

平成 29 年度指定スーパーサイエンスハイスクール

活 動 記 録 集

第 3 年次 令和元年 3 月

宮城県仙台第三高等学校

目 次

I S S 課題研究 II (理数科 3 年) 論文・日本語ポスター	1
数学領域	
偏差値を比較することの有効性	2
物理領域	
クラドニ図形～振動によって粒子はどのような模様を描くか～	7
密閉空間におけるろうそくの長さと燃焼時間の関係	1 3
可視光通信の精度向上を目指して	1 8
イスタンブールのお盆の水と油の境界面の動きの解明	2 3
摩擦帯電の変化条件	2 8
面の状態と摩擦の関係	3 3
化学領域	
塩化ナトリウムの結晶の長さを操る	3 8
高吸水性ポリマーを用いた蓄電池	4 3
銅の殺菌作用と毒性	4 8
無電解めっきを用いた材料の応用	5 3
ホウ砂球反応を用いた混色ガラスの作製	5 8
しゃぼん玉の凝固と薄膜干渉との関係	6 3
生物領域	
アカヒレタビラの保全に向けて	6 8
ヨモギタマバエと寄生蜂の共進化	7 3
モンシロチョウの教育利用に向けて	7 8
プラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係	8 3
食品科学領域	
ジャムにおける防カビ効果とトレードオフ	8 8
視覚・嗅覚が味に与える影響	9 3
II S S 課題研究 I ・台湾研修 (理数科 2 年) 日本語ポスター・英語ポスター	9 8
数学領域	
出席番号を基にした指定方法の偏りの有無	9 9
物理領域	
安価な風洞の制作に向けて	1 0 0
水と油の境界面の動きと加速度の関係	1 0 1
プロペラと落下体の運動の関係性	1 0 2
動画にみる螺旋状の流水	1 0 3

化学領域	
色素増感太陽電池とアントシアニンの関係	1 0 4
銅の植物に対する毒性を緩和させる因子	1 0 5
プラスチックの分解	1 0 6
実用的な新型木炭電池の開発に向けて	1 0 7
炭の吸着力	1 0 8
リーゼガング現象	1 0 9
生物領域	
付着藻類の競争に与えるオオタニシの影響	1 1 0
ヤスデの脚はどうして増えたか	1 1 1
アカヒレタビラの保全に向けて	1 1 2
プラナリアの個体崩壊の過程	1 1 3
食品科学領域	
二十日大根に対する銅イオンの毒性	1 1 4
クルミから作る三高染め	1 1 5
Ⅲ S S 探究Ⅱ（普通科3年） 日本語ポスター	1 1 6
工学分野	
医療・介護面における完全ロボット化の可能性	1 1 7
ファジィ推論を用いた人工知能について	1 1 8
情報化によってどのような職業が必要となるか	1 1 9
「AI が仕事を奪う」はウソ!?	1 2 0
揺れに強い家を作るためには	1 2 1
建築によってどのように地球を守れるのか!?	1 2 2
津波から家を守るには	1 2 3
ペットボトルロケットによる水難救助	1 2 4
リニアモーターカーは鉄道の代替えとなりえるか	1 2 5
夢のランニングシューズが走りを変える	1 2 6
電気 vs 紙 ～地球にやさしいのはどっち?～	1 2 7
小水力小さいからってなめんじゃねーぞ!	1 2 8
海水で走る環境にやさしい車	1 2 9
理学分野	
地球滅亡! ? 私たちの未来 i n 火星	1 3 0
各教科の偏差値の特徴について	1 3 1
与兵衛沼のホタルの復活に向けて	1 3 2
革新的発電で途上国の電力不足を賄えるのか?	1 3 3
農学・食産業分野	
お弁当で世界を救う	1 3 4
絶滅危惧種を救うには?	1 3 5

漁業の衰退、止めたくない？	1 3 6
日本の大豆最強説！	1 3 7
スポーツ・医療・福祉分野	
睡眠と疲労回復度の関連性	1 3 8
練習・試合・試合後にかけてのメンタルについて	1 3 9
ホームランを打てるバッティングフォーム	1 4 0
運動的教育	1 4 1
世界から見た日本のガン	1 4 2
血液を作ろう	1 4 3
我々の未来とジェネリック	1 4 4
音楽が超高齢化社会を救う！？	1 4 5
私達の健康な身体づくり	1 4 6
どんな薬？ ジェネリック医薬品	1 4 7
芸術分野	
現代における J-POP と洋楽の関係	1 4 8
音と学び～無音空間で勉強して大丈夫？～	1 4 9
日本から世界に及ぼされる芸術への影響	1 5 0
心理・教育・人文分野	
ENGLISH EDUCATION	1 5 1
学校教育の見直しによる社会状況の変化の予測	1 5 2
陽キャと陰キャができるまで～スクールカーストと教師の対応～	1 5 3
スポーツと心	1 5 4
お菓子の形状と若年層の心理	1 5 5
ペットロスの理解度向上に向けて	1 5 6
第三者の悩みへの関与～一人で悩まないで～	1 5 7
異文化対立から見る相互理解の糸口	1 5 8
世界共通通貨を作ろう！	1 5 9
経済・経営・社会分野	
印象操作というリスク～君はまだホモエコノミクスを知らない～	1 6 0
新聞・看板広告 VS インターネット広告	1 6 1
なぜ日本で電子決済は普及しないのか	1 6 2
私達と AI の共存	1 6 3
私たちが考える「現地化」	1 6 4
特産品の知名度を上げるにはどうしたらよいか	1 6 5
LGBT に関する法律はなぜ存在しないのか	1 6 6
身近に潜むことばのトラブル	1 6 7
がんばれ！民族衣装！	1 6 8

工学分野

バランスのとれた乗り物って？	170
4万円のスピーカーなんていない！！	171
自動車の未来	172
ラーメン発電	173
災害と建物	174
5Gとどう付き合っていくか	175
スターリングエンジンによる船舶搭載エンジンの高効率化	176
身近なもので発電	177
蓮の葉と蛾の目が作る夢のフィルム	178
スマホで認知症対策	179
ガウス加速器の速度変化と球の関係	180
おじいちゃんといっしょ～みんなが共生できる施設づくり～	181

理学分野

コケ植物の現代環境問題解決への応用	182
水の粘性と運動の関係	183

農学・食産業分野

食品ロスで貧困を救う！？	184
新・合わせ出汁	185
肉不足の救世主	186

スポーツ・医療・福祉分野

運動部活動の存在意義	187
人類の敵はスマホ！？	188
清潔過ぎた病	189
植物VS塩～仁義なき戦い～	190
高齢者を救え！プロテインの可能性	191
ホームランを出したい	192
宇宙医学における生理的対策	193
嘘の薬が命を救う？	194
癌腫について正しい知識！	195

芸術分野

音楽の要素と人間の心理・作業効率の関係	196
---------------------	-----

心理・教育・人文分野

女性の社会進出応援団	197
SNSと承認欲求	198
SNSとこころ	199
音楽のテンポと人間の行動	200
日本人の単独行動に対する心理と集団意識との関係	201

寝ない授業のつくり方	202
ボランティアの在り方	203
令和予想～日韓関係からみる日本の文化～	204
みんなが幸せになるICT利用型授業を目指して	205
友人関係構築のきっかけづくり～イベントを通して～	206
主体性を養う次世代の教育制度とは	209

経済・経営・社会分野

大阪万博と持続可能な経済社会	210
人口増減と経済状況の変化	211
日本のキャッシュレスの未来	212
日本の教育をよりよくするために	213
フィリピンに起業しよう	214
松島の人口流出から考える観光業	215
法律は社会変化に適応するべき	216
メディア規制とジャパニーズカルチャー	217
日本の移民の受け入れ問題とその課題	218
フェアトレードの現実	219

V 課外活動 220

【SSH研究発表会】神戸

可視光通信の精度向上を目指して	221
3年 佐藤洸太, 下山凌空, 千田直人	

【第43回全国高等学校総合文化祭研究発表】さが総文

物理部門

やじろべえ型受動歩行機はいかに歩くか	224
2年 千葉溪, 高橋俊斗, 辻本武	

化学部門

ホウ酸水溶液と糖水溶液の混合によるpH変化	234
2年 臼渕泰生, 白井凜太郎, 鈴木博也	

【第62回日本学生科学賞／第11回 坊っちゃん科学賞 研究論文コンテスト優良賞】

樹状に広がる金樹と黒色に発現する金樹の研究	253
2年 高橋諒, 井場正貢, 丸谷里歩	

VI 研修等の記録	266
SSつくば研修	
暮らしを豊かにする産総研	267
産総研と私たちの暮らす社会	268
加速器と私たちの未来	269
JAXA と生命の結びつき	270
JAXA の研究と日常生活	271
JAXA とはやぶさ2	272
SS白神フィールドワーク	
十二湖ブナの森の毎木調査	273
白神の発光生物	274
地すべりと追良瀬川の土石流	275
磯の生物の観察	276
十二湖地域の地形	277
SSプレゼンスキル 東北大学工学部研修	
半導体の小型化技術とその応用法を探る	278
ナノの世界へ Let us go !!	279
協調性のあるロボットを目指して	280
航空機の進化を求めて	281
機械と人間の調和と安全	282
地球環境の保全を目指して	283
次世代型モータ, 発電機の開発現場	284
近未来を支えるアンテナ技術	285
医工学で障がい者を支援する	286
スピンエレクトロニクスの利用	287
科学プロセスを“見る”～ミクロからマクロまで～	288
カリックスアレーンとホスト化合物	289
金属素材産業に貢献する研究を！	290
マグネシウム合金による機械の軽量化	291
夢の溶接技術への挑戦！	292
環境調和型新製鉄プロセスとその原料開発	293
省資源・省エネルギー型の材料製造技術	294
半導体が導く未来	295
仮想多次元空間を利用した「見える化」	296
建築の観点から災害への対処法を探る	297

SS 課題研究Ⅱ (理数科)

偏差値の有効性

01班

1 目的と仮説

偏差値とは

ある数値がサンプルの中でどれくらいの位置にいるかを表した数。

$$\text{偏差値} = (\text{得点} - \text{平均}) \div \text{標準偏差} \times 10 + 50$$

正規分布とは

平均が一番高く、平均から離れるにつれて緩やかに低くなっていく、左右対称な釣鐘型の分布



目的

偏差値はサンプルの分布が正規分布であるとき、一番正確な評価ができる。

実際のテストなどでは、正規分布になるとは限らない。



そこで

サンプルが正規分布であるときとそうでないときの偏差値を比べることができるのかという点に着目し、研究を始めた。

仮説

グラフの分布によって同じ偏差値のときの順位は異なる

偏差値のみでは分布が異なるときのテストは正確に比較できない

2 研究方法

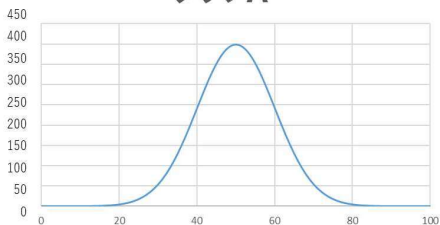
1、グラフの作成

正規分布とそうでないときの偏差値を比較するために正規分布グラフAと山が二つあるグラフBを作成した。

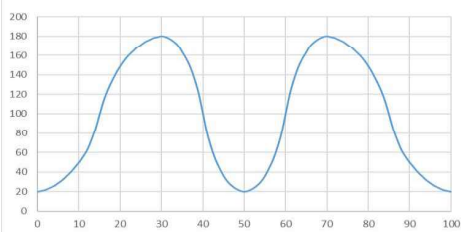
グラフの条件

- 縦軸は人数
- 横軸は得点(100点満点)
- 人数は10000人
- 平均点は50点

グラフA



グラフB



作成した結果、グラフAの標準偏差は10
グラフBの標準偏差は25.5 となった

2、偏差値の比較

偏差値が60のときの順位を比較した。

↑もっと増やす

3 結果、考察

偏差値を60取った時の順位は、下図になった。

	偏差値60のときの順位
グラフA	1468～1710位
グラフB	2033～2204位

正規分布と山が二つある分布を比べる場合、平均点が同じでも、同じ偏差値を取った時の順位は一致しないということが分かった。



つまり

異なる分布のテストで成績を比較するとき、偏差値の変化では成績の正確な評価ができない場合がある

4、展望

分布の仕方が違うサンプルを作成する (例) 分布の頂点がずれている場合など



そのグラフの、偏差値が同じ時の順位を比較する

- それぞれの分布によって偏差値が正規分布の時と比べてどのように違うのか
- 正規分布ではなくても成績の評価が正確にできる方法を考える

参考文献

正規分布とは何なのか？その基本的な性質と理解するコツ <https://atarimae.biz/archives/9850>
Excelの正規分布曲線の作り方 <https://bellcurve.jp/statistics/blog/15344.html>

偏差値を比較することの有効性

宮城県仙台第三高等学校

01 班

私たちはテストを比較するときに偏差値を用いている。偏差値は正規分布であることを基準にして求められる。しかし私たちが実際受けるテストは、毎回分布が異なっている。そこで正規分布の場合と正規分布でない場合(山が二つの分布)の二つのグラフを作って比較した。グラフの条件は人数 10000 人、平均点 50 点になるように作成した。それぞれグラフの標準偏差は正規分布のグラフが 10、山が二つのグラフが 25.5 になった。それぞれのグラフの偏差値 60 の時の順位を比較する。正規分布の偏差値 60 の時の順位は 1468～1710 位になり、正規分布でないほうの偏差値 60 の時の順位は 2033～2204 になった。つまり分布が違うテストの偏差値を比べる場合、平均点が同じで偏差値が同じでも順位が一致しないことが分かった。今回の結果では約 800 位の差が生じてしまう可能性がある。このことから異なる分布のテストで偏差値の比較をするとき、順位と偏差値の関係は一定でないことが分かった。この二つのグラフは分布の仕方つまり標準偏差に大きな差があったため順位に大きな差が生まれてしまった。つまり私たちは偏差値だけでなく標準偏差も考慮して成績を比較しなければならないのではないか。今後の展望は標準偏差の変動が偏差値と順位にどんな影響を与えるか調べる。

1 背景

偏差値はテストの結果を表すためによく用いられる。また私たちは普段、複数のテストの結果を比較するときに偏差値を用いることが多い。しかしそのテストごとに条件(人、問題、など)が違うため、テストごとに分布は異なってしまう。

偏差値：全体のうちどれくらいの位置にいるか表した数。

偏差値の定義

偏差値 = (得点 - 平均点) ÷ 標準偏差 × 10 + 50
で求められる。

正規分布：平均値に最も多く分布する左右対称な釣り鐘型の分布。平均値と中央値と最頻値が一致する。

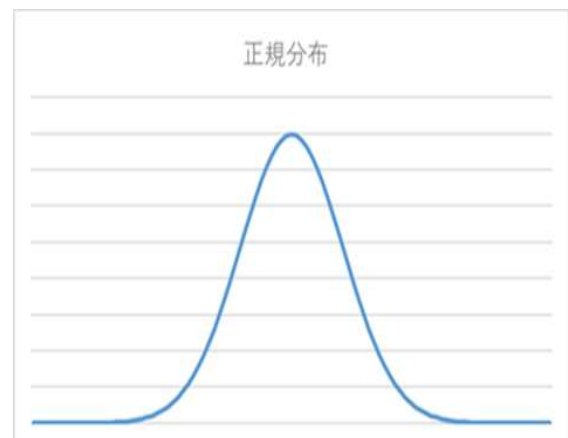


図 1、正規分布のグラフ

2 研究動機

私たちは普段、テストの結果を比較するとき偏差値を利用している。しかしテストごとに受験する人やテストの難易度などが変わってしまう。それなのに成績の推移を偏差値の変化だけで判断していることが多い。したがって、テストによって分布が大きく変わってしまうことがある。そこで私たちは、分布の違いがテストにどのような影響を及ぼすのかを調べようと思った。

3 序論

偏差値は正規分布であることを基準として求められる。つまり偏差値は分布が正規分布に近いほど正確な評価ができる。しかしテストによって受験する人や問題の難易度が変わってしまう。したがって実際のテスト結果の分布が必ずしも正規分布になるとは限らない。しかし私たちは分布が異なるテストの結果を偏差値で比較している。私たちは分布が異なるときの成績は偏差値を用いることで比べることができるのかという疑問を持ちこの研究にのぞみました。

4 研究方法

まずテストの結果の分布が正規分布になったときと正規分布にならなかった場合（山が二つになった時の分布）を比べる。

そのために Excel を用いて成績の分布が正規分布になるときのグラフと、正規分布にならないとき（山が二つになる分布）の分布のグラフを作った。

そしてそれぞれのグラフにおいて偏差値 60 をとったときの順位を比較する

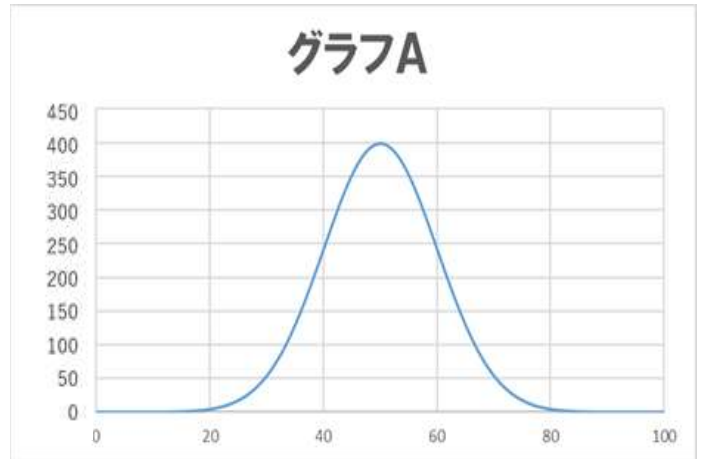


図 2

図 2 は成績の分布が正規分布になるときのグラフを作成したものである。（グラフ A）

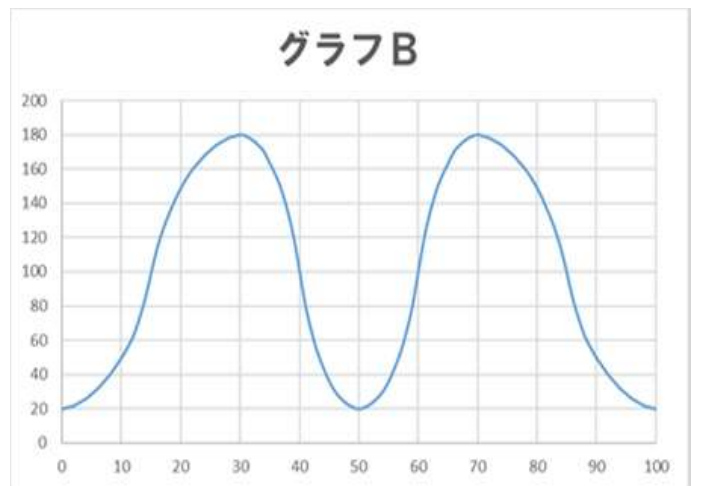


図 3

図 3 は正規分布でないとき（山が二つになる分布）の分布のグラフである。（グラフ B）

5 結果・考察

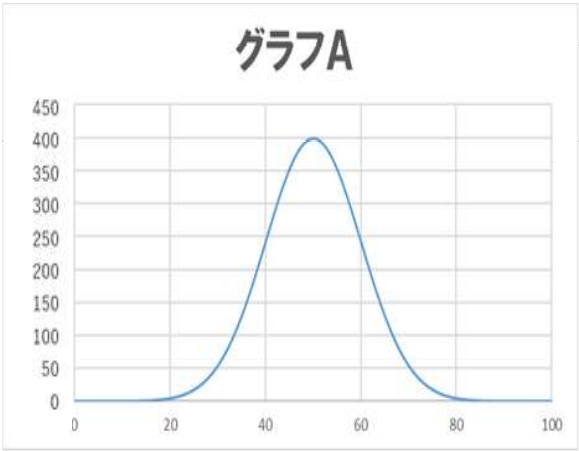


図 2

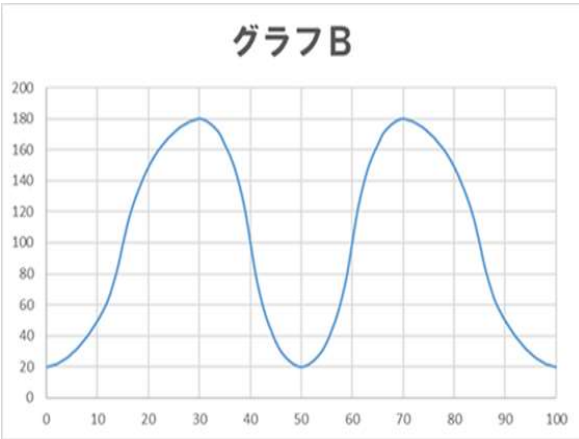


図 3

縦軸は人数
横軸は得点（100点満点）
人数は10000人
平均点は50点
になるように作成した。

この時にそれぞれ標準偏差は
正規分布 10
正規分布ではない 25.5 となった。

	偏差値60のときの順位
グラフA	1468～1710位
グラフB	2033～2204位

図 4

図 4 によると、偏差値 60 をとった時の順位は、
グラフ A では 1468～1710 位
グラフ B では 2033～2204 位
となった。偏差値 60 をとった人の人数は、ど
ちらのグラフでも複数人いたため上のような表
記をしている。

この結果から、分布の仕方が異なるグラフの、
同じ偏差値をとった時の順位は一致しないとい
うことが分かった。つまり、分布の仕方が異な
るグラフでは、同じ順位をとっても偏差値は一
致しないということが分かった。よって、分布
の仕方の異なるグラフを比較すると、偏差値と
順位の関係は一定にはならないということが分
かった。上のグラフでは、偏差値 60 のときは
最大 800 位の差が生まれることが分かった。
このことから、分布の仕方が異なるグラフで
は、偏差値による正確な成績の比較はできない
ということが分かった。

では、なぜ分布の仕方が異なると順位に差が
生まれるのだろうか。そこで、私たちは、標準偏
差に注目した。グラフ A とグラフ B では、分布
の仕方に大きな差があった。つまり、分布のば
らつきを表す数である標準偏差にも大きな差が
生まれたのである。よって、この標準偏差が偏
差値と順位の関係に影響を与えていると私たち
は考察した。

4 展望

以下の研究より偏差値と順位の関係は一定で
ないということが分かった。しかし、実際に標
準偏差がどのような影響を与えるかは解明でき

ていない。今後の研究では、偏差値と順位の関係に、標準偏差を加味して研究していく。

まず分布の仕方の異なるグラフをもっと多く作る今回は、二種類のグラフしか用いなかったため、さらに多くのグラフを比較することで、標準偏差が与える影響をより明確にしていきたい。

そして、その作ったグラフの偏差値と順位の間関係を、正規分布のときと比較し、標準偏差の影響を明確化させていきたいと考察していきたい。

参考文献

正規分布とは何なのか？その基本的な性質と理解するコツ

<https://atarimae.biz/archives/9850>

Excel の正規分布曲線の作り方

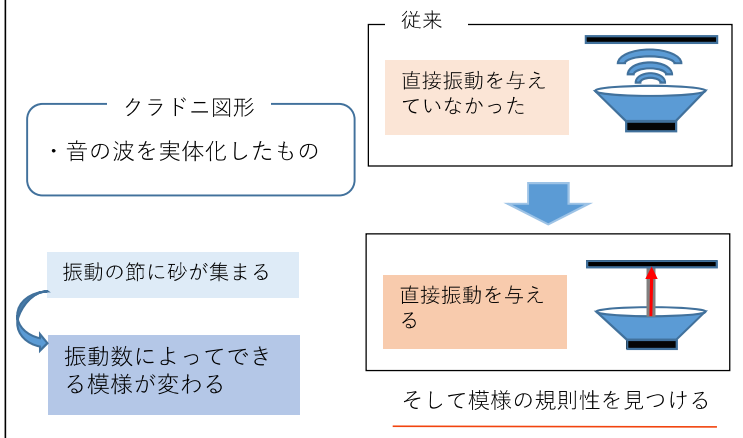
<https://bellcurve.jp/statistics/blog/15344.html>

偏差値の意味 <https://to->

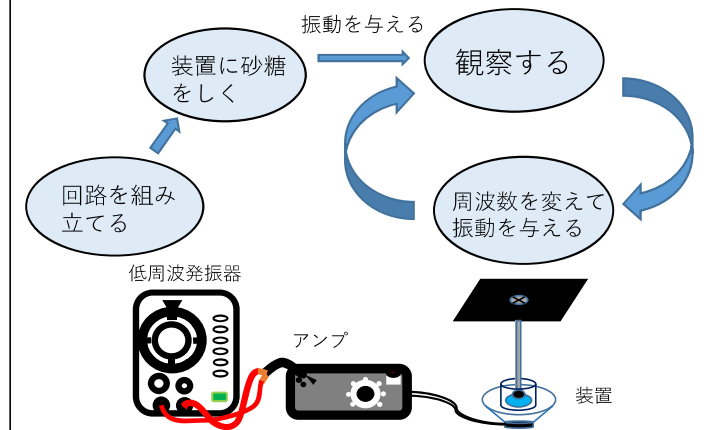
[kei.net/distribution/normal-distribution/the-deviation](https://to-kei.net/distribution/normal-distribution/the-deviation)

クラドニ図形 ～音によって砂はどのような模様を描くか 02班

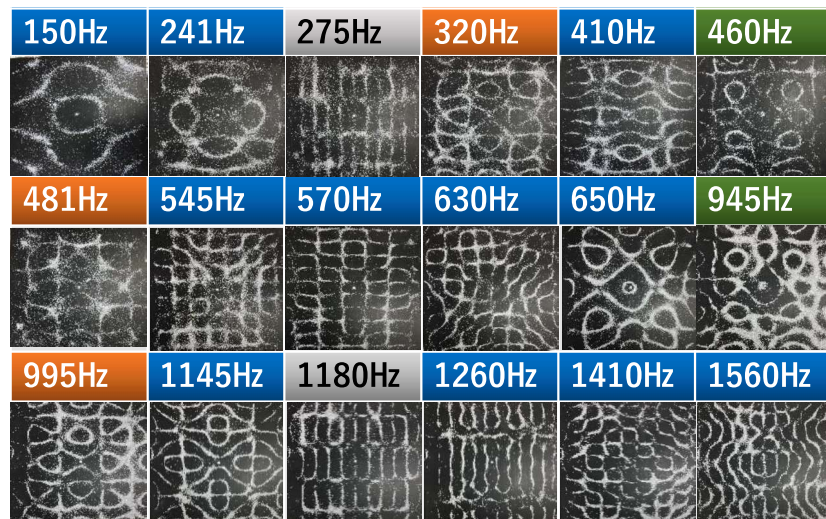
背景



方法



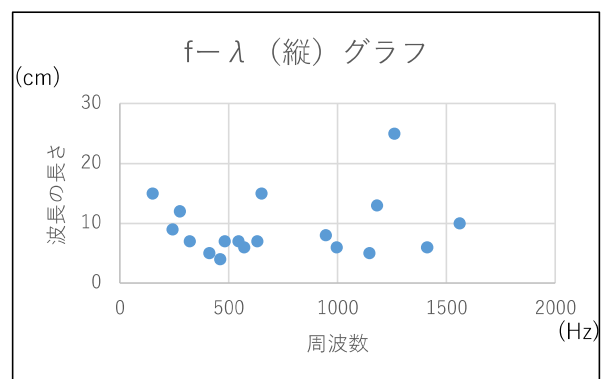
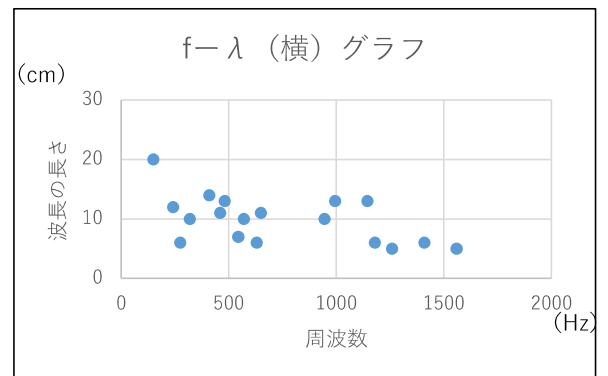
結果と考察



- ・2000Hzを超えると結果が得られなかった
- ・周波数と横の波長に負の相関がみられた
- ・似ている図形がいくつかできた



- ・周波数が高くなりすぎると、音の波の波長が短くなり節の数が多くなるため、砂糖が集まる箇所が増えすぎた
- ・似ている図形ができた原因としては倍音が関係しているのでは？と考えた



今後の展望

- ・クラドニ図形を数式化することによって、周波数の高さや模様のでき方の関係性をさらに詳しく調べる
- ・散布図のばらつきの原因を考える
- ・倍音について詳しく調べ、周波数が異なるのに似ている図形ができる原因についてさらに詳しく調べる
- ・砂糖よりも粒子の細かい粉末を利用して2000Hz以上の図形ができるかどうか調べる

参考文献

クラドニ図形-Wikipedia-ウィキペディア

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AF%E3%83%A9%E3%83%89%E3%83%8B%E5%9B%B3%E5%BD%A2>

クラドニ図形～振動によって粒子はどのような模様を描くか～

宮城県仙台第三高等学校

02 班

クラドニ図形とは音の波を砂などによって実体化したものであり、従来のクラドニ図形作成には板に直接振動源を与えているものは無かった。この研究は、直接振動を与えて図形を作り、図形の規則性を見つけることを目的としている。私たちは低周波発信器とアンプとスピーカーユニットによって生じた音をねじでステンレス板に直接振動を伝えることによってクラドニ図形を作成した。その結果、異なる振動数でも似ている図形ができたものもあり、2000Hz 以上の振動数では図形を作り出すことができなかった。

異なる振動数でも似ている図形ができた原因としては倍音が関係していると考えられる。

2000Hz 以上の振動数では図形を作り出すことができなかった原因としては、振動数が高すぎて節と節の間隔が短くなってしまい砂糖の集まる場所がなくなってしまうことが考えられる。これらの結果から、私たちは今後、砂糖よりも粒が細かい粉末、異なる長さのねじ、異なる形のステンレス板を用いて実験を行い、それぞれ条件を変えることによって図形のでき方にどのような変化をもたらすかを調べていきたい。

1 背景

クラドニ図形とは波を実体化したもので、ドイツの物理学者エルンスト・クラドニの名にちなんだ図形である。周波数によって形が変わることが知られている。仕組みとしては、音の波の節に砂が集まるというようになっている。節は振動しないため砂もその場から動かない。よって図形ができる。しかし謎も多く、図形ができる規則性は詳しくは知られていないようだ。研究の目的としては、美しく幻想的な図形を作成する、音の可視化を試みる、など直接社会問題への解決につなげるための目的ではなく、始めは興味があったからというものが多い。そのような先行研究²⁾を踏まえて、私たちは、周波数を変えてみて図形にどのような規則性があるかを見つけるという目的のもと研究を行った。また、従来の実験方法とは異なり、直接振動が伝わるようにねじでスピーカーの振動部分と板をつなげた。直接振動を与えても図形はできるのかということも調べたいと考えた。

2 材料と方法

私たちは実験を行う際に、低周波発振器、アンプ、装置を用いた。図1のようにワニ口クリップを用いて各装置をつなげた。装置をつなげたときに電流が強すぎて火花が散ってしまったため、それを防ぐために、抵抗(10Ω)を用いて電流を弱めた。低周波発信機で様々な振動数の振動を作り、アンプより増幅させ、それを装置につなげることにより、クラドニ図形を作成した。

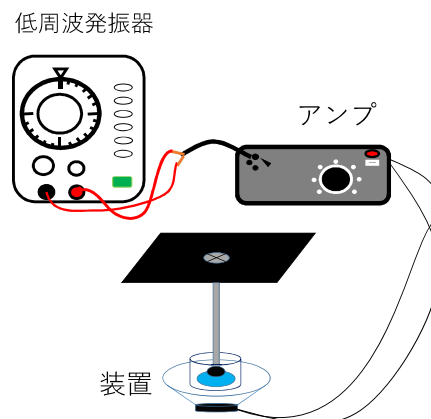


図1 実験装置のつながり方

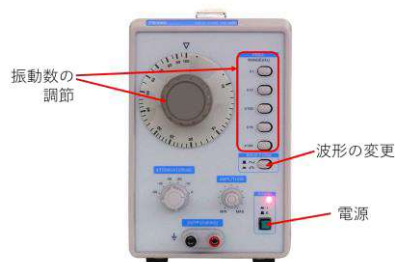


図2 低周波発信器の説明

低周波発信器とは図2のようなもので、振動を作り出すための装置である。右下のボタンが電源のボタンで、ダイヤルと5つのボタンは振動数を調整するものである。私たちは波形を正弦波にして実験を行った。

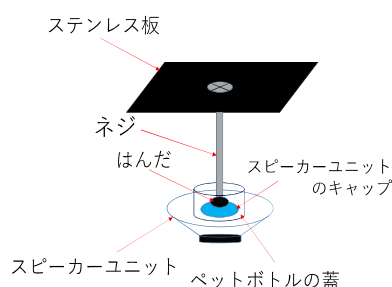


図3 装置の説明

装置は図3のようにステンレス板(縦横250mm、厚さ0.5mm)、ねじ、ペットボトルのキャップ、はんだ、接着剤、スピーカーユニットを用いて作成した。

今回の実験は安価で手に入りやすく、身体に害のないという理由で使用する粉末を砂糖とした。振動を与え模様ができたなら記録を取り、そしてまた異なる周波数で振動を与え、できた記録を記録するという作業を繰り返す。その際にできた図形ごとに節と節との間隔を定規で測り、波長を求めた。振動の節と節の間隔は波長の半分の長さになるため、私たちは砂糖の縦と横の間隔を定規でそれぞれはかり、その長さを2倍することにより、図形の波長を求めた。図4のように定規のはかる部分をステンレス板の中心(ネジの中心部分)を通るようにして縦と横の間隔をそれぞれはかった。

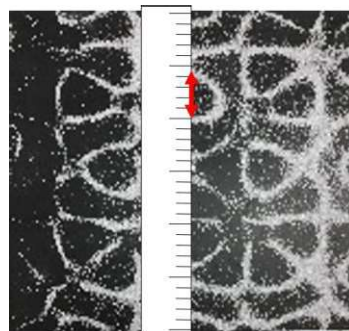


図4 波長のはかり方

3 結果と考察

表1 実験結果①

330Hz	490Hz	600Hz	620Hz
670Hz	700Hz	750Hz	800Hz
900Hz	1100Hz	1170Hz	1680Hz

塗装していないステンレス板を用いた実験の結果が表1である。この表を見てわかる通り、ステンレス板が光を反射したため、図形がはっきりとみられなかった。そこで私たちはステンレス板を黒ペンキで塗装することにした。また、ねじを通す位置が板の中心から少しずれていたため図形がステンレス板の中心からずれてしまい、いびつな形になってしまったと考えたのでステンレス板の中心に正確に穴をあけることにした。

私たちは新しく改良した装置では現時点で60種類以上のクラドニ図形を作成することに成功した。クラドニ図形の波長の縦と横のばらつきは表2、表3のようになった。このグラフの縦軸は、波長の長さを表している。横軸は、音の周波数を表している。

このグラフから分かることは、周波数と波長の長さには、相関がないということである。

得られた模様は図7のようであった。模様は全部で18個できた。板を黒くしたことで模様がはっきり見えるようになった。また模様もよりきれいになったことがわかる。この結果から2000Hzを超えると模様が得られないことがわかった。この原因としては、周波数が高くなると波長が短くなり振動の節の数が多くなるため砂糖の粒子よりも節と節との間隔が狭くなり砂糖の集まる場所がなくなったのではないかと考えた。

さらに周波数が異なっても似ている模様ができることがわかる。似ている図形は275Hzと1180Hz、320Hzと481Hzと995Hz、460Hzと945Hzがあげられる。似ている図形ができた原因としては、275Hzと1180Hzはともに275の倍数付近、320Hzと481Hzと995Hzはともに160の倍数付近、460Hzと945Hzはともに460の倍数付近であったため同時に複数の音が鳴り響く倍音の関係しているのではないかと考えた。

表2 周波数と波長（縦）のグラフ

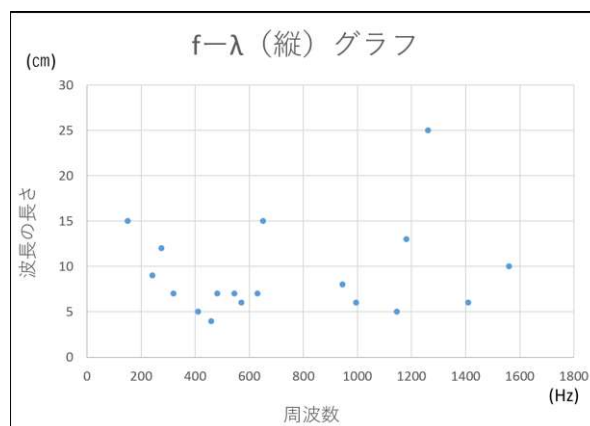


表3 周波数と波長（横）のグラフ

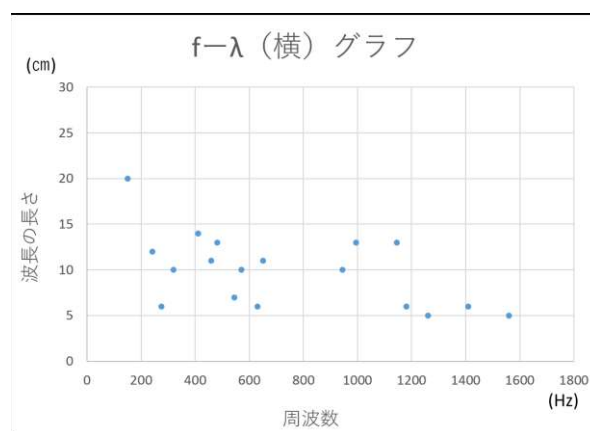
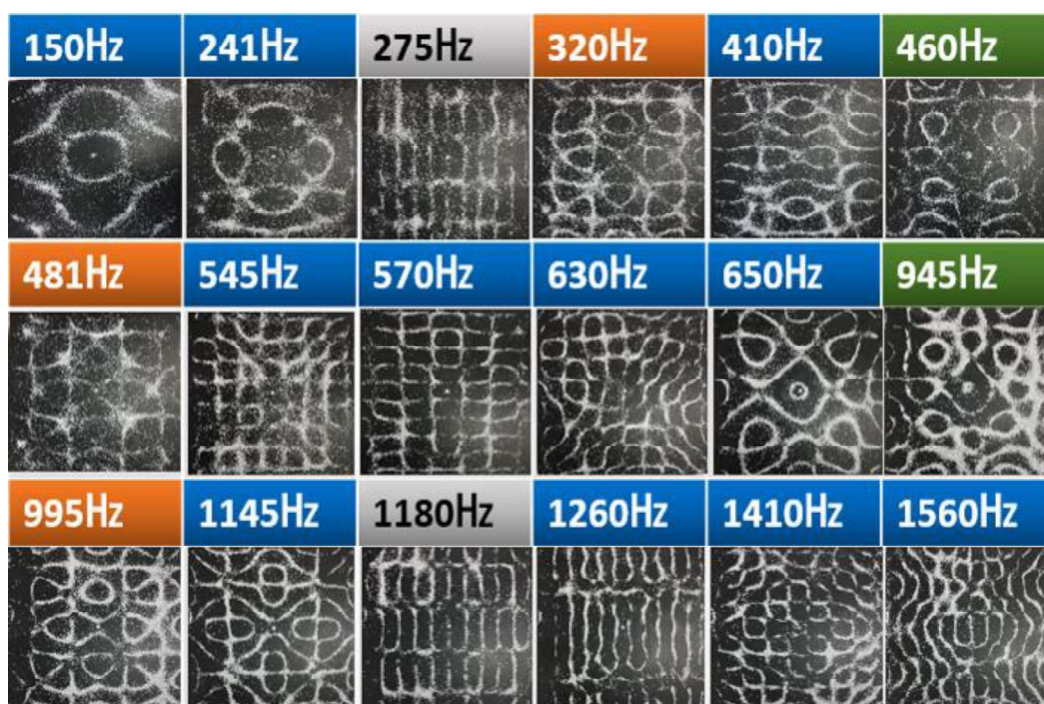


表4 実験結果②



4 今後の展望

1つ目はステンレス板とスピーカーユニットの距離を変えるということである。私たちは、振動がねじを通じて板に伝わる際にねじが左右に振動しているのではないかと考えた。そこで、ねじの長さを変えて、ステンレス板とスピーカーユニットの距離とねじの振動の伝わり方の関係について調べたいと思う。2つ目は粉末の粒形と図形のでき方の関係性を調べるという事である。今回の砂糖を使った実験では、周波数が2000Hzを超えるとききれいな模様の図形ができなかった。そのため、小麦粉など、砂糖よりも小さい粒子の粉末を用いて実験を行っていきたいと思う。3つ目は、周波数が異なるのに似ている図形ができる原因について倍音が関係しているのか、あるいは違った現象が関係しているのかということについて調べていくということ、これら3点のことを今後の活動で行っていききたいと思う。

5 参考文献

1) クラドニ図形表示装置 | 三代光 | メカトロライフ

「https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=11&ved=2ahUKEwjCrKqQmPbfAhWDXrwKHay7DagQFjAKegQICRAB&url=https%3A%2F%2Fmechatro-life.com%2Fmisiromituru%2Ff9724df3-8c33-49f0-9913-a1b8f703da94&usg=A0vVaw26Sv5rcucNCwjbdKj3Ud_z」

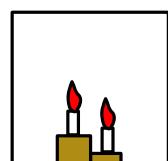
2) おうちでできるクラドニ図形の作り方

「<http://www.google.co.jp/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiwoInboYPgAhXHW7wKHwkJA0QQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fkuteken.hatenablog.com%2Fentry%2F2014%2F03%2F11%2F155550&psig=A0vVaw1ExKzPD94cMyZEXy8XSI1i&ust=1548310898678921>」

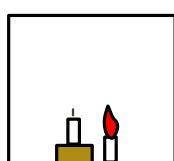
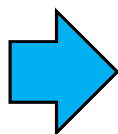
きたい通りにいかないろうそくたち

宮城県仙台第三高等学校 03班

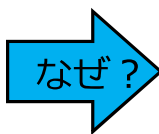
1. 背景



どちらが先に消えるだろうか?



長いほうが先に消えた!



温められた空気の対流が関係しているのでは?



原因を
解明しよう

2-1. 実験1

○実験方法

図のように、各辺15cmの水槽内に火のついたろうそくを2本入れ、片方の長さを変えて消える時間の差を計測する。ろうそくの高さは3.0cm、6.0cm、9.0cm、直径は0.5cmとする。また、ろうそくの間は2.0cmとした。

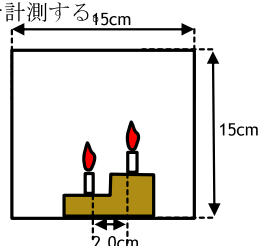


図1 実験のイメージ図

○結果

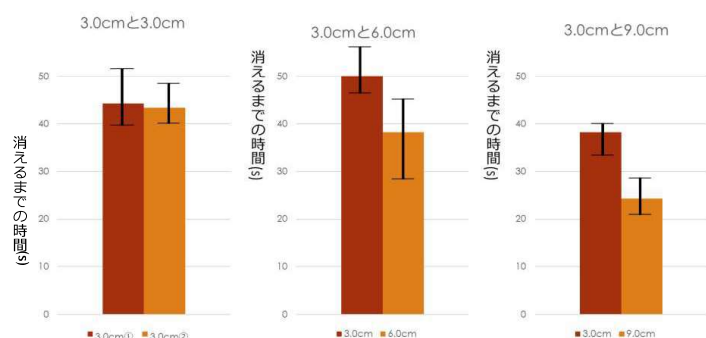


表1 ろうそくの長さで消えるまでの時間の差の関係

- ・ 3.0cmと3.0cmはほとんど差が見られなかった。
- ・ 2本のろうそくの差が大きければ大きいほど時間の差が大きくなった。

2-2. 実験2

○実験方法

断熱材に、竹ひごとプラスチックストローで作ったプロペラをさす。実験1,2で用いた実験装置をプロペラをさした断熱材の上に置く。その中で実験1同様に2本のろうそくが消えるまでの時間の差を計測する。

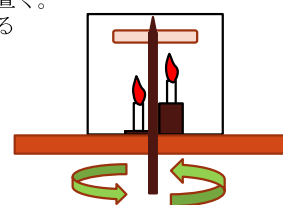


図2 実験のイメージ図

○結果

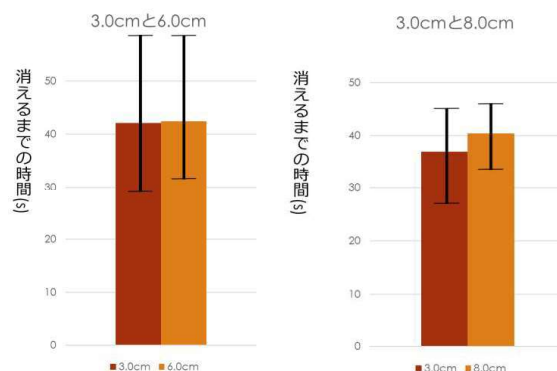


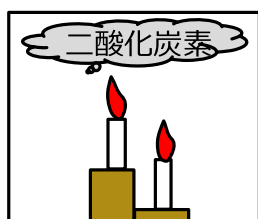
表2 ろうそくの長さで消えるまでの時間の差の関係

3. 考察

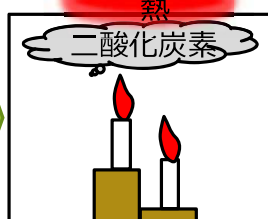
ろうそくの長さが長いほど早く消えた。

気体を一様にしたら、消える時間の差が小さくなった。

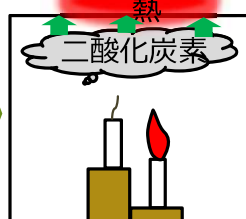
つまり



ろうそくの燃焼によって二酸化炭素が発生。



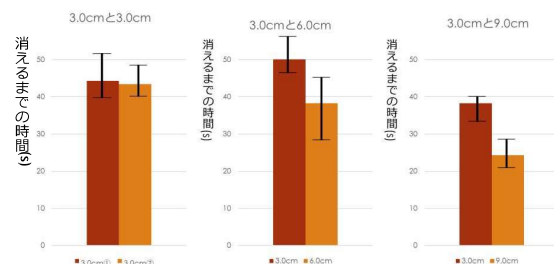
同時にろうそくの炎によって水槽の上部が熱せられる。



熱によって二酸化炭素の下降がおこらず、長いろうそくの火が先に消えたと考えられる。

図2 考察のイメージ

4. 今後の展望



① 3.0cmと9.0cmの消えた時間がほかのものに比べて短かった原因を突き止める。

② 実験を繰り返し行い、データの正確性を向上させる。

参考文献

平成29年度課題研究「きたい通りにいかないろうそくたち」

密閉空間におけるろうそくの長さで燃焼時間の関係

宮城県仙台第三高等学校

03 班

先行研究¹⁾より、密閉されたガラス箱の中に火のついた長いろうそくと短いろうそくを入
れると、長いほうが先に消えることが分かっている。また、このような状況において、長い
ほうのろうそくの火による対流が起きないことも明らかになっている。私たちは、この現象
の原因を探るため、まずろうそくの長さで火の消えるまでの時間の細かい関係を調べるこ
とにした。ガラス製の水槽の中にろうそくを2本入れ、片方の長さを変えてろうそくの長さ
で消えるまでの時間の関係を調べた。その結果、ろうそくの長さの差が大きいほど、長いほう
のろうそくの火が早く消えた。この理由として、水槽の上部が熱せられ、空気がろうそくの
火と水槽の上部によって暖められ続けたためにその場にとどまって対流が発生しなかったこ
とが考えられる。そのため、二酸化炭素が上部にたまり、長いほうのろうそくの火が先に消
えたという仮説を立てた。この仮説を確かめるため、プロペラ型の装置を作り容器内で回転
させ、同じ作業を行った。その結果、長いろうそくと短いろうそくの消えるまでの時間はほ
ぼ同じであるか、短いほうが先に消えたため、仮説を証明することができた。

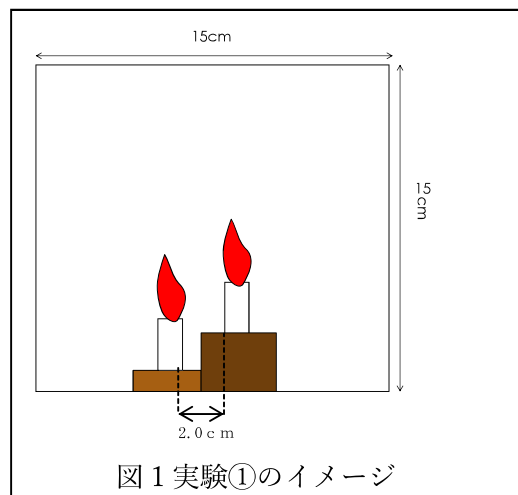
1 背景

前年の課題研究¹⁾より、密閉された容器の中
に2本の長さの異なるろうそくを火のついた状
態で入れると、長いほうが先に消えることが分
かっている。この研究では、ろうそくの長さで
異なるときには発生した気体が容器の上部にた
まりやすく、ろうそくの長さで等しいときには
逆に下部にたまりやすいという考察を展開して
いた。この理由として、容器内に長いほうのろ
うそくによる対流が起きなかったことを挙げて
いた。私たちは今回の実験の前に、水槽内に煙
を入れた状態で火のついたろうそくを入れ、容
器内の空気の流れを観察する実験を行ったが、
結論に結びつくような大きな対流は見られな
かった。私たちはこの現象の原因は完全に対流で
はなく、他の要素によるものであると判断し
た。そこでまず、先行研究よりもさらに正確な
ろうそくの長さで消えるまでの時間の関係を見
つけるため、ろうそくの長さのパターンを2パ
ターンから3パターンに増やして実験を行っ
た。

2 材料と方法①

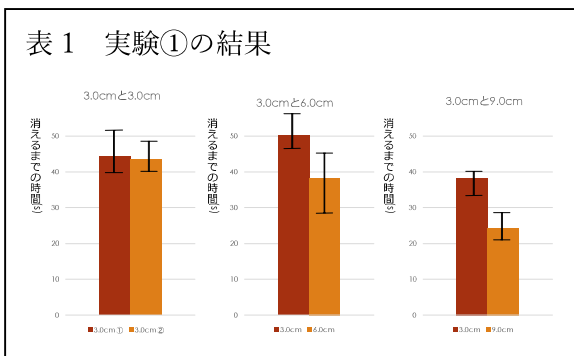
実験①

図1のように、各辺15cmの立方体のガラス容
器内に、園芸用スポンジに刺した火のついたろ
うそくを2本入れ、片方の長さを変えて消える
時間の差を計測し、10回の平均を記録した。
片方のろうそくは3.0cm、もう片方のろうそく
は3.0cm、6.0cm、9.0cmに変えて実験する。な
お、ろうそくの長さはスポンジの底面から芯の
根本までの長さとしている。また、ろうそくの
直径は0.5cm、2本のろうそくの間隔は2.0cm
とした。



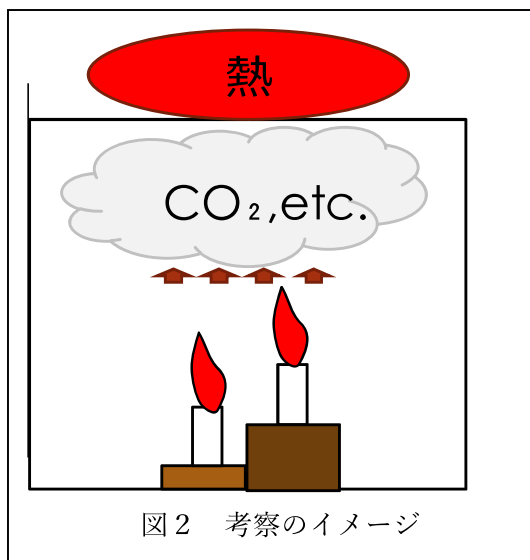
3 結果と考察①

表1 実験①の結果



結果は表1のようになり、3.0cm と 3.0cm の場合では、消えるまでの時間の差はほとんど見られなかった。それに対し、3.0cm と 6.0cm の場合では 11.7 秒、3.0cm と 9.0cm の場合では 14.0 秒の差が見られた。また、3.0cm と 9.0cm の場合では、他と比べて消えるまでの時間がどちらのろうそくも大幅に短くなるという現象が見られたが、その原因は今回の実験では判明しなかった。また、水槽の上部はろうそくの火によって、手で直接触ることができないほど熱くなっていた。

この結果から、以下のような考察を立てた。

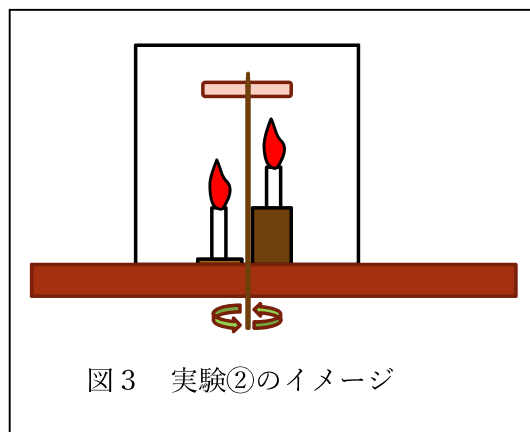


まず、ろうそくの火によって二酸化炭素などの気体が発生し、同時に、容器の上部の温度が上昇する。次に、発生した二酸化炭素などの気体が容器の上部で水槽とろうそくの火によって

暖められ、下降することができなくなり、その場にとどまり続ける。そして、長いほうのろうそくの周りの酸素濃度が低くなり、早く火が消えたと考えられる。

4 材料と方法②

先ほどの結果を踏まえて、考察を確かめるために次の実験を行った。

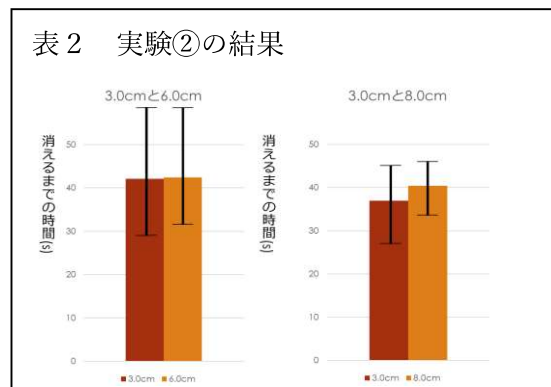


実験②

図3のように、断熱材の下から竹ひごとプラスチックストローで作ったプロペラを2本のろうそくの間を通して刺した。その上から実験①と同じ実験装置を設置し、プロペラを下から手で回しながら、消えるまでの時間を計測した。今回は、片方のろうそくの長さを 3.0cm、もう片方のろうそくの長さを 6.0cm、8.0cm に変えて実験を行った。実験①では、8.0cm ではなく 9.0cm のろうそくを使用したのが、今回の実験はろうそくの火が高すぎてプロペラに引火することを防ぐため、実験②では 8.0cm のろうそくを使用した。

5 結果と考察②

表2 実験②の結果



結果は表2のようになり、3.0cmと6.0cmの場合では、消えるまでの時間の差がほとんどなくなった。また、3.0cmと8.0cmの場合は、実験①とは逆に、短いほうである3.0cmのろうそくの火が先に消え、5.6秒の差が生まれた。

表3 実験①の3.0cmと9.0cm、
実験②の3.0cmと8.0cmの比較

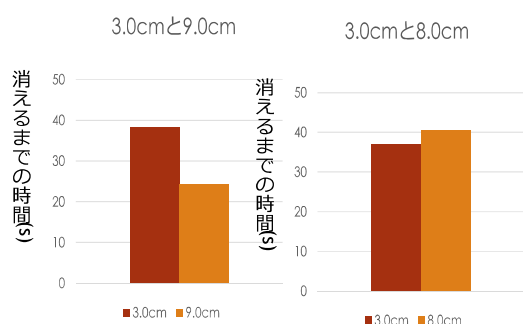
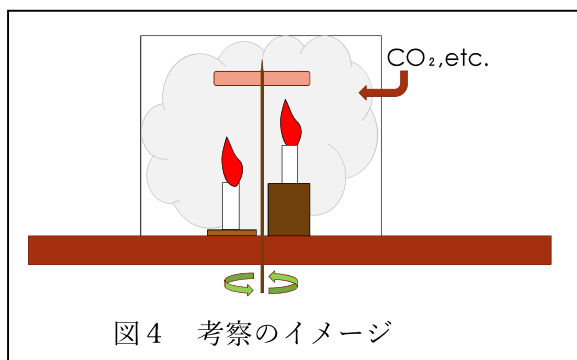


表3のように実験②で短いほうのろうそくの火が先に消えた理由としては、用いたプロペラによって水槽上部の二酸化炭素濃度が下がったことに加え、逆に水槽下部の二酸化炭素濃度が上昇したことであると考えられる。実験②ではプロペラを人力で回していたため、回転数などの条件が一定でなく、このような二酸化炭素濃度の偏りが生じてしまったと思われる。しかし、実験②の目的は単に上部の二酸化炭素濃度を下げることであったため、この現象は考察には影響しないものとして扱うことができると考えた。また、3.0cmと6.0cmの場合で値のばらつきが大きいのも、同じような理由によるものだと考えられる。

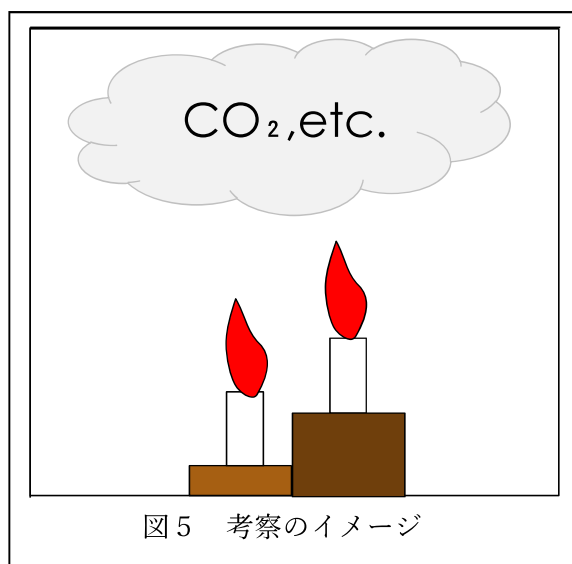
以上の結果から、次のような考察を立てた。



実験②で、プロペラを回したことによって、水槽内の空気がかき混ぜられ、上部の二酸化炭素濃度が下がった。同時に下部の二酸化炭素濃度が上昇し、水槽上部と等しいかまたはそれ以上となったため、3.0cmと6.0cmではほぼ同時に消え、3.0cmと8.0cmでは3.0cmのほうが先に消えた。

6 全体の考察

実験②によって、ろうそくから発生した二酸化炭素がろうそくの火と熱せられた水槽上部によってその場にとどまっており、それが原因で長いほうのろうそくが先に消えたという実験①の考察が正しいことが証明された。



7 今後の展望

実験①では、それぞれのパターンでの試行回数が10回とまだ少ないため、実験を何度も行い、より正確なデータを出す。また、実験①の結果において、3.0cmと9.0cmの場合だけ他と比べてどちらのろうそくも燃焼時間が大幅に短かった原因を突き止める。加えて、今回は二酸化炭素の濃度を計測していないため、水槽の内部で実際に二酸化炭素が考察通りに動いているかは示すことができていない。そのため、容器内の数か所で二酸化炭素濃度を計測し、考察が妥当なものであるか確かめる。同時に、この作

業を行うことによってろうそくが消えるまでの正確な時間も予測できるようになると考えられる。この現象のメカニズムが完全に明らかになれば、火災に対する防災への応用、しいて言えば天井にシーリングファンが取り付けである住居で火災が発生したときの煙の動向を予測できる。

参考文献

(1)平成 29 年度 課題研究 「きたい通りにいかないうそくたち」

可視光通信の精度向上を目指して

宮城県仙台第三高等学校 04班

1. はじめに

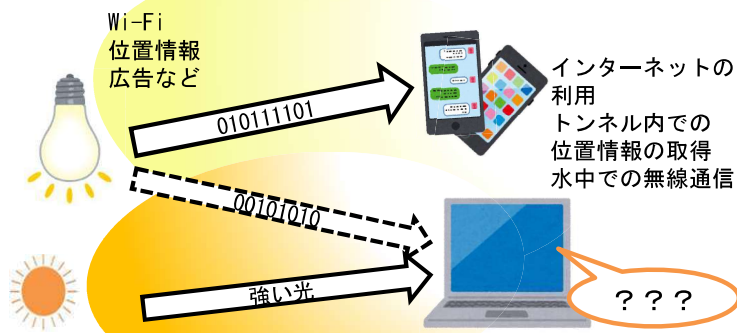


fig1. 可視光通信の原理と課題

可視光通信の特徴

光の明滅を利用する無線通信方法
既存の照明設備を利用できるため安価で設置できる

しかし…

ほかの光によって混信が起こる

2. 実験①: 周辺光の可視光通信への影響

Q. 周辺光が違っていると影響も異なるのか?

目的: 周辺光の可視光通信への影響評価

材料: 送信光LED橙 (590nm), 周辺光LED緑 (502nm)

