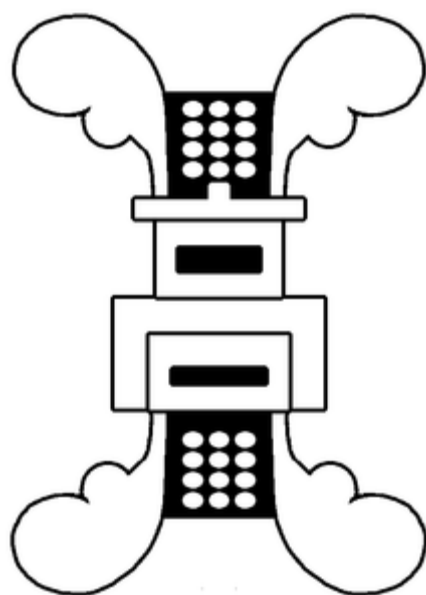


平成 2 9 年度課題研究論文集



平成 2 9 年 月
大阪府立岸和田高等学校

巻 頭 言

今年度、第1期SSHの活動成果や今後の計画が評価されSSHに再指定されました。
岸和田高校のSSH活動を支えていただいた皆さまに感謝申し上げます。

第2期 SSH では、『発展型「温故知新」プログラムによるチャレンジ精神に富む、未来を拓く科学技術人材の育成』を研究開発課題に、第1期の研究成果をさらに発展させた活動に取り組んでいます。新たに取り組みます活動の中でも、課題研究の深化が最大の目標となっており、1年次から3年次まで連続したものとなっております。

1年次の「セレンデピティ(SD)」では、課題研究の基礎の習得とテーマ設定を行う。
2年次の「文理課題研究」では、研究の時間を十分に確保し、入念なデータ収集や実験を行う。
また、中間・最終2回の発表会を行い、研究内容の深まりと表現力を追及する。3年次の「キャリアスタートゼミ(CS)」では、2年次のグループ研究を精査し、個人が論文としてまとめる。

これらの取組は、第2期のSSH活動に先行して昨年度から実施してまいりました。この度、3年次の生徒たちが2年次での課題研究を論文としてまとめました。さらに、SSH活動に参加するすべての生徒が取り組んだ論文の中から、優れたものを選んで論文集を作成いたしました。

生徒にとって、自分の課題研究を振り返り論文を作成する過程は、新たな気づきがあり、さまざまな力を鍛える良い機会となっているようです。また、高校時代のポートフォリオとして、生徒たちの進路実現の一助となればとも考えております。

論文集としてまとめることで、後輩たちにとって、この冊子が学びの指針となることを大いに期待しております。

改めて、運営指導委員の皆様方と大学等関係の多くの先生方のご指導、ご協力を得て研究が進めていくことができますことに感謝申し上げます、今後とも生徒たちが実りある成果をあげることができますようご尽力賜りますようお願い申し上げます。

平成 29 年9月

大阪府立岸和田高等学校
校 長 山 口 陽 子

～目次～

1	鳥の鳴き声の謎 ～倍音を消す構造～	1
	(物理ゼミ) 富樫 睦輝	
2	LEDを圧電素子で光らせる	5
	(物理ゼミ) 松本 知歩	
3	滴定手法による酸性エタノールの殺菌効果の検証	7
	(化学ゼミ) 小西 蓮	
4	身の回りにある最良の日焼け防止製品の調査	11
	(化学ゼミ) 中田 康仁	
5	生理用品の機能性についての研究	17
	(化学ゼミ) 西野映見	
6	鳥の多重音声現象	20
	(生物ゼミ) 神野 翼	
7	岸和田城の水濠と泉大津市と岬町のテナガエビ属の遺伝的差異	23
	(生物ゼミ) 清水 万緒	
8	岸和田高校周辺に生育する植物と甘酒の抗菌作用	26
	(生物ゼミ) 鈴江 栞奈	
9	AR、VR 技術を応用した学校紹介	29
	(情報ゼミ) 宇佐美 翼	
10	機械学習を用いた不正アクセス検知	33
	(情報ゼミ) 梶原 大進	
11	GRAPES によるアニメーションの作成	38
	(数学ゼミ) 森下 宗一郎	
12	考える力を育む教育について	43
	(社会科学ゼミ) 満壽居 春希	

鳥の鳴き声の謎

～倍音を消す構造～

大阪府立岸和田高等学校

富樫 陸輝

要旨

本校の生物科の先生から、鳥の鳴き声では特定の倍音が弱くなっていることが鳴き声の分析によって分かったという話を聞いた。そこで本研究では、鳥の鳴管を模した装置を作り、その装置で共鳴させた音を解析することで、倍音が弱くなる仕組みについて考察を行った。今回の実験では、「ヘルムホルツ共鳴器」の原理を用いた装置を作り、それを使用することによって、倍音を弱めることに成功した。このことから、鳥の鳴き声の倍音が弱まるのは、ヘルムホルツ共鳴による消音の影響であることが推測される。

序論

鳥の鳴き声には特定の倍音が弱くなっているものがある。(図1)。本研究では、どのような原理で鳴き声の倍音が弱まるのかを明らかにすることを目的とし、鳥の内部の構造に着目して実験装置を作り、音の倍音成分の測定を行った。

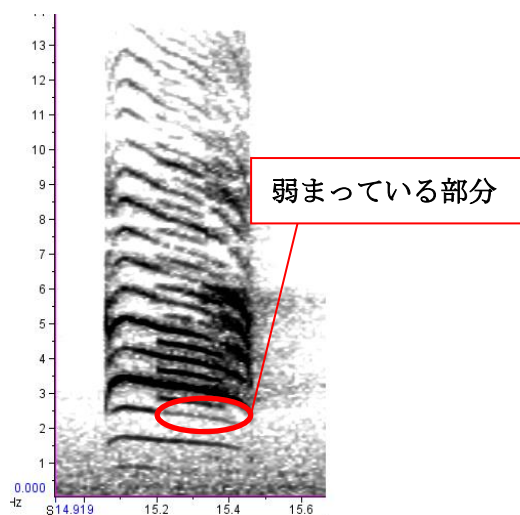


図1 アオカケスの鳴き声のスペクトル
(縦軸：周波数[Hz]、横軸：時間[s])

基音…振動体の発する音のうち、基本振動によって生じる音。

倍音…振動体の発する音のうち、基音の整数倍の振動数をもつ部分音。

実験①の方法

鳴管や気管の形状によって倍音が弱まると考え、鳥の内部器官(図2)と似たような構造の装置(図3)を作り、これを用いて倍音が弱まるか実験したところ、3倍音のみ弱まった(図4)。

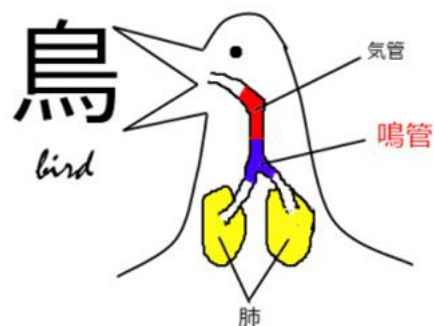


図2 鳥の内部器官

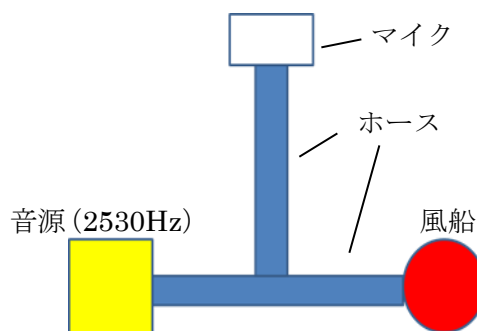
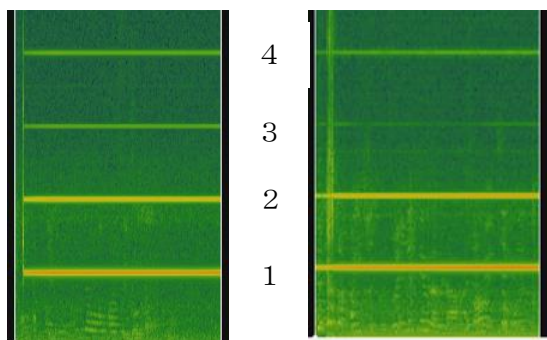


図3 実験装置



原音 (2530Hz)

装置使用後の音

図4 振動数のスペクトル解析

(縦軸：周波数[Hz] 横軸：時間[s] 線の色が濃いほど振動数の成分が大きいことを示す)

このとき、ホースの長さは 20cm、25cm、30cm であった。また、3 倍音の波長は、5.0cm であった。このことから、音源と風船の間のホースの長さを、弱めたい倍音の波長の長さ（またはその半分の長さ）に設定すればよいのではないかと考えた。今回は、4 倍音だけを弱めるパターンと 2 倍音と 4 倍音を弱めるパターンのホースを用意した。また、装置の構造と音源の周波数は図 3 のままにした。なお、本実験では 5 倍音以降は微小であるため考慮しないものとする。それぞれの長さは以下の通りである。

I, 4 倍音を弱める

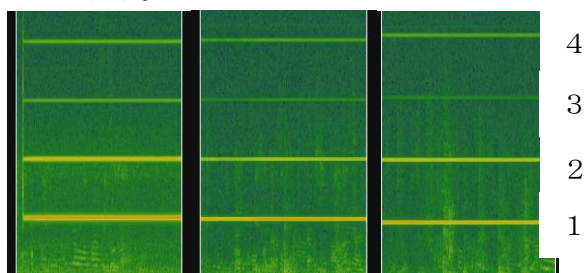
→ 1.85 (4 倍音の波長の半分) $\times 15$ (cm)

II, 2 倍音と 4 倍音を弱める

→ 3.7 (2 倍音の波長の半分) $\times 6$ (cm)

実験①の結果

それぞれの音の測定結果を図 5 に示す。なお、図 5 の「4 倍音」は上記の I、「2 倍音、4 倍音」は II を表す。



2530Hz

4 倍音

2 倍音、4 倍音

図5 振動数のスペクトル解析

図 5 より、I と II のどちらの場合においても 3 倍音だけが少し弱くなっている。

実験①の考察

音源と風船の間のホースの長さを、弱めたい倍音の波長の半分の長さに設定したにもかかわらず、3 倍音だけが弱まったことから、図 3 の構造の装置によって 3 倍音が弱まったのはホースの長さによるものではなく、別の要素が関係している現象であると考ええる。

実験①から、ホースの長さは本研究の目的にあまり関係がないと考えた。そこで、倍音を弱めるということに重点を置き、鳥の鳴き声における特定の倍音の弱化は、消音作用があるヘルムホルツ共鳴による現象ではないかと考え、その原理を用いた装置を作り、音の変化を測定した。以降、その結果を報告する。

実験②の方法

フラスコを用意し、ヘルムホルツ共鳴器 (※) の原理を応用した装置 (図 6) を作った。スピーカーから音 (91.0Hz) を出力し、マイクで音を録って解析し、フラスコの有無による音の変化を調べた。

なお、今回の実験装置について、左側にあるオレンジ色のものがスピーカー、右側にある黒色のものがマイク、中央の筒の側面にフラスコの口と同じ大きさの穴を開けている。



図6 実験②の装置

※ヘルムホルツ共鳴器について[1]

ヘルムホルツ共鳴器（図7）とは、開口部を持った容器の首部の空気が外から押し下げられ、球体部の空気が圧縮された後、その復元力によって首部の空気が単振動することによって共鳴し、音を発生する装置である。この装置が共鳴すると、共鳴している周波数を中心に音の運動エネルギーを奪う働きをして、その周波数の音が弱まる。

この装置の利用例として、音楽室の壁などで使われている有孔ボードや、騒音防止を目的として掃除機の内部に搭載されている空洞などが挙げられる。

ヘルムホルツ共鳴器の固有振動数の求め方

ヘルムホルツ共鳴器の固有振動数を求めるには、まず固有角振動数を求める必要がある。

ヘルムホルツ共鳴器の固有角振動数 ω は次の数式で求められる。

$$\omega = c \sqrt{\frac{s}{vl}}$$



図7 ヘルムホルツ共鳴器

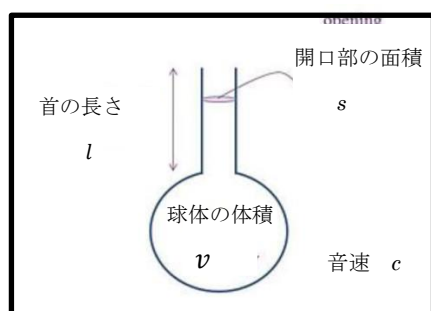


図8 ヘルムホルツ共鳴器の図示

固有振動数 f_0 は次の数式で求められる。

$$f_0 = \frac{\omega}{2\pi}$$

また、本実験では、 $c=343.5\text{m/s}$ 、 $s=4.91\text{cm}^2$ 、

$v=400\text{cm}^3$ 、 $l=11\text{cm}$ であった（首の長さは開口端補正を考慮した数値）。上記より、今回の実験で使用するフラスコの固有振動数は $f_0=182.0\text{Hz}$ と求められた。倍音を弱めるために、今回の実験でスピーカーが出力する音の周波数を $\frac{1}{2}f_0=91.0\text{Hz}$ に設定した。このとき、ヘルムホルツ消音のはたらけば、偶数倍音だけが弱まると考えられる。

実験②の結果

フラスコがあるときとないときのそれぞれの倍音成分の大きさを図9に示す。（縦軸：振幅、横軸：倍音）

なお、振幅はそれぞれの成分の音の大きさの指標である。

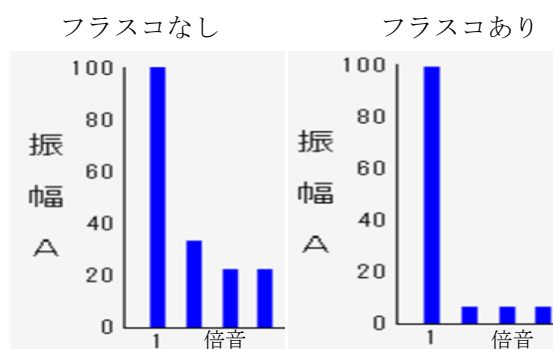


図9 解析した音のグラフ（基音：91.0Hz）

図9より、フラスコがないときには観測された2倍音、3倍音、4倍音が、フラスコがあるときだと全て一様に弱まっていることが見られる。

実験②の考察

2倍音、4倍音が弱まったのは、実験①では2倍音、4倍音が弱まらなかったことから、フラスコによるヘルムホルツ消音のためである可能性が高い。また、同時に3倍音が弱まったのは、実験①でも3倍音が弱まっており、実験②と装置の構造自体が似ていることから、その構造そのものが3倍音を弱める効力を持っていると考えられる。しかし、鳥の鳴き声においては、図1のように、特定の倍音しか弱まっていないため、上記の

構造とは少し違っているが、ヘルムホルツ消音
が起きている現象であると考えられる。

今後の展望としては、なぜ実験②において3倍
音までもが弱まったのかを明らかにしたい。その
ためにはまず、実験②の装置と同じような構造の
装置を使用して音源から出力する音の周波数を
いろいろ変えて3倍音が弱まるのかを調べる必
要があると考え。また、2倍音、4倍音がフラ
スコによるヘルムホルツ消音のおかげで弱まっ
たことを確実にするために、大きさの違うフラ
スコを用意し、実験②と同じように実験し、2倍音、
4倍音が弱まるかを確かめなければならないと
考える。そして最終的には、ヘルムホルツ共鳴器
によるヘルムホルツ消音が起こることによって
偶数倍音が弱まりながら、かつそのほかの倍音が
弱まらないような構造の装置を作り、鳥の内部構
造の謎を完全に明らかにすることが本研究の目
標であると考え。具体的には、本研究の実験装
置と鳥の内部器官の構造の違いは、それぞれの部
位のつなぎ目が直角であること（図10）が挙げ
られるため、その部分の角度をより鳥の内部器官
のものに近づけた装置が必要である可能性が高
い。

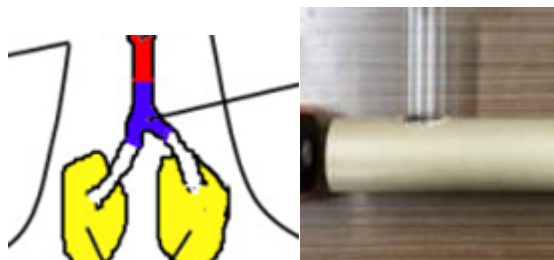


図10 それぞれの角度の比較

結論

本研究により、鳥の鳴き声で特定の倍音が弱ま
っているのは、片方の肺がヘルムホルツ共鳴器と
しての役割を果たして、ヘルムホルツ消音が起こ
るためである可能性が高いことが明らかになっ
た。

