

目 次

しぶきの色	2
The color of the splash	
植田 奏樂 柏原 光希 熊代 夏葉 小林 風奈	
速さと摩擦の関係性の考察	6
The relationship between speed and friction	
浅井 優汰 岩波 勝斗 千葉 楓馬 米川 颯哉	
褪色の原因と防止について	10
Fading experiment	
大葉 真生 小島 隆太郎 川井 拓水 佐藤 壱斎	
竹含有セルロースの糖化方法の検討	14
Research on saccharification method of cellulose containing bamboo	
中村 洸斗 庄司 怜央菜 飯島 太雅 植竹 勇弥	
茨城県水戸市さくら通りにおける地衣類調査	18
The observation of Lichen at Sakura Street in Mito, Ibaraki	
小川 倅輝 角谷 清馬 鈴木 琴音 ヒア キネイサ	
海洋性発光バクテリアと植物との共生に向けての基礎実験	23
Let's make Luminescent Bacteria live in plants	
奥谷 香月 清原 慧梧 新倉 百合愛 平沼 悠輝	
海洋微生物の分布調査のための基礎研究	28
Basic research for distribution of marine microorganisms	
中村 香菜 清水 葵 早瀬 あおい 北條 夏海	
植物の生長における音波の影響	34
The effect of sound waves on plant growth	
白土 りさ 照沼 千広 根本 りり 福島 彩加	
JavaScript を用いたアプリ開発	39
Application development using JavaScript	
大島 颯馬 久保田 龍晟 藤島 寛基 綿引 颯太	
都道府県魅力度ランキングから見る茨城県の魅力度的立ち位置とその考察	43
Ibaraki Prefecture's Attractive Position and Considerations Based on Prefectural Attractiveness Rankings	
那須 雄飛 飛田 明大 瀧川 真ノ介 小川 翔馬	

しぶきの色

植田 奏楽 柏原 光希 熊代 夏葉 小林 風奈

The color of the splash

Sora UEDA, Mitsuki KASHIWABARA, Natsuha KUMASHIRO, Kazana KOBAYASHI

Abstract

One day, we were curious to see if after dropping one colored water droplet into another colored body of water, whether the splash would remain the initial color or change. We conducted a preliminary experiment based on the hypothesis that the color of the splash that bounces back changes depending on the height of the drop. As a result, it was found that the higher the height of the drop, the larger the proportion of the dripping liquid in the droplet and the size of the droplet. Based on these findings, we investigated the differences in the movement of water in the beaker and the size of the splash depending on the height at which colored water is dropped. The conclusion was that the color of the droplet changes depending on the height at which the liquid is dropped because of discussion.

1 はじめに

美術の時間にしぶきの色を見て興味を持ったことがきっかけでこの研究を始めた。本研究ではしぶきの色とは図の赤丸で囲んである部分とし、しぶきの色がどのような条件で決まるのかを明らかにすることを目的とした。



Fig.1 Examples of the splash

2 実験方法

I 予備実験

水彩絵の具で染めた二色の色水を用意し、駒込ピペットを使って一方の色水を他方の色水に滴下する。

まず、私たちは 20cm, 30cm, 50cm, 70cm の高さから黄色の色水を青色の色水に滴下した。この二色は補色関係にあるので色の

変化が分かりやすいのではないかと考え、これらを使用した。

また、使用する色水の色もしぶきの色に影響を与えるのではないかと考え、実験の手順は変えずに、滴下する色水と滴下される色水を逆にした実験や使用する色水を赤と青に変えた実験も行った。

II 本実験（しぶきの大きさの測定）

予備実験ではビュレットを使用したけど、この方法では水滴を落とす高さと量にばらつきがあり、正確な実験結果を得ることができないと考え、駒込ピペットを用いることにした。ここで、ある高さからビュレットを用いて落とす水滴のことを滴下液、水滴が落とされる色水のことを被滴下液と呼ぶこととする。

この実験では、ビーカー内の水の動きを見やすくするために被滴下液を無色透明の水にした。また、滴下する高さは、10cm から 90cm まで 10cm ごとに高さをあげて実験を行った。また、しぶきの大き

さを調べるためにビーカーの側面にメジャーを置き、常に同じ位置からカメラで撮影して測定した。この方法では正確な値を出すことはできないが、大きさを正確に測定する手段が見つからなかったため、測定する条件を揃えることで相対的な値を出すことにした。



Fig.2 Laboratory equipment

3 結果, 考察

I 予備実験による結果

予備実験の結果は Table1. Table.2 に示す。滴下する高さが高くなるほど、跳ね返ったしぶきの中に占める被滴下液の色の割合が大きくなった。色水の色を逆にしたときや色の組み合わせを変えたときも同様の結果となった。

Table.1 The result of preliminary experiment

高さ (cm)	しぶきの色
20	黄緑色
30	黄色から青色へ徐々に変化 
50	黄色から青色へ徐々に変化 
70	黄色から青色へ徐々に変化 

Table.2 The result of preliminary experiment

高さ (cm)	しぶきの色
20	赤色
30	赤色から青色へ徐々に変化 
50	赤色から青色へ徐々に変化 
70	赤色から青色へ徐々に変化 

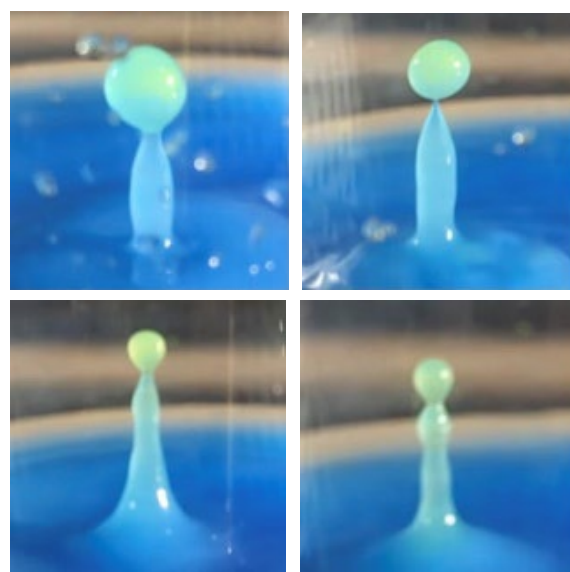


Fig.3 Results of preliminary experiment

Ⅱ 考察

しぶきの色と使用する色水の色との間には関係がなく,滴下する高さに関係があると考えた。また,色水を滴下する高さが高くなるとしぶきの色だけでなく,しぶきの大きさも徐々に大きくなっていることに気が付いた。このことから,ビーカー内の水の動きもしぶきの色の変化に関係があると考えた。

Ⅲ 本実験による結果

実験結果は Table.3, Fig.5 に示す。

Table.3 Relationship between dropping height and droplet size

高さ (cm)	縦	横
10	0.15	0.15
20	0.25	0.25
30	0.40	0.40
40	0.45	0.50
50	0.70	0.60
60	0.80	0.75
70	0.90	0.90
80	0.70	0.60
90	1.00	0.90

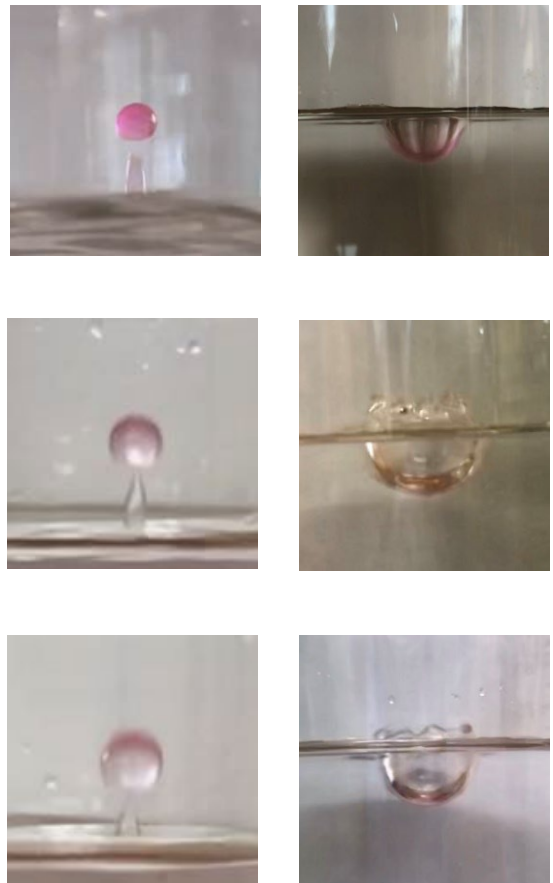


Fig.4 Results of experiment

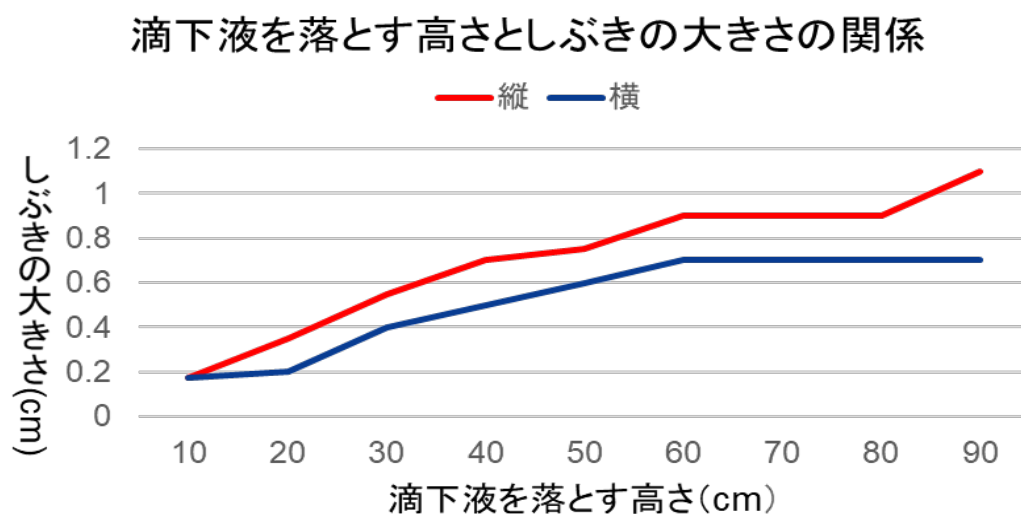


Table.5 Relationship between dropping height and droplet size

予備実験と同様にしぶきの色は滴下液を落とす高さが高くなるにつれて被滴下液の割合が大きくなっていった。また、滴下する高が高くなるとそれに伴ってしぶきの大きさが大きくなるという傾向が見られた。別の角度からビーカーの中を撮影し、観察したところ、高さが高くなるほど滴下液がより深くまで達していることが分かった。

IV 本実験による考察

実験結果から、しぶきの大きさとしぶきの中の被滴下液の割合はともに滴下する高が高くなるほど大きくなるということが分かった。また、参考文献より、しぶきの中の被滴下液の割合は滴下液がより深くまで達するときに大きくなるということが分かった。この、「滴下液がより深くまで達する」というのは滴下液が持つ運動エネルギーがより大きいときにおこり、力学的エネルギーが保存されるときと考え、これは被滴下液の水面を基準点とする位置エネルギーがより大きいときにおこると言い換えることができる。位置エネルギーは滴下液の質量と重力加速度を一定としている今回の実験において、滴下する高が高くなるほど大きくなる。つまり、実験結果と参考文献は、ともにしぶきの中の被滴下液の割合は滴下する高さによって変化するというを示している。以上のことから、滴下する高さを高くするほど滴下液がより深くまで達することで滴下液が被滴下液を持ち上げるようにして跳ね返り、しぶきの大きさは大きくなり、それにより、しぶきの中の被滴下液の割合が大きくなることで滴下液・被滴下液のそれぞれの割合が変化した結果、しぶきの色に変化したと考えられる。つまり、しぶきの色は滴下液を落とす高さによって変化すると私達は結論付けた。

4 今後の展望

今まで、しぶきと色の関係についてさまざまな実験を行ってきた。水の粘性に着目することで温度の関係についても調べることができるというアドバイスをいただいたので、今後はそれをもとに実験を進めていきたい。また、今回は水彩絵の具を使用したメーカーによる絵の具の成分の違いによって結果にどのような変化が出るのかどうかやしぶきが跳ね返った高さについても調べていきたい。跳ね返った高さを調べることで、位置エネルギーと体積の関係を求めていこうと思う。

5 参考文献

今井功 「流体力学（前編）」 裳華房

跳ね返った今液体の変化 ～渦運動の影響～（静岡県立浜松北高等学校）

速さと摩擦の関係性の考察

浅井 優汰 岩波 勝斗 千葉 楓馬 米川 颯哉

The relationship between speed and friction

Yuta ASAI, Masato IWANAMI, Fuma CHIBA, Soya YONEKAWA

Abstract

Trains have frictional force between wheel and rail. However, linear motor cars are gotten rid of frictional force to accelerate. We came to be interested in condition of frictional force when linear motor cars run at fastest speed. In this our investigation, we focused relation between speed and frictional force. Firstly, we used pra-rail and various material which is used as a rail to investigate static frictional force. Secondly, pra-rail with some weight runs on various materials and measure the speed with a recording tape. As a result, there is no relationship between speed and frictional force. When we create the graphs with weight and speed on the axis for hard and soft materials, they show similar shapes. So, we thought that speed was related to the hardness of the rail. Therefore, we thought that wheel's sinking into the rail have an important effect on the speed.

1 はじめに

リニアモーターカーは時速約 500 キロメートルで走行する。これは磁力によりリニアモーターカーが地面と接することがなくなり摩擦がなくなったためである。

しかし、底がゴムになっている滑りにくいシューズをはいた時と靴下のような滑りやすいものをはいた時ではシューズのほうが速く走れることに気づいた。

このことから私たちは実際の電車のようなレールに接して走行する車両でもリニアモーターカーと同様に摩擦が少ないほど速度が速くなるか疑問に思った。

本研究ではより簡単に実験するため、プラスチック汽車レール（今後これをプラレールと称す）を使用して実験を行うことにした。

私たちはプラレールにおいてはゴムなどの抵抗力の大きいものの上を走らせるときに必要な

エネルギーが大きくなることで動きが悪くなり、逆に抵抗力の小さいものは車輪が空回りしてしまうため、レールと車輪の間に適した関係があるのではないかと仮定した。

そのためレールの物質を変えそれらの物質とプラレールの速さとの関係を調べるための研究をした。

2 実験方法

・使用する物質

抵抗力が変わると考えられる金属、塩化ビニル、紙、ポリ乳酸（レール）、ゴム、低発泡ポリプロピレンを用意した。

金属はアルミニウム、亜鉛、シリコンからなるガルバリウムを使用した。

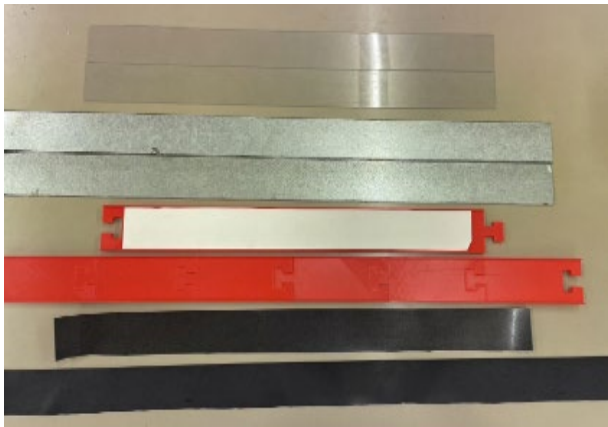


Fig.1 Materials

その際に、プラレールに 20g, 40g, 60g, 100g, 250g, 500g, 1000g の重りを乗せ、輪ゴムで固定した状態で走らせ重りごとの速さを計測した。

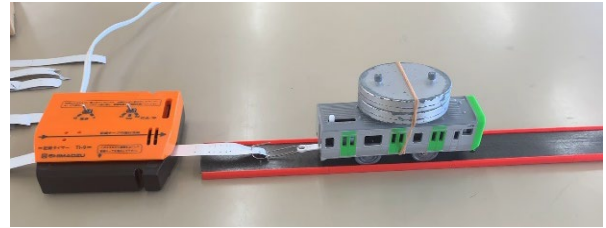


Fig.3 Scene of experiment

実験Ⅰ 静止摩擦力の測定

プラレールの車輪は転がり摩擦の影響を受ける。転がり摩擦は車輪が転がる際、車輪の接地している点が次々と移っていくと考えたため、プラレールの車輪には静止摩擦力が働いていると考えた。

Fig.2 のようにカップに砂を追加していき、車両が動き始めたときのカップに入った砂の重さを測る。この測定した砂の質量が大きいほど、レール素材と車輪間に働く静止摩擦力が大きくなる。



Fig.2 Scene of experiment

実験Ⅱ 各物質とプラレールの速度の実験

Fig.2 のようにタコ糸の端をプラレールと紙コップにつなげ各物質上で走らせる実験を 10 回ずつ行い平均をとる。

Table 1 Result of experiment1

レール素材	ガルバリウム	ゴム	ポリ乳酸
動き始めの車重 g	76.36	79.1	80.33
レールの素材	紙	塩化ビニル	低発泡ポリプロピレン
動き始めの車重 g	89.53	97.1	109.47

3 結果

実験Ⅰの結果

Table 1 よりガルバリウム、ゴム、ポリ乳酸、紙、塩化ビニル、低発泡ポリプロピレンの順で静止摩擦力が大きくなると分かった。

実験Ⅱの結果

Fig.4, Fig.5 より車重を変化させると最も速くなるピークが存在した。

かたい物質(ガルバリウム、塩化ビニル、ポリ乳酸)のグラフはそれぞれ似た形を示し、またやわらかい物質(紙、ゴム、低発泡ポリプロピレン)のグラフもそれぞれ似た形を示した。