初期設定: 受信電圧3V 基本信号「abcde」のループ信号

条件: ①送信信号とは異なる信号「12345」のループを混信させる

②懐中電灯から強い光を受信部に当て混信させる

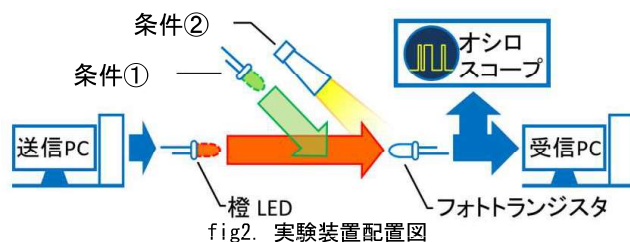


fig2. 実験装置配置図

結果

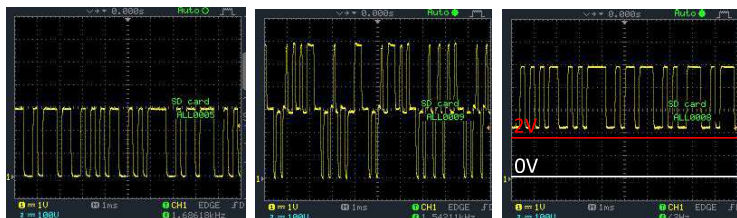


fig3. 実験①受信電圧

1. 通常受信電圧
(周辺光無し)

受信電圧: 3V

信号: 「abcde」のループ
通信が失敗する要因は条件によって異なる

2. 条件①
通信失敗

他のデータが
混信し、「abcde」の
信号が乱れてしまった

3. 条件②
通信失敗

受信する光量が大幅に
増加し全体の電圧が受
信基準電圧を上回った

考察・展望

周辺光を取り除くことで混信を防げる

正確な通信には光学フィルタが必要

より実用的な方法による波長識別
⇒カラーセンサ、イメージセンサ等を用いる

3. 実験①による仮説

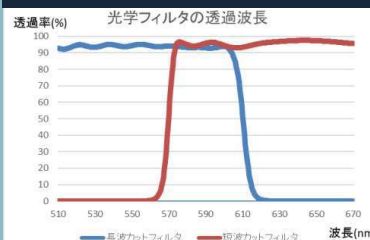


fig4. 光学フィルタの透過波長域

光学フィルタ

特定の波長の光のみ通す

波長の選別、光量の減少が可能

どの条件でも混信を防げる

4. 実験②: 光学フィルタを用いた通信

目的: 光学フィルタを用いて、周辺光の影響を除去する

材料: 実験①と同様のLED

光学フィルタ①透過波長域 (570nm~)

光学フィルタ②透過波長域 (~610nm)

方法: 実験①の受信部に光学フィルタを取り付けた

570nm~610nmの波長のみ通す

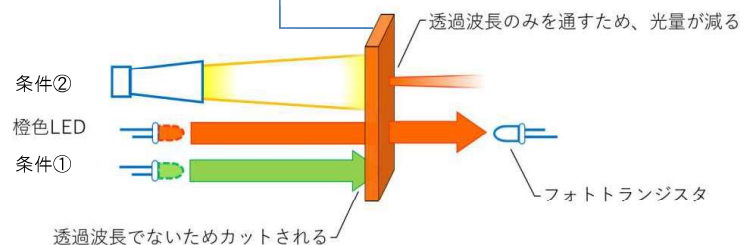


fig5. 光学フィルタの配置

結果

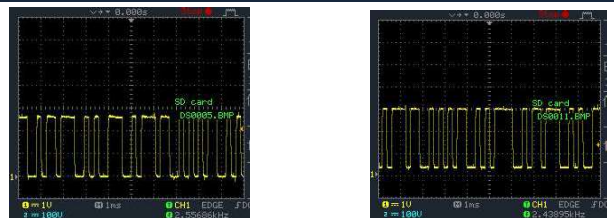


fig6. 実験②受信電圧

1. 条件①

通信成功

波長の異なるLEDで送信した信号
を取り除くことができた

2. 条件②

通信成功

光量を大幅に減らすことができた

周辺光となる波長を取り除くことで通信
精度を上げることができる

参考文献

「可視光を利用したトランスミッタの試作」 <http://www.tetras.uitec.jeod.or.jp/files/data/201001/20100105/20100105.pdf>

「可視光通信とは」 <http://www.naka-lab.jp/vlc/aboutvlc.html>

可視光通信の精度向上を目指して

宮城県仙台第三高等学校

04 班

ユビキタス社会実現のために近年、セキュリティに強く、既存の設備を利用して安価に設置することのできる可視光通信が注目されている¹⁾。しかし、可視光通信には周辺光による影響を受けやすいというデメリットがある²⁾。実験により通信が妨害される原因は周辺光と通信光が混ざり、受信波形が乱れるということにあるということが判明した。そのため、光学フィルタを用いて通信光から周辺光を取り除くことで通信に与える影響を減らすことができるのではないか、という仮説のもとに実験した。結果、光学フィルタによって周辺光の影響を減らすことに成功し、正確な通信を行うことができた。

1 背景

近年、無線通信におけるセキュリティの問題を解決する取り組みや、いつでもどこでも人間がコンピュータネットワークに接続できる社会、ユビキタス社会を目指す取り組みが行われている¹⁾。その動きの中で、可視光通信と呼ばれる通信方法が注目され始めた。可視光通信とは光の明滅を利用した通信方法である。光を用いて通信するため、情報源がはっきりしていて、通信可能エリアが特定しやすい。電波ではないため電子機器類に誤動作を起こすことがなく、地下や病院、水中などの電波の使えない場所でも使用できる(図 1)。また、LED を用いた照明設備や信号機、灯台などの既存のインフラを利用して通信を行うことができるため(図 2)などといったメリットがあげられる³⁾。それらを応用した交通情報、位置情報、広告ディスプレイを利用した情報の取得を可能とするなど様々な応用例が期待されている。しかし、この通信方法は可視光を用いた通信であるため、周囲にある照明や、太陽光などの影響を大きく受けやすく、屋外や明るい場所では正確に通信できないといったデメリットがある²⁾。そこで私たちは、この外部干渉を低減させ、可視光通信の精度を向上させることを目的に実験を始めた。



図 1：水中の可視光通信の利用例

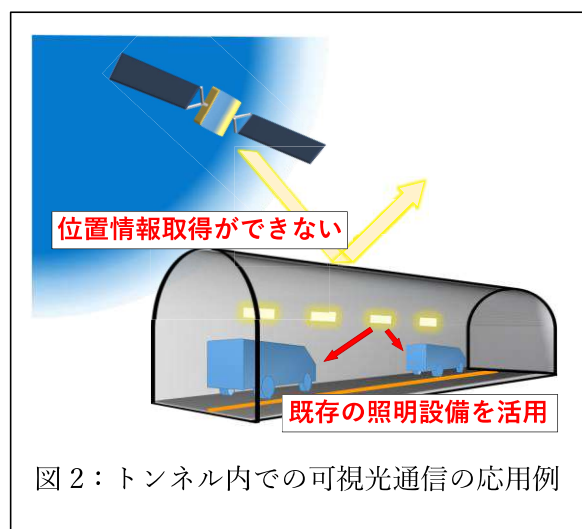
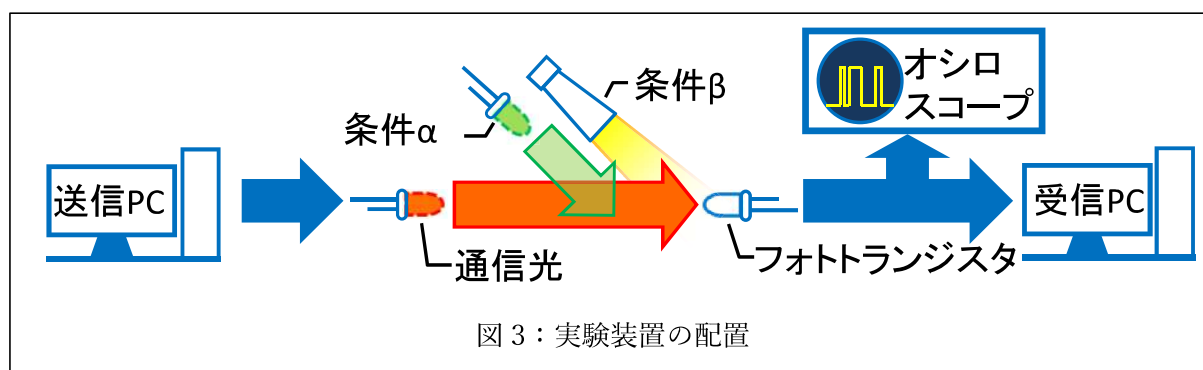


図 2：トンネル内での可視光通信の応用例



2 実験1 材料と方法

まず周辺光が通信機にどのように影響するのかを知る必要があると考え、周辺光の通信に与える影響を計測した。参考文献を元にして回路を作成²⁾し、図3のように配置した。計測アプリケーションとして「Tera Team」を用い、RS-232C規格のシリアル通信を行った。文字コードはUnicodeのUTF-8、通信速度は4800 bpsとした。送信PCから「abcde」の5文字をループさせた文字列の信号を送信し、送信回路にて信号を光の明滅に変換、受信回路にて光の明滅を元の文字列の信号に変換し、受信PCで読み取らせた。この時の光を「通信光」と呼ぶことにする。通信光には橙色LED（波長:590 nm）を使用した。受光部であるフォトトランジスタには VISHAY 社製 BPW85A Silicon NPN Phototransistor を使用した。また、通信光は受信部に対して真正面に照射した。初めに、通信光のすべての文字列が正しく送受信できることを受信用のPCにて確認した。次に周辺光を、通信に干渉させるために受光部に通信光と共に同時に照射した。この時周辺光として、緑色のLED（波長:502 nm）を使い「12345」をループさせた文字列の信号（条件α）、白色光である懐中電灯（条件β）を用意した。また、二つの周辺光は同時に送らず、「通信光+条件α」「通信光+条件β」の2パターンを実験した。これらの2つの条件時の受信波形を、オシロスコープを用いて観測し、周辺光の影響を受けずに通信している時と比較した。



3 実験1の結果と考察

通信光のみで通信を行った場合の受信波形は図4の通りである。ただし、図4中の赤線、赤文字は信号の判別を容易にするため、付け加えたものである。図5中の条件αにおいて受信PCは文字化けを起こし、正しい通信は不可能であった。通信信号における「abcde」の文字を示す波形が条件α時は大きくゆがみ、判別できない。異なる2つの信号の光をフォトトランジスタが混ざった状態で受光したことで、受信波形が乱れ、受信PCが正しい信号を読み取れなかったのだと考察される。図6中の条件βにおいては受信PC上に文字が表示されなかった。強い光

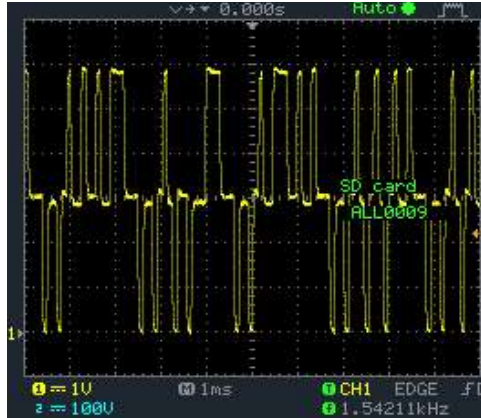


図 5：実験 1 条件 α の受信波形

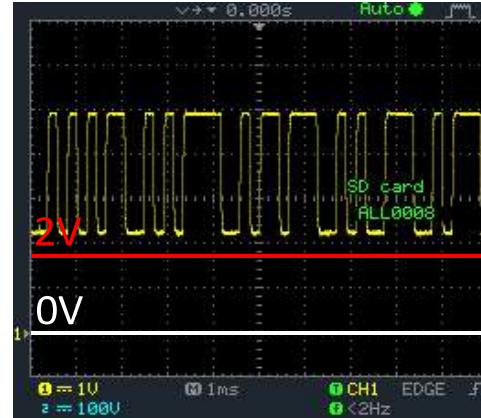


図 6：実験 1 条件 β の受信波形

と通信光を同時にフォトトランジスタが受光したことにより、受信電圧が通信光の通信波形に比べ非常に大きくなっていることがわかる。そのため、受信波形が受信基準電圧を上回ってしまったため、受信 PC が文字の信号を認識できなかったと考察される。なお、実験 1 における受信基準電圧は 2 V であり、図 6 中の赤線 2 V と白線 0 V は受信基準電圧を容易に判別するために付け加えたものである。以上の結果から、周辺光による通信妨害の原因は通信光以外の光を通信光と同時に受信することで、これらの異なる光の受信波形が混ざってしまうことであると考察した。これより周辺光のある条件下で正確に可視光通信を行うためには通信光と周辺光を混ぜずに受信させなければならないと考察される。

4 実験 2 の仮説

光が混ざることにより通信が行えなくなることの対策案として、特定の波長のみを通す性質

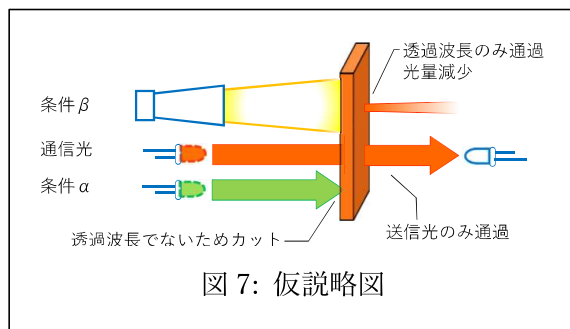


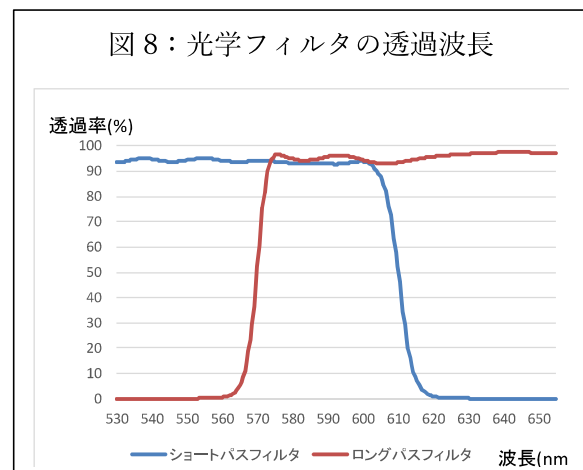
図 7：仮説略図

がある光学フィルタに着目した。以下の表 1 のように高波長域の波長を取り除く光学フィルタ、低波長域の波長を取り除く光学フィルタの 2 つを重ね合わせて使用することで、特定の波長域の波長を取り除くことができる。波長を選別することにより周辺光の受信を防ぎ、通信への影響を最小限に抑えることができるのではないかと仮説を立てた(図 7)。

5 実験 2 の材料と方法

実験 1 と同様に通信光、条件 α 、条件 β を用意し、通信を行った。この際周辺光を取り除くために受信装置のフォトトランジスタに透過波長域が 570 nm 以上の朝日分光株式会社製の光学フィルタ⁴⁾であるロングパスフィルタと 610 nm 以下の同社製の光学フィルタ⁴⁾であるショートパスフィルタを重ねて取り付け、通信光の 590 nm を

図 8：光学フィルタの透過波長



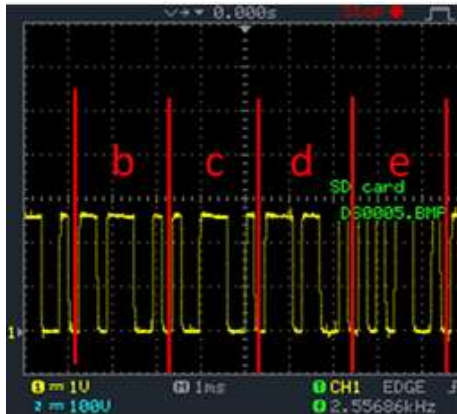


図 9：実験 2 条件 α の受信波形

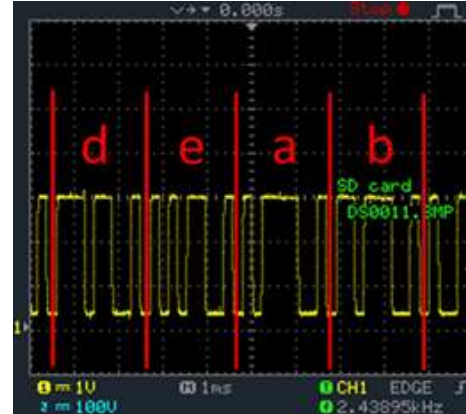


図 10：実験 2 条件 β の受信波形

含む、波長が 570 nm～610 nm の光のみ通るようにした。実験装置は以下の図 3 の通りで、使用した光学フィルタの透過波長域は図 8 の通りである⁴⁾。

6 実験 2 の結果と考察

条件 α , β 両方において周辺光の影響を減らして通信を行うことに成功した。図 9 中の条件 α の受信波形は通信信号の波形と比べて正確に文字の信号を受信していることがわかる。これは光学フィルタによって透過波長域外である緑色 LED の光が取り除かれたためだと考えられる。図 10 中の条件 β では光量の増加に伴い受信波形は受信基準電圧を超えるほど電圧増加せず、正確に受信することができた。これは様々な波長からなる周辺光の波長が制限されたため、光量が大幅に減少したためだと考えられる。仮説の通り、受信時に光学フィルタによって通信光以外の波長を取り除くことで、周辺光による文字化けや受信不可などの可視光通信に与える影響を減少させ、通信を正確に行うことができた。

7 まとめ

実験 1 において、通信ができなかった原因は送信した光と周辺光が混ざってしまったことだと考察した。正確な通信を行うために、光学フィルタを用いてこの原因を解消する実験を行った。周辺光の余分な波長をできるだけ取り除く

ために、光学フィルタを使用した。光学フィルタを用いた実験 2 では、透過波長域外の光が取り除かれたことによって、正確な通信を行うことができた。2つの実験により、周辺光となる波長を取り除くことによって通信精度を上げることができる、ということを把握した。

8 展望

今回の実験で用いた光学フィルタでは、一度透過波長域を決めてしまったら、波長域の変更がきかないのでほかのさまざまな波長による通信に対応できなく、自由度が低いというデメリットがある。であるため、カラーセンサやイメージセンサなどを用いた波長識別による自由度が高い通信を可能とすることを今後の展望とすることを目指していきたい。

9 参考文献

- 1) 「ユビキタス可視光通信技術」
計測と制御 第 46 巻 第 2 号 2007 年 2 月号
p104-110
- 2) 「可視光を利用したトランスミッタの試作」技能と技術 2010 年 1 号 p30-32
- 3) 「可視光通信の動向と ITS への応用」
東芝レビュー Vol. 64 No. 4 2009 p27-30
- 4) 「朝日分光株式会社」
<https://www.asahi-spectra.co.jp/index.htm>

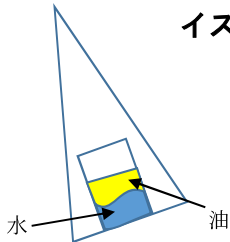
イスタンブールのお盆の水と油の不思議な動きの解明

宮城県仙台第三高等学校

05班

1. 研究の背景

イスタンブールのお盆



- ・油の表面は揺れない。
- ・油と水の境界面は揺れる。

図1 イスタンブールのお盆に見立てた装置

先行研究

粘性と境界面の揺れ方の関係は分かっている。

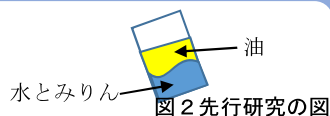


図2 先行研究の図

コップの上層と下層で液体の動きが異なることから、コップから振り子の支点との距離と液面の揺れ方の関係を調べる。

2. 実験

【実験装置】

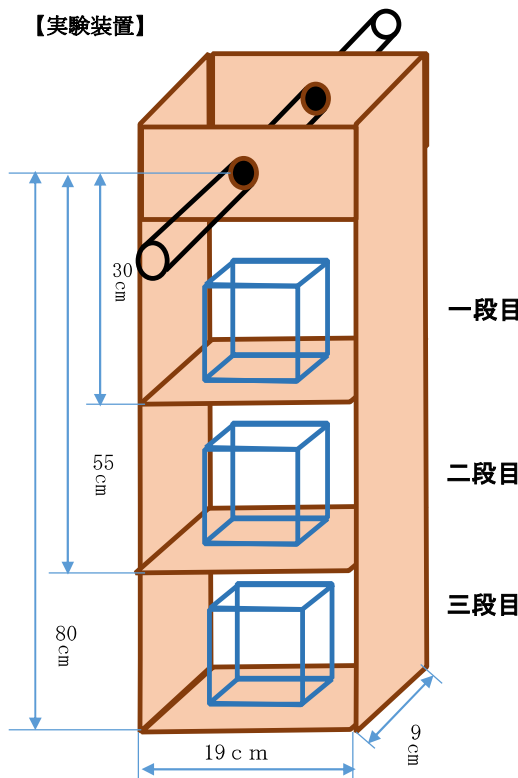


図3 実験装置

液体を入れる容器：

大きさ 8 cm×8 cm×10 cm
プラスチック製

〈実験1〉

容器3個それぞれに水を400ml入れ、液面の揺れ方を観察する。

〈実験2〉

容器3個それぞれに水200ml、油200ml入れ、液面の揺れ方を観察する。

〈実験3〉

容器3個それぞれに水400mlを入れ、3段目に1kgの重りを、0、1、2、3個乗せた時の3段目に乗せた容器の液面の揺れ方を観察する。

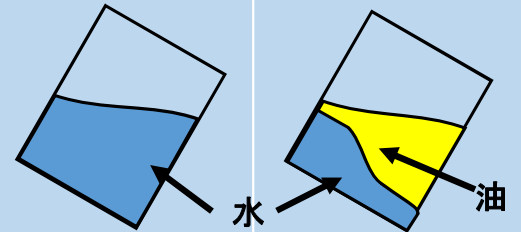
3. 実験結果

表1 実験1, 2 結果

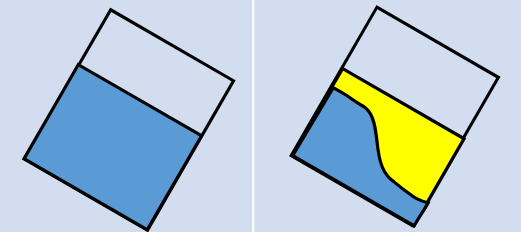
実験1

実験2

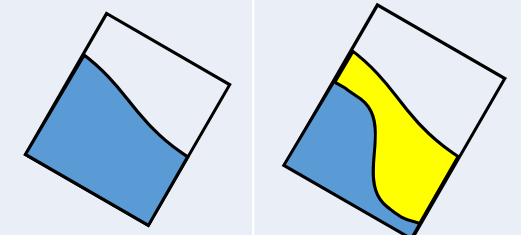
一段目
(30cm)



二段目
(55cm)



三段目
(80cm)



実験3

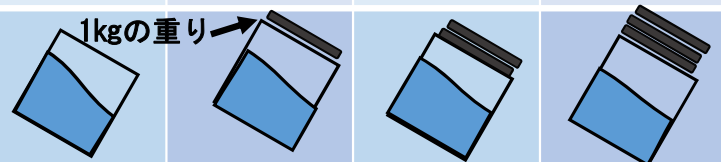
表2 実験3 結果

0個

1個

2個

3個



4. 結論

- ・実験1より、1, 3段目では、イスタンブールのお盆と異なり水面が揺れることが分かった。
- ・実験2より、コップの位置が支点から離れるほど境界面の揺れは大きくなることが分かった。
- ・実験3より、重心に近づくほど揺れが小さくなることが分かった。

5. 今後の展望

- ・実験1, 2の液体の量や支点からの距離をさらに変えて実験を行うことで実験のデータを多く取る。
- ・境界面の揺れが定常波の可能性があるので、数式化に成功すれば原理の解明に繋がると推測する。

6. 参考文献

1. 平成28年度 課題研究「イスタンブールのお盆の原理の解明」宮城県仙台第三高等学校
2. 平成29年度 課題研究「イスタンブールのお盆に乗せた2層の液体の動き」宮城県仙台第三高等学校

イスタンブールのお盆の水と油の境界面の動きの解明

～溶液と重心や支点との距離に着目して～

宮城県仙台第三高等学校

05 班

トルコのイスタンブールでは、どの角度においてもコップの中身の水面をお盆の底面と平行に保ち、こぼすことなく運搬可能であることが特徴のイスタンブールのお盆と呼ばれるお盆が存在し、家庭やレストランで使用されている。一見、私たち日本人には馴染みが無いように思えるが、日本でもラーメンを運搬する荷台に同じようなメカニズムが使用されており、そのメカニズムは慣性力を考えることで理解することが可能である。しかし、そのお盆の上に2種類の混ざり合わない液体が入ったコップを置いて揺らした結果、油の表面は揺れずに、水と油の境界面のみが大きく揺れるという不思議な動きを表した。先行研究では、その揺れが液体の粘性の差によるものであるという仮説をたてて研究を行った結果、液体の粘性の差によって揺れ方が変わることが分かったのだが、何故揺れが生じたのかというところに辿り着くことができず、未だにその原理は解明されていない。そのメカニズムを解明すべく実験を行った結果、私たちは重心との距離と傾斜方向と逆向きの慣性力が液体に影響を及ぼすことを解明した。

1 背景

トルコの首都イスタンブールの家庭やレストランで、飲み物などを運ぶ際にお盆が使用されている。そのお盆をイスタンブールのお盆という。そのお盆は、日本でも出前のバイクの荷台で使用されている。このイスタンブールのお盆を使うことで、お盆が振り子のように揺れてもお盆の上にある容器の溶液は決してこぼれない。このメカニズムは慣性力を考えることによって理解できる。先行研究により2種類の溶液を使うと表面は揺れず、境界面が揺れる。その揺れは溶液の粘性の差が関係しているとわかっている。私たちは、2種類の溶液と装置の支点との距離が異なることから支点との距離と液面の揺れとの関係を調べることにした。そこで、支点とコップの距離、重心とコップの距離を変え実験をした。図1のような木材を用いて三段構造となる装置1を作った。(図1) 各段に容器を置き、振り子運動させた。振り子運動している装置をスローモーションカメラで撮り、水面と油と水の境界面を観察した。

実験装置1において振り子運動させる支点から一段目、二段目、三段目までの距離を30、55、80 cmとした。

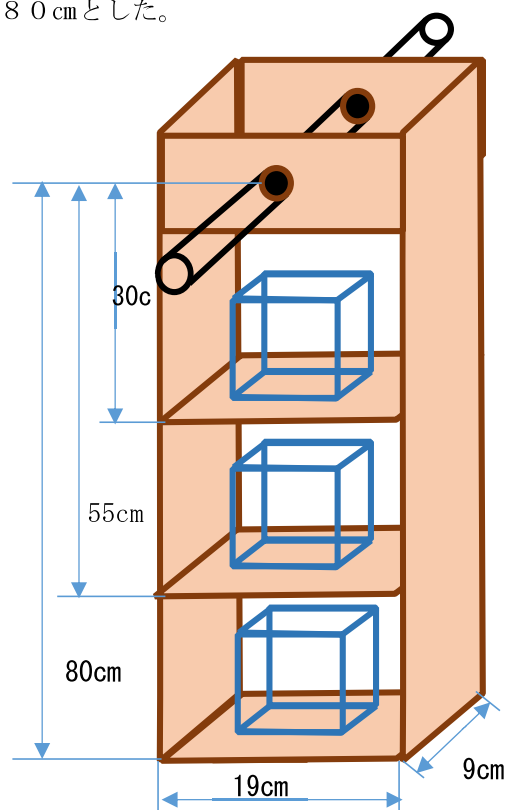


図1 実験装置1

支点との距離と揺れの関係調べるためにそれぞれのコップに水400mlをいれ各段におき振り子運動させた。二段目の水面は、容器の底と平行で揺れが見られず、一段目と三段目では揺れが大きく見られ一段目は床に平行に近くなるように、三段目は大きく外側に傾くように揺れた。

(図2)

次に、2種類の溶液を用い、油を200mlと水200mlを入れて実験を行った。密度の差により水が下層、油が上層になっている。その結果、油の表面は水の実験と同じ結果が見られたが、油と水の境界面では一段目から三段目になるにつれて揺れが大きくなっていることが分かった。(図3)

そこで、重力とコップの距離と揺れの関係調べることにした。重心の場所を変化させるために、三段目のコップの上に重りを乗せ重心を変えて実験をおこなった。

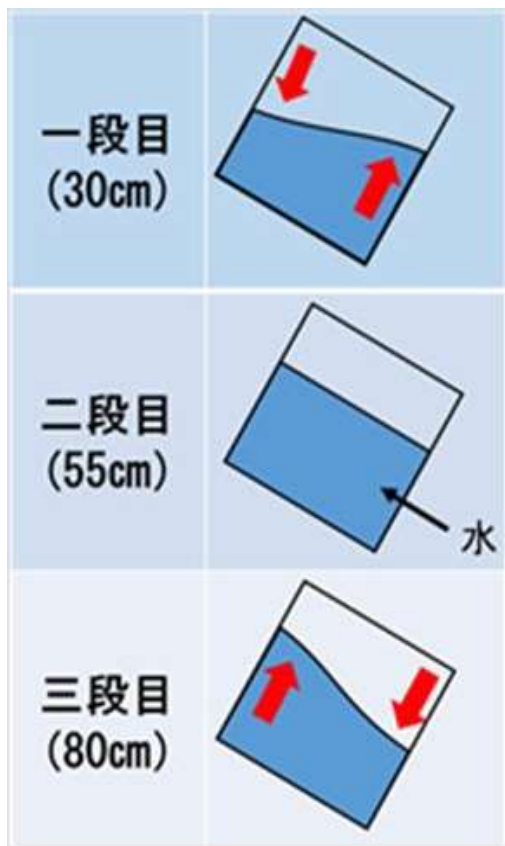


図2 水のための結果

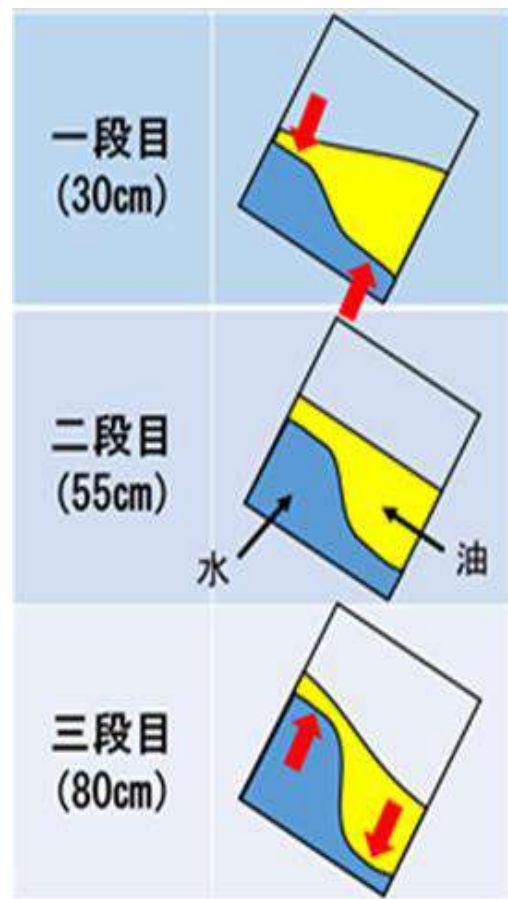


図3 油と水の結果

2. 方法

実験1では、水のみ、水と油の実験で得た結果から、水400mlを準備し、三段目の容器の上に1kgの重りを数を増やして置いて行き、振り子運動の速さが0のところを観察した。

3. 結果

実験1の結果は図4のようになった。液体の表面はおもりを乗せれば乗せるほど、揺れは小さくなり、床と平行に近づいて行った。

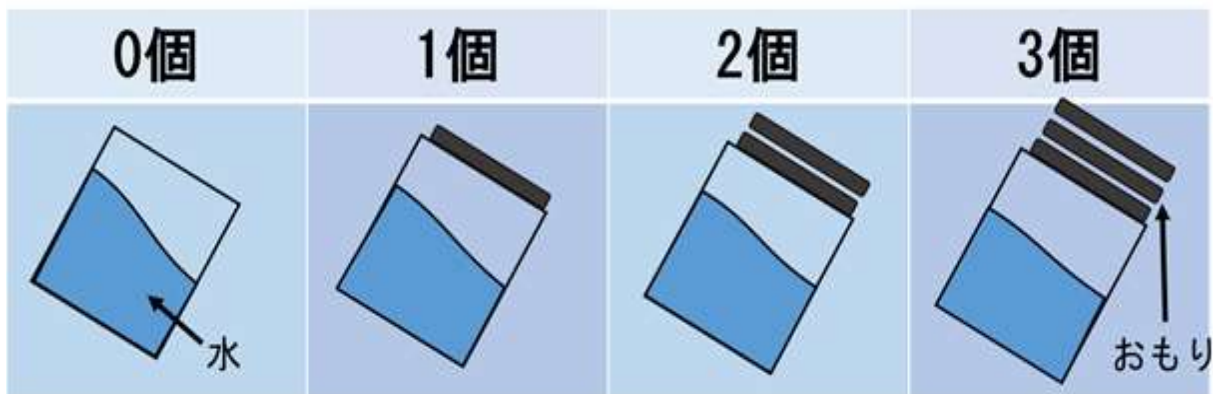


図4 実験1の結果

4 考察

実験1の結果より、容器が重心に近づけば近づくほど揺れが小さくなり、液面が容器の底と平行に近づくことが分かった。容器が重心に近づけば近づくほど揺れが小さくなるという仮説が正しかったため、水のみを容器に入れて揺らしたときの液体の動きの考察をした。

見かけの重力が液面に垂直だとすると、見かけの重力の方向は図5の線の方になる。見かけの重力は重力と慣性力の合力である。重力は鉛直下向きであるから、重力は図5の矢印のようになる。

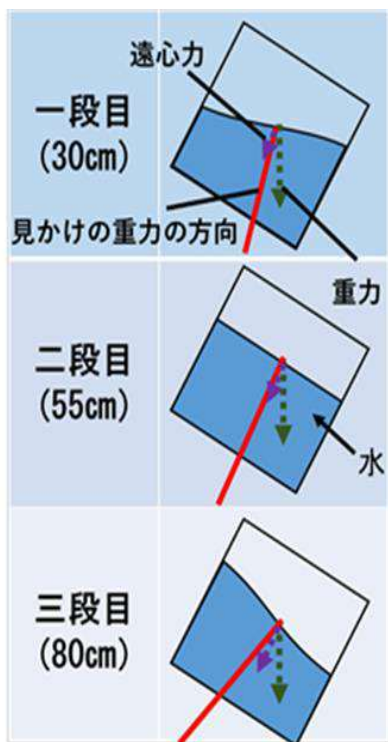


図5 力の矢印1

また、この実験装置は振り子運動をしていて、加速度の変化する円運動をしているため、慣性力は、遠心力と傾斜方向と逆向きの慣性力の2種類に分けられる。遠心力の大きさは支点からの距離に比例しており、向きは容器の底に垂直であるため、遠心力は図5の矢印のようになる。

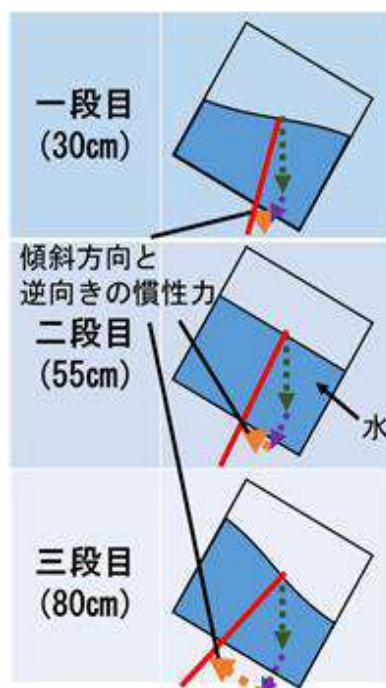


図6 力の矢印2

見かけの重力は慣性力と重力の合力であり、傾斜方向と逆向きの慣性力の向きは容器の底に平行であるため、傾斜方向と逆向きの慣性力は図6の矢印のようになり、支点からの距離が大きくな

ると、この慣性力も大きくなければならないということが分かった。しかし、支点からの距離が大きくなると、この慣性力の大きさに差が生じる原因を解明することはまだできていない。しかし、私たちは、この傾斜方向と逆向きの慣性力が一、三段目の液面が揺れた原因と深く関係しているのではないかと考えている。

「イスタンブールのお盆の原理の解明」

宮城県仙台第三高等学校

2. 平成29年度 課題研究

「イスタンブールのお盆に乗せた2層の液体の動き」

宮城県仙台第三高等学校

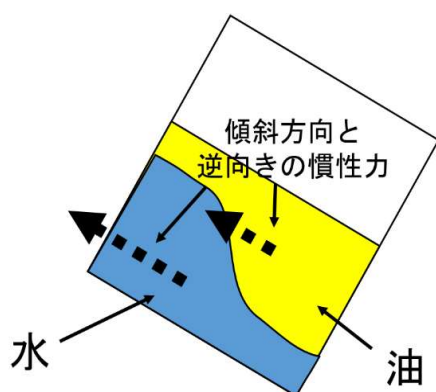


図7 二層構造の時の傾斜方向と逆向きの慣性力

また、水と油の二層構造にした時にも、水と油で支点からの距離が異なるため、この慣性力の大きさの違いが影響を及ぼし、油の表面は揺れずに、水と油の境界面のみが揺れるのではないかと考えている。しかし、具体的にどのような影響を及ぼしているのかということは解明できていない。

4 今後の展望

私たちは今回の実験で水と油の境界面に生じた波が、図3のように、波の中心が動かなかったことから、両端が腹で中心が節の定常波であると予想した。また、慣性力が及ぼす影響についても詳細を調べればメカニズムの解明につながると考える。

5 参考文献

1. 平成28年度 課題研究

摩擦帯電の変化条件

06班

1. 背景と目的

摩擦帯電（静電気）→ 手を痛める、機械を壊すなどの迷惑な点
身の回りのいろいろなところに存在する。

↓↓↓↓↓

何かしらの工夫によってその電気を利用できるのではないかと考えた。

↓
どのような条件で静電気が大きくまたは小さくなるのか
を確認する。

↓
湿度・温度・往復回数・
強さ・速さ

→このような条件の変化と
摩擦帯電する電気の量の
関係を調べる。

マイナスになりやすい
プラスになりやすい

テフロン	塩化ビニル	ポリエステル	ゴム	金・銅・鉄・アルミ	エポキシ	紙	木材	麻	木綿	レーヨン	ナイロン	羊毛	雲母	ガラス	人毛・毛皮	アスベスト
(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)

摩擦帯電列

2. 実験方法

摩擦帯電させるもの→毛皮※ティッシュでも行う。（+の電荷）
塩化ビニル（-の電荷）

この2つを同じ人の手で擦り合わせる。そしてすぐに計測する。

↓

帯電量を計測するもの→はく検電器

↓

一の電荷をもつもの近づけることではなくが開くのでその角度を分度器で測る。

↓

ほかの金属に塩化ビニルを当て放電する。

↓

繰り返す。

1) 往復回数

毛皮の塩化ビニル上をこする往復回数を変化させる。最初は5回から初めて5回ずつ増やして50回まで測る。それを、何度か繰り返す。

2) 湿度・気温

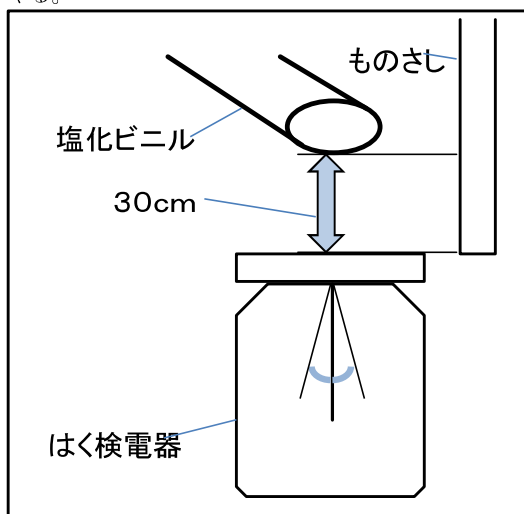
実験するときに、気温と湿度を測り、その時その時の数値を見る。

3) 強さ

擦る強さを変える。

4) 速さ

メトロノームを用いて擦る速さを一定にしながら計測する。速さは3パターンでやる。



実験装置

まとめ・結論

距離や湿度・温度を変えて擦ったが相関はみつからなかった。

↓

しかし、数値に変化はあったので、ほかの影響がある。

↓

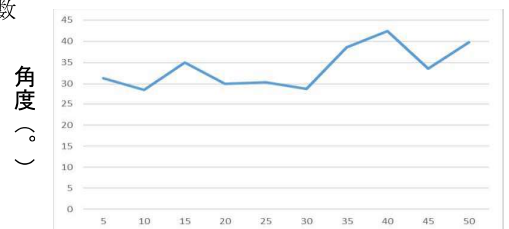
その影響を見つけ出すために

- ①他の数値の変化にかかわる可能性のあるものをなくす必要がある
- ②相関を見つける必要がある
- ③放電できていない場合方法を考える必要がある
- ④試行をさらに増やす必要がある

→試行をさらに増やすことで関係についてよりわかるかもしれない。
→まだ行っていない実験を進め関わりをもつものを探さなければならない。

3. 結果・考察

1) 往復回数

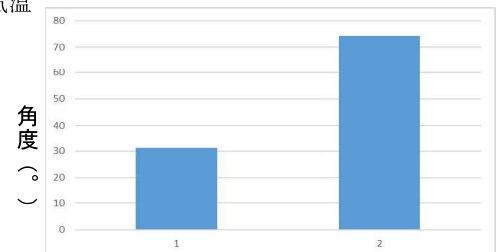


上のグラフは、回数の変化（横軸）によるはく検電器の開いた角度のグラフである。回数の変化による変化はあまり見られない。

原因として・回数の変化の幅が少ない

・放電がうまくできていない ということが考えられる。

2) 湿度・気温



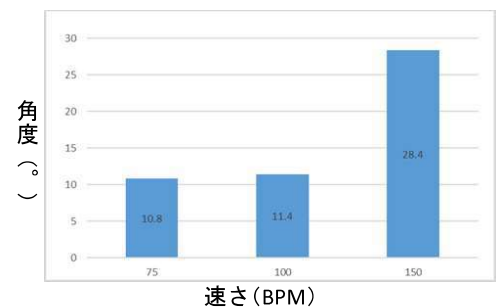
上のグラフは、日にちの変化によるはく検電器の開いた角度の違いを表している。擦る回数5～25回の平均を比べた。

1→8月10日 温度28℃ 湿度74%

2→7月4日 温度31℃ 湿度55%

温度による変化であるか湿度による変化であるかはわからないが、日による変化はあるのではないかと考える。

3) 速さ



上のグラフはこする速さによるはく検電器の開いた角度の違いを表している。150BPMで違いがみられた。

参考文献

<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~ohkura/seidenki/taidenretu.htm>

摩擦帯電の変化条件

宮城県仙台第三高等学校

06 班

私たちの身の回りには静電気と言われる電気の動きがある。しかしそれは機械を動かしたり回したりできるものではない。逆に時に私たちを痛め機械を壊すようなものである。そこで私たちはその静電気を何とか制御する方法を見つけるために研究を始めた。その研究により微量ではあるが摩擦回数の増加による静電気量の上昇を見ることができた。しかしできたグラフは不規則でありそうであると結論付けることができるものではなかった。最低、摩擦回数による静電気量の変化はあるようだが他の条件も静電気量の変化にかかわってくるだろうと考えた。次に、温度と湿度による変化について調べた。すると、湿度が低いときに静電気量は上昇するという結果を見ることができた。まだ温度による変化も捨てきれないでいるがその日の条件により静電気量に変化は起こるのだろうと考える。静電気量の変化には他にも多くの条件がかかわってくるだろうということで摩擦速度による変化の実験を行った。その結果、一定以上の速さにより静電気量は上昇するという結果が出た。さらに早く摩擦させることでさらなる変化もみられるだろう。この実験において放電がうまく行うことができなかったことが大きく影響を与えた。その放電量のように私たちが調べた条件以外にも静電気量にかかわるものは多くあるのだと考えられる。

1 背景

私たちの身の回りには静電気という現象がたくさん見られる。その静電気は二種類の物質を摩擦させることでそれらの間に引き起こされる電気である。それは私たちの手を痛め、機械を壊す、このように害を与えるばかりでなかなかそれを役に立てることが難しい。そこでわたしたちは静電気を制御し利用するために静電気が大きくなるまたは小さくなる条件について研究を進めた。静電気は物質と物質を擦ることで電子が片方の異なった物質に移動することで電気を発生させるものである。

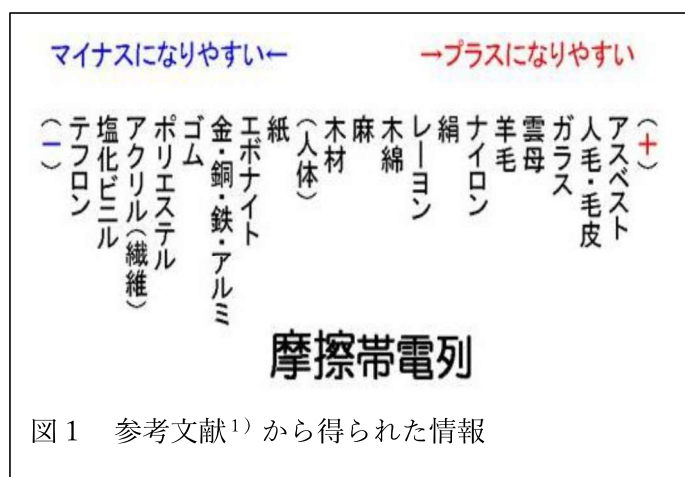
まず、図1の先行研究である摩擦帯電列¹⁾により静電気量を多く取り出すことのできる物質の組み合わせがわかった。そのため、私たちはその図より比較的静電気が起こりやすく手に入れやすかったポリ塩化ビニルと毛皮を用いて実験をしようと考えた。

摩擦する量を多くすることでその物質のもつ

電気が蓄積され静電気量を増やすことができるのではないかと考え、実験1としてまずは擦る回数を変え静電気量との関係について調べようと考えた。

次に夏より冬のほうが静電気を発生させやすいというように静電気には起こりやすい季節と起こりにくい季節があるということ、そして実験1を行っている際に静電気量が起こりやすい日と起こりにくい日があるということから実験2として温度・湿度と静電気量との関係を調べようと考えた。

さらに、素早く擦ることで電子が移動しやすくなることで、静電気量を増加させることができるのではないかと考えたことから実験3として擦る速さを変え静電気量との関係について調べようと考えた。



2 材料と方法

私たちは身近にあった塩化ビニルパイプと猫の毛皮を用いて実験を行った。まずこの二つを摩擦させ、静電気を発生させる。静電気を測定する機器が無かったため、帯電した塩化ビニルパイプをはく検電器に近づけてはく検電器の開いた角度をスマートフォンで撮影し分度器で測り、静電気を調べた。実験の結果をできるだけ一定にするために、摩擦はすべて同じ人の手で行った。また、はく検電器のはくが開きすぎるとはく検電器が故障してしまう恐れがあるため、塩化ビニルパイプとはく検電器の距離は30cmで固定してはくが開きすぎないようにした。実験と実験の間には、次の実験に影響が出ないように、塩化ビニルパイプをほかの金属に当てて放電をした。

また変化させる条件は、摩擦させる往復回数、気温と湿度、摩擦させる速さにした。

①往復回数

毛皮と塩化ビニルパイプを摩擦させる回数を5回、10回、15回、と5回ずつ変化させ50回まで測定し、取り出せた静電気を記録する。

②気温と湿度

実験をする前にその日の気温と湿度を調べて、摩擦させる回数5回～25回の平均の静電気を

記録する。

③速度

摩擦させる速度を75BPM、100BPM、150BPMと変化させて実験をする。BPMとは1分あたりの回数で、メトロノームを使って一定のテンポで実験を行った。

・実験器具

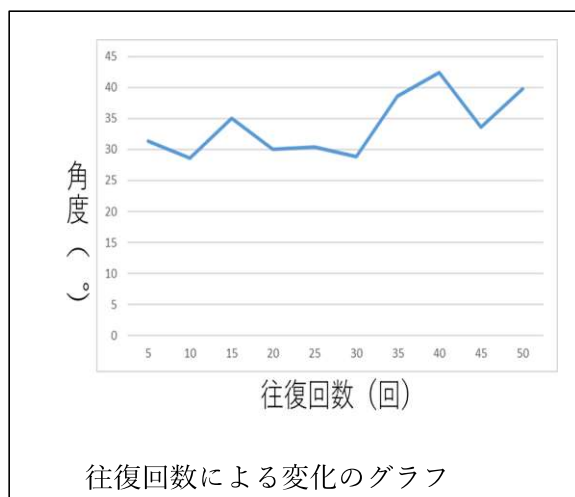


3 結果と考察

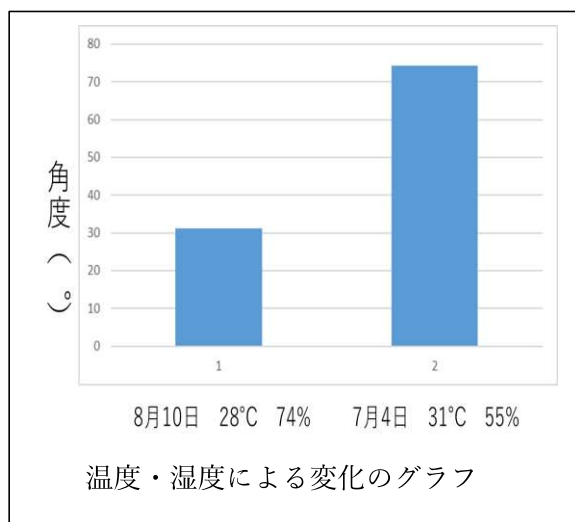
得られたデータから平均をとり、グラフ化した。往復回数による変化はあまり見られなかった。しかし、回数が増えるほど得られる静電気量は多くなった。特に、30回と35回の間で急激に変化しているためより多く摩擦させることで得られる静電気量は多くなるのではないかと考えられる。

また、往復回数による変化では、摩擦で発生する熱量が回数によって異なるため実験データに影響を与えたと考えられる。

つまり、往復回数では、外部からの影響がたくさんあり、実験データが正しく得られなかった可能性があると考えられる。

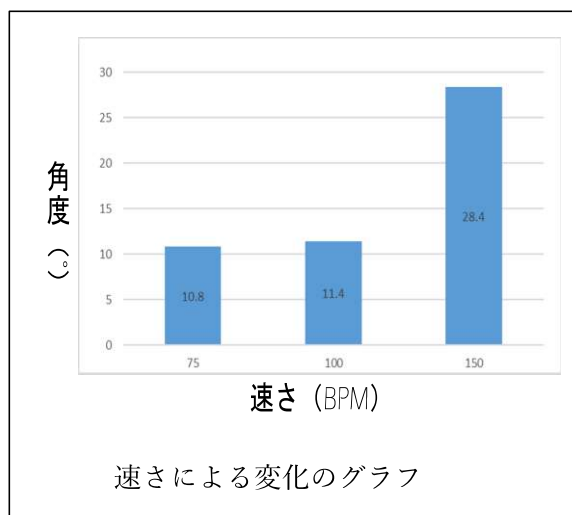


温度・湿度による変化は見られた。しかし、自然による変化のため、細かい調整ができなかった。そのため、片方の数値が同じという実験データがなかったため、湿度による影響で湿度が低いほど得られる静電気量が多いのか、温度による変化で温度が高いほど得られる静電気量が多いのか、どちらかの影響による変化なのか、または温度・湿度の両方に影響による変化かがわからなかった。温度・湿度を細かく変化させることができれば、どの影響によるかを判断することができると考えられる。



速さによる変化は見られた。今回の実験では75BPMと100BPMでは発生した静電気量の変化はほとんど見られなかったが、150BPMだけ多くの静電気を得られた。静電気量が約2倍の静電気を

得ることができたことから、ある一定以上の速さにさせると、静電気量が増えると考えられる。



今回の実験では、大きな変化が出た条件が少なく、比例などの関係性を見ることができなかった。その理由として

- ・放電が正しく行えず、次の実験データに影響を与えてしまい、正しいデータが得られなかった
 - ・摩擦によって熱が生じたことで静電気量に影響を出した
 - ・強さなどの数値に変化する可能性があるものの影響があった
- などが考えられる。

4 展望

今後の展望として、放電の仕方を考える必要があると感じた。今回の実験のほとんどで静電気をうまく放電できず、正しい実験のデータを得ることができなかった。ほかの放電方法として静電気を帯びている塩化ビニルを壁や金属に触れさせるだけでなく、塩化ビニルを洗うことで静電気を落としたり、塩化ビニルだけでなく、毛皮も壁や金属に触れさせて毛皮のほうも放電させることでより正しいデータを取り出したい。

ほかにも、往復回数で課題となった熱について、熱による静電気量の違いを実験することで、熱による影響の具合を調べ、そこから静電気と往復回数の関係性について調べることでより静電気に

ついて深まることができるのではないかと感じた。

摩擦帯電表はいろんなものがあり、プラスの電荷を運びやすいものと、マイナスの電荷を運びやすいものはほとんど同じだが、順番がその表ごとによって多少違っているため、材料による変化もするべきなのではないかと感じた。

5 まとめ・結論

私たちの実験の目的は静電気を制御し静電気の利用につなげるために、静電気量の変化する条件を探し出すことであつたが、変化条件を確実にすることはできなかった。

静電気量を増加させる方法として私たちが調べた中では、摩擦回数を増やす、周囲の湿度を上げる、摩擦速度を上昇させる、といった3つのものを上げることができる。現時点ではこの3つをすべて行った時に多くの静電気量を得ることが可能であると考えられる。

私たちは上記の3つの条件以外に擦る力について調べようと考えたがまだ行ってはいない。その上、そのほかにも私たちが気づいていない条件があると考えられる。そのため、そのことについても調べる必要があるだろう。

塩化ビニル棒にためられた静電気は関係のない金属にあてただけでは簡単には逃がすことができなかった。そのため、私たちは放電をする新しい方法を見つける必要もある。

静電気を制御することはまだ遠いが、大きくする方法はすくなくからず発見することができた。

6 参考文献

1) 摩擦帯電列とその説明

<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~ohkura/seidenki/taidenretu.htm>

2) 帯電列/静電気対策

<http://www.celles.co.jp/archives/99>

面の状態と摩擦の関係

宮城県仙台第三高等学校 07班

1. 序論

朝、自転車を漕いでいた
→地面の状態が進む速さが若干違う
→面の状態と摩擦に関係がある？
→面の状態と摩擦の大きさの関係を調べれば摩擦をコントロールできる様になり、何かに応用できるのでは？

2. 仮説

- ・溝の数によってエネルギー減少量に変化が出る
⇒摩擦は表面の凹凸の具合によって変化すると考えた
- ・溝の数と摩擦の大きさは比例する
⇒上記同様

3. 材料と方法

1. 斜面の上で円柱状のゴム(これをゴムタイヤとする)を転がす
2. 最初にゴムタイヤが止まった点における転がった斜面上の距離をメジャーではかる

⇒ **20回行う**

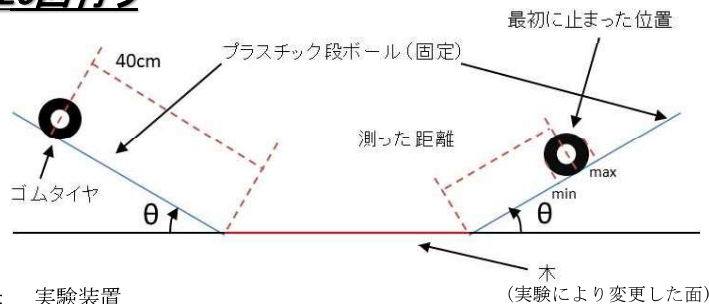


図1: 実験装置

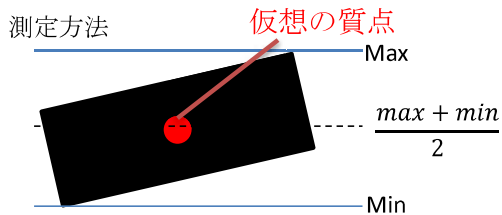


図2: 重心

ゴムタイヤの重心を**仮定の質点**とし、上り坂の下端からその点までの距離を測定し、エネルギーの減少量を以下の式で求めた。

$$9.8m \left(40 - \frac{\min + \max}{2} \right) \sin \theta \times \frac{1}{100} \text{ [mJ]}$$

(m[g]はゴムの質量)

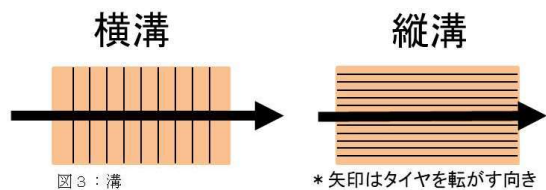


図3: 溝

* 矢印はタイヤを転がす向き

実験①
溝の幅・・・1mm
溝の種類・・・縦溝、横溝

実験②
溝の幅・・・1, 5, 8, 10 mm
溝の種類・・・横溝

実験③
溝の幅・・・10mm
溝の種類・・・横溝(入射角あり)
入射角(θ)・・・4～8度

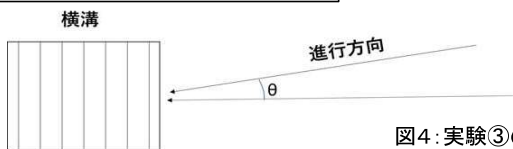


図4: 実験③の様子

4. 結果・考察

各実験の結果は以下ようになった。

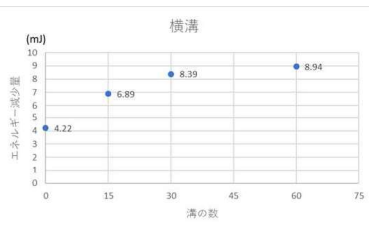


図1: 実験1横溝結果

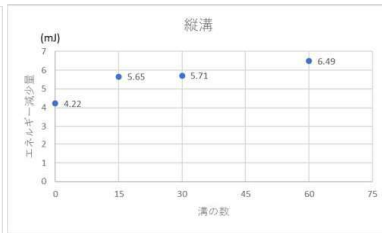


図2: 実験2縦溝結果

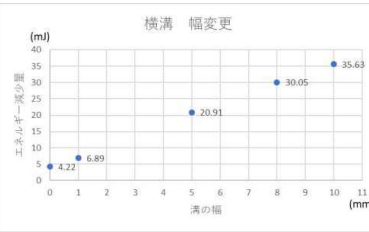


図3: 実験3横溝結果

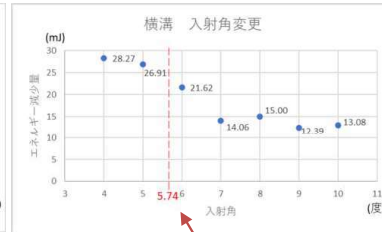


図4: 実験3横溝結果

実際にゴムタイヤが溝にはまる最大の入射角を求めると、 $\theta \approx 5.74^\circ$ となった。

- ・エネルギーの減少量は、ほとんどの場合溝なく縦溝<横溝となった。
⇒溝を入れるとエネルギーの減少量が増えるのは細かい上下運動が加わるからか？
- ・溝の数とエネルギーの減少量には正の相関があった。

5. まとめ・結論

- ・溝の数とエネルギーの減少量には正の相関があった。
- ・溝を入れると摩擦は大きくなり、その大きさは
溝なし < 縦溝 < 横溝となる。
- ・これらの変化の主な原因は **溝による上下運動である。**

6. 今後の展望

- ・なぜ縦溝のほうが横溝よりも摩擦が小さくなったのかを調べる。
- ・溝の種類を変え、上下運動に変化を加える。

参考文献

1) 摩擦と表面 内山吉隆 https://www.jstage.jst.go.jp/article/gomu1944/65/5/65-312/_pdf/-char/ja

面の状態と摩擦の関係

宮城県仙台第三高等学校

07 班

摩擦は乾燥状態などの面の状態により変化することが知られているが、詳しいことはまだよくわかっていない¹⁾。また、摩擦には様々な種類があるが、通学などで使用する自転車や自動車などに大きく関わる転がり摩擦も摩擦の一つである。路面の状態によって自転車の進む速度に違いが生じることから、面の状態と転がり摩擦の関係について調べることにした。そこで、私たちは面の凹凸とタイヤの転がり摩擦に着目して、溝を入れた木の板の上をゴムタイヤに見立てたゴム筒を転がし、溝の数を変える実験、溝の幅を変える実験、溝への入射角を変える実験の三つの実験を行った。その結果、面につけた溝の数と面の摩擦によるエネルギーの減少量の間には正の相関があり、タイヤの進行方向に対して平行な溝よりも垂直な溝のほうがより多くのエネルギーを減少させることがわかった。また、溝に対する入射角を変える実験を行った結果、ゴムタイヤが完全に溝にはまる前後で、エネルギーの減少の幅が最も大きくなり、その後のエネルギーの減少量はほとんど一定であった。このような実験から、摩擦によるエネルギーの減少量は溝による上下運動により引き起こされたものだということがわかった。この実験により、タイヤをうまくコントロールできるような道路の開発が可能になるだろう。

1 背景

摩擦力は、私たちの身のまわりいたるところではたらいっている。例えば、私たち人間が普段何気なく使用している自動車や自転車には、タイヤと地面の間に摩擦が生じている。摩擦は、乾燥状態などのような面の状態により変化したり¹⁾、垂直抗力の大きさに比例したり²⁾することが知られているが、詳しいことは未だによくわかっていない。そこで私たちは、摩擦の影響を詳しく調べようと考えた。特に、自転車に乗るとき、コンクリート舗装とアスファルト舗装などの地面の状態の違いなどにより進むスピードが大きく変化することなどの経験から、面の凹凸の具合とタイヤの転がり摩擦の間には何らかの関係があるのではないかと考えた。そこで、私たちは自作の実験装置を使用し、実験板に溝を加え、面の状態と溝によるエネルギーの減少量の間にはどのような関係があるのかを溝の数という観点からアプローチを行う実験①、溝の幅という観点からアプ

