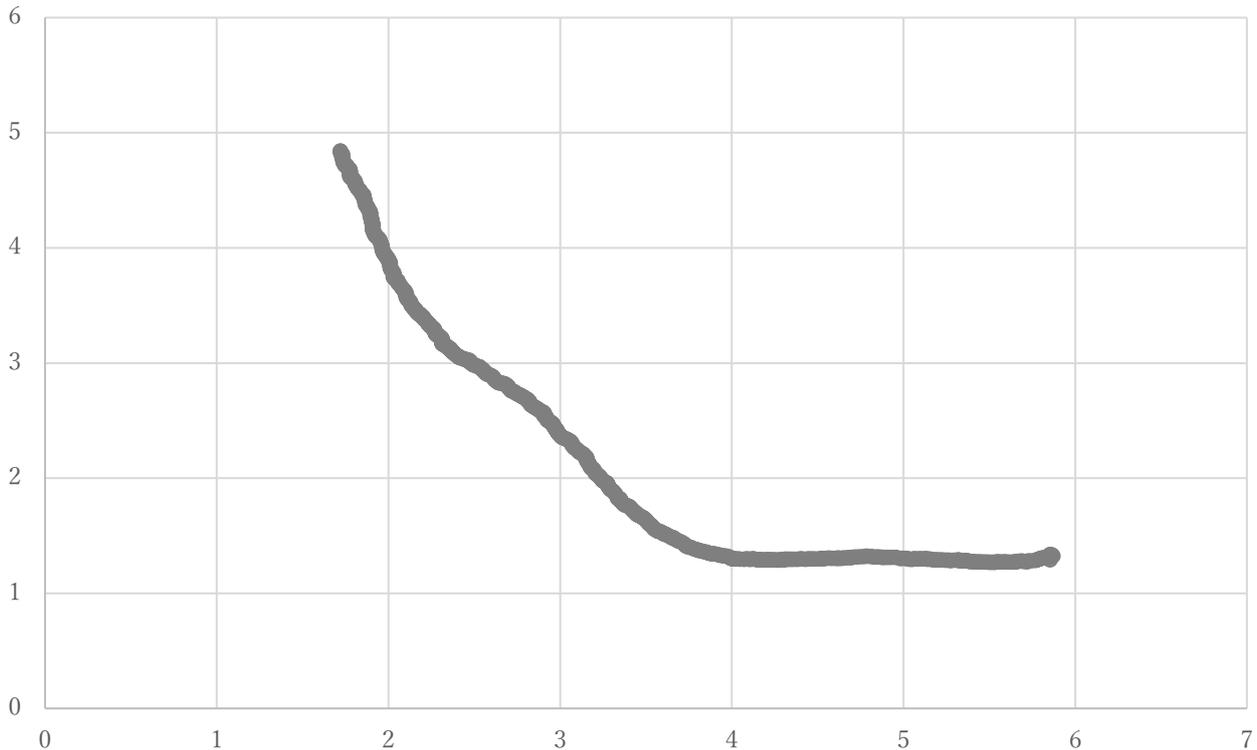


科学技術科 第3分野 (生物系)

# SS 科学技術実習

2025 年度版 (Ver 1.0)

| No | 実験テーマ名                    | 実験日 | レポート<br>提出日 | 検印 | 備考 |
|----|---------------------------|-----|-------------|----|----|
|    | ダンゴムシの行動解析<br>～画像解析ソフト入門～ |     |             |    |    |



1年

組 ( )

氏名

## ダンゴムシの行動解析～画像解析ソフト入門～

### 1 目的

ダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) の行動を観察することで得られた定性的な観測結果を、画像解析ソフトを使用し定量化することで検証する。また、画像解析ソフト (Fiji) の使用方法を習得する。

### 2 概要

ダンゴムシ (*Armadillidium vulgare*) は、陸生甲殻類に属し、特性として交替性転向反応や直進性が知られている\*1。今回の実験では、ダンゴムシを 10 cm 直進させた後、開放面に出したときに示す行動を観察し特徴を捉える。その後、動画で撮影した画像を解析し、観測結果と処理を行った結果を比較する。

### 3 使用器具

- ダンゴムシ コピー用紙 キムワイプの箱 定規 プラスチック板
- PC iPad (※iPad で画面共有を行いながら PC 操作を行うため要充電)
- PC ログイン用 ID (※要授業前確認)

