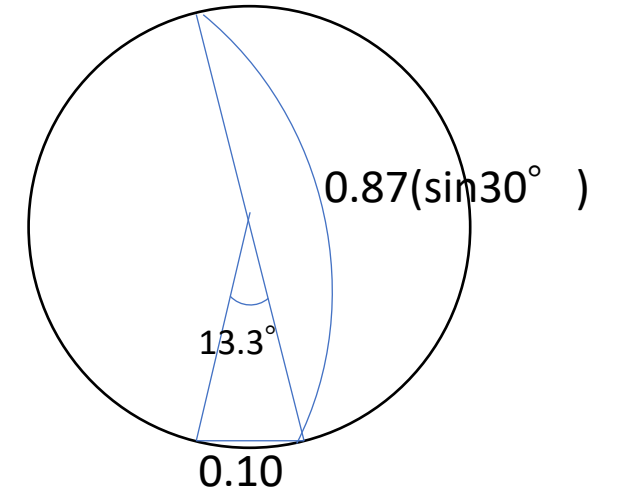
0° と 30° では自転周期が違う?

→太陽は気体でできているので緯度により周期が違う

文献値 赤道 25日 極付近 30日



緯度0° : 約13% → 24.2日



緯度30° : 約10% → 27.1日

まとめと今後

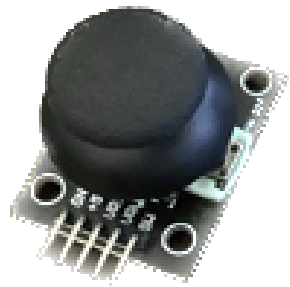
- 継続して観測を行うことができた。
- 黒点の数や動きを数値として表現することができた。
- データの結果を分析して、観測の有効性や太陽に関する高次の情報が得られた。
- 厳密性が足りず、細かい計算ができなかった。
→ データ数を増やすなど工夫していきたい。

マイコンプログラミング

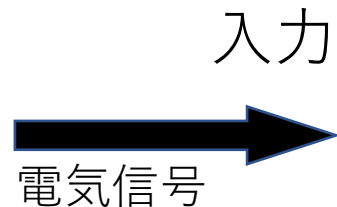
マイコン（マイクロコントローラ）とは

役割

- 小型のコンピュータ
- いろんな電子機器に使われている
→リモコンや電卓など
- 機械の中心を担っている
- 電気信号を読み取る（入力）
- 情報を処理する（演算）
- 電気信号を送信する（出力）



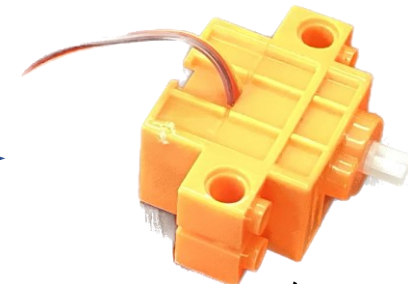
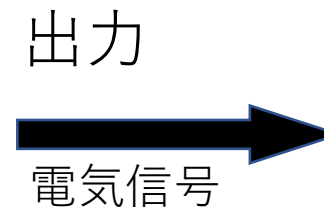
ジョイスティック



演算



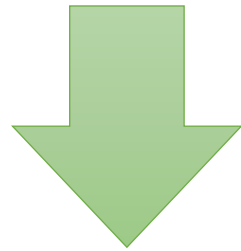
マイコン



モーター

研究の目的

マイコンでの入力・演算・出力の基礎を身につけ、
いろいろなものを作れるようになる。



センサーを付けたラジコンを作る

使用機材について①

M5stack ・ M5stickC

- ・ ディスプレイ、ボタン、スピーカー、 **マイコン** などがひとまとまりになった製品
- ・ ものづくりを簡単に始められる！
- ・ ESP32というマイコンが搭載されている
→wi-fi、Bluetoothの通信が可能



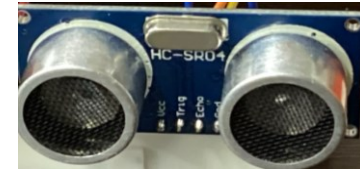
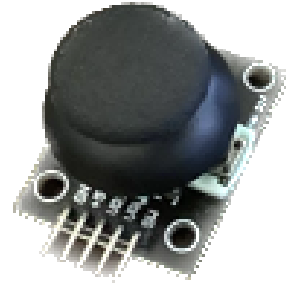
M5stack



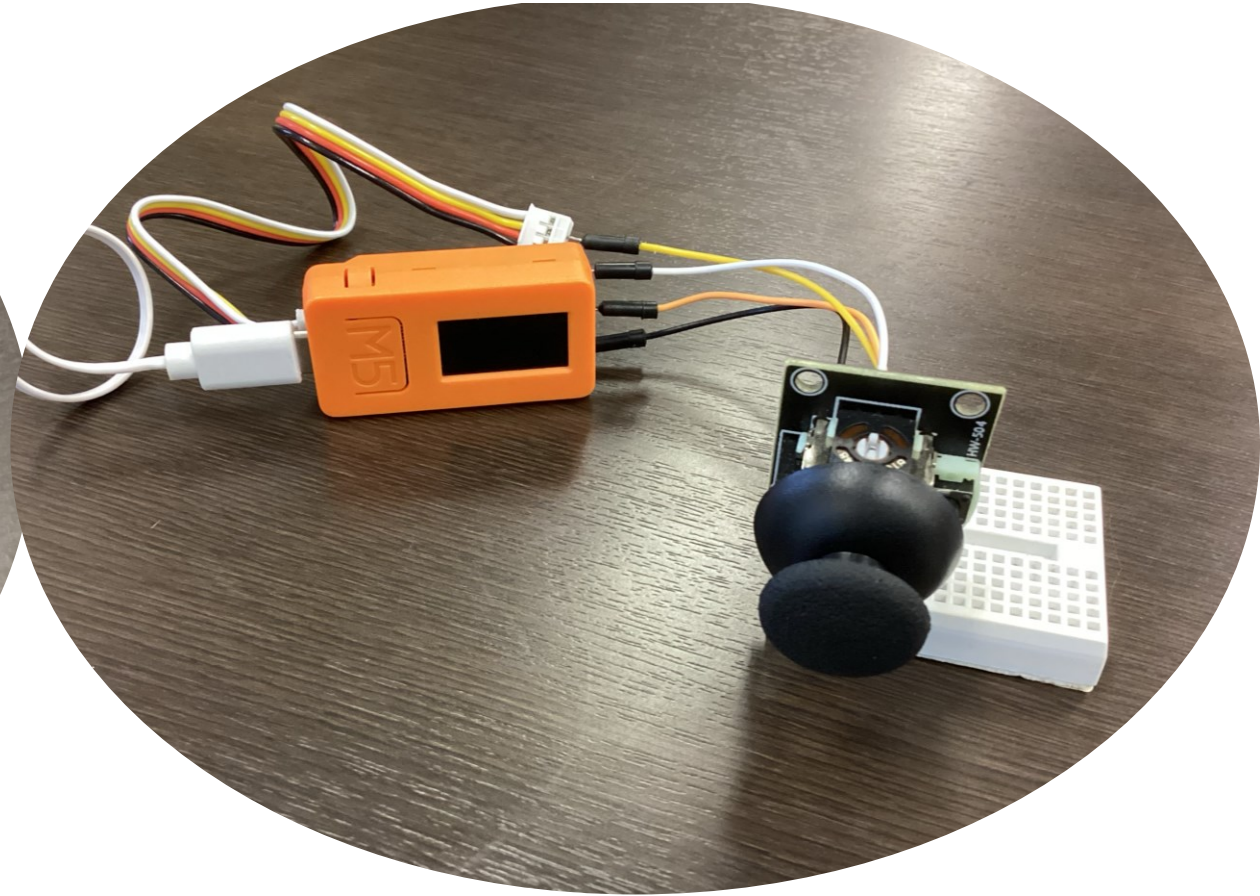
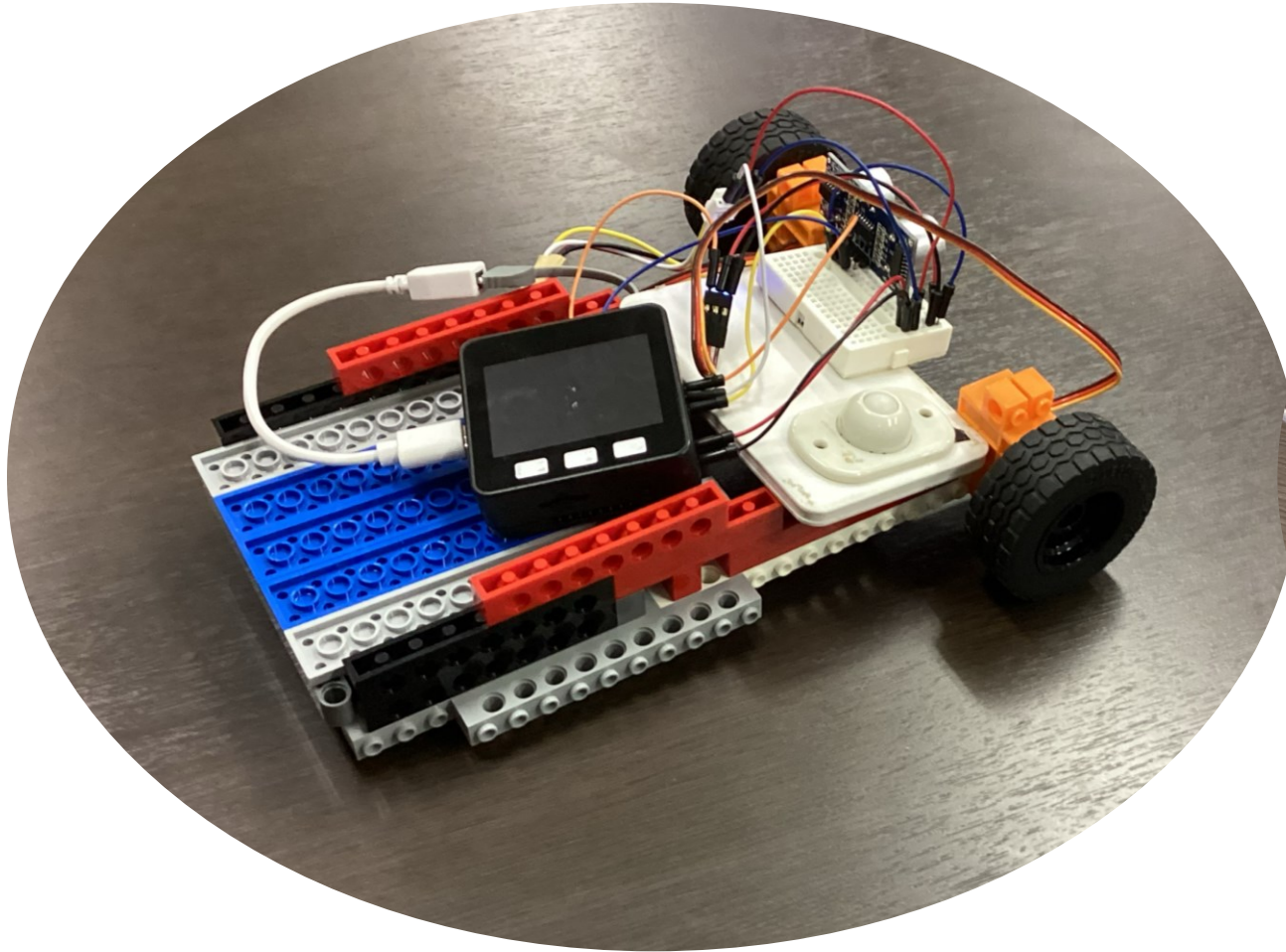
M5stickC

