

振動刺激による アリの行動変化の映像解析

明治大学・西森研究室と共同研究

川嶋研究室

JB20S079 ホアンバフン

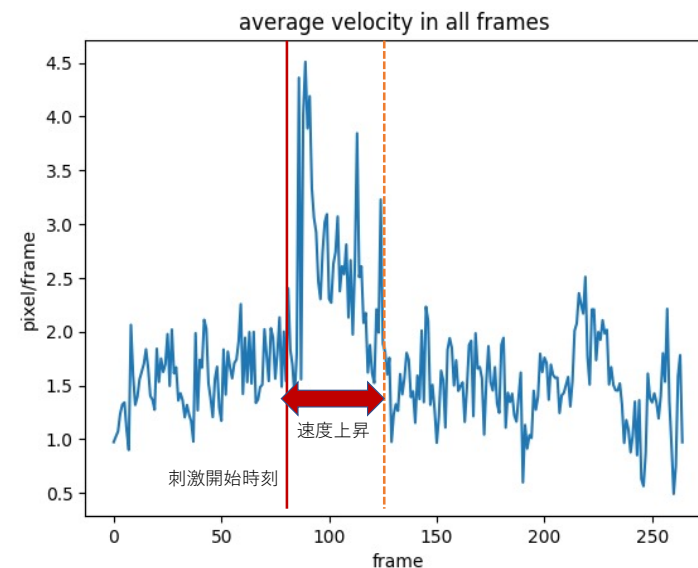
研究背景・目的

- ・アリという生物は様々な環境条件で生息して外部からの刺激に対して適応力が求められる。
- ・その時のアリの詳細行動を実際データに基づく研究が十分されていない
- ・近年生物の移動をリアルタイムで把握する技術が発達する。



-アリ行動変化解析-

アリは振動刺激に対してどのような反応するか、
行動パターンにどのように変化が生じるか
実データで明らかにする



関連研究

少数の働きアリによる行動解析とモデル化[1]

- ・ 障害物がない閉空間に少数の働きア리를放ち, 行動を観察計測し, アリのコロニーでの情報交換を推定する。

アリの行動観察とその統計解析[2]

- ・ **RFID** (Radio Frequency Identification)を用いてア리를長時間観察し, アリコロニーの活発を解析し, 個体の総活発回数を算出する。

➡ **実験を用いてアリの行動を観察する方法が有効**

➡ **軌跡データを取得し, 解析することが可能**

[1] 結城麻衣, 菅原研, 林叔克. 少数の働きアリによる行動解析とモデル化. 計測自動制御学会東北支部 第247 研究集会, 2008.

[2] 白石允梓. アリの行動観察とその統計解析. 物性研究電子版Vol.8, No.1, 2020.

アプローチ

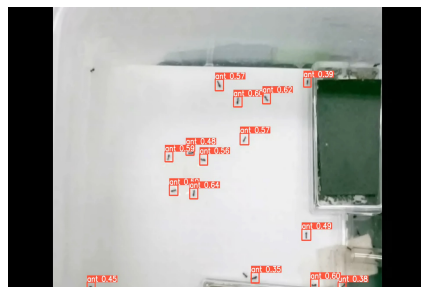
-アリ行動変化解析-

Yolov5+StrongSORT

振動刺激を与える実験



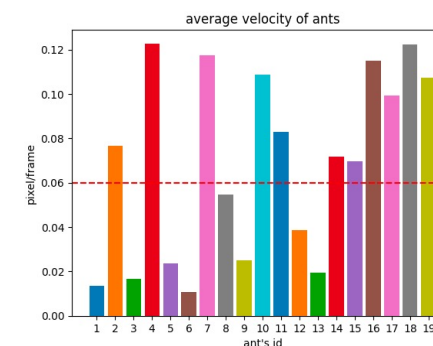
実験動画のトラッキング



アリの軌跡
データ前処理

frame		id	x	y	h	w	x_center	y_center
0	3	1	832	693	37	41	434.5	367.0
1	3	2	1166	328	35	42	600.5	185.0
2	3	3	1385	1041	39	38	712.0	539.5
3	3	4	1037	338	36	41	536.5	189.5
4	3	5	738	680	40	42	389.0	361.0
5	3	6	719	553	35	37	377.0	295.0
6	3	7	944	268	39	45	491.5	156.5
7	3	8	1068	474	38	44	553.0	259.0
8	3	9	877	561	37	43	457.0	302.0
9	3	10	1343	870	37	40	690.0	455.0