### 4 授業展開 (3 時間連続講義)

| 時程   | 生徒                  | 教員      |
|------|---------------------|---------|
| 15 分 | PC ログイン・Fiji ダウンロード | 実験概要説明  |
| 30 分 | 動画撮影                | 実験指導    |
| 45 分 | 画像解析ソフトの使用法演習       | ソフト操作説明 |
| 45 分 | 画像解析実践              | 巡回指導    |

※授業間に 10 分間の休憩あり

\*1岩田清二、渡辺宗孝「ダンゴムシにおける交替性転向反応(2) 直進性と転向性」『動物心理学年報』第 7 巻、日本動物心理学会、1957 年、53-56 頁、ISSN 0003-5130

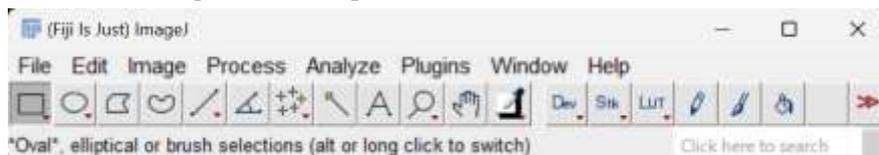
## 5 実験方法 (@バイオ化学室)

班編成 1班4人 2人1組×2組 (状況に応じて4人1組×1組)

1. ダンゴムシをコピー用紙に乗せる。
2. ダンゴムシの直径を定規で測定する。※結果1記入
3. ダンゴムシの動きを観察する。
4. プラスチック板を用意し、ダンゴムシの体幅の長さに揃えた後、ダンゴムシの両端に置く。
5. ダンゴムシを10 cm直進させた後、開放面に出したときの動きを観察する。※結果2記入
6. キムワイプの上に iPad (スマートフォンも可) を設置する。
7. ダンゴムシが開放面に出る直前から動画撮影を開始する。(撮影はペアで1名)
8. 画面からダンゴムシが消えたら撮影を終了する。
9. 2組 (状況に応じて1組) とも撮影が終わり次第、ダンゴムシを回収する。
10. 撮影した動画を Teams のチャットにアップロードする。  
その際、学年組番号を4桁で記載する。(例: 2年2組1番⇒2201)

## 6 実験方法 (@PC室)

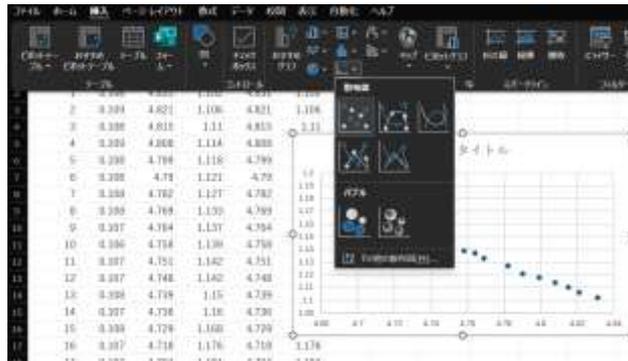
- 1. PC を起動しログイン。
- 2. Teams のチャットのリンクから Fiji (ImageJ の拡張版) をダウンロードする。  
Windows 64-bit imagej.net(USA)を選択する。  
※リンクが不明な場合は、「Fiji ダウンロード」で検索する。  
⚡ FFMPEG をプラグインする方法
  1. ImageJ Updater を開く (Help > Update...)
  2. Manage update sites を選択
  3. FFMPEG にチェックを入れて Close
  4. ImageJ Updater に FFMPEG 関連のアップデートが表示されるので Apply changes
  5. インストールが終わったら Fiji を再起動
- 3. 撮影した MP4 を TIFF 変換した TIFF 画像をダウンロードする。  
メニューの「File」>「Import」>「TIFF Virtual Stack」を選択し、TIFF 画像を選択する。  
※教員が MP4→TIFF 変換し共有する。  
※PC室が使用できる場合、PC室のパソコンで共有する。  
※PC室のPCでは plugin 機能が使用できないため、MP4→TIFF 変換ができない。
- 4. Crop (目的: データ範囲の指定)  
メニューの長方形アイコンを選択し、使用する画像の範囲を指定する。  
メニューの「Image」>「Crop」を選択する。



- ※このとき、余計な範囲を選択せず、できる限り範囲を狭める。
- ※今回の場合であれば、ダンゴムシが移動していない範囲は選択しない。
- ※画像撮影の段階で余計な範囲が含まれていなければ Crop は必要ない。

