

テーマ 1

自然科学

物理学

化学

生物学

地学

数学

情報学

テーマ 1. 自然科学

タイトル一覧

		ページ
物理学		
1	思い出を立体的に	5
2	つまようじタワーで地震に強い構造を探りたい	7
3	鉱石によるラジオ検波の最適条件の探究	9
4	湯気の発生の秘密を探る	13
5	風力発電をしよう！	15
6	気泡による音程変化	17
7	水切りギネス世界記録	19
化学		
8	光によって作られる色	27
9	シンバルを輝かせよう	29
10	GOOD SMELL GOOD LIFE	31
11	3秒ルールは大丈夫？	33
12	最強の漂白剤	35
13	自然のものでカラフルに	37
14	割れないシャボン玉はどう作るのか！？	39
15	植物でハンドクリームを作る	41
16	沸石の吸着能	43
17	黒が光を集める理由	45
18	絵画の汚れを綺麗に落とすには	47
19	環境に優しいプラスチックを作ろう！	49
20	割れにくいシャボン玉を作るには	51
生物学		
21	この音・・・不快ッ！	53
22	諏訪湖でワニを育てたい	55
地学		
23	地震計記録デジタル化プロジェクト	57
数学		
24	数学とともだちになろう	59
25	パーゼル問題を考える	61
情報学		
26	競技プログラミングの大会で上位入賞を目指す	63
27	ステレオグラムの原理と応用	65
28	リモート〇〇に最適なツールは？	67

思い出を立体的に

—擬似ホログラムで考えるホログラム活用法—

研究者 2年2組2番 荒木愛華

2年2組17番 杉山敦美

2年2組19番 瀬在 滯

1. 研究目的（問題意識）

インターネットで3Dホログラム装置の記事を見て、思い出が立体的になったら素敵だと思ったので、ホログラムの仕組みを調べ、その新たな活用法を提案したいと考えた。また、インターネットで事前調査する中で、ホログラフィーっぽいものとホログラフィーを見つけ、それらの違いは何なのか気になった。

2. 光の性質

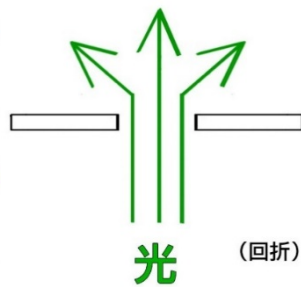
光は波である

- ・干渉する

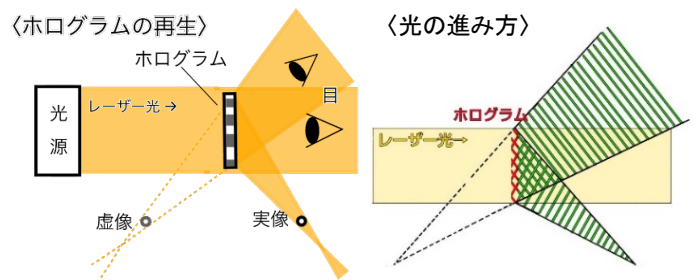
→干渉とは、2つの波が1か所にやってきて波が重ね合わさるとき、振動の向きが同じ場合には強めあったり、振動の向きが逆の場合には互いに弱めあったりすること

- ・回折する

→回折とは、光が非常に小さい隙間を通った後、障害物の後ろに回り込むこと

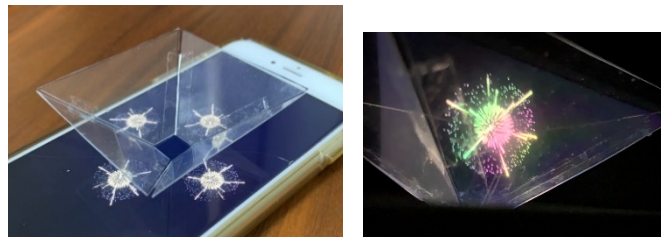


このホログラムに同じレーザー光を当てると、一部の光が回折する。この回折光は物体に光を当てた時の散乱光の進み方を再現しているため、立体映像が再生される。



ホログラムを作成し、再生するまでの技術をホログラフィーという。

4. ホログラムピラミッド（ペッパーズゴースト）



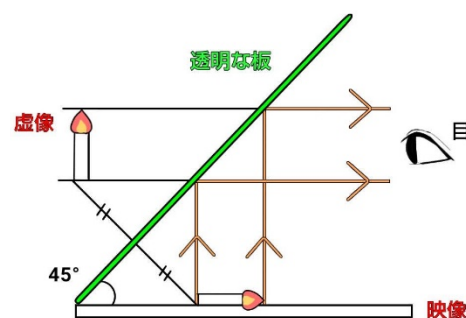
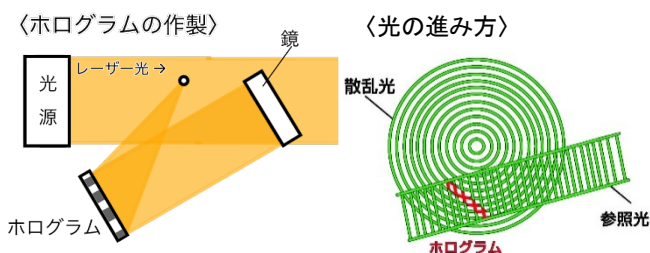
ホログラムピラミッドとは、プラ板を4つの台形（上底1cm、下底6cm、高さ3.5cm）に切り取り組み立てたもの。ペッパーズゴーストを利用して立体のような映像を見ることができる。

〈ペッパーズゴーストの仕組み〉

ペッパーズゴーストは映像が透明な板に反射してそれが目に届き、板が透明であるために立体のような映像をみることができる。テーマパークのアトラクションやライブの演出などに利用されている。

3. ホログラムとは

レーザー光を物体と鏡に当て、物体から散乱した光（散乱光）と鏡から反射した光（参照光）を干渉させ、その時にできる干渉縞と呼ばれる縞模様を装置に記録する。この装置をホログラムという。



ペッパーズゴーストでは立体のように見える方向が決まっている。しかし、ホログラフィー技術による立体映像はどの方向から見ても立体に見える。よって、ペッパーズゴーストは視覚トリックであり、ホログラフィーとは異なるものである。

5. 自分の提案

ホログラフィー技術が一般的に使われていると仮定する。

(1) 写真から立体画像を

複数の写真から3Dモデルをつくり、立体画像を投影する。

(2) 空間図形の教材

・現在の問題点

空間図形では問題の図が平面で表現されるため、頭の中で平面を立体として考えにくい。実物を作るには時間と労力が必要なので、実物を用いて考えるのは難しい。

・提案

ホログラフィーによって、三角錐などの立体画像を投影し、様々な方向から見て問題に取り組めるようにする。

(3) オンラインショッピング(衣服)

・現在の問題点

服が自分の体型、顔、髪色、肌の色、印象にあっているのかわかりにくいために、失敗しやすい。

・提案

自分の体型や髪色、肌の色などの情報をもとに3Dモデルをつくり、そのモデルに商品を着せる。ホログラフィーによってその立体画像を投影することで手元に商品がなくても実際に来ている様子がわかる。



(4) 家具の配置決め

・現在の問題点

家具を買うときに部屋の雰囲気合うかどうかを考えたがお店に実際部屋を持っていくわけにはいかない。また、部屋の模様替えをするときに全ての家具を移動させながら行うのは時間と労力がかかるためなかなか難しい。

・提案

部屋の模型をつくり、商品の情報をもとに模型の中で家具を配置することで、実際に家具を配置しなくても部屋の雰囲気がわかるようになる。



6. まとめ

ホログラフィーは立体映像を作る技術であり、ホログラムはレーザー光を当てると3次元映像をつくる装置である。

ホログラフィー技術が一般的に広まれば、私たちの生活はより豊かになるだろう。

7. 引用・参考文献

- 1) 学研ハイベスト教科辞典(物理) 広田禎 他1名
- 2) カラー図説理科の辞典
太田次郎総監修 山崎翻訳社
- 3) 図解入門よくわかる光学とレーザーの基本と仕組み 潮秀樹著
- 4) 総合百科事典ポプラディア新訂版 酒井宏先
- 5) ホログラムと3D画像を作ろう
<http://www.jomon.ne.jp/~artnow/course/course.html>
- 6) HITACHI Inspire the Next.
https://www.hitachi.co.jp/kids/event/craft/2016/01_01.html
- 7) 日本経済新聞
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ037701190T11C18A1X90000>

つまようじタワーで地震に強い構造を探りたい

—三角より四角のほうが強い—

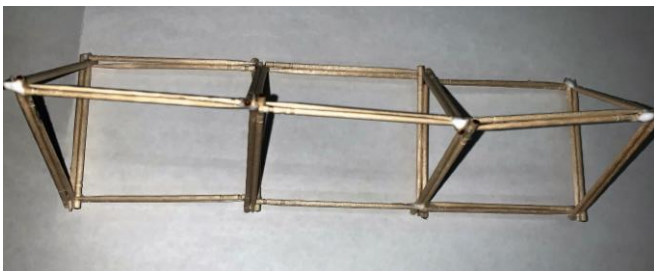
研究者 2年1組04番 板橋孝樹
2年1組10番 沖田蒼
2年1組12番 春日温之

1. 研究動機

政府の調査委員会が今後30年間に南海トラフが起こる可能性が70~80%あり、実際に起きたとき、最悪の場合死者は32万人を超え、経済被害も220兆円を超える可能性があるとして公表した。私たちは危機感とともに地震に対して興味を持った。そこで今回は地震に対して強い建物の構造について研究しようと思った。インターネットを使用し調べていたところ、崇城大学工学部建築学科が毎年主催している「つまようじ耐震コンテスト高校生大会」からアイデアをもらい、自分たちもつまようじを使用して建造物を作り、耐震性を調べることにした。

2. 研究方法

今回の研究では、塔の形の建物を作ってその断面の形を変えて比較することにした。ボンドを使ってつまようじを2本重ねて柱を作り、それを組み合わせて三角形と四角形を作る。その多角形の頂点に多角形に対して垂直になるように柱を接着し、それを積み上げて高さ約20cmの塔を作る。

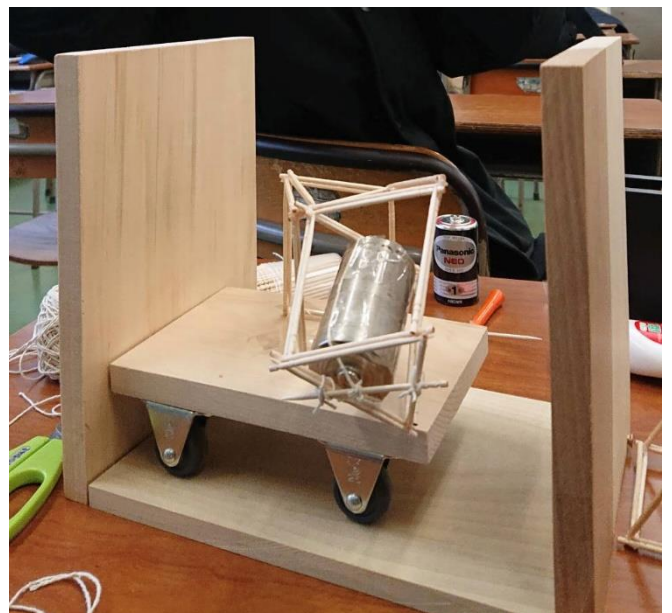


次に振動を作る方法だが、当初は振動機を購入するかモーターを使って自作しようと思っていたが、高価かつ専用の工具が必要になってくるので手動で一定幅の振動を作る装置を自作した。振動のテンポ

を一定にするためにメトロノームの音に合わせて台車を動かすことにする。



重心を高くして塔に負荷をかけやすくするために最上部の重さ120gの重りを取り付け、台車にテープで固定して実験を行った。最初は一往復40BPMのテンポで振動させ、5分30秒間耐えたら終了。次は一往復80BPMにして5分30秒間振動を与える。底面以外の部分が地面に触れたら倒壊とし、そこで計測を終了させる。



↑倒壊した塔

3. 研究結果

三角柱

BPM	40	80	120	160	200
	5分 30秒	5分 30秒	34秒	—	—

四角柱

BPM	40	80	120	160	200
	5分 30秒	5分 30秒	5分 30秒	3分 18秒	—

4. 考察

三角柱より四角柱のほうが振動に対して耐性があることが分かった。考えられる理由としては四角柱のほうが振動の負荷を分散したことが考えられる。というのも、四角柱では柱が28本、接合箇所が16か所ある一方で、三角柱では柱が21本、接合箇所が12か所しかない。したがって柱一本と接合箇所一か所当たりにかかる負荷の量が四角柱のほうが少なくなる。そのため四角柱のほうが振動に対して強い耐性を示したのではないかと考えられる。

5. 反省

- ・今回の実験ではつまようじを使うことを条件としてやったため技術的に細かい構造が作れず、比較の対象が少なくなってしまった。できれば六角柱や10角柱とかも作って実験してみたかった。
- ・柱と柱の接合部にボンドを使ったが、接合の強度に多少のばらつきが生まれてしまった。シリコンとか使ってやったほうがよかったのかもしれない。
- ・振動の幅が狭すぎて思ったより塔にかかる負荷が少なくなってしまった。

6. 今後の課題

今回はかなり単純な構造で実験を行ったが、もっと複雑な構造（筋交いなど）を付け足して実験するとどうなるのか調べてみたいと思った。

7. 参考文献

「南海トラフと根室沖の巨大地震 発生確率 80% に」

http://www3.nhk.or.jp/news/special/saigai/natural-disaster/natural-disaster_03.html

「つまようじタワー耐震コンテスト 崇城大学建築学科」

<http://ws.arch.sojo-u.ac.jp/tcon>

「鉱石によるラジオ検波の最適条件の探求」

～ダイオードに近い電流電圧特性を持つ鉱石の酸化部分～

研究者 2年 1組 9番 大曾根 司昂

1. 研究目的

鉱物蒐集がそもそも趣味だが、John Cage や William Basinski などがラジオノイズで作った音響作品も大好きで、空間から音を取り出す装置としてのラジオに興味があった。その中で鉱石ラジオという存在を知ったが、なぜ鉱物によって検波することができるのかとても疑問に思った。そこで、実際に鉱石ラジオを製作し、「**鉱物を用いたラジオ検波においてどのような仕組み・条件で鉱物が検波作用を持つのか**」という問題を、**鉱物を回路内の素子として電気的な特性をみる実験、および鉱物の化学物質としての性質をみる実験**を行い、双方から「**鉱物によるラジオ検波の最適条件**」を研究することにした。

2. 鉱石ラジオの基本的仕組みの理解(先行研究の分析)

鉱石ラジオの基本的な仕組みについての理解を深めるため、東京工業大学出身 もちだ理数塾長 餅田溪先生にオンラインで指導を受けた。

- ①**受信** 元の低周波の音声情報は、高周波の「搬送波」の振幅を、もとの音の波に合うように変換＝AM 変調して放送局から送られる。それをアンテナが受信するとその電波と同じ波の形の電流＝交流が流れ、電流が発生する。
- ②**同調** アンテナから入ってきた様々な周波数の中からコイルやコンデンサーを通る「同調回路」で「固有周波数」に同調した周波数が「検波器」に流れ、必要な周波数の電波を抜き出す。
- ③**検波** 「同調回路」を抜けた電波＝電流はまだ上下対称な形をしており、打ち消し合って音にはならないが、「検波器」を通ることで一方のみに整流される。
- ④**受話** 整流された電流は、その強弱によって振動版が震え、空気が震え、音となって聞こえる。ただし鉱石ラジオの場合、電流が微弱なため圧電素子を使った「クリスタルイヤホン」でないと聞くのは難しいことを理解した。

3-1. 鉱石ラジオの製作と試験実験(研究方法)

2.の基本的仕組みを踏まえ、鉱石ラジオを製作した。大人の科学マガジン 2004年 Vol.4(学習研究社)のラジオキット、並びに受信性能を高めるためにジャンテック電子製の AM ラジオループアンテナキットを使用した(写真1)。回路図は(図1)。コイル部分がアンテナも兼ねる「アンテナコイル」であり、「高周波増幅回路」もあってスイッチで接続と切断を切り替えることができる。検波器は、針を検波素材の表面に接触させてよく整流できる部分を手で探ることのできる「さぐり式」で、検波素材も変えられる(写真2)ようにした。ゲルマニウムダイオードと、手持ちの鉱物を検波器に使い、試験した。

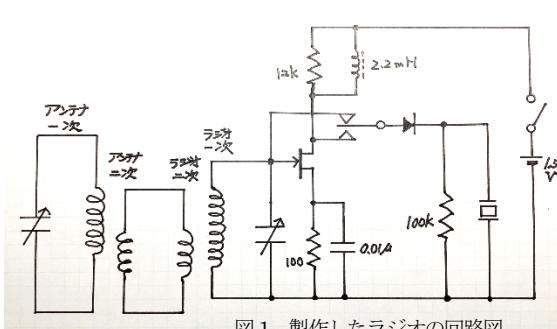


図1 製作したラジオの回路図

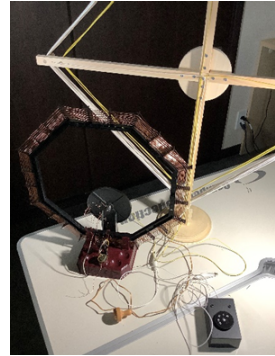


写真1 製作したラジオ

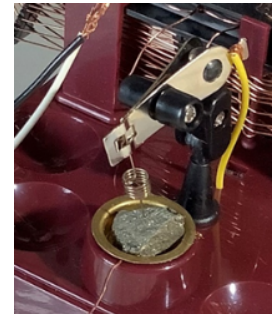


写真2 さぐり式検波器

4-1. 試験実験結果(結果・考察)

まず安定しているゲルマニウムダイオードを用い、増幅回路を使用して AM ラジオ(SBC ラジオ、NHK)を聞くことに成功した。そのまま増幅回路を切っても、わずかに聞こえることができた。

増幅回路を使用し、ゲルマニウムダイオードで聞こえた時のアンテナ等の設定のまま、検波器を鉱石に切り替えてみた。手持ちの鉱物のうち、検波可能といわれているものを選んで使用してみた。黄鉄鉱はダイオードほどではないがよく聞こえ、自然砒、硫砒鉄鉱でもわずかに聞こえ、斑銅鉱ではかすかに聞こえるレベルであったが、聞くことができた。いずれも増幅回路を切ると、聞こえなかった。

仕組みから電波の強さが聞こえに直結するので、電波塔の直下(SBC ラジオ・長野県佐久市の仙祿湖)へ持参して聞いてみることにした。増幅回路を使用せずとも、ゲルマニウムダイオードもちろん、いずれの鉱物でもうさほど大きくはっきりと聞くことができ、とても嬉しかった。

結果、ゲルマニウムダイオードは安定しているが、鉱物は種類によって検波性能に大きく差があり、聞こえに違いがあることが分かった。

また、同じ鉱物の中でも、場所によって、全く検波しなかったり、検波性能の差が激しかった。

5-1. 「聞こえ」の可視化の試み(自分の提案)

検波素材による聞こえの違いを明らかにするため、まずそれぞれの検波素材による聞こえの可視化を試みようと思った。実際の AM ラジオ放送を受信しての比較では、時々刻々と音声情報が変わってしまい対照実験とならないうえ正確さや再現性に欠ける為、正弦波を送信し、検波素材を変えて受信させ、周波数特性を調べることで可能ではないかと考えた。

3-2. 周波数特性比較(研究方法)

- ①シンセサイザーで正弦波を発生させ、AM トランスミッター(マルツエレクトリック製のキットを自作・写真3)で送信する。
- ②鉱石ラジオで受信させ、クリスタルイヤホンの導線部につないだオシロスコープで波形のピークピーク値を記録する。
- ③正弦波の周波数は 20～19.62 kHzまで 400Hz 刻みで変化させていく。(実験装置・写真4)。

- ・数値がゆらぐため、5秒間に表示される数値から、異常値の可能性を考慮し、最大、最小値を省いたトリム平均の数値を表記する。
- ・所有しているもののうち、検波可能と言われている主要な鉱物で、聴覚上最もよく聞こえた「黄鉄鉱」と、最も聞こえが悪かった「斑銅鉱」、また、検波に一般的に用いられる「ゲルマニウムダイオード」の3つで比較実験することにした(写真5)。



写真3 AMトランスミッター

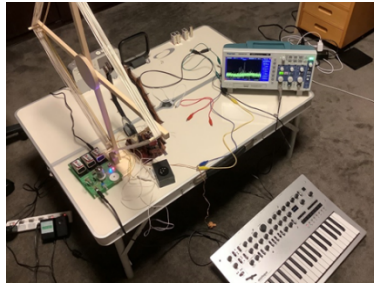


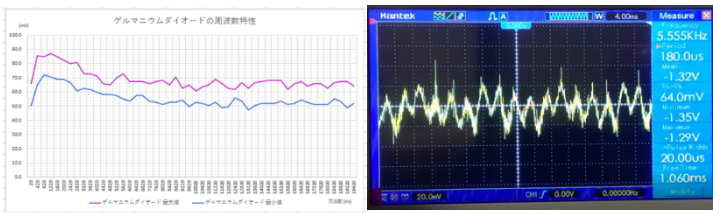
写真4 周波数特性実験装置



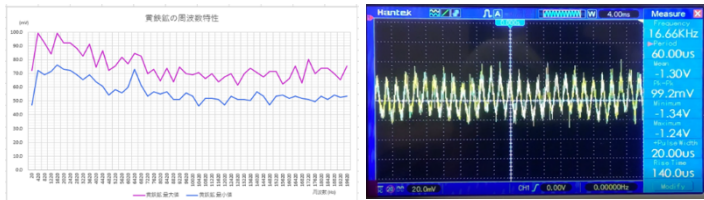
←写真5 使用した検波素子上
ゲルマニウムダイオード
左 黄鉄鉱 右 斑銅鉱

4-2. 周波数特性比較 結果(結果・考察)

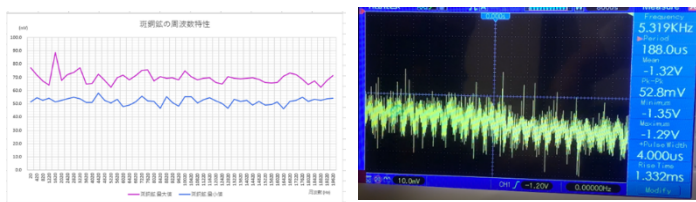
結果、次のようになった。



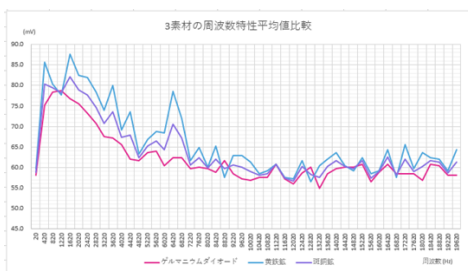
グラフ1 ゲルマニウムダイオードの周波数特性とオシロスコープ波形(画像1)



グラフ2 黄鉄鉱の周波数特性とオシロスコープ波形(画像2)



グラフ3 斑銅鉱の周波数特性とオシロスコープ波形(画像3)



グラフ4 3素材の周波数特性平均値比較

(グラフ1)より、ゲルマニウムダイオードは、周波数による振幅の差が少なく、安定していることが分かった。(グラフ2,3)を見ると、黄鉄鉱、斑銅鉱はともに周波数による振幅の差が大きく、不安定であることがわかるが、黄鉄鉱はダイオードの周波数特性に比較的近いといえる。聴感上もダイオードには劣るが聴きやすかったことに矛盾しない。斑銅鉱の(グラフ3)において、全体を一見すると大きな電圧の変化がなく均等な特性を持っているようにみえるが、オシロスコープ画像で確認できるように、全体的に波形の振幅が小さく、ノイズの中に埋もれてしまったことでそのような特性のグラフとなったと考えられる。斑銅鉱による検波では聴感上においては全体に聞きづらく、特に低音域が聞こえづらかった。

5-2. 直流電流電圧特性の違い(自分の提案)

3-2の実験において分かった違いは、素材の持つ電流電圧特性の違いから生まれている可能性があると考え、直流電流電圧特性を測定してみることにした。

3-3. 直流電流電圧特性比較(研究方法)

- ①(図2)の回路を組み、V2を5~100mVの間で5mV刻みに変化させ、それぞれの場合にV1が示す値を記録し、これを逆方向の電圧においても行う。
- ②素材をゲルマニウムダイオード、黄鉄鉱、斑銅鉱に変え、①を行う。

- ・黄鉄鉱と斑銅鉱を使用する場合には、一度鉱石ラジオに組み込んだ状態で放送が聞こえる、つまり検波できる部分を探して針を落とし、その状態を維持したまま、素材を置く皿部分につながる導線を静かに外すことでラジオ回路との接続を切って(図2)の回路に切り替わるようにした。ダイオードを使用する場合はそのまま(図2)の回路に組込んだ。
- ・素材に流れた電流Iは、オームの法則から、 $I=(V_1-V_2)/100k\Omega$ の式に代入して得る。整流素材の印加電圧V2の最大値を100mVとしたのは、前回の周波数特性を見る実験において、検出された電圧が最大でもせいぜい90mV程度だったためである。素材に流れる電流を電流計で直接測定しなかったのは、そのような小信号によって流れる電流はμAオーダーであると考えられ、使用できる電流計ではそのような微小電流を測定できないからである。また、Rにかかる電圧を直接測定しなかったのは、Rが100kΩと高抵抗であり、電圧計の低内部抵抗によって誤差が生じると判断したためである。

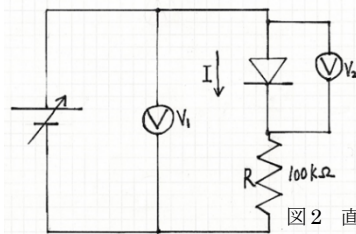
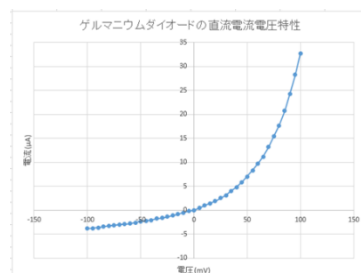


図2 直流電流電圧特性比較実験回路図

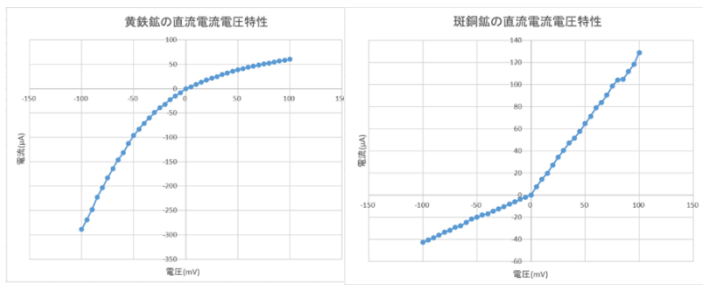
4-3. 直流電流電圧特性比較 結果(結果・考察)



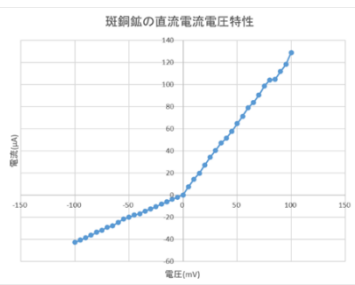
結果、次のようになった。

←グラフ5

ゲルマニウムダイオードの
直流電流電圧特性



グラフ6 黄鉄鉱の直流電流電圧特性



グラフ7 斑銅鉱の直流電流電圧特性

ダイオードが最も順方向と逆方向の差が大きく、優秀な整流作用を示した。また、かかる電圧の上昇に伴って電流が急速に増大している。黄鉄鉱は他の二つとはアノードとカソードが逆であったが、ダイオードに劣るとはいえかなり近い電流電圧特性を示した。斑銅鉱は二方向の差が比較的少なく表れた。

5-3. 交流電流電圧特性はどうか (自分の提案)

3-3の実験において素材の持つ電流電圧特性の違いが明らかになったが、交流電流電圧特性も測定してみることにした。

3-4. 交流電流電圧特性比較 (研究方法)

①交流電源に正弦波を発生させるオシレーターを使用して(図 3)の回路を組み、オシレーターの振幅は10mVで固定、周波数はAM ラジオ局の搬送波の周波数帯内の 500kHz, 1MHz に変えてそれぞれ整流後の波形をオシロスコープで観察した。