チを行う実験②を通して調べることにした。また、実験を進めると、溝の数や幅に正の相関があることに気が付いた。そこで、溝に対して斜めに走行した場合エネルギーの減少量がどう変化するかを調べるため、実験③でゴムタイヤの進行方向に角度をつけ、ゴムタイヤが溝にはまる最大の入射角を調べ、その前後でエネルギーの減少量がどう変化するかを調べた。このような3種類の実験を行い、面の凹凸と摩擦の関係を調べ、その根本原因についての考察を行った。この研究は、摩擦によりタイヤのスピードをコントロールすることなどによって交通事故の削減などに大きな貢献ができるだろう。

2 材料と方法

私たちの実験では、まず以下のような実験装置

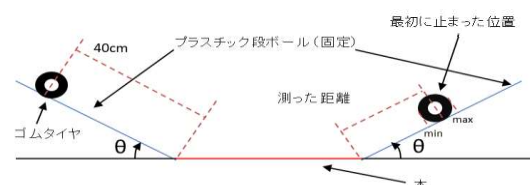


図1 実験装置(横から見た図)

を用いて実験を行った。

実験装置に必要な材料は以下の通りである。

- ・プラスチック段ボール ・ゴム筒
- ・実験版（木の板） ・メジャー

私たちの実験では、図1のような実験装置の坂になっている部分の下端から40cmのところからゴムタイヤに見立てたゴム筒（今回は質量123.55g、長さ10cm、直径4cmのものを用いた）を静かに転がし、水平な部分を通った後、反対側の坂にのぼっていき、ゴム筒の速度が初めて0になった点から坂の下端までの距離を測った。

（実際の測定には私たちはiOS端末に標準搭載されているアプリ「カメラ」の「スロー」という機能を用いて、止まった位置を面と垂直な位置で撮影して測った。）この実験を20回行い、そこで得られた結果から次の式

$$9.8m\left(40 - \frac{\min + \max}{2}\right) \sin \theta \times \frac{1}{100} \text{ [mJ]}$$

(m[g]は実験に用いたゴムの質量)

を用いて摩擦によるエネルギーの減少量を位置エネルギーの減少量として求め、20回分のエネルギー減少量の平均値を各実験の結果とした。

ただし、ゴム筒には大きさがあるため、ここではゴム筒の重心を仮定の質点と考え、この仮定の質点の位置エネルギーの減少量をゴム筒の位置エネルギーの減少量とした。ここでは、すべての実験が室内の同所で行われており、空気抵抗がゴム筒に及ぼす影響が一定であると考え、無視することとし、斜面部分のプラスチック段ボールの摩擦によるエネルギーの減少量は、どの実験でも一定であるとして考慮しなかった。このとき、坂の下端からゴム筒の重心までの距離は、坂の下端からのゴム筒の距離が最も遠かった部分（図2の「max」）と最も近かった部分（図2の「min」）の中

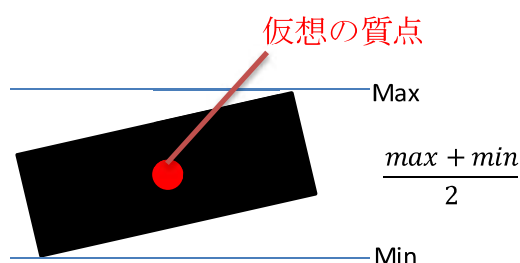


図2 仮定の質点

点までの距離とした。

また、私たちは、各実験において実験装置の水平部分の木の板を実験に用いる面として様々に変えた。まず、実験①では、溝の幅を1mmに固定し、溝の数を0、15、30、60本の4種類に変えて実験を行った。次に、実験②では、溝の幅を1、5、8、10mmの4種類に変え、溝の数は60本に固定して実験を行った。最後に、実験③では、溝の幅を10mmに固定し、ゴム筒の板に対する入射角を4～8度に変えて行った。ただし、ここでの「入射角」はゴム筒の進行方向と溝に対して垂直な直線がなす角とした。（下図参照）

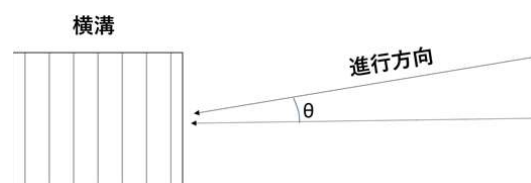


図3 実験③の様子

また、実験①では、横溝と縦溝の2種類の溝を用いて実験を行い、実験②では横溝だけを用い、実験③では横溝に対する入射角を基準の0度として、そこから角度をつけながら実験を行った。今回縦溝を使用しなかった理由は、実験結果に外れ値が多く含まれていたため、本来の実験結果とは異なると判断したためである。また、ここでの「横溝」や「縦溝」というのはゴム筒の進行方向に対して「横」や「縦」であったということを指す。詳しくは以下の図を参照していただきたい。

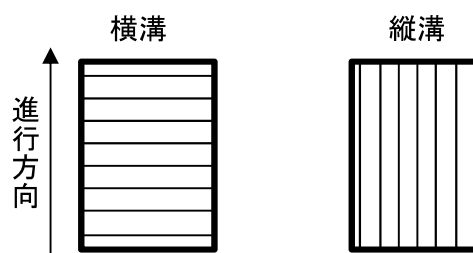


図4 横溝及び縦溝

3 結果と考察

まず、実験①の結果は以下ようになった。

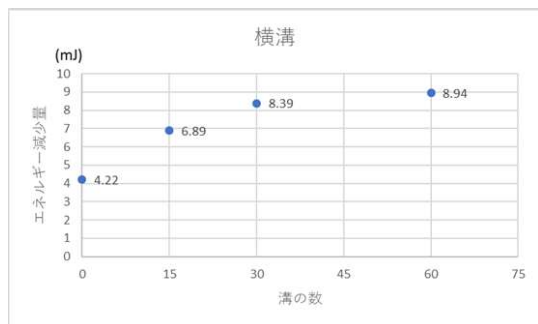


図5 実験①における横溝の結果

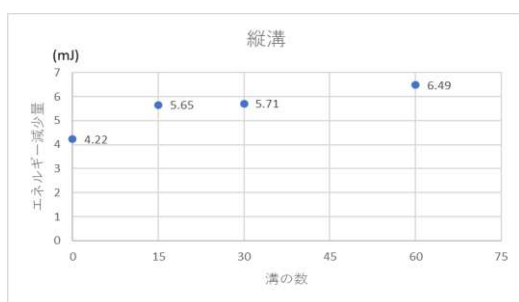


図6 実験①における縦溝の結果

これらの結果から、横溝による摩擦は縦溝による摩擦より大きいことや、溝の数が多くなると溝による摩擦が大きくなるということが分かった。このことから、私たちはこのようなエネルギーの減少は溝による細かい上下運動によるものではないかと考え、実験①の結果は、溝の数を増やしたことでひとつひとつの溝によるエネルギーの減少回数が増えたためにこのような結果が得られたと考えた。

次に、実験②の結果は以下ようになった。

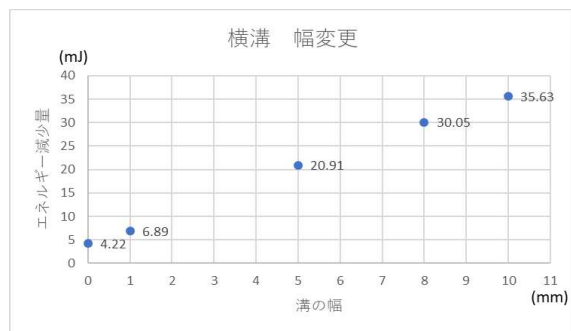


図7 実験②の結果

このような結果から、溝の幅を大きくしたほうが溝によるエネルギーの減少量は大きくなることがわかった。私たちは、これは溝の幅が大きくなったことで溝ひとつあたりのゴム筒に加わる上下運動が大きくなり、ゴム筒のエネルギーが失われる量が増えたためであると考えた。

実験①②から、溝の数や幅とエネルギー減少量の間には正の相関がみられる。そこで私たちはこの原因は溝による上下運動によるものであると考えた。そうすると、ゴム筒が溝にはまらない様な角度で転がせばエネルギー減少量が少なくなるのではないかと考えた。

最後に、実験③の結果は以下ようになった。

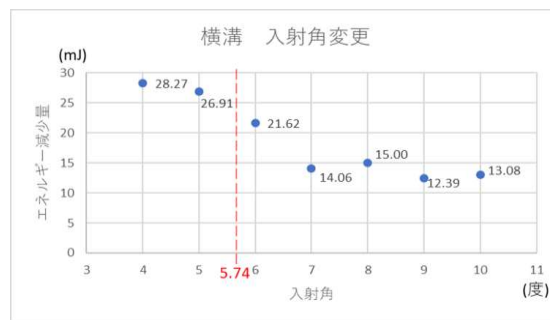


図8 実験③の結果

この結果を見てみると、入射角とエネルギー減少量の間には負の相関があるだけでなく、入射角が5～7度のところでエネルギーの減少量が大きく変化していることがわかる。そこで、私たちはこれも溝がゴム筒に加える細かい上下運動が影響しているのではないかと考えて、「ゴム筒が溝に完全にはまる」ときの最大の入射角を計算した。(これはいくぶんか奇妙な言葉ではあるが、ゴム筒と地面と接している部分全体が溝の中に入ってしまうことを表現しているつもりである。) 次のような図(図の中の θ が今回計算した

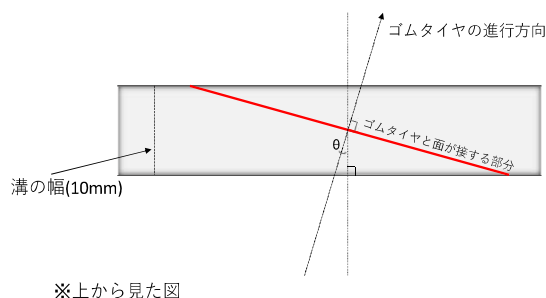


図9 「ゴム筒が溝に完全にはまる」入射角

入射角)を考えて、今回私たちが使ったゴム筒の横の長さ(10 cm)から計算した結果、およそ5.74度となった。(図8点線部分)

そこで、ここで計算した5.74度と実験③の結果を比べてみると、5.74度はエネルギーの減少量が大きく変化した5~7度の範囲に入っている。このことから、大きくエネルギーの減少量が減少していったことは、実験③のグラフと私たちが求めた値の間には若干の誤差が生じるものの、おおむねは5.74度を超えると溝にはまらなくなるという私たちの計算の結果と合う。誤差が生じた理由については、ゴム筒を転がすときに若干角度にずれが生じてしまったり、そもそも入射角を正確に計測すること自体が困難であったりするためであったと考えられる。しかしながら、以上のことから、やはり溝によるエネルギーの減少の主要原因は溝による上下運動であったことが推測できる。

4 まとめ・結論

この研究の主な目的は、転がり摩擦と面の凹凸の間にどのような関係があるか調べることであった。今回の私たちの研究では、木の板に溝を入れ、この面とゴム筒の間に絞ってどのような関係があるかを調べた。その結果、溝の数や幅と溝によるエネルギーの減少量との間には正の相関があることが分かった。この結果自体は、容易に予想できるものではあるが、私たちはより踏み込んで、この現象の根本原因は、ゴム筒に加わる溝による細かい上下運動が大きく関係していることだと推測した。このことは、後に行われた実験③において、溝による上下運動がエネルギーの減少量に大きく影響すると仮定したうえで、エネルギーの減少量が大きく変化すると思われる入射角を計算し、実際に入射角を変更して得られた結果と比べた結果、実際にエネルギーの減少量が大きく変化する範囲と計算で求めた値が近い範囲にあったため、この推測は非常に妥当なものであるという裏付けが得られた。実験③の結果からだけ

でなく、実験①の「横溝によるエネルギーの減少量と縦溝によるエネルギーの減少量では横溝によるエネルギーの減少量のほうが大きい」という結果からも、縦溝を横溝の入射角90度での実験と考えることで、この結果も私たちの溝による細かい上下運動が影響しているという推測と一致していて、この結果も私たちの推測が妥当なものであると示しているといえるだろう。

総括すれば、私たちの研究により、摩擦と面の状態(今回は溝の数)には明確な因果関係があり、その主な原因は溝による細かな上下運動の影響を大きく受けているためであるということが明らかになった。

5 参考文献

1) 摩擦と表面 内山吉隆

https://www.jstage.jst.go.jp/article/gomu1944/65/5/65_5_312/_pdf/-char/ja

2) 物理基礎 数研出版

塩化ナトリウムの結晶の長さを操る

宮城県仙台第三高等学校 08班

背景

一般に塩化ナトリウムの結晶は立方体で知られているが、先行研究より貧溶媒法を用いることで針状・柱状・板状結晶が多く現れることやエタノールの最終濃度が高いほど結晶が長くなることが分かっている。



板状(図1)



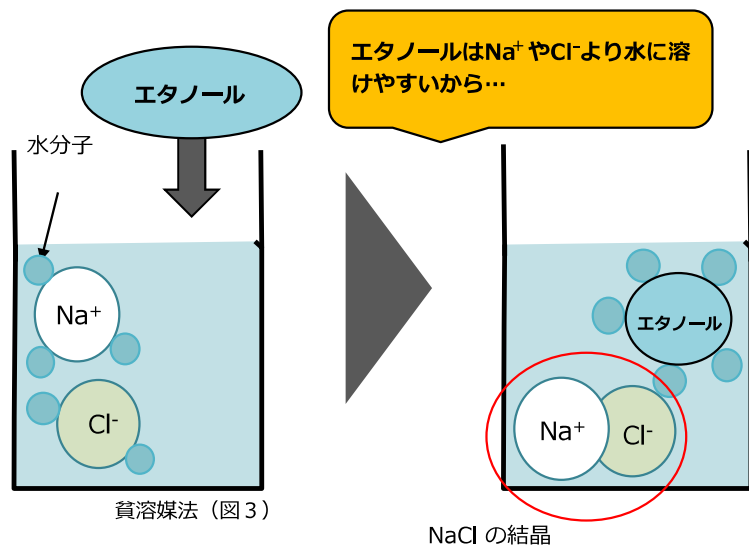
柱状・針状(図2)

針状結晶の長さに着目

溶液の深さに
着目してみよう

他に結晶の長さを変える条件はないだろうか？

貧溶媒法とは



実験結果



1 cm

2 cm

3 cm

6 cm

摘出した結晶の様子(図6)

深さ (cm)	針状結晶の長さの 平均値	溶液量 (ml)	結晶量(g)	結晶量/ 溶液量 (g/ml)
1.0	0.52	29	1.17	0.058
2.0	1.46	83	4.89	0.059
3.0	1.50	110	5.73	0.052
6.0	2.18	260	17.19	0.066

実験結果(表1)

考察

ほぼ一定

・溶液量当たりの結晶量がほぼ一定だったにも関わらず、結晶の長さは深さが大きいほど長くなった

溶液の深さが大きいと結晶生成ができるスペースが広がるためではないか

・1 cm, 2 cm, 3 cmでは針状結晶が多く見られたが、6 cmからは針状結晶の他に板状の結晶や立方体の結晶が多く見られた

1 cm, 2 cm, 3 cmの時と比べて6 cmの時はエタノールが液面から底まで落ちる時間が長いので結晶が広がりやすいのではないかと

今後の展望

立方体の結晶が析出する溶液の深さを調べるために、4 cmおよび5 cmでも同様の実験を行いたい

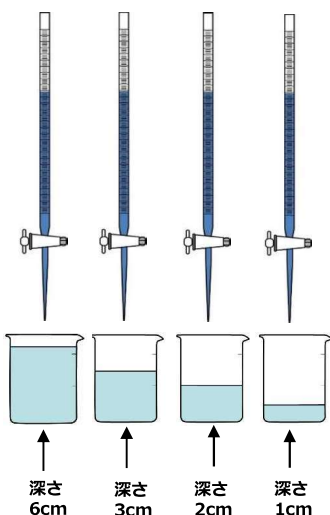
参考文献

宮城県仙台第三高等学校 課題研究 貧溶媒法で得られた塩化ナトリウムの結晶

実験方法

エタノールの質量パーセント濃度とビーカーの大きさを固定

独立変数：溶液の深さ



実験の様子(図4)

①300mlビーカーを4つ用意し、塩化ナトリウム水溶液とエタノールの割合は変えずに、それぞれの溶液の量を変えた

②エタノールを滴下した後の溶液の深さが1 cm, 2 cm, 3 cm, 6 cmとなるように調節した

③エタノールはビュレットを用いてゆっくり滴下した

④全て滴下させた後、ラップをして1週間静置する

塩化ナトリウムの結晶の長さを操る

宮城県仙台第三高等学校

08 班

先行研究より、貧溶媒法を用いると針状結晶が多く析出されることが分かっている¹⁾。また、使用するエタノールの濃度が大きいほど針状結晶の長さが大きくなることが分かっている。そこで私たちはエタノールの濃度以外にも結晶の長さを決める要因があるのではないかと考え、「エタノール滴下後の混合液の深さ」が独立変数となるように実験を行った。混合液の深さが1 cm、2 cm、3 cmのビーカーからは針状結晶が多く取り出された。6 cmビーカーからはサイコロ状や板状の結晶が多く取り出された。また、1 cm、2 cm、3 cmのビーカーからはサイズの小さい結晶が、6 cmのビーカーからはサイズの大きい結晶が多く取り出された。それぞれの深さから析出された結晶の長さを測ると、深さが大きいほど針状結晶の長さが大きくなることが分かった。私たちは、混合液の深さが大きいほどエタノールが溶解する時間が長くなるため結晶の成長方向が多方向になり、その結晶が成長する方向によって生成される結晶の形が決まると考えた。今回の実験は1回しか行えていないので、今後同様の実験を何回か行い、より大きいビーカーを用いて実験を行うことで混合液の深さと針状結晶の長さの関係性を明らかにしたい。

1 背景

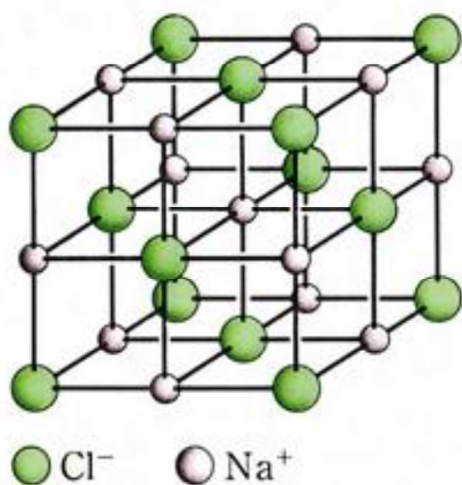
塩化ナトリウムの結晶は塩化物イオンが面心立方構造をとり、その八面体型六配位の位置にナトリウムイオンが入る結晶である。(図1)

一般に飽和塩化ナトリウム水溶液の濃縮により再結晶させることで析出される結晶の形はサイコロ状で知られている¹⁾。これは結晶を構成

するナトリウムイオンとナトリウムイオンが電気的に結合し、イオン同士の結合がどの方向にも等しく働き、整った形になるからである。

しかし、先行研究より結晶が成長する時の環境や、条件の違いによって様々な形の結晶が析出されることが分かっている。

貧溶媒法は電解質水溶液にアルコールを滴下させて結晶を析出させる方法である。貧溶媒法を用いて塩化ナトリウムの結晶を析出すると針状や柱状、板状など様々な形が見られること



(図1) 塩化ナトリウムの結晶構造



(図2)板状

(図2)(図3) 飽和塩化ナトリウム水溶液に対してのエタノールの濃度が大きくなるほど結晶の伸長の度合いが増すことが分かっている。²⁾



(図3)針状・柱状

我々は結晶の形を変える条件を明らかにするために貧溶媒法を用いて飽和塩化ナトリウムとエタノールの濃度を一定とし、水溶液の量を変えて水溶液の深さが結晶生成とどのような関係があるかを調べた。

我々は電解質水溶液を塩化ナトリウム水溶液、アルコールをエタノールとして貧溶媒法を用いて実験を行った。電解質である塩化ナトリウムは水によく溶ける。これは塩化ナトリウムを水に入れるとナトリウムイオンには水分子の酸素原子が、塩化物イオンには水分子の水素原子がそれぞれ静電気力によって引き付けられ水和されるからである。これに対して極性分子であるエタノールはエチル基と親水性のヒドロキシ基が結合した構造で非電解質であるにも関わらず、水に溶けやすいという性質を持っている。エタノールを水に滴下するとヒドロキシ基の水素原子に水分子の酸素原子が、酸素原子に水分子の水素原子が水素結合によって水和する。そのため飽和塩化ナトリウム水溶液にエタノールを滴下するとナトリウムイオンと塩化物イオンが持っていた水分子がエタノールによって奪われ、その結果ナトリウムイオンと塩化物イオンが結合し結晶として析出される。

2 材料と方法

先行研究より、様々な濃度のエタノールで実験したところ30パーセントという濃度でははっきりと結晶が析出され、また最小のエタノール水溶液の量で実験できるということが分かったことから、実験は300mlビーカーを4つ用意し、塩化ナトリウム水溶液とエタノール水溶液の割合は変えずに、それぞれのビーカーの溶液の量を変えた。そして、濃度30%のエタノールを一定の速さで滴下するためにビュレットを用い、ゆっくりどのビーカーにも同じ速さで滴下した。また、エタノール水溶液を滴下する際に勢い良く入れてしまうと、はっきりとした形の結晶が析出されないことが先行研究により分かっていたため、滴下した後の溶液の深さが1cm、2cm、3cm、6cmとなるように調節しビュレットを用いて滴下した。(図4) 6cmでも実験をした理由は300mlビーカーで測れる最大の深さが6cmではどのような析出のされ方をするのかを調べるためである。滴下した後は、図3のように、ラップをして1週間静置する。このような方法で析出された結晶を調べる方法を貧溶媒法と呼ぶ。この方法は一般的に知られている蒸発晶析法や冷却法では不可能な常温・恒温での結晶の析出が可能になる。ここで塩化ナトリウム水溶液を用いたのは、安全かつ気温による溶解度の変化がとても小さい結晶だからである。したがって、ここでは温度の変化は考慮しないこととする。どのような原理で塩化ナトリウムの結晶が析出されるのかを説明したいと思う。塩化ナトリウムというものは水によく溶ける。これは、水はイオンを安定化する能力が大きいので塩化ナトリウムなどのイオン性の物質を溶かしやすくなっているためである。しかし、エタノールはその能力が低いために塩化ナトリウムを溶かしにくく、その結果エタノールを滴下すると飽和塩化ナトリウム水溶液の溶解度が下がり、結晶が析出される。

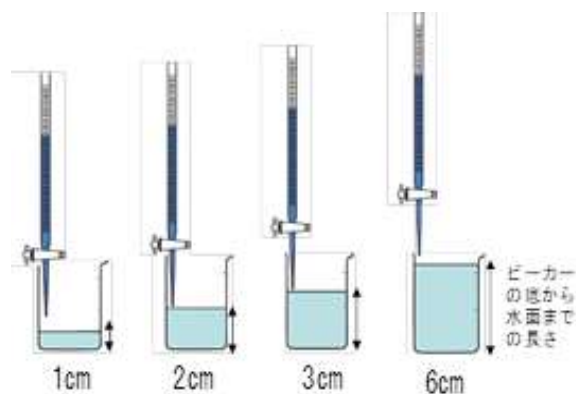


図4 滴下している様子

3 結果と考察

一週間静置した後、析出された結晶の質量や長さを計測し表を作成した(表1)結晶の平均の長さとはそれぞれで析出された結晶の長さが一番目に大きいものから五番目に長いものの長さの平均である。その後一部の結晶をシャーレに移し観察した。

深さが1cmの結晶では殆どの結晶が微小な粒状で析出され、針状などの結晶は僅かであった。深さが2cmの結晶では1cmの時と比べ針状結晶の数が増え、板状や柱状の結晶も観察できた。深さが3cmの結晶は針状、柱状の結晶が殆どであり稀に板状の結晶も観察できた。深さが6cmの結晶を観察すると針状、柱状の結晶よりもサイコロ状の結晶が多く見られ、他の3つと比べて針状結晶などが太く、長いものが観察できた。

析出された結晶の質量を溶液量(使用した飽和塩化ナトリウム水溶液とエタノールの液量の和)でそれぞれ割ると0.052~0.066とほぼ一定の値になった。(表1)このことから、液量が増加しても析出される結晶の割合は一定と考えられる。

結果から溶液の深さが大きいと結晶の長さが増えることが分かった。これは溶液の深さが大きいと、結晶が生成出来るスペースが広くなり結晶が長く成長するのではないかと考える。さらに深さが6cmを超えると針状結晶や柱状の結晶の他にもサイコロ状の結晶が多く析出されることが分かった。これは溶液の深さが1cm, 2cm, 3cmの時と比べて溶液の深さが6cmの時はエタノールが塩化ナトリウム水溶液に溶けきるまでの時間が長く、結晶の核に多くの結晶が付着し結晶の成長が多方向になるのではないかと考えた。このことから結晶が一方向にしか成長しない場合は、柱状や針状の結晶が、二方向に成長した場合は板状の結晶が、三方向に結晶が成長するとサイコロ状の結晶が析出されると推測する。

深さ (cm)	結晶の長さの 平均値(cm)	溶液量 (ml)	結晶量 (g)	結晶量/溶液量 (g/ml)
1.0	0.52	29	1.17	0.058
2.0	1.46	83	4.89	0.059
3.0	1.50	110	5.73	0.052
6.0	2.18	260	17.19	0.066

4 まとめ・結論

本研究では塩化ナトリウムの結晶の形状を決定させる条件を明確にするために貧溶媒法を用いてビーカーの大きさと飽和塩化ナトリウム水溶液に対するエタノールの濃度を固定し、溶液の深さを1 cm、2 cm、3 cm、6 cmとしてそれぞれ実験を行った。結果は溶液の深さが大きいほど結晶が生成出来るスペースが広がるため結晶の伸長の度合いが増し、更に溶液の深さが1 cm～3 cmだと主に析出される結晶の形が針状や柱状であるのに対して6 cmを超えるとサイコロ状の結晶が多く析出されることが明らかになり、溶液の深さが大きいほど結晶の成長が多方向になりサイコロ状の結晶が析出されやすいということが明らかになった。

5 参考文献

¹⁾ 公益財団法人塩事業センター 塩百科 結晶の形

²⁾ 平成 29 年度仙台第三高等学校課題研究
「塩化ナトリウムの針状結晶」

ポリマーを用いた蓄電池

宮城県仙台第三高等学校 09班

研究の背景・目的

高吸収性ポリマーを用いて蓄電できる。



しかし電圧が低く、実用化には程遠い……

私たちは目標として……

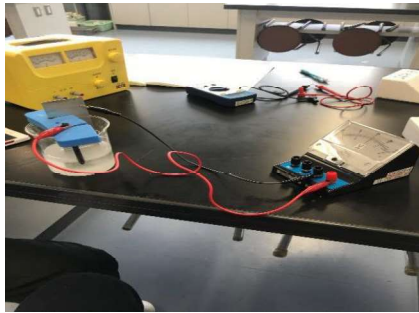
災害時一時的な助けとなるような蓄電池の完成を目指しました。

そこで、メカニズムを解明するために以下の実験を行いました。

研究方法

〈研究1〉

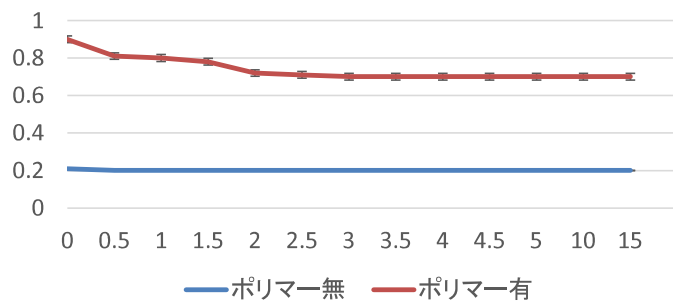
純水200gに高吸水性ポリマーを1gを混ぜ、亜鉛板、炭素棒を用いて充電を行い電圧の変化を調べる。



(実験の様子)

結果1

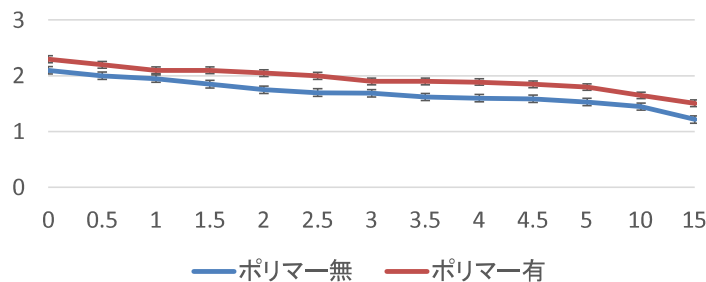
純水での変化



〈研究2〉

研究1と同様の装置を用いて擬似海水 (NaCl 3.5g, 純水196.5g) に高吸水性ポリマー1gを混ぜ、研究1と同様に電圧を調べる。

海水での変化



まとめ

ポリマーは、電圧の減少を抑えることができる。
純水よりは、塩分を含んだほうが多くの電圧を得られる。

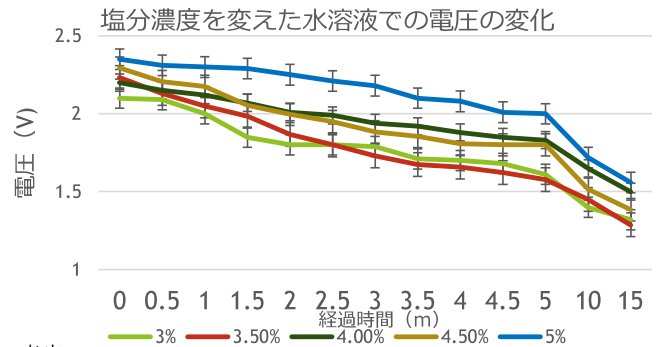
＜今後の展望＞

- ・内部抵抗の値を調べる
- ・最適な海水濃度を調べる

〈研究3〉

研究2のNaClの濃度を変化させ、同様に電圧を調べる。

結果3



＜考察＞

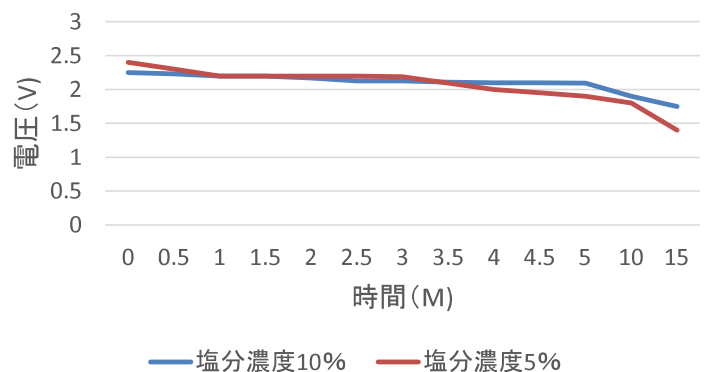
- ・結果1よりポリマーは電圧を保つ性質がある。

〈研究4〉

NaClの濃度を5%と10%にして調べる。

結果4

5%と10%での変化



考察

5%以降の濃度では大きな変化はないと考えられる。

参考文献

平成28年度 課題研究「使用済み紙おむつによる発電を目指して」

高吸水性ポリマーを用いた蓄電池

宮城県仙台第三高等学校

09 班

高吸水性ポリマーを用いて蓄電池を作ることができることが一般的に知られている。この高吸水性ポリマーはおむつや畑の土などに混ぜられ水はけを良くしたり、長時間の水分の保持を目的とし身近で使われている。私たちはニュースで未使用の紙おむつが大量に廃棄されているという現状を知り、その資源を用いて何かを行うことができないかという考えを持った。そしておむつに高吸水性ポリマーが用いられていることを知った私たちはそこに着目しこのポリマー蓄電池について調べた。しかし、この蓄電池の起電力の値が低く実用化にはほど遠い。そこで私たちは、ポリマー蓄電池のメカニズムを調べることによって電圧の値を上昇させ、より効果的な、そして緊急時役立つ蓄電池の開発を目標に研究をすることにした。実験方法は、海水を想定した塩化ナトリウム水溶液や純水をビーカーに入れ、亜鉛板と炭素棒を差し込み、電源装置を用いて1分間の充電をして電圧の大きさを測定した。また、ポリマーの有無による電圧の違いや塩分濃度による電圧の違いも調べた。

1 背景

現在、先行研究より、おむつ、園芸などに使われる自重の100～1000倍もの量の水を吸収することのできる高吸水性ポリマーを用いて、モバイルバッテリーのような繰り返し充電することが可能な電池をつくることができることが判明している¹⁾。しかし、起電力が低く、安定していないため実用化にはほど遠いとされている。そこで、高吸水性ポリマー蓄電池のメカニズムとその改善点を調べて、電圧の向上と持続性を目指して今回の研究を始めた。最初に実験を行って溶液中の高吸水性ポリマーの役割について調べた。次に、高吸水性ポリマーを用いた溶液(ここでは塩化ナトリウム水溶液)の濃度と電圧の変化の関係を調べ、最適な濃度を追求した。今回の実験で用いた高吸水性ポリマーは、アクリル酸重合体系ポリマーとする。

2 材料と方法

- ① 以下の図1のように純水200gに高吸水性ポリマー($C_3H_3NaO_2$)を純水と質量比が200:1(先行研究¹⁾より1番電圧が高く

なる割合)となるように純水に入れて混ぜた水溶液と純水200gに亜鉛板と炭素棒を入れて、電源装置を用いて5Vで1分間の充電を行う。

その後、最初の5分間は電圧の変化が大きいことが分かり、その間の詳しい変化を調べるため30秒ごと、それ以降は5分ごとで15分間、電圧計を用いて電圧の変化を調べる。

- ② 次に、塩化ナトリウム水溶液3.5%(これは身近に使える海水の塩化ナトリウム濃度と同じ)200gに、高吸水性ポリマーを溶液と質量比が200:1となるように入れて混ぜた溶液を用いて実験①と同様な装置を作り同様に充電し電圧を測る。
- ③ 実験②で用いた塩化ナトリウム水溶液の濃度を3%、3.5%、4%、4.5%、5%と変化させ実験①と同様な装置を作り同様に充電し電圧を測る。

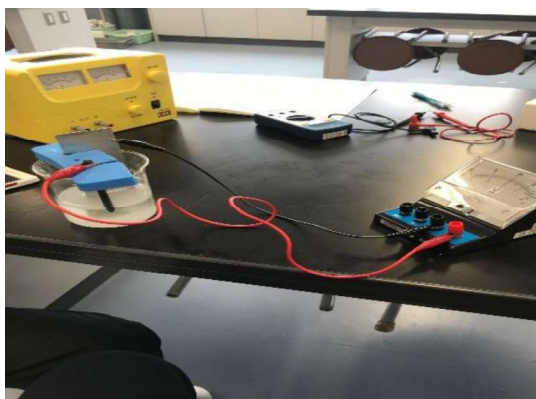
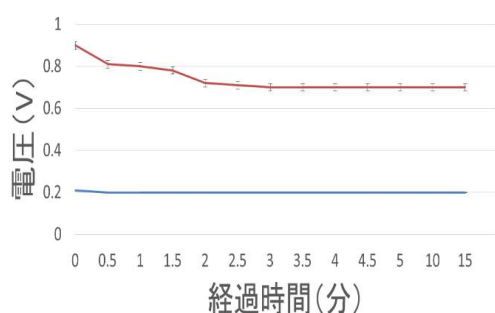


図 1 実験方法

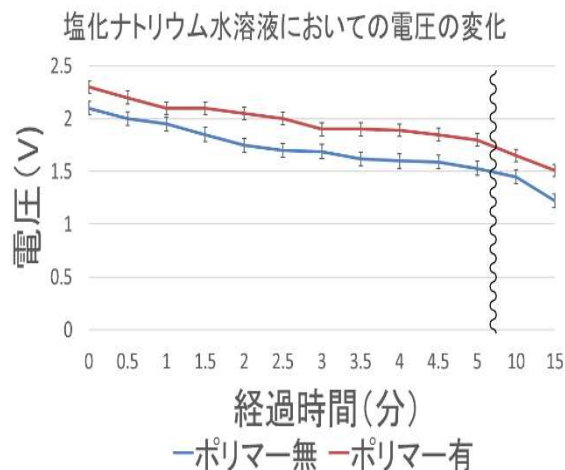
3 結果と考察



—ポリマー無 —ポリマー有

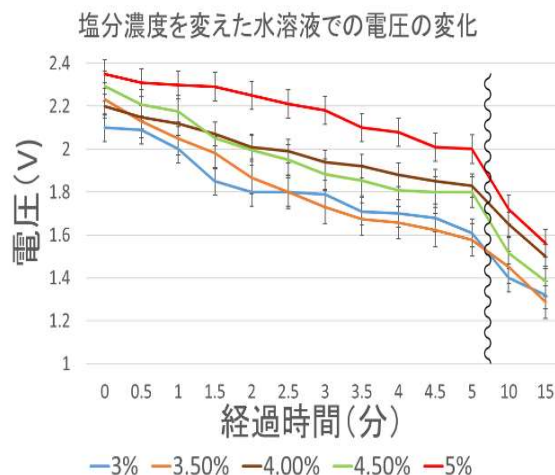
グラフ 1 純水での変化

実験①の結果はグラフ 1 のようになった。高吸水性ポリマーを混ぜたほうが純水よりも電圧が高く、安定していた。これは、高吸水性ポリマーは電解質であり³⁾、高吸水性ポリマー自体が水に溶けると COO^- と Na^+ に電離して電解質水溶液になったため高吸水性ポリマーを混ぜないときに比べて起電力が高くなったと考えられた。



グラフ 2 塩化ナトリウム水溶液での変化

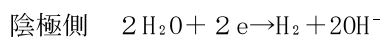
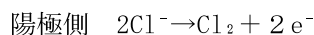
実験②の結果はグラフ 2 のようになった。実験①の結果と同様に高吸水性ポリマーを混ぜたほうが高吸水性ポリマーを混ぜないときよりも起電力が高くなり、電圧が安定していた。また、塩化ナトリウムを含んだほうが純水の時よりも起電圧が高くなった。



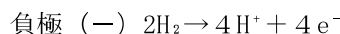
グラフ 3 濃度変化と起電圧の関係

実験③の結果はグラフ 3 のようになった。塩化ナトリウム濃度が 3% から 4.5% まではあまり変化はみられなかったが、5% での起電力は Max が 2.3V と一番高くなった。

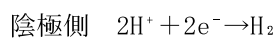
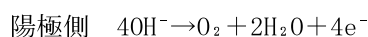
実験②、③より、充電する時に塩化ナトリウム水溶液の電気分解が起こっていると考えられた。



陽極側の塩素は実験の際中ににおいが確認された。この時に発生する H_2 が充電後に大気中の O_2 によって燃料電池となり電力をためることができると考えられた。



また、実験①でも同様に水の電気分解が起こっていると考えられた。



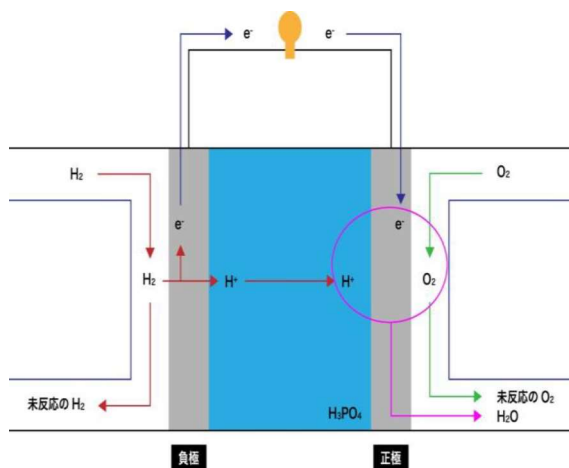


図2 燃料電池のしくみ⁴⁾

よって、高吸水性ポリマー溶液が図5の H_3PO_4 溶液の代わりとなったと考えられた。

今回の実験において高吸水性ポリマーを混ぜた溶液のほうが起電力が高く、減少がなだらかであったのは、高吸水性ポリマーは立体網目状になっていて、その間に発生した水素が網目状に入り込み燃料電池において必要な水素を多く溜めることができ、より長い時間反応することができると考えられた。

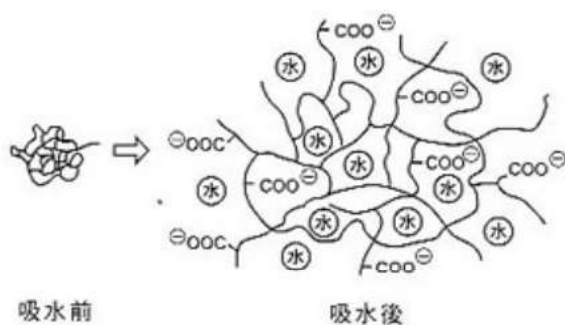


図3 高吸水性ポリマーの仕組み

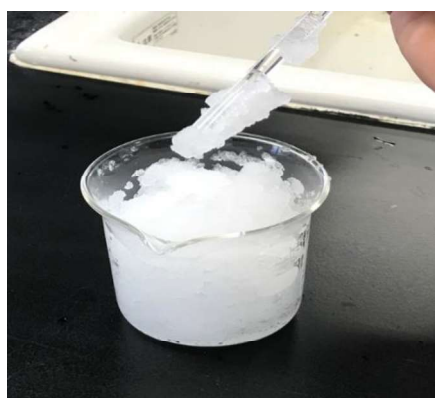


図4 純水+高吸水性ポリマー

4 まとめ

今回の研究により高吸水性ポリマーを用いて改めて蓄電池を作成することができた。また、高吸水性ポリマー蓄電池のメカニズムを考察することができた。まず、実験①の結果より高吸水性ポリマー電解質で水に溶解すると COO^- と Na^+ に電離し、電解質水溶液となるため高吸水性ポリマーを混ぜない純水よりも電圧が高くなることが分かった。次に、実験②、③の結果より塩化ナトリウムのような電解質を入れることにより起電圧が実験①の結果よりも高くなった。また、高吸水性ポリマーを混ぜたほうが混ぜていない溶液よりも電圧が安定していて、この時、陽極側では、塩素の刺激臭が確認された。これらのことより、この蓄電池は、実験①の溶液では水の電気分解が、実験②、③の溶液では塩化ナトリウム水溶液の電気分解が行われており、その時に発生する H^+ が充電後に大気中の O_2 と反応して燃料電池として働いていると考えられた。これが高吸水性ポリマー蓄電池のメカニズムだと思われる。また、高吸水性ポリマーは立体網目状の構造になっていて、電離で発生する COO^- 同士の反発によって網目状の隙間が大きくなり、多くの水を吸収できる仕組みになっている。その広がった網目状に電気分解で発生した H_2 が多く溜められるため電圧の減少がなだらかであると考えられた。今回の実験では塩化ナトリウムの濃度の最大は5%までしか測ることができなかった。今後の展望として、10%、15%、飽和水溶液の場合でも同様に実験を行い、電解質の濃度が濃いほう電圧が高くなるのか、また、最適な濃度について調べていきたい。また、この蓄電池は実用化すれば、身近にある食塩や海水などの電解質を用いて使用することが可能ため、災害時に非常用として使用することが可能な蓄電池として役に立つと考えられる。よって、より高い電圧を得られる金属板の組み合わせや、温度や湿度等の気象条件を変えたときの電圧の変化について調べていきたい。

5 参考文献

¹⁾ 平成28年度仙台第三高等学校課題研究

「使用済み紙おむつによる発電を目指して」

²⁾ 蓄電池って何？ | 【グリーンエネルギーナビ】

蓄電池価格・費用の見積もり比較

³⁾ ポリアクリル酸ナトリウムはなぜ高吸水性ポリマーなのか？

⁴⁾ 燃料電池とは？リン酸型・アルカリ型の仕組み、

原理、各極の反応式など解説！

銅の殺菌作用と毒性

宮城県仙台第三高等学校
10班

1. 背景

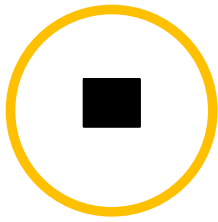
19世紀後半、足尾銅山鉍毒事件が発生
銅の化合物が原因で稲の立ち枯れや人体に
影響を与えた

しかし

現在、金属の殺菌作用を活用した製品が多くある
銅の毒性、殺菌の違いとは？

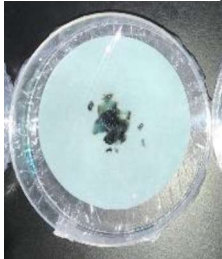
目的 ①銅の菌に対する作用を調べる
②銅の毒性について調べる

2. 実験1 ～銅イオンがカビに与える影響～



1. 銅の殺菌効果を調べる

- ・純水
- ・硝酸銅水溶液
- ・硫酸銅水溶液
- ・銅板（純水）
- ・三種の銅箔（純水）



カビが生えなかったもの…○

材料	カビ
1、純水	×
2、硝酸銅水溶液	○
3、硫酸銅水溶液	○
4、銅板	×
5、銅箔(Cu)	×
6、銅箔(CuO)	×
7、銅箔(Cu ₂ O)	×

2. 銅の殺菌効果を確かめる

- ・硝酸
- ・硫酸
- ・硝酸銅水溶液
- ・硫酸銅水溶液

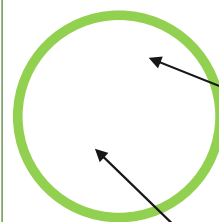


カビが生えたもの…×

材料	カビ
1、硝酸	×
2、硫酸	×
3、硝酸銅水溶液	○
4、硫酸銅水溶液	○

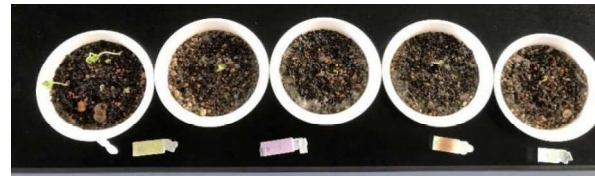
水溶液中の銅イオンに殺菌効果があることが判明

3. 実験2 ～植物に対する銅イオンの毒性～



- ・純水
- ・硝酸銅水溶液（0.1%）
- ・硝酸銅水溶液（1%）
- ・硫酸銅水溶液（0.1%）
- ・硫酸銅水溶液（1%）
- ・硝酸
- ・硫酸

二十日大根の種と土



材料	植物
1、純水	◎
2、硝酸銅水溶液（0.1%）	△
3、硝酸銅水溶液（1%）	△
4、硫酸銅水溶液（0.1%）	△
5、硫酸銅水溶液（1%）	△
6、硝酸	○
7、硫酸	○

◎…発芽しよく育った ○…発芽し育った
△…発芽したが育たなかった

銅イオンが植物の成長に影響を与えていることが判明
成長を阻害している→毒性がある。

3. 考察

銅イオンがカビと植物の成長に影響を与えることはわかった。しかし植物については濃度別に実験をしても銅イオンが成長を阻害しているということがわかっただけで、濃度別に発芽が遅れるということではなかった。考えられる要因としては、1%と0.1%では濃度の差がほとんどなかったと考えられる。

4. 今後の展望

- ・菌の具体化 → カビだけでなく、菌を具体化してどのような結果が得られるかを研究する。
- ・濃度をもっと細かくして調べてみる。 → どの値から植物にどれだけの影響を与えるか分かりやすくする。
- ・他の植物を使った実験 → 二十日大根だけでなく他の様々な植物にどんな影響があるのかを調べる。

参考文献

- ・辛酸-田中正造と足尾鉍毒事件 城山三郎 著
- ・Wikipedia 足尾銅山鉍毒事件 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%B6%B3%E5%B0%BE%E9%89%B1%E6%AF%92%E4%BA%8B%E4%BB%B6>
- ・日本銅センター 銅の殺菌性 <http://www.jcda.or.jp/feature/tabid/88/Default.aspx>
- ・金属の殺菌・抗菌効果 仙台第三高等学校 藤原蓮 他著

銅の殺菌作用と毒性

宮城県仙台第三高等学校

10 班

19 世紀後半に銅の化合物を原因とする足尾銅山鉍毒事件が発生した。足尾銅山鉍毒事件では、銅の化合物が原因で稲の立ち枯れ、人体に悪影響を及ぼすなど大きな被害を与えた。しかし、昔から 10 円玉を靴の中に入れて防臭効果があるなど、銅には殺菌作用があることが知られている。よって銅の殺菌作用と毒性についてどの状態の銅に殺菌作用があるか先行研究を調べた。その結果、ある先行研究では銅の単体に殺菌効果があると書かれていたが、他の先行研究では銅イオンに殺菌効果があると書かれており先行研究内で矛盾が生じてしまった。そこで自分たちでもどの状態の銅に殺菌効果があるのかを調べた。その結果、銅イオンに殺菌効果があることが分かった。また銅の植物に対する毒性について調べたところ、銅イオンを与えられた植物の成長が大きく阻害された。このことから、銅イオンは植物にたいして毒性をもつことが明らかになった。また植物に与えた銅イオンを含む水溶液の濃度の違いがどのようにして植物に影響を与えるか調べたが、与えた水溶液の濃度が低すぎたせいか実験の結果には大きな違いは見られなかった。現在はある特定の菌を使った場合にも銅は殺菌効果があるのか、また今回実験で使っていない植物にたいしても銅イオンを含む水溶液は毒性があるのか、また植物にとってどの濃度から銅イオンを含む水溶液が毒性になるのかを現在調べている。

1 背景

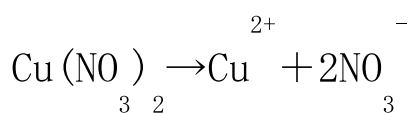
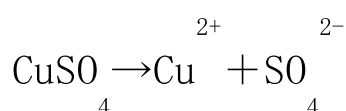
19 世紀後半に、日本で初めての公害問題となった、足尾銅山鉍毒事件が発生した。足尾銅山は一時期、日本で一番の銅山であったが、銅を精錬する過程で生ずる銅化合物が処理しきれず、流れ出たことが原因で、1885 年、渡良瀬川の鮎が大量死し、事件は表面化していった。直後、渡良瀬川から取水していた上流部の田畑が、鉍毒の影響で数年間収穫不能に陥る事態に見舞われることになった。最も被害が激しかった地域では、死亡者も数多く出た。⁽¹⁾しかし、昔から金属には殺菌作用があることが知られている。今では、消臭スプレーに銀イオンを、たわしに銅繊維を使用したりなど、この作用は、身近なところで幅広く活用されている。そして、金属の殺菌作用について先行研究を調べてみると、ある文献では、銅単体の状態で殺菌作用がある、一方では、銅イオンの状態で効果が見られた、と矛盾が生じていた。そ

こで、まず、どの状態で銅に殺菌作用があるのか明確にすること、そして、銅が植物に与える影響を調べることを目的として、実験を進めていくことにした。

2 材料と方法

まず、実験 1 として、銅の殺菌作用について調べる。材料は、純粋(H_2O)、硫酸銅五水和物水溶液($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、硝酸銅三水和物水溶液($\{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}\}$)、銅板(Cu)、銅箔(Cu 、 CuO 、 Cu_2O)である。シャーレにろ紙をのせる。ろ紙に純水、硫酸銅五水和物水溶液、硝酸銅三水和物水溶液、それぞれを染み込ませ、カビ(今回は餅の白カビ)をのせたものと、ろ紙に純水を浸し、銅板、銅箔、それぞれの付近にカビを置いたものを準備した。乾燥しないよう、ラップをかけた状態で、一週間経過を観察する。また、硫酸銅水溶液、硝酸銅水溶液については、それぞれ、次のように

電離している。



硫酸イオン、硝酸イオンが殺菌作用に影響を与えている可能性を確かめるため、硝酸(HNO_3)、硫酸(H_2SO_4)も同様にろ紙に染み込ませ、カビの繁殖の経過を観察する。

また、実験 2 では、銅の植物に与える影響について調べる。純水、硫酸銅五水和物水溶液(1.0%、0.1%、0.01%、0.001%)と硝酸銅三水和物水溶液(1.0%、0.1%、0.01%、0.001%)、先ほどの実験 1 と同様に、硝酸、硫酸を用意する。硫酸と硝酸はそれぞれ pH 3 に調整する。これらの材料をそれぞれ、毎朝、一定量、植物(今回は二十日大根)に与え、土を用いて育て、経過を観察する。

3 結果と考察

実験 1 の結果は表 1 の通りである。

表 1

材料	カビ
純水	×
硫酸銅五水和物水溶液	○
硝酸銅三水和物水溶液	○
銅板	×
銅箔 (Cu)	×
銅箔 (CuO)	×
銅箔 (Cu ₂ O)	×
硫酸	×
硝酸	×

○…カビが繁殖しなかったもの

×…カビが繁殖したもの

純水が最もカビが繁殖していった。硫酸銅五水和物水溶液と硝酸銅三水和物水溶液ではカビが繁殖しなかった。他の材料ではカビが繁殖したが、それぞれに差が見られなかった。銅付近に置いた、銅板、銅箔は避けてカビが繁殖していくこともなく、完全に覆い被さるような形で繁殖していった。銅単体には、殺菌作用がないことが考えられる。また、硫酸と硝酸で、カビの繁殖が観察されたことから、硫酸イオン、硝酸イオンは殺菌に影響はなく、銅イオンの状態で殺菌作用があると考えられる。

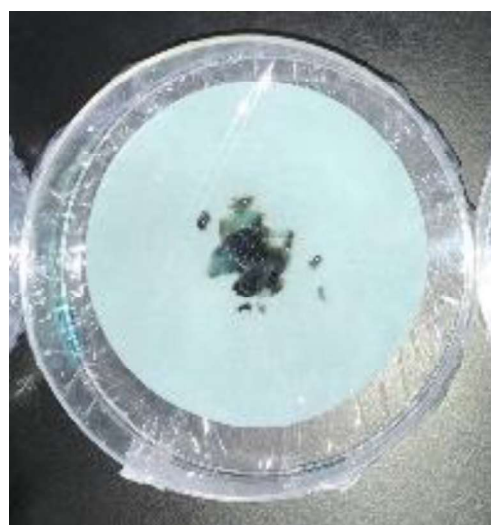


図 1 カビが繁殖しなかったものの例

図 1 において、中央に見られる、黒い物体が、今回用いた餅のカビである。



図 2 カビが繁殖したものの例

図2に見られる白い綿のようなものが観察できた場合に、カビが繁殖したと判断する。

そして実験2の結果は表2の通りである。

表2

材料	植物
純水	◎
硫酸銅五水和物水溶液(1.0%)	△
硫酸銅五水和物水溶液(0.1%)	△
硫酸銅五水和物水溶液(0.01%)	◎
硫酸銅五水和物水溶液(0.001%)	◎
硝酸銅三水和物水溶液(1.0%)	△
硝酸銅三水和物水溶液(0.1%)	△
硝酸銅三水和物水溶液(0.01%)	◎
硝酸銅三水和物水溶液(0.001%)	◎
硫酸	○
硝酸	○

◎…植物がよく育ったもの

○…育ったもの

△…発芽したがその後枯れたもの

硫酸銅五水和物水溶液(1.0%、0.1%)、硝酸銅三水和物水溶液(1.0%、0.1%)では、成長具合に違いを観ることはできなかった。種の状態では外からの影響に強いため発芽するが、発芽後、すぐ枯れ、育たなかった。次の図4をみてわかるように、ほんのわずかに芽を出しただけであった。



図3 育ったと判断したもの例

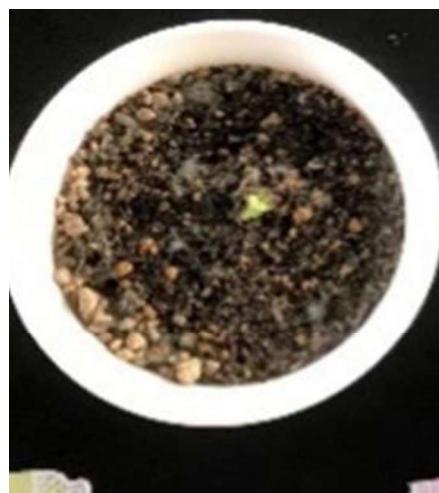


図4 発芽後育たなかったものの例

硫酸、硝酸は発芽後もそのまま育ったことから、明らかに銅イオンが成長を阻害しているということがわかる。また、人間も植物も銅が必須元素であることから、極微量なら純水より成長するという仮説を新たに立てたが、硫酸銅五水和物水溶液(0.01%、0.001%)、硝酸銅三水和物水溶液(0.01%、0.001%)では、結果は純水と同じ成長具合となってしまった。

4 結論

実験1の結果から、銅はイオンの状態で殺菌作用があることがわかった。また、実験2の結果から、銅イオンは植物の成長を明らかに阻害し、毒性があることがわかった。

5 今後の展望

一つ目として、実験1での菌の具体化がある。今回は、私たちの生活に最も身近であるカビを用いて実験を行った。しかし、菌には、好気性細菌と嫌気性細菌の二種類があり、構造は全く異なっている。他の菌を用いた実験を行うことで、構造による殺菌作用の違いを調べたいと考えている。二つ目は、実験2においての濃度の試行錯誤である。どの濃度を境に、毒性が認められ、純水よりも成長するのか調べたい。三つ目は、他の植物を用いた実験である。今回は成長速度の早い二十日大根を用いた。植物によって特性は様々なので色々な植物を用いて、どのような結果が得られるのか実験したい。また、土を使用することで種の深さなど、完全に条件を一致させることができないため、水耕栽培できる植物を使い、水溶液で直接育てたいと考えている。

6 参考文献

- 1) 辛酸-田中正造と足尾鉍毒事件 城山三郎
著
- 2) 日本銅センター 銅の殺菌性
- 3) Wikipedia 足尾銅山鉍毒事件
- 4) 金属の殺菌・抗菌効果 仙台第三高等学校
藤原蓮 他著

無電解めっきを用いた材料の応用

仙台第三高等学校
11班

研究概要

めっきとは？

→金属の薄い膜をほかの物質の上に被せること

めっきの方法

電解めっき・・・外部電気を利用してめっきする

無電解めっき・・・触媒などを用いた化学反応を使いめっきする

無電解めっきの利点

- ・電気を通さない不導体にもめっきができる
- ・電解めっきに比べめっき膜に均一性がある
- ・形状に制限がない

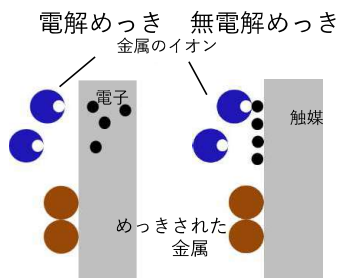


図1 電解めっきと無電解めっきの違い

不導体にめっきできること、めっき膜に均一性があることに注目して、

日常にある不導体の防錆性などの向上の目的で研究を始めた。

導入実験 プラスチックへのめっき

参考文献³⁾に記載されていた、無電解めっきの特徴を生かした、不導体であるプラスチックへのめっきをする実験を行った。

材料と方法

1. 前処理として、ペットボトルの内面に銅イオンを付着させるため結晶核となる銀の微粒子を吸着させる。

- ① 1% フミン酸塩基性水溶液
 - ② 2% 塩化スズ(II) 酸性水溶液
 - ③ 0.1 mol/L 硝酸銀(I) 水溶液
- の順でそれぞれ 15 mL 入れ、1 分間振る

三回繰り返す

2. アスコルビン酸の還元力を利用し、ペットボトルの表面に金属銅を析出させる。

- | | |
|-----------------------|-------|
| 0.1 mol/L 硫酸銅(II) 水溶液 | 15ml |
| 2% グルタミン酸ナトリウム水溶液 | 4.5ml |
| 6 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 | 1.5ml |
| 濃アンモニア水 | 1.5ml |

CuSO_4
 $\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}$
 NaOH
 NH_3

をビーカーに加え、氷で冷やし 10℃ 以下に保つ。
(以下、これをめっき液とする)

前処理を施したペットボトルにアスコルビン酸を 15 g 入れ、
そこにめっき液を入れ、10 分間激しく振り、反応を観察する。

実験 1 木材、コンクリートへのめっき

他の不導体である木材、コンクリートにめっきし、それぞれの防錆性を上げる実験を行った。

[木材]

1. 導入実験とは異なり、前処理の溶液を 10ml にし、3 分間ずつ浸す。
2. ビーカーに木材とアスコルビン酸、めっき液を入れ、10 分間振る。

[コンクリート]

1. 前処理の溶液を 20ml にし、3 分間ずつ浸す。
2. ビーカーにコンクリートとアスコルビン酸、めっき液を入れ、10 分間振る。

参考文献

- 1) 無電解めっき～基礎と展開～ 原田 久志 1996 年
- 2) 無電解ニッケルめっき 清川メッキ工業株式会社 <https://www.kiyokawa.co.jp/technology/technology.asp?hed=86&tk=1>
- 3) 魅せる化学の実験授業 高等学校「化学基礎」編 岩田 久道 後藤 顕一

