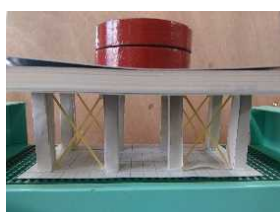
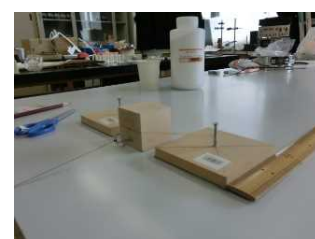
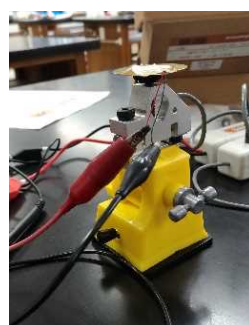


平成 30 年度
SSH 理数科サイエンスコース

課題研究発表会
要 旨 集



新潟県立長岡高等学校

次 第

1. 日 時 平成 30 年 4 月 21 日(土) 12:45 ~ 17:20

2. 会 場 長岡技術科学大学 2 階 A 講義室

3. 日 程

12:45 開会の挨拶

新潟県立長岡高等学校長 宮田 佳則
長岡技術科学大学副学長 中出 文平 様

13:00~ 全体発表[各テーマ：発表時間 7 分 / 生徒間質疑応答 2 分 /
長岡技術科学大学先生による講評 2 分]

13:00 数学系(1 班)・化学系(3 班)発表

13:50 休 憩

14:00 生物系(3 班)・物理系(2 班)発表

15:00 休 憩

15:10 物理系(3 班)・地学系(1 班)発表

16:00 ~ 16:40 ポスターセッション

発表内容をまとめたパネルを前にして、
生徒が質疑に対して応答します。

16:45 長岡技術科学大学より

長岡技術科学大学大学院生 北原 雪菜 様

17:00 全体講評

長岡技術科学大学高大連携室長 城所 俊一 様

17:10 表 彰

4 . 全体発表テーマと発表順

時間	分野	番	テーマ	氏名	頁
13:00～	数学	1	ポリオミノ	渡邊 康聖 前川 優哉 長谷川 龍児	P.2～3
13:12～	化学	2	家庭でインク汚れを落とすには？	阿部 真歩 茨木 晴香 江平 さくら 松平 澪佳	P.4～5
13:24～		3	米のとぎ汁の有効活用	石橋 幸音 木村 由紀乃 佐藤 彩 長 諒子 渡辺 緑	P.6～7
13:36～		4	ポリグルタミン酸の水質浄化作用	阿部 桜大 関 諒夏 星野 瑞貴	P.8～9
休 憩					
14:00～	生物	5	塩を用いたサカマキガイの駆除法	草野 太智 齋藤 淑人 桑原 大樹 坪谷 啓冬	P.10～11
14:12～		6	根の成長及びLEDを用いた葉緑体検出に関する研究	金田 彬成 小林 達季 佐野 丈 平山 裕紀人 倉重 太一	P.12～13
14:24～		7	人によく聞こえる音階の研究	藤井 舞雪 佐藤 雅敏 鈴木 恭平 山本 寛太	P.14～15
14:36～	物理	8	粒子による摩擦の軽減	山田 悠雅 椽木 健太郎 皆木 大河 山岸 拓馬	P.16～17
14:48～		9	圧電素子による発電の研究	長谷川 誉久 金澤 亮 新野 優也 鳥越 月翔	P.18～19
休 憩					
15:10～	物理	10	表面状態による水中摩擦抵抗の変化	惣角 翔 南雲 陽 藤ノ木 聖 渡邊 健介	P.20～21
15:22～		11	耐震補強に関する研究	勝沼 大地 長瀬 拓哉 石田 慎義 曾山 暉史	P.22～23
15:34～		12	黒板の消し方に関する研究	高林 裕太 阿部 悠汰 新保 豪 小川 湧人	P.24～25
15:46～	地学	13	続：綱引きの公平性と地質の関係について	田中 龍生 高田 倫太郎	P.26～27

ポリオミノ

新潟県立長岡高等学校 理数科 渡邊 康聖・前川 優哉・長谷川 龍児

1. 研究の目的

正方形の個数を1つ、2つ、3つと増やしていったときに生成できる図形の種類を考察し、規則性を見つける。

2. 研究内容

研究に取り組み始めた当初、何か規則性があるのではと思い、やみくもに図形を作成した。しかし、予想以上の図形の数に正方形6つで生成できる図形の個数を推測した段階でこの方法は諦めた。次に、インターネット上に何か情報があるのではないかと思い、検索したところ、ポリオミノについての考察がされていた。それをもとに片面型ミノを用いて規則性を見出していったものの、規則性は見つからなかった。このままでは規則性を見出すことは困難であると判断し、以下の条件を加えたうえで規則性を考えた。

条件

座標平面上で考え、正方形を点として考えたときに、原点の正方形(点)を基準にX軸Y軸方向に伸ばす図形を考える。次のような場合に分けて考える。

- ・一方向の場合: X軸の正の方向にのみ伸ばす
- ・二方向の場合: X軸の正の方向とY軸の正の方向に伸ばす
- ・三方向の場合: X軸とY軸の正の方向に伸ばす
- ・四方向の場合: X軸とY軸に伸ばす

n-1で追加した正方形の隣接部分に正方形を追加したときの図形の数を考える

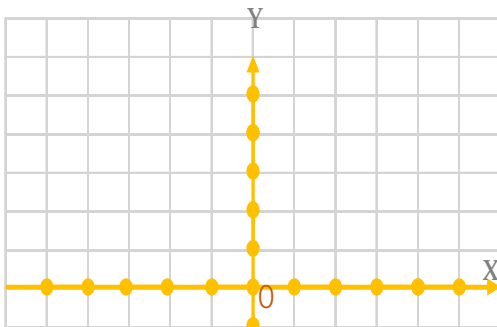
三方向までは一、二方向も含む

正方形の個数	1	2	3	4	5	6	...	n
一方向	1	1	1	1	1	1	...	1
二方向	1	1	2	3	4	5	...	$n=1$ 1 n 2 $n-1$
三方向	1	1	2	4	7	11	...	$\frac{(n-1)(n-2)}{2}+1$

四方向のみ必ず出来る数を考えた。

四方向	~	5	6	7	8	9	10	11	...
n-5		1	1	3	5	9	13	19	...
n-5-4						1	1	3	...

四方向の左の欄が $2m+1$ と表される時 $m+1+ {}_{2m+1}C_2$ $2m$ と表させる時 $m+1+ {}_{2m}C_2$



3. 研究のまとめ

ある特定の条件下で、規則性を見つけることが出来た。

重複の解決が難点だった。

本研究を参考に、つぎの課題として基準の正方形の数を 1×1 から 2×2 に増やしたときの一般式を導こうと考える。

用語

・ポリオミノ

複数の正方形を辺でつなげた図形。

n 個の正方形をつなげた図形は n -オミノといい、 n にはギリシア語でその数を意味する接頭辞が入る。

・片面型ミノ

点対称の図形を考えた際の、一方の図形

裏返してのみ同じ形になるものは違うものとする

メモ

家庭でインク汚れを落とすには？

新潟県立長岡高等学校 理数科 阿部 真歩・茨木 晴香・江平 さくら・松平 澪佳

1. 研究の目的

私たちは日常的にボールペンを使用している。しかし、洋服にボールペンのインクが付着してしまったとき、いつも通りに洗濯しただけでは付着したインク汚れをきれいに落とすことは難しい。

そこで私たちは、昨年先輩の研究を先行研究として、その研究の課題でもあった、黒色以外のボールペンのインク汚れを家庭にある身近なもので落とす方法と界面活性剤の洗浄効果を高める方法について調べてみたいと考え、本研究を行った。

2. 研究内容

用意したもの

ボールペン 6種類×3色(黒色、赤色、青色) 計18本

・ゲルインクボールペン(サラサ、コレト、スタイルフィット)