②整流素材をゲルマニウムダイオード、黄鉄鉱、斑銅鉱に変えてそれぞれ①を行う。

- ・オシロスコープのプロブ端子はR3の負荷抵抗に接続した。
- ・上の実験と同様に、黄鉄鉱と斑銅鉱を使用する場合には一度鉱石ラジオの回路に組み込んで検波できる部分を探り、その状態を維持して(図3)の回路に切り替わるようにした。しかし、仮にラジオ回路との接続が切れていても、導線がつながっているため、この交流電圧を扱う実験においては、ラジオ回路内のクリスタルイヤホンの容量が影響を及ぼすことを危惧し、クリスタルイヤホンの導線を一か所切断し、検波可能箇所を確認する際には接続し、検波可能箇所を発見次第接続を切ることも行った。ダイオードを使用する際には、これも上の実験同様にそのまま(図3)の回路にそのまま組み込んだ。

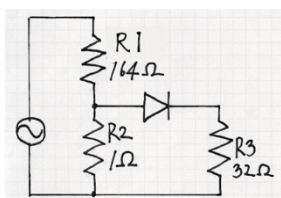


図3 実験3-4の回路

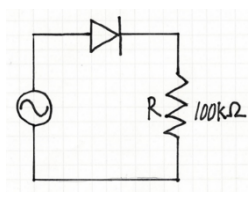


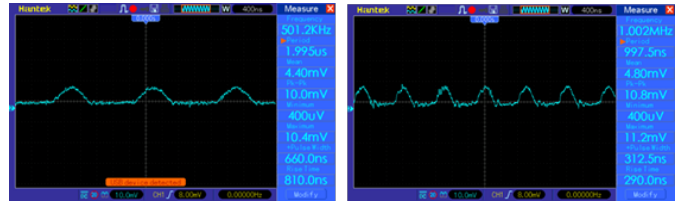
図4 当初の実験3-4の回路

- ・当初は(図4)の回路を用いてオシレーターをそのまま負荷抵抗と整流素材に接続させて100mV以下の振幅の電圧を発生させようとしたが、オシレーターの性能によりそのような低電圧ではノイズが出力波形よりも多く出てしまい、はっきりとした波形が観察できなかつた上、2種類の鉱物においては整流作用も観察できなかつた。そこで、オシレーターの出力振幅は数ボルトにし、 R_1 と R_2 を使って分圧することで数十mVの振幅の交流電圧をノイズなく得られるようにし、 R_3 (負荷抵抗)の抵抗値を100kΩから32Ωに下げることで整流作用を観察しやすくした。

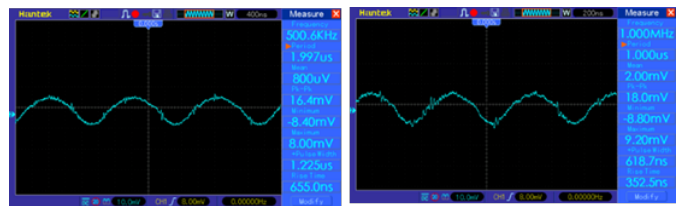
・上で示したような方法で得られた小振幅の交流電圧をオシロスコープで観察すると、上下方向にずれは認められず、交流電圧に混ざる直流電圧は存在していなかった。

4-4. 交流電流電圧特性比較 結果 (結果・考察)

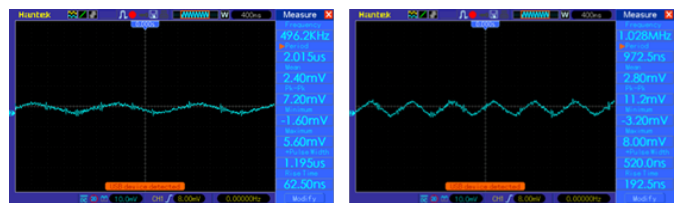
結果、次のようになった。



左画像4-1 500kHz / 右画像4-2 1MHz ゲルマニウムダイオードの交流整流特性



左画像5-1 500kHz / 右画像5-2 1MHz 黄鉄鉱の交流整流特性



左画像6-1 500kHz / 右画像6-2 1MHz 斑銅鉱の交流整流特性

ダイオードにおいては、(画像4-1.4-2)のようにはっきりと正弦波の上部のみが見え、振幅は10mV付近となった。黄鉄鉱においては(画像5-1.5-2)のようにグラフの上部の振幅が下部に比べ少なくなっており(グラフの中央を境にして上部と下部では傾きが異なることがわかる)、ダイオードほどではないが整流作用が確認できた。また、斑銅鉱の場合の上下振幅の大きさの平均は(画像6-1)と(画像6-2)ではそれぞれ3.6mV, 5.6mVと黄鉄鉱よりも小さい。整流作用は他二つに比べ非常に小さいが、少し確認できる。また、すべての素材において、500kHzから1MHzに変化させても整流作用に大きな変化は見られない。念のため付近の周波数から連続的に下げていき、10Hz付近まで調べたが、それでも大きな変化は見られなかつた。振幅についても、100mV付近まで連続的に増加させたが、どの素材も整流作用には変化がなかつた。

したがって、二種類の鉱物はダイオードと比較すると整流作用は著しく低いもののある程度の効果を持っており、その性能はAMラジオ放送の搬送波周波数帯域の交流の周波数に大きくは影響されないということが言えた。

5-4. SEM-EDX 構成元素分析で化学的性能を調査(自分の提案)

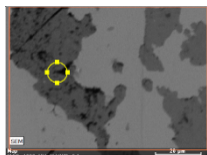
これらの鉱物種による整流作用の違いを生む要因は、鉱物表面にあるかもしれないと考え、SEM-EDXにて観察し、構成元素等を分析してみることにした。

3-5. SEM-EDX 構成元素分析と電子顕微鏡観察 (研究方法)

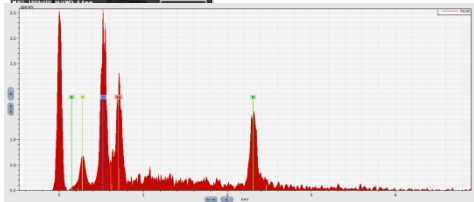
株式会社 信濃公害研究所において岡野隆徳さんの協力のもと、SEM-EDXにて黄鉄鉱、斑銅鉱それぞれの検波できた部分とできなかった部分を観察し、構成元素分析を行わせていただいた。

4-5. SEM-EDX 構成元素分析と電子顕微鏡観察結果 (結果・考察)

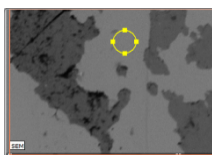
結果は次のようになった。一つの画像中に検波できた部分とそうでない部分が同時に映っている。EDX スペクトルは黄色い円で指定した範囲から検出された元素のピークの強さを表している。



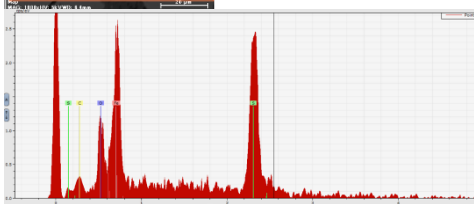
←画像7 黄鉄鉱の検波できた部分(黄色)のSEM像



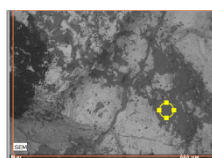
グラフ8 黄鉄鉱の検波できた部分(画像7の黄色)のEDXスペクトル



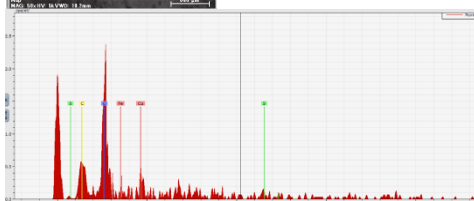
←画像8 黄鉄鉱の検波できなかった部分(黄色)のSEM像



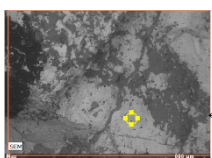
グラフ9 黄鉄鉱の検波できなかった部分(画像8の黄色)のEDXスペクトル



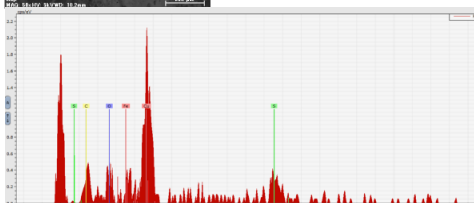
←画像9 斑銅鉱の検波できた部分(黄色)のSEM像



グラフ10 斑銅鉱の検波できた部分(画像9の黄色)のEDXスペクトル



←画像10 斑銅鉱の検波できなかった部分(黄色)のSEM像



グラフ11 斑銅鉱の検波できなかった部分(画像10の黄色)のEDXスペクトル

このSEM-EDX分析において行えるのは定性分析であり定量分析ではないため、出てきたピークの強さによって構成元素の比率を求めることは厳密には不可能だが、(グラフ8)と(グラフ9)、および(グラフ10)と(グラフ11)を比較すると、どちらの鉱物においても、検波できた部分は検波できなかった部分よりもOのピークが著しく大きくなっているため、Oの割合が増加しているといっていだろう。(黄鉄鉱において検出されているFe,Sは黄鉄鉱の理想化学組成式が FeS_2 であること、斑銅鉱において検出されているCu,Fe,Sは斑銅鉱の理想化学組成式が Cu_5FeS_4 であることによるものである。また、すべてのEDXピークにおいて検出されているCは、黄鉄鉱においても斑銅鉱においても、どの箇所からも一定量検出されたので、これは整流作用には影響していないものであると判断した。)この鉱物表面におけるOの増加が一概に整流作用の根拠とは言い切れないが、要因の一つとなっていると考えられる。

5-5. 鉱石によるラジオ検波の最適条件(自分の提案)

3-2において行った実験で現れた素材による聴感上の違いは、3-3や3-4で行った実験で判明した直流電流電圧特性の違いに起因するものであるといえる。二種類の鉱物は、5~100mVの範囲においてダイオードに比べて順方向にも逆方向にも違いの少ない大きさの電流を流してしまうことで、その整流作用が低くなっていると考えられる。また、黄鉄鉱がダイオードに比較的近い聴感だったのは、順電圧と逆電圧の大きさが等しいときの順電流と逆電流の差が大きく、順方向では電圧が上がるにつれて指数関数的に電流が増大するという、ダイオードに近い電流電圧特性をもっていたからであると考えられる。実際、3-4において、黄鉄鉱はダイオードに近い整流作用を示している。そのため、鉱石を用いたラジオ検波器の性能の最適条件は、「順方向には電圧が上がるにつれて指数関数的に電流が増大し、かつ逆方向には電流を流しにくいという、ダイオードに近い電流電圧特性を有している鉱物を使用すること」と結論付けられる。加えて、3-4から、放送局の搬送波周波数の違いは検波の性能に大きく影響はしないといえる。また、3-5から、「**鉱物による整流作用の根拠の一つとしてOの割合の大きさが存在すると考えられ、鉱物種間の電流電圧特性の違いもこの酸化の状態の違いによる部分がある**」と考えられるが、他にも結晶構造に対する電圧・電流の方向や、結晶度などの違いが差を生む要因として想定されるので、一概にOの増加だけが原因とは言い切れないように思われる。

6. 今後の課題

さらに多くの鉱物種について、検波の可否、そして検波できたならばその周波数特性と電流電圧特性も調べ、聞こえやすさと電流電圧特性の関係性のより正確な傾向を見つけたい。また、結晶方向による整流作用の違いや、結晶のどちら側がアノードまたはカソードになるのかも調べてみることで、鉱物の整流作用の主たる要因を探りたい。

7. 引用・参考文献

- ・小林健二著「ぼくらの鉱石ラジオ」筑摩書房 1997年
- ・「大人の科学」⑥ 磁界探知式鉱石ラジオ 学習研究社 2001年
- ・NHK 趣味悠々「大人が遊ぶサイエンス」日本放送出版協会 2002年
- ・「大人の科学マガジン」Vol4 学習研究社 2004年
- ・谷腰欣司著「トコトンやさしい半導体の本」日刊工業新聞社 2009年
- ・市村正也著「高校化学からはじめる半導体」オーム社 2011年

湯気の発生の秘密を調べる

—湯気が見える条件について—

研究者 2年2組4番 上田稔
2年1組番 中山 寛生

1. 研究目的（問題意識）

味噌汁を作っていた時に味噌汁を加熱している間には湯気を目で確認することができなかったのに加熱を止めると湯気を目で確認することができた。このことに疑問を持ち、今回の課題探究で湯気の見える条件について調べようと考えた。

2. 現状（先行研究の分析）

(1) 湯気とは？

湯気とは気体ではなく液体である。湯気は加熱されて沸騰し水蒸気となった水が周囲の空気に冷やされて細かい水滴となったものである。

(2) 湯気が見える原因とは？

湯気は前述したように加熱されて水蒸気になったものが空気中で冷やされて細かい水滴になったものであるが、本来は無色透明であり、私たちが見ている湯気とは細かい水粒の集まりでそれが白い煙のように見えている。一般に目に見えるようになったものは気体ではなく液体である。

3. 研究方法（研究手法）

実験方法1 鍋の大きさに関する実験

鍋の大きさをそれぞれ直径 22 cm、23 cm、28 cm と変えて実験を行う。大きさの小さい鍋からそれぞれ A、B、C とする。また、入れる水の量をどの鍋も 500 ml とする。

実験方法2 鍋の中の水の温度に関する実験

直径 22cm の鍋を使って実験を行う。また、鍋の中に入れる水の量は 1L とする。鍋を強火で加熱しどのくらいの温度で湯気が見えるようになるのかを調べる。

実験方法3 味噌汁を使った実験

実験方法2と同じ方法で水 1L を味噌汁 1L にして実験を行う。

4. 結果・考察

実験方法1の結果

実験結果は次のようになった。

加熱している間に見えた湯気量	A<B<C
加熱を止めた後に見えた湯気量	A<B<C

図1 実験方法1の結果

また、同じ鍋でも加熱している間に見えた湯気量加熱を止めた後に見えた湯気量が多かった。

実験方法2の結果

加熱する前に測った水温が 25℃だった。30℃から 10℃ごとに加熱を止めて湯気を目で見るができるか確認した。加熱を止めると 40℃辺りから、加熱をしている間だと 80℃辺りから湯気が見ようになった。



写真1 実験方法2の実験の様子

実験方法3の結果

実験方法2と同じように30℃から10℃ごとに加熱を止めて湯気を目で確認しながら実験を行った。60℃辺りから加熱を止めると湯気を確認できるようになった。



写真2 味噌汁に使った材料



写真3 実験方法3の実験の様子

5. 仮説

(1) 仮説1 加熱されている間は周囲の空気も温められていて湯気が確認できない

加熱している間よりも湯気を多く確認できたことと先行研究から周囲の空気が温められて、空気によって水蒸気が冷やされることが無くなるので加熱をしている間は加熱を止めた後よりも確認できる湯気の量が少ないと考えられる。

(2) 仮説2 水の方が水溶液よりも湯気を確認しやすい

実験方法2と実験方法3の結果から、加熱を止めた後に湯気を確認できた温度は水が40℃、味噌汁が60℃であることから水の方が水溶液よりも確認できる湯気の量が多いと考えることができる。

6. 今後の課題

- 鍋の金属の種類を変えて鍋の比熱によって確認できる湯気の量に変化があるのかどうかを調べる。
- 鍋の周囲の空気を冷やすことで加熱している間にも湯気を確認できるか確かめる。
- 鍋を先に加熱して実験方法2と同じ方法をとって加熱している間に湯気が見える温度と加熱を止めた後に湯気が見える温度を確認する。

7. 引用・参考文献

- 1) ベネッセ 教育サイト 【理科】湯気は気体か液体か？

<https://benesse.jp/kyouiku/200711/20071120-19.html>

- 2) 化学に触れる学びのトレインキャタライナー—化学Q&A 湯気は液体？気体？固体？

<https://www.cataler.co.jp/train/qa/living/01.php>

- 3) 実験手順書 【水のすがたとゆくえ】

[http://www.edu-c.pref.miyagi.jp/midori/science/jugyouan/2009/4nen/09/4nen_09_mizunosugata\(1\).pdf](http://www.edu-c.pref.miyagi.jp/midori/science/jugyouan/2009/4nen/09/4nen_09_mizunosugata(1).pdf)

- 4) 湯気(ゆげ)の意味 goo 国語辞書

https://dictionary.goo.ne.jp/word/%E6%B9%AF%E6%B0%97_%28%E3%82%86%E3%81%92%29/

- 5) 図解 思わず誰かに話したくなる 身近にあふれる「物理」が3時間でわかる本(アスカビジネス) 左巻健男 明日香出版社

風力発電をしよう！

研究者

2年5組 桑原和希

2年6組 藤重源倅

2年3組 石川拓武

—身近なもので電力を—

指導者

北山 泰史先生

1. 研究目的（問題意識）

私たちにとってエネルギーは、日常生活でかかせないものとなっている。携帯の充電が無くなったら、人々は困るだろう。しかし、大半のエネルギーは全て他人任せなのが現状である。現代では発電によって引き起こる問題は多く存在する。SDGsの目標の一つであるクリーンなエネルギー（再生可能エネルギー）はこの問題解決に効果的である。そこで私たちの身近に存在する「風力発電」に着目して、研究することにした。

2. 研究方法

今回は私たちの周りにあるものとしてペットボトルを用いた装置を使って風力発電を行い、装置の条件を変えて抵抗、電圧の変化を調べた。その後に電圧と抵抗から電流、電力の大きさを求め、一般の電化製品の使用の際に必要な電力量を調べることで、いったいどれほどの働きができるかを考えてみた。

実験装置作製方法

①ペットボトルに風車の羽にするための目印になる線を引く。



②目印の線にそってハサミで切り込みを入れ、外側に広げて、風車の羽を作る。



③キャップの中心に目打ちを使って穴を開け、ペットボトルに取り付けて、モーターの軸を差し込む。



実験内容

条件Ⅰ 羽の枚数を変える⇒4枚と8枚で比べる

条件Ⅱ 風を当てる距離を変える⇒15cm、30cm、45cmで比べる

条件Ⅲ ペットボトルの⇒500ml、2000mlのペットボトルの大きさを変える トルで比べる

これらの条件をもとに実験を行う。装置に電圧計をつけて扇風機（中）を用いて風を当てて、抵抗・電圧の変化を調べた。

3. 実験結果

（ただし、モーターの抵抗は、 0.22Ω とする）

	15cm	30cm	45cm
500ml 4枚	1.2V	1.0V	0.8V
500ml → 8枚	2.6V	2.1V	1.5V
2000ml 4枚	0.6V	0.6V	0.5V

4. 考察

条件Ⅰ⇒予想では4枚のほうが羽1枚に対する風圧が大きくなり電圧が大きくなると思ったが、結果では8枚のほうが大きくなった。

条件Ⅱ⇒予想した通り距離に比例して、遠くすればするほど電圧は小さくなった。また結果から羽の枚数が少ないほど、そして羽の大きさが大きいほど、電圧の変化が少なかった。

条件Ⅲ⇒予想した通りペットボトルが大きければ大きいほど、回転する速さが遅くなって電圧が小さくなった。



現代における風車ではコストや重さの関係で羽の枚数は、4枚が最も発電に適していると言われている。このことから、実験では8枚よりも4枚のほうが電圧は大きくなると思ったが、結果は8枚のほうが大きかった。ペットボトルにはコストも重さもあまり関係がないのでこのような結果になったと思われる。

5. 主な家電の消費電力量と充電時間

実験結果より、身近なもので何が使えるのか調べてみた。一番電力が大きかった500mlの羽が8枚の時の電圧2.6Vを基にして、身近な家電製品を1時間(3600秒)使うための充電時間を計算した。

$$2.6V \div 0.22\Omega \approx 12A$$

$$2.6V \times 12A = 31.2W$$

$$31.2W \times 3600s \div 1000 = 111.6kWh$$

家電製品名	消費電力量 (kWh)	一時間使用するのに必要な充電時間 (h)
こたつ	1080~2160	9.7~19.3
ファンヒーター	36~1620	0.3~14.5
冷蔵庫	360~1080	3.2~9.7
テレビ	1080~1800	9.7~16.1
空気洗浄機	36~252	0.3~2.3

※消費電力量：電化製品を1時間使用する際に必要とする電力量のこと

6. まとめ

今回のこの課題探求で、身近なものでこれだけの電力を作れることが分かった。また、風力発電では、装置の大きさが小さく、羽の枚数が多いほど、より多く発電できる。ただし、風が弱い時(扇風機からの距離が長いとき)、強い時(扇風機からの距離が短いとき)とでは発電量に差が生じる。

7. 今後の課題

今回実験しきれなかったペットボトル羽の形状や重さ・大きさ、ペットボトルに代わる素材など条件を変えればより効率の良い発電ができるのではないかと考えた。また、今後はこれらを実験していきたい。

8. 引用・参考文献

教えて！かんでん ペットボトルの風車で「電気」がつくられる！？

https://www.kepco.co.jp/brand/for_kids/teach/2017_06/

気泡による音程変化

—Allassonic Effect—

研究者 2年2組12番 近藤 葵 2年2組15番 小林 海羽飛 2年5組30番 穂川 輝多
2年5組40番 吉村 祥太 2年6組8番 岡澤 亮太

1. 研究目的

Allassonic Effect は海外での先行研究はいくつかあるものの、日本で研究がなされている例はほとんどない。この様に国内では、ほとんど知られていない自然現象でありながら、コーヒーを淹れた時にスプーンがコップに当たる音が徐々に高くなっていくというとても身近な自然現象なので、探究をしてそのような現象が起こる要因を解明すること。

2. Allassonic Effect とは

熱い液体に可溶性粉末を添加・攪拌後、カップを叩くと音の高さ（ピッチ）が上昇し、再び攪拌すると一旦ピッチが徐々に低下し、その後上昇する現象のこと。Allassonic Effect は、最初に攪拌すると混ぜこまれた気泡が液体中の音速を低下させることにより周波数が低下する。泡が透明になると、音は液体中をより早く伝わることで周波数が高くなる。ニュートン-ラプラスの公式により均質な液体または気体中の音速 v は、流体の質量密度に依存する。

$$v = \sqrt{K/\rho}$$

3. 研究方法

どのような場合に、この現象が起こるのかと、この現象の要因として考えられる 2 つについて下記の道具・方法で研究を行う。

○実験装置

一定のリズム・力で叩くことができるよう図1の装置を用いる。また、收音時間は1分としマイクで音を拾い、パソコンソフトで周波数特性を解析する。



図 1

○固定条件

各溶液の量は200mlとし、マグカップの上端から4cm下を叩く。共鳴音の影響を最小限にするためマグカップをコルクマットの上に置く。なお、環境騒音はノイズ除去で対処する。

[I] 現象が発生する場合

- ・水 (10・20・80℃) ・炭酸水・インスタントコーヒー・インスタントスープ・ドリップコーヒーについて、実験装置を用いて検証する
- ・マグカップを叩くピッチを変え検証する (特段表記のない時はBPM60とする)

[II] 要因：気泡 注釈1

- ▶水にエアポンプで気泡を発生させる
- ▶水をマドラーで攪拌させる
- ▶炭酸水に重曹を添加する
- ▶溶液の中に別の容器（中は空気）を入れる場合について[I]と同様の方法で検証する。

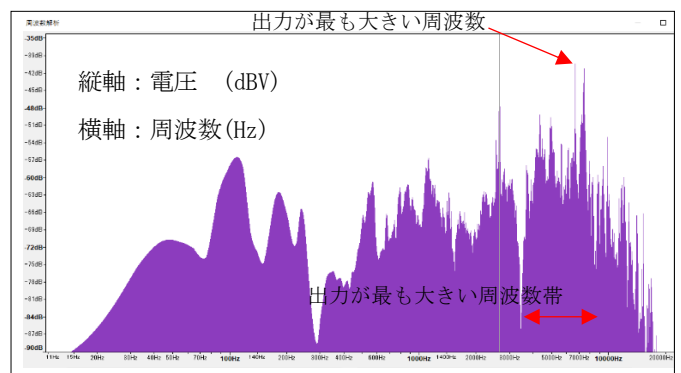
[III] 要因：界面活性作用（界面活性剤） 注釈2

- ▶界面活性剤の入っている洗剤と入っていない洗剤水のそれぞれを攪拌し、[I]と同様の方法で検証する。
- コーヒーに含まれるクロロゲン酸由来の焙炒化合物に界面活性作用があると考えられている。

注釈 1…純水中に空気などの気体によってできる気泡のことを指し、界面活性作用による気泡は除いて考えている

注釈 2…コーヒーに含まれるクロロゲン酸由来の焙炒化合物に界面活性作用があると考えられているため

4. 結果



注釈 3…結果のグレーの項目はマドラーを使用

注釈 4… () 内は、マドラー使用時
1… 0~14秒 (マドラー回転後) における3回叩いたときの値
2… 15~29秒 (マドラー停止後) における3回叩いたときの値
3… 30~44秒 (マドラー再回転後) における3回叩いたときの値
4… 45~60秒 (マドラー再停止後) における3回叩いたときの値

[I] 現象が発生する場合

検証物 溶 液	音程 変化	上段：出力が最も大きい周波数(Hz) 下段：出力が最も大きい周波数帯(Hz)			
		1	2	3	4
水 10℃	な	6652	6653	6652	6652
	し	5636~8791	5633~8743	5812~8831	5638~8831
水 20℃	な	2649	2649	2649	2649
	し	2099~3553	2073~3281	2099~3476	2026~3355
水 80℃	な	7405	7404	7405	7405
	し	5792~9148	5692~9276	5774~9316	5832~9379
炭酸 水	な	6634	6649	6649	6614
	し	5560 ~10306	5326 ~10129	5556 ~9083	5548 ~5637
インス タント スープ	な	4346	4336	4401	4356
	し	3338~5494	3520~5551	3625~5214	3689~5637
インス タント コーヒ ー	あ り	4358 3610 ~5583	6491 5807 ~9404	4926 3648 ~5468	6642 5765 ~6795
	あ り	4338 3590 ~6517	6661 5814 ~6913	4944 4544 ~5791	6674 5941 ~6816
水 BPM40	な	7366	7345	7399	7422
	し	5945~9457	5291~9447	5631~9519	6349~9692
水 BPM80	な	2649	2648	6249	2646
	し	1966~2931	2020~2945	2093~3534	2095~3391

[II] 要因：気泡

検証物	音程 変化	上段：出力が最も大きい周波数(Hz) 下段：出力が最も大きい周波数帯(Hz)			
		1	2	3	4
水と エア ポン プ	あ り	2654 2400~3567	6638 5756~8964	7402 5759~8705	7479 5999~8817
	な し	7276 5756 ~8846	7336 5569 ~9019	7226 5932 ~8832	7376 5382 ~8806
水と エア ポン プと マド ラー	あ り	4345 3604 ~5141	7533 5314 ~9000	2634 1906 ~3053	7379 5410 ~8889
	あ り	4362 3668~5630	4340 3354~6681	7485 7052~8391	8119 6763~8364
空気 の入 った 別瓶	あ り	4959 3925~5411	4939 3403~5513	6672 5473~8900	6689 5643~9137

[II] 要因：界面活性作用（界面活性剤）

検証物 溶 液	音程 変化	上段：出力が最も大きい周波数(Hz) 下段：出力が最も大きい周波数帯(Hz)			
		1	2	3	4
水と界 面活 性 剤を 含 む洗 剤	あ り	4356 3632 ~5506	7339 5936 ~10773	4309 3552 ~5357	6648 5434 ~9553
	あ り	4128 3485 ~5683	6630 5932 ~8282	4352 3702 ~5679	6613 6638 ~8979

5. 考察

- [1] 溶液中の空気の溶解量が飽和溶解量以下の際、音程変化は起こらない。叩く速さ・溶液の温度の違い、マドラーのみでも音程変化は起こらない。また、[2][3]について、叩く速さ・温度・マドラー単体はそれらの結果に影響を与えない。
- [2] エアーポンプを使用時、音程が変化したことから気泡により音程が低くなるといえる。また、マドラー併用時の方が前者より音程が変化していることから気体が同量の溶解量でも、水中により拡散されている方が音程は低くなる。炭酸水 ([1]) のみでは音程の変化はなかったが、重曹を入れることにより気泡をさらに発生させることで音程が変化したので、溶液中の気体の溶解量が飽和溶解量以上であれば、泡が一定に存在している状態では音程の変化はない。
- [3] 界面活性剤による気泡でも音程は変化したが、界面活性作用による音程へ与える影響がどの程度なのかまでは今回は断定できない。