アリの行動変化の映像解析



振動刺激実験

- ・ **目的**：外部から振動を起こすことにより刺激を与え, 録画し解析データとして保存する。
- ・ 行動することの多いトビイロケアリを用いて実験する（以降ではアリ）
- ・ **方法**：餌（蜂蜜）を塗ってアリがその餌の場所に集まってきたら刺激を与える

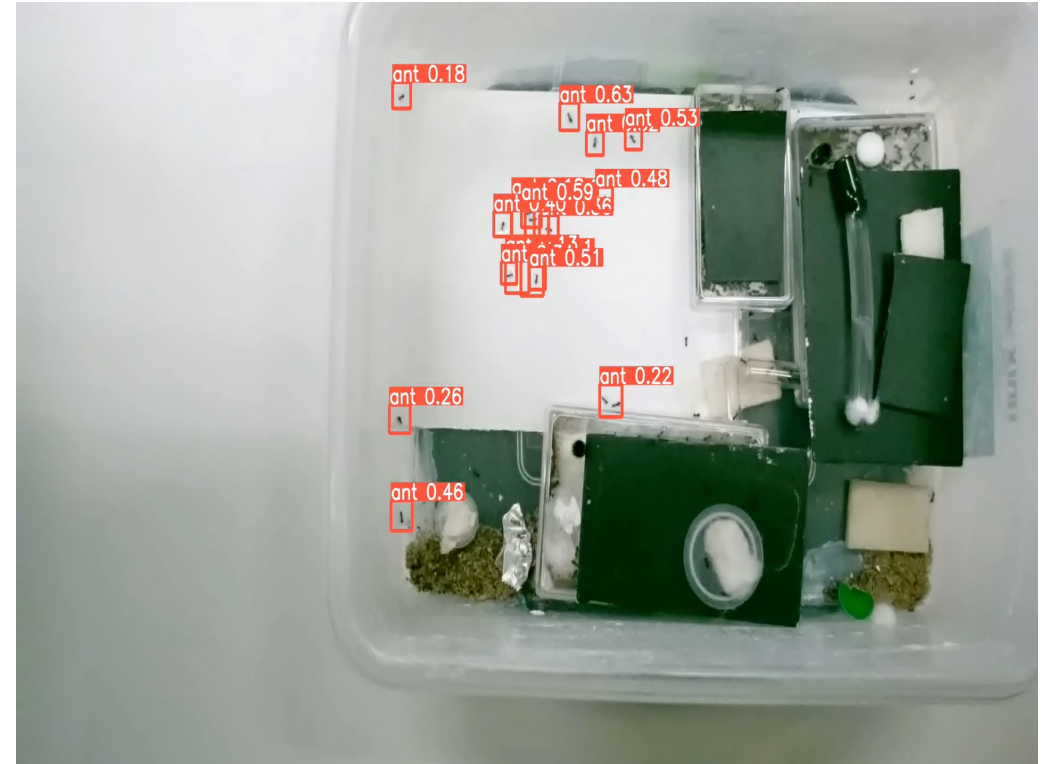


明治大学の研究室内での実験動画

追跡手法①・物体検出アルゴリズム

物体検出アルゴリズム：YOLOv5 (You Only Look Once)

- ・ 物体位置情報を示すバウンディングボックス（bbox）を出力する
- ・ 特徴： 処理速度が非常に速い、リアルタイムに物体検出を行うことも可能
- ・ 学習のデータセット：ラベルつけたアリの画像231枚
→ 学習用画像183枚と検証用画像48枚へ分割