・油性インクボールペン(ジェットストリーム、アクロボール、スーパーグリップ)

ワイシャツ(ポリエステル65% 綿35%)、ウタマロ石けん(固形石鹼)

シャボン玉酸素系漂白剤、シャンプー(メリット、モイストダイアン)

実験1

長方形(5cm×7cm)に切ったワイシャツに、様々な種類(上記)のボールペンで文字を書いた。そのワイシャツに付着したインク汚れを、石鹼を用いて落とす洗浄実験を行った。ペーパークロマトグラフィーでの確認により、黒色インクは多くの色素によって構成されていることから、赤色・青色のインクよりも汚れを落とすことが難しいという仮説をたてた。結果は、赤色、黒色、青色の順でインク汚れが落ちやすかったことから、含まれている色素の種類とインク汚れの落ちやすさは関係がなく、青色インクには落ちにくい色素が含まれているのではないかと考えた。

実験2

実験1と同様に布を準備し、それぞれに以下の4種類(~)の手順(漂白剤を溶かした水に浸す 漂白剤と石鹼を溶かした水で攪拌 漂白剤を溶かした水で攪拌 シャンプーを溶かした水で攪拌)で実験を行った。 は染み抜き、 は洗濯の方法として漂白剤の販売会社が推奨している使い方であるため、 や の操作を行った場合、 や の操作を行った場合よりもよく汚れを落とすという仮説をたてた。結果として、一番きれいに汚れが落ちたのは の操作を行った布だった。また、漂白剤のみを用いて洗浄を行う場合は、攪拌による洗浄よりも、浸しておくつけ置きの方が効果的であることも分かった。また、 の操作を行った布に関しては、ゲルインクの汚れは少し落ちていたものの、油性インクの汚れはほとんど落ちず残っていた。

実験2'

実験2の対照実験として、水かわりに40℃のお湯を用いて実験2と同じ操作を行った。水の温度を上げることにより洗浄効果が高まるため、いずれも実験2よりもインク汚れがよく落ちるのではないかと仮説を立てた。結果は、実験2よりもインク汚れが落ちた布が多かったことから、洗浄の際に使う水の温度が高くなると界面活性剤による洗浄効果が高まることが確認できた。

3. 研究のまとめ

赤 黒 > 青の順に汚れが落ちやすい。

漂白剤を使用する場合は攪拌よりもつけ置きが効果的である。

洗浄の際に使う水の温度を高くすると、界面活性剤による洗浄効果が高まる。

【用語解説】

ゲルインク : 水に添加剤を溶かし、着色剤、ゲル化剤を加えたもの

油性インク : 有機溶剤に樹脂や添加剤を溶かし、着色剤を加えたもの

界面活性剤 : 水になじみやすい構造(親水基)と油になじみやすい構造(親油基)をもつ物質の総称

酸素系漂白剤: 過炭酸ナトリウム(炭酸ナトリウム:過酸化水素=2:3で混在させたもの)

【キーワード】

界面活性剤、温度

【参考文献】

- ・新潟県立長岡高等学校 平成29年度理数科サイエンスコース課題研究論文集
「シャツについてボールペンのインクを落とそう！」
- ・日刊工業新聞社 「トコトンやさしい界面活性剤の本」, 「トコトンやさしい染料・顔料の本」
「図解入門よくわかる顔料分散」
- ・秀和システム 「図解入門よくわかる最新洗淨・洗剤の基本と仕組み」
- ・産業図書 「洗淨の基礎知識」

3 米のとぎ汁の有効活用

新潟県立長岡高等学校 理数科 石橋 幸音・木村 由紀乃・佐藤 彩・長 諒子・渡辺 緑

1. 研究目的

米をといだ時に生じる排水、いわゆる「とぎ汁」には日常生活において様々な利用法があることが知られている。これらの中から、料理や美容における「とぎ汁」の効果を実科学的に検証した。また無洗米の精製工場で大量に廃棄される洗米排水からバイオ燃料を取り出す研究が研究機関で行われている。これを高校実験室で実際に実施すること試みた。

2. 研究内容

実験1 とぎ汁の油脂分散効果の検証

実験1-1 牛脂を用いた実験

豚の角煮を作る際にとぎ汁で下茹でをすると脂分が落ちやすいとされるのは、とぎ汁には グロブリンが含まれており、これが界面活性剤としての効果を示し油脂を分散させる作用があるからではないかと仮説を立てた。水ととぎ汁各 200ml に牛脂 8.0g を入れ、15 分間攪拌・加熱し、冷却・凝固後質量の変化を比べた。実験の結果、水ととぎ汁で回収後の質量に大きな差は見られなかったが、牛脂の形状について、水は板状、とぎ汁は粒状であり、明らかな変化が見られた。

実験1-2 とぎ汁の代わりに洗剤を用いた実験

実験1-1の牛脂の形状変化はとぎ汁に含まれる界面活性成分の影響と考えた。その検証のためにとぎ汁の代わりに市販の洗剤(界面活性剤)を用いて実験を行った。その結果、牛脂の形状変化はとぎ汁で実験した時と同様であった。このことから、とぎ汁は牛脂に対して界面活性剤と同じ作用をしたと言える。

実験1-3 豚のばら肉を用いた実験

実際に調理で使用される豚のばら肉を用いて実験を行った。 グロブリンが関係していると仮定すると、熱で変性する可能性があると考え、恒温水槽 80 と 65 の2条件で 45 分間とぎ汁・水 100ml と豚ばら肉の赤身を加熱した。実験の結果、どちらの場合においても水で茹でた肉の方が質量の減少割合が大きかった。

実験2 とぎ汁の保湿効果の検証

米のとぎ汁は、美容に効果があるとされ、肌に塗られることがあります。モイスチャーチェッカーを用いてとぎ汁の沈殿と水、美容液を肌に塗った時の状態を測定した。その結果、美容液には及ばないが、とぎ汁には保湿効果があることが分かった。

実験3 とぎ汁からエタノールの生成

ペットボトルにとぎ汁を入れ放置し沈殿を回収、沈殿に米麴を加え 60 に保ち、ドライイーストを加え 40 で放置。できた溶液を蒸留することでエタノールを生成することに成功した。また、とぎ汁の沈殿の量を一定にし、米麴の量を変え生成量の変化を調べた。その結果、800ml のとぎ汁の沈殿に対し、米麴 20~40 g の時最も効率よくエタノールを生成することができた。

3. 研究のまとめ

- ・とぎ汁に豚肉の脂を除去する効果があるという明確な確証は得られなかったが、油脂の形状変化から、とぎ汁が油脂に対し何等かの作用を示していることは分かった。
- ・とぎ汁に保湿効果があることを検証できた。
- ・とぎ汁からエタノールを生成できた。効率のよい米麴と沈殿の比率を調べる事ができた。

【用語解説】

・ グロブリン

とぎ汁に含まれる成分のひとつで、界面活性効果をもつといわれている。

・ モイスチャーチェッカー

電解を皮膚に発生させ静電容量を計測しその値によって肌に含まれる水分量と油分量をパーセンテージで表示する。

ポリグルタミン酸の水質浄化作用

新潟県立長岡高等学校 理数科 阿部 桜大・関 諒夏・星野 瑞貴

1. 研究の目的

水に拡散している汚れを浄化したいと考えたところ、納豆に含まれるポリグルタミン酸を利用した凝集剤を作り出せると知った。この凝集剤を用いた浄化方法が有効かを明らかにするために今回の研究を始めた。

2. 研究内容

【実験1】 ポリグルタミン酸を抽出する

納豆 40g に蒸留水 100ml を加え、水になじませた。次に、納豆表面の白いネバネバをとるようにガラス棒で攪拌、混合した後、静置した。この混合液の上層部を遠心分離機で高速遠心分離した(10,000rpm、20分間)。その後、上澄みを合計 50ml に調製した。この上澄みに 100ml の 99.5%エタノールを加え、粘物質を沈殿させ一晩冷蔵庫に保存した。翌日、粘物質を集めて少量の 70%エタノールで洗い、50ml の蒸留水に溶解したものをポリグルタミン酸溶液 (PGA 溶液) とした。