結果

導入実験

結果は図 2 の様になった。
ペットボトルにめっきはされたが全体的にめっきの膜が薄く、所々めっきのされかたにばらつきがあった。



図2 銅めっきしたペットボトル

実験 1

結果は図 3,4,5,6 の様になった。
木材のとき、銅の赤褐色に変化し、はっきりとめっきがされている。

コンクリートのとき、変色しており、めっきされていることはわかるが、完全にされているかはわからない。



図3 元のコンクリート



図4 銅めっきされたコンクリート

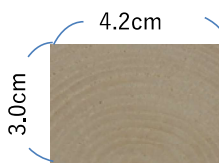


図5 元の木材



図6 銅めっきされた木材

考察

木材が赤褐色に変化した
→銅が表面にめっきされたため

コンクリートが銅の赤褐色ではなく緑色などに変化した
→コンクリートに含まれるカルシウム、アルミニウム、ケイ素、鉄などが反応した

結論

無電解めっきの特徴を生かし不導体へのめっきに成功

防錆性との関係は分かっていない

防錆性について詳しく調べ材料の性能の向上を図る

展望

- ・酸性水溶液に漬けるなど、めっきと防錆性の関係を調べる (実験 2)
- ・他の薬品を利用しためっき (実験 3)
→塩化スズ(II)・硝酸銀の代用、有機溶媒
- ・めっき膜の厚さを調整する
→前処理の時間、溶液の濃度など

無電解めっきを用いた材料の応用

宮城県仙台第三高等学校

11 班

電気を使わず、被めっき体表面の結晶核と酸化還元反応を利用してめっきを行う「無電解めっき」というめっき法は、通常の電解めっきではめっきできない不導体にめっきできることや、めっき膜にムラが出にくいという利点がある。これに注目し、不導体の機能性を高められると考え私たちはこの研究を始めた。参考文献に記載されていためっき法を用いた導入実験では、ペットボトルに銅めっきを行ったが、そのめっきの膜厚にはばらつきが見られ、均一なめっきにはならなかった。またそのめっき法を応用して、木材やコンクリートに銅めっきを行った。ここで木材には均一なめっきが見られたが、コンクリートでは銅固有の赤褐色ではない様々な色のめっきができた。さらに、前処理において塩化スズ(II)を安価な塩化鉄(II)で代用してもめっきができ、無電解めっきの欠点であったコストの削減に成功した。

1 背景



図1 ボルトに施された様々な金属めっき

一般的に知られためっき法として、電気を使った「電解（電気）めっき」がある。これは、外部から電圧を加え、金属化合物の電気分解を利用してめっきを行う方法で、自動車や製品の表面装飾、電気機器の腐食防止など、身近なところに使われている。しかし、このめっき法には弱点がある。それは、被めっき体は電極になるため導体でなければならない、不導体へのめっきは不可能となることだ。そこで、電気を使わない「無電解めっき」というめっき法に注目した。これは、前処理として結晶核を被めっき体の表面に析出させ、これを触媒として還元剤により金属イオンを還元させて表面に析出させる

方法である。このめっき法には2つ利点があり、それは被めっき体に電気を通す必要が無いので導体だけでなく、不導体にもめっきが可能である点と、被めっき体の表面で反応が起こるため、全体に均一なめっき膜を形成できる点だ。この点に注目し、私たちは無電解めっきを利用してさまざまな不導体材料に金属めっきを施せば、材料の防腐性を向上させることができ、多くの建造物に応用できるのではないかと考え、防腐性を向上させた材料づくりを最終目的として研究を立ち上げた。

2 導入実験「参考文献の実験」

無電解めっき法というものは何なのか、そして本当に不導体にめっきが可能なのかを検証するために、参考文献³⁾に記載されている無電解めっき法を用いて実験を行った。この時めっきさせる不導体はペットボトル(PET, 500mL)とした。この実験の結果はその後の実験1・実験2との比較にも用いる。

材料

●ペットボトル(ポリエチレンテレフタレート(PET))

●1% フミン酸塩基性水溶液（フミン酸 1g を 1mol/L NaOH 水溶液 100mL に溶かしたもの）（以下「フミン酸液」）

●2% 塩化スズ(II) {SnCl₂} 酸性水溶液（塩化スズ(II) 二水和物 2g を 2mol/L 塩酸 100mL に溶かしたもの）（以下「Sn 液」）

●0.1mol/L 硝酸銀{AgNO₃} 水溶液（以下「Ag 液」）

●めっき液材料

①0.1mol/L 硫酸銅(II) {CuSO₄} 水溶液

②2% グルタミン酸 Na 水溶液

③6mol/L NaOH 水溶液

④濃アンモニア水

●L-アスコルビン酸

方法

- (1) まず、めっきの前に前処理を行った。最初にフミン酸液 10mL をペットボトルに入れて 1 分間振り、水道水で内部を洗った。さらにこの操作を Sn 液、Ag 液でも同様に言い、この順で 3 回繰り返した。
- (2) 次にビーカーに、①15mL、②4.5mL、③1.5mL、④1.5mL、これら 4 つの溶液を入れ 10℃以下に冷やしてかき混ぜた。以降この溶液を「めっき液」と呼ぶ。次に前処理を施したペットボトルに L-アスコルビン酸 15g とめっき液を入れ、10 分間振って様子を観察した。

理論

- (1) 前処理について、フミン酸はペットボトルの表面を親水化する。塩化スズ(II)は硝酸銀を単体銀へ還元し、これにより結晶核となる銀の微粒子が析出する。なお、フミン酸は酸に不溶、塩基に可溶であるため水溶液を塩基性にする必要があり、塩化スズ(II)は中性水溶液では塩基性塩（水酸化塩化スズ(II) {SnClOH}）の沈殿が生じるのでそれを防ぐため水溶液を塩酸酸性にする必

要がある。十分に銀の微粒子を析出させるため、処理を 3 回繰り返した。

- (2) めっき液について、アンモニアは銅(II)イオンを錯イオンのテトラアンミン銅(II)イオン {[Cu(NH₃)₂]²⁺} の形で保持するはたらきをする。この状態にするには高 pH・低温の条件が必要であるため強塩基である NaOH を加えて 10℃以下の低温に保つ。グルタミン酸 Na はのちに加える L-アスコルビン酸とともに銅(II)イオンに対する還元剤となる。

結果



図2 ペットボトルの変化

結果は図2のようになった。ペットボトルの内側に銅のめっきがされていることがわかるがめっき膜が厚い部分や薄い部分が見られ、めっきのされ具合にばらつきがあり均一なめっきにはならなかった。

3 実験1「木材・コンクリートへのめっき」

次に、プラスチック以外の不導体へも同様にめっきをすることができるか確かめるために、被めっき体の条件を変えた実験を行った。

材料

導入実験の「ペットボトル」を「木片」また

は「コンクリート片」に変更し、それ以外は変更しなかった。

方法

- (1) シャーレに木片/コンクリート片を置き、フミン酸液（木片の場合は 10mL，コンクリート片の場合は 20mL）を入れて 3 分間浸し、その後水道水で洗った。さらにこの操作を Sn 液、Ag 液でも同様に行った。
- (2) 導入実験と同様の方法でめっき液を作製し、L-アスコルビン酸 15g と混合してビーカーに入れ、(1)で処理済みの木片/コンクリート片を投入し、10 分かき混ぜ、その後水道水で丁寧に洗った。

結果

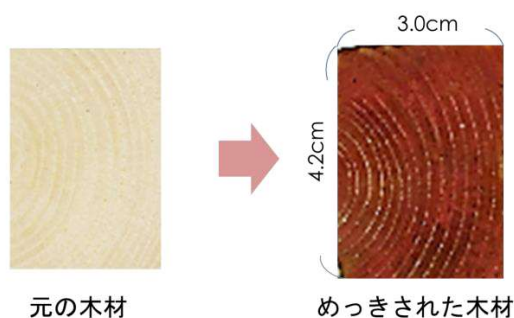


図 3 木片の変化

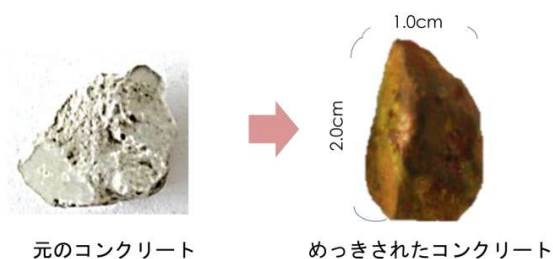


図 4 コンクリート片の変化

結果は図 3・図 4 のようになった。木片には均一なめっきが施され、めっき膜の厚さもペットボトルに比べて厚くなった。一方、コンクリート片については、めっきには成功と考えられるが、全体的にムラがあったり、一部が赤色ではなく緑色や褐色に変化したりしていた。

4 実験 2 「薬品の代用」

さらに、処理に用いる薬品を他の薬品で代用できるか確認するために、薬品の条件を変えた実験を行った。無電解めっきの弱点として、材料費が高い点があり、薬品を代用してめっきが可能であれば、より安価にめっきができるのではないかと考えた。

材料

導入実験の「2% 塩化スズ(II)酸性水溶液」を「2% 塩化鉄(II) {FeCl₂} 水溶液」(以下「Fe 液」)で代用する。また、被めっき体は「プラスチック片」と「木片」を用いた。

方法

Sn 液を Fe 液で代用し、実験 1 と同様の方法で行った。

結果

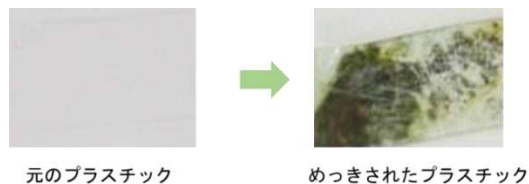


図 5 プラスチック片の変化



図 6 木片の変化

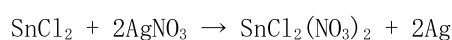
結果は図 5・図 6 のようになった。プラスチック片・木片ともに表面が弱い光沢をもつ赤褐色に変化し、めっきに成功した。

5 考察

導入実験のペットボトルと実験 1 の木片を比

較すると、めっき膜の厚さに大きな違いがみられるが、これは被めっき体の表面積の違いによるものと考えられる。いずれの実験も、用いる薬品の量の条件が一定、すなわち析出する単体の銅の量の理論値は一定である。したがって、ペットボトルは表面積が大きいため、一定面積あたりの銅の量が少なくなり、めっき膜が薄くなるが、木片は表面積が小さいため、一定面積あたりの銅の量が多くなり、めっき膜が厚くなる。また、コンクリート片に現れた緑色や褐色の部分は、コンクリートに含まれるカルシウム、アルミニウム、ケイ素、鉄などと反応したためにできたと考えられる。

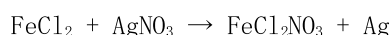
また、前処理において、塩化スズ(II)は硝酸銀を次のように還元していると考えられる。



(Sn の酸化数 +2 → +4)

($\text{SnCl}_2(\text{NO}_3)_2$ は電離状態 $\text{Sn}^{4+} + 2\text{Cl}^- + 2\text{NO}_3^-$)

ここで、塩化スズ(II)を塩化鉄(II)で代用すると、次のようになる。



(Fe の酸化数 +2 → +3)

(FeCl_2NO_3 は電離状態 $\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^- + \text{NO}_3^-$)

硝酸銀を還元する金属化合物としては、金属が銀よりもイオン化傾向が大きく、かつ最高酸化数でないものを用いる必要がある。塩化スズ(II)は、スズが銀よりイオン化傾向が大きく、かつスズの酸化数が+2で、最高酸化数(+4)に達していないことから条件を満たし、硝酸銀を還元できる。これと同様に塩化鉄(II)も、鉄が銀よりイオン化傾向が大きく、かつ鉄の酸化数が+2で、最高酸化数(+3)に達していないことから条件を満たし、硝酸銀を還元できる。さらに、鉄は銀とのイオン化傾向の差がスズよりも大きいという、化合物が安価であるため、効率よくめっきができ、コストも削減できる。

6 結論・展望

無電解めっきを用いてプラスチック、木材、

コンクリートなどの不導体にめっきすることに成功した。さらに、前処理で用いる薬品の代用による効率化やコスト削減にも成功した。しかし、私たちの本来の目的である、防食性との関係についての実験はまだできていない。

展望

(1) 「めっきと防食性などの関係を調べる」

木材やコンクリートなど、建材として使われるが腐食しやすいものを金属でめっきすることで、その防食性が高められると考えられるので、酸性水溶液に漬けたときの変化など、それに関連した実験を行いたい。

(2) 「新しいめっき法の提唱」

今回私たちが使っためっき法は参考文献を参考にした方法で、それ自体の条件の変更は前処理用の薬品の変更程度にとどまった。そこで硫酸銅(II)など他の薬品の条件を変えたり、水の代わりにエタノールやジエチルエーテルのような有機溶媒を用いたりなどし、新しいめっき法を提唱したい。

(3) 「めっき膜の調整」

前記の展望に関連して、今回ばらばらであっためっきの膜厚を調整できるようなめっき法を得たい。

7 参考文献

- 1) 無電解めっき～基礎と展開～ 原田 久志
1996 年
- 2) 無電解ニッケルめっき 清川メッキ工業株式会社
<https://www.kiyokawa.co.jp/technology/technology.asp?hed=86&tk=1>
- 3) 魅せる化学の実験授業 高等学校「化学基礎」
編 岩田 久道 後藤 顕一
- 4) 株式会社 明光社 <RoHS 対応メッキ・SVHC 対応メッキ>

ホウ砂球反応を用いた混色ガラスの作製

宮城県仙台第三高等学校
12班

背景・目的 ガラスに色を着けるには？

ガラスに特定の遷移金属を溶かすと特定の発色が見られる

【ホウ砂球反応】



2種類の遷移金属を混ぜるとどうなるかはわかっていない

様々な遷移元素を混ぜ、多種多様な色ガラスを作れるのではないかな

実験1 目的：それぞれの遷移金属の色を調べる

使用した金属塩

硫酸クロム(III)十五水和物 (Cr)

塩化銅(II)二水和物 (Cu)

テトラクロロ金(III)酸四水和物 (Au)

硝酸銀(I) (Ag)

ヘキサクロロ白金(IV)酸六水和物 (Pt)

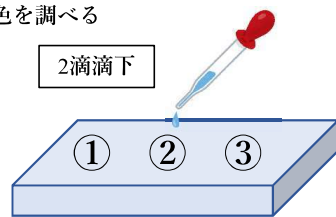


図1 滴下模式図

実験方法

- 図1のように、3種類の溶液を滴下
- 滴下した溶液に四ホウ酸ナトリウム十水和物 0.15 gを添加
- 電気炉に入れ741度になり、1分経過するまで加熱

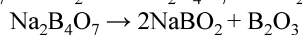
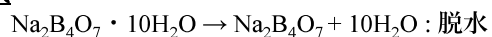
結果・考察

表1：濃度別の色ガラス

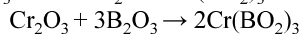
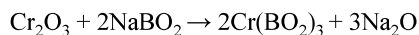
mol/L	Cr	Cu	Ag	mol/L	Pt	Au
0.010				0.0010		
0.050				0.0025		
0.10				0.010		

Cr: 緑色 Cu: 青色 Ag: 薄い黄色 Pt: 灰色 Au: 赤色

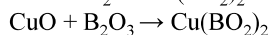
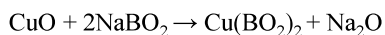
化学反応式



[Crの場合]



[Cuの場合]



[Ag, Pt, Auの場合]

加熱することで単体になると考えられる

また、同じ濃度では色の濃さが異なった

そこでGIMP2を用いて0.01 mol/Lのときの明度を測定

色の濃さの順番は...

Pt > Au > Cr > Cu > Ag

参考文献

- 「ホウ砂球反応と炎色反応」
<<http://www.sci.keio.ac.jp/etduproject/practice/chemistry/detail.php?eid=0000>>
- 「ガラスの着色技術」
<https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1970/32/8/32_8_432/_pdf/-char/ja>
- 「色ガラス作り」 池井晴美, 他3人
<<http://www.nagano-c.ed.jp/seiho/risuka/2006/2006-08.pdf>>

実験2 目的: 2種類の遷移金属を混ぜ、色を調べる

使用した金属塩、実験方法は実験1と同様

結果・考察

表2: 2種類の金属塩を用いた色ガラス

Ag 0.01 Au 0.0025	Cu 0.10 Au 0.001	Cr 0.05 Au 0.0025
Au 0.0025 Pt 0.01	Cr 0.05 Cu 0.05	Cu 0.10 Ag 0.01
Cr 0.10 Ag 0.01	Cr 0.05 Ag 0.01	

(mol/L)

・Cr, Cu, Pt, Auの組み合わせでは単体で色ガラスを作製したときに色が濃い方が色が見られた

→ しかし濃度を調節することで、中間色を作製することが可能

・CrとAgを混ぜると元のどちらの色でもない濃い黄色が見られた
さらにCrの濃度が高いと黒色になった

→ 濃度を変えることでさらに色の変化が見られるのではないかな

実験3 目的: CrとAgの濃度を変えて混合させたときの色の変化を調べる

結果・考察

表3: Ag(縦軸)とCr(横軸)の濃度別組み合わせ

		Cr		
		0.01	0.05	0.10
Ag	0.01			
	0.05			
	0.10			

・Crの濃度が薄いと黄色、Crの濃度が濃くときには黒色が見られた

・Agの濃度を変えても、色に影響しなかった

CrとAgを混合した時の色の変化には
Crイオンの価数が関係しているのではないかな



まとめ

- 遷移金属ごとに色の濃さは異なる → Pt > Au > Cr > Cu > Ag
- Cr, Cu, Pt, Auの混合ガラスの色は濃度を調整することでコントロール可能
- CrとAgを用いた混色ガラスは単体のときにはなかった黄色、黒色が見られる

展望

- CrとAgを用いた混色ガラスの色がなぜ黄色、黒色に変化するのか
- 3種類以上の遷移金属を混ぜたガラスの色について
- ガラスを用いた工芸品への利用

ホウ砂球反応を用いた混色ガラスの作製

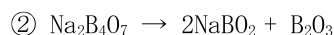
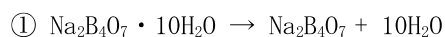
宮城県仙台第三高等学校

12 班

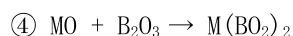
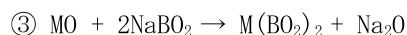
ガラスに遷移金属を溶かすと特有の色が見られる反応がホウ砂球反応として知られている。1 種類の遷移金属での色は確認されていたが 2 種類の遷移金属を混ぜた際の色は確認されていなかった。そこで、2 種類の遷移金属を混合し、多種多様な色ガラスを作製することを目的とした。クロム、銅、銀、金、白金を含んだ遷移金属塩を混合し、混色ガラスを作製した。クロム、銅、金、白金の組み合わせではそれぞれの発色の偏りや中間色が見られたが、クロム、銀の組み合わせでは元の色とは異なる黄色が見られた。今回の研究では新たな方法で黄色ガラスの作製に成功した。

1 背景・目的

一般に、色ガラスは原料であるホウ砂に着色材として金属酸化物や金属塩を加え加熱し作製する。学校でもできる色ガラスを作る実験としてホウ砂球反応（溶球試験）というものがある。ホウ砂球反応とは定性分析における金属の予備試験の一つである¹⁾。ホウ砂を加熱脱水したのち強熱し、融解してできるホウ砂球に金属酸化物を少量加え、呈色を見る。化学反応式¹⁾は下記のようになる。



二価の金属酸化物の場合：



③、④式のうち右辺のメタホウ酸塩が着色する場合に、その特有の色から金属の定性分析が行われる¹⁾。遷移金属によってそれぞれ特有の色が見られ、先行研究²⁾では4周期の遷移金属の呈色が確認されている(表1)。

表1では暖色系から寒色系、さまざまな色が見られるが、我々は金属を混ぜることで混色を作製することはできないのかと考えた。1種類の遷移金属を用いたガラスの発色は明らかになっていたが、2種類以上の遷移金属を用いたガラスの発色は明らかにされていなかった。遷移金属を2種類以上用いてガラスを作製すると混色を見られると仮説を立て、今回の研究では2種類の遷移金属を用いることで様々な色のガラスを作製することを目的とした。

しかし、従来のホウ砂球反応を用いた色ガラス作りにはいくつかの問題がある。ガスバーナーの外炎(酸化炎)は約 1600℃であるのに対し、内炎(還元炎)は約 500℃であるため、温度差が生じ条件が変わってしまうということ、白金線を何度も使うと先端に金属塩が残り、色が混ざるといふことの2つの問題点があった。そこでホウ砂と金属塩を白金線ではなくスライドガラスの上に置き、ガスバーナーではなく電気炉で加熱することで条件を統一し実験を行えると考えた。この方法をスライドガラス法と命名した。

表1 チタンから銅までのホウ砂球の呈色

4	5	6	7	8	9	10	11 (例)
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
							

2 実験1「スライドガラス法でのガラスの作製」

スライドガラス法でも従来のホウ砂球の反応の実験同様に色を見ることができるのかを目的に1種類の金属塩を用いた色ガラスを作製した。

＜使用した金属塩＞

- (1) 硫酸クロム(Ⅲ)十五水和物 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$
- (2) 塩化銅(Ⅱ)二水和物 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- (3) 硝酸銀(Ⅰ) AgNO_3
- (4) 塩化金(Ⅲ)酸四水和物 $\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- (5) 塩化白金(Ⅳ)酸六水和物 $\text{H}_2[\text{PtCl}_6] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(1), (2), (3)の金属塩では0.010 mol/L, 0.050 mol/L, 0.10 mol/Lの水溶液を作製し, (4), (5)の金属塩では0.0010 mol/L, 0.0025 mol/L, 0.010 mol/Lの水溶液を作製し, 実験に用いた。

＜実験方法＞

図1のようにスライドガラス上の3箇所金属塩水溶液を2 ml ピペットで4滴滴下する。次に3箇所それぞれ四ホウ酸ナトリウム十水和物(ホウ砂)を0.15 g 添加し, スライドガラスを蒸発皿の上に置き, 予め300℃まで加熱しておいた電気炉(図2)に入れる。電気炉の設定温度は800℃とした。ホウ砂の融点である741℃まで上昇後, 1分経過したら加熱をやめる。このときの温度は約770℃である。200℃以下まで冷めたらスライドガラスを電気炉から取り出し, スライドガラスを白紙の上に置き, 撮影し記録した。

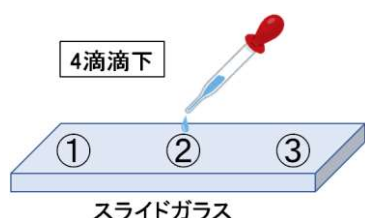


図1 実験模式図



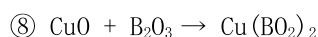
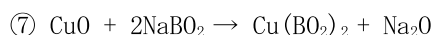
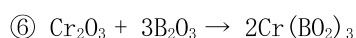
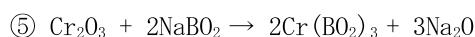
図2 型番:F0100

＜結果・考察＞

表2 濃度別の色ガラス

mol/L	Cr	Cu	Ag	mol/L	Pt	Au
0.010	[Color]	[Color]	[Color]	0.0010	[Color]	[Color]
0.050	[Color]	[Color]	[Color]	0.0025	[Color]	[Color]
0.10	[Color]	[Color]	[Color]	0.010	[Color]	[Color]

結果は表2の通りである。クロムでは緑色, 銅では青色, 銀では無色, 白金では灰色, 金では赤色が見られた。クロムと銅は先行研究²⁾において把握されていた色と同様の色を確認することができた。先行研究¹⁾では銀は黄色の呈色が見られるとの記載があったが, 今回の実験では見ることができなかった。クロム, 銅は電気炉内で十分に酸化され, 下記のような反応をすると考えられる。



メタホウ酸クロム, メタホウ酸銅が生成し, 呈色を見ることができたと考えられる。一方, 銀, 白金, 金は酸化し上記のような反応が起こるのではなく, 加熱することで還元されコロイド状に分散しガラスに特有の色を与えられられる。しかし今回の電気炉を用いた実験では銀に還元に必要な十分な熱量を与えることができないため, 黄色の呈色が見られなかったのだと考えた。

また, 濃度を大きくするにつれ呈色は濃くなった。「GIMP2」というソフトウェアを用いてクロム, 銅, 銀においては0.10 mol/L, 白金, 金においては0.010 mol/Lの金属塩水溶液を用いて作製した色ガラスの明度を測定したところ, 明度は小さいほうから順に白金, 金, クロム, 銅, 銀となった。明度が小さいほど色が濃いとされることから, 同じ濃度においての色の濃

さは白金，金，クロム，銅，銀と考えられる。

3 実験2「2種類の金属塩水溶液を用いた混色ガラスの作製」

〈実験方法〉

実験2では，実験1の結果をもとに，2種類の金属塩水溶液を混ぜ合わせた水溶液を用いて色ガラスを作製し，発色を調べることを目的とした。実験1で用いた金属塩水溶液の中から2種類を選び，それらを混ぜ合わせてガラスを作製した。実験方法は，実験1と同様に，スライドガラスの3箇所に，2種類の金属塩水溶液を2滴ずつ滴下する。これ以降の手順は実験1と同様である。

〈結果・考察〉

表3 2種類の金属塩水溶液を用いた色ガラス

Ag 0.01 Au 0.0025	Cu 0.10 Au 0.001	Cr 0.05 Au 0.0025
		
Au 0.0025 Pt 0.01	Cr 0.05 Cu 0.05	Cu 0.10 Ag 0.01
		
Cr 0.10 Ag 0.01	Cr 0.05 Ag 0.01	
		

(mol/L)

結果は表3の通りである。クロム，銅，白金，金の組み合わせで作製した色ガラスでは，2種類の金属のうち，実験1でより色の濃い方の色が現れることがわかった。しかし塩化銅水溶液 0.10 mol/L と塩化金酸水溶液 0.0025 mol/L を組み合わせで作製した色ガラスでは，銅の青色と，金の赤色の中間色である紫色を見ることができた。このことから，水溶液の濃度を調節することで，2種類の色ガラスの中間色を作製できることを把握した。

クロムと銀の組み合わせで作製した2つの色ガラスでは，硫酸クロム水溶液 0.10 mol/L と硝

酸銀水溶液 0.010 mol/L の組み合わせのときは黒色が見られ，硫酸クロム水溶液 0.050 mol/L と硝酸銀水溶液 0.010 mol/L の組み合わせのときは黄色が見られた。これらの色は実験1で確認されたクロムと銀の色ガラスのどちらの色とも異なっている。

クロムイオンには2価，3価，6価のものがあるがこのどれの呈色でもないことから，今回見られた黄色は銀コロイドの呈色だと考えられる。

4 実験3「クロムと銀の混合による色の変化」

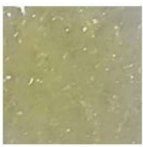
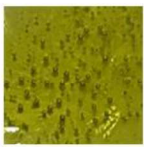
実験2より，クロムと銀と用いたガラスでは特異的な発色が見られることがわかった。そこで実験2で使用した濃度以外の組み合わせでどのような色の変化を見ることができるのかを調べることを目的に実験を行った。

〈実験方法〉

硫酸クロム水溶液 0.010 mol/L，0.050 mol/L，0.10 mol/L と，硝酸銀水溶液 0.010 mol/L，0.050 mol/L，0.10 mol/L をそれぞれ組み合わせ色ガラスを作製した。実験は実験2と同様の方法で行った。

〈結果・考察〉

表4 クロムと銀の濃度別の組み合わせ

mol/L	0.010	0.050	0.10
0.010			
0.050			
0.10			

結果は表4の通りである。硫酸クロム水溶液の濃度を大きくしていくと黄色から黒色へ変化した。クロムの濃度を大きくしていくと黄色に濃い緑色が混ざるため黒色が見られるのだと考えられる。硝酸銀水溶液の濃度を変化させても、色の変化は見られなかった。また、硫酸クロム水溶液 0.050 mol/L と硝酸銀水溶液 0.010 mol/L の組み合わせでは黄色が見られることから、銀コロイドの呈色はクロムの呈色よりも濃いということが考えられる。

5 結論

従来の白金線とガスバーナーを用いたホウ砂球反応の実験同様、スライドガラスと電気炉を用いたスライドガラス法でも色ガラスの作製が可能であることを把握した。また、2種類の金属塩水溶液の濃度を調節することで、中間色の色ガラスの作製が可能である。銀においては、電気炉では還元に十分な熱量が与えられなかったがクロムと組み合わせることで特異的な反応が起こりコロイドが生成され呈色が見られると考えた。

6 今後の展望

- ・硝酸銀に硫酸クロムを添加するとなぜ黄色の呈色が見られるのかの原理解明
- ・今回用いた5種類の金属塩以外の金属塩を用いた混色ガラスの作製
- ・ガラスの工芸品への応用

7 参考文献

- 1) 「化学大辞典」 化学大辞典編集委員会
南條安昭 (1963)
- 2) 「ホウ砂球反応を用いたガラスの着色」
宮城県仙台第三高等学校 高坂友莉 土井うたの
小田島菜緒 (2017)
- 3) 「銀ナノ粒子の性質」
(<https://www.sigmaaldrich.com/japan.html>)
- 4) 「ガラス工芸広場」

(<http://www.glass-kougeihiroba.jp/index.html>)

- 5) 「ホウ砂球反応と炎色反応」

(<http://www.sci.keio.ac.jp/etduprojec/practice/chemistry/detail.php?eid=0000>)

- 6) 「ガラスの着色技術」

(https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj1970/32/8/32_8_432/_pdf/-char/ja)

- 7) 「色ガラス作り」 池井晴美, 他3人

(<http://www.nagano-c.ed.jp/seiho/risuka/2006/2006-08.pdf>)

しゃぼん玉の凝固と薄膜干渉との関係

宮城県仙台第三高等学校 13班

背景

しゃぼん玉は構造色的一种である薄膜干渉がみられることが知られている。

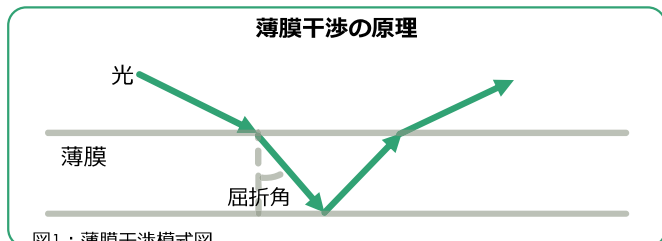


図1：薄膜干渉模式図

発見

しゃぼん玉が凍ると膜内部に結晶が発現

社会への応用

ガラス細工等の芸術作品への活用、技術開発

目標

- ①しゃぼん玉を凍らせる
- ②凍ると薄膜干渉は見られるかを観察

仮説

しゃぼん玉は凍っても薄膜干渉が見られる



写真1：常温のシャボン玉⁵⁾



写真2：氷点下で凍ったシャボン玉⁶⁾

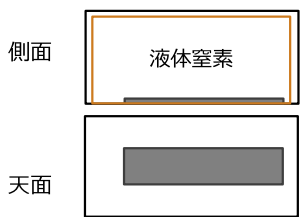
材料と方法

表1：各実験で使用した材料

方法名	材料
方法①	シャボン液、ドライアイス、氷
方法②	シャボン液、ドライアイス、氷、塩
方法③	シャボン液+グリセリン、ドライアイス、氷
方法④	シャボン液+グリセリン、ドライアイス、氷、塩
方法⑤	シャボン液+グリセリン、液体窒素、金属板

方法⑤は2種類の金属板の置き方で実施

1. 金属板と床を平行にする



2. 金属板を斜めにする

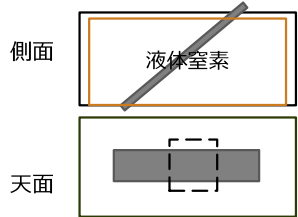


図4：方法⑤における金属板の置き方

結果と考察

表2：実験で使用した材料の特性

材料	特性
板氷	冷めやすい
金属板	冷めにくい
ドライアイス	狭い範囲で冷える
液体窒素	広い範囲で冷える

表3：実験による凝固判定の結果

方法名	凝固の判定
方法①	凍らなかった
方法②	×凍らなかった
方法③	×凍らなかった
方法④	×凍らなかった
方法⑤水平	△凍った
方法⑤斜め	◎凍った

表4：実験時のしゃぼん玉の様子

方法名	実験時の様子
方法①	ドライアイスの気体によりしゃぼん玉が氷につかなかった
方法②	同上
方法③	氷との接着面のみ凍った
方法④	同上
方法⑤水平	全体が凍ったが金属板につかなかった
方法⑤斜め	全体が凍り金属板についた



写真3：割れた後のシャボン玉⁴⁾

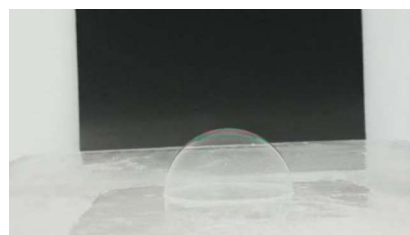


写真4：実験の様子

まとめ・結論

方法⑤の時に最も効率よくシャボン玉を凍らせることができた。

方法①～④の時は最後まで凍らず割れてしまった。

シャボン玉が接合している面と触れている外気との温度差が小さいほどシャボン玉は凍りやすいと考えられる。



図3：凍るときの温度の違い

今後の展望

結果から分かったことを展開して考えていく方針である。

①しゃぼん玉を凍らせると構造色は本当に見れなくなるのか

→画像認識の技術を用いて色別判定を行い数値により評価

②仮説「凍ったしゃぼん玉は、大気圧を最も受けた点から割れる」

→実験によって検証し、考察する

参考文献

- 1) 【大発見】シャボン玉が凍るとどうなるの? https://www.excite.co.jp/News/odd/Tocana_201712_post_15310.html?_p=2
- 2) 【自然のアート】氷点下15°Cで「シャボン玉」を膨らませたら ... <https://tabi-labo.com/234257/soap-bubble-art>
- 3) 薄膜による干渉 わかりやすい高校物理の部屋 <http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/kannsyoyu/hakumaku.html>
- 4) 割れたシャボン玉：空中で凍るシャボン玉の様子がとっても ... <https://matome.naver.jp/odai/2141555043750443101/2141555385251864503>
- 5) 偏光板で構造色を！ <https://blogs.yahoo.co.jp/kozoshoku/45307132.html>
- 6) 霜カカフェ & シャボン玉 http://sakuraterace.info/tp_detail.php?id=102

しゃぼん玉の凝固と薄膜干渉との関係

宮城県仙台第三高等学校

13 班

シャボン玉は常温下で膨らませて遊ぶのが一般的だが、氷点下で膨らませるとシャボン玉が凍り、雪の結晶が出現することが知られている。本研究では、凍らせた際に薄膜干渉はどのように変化するのか調べた。シャボン玉が割れにくくなるよう、シャボン液にグリセリンを入れたものを作成した。シャボン玉を金属板にふきつけた。それを発泡スチロールの箱に入れ、さらに液体窒素を加えて氷点下の環境を作成した。そうすることでシャボン玉を凍らせることができた。また、凍ったシャボン玉には虹色が見えなかったため、薄膜干渉は見られなかったと言える。この実験で、凍らせたシャボン玉で数種類の割れ方を確認することができた。そこで割れ方から共通点がみられるかの実験をした。実験は最初の実験の液体窒素と金属板を使ったやり方で進めた。金属板の傾斜を 0 度、15 度、30 度の三種類に変えて行った。結果はへこんだ時の形は二種類見られた。そして、最終的には半球のような形になった。

1 背景

シャボン玉は、3 パーセント以下の界面活性剤と微量の増粘剤、96 パーセント以上の水で構成されている。日本の平均気温 15 度、いわゆる常温下でシャボン玉で遊ぶのが一般的だ。我国は冬季があり雪が降る地域も多いほど気温が下がる。その気温の中でシャボン玉を吹くと、シャボン玉の薄膜上に雪の結晶が出現することが知られている。雪の結晶は長い時間をかけて凍らせることで出現する。本研究では、短時間におけるシャボン玉を凍らせる条件を研究した。また、既知の事象では見られた凍ったシャボン玉の割れ方と、実際に実験をした時の凍ったシャボン玉の割れ方に違いが見られた。本研究で実施した実験の中で見られた割れ方に共通点を見出すことも研究した。

本論文の構成は以下の通りである。

1. 背景

本研究の社会的背景、独創性を記す。

2. 材料と方法

本研究で実施した 2 種類の実験における材料と方法を記す。

2-1. 実験 1

短時間におけるシャボン玉を凍らせる条件に関する研究の実験の材料と方法を記す。

2-2. 実験 2

シャボン玉の割れ方に共通点を見出す研究の実験の材料と方法を記す。

3. 結果と考察

2 で記した実験から得られたデータを検討し結論を明らかにした。

3-1. 実験 1 に関する結果と考察

実験 1 で得られたデータとその検討を記す。

3-2. 実験 2 に関する結果と考察

実験 2 で得られたデータとその検討を記す。

4. 展望

本研究を通して見つかった課題を記す。

5. 参考文献

本研究を行うにあたり参考にした文献を記す。

2 材料と方法

2-1. 実験 1

実験 1 では、短時間におけるシャボン玉が凍る条件を調べることを目的に行った。

材料はシャボン液、グリセリン、液体窒素、発泡スチロールの箱、金属板である。

はじめに、シャボン液にグリセリンを投与した。シャボン液の粘性を増すことで薄膜の蒸発を軽減させるためである。発泡スチロールの箱の底に板氷を敷いたものと金属板を斜めに立て

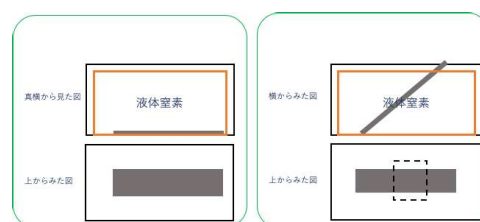


図1 実験1の金属板の置き方

かけたものの2種類を準備する(図1)。

前者の装置には板氷の上からドライアイス、後者の装置には立てかけた金属板の下に液体窒素を投入する。金属板を斜めに置いたのは、液体窒素から発生する気体による影響をシャボン玉に受けさせないためのである。それぞれにグリセリンを投与したシャボン玉を板氷や金属板に接着するように吹き付ける。

2-2. 実験 2

実験2では、シャボン玉の割れ方に共通点を見出すことを目的に行った。

材料は実験1で用いた、グリセリンを投与したシャボン液、液体窒素、発泡スチロールの箱、金属板である。

発泡スチロールの箱に金属板を地面に対して水平（0度）、15度、30度の3種類の角度で立てかける（図2）。その金属板の下に液体窒素を投入する。グリセリンを投与したシャボン玉を金属板に接着するように吹き付ける。

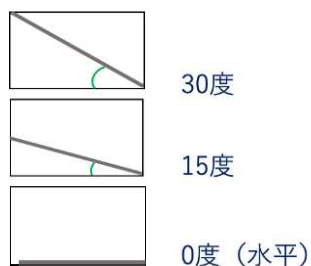


図2 実験2の金属板の置き方

3 結果と考察

3-1. 実験1に関する結果と考察

実験1において、板氷を使用した時は、シャボン玉が凍らなかった。一方、液体窒素を使用した時にシャボン玉は凍った。この時のシャボン玉が凍るという定義を以下のように定める（図3）。



図3 凍ったシャボン玉の定義

シャボン玉が前者の条件の時に凍らず、後者の条件の時に凍ったことを受け、はじめに凍るまでにかかる時間に関して検討した。シャボン玉を取り巻く空気の温度を下げる媒体としては、液体窒素の方がドライアイスよりも凍るまでにかかる時間が短かった。これは、ドライアイスは常温 - 79℃以下、そして液体窒素は常温 - 196℃以下と大きな差があったためである。そのため、シャボン玉が割れる前に凍らせられるという点で液体窒素の方が短時間かつシャボン玉を凍らせられることが明らかになった。次に氷点下でのシャボン玉の安定性に関して検討した。シャボン玉を障害物にぶつからせずに凍らせるための接着面としては、金属板はシャボン

玉が接着しても割れずに安定して凍らせることができたが、板氷はシャボン玉が接着するとすぐに割れてしまう回数が金属板と比べかなり多かった。また、氷の熱伝導率は2.2、金属の熱伝導率は83.5で氷と金属でも大きな違いが見られた。そのため、シャボン玉を安定して凍らせるために接着する面として、板氷のような表面に鋭利な凹凸があり、熱伝導率が低いものよりも金属板のような均一に平坦な面で熱伝導率が高いものを用いるべきということが明らかになった。結論、周りの温度がシャボン玉の接地面と大きな差があると接地面のところのみ凍り、全体は凍らず、周りの温度とシャボン玉の接地面が同じ温度の時に凍る。そして、凍ったシャボン玉に虹色は見られない、つまり、薄膜干渉は見られなかった。

3-2. 実験2に関する結果と考察

実験2の結果を以下の図に示す（図4・図5・図6）。



図4 30度の時の凍ったシャボン玉



図5 15度の時の凍ったシャボン玉



図6 0度（水平）の時の凍ったシャボン玉

外観の共通点は、地面に対して半球の面がほとんど水平に見られることだ（図7・8・9）。

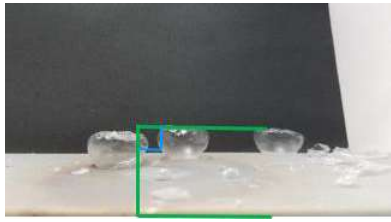


図7 0度（水平）の時の凍ったシャボン玉

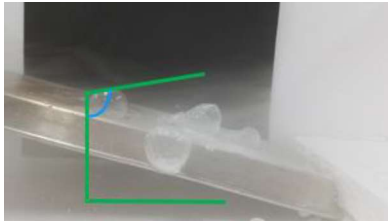


図8 15度の時の凍ったシャボン玉

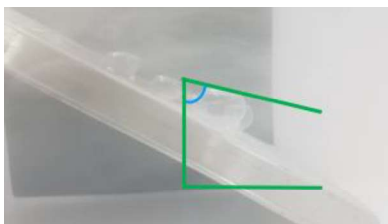


図9 30度の時の凍ったシャボン玉

ここで、カメラに対する実験装置の奥行きや高さを考慮して完全な垂直ではないのは誤差とする。これは、大気圧が均等にかかったためであると考察する。実験の過程では、シャボン玉の様子は2種類見られた（図10・図11）。



図10 凍ったシャボン玉の様子1



図11 凍ったシャボン玉の様子2

図7は、シャボン玉の球の頂点が凹んでいることがわかる。図8は、シャボン玉が半球になり、その面には凹凸が見られる。図8から図9のように時間をかけて変化するものと、球の状

態から図9に直接変化するものも2種類の変化の仕方があった。半球の面に凹凸が見られることに関して、図8から図9のように変化する様子から、潰れて圧縮された上半分の半球の薄膜によって形成されたものと考察する。

4 展望

本研究を通して、既知の事象と実験から得られたデータに異なる点が多かったことから、凍らせる条件の変化次第で様々なシャボン玉の姿が見られるのではないかと検討した。また、シャボン玉に雪の結晶を出現させるためには、長い時間かけて凍らせなければならないことから、シャボン玉が割れないようにして凍らせるための条件も検討したいと考えている。これらの展望の先に、規制が多く公園で遊びにくい現代に生きる子供たちへ、科学の心を育てるような遊びの提案に繋がるのではないかと考えている。

5 参考文献

本研究をするにあたって 参考にした文献は以下の通りである。

- 1) https://www.excite.co.jp/News/odd/Tocana_201712_post_15310.html?p=2
- 2) <https://tabi-labo.com/234257/soap-bubble-art>
- 3) <http://www.wakariyasui.sakura.ne.jp/p/wave/kannsyoyu/hakumaku.html>
- 4) <https://matome.naver.jp/odai/2141555043750443101/2141555385251864503>
- 5) <https://blogs.yahoo.co.jp/kozoshoku/45307132.html>
- 6) http://sakuraterrace.info/tp_detail.php?id=102

アカヒレタビラの保全に向けて

仙台第三高等学校 14班

◎背景

絶滅危惧種であるアカヒレタビラの数が増えている

アカヒレタビラ



減少

産卵場所を
巡る
競争激化!!

タイリクバラタナゴ



増加

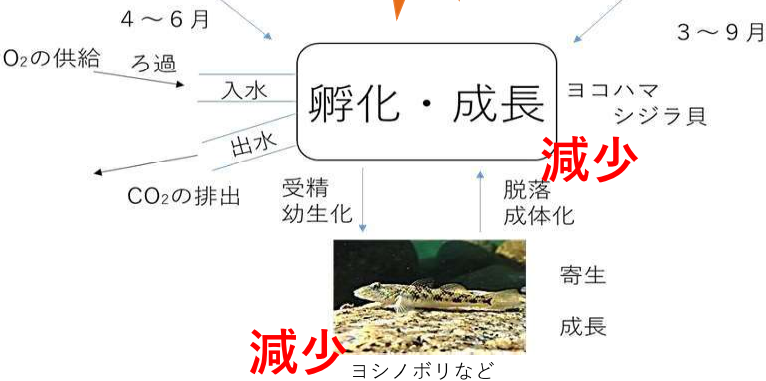


図1 タナゴなどの相関図

産卵場所である二枚貝の人工繁殖・飼育が困難!

表1 タナゴの産卵の流れ

- 1 オスの縄張り確定
- 2 オスが産卵管を伸ばしたメスに、体を小刻みに震わせながら誘導
- 3 メスが追従し二枚貝に到着
- 4 オスが二枚貝の出水管をのぞき込む
- 5 メスが二枚貝の入水管をのぞき込む
- 6 出水管がとじないと、倒立体制へ
- 7 完全に倒立すると、瞬間的に産卵管の付け根を出水間に押し付ける
- 8 メスが産卵、その後産卵管引き抜き
- 9 オスが入水管に放精
- 10 二枚貝内で受精

先行研究¹⁾

- ①タイリクバラタナゴで人口産卵床に産卵誘導成功
- ②人口孵化装置により孵化に成功

課題

- ①産卵条件が不明確
- ②低孵化率・孵化後の低生存率の解消

目的

- ①産卵条件の精査
- ②人工孵化装置の改良

仮説

- ①水温・水圧を変化させる
⇒産卵行動が誘因
- ②換水効率化と飛出し防止
⇒孵化・生存率が向上

◎材料と方法

材料：タイリクバラタナゴ、人工産卵床、シリコンチューブ、ポンプ、Arduino、PCR用8連プラスチックチューブ

◎実験1：産卵条件の精査

表2 二枚貝が吸水する時間の関係

吸う時間	止まる時間
7.0秒	5.7秒

○水槽の環境

- ・明暗周期12時間の長日条件
- ・水温：22～24℃
- ・性成熟産卵及び卵行動の誘引に必要な二枚貝飼育水を添加

○ポンプの制御

- ・二枚貝の入出水のタイミングを観察
- ・表2の時間で動くようにプログラミングを行い、ポンプの動きを制御した。

○方法：水換え時の条件を制御

- 条件① 通常水替え
(水温：低下，水圧：減⇒増)
- 条件② 換水時に水量を一定
(水温：低下，水圧：一定)
- 条件③ 換水時に水温を一定
(水温：一定，水圧：減⇒増)

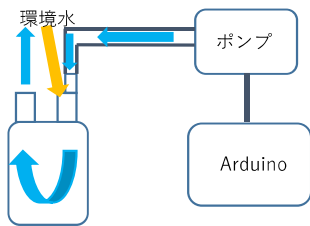


図2 人口産卵床の模式図

実験2：人工孵化装置の改良

○方法：PCR用の8連プラスチックチューブを加工⁴⁾

- ① 孵化後の稚魚が動きすぎないように、上部にカバーを設置
- ② ①により換水能力の低下を防止するため穴の追加
- ③ 食紅を用いた換水能力の確認
→プラスチックチューブ内の水を染色し、換水の時間を計測

表3 人工孵化装置比較表

	左：昨年	右：改良
上部カバー	無	有
換水穴	少ない	多い

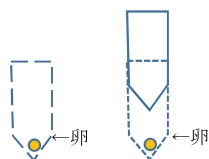


図3 人工孵化装置の比較図

◎実験1：結果と考察

表4 産卵条件の制御結果

	換水条件		【結果】 産卵行動
	温度	水圧	
条件1	23.4℃⇒22.4℃ 低下	減少⇒増加	△
条件2	23.6℃⇒21.3℃ 低下	一定	×
条件3	21.6℃⇒21.6℃ 一定	減少⇒増加	○

- ・条件1では産卵行動5で停止した。
- ・条件2では産卵行動2で停止。メスの追従が起こらなかった。
- ・条件3では産卵行動7までは観察できたが、産卵及びオスの放精は確認できなかった。
⇒出水の勢いが強く、産卵行動6～7の際にメスが流されていることが要因の一つか？

◎実験2：結果と考察

穴の数	1回目	2回目
1	5分超え	5分超え
3	4分00秒	4分10秒
5	3分10秒	3分10秒
7	2分50秒	3分00秒
先行研究	15分程度	→ 換水確認できず

表5 換水能力確認実験の結果

- ・孵化装置内の水が環境水と入れ替わることが確認することができた。
- ・穴の数が多いほど換水能力が高い。
- ・産卵はまだ確認できていないため、孵化率・孵化後生存率に関しては結果が得られていない。

◎まとめ

- ・実験1より
- ・実験2より

産卵行動の誘引には水圧の変化が必要

改良した装置による換水の効率化に成功

◎展望

- ・産卵行動8以降を誘引するために、人工産卵床の出水の勢いをコントロールしたいと考えている。
- ・人工孵化装置の実験を進めるために、産卵行動が生じなかった場合には、人工授精によって受精卵を得ることも視野に入れていきたいと考えている。

参考文献

- 1) アカヒレタビラの保全に向けて 伊藤 玄 園谷 修平
- 3) <https://aquarium-style.com/1792.html>

- 2) <https://blog.goo.ne.jp/ashitamotenkida/e/474eac04ae45daa4d56ab2251d8f306c>
- 4) 仙台産アカヒレタビラの保全に向けた環境教育教材の開発 棟方 有宗 他

アカヒレタビラの保全に向けて

宮城県仙台第三高等学校

14 班

アカヒレタビラは今、産卵場所である二枚貝の減少や外来種との競争、開発による生息地の減少などにより、環境省のレッドリストに登録されている。またアカヒレタビラは二枚貝に産卵する魚として知られている。今までは母体の腹を押して行う人工産卵があったが、大きな負荷がかかってしまう。なので、私たちは母体に負荷をかけずに行うことのできる人工産卵床について研究することにした。なお、今回研究に利用したのは、アカヒレタビラではなくタイリクバラタナゴである。理由は入手が容易でアカヒレタビラと似たような点が多いからだ。スクリー管やポンプ、Arduino などを利用し、貝の入出水構造を模した。

今はまだ産卵していないがいつでも産卵可能な状態である。そして次に孵化装置を改良した。一つのプラスチックチューブだと元気な稚魚が外に出てしまって餓死してしまったのでカバーをつけ、環水効率がおちないように穴の数をふやした。これにより稚魚が外に出て餓死しないようになると思われる。これもまだ実験を行っていないが先行研究の孵化後の生存率を上回るだろうと思われる。

1 背景

アカヒレタビラとは、在来種の魚であり、現在、絶滅危惧種に指定されている。産卵時期は主に4月～6月で、ヨコハマシジラ貝などの入出水孔の水流を感知し、二枚貝に卵を産み付ける。産卵時期になると、アカヒレタビラの雄の体には、婚姻色と呼ばれる色が発色し、雌の体では、尻ビレ付近に産卵管と呼ばれるものが伸びてくる。産卵においては、まず雄が貝の存在を認識し、雌を貝へ誘導する。二枚貝の出水管からの水流を確認すると、まず雄が倒立し、貝視き行動を行う。それに続いて、雌も同様に倒立し貝視き行動を行ったと同時に、二枚貝の出水管に産卵管を押し付け、二枚貝の体内に卵を産み付ける。雄は、精子を二枚貝の入水管付近に放出し、その精子を二枚貝が、入水管を使って体内に取り込む。二枚貝の体内に入った精子と卵は、二枚貝の体内で受精し、稚魚が孵化する。孵化した稚魚は二枚貝の呼吸器であり、粘着性のあるえらの隙間に挟まれて育つ。孵化したばかりの稚魚は、自力で餌を取ることができ

ないため、腹部にある卵黄という栄養を消費しながら育つ。卵黄の量には限界があるので、稚魚が動きすぎてしまうと、卵黄の栄養が必要以上に消費されてしまい、十分に成長できないまま卵黄がなくなってしまう。そうすると、自力で餌を取れずに餓死してしまう。従って、二枚貝のえらに挟まれて、行動を制限されて育つことはアカヒレタビラにとってはとても有益である。我々は、アカヒレタビラの産卵から孵化に至るまでの過程を、多数育成するのが難しい二枚貝を使わずに、人工的に行うことができれば、アカヒレタビラの保全につながるのではないかと考えて、今回の研究を行った。今回の研究では、我々はタイリクバラタナゴという外来種の魚を使って実験を行った。タイリクバラタナゴを使用した理由は、絶滅危惧種であるアカヒレタビラの入手が非常に困難だったためである。また、アカヒレタビラと産卵から孵化までの流れが非常に似ており、県内の生息場所では、アカヒレタビラと同じヨコハマシジラ貝に産卵していることや、入手が比較的容易であっ

たことである。先行研究¹⁾では、タイリクバラタナゴの人工産卵に成功している。人工孵化にも成功はしているものの、孵化率と孵化後の生存率は著しく低かった。よって我々は、産卵条件の精査と、孵化率、孵化後の生存率の向上を目指して、今回の研究を行っていくことにした。産卵条件の精査については、水槽内を清掃する際に水替えを行ったところ、清掃後にタイリクバラタナゴの産卵行動が激しく行われていたので、我々の仮説としては、水温の変化もしくは、水圧の変化がタナゴの産卵行動に大きく関わっていると考えられる。

2 材料と方法

今回の実験で使用したものは、タイリクバラタナゴ、人工産卵床、人工孵化装置である。人工産卵床は、スクリー管、シリコンチューブ、ポンプ、アルディーノを用いて作成した。アルディーノとは、プログラミングによって電源のオンオフを制御できる機械である。今回はポンプの電源の制御に利用した。人工孵化装置は、PCR用8連プラスチックチューブを用いて作成した。

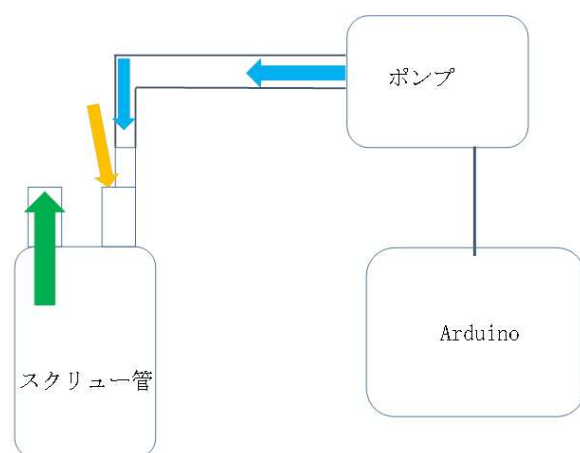


図1 人工産卵床の模式図



図2 人工孵化装置の模式図

実験1：実験1では、産卵条件の精査について実験を行った。まず、日長条件12時間、水温20度程度の水槽内に、婚姻色のついた雄のタイリクバラタナゴと、産卵管の伸びた雌のタイリクバラタナゴと、人工産卵床を入れ、二枚貝の環境水も通るようにした。Arduinoには、表1の時間をプログラミングした。水温の変化もしくは水圧の変化が、タナゴの産卵行動に大きく関わっていると考えられるので、我々は水槽内の状況を変化させる際の条件3つを考え、実験を行った。まず1つ目の条件では、水温と水圧の両方を変化させた。水槽内の水温とは違う温度の水を用意し、一旦水槽内の水を8割ほど抜いてから、違う水をいれた。(図3)2つ目の条件では、水温のみを変化させた。水槽内の水温とは違う温度の水を用意し、水槽内の水を抜きながら、違う水をいれた。その際に、水を抜きながら新しい水をいれ、水槽内の水圧が大きく変化しないようにした。(図4)3つ目の条件では、水圧のみを変化させた。水槽内の水を一旦抜き、しばらくしてからもう一度入れなおした。(図5)

表1 二枚貝が吸水する時間の関係

入出水の時間	止まる時間
7.0 秒	5.7 秒

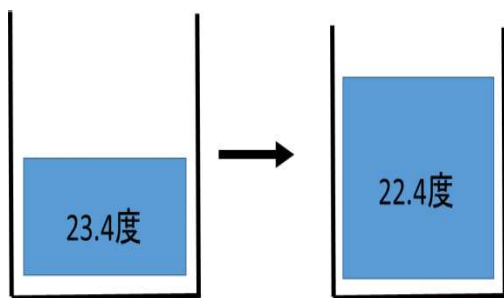


図3 条件1の実験の模式図

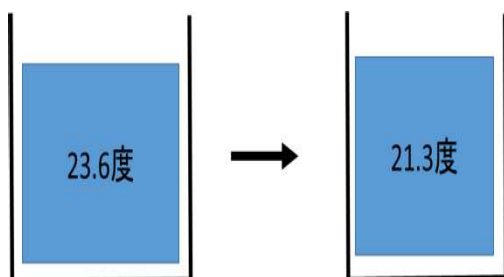


図4 条件2の模式図

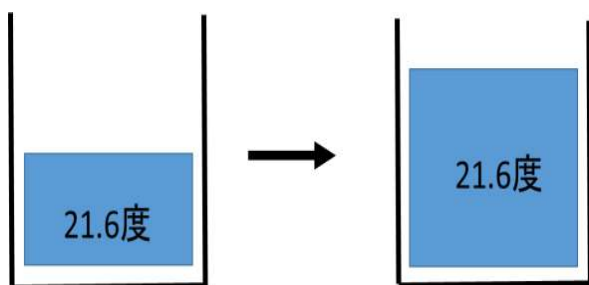


図5 条件3の模式図

実験2：実験2では、人工孵化装置の改良を行った。先行研究¹⁾より、稚魚が人工孵化装置から飛び出してしまったことや、換水の効率が悪かったことが、孵化率や生存率の低さに関係していると考えられる。よって我々は従来のPCR用8連プラスチックチューブを用いて作られた人工孵化装置の上部に、さらにプラスチックチューブをかぶせることで、稚魚の飛び出し防止を試みた。上部を塞いだことで、換水効率が下がることが懸念されたので、我々は下部のプラスチックチューブに穴を開け、換水能力がどれほどのものであるかの実験を行った。

方法としては、まず穴の空いていない人工孵化装

置を4個と、先行研究¹⁾で用いた小さい穴が一つ空いた人工孵化装置を1つ用意した。穴の空いていない人工孵化装置に、それぞれ1個、3個、5個、7個穴を開ける。これらの5個の孵化装置のチューブ内に食紅をそれぞれ同量滴下し、食紅が環境水と同じ色になるまでの時間を計測した。

3 結果と考察

実験1 結果：実験1の結果は次のようになった。

表2 実験1の結果

	換水条件		【結果】 産卵行動
	温度	水圧	
条件1	23.4℃⇒22.4℃ 低下	減少⇒増加	△
条件2	23.6℃⇒21.3℃ 低下	一定	×
条件3	21.6℃⇒21.6℃ 一定	減少⇒増加	○

条件1の、水温と水圧両方を変化させた場合では、雄が貝除き行動を行った時点で産卵行動が停止した。条件2の、水温のみを変化させた場合には、雄が雌を二枚貝へ誘導する行動は確認できたが、雌が誘導に従うことなく産卵行動が終了してしまった。条件3の、水圧のみを変化させた場合には、雄が貝除き行動を行い、その後に雌も貝除き行動を行うところまで確認することができた。しかし、産卵までは見られなかった。

実験1 考察：実験1の結果より産卵行動の誘発には、水圧の変化が大きく関わっていることが考えられる。条件3の場合の、雌の貝除き行動を観察したところ、雌が自らの産卵管を出水管に押し付けきれなかった様子が確認されたため、我々は産卵が起こらなかった理由の一つとして、ポンプの水流が強すぎたのではないかと考えた。

実験2 結果：実験2の結果は次のようになった。

表3 実験2の結果

穴の数	1回目	2回目
1	5分超え	5分超え
3	4分00	4分10
5	3分10秒	3分10秒
7	2分50秒	3分00秒
先行研究	15分程度	換水確認できず

人工孵化装置内の水が環境水といれかわることが確認された。

実験2 考察：実験2の結果より換水能力があることが確認できた。実験1が成功していなため孵化に関してはデータをとることができていない。人工産卵床を用いた産卵が成功しない場合には、魚体に大きな負担のかかる別の方法で人工的に卵を得ることも視野に入れている。

4 参考文献

1) アカヒレタビラの保全に向けて 伊藤玄
圓谷修平

2)

[https://blog.goo.ne.jp/ashitamotenkida/e/474eac](https://blog.goo.ne.jp/ashitamotenkida/e/474eac04ae45daa4d56ab2251d8f306c)

04ae45daa4d56ab2251d8f306c

3) <https://aquarium-style.com/1792.html>

4) 仙台産アカヒレタビラの保全に向けた
環境教育教材の開発 棟方有宗 他

5)

<https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/50490.html>

ヨモギタマバエと寄生蜂の共進化

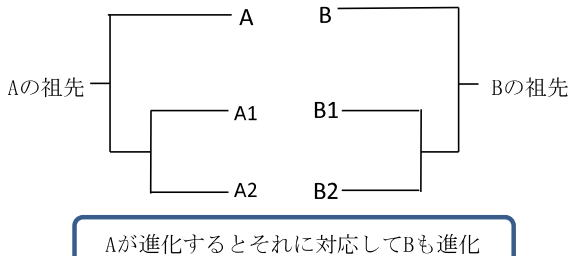
仙台第三高等学校 15班

1、背景と目的

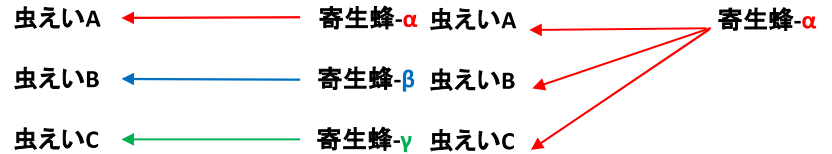
●共進化→ 生物がほかの生物に適応していく過程で、両方の生物が互いに進化しあうこと。