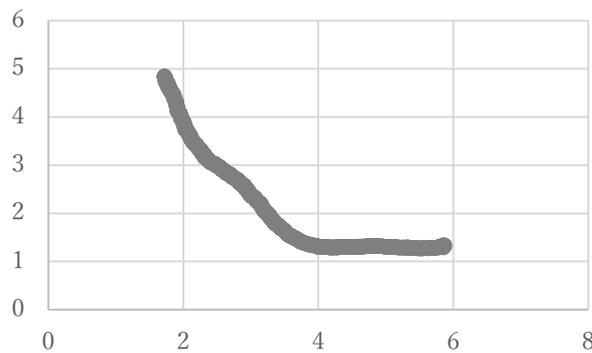
- 5. グレースケール変換 (目的: データの軽量化・処理の高速化・白黒に変換)  
メニューの「Image」 > 「Type」 > 「8-bit」を選択し、グレースケールにする。
- 6. セットスケール (目的: 実際の長さの設定)  
メニューの直線アイコンを選択し、画像内で長さがわかっている部分に沿って線を引く。  
メニューの「Analyze」 > 「Set Scale...」を選択する。
- 7. スケール情報の入力  
結果 1 に記載したダンゴムシの直径の値を入力する。  
Distance in Pixels: 先ほど引いた直線の長さがピクセル単位で表示される。  
Known Distance: 実際の距離を入力する。  
例: 測定した長さが  $100\mu\text{m}$  ⇒ 「100」を入力する。  
Unit of Length: 実際の長さの単位を入力する。例: 「 $\mu\text{m}$ 」 「mm」
- 8. しきい値の設定 (目的: 2 値化)  
メニューの「Image」 > 「Adjust」 > 「Threshold」を選択する。  
「Default」と「Red」であることを確認し、全てのチェックを外す。  
スライダーを動かして、ダンゴムシの輪郭だけがはっきりと抽出されるように調整する。  
「赤 = ダンゴムシ、白 = 背景」になるように設定する。  
設定完了後「Apply」を選択する。  
※全てのチェックを外さない場合、全ての TIFF 画像に指定した範囲での 2 値化ができない。
- 9. Convert Stack to Binary (Binary: 2 つの値の)  
Method: Default  
Background: Light  
全てのチェックを外す。  
※「Black Background」にチェックを入れると白と黒が反転する。  
設定完了後「OK」を選択する。
- 10. Set Measurements  
Analyze > Set Measurements  
「Area」  
「Centroid」にチェックを入れる。  
※2 値化をする場合「Centroid」と「Center of mass」は同じ結果を出力する。  
※「Centroid」を選択しないと、座標が出力されない。
- 11. Analyze Particles (目的: 2 値化した画像の重心・面積の測定)  
Size: 0.01-infinity  
Show: Nothing  
Size を調整することで、認識する黒い画像の面積範囲を調整することができる。  
「Display results」「Exclude on Edges」「Clear results」「include holes」にチェックを入れる。  
「Display results」…測定したデータを出力。  
「Exclude on Edges」…指定した範囲の縁に存在する黒い点を認識しない。  
「include holes」…指定した画像の内部に含まれる白い点も黒い点としてみなす。  
※微少な点が認識される場合は、Size のサイズをダンゴムシの面積以下の値で指定する。
- 12. 座標が出力されたファイルを CSV 形式で保存する。

- 13. 保存したファイルを CSV で開く。
- 14. 全範囲の XM.YM を選択し、ダンゴムシの移動点の軌跡を作成する。  
タスクバーの「挿入」>「散布図」を選択する。



※今回は「散布図」を選択しているが、このグラフの名称は散布図ではない。今回の実習では、「移動点の軌跡」とした。

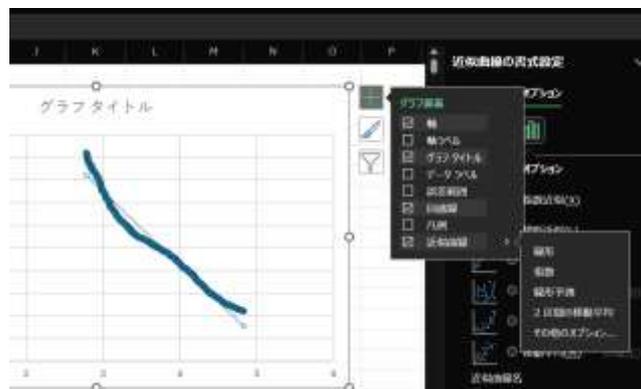
- 15. 関数でフィッティングする。  
グラフの形状と Tiff 画像の番号から、ダンゴムシが通路を出たタイミングを推測する。  
下のグラフであれば、横軸の 3.8 前後でダンゴムシが通路に出たと推測できる。



