

ゾウリムシの磁気走性と磁場の強さの関係

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科1年 小牧一希 小磯太楊 小林陸 室文子 龍航太

はじめに

ゾウリムシは、**磁気走性**という性質を持っている。磁気走性は、磁場が与えられた際に、**極方向へと泳動する性質**のことである。

ゾウリムシの磁気走性についての研究はこれまでも多くされ、上記のようなことが明らかにされてきた。それらの研究では、磁場を与えた環境下で、ゾウリムシの運動の様子を、映像として処理し、その軌跡を解析するという方法をとって調べていた。

しかし、いまだに**明らかにされていないのは、磁場の強さに対する、ゾウリムシの泳動方向の影響度合い**の量的関係である。このことについて、本研究では調べることにした。

これ以降、泳動方向の影響度合いを、「**反応の度合い**」と呼ぶ。

目的

データを新たな方法で分析

磁場の強さに対するゾウリムシの泳動方向の影響度合いの解明

方法

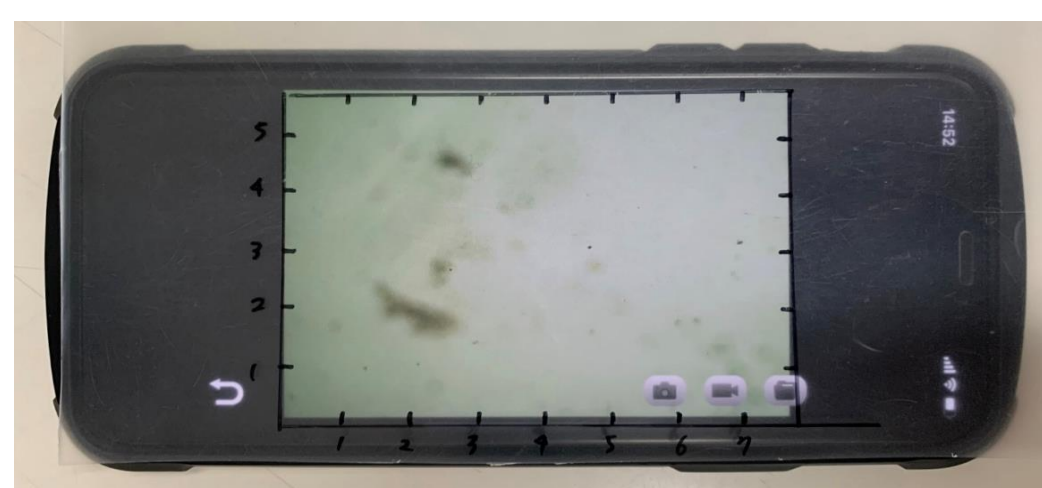
本研究における泳動傾向の定義

先行研究で行われていた、軌跡によってゾウリムシの泳動傾向を分析する手法では、反応の度合いについて、方向を数値として扱うことができない。

そこで、本研究では、磁場に対する反応の度合いを数的に扱うために、**独自の定義づけ**を行った。ゾウリムシの泳動の映像を画面上に写し出す。(※1)その映し出された画面において、左下の角を原点とする座標軸を設定し、**画面外から画面内に入ってきた点の座標**(x_1, y_1)、**画面内外へ出ていった点の座標**(x_2, y_2)を記録する。そして、各X座標、Y座標の差分(x_{dif}, y_{dif}) (※2)をとって、それを水平・鉛直方向への**移動の様子**を代表する**数値**だとして、一組のデータと扱う。

Ex.)

x_1	y_1	x_2	y_2	x_{dif}	y_{dif}
0	3	8	2	-8	1
6	6	5	0	1	6



このデータを図1、その平均をとれば、表1にて、数的に泳動の様子を知れると考えた。ただし、このときゾウリムシは他に外的要因が無く、完全にランダムな泳動をしているものと仮定した。

