

ヤドカリの交替性転向反応

兵庫県立宝塚北高等学校 グローバルサイエンス科

宇野煌平 佐伯健太郎 三浦幸太 村上颯 吉村祥佳

背景・目的

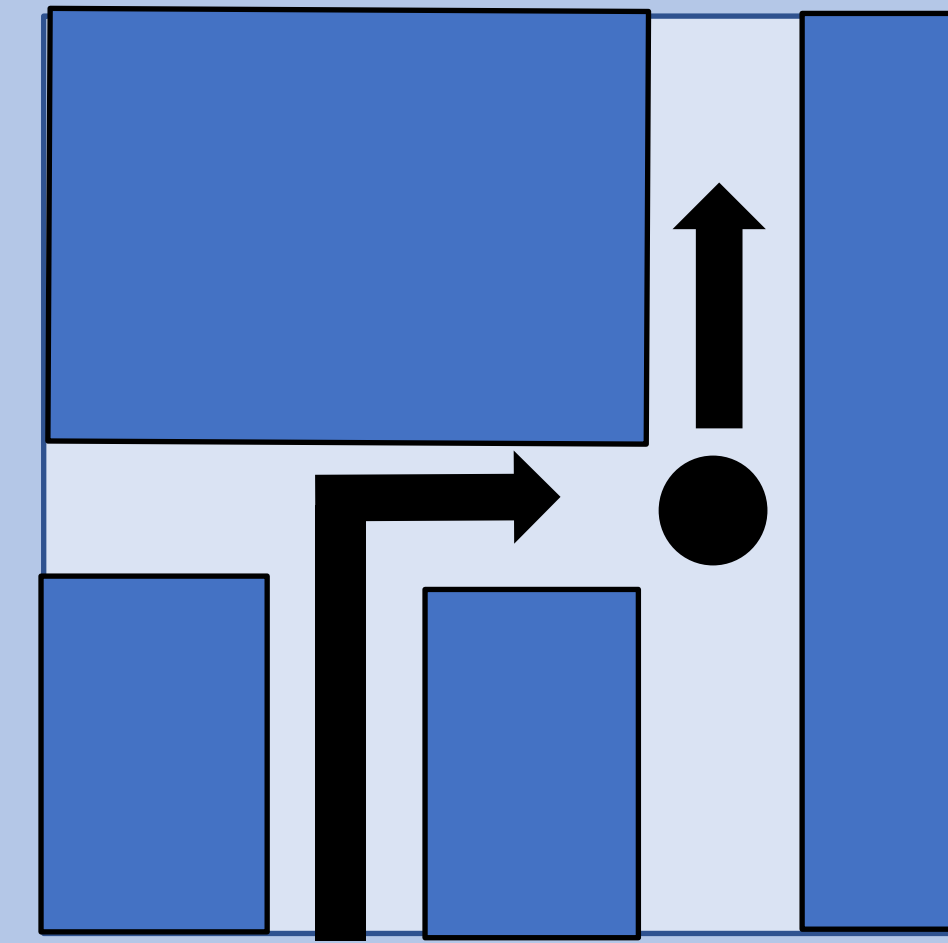
交替性転向反応

前回曲がった方向と反対の向きに曲がる反応
ダンゴムシ、アリ、ハサミムシなど多くの節足生物で示される

交替性転向反応が確認されている生物はほとんどが陸生の生物で
水棲の生物ではあまり確認されていない

校内で代々、ヤドカリ
を飼育している。

同じ節足動物であり、海底を動き回るヤドカリに交替性転向反応が確認できるか調べたい



使用した個体

生態

北海道から九州陵沿岸などに分布。
潮間帯から水深3cmくらいまでに生息し、日中から活発に行動する。食性は雑食でデトリタス、藻類、動物の死骸などを食べる。主としてウミナナ類やムシロガイ類、キサゴ類の貝殻を利用する。