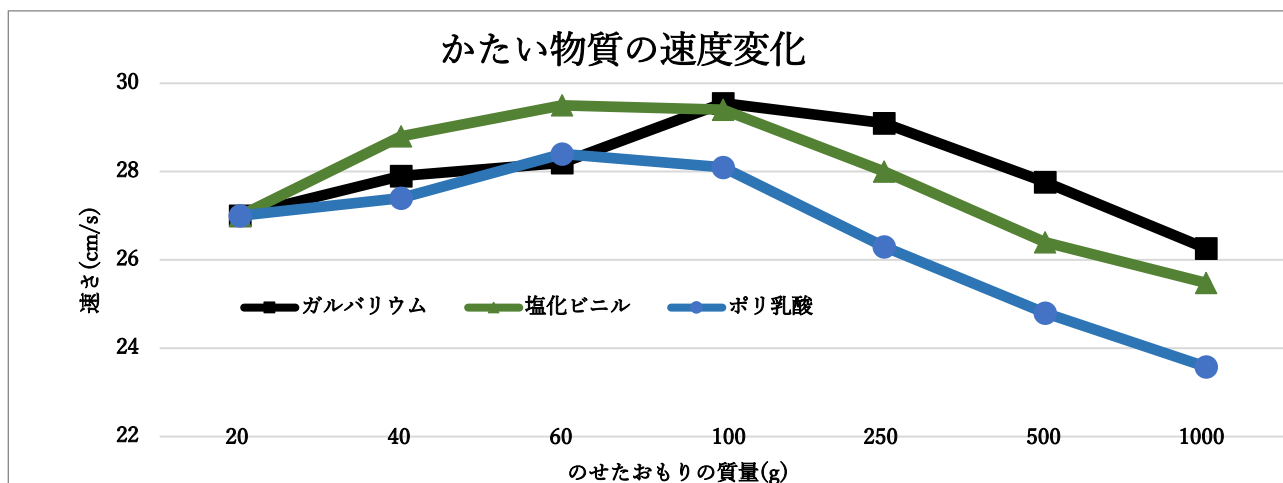


Fig. 4 In the case of hard materials

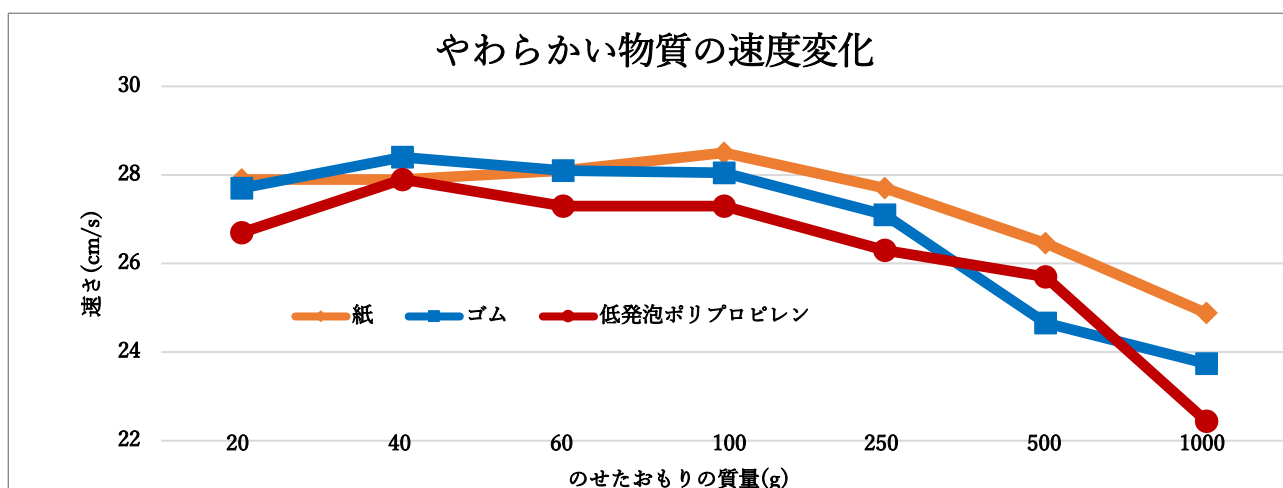


Fig. 5 In the case of soft materials

4 考察

実験Ⅰの結果と実験Ⅱの結果より各物質における摩擦力と速さの関係には相関関係が見られなかった。

Table 2, Fig. 6 でグラフの規則性が見られなかったため、車重と速さに関係がないと考えられる。また、Table 2 より車重と速さの相関係数にも相関性が見られなかった。摩擦を変えるのにレールに用いた物質を変えたため接地面積が変化した事が原因だと考えられる。

このことから、かたい物質をレールに用いたときは車輪がその物質に沈み込まず、やわらかい物質を用いたときは沈み込んだため規則性が見られなかったと考えた。

よって、速さの変化は、摩擦力の大きさを比べるためにレールに用いる物質を変えたことによるレールと車輪の接地面積が変化したことが原因だと考えられる。

Table 2 Correlation coefficient

車重 (g)	20	40	60	100	250	500	1000
相関係数	-0.40	0.23	0.06	-0.18	0.85	0.45	-0.45

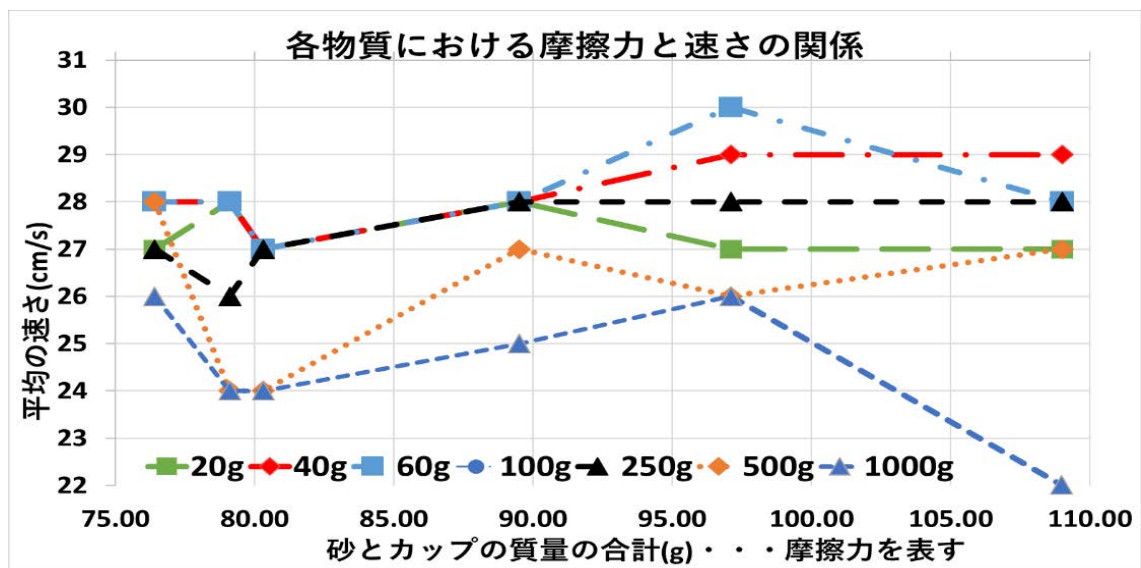


Fig.6 Relation of correlation coefficient

5 まとめ

Fig6 のグラフの変化はレールに用いた物質の変形のしやすさに関係があるのではないかと結論づけた。しかし、これは車輪の歯車や軸など、各部品に加わる圧力や摩擦を考慮しなかった。部品が小さく多数あったためそれぞれの摩擦力を計測することができなかった。

6 参考文献

リニアモーターカーについて-山梨県立リニア見学センター

ー

(<https://www.linearmuseum.pref.yamanashi.jp/sp/about/index.html>)

褪色の原因と防止について

大葉 真生 小島 隆太郎 川井 拓水 佐藤 壱斎

Fading experiment

Masaki OBA, Ojima RYUTARO, Kawai TAKUMI and Issai SATO

Abstract

When I saw that outdoor signs and other items were fading, I decided to investigate the causes of color fading and research ways to prevent it. Based on my experience, I predicted that the cause of fading was ultraviolet rays contained in sunlight.

To confirm my prediction, I irradiated printed materials with ultraviolet light. Since we could confirm that the ink color faded after irradiation, we could say that ultraviolet light was the cause of the fading. Next, the dye extract solution was irradiated with UV light. The addition of ascorbic acid prevented fading. Since ascorbic acid, which has antioxidant properties, prevented fading, we hypothesized that the fading was related to oxygen. We also investigated the relationship between fading and reducing agents by using various reducing agents. Since there are both reducing agents that promote and inhibit fading, it is necessary to investigate the differences in the function of reducing agents.

1 はじめに

看板などの色が、時間の経過とともに薄くなっていることがある。そこで、この現象「褪色」の原因と防止方法について研究することにした。この現象は、屋外で顕著にみられることから、日光に含まれる紫外線が原因でないかと予想した。また、セロファンを用いたスタンドグラスを製作、展示した際に褪色が見られた。しかし、実際のガラスを用いたスタンドグラスでは顕著な褪色は見られないため、褪色が起こるのに必要な条件がほかにもあると予想した。

- 家庭用インクジェットプリンタ
(brother DCP-J562N)

<方法>

- マンセル色相環をプリンタで印刷する
- スキャナで印刷物を読み取る
- 読み取った印刷物の CMY 値を色分析サイトを用いて測定する
- 紫外線照射装置を用いて紫外線を照射する
- 2, 3 の手順で値を測定し、照射前と比較する

2 実験 1

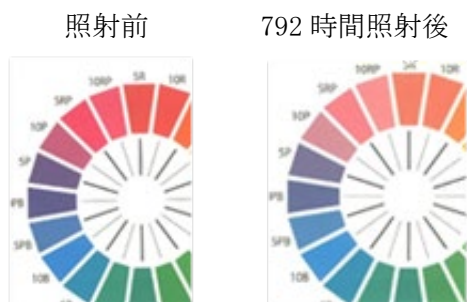
<目的>

褪色の原因が紫外線であることを確かめる

<使用器具>

- 紫外線照射装置 (TOSHIBA FL10 BLB)
波長 (ピーク時) 352nm / 紫外線出力
1.2W / 紫外線照射強度 13 μ W/cm²

<結果>



5 R を測定

	実験前	実験後	減少率
シアン	4.90	3.10	38%
マゼンタ	69.2	48.3	30%
イエロー	69.5	58.2	17%

10B を測定

	実験前	実験後	減少率
シアン	74.0	71.4	3.5%
マゼンタ	47.4	40.3	15%
イエロー	17.8	15.6	12%

Fig.1 Experiment 1's change of CMY volume

※CMY 値：色の三原色であるシアン・マゼンタ・イエローの合計値。値が減少するにつれ色が薄くなる。

<考察>

CMY 値が減少していたため、褪色の原因は紫外線によるものと考えられる。シアンの減少率は 37.8%と大きくなったが他の二色に比べて元の CMY 値が 4.9 と小さかったため誤差の影響が大きいと考えた。そのため、シアンの値が大きい 10B の CMY 値を測定したところシアンの減少率が 3.5%と低いことが分かった。また、マゼンタの減少率が大きいことから赤系統の色が褪色しやすいとわかった。問題点として、既製品のインクを使用したため、成分の詳細などはわからなかった

こと、褪色するまでに約 1 か月を要したことが挙げられる。

3 実験 2

<目的>

人工的に合成された色素より天然色素の方が褪色し易いことが調べた結果分かったため、赤系統の天然色素であるカロテノイドを抽出し、褪色しやすいことを確かめる。また、アスコルビン酸の褪色防止効果を確認する。

<方法>

【1】カロテノイドの抽出

1：抽出液（エタノール：ジエチルエーテル＝3：7）を準備する

2：粉碎したニンジン 9 g を抽出液 110ml で抽する

3：攪拌，ろ過する

【2】紫外線照射及び吸光度測定

カロテノイド抽出液を 3 本のスクリー管に 9 ml ずつ入れ，それぞれ 1・2・3 とする

1：無添加

2：アスコルビン酸添加

3：アルミホイルで覆い，紫外線を遮断する

※スクリー管のガラスによる紫外線の吸収率はガラスの厚さと紫外線のピーク波長から約 10%と算出された。このことから，溶液に紫外線が当たっていると考えてよい。

<結果>

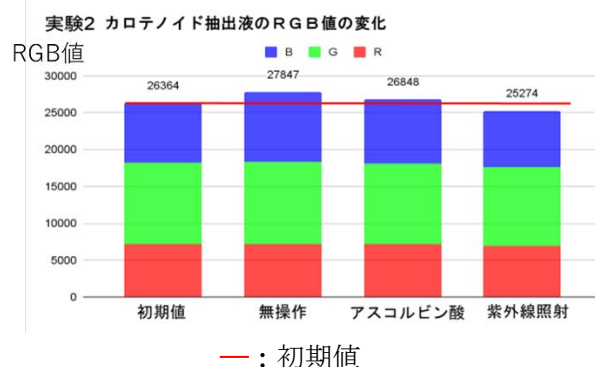
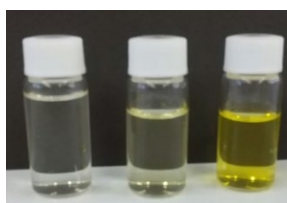


Fig.2 Experiment 2's change of RGB volume

※RGB 値:光の三原色のレッド, ブルー, グリーンの合計値。値が大きくなるにつれて溶液が無色に近づく。



照射前



288 時間照射後

Fig.3 Experiment 2's carotene sampling

<考察>

試液の RGB 値が上昇していたため褪色が進んだと言える。アスコルビン酸を添加したものは無添加に比べ RGB 値の上昇を抑えられていることから、アスコルビン酸は褪色を抑制するとわかる。このことから、アスコルビン酸の抗酸化作用が褪色を抑制したと考えられるので褪色と酸化には関係があると予想できる。

4 実験 3

<目的>

褪色における酸素の影響を調べる

<方法>

1. 実験 2 と同様のカロテノイド抽出液を用いる
2. 抽出液 50ml に対し, 0.1mol の酸素, 窒素でバブリングする

○酸素

質量パーセント濃度 34%の過酸化水素水を 10 倍希釈した。100ml をメスシリンダーで測り取り, 触媒として塩化鉄水溶液を加え, 15 分間

で分解させた。理論値的には 0.1mol の酸素を通じたことになる。

○窒素

窒素ボンベを用いて, 2.8g の窒素を 5 分を通じた。理論値的には酸素と同様に 0.1mol 通じた。

3. 各スクリー管に 9 ml とる

4. 実験 1 と同様の装置で紫外線を照射する

Table.1 Operation of samples

1	無	無添加	4	酸	無添加	7	窒	無添加
2	操	UV遮断	5	素	UV遮断	8	素	UV遮断
3	作	V.C添加	6		V.C添加	9		V.C添加

<結果>

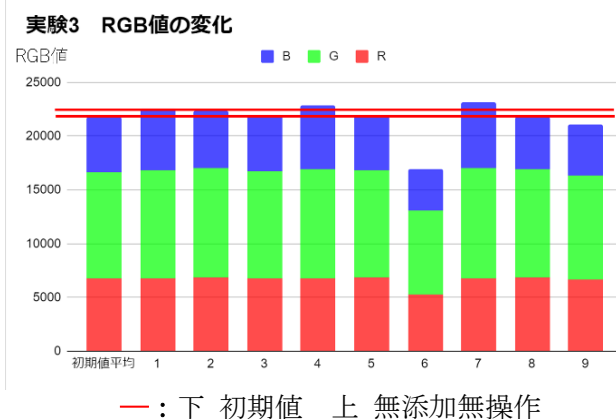


Fig.4 Experiment 3's change of RGB volume

<考察>

無操作無添加の RGB 値がバブリングしたものと変化がほぼ無いことから溶液中の酸素は実験にほとんど影響しないと考えられる。

5 実験 4

<目的>

実験 2 でアスコルビン酸を用いて褪色を抑制できたことから, 他の還元剤を使って褪色を抑制できるか確かめる。そして, 褪色と還元剤の関係性を調べる。

<方法>

1. 実験2と同様のカロテノイド抽出液を用いる
2. 抽出液にギ酸, シュウ酸, ヒドロキノンを実験2のアスコルビン酸と同じ物質質量加えた
3. 実験1と同様の装置で紫外線を照射する
4. それぞれの溶液のRGB値を測定する

<結果>

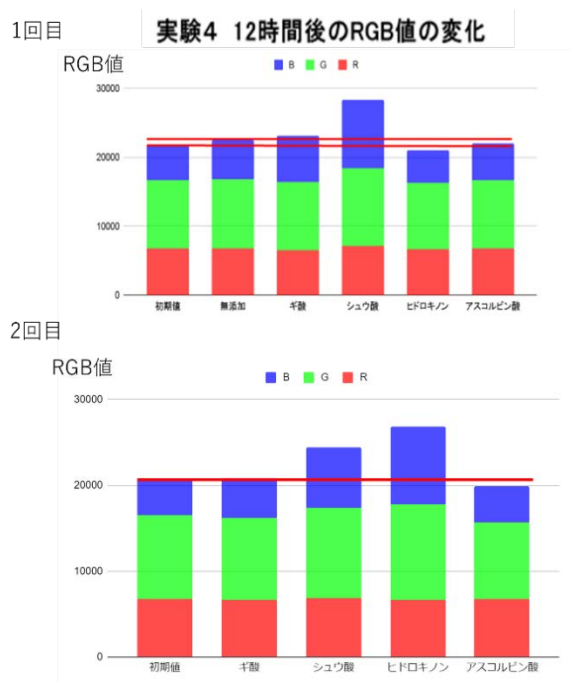


Fig.5 Experiment 4's change of RGB volume

<考察>

シュウ酸は無添加に比べ褪色が促進されたといえる。1回目と2回目で結果が異なったヒドロキノンについては再現をとる必要がある。全ての還元剤で褪色を抑制できなかった原因としてギ酸, シュウ酸, ヒドロキノンでは還元剤としてはたらきが異なると考えられる。また, 還元剤を添加したことで, 溶液が酸性に変化したため褪色の促進につながったことも考えられる。

6 まとめ

実験から, 褪色の原因は色素に紫外線が照射されることで引き起こされ, 赤系統の色で顕著にみ

られることがわかった。一部の還元剤で褪色を防止できるが, 促進する還元剤もある。

7 参考文献

カラーサイト.com (2022/12/13)

(https://www.color-site.com/image_picker)

片野真意子(1999)美術館・博物館展示用光源による天然色素染色布の変退色防止効果 照明学会誌, 83, 314-319

伊藤秀和. 2023/7/31. ”野菜のカロテノイド分析法”. 食品需給研究センター. <http://fmric.or.jp/~ffmanual/manual40102>,

竹含有セルロースの糖化方法の検討

中村 洸斗 庄司 怜央菜 飯島 太雅 植竹 勇弥

Research on saccharification method of cellulose containing bamboo

Hiroto NAKAMURA, Reona SHOUJI, Taiga IJIMA, Yuya UETAKE

Abstract

In recent years, bioethanol has been attracting the attention of many companies as an alternative to fossil fuels. Bioethanol is mainly produced from food-derived raw materials such as sugarcane and corn. However, the use of bioethanol poses many additional social problems such as global food shortages, starvation, and deforestation. In our research, we focus on bamboo, which is a fast-growing and familiar material in Japan. Aiming to generate bioethanol from bamboo, we studied an efficient method to extract glucose from bamboo. In this study, as an experimental method, 2.0g of bamboo powder and 0.03 g of cellulase (from *Aspergillus niger*, Tokyo Kasei) were reacted at 45°C in 100 ml of acetic acid buffer solution. The reaction solution was filtered through a PTFE syringe filter (0.45 μm), and glucose was determined by the phenol-sulfuric acid method using a spectrophotometer. As a result, the most suitable pH and best number of days to obtain glucose from bamboo stably were 4.8 and 5 days, respectively.

