今後の流れ

☆直近で1番のイベント

11/20(金) 中間成果報告会

それまでの成果や進捗について
ポスターを作成し発表する。
まずはここに向けて研究を進める。

【理数探究授業日程】

① 9/ 8 (火) 今日。
② 9/11(金)
③ 9/18(金)
④10/ 9 (金)
⑤10/23(金) ⑤のみ ⑥修学旅行事前指導
⑥11/6 (金)
⑦11/13(金) 中間成果報告会(プレ)

11/20 (金) 中間成果報告会

ポスターの内容と
レイアウト例

☆ポスターの内容

①タイトル

②目的（テーマを選んだ理由、仮説など）

③方法

④結果（グラフや表と文章で簡潔に）

⑤考察

⑥今後の展望（3月までにあと何やるか）

⑦参考文献

13-5. 逆 N 型の視線の流れ【技能】

逆 N 型のポスターはブロックを縦に長くすることができるため，**縦長の図**を多く掲載するときなどに便利です。ただし，ブロックの置き方を工夫しないと，観客に Z 型の読み方をされてしまうことがあるので注意が必要です。

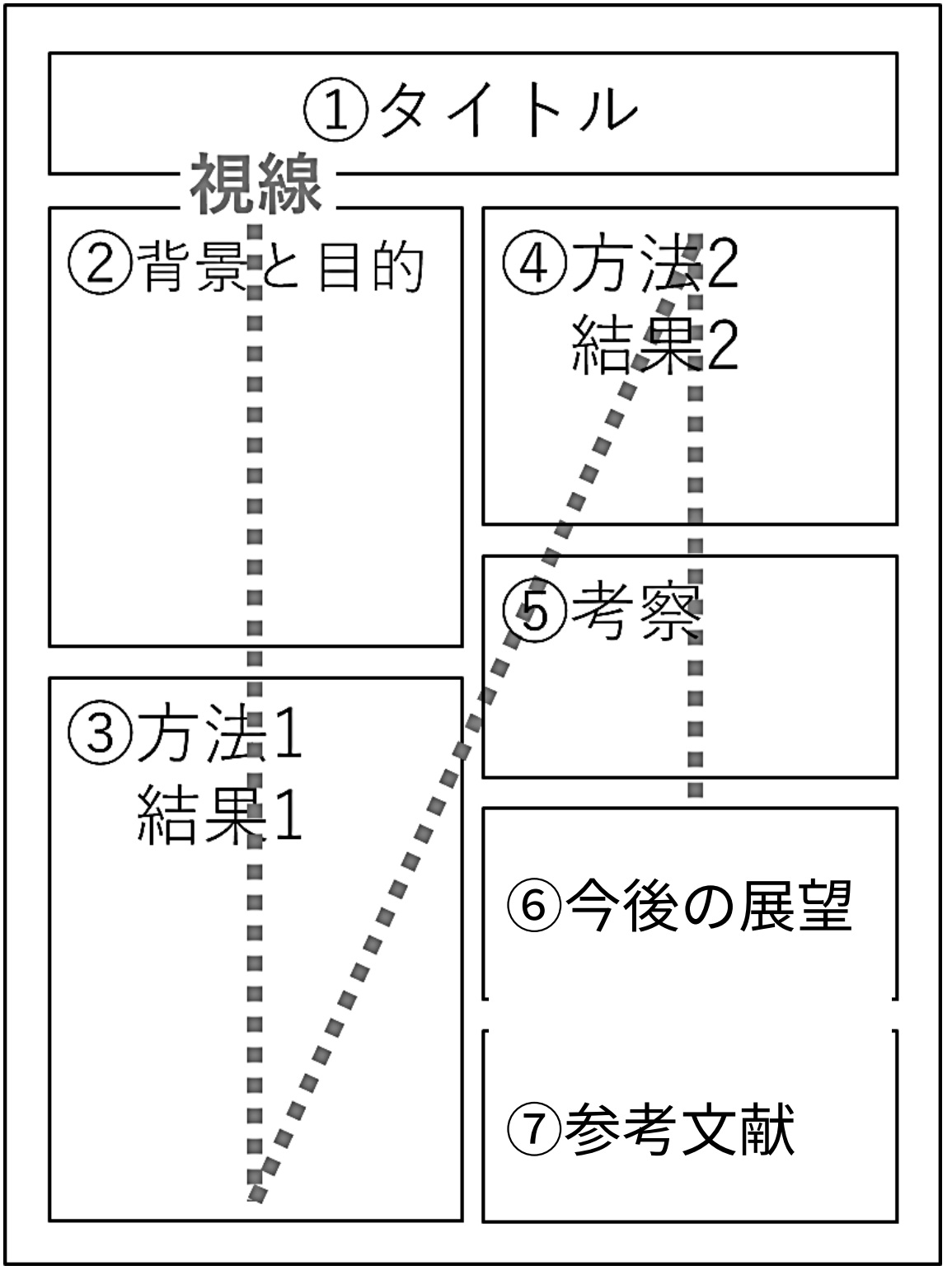


図. 逆 N 型の視線の流れを意識したポスター

13-4. Z 型の視線の流れ【技能】

ポスターは，視線の流れを意識して作成しましょう。Z 型のポスターはブロックを横に長くすることができるため，**横長の図**を多く掲載するときなどに便利です。観客は上から下に読めば良いので，読む順番を誤解されにくい形式です。