【実験2】 米のとぎ汁の PGA 溶液による凝集実験

米 120g に水道水 120ml を加えてガラス棒でかき混ぜ、米のとぎ汁を得た。この操作を 4 回繰り返し、水道水を加えて合計 800ml の米のとぎ汁を調製した。この米のとぎ汁を 100ml ずつ、6 つのビーカーにわけ、以下の物質を滴下して、凝集に違いが起こるかを観察した。(滴下量は、PGA 溶液が 0.5ml、 $MgCl_2$ 水溶液 (0.50mol/l)、 $CaCl_2$ 溶液 (0.50mol/l) が 2ml。それぞれ滴下後に 50 回以上かき混ぜ、 $CaCl_2$ +PGA、 $MgCl_2$ +PGA の場合には、 $MgCl_2$ 、 $CaCl_2$ を先に入れた。)

米のとぎ汁のみ	+PGA	+ $CaCl_2$	+ $MgCl_2$	+($CaCl_2$ +PGA)	+($MgCl_2$ +PGA)
---------	------	------------	------------	-------------------	-------------------

バックテストによる計測

30 分後、米のとぎ汁、変化の著しかった米のとぎ汁+ $CaCl_2$ 、+($CaCl_2$ +PGA) を 1ml ずつ取り、50ml に薄めて、COD のバックテストを行った。

	COD濃度 (mg/l)
米のとぎ汁	1750
米のとぎ汁+ $CaCl_2$	850
米のとぎ汁+ $CaCl_2$ +PGA溶液	550

【実験3】 イオンの PGA 溶液による凝集実験

硝酸カリウム、塩化カリウムの飽和水溶液をそれぞれ 100ml、4 つのビーカーに分け、以下の物質を滴下して、30 分後バックテストで濃度を調べた。(手順は実験 2 に同じ)

試料	加えた物質		
	PGA溶液	$CaCl_2$ 溶液	PGA溶液 + $CaCl_2$ 溶液
$NH_4Cl(aq)(NH_4^+)$	凝集効果なし	凝集効果なし	凝集効果なし
$KNO_3(aq)(NO_3^-)$	凝集効果なし	凝集効果なし	凝集効果なし

3. 実験のまとめ

- (1) PGA 溶液単体ではコロイド以下の粒子を凝集させるはたらきがない。
- (2) イオンに対する凝集作用はない。
- (3) 陽イオンによる凝集を助ける働きがある。

【キーワード】

ポリグルタミン酸 (PGA)

グルタミン酸を重合単位とするポリペプチドの一種。天然のものは、一般的なポリペプチドと異なり、 α 位のカルボキシ基と γ 位のアミノ基がペプチド結合を形成するため、 γ -ポリグルタミン酸(γ -PGA)とも呼ばれる。本研究ではこの γ -PGA について調べた。

バックテスト

ポリエチレンチューブの中に調合された試薬が 1 回分ずつ封入されている。共立理化学研究所が販売している。

COD

「化学的酸素要求量」という水の汚染度の指標で、酸化剤で水中の有機物を酸化した時の酸素の要求量。値が大きいほど、汚れが多いということになる。

【参考文献】

公益社団法人高分子学会 会誌「高分子」 67 巻 1 月号 (2018 年)

【メモ】

塩を用いたサカマキガイの駆除法

新潟県立長岡高等学校 理数科 草野 太智・齋藤 淑人・桑原 大樹・坪谷 啓冬

1. 研究の目的

私たちは、生物実験室の水槽内で増殖するサカマキガイ¹を駆除したいと考え、なるべく手間をかけずに家庭で簡単に実践できるよう、「水槽への物質の添加」による駆除法を研究することにした。前提として、添加する物質は水槽内の魚に影響を与えないものである必要がある。そこで私たちは、ナメクジが塩に弱い²ことや、その一方淡水魚にはある程度の耐塩性がある³と知られていることから、塩に着目した。サカマキガイの死亡する条件に関してはpHについての先行研究があるが、耐塩性に関する研究は前例が無く、本研究が初となる。よって私たちは、サカマキガイの耐塩性を調べ、塩を用いたサカマキガイの駆除法について検討することとした。

2. 研究内容

実験1 まず、サカマキガイの耐塩性の程度を大まかに把握するために、塩濃度0%~10%の食塩水⁴を用意し、1つの容器につき数匹ずつサカマキガイを飼育して実験を行った。食品用プラスチック容器に、食塩水の濃度と殻長⁵ごとに分けてサカマキガイを入れ、数日間観察した。結果、濃度0.6%の食塩水においては、殻長3mm~8mmの個体(総計58個体中58個体)が14日以内に死亡した。濃度0.3%では、58匹中6~8mmの個体が4匹死んだのみで、ほとんどの個体が生存していた。また、その間の濃度では死亡する個体と死亡しない個体とがいた。これらの結果から、0.6%食塩水を用いればサカマキガイを駆除できると考えた。

実験2 実験1を踏まえ、真水における結果と食塩水における結果とを明確に比較できるよう、温度や水質などの飼育条件を整え、より再現性の高い実験を行うことにした。20℃の温度下で、サカマキガイを0.6%食塩水及び真水の入った試験管に1個体ずつ分けて入れ、2週間観察を行った。結果、0.6%食塩水では1週間以内に25個体中全ての個体が死亡し、真水では25個体中20個体が試験期間内は生存していた。u検定⁶による計算の結果、個体群の間には有意な差があった。

実験3 実験1、2を踏まえて、サカマキガイを詳細に観察し、死因を調べることにした。真水を入れたシャーレと0.6%食塩水を入れたシャーレを用意し、そこにサカマキガイを入れ、双眼実体顕微鏡を用いて観察した。その結果、塩水に入れたサカマキガイは塩水に入ると同時に泡を吐いた。また、真水に入れた個体の殻の一部を割って観察したところ、外套膜の隙間に気泡を蓄えている様子が確認された。このことから、外套膜の裏に空気を溜める機能をもっており、塩に入れると、体が浸透圧によって縮んでしまい、この機能が失われるのではないかと考えられる。また、泡を吐いた後のサカマキガイは一度裏返すと元の体勢に戻りにくくなったことから、この泡は体勢の維持に役立っていたと思われる。

3. 研究のまとめ

実験2において、塩の添加の有無で差が見られたことから、淡水魚の耐塩性とサカマキガイの耐塩性の差を利用した、塩を用いたサカマキガイの駆除は実現可能であると考えられる。

また、サカマキガイの死亡原因としては、「浸透圧の影響による脱水」や、「水底で体勢を変えられなくなることによる溺死」などが考えられる。

【用語解説】

1 サカマキガイ...学名 (*Physa acuta*) 有肺目サカマキガイ科に属する淡水性の貝である。成体やゼリー状の卵塊が水草と共に鑑賞魚用水槽内に侵入することが多く、壁に付着した卵塊や成体が景観を損ねることや、水槽内のバクテリア層を破壊すると言われていたことなどから、駆除の対象とされることも多い。また、生殖・定着能力が高く、駆除に手間がかかる点でも、その繁殖は問題視されている。現在、手でつまみ取って駆除することが一般的である。

2 ナメクジが塩に弱い...塩をかけられたナメクジが浸透圧によって体内の水分を奪われて縮むことから、サカマキガイも同様に、貝の体液よりも高い濃度の塩水につけることで駆除できるのではないかと思い立った。ちなみにナメクジもサカマキガイと同じ有肺目の貝の仲間である。

3 淡水魚の耐塩性...好適環境水(塩類濃度を調整することで淡水魚と海水魚の混泳を可能にした水)の塩濃度は海水の四分の一程度であり、また、海水の塩濃度が3%程度であることから、淡水魚の耐塩性は0.6%より高いと考えた。(参考文献・1を参照)