使用機材について②

- ジョイスティック : 車の操作
- 超音波センサー : 障害物（壁など）の感知
- モーター : 車のタイヤを回転
- 導線 : 電力・電気信号の送信
- レゴブロック : 車体

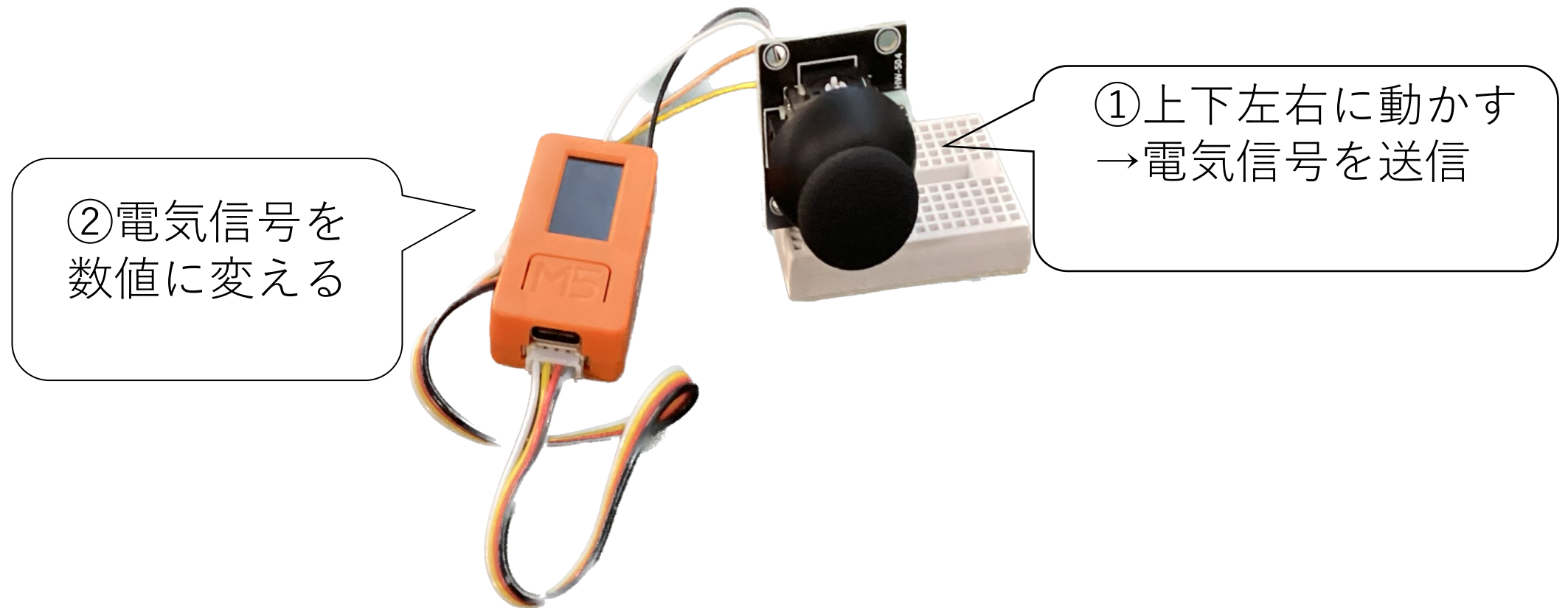


障害物センサー付きラジコン



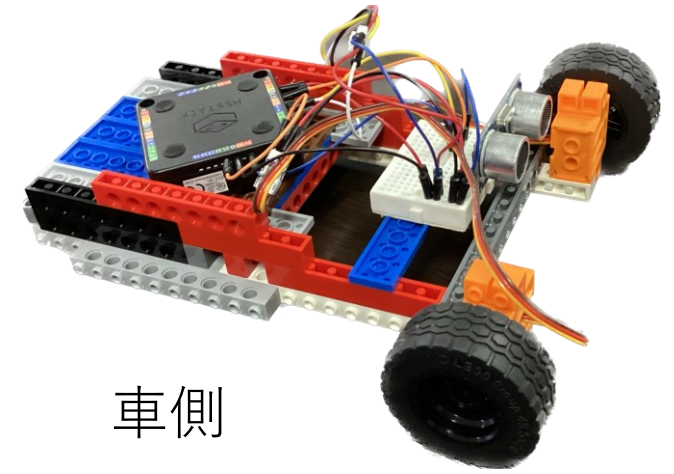
障害物センサー付きラジコン

1. ジョイスティックでの モーターの制御



障害物センサー付きラジコン

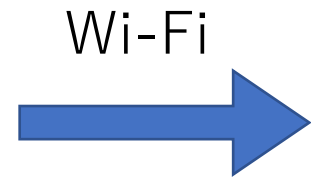
2. 通信による遠隔操作



車側



M5stickC



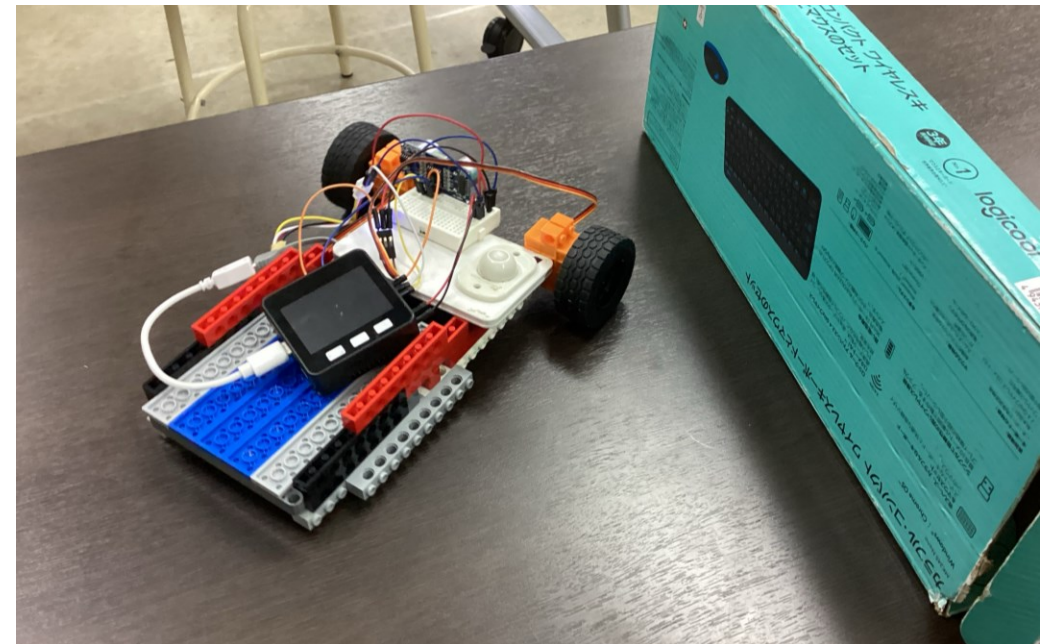
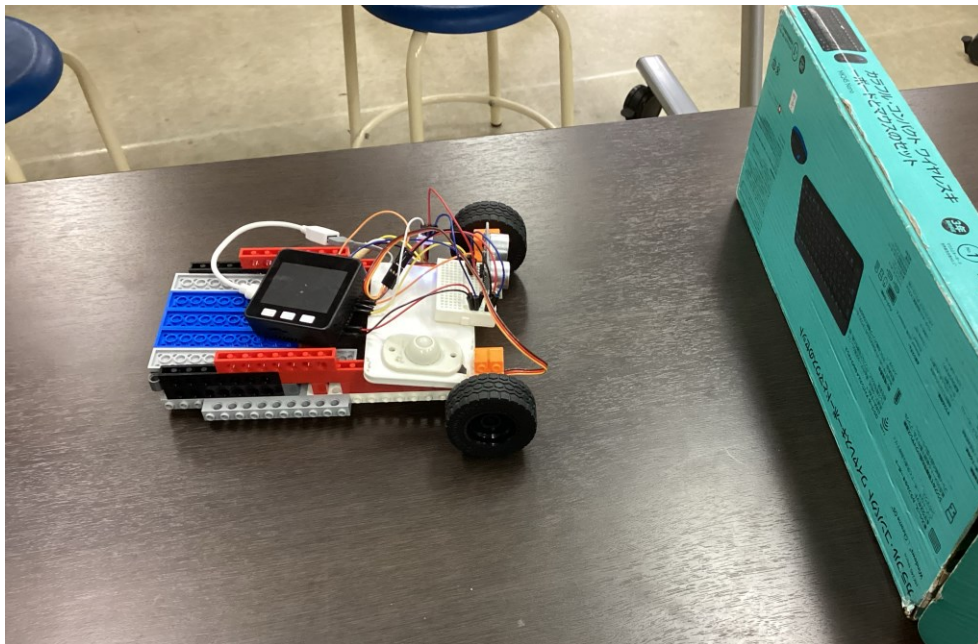
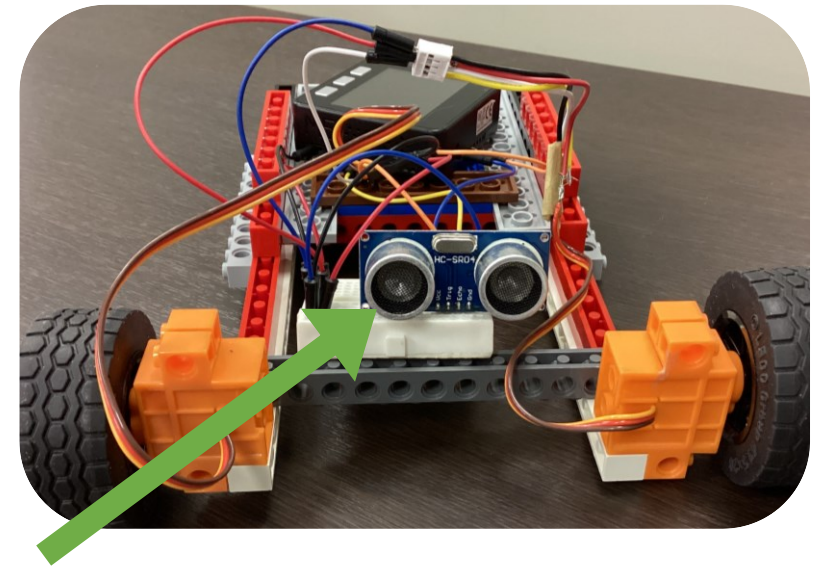
M5stack