参考文献

[1] ヘルムホルツ共鳴

<http://splab.net/APD/A700/index-j.html>

謝辞

本研究を行うにあたり、岸和田高校物理科の西
浦先生、橘先生、五味先生、生物科の鈴木先生の
指導を受けました。

LEDを圧電素子で光らせる

大阪府立岸和田高等学校

松本 知歩

要旨

圧電素子によってLEDを光らせることができるか研究を行った。圧電素子によって得られる電圧の向きは一定でないので、ブリッジ整流回路を用いて、コンデンサを充電する。このコンデンサを用いて、LEDを光らせることができた。本実験から、コンデンサを用いることで圧電素子を電源としてLEDを光らせることができることがわかった。

序論

圧電素子から得られる電圧は向きが一定ではなく、また電圧の大きさも変化する(図1)。本研究では、ブリッジ整流回路を用いて、コンデンサを充電する実験を行った。このようにして、圧電素子から得られる電圧のグラフの波形を、電池の電圧のグラフの波形(図2)に近づけ、圧電素子によってLEDを光らせることを目的とした。

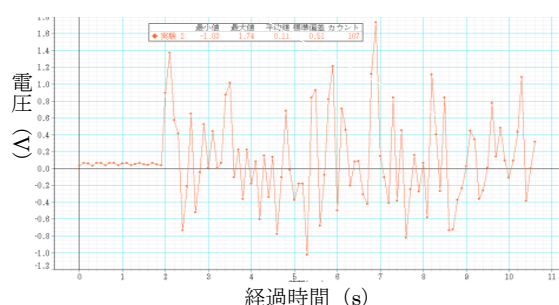


図1 圧電素子の電圧

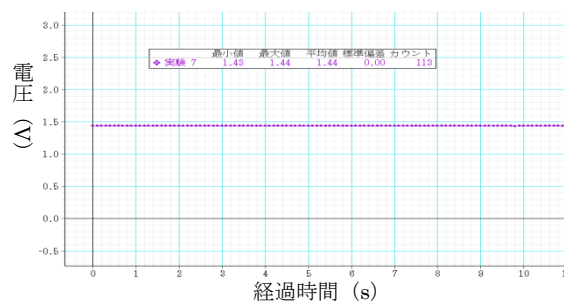


図2 電池の電圧

ブリッジ整流回路

ブリッジ整流回路とは、一方向にしか電流を流さないダイオードを用いて、どちらから電流を流しても同じ方向にしか流れないようにした回路。

【実験1】

実験方法

圧電素子、ブリッジ整流回路、コンデンサ(100 μ F)を図3のようにつなぐ。圧電素子を指で叩いて得られる電圧の向きを、ブリッジ整流回路を用いて一定にし、コンデンサに充電し、電圧センサーで計測する。コンデンサに3V充電したとき、コンデンサをLED(1.5V)につなぎLEDが光るかどうか調べる。

圧電素子

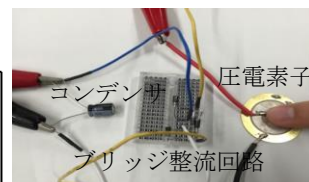
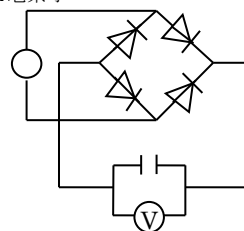


図3 実験1の回路図と実際の写真

実験結果

ブリッジ整流回路をつないだときに圧電素子から得られる電圧を図4に示す。

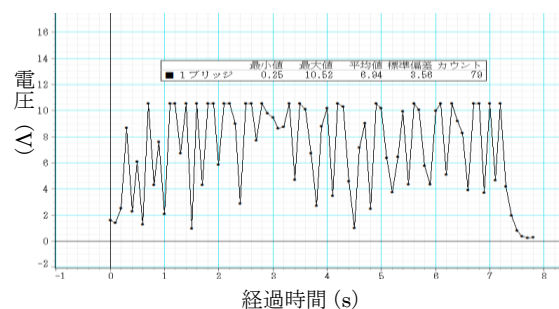


図4 時間と電圧のグラフ(圧電素子とブリッジ整流回路)

圧電素子、ブリッジ整流回路、コンデンサをつないだときにコンデンサから得られる電圧を図5に示す。

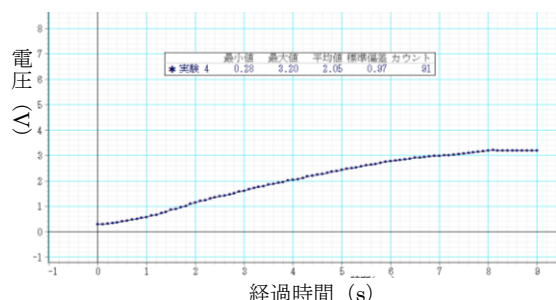


図5 時間と電圧のグラフ（圧電素子とブリッジ整流回路とコンデンサ）

ブリッジ整流回路とコンデンサを用いて、圧電素子から得られる電圧のグラフの波形を、電池の電圧のグラフの波形に近づけることができた。LEDはわずかな時間光った。

考察

より長くLEDをつけるために、コンデンサの放電時間について考察する。

$$V = Ee^{-\frac{t}{CR}}$$

$$t = CR \log \frac{E}{V} \dots ①$$

①の式より、長い時間

サの容量を大きくする必要がある。

$$Q = CV$$

$$V = \frac{Q}{C} \dots ②$$

②の式より、コンデンサの容量を大きくすると3.0Vの電圧をコンデンサにためるのに必要な電気量も多くなる。よって、圧電素子の数を増やす。群馬県立高崎高等学校の研究で、圧電素子は並列につなぐと得られる電圧が大きくなることがわかっている。

V : 放電電圧 (V)

t : 放電時間 (s)

C : コンデンサの容量 (F)

R : 抵抗 (Ω)

E : 充電電圧 (V)

Q : コンデンサの電気量 (C)

C : コンデンサの容量 (F)

V : 放電電圧 (V)

【実験2】

実験方法

実験1の圧電素子を、10個並列につないだものの(図6)に、コンデンサを1200 μ Fのものにし、実験1と同様に行う。



図6 圧電素子10個を並列につないだもの
実験結果

圧電素子1個と圧電素子10個から得られる電圧を図7に示す。

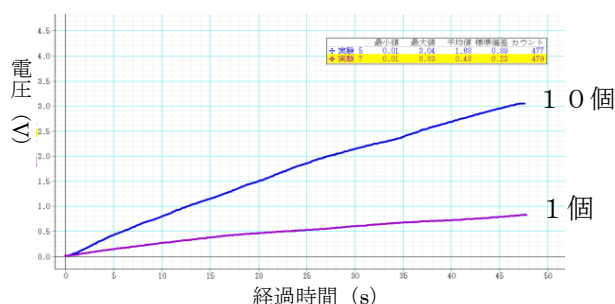


図7 圧電素子1個と圧電素子10個の電圧

LEDは約9秒間強く光った。その後、1分以上かすかに光った。LEDを豆電球にし、同じ実験を行ったが、豆電球は光らなかった。

考察

豆電球が光らなかったのは、豆電球の消費電力がLEDより大きいため、コンデンサに充電している電力では不十分だったためだと考えられる。

結論

ブリッジ整流回路とコンデンサを用いることで、圧電素子でLEDを光らせることができることがわかった。

参考文献

- (1) 吉岡宗之「電気回路入門」昭晃堂(2002)
- (2) 振動力・音力発電 群馬県立高崎高等学校

滴定手法による酸性エタノールの殺菌効果の検証

大阪府立岸和田高等学校

小西 蓮

要旨

消毒用エタノールに強い殺菌作用があることは知られているが、消毒用エタノールをリン酸で酸性にすることでその殺菌効果が上がるのか検証した。乳酸菌のヨーグルト発酵に注目し、水酸化ナトリウム溶液を用いた中和滴定により、乳酸およびリン酸の総酸量を測定することによって、乳酸菌の活性を調べ、酸性エタノールの殺菌効果を調べた。ほとんどの試料で、酸性エタノールで殺菌した乳酸菌でヨーグルト発酵させたサンプルのろ液の方が、エタノールを酸性にするために加えたリン酸が少量ではあるが含まれているにも関わらず、中性エタノールで殺菌した乳酸菌でヨーグルト発酵させたサンプルのろ液より、中和滴定に必要な水酸化ナトリウム溶液の体積が少なかった。この結果から酸性エタノールで殺菌した乳酸菌のほうが中性エタノールで殺菌した乳酸菌より活性が下がったとわかり、エタノールを酸性にすると殺菌力が上がるということが明らかになった。

目的・実験手法

消毒用酸性エタノールの殺菌効果検証にあたり、(ノンエンベロープ) ウイルス^{※1}については既に効果が実証されているが、細菌(バクテリア)については通常の 70%エタノールでも高い殺菌力があるので具体的には実証されていない。また設備上ウイルスを扱うことが難しいので、ヨーグルト種菌の乳酸菌・ビフィズス菌(細菌)を用いて酸性エタノールの殺菌効果を検証することにした。

しかし、一般的な殺菌効果を検査する方法であるコロニーカウント法では乳酸菌用の標準寒天培地はコストが高く、自作も難しい。また殺菌効果を検証するためにはエタノールの増殖抑制効果も考慮に入れる必要がある。これらの問題を克服するため、乳酸菌が生成する物質を定量することで乳酸菌の活性を調べその効果を検証することにした。(生成物定量法と名付けた)

検証の判断基準として、ヨーグルト生成の確認による目視的指標と、酸と水酸化ナトリウムとの中和滴定による、数値的指標の二つの指標を用いることにした。

実験に必要な知識・原理

乳酸菌：ラクトース(乳糖)をラクターゼ(酵素)で加水分解してグルコースとガラクトースにする。グルコースを発酵し、乳酸などを生成。消費した有機物の 50%以上を乳酸に代謝する細菌を慣用的に乳酸菌と呼ぶ。

ホモ型乳酸菌…乳酸発酵時に乳酸のみを生成。

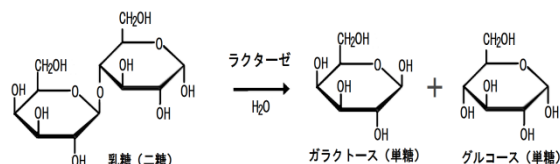
ヘテロ型乳酸菌…乳酸発酵時にエタノール及び酢酸なども生成。

・ビフィズス菌…主な生成物は乳酸(消費した有機物の 50%未満)と酢酸。

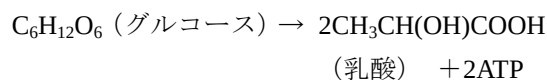
酸素存在下で働かない偏性嫌気性を示す。

(厳密には乳酸菌とは区別される)

ラクトース(乳糖)の分解

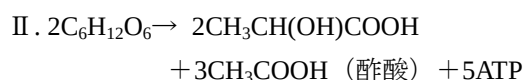
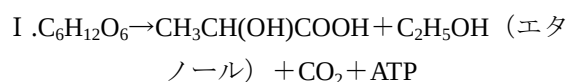


ホモ型乳酸発酵



※1 <http://family.saraya.com/kansen/envelope.html>

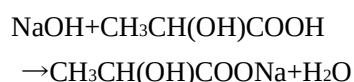
ヘテロ型乳酸発酵



・ヨーグルトのできる仕組み

乳酸発酵で生じた酸により牛乳の pH が下がる。牛乳中のタンパク質の大部分を占めるカゼインはミセルを形成するがそのカゼインの等電点 pH4.6 まで下がると、カゼインミセル同士が集まり、さらに巨大な構造になり凝固する。これがヨーグルトである。

・水酸化ナトリウムと乳酸の中和反応



・目視的指標について

ヨーグルトが生成されていれば、サンプルをろ過したとき、ろ紙に残滓が残る。さらにろ液には牛乳の白濁色の原因である脂肪やカゼインミセルは、ほぼ含まれず、ホエイなどの可溶性で小さな粒子が主なため、ろ液は透明になる。したがって、この2点が観察できればヨーグルトが生成したと判断できる。

・数値的指標について

滴定量は菌の酸生成量、すなわち菌の活性に依するため、滴定量の違いで殺菌力の強さを比較することができる。滴定量が少ないほど、働いた菌はより少ないため、殺菌力が強いと判断できる。

実験の準備

各溶液の調製

- ① 0.1mol/L シュウ酸標準溶液を調製。
- ② 1%水酸化ナトリウム溶液を調製。
- ③ ②で調製した水酸化ナトリウムをシュウ酸標準溶液で中和滴定し、濃度を調べる^{※2}。
- ④ 表1のような配合で各濃度中性エタノールを調製する。
- ⑤ リン酸原液を100倍希釈する。
- ⑥ ⑤のリン酸を用いて、表2のよう配合で各濃度酸性エタノールを調製する。

表1 エタノール濃度別の溶液の混合体積

vol%	10	20	30	40	50	60	70
エタノール (mL)	10	20	30	40	50	60	70
純水 (mL)	90	80	70	60	50	40	30

表2 酸性エタノール濃度別の溶液の混合体積

vol%	10	20	30	40	50	60	70
リン酸 (mL)	10	10	10	10	10	10	10
エタノール (mL)	10	20	30	40	50	60	70
純水 (mL)	80	70	60	50	40	30	20

※2 各実験で水酸化ナトリウム溶液の濃度を調べたが、ほぼ変化はなかった。

以下、これらの中性エタノール及び酸性エタノールを殺菌剤とする。

実験

以下の実験はすべて4回繰り返した。

- ① 器具を煮沸し、滅菌する。
- ② ヨーグルト種菌^{※3}0.2g をサンプル管に入れる。
- ③ 各殺菌剤 2mL をサンプル管に入れ、時々攪拌しながら、10分間放置する。(今回は室温で放置)
- ④ 牛乳を 48g 入れ、殺菌操作を停止する。その後アルミホイルで軽く蓋をする。
- ⑤ ヨーグルトメーカーに 40℃、9時間でセットし、乳酸発酵させる。
- ⑥ 発酵後、各サンプル管の内容物をろ紙をセットした、漏斗に移し、ビーカーにろ液を集めた。
- ⑦ ⑥の残滓や、ろ液から判断しヨーグルトが生成したか確認する。その結果を表3に示す。
- ⑧ ⑥の各ろ液を5倍希釈^{※4}し、その溶液 10[mL] 中のすべての酸を1%水酸化ナトリウム溶液で中和滴定し、滴定量を記録する。繰り返し数を3とし、その平均値を表4に示す。

※3 ヨーグルト種菌…乳酸菌のコロニーの集ま

り。今回使用した種菌（メイトー・ヨーグルト種菌）はブルガリア菌（ホモ型）、サーモフィラス菌（ホモ型）、ビフィズス菌（偏性嫌気性）が混合されたもの。したがって今回の空気が含まれる状態での乳酸発酵で生成されるのは乳酸のみ。

※4 サンプルのろ液の量が少ないため、希釈なしでは十分量を確保できない。

結果

表3 各サンプルのヨーグルト生成の確認

	第1回 11/17		第2回 11/25		第3回 12/21		第4回 1/12	
	中性	酸性	中性	酸性	中性	酸性	中性	酸性
10%	○	○	○	○	○	○	○	○
20%	○	○	○	○	○	○	○	○
30%	○	○	○	○	○	○	○	○
40%	○	○	○	○	○	○	○	○
50%	○	○	○	○	×	×	○	○
60%	○	×	×	×	×	×	○	○
70%	×	×	×	×	×	×	×	×

○：ヨーグルトが生成

表4 各ろ液（5倍希釈）の中和滴定量

	第1回 11/17		第2回 11/25		第3回 12/21		第4回 1/12	
	中性	酸性	中性	酸性	中性	酸性	中性	酸性
10%	0.78	0.83	0.98	0.81	0.79	0.86	0.81	0.88
20%	0.84	0.83	0.86	0.80	0.81	0.82	0.84	0.81
30%	0.77	0.65	0.83	0.82	0.83	0.72	0.82	0.81
40%	0.60	0.50	0.70	0.59	0.52	0.44	0.54	0.58
50%	0.50	0.49	0.69	0.56	0.47	0.42	0.49	0.49
60%	0.47	0.20	0.36	0.24	0.24	0.19	0.53	0.45
70%	0.16	0.14	0.23	0.21	0.18	0.21	0.28	0.19