検出結果

追跡手法②・追跡アルゴリズム

代表的追跡手法はSORT (Simple Online and Realtime Tracking)

- ・フレーム間で関連づけていく(物体IDを振る)

さらに, 精度を向上する **StrongSORT** を本研究で用いる



追跡動画

	frame	id	x	y	h	w	x_center	y_center
0	3	1	832	693	37	41	434.5	367.0
1	3	2	1166	328	35	42	600.5	185.0
2	3	3	1385	1041	39	38	712.0	539.5
3	3	4	1037	338	36	41	536.5	189.5
4	3	5	738	680	40	42	389.0	361.0
5	3	6	719	553	35	37	377.0	295.0
6	3	7	944	268	39	45	491.5	156.5
7	3	8	1068	474	38	44	553.0	259.0
8	3	9	877	561	37	43	457.0	302.0
9	3	10	1343	870	37	40	690.0	455.0

➡ 信用性が低いデータを削除

軌跡データ

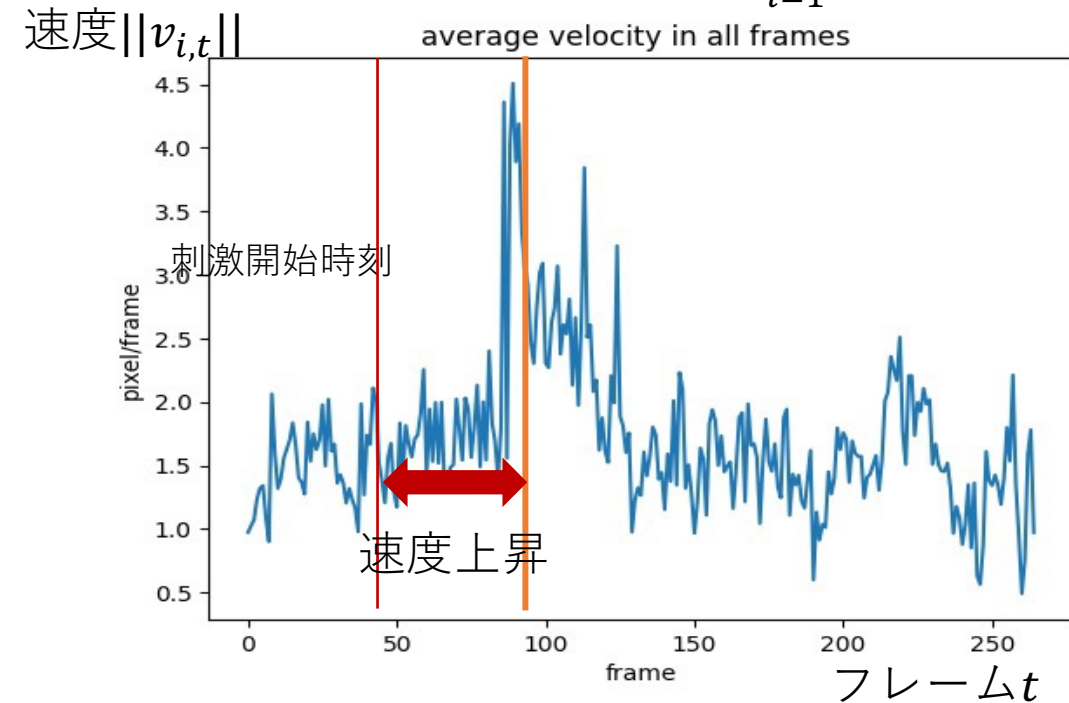
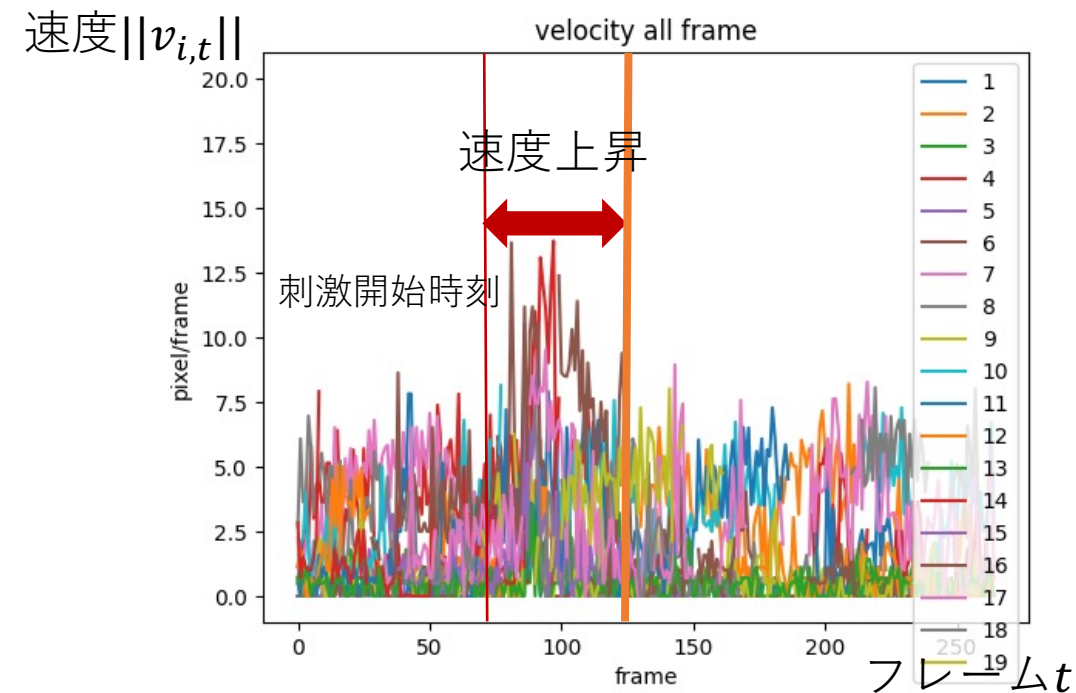
軌跡データを用いて行動解析