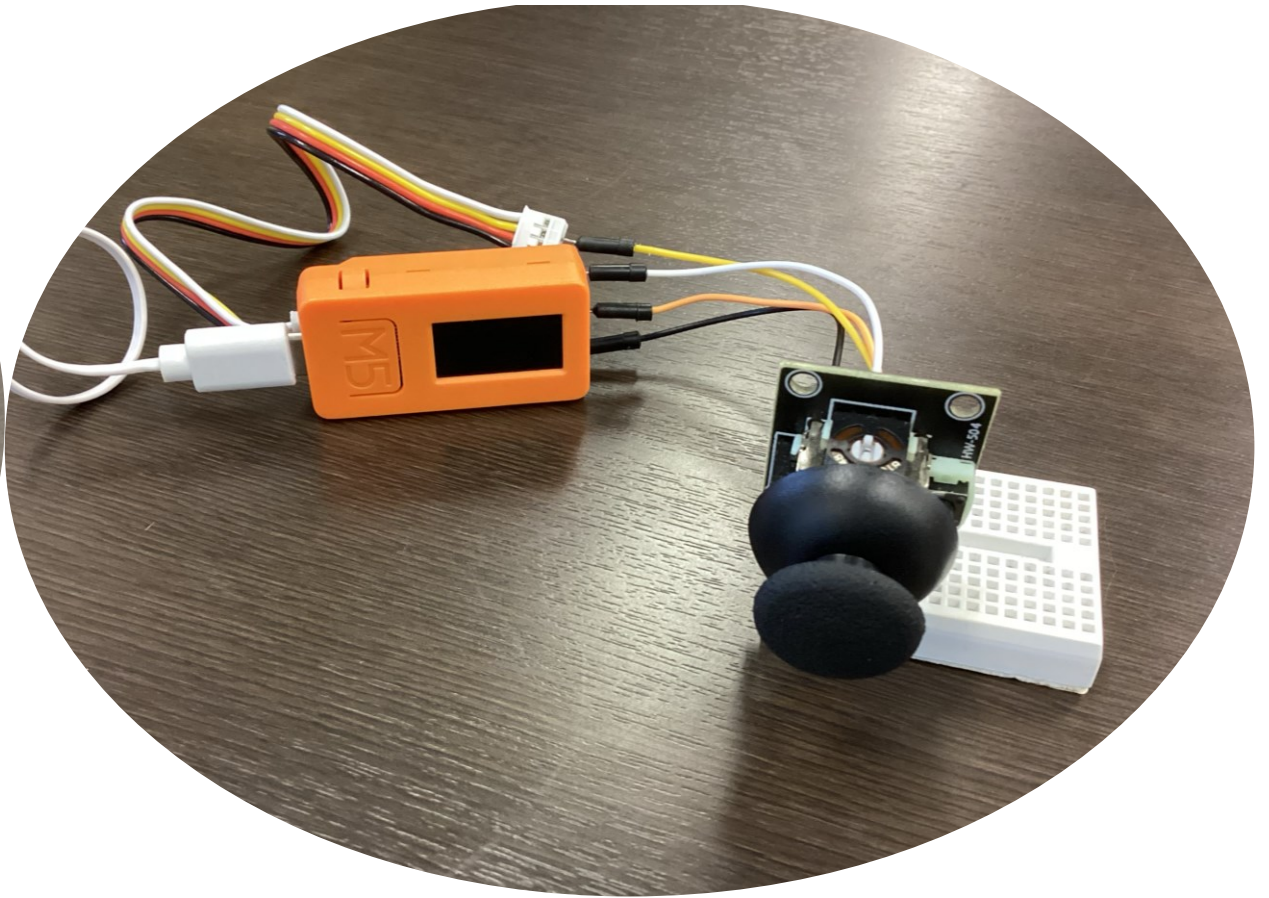
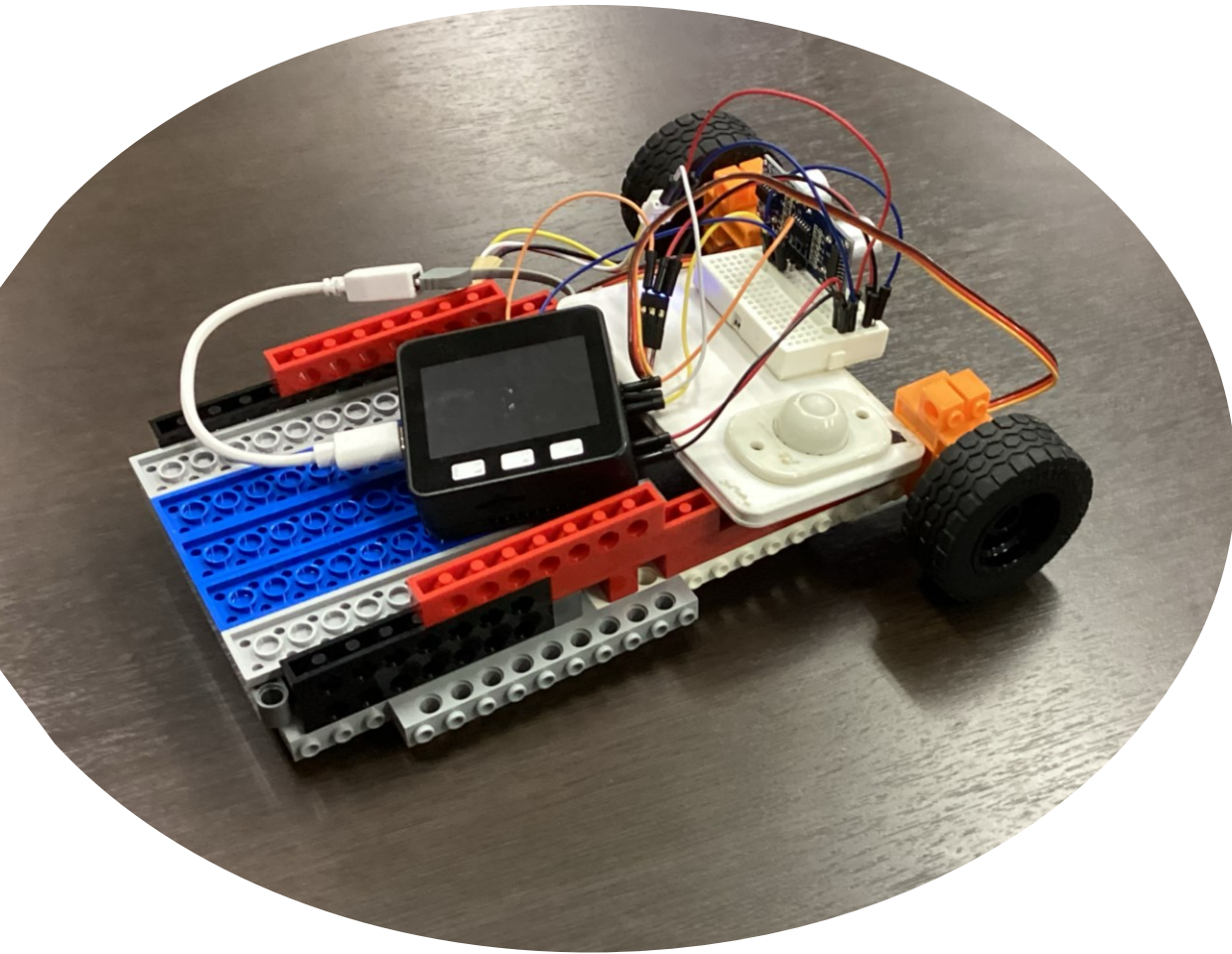
モーター

