

理数科2年次生実践報告

「発展研究・論文研究」の取り組み

令和元年度の理数科2年次では、週2単位時間を「発展研究・論文研究」に当て、以下のような要領で計画を立て、これに基づいて実施した。

1 目標

理科及び数学に関する事象について課題を設定し、実験・観察などを通して研究を行い、科学的に探究する問題解決の能力を身に付ける。

2 研究内容

- ・理科及び数学分野の特定の事象に関する研究
- ・理科及び数学分野を発展させた探究活動
- ・理科及び数学分野の歴史的実験例の研究
- ・自然環境に関する調査・研究

3 指導方法

- ・設備・機器などに応じて各グループに課題を設定させ、理科及び数学の教員が指導に当たる。
- ・「発展研究・論文研究」の授業は2年次の水曜日に2単位時間を設定し、担当教員全員が指導に当たる。
ティーチングアシスタントとして岡山大学の大学院生、留学生、非常勤講師で指導に当たる。また、放課後や夏季・冬季休業中も利用して指導する。
- ・評価については、主担当教員が原案を作成し、指導教員全員で審議して決定する。

4 対象学年 理数科2年次生(40名)

5 1年次からの流れ

1年次前期	創生研究(1単位)	1年次後期	発展研究(1単位)
2年次前期	発展研究(1単位)	2年次後期	論文研究(2単位)

6 「発展研究・論文研究」校内発表会の日程と形態

第1回(研究評価, 口頭発表10テーマ)

- ・日 時 令和元年10月2日(水) 13:50～15:30
- ・会 場 岡山県立倉敷天城高等学校
- ・参加者 理数科2年次生(40名)・本校教員
- ・発表時間 1グループ質疑応答を含めて7分

第2回(研究評価, 口頭発表9テーマ)(第17回高大連携理数科教育研究会・第20回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会)ステージ発表選考会)

- ・日 時 令和元年12月18日(水) 13:50～15:30
- ・会 場 岡山県立倉敷天城高等学校
- ・参加者 理数科2年次生(40名), 本校教員
- ・発表時間 口頭発表は1グループ質疑応答を含めて7分

第3回(研究評価, 口頭発表4テーマ, ポスター発表10テーマ, 1年次生2年次生シンポジウム)

- ・日 時 令和2年1月22日(水) 12:55～15:30
- ・会 場 岡山県立倉敷天城高等学校
- ・参加者 理数科2年生(40名), 理数科1年次生(40名), S S H運営指導委員, 本校教員
- ・発表時間 口頭発表は1グループ質疑応答を含めて10分

7 令和元年度 第17回高大連携理数科教育研究会・第20回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会の日程(ステージ発表2テーマ, ポスター発表10テーマ)

- ・日 時 令和2年2月8日(土)
- ・会 場 岡山大学(創立五十周年記念館)

令和元年度「発展研究・論文研究」報告

【物理分野】

1. 水中を落下する球体の終端速度を求める
佐藤正斎 澤和樹 中田勝郎 春名一希 pp.3-12
2. ピン球の回転数に影響を与える要因について
光畑幸輝 森俊介 森匠平 pp.13-18
3. パスタを折る速さと破片の数の関係
磯山亜純 重本鈴花 武内悠仁 pp.19-22
4. 効果的な打ち水の量の提案
藤原晴紀 村國広貴 山田琉生 山本航志 pp.23-25

【化学分野】

5. 瀬戸内海(岡山・香川間)における海水のイオン濃度の考察
岡崎真由 梶内遥菜 田邊伶夏 山上真凜 pp.26-29
6. 墨液汚染布の洗浄と保護コロイド(膠)の関係
澤泰樹 島村和希 濱口美月 光延環 pp.30-33

【生物分野】

7. プラナリアの学習能力について
政久泰輝 中務億人 西村豪晃 石井勇樹 pp.34-38
8. ゴーヤ液のイースト菌における抗菌効果
流尾光月 亀野凌児 木多翔駿 赤木颯馬 pp.39-44
9. 窒素固定能から、イシクラゲの休眠からの回復の様子を調べる
平松恒輝 難波遥伸 白石涼馬 竹川大翔 小坂明

【数学・情報分野】

10. インターネットから見る興味関心と売上の関係について
岩倉優也 漆中皇介 河内佑真 藤井宏耀 藤井菜々香 pp.45-48

指導教員

山本拓(物理) 小林俊彦(物理) 小田真海(物理) 筒井愛知(物理)
原田香織(化学) 中屋亜希子(化学) 大橋崇(化学)
野津俊朗(生物) 小林優恭(生物)
花房真輝(数学)

ティーチングアシスタント

Yakubu Abdallah

水中を落下する球体の終端速度を求める

佐藤正斎 澤和樹 中田勝郎 春名一希

指導者：

要旨

本実験では、アトウッドの器械を利用して、水から受ける抵抗と、球体の半径や速度との関係を見出し、水中における球体の終端速度を求めることを試みた。水中で球体を運動させる実験を進めていくと、滑車による摩擦の影響が無視できないことがわかったため、滑車の動摩擦係数を求める実験も行った。これらの実験の結果、実験で使用した球と同じ半径を持ち、ある一定の質量までの球であれば、終端速度を予測することができるグラフを作成することができた。また、グラフからは、慣性抵抗や粘性抵抗による傾向、付加質量による抵抗があることが読み取れた。課題として、滑車の摩擦による影響を考慮する必要のない実験方法の考案、球の半径の種類を増やすことでより汎用性のあるデータを得ることがあげられた。

キーワード：

1.序論

水中を落下する球体の終端速度を求めることが本実験の課題である。水中を落下する球体は、重力と浮力と水からの抵抗を受けながら落下する。水から受ける抵抗は形状や速度によって変化する。今回私たちが物体の形として球を選んだ理由は、半径という1つの変数のみによって物体の形が定まるため、扱いやすい物体だからである。ここで、水から受ける抵抗を半径と速度による2変数関数にとらえ、これを得ることができれば、どのような球体の終端速度でも求められると考えた。今回私たちが目的としたのは、この2変数関数を得ることである。

2.研究内容

実験 1.