個体: i , フレーム: t

- 各個体の速度の大きさ $\|v_{i,t}\|$ の時間変化

- フレーム t に存在するアリの平均速度の時間変化

$$AvgSpeed_t = \frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} \|v_{i,t}\|$$



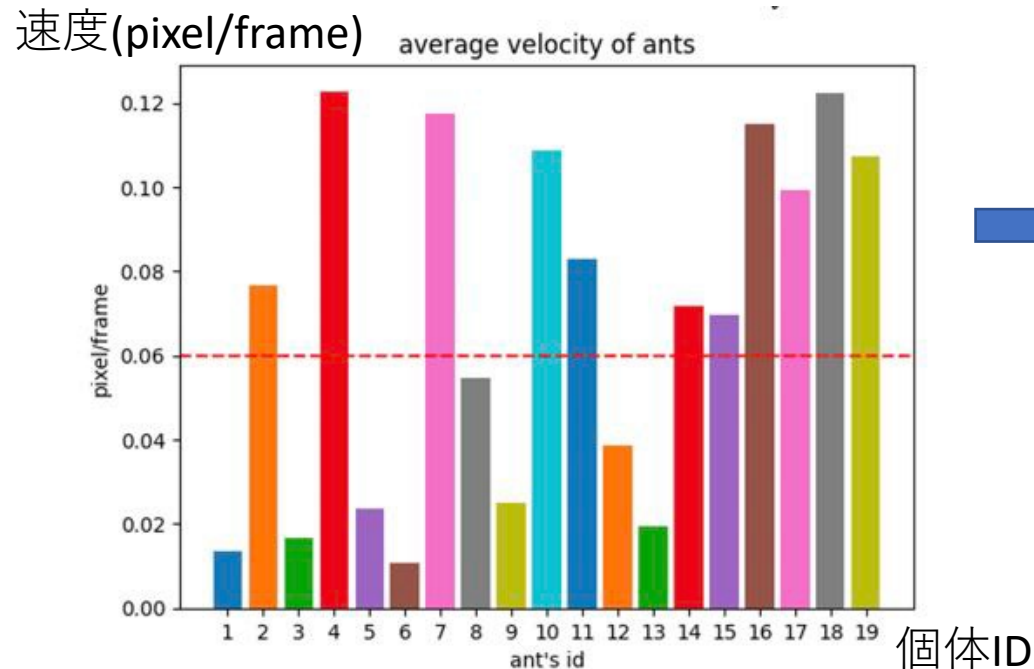
一番速度が速い時刻は刺激を与えた直後で、その後次第に下がっていき、最終的に刺激を与える前とほぼ同じ速度となる。