※数値はろ液（5倍希釈）中のすべての酸の中和滴定量。単位は mL

・エタノールの殺菌効果と抑制効果について

エタノールには殺菌効果の他にも菌の増殖抑制効果があるため、乳酸菌の活性が見られないからといって、単純にエタノールが乳酸菌を殺菌したとは限らず、乳酸菌の増殖を抑制している可能性もある。そこで今回は乳酸菌が殺菌されていることを確認するため、牛乳 48g に中性エタノール及び酸性エタノールを各 2mL ずつ入れた後、種菌 2g を入れ、同様に乳酸発酵させ、ヨーグルトの生成及び総酸量を調べる実験を行いエタノールの抑制効果を検証することにした。（この手順ではエタノールは乳酸菌を殺菌しない）その結果を表5に示す。（これらのサンプルを後入れサンプルとする。）

表5 後入れろ液（5倍希釈）の中和滴定量

	第1回 12/1		第2回 12/21		第3回 1/12	
	中性	酸性	中性	酸性	中性	酸性
70%	0.47	0.54	0.57	0.58	0.47	0.48

表4と表5を比較することにより（12/21 と 1/12）、通常の実験ではエタノールは乳酸菌の増殖を抑制しているのではなく、乳酸菌を殺菌していると明らかになった

考察

すべての酸（リン酸の分も）を滴定しているのに関わらず、酸性の方が中性よりも滴定量が少ない箇所では酸性にしたことにより、殺菌作用が上がっている。ほとんどの実験で酸性のほうで滴下量が少ない。

以下、他に考察すべき点を述べた。

・低濃度では酸性にしても効果が上がらないのか。滴定量にはリン酸自体の滴定量も含まれているため今回の実験では断定できない。

そのためには、リン酸分の滴下量を調べる必要があるが、単純に、加えたリン酸の量から滴定量の理論値を算出してもよいかは不明である。（リン酸と牛乳が反応している恐れがあるため）したがって、リン酸分滴下量を調べるために、リン酸と牛乳をだけを入れたサンプル管を 40℃、9 時間で

放置した後、中和滴定し、滴定量を調べる必要がある。その滴定量を表4の酸性の数値からひくことにより、乳酸だけの酸濃度を測定でき、より正確に菌の活性を調べることができる。

・なぜ同濃度でも滴定量が変わるのか。

大きな原因として、殺菌時の温度が考えられる。今回の実験では室内で殺菌していたため、殺菌時のサンプル管の温度はほぼ室温であった。そのために殺菌時の温度が一定に保てなかった。今後は殺菌効果と温度の関係性を調べるとともに、殺菌時の温度を一定保つ方法を考える必要がある。(たとえば氷水につけるなど) 実験条件を一定にできれば、検証方法をより一般的に標準化することが可能になる。(今回の実験では回ごとに殺菌温度が異なったため、全実験のデータの平均値は取ることができなかった。)

・滴定誤差

滴定が数滴で終了した場合、一滴の体積はある程度決まっているため、滴定量と実際の酸濃度の誤差が大きくなる。その誤差を小さくするためには、一滴よりさらに少ない量を滴下したり、水酸化ナトリウムの濃度を薄くする、あるいはヨーグルト発酵の量を増やし、すべてのサンプルのろ液を希釈なしで滴定する方法が考えられる。

結論

幅広いエタノール濃度で、エタノールを酸性にすると殺菌力が上がる。消毒用酸性エタノールはノンエンベロープウイルス同様、乳酸菌に対しても中性エタノールより殺菌効果が上がることが明らかになった。

参考文献

- 1) 山下 勝 エチルアルコールによる微生物の増殖阻害と殺菌 日本防菌防黴学会誌 vol.36 No.4 pp.241-262 (2008)
- 2) 新名 史典[編著] サラヤ株式会社 隈下祐一 加藤信一 「[ビジュアル図解]洗浄と殺

菌のはなし」 同文館出版 (2013)

- 3) 高麗 寛紀 「図解入門よくわかる最新抗菌と殺菌の基本と仕組み」秀和システム (2012)
- 4) 日本乳酸菌学会編 「乳酸菌ビフィズス菌のサイエンス」 京都大学学術出版会 (2010)
- 5) 杉山政則 「基礎と応用 現代微生物学」 共立出版 (2010)

謝辞

本研究に際して製品についての問い合わせについて丁寧に回答をくださったメイトーお客さまセンター、およびサラヤ株式会社バイオケミカル研究所の隈下祐一様から、学術文献の紹介やアドバイスをいただきました。

身の回りにある最良の日焼け防止製品の調査

大阪府立岸和田高等学校

中田 康仁

要旨

本研究においては、身近にある日焼け防止製品の効果の程度を検証し、その結果を基に効果の高低を示す順位を作成した。

目的

世の中の日焼け防止製品は、どの程度紫外線を防げているのかということを検証した。しかし、ひとつの製品ではそれがどの程度紫外線を防げているのかが曖昧になり偏った結果が出てしまう恐れがあった。そこで、身の回りにある日焼け防止製品をできるだけ多く集めて比較し、どの製品が最も良く紫外線を防ぐことができているのかを調べて順位をつけた。また、一般家庭でもできる検証方法での研究を試みた。

実験方法

実験に使用した以下の 17 種類の日焼け防止製品にそれぞれアルファベットを割り振り、表などで示す際に使用した。

A:CC MINERAL CREAM (SPF50,PA++++)

B:SKIN AQUA(UV moisture Milk)
(SPF50+,PA+++)

C:CHANEL PRECISION (SPF50,PA+++)

D:LIMO LIMO (SPF32,PA+++)

E:UL・OS (SPF50,PA+++)

F:サングラス

G:NIVEA(SPF50,PA+++)

H:NOV(UV Milk EX) (SPF32,PA+++)

I:Nudy CC(粉末) (SPF20,PA++)

J:FASIO (SPF50,PA++++)

K:REVLON (SPF/FPS50)

L:ちふれ (SPF27,PA++)

M:メンタームサザン UV ウォーターミルク
(SPF50+,PA++++)

N:Biore UV Mild Mind Care Milk
(SPF30,PA++)

O:KOSE サンカットウルトラ UV アクアリ
イジェル (w.p)(SPF50+,PA++++)

P:サンカットウルトラ UV パーフェクトジェ
ル (SPF50,PA++++)

Q:CHANEL CC CREAM (SPF50)

※SPF : UV-B(紫外線B波)の防止効果を表す
目安の数値

※PA : UV-A(紫外線A波)の防止効果を表す
目安の数値

〔実験 1〕

集めた日焼け防止製品が長時間(3~4 時間)炎天下にさらされたときを想定して実験を行った。

実験方法模索中にインターネットで「バナナは太陽に長時間当てると変色する」という性質を利用した紫外線の研究(「バナナで紫外線的作用を調べる」)を見つけた。その文献を基に、以下の手順で実験を行った。(注 1)

注 1 : 収集した日焼け防止製品のほとんどが日焼け止めクリームだったため、クリームを中心にした実験を行った

- ① 日焼け防止製品をバナナの表皮に一定量塗布した
- ②段ボール箱で自作した装置(写真 1)の中に入れた
- ③②の状態です 3 ~ 4 時間炎天下に放置した
- ④バナナの色の変化の度合いを記録した



写真1 バナナを用いた長時間での日焼け防止製品の検証実験で自作した装置

- ・地面からの照り返しが強かったため、反射光を防ぐ目的で底面、側面を黒く塗った
- ・虫が入るのを防ぐためにポリエチレンの袋をかぶせていたが、袋が水滴で曇ってしまって紫外線を遮蔽する恐れがあったので途中からは取り外した
- ・比較対象として色の変化が起きないように一部はアルミホイルで覆った

実験結果

バナナでは色の変化に顕著な違いが見られず、明確なデータが得られなかった。(写真2) また、日焼け止めクリームを塗布した箇所が何も塗らなかった箇所と比べて異常に黒くなったことがあった。原因として、バナナに直接クリームを塗布したため、バナナの表皮とクリームの成分が反応して色が黒くなった可能性が考えられた。そこで、予備実験としてクリームを塗布したバナナを日光に当てず数時間放置したが、バナナの表皮に変化は見られなかった。ので、光によって反応しないことが分かった。しかし、熱によって反応が起きたことも十分に考えられたため、日焼け防止製品の効能検証実験において、バナナを使用することは適切でないと判断した。



写真2 長時間実験後のバナナの様子

- ・色の変化は見られたが、変化の度合いを比較するのは困難であった

〔実験2〕

バナナの代わりに実験に用いることができる指標となるものとして、紫外線チェックカード(amazon.com)を用いた。(注2)ただし、このカードは紫外線に当てると瞬時に色が変わるものだったので(写真3・4)、ここで実験の方針を長時間での効能の検証から短時間での効能の検証に切り替えた。そして、段ボール箱で新しく実験装置を製作し、そこにUVライト(UV-B)を装着して実験を行った。(注3)

※UV-B:波長 280~320nm の紫外線

- 注2：UV チェックカードは予備実験でUVライトの光線で色の変化が確認できたため、実験2で用いても良いと判断した
- 注3：サングラスは装置に入らなかったため、屋外でカードをサングラスに挟んで実験を行った(写真9)

〈実験手順〉

- ① 日焼け止めクリームを一定量スライドガラスに塗り、プレパラートを作った(写真5)
- ② ①のプレパラートを自作した実験装置に設置した(写真6)
- ③ 実験装置内のUVライト(写真7)を1分間照射した
- ④ UV チェックカードに記載されている指標(写真8)を基に色の変化の度合いを測り、記録した



写真3 室内での UV チェックカード



写真6 実験装置内に設置したプレパラート
・ライトの着いた箱を上から土台に覆いかぶせるようにしてセットした



写真4 屋外に出した直後の
UV チェックカード



写真7 装置に装着された UV ライト
・写真6 の溝の部分にライトがはまるように作った



1 2 3 4

写真8 UV チェックカードに記載されていた
指標

- ・ 実験では左から「1, 2, 3, 4」とし、色の変化の程度を比較した
(例) 2 よりも色は濃い、3 よりも薄い
→2.5
- ・ カードに届いた紫外線が強いほど色が濃くなった



写真5 製作したプレパラート



写真9 サングラスの実験の様子

実験結果

実験2では表1にある15種類を調べた。結果を表1に示した。(注4)

表1 UVチェックカードの色の变化の程度

	1回目	2回目	3回目
A	2.0	2.2	1.8
B	1.2	2.5	1.8
C	1.8	2.3	1.2
D	2.0	1.9	1.2
E	1.56	0.90	0.90
F	1.16	1.33	—
G	0	0.20	2.00
H	1.70	1.50	0.20
I	—	—	—
J	2.15	1.00	—
K	0.8	0.8	1.37
L	1.0	1.15	1.15
M	1.15	0.83	—
N	1.73	1.0	—
O	0.75	1.83	—
P	0.67	0.60	—

実験のデータから平均の値を出して比較したところ、最も紫外線を防いでいる製品は「CC MINERAL CREAM(KOSE)」であると言える。しかし、この実験はあくまでもカードの色の变化の程度を、指標を

基にして目視で記録したため、詳細な順位までは確定できなかった。そこで、より正確な結果を出すため、学校にある紫外線検知器を用いて、さらに実験を行った。

注4:表1中の一部には、既に行われた実験のデータの平均値を使用している箇所がある

※ Nudy CC(粉末)は粉末状のファンデーションだったので、水に溶かしてスライドガラスに塗布したが、粉末が水には溶けなかったため、粒子の隙間から光線が漏れ、正確に計測できなかった

〔実験3〕

実験2では目視によって色の变化の程度を数値化していたが、本実験では紫外線検知器(写真10)を用いてより正確な結果を出すことを目的とした。ダンボール箱で新たに製作した実験装置に紫外線検知器(注6)を装着し、次の手順で実験を行った。実験3では、日焼け防止製品を塗布した箇所を通過した後の紫外線の強さを測定したので、数値が0に近いほど紫外線を遮蔽する能力が高い。

- ① 日焼け止めクリームをスライドガラスに塗り、プレパラートを作った(注5)
- ② ①のプレパラートを検知器にセットし(写真11)、装置にUVライトの付いた覆いをかぶせた
- ③ UVライトを30秒間照射して検知器の値を記録した

注5:サングラスの場合は①ではプレパラートが作れないので、直接検知器にセットした(写真12)

注6:検知器はUV-Bを計測できるように設定した

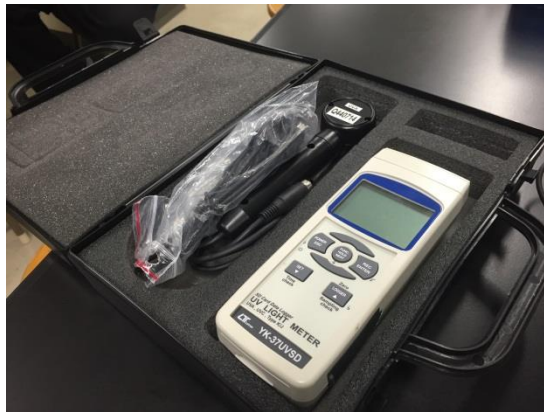


写真 1 0 実験 3 に使用した紫外線検知器



写真 1 1 プレパラートを設置したときの
実験装置内の様子



写真 1 2 実験 3 におけるサングラスの
実験の様子

実験結果

実験 3 では表 2 にある 8 種類の製品を調べた。

結果を表 2 に示した。

表 2 紫外線検知器の値(mw/cm^2)

	1 回目	2 回目	3 回目
C	0.005	0.064	0.000
A	0.010	0.170	0.180
E	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.007	0.000
G	0.000	0.018	0.000
K	0.061	0.003	0.012
L	0.000	0.007	0.000
F	0.000	0.000	0.000

※参考 スライドガラスのみ : $0.790(\text{mw}/\text{cm}^2)$

屋外 : $1.265(\text{mw}/\text{cm}^2)$

表 2 から、最も紫外線を防いでいるのは「UL・OS」と「サングラス」であった。

ここで、実験 2 の結果と本実験の結果を基に表 2 の製品内での順位を決定した。具体的には実験 2 での順位と実験 3 での順位の平均をとって最終順位とした。(表 3)

(順位決定の例)

実験 2 : 2 位、実験 3 : 4 位 の製品の最終順位は
 $(2+4) \times 1/2$ より 3 位

表 3 最終順位

順位	製品名
1	FASIO
2	CHANEL PRECISON
2	CC MINERAL CREAM
4	NIVEA
5	UL・OS
6	ちふれ
7	REVLON

表3より、今回調査した中で最も紫外線を遮蔽する効果に優れているのは「FASIO」であることが分かった。また、サングラスは紫外線検知器で紫外線が検知されないほど優秀であったが、調べた製品の中ではサングラスだけが薬品ではないので最終順位としては除外した。

考察

今回の研究では最終的な順位は表3となった。だが、実際は実験2で紫外線を良く防いでいるという結果の出た製品でも、実験3ではあまり防げていないという結果が出る等、結果にばらつきが見られた。原因として考えられるのは、実験の手法を確立するのに時間がかかり、実験にかかる時間を失ってしまったことや、目視という誤差が大きくなりやすい手法によって実験を行ったことがあげられる。よって、最終順位では目視による実験2の結果も反映しているため、すべてを紫外線検知器で測定した

場合の順位とは異なる可能性がある。また、UVライトの照射する光線はUV-Bのみだったので、実際の太陽光線が日焼け防止製品に与える影響が異なるものになっていた可能性も考えられる。今後この研究を継続する場合は様々な種類の光線を照射する紫外線検知器でより多くのデータを取り、正確に製品の効能を比較し、研究当初の目的である長時間での効能の検証方法も考えていくことが必要である。また、その際、最も紫外線を防ぐことができる製品にはどのような成分が含まれているのか、どのような仕組みで効果を発揮するのかを調べたい。

参考文献

- ・バナナで紫外線の作用を調べる
(www2.tokai.or.jp/seed/seed/seibutsu13.htm)
- ・紫外線の基礎知識
(www.kose.co.jp/jp/ja/kirei/uv-care/step1/)

生理用品の機能性についての研究

大阪府立岸和田高等学校

西野映見

要旨

吸水ポリマーという化学物質が、私たちの様々な身近な製品に使われていることを知り、研究を開始した。研究対象を生理用品に絞り、製品ごとの“吸水量”、“肌触り”、“逆(ぎゃく)戻り”について調べた。実験の結果、製品ごとに上記の3点に大きな差がみられ、状況に合わせた製品を見つけることができた。

目的

- ・メーカーごとに比べ、より良い製品を明らかにするため。
- ・様々な場面に応じた製品を見つけるため。

実験方法

A~H社の商品を揃え、下記の実験を行った。
*下記の実験で牛乳を使用するのは、牛乳に含まれる成分が、人間の血液とほぼ同じなため。

(1)吸水量の検証

まず初めに、“吸水量”について調べるため次の実験を行った。

<準備物>

- ・200mL ビーカー
- ・100mL ビーカー×3
- ・三脚
- ・ガスバーナー
- ・ガラス棒
- ・駒込ピペット
- ・牛乳
- ・着色料(青色)
- ・生理用品