<目的>

水中を落下する球が受ける水の抵抗力を計測する。

<仮説>

球の落下速度と半径が大きくなるほど、水の抵抗力が大きくなる。

<器具>

- | | | |
|----------------------------|---------|------------|
| ・筒 長さ 2.2 m 内径 10 mm アクリル製 | ・水 | ・滑車 2個 |
| ・ゴム | ・ナット 2個 | ・テグス 4.0 号 |

- ・磁石 2個
- ・金属球 4種類 (表1参照)
- ・おもり 4種類 (表1参照)
- ・ハイスピードカメラ

表1

	金属球1	金属球2	金属球3	金属球4
半径[m]	2.50×10^{-2}	2.25×10^{-2}	1.91×10^{-2}	1.75×10^{-2}
質量[kg]	5.18×10^{-1}	3.81×10^{-1}	2.36×10^{-1}	1.84×10^{-1}

	おもり1	おもり2	おもり3	おもり4
質量[kg]	2.21×10^{-2}	1.64×10^{-2}	1.06×10^{-2}	8.28×10^{-3}

図1のような実験装置を組み立てた。これはアトウッドの器械に吊り下げた2つの物体の一方を水中に沈めた形のものである。今回、滑車を使う実験方法を採用した理由は2つある。1つ目は、カメラを固定する必要があるため、金属球の運動を直接撮影しようとする、画面の端のほうでは計測の誤差が大きくなってしまふからである(図2)。また、光の屈折による誤差も発生する。本実験では、滑車のみを撮影すればよいので、このような誤差はないものとする事ができる。2つ目は、物体の運動の軌道を解析しやすくするためである。もし、落下する物体に目印をつけるとすると、カメラに対して奥行き方向に球が回転し目印が動いてしまうおそれがあるが、今回は滑車に目印をつけることにより、目印を常に同じ軌道上で回転させることができるため、軌道を解析しやすい。

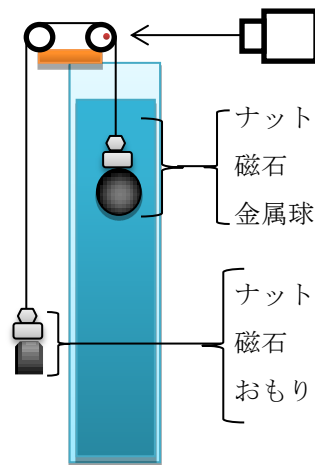


図1

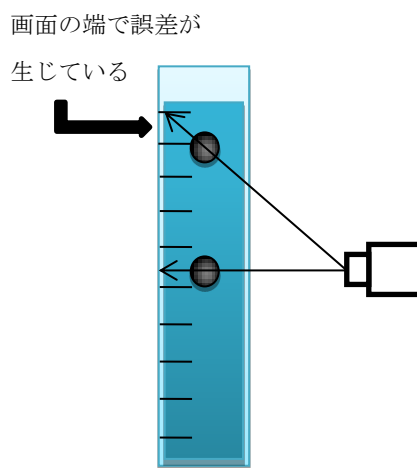


図2

<実験装置の製作>

- ① 筒に水を満たす。
- ② 滑車に印をつけたものと滑り止め用のゴムで、滑車部分を組み立てる(図3)。
- ③ 磁石をつけたナットをテグスに結びつける。
- ④ ①~③で制作した部品を組み合わせる。

<実験1の実験方法>

- ① テグスの両端の磁石に、金属球とおもりをつける。
- ② 金属球が筒の上端付近で静止するように手で支え、静かに離す。
- ③ 滑車につけた印が動くようすをハイスピードカメラで撮影する。
- ④ ①～③を3回繰り返す。
- ⑤ 金属球とおもりの組み合わせを変えて同様の実験をする。
- ⑥ 撮影した映像を、動画解析ソフトを用いて解析し、球の落ちる速度を計測する。

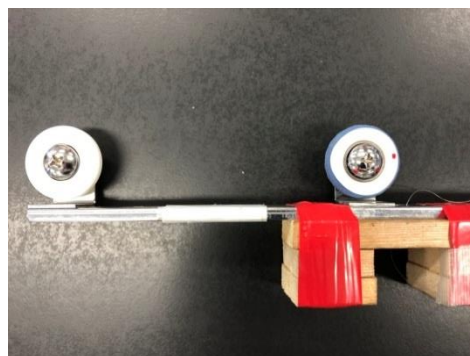


図3

<結果>

図4～7に示す、時刻 t と速度 v の散布図を得た。各実験について3回データをとった。

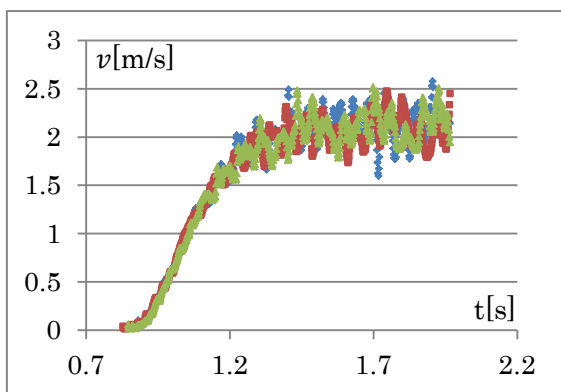


図4：金属球1とおもり1

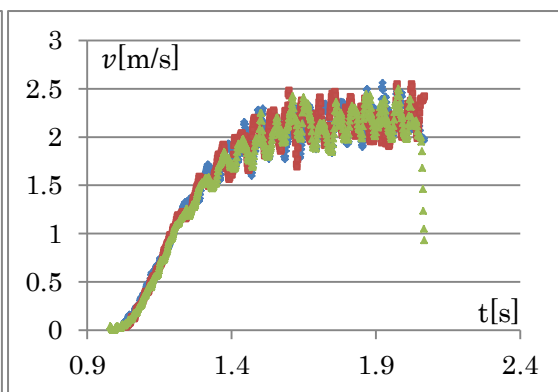


図5：金属球2とおもり2

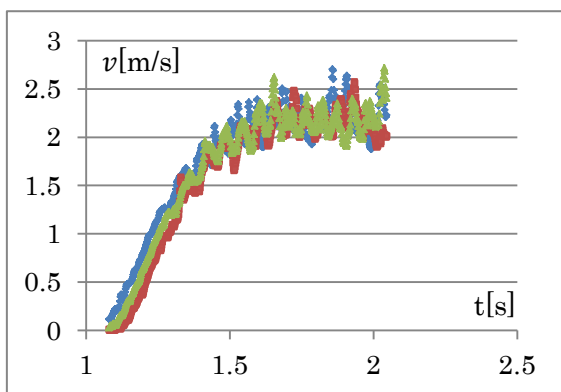


図6：金属球3とおもり3

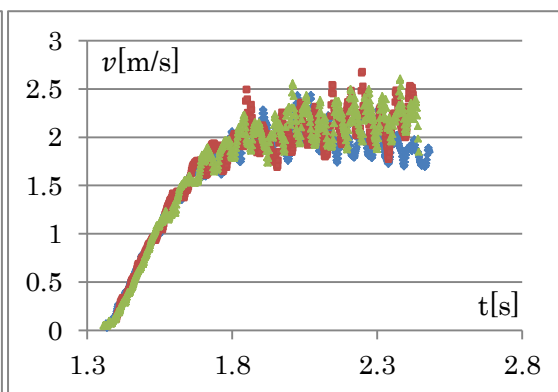


図7：金属球4とおもり4

実験2.