障害物センサー付きラジコン

3. 距離センサーでの モーターの制御



障害物センサー付きラジコン



終わり

天白川の生物調査

生物研究班の活動

天白川で採集・捕獲

- 記録後リリース
- • 飼育
- 天白川で捕まえた生物を標本にする
 - ホルマリン標本
 - 透明骨格標本

採集 · 捕獲

天白川下流(野並橋付近) 夕毛網・釣りで捕獲



3/28



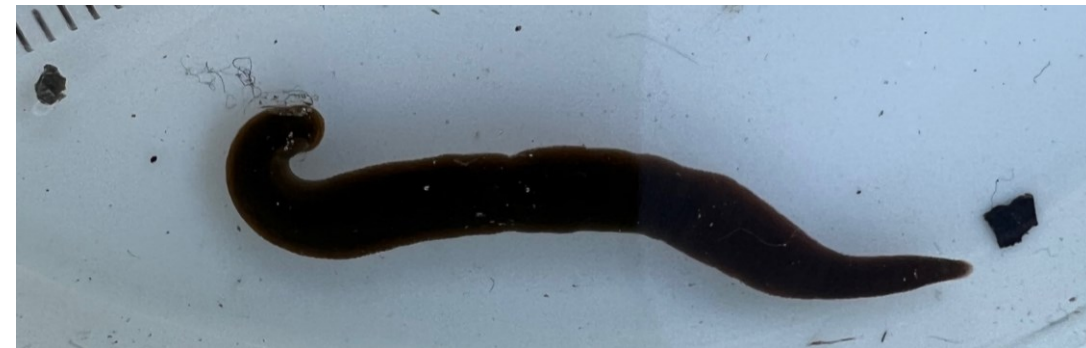
ハグロトンボ (5cmと3cm)



ミズレヌマエビ (1.5cm)

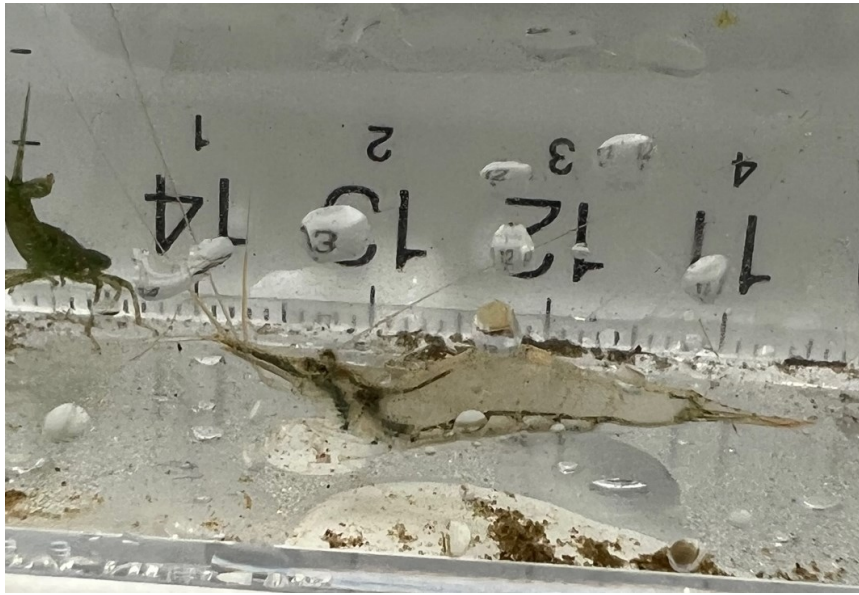


マハゼ (4cm)



イシビル (5cmくらい)

6/27



ミゾレヌマエビ
(3cm)



キイトンボ
(2cm)



ミゾレヌマエビ
(4.5cm、抱卵)



ハグロトンボ
(5cm)

7/20



マハゼ (8cm)



アオモンイトトンボ (2cm)



ミゾレヌマエビ (4cmと3cm)



7/21



クロベンケイガニ (7.5cm)

10/16



スジエビ (7cm)



ミゾレヌマエビ (4cm、抱卵)



モクズガニの抜け殻 (8cm)



シラウオ (5cm)



キイトトンボ
(3cm)



ベニイトトンボ
(3cm)



ハグロトンボ
(7cm)

11/30



スジエビ (7cm)



キイトトンボ (2cm)



ミゾレヌマエビ (3.5cm)



天白川での採集の記録

3月28日

6月27日

7月20日

7月21日

10月16日

11月30日

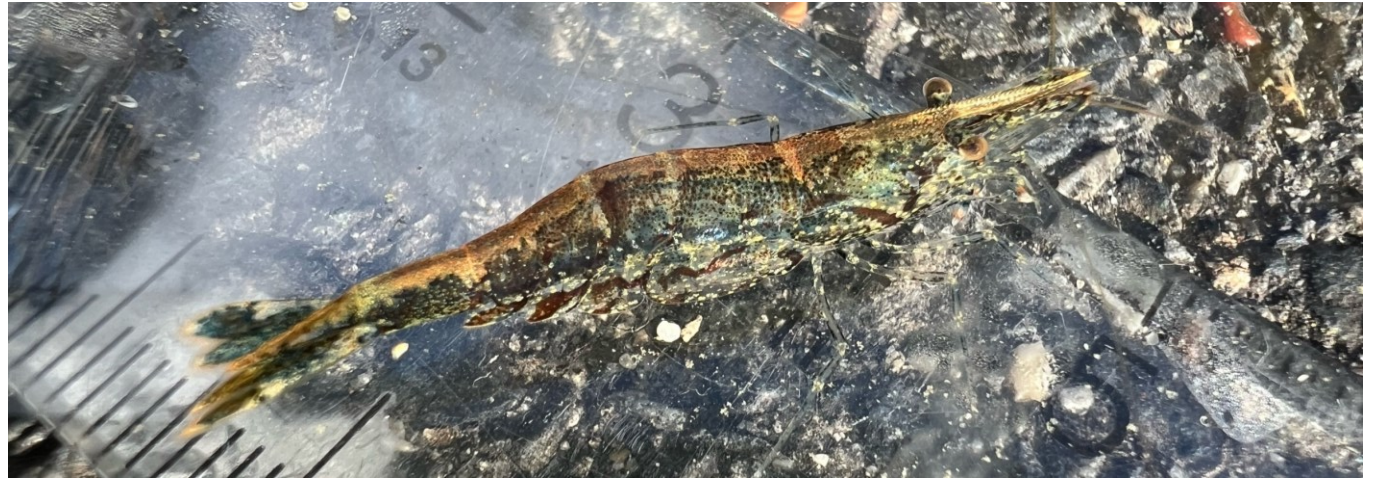
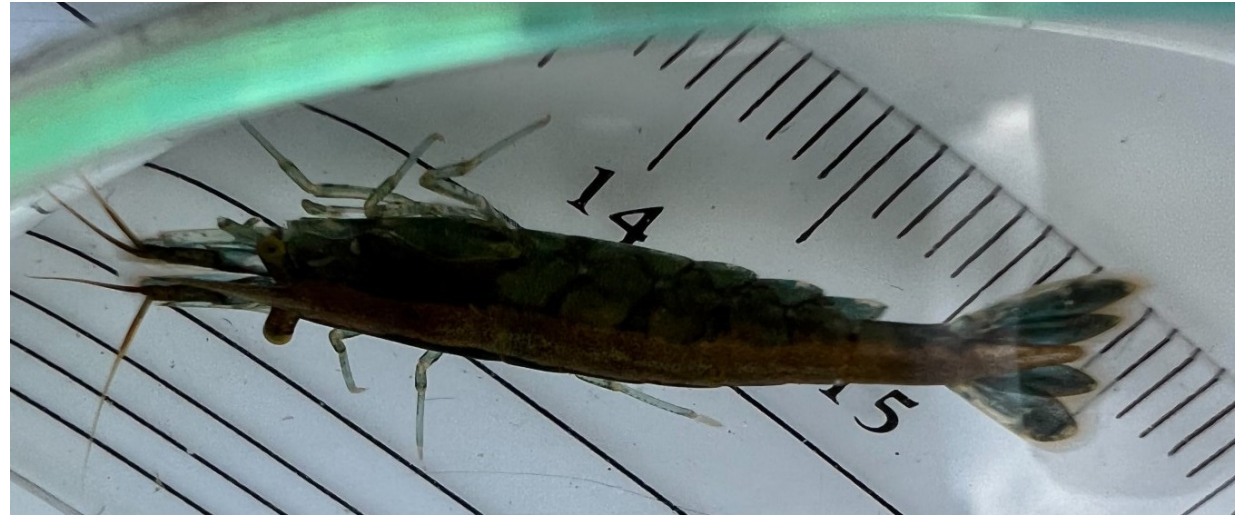
捕獲

マハゼ	小1	大1 小(3cm)大量	4			
シラウオ					幼魚1	
ミゾレヌマエビ	小1	大5(抱卵) 小6	大2 小8	1	大10 小3	中20 小50
スジエビ					2	25
ヤゴ	ハグロトンボ 2	緑1 スジトンボ2	アオモン イトトン ボ1		キイトト ンボ 2 ハグロト ンボ 2	キイトト ンボ 1
イシビル	1					
シジミ	1				1	
クロベンケイガニ		抜け殻1		1	抜け殻1	
モクズガニ					抜け殻1	