<方法>

- ① 生理用品を前、中、後で4×4cm 四方に切り取り、100mL ビーカーに入れる。
- ② 牛乳を約40℃に温め、着色料を加える(生理用品が白いので、着色料を加えて吸水の様子をよく見るため)。次に、駒込ピペットで1mL ずつ加え、限界まで吸わせる。
- ③ 前、中、後それぞれの限界値を読み取り、記録する。

(2)肌ざわり・逆戻りの検証

次に、(1)の結果を踏まえて、“肌触り”、“逆戻り”を調べるため次の実験を行った。

<準備物>

- ・200mL ビーカー
- ・ビュレット台
- ・重石[300g]
- ・三脚
- ・ガスバーナー
- ・ガラス棒
- ・駒込ピペット
- ・牛乳
- ・着色料(青色)
- ・生理用品

<方法>

- ① ビュレット台に生理用品を取り付ける。
- ② 牛乳を約40℃に温め、着色料を加える(シミが広がる様子をよく見えるようにするため)。次に、駒込ピペットで2mL ずつ取り、①の生理用品の1~2mm 上に設置する。
[写真1]
- ③ 駒込ピペットから牛乳を一気に流す。
- ④ 手で触り肌触りを記録する。
- ⑤ ティッシュを乗せ、さらに重石を乗せて1分置き、逆戻りを調べ記録する。
- ⑥ ②~⑤を5回繰り返す。



写真 1

実験結果

会社ごとに(1)(2)の結果を下記のようにまとめた。

表 1 10mL での逆戻りのシミの大きさ

A 社	B 社	C 社	D 社
57.4	68.3	43.5	33
E 社	F 社	G 社	H 社
30.1	14	51.8	66.7

[cm²]

表 2 前中後実験

	A 社	B 社	C 社	D 社
前	5	6	4	5
中	10	7	4	11
後	5	7	4	5
合計	20	20	12	21
	E 社	F 社	G 社	H 社
前	6	11	4	9
中	8	12	11	7
後	7	10	4	8
合計	21	33	19	24

[mL]

表 3

A 社 (値段:18.3円/個) (25cm、特に多い量用)

Point! 吸引力がすごい

逆戻り

2mL	4mL	6mL	8mL	10mL
	18.8cm ²	32.3cm ²	39cm ²	57.4cm ²

吸水量:267.2mL

肌ざわり

全くつかない	湿っている	指につく
	2mL	6mL

サイズ

縦	横	厚み
8.7cm	12.7cm	0.64cm

前中後実験

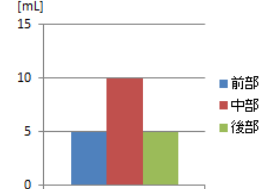


表 4

B 社 (値段:13.1円/個) (23cm、多い日の量用)

Point! 敏感な肌にやさしい素材と形

逆戻り

2mL	4mL	6mL	8mL	10mL
8.3cm ²	25.7cm ²	37cm ²	51cm ²	68.3cm ²

吸水量:149.8mL

肌ざわり

全くつかない	湿っている	指につく
	2mL	10mL

サイズ

縦	横	厚み
9cm	12.7cm	0.7cm

前中後実験



表 5

C 社 (値段:16.1円/個) (24cm、多い日量用)

Point! 超すっきりスリム

逆戻り

2mL	4mL	6mL	8mL	10mL
2cm ²	11.0cm ²	18.2cm ²	33.3cm ²	43.5cm ²

吸水量:74.5mL

肌ざわり

全くつかない	湿っている	指につく
	2mL	8.7mL

サイズ

縦	横	厚み
9.3cm	13cm	0.68cm

前中後実験

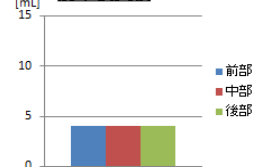


表 6

D 社 (値段:21.6円/個) (25cm、長時間用)

Point! 生理中の敏感肌にやさしい

逆戻り

2mL	4mL	6mL	8mL	10mL
12.8cm ²	12.3cm ²	23.3cm ²	29.6cm ²	33.0cm ²

吸水量:145.1mL

肌ざわり

全くつかない	湿っている	指につく
	2mL	7.3mL

サイズ

縦	横	厚み
10cm	13.5cm	0.74cm

前中後実験

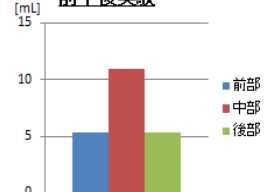


表 7

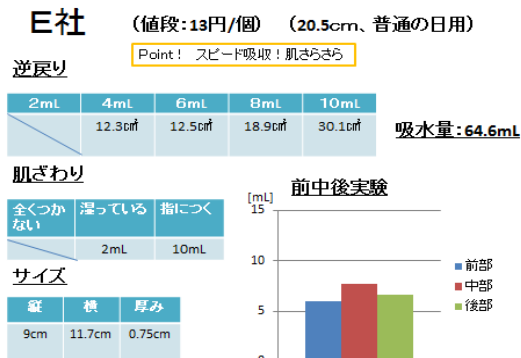


表 8

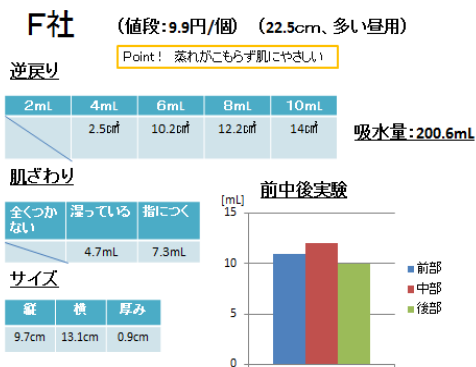


表 9

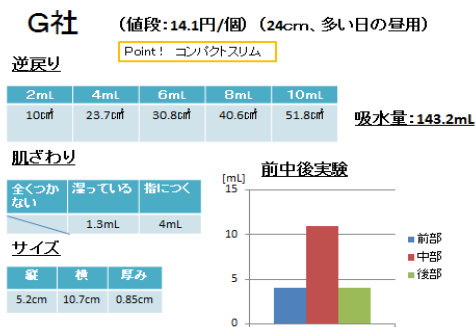
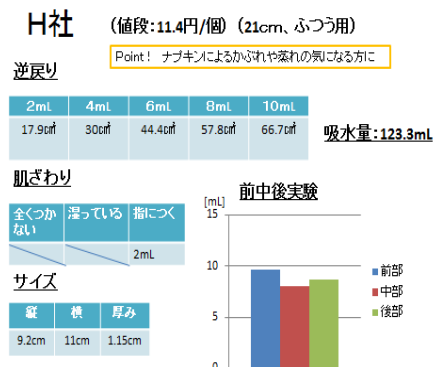


表 10



考察

牛乳を使用して実験を行う前、水道水を使用して同様の実験を行った所、明らかに牛乳の吸水量の方が少なかった(図 1)。原因としては、牛乳に含まれるたんぱく質やイオンの分子が大きいことがあげられる。

mL

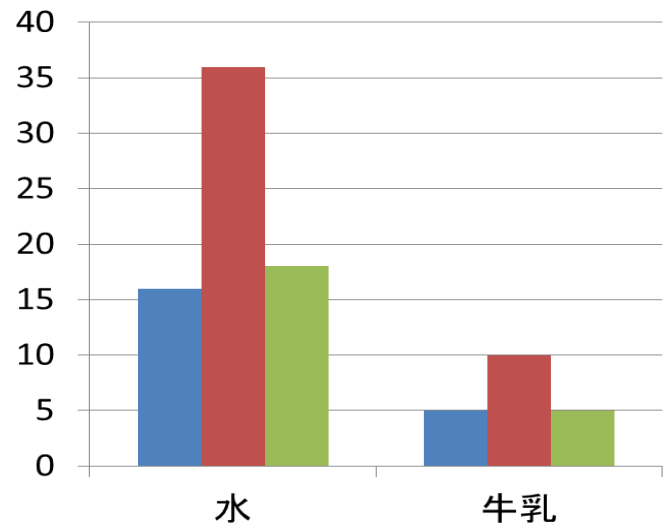


図 1 水と牛乳での給水量の違い

結果を比べてみると、F 社がほとんどの項目で上位に入っている。

製品ごとに、実験した 3 点に大きな差がみられた。

結論

頻繁に取り換えることができないとき。

⇒吸水量の多い A 社

長時間同じ姿勢の場合

⇒吸水量が前、中、後で安定して高い F 社
 量が少ない日の場合

⇒逆戻りしにくく、肌触りも良い F 社

肌が弱く、かぶれやすい場合

⇒綿などの天然素材を用いている H 社

のように、使う状況に合わせた製品が見つかった。

参考文献

- 1) 化学図録改 数研出版(2016) p 225
- 2) 化学 東京書籍(2016) p 404

鳥の多重音声現象

大阪府立岸和田高等学校

3年1組 神野 翼

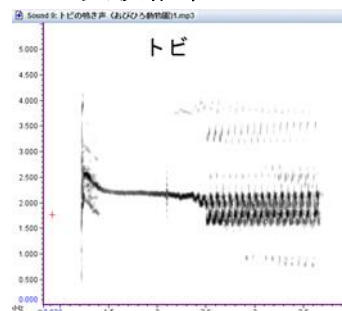
要旨

この研究では鳥の声に焦点を当て、どのような鳥が多重音声現象を起こしているのかを調べた。録音された様々な種類の鳥の声を音解析ソフト「Raven lite」を用いて調べた。実験の結果、調べたほとんどの鳥において多重音声現象が確認された。このことから、多重音声現象が一般にみられると推定される。

実験結果

目的

先輩方が以前行っていた鳥の多重音声現象の研究を引き継ぎたいと思いこの研究を行いました。その理由としては、鳥の声にはどのような種類のものがあるのかと興味を持ち調べたいと思ったからです。この研究では以前まで調べられていなかった種類の鳥を取り上げ、録音された鳥の声からスペクトログラムを作って音の視覚化を行い、多重音声が見られるかどうかを調べた。ここでいう多重音声現象とは、倍音ではない2つ以上の element が同一時刻に見られたときのことを意味する。



トビ：タカ目タカ科

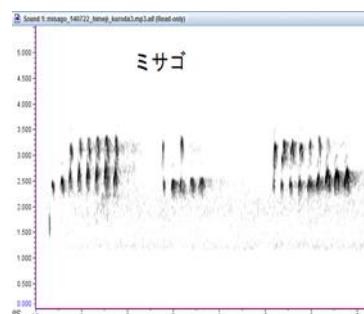
トンビとも呼ばれる

グラフの中盤から振動数の異なる音が同時に2種類見られる。このことからトビには多重音声現象が見られることがわかる。

実験方法

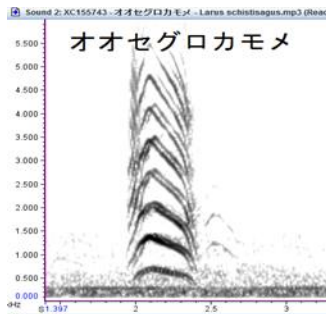
学校の先生が鳥の音声をたくさん所有しているオランダの博物館について教えてくれ、それを用いて実験しました。また、解析ソフトについても助言してもらいました。

1. オランダの博物館の「Xeno-canto」等を用いて音源を探す。
2. その音源を解析ソフト「Raven lite」を用いてスペクトログラムを作って音を視覚化する。
3. スペクトログラムを見て多重音声が見られるかどうかを調べる。

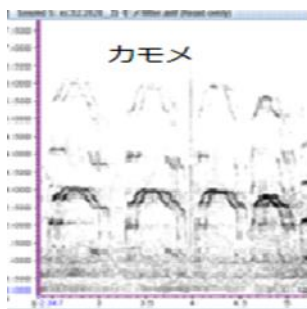


ミサゴ：ミサゴ科ミサゴ属

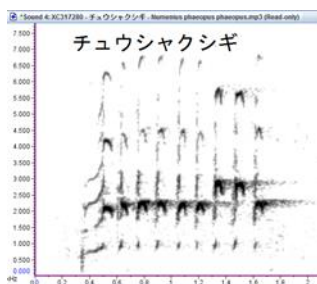
魚を捕食することから「魚鷹」とも呼ばれている。ミサゴもトビと同様に振動数の異なる音が2種類見られるので、多重音声現象が見られることがわかる。



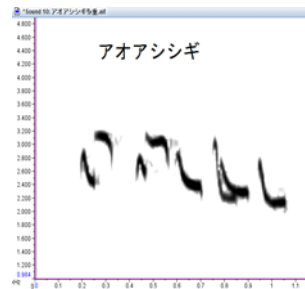
オオセグロカモメ：チドリ目カモメ科
オオセグロカモメでは振動数の異なる音が同時に幾つも重なり合っている。
よって、オオセグロカモメにも多重音声現象が見られる



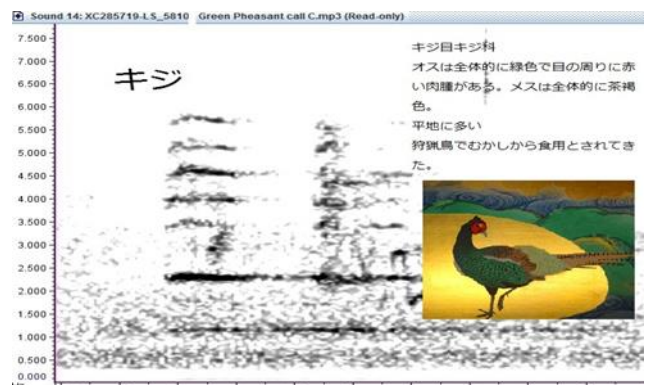
カモメ：チドリ目カモメ科
カモメは同時に異なる 2、3 種類の音を出している。
よって、カモメにも多重音声現象が見られる。



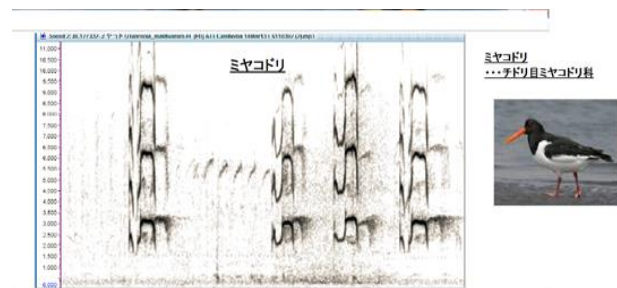
チュウシャクシギ：チドリ目シギ科
名前の由来は大きく下にそったクチバシであるといわれる
チュウシャクシギは 2 種類の振動数の音が同時に確認される。
よって、チュウシャクシギにも多重音声現象が見られる。



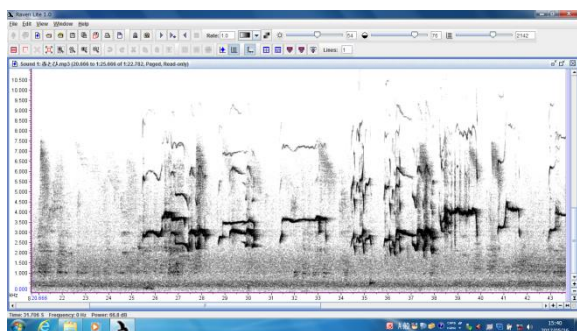
アオアシシギ：チドリ目シギ科
日本では、旅鳥として、春と秋の渡りの時に全国的に渡来する。
アオアシシギの音を解析すると今までとはずいぶん異なる図が見られる。これはいくつもの音が重なって見えるからだと考える。
よって、アオアシシギも多重音声現象が見られる。



キジ：キジ目キジ科
日本の国鳥。また、国内の多くの自治体で「市町村の鳥」に指定されている
キジはグラフの中盤で二つの音が重なっている。
よって、キジにも多重音声現象が見られる。



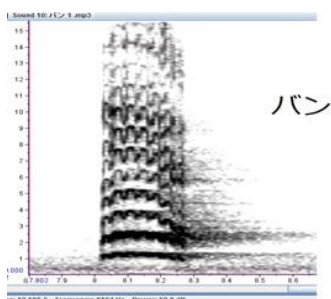
ミヤコドリ：チドリ目ミヤコドリ科
ミヤコドリも異なる 2 つの振動数の音が見られるので、多重音声現象が見られる。