4 食塩水の調製方法...今回の実験で使用した食塩水は、汲み置きの水に市販の天日塩を入れたものである。塩濃度の値は質量パーセント濃度で表記した。

5 殻長の測定方法...殻長とは、サカマキガイの大きさを測定する上で便宜的に私たちが定めた測定基準。サカマキガイの殻の口側を上に向けて、最も長くなる長さを取った値。右図の矢印の部分の長さである。



図：殻長の測定方法

6 u 検定...今回使用したのはウィルコクソンの順位和検定で、標本が正規分布に従わないときに独立した2組の標本間での有意差を調べるためのもの。

【キーワード】

サカマキガイ スネール駆除 浸透現象 体液調節 外套膜

【参考文献】

- 1) 福島県立福島高等学校, 2016, 好適環境水に関する研究 水文・水資源学会研究発表会要旨集
- 2) サカマキガイ編: 愉「貝」な仲間たち!
<http://oo.spokon.net/yasu/kai/sakamaki.htm>
- 3) 生物基礎 (2016) 数研出版
- 4) 貝の図鑑採集と標本の作り方 (2003) 南方新社
- 5) モノアラガイ及びサカマキガイの解剖学的研究
www.tochigi-edu.ed.jp/bato/fish/kadaikennkyu/H%82P%82U
- 6) メダカの耐塩性
www.nagano-c.ed.jp/seiho/risuka/2007/2007-08.pdf

根の成長及びLEDを用いた葉緑体検出に関する研究 ～水耕栽培の効率化を目指して～

新潟県立長岡高等学校 理数科 金田 彬成・小林 達季・佐野 丈・平山 裕紀人・倉重 太一

1. 研究の目的

今日、水だけで作物を育てる水耕栽培は、市場規模を日に日に拡大している。そこで私たちは2つの視点から、水耕栽培の効率化について考えた。「根にも光を当てられる水耕栽培でなら、根の緑化により光合成の量が増え、水耕栽培の効率が上がるだろう」(根の緑化)。また、「根の成長を促進できれば、水や栄養の吸収量が増え、水耕栽培の効率が上がるだろう」(発根促進)。このように仮説を立てて実験を進めた。ここで言う「緑化」とは、葉緑体が存在する状態のことである。

2. 研究内容

根の緑化

植物ホルモンを用いた根の緑化に関する論文¹⁾²⁾を読み、根にも葉緑体が分化することを知った。そして、ランナーから生まれた子株の根が緑色になっているオリヅルランを見つけたため、緑化の手がかりとして、ランナーを増やすことを目指した。ジベレリンの散布がランナーの分化を促すという論文³⁾を参考に、オリヅルランにジベレリンを与える実験を行ったが、効果はみられなかった。親株の根を観察すると、その濃度に関係なく根が緑色になっており、実験を行うために整えた光の当たる環境が原因だと考えた。そこで、光をアルミホイルで遮った容器と通常の容器を用意し、それぞれの容器でジベレリンを与えずに育てたオリヅルランを比較したところ、通常の容器のもののみ根が緑色になった。

緑化したか判断するために、作成した緑色の根の断片を顕微鏡で観察したが、葉緑体をはっきりと観察することができなかった。そこで、LEDの吸光反応とそれに伴う起電力を利用し、被験体を通過した光の量により、葉緑体の存在を手軽に調べられる装置を作ることにした。この装置で、葉緑体の有無により、平均で50mVの差が生じた。これについてt検定を行ったところ、有意差が確認できた。

発根促進

実験材料として、安価で大量に手に入るニンニクを使用した。ニンニクは短期間で多くの根が十分な長さに成長し、実験に適していることが分かった。そして、根が障害を受けたときに起こる根の再生に関する論文⁵⁾を参考に、部分的に根を切って障害を与えたとき、残りの根の成長を調べる実験を行い、根を切るか切らないかに関わらず、残りの根の成長は差がないことが分かった。また、容器の底に根が達すると、障害を与えられているが、根が伸びにくくなることも実験により分かった。植物の成長を促すジベレリンの濃度と発根数と根の長さの関係についても調べた。ジベレリンの投与は根の成長に関係するのではないかと考えられる結果がでた。

3. 研究のまとめ

根の緑化

オリヅルランの根に光を当てることで葉緑体を分化させ、それを簡単に測定することができた。製作した装置を使えば、手間をかけずに同じ条件での測定が可能である。オリヅルランのように緑化する根をもつ植物ならば、光を吸収したので、根でも光合成が可能だと考えられる。

発根促進

ニンニクの根を効率よく伸ばすには、成長中の根が底につかないような大きい容器で、傷などの障害を与えずに栽培すればよいことが分かった。障害を与えると、障害応答が起こり、よく成長するという仮説を立てていたが、その仮説と違った結果が出た。

【用語解説】

- ・オリヅルラン (*Chlorophytum comosum*) ...生物実験室で育てられているオリヅルランのランナーから生まれた子株の根が緑色になっているのを発見し、使うことにした。根は太い。
- ・クロロフィル...光合成の反応で光エネルギーを吸収する役割をもつ化学物質。
- ・ランナー...親株から長く伸びだし、先端には子株をつける茎。親株の茎の、地上部に近い部分から伸びるため、成長にかかわらなくなった部位を有効活用しているといえる。
- ・ジベレリン...植物ホルモンの一種。植物の発芽や成長を促進する。農薬にも使われている。
- ・t 検定...平均値に差がみられるかどうかを調べる手法。

【キーワード】

根 光合成 葉緑体 LED

【参考文献】

- 1) Koichi Kobayashi et al. (2012). Regulation of Root Greening by Light and Auxin/Cytokinin Signaling in Arabidopsis. *The plant cell* 24.
- 2) 「地上部（葉と茎）を無くしたら根で光合成すればいい？ - 環境に応じて柔軟に葉緑体を発達させるしくみを解明 - 」 www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/201702231400topics-n.pdf
- 3) 杉浦広幸 (2008) ジベレリンがユキノシタ(*Saxifraga stolonifera* Meerb.)の栄養繁殖と開花に及ぼす影響
- 4) Donyan Syu et al. (2017). “Yucca9-mediated Auxin Biosynthesis and Polar Auxin Transport Synergistically Regulate Regeneration of Root Systems Following Root Cutting”. *Plant and Cell Physiology*.
- 5) 山本 浩之 (2006) LED を受光素子に用いた可視光通信技術の基礎実験
- 6) 植物の根のどの部分が伸びるのかを調べよう 静岡総合教育センター
<http://www.center.shizuokac.ed.jp>

人によく聞こえる音階の研究

新潟県立長岡高等学校 理数科 藤井 舞雪・佐藤 雅敏・鈴木 恭平・山本 寛太

1. 研究の目的

私たちの身の回りには製品から出される様々な電子音が存在する。例えば、目覚まし時計、ガスコンロ、電子レンジ、石油ファンヒーター、タイマー、エアコンなどは私たちに通知をするとき、あるいは操作が行われたことを、音を用いて示す。これらの電子音は、人に聞こえやすいように作られていると考えられる。

ある時、優れた音感を持つ友人が、「家電製品の電子音には 987~1000Hz とその倍音（音階にするとシ）が多く使われている。」と言った。これが正しいのだとしたら、ドレミファソラシの7音階と聞こえやすさには関係があると思い研究を始めた。

2. 研究内容

実験 1

絶対音感を用いて、1で述べた「電子音にはシが多い」という仮説が正しいことを示すため、『宮崎謙一著 絶対音感神話』を参考に、班員が絶対音感を保有することを証明する。受動的絶対音感テスト 能動的絶対音感テスト 遺伝的背景の検証 内省報告により班員の藤井及び藤井の家族2人の絶対音感を証明した。これにより、1で立てた仮説は正しい。

実験 2

電子音にシが多いということは、シが人に最も聞こえやすい音階なのだろうか。そこで、長岡高校の生徒45人から協力を得て、8音階（ドレミファソラシド）の可聴距離を、音源（LOW FREQUENCY OSCILLATOR WITH AMPLIFER）を使用して計測した。この8音で構成されるオクターブは2点ドから3点ド（2073 ~4186Hz）の範囲である。