Ex) ・ セミとセミタケ
・ 甲虫とダニ

共進化の関係にある二種類の生物A, Bについて



目的：ヨモギタマバエと寄生蜂が共進化しているか調べる



先行研究よりヨモギタマバエは複数種存在。
寄生蜂はヨモギタマバエと共進化しているのでは？

仮説 虫えいの種類によって寄生蜂の種類が異なる

2、教材

◆タマバエとは
・ 双翅目タマバエ科に属する昆虫。植物に寄生するものと寄生しないものがある。
宮城県内では種類のヨモギタマバエが見られる。



Fig.2 虫えい的一种

◆虫えいとは
・ 昆虫が寄生することに植物が反応してできるこぶのようなもの。中央の空間に虫が生息していて、できる場所によって種類が異なる。



Fig.3 寄生蜂の一种

◆寄生蜂とは
・ 膜翅類に属し、昆虫や植物に寄生する蜂で比較的安全に扱える。

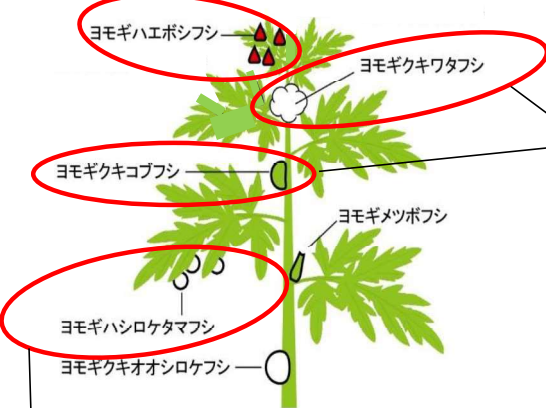


Fig.1 タマバエの一种

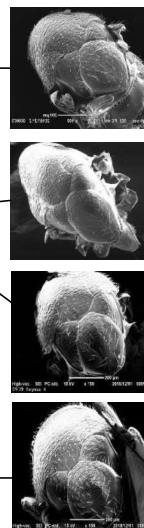
3、実験

目的：三種類の虫えいから採取した寄生蜂の種類に違いがあるのか調べる。

方法：電子顕微鏡で胸部の違いを観察する。

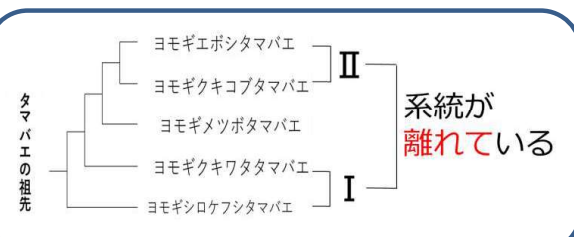


4、結果と考察



II

I



寄生蜂ごとの違いに一貫性が見られる

寄生元と寄生者で変化が対応している

寄生蜂とヨモギタマバエは
共進化しているのではないか

5、今後の展望

・ 電子系統解析を行う
→ 系統樹を作り、タマバエの系統樹と照らし合わせる

・ 共進化の仮説をより確実に証明する
→ 系統樹を作り、タマバエの系統樹と照らし合わせる

参考文献

- 1) <https://himebati.jimdo.com/web> 寄生蜂図鑑
- 2) 虫えいを形成するヨモギタマバエの分子系統解析
- 3) <https://kotobank.jp>
- 4) <https://ja.wikipedia.org/wiki/共進化>

ヨモギタマバエと寄生蜂の共進化

宮城県仙台第三高等学校

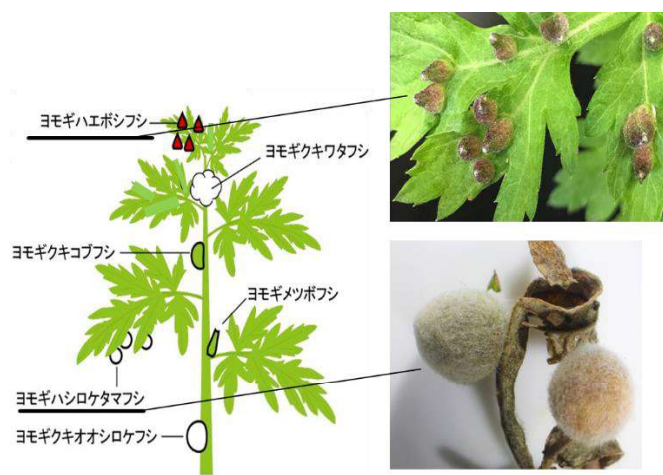
15 班

ヨモギタマバエはヨモギに寄生したとき、虫えいを形成する。虫えいとは昆虫が寄生するときに植物が反応してできるこぶのようなものであり、中央の空間に虫が生息していて、できる場所によって種類が異なる。先行研究よりヨモギタマバエが複数種存在し、それに伴って虫えいも複数種存在することが分かっている。⁽²⁾本研究ではヨモギタマバエに寄生する寄生蜂もヨモギタマバエの種類によって、共進化しているのかどうかを明らかにすることを目的として研究を行った。共進化とは生物がほかの生物に適応していく過程で、両方の生物が互いに進化していくことである。それぞれの虫えいによって寄生蜂の種類に違いがあるのか調べるため、四種類の虫えいから寄生蜂を採取しそれらを観察した。観察には電子顕微鏡を用いた。その結果四種類すべての胸部に違いが見られたが、その中の二種類だけに大きな違いが見られた。ヨモギタマバエの系統樹から見ると、それは系統が遠いことによる遺伝子の違いであると分かる。これより、ヨモギタマバエの系統関係との相関が示唆された。

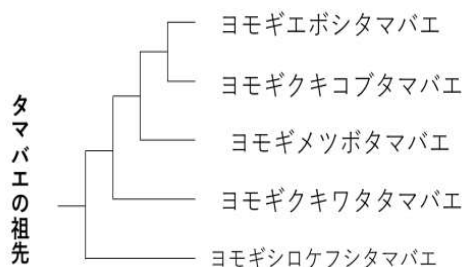
1 背景

ヨモギタマバエとはヨモギに寄生する双翅目タマバエ科に属する昆虫の総称であり、先行研究より複数種存在することが確認されている。寄生すると虫えいを形成し、その中に卵を産みつける。虫えいとは昆虫が寄生することで植物の表面組織が異常肥大成長してできるコブである。先行研究より虫えいもまた複数種存在しており、それぞれの種類のタマバエは異なる種類の虫えいに寄生することがわかっている。⁽²⁾虫えいの種類の違いは肉眼で容易に確認することができる。(図1)さらに先行研究での分子系統解析より、ヨモギタマバエの系統関係が推定されている。(図2)寄生蜂とは膜翅類寄生蜂科に属する昆虫の総称であり、昆虫や植物に寄生し、幼虫は宿主を食べて成長する。そして今研究ではヨモギタマバエに寄生する寄生蜂を用いる。また、共進化とは宿主と寄生者のように利害が対立する関係の場合、一方が進化すると他方がそれに対抗する進化を遂げることである。訪花昆虫と花のような共生関係では、例えば、ランの花が細長くなるにつれて、その蜜を吸うガの口器がのびることが挙げられる。顕微鏡で寄生蜂

を観察したところ個体差が見られたことから寄生蜂は複数種類存在していることが示唆された。そうした場合、ヨモギタマバエの種分化に対応している、すなわちヨモギタマバエと寄生蜂が共進化しているという仮説を立てて以下の実験を行った。



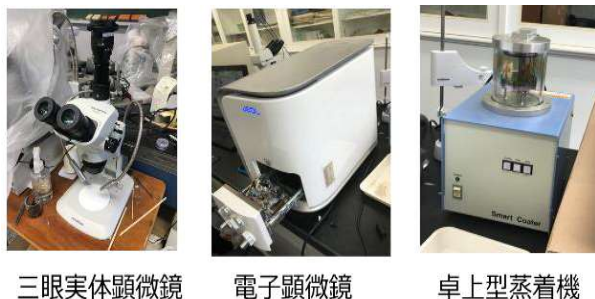
(図1) 虫えいの分布と形状の違い



(図2) ヨモギタマバエの系統樹

2 材料と方法

観察する対象としては、現在確認されている寄生蜂の中で三高付近で採集することのでき、観察できる時期であった「ヨモギハシロケタマフシ」、「ヨモギクキワタフシ」、「ヨモギクキコブフシ」、「ヨモギハエボシフシ」の四種の虫えいから採取できる寄生蜂を用いた。寄生蜂には外部寄生を行うトリムス族 (*trimus.sp*) と内部寄生を行うヒメコバチ科の寄生蜂の二種類が存在するが、今回はトリムス族 (*trimus.sp*) のみを用いて観察を行った。⁽¹⁾ また、観察には主に三眼実態顕微鏡と電子顕微鏡を用いて行った。三眼実態顕微鏡では寄生蜂の全身を観察し、寄生蜂の大まかな違いを調べ、電子顕微鏡では、一般に昆虫類の進化の過程による種ごとの違いが顕著に表れるとされている胸部を観察した。電子顕微鏡の観察倍率は150倍で統一して観察した。電子顕微鏡の観察では、観察対象に蒸着処理を施して観察を行った。

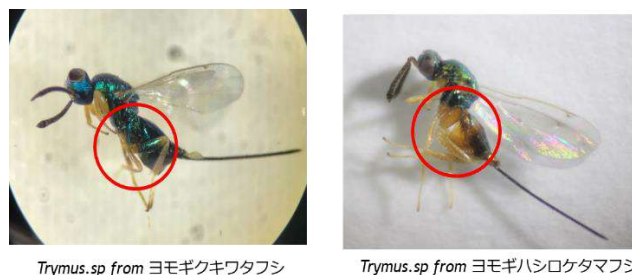


(図3) 実験器具

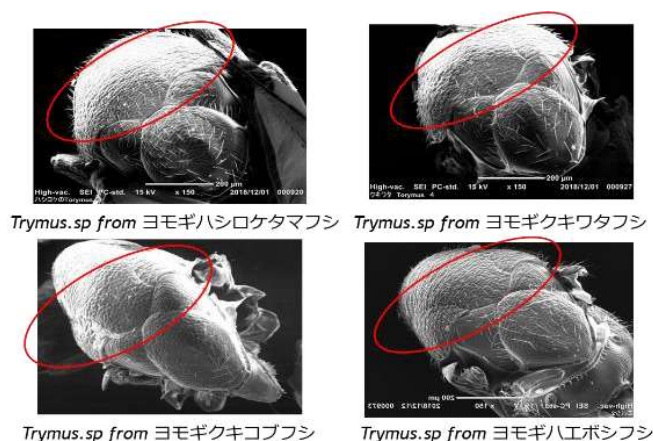
3 結果と考察

三眼実態顕微鏡を用いた観察の結果、上記の4

種類から採取した寄生蜂のうち、ヨモギハシロケフシから採取した寄生蜂のみ腹部の色が黄色で他の3種の腹部は外骨格と同様の緑色になっていた。また、足にも同様な色の違いがヨモギシロケフシから採取した寄生蜂にのみ見られた。(図4) また、電子顕微鏡を用いた胸部の観察から、寄生蜂の胸部が複数の凹凸で構成されていることが判明し、その中でも「ヨモギハエボシフシ」、「ヨモギクキコブフシ」の二種から採取した寄生蜂(以降Ⅰとする)と「ヨモギクキワタフシ」、「ヨモギハシロケタマフシ」の二種から採取した寄生蜂(以降Ⅱとする)の胸部に違いがみられた。Ⅰの胸部には凹凸を形成している溝のうち、2本の溝が深く入っているのに対し、Ⅱの胸部ではその2本の溝がⅠと比べて浅い、もしくは観察できないほどであった。(図5) これらⅠ、Ⅱの胸部の違いは目視で違いが把握できるほど明瞭なものである。



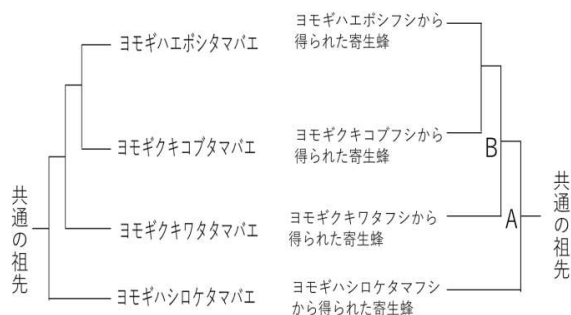
(図4) 寄生蜂ごとの腹の色の違い



(図5) Ⅰ(上段)とⅡ(下段)の溝の違い

私たちはこれらの種類ごとの変化を寄生蜂の進化によるものと考えた。そして、この寄生蜂の

形態の違いが宿主であるヨモギタマバエの形態と関係していると仮定した。そうした場合、ヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂とほかの寄生蜂の腹の色が異なっているという違いや胸部の凹凸を構成する溝の違いは宿主であるヨモギタマバエの系統の対応するのではないかと考えた。また、ヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂のみ腹の色が黄色だったことから、この寄生蜂はほかの寄生蜂と系統が離れていると考え、胸部を構成している溝の違いがⅠとⅡの二種類に分けられたことから、ⅠとⅡのそれぞれの寄生蜂は系統が近いと考えた。そしてそこからAの分岐点で腹の色が黄色の寄生蜂と緑の寄生蜂に分化し、次のBの分岐点で胸部の溝が深い寄生蜂と浅い寄生蜂に分化したという仮説を立てた。そして私たちはこの仮説とヨモギタマバエの系統樹をもとに寄生蜂の系統樹を作成した。(図6)



(図6) 寄生蜂の系統樹

もしこの仮説が正しく、寄生蜂が図6のような系統をしていたならば、同じような寄生関係における共進化の例(セミとセミタケ等)から、ヨモギタマバエと寄生蜂の二種も共進化していると言えるのではないだろうか。共進化とは、共生関係や寄生関係にある生物の一方が何らかの要因で進化し、それに対応できなかったもう一方の生物がたまたま進化してその二種の新しい共生関係または寄生関係が確立するということであるため、寄生蜂とヨモギタマバエが共進化しているとすると、複数の寄生蜂がそれぞれ専門的にヨモギ

タマバエに寄生することになるため、寄生蜂の生息数や分布を調べるのが可能になると考えられる。

4、実験のまとめ

私たちは今回、三眼実態顕微鏡と電子顕微鏡を用いた肉眼による観察によって、寄生蜂の腹の色及び胸部を構成する凹凸の違いを発見することができた。そして、腹の色の違いからヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂の系統がほかの3種類の系統と離れていると考え、胸部を構成する溝の深さの違いからⅠのヨモギハエボシフシとヨモギクキコブフシから採取された寄生蜂の二種とⅡのヨモギクキワタフシとヨモギハシロケタマフシから採取した寄生蜂の二種の系統がそれぞれ近いと考えた。そして、それらの要因をもとに寄生蜂の系統を考えると、宿主であるヨモギタマバエの系統と対応していることが明らかになった。また、その対応しているという結果は寄生蜂とヨモギタマバエが共進化していることを示唆していると考えた。そして、この結果は寄生蜂の生態及び宿主であるヨモギタマバエとの関係を明らかにすることができたと言えるのではないだろうか。また、今後の課題としては、今回肉眼による観察で寄生蜂の種類ごとの個体差や違いを発見することができ、それらと宿主であるヨモギタマバエの系統との関係から共進化であることが示唆されたため、今後は分子系統解析を行い、今回立てた寄生蜂とヨモギタマバエの共進化の仮説を実証し、今回の実験結果をより明瞭なものにしていきたい。また、分子系統解析で寄生蜂の種類ごとの遺伝子を調べることで寄生蜂の断定を可能にしたい。加えて、今回用いた四種以外の寄生蜂(ヨモギエボシフシに寄生するもの等)の研究も行い、より詳しい寄生蜂の分類をおこないたいと考えている。

5、参考文献

⁽¹⁾<https://himebati.jimdo.com/web> 寄生蜂図鑑

⁽²⁾ 虫えいを形成するヨモギタマバエの分子系統解析

蝶の蛹の羽化コントロール

仙台第三高等学校 16班

1. 背景 目的

課題1
チョウの一種であるモンシロチョウ(右図)は
小学校の理科の授業などで使用されている



Fig1.モンシロチョウ *Pieris rapae* の成虫₁₎

しかし...

野生の個体は観察が難しい
Ex) 寄生虫、病気、寿命、etc...

密閉された空間で羽化のタイミングを
管理できれば、誰でも利用しやすくなるのでは
ないか？

目的

羽化のタイミングをコントロールすることで、
誰でも観察できるような方法を確立させる。

課題2

給餌において、現在行われている方法には、
羽をつかみ、口を竹串などで伸ばして
スポーツドリンクなどを与えるものがある



Fig3.アゲハ蝶への給餌₃₎

しかし...

成虫の体を傷つける可能性がある

体を傷つけない安全な方法を確立すれば
飼育・繁殖を行えるのではないか？

目的

このような方法を確立し、
飼育・繁殖を行えるようにする

2. 材料と方法

材料

宮城県七ヶ浜町より卵の状態で採集

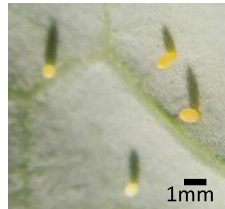


Fig4.採集した卵

虫かごで蛹まで育て、実験に使用

実験方法

実験1 蛹の保存実験

羽化直前の蛹を冷蔵庫(8℃)へ移動し、
4個体を5日、10個体を10日間放置した。
(保護ポケットとプラスチックケースを使用)

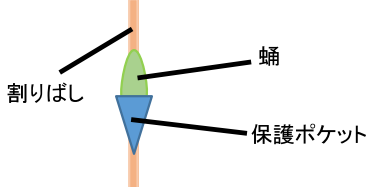


Fig4.保護ポケットに入れた蛹

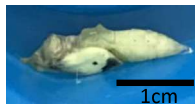


Fig5.羽化直前の蛹

冷蔵庫内で放置
(5日/10日)

恒温器(20℃, 明期15時間, 暗期9時間)で
温めて羽化させる

Fig6.恒温器に入れた様子

実験2 成虫への給餌

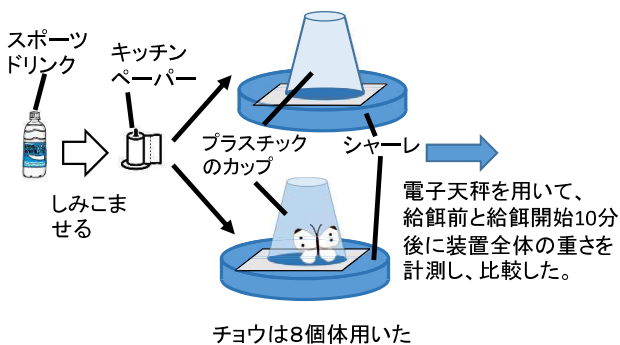


Fig7.実験の模式図

3. 結果・考察

実験1 蛹の保存実験

期間 (日)	入れた 蛹(匹)	羽化した 蛹(匹)	羽化率 (%)
5	4	2	50%
10	10	10	100%

Table1. 実験1の結果

考察
5日/10日の保存は可能

実験2 成虫の給餌実験

	1	2	3	4	5	6	7	8
給餌前の シャーレ と紙の重さ (g)	17.676	13.841	10.866	10.015	9.765	14.875	15.715	16.953
給餌後の シャーレ と紙の重さ (g)	17.630	13.770	10.804	9.996	9.724	14.840	15.673	16.917
蒸発量 (g)	0.015	0.013	0.029	0.013	0.027	0.034	0.053	0.036
変化量 (g)	+0.031	+0.058	+0.033	+0.006	+0.014	+0.001	-0.011	+0.000

Table2. 実験2の結果

1, 2, 3, 5 回目の
実験において、
明確な変化があった。

4, 6, 7, 8 回目の
実験においては、
変化量が少なかった。

4. 今後の展望

①今回、保存期間を5日間に設定したときに羽化率が50%だったので、羽化率を
向上させる

②様々な条件下で実験を行う

冷蔵庫内の環境条件

- 入れる日数
- 温度
- 湿度
- 明るさ

恒温器内の環境条件

- 温度
- 明るさ

これらを変化させて、
長期の保存・短時間の羽化が
可能な条件を見つける

参考文献

- ・モンシロチョウが羽化する様子を観察する方法 http://www.cms-center.gr.fks.ed.jp/?action=common_download_main&upload_id=5850
- ・フィールドガイド 日本のチョウ 日本チョウ類保全協会編
- ・蝶の自然史【行動と生体の進化学】 大崎直太 編著
- ・http://potager.jp/?p=555_1
- ・<https://i.ytimg.com/vi/u3dsrGICB4E/maxresdefault.jpg>
- ・<https://www.youtube.com/watch?v=leX8jREmB9s3>

モンシロチョウの教育利用に向けて

宮城県仙台第三高等学校

16 班

モンシロチョウは小学校の理科の授業で利用されており、羽化を観察する方法に冷蔵庫を用いて羽化を操作する方法がある。しかし詳しい先行研究がなく、あまり普及されていない。また、成虫の給餌の詳しい方法も不明瞭である。そこで、それらの方法を確立させるために実験を行った。モンシロチョウは卵から育てた。実験 1 では、羽化直前の蛹を冷蔵庫に入れ、保存する実験を行った。実験 2 では、成虫に対する給餌を行った。実験 1 では、実験期間 10 日において全ての個体の羽化に成功した。加えて実験 2 では、今回用いた方法で顕著な餌の吸収量を確認することができた。これからは実験 1 を様々な条件下で行うことと、実験 2 を湿度などの条件をそろえて行うことを目標にしたい。

1 背景

チョウの一種であるモンシロチョウは、小学校の理科の授業で、昆虫の体の仕組みや生活環などの学習に使用されている。羽化を観察するために、羽化直前の蛹を冷蔵庫に入れて羽化を遅らせ、任意のタイミングで取り出して羽化させるという方法がある。しかし、詳しい先行研究がなく、蛹を冷蔵庫に入れておける期間や、取り出してから羽化させるための条件など、曖昧な点が多かったため、それらを明確化し、手法として確立させ、小学校でも利用できるようにすることを考えた。そのために、今回は蛹の保存期間を調べることを目的とした。

また、羽化した成虫を観察のために飼育するには、給餌が必要である。その方法として、チョウの羽をつかみ、竹串などで口吻を伸ばして、キッチンペーパーなどにしみこませた餌を吸わせるというものがある（図 1）。しかし、この方法では、チョウの体を傷つけてしまう恐れがある。そのため、チョウの体を傷つけない方法を確立することを目的とした。

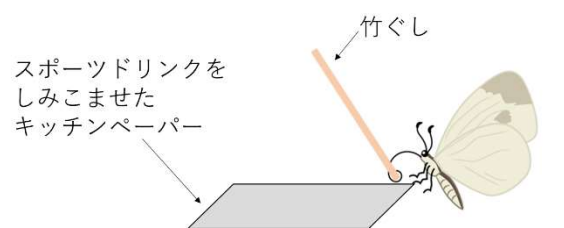


図 1 現在行われている給餌方法

2 材料と方法

実験に使用するモンシロチョウは、宮城県七ヶ浜町から卵の状態で採取したもの及び昆虫相談所より購入したもの（図 2）を、蛹まで育てて（図 3）実験 1 に、成虫まで育てて（図 4）実験 2 に使用した。



図 2 採集した卵

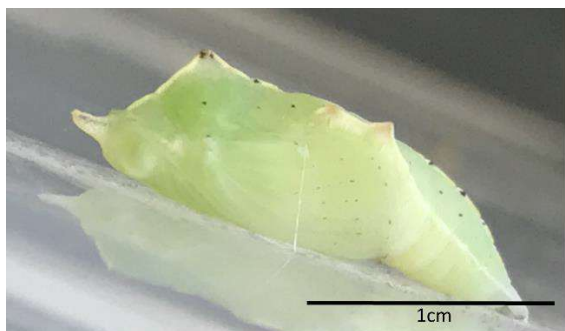


図3 モンシロチョウの蛹



図4 モンシロチョウの成虫

実験1では、蛹の保存実験を行った。羽化直前の蛹（外側から目や翅の模様がはっきり見えるものを「羽化直前」とした。）（図5）を冷蔵庫（8℃）に入れ、10個体を10日間放置した。冷蔵庫に入れる際は、蛹が落ちたりしないように、紙をアイスクリームのコーン状に丸めた保護ポケットを用いた（図6）。放置した後、冷蔵庫から取り出して20℃・明期15時間・暗期9時間に設定した恒温器に移動して羽化させた。

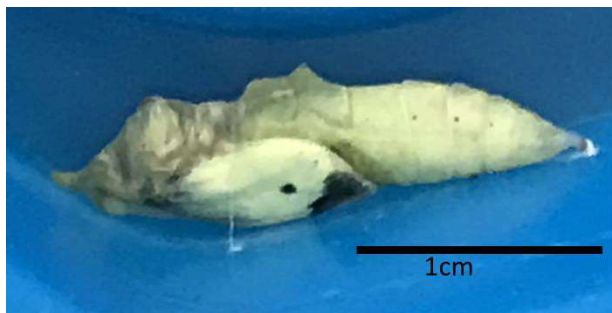


図5 羽化直前の蛹

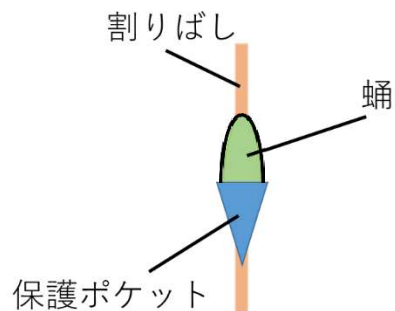


図6 保護ポケット

実験2では、成虫への給餌を行った。餌を探している成虫（しきりに口吻を伸ばしてあたりを探っているものを「餌を探している」とした。）を取り出し、スポーツドリンクをしみこませたキッチンペーパーの上に乘せ、スポーツドリンクを吸わせた。口吻をキッチンペーパーにつけて動かさなくなった時点で「吸い始めた」とし、吸い始める前と吸い始めてから10分後のキッチンペーパーの重さを、電子天秤を用いて測定した。また、対照実験として、チョウを用いずにキッチンペーパーとスポーツドリンクのみの状態で同時に同じ時間だけ放置して蒸発量を測定し、差し引きを求めて「チョウが吸った量」とした。チョウの成虫は8個体用い、電子天秤を用いて成虫の体重も測定した。成虫の体重は、スポーツドリンクを用いず乾いたキッチンペーパーの上に成虫を乗せたものと、そこから成虫を取り除いたものの重さの差し引きから測定した（図7）。

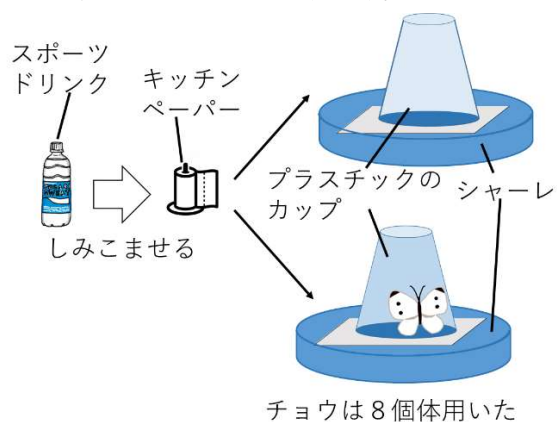


図7 実験の模式図

3 結果と考察

実験1の結果は(表1)のようになった。100%という高い羽化率を得ることができ、このことから蛹は少なくとも10日間保存できるということが考えられる。

表1 実験1の結果

日数(日)	10
入れた蛹(匹)	10
羽化した蛹(匹)	10
羽化率(%)	100

実験2は、4個体は明確な変化量が得られたが、他の4個体では変化量は非常に少なかった。しかし、これは実験に用いた蝶が実験後数日以内に死亡したことから、寿命が近づいていて弱っていたためだと思われる。したがって、1,2,3,5回目の結果から、給餌が可能であると判断する妥当性は十分にあると考えられる。

表2 実験2の結果①

個体 No.	1	2	3	4
給餌前の シャーレ と 紙の重さ (g)	17.676	13.841	10.866	10.015
給餌後の シャーレ と 紙の重さ (g)	17.630	13.770	10.804	9.996
蒸発量 (g)	0.015	0.013	0.029	0.013
変化量 (g)	+0.031	+0.058	+0.033	+0.006

表3 実験2の結果②

個体 No.	5	6	7	8
給餌前の シャーレ と 紙の重さ (g)	9.765	14.875	15.715	16.953
給餌後の シャーレ と 紙の重さ (g)	9.724	14.840	15.673	16.917
蒸発量 (g)	0.027	0.034	0.053	0.036
変化量 (g)	+0.014	+0.001	-0.011	+0.000

4 結論

実験1より、冷蔵庫内で10日間放置した固体において、100%という高い羽化率が得られたため、少なくとも10日間は冷蔵庫で保存しておくことができると考えられる。このことから、小学校でも今回実験した方法で観察への利用が可能であると考えられる。

また、実験2より、変化量、すなわち成虫がスポーツドリンクを吸った量が成虫の体重の約半分という高い数値が確認されたため、今回用いた方法で成虫の体を傷つけずに給餌を行うことが可能と考えられる。

5 展望

実験1において、より詳しい条件を見つけるために、冷蔵庫内の温度・湿度・さなぎを入れておく日数・明るさや、恒温器内の温度・明るさなどの条件を変化させて実験を行いたい。

また、実験2では湿度などの条件が一定でなく、結果に影響が出たことも考えられるので、それらの条件を統一して再度実験を行いたい。

6 参考文献

・モンシロチョウが羽化する様子を観察する方法
<http://www.cms-center.gr.fks.ed.jp/?action=>

common_download_main&upload_id=5850

・フィールドガイド 日本のチョウ 日本チョウ
類保全協会編

・蝶の自然史【行動と生体の進化学】 大崎直太
編著

プラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係

宮城県仙台第三高校 17班

背景

ナミウズムシ *Dugesia japonica*
(プラナリア)

- ・日本全域に生息
- ・水質の良い環境下のみに生息
- ・再生能力が高い



Fig.1 ナミウズムシ

先行研究より

ワサビ刺激から逃避行動¹⁾
高温ストレスの受容により個体崩壊²⁾

プラナリアのストレスの受容と個体崩壊の関係は？

【個体崩壊の定義】

プラナリアが再生不可能な
個体の崩壊をすること

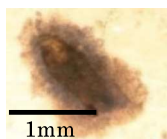


Fig.2 個体崩壊したプラナリア

目的：プラナリアのストレス受容と
個体崩壊の関係を明らかにする

まとめ

TRPA1チャンネルが個体崩壊を
誘発させることが示唆された

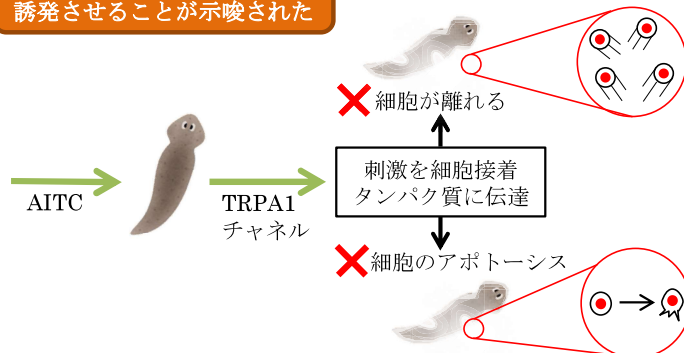


Fig.10 プラナリアの個体崩壊プロセスについての仮説

展望

TRPA1チャンネルが個体崩壊に
関与していると断定する

▶ TRPA1チャンネル阻害剤を用いた実験

実験Ⅰ 〈ワサビ抽出液を用いた実験〉

方法

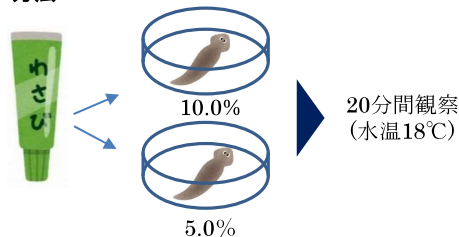


Fig.3 実験Ⅰの様子

結果・考察

10.0%溶液

→ 18分後に個体崩壊

5.0%溶液

→ 実験終了まで生存
実験終了24時間後
個体崩壊(飼育水中)



Fig.4 個体崩壊した
プラナリア

個体崩壊を確認できたが…

添加物が多いため
ワサビが影響したとは断定できない

アリルイソチオシアネート単体で実験する

実験Ⅱ 〈DMSOを用いた実験〉

方法

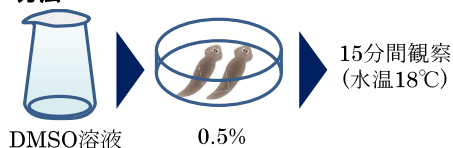


Fig.5 実験Ⅱの様子

結果・考察

2匹とも生存

→ DMSO溶液はプラナリアの
個体崩壊に影響しない

実験Ⅲ 〈AITCを用いた実験〉

方法

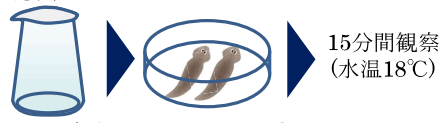


Fig.6 実験Ⅲの様子

Table.1 実験Ⅲ結果

濃度(mmol)	崩壊までの時間(分)
10.0	2
5.0	4
2.5	9

全ての濃度で個体崩壊

AITCが個体崩壊を
誘発させる

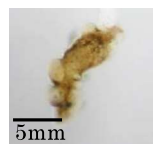
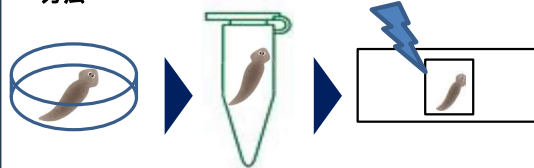


Fig.7 個体崩壊した
プラナリア

観察Ⅰ 〈蛍光Phalloidinを用いた観察〉

方法



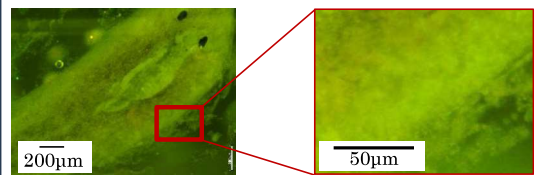
カルノア溶液
で固定

蛍光Phalloidin
で染色

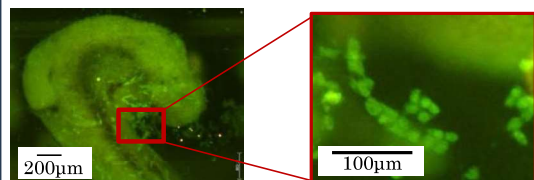
蛍光顕微鏡で観察

Fig.8 観察Ⅰの様子

結果・考察



正常な個体



個体崩壊したプラナリア
(AITC10mmol/1min.)

Fig.9 蛍光染色したプラナリア

AITCによる個体崩壊では細胞が離れる

参考文献

- 1)'Wasabi receptor' for pain discovered in flatworms
 - 2)プラナリアの生と死の境 平成29年度 仙台三高 芦立美春他
 - 3)Arenas et al.(2017).Activation of planarian TRPA1 by reactive oxygen species reveals a conserved mechanism for animal nociception Nature Neuroscience.
- ・侵害刺激受容に係る transient receptor potential vanilloid1(TRPV1)及び transient receptor potential ankyrin1(TRPA1)の活性化, 制御メカニズム
富永 真琴 2010

プラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係

宮城県仙台第三高等学校

17 班

プラナリアは高い再生能力を持つ生物としてよく知られている。しかしプラナリアは高温ストレス下で個体崩壊し、ワサビから逃避行動をおこす。そこで、プラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係性を明らかにすることを目的とし、ワサビの辛み成分である AITC を用いた実験を行った。その結果、AITC を添加したプラナリアは個体崩壊した。また、個体崩壊したプラナリアは輪郭が不明瞭になる。そこで、アクチンを染色する蛍光試薬を用いた観察を行った。その結果、プラナリアは AITC の影響で細胞が離れることにより個体崩壊すると推測できた。

1 背景

プラナリア (*Dugesia japonica*) は全国的に水質の良い環境下に生息し、全能性幹細胞による高い再生能力があることで一般に知られている。しかし先輩方が夏季に白神山地からプラナリアの一種であるカズメウズムシを採取し持ち帰る際、外気の温度の影響を受けやすいペットボトルに入れたプラナリアの輪郭が不鮮明になり個体がバラバラになって死亡する現象がみられた。なお、保冷水筒に入れた個体は生存していた。この事例をもとに先行研究では一般的なプラナリアとして扱われるナミウズムシは高温条件下では熱ストレスにより TRPM チャネルを通じて細胞がバラバラになる現象が起きることが解明された¹⁾。また他の先行研究により、プラナリアはワサビ刺激を与えると逃避行動を起こす²⁾という報告がある。プラナリアが熱ストレスの影響を受けるときの条件や仕組みは多くの解明がされているが、ワサビ刺激がプラナリアに与える影響においては知見が乏しい。興味を持った私たちはプラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係を明らかにすることを目的に研究を行った。

熱などの特定の刺激を授与するとプラナリアの輪郭が不鮮明になり再生せずに死亡する現象がみられる。その状態を個体崩壊と定義した (Fig.1)。

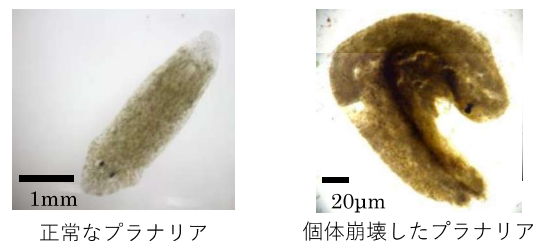


Fig.1 プラナリアの個体崩壊の定義

2 材料と方法

プラナリアは宮城県佐沼高校からいただいた一般的なプラナリアとして扱われるナミウズムシを用いた。プラナリアは3~5匹ずつ飼育カップに分け、飼育水にはコープ水を用いた。餌には冷凍赤虫を使用した。

○実験 1 ワサビを用いた個体崩壊

加工本ワサビとプラナリア飼育水を用いて 10.0 g/L ワサビ溶液①、5.0 g/L ワサビ水溶液②を作成した。プラナリアを①、②のワサビ水溶液に1匹ずつ入れ20分間観察を行った。この時水温は18℃で一定にした。

○実験 2 DMSO を用いた実験

実験 1 をふまえ、加工本ワサビには多くのワサビ添加物が含まれている (Fig.2) ことからワサビの辛味成分である Allyl isothiocyanate (以下 AITC とする) に着目し、この成分がプラナリアの個体崩壊に関与すると仮説を立て AITC 実験を用いた実験を行った。

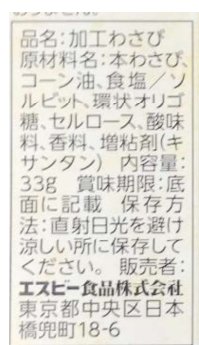


Fig.2 ワサビの成分表示

AITC は水に溶けにくく、Dimethyl sulfoxide (以下 DMSO とする) に溶けやすい。一度 DMSO に溶かした後、濃度調整を行うため DMSO からプラナリアへの影響を調べた。

DMSO 溶液 15.0% にプラナリアを入れ 15 分間観察を行った。この時水温は 18℃ で一定にした。

○実験 3 AITC を用いた実験

2.0mol/L の AITC 溶液をプラナリア飼育水を用いて 10.0%AITC 溶液③, 5.0%AITC 溶液④, 2.5%AITC 溶液⑤に希釈する。③, ④, ⑤の溶液に 2 匹ずつプラナリアを入れ 15 分間観察を行う。この時水温は 18℃ で一定にした。

○観察 1 プラナリアのアクチン染色

プラナリアは個体崩壊時に輪郭が不鮮明になるため細胞のアクチン接着を確認するためプラナリアのアクチン染色を行った。個体崩壊をしたプラナリアは細胞がバラバラになるため作業はすべてスライドガラス上で微生物観察用リングを用いて行った。正常なプラナリア A 個体と AITC10mmol に 1 分間入れ、個体崩壊を起こした B 個体をそれぞれカルノア溶液で固定した。

その後 A 個体, B 個体を洗浄し, 蛍光 Phalloidin で染色した後正立光学顕微鏡 (OLIMPUS BX41), 蛍光顕微鏡で観察をした (Fig.3)。

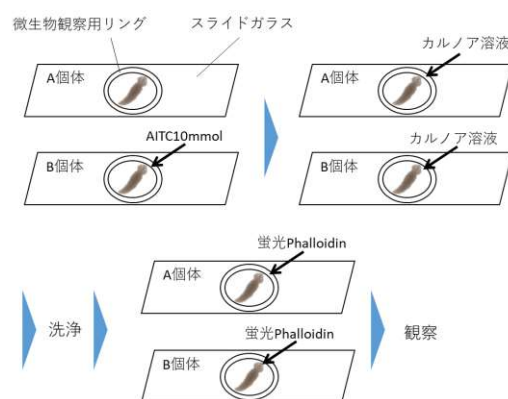


Fig.3 観察 1 の実験風景

3 結果と考察

○実験 1 ワサビを用いた個体崩壊

10.0%ワサビ溶液①のプラナリアは 18 分後に個体崩壊をした。5.0%ワサビ溶液②のプラナリアは実験終了まで生存し飼育水に移したところ、実験後の翌日に飼育水中で個体崩壊を確認した。プラナリアはワサビを添加されると個体崩壊し、ワサビ溶液の濃度が高いほど個体崩壊が速く進むと考えられる。また、プラナリアはワサビを添加されると後に飼育水に移してもワサビ刺激の影響で個体崩壊が起こる可能性があるとし唆される (Fig.4)。



Fig.4 ワサビで個体崩壊したプラナリア

○実験 2 DMSO を用いた実験

DMSO 溶液 15.0%に入れたプラナリアは 2 匹とも生存した。DMSO 溶液はプラナリアの個体崩壊に関与しないと考えられる。

○実験 3 AITC を用いた実験

10.0% AITC 溶液③のプラナリアは 2 分後に個体崩壊をし、 5.0%AITC 溶液④のプラナリアは 4 分後に個体崩壊をし、 2.5% AITC 溶液⑤のプラナリアは 9 分後に個体崩壊をした。ワサビ溶液よりも AITC 単体のほうがプラナリアの個体崩壊が速く濃度が高いほど個体崩壊が速く進むと考えられる。これよりワサビ添加によりプラナリアが個体崩壊を起こすのは AITC が要因であると示唆される (Fig.5)。



Fig.5 AITC で個体崩壊したプラナリア

○観察 1 プラナリアのアクチン染色

光学顕微鏡の観察により正常なプラナリア A 個体ではプラナリアの体表面が鮮明であるのに対して個体崩壊をしたプラナリア B 個体では輪郭が不鮮明だった (Fig.6)。

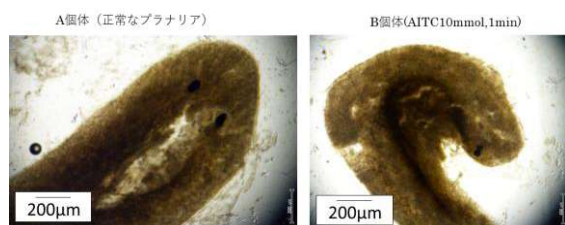
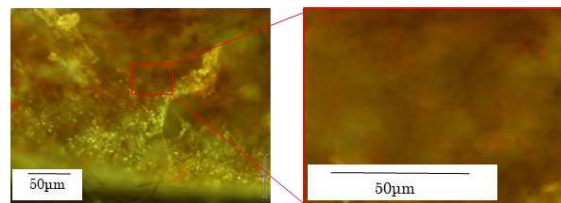


Fig.6 光学顕微鏡で観察したプラナリア

蛍光顕微鏡の観察により正常なプラナリア A 個体ではプラナリアの密になった細胞が観察され

た。個体崩壊をしたプラナリア B 個体ではバラバラになった細胞が観察された。これよりプラナリアは細胞が密になった状態から AITC などの作用があると離れてバラバラになり個体崩壊をすると考えられる (Fig.7)。

A個体 (正常なプラナリア)



B個体(AITC10mmol,1min)

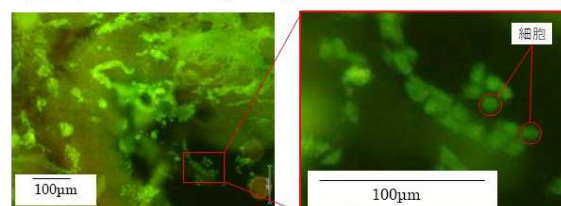


Fig.7 蛍光染色したプラナリア

4 まとめ・展望

以上のことから、プラナリアは AITC の影響で、細胞が離れることによって個体崩壊を引き起こすことが分かった。しかし、なぜ個体崩壊の際に細胞が離れるのか、 AITC がどのような経路で細胞に影響を及ぼすのかは未解明である。そこで個体崩壊の仕組みについて、「AITC による影響でプラナリアの TRPA1 チャンネルが活性化し、それにより細胞が離れる、もしくは細胞が離れるかつアポトーシスを引き起こし、個体崩壊する」という仮説を立てた(Fig.8)。



Fig.8 プラナリアの個体崩壊のプロセスの仮説

1つ目は、ストレス受容機構である TRPA1 チャンネルの関与である。プラナリアは熱の刺激を TRPA1 チャンネルで受容し、回避行動をとる³⁾ということが報告されている。実験3で用いた AITC は、TRPA1 チャンネルのリガンドとして知られる物質である。故に AITC による個体崩壊にも TRPA1 チャンネルが関与している可能性がある。プラナリアが TRPA1 チャンネルを介して個体崩壊するかを明らかにするために、TRPA1 チャンネル阻害剤を用いた実験が必要である。

2つ目はアポトーシスの有無である。参考として、高温ストレス下で個体崩壊したプラナリアにはアポトーシスは確認されていないが、切断されたプラナリアの切断面にはアポトーシスが確認されている⁴⁾。

沼田朋大ら 生化学 第81巻 第11号, pp 962-983, 2009

4) Jason Pellettieri, Patrick Fitzgerald, Shigeki Watanabe, Joel Mancuso, Douglas R. Green, Alejandro Sanchez Alvarad : Cell death and tissue remodeling in planarian regeneration -Developmental Biology (2010)

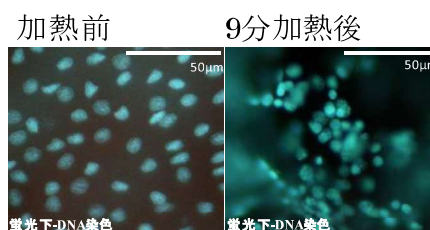


Fig.9 加熱後のプラナリアの切断面

そこで、AITC の影響で個体崩壊したプラナリアの細胞にはアポトーシスが起こっているのかを明らかにするために、核を染色し観察することが必要である。これにより、高温ストレス下での個体崩壊プロセスと AITC の影響による個体崩壊プロセスとの差異を調べることが可能である。

5 参考文献

- 1) プラナリアの生と死の境 平成 29 年度 仙台
三高 芦立美春他
- 2) ‘Wasabi receptor’ for pain discovered in flatworms
- 3) TRP チャンネルの構造と多様な機能

ジャムにおける味と防腐効果のトレードオフ

～ブルーベリージャムの糖濃度と防カビ効果～

仙台第三高等学校 18班

＜研究背景＞

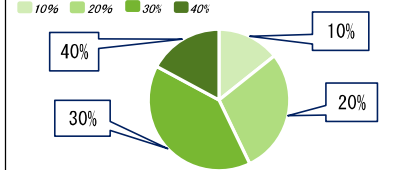
砂糖 → 防腐作用で知られる
Ex) シロップ漬け、ジャム など

トレードオフ

糖度↑
防腐効果↑
味・風味↓

・砂糖が多すぎると健康に悪い
・甘さより、素材の味や風味を優先したい人もいる

アンケート調査の結果

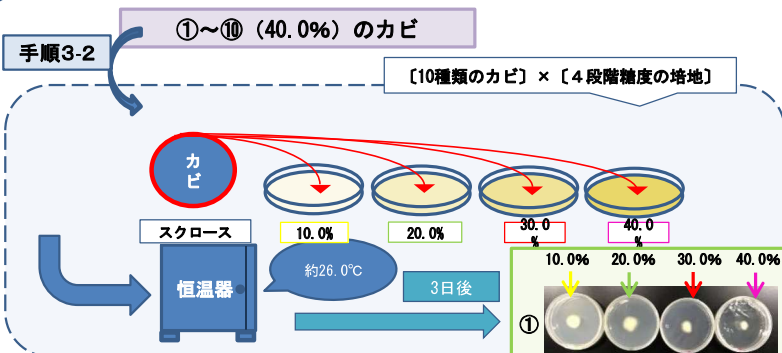
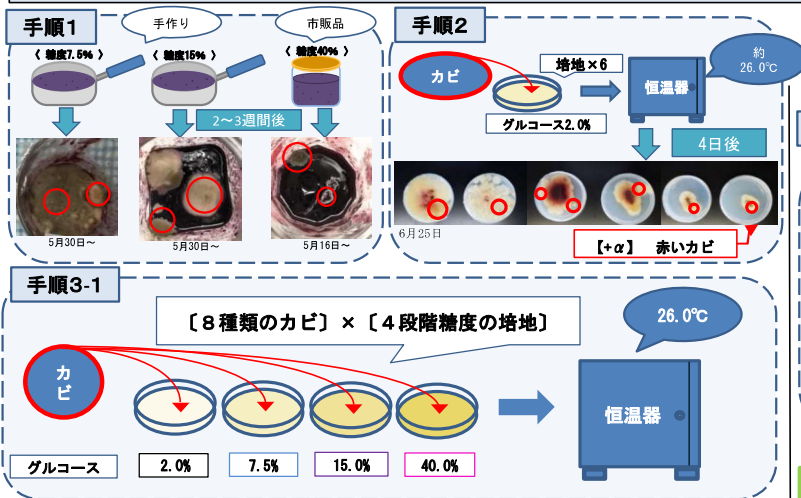


＜実験＞

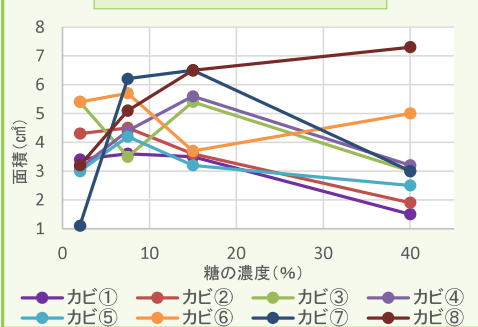
- 手順 → 1 - 糖の濃度がそれぞれ違ったジャムを用意しカビを生やす
2 - 発生したカビを採集し、培地に移す
3 - 培地で増殖したカビを、今度は糖の濃度がそれぞれ違った培地に移す
[手順3-1] ...2.0% 7.5% 15.0% 40.0% } 糖の濃度
[手順3-2] ...10.0% 20.0% 30.0% 40.0% }
4 - 砂糖の濃度が違った培地でのカビの増殖の具合を観察する

目標

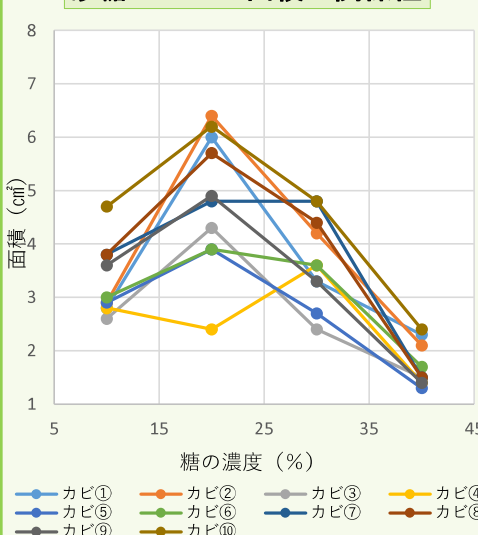
防腐効果と味・風味の、
最も折り合いの良い糖度を見つける



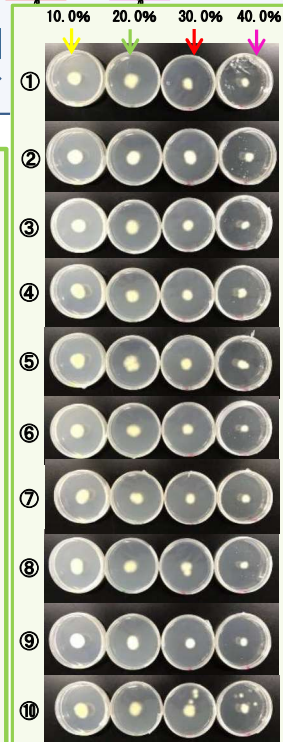
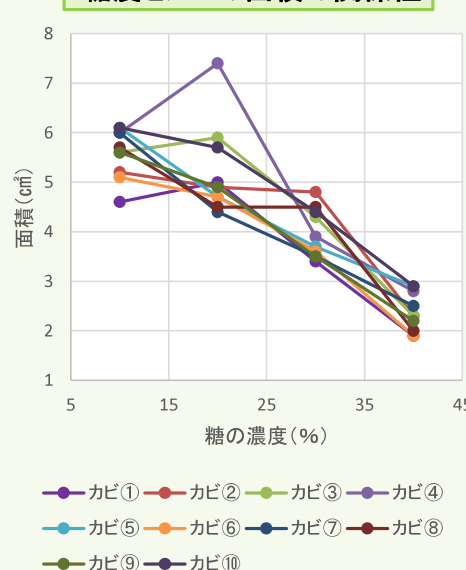
糖度とカビの面積の関係性



砂糖とカビの面積の関係性



糖度とカビの面積の関係性



＜まとめ・わかったこと＞

- ・以上のグラフより、糖度を上げるほどカビは繁殖しにくい
- ・手順3-1、3-2より、一部のカビは他のカビに比べ成長の具合と糖の濃度との関係性に違いが見られた（左図カビ④を参照）→カビには繁殖しやすい糖度がある

＜今後の展望＞

- ・私たちが採取したカビは複数種類あると考えられるため、遺伝子の検査によってカビの種類を特定する
- ・市販品に含まれているレモン汁や洋酒がどのような影響を与えるかを明らかにする →レモン汁であればpHの関係など
- ・実際にジャムを作り、その後どの程度でカビが生えてしまうのか（消費期限）を調べる

参考文献

生活学Navi資料+成分表2017 実教出版 編：実教出版編集部

ジャムにおける防カビ効果とトレードオフ

宮城県仙台第三高等学校

18 班

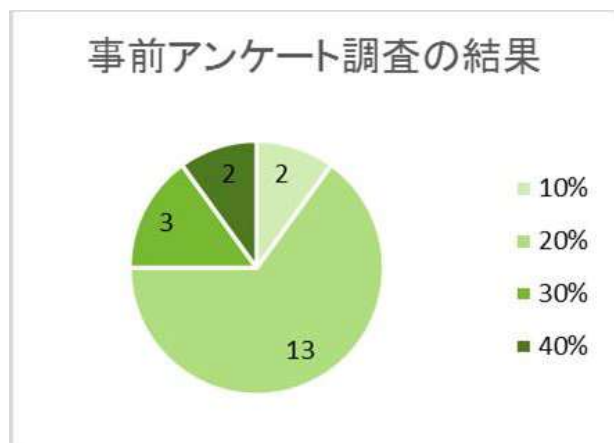
私たちが日常的に口にしている砂糖は調味としての役割だけでなく、浸透圧を利用した防カビ効果も併せ持つ。浸透圧とは、濃度が薄い液から濃い液のほうに半透膜を通して溶媒が移動するときに生じる圧力のことだ。この現象を利用した食品としては、主にジャムや砂糖漬けなどが挙げられる。カビが生える為には糖分や水分などが必要であるが、砂糖の浸透圧によって食品に含まれる水分が糖に吸収されてしまう。そのため、かえってカビが生える為に必要な水分が不足し、ある程度繁殖を防ぐことができる。すなわち砂糖を加えれば加えるほどカビの繁殖を防ぐことができるが、そうすることによって生じる問題が2つある。1に健康を害してしまうこと、2に食品本来の味や風味が損なわれてしまうことだ。このようなトレードオフの関係に注目し、防カビ効果と味、風味の最も折り合いの良い糖度を見つける実験をジャムに焦点を当てて行ったところ、一般に糖度を上げれば防カビ効果が発揮されることがわかった。一方、風味に関しては糖度が市販品よりも低いものから同程度のブルーベリージャムと、食パンを用意し試食してもらった。双方の実験結果を照らし合わせると、およそ糖度30%のジャムが適しているという結果になった。以上の結果から今後の展望として、採集したカビの遺伝子調査、市販品に含まれているレモン汁や洋酒はジャムに影響を与えるのか、また消費期限を調べたいと考えている。

1 背景

砂糖は、昔から私たちの暮らしの中で様々な役割を担ってきた。もちろん調味料としてだけではなく、食材を保存するためにも使われてきた。果物と砂糖を煮付け、ジャムを作ることで本来保存のきかない果物が、そのひと手間によって長期保存を可能にした。保存食になり、食べ物が手に入りにくい時期の備えとなった。浸透圧という現象をうまく利用した結果だ。浸透圧とは、濃度が薄い液から濃い液のほうに半透膜を通して溶媒が移動するときに生じる圧力のことだ。ここで、食品の天敵の一つにカビがある。カビが生える為には糖分や水分などが必要である。しかし、砂糖の浸透圧によって食品に含まれる水分が糖に吸収されてしまう。そのため、かえってカビが生える為に必要な水分が不

足し、ある程度カビの繁殖を防ぐことができる。すなわち砂糖を加えれば加えるほどカビの繁殖を防ぐことができるということになる。1) だがここで2つの問題点がある。それは、健康を害してしまうことと、食品本来の味や風味が損なわれてしまうことだ。そこで私たちは、ジャムについての果物の味や風味を損なわないようにし、かつ保存がきくジャムを作るにはどうしたらいいかということに着目をして実験を始めた。その際使用した果物はほかの果物と比べて価格が比較的安く、年中手に入れやすいブルーベリーを使用した。また、実験を始めるにあたってブルーベリージャムを用いた事前アンケート調査を行った。糖濃度10%、20%、30%、40%のジャムを用意し、仙台三高の関係者20人に試食していただいた。(図1)より20%のジャムが最も支持されたということがわかる。市販されているジャムが糖

濃度約 40%であるのに対して甘さ控えめを好んでいる人が多いことがわかった。そこで我々は、防腐効果に関しては糖の濃度を上げれば上げるほど防腐効果も高まるすなわち、比例の関係にあると考え、また味や風味に関しては事前アンケート調査の結果より糖濃度が低いほうが好まれるという仮説を立てた。



(図 1)

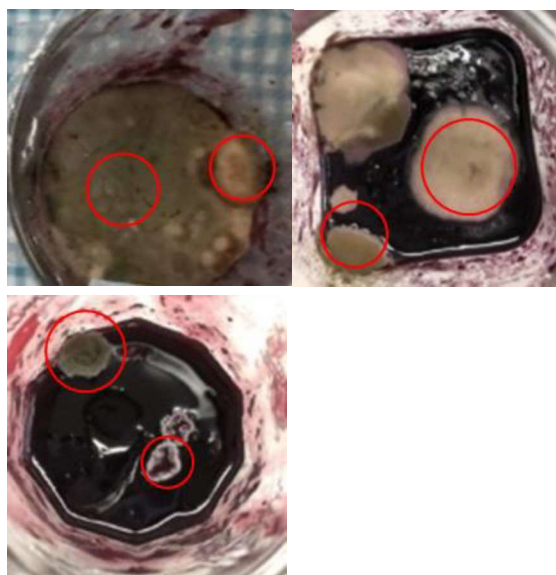
2 材料と方法

〈材料〉

- ・ 個体培地
- ・ ブルーベリージャム

〈準備〉

まずブルーベリージャムを作り、2, 3 週間放置させ、カビを生やさせた。その中に視で 6 種類のカビのカビを確認した。(図 2) しかし、このままではジャムなどのカビ以外のものが混ざっているため、何回か個体培地で培養を重ねてきれいにしていったところ合計で 10 種類のカビを確認できた。この先の実験では、この 10 種類のカビを用いて実験を行うこととする。



(図 2)

〈実験Ⅰ〉

実験Ⅰでは、10%、20%、30%、40%の糖濃度に分けて実験を行った。このように分けた理由は、40%が市販のジャムの糖濃度であることと、糖濃度が 40%を超えると、個体培地に溶けなかったからである。そこを基準に均等に 4 等分した糖濃度にした。この時用いた糖は、基本的な培地で使われるグルコースを用いた。準備した 10 種類のカビをそれぞれの培地に移したあと、26 度前後の恒温器に入れ 3 日間放置させてカビの様子を観察する。また、パソコンのソフトを用いてカビの面積も測定した。