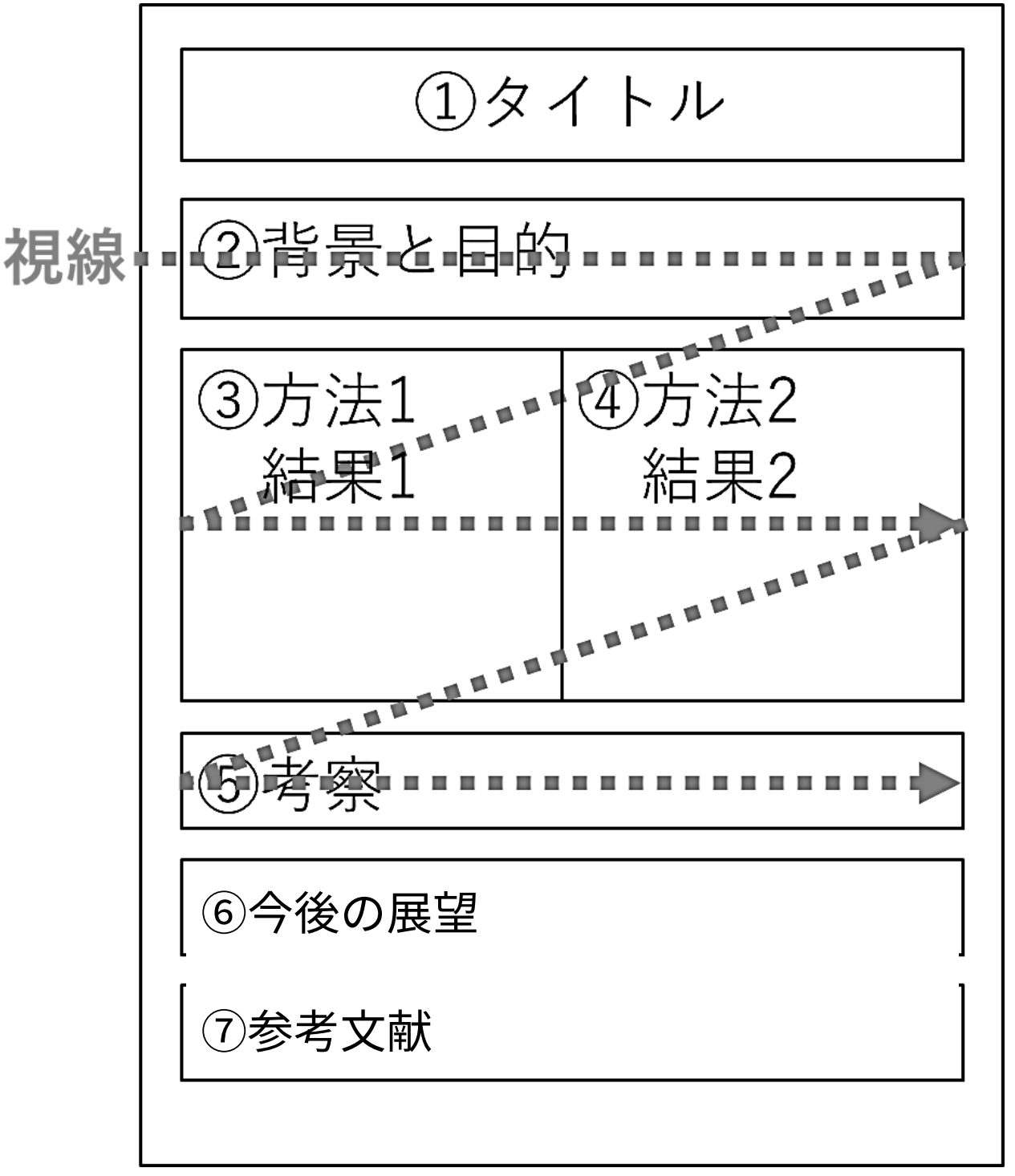


図. Z 型の視線の流れを意識したポスター

ポスターの例

❹－４　研究構成の変化

【総合的な学習の時間】

納豆菌で日焼け止めは分解できるのか

動機

納豆が好きで興味があり、納豆菌について調べてみたところ、水質改善の効果があることが分かった。また、ハワイでは紫外線吸収剤が原因で、日焼け止めの使用を禁止する条例が2021年から施行される。これらのことから、納豆菌に日焼け止めを分解する効果があれば水質改善に繋がると考え、その効果があるかどうか調べることにした。

①

方法

①*日焼け止め水溶液(10ml)＋納豆菌粉末(0.1g)
②日焼け止め水溶液(10ml)
③純水(10ml)
をいれたシャーレを用意し、0h,24h,48h,72hごとに紫外線照射器で紫外線をシャーレに対して照射し、紫外線吸収量をRGB値に表した。実験期間中、シャーレは庫内温度37℃に設定したインキュベータで保管した。
*日焼け止め水溶液
・・・純水50mlに日焼け止め5gをいれ、一日スターラーで撹拌したおいたもの。



図1　実験を行ったシャーレ


図2　紫外線照射器

原理

②



図3　紫外線照射前後のシャーレ（左:照射前 右:照射後）

今回対象とする物質は紫外線吸収剤であるため、紫外線照射時の紫外線吸収量の変化を調べることによって、その物質の分解が確認できると考えた。シャーレの下に紫外線に反応する蛍光塗料を置き、その光り具合をRGB値で表し、グレースケール化して比較した。

RGB値のグレースケール化

【RGB】
Red、Green、Blueの３つの原色で色を表現する方法。
【グレースケール】
白と黒とその中間の何段階かの灰色で色を表現する方法。


図4　RGB値


図5　RGB(上)とグレースケール(下)

本実験でのRGB値の計測方法

前後左右で紫外線の当たり方が微妙に異なるため、図のように、奥から手前の方向に３点ずつとり、それぞれRGB値をスマートフォンのアプリケーションを用いて計測した。計６点のRGB値について平均を算出した(グレースケール化)。
例. **a**(*R20 G161 B121*) **b**(*R25 G94 B70*)　**c**(*R27 G58 B46*)
d(*R8 G165 B113*)　**e**(*R30 G105 B74*) **f**(*R38 G72 B55*)

(***R+G+B***)÷3
a 100.7　**b** 63.0　**c** 43.7　**d** 95.3　**e** 69.7　**f** 55.0
(100.7＋63.0＋43.7＋95.3＋69.7+55.0)÷6＝74.5

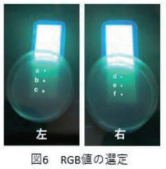


図6　RGB値の選定

結果

図７は、経過時間に対する①と②のRGB値の差の変化を表したものである。②と③のシャーレにおける差は147.6だった。また、実験後の①のシャーレ内の水溶液には粘度に変化がみられた。

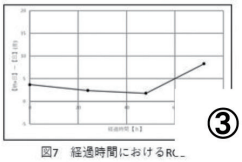


図7　経過時間におけるRG_

③

考察

②と③のRGB値の差が147.6だったことを考えると、グラフからは大きな差がみられなかった。しかし、時間経過に伴ってRGB値の差が大きくなっていることと、①のシャーレ内における水溶液の粘度に変化がみられたことから、納豆菌が日焼け止めに影響を及ぼしている可能性があると考える。

参考文献

納豆菌群を封入した多孔型ブロック水質改善技術の開発
(www.milt.go.jp/chosahokoku/h20giken/seika/pdf/ken1-04.pdf)
色調の変化
(www.edu.i,hosei.ac.jp/~sigesada/kyouzai/image_tonehtml)

重要項目

①→①’　先行研究を踏まえたテーマ設定

②→②’　実験の積み重ねによる研究の深化

③→③’　統計解析（分散分析や多重比較）を用いた客観性の向上

④’　SDGs の視点を踏まえた展望

【Meraki】

果物で衣服の汚れを落とすには

キウイ等の果物に含まれる酵素を遠心分離によって取り出して用いることで、衣服に付着する汚れの成分であるタンパク質を落とすことが示された。

Key Word　遠心分離、吸光度、RGB 値、酵素、果物、タンパク質

1．研究の背景と目的

大根の汁を用いて衣服の汚れを落とすことができると知り、果物に含まれる酵素の働きに注目した。森内（2012）によると、果物の果肉に含まれる酵素がタンパク質を分解することが分かった。私たちは、生物で学んだ細胞分画法で用いられる遠心分離に注目し、中西（1994）による方法から、果物に含まれる酵素を用いて汚れを落とすことができると考えた。

①’

2．仮説

キウイ（*Actinidia chinensis*）の果汁を遠心分離機（LMS HARMONY, MCF-1350）を用いて（13.5×10³RPM, 15 分）、上清と沈殿に分けた（写真１）。得られた上清には酵素が含まれると考え、実験Ⅰ～Ⅲを行い、タンパク質への作用を確かめることとした。



写真１：実験に用いたキウイ（左）、遠心分離機（中央）、遠心分離後の様子（右）

3．方法・結果・考察

実験Ⅰ　タンパク質を多く含む液体に及ぼす影響

方法　水に鰹節の成分を含めたシャーレを２つ用意し、片方に上清を加えて 37℃、10 分間で保管した。紫外線可視分光光度計（アズワン, ASUV-3100PC）と分光光度計セル（石英セル）を用いて、透過度と吸光度を調べた（写真２）。

表１：透過度の結果

	透過度（%）
上清あり	93.0
上清なし	86.8

結果　石英セルを用いて透過度を測定したところ、上清を含む方は 93.0%、含まない方は 86.8%と、違いを生じる波長が存在した（表１）。各波長の吸光度を調べたところ、鰹節に上清を含むものと含まないもので 300nm～400nm 付近に違いが見られた（グラフ１）。



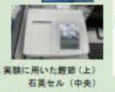
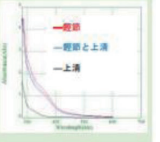