6. 検証について・検証の音声・動画



左の QR コードもしくは下の URL よりご覧ください。

URL ;
<https://kadaitankyu.hatena.blog.com/entry/2020/12/25/172836>

7. 引用・参考文献

- <https://science.wonderhowto.com/how-to/create-allasonic-effect-with-instant-coffee-247645/>
- <https://sites.google.com/site/coffeetambe/level3/bubble>
- https://www.kobunsha.com/special/sinsyo/member/serial/pdf/bn011_sm0025.pdf (塚本浩司教授著)

水切りギネス世界記録

研究者 2年1組3番 伊香賀太一
2年1組21番 高野京
2年4組7番 熊木大地
2年4組9番 小林環太

1. 研究目的

水切りとは、石に回転や角度などをつけて投げ、水面で跳ねさせるという遊びである。子供向けの遊びという見方が強いが、跳ねた回数や飛距離などを競う国際大会なども開かれており、世界中で幅広い世代に親しまれているれっきとした「競技」だともいえる。しかし、どのように投げればよく跳ねるのか、といった水切りの最適解については、経験則から言及されることはあるものの、物理学的な面から答えが導き出されているわけではない。本研究は、「どのように投げれば石がよく跳ねるのか」という点に注目し、その最適解を求めることを目的とする。ただし、石の跳ねる回数に関係してくるすべての要素について、その最適値を求めることは難しいため、本研究では、「石の入射速度」、「水面に対する石の入射角」、「入射するときの石の姿勢」の3つの要素(以下、3要素)についてのみ考える。

2. 先行研究の分析

これまで行われてきた水切りについての研究を振り返る。2018年にアメリカの研究チームは、「石の代わりにゴムボールを使った水切り」について、まとめた論文を発表した。その研究によると、ゴムボールは水面で円盤状に変形するために、石よりもよく跳ねると結論付けられている。またそのチームは、ゴムボールは具体的に何回程度跳ねるのかという予測も行っている。2017年には洛北高校の生徒が、「石の形状や回転数、質量と跳ねやすさの関係」についての研究を発表した。自作の水切り装置を用いていくつかの対照実験を行い、その結果から、石の跳ねる回数を求める式を提案している。さらにさかのぼると、CIP法やSPH法を用いたシミュレーションを元に、水切り現象を解析している研究もある。

このように、複数の研究グループや研究者が、様々な角度から水切り現象の解析を行ってきた。しかし、「どのように投げれば石がよく跳ねるのか」という

ことについて、明確に言及している研究は見当たらなかった。

3. 研究概要

流体が絡んでくる挙動は非常に複雑であるため、シミュレーションを用いて解析を行うことが多い。また、統計的な観点からの解析というものも重要視される。そこで、本研究では以下の二つの手法を用いて、3要素の最適解を求めることを試みた。

- ・手法1:数値シミュレーションによる解析
- ・手法2:実験を行い得られたデータを分析

(1) 物理シミュレーション

① 概要

本研究で目指したのは、流体と剛体の双方向弱連成解析である。弱連成解析では、流体ソルバーと剛体ソルバーを別々で作成し、それぞれでの演算結果をすり合わせていくという作業を行う(図1)。

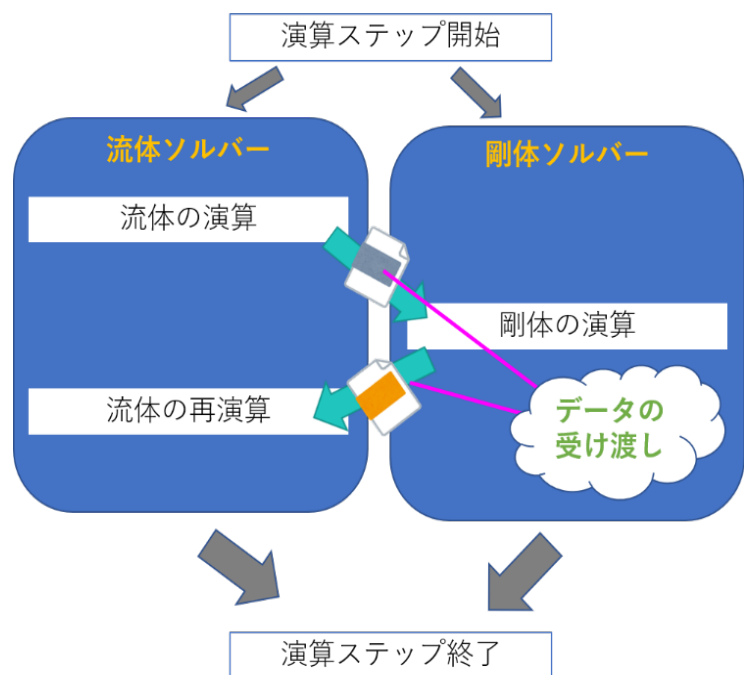


図1 弱連成解析の演算ステップ

流体ソルバーは標準 MPS 法の考え方をベースに自作した。また、実装はユニティ・テクノロジーが提供しているゲームエンジン「Unity」上で行い、剛体ソルバーは Unity に搭載されている物理演算エンジン「PhysX」を用いた。

②シミュレーションモデル

流体ソルバーでは、石が水面に触れた瞬間から、水面を一度離れ、再び水面に接するまでの石の挙動を計算する(図2)。

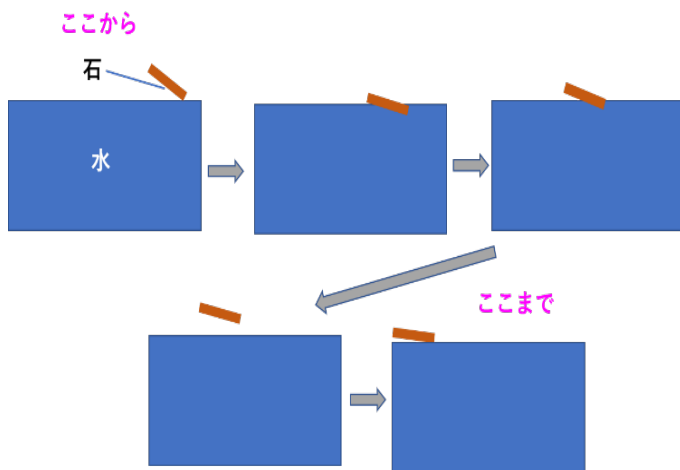


図2 シミュレーションの始点と終点

一回の跳ねしか計算しないのは、使用する PC のスペックでは、これ以上の規模のシミュレーションを、精度を保ったまま行うのが難しいと考えたからである。よって実際に何回跳ねるかを計算する際には、一回の跳ねのシミュレーションを、石が沈むまで繰り返し行う必要がある。

以下に具体的なシミュレーションモデルを示す。

水は温度 10 度で静止している状態からスタートし、N 回目に石が跳ねる時の水の状態と、N+1 回目に石が跳ねる時の水の状態は全く等しいものとした。また、熱エネルギーの出入りはないものとした。石は半径 8 センチ、厚さ 0.8 センチ、重さ 60 グラムの円盤とし、水面に対して迎え角 α の姿勢で、速度 v で入水するものとした。また、石の回転については、水面に対する迎え角の変化のみ考慮し、石を投げる時にかかると思われるその他一切の回転を無視できることとした。さらに、水の界面張力と空気抵抗も計算の簡略化のため無視した。時間ステップは CFL 条件を満たすように、余裕をもって

$\Delta t = 0.00001$ とした。

③流体ソルバーの実装

MPS 法は、流体を細かい粒子の集合体として考える粒子法の一つである。格子法に比べて大変形に強いことが特徴で、剛体ソルバーとの連成解析も比較的容易である。MPS 法では粒子数密度という独自のパラメーターを用いて流体の非圧縮性を強制できることから、非圧縮性流体のシミュレーションでよく用いられる。流体に見立てられた粒子群はナビエストークス方程式によって支配される。具体的な計算ステップは図3のとおりである。本研究では原始 MPS 法とよばれる、現在よく使われる高精度 MPS 法のベースになっている考え方をもとに、流体ソルバーを作成した。

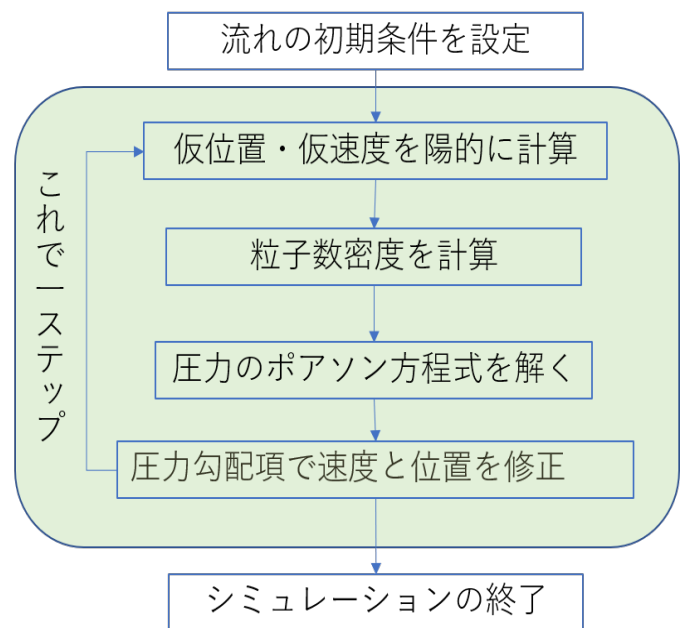


図3 MPS 法の計算ステップ

MPS 法の重み関数は、 r_e を影響半径、 r を粒子間距離としたとき、

$$w(r) = \begin{cases} r_e/r - 1 & 0 \leq r \leq r_e \\ 0 & r_e < r \end{cases} \dots \text{ア}$$

という形で表され、これは粒子間距離が近づいたときに、その 2 粒子間に大きな斥力が働くことを意味する。そこで、本研究では近づきすぎた粒子に対して、被弾性衝突による斥力を加える式を追加した。

具体的には、 $|r_{ij}| < r_p$ を満たす粒子 i, j において、衝突処理後の速度を u_i', u_j' とすると、

$$u_i' = u_i + n_{ij} \times (u_{ij} \cdot n_{ij}(e + 1)) / 2 \quad \dots \text{イ}$$

$$u_j' = u_j - n_{ij} \times (u_{ij} \cdot n_{ij}(e + 1)) / 2 \quad \dots \text{ウ}$$

ここで $u_{ij} = u_j - u_i$, $n_{ij} = u_{ij} / |u_{ij}|$, r_p は衝突処理を行う半径、 e は衝突係数である。シミュレーション時には、 r_p は初期粒子間距離の0.5倍、 e は0.2に設定した。

また、他にも計算の安定化のためにポアソン方程式の係数行列の対角項に微圧縮性を許容する式(エ)を追加している。

$$\nabla^2 p^{k+1} = -\rho_0 / \Delta t^2 \{ (n_* - n_0) / n_0 - \alpha p_i^{k+1} \} \quad \dots \text{エ}$$

ここで p は変数ベクトル、 ρ_0 は流体の密度、 n_* は粒子数密度、 n_0 は初期粒子数密度、 α は音速を由来とする物理量である。シミュレーション時には、 α は 1^{-10} に設定した。

粒子法は計算量が重いというデメリットがある。また、本研究で使用したUnityは、本来ゲームエンジンであるため、物理シミュレーションをするには計算がやや遅い。そこで、なるべく計算のコストを抑えるため、パケット法と呼ばれるアルゴリズムを用いて、近傍粒子の検索にかかる時間計算量を $O(N^2)$ から $O(N)$ に改善した(N は粒子数)。また、ポアソン方程式を解く際には、共役勾配法の前処理として不完全コレスキー分解を行うことで、より解の収束を早めている。

④双方向弱連成解析の実装

連成解析の手順は図4のとおりである。

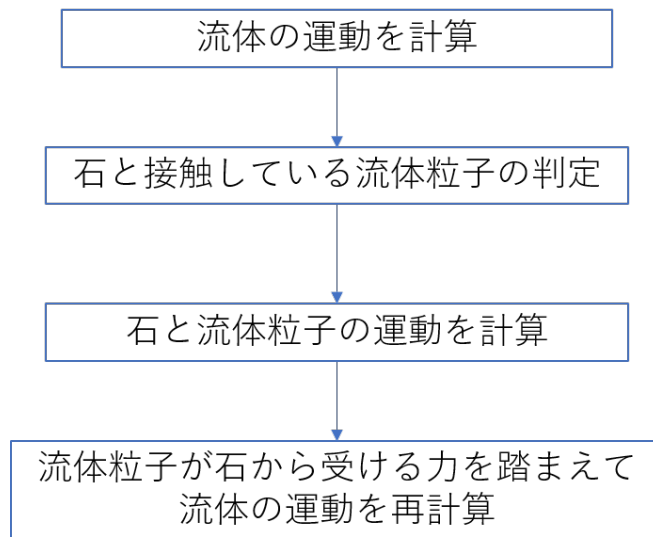


図4 連成解析の手順

石と流体粒子の運動を計算する部分をUnityに搭載されているPhysXで行い、接触判定は自作のプログラムを使って行う。

Unityから得られる情報は、各粒子の座標と石の中心座標、 x, y, z の各軸を回転の軸とした石の回転量である。接触しているかどうかの判別式として、粒子の座標、石の座標、石の回転量の5つのパラメーターを含めた式の立式をすることは困難であり、また式が非常に複雑化してしまう。そこで、石を原点に平行移動し、さらに回転量が0になるように、回転移動をすることを考える(図5)。

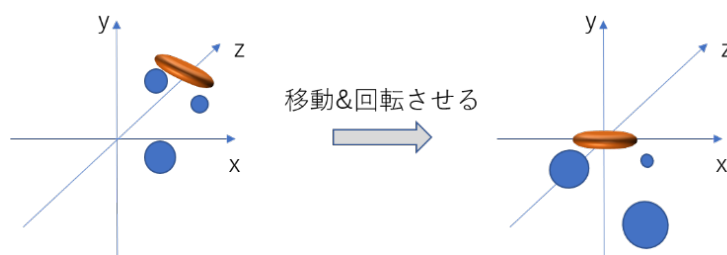


図5 石と粒子の移動

各粒子についても同様に、石との相対位置が変化しないように、平行移動と回転移動を行う。このようにすることで、接触判定の式が簡略化され(オ)、単に粒子の位置を移動させる問題に帰着できる。

$$x^2 + z^2 \leq 16(\text{cm}^2) \cap -0.4(\text{cm}) \leq y \leq 0.4(\text{cm}) \quad \dots \text{オ}$$

粒子の移動については、複素数平面の回転の公式

を用いる。x軸を回転の軸とした回転に関しては計算する必要がないことがわかるので、点 $P(x, y, z)$ を、x軸を回転の軸として θ_x 、z軸を回転の軸として θ_z 回転移動した後の座標 P' は

$$\begin{cases} x \cos \theta_z - \sin \theta_z (z \sin \theta_x + y \cos \theta_x), \\ x \sin \theta_z + \cos \theta_z (z \sin \theta_x + y \cos \theta_x), \\ z \cos \theta_x - y \sin \theta_x \end{cases}$$

となる。

⑤シミュレーション結果

上手く動かなかった。粒子群が計算途中で爆散してしまった(図6、図7)。

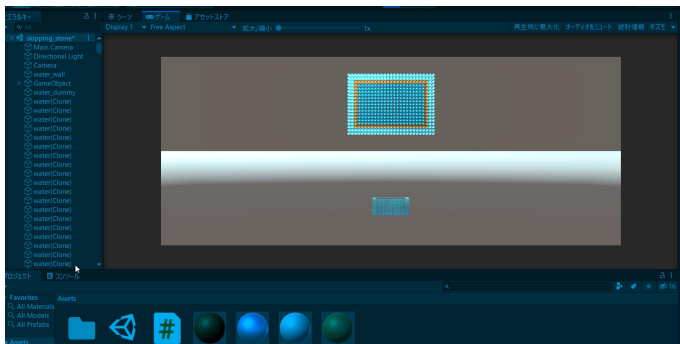


図6 シミュレーションの様子

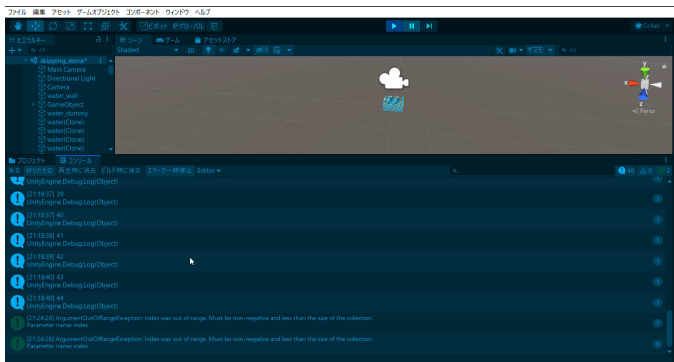


図7 粒子群が爆散しエラーログがでている

原因としては、圧力攪乱が一番に挙げられる。標準MPS法は圧力計算の精度に問題があり、それゆえに実際に研究で使う際は、論文では共有されないような技術的な知見をもとに改良がなされることが多い。本研究でも計算を安定化させるために何点か式を改良したが、それだけでは不十分だったと考えられる。

(2)実験

①実験概要

3要素の最適値を求めるために、水切りの実験を行った。3要素以外の条件の変動をなるべく少なくするため、石を投げる装置を作成した。また、自然にある石では個々の大きさ重さ、形に違いがありすぎるため石も作成した。

実験で計測する数値については、「石の入射角」、「石の反射角」、「石の入射速度」、「石の反射速度」、「入射時の石の姿勢」、「反射時の石の姿勢」の6つの数値を測定した。石の姿勢は、図8で示しているように、水面に対する石の傾きとして定義した。石の傾きは、図1において、石の右側が下がるように傾いている場合を正、左側が下がるように傾いている場合を負と定義した。

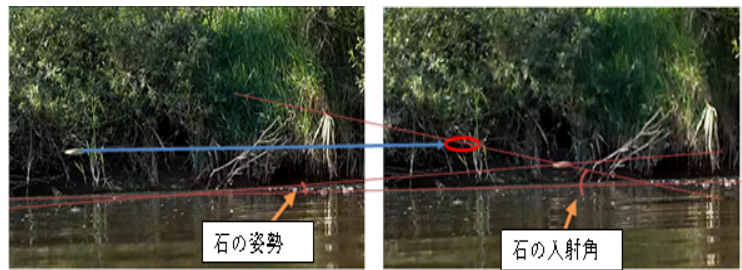


図8 石の姿勢と入射角の定義

なお、カメラで一方からしか撮れなかったため、図8における奥から手前にかけての傾きは、本研究では考慮しないものとする。

本実験では、カメラ5台を用いて石が跳ねている様子を撮影し、撮影した動画を動画解析アプリ「TMPGEnc Video Mastering Works 7」を用いて解析した。具体的には、動画を0.035秒ごとに分割して、6つの数値を計測した。角度は上の画像に従って計り、速度は0.035秒あたりの画面上での石の変位を計り石の長さと比較して算出した。また跳ねた回数とは、石が水面を完全に離れた回数であり、水面を滑っているだけのものは跳ねていないとした。

②実験装置

本研究では装置の大まかな外見として、YouTubeチャンネル「Mark Rober」で作られている装置を参考にした。装置を作成するにあたり、溶接などの危険な作業が伴わないこと、高校生にとって現実的な予算の範囲に収まることを意識して設計を行った。そのため本研究の装置は、木材を主に使用して作成した

(図9)。

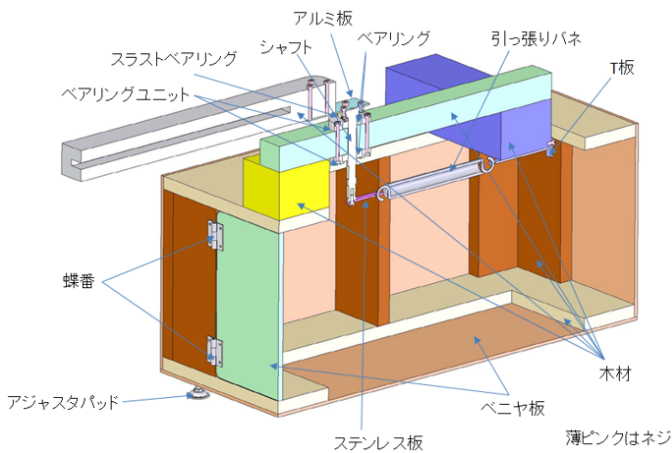


図9 装置の断面図

一番負荷のかかると思われる図9の緑の部分に木材で作成したため、本研究ではベアリングを用いるべく負荷のかからないようにした。また、圧入をすることも不可能なためベアリングユニットでベアリングを固定した。さらに、シャフトの空回りを防ぐため、シャフトをT字型にし、アルミ板との接合をネジ4本にしている。

石を飛ばす仕組みとしては、断面図にある通り一番上の白い木材とアルミ板、ベアリング、シャフト、ステンレス板が一体構造になるように作成しており、石を白い木材のコの字の中に置き、その木材を回すことによってステンレス板が回され、それによってバネが伸ばされる。回した白い木材を離すことによって瞬間的にバネがステンレス板を引っ張り石がコの字の中を滑ってとんでいくという仕組みとなっている。完成品は図10の通りである。



図10 作成した装置の写真

次に作成した石について示す。石は使い捨てであり、投げたあとは川に放置するため、環境に優しいものとして粘土を使用した。また、市販で売られている純度の高い粘土では、表面がつるつるとしてしまい、自然に存在する石と条件が大きく異なってしまうため、一般的に土粘土と言われる粘土を使い、表面のザラザラとした感触を自然にある石に似せた。

石の形は洛北高校の先行研究では、円盤よりも底面の丸まった回転楕円体のような形のほうがよいという研究結果が得られていたが、すべての石において角を同じように丸くするのは難しいと判断し、本研究では円盤の形にした。大きさは、機械で投げるということを考慮し、直径8cm、厚さ0.8cm、重さ約60gで作成した(図11)。



図11 作成した石の写真

③実験結果

少しずつ条件を変えて、石を総計85回投げた(図12)。

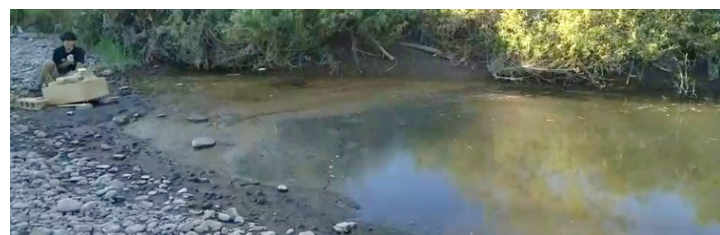


図12 実験の様子

1回目の記録は着水地点が予測しやすいため記録が安定したが2回目以降は石の微妙な違いによって跳ねる場所が少しずつ異なるためカメラでは角度を

特定することが不可能だった場合が多くあった。また1回目で跳ねずに沈んでしまう場合もあった。より詳しい実験結果については、下の考察のところに、合わせて記載している。

④考察

実験結果をグラフにまとめた。ここで、速度維持率とは入射速度と反射速度の関係で $\text{反射速度} \div \text{入射速度} \times 100$ を表している。また、菱形で表された点が1回目、正方形で表されたものが2回目、正三角形で表されたものが3回目の結果を示す。

下のグラフでは図13が入射角と反射角の関係について、図14が一つ前の跳ねの反射角と入射角の関係を表している。図13は右肩上がりのグラフとなっており、「入射角」 $\times 0.8 =$ 「反射角」に近い値になっていることがわかる。図14もまた右肩上がりのグラフとなっており、角度が大きいときには多少乱れがあるものの角度が小さいときにはその傾きは「前の反射角」 $\div 0.8 =$ 「次の入射角」になっていることがわかる。ここから、入射角が小さいとき第一入射角=第n入射角(nは自然数)が成り立ち、第一入射角に最適な角度を与えることが出来るのなら毎回その角度で石は入射していくという仮説が立てられる。

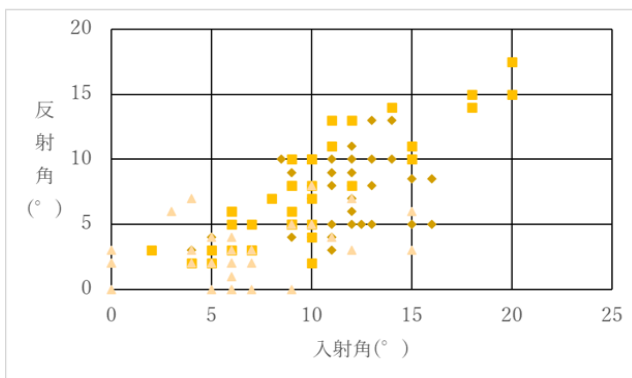


図13 入射角と反射角の関係

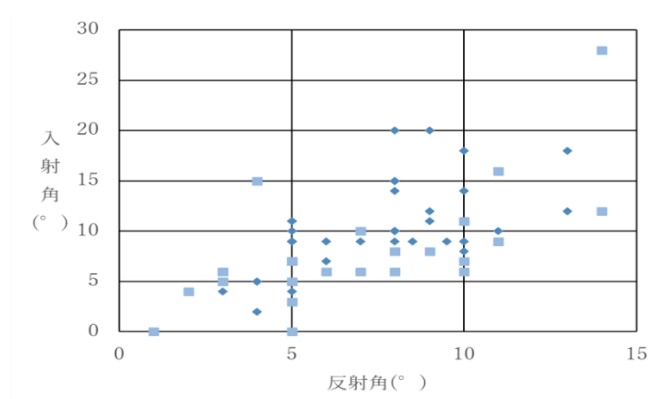


図14 一つ前の跳ねの反射角と入射角の関係

続いてのグラフでは図15が入射する石の姿勢と跳ねる回数について、図16が入射する石の姿勢と反射する石の姿勢の関係を表している。図15のグラフは入射する石の姿勢の絶対値が大きいときは右肩上がりになっており、ある点を境に右肩下がりとなっている。その境となる点が入射する石の姿勢の角度が約-5度のときとなっており、その点で跳ねる回数が最も多いことがわかる。また図16には目で見てわかるような相関関係が無く、入射する石の姿勢と反射する石の姿勢に直接的な関係はないと考えられる。よって、石の跳ねた姿勢は跳ねる前の石の姿勢には依存せず、入射角や反射角の影響を受けるといえる。

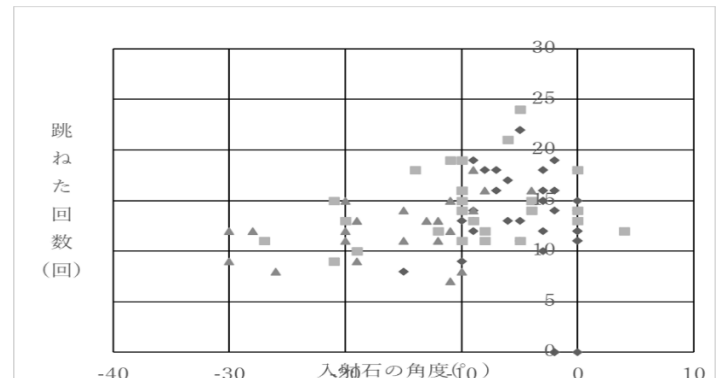


図15 入射する石の姿勢と跳ねた回数の関係

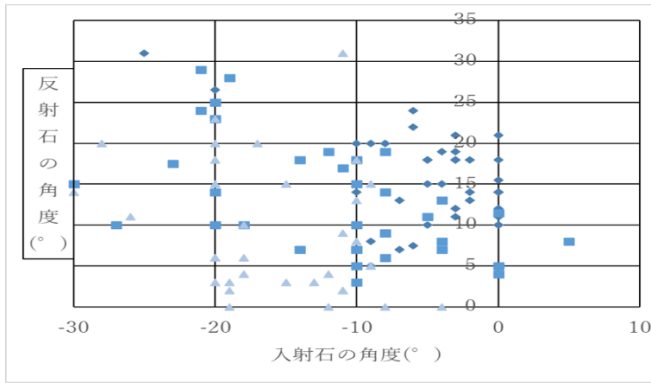


図 1 6 入射する石の姿勢と反射する石の姿勢の関係

続いてのグラフでは図 1 7 が入射速度と跳ねた回数
 数の関係について、図 1 8 が反射速度と跳ねた回数
 の関係を表している。図 1 7 には速度が大きくなる
 につれて跳ねた回数が少々増えてはいるが大きな相
 関関係があるようには見えず最適な入射速度はわか
 らない。一方右側のグラフを見るとこのグラフは三
 角形になっておりその頂点は反射速度=約28km/hで
 ある。しかし図 1 8 のデータも考慮に入れるとすべ
 ての条件において反射速度=約28km/hが最適な速度
 と考えるのは難しい。なぜなら、入射速度が速いとき
 入射したときに水の抵抗を受けやすく減速しやすい
 と考えられるからである。

