共鳴管のつくりと音の継続時間

大阪府立岸和田高等学校 物理ゼミ

伊東 夏希

研究要旨

音は周波数の大きさに応じて減衰速度が異なる。本研究では、特定周波数の音の継続時間を長くすることを目的とし、共鳴管の管口の大きさ、管口の素材、長さを変え、音の継続時間との関係を調べる実験を行った。それらの実験の結果から、閉管を用いた際にはそれぞれの実験で音の継続時間が最も長くなった条件を組み合わせることで、単一の条件より音の継続時間をより長くできることが分かった。

研究テーマの現状・事例

日常に於いて音は媒質中の粒子が減衰振動し、伝播しているととらえられる。音楽分野では音を延ばす技術が用いられているが、エフェクターのような電子機器を用いて行う手法が一般的であり、楽器の形自体を変えて特定の音を延ばそうとする手法はあまりみられない。また音の減衰を主題とする研究は、騒音防止等を目的として音の減衰や吸収を促進させることを期待したものが多く、その抑止を目的とするものは少ない。共鳴管を用いた研究もスピーカの製作を目的とするものが多く、継続時間についての考察は少ない。矢野 (2000) によると、管の断面の半径をなめらかに変化させ、その形状と共鳴振動の関係について、管の断面の大きさで波のふるまいが異なる。そこで、本研究ではまず共鳴管の断面の半径に着目し、管口の一端に中央に穴を持つフタを取り付けることで管口のみ断面積を変化させ、継続時間との関係を調べることとした。

リサーチクエスチョン・意義

電子機器を用いずに特定の音を長く維持できれば、楽器の生の音を利用した新たな音楽表現が生まれると期待し、本研究は、共鳴管を利用して音の継続時間をより長くすることを目的とした。

実験①方法

開管共鳴時における管口の大きさと音の継続時間を調べるため、以下の実験①を行った。

管の半径を 1[※1](=5.5 ㎝)とし、0.75,0.50, 0.25 の穴をあけたもの、穴をあけていないも

のの 4 種類のフタを用いた。開管共鳴する共鳴管(366.1 Hzに対して 46 cm)を用い、マイク側の管口にフタをそれぞれ被せた※2。

(a) 4 種類のフタを各々用いた時とフタを付けなかった時の 5 つの状態でそれぞれ継続時間※3 を計測した。

(b) 音圧レベルの 1 秒毎の推移を各状態で調べた。

※1-フタに穴をあけていないものは半径比 0 と表す。

※2-今後フタ 4 種類をそれぞれつけた状態の管は各穴の半径比で、穴をあけていないものをかぶせた菅、何もつけていない管はそれぞれ半径比 0, 1 の管と表現することがある。

※3-実験①～③における継続時間とは、Wave Spectra(フリーソフト)で計測した音圧レベルが最大になった時刻を 0s とし、-30dB になった時刻とした。

実験①器具

実験①に使用したものは以下の通り。

1. 段ボールのフタ
2. マイク
3. パソコン
4. FFT 解析ソフト Wave Spectra
5. スピーカ※4
6. 共鳴管(366.1 Hzに対して 22.5℃で開管共鳴する。長さは 46 cm。)

装置の配置、フタの半径比の模式図をそれぞれ図 1, 2 に示す。

※4-音源は 366.1 Hzの音叉の音を録音し、スピーカで再生した。

実験①の装置模式図

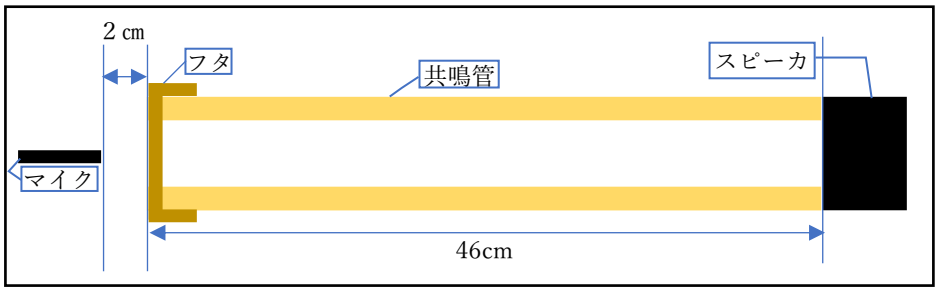


図 1 実験①装置の配置

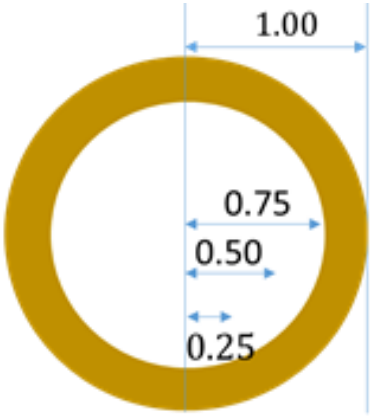


図 2　蓋の半径比

実験①結果

(a)半径比と継続時間［s］の関係(各半径比 25 回計測)を図 3 に示す。ただし、図 3 中に橙色で示したものは各半径比の継続時間の 25 回の計測の平均値であり、これに沿って近似曲線を描いた。

(b)各半径比で 1 秒ごとに平均した音圧レベル［dB］の推移を図 4 に示す。図 4 における近似直線の式の傾きを表 1 に示す。

有効数字は小数第 2 位までとして示す。

実験①図 3 半径比と継続時間の関係

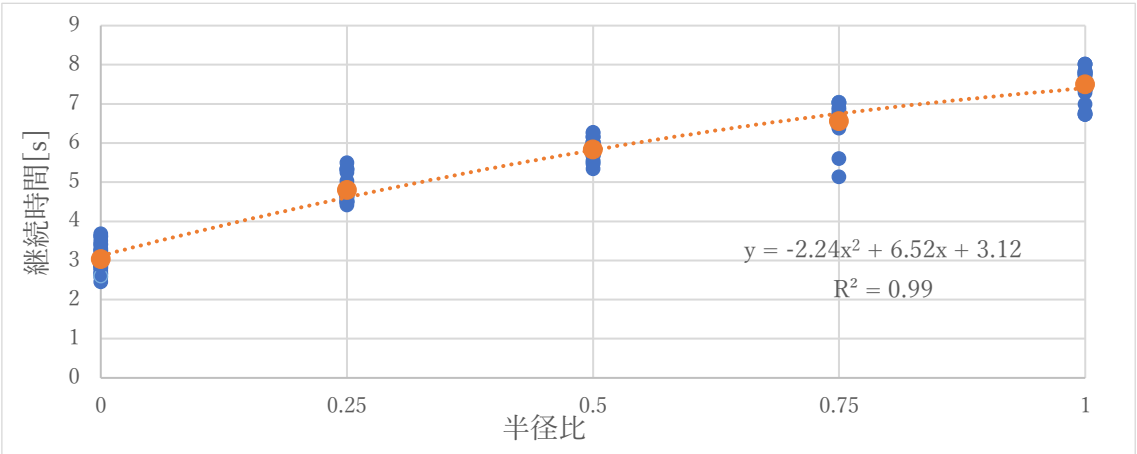


図 3　実験①半径比と継続時間の関係

実験①図 4 音圧レベルの推移

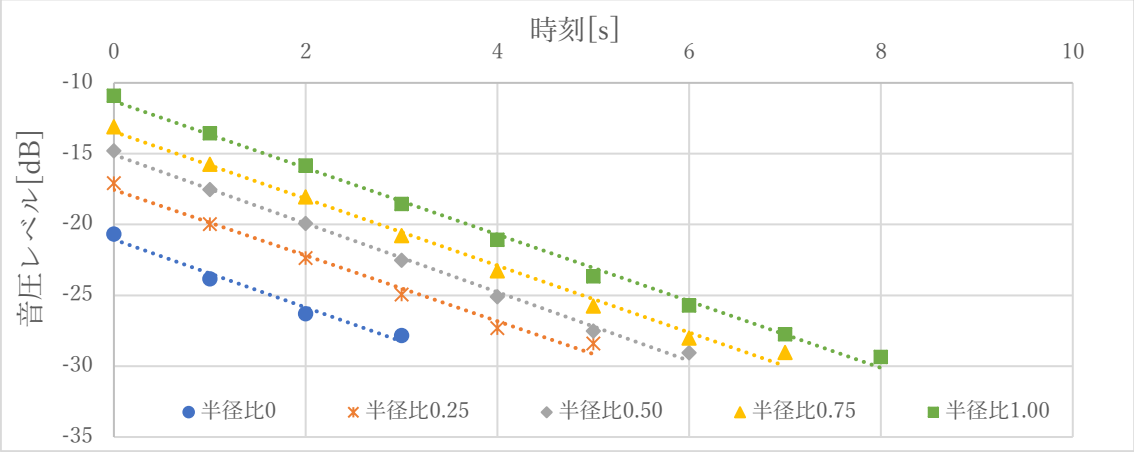


図 4　音圧レベルの推移

表 1　図 4 における近似直線の傾き

半径比	傾き[dB/s]
1.00	-2.35
0.75	-2.36
0.50	-2.42
0.25	-2.32
0.00	-2.40

実験①考察

図 3 の近似曲線の関数は決定係数が 1 に近いため正しいと考えられる。したがって穴の半径比が小さくなるにつれ、二次関数的に減少するといえる。開管を用いて管口の面積を変化させても継続時間を延ばすことはできない。

減衰振動に於いて振幅は指数関数を描いて減衰することが知られており、これと実験①の結果より、以下のことが導ける。表 1 より指数関数の底(減衰の割合)は一定であり、図 3 より初期音圧レベルのみが変わることがわかる。よって放物線(図 3　近似曲線)の式を$y = ax^2 + bx + c$とし、音の振幅を表す指数関数を表すと定数 k を用いて

$A = pk^{-ar^2-br-c+\ t} = qk^t$

(A =振幅, r =半径比(0,0.25,0.50,0.75,1)，$p = -30dB$に対応する振幅, q =初期振幅, t =時刻)

実験②方法

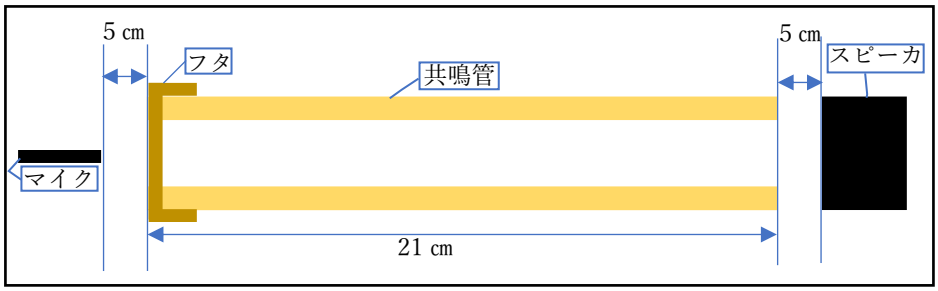


図 5　実験②装置の配置

実験②結果・考察

実験②での各半径比の継続時間を表 2 に示す。

表 2　実験②各半径比における継続時間[s]

半径比	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
1回目[s]	2.031	1.216	1.633	2.663	1.996
2回目[s]	1.347	1.641	1.82	2.626	2.117
3回目[s]	1.623	1.716	1.494	2.226	2.165
4回目[s]	1.631	1.612	1.38	2.15	2.365
5回目[s]	1.622	1.78	1.633	2.651	1.947
平均値[s]	1.65	1.59	1.59	2.46	2.12

最も継続時間が長くなったのは半径比 0.75 のフタをかぶせた時だった。半径比 0.75，1 の結果は半径比 0 の結果より長く、通常の閉管を用いるより継続時間を長くできる条件を見つけた。

実験③研究手法

段ボールより継続時間を長くできるフタの素材を見つけるため、以下の実験③を行った。

実験②で使用した円筒に 3 種類の素材のフタをそれぞれかぶせ、Wave Spectra で継続時間を測定した。測定した継続時間を実験②の管に段ボールのフタをつけたとき、何もつけていないときの継続時間と比較した。なお、実験③ではフタに穴をあけず、配置は実験②と同様。新たに使用したフタの素材は以下の 3 つ。

1. アルミニウム箔
2. ポリエチレン袋
3. セロハン

実験③結果・考察

実験③の結果、フタの素材別の継続時間[s]を表 3 に示す。

表 3　実験③フタの素材と継続時間[s]

蓋の素材	アルミ箔	PE袋	セロハン	段ボール	なし
1回目[s]	2.694	2.276	2.314	2.031	1.996
2回目[s]	2.319	2.058	2.255	1.347	2.117
3回目[s]	2.534	2.301	2.186	1.623	2.165
4回目[s]	2.508	2.134	2.395	1.631	2.365
5回目[s]	2.499	2.291	2.417	1.622	1.947
平均[s]	2.51	2.21	2.31	1.65	2.12

アルミ箔、PE 袋、セロハンをフタの素材に用いるといずれも音の継続時間を長くすることができた。最も顕著であったのはアルミ箔を用いた時であった。

実験③では素材の厚さや密度、反発係数の違いを測定していないため、継続時間を長くすることができた理由はわからなかった。

実験④研究手法

管の長さと継続時間の関係を調べるため、以下の実験④を行った。

管の長さをピストンで調整できるようにして各長さで継続時間を測定した。管の長さは 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 21, 68cm※5 に設定した。管の長さと継続時間※6 の関係を調べた。ピストンの棒の部分は木材、その先に穴をあけていない段ボールのフタをつけた。装置の組み立てを図 6 に示す。

※5-21 ㎝、68 ㎝は 366.1 Hzの音源が 22℃のときに閉管共鳴する長さである。

※6-実験④, ⑤における継続時間とは、Wave Spectra(フリーソフト)で計測した音圧レベルが最大になった時刻を 0s とし、-40dB になった時刻とした。

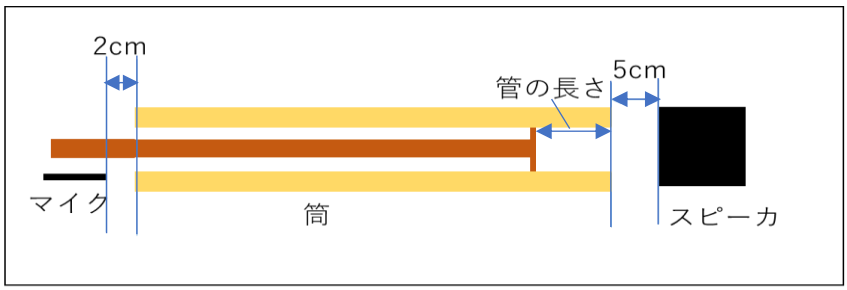


図　6　実験③装置の組み立て

実験④結果・考察

実験④における管の長さ[cm]と継続時間[s]の関係を図 7 に示す。青のプロットは各結果を橙色のプロットは各長さでの平均値を表している。

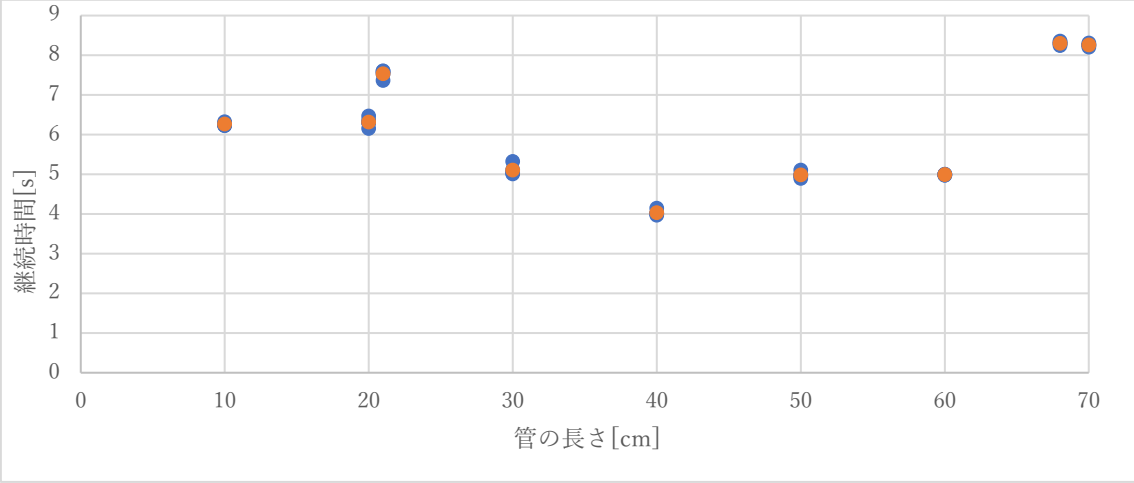


図 7　管の長さ[cm]と継続時間[s]の関係

閉管共鳴となる 21 cm, 68 cmでは他の長さより継続時間が長かった。また共鳴する 21 cm, 68 cmに近い長さの管を用いると継続時間は長くなる傾向がある。21 cm、68 cmのどちらからも離れた 40 cmの管で継続時間が短くなった理由は共鳴しなかったからであると考えられる。

21 cmより 68 cmの共鳴管の方が継続時間が長いこともわかる。

実験⑤研究手法

実験②～④の結果を利用して閉管共鳴の長さの管を用いて継続時間をより長くすることができる共鳴管を作成できるか調べた。

以下の 1)～3)条件で継続時間を測定し比較した。

1)　実験④より 68 cmの管をつくり、なにもつけない。

2)　実験②より半径比 0.75 の穴の開いた段ボールのフタを 1)の管に着ける。

3)　実験③より 2)の状態で段ボールの穴の部分をアルミニウム箔で覆う。

1)～3)に共通する装置の配置を図 8 に、3)のフタの模式図を図 9 に示す。

実験⑤装置

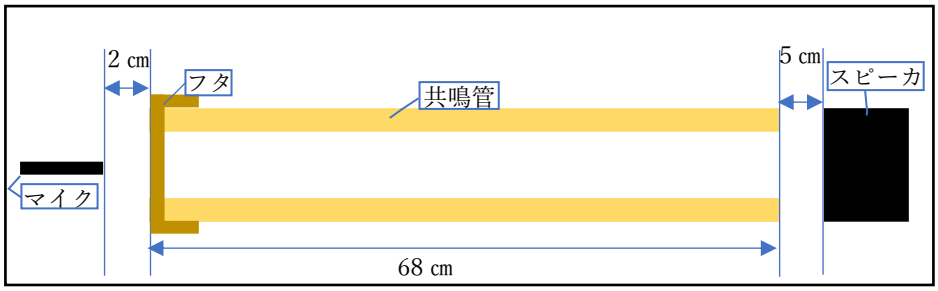


図 8　実験⑤装置の配置

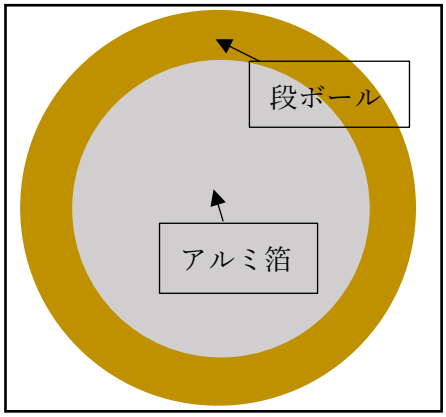


図 9　実験⑤3)フタの構造

実験⑤結果・考察

実験⑤における継続時間[s]を表 4 に示す。

表 2　実験⑤継続時間[s]

	1)	2)	3)
1 回目[s]	4.693	5.123	5.326
2 回目[s]	5.01	5.246	4.985
3 回目[s]	4.755	4.921	5.347
4 回目[s]	4.943	5.125	5.324
5 回目[s]	4.924	5.113	5.153
平均値[s]	4.87	5.11	5.23

1)から 3)へ条件を足すにつれ継続時間が長くなった。閉管を用いた際にそれぞれの実験で音の継続時間が最も長くなった条件を組み合わせることで、単一の条件より音の継続時間をより長くできることが分かった。また 1 つの要素のみを変えて継続時間を測定し、その結果を組み合わせて継続時間をより長くしていくという手法が有用であるともいえる。

結論・展望

実験②～④より、閉管を用いた際にそれぞれの実験で音の継続時間が最も長くなった条件を組み合わせると、単一の条件より音の継続時間をより長くできることが分かった。1 つの要素のみを変えて継続時間を測定し、その結果を組み合わせて継続時間をより長くしていくという手法が有用であるといえる。この研究では開管を用いてより継続時間を長くすることができなかったが、その他の要素を変え、継続時間を長くできる要素をいくつか見つけることができれば、閉管と同様にそれらを組み合わせて継続時間をより長くできる管の作成が期待できる。

本研究では周囲の環境音や気温、湿度を一定に保てなかった。また実験毎にスピーカとマイクの間の距離を変更した。これらを一定にすることで研究精度の向上と実験間の比較による新たな考察が見込まれる。各実験において継続時間を変えた原理を解明できなかった。各実験で共鳴管のつくりを変えたことで生じる多数の要素のうち、継続時間に関係するものを調べる対照実験を行えば、原理の解明ができ、より単純なつくりで継続時間を長くできると考えられる。

参考文献

1. 矢野猛, 断面積が一様でない管の中の音波の共鳴振動, 日本流体力学会年会講演論文集, 2000, 481, (2000)
2. 平尾雅彦　「音と波の力学」　岩波書店(2013)
3. 小橋豊　「音と音波」　裳華房(1969)

食塩水を含む氷と水道水の氷が溶けるまでの時間と温度変化

大阪府立岸和田高等学校 物理ゼミ

鈴木 裕太

研究要旨

不純物を含む氷は純水の氷より凍りにくいという先行研究を見つけて、逆に不純物を含む氷と純水の氷が溶けるまでにかかる時間は、不純物の濃度によってどう変わるか、食塩水を用いて調べることにした。異なる濃度の食塩水で作った氷が溶けきるまでの時間を計測した。この実験は、凝固点降下の影響で食塩の濃度が上がるほど融点が低くなるので溶けるまでの時間は短くなると予想した。また、いろいろな濃度の食塩を含む氷が溶けているときの温度変化を計測した。氷が溶けるまでにかかる時間は、不純物を含む氷の方が水道水の氷より短くなることが分かった。

先行研究からわかること

先行研究から、食塩の濃度が高い氷ほど凍りにくく、濃度が高すぎると凍らなくなることが分かった。これは、凝固点降下の影響であり、食塩水の濃度が高いほど凝固点が低くなり、その凝固点が冷凍庫の温度より低くなるとどれだけ時間がたっても凍らなくなると考えた。そこで、食塩水の濃度が高いほど凍りにくいことは分かったが、逆に溶けるまでの時間にはどのような変化があるのかを調べようと思った。

溶けやすい氷を作る

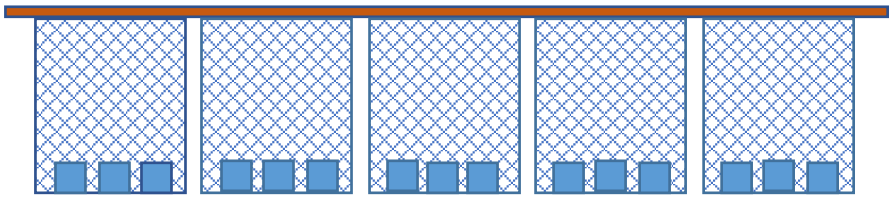
氷を大量に使って捨てるときに、速く溶ければ便利で邪魔にならないと思った。食塩を含む氷の食塩の濃度と比熱の関係を調べることで溶けやすい氷を作ることを目的とする。また、いろいろな濃度の氷が溶けるまでの温度を計測し、比熱の公式と与えられる熱量は熱量を与える物質と与えられる物質の温度差に比例するという事実から食塩を含む氷の食塩の濃度と比熱の関係を調べる。

実験① 食塩を含む氷と水道水の氷の溶けるまでにかかる時間

実験道具：0.0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%の濃度の氷（凍らせる前の体積 15ml）
ストップウォッチ、ネット、棒

実験方法：棒につるしたネットに各濃度の氷を、くっつかないように入れて、それぞれが溶

け終わるまでの時間をストップウォッチで計る。溶け終わりは氷の固体が見えなくなったところとし、計測した。実験は 3 回行い、その平均値を結果にした。この時、溶けた後の水が実験結果に影響を与えないようにつるしたネットに氷を入れて実験する。

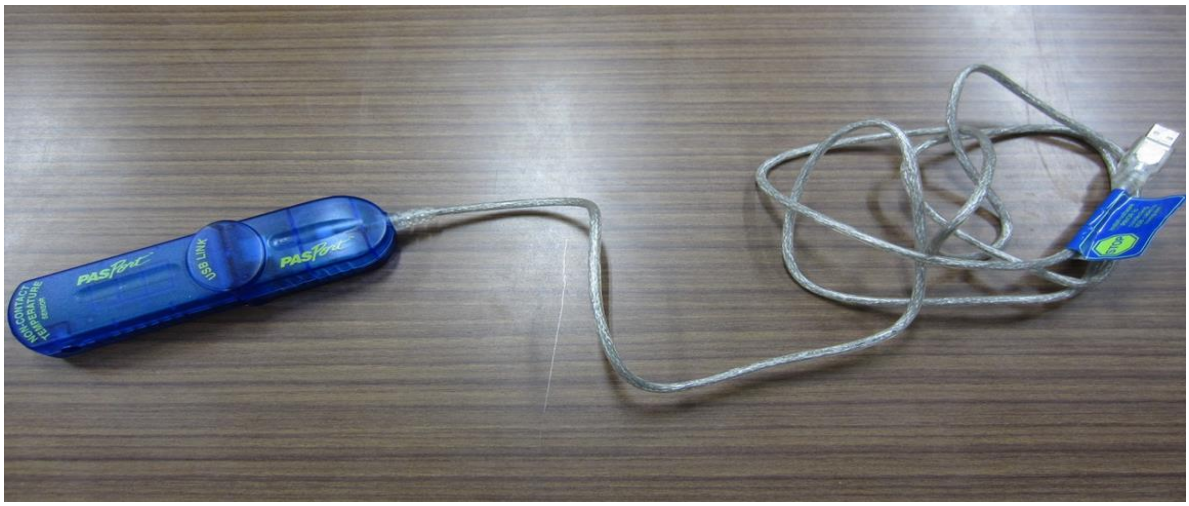


実験の様子

実験② 食塩を含む氷と水道水の氷の溶けるまでの温度変化

実験道具：0.0%、0.5%、1.0%、1.5%の濃度の氷
非接触温度センサ、sparkview（アプリ）

実験方法：各濃度の氷の溶けるまでの温度を、非接触温度センサを用いて氷に触れずに計り、USB ケーブルを通し、sparkview というアプリを使って経過時間と氷の表面温度のデータをパソコンで記録して取り、グラフ化する。この時、溶けた後の水が実験結果に影響を与えないように、こまめにティッシュで拭き取った



非接触温度センサ

結果 1　食塩を含む氷と水道水の氷の溶けるまでにかかる時間

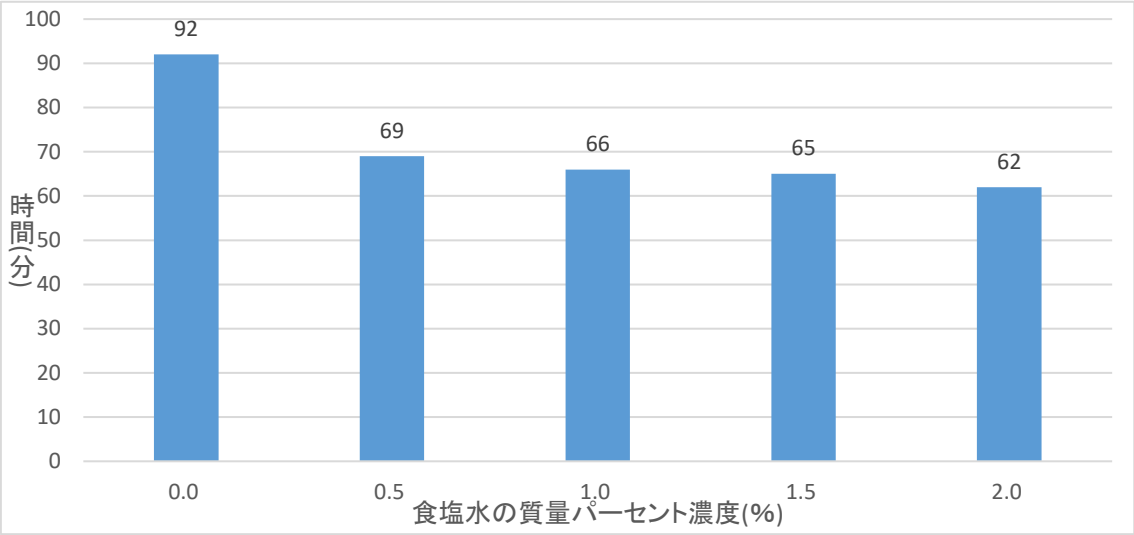


図 1　食塩を含む氷の濃度と溶けるまでの時間

結果 : 食塩を含む氷の濃度と溶けるまでの時間の関係を図 1 に示す。食塩の濃度が上がるにつれて、溶けるまでにかかった時間は減少していった。特に、水道水の氷と食塩を含む氷との間に大きな時間差があったが、食塩を含む氷同士ではあまり差が見られなかった。

考察 : 溶けているときの氷の表面を観察すると、水道水の氷は透明だったが、食塩を含む氷は少し白く、小さな凹凸がたくさんあって、明らかに見た目が違った。食塩を含む氷は、小さな凸凹があることで空気と触れ合う表面積が増えて、溶けるまでの時間が速くなると考えた。これが、水道水の氷と食塩を含む氷では溶けるまでにかかる時間に大きな差があり、食塩を含む氷の溶けるまでにかかる時間が、濃度によらずほぼ一定である理由だと考えた。また、凍らせたスポーツドリンクを溶かすとき、はじめの方が濃くてだんだん薄くなるように食塩水の氷が溶けるときにも最初に濃度の高い部分が溶け、後から水の多い部分が溶けているのではないかと思った。

結果２　食塩を含む氷と水道水の氷の溶けるまでの温度変化

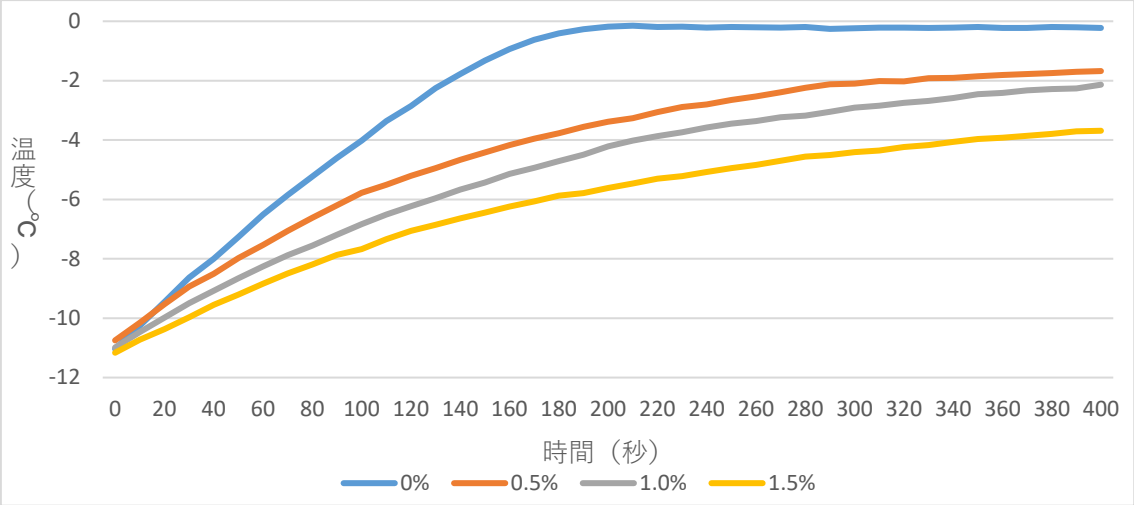


図２　食塩を含む氷の溶けるまでの温度変化

結果：水道水の氷と食塩を含む氷の溶けるまでの温度変化を図２に示す。食塩の濃度が高い氷ほど温度上昇が抑えられた。また、水道水の氷は 0℃付近で温度が一定になった。

次に、このグラフの－6℃でのごく短い時間の温度変化から傾きを求めて図３に示した。この時、有効数字は２桁とした。

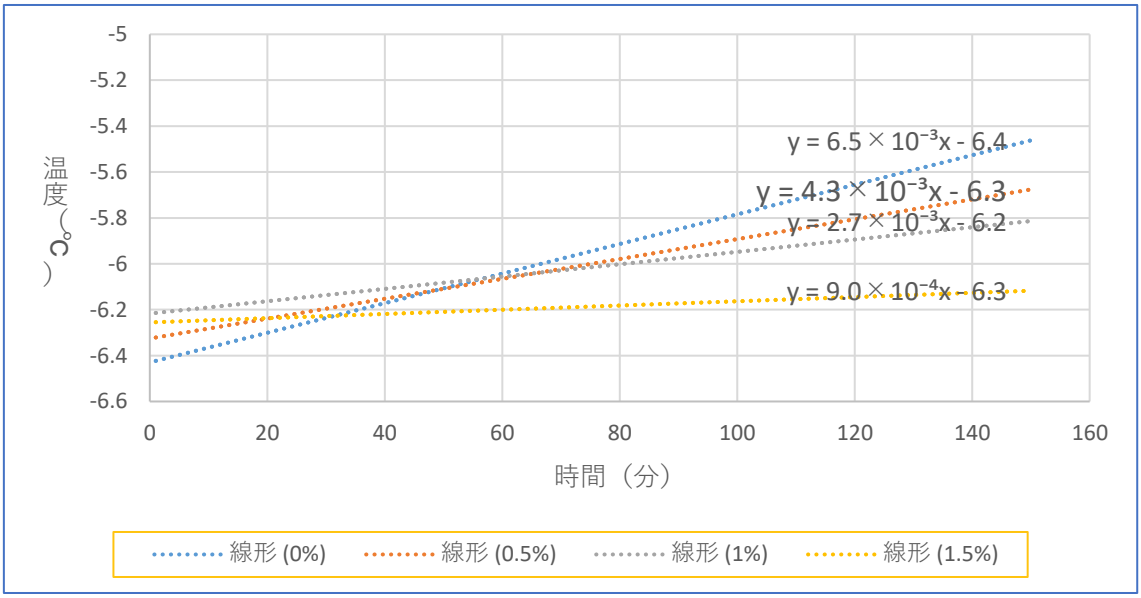


図３　図２のグラフの－6℃付近の傾き

結果：－6℃付近でのグラフの傾きは食塩の濃度が 0%、0.5%、1.0%、1.5%の順に、小さくなっている。

考察：比熱の公式より c[J/(g･K)]を比熱、m[g]を質量、ΔT[K]を上昇温度、Q[J]を与えた熱量とすると $Q=mc\Delta T$ と表せるので、$c=Q/m\Delta T$ となる。－6℃付近では、どの濃度においても氷が溶け始めていなかったのですべての濃度で氷の質量は一定となる。また、－6℃付近のごく短い時間でも、温度変化は起こっているので、ΔT の値は濃度によって異なる。

氷が与えられる熱量は、氷と空気の温度差に比例することが知られていて、－6℃付近での氷と空気の温度差は、すべての濃度において一定であるので、どの濃度の氷もごく短い時間に与えられる熱量は一定である。よって、比熱はΔTによって定まる値であり、ΔTの値が大きいほど比熱は小さくなることが分かった。ここで、グラフ 3 の傾きはごく短い時間における上昇温度を表しているので、グラフ 3 の傾きとΔTの値は一致すると考えられる。したがって、食塩の濃度が高い氷ほど比熱は大きくなることが分かった。

食塩を含む氷の性質

実験 1 より、食塩を含む氷は水道水の氷より溶けるまでの時間が短くなることが分かった。また、凍らせる食塩水の濃度を 0.5%から 2%まで変化させてもすべて溶けるまでの時間はほとんど変わらない。濃度を高くし過ぎると冷凍庫の温度では凍らなくなってしまう。今回使用した冷蔵庫では食塩の質量パーセント濃度が 2%までしか凍らせることができなかった。さらに実験 2 より、－6℃での比熱は食塩の濃度が高いほど大きくなることが分かった。今回の実験では、0%、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%の食塩の濃度の氷しか使用できなかったが、さらに高い濃度の氷についても調べたい。また、食塩の濃度以外に溶けやすくなる要因はないのか調べたい。

参考文献

食塩水の凍り方についての研究 http://www4.dewa.or.jp/yoshichu/rika/shokuen.htm

チンダル現象を利用した洗剤の洗浄力評価

大阪府立岸和田高等学校 化学ゼミ
小川 温也

研究要旨

日本では現在、様々な種類の付加価値を持たせた食器用洗剤が使われている。それらの洗剤は各々の売りとする部分を伸ばすことで本来の洗浄力に影響を与えていないかと疑問に思ったので、様々な種類の洗剤の洗浄力を比較することにした。

従来法は洗剤の泡立ちがどれだけ保つかを見たり、洗浄後の色素の濃淡を見て比較するなど、あまり定量的ではなかったので、自分たちで新しく洗浄力評価法を作ることにした。私たちは洗剤に含まれる界面活性剤が油を落とす時にミセルを形成することに着目し、チンダル現象を利用した方法で洗浄力を評価することにした。

結果、各洗剤の洗浄力には大きな差が見られた。

どの洗剤にも一長一短あるため、用途に合わせて適切な洗剤を適量使用していくことが、環境のためにも重要であるとわかった。

結論として、自分たちで新しく定量的な洗浄力評価法を構築することができ、また、その方法で洗剤の洗浄力を比較することができた。

研究テーマ

現在日本では、非常に多くの種類の食器用洗剤が販売されている。それらの多くは、除菌ができる、手肌にやさしい、水が早く乾く、といったことを売りとしている。このことから、企業としては油などの汚れを十分落とせることは大前提で、そこに上記のような効果をつけて各洗剤の商品価値を高めようとしていると考えられる。

しかし、例えば手肌にやさしい洗剤というのは、皮膚の脂をできるだけ落とさないようにし、手荒れを防いでいる。そうすると食器についている油汚れも落としにくくなっているのではないか。手肌にやさしい洗剤に限らず、除菌ができたり、水が早く乾く洗剤でも、それらの効果を加えることが洗剤の洗浄力自体に影響を及ぼしているのではないか、という疑問が浮かんだ。

そこで私たちは、様々な種類の洗剤の洗浄力を比べてみることにした。

先行研究①

洗剤の洗浄力を調べる方法の一つに、皿洗い試験というものがある。これは一定量の洗剤

をスポンジにつけて油を付着させた皿を洗っていき、洗剤が泡立たなくなるまでに洗うことができた皿の枚数で洗剤の洗浄力を比較するという方法である。

先行研究②

もう一つ、リーナーツ改良法という方法がある。これは一定量の色素を混ぜた油をスライドガラスに付着させ、洗剤水溶液中で機械を用いて撹拌した後、残った油の色素の濃さで洗浄力を比較するという方法である。