<目的>

滑車の軸と回転部分との動摩擦係数を計測する。

<器具>

実験 1 で用いた実験装置から水を抜き、実験装置とした。

<実験 2 の実験方法>

- ① テグスの両端の磁石におもりをつける。
- ② 筒に入れたおもりが筒の上端付近で静止するように手で支える。
- ③ 支えていた手を静かに離す。
- ④ 滑車につけた印が動くようすをハイスピードカメラで撮影する。
- ⑤ ③～④を 3 回繰り返す。
- ⑥ 撮影した映像を、動画解析ソフトを用いて解析し、おもりの落ちる速度を計測する。

この実験で使用した 2 つのおもりは $3.81 \times 10^{-1} [\text{kg}]$, $1.84 \times 10^{-1} [\text{kg}]$ のものであった。

<実験 2 の結果>

図 8 に示す、時刻 t と速度 v の散布図とその近似曲線を得た。煩雑になるため、近似曲線は 3 回目の実験のデータにのみ与えている。

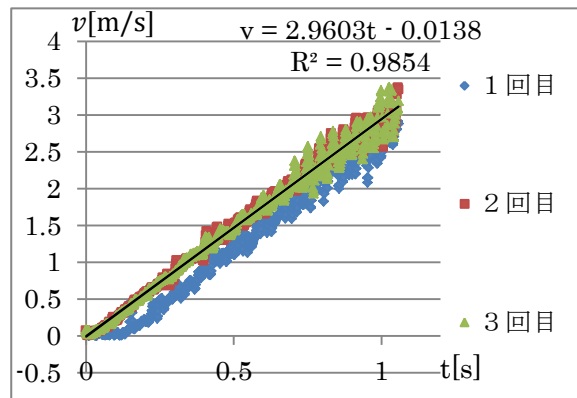


図 8

3. 考察

実験 1 において物理量の記号を以下のように定義する。

- r : 金属球の半径[m]
- M : 金属球の質量[kg]
- m : おもりの質量[kg]
- ρ : 水の密度[kg/m³]
- g : 重力加速度[m/s²]
- v : 金属球の速度 (鉛直下向きが正) [m/s]

また、滑車部分を拡大した図 9 において各値を次のように定める。

- T_A : 金属球による張力[N]
- T_B : おもりによる張力[N]
- T : 2 つの滑車間の張力[N]

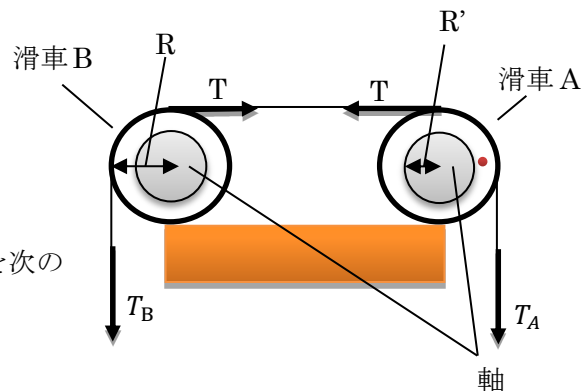


図 9

ω : 滑車の回転部分の角速度 (時計回りが正) [rad/s]

I : 滑車の回転部分の慣性モーメント [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

μ : 滑車の軸と回転部分の動摩擦係数

R' : 滑車の軸の半径 [m]

R : 滑車の半径 [m]

m' : 滑車の回転部分の質量 [kg]

ここで、水から受ける抵抗力が速度と半径の二変数関数 $F_{(v,r)}$ であるとする、以下の運動方程式と回転運動方程式が立式できる。

$$\text{水中を運動する金属球について, } M \frac{dv}{dt} = Mg - T_A - \rho \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot g - F_{(v,r)}$$

$$\text{吊り下げたおもりについて, } m \frac{dv}{dt} = T_B - mg$$

$$\text{滑車 A について, } I \frac{d\omega}{dt} = (T_A - T)R - \mu R'(T_A + m'g + T)$$

$$\text{滑車 B について, } I \frac{d\omega}{dt} = (T - T_B)R - \mu R'(T_B + m'g + T)$$

$$\text{糸と滑車は滑らないから, } \frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt}$$

また、実験 2 において、以下のような運動方程式および回転運動方程式が立式できる。ただし、空気による浮力と抵抗力は無視できるものとした。また、物理量の各記号と定義は、実験 1 のものと同様である。

$$\text{アクリル製筒内を運動するおもりについて, } M \frac{dv}{dt} = Mg - T_A$$

$$\text{吊り下げたおもりについて, } m \frac{dv}{dt} = T_B - mg$$

$$\text{滑車 A について, } I \frac{d\omega}{dt} = (T_A - T)R - \mu R'(T_A + m'g + T)$$

$$\text{滑車 B について, } I \frac{d\omega}{dt} = (T - T_B)R - \mu R'(T_B + m'g + T)$$

$$\text{糸と滑車は滑らないから, } \frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt}$$

滑車の回転部分の質量をはかり、慣性モーメントを計算して、

$$I = 7.05 \times 10^{-6}$$

まず実験 1 について考察する。得られた散布図のデータには、 v がある程度大きくなると v の値に波のような変化が顕著に現れた。また、実験 2 においても、水中のときと同じ程度の v の値から顕著に波のような変化が現れた。ここで、もし実験 1 の結果に現れた v の値の波のような変化が、水の抵抗によるものであるとするならば、空気の抵抗が水の抵抗に比べて十分小さいことを考慮すると、実験 2 において v の値に波のような変化は現れにくいと考えられる。このことから、 v の値の波のような変化は、滑車による影響であると考えた。

次に実験 2 について考察する。ここでも v の値に波のような変化が現れたが、先に述べたように、これは滑車によるものであると考えられる。そこで、滑車が一樣な摩擦力を受けながら回ると仮定し、この $v-t$ グラフは線形に近似してよいと考えた。このとき、加速度はグラフの傾きとなるから、図 8 より、

$$\frac{dv}{dt} = 2.96$$

よって、実験 2 の運動方程式を解いて、

$$T = 2.47$$

$$\mu = 2.94 \times 10^{-2}$$

そこで、ここからは、実際の運動では v の値に波のような変化がないものと仮定し、滑らかな近似曲線を描いて考察を進める。近似曲線は手書きで描いた。手順としては、まず、グラフに現れる波形の山を通る曲線と谷を通る曲線を描く。次に、この 2 本の曲線の中央を通る曲線を描く。そしてこの中央の曲線について、各点での数値を読み取り、データになおす。実験 1 の全てのデータにおいてこの方法で近似曲線を描き、各点での数値を読み取り、データになおした。そして、図 12~15 に示す、時刻 t と速度 v の散布図を得た。

