

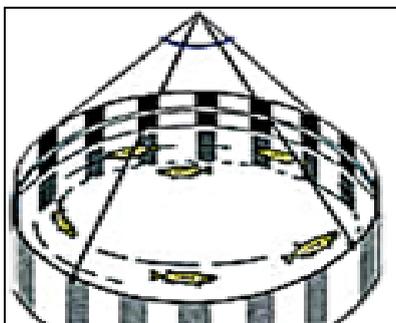
メダカの背景認識と反応

宮城県仙台第三高等学校

メダカには視覚による走性があり、視覚による保留走性においてメダカが反応する像の速度域が明らかになっている。一方で、上面で像が移動したときの反応や像が複数方向に移動するという自然界では起こりにくい現象に遭遇したときの反応については詳しく分かってない。これまでの実験方法は円形水槽と縦縞模様が描かれた紙を使用して手で回転させるというものであったが、これでは上記のような場合を調べることができない。そこで私達は、パソコンやタブレット端末を使った新たな実験方法を考案し、その実験の正当性を検証した上でメダカの反応について調べた。その結果、私達が考案した実験方法でも保留走性が起き、メダカは上面の像に反応し、像が複数方向に移動した場合は保留走性が起こるとは言えないという結論に至った。

1 背景

メダカには水流による走性と視覚による走性の2つがあることが知られており、視覚による走性を保留走性という。この保留走性を確認する実験には代表的なものがある。円形水槽の外側に縦縞模様が描かれた筒状の紙を糸などを用いて設置し、手で回転させるというものである。この実験では側面の像の移動によるメダカの反応は調べられるが、上面で像を移動させたときや特殊な状況でのメダカの反応を調べることは困難である。またこの実験方法の問題点として、実験までの手順の多さや結果を数値化しにくいこと、他の実験と関連付けにくいことなどが挙げられる。そこで私達はパソコンやタブレット端末を用いて像を作成して直方体の水槽の外側に設置し、一定の速度で動かすことで実験の条件を自由に変更でき、以前までの問題を解決することができるのではないかと考えた。本研究の目的は、直方体の水槽や電子機器の映像を用いても実験が可能なのかを検証し、上面やその他複数の方向に映像が流れた場合にメダカがどのような反応を示すのか調べることである。



(図1) 実験装置

2 材料と方法

材料

- ・実験用水槽(60cm×18cm×17cm)
- ・ノートパソコン2台
- ・モニター2台
- ・白黒の縦縞模様の紙
- ・ヒメダカ



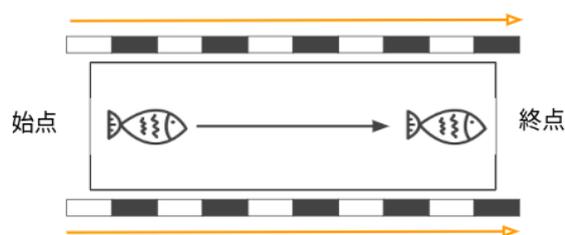
(図2) 実験用水槽



(図3)モニターとパソコン

方法

実験用水槽の隣や上面にモニターを、余白部分にモニター内の画像と同じ幅の縦縞模様を描かれた紙を設置する。実験開始30分前に、実験用水槽にメダカを移動し、環境に慣れさせる。実験の配置は、水槽の両側面(fig2)や上面(fig3)に、モニターで縞模様(幅2.5cm)に7.5cm/sの速度の映像を流し、その際のメダカの行動を記録する。このときメダカが映像と同じ方向に進み、モニターの端に到達したときに保留走性があるとする。