先行研究の欠点とリサーチクエスチョン

これらの方法には私たちの研究には適さない点があった。

皿洗い試験では洗剤の泡立ちを基準として比較しており、油汚れがどれだけ落ちているかの評価には向かない。また人の手で皿を洗うため、同じ洗剤でも実験結果に差が出るということも考えられる。

リーナーツ改良法では色素の落ち具合を見ているため、色素が落ちていても目に見えない油汚れは落ちていない、ということがあり得る。

そこで私たちは、自分たちで新しく定量的な洗剤の洗浄力評価法を作り、その方法を用いて洗浄力を比較することにした。

この研究によって、普段使用している洗剤が本当に自分の求める洗剤なのか、その洗剤はどのような用途に使用すべきかを確認でき、家計的、環境的な無駄を削減できるということが期待できる。

実験方法の模索

まず私たちは、洗剤が汚れを落とす仕組みに着目した。洗剤には界面活性剤という疎水基と親水基を持つ物質が含まれている。この界面活性剤が疎水基を油に、親水基を水に向けてミセルを形成することで油と水を混ざりやすくし、油を洗い流しやすくするのである。このミセルに関係するものとして、チンダル現象というものがあることが分かった。チンダル現象とは、ミセルのようなある程度大きい粒子に強い光が当たると、粒子が光を散乱させ、光の通り道が見える現象である。これは非常に感度がよく、少しでもミセルがあるとチンダル現象は起こる。また、油自体を標的にしているので、色素を用いる方法よりも正確な評価ができると考えられた。そこで私たちは、洗剤を加えてもチンダル現象が起こらなければ油が完全に取り除けた、と判断できると考え、チンダル現象が起こらなくなった時の洗剤の濃度を比較することで定量的に洗浄力を評価できると考えた。

実験方法　初期版

私たちは最初、以下のような方法で実験を行った。

①油 0.2ml、水 20ml、希釈洗剤適量を 50ml ビーカーに入れ、45 秒間撹拌する。

②ビーカー内の液を捨て、①と同量の希釈洗剤を再度加える。

③45 秒間撹拌した後、レーザーポインターを当て、チンダル現象の有無を観察する。

実験結果　初期版とその問題点

初期の実験結果は下の表 1 のようになった。

希釈倍率（倍）	希釈洗剤（ml）	水(ml)	チンダル現象の有無
100	28	20	①○　②○　③○
100	29	20	①○　②○　③○
100	30	20	①×　②×　③○
100	31	20	①○　②○　③○

表 1　キュキュット希釈用液の量とチンダル現象の有無

表 1 を見ると、チンダル現象が、洗剤 30ml では 3 回中 1 回しか起こっていないにもかかわらず、31ml では 3 回中 3 回起こってしまっていることがわかる。本来ならば、洗剤の量とともに落とせる油の量も増えるため、31ml では 30ml よりもチンダル現象が起こる回数は同じか少なくなるはずである。

このような結果になった要因を調べたところ、臨界ミセル濃度（CMC）というものがあることがわかった。

臨界ミセル濃度（CMC）について

CMC 未満では図 1 のようにミセルはできないが、洗剤の濃度が CMC を超えると、図 2 のように洗剤に含まれる界面活性剤自身がミセルを形成し、油が残っていなくてもチンダル現象が発生してしまう。なので、油の有無を確かめる手順で使用する洗剤の濃度は必ず CMC 未満でなければならない。先の実験では CMC 以上の洗剤溶液を用いていたので、油の有無にかかわらずチンダル現象が起こってしまったと考えられた。キュキュットを希釈していったところ、9000 倍希釈した時点でチンダル現象が起こらなかったため、以降の実験では 9000 倍

希釈キュキュットを使用することにした。

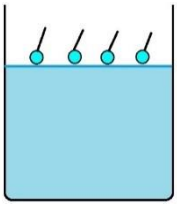


図 1　CMC 未満

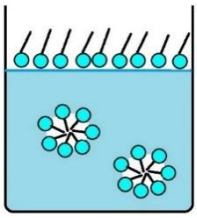


図 2　CMC 以上

実験方法　最終版

私たちは CMC も含めた種々の条件を検討し、最終的に以下の方法で実験をした。

① 50 mL ビーカーにごま油を 0.5 mL、水と水で希釈した洗剤を合計 50mL 入れ、攪拌機で 45 秒撹拌する。

② ビーカーの中の液を捨てる。水 50 mL をビーカーに入れ、捨てる操作を 2 回繰り返す。

③ ビーカーにキュキュット クリア除菌（花王）を 9000 倍に希釈した溶液（CMC 未満溶液）を 50 mL を入れ、45 秒間撹拌する。

④ レーザーポインターでビーカーに横から光を当て、真上からチンダル現象の有無を観察する。この時点で油が残っていればチンダル現象が起き、残っていなければ起きない。

⑤ ①～④を、試料の希釈度ごとに３回ずつ行う。

使用する油はごま油 0.5ml に設定した

洗剤の濃度の変化をわかりやすくするため、①での水と希釈洗剤の合計量が 50ml になるようにしている。

②で水で 2 回洗っているのは食品衛生法の「飲食店ではつけ置き洗いをした後は 2 回以上水で洗わなければならない」という記述にのっとっているためである。

③で使用する洗剤の種類は①で使用した洗剤の種類にかかわらず共通のもの（本研究では 9000 倍キュキュット）を使用する。

使用器具：50ml ビーカー　2 つ　駒込ピペット　1つ　メスシリンダー　4つ　マグネチックスターラー（撹拌機）1つ

レーザーポインター　1つ

使用薬品：キュキュット（花王）　フロッシュ（ヴェルナー＆メルツ）　マジカ（ライオン）

結果　キュキュット

キュキュットの結果は次の表２のようになった。

希釈倍率（倍）	希釈洗剤（ml）	水（ml）	チンダル現象の有無
1000	20	30	①○　②○　③○
1000	30	20	①○　②○　③○
1000	35	15	①×　②×　③×
1000	40	10	①×　②×　③×

表２　キュキュット希釈洗剤の量とチンダル現象の有無

結果から、キュキュットの限界を 1000 倍希釈 35ml とした。

結果　フロッシュ

フロッシュの結果は次の表３のようになった。

希釈倍率（倍）	希釈洗剤（ml）	水（ml）	チンダル現象の有無
50	20	30	①○　②○　③○
50	30	20	①×　②×　③×
50	40	10	①×　②×　③×

表３　フロッシュ希釈洗剤の量とチンダル現象の有無

結果から、フロッシュの限界を 50 倍希釈 30ml とした。

結果　マジカ

マジカの結果は次の表３のようになった

希釈倍率（倍）	希釈洗剤（ml）	水（ml）	チンダル現象の有無

500	30	20	①○　②○　③○
500	40	10	①○　②○　③○
100	10	40	①×　②×　③○
100	20	30	①×　②×　③×

表３　マジカ希釈洗剤の量とチンダル現象の有無

結果から、マジカの限界を 100 倍 20ml とした。

実験結果

各洗剤が油 0.5ml を落とすのに必要な洗剤の量を、

（チンダル現象が発生しなくなった時の希釈洗剤の量）/（その洗剤の希釈倍率）　という式で出すと、

キュキュット　0.035ml フロッシュ 0.6ml マジカ　0.2ml　となった。

油落とすのに必要な洗剤の体積比を表すと図３のようになる。

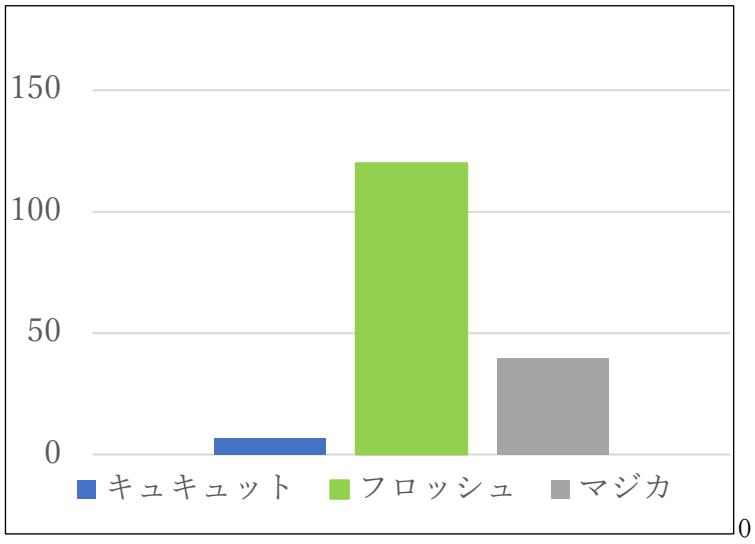


図３　油を落とすのに必要な洗剤の体積の比率（%）

グラフの値が小さいほど洗浄力が高いということになる。

考察１

グラフからわかるように、３つの洗剤の洗浄力には顕著な差がある。

キュキュットがこのような結果になったのは、油の他にも菌の付着、繁殖の原因となる多

様な汚れを落とせるように、洗浄力に特化しているためと考えられる。

フロッシュは手肌にやさしいことを売りにしており、スポンジにつけて手洗いすることを前提としているため、このように他２つと大きな差が生まれたと考えられる。

マジカではほかの２種類とは異なり、(※) の濃度ではチンダル現象の有無が測定ごとに異なり、洗浄力の限界が決定しづらかった。マジカは速乾性のために、皿の表面に疎水基を持つ物質を図４のように付着させる。それが界面活性剤と結びついてミセルを形成すると考えられるので、油を落とせていても図５のようにミセルができる可能性がある。そのため、油汚れは十分落せていても、(※)のところのようにチンダル現象が起こったり起こらなかったりしたと考えられる。こうした要因を考慮すると、本来の洗浄力の限界はもう少し低濃度になるのではないかと考えられる。

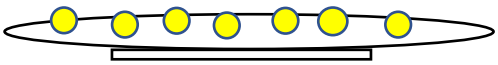


図４　皿に疎水性の物質が付着している様子

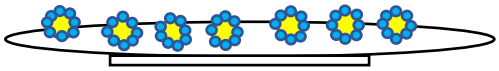


図５　疎水性の物質が界面活性剤と結びつきミセルを形成している様子

考察２

またこれらの要因に加え、各洗剤に含まれる界面活性剤の成分なども結果に関係していると考えられる。

いずれの洗剤にも、アルキルアミドプロピルベタインなどの手肌への優しさを意識した界面活性剤と、アルキルエーテル硫酸エステルナトリウムなどの油を落とすことを意識した界面活性剤が両方含まれている。したがって、その界面活性剤の性質の強さや配合されている割合が違うために、結果に差が生じたのだと考えられる。

結果のグラフだけを見るとキュキュットが１番洗浄力が高く良い洗剤のように見える。しかし、この方法は漬け置き洗いを前提としており、各洗剤で売りとするポイントも違う。キュキュットが手肌への優しさの代わりに洗浄力を高め、フロッシュは洗浄力を抑えて手肌への優しさを追求しているように、どの洗剤にも一長一短ある。洗浄力のみを基準にした場合、キュキュットとフロッシュでは 17 倍もの差がある。なので、同じ量の洗剤を使用した場合、フロッシュでは適量でもキュキュットでは過剰な量となってしまう。しかしこういった点は普段の生活の中ではあまり意識されていないように思われる。これからの環境のためにも、自身が想定する用途に合わせて、洗剤を適切な量だけ使用し、無駄を削減することが重要であると言える。

研究の結論

自分たちで定量的な洗剤の洗浄力評価法を構築することができた。前述のとおり漬け置き洗いを前提としており、よく用いられているであろうスポンジにつけての用途とは若干異なること、人の目が検出機器であることから厳密な数値化は難しいことが課題である。しかし、チンダル現象を利用しているため感度がよく、従来の方法と比べると定量的であるといえる。また、実験の際に油と洗剤以外の薬品を使用しておらず、簡単に実験ができることも、この方法の長所である。

今後はさらに多くの種類の洗剤で実験をし、洗浄力の差の原因は何なのかということを詳しくしらべていきたい。

参考文献

藤井哲也　「洗剤　その化学と実際」　幸書房

乳酸菌を用いてハンドソープの殺菌力を上げる条件を調べる

大阪府立岸和田高等学校 化学ゼミ
上大谷 優希

研究要旨

手を洗う時に、どのくらいの時間をかければよいのかということと、よく薄めて使うことがあるので薄めても効果があるのかということを調べようと考えた。なので、ハンドソープの殺菌効果が作用させる時間と濃度を変化させることでどう変わるのかを検証した。先輩方の研究より、時間は長いほど殺菌効果があるとわかるが、濃度が低くなるとハンドソープの割合が小さくなるので殺菌効果が低くなると仮定した。ヨーグルトが牛乳を乳酸菌で発酵させることによって生成できることを用いて中和滴定より乳酸量の差を調べ、ハンドソープの殺菌効果を調べた。その結果、作用させる時間が長くて、原液よりも少しの水があるほうが殺菌効果は高いと分かった。

ハンドソープの殺菌力への興味

化学ゼミの先輩方の研究では、何種類かのハンドソープを比較して殺菌力の高さを調べていた。私たちはハンドソープの殺菌力がどのような条件で変化するかについて興味を持ち、日常生活において手を洗う時にどうしたらハンドソープの効果をより発揮できるかを調べたいと考えた。そこで、用いるハンドソープを１種類にし、条件（濃度、時間）を変えると殺菌力がどう変化するかを研究しようと考えた。

社会学術の課題

新型ウイルスなどの流行により生活者の衛生意識が高まり、手の汚れを気にする人が増え、１日の手洗い回数は増加している。(2008 年 6.0 回⇒2014 年 7.4 回) また、生活者の 93%が気になる汚れとして「菌」をあげており、ハンドソープを購入する際に「殺菌効果があること」を最も重視している。

乳酸菌と手についている菌

手には常在菌と通過菌がついている。常在菌は人間にとっては必要な菌で医療に関すること以外なら殺菌しなくてもよいが、通過菌は殺菌する必要がある。通過菌は周囲の環境より付着したもので、大腸菌等のグラム陰性菌や黄色ブドウ球菌等のグラム陽性菌などである。グラム陰性菌は細胞壁が薄い(7nm～8nm)のに対し、グラム陽性菌は厚い(20nm～80nm)。

細胞壁が薄いほうが壊れやすい。乳酸菌はグラム陽性菌である。

リサーチクエスチョン

次の二点に疑問を持った。一つ目は、ハンドソープで時間をかけて洗ったほうが良いのかということから、ハンドソープを作用させる時間を変化させたとき殺菌力はどう変化するのか。二つ目は、生活の中でハンドソープが残り少なくなると水で薄めることがあるので、ハンドソープを薄めると殺菌力がどう変化するのかということ。以下、一つ目を実験Ａ、二つ目を実験Ｂとする。

用いた理論

ヨーグルトは牛乳を乳酸菌で発酵させることによって生成できる。しかし、発酵させる前に乳酸菌にハンドソープを加えると、乳酸菌の働きが停止されるので乳酸の生成が抑制される。この仕組みを利用して、ヨーグルト内に含まれている乳酸の濃度を測定し、ハンドソープの殺菌力を調べる。乳酸量が大きいほど乳酸菌が死んでいないということなので、殺菌力は小さいということになる。この方法では、寒天培地と異なり乳酸量を数値として表すことができるので、より正確な結果を得ることができる。

乳酸発酵の化学反応式

$C_6H_{12}O_6$（グルコース）→ $2CH_3CH$（OH）COOH（乳酸）＋2ATP

実験 A で用いたもの（B も同様）

ヨーグルト種菌（メイトー「手作りヨーグルト種菌」)、牛乳（北海道牛乳 3.8)、キレイキレイ薬用液体ハンドソープ、ヨーグルトメーカー(TANITA のヨーグルティア)、サンプル管、電子天秤、薬包紙、駒込ピペット、薬さじ、ガラス棒、漏斗、漏斗台、ろ紙、水酸化ナトリウム、シュウ酸、メスフラスコ、ホールピペット、ピペッター、コニカルビーカー、ビュレット、撹拌機、フェノールフタレイン溶液

実験 A の方法

① 種菌 0.1ｇ＋牛乳 48ｇ（普通のヨーグルト）

② 種菌 0.1ｇ＋ハンドソープ２ml

＜手順＞

1.①、②をサンプル管に入れてガラス棒で 30 秒攪拌させる.

2. 常温である 25℃の水につけ、それぞれ 0 分、30 分、60 分、90 分置いておく。
3. ②に牛乳を加えて殺菌作用を停止させる。
（ハンドソープに多量の有機物を入れると殺菌作用が停止される。）
4. 攪拌させたのち、ヨーグルトメーカーに入れ 40℃、9 時間で発酵させる。
5. できたヨーグルトをろ過する。
6. ろ液を 5 倍希釈する。
（希釈なしだとろ液の量が足りないため。）
7. シュウ酸の標準溶液で決定した濃度約 1%の水酸化ナトリウムで、希釈したろ液 10ml を中和滴定し乳酸量を測定する。

実験 A の結果

実験Aの結果を表 1 に示す。(中和滴定 3 回の平均)

表 1　乳酸の生成量と①と比較した減少量

	生成量 (mol/L)	減少量 (mol/L)
0 分②	0.064	-0.00030
30 分②	0.056	0.007
60 分②	0.049	0.014
90 分②	0.046	0.017
①	0.063	

ハンドソープの作用時間と乳酸の減少量の関係を図 1 に示す（中和滴定 3 回の平均）

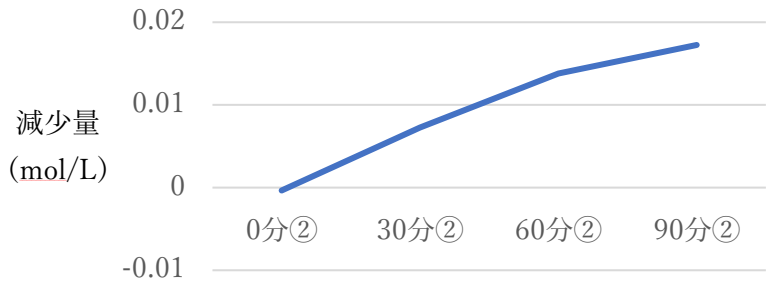


図1　作用時間と乳酸の減少量の関係

実験 A の結果、考察

減少量は①と比較したときの差である。

表１より、ハンドソープを作用させる時間が０分のものと、①では乳酸量の変化があまりみられない。図１より、作用させる時間が長いほど乳酸の減少量も増加することがわかる。

結果から、次の二つのことが考えられる。一つ目は、作用させる時間が約０分の場合、ハンドソープは効果を発揮しないこと。これより、ハンドソープが牛乳（多量の有機物）と混ざると、ハンドソープは効果を発揮しないことがわかる。二つ目は、ハンドソープを作用させる時間が長いほど乳酸の量が減少し、乳酸菌がより殺菌されることがわかる。

実験 B の方法

① 種菌 0.1ｇ＋牛乳 48ｇ（普通のヨーグルト）

② 種菌 0.1ｇ＋ハンドソープ２ml

＜手順＞

1. ハンドソープを純粋で希釈して、体積で 1%、2%、4%、5%、10%、20%、50%、80%に調節する。
   あと、100%（ハンドソープの原液を用いて作った②のこと）、0%（ハンドソープなしの①のこと）、純粋②（②で加えるハンドソープを純粋２ml に変えたもの）を用意する。
2. 調整したハンドソープと乳酸菌（種菌）をサンプル管に入れ、それぞれ 30 秒攪拌させる。
3. 25℃の水につけ、30 分作用させる。
   （実験Ａより 30 分でも殺菌効果があることがわかり、短時間でできるため作用時間を 30 分にする。）
4. できたヨーグルトをろ過する。
5. ろ液を純粋で 5 倍希釈する。
6. シュウ酸の標準溶液で決定した濃度約 1%の水酸化ナトリウムで、希釈したろ液 10ml を中和滴定し乳酸量を測定する。

実験 B の結果の表

実験Ａの結果を表 2 に示す。（中和滴定３回の平均）

表 2　乳酸の生成量と減少量

	生成量(mol/L)	減少量(mol/L)
30 分②	0.056	0.007
1%②	0.063	0.0
2%②	0.075	-0.012
4%②	0.030	0.039
5%②～80%②		
純水	0.059	0.012
①※1	0.063	
①※2	0.069	

※１：30 分②、１%②、２%②とともに測定した時の値。

※２：４%②、純水②とともに測定した時の値

実験 B の結果の図

ハンドソープの体積と乳酸の減少量の関係を図 2 に示す。

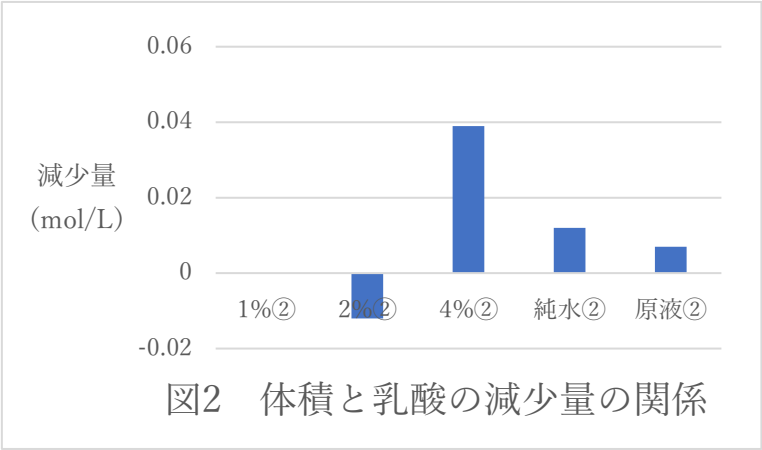


図2　体積と乳酸の減少量の関係

実験 B の結果と考察

5～80%はハンドソープの効果により、乳酸菌が殺菌されヨーグルトは生成できなかった。表 2 と図 2 より、1%、2%に薄めたハンドソープを作用させたときの乳酸の減少量は原液より少なく、また、4%と原液では 4%のほうが乳酸の減少量がおおきいことがわかる。

結果より次の二つのことが考えられる。一つ目は、ハンドソープは原液よりも少し水で薄めたほうが界面ができ、界面活性剤の効果が増す。これにより、殺菌効果が増すこと。二つ目は、ハンドソープは、4%未満に薄めると殺菌効果を発揮しないことである。

まとめ

実験Ａの考察より、手洗いの時ハンドソープをただつけて流すだけではなく、しっかり時間をかけて洗うほうが効果的である。また、実験Ｂの考察より、手洗いの時ハンドソープは原液ではなく、手を水で濡らすなどして少しだけ薄めてから使うほうが効果的であることがわかる。なので、残り少なくなった時にある程度薄めても殺菌力はなくならない。

この研究によって、手洗いでより多くの菌を殺菌する方法が見つかると見込んでいる。

参考文献

「本当に守られているのか！？ハンドソープの殺菌効果比較」
大阪府立岸和田高校化学ゼミ　２０１８年度
「滴定手法を用いた酸性エタノールの殺菌効果の検証」
大阪府立岸和田高校化学ゼミ　２０１８年度

染色における金属イオンの働き

大阪府立岸和田高等学校 化学ゼミ
髙木 美月

研究要旨

私が小学生の頃に夏の自由研究で、身近なもので色を付けてみようとしたことがあった。その時は、すぐに色が染み込むだろうという理由でティッシュペーパーを使用し、スイカの汁やミカンの汁や菜っ葉の汁を用いて実験を行った。今回研究するにあたって、当時のことを思い出し、どんなもので染めるときに一番濃く染まるのか、染める液の色のまま染まるのか、と疑問に思うことがあったため、本格的に染色について調べてみようと思いこの研究を始めた。

天然染料を用いた染色では、布に色素を定着させる働きを持つ、金属イオンを溶かした媒染液を使用する。そして、染色をする際に使用する媒染液により、布に染まる色が変化することが知られている。そこで、この研究では、媒染液として使用する金属イオンの種類による、布に染まる色の変化について着目し、その要因について調べた。

使用するそれぞれの金属イオンがもっている特有の性質が結果に影響を与えると考えた。

今回の実験では、Na、K などの塩は水に溶けやすく、沈殿を起こしにくいため使用しなかった。

同じ大きさの絹の布を使用して、染液と数種類の媒染液を用いて染め、布に染まった色の変化を比較した。

実験した結果、Fe ではどの染料を用いても、黒っぽく染まった。また、Al,Cu,では濃く染まった。Ni、Zn、Mn、Mg、ではほとんど媒染なしの時と色の違いが見られなかった。

このことから、この研究で使用した金属イオンの中で、媒染剤として最も強力に働くものは Fe であるとわかった。

研究テーマ・社会の課題

天然染料を使用した染色では、布に色素を定着させるために金属イオンを使用する。以下の先行研究では、Al、Cu、Fe を媒染剤として使用しているため、この研究では、その他数種類を含めた 7 種類の媒染剤と媒染なしを用いて、布の染まり方の変化について着目し、その要因を調べることを研究テーマとする。

また、次ページの先行研究では、銅媒染剤を作成する際、10 円玉を食酢につけているが、

貨幣損傷等取締法により、貨幣を損傷または鋳潰すことを禁じた日本の法律があるため、今回は銅媒染剤を使用するが、先行研究での方法では作成しない。

測定したいものが溶液であれば、分光光度計を用いて正確に測定することが可能であるが、今回測定したいものは、染料と媒染剤により染めた布の色であることから、分光光度計を使用できない。よって、本研究では、デジタルカメラで撮影した写真からPixel Pickerというアプリケーションを用いて RGB 値を求めて比較した。自然光や影による影響も考えられるが、ヒトの目も赤、緑、青の光を受容して色を知覚していることから、RGB値を用いることは妥当であると考えられる。

先行研究・事例①

「野菜染め研究」

《目的》

・野菜そのままの色で染まるのか。

・どんな野菜がどんな色になるのか。

・媒染剤の違いによる色の変化はあるのか。

《準備するもの》

・染料

玉ねぎの皮

・媒染剤

焼きミョウバン（お店に売っているもの)、銅媒染剤（10円玉を食酢につけ数日置いたもの)、鉄媒染剤（錆びた鉄と食酢と水を1：1：1で作ったもの）

・助剤

豆乳

・布

木綿ガーゼ

・器具、その他

計量スプーン、計量カップ、計り、鍋、バケツ、たらい、ボウル、ビニール袋

先行研究・事例②

《染め方》

① 木綿ガーゼを水洗いし、助剤として豆乳を均一に染み込ませる。

② しばらくつけた後、軽く水洗いし、しっかりすすぎ、干して乾かす。

③ 染める木綿ガーゼの重さと同じ重さの玉ねぎの皮を用意し、玉ねぎの皮の煮出し汁を作る。
④ 鍋に玉ねぎの皮を入れ、全てが浸る量より少し多い量の水を入れ、沸騰してから 20 分煮る。
⑤ 煮出し汁をこし、こした汁を鍋に戻し、木綿ガーゼを入れて 10 分から 15 分煮る。
⑥ 火を止めてしばらく放置し、その間に媒染液を用意する。
⑦ 媒染液は、100 ccの水+10 ccの薬品に統一する。
⑧ 木綿ガーゼを軽く水洗いしてから、媒染液に 20 分つける。
⑨ 軽く水洗いしたら完成。

《結果》
・色を安定させるために媒染液につけると、野菜そのまま色ではなく金属イオンによって起こる化学反応で色が決まる。
・茄子の漬物の色をきれいに出すためにミョウバンを使用したり、黒豆を煮るときに鉄くぎを入れたりするのも同じ作用である。

リサーチクエスチョン・仮説・理論

この研究でのリサーチクエスチョンは、「同じ条件下で金属イオンの種類のみを変えた場合、布の染まり方は変化するのか。」である。

そこで立てた仮説は、原子番号・原子量・イオン半径・イオン化傾向・価数などの規則と、布の染まり方が関係しているのではないかと考えた。

用いた理論は、「共役した二重結合があることによって光を吸収することができ、また、その長さにより吸収する光の波長が変化していく。共役した数が増えると吸収する光の波長も長くなる。イオンが結合すると吸収する光の波長が変化する。」というものである。ここから、媒染による RGB 値の変化が大きいほどイオンと色素の結合が強い、と考えることにした。

目的①

合成染料には有害物質が含まれていることがある。しかし、安定して染料を手に入れられることや手間がかからないため安価であること、長期間の保存が可能であること、色を濃く染められること、色落ちが少ないことから、合成染料を使用して染色しているものがとても多い。これらは天然染料にはない利点であり、合成染料は化学的な研究が盛んに行われている。一方、天然染料は、長期間使用されており、安全性が高く、環境に優しく、奥深い色合

いを出せ、薬効効果もあると言われていて、身近なものから手に入れることができる。しかし、あまり化学的な研究はされていないので研究することにした。

使用した染料は、玉ねぎの皮（図 1)・こがねばな（図 2)・スオウ（図 3)・ブルーベリー（図 4）である。これらを使用した理由は、玉ねぎの皮は身近に手に入るため、こがねばなは玉ねぎの皮に含まれている色素のケルセチンの分子構造とこがねばなに含まれている色素のスクテラレインの分子構造が似ているため、スオウは昔から使用されてきた染料植物であり他 3 種類の染料と分子構造が少し異なっているため、ブルーベリーは身近な植物であり分子構造がケルセチンやステクラレインと似ているが色が異なっているため、である。

また、先行研究で使用されている布は木綿であるが、今回使用した布は絹である。絹の布を使用した理由は、色素はタンパク質と結びつくとよく染まるため木綿などのセルロースからなる植物性繊維の布では助剤として豆乳などを使用する必要があるが、絹などのタンパク質からなる動物性繊維の布では助剤を使用しなくて良いためである。

目的②

各染料の色素の分子構造



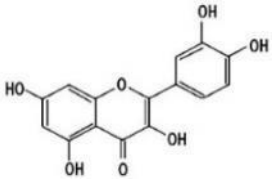


図 1　ケルセチン



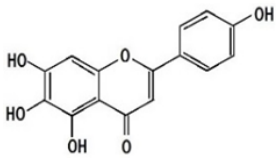


図 2　スクテラレイン



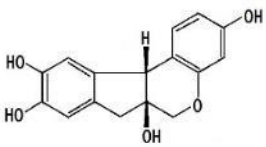


図 3　ブラジリン



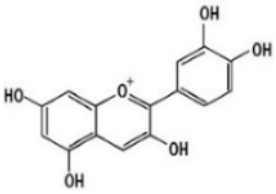


図 4　シアニジン

実験の詳細①

《実験に使用したもの》

・染料

玉ねぎの皮、こがねばな、スオウ、ブルーベリー

・媒染剤（金属イオン）

Fe、Cu、Al、Ni、Zn、Mn、Mg

・布

絹の布（10cm 四方）

・器具、その他

ビーカー（1000mL1 個、500mL1 個、50mL3 個)、ガスバーナー又はカセットコンロ、マッチ又はチャッカマン、金網、スタンド、漏斗、脱脂綿、ゴム板、ガラス棒、電子天秤、薬さじ、薬包紙、駒込ピペット、試験管 8 本、試験管立て、割りばし、ペーパータオル、純水、

実験の詳細②

《実験の手順》

① 1000mL のビーカーを用いて染料を煮る。この時、沸騰するまでは強火、沸騰してからは弱火で 20 分火にかける。

② 少し冷ました染液をスタンドを用いてろ過する。

③ 50mL ビーカーにそれぞれ染液、媒染液、純水を入れる。

④ 用意した絹の布を染液につけ染み込ませる(3分)､媒染液につけ染料を固定する(3分)、純水に浸す（数秒）の操作を 3 回繰り返す。

⑤ 絹の布を水洗いし、乾かす。

⑥ iPhone で染まった布の写真を撮り、Pixel Picker というアプリケーションで RGB 値を測定する。

※ここで使用する媒染液は、それぞれの金属イオンを 0.5mol/L に統一した溶液を作り、50mL ビーカーに純水 50mL、金属イオンの溶液を 2 滴ずつ加えている。

※水道水には、不純物が含まれている可能性が高いため、純水を使用する。

実験の結果①

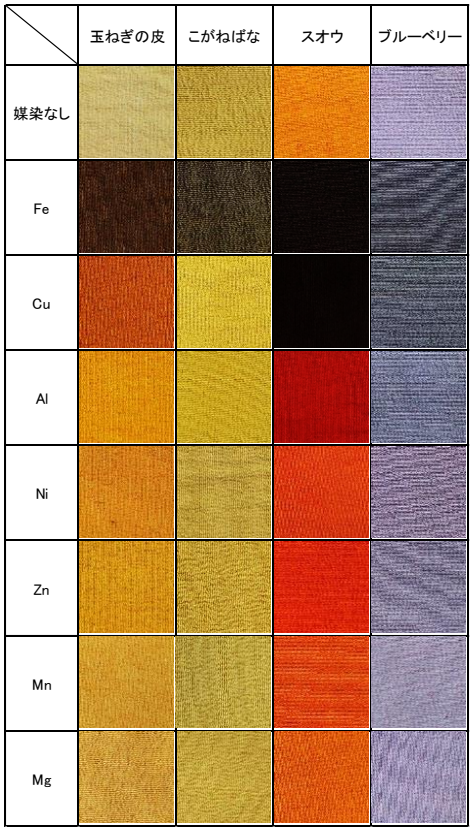


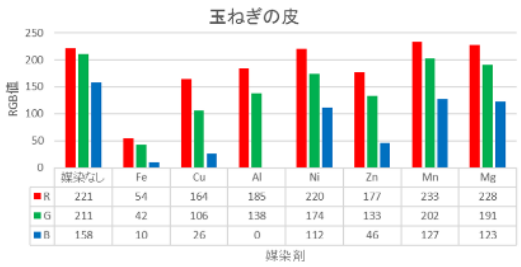
図 5　染色後の布



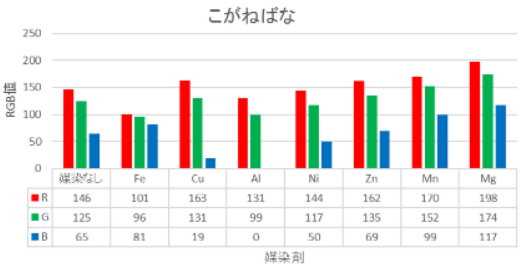
図 6　染色前の布

実験の結果②

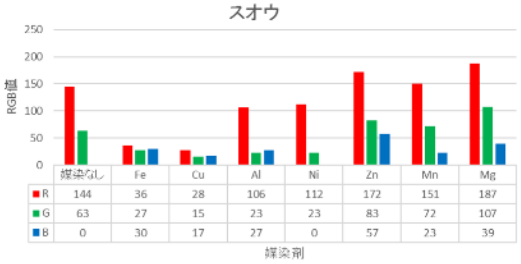
染料別に RGB 値表示する。(R:赤・G:緑・B:青)



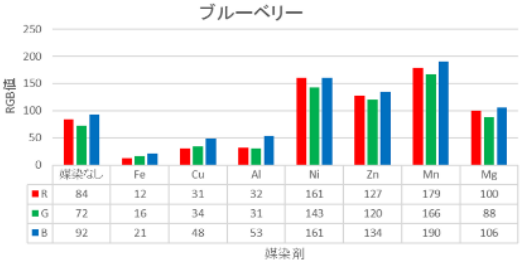
図表 1　染色後の反射強度 (玉ねぎの皮)



図表 2　染色後の反射強度 (こがねばな)



図表 3　染色後の反射強度 (スオウ)



図表 4　染色後の反射強度 (ブルーベリー)

※RGB 値の最大は 255 である。例えば、RGB 値全てが 255 ならば白、RGB 値全てが 0 ならば黒になる。また、RG が 255 ならば B が 150 程度でも 0 でも染色後の布は黄色く見える。だが、相違点は黄色の濃さが異なることであり、B が 0 の方が 150 程度の値をとる時より濃くなる。よって、RGB 値の割合が等しければ色の濃さだけが異なり、割合が変化すれば色が変化するとわかる。

結果から考えられる考察①

媒染剤別にまとめる。

・考察するにあたり使用する図表 5～図表 12 は、RGB 値の最大が 255 であるのに対し、最大 100%の反射率で表している。目的は、各色の光がどれだけ反射されているのかをより直感的にわかりやすくすることであり、以下の式を用いて反射率を求めグラフに表した。

$$反射率(\%)=\frac{RGB値}{255}\times 100$$

《Fe について》

・Fe はフェノール類（図 7）と結びつき呈色する性質があり、フェノールの OH1 個でも配位するため結合の仕方は多様になる。今回使用した染料には、フェノール類の OH がケルセチンに 4 つ、スクテラレインに 4 つ、ブラジリンに 3 つ、シアニジンに 4 つ、含まれている。そのため、図表 5 や図 5 から、すべての染料において吸収が大きく、黒っぽいことがわかる。

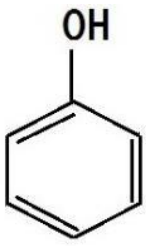
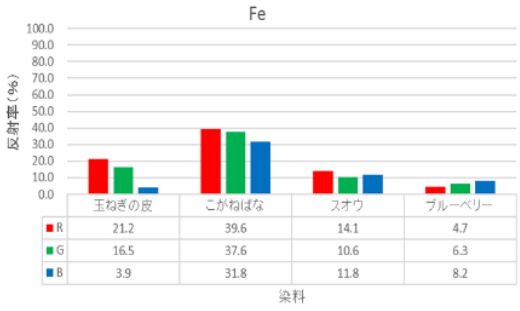


図 7　フェノール類



	玉ねぎの皮	こがねばな	スオウ	ブルーベリー
R	21.2	39.6	14.1	4.7
G	16.5	37.6	10.6	6.3
B	3.9	31.8	11.8	8.2

図表 5　Fe の反射率

結果から考えられる考察②

〇Fe 以外の媒染剤はフェノール類とは呈色反応せず、キレート結合（図 8）で結合する。今回使用した染料には、キレート結合が、ケルセチンに 3 つ、スクテラレインに 3 つ、ブラジリンに 1 つ、シアニジンに 1 つ含まれている。

《Al について》

・Al はフェノール類と呈色反応はしないが、布がよく染まり、色素と強く結びついたこと

がわかる。図表 7 から、青の吸収がとても大きいことから、補色の関係（図 9）により、目に見える色は主に黄色である。このことから、Al と反応した色素は主に青を吸収しやすい性質があるとわかるが、ブルーベリーの色素であるシアニジンは主に青であるため、青を多く反射しているように見えている。また、Al と Fe の共通点は、3 価のイオンということである。そのため、正電荷が大きい方が配位する色素を強く引き付けることがわかるが、玉ねぎの皮、こがねばなの染料でのデータから、結合の仕方は Fe のように多様ではないと考えられる。