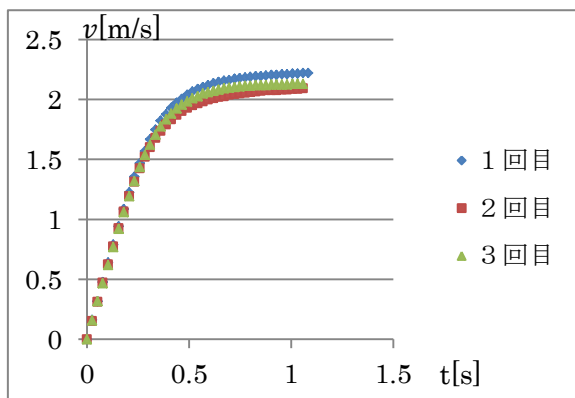


図 12 : 金属球 1 とおもり 1

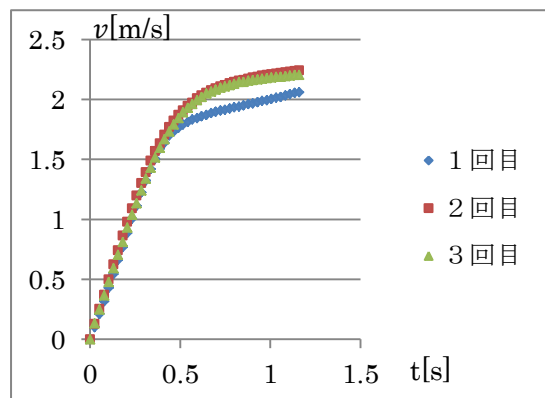


図 13 : 金属球 2 とおもり 2

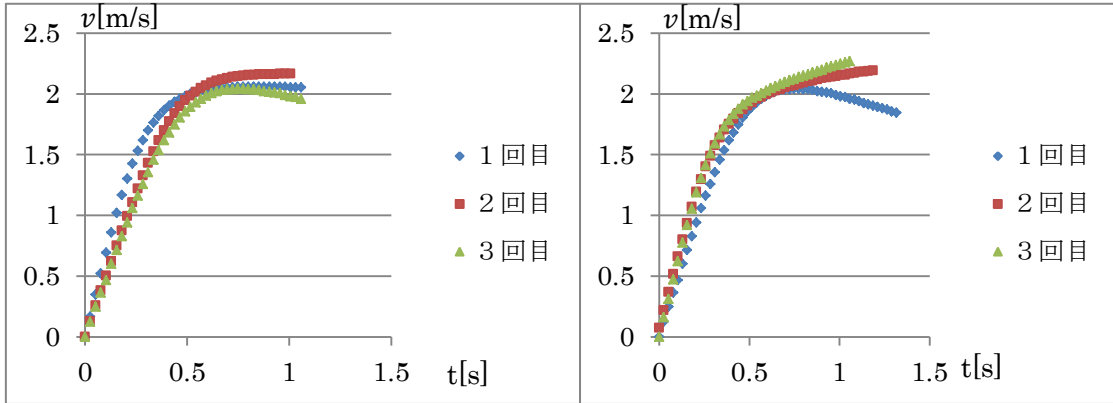


図 14：金属球 3 とおもり 3

図 15：金属球 4 とおもり 4

このデータをもとに、実験 1 の運動方程式から、各金属球についてある v における抵抗力 F の値を求めた。図 16 が得られた $F - v$ の散布図である。

仮説では球の半径が大きいほど抗力が強くなると考えていたが、それに反して、およそ $0 \leq v \leq 1.3$ の範囲で金属球 2 の F の値が金属球 1 の F の値を上回っている。今回はこの原因を解明するには至らなかった。また、目的であった球の半径と速度による二変数関数の導出はできなかった。原因として、データの数が多かったこと、球の種類が多かったことがあげられる。一般に流体の中を物体が運動するとき、速さが小さいときは粘性抵抗を受けながら運動することが知られている。

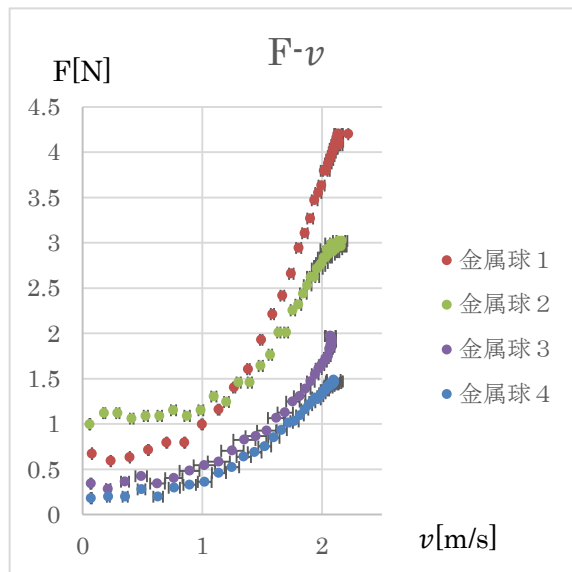
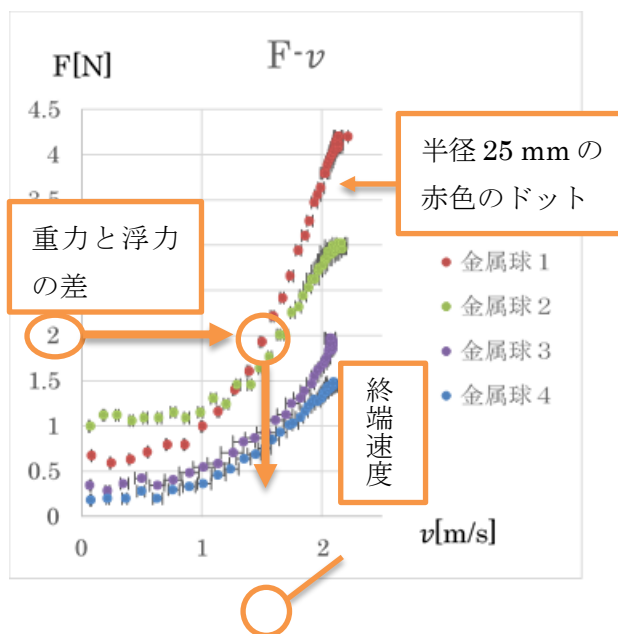


図 16

粘性抵抗は速さに比例、慣性抵抗は速さの 2 乗に比例する抵抗である。本実験で得られたグラフからも、その傾向が見られた。さらに本実験では $v=0$ の付近でもある程度の大きさの F が計測された。文献調査の結果、流体中の物体は付加質量というものを受けることがわかった。 $v=0$ 付近の F は付加質量によるものであると考えられる。

今回、球の半径と速度による二変数関数の導出はできなかったが、実験で使った球と同じ半径の球の終端速度ならば、図16の散布図から予測できることがある。たとえば、半径25 mm、受ける重力と浮力の差が2 Nである球ならば、金属球1のグラフで $F=2$ である、1.5 m/sが終端速度であると予測できる（図17）。よって、水中を落下する物体の終端速度を求める目的として、ある程度の汎用性をもつデータが得られたといえる。