また、本研究では、方向について下図のように扱った。

(※1)AnytyWifiAdapter というアプリを使用した。

(※2)画面内は**上下左右反転**しているため、実際の計算手順と逆に行った

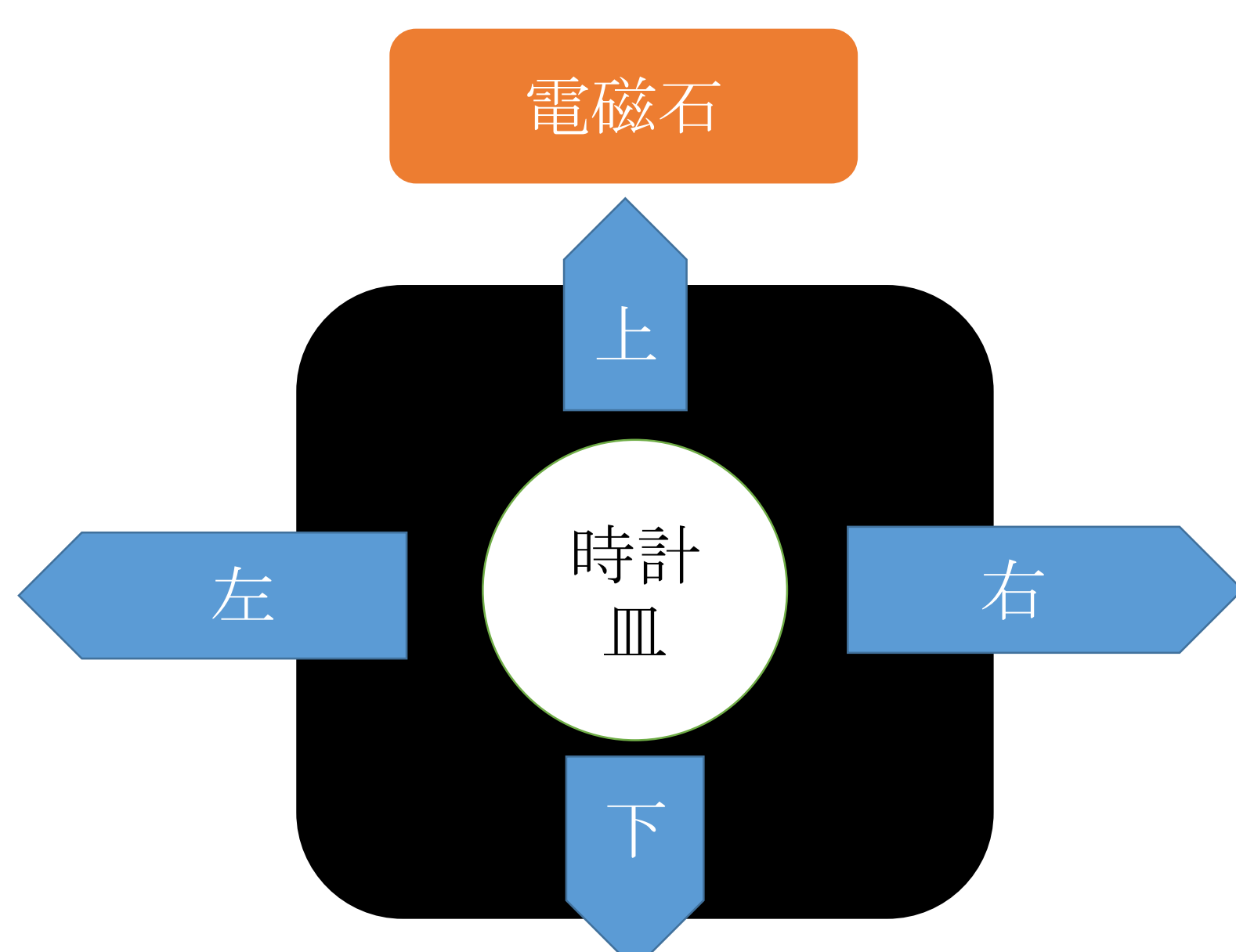


図2