《Cu について》

・Cu はフェノール類と呈色反応しないにも関わらず、よく染まり、色素が強くキレート結合したとわかる。

《Ni、Zn、Mn、Mg について》

・図表 8、図表 9、図表 10、図表 11 から、グラフの形、布に染まった色の見え方がよく似ていて全体的にグラフの高さが大きいことから、光をあまり吸収しないことがわかる。また、図表 12 から媒染なしのグラフともあまり変化がないため、媒染なしの際の布と同様の染まり方をしているとわかる。

結果から考えられる考察③

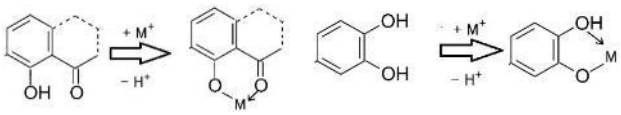


図 8　キレート結合

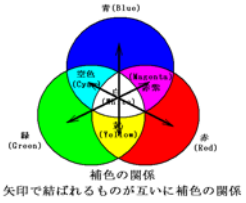
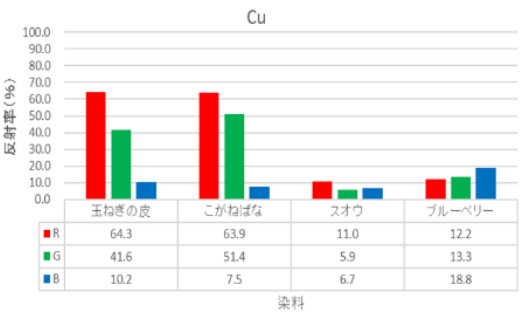
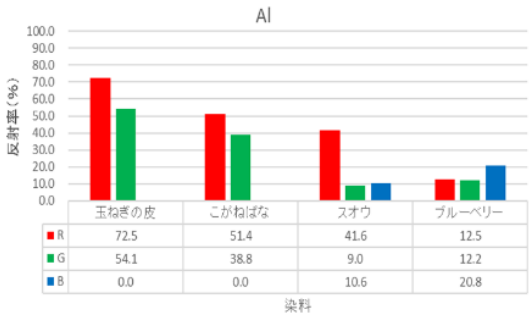


図 9　補色の関係



	玉ねぎの皮	こがねばな	スオウ	ブルーベリー
R	64.3	63.9	11.0	12.2
G	41.6	51.4	5.9	13.3
B	10.2	7.5	6.7	18.8

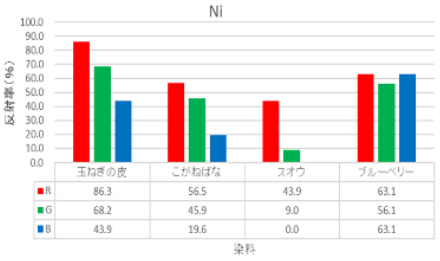
図表 6　Cu の反射率



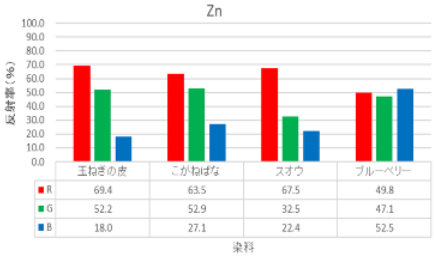
	玉ねぎの皮	こがねばな	スオウ	ブルーベリー
R	72.5	51.4	41.6	12.5
G	54.1	38.8	9.0	12.2
B	0.0	0.0	10.6	20.8

図表 7　Al の反射率

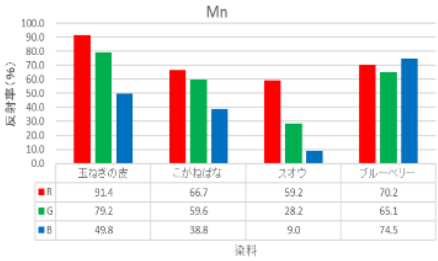
結果から考えられる考察④



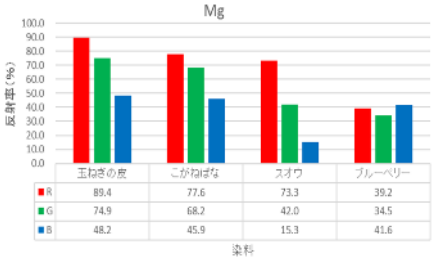
図表 8　Ni の反射率



図表 9　Zn の反射率



図表 10　Mn の反射率



図表 11　Mg の反射率



図表 12　媒染なしの反射率

結果から考えられる考察⑤

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg 12 24.31 86 1											Al 13 26.98 68 2	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn 25 54.94 97 3	Fe 26 55.85 79 5	Co	Ni 28 58.69 83 6	Cu 29 63.55 87 7	Zn 30 65.38 88 4	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	ランタノイド系	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	アクチノイド系	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

元素記号
原子番号
原子量
イオン半径(pm)
イオン化傾向

図 10　周期表（イオン化傾向の欄は使用した金属イオンの中でのイオンへのなりやすさ順である。）

結果から考えられる考察⑥

《仮説について》　図 10 より

・原子番号順、原子量、イオン半径に規則を見つけることはできなかった。

・イオン化傾向は単体の性質なので、イオンの結合のしやすさとは関係がなかった。

・3 価のイオンである Fe^{3+} と Al^{3+} も強く反応を示したことからイオンの価数が大きいほど色素と強く結合するとわかった。今回の実験で使用はしていないがスズの抜染で知られている Sn^{4+} は、Fe や Al で媒染したものを Sn^{4+} の液につけると、色素と結合した Fe^{3+} や Al^{3+} が Sn^{4+} と置き換わることが知られている。このことからも、イオンの価数が重要であるという考察は妥当であると考えられる。

・Cu は Cu^{2+} であるが、他の 2 価のイオンより強く結びついた。Cu^{2+} の電子配置は 6 配位になるが、d 軌道に多くの電子があるため、6 か所全てに配位子が結合することができず、特別強力に配位できるのはややゆがんだ状態をとっている 4 か所だけであり、残り 2 か所は隙間を開けて弱くしか配位できない。この強く配位できる 4 か所に色素が配位したため Cu^{2+} でも強く反応することができたと考えた。また、他の 2 価のイオンは d 軌道に比較的隙間があるため、Cu と比べると無理なく 6 配位の形をとれていて、6 か所等しく少しの強さでしか結びついていない。そのため、他の 2 価の 6 配位のイオンより Cu^{2+} の方が強く配位できるのではないかと考えられる。したがって、価数だけでなく電子配置も結合の強さに関係しているとわかった。

結果から考えられる考察⑦

《補足》

この研究の結果・考察から、試験管に薄めた染料と金属イオンをそれぞれ入れ、布を染める前に色の変化を観察できると考えた。

その結果（図 11)、布を染めた際と同じような色の変化をしたため、試験管での実験により布に染まる色が予想できるとわかる。

この要因としては、布の上でできる沈殿と同じものが試験管の中でできるためである。

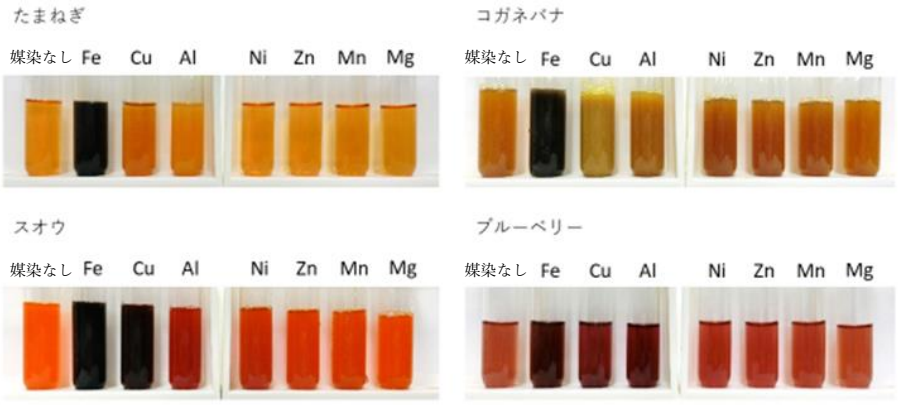


図 11　試験管での実験の結果

研究の結論・展望

媒染剤の働きにより、同じ条件下の場合でも、布に染まる色が変化することがわかった。

それぞれの金属イオンが特有の性質をもっているが、特にイオンの価数が重要であるとわかった。

染料の分子構造全体の構造が異なっていても、金属イオンと反応する部分の構造はどの色素でも共通していることがわかった。

多くの方にこの研究について知ってもらうことができれば、天然染料の良さや魅力を理解してもらうことができる。また、この研究は、身近なものを使用しているため、小さい子からお年寄りの方まで簡単に実験をすることができ、化学について少しでも多くの方に興味を持っていただくきっかけを作ることができる。

参考文献

野菜で布を染めてみよう！ http://media.365market.jp/post_detail.php?post_no=11581

Wikipedia https://ja.m.wikipedia.org/wiki/ケルセチン

Wikipedia https://ja.m.wikipedia.org/wiki/シアニジン

Chem Faces http://www.chemfaces.net/natural/Suctellarein-CFN98557.html

Chem Faces http://www.chemfaces.net/natural/Brazilin-CFN98711.html

光と絵の具の三原色 http://www.frorio.com/0074trichromatism1/trichromatism1.html

数研出版編集部　三訂版　フォトサイエンス　化学図録　数研出版株式会社　（2017）

任田康夫　草木染めの実際と教材化（2017）

ZnとTiO$_2$の紫外線防止効果の研究

大阪府立岸和田高等学校 化学ゼミ
北野 咲来

研究要旨

〈課題〉
身のまわりにあるもので何がより紫外線を防止するかを見つけ出す。
〈仮説〉
身のまわりにあるもののなかで日焼け止めに含まれている成分と同じものが１つでも含まれていれば紫外線をより防止する。また、黒色は紫外線を通しにくく、逆に白色は紫外線を通しやすいので黒色に近いものほど紫外線を通しにくい。
〈研究手法〉
室内を暗くした状態でブラックライトを用いて、紫外線強度計で寒天のみの数値と寒天に試料を塗ったものの数値を測る。
〈結果や結論〉
身のまわりにあるものではチョコレートが紫外線をより防止した。また、日焼け止めに含まれている亜鉛や二酸化チタンも調べてみると亜鉛やチタンが多いほどより紫外線を防止した。

先行研究

〈紫外線について〉
紫外線には２つの種類がある。
・**紫外線Ａ波**…ＤＮＡを傷つけ、コラーゲンやエラスチンも破壊する。肌の内部に活性酸素を作り出す。しわやたるみの原因。
・**紫外線Ｂ波**…肌の表面が赤くなる炎症を引き起こす。過剰なメラニン色素を作り、やがて色素沈着となる。シミやそばかすの原因
〈日焼け止めに含まれる主な成分〉
・**メトキシケイ酸エチルヘキシル**…UVB 波を吸収する紫外線吸収剤
・**ビスエチルヘキシルオキシフェノールメトキシフェニルトリアジン**…UVA 波から UVB 波まで幅広く肌を守る紫外線吸収剤
・**酸化亜鉛、二酸化チタン**…紫外線散乱剤(紫外線を反射させる)
→今回の実験では、身のまわりに酸化亜鉛を含むものが見つからなかったので代わりに亜

鉛を用いて実験を行った。

実験する目的

中間発表までは「私たちが普段紫外線から肌を守るために使っている日焼け止めと同じくらい紫外線を防止するものが身のまわりにあるのか」という疑問にそって実験を繰り返し行ってきた。そして、中間発表後はそれまでの研究をふまえて身のまわりにあるものでより紫外線を防止したものを詳しく調べていくことにした。また、それだけではなく日焼け止めに含まれていた紫外線吸収剤(紫外線を肌に通す前に紫外線を吸収する物質)の亜鉛とチタンが本当に紫外線を防止するのかについても調べていった。

実験の詳細

〈実験０〉

① ブラックライトを平面から 13 ㎝の高さに設置し、その真下に紫外線強度計を置く。

② 室内に光が入らないように真っ暗にする。

③ 紫外線強度計の上にラップを敷いて、その上に厚さ約１㎝の寒天をのせる。

④ ブラックライトを点灯させ、30 秒計測してその値を記録する。

〈実験１〉

① ブラックライトボックスの中に紫外線強度計を設置する。

② 室内に光が入らないように暗幕をして、電気を消す。

③ 紫外線強度計の上にラップを敷いて、その上に厚さ約１㎝の寒天をのせる。

④ カカオの割合が異なるチョコレートをそれぞれ寒天に塗る。

⑤ ブラックライトを点灯させ、30 秒計測してその値を記録する。(図１)

〈実験２〉

① ワセリン３ｇを測りとり、量を変えた亜鉛と二酸化チタンをそれぞれ３種類用意してワセリンと混ぜる。(図２)

② 〈実験１〉と同様に数値を計測する。

〈実験３〉

① ワセリン３ｇを測りとり、亜鉛と二酸化チタンの比率を変えたものを４種類用意してワセリンを混ぜる。(図３)

② 〈実験１〉と同様に数値を計測する。

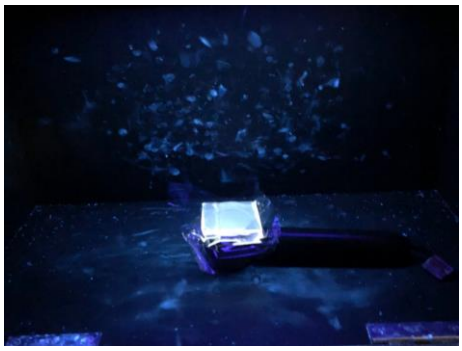


図 1　測定中の様子

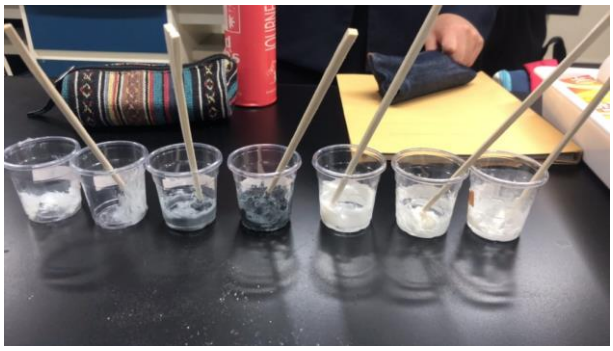


図 2　Zn と TiO2 をそれぞれ混ぜた試料

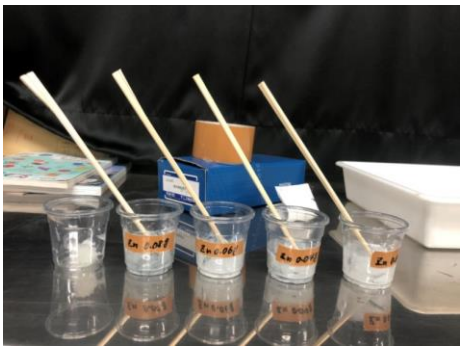


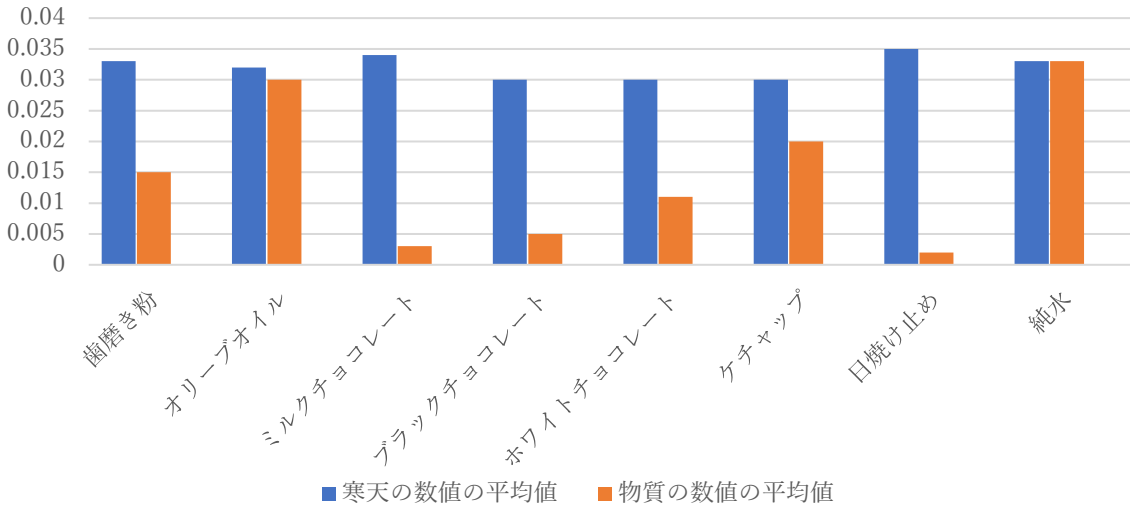
図 3　Zn と TiO2 を混ぜ合わせた試料

実験を通しての結果と考察

〈結果 0〉

表 0　身のまわりにあるものの紫外線防止効果の数値

寒天の数値の平均値	物質名	物質の数値の平均値	実験回数
0.033	歯磨き粉	0.015	31
0.032	オリーブオイル	0.030	26
0.034	ミルクチョコレート	0.003	11
0.030	ブラックチョコレート	0.005	13
0.030	ホワイトチョコレート	0.011	13
0.030	ケチャップ	0.020	21
0.035	日焼け止め	0.002	10
0.033	純水	0.033	22



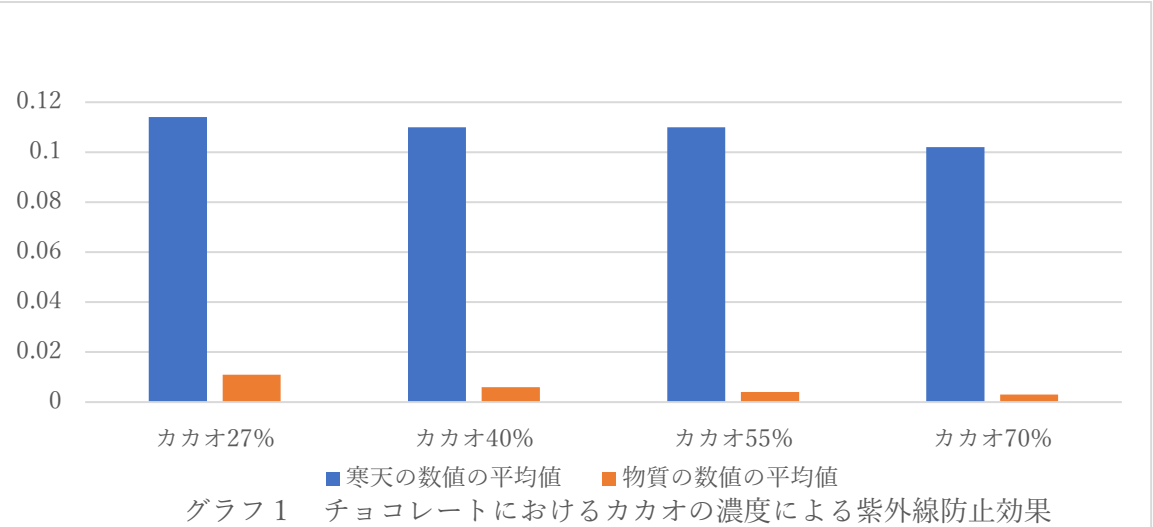
グラフ0　身のまわりにあるものの紫外線防止効果

※青い軸とオレンジの軸との差が大きいほど紫外線防止効果がある。

〈結果１〉

表１　チョコレートにおけるカカオの濃度による紫外線防止効果の数値

寒天の数値の平均値	チョコの濃さ	実験後の数値の平均値
0.114	カカオ 27%	0.011
0.110	カカオ 40%	0.006
0.110	カカオ 55%	0.004
0.102	カカオ 70%	0.003



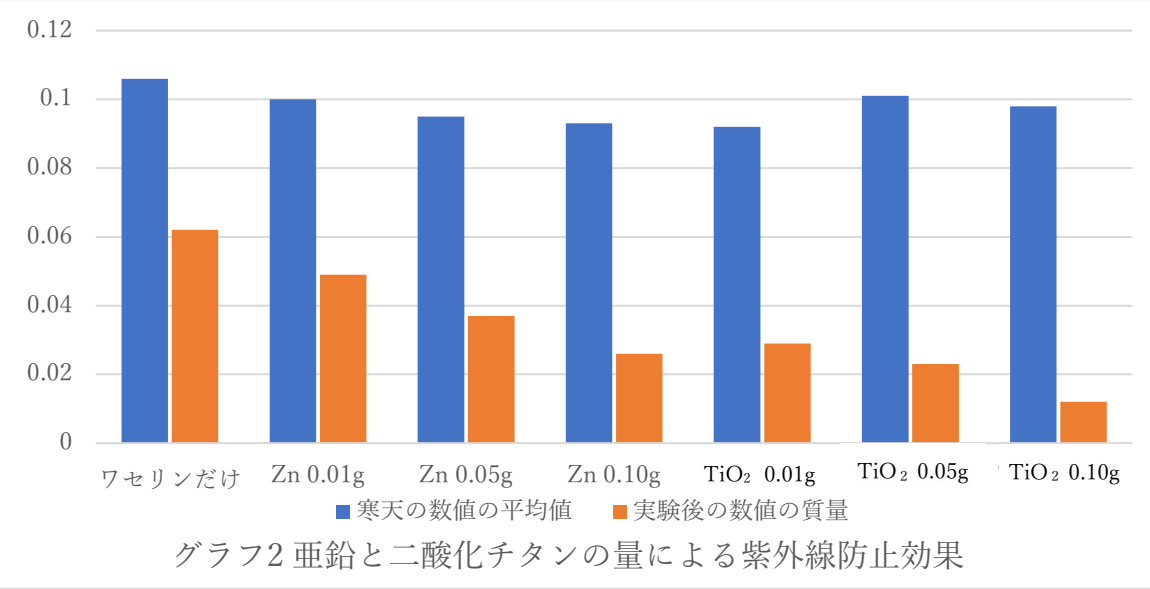
グラフ１　チョコレートにおけるカカオの濃度による紫外線防止効果

※青い軸とオレンジの軸との差が大きいほど紫外線防止効果がある。

〈結果２〉

表２　亜鉛とチタンの量による紫外線防止効果

寒天の数値の平均値	物質の質量	実験後の数値の平均値
0.106	ワセリンだけ	0.062
0.100	Zn 0.01g	0.049
0.095	Zn 0.05g	0.037
0.093	Zn 0.10g	0.026
0.092	TiO_2 0.01g	0.029
0.101	TiO_2 0.05g	0.023
0.098	TiO_2 0.10g	0.012



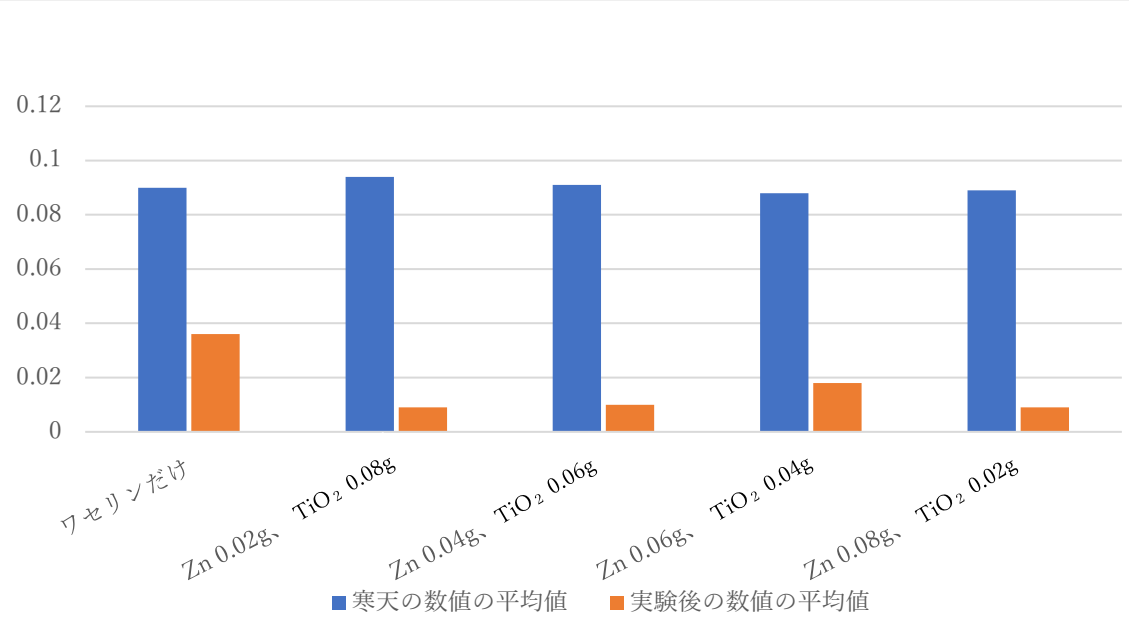
グラフ2 亜鉛と二酸化チタンの量による紫外線防止効果

※青い軸とオレンジの軸との差が大きいほど紫外線防止効果がある。

〈結果３〉

表３　亜鉛とチタンを混ぜた時の紫外線防止効果

寒天の数値の平均値	物質の質量	実験後の数値の平均値
0.090	ワセリンだけ	0.036
0.094	Zn 0.02g、TiO_2 0.08g	0.009
0.091	Zn 0.04g、TiO_2 0.06g	0.010
0.088	Zn 0.06g、TiO_2 0.04g	0.018
0.089	Zn 0.08g、TiO_2 0.02g	0.009



グラフ3 亜鉛と二酸化チタンを混ぜた時の紫外線防止効果

※青い軸とオレンジの軸との差が大きいほど紫外線防止効果がある。

〈考察〉

・実験０より、実験前と実験後で差が見られ、最も小さい数値が出たのはチョコレートだった。また、ミルク、ブラック、ホワイトの３種類のチョコレートの数値にもばらつきがあったので色や成分が関係しているのではないかと考えて実験１を行った。

・実験１より、カカオの濃度が高いほど紫外線を多く防止したので先行研究より紫外線を防止する効果のある亜鉛や二酸化チタンが多く含まれているのではないかと思い実験２を行った。

・実験２より、亜鉛や二酸化チタンを多く含むとより紫外線を防止した。

・実験３より、亜鉛と二酸化チタンを混ぜたほうが単体のものより効果が見られたが、混ぜた時に亜鉛とチタンの量に差があるほうがより紫外線を防止すると考えられた。

　また、実験２、３よりワセリンに混ぜる亜鉛や二酸化チタンの量を増やすともっと紫外線を防止するのではないかと思い実験してみたが、混ぜすぎると寒天に塗れなくなったので測定限界だった。

まとめ

〈結論〉

・身のまわりのもので紫外線を防止するものを探してみた結果、チョコレートがより紫外線を防止することが分かった。

その中でもカカオの濃さが濃いほどより紫外線を防止した。

・カカオを詳しく調べると、亜鉛に紫外線防止効果があると分かった。

また、日焼け止めに含まれる二酸化チタンは紫外線を跳ね返す効果があると分かったので二酸化チタンと亜鉛に注目して実験を行った結果、どちらも多く含むほど紫外線を防止した。

しかし、亜鉛と二酸化チタンの比率を変えて混ぜた実験３では結果にばらつきが見られたので再度実験を行い信憑性を高める必要がある。

参考文献

http://www.geocities.jp/himecosmos_town/kenkousozai/cacao.html

「日焼け止めの SPF・PA の意味と選び方」

https://www.ci-lobo.com/item/makeup/hiyakedome/article/00000022/

「ベモトリジノール」

http://m.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_JP_CB1959495.htm

「チョコの違い。ホワイトチョコ、ブラックチョコ、ミルクチョコの何が違うの？」

https://a.excite.co.jp/News/column_g/20120701/B_chive_difference-in-chocolate.html

https://www.google.co.jp/amp/s/gamp.ameblo.jp/rik01194/entry-12032308583.html

https://www.sugiyama-dental.com/allergy/allergy13/

油を分解する微生物の探索

大阪府立岸和田高等学校　生物ゼミ

米津　諒平

研究要旨

近年、海や河川などにおいて、流出した油の汚染が顕著に見受けられ、また、身近な家庭でも、料理後の残り油を未処理のまま処分しているという問題がある。そこで、その問題の解決策として、細菌や菌の油を分解することのできる能力を利用することにした。また、油を分解することのできる細菌や菌の探索を行う上で、コンポストの土を探索の場として利用した。その理由は次の２点である。１点目は、コンポストの土の中の微生物がコンポストに投入された生ごみを分解するということは、油も同様に分解するのではないかという見込みからであり、２点目は、実際に、家庭でコンポストに生ごみを投入したところ、熱が発生していたという体験からである。そして、コンポストの土と油を反応させると、油の表面にカビを確認することができ、それらのカビが油の質量を減少させたことがわかった。したがって、本研究により、コンポストの土から、油を分解すると考えられるカビを採取することができた。

社会・学術の課題

近年、科学技術の著しい発達の恩恵を受けて、私たちの日々の生活は、大いに便利な物となった。しかし、その反面、地球環境に多大なる悪影響を及ぼし続けていることも事実である。特に、廃棄物による海や河川などの汚染は顕著に表れている。そこで、海や河川などに流出事故や廃棄されて、大量に流れ出ている油に着目し、そのような汚染から地球環境、そして、そこに生息している生物を守りたいとの思いがある。また、身近な家庭においても、料理をするために使用した残り油をそのまま何の処理もしていない状態で、捨てることで、環境が悪化しているという問題が見受けられている。このようなことから、本研究に至った。

研究目的

海や河川などの地球環境及び、そこに生息している生物を油の汚染から守るために、そのような油を除去する必要がある。そこで、細菌や菌に着目し、油を分解することのできる能力を利用することで、

海や河川などから油を除去することができるのではないかという考えから、本研究では、油を分解することのできる細菌や菌の探索を研究目的とした。

研究手法１

油を分解することのできる細菌や菌の探索を行う上で、コンポストの土を探索の場として利用した。その理由は次の２点である。１点目は、コンポストの土の中の微生物がコンポストに投入された生ごみを分解するということは、油も同様に分解するのではないかという見込みからであり、２点目は、実際に、家庭でコンポストに生ごみを投入したところ、熱が発生していたという体験からである。また、実験に用いる油として、料理に用いた廃油を利用した。まず、コンポストの土と廃油を反応させる方法として、２種類の方法を挙げる１つ目の方法は、固めるテンプルを用いて、廃油を固形にして利用する方法である（油は、コンポストの土との反応を見やすくするため、また、コンポストの土との接地面積を大きくするために、円柱状に成形したものを用いた)。２つ目の方法は、液体状態のままの廃油を用いる方法である。また、コンポストの土としては、オートクレーブを用いて滅菌したコンポストの土と、何の手入れもしていない通常のコンポストの土の２種類を用意した。そこで、それぞれのシャーレの中で、コンポストの土を液体の油で浸し、また、コンポストの土で固形の油を包み込むようにした。以上のことをまとめると、次の表１のようになる。

表１　シャーレＡ１～Ｄ２

A1～A4	通常コンポスト土	固形油
B1～B2	滅菌コンポスト土	固形油
C1～C2	通常コンポスト土	液体油
D1～D2	滅菌コンポスト土	液体油

研究手法２

（研究手法１）により、油の表面にカビが付着していることが確認された。そこで、シャーレＡ１～Ｄ２の油の表面に見られるカビをその見た目によって４種類に分類し（図１～４にそれぞれ示す)、それぞれを油の表面から削り取った。固形の油、液体の油をそれぞれ培地として、採取したカビをシャーレの中で培養した。以上のことをまとめると、次の表２，３のようになる。

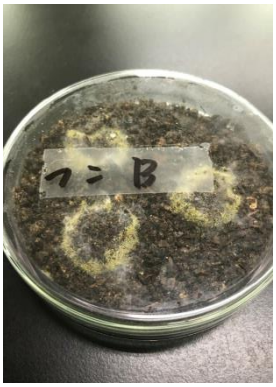








図１（シャーレＡ２）　図２（シャーレＣ１）　図３（シャーレＤ１）　図４（シャーレＤ２）

図１～４では、それぞれ、黄色の粒状のもの、白色の粒状のもの、小さい白色の綿状のもの、大きい白色の綿状のものがカビと考えられる。

研究手法２

表２　シャーレＥ１～Ｈ２
（固形油が培地）

E1～E2	A2由来
F1～F2	C1，C2由来
G1～G2	D1由来
H1～H2	D2由来

表３　シャーレＩ１～Ｌ２
（液体油が培地）

I1～I2	A2由来
J1～J2	C1由来
K1～K2	D1由来
L1～L2	D2由来

研究手法１の結果

固形の油の変化を表した物を図５，６に、液体の油の変化を表した物を図７，８に、油に繁殖したカビを顕微鏡で観察した物を図９，１０，１１，１２に、シャーレＡ１～Ｄ２の質量を電子天秤で測定し、その質量の平均（Ａ１～Ａ４、Ｂ１～Ｂ２、Ｃ１～Ｃ２、Ｄ１～Ｄ２）を表した物を図１３に、それぞれ示す。






図５　（１週間後）　図６　（２週間後）　図７　（１週間後）　図８　（２週間後）

図５～８より、油の表面にカビが付着していることが確認できる。

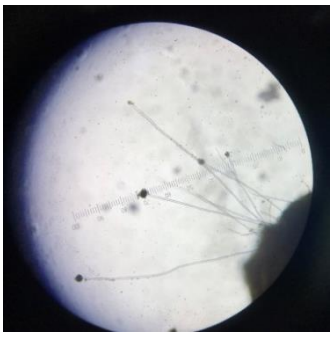
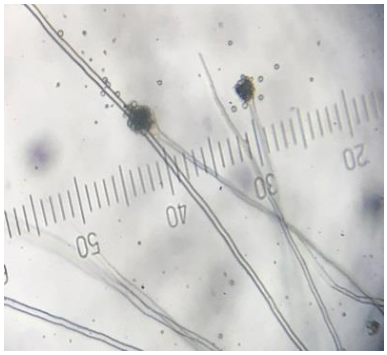



図９　　図１０

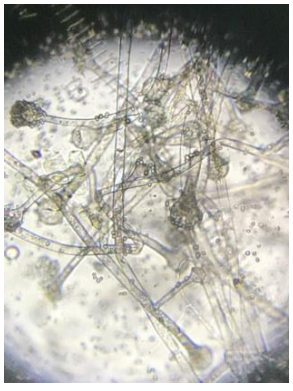
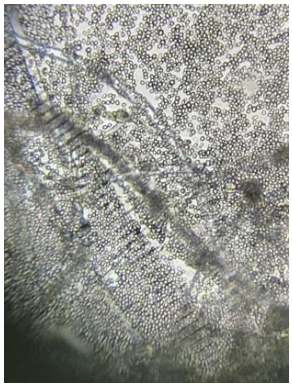



図１１　　図１２

図９～１２より、多くの胞子と菌糸が見受けられる。

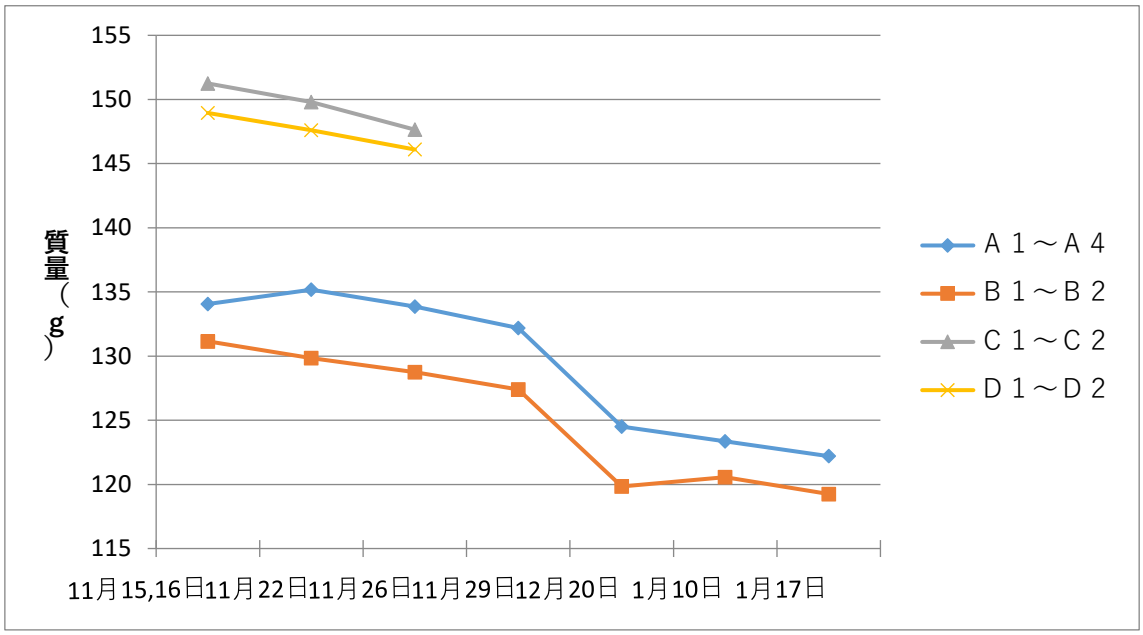


図１３

図１３より、Ａ１～Ｄ２の全てのシャーレにおいて、質量が減少していることが確認でき、通常のコンポストの土、滅菌したコンポストの土のどちらにおいても、油の質量は減少したことから、油の表面のカビが油を分解し、その質量を減少させたことがわかった。

研究手法２の結果

固形油にカビを乗せた時の変化を表した物を図１４に、シャーレＥ１～Ｈ２、Ｉ１～Ｌ２の質量を電子天秤で測定し、その質量の平均（Ｅ１～Ｅ２、Ｆ１～Ｆ２、Ｇ１～Ｇ２、Ｈ１～Ｈ２、Ｉ１～Ｉ２、Ｊ１～Ｊ２、Ｋ１～Ｋ２、Ｌ１～Ｌ２）を表した物をそれぞれ図１５、１６に示す。