本研究では兵庫県西宮市御前浜の
海岸で採集した
ユビナガホンヤドカリを用いた。
体長は殻を含めて全て約1cmから2cm



ユビナガホンヤドカリ
Pagurus minutes



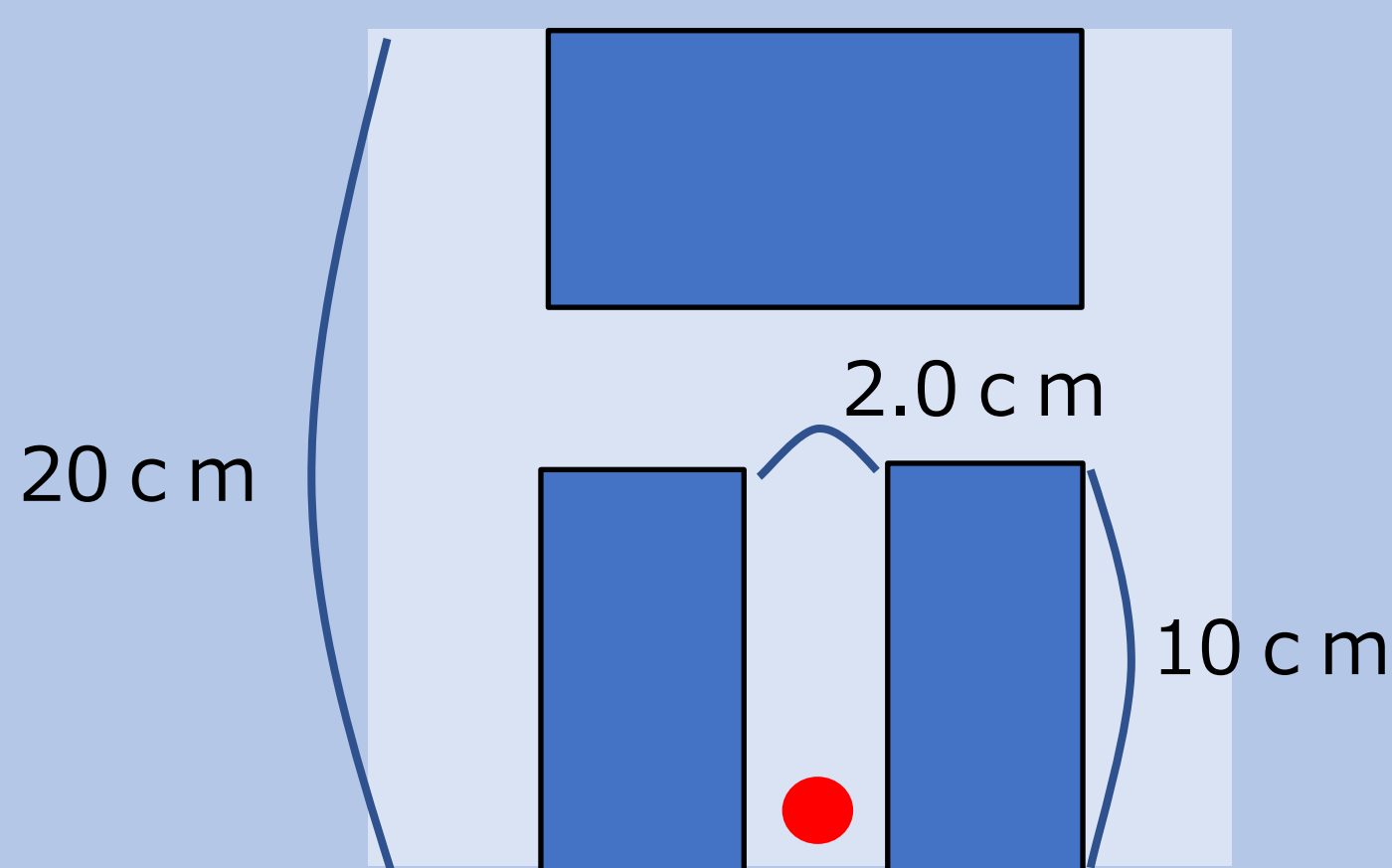
御前浜の写真

交替性転向反応の検証

実験 I

T字迷路を用いた検証

- 2回の左右分岐がある迷路に、ヤドカリを導入した後、10分間放置し順応させた
- 2度左右の自由転向を行わせその方向を記録した
⇒150個体分行った。

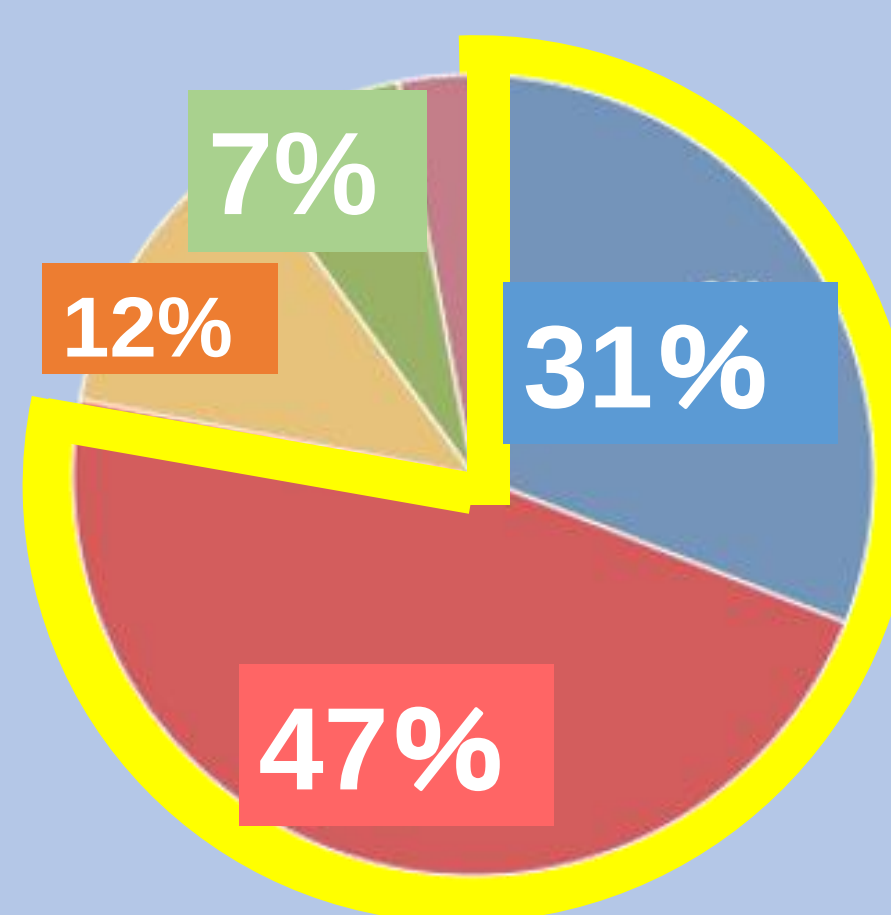


結果 I