その結果、可聴距離が長かった順に、ソ・シ・ラ・3点ド・ファ・レ・ミ・2点ドとなった。

3. 研究のまとめ

- (1) 実験1では、絶対音感を証明することにより、製品に使われる音はシ（音階名）が多いと分かった。
- (2) 実験2では、仮説に反してソが最も聞こえやすいと分かった。
- (3) ファ・レ・ミ・2点ドについては、聞こえ方に個人差があり、また可聴距離も短いため、製品の音として不適當と思われる。
- (4) 結果から、男性の中ではソが聞こえづらいという人が16%いたが、シでは6%だった。また、女性はソもシも聞こえやすさに、大差はない。これより、ソはよく聞こえるが、聞こえやすさに差が出るため、製品には向かないと考える。

【用語解説】

絶対音感

楽器などの助けを借りず、音高を知覚したり、指定された音高を発声する能力
先天的な素質に左右されやすい

受動的絶対音感テスト

キーボードの白鍵部分の音をランダムで 50 回鳴らし、その音を判別する、また、判別までにかかった時間（反応速度）を測定するテスト

能動的絶対音感テスト

指示された音階を発声して、指示されたものと一致するかどうか調べるテスト

オクターブ

全音階の任意の音から数えて 8 番目に当たる音、またはその間隔

可聴距離

ある音を聴きとることができる距離

2 点ド

2093Hz のド

3 点ド

4186Hz のド

LOW FREQUENCY OSCILLATOR WITH AMPLIFIER

低周波発振器（今回の実験では、音源として用いた）

【キーワード】

音階 オクターブ 電子音 可聴距離

【参考文献】

絶対音感神話：科学で解き明かすほんとうの姿 宮崎謙一著 株式会社化学同人
大辞林 第三版 三省堂

8 粒子による摩擦の軽減

新潟県立長岡高等学校 理数科 山田 悠雅・椽木 健太郎・皆木 大河・山岸 拓馬

1. 研究の目的

過去の先輩方の先行研究から微粒子によって摩擦が軽減されることが分かった。私たちは粒子の形や大きさが異なれば摩擦の大きさが変化すると思い、粒子の形や大きさを色々変えて研究を始めた。

2. 研究内容

木片をゴムの弾性力を利用して平面台上を滑らせ、木片の移動距離を計測した。なお実験はゴムの劣化を考えて基準となる木片の移動距離を決め、それに届くように発射位置を毎回調整して行った。粒子は条件を揃えるために発射位置からまいた。実験装置は写真 1 を参照。

実験 0

粒子が回転していることを確認するために、本実験に入る前に予備実験を行った。実験方法は粒子の一点にサインペンで色づけし、その上に透明な下じきを置いて動かした。図 1 を参照。その結果から、マークされた部分が回転していることが確認された。摩擦の軽減に関係していると考えられる。

実験 1

まず何もまいていない状態と塩をまいた状態を比較して粒子によって摩擦が軽減されるかを調べた。実験の結果から、塩をまいたときは通常状態と比べて移動距離が大きくなり、このことから微粒子は摩擦を軽減すると分かった。

実験 2

粒子の形が球形であるときの木片の移動距離を調べた。用いた物質は 2mm ビーズ、BB 弾(6mm)、虹ビーズ(125 μ m)で、実験はこれらを色々な密度でまいて行った。実験の結果から、虹ビーズをまいたとき木片の移動距離が最大になり、ついで 2mm ビーズ、BB 弾だった。これより粒子が球形で大きさが小さいときは摩擦の軽減効果が高くなると考えられる。

実験 3

粒子がさらに細かいものとして片栗粉(70 μ m)を用いて木片の移動距離を調べた。実験は実験 2 と同様に粒子は色々な密度でまいて行った。実験の結果から、摩擦は軽減されたが、軽減量は虹ビーズより小さかった。このことから粒子の大きさが粉レベル程度に小さいとき摩擦の軽減効果が得られにくいことが分かった

実験 4

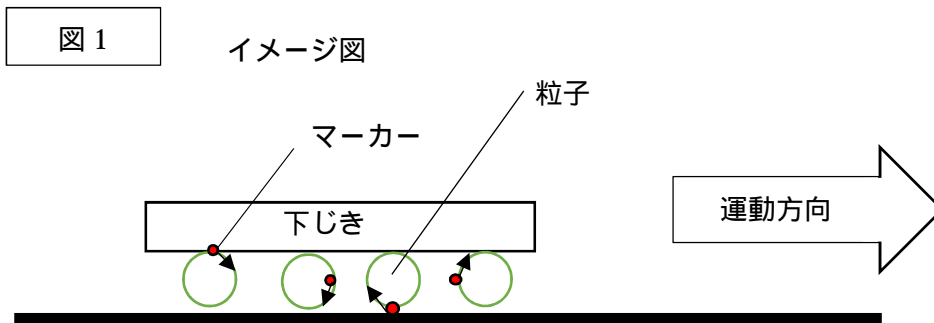
予備実験から粒子をまく量が極端に増えると木片の移動距離が小さくなることが確認された。粒子のまく量(面密度)に最適な値があると考え、実験 2・3 で使用した粒子の面密度を変更して実験を行った。その結果から、粒子の大きさや形によって最も摩擦が軽減される粒子の面密度が存在すると考えられる。

3. 研究のまとめ・考察

- (1) 粒子は適度な面密度のとき摩擦を軽減する。
- (2) 粒子が小さく丸いとき摩擦が最も軽減される。
- (3) 粒子には物体の移動距離を最大にする面密度が存在すると考えられる。
- (4) 物体と面との摩擦を最も効率よく軽減する条件は、粒子が適度な間隔を保ち、粒子同士が重ならないことである。それは、粒子が自由に動けるからだと考えられる。
- (5) 粒子が粉レベル程度に小さい場合、摩擦を軽減する際に何かしらの要因のため、粒子が小さくても摩擦の軽減効果が得られにくいのではないかと考えられる。



写真 1



【用語解説】

虹ビーズ

人工虹スクリーン用プラスチックビーズ。人工の虹の観察実験に用いられる。
床に散りばめると非常によく滑る。

面密度

単位面積当たりの物質の質量。

【キーワード】

摩擦

個体表面が互いに接しているときにそれらの間で起こる運動を妨げる力。

【参考文献】

平成 28 年度理数科サイエンスコース課題研究論文集「微粒子による摩擦の軽減」

【メモ】

9. 圧電素子による発電の研究

新潟県立長岡高等学校 理数科 長谷川 誉久・金澤 亮・新野 優也・鳥越 月翔

1. 研究の目的

圧電素子を利用した発電は、“手軽である”という利点の一方で、“発電量が小さい”“使える振動に限られる”といった問題点を抱えている。そのため、私たちはこれらの問題をクリアして実用化できないかと考えた。

2. 研究内容

予備実験・実験1・3では、電圧・圧電素子に加える力・圧電素子に伝える音は、イージーセンスを用いて時間推移をグラフにした。実験2ではオシロスコープで電圧を測定する。電流は、予備実験ではイージーセンス、実験1ではデジタルマルチメーターを用いて測定を試みた。

予備実験

LEDをつないだ回路で圧電素子()を手で叩いた。

LEDの核がかすかに光ったが、分解能0.5mAの電流センサーで電流を検出することはできなかった。

実験1

LEDの代わりに抵抗器を用いて、実験1と同様の実験を行った。また、イージーセンスでは電解能が大きすぎて測定できないと考えたため、より電解能の小さいデジタルマルチメーターを用いて電流電圧を測定した。