アカトビ：タカ目タカ科トビ属

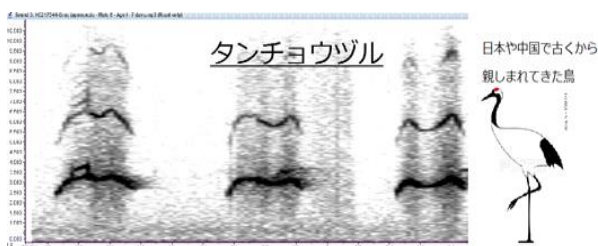
地味な色であるトビとは趣が異なり、白と赤褐色の対比が優美な猛禽類である。

図の真ん中に異なる振動数の音が2つあるので、多重音声現象が見られる。



バン：ツル目クイナ科

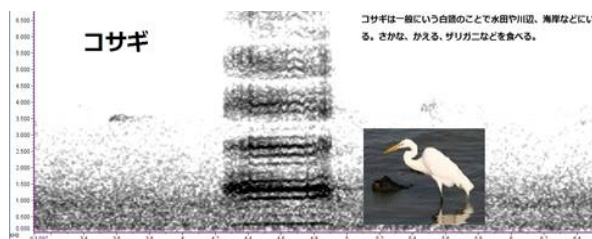
バンはこのグラフから多重音声現象が見られないが、他の鳥と異なり特徴的なグラフになった。音が時間のたつごとに高くなったり低くなったりしている。



タンチョウヅル：ツル目ツル科

日本や中国では古来深く親しまれてきた鳥である。

タンチョウヅルは、異なる振動数の2つの音が同時に重なっているため、多重音声現象が見られる。



コサギ：コウノトリ目サギ科

全身の羽毛が白色で、いわゆる白鷺と呼ばれる鳥の一種である。

コサギは、異なる振動数の2つの音が同時に重なっているため、多重音声現象が見られる。

考察

鳥の声は片方の鳴管からの音である場合が多いと考える。また、スペクトログラムの観察に使った鳴き声は、それぞれ1分以下の短時間の観察時間にもかかわらず、多重音声現象が見つかったため、今回の調査で多重音声現象が見つからなかった種でも、観察時間を長くすれば、多重音声現象が発見できると予想する。したがって、多重音声現象は、一部の鳥のみに見られる現象ではなく、多くの種類の鳥に見られる一般的な現象と考えられる。

バン以外の鳥では多重音声現象を確認することができた。また、バンだけが確認されなかったのはおそらく、録音時間が短かったからではないかと考えられる。

結論

この研究によりさまざまな種類の鳥の鳴き声の特徴や多重音声現象が見られる鳥を発見することができた。この研究を行うことで、鳥の声についての知識や音声の分析の仕方、情報処理の仕方を学ぶことができた。

参考文献

- 1) Wikipedia
- 2) Xeno-canto
- 3) Raven lite

岸和田城の水濠と泉大津市と岬町のテナガエビ属の遺伝的差異

大阪府立岸和田高等学校

清水 万緒

要旨

本研究では、DNA の塩基配列に注目して、岸和田城の水濠と泉大津市の大津川と岬町の番川、東川で捕れたテナガエビ属の遺伝的差異について研究した。DNA の塩基配列の比較により、本結果で比較したテナガエビは3つの遺伝的集団に分けられた。本結果で得られた系統樹と CO1 の系統樹との比較より、3つの遺伝的集団は、ミナミテナガエビ、ヒラテテナガエビ、テナガエビであることが示唆された。またテナガエビに着目すると、両側回遊型と陸封型には DNA の塩基配列に差異がある可能性があることも示唆された。

序論

テナガエビには両側回遊型と陸封型の2つのタイプが存在するとされており、タンパク質の比較によりそれらに遺伝的差異があることは、大野 淳 (1999) の研究で明らかになっている。本研究では、さらに細かく遺伝的差異を調べることのできる、DNA の塩基配列において、それぞれのテナガエビを比較し、遺伝的差異の有無を明らかにすることを目的とした。

テナガエビ

日本に生息するテナガエビは淡水で孵化した幼生が川を下り汽水域で育ち、成長しながら川を遡上する両側回遊型と、湖沼などの淡水域で産卵、成長する陸封型の2つのタイプが存在すると言われている。そして、閉鎖水域とされている岸和田城水濠からは多様なサイズの個体が採取されているので、これらは陸封型の個体であると推測される。また、大阪府の泉大津市以南ではテナガエビ属テナガエビ、ヒラテテナガエビ、ミナミテナガエビの3種の生息が確認されている。

本研究では、岸和田城水濠から採集した陸封型の個体と、大津川や東川、番川から採集した両側回遊型の個体を用い研究した。

実験方法

① テナガエビを採集した。

大阪府岸和田市の岸和田城水濠にモンドリなどを仕掛け、泉大津市の大津川や岬町の番川に採集しにいった。また、一昨年岸和田城水濠で捕れたサンプルも利用した。

② 筋肉から DNA を抽出した。

③ DDBJ に登録されているテナガエビの DLoop 領域をもとにプライマーを作成した。

④ PCR 法を使い DNA を増幅させた。

⑤ 電気泳動により DNA の増幅を確認した。

⑥ 検査機関に送り調べてもらった。

⑦ 届いた塩基配列の結果をもとに最尤法を用いて分子系統樹を作成した。

(MAGA 6.0 使用)

⑧ 系統樹上の位置について検討した。

実験結果

系統樹から本研究で比較したテナガエビは3つの遺伝的集団にわけられた。

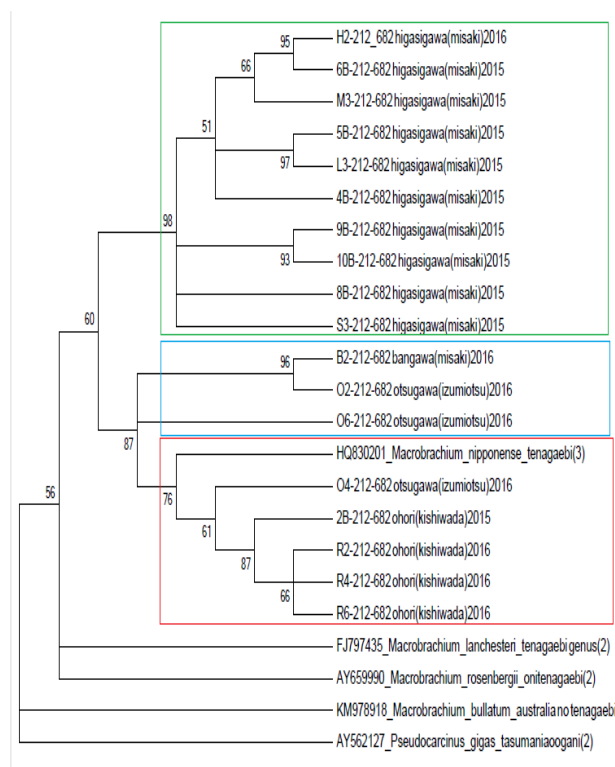


図1 テナガエビのDNAによる分子系統樹

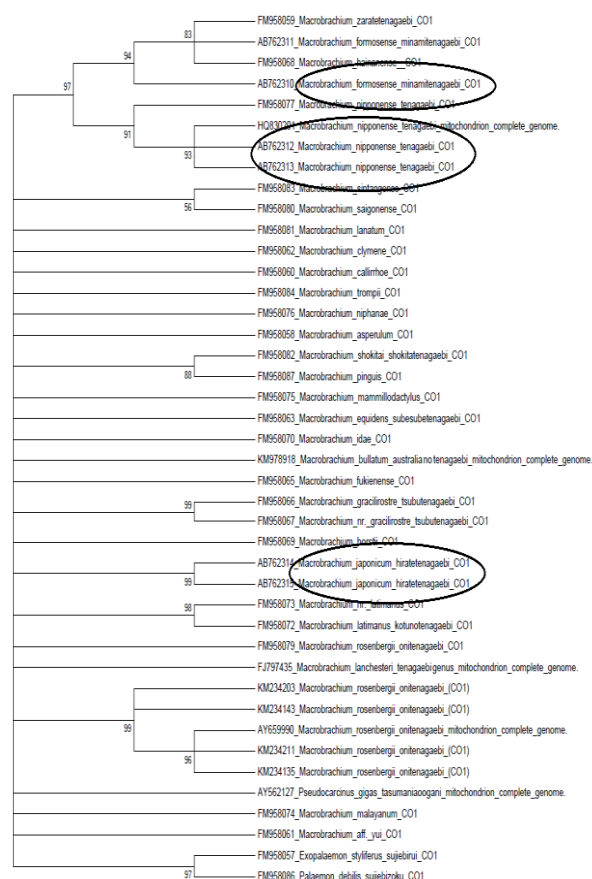


図2 CO1の分子系統樹

考察

図1より、一番下の枠で囲まれた岸和田城の水濠のテナガエビや大津川の一匹のテナガエビは、DDBJに登録されているテナガエビのデータと同じ集団であるから、テナガエビということがわかる。しかし、番川と昨年の東川で採集したテナガエビ（図1の一番上の枠で囲まれた部分）と、大津川で捕れたテナガエビ（図1の真ん中の枠で囲まれた部分）の一部がDDBJに登録されているテナガエビのデータとは違う集団、つまりテナガエビでない集団であることが読み取れる。

そこでてみると、昨年の東川のエビ（図1の一番上の枠で囲まれた部分）は缺の形状や、テナガエビ（図2の真ん中の枠）とヒラテテナガエビ（図2の一番下の枠）が遺伝的に疎遠であることから、ヒラテテナガエビだと推測された。

同様にCO1の系統樹（図2の太丸）と比較

してみると、番川と大津川の一部のエビ（図1の真ん中の枠で囲まれた部分）はテナガエビ（図2の真ん中の枠）とミナミテナガエビ（図2の一番上の枠）が遺伝的に近縁であることと、生息も確認されていることからミナミテナガエビだと推測された。

また、テナガエビ（図1の一番下の枠で囲まれた部分）に着目すると、大津川一匹のテナガエビ(両側回遊型)と岸和田城水濠のテナガエビ(陸封型)はDNAの塩基配列が違った。

これからの展望としては、明らかにしなかったテナガエビの両側回遊型と陸封型との遺伝的差異が、採集したテナガエビが幼生で種の同定が不確実だったことによりテナガエビのサンプルが少なくなり、明らかにしきれなかったので、テナガエビのサンプルを増やし、結果の信憑性を高めたい。そして、全国の広い範囲から両方のタイプのテナガエビを集め、分子系統樹を作成し比較したい。また、大阪府南部に生息する三種のテナガエビについてCO1の系統樹を作成し、種の分化について詳しく調べたい。

結論

今回調べたテナガエビは3つの遺伝的集団（ミナミテナガエビ、ヒラテナガエビ、テナガエビ）にわけられた。そしてテナガエビに着目すると、両側回遊型と陸封型にはDLoop領域においてDNAの塩基配列に差異があることが示唆された。

参考文献

- 1) 大野 淳 Noel A. Armada : テナガエビ属の種と地域個体群の分化, 海洋と生物 123 (vol.21 no.4), 1999
- 2) 豊田 幸詞 関 慎太郎 著 駒田 智幸 監修 : 日本の淡水性エビ・カニ 日本産淡水性・汽水性甲殻類 102 種, 誠文堂新光社
- 3) 貝塚市立自然遊学館 : 自然遊学館だより 2016 秋号

岸和田高校周辺に生育する植物と甘酒の抗菌作用

大阪府立岸和田高等学校

鈴江 葉奈

要旨

岸和田高校周辺に生育している植物(今回調べたのはユーカリ、タンポポ、アジサイ)と、甘酒に抗菌作用があるのかを研究した。ユーカリに関しては、ユーカリ油には抗菌作用があると報告されているため、水溶性の成分に抗菌作用があるのかを調査した。寒天培地に菌を培養し、それぞれの植物の葉や甘酒から抽出した成分を加えて菌の増減を観察した。実験では、ユーカリの葉を水抽出した液を加えた寒天培地では菌のコロニーができなかったが、他の植物の葉を水で抽出した液を加えた寒天培地では菌のコロニーができ、甘酒の成分を加えた寒天培地では菌が増殖してしまうという結果が得られた。そのことから、ユーカリ葉の水溶性の成分には抗菌作用があり、他の植物や甘酒には抗菌作用がない可能性が示された。

目的

自作の甘酒を飲んだことによってお腹の調子が悪くなったという話を耳にしたので、甘酒が腸内細菌に影響したのかもしれないと考え、抗菌作用を調べることにした。また、抗菌作用を持つ植物が身近に存在しているかもしれないと考え、高校周辺で見かけるユーカリ、タンポポ、アジサイについても調べることにした。

実験方法 1

1. まず、採取したユーカリ、タンポポ、アジサイの葉を少量の水を加えてすりつぶしたものの上澄み液と、うるち米と米麹から作製した甘酒の上澄み液を用意した。

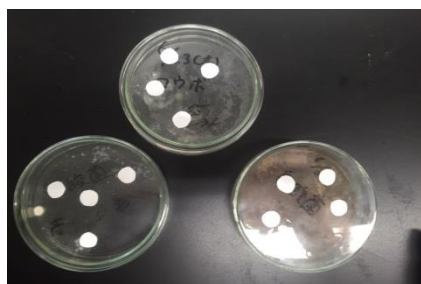


2. 次に、粉末寒天をお湯に溶かしたものをシャーレに流し、オートクレーブで滅菌処理して寒天培地を作った。
3. ヨーグルトの上澄み液（乳清）、乳酸菌飲料、パン用イーストを、菌が入らないようにするためにクリーンベンチ内で培地に塗り、25℃に保たれているインキュベーターに入れて培養した。ここで、乳酸菌と酵母菌の二種類を培養したのは、原核生物である乳酸菌を使用した場合と、真核生物である酵母菌を使用した場合で実験結果に違いが出るかを比較するためである。



4. カビが生えずに培養が成功した乳酸菌、酵母菌のシャーレ一枚ずつと失敗してカビだらけになったシャーレ合計3枚を利用した。カビだらけのシャーレを利用したのは、カビも酵母菌と同じく真核生物であるので利用できると考えたからだ。そして、初めに用意

しておいた、植物をすりつぶした上澄み液と甘酒の上澄み液をしみこませたろ紙をそれぞれの菌を増殖させたシャーレにおいて25℃で1週間培養した。



実験結果 1

25℃で1週間培養して観察し、ろ紙を置いた周りの菌の増殖と、シャーレ全体の菌の増殖を比較した。その結果、乳酸菌と酵母菌を培養したシャーレではあまり大きな違いはみられなかった。しかし、カビだらけだったシャーレのユーカリとタンポポのろ紙の周りには比較的カビが少なく、カビの増殖が抑えられたと考えられた。それに対し、甘酒の周りにはカビが局所的に増え、反対にカビの増殖が促進されたと考えられた。

目的 2

実験結果 1 から、アジサイの葉と甘酒の成分には抗菌作用はなく、ユーカリとタンポポの葉の成分には抗菌作用がある可能性が示された。そこで、ユーカリとタンポポについて詳しく調べた。インターネットで調べてみると、ユーカリに関しては油成分に抗菌作用があることは既に知られていたもので、水溶性の成分にも抗菌性があるのか調べることを目的として実験をした。培地は粉末寒天 3%、グルコース 10%、コンソメ 1.3g を使用するものに変更し、乳酸菌、酵母菌は培養に時間がかかるため、代わりに今回は原核生物である納豆菌に対象をしぼり使用した。

実験方法 2

1、タンポポの葉を細かくちぎり、水に1週間漬

け置きした。

2、ユーカリは葉を細かくちぎり、4つの三角フラスコに分けて入れた。溶媒として、アセトン、メタノール：アセトン=3：1の溶液、メタノール、水をそれぞれ入れて1週間漬け置きした。4種類の溶媒の極性の大きさは、アセトン<メタノール：アセトン=3：1の溶液<メタノール<水の順となっている。

3、クリーンベンチ内で寒天培地の中心に滅菌した薬さじで穴をあけ、そこに納豆菌の入った水を入れて培地全体に広げた。その後、1で用意したタンポポの葉の水抽出液、2で用意したユーカリの葉の各抽出液を穴に加えた5種類のシャーレを作り、25℃で3日間培養して観察した。



実験結果 2

結果は以下の通りとなった。

穴の周りの納豆菌のコロニーの有無

試料 (溶媒)	タンポ ポ (水)	ユーカ リ (アセトン)	ユーカ リ (メタノール： アセトン =3:1)	ユーカ リ (メタノール)	ユーカ リ (水)
コロニーの 有無	あり	あり	あり	あり	なし

ユーカリの葉を水抽出した液を加えたシャーレだけ穴の周りにコロニーができていなかった。



ユーカリ葉を水抽出した液を加えたシャーレの様子

考察

ユーカリの葉の水抽出液に抗菌効果があったということは、ユーカリ葉の水溶性の成分に抗菌作用があると考えられた。

甘酒については、上澄み液中に含まれる糖類の影響もあるかもしれないが、抗菌作用はみられず、反対に菌の増殖を促進させたことから、お腹の調子が悪くなったのは逆に腸内細菌を増殖させた影響ではないかと考えられた。