写真２：実験に用いた鰹節（上）石英セル（中央）紫外線可視分光光度計（右）



グラフ１：鰹節の吸光度

考察　吸光度と透過度に違いがみられたのは、タンパク質が分解されたためと考えられる。上清による作用について明確な違いを確かめるために、実験Ⅱを行うこととした。

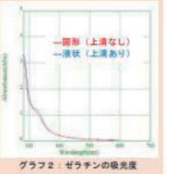
実験Ⅱ　ゼラチンの状態に及ぼす影響

方法　① ゼラチンを純水で溶かしたものを２つのシャーレに分け、片方にろ過した上清を入れてそれぞれを冷やし、状態を観察した。
② ①と同様の２つの試料を石英セルに流し、冷やした後に紫外線可視分光光度計で測定を行った。





写真３：上清の有無によるゼラチンの変化



グラフ２：ゼラチンの吸光度

結果　① 上清無しは固まり、上清有りは液状のままであった（写真３）。
② 300nm～350nm 付近に波形の差異がみられた（グラフ２）。

考察　① 上清を含むゼラチンが液状のままであったのは、タンパク質が分解されたためと考えられる。
② 波形に差異がみられたのは、①と同様の理由と考えられる。上清を含ませることでタンパク質に作用を及ぼすことを確かめることができたため、実験Ⅲを行うこととした。

②’

実験Ⅲ　布に付着させた卵黄に対する分解の効果

方法　・綿 100%の布切れを用意し、衣服の汚れを想定した卵黄を付着させ、スポットをつくった。
・４つの条件（布切れに何も滴下しない、上清の原液、10 倍希釈、100 倍希釈）を用意した。
・インキュベーターを用い、37℃で４日間置いた後、布を水洗いして卵黄の落ち具合を確認した。
・スポットの RGB 平均値（A）と隣接するスポット周辺の RGB 平均値（B）を画像処理ソフトウェア（image J）を用いて計測し（写真４）、（A）と（B）の値の差を求めた。この測定を４つの条件に対して任意の各 12 か所で行い、分散分析および多重比較（Scheffe の方法）による検定を行った。

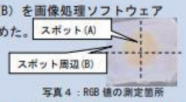


写真４：RGB 値の測定箇所

結果　・スポットに上清を入れた直後の様子、インキュベーターを用いて４日間 37℃でおいた後の様子を比べたところ、上清を滴下した条件で卵黄の色が薄くなった（写真５）。
・各条件におけるスポットおよびスポット周辺の RGB 平均値の差は、上清の有無で異なった（グラフ３）。各条件に対する分散分析および多重比較の結果から、上清を含まない条件と 100 倍希釈の条件との間に 95%水準による有意差を得ることができた（表２）。

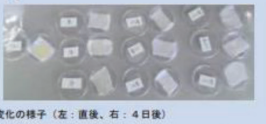



写真５：上清の有無による卵黄の変化の様子（左：直後、右：４日後）

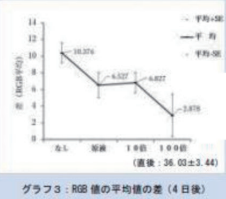
表２：各条件における RGB 値差の分散分析（上）と多重比較（下）

	平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	
因子	337.88	3	112.63	3.2557	0.0304	*
誤差	1522.11	44	34.59			
全体	1859.99	47				

*：P<0.05

条件 2	平均 1	平均 2	差	P 値	
原液	10.38	6.53	3.85	0.471	
10 倍	10.38	6.83	3.55	0.541	
100 倍	10.38	2.88	7.50	0.031	*
原液	10 倍	6.53	6.83	0.30	0.999	
原液	100 倍	6.53	2.88	3.65	0.517	
10 倍	100 倍	6.83	2.88	3.95	0.448	

*：P<0.05



グラフ３：RGB 値の平均値の差（４日後）

③’

考察　卵黄に上清を滴下したことによってタンパク質が分解されたため、スポット A と周辺 B の差異が小さくなり、有意差を示したと考えられる。100 倍に希釈した場合に最も分解が進んでいた。原液では必要以上の成分が含まれており、逆にしみができてしまったと考えられる。

4．結論

実験Ⅰ～Ⅲより遠心分離によって得られた上清には酵素が含まれ、実験Ⅲより適切な濃度の酵素により衣服に付いたタンパク質を分解する作用を得られることが示唆された。今後は SDGs の目標 14「海の豊かさを守ろう」に貢献できるよう合成洗剤の使用量を減らし、水質汚染を防止できるよう自然由来の洗剤を作ることに取り組んでいきたい。

④’

5．参考文献

森内安子(2012).「果実によるタンパク質分解酵素の活性検査」. 神戸女子短期大学紀要, *57*, 27-33.
中西洋子 成瀬明子 梶田武俊(1994).「高度に精製したキウイフルーツプロテアーゼ(アクチニジン)の自己消化に及ぼす温度の影響」. 日本家政学会誌, *Vol. 45 (No. 7)*, 609-614.



海浜植物ハマボウフウの保全に向けた生育条件調査

76, 77期 生徒7名
(0421 神奈川県立横浜緑ケ丘高等学校)

【背景】

ハマボウフウ (セリ科) は、群落を成して砂浜海岸に生育する海浜植物である。近年、日本の海浜植生は砂丘の開発や海岸侵食などによって劣化傾向にあり、本種についても12府県で絶滅危惧または準絶滅危惧種に指定されている [1]。ハマボウフウを砂浜に植栽することで、砂の飛散を防ぐことができ、これは近年減少傾向にある砂浜を保全することに繋がる。本研究では、ハマボウフウをより早く簡単に育てる方法を考えるため、発芽実験および栽培実験を行った。



2022年7月23日 神奈川県藤沢市

【実験①－1 低温湿潤処理 予備実験】

〈方法〉

ハマボウフウの種子4つについて、文献 [2] [3] を参考に低温湿潤処理を試行した。種子は2022年7月に神奈川県茅ヶ崎市で採取した。果皮を手で除去した後、冷蔵庫内 (6.1℃) で低温湿潤処理を行った。

〈結果〉

- **低温湿潤処理51日間で4粒中3粒が発根**
- 発根した種子を土に植えると、すべて発芽した

【実験①－2 低温湿潤処理 本実験】

〈方法〉

実験には、2022年7月に神奈川県茅ヶ崎市で採取した種子200粒を使用した。果皮の有無によって低温湿潤処理に要する期間が異なるかどうかを確かめるため、100粒は果皮を除去し、残りの100粒は除去せずに、冷蔵庫内 (平均5.8℃) で60日間の低温湿潤処理を行った。

処理に先駆け、種子を水道水に3日間浸して洗浄した。処理は2023年5月25日より開始し、観察は週に一度行った。その際、発根した種子の計数、冷蔵庫内の温度測定、カビ類 (白カビ、黒カビ、青カビ) の除去を行い、純水を毎週10 mLずつ与えた。



発根した種子



低温湿潤処理中の様子

〈結果〉

- 果皮を除去した群　**60日間で100粒中0粒が発根**
- 果皮を除去しない群　**60日間で100粒中4粒が発根**
  (3個体は56日間、1個体は60日間の処理で発根)

ハマボウフウ photo ranking



【実験② 給水・土壌の条件を変えて育てる】

〈方法〉

実験には、海砂または混合土 (赤玉：腐葉土＝1：1) 、人工海水 (相模湾の海水塩分と同様の3%) または水道水を使用した。

苗は、NPO法人ゆいから譲り受けたものを使用し、1個の牛乳パックにつき3株ずつ、計48株植えた。これを12株ずつ4つの条件〔(1) 水道水を与え砂に植える (2) 水道水と土 (3) 海水と砂 (4) 海水と土〕に分け、人工気象器の中で栽培した (20℃、明：暗＝12 h：12 h)。

給水と計測は月水金の13:00頃に行った。給水は、1個の牛乳パックにつき60 mLずつとした。計測は1月11日より始め、「地面から測って最も長い枝の長さ」、「最も大きい葉の葉身長」を計測した。