〈実験Ⅱ〉

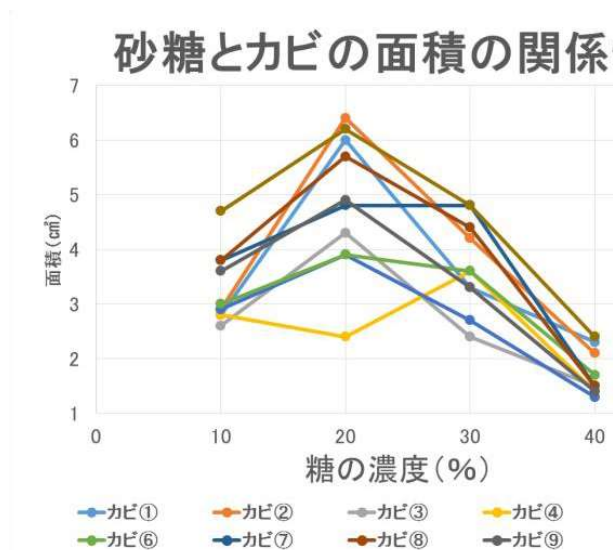
実験Ⅱでは糖をスクロースに変更して実験をした。これは家庭でジャムを作るときを想定していたため、一般的にお菓子作りに使用される糖を使用した方が再現性があると考えたためである。後の手順は実験Ⅰと同様に行った。

〈実験Ⅲ〉

次に三高生アンケート調査をおこなった。糖濃度が 10%, 20%, 30%, 40%のジャムを作り、それをパンに塗って食べてもらい、好みの糖濃度を聞いた。この時被験者にジャムの糖度は知らされていない。また、被験者の人数は 70 人であった。

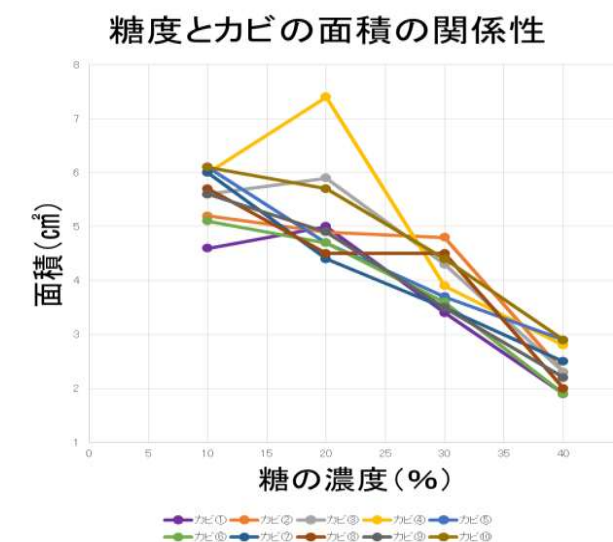
3 結果

＜実験Ⅰ＞



(図 2)

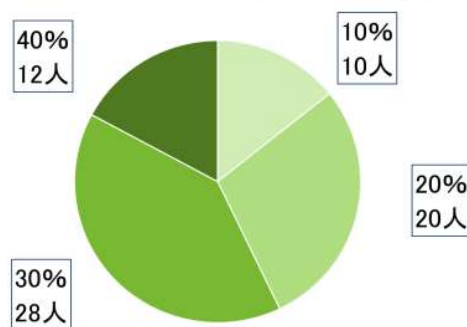
＜実験Ⅱ＞



(図 3)

＜実験Ⅲ＞

アンケート調査の結果



(図 4)

4 考察

今回の実験において我々が初めに立てた仮説は、防腐効果に関しては糖の濃度を上げれば上げるほど防腐効果も高まるすなわち、比例の関係にあると考え、また味や風味に関しては、糖濃度が低いほうが好まれるというものだ。まず、防腐効果に関してだが、我々は糖濃度と防腐効果は比例の関係にあるとみていた。

しかし、実験Ⅰや実験Ⅱの結果を見ると、特に糖の濃度 20%の時にカビの面積が増える傾向にあることがわかった。それについては、カビに必要な糖分が丁度よかったためであると考えられる。

次に味や風味に関する考察だが、我々は糖濃度が低いほうが好まれると予想していた。だが、実験Ⅲの結果より最も好まれているのは、糖濃度 30%のジャムであった。事前アンケートと結果が違った理由としては、事前アンケート調査ではジャムを直接食べていただいたことから控えめな糖度が支持されたが、実験Ⅲでは実際に食べることを想定してジャムをパンに塗って食べていただいたため、事前アンケートよりも高い糖濃度のジャムが人気になったと考えられる。だが、日常生活においてジャムを直接食べるという機会は少ないと考え、最も人気のジャムの糖濃度は 30%であると考えた。

最後に、全体の考察として、実験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの結果全体で考えてみると、実験Ⅰ、Ⅱより糖濃度 20%で一度カビが増殖し、再び濃度を上げると落

ち着いてくる傾向にある。また実験Ⅲより好まれる糖濃度は30%であった。したがって、この実験の目的である防腐効果と味・風味の最も折り合いの良い糖濃度は、30%の値が妥当であると判断した。

5 展望

本研究における展望は3項目ある。

採集したカビは複数種類あると考えられるため、遺伝子の検査によってカビの種類を特定する。

市販されている一部のジャムに含まれているレモン汁や洋酒がどのような影響を与えるかを明らかにする。例えばレモン汁であればpHの関係などを検討していきたいと考えている。

実際にジャムを作り、その後どの程度でカビが生えてしまうのか、すなわち消費期限を調べる。

参考文献

- 1) 生活学 Navi 資料+成分表 2017 実教出版
編：実教出版編集部

視覚・嗅覚が味覚に及ぼす影響

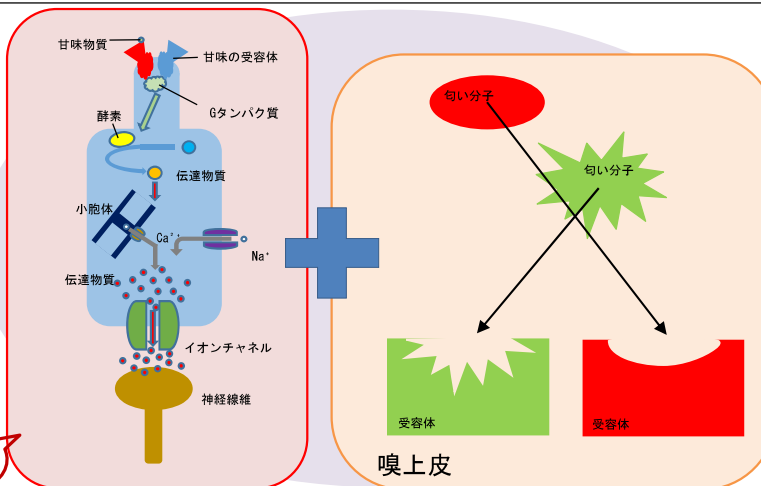
19班

背景

味の感じ方¹⁾

味覚と匂いの情報は
大脳皮質で統合され、
総合的に美味しさが
認識される。
また、かき氷のシ
ロップは色とにおい
を使って味の感じ方
を変化させているこ
とが知られている。

舌



目的

味の感じ方が視覚・嗅覚から
の情報によりどのように変化
するのかを調べる。

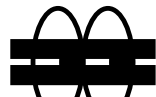
大脳皮質

実験 1

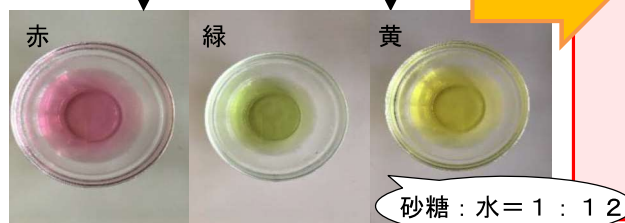
被験者：仙台三高 1～3 学年

仮説
半数程度の人が視覚情
報によって味の感じ方
に変化が生じる。

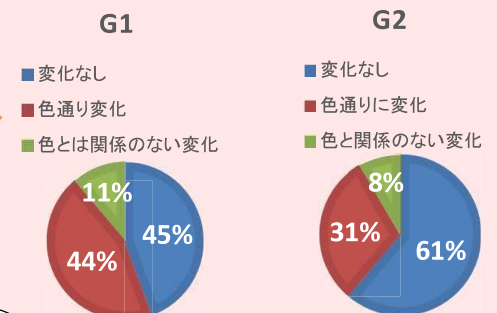
①目隠しあり



②目隠しなし



グラフ 1：実験 1 結果

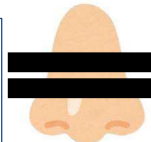


有効回答件数：24 件

実験 2

仮説
においの種類によっ
て味の感じ方に変化
を感じる人の割合が
異なる。

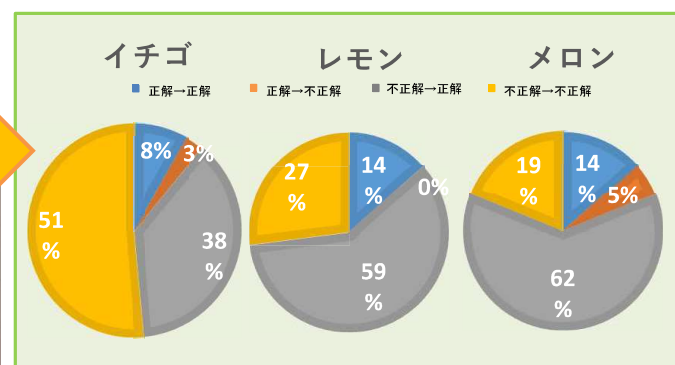
①鼻つまむ



②鼻つままない



グラフ 2：実験 2 結果



有効回答件数：37 件

考察・まとめ

視覚情報によって味の感じ方が変化した人は約 5 割いた。
よって、視覚情報は味覚に影響を与える。
しかし、事前のアンケート調査より導き出した色に対応する食材通りに
変化した人は約 4 割だった。
嗅覚情報を正確に把握できた人は約 5 割いた。
しかし、イチゴのにおいのみ正確に把握できた人が少なかった。
また、視覚より嗅覚のほうが味覚に与える影響が少し大きいことが分
かった。

展望

- ・視覚が味覚に影響を及ぼすメカニズムを調べる。
- ・なぜイチゴのにおいのみ正答者が少なかったのかを検討する。
- ・視覚、嗅覚情報を混合して実験し、どちらの情報のほうがより強い影響を与えるのかを調べる。
- ・ほかの年代の人にも試飲してもらい高校生以外にも当てはまるのかを調べる。

参考文献

- 1) Newton別冊 感覚-驚異の仕組み
- 2) 味覚センサーの開発と応用 <http://www.saltscience.or.jp/symposium/2015-1.tokou.pdf>
- 3) コカ・コーラ <https://www.cocacola.co.jp/brands/i-lohas/i-lohas09>

視覚・嗅覚が味に与える影響

宮城県仙台第三高等学校

19 班

先行研究により、味覚は様々な要素から影響を受けていることが分かっている。¹⁾中でも特に、視覚、嗅覚に着目して、それらがヒトの感じる味にどのような影響を及ぼしているのかを調べた。実験は二つに分けて行った。一つ目の実験は、視覚が味の感じ方に及ぼす影響を調べるもの、二つ目は、嗅覚が味の感じ方にどのような影響を及ぼすかを調べるものである。この二つの実験の被験者は、仙台第三高校の生徒、場所は本校家庭科総合実習室とした。実験方法は、被験者にシロップを試飲してもらう方法をとった。実験1では色付きの砂糖味のシロップ、実験2はにおい付きの実験1と同じ味のシロップを使用した。調査方法は、目隠しや鼻をつまんでもらい、試飲してもらった後にそれらを外し、感じた食材名が同じか、異なるかを記入してもらうものとした。結果より、視覚は4割、嗅覚は7割程度の人の味の感じ方に変化が見られた。しかし、実験2においてにおいによって味の感じ方に変化が見られた人の割合が大きく異なった。このことを踏まえ、視覚、嗅覚情報を同時に与えたらどのようなになるのかをこれから調べる必要がある。

1 背景

味はいろいろな要素によって構成されていることが知られている。具体的には、各々の食文化や食生活が土台となり、その上に舌で感じる基本五味と味覚以外の五感(視覚、嗅覚、聴覚、触覚)、その日の体調、その場の雰囲気などが構成要素としてあげられる。また、舌で感じる基本五味と嗅上皮で感じるにおいては脳皮質で統合されることから、それらは特に味に大きな影響を及ぼしていることが知られている。²⁾

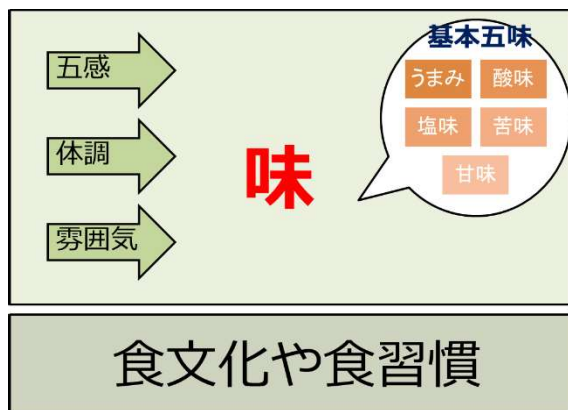


図1 味の構成要素

かき氷のシロップは、甘い味に果物のにおい、そして人口着色料のみで味を構成している。そのため、視覚も味に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

そこで私たちは、舌で甘みを感じているときに、視覚、嗅覚がヒトの感じる味にどのような影響を与えるかを調べるために本研究に取り組んだ。

2 材料と方法

実験は2つに分けて行った。

また、今後砂糖と水の比率が1:12となるように作成した砂糖水をシロップとする。なお、これは一般的な清涼飲料水と同じくらいの甘さである。³⁾

i 実験1

実験1では視覚がヒトの感じる味にどのよう

な影響を与えるかについて調べた。

実験1に先立って、色から連想される食べ物についてのアンケート調査を行った。結果より、赤はイチゴ、トマト、リンゴなどの回答が得られ、緑は、メロン、キュウリ、抹茶、黄は、レモン、はちみつ、バナナなどが連想されることが分かった。

実験1では、シロップを市販の食用色素を用いてそれぞれ、赤、緑、黄に染色した。なお、このシロップは着香しておらず、すべて同じ味である。

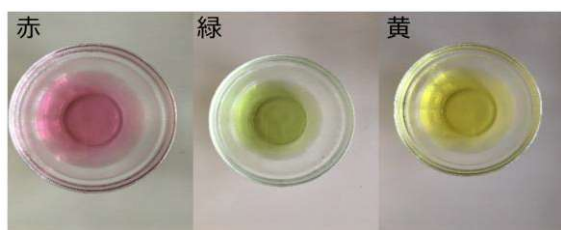


図2 実験1で使用したシロップ

仙台三高の生徒24人に協力をしてもらい、家庭科総合実習室にて実験1を行った。まず、被験者に目隠しをしてもらい、視覚情報が与えられていない状態で、黄、緑、赤の順番で着色したシロップを試飲してもらった。次に、目隠しを外してもらい、視覚情報が与えられている状態で、赤、緑、黄の順番で着色したシロップを試飲してもらった。その後、我々が作成したアンケート用紙に、何の食品の味がしたか、具体的に食品名を一つ記入してもらった。また、試飲してもらう順番を変えた理由は、目隠しを外した際に目隠しをしたときの先入観で同じ味を回答してしまうのではないかと考えたからである。

〈仮説〉

実験1ではほとんどの人が目隠しありと目隠しなしで違う食材を回答し、目隠しなしの時は

色から連想される食材を回答する。

ii 実験2

実験2では嗅覚がヒトの感じる味にどのような影響を与えるのかについて調べた。

被験者は仙台第三高等学校の生徒男女37人、場所は実験1と同様に家庭科総合実習室で行った。実験2では、人工香料(イチゴ、メロン、レモン)を用いて着香したシロップを使用した。なお、このシロップは着色しておらず、すべて同じ味である。



図3 実験2で使用したシロップ

方法は、被験者に鼻をつまんでもらい、3種類のシロップを試飲してもらった後、通常の状態(嗅覚情報を得られる状態)で試飲してもらい、回答用紙に具体的な食品名を記入してもらった。試飲してもらう順番は、鼻をつまんだ時とつまんでいないときで変えず、イチゴ、メロン、レモンの順とした。

〈仮説〉

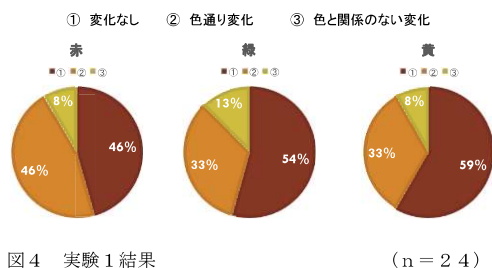
実験2ではほとんどの人が鼻をつまんだ時と、そうでないときとで違う食材を回答し、鼻をつまんでいないときは人工香料と同じ食材名を回答する。

3 結果と考察

i 実験1

実験1の結果は以下のグラフの通りとなった。視覚情報があるときとないときの回答の変化に

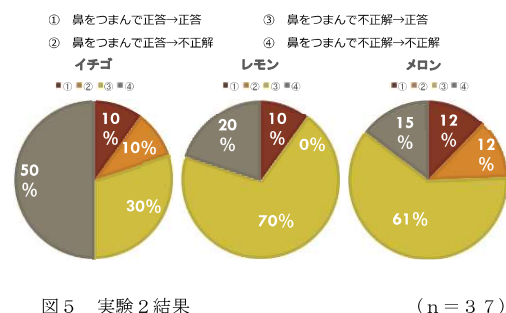
ついて図3にまとめた。



この図を見るにあたっての補足事項を説明する。被験者が、視覚情報があるときとないとき、両方の場合で同じ食品名を答えた場合「変化なし」。視覚情報があるときとないときで異なる食品名を答え、目隠しができない状態のとき、飲んだシロップの色に関連した食品名を答えた場合を「色通り変化」。視覚情報があるときとないときで異なる食品名を答え、目隠しができない状態のとき、飲んだシロップの色と関連のない食品名を答えた場合を「色と関係のない変化」とし、被験者を3パターンに分けて図4を作成した。また、目隠しなしで色から連想される食材を回答していた場合には、色通り変化ではなく色とは関係のない変化か、変化なしに分類する。

このことを踏まえ、結果より視覚情報を与えることにより回答した食材名が異なった(色通り変化と色とは関係のない変化)割合は、どの色も約半数であった。このことから、視覚情報は味の感じ方に影響する。色通り変化の割合が全体の約10%であったことから、色と食材を結び付けて回答した人が少ないと考えられる。また、どの色も色通り変化、色とは関係のない変化、変化なしの割合が約1:4:5と同じようになった。よって視覚情報は約5割程度の人の味の感じ方に影響を及ぼしたと考えられるが、なぜ色通り変化より関係のない変化の割合が高かったのかは判明していない。

ii 実験2



グラフの正解とはそのシロップに加えた人口香料と同じ食材を回答した場合、不正解とは人工香料とは違う食材を記入した場合のことである。したがって、正解は1つの食材(それぞれイチゴ、メロン、レモン)のみ、不正解はそれ以外の食材ということになる。

結果より、嗅覚情報を与えたときと与えていないときとで回答した食材名が異なった(正解→不正解、不正解→正解)割合はメロン、レモンでは約70%、イチゴでは40%であった。その中でも不正解→正解の割合はメロン、レモンでは60~70%程度、イチゴでは30%であった。よって、嗅覚情報は味の感じ方に影響を及ぼすが、必ずしもそのにおい通りの変化を示さない。これは、そもそも何のにおいなのかを感じ取れなかったのかにおいを感じ取ったが味に結びつかなかったのかは、はっきりしていない。また、メロン、レモンとイチゴでは結果に大きな差があった。これは直接的な原因は定かではないが、それぞれのにおいによってその匂い分子を感知する受容体の数が異なることやイチゴの人口香料のにおいはほかのにおいと比べて日常で嗅ぐ頻度が多いため受容体で他のにおいと変わらない程度の受容をしても脳がイチゴのにおいだと認識できなかったこと。つまり「このにおい嗅いだことあるけど何の匂いだったか」という状態になったなどの理由が考えられる。

4 まとめ

視覚情報は半数程度の人の味の感じ方に影響を及ぼすが、食べた食品の色から連想される食材が必ずしも食べた食品の味と関係があると考える人は少ない。

嗅覚情報は大半の人の味の感じ方に影響を与えるが、その匂いによって程度は異なり、また嗅覚情報の影響を全く受けない人もいた。なぜにおいによって程度が異なるかは定かではない。

5 展望

今回、視覚は心理的なもの、嗅覚は科学的なものが味への影響を及ぼすと考え、研究を進めていたが、視覚が味覚に影響を及ぼすメカニズムを詳しく調べることでより正確な実験を行う。

また、なぜイチゴのにおいに対してのみ正答者が少なかったのかを調べる。

今回は高校生を対象としたが、この結果がほかの年代の人にも当てはまる普遍的なものなのかを調べる。

視覚情報、嗅覚情報に対する実験を混合し、どちらの情報のほうがより優位に働くのかを調べる。

6 参考文献

- 1) 味覚センサーの開発と応用

[HTTP://WWW.SALTSCIENCE.OR.JP/SYMPOSIUM/2015-1.TOKOU.PDF](http://www.saltscience.or.jp/symposium/2015-1.tokou.pdf)

- 2) NEWTON 別冊 感覚-驚異のしくみ

- 3) COCA-COLA (JAPAN)

[HTTPS://WWW.COCACOLA.CO.JP/BRANDS/I-LOHAS/I-LOHAS09](https://www.cocacola.co.jp/brands/i-lohas/i-lohas09)

SS 課題研究 I (理数科)

出席番号を基にした指定方法の偏りの有無

宮城県仙台第三高等学校 09班

背景

授業中、
先生に指名される時.....



{ 呼ばれやすい番号
呼ばれにくい番号

1 January 2019						
SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Q.出席番号を基にした指定方法には偏りが存在する？

目的「偏りの有無を調べ、
存在していればその原因を解明する。」

2. 実験材料

条件・実験の際に用いる出席番号の範囲は1～40とする

- ・一年間は365日とする

- ・一日に指名される人数が1人または10人の場合について実験を行う。

(1日10人の試行の際は、
1日1人の場合に呼ばれた番号から順に10人指名する。)

- ・実験結果の値が40を上回った場合、－40を繰り返して1～40の間に収める

偏りの定義：データの内、理論値を上回った箇所の総和。
[理論値：365(日)×10(回)÷40(人)=91.25]

値が大きいほど偏りが大きいことを意味する。

実験方法
1、日付を利用する場合
(ex. 1/31は31番から指名される)

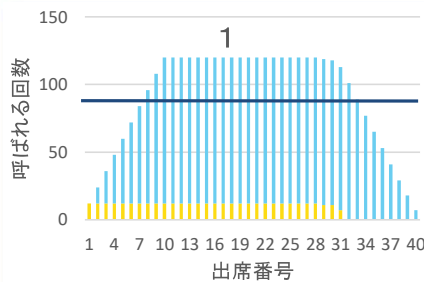
2、月と日の和を用いる場合
(ex. 1/31は32番から指名される)

3、月と日の和を用いる場合 (各位)
(ex. 1/31は5番から指名される)

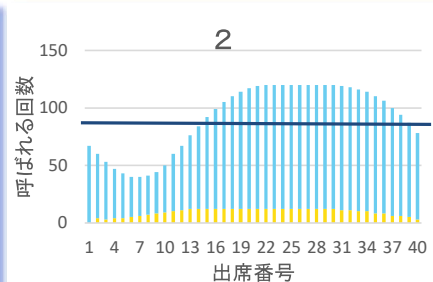
4、月と日の積を用いる場合
(ex. 1/31は31番から指名される)

3. 結果・考察

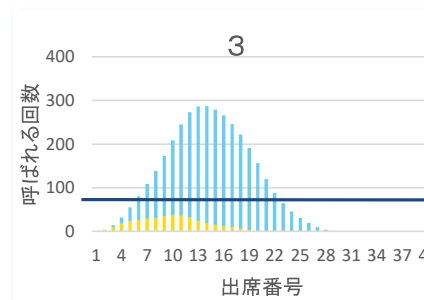
■ 1人の場合 ■ 10人の場合 — 理論値 (91.25)



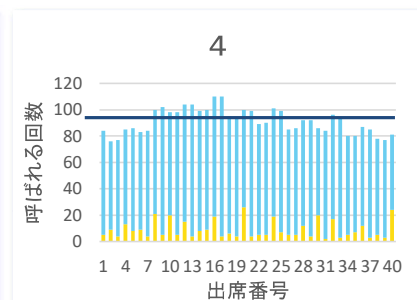
偏り: 653



偏り: 523



偏り: 1832



偏り: 162
(偏りの値は小数点以下切り捨て)

月と日付の積を用いた場合に
偏りが小さくなった。

一日一人の試行の際、とる値にばらつきが
見られたためだと考えられる。

4. まとめ・結論

今回の実験から、やはり出席番号を基にした指定方法には番号ごとの偏りが存在することがわかった。
しかし、月と日付の積の値を使用した際に比較的偏りの値が小さくなったことから、方法を工夫することで出席番号を用いた場合でも、問題演習に適した偏りの少ない指定方法が作成できると考えられる。

よって、今後は

偏りがない指定方法の作成

偏りが生まれる要因の解明

の二点を中心に研究を進めていく。

安価な風洞の制作に向けて

仙台第三高等学校 05班

1. 序論

私たちの班は風洞実験装置を用いた実験を行った。風洞実験装置とは、人工的に風の流れを発生させ、煙などを使ってその流れを可視化して観察することができるようにするもので、本来は、自動車や航空機、高層ビルなどの風の影響を受けやすいものの設計などに用いられる。それらは非常に高価なため、私たちは安価で、かつ精度の高い風洞を作れないかと考え、実験を開始した。

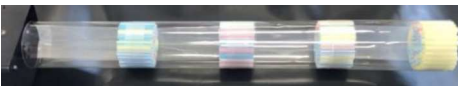
2. 材料と方法

・材料

プラスチックの板、ガムテープ、掃除機、ネット、ストロー、袋

・装置の作り方

プラスチックの板を筒状に丸め、その端に整流器として、ストローをまとめて12cmに切ったものと、小さい穴がたくさん空いたネット（メッシュ）を張ったものをそれぞれ作成する（ストローとメッシュの規格は下に示す）。



ストローを用いた風洞



メッシュを用いた風洞



・ストロー
Φ

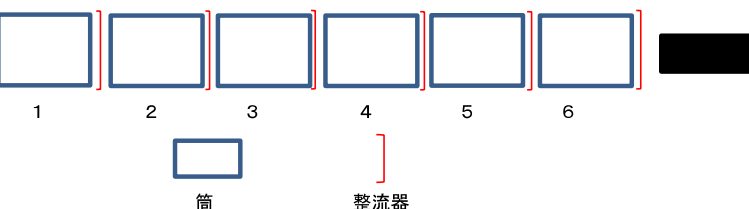


・メッシュ
40メッシュ
開孔率：42.7%

・材料 円周19cmのプラスチックの筒を6つつなげたもの、整流器（直径6mmのストロー、メッシュ）、糸を付けた針金

・実験方法

整流器にストロー・メッシュ・整流器なしの風洞を用意し、風洞装置を地面に垂直に立て、装置内に針金をいれて、観察箇所を糸を3本垂らしてその糸が掃除機で下から吸った風によってどのくらい動いたかでどの整流器が最も空気を整えられるか、どの位置が最も観察位置として適切かを検証した。この実験を、すべての場所に整流器を配置した状態と、観測する位置のみに整流器を配置する状態の2通りで行った。

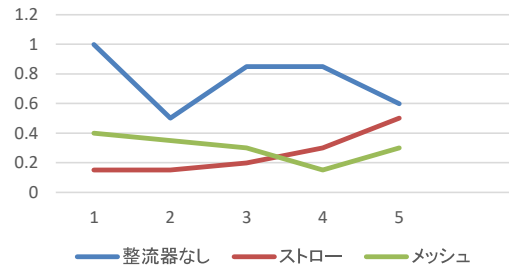


3. 結果・考察

横軸は、風洞の中の位置を表していて、掃除機から遠い位置から1から5としている。

また、縦軸は、糸の乱れを表していて、整流器なしの最も掃除機から遠い位置の糸の揺れを1として記録している。

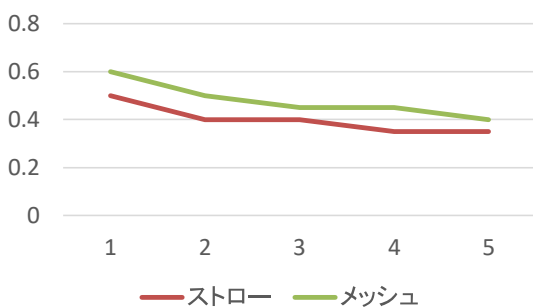
すべての位置に整流器を配置した状態



上のグラフから、ストロー、メッシュのいずれも、整流器を何もつけなかったただの筒と比べ、大幅に空気の流れを整えていることがわかった。

すべての位置に整流器を配置した状態のグラフを見ると、メッシュを使った場合に最も糸の揺れが抑えられている。

観測位置のみに設置した状態



しかし、観測位置のみに設置した状態のグラフでは、どの位置でもストローがより空気を整流していた。

今回、観測位置のみに整流器を設置する方法では、観測位置の奥に整流器を設置していたので、全ての整流器を同じ種類に統一するのではなく、観測位置の奥はストロー、手前はメッシュというように、場所によって使い分けが必要だと考察した。

まとめ・今後の展望

今回の調査・実験で、風洞装置に適している整流器や、空気の流れを観察する物体を置く適切な位置を確かめることができた。

今後は、実験で明らかになった適した整流器や観察位置から、より実践的な大きい風洞装置を制作し、風速測定や、実際に物体を入れて観察することで、更なる風洞装置の性能評価をして、安価でより性能の高い風洞実験装置を作成していきたい。

参考文献

国立大学56工学系ホームページ
ファインメッシュ／規格表

<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/130109.php>
http://www.sogyo.co.jp/mesh_jis/

水と油の境界面の動きと加速度の関係

宮城県仙台第三高等学校 06班

1. 背景・目的

イスタンブールのお盆

水と油を入れた容器を振り子運動させる

- 油の表面はお盆と平行
- 水と油の境界面は大きく揺れる

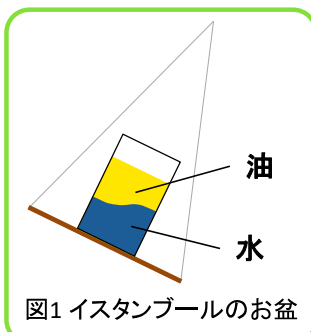
《先行研究》

粘性と揺れとの関係性^[1]

振り子の支点や重心と容器の距離と揺れとの関係性^[2]

振り子運動は加速度が常に変化する

↓
加速度の大きさや向きと境界面の揺れとの関係性をしらべる。



2. 材料

- 力学台車2台
- 油200ml
- 針金(台車と木材の固定)
- 容器
- 木材
- 板(傾斜)
- 水200ml
- カメラ(スマートフォン)
- ばね

これらを右図のように固定する。

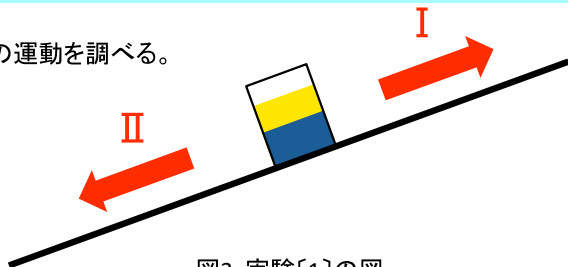
これまでは装置とカメラは別々に設置していたが、装置にカメラを固定することで小さな揺れも観察できるようになった。



3. 実験方法

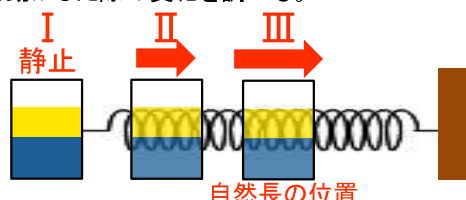
実験[1]

平面での運動を調べる。



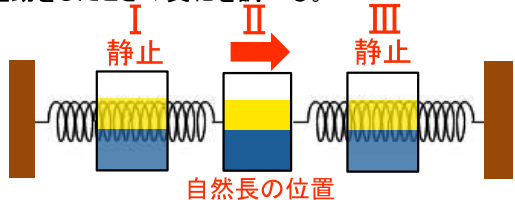
実験[2]

ばねを用いて動かした際の変化を調べる。



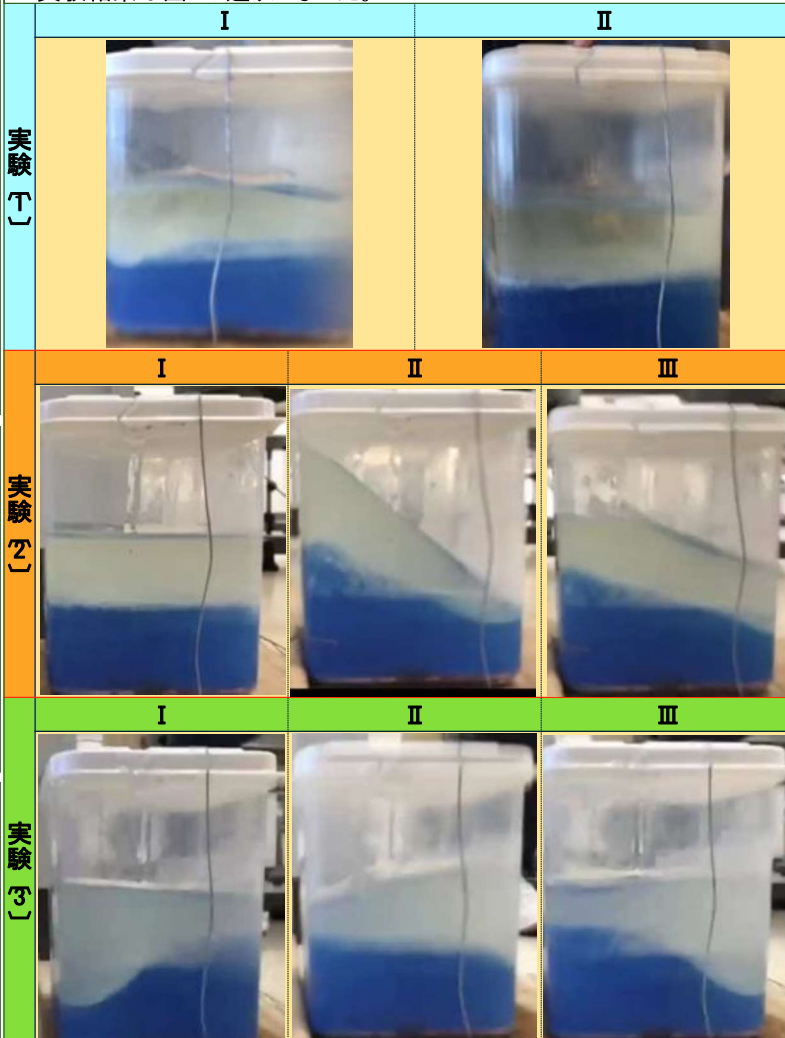
実験[3]

ばねで反復運動をしたときの変化を調べる。



4. 結果

実験結果は図6の通りになった。



5. まとめ・結論

- 実験[1]より等加速度運動では現象が起きない事が分かった。
 - 実験[2]より加速度の大きさの変化では現象が起きないことが分かった。
 - 実験[3]より加速度の向きの変化があると現象が起きることが分かった。
- イスタンブールのお盆の境界面の揺れは加速度の向きの変化が大きく関わっている。

6. 今後の展望

- 反復運動と振り子運動の比較
周期などの条件をそろえることで直線運動と円運動とでの違いを比較する。
- 液体の三層化
今までのような水と油の二層ではなく、他の液体を用いて三層にした際の境界面の揺れを調べる。
- 原因の解明
密度の差などを用いて、境界面だけが揺れる原理を解明する。

参考文献

- [1]平成29年度 課題研究「イスタンブールのお盆に乗せた2層の液体の動き」
- [2]平成30年度 課題研究「イスタンブールのお盆の水と油の不思議な動きの解明」

プロペラの回転と落下体の関係性

仙台第三高等学校 07班

1. 序論

現在、プロペラは、飛行機やヘリコプター、ドローンをはじめとした多くのものに使われている。

プロペラは物体を上昇させたりプロペラの回転をエネルギーに変えるなど、用途によって使われ方はさまざま。私たちはその中で落下する物体とプロペラの関係性について研究しようと考えた。



2. 実験方法・内容

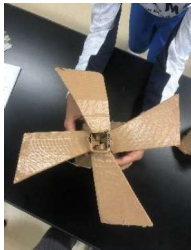
材料

仙台第三高等学校で毎年行われているエッグドロップを参考にし、今回の課題研究に乗り出した。したがって材料は元のエッグドロップとあまり変わらない。

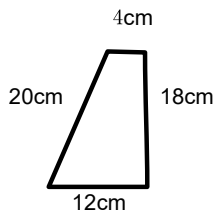
・段ボール板 ・ガムテープ ・油粘土

実験内容

おもりを模した正八面体の装置を段ボール板で作る。その装置に、四枚の羽(プロペラ)をそれぞれ地面に対して、15度、30度、45度の3パターンでつけ、装置の落下速度や落下の様子を動画に撮り、落下にかかる時間を調べる。



羽の形は右図の通りである。



予備実験

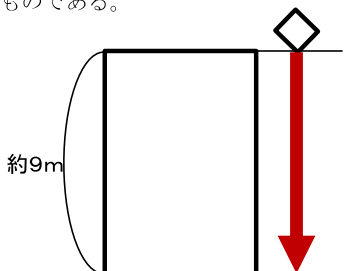
15度、30度、45度の羽を取り付けた機体をそれぞれ本校大講義室外の非常用階段4階(地面から約9メートル)から下に落とした。この時使用したのは、段ボールとガムテープのみ。

結果として、完全に無風な状態での実験は不可能に近く、段ボールとガムテープのみの装置では小さな風でも影響が出やすく、安定しないことが判明。

そこで装置の内側に油粘土(250グラム)をいれ、機体の安定感を増させることにした。

実験

機体の内側に油粘土を250グラム入れ、非常用階段4階、約9メートルの高さから、羽の取り付けの角度がそれぞれ15度、30度、45度にしたものを、三回ずつ落とす。なお、実験の回数は、機体への影響を考慮したものである。

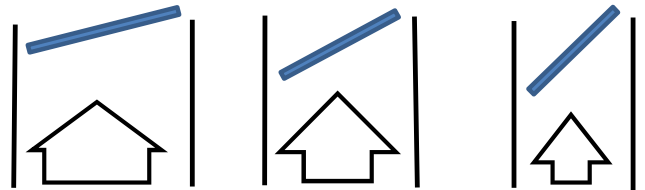


3. 仮説

それぞれの角度のプロペラの羽を設置した機体が地面に対してまっすぐ落下するとき、下からの空気抵抗はプロペラの羽の角度が低いほど大きい。

したがって落下する際の速度は、15度の機体が最も遅く、45度の機体が最も早いと考える。

予備実験の結果は、落下において下方向から受ける風の力が、横に受け流されやすいからと考えられる。



4. 結果

結果は以下の通りである。

角度	平均時間
15度	1.55s
30度	1.47s
45度	1.42s

角度	回転数
15度	4.98回/s
30度	6.33回/s
45度	6.83回/s

結果はすべて平均値である。

5. 考察/まとめ

我々の考察通り、この三種類の角度において、プロペラの設置角度が小さい程、落下にかかる時間は長くなった。また、回転数が多くなるほど、落下時間は短くなった。

機体の安定について、粘土を用いない予備実験では、30、45度の機体はどちらも安定性に欠けた。下から受ける空気抵抗の小ささが安定感に関係すると考える。

6. 展望

今後、15度よりさらに角度を小さくした場合、45度より大きくした場合の落下の様子はどのようなかを検証する。また、今回の実験で得た回転数や落下時間の結果をもとにして30度、45度の機体の不安定の理由の解明につとめる。

参考文献

自由落下回転体の空力メカニズムの研究; 酒井 謙二 <https://core.ac.uk/download/pdf/71914317.pdf>

動画にみる螺旋状の流水

宮城県仙台第三高校 08班

1. 序論

空気中を流れる水に音を当てると流れ方が変化する
→原理は不明



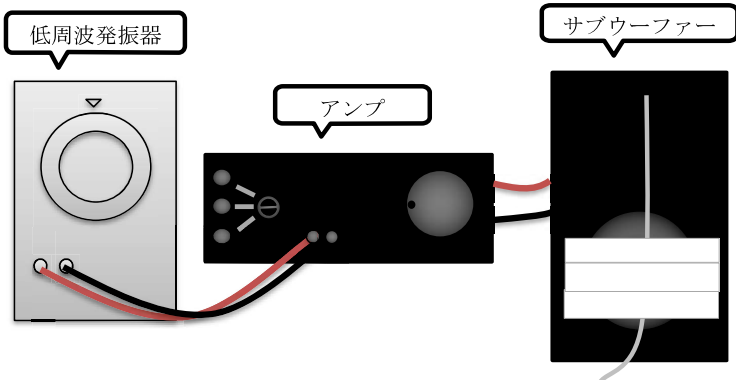
- 原理を解明したい
- ・周波数は関係あるのか?
- ・どのような形なのか?

2. 材料と方法

材料

- ・低周波発振器
- ・アンプ
- ・サブウーファー
- ・ホース (内12×外14ビニール製, 内4×外6シリコン製)
- ・ビニールテープ
- ・スマートフォンのカメラ (24fps, 30fps, 60fps, 120fps対応)

フレームレートは、動画において、単位時間あたりに処理させるフレーム数（静止画像数、コマ数）である。通常、1秒あたりの数値で表し、fps（英: frames per second=フレーム毎秒）という単位で表す。 2)



実験方法

- ・上図のように低周波発振器、アンプ、サブウーファーで回路を組む
- ・サブウーファーにビニールテープでホースを貼り付ける
- ・ホースとペットボトルをつなげる
- ・カメラのフレームレートを変更する

- ・電源を入れる
- ・水を流す

- ・水を流す様子をいろんな方向から撮影する
- ・フレームレートと周波数を変えて同じ操作を繰り返す

3. 結果・考察

実験①ホースの太さ

12×14のビニール製ホースは振動しなかった
→与える振動に対してホースの質量が大きすぎる

4×6のシリコン製ホースに変更

振動した

→4×6シリコン製ホースで実験

実験②周波数

○24Hz (24Hz), 30Hz (30fps), 60Hz (60fps), 120Hz (120fps) で実験

周波数が高くなる
→螺旋の幅が狭くなる

120Hz (120fps) のとき流れ方に变化なし
→ホースが振動できない速さ

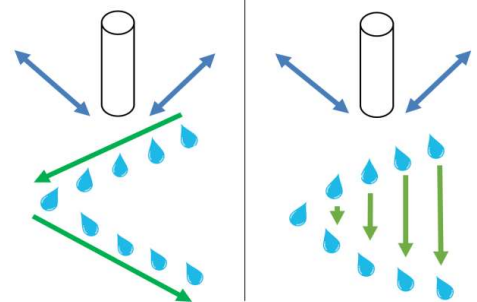
実験③周波数とフレームレート

周波数 (全て24fps)	23Hz	24Hz	25Hz
見え方	上昇	停止	下降
周波数・ フレームレ ート	30Hz (30fps)	60Hz (60fps)	120Hz (120fps)
見え方	停止	停止	—

仮説：一コマに写る水滴の位置の変化によるもの
なのでは？

動画で見たとき(みかけ)

実際



* 緑…水の流れ方 青…ホースの振動方向

5. 今後の展望

仮説の検証をする (ビーズを使用した実験)

実験④(予定)

方法：密度の高い液体を用いて実験③と同じフレームレート、周波数で実験する
液体の例：食塩水、砂糖水、水溶き片栗粉、グリセリン、水あめ

4. まとめ

- ・重いホースは振動しなかった
- ・周波数を高くすると螺旋の縦幅が狭まった
- ・120Hzではらせん状に見えなかった
- ・フレームレートと周波数の差によって螺旋全体の動き方が変わった
- ・螺旋に見えるのは一定の角度の範囲からのみ
→ホースの動く向きに依存する

参考文献

- 1) https://www.youtube.com/watch?v=uENITui5_jU
- 2) <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%A0%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%88>

色素増感型太陽電池とアントシアニンの関係

宮城県仙台第三高等学校 10班

実験の背景

色素増感型太陽電池とは透明な導電性ガラスに酸化チタンを焼き付け、色素を吸着させた電極と、同じく導電性ガラス板の対極からなる。

長所

- ・簡単な材料で作成できること
- ・さまざまな形のものも容易に作成できること

短所

- ・発電効率が悪い
- ・長期間の使用が難しい

2年前に行われた先行研究では、太陽電池を製作する過程で使用する硝酸のpH値を操作し、電圧にどのような変化が起こるのかを調べていた。実験の結果、硝酸のpH値が2.0に近づくにつれて、電圧の値は大きくなったが、持続力はないということが分かった。

今回の実験では、硝酸のpH値は3.0と固定し、使用する色素や色素の濃度を変えて、電圧を計測した。

実験の目的

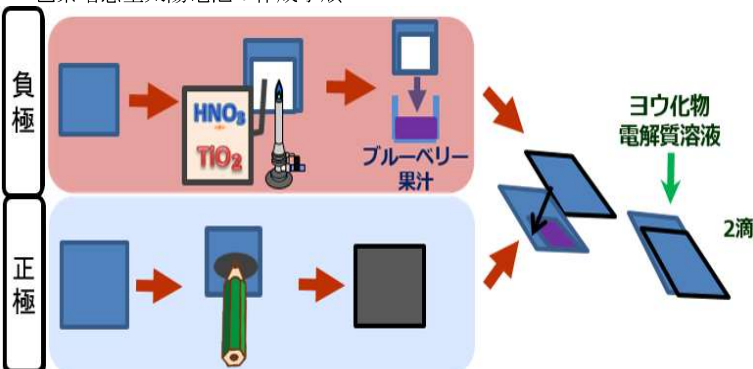
色素に着目しアントシアニン量による発電量の変化について実験する。また、発電効率を上げるための条件を調べる。

材料と方法

・材料、道具

太陽電池…導電性ガラス 硝酸 二酸化チタンの粉末 炭素
ブルーベリー果汁(濃度100%, 50%, 25%)
イチゴ果汁(100%のみ) ヨウ化物電解質溶液
ガスバーナー、プロジェクター、マルチメーター

・色素増感型太陽電池の作成手順

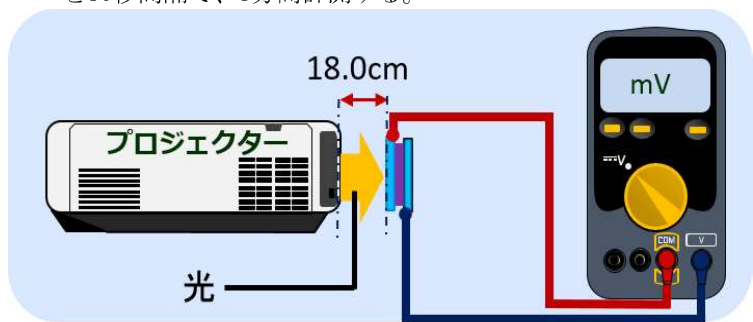


実験

- ①…果汁による発電量の違いを調べる。
- ②…色素の量による発電量の違いを調べる。

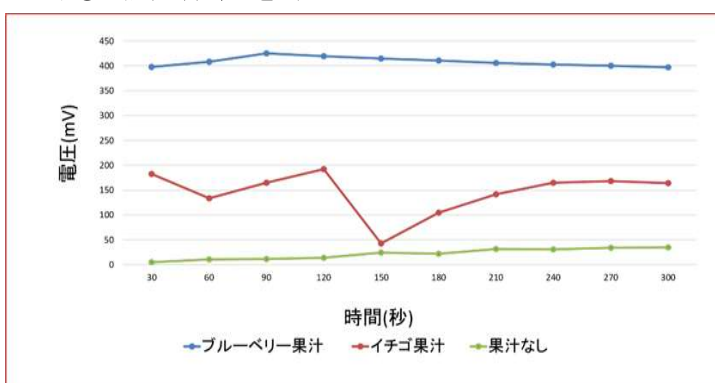
実験方法

- ①…ブルーベリー果汁、イチゴ果汁を用いて太陽電池を作る。プロジェクターで太陽電池へ光をあて、それぞれの電圧を30秒間隔で、5分間計測する。
- ②…濃度100%、50%、25%のブルーベリー果汁を用いて太陽電池を作る。プロジェクターで太陽電池へ光をあて、それぞれの電圧を30秒間隔で、5分間計測する。

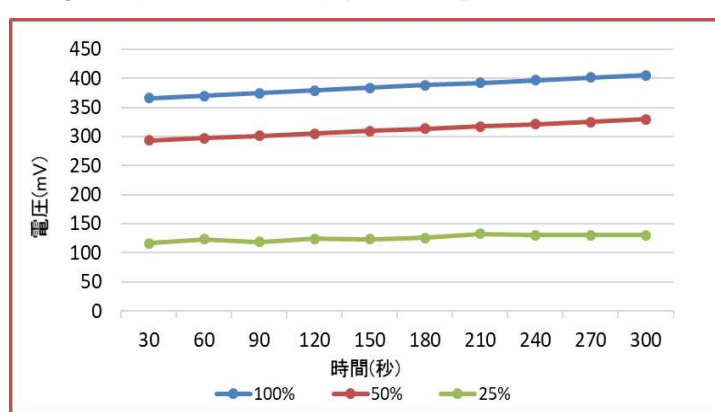


結果・考察

・実験①の結果 (果汁の違い)



実験②の結果 (ブルーベリー果汁の濃度の違い)



実験①について

ブルーベリー、イチゴ、果汁なしの順に高い電圧が測定され、5分間その状態が保たれた。また、イチゴ果汁を使用したときに急激な電圧の変化が見られた。また、色素がない場合でも発電できたことから、酸化チタンが可視光に含まれている410nm以下の波長の光を吸収し発電したと考えられる。

実験②について

濃度100%、50%、25%の順に発電電圧が大きいことが読み取れる。また、どの濃度においても、安定した測定結果が得られた。

まとめ

色素の含有量が多いほど発電電圧が大きくなることがわかった。また、ブルーベリーの色素含有量は386.6mg/100g、イチゴは21.2mg/100gであり、ブルーベリーはイチゴの約18倍の色素を含有している。よって、以下の実験より、DSSCの発電電圧の差は植物によるちがいはなく、色素の含有量によるちがいだということがわかる。このことから、色素増感型太陽電池の発電効率を高めたい場合は、色素の含有量が多い植物を使用すると良いといえる。

今後の展望

発電効率をあげるために色素含有量の多いアサイーベリーやビルベリーを用いて測定していきたい。また、今回は測定時間が5分と短かったため、測定時間を延ばして電圧の変化のしかたを調べると共に、現在の発電量で何に使えるかを調べたい。

参考文献

仙台第三高等学校「硝酸のpH値と色素増感太陽電池」
ケニス「ナノクリスタル色素増感型太陽電池作成キット」

銅の植物に対する毒性を緩和させる因子

宮城県仙台第三高校 11班

背景・目的

銅は抗菌材料として幅広い分野で利用されている¹⁾

例:ドアノブ 水道管

しかし…

植物が銅イオンを摂取すると根の成長を阻害する

例:足尾銅山鉱毒事件

最近の研究では…

塩化ナトリウムを添加し、銀イオンを不活化させる可能性が示唆されている²⁾

銅イオンでも同じような効果が見られるのではないかと

実験1 塩化ナトリウムによる銅イオンの不活化を確認する

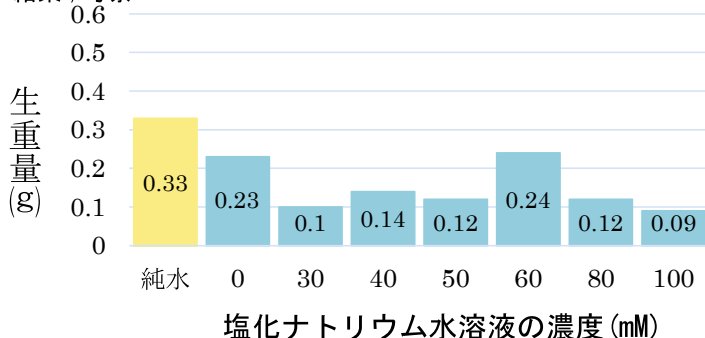
材料

- ・はつか大根の種
- ・純水
- ・塩化ナトリウム水溶液 30mM, 40mM, 50mM
- ・硫酸銅水溶液 $5.0 \times 10^{-4}\%$, $5.0 \times 10^{-5}\%$
- 60mM, 80mM, 100mM

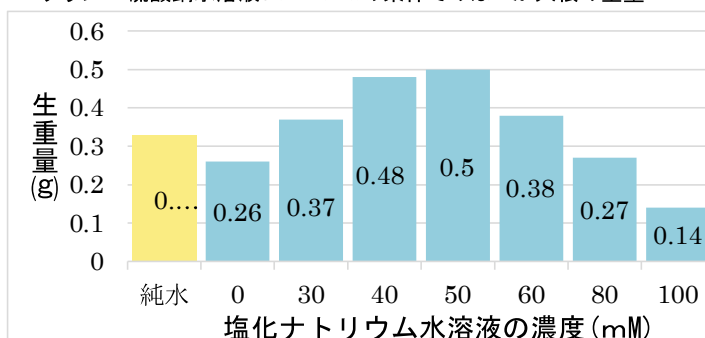
方法

- ①それぞれの濃度の塩化ナトリウム水溶液と硫酸銅水溶液を同量入れたシャーレにはつか大根の種を入れる
- ②アルミホイルを被せ、光が当たらないよう1週間観察する

結果、考察



グラフ1 硫酸銅水溶液 $5.0 \times 10^{-4}\%$ の条件ではつか大根の重量



グラフ2 硫酸銅水溶液 $5.0 \times 10^{-5}\%$ の条件ではつか大根の重量

○硫酸銅水溶液 $5.0 \times 10^{-4}\%$ の条件
・30mMの条件で、はつか大根の重量が他よりも大きい
→塩化ナトリウムの濃度が低く成長への影響が小さかった可能性がある

○硫酸銅水溶液 $5.0 \times 10^{-5}\%$ の条件
・40mM, 50mMの条件ではつか大根の重量が純水の条件よりも大きく、グラフが山型になっている
→塩化ナトリウム水溶液と硫酸銅水溶液の濃度が適切であり、はつか大根の成長に使われた可能性がある

実験2 添加するタイミングによる成長の変化

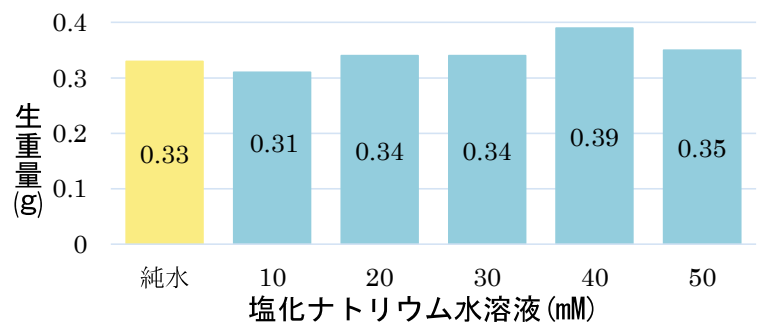
材料

- ・はつか大根の種
- ・純水
- ・塩化ナトリウム水溶液 10mM, 20mM, 30mM, 40mM, 50mM
- ・硫酸銅水溶液 $5.0 \times 10^{-4}\%$

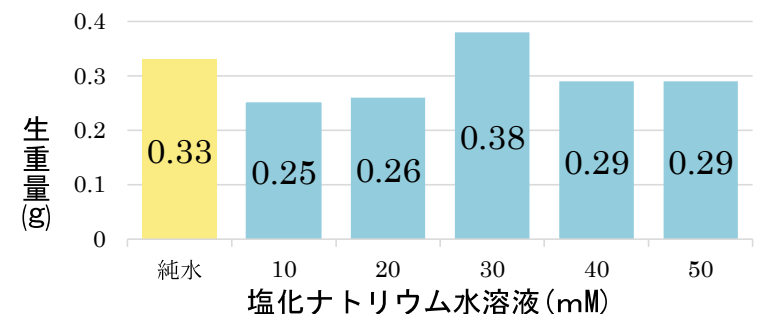
方法

- ①シャーレに硫酸銅水溶液10mlと種を入れ20分おく
 - ②それぞれの濃度の塩化ナトリウム水溶液10mlを添加する
 - ③アルミホイルを被せ、光が当たらないよう1週間観察する
- ①シャーレにそれぞれの濃度の塩化ナトリウム水溶液10mlと種を入れ20分おく
 - ②硫酸銅水溶液を10ml添加する

結果、考察



グラフ3 硫酸銅水溶液を20分後に入れた時ののはつか大根の生重量



グラフ4 塩化ナトリウム水溶液を20分後に入れた時ののはつか大根の生重量

○硫酸銅水溶液を20分後に入れる条件

・それぞれの濃度の塩化ナトリウム水溶液による植物の成長の差が小さく、純水の条件と生重量があまり変わらない
→植物が10から50mMの塩化ナトリウムを先に摂取したとき、硫酸銅水溶液の働きを抑制することができる可能性がある

○塩化ナトリウム水溶液を20分後に入れる条件

・塩化ナトリウム水溶液の濃度30mMの条件のとき他の条件に比べ、著しい成長している
→グラフが山型になっていることから、植物が硫酸銅を先に摂取したとき、添加するタイミングを変えても塩化ナトリウムが毒性を緩和させやすい濃度比がある可能性がある

展望

・植物に対して適切な塩化ナトリウム水溶液と硫酸銅水溶液の濃度を探る

・植物に対してより適切な溶液を入れるタイミングを探る

・塩化ナトリウムが作用している場所を調べる

・グラフの結果の規則性を調べる

参考文献

- 1) 岸田直裕 他, 銅を用いた水中の微生物の不活化技術の現状と課題 日本公衛誌 第60巻第9号(2013)
- 2) 松村吉信, 銀イオンや銅イオンの抗菌性—作用メカニズムと微生物適応戦略 科学と教育53巻5号(2005)

～身近な微生物の活躍～
宮城県仙台第三高等学校 12班

【1. 背景】

現在、海には大量のプラスチックがごみとして存在している。



プラスチックごみを分解することで
環境を守る新たな方法を考えたい

プラスチックは、微生物により分解される。

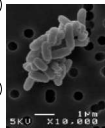
- *Pseudomonas*属（シュードモナス属）図①
- *Sphingomonas*属（スフィンゴモナス属）図②



マイクロプラスチック



↑ 図①



→ 図②

【2. 材料と方法】

材料、装置

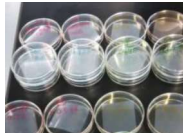
- ・ポリエステル
- ・ポリエチレン
- ・松の木の下の土 (図③)
- ・オートクレーブ
- ・恒温器
- ・シャーレ
- ・超音波洗浄機
- ・精密電子天秤

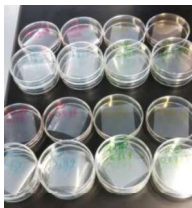


↑ 义③

ヒマラヤシーダ

実験方法

- ◇1 松林の土を集め、そのうちの半分をオートクレーブで滅菌した。
 - ◇2 シャーレの中にプラスチックと土を入れた。
 - ◇3 土に入れたプラスチックを常温または30度で一定に保った状態で、プラスチックを分解させた。
 - ◇4 一週間ごとに測定・観察を行った。
 - ◇5 プラスチックの質量の測定をした。
- 



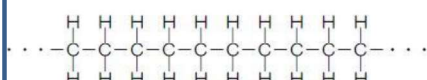
※ シャーレからプラスチックを取り出す際、超音波洗浄機で洗浄しキッチンペーパー等で水滴をとっている。

※ 電子天秤は少数第4位まで図れるものを使用している。

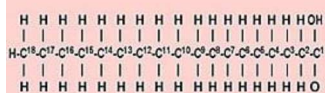
【3. 着眼点】

★松の葉のワックスと似た構造を持っていればよいのでは？

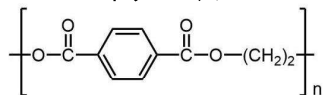
ポリエチレン



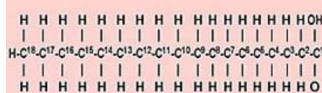
松の葉の表面のワックス



ポリエステル



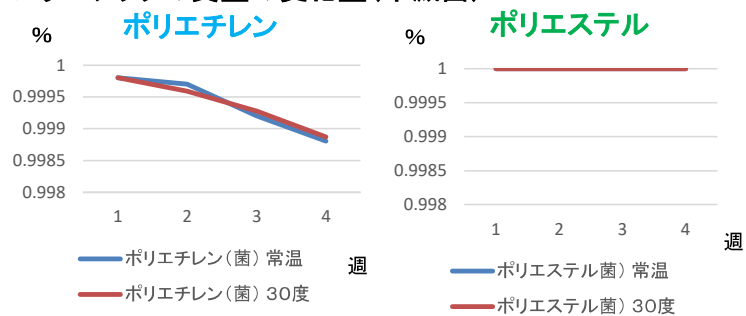
松の葉の表面のワックス



どちらも同じ構造を持っている

【4. 結果と考察】

プラスチックの質量の変化量(未滅菌)



プラスチックの質量の変化量(滅菌された土)



まとめと考察

- ・ポリエチレンは菌がある土のみで分解された。
- 分解には菌の働きが関係している。
- ・ポリエチレンは分解されたがポリエステルは分解されなかった。
- 炭化水素の結合を選択的に分解する菌類が存在する可能性がある。
- ・温度による変化は少なかった。
- 30度は菌のもつ最適温度ではない可能性がある。