交替性転向反応を示した割合

	右→左	左→右	右→右	左→左	停止	計
ヤドカリ (匹)	46匹	70匹	18匹	11匹	5匹	150匹

迷路を渡りきらず1分以上経過したものは、停止と扱った



78%の個体が交替性転向反応を示した
(両側検定: $p < 0.05$)

ユビナガホンヤドカリは
交替性転向反応を示すことが確認できた

交替性転向反応の要因は何か？

現在有力とされている仮説

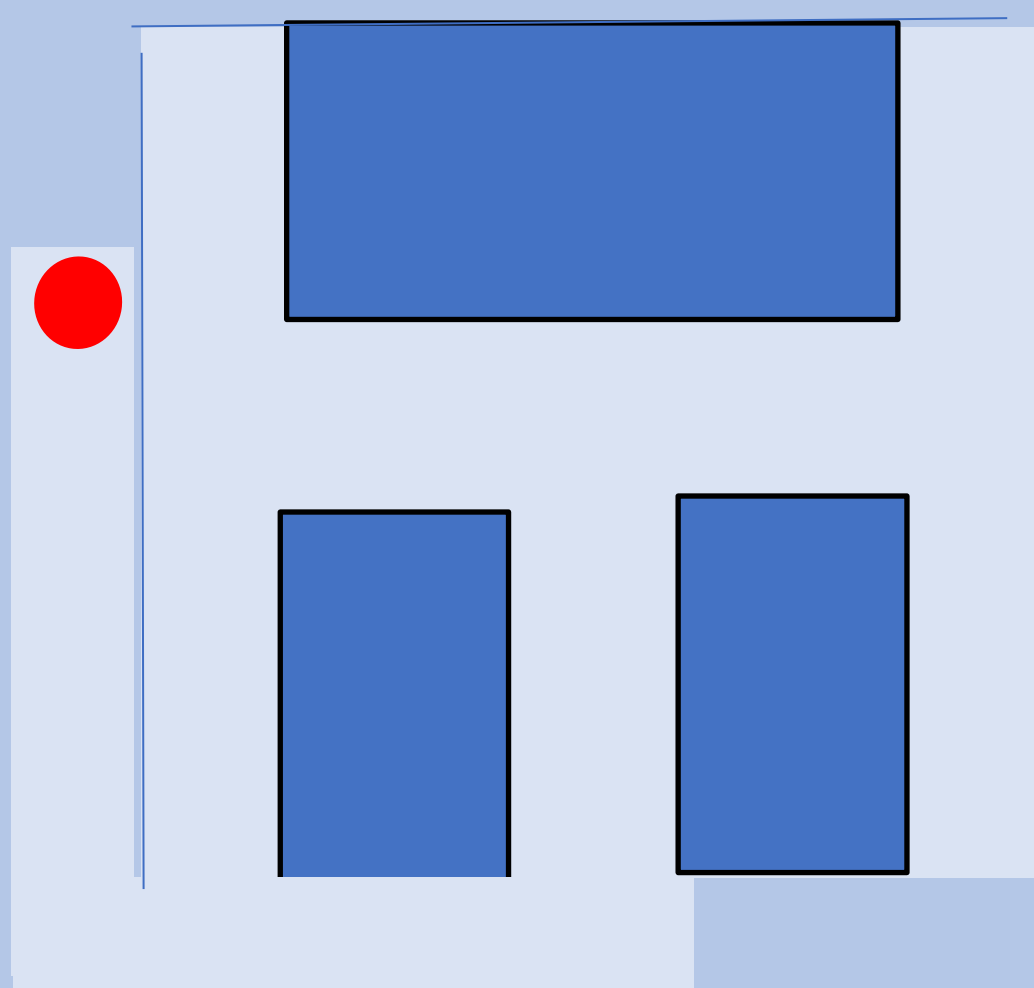
^[4]
走触性仮説 … 生物は壁に沿いながら歩き、曲がる際には触れていた角の方向に斜めに移動する