電流は1 μA 、電圧は圧電素子を押し引いた時に測定することができた。

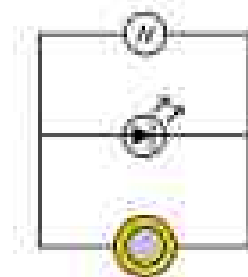
したがって圧電素子は押し引いた時、それぞれで電圧が生じることが分かった。



実験2

音の振動を利用すれば、持続的な振動を与えることができると考え、音叉を用いて実験を行った。音叉に一定の力を与え圧電素子に振動を伝えた。また、振動が微弱で、発生する電圧も非常に微小であったため、オシロスコープ()を用いて測定を行った。

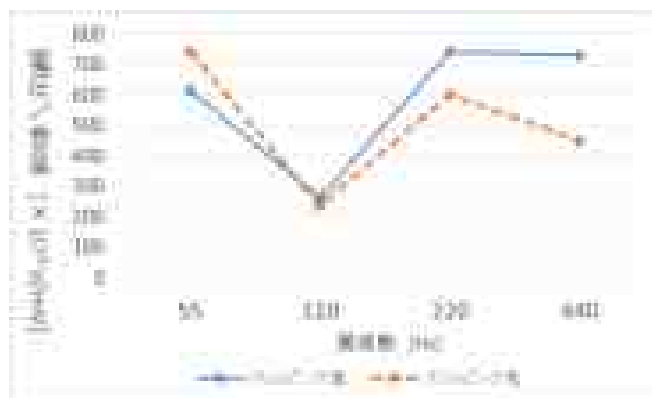
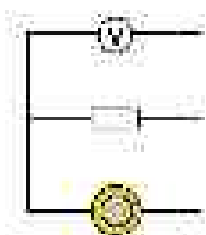
音叉の振動に合わせて電圧が発生したが、とても微弱だった。



実験3

アンプを用いてエレキギターの音を増幅し、大きな振動を圧電素子に伝えて発電する。楽器の音の周波数を変えて、クリッピングを行った場合と行わない場合で実験を行った。

(結果は右グラフ)



3. 研究のまとめ

- (1) 圧電素子で LED の核を光らせる程度の発電は可能である。
- (2) 電圧は発生するが、電流の値は微小である。(内部抵抗が異常に大きい。)
- (3) 圧電素子は押したときと離れたときで電圧のかかる向きが逆である。
- (4) 音叉の振動を利用した発電は、微小な電圧を発生させることができる。
- (5) アンプで増幅させた音を用いて、持続的な発電が期待できる。

【用語解説】

圧電素子

加えられた力を電圧に変換する素子。

イーザーセンス

電流や電圧，力を測定できる PC の解析ソフト。

デジタルマルチメーター

電流，電圧及び抵抗を測定できる機器。

オシロスコープ

電氣的な振動をスクリーンに表示する装置。

アンプ

楽器の電気信号を増幅させて、大きな音量を出す装置。

クリッピング

増幅させた音波の、振幅の限界値を超えた部分を切り落とす効果。

【キーワード】

圧電素子・イーザーセンス

【参考文献】

- ・ 金沢大学 振動発電研究所 <http://vibower.w3.kanazawa-u.ac.jp/about.html>
- ・ H24 長岡高校「圧電素子による発電」
- ・ H26 和歌山県立向陽高校「圧電素子を用いた振動発電」

【メモ】

表面状態による水中摩擦抵抗の変化

新潟県立長岡高等学校 理数科 惣角 翔 南雲 陽 藤ノ木 聖 渡辺 健介

1. 研究の目的

水上を走る船は水から大きな抵抗を受ける。大型タンカーの場合、水の抵抗の約80%が船体表面での水との摩擦抵抗だと言われている。この抵抗は船体の表面状態によって変化することが知られている。船体の表面の状態に変化を加えることで摩擦抵抗を減らすことが出来れば、船を効率よく動かすことが出来ると思い、この研究を始めた。

2. 研究方法

球状の発泡スチロールを船に見立て、それを一定の重りを吊るした滑車で引っ張る。トラックを使い、その時の終端速度を計測し、その速度の大きさを摩擦抵抗の大きさを比べる。

3. 研究内容、結果

実験 1

地上で抵抗を減らすものは水中でも摩擦抵抗を減らすと考え、納豆、長いも、めかぶの粘性物質について実験を行った。その結果、納豆、めかぶは摩擦抵抗が増えたが、長いものみ摩擦抵抗が減少した。

実験 2

片栗粉について、実験途中で船から剥がれ落ちていたことがあったことから、物質が船から剥がれることが摩擦抵抗になると考え、船から剥がれ落ちやすい2種類の水性ペンと剥がれ落ちにくい油性ペンについて実験を行い、その結果を比較した。結果、油性ペンと比べ両方のペンで摩擦抵抗が増加した。

実験 2'

片栗粉について、実験途中で船から剥がれ落ちていたことがあったことから、物質が船から剥がれることが摩擦抵抗になると考え、船から剥がれ落ちやすい2種類の水性ペンと剥がれ落ちにくい油性ペンについて実験を行い、その結果を比較した。結果、油性ペンと比べ両方のペンで摩擦抵抗が増加した。

実験 3

親水性の性質を示すでんぷんが抵抗を減らしたことから、親水性の物質は摩擦抵抗を減らすと考え、親水性の石鹼、曇り止めスプレーについて実験を行った。結果、すべての物質で摩擦抵抗が減少した。

4. 考察

粘性は、摩擦抵抗にほとんど関係しないと考えられる。

物質が船から剥がれることが摩擦抵抗になると考えられる。

親水性の物質は、摩擦抵抗を減らす性質があると考えられる。

【用語解説】

摩擦抵抗

水の抵抗には大きく分けて、摩擦抵抗、圧力抵抗、造波抵抗、造渦抵抗の4種類があり、そのうちの、速度、表面積、表面状態、流体の粘度に依存する抵抗

トラッカー

運動解析ソフト

終端速度

引く力と抵抗の大きさが釣り合い、これ以上速度が増えなくなった時の速度

デンプン

分子式 $C_6H_{10}O_5$ の炭水化物

ヒドロキシ基を持ち、水と相性が良い

【参考文献】

明和海運株式会社 船の抵抗を妨げる力(水の抵抗)

www.meiwakaiun.com

【メモ】

耐震補強に関する研究

新潟県立長岡高等学校 理数科 勝沼大地 長瀬拓哉 石田慎義 曾山暉史

1. 研究の動機

長岡高等学校の校舎は、完成から約 50 年が経過しており、老朽化が進行している。そのため、地震による建物への被害を抑えるために耐震補強工事が行われ、各所の柱の間に構造物がはめ込まれた。我々はこの耐震補強に着目し、老朽化した木造家屋を補強するという想定で、より強固で効率的な、また窓からの景観を極力妨げないような構造物の形や、構造物を設置するのに適切な箇所を明らかにすべく研究を行った。

2. 研究内容

実験 1

最も強固な構造物の形を探るため、図 1 の 4 種の構造物について耐震実験を行った。

平屋の建物を模した模型を製作し、その柱の間にそれぞれの構造物を挟み込んだものとも何も挟まないものを用意し、重い天井を乗せて一定間隔で横に振動させた。全体が崩壊した時点で実験を終了し、振動の幅の広さを記録して、評価した。

結果、何かしらの構造物を挟み込むことで、何も挟まない場合と比較して強度が向上した。さらに、四隅を固定するタイプの構造物の成績が特に良好だった。

実験 2

最も効率的に補強できる構造物の位置を探るため、図 2 のように挟み込む位置を変えて実験を行った。結果の評価については実験 1 と同様の方法を用いた。

結果、挟み込む構造物の種類によってその程度には差があったものの、全体の傾向としておおむねタイプ A では強度が下がったが、タイプ B とタイプ C についての強度はそれほど変わらなかった。

実験 3

模型の柱に小さな穴を開け、そこに図 3 のようにパスタを通した。パスタを柱と接着剤で固定するタイプと固定しないタイプの二種類を製作し、また穴を開けてパスタを通す高さを変えて実験を行った。評価の方法は実験 1 と同様。