1 はじめに

化石燃料の代替として注目されているバイオエタノールは食品由来の原料から生成される。

(Fig.1) それらは世界的な食糧不足や飢餓を助長させ、耕作地確保のための森林伐採による環境破壊などを深刻化させかねない。そこで本研究では、これらの原料に代わる新たな素材を模索した。

私たちは輸入に頼らず、日本国内で原料を供給できる身近な素材である竹に注目した。竹は、成長速度も速くバイオエタノールの原料に適していると考えた。

本研究では、バイオエタノール生成において竹のセルロースを効率的に糖化するために最適な実験方法を検討した。

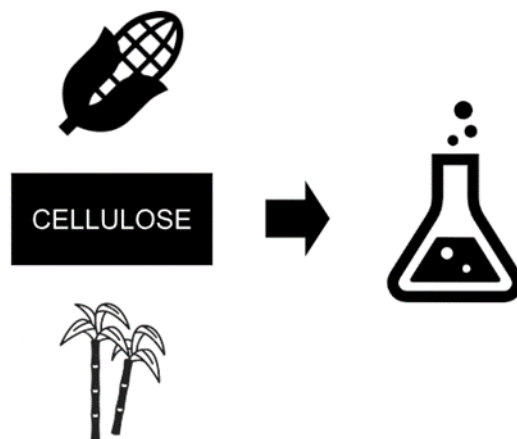


Fig.1 How to produce bioethanol

2 実験方法

I 予備実験

本実験の前に、検量線の作成、グルコース量の確認のため、参考文献「竹一本からとれるエタノール量の推定（静岡県立科学技術高等学校）」と比較した。

(1) 市販の竹の割りばしをのこぎりを用いて粉状にした(以下、竹粉)。

以下の溶液を準備した。

①0.1mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液 40mL,
0.1mol/L の酢酸ナトリウム CH_3COONa 水溶液
60mL を混合した, pH4.8 の酢酸緩衝液

② ①の酢酸水溶液, 酢酸ナトリウム水溶液
をそれぞれ 92.5mL, 7.5mL を混合した, pH3.6
の酢酸緩衝液

(2) 竹粉を 3.0mm以下に網で選別し, セルラ
ーゼ (*Aspergillus niger* 由来, 東京化成) ととも
に①の緩衝液中で 45°C, 6 日間の条件下撹拌し
た。

(3) 反応液をシリンジ (TERUMO 製) で吸引
し, PTFE シリンジフィルター (0.45 μm) を
用いてろ過し, 適宜希釈した。この時, PTFE
シリンジフィルターを使用した理由は, 一般
のろ紙であると, ろ紙中にセルロースが含ま
れ, 竹から得られたグルコース量を測定できな
いためである。

(4) フェノール硫酸法を用い, 吸光光度計
(U-5100, HITACHI 製 ($\lambda=490\text{ nm}$)) でグルコー
スを定量した。

糖の定量法には様々なものがあり, フェノー
ル硫酸法のほかに酵素法, 高速液体クロマトグ
ラフィー (HPLC) 法などが存在する。本実験は
比較的操作简单なためフェノール硫酸法を使
用した。

II 最適な条件の検討

竹粉の大きさにばらつきがあったため, 購入
した竹粉 (178 μm 未満, 那賀ウッド) を使用し
て, 酢酸緩衝液①, ②さらに水の 3 種類によっ
て, 3 日, 6 日, 12 日の間上記の通り反応させ,
同様にグルコースを定量した。

また, 同時に, 反応液をそれぞれ常温で 6
日間静置させ, 各濃度の推移を調べた。

III さらに細かい条件での検討

一日ごとの収率の変化を調べるために, 上記

と同じ竹を使用し, ①及び②の酢酸緩衝液と水
をそれぞれ同一条件で反応させ, 反応液を 1~6
日の間, 同一条件で撹拌し, 1 日ごとに計測し
た。

3 結果と考察

I 予備実験の結果

得られたグルコース量は 192 mgであった。参
考文献中のグルコース量と比較したところ, 反
応日数以外同一条件でグルコース量が約 1/3 とな
っていた。参考文献より反応時間を長く設定し
たが, 予想より多くのグルコースを得ることは
できなかった。

Table 1 Comparison of the amount of glucose
obtained in the reference literature and this experiment

	参考文献	本実験
グルコース濃度(mg)	597	192
反応日数(日)	4	6

I 予備実験の考察

得られたグルコース量が減少した理由とし
て, 竹の粒度にばらつきがあり, グルコース量
の収率が低下したのではないかと考察した。

また, 酵素には最適pHが存在するためpHを変
えれば, 得られるグルコース量が変化すると考
えた。

II 最適な条件の検討結果

結果及び濃度の推移は Table2 及び Fig.2 また
Table3 及び Fig.3 のようになった。12 日間で
pH3.6 の条件が最も収率が高かった。水の 6 日と
12 日で濃度が大幅に低下した。静置時ではpH 3.6
の反応液のグルコースの収率が最も高かった。

水の 3 日, 6 日放置した容器中にカビが生えて
いた。

Table 2 Change in glucose concentration

	3 日	6 日	12 日	
pH3.6	12.55	12.81	14.14	(mg/L)
pH4.8	18.69	13.14	13.51	
水	13.55	0.99	1.757	

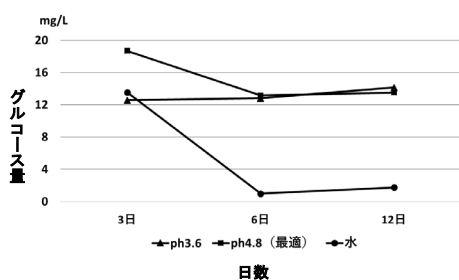


Fig.2 Change in glucose concentration

Table 3 Change in glucose concentration

	3 日	6 日	12 日
pH3.6	12.43	17.21	20.84
pH4.8	10.25	13.33	12.92
水	カビ	カビ	1.767

(mg/L)

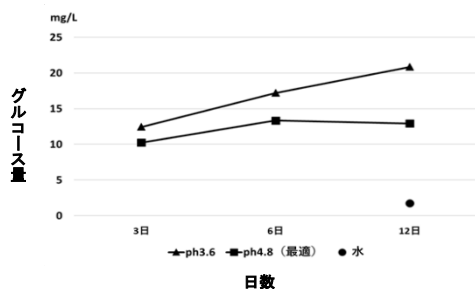


Fig.3 Change in glucose concentration

II 最適な条件の考察

pH3.6 の収率が最も良かった理由として、反応させている期間で pH が変動したと考察した。反応させた直後の pH は 3.6 であったが、反応の生成物によって pH が変動したと考えた。水において大幅に濃度が低下した理由は、pH が 3.6 の時と同様に、生成物によって pH が変動し、セルラーゼが失活したからであると考察した。

また、カビが発生した要因として、十分に殺菌をせずに実験をしたこと。また、ほかの容器に発生しなかった要因として、pH 4.8, 3.6 はカビの好む条件ではなかったからであると結論付けた。

III さらに細かい条件の結果

結果及び濃度の推移は Table4 及び Fig.4 のようになった。グルコースが最も得られた日数は、5 日目であった。また、最適 pH である 4.8 が 5 日目に最もグルコースを得ていた。

Table 4 Change in glucose concentration per day

	1 日	2 日	3 日
pH3.6	13.99	9.28	25.38
pH4.8	13.8	17.28	21.46
水	11.84	19.25	16.92

(mg/L)

	4 日	5 日	6 日
pH3.6	16.86	24.82	25.21
pH4.8	21.67	33.79	23.26
水	16.86	25.33	21.42

(mg/L)

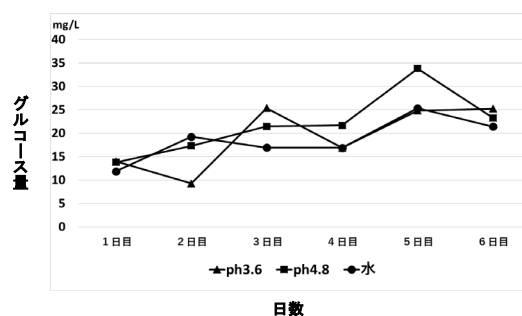


Fig.4 Change in glucose concentration (per day)

4 まとめ

本研究では、効率的に竹からグルコースを定量する方法を検討した結果、最適な pH は 4.8 で、最適な反応日数は 5 日であった。予備実験とは違い、粒度が一定である竹粉を使用したため、結果の正確性を高めることができた。反応日数による生成されるグルコース量の変化を細かく測定できた。

今回、糖の定量法にフェノール硫酸法を用いた。定量した糖は、全てグルコースと仮定したが、フェノール硫酸法で測定できるのは全糖量であるため、糖の種類を断定することまではできなかった。また、本実験は食物由来でない竹

からバイオエタノール生成をめざした。しかし、竹から得られるグルコース量はトウモロコシやサトウキビと比較すると少量であると考察される。もし竹からより効率的にグルコースを取り出す方法が開発されれば、食糧不足問題といった社会問題や放置森林などの環境問題を、解消することが可能だと考える。

5 参考文献

竹一本からとれるエタノール量の推定（静岡県立科学技術高等学校）

（<https://gakusyuu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/h27/153166.pdf>）

糖の定量法（バイオよもやま話）

（https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9012/9012_yomoyama_2.pdf）

バイオ燃料生産を志向した非水系酵素反応

（<http://www.bioeng.cstm.kyushu-u.ac.jp/Bio-assembly/cellulose/cellulose.html>）

茨城県水戸市さくら通りにおける地衣類調査

小川 倅輝 角谷 清馬 鈴木 琴音 ヒア キネイサ

The observation of Lichen at Sakura Street in Mito, Ibaraki

Koki OGAWA, Seima KADOYA, Kotone SUZUKI and Kineysa HIA

Abstract

Lichen is known as an environmental indicator and it has a system of producing special substances. We focused on the sensitive characteristics of its environment. We hypothesized that the amount of lichen will decrease in air polluted areas. In our first investigation, we compared the current condition of lichen with prior data recorded 7 years ago. As a result, the amount of adhesion degree and species were found to be increasing somewhere but the decline was more distinctive. In this survey, we had difficulty in identifying species because their appearances are similar. We tried the microcrystal method by using lichen components. But the specimen to compare with was less accurate, so we identify each specimen, maybe we can find the characteristics of them.

1 はじめに

地衣類とは、菌類と藻類が共生した複合生物である。先駆植物でもあり、栄養の乏しい場所でも生育することができる。しかし、地衣類は大気汚染の影響を非常に受けやすい。そのため、周囲の大気汚染状況を調べる環境指標生物として用いることができる種類が存在する。そこで本研究では、茨城県水戸市さくら通りを調査対象とし、地衣類の生育状況、大気汚染や日の当たり具合による生育条件、そして環境指標生物としての性質を用いて、さくら通りの大気汚染状況の変化を調べることを第一の目的とした。

また、地衣類は見た目が非常に似ており、目視だけで種類の判別が難しいものがある。そこで、地衣類が含有する特有の二次代謝産物である地衣成分に着目し、地衣成分を利用して地衣類の種類を同定することを第二の目的とした。

2 地衣類調査の目的

7年前の地衣類調査の結果と比較をし、地衣類の付着度や種類に変化があるのか調べる。また、大気汚染に敏感であるとされる地衣類が、大気汚染や日の当たり具合などからどのような

影響を受けているのか調べ、地衣類の生育条件について考察する。

3 仮説

大気汚染の影響を非常に受けやすいことから、自動車の排気ガスの影響を受けにくいと考えられる道路付近から離れた場所に多く生育していると考えた。また、日光が十分に当たると考えられる南側が地衣類に生育条件に適していると考えた。

4 調査方法

茨城県水戸市さくら通りにて、周辺環境の違いから、調査場所を3つの地点に区切り、それぞれの地点からサクラの木を1本ずつ選んでサクラの木に付着した地衣類の状況を調査する。照度計、表面温度計を用いて、木の幹の北側と南側の照度、表面温度をそれぞれ測定する。また、作成したプログラムを用いて画像から地衣類の付着度を測る。付着度とは、木の表皮のうちの何%を地衣類が占めているかを示した値とする。そしてこれらのデータとすでに調査された7年前の先行研究のデータを比較する。

地点①：東側に吉沢小学校内の大きなカシの木があるため、1日中日当たりが悪いとされる場所

地点②：東側が7年前は畑だったが、現在は薬局の駐車場に代わり日当たりがよく、7

年前からの環境変化が著しい場所

地点③：東側が駐車場で車の交通量が多く、排気ガスの影響を受けやすいと考えられる場所

4 地衣類調査の結果と考察

Table 1 Result of investigation I

2015/12/13(日) 14:00 天気 くもり 気温 15℃ (照度は②畑前北を 1.0 としたときの相対値)

場所	① 小学校前		② 畑前		③ 駐車場前	
方角	北	南	北	南	北	南
写真						
表面温度(℃)	8.0	10.9	8.0	23.3	7.8	17.1
照度(相対値)	0.9	3.0	1.0	12.7	0.8	9.7
地衣類の種類	3 種類		6 種類		4 種類	
付着度(%)	41	20	12	32	10	0

Table 2 Result of investigation II

2022/12/10(土) 14:00 天気 晴れ 気温 15℃ (照度は②薬局前北を 1.0 としたときの相対値)

場所	① 小学校前		② 薬局前		③ 駐車場前	
方角	北	南	北	南	北	南
写真						
表面温度(℃)	11.7	21.1	12.6	34.3	13.0	36.1
照度(相対値)	0.5	6.3	1.0	13.5	1.0	12.3
地衣類の種類	3 種類		4 種類		2 種類	
付着度(%)	60	12	42	0	10	0

Table 3 Result of investigation III

2015/3/14(土) 14:00 天気 くもり 気温 11℃ (照度は②旧畑前北を 1.0 としたときの相対値)

場所	① 小学校前		② 畑前		③ 駐車場前	
方角	北	南	北	南	北	南
表面温度(℃)	7.9	11.7	10.5	11.6	9.4	12.2
照度(相対値)	1.2	1.3	1.0	3.4	1.3	3.3
地衣類の種類	3 種類		6 種類		4 種類	

Table 4 Result of investigation IV

2022/3/15(水) 17:00 天気 くもり 気温 11℃ (照度は②旧畑前北を 1.0 としたときの相対値)

場所	① 小学校前		② 薬局前		③ 駐車場前	
方角	北	南	北	南	北	南
表面温度(℃)	11.5	17.4	13.9	23.2	13.9	17.6
照度(相対値)	1.1	2.1	1.0	3.3	0.9	1.6
地衣類の種類	3 種類		4 種類		2 種類	

5 調査の考察

地点②については、7 年前に畑であった場所が現在薬局となっており、その際 7 年前に調査対象としていた木が伐採されていた。そのため今年度は隣の木の測定を行ったが付着度が比べられないため、②の結果は比較対象にならないと判断した。

調査より、日光がよく当たる幹の南側よりも、北側の付着度がより高いことがわかる。これはさくら通り沿いの建物の立地の影響で、南側の日照時間が不規則であるのに対して、北側のほうが照度や温度が高すぎない値で安定していることが、地衣類の生育に適しているからだと考えた。また、種類が 7 年前より減少傾向にあることがわかる。このことから、学校周辺の大気汚染が進行していると考えられる。

6 実験の目的

地衣類の種類の同定を行うため、地衣類を構成する菌類が作る二次代謝産物で地衣類に特有な地衣成分を用いる。地衣類の種類と検出される地衣成分の関係については、未だ不明な点が多いので、地衣類の種類と検出される地衣成分の関係について調べる。