^[5]
BALM仮説 … 曲がる際の左右の足の負荷の違いを均一にするため

実験 II 二回の強制転向を用いた検証

BALM仮説の検証

- 実験条件は実験 I と変えず、最初に2回の強制転向を行った
- その後2回左右の自由転向を行わせ、その方向を記録した



<仮説> 足の負荷を均一にするため、強制転向の方向と反対の方向に2回曲がる

結果 II

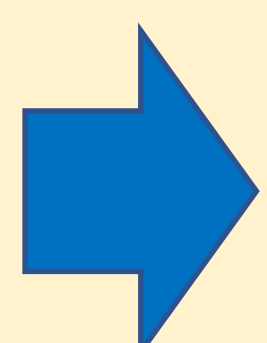
〈右2回の強制転向〉						
	左→右	左→左	右→左	右→右	停止	計
ヤドカリ (匹)	33匹	37匹	3匹	2匹	25匹	100匹

〈左2回の強制転向〉						
	左→右	左→左	右→左	右→右	停止	計
ヤドカリ (匹)	3匹	3匹	16匹	21匹	7匹	50匹

- 一度目に強制転向と反対に曲がった個体の割合は有意に高かった ($p < 0.05$)
- 二度目の転向に有意な差は見られなかった ($p > 0.05$)