結果、パスタを通すことで強度が向上し、また柱とパスタを固定したタイプの成績が良好だった。さらに、穴を開ける位置が高ければ高いほど、強度が向上した。

3. 研究のまとめ

- (1) 建物に補強を施すことで、全体的な強度が向上し、揺れに強くなった。
- (2) 構造物を挟み、屋根の重みを支える力を上げることで、突発的な損壊が起こりにくくなった。
- (3) 構造物を挟み、柱の間の四隅を固定することで、より効率的な補強を施せることが明らかになった。
- (4) 柱の間に棒を通し、各々の柱自体を固定することで、安定性が増して揺れに強くなった。

4. キーワード

地震、耐震補強、木造家屋

5. 参考文献

www.okbc.or.jp/proof/osaka_taishin/kabe.html

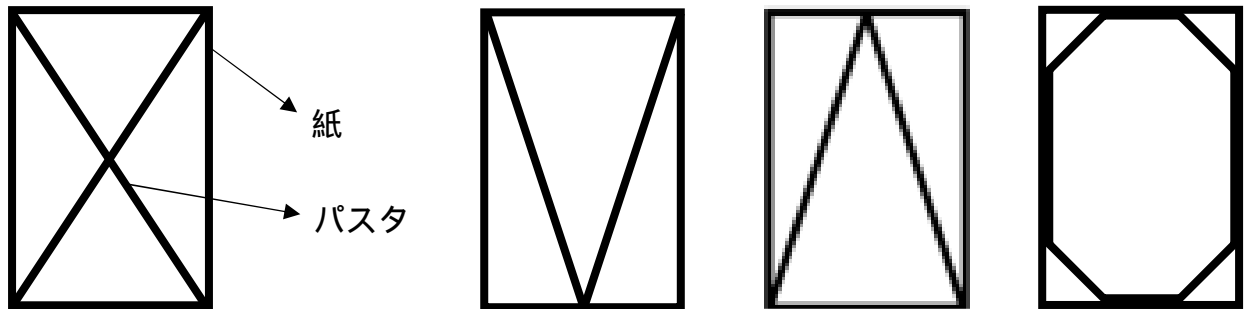


図1_実験1・2で用いた構造物

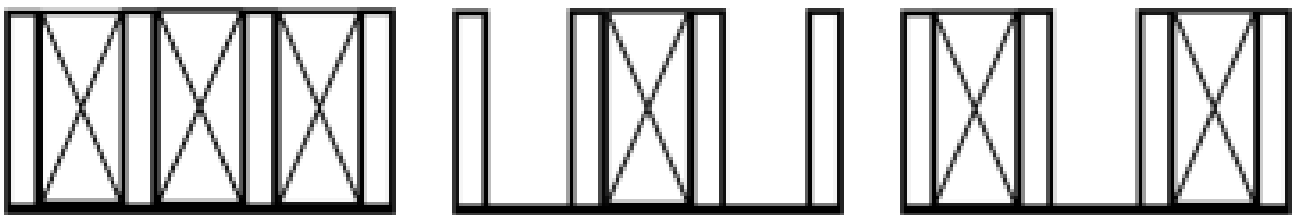
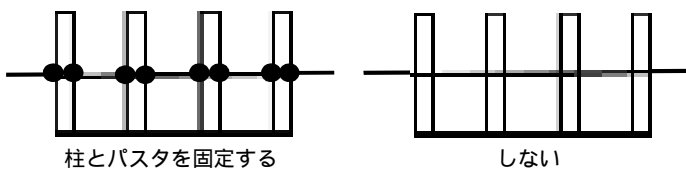


図2_実験2で用いたパターン



高さを変えて、「固定した」「しない」
タイプそれぞれについて実験

図3_実験3で用いたパターン

【メモ】

12 黒板の消し方に関する研究

新潟県立長岡高等学校 理数科 高林 裕太・阿部 悠汰・新保 豪・小川 湧人

1. 研究の目的

電子黒板が登場した現在も、黒板は広く使用されている。しかし、黒板を使う上で、チョークで書かれた線を消すのは大きな手間である。特に、強い筆圧によって書かれた線は何度かこすった程度では消えず、清掃の手間を増やす要因となる。

そこで私たちは、この負担をできるだけ軽減できないかと考え、黒板に書かれた線をより効率良く消す方法を研究することにした。

2. 研究内容

水平面上に置かれた黒板に、横向きにしたチョークを用いて2本の線を引き、その線を黒板消しに見立てた装置（プラスチック製の箱にコーデュロイを貼り付けたもの。以下「装置」とする）で消すことにより実験を行った。その際、装置を引く力を一定にするために電動ドリルを用いた。吸着したチョークの質量（以下「チョーク量」とする）は、線を消す前後の装置の質量差とし、計測後は黒板消しクリーナーを使って装置の底面に付着したチョークの粉を除去した。また、コーデュロイの磨耗による実験結果の変動を防ぐために、実験ごとに装置の布を取り替えた。

実験1～3では装置を引く速さ、押し付ける力、引く際の角度のうちどれかひとつを変化させ、それぞれチョーク量との関係を調べた。装置の基本状態は力7N、角度0度とした。実験1では速さの測定にイージーセンスを用いた。

【実験1：速さ】

基本状態の装置を用いて装置を引く速さとチョーク量を60回計測し、散布図にまとめた。その結果、速さとチョーク量の間には有意な相関は見られなかった。

この結果を踏まえ、以降の実験では速さを考慮しないこととした。

【実験2：力】

装置の上におもりを乗せ、装置を押し付ける力を3Nから7Nまで1Nずつ変化させて各20回実験を行った。その結果、5Nまではチョーク量が増加したが、6Nで一度減少し、7Nで再び微増した。さらに追加実験として、押し付ける力を8Nから10Nまで1Nずつ変化させて同様に実験を行ったところ、チョーク量は5Nをピークに、それ以降は低い値を推移していることが分かった。6N以降にチョーク量がほとんど増加しなかったのは、摩擦が大きくなりすぎたことによる振動が原因であると推測される。

【実験3：角度】

装置を引く際の角度を0度から40度まで10度ずつ変化させて各20回実験を行った。

規則性は見られないが、0度と40度ではチョーク量が比較的多くなった。

さらに追加実験として、角度を15度、25度に変化させて実験を行ったところ、チョーク量は0度から15度においては減少し、25度から40度においては増加していることが分かった。また20度の時のみ、チョーク量が比較的増加していた。

黒板消しを傾けることでコーデュロイの表面の溝をチョークの粉がすり抜けるために、0度から15度においてはチョーク量が減少する。しかし、角度が大きくなるにしたがって、チョークの線に対する黒板消しの通過距離が増加するため、25度から40度においては、すり抜けによる減少を上回り、チョーク量が増加すると推測される。

なお、20度におけるチョーク量の特定のピークについては今後の研究課題である。

3. 研究のまとめ

- ・速さとチョーク量の間には有意な相関は見られない。

- ・力とチョーク量の間には、5Nまでは増加する関係が見られたため、チョーク量は5Nがピークであり、それ以降は低い値を推移すると推測される。
- ・角度とチョーク量には、0度もしくは40度に近づくにつれ、チョーク量が増える関係があると推測される。
- ・以上より、黒板を消す力が5Nで、かつ、黒板を消す角度が0度または40度の状態で消すことが、最も効率の良い消し方であるとわかった。

【用語解説】

チョーク

粉を擦り付ける事によって筆記を行う文房具。今回は、羽衣文具の「フルタッチ蛍光チョーク緑」を使用した。

黒板消し

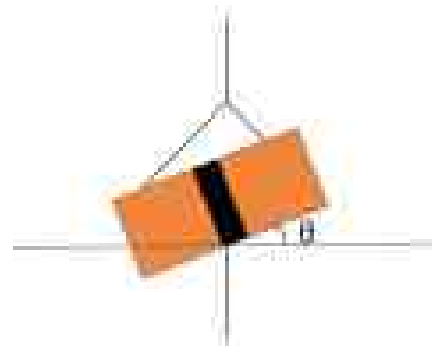
チョークで書かれた文字や図を消すための道具。ラーフル、黒板拭きとも呼ばれる。なお、この研究においては、自作した装置を黒板消しとみなして実験を行った。