7 実験方法

採取したハクテングケ、マツゲゴケ、ナミガタウメノキゴケの地衣類片に少量のアセトンをかけ、析出物を集める。析出物にグリセリン：酢酸＝1：3 の混合液をたらし、カバーガラスで封入する。数個の泡が現れる程度まで熱し、地衣成分の結晶を観察する。結晶の形状より、地衣成分の種類を判断する。

8 実験の結果

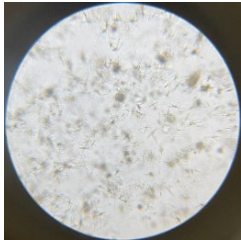
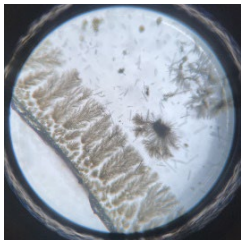
地衣類の種類	検出された成分
ハクテンゴケ	オブツザート酸  (150 倍)
マツゲゴケ	グレイアニン酸  (600 倍)
ナミガタ ウメノキゴケ	ミリクイド酸  (600 倍)
	ウスニン酸  (600 倍)
	ペルラトリン酸  (60 倍)

Fig.1 Result of experiment I

地衣類の種類	16 日経過後の結晶
ナミガタ ウメノキゴケ	 (150 倍)

Fig.2 Result of experiment II

9 実験の考察

3 種類の地衣類からそれぞれ別々の地衣成分が見られた。地衣成分によって析出するまでの時間が異なっていたことから、より時間がたってから観察すれば、新たな地衣成分が観察できたのかもしれない。

また、参考文献上の写真には、結晶の形が非常に似ているものがあり、写真との比較で地衣成分の種類を特定することが難しい場合もあることが分かった。

10 まとめ

今回の地衣類調査から、北側の方が照度や温度が高すぎない値で安定しており、地衣類の生育に適しているということが分かった。また、種類と付着度ともに7年前より減少傾向にあったことから、学校周辺の大気汚染が進行していると考えられる。調査を進めていく中で、地衣類が木の表面だけでなく、コンクリートや石の上にも付着していることに気が付いた。今後は、地衣類が付着できる場所と地衣類の種類の関係について調べてみたい。

また、今回の実験から、地衣類とそこから得られる地衣成分の種類がわかった。またナミガタウメノキゴケのように1つの地衣類から複数の地衣成分が得られる例も見つかった。このことから地衣類には複数の菌類が共生している種もあることが考えられる。地衣成分の結晶が析出するまでの時間が種類によって違うことも分かったので、今後は、結晶が析出するまでの時

間も含めて記録をし，地衣成分の結晶の写真を増やしていきたい。

さらに，地衣成分については，様々な種類が存在しており，その中には細菌・真菌増殖抑制作用や動物細胞増殖阻害作用，解熱鎮痛作用，光合成阻害作用等の作用を持つ物質も存在する。地衣成分の作用については未だ解明されていないことが多いので，今後の研究の進展に期待したい。

1 1 参考文献

- 柏谷博之，大村嘉人，文光喜．2020．里山の地衣類ハンドブック．文一総合出版
- 大村嘉人．2016．街中の地衣類ハンドブック．文一総合出版
- 柏谷博之．2009．地衣類のふしぎ．ソフトバンククリエイティブ株式会社
- 吉村庸．1974．原色日本地衣植物図鑑．保育社

海洋性発光バクテリアと植物との共生に向けての基礎実験

奥谷 香月 清原 慧梧 新倉 百合愛 平沼 悠輝

Let's make Luminescent Bacteria live in plants

Kaduki OKUYA, Keigo KIYOHARA, Yuria SHINKURA and Yuuki HIRANUMA

Abstract

The purpose of this experiment was to make luminous bacteria glow and live in symbiotically with plants. First, we focused on nutrients. Luminescence was observed in all mediums using squid extract, oat milk, and protein drinks. From the experiments focusing on temperature, it is thought that the further away it is from 20°C, which is close to the temperature of seawater, the harder it is for the luminescent bacteria to grow. In addition, When the bacteria were cultured at a salinity of 0.4%, they could not grow despite other non-target bacteria growing. In future experiments, if we succeed in culturing the bacteria at low salinity, we would like to actually inject the luminescent bacteria into plants to see if they can grow.

1 はじめに

現在、世界的にエネルギー問題が深刻化している。私たちは、街灯などの代替を用いてエネルギー問題対策に貢献したいと考えた。そこで本校で培養されている発光バクテリアに注目した。この発光バクテリアはスルメイカ (*Todarodes pacificus*) の体表に生息していたもので、生物発光を行うという特徴を持つ。生物発光とは、ルシフェリナーゼ反応と呼ばれる化学反応によって行われる、生物が光を発する現象のことだ。

私たちはこの発光を利用して先ほど挙げた問題を解決することができるのではないかと考えた。そのために必要なのは、バクテリアを地上で運用できるようにすること、また、ただ単に地上に持ってくるだけでは栄養を使い尽くしてバクテリアが死滅してしまうため、持続可能な仕組みを作ることである。私たちはそれらの問題を解決するために1つの案にたどり着いた。具体的には、この発光バクテリアと地上の植物とを共生させ、また、植物の光合成と関わりを持たせることで持続的に運用するというものである。しかし、本来海洋性であり、高塩分濃度かつ水中に生息するこのバクテリアを実際に植物と共生させるには、

数々の困難な課題が立ちふさがる。

そこで、発光バクテリアの生育条件を細かく調べることで植物との共生の実現の可能性を高め、地球環境問題解決の手がかりにすることが出来るのではないかと考えた。

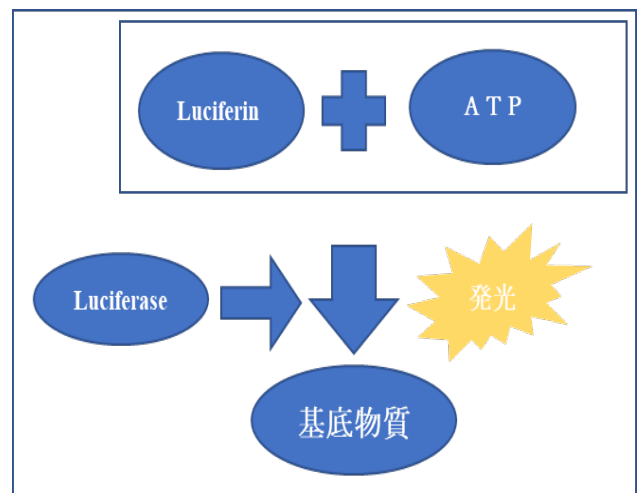


Fig.1 Luciferin-luciferase reaction

2 実験方法

イカの抽出液

スルメイカ (*Todarodes pacificus*) 107.6g を人工海水 320ml で煮た後、濾過したものからイカの抽出液 240ml を得て、塩分濃度 2.7-2.8% に調節した。

I 適切な栄養分の測定

I-1 実験目的

発光バクテリアと植物との共生を考える上で、バクテリアの生育条件において重要な要素を考えた。私たちは、生育に必須である栄養素と、細菌に大きく影響を与える温度に着目した。それらの条件が発光バクテリアの発光やその生育に与える影響を調べ、発光バクテリアの生育可能な限界を特定しようと考えた。そしてその範囲を基に、共生可能な条件を満たす植物を検討する判断材料としようとした。

I-2 実験方法

市販のプロテイン飲料とオーツミルクをそれぞれ水で半分に薄めた物とイカの抽出液の液体培地を塩分濃度 2.7-2.8%に調節し 60ml ずつフラスコに入れ、発光バクテリアを投入して観察した。各液体の選定理由としては、発光バクテリアがスルメイカ (*Todarodes pacificus*) の体表に生息することから対照区としてイカの抽出液を使用した。また、先行研究から発光バクテリアの発光にはタンパク質が重要だと考え、タンパク質豊富なプロテイン飲料を使用した。その対称として、タンパク質があまり含まれない、かつ最終的に植物と共生させるという目的から、植物由来であるオーツミルクを選んだ。

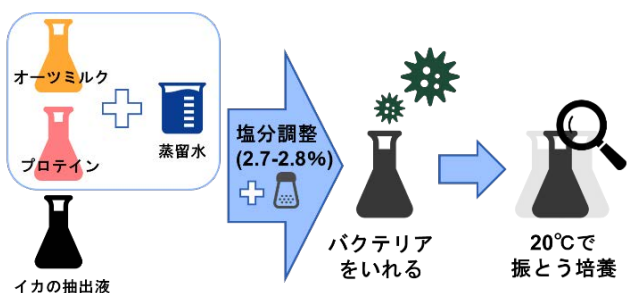


Fig.2 Methods of the experiment1

I-1 結果

以下、暗所で撮影した写真

上からイカの抽出液、オーツミルク、プロテイン飲料。左側1日目、右側7日目。

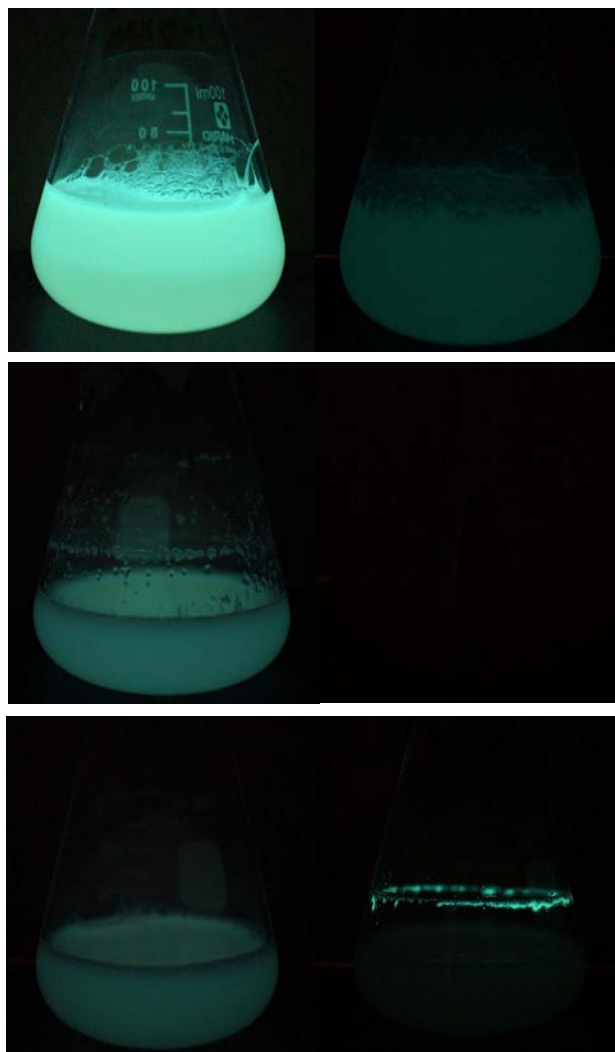


Fig.3 Observation photographs of the experiment1 taken by recitation

発光の強さ(発光強度)という観点では、発光が強い順に、

- ・イカの抽出液
- ・オーツミルク
- ・プロテイン飲料

発光期間の長さという観点では、期間が長い順に、

- ・イカの抽出液
- ・プロテイン飲料
- ・オーツミルク

となった。

I-2 考察

発光強度、発光期間共にイカの抽出液が最適である。発光強度においてオーツミルクはプロ

テイン飲料よりも発光に用いる栄養素が豊富であり、発光期間においてプロテイン飲料はオーツミルクよりも、繁殖に必要な栄養素が豊富であると考えた。

II 適切な温度の測定

II-1 実験目的

地上と比べて比較的溫度変化の緩やかな海中で育つ海洋性発光バクテリアを地上の植物と共生させることを検討するうえで、生育可能な温度について調べる必要があると考え、実験を行った。

II-2 実験方法

温度の変化が発光バクテリアの生育と発光に与える影響についての実験を行った。茨城県沖の平均海水温である 20℃を基準に 8℃、20℃、50℃の環境で、発光バクテリアをイカの抽出液の寒天培地を用いて培養し、その経過を観察した。ここでこのような温度設定をしたのは、基準から±20℃ほどの範囲で設定しようと試み、それに近似した範囲で校内の実験設備の中から可能な温度を選定したところ、以上の温度が可能であったためである。また 8℃-20℃は植物が生育する温度帯であるとした。



Fig.4 Methods of experiment2

II-1 実験結果

Table 1 result of experiment2

	8℃	20℃	50℃
1日目	×	◎	×
7日目	△	◎	×

◎：発光がよく見られた。

△：微かに見られた。

×：見られなかった。

右は、暗所で撮影した写真（7日目）

（左から 8℃、20℃、50℃）

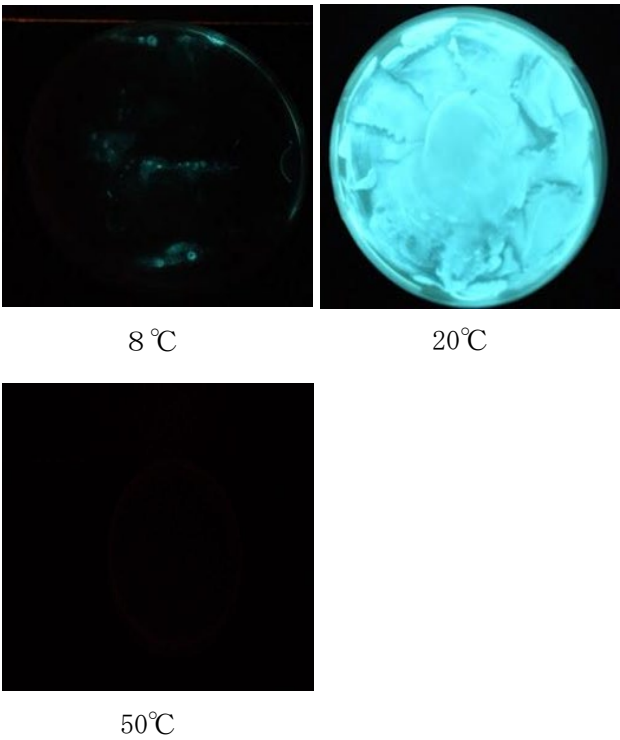


Fig.5 Observation photographs of the experiment2 taken by recitation

20℃では1日目で強い発光が見られた。
8℃では7日目で僅かな発光が見られた。
50℃では発光が見られなかった。

II-2 考察

海水温に近い 20℃を基準にそこから離れるほど、発光バクテリアが生育しにくくなると分かった。50℃では菌は死滅してしまったと推定した。また、植物が生育する温度帯でも発光バクテリアは生育可能であると考えられる。

III 塩分濃度に関する実験

III-1 実験目的

使用した発光バクテリアは、市販のスルメイカ（*Todarodes pacificus*）から採取したものであるため、本来の生息域は海洋である。よって植物との共生を検討する上で、塩分濃度が大きな課題になると考えた。そこで、先行研究において最も生育の度合いが高かった、塩分濃度 2.7-2.8%を基準にして、低塩分濃度での培養実験を行った。

Ⅲ－２ 実験方法

実験１から使用しているイカの抽出液の製法を、人工海水を蒸留水にしたものに変更して、塩分がほぼ加えられていない抽出液を作り、その後塩分濃度を調整し、2.7%と0.5%の培養液を作った。0.5%の抽出液は60ml ずつフラスコに入れたものを3つ作った。また2.7%の抽出液を遠沈管に7ml 入れたものを3本作り、内2本に発光バクテリアを投入して、前培養を行った。

インキュベーター内（20℃）で培養し、1日おきに吸光光度計を用いて濁度測定を行った。

濁度が設定値を超えるまで培養を行い、終了後濁度を設定値になるように調整した。今回は前培養液の濁度が0.100 までいかなかったため、半分の0.050 に調整した。0.5%の抽出液に調整した前培養液を1ml ずつ入れ、観察を行った。観測は計6日間行った。

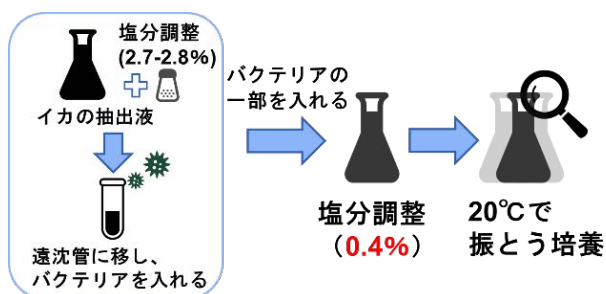


Fig.6 Methods of experiment3

Ⅲ－３ 実験結果と考察

以下は時間に伴う培養液の濁度変化のグラフと最終日における観察写真である。

5月25日から29日までの間、濁度は上がらなかった。また、30日の時点では濁度は急激に上昇したものの、発光は確認できなかった。また、若干濁度が低下している部分が見られるのは誤差と判断した。