〈結果〉

結果はポスター2枚目のグラフに示す。23日間の実験の結果、水道水を与えた群では、砂よりも土に植えた方が枝が有意に長く伸びた (t検定を実施、$p<0.05$)。さらに、実験終了後も同じ条件で栽培し計28日間の生育状況を集計したところ、海水を与えた群よりも水道水を与えた群の方が枝枯れの発生数が少なかった (海水では24個体中16個体、水道水では24個体中7個体)。



バイオトロンの様子



水道水を与えた群
(実験開始42日後)



海水を与えた群
(実験開始42日後)

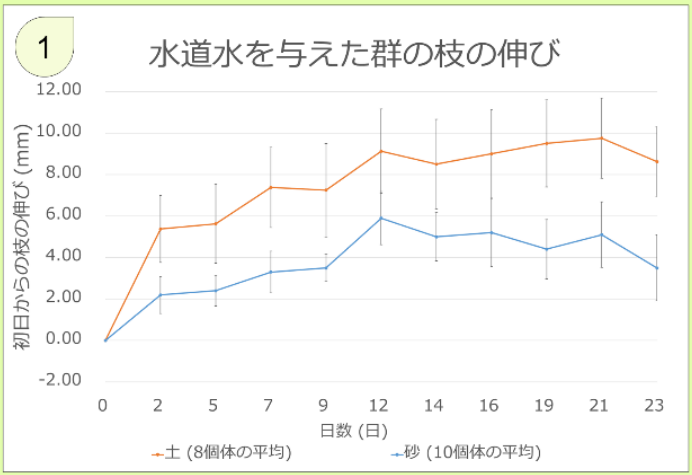
〈まとめ〉

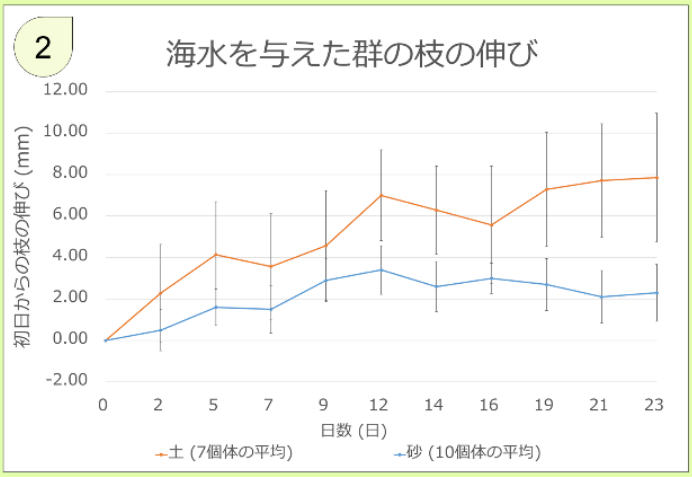
水道水を与えた群では枝枯れの発生数が少なく、砂に植えたときよりも土に植えたとき枝が長く伸びた。以上より、**ハマボウフウを人工的に栽培する際には、土に植えて水道水を与える方法が適している**。

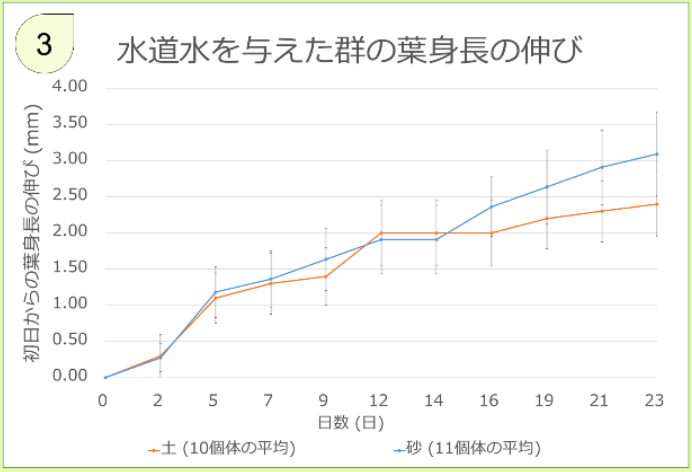
図. 2023 年 SSH 生徒研究発表会 本校代表生徒のポスター

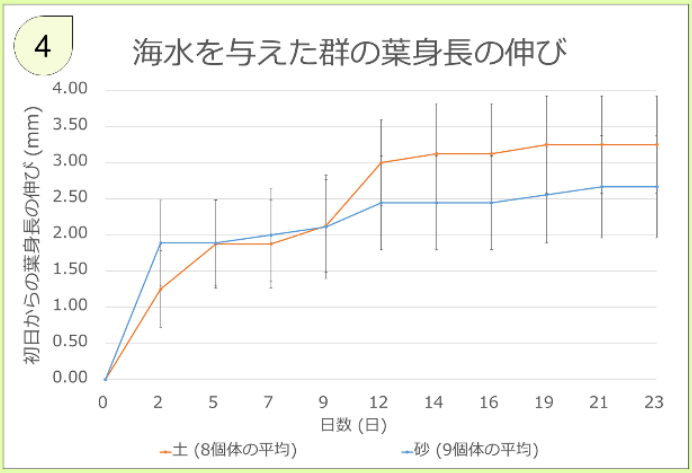
(0421 神奈川県立横浜緑ケ丘高等学校)

【実験② 結果】









【考察】

低温湿潤処理は、種子に冬を擬似体験させるためのものである。実験①－1 (果皮除去済み、低温湿潤処理51日間) では発根率が75%であったが、実験①－2 (低温湿潤処理60日間) では果皮を除去した群の発根率が0%、除去していない群の発根率が4%だった。実験①－2の発根率が低かったことは、種子の採取から時間が経ったためか、毎週の観察時に常温で20分ほどの作業を行ったため種子が温まってしまったためである可能性がある。また、果皮を除去した種子よりも除去していない種子が多く発根したことから、果皮は発根を阻害することはないと推察される。

実験②では、水道水を与えた群よりも海水を与えた群で多くの枝枯れが発生した。これは、ハマボウフウ体内の浸透圧が海水より低いため塩分が高い細胞外へ水分が出ていってしまい、生育に支障が生じるためだと考えられる。また、砂よりも土の方が水持ちがよく栄養塩が豊富であるため、枝の伸びが早かったと推察される。

【今後の展望】

ハマボウフウを植える時の最適な土と砂・水道水と海水のバランスを調べる実験を行いたい。水道水の成分構成を調査したい、人工海水と比較したい。実験②で苗を牛乳パックへ移す段階で何個体かが弱ってしまったので、植え替えのより良い方法を思案したい。土と水道水の組み合わせで育てた個体が自生環境に戻されたとき、どのように育つのかを調査したい。また、ハマボウフウには塩分を体外へ排出する仕組みがあるのか、それとも体内に塩分を取り込まない仕組みがあるのかを解明したい。

【参考文献】

[1] 公益社団法人 日本植物園協会 (2021) 日本のレッドデータ検索システム
[2] 石郷岡典子・常磐秀夫 (2005) ハマボウフウのセル成形育苗法
[3] 多田純也・近藤哲也・藤 彰矩 (2014) ハマボウフウ種子の発芽条件の解明
[4] 旦原真木 (1996) 水と塩をめぐる植物の戦略-公開講座要旨
[5] 志水勝好 (2016) 塩分ストレス耐性の強い植物の生理機構とその利用
[6] 鈴木邦雄 (1994) 日本の海岸植生・塩生植生
[7] 中西弘樹著 (2018) トンボ出版 フィールド版 日本の海岸植物図鑑

横浜市の水道水における水質改善案の提言

0421 神奈川県立横浜緑ケ丘高等学校　77期 生徒1名

背景・目的

横浜市営の水道事業者である横浜市水道局の現況を以下に示す。

・横浜市民を対象とした意識調査では「どのような水を常飲しているか」という質問に「浄水器を通さない (冷却または煮沸された) 水道水を飲む」と回答した人の割合が2008年度調査から5回連続で減少した[1]{**図1**}。