直線的に進んでいる箇所のデータを削除し、ダンゴムシが開放系で動いているときの、移動点の軌跡のみを表示させる。

近似曲線から適切なものを選択し、数式と  $R^2$  値を表示させる。※結果 3 記入  
様々な近似曲線をあてはめ、最も  $R^2$  値が 1 に近い近似曲線を採用する。

グラフ横の「+」>「近似曲線」>「その他のオプション」



- 16. ダンゴムシの移動点の軌跡を作成した CSV ファイルを提出する。

## ◆TIFF ファイルの特徴

- 高画質で、正確な色再現や詳細な画像編集に適している。
- 可逆圧縮方式のため、画質が劣化しない。
- レイヤーなどの画像情報やデータを追加でタグ付けできる。
- Adobe Photoshop などの画像編集ソフトウェアとも互換性がある。
- 世界共通のファイル形式で、Windows、Linux、macOS などの主要な OS に対応している。

## ◆関数フィッティング

関数のフィッティング (Function Fitting) とは、与えられたデータに最もよく当てはまる数式 (関数) を求めること。統計や機械学習、物理・化学の実験データ解析などで広く使われる。

フィッティングの目的

- データの関係性を数式で表す (例: 実験結果を数式化)
- 未知の値を予測する (例: 測定できなかった点を補間・外挿)
- データのノイズを除去する (例: 誤差の影響を減らす)

## ◆R<sup>2</sup>値

R<sup>2</sup>値 (決定係数、Coefficient of Determination) とは、統計学やデータ分析で使われる指標のひとつで、回帰モデルがどれくらいデータをうまく説明しているかを示す。モデルがデータの変動をどれくらい捉えているかを示す指標である。

R<sup>2</sup>値の意味

R<sup>2</sup>値の範囲: 0 から 1 までの値をとる。

- 1 に近いほど、モデルがデータをよく説明していることを意味する。
- 0 に近いほど、モデルがデータをうまく説明できていないことを意味する。

## ◆2 値化

画像処理における 2 値化 (二値化、バイナリゼーション) は、画像を 2 つの値に変換するプロセスである。具体的には、ピクセルの値を 0 か 1 (または黒か白) にすることを意味する。

2 値化の主な理由

1. 簡素化と効率化:
  - 画像のデータ量を大幅に削減します。これにより、後続の処理がより迅速かつ効率的に行える。
  - 特徴抽出や形状認識が容易になるため、解析が単純化する。
2. 輪郭検出:
  - 2 値化は画像内のオブジェクトのエッジ (境界) を強調するのに役立つ。エッジ検出アルゴリズムと組み合わせて、特定の形状やパターンを見つけやすくする。
3. 物体認識:
  - 画像内の特定の物体を認識するために、背景と対象物を明確に分ける必要がある場合に有用。たとえば、手書き文字認識やバーコードスキャンなどで使用される。

## 7 結果1

ダンゴムシの直径： \_\_\_\_\_ cm ※小数1桁まで記入する。

## 8 結果2

ダンゴムシの開放面での動きで気づいたことを記載しなさい。(定量的な測定)

---

---

ダンゴムシが開放面で直進しない場合、どのような軌跡を描くか記載しなさい。(定量的な測定)

例：2次関数の様な軌跡で徐々に曲がり続ける

---

---

## 9 結果3

フィッティングした関数の数式

---

フィッティングした関数の  $R^2$

---

## 10 考察

1. ダンゴムシの移動距離を求めよ。そのときに使用した考え方も記載せよ。

ダンゴムシの移動距離： \_\_\_\_\_ cm

---

---

※フィッティングした関数の数式にダンゴムシの直径を代入する誤答が多い。この計算により何が求められるのでしょうか。関数の横軸縦軸の単位を見直しましょう。

2. 実験で使用したダンゴムシの面積を求めよ。そのときに使用した考え方も記載せよ。

ダンゴムシの面積： \_\_\_\_\_ cm<sup>2</sup>

---

---

3. 今回の実習で学習した「Fiji」を用いて研究したいことを考え記載せよ。

---

---

4. 今回の実習でダンゴムシを題材にしたことで、画像解析をするうえでどのような良い点があったのかを考え記載せよ。

---

---

5. 実習で画像解析に取り組んだ感想を記載せよ。

---

---