<今後の課題>

目的であった二変数関数を導出するため

に、実験回数や球の半径の種類を増やしたい。また、今回は物体を糸で吊るしながら運動させたため、糸による影響を無視してよいかの評価も必要である。

<謝辞>

4. 参考文献

- ・ 流体付加質量・付加慣性モーメントー円柱・楕円中・回転楕円体 (http://www.engineering-web.com/fluid_ja/addedMassCircular/)
- ・ 水の密度 (<https://www.ryutai.co.jp/shiryuu/liquid/water-mitsudo-1.htm>)

プラナリアの学習能力について

政久泰輝 中務億人 西村豪晃 石井勇樹

指導者：小林優恭 野津俊郎

要 旨

プラナリアは、扁形動物門ウズムシ綱ウズムシ目ウズムシ科に属する動物のグループである。著しい再生能力を持っている。淡水、海水および湿気の高い陸上に生息する。私たちはプラナリアの学習能力の有無について光と塩酸の負の走性二つの大小を利用して調べた。その結果プラナリアの学習能力を確認した。

キーワード：プラナリア、学習能力

Planarians are a group of animals belonging to the Platyhelminthes Paramecium Paramecium Paramidae. having remarkable regenerative power. It inhabits fresh water, seawater, and moist land. We investigated the learning ability of planarians using two large and small negative taxis. As the result, learning ability of the planaria was confirmed.

序 論

記憶に関する実験の多くは、正の走性と負の走性を使ったものである記憶実験では反復による反応の変化であるが、天城高校の先行研究でのプラナリアの記憶に関する研究は負の走性どうしであった。プラナリアには負の走光性や負の走化性があることを調べ、負の走化性の方が強かった。このことを利用してこの実験では光と水道水を使っていたが、私たちは水道水を変化がわかりやすくするためアリザリンレッドで着色したpH 2.0~2.5の塩酸に変えて実験した。

研究内容

<目的>

プラナリアに光と塩酸を逆方向から与えた時のプラナリアの反応を観察し、それによってプラナリアの記憶能力の有無を調べる。

<仮説>

プラナリアに別方向から負の走性を示す光と塩酸を与える実験を何度も繰り返すうちに光の反対から塩酸が来ることを学習し、塩酸を与えなくても光の方へ進むと考えた。

<実験器具>

- ・プラナリア 5 匹

プラナリアは個体別に記録を取るため、番号をつけて飼育している。

- ・暗箱
- ・アクリルパイプ
- ・セロハンテープ
- ・照明器具
- ・塩酸 (0.0625mol/L) pH2.5
- ・ストップウォッチ
- ・バット

<実験>

- ・実験方法

アクリルパイプの両端をセロテープで止めて水で満たし中央にプラナリアを一匹入れ、片端に塩酸を 0.5ml 入れたものを暗箱に入れる。塩酸を入れた端と逆側を照明器具で照らす。端から塩酸が到達する地点（中央から 12cm 地点）に到達してから 3 分後にいる地点を観察する。12cm 地点から塩酸方向を負、光方向を正として cm 単位で計測する。また、開始から 5 分経っても 12 cm 地点にいないければその地点を計測する。また各実験間は 1～3 日程度とする。

- ・予想

塩酸に対しての負の走性の方が光に対する走性より強いため、回数を重ねるほど光の逆に塩酸があることを学習し、3 分後にいる地点はより光に近づく。

結果

<実験>

図 1 のようになった。また、4 回目 5 回目の間は諸事情により実験期間が空いているため一度学習した内容を忘れていたと考えた。

ここから、No2 のように反応を示さない個体もいたがジェームズ V マクコーネル氏の論文にもそのような個体がいることを確認したため、ほぼすべての個体が塩酸の位置を学習して塩酸から遠ざかるような反応を見せていることがわか

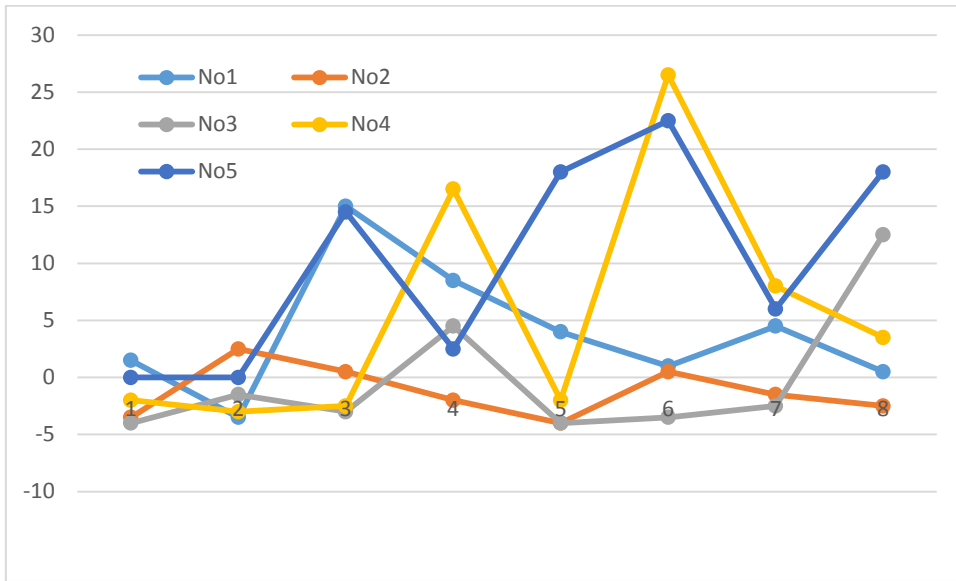


図 1

縦軸は塩酸到達地点からの距離を，塩酸方向を負，光方向を正として cm 単位で計測している。横軸は計測回数を表している。

考察・結論

実験 2 の結果より初期段階では塩酸地点に残る個体が多かったが，実験を重ねるうちに負の走性をもっているはずの光の方へ移動する個体が増えているので，学習能力があると結論付ける。しかし，実験個体や実験回数もまだ少ないため，さらに実験回数を増やしていく必要がある。

参考文献

- 1) 手代木 渉, 渡辺 憲二「プラナリアの形態分化ー基礎から遺伝子までー」
- 2) 藤井 可「生物の侵害刺激受容について」
- 3) James McConnell and Robert Thompson「Classically conditioned discrimination in the Planarian, *Dugesia dorotocephala*」*Nature*, 215, Sept. 30, 1465-6, (1967)

ゴーヤ液のイースト菌における抗菌効果

流尾光月 亀野凌児 木多翔駿 赤木颯馬

要旨

ゴーヤの実からジュースを作成しそのなかで大腸菌を繁殖させる実験を行うとゴーヤは大腸菌にたいして抗菌作用があることが分かっている。ここでイースト菌にたいしてもゴーヤは抗菌作用があるという仮説を立て実験し検証した。その結果、ゴーヤには弱い抗菌効果があり、その効果は加熱することによってより強くなるが菌数をゼロにするほどではないということが分かった。