視認

マハゼの群れ	小大量 大3		1			
クロベンケイガニ	1					
コイ	1と4,5の群れ					

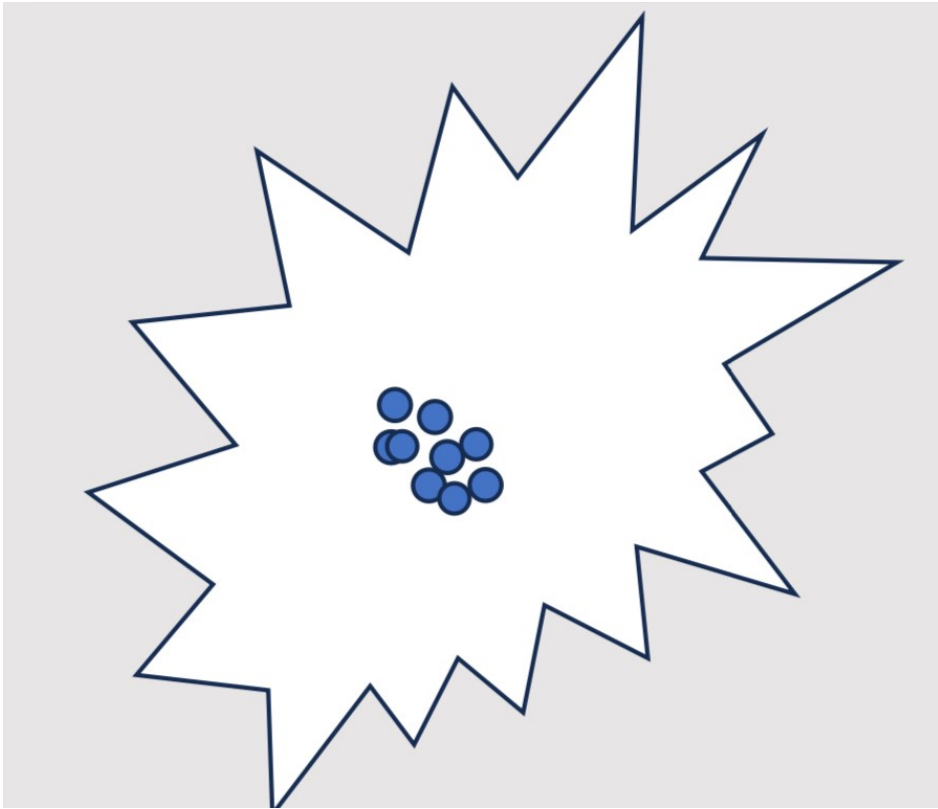
ミズレヌマエビの個体差



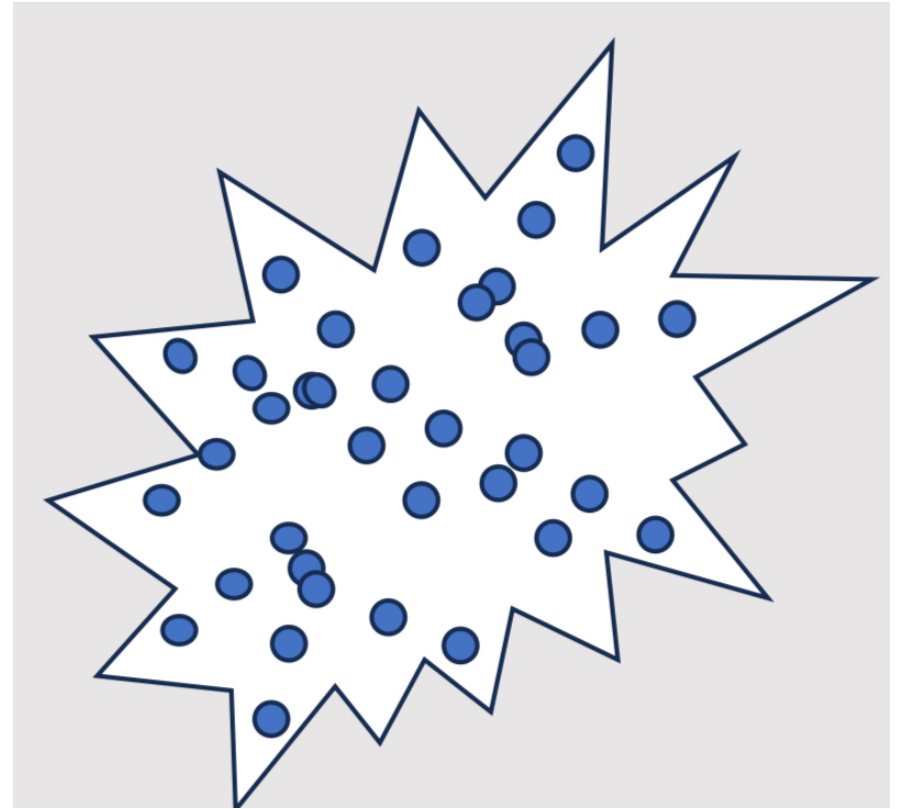
ミズレヌマエビの色素胞

- 色素胞とは

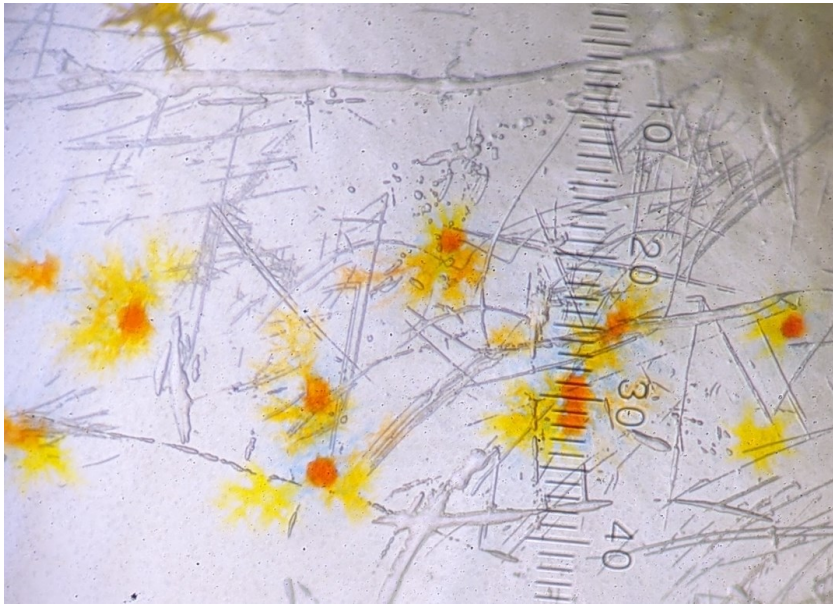
色素顆粒の集中と分散により体の明暗や体色を変化させる効果器



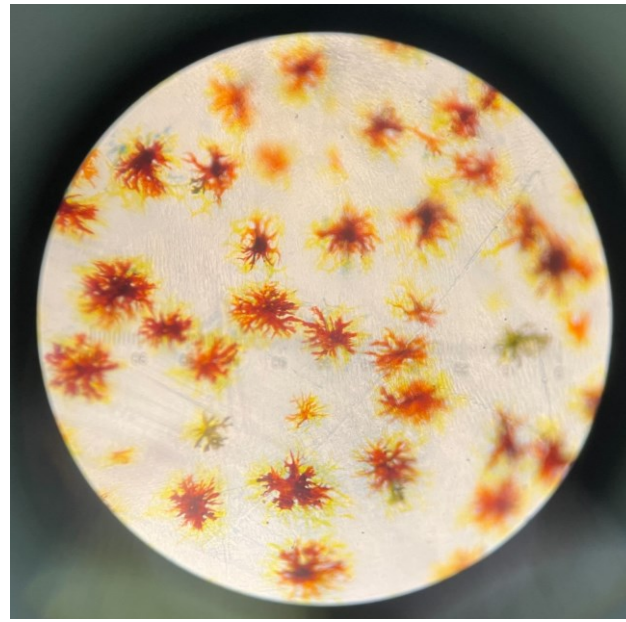
色素顆粒が集中すると明色



色素顆粒が分散すると暗色

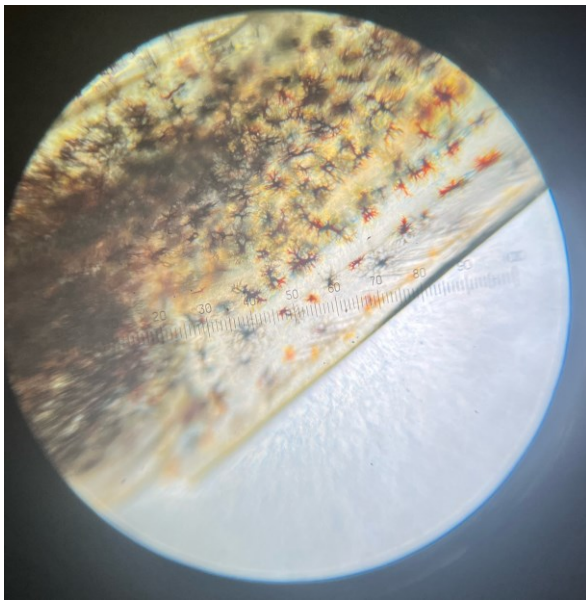


150倍

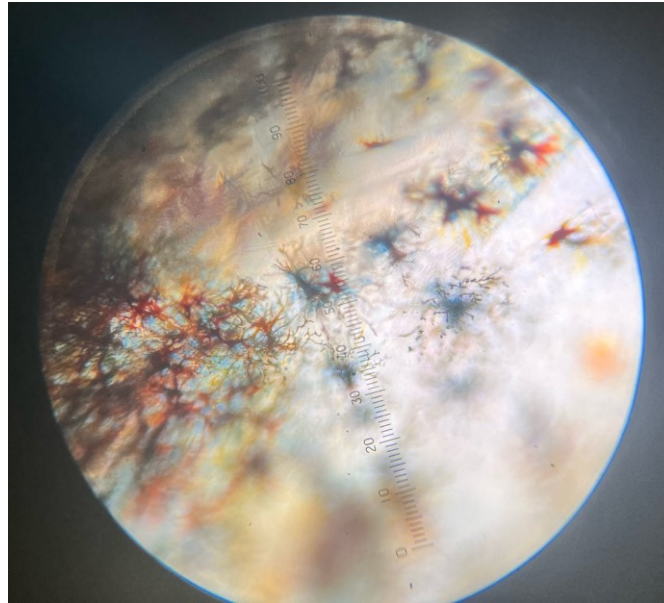