軌跡データを用いて行動解析

個体平均速度

個体*i*の出現フレームの速度の平均を算出する

$$AvgSpeed_i = \frac{1}{|T_i|} \sum_{t \in T_i} \|v_{i,t}\|$$

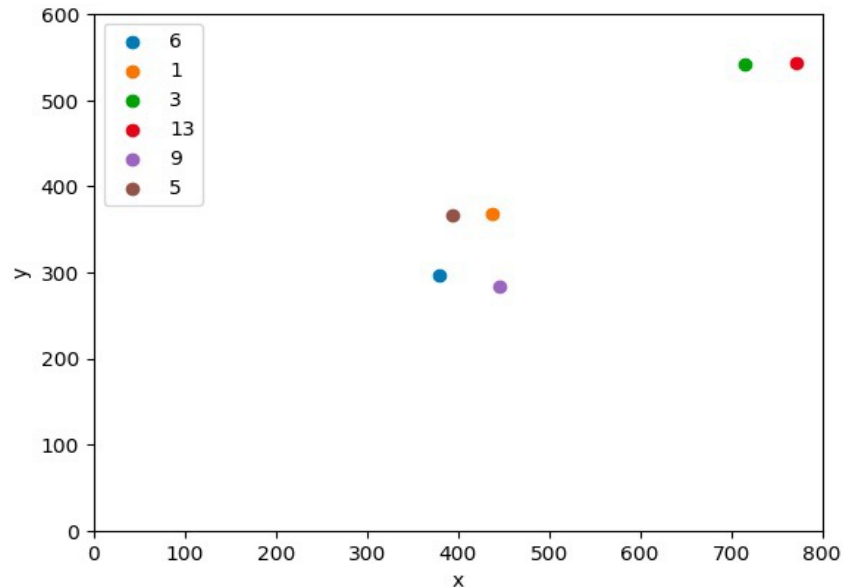


「動かない」と「よく動く」のグループが
分けられる。
→それぞれの詳細行動を調べる

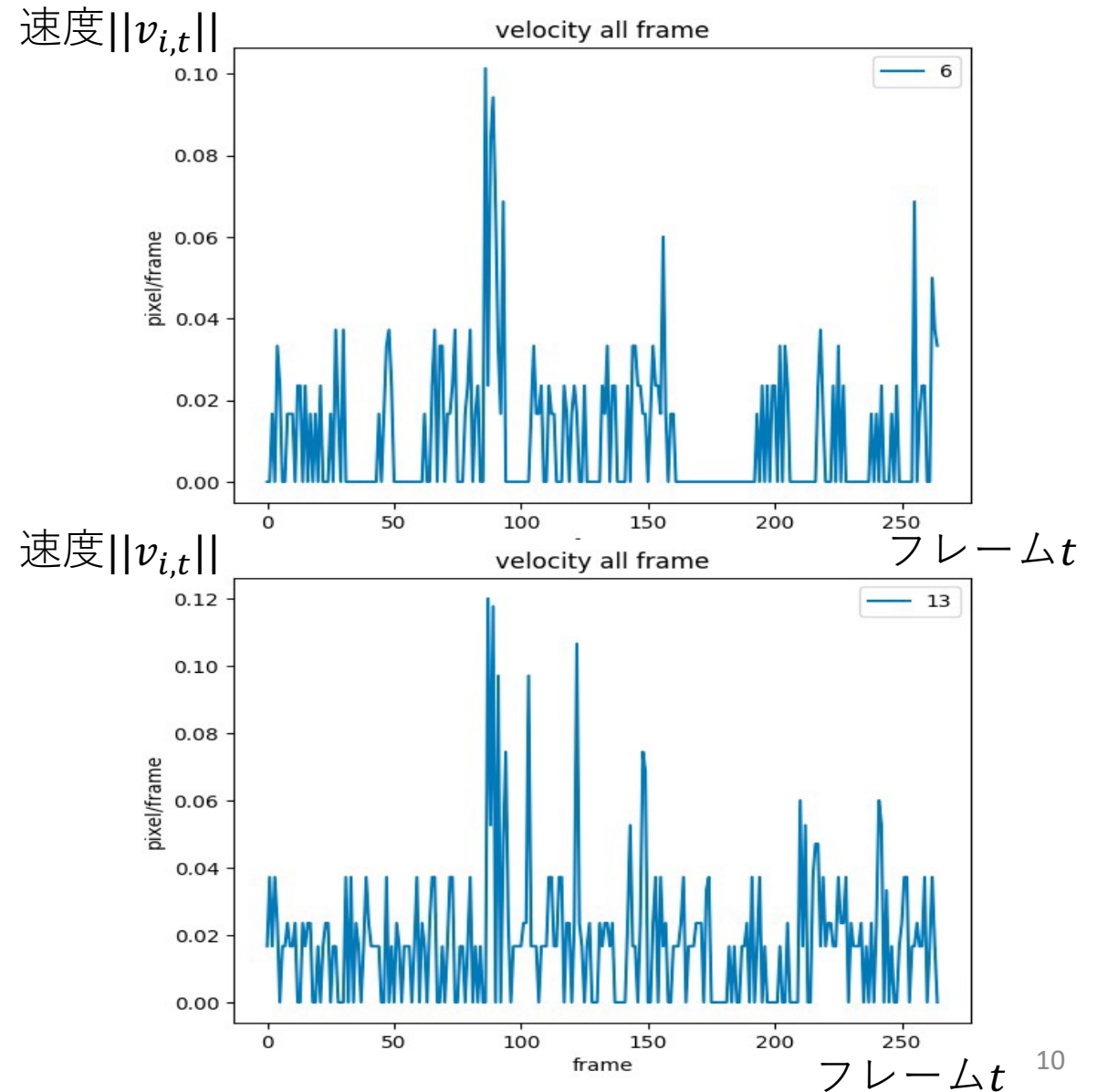
軌跡データを用いて行動解析

「動かない」アリ