図１４

（１か月後）

油の表面に、薄く菌糸が確認でき、その菌糸の周りがくぼんでいることから、カビが油を分解していると考えられる。

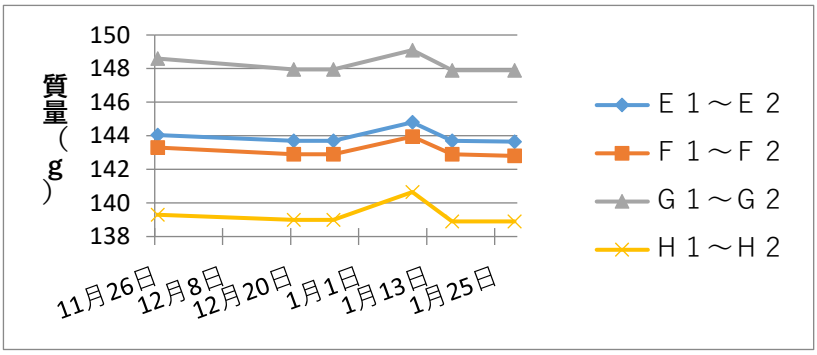


図１５

（固形油が培地）

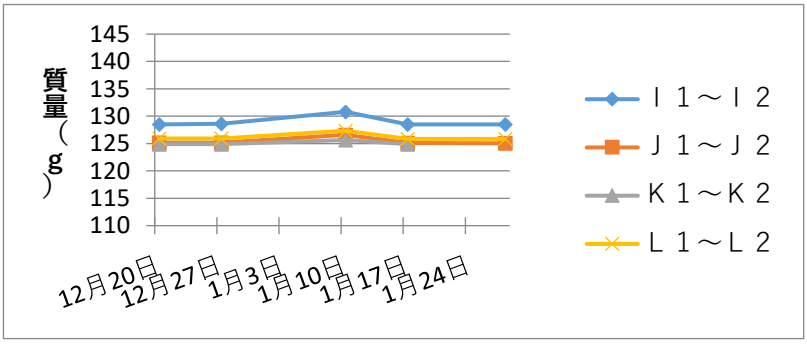


図１６

（液体油が培地）

研究手法２の結果と考察

図１５，１６より、液体油を培地として用いたシャーレの質量は、実験期間の間、一定した値をとり続けたことがわかった。しかし、固形油を培地として用いたシャーレの質量は、実験期間の最初の約１か月間は、減少し、その後、一定した値をとり続けたことがわかった。

（考察）

コンポストの土を高温な状態で滅菌していても、油と反応した場合に、油の表面にカビが見られ、そのカビが油を分解することから、カビは、耐熱性の微生物であると考えられる。また、図１５，１６より、カビは、液体の油よりも固形の油の方が分解しやすく、その質量を減少させやすいとも考えられる。

研究の結論、展望

コンポストの土から、固形の油を分解することができると考えられるカビを採取することができた。

本研究により、採取することができたカビをさらに培養し、カビの種類を特定することで、本分野における、さらなる進展が期待できると考える。

参考文献

- 日比野久美子・内田あや(2012).「学内生ごみ排出ゼロを目指して一生ごみ処理方法の検討一」. 名古屋文理大学紀要, 第 12 号, 47-56.
- 竺文彦・西村秀雄.「コンポスト化による家庭からの廃食用油の処理」. 環境技術, 350-353.
- 安智子・豊田剛己・白石祐彰 (2005).「シマミミズとお茶がらを用いた油汚染土壌の浄化促進」. Edaphologia,No.77 : 1-9,July 29 2005

DNA 解析による岸和田高校の剥製標本の種の判別

大阪府立岸和田高等学校 生物ゼミ

和田 夏穂

研究要旨

岸和田高校には過去の課題研究によって「ニホンアシカ」であると断定された剥製標本がある。大阪府には岸和田高校以外にも、「ニホンアシカ」であるとされている標本剥製を所持している高校がいくつかある。それらはまだ、DNA 解析によって「ニホンアシカ」であるとは断定されていないので、それを判明させようというのが元々の研究目的である。しかし剥製標本の DNA を採取しようとするならば、研究対象の標本剥製の外見を大きく傷つけてしまうことになる。そこで剥製標本の外見を大きく傷つけずに DNA を抽出する方法を探すことをリサーチクエスチョンとして設定することにした。「ツシマヤマネコ」であるとされている剥製標本の爪から DNA 抽出ができるのかを研究した。抽出は成功し、抽出した DNA の塩基配列を、インターネットに公開されているヤマネコの論文に記載されている DNA の塩基配列を持ち出し、それと比較し、分子系統樹を作った。その結果により岸和田高校にある「ツシマヤマネコ」であるとされている標本剥製は「ツシマヤマネコ」である可能性があることがわかった。

なぜ岸和田高校の「ツシマヤマネコ」とされている剥製標本を研究することになったのか

岸和田高校には「ニホンアシカ」であるとされている剥製標本があるのだが、数年前の課題研究での DNA 解析により、絶滅危惧 IA 類である「ニホンアシカ」であると断定された。ほかにも大阪府内には DNA 解析は行われていないが、「ニホンアシカ」であるとされている剥製標本がいくつかある。それらの DNA 解析をしようと考えたのだが、標本剥製の DNA を採取しようと思えば、どうしても剥製標本の外見を大きく傷つけてしまうことになる。そのことから他高校にある剥製標本を研究対象にすることを断られてしまうことがあった。そこで、標本剥製の爪から DNA を抽出することができるのなら外見を大きく傷つけずに済むのではないのかと考えた。他校の剥製標本でいきなり研究するのは失敗する可能性があるので、まずは、岸和田高校にある以前の研究ですでに「ニホンアシカ」であると断定された剥製標本の爪から DNA を抽出することができるのかを調べてみることにした。残念ながら、この実験では DNA は採取されず、その要因は、①プライマーが短すぎた。②プライマーが一致しなかった。③そもそも剥製標本の爪から DNA を抽出することは不可能ではある。という

3つの可能性が考えられた。そこで次に岸和田高校にある「ツシマヤマネコ」であるとされている剥製標本の爪から DNA を抽出できるのかを調査し、抽出することができれば本当にそれがツシマヤマネコであるのかを判別することができ、また、アシカの調査に戻り、研究成果を生かすことができると考えた。以上のことが「ツシマヤマネコ」の剥製標本を研究することになった理由である。

「ツシマヤマネコ」であるとされている剥製標本が DNA 調査により「ツシマヤマネコ」であると断定されると対馬の生物多様性がわかる。

論文によると、朝鮮半島にいるヤマネコと対馬半島にいるヤマネコの塩基配列の差異により、朝鮮のベンガルヤマネコと対馬のツシマヤマネコは地理的隔離により、約 10 万年前に種分化したと考えられている。今回研究対象とした岸和田高校の「ツシマヤマネコ」とされる剥製標本の DNA 解析が成功すれば、標本自体が約 100 年前に購入されたものであるので論文に記載されているツシマヤマネコの DNA の塩基配列と比較することで、約 100 年前のツシマヤマネコの遺伝的多様性を確認することができる。また爪からの DNA 抽出が成功すれば、爪から DNA は抽出することができることが証明できたので、アシカの調査に戻り、なぜアシカの爪からは DNA 抽出ができなかったのかを考え直すことで、他校の「ニホンアシカ」であるとされている標本剥製の DNA 解析の研究に役立てることができる。

プライマーを作成し PCR をする

ヤマネコの爪を液体窒素に浸して凍結粉砕し、粉末状にしたものに Extraction Buffer 200μL、Enzyme
Solution 5μL、Lysis Solution　8μL を混合して、インキュベート（55℃：20 分）する。その後、フェノール　20mL、クロロホルム　9.6mL、イソアミルアルコール　0.4mL を転倒混和　5 分
11K×ｇ　室温 5 分　水相(上澄み液をとること)。3 mol Sodium Acetate 20μL、Ethachinmate 2μL
混合。エタノール 100%　400μL、11000g で遠心分離する。室温　15 分　130。沈殿を残して上澄みを捨てる。70%エタノール　1mL、数回穏やかに転倒混和する。11000g で遠心分離する。室温　15 分　13000g で遠心分離する

以上のことをしてから PCR をする。
① 10 倍の濃さの Buffer を水：Buffer=1:9 となるように希釈する。

② 抽出した DNA に TAE Buffer を 100μL 加える。

③ PCR 法で DNA を増幅させる。

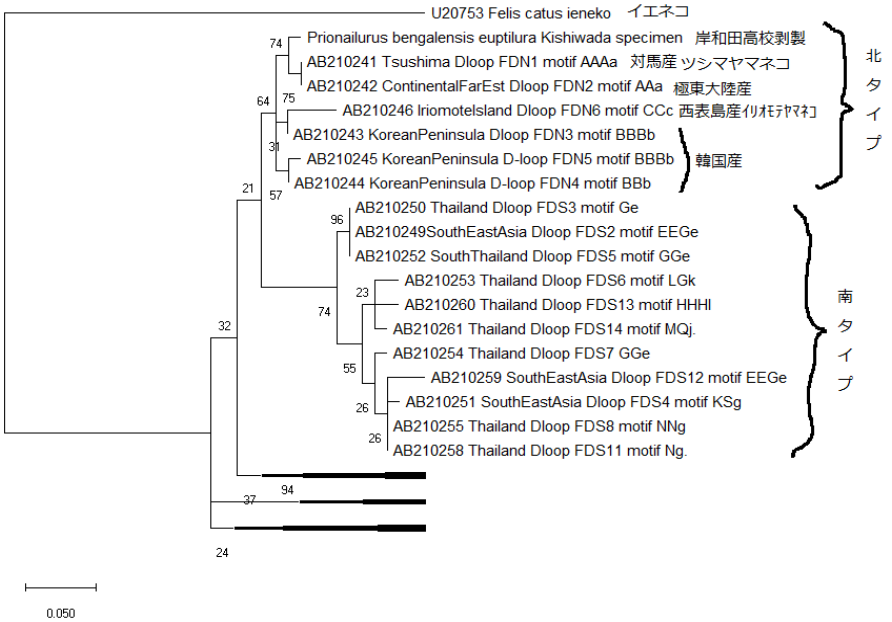
94℃で 5 分→（94℃で 30 秒→54℃で 45 秒→72℃で 45 秒）→72℃で 5 分→４℃

カッコ内を 40 回繰り返す。

④ 電気泳動して DNA が複製しているか確認。

研究結果

ツシマヤマネコのプライマーのうち 1 つが反応していること PCR 法によって確認された。この DNA を解析し論文に記載されているツシマヤマネコの塩基配列と岸和田高校のツシマヤマネコの塩基配列と比較した。作成した系統樹を下の図に示す。韓国産のベンガルヤマネコとの塩基配列の差は３つで、極東大陸のヤマネコとの塩基配列との差は２つであったことから、極東大陸産のヤマネコに近いことが判明した。論文に掲載されていたツシマヤマネコの塩基配列のいずれにも岸和田高校のツシマヤマネコの塩基配列は一致しなかったため、約 100 年前には、現在対馬にいるツシマヤマネコとは別のハプロタイプのツシマヤマネコがいた可能性が示された。このことにより、ほんの 100 年前にはいたハプロタイプが消滅しているということは急激なスピードで遺伝的多様性がなくなっているということが考えられる。また、岸和田高校のツシマヤマネコの剥製標本の爪からは DNA が抽出できたということは剥製標本の爪から DNA を抽出することは不可能ではないことも証明された。



今後について

ツシマヤマネコの今後について、剥製標本の爪から DNA も抽出することが可能であると証明されたのでまた、岸和田高校にある「二ホンアシカ」の標本剥製の爪でもう一度 DNA 抽出を行ってみたいと思う。また、岸和田高校にある「ツシマヤマネコ」のハプロタイプが、本当に現在の対馬にはいないのか、ただ単にたまたま私たちが見た論文の研究に使われなかっただけなのかを調べる必要があると考える。もっと詳しく岸和田高校の剥製標本がどこで、いつ購入されたものなのかを調べ、爪以外にも DNA を抽出できる部位を探してみるのもよいと考える。

参考文献

Tsutomu Tamada 他

増田隆一　地学雑誌　Journal of Geography 105(3) 354-368 1996

大阪府泉州地域の野生哺乳動物の分布について

大阪府立岸和田高等学校　生物ゼミ

濱野　紗耶加

研究要旨

私は、私たちの身の回りに住む動物について関心を持ってもらうためにこの研究を始めた。

調査方法として、各自治体の方からいただいた交通事故死した動物の種類や数、アライグマやイノシシの捕獲した数や場所の資料や、大阪府の高校生が自宅周辺の生き物を調べる指標生物調査「生物から見た大阪の自然」のアンケート結果などを地図上に反映してその土地と動物たちの分布の関係性、イノシシの捕獲頭数とその年の農作物のなり方や気候などの関係を調べた。

泉佐野市と熊取町に頂いた資料から地区ごとにアライグマの捕獲数を集計したところ、森林が多い山側だけでなく、都市部がある海側にも広く生息していることが分かった。また、「生物から見た大阪の自然」のアンケート結果より、回答者が調査した場所とその回答内容から岸和田市、泉佐野市、熊取町、泉南市、阪南市の都市部、または住宅地でよく見かけられることが分かった。このことからアライグマにとっては都市部での生活が快適なのではないかと考えた。次に、熊取町の地区ごとのイノシシの捕獲頭数から分布を調べた。緑の多い場所にまとまって生活していることが分かった。イノシシ生息状況調査報告書の農業被害アンケートより和歌山県との県境で被害が多くなっているので山間部にいることが分かった。よって、イノシシは人がいる場所には滅多に現れないと考えられる。

この研究を行ったことによって、校内研究発表会や生態学会などでの研究の公開を通して、アライグマやイノシシについて、多くの人に以前よりも関心を持ってもらえたと思うので、目的を果たすことができたと考えている。これからの展望としては、動物たちの生態について、情報を広めるとともに、アライグマやイノシシが多く生息している場所に何があるのかを詳しく調べたいと考えている。

人と動物の共存への課題

この研究では、人間の都合により駆除されるアライグマとイノシシを対象に研究を行った。アライグマはもともと日本にいなかった外来生物で、アニメなどの影響で生息地の北米や中米からペットとして買うために輸入された。可愛らしい容姿をしているが、成長すると

狂暴化する個体が多く、飼い主が外に放してしまったり、飼育施設から脱走したりして野生化し、農作物の食害や人家に住み着くことによる騒音、匂い、排せつ物の重みによる天井の破壊などの被害を出している。

イノシシは日本に在来する動物であるが、食害や掘り起こしなどの農作物への被害が深刻なため、害獣とされた。イノシシが山から下りてくる原因の一つとして、人間が山を開発したことによる森の減少や後継者がいなくなった竹林の放置、人間の食べ残しの放置などによる無意識な餌付けなどが挙げられる。

現状として、大阪府では有害鳥獣捕獲計画というアライグマやイノシシ、カワウなどの人に害を与える動物の捕獲を進めており、自治体によっては市役所でアライグマの捕獲用のかご罠を貸し出したり、猟友会と協力してイノシシ捕獲用くくり罠を設置したりしている。これからの社会の課題として、アライグマがさらに繁殖する前に速やかな捕獲と、イノシシが住む奥山や里山の森林の整備が挙げられる。

本研究の意味

この研究のリサーチクエスチョンは、大阪府泉州地域（堺市、高石市、泉大津市、忠岡町、和泉市、岸和田市、貝塚市、熊取町、泉佐野市、泉南市、阪南市、田尻町、岬町）の動物（アライグマ、イノシシ、タヌキ、イタチ、アナグマ）の分布はどうなっているのかである。

仮説として、アライグマは住宅地や市街地に、イノシシは山間部にいて、なおかつ両種共に食害が多いため、畑や果樹園、またはその近くでよく見かけられるのではないかと考える。他のイタチやタヌキなどの動物は木の多い山や森に住んでいると考える。また、飲み水を確保できる場所ならさらにいる確率が高くなると考える。

根拠は、アライグマが都市部への出没することやイノシシが山や森から下りてきて、山間部の農家の方に被害が出ているという過去に見たテレビの報道や動物番組と、実際に学校からの帰り道に中学生の話を耳にして分かったアライグマの存在である。

この研究の意義は、同じ地に住む人と動物の共存を現実にするため、動物たちの生息する場所の分布を通して、あまり姿を見ない動物たちも私たちのすぐ近くで確かに存在し、人間の生活の影響を受けるという事と、有害鳥獣による具体的な被害やその要因を知ってもらい、人間が動物たちによる被害を受けないため、そして、動物たちを傷つけずに済むようにできることを意識して生活してもらうことにある。また、外来生物であるアライグマの分布に基づいた効率的な捕獲に役立つ習性や生態などの普及も意義の一つである。

研究に使用したデータの収集方法

主な研究手法は四つである。

一つ目は、各市町村の担当部署や担当機関（堺市　環境保全部　環境共生部、高石市　総務部　生活環境課、泉大津市　都市政策部　環境課、忠岡町　住民部　産業振興課、和泉市　環境産業部　農林課　農政係、生活環境課、岸和田市　産業振興部　農林水産課、環境課、貝塚市　都市整備部　農林課、熊取町　住民部　産業振興課、美しいまちづくり推進課、泉佐野市　生活産業部　農林水産課、環境衛生課　衛生係、大阪府　環境農林水産部　動物愛護畜産課、ＪＡいずみの、ＪＡ泉州、営農総合）への電話やメールによる取材や、訪問で頂いた資料から交通事故死した動物の種類や数を調べ、市町村別に生息する動物を調べる方法。

二つ目は、大阪府が実施している有害鳥獣捕獲計画で捕獲したアライグマやイノシシの数や、場所の資料から衛星写真や地図と照らし合わせて、どのような場所に生息しているのかを調べる方法。

三つ目は、5 年に一度行われる大阪府の一部の選ばれた高校の生徒が、自宅周辺に生息する生き物を資料に基づいて調べる指標生物調査「生物から見た大阪の自然」の 2018 年度実施のアンケートの「アライグマの姿を自宅周辺で見かけたことがあるか」という問いの結果をＧＩＳ（地理情報システム）を使って地図上に反映し、その土地とアライグマの分布の関係性を調べるという方法。

最後は、貝塚市、和泉市、岸和田市、泉南市の鳥獣被害防止計画書によると、平成 25～27 年度に捕獲されたイノシシの数の増減の原因を、その年の農作物のなり方や気候の関係から調べるという方法。

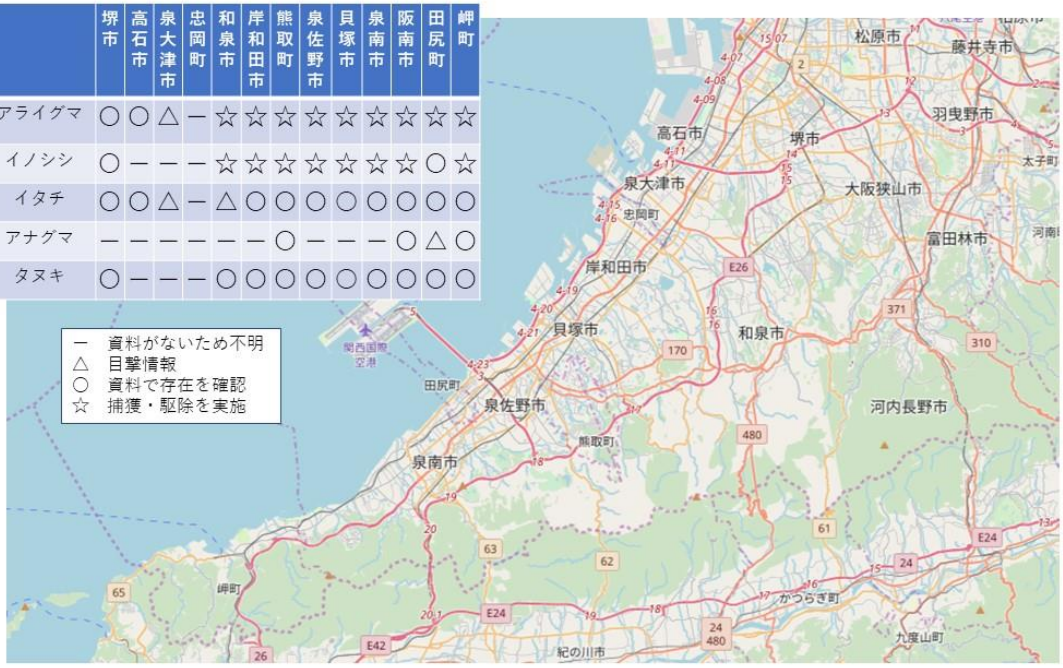
調査結果１

動物の分布について、アライグマは忠岡町以外、イノシシは忠岡町、泉大津市、高石市以外に確実にいることが分かった。そして、和泉市以南のほとんどの地域ではアライグマとイノシシの両種とも捕獲・駆除を行うほど被害が甚大であることが分かる。

アナグマは珍しいが、熊取町、阪南市、岬町、田尻町に生息していて、タヌキやイタチも泉州地域のほぼ全域に生息していることが分かった。＜図⑴を参照＞

	堺市	高石市	泉大津市	忠岡町	和泉市	岸和田市	熊取町	泉佐野市	貝塚市	泉南市	阪南市	田尻町	岬町
アライグマ	○	○	△	ー	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆
イノシシ	○	ー	ー	ー	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	○	☆
イタチ	○	○	△	ー	△	○	○	○	○	○	○	○	○
アナグマ	ー	ー	ー	ー	ー	ー	○	ー	ー	ー	○	△	○
タヌキ	○	ー	ー	ー	○	○	○	○	○	○	○	○	○

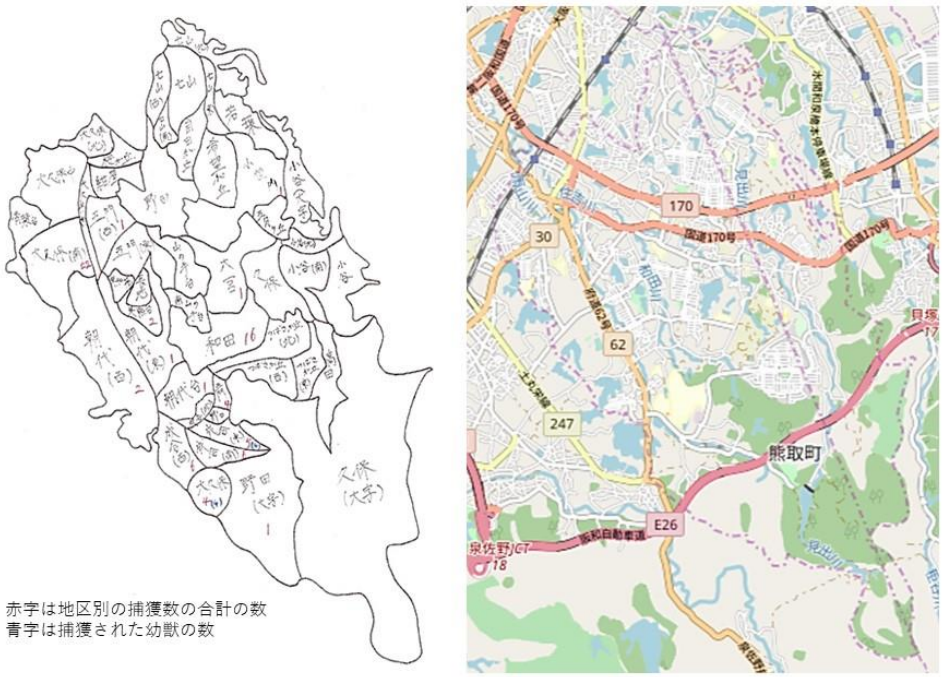
ー　資料がないため不明
△　目撃情報
○　資料で存在を確認
☆　捕獲・駆除を実施



図(1)　市町村別の動物の分布についての表と泉州地域の地図

調査結果２

アライグマに関して、泉佐野市と熊取町の地区ごとのアライグマの捕獲数によると、森林が多い山側だけでなく、都市部がある海側にも広く生息していることが分かった。しかし、子連れのアライグマは人があまりいない場所にいると考えられる。＜図(2)を参照＞



図(2)①　アライグマの捕獲頭数　熊取町　地区別分布



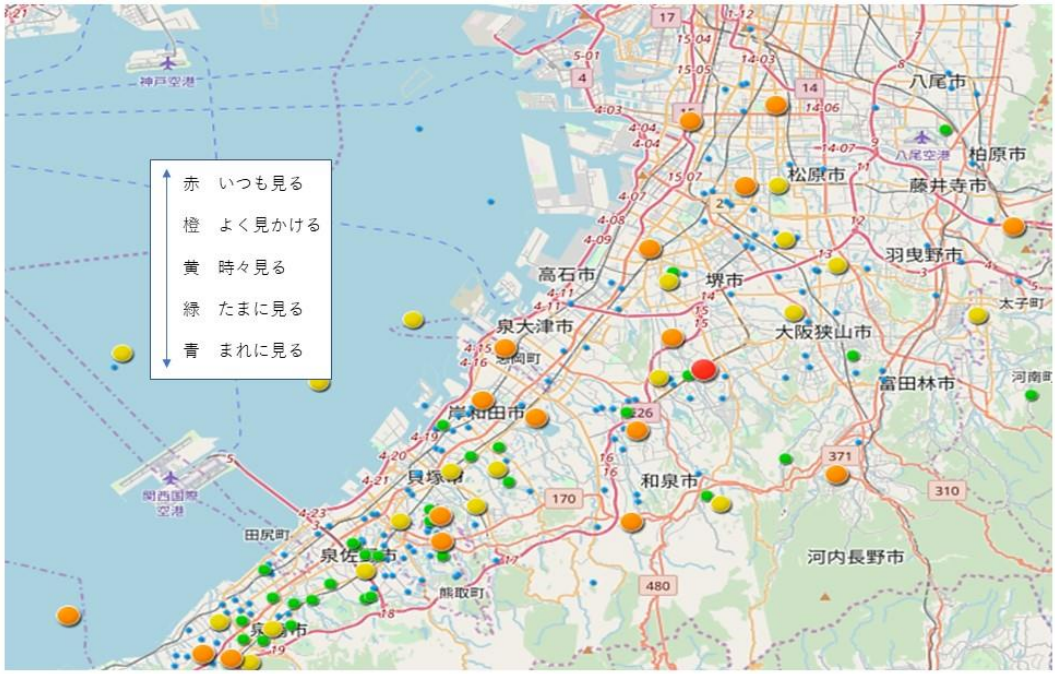
図(2)②　アライグマの捕獲頭数　泉佐野市　地区別分布

調査結果３

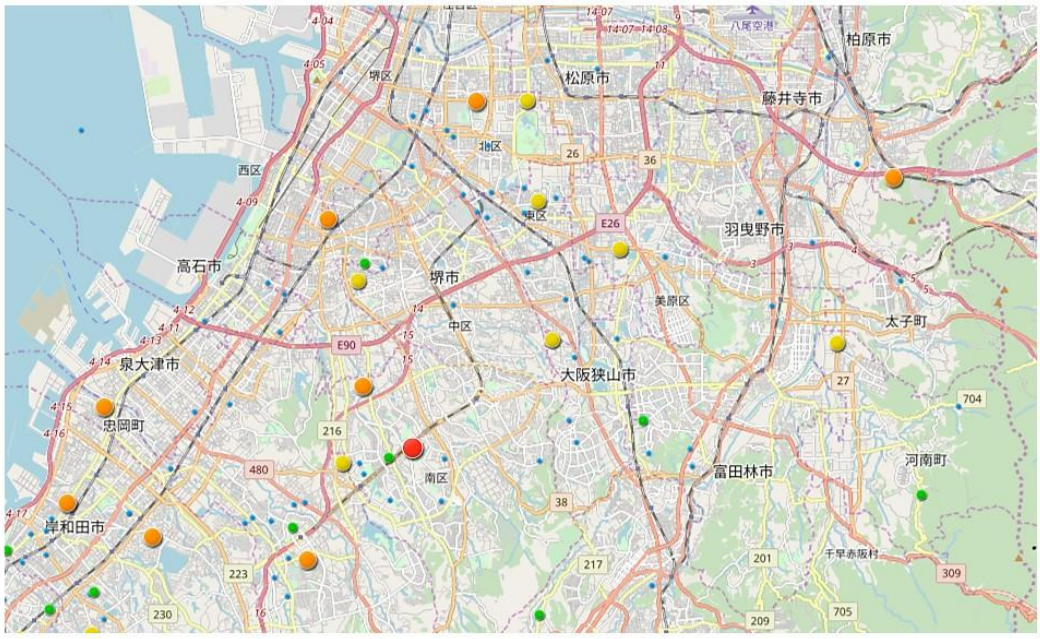
「生物から見た大阪の自然」のアンケート結果からは、岸和田市、泉佐野市、熊取町、泉南

市、阪南市の市街地、または住宅地でよく見かけられることが分かった。アライグマが目撃された多くの地点の近くには、ため池や川などの水を飲めそうな場所、公園や学校などの木が多く、隠れやすそうな場所があった。＜図⑶を参照＞

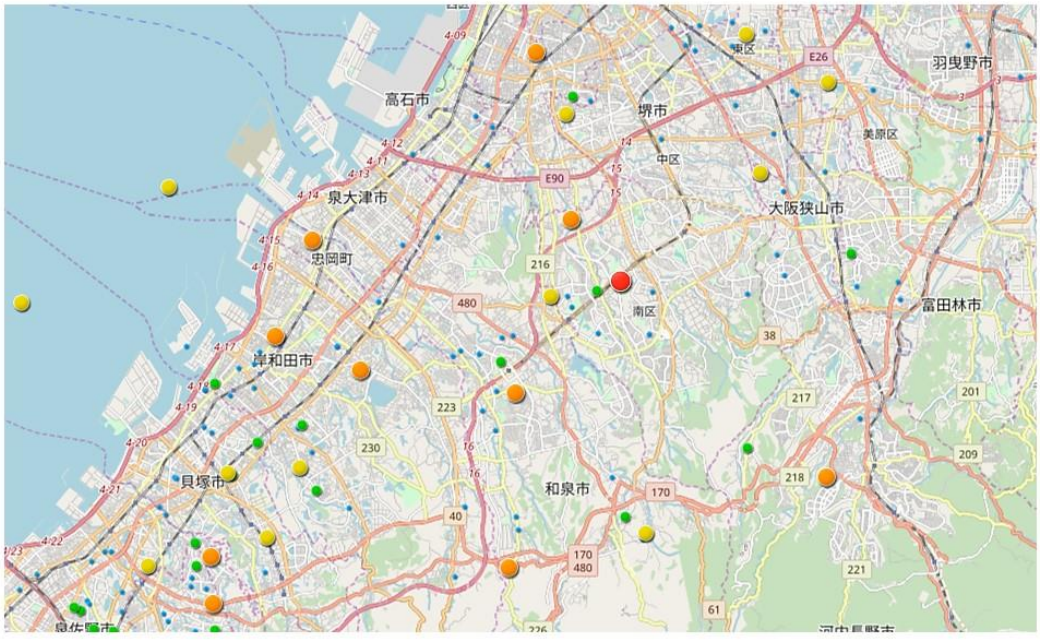
このことから、私たちが知らないだけで身近にアライグマがいると考えられる。周りに住宅のみ存在する場所で見つかったアライグマは被害にもあるように、家庭ごみを漁って食べているのではないかと考えられる。アライグマは環境に合わせてうまく生きることができると考えられる。



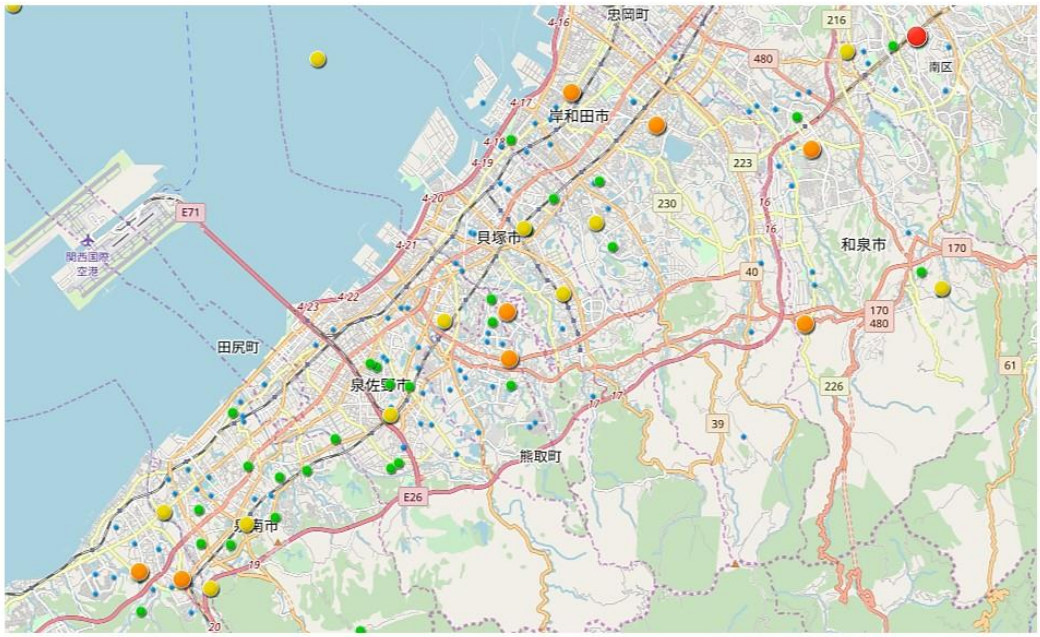
図⑶①　泉州地域のアライグマの分布



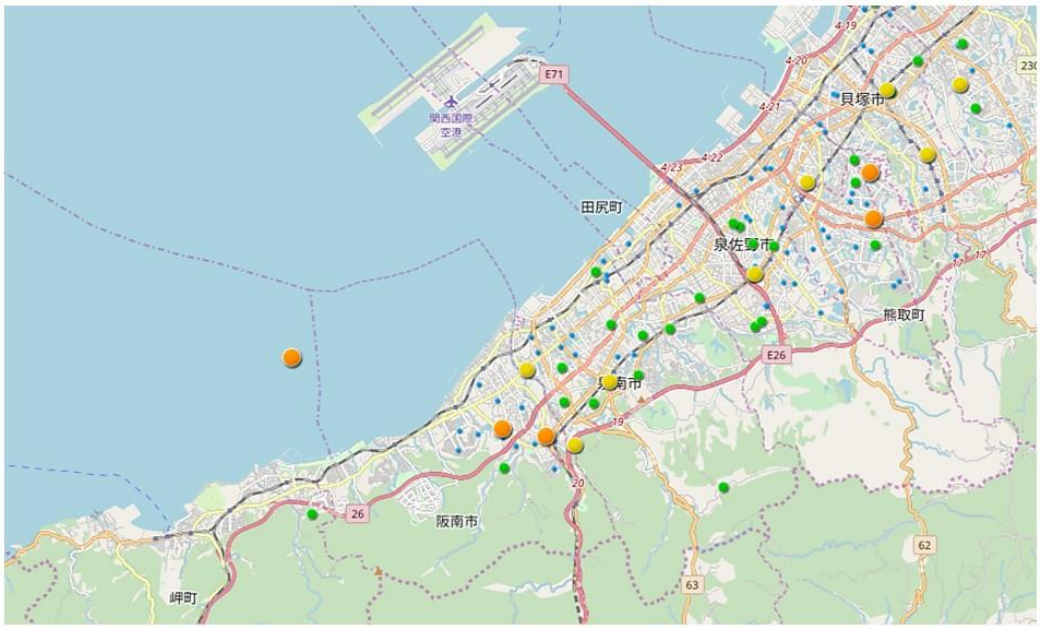
図(3)②　堺市付近のアライグマの分布



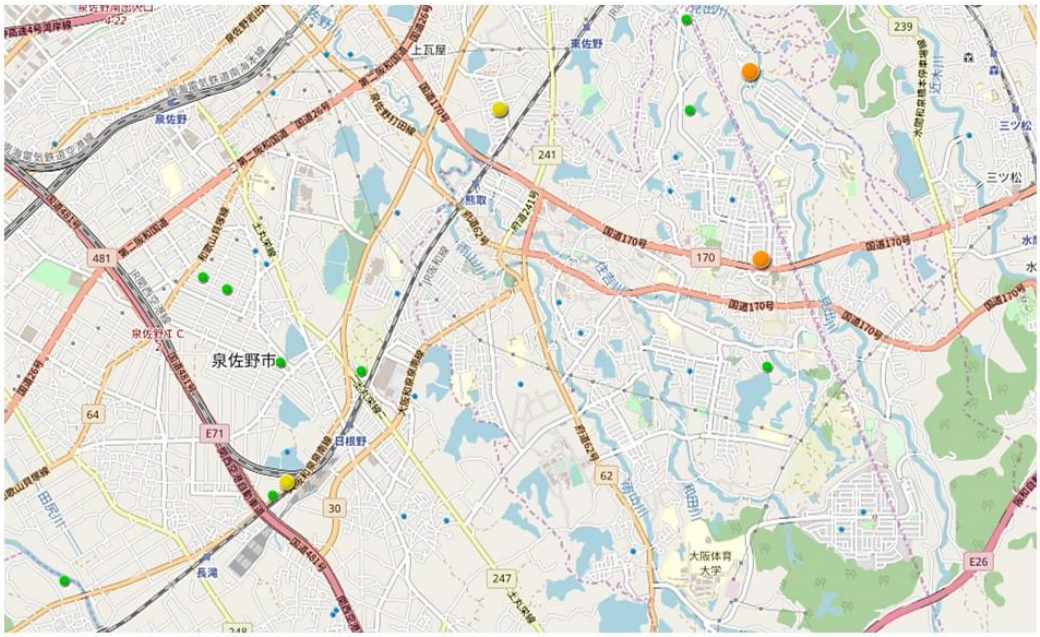
図(3)③　泉大津市付近のアライグマの分布



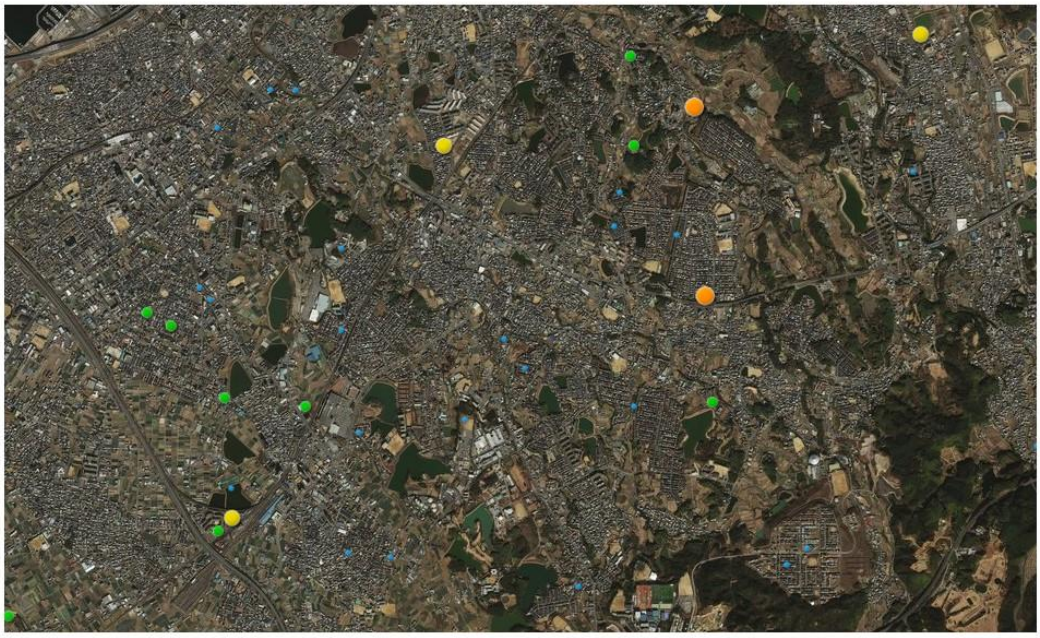
図(3)④　熊取町付近のアライグマの分布



図(3)⑤　泉南市付近のアライグマの分布



図(3)⑥　熊取町付近のアライグマの分布　拡大版



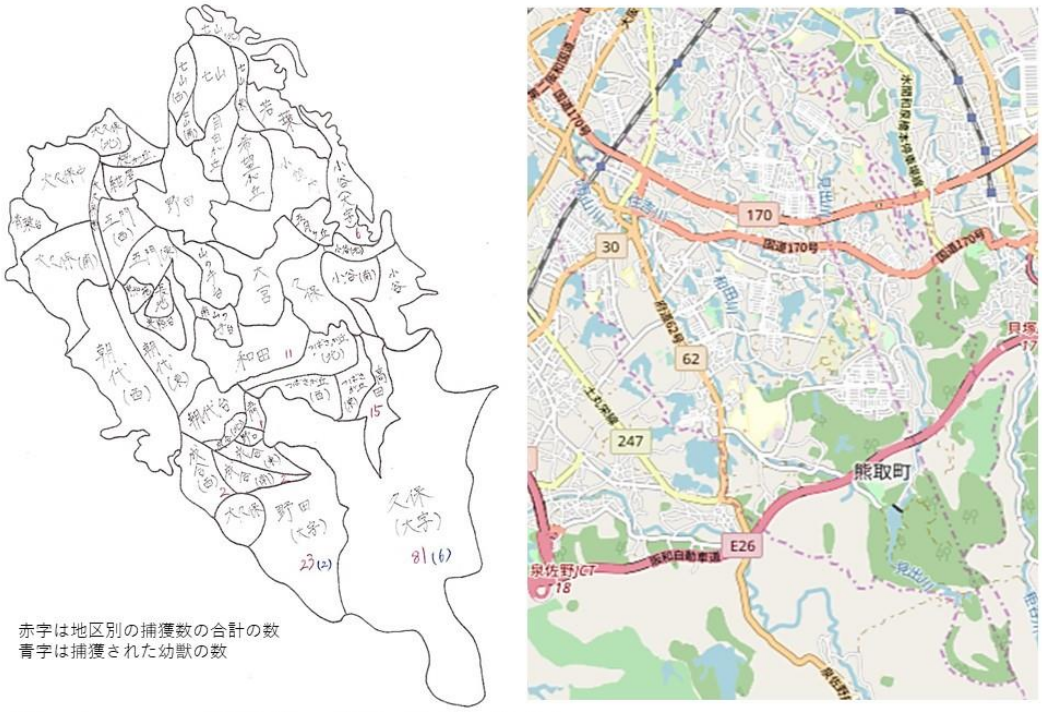
図(3)⑦　熊取町付近のアライグマの分布　拡大版　衛星写真

調査結果４

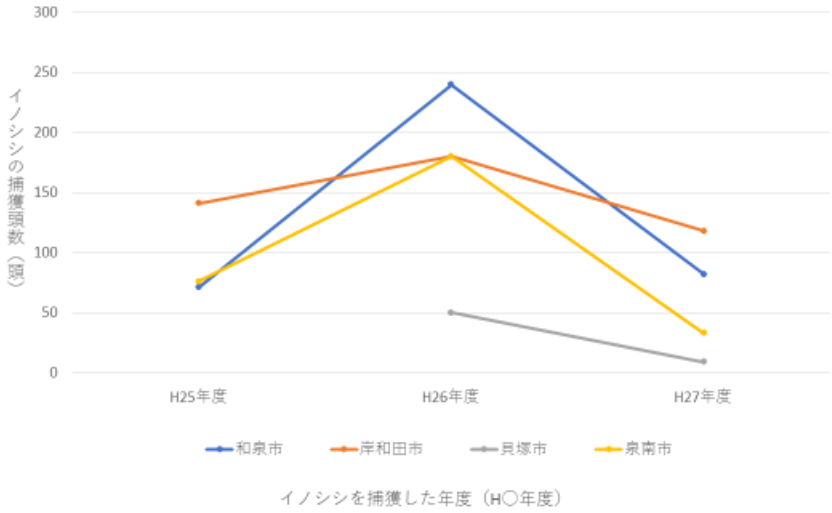
次に、イノシシについてである。熊取町では山間部の川や池がある場所にまとまって生活し