結論

タンポポ、アジサイの葉には抗菌作用はみられず、抗菌作用があった植物はユーカリだけであった。そして、ユーカリは油成分だけではなく水溶性の成分にも抗菌作用がある可能性が示された。

また、甘酒には抗菌作用がみられず、菌の増殖を促す働きがある可能性が示された。

参考文献

・わかさ生活ホームページ わかさの秘密 ユーカリ

<http://www.wakasanohimitsu.jp/seibun/eucalyptus/>

AR、VR 技術を応用した学校紹介

大阪府立岸和田高等学校

宇佐美 翼

要旨

近年、スマートデバイスの普及により、利用される機会が増えてきた AR 技術や VR 技術を、学校の魅力を伝えるために活用する方法を考え、その方法に基づいたアプリのプロトタイプの開発を行った。クラウドで動作する統合開発環境「Monaca」を用いてプログラミングを行い、スマートデバイスの画面内で岸和田高校の校舎を巡ることができるアプリを開発した。そして、それを用いて中学生に体験型授業を行い、アプリの機能などを試した。

1.序論

1.1.AR

AR とは ‘‘Augmented Reality ‘‘ (拡張現実) の略称で、何かをきっかけとして情報を呼び、現実の世界に情報を重ね合わせる技術のことを指す。主にスマートデバイスに搭載されているカメラ機能が使用される。この AR 技術を用いたアプリの一例として、Niantic,Inc. 開発の「ポケモン GO」(図 1)を挙げる。



図 1

これはデバイスの GPS 機能を利用し、「ポケモン」と呼ばれるキャラクターの捕獲、育成、交換、対戦などを楽しむゲームアプリである。主に捕獲シーンで AR 技術が用いられる。カメラ画像内にいる「ポケモン」を探し、そこに目掛けて捕獲用の「ボール」を投げて捕まえるというものだ。

この技術を利用したコンテンツとして、岸和田高校の制服を着ることなく、まるで着ているかのような写真を撮ることのできるアプリ、そして岸和田高校に保存されているニホンアシカの標本をカメラで写すとその画面内で標本が動き、喋り出すというアプリの二つの開発を目標とした。

1.2.VR

VR とは ‘‘Virtual Reality ‘‘ (仮想現実) の略称で、現実ではないが実質的に現実のように感じられる環境を人工的に作り出す技術のことを指す。最近では据え置き型ゲーム機「Play Station VR」など、こちらも普及が進んでいる。この技術を利用したコンテンツとして、スマートデバイスの画面内で岸和田高校の校舎を巡ることのできるアプリの開発を進めた。

2.開発

2.1.制服着用アプリ

AR マーカーとはカメラに写すことで画面内に情報を付け加えるものである。図 2 のように AR

アプリを用いてマーカーに焦点を合わせると画像や動画が現れる。

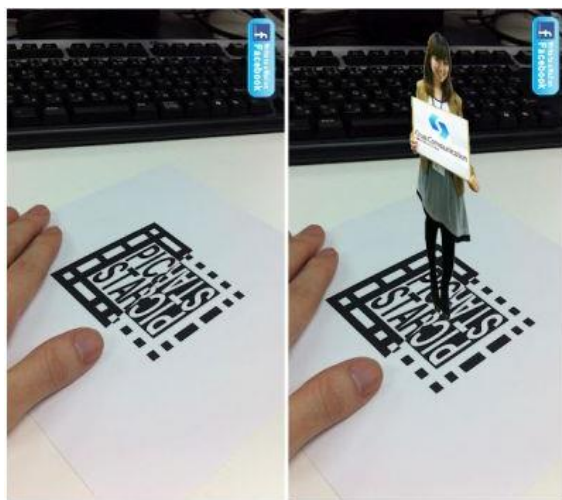


図 2

マーカーを専用の開発ツールを用いて体の部位ごとに制服の 3D モデルを製作し、それを AR マーカーに結びつける。そして、その AR マーカーを該当する部位に張り付けることでまるで制服を着ているような写真を撮ることができるという仕組みのアプリを開発しようとした。

2.2. アシカの標本アプリ

校内にあるニホンアシカの標本(図 3)の口の部分の 3D アニメーションを製作し、アシカの標本を AR マーカーとして口の部分に 3D モデルを表示し動かす。



図 3

また音声ソフトでアシカのセリフを製作し、その音声を流しながらアニメーションを動かすことで、まるで喋っているかのように見せる

アプリを開発しようとした。

2.3. 岸高ストリートビュー

開発環境「Monaca」(図 4)を用いて、Google 社が公開しているサービス「Google ストリートビュー」のようなアプリの作成を目標とした。当初の利用用途としては、「Google ストリートビュー」のように岸和田高校の生徒が行きたい教室がどこにあるかがわかりやすくなることを想定し開発しようとした。

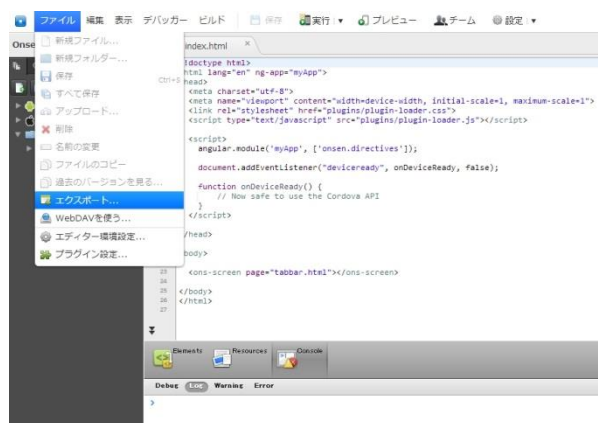


図 4

3. 結果

3.1. 制服着用アプリ

開発に高度な技術を必要とし、また開発時間にも限りがあり、AR マーカーを用意することが困難だと判断したため、開発を断念した。

3.2. アシカの標本アプリ

簡単なアニメーションは作成できたが、それをアシカに応用することが難しかったため断念した。

3.3. 岸高ストリートビュー

画面中央の照準”○”(図 5 内 1)を画像内にある円形のマーカー”●”(図 5 内 2)に合わせることで、マーカーのある方向へと画像が切り替わる VR アプリを開発した。



図 5

4. 開発手順

岸高ストリートビューの開発手順としてまず、スマートデバイスを傾げることで動く赤い照準を画面内に作成する。

次に 360 度すべてを撮影するカメラ「RICOH THETA」(図 6) を使い撮影した画像内に青い円形のマーカーを作成する。そしてマーカーと照準が重なった時に別の画像に切り替わるというプログラムを埋め込んで完成となる。



図 6

5. 試行

アプリ自体の改善点は多いながらも形にすることはできた。そこで 11 月ごろに行われた中学生向けの学校説明会でこのアプリを利用して簡単な体験型授業を行った。授業内容としては、学校のいろいろな施設名のひらがな(食堂なら、し・ょ・く・ど・う)をストリートビュー内に隠したものを用意しておく。中学生たちをいくつかのチームに分け、それぞれ色を設定しておく。そしてストリートビューを使いそれぞれのチームカラーと同じ色で書かれたひらがなを探させ、見つけたひらがなを並べ替えることで施設名が浮かび上がる。浮かび上がった施設に向かうとそこには QR コードが用意されており、それを読み取ると表示されるクイズに正解するとクリアとなるゲームをした。

6. 考察

ストリートビューで画像の移動を繰り返すとアプリがダウンしてしまうという不具合が発生してしまった。これは画像の移動の際同じレイヤー内に 360° 画像が重ねられていくという仕様によるものだと考えられるが、これを改善することはできなかった。

7. 結論

今後は、まずストリートビューの問題の改善を目標に開発を進め、また実現できなかった AR コンテンツを開発していきたい。中学生たちへの授業を通して岸和田高校の新たな魅力をアピールできるツールにしていきたいと思う。

参考文献

- ・アシアル株式会社、生形可奈子、岡本雄樹(2016)「Monaca で学ぶはじめてのプログラミング～モバイルアプリ入門編～」アシアル株式会社
- ・好きな写真で自分だけの AR が作成できる無料の Android アプリ 『PicSTAR』
<http://www.excite.co.jp/News/photo_news/p-879767/>(参照 2017.06.27)

・KAD 岸コレデータベース

<<http://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/kad/>>(参照
2017.06.27)

・MONACA<<https://ja.monaca.io/>>(参照 2017.06.27)

・THETA <<https://theta360.com/ja/>>(参照
2017.06.27)

・IT 用語辞典 e-Words<<http://e-words.jp/>>(参照
2017.06.27)

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた大阪工業大学の西尾孝治先生に感謝致します。

機械学習を用いた不正アクセス検知

大阪府立岸和田高等学校

梶原 大進

要旨

今日、あまり情報関連の話題に関心がない人々の耳にも『サイバー攻撃』や『サイバーテロ』、『情報漏えい』などの言葉が入るようになってきている。日々増加、進化を遂げるサイバー攻撃に対応し、大切な情報を守り抜くためには既存の攻撃だけでなく未知の攻撃に対する迅速な対応が必要となる。

そこで本稿では既存の攻撃だけでなく、新しい攻撃にも対応するために機械学習(機械学習については後述)により攻撃手法を学習した分類器を用いることにした。作成した分類器を用いた結果、72%という確率で未知の攻撃に対応することができた。この数字はよい結果とはけして言えないが、本実験を通じて機械学習の手法を学び、データセットの大切さを実感することができ、また様々な今後の課題も見つかった。

機械学習

機械学習とは大量のデータをもとにデータを分類したり、結果を予測したりする技術。大別すると、教師あり学習、教師なし学習、がある。教師あり学習とはあらかじめ入力データと出力データをセットであたえ、正しい出力ができるように学習する手法である。教師なし学習は出力データのみを与え、そこからデータ同士の関係を見つけ出す手法である。本稿では教師あり学習を用いた。

また機械学習には大別すると分類、会期、クラスタリング、次元削減の手法がある。本稿では分類に区分けされるサポートベクターマシンを用いることにした。サポートベクターマシンとは学習用のデータから各データ点との距離が最大になるように空間を区切る超平面を見つけデータを分類するという手法である。この手法を用いた理由としては、サポートベクターマシンは非常に高い精度で分類を行えることで知られているからである。

1. 序論

近年、新型のコンピュータウイルスや不正アクセスの増加に伴い、不正侵入検知システム(以下

IDS)や不正侵入防御システム(以下 IPS)の開発が盛んにおこなわれている。基本的な仕組みとしては、あらかじめ既知の攻撃パターンが登録されているシグネチャを持っており、このシグネチャと HTTP リクエストを照らし合わせることで侵入の検知、防御を行う。しかし、IDS や IPS ではシグネチャに記述されている、既知の手法を用いた攻撃しか検知することができない。そこで本稿では未知の攻撃にも対応するために、不正アクセス時のパケットデータを学習させた機械学習の分類器を用いて不正アクセスの検出を行えないかを検討することにした。そこで我々は機械学習ライブラリである scikit-learn を用いて分類器を作成し、自作したデータセットを学習させて、未知の攻撃に対応できるかどうか実験を行った。

2. 方法

2.1. 環境

今回用いた環境、ソフトウェアを表 1 に示す。

表 1

OS	Windows10(64bit) Kalilinux2.0(攻撃用) CentOs7.0(被攻撃用)
----	--

CPU	Intel (R) Core (TM) i7-2670QM CPU @2.20GHz
メモリ	8GB
利用ソフト	Python3.4 VMWare Wireshark armitage
利用 python ライブラリ	Scikit-learn0.17

なお、kalilinux2.0、centos7.0 は 1 台のコンピュータ上で複数の OS を作動させることができる仮想化ソフトウェアの一つである VMWare を用いて 1 台のコンピュータで動作させた。

2.2. データセットの作成

様々な web サーバに対して通常の HTTP アクセスが発生するネットワーク環境において正常な HTTP リクエストを抽出する。次にいくつかの攻撃パターンで web サーバに対して攻撃を行い、その時の HTTP リクエストを抽出した。そして 2 つのデータを 1 つの csv ファイルとしてまとめた。なお、パケットの抽出にはネットワーク上を流れるパケットの取得、解析が行えるソフトウェアである wire shark を用いた。また抽出した特徴量の一覧を表 2 に、データセットの一部を表 3 に示す。なお抽出する特徴量は下記サイトを参考にした。もりたこ@mrtc0「機械学習入門以前」(2014) <<http://www.slideshare.net/mrtc0/machine-learning-44100565>>(参照 2017-6-27)

表 2

パケット長
送信元ポート番号
送信先ポート番号
User Agent
Content Type
Content Length
Method
Payload

表 3

Length	Source Port	Destination Port	Request Method	...
559	80	45687	-	...
238	58405	80	GET	...
164	80	58405	-	...
602	47016	80	POST	...
164	80	47016	-	...
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

2.3. データセットの調整

表 2 を見てもわかる通り、今回集めたデータは各特徴量の基準がバラバラである。そこでデータの標準化を行う。本稿では各特徴量の平均を 0 に分散を 1 になるように調整した。また、データの特徴量が多すぎると未知のデータに対する汎用性が低下してしまう。そこで攻撃の検知と関連のある特徴量を見つけるために主成分分析を行い、あまり重要でない特徴量を次元削減を行うことによって省いた。

Scikitlearn0.17 では標準化は StandScaler 関数を、次元削減には PCA 関数を用いた。コードは図 1 に示す。

```
# データの標準化
scaler = preprocessing.StandardScaler()
scaler.fit(features)
features = scaler.transform(features)

# データの次元削減
pca = decomposition.PCA(n_components = 2)
pca.fit(features)
features = pca.transform(features)
```

図 1

2.4. 学習

2.4.1. グリッドサーチ

前述したとおり、学習にはサポートベクターマシン（以下 SVM）を用いた。SVM では分類器を

作成するにあたって許容できる誤検知の量や利用するカーネル関数などいくつかのパラメータを設定しなければならない。そこで最適なパラメータを見つけるためにグリッドサーチを行った。グリッドサーチとは、機械学習の分類器のパラメータの最適値を与えられた探索範囲内から自動で探す方法。本稿では `scikitlearn0.17` の `GridSearchSV` を使い、探索範囲は $C : 1 \sim 10$, $\gamma : 1 \sim 0.0001$ とした。

2.4.2. k-交差検定法

グリッドサーチでのパラメータの評価には、分類器がどれだけ未知のデータに対応できるかを検証するために k-交差検定法を用いた。K-交差検定法とは、学習に用いるデータを K 個に分割し、そのうちの 1 つをテストデータに、残りの K - 1 個のデータを学習データとして学習と評価を行う。これを K 回繰り返す、それぞれの正解率の平均をとり分類器の評価を行うという手法。本稿では `scikitlearn0.17` の `StratifiedKfold` を利用した。

2.4.4. svm の適用

`scikitlearn0.17` の `SVC` 関数を用いて学習を行う。カーネル関数は `RBF` カーネルを用いた。パラメータ C と γ は `GridSearchCV` でグリッドサーチを行い最適な値を求める。結果の評価には `StratifiedKfold` を用いて交差検定を適用する。コードは最終頁図 2 に示す。

3. 結果

グリッドサーチで最も正解率が高かったパラメータの値とその時の結果を表 4 に示す。

表 4

パラメータ	$C = 7, \sigma = 1$
正解率	0.975054229935

4. 実験

2 で作成した分類器を用いて学習に使用したデータセットに含まれていない攻撃手法で攻撃

を行った。不正アクセス時のパケット 604 件、通常時のパケット 876 件の計 1,480 件中、72%が正しく分類された。その結果を表 5 に示す。なお評価指数には正解率、適合率、再現率、F 値を用いた。

正解率

予測した値で正解のものの割合。これが高いだけでは、けして精度が高いとは言えないので、ほかの指標とあわせて使われることが多い。

適合率

正だと判断されたもののうち実際に正解だったものの割合。実際は負であるものを正であると予測される割合を低く抑えたいときに用いる。

再現率

実際に正であるもののうち正だと予測されたものの割合。実際は正であるものを負であると予測される割合を低く抑えたいときに用いる。

F 値

適合率と再現率は一方が高くなると他方が低くなるというトレードオフの関係にあるので、この 2 つの指標の調和平均を取ったもの。

表 5

正解率	適合率	再現率	F 値
0.7236	0.72	0.72	0.72

5. 考察

結果より、今回作成した分類器は正解率が 72% と低いだけでなく、分類の内訳をみると、誤検知率もやや高かった。そのため、非常に精度が低く、あまり実用的ではない。

その理由として、どの特徴量を抽出するのかを十分に考えていないことや、通常の HTTP アクセス時のパケットデータが少ないことなどがあげられる。また機械学習に対する理解度も低いこともあげられる。