・ピーク時の1992年度から直近の2022年度までに、一日あたりの平均給水量は23万㎥/日、一日平均有収水量は14万㎥/日減少した[2]{**図2**}。

したがって、現在の水道水需要と給水収益は減少傾向にある。この場合、利潤追求行動によって水道料金増額や水道水質悪化などの不利益が消費者に生じうる[3]。

水道水の品質を向上させることで、水道水需要や給水収益の増加を期待できる。**本研究は、横浜市水道局が供給する水道水の改善点を水質の観点から明らかにすることを目的として行った。**行政資料や実地調査を通して得た水質データを表計算ソフトで分析し、水道水の改善すべき点を明らかにした。

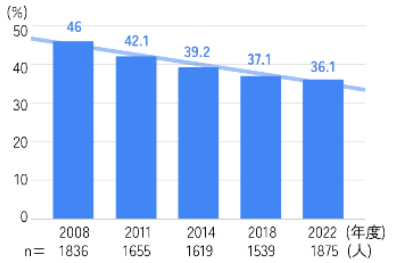


図1 水道水を飲むと答えた人の割合

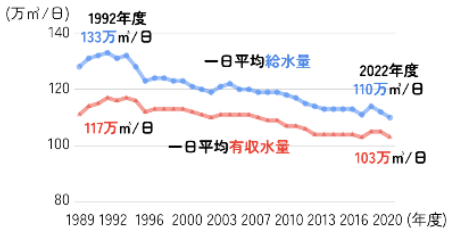


図2 給水量と有収水量の推移

調査A 原水と浄水の水質分析

方法

横浜市水道局と神奈川県広域水道企業団が毎年度公表している資料[4][5]を参照し、同事業者らが運営する5ヶ所の浄水場 (川井、西谷、小雀、相模原、綾瀬) における、2018年~2024年の2, 5, 8, 11月の原水と浄水水質試験結果を水質項目ごとにGoogleスプレッドシートにまとめてグラフを作成し、代表値を算出した。有意差の有無はt検定を用いて確かめた。外れ値と相関係数の扱いは[6][7][8]に準拠した。

結果と考察

【水質項目の相関関係に着目した分析】

3ヶ所の浄水場で、原水の有機物と原水の一般細菌との間に弱い正の相関関係が認められた{**図3**}。また、5ヶ所の浄水場で、原水の有機物と浄水の総トリハロメタンとの間に弱い正～強い正の相関関係が認められた{**図4**}。

以上の結果から、水源の有機汚濁や富栄養化が進行した場合、原水の細菌数と浄水の総トリハロメタンを含む消毒副生成物の量も増加すると読み取れる。トリハロメタンとは、メタンの水素原子のうち3つがハロゲンで置換されたものを指す[10]。トリハロメタンを含む消毒副生成物は、原水の有機物と消毒用塩素剤が反応して生まれる物質の総称で、これらは発癌性や遺伝毒性が疑われている[10]ため、生成を抑制しなければならない。また、多量の細菌は浄水処理過程での消毒用塩素剤注入量を増やす原因となり、それに伴って塩素臭気強度が上昇することで水の美味しさを損なう[9]おそれがある。よって、**水源の有機汚濁対策や富栄養化対策が急務である**と言える。

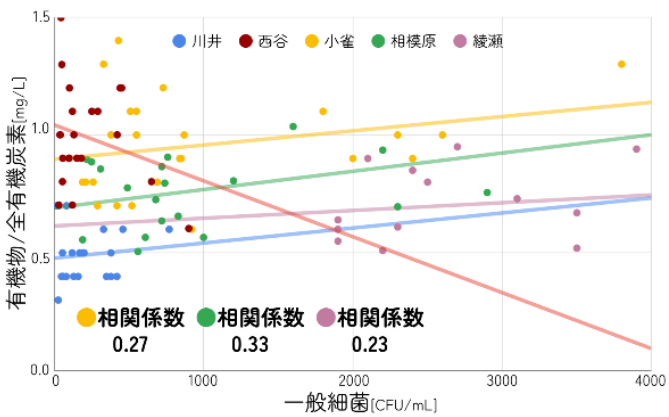


図3 原水の有機物 と 原水の一般細菌

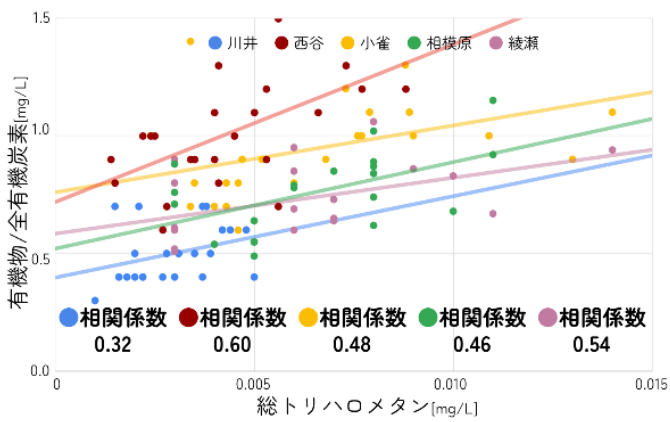


図4 原水の有機物 と 浄水の総トリハロメタン

図. 2024 年 SSH 生徒研究発表会 本校代表生徒のポスター

【浄水場ごとの水質比較による分析】

●川井浄水場原水はかび臭発生回数が最多で、その原因物質である[11][12]2-MIB値が有意に高く (p<0.05)、臭気強度と強い正の相関をもつ(相関係数0.86)。ゆえに、**水源道志川で2-MIBを産生する*Phormidium* spp.等の藍藻類**[13]**を5~8月に駆除する**べきである{**図5, 表10**}。

●西谷浄水場原水は生物数と有機物値と塩素要求量が有意に多い (p<0.05) ため、多量の塩素注入により消毒副生成物が多く生成されるおそれがある。藻臭発生回数も多く、**5月を中心に水源相模湖でこれらの原因である富栄養化状態**[13][14]**を解消する**必要がある{**図6, 7, 表10**}。

●小雀浄水場原水は細菌数と有機物値が、浄水は総トリハロメタン値が有意に高く (p<0.05)、藻臭発生回数が最多であるので[15]、**2~8月の間、水源馬入川での有機物や栄養塩類による水質汚濁を警戒する**ことで美味しく安全な水道水を確保できると考えられる{**図7, 8, 9, 表10**}。

●相模原浄水場原水は相模川水と酒匂川水の混合水で、どちらの水源の影響も受けるが[5]、相模川水を共有する綾瀬浄水所原水よりも細菌数が有意に多い (p<0.05) ため、**5~8月に水源酒匂川の有機物流入を監視する**ことが水質改善に効果的であると考えられる{**図8, 9**}。

●綾瀬浄水場原水は突出した値が少ないが、浄水ではジブロモクロロメタン値が有意に大きい (p<0.05)。**2~8月の間、下流側の小雀浄水場とともに水源相模川で有機物が流入しないように監視する**べきである。