600倍

色素顆粒（赤い部分）が
左は集中している
右は分散している



脚 60倍



150倍

内側の並び方は規則性がないように見えるが、外側は規則正しく並んでいるように見える。

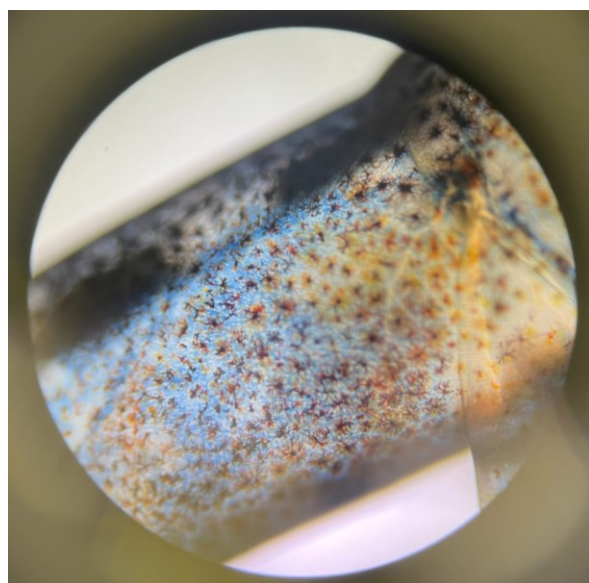


尾のあたり 150倍

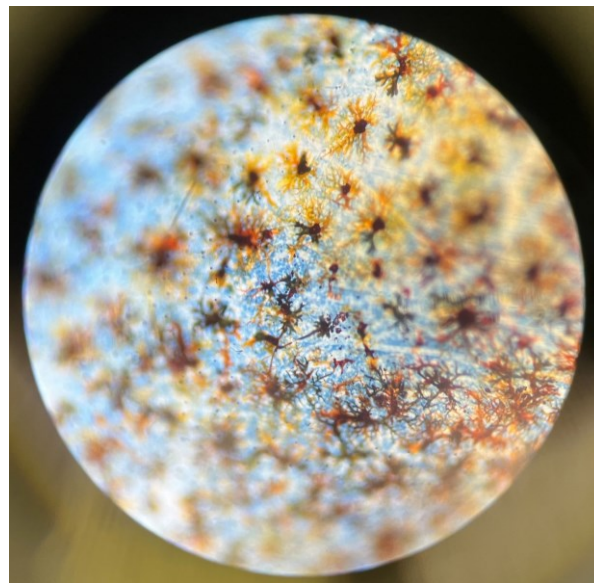


600倍

黄色の色素顆粒の集中の程度によって赤色や黒色にも見える



脚 60倍



150倍

青い色素胞が観察できる

透明骨格標本

魚の体を透明にして、骨を染色した標本

魚の骨格を生きていたままの姿で観察できる

透明骨格標本製作過程と観察

下処理

- ピンセットを使って鱗と内臓を除去
- 時間が経つと内臓が黒くなってしまうため



タンパク質固定

- ホルマリンで標本のタンパク質を固定
- 標本の体が崩れてしまうのを防ぐため