考察 I 強制転向の効果が二度目の分岐までは維持されなかった

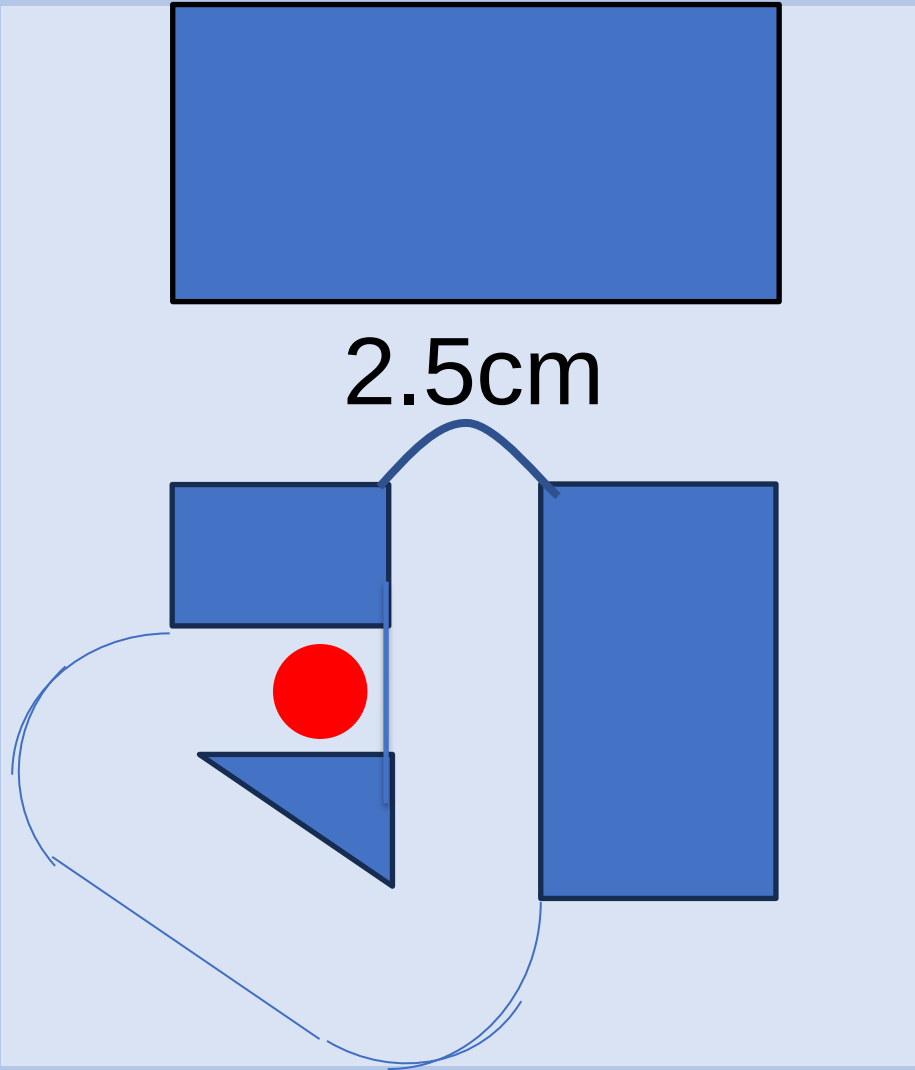
足に与える負荷が足りなかったのではないか



より高い負荷の転向を行わせて検証する

実験Ⅲ 135度の強制転向を用いた検証

- ①実験条件はⅠと変えず、最初に左に2回の強制転向を行った
強制転向の角度は135度とした
- ②その後2回左右の自由転向を行わせ、その方向を記録した



結果Ⅲ

	右→左	左→右	右→右	左→左	停止	計
ヤドカリ(匹)	13匹	3匹	17匹	1匹	16匹	50匹

仮説を支持

- 一度目に強制転向と反対の方向に曲がった個体の割合は有意に高かった (p<0.05)
- 二度目の転向に有意な差は見られなかった (p>0.05)
- 停止した個体の割合が増加した

考察Ⅱ ・一度目に強制転向と反対の方向に曲がった個体の割合は高くなった ➡ BALM仮説を支持する結果とも考えられる

- 停止した個体が多かった(転向に時間がかかった)
➡ 負荷が大きかったため、その負荷を軽減するために休止したのではないか
- 二度目の転向に有意な差は見られなかった。
➡ 負荷をかけても、歩行のうちにこれが軽減され、1回の反対方向の転向で負荷が解消されることも考えられる
より適切な実験方法を検討すべき