キーワード：ゴーヤ、抗菌効果、大腸菌、イースト菌、コロニーカウンティング法

1. 序論

ゴーヤは東南アジアが原産地のウリ科の一年生つる性植物であり、日本では沖縄県で最も多く生産されている。沖縄県では古くから夏バテなどへの対策に生薬として利用されていて。また、実際にゴーヤには抗エイズ作用、抗がん作用があり、糖尿病への効果があることも確認されている。そして私たちの1学年上の先輩方の研究により大腸菌にたいして抗菌作用があることが分かっている。そこで本研究では大腸菌とは違うイースト菌にたいしてゴーヤは抗菌作用があるのかを調べることを目的とする。

2. 研究内容

実験では、24時間毎に酵母菌のコロニー数のデータを取り酵母菌のコロニー数の時間的変化からゴーヤジュースに抗菌効果があることを検証する。

実験 1

目的

ゴーヤのイースト菌に対する抗菌効果の有無を調べる。

仮説

ゴーヤにはイースト菌に対する抗菌作用があり、ゴーヤを入れたコニカルビーカー内では菌数の上昇が抑えられる、もしくは菌数がゼロになる。

【実験の準備】

ドライイースト1gと滅菌水10mlを10mlコニカルチューブに入れたものを使用する。

ゴーヤジュースは冷凍保存したゴーヤをミキサーにかけジュース状にし、それをガーゼでこした後遠心分離にかけた後の上澄み液を使用する。このジュースを冷凍したものを冷凍ゴーヤ液とする。また、ゴーヤジュースを沸騰させた水に20分間入れたものをボイルゴーヤ液とする。

寒天培地は標準寒天培地 DAIGO を 23.5 g とグルコース 9.3 g を精製水 1 L に加えてよく振り混ぜた後、加熱溶解し、オートクレーブにかけて熱消毒したものをシャーレに適量入れて固めたものを使用する。

ネガティブコントロールとしてグルコース 0.3 g と精製水 10 ml を 10 ml コニカルチューブに入れたグルコース 3% 水溶液を使用する。

ポジティブコントロールとして G 4 1 8 粉末 0.5 g を 10 μ l の滅菌水に溶かし、それを滅菌グルコース 3% 水溶液で 100 倍希釈した G 4 1 8 水溶液を使用する。

酵母菌

また菌数は標準寒天培地にできたコロニーを数えることで計測し、原液中の菌数を計算する。

原液中の菌数[個/ μ l] = コロニー数[個] \times 希釈率 / 寒天培地に撒いた体積[μ l] で計算する。

【実験方法】

酵母菌液を試料に入れ、希釈をしていく。また、希釈するとき取る液は、ボルテックスでよく攪拌する。

① 冷凍ゴーヤ液、ボイルゴーヤ液、グルコース 3% 水溶液、G418 水溶液をそれぞれ

10 ml コニカルチューブに 3 ml ずつ入れたものを 3 本ずつ用意する。そこに酵母菌液を 30 μ l 入れる。

② ①で作った溶液を 15 μ l ずつ取り、水 1.5 ml を入れた 1.5 ml チューブに入れる。この時、溶液は 1/10 万希釈。

③ ①から溶液を 100 μ l ずつ取り、水 900 μ l を入れた 1.5 ml チューブに入れる。この時、溶液は 1/100 万希釈。

④ ①から溶液を 15 μ l ずつ取り、水 1.5 ml を入れた 1.5 ml チューブに入れる。この時、溶液は 1/1000 万希釈。

⑤ ②、③、④で希釈した溶液を 20 μ l ずつ取り、シャーレに撒きつける。また、この時、雑菌が入らないようにクリーンベンチ内で作業をする。その後、高温器 (37°C 設定) でおよそ 16 時間培養する。

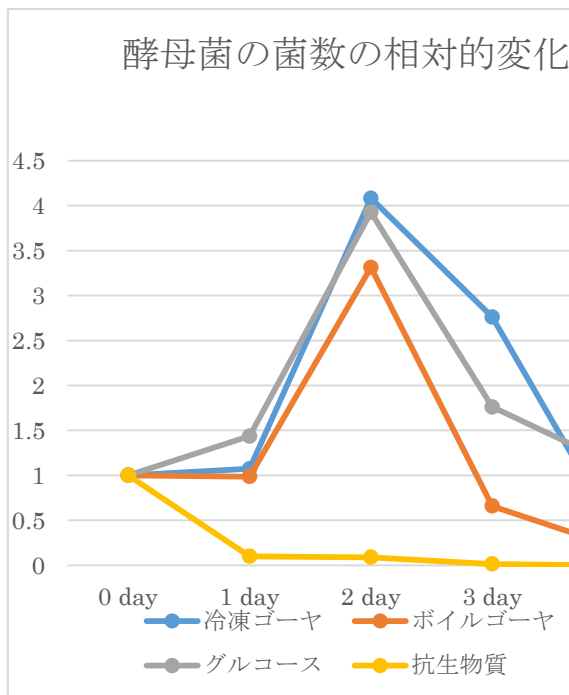
①で作った溶液は、次の日も使うため、菌が窒息死しないように蓋は少し開けておく。

シャーレは次の日の朝に回収し冷蔵庫へ入れ、当日中にカウントシデータを記入する。これを一週間行う。

結果

日目、四日目で菌数が減少している。三日目に最も菌数が少なかったのは三つの中ではボイルゴーヤであり、冷凍ゴーヤの菌数はグルコースよりも大きい。しかし四日目ではグルコースの菌数を冷凍ゴーヤ、ボイルゴーヤともに下まわっており、ゴーヤは酵母に対して抗菌効果があると考えられる。ゴーヤの大腸菌に対する抗菌効果を調べた先行研究では、二日目の時点でボイルゴーヤの菌数がゼロになったことから、ゴーヤの酵母に対する抗菌効果は大腸菌に対する抗菌効果より弱いと考えられる。またボイルゴーヤの菌数は一貫して冷凍ゴーヤより少なく、抗菌効果はボイルゴーヤのほうが大きい。これは先行研究でも見られた傾向であり、その理

図1 実験1の酵母菌の菌数の相対的变化



由は、ゴーヤには抗菌効果をもつ物質とそれを阻害する物質の両方が存在しており、熱によって抗菌効果を阻害する物質が失活したからであると考えられる。

結論 1

ゴーヤには弱い抗菌効果があり、その効果は加熱することによってより強くなるが菌数をゼロにするほどではない。

図2 実験2の酵母菌の相対的变化

実験 2

目的

ゴーヤの抗菌効果を抑制する物質が熱によって失活したというのを実証するために、ゴーヤ液を様々な温度で処理し、実験1と同様に実験をする。そして、菌数の変化の仕方を観察する。