- ・ 速度は一瞬上昇したが, また元の速度で動く。
- ・ 実験に用いた板の中心付近にまたはコロニーの近くにいることがわかった。



動かないアリの位置

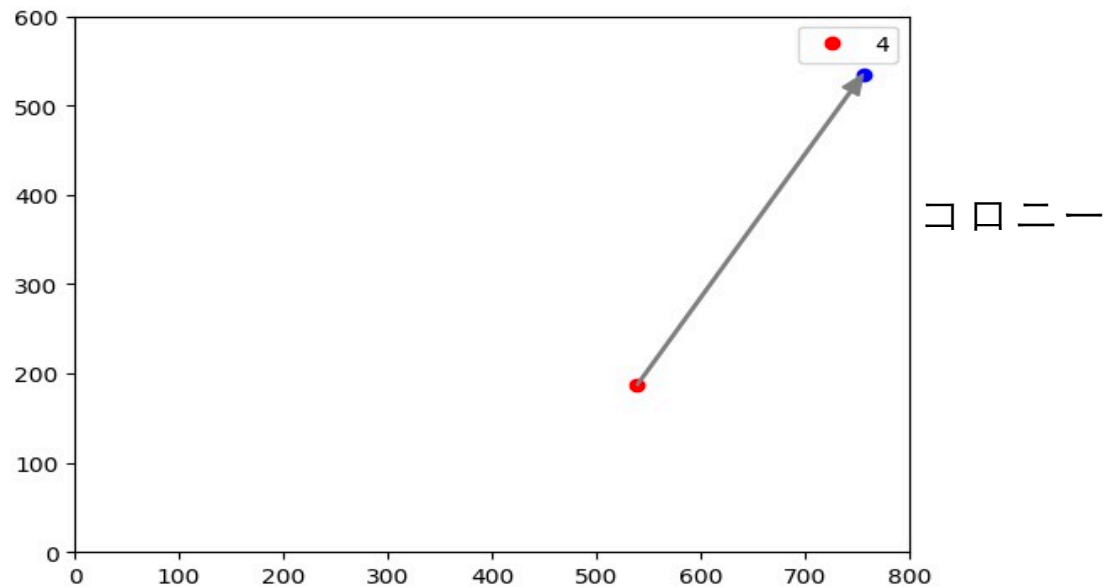


軌跡データを用いて行動解析

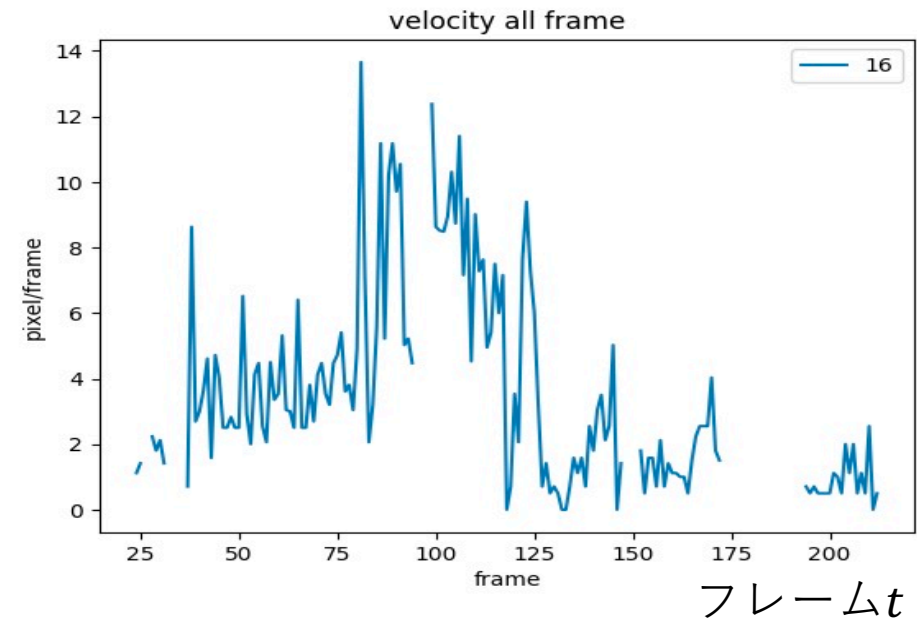
「よく動く」アリ

- ・ 速度上昇期間は全体平均速度上昇時間と比較するとほとんど同じ傾向が見られる。
- ・ 移動方向はコロニ一向きまたは中心部向きに動く傾向が見られる。

速度 $\|v_{i,t}\|$



「よく動くアリ」の動き方向



「よく動くアリ」の速度変化

刺激による行動解析まとめ

本研究は振動刺激実験を通してアリの行動変化を解析した。

1. アリ集団の速度が上昇する傾向が見られるが, 上昇する期間が短くまた元の速度で動く。
2. 「逃げていくアリ」と「逃げないアリ」がいる。
3. 逃げないアリの方は速度上昇期間は短かく, 実験に用いた板の中心部またはコロニーの近くにいることが多い。
4. 逃げていくアリの方は速度上昇期間が長く, 移動軌跡としてコロニーに戻る。

今後の課題

1. 追跡手法精度向上
2. 相互作用解析