ていることが分かった。＜図⑷を参照＞イノシシ生息状況調査報告書の農業被害アンケートより和歌山県との県境で被害が多くなっているので山間部にいることが分かった。よって、イノシシは人がいる場所には現れにくいと考えられる。

そして、平成 25～27 年に貝塚市、和泉市、岸和田市、泉南市で捕獲されたイノシシの数が増減していた＜図⑸を参照＞ので、農作物のなり方と気候が関係していると考えて調べたが、関係性はあまり見られなかった。イノシシの捕獲頭数が増えた年は、イノシシの餌となる山の作物が不作で山から下りてきて、次の年の捕獲頭数の減少は前年に捕まりすぎたのではないかと考えられる。



図⑷　イノシシの捕獲頭数　地区別分布　熊取町



図(5)　年度とイノシシの捕獲頭数の増減の関係について

結論

この研究の主な成果は、イノシシは山奥に、アライグマは人が住む住宅街や森などの多様な場所で生きることができるという生態の裏付けと、大阪にアライグマやイノシシ、タヌキなどの野生動物がいるという事を人々に知らせる事が出来たことである。この研究の調査結果は、仮説通り、アライグマは人の住む近くと人気の少ない木が多いところの両方で、イノシシは人のあまりいない森や山付近に生息していて、両種とも水が確保できる場所に住んでいるということだった。私は、人間に見えないところで生きる動物たちの存在をたくさんの資料から分かったことを公開することによって、生息域の特定ができる事を証明することができたと考える。

今後の展望

今後の展望としては、この研究が市役所などでの農業の被害の記録や有害鳥獣の捕獲記録のデータを公開・分析することで動物たちの習性や生態、住処の条件などが新たに分かる可能性があることの証明になり、環境ＤＮＡを使うと更なる条件の絞り込みができると考える。また、動物たちの生態について、情報を広めるとともに、アライグマやイノシシがどのような場所に住んでいるのかをさらに詳しく調べたいと考えている。

そこで、さらに詳しく調べるために必要なものは、①市役所での交通事故死した動物の死亡場所や種類、その数の資料、②市町村の地区の境界が分かる地図、③記入ミスのないアンケート結果、④市町村別の農作物ごとに収穫量が分かる資料、⑤何を栽培している畑なのかわかる地図である。

一つ目の方法では、①の資料が不足していて、十分に統計を取ることができなかった。元から記録を取っていないところもあるが、その市町村によって交通量の多さや統計の取り方などによって条件が異なってくるので、この研究では単にその種の動物が存在するかを表わすことしかできなかった。

二つ目の方法では②の資料が無かったので、地図を調べて書いたため正確でない箇所がある可能性がある。そして、⑤の資料も見つけることができなかったので、代わりに衛星写真と照らし合わせた。森や山、畑、住宅地などの区別はつくようになったが、詳細は分からなかった。

三つ目の方法では、アンケート結果を座標を基に点を打ったが、座標の記入ミスにより、大阪府以外の都道府県や大阪湾の沖合に点が存在したので、正確なデータとは言えない。そのため③が必要である。

四つ目の方法は、先述の 4 市の捕獲実績のデータが平成 25～27 年度分しかないので、法則を見つけるのが難しかった。加えて④が無かったので、農作物と気候の関係が調べることができなかった。

謝辞

協力してくださった方々です。

熊取町役場　住民部　産業振興課　農業振興グループ　加藤さん
泉佐野市　生活産業部　農林水産課　向井さん
泉佐野市役所　生活産業部　環境衛生課　衛生係　王子谷さん
和泉市　環境産業部　農林課　農政係　森岡さん
堺市　環境共生化　藤田さん
岸和田市　農林水産課　片山さん
きしわだ自然資料館　風間さん
泉南府民センター　泉州農と緑の環境事務所　みどり環境課　鳥獣保護担当　和田さん
大阪府　環境農林水産部　動物愛護畜産課　野生動物グループ　葛西さん

ここには記していませんが、他にも忙しい中、電話取材やメールに応えてくださった方、資料を用意してくださった方、アドバイスをしてくださった先生方、研究発表会で質問や意見を言ってくださった方など、たくさんの人に協力して頂きました。

本当にありがとうございました。

参考文献

大阪府　アライグマの被害対策について

http://www.pref.osaka.lg.jp/doubutu/yaseidoubutu/raccoon.html

国立研究開発法人　国立環境研究所　新入生物データベース　アライグマ

https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/10150.html

ローカルアワー　里山って何なの？＜なぜ、イノシシが田畑を荒らすようになったの？？＞

http://www9.plala.or.jp/t-haruno/contents40.html

生物からみた大阪 6　―高校生による指標生物調査 2013―　大阪府高等学校生物教育研究会　環境教育研究部会

広域な地域における一般化線形モデル・一般化線形混合モデルとＧＩＳを用いたアライグマの個体数の推定

ＧＩＳ　オープンストリートマップ

各市町村の担当部署への問い合わせやホームページの記述

熊取町（アライグマ）と泉佐野市（アライグマ）から頂いた捕獲頭数と場所の資料

大阪府高等学校生物教育研究会　生物からみた大阪の自然 2018　―高校生による生物指標調査―

ＧＩＳ　オープンストリートマップ、衛星写真、Ｇｏｏｇｌｅマップ、Ｙａｈｏｏ！マップ

熊取町

http://www.rosenka.nta.go.jp/main_h28/osaka/osaka/prices/map/g32301mp.htm

泉佐野市　地図

http://nandemo-japan.com/osaka/city-izumisano/index.html

熊取町（イノシシ）から頂いた捕獲頭数と場所の資料

大阪府立環境農林水産総合研究所　イノシシ生息状況調査報告書

鳥獣被害防止計画書（和泉市、貝塚市、泉南市、阪南市）

立体○×ゲームのゲーム性

大阪府立岸和田高等学校 数学ゼミ

植山 貴弘

研究要旨

この研究では、立体○×ゲームについて調べた。○×ゲームとは、平面に３×３の格子を用意し、先手と後手が交互に「○」と「×」を埋めていき、先に１列に３個並べると勝利するというゲームである。このゲームは、先手後手ともに最善の手を選ぶことが容易である。このことから、平面の○×ゲームを立体化すると置くことができるマス目が増えゲームの幅が広がるのではないかと考え、実際に商品化されているものなどを用いて、勝率や置き方のパターンを調べた。その結果、ゲームに勝利するまでのパターンを導くことができた。

立体○×ゲームについて

〈ルール〉３×３×３または４×４×４の格子点を有する３次元立方体の盤を用いる。先手と後手が、交互に盤に○と×を置いていく。先に、縦、横、斜め、いずれかの方向の３または４連ができた方を勝ちとする。

〈ゲームの特徴〉

- 立体３×３×３○×ゲーム

一般的な平面の○×ゲームを立体化したもの。ただし、下記の４×４×４○×ゲームとの違いは、盤のマス目が奇数であるということである。これによって、中段の中心のマスに置くと、縦横斜めのあらゆる方向で有利になるため、今回の研究では置けないこととした。

- 立体４×４×４○×ゲーム

一般に四目並べと言えば、アメリカのゲーム製造会社ミルトン・ブラッドリー・カンパニーが１９４７年に発表した「コネクト・フォー」が有名である。コネクト・フォーは、垂直な６行７列の盤面上にコマを積み上げるゲームである。

今回研究する立体○×ゲームと、同様にコマを直線に並べることを競う連珠、五目並べ、コネクト・フォーなどとの相違点は、玉を配置する空間が２次元ではなく３次元である点にある。

研究目的

研究テーマを探すため、数学が関係している身近な遊びやボードゲームなどを調べていた時に、昔遊んだ○×ゲームを思い出し、これについて研究しようと考えた。しかし、このゲームが、先手後手が最善を尽くすと必ず引き分けとなる上、あまりにも先手が有利なゲームだということを知った。そこで、先手後手が平等に勝てるような○×ゲームが作れないかという目的で、立体○×ゲームの研究に至った。

なお、このゲームは盤の形状を５×５×５とするなど多くのバリエーションが考えられる。よって、盤のマス目の数を増やすとゲームの特徴が全く変わってくる。そこで、今回の研究では、３×３×３と４×４×４の範囲に絞って調べた。また同じ理由で、立体４×４×４○×ゲームの重力なし版も今回の研究からは除いている。

研究方法の概要

通常の○×ゲームをもとにして、以下のようにいくつかルールを付け加えたゲームを考える。

今回の研究では、重力なしと重力ありの二つのパターンに分けて研究を行った。(ただし重力ありとは、下から順に積み重ねなければいけないということである。例えば、１段目に何も置かれていない状態で、２段目に置くことはできない。)

① ３×３×３○×ゲーム　重力あり版

平面の○×ゲームの３×３の格子を縦に３つ重ねたものを
用いて立体３×３×３○×ゲームを行う。
先手と後手が交互にマス目を埋めていき、ゲームの手数などを調べる。
立体３×３×３○×ゲームの図を図１とする。
ただし、図１の星印は置けると攻撃できる通り数が多くなり、
有利になるため、先手後手ともに置けないものとする。
また、先手と後手の優劣を解消するために、先手は初手で
下段真ん中に置くというルールを加えた。

② ３×３×３○×ゲーム　重力なし版

① の条件で同様に研究を行う。

③　４×４×４○×ゲーム　重力あり版

平面の○×ゲームの４×４の格子を縦に４つ重ねたものを用いて立体４×４×４○×ゲームを行う。ここでは、実際に商品化されていた「立体四目ならべ」を用いて、何もルールを加えずに研究を行った。

また、商品化されているものは、十分ゲームとして成り立っているものとして、勝利するための手順も調べた。立体四目並べを図２に示す。

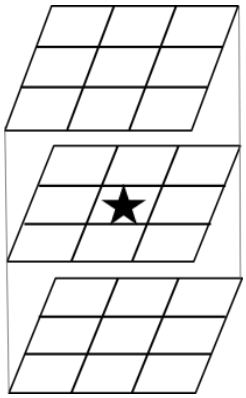


図１　立体３×３×３○×ゲーム

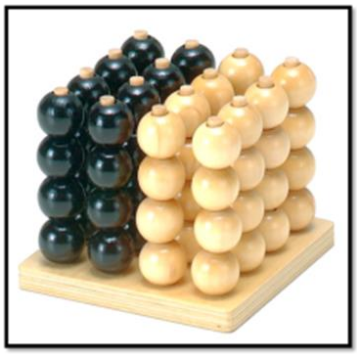


図２　立体四目並べ

研究の結果と考察

①,② 立体３×３×３○×ゲームについて

立体３×３×３○×ゲームは、後手が一方的に勝ったりした。これは平面の○×ゲームと比べると、後手が勝つことができるようになった。しかし、先手と後手の両方が平等にゲームに勝つことができるようにするという本来の目的とは異なる結果となった。後手が勝利する一例を図３に示す。

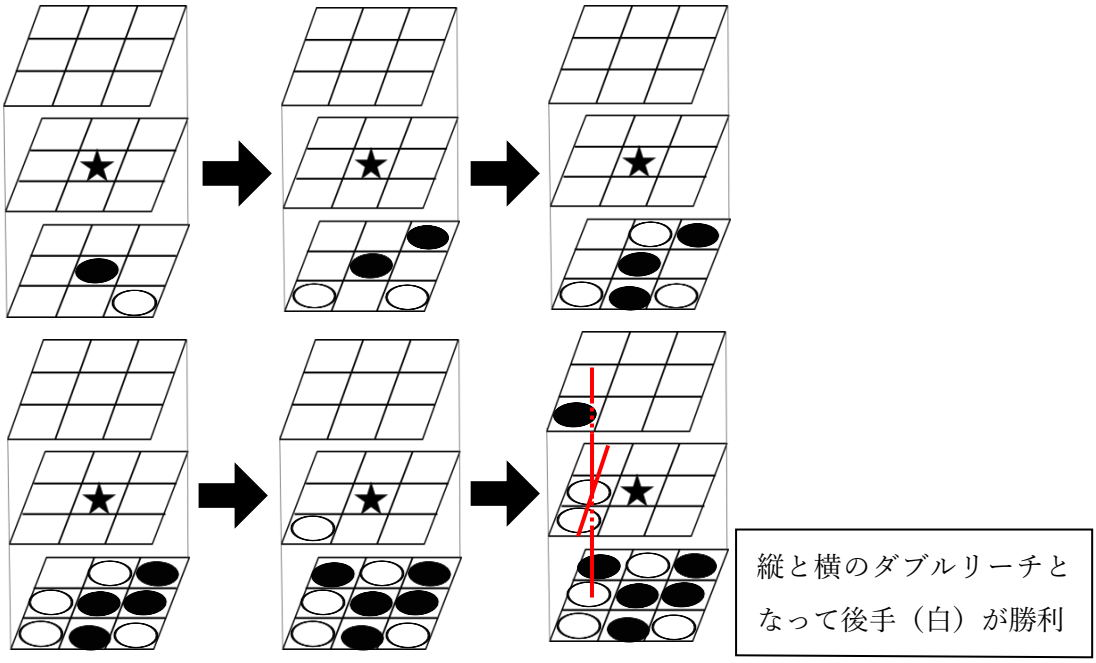


図３　立体３×３×３○×ゲーム

重力なし立体３×３×３○×ゲームは、先手が勝ち続けてしまい、ゲームが成り立たなかった。これは、平面を立体にしたことで１度に攻撃できる方向が増え、後手が先手の６通りほどある攻撃を防ぎきることができないからだと考えた。

また、重力ありは、先手後手ともにゲームに勝つことができた。しかし、置き方のパターンがある程度決まってしまい、ゲームが一律的なものとなった。これはゲームの幅が広がったとは言えなかった。

③立体４×４×４○×ゲームについて

立体４×４×４○×ゲームは、先手と後手の両方が勝つことができた。

そこで、次の勝つための手順を見つけることができた。

「勝つための手順」白色を自分、黒色を相手とする。

勝つための手順①を図４に示す。

- 序盤

　まず、一段目４つ角のどこかに置く。残りの４つ角の空いているところに置く。このとき、できるだけ斜めを狙って空いた所に置く。そして、図４のような白の縦揃えをつくる。(斜めに置いていく利点は、相手が一段目で横に揃えられる数を減らすことができるという点。)

勝つための手順②を図５に示す。

- 中盤

　①の時点で、黒は四段目に置いて白の攻撃を防ぐしかなくなる。その後、図５のように、もう一つの角にも縦揃えをつくる。



図４　勝つための手順①

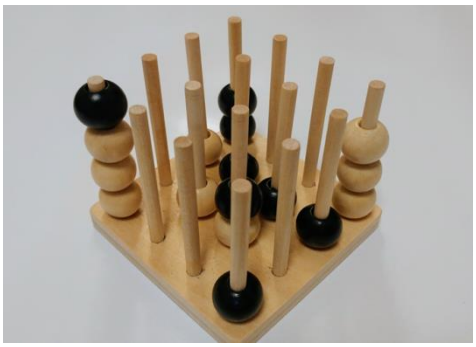


図５　勝つための手順②

勝つための手順③を図６に示す。

- 終盤

　この白の攻撃を黒が防いだ時点で、白の縦揃えの間に一段目の白黒があったら必勝。白は、自分の色の上に入れていく。すると、黒は、二段目の横揃えを防ぐしかない。このとき、黒は、白の三段目の縦揃えと横揃えを防げなくなり、白の勝利となる。

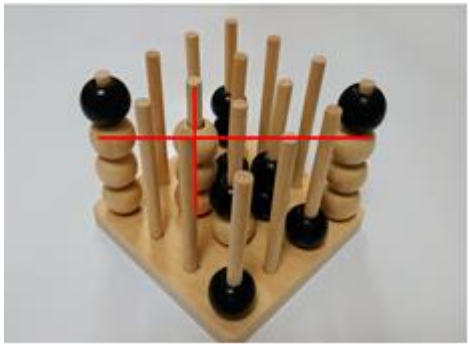


図６　勝つための手順③

〈考察〉

重力あり立体４×４×４○×ゲームは、先手後手ともにゲームに勝つことができ、ゲームの幅が広がった。３×３×３と異なり４×４×４がゲームとして成り立った理由としては、置けるマス目を増やしたことでダブルリーチをつくることが難しくなったという点。また、３×３×３の星印のように完全な真ん中にあたるマスがなくなったという点が考えられる。

研究の結論と展望

〈立体３×３×３○×ゲーム〉

- 置く手順がある程度決まってしまう
- 先手と後手の有利不利が生まれる

〈立体４×４×４○×ゲーム〉

- 先手後手ともにゲームに勝つことができる
- 戦略の幅が広がり、ゲーム的にも平面と比べ面白くなった
- 勝つための定石も導き出すことができた

〈展望〉

この研究で、○×ゲームの単純さを残した、より戦略的で面白いゲームをつくることができた。

立体○×ゲームは、幼児教育だけでなく、年齢に関係なく注意力や集中力を鍛えることができるゲームとして役に立つことができるであろう。また、今後も研究を続け、５×５×５版などについても考えていきたい。

参考文献

立体４目並べの数理

https://ci.nii.ac.jp/els/contents110000472500.pdf?id=ART0000855412

立体三目並べにおける必勝戦略

https://www.kochi-tech.ac.jp/library/ron/pdf/2017/03/14/a1180484.pdf#search='%E7%AB%8B%E4%BD%93%EF%BC%93%E7%9B%AE%E4%B8%A6%E3%81%B9+%E8%AB%96%E6%96%87'

媒介変数によるキャラクターのアニメーション

大阪府立岸和田高等学校　数学ゼミ

山口　亮子

研究要旨

私たちは初等関数のみで表されたキャラクターを媒介変数でどれだけ自由に動かせるかについて研究した。

簡単な関数だけで描くために、複雑でなくよく似た形をしたキャラクターであるポケモンのプリンとカービィで研究を行うことにした。そしてそれぞれのキャラクターを関数で表した。プリンのほうがカービィよりも多くの関数で表されたことからプリンからカービィへ媒介変数で繋げることを考えた。媒介変数をaとおき、両方のキャラクターの関数を満たすaの一次関数を求めた。

キャラクターを表すのには未習得の範囲まで踏み込んだが、動かすことは容易にできた。

関数を使ったアニメーションで数学の面白さを知ってもらう

私たちは絵を描くことが好きで、数学の分野では図形や関数に特に興味があった。サッカーのリフティングを再現したアニメーションを関数で作るという先輩の先行研究から、同じように関数を使ってアニメのキャラクターを描き、関数を用いて別のキャラクターにするという発想が浮かんだ。

関数でアニメーションを作る方法がないかについてネットで検索したところ、desmos という関数アプリを使ってアニメのキャラクターの顔を変化させる動画を見つけた。

これらの動画やアニメーションは見ていてとても面白く、数学を苦手と感じている方々にも数学の楽しさや面白さを少しでも理解してもらえるのではないかと考えた。

しかし、その動画で使われていた関数も先輩の研究で使われていた関数も高度でとても複雑なものだったので、より簡単な関数でアニメーションを作ることを目指した。

初等関数でアニメーションを作る

初等関数だけでアニメーションを作る方法を探る。

初等関数とは、実数または複素数の一変数関数で代数関数、指数関数、対数関数、三角関数、逆三角関数及び合成関数を作ることを有限回繰り返して得られる関数のことである。

キャラクターを動かす方法に関しては、数字の増減によって図形を変化させることので

きる媒介変数を用いることにした。今回は形が決まっているので、数字の増減を範囲内に限定した。

媒介変数を用いて図形を動かす

今回はつなげるキャラクターをポケモンのプリンとカービィとした。勉強した知識を生かしてプリンとカービィを作るための関数を desmos という関数アプリに打ち込んだ。

プリンを表すのには 24 の関数が用いられ、カービィを表すのには 13 の関数が用いられた。このことから私たちは関数を増やすより減らすことのほうが簡単なのではないかと考え、プリンを元にして、カービィに変化させる方法をとった。

プリンを形作る 24 個のパーツのそれぞれに該当する関数が以下になる。(詳しくは参考資料で)



この数式の中の媒介変数に　-2.5 を代入することでプリンができる。

同様に、0 を代入するとカービィになる。

よって、-2.5 から 0 までの値を順次代入することで、プリンからカービィへ形を変化させる動画ができる。

媒介変数を用いて図形を動かす（数式の求め方）

数式の求め方について、プリンの右目外枠を表す数式と、カービィの輪郭を表す数式を用いて説明する。

プリンの右目外枠の数式：　　$(x+2.5)^2+(y-0.5)^2=2$

カービィの輪郭を表す数式：　　$x^2+y^2=25$　　==>　　$(x+0)^2+(y+0)^2=25$

2 つの式で対応する部分を見比べる。

これらの式で言うと

プリンの 2.5 とカービィの 0、プリンの-0.5 とカービィの 0、プリンの 2 とカービィの 25 である。

例えば、プリン 2 とカービィ 25 を取り出してみる。

ay 平面を考え、取り上げた 2 と 25 をy座標に、プリンの図形を表示させるためのaの値である

-2.5 をプリンのa座標に、0 をカービィのa座標にとる。

➔ $(a,\ y)=(-2.5, 2), (0, 25)$

この 2 点を通る一次関数を解く➔ $y = \frac{46}{5}a + 25$

この式を次の式に代入する ➔ $(x+○)^2 + (y+△)^2 = \frac{46}{5}a + 25$

同様に 2.5 と 0、-0.5 と 0 でも一次関数を求め、

2.5 と 0 から求められた一次関数を○へ、-0.5 と 0 から求められた一次関数を△へ代入する。

➔ $(x-a)^2 + (y+\frac{1}{5}a)^2 = \frac{46}{5}a + 25$

媒介変数を用いて図形を動かす

例として、赤い線、つまり、プリンの右目の外枠からカービィの輪郭への変化を数式で表したものが

以下になる。

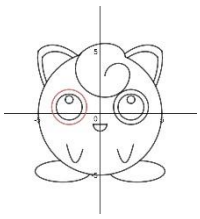


図 1 $(x+2.5)^2 + (y-0.5)^2 = 2$

$$==> \quad \{x-(-2.5)\}^2 + \left\{y + \frac{1}{5}\times(-2.5)\right\}^2$$

$$= \frac{46}{5}\times(-2.5) + 25$$

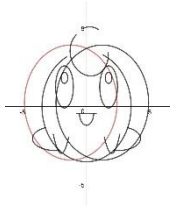


図 2 $(x-a)^2 + (y+\frac{1}{5}a)^2 = \frac{46}{5}a + 25 \qquad (a = -1.25)$

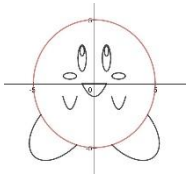


図 3 $x^2 + y^2 = 25$

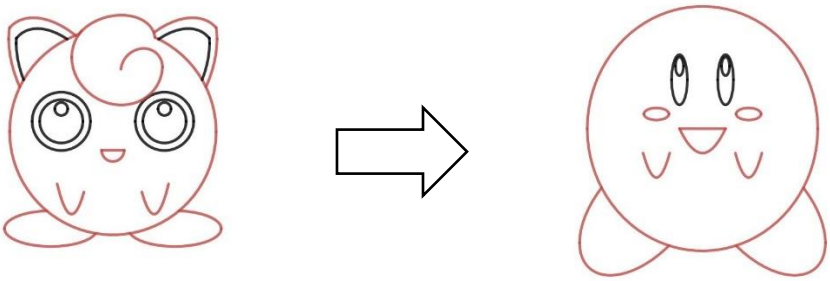
$$==> \quad (x-0)^2 + (y+\frac{1}{5}\times 0)^2 = \frac{46}{5}\times 0 + 25$$

中学生レベルの知識で動画を作成できた

対称性のある図形だけを用いたキャラクターを描くために、数学Ⅲの範囲の関数の公式を用いた。キャラクターを動かすためには、中学生レベルである一次関数の知識を用いた。

図形を描くには数Ⅲの知識が必要だが、動画にするには中学生レベルの知識で可能だということがわかった。

図形は左のキャラクターから右のキャラクターへ変化させた。



関数を用いた動画を通して、数学が苦手な人にも数学の楽しさを伝えられる

複雑ではない関数を用いたアニメーションは思ったよりも簡単に行うことができた。動かし方については一次関数の知識があればだれでも理解できるため、数学を苦手とする人にも数学の面白さを伝えることができるのではないかと思う。

今回は簡単な関数を使って動かすことで、数学の苦手な方々にも数学に興味を持ってもらうことに重点を置いたため、対称性のある図形ばかりで構成されたキャラクターを使って研究を行った。次回研究を行うときはもう少し複雑な関数を用いて、描くのが難しいキャラクターで挑戦してみたい。また、一つのキャラクターから別のキャラクターに変化させるのではなく、一つのキャラクターに限定して、様々な動作を表すアニメーションにも挑戦してみたい。

参考資料：カービィとプリンの関数

$$x^2+y^2=-10a\left\{1.2(x+1)^2-0.6xy+2.3(y-4.2)^2>5.8\right\}$$

$$(x-a)^2+\left(y+\frac{1}{5}a\right)^2=\frac{46}{5}a+25$$

$$(x+a)^2+\left(y+\frac{1}{5}a\right)^2=\frac{46}{5}a+25$$

$$y=\frac{9}{25}a\left\{-\frac{9}{50}a-1\leq x\leq\frac{9}{50}a+1\right\}$$

$$\frac{\left(x-\frac{3}{5}a+1\right)^2}{-\frac{0.51}{2.5}a+0.49}+\frac{\left(y-\frac{3}{5}a-2\right)^2}{\frac{3.41}{2.5}a+4.41}=-\frac{0.86}{2.5}a+0.24$$

$$\frac{\left(x+\frac{3}{5}a-1\right)^2}{-\frac{0.51}{2.5}a+0.49}+\frac{\left(y-\frac{3}{5}a-2\right)^2}{\frac{3.41}{2.5}a+4.41}=-\frac{0.86}{2.5}a+0.24$$

$$\frac{\left(x+\frac{3}{5}a-1\right)^2}{-\frac{7.5}{25}a+0.25}+\frac{\left(y-\frac{14.5}{25}a-2.55\right)^2}{\frac{2}{25}a+1.2}=\frac{0.23}{25}a+0.125$$

$$\frac{\left(x-\frac{3}{5}a+1\right)^2}{-\frac{7.5}{25}a+0.25}+\frac{\left(y-\frac{14.5}{25}a-2.55\right)^2}{\frac{2}{25}a+1.2}=\frac{0.23}{25}a+0.125$$

$$\frac{\left(x-\frac{2}{5}a+2\right)^2}{\frac{7.1}{25}a+2.4}+\frac{\left(y-\frac{53}{25}a-0.6\right)^2}{0.1a+0.5}=-\frac{2.877}{2.5}a+0.123\left\{x^2+y^2>-10a\right\}$$

$$\frac{\left(x+\frac{2}{5}a-2\right)^2}{\frac{7.1}{25}a+2.4}+\frac{\left(y-\frac{53}{25}a-0.6\right)^2}{0.1a+0.5}=-\frac{2.877}{2.5}a+0.123\left\{x^2+y^2>-10a\right\}$$

$$y=3(x-2)^2+\frac{4}{5}a-2\left\{y\le-\frac{3}{25}ax+0.936a-1\right\}$$

$$y=3(x+2)^2+\frac{4}{5}a-2\left\{y\le\frac{3}{25}ax+0.936a-1\right\}$$

$$x^2-\frac{2}{5}ay^2-\left(\frac{28}{25}a+1\right)y=\frac{151}{250}a+1\left\{y\le\frac{9}{25}a\right\}$$

$$\left(-\frac{3}{25}a+1\right)\left(x-\frac{24}{25}a-1\right)^2+\left(\frac{2}{25}a+1\right)xy+\left(\frac{3}{25}a+1\right)\left(y+\frac{36}{25}a+2\right)^2=-\frac{8}{5}a+1\left\{\frac{2.841}{1.225}ax+\frac{1}{2.5}ax^2+x^2+\frac{\left(y+y^2\right)}{2.5}a+y^2>\frac{0.495}{1.225}a+25\right\}$$

$$\left(\frac{-3}{25}a+1\right)\left(x+\frac{0.733362}{2.5}a-1\right)^2+\left(\frac{4}{5}a+1\right)xy+\left(y+\frac{6}{5}a+2\right)^2=-\frac{8}{5}a+1\left\{\frac{x^2}{2.5}a+\frac{0.235}{7.555}ax+x^2+\left(\frac{y-1}{2.5}a+y\right)y>\frac{61.51064}{7.555}a+25\right\}$$

$$\left(-\frac{3}{25}a+1\right)\left(x-\frac{24}{25}a-1\right)^2+\left(\frac{2}{25}a+1\right)xy+\left(\frac{3}{25}a+1\right)\left(y+\frac{36}{25}a+2\right)^2=-\frac{4}{5}a+1\left\{\frac{x^2}{2.5}a+\frac{2.841}{1.225}ax+x^2+\left(\frac{y+1}{2.5}a+y\right)y>\frac{1.199727}{1.225}a+25\right\}$$

$$\left(-\frac{3}{25}a+1\right)\left(x+\frac{24}{25}a+1\right)^2-\left(\frac{2}{25}a+1\right)xy+\left(\frac{3}{25}a+1\right)\left(y+\frac{36}{25}a+2\right)^2=-\frac{8}{5}a+1\left\{-\frac{a}{2.5}\left(\frac{2.841}{0.49}-x\right)x+x^2+\frac{a}{2.5}(1+y)y+y^2>\frac{0.495}{1.225}a+25\right\}$$

$$\left(-\frac{3}{25}a+1\right)\left(x+\frac{24}{25}a+1\right)^2-\left(\frac{2}{25}a+1\right)xy+\left(\frac{3}{25}a+1\right)\left(y+\frac{36}{25}a+2\right)^2=-\frac{2}{2.5}a+1\left\{-\frac{a}{2.5}\left(\frac{2.841}{0.49}-x\right)x+x^2+\frac{a}{2.5}(1+y)y+y^2>\frac{a}{2.5}\cdot\frac{1.199727}{0.49}+25\right\}$$

$$\left(-\frac{0.3}{2.5}a+1\right)\left(x+\frac{0.733362}{2.5}a-1\right)^2+\left(\frac{2}{2.5}a+1\right)xy+\left(y+\frac{3}{2.5}a+2\right)^2=-\frac{3}{5}a+1\left\{\frac{0.035}{6.1475}ax+\frac{a}{2.5}x^2+x^2+\frac{y^2}{2.5}a-\frac{ay}{2.5}+y^2>\frac{50.528828}{6.1475}a+25\right\}$$

$$\left(-\frac{3}{25}a+1\right)\left(x-\frac{0.733362}{2.5}a+1\right)^2-\left(\frac{4}{5}a+1\right)xy+\left(y+\frac{6}{5}a+2\right)^2=-\frac{8}{5}a+1\left\{\frac{x^2}{2.5}a-\frac{0.235}{7.555}ax+x^2+\frac{y-1}{2.5}ay+y^2>\frac{61.51064}{7.555}a+25\right\}$$

$$\left(-\frac{0.3}{2.5}a+1\right)\left(x-\frac{0.733362}{2.5}a+1\right)^2-\left(\frac{2}{2.5}a+1\right)xy+\left(y+\frac{3}{2.5}a+2\right)^2=-\frac{3}{5}a+1\left\{-\frac{0.035}{6.1475}ax+\frac{a}{2.5}x^2+x^2+\frac{y^2}{2.5}a-\frac{y}{2.5}a+y^2>\frac{50.528828}{6.1475}a+25\right\}$$

$$1.2(x+1)^2-0.6xy+2.3(y-4.2)^2=-\frac{5.8}{2.5}a\left\{25<x^2+y^2\right\}$$

$$2.06(x-1.1)^2-0.4xy+2.1(y-2.9)^2=0.6\left\{\frac{0.1028}{5.04}a+\frac{a}{2.5}x^2+x^2+\frac{y-1}{2.5}ay+y^2>\frac{44.33766}{5.04}a+25\right\}$$

$$1.8(x-0.53)^2+0.34xy+1.94(y-3.43)^2=-\frac{9.07}{2.5}a\left\{y<\frac{(4.876-3.13)}{-1.514-2.406}(x+1.514)+4.876\right\}$$

レゴマインドストーム EV3 を用いた宇宙エレベーターロボットの制作

大阪府立岸和田高等学校 情報ゼミ
原 蓮真

研究要旨

宇宙エレベーターロボット競技会（高校生中級部門）に参加し、与えられた課題の達成に向けてロボットを制作する。ロボットの制作には、レゴマインドストーム EV3 という、簡単にレゴでロボットを制作できる製品を用いる。先輩方の先行研究「レゴマインドストーム EV3 を用いた宇宙エレベーターロボットの開発と制御」のロボットを参考にして、ロボット制作を始める。

課題の達成に向けて開発を進めていく中で出てくる問題点を検証し、改善していくことで、ロボット開発における重要な事について考える。

宇宙エレベーターとは

宇宙エレベーターとは、地上と遥か上空の静止衛星とをつなぐ輸送機関。1991 年、カーボンナノチューブという素材が発見されて以降、宇宙エレベーターに関する議論が加速し、多様で具体的な建造計画が世界中で提案されている。

また、宇宙エレベーターの技術開発のための競技コンテストが毎年、日本やドイツ、アメリカなどで開催されている。日本では、プログラミングロボット教材のマインドストームというもので作る宇宙エレベーターロボット競技会が毎年開催されている。

レゴマインドストーム EV3 とは

レゴマインドストーム EV3 とは、レゴブロックでつくったボディに、付属のモーターやセンサーを取り付け、それらをインテリジェントブロックにつなげて制御することで、簡単にロボットの制作、制御ができる製品。インテリジェントブロックとは、ロボットの頭脳部分となるもので、センサーで計測した値でモーターを制御する命令をプログラムすることが出来る。プログラムには教育版 EV3 ソフトウェアを用いる。インテリジェントブロックには、モーターとセンサーをそれぞれ 4 つまでケーブルで接続出来る。宇宙エレベーターロボット競技会では、教育版レゴマインドストーム EV3 基本セット、拡張セットに含まれているパーツの使用が許可されている。