これは、塩分濃度0.4%という本来の生息環境とかけ離れた環境では発光バクテリアが増殖できず、他の菌が増殖してしまったのではないかと考える。

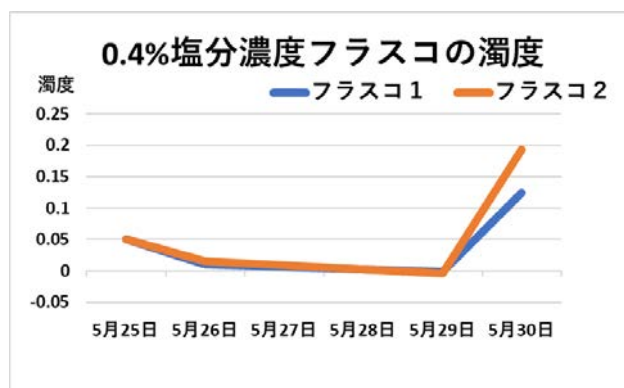


Fig 7 result of experiment3

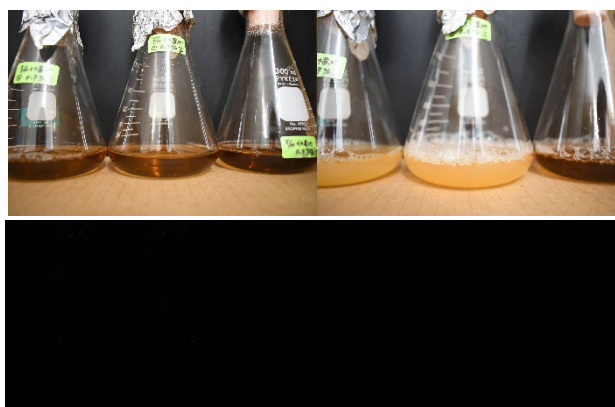


Fig.8 Observation photographs of the experiment3

3 まとめ

温度に関しては、植物の生育する温度帯でも培養できると推定できる。また、栄養素に関しては、タンパク質の含有率が比較的低いオーツミルクでも、発光が見られたことから、糖類などほかの栄養素を主なエネルギー源としている可能性が考えられる。そのため、今後最小培地を対照区として様々な物質を添加した培地を用いた実験を行い、最低限の栄養素の特定をしていきたい。塩分濃度に関しては、0.4%だと上手く培養できず、他種の細菌が繁殖してしまったと考えられるため、最低限の塩分濃度を調べることはできなかった。よって、今後同様の実験方法で塩分濃度を細かく多様に設定した実験を行って、引き続き最低限の塩分濃度を特定していきたい。以上のことから、発光バクテリアと植物との共生に向けて、多くの課題を明白にすることができた。今後も継続して、発光バクテリアの諸条件に対する影響を調べ、共生する際に課題となる培養条件を明らかにしていきたい。

4 参考文献

岡崎遥花，神長あこ，小林大成，角田亜弥 2022

茨城県立緑岡高等学校 SE 課題研究論文集 p. 29～33

文部科学省．日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）第 2

章 第 3 表 10 魚介類

桑原眸 2018 海洋性発光細菌の発光誘導因子の解明とバ

イオアッセイへの応用

海洋微生物の分布調査のための基礎研究

中村 香菜 高清水 葵 早瀬 あおい 北條 夏海

Basic research for distribution of marine microorganisms

Kana NAKAMURA, Aoi TAKASHIMIZU, Aoi HAYASE, Natsumi HOJO

Abstract

There are many kinds of microorganisms in the sea, however it is more difficult to cultivate marine microorganisms than other creatures, and as a result, many things are still unknown about them. We decided to collect basic data leading to the discovery of useful microorganisms with the aim of investigating the type and distribution of marine microorganisms in our local sea. Previous research has recommended seeding at sampling points, but it is difficult to conduct for high school students. We hypothesized that the composition of microorganisms may change depending on the temperature and elapsed time when transporting seawater, and conducted an experiment. As a result, lower temperatures-maintained microorganism diversity. The shorter the time between water sampling and seeding, the more suitable the sample. We thought different salinities affected the types of microorganisms that inhabit the area and did sampling in Hinuma, a brackish water. Brackish lake samples showed a greater variety of colony colors and shapes than seawater samples. Finally, we conducted them isolation and staining.

1 はじめに

海の生態系は食物連鎖によって成り立っている。近年、微細藻類やアメーバのような原生生物、細菌や古細菌、ウイルスなどの微生物による「微生物ループ」と呼ばれる新たな食物連鎖が提唱され、微生物が海洋の物質循環に重要な役割を担っていることが解明されている [1]。また、海洋微生物は未知の遺伝子資源の宝庫であることが明らかとなり、今後、医薬品、新素材等様々な関連産業に発展する可能性があることから、国際的な注目が集まっている。身近な地域の海岸に生息している微生物の研究が、世界の課題を解決する有用な微生物の発見に繋がる可能性さえあるが、実際には海洋微生物の分布や生態について、ほとんど解明されていないのが現状である。

そこで、本研究では、茨城県の大洗海岸および涸沼を調査地点とし、採水した海水から海洋微生物を培養・同定することで、地域の海洋微生物の組成や出現動態、特徴などの基礎的な知

見を集めることを目的として、調査を行った。

2 調査地点

- (1) 大洗港区 第1ふ頭
茨城県東茨城郡大洗町磯浜町
36°18'35.4"N 140°34'51.8"E
- (2) 涸沼 広浦公園大杉神社前
茨城県東茨城郡茨城町下石崎
36°17'09.6"N 140°31'08.7"E

3 調査方法

いずれの調査においても、以下のような方法で調査を行った。

採水時間は午前 9 時を基準とし、地面から 30cm の高さの気温を計測した。同時にスマートフォンアプリ Windy (Windyty,SE) を用いて、調査地点の風速を記録した。

採水はビニール製の投げ込み式バケツを用いた。投げ込み式バケツを海水で 3 回共洗った後、海水をくみ上げ、バケツ内に温度計を静置

して水温を測定した。次に、屈折計（アタゴ）を用いて塩分濃度の測定と、パックテスト（共立理化学研究所）を用いて硝酸およびアンモニウムイオンの測定を行った。その後、さらに投げ込み式バケツを海水で 3 回共洗いした後、4 回目にくみ上げた海水をサンプルとした。サンプル海水は、50ml のプラスチック製遠沈管に保存した。

4 実験と方法

(1) サンプルの保存方法・保存時間の検討

小玉 (1996) は、無菌操作が可能な自動車を用意して、採水直後と採水後 24 時間経過した海水をそれぞれ寒天培地に播種し、出現したコロニーを比較している。その結果、24 時間経過した海水から得られたコロニーは、採水直後に比べ種類が単純化するという結果が得られたため、採水地での播種を推奨している [2]。

しかしながら、高校生が現地でサンプルを無菌的に播種することは不可能である。また、小玉は、採水してから 24 時間経過する間に出現するコロニーがどのように変化するかについては言及していない。そこで、採水してから播種までのタイムコースを取り、培地に出現するコロニーの数や種類の変化について調べた。

2022 年 9 月 4 日（気温 25.0℃、水温 22.5℃）、9 月 25 日（気温 24.0℃、水温 22.8℃）、12 月 19 日（気温 3.5℃、水温 10.9℃）の計 3 回、大洗港区 第 1 ふ頭にて、海水 50 ml を遠沈チューブ 2 本に採取した。一方の海水サンプルは 4℃に保冷したクーラーボックスに入れ、もう一方の海水サンプルは保冷せずに運搬した。実験室に戻った後、4℃に保冷して運んだサンプルは冷蔵庫（4℃）に保管し、保冷せずに運んだサンプルは室温で保存した。

4℃および室温の海水サンプルをそれぞれ採水 1 時間後から 8 時間後まで 2 時間毎にマリンプロス寒天培地 (Condalab) に播種し、22℃で 23 時間培養した後に出現したコロニー数を計測した。培地に播種する海水サンプルは、滅菌人工

海水（テトラ マリンソルトプロ）で 10 倍に希釈してから、300μl を播種した。また、24 時間経過した海水サンプルも播種し、コロニー数の計測を行った。

(2) 大洗と涸沼のサンプルから出現するコロニーの比較

塩分濃度が異なる海水と汽水では、出現するコロニーの様子に違いがあるという仮説を立て、12 月 19 日に大洗港区 第 1 ふ頭（午前 9 時、気温 3.5℃、水温 10.9℃）と涸沼 広浦公園大杉神社前（午後 2 時、気温 9.2℃、水温 7.8℃）で採水したサンプルから菌を分離し、出現するコロニーにどのような違いがあるか比較した。調査地点である大洗港区 第 1 ふ頭と涸沼 広浦公園大杉神社前の塩分濃度は計測の結果、それぞれ 3.2‰と 1.2‰であった。サンプルはそれぞれ 4℃に保冷し、採水してから約 1 時間後にサンプルの塩分濃度と等倍の人工海水で 10 倍に希釈してから 300μl をマリンプロス寒天培地に播種した。22℃で 23 時間培養した後に、それぞれのサンプルから出現したコロニーの種類を、色、形、質感で分類した。また、涸沼のサンプルから 6 種類のコロニーを選び、単離培養を行った。これらのコロニーについてはスライドグラスに塗布し、火炎固定を行った後、レフレルアルカリ性メチレンブルー溶液 (Sigma-Aldrich) およびグラムカラー S キット (武藤化学) を用いてメチレンブルー染色およびグラム染色を行い、光学顕微鏡（ナリカ シリウス 600）を用いて 400 倍で観察した。

(3) 高塩分濃度培地の実験

好塩菌を検出できないかと考え、マリンプロス培地に NaCl を添加し、塩分濃度 (NaCl 濃度) を 5%、7%、10% に調節した高塩分濃度寒天培地を作製した。これに 2023 年 6 月 24 日に大洗港区 第 1 ふ頭で採水したサンプルを滅菌人工海水で 5 倍に希釈してから、150μl を播種した。22℃で 24 時間培養した後、出現するコロニーの

様子を観察した。

5 結果

(1) サンプルの保存方法・保存時間の検討

採水したサンプル 4℃と室温でそれぞれ保存し、採水後 1, 2, 4, 6, 8, 24 時間経過したサンプルを培地に播種し、22℃で 23 時間培養した後に出現したコロニー数を計測した。その結果を右 Fig.1①-③に示す。

2022 年 9 月 4 日、9 月 25 日、12 月 19 日のいずれのサンプルにおいても室温で保存した海水サンプルでは、保存時間が 6～8 時間を経過すると 4℃で保存した海水サンプルと比較して出現するコロニー数に大きな差が生じた。

9 月 25 日のサンプルにおいて、4℃で 4 時間保存した条件でのコロニー数のデータが無いのは、プレートに生じた水滴によりコロニーが広がってしまい、計測できなかったためである。

(Fig.1②)

2022 年 9 月 4 日と 9 月 25 日のサンプルでは、4℃・室温保存のいずれの保存方法でも保存時間が 8 時間以上経過したサンプルでは、コロニー数が急激に増えたかわりに、反対に色、大きさ、形が似た（白くて丸い）コロニーばかりになり、コロニーの多様性が減少した。

12 月 19 日のサンプルでは、サンプルの保存時間に比例してコロニー数が減少した。また、12 月 19 日のサンプルにおいて出現したコロニーは外見上ほとんど同じ（白くて丸い）ものばかりであり、色などに違いがあるものは観察できなかった。

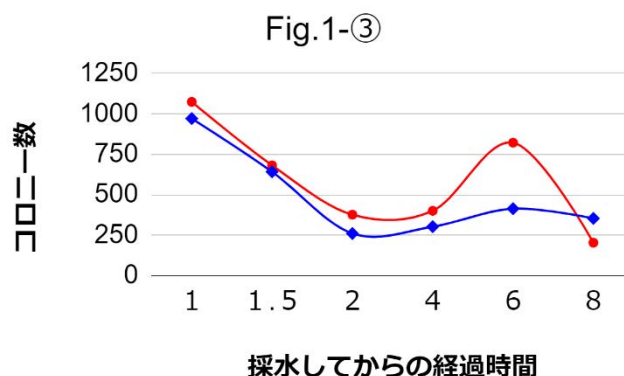
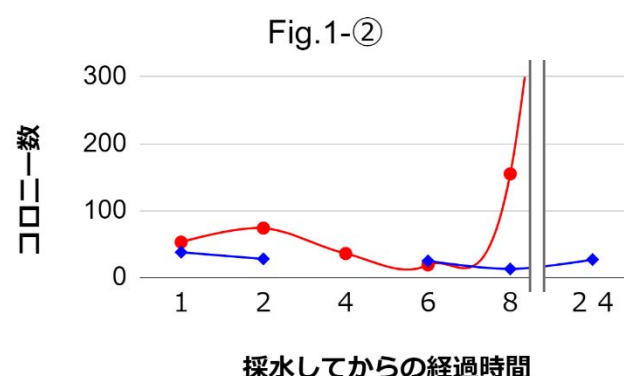
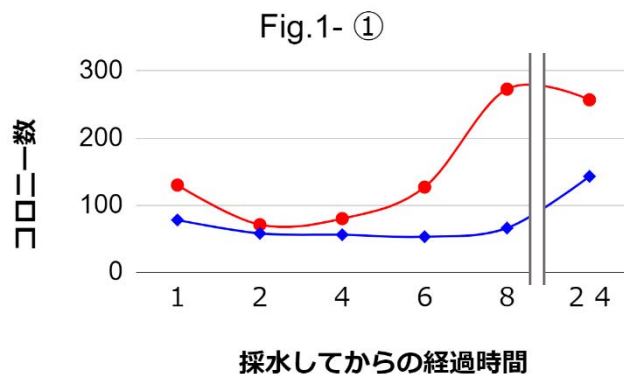


Fig.1 サンプルの保存時間と出現するコロニー数の変化

①2022 年 9 月 4 日、②2022 年 9 月 25 日、③2022 年 12 月 19 日 4℃保存で保存したサンプルを (◆)、室温で保存したサンプルを (●) で示す。

②について、採水 4 時間後のデータについては、プレートに生じた水滴により、コロニーが広がってしまったため、計測ができなかった。24 時間後のコロニー数は 1291 個であった。

(2) 大洗と涸沼のサンプルから出現するコロニーの比較

大洗と涸沼のサンプルから出現したコロニーを、色、形、質感で分類した結果、大洗のサンプルから出現したコロニーは、外見上区別できない白くて丸いコロニーだけであった。涸沼のサンプルについては、白くて丸いコロニーが大多数であったが、色や形の異なるコロニーが6種類出現した (Table 1)。この色のついた6種類のコロニーを単離培養し (Fig. 2)、メチレンブルー染色およびグラム染色を行って顕微鏡で観察を行ったが、いずれの染色方法でも粒子状の物体が観察できる程度で、明確な像を見ることはできず、微生物の同定をすることはできなかった。

Table 1 涸沼のサンプルから得られたコロニーの様子
白くて丸いコロニーについては、数が非常に多く数えていない

色	形	質感	個数
サーモンピンク	円形	つやつや	1
黒	円形	つやつや	2
薄いピンク	大きな円形	つやつや	8
明るい赤	小さな円形	つやつや	3
透明なイエロー	楕円形	つやつや	10
マスタード	円形	つやつや	1



Fig. 2 涸沼のサンプルから単離したコロニー

(3) 高塩分濃度培地の実験

NaCl を添加した高塩分濃度培地を用いて大洗の海水サンプルを培養した結果、塩分濃度 (NaCl 濃度) 5%では、見た目が同じ白いコロニーのみが出現し、7%, 10%の培地ではコロニーが出現しなかった。(Fig.3)

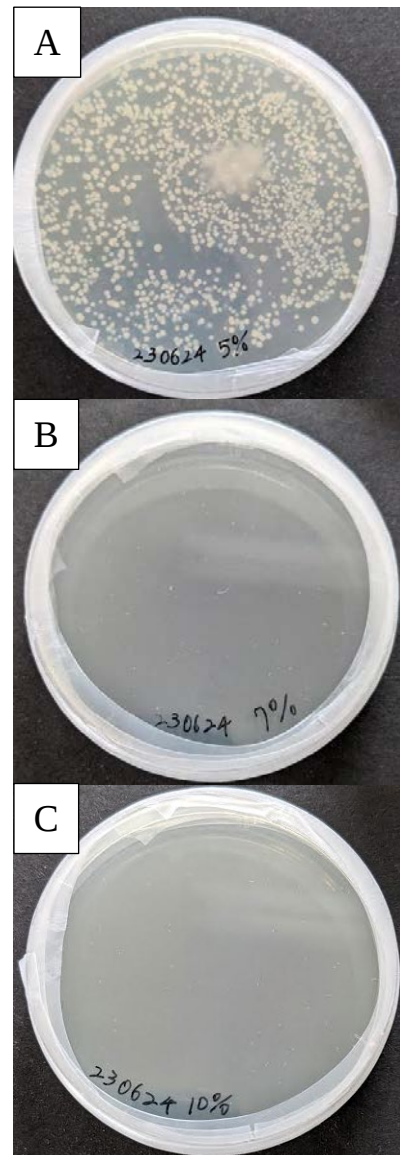


Fig. 3 高塩分濃度培地で培養を行った結果
A 塩分濃度 5%, B 塩分濃度 7%, C 塩分濃度 10%

6 考察

海水サンプル内における微生物の種類は、採水後、時間経過とともに変化し、特に保冷しない場合は、その影響が大きいことが分かった。また、採水してから時間が経過するほど、コロニー数が増加する代わりにその種類が減少したことから、チューブ内において特定の微生物のみが、時間経過とともに優占種として増えているのではないかと推測した。特に 12 月 19 日のサンプルでは、その傾向が顕著であり、採水直後にサンプル中に多数存在していたと思われる特定の微生物が、時間経過とともに数を急速に減少させたことと推測できる。また、12 月 19 日のサンプルは 4℃と室温でコロニー数にあまり大きな差が出ていない。これは冬で室温 10.1℃と低かったためと考える。

また、冷蔵庫に保存してもプレート上のコロニーが問題なく成長する様子が観察されたことから、4℃でも微生物の増殖が完全に抑制されないことが分かっている。これらのことから、実験で使用する海水サンプルは、小玉が推奨するように採水後早いほど良く、実験結果から、推奨される保存方法と保存時間は、4℃で採水後 2 時間以内と考える。

大洗と涸沼のサンプルの比較では、涸沼の方がマリネブロス寒天培地出現するコロニーに多様性があり、大洗のサンプルから得られたコロニーは外見上ほとんど同じものであった。このサンプルは冬（12 月 19 日）に採取したものである。秋（9 月 4 日、9 月 25 日）に採水したものでは、色等が異なるコロニーが観察できたため、水温の低下により海水内の微生物の種数が少なくなったことが原因ではないかと推測した。また、コロニーの外見による分類が難しいことから、メチレンブルー及びグラム染色による微生物の分類についても試みたが、手技に不慣れなことから、学校で使用している光学顕微鏡は 400 倍までしか拡大できず、性能的に細菌の観察が難しいため、同定はできないことが分かった。別な方法として、メタゲノム解析を用いた同定