考察

結果では、グルコース、冷凍ゴーヤ、ボイルゴーヤの三つは菌数が急激に増加し、三

【実験方法】

実験1で用意した、遠心分離をした後のゴーヤ液を40℃、60℃、80℃の水でそれぞれ20分加熱したものを3本ずつ用意する。また、抗菌効果を抑制する物質がゴーヤに含まれるタンパク質ではないのかと考え、試料3種類に加え、タンパク質分解酵素であるペプシンを入れた溶液を作り、この4種類の試料で実験をする。実験方法は、実験1と同様に行う。

ゴーヤの抗菌効果を阻害する物質は80℃から100℃の間で失活すると考えられ、それはペプシンによって分解されることはない。

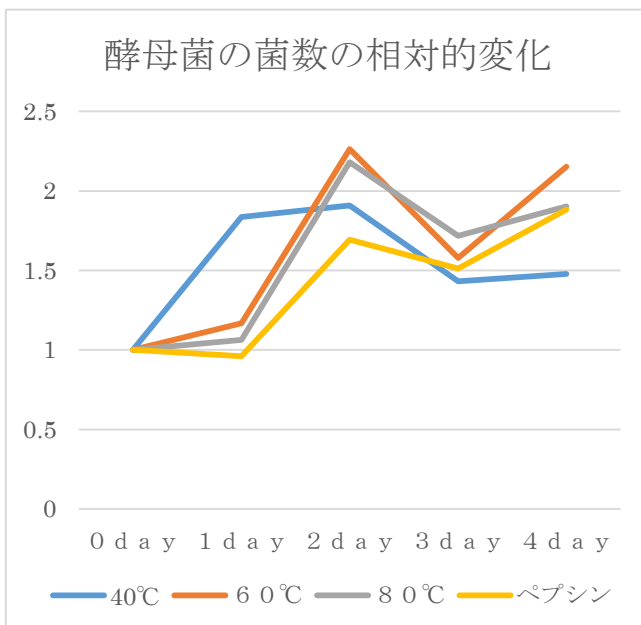
【文献】

1) データが消えたので今は書けません。すみません。

2)

3)

結果



考察

結果では、40℃、60℃、80℃のそれぞれのゴーヤ液も同じような変化をしたことから、実験1で考えた熱によって抗菌効果を阻害する物質は80℃から100℃の間で失活する物質であると考えられる。それに加えてペプシンを加えた溶液も同じような変化をしたため、実験1で考えた熱によって抗菌効果を阻害する物質はペプシンによって分解されることはなかったと考えられる。

結論2

ピン球の回転数に影響を与える要因について

光畑幸輝 森俊介 森匠平

要項

我々は、先行研究でラバーの表面温度とラバーの反発係数に正の相関があることを知ったが、ラバーの表面温度とピン球の回転数との関係性について研究されていなかったことから我々でこのことについて調べた。その研究の結果、ラバーの表面温度とピン球の回転数には関係性がないことが分かった。この結果について、ピン球の回転のメカニズムを力積の観点から考察することにより、仮説を立てた。

When found that there was a positive correlation between the surface temperature of rubber and the coefficient of repulsion of rubber in the previous study, but we investigated this because the relationship between the surface temperature of the rubber and the rotational speed of the pin ball had not been studied. As a result of the research, it was found that there was no relationship between the rubber surface temperature and the rotational speed of the pin ball. We hypothesized this result by considering the mechanism of pinball rotation from the viewpoint of impulse.

1. 序論

卓球のラバーの性能は季節の変化による気温の変化の影響を受けるとされている。そこで、気温とラバーの性能の関係性について調べると、ラバーの表面温度が上昇することによって、ラバーの性能が向上するという先行研究があった¹⁾。しかし、先行研究では打球時のピン球の弾み、すなわち反発係数が増加することを性能の向上と評価しており、反発係数以外の性能の変化は明らかにされていなかった。そこで我々は、ラバーの表面温度とピン球の回転数の関係性に着目し、研究を行った。

2. 研究内容

実験 1

<目的>

ラバーの表面温度とピン球の回転数の関係性について調べる。

<仮説>

ラバーの表面温度が高くなることでラバーが軟化し、ピン球がラバーに沈み込みやすくなるため、衝突時の接触時間が増加し、ピン球がラケットから受ける力積が増加する。そのため、ラバーの表面温度が高くなるにつれて、ピン球の回転数は増加する。

<実験器具>

ラケット、ピン球、スタンド、ハイスピードカメラ、サーモグラフィカメラ

<実験方法>

①桶にポットで沸かしたお湯を張り、ビニール袋で包んだラケットを入れて温めた。また、ラバーの表面温度を低くするときは、

お湯を氷水に変えて行った。

②ピン球を落とす高さを 60 cm, ラケットの角度を 60° に固定し, ラケットの真上からピン球を無回転で自由落下させて, ラケットと衝突した直後のピン球の回転の様子を撮影した。その際, ラケットとピン球が衝突する際のラバーの表面温度を測定した。

③ピン球が 1 回転するのにかかった秒数を測定し, 回転数を算出した。その時のラバーの表面温度との関係をグラフにした。

<結果>

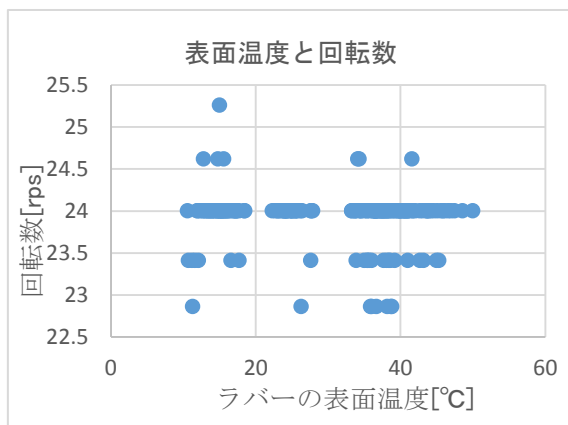


図 1. ラバーの表面温度とピン球の回転数

ラバーの表面温度を変化させてもピン球の回転数に変化はみられなかった。

<考察>

ラバーの表面温度を変化させてもピン球の回転数が変化しなかったため, ピン球とラケットの接触時間が変化せず, 力積も変化しなかったと考えられるが, 接触時間が非常に短いため接触時間を測定することは困難である。

そこで我々は, ラバーとピン球が衝突した際にどのような原理でピン球が回転するのかがわかれば, 実験 1 の結果の説明が可能であると考え, 実験 1 では変化させな

ったピン球を落とす高さやラケットの角度を変数として, 実験 2 を行った。実験 2 では, ピン球を落とした高さから落下速度を算出し, グラフをつくる際はピン球の速度を変数とした。