(図１　レゴマインドストーム EV3)

宇宙エレベーターロボット競技会への参加

宇宙エレベーターロボット競技会(高校生中級部門)への参加を通して、目的達成をめざす。

高校生中級部門　課題

- 地上４ｍの位置に、宇宙ステーションに見立てた模型（円形）が設置してある。(図2)
- 宇宙ステーション模型には 75 球のピンポン玉が入っている。
- このピンポン玉を、ロボットに地上まで運搬させる。
- ロボットはテザー（ひものようなもの）を伝って 4m昇降する。
- 制限時間は 5 分間で、制限時間内に何回でも、ロボットの昇降を繰り返すことができる。
- 一度に何個のピンポン球を運搬してもよい。
- 順位は、以下の計算式によるポイントで決まる。
  (回収した球の数) - (途中で落下した球の数)
- ロボットに使える部品は、Mindstorms　EV3 基本セット、拡張セットに含まれているパーツと、Mindstorms　NXT 基本セット、拡張セット（今回は使用しない）に含まれているパーツのみ。

宇宙エレベーターロボット競技会への参加２



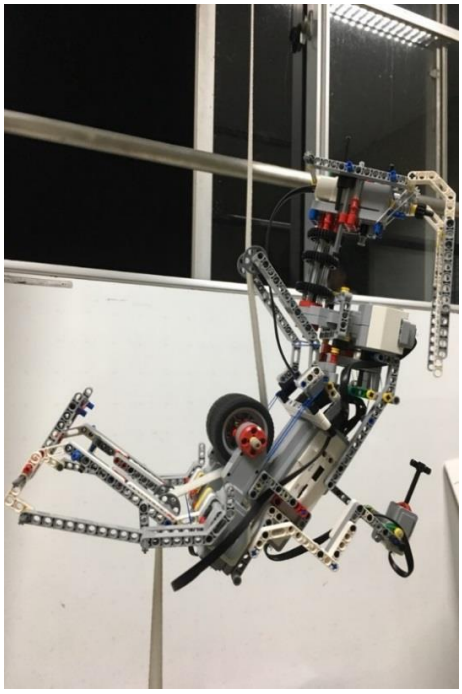
（図２　宇宙ステーション模型）

宇宙ステーションの模型は直径 54cm の円柱型であり、高さは 26 ㎝。内側にはロボットが入るための直径 30 ㎝の円形の穴が空いている。75 球のピンポン玉が入る空間の外側の壁の高さは 6cm、内側の壁の高さは 3 ㎝。

ロボットの昇降（一号機）

先輩方の先行研究（レゴマインドストーム EV3 を用いた宇宙エレベーターロボットの開発と制御）を参考にしてロボットを作り始めた。

ロボット中心付近に大きいタイヤを二つ並べて取り付け、そのタイヤにそれぞれモーターを一つ取り付ける。また、回転する部品（摩擦が小さい）をロボットの上下に一つずつ取り付け、テザー（ひも）をそこに引っ掛けた。モーターを使ってタイヤを回転させ、昇降する。



（図 3　ロボット一号機）

昇降失敗

ロボット本体（インテリジェントブロック、タイヤ、モーター）だけで昇降する分には問題なかったが、ピンポン玉捕球用のパーツ（アーム、かご）をロボットに載せていくと、安定して昇降できなくなった。

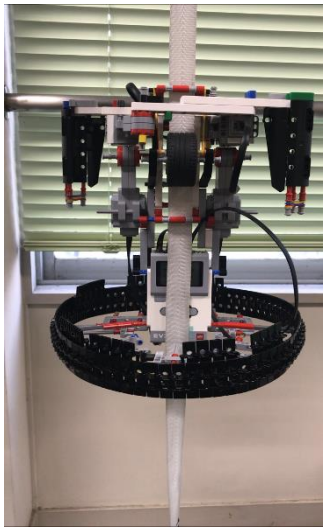
原因として、他のパーツを載せていくにつれ、一方に重量が偏っていき、ロボット全体が不安定になっていくことが考えられた。そこで、できるだけ傾かないように安定性を意識して二号機を制作することにした。二号機は重量の偏りが出ないよう、できるだけ左右対称になるようにした。また、削ることが出来るパーツを検証し、重量を減らしていった。

ロボットの昇降（二号機）

テザーを二つのタイヤではさんで、一方のタイヤをモーターによってまわすことで、ロボットを昇降させる。二号機は一号機と違い、二つのタイヤにそれぞれモーターをつけるのではなく、一つのタイヤを二つのモーターを使って回転させた。もう一方のタイヤは輪ゴムを使って固定する。（輪ゴムはレゴマインドストーム EV3 拡張セットに含まれており、使用が許可されている。輪ゴムの本数を変えることで、タイヤでテザーをはさむ力を調整する。）（図 5）

タイヤはインテリジェントブロックのほぼ真上に取り付けており、ロボットの傾きは少ない。

4m の昇降を検証するのは難しかったので、2m の昇降を検証した。上昇・下降にかかる時間をそれぞれ 10 回計測して、その平均を求めた。その 2 倍の時間を 4m の昇降にかかる時間とした。



（図 4　ロボット二号機）



（図 5　輪ゴムでタイヤを固定）

計測結果（昇降にかかった時間）

ロボットの上昇（4m）にかかる時間　　平均 35.8 秒
ロボットの下降（4m）にかかる時間　　平均 9.48 秒

ロボットの傾きが小さくなったことで、安定して昇降できるようになった。
アーム、カゴを取り付けた状態でも昇降できることを確認できた。
重力の影響で下降にかかる時間は上昇にかかる時間に比べてかなり短くなっている。
モーターを回さなくても自然に下降するが、モーターを回した方が早く下降できた。
上昇・下降にかかる時間は合計約 45 秒であり、制限時間が 5 分であるから、昇降は一回だけ行うことにした。

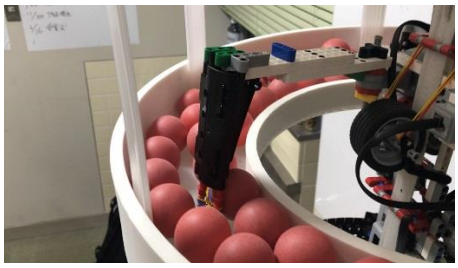
アームを使ったピンポン玉の回収

円形の宇宙ステーション模型からより多く玉をとるため、アームを二本反対方向に取り付けた。この二本のアームをそれぞれ回転させることで、ほぼ 360 度のピンポン玉の回収を狙える。
ロボットの昇降にかかる時間が平均約 45 秒であるので、制限時間 5 分のうち、15 秒の余裕をとって、ピンポン玉の確保にかける時間を 4 分とした。

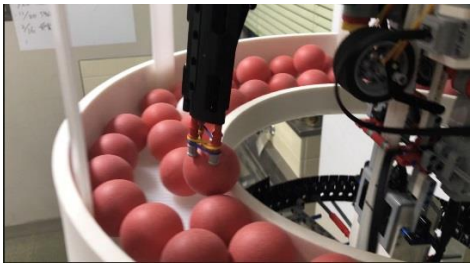
20 回計測して、平均獲得ポイント（(回収した球の数）－（途中で落下した球の数)）を求める。

アームを使ったピンポン玉の回収２

レゴで作ったアーム（先端に輪ゴムを巻いている）をモーターによって回転させ、ピンポン玉をアームと宇宙ステーション模型の内側の壁との間に挟む。その状態でロボットを少し上昇させることで、輪ゴムでピンポン玉をひっかけて落とす。(図 6～8）落ちたピンポン玉はロボットの下部に取り付けたカゴに入り、ロボットによって地上まで運ばれる。(図 9)



（図 6）



（図 8）



（図 7）



（図 9）

（図 6～9　アームを使ったピンポン玉の確保）

計測結果（確保できたピンポン玉の平均個数）

4 分間で獲得したピンポン玉　平均 14 個

4 分間で落下したピンポン玉　平均 0.5 個

4 分間で獲得したポイント　平均 13 点

アームは二本取り付けてあるが、同時には動かさず、片方ずつ順番に操作したとき一番記録が伸びた。（二本同時に操作すると、干渉してピンポン玉が取れなかったり、模型が大きく揺れたりした。）この方法では毎回一球ずつしかピンポン玉を回収できないが、ロボットが安定した。そのため少しずつではあるが着実にピンポン玉を回収することが出来た。

時間が経つにつれ、模型内のピンポン玉の数が減っていくので、アームと模型の壁との間にピンポン玉を挟むのが難しくなっていく。そのため前半 2 分と後半 2 分を比べると、前

半２分で回収できたピンポン玉の数のほうが多くなった。

その後、カゴの中で、ピンポン玉が溜まりやすいところ、溜まりにくいところがあることを発見した。ピンポン玉がよく溜まる箇所では、ピンポン玉同士がぶつかってよく跳ねるため、落下が目立った。そこで、その部分のカゴの壁を補強することで、落下する玉が少なくなった。

研究を通して学べたロボット開発における重要な事

「ロボット開発における重要な事」として、この研究を通じて、安定性、安全性の重要さを感じた。　安定性を意識してから記録が伸び始めたことから、大記録を狙って危険な作戦をするよりも（宇宙ステーション模型ごと傾けて一気に回収するなど)、安定性を考えることが、良い結果につながる近道であるとわかった。また、役割分担の大切さも感じた。はじめはロボットの制作と制御に二人の役割を大きく分担していたが、なかなかうまくいかなかった。もっと柔軟に二人が協力して作業していれば、ロボットをもっと早く形に出来ただろうし、完成度もあげられたと感じた。

参考文献

「LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 Core Set 」
＜ https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-ed0ucation-ev3-core-set-/5003400＞
「JSCA 宇宙エレベーターとは」
＜http://www.jsea.jp/about-se/How-to-know-SE.html＞
「宇宙エレベーター建設構想を動画で紹介」
＜https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news_20130730_1.html＞
「2018 全国大会規定　ver1.3」
＜http://space-elevator.tokyo/competition/＞
「宇宙エレベーター協会の功罪」
<https://blog.goo.ne.jp/orbitalelevator/e/5e12d34aeb794484f615436e92cf5ecd>

高校課題研究におけるグループ活動を効率よく行うための方法についての考察 ～ウェブサイト製作を通して～

大阪府立岸和田高等学校 情報ゼミ

山本 悠乃

研究要旨

グループで一つの研究を完成させるときには、特にメンバー間での考えや研究データの共有が大事である。そのときにおこる問題をどのように解決するかということをテーマとして、私が二年生の時に行ったグループ研究である「Web サイト『岸高教科書研究所』の製作と『岸高 e 博物館』の構想」を具体例として挙げながら説明する。

グループ製作において起こる問題点

私たちのグループでは「岸高教科書研究所」という Web サイトを作った。そのサイトは次の写真 1 のとおり。



写真 1

その製作過程において様々な問題が発生した。例えば、次のような問題がおこる。一つ目に、ホームページを製作するためにコードを打ち、それぞれをファイルに保存し管理する。グループ製作なので、そのファイルをグループの他のメンバーが編集したい時があるが、どのように常に最新のファイルをグループ内で共有しておくか。以降これを問題点 1 とする。

二つ目に、ホームページ制作においてホームページのコンテンツを考える必要がある。メンバーそれぞれが情報収集のためにサイトを調べるとき、どのようにしてメンバー間で同じサイトを調べないようにするか。以降これを問題点 2 とする。

三つ目に、何か製作するときには常にメンバー間で同じイメージを持つ必要がある。そうしなければ、グループで一つの研究を完成させることは困難であり、ほかのメンバーが同じ作業をしてしまうなど効率が悪い。このイメージの共有をどのようにしたら効率よくできるか。以降これを問題点 3 とする。

四つ目に、ホームページのコンテンツが薄いとき、どのようにアイデアを作り出すか。これを問題点 4 とする。五つ目に、グループで研究を進めるときの予定管理について。これを問題点 5 について。このような問題に対する解決策を提示する。

問題点 1〈ファイルの共有方法〉の解決手法①

問題点 1 は、私のグループでは Google アカウントを一つ取得し、Google Drive を活用することで解決した。Google アカウントとは Google 社が提供するサービスを利用するために必要なアカウントである。Google アカウントの取得方法についてはエビデンスの「Google アカウントと作成方法について」を参照にしてください。Google Drive はサービスの一つで、写真や文章、デザイン、描画、音楽、動画などの様々なファイルを安全に保存できるツールである。構造図は次の図 1 のとおり。



図 1

問題点 1 の解決手法②

ドライブ内のファイルはパソコン、スマートフォン、タブレットのどれからでもアクセスできる。また、編集してまたドライブにあげれば最新のファイルを共有できる。従ってグループのメンバーは同じ一つのアカウントにログインすることでメンバー全員が同じファイルにいつでもアクセスできる。メンバー全員が Google アカウントを取得してもファイル共有はできるが、後で説明するブックマークの共有ができないため、今回はグループで一つの Google アカウントを取得してログインした。私のグループでは、ホームページのコードを編集したら必ずドライブにアップロードしておくようにしたので、いつでも最新のコードを全員が見ることができた。また、ホームページのコンテンツの文章をそれぞれ分担して Word で書き、そのファイルをドライブにアップロードすることで、他のメンバーも文章が読める。例えば、他のメンバーの文章のミスの修正に気づいたら、そのファイルを自分のパソコンにダウンロードして修正し、修正したファイルをあげることができるので、ホームページをミスが少ない状態で公開できる。

Google Drive で写真の共有もできると説明したが、普段の活動時にスマートフォンで写真を撮って、それをパソコンにメールで送り、そしてドライブにアップロードするには手間がかかる。そこで、私たちは LINE を活用した。LINE のグループを作り、アルバムという機能を使って写真を共有できる。アルバムの使用例は次の写真 2 である。

問題点 1 の解決手法③



写真 2

次のトークで写真を送ると、一定期間後は写真が見られなくなるので、アルバムを活用するとよい。このようにパソコンだけでなくスマートフォンも必要に応じて活用していくべきだ。

問題点 2〈コンテンツの情報収集〉の解決手法①

問題点 2 は、Google アカウントと Google Chrome を利用して解決した。Google Chrome とは、ウェブサイトを閲覧するためのウェブブラウザである。Internet Explore や Safari もウェブブラウザの一種である。 Chrome では、ブックマークや閲覧履歴、開いているタブなどを、同じ Google アカウントでログインしている Chrome 間で同期・共有ができる。Chrome のインストール方法はエビデンスの「Google Chrome のインストールから基本的な使い方まで」を参照にしてください。同期の設定をすると、ある端末で行ったことが、インターネットと Google アカウントによって他の端末へ反映される。使用例は次の写真 3 のとおり。

問題点 2 の解決手法②

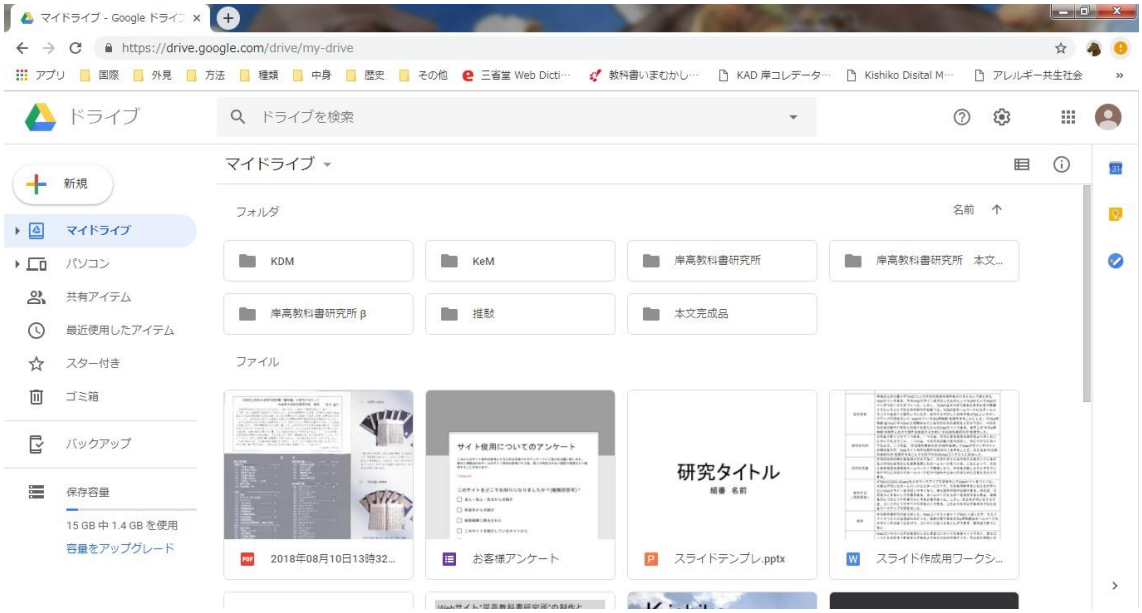


写真 3

まず、メンバーが使っているパソコンに Chrome をインストールし、つくった一つの Google アカウントで Chrome にログインする。そして、ホームページのコンテンツを調べるときには、まず参考にするサイトを Chrome で調べ、ブックマークする。これでグループ内で同じアカウントにログインしているので、ブックマークも共有されて調べたサイトがメンバー内で重複することがない。

問題点 3〈イメージの共有〉の解決手法①

問題点 3 は、「まなボード」を利用、そして話し合いのしやすい環境づくりで解決した。「まなボード」とはホワイトボードである。一般的なホワイトボードとは異なり、シートの上に書くホワイトボードなので、シートの下にワークシートを挟むこともできる。次の写真 4 のように利用できる。

問題点 3 の解決手法②

写真 4 のように付箋をシートの下に挟み、その横に関連事項をホワイトボードマーカーで書き込む。また写真 5 のように利用できる。

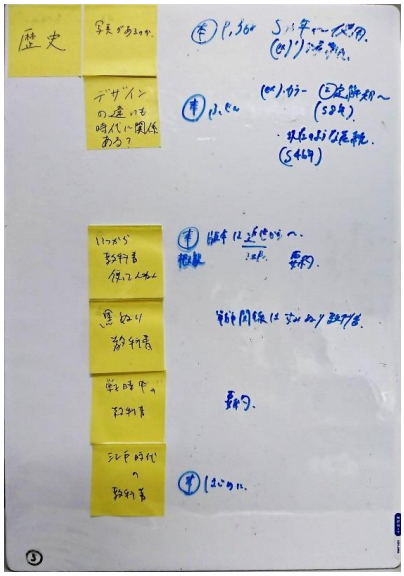


写真 4

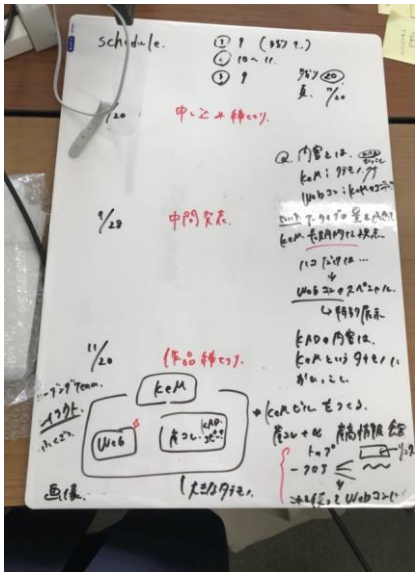


写真 5

問題点 3 の解決手法③

話し合いをするときに思い付いたアイデアをうまく言葉に表せないことがある。この時、まなボードを使うと、すぐにイメージを絵に表して共有できる。また、紙より消しやすく、書きやすいのでイメージを躊躇せずにメンバーに伝えることができる。写真 3 の左下の図は、言葉で説明するのが難しかったためイメージを図で表した例である。これによって、メンバーの中で各サイトがどのような役割を担うものにするかという考えを共有できた。

私たちのゼミでは、次の図 2 のように机と椅子を並べた。〇は椅子を表す。

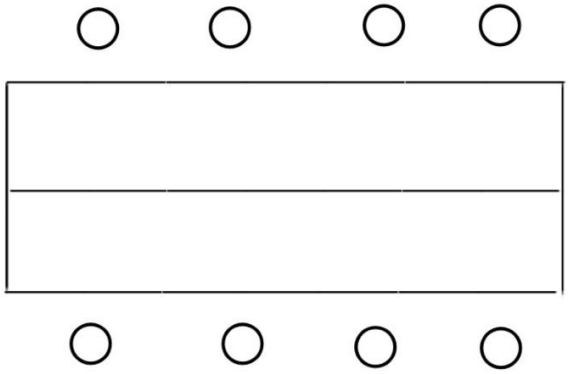


図 2

グループで話し合うときは全員の表情をみながら話をすることで、自信をもって自分の意見を提案できる。まなボードを机の上に縦に置けば、メンバー全員が思ったことを書き出すことができる。また、情報ゼミの活動人数は 8 人で、活動場所は教室の二分の一程度の広さの LAN 準備室で行ったため、わからないことがあったら先生に質問しやすい環境だった。

問題点 4〈アイデアの創出〉の解決手法①

問題点 4 は、付箋を活用して解決した。私のグループの具体例で説明する。私たちのグループでは、教科書をテーマとしたホームページを製作することとなり、コンテンツを決めるとき、まず、教科書に関する疑問や興味があること、知りたいことを写真 6 のように付箋に書き出していった。

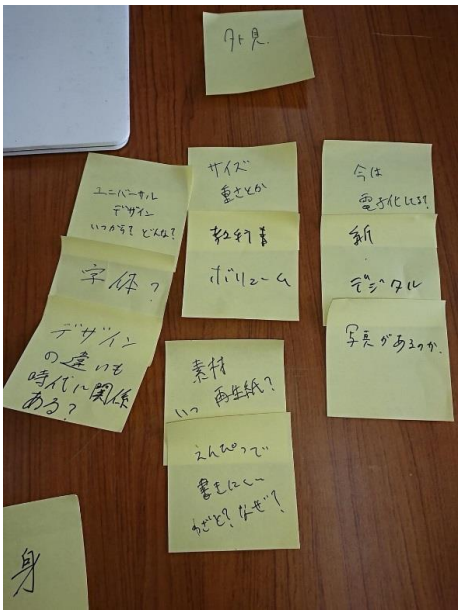


写真 6

問題点４の解決手法②

これは10分間以内と時間を決めて行った。時間を決めることで、必死になって教科書について考えることができるからである。また、鉛筆などで書き出すと、つい消してしまって他のメンバーが思いつかなかったような良いアイデアが共有できなくなる可能性がある。それを避けるために、マーカーで書き出していった。マーカーで書くと、思い付いたことを消せないので、勢いよく書き出せる。このようにしてホームページのコンテンツを濃いものに仕上げた。この後、その付箋に書かれた内容を歴史や、教科書の外見、中身などにグループ分けした。そして、参考となるサイトや本を調べ、Word でまとめホームページのコンテンツとして公開した。このような手順でホームページのコンテンツは完成した。

問題点５〈予定管理〉の解決手法

予定管理は研究活動を行う上で重要だ。予定管理とは、期日までに何をする必要があるか把握し、その一つ一つにどれだけ時間を割くことができるか逆算して研究を進めることや、現在の研究の進捗状況を確認することを指す。私たちのグループでは、毎回研究活動を始める前に前回の活動で何ができたかをメンバー間で共有して、その進捗状況を確認してから今日の活動では何をするか話し合い、その日の研究を始めるようにした。一か月に一回程度、研究を完成させるために残された時間と何をする必要があるかを確認したり、それを踏まえて授業外での活動日を決めたりした。これらの予定管理の重要性はコンテストに参加するときに特に感じられる。私たちのグループは製作したWebサイト「岸高教科書研究所」で全中学高校 Web コンテストに参加したのだが、予定は組んだもののトラブルもあり当初の予定より研究が進んでいなかった。この遅れを甘く見すぎていたため、予定より遅れた状態でそのまま作業を進めた結果、満足いく状態で製作した Web サイトをコンテストに提出することができなかった。コンテストでは目標としていた結果を得ることができなかった。このように、研究活動において予定管理は重要である。

考察

Google ドライブでのファイル管理の欠点として、同じファイルを同時に他のメンバーが編集できないことだ。編集しても他の人が編集した部分は反映されない。この欠点を避けるために、Git という分散型バージョン管理システムを使えば解決する。Git では複数人でのホームページ製作の時に他人が編集した箇所を上書きしていることを警告してくれたり、バージョンを過去のバージョンに戻したり、他の人のファイルとの差異部分を表示できる。ゆえにこの欠点を回避できる。この Git の構造図は以下の図3を参考にしてほしい。

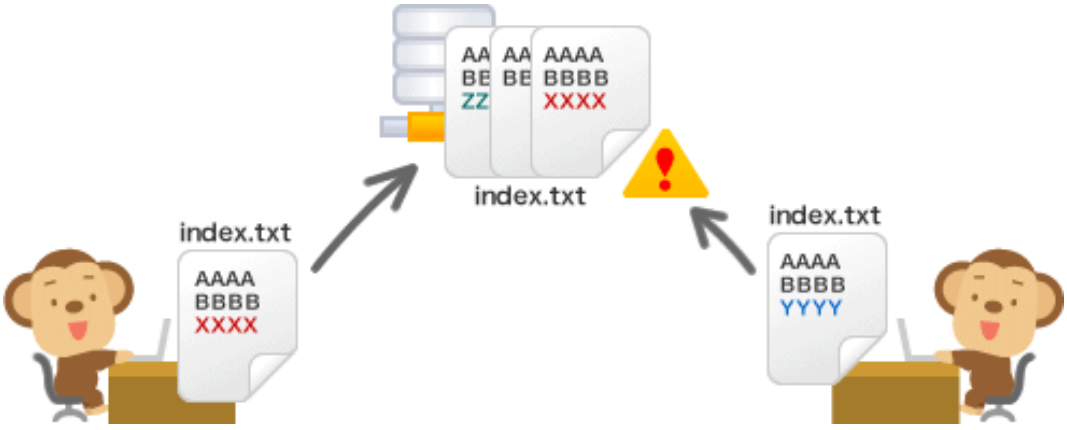


図 3

しかし、Git を利用するためには用語やシステムを勉強しないと使いこなせないため、一年間という短いゼミ活動の期間内では導入するのは難しい。

展望

この論文を参考にして、より効率的なグループ研究活動を行ってほしい。

参考文献

- 「岸高教科書研究所」 <http://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/tblab/index.html>
  2019.05.05 アクセス
- Google(2019)「Google ドライブ」 <https://www.google.com/drive/>
  2019.05.05 アクセス
- Google(2019)「Google アカウントと作成方法について」
  <https://applired.net/googleaccount/#toc_id_2>
  2019.05.05 アクセス
- いらすとや(2019)「かわいいフリー素材集 いらすとや」
  <https://www.irasutoya.com/?m=1>
  2019.05.05 アクセス
- ITmedia Inc.(2018)「Google Chrome とは？」
  <https://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1206/14/news130.html>
  2019.05.05 アクセス
- ITmedia Inc.(2018)「Google Chrome のインストールから基本的な使い方まで」
  <https://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1711/20/news029.html>
  2019.05.05 アクセス

・ 泉株式会社「協働学習を促進する『まなボード』」
<http://www.izumi-cosmo.co.jp/manaboard/manaboard.html>
2019.05.05 アクセス
・ 「Git を使ったバージョン管理【Git の基本】」
<https://backlog.com/ja/git-tutorial/intro/01/>2019.05.05 アクセス
・ EN JAPAN Inc.(2017)
「今日からはじめる GitHub ～初心者が Git をインストールして、プルリクできるようになるまでを解説」
<https://employment.en-japan.com/engineerhub/entry/2017/01/31/110000>
2019.05.05 アクセス

Web サイト『岸高教科書研究所』の構造とデザイン

大阪府立岸和田高等学校 情報ゼミ
岡留 脩磨

研究要旨

教科書について様々な視点で調べ、まとめた Web サイト「岸高教科書研究所」の制作が決定し、私は内容をよりよく表せるサイトの構造やデザインについてサイト開発を通して研究した。また、この研究で完成したデザインを「岸高 e 博物館」というサイトにも使用できるようなデザインにすることを考慮して作成した。構造に関して、調査した内容にあわせてトップページと５つの記事のページなどを作ること、各ページに一つ一つの記事に移動できるページ内リンクを作ること、それに加えて何か変更があったときのために変更の手間が安易になることを目標とした。デザインに関しては、落ち着いた見た目にすることと、シンプルで分かりやすいものにすることを目標とした。すべてのページをヘッダー、フッター、サイドメニュー、メインの大きく４つの領域で構成する基本的なホームページの形式で制作した。そのほか細かな調整を加えて、サイトを公開するまでに至った。結果、目標としていた形が完成したが製作時間の問題で規模が小さいところが懸念点である。しかし、ファイル構成が分かりやすく、「岸高 e 博物館」に流用したときに引き継ぎが容易であることから、制作の意義があった。

デザインを他のサイトにも使う理由

「岸高教科書研究所」の開発前に「岸高 e 博物館」という岸和田高校の情報サイトを制作するという計画があり、先行研究でもある「『Kishiko Digital Museum』ですでに既存する『KAD 岸コレデータベース』のデザインを変え、より効果的なサイトにする」という研究を引き継ごうという見通しを立てていた。そのサイトの構造をもとにまた別のデザインを考えることとなったが、「岸高 e 博物館」は計画の規模が大きく実現が難しいということとなり「岸高教科書研究所」の開発となった。ゆえに、「岸高教科書研究所」のサイトで構造やデザインの研究を行い、「岸高 e 博物館」のデザインとして流用できるように作ることとした。

岸高教科書研究所

岸和田高校に所蔵されている、古い数学や理科などの教科書を見たことから発案し、普段我々高校生が使用している教科書の歴史、作られ方、デザインなどの外装、教科書の内容と

いう４つの視点から調べ、それらの情報をまとめたサイトである。
「みなさん、普段学校で使っている教科書について知っていることを考えてみてください。教科書は長い歴史を持っており、また様々な道のりを経て今の教科書となっています。そのような歴史、教科書の見た目や中身などを理解できるホームページとなっています。このホームページを読んで、次の世代やもっと先の未来ではどのような教科書が使われるようになるか一緒に考えてみませんか？」------(岸高教科書研究所より引用)

完成に向けた目標

サイト開発の構想、目標として下記のようなものを決めた。
下記のような点をクリアできれば、伝えたい情報が伝わり古臭くないサイトが初心者でも作成できると仮定した。

- 構造について
  - サイトの内容の追加や変更がなるべく便利になる
  - ヘッダー、フッター、サイドメニュー、メインの４つの大きな箱で１ページを形作る
    →「ＫＡＤ」「岸和田高校ＨＰ」を参考にし、また多くの記事を取り扱うサイトにおいてこの
    構造が目的を持って様々なページを閲覧するにあたって見やすいと考えられる。
  - トップページ、記事のページ、その他のページを作る
  - ページ内リンクを制作する
- デザインについて
  - 「岸高ｅ博物館」に流用できるデザインに仕上げる
  - 落ち着いたデザインにする
    →教科書という学校で使うもののイメージに合わせる
    他のサイトに使うテンプレートとして扱いやすい
  - シンプルで使いやすいものにする
    →使用者の目線で考えて、使いやすくするのは基本である
  - 視覚的に面白いものにする。
    →内容をより効果的に伝えるためには、視覚的に面白いものにするのが近年のサイトには必要
    である。内容への関係の有無に関わらず、画像や動きのあるサイトにするのがサイトをみてもらうための工夫である。

開発環境

・ 使用ブラウザー

Google Chrome ・ Firefox

(開発途中でクロームの仕様の関係で、ローカルファイルのデバックが反映されないという事態が発生した。その事態が起きないという Firefox に使用ブラウザーを変更した。)

・ テキストエディター

Sublime Text

(プラグイン：Japanize・HTML5・CSS3・jQuery を導入済み)

・ 使用 OS

Mac OS

プログラミング言語

・ HTML(Hyper Text Markup Language)

Web ページの基本的構造や、内容を指定する言語

今回は HTML５を使用

・ CSS(Cascading Style Sheets)

Web ページの項目の色などの見た目を指定する言語

今回は CSS３を使用

・ JavaScript

Web ページの複雑な処理を可能にする言語

・ JQuery

JavaScript をより扱いやすくしたライブラリ

複雑な操作もより少ない記述で行うことができる

ページのレイアウト

前述より、ページの基本的なレイアウトはヘッダー、サイドメニュー、メイン、フッターの４部分で大きくは構造する。いわゆるビッグデータを用いるためにこのレイアウトが様々なページに行きやすく、シンプルで見やすい。

但し、下記のコードよりサイドメニューとメインはそれよりも大きな箱に入れることで、横並びを実現した。これはその大きな箱に flexbox を適用することで、サイドメニューとメインの並び方や大きさ、さらに自動的に余白を等分された。この flexbox は他の部分でも重

宝されたので、次ページで記述する。

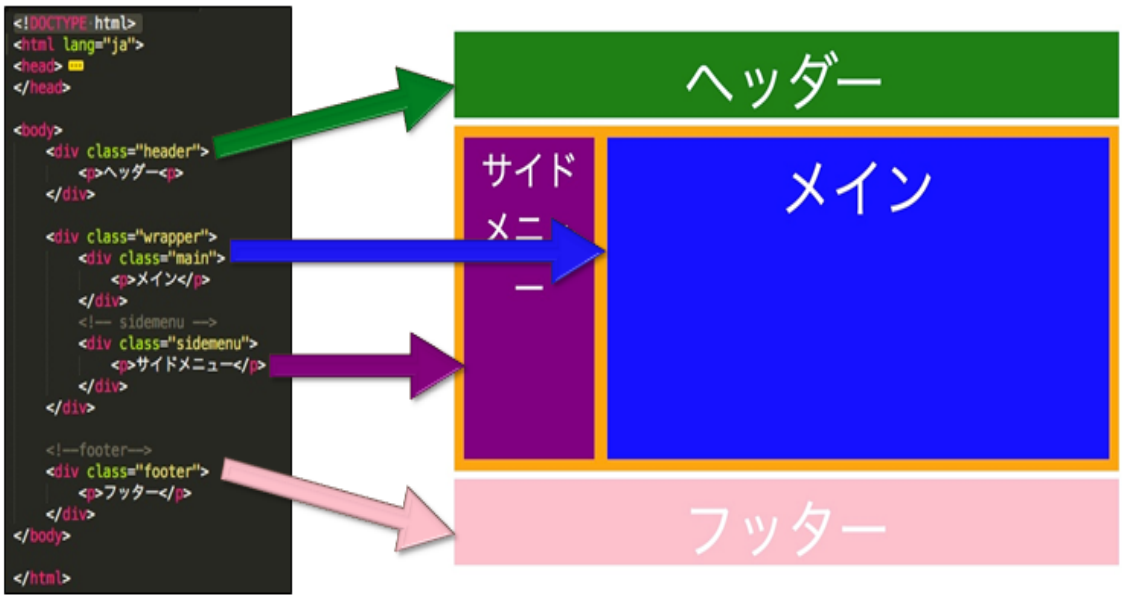


図１　ページの基本構造

flexbox

CSS においてある指定内に `display: flex;` と記述すると、その箱は flexbox となる。Flexbox はその内部に別の要素を入れたときにその別の要素の配置などを指定することができる。

その機能には、

1. 横(または縦)に並べる
2. 複数行(または複数列)に並べる
3. 並び順を入れ替える
4. コンテンツの量に関わらず、横方向にならんだボックスの高さを揃える。または縦方向に並んだボックスの幅を揃える。
5. 並んでいるボックスのサイズを伸縮させて、親要素にぴったり収まるようにする。

の５つがある。

但し、IE10 以前のバージョンでは対応していないので気を付けないといけない。

justify-content

前述した flexbox とともに使用した CSS プロパティが `justify-content` である。これを用いることにより、ヘッダーのリストの幅を均等にすることを実現している。また、位置を

指定できるのはリスト位置だけでなく、文字やイラストが要素となっているボックスの位置を指定しているので flexbox とともに用いるという制限があるが、要素の位置の配置をより簡単に思い通りに行うことができる。したがってこれを使用し、ページ内リンクのボタンの文字位置や、一番上にあるロゴの位置も指定している。

ヘッダーのリストには、`justify-content: space-around;`というプロパティを使用し、ナビゲーションの要素の両側の幅を等しくして並べている。さらに、このプロパティでは画面全体の幅が狭くなったとしても自動的に常に要素の両側の幅が等しくなるので、フレキシブルデザインにサイトをしたい場合に役に立つ。

そして、文字やロゴの位置は`justify-content: center;`を用いて flexbox の中の要素を中心に配置している。

インクルード

インクルードは、ファイルの中に別のファイルを組み込むことを指す。こうしておけば共通部分に変更があったときに、そのインクルードファイルを修正すれば、それらが読み込まれているすべてのページに反映することができる。

今回は jQuery の記述である`.load`というメソッドを用いて適用した。ヘッダー、フッター、サイドメニューの一部ページにこれを適用した。ただし、Google Chrome ではインクルードがローカルファイルでは適用されないという設定があり、これを Firefox にしたことでこの事態は解消された。開発当時、この問題を解消したのが最後だったので、この機能の便利さを実感することはできなかった。

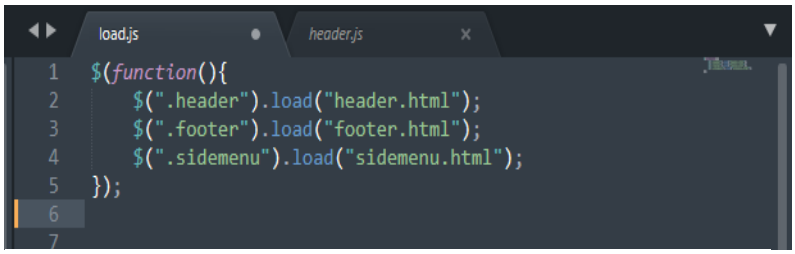


図 2　使用した.load を用いたコード

完成サイト

ここまでで完成した Web サイト「岸高教科書研究所」は下記 URL でもうすでに公開されている。

[http://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/tblab/index.html]

構造について

・ サイトの内容の追加や変更がなるべく便利になる

インクルードによりトップページやフッターにあるいくつかのページ、記事が書いている５つのページの２つのグループにそれぞれヘッダー、フッターのコードを一つにまとめている。前者はサイドメニューも一つになっているが、後者はサイドメニューの記述がそれぞれ違うのでサイドメニューはまとめていない。