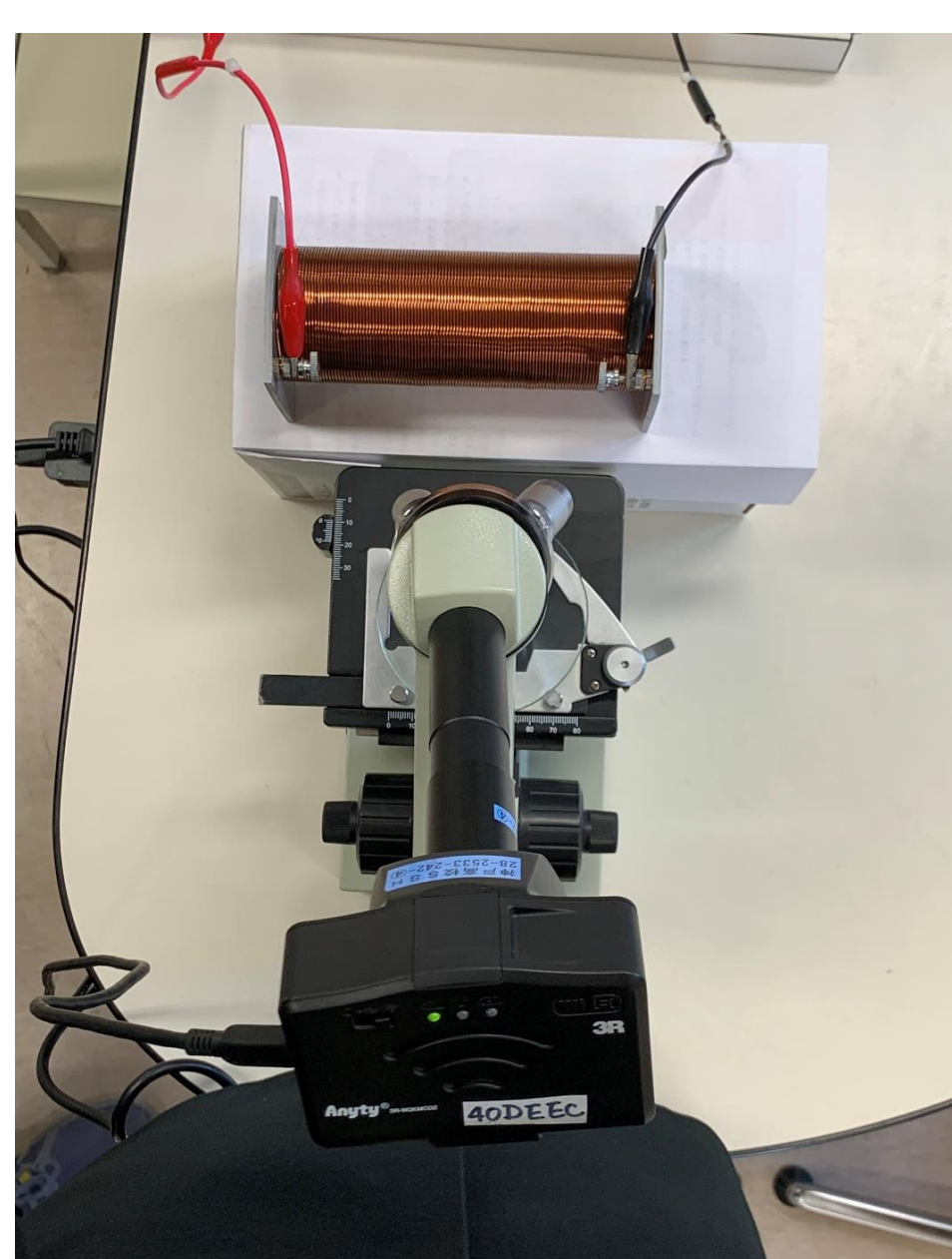


図3

実験手順

ゾウリムシが含まれる培養液を時計皿にとり、それを顕微鏡のステージ上に置く。鏡筒に**Wi-Fiカメラ**を接合し、**対物レンズは4倍**のものをセットする。カメラの映像を、画面上に写し出し、**座標軸が書かれた透明なフィルム**を画面に合わせ、データを取得していく。