【5. 今後の展望】

- ①分解後のプラスチックの表面の構造が変化しているか電子顕微鏡で観察する
- ②プラスチックに穴をあけ分解されやすくしてみる
- ③他のプラスチックを試す
- ④分解されやすい最適な温度を調べる

参考文献

ヤクルト中央研究所 - ヤクルト本社

木炭電池の高性能化に向けて

宮城県仙台第三高等学校 13班

1. 背景・目的

木炭電池は空気アルミ電池の一種。比較的安価で簡単に作成できるが、ほかの電池に劣る性能であるため現状一般にはあまり使われていない²⁾

研究目的
実用可能な木炭電池を作る

実験1 木炭の形状による電流の大きさについて調べる

※木炭には黒炭と白炭がある。
本研究では電気を流しやすい白炭（備長炭）を用いた。

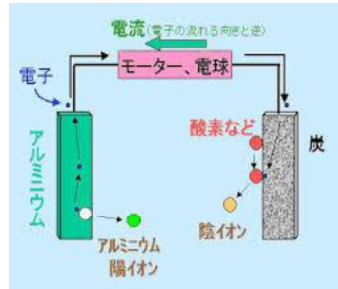


図1 木炭電池の仕組み¹⁾

・実験1

目的 木炭電池に最適な木炭の形状を探る

材料 木炭(30g) 飽和食塩水(6g) キッチンペーパー
アルミホイル2枚(10×20cm)

方法 三種類の木炭の形状で流れた電流を比較する

1 円柱型 2 礫型(4mm~6mm) 3 粉末型

- ①アルミホイル1枚の上に飽和食塩水をしみこませたキッチンペーパーを敷く。
- ②その上に木炭30gをまんべんなく敷く。
- ③そこにもう一枚のアルミホイルをかぶせ、密着させる

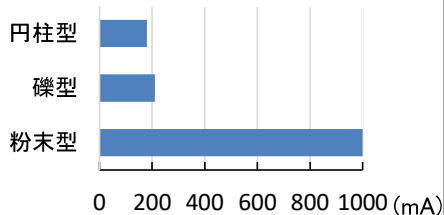


表1 実験1の結果

図2 粉末状での実験

結果

①円柱型 180mA ②礫型 210mA ③粉末型 1000mA

考察

- ・粉末型のとき電流が最も大きくなった
→アルミホイルと木炭が密着する表面積が最も大きい
→粒子間の間隔が狭くなり、木炭の電気抵抗が下がった

・実験2

目的 加えた力と電流の関係を調べる

実験方法

力が全体に伝わるように一辺12cmの木板(100g)を用意した

- ①木の板2枚をアルミホイルで包む。
- ②その板1枚の上に飽和食塩水6gをしみこませたキッチンペーパーを敷く。
- ③その上に粉末型の木炭15gをまんべんなく敷く
- ④そこにもう一枚の板をかぶせる。
- ⑤力を加えていく。 ※木の板の重さを除き、人為的に力を加えない状態を0Nとする

結果

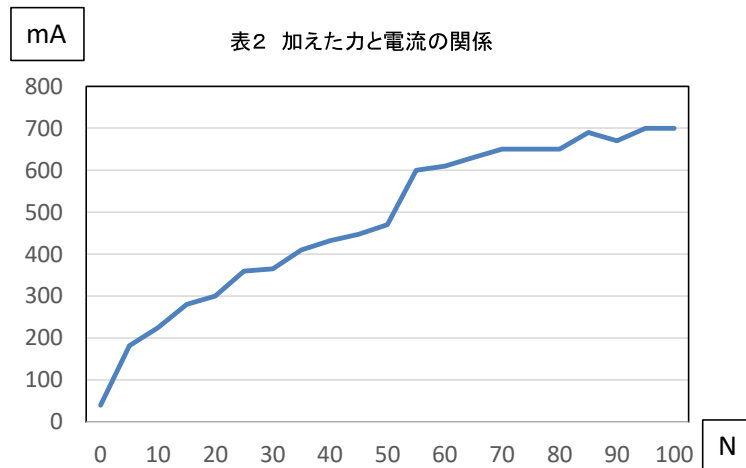


表2 加えた力と電流の関係



図3 実験2の構造



図4 実験2の様子

- ・木炭電池に力を加えることで電流の大きさが大きくなる
- ・木炭電池において加えた力と電流は比例の関係にある

結果の要因として考えられること

- ①アルミホイルと木炭との接地表面積が大きくなった
- ②圧力によって木炭の粒子1つ1つの間隔が密接になり、木炭の電気抵抗が小さくなって電流が流れやすくなった

発見

実験1中、木炭電池を強く押すほど電流が大きくなることを発見した
→電流と加えた力に密接な関係があるのではないかと

実験2 電流と加えた力の関係を調べる

参考文献

- 1) 「炭とアルミの電池」 www.chemistry.or.jp
- 2) 「備長炭電池の最良条件を探る」 www.konkougakuen.net
- 3) 「アルミ缶電池を作ろう」 <http://science.wao.ne.jp>
- 4) 「炭電池の性能評価と小型化」
http://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes/139/3/139_NL37/_pdf/-char/ja

5. 実用化に向けて

実験2と同じ構造の木炭電池を2つ重ね、漬物器で圧力をかけて電流を計測した(図5)。

※圧力をかけやすくするためφ16cm, t1.5cmの木板を5枚用いた

結果

圧力を加えた直後に約1200mAの電流が流れ、30分後約150mAに減少した。ふたを開け、換気後に再び圧力を加え直すと約800mAに回復した。

考察

層数を増やせば取り出せる電流が大きくなると考えられる。再び力を加えると電流が回復した理由として、力を緩めた際にできた隙間から電池内に反応に必要な酸素が供給されたことが考えられる。



図5 実用化に向けた構造

展望

- 107・加えた力と電流の関係の要因について考察を深める
- ・木炭電池の実用化に向けて最良の構造を探る

炭の吸着力

仙台第三高等学校 14班

1. 背景

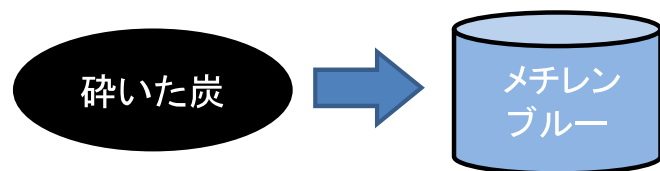
東日本大震災によって、三高内の放射性物質の割合が高くなってしまった。(参考文献より)

私たちは初め、放射性物質の除去方法について研究を行おうとしたが、学校内で放射性物質を扱うことが難しいため断念。

そこで私たちは、放射性物質の除去において注目されている炭の吸着について、研究を行うことにしました。

3. 実験について

実験 1



炭の吸着力

目的

炭ごとの吸着力の違いを調べる。

実験方法

- メチレンブルー水溶液を使う (5.2×10^{-5} mol/L).
- 水溶液の中に砕いた、活性炭、備長炭、クルミをそれぞれ入れる
- 10分間振った後、30分間静止させる。
- 炭が沈殿してきたら水溶液のみ取り出し、上の写真の分光光度計を用いて、透明度の変化を記録する。



実験 2

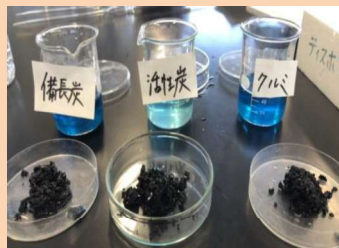
顕微鏡を用いて炭の観察を行う

目的

吸着力の違いの原因を調べる。

着眼点

- 炭ごとの構造の違い
- 吸着前後での状態の変化



2. 目的

吸着においてより優れている炭の発見

吸着の差の原因を調べるとともに、炭の吸着を用いて、日常生活または、放射性物質の除去への応用

4. 結果

実験 1

表1 40分後の水溶液の状態

	純水	原液	活性炭	備長炭	クルミ
1回目	0.000	2.098	0.142	1.324	1.046
2回目	0.000	2.061	0.035	1.126	1.031
3回目	0.000	2.073	0.059	1.178	1.035
平均	0.000	2.077	0.079	1.209	1.037
写真					

実験 2

表2 それぞれの炭の孔の状態

	クルミ ×400倍	活性炭 ×100倍	備長炭 ×400倍
実験前			
実験後			

5. 考察

実験1の結果と実験2での活性炭と他の炭の孔の大きさの違いから孔の大きさと、吸着率は比例しているのではないかと。また参考文献より活性炭は市販の備長炭より孔が2～6万倍で、ミクロポアと呼ばれる孔の中に細かい孔があるためより多く吸着したと考えられる。

実験2より吸着後のすべての炭で孔が塞がっているように見える。よって、これ以上の吸着は不可能ではないか。

6. 展望

より多くの種類の炭で実験を行う → 活性炭より吸着力が優れている炭があるのか？ また、吸着力の違いを生み出す他の要因があるのか？

炭の再利用 → 吸着させた後、さらに使うことは、可能か？ また、炭は最大どのくらい吸着を行えるのか？

参考文献

平成25年課題研究 三高周辺の放射線測定

水がキレイになるヒミツは？ ジェックス株式会社 <http://www.p-crystal.jp/carbon.html>

トウモロコシの芯から炭を作り水の浄化に役立つ吸着作用を調べよう 長崎大学工学部 <https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/180323.php>

美しい縞模様描くリーゼガング現象の研究

仙台第三高等学校 15班

1. 背景

リーゼガング現象とは美しい縞模様を有する現象である

普通リーゼガング現象は試験管やシャーレを用いて¹⁾行うものである

ビーカーを用いてもリーゼガング現象ができないのか

またそれぞれの場合での実験を行えないだろうか



図1 試験管を用いたリーゼガング現象

2. 目的

- ① ビーカーを用いたリーゼガング現象の作成
- ② それぞれ場合で溶液の濃度を変えた時の変化
- ③ 層の広がりを阻害した時の変化

3. 目的① ビーカーを用いたリーゼガング現象の作成

材料 リン酸2ナトリウム2.25g 塩化カルシウム1.0mol/L

寒天粉末3.0g 純水300ml

層ができる反応式は以下の通りだと考えられる

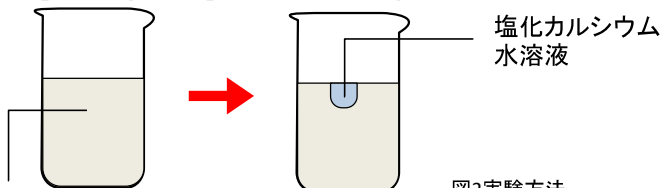
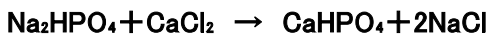


図2実験方法

リン酸2ナトリウムゲル



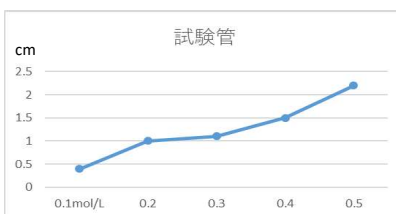
図3 ビーカーでのリーゼガング現象



図4 断面

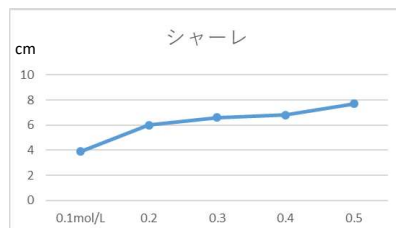
ビーカーを用いたリーゼガング現象の作製に成功

4. 目的② 溶液の濃度を变化させたときの層の変化



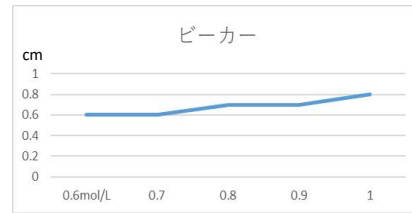
純水 20ml
寒天粉末 0.20g
リン酸2ナトリウム 0.15g
塩化カルシウム水溶液 5ml

図5 試験管を用いた際の層の広がり



純水 60ml
寒天粉末 0.60g
リン酸2ナトリウム 0.45g
塩化カルシウム水溶液 0.5mlを2回ずつ入れる

図6 シャーレを用いた際の層の広がり



純水 300ml
寒天粉末 3.0g
リン酸2ナトリウム 2.25g
塩化カルシウム水溶液 1mL

図7 ビーカーを用いた際の層の広がり

いずれの場合でも濃度が濃くなると層の広がりが広がる

シャーレとビーカーを比べたとき塩化カルシウム水溶液の添加量が同じにもかかわらず層の広がり具合がかなり異なる
→層の広がる方向がシャーレは横方向だがビーカーの場合全体的に広がるので広がるのに必要な溶液量がビーカーのだと多く必要とするためだと考えられる

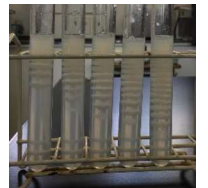
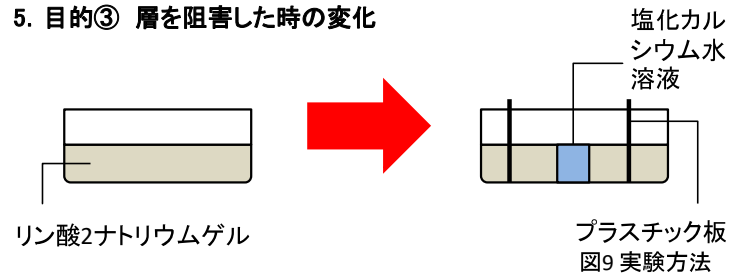


図8 層の広がりの様子

5. 目的③ 層を阻害した時の変化



リン酸2ナトリウムゲル

塩化カルシウム水溶液
プラスチック板
図9 実験方法



図10 阻害した際の様子

意図的に層を変化させることに可能

塩化カルシウム水溶液が広がるのをプラバンを用いて止めることができたので層の生成を阻害できたと考えられる

まとめ

- ① ビーカーでのリーゼガング現象に成功
- ② 濃度が濃いほど層が広がるのがわかる
- ③ 阻害することに成功

今後の展望

プラバンを用いるのではなく、薬品を用いて阻害すること

実験方法の改善

→条件の統一やビーカーを用いた時の層の広がりを広くすること
他の種類を用いた時の層の広がり方の違い

参考文献

- 1) 東京化学同人 「教師と学生のための化学実験」
- 2) <https://keiji-ym.blog.so-net.ne.jp/2013-11-30>
- 3) 仙台第三高等学校 「ゲル中での結晶作成 結晶生成の数理モデル化の可能性」

付着藻類の競争に与えるオオタニシの影響

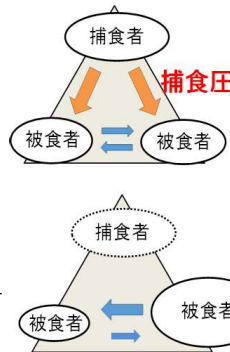
宮城県仙台第三高等学校 01班

【背景】

教科書、図説に載っているように、捕食者が被食者間の競争に大きな影響を与え、被食者の多様性が維持される例が知られている。(図1)
そこで私たちは、水槽中によく付着する藻類がそれらと同じように、付着藻類を食べる貝の有無で生き残る種類や量がかわってくるのではないかと考えた。
付着藻類とオオタニシの関係を生態系バランスの身近な例として研究を始めた。

【目的】

藻類間の競争が貝(オオタニシ)の捕食圧によって変化する
ことを明らかにする。



【珪藻と緑藻の違いとは？】

珪藻: 単細胞生物
茶色の殻をもつ

緑藻: 単細胞、多細胞生物
クロロフィルをもつ

※付着型、浮遊型が存在する
今回は付着型に着目した



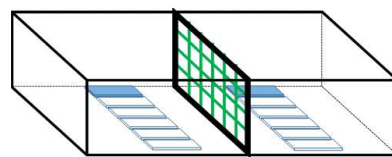
【材料と方法】

【材料】

: オオタニシ(*Cipangopaludina japonica*)²⁾
: オオタニシに付着していた緑藻および珪藻

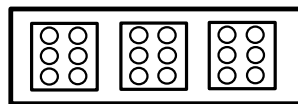
【方法】

自作の網で水槽を区切り、水槽の底にスライドガラスを並べた。(図3)
1~3週間目までは左右両方に5匹ずつ、野外で採集したオオタニシを入れ、4週間目で左側に全てのオオタニシを移動した。(図4)
上段から順に一週間ごとスライドガラスを観察し、抜けたところは新しいスライドガラスに取り換えた。
スライドガラス1枚につき、計18カ所を観察した。(図5)

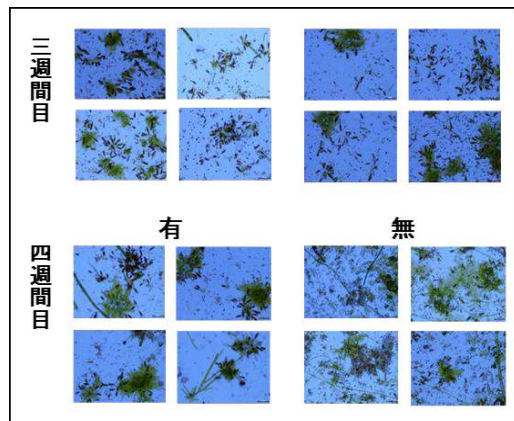


(水槽の大きさ)
縦: 29.2cm
横: 59.6cm
高さ: 22.6cm

図3: 実験に用いた水槽



【結果】



※ オオタニシの有無を「有・無」とする。図6: スライドガラスの様子

1~3週間目は左右のスライドガラスで違いがない。
→藻類が水槽内に均等に撒き散られ、環境が整ったことが分かった。

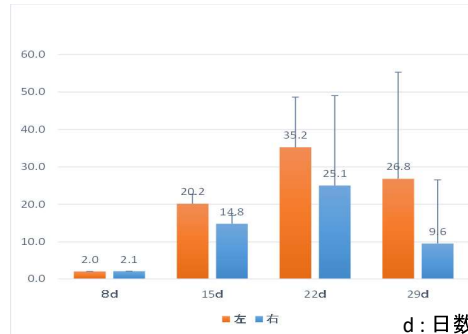
【3週間目と4週間目を比べて】

4週間目のオオタニシがいない(無)側は、緑藻が大量に増殖していた。(図6)
さらに、壊れている珪藻がいくつも見られた。



図7: 水槽の様子(29日目)

一視野あたりの珪藻の個体数



	右	左	T検定
8d	2.1	2.0	p=0.680
15d	14.8	20.2	p=0.398
22d	25.1	35.2	p=0.211
29d	9.6	26.8	p=0.001

↑ 図9: T検定の結果

⇨ 図8: 日数ごとの珪藻の個体数のグラフ

撮影した範囲を1視野として、目視によって1視野あたりの珪藻の個体数を調べた。

実際に左右に差があることを、T検定を用いて検証した。(図9)

T検定とは、ある仮説について正否を判断する方法で、今回は左右に差があるかどうかについて仮説を立て、検証した。

エクセルを用いて、得られたデータの希少性を示すpの値を算出し、0.05を有意水準として、それぞれのデータについて検証を行った。結果、29日目のデータにおいて、pの値が0.05を下回ったため、**29日目に有意差があるといえた。**

【結論】

- ・珪藻と緑藻の間で張り付く場所や光、必要な栄養をめぐる競争が起こり、その競争に負けた珪藻が壊れてしまっている。
- ・オオタニシの捕食によって増殖が速く、珪藻よりも大きい緑藻類がより多く食べられ、緑藻と珪藻の競争が緩和され、共存関係が成り立っている。

以上から、貝(オオタニシ)の捕食圧によって藻類間の競争が影響を受けていることが分かった。

【展望】

オオタニシのフン中の珪藻の殻の有無の観察や、オオタニシの歯舌の大きさと藻類の大きさの比較をして、この考察を確実なものにしたい。

【参考文献】

- 1) 付着藻類-浮遊藻類間の栄養塩競合にタニシが与える影響 H17土木学会第60回年次学術講演会 東北大学大学院工学研究科 中澤和典
- 2) <http://aquakoke.com/snail.type/>

ヤスデの歩行解析～最も基本的な歩行モデルから歩行制御システムに迫る～

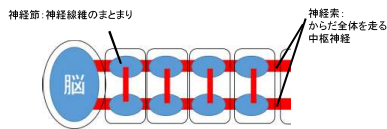
宮城県仙台第三高等学校 02班

概要

ヤスデの波をとまう歩行がどう制御されているかを理解するために最も単純な歩行制御モデルを作成することを目的に研究を行った。観察を基に、**すべての脚が同じ運動を繰り返し、体節間で運動のタイミングの差を作るように連携することで全体が協調し波をとまう歩行が生じると解釈し、モデル化した。**ヤスデの歩行における**最も基本的な要素を抽出できた**といえる。

背景 / Background

多足類は「**梯子型神経系**」を持っている



・神経索がからだ全体を通っている
・一つの体節ごとに一つの神経節が存在
・神経節は他の神経節と神経索を通して繋がっている

この神経構造により体節ごとの制御が可能

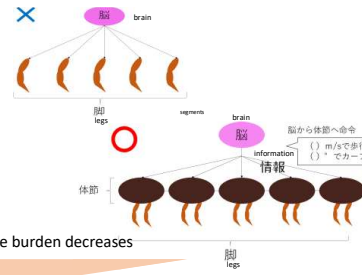
Movement of legs can be controlled only by the corresponding segment

一つの脳ですべての脚を個別に制御
→ 扱う情報が多くなり難しい

Amount of information is too much to control walking by one brain

体節ごとに対応する脚を制御

→ 扱う情報が分散し制御が簡単
If legs are controlled by each one segment, information is decentralized so the burden decreases



「多足類は体節ごとに脚の制御を行うことで歩行制御をシンプルにしている」という一般的な説¹⁾²⁾

Myriapods control the motions of legs by each one segment: relatively general method

目的: 各体節の制御がどのように連携して歩行が生じるか考察するために

ヤスデの歩行における最も基本的な要素を抽出し、モデルを作成する

Purpose: Make the most basic model of walking of millipede in order to discuss how they control their walking.

材料と方法 / Materials and Methods

アフリカオヤスデ (*Archispirostreptus gigas*)

節足動物門, 多足亜門, ヤスデ綱, ヒキツリヤスデ目, ヒキツリヤスデ科

体長: 約17cm, 幅: 約1.5cm,

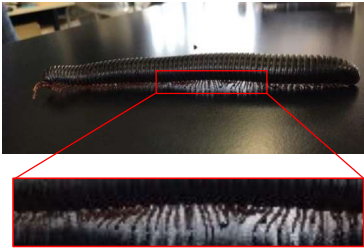
体節数: 63個, 脚の本数: 246本

モデル化のためにヤスデの歩行を多方向から撮影し、観察を行った。

Walking of millipede is observed from various angle for modeling.

結果と考察 / Results and Discussion

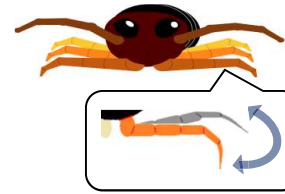
●観察 / Observation



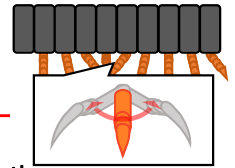
すべての脚が同じ動作を繰り返す
All legs repeat the same motion.

前方の脚のほうが運動のタイミングが遅い
隣り合う脚で少しずつタイミングがずれる
A leg in front is later than back.

全体的な脚の動きは All over of motions of legs seem like wave
前に進む波のように見える



combination



二つの動作の組み合わせ

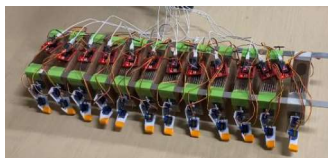
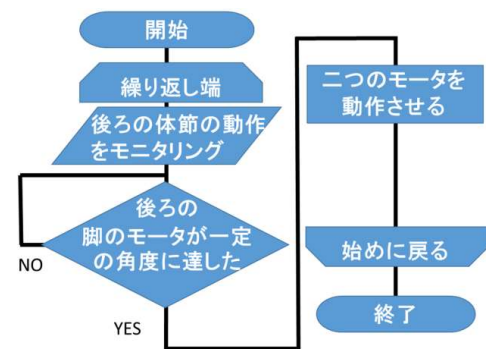
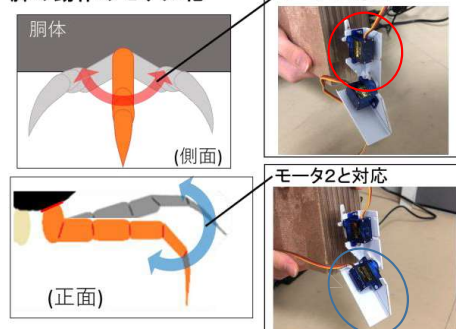
仮説: すべての脚が同じ周期的な運動を繰り返し前後に隣り合う体節どうしで脚を動作させるタイミングを協調的にずらすことで後ろから前へ進む脚先の疎密波が生じればヤスデの歩行制御モデルとなる

Hypothesis: A walking machine which coordinate the timing of motion between each segments is usable as the most basic model of walking of millipede

●モデル化 / Modeling

実際のヤスデ	モデル
梯子型神経系により体節ごとの制御が可能	1つの体節に1つのマイコン 1つの体節に1つの脚
すべての脚が同様に周期的に動作	すべてのマイコンに同じ動作をプログラム それを繰り返す
後ろから前の脚へのタイミングのずれ	後ろの脚の信号をモニター タイミングを判断してずれをつくる
前後に動かす「関節1」 上下に動かす「関節2」	前後に動かすモータ1 上下に動かすモータ2

脚の動作のモデル化

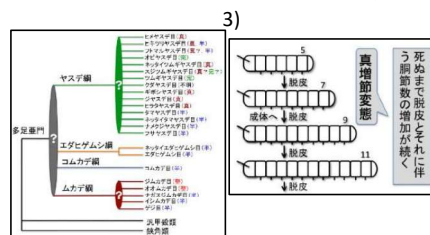


最も基本的として抽出した要素によって疎密波を伴う歩行を再現できた

歩行制御モデルとして有効

usable as model of millipede

今回用いたヤスデの変態様式は真増節変態³⁾ 脱皮により体節と脚が増え続ける



脚の増加に対応して歩行可能な制御システムでなければならない

本研究で作成した制御モデルの特徴
・運動そのものは各体節のみによって制御される
・タイミングの調整・協調は体節間で行われる

途中で新しい体節を追加しても全体の協調は乱れない

モデルが正しいのならば

多足化する進化が可能となった要因

の説明の一つになりうる

参考文献 / references

- 1) ヤスデの歩行パターン調節に関する実験的および構成論的検討, 茨城大学
- 2) 陸上と水中を自在に動き回るムカデから学ぶ柔軟な「身のこなし方」, 東北大学電気通信研究所, 東北大学HP-プレスリリース・研究成果
- 3) 多足類の系統進化と変態様式の進化パターンの解明-Study on molecular phylogeny and evolutionary pattern of the mode in post-embryonic development of myriapods, 株式会社生命誌研究館, 2014

アカヒレタビラの保全に向けて

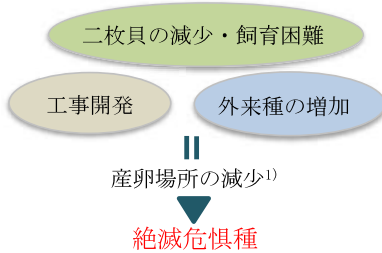
宮城県仙台第三高校 03班

背景

アカヒレタビラ (*Acheilognathustabira subsp.R*)



Fig1. アカヒレタビラのオス



目的 産卵条件の発見 ▶ 人工産卵床を作成し産卵させ、保全につなげる

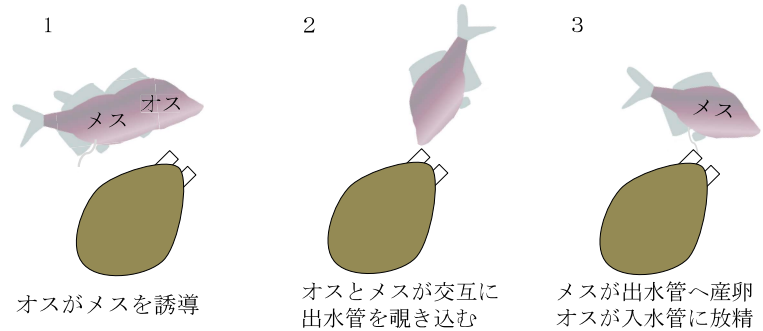


Fig.2 アカヒレタビラの産卵行動

材料・方法

○人工具の仕組み

- ・貝への産卵を参考
- ・先行研究¹⁾で使用したものを用いた

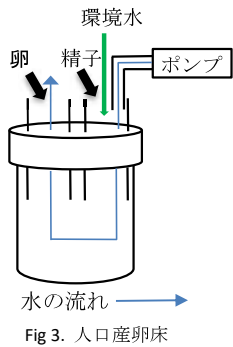


Fig 3. 人口産卵床

○実験体



Fig4. タイリクバラタナゴ

- ・タイリクバラタナゴ 雄1匹・雌4匹
- ・アカヒレタビラへ代用
- ① 入手しやすい
- ② 同様の産卵方法
- ③ 繁殖期間が長い

○環境

- ・明暗周期: 12時間
- ・水温: 22-25℃⁴⁾
- ・産卵誘引のため 二枚貝飼育水添付³⁾

実験1

水圧低下が産卵行動を促す⁴⁾ ▶ 水圧低下及び観察

- ・プログラミングによりポンプを制御
- ・入出 7.0秒 止 5.7秒 (二枚貝の呼吸時間³⁾)

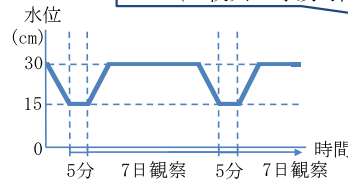


Fig5. 実験中の水位の変化

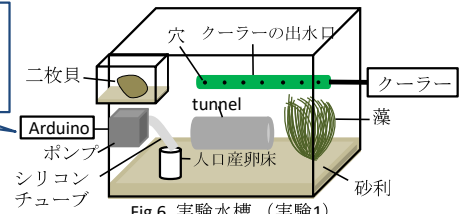


Fig 6. 実験水槽 (実験1)

- ・週に一度水位を半分程度に下げて観察 (水温は一定)
- ・5分後に水位を元に戻す

実験2

常時出水のクーラーの排水口に産卵が見られた

▶ 入出水の制御なしで観察

- ・Arduinoを取り外して常時出水
- ・2週間程度観察

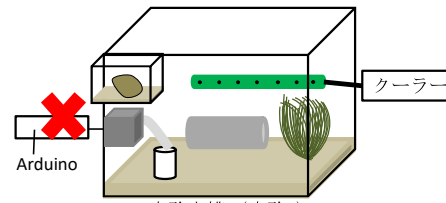


Fig 7. 実験水槽 (実験1)

実験1

○結果

実験No.	1	2	3	4	5
産卵管	○	○	○	×	○
産卵行動(Fig2)	2	2	2	×	2
産卵の有無	×	×	×	×	×

産卵はしなかったものの産卵行動は多く見られた

○考察

- ・水圧低下前から産卵管が伸びているときのみ産卵行動2(fig2)までおこす
- ・水圧低下は産卵条件ではない

実験2

○結果

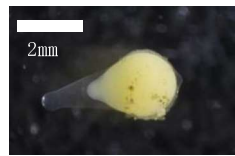


Fig7. タイリクバラタナゴの卵

人工産卵床へで8つ産卵

○考察

入出水のインターバルは産卵行動のかぎ刺激には必要ない

まとめ

1. 産卵管が出るとき 水圧低下により貝の覗き込みまで誘引できる
2. かぎ刺激 × 入出水のインターバル

○適量の出水

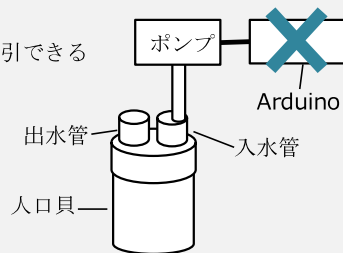


Fig8. 新装置模式図

展望

- ・更なる装置の簡素化・効率化
- ・孵化装置の開発
- ・新たな産卵条件の発見
- ・産卵行動の起因となる貝の成分の究明

人口産卵床・孵化装置の完成
産卵・孵化率の上昇

参考文献

- 1) タナゴ類における新たな性ホルモンの同定と繁殖行動の解析 川端孝一
- 2) タナゴ大全 赤井裕, 秋山信彦, 上野輝彌, 葛島 一美, 鈴木 伸洋, 増田修, 森本美孝¹¹²
- 3) アカヒレタビラの保全に向けて伊藤玄, 圓谷修平
- 4) アカヒレタビラの保全に向けて 古川敬人, 大軒知也, 櫻田大河, 高橋孝太郎, 宮崎幹仁

プラナリアの個体崩壊の過程

宮城県仙台第三高等学校 04班

1. プラナリアとは

- ・水質のいい環境下に生息
- ・再生能力が高い→個体差あり
→分裂すると足りない部分を再生可能
- ・雌雄の区別なし
- ・有性生殖、無性生殖どちらも可能

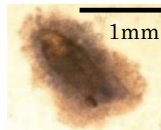


2. 背景

先行研究¹⁾から
熱orワサビ刺激などのストレスで個体崩壊する

【個体崩壊の定義】

プラナリアが**再生不可能な**個体の崩壊をすること



輪郭が不明瞭になる

3. 目的

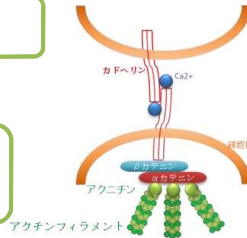
実験を通してプラナリアの個体崩壊の過程の現象を細胞レベルで明らかにすること

4. 仮説

個体崩壊の原因は**カドヘリン**(細胞接着分子)が離れることではないか

カドヘリンを観察したい→手頃な染色液がない

カドヘリンは細胞骨格のアクチンフィラメントと接着結合
→**アクチンは染色可能**



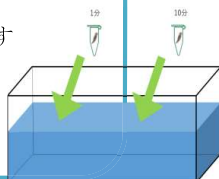
5. 材料・方法

材料

- ・プラナリア→七北田川水系二級河川の荒野川に生息
- ・蛍光顕微鏡
- ・人工淡水
- ・ホルマリン
- ・ファロイジン→アクチンフィラメントを緑色に染める
- ・グリセリン→プラナリアの体を脱色する

実験

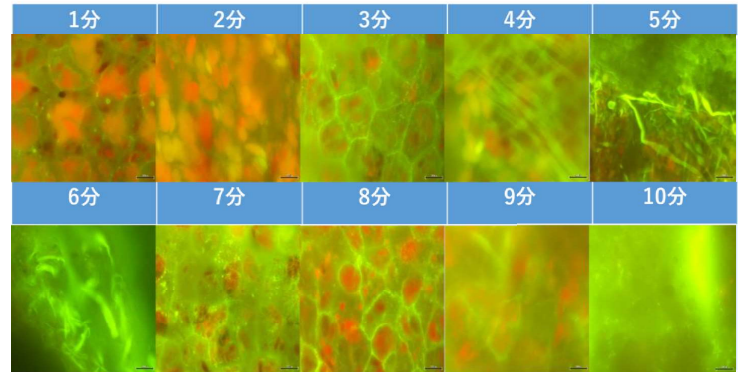
- ①プラナリアを40℃の温水に入れる
- ②1分間に1匹ずつ取り出す作業を10分間行う
- ③プラナリアをホルマリン漬けにする
- ④m-solution(人工淡水)で3回洗いホルマリンを流す
- ⑤ファロイジンでアクチンを染める
- ⑥m-solution(人工淡水)で洗う
- ⑦グリセリンをかけプラナリアを脱色する
- ⑧顕微鏡で観察する



5. 結果・考察

実験の結果と先行研究¹⁾より

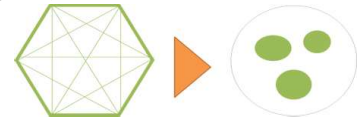
顕微鏡で観察した表皮細胞を撮影し、以下のようにまとめた



結果

①1～10分にかけてアクチンフィラメントの形状が崩れていった

②一部変化が分かりづらいところがあるが、後半になるほど1分ごとの崩壊が著しく進んでいた



考察

(①から)

アクチンフィラメントの形状変化と個体崩壊の過程は何らかの関係がある

(②から)

下図の先行研究結果より個体崩壊は5から7分で最も起こっている

↓

アクチンの形状変化と個体崩壊はほぼ同時に起こっている可能性が高い

実験方法Ⅰ 結果・考察

1) 1分(n=7)

生存 89%

個体崩壊 29%

5分(n=7)

生存 71%

個体崩壊 29%

7分(n=7)

生存 29%

個体崩壊 100%

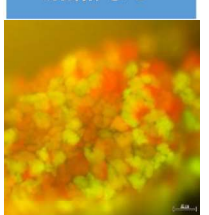
9分(n=7)

生存 0%

個体崩壊 100%

8分の処理で100%個体崩壊が誘導された

加熱なし



6. まとめ

今回は、熱刺激によって個体崩壊を起こしたプラナリアの崩壊の過程を観察した
また、1～10分の間でアクチンフィラメントの形状が完全に崩れることが分かった

7. 展望

- ・ 今後は、さらに明確に変化がわかるように繰り返し実験を行う
- ・ ワサビの刺激によって個体崩壊を起こしたプラナリアでも同じ結果になるのかを調べる
- ・ 考察が正しいかを実験を繰り返すことで検討していきたい

参考文献

- 1) プラナリアの生と死の堺 平成29年度 仙台三高 芦立 美春他 113
- 2) プラナリアのストレス受容と個体崩壊の関係 平成30年度 仙台三高 乙供真澄他

二十日大根に対する銅イオンの毒性

宮城県仙台第三高等学校 16班

背景・目的

銅イオン

特徴

殺菌作用を持つ
許容量を超えると植物に対して毒性を持つ
⇒銅の量によって毒性が決まる

二十日大根の許容量はどの程度か？

まとめ

$1.0 \cdot 10^{-3}\%$ と $1.0 \cdot 10^{-4}\%$ の間に大きな差。

$1.0 \cdot 10^{-4}\%$ 付近の濃度が二十日大根の銅イオン許容量だった。

純水で育てた根の方が大きく伸びた。

銅イオンは主に根に作用している。

～今後の展望～

銅イオンによる成長の阻害のメカニズムの解析

植物の成長のどの時期に作用しているかを知る

根のどの部分に最も銅イオンが作用しているのか

材料と方法

実験1 銅イオンが植物の種子に与える影響

→目的 銅イオンによる植物の成長の阻害度

<材料>

- 硫酸銅水溶液
(1.0% , $1.0 \cdot 10^{-1}\%$, $1.0 \cdot 10^{-2}\%$, $1.0 \cdot 10^{-3}\%$, $1.0 \cdot 10^{-4}\%$, $1.0 \cdot 10^{-5}\%$, $1.0 \cdot 10^{-6}\%$)
- 純水
- 二十日大根の種子

<方法>

それぞれのシャーレに種子を6個入れ、純水、硫酸銅水溶液を15ml入れる。その後、一週間後の二十日大根の種子の様子を調べる。

<補足>

- シャーレ外部にアルミホイルを巻き、プラスチックフィルムでシャーレを覆い密閉した。
- 種子から子葉まで伸びている部分を根と仮定し、濃度ごとに30個サンプルをとり平均の根の長さを測った。
- インキュベーターを用いて一定の温度(20°C)に保った。

実験2 銅イオンによる阻害の時期

→目的 銅イオンによる植物の成長の阻害がいつ起きるかを知る。

<材料>

- 硫酸銅水溶液 ($1.0 \cdot 10^{-2}\%$, $1.0 \cdot 10^{-3}\%$)
- 純水
- 二十日大根の種子

<方法>

それぞれのシャーレに種子を6個入れ、純水を加えた。五日後、純水から種子を取り出し、それぞれの溶液で二日間成長させた。その後、二日間での伸びを調べた。

結果

実験1

1.0% ⇒ 30個中1個発芽

$1.0 \cdot 10^{-2}\%$ ⇒ 30個中15個発芽

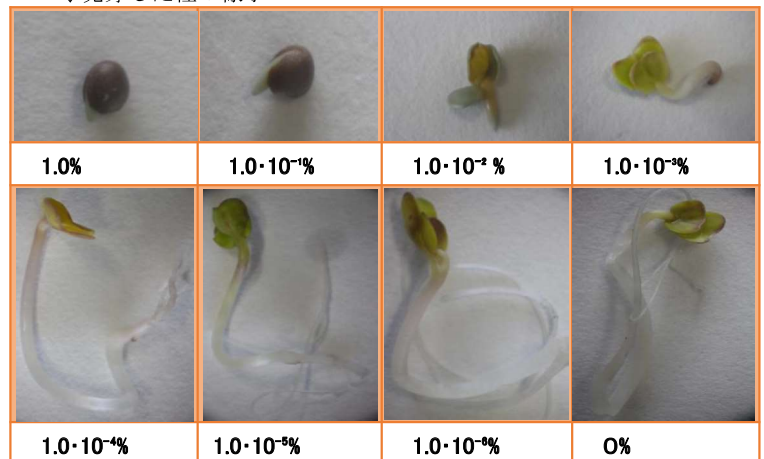
$1.0 \cdot 10^{-3}\%$ ⇒ 30個中26個発芽

$1.0 \cdot 10^{-3}\%$ 未満 ⇒ すべて発芽



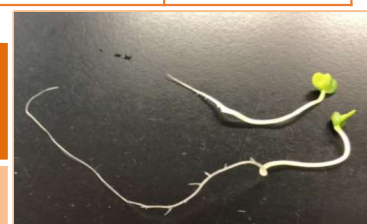
↑ 水溶液の濃度別根の平均の長さ

↓ 発芽した種の様子



実験2

0%	0%	0%
↓	↓	↓
0%	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-2}$
33.59 mm	7.01 mm	3.25 mm



↑ 発芽した種の様子

参考文献

銅の殺菌作用と毒性 仙台第三高等学校 黒川朝陽 他著

クルミから作る三高染め

宮城県仙台第三高等学校 17班

1. 背景

<1>

コーヒー
クルミの皮

ポリフェノール

例：タンニン

含む⁽¹⁾

布を染める

<2>ポリフェノール+酸性 または アルカリ性 の物質

色が変わる

目的 pHの値によって布の色を調節する

2. 実験と方法

実験1 布の種類を決める

材料

水	1L
コーヒー	
の出がらし	40g
布	各3枚



図1染色の様子

方法⁽²⁾

1. 水とコーヒーを入れて鍋を沸騰させる
2. 布を鍋に入れて、30分待つ

実験2 酸性とアルカリ性の物質を加えた時の布の色の变化

材料

酸性		アルカリ性	
水	1L	水	1L
コーヒー		コーヒー	
の出がらし	40g	の出がらし	40g
布	各3枚	布	各3枚
クエン酸	1, 4, 12g	重曹	1, 4, 12g

手順

実験1と同様

実験3 pH値を揃え加える物質を変えた時の布の色

材料

水	1L	水	1L
コーヒー		コーヒー	
の出がらし	40g	の出がらし	40g
布	各3枚	布	各3枚
重曹	1g	石灰	4g

手順

実験1と同様

4. 結論

実験2 同物質・異pH



布の色は**変わる**

実験3 異物質・同pH



布の色は**変わらない**

pHによって布の色が変わる

3. 結果と考察

実験1 布の種類を決める

図2 異なる種類の布による染まり方の比較

染色	羊毛	絹	麻	綿
前				
後				

綿と麻にはたんぱく質が含まれないので、タンパク処理を施す

1. 羊毛、絹、綿、麻の布は染まった
2. 羊毛→絹→綿、麻の順で濃く染まった

1、タンニンで染まる
2、安価
→綿を選択

実験2 酸性とアルカリ性の物質を加えた時の布の色の变化

図3 クエン酸と重曹を加えた時の布の色の变化

	クエン酸			重曹		
量	12g	4g	1g	1g	4g	12g
pH	2	3	4	7	7.5	8

酸性 → アルカリ性

1. 布の色はpH の値によって変化した
2. 規則性は見られない

布の色は
ポリフェノールに
よって変化した

実験3 pH値を揃え加える物質を変えた時の布の色

図4 PH値を揃え、重曹と石灰の比較

	重曹	石灰
1回目		
2回目		

布の色は
同じだった

布の色は加える物質
によらない

5. 展望

- ・機械を用いて、色の濃さを測定する
- ・布の色の变化の規則性をさがす
- ・三高のクルミを使用して、染色を行う
- ・鉄を使用して、布の色を落ちにくくする

参考文献

(1) タンニンについて <http://www.k-imagawa.co.jp/wp/wp-content/uploads/2017/05/1e95d7c9286526ea34bd9a1f873cf389.pdf>

(2) 染色の方法 <https://terappo.com/110>

SS 探究Ⅱ (普通科)

医療・介護面における完全ロボット化の可能性

A-1班

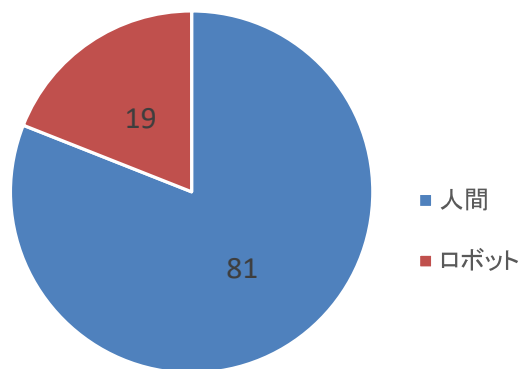
1. 目的

医療・介護面においてロボットの導入が進んでいるが、完全自動化には至っていない。完全自動化ができれば医師や介護士が不足している現状を解決できるのではないかと考えた。この研究では完全自動化に対しての人の意識を研究し、完全自動化が可能かどうかを判断するとともに、ロボットが人の代わりにできる仕事を探ることを目的とする。

2. 研究方法と結果

ランダムに選んだ三高生の男女100人にアンケートを実施した。

Q1. 全自動で手術ができるロボットがあったら人間とロボットのどちらに手術してもらいたい



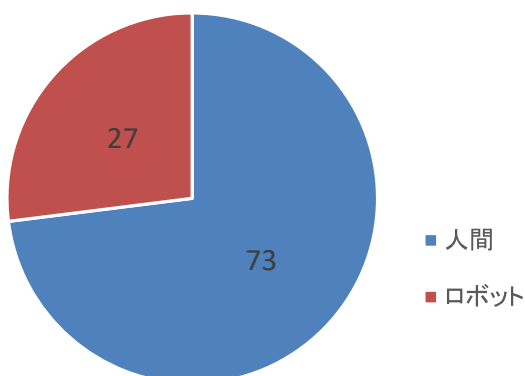
<人間を選んだ人の意見>

- ・人間のほうが臨機応変に対応できそう
- ・ロボットは壊れる可能性がある
- ・医療過誤が起きた時の責任の所在がはっきりしている

<ロボットを選んだ人の意見>

- ・ロボットのほうが正確に動きそうだから
- ・ロボットは疲れないから
- ・将来医者数が足りなくなるかもしれないから

Q2. 全自動で介護ができるロボットがあったら人間とロボットのどちらに介護してもらいたい



<人間を選んだ人の意見>

- ・ロボットは会話ができない
- ・不測の事態の時に人間のほうが対応できそう
- ・精神面での介護では人間のほうが優れている

<ロボットを選んだ人の意見>

- ・人間の負担を減らせる
- ・人に迷惑をかけたくない
- ・重労働を続けられる

まとめ・結論

ロボットはプログラミングされた動きしかできない

→医療・介護面で完全自動化することはできない

しかし部分的には人間よりも優れている

→精密な動きができるロボットを人間が操作

→ロボットに重労働をさせる

<単純作業の重労働>

- ・ベッドに人を運ぶ
- ・医療器具の運搬
- ・食事の手助け

→人の代わりができ、人の負担を軽減できる

単純作業でない仕事は部分的にロボットを導入し、人間の仕事の手助けをさせることが現在の限界である。

3. 考察

<医療>

アンケート結果からわかること

①手術の際に臨機応変な判断が必要とされるため、ロボットの手術は人間の手術よりも信用度が低い

②ロボットは手術の責任を取れないため手術を任せるにはリスクがある

③一方で精密な動きができるという点においてはロボットのほうが優れており、疲労することもないため長時間の手術の際の負担が小さい

→現在のロボットが臨機応変な判断をできるようにになれば人間よりも正確な手術をできる可能性が高く、医師の負担を減らすこともできる。
ただ、ロボットに手術をさせる場合医療過誤が起きた際の責任の所在を明確にしておく必要がある。

<介護>

アンケート結果からわかること

①ロボットには感情がないという点で精神面の介護が難しい

②不測の事態への対応力が人間より劣っている

③ロボットは疲労しないため重労働をするには優れており、24時間介護ができるという利点がある。

→介護には精神面でのケアも含まれているため、ロボットではその役割を全て果たすことはできない。しかし、ロボットは疲労を感じないため、重労働である身体面の介護は人間よりも適している部分がある。

<完全自動化するための条件>

- ・臨機応変な対応ができること
- ・責任の所在が明確であること
- ・精神面でのケアができること

<ロボットのほうが優れている点>

- ・正確な動きができること
- ・疲労しないこと

参考文献

米田隆志, 舟久保照康 (1990) 「医療・福祉ロボットの現状と今後の課題」

www.jstage.jst.go.jp.

井上猛雄 (2007) 『キカイはどこまで人の代わりができるか?』ソフトバンククリエイティブ.

諏訪正樹 (2016) 「臨機応変さの研究：一人称研究と身体性」

https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjsai/JSAI2016/0/JSAI2016_2L40S26b6/_pdf.

ファジィ推論を用いた人工知能について

宮城県仙台第三高等学校 理系機械 A2班

1. 研究理由と背景

研究理由

AIの発展は人間の生活をより豊かにするために**必要不可欠**である。しかし便利なものであるからこそ、デメリットがあると考えたため。

背景

より安全に利用し、人間との共存を目指す。そのためどのようなAIが必要であるかを考える必要があるから。

目的

人間らしいAIを開発するためにはどうすればよいのか考えるため。

2. 研究内容

【ファジィ推論の活用】

- ・ファジィ=Fuzzy…「ぼやけた」「はっきりしない」
↳コンピューター科学「あいまいな」という意味。

人間と同じようなロボットを作るには日常生活における人間会話ができる機能が必要である。

- ・・・・しかし日常生活では区別が「あいまいな」表現が多い

(例) 「今日は暑いね」→何度からを「暑い」とするのか？
「美人だね、あの人」→何をもって美人と定義するのか？
「長身だね」→どの高さからか？

コンピューターは区分がはっきりしているものしか表すことができないため、このような人それぞれ区分があいまいなものはコンピューターに表現させるのは困難とされている。

そこで「ファジィ集合」を取り組む

境界がはっきりしていないファジィ集合

境界がはっきりしているクリस्प集合

↳境界を自らの判断で度合いを決める＝メンバーシップ関数

ファジィ集合をいくつかとりメンバーシップ関数の積集合を求め程度を出す：ロボット自身に境界のあいまいなものに独自で境界を引いてもらう。

区別化が完了したら、その情報を処理し、出力する作業に移る。その時に、用いるのが**ファジィ制御**である。

ファジィ制御…定性的な知識を数量化し、人間と同程度、またはそれ以上の制御性能を持つコントロールを可能にする制御システムである。

ファジィ制御の活用法…自動運転を行う乗り心地の良い地下鉄

- …快適な冷暖房エアコン
- …汚れの良く取れる洗濯機
- …エレベーターの自動運転
- …手書き文字の認識
- …不特定話者の音声の認識
- …経済分析
- …ゴルフ診断 etc

まとめ・結論

- ・ロボットは境界がはっきりしていないものは、表現することができない。
- ・ファジィ集合というものをを用いて、「境界がはっきりしているもの」と「境界がはっきりしていないもの」にわけける。
- ・ロボットは境界がはっきりしていないものもメンバーシップ関数を用いれば、独自で境界線を引くことができる。



ファジィ集合より、メンバーシップ関数を用いて、ファジィ推論を導き出すことにより、**自ら創造、行動、検証のできるAI**を作ることができるかもしれない！

3. 結果・考察

ファジィ推論を用いることで、自らで考え行動するAIを作ることが可能であると推測する。実際にファジィ制御を用いた機械は世の中にたくさんあるが、どれも、一つの行動に特化したものであり人間のような複合的な行動を可能にするAIを作るには膨大なデータが必要となる。



よって、**ファジィ集合+ビッグデータを処理できる能力**
＝人間と同じようなAI？

しかし、これは人間らしいAIといえるのだろうか。人間はすべてのことを記憶し、すべてを同時に処理することができない。だが、このAIは膨大なデータを記憶し、さらに処理することができる。これでは今までのAIよりも性能が良くなっただけであり、「人間らしいAI」とは言えないと私たちは考えた。そこで、人間特有であり、ほとんどのAIが持っていない「**忘却**」という機能を導入したらどうだろうかと考えてみた。

【仮説】

忘却する内容…古い情報とあまり使われていない情報

忘却を取り入れることによって、必要最低限のデータ処理能力で済む。それに、新しい情報を取り入れるために学習機能を導入する。

学習する内容…会話を通じて、言語を学び、自らファジィ集合を作る。

忘却

学習機能

ファジィ集合



人間らしいAI

このように忘却と学習機能とファジィ集合を用いることで、さらに人間らしいAIが作れるのではないかと私たちは考えた。

参考文献

新人工知能入門 著者:戸内順一 P51からP63活用

五分でわかる人工知能について:侍エンジニア塾ブログ編集部 <https://www.sejuku.net/blog/7290> 参照日2018年 9月27日

情報化によってどのような職業が必要となるか

A-3班

1. 目的と背景

目的

今後貢献できる職業を知り、またなくなっていく職業についても、どのように携われるか考えていくため。
またそれらによる社会の変化によって、経済への影響についても考え、情報化とどのように向き合うかを提言するため。

背景

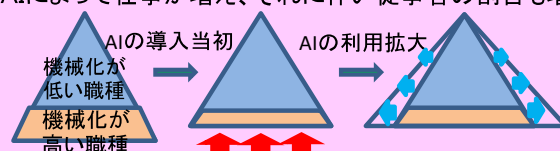
情報化社会に移り変わっている現代、多くの仕事はAIなどによって奪われつつあるのが現状であり仕事の価値についてあらゆるところで議論されている。そのことについて自分なりに考察して将来の展望を示すべく取り組む。

4. まとめ

これからは決められた枠の中で仕事をするのではなく、自分の個性を作り上げそれを生かした仕事を選び、働いていくことが大切になる。

今後の展望

数年後AIによって仕事が増え、それに伴い従事者の割合も増えていく。



2. 材料と方法

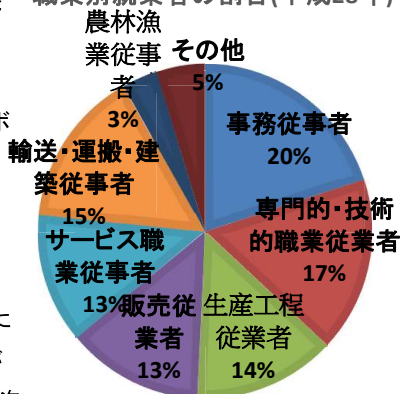
本文は (10.5p : MS 明朝)

野村総合研究所(NRI) 未来開発センターは2015年オックスフォード大学のマイケルオズボーン准教授らと共同開発し601種類のAIやロボットに代替される確率を計算した。結果10年～20年後の日本人労働人口は約49%代替されると発表された。

現在の職業従事者は右図のようになる。右図のことから第三次産業が7割以上を占めており、次いで第二次産業、第一次産業となっている。

そこで、NRIから失われやすい職業を職業別の割合に分け、自分たちで将来のグラフを考えてみることにした。

職業別就業者の割合(平成28年)



< 研究 20年後の職業従事者の割合 >

- 1 20年後にAIによって奪われる可能性が高い職業100個を職業種別に分ける。
- 2 代替される確率49%に(1)でわけたものの割合を求める。
- 3 残る51%における職業従事者の割合を出す。

表: 20年後にAIによって奪われる可能性が高い職業

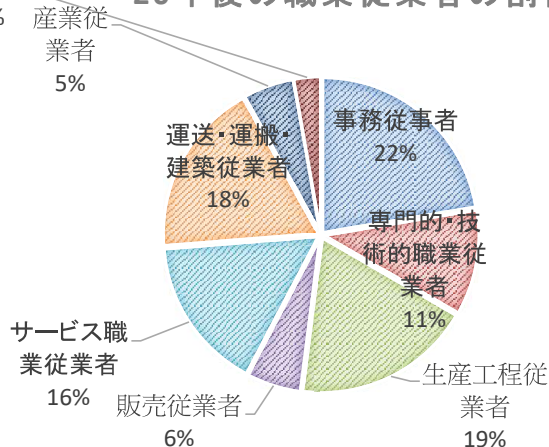
事務	専門	生産	販売	サービス	輸送・建築	農林水産	その他	合計
15	21	22	7	20	8	0	7	100

3. 結果・考察

結果

< 研究の結果のグラフ >

20年後の職業従事者の割合予想



研究より28年度のわたしたちが予想したものを比べると以下のことが分かる。

- ・割合が減少しているのは専門的・技術的職業従事者、販売従事者、サービス職業従事者、その他であった。
- ・その中でも販売従事者の割合が著しく減っている。
- ・割合が増加しているのは事務従事者、生産工程従事者、輸送運搬・建築従事者、農林水産業従事者であった。

考察

- ・販売従事者の割合が著しく減少していることから、AI、ロボットなどによって販売業が代替されると考える。
- ・工場などによる生産作業はAI、ロボットなどによって代替される可能性が高いが人にしか制作出来ないものは代替される可能性が低いと考える。
- ・現在、AIによって職種が奪われようとしているが、AIが人間の仕事を助けるのと同じように、逆に人間がAIを助けるとき気があると考えるため、AIによって新たに生み出される職種もあると考える。

参考文献 (12~14p 太字 : MSゴシック)

<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/n4300000.pdf>
https://webbronza.asahi.com/photo/photo.html?photo=/S2010/upload/2016090900001_1.jpg http://www.stat.go.jp/naruhodo/cldata/03_06_grf.html

「AIが仕事を奪う」はウソ!?

仙台第三高等学校 工学 A-4班

序論

現代の発展した社会において大きな注目を集めている人工知能、通称「AI」情報社会となってしまった世界が、これからどのように変化していくのかを予測できれば、この世界を生きるために必要な考え方を学べると思い、このテーマに決めました。



*コミュニケーションロボット 例) ペッパー、ロビ、アイボ

目的

AIという第三者が産業に加わったことによって生まれる変化はどのような形で
私たちに影響を及ぼすのかを予測し、
必要な人材を考察する。

AIが普及した社会の変化を予測



理想の人材をイメージ

方法

Step1 (1) AIがどのように進化しているのか
(2) 今、企業においてどのような使われ方をしているのか
(3) 将来的にどのような場面、場所で使いたいのか
(4) そこに生じる利点と問題点



これらを調査、考察

Step2 (1) 具体的に何かの産業分野に当てはめる
(2) どのような影響が生まれるのかを考察
(3) 実際に当てはめると『適応できると考えられる人材』を考察

Step3 (1) 理想的な人材を考察した後、
その人材になるために必要なスキルを可視化
(2) そのスキルを身につけるために今何を意識して学ぶべきかを
考察する

まとめ・結論

これから理想となる人材



- ・ 創造性を発揮できる
- ・ リーダーシップを持つ
- ・ 人の感情を理解し、取り扱える
(例) 芸術家、経営者、カウンセラー

私たちの推測

AIを作る経緯

無駄な
時間を
減らしたい

費用が
かからず、
仕事を
こなせる

AI
(人間のよ
うな機械)
を作ろう

今後のAIの実用例予測

教育の現場にAIが導入された場合
(タブレット学習)

生徒の問題
の正誤の
データ化

それらを
ビッグデー
タとして処
理

一人一人の
苦手分野に
合わせた
問題作り

教育面でAI導入後も活躍する人材



カウンセラーや人間性を育てる人

参考文献

望月 亮輔「2020年のコミュニケーションロボット普及率・市場規模予測 ～5年後、国内約265万世帯が所有へ～」ロボスタ, 2015年9月9日
(最終閲覧日: 2018年9月21日)

揺れに強い家を作るためには

A-5班

1. 目的と背景、仮説

【目的】

住宅以外の建造物の技術を用いて、より揺れに強い住宅の構造を考える。

【背景と仮説】

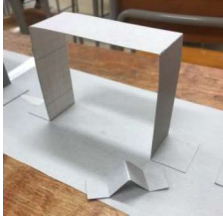
五重塔は中央に心柱と呼ばれる柱があり、建物本体をやじろべえのようにあえて揺らすことでバランスをとり、倒壊を防いでいる。この何年もの間倒れなかった五重塔のように、重心をずらすことで建物は揺れを軽減できるのではないかと考えた。また、揺れに強いといわれている三角形の構造を用いた東京スカイツリーは本当に揺れに強いのか。

2. 材料と方法

【材料】

- ・方眼用紙
- ・クリップ
- ・両面テープ
- ・定規
- ・カッター
- ・シャーペン

【実験器具の作り方】



『土台』

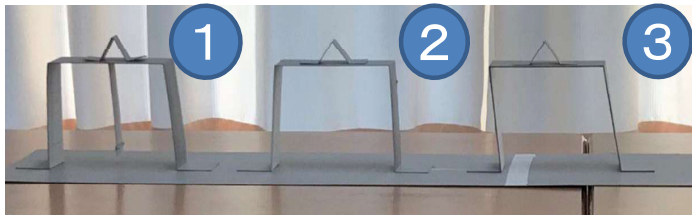
縦、横の長さ：10cm

奥行き：4cm

のり付け部分：横3cm 縦4cm

『こま』

2×8cm



- ① 2×9cmの厚紙の先端にクリップをつけ、土台の真ん中にぶら下げて、揺れを緩和させる。
- ② 土台そのまま
- ③ 土台を二枚重ねて、土台そのものを強くする。
- ④ 土台の対角線上に4×14.1cmの厚紙を貼って補強する。
- ⑤ 土台の真ん中に、地面と平行に4×10cmの厚紙を貼って補強する。

【実験方法】

- 1、すべての土台の同じ位置にこまを乗せる。
- 2、下の厚紙を揺らし、こまが落ちるまでの時間を計測する。
- 3、2を十回繰り返す。
- 4、それぞれの土台の結果の平均値を求める。

【先行研究との比較】

①、②、④の土台は先行研究のもので、③と⑤は比較のために自分たちで新しく追加したもの。

まとめ・今後の展望

実験の結果から、『三角形の構造』と『重心を揺れに合わせてずらす構造』を実際の建物に両方取り入れられれば揺れに強い家を実現できるだろう。

また、この建物を実現させるためにはどのような設計をすればいいのかということを経験を通して学ぶ。

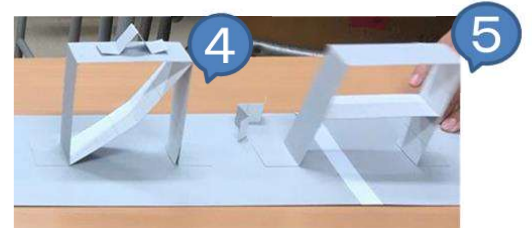
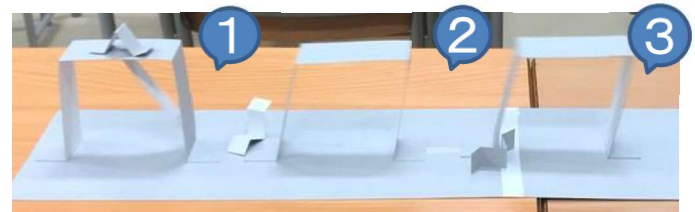
3. 結果・考察

【結果】

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均値
①	9.1	5.6	8.4	6.9	10.5	7.9	13.7	12.2	13.4	10.4	9.8
②	2.9	1.4	3.2	2.5	1.8	2.1	2.4	2.4	2.7	3.9	2.5
③	6.3	4	2.9	3.7	5.7	5.1	7.5	4.6	4.6	5.9	5.0
④	18.7	19.4	15	14	19.6	12.6	21.8	21.5	16.3	15.9	17.5
⑤	1.9	2	7.2	5.9	5	7.1	6.1	9.8	12.2	8	6.5

赤：最も長く駒が残った
青：最も早く駒が落ちた

(単位：秒)



・一番強い土台は④で、一番弱い土台は②だった。また、直接的な補強をしていない①も長い時間こまが残った。

【考察】

長い時間こまが残った①では、振り子の部分が揺れることで土台の揺れを軽減していたのではないかと考えられる。また④では、三角形の構造が土台の強度をあげていたのではないかと考えられる。

参考文献

- ①「NGKサイエンスサイト」<https://site.ngk.co.jp/lab/no175/>
- ②「五重塔は耐震設計の教科書」pedpa.co.jp/library/tower.html
- ③「図解雑学 世界遺産 建築の不思議」著 天井勝海
- ④「図解雑学 地震に強い建物」著 安震技術研究会

建築によってどのように地球を守るのか!?