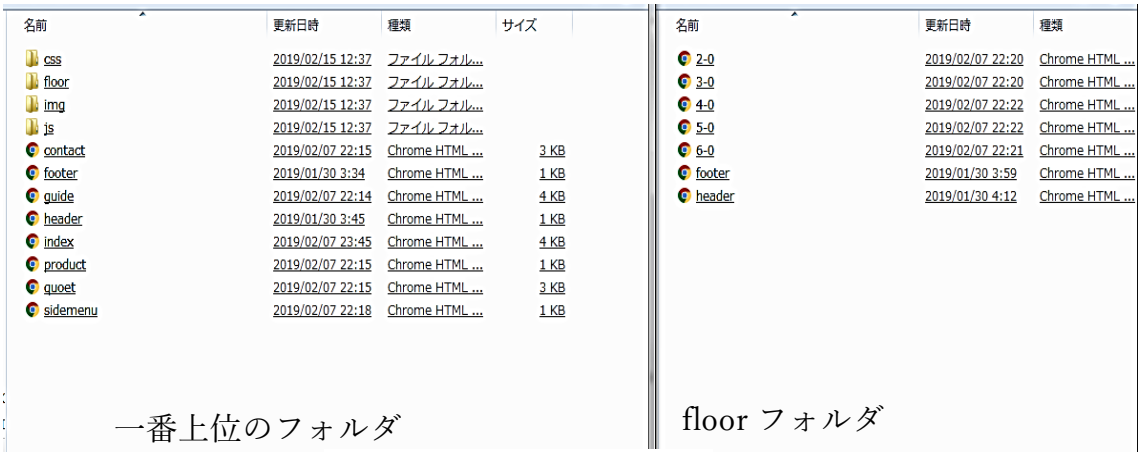


図３　フォルダ階層内

・ ヘッダー、フッター、サイドメニュー、メインの４つの大きな箱で作る

全てこの形式で制作した。各ページの違いは、メイン領域内の内容のみ。

これは初心者がテンプレートとして使用しても訂正しやすいと考えられる。

・ トップページ、記事のページ、その他のページを作る

結果的にお問い合わせなど予定外の４つのページを作ったがそれらのデザインはトップページのスタイルシートと同じものを使用した。また、記事の内容が入った５つのページはすべて同じスタイルシートで指定した。これらに加えて、すべてのページに適応されるスタイルシートを１つ制作、下記のリセット CSS を１つ引用して用い、全部で４つのスタイルシートで出来ている。

[YUI 3.5.0 - reset.css (http://developer.yahoo.com/yui/3/cssreset/)]

・ ページ内リンクを制作する

各記事のボックスに id = “note1” という id を１から順にいれて、リンクをページの絶対パスではなく id 値を指定することで、実現できた。また、別ページの記事も絶対パスと共に id 値を指定することでリンク先に指定できた。

デザインについて

・　落ち着いたデザインにする

小見出しやアイコンなどを dimglay という色を基調にすることで、目標の見やすく落ち着いたデザインとなった。また、余白を十分にとることでよりその効果を強調している。



図４　岸高教科書研究所(完成版)

・　落ち着いたデザインにする

開発途中、下図のように茶色を基調としたページにした際、落ち着いた印象でないということが分かった。このデザインは余白も少なく、濃い色に黒字で見にくいこともあり目指している完成像とは程遠いものとなった。また、ページ内リンクを球体にしたが、どう見ても赤いピンポン玉にしか見えないので作成が多少手間取ったものの、改良された。



図５　岸高教科書研究所(開発途中)

・　シンプルで使いやすいものにする

見た目同様リンクもシンプルであるので、行きたいところに直感的に行くことができる。逆にシンプルすぎて動きがなく面白くない印象も与えてしまう点もある。

また、サイドメニューは画面に合わせて動くようになっているので、多くの記事を１ページに収めているビックページの形式において適しているデザインである。ただし、この機能は CSS セレクタ `position: sticky;` を使用しているのだが、この記述は IE11 には対応していないので、IE11 を使用している人にはこの機能は見ることができない。

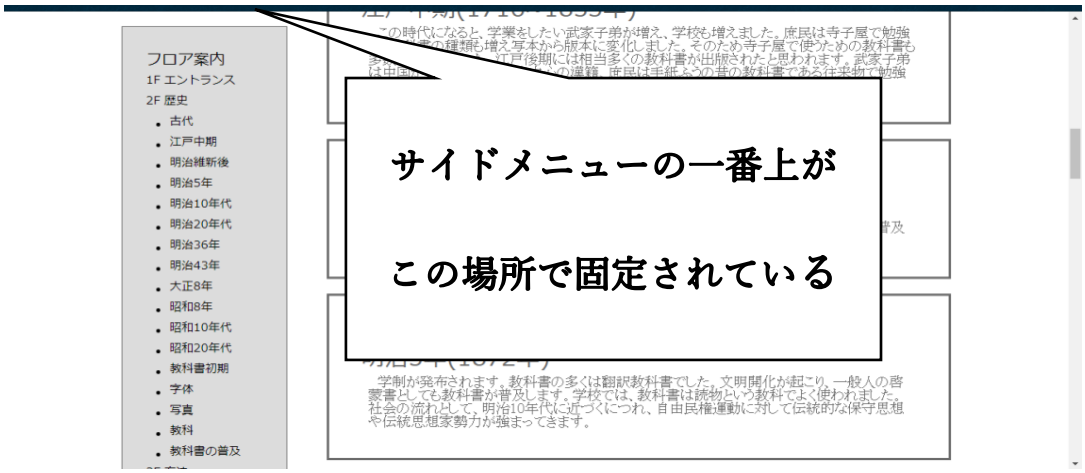


図６　サイドメニューの固定

・　視覚的に面白いものにする

今回、内容にかかわる画像が少なかったこともあるが、あまりにも画像が少なく見た目

的に乏しいものとなってしまった。それに加えて、JavaScript の jQuery を用いたスライドショーやプルダウンメニューなどの動きのあるサイトの効果を制作時間が足りなかったのもあり一切入れることができなかった。つまり、視覚的に面白いものにするという目標は唯一達成ができなかったということとなった。

『岸高 e 博物館』への流用を考慮して

この構造・デザインを「岸高 e 博物館」に流用すると考慮すると、基本的な構造においては流用してもシンプルな上に必要な要素が備わっているので役に立つと考えられる。特に、フォルダの階層構造は誰が見てもわかりやすく、制作に長期間を要する「岸高 e 博物館」にとって引き継ぎがスムーズに行える点で有用である。

しかし、「岸高 e 博物館」はより内容が多くなると考えられる。ゆえに今回とったビッグデータ形式にすると 1 ページを読み込む時間がかかるとともに、必要ない情報を大量に読み込むことになるので、より多くのページを作り、各ジャンルのトップページのデザインを考える必要がある。

さらに、今回は必要がなかったものもあり、記事に画像が一つも入っていない状態で、見た目がさみしい印象がある。このことに対して、画像を入れたときのために何度か試作してみたものの、実現することができず、これは後の代に期待する。

参考文献

- 「Kishiko Digital Museum」
- 岸和田高校情報ゼミ「KAD 岸高データベース」
  <https://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/kad/index.html>
  2019/5/8 アクセス
- 岸和田高校情報ゼミ(2019)「岸高教科書研究所」
  <https://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/tblab/index.html>
  2019/5/8 アクセス
- 大阪府立岸和田高校「大阪府立岸和田高校ホームページ」
  <https://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/index.html>
  2019/5/15 アクセス
- minami(2011)「jQuery.load()を Chrome で使う時にちょっとハマったこと | バシャログ。」
  <http://bashalog.c-brains.jp/11/02/16-212538.php>
  2019/5/8 アクセス

・ 「HTML5＆CSS３ デザインレシピ集」 著：狩野祐東
・ 坂巻 翔大郎(2015)「"静的 HTML のためのテンプレートエンジン - 共通部分が多い HTML | CodeGrid」
＜https://app.codegrid.net/entry/template-for-coding-1＞
2019/5/8 アクセス
・ 岸和田高校情報ゼミ(2018)「岸高教科書研究所」(コンクール提出作品)
＜http://textbook-lab.jp/index.html＞
2019/4/28 アクセス （2019/5/1 サイト公開終了）

小学校国語の教科書から学べることは何か？

～人間関係と展開に注目して～

大阪府立岸和田高等学校　五味 晴香

研究要旨

小学校の国語の教科書は学習指導要領や教科用図書検定に基づいて作られているが、私は、その選定された物語から学習指導要領などに示されている身につけるべき力以外にも、道徳的な面で学べることがあるのではないかと考えた。研究の方法として、光村図書と東京書籍の教科書会社 2 社から小学 1 年生 4 つ、小学 6 年生 3 つの物語を取り上げ、各物語の人間関係と展開をそれぞれまとめた。そこから、物語の単純さや複雑さを導き出し、1 年生は、協力することの大切さと最後までやり遂げることの大切さを学ぶこと、6 年生は人の気持ちに寄り添うことを学ぶことができるという結論に至った。

１．研究動機･目的

誰もが習った小学校の国語について、どの物語を習った、という記憶はあるものの、実際国語の教科書で何を学んだのか、という疑問から、学習指導要領に示されている養われるべき力以外にも、私たちは物語から何か道徳的なことを学べるのではないか、ということに興味をもち、この研究をしようと考えた。

国語の教科書に道徳的なものを求めてよいのかという意見もあるが、これから主体的な学びが重要視される中で、物語の中からでも道徳的なことを学ぶ機会を一層大切にしていくべきである。そうすれば、授業の中でさらに学びが活性化すると考えている。

２．研究方法の概要

国語教科書 2 社（光村図書・東京書籍）から 1 年生 4 つ、6 年生 3 つの物語を抜粋し、人間関係と展開についてまとめ、考察した。今回は両社で取り上げられているもののうち、ある程度物語性のあるものを基準に抜粋した結果、１年生では、『大きなかぶ』『スイミー』『くじらぐも』『ずうっとずっと大好きだよ』、6 年生では、『カレーライス』『風切るつばさ』『海のいのち』の物語を取り上げた。

3．結果とそれらから導かれる考察

まず、1 年生の物語の人間関係は、『大きなかぶ』（図 1）や『スイミー』（図 2）に表れているように、人と人とのつながりが薄く単純だということが分かる。

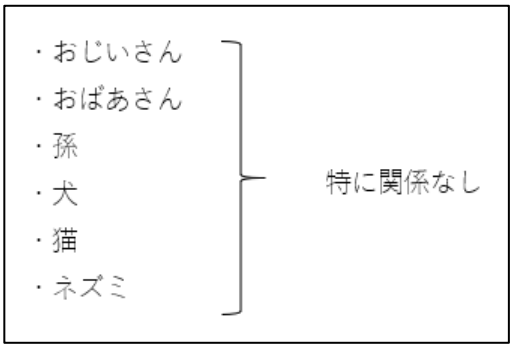


図 1『大きなかぶ』

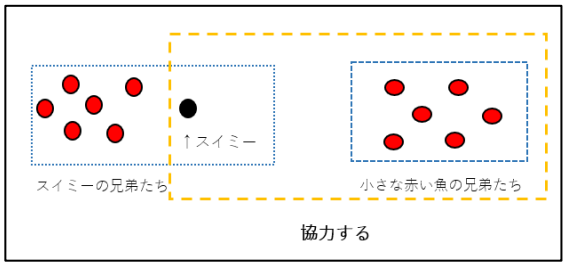


図 2『スイミー』

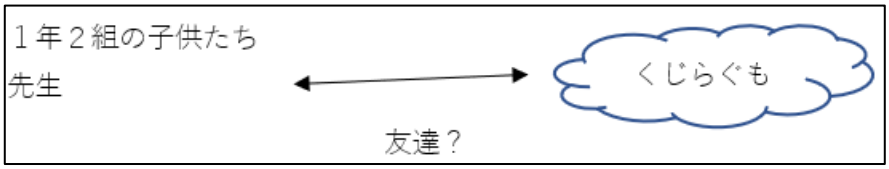


図 3『くじらぐも』

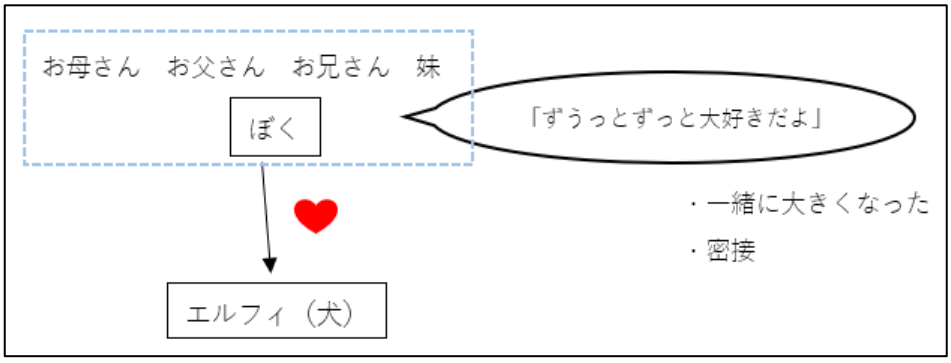


図 4『ずうっとずっと大好きだよ』

一方、6 年生の物語の人間関係は、『カレーライス』（図 5）や『海のいのち』（図 7）のように複雑であるということが分かる。

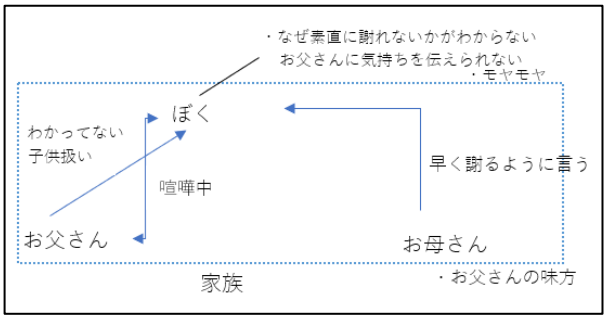


図 5『カレーライス』

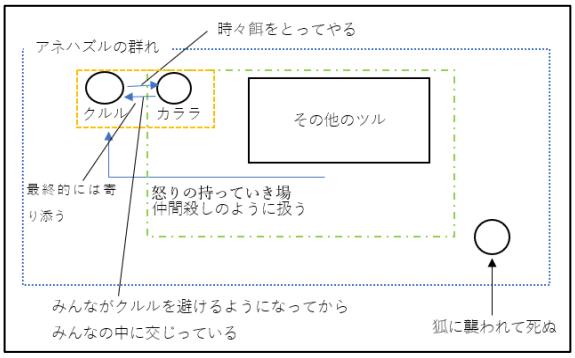


図 6『風切るつばさ』

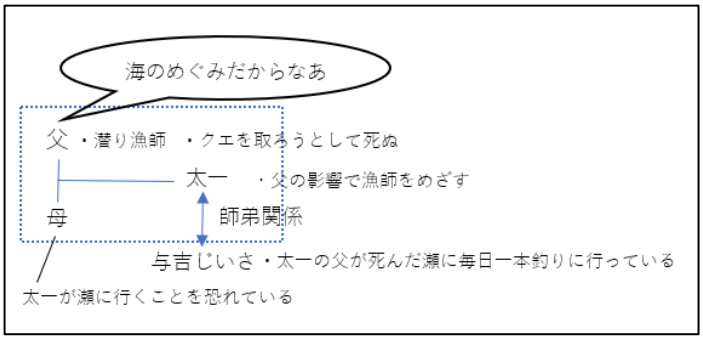


図 7『海のいのち』

また、1 年生の物語の展開は図 8 で表されているように少ない転換で話をまとめることができるが、6 年生の物語の展開は 1 年生のものとくらべると、図 9 のように物語を説明するときにこれほどの文章が必要となり、複雑だということが言える。

大きなかぶ	おじいさんがかぶを植える→大きいかぶができる→おじいさんはかぶを抜こうとする→抜けない→おばあさんを呼んでくる→抜けない→孫を呼んでくる→抜けない→犬を呼んでくる→抜けない→猫を呼んでくる→抜けない→ネズミを呼んでくる→やっとかぶはぬける
スイミー	小さい魚の兄弟たちが楽しく暮らしている→みんな赤いのに一人だけ真っ黒、名前はスイミー→ある日恐ろしいマグロが小さな赤い魚たちを一匹残らず食べる→スイミーだけ逃げる→スイミーは一人で泳いだ、怖い、寂しい、悲しい→海の素晴らしいものを見ているとスイミーは元気を取り戻した→岩陰にスイミーとそっくりの小さな魚の兄弟たちを見つける→声をかける→魚たちは怖がる→うんと考える→大きい魚のふりをして大きな魚をおいだす
くじらぐも	四時間目、1年2組の子供たちが体操をしていると、空に大きな雲のくじらが現れる→くじらも一緒に体操を始める→くじらもおなじ動きをする→みんなが「ここにおいでよう」と誘うと、くじらも「ここにおいでよう」と誘う→みんなは手をつないでくじらにとびのる→くじらは青い青い海の中を元気いっぱい泳いでいく→学校に戻ってくる→みんなはジャングルジムに降りる→くじらは元気よく帰っていった
ずうっとずっと大好きだよ	（エルフィーの紹介）エルフィーは世界で一番素晴らしい犬→一緒に大きくなった→お兄さんや妹もエルフィーのことが好きだった，だけどエルフィーは僕の犬だったんだ→悪いことをするとすごく怒った，だけどみんなエルフィーのことが大好きだった、言わなくても分かると思っていた→エルフィーは歳をとった→僕は毎晩ずうっとずっと大好きだよと言ってやった→ある朝エルフィーは死んでいた→僕はこれからも何を飼っても「ずうっとずっと大好きだよ」と言ってやる

図８　１年生の物語の展開

カレーライス	僕は悪くない。だから絶対にごめんなさいは言わない。→（理由）一日 30 分の約束を破ってゲームしていたのはよくない、だけどゲームコードをいきなり抜くのはひどい→謝らないままお父さんウィーク（お母さんがかえるのが遅くお父さんがごはんを作る）突入→何があっても絶対に謝るもんか、と心に決める→初日、お父さんはカレーを作るが甘ったるい→お父さんにあっさり謝られる→最初の予定では僕もあやまれば仲直り完了のはずだったが黙ったまま→初日のお父さんウィークはおしゃべりすることなく終わる→次の日の夕食もカレー、甘ったるさは変わらない→謝ろうと思ったがお父さんに先手を打たれて謝れなくなる→自分でもよくわからない→次の日、お父さんは早くいく。目玉焼きを作ってくれている→夕方、家に帰るとお父さんが風邪をひいていた→思わず何かつくるよと言っていた→カレーつくる（中辛）→「ごめんなさい」は言えなかったが、お父さんはご機嫌だし、いつもよりも楽しく過ごせそうだ→特製カレーはピリッと辛くて、でもほんのり甘かった
風切るつばさ	若いアネハズルの群れが狐に襲われ一羽の仲間の命が失われる→誰の心の中にも後悔が渦巻いている→クルルがカララに餌をとってやったことからそれのせいにし、怒りの持っていき場とばかりにみなクルルに厳しいことばをぶつける→その時からまるで仲間殺しの犯人のように扱われる→カララでさえみんなの中に混じっている→ひとりぼっち→ある朝クルルは飛べなくなっていた→冬になりみんなはインドにわたっていく→カララが何も言わずにただそばにいてくれる→狐が茂みから現れる→カララを守るために羽ばたく→飛べる

海のいのち	「僕は漁師になる。おとうと一緒に海に出るんだ」と太一は子供の頃から言っていた→父は潜り漁師で誰も潜れない瀬にたった一人で潜り岩陰に潜むクエをついてきた→父は自慢することなく「海の恵みだからなあ」という→ある日父は夕方になっても帰らなかった→父はロープを体に巻いたまま水中でこと切れていた。片一方にはクエがいた→中学校を卒業する年の夏、与吉じいさに弟子入りする→「千匹に一匹でいいんだ。千匹いるうち一匹を釣ればずっとこの海で生きていけるよ」→与吉じいさはふっと声をもらす「おまえは村一番の漁師だよ。ここはおまえの海だ。→真夏のある日、与吉じいさはなくなる「海に帰りましたか。」→太一は嵐さえも跳ね返す屈強な若者になっていた。太一はそのたくましい背中に母の悲しみさえも背負おうとしていた→ある日太一は父の死んだ瀬にいかりをおろし、海に飛び込んだ。→太一が瀬に潜り続けてほぼ一年がすぎた→20 キロぐらいのクエも見つけたが興味は持てなかった→海藻の揺れる穴のおくに青い宝石の目を見た。150 キロはゆうに超えているだろう→クエは動こうとはしない→もう一度戻ってきても瀬の主は全く動こうとせず、太一を見ていた→この大魚は自分に殺されたがっているのだと思った→「おとう、ここにおられたのですか。また会いにきますから。」こう思うことによって太一は瀬の主を殺さないで済んだのだ。大魚はこの海の命だと思えた

図 9　6 年生の物語の展開

また、これら2つの図からわかることは、1年生は繰り返しが多く人と人との関係が浅く広いので、単純な人間関係や展開となり、また、最後に何かを成し遂げる物語が多く、登場人物どうしが協力していることが多いといえる。一方6年生では、葛藤やモヤモヤした気持ちが多く描かれているため、人間関係と展開が複雑になっているといえる。

さらに、1年生では、人間関係や展開が単純であるため、そのまま自分を物語の中に置き換えることができ、分かりやすく、物語と自分を直接つなぐことが可能だと推察できる。逆に6年生では、人間関係や展開が複雑であるため、登場人物の立場と自分を重ねることが難しく、理解しにくい。だからこそ、物語と自分が間接的につながることによって他者の立場を想像したり寄り添ったりすることができると推察される。

4．結論

以上より、1年生では、協力することの大切さと何かを成し遂げることの大切さを学ぶことができ、これらは、物語から直接養われる力である。6年生では、物語を読むときに、他者の立場を想像したり寄り添ったりという段階を踏むことによって、自分以外の気持ちを考える力を養うことができる。

5．参考文献

- 甲斐睦朗ほか41名『1年上　かざぐるま』(光村図書、2014)
- 甲斐睦朗ほか41名『1年下　友だち』(光村図書、2014)
- 甲斐睦朗ほか41名『6年　創造』(光村図書、2014)
- 小森茂ほか37名『あたらしいこくご　1上下』(東京書籍、2014)
- 小森茂ほか37名『新しい国語』(東京書籍、2014)
- 石井文子『くじらぐもからチックタックまで』(フロネーシス桜蔭社、2008)
- 松本修編著『小学校国語』(玉川大学出版部、2015)
- 文部科学省「学習指導要領　生きる力」(http://www.mext.go.jp/)
- 光村図書「年間指導計画・評価計画資料」(http://www.mitsumura-tosho.co.jp/)
- 東京書籍「小学校年間計画作成資料」(https://www.tokyo-shoseki.co.jp/)

外国人はローマ字を読めるのか

大阪府立岸和田高等学校　服部 太陽

研究要旨

現在日本国内では、様々な場所でローマ字表記が用いられている。しかしその中には、「Hattori」の「tt」のような、日本を訪れた外国人が困惑しかねないような表現方法も見られる。今回の研究では、外国人が発音しづらいと考えられる 3 つの表現方法について、実際に正しく発音できるかどうかを調べるためにインタビュー調査を行い、正しく発音できない人が多い表現方法があるという結果を得た。

１．ローマ字表記の現状

近年、訪日外国人観光客数が年々急増しており、来年 2020 年には東京オリンピックが開催される。しかし現在の日本国内で使用されているローマ字の表記方法では、日本語を母国語としない方々にとって理解しづらく、発音ができないのではないかと考えられるものがある。そのため、日本では主に地名や駅名などの固有名詞を表記する際に使用されているローマ字について、外国人が本当に正確に発音できるかどうかを調べるためにインタビュー調査を行い、その結果を分析した。

２．ローマ字について

現在の日本国内で主に使用されているローマ字はヘボン式と呼ばれ、明治時代にアメリカ人医師ヘボンによって考案されたものである。ローマ字は地名や駅名などの固有名詞を表記する際に使用されているが、その表記方法の中には、外国語では見られない特異なものがある。

3．ローマ字表記の問題点

今回の研究では、次にあげる３点（下のⅠ，Ⅱ,Ⅲ）のローマ字表記特有の表現方法で書かれた駅名について、調査と分析を行った。

Ⅰ，長音を表す記号（以後「長音記号」という）

例）泉大津駅（南海電鉄）のローマ字表記は「IZUMIŌTSU」

O の上の「-」の音を伸ばすという意味は、他言語では見られない。

Ⅱ，促音を表す際の表現方法（以後「促音表現」という）

例）四日市駅（JR 東海）のローマ字表記は「Yokkaichi」

促音を「kk」など、子音字を重ねて表す表現は、他言語では見られない。

Ⅲ，n の直後に母音がくる場合（以後「n の直後の母音」という）

例）四宮駅（京阪電鉄）のローマ字表記は「Shinomiya」

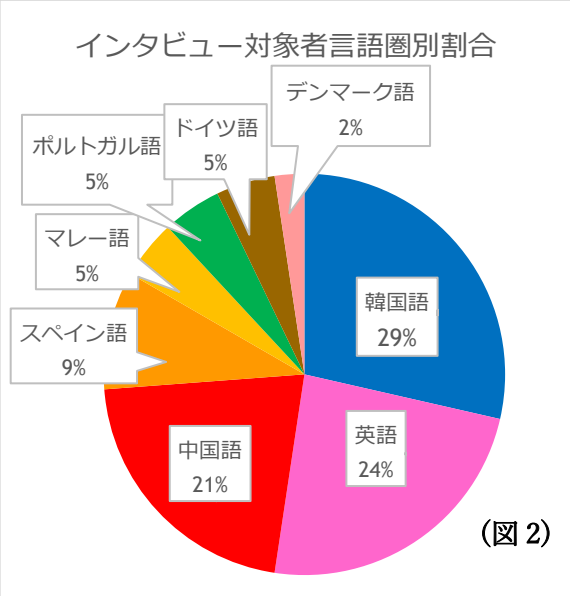
これは「しのみや」と読むのが正しいが、「Shi-no-mi-ya(しのみや)」と「Shi-n-o-mi-ya(しんおみや，しんおおみや)」の 3 通りの読み方ができる。また、肥前飯田駅（JR 九州）のローマ字表記は「HIZENIIDA」。こちらは「ひぜんいいだ」と読むのが正しいが「HI-ZE-NI-I-DA(ひぜにいだ)」とも読めてしまう。

4. インタビュー調査の概要

先ほど記した 3 点の表記方法が用いられた駅名を外国人が正しく発音できるかを調べるために、前述の 4 つの駅名が書かれたカードをそれぞれ用意し、梅田スカイビル空中庭園展望台内で 42 人の外国人観光客を対象にインタビュー調査を行った。

5. インタビュー調査の具体的な方法

先ほど記した 3 点の表記方法が用いられた駅名を外国人が正しく発音できるかを調べるために、前述の 4 つの駅名が書かれたカードをそれぞれ用意し、梅田スカイビル空中庭園展望台内で 42 人の外国人観光客を対象にインタビュー調査を行った。



(図 2)

まず、「Izumiōtsu」「Yokkaichi」「Shinomiya」「Hizeniida」のそれぞれローマ字で書かれた 4 つの駅名（頭文字を除き小文字表記に統一）が書かれた図 1 のようなカードを順番に見せ、実際に発音してもらう。それを自分の耳で聞き取り、ひらがなで記録した。図 2 は、インタビュー調査を行った 42 人の外国人観光客の言語圏別割合を示している。

Izumiōtsu (←図 1)

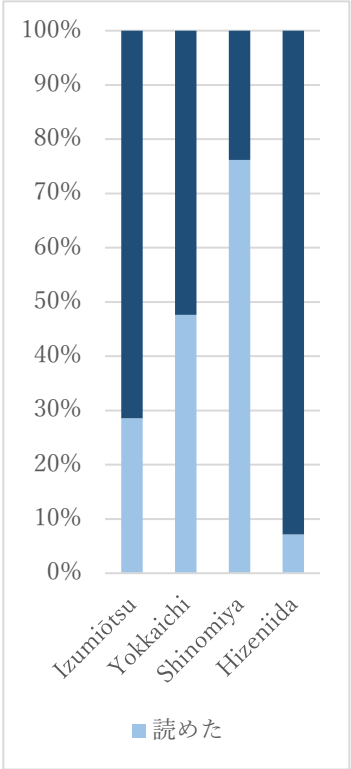
6．インタビュー調査の結果と考察

図 3 は対象者が 4 つの駅名を正確に発音できたか否かを示しており、正確に発音できた場合を「読めた」、正確な発音ができていなかった場合を「読めなかった」とした。

なお、正確な発音か否かの判断は、「３．ローマ字表記の問題点」で示した長音記号（Izumiōtsu の ō の部分)、促音表現（Yokkaichi の kk の部分)、ｎの直後の母音（Shinomiya の no の部分と Hizeniida の ni の部分）のそれぞれ 3 点のみを基準とした。

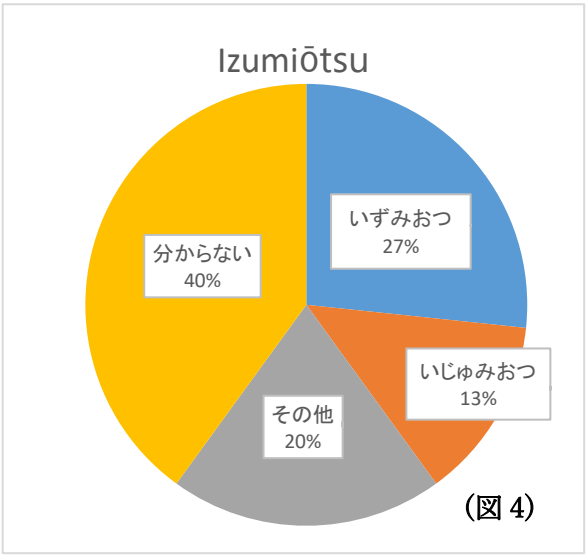
図 3 を見ると、「Shinomiya」は 7 割以上の対象者が正しく発音できているが、それ以外の表現方法を正しく発音できた対象者の割合は 5 割未満で、3 割にも満たないものもあり、非常に少ないことが分かる。よって、「Shinomiya」以外の 3 つの駅名については改善の余地があると言える。

次は、一つ一つの駅名について、具体的に分析していく。



(図 3)

①Izumiōtsu「長音記号」



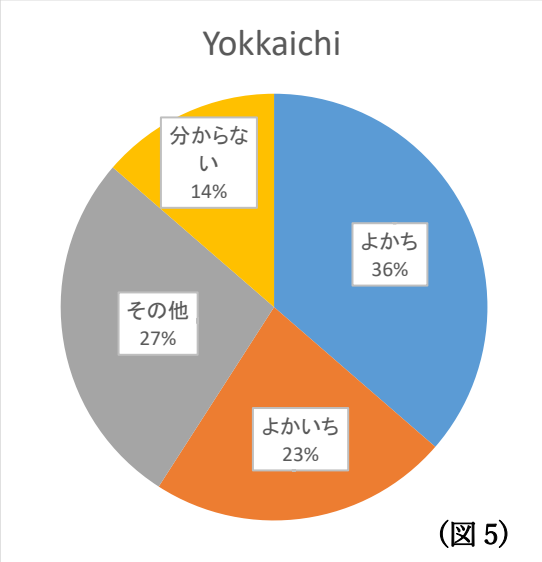
(図 4)

図 4 は、「Izumiōtsu」の「ō」の部分を正しく発音できなかった人がどのような発音をしたのかをまとめ、それぞれの割合を示したものである。

まず、図 3 に注目してほしい。「Izumiōtsu」の場合、「ō」を正しく発音できなかった対象者が 7 割を超えている。これは、今回調査を行った 4 つの駅名の中で 2 番目に多い。しかし、関西 5 大私鉄（近鉄・京阪・南海・阪急・阪神）と JR 西日本の 6 社のうち 3 社（南海・阪急・JR 西日本）がこの表現方法を用いている。3 社に含まれる南海電鉄と JR 西日本は関西国際空港に乗り入れている。外国人利用者が多い空港接続路線でこのような表現方法を用いることは不適切である。

また、図 4 に注目すると、「分からない」と回答した対象者が 40%と最も多いことが分かる。よって、近年の外国人観光客数が急増に対応するためにも、この表現方法は改善する必要がある。だが、前記の 6 社のうち 3 社（近鉄・京阪・阪神）は長音の上に「-」をつけておらず、特別に長音を表現していない。「分からない」という外国人を減らすためには、長音に「-」を用いないことも有効である。

②Yokkaichi「促音表現」



(図 5)

図 5 は、「Yokkachi」の「kk」の部分を正しく発音できなかった人がどのような発音をしたのかをまとめ、それぞれの割合を示したものである。

まず、図 3 を見ると、「kk」を正しく発音できなかった対象者は 5 割ほどだと分かる。

また、図 5 を見ると、「kk」を無視しただけの「よかいち」よりも、「kk」を無視し、さらに「i」の音も抜け落ちた「よかち」のほうが多いことが分かる。このことから、「ai」のように 2 つに母音が連続する場合、片方の母音が抜け落ちてしまうという、ローマ字表記の新たな問題点が浮かび上がったと考えられる。

③Shinomiya と Hizeniida「n の直後の母音」

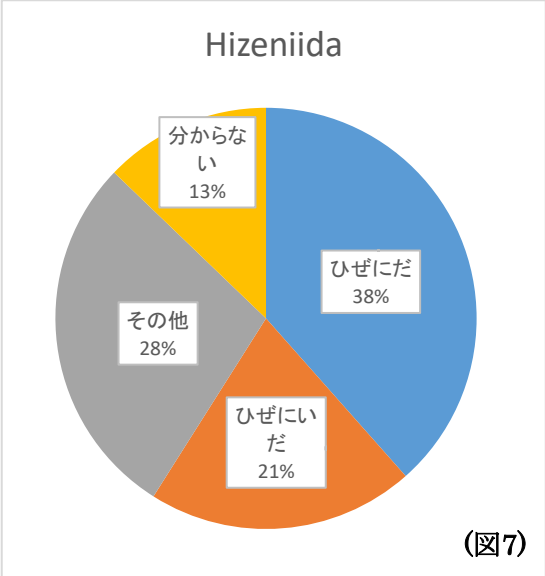
「n」の直後の母音を「n」と併せて発音する「Shinomiya」と、「n」の直後に母音があり、それは直前の「n」と区別して発音する「Hizeniida」を比較する。まず図 3 を見ると、「Shinomiya」は 7 割以上の対象者が正しく発音できたのに対し、「Hizeniida」を正しく発音できた対象者は 1 割にも満たない。このことから、「n」の直後の母音を「n」と併せて発音する場合の表記方法は現行のままで問題はないといえる一方で、「n」の直後に母音があり、それは直前の「n」と区別して発音する場合の表記方法「Hizeniida」では問題がある。



図 6

しかし現在、全国のほとんどの駅名標では図 6 のように、「n」と母音字の間にハイフンが入っている。このように表現することで、「n」の直後の母音を「n」と併せて発音するという誤読はなくなると考えられる。しかし、現段階ではこの表記方法に関する調査は行っていないため、今後、行いたいと考えている。

次に図 7 を見てほしい。図 7 は、「Hizeniida」の「ni」の部分を正しく発音できなかった人がどのような発音をしたのかをまとめ、それぞれの割合を示したものである。これを見ると、「ni」の「n」と「i」を併せて発音しただけの「ひぜにいだ」よりも、「ni」の「n」と「i」を併せて発音し、さらに「i」の音が 1 つ抜け落ちた「ひぜにだ」のほうが多いことが分かる。このことから、「ii」のように 2 つの同じ母音が連続する場合、2 つの母音が結合し、1 つの音になってしまうという、ローマ字表記の新たな問題点がここでも浮かび上がった。



(図7)

7. 謝辞

今回のインタビュー調査にご協力いただいた外国人観光客の皆様、また、高瀬奈々様を始めとする梅田スカイビル空中庭園展望台の関係者の皆様に、心より感謝申し上げます。

8. 参考文献

- 国土地理院(2015).「地名の英語表記及び外国人にわかりやすい地図記号について」http://www.gsi.go.jp/common/000111876.pdf. (2018 年 10 月 25 日閲覧)
- 国土地理院(2005).「地名のローマ字表記」http://www.gsi.go.jp/common/000024858.pdf. (2018 年 10 月 25 日閲覧)
- 東京大学.「日本語のローマ字の推奨形式」http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/eigo/UT-Komaba-Nihongo-no-romaji-hyoki-v1.pdf. (2018 年 10 月 29 日閲覧)

・ 村上碧・竹内史郎.「日本語ローマ字表記における外国人への『配慮』について」
file:///C:/Users/127-ks17924/Downloads/bun-033-07%20(1).pdf.
(2018 年 11 月 22 日閲覧)
・ 明治学院大学.明治学院大学.「 “Do for others…」
https://www.meijigakuin.ac.jp/about/history/history.htm.
(2019 年 4 月 1 日閲覧)

日本における人気の映画の傾向

大阪府立岸和田高等学校　角田　智亮

研究要旨

日本で流行する映画のジャンルは過去と比較すると大きく変化しており、昔は隆盛を誇ったジャンルが衰退の一途をたどっていたり、存在していなかったジャンルの映画が栄華を極めていたりする。今回私はその傾向がいかに変容していったのかを調査した。結果として「アクション」「ドラマ」「時代劇」の作品は 1950～80 年代ほどまで人気があったが近年減少傾向にあり、「sf」作品は 1990～2000 年代に隆盛を誇っていたが、近年は減少傾向にある。他方、「アニメ」「ファンタジー」の作品は 1990 年代から出始め、増加傾向にある。特に「アニメ」作品は現在日本で最もポピュラーなジャンルといえるだろう。なお、調査を続けるうちに人気の作品の多くには、付加価値が高く、「ハートフル」がテーマに含まれているという共通点が存在するということが判明した。

１．序論

日本の映画業界では日本人はどのようなジャンルの映画を好むのか、またシリーズ作品、同スタジオまたは同監督制作作品の中で興行収入が急増した作品にはどのような傾向があるのかを調査した。

２．基礎知識および留意点

興行収入とは観客が興行会社に支払う入場料のことであり、この中から宣伝費などの必要経費と劇場利益を差し引いて配給会社に支払われる金額を配給収入という。今回の調査は興行収入の観点から調査した。

また、今回の調査では基本的に興行収入が高い＝人気と捉え調査を行った。そのため、映画のジャンルや人気に対して疑問があるものもあるかもしれないが予めご了承願いたい。

３．研究手法

① 1950 年から 2017 年までの各年で興行収入が高い上位 3 位までの映画のジャンルを調べ、年代ごとの傾向を分析する。ジャンルがいくつかある場合、最も要素が強いものを選択する。

② シリーズ作品の映画の中で、今までのシリーズと比べて興行収入が極端に変化した作品にはどのような傾向があるのかを調べ、また全体的に見て常にみられる傾向なども分析する。