方法もあるが、高額であり、現実的ではない。高校生が地域の海洋微生物の組成や出現動態を調査する場合、定期的にサンプリングを行い、出現するコロニーの色、形、大きさ、質感等を記録することで季節変化を調べ、データを蓄積する方法が良いと考える。

また、高塩分濃度培地の実験では、塩分濃度 7%、10%の培地ではコロニーが出現しなかったことから、高塩環境下で生息できる微生物は限られると考えられる。しかし、この実験を行ったのが 2023 年 6 月 24 日であったので、夏の高湿時の潮だまりや打ち上げられた海藻、植物等の高塩環境からサンプルを採集すれば、このような高塩分濃度培地において生育する微生物を単離することができるのではないかと考える。

最後に、今回の実験で涸沼のサンプルからサルモネラ菌と思われる菌が観察された。意図せず水中の有害な細菌を分離培養する可能性もあることから、自然界から微生物の分離を試みる際には、無菌操作および滅菌操作に十分に注意する必要がある。

【付録】 醤油培地の検討

本来の目的とは異なる実験であるが、マリネブ罗斯は非常に高価な培地であり、新型コロナウイルスの影響もあって、マリネブ罗斯が手に入らない時期があったことから、他の培地の検討を行った。その際、塩分・アミノ酸・糖類が入っていれば培地として成立するのであれば、醤油も培地の代用となるのではないかと、という仮説を立てた。そこで、市販の醤油を希釈し、塩分濃度 2%にしたものを寒天で固め、大洗港区 第 1 ふ頭（2023 年 6 月 24 日）で採水した海水サンプルを播種してみた。

その結果、この醤油培地にはコロニーが出現しなかった。市販の醤油の成分を調べたところ防腐剤が添加されており、この防腐剤の効果により微生物の増殖が抑制され、コロニーが出現しなかったと推測した。防腐剤が添加されていない醤油を用いれば、海洋微生物が増殖する

可能性もあると考える。

7 謝辞

本研究は、日本財団、JASTO、株式会社リバネスが主催するマリンチャレンジプログラムの助成を受けて行われました。

また、本研究を行うにあたり、JAMSTEC の中島悠先生、株式会社リバネスの仲栄真礁先生をはじめとした多くの方々にご助言をいただきました。この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

8 参考文献

- [1] 浜崎 恒二 「微生物の海」 東京大学大気海洋研究所 微生物グループ HP (2023/10/10)
(<http://ecosystem.aori.u-tokyo.ac.jp/microbiology-wp/wp-content/uploads/2018/06/microbial-ocean.pdf>)
- [2] 小玉 健太郎 1996. 海洋細菌の分離法ー 3つのポイントー. 日本微生物資源学会誌, **12** (1), 25-26,:

植物の生長における音波の影響

白土 りさ 照沼 千広 根本 りり 福島 彩加

The effect of sound waves on plant growth

Risa SHIRATO, Chihiro TERUNUMA, Riri NEMOTO and Ayaka FUKUSHIMA

Abstract

The focus of this study is to examine how plants can grow better with sounds. First, we decide to expose the first leaves to appear after the cotyledon of Komatsuna to different sound waves continuously. After this experiment, it was found that growth was inhibited when exposed to sound waves at 200 Hz and 800 Hz, while it was promoted at 500 Hz. Next, the same experiment was conducted with Komatsuna, which had been grown for about a month. The results showed that growth was promoted at 200 Hz and inhibited at 500Hz. Based on these results, we thought that, depending on the size of the plants, certain sound waves may have caused a phenomenon like resonance that promoted growth. But, there is a possibility that environmental factors such as changes in temperature and humidity may have influenced the results, so we would like to measure more accurate values by setting up a suitable environment and conducting more experiments.

1 はじめに

植物は一般に、通常の生育環境とは異なる環境におかれた場合、その環境に応答してさまざまな生理的变化を起こす。植物にとって環境ストレスになりうる要因は、高温、低温、強光、乾燥などさまざまであり、激しい環境変化にさらされた植物は生育が阻害され、障害を受けたり枯死したりしてしまう。

これに関連して、IKEA が「言葉と植物の生長」に関する実験を行い話題となった。2 つの同じ種類の植物を日射量、水量、肥料の量などを同条件にし、ポジティブな言葉とネガティブな言葉のそれぞれが録音されたレコーダーを 30 日間流し続けて植物の変化を観察するというものだ。結果、前者の生長には変化が見られなかったが、後者では葉が萎れ、生育が阻害されていることが分かる。

(Fig.1) しかしこの実験では、掛ける言葉の違いと植物の生長の変化の関係を裏付けるための科学的な考察が為されていない。そのため「植物は言葉を環境ストレスとして受け取り、それに応答して生理的反応を起こした」ということを示すに

は不十分であるのだが、これを証明するのは極めて困難である。そこで私たちは言葉ではなく声の調子、つまり音に着目し、“環境ストレスとしての音”の植物の生長への影響を検討することにした。



Fig.1 IKEA's experiment on words and plant growth
(left: negative words right: positive words)

2 仮説

2013 年に佐野日本大学高等学校の佐藤優紀が報告した「植物における音の影響」では、以下のように、特定の周波数の植物の発芽率や初期生長への影響が示されていた。(Table.1)

Table 1 Results of Sato Yuki's experiments

	発根率	発芽率	初期生長
2000Hz	—	上昇	—
500Hz	上昇	—	促進
200Hz 以下	低下	低下	抑制

そこで私たちは特異点を見つけるため、先行研究で特に生長が促進した 500Hz の音波を基準に、前後 300Hz の音波を本葉が出た後に当て、その反応を見ることにした。佐藤の研究から、私たちは以下のように予想した。(Table.2)

Table 2 Our hypothesis

本葉が出た後	生長
800Hz	促進
500Hz	促進
200Hz	抑制

3 予備実験

研究を始めるにあたり、実験に使用する教室と植物の検討のため予備実験を行った。実験場所として、実験で当てる音以外の影響が及ばない暗室を使用し、植物は比較的育てやすいコマツナ (*Brassica rapa var. perviridis*) を用いた。10 個のビニールポットに市販のプランター培養土約 500 g を入れ、1 個のポットにつき等間隔で 7 か所にコマツナの種を植えた。1 か月後、コマツナの生長を観察した結果、十分な生長が見られなかった。(Fig.2) 一般的なコマツナは約 1 か月で収穫できるほど生長するが、本葉が出た程度しか生長しなかった。原因は、水の与えすぎや室温の低さ、日照不足、栄養不足などが原因であると考えた。



Fig.2 The seedlings which have become leggy

予備実験の結果を踏まえ、実験では本葉が出るまでは屋外で育てることにした。また日照等、生育条件による生長差を平均化するために、紙製のポット (50mm×50mm×40mm) にプランター培養土を入れ、それぞれコマツナの種子を 4 つずつ播種した。播種から 7 日後、最も成長した個体の葉の大きさや高さが近いポットを 2 つ (計 8 個体) 選び実験に用いた。また、予備実験は冬に行ったため、気温が低くコマツナが十分に育たなかったと考え、実験は春に行うことにした。加えて水やりの頻度を 2 日に 1 回程度に減らし、栄養不足を解消するため、肥料を用いることにした。

4 実験

I 本葉が出た直後の植物と音波の関係

本葉が出た直後の同じ大きさのコマツナを 4 つのグループ【A : 音波なし, B : 200Hz, C : 500Hz, D : 800Hz】に分け、1 日おきに音波を当て、生長の経過を調べた。(Table 3) 1 つのグループには、それぞれ 8 個体 (ポッド 2 個) を用いた。(Fig.3)



Fig.3 The first leaves to appear after the cotyledon

Table 3 Cycle of experiment I

A : 音波なし	
①	B : 200Hz C・D : 音波を当てない
A : 音波なし	
②	B : 音波を当てない C : 500Hz D : 800Hz

※①, ②を 1 日おきに繰り返す。

実験Ⅰの結果、実験開始から1週間ほどでコマツナは全て枯れてしまった。原因は日照不足であると考えた。(Fig.4)



Fig.4 Wilted Komatsuna leaves

Ⅱ 本葉が出た直後の植物と音波の関係

実験Ⅰと同様にコマツナを4つのグループに分け、実験を行った。日照不足を解消するため、次のようなサイクルで実験を行い、1日3時間の日照を当てた。(Table.4)

Table 4 Cycle of experiment II

①	13:00～16:00 すべて屋外、音波は当てない
②	16:00～13:00 A：音波なし B：200Hz C・D：音波を当てない
③	13:00～16:00 すべて屋外、音波は当てない
④	16:00～13:00 A：音波なし B：音波を当てない C：500Hz D：800Hz

※①～④を繰り返す。

実験開始前の植物の高さを1とする生長率は以下になった。(Table.5) 音波なしの生長率を基準とすると、500Hzで生長は促進、200Hz、800Hzで生長は抑制した。

Table 5 Results of experiment II

	音波なし	200 Hz	500 Hz	800 Hz
生長率	1.995	1.710	2.445	1.415
相対値	—	-0.285	+0.45	-0.58

Ⅲ 十分に生長した植物と音波の関係

本葉が出てから1ヶ月経過し、十分に生長したコマツナを実験に用いた(Fig.5)。実験Ⅱと同様のサイクルで音波を当て、生長の経過を調べた。



Fig.5 Komatsuna which had been grown for about a month

実験Ⅲの結果は以下になった。(Table.6)

Table 6 Results of experiment III

	音波なし	200 Hz	500 Hz	800 Hz
生長率	1.175	1.335	1.035	1.100
相対値	—	+0.16	-0.14	-0.075

200Hzの音波は生長は促進し、500Hzの音波は生長は抑制した。800Hzの音波では、音波なしとの差が小さく、促進または抑制の判別をつけることはできなかった。

5 考察

実験Ⅱ・Ⅲの結果から、植物が生長するにつれて、促進するピークは 800Hz, 500Hz, 200Hz と、周波数の低い方へ変わっているのではないかと考えた。

また、生長が促進した理由も考察した。以下のように、植物の根元は閉口端、葉先は開口端である気柱と考えると (Fig.6), 小さな気柱は波長が小さな音波で初めて共鳴する。これと同じ原理で、小さな植物は波長の小さな音波と共鳴のような反応をおこしたため、生長が促進したと考えた。

同様に、大きな気柱は波長の大きな音波で初めて共鳴を起こす。大きな植物は波長の大きな音波と共鳴のような反応を起こし、生長が促進したと考えた。

このことから、実験Ⅰでは、コマツナが小さいため波長の小さい音波と、実験Ⅱでは、コマツナが大きいため波長の大きい音波と共鳴のような現象が起こり、生長が促進されていると考えた。

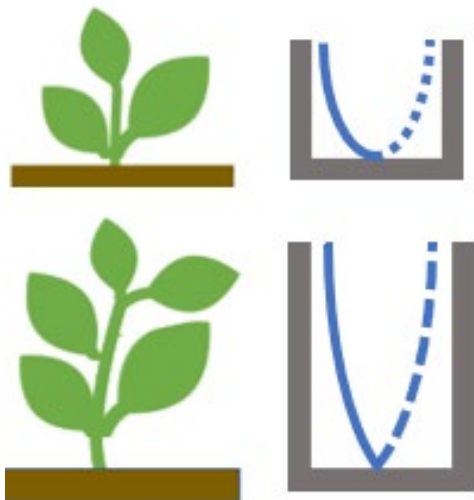


Fig.6 Relationship between plants and air column

次に植物を気柱と捉えた時に共鳴する植物の高さを求めた。音速は、音波が通過する媒質によって変化する。今回は、植物に少なくとも 50%以上含まれる水を媒質として音速を検討した。媒質と音速の関係は以下のように示される。(Fig.7)

$$V = \sqrt{\frac{k}{q}}$$

V : 音速
q : 密度
k : 体積弾性率

Fig.7 Formula for determining the speed of sound based on information about the medium

水の密度 0.997g/cm³, 体積弾性率 2.2Gpa を上の式に代入すると水を媒質とする音速は約 1500m/s である。次にこの音速をもとに共鳴する植物の高さを算出した。音速と振動数、波長の関係は次のように示される。(Fig.8)

$$V = f\lambda$$

f : 振動数
λ : 波長

Fig.8 Equation relating the speed of sound to wavelength and frequency

それぞれの振動数で初めて共鳴したと考える場合、振動数と理論値の関係は次のようになった。(Table.7)

Table.7 Theoretical plant height

振動数 (Hz)	理論値 (cm)
200	187.5
500	75
800	46

しかしこれは実験で得た値とは大幅に異なった。その理由として植物体には水分の他にも、様々な物質から構成されているため、音速が変化してしまったと考えた。そこで、実験Ⅰ・Ⅱで用いた、0.8~1.6 cm, 8.0~11.1cm に一番近くなる値を算出することで、音速の理論値を求めることにした。200Hz では 1 回目, 500Hz は 2 回目の共鳴によるものとした場合、理論値は次のようになった。(Table.8)

Table.8 Theoretical value of sound speed

理論値 (m/s)	振動数 (Hz)	算出した値 (cm)
25	200	9.38
	500	1.25

(<https://www.jsme.or.jp/jsme-medwiki>

[/doku.php?id=09:1001673](#))

水の体積弾性率 (2023/9/6)

(http://skomo.o.oo7.jp/f28/hp28_41.htm)

水の音速である、1500m/s から大幅に異なった理論値になってしまった。この理由としては、実験の試行回数が少なかったため、促進した振動数や、植物の高さが詳細には分かっていないためだと考えられる。

6 まとめ

実験の結果より、植物の生長は異なる特定の音波を当てることによって促進または抑制されることが分かった。このことから私たちは、植物は音を環境ストレスとして受け取り、それに応答して生理的反応を起こすと考ええる。しかし実験結果の数値は理論値と一致しておらず、植物の生長を促進、抑制する具体的な音波の範囲を実験から明らかにすることはできなかった。今後の実験では、適切な環境を整えて、試行回数を増やしより正確な数値を測定していきたい。

7 参考文献

IKEA の「言葉と植物の生長」に関する実験 (2022/9/28)

(<https://nazology.net/archives/9534>)

植物の環境ストレス応答 (2023/09/20)

(<http://www.photosynthesis.jp/PlantResponse.html>)

佐藤優紀, 植物における音の影響, 化学と生物,

2013, vol.51, no.3, p.196-197. (2022/9/28)

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu/51/3/51_196/_pdf)

コマツナの栽培方法と育て方 (2022/9/28)

(<https://ymmfarm.com/cultivation/veg/j-mustard-spinach>)

一般社団法人日本植物生理学会 (2023/9/6)

(https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=651&key=&target=)

一般社団法人日本機械学会 音速の求め方 (2023/9/6)

JavaScript を用いたアプリ開発

大島 颯馬 久保田 龍晟 藤島 寛基 綿引 颯太

Application development using JavaScript

Soma OSHIMA, Ryusei KUBOTA, Hiroki FUJISHIMA and Sota WATAHIKI

Abstract

The message of classes at our school is conducted and relayed via paper. As a result, there are problems such as wasted time and effort when teachers switch information with each other, and students are unaware of class changes. In order to facilitate the exchange of classes at our school, we considered developing a class exchange application using an App Development tool and JavaScript. We created a table of all the patterns of class exchange and linked the code to it so that the timetable with the exchanged classes would be displayed. However, this method could not be applied to other timetables and took a very long time to create. Additionally, we learned from our graduate professor and others that it is possible to create an application using only python, so as a future project, we would like to create it using only python.