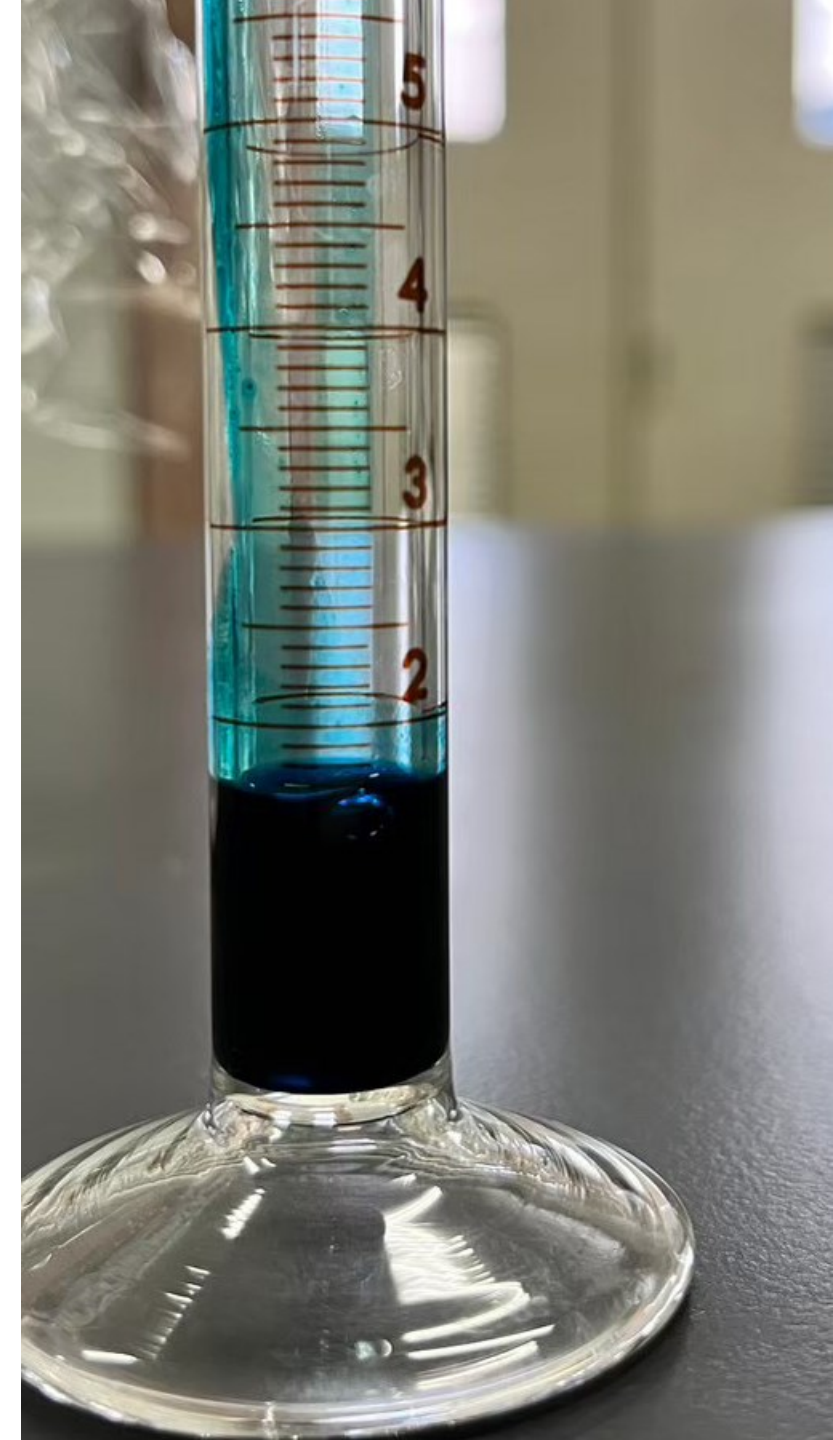
水分除去

- エタノールを使って、標本の水分を除去する。
- 標本に薬品が浸透しやすくするため。



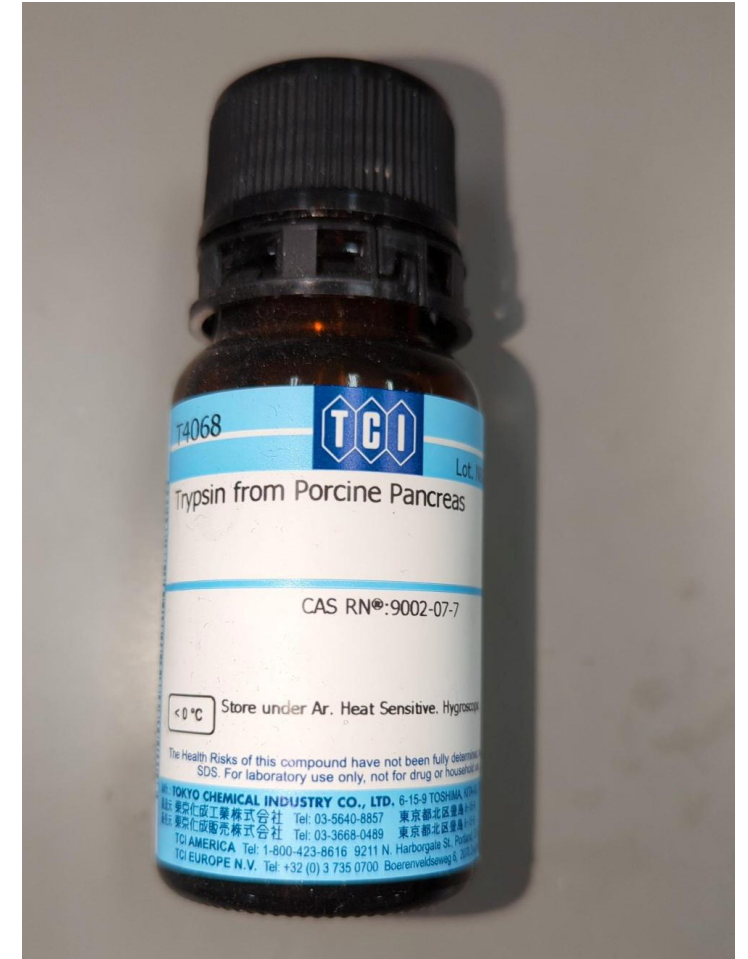
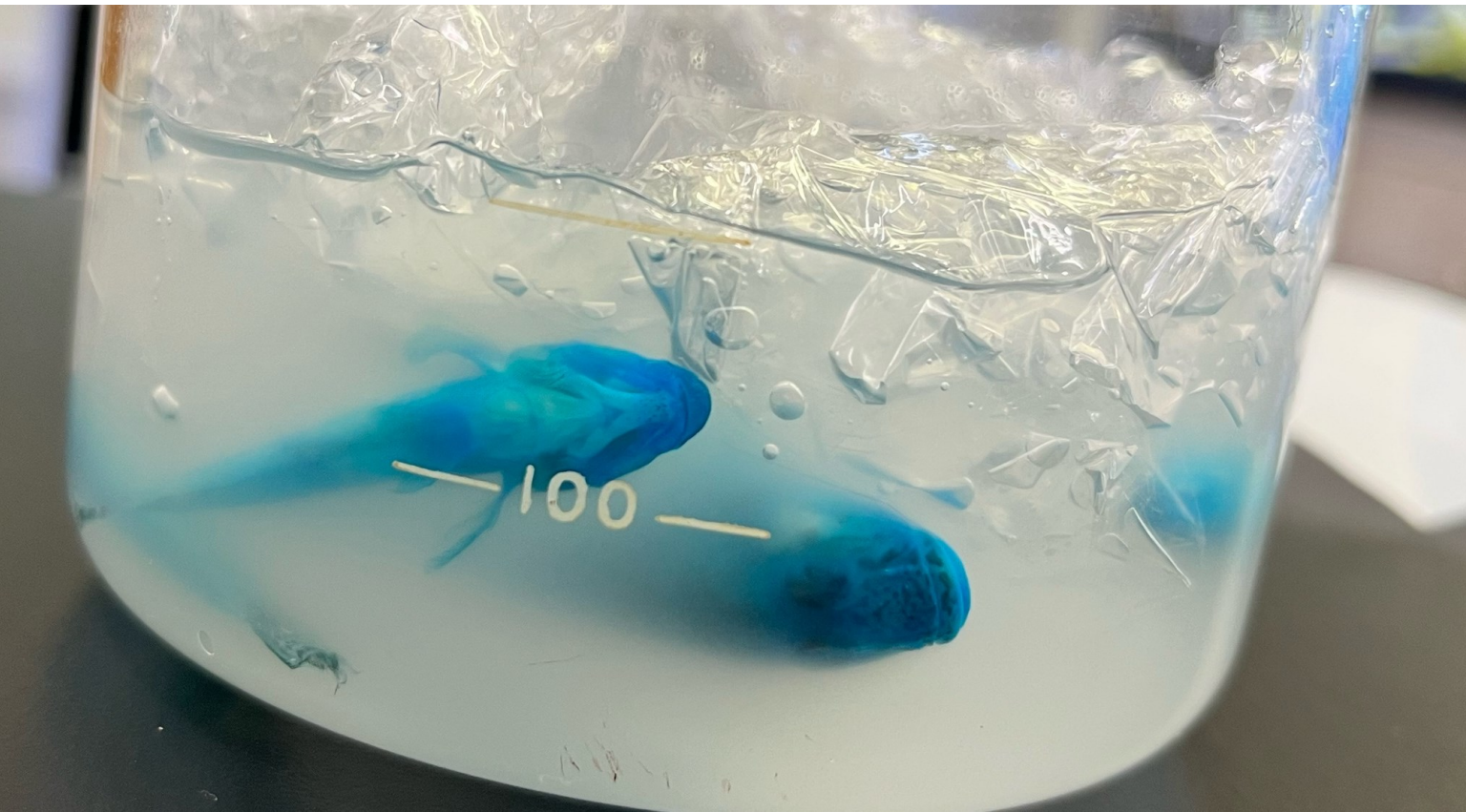
軟骨染色

- アルシアンブルーを使って軟骨を染色する。
- 染色される仕組み
アルシアンブルーは軟骨細胞が分泌する酸性ムコ多糖と結合し、軟骨を染色する



タンパク質分解（透明化①）

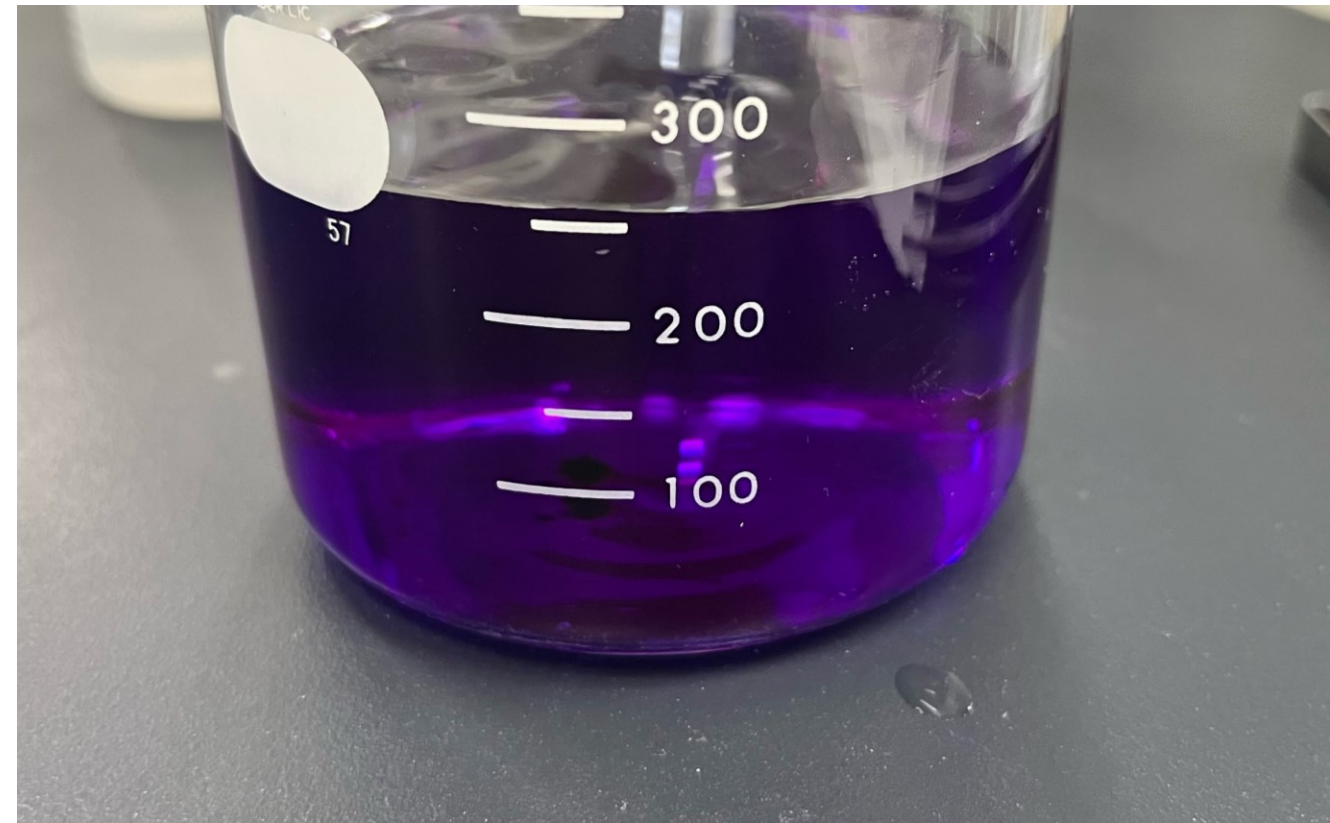
- 標本の色素タンパク質を分解
- タンパク質の形ははじめの方のタンパク質固定の工程により外形を残すことができる。
- トリプシンを使用



トリプシン
(東京化成工業株式会社製)