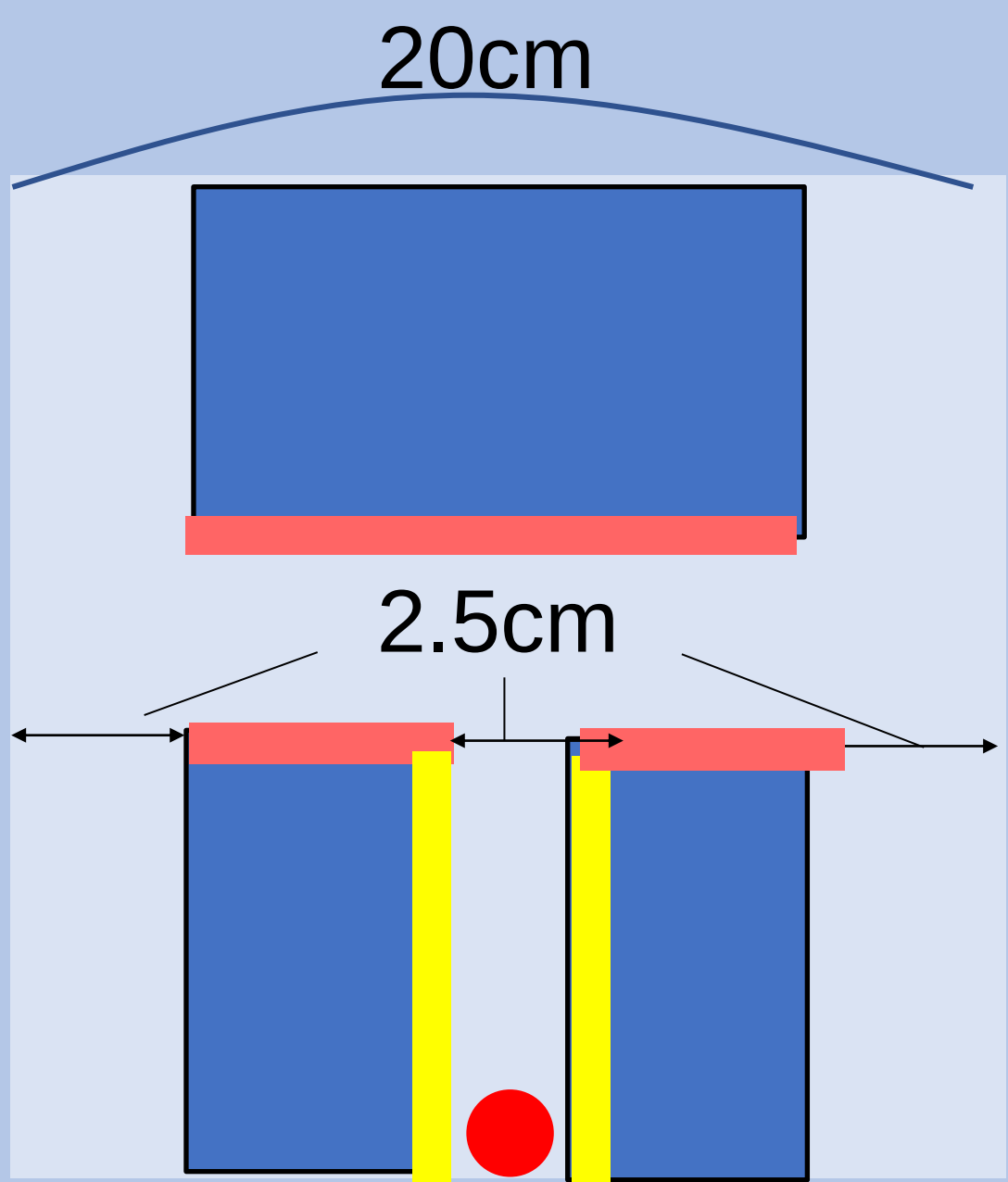
実験Ⅳ 触れた壁と転向方向に関する検証

走触性仮説の検証