1 はじめに

本校では、授業交換をする際に教員同士の情報交換も、教員から生徒への伝達も、下のような紙媒体 (Fig.1) で行われている。

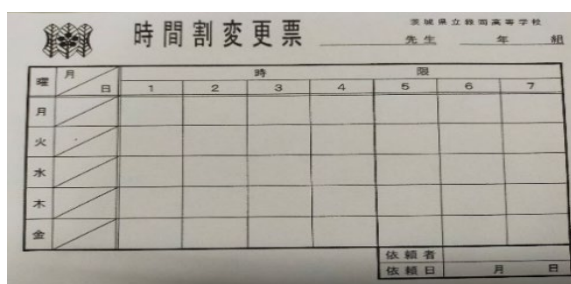


Fig.1 Timetable made in paper form

そのため、教員同士の情報交換で無駄な手間がかかるだけでなく、教室に提示された授業交換の紙に生徒が気付かず授業準備ができないことがある。

このような状況を受け、本校の授業交換を円滑にするために JavaScript を用いて授業交換アプリを開発することを考えた。

2 構想

時間割表上にその授業に対応したボタンを作成し、JavaScript で作成した仮想の時間割表 (Fig.2) のコード (Fig.3) を作る。教員が授業交換をしたい2つの授業を選択すると、相手の教員に通知がいき、許可が下りる。教員が授業交換したいときに、相手の教員に口頭で伝えるのではなく、一連の流れをアプリ上で完結することができる。その後、交換された時間割が生徒の画面に表示され、交換されたことが生徒たちにも通知がいくようにする。

3 準備

計画 1

全員がアプリ開発をしたことがないため、情報の授業で使用した、無償のプログラミング教材 (Fig.4) を用いて、Python の学習を行った。学習していくと Python のみでは、開発したいアプリの作成が困難だと判断した。そのため、日本語にも対応し、プログラミング言語と SQL を同じ環境で操作することができるアプリ開発環

境ツールを活用することにした。また、Python
では前述のようなことができないと考え、
JavaScript を用いることにした。しかし、開発ツ
ール上で JavaScript と SQL の接続がうまくいか
なかった。

時間割

時限	月	火	水	木	金
1	現代文	体育	CE	化学	数学
2	地理	数学	数学	物生	化学
3	化学	地理	物生	古典	SE
4	体育	古典	古典	数学	地理
5	数学	化学	化学	CE	物生
6	英表	CE	体育	LHR	現代文

Fig.2 Timetable made with JavaScript

```

1 <!DOCTYPE HTML>
2 <html>
3 <head>
4   <meta charset="utf-8">
5   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1,
6     maximum-scale=1, user-scalable=no">
7   <meta http-equiv="Content-Security-Policy" content="default-src * data: gap:
8     content: https://ssl.gstatic.com; style-src * 'unsafe-inline'; script-src *
9     'unsafe-inline' 'unsafe-eval'">
10  <title>Monaca Education ダイレクトプレビュー</title>
11  <script src="components/loader.js"></script><link rel="stylesheet"
12    href="components/loader.css">
13  <link rel="stylesheet" href="css/style.css"><script src="js/education.js"
14    defer></script><script src="js/config.js" defer></script><script src="js/main.
15    js" defer></script>
16  <script>
17    function clickMessageFsennei(){
18      alert("F先生が選択されました。");
19    }
20    function clickMessageCsennei(){
21      alert("C先生が選択されました。");
22    }
23    function clickMessageBsennei(){
24      alert("B先生が選択されました。");
25    }
26    function clickMessageGsennei(){
27      alert("G先生が選択されました。");
28    }
29    function clickMessageDsennei(){
30      alert("D先生が選択されました。");
31    }
32    function clickMessageJsennei(){
33      alert("J先生が選択されました。");
34    }
35    function clickMessageAseennsei(){
36      alert("A先生が選択されました。");
37    }
38    function clickMessageKsennei(){
39      alert("K先生が選択されました。");
40    }
41    function clickMessageHsennei(){
42      alert("H先生が選択されました。");
43    }
44    function clickMessageIseennsei(){
45      alert("I先生が選択されました。");
46    }
47    function clickMessageGsennei(){
48      alert("G先生が選択されました。");
49    }
50    function clickMessageEsennei(){
51      alert("E先生が選択されました。");
52    }
53    function clickMessageAseennsei(){
54      alert("A先生が選択されました。");
55    }
56    function clickMessageKsennei(){
57      alert("K先生が選択されました。");
58    }
59    function clickMessageHsennei(){
60      alert("H先生が選択されました。");
61    }
62    function clickMessageIseennsei(){
63      alert("I先生が選択されました。");
64    }
65    function clickMessageGsennei(){
66      alert("G先生が選択されました。");
67    }
68    function clickMessageDsennei(){
69      alert("D先生が選択されました。");
70    }
71    function clickMessageJsennei(){
72      alert("J先生が選択されました。");
73    }
74    function clickMessageCsennei(){
75      alert("C先生が選択されました。");
76    }
77    function clickMessageFsennei(){
78      alert("F先生が選択されました。");
79    }
80  </script>
81 </head>
82 <body>
83   <table>
84     <tr>
85       <th>時限</th>
86       <th>月</th>
87       <th>火</th>
88       <th>水</th>
89       <th>木</th>
90       <th>金</th>
91     </tr>
92     <tr>
93       <td>1</td>
94       <td>現代文</td>
95       <td>体育</td>
96       <td>CE</td>
97       <td>化学</td>
98       <td>数学</td>
99     </tr>
100    <tr>
101      <td>2</td>
102      <td>地理</td>
103      <td>数学</td>
104      <td>数学</td>
105      <td>物生</td>
106      <td>化学</td>
107    </tr>
108    <tr>
109      <td>3</td>
110      <td>化学</td>
111      <td>地理</td>
112      <td>物生</td>
113      <td>古典</td>
114      <td>SE</td>
115    </tr>
116    <tr>
117      <td>4</td>
118      <td>体育</td>
119      <td>古典</td>
120      <td>古典</td>
121      <td>数学</td>
122      <td>地理</td>
123    </tr>
124    <tr>
125      <td>5</td>
126      <td>数学</td>
127      <td>化学</td>
128      <td>化学</td>
129      <td>CE</td>
130      <td>物生</td>
131    </tr>
132    <tr>
133      <td>6</td>
134      <td>英表</td>
135      <td>CE</td>
136      <td>体育</td>
137      <td>LHR</td>
138      <td>現代文</td>
139    </tr>
140  </table>
141 </body>

```

```

61 <tr>
62 <td>2</td><td><button onclick="clickMessageCsennei()">C先生</button></td>
63 <td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
64 <td><button onclick="clickMessageJsennei()">J先生</button></td>
65 <td><button onclick="clickMessageIseennsei()">I先生</button></td>
66 <td><button onclick="clickMessageGsennei()">G先生</button></td>
67 </tr>
68 <tr>
69 <td>3</td><td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
70 <td><button onclick="clickMessageCsennei()">C先生</button></td>
71 <td><button onclick="clickMessageHsennei()">H先生</button></td>
72 <td><button onclick="clickMessageCsennei()">C先生</button></td>
73 <td><button onclick="clickMessageIseennsei()">I先生</button></td>
74 </tr>
75 <tr>
76 <td>4</td><td><button onclick="clickMessageGsennei()">G先生</button></td>
77 <td><button onclick="clickMessageEsennei()">E先生</button></td>
78 <td><button onclick="clickMessageAseennsei()">A先生</button></td>
79 <td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
80 <td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
81 </tr>
82 <tr>
83 <td>5</td><td><button onclick="clickMessageDsennei()">D先生</button></td>
84 <td><button onclick="clickMessageIseennsei()">I先生</button></td>
85 <td><button onclick="clickMessageCsennei()">C先生</button></td>
86 <td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
87 <td><button onclick="clickMessageHsennei()">H先生</button></td>
88 </tr>
89 <tr>
90 <td>6</td><td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
91 <td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
92 <td><button onclick="clickMessageCsennei()">C先生</button></td>
93 <td><button onclick="clickMessageBsennei()">B先生</button></td>
94 <td><button onclick="clickMessageGsennei()">G先生</button></td>
95 </tr>
96 <tr>
97 <td>7</td>
98 <td><button onclick="clickMessageJsennei()">J先生</button></td>
99 </tr>
100 </table>
101 </body>

```

Fig.3 Codes in Fig.2 made with JavaScript



Fig.4 Programing Materials

計画 2

計画 1 で活用したアプリ開発環境ツール上では、JavaScript が有効に活用できないことがわかり、日本語に対応しており、世界的に有名なアプリ開発環境ツールである Visual studio code を用いることにした。計画 1 と比べて JavaScript のコードを作る面では負担が減ったが、元々想定していたアプリ上の動作を JavaScript のコードで書くことができなかった。Visual studio code でもデータベースを活用するための SQL の拡張コードなどを入れて試したが、JavaScript との接続がうまくいかなかった。

計画3

計画1, 計画2でもSQLとJavaScriptとの接続が難しく, JavaScriptのみで開発することとした。SQLとの接続ができないため下のような手順でアプリを製作することにした。

手順

- (1) Excelで授業交換全パターンの表をつくる(272通り)(Fig.5)(Fig.6)

あるクラスの授業交換の条件

- 1 体育とLHRは交換されない。
 - 2 金曜の現代文は交換されない。
 - 3 重複分は÷2
 - 4 同じ教科はその数だけ引く
- $$\{(20 \times 5 + 24 + 23 \times 2 + 22 \times 3 + 22 \times 3 + 20 \times 5 + 23 \times 2 + 22 \times 3) / 2\} + 5$$
- $$= 272 \text{ 通り}$$

※ 1 クラス分の授業交換でも272通りの時間割表を作成しなければならないため自分たちのクラスに限定している。

- (2) 各パターンに対して, Excelで作成した授業交換がされた時間割が表示されるウェブサイトを作る。(Fig.7)

(JavaScriptとExcelとの直接の接続は難しく, JavaScriptとウェブサイトとの接続は簡単のため, この方法を活用した。)

- (3) Visual studio code上のJavaScriptで各パターンに対応するボタンを272個作る。

(Fig.8)

- (4) ボタンを押すと(2)で作ったウェブサイトに表示されるようにJavaScriptでコードをかく。(Fig.9)

名前	更新日時	種類	サイズ
📄 火3-金3	2023/05/31 14:21	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-金5	2023/05/31 14:22	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-火4	2023/05/31 14:10	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-火5	2023/05/31 14:10	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-火6	2023/05/31 14:11	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-水1	2023/05/31 14:12	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-水2	2023/05/31 14:13	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-水3	2023/05/31 14:14	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-水4	2023/05/31 14:15	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-水5	2023/05/31 14:15	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-木1	2023/05/31 14:16	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-木2	2023/05/31 14:16	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-木3	2023/05/31 14:17	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-木4	2023/05/31 14:17	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火3-木5	2023/05/31 14:18	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-火5	2023/05/31 14:23	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-火6	2023/05/31 14:24	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-金1	2023/05/31 14:30	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-金2	2023/05/31 14:30	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-金3	2023/05/31 14:31	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-金4	2023/05/31 14:31	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-金5	2023/05/31 14:32	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-水1	2023/05/31 14:24	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-水2	2023/05/31 14:25	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-水3	2023/05/31 14:26	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-水5	2023/05/31 14:27	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-木1	2023/05/31 14:28	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-木2	2023/05/31 14:28	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-木4	2023/05/31 14:29	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火4-木5	2023/05/31 14:29	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-火6	2023/05/31 14:33	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-金1	2023/06/01 13:53	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-金3	2023/06/01 13:53	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-金4	2023/06/01 13:54	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-金5	2023/06/01 13:54	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-金6	2023/06/01 13:55	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-水1	2023/05/31 14:46	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-水2	2023/06/01 13:46	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-水3	2023/06/01 13:47	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-水4	2023/06/01 13:47	Microsoft Excel ワ...	11 KB
📄 火5-水5	2023/06/01 13:48	Microsoft Excel ワ...	11 KB

Fig.5 All patterns of class exchange

	月	火	水	木	金
1	地理	体育	C英	化学	数学
2	現代文	数学	数学	物理	化学
3	化学	地理	物理	古典	英表
4	体育	古典	古典	数学	地理
5	数学	化学	化学	C英	物理
6	英表	C英	体育	LHR	現代文

Fig.6 Fig.5's table

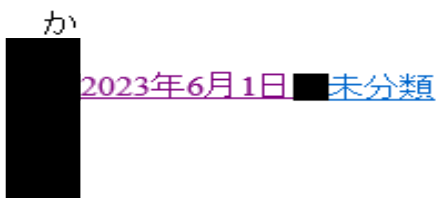


Fig.7 Websites displaying timetable

月1月2	月1月3	月1月5	月1月6	月1月8	月1月9	月1月10	月1月11	月1月12	月1月13	月1月14	月1月15	月1月16	月1月17	月1月18	月1月19	月1月20	月1月21	月1月22	月1月23	月1月24	月1月25	月1月26	月1月27	月1月28	月1月29	月1月30	月1月31
月2月1	月2月2	月2月3	月2月4	月2月5	月2月6	月2月7	月2月8	月2月9	月2月10	月2月11	月2月12	月2月13	月2月14	月2月15	月2月16	月2月17	月2月18	月2月19	月2月20	月2月21	月2月22	月2月23	月2月24	月2月25	月2月26	月2月27	月2月28
月3月1	月3月2	月3月3	月3月4	月3月5	月3月6	月3月7	月3月8	月3月9	月3月10	月3月11	月3月12	月3月13	月3月14	月3月15	月3月16	月3月17	月3月18	月3月19	月3月20	月3月21	月3月22	月3月23	月3月24	月3月25	月3月26	月3月27	月3月28
月4月1	月4月2	月4月3	月4月4	月4月5	月4月6	月4月7	月4月8	月4月9	月4月10	月4月11	月4月12	月4月13	月4月14	月4月15	月4月16	月4月17	月4月18	月4月19	月4月20	月4月21	月4月22	月4月23	月4月24	月4月25	月4月26	月4月27	月4月28
月5月1	月5月2	月5月3	月5月4	月5月5	月5月6	月5月7	月5月8	月5月9	月5月10	月5月11	月5月12	月5月13	月5月14	月5月15	月5月16	月5月17	月5月18	月5月19	月5月20	月5月21	月5月22	月5月23	月5月24	月5月25	月5月26	月5月27	月5月28
月6月1	月6月2	月6月3	月6月4	月6月5	月6月6	月6月7	月6月8	月6月9	月6月10	月6月11	月6月12	月6月13	月6月14	月6月15	月6月16	月6月17	月6月18	月6月19	月6月20	月6月21	月6月22	月6月23	月6月24	月6月25	月6月26	月6月27	月6月28
月7月1	月7月2	月7月3	月7月4	月7月5	月7月6	月7月7	月7月8	月7月9	月7月10	月7月11	月7月12	月7月13	月7月14	月7月15	月7月16	月7月17	月7月18	月7月19	月7月20	月7月21	月7月22	月7月23	月7月24	月7月25	月7月26	月7月27	月7月28
月8月1	月8月2	月8月3	月8月4	月8月5	月8月6	月8月7	月8月8	月8月9	月8月10	月8月11	月8月12	月8月13	月8月14	月8月15	月8月16	月8月17	月8月18	月8月19	月8月20	月8月21	月8月22	月8月23	月8月24	月8月25	月8月26	月8月27	月8月28
月9月1	月9月2	月9月3	月9月4	月9月5	月9月6	月9月7	月9月8	月9月9	月9月10	月9月11	月9月12	月9月13	月9月14	月9月15	月9月16	月9月17	月9月18	月9月19	月9月20	月9月21	月9月22	月9月23	月9月24	月9月25	月9月26	月9月27	月9月28
月10月1	月10月2	月10月3	月10月4	月10月5	月10月6	月10月7	月10月8	月10月9	月10月10	月10月11	月10月12	月10月13	月10月14	月10月15	月10月16	月10月17	月10月18	月10月19	月10月20	月10月21	月10月22	月10月23	月10月24	月10月25	月10月26	月10月27	月10月28
月11月1	月11月2	月11月3	月11月4	月11月5	月11月6	月11月7	月11月8	月11月9	月11月10	月11月11	月11月12	月11月13	月11月14	月11月15	月11月16	月11月17	月11月18	月11月19	月11月20	月11月21	月11月22	月11月23	月11月24	月11月25	月11月26	月11月27	月11月28
月12月1	月12月2	月12月3	月12月4	月12月5	月12月6	月12月7	月12月8	月12月9	月12月10	月12月11	月12月12	月12月13	月12月14	月12月15	月12月16	月12月17	月12月18	月12月19	月12月20	月12月21	月12月22	月12月23	月12月24	月12月25	月12月26	月12月27	月12月28

Fig.8 Buttons for each pattern

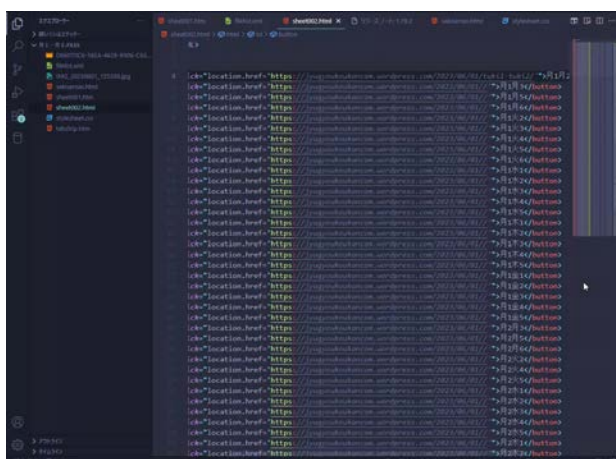


Fig.9 JavaScript

4 結論

JavaScript を使い Excel を表示させるアプリを作成することができた。このような作り方だと、他の時間割を作ることに応用ができない。また、1週間分の時間割交換を作るだけでも莫大な時間が必要になってしまうため、実用的ではない。扱うデータが多い状況では、情報を表形式で格納、処理するための SQL を用いてデータベースを活用することが不可欠であることがわかった。その後の大学教授からのご指摘で Python のみでも構想しているアプリを作れることを教わった。これまでの反省を生かして Python で作ってみたいと思う。

5 参考文献

WordPress

(<https://wordpress.com/start/onboarding-pm/user/ja?ref=lohp-campaign-lp>)

JavaScript で学ぶプログラミング入門

基本がわかる SQL 入門

Python スマートブック

イラストで理解 SQL 入門

都道府県魅力度ランキングから見る茨城県の魅力度的 立ち位置とその考察

那須 雄飛 飛田 明大 瀧川 真ノ介 小川 翔馬

Ibaraki Prefecture's Attractive Position and Considerations Based on Prefectural Attractiveness Rankings

Yuuhi NASU, Akihiro TOBITA, Shinnosuke TAKIGAWA and Syouma OGAWA

Abstract

The current index used to calculate the prefectural attractiveness ranking simply asks the question, "How attractive do you find the following municipalities?" We questioned this and investigated what defines attractiveness. We questioned this and investigated what defines attractiveness. As a result, we found that many people consider a municipality to be attractive if it is famous as a tourist destination. However, we conducted a survey using an Internet survey tool to see if this was really true. The results showed an extremely high correlation between the level of willingness to visit and the level of attractiveness.