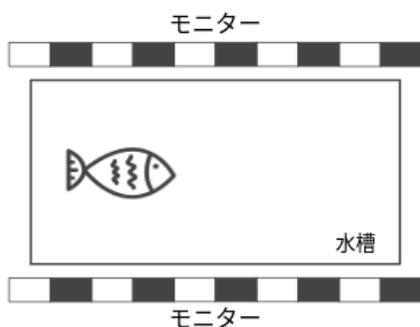


(図4)模式図

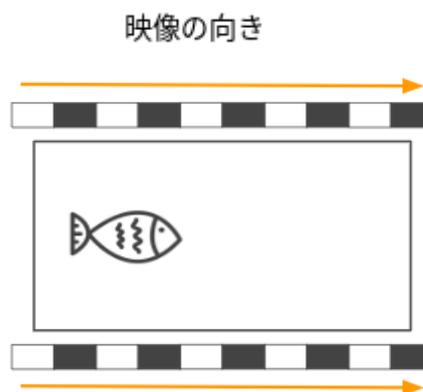
- * 実験はそれぞれ20回ずつ行い映像を50秒間流した。

対照実験を実験0としてモニターを設置した状態で、映像は流さずに行った(図5)。

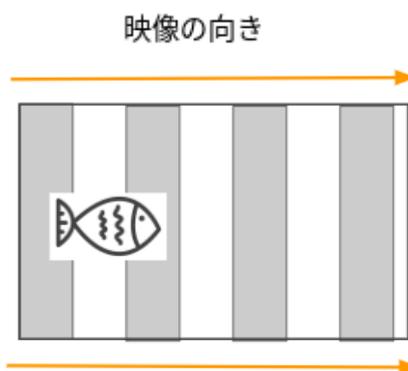
実験1はモニターを水槽の両側面に設置し、映像を同一方向に流して行った(図6)。実験2は、モニターを上面に設置して行った(図7)。実験3はモニターを水槽の両側面に設置し、映像が反対方向になるように流して行った(図8)。メダカが像が移動した方向と同じ方向に進み、水槽の端に到達したとき保留走性が起きたとした。



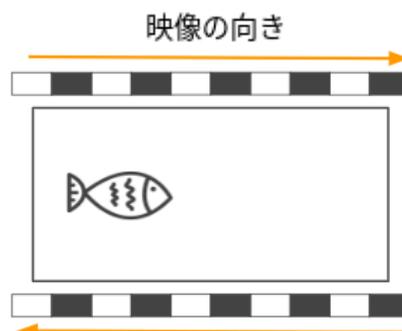
(図5)上から見た図



(図6)上から見た図



(図7)上から見た図



(図8)上から見た図

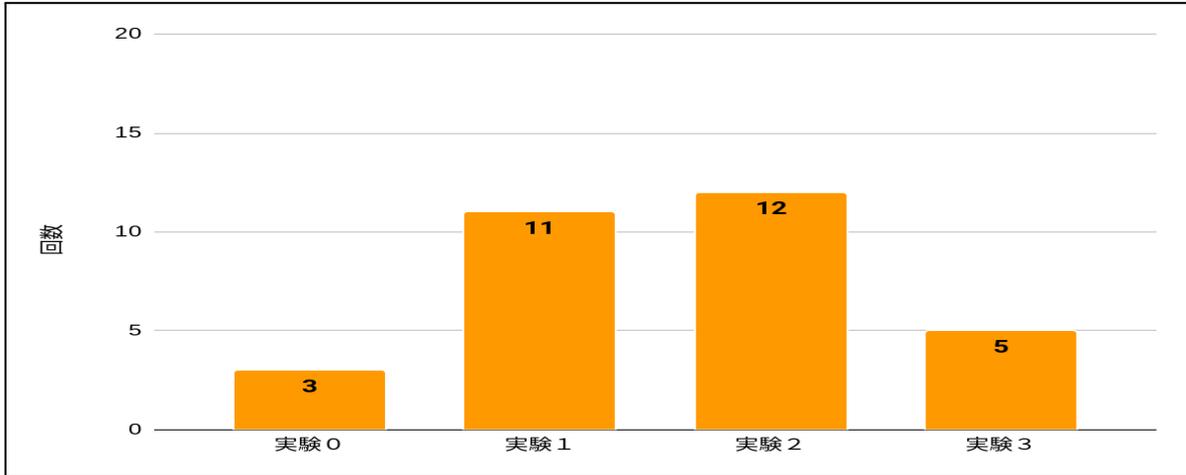
3 実験結果と考察

実験は図8のようになった。見てわかるように、実験1, 2では保留走性が多く確認された一方で、実験3では5回しか保留走性が確認されなかった。まず、実験0と実験1, 2の実験結果に有意差があるかどうか、カイ2乗検定を用いて調べた。