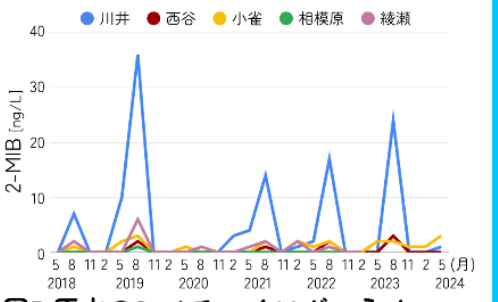


図5 原水の2-メチルイソボルネオール

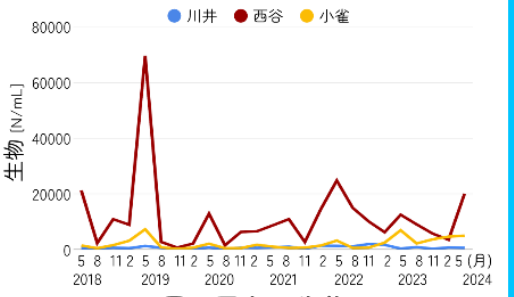


図6 原水の生物

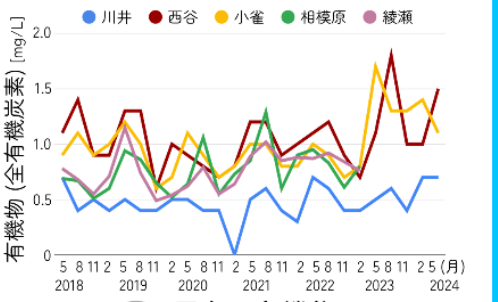


図7 原水の有機物

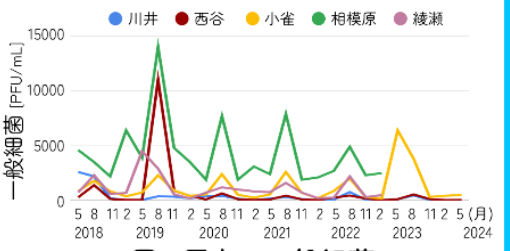


図8 原水の一般細菌

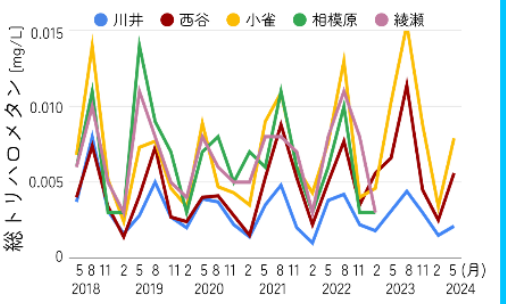


図9 浄水の総トリハロメタン

調査B 水源での水質試験



方法

①回目は2024/1/20の14:30~ (気温6℃、少雨)、②回目は2024/7/21の11:19~ (気温38℃、晴天)、水源相模川 (馬入川) 河岸の4~6地点{**図11**}にて、バケツで河川水を採水し、持参した簡易水質測定器のパックテストを用いて下記の4項目の濃度を測定した。

結果と考察



図11 水質試験地点[16]

表12 地点ごとの水質試験結果

①回目	地点A	地点B	地点C	地点D	地点E	地点F
BOD [mg/L]	①15 ②50	①5 ②15	①10 ②20	②20	①0.5 ②15	②20
アンモニウム態窒素 [NH_4^+-N mg/L]	①0.2未満 ②0.2	①0.2未満 ②0.2	①0.2未満 ②0.2未満	②0.2未満	①0.2未満 ②0.2未満	②0.2未満
亜硝酸態窒素 [NO_2^--N mg/L]	①0.005未満 ②0.2	①0.005未満 ②0.005	①0.005未満 ②0.005	②0.005	①0.005未満 ②0.01	②0.01
硝酸態窒素 [NO_3^--N mg/L]	①0.5 ②0.01	①0.5 ②0.2	①1 ②0.2	②0.2	①0.5 ②0.2	②0.2 ②0.2

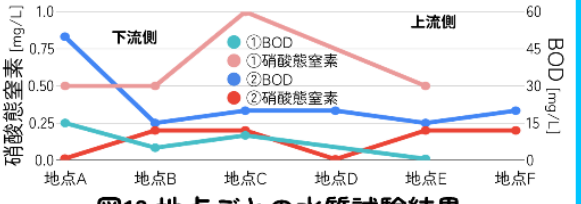


図13 地点ごとの水質試験結果

地点E~D間と地点B~A間でBODの値が上昇したことから、これらの区間で**有機物流入が起こっている**と考えられ、地点D~C間で硝酸態窒素の値が上昇したことから、この区間で**栄養塩類流入が起こっている**と考えられる{**表12, 図13**}。

表10 臭気の発生回数

(回)	藻臭	生ぐさ臭	沼沢臭	かび臭	土臭	その他
川井	12	2	-	9	3	草臭、枯草臭
西谷	22	6	-	1	-	-
小雀	24	6	-	1	-	磯臭、薬品臭
相模原	-	-	18	-	1	下水臭
綾瀬	1	-	18	1	-	-

参考文献・出典

[1] 横浜市水道局「令和4年度水道に関するお客様意識調査【一般家庭(家事用)】報告書」pp. 3, 13, 17 (2023)
[2] 横浜市水道局「横浜市水道事業概要(令和5年度)」pp. 10, 11 (2023)
[3] 尾林芳匡「あらためて水道の民営化を考える」(https://www.jichiken.jp/article/0285/『月刊 住民と自治』2022年4月号, 自治体問題研究所) (2018) (2024/1/28閲覧)
[4] 横浜市水道局「平成30-令和6年度水質検査結果」(2018-2024)
[5] 神奈川県広域水道事業団「水質試験成績並びに調査報告 第46-50集 平成30-令和4年度」pp. 77-92, 98-103, 112-117 (2018-2022)
[6] 井口豊「箱ひげ図 skeletal と schematic、外れ値と3シグマ」(https://biolab.sakura.no.jp/box-whisker-plot-outlier.html) (2022) (2024/1/28閲覧)
[7] 熊本県「相関係数とは(解説)」(https://www.prof.kumamoto.jp/soshiki/20/1234.html) (2020)
[8] 野呂竜夫, 和田かず美「統計実務におけるレンジチェックのための外れ値検出方法」(『統計研究集法』2015年3月 第72号, 総務省統計研究研修所) (2015)
[9] 浅川達志「水道水の塩素臭を含む臭気強度に関する調査(Ⅲ)」(『令和2年度水道研究発表会講演集』日本水道協会) (2020)
[10] 厚生労働省「水質基準の見直しにおける検討概要」厚生労働省」(2003) (2024/1/28閲覧)
[11] 高橋威一郎, 宮丸敏平, 岐津美明「水道水のかび臭問題と対応事例」(『におい・かおり環境学会誌』49巻1号, におい・かおり環境協会) (2018)
[12] 水道技術研究センター「Q&A 前塩素処理と中間塩素処理の利点と欠点を教えてください」(出典:『水道技術ジャーナル』74号 2015年1月, 水道技術研究センター) (2015)
[13] 横浜市水道局「令和4年度水質試験年報」pp. 10, 11, 15, 16, 118-121, 126-129, 138 (2023)
[14] 国土交通省水管理・国土保全局「河川水質試験方法(案) II 試験方法」pp. 5-10 (2009)
[15] 北村壽朗「相模川水系における異臭味障害」(『におい・かおり環境学会誌』49巻1号, におい・かおり環境協会) (2018)
[16] 国土地理院「地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院」(https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html) (2024/7/24閲覧)

自地図に作図ツールによる点と計測ツールによる距離を追記し、さらにPhotoshopで加工して作成。

火山礫はキリン *Giraffa camelopardalis* の床材に適切か？

0421 神奈川県立横浜緑ケ丘高等学校　78期 生徒1名

背景と目的

飼育下のキリンは蹄が伸びすぎた「過長蹄」という状態に陥りやすい。この状態は関節炎などの重大な疾患の原因になり、命に関わることもある[1][2]。火山礫などの目の粗い床材を使用することで、運動量が少ない飼育下でも蹄の伸びすぎを防止できることがわかっており[3][4]、現在様々な動物園で採用されている。本研究では、本来の生息環境との違いがストレスとなって起こる「常同行動」[5]に着目し、床材として火山礫を使用することがその場所で生活するキリンにとってストレスの原因となっていないか検証することを目的とした。