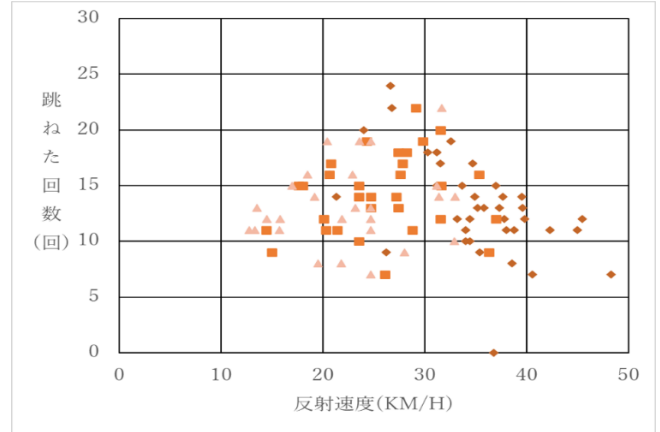


図 1 8 反射速度と跳ねた回数の関係

続いてのグラフでは図 1 9 が反射角と速度維持率
 の関係について、図 2 0 が入射角と速度維持率の関
 係を表している。図 1 9 には見る限り大きな相関関
 係を見いだすことは難しい。しかし、図 2 0 を見ると
 全体として逆三角形になっていることがわかる。ま
 たその最も低い点の数値は入射角=9 度となっている。
 次に菱形で表されている 1 回目のデータに注目
 する。全体としては速度維持率の最大値との関係は
 無かったものの 1 回目のデータだけを見ると菱形に
 近い形になっておりその最大値の数値が約11度であ
 る。本研究において撮影のやり方上 1 回目のデータ
 が最も正確性が高くなり、1 回目のデータで成り立つ
 ことは最適な数値として正しいといえる。

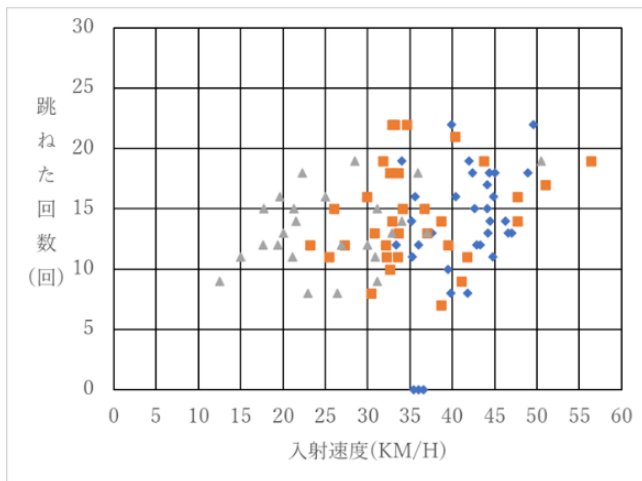


図 1 7 入射速度と跳ねた回数の関係

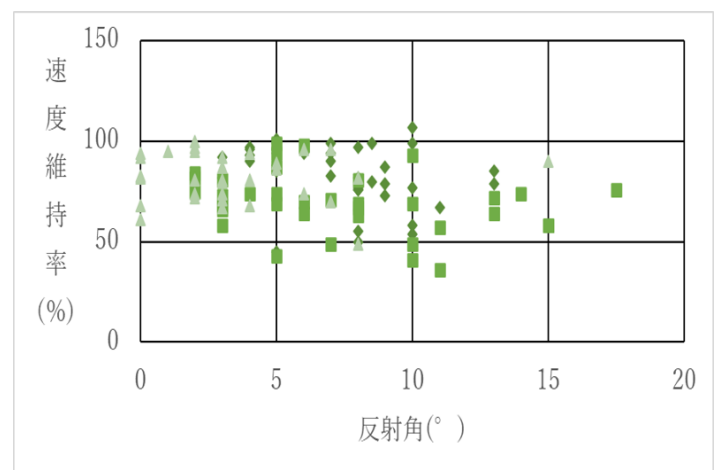


図 1 9 反射角と速度維持率の関係

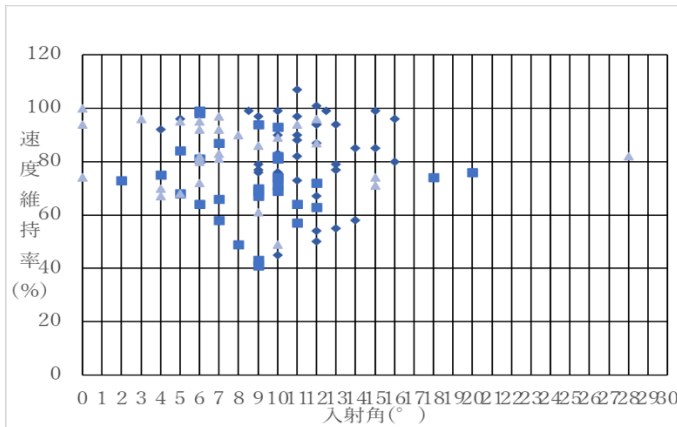


図 20 入射角と速度維持率の関係

今回のデータを踏まえると、実験で使用した石において、3要素の最適値は、入射角約 11 度、入射する石の姿勢約 -5 度、入射速度約 28km/h であると言える。ただし、入射する石の姿勢が約 -5 度のとき速度維持率が 100%に近いため最適反射速度を最適入射速度とした。

4. まとめ

物理シミュレーションでは満足のいく結果を得ることはできなかった。実験で得られた数値から、今回実験で使用した石と同じような条件の石においては、入射角約 11 度、入射する石の姿勢約 -5 度、入射速度約 28km/h のときに最も多く跳ねる殿ではないかという仮説が得られた。

5. 今後の展望

今回の研究の課題として、1種類の石についてしか考えていない、幅広い速度について考えることができない、回転数と跳ねる回数の関係がわかっていない、ということが挙げられる。これらの条件について今回わかったデータを元に変数を変え、より一般的な最適条件を求めたい。

物理シミュレーションに関しては、精度が低いことが今の一番の問題点である。研究でよく用いられる高精度 MPS 法について学習し、水切りのシミュレーターを正確に動かすことをひとまずの目標として研究を進めていきたい。

実験の面では、装置のばねが少し弱く、人が投げるよりもはやい速度で石を射出することができないことが問題点として挙げられる。ヘッドの形やばねの強さなどを工夫し、より幅広い条件で投げられるよ

うに改良を目指したい。

また、新しいテーマとして、海水と淡水での跳ね方の違いや、水深と跳ねる回数、流れの速さの影響などについても検証したい。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたっては、たくさんの方々のお力添えをいただきました。無茶な質問に何度も答えてくださった先生方、装置の運搬や動画の撮影を手伝ってくださったご家族の皆様、夜遅くまで式の導出を付き合ってくれた友達、研究を応援して下さったすべての方々に、心より感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 中尾 大樹, 山下 ひな香, 山下龍之介 (2017) 「水切りの謎に迫る」, <<http://www.tsukuba.ac.jp/community/kagakunome/pdf/2017/h1.pdf>> .
- 2) Mark Rober, <https://youtu.be/MO_U1FHwACK>.
- 3) Jesse Belden, Randy C. Hurd, Tadd T. Truscott (2016) 「Elastic spheres can walk on water」, <<http://www.nature.com/articles/ncomms10551>>.
- 4) 「MPS法の理論」, <<http://www.slis.tsukuba.ac.jp/~fujiwara.makoto.fu/cgi-bin/wiki/index.php?MPS%CB%A1%A4%CE%CD%FD%CF%CO>>
- 5) 佐々木 卓雅 (2016) 「GPU および領域分割を用いた粒子法による流体シミュレーションの高速化」, <http://uec.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=1981&item_no=1&attribute_id=20&file_no=1>
- 6) 「粒子法」, <<http://element.com/blog/2017/12/19/particle-method/>>
- 7) 戸田 和之 「境界条件の基礎と決定法」, <<http://pdfside.tips/documents/-accricken-.html>>
- 8) 青子守歌 (2020) 「OpenMPS」, <<http://github.com/OpenMps/openmps>>

光によって作られる色

ーコレステリック液晶から考えるー

研究者 2年3組10番 大内こころ
2年3組33番 森山琴乃
2年3組38番 横山巴渚

1. 研究動機

構造色という現象に興味を持ち、そのことについて調べていく中で、構造色を再現する方法として液晶の中の液を作る方法を見つけた。しかし、インターネットにあるその実験の画像を見てみると、液によって色が違って見えた。そのことに疑問を持ち、理由を調べてみたがこれといった情報が出てこなかったため、自分たちで調べてみようと思った。

2. 事前調査

(1) 構造色と波長について

構造色とは、見る角度に応じて色が変化して見える発色現象である。

構造色には光の波長が関係している。そもそも光には、紫外放射、赤外放射、可視光線があるものの、人間に見えるものは可視光線のみである。その人間に見えるか見えないかに、波長(空間を伝わる波が持つ周期的な長さ)が関係してくる。

可視光線よりも波長が短いものを紫外放射、長いものを赤外放射といい、また、可視光線の色は波長の短いものから、紫→青→緑→黄→赤となっている。

種類	名称	波長
紫外放射	UV-C	100nm-280nm
	UV-B	280nm-315nm
	UV-A	315nm-400nm
可視光線	紫	400nm-435nm
	青	435nm-480nm
	緑青	480nm-490nm
	青緑	490nm-500nm
	緑	500nm-550nm
	黄緑	560nm-580nm
	黄	580nm-595nm
	橙	595nm-610nm
	赤	610nm-750nm
	赤紫	750nm-800nm
赤外放射	IR-A	800nm-1400nm
	IR-B	1400nm-3000nm
	IR-C	3000nm-100万nm

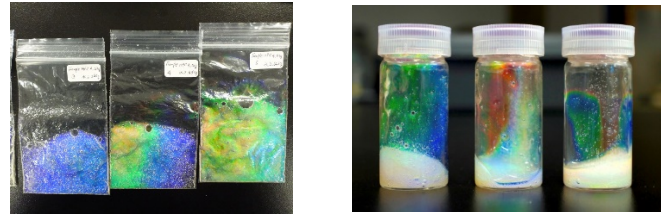
(図1) 光の波長と色

(2) コレステリック液晶

液晶のひとつで液の分子による光の反射で電力を使わなくても色を表すことができる。

私たちの実験では、コレステリック液晶に使われている液晶液(ヒドロキシプロピルセルロース水溶液)を利用して光によって変わる色を研究し

ていく。



3. 実験内容

(1) 使用するもの

ヒドロキシプロピルセルロース、精製水、ジップロック

(2) 実験方法

ヒドロキシプロピルセルロース 3g に精製水を加えて、湯煎をしながらよくかき混ぜる。均一に混ぜたら乾燥しないように袋に入れ、液晶液が構造色を示すまで1週間から2週間置く。数日置くと構造色を示すようになる。

① 濃度を変える

精製水に対しヒドロキシプロピルセルロースの割合を40%、50%、60%とそれぞれ変えて液晶液を作り、色がどう変わるかを観察する。

② 温度を変える

50%の液晶液を30℃から60℃を10℃きざみで変えて、色がどう変わるかを観察する。

③ 厚さを変える

50%の液晶液を密閉できる袋に入れ、その上に100g、200g、300g、400gの重りを置いて厚さを変えていき、色がどう変わるかを観察する。

4. 実験の仮説

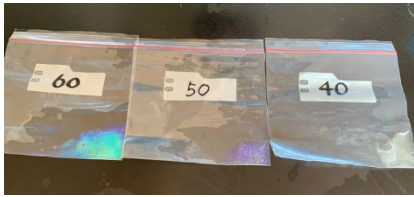
濃度と厚さを変えると色は変わり、温度を変える

ときだけ色は変わらない。

5. 実験の結果

(1) 濃度を変える

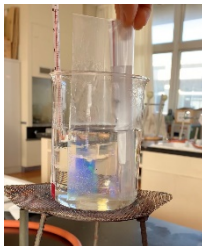
60% → 青緑 50% → 青 40% → 透明



40%だと精製水の割合が多く、構造色を作るのが難しい。

50%以上から構造色が作れたが、他の実験に使用するための50%濃度水溶液とこの50%濃度水溶液の色はそれぞれ違ったため、濃度50%からは色の変化にあまり濃度は関係がなくなる。

(2) 温度を変える



60度



50度



40度



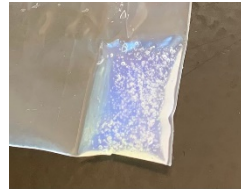
30度

60度、50度では白くなった。

40度では白くならず緑色まで変化した。

30度でも白くならず水色まで変化した。

(3) 厚さを変える



0 g
6 mm



100 g
3.5 mm



200 g
3 mm



300 g
2 mm



400 g
1 mm

色は変化していったため、厚さによって色は変わる。

6. 考え

温度、濃度、厚さの3つのどの条件でも色が変わることが分かった。

ヒドロキシプロピルセルロースは食品添加物として使用されるほど人体に影響がなく安全性が高いことに加え、液晶液は構造色を示しそれは永久的に色を示すため、安全で劣化のない塗装や化粧品などに応用できるのではないかと考えた。

7. 参考文献

1) コレステリック液晶作り

<https://nisimoto.wordpress.com/2015/06/04/hydroxypropyl-cellulose-cholesteric-liquid-crystal/>

2) 身の回りの光と色

<http://phenomenon-of-light.jp/page2.html>

3) 構造色

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%A7%8B%E9%80%A0%E8%89%B2>

シンバルを輝かせよう

—身近なものを使って—

研究者 2年3組1番 荒井 梨那
18番 小林 千莉
2年6組33番 野本 結那

1. 研究目的（問題意識）

私たちは吹奏楽班に所属しているが、錆びているシンバルを綺麗にしたいと思っていた。市販のシンバルクリーナーは値段が高いため、身近なものでも綺麗にする方法を知りたいとおもった。また、何を使えばシンバルの錆びを落とすことができるのかを調べたかった。

2. 現状（先行研究の分析）

(1) シンバルが錆びる原因

シンバルの主成分は銅であり、十円玉に似ている。銅という金属は錆びる（酸化）と、いわゆる緑青（青さび）が発生する。緑青が発生する時は、かなり極端な汚れが付着していた、また、汗、など塩分を含む汚れが付着したなど、強い汚れがしばらく付着したままにすると発生する。



(図1) 錆びたシンバル

(2) 10円玉をきれいにする

10円玉は主に銅できており、シンバルと同じである。10円玉を身近なものでも綺麗にすることができるものは酸がふくまれているものとわかった。酸が酸化銅と触れると酸が溶け、錆びがとれる。シンバルも同様に錆びがとれると考えられる。

(表1) 10円玉の実験

ソース	ケチャップ	酢	レモン汁	ラー油	醤油
◎	◎	○	◎	×	○

◎綺麗になった ○少し綺麗になった
×変化なし

3. 研究方法（研究手法）

シンバルに用意したものを塗るもしくは浸し、一時間後のようすを観察する。用意したものは、ケチャップ、マヨネーズ、水、砂糖水、塩水、炭酸水、コーラ、トマトペースト、酢、油、コーヒー、シンバルクリーナー



4. 結果・考察

実験後の様子

マヨネーズ ↓



ケチャップ ↓

コーラ ↓



ら

水↓



砂糖水↓



炭酸水↓



塩水↓



トマトペースト↓



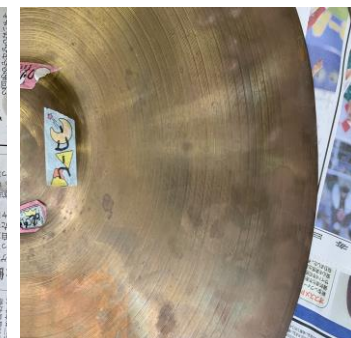
酢↓



油↓



コーヒー↓



シンバルクリーナー↓



マヨネーズ	ケチャップ	コーラ	水	砂糖水	炭酸水
○	○	△	×	×	×

塩水	トマトペースト	酢	油	コーヒ	シンバルクリーナー
×	○	○	×	△	○

×変化なし △少し綺麗になった ○綺麗になった

5. 自分の提案 (答え)

(1) 提案1 ケチャップの使用

実験結果よりケチャップが錆びを取るということが分かった。ケチャップには酢、トマトが含まれておりその両方が錆びを綺麗にすることができる。よって、ケチャップを使用してシンバルを綺麗にするとシンバルクリーナーよりも安い値段で済ませることができる。

(2) 提案2 酸化を未然に防ぐ

シンバルが錆びる原因は汗などによる汚れだ。それらを防ぐためにシンバルの使用後はクロスで拭いて酸化を防ぎたい。また、多少の汚れであればクロスや市販のスポンジで綺麗にすることが可能だ。

6. 今後の課題

今回の実験でケチャップが錆びを落とすことは分かったが、トマトの成分の何が錆びを落とすことができるのかしらべたい。

7. 引用・参考文献

https://www.nmm.jx-group.co.jp/copper/join/kidsnet/pikapika_10yen/

10円玉ぴかぴか実験

<https://www.ishibashi.co.jp/dgp/detail/17403>

わからないことは楽器屋さんに聞け！中古品選びの基礎知識2

GOOD SMELL GOOD LIFE

—身近にあるものの匂いを身につける—

研究者 2年5組28番 中谷俊朗
2年6組 9番 金井航太
2年6組16番 小林遼平
2年6組35番 松澤啓大

1. 研究目的（問題意識）

匂いが人に与える印象を知ると同時に、周囲により好まれる匂いを知りたいと思ったから。また、容姿に関わらず、匂いで周りとのアドバンテージをつくれたら物事を有利に進められると考えたから。

2. 現状（先行研究の分析）

(1)（原因・現状）

においを起こさせる化学物質を「におい物質」と言い、嗅覚器である鼻は空気中にあるにおい物質を感知する働きをしている。その機能を十分に発揮するためには、嗅覚器は新鮮な空気に触れている必要がある。

嗅覚は、その情報が脳辺縁系の扁桃体や海馬などの記憶や感情などを直接つかさどる部分に直接伝わるため、他の五感に比べ記憶に残りやすい。

3. 研究方法（研究手法）

匂いに関するアンケート調査を、屋代高校二年生徒を対象に行った。

- ①他人の匂いを気にしますか？
- ②制汗剤や香水を日常生活で使用していますか？
- ③どんな匂いが好きですか？
- ④その他好きな匂いがあれば教えてください

4. 結果

アンケートの回答（121件）を得ることができた

① 他人の匂いを気にしますか？

はい 75.2%
いいえ 24.8%

② 制汗剤や香水を日常生活で使用していますか？

はい 60.3%

理由・汗の匂いが気になる

- ・他人が自分の匂いを気にするかもしれない
- ・人の雰囲気や左右する
- ・自分の好きな匂いを身につけたい

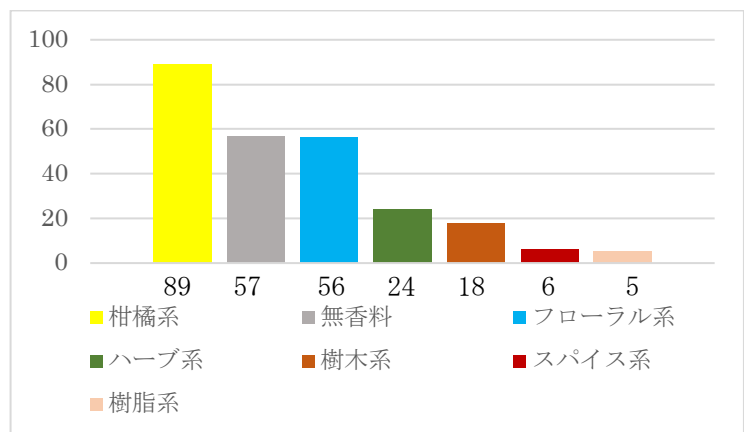
いいえ 39.7%

理由・具合が悪くなる

- ・匂いを気にしない
- ・お金がかかる
- ・面倒だから

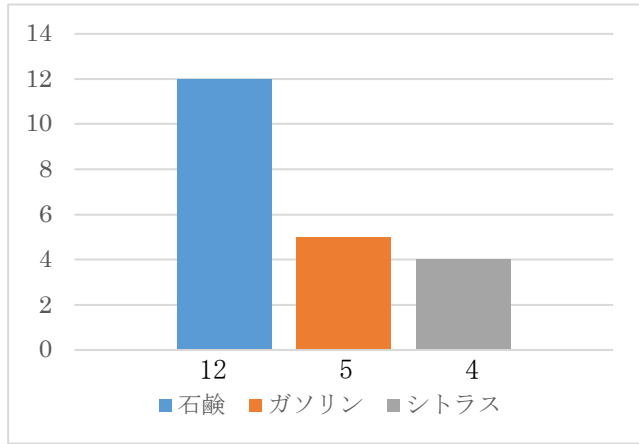
③ どんな匂いが好きですか？

柑橘系(レモン、オレンジ)・・・89票
無香料・・・57票
フローラル系(ローズ、ラベンダー)・・・56票
ハーブ系(ファンネル、ローズマリー)・・・24票
樹木系(シダーウッド、ティーツリー)・・・18票
スパイス系(シナモン、ブラックペッパー) 6票
樹脂系(ミルラ、フランキンセンス)・・・5票



④ その他好きなにおいがあれば教えてください

- 石鹸・・・・・・・・・・・・・・・・・・12票
- ガソリン・・・・・・・・・・・・・・・・・・5票
- シトラス・・・・・・・・・・・・・・・・・・4票



※その他

- 花・・・・・・・・・・・・・・・・・・1票
- スイーツ・・・・・・・・・・・・・・・・・・1票
- ベリー系・・・・・・・・・・・・・・・・・・1票
- 柔軟剤・・・・・・・・・・・・・・・・・・1票

5. 自分の提案

(1) 考察

③のアンケートの結果から果物の匂いなどの柑橘系や、花の匂いなどのフローラル系、石鹸の人气が高く、身近にあるものの匂いが人気なのではないかと思った。逆に日常で身近にあることが少ないスパイス系や樹脂系の匂いは人気がないと思った。ガソリンのように、好きな匂いが必ずしも周囲に好まれる匂いだとは限らないと思った。

④について、ガソリンは揮発性が強く、その匂いは炭化水素の化合物の匂いで、芳香族と呼ばれる甘く香ばしい匂いを発するものの一種である。そのため、ガソリンは匂いが広まりやすい。しかし、シンナーと同様に神経に強く作用し依存性があるうえ、匂いを不快に思う人も少なからずいるので、香水のように身につけるものとしては不適切であると言える。

(2) 提案

アンケートの結果、人気の高かった柑橘系やフローラル系の匂いを身につけると他人に良い印象を持たれるのではないかと思った。

芳香族を用いるとさらに印象をよくできると思った。

6. 今後の課題

今回の研究では主に良い印象を与えるものについて研究したので、逆に悪い印象を与える匂いについて調べたい。

7. 引用・参考文献

- 1) 岩堀修明 『図解 感覚器の進化』
講談社 2011年
- 2) 公益社団法人日本薬学会
<https://www.pharm.or.jp/dictionary/wiki.cgi?%e8%8a%b3%e9%a6%99%e6%97%8f%e5%8c%96%e5%90%88%e7%89%a9>

3秒ルールは大丈夫？

～身の回りの衛生について考える～

研究者 2年1組1番 浅沼想
 2年1組5番 市野杏音 2年1組7番 伊東響希
 2年1組8番 大河内優希 2年4組4番 岡野美紅

1. 研究目的

クレムゾン大学の研究チームによると、時間にかかわらず床に塗った細菌は食べ物に移ると結論づけられている。一方、アストン大学の研究チームによると、落ちてから数秒以内では微生物が付着する可能性は低いと結論づけられている。このように3秒ルールに関する科学的実験の結果がことなる。そこで、私たちは自分たちで実験し、落とす秒数や、落とす食べ物による違いはあるのかを調べようと思った。

2. 事前調査

(1) 仮説

床に接した秒数が長いほど菌が繁殖しやすく、またグミやバナナのような粘性の高い食材のほうが菌が付着しやすいのではないかと考えた。

(2) 実験方法

- ① 教室の床の4か所からろ紙で菌を採取する
- ② 寒天培地につける
- ③ インキュベーターに入れて16時間培養させ、観察する

(3) 結果



どの場所にも菌はあったが、場所によって菌の種類も量も差があった。

床の場所によって実験結果が変わってしまう可能性があるため、正確な実験を行うために、事前に用意した大腸菌を用いて実験することにした。

3. 実験①

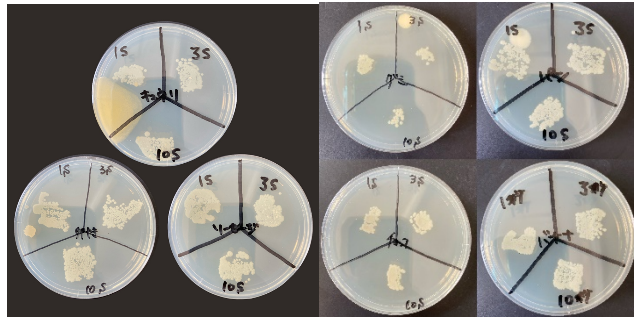
(1) 実験方法

- ① 食材（バナナ、キュウリ、グミ、チョコ、パン、卵焼き、ソーセージ）をそれぞれ同じサイズに切ったもの

を用意する

- ② 大腸菌の上に1秒、3秒、10秒つける
- ③ 寒天培地の上に5秒置き、培地に大腸菌をつける
- ④ インキュベーターに入れて16時間培養させる

(2) 結果



	卵焼き	キュウリ	ソーセージ
1秒	○	○	◎
3秒	○	◎	◎
10秒	◎	◎	○

	グミ	チョコ	パン	バナナ
1秒	◎	◎	◎	○
3秒	○	◎	◎	◎
10秒	△	◎	◎	◎

- ◎…食材と寒天培地の接触面積に対してコロニーの数が密
- 食材と寒天培地の接触面積くらいにコロニーが広がっている
- △ 食材と寒天培地の接触面積に対してコロニーの数が疎

図に示されたように秒数ごとのコロニーのつき方には多少の違いがみられたが、1秒のほうが3秒、10秒に対して多く大腸菌が繁殖するという傾向はなかった。

(3) 考察

・床に接した秒数に関わらず、食材に付着した大腸菌の数に差はみられなかった。

・食べ物の種類による食材に付着した大腸菌の数にも変化はなかった。よって、仮説は立証されなかった。したがって、今回の実験ではいわゆる3秒ルールを信じてはいけないことが分かった。

4. 実験②

実験①では床に接した秒数、食材という条件しか変えずに実験していたため、次は食材が落ちた後水で洗ったらどうなるのかを調べた。また、実験①より、食材の粘性による大腸菌の付着に違いがみられなかったため、食材で実験する必要はないと判断した。そこで、条件を等しくするために食材の代用として消しゴムを用いることにした。同時に、水の種類の違いによる変化があるかどうか調べてみた。