また、ゾウリムシにかかる磁場は、写真のように、電源装置につないだ**電磁石**によって与えた。このようにして、**磁界の向きや磁場の強さを変更しながら**、それぞれの条件下の傾向を調べる。



図4



図5

結果・考察

実験1

表2

(BASE)	X差分	Y差分
地磁気のみ		
平均	-0.345	0.043
中央値	0	0
正の割合	0.426	0.436
負の割合	0.488	0.432

表3

1.33A	X差分	Y差分
左→右		
平均	-0.416	-0.194
中央値	-1	0
正の割合	0.412	0.456
負の割合	0.548	0.488
BASE差	-0.071	-0.237

表4

0.667A	X差分	Y差分
左→右		
平均	-0.578	-0.206
中央値	-1	0
正の割合	0.416	0.456
負の割合	0.536	0.492
BASE差	-0.233	-0.249

表5

0.333A	X差分	Y差分
左→右		
平均	-2.07	-0.092
中央値	-3	0.25
正の割合	0.332	0.500
負の割合	0.636	0.444
BASE差	-1.725	0.049

表6

0.250A	X差分	Y差分
左→右		
平均	-1.20	-0.0333
中央値	-1	0
正の割合	0.413	0.480
負の割合	0.553	0.427
BASE差	-0.858	-0.0097