観察① 4園での常同行動の観察 2024年10月31日～11月24日 11時～15時

〈方法〉

キリンの行動の様子を動画に記録した。園ごとに2時間分の動画を用いて観察し、常同行動の有無とその時間を調べた。ここでは同じ経路を2周以上連続して歩く行動を常同行動とする。

〈結果〉

以下の表に示す。火山礫がある動物園に比べてない園のほうが常同行動がみられやすかった。

	動物園	個体	性	年齢	常同行動	備考
火山礫あり	上野（東京）	ヒナタ	♂	14歳	**なし**	雌雄別展示 ↳低い柵で区分け
		リンゴ	♀	9歳	**なし**	
		ヒカリ	♀	4歳	**なし**	
	野毛山（神奈川）	そら	♂	12歳	**なし**	雌雄共同展示
		モミジ	♀	10歳	**2分**	他種と交代展示
火山礫なし	金沢（神奈川）	ミルク	♀	20歳	14分	雌雄完全別展示
		サキ	♀	3歳	65分	
	ズーラシア（神奈川）	エレン	♂	3歳	11分	雌雄完全別展示 他種と共同展示



観察② 火山礫の有無による歩数の比較

観察①で、火山礫の有無で行動に違いが出ることがわかったが、火山礫があることで歩行量が減ってしまうと火山礫のもつ効用が十分に発揮されないと考え、歩数を比較した。

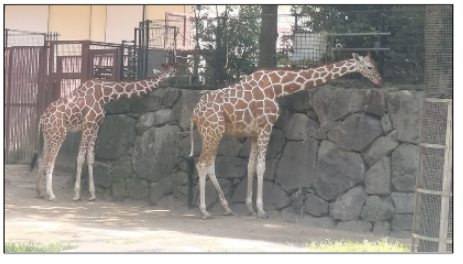
〈方法〉

観察①と同じ動画を用いてキリンの歩数を個体別に数え、火山礫を使用している群と使用していない群の歩数を比較した。

〈結果〉

以下の表に示す。火山礫を使用している群と使用していない群では歩数に有意差はみられなかった（t検定を実施　$p > 0.05$）。

	個体	歩数（歩/時）	平均	標準偏差
火山礫あり	ヒナタ	541.19		
	リンゴ	403.37		
	ヒカリ	499.85		
	そら	579.15		
	モミジ	603.70	525.45	78.76
火山礫なし	ミルク	923.39		
	サキ	2436.75		
	エレン	533.01	1297.72	1005.56



t検定	0.315

図. 2025 年 SSH 生徒研究発表会 本校代表生徒のポスター

観察③ 金沢動物園の火山礫導入前後の比較 2025年4月10日～5月7日 11時～14時

今年3月、金沢動物園に新たに火山礫が導入されたため、火山礫が導入される前後のキリンの行動について観察と比較を行った。

〈方法〉

火山礫導入後の金沢動物園で動画記録を行った。得られた12時間分の動画を使用し、キリンの行動を採食、常同行動（歩行、なめる、頭を左右に振る）、その他（反芻、移動など）に分類して全体に占める割合を調べた。加えて、観察①で使用した2時間分の動画についても同様の行動分類を行い、火山礫導入前後で比較した。

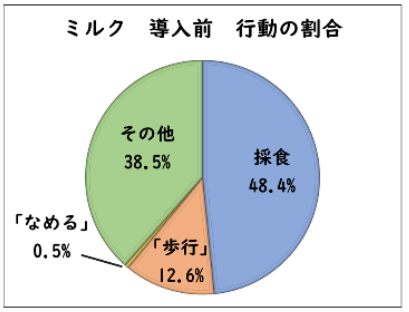
※常同行動のうち「歩行」は同じ経路を2周以上歩く行動、「なめる」は食べられない物をなめる行動とした。「頭を左右に振る」は時間記録が困難だったため回数で記録した。

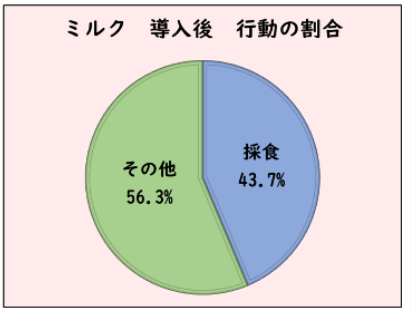
〈結果〉

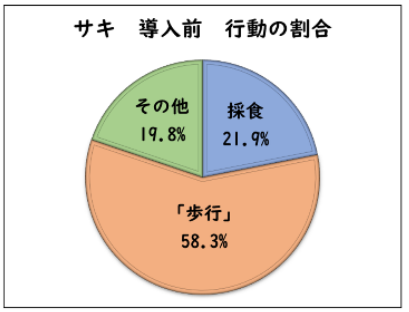
ミルクの常同行動のうち「歩行」「なめる」はともに減少した。サキの「歩行」は減少し、「なめる」は増加した。2頭ともに常同行動全体の割合は減少した。また、ミルクのみに「頭を左右に振る」がみられ、導入後はその回数が減少した。

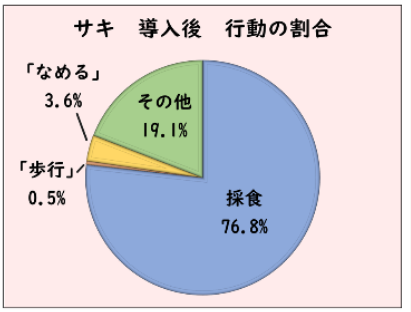
個体	行動	導入前	導入後
ミルク	採食	48.4%	43.7%
	「歩行」	**12.6%**	**なし**
	「なめる」	**0.5%**	**なし**
	その他	38.5%	56.3%
サキ	採食	21.9%	76.8%
	「歩行」	**58.3%**	**0.5%**
	「なめる」	**なし**	**3.6%**
	その他	19.8%	19.1%

個体	行動	回数（回/時）	
		導入前	導入後
ミルク	「頭を左右に振る」	33	13.92
サキ	「頭を左右に振る」	なし	なし









考察

観察①より、火山礫がある園のほうが常同行動が少なかったことから、火山礫を使用することがキリンへのストレスの原因になっているとは考えづらい。また、観察②で火山礫が原因となったキリンの歩行量の変化はみられなかったことから、蹄を削る効用が減少することはないと示唆された。加えて、観察③において同じ個体でも火山礫の導入前と比較して導入後に常同行動が減少したことから、火山礫を使用する方がキリンにとってより居心地が良いことが予想される。

結論と今後の展望

火山礫を導入することで、キリンにとってより居心地がよい展示場を作ることができ、同時に蹄を削る効用も期待できる。このことから、火山礫の導入は積極的に進められるべきである。

今後は、観察③でみられた常同行動の種類による違いについてさらに詳しく探究したい。

参考文献

[1]京都市動物園「獣医室だより073　キリンの削蹄」(https://zoo.city.kyoto.lg.jp/zoo/enjoy/blog/breeder-blog/20200810-41115.html)(2020)(2024/10/1閲覧)
[2]広島市安佐動物公園「アミメキリンのキリコについて」(http://www.asazoo.jp/event/news/animal/4612.php)(2021)(2024/10/1閲覧)
[3]山本誉士，加藤孝士郎 (2023)「キリンの個体毎の運動量と蹄の伸長度合いおよび床材との関連解明」京都市動物園 共同研究報告・成果 pp. 2-3
[4]野毛山動物園「【あみあみ便り】キリン研究会に参加しました」(https://www.hama-midorinokyokai.or.jp/zoo/nogeyama/details/post-11612.php)(2024/12/3閲覧)
[5]伊藤秀一ら「動物園における行動研究～アニマルウェルフェアの実現による動物学の発展にむけて～」(2019) p.3