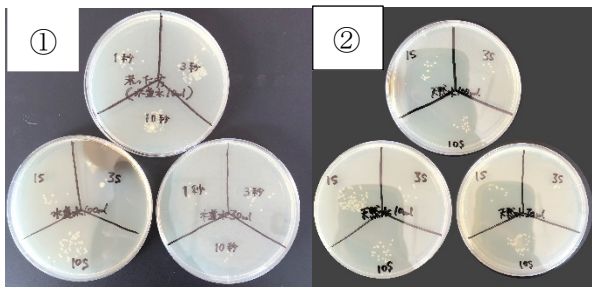
(1) 仮説

洗い流した水の量が多いほどより多くの大腸菌を落とすことができるのではないかな。

(2) 実験方法

- ①面積が等しくなるように切った消しゴムを用意する
- ②大腸菌の上に1秒、3秒、10秒つける
- ③天然水、滅菌水、水道水をそれぞれ10ml、30ml、100ml用意する
- ④③の水で洗い流す
- ⑤インキュベーターに入れて16時間培養させる

(3) 結果



① 水道水	1 秒	3 秒	10 秒
10ml	○	△	△
30ml	◎	○	◎
100ml	◎	◎	△

② 天然水	1 秒	3 秒	10 秒
10ml	△	◎	○
30ml	○	◎	○
100ml	○	○	○

③ 滅菌水	1 秒	3 秒	10 秒
10ml	○	◎	△
30ml	△	△	○
100ml	◎	◎	◎

◎…コロニーの数が0個～10個

○…コロニーの数が11個～30個

△…コロニーの数が31個以上

5. 考察

・水で洗わなかったものに比べると、洗ったものはどれも大腸菌の繁殖があまり見られなかった。

・洗い流した水の量によるコロニーの数の差は明確には見られなかったが、全体的には、水の量が多いほど、多くの大腸菌を落とすことができたといえる。

・滅菌水100mlで洗ったとき、大腸菌がよく落ちた。

6. 結論

3秒ルールは信じ切ってはいけないが、もし食材を床に落としてしまっても、水で洗えば付着した菌を減らすことはできる。

7. 引用・参考文献

五本木クリニック

gohongi-clinic.com/k_blog/2446/#i-2

最強の漂白剤

—漂白剤の量を2倍にする—

研究者 2年1組15番 小島歌恋
2年1組11番 大日向滯奈

1. 現状分析（漂白剤について）

漂白剤によって繊維などに含まれる有色物質や付着色素を化学的に分解し、製品を白くすることを漂白という。

(1) 酸素系液体漂白剤

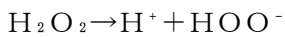
酸素系液体漂白剤の主成分は過酸化水素である。過酸化水素(H-O-O-H)は一般には酸化剤として作用する。



漂白剤の中では作用は穏やかで、液性が弱酸性であるため、色物や毛や絹にも使用できる。

(2) 酸素系粉末漂白剤(過炭酸ナトリウム)

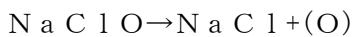
酸素系粉末漂白剤の主成分は過炭酸ナトリウム(2Na₂CO₃・3H₂O₂)である。過酸化水素を炭酸ナトリウムと反応させて得られる。水溶液中でアルカリビルダー(繊維用合成洗剤の洗浄力を高めるために加えられる薬剤)の炭酸ナトリウムを放出し、アルカリ条件下でパーヒドロキシルイオン(HOO⁻)を生成する。



これが酸化反応に寄与すると考えられている。過酸化水素を主体とした漂白剤よりは作用が強いため、毛や絹には用いることができないが、染料を分解するほどの作用はないので色物にも使用できる。

(3) 塩素系液体漂白剤

塩素系漂白剤の主成分は次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)である。



塩素系漂白剤は酸化力が非常に強く、衣類にダメージを与えやすい。例えば、絹の漂白に塩素系漂白剤を使用すると黄変し、繊維を脆化させる恐れがある。また、除菌、除臭効果が高く、触るとヌルヌルし、刺激臭がある。

2. 研究1

<目的>

塩素系漂白剤はタンパク質を含む繊維に使用することができないことを知り、本当に使用できないのか気になったから。また、全ての布に使用することができる漂白剤はあるのか興味を持ったから。

<方法>

- ① 過炭酸ナトリウム(20g)
- ② 酸素系液体漂白剤(ワイドハイター)(40ml)
- ③ 塩素系液体漂白剤(ハイター)(40ml)
- ④ 炭酸水
- ⑤ 水

<1>布(綿、麻、毛、絹、レーヨン、アセテート、ポリエステル、ナイロン)にアクリル絵の具(変化がわかりやすいもの)を付ける。

<2>A) ①~③は水2Lに実験を行う物質を混ぜる。
B) ④、⑤はそのまま2L使用する。

<3><2>に<1>の布を入れ、15分つけ置きする。

4. 結果・考察1

★×1~★×5でアクリル絵の具の落ちた量を表す

※☆は布の変色があったとき

<★×1から★×5の判断方法>

- ★×1 ほぼ落ちなかった
- ★×2 少しだけ落ちた
- ★×3 半分くらい落ちた
- ★×4 ほとんど落ちた
- ★×5 絵具は落ちたが、跡が薄く残った

	植物繊維		動物繊維	
	綿	麻	毛	絹
①	★★	★★★	★	★★★
②	★★	★★	★	★★★
③	★★★★	★★★★	☆☆	☆☆
④	★	★★	★	★
⑤	★★★	★★★★	★	★★★

	再生繊維	半合成繊維	合成繊維		計
	レーヨン	アセテート	ポリエステル	ナイロン	
①	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★★	26
②	★★	★★★★★	★★	★★★★★	22
③	★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	29
④	★★★	★★★	★★★★	★★	17
⑤	★★	★★★★	★★★★	★★★	21

塩素系の漂白剤は布が変色してしまうため全ての布に使用することができないが、酸素系漂白剤は変色しないため、どの布にも使用することができる。また化学繊維の表面は滑らかだが、植物繊維や動物繊維の表面には凹凸が多いためあまり効果が出なかった。その他にも絵の具の付け方や量の違いで水だけでも効果が出たものもあった。

5. 研究2

<目的>

全ての布で使用することができ、効果があった酸素系液体漂白剤(ワイドハイター)を使用し、水の温度や漂白剤の濃度などを変え、より効果が出る使用方法について調べる。また、洗濯機と近い環境(攪拌する)で実験を行う。

<方法>

布を植物繊維(絹・麻)、動物繊維(絹・毛)、半合成繊維(アセテート)、合成繊維(ポリエステル・ナイロン)から1種類ずつ選ぶ。

(温度の差について⑥から⑧)

⑥ ワイドハイター(10ml) 10℃

⑦ ワイドハイター(10ml) 40℃

⑧ ワイドハイター(10ml) 70℃

(量の差について⑦、⑨、⑩)

⑨ ワイドハイター(5ml) 40℃

⑩ ワイドハイター(20ml) 40℃

(添加物や使用方法について⑪から⑮)

⑪ ワイドハイター(10ml) + 食器用洗剤(10ml)

⑫ ワイドハイター(10ml) + 洗濯用洗剤(10ml)

⑬ ワイドハイターを直接かける

⑭ アルコール

⑮ でんぷんのり



攪拌している様子

C) ⑥~⑫

<1>布(麻、毛、アセテート、ナイロン)にアクリル絵の具を付ける。

<2>水1Lを入れたビーカーに実験を行う物質を混ぜる。

<3><2>に<1>を入れ、攪拌機で5分間攪拌する。

<4>水1Lのみを入れた別のビーカーを用意し、攪拌し終わった布を入れ、攪拌機で1分間攪拌する。

D) ⑬~⑮

<1>布(麻、毛、アセテート、ナイロン)にアクリル絵の具を付ける。

<2><1>の布に実験を行う物質を付け、5分間置いておく。

<3><2>の布を水1Lのみを入れたビーカーに入れ、攪拌機で1分間攪拌する。

6. 結果・考察2

(結果・考察1と同じ表し方)

	麻	毛	アセテート	ナイロン	計
⑥	★★	★	★★★	★★★★★	11
⑦	★	★★	★★★★★	★★★★★	13
⑧	★★	★	★★★★★	★★★★★	13
⑨	★	★	★★★★	★★★★	10
⑩	★★★★★	★★★	★★★★	★★★★	16
⑪	★★★	★★★	★★★	★★★★★	14
⑫	★	★★★★	★	★	7
⑬	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	15
⑭	★★	★★★	★	★★★★★	11
⑮	★	★	★	★	4

ワイドハイターの量を多くしたときや直接かけたとき汚れが落ちやすかった。温度による効果の差はあまりなかった。

5. 自分の提案(答え)

汚れが落ちにくい場合には漂白剤の量を増やしてみる。

6. 今後の課題

全体的にあまり効果がでなかった植物繊維や動物繊維に対してさらに効果がでるような使用方法について調べる。

7. 引用・参考文献

1) 日本石鹼洗剤工業

https://jsda.org/w/03_shiki/a_24_1.html

2) 洗剤[5]: 漂白剤・漂白活性化剤

<http://www.detergent.jp/kaisetsu/solv05.pdf>

3) 絵の具の汚れの落とし方5選! 水彩絵の具、アクリルや油彩も落とす!

https://yourmystar.jp/c0_133/c1_26/articles/paint-stain/

4) 日本大百科全書(ニッポニカ)

自然のものでカラフルに

～環境に負担をかけないサステイナブルファッション～

研究者 2年1組23番 塚田結奈
2年1組30番 畑中梨穂音
2年3組15番 小島美優
2年4組10番 小林さくら

1. 研究目的

衣類の染色に使われる染色料には、大量の化学物質が含まれている。それらは環境だけでなく、人体にも悪影響を及ぼすものが多い。

環境にも人体にも優しい染色方法を考え、草木染めを行ってみようということになった。



2. 事前調査

染色を行うといっても、インターネットの情報だけでは心もとない。千曲市で染色工房を営む窪田孟恒（くぼたたけつね）さんに、あんず染めの方法を教えていただいた。

用意するもの

- ・染める物
- ・染材（今回はあんずの木の幹を使用）
生なら2倍、乾燥しているなら染める物と同量
- ・媒染材（今回は焼きミョウバンを使用）
染める物の10%以下の重さ

染色方法

- ・染色前に媒染液に浸す先媒染法で、糸を製品にした後に染める後染め

- ①染材をナタ等で細かくする
- ②アルミ釜で煮る
- ③沸騰したら20～30分煮る。火を弱める
- ④ポリバケツにガーゼ等で漉す
- ⑤媒染液に浸す
- ⑥染める物を染色液に浸してよく絞り広げる

⑦一晩浸す

⑧必要に応じて⑥～⑦を繰り返す

⑨余分な染料と媒染材を落とす程度の水洗いをする

⑩直射日光で乾燥させる。変色を避けるため、時々裏返す

- ・染材は何を使っても良いが、時間の経過で変色して茶色っぽくなるものがあるので注意が必要
- ・花の咲く植物を使う際は、開花後は色が出にくくなるので開花直前のものを使うのが良い
- ・媒染材を多く使えば色が付きやすく、落ちにくくなるが、色に透明感が出ない。透明感を出すには何度も繰り返し染色作業をするほうが良い

3. 研究方法

16種類の布を用意し、先媒染法、後染めで染めて色の付き方を比べた。

染材にはあんずの木の幹（乾燥）を、媒染には焼きミョウバン（10%）を使用。染色回数は1回

使用した布の材質（品名）

- ・綿（ブロード）
- ・ポリノジック（ポプリン）
- ・綿（かなきん3号）
- ・プロミックス（シノン）
- ・毛（モスリン）
- ・キュプラ（ポプリン）
- ・絹（富士絹）
- ・アセテート（タフタ）
- ・麻（ブロード）
- ・アクリル（ボンネル）
- ・レーヨン（タフタ）
- ・ナイロン（タフタ）
- ・ビニロン（かなきん）
- ・ポリプロピレン
- ・アクリル系（カネカロンポプリン）
- ・ポリクラー（コーデラン）

予想

- ・化学繊維は天然繊維に比べると染まりにくい
- ・2種類ある綿はどちらも同じくらい染まる

4. 結果・考察

材質	品名	色について
プロミックス	タフタ	うすうすだいたい
アセテート	タフタ	プロミックスよりも
ポリプロピレン		だいたい色が濃い。
アクリル	ボンネル	うすだいたい
アクリル系	カネカロンポプリン	
ナイロン	タフタ	くすんだ黄色
綿	ブロード	
麻	ブロード	薄い黄色
レーヨン	タフタ	
キュプラ	ポプリン	くすんだだいたい
綿	かなきん3号	
ポリノジック	ポプリン	だいたい
ビニロン	かなきん	
毛	モスリン	
絹	富士絹	べっこう色
ポリクラーレ	コーデラン	

- ・表の上の物ほど染まりにくく、下にいくにつれて色が濃くなった
- ・化学繊維は染まりやすい物も染まりにくい物もあったが、天然繊維は全体的に染まりやすかった
- ・同じ綿でも種類によって染まり方に大きな違いがあった。調べたところ、染料はたんぱく質を染めているらしいので、含まれる量によって差が出ているのかもしれない



(左:ブロード 右:かなきん3号)

5. まとめ

- ・今回教わったのはあんず染だったが、あんず以外の植物を使って染める方法もある。特にコーヒーや紅茶は色が付きやすい
- ・おそらくどんな布を使って綿のように種類が違えば染まり具合も違ってくると思うので、比べてみたいと思った
- ・使用する媒染によって色に変化が出るらしいので、それによる違いを見るのもおもしろそうだった。銅などが使えるが、後処理が大変だと教わったので自分たちで利用できる範囲で何か探してみたい
- ・今回は1回ずつしか染色できなかったもので、何回

も繰り返し染めてそれによる色の違いを見ることもやってみたい

6. 今後の課題

- ・染める物、染材、染色方法を自分たちで決めて染色を行い、違いを比べてみる。
- ・千曲市はあんずが多いのであんず染めが行われているとしたら、他の県では他の植物を使って染めているのではないかと思う。そういったものを調べてまとめてみる

7. 引用・参考文献

- 1) 窪田孟恒さん
- 2) 【生地の基本知識】先染めと後染めの違い・特徴・染め方の種類とは
<https://yamatomi.biz/labo/38239>
- 3) 意外に簡単！自宅でできる草木染めで自然の色遣いを楽しもう♪
<https://kinarino.jp/cat-ファッション4720>
- 4) 草木染めLife -染め部-
<https://xn--ebk785nxoaw29f.jp/>

割れないシャボン玉はどう作るのか！？

—膜の厚さと分子量の関係—

研究者 2年6組12番 桑原玖実
2年6組37番 山崎恋奈
2年5組1番 池澤美月

1. 研究目的（問題意識）

子供たちが好きなシャボン玉のすぐ割れてしまう性質は長く遊びたい子供にとって大きな欠点である。そこで、私たちはシャボン玉の持続力を上げ、より長い間子供たちが楽しめる方法を見つけ、子供を喜ばせたいと思った。

2. 現状・仮説

(1) 現状

よく家庭で作る水と洗剤のシャボン玉液では、すぐにシャボン玉は割れてしまう。しかし、市販のシャボン玉液は家庭でのシャボン玉液より明らかに割れにくかった。そこで市販のシャボン玉液の原材料と役割を調べた。

〈原材料〉

・水 ・界面活性剤 ・増粘剤

〈各役割〉

界面活性剤と水：これらによりシャボン玉の基本である「膜」が作られる。

増粘剤：分子量が大きく粘性があり、水の中で分子を動きにくくする役割。

(2) 仮説

①分子量が多ければ割れにくいシャボン玉ができるのではないか。

→分子量の多い物質を入れることで分子量を変化させ割れにくいシャボン玉が実現できるのではないか。

②シャボン玉液の粘性が高いほど、割れにくいシャボン玉ができるのではないか。

→粘性が高い物質を入れることで割れにくいシャボン玉が実現できるのではないか。

3. 仮説①の研究手法

〈シャボン玉液の材料〉

水：食器用洗剤 (20 : 1)

〈加える物質〉 () の中には分子量

【ア】 砂糖 (342)

【イ】 ブドウ糖 (180.156)

【ウ】 重曹・炭酸水素ナトリウム (84.007)

【エ】 酢酸 (60.052)

【オ】 塩 (58.4)

〈方法〉

i) シャボン玉液 10mL を作る。

ii) そこに上記の物質をそれぞれ 0.5g、1.0g ずつ量り入れる。

iii) シャボン玉を作り割れるまでの様子を観察する。

4. 仮説①結果・考察

〈結果〉

	砂糖	ブドウ糖	重曹	酢酸	塩
0.5g	◎	○	○ 変化なし	△	△
1.0g	◎	○	○ 変化なし	×	×

◎…長持ちした ○…ふつう

△…作れるがすぐ割れる ×…作れない

【ア】 砂糖

膨らませた後、床についても割れることなく形を保っていた。

【イ】 ブドウ糖

通常シャボン玉より長い間形を保っていたが、砂糖よりは持たなかった。

【ウ】 重曹

通常のシャボン玉とほぼ変わりなかった。

【エ】 酢酸

0.5g の場合はかろうじてシャボン玉の形になったが、すぐに割れてしまった。1.0g ではシャボン玉の形にもならなかった。

【オ】 塩

酢酸同様、0.5g の場合は作れたが、1.0g では作ることができなかった。

〈考察〉

- ・やはり分子量の多い砂糖は通常のシャボン玉に比べて、長く形を保っていたが、分子量の少ない塩や酢酸は割れやすくなった。
- ・分子量が多くなるほどシャボン玉が割れにくくなるという結果から、シャボン玉の持続時間と分子量は関係する。

5. 仮説②の研究手法

〈シャボン玉液の材料〉

水：食器用洗剤 (20：1)

〈加える物質〉

- ・はちみつ
- ・ガムシロップ

〈方法〉

- シャボン玉液 10mL を作る。
- 上記の物質をそれぞれ 0.5g ずつ量り入れる。
- シャボン玉を作り、割れるまでの様子を観察する。

6. 仮説②の結果・考察

〈結果〉

	はちみつ	ガムシロップ
0.5g	◎	○

◎…より長持ちした ○…長持ちした

- ・ガムシロップも長持ちするが、はちみつの方がより長持ちした。

〈考察〉

- ・はちみつやガムシロップなどの粘性の高い物質をシャボン玉液に加えると割れにくくなった。
- ・シャボン玉液の粘性を高くすると割れにくくなったことから、シャボン玉液の粘性とシャボン玉の持続時間は関係する。

7. 提案

(1) 提案1

シャボン玉の液を作るときは、砂糖などの分子量の多い物質を混ぜることを提案する。

〈根拠〉上記の結果から、分子量の多い物質ほどシャボン玉が割れにくいと考えたため。

(2) 提案2

シャボン玉液を作るときは、はちみつなどの粘性の高い物質を混ぜることを提案する。

〈根拠〉上記の結果から、粘性の高い物質を加えることでシャボン玉が割れにくくなると考えたため。

8. 今後の課題

今回の実験では、シャボン玉の持続時間を大まかにしか記録せず、◎○△の基準が曖昧なので、具体的な数値を測りたい。

9. 引用・参考文献

シャボン玉の雑学＝答え＝

<http://www.tomoda.ne.jp/kotae.htm>

植物オイルでハンドクリームを作る

ー保湿力アップー

研究者 2年4組11番 小林千佳
2年4組19番 竹内花乃

1. 研究目的（問題意識）

一番保湿力のあるハンドクリームを作りたくて植物オイルを使って自分たちで作ってみようと思った。

2. 現状（先行研究の分析）

○保湿力の高い植物

アボカド、アロエ、きゅうり、アスパラ、オレンジ、キウイ、オリーブ、マリーゴールド、

3. 研究方法

植物オイルを使ってハンドクリームを作り、保湿力・べたつき・香りを比較する。

ハンドクリームを梅(カリカリ梅)に塗って乾燥具合を見て、保湿力を調べる。

○ハンドクリームの作りかた

- ・ワセリン(ワックスの役割)
- ・ホホバオイル(キャリアオイル)
- ・植物オイル(アロエ、アスパラ、はちみつ、キウイ、オレンジ)

- ①植物をこして植物オイルを取り出す。
- ②耐熱容器にワセリン2グラムとホホバオイル10mlを入れ、湯銭で溶かす。
- ③溶けたら粗熱を取りながら割り箸で混ぜる。
- ④植物オイルを入れて③と混ぜる。
- ⑤容器に移して、冷蔵庫で冷やして固める。



↑③の過程

↑①の過程



左からアロエ アスパラ オレンジ 蜂蜜 キウイ

4. 結果・考察

○研究結果

	アロエ	アスパラ	オレンジ	キウイ
保湿力	○	△	◎	◎
べたつき	◎	△	○	○
香り	△	×	◎	◎

アロエ→しっとりしていた。

アスパラ→香り・テクスチャー・保湿力すべての項目でよくなかった。

オレンジ→キウイの次に保湿力が高かった。香りが一番よかった。

キウイ→保湿力が一番高かった。

蜂蜜→ハンドクリームを作る過程で蜂蜜とホホバオイルが分離してしまったのでハンドクリームにはならなかった。

○考察

オレンジとキウイは保湿力が高かった。ビタミンCが含まれているものが保湿力が高いのではないかと思い、市販のハンドクリームの成分を調べた。

<主な成分>

ヒアルロン酸(アロエ、アスパラ、オクラに含まれる)
セラミド(パイナップル、米ぬか、ゆずに含まれる)
ビタミンC(オレンジ、グレープフルーツ、キウイ)

5. 自分の提案

自分で保湿力の高いハンドクリームを作るときは、ビタミンCの多く含まれた植物を入れることをお勧めする。

6. 反省

セラミドが含まれる植物でも、ハンドクリームを作って実験したかった。

7. 参考文献

- ・「簡単すぎる！蜜蝋と植物オイルで作るリップ&ハンドクリーム」
- ・「ビタミンCスキンケアの正しい知識」

沸石の吸着能

－活性炭との比較を通して－

研究者 2年4組5番 上島大地
担当者 宮原喜美男

1. 研究目的（問題意識）

触媒や浄化剤として利用される沸石を、同じく吸着能をもつ活性炭と比較してみようと思った。

2. 現状（先行研究の分析）

(1) 沸石・活性炭とは

沸石（ゼオライト）

- ・吸着能やイオン交換能などをもつアルミノケイ酸塩鉱物。
- ・極性が大きい分子ほど強く吸着する。

活性炭

- ・石炭や、ヤシ殻などの炭素物質を原料として高温でガスや薬品と反応させて作られる微細孔を持つ炭素。
- ・非極性有機分子(二酸化炭素、メタン等)を吸着する。
- ・表面は疎水性。



↑市販のJ社の沸石とC社の活性炭を使用

3. 研究方法（研究手法）

① アンモニア

沸石が気体のアンモニアとアンモニア水をそれぞれ吸着するか調べる

② 酸素、二酸化炭素

沸石が酸素、二酸化炭素を吸着するか調べる

③ インク

沸石が日常的なインク汚れを吸着するか調べる

実験 I

気体のアンモニアを発生させ、沸石、活性炭、との反応を調べる。アンモニアが残っているかどうかは塩酸の白煙で確かめる。

実験 II

8倍希釈したアンモニア水と沸石、活性炭を混合し、pHメーターとpH試験紙を用いてpHの変化を調べる

実験 III

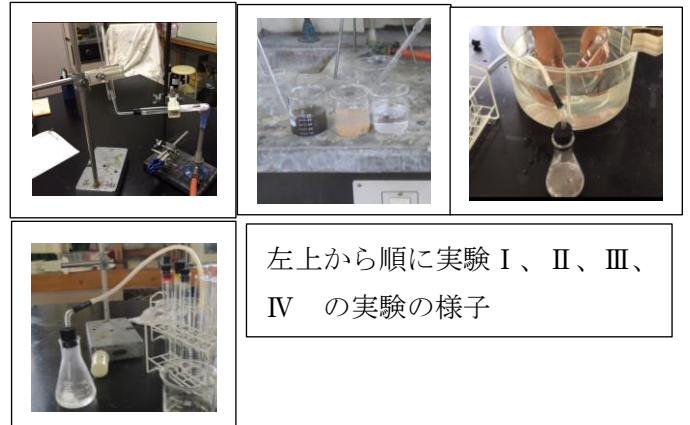
酸素を発生させ、沸石、活性炭と混合し、線香の火の反応を調べる

実験 IV

二酸化炭素を発生させ、沸石、活性炭と混合し線香の火の反応を調べる

実験 V

沸石と活性炭が絵具を吸着するか調べる

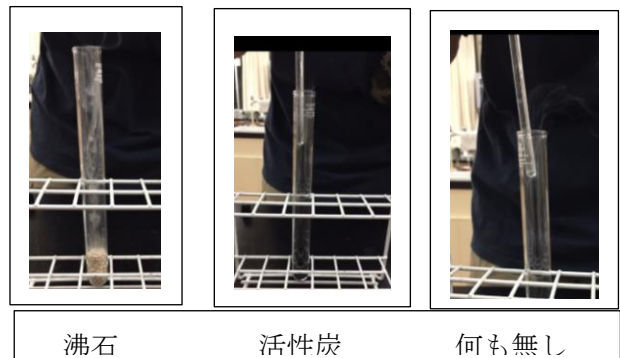


左上から順に実験 I、II、III、IV の実験の様子

4. 結果・考察

実験 I

	沸石	活性炭	何もなし
反応度合い	○	△	○
塩酸の煙…	全く出ない×	少し出る△	出る○

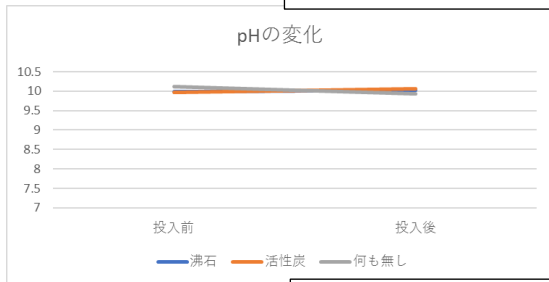


結果 活性炭は少し吸着した

考察 アンモニアは極性分子だが何らかの理由で活性炭に吸着され、沸石には吸着されなかった

実験Ⅱ

↓ pH 測定器の実験



↓ pH 試験紙の実験



投入前



投入後

結果

- ・ pH に大きな変化は見られなかった

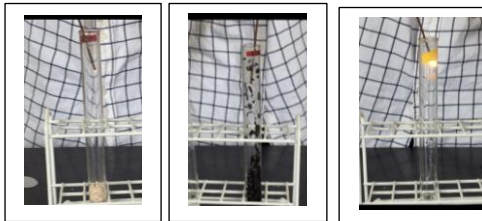
考察

- ・ 活性炭の表面は疎水性なのでアンモニア水は吸収しなかったのではないかと
- ・ 沸石に吸着能力は無かった。

実験Ⅲ

結果 沸石、活性炭、をいれたものは線香が激しく反応しなかった。

考察 酸素は無極性分子であるから活性炭は吸着しにくいはずであるが反応は弱い。投入時に酸素が抜けてしまった可能性もある。

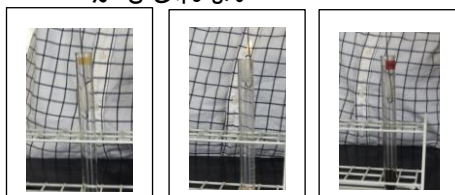


左から
沸石
活性炭
何も無し

実験Ⅳ

結果 どれもろうソクの火は消えた

考察 二酸化炭素は非極性なので活性炭はよく吸着するはずである。火は酸素が無いと燃えないのでこの実験方法では火が消えてしまったのかもしれない



左から
沸石
活性炭
何も無し

実験Ⅴ

結果 どれもインクを吸着することはできなかった

考察 沸石と活性炭にインクを吸着する能力は無かった

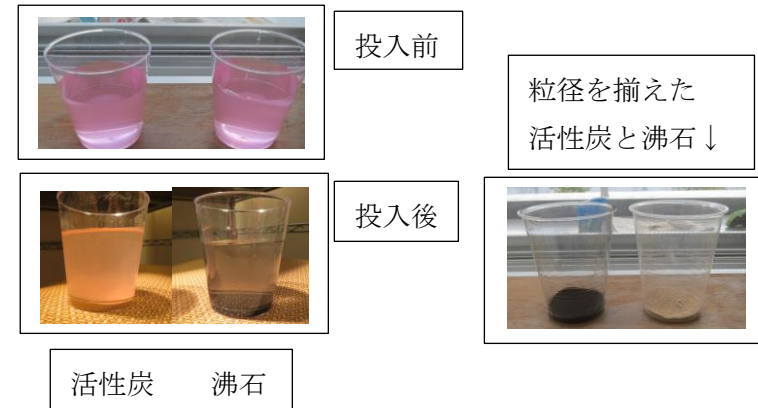


5. 実験Ⅴの再実験

- ①活性炭と沸石を砕いて篩にかけ粒径を揃える
- ②絵具を薄めにする

結果

活性炭も沸石も絵具を吸収することは無かった



6. 反省、今後の展望

①実験方法について

- ・ 活性炭と沸石の表面積を揃えるために砕いて篩で、粒径を揃えるべきだった。
- ・ 何も吸収しないと分かっている物で対照実験を行うべきだった。
- ・ 実験Ⅰでは沸石を加熱しなかったことで表面の水分にアンモニアが吸収された可能性がある。
- ・ 実験Ⅳでは石灰水を用いてみるべきだった
- ・ 実験Ⅴでは絵具が濃すぎて変化を確かめるのが難しかった。