SVM のより最適なパラメータが、グリッドサ

一チを行った範囲外に存在した可能性もある。さらに SVM 以外の手法の方が今回の場合はより高い精度で分類できたかもしれない。

また、機械学習を用いて解決したい問題によって最適な評価指数は異なる。そのため、本稿ではどのような評価指数が最適であるのかも考える必要があった。

6. 結論

本稿では不正アクセスの検知に機械学習によって攻撃手法を学習させた分類器を用いることで未知の攻撃に対応し、その検知率を上げることを目標とした。作成した分類器はけして精度が高いとは言えなかったが、機械学習を用いることで未知の攻撃にもある程度対応できることがわかった。また、機械学習におけるデータセットの重要性も実感することができた。

今後の課題としては学習データの特徴量の見直し、通常時のパケットデータを増やすなどの学習データの質の向上、より広い範囲でグリッドサーチを行う、SVM 以外の分類方法も用いるなどの最適な分類器・パラメータの追求、さらに、機械学習、HTTP 通信に対する更なる理解などがあげられる。

参考文献

- Willi Richert・Luis Pedro Coelho(2014)『実践 機械学習システム』斎藤康毅訳, オライリージャパン
- もりたこ@mrtc0「機械学習入門以前」(2014), <<http://www.slideshare.net/mrtc0/machine-learning-44100565>>(参照 2017-6-27)
- 大曾根圭輔「いまさら聞けない機械学習の評価指数」(2016), <<http://data.gunosy.io/entry/2016/08/05/115345>>(参照 2017-6-27)
- 「scikit-learn User Guide」, <http://scikit-learn.org/0.17/user_guide.html>(参照 2017-6-27)

```

5 # Created by 梶原大進 on 2017/03/28.
6 # Copyright © 2017年 梶原大進. All rights reserved.
7 #
8
9
10 import numpy as np
11 import pandas as pd
12 from sklearn import svm, cross_validation, decomposition, preprocessing
13 from sklearn.grid_search import GridSearchCV
14
15 np.set_printoptions(threshold = np.inf)
16
17 data = pd.read_csv("ronbun-v4.csv", header=None)
18 flags = data[1]
19 features = data[[2,3,4,5,6,7,8,9]]
20
21 scaler = preprocessing.StandardScaler()
22 scaler.fit(features)
23 features = scaler.transform(features)
24
25 pca = decomposition.PCA(n_components = 2)
26 pca.fit(features)
27 features = pca.transform(features)
28
29 param_grid = {"C":[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10], "gamma":[1,0.1,0.01,0.001,0.0001], "kernel":["rbf"]}
30 svm = svm.SVC()
31 cv = cross_validation.StratifiedKFold(flags, n_folds = 5, shuffle = True)
32 clf = GridSearchCV(svm, param_grid, cv = cv)
33 clf.fit(features, flags)
34 print(clf.grid_scores_)
35 print(clf.best_estimator_)

```

図 2

GRAPES によるアニメーションの作成

大阪府立岸和田高等学校

森下 宗一郎

要旨

数学のグラフソフト GRAPES を使用し、静止画やアニメーションを作成する。

具体的には振り子やお手玉、ピカチュウやリフティングといったアニメーションを作成した。

現実の物理と対応させることは難しく、厳密性を問われるとあまり保証はできない。

しかし、数学だけを使ってこれらの現象または静止画を作成することに意義があると私は考える。視覚的に捉える楽しさはもちろん、世界を理解しようとする営みだからである。

この研究によって、現在数学に対して消極的な姿勢を示す人々が数学に対する興味を持ってくれることを願う。

ABSTRACT

I made pictures or animations with GRAPES, which is a software which is useful to make a mathematical graph.

I made animations such as pendulum, juggling, Pikachu, and football juggling.

It is difficult to make the animations correspond with real physics and I can't guarantee that it is strict.

But I think it meaningful to translate these phenomena into pictures or animations in mathematics. After all, it is interesting to capture visually and I try to understand the world.

I hope this research make people who don't like recently math be interested in math.

目的・着眼点

高校数学の「図形と方程式」という分野を主題にして、数学のグラフを使用し、静止画やアニメーションを表現する。

この研究は、将来ある現象を数学のみで記述する場合の参考になり得る。また、現在数学に対して消極的な姿勢を示す人々、特に学生に対し、数学の可能性、あわよくばその魅力を知ることが出来る。

この研究はあるホームページ（※1）を見て着想を得た。このページでは、キャラクターの「ドラえもん」が高校数学の範囲で使われるグラフで描かれている。私は、ここにあるパラメータを入れることで、静止画から動画にできそうだと思う。ついた。

使用させていただいたソフト

GRAPES （※2）

（大阪教育大学が開発したフリーのグラフソフト）

作成手順（静止画）

1. 参考の画像があれば、GRAPES の機能にある「背景の貼り付け」を使用する。
2. 使用する図形の方程式を記述する。このとき、図形を規定する値（図形が一意に決まる）をパラメータにしておく。

（例）

$$\text{円の方程式 } (x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

中心 (a,b) , 半径 r の円

3. 背景の画像に合わせて、パラメータを設定する。具体的には、図形の平行移動、縮小拡大、変形を行う。

（例）円の方程式の場合（上記）

$a = 1$ と代入されているパラメータに
 $a = 2$ を代入すると円の中心が正の x 軸
 方向に 1 平行移動する。

- 1~3 を繰り返す。

作成手順（アニメーション）

1. 上記の手順で、静止画を作成。
2. 動かす要素をパラメータ、またはパラメータ
の関数でおく。動点の挙動は関数の種類、周
期などによって変化する。研究では、動点の
挙動が把握しやすい周期関数を多用した。
3. 動点を線で結ぶ場合、GRAPES の右クリック
メニュー内の「点を結ぶ」を使用。
4. 1~3 を繰り返す。
5. パラメータを動かす。

作成結果

1. 振子（アニメーション）

円の方程式に $\sin$ 関数を代入し、 y について
 解いて陽関数表示にした。円の媒介変数表示
 にする方法もある。動点を中心とした円を描
 き、また動点と大きい円の中心を結ぶ。
 振子の内部に色を付けるため、領域を円の内
 部で表した。

2. お手玉（アニメーション）

円の媒介変数表示の y 成分の挙動を x 成分に
 対して大きくした。

3. ピカチュウ（静止画、アニメーション）

耳は二次曲線やそれに絶対値を加えたもの、
 目、頬は領域を用いて赤や黒などの色がつい
 た部分を表現した。

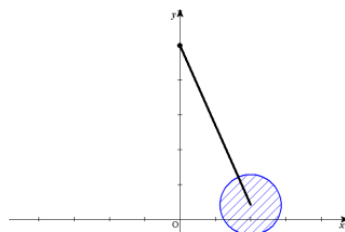
4. リフティング（アニメーション）

すべての動点の周期を変えて、一つのパラメ
 ータで表した。
 ボールの動きは落体の動きを表現するため
 に、体の動きは左右の体を別々で表現するた
 めに、それぞれ二次関数、 $\cos$ 関数のフーリ
 エ級数展開（大学範囲）を行った。

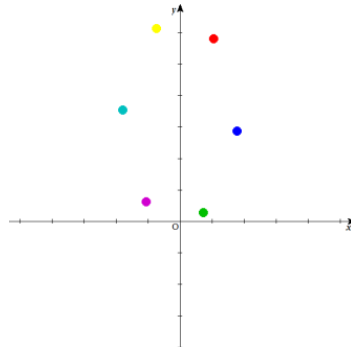
腰を中心に体全体がリフティングの際に少
 し「ぶれる」ようにした。人間の動き方に近
 づくことができたと感じる。

使用した方程式は最後の補足で記述している。

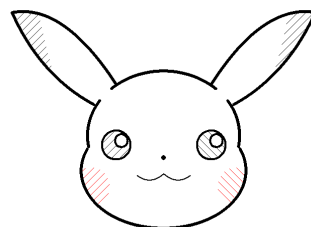
1. 振子



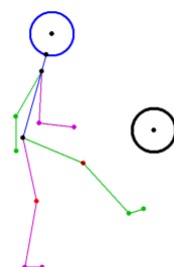
2. お手玉



3. ピカチュウ



4. リフティング



考察

物理で考えれば、例えば落体の運動は、

$$x = gt^2$$

と書けるように、位置が時間の2乗に比例し、二次関数で記述できるが、振子の運動はこの研究ではsin関数を円の方程式に代入しただけであり、実際の動きと同じだとは言えない。

もちろん、このような自己満足で終わるわけにはいかないが、擬似的に、とある現象を数学によって記述しようとしたことに意味があり、今後物理の分野とどの様に繋がるのが楽しみである。今後の展望は、上記のように正確に物理と対応させて現象を記述することが目標である。特に力学の分野を深く学び、今後の研究に生かしたい。

また、今回は二次元での表現をしたが、三次元にこの分野を拡張したい。しかし、三次元での関数などは二次元から飛躍的に難易度が増加するため空間ベクトルが高校数学での主な武器となるだろう。今回の研究ではフーリエ級数展開や回転行列も勉強したが、大学範囲を学習する契機としてこの研究が役立てばうれしい。

結論

考察でも述べたように、数学を使ってとある現象を視覚的に表すことは可能であるが、厳密になるにつれて難易度は高くなる。

しかし未知を既知へと変えることは至上の喜びであり、この研究によって多くの人々が数学ないしは学問に興味を持ってくれることを願う。

引用文献・参考文献

※1 <https://toge.ch.jp/2015/04/13/22056>

※2

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~tomodak/grapes/>

1) ピカチュウの参考画像

<http://guzome.com/>

2) 高校数学の美しい物語

<http://mathtrain.jp/>

謝辞

最後になりましたが忙しい中ご指導を承りました、

物理科の西浦先生、

数学科の中村先生、林先生、渡部先生

友人のF君

に深い感謝を申し上げます。

補足

注：数値は適当に設定した。必然性はない。

1. 振り子

(円の方程式に代入)

振り子の部分

$$(x - 2\sin a)^2 + \{y - (-\sqrt{(10 - 2\sin a)(10 + 2\sin a)} + 10)\}^2 \leq 1.5^2$$

(円の媒介変数表示に代入)

振り子の中心

$$x = \cos(\sin x - \frac{\pi}{2})$$

$$y = \sin(\sin x - \frac{\pi}{2})$$

上記の $-\frac{\pi}{2}$ は振り子の部分を最下点で単振動させるためである。

2. お手玉

(玉一つ分の媒介変数表示)

$$x = 9\cos t$$

$$y = 16\sin t$$

お手玉を6つでする場合 $\frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$ より

t にそれぞれ

$$t, (t - \frac{\pi}{3}), (t - \frac{2}{3}\pi), (t - \pi),$$

$$(t - \frac{4}{3}\pi), (t - \frac{5}{3}\pi)$$

を代入する。

3. ピカチュウ

- 顔: 楕円を組み合わせた。

$$\frac{x^2}{2.4^2} + \frac{(y-0.7)^2}{2.0^2} = 1$$

$(0.34 \leq y \leq 1.8 \text{ or } 2.1 \leq y)$: 顔の上側

$$\frac{x^2}{2.6^2} + \frac{(y+0.4)^2}{1.8^2} = 1 \quad (y \leq 0.34) \quad \text{: 顔の下側}$$

- 耳: 楕円と放物線を組み合わせた。

$$\frac{x^2}{5.4^2} + \frac{(y-7.5)^2}{6.4^2} = 1 \quad \text{: 耳の下側}$$

$$-0.26(|x| - 4.45)^2 + 4.55$$

$$(-4.8 \leq x \leq -1.5 \text{ or } 1.5 \leq x \leq 4.8)$$

: 耳の上側 (放物線を y 軸対称移動した)

$$\left(\frac{x^2}{4.2^2} + \frac{(y-7.5)^2}{8.6^2} > 1 \right)$$

$$\text{and}(y < -0.26(|x| - 4.45)^2 + 4.55)$$

$$\text{and}\left(\frac{x^2}{5.4^2} + \frac{(y-7.5)^2}{6.4^2} < 1\right)$$

: 耳の内側

- 左頬 (赤)

$$\left(\frac{(x-2.3)^2}{0.6^2} + \frac{(y+0.9)^2}{0.6^2} < 1 \right)$$

$$\text{and}\left(\frac{x^2}{2.6^2} + \frac{(y+0.4)^2}{1.8^2} < 1\right)$$

- 左目: 円の内側とその内部の円の外側の領域を使った。

$$-(x - 0.15\sqrt{2} \cos(0.8 \sin(a) - 4.8) - 1.5)^2 + 0.2^2$$

$$+ 2(0.15\sqrt{2} \sin(0.8 \sin(a) - 4.8) + 0.4)y$$

$$-(0.15\sqrt{2} \sin(0.8 \sin(a) - 4.8) + 0.4)^2 - 1.1y$$

$$\leq y^2 - 1.1y$$

$$\leq -(x - 1.5)^2 + 0.45^2 - 0.4^2 - 0.3y$$

- 口: 2 次関数の放物線を y 軸対称移動した。

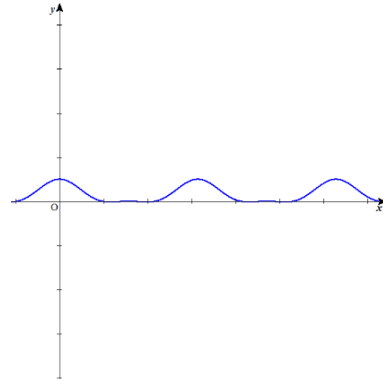
$$(|x| - 0.45)^2 - 0.7(-0.85 \leq x \leq 0.85)$$

4. リフティング

全体のアニメーションをひとつの変数で表す。

まず、下のような関数を求める。

このような関数を使用することで、膝の動きを表す。



以下の条件を満たせばよい。

① 膝が動かないとき→値は 0 をとる

② 膝が動くとき→増加した後、減少する

この関数を、フーリエ級数展開を用いて求めた。近似になるが、ある程度合わせられれば十分だと考えた。

(ほかには、ガウス記号を用いて余弦関数を用いるものもあるが、滑らかに表現するにはこちらが適当だと考えた。)

今回求めた関数は以下のとおり。

$$f(x) = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{2} \cos x + \frac{1}{\pi} \sum_{n=2}^m \left\{ \frac{2 \sin \frac{(1+n)\pi}{2}}{1-n^2} \cos nx \right\}$$

この関数を円の媒介変数表示に代入する。

$$\left(\frac{3}{2} \cos \left\{ -\frac{\pi}{2} + f(x) + 0.2 \right\}, \frac{3}{2} \sin \left\{ -\frac{\pi}{2} + f(x) + 0.2 \right\} \right)$$

腰を原点として、膝の周期に合わせて、手や顔、足を付け加えていく。

それぞれの点が表せたなら、「線でつなぐ」という機能を使って棒人間にする。

- 足 (膝以外)

- かかと

$$(3 \cos \left[\frac{3\pi}{10} \{-1 + f(x)\} - \frac{\pi}{5} \right] + 0.4, 3 \sin \left[\frac{3\pi}{10} \{-1 + f(x)\} - \frac{\pi}{5} \right] + 0.4)$$

・つま先

$$(3\cos[\frac{3\pi}{10}\{-1+f(x)\}-\frac{\pi}{5}]+0.4, 3\sin[\frac{3\pi}{10}\{-1+f(x)\}-\frac{\pi}{5}]+0.4)$$

●首（点 P とする）

$$(2\cos\{\frac{9\pi}{20}-\frac{f(2x)}{7}\}, 2\sin\{\frac{9\pi}{20}-\frac{f(2x)}{7}\})$$

片足が 1 回動くごとに上半身は 1 回動くから、
上半身の周期は片足の 2 倍である。

●頭

中心 $(\frac{5}{4}\overrightarrow{OP})$, 半径 $(\frac{1}{4}|\overrightarrow{OP}|)$ の円

延長線上にある点はベクトルを使えば容易に表せる。

●腕

・肩

$$\frac{4}{5}\overrightarrow{OP}$$

・肘（点 Q とする）

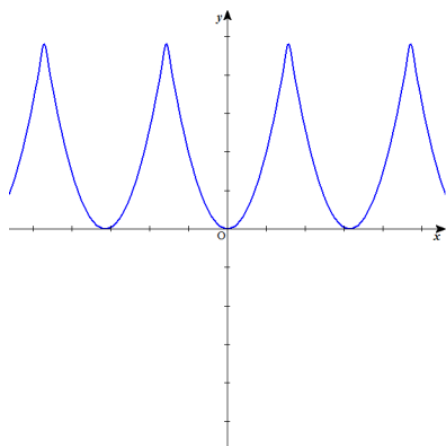
$$\frac{4}{5}\overrightarrow{OP} + 1.2(\cos(-\frac{2\pi}{3} + \frac{f(x)}{2}), \sin(-\frac{2\pi}{3} + \frac{f(x)}{2}))$$