1 はじめに

株式会社ブランド総合研究所は毎年地域ブランド調査を実施しており、「都道府県魅力度ランキング」は地域ブランド調査のうちの一つである。茨城県は、「都道府県魅力度ランキング」にて、2013～2019 年で7年連続最下位という結果を残した。2022 年の「都道府県魅力度ランキング」では、茨城県は最下位の佐賀県に続き 46 位を記録している。私たちはこの結果に疑問を持ち、茨城県の魅力度が低いのは株式会社ブランド総合研究所が行っている「都道府県魅力度ランキング」の指標の算出方法に問題があるのではないかと考え、指標の算出方法を調べることにした。

2 現在の魅力度ランキングの作成方法

I 調査方法

株式会社ブランド総合研究所は全国の男女、20歳から79歳を対象に、2021年7月5日から7月20日にかけてインターネットで調査を実施し、35,489人の有効回答を得ている。調査対象は1,000の市区町村と、47都道府県のあわせて

1,047の自治体である。一人の回答者には、20地域について回答してもらった。あらかじめ1000市区町村を20ずつ50グループに、47都道府県を15または16ずつ3グループに分けておき、回答者はそれら計53調査グループの中のいずれか1つが表記される仕組みである。なお、調査グループの作成の際には、各調査票の調査対象に地域的偏りのないようになっている。

II サンプリング（回収方法）

調査はあらかじめ調査モニターとして登録されている全国の約450万人の中から、居住地別、年代別、性別でほぼ均等に回収できるように抽出したモニターに調査依頼のメールを配信し、専用のアンケートページから回答をしてもらった。回収した回答の中から、不完全回答や、信頼性の乏しい回答（すべての自治体に対して同じ回答を行っている者など）を無効回答として処理する「クリーニング作業」を行い、結果的に35,488人を有効回答とした。さらに、回答者のばらつきを是正するために、2020年時

点での実際の人口の縮図となるように回答者の年齢・性別・居住地を基準にウェイトバック集計を行った。（端数の処理のため、ウェイトバック集計後の有効回答数は35,489人となっている）本調査結果では、基本的にこのウェイトバック集計後のデータを用いている。

Ⅲ 採点方法

調査モニターに対して「以下の自治体について、どの程度魅力を感じますか？」という問いに対し

「とても魅力的」	100点
「やや魅力的」	50点
「あまり魅力的でない」	すべて0点
「まったく魅力的でない」	
「どちらでもない」	

これらを加重平均して平均を算出している。

魅力度（点）＝100点×「とても魅力的」回答者割合＋50点×「やや魅力的」回答者割合

このように、株式会社ブランド総合研究所は「都道府県魅力度ランキング」を作成する際に単に、魅力を感じるかどうかの質問しかしていない。私たちはこのことについて疑問に思った。調査モニターが「以下の自治体について、どの程度魅力を感じますか？」という質問をされた際に何を一番魅力として考えやすいか、つまり「魅力度とは何によって決まるのか」を調べようと考えた。そのため、株式会社ブランド総合研究所が定義する魅力度と地域ブランド調査で調べられている観光意欲度、居住意欲度、認知度情報接触度、産品購入意欲（食品想起率と食品以外想起率の合計）、訪問率の相関を調べた。

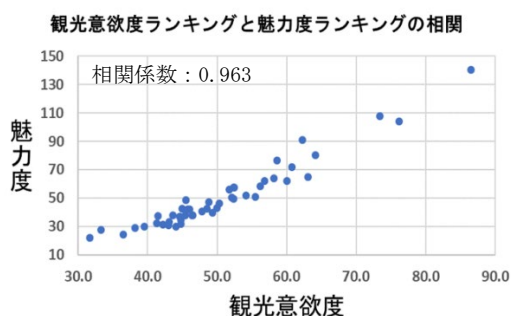


Fig.1 Tourism and attractiveness

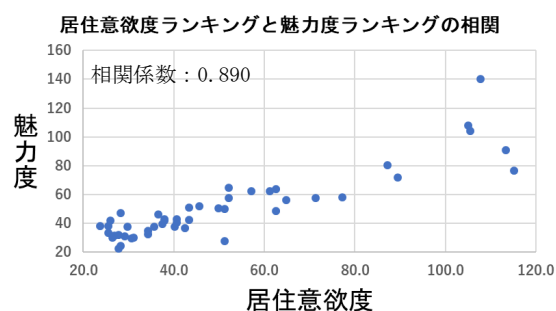


Fig.2 Willingness to live and attractiveness

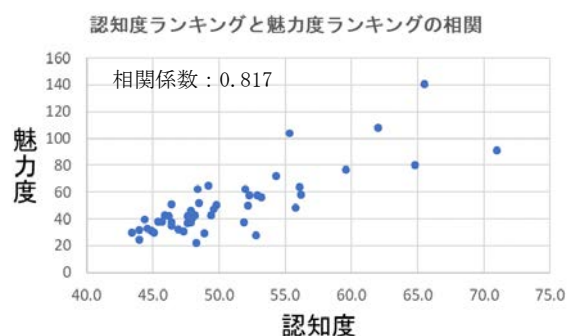


Fig.3 Recognition and attractiveness

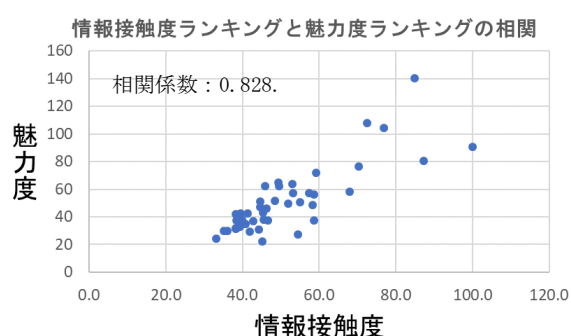


Fig.4 Information contact and attractiveness

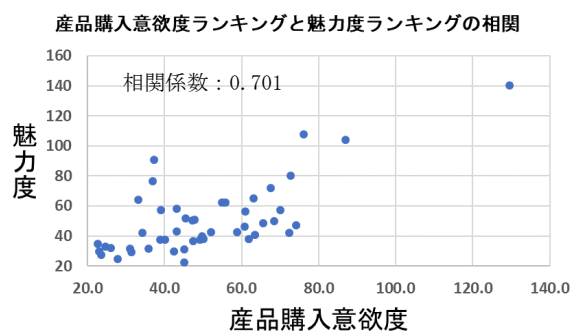


Fig.5 Purchase of products and attractiveness

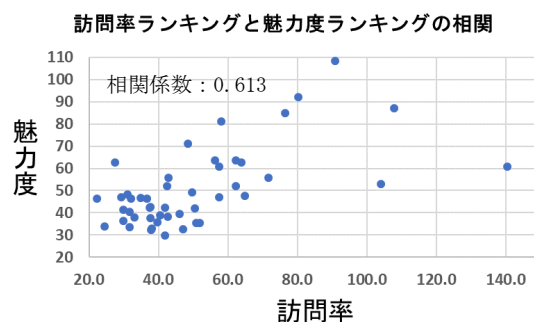


Fig.6 Visits and attractiveness

魅力度以外の6つのランキングと魅力度ランキングとの相関係数は、それぞれ、観光意欲度：0.963，居住意欲度：0.890，認知度：0.817，情報接触度：0.828，産品購入意欲：0.701，訪問率：0.613となった。

ここで、本研究では相関係数を株式会社ブランド総合研究所が「都道府県魅力度ランキング」を作成するために行っている「以下の自治体について、どの程度魅力を感じますか？」という問いに対して調査モニターが魅力度としてみなしやすさの度合いとした。

Fig.1~6からわかるように魅力度と観光意欲度の相関は非常に強い正の相関がある。このことから、観光地として有名であることを魅力的であるととらえる人が非常に多いことがわかる。しかし私たちは魅力的な都道府県は、観光で有名であることを本当に重要な要素を含むのかについて疑問を持った。そこで、魅力とは何によって決まるのかを調べるため緑岡高校の生徒にアンケートを行った。

3 緑岡高校内でのアンケート

◆ 対 象

緑岡高校1・2年生徒（555人）

◆ 集計期間

2023年2月2日～2023年2月15日（14日間）

◆ 内 容

次の項目の中から、あなたが魅力的だと感じる町の指標としてふさわしいと思うものを2つ選んでください。

1 認知度

（自治体についてどの程度知っているか）

2 情報接触度

（テレビやメディアなどでよく取り上げられている）

3 観光意欲度

（自治体に観光や旅行に行きたいと思う）

4 居住意欲度

（自治体に住んでみたいと思う）

5 産品購入意欲

（自治体で購入したい具体的な産品がある）

6 訪問率

（過去5年間に各自治体を訪れたことがある）

なお、点数は（回答割合）×（株式会社ブランド総合研究所が算出したそれぞれの項目の各都道府県の点数）とした。

4 緑岡高校内でのアンケートの結果及び考察

回答者割合

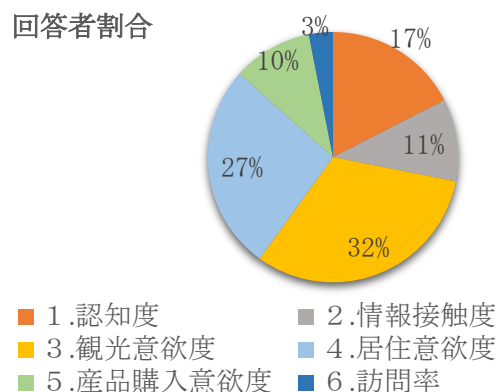


Fig.7 Survey results within our school

上図のような結果となった。

この結果から、観光意欲度は魅力的な町を定義づける際に重要な要素ではあるが、魅力的な町とは1つの要素のみから構成されるものではないことが分かった。そのため、観光意欲度の占める割合はFig.1で見られる相関ほど極端に高くはない。

対象者が緑岡高校の1・2年生としかしていないという偏りがあることを考慮したとしても、Fig.1の相関とFig.7の割合との差は有意であると考えられる。

これらのことから、私たちは株式会社ブランド総合研究所の「都道府県魅力度ランキング」は調査モニターの考える都道府県の魅力を反映できていないのではないかと考え、新たな魅力度ランキングを作ることにした。

5 新たな魅力度ランキングの作成のためのアンケート

これまでの結果から、株式会社ブランド総合研究所が行っている「都道府県魅力度ランキン

グ」にはいくつかの問題点があると考えたため、新たにアンケートを行い新たな魅力度ランキングを作成した。

◆ 使用アンケートツール

Freeasy(アイブリッジ株式会社による
インターネットアンケートツール)

◆ 対 象

全国の20歳から79歳の男女1001人

◆ 内 訳

20代 136人, 30代 153人, 40代 196人,
50代 179人, 60代 165人, 70代 172人
(なお, 人数は日本の人口の縮図となるようにした。)

◆ 集計日

2023年5月26日

◆ 内 容

都道府県の魅力を表す指標には,	
1 認知度	(よく知られている)
2 情報接触度	(テレビやメディアなどでよく取り上げられている)
3 観光意欲度	(観光や旅行に行きたいと思われている)
4 居留意欲度	(住んでみたいと思われている)
5 産品購入意欲	(購入したい具体的な産品がある)
6 訪問率	(行楽・観光のため訪れられている)
7 訪問率	(ビジネスのために訪れられている)
8 訪問率	(親戚・友人の訪問のために訪れられている)
9 訪問率	(移住や通勤通学のために訪れられている)
のように, 様々な要素があると考えています。	
この1～9までの項目を, あなたが都道府県の魅力を表す指標としてより重要だと思う順に順位付けしてください。	

なお, 順位付けしてもらったのはより多くのデータを得るためであり, 今回の研究では1位の順位のみ用いることとした。

アンケート回答者属性

Table.1 Respondent attributes

	度 数	構 成
性別		
男性	595	59.4%
女性	406	40.6%
結婚		
未婚	467	46.7%
既婚	534	53.3%
職業		
会社員(正社員)	313	31.3%
会社員(契約・派遣社員)	52	5.2%
経営者・役員	17	1.7%
公務員(教職員を除く)	22	2.2%
自営業	52	5.2%
自由業	32	3.2%
医師・医療関係者	12	1.2%
専業主婦	112	11.2%
学生	20	2.0%
パート・アルバイト	119	11.9%
無職	223	22.3%
その他	27	2.7%
業種		
農業・林業・漁業・鉱業	6	0.6%
建設業	33	3.3%
製造業	95	9.5%
情報通信業	48	4.8%
金融・証券・保険業	27	2.7%
不動産業	17	1.7%
サービス業	111	11.1%
運送・輸送業	30	3.0%
電気・ガス・水道業	4	0.4%
商社・卸売り・小売業	54	5.4%
医療・福祉	42	4.2%
教育業	35	3.5%
出版・印刷業	4	0.4%
メディア・マスコミ・広告業	2	0.2%
調査業・シンクタンク	3	0.3%
非営利団体	19	1.9%
その他	115	11.5%
勤めていない	356	35.6%

	度 数	構 成
世帯年収		
100万未満	84	8.4%
100万～200万未満	95	9.5%
200万～300万未満	116	11.6%
300万～400万未満	145	14.5%
400万～500万未満	123	12.3%
500万～600万未満	106	10.6%
600万～700万未満	68	6.8%
700万～800万未満	60	6.0%
800万～900万未満	43	4.3%
900万～1,000万未満	53	5.3%
1,000万～1,200万未満	42	4.2%
1,200万～1,500万未満	27	2.7%
1,500万～1,800万未満	14	1.4%
1,800万～2,000万未満	7	0.7%
2,000万以上	18	1.8%
居住形態		
持ち家（一戸建て）	546	54.5%
持ち家（マンション）	153	15.3%
賃貸（一戸建て）	22	2.2%
賃貸（マンション）	129	12.9%
賃貸（アパート）	119	11.9%
社宅	9	0.9%
寮・下宿	4	0.4%
その他	19	1.9%
子供有無		
子供あり	455	45.5%
子供なし	546	54.5%

Table.2 New attractiveness ranking

1	4	東京都	97.6	25	34	福島県	44.2
2	5	大阪府	81.2	26	35	岡山県	44.0
3	1	北海道	78.8	27	32	和歌山県	43.9
4	2	京都府	78.5	28	28	香川県	43.5
5	6	神奈川県	76.5	29	21	青森県	42.8
6	3	沖縄県	67.9	30	41	栃木県	42.1
7	12	千葉県	66.3	31	24	富山県	42.0
8	7	福岡県	62.1	32	26	大分県	41.8
9	20	愛知県	59.3	33	36	岐阜県	41.6
10	9	奈良県	56.8	34	44	群馬県	41.2
11	13	兵庫県	56.7	35	38	滋賀県	41.0
12	15	静岡県	56.5	36	29	高知県	41.0
13	10	長野県	55.1	37	32	愛媛県	40.9
14	13	宮城県	51.3	38	47	茨城県	40.1
15	19	広島県	51.0	39	26	秋田県	40.1
16	8	長崎県	50.9	40	30	岩手県	39.8
17	10	石川県	50.8	41	31	山形県	38.8
18	45	埼玉県	49.8	42	39	福井県	38.8
19	18	熊本県	48.2	43	42	山口県	38.2
20	23	三重県	47.7	44	37	島根県	37.8
21	16	鹿児島県	45.8	45	42	徳島県	37.8
22	25	山梨県	45.5	46	40	鳥取県	37.5
23	17	宮崎県	44.5	47	46	佐賀県	35.8
24	22	新潟県	44.2				

6 アンケート結果と新たな魅力度ランキング

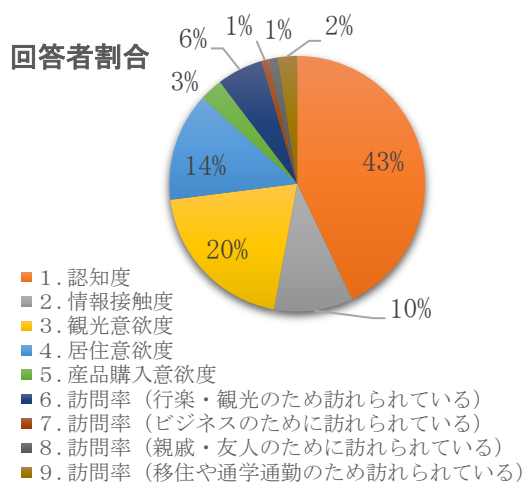


Fig.8 Internet survey response rate

このアンケート結果から分かる通り、緑岡高校で行ったアンケートに比べて観光意欲度、居住意欲度が大きく下がっており、認知度が大きく上昇した。これらのデータをもとに新たな魅力度ランキングを作成した。

色のついた順位	➡	新しいランキング
色のない順位	➡	都道府県魅力度ランキング
※ 赤色の順位	➡	上がった都道府県
青色の順位	➡	下がった都道府県
緑色の順位	➡	変動なしの都道府県

なお、点数は（回答割合）×（株式会社ブランド総合研究所が算出したそれぞれの項目の各都道府県の点数）とした。

7 まとめ

ブランド総合研究所の地域ブランド調査では観光意欲度と魅力度との相関関係が強く、魅力的な町を答えるときには観光のことを考える人が多い。しかし、私たちの実施した全国対象のアンケートの結果、「魅力度とは何か」と聞かれたときには認知度を考える人が多いことが分かった。このことから、都道府県魅力度ランキングではくみ取ることのできない魅力があることが分かった。

しかし、私たちが作成したランキングと株式会社ブランド総合研究所の魅力度ランキングの各都道府県の点数差の平均は8.5となった。このことから、都道府県魅力度ランキングではくみ取ることのできない魅力があるものの魅力度としての差はあまりないと考えられる。

また、今回私たちが作成したランキングで茨城県の順位が9位上昇したことは、茨城県が都道府県魅力度ランキングで2013～2019年間に7年連続最下位を記録したことによって茨城県の認知度が上昇したことで魅力として、重要視されている「認知度」が上昇したことによると考えられる。

さらに、2022年の都道府県魅力度ランキングで茨城県が最下位を脱出して46位になったことで茨城県の認知度が低下したと考えられる。このことから、2023年の都道府県魅力度ランキングでは茨城県は最下位を記録すると考えられる。

8 参考文献・使用サイト

第16回 Tiiki Brand Survey 地域ブランド調査2021

総合報告書（2021）

総務省 令和3年1月1日住民基本台帳年齢階級別人口（都道府県別）（総計）

アンケートツール Freeasy

アイブリッジ株式会社