②実験のテーマについて

- ・ 実験した内容を突き詰めたりテーマを発展させたりすることが出来なかった。
- ・ テーマの核となるような物が足りなかった。

7. 引用・参考文献

- 1) 新版 活性炭 基礎と応用
- 2) 東ソー ゼオライトのHP

黒が光を集める理由

—黒の特異性—

研究者 2年2組35番 松林陽生
2年2組13番 笹井憲登
2年2組37番 宮崎雅也

1. 研究目的（問題意識）

この世界には様々な色が存在し、私たちは普段から瞬時に色を識別しているがそもそもなぜ私たちは色を識別しているのか、興味を持ち調べたところ、光が関係していることがわかった。また、調べていく中で黒色は光を最も吸収することがわかり、黒色に焦点を置き調べてみようと思ったから。

2. 現状（先行研究の分析）

(1) (色が見える仕組み)

色には「光についた色」「物についた色」の二種類ある。光についた色とは発している光そのものの波長の違いによって様々な色に見える仕組み。(例. テレビ、パソコン)物についた色とは白色光が反射することにより色づいて見える仕組み。

(2) (色の違いによる光の吸収)

物の色がそれぞれに見えるのは、その色の光を物が反射しているから。例えば、赤い物ならば赤色以外の色を吸収し赤のみ反射するということ。

(3) (黒色の特徴)

色のついた光をすべて吸収しほぼ反射しない状態。

3. (1) 研究方法①（研究手法）

I. ペットボトルに異なる色の絵の具を溶かした色水を同じ量入れる。

II. 室内にしばらく置き、水温を同じにする。

III. いくつかの異なる色の水を太陽光に当て、時間の変化に伴う温度の変化を調べる。



↑実験①（一回目）の様子 ↑実験①（二回目）の様子

(2) 実験方法②

I. ペットボトルに異なる色の絵の具を溶かした色水を同じ量入れる。(今回は黒色と白色)

II. 冷凍庫に一晩入れ凍らせる。

III. 取り出して太陽光に当て、溶けるまでの時間と様子を観察する。



←実験②の様子

4. 仮説

事前学習より黒色は他の色よりも多く光を吸収しやすいことから黒色は他の色よりも温度が上がりやすいのではないかと考えられる。つまり最も温まりやすく、最も早く温度が上昇のではないかと考える。

5. 実験結果①

(1) 実験一回目

実験日 8月18日(火) 天気 晴れ 気温 30℃
湿度 60% 時間 15時～

	0分	10分	20分	30分	40分	50分
黒	31℃	40℃	45℃	48℃	51℃	50℃
青	31℃	40℃	44℃	48℃	49℃	48℃
赤	31℃	38℃	42℃	44℃	48℃	46℃

↑記録1 時間ごとの温度の変化(表)

結果より

仮説と同じような結果となった。実験環境の影響で大きな温度の変化や差は記録することが出来なかったが黒色が最も早く温まりやすく温度が高くなった。

(2) 実験二回目

実験日 8月30日(月) 天気 晴れ 気温 33℃
湿度 23% 時間 14時～

	0分	10分	20分	30分	40分	50分	60分
黒	31℃	34℃	38℃	41℃	43℃	44℃	46℃
白	31℃	34℃	37℃	38℃	39℃	40℃	40℃
赤	31℃	34℃	38℃	40℃	41℃	42℃	42℃
緑	31℃	34℃	39℃	41℃	42℃	43℃	43℃

↑記録2 時間ごとの温度の変化(表)

結果より

前回の実験から白色を加え、青色を緑色に変えて行った。日差しが弱くなってしまいう時間帯があったが結果的に黒色が最も温度が高くなった。

(3) 実験三回目

実験日 12月7日(月) 天気 晴れ 気温 6℃
湿度 69% 時間 10時～

	0分	10分	20分	30分	40分	50分	60分
黒	19℃	21℃	21℃	23℃	24℃	25℃	26℃
白	19℃	19℃	19℃	19℃	20℃	20℃	20℃
赤	19℃	21℃	21℃	22℃	22℃	21℃	21℃
緑	19℃	21℃	21℃	21℃	21℃	21℃	21℃

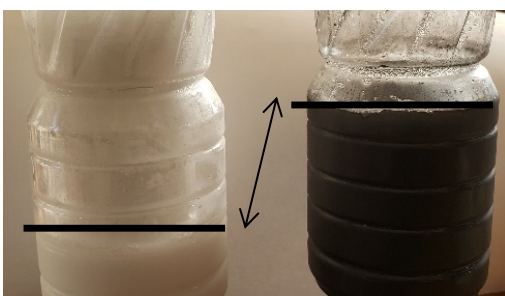
↑記録3 時間ごとの温度の変化(表)

結果より

時期を少し空けてさらに、色を塗ったペットボトルで実験を行った。あまり大きな変化は見られなかったが、結果的に黒色が最も温度が高くなった。

6. 実験結果②

実験日 12月7日(月) 天気 晴れ 気温 11℃
湿度 59% 時間 13時～



←実験後の様子

結果より

2時間実験を行ったが、完全に溶けきる前に太陽光が当たらなくなったので実験を終了した。写真から分かるように黒色の方が白よりも多く溶けていることから黒色の方が熱を吸収するのではないかと考えられる。

7. 結果からの考察

どの実験でも黒色が最も温度が上がったことから黒色は熱を吸収しやすい色なのではないかと考えられ、反対に白色は熱を吸収しにくいのではないかと考えられる。また、特にこの二色には何か違いがあるのではないかと考えられる。

8. 既存の提案

・ペンタブラック

カーボンナノチューブから構成されるもので、可視光を最大 99.965%吸収する物質。光の当たると跳ね返さずに吸収して熱として放散する仕組み。現在は2019年MITの研究者が吸収率 99.995%の物質が最も黒い物質であり、宇宙望遠鏡や赤外線カメラに用いられている。

9. 自分たちの提案

・プールサイドのタイル

タイルの色を白色にすることで暑くなることを防ぐことができると考えられる。

・黒色のテント

色を黒色することで光を多く吸収し熱に変えることで中が暖かくなると考えられる。

9. 結論と今後

黒色にはほかの色と違う特徴があり、それが日常の様々な場面で使われていることが分かった。また、実験方法を変えても同じようになるのかやってみよう。今回の探究活動を踏まえて他にどのようにして用いられているのか調べてみようと思った。

10. 引用・参考文献

MIT engineers develop “blackest black” material to date/MIT News

<https://resemom.jp/article/2018/07/25/45856.htm>

<https://quizknock.com/light>

身の回りの光と色 加藤 俊二

光と色の100の不思議 左巻 健男

絵画の汚れを綺麗に落とすには

～唾液の酵素の洗浄能力～

研究者 2年1組6番 一瀬多恵

2年1組26番 長浦香純

2年4組35番 三好咲楽

1. 研究目的

絵画の汚れの優秀な洗浄剤として、唾液は長年重宝されてきた。しかしそれは経験的なものであり、科学的な証明はほとんどなされていない。そこで、先行研究を参考にして、ほかの洗剤や水と比較し、その効果を確かめるとともに、唾液のどの成分が洗浄剤として働いているのかを調べる。

2. 先行研究の分析

先行研究では、テンペラと油性絵の具を用いて多くの色の表面上で実験を行った。結果としては、唾液が絵画の洗浄にかかわっていることは分かったが、唾液の中のどの成分が効果をもたらしているかまでは研究されていなかった。

種類	表面	洗浄剤	溶解度試験		
テンペラ	青(藍銅鉱)	唾液	±		
		2-メチルペンタン	±		
		キシラン	+		
		軽油	+		
		茶(黄土・ベンガラ)	唾液	+	
		2-メチルペンタン	±		
		キシラン	±		
		軽油	±		
		赤(朱)	唾液	±	
		2-メチルペンタン	+		
		キシラン	±		
		軽油	±		
白(鉛白)		唾液	+		
		2-メチルペンタン	-		
		キシラン	±		
		軽油	+		
		油絵具	黒(木炭)	唾液	+
				2-メチルペンタン	±
キシラン	±				
軽油	±				
カーネーション(木炭+鉛白)	唾液			+	
2-メチルペンタン	-				
キシラン	-				
		軽油	-		
		緑(クジャク石)	唾液	+	
		2-メチルペンタン	-		
		キシラン	-		
		軽油	-		
		赤(朱)	唾液	+	
		2-メチルペンタン	±		
		キシラン	-		
		軽油	±		
		金箔	-	唾液	+
		2-メチルペンタン	±		
		キシラン	±		
		軽油	+		
		2-メチルペンタン+キシラン(2:1)	+		
		2-メチルペンタン+軽油(3:1)	±		
		アンモニア水(1:1)	-		
		アンモニア水(1:3)	-		
		アンモニア水(1:5)	±		

3. 実験方法

実験Ⅰ

前提として絵画の絵の具成分に影響を及ぼさないことが必要となるため、洗剤、唾液、水でそれぞれ布についた絵の具を落とす実験をする。また、唾液の効果に個人差がないこと、色の落ちやすさに絵の具の色で差が出ないことを確かめる。なお、どの実験も完全に水気をきってから、落ち具合を見た。

(1) 綿布に水性と油性の絵の具(それぞれ緑、

赤、黒)をしみこませ、3分乾かす

(2) それぞれの絵の具のついた布に、洗剤1、洗剤2、唾液1、唾液2、唾液3の5つの洗浄剤をそれぞれしみこませたものと、洗浄剤を何もつけずにおいたものを、流水で3分こすりながら洗い流す

実験Ⅱ

絵画の主な汚れを埃、土と仮定し実験を行う。汚れに対する唾液の洗浄力を調べる。

(1) あらかじめ絵の具を塗って色を付け、乾かしておいた綿布に、それぞれ埃と土をつけ、汚れを定着させた状態で乾かす

(2) 唾液をしみこませたものと、洗浄剤を何もつけずにおいたものを、実験Ⅰと同様に洗い流す

実験Ⅲ

唾液の洗浄剤としての効果は、唾液に含まれる消化酵素によるものと予想し実験を行う。

(1) 綿布にそれぞれ埃と土をつけ、汚れを定着させた状態で乾かす

(2) 試験管に唾液を8mlとりガスバーナーで煮沸

(3) 常温の唾液を綿布につけ実験Ⅰ同様に洗う

実験Ⅳ

洗浄能力は、唾液に含まれる消化酵素である、アミラーゼ、リパーゼ、マルターゼのいずれかによるものと予想し実験を行う。酵素はそれぞれ最適pHをもち、そのpH下で最もよく働くことが知られている。アミラーゼの最適pHはおおよそ6.5である。また、多くの消化酵素の最適pHは7周辺である。最適pHから遠ざかった分だけ酵素の働きは鈍くなるため、酸性にしても塩基性にしても同じだと

考え、今回は酸性の唾液でのみ実験を行った。なお、pHの測定は大まかな大きさは万能pH試験紙で、正確な値はコンパクトpHメータで行う。

- (1) 通常の唾液のpHを測定する
- (2) 唾液を0.10mol/Lの塩酸と滴定してpHを小さくしながら、その唾液を用いてIIと同様に汚れを落とすことを繰り返す

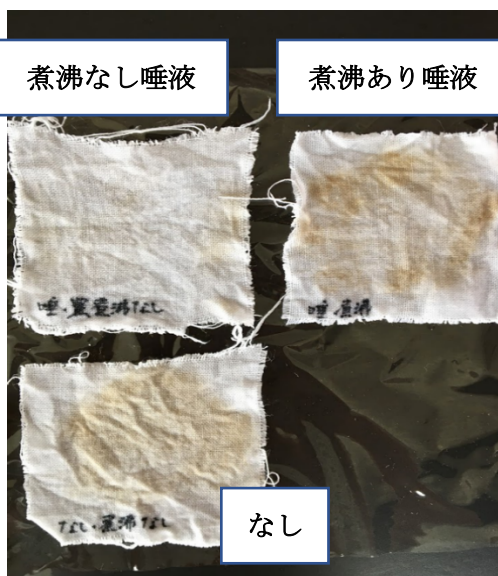
4. 結果・考察

実験I

絵の具の色による落ちやすさの違いは見られない。水性の絵の具はどの洗浄剤でもよく落ちたため、以降の実験は緑色の油性絵の具で行った。洗剤は油性絵の具もある程度落としたため以降の実験は洗剤を省き、唾液と何もつけないものの比較実験とした。唾液の洗浄力に個人差は見られなかったため、以降の実験では唾液を区別しない。

(○…落ちない △…少し落ちる ×…落ちる)

		緑	赤	黒
洗剤1	水性	×	×	×
	油性	×	△	△
洗剤2	水性	×	×	×
	油性	○	△	○
唾液1	水性	△	△	△
	油性	○	○	○
唾液2	水性	△	△	△
	油性	○	△	○
唾液3	水性	△	×	△
	油性	○	○	○
水	水性	○	△	△
	油性	△	○	○



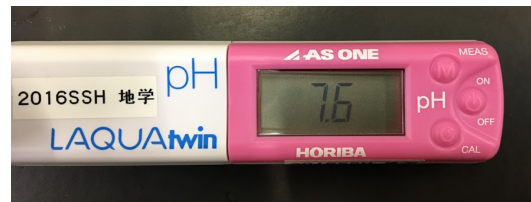
実験II・III

埃、土ともに、唾液・煮沸なし>なし>唾液・煮沸ありの順で汚れが落ちた。唾液の洗浄能力は、煮

沸の前後で大きく違いが出た。このことから、唾液に含まれる消化酵素が汚れの洗浄にかかわっていると考えられる。(写真左下)

実験IV

体内から出てすぐの唾液のpHは7.6であった。その後の実験では、pHが小さいほうがやや落ちにくかったが、pHの違いによる洗浄能力の差はほとんど見られなかった。滴定によりpHが低まった唾液のほうが洗浄能力が弱かったことから、唾液の洗浄能力はpHが7周辺の消化酵素によるものだと考えられる。しかし、アミラーゼが働くpHの範囲は比較的大きいため、この実験だけでは酵素の種類が何なのかを特定することはできなかった。



5. 提案

絵画の汚れの洗浄剤として唾液が有用であるという経験的な感覚がこの研究により科学的に証明された。絵画の汚れ、正確には油性絵の具の付着した綿布についた汚れを、絵の具への影響を最小限にしつつ落とすためには、唾液が有効である。その際には、唾液内の消化酵素が重要な役割を担っているため、できるだけ体内環境に近い状況下で唾液を使用することが望ましい。

6. 課題

絵画の汚れを落とすという目的があるため、さらに効率的で絵画を傷つけない方法を探していきたい。今回は滴定の際塩酸を使用したため、ほかの滴定方法も行い、塩酸が実験に影響を及ぼさないことを確認する必要がある。また、今回は最適pHのみを考慮したが、酵素の活動条件として温度も重要であるため、温度に関する実験も行い、さらなる精度の向上に努めたい。

7. 参考文献

- 1) Paula M. S. Romão, and Adília M. Alarcão & César A. N. Viana (1990), Human saliva as a cleaner agent for dirty surfaces, Studies in Conversation
- 2) 東朋幸・水野康文・山口昌樹 (2005), 「唾液アミラーゼ活性を利用した交感神経活動モニターの開発」, YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

環境に優しいプラスチックを作ろう！

～牛乳を原料としたプラスチックが一番！～

研究者：鹿野采希、高野宝美

1. 研究の目的

プラスチックによる環境問題が話題にあがる今日、2020年7月にはレジ袋が有料化されるなどの取り組みが行われている。

しかし、プラスチックは私たちの生活に欠かせないものである。そこで、私たちは環境に優しいプラスチックを作ることはいかにできないかと思った。調べると、乳製品のたんぱく質（カゼイン）に酸を加えて加熱するとたんぱく質が集まり、それが集まり、固まると「カゼインプラスチック」といわれる生分解性プラスチックになることが分かった。

2. 研究方法

用意するもの（写真1）

牛乳、ヨーグルト（無糖）、豆乳、ポッカレモン、ガスバーナー、チャッカマン、三脚、ビーカー、ガーゼ、ガラス棒



実験の手順

- ①牛乳、ヨーグルト、豆乳をそれぞれ 250ml 計る。
- ②それぞれ加熱し、沸騰後、小さじ 5 杯のポッカレモンを入れる。
- ③沈殿したたんぱく質のかたまりを型に入れる。
- ④③が固くなるまで電子レンジで 600W、4～5 分加熱する。

3. 実験結果

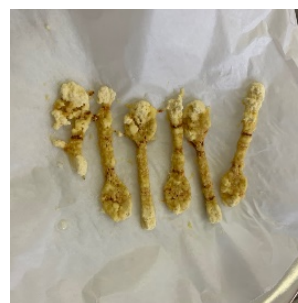
牛乳には一番まとまりがあり、上手く固まった。固さも十分ある。無臭。噛んだときも力が必要なくらい固かった。



ヨーグルトは加熱した際、酸を入れる前に固まり始めたので、ヨーグルトは酸ありと酸なしと2つに分けて実験しました。酸なしのヨーグルトは型に入れた時点で形が崩れてしまい、上手く固まらなかった。



酸ありのヨーグルトは酸なしのヨーグルトよりは固まったが、それでも形が崩れてしまい、スプーンとしての実用性はない。



豆乳は型に入れる際はきれいにまとまり、出来上がりの固さもあつたが、加熱した後にしま模様のような焦げ目が付いてしまった。匂いが独特。



5. 引用・参考文献

・カルーアミルクを作っていたら牛乳から包丁が作れると思った／圧倒的不審者の極み!

YouTube より

・牛乳 | 明治の食育 | 株式会社 明治公式サイト

・Q&A | 株式会社 明治公式サイト

4. まとめ

実験を4つの観点から三段階に分けて評価した。総合的に見て牛乳が一番プラスチックとして使えると考えた。

	固さ	まとまり やすさ	見た目	美味しさ
牛乳	◎	◎	◎	○
ヨーグルト	△	△	△	△
豆乳	◎	◎	○	○

今回の研究で、ヨーグルトが酸を入れる前に固まったのは、ヨーグルトの主原料である牛乳の乳糖が醗酵する際にできる「有機酸」によるものではないかと考えている。この有機酸により、ヨーグルトは悪玉菌増殖の抑制、腸内腐敗の防止に良いとされているそう。

また、プロテインにもカゼインが含まれており、そこから作れるのではと思ったのでまた実験してみたい。



最後に乳製品で出来たスプーン
でヨーグルトを食べました！

割れにくいシャボン玉を作るには

－より長く楽しく遊ぶために－

研究者 2年2組34番 堀内和 2年3組24番 中島彩心

2年3組28番 松尾果南 2年6組22番 砂押あゆ美

水と食器用洗剤を、20：1の割合で混ぜる。なお、食器用洗剤は界面活性剤が32%のものを使用。

1. 研究目的

シャボン玉で遊んでいる際にすぐに割れてしまうことが多いので、割れにくいシャボン玉を作りたいと考えた。また、身近にあるものを使って強度のあるシャボン玉を作り、より長く楽しみたいと考えた。

2. 現状

(1) シャボン玉の造り

シャボン玉は、「水」と「界面活性剤」からできている。「界面活性剤」とは、洗浄作用・起泡作用を持つ化合物のことである。「界面活性剤」は、親水性と疎水性があり水にも油にも溶ける。「水」には、表面張力と呼ばれる一つに集まろうとする力がある。そのため、水だけでシャボン玉を作ろうとしても、一つに集まろうとする力が働き、壊れてしまう。水と界面活性剤を合わせることで、水の表面張力を弱めることができるため、薄い膜を作れるようになる。さらに、界面活性剤の性質により、水と油が反発しようとしながらも水は一つになろうとするため最も表面積の小さい球状となってシャボン玉ができる。また、シャボン玉に「増粘剤」が加わっている場合がある。

(2) シャボン玉が割れる理由

シャボン玉が割れる主な理由は次の3つである。

1) ほこりやちりの付着

シャボン玉にほこりやちりが付着すると、それらに水分が吸収されて割れる。

2) 水分の蒸発

シャボン玉の表面から水分が蒸発することで膜が薄くなり割れる。

3) 重力の影響

シャボン玉の膜を作っている液体は、重力の影響で玉の頂点から底の方に流れ落ちていく。そのため時間とともに玉の頂点付近の膜の厚さは薄くなり、最後には穴が開き、割れる。

これらの理由からシャボン玉は割れることが分かった。

3. 研究方法

シャボン玉の性質や割れてしまう原因を踏まえ、シャボン玉が割れにくくなる方法を実験する。

〈準備〉

・シャボン液作り

・オリジナルシャボン液作り

シャボン液と各材料を10：1(g)

混ぜる材料

- ①砂糖 ②塩 ③洗濯のり ④ガムシロップ
⑤液体のり ⑥サラダ油 ⑦納豆

《材料選びの point》

- ・蒸発を防ぐ効果のあるもの
- ・粘性のあるもの
- ・対照実験:蒸発を促進するもの

《その他の準備》

- ・はかり ・シャボン吹き ・タイマー

〈実験方法〉

実験 i

1. シャボン液に様々なものを混ぜて8種類のシャボン液を作る。
2. 全てのシャボン液を約2mの高さから一定の大きさに吹き、割れるまでの時間を計測する。

※床に着くまで割れなかったものは、実験 ii へ。

実験 ii

1. シャボン玉を机上に作り(半球)、割れるまでの時間を測定する。
 2. シャボン玉の割れ方に特徴があった場合記録する
- ※机上に作ったシャボン玉の様子



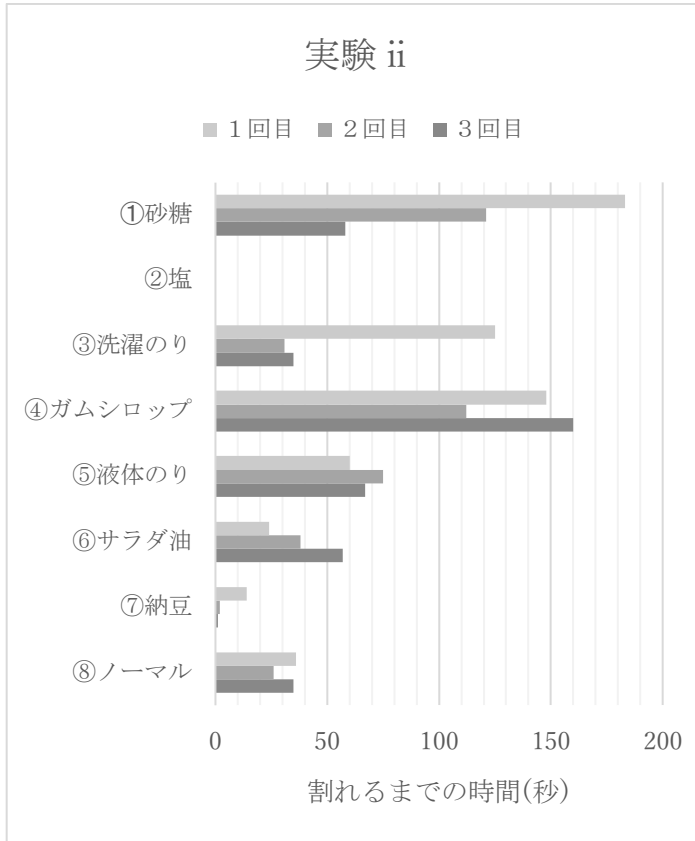
4. 結果・考察

結果:実験 i

①砂糖	床に着地→実験 ii へ
②塩	※測定不可
③洗濯のり	床に着地→実験 ii へ
④ガムシロップ	床に着地→実験 ii へ
⑤液体のり	床に着地→実験 ii へ
⑥サラダ油	床に着地→実験 ii へ
⑦納豆	床に着地→実験 ii へ
⑧ノーマル	床に着地→実験 ii へ

*球状になるまえに壊れてしまった。

結果:実験 ii

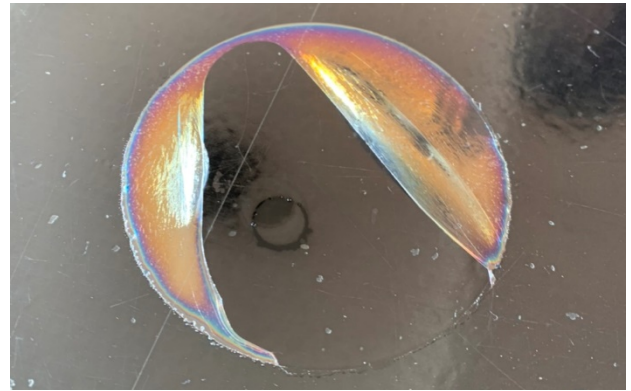


平均値

砂糖	120秒
塩	×
洗濯のり	63秒
ガムシロップ	140秒
液体のり	67.5秒
サラダ油	39秒
納豆	5.6秒
ノーマル	32秒

・最初の実験では、ノーマルのシャボン液を市販のものにしてしまったため、元の増粘剤が多く実験にならなかった。そのため、家庭にあるものを使ってオリジナルのシャボン液を作り再度実験を行った。

- ・1～3回目で結果に差があるものがあった。
- ・実験 ii では、砂糖とガムシロップのみ割れるときに膜ができた。



5. 自分の提案

◎甘いものが時間をのばす?!