・手

$$\overrightarrow{OQ} + 0.8(\cos(-\frac{\pi}{2} + 1.5f(x)), \sin(-\frac{\pi}{2} + 1.5f(x)))$$

●ボール

まず下のような関数を考える。



求め方は上記と同様にする。関数は

$$g(x) = \frac{\pi^2}{3} + \sum_{n=1}^m \{(-1)^n \frac{4}{n^2} \cos nx\}$$

となる。これを x 軸に関して対象移動させる。
すると連続で蹴り上げられる

ボールのような動きを表すことができる。ボールを表す式は

$$\text{中心} \left(3, -1 + \frac{1}{3}\{-g(2x - \pi) + \pi^2\} \right),$$

半径 0.5 の円

となる。

考える力を育む教育について

大阪府立岸和田高等学校

満壽居 春希

要旨

私は、「考える力」を育む教育について、「考える力」の一要素である知的好奇心の観点から考察した。その結果、日本の子どもたちには知的好奇心が不足していることが分かった。また、この原因として、①現在の授業の在り方、②国内の風潮、③インターネットの過度な利用、が考えられた。改善策としては、それぞれ、①「教えず考えさせる授業」から「教えて考えさせる授業」への移行、②大人が興味・関心を持って学ぶこと、③目的意識を持ったインターネットの利用を指導すること、が挙げられる。これらが実現すれば、日本の子どもたちは、今までよりも確実に高い知的好奇心を持つようになり、結果として「考える力」を育むことができるにちがいない。

第1章 はじめに（研究の目的・意義）

この研究は、現代社会に生きるすべての子どもたちが「考える力」を育むための教育について考察するものである。

私は、現代の子どもたちは物事を筋道立てて考えることが少なく、また、物事への興味が薄いのではないか、つまり「考える力」が身につけていないのでは、という仮説を立てた。

「考える力」は社会で生きるうえで重要な役割を果たす。人生で出現する、あらゆる目標の達成や困難の克服には、正確な情報を見極めて選び取ることや、達成を妨げる要因を見つけ、取り除く方法を考えることが必要だ。また、現代は、今ある仕事のほぼ半数が、やがてコンピュータに奪われるだろうと言われる時代である。そのなかで、考える、ということは人間にしかできないことだ。何十年後、いや、何百年後まで、人間が人間らしく生きるための唯一の道は考えることにあるのではないか。加えて、国益の点から考えても、「考える力」が欠如した国民で溢れる国が国家を発展・継続させていくことは不可能である。

以上のことから私は、「考える力」が育っていない（と思われる）日本の子どもたちの現状に危機感を覚え、この能力を育む教育の在り方について研究した。

第2章 研究基礎（日本の子どもたちの現状）

私が思うに、「考える力」とは i) 知的好奇心 ii) 論理的思考力 iii) 批判的思考力の三つの要素で構成されているものである。ここでは、知的好奇心に着目して話を進める（補足参照）。

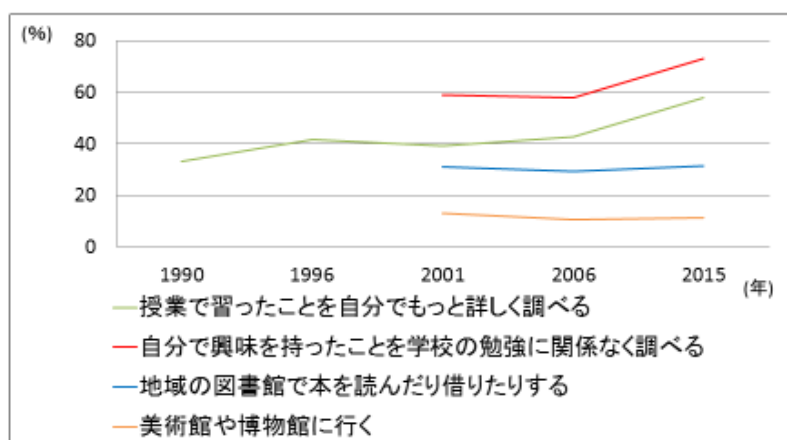
はじめに、日本の子どもたちの「考える力」は、実際のどの程度なのかについて示す。

昔と比べると、今の子どもたちは、授業で習ったことや興味を持ったことを、進んで調べる傾向にある。しかし、図書館を利用する、または美術館、博物館へ行くという子どもは依然として少数派である（図1）ことから、これは近年の急速なインターネットの普及が、大きく影響していると推測できる。インターネット使用について、知的好奇心との関係で見るとあまり歓迎できることではない。（このことは後ほど詳しく述べる。）

また、勉強を好んだり、そこに楽しさを見出したりしている子どもの割合、という点で見ると、日本にはそのような子どもが少ない（表1）。

この結果から、インターネットの影響で、積極的に調べ学習をする子どもは増えているが、日本の

子どもたちの知的好奇心は低いと考えられる。つまり、知的好奇心の観点から見ると、「考える力」は十分に育っていない。



対象: 中学2年生(公立)

図1 「第5回学習基本調査」報告書[2015] / ベネッセ総合教育研究所 より

・勉強は楽しい

	小学校		中学校	
	算数	理科	数学	理科
日本(2011)	73	90	48	63
国際平均(2011)	84	88	71	80

・勉強が好きだ

	小学校		中学校	
	算数	理科	数学	理科
日本(2011)	66	83	39	53
国際平均(2011)	81	86	66	76

※数値は「そう思う」「強くそう思う」と回答した児童生徒の割合を合計し、小数点第一位を四捨五入したものである。

表1 「第5回学習基本調査」報告書[2015] / ベネッセ総合教育研究所 より

補足（論理的思考力と批判的思考力について）

先行研究が多く、古くからその概念が知られていることから、今回は i に着目した。ここで、ii と iii についても言及しておく。

ii) 論理的思考力について

論理的思考力とは、物事を筋道立てて考え、結論を導く力のことである。OECD(経済協力開発機構)が行う PISA 調査(2012)によると、OECD 加盟国中の日本の順位は「数学的リテラシー」「読解力」「科学的リテラシー」の三分野でそれぞれ 2 位、1 位、1 位と国際的に高い位置を占めている。日本の子どもたちには、論理的思考力が十分にあると言える。※先日(2016 年 12 月 6 日)発表された 2015 年度 PISA 調査の結果では、読解力の分野で、OECD 加盟国中の順位を 2 位から 6 位へと落としたが、これについては 2015 年度から導入されたコンピュータ使用型調査が影響していると考えられる。

iii) 批判的思考力について

批判的思考力とは、論理的、また客観的に物事が正しいかどうか判断する力のことである。古くから欧米諸国で重視されておりこの能力のテストを入学試験で行う大学もある。代表的なテストは Cornell Critical Thinking Test Level X,Z(マーク式 X: 71 問 Z: 52 問)や CLA+(Collegiate Learning Assessment +)(マーク式 25 問、記述 1 問)、GRE(Graduate Record Examinations)(記述式 2 問)など。一方、日本には長崎大学など批判的思考力テストを行う大学もあるが、ごく少数であり、標準化されたテストは存在しない。評価の基準がない今の状態では、子どもたちの批判的思考力は育っていないとみなされても仕方がないだろう。

第 3 章 考察(知的好奇心を育むには)

ここからは、知的好奇心の発現を妨げている三つの要因と、解決策を提案する。

【要因 1】

はじめに、子どもたちから疑問を持つ心を奪っている第一の要因は、現在の授業の在り方である。現在、小学校では「教えず考えさせる授業」が行われている(市川伸一 2014)。「教えず考えさせる授業」とは、新しく学習する範囲の公式や問題の解き方を、教師がすぐには「教えず」、児童に既存の知識を用いて「考えさせる」授業である。そのために個人活動、グループ活動の時間を多くとることが特徴だ。解説を児童に任せ、教師は補足程度にしか口を挟まないこともある。

知的好奇心が最も刺激される状態を「半知半解」と言い、半分わかっている、半分わかっていない状態を表す。「教えず考えさせる授業」で子どもたちにこの状態を作ろうとするときには、①既存の学習事項がしっかりと身につけていること、②新しく習う内容についての知識がないこと、という二つの条件が必要だ。しかし、「教えず考えさせる授業」では、教師の説明が不十分であるために、半知の状態が作られない。よって①の条件が満たせない。②の条件については個人差があると言える。塾や通信教育などで授業の先取りをしている子がいるからだ。そのような子には、半解の状態が作られていない。これらのことから「教えず考えさせる授業」を、すべての子どもの好奇心を刺激する授業にするのは難しいと言える。

では、子どもたちを「半知半解」の状態にするには、どうすればよいのだろうか。ここで市川伸一教授が提唱する「教えて考えさせる授業」を紹介する。「教えて考えさせる授業」とは、基礎事項については教師からしっかりと説明をし、その後、学習した内容を用いて発展課題に取り組ませる、といった授業だ。ここでの発展課題は、教科書からの引用を避けることが望ましい。この授業形態であれば、現在よりも多くの子どもたちが、基礎事項を確実に習得でき、発展課題に取り組むときには、「半知」の状態ができあがっている。また、教科書から課題を引用しないことで、児童が先取りをするのを防ぎ、「半解」の状態にももっていける。結果として、児童の知的好奇心を刺激する授業ができるのだ。

【要因 2】

知的好奇心の発現を妨げている二つ目の要因は、国内の風潮だ。日本では、親や教師など周囲の大人が、「勉強は苦しいものだ」とか「すぐに役に立たない勉強はする意味がない」などといった、固定観念を子どもに植え付けているケースがある。しかし、勉強に対するマイナスイメージを持った子どもは、勉強に興味を持ち、積極的に疑問を解決しようとする、知的好奇心のある子に育たない。勉強は嫌なもの、苦しいものだという先入観を抱かせないことが、知的好奇心を育むために大切である。

このような風潮を払拭するには、大人が（たとえそう思っていたとしても）言わない、ということが、まず重要だ。それに加えて、大人も興味・関心をもって学習するべきである。読書家の親のもとで育った子は自然と本を読むようになる。同様に、親が知的好奇心をもって物事に取り組めば、子どもも知的好奇心を持つようになるからだ。では、大人の学習を援助するために、教育機関ができることはなんだろうか。その一つとして「大人のための出張講義」が挙げられる。これは、大学の教授などが、図書館や小学校など、地域の住民たちにとって身近な場所に赴き、大人に向けて講義を行う、といったものである。講義を受ける大人のメリットとしては、学習のために遠くまで出かける必要がないので、忙しい現代人の助けとなることだ。また、もし無料で開講できれば、より多くの人の生涯学習に繋がるのではないかと思われる。講義を開く大学側のメリットとしては、大学の宣伝になるということ、一般の人からの研究への理解が得られやすくなるということであろうか。上記の案は私自身からの提案であるが、このような形でなくとも、大学と一般市民がつながり、双方にとって利点があるような取り組みが行われるべきだと思う。

【要因 3】

知的好奇心の妨げとなっている、三つ目の要因は、インターネットの普及である。インターネット中毒傾向が中・高程度の人を割合の高い順に国別で並べたものが（図 2）だ。これと、知的好奇心が高い人の割合順に並べた（図 3）とを合わせて見ると、両者はほとんど反対の関係にあることが分かる。つまり、インターネット中毒の人が多い国では知的好奇心の高い人が少ないのだ。日本がこの傾向にあることも資料から見て取れる。

インターネット中毒傾向にある人の割合



図2

知的好奇心が高い人の割合



図3

ここで、インターネットでよく調べものをする人は、知的好奇心が高いのではないか、という疑問を持つかもしれないが、必ずしもそうとは限らない。知的好奇心には、二種類の好奇心がある（現代教育学事典）。ひとつは、拡散的好奇心といい、問題を発見するときの好奇心である。様々なことに興味がある、多くの物事に疑問をもつなど、インターネットでよく調べものをする人はこちらの好奇心に該当する。もうひとつは、特殊的好奇心だ。こちらは問題を解決するときの好奇心で、あることについて深く探究する、といった行為が当てはまる。知的好奇心を育むためには、拡散的好奇心から特殊的好奇心へと移行することが必要だ。つまり、インターネットを頻繁に情報収集に利用するとしても、拡散的好奇心しか持っていない、ということがあり、その場合は知的好奇心が高いとは言えないのだ。

では、なぜインターネット中毒者が多い国には、知的好奇心（拡散的かつ特殊的好奇心）の高い人が少ないのか、説明する。ここで重要なのは、情報を選択するときにはエネルギーを消費する、ということだ。インターネット利用中、私たちの脳は常に、何をクリックするか、どんな操作をするべきか、といった判断を行っている。インターネット中毒者では当然、その判断の回数が多くなり、彼らの脳は疲れ果ててしまう。その結果、高度な思考を理解に要する物事には疑問を抱けなくなってしまうのである。

対策としては、必要以上にインターネットを使わないことだ。このことは、より学校教育で推進されるべきである。たとえば、フィンランドの子どもたちは「どんな情報を得ることが目的か?」「このネットの利用は価値のあるものだったか?」など、目的意識をもって、インターネットを利用するよう指導されている（図4）。図2、図3を参照すると、北欧は、世界でインターネット中毒患者が最も少ない地域であり、知的好奇心の高い人が最も多い地域だと分かる。日本もこれを参考にした指導を全国で行うべきだ。

☆インターネットの利用について

- ・ インターネットを利用する時間をはっきりさせる
- ・ インターネットを使用するおおよその時間を決めてから始める
- ・ インターネット利用中に、自分が現在接続して見ている内容が本当に自分にとって価値あるものかどうかを確かめる
- ・ インターネットを終了したあとに、自分にとって価値あるインターネットの接続であったかどうかを考えてみる

図4 出典:「フィンランド式 頭のいい子が育つ20のルール」 小林朝夫 より

第4章 結論（日本の子どもの「考える力」を育む教育）

今回の研究において、日本の子どもたちには、知的好奇心が不足していることが分かった。そして、この発現を妨げているものに①現在の授業の在り方、②国内の風潮、③インターネットの過度な利用、が挙げられた。改善策としては、それぞれ、①「教えず考えさせる授業」から「教えて考えさせる授業」への移行、②大人が興味・関心を持って学ぶこと、③目的意識を持ったインターネットの利用を

指導、ということを提案した。これらが実現すれば、日本の子どもたちは、今までよりも確実に高い知的な好奇心を持つようになり、結果として「考える力」を育むことができるにちがいない。

第5章 展望（日本の将来と「考える力」）

研究のために情報を集めるなかで、私は、この実現に伴う多くの課題を知った。カリキュラムが膨大な量であること、日本の労働者たちに時間の余裕がないこと、国家予算における教育費の割合の小ささ、現在でも教師の業務量は多大であること—研究中は、日本の未来に希望が感じられず辛い気持ちになることもよくあった。

実際、日本は少子高齢化に直面している。世界規模でも温暖化が問題となり、人類の住める場所はどんどんその範囲を狭めている。私たちには、この先どうしようもないような課題が待ち受けていることだろう。そしてそれは、このまま何となく日々を送っているだけで、きっと直面してしまう種類のものなのだ。任せていてはいけない。家族に、先生に、学校に、地域に、国に、世界に、任せていてはいけない。自然に、任せていてはいけない。幸い、人間たる私たちは考えることができる。どうすればより良い未来を迎えられるのか、私たちの子供が夢を見られる社会にできるのか、私たちは全員で考え続けなければならない。

第6章 謝辞

本研究を進めるにあたってご指導いただいた、和歌山大学教育学部越野章史准教授に感謝の意を表す。

第7章 参考文献

- ・市川伸一『学ぶ意欲とスキルを育てる 今求められる学力向上策』（2004）小学館
- ・小林朝夫『フィンランド式頭のいい子が育つ20のルール』（2009）青春出版社
- ・土肥弘美「知的な好奇心を高める小学校理科授業の創造」
- ・青木一、大槻健他『現代教育学事典』労働旬報社、（1988）
- ・ベネッセ教育総合研究所（2008）「第5回学習基本調査」報告書[2015]」
<http://berd.benesse.jp/shotouchutou/research/detail1.php?id=4862>
- ・ベネッセ教育総合研究所（2008）「第92回21世紀型能力の育成と評価 ～批判的思考～ [後編]」
<http://berd.benesse.jp/assessment/opinion/index2.php?id=4830>
- ・国立教育政策研究所（1999）「OECD 生徒の学力到達度調査（PISA2012）（PISA2015）」
<http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/>
- ・総務省「総務省 | 平成 26 年版情報通信白書 | ネット依存傾向の国際比較」
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc143110.html>
- ・文部科学省「数学・理科に対する生徒の意識 —TIMSS 生徒質問紙調査結果から—」
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2015/05/25/1358029_01_02_4.pdf