コーデュロイ

黒板消しの表面に一般に使われている布。表面に平行な細かい溝が引かれている。

角度

この研究での「角度」とは、右図における角度を指す。



イーザーセンス

実験データ測定のために使われるインターフェイス。測定対象に応じて様々なセンサを取り付けることができる。この研究では、速さの測定に「光ゲートセンサ」を利用した。

相関

二つのデータの相互関係。一方のデータが増加するともう一方のデータも増加する傾向にあるとき「正の相関がある」、一方のデータが減少するともう一方のデータも減少する傾向にあるとき「負の相関がある」という。

【キーワード】

黒板消し チョーク 速さ 圧力 角度

【参考文献】

北海道立北海道札幌北高等学校 (2015) 黒板の最適な消し方 ~教師の経験と勘を科学で検証~
<http://pdf.gakkai-web.net/butsuri-jrsession/2015/Jr.pdf>

【メモ】

続：綱引きの公平性と地質の関係について

新潟県立長岡高等学校 理数科 田中 龍生・高田 倫太郎

1. 研究の目的

本校の体育祭の綱引きにおいて、毎年野球場側¹に比べてテニスコート側¹の勝率が高い。先行研究では、綱引きの勝敗に、貫入抵抗²、摩擦力、砂の量、粒度の4つの要素が関係していると考え、グラウンド全体にとつた24個の地点ごと³に測定を行った。また、体育祭時の天候も考慮し、地面の湿潤時と乾燥時それぞれで実験を行った。先行研究は、グラウンドは水平であるということを前提としていたので、そのことについて証明するために実験を行った。また、先行研究では、摩擦力が仮説に反する結果となったので、実験の方法を改善し、摩擦力を中心に実験を行った。

2. 研究内容

実験1

グラウンドの傾きを調べるため、二つの地点で鉛直に立てた棒に対して、水を入れたホースをあて、ホースの両端の水位が等しいことを利用し、二つの地点の高度の差を調べた。なお、綱引きは、南北方向に綱を張るため、東西方向の傾きは、綱引きの勝敗に関係がないと考えたので、1～4列ごとに隣り合う二つの地点の高度の差を調べた。結果、1～3列に、起伏が見られた。また、4列には、AからFにかけて、南へ傾きが見られた。しかし、1～4列に見られた起伏や傾きは、非常に小さいため、綱引きの勝敗に与える影響は無いと考えられる。

実験2

結果に直接的に関係すると考えられる靴の裏と地面との間の摩擦力を比較するため、野球場側、テニスコート側それぞれの砂の量を再現したグラウンドを室内に作成した。その上で、重りを入れた靴を、滑車に通した重りを落下させることで、常に等しい大きさの力で引っ張り、そのとき靴に加わる力の大きさをセンサーで記録し、最大静止摩擦力と動摩擦力を計測した。結果、テニスコート側の最大静止摩擦力が、大きくなった。動摩擦力は、大きな差は見られなかった。

実験3

実験2で作成したグラウンドの上で、砂の量を変えて、砂の量と最大静止摩擦力や動摩擦力の関係を調べた。結果、砂の量を増やすと、最大静止摩擦力は、小さくなった。動摩擦力は、大きな差は見られなかった。

実験4

実験2で作成したグラウンドの上で、砂の粒度を変えて、砂の粒度と最大静止摩擦力や動摩擦力の関係を調べた。結果、砂の粒度を細かくすると、最大静止摩擦力は、小さくなった。動摩擦力は、大きな差は見られなかった。

3. 研究のまとめ

(1) グラウンドには、起伏や傾きが見られるが、非常に小さいため、綱引きの勝敗に与える影響は無いと考えられる。

(2) 最大静止摩擦力は、砂の量が多い、または、砂の粒度が細かいほうが小さくなるということが分かった。

(3) 動摩擦力は、砂の量、粒度が変わっても、大きな変化は見られなかったことから、引っ張られて滑っている間は、両側も公平であるということが分かった。

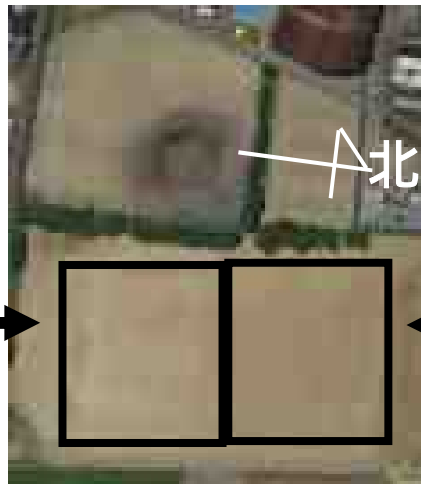
(4) テニスコート側の勝率が高い原因は、砂の量が少なく、最大静止摩擦力が大きいため、滑り出しにくいことにあるといえる。よって、綱引きを行う前に、グラウンドをならして、砂の量や粒度を均一にすることで、公平性が高まると考える。

【用語解説】

- 1 野球場側、テニスコート側
グラウンドを半分に分け、

野球場側 →

と呼ぶことにする。



← テニスコート側

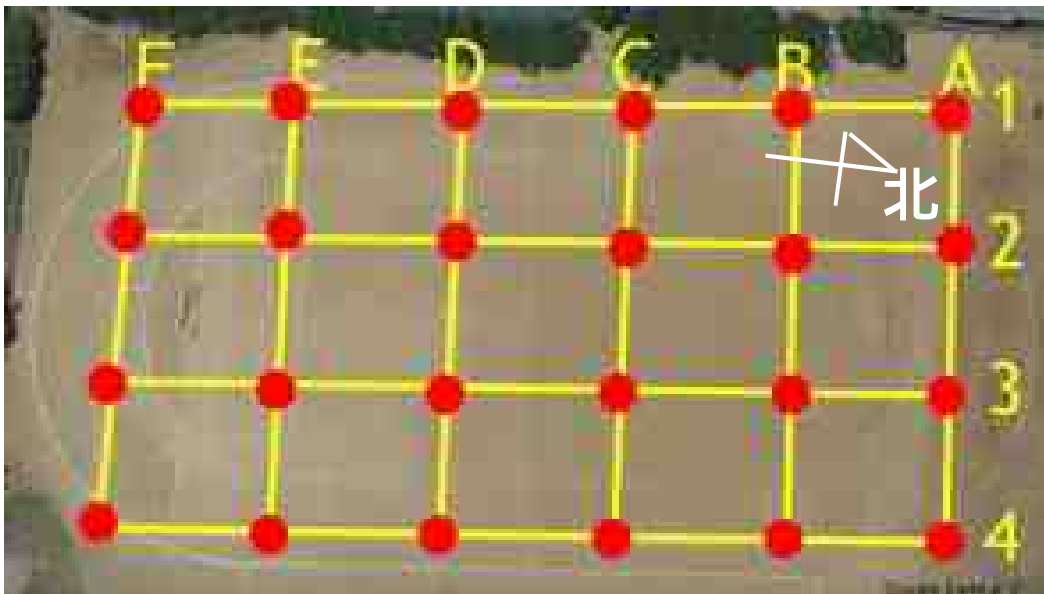
画像は Google Earth より

2 貫入抵抗

土の硬さのことを指す。先行研究では、一定の高さから重りを落として地面にねじを打ち込み、地面にねじが完全に埋まるまでに重りを落とした回数で、貫入抵抗を計測した。

3 地点ごと

縦 2.0 m、横 2.0 m 毎に線を引き、その交点となる 24 箇所のことを指す。



【キーワード】

綱引き、最大静止摩擦力、動摩擦力

【参考文献】

綱引きの公平性と地質の関係について

(H29年度 新潟県立長岡高等学校 地学班)

3つの異なるアプローチにおける動摩擦係数・静止摩擦係数測定

(岡山県立倉敷天城高等学校)

【メモ】