一番長く持ったのは「ガムシロップ」、二番目が「砂糖」だった。砂糖よりガムシロップのほうが長かったのは、ガムシロップにとろみがあるからだと考えた。この考察から、ハチミツがよりシャボン玉を割れにくくするかもしれないと考えた。

6. 今後の課題

今回の実験結果から、「甘く」て、「とろみ」があるものがシャボン玉を割れにくくするのに効果があるとわかった。家庭にあるもので、シャボン玉をより長く楽しむには、甘くてとろみのある砂糖やガムシロップ、ハチミツなどをシャボン液に混ぜるとよいだろう。

反省点としては、湿度や気温まで測定をしなかったため実験に誤差が生まれてしまった可能性があることや、シャボン玉の大きさ・液の量まで同じ条件にするのが難しく、そこでも誤差が生まれてしまった可能性があることだ。

7. 引用・参考文献

- ・「ガリレオ工房のおもしろ実験クラブ1 どこまでも膨らむシャボン玉石けん水の実験」
武田 毅/文 ポプラ社
- ・www.tomoda.ne.jp 「シャボン玉雑学=答え=」
- ・smerby.jp 「タイプ別！シャボン玉液の作り方」

この音…不快ッ！

—不快な音の波は似ている—

研究者 2年3組 岡澤陸 2年2組 小布施克拓 2年2組 梨本太陽
2年3組 成田伊織 2年6組 土肥央佳

1. 研究目的

生活している中で、嫌な音が発生する時があるというメンバーがおり、そもそもなぜ嫌いな音があるのかという疑問が浮かんだから。

2. 先行研究の分析

人が不快に感じる音の原因は2000~4000Hzの周波数帯が原因だとされ、外耳管でこの音の範囲が増幅されやすいという報告がある。また、これらの音を聞いた際、恐怖や嫌悪の記憶をつかさどる扁桃体が活発に活動をした。

雑音を切り取っても不快感に変化がなかったことから雑音は関係ないとされる。思い込みで主観的な不快感は減少するが、客観的な心拍数、発汗などから不快に感じていた。

3. 研究方法（研究手法）

4種類の不快音の周波数を10回ずつ記録した。
使用したもの：マイク、パソコン、WaveSpectra

記録をとるもの：1. 黒板(爪) 2. マジックテープ 3. 発泡スチロール 4. 黒板(プラスチックフォーク)

4. 結果・考察

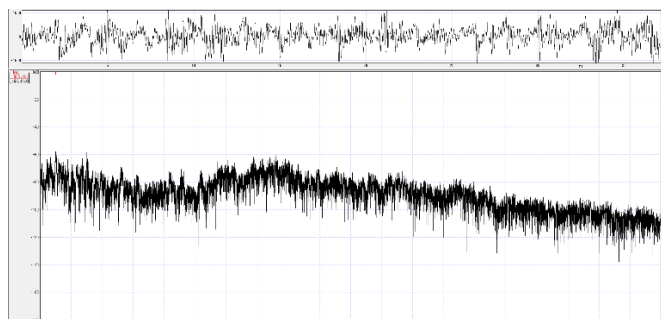


図1 黒板を爪でひっかいた音

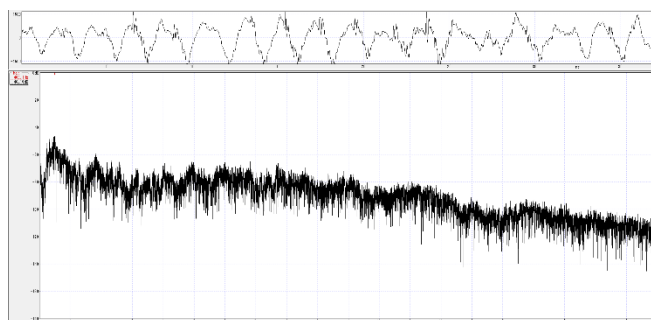


図2 プラスチックで黒板をひっかいた音

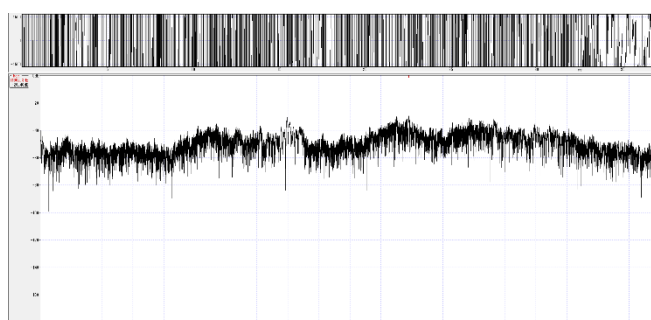


図3 発泡スチロールを指でこすった音

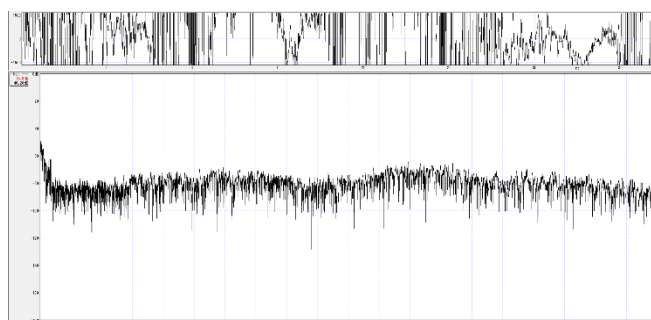


図4 マジックテープの音

上の段 オシロスコープ

下の段 Y軸：dB X軸：Hz

人の声や、楽器などに比べ 10000Hz 以上の周波数帯の音圧の割合が大きい。また、山と山の間が狭く、時間波が不規則である（プラスチックフォークは無視する）。また、爪による音で不快に感じていたが、プラスチックで黒板をひっかいた音では、不快に感じなかった。

このことから、時間波の波形が不規則でないと不快に感じないと予測できる。

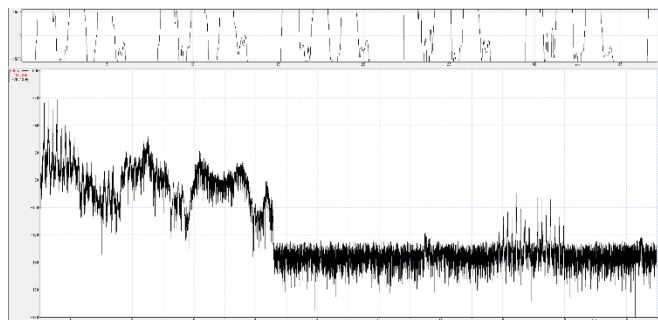


図5 人の声「あー」

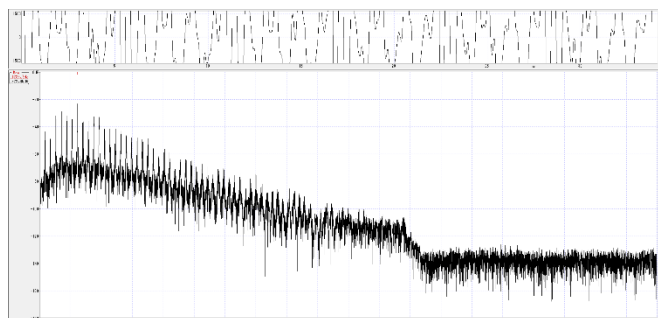


図6 トランペット

人の声とトランペットはほぼ一定の間隔でいくつかの波が重なった波ができており、 n 倍音を確認できる時間波も一定で綺麗な形をしている。

5. 仮説

(1) 仮説1 10000Hz以上の普段聞きなれない音圧にストレスを感じるから。

根拠: 実験より、10000Hz以上の音圧の割合が高い。また、先行研究よりあまり不快に感じなくても、心拍数や発汗量などによりストレスを感じていることがわかっている。

(2) 仮説2 人間がサルだった時代の危険信号に似ているから

根拠: 先行研究より扁桃体の活性化、ストレス値の増加、実験の結果から、個人差があったものの不快に感じる音の波には共通点があったこと。また、ニホンザルの警戒音の16000Hzまでの波形と時間波が似ている。

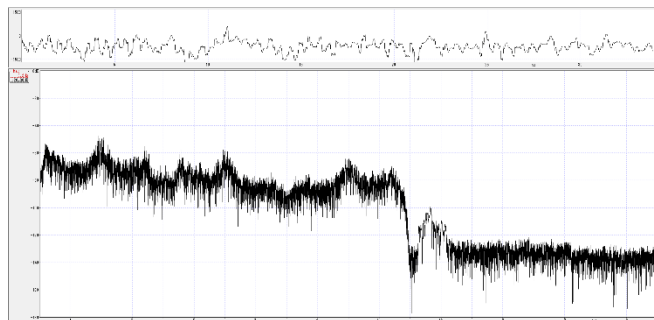


図7 ニホンザルの通常の鳴き声 少々雑音が入っているものの大きな波ができています。

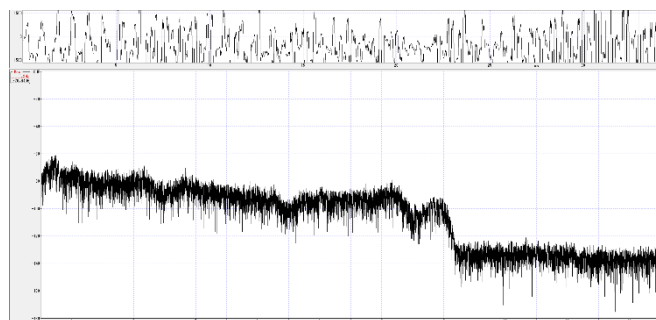


図8 ニホンザルサルの警戒音

6. 今後の課題

記録した不快音をサルに聞かせてどんな反応があるかの調査

加齢による変化

アンケート

特定の範囲の周波数を切り取って不快に感じる周波数帯の特定

7. 引用・参考文献

1) Dissociable Representations of the Acoustic Features and Valence of Aversive Sounds: Sukhbinder Kumar, Katharina von Kriegstein, Karl Friston, and Timothy D. Griffiths

2) 「音のなんでも小辞典」日本音響協会

3) 「トコトン優しい音の本」戸井武司

4) Visual Analog Scaleによる不快音聴取時の主観評価と心拍変動解析との相関: 渡邊志 安形将史 秋田谷研人 小山勇人 松本有二 富田雅史 近藤優輝 竹内諭右大 森幸男

諏訪湖でワニを育てたい

～利益を生み出せるのか～

研究者 2年4組30番 松永元達

2年4組31番 松林陸斗

1. 研究動機

自分たちは養殖について興味があり、その中でも特にワニについて調べたいと思ったから。

また、自分たちの住む長野県にある諏訪湖では養殖可能なのか気になったから。

2. 養殖の流れ

アメリカアリゲーターの生息している場所は池や湖、沼などの淡水域であり、諏訪湖はアメリカアリゲーターの養殖場所に適している。

60日

ワニは温度依存性決定であり、30度以上でメス、32度以上でオスになる。オスとメスが2匹ずつになるように温度を調節する。

8年

4～11月に1ヶ月に2回餌を与える。12～3月はワニは水中で冬眠するので水温を10度以上に保つ。

性成熟

ワニは一度に20～60個の卵を産む

産卵

ワニ出荷、余った卵を出荷する。
このサイクルを繰り返す

3. 研究方法

予想される支出、収入をそれぞれ計算してその差額を出し見込まれる利益を出す。

4. 結果・考察

【支出の部】

・餌代

鶏肉を餌として、頻度は1ヶ月に2回とする。

ワニの体は徐々に大きくなっていくため餌の量も徐々に増やしていく。

孵化～1年 0.1 kg

1年～2年 0.5 kg

2年～4年 0.9 kg

4年～8年 1 kg

↑は一度に与える鶏肉の量

計算

餌の鶏肉は1kg 1000円である。

孵化～1年 100円×2回×12ヶ月=2,400円

1年～2年 500円×2回×12ヶ月=12,000円

2年～4年 900円×2回×24ヶ月=43,200円

4年～8年 1,000円×2回×48ヶ月=96,000円

153,600円

4匹なので 15,360円×4=614,400円

・最初の卵代

1つ200円を4つ購入

200×4=800円

・暖房費

①孵化するまでの温度調整の暖房費

設置費—60000円

オスにする卵とメスにする卵を2つの部屋に分け、エアコンで温度を調整しながら孵化させる。

(1kWh=25円、1日12時間使用で計算)

0.5(kW) × 12(h) × 60(日) × 2(台) × 25(円)
=18,000(円)

②冬眠中の水暖房費

設置費—560000 円

ワニの成体の体長は一般的には、オスが3~4.6m
メスが2.5mであり、冬眠中はほとんど動かないので、
5m×1m×1mの池2つと3m×1m×1mの池2つに、
それぞれオスとメスを入れ、水槽ヒーターで温める。

市販の水槽ヒーターの最大容量のものは、
200L—500W である。

また、1日の水槽ヒーターの電気代は以下の数値が
だいたいの目安とされている。

36W—11.1円

80W—24.3円

120W—36.3円

160W—48.3円

このことから、40W毎12円として計算すると、
500W—150円

池の容量がオス—5000L、メス—3000Lより、
オス1匹あたり25個、メス1匹あたり15個の
500W水槽ヒーターが必要である。

したがって、電気代は、

150(円)×(25×2+15×2)(個)×121(日)
=1,452,000(円)

・支出合計

614,400+800+60,000+18,000+560,000
+1,452,000=2,705,200円

【収入の部】

・ワニ肉

生きたワニ1kgあたりの買収価格は約304円。

オスの体重は約230~450kgである。

メスの体重は約140kgである。

ここではオスを350kg、メスを140kgとする。

計算

オス 304円×350kg×2匹=212,800円

メス 304円×140kg×2匹=85,120円

297,920円

・ワニ卵

卵を40個産むとする。メスが二匹いるので、
200円×40個×2匹=16,000円

・収入合計

297,920円+16,000円=313,920円

【利益】

313,920—2,705,200=—2,391,280

2,391,280円の赤字になる。

5. 結論

諏訪湖でワニを育てるのは、金銭面を考慮すると、
不可能である。

6. 意見、感想

思いのほか暖房費に費用が掛かってしまった。黒
字にすることはとても難しいことだと思った。商売
というのは甘くない。

また、ワニ肉が売られているのは、冬の暖房費用の
必要ない暖かい地域で養殖するかもしれない、野生の
ものを狩ることによって、利益を見出しているから
だと考えられる。

7. 今後の展望

今後はとにかく黒字になるものの養殖を計算して
みたい。

8. 引用・参考文献

[https://pz-](https://pz-garden.stardust31.com/hacyuurui/wani/alligator)

[garden.stardust31.com/hacyuurui/wani/alligator](https://pz-garden.stardust31.com/hacyuurui/wani/alligator/american-alligator.html)
[/american-alligator.html](https://pz-garden.stardust31.com/hacyuurui/wani/alligator/american-alligator.html)

<https://ja.wikipedia.org/wiki>

[http://www.gmnh.pref.gunma.jp/musetheque/detai](http://www.gmnh.pref.gunma.jp/musetheque/detail/28062.jsessionid=DC8237D69E1CD40B509086F7D228AD57?searchType=3&Item1_3=67)
[l/28062.jsessionid=DC8237D69E1CD40B509086F7D22](http://www.gmnh.pref.gunma.jp/musetheque/detail/28062.jsessionid=DC8237D69E1CD40B509086F7D228AD57?searchType=3&Item1_3=67)
[8AD57?searchType=3&Item1_3=67](http://www.gmnh.pref.gunma.jp/musetheque/detail/28062.jsessionid=DC8237D69E1CD40B509086F7D228AD57?searchType=3&Item1_3=67)

地震計記録デジタル化プロジェクト

—画像を解析し、デジタル化する—

研究者 2年6組2番 赤沼志颯

2年6組5番 上原侑大

1. 研究目的（問題意識）

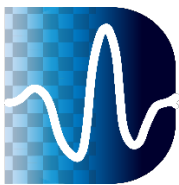
地震計のデータは、様々研究で用いられるこの100年以上におよぶ記録は地震、火山、地球温暖化、等様々な研究にとって非常に貴重なデータであるにも関わらず、アナログのままでは解析できません。その上、紙などの劣化も進んでいます。保管場所の問題などもあり、このままでは100年以上の記録が失われてしまう可能性があります。

膨大なデータのデジタル化に向けて石井水晶さんが2018年7月より学校フォーラムとの共同プロジェクトを立ち上げました。班活を通してこの活動に参加させていただく機会がありデジタル化の過程が気になったためです。

2. 現状（先行研究の分析）

(1) (原因・現状1)

共同プロジェクトに参加している加盟校に送られてくる解説動画をもとに※DigitSeisというソフトウェアを使ってデジタル化を一から学びながら、サンプルの写真を解析してきた



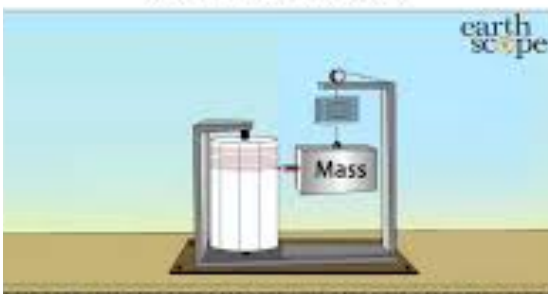
※Digitseis

地震計で記録された画像を主線、分示線に分類してデータ化する。

(2) 解説

地震計の仕組み

アナログ地震計記録



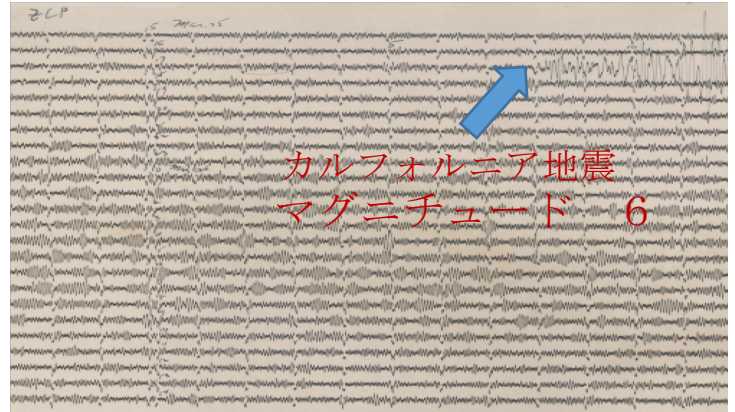
上下記録

回転するドラム缶に紙が巻いてあり、地面が上下するとペンで記録される。

ドラム缶から外した長方形の紙が地震計記録として残る。

アナログ地震計とは

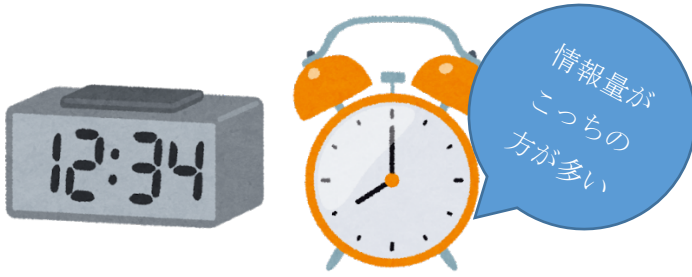
1933年から1953年のハーバード地震計記録



- 左上から始まった線の右端が1本下の線の左端につながる。
- 1本の線は30分から1時間
- 1枚の紙は1日から2日(24から48本程の線がある。)
- 一枚の紙は上下、東西または南北の動きを記録。
- 12000枚程の記録が残されている。
- 写真用紙

そもそもアナログとデジタルの違いは、連続的なデータを扱うのがアナログで、段階的なデータを扱うのがデジタル、と言えます。

アナログの場合、0と1の間にある1/2も0.007も0.999999999999...もすべて含む連続量を、わかりやすい別の連続量に置き換えて表現します。例えば、アナログ時計の場合、1秒も0.0005秒も10分も、動き続ける2つの針の角度で表現しています。「デジタルに比べるとアナログの方が情報量が多い」といわれるのはこのためです。

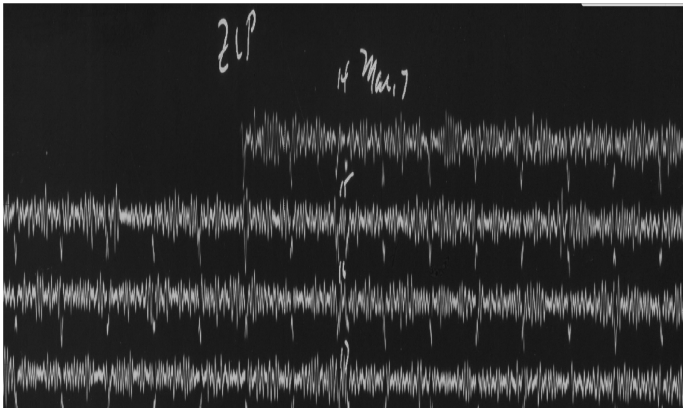


デジタル時計は1分ごとに表示が切り替わり、アナログ時計は針が境目なく動き続ける。

3. 研究方法（研究手法）

①プロジェクトのホームページから、観測された地震の記録をダウンロードする。

ソフトに読み込んだ画像↓



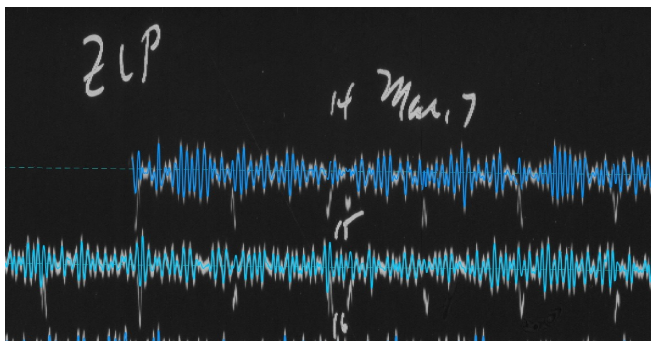
②画像の大きさを調整する。

③上下方向の揺れと東西方向または、南北方向の揺れで分ける。

④ずれている分示線（何分かを示す線）の画素数を測る。

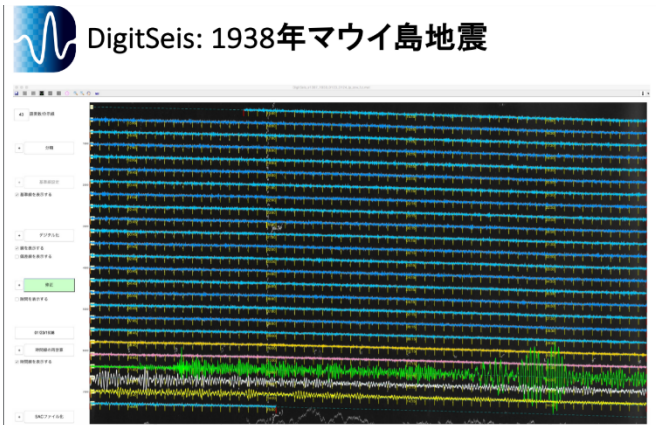
⑤分示線の画素数をもとに画像を分析し、主線（揺れの大きさを示す線）、分示線、それ以外を分類する。

⑥誤差を修正し、不必要な情報を取り除く。



⑦機械による基準線の計算

⑧時間の設定



完成したデジタル化記録

4. 結果・考察

自分達が使用したパソコンでは限界があり画像の計算・解析にそれぞれ5~6時間程要してしまうので、1枚の画像をデジタル化するのにどうしてもかなりの時間がかかってしまい、複数枚をデジタル化するのは困難だった。

デジタル化自体は、ホームページの解説動画を見ながらしっかり進めることができた。

5. 自分の提案

今の段階では解説動画を見ながら一つ一つ慎重に進めていくことしかできないので、何回も回数を重ね効率を上げていきたいと思う。

6. 今後の課題

さらに、今の段階ではかなりシンプルなレベルの低めの画像でしか解析をしていないのもっと複雑な情報量の多い画像の解析にも挑戦していきたい。

7. 引用・参考文献

1) 地震計記録のデジタル化プロジェクト - HarvardSeismology

<http://www.seismology.harvard.edu/research/DigitSeisJapan/index.html>

2) <http://www.seismology.harvard.edu/research/DigitSeisJapan/analogData.pdf>

数学とともだちになろう。

～数学が苦手な人のためのノートを作ろう!～

研究者 2年2組26番 中里伽月

ミス・記述漏れの改善
問題理解の向上

1. 研究目的（問題意識）

動機は自分自身の数学の成績を上げることだ。数学は好きなのだが、定期考査では思うように点数が取れない。その根本的な原因として、私には問題を解いていく途中で「何を求めているのか、何のための途中式なのか」が分からなくなっている点にあると思っている。そこで、本校の生徒・数学の先生にアンケートを取り、また大学入試対策として大学が求める数学の能力を調べ、数学の問題練習ノートを作ろうと思う。

2. 現状（生徒の声）

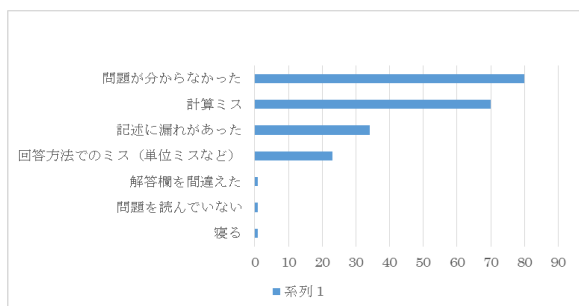
○「数学を解くときについてのアンケート」を実施
以下の質問をした。（高校生108人の回答）

- ①理系ですか、文系ですか。
- ②数学は好きですか、嫌いですか。
- ③定期考査で、数学は得点源ですか。
- ④テストでの失点の原因は何ですか。
- ⑤問題を解く時に気をつけている事は何か。
(①～③の結果〈資料1〉、④の結果〈資料2〉、⑤の結果〈資料3〉に記載)

〈資料1〉

	理系	文系
数学が	得点源	非得点源
好き	20	26
嫌い	2	17
	得点源	非得点源
	4	6
	6	25

〈資料2〉



〈資料3〉

～問題を解くときに気を付けていること～

- | | |
|------------|-----------|
| ・計算ミス | ・丁寧に解く |
| ・問題文をよく読む | ・時間配分 |
| ・見直し | ・解は適当か |
| ・記述漏れ | ・ミスをしない |
| ・図を描く | ・落ち着いて解く |
| ・解答の道筋を立てる | (回答数が多い順) |

○〈資料1～3〉より

- ・理系は、数学は好きだが、定期考査において得点源ではない人が多い。
- ・文系は、数学が嫌いで、定期考査においても得点源でない人が多い。
- ・計算ミスに気を付けていても、してしまう人が多い。
- ・丁寧に、落ち着いて解いても、ミスをしてしまう。

3. 数学の先生方の声

○屋代高校の数学の先生方にアンケートを実施

①初見の問題を解く時に、最初に、そして次に何をしますか。

☆最初に…

- ・問題を理解（よく読む、求めるものは？条件は？）
- ・全体を把握（ペンでポイントをチェック）

☆次に…

- ・計画を立てる（どのように求めるか）
- ・問題を整理する（図や式を用いて）
- ・何が分かれば答えが求まるか考える
- ・何を使うか検討する（公式、定義）

②定期考査などの生徒の解答で、多く見られるミスは何ですか。

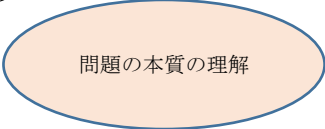
- ・曖昧な知識のままの公式の使用
- ・ミス以前に答案が論理的でない
- ・計算ミス
- ・条件の見落とし
- ・本質が理解できていない

③生徒が問題を解く時に、大切にしてほしいことは何ですか。

- ・じっくり問題に向き合うこと
- ・自分の頭で考えること
- ・問題の本質を理解すること
- ・基本知識の理解（丸暗記でなく）
- ・別解を考えること

④数学の面白さはどこにあると思いますか。

- ・自分の力で問題を解決出来ること
- ・論理の美しさ
- ・異なるプロセスでも考え方が正しければ、最適解を得られるところ



4. 社会が求める能力

○論文より

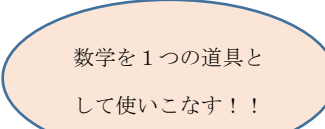
～これからの時代に求められる資質・能力（数学）～

- ・思考力（自分の考えを持ったうえで他者と対話し、より良い答えを導く力）
- ・基礎力（言語・数量などを用いて、表現する力）
- ・実践力（日常に問題を見出し、答えを導く力）
- ・数学に限らず、教科横断的に身に付けていく力
- ・論理的な思考（筋道を立て考え、規則性を発見する等）
- ・文脈を正しく読み取る力

○東京大学ホームページより

～高等学校段階までの学習で身につけてほしいこと～

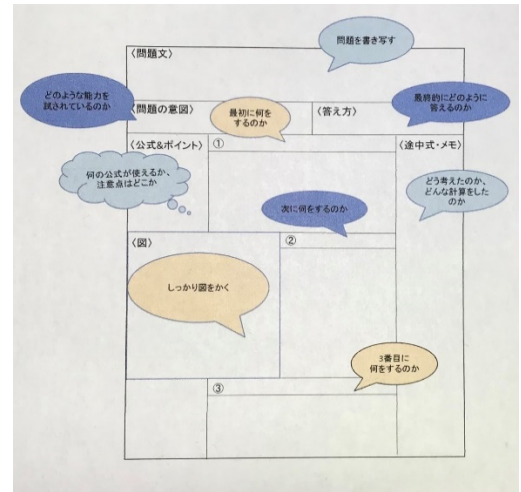
- ・数学的に問題を捉える能力
- ・数学的に表現する能力
- ・総合的に問題を捉える能力（数学を活用+幅広い分野の知識・技術）