(図9)実験別の保留走性が確認された回数のグラフ

I) 実験0と実験1

III) 実験1と実験3



	保留走性：有	保留走性：無	合計
実験0	3	17	20
実験1	11	9	20
		p 値	0.008150

(図10) 実験0と実験1の結果とp値

実験0と実験1の保留走性が生じる割合には差があると言えることから、映像が動いたことによりメダカが動いたと考えられる。

II) 実験0と実験2

	保留走性：有	保留走性：無	合計
実験0	3	17	20
実験2	12	8	20
		p 値	0.00336

(図11) 実験0と実験2の結果とp値

実験0と実験2の保留走性が生じる割合には差があると言えることから、メダカは上面の映像にも反応すると考えられる。

	保留走性：有	保留走性：無	合計
実験1	11	9	20
実験3	5	15	20
		p 値	0.0528

(図12) 実験1と実験3の結果とp値

実験1と実験3の保留走性が生じる割合には差があると言えないことから、映像の向きと保留走性には関係性がないと考えられる。

考察

実験1,2の結果から、映像を左右で同一方向に流すと保留走性が起きると考えられる。また、実験1,3の結果から、メダカは上方向にも視野があり上面で映像が動いても保留走性が起きると考えられる。さらに、実験2,4の結果を比較して、実験4でメダカは映像を認識しつつも左右で反対方向に動いたために部分的に保留走性のようなものが起こったと考えられる。

4 結論と展望

結論

実験1,2の結果から、映像を左右で同一方向に流すと保留走性が起きると考えられる。また、実験1,3の結果から、メダカは上方向にも視野があり上面で映像が動いても保留走性が起きると考えられる。さらに、実験2,4の結果を比較して、実験4でメダカは映像を認識しつつも左右で反対方向に動いたために部分的に保留走性のようなものが起こったと考えられる。

展望

実験4ではメダカが自身により近い方の映像に反応するのかどうかを調べるための実験であった。実験の記録用に撮影した動画からは、近い方の映像に従って移動しているような傾向は見られたが、そうであると断言するにはデータが曖昧であった。そのため、映像が片面にだけ流れたときでもメダカは反応するのかなど、より正確性が高くふさわしい検証方法がないかを検討したい。また、この研究全体を通して実験回数が不足しているため、さらに回数を増やす。中学校第二分野「生物の刺激と反応」の中でメダカの保留走性の実験がよく用いられるが、教科書等に記載されている実験方法では、背景となる像を作成し手動で行う必要があり、中学校の授業中に行うには教員や生徒の負担が大きい。また、授業外で行うにしても正確性に欠ける点や条件を変えた実験を行っていくという点がある。近年中学校などでは、GIGAスクール構想によってコンピュータ機器の普及が進んでいる。そのため、本実験のようにノートパソコンやタブレット端末を使うことでこれまでより簡単に正確性の高い実験を行えるのではないかと考える。

5 参考文献

- 広野樹、丸山正
刺激と反応の実験(2)ーメダカの保留走性・神経組織の顕微鏡標本ー
昭和63年度
 - 大阪教育大学附属天王寺中学校
メダカは泳ぐ位置をどう決める？
平成29年度
 - GIGAスクール構想の実現について
文部科学省
https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_0001.htm
- * 図1 視覚でとらえるフォトサイエンス
生物図録 数研出版