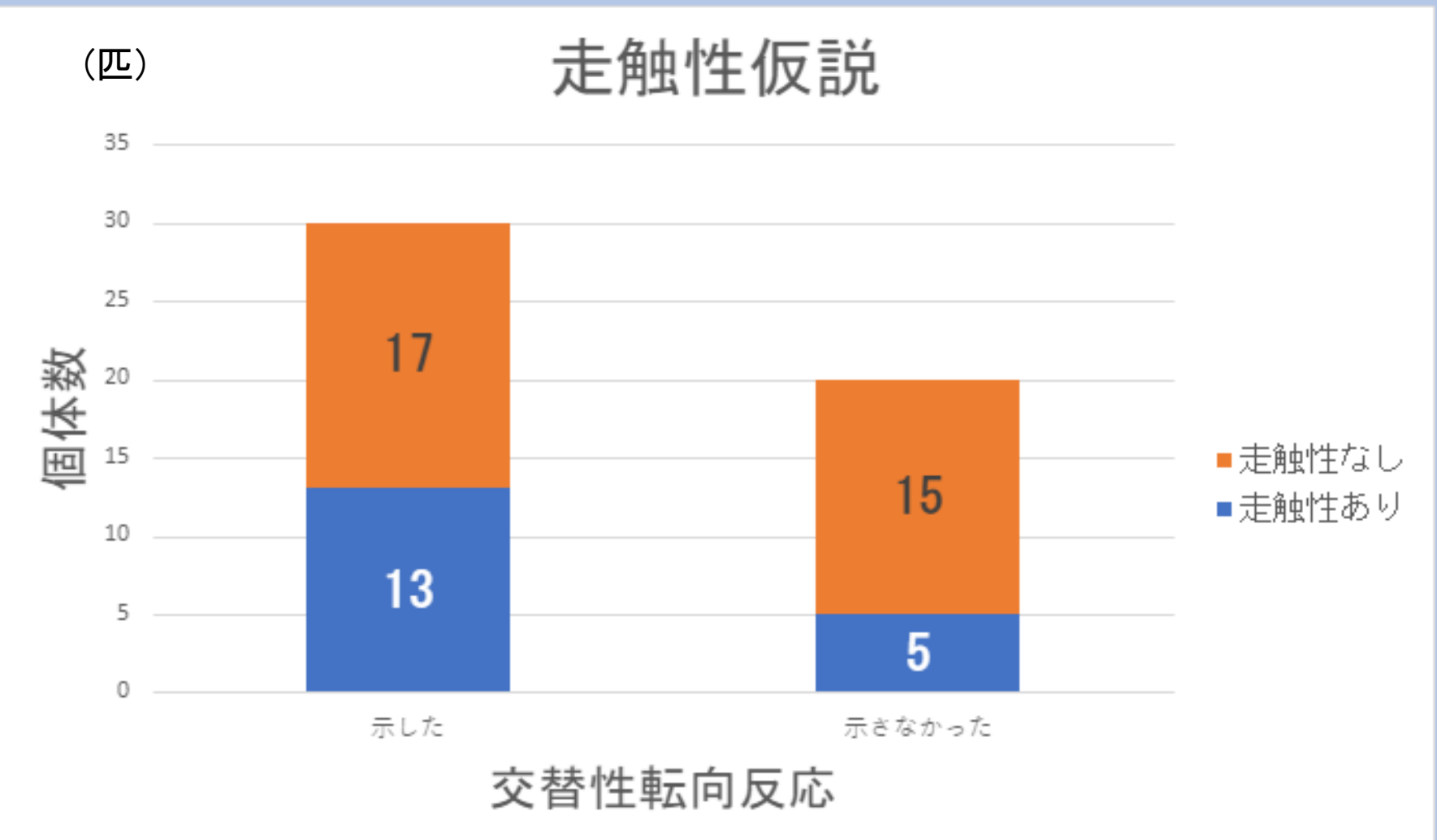
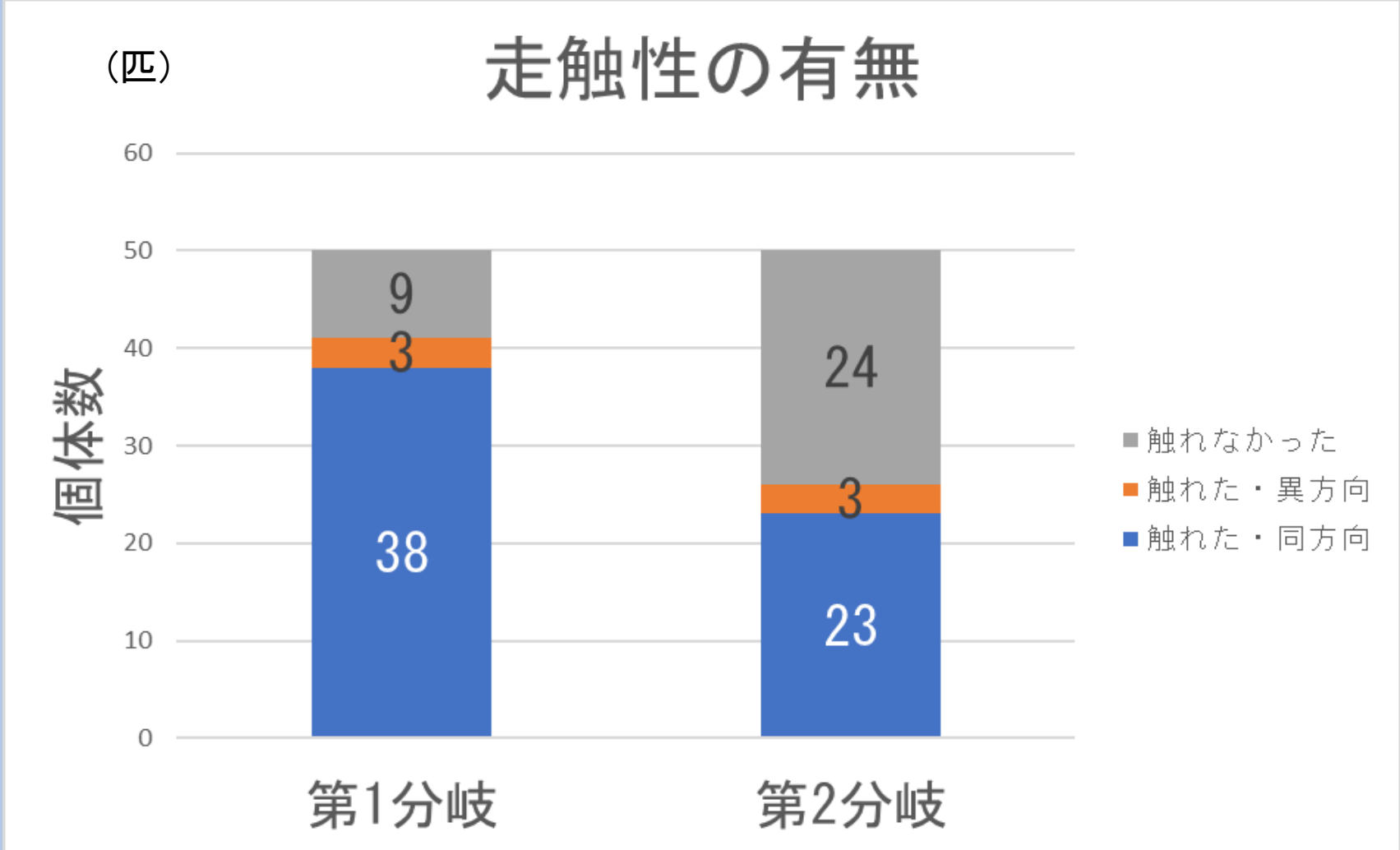
走触性