③ 日本とアメリカの好まれる映画の差から、日本人が好む映画の傾向を調べる。

4. 結果･考察

調査①

図 1 より、「アクション」「ドラマ」「時代劇」「sf」映画は減少傾向にあり、「ファンタジー」「アニメ」映画は増加傾向にある。「ロマンス」に関してはあまり傾向を掴めなかった。

	1950s	60	70	80	90	00	10
Ｓｆ	2	0	4	8	11	5	4
アニメ	0	0	0	1	4	6	10
アクション	1	11	3	7	4	3	1
ドラマ	11	8	11	7	2	6	3
ファンタジー	0	0	0	0	1	6	5
時代劇	7	5	0	2	1	3	0
ロマンス	1	2	1	0	3	0	0

図 1　興行収入上位３つのジャンル別個数

図 2-a および図 2-b より、興行収入が 100 億を超える作品は 1990 年代までは「sf」作品が多くを占めていたが、1990 年代以降は「アニメ」と「ファンタジー」映画が多くを占めている結果となり、トータルでは「アニメ」映画がもっとも多い結果となった。



図 2-a　興行収入 100 億超のジャンル別個数
1980 年代～2010 年代)

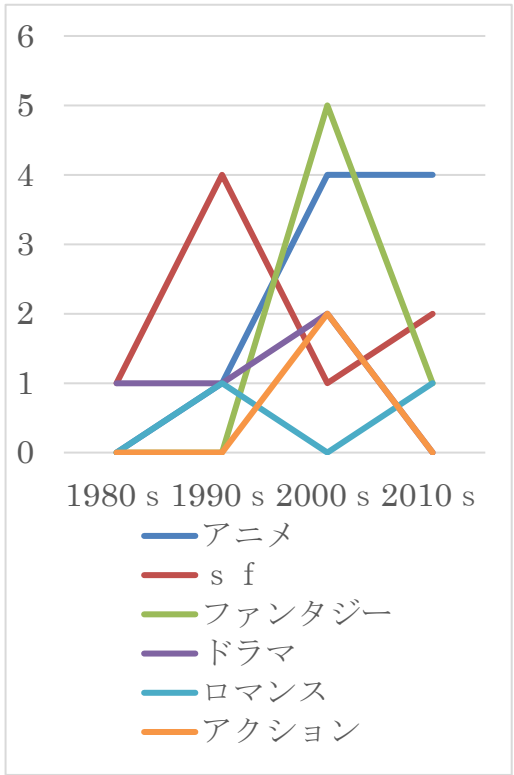


図 2-b　興行収入 100 億超のジャンル別個数
(1980 年代～2010 年代)

「sf」が減った理由としては、新しいアイデアの減少にあると思われる。「アクション」はほかのジャンル（「sf」「ホラー」等）と融合した作品が多くなったことで、「アクション」の要素を多く含む映画が減少したからであろう。「ドラマ」「時代劇」に関しては、ジャンルが昔に比べて増えたことで需要が減少したことと、「時代劇」は制作者がいなくなっているからであると思われる。

対して「アニメ」映画が増加したのは、「アニメは子どもが見るもの」というイメージをもつ人が減少したことと、CG 技術等が向上したことによる映像の進化や、あらゆるジャンルの映画を作成できるため幅広い年代の人を対象にできることが要因である。「ファンタジー」映画が増加した理由は、「ファンタジー」映画が増えたというよりハリーポッターの爆発的人気が影響しているのだと思われる。「ロマンス」には傾向が見られなかった。結果として日本では「アニメ」映画が今最も人気である。

調査②

一度大ヒットを出した監督やシリーズの作品はその後もヒットしやすい傾向がある。理由として、大ヒットを以前に出したことでこの人の作品なら外すことはないだろうという一種の安心があるからであると思われる。

また、漫画原作映画において原作者が関わったときと関わっていないときでは、圧倒的に関わっているときの方が興行収入が高い傾向にある。その理由として、原作者が漫画で書いている内容との乖離を感じにくく、別物感がないことと、前売りや入場特典として原作者書き下ろし漫画がつくことが多いので、それを目当てに見に行く人が多いということがあると考えられる。



［米国版］　　［日本版］

図 3『ラ・ラ・ランド』のポスター

他にシリーズ作品では、クロスオーバー（一つの作品に多くのキャラクターが一斉登場する作品）よりも、人気のキャラクターが数人出る作品のほうが興行収入が高い傾向がある。自分の知らないキャラクターが多く登場する作品よりも、単体でも人気が高いキャラクターが登場するほうが注目度も高くなるのだと思う。

尚、興行収入が 100 億を超えた作品に着目すると、洋画が大半を占め、残りの邦画はほぼ「アニメ」映画であった。洋画人気が高いのは、いくつか例外を除き、大抵の洋画はその国で上映された後に日本で上映される。そのため、日本で映画の CM やポスターを作る際、図

3 のように宣伝文句(その国での反響やどんな賞を獲得したか等)を多く入れることができ、日本での注目度が上がるためであろう。

「アニメ」映画が多いことに関しては、応援上映やその他の多種多様な上映方法ができたことによって、リピーターが増加したことが要因であると思われる。これらの結果から、付加価値が高い映画が好まれる傾向があると考えられる。

調査③

図 4 で米国版・日本版のポスターを比較すると、同じ映画でもアメリカでは「アクション」映画として宣伝され、日本では「アクション」要素を一切感じさせない「ハートフル」な作品として宣伝している。このとおり、アメリカでは展開が多く派手な「アクション」映画が好まれ、日本では「ハートフル」がテーマに含まれる作品が好まれる傾向がある。実際、国内歴代興行収入トップ 10、米国歴代興行収入トップ 10 にはこの傾向をみることができる。



［米国版］　　［日本版］

図 4『ベイマックス』のポスター

5. 結論

日本では「ハートフル」がテーマに含まれ、尚且つ付加価値の高い「アニメ」映画、または注目度の高い洋画が好まれる。

6. 参考文献

- 「デザインが先か民度が先か」
  https://note.mu/aniwatanabe/n/n89f7004ff343
- 「映画ランキングドットコム」
  http://www.eiga-ranking.com/boxoffice/japan/alltime/total/
- 「映画データベース all cinema」
  https://www.bing.com/search?q=allcinema&src=IE-SearchBox&FORM=IESR3A
- 「映画ランキング private life」
  https://entamedata.web.fc2.com/movie/movie_j2018.html

・ 「映画.com 世界各国で異なるベイマックスポスター」
https://eiga.com/news/20141228/4/
・ 「興行収入とは」
https://kotobank.jp/word/%E8%88%88%E8%A1%8C%E5%8F%8E%E5%85%A5-186354
・ 「時代劇が衰退した理由」
https://matome.naver.jp/odai/2137187623818751601

声紋分析によるメジロの亜種判定法の検討

大阪府立岸和田高等学校　生物部

研究要旨

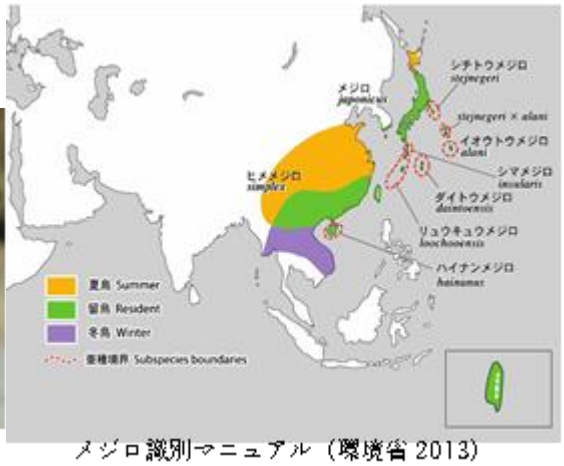
本研究は、メジロの亜種は声で識別できるのかどうかという内容である。メジロの亜種とは、亜種メジロ（日本産）と亜種ヒメメジロ（台湾産）の 2 亜種である。同一のＩＣレコーダーを用いて録音した声を音声解析ソフトに入力して、声紋（音声を視覚化したもの）の数値を取った。その結果、亜種ヒメメジロの声よりも亜種メジロの声の方が周波数の最大値が大きかった。以上のことより、2 亜種の識別において声には違いがあり、2 亜種は声によって識別出来ることがわかった。

メジロの問題

日本産のメジロ(亜種メジロ)は声の美しさから古くより飼い鳥として親しまれていたが、その捕獲方法や乱獲が問題となって、鳥獣保護法による規制が強化されている。現在では、自治体の許可を得た場合を除き捕獲や飼育が禁止されている。ところが、違法飼育者が国内で日本産メジロを密猟し、輸入や飼育が禁止されていない台湾・中国などから亜種ヒメメジロを形式的に輸入した後、日本産メジロに輸入証明書を付けて偽造し、摘発を免れることで違法に飼育するという問題が起こっている。



日本産亜種メジロ in 和泉葛城



メジロ識別マニュアル（環境省 2013）

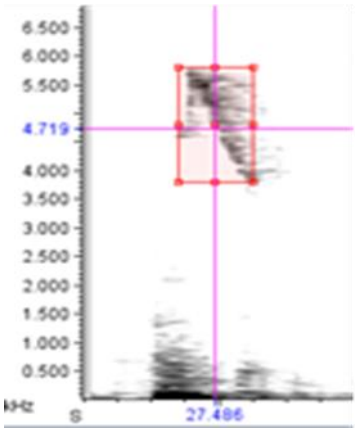
研究の目的

現在、この問題を解決するためのメジロの亜種を識別する方法は、体長や外見の特徴を細かく調べるしかない。しかし、この識別方法は高度なものであり、正確な知識を持った専門家によってのみ可能であると私たちは考えている。また、体長を調べる際にメジロに触れることにより、メジロにストレスを与えてしまう事が考えられる。そこで私たちは、顧問の先生の「亜種メジロと亜種ヒメメジロの鳴き声が違うかもしれない。」というアドバイスより、2 亜種間の声に違いがあることが証明されれば、2 亜種は容易に識別出来るかもしれないと考え、この研究を始めた。最終的には、識別法として利用される事が目的である。

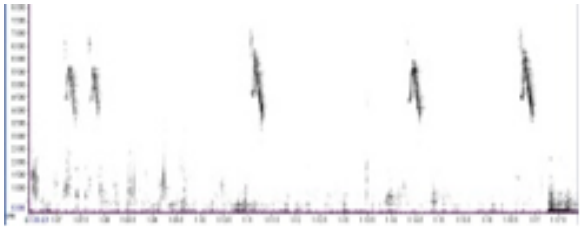
Raven Lite を用いた計測方法について

メジロの鳴き声を、同一のＩＣレコーダー(Panasonic RR-XS355)を用いて録音し、フリーウェアの Raven Lite を用いて声紋分析を行なった。昨年度、SSH 事業の一環として 2018 年 7/23～7/26 の 4 日間、台湾で亜種ヒメメジロの音声データを取るため、海外研修を行なった。亜種ヒメメジロの音声データは、嘉義市内、阿里山、渓頭自然教育園区、台北植物園で録音した。今回得られた日本と台湾のメジロの音声データのうち対象との距離が近く、鮮明に録音できた地鳴きについて解析を行なうことにした。そして Raven Lite を用いて音声を画像化した。また、その画像は縦軸が周波数、横軸が秒数となっている(図 1)。

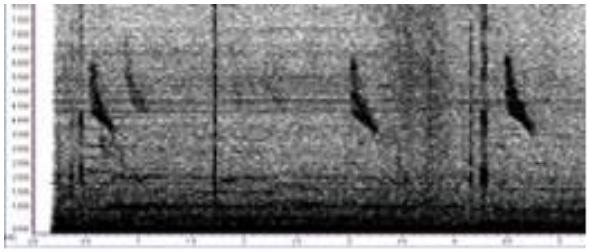
その画像を用いて、周波数の最大値、周波数の最小値、周波数の高低差、発声時間の 4 つの値を計測し、それぞれ日本産(図 2)、台湾北部産(図 3)、台湾中部産(図 4)を比較した。



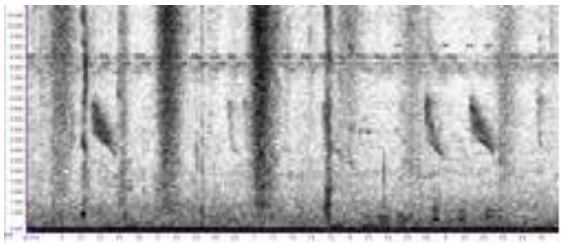
(図 1) ソフト内の機能を利用して手動で計測した。赤い四角形で声紋を囲み、
その四角形の返上にピンク色の線を重ね数値を測った。



(図 2)日本産亜種メジロの地鳴き



(図 3)台湾北部産ヒメメジロの地鳴き



(図 4)台湾中部産ヒメメジロの地鳴き

結果と考察

計測した数値は周波数の高低差、最大値、最小値、発声時間に分けて表にして示した。台湾産のヒメメジロの声にも地域差がある可能性を考慮し、台湾産のメジロのデータは、北部と中部に分けた。亜種メジロに関しては、和泉葛城山においてのみ声を録音したので、地名は和泉葛城山とした。また、データがどのように散らばっているかを知るために箱ひげ図を用いた。

まず、周波数の高低差について調べた。表(図 5)より、亜種メジロの方の数値が大きく、亜種ヒメメジロの北部産と中部産ともに約 1500Ｈｚの差が見られた。よって 2 亜種間の周波数の高低差に大きな違いがあることが分かる。箱ひげ図(図 6)を見ても、データに差があることが分かる。台湾の北部と中部においてはあまり差が無かった。ここで、亜種メジロ（日本と表記してある）のデータの四分位範囲が亜種ヒメメジロと比較してみると大きいことが分かるが、これは、データ数である声紋の数が少ないからであると考えられる。今後データ数を増やしていくことによってデータの散らばりはまとまっていくと思われる。

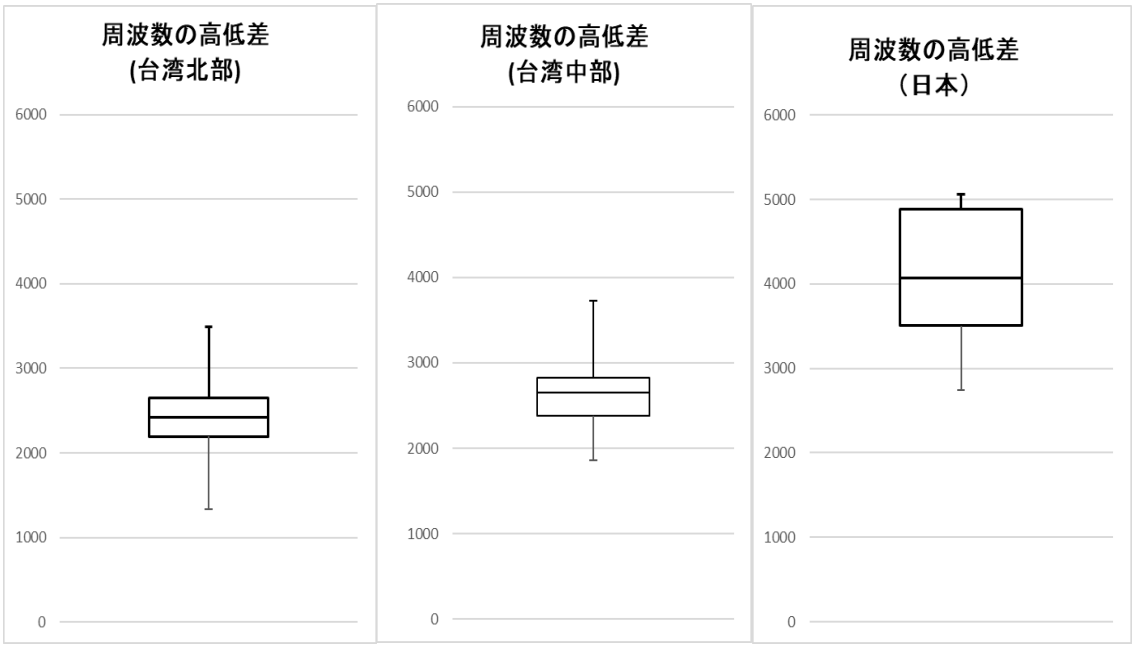
同様に周波数の最大値についても調べた。表(図 7)より亜種メジロの方の数値が大きく亜種ヒメメジロ（北部産）と約 1300Hz、亜種ヒメメジロ（中部産）とは約 1600Hz の差がみられ、最大値に大きな差があることがわかった。周波数の高低差と同様、箱ひげ図(図 8)によっても違いはわかる。台湾の北部産と中部産には若干差がみられるが、識別に利用できるものではない。

最小値についても調べた。表(図 9)より、2 亜種間に差がないことがわかった。箱ひげ図

(図 10)においても差はないので、識別には使うことの難しい指標である。ここで、高低差に差があり、最小値には差がないことから、最大値に差があることが示された。

	周波数の高低差（平均）	声紋の数
台湾産亜種ヒメメジロ（北部）	2434.44Hz	96
台湾産亜種ヒメメジロ（中部）	2629.51Hz	68
日本産亜種メジロ（和泉葛城山）	4054.40Hz	30

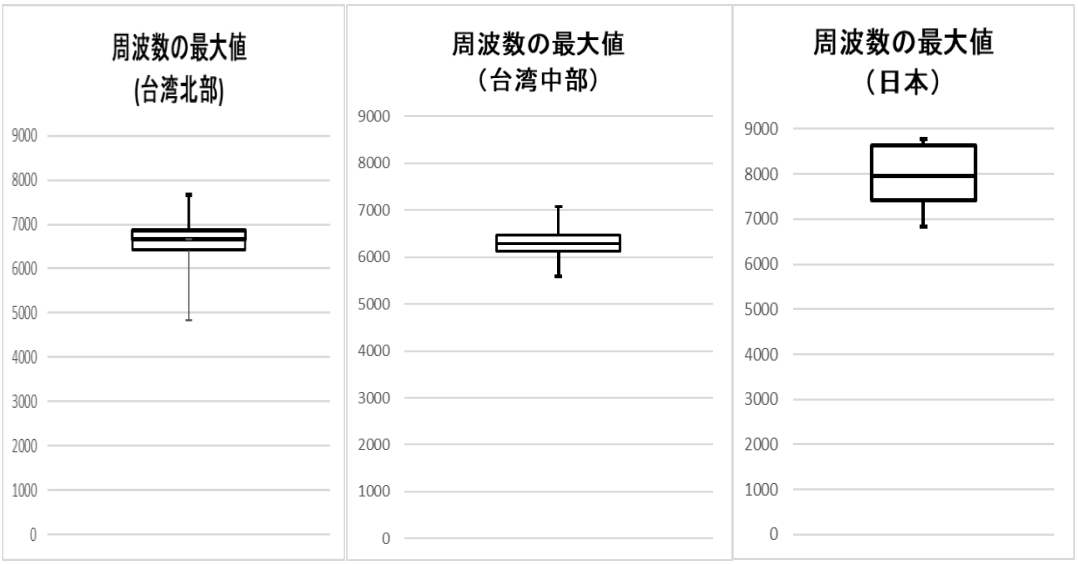
(図 5)周波数の高低差



(図 6)周波数の高低差の箱ひげ図

	周波数の最大値（平均）	声紋の数
台湾産亜種ヒメメジロ（北部）	6633.41Hz	96
台湾産亜種ヒメメジロ（中部）	6283.79Hz	68
日本産亜種メジロ（和泉葛城山）	7924.53Hz	30

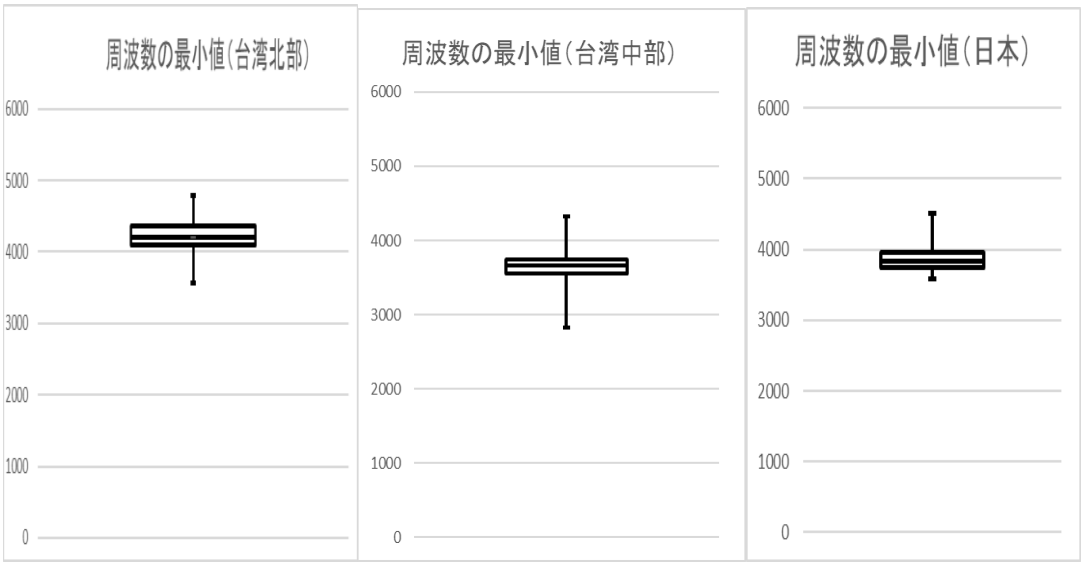
(図 7)周波数の最大値



(図 8)周波数の最大値の箱ひげ図

	周波数の最小値（平均）	声紋の数
台湾産亜種ヒメメジロ（北部）	4217.84Hz	96
台湾産亜種ヒメメジロ（中部）	3654.28Hz	68
日本産亜種メジロ（和泉葛城山）	3870.13Hz	30

(図 9)周波数の最小値

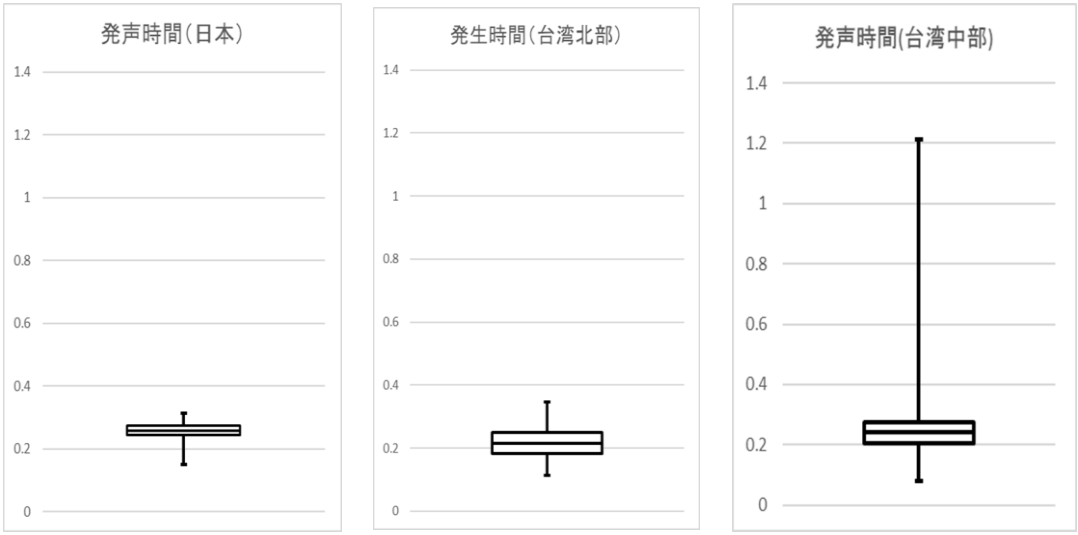


(図 10)周波数の最小値の箱ひげ図

発声時間についても同様で、大きな差がみられなかった。(図 11)(図 12)

	発声時間（平均）	声紋の数
台湾産亜種ヒメメジロ（北部）	0.22 sec	96
台湾産亜種ヒメメジロ（中部）	0.25 sec	68
日本産亜種メジロ（和泉葛城山）	0.26 sec	30

(図 11) 発声時間



(図 12) 発声時間の箱ひげ図

結論と今後の展望

以上のことより、声を録音し解析することで 2 亜種は高低差と最大値によって識別できる可能性が高いことが示唆された。ただ高低差は手間がかかるので、実際に利用するのは最大値の方が望ましい。

今回、沢山の声紋データを得ることが出来た。また、さらに国内の他地域及び台湾南部や中国などに生息する亜種ヒメメジロの声紋とも比較することで、声による亜種判定の有効性を確かめたいと思っている。姉妹校であり今回の海外研修でも共同研究を行った台湾景美女子高級中学と共同で今後も研究を続ける予定だ。これからは、よりデータ数を増やしていきたい。また、同時に違う取り方の数値を比べていきたい。

参考資料

メジロ識別マニュアル（2013）　環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護業務室

『となりのトトロ』に表現された地理的描写に関する考察
A study on geographical portrayals in "My Neighbor Totoro"

荒井 那月・入江 真樺・南谷 果音・山本 若菜（大阪府立岸和田高等学校）
Arai Natsuki・Irie Manaka・Minamitani Kanon・Yamamoto Wakana
(Osaka Prefectural Kishiwada High School)

キーワード：ジブリ作品，GIS（地理情報システム），農業的土地利用，地理教育
Keywords: Ghibli works , GIS(Geographic Information System) ,
Agricultural land use , Geography education

Abstract

We focused on the depiction of the scenery which was portrayed in “My Neighbor Totoro“ and we analyzed it from the viewpoint of geography. The result showed that expressions regarding the location of fields, paddy fields and villages were suitable geographical point of view.

１．研究目的・意義

スタジオジブリの長編アニメーション作品が長年人気な理由には,「引き込まれるストーリー展開」や「独特の世界観」,「強いメッセージ性」などが挙げられるが，本研究においては「細やかで色彩豊かな景観描写」に着目し，ストーリー展開を追うだけでは見過ごされがちな背景に描かれた自然景観が，地理学的に適当な表現であるかどうかを検討する.それが適当な表現であることが明らかになれば，地理教育における学習教材としてスタジオジブリ作品を利用できるようになり，スタジオジブリ作品の活用の幅が広がるなどの効果が期待できる.

２．研究対象

本研究では，スタジオジブリの長編アニメーション作品である 1988 年公開の『となりのトトロ』[1]を対象とする.『となりのトトロ』は昭和 30 年代前半の埼玉県所沢市周辺が舞台になっていることを作者の宮崎駿自身が言明[2]しており，田舎へ引っ越して来た草壁一家のサツキ･メイ姉妹と,子供の時にしか会えないと言われている不思議な生き物「トトロ」との交流を描く物語である.本研究では,作中で草壁一家やトトロが住む「松郷」から，サツキとメイの母が入院する「七国山」への道中の背景に描かれた自然景観などを分析対象とする.

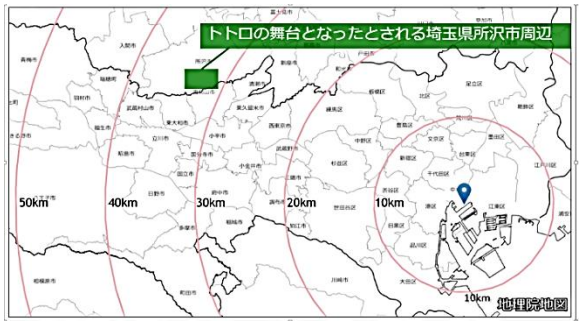
３．研究方法

『となりのトトロ』DVD を視聴する中で，特徴的な景観が表現された場面で一時停止し，それぞれ静止画として保存する．その各場面の地形や植生,土地利用,農業景観，集落立地などについて，一つ一つ WebGIS や地理図説を参考に検討する.

４．分析

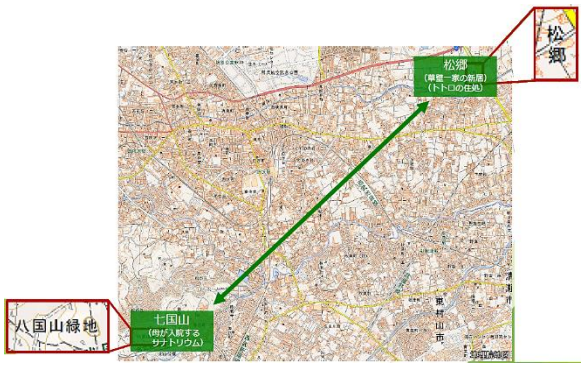
『となりのトトロ』の舞台となったとされる埼玉県所沢市は東京の都心部から約 30～40km 圏の郊外地域に位置し（図１），古くから自然と人間が共生する里山景観が見られた地域であることが知られている.[3]

[1] 宮崎駿　映画『となりのトトロ』,スタジオジブリ,1988
[2] スタジオジブリ『トトロの生まれたところ』岩波書店,2018,p4
[3] 同 p56-65



（図１）

また，高度経済成長期の昭和 40 年頃から急速に宅地開発が進んだ地域としても知られている．この埼玉県所沢市周辺を地理院地図[4]で拡大すると，北東部に「松郷」という地名がみられ，南西部に「八国山緑地」という地名がみられる（図２）．

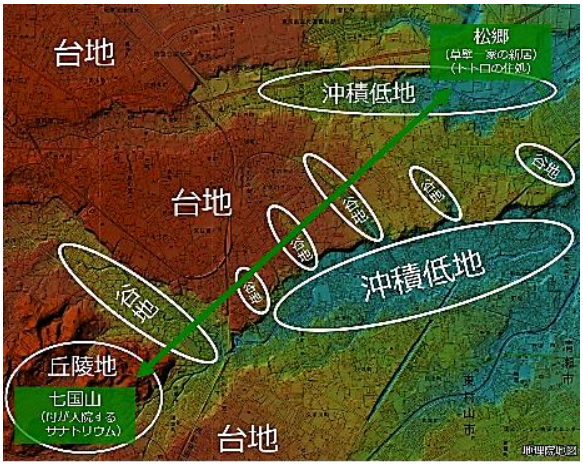


（図２）

本研究では，地理院地図中の地名「松郷」を，物語中でサツキやメイ，トトロが住む「松郷地区」，地理院地図中の地名「八国山緑地」を，物語中でサツキとメイの母が入院する「七国山地区」と想定し，分析を進める．

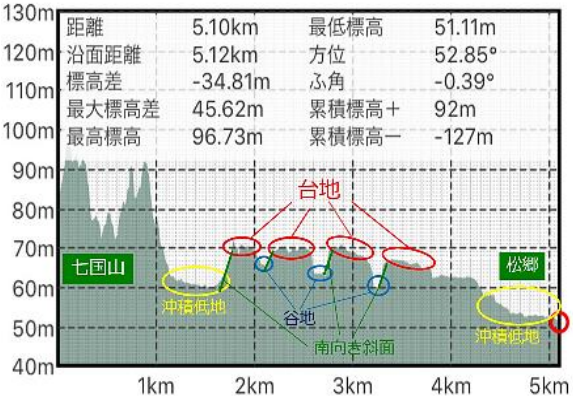
はじめに，地理院地図の「自分で作る色別標高図」機能を利用し，標高 55m 以下の土地を青色に設定し，そこから 5m 間隔に徐々に暖色系へと色分けしていった「色別標高図」を作成した（図３）．

この図を詳細に分析すると，赤色の部分が周囲よりも標高が高くなっている台地（洪積台地），青色の部分が台地を小河川が切り刻むように侵食して形成される谷地（谷津・谷戸）や沖積低地であることが読み取れる．



（図３）

次に，カシミール３D [5]を利用して，松郷－七国山間の断面図を作成した（図４）．この断面図を用いた分析においても，標高が 70m 程度の台地を刻むように範囲全体に谷地が発達し，台地と斜面，低地が交互に連続していることが読み取れる．



（図４）

一般に自然地理学においては，谷地や沖積低地は水はけが悪く保水性が良いため，水田として利用されることが多く，台地上は地下水位が低く水はけが良いため，畑として利用されていることが多いとされる。また，台地の崖は急斜面で農業的土地利用に適さないため森林となっていることが多

[4] 国土地理院「地理院地図」(https://maps.gsi.go.jp/)
[5] DAN 杉本「カシミール３D」(http://www.kashmir3d.com/)

く，台地の崖下は湧水が豊富で水利が良いため，集落として利用されることが多いとされている（図 5）[6].



（図 5）

5．検証

『となりのトトロ』の作中において景観が表現された場面の，地形や植生，土地利用，農業景観，集落立地の描写が，前項で分析したように地理学的に適切に表現されているかどうかについてそれぞれ検証する.

検証① 松郷付近の場面（図 6）
（新居に到着する直前のシーン）



（図 6）

この場面の右側には低平な沖積低地が広がり，左側には緩やかな傾斜地（台地）が描かれていることが読み取れる.

その土地利用を確認すると，右側は畔道で細かく区割りされ，水面に空が写っていることから水田に利用されていることが分かる．一方，左側は水が張られておらず，区画が広いこと，土がむき出しになっていることなどから，畑に利用されているということが確認できる．したがって，この場面の描写は地理学的に適切な表現である.

検証② 松郷付近の場面（図 7）
（カンタが電報を持って駆けつけるシーン）



（図 7）

この場面の構図を読み取ると，手前が台地上，奥が沖積低地であることが分かる.

その土地利用は，手前の台地上は，トマト，カボチャ，さといもの畑として利用され，奥の沖積低地が水田として利用されていることが確認できる．したがって，この場面の描写も地理学的に適切な表現である.

検証③：松郷付近の場面（図 8）（オート三輪で松郷付近を走行しているシーン）



（図 8）

この場面の手前には低平な沖積低地，奥

[6] 星沢卓也『フォトグラフィア 地理図説』東京法令出版，2018，p27

に台地が描かれていることが分かる.

その土地利用は,手前は水田に利用され,台地の崖下の湧水帯は集落として利用され,台地の崖は森林となっていることが確認できる．したがって，この場面の描写も地理学的に適切な表現である.

検証④：松郷～七国山病院の場面（図９）
（七国山へ自転車で向かう道中のシーン）



（図９）

この場面など，道中において自転車で小河川を横断する場面が複数回確認できた.これは,（図３）の「色別標高図」や（図４）の「断面図」で存在が確認された，松郷から七国山への道中に複数存在する谷地付近を走行している場面であり，その谷地を形成した小河川を横断している場面であると考えられる.したがって,この場面の描写も実際に存在する谷地を表現したものであり,地理学的に適切な表現である.

検証⑤：松郷～七国山病院の場面（図１０）
（七国山へ自転車で向かう道中のシーン）



（図１０）

この場面では，台地の斜面が茶畑に利用されていることが確認できた.これはカシミール 3D で作成した松郷～七国山間の「断面図」（図４）と，茶畑に対して太陽光が当たっている様子から考えると，台地と谷地の間に存在している南向きの斜面を描いた場面だと考えられる.

また，茶はインドや中国西南部等の温暖な地域が原産地とされる[7]が,そもそもこの埼玉県所沢市は茶の栽培に適しているのだろうか,という点についても検証を加えた.

分析には GIS（地理情報システム）を使用し，茶の栽培条件[8]とされている「年平均気温 14℃～16℃」と「年降水量 1300mm 以上」[9]の地域をそれぞれ地図化[10]し，それらのマップレイヤーを重ね合わせることによって判定した.

（図１１）中にオレンジ色で示された部分は，日本列島における「年平均気温 14℃～16℃」の地域を示しており，主に九州から北関東にかけての沿岸部がその条件に当てはまることが確認できる.



（図１１）

（図１２）中に水色で示された部分は，日本列島における「年降水量 1300mm 以上」の地域を示しており，瀬戸内地方・日本アルプス・北関東・東北地方の一部を除く，日本の大部分がその条件に当てはまること

7 伊藤園「お茶百科」HP（http://www.ocha.tv/how_tea_is_made/plants_and_breeds/）
8 農林水産省 HP（http://www.maff.go.jp/）
9 国土交通省国土政策局国土情報課 国土数値情報を利用（http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/）
10 ArcGIS Pro により作成（ESRI ジャパン：小中高教育における GIS 利用支援プログラム）

が確認できる．



（図１２）

この 2 つのマップレイヤーを重ね合わせ共通する部分を抜き出したものが，(図１３）中に緑色で示された部分であり，日本列島における気温と降水量の条件に関する「茶の栽培適地」を示した地図である．



（図１３）

茶の栽培にはこの他にも，土壌の水はけや日当たりの良さ等の条件も必要となるが，埼玉県所沢市は概ね茶の栽培適地に含まれることが判明し，さらに日本における茶の栽培北限に近いことも新たに確認された．したがって，この場面の描写も地理学的に適切な表現である．

６．結論・展望

『となりのトトロ』の作中における背景に描かれた景観描写は，どの場面においても，地形や植生，土地利用，農業景観，集落立地等の各項目について，非常に正確な表現がなされていることが明らかとなり，自然地理学や人文地理学，ならびに高校地理教育の教材として実用に足ることが確認された．都市に居住しているため農村の里山景観がイメージしづらい高校生にとっても，スタジオジブリの作品群は馴染みが深いため，初修の地理学習において『となりのトトロ』等を導入に使用することは大変有用であると考えられる．

平成 31 年 3 月には，日本地理学会の開催にあわせて，埼玉県所沢市を実際に訪問し，フィールドワークを行った．『となりのトトロ』作中のような景観の多くは失われていたものの，「トトロの森」が一部残る狭山丘陵周辺において，土地を市民が買い取り自然環境を保全する「ナショナルトラスト運動」が行われていることを知った．

今後は，『となりのトトロ』と他のジブリ作品との景観の描かれ方の共通点や相違点について研究を進める他，自分達が居住する泉州地域の里山景観保全ボランティアに参加する予定である．



（左：日本地理学会 2019 年春季学術大会高校生ポスターセッションにおいて発表）
（右：「クロスケの家」等 埼玉県所沢市の狭山丘陵周辺をフィールドワーク）

７．参考文献

・宮崎駿 映画『となりのトトロ』，スタジオジブリ，1988
・スタジオジブリ『トトロの生まれたところ』，岩波書店，2018
・国土地理院「地理院地図」(https://maps.gsi.go.jp/)
・星沢卓也『フォトグラフィア 地理図説』，東京法令出版，2018
・伊藤園「お茶百科」(http://www.ocha.tv/how_tea_is_made)
・農林水産省 HP（http://www.maff.go.jp/）
・国土数値情報（http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/）
【使用した GIS(地理情報システム)】
・ArcGIS Pro（ESRI ジャパン）
・ArcGIS Online（ESRI ジャパン）
→小中高教育における GIS 利用支援プログラム
・地理院地図（国土地理院）
「自分で作る色別標高図」「等距圏図」「空中写真」
・カシミール 3D(DAN 杉本)