※BASE差とは...BASEの平均と各データの平均の差

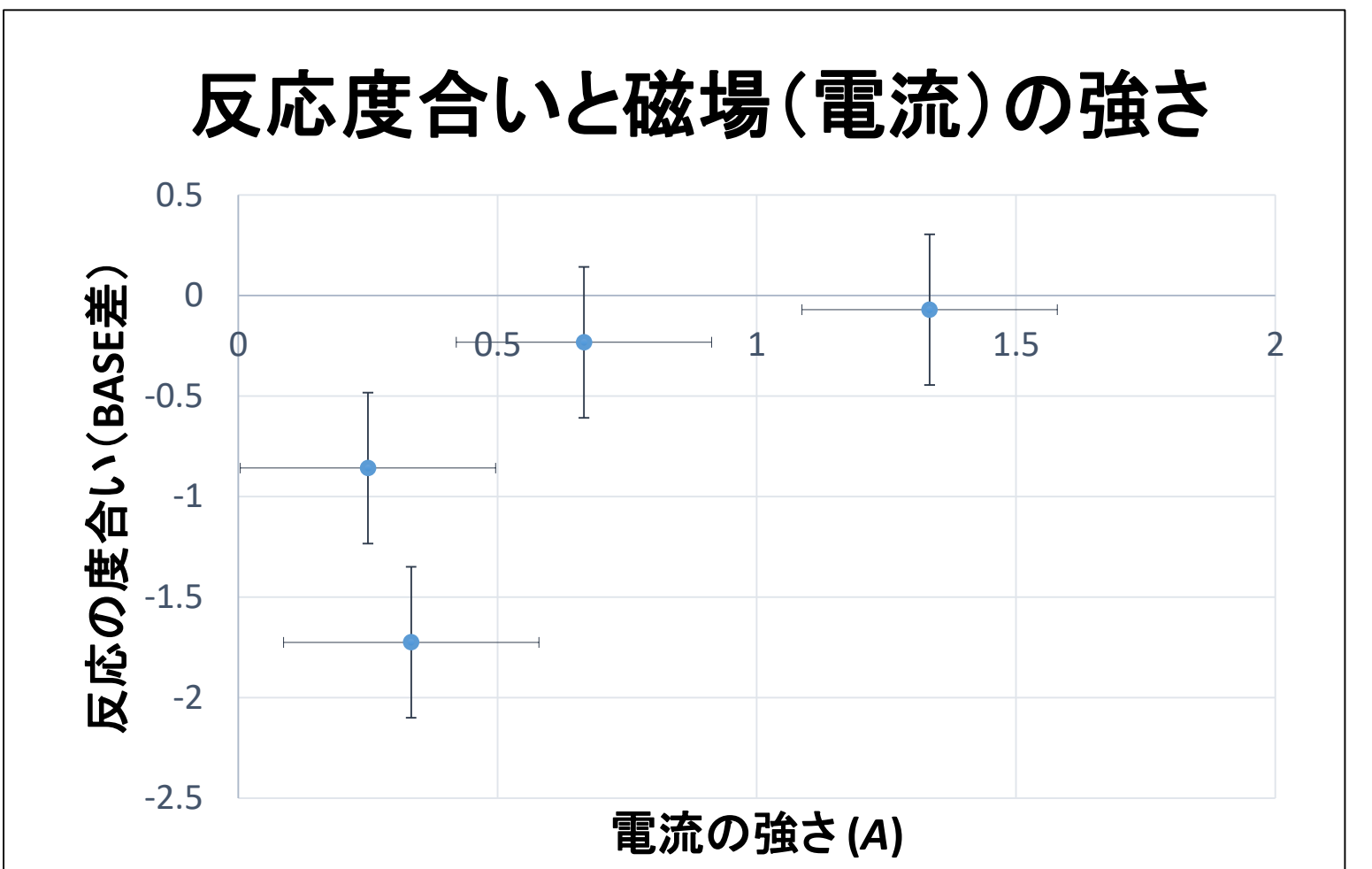


図6 実験1の考察

この表から読み取れるのは以下の二点である。

- ①ゾウリムシの泳動方向は、磁気線の方向に平行である。
- ②ゾウリムシの反応の度合いは、磁場の大きさと関連が認められない。

当初は、「ゾウリムシの反応の度合いは、磁場の大きさが大きくなるにつれて、増加する」という**仮説**を立てていた。

磁場の大きさのみを変化させる、という方針を進めていた。しかし上記のグラフを見てもわかるように、電磁石において、磁場の大きさが依存する量である**電流の大きさを増大させても**、反応の度合いは大きくなっていない。

考察の結果、この変化を、経過時間という量に注目してみると、時間の経過と反応の度合いに、**正の相関**が認められることがわかった。

この結果を受けて、電流の大きさを変化させるのではなく、**経過時間と反応の度合いについてより明確に調べるために**、**ネオジム磁石**を用いて実験を行った。

※データ個数は地磁気500個。その他それぞれ250個

実験2

この実験では、上記の実験と手順は同じだが、電磁石ではなく**ネオジム磁石**を用い、磁場の大きさを測定するのではなく、**経過時間を50個のデータ取得ごとに測定する**。表7