5. 自分の提案「数学がんばろうノート」

○2～4を踏まえて、数学の問題を要点をまとめながら解くことが出来る練習ノートを作った。

○「数学がんばろうノート」



〈問題文〉問題文をしっかりと理解できるのではないかな。

〈問題の意図〉記述解答の内容が良くなるのではないかな。

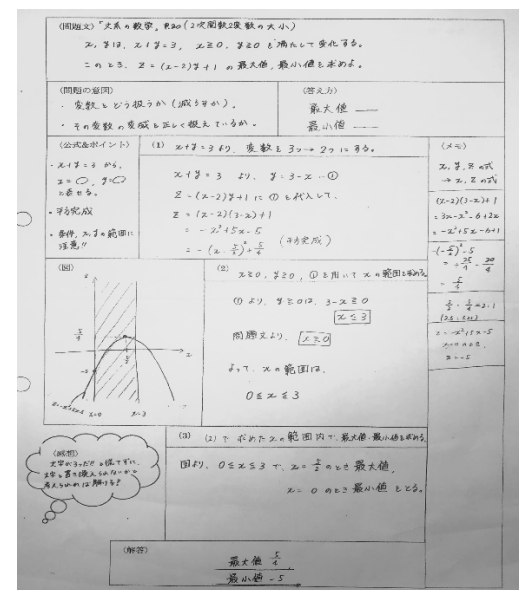
〈答え方〉もったいないミスを減らせるのではないかな。

〈公式&ポイント〉見通しを持って問題を解けるのではないかな。

〈途中式・メモ〉解く過程を書き残すことで、ミスが見つかりやすい。

〈図〉文章から読み取ったことを丁寧に図にすると良いのではないかな。

・実際に書き込んだ



6. 今後の課題

このノートを使うことで頭の中を整理して問題を解くことが出来た。継続して使用していくうえで、使いやすさを追求していきたい。

7. 引用・参考文献

・高等学校段階までの学習で身につけてほしいこと | 東京大学

https://www.u-tokyo.ac.jp/ja/admissions/undergraduate/e01_01_18.html

・これからの時代に求められる資質・能力を育てる算数・数学教育

バーゼル問題を考える

— 広義積分、極限×積分×漸化式 —

研究者 2年3組17番 小林将輝
2年2組16番 清水 鈴

1. 研究目的 (問題意識)

□未解決問題に興味を持ち、その中で歴史のあるリーマン予想と密接に関係があるゼータ関数について研究し、数学への理解を深めたいと考えた。

□入試に出る2つの領域の面積の最小値、最大値を求める問題を効率よく解くはみ出し削り論法は認められるのか、また、模範解答の書き方を研究して入試に生かしたいと考えた。

2. 現状 (先行研究の分析)

(1) ゼータ関数

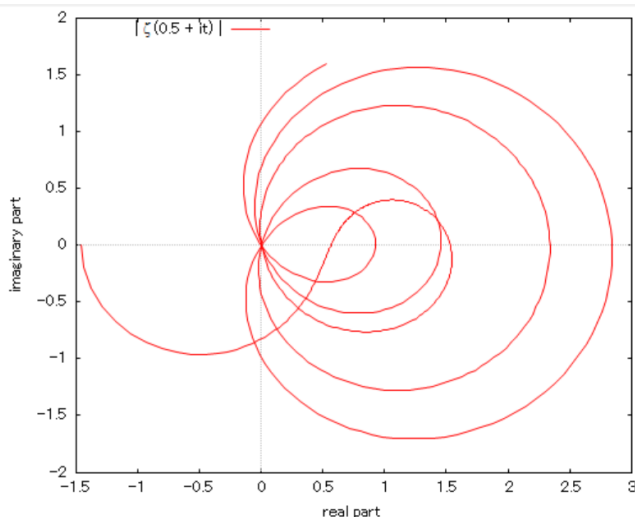
$\zeta(s) = 1/1^s + 1/2^s + 1/3^s + 1/4^s + \dots$ といったように自然数の s 乗の逆数の無限和で定義されている。具体的に s に値を入れるとどんな値をとるか。

$$S=1 \quad \zeta(1) = 1/1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + \dots \rightarrow \infty$$

$$S=2 \quad \zeta(2) = 1/1^2 + 1/2^2 + 1/3^2 + 1/4^2 + 1/5^2 + \dots = \pi^2/6$$

といった興味深い値をとる。

解析接続による複素数平面上的ゼータ関数のグラフ



□はみ出し削り論法

図に頼った解法で入試問題の想定された解法よりも素早く解くことができるが、それが故に製作者に好まれない解法でありきちんとした答案を書けないと減点される対象となる。

(2) はみ出し削り論法

3. 研究方法 (研究手法) □バーゼル問題

$$S=1, S=2 \text{ の証明は省く。 } \zeta(2) = \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2}$$

$$\zeta(2) = \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} \quad \zeta(2) = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n} \sum_{k=0}^n \frac{1}{\frac{k^2}{n^2}}$$

$n \rightarrow \infty$ に飛ばすとこれは区分求積を用いて広義積分

$$\text{の形で表される。 } \zeta(2) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \int_0^1 \frac{1}{x^2} dx = \frac{\pi^2}{6}$$

$$\zeta(j+1) = I_j = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^j} \int_0^1 \frac{1}{x^{j+1}} dx \quad I_1 = \frac{\pi^2}{6}$$

$$I_{j+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^{j+1}} \int_0^1 \frac{1}{x^{j+2}} dx$$

$x^{j+2} = t^i$ と置換する。 $x : 0 \rightarrow 1$ で $t : 0 \rightarrow 1$

$$x = t^{\frac{i}{j+2}} \quad dx = \frac{i}{j+2} t^{\frac{i}{j+2}-1} dt$$

$$I_{j+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^{j+1}} \int_0^1 \frac{1}{t^{\frac{i}{j+2}}} \frac{i}{j+2} t^{\frac{i}{j+2}-1} dt$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^{j+1}} \frac{i}{j+2} \int_0^1 t^{-i + \frac{i}{j+2} - 1} dt$$

ここで $-i + \frac{i}{j+2} - 1 = -j - 1$ となるように i の値を

$$\text{定めると } i = \frac{j(j+2)}{j+1}$$

$$I_{j+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^{j+1}} \frac{1}{j+2} \frac{j(j+2)}{j+1} \int_0^1 \frac{1}{t^{j+1}}$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^{j+1}} \frac{j}{j+1} \int_0^1 \frac{1}{t^{j+1}} dt$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^{j+1}} \frac{j}{j+1} I_j$$

$$I_2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2n} I_1 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2n} \frac{\pi^2}{6} = 0$$

$\zeta(3) = 1.20205\dots$ (アペリー定数、無理数) という値が知られているためこの方法では間違った値が導かれた。

□はみ出し削り論法

具体的な問題例 $(0 \leq t \leq 1)$

$y = x^2, y = t, x = 0$ 、で囲まれた領域 D_1

$y = x^2, y = t, x = 1$ 、で囲まれた領域 D_2

D_1 の面積と D_2 の面積の和が最少となる t の値

① 想定された解法

D_1 と D_2 の面積をそれぞれ求めて t の関数として最小値を与える t の値を求める。

$$D_1 = \int_0^{\sqrt{t}} (t - x^2) dx = \frac{2}{3} t \sqrt{t}$$

$$D_2 = \int_{\sqrt{t}}^1 (x^2 - t) dx = \frac{1}{3} - t + \frac{2}{3} t \sqrt{t}$$

$$D_1 + D_2 = \frac{4}{3} t \sqrt{t} - t + \frac{1}{3}$$

$$\sqrt{t} = a \text{ と置き } f(a) = \frac{4}{3} a^3 - a^2 + \frac{1}{3}$$

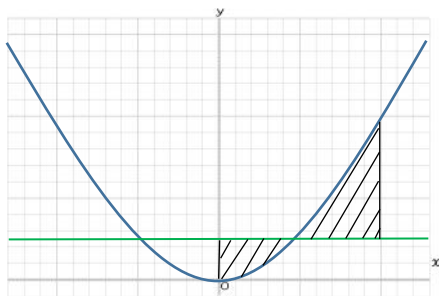
a についての関数を微分することによって最小をとる値を調べる

② はみ出し削り論法

1. t の値を予測する。

$D_1 + D_2$ の関数がどのような概形になるかを推測すると、グラフ (面積) の変化量が微小に t の値を動かしたときに 0 になるとき面積が最小になることが予想できる。

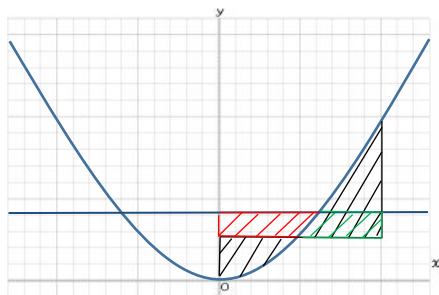
つまり図のようになる時



2. その t の値が本当に最小値をとることを証明

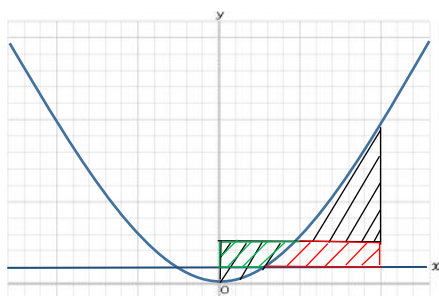
t の値が面積を最小にすると予想されるときから変化したときを考える。

i. t の値が増加すると



図より
(増加する面積 (赤) > (減少する面積 (緑))
よって面積は増加する。

ii. t の値が減少するとき



図より
(増加する面積 (赤) > (減少する面積 (緑))
よって面積は増加する。

したがって面積の最少をとる t の値は $\frac{1}{4}$ と分かる

x の関数 $f(x)$ を $f(x) = \int_1^x |\log t - \log x| dt$ ($x > 0$) によって定義する。ただし、対数は自然対数とする。

- (1) $f(1)$ および $f(2)$ の値を求めよ。
 - (2) $1 \leq x \leq 2$ のとき、積分を実行して $f(x)$ を x の式でかけ。
 - (3) $1 \leq x \leq 2$ における $f(x)$ の最大値と最小値およびそれぞれのときの x の値を求めよ。ここで、必要ならば自然対数の底 e が $2.7 < e < 2.8$ を満たすことを用いてよい。
- [04東京理科大]

4. 結果・考察

バーゼル問題の値を積分と漸化式を用いて求めようと考えたが間違った値が得られた。

その結果はおそらく広義積分は本来、発散する点の値 α を代入する際には ε を用いて $\lim_{\varepsilon \rightarrow \alpha}$ とする必要がある x の積分範囲と t の積分範囲が異なってくる可能性があるためでないかと考えられる。はみ出し削り論法はかなり図に頼ることによって一般的な解法よりも 2 倍近く早く問題を解ける。

5. 自分の提案 (答え)

(1) 提案 1

□□素数の分布を複素数とゼータ関数を利用して考察できる。また、ゼータ関数と素数の関係はオイラー積を用いて少し見えてくる。素数について興味を持った人は研究の材料にしてほしい。

(2) 提案 2

□□はみ出し削り論法を用いて問題を解けば素早く問題を解ける。ただ正確な論理展開が難しいので利用しないほうが無難かもしれない。数学のテクニックとして瞬間部分積分やトレミーの公式などを押さえておくべき。

6. 今後の課題

まず、バーゼル問題を区分求積法から漸化式から値を求めることを試みたが、うまくいかなかった。広義積分について深く知りたい。複素数が肩に乗った複素数乗をオイラーの公式を用いて理解できたので対数や積分なども実数の範囲から複素数の範囲に拡張して研究をしたい。数学には、コッホ曲線の 1.7 次元が存在するなどの興味深い内容がたくさんあるので今後の研究の題にしたい。

7. 引用・参考文献

- 1) <http://www.kurims.kyotou.ac.jp/~kyodo/kokyuroku/contents/pdf/1583-12.pdf>
- 2) http://www10.plala.or.jp/mondai/columun/jime_i_2.pdf

競技プログラミングの大会で上位入賞を目指す

—アルゴリズムやデータ構造の理解—

研究者 2年1組03番 伊香賀 太一
2年1組27番 長崎 大

1. 研究目的

近年、プログラミング学習が小学校の必修科目に取り入れられるなど、社会全体でプログラミングが重要視される中で、それを競技として取り組む競技プログラミング（競プロ）というものに興味を持った。そこで、競プロに取り組む中で、どのような知識や能力が必要となるのかを研究し、9月に行われるパソコン甲子園(以下 PCK)での上位入賞を目指す。

2. 先行研究

(1) 概要

競プロでは、与えられた課題にどれほど早く正解できるかを競う。そのためには課題を素早く理解し、適切なコードを書くことが求められる。

(2) 内容

この研究では以下の2つの視点からアプローチを試みる。

- ・過去のコンテストを分析し、問題の傾向をつかむ
- ・アルゴリズムやデータ構造を理解する

(3) 結果

① 分析

主要なコンテストで過去に出題された問題から問題のパターンや傾向を分析する。

ア. 対象

コンテストの内容や難易度を考慮して以下を対象とした。

- ・AtCoder Beginner Contest
- ・CodeForces Round(Div.2, Div.3)
- ・パソコン甲子園(PCK)
- ・日本情報オリンピック(JOI)

イ. 方法

- ・各問題で、解法に使われたアルゴリズムを列挙する
- ・頻出したデータ構造をまとめる
- ・問題の難易度などの視点も加えて、以上のことを体系化する。

ウ. 結果

実装重視と考察重視に分けることができる。

◦実装重視 ・考察は簡単 ・コードが長くなる傾向 ・コンテストの序盤から中盤に多い	◦考察重視 ・パズル的な問題 ・得意不得意に分かれやすい ・コンテストの中盤や終盤に多い
--	---

② アルゴリズムやデータ構造

コンテストでは様々なアルゴリズムやデータ構造を用いて問題にアプローチする。そのため、頻出するアルゴリズムやデータ構造について理解を深めることで様々な問題に対処できる。

主要なアルゴリズムとデータ構造

◦アルゴリズム ・貪欲法 ・深さ優先探索 ・二分探索 ・動的計画法 ・高速フーリエ変換 など	◦データ構造 ・グラフ ・セグメント木 ・順位キュー ・Union-Find ・ハッシュテーブル など
--	---

○ アルゴリズムの例

◦二分探索

昇順に並び替えられた配列の中の要素を高速に検索することができるアルゴリズム。ほかにも活用方法が存在し、使える状況を見極めることが必要となる問題が頻出。

◦動的計画法 (DP)

アルゴリズム設計技法のひとつ。対象となる大きな問題を複数の小さな部分問題に分解し、その答えを帰納的に利用して大きな問題の答えを求める手法の総称。

主にナップサック DP、区間 DP、bitDP などの種類がある。

DP はバリエーションが多岐にわたり、考察も重いことが多く、コンテストでは難易度の高い問題として頻出。

◦高速フーリエ変換 (FFT)

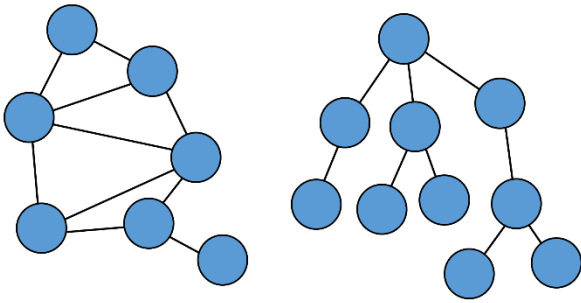
通常は $O(N^2)$ かかる畳み込みを $O(N\log N)$ できるようにするアルゴリズム。難易度が非常に高いアルゴリズム。

○ データ構造の例

◦グラフ

頂点と頂点同士を結ぶ辺からなるデータ構造(1)。友人関係や路線図など様々な状態をグラフとみなすことができる。適応できるアルゴリズムが豊富。辺や頂点に様々な状態を持たせることができる。応用範囲が広く、コンテストでは幅広く出題される。

また、グラフのひとつである“木”は様々な特性を持ち、ほかのデータ構造にも用いられる。上に挙げたデータ構造の例はみな木などのグラフをベースにしたものである。



(1) グラフの例

◦ ハッシュテーブル

キーと値の組を複数個格納でき、キーに対応する値を素早く参照することができるデータ構造。通常の配列では添え字に非負整数しか扱えないが、キーを基にしたハッシュ値を添え字とすることで、非負整数以外のキーに対しても $O(1)$ で値の検索や追加ができる。

3. 先行研究から得られた知見

- コンテストに頻出するアルゴリズムやデータ構造を分析することでどのような知識や能力が必要になるかが分かった。
- アルゴリズムの中には実装が難しいもの、動作が複雑なものも多かった。
- アルゴリズムを実際に活用するような問題に取り組み、アルゴリズム力をつけていくことで、コンテストでも好成績を収められるようになるのではないかと

4. PCKについて

(1) 結果

予選を勝ち抜くことができ、本選に行くことができたが、本選ではあまり良い成績を収めることができなかった。

(2) 出題されたアルゴリズムやデータ構造。

予選問題については解説が存在しないため、本選で扱われたものを列挙する。

尺取り法
幅優先探索
bitDP
セグメント木
Fenwick 木
木の重心分解
高速フーリエ変換

(3) 知見及び所感

- 尺取り法や幅優先探索など、比較的簡単なアルゴリズムも出題された一方、高速フーリエ変換などの高度なアルゴリズムを用いる問題も出題された。
- また、複数のアルゴリズムやデータ構造を組

み合わせる問題もあり、よりアルゴリズムへの理解が求められた。

- 本番では考察が行き詰まってしまう、初歩的なアルゴリズムを用いる問題でも正解することができなかった。
- コンテストの最終盤では考察も実装もかなり重い問題が出題され、そのような問題に手を付けることもできなかった。

5. 今後の課題

- コンテストを通して自分たちの力不足を痛感した。
- 高次的なアルゴリズムの学習だけでなく、基礎的なアルゴリズムを確実に理解し、使えることが大切だと分かった。
- 今後はさらにアルゴリズムやデータ構造への理解を深め、来年の PCK でリベンジしたいと思う。

6. 引用・参考文献

- プログラミングコンテストチャレンジブック ~問題解決のアルゴリズム活用力とコーディングテクニックを鍛える~ 第2版
- <https://atcoder.jp/> (AtCoder)
- <http://codeforces.com/> (CodeForces)
- <http://web-ext.u-aizu.ac.jp/pc-concours/> (パソコン甲子園)
- <https://www.ioi-jp.org> (日本情報オリンピック)

ステレオグラムの原理と応用

—立体画像を作る—

研究者 2年4組 斉藤諒介 中村悠大 箱山颯大

1. 研究目的（問題意識）

最先端のIT企業でAR開発が進んでいるという記事を見て、コンピューターが空間を立体的に捉えるアルゴリズムについて興味を持った。調べていくうちにステレオグラムというものを知ったので、研究してみることにした。

2. 現状

(1) ステレオグラムとは

立体的な印象を持つように描かれた平面の絵や図のこと。（引用元：Wikipedia）

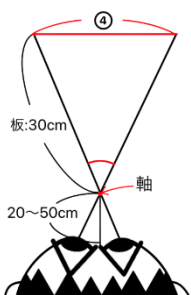
(2) 視差について

空間において、見る場所が変わると対象の見え方や、他の対象との間隔等が変わってくる。これを視差という。特に、人の両目に起こる視差のことを両眼視差という。

(3) 立体視とステレオグラム

人間は、両眼視差の情報を脳で処理することにより、空間を認知している。言い換えれば、平面的な情報をもとに、立体的な視覚を得ている。このことを立体視という。ステレオグラムが立体的に見えるのは、平面に立体的な情報を得られる仕組みが描かれているからである。

3. 先行研究のまとめ



先行研究として、人間の目の見え方について自分たちで考察して、それが正しいかどうか実験を行った。具体的には、人の視線の向きが自分たちの計算とどれだけずれるのか調べるために、自分たちの計算の値を「理論値（左図

の④）」、実際に実験で測定した値を「実測値」として、差を求めた。結果、理論値と実測値には許容できる誤差程度の差しか生まれなかった。

		左右の交点		中心の交点	
		点の距離	角度	点の距離	角度
理論値	20cm	10.053	19	10.342	20
	30cm	6.862	13	6.953	13
	40cm	5.191	10	5.230	10
	50cm	4.170	8	4.190	8
測定値	20cm	10.0	19	8.7	17
	30cm	6.6	13	6.7	13
	40cm	5.2	10	5.0	10
	50cm	4.2	8	4.1	8

この結果より、これから先の研究では計算による考察が十分通用するのではないかと予想できる。

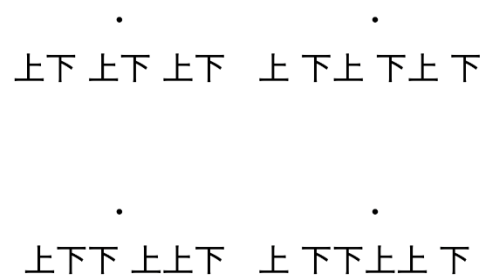
4. 研究・結果

先行研究の結果をもとに、自作のステレオグラムの作成を試みた。

(1) パソコンのキャンパス上に背景と同じ柄の見せたい図形（今回は円）を二つ用意して、先行研究のデータを元に計算した分だけずらしてステレオグラムの作成を試みた。理論上はこの手順で立体視がある程度出来るはずだったが、二つの画像がうまく重なり合わず、3つの円が見えてしまっていた。

(2) 図形にバース変形を施してより実際の見え方に寄せるように微調整を行ったが、うまく立体的に見えなかった。

(3) 次に、うまくいかなかった原因がどこにあるのかを確認するために、背景を削除して、文字やシンプルな記号のみのステレオグラムを作成した。概ね予想通りの立体的な情報を得ることができた。



←成功したステレオグラム

5. 考察

実験結果から、自分たちがステレオグラムを作るうえで最大の課題は背景画像であるのではないかと考えられる。ネットに散見されるステレオグラムは、どれも特殊な背景であるが、それがどれだけの役割を果たしているのかについての考察が不十分だった。

それを踏まえて、自分たちで背景がどのような働きをしているのかいくつか考えをまとめてみた。

- (1) 立体視をしている時も背景がぶれないような働きをしている。
- (2) インターネット上のステレオグラムはコンピュータプログラムによって画像を綿密に編集している。

6. 今後の課題

現時点で私たちの課題は上にあげた通り。加えて今後の課題として、

- (1) 技術的な問題を解決するために自分たちがプログラミングなどを学習する。
- (2) 過度にコンピューターに頼らない、より簡単な制作方法を模索する。

があげられる（多くの人にステレオグラムを体験してもらおうという目標を達成するためには(2)が望ましい）。

7. 引用・参考文献

両眼立体視の脳内機構 藤田一郎(大阪大学大学院生命機能研究科 認知脳科学研究室)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jorthoptic1977/35/0/35_0_31/_pdf/-char/ja

リモート〇〇に最適なツールは？

ータイムラグは大きな差が見られなかったー

研究者 2年3組31番 宮崎成摩
32番 宮本知征
34番 柳澤洸瑠

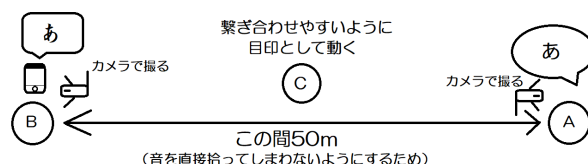
1. 研究目的

昨今のコロナウイルス禍において、「リモート会議」や「リモート授業」などのオンライン上で行う作業が急ピッチで普及してきており、その需要は高まってきている。現に、私たちが通う屋代高等学校でもリモート授業が行われ、その需要は高まってきている。なおかつ、これからコロナウイルスがまた猛威を振るわない保証はないため、再度コロナウイルスが蔓延するような事態に陥った場合、本校、屋代高等学校でもリモート授業を行う可能性が高いと思われる。そこで、今後のリモート授業でツールを使うとすると、通信速度が最も速いツールは、一体どのようなツールなのか気になったため、このような研究をしようと思った。この実験を経ることによって、「リモート会議」や「リモート授業」などのリモート〇〇に最適なツールはどのようなものなのか実際に検証、および考察していこうと思う。

正確なラグの測定が出来るようにする。要するに、映画撮影でのカチンコの役割。

- ③一方が音を発する声が一方のカメラに録音できるようにし、他方が受信した電話の声をもう一方のカメラで録音する。
- ④その2つの動画を編集し、上手いこと繋ぎ合わせ、測定することによって、タイムラグを数値化する。
- ⑤その結果をもとに考察する。

(思ったより説明が長く、まどろっこしくなりましたため、とてもわかりにくくなっています。下の図や本文章末にあるQRコード先の動画をご覧くださいと幸いです)



2. 検証①～タイムラグ編～

(1) 音声のみの場合

↓↓↓ 今回の検証で使用した通話アプリ ↓↓↓

- ・キャリア電話
 - ・LINE
 - ・Messenger
 - ・Discord
 - ・Skype
- (参) 糸電話

[検証方法]

- ① 2人が互いの声が聞こえなくなる位置まで離れる。その間約50m。
- ② それぞれの方向にカメラを向け、動画をそれぞれ撮る。このとき、二者の間で目立つ動きをすることで二つの動画の時間を揃えやすくし、より

[検証結果]

単位 : 秒						
1 st	0.30	0.29	0.29	0.36	0.26	なし
2 nd	0.40	0.30	0.26	0.30	0.20	なし
3 rd	0.43	0.20	0.26	0.30	0.26	なし
4 th	0.36	0.16	0.33	0.30	0.25	なし
5 th	0.36	0.20	0.30	0.26	0.23	なし
Ave	0.37	0.23	0.29	0.30	0.24	なし

※文章末のQRコード参照

〈考察〉

各アプリともそんなに大きな変化は見られていないが、キャリア電話は他と比べて少し遅いことがわかった。まだ試行回数は5回と少ないので一概にどれがいいとは言えないが、今のところはLINEが一番早いという結果になった。また、糸電話には全くと言っていいほどタイムラグが無かった。

[備考]

- ・ 携帯電話は iPhoneXS, iPhoneXR を使用
- ・ 回線は 4G 回線を使用 (Wi-Fi は不使用)
- ・ 携帯会社は docomo, au の 2 社
- ・ 動画編集ソフトは AviUtl を使用

(2) 音声+映像 (リモート演奏) の場合

↓↓↓ 今回の検証で使用した通話アプリ ↓↓↓

- ・ Google meet
- ・ Instagram のビデオチャット (アンケートより)

[検証方法]

- ①異なるインターネット環境にそれぞれ演奏者を配置する。
- ②各通話アプリを用いて通話をつなぐ。
- ③一方の合図で演奏を開始し、それによる映像、音声のタイムラグを体感するとともに、カメラもしくは画面録画機能で記録する。
- ④それをもとに考察する。

[検証結果・考察]

2つのアプリに共通して多少のタイムラグがあったため、一方が合ってももう一方が音ズレしているという状況になった。普段の電話ならば特に気にならない程度のタイムラグでも、演奏を合わせようとするとそのタイムラグも大きな差になることがわかった

※文章末のQRコード参照

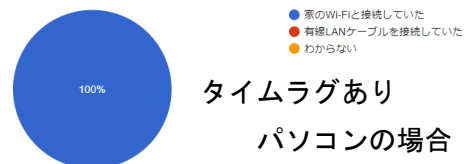
[備考]

- ・ デバイスはそれぞれのパソコンと携帯電話を使用
- ・ 回線はそれぞれの家のWi-Fiを使用

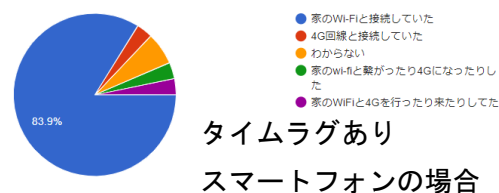
3. アンケート結果

屋代高校2学年の男女約60人に、リモート○○や通話アプリのタイムラグについてのアンケートを行った。下記は現時点でのアンケート結果である。

タイムラグを感じた時のインターネット環境を教えてください
7件の回答



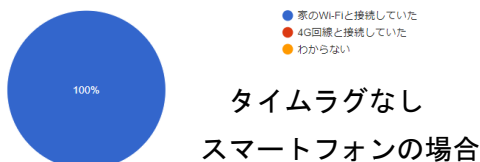
タイムラグを感じた時のインターネット環境を教えてください
31件の回答



リモート授業を受けていた時のインターネット環境を教えてください
3件の回答



リモート授業を受けていた時のインターネット環境を教えてください
12件の回答



[考察]

タイムラグを感じていない人は全員が家のWi-Fiと繋がっていたということがわかる。また、それとは逆に、タイムラグを感じている人はインターネット回線が不安定という傾向にあるとも言える。

4. 今後の課題

今後はさらに試行回数を増やし、より正確なデータを得られよう検証し、また、検証するアプリの数を増やしさまざまなデータから総合して判断したい。

参照リンク → → → → → → → → → → → → →

検証方法とその結果

(<https://www.youtube.com/channel/UC7bL9IvSLHIpNUSrHzziwA>)