触れていた壁の方向に曲がる性質

- にヤドカリを導入し、2回自由転向の際、転向する前に触れていた壁（赤、黄）と、転向の方向を記録した
- 動画で撮影した後に確認した
- 壁に触れたかどうかはヤドカリの身体が触れていたかで判断した



結果Ⅳ 全50個体



- 第2分岐では第1分岐と比べ壁に触れなかった個体が多かった
- 交替性転向反応を示した個体30個体の中でも、走触性が同時に見られた個体の割合に有意な差は見られなかった (p>0.05)

考察Ⅲ

- 迷路幅が狭く、接触方向がうまく判断できないものがあった
- ユビナガホンヤドカリは走触性は持つと言えるが、走触性仮説を支持しない
第1分岐では壁に触れていた42個体のうち触れた方向に曲がった個体は38個体で、これは走触性をヤドカリが持つことを示す
しかし、第2分岐で走触性仮説を支持するように転向した個体の割合は高くなかった
➡ 第1分岐と第2分岐の間の距離が短かったため壁に触れない個体が多かったのではないか
- 斜めに移動するという走触性仮説の過程はBALM仮説に基づくものと考えと、ヤドカリは走触性仮説も支持しにくいのではないか

今後の展望

- BALM仮説の検証方法を改善する
- 走触性仮説の検証において第1分岐と第2分岐の間の距離を長くする
- 既存の仮説と異なる観点から交替性転向反応の要因を調べたい

参考文献

1) https://www.jstage.jst.go.jp/article/janip1944/6/0/6_0_75/_pdf/-char/ja
ダンゴムシにおける交替性転向反応 1944年岡山大学理学部生物学教室渡辺宗孝・岩田清二

2) <http://hdl.handle.net/10236/8538>
オカダンゴムシの交替性転向反応：通路長・転向方向・転向回数の効果 2010-12-10 川合 隆嗣

3) <https://jonan-hs.tokushima-ec.ed.jp/wysiwyg/file/download/16/5833>
ヤマトマエビの交替性転向反応

4) 岩田清二・渡辺宗孝 1957 ダンゴムシにおける 交替性転向反応 迷路内の経路, 動物学雑誌, 66,464-467

5) Hughes, R. N. (1985) Mechanisms for turn alternation in woodlice (Porcellio scaber): The role of bilaterally asymmetrical leg movements. Animal Learning & Behavior, 13,253-2606)

6) ダンゴムシにおける交替性転向反応 (3) 先行転向の影響 岡山大学理学部生物学教室渡辺宗孝・岩田清二