経過時間(s)	反応の度合い
305	0.14
953	0.75
1269	0.76
1710	1.24
2171	1.22
2739	1.13

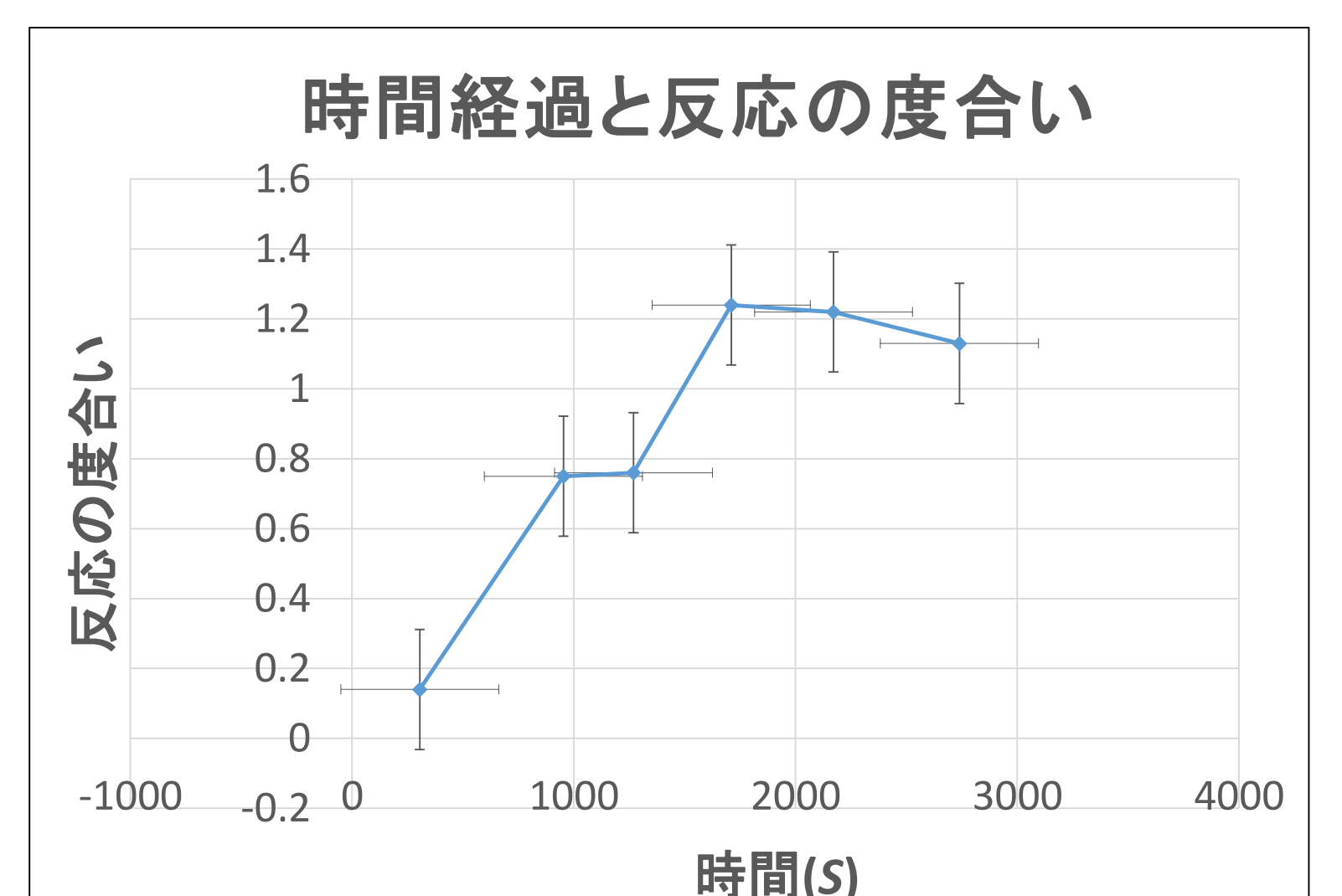


図6 相関係数=0.869779

まとめ

実験1、2の結果より、ゾウリムシが**磁力線の流れに沿って泳動すること**と、ある程度小さい磁場においては、反応の度合いは、磁場の強さと単純な増加関係が無く、むしろ**磁場を与え続けた時間と増加関係が認められる**ことがわかった。

磁場の強さと関連が認められないのは、**微弱な磁場の強さだから**、という理由が挙げられる。これが強力な磁場であった場合には、先行研究により関連が認められている。また、反応の度合いが経過時間に比例するのは、ゾウリムシの**繊毛の動きを司る膜電位に異変をきたした個体数の増加のため**であると考えられる。

本研究は、先行研究であまり注目されてこなかった**経過時間の重要性**について、提起するものであり、今後の研究で磁気走性の細かな仕組みと磁場を与えた時間の関係という点からゾウリムシが磁気走性を持つ明確な理由を推測できるのではないかと、私たちは認識している。

参考文献: <http://molsci.center.ims.ac.jp>

http://www.toray-sf.or.jp/activity/science_edu/pdf/h17_06.pdf