硬骨染色

- アリザリンレッドSを使って硬骨を染色する。
- 染色される仕組み
アリザリンレッドSは金属基に結合するので、カルシウムを分泌する硬骨を染色することができる。



アルカリ溶液処理（透明化②）

染色液から1%水酸化カリウム水溶液：グリセリン=3：1の溶液に移す。

3：1 → 1：1 → 1：3

と1%水酸化カリウムからグリセリンに置換する



瓶詰め



・水酸化カリウムのみ

・トリプシンが含まれた
パンクレアチン

・純度の高いトリプシン

タンパク質分解にかけた時間

0日間（そのまま置換）

1日間

5日間

染色

アルシアンブルー染色

アリザリンレッドS染色

二重染色



2021年

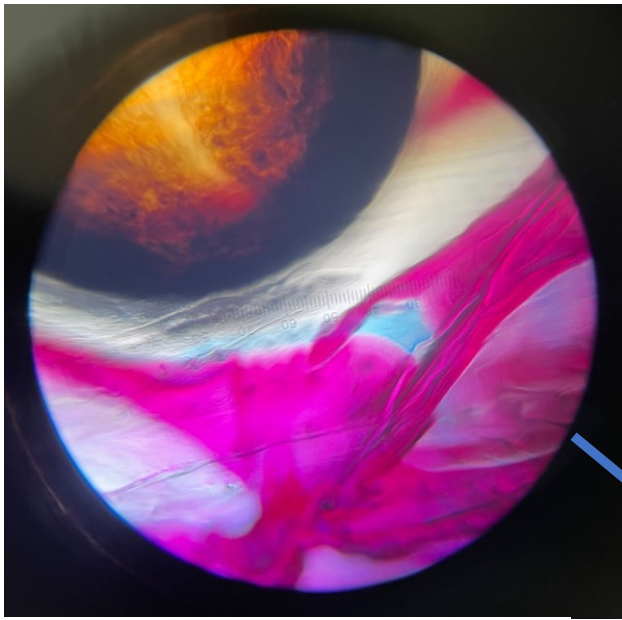


2022年



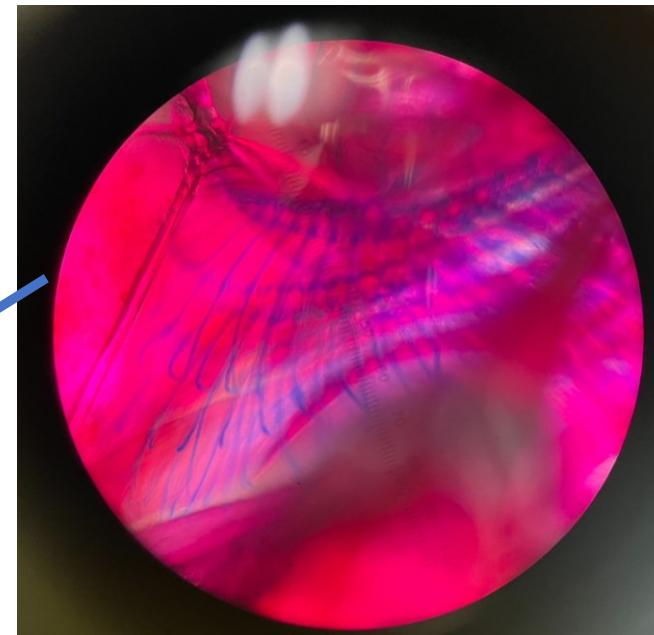
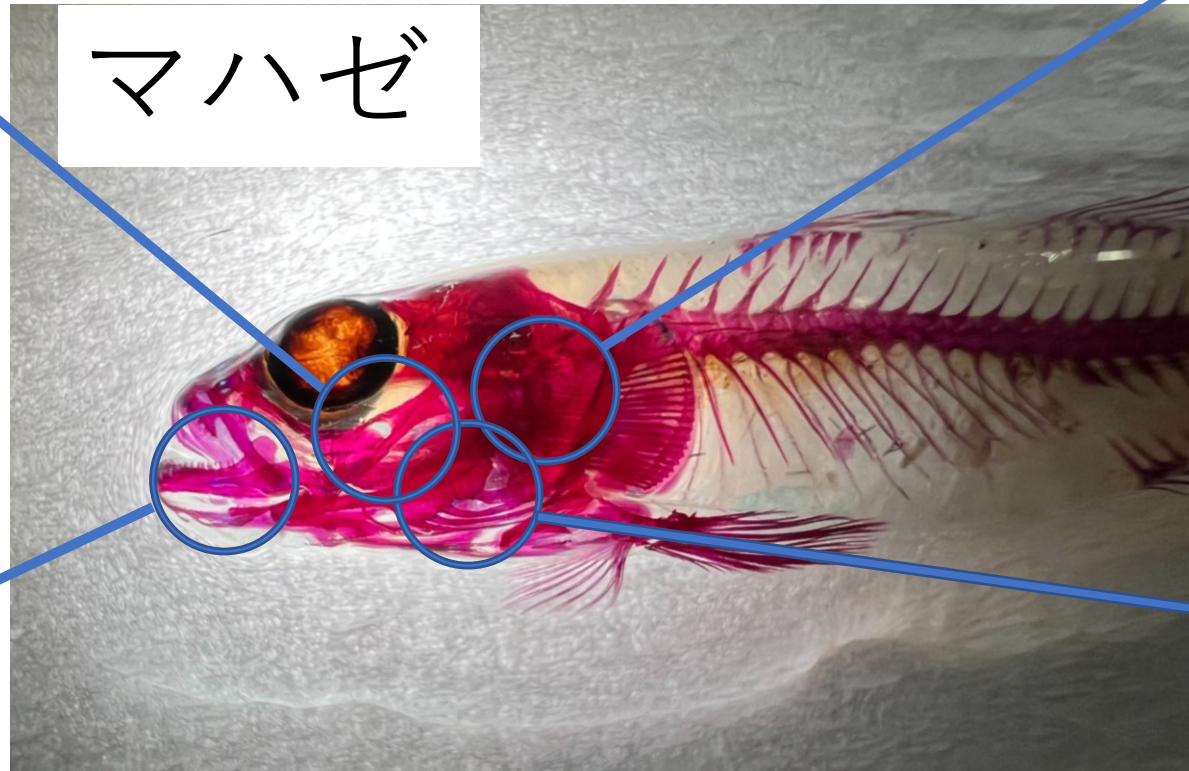
2023年

染色液で染められた部分の観察

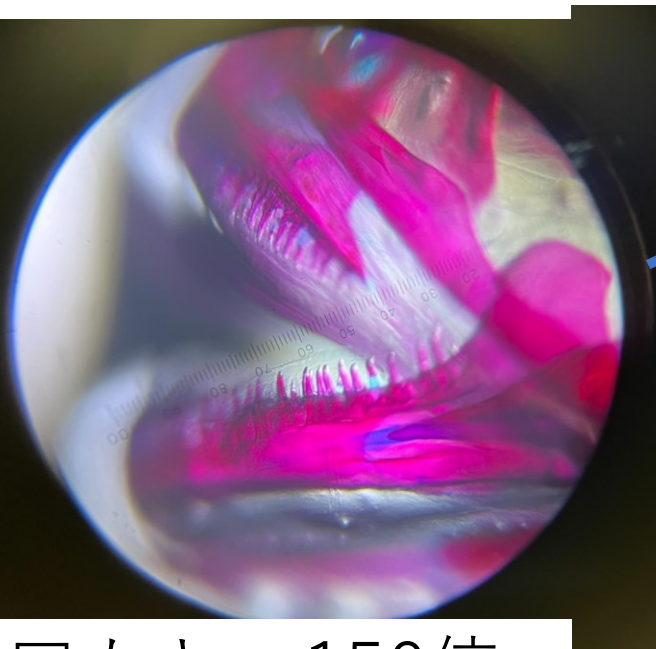


目の下 150倍

マハゼ



胸びれ 150倍



口もと 150倍

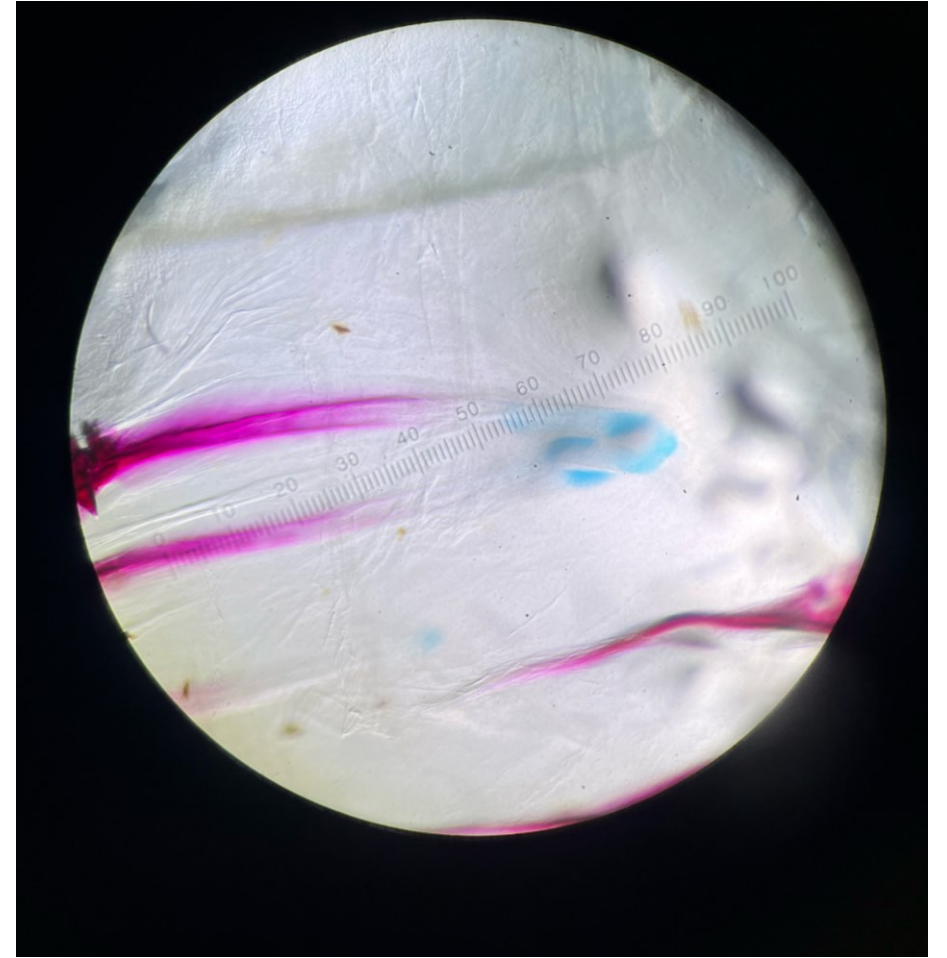


エラ 150倍

マハゼの染色後のヒレの観察



尾びれ 60倍



150倍

マハゼの染色後の頭部の解剖



参考にした文献

- アメリカザリガニの色を左右するホルモン調節の仕組みを解明!
【生物】山形県立山形中央高校 生物部
- ウィキペディア「透明骨格標本」
- ゆめいろ骨格堂「透明標本の作り方を学ぶ」
- フナコシ薬品株式会社
- 「アリザリンレッドS」・「アルシアンブルー」
- イチモンジハゼ（スズキ目：ハゼ科）の骨格系の観察 萩原清司 2009
- 魚類骨格標本を用いた理科教育の例—顎の骨の変化を観察して魚と私たちの関係を探ろう—河野博 上原望
- 軟骨魚から硬骨魚の進化 西川伸一 JT生命誌研究館

謝辞 なごや生物多様性保全活動協議会