実験 2

<目的>

ラケットに衝突する際のピン球の速度とピン球の回転数の関係性, ラケットの角度とピン球の回転数の関係性について調べる。

<仮説>

ピン球が速いほどピン球の回転数は増加し, ラケットの角度が 90° に近づくにつれてピン球の回転数は増加する。

<実験器具>

ラケット, ピン球, スタンド, ハイスピードカメラ

<実験方法>

①ピン球の速度とピン球の回転数の実験

ピン球を落とす高さを変数 (20 cm, 40 cm, 60 cm) として, ラケットの角度を 60° に固定し, ラケットの真上からピン球無回転で自由落下させて実験を行った。(ピン球を落とした高さは, 20 cmを 1.94m/s , 40 cmを 2.70m/s , 60 cmを 3.25m/s として, 速度にしてグラフを作成した。)

②ラケットの角度とピン球の回転数の実験

ラケットの角度を変数 (30° , 45° , 60°) として, ピン球を落とす高さを 60 cmに固定し, ラケットの真上からピン球を無回転で自由落下させて実験を行った

<結果>

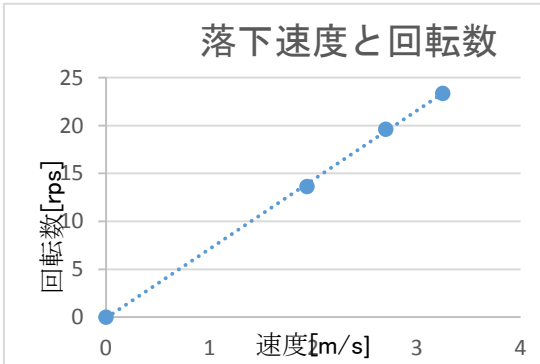


図2. ピン球の速度とピン球の回転数

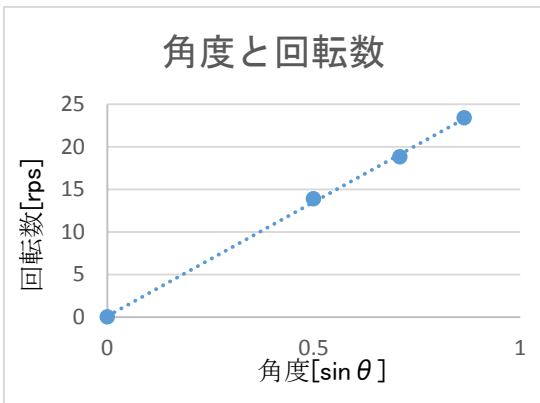


図3. ラケットの角度とピン球の回転数

実験2 - ①では、ピン球の速度とピン球の回転数には比例の関係があり、実験2 - ②では、ラケットの角度を θ とすると、 $\sin \theta$ とピン球の回転数には比例の関係があることがわかった。

<考察>

以上の結果からピン球の回転数は、ピン球の、ラケット面に水平な速度成分に比例していると考えられる。

3. 仮説

実験2の結果から、次のような仮説を立てた。(以下、ピン球の速度： v 、衝突後のピン球の速度： v' 、ラケットの角度： θ 、ピン球の質量： m 、ピン球の角速度： ω 、ピン

球の慣性モーメント： I 、ピン球の半径： r 、ピン球が受けた力： F 、ピン球とラケットの接触時間： Δt とする。)

ピン球の回転数は $\sin \theta$ と比例の関係にあるため、ラケットの面に水平な力のみが回転数に影響を与えていることがわかる。そのため、ラケットの面と水平に x 軸をとると、運動量と力積の関係から、

$$mv'_x - mv_x = -F_x \Delta t \quad \cdots \text{I}$$

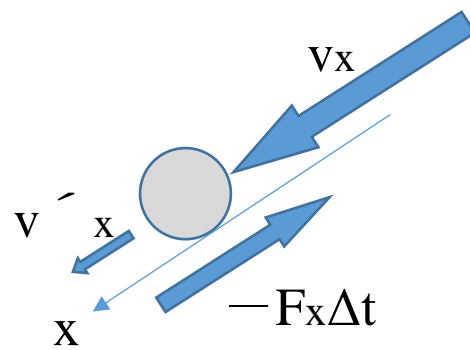


図4. ピン球が受ける力積

また、ピン球の角加速度を a 、ピン球が受けたトルクを T (T は r と、 r に対して垂直な F の成分の積、すなわち $T = F_x r$)とすると

$$Ia = T$$

であるから、両辺に Δt をかけて

$$I \Delta \omega = T \Delta t$$

$$I \Delta \omega = F_x \Delta t r \quad \cdots \text{II}$$

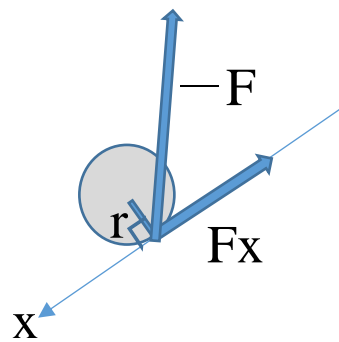


図5. ピン球が受けるトルク

I, IIより

$$I \Delta \omega = r(mv'_x - mv_x)$$

ここで, v , v' はそれぞれ $v \sin \theta$, $v' \sin \theta$ のことであるから,

$$I \Delta \omega = rm(v' - v) \sin \theta$$

さらに, ピン球の回転数は v に比例しているため,

$$v' = \alpha v \quad (\alpha \text{ は比例定数})$$

として,

$$I \Delta \omega = rm(\alpha - 1) v \sin \theta$$

$$\Delta \omega = \{rm(\alpha - 1)v \sin \theta\} / I \quad \cdots \text{III}$$

の式が導かれる。

実験1ではピン球の速度とラケットの角度は変えなかったため, IIIにおいて, α 以外はすべて定数となる。そのため, ピン球の回転数が変化するならば, ラバーの表面温度を変化させることでピン球が受ける力積が変化し, α が変化すればよいが, 実際には α がラバーの表面温度の変化には関係なく一定の値であったため, ピン球が受ける力積が変化せず, 回転数に変化が見られなかったと考えられる。

4. 結論

実験1では, ラバーの表面温度を変化させてもピン球の回転数は変化しないことがわかった。また, 実験2では, ピン球の回転数はラケット面に水平なピン球の速度成分に比例していることがわかった。

今後の課題として, 仮説が正しいことを示すことが挙げられる。 α が何によって決まる値なのかを明確にできれば, ピン球の回転数が何によって決まる値かを示すことができるため, 今後は α について調べる実験をしたい。

【文献】

- 1) [DONIC-JAPAN] ラバーウォーマー
<https://donic.jp/rubberwarmer/> (参照 2019-12-15)
- 2) 卓球の物理学 [pp-physics.com] 球の回を考慮に入れた跳ね返り 1. 2018-11-26.
<https://pp-physics.com/basics/inclusive/> (参照 2019-12-15)