今後やること

① 研究計画の見直しと実践

② **進捗報告書**で記録

③ 実験した時には**実験ノート**で記録

④ 中間成果報告会に向けポスター作成

① 研究計画の見直しと実践

いつ何をやるべきか常に考える！

実験する日、データ整理の日、
今後の計画する日、ポスター作る日など

【理数探究授業日程】

① 9/ 8 (火) 今日。
② 9/11(金)
③ 9/18(金)
④10/ 9 (金) ポスターフォーマット配信予定
⑤10/23(金) ⑤のみ ⑥修学旅行事前指導
⑥11/6 (金)
⑦11/13(金)中間成果報告会(プレ)

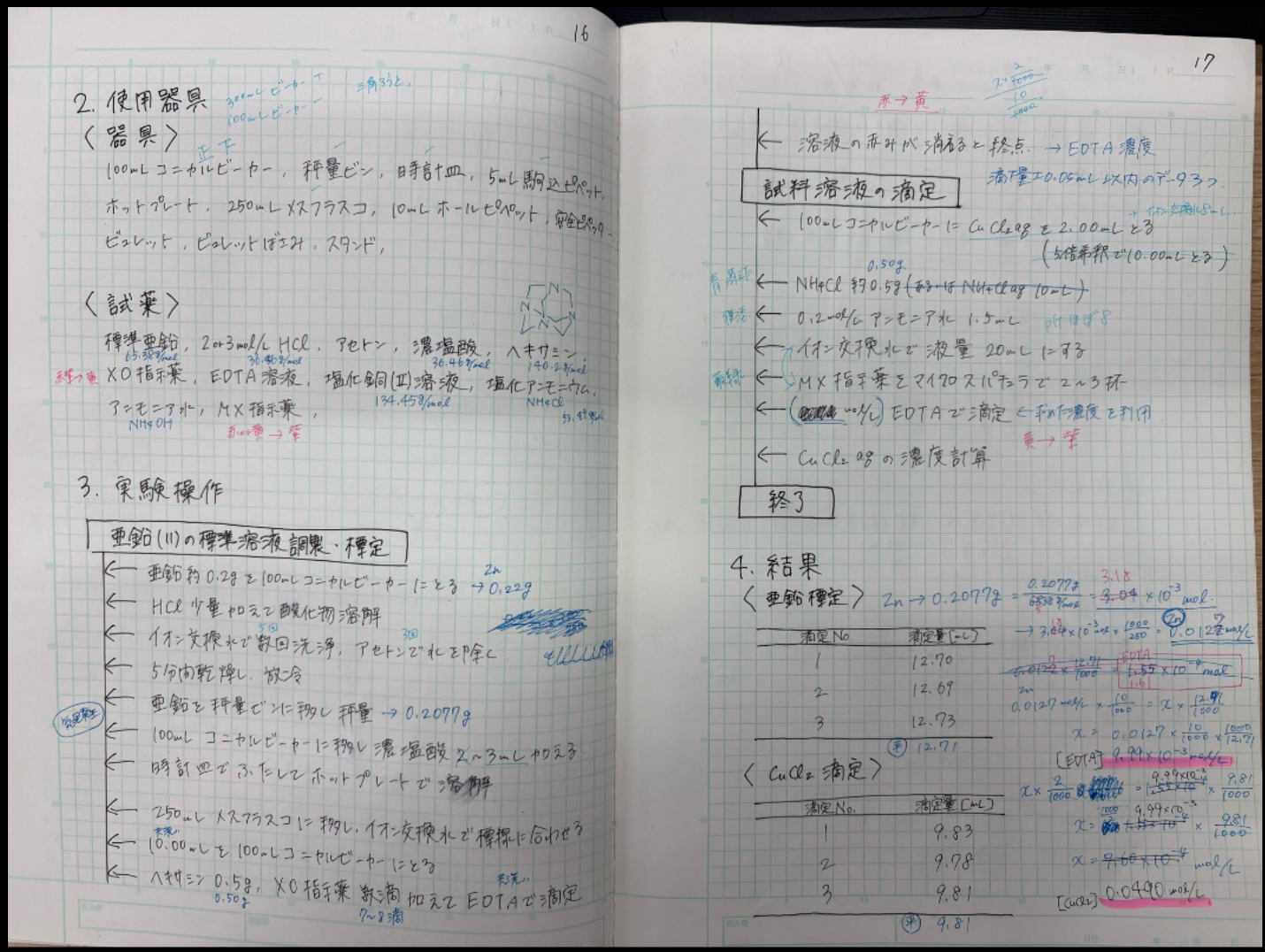
11/20 (金) 中間成果報告会

② **進捗報告書**で記録
（毎回授業の最初に返却・最後に提出）

９ 月　８ 日（ 火 ）　　出席者
前回からの進捗(今日までに何をやったか)
今日の授業でやったこと
来週の授業までにやること･準備するもの
来週の授業でやること

③ 実験した時には**実験ノート**で記録

研究不正が無いことや
実験の**再現性**に関する証拠となる。



③ 実験した時には**実験ノート**で記録

記録方法は問わない (ロイロ・classroom・紙)
ロイロ・classroomで記入項目の例を配信

【実験ノート】
① 日付・天気・場所・実験者

② 目的

③ 器具・試薬・装置について

④ 方法

⑤ 結果

⑥ 考察

【資料箱→学内→57期→S/Team II →課題研究】

④ 中間成果報告会に向けポスター作成

フォーマットは後日配信予定

☆ポスターの内容

①タイトル
②目的（テーマを選んだ理由、仮説など）
③方法
④結果（グラフや表と文章で簡潔に）
⑤考察
⑥今後の展望（3月までにあと何やるか）
⑦参考文献

【理数探究授業日程】

① 9/ 8 (火) 今日。
② 9/11(金)
③ 9/18(金)
④10/ 9 (金) ポスターフォーマット配信予定
⑤10/23(金) ⑤のみ ⑥修学旅行事前指導
⑥11/6 (金)
⑦11/13(金) 中間成果報告会(プレ)

11/20 (金) 中間成果報告会

９月

1	火	採点日/自由と規律の日	休
2	水	試験返却・面談週間	
3	木	試験返却・面談週間	
4	金	面談週間 ▲ ※特別時間割	
5	土		
6	日		
7	月	面談週間	
8	火	面談週間 ①	
9	水		
10	木		
11	金	②	
12	土		
13	日		
14	月		
15	火		
16	水		
17	木		
18	金	③	
19	土		
20	日		
21	月	敬老の日	
22	火	休日	
23	水	秋分の日	
24	木		
25	金	終業式・防災訓練・通知表配付	
26	土		
27	日		
28	月	休業日	休
29	火	休業日	休
30	水	AM 銀杏祭施設移動	

１０月

1	木	後期授業開始・全日準備	
2	金	銀杏祭	
3	土	銀杏祭	
4	日		
5	月	銀杏祭片付け	
6	火	代休	
7	水		
8	木		
9	金	④	
10	土		
11	日		
12	月	スポーツの日	
13	火	スタディーサポート（1・2年）	
14	水		
15	木		
16	金	月曜 時間割	
17	土		
18	日		
19	月		
20	火		
21	水		
22	木		
23	金	5時間目のみ（⑥修学旅行事前指導） ⑤	
24	土		
25	日		
26	月	▲	
27	火	2学年修学旅行	
28	水		
29	木	▼	
30	金	芸術キャリア	
31	土		

１１月

1	日		
2	月		
3	火	文化の日	
4	水		
5	木		
6	金	⑥	
7	土		
8	日		
9	月		
10	火		
11	水		
12	木		
13	金	中間成果報告会（プレ） ⑦	
14	土		
15	日		
16	月		
17	火		
18	水		
19	木		
20	金	中間成果報告会	
21	土		
22	日		
23	月	勤労感謝の日	
24	火	中間試験	
25	水	中間試験	
26	木	中間試験	
27	金	中間試験	
28	土	第2回学校説明会	
29	日		
30	月	採点日/自由と規律の日	休