A6班

1. 研究目的

本研究では、建築と地球環境問題の関係について調べ、建築による地球環境問題の改善方法を予測することを目的とする。
先行研究では建築物の材料を変えることによって、地球温暖化の進行を抑制することができるということが明らかになった。
また、この研究の結果から、今後どのような建築物を建設していくべきかという示唆を得ることもできる。

2. 今の建築の問題点

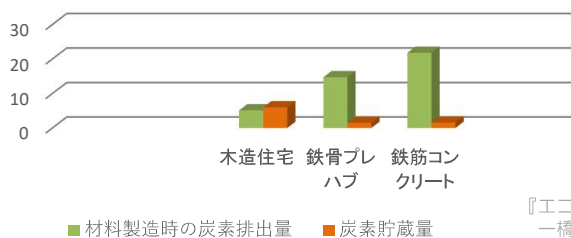
鉄筋コンクリートなどの建築物の近年増加

材料製造時の炭素放出量が木造建築より多い、
CO2排出量も年々増加傾向に

地球温暖化へ影響が大きい

しかし木造建築はコンクリートなどに比べて炭素放出量が少ない！

住宅一戸当たりの材料製造時の炭素排出量と炭素貯蔵量



また、グラフから木造住宅は他と比べて炭素貯蔵量が多いことが分かった

炭素貯蔵量とは？

木は光合成により二酸化炭素を吸収し成長する

炭素として取り込まれ、樹体内には炭素が貯蔵されるようになる

伐採され、木材として使用されている間も炭素は貯蔵されたまま

つまり、炭素貯蔵量が多いと、大気中の二酸化炭素を減らすことにつながる。

これは、建築による地球温暖化の防止策の一つである

3. 仮説

木の種類によって炭素貯蔵量が異なるのではないかと仮説を立てた。

二酸化炭素を多く吸収できるほど炭素貯蔵量は多くなると考えられる。
したがってこの仮説を検証するために、二酸化炭素の吸収量を調べる実験を行った。

参考文献

『エコ住宅』一橋出版

日経BP社『解決！「環境建築」』日経アーキテクチュア編、宮崎清志(2010)

『実験で確かめよう！』<http://www.sanuki.ed.jp/ookawa1-j/pcc/h20mediapos4223index_6_5.html>2018年9月21日

株式会社 日本評論社『地球温暖化 埋まってきたジグソーパズル』伊藤公紀(2003)

まとめ・結論

この研究より近年の建築の主流である鉄筋コンクリート造の建物ではなく、木造の建物を多く建設することにより地球温暖化の抑制につながるとわかった。よって、持続可能な社会にするためにはさらに木造の建物を建設していくべきだと考える。だが一方で森林減少という問題も発生し得るので考慮していくべきだ。

4. 実験

【実験方法】

①樹木の二酸化炭素吸収量を測るためには、樹木の種類・幹の直径を知る必要がある。また、幹の直径は幹の円周から求める。

②幹の直径を求める。また、円周を測る位置は高木なら地上から1・2mの位置、中低木なら根元で測る。

③その樹木が年間、どれくらいの二酸化炭素を吸収しているのかを計算する。
下の表は「種類別の樹木の葉1平方メートルが一年間に吸収する二酸化炭素の量」をまとめたもの。

幹の太さ (cm)	3	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
落葉広葉樹	9	20	70	15	20	30	40	70	10	14	18
常緑広葉樹	6	15	50	90	15	20	30	50	70	94	12
中低木	1.5	4	15	40	/	/	/	/	/	/	/

樹木の葉1平方メートルが一年間に吸収する二酸化炭素の量 (kg/平方メートル・年)	樹木の種類
落葉広葉樹 2.3	ユリノキ
常緑広葉樹 2.4	オオシマザクラ
中低木 3.0	エノキ
	クスノキ
	アラカシ
	トウネズミモチ
	サンゴジュ
	ヒイラギモクセイ
	トベラ
	シャリンバイ

【計算式】

総葉面積 × 1平方メートルの一年間の吸収量
＝ 樹木の年間の二酸化炭素吸収

5. 結果・考察

樹木の種類	幹の太さ	計算式	炭素吸収量
サクラ	60cm	$2.3 \times 1400 = 3220$	3220kg/年
クスノキ	70cm	$2.4 \times 1200 = 2880$	2880kg/年
クスノキ2	50cm	$2.3 \times 700 = 1610$	1610kg/年



サクラ



クスノキ

【考察】

サクラとクスノキが炭素貯蔵量がおおいことがわかった。
このことより建築の材料としてこれらを用いることによってより多く二酸化炭素吸収をすることができる

津波から家を守るには

仙台第三高等学校 建築分野 A7班

1. 災害時の津波に対する備えについて

津波への対策がなされている建物が少ない。

例：①七年前の東日本大震災

耐震や免震構造のなされた建物○

津波対策のなされている家△

②今年

八月の豪雨では川の氾濫によって流された家が多数

しかし、東日本大震災の際には、気仙沼市で唯一津波の被害を免れた家があった。その家には、構造に多くの工夫がみられた。

このことから、私たちの班では、家の形や構造によっては『耐津波』の家を作ることにも可能ではないかと考えた。

2. 材料と方法

●材料

- ・水の流れを作るための板
- ・段ボールの模型
- ・バケツ
- ・水
- ・砂

●研究方法

<準備>

①段ボールで体積が等しい様々な模型を作る。

模型：直方体、立方体、三角柱、円柱、正四角錐

体積：1000cm³

②質量が等しくなるように砂を入れる

質量：200g

③バケツに水を入れる。

容積：3L

<方法>

①模型を水平な場所に置く。

②板を使用して傾斜を作る。

※模型は傾斜から10cm離す。

③そこにバケツに入れた水を0.6L/sで5秒間模型に流す。

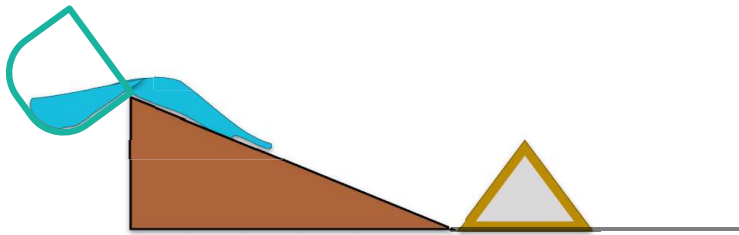
④模型が動いた距離を相対距離で測定する。

※すべての模型でこの過程を繰り返す。

●予想

- ・水と接する面積の狭い三角柱が1番遠くへ流されない。
- ・水の衝撃を最も受けそうな直方体が1番遠くへ流される。

●実験の様子



まとめ・結論

津波に耐えることのできる家づくりは可能である

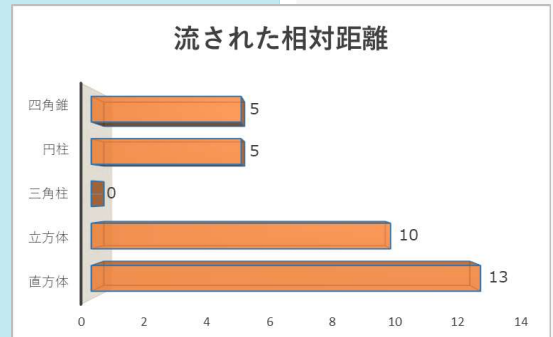
外壁の素材の組み合わせや、家の形の工夫によって、十人十色の津波対策がなされた家づくりもできる。

現在、さまざまな災害が日本中で起こっている。だからこそ、これから起こる災害に対しては、津波だけでなく、川の氾濫においてもこの研究は有効だと考えられる。

3. 結果・考察

●実験結果

実験より、模型が流された相対距離は以下のようになった。



最も遠くへ流された：直方体

最も流されなかった：三角柱

●調査結果

水に強いサイディング(貼るタイプの外壁)

- ・金属サイディング…金属製の外壁パネル材。
- ・金属系模型サイディング…一般的に津波に強いといわれている。

↓これを使うことで…

- ・その家自体が崩れない
- ・漂流物として流れる外壁が少なくなるのでほかの建物や人に対する危険も減る

●考察

実験結果より

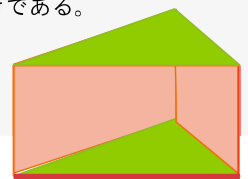
- ・水と最初に接する面積の広い模型は水に流されやすい
 - ・水と最初に接する面積の狭い模型は水に流されにくい
- ⇒水の流れを分散することができる形の建物にすることで津波に強くなる

調査結果より

すでに建てられた建物：金属系模型サイディングなどを貼る
⇒津波対策として大いに期待できる

これらのことを踏まえ、津波に強い家を建てるためには、津波の勢いを分散する設計であることに加え、金属系模型サイディングなどを外壁に使用しより津波に強くするべきである。

海



参考文献

LIFULL HOME'S PRESS 『唯一、津波に流されなかった家』

日本金属サイディング工業会ホームページ

リフォームジャーナル 金属サイディングとは優れた耐震性と断熱性を持つ外壁材！

ペットボトルロケットによる水難救助

宮城県仙台第三高等学校
A-8班

目的と背景

水難事故が起きた時に救助が来るまでの応急の救助としてロープを付けたペットボトルロケットを飛ばせば浮輪代わりに使うことが可能ではないかと考えた。

ペットボトルロケットの角度や空気圧と飛距離の関係を調べる必要がある。

機体



実験の説明

- 空気の注入は、自転車用空気入れを使用し、空気圧は、そのホッピング回数で表す。
- 実験の結果は3回分の平均値で表す。
- あまり風のない晴れた日に行く。

＜実験1＞最も飛距離の出る角度を調べる

方法 発射台と空気圧を10回、水の量を200mlに固定して、角度を15度ずつ変えて実験を行った。

仮説 45度で最も飛距離が伸びる。

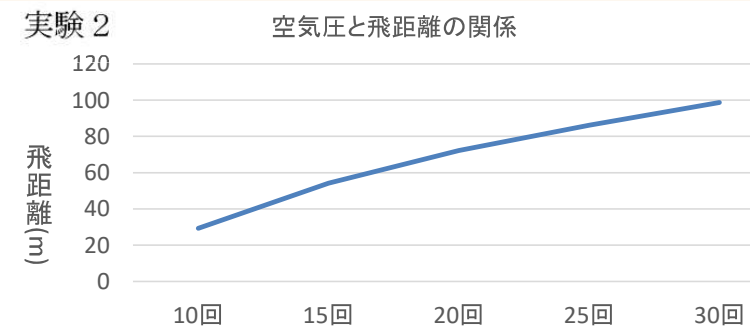
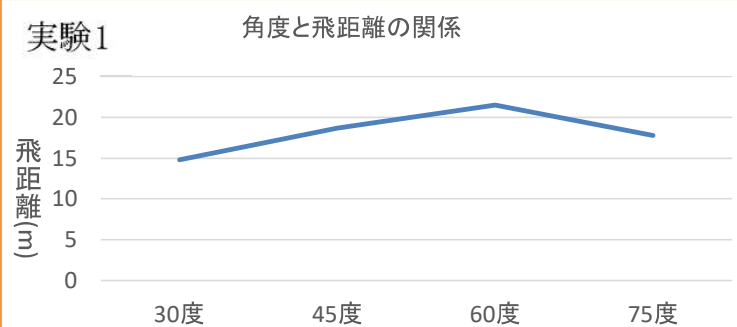
角度(度)	30	45	60	75
飛距離(m)	14.8	18.7	21.5	17.8

＜実験2＞飛距離と空気圧の関係を調べる

方法 発射台と水の量を400mlにし、角度を60度に固定して何回ポンプを押すかで、実験を行った。

仮説 空気圧に比例して飛距離が伸びる。

空気圧(回)	10	15	20	25	30
飛距離(m)	29.4	54.3	72.2	86.1	98.7



＜まとめ＞

実験1

仰角60度で最も飛距離が伸びる。

実験2

空気圧と飛距離の関係は
ほぼ比例している

狙った場所に飛ばすことができる回収可能なペットボトルロケットは水難救助に有効！！

参考文献

edu.jaxa.jp いろいろなロケット
kaumo.jp ペットボトルロケットの作り方からおすすめキット
uchutankentai.com 宇宙探検隊

リニアモーターカーは鉄道の代替えとなりえるか

A-9班

1. 背景

現在、日本の高速鉄道網は、9路線の新幹線によって構成されている。そして、さらなるスピードアップのため、リニアモーターカーの開発が進んでいる。2023年には品川～名古屋間を約40分で結ぶリニア中央新幹線が開通する見通しとなっている。が、もし計画されたとき、リニアモーターカーは既存の非浮上式の鉄道の代替えとなりえるのだろうか。



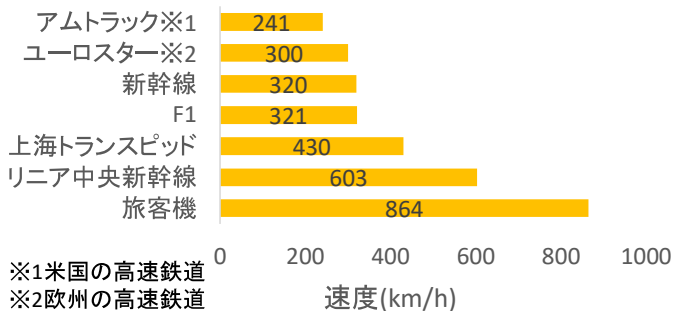
まとめ・結論

日本全国に敷設するには様々な障害があるため現在の新幹線の方がメリットが大きい。

対策を講じ、国民の信頼を高めなければ、代替えとはならない。

3. 結果

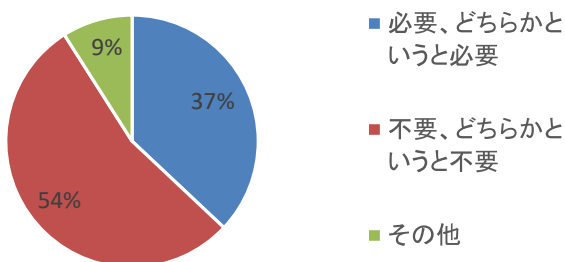
高速度輸送機械の速度比較



リニアモーターカーの主な問題点

- ・騒音・振動被害
- ・電磁波による人体被害
- ・莫大な消費電力

リニアモーターカーについての意識調査



2. 調査方法

インターネットや本を用いて、リニアモーターカーのメリット・デメリットを調べる。

4. 考察

私たちは調査により左記のような結果を得られた。他の地上車両と比較しても、日本のリニアモーターカーの速度は圧倒的といえる。

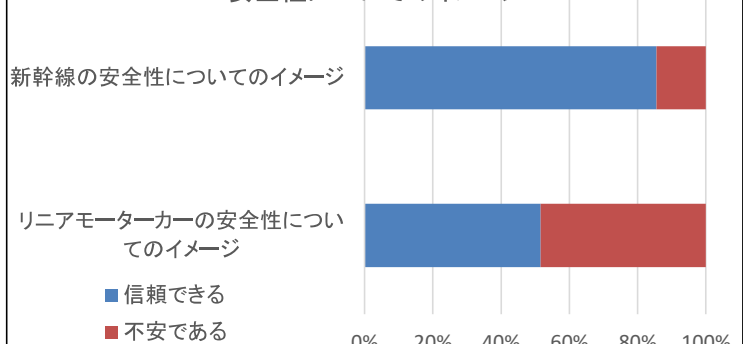
また、同じくリニアモーターを用いている上海トランスピッドよりも約150km/h速い。

ジェット旅客機には敵わないが、新幹線より約300km/h早いので、鉄道と旅客機との速度差はますます縮まることになる。

しかし、スピードが上がるということは、必然的に騒音が大きくなることを意味する。今まで新幹線に用いてきた防音技術では不完全であると思われる。

また、リニアモーターカーについての意識調査では、リニアに否定的な意見が半数を超えている。騒音被害や電磁波の人体被害等の安全性の不安がイメージを悪化させていると思われる。

新幹線とリニアモーターカーの安全性についてのイメージ



参考文献

リニア中央新幹線 | JR東海 | <http://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/>
総点検・リニア新幹線 | リニア・市民ネット

夢のランニングシューズが走りを変える

仙台第三高等学校
A-10班

1. 背景と目的

近年、日本ではランナー人口が増えつつある。¹⁾ 中には人気がある海外メーカーのシューズを履く人も多くいる。しかし、それに伴い、足形の変形や成績の低迷などの問題が多発していることが分かった。

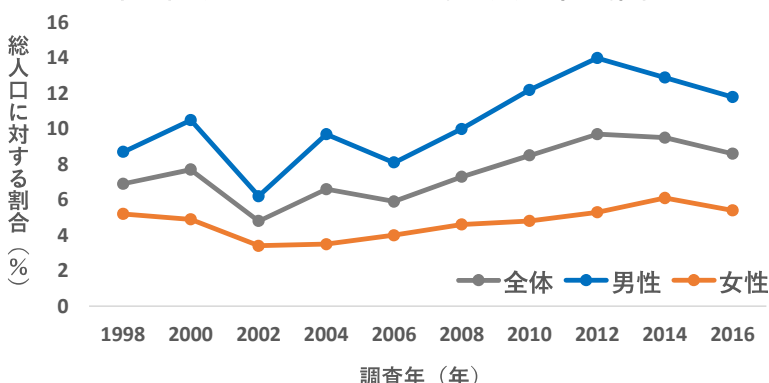
海外メーカー
の人気上昇

足の形やランニング
目的の違い

足の故障、
成績の低迷

私たちは、どのようなランニングシューズならばこれらの問題を解決し、安全に走ることができるのか、素材に着目して考察する。

年一回以上のランニング等の実施率の推移¹⁾



笹川スポーツ財団「スポーツライフに関する調査報告書」(1998～2016)より作成

2. 材料と方法

<検証1>日本とアメリカの比較

	日本	アメリカ
ランニングの目的	タイムの向上のため、 レース出場のためなど	健康維持のため
ミッドソールに 使われる素材	EVA、樹脂など	PU、TPUなど

日本とアメリカのシューズでは、ランニングの目的やミッドソールを覆う素材に差があることが分かった。

<検証2>EVAとPUの比較

そこで、主に日本で使われるEVAと、アメリカで使われるPUについて比較した。結果は以下の通りである。

	比重 (g/cm ³)	反発弾性 (%)
EVA	0.94	40
PU	1.20	50

日本のシューズに使われているEVAは比重が小さく、軽量化に適している反面、PUに比べ反発弾性が小さい。地面からの反発を受けにくいことから、スピードが出にくいことが考えられ、日本人のランニング目的にはそぐわないといえる。

まとめ

足の故障、
成績の低迷

靴の材料の変更

タイム向上、
安全性増

<今後の展望>

従来のようにミッドソールにEVAではなく、PUを使ったランニングシューズを開発する。その際には、安全性・耐久性も重視し、クッションとなる気泡をラバーで覆うことも考える。

3. 結果・考察

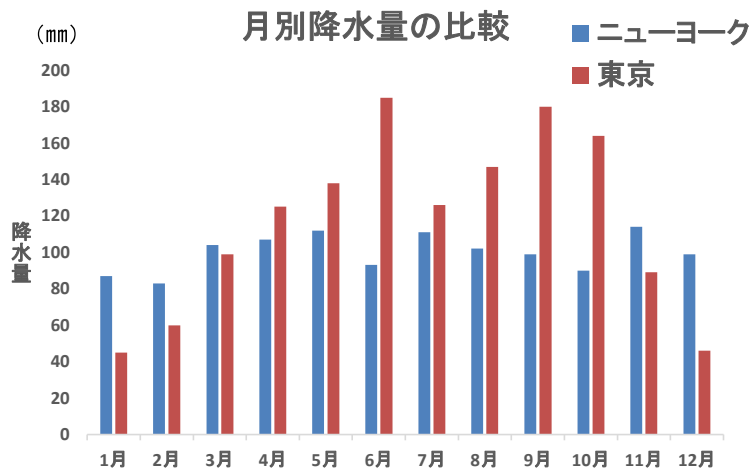
2. 材料と方法より、アメリカに比べ、質の高いランニングを求める日本人には、スピードの出る靴が必要になることがわかる。

・比重に大きな差のない、EVAとPUでは、より反発弾性の大きいPUを使用すべきである。

・怪我の防止のため、アメリカを参考にミッドソールにラバーと気泡を織り交ぜたものを使用する。

・ランニング中の転倒を避けるため、地面との摩擦が大きいスティッキーラバーコンパウンドを使用する。

<検証3>降水量の比較



上のグラフから、日本は春から秋にかけてアメリカよりも降水量が多く、日本のシューズには一層の雨対策が要求されることがわかる。

また、アメリカのシューズには「スティッキーラバーコンパウンド」というゴム材質のグリップが使用され、これが転倒を防いでいるのだが、日本のシューズには使われていないことが多い。

<参考文献>

- ・鈴木清和 (2014) 『解剖学でわかるランニングシューズの選び方』 スタジオタッククリエイティブ
- ・ニューヨークの気温と降水量 <http://www.ryoko.info/Temperature/usa/newyork.htm>
- ・らくちん設計.com <http://rakutin.himegimi.jp/index-jk.html>
- ・PORON http://www.poron.jp/en/new_products/pdf/consumer.pdf₂₆
- ・ポリウレタン http://www.hokkasei.co.jp/pdf/catalog_polyurethane.pdf

電気 vs 紙 ～地球にやさしいのはどっち？～

仙台第三高等学校

A-11班

はじめに

新聞における電子化
→読者・発行者にとって高い利便性
→環境に対する少ない負荷⁽¹⁾

仮説

授業プリントも、電子化すれば
環境への負荷は減るのではないかと

目的

教育現場での地球温暖化対策の方法の模索

調査

・方法

1クラス40人全員に授業プリントを配布する際の二酸化炭素排出量を計算し、プリントを配布せず電子黒板を使用した際の二酸化炭素排出量と比較し、環境への負荷を考える。ここでの二酸化炭素排出量は

プリント

- ・使用されたインクの量を生産
- ・プリントに印刷
- ・A4サイズのコピー紙（PPC）一枚を生産する際の二酸化炭素排出量

電子黒板

- ・プリント内容を50分間投影する際の電気使用量を二酸化炭素排出量に変換したもの

として計算する。

・補足

- ・コピー紙は再生紙などを考慮していない
- ・紙の生産時に単位重量で排出する二酸化炭素量は日本製紙連合会発表の数値⁽²⁾を参考
- ・単位消費電力で排出する二酸化炭素量は環境省・経済産業省発表の電気事業者別排出係数⁽³⁾を参考
- ・学校現場において主に使用されている印刷機は「理想科学工業のリングラフシリーズ」であるが公開情報が少ないため一般的な印刷機を参考
- ・インクの単位体積生産時に排出する二酸化炭素量は東洋インキ発表の数値⁽⁴⁾を参考

まとめ・考察

紙を利用するときの二酸化炭素排出量は電子黒板を利用した時の

約60倍

電子黒板のほうが環境にやさしい

展望

電子黒板を制作する際の二酸化炭素排出量はデータが無く加味することができなかったが一台で長期使用可能であることから、結論が変わるような影響はないと考える。また、電子黒板だけでなく、プロジェクターなど、紙を使用しないほかのツールに関しても調査、比較する必要があると感じた。

結果

・授業プリント使用時

インク生産時

$$0.0005\text{L/枚} \times 40\text{枚} \times 1770\text{g-CO}_2/\text{L} = \underline{35.4\text{g}}$$

プリンター印刷時

$$0.4\text{Wh/枚} \times 40\text{枚} \times 1/1000 \times 548\text{g-CO}_2/\text{kWh} = \underline{8.77\text{g}}$$

コピー紙生産時

$$1.52\text{g-CO}_2/\text{g} \times 4.2\text{g/枚} \times 40\text{枚} = \underline{255.36\text{g}}$$

	二酸化炭素排出量
インク	35.40
プリンター	8.77
コピー紙生産時	255.36
総量	299.53 (g)

合計 約300g

・電子黒板使用時

$$12\text{W} \times 50/60\text{時間} \times 1/1000 \times 548\text{g/kWh} = \underline{5.48\text{g}}$$

	二酸化炭素排出量
投影時	5.48
総量	5.48 (g)

合計 約5.5g

参考文献

- (1) 源直人(2016)「紙の新聞と電子新聞のエネルギー消費比較」<<https://nishiden.exblog.jp/24811379/>> (2018 09 21 参照)
- (2) 日本製紙連合会(2011)「紙・板紙のライフサイクルにおけるCO2排出量」<<https://www.jpa.gr.jp/file/release/20110318021915-1.pdf>> (2018 09 21 参照)
- (3) 環境省・経済産業省(2017)「電気事業者別排出係数」<<http://www.env.go.jp/press/files/jp/109569.pdf>> (2018 09 21 参照)
- (4) 東洋インキ(2010)「印刷インキおよび印刷物のカーボンフットプリントの取り組み」<https://www.jstage.jst.go.jp/article/nig/47/1/47_1_028/_pdf> (2018 09 21 参照)

小水力小さいからってなめんじゃねーぞ！

所属 仙台第三高校
A-12班

1. はじめに

現在、日本では総発電力量に占める再生可能エネルギーの割合は小さい。主に火力発電に使われる化石燃料は埋蔵量が限られ、年々減少していると言われている。さらに将来の世界人口の増加とともに人類のエネルギー需要が飛躍的に増加することが予想されている。そのため日本だけでなく世界中に再生可能エネルギーを使用することが求められているのが現状だ。さらに、現在日本では人口が都市部に集まる傾向があるため土地を効率的に使わなければならない。これらの問題点の解決の糸口として私たちは小水力発電について調べることにした。小水力発電とは落差と十分な水量があれば場所を問わないため今回のテーマに適しているのではないかと考えた。実験方法は次の通りである。

2. 材料と方法、仮説

どんな家にもあるような発砲スチロールとつまようじ、モーターを使った簡単な実験を行うことにした。図1のような四枚羽と三枚羽の小さな水車を用いて、羽の枚数による発電効率の違いと水の温度による違いについて調べる。水流は羽から30cm上から水道水を落とす。計測時間はそれぞれ15秒間とする。また今回使う水道水はについて、温水は30℃、冷水は5℃であった。

仮説は、四枚羽のほうが水流との接触時間が長いと考えられるので効率がいいと考えられる。また、温水と冷水では、冷水のほうが密度が大きくなるので、発電効率も上がると思われる。また、今回の実験では規模を大きくできないので、羽の枚数については、室蘭工業大学学術資源アーカイブ様の実験データを使わせていただいた。

使うもの

- ・発砲スチロール、つまようじで作った水車
- ・DCモーター
- ・テスター
- ・水道水(5℃、30℃)

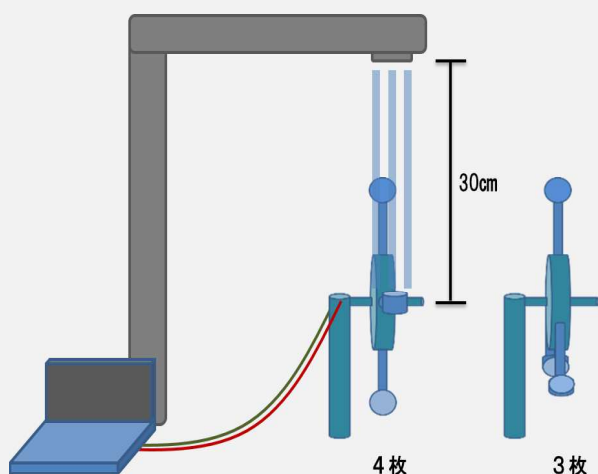


図1 実験イメージ

まとめ・結論

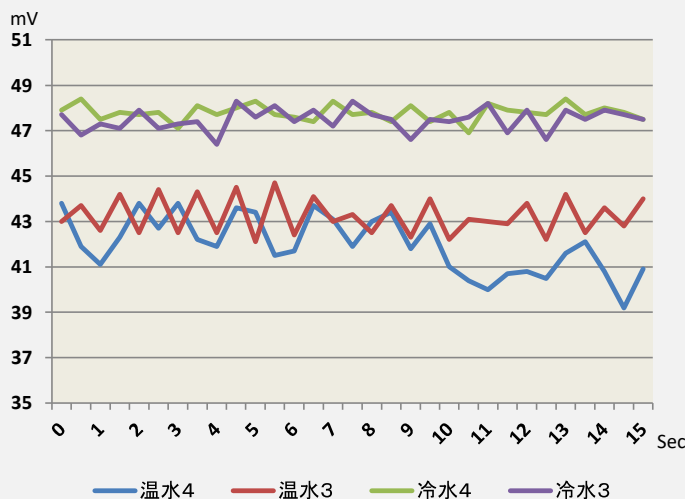
- ・冷水のほうが温水より発電量が多いということ
- ・冷水のほうがグラフの変化が小さいということ

今回の反省点は1枚の差ではあまり発電量の変化がないということだ。参考にしたデータからは、羽の枚数と発電量には相関関係があることが分かったため、次からは気を付けたいと思う。今回の反省を生かして次回は羽の枚数と限界発電効率との関係を調べていきたい。

3. 結果・考察

実験データ

	温水・4枚	温水・3枚	冷水・4枚	冷水・3枚
1	41.1	42.6	47.5	47.3
2	43.8	42.5	47.7	47.9
3	43.8	42.5	47.1	47.3
4	41.9	42.5	47.7	46.4
5	43.4	42.1	48.0	47.6
6	41.7	42.4	47.7	47.4
7	43.1	43.0	47.4	47.2
8	43.0	42.5	47.7	47.7
9	41.8	42.3	47.4	46.6
10	41.0	42.2	47.4	47.4
11	40.0	43.0	47.8	48.2
12	40.8	43.8	48.2	47.9
13	41.6	44.2	47.8	47.9
14	40.8	43.6	48.4	47.9
15	40.9	44.0	48.0	47.5



<羽の枚数と温度の観点から>

1. 冷水のほうが温水より発電量が多いということだ。家庭の水道水の温度は冷水が5℃で0.9999g/cm³、温水が30.1℃で0.9956g/cm³より冷水のほうが早く回った。またこのことから寒いや地下で発電するもしくは、気温が低い夜や冬などの時期に発電すると効率が良いと考える。
2. 冷水のほうがグラフの変化が小さいということである。家庭の水道水は温度に関係なく流量は一定であるのでそこからわかることは水道水の温水は冷水より温度の変化がしやすくそれにより密度の変化もするので一定の温度を保つのは温水のほうが難しいため温水は安定しないと考える。

参考文献

室蘭工業大学学術資源アーカイブ 小水力発電における効率的な水車構造の研究 (<http://hdl.handle.net/10258/00008983>)
経済産業省/資源エネルギー庁/平成27年度エネルギーに関する年次報告 (http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2016gaiyou/whitepaper2016pdf_h27_nenji.pdf)
自分で作る自家発電機/著者・中村昌広

海水で走る環境にやさしい車

宮城県仙台第三高等学校
A-13班

1. 目的

現在、化石燃料の大量消費による地球温暖化が大きな問題となっている。これに伴い海面の上昇も深刻だ。地球に 1.45×10^{24} gもの量が存在すると推定されている海水（注2）を新エネルギーとして地球の資源を無駄なく有効活用できないかと考え、研究することにした。

仮説

海水から電気を作ることができれば、車をつくることができるのではないかな。

2. 材料

海水（菖蒲田海水浴場）
亜鉛板、銅板
プロペラ付きモーター、導線、電流計、
マグネチックスターラー…*

*磁力を利用して攪拌子（かくはんし）を回転させ、液体を攪拌する装置。

3. 方法

①海水をビーカーに入れ、亜鉛板と銅板を図のように準備する。

②3パターンの実験を行うため順に（ア）（イ）（ウ）とする。

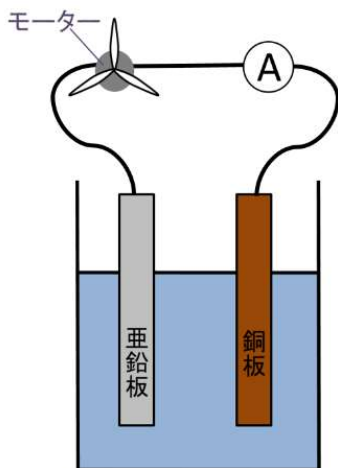
（ア）何も変えない

（イ）銅板と亜鉛板の距離を近づける

（ウ）マグネチックスターラーを使用（写真）

③海水の中で銅板と亜鉛板を反応させ、電子の移動を促す。

④プロペラ付きモーターが回ることを確認し、電流計の値を測定する。



（図）



（写真）

結論

今回の実験では、**電化製品を使用するほどの電力は得られない**ことがわかった。

発電量を多くしようとすれば、実験装置や銅板、亜鉛板は巨大になり現実的ではなくなってしまう。車の製作よりも先にこのシステムのコンパクト化を図るべきだ。それが実現すれば、自動車に限らず世の中のすべての電化製品に使うことが可能だと考えられる。

5. 今後の展望

- 金属板に目に見えない小さな穴を開け、面積を大きくして、電流を増加させる（注1）。
- 金属板のサイズ自体を大きくすることで、電流を大きくする。
- 最終的にはこのシステムを使って化石燃料の消費を減らしていきたい。

4. 結果・考察

<結果>

（ア）…目視で確認できるほどの反応は観察することができず、十分な電流を得ることができる。

（イ）…金属板の周りに泡が発生し、電流が発生していることがわかった。

（ウ）…電流計の針が大きく振れ、プロペラが数十秒ほど回転し、ある程度持続する様子が見られた。

実験結果の表

（表）

	実験（ア）	実験（イ）	実験（ウ）
電流 (mA)	2.0	13	30

<考察>

実験（ア）の結果より、海水を用いた電池では微量ながら電気が発生することが分かった。また、実験（イ）（ウ）の結果から金属板の距離を近づけたり、マグネチックスターラーを使って海水を混ぜると実験（ア）よりも電流の値が大きくなることが分かった。しかし、いずれの実験でも車を動かすほどの電力は得られず実現するには、もっと規模の大きな実験装置が必要だ。

参考文献

- 自動車を巡る環境問題の現状と 今後の展望について - 経済産業省
- 化学電池 - Hi-HO www.max.hi-ho.ne.jp/lylle/netukagaku2.html
- 田辺茂（2009）燃料電池の基礎マスター（注1）
- 東海大学出版会（1970）海洋科学基礎講座（注2）

<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g21031f061j.pdf>

地球滅亡！？私たちの未来in火星

仙台第三高等学校
B-1班

1. 序論

背景 地球温暖化の促進→地球に住めなくなる可能性
☆火星に移住するには？

目的 火星のテラフォーミング(=人工的な環境改良) → **生息可能な大気**に

先行研究 1) 火星の環境

- ・地球に比べて大気が薄く、O₂(酸素)はそのうち1%以下
- ・気温が低い(−40℃)
- ・土壌が有毒
- ・オゾン層、磁場がない→放射線や太陽風が直接当たる

仮説 2) テラフォーミングの手順

- ① 火星のドライアイス(干氷)を溶かす→CO₂(二酸化炭素)をまとわせる
- ② 土壌の問題を解決する→植物を栽培し酸素を作る

問題点

- ・ドライアイスの吸熱反応で気温低下
- ・大気が太陽風に吹き飛ばされる
- ・放射線が地表に直接届く

4. まとめ・結論

火星テラフォーミング

↓

- ・十分な酸素
- ・磁場
- ・生活可能な気温
- ・植物の栽培

これらをもたらし、
人間が将来移住できる環境が
作られる

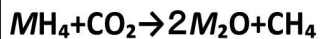
今後の展望

- ・CO₂→CH₄の変換で生産するCH₄の量の調節
方法：火星のCO₂の量を調べる
⇒必要なCH₄の量を明らかにする
- ・O₃の保存方法(O₂に戻ってしまう)
方法：O₃が存在するための条件を調べる
⇒地球と比較

2. 材料と方法

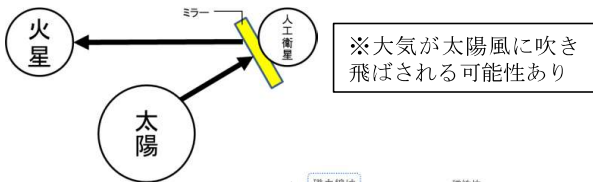
① 3) ドライアイスを溶かす
効果：大気圧を上げる
温室効果ガスで気温を上げる

方法 (A) 大気中のCO₂をメタン(CH₄)に変換



M=Li, Na, K

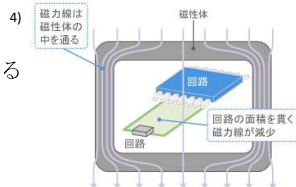
(B) ミラーがついた人工衛星を浮かべ、太陽光を反射



→(A)と(B)の相乗効果で極冠にある

磁器シールドを衛星に設置

効果：磁場の確保
太陽風、放射線を遮断



方法：火星付近の衛星(L1)に磁器シールドを設置

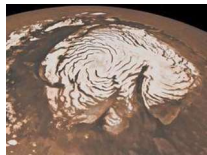


図1 NASAの火星探査機による北極冠

② (A) オゾン層の形成

効果：放射線がオゾン層によって遮断され、植物が育成できる
→火星にO₂が供給できる

方法



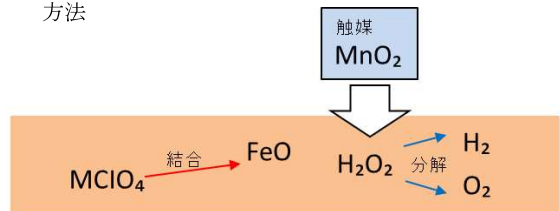
※火星全体をまとめる
かどうかは不確実

火星をまとめるのに必要なO₃ $14 \times 10^{18} \text{mol} \div 4 = 3.5 \times 10^{17} \text{mol}$
(地球に比べて表面積が1/4)

(B) 植物を生育できる土壌の形成

効果：生き物に無害である土壌を形成
→植物を植え、O₂を増やす

方法

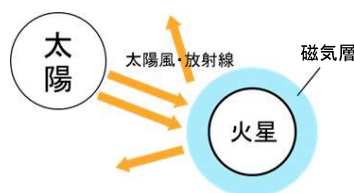


注) M=金属 MC10₄=過塩素酸塩 FeO=酸化鉄 H₂O₂=過酸化水素
MnO₂=二酸化マンガン H₂SO₄=硫酸

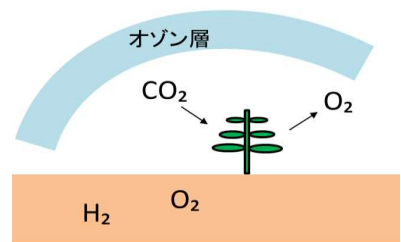
3. 結果・考察

① ・ドライアイスがCO₂になり大気が増える
→CO₂とCH₄の温室効果により温度が上昇
(ドライアイスの吸熱反応により、急激に温度が上がることはない)
② ドライアイスの下に埋まっている氷も溶かされ、海ができる
・磁場の形成
→太陽からの太陽風、放射線を遮断する磁気層がつくられる

② ・オゾン層の形成
→火星にO₂をまとめることができる



③ ・生き物の有害であるMnO₂、H₂O₂を無害にする
→生き物の無害な土壌を形成
・植物を植える
→火星内のO₂を増やす



参考文献 ・¹⁾井田喜明 地球の教科書 p.20 ・²⁾秋葉龍佑 火星のテラフォーミング 2012年度 卒業論文 明星大学理工学部物理学科天文学教室
<http://www.hino.meisei-u.ac.jp/phys/astrolab/stu/2012/Akiba.pdf> ・³⁾Newton別冊 次々に投入される探査機が明かす 太陽系のすべて ・⁴⁾村田製作所 第4章空間伝導と対策 <https://www.murata.com/ja-jp/products/emc/emifil/knowhow/basic/chapter04-pl> ・⁵⁾松井孝典 探査機でここまでわかった太陽系-惑星探査機とその成果- p.64 ・火星の北極冠のなぞ、解明か <http://www.astroarts.co.jp/news/2010/06/04martian-ice-cap/index-j.shtml>

各教科の偏差値の特徴について

B-1班

1. 目的

我々三高生は偏差値をいろいろな時に見かける。だが、偏差値についてよく知らない人も少なくないと思う。そこで、偏差値をよく知り進路の決定に役立たせたいと考える。

2. 偏差値の歴史

初めに偏差値とは測定値の平均と標準偏差を用いて、平均が50、標準偏差が10になるように変換して求める値だ。

私たちがよく見ている偏差値とは学力偏差値と言って、

偏差値 = (点数 - 平均点) × 標準偏差 + 50 と表される。

標準偏差とは分散の平方根のことである。

ここで分散とは何か。

分散とは各値と平均点との差を二乗したものをデータの個数で割ったものである。

自分の点数が平均点と同じであれば、偏差値は必ず50となる。偏差値50を基準にして、平均点よりも高い得点なら、偏差値は50よりも大きくなり、逆に平均点よりも低い得点なら、偏差値は50よりも小さくなる。

偏差値が誕生したのは約50年前のことである。その集団の中で自分がどの立場にいるのかということを相対的に知るために桑田昭三さんが作り上げたものだ。偏差値という概念は世界ではあまり通用せず、偏差値を学力偏差値として使用しているのは日本だけである。

3. 偏差値を知ろう

偏差値とは先ほど述べた通りある集団の中で自分がどの立場にいるかということを相対的に知るためのものである。

偏差値を求めるにあたって、標準偏差というものが気になる。

標準偏差は、平均点からの差の平均を意味している。

平均点からの差の平均を求めるならわざわざ分散を求めるのではなく、ある点数からの差を和をデータの個数で割ればよいとおもうかもしれない。

だが、こういう場合を考えてみよう。



これはあるテストを受けた五人の点数の分布表である。

このデータでは平均点が3点となっている。

このデータで平均点からの差の平均を求めてみる。

平均をAとすると、

$$A = \{(1-3) + (2-3) + (3-3) + (4-3) + (5-3)\} \div 5 = 0$$

となってしまうこの場合、偏差値が全員50になってしまう自分の位置がどこにいるかということを知るのには不適當である。

ここで平均点との差を二乗して、平方根をとることにする。新たに平均(分散)をBとすると、

$$B = \{(1-3)^2 + (2-3)^2 + (3-3)^2 + (4-3)^2 + (5-3)^2\} \div 5 = 2$$

となる。この値の平方根が標準偏差である。

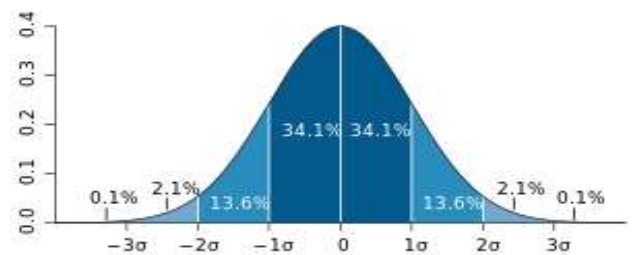
したがって、このようなデータが得られた場合、標準偏差という値がなぜ適当なのかということがわかる。

また偏差値にはある点数に標準偏差を加えると偏差値が10上がるという特徴がある。

3. 各教科の偏差値の特徴

校内での考査や校外での模試では各教科ごとの偏差値が出される。各教科の点数の分布には特徴がある。

- ・ 国語・英語によくみられる分布

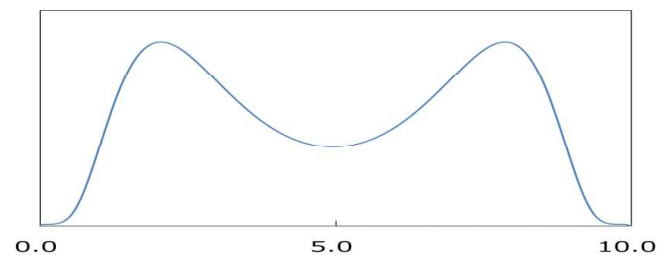


このグラフは正規分布表というグラフである。このグラフでは、標準偏差が小さくなる。

国語や英語などの教科はこういった規則正しく分布しているグラフになる。その理由は色々あるが、国語や英語は突出して高い点数を取ったり、低い点を取る人はなかなかいないということである。

国語や英語は記述問題があるため、満点を取ることは極めて難しい。だからといって、普段日本語には触れており、英語に関しても授業や歌などで接しているので、ある程度の知識はあるため、低い点数を取る人も少ない。

- ・ 数学・理科によくみられる分布



このグラフは二峰性という性質をもったグラフである。このグラフでは、標準偏差が大きくなる。

数学や理科は身近に感じられる分野が少なく、得意・不得意がはっきり分かれやすい。

そのため、数学や理科ではこのようなグラフがよく見られる。

4. 考察

このようなことから国語や英語では偏差値が上がりやすく、数学や理科では偏差値が上がりにくいということが分かった。そのため数学や理科などでは少しのミスが偏差値に大きくなってしまふ。したがって、ミスをなるべく減らすことが大切であることが分かった。

参考文献

結城浩 数学ガールの秘密ノート マンガでわかる統計学 私たちは何からできているのか? KOMORISS <https://komoriss.com/standard-score/>
偏差値の生みの親・桑田昭三氏へのインタビュー <http://hosted.jalt.org/test/PDF/Kuwata-j.pdf>

与兵衛沼のホタルの復活に向けて

仙台第三高等学校

B-3班

1. 研究の背景・目的

与兵衛沼(宮城県仙台市宮城野区)に対するイメージの変化

以前
ホタルの飛び交う
名所¹⁾

現在
消失

ホタルのいる美しい景観を取り戻したい！

目的
ホタルの消失理由解明

⇒ホタル復活策の検討につなげる

2. ホタルの生態と与兵衛沼の生態の比較

○与兵衛沼に生息するホタルの種

- ゲンジボタル・・・川などの水の流れがある場所を好む²⁾
- ヘイケボタル・・・沼などの水の流れがない場所を好む²⁾

与兵衛沼に生息していたのは **ヘイケボタル** *Aquatica lateralis*



Fig.1 ヘイケボタル

ヘイケボタルの生態³⁾

- ・流れの非常に穏やかな小川や水田、湿地等に生息
- ・水際のコケや草の根本に産卵する
- ・カワニナやタニシ、モノアラガイなどを好んで食べる

屋間のヘイケボタル: 自然観察大学ブログ

○与兵衛沼の環境



Fig.2 与兵衛沼

- ・外灯が設置されてる
- ・ホタルの天敵であるザリガニが生息⁴⁾
- ・タニシが生息⁴⁾

与兵衛沼(宮城県仙台) - 水辺遍路

考察

外灯などの夜間に光を発生させる人工物

ホタルの繁殖に影響を与えている

3. 水抜き工事によるホタルへの影響

東北地方太平洋沖地震発生(2011.3.11)

与兵衛沼の堤防に亀裂発生⁴⁾

復旧工事のため、沼の水排水⁴⁾



3.11大震災によって・・・

Fig.3 与兵衛沼2



与兵衛沼跡(宮城野区蟹沢・小松島新堤)

Fig.4 水の抜かれた与兵衛沼

考察

沼の水の排水により、

ホタルの卵の死滅
沼の水が濁った⇒ホタル生息不可能

4. まとめ

環境の面から考えられること

- ・外灯の設置⇒ホタルの交尾活動の妨げ
- ・水抜き工事が
ホタルを死滅させた
水質を悪化させた可能性がある

今後の展望

- ・新たな幼虫を放流が与える影響の検討
- ・外灯設置範囲の検討

参考文献(12~14p 太字: MSゴシック)

- ・1) 仙台人が仙台観光をするブログ <http://senndai-tabi.seesaa.net/article/102364310.html>
- ・2) NPOホタルの会 ホタルの里づくり <http://www.npohotaru.com/sato/index.html>
- ・3) ヘイケボタルの生態と生育環境 http://www.tokyo-hotaru.com/jiten/heike_hotaru.html
- ・4) 仙台・与兵衛沼生き物チェック! 2016夏(釣り) <https://blogs.yahoo.co.jp/iwaikei55/55659984.html>

革新的発電で途上国の電力不足を賄えるのか？

B-4班

1. 研究の目的

今日、一部の発展途上国ではいまだに原始的な生活を強いられている。そこで、身近なもので革新的な発電方法を見つけ、その発電によって生じる発電量や、その発電機械がどのくらい必要なかを考えることを目的として探求する。

2. 基本データ

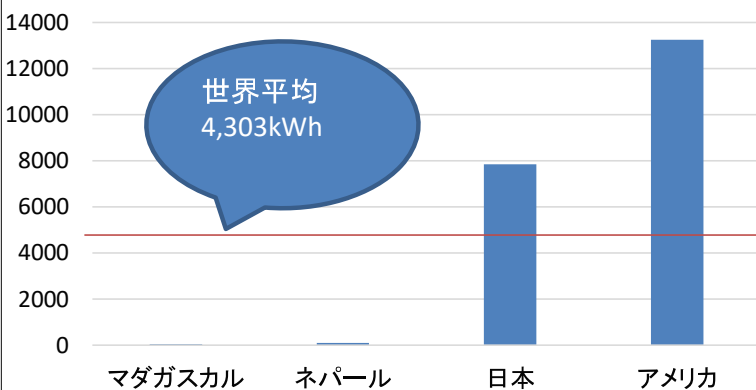
▶ 途上国の人口と年間電力消費量、貧困ランキング

- ・マダガスカル
- 人口 2,557万人
- 1人当たりの年間電力消費量 約44.039kWh/年
- 貧困ランキング 22位
- ・ネパール
- 人口 2,898万人
- 1人当たりの年間電力消費量 約98.861kWh/年
- 貧困ランキング 83位

▶ 参考

- ・日本 7,847.80kWh/年
- ・アメリカ 13,246.27kWh/年
- ・世界平均 4,303.87kWh/年

1人当たりの年間電力消費量



▶ 発電方法とその発電力

- ・振動発電
- …車や歩行者の振動をエネルギーに変える発電方法。
- 発電量 約2mW (1s当たりの平均)
- ・海洋温度差発電
- …暖かい表層海水と冷たい深層海水との温度差でタービンを回し、エネルギーに変える方法。
- 発電量 離岸距離km以内では、5,952MW
- 離岸距離制限なしでは、173,569MW (1年あたり)

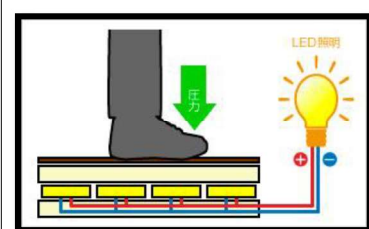


図1 振動発電 (2)

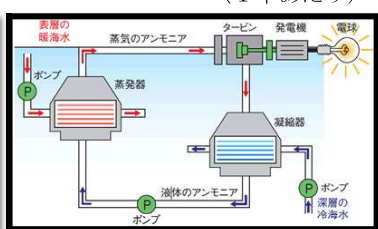


図2 海洋温度差発電 (3)

3. まとめ

▶ 振動発電の場合 (ネパール)

※ 60kgの人が1秒間に2歩のペースで歩行した場合

$$2\text{mW} \div 1000 \div 1000 = 0.000002\text{kWh}$$

$$0.000002\text{kWh} \times 6\text{h} \times 365\text{d} \times 28,980,000\text{人} = 126,932.4\text{kWh}$$

結果

現在の総電力消費量286,499,178.0kWhにすら及ばない

▶ 海洋温度差発電の場合 (マダガスカル)

離岸距離制限なしと仮定する

$$173569\text{MW} = 173,569,000\text{kW}$$

結果

現在の総電力消費量112,607,723kWhをはるかに上回った

4. 結論(賄えるか)

振動発電・・・



海洋温度差発電・・・



* ネパール、マダガスカルの場合

5. 考察

今日、振動発電や海洋温度差発電など革新的な発電が発明されている。今回検証した振動発電においては、コストの割に発電量が少ないという問題が発覚した。ただし、少しも賄えないというわけではなかった。また、海洋温度差発電においては、発展途上国の電力量が賄えることがわかった。だが、海洋温度差発電にはコストが低いものの、「海がある」「海面と深海の温度差が10～25℃以上ある」という条件下のみでしかできない地域偏在型のエネルギーであるという問題がある。発展途上国は内陸に多いため海洋温度差発電は現実的ではないだろう。これらの発電方法では、必ずしも発展途上国の電力不足を賄えないことがわかった。

だが、これらはよりコストが低く、発電量が多い、どのような地域にも対応できるといった発電方法を生み出さなければならないという新しい課題の発見に繋がったと捉えればよいだろう。

6. 参考文献

- 株式会社音力発電
振動力発電 <http://www.soundpower.co.jp/work/vibration.html>
(参照2018-9-21)
- よんでんエネルギー学習支援サイト 海洋温度差発電のしくみ
<http://www.yonden.co.jp/life/kids/teacher/datashu/hatuden11.html>
(参照2018-9-21)
- 沖縄県海洋温度差発電実証設備 海洋温度差発電のしくみ
<http://otecokinawa.com/jp/OTEC/index.html>
(参照2018-9-21)
- 世界ランキング 世界統計格付けセンター
<http://top10.sakura.ne.jp/index.html>
(参照2018-9-21)
- 海洋温度差発電の新しい展開と今後の展望 海洋温度差発電の原理
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jime1966/34/11/34_11_741/_pdf/-char/ja
(参照2018-10-12)

お弁当で世界を救う

仙台第三高等学校 農業・食産業 C班

1. 背景

世界には、次のような食問題が挙げられる。

フードマイ
レージ

食品ロス

食に関する企業の取り組みとして、キッコーマンとローソンの例がある。
キッコーマン
北海道キッコーマンで製造されるしょうゆは、全て北海道産の小麦を使用している。¹⁾
ローソングループ
地域の名産品や旬の素材を生かした商品づくりにより、地域との結びつきを深め地産地消の取り組みを進めている。また、ローソンファームという農場で、農産物を育て、地域農業の発展に貢献している。²⁾
これらの活動から、私たちは地産地消の重要性を理解した。
私たちのグループでは、「お弁当」を使うことは、地産地消の推進に限らず、他のさまざまな問題の解決につながるのではないかと考えた。

2. 方法

◆フードマイレージ

フードマイレージの値が小さくなることで、輸送に伴って発生する二酸化炭素の排出量が減る。その結果、環境への負荷が軽減される。

・弁当の中で外国から輸入している食材をピックアップし、海外から輸入した食材と国内の食材を使った場合のフードマイレージを比較する。

フードマイレージ(g・km) = 「食料の輸送量(g)」×「輸送距離(km)」

グラフを作るにあたって

- ①生産地、輸送量を設定する。
 - ②生産地からの距離を調べる。
 - ③計算して、フードマイレージを求める。
- <さけ40g> フィリピン産:350,280(g・km)→**北海道産:46,200(g・km)**

<にんじん30g> 中国産:91,380(g・km)→**茨城県産:3,870(g・km)**

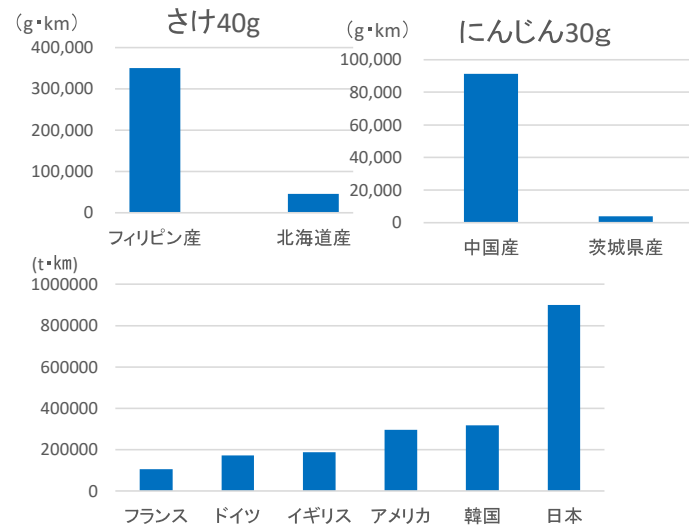
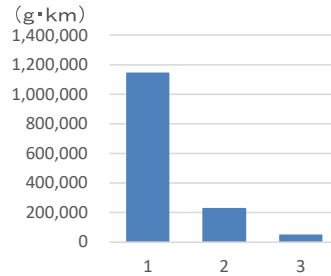


図2: 各国のフードマイレージ

コンビニ弁当と自宅で弁当を作った場合のフードマイレージの比較(三日間平均)

- ・比較するもの
サンプルA、サンプルB(自宅で作った弁当)
コンビニ弁当(幕の内弁当)
- ・方法

- ①サンプルA、Bの場合は食品の宮城県から産地への距離、輸送量をそれぞれ調べ、フードマイレージを計算する。
(宮城県産の場合は0キロメートルとする)
- ②コンビニ弁当も同じようにして調べる₃₎



1: コンビニ弁当
2: サンプルA
3: サンプルB

図3: コンビニ弁当と自宅で作った弁当のフードマイレージの比較

◆食品ロス

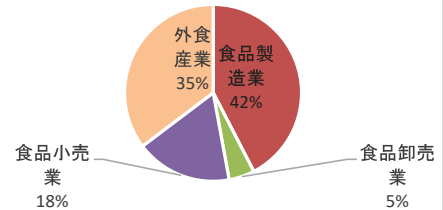
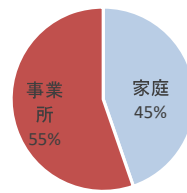


図4: 食品ロスにおける事業系の割合

図5: 日本国内の外食産業における食品ロス部門別割合

まとめ・結論

○結果

・日本のフードマイレージは最も大きい、世界各国のフードマイレージも大きいことが分かった。

・小売の段階での食品ロスが大きい

3. 結果・考察

○考察

お弁当を使うことで...

- ①食材を自分で選んで調理できる

国内の食材や地場産品の消費の促進が可能

海外からの食糧輸入距離削減=フードマイレージ削減
輸送による二酸化炭素の削減

- ②・小売りの段階の省略
流通でうまれる食品ロスの削減

食品の過剰生産を減らせる

- ③・自らが直接食に触れ、食の知識を深められる
・食材の安全性を自分で確認できる
・家庭の味や地域の味の継承ができる

参考文献

- 1) : キッコーマン「地産地消」<https://www.kikkoman.com/jp/csr/social/activity/community/consumption.html>
 - 2) : ローソン「地元の産品の普及への取り組み」www.lawson.co.jp/company/activity/stakeholder/community/collaboration.html
 - 3) : コンビニ弁当探偵団「コンビニ弁当16万キロの旅-食べものが世界を変えている」太郎次郎社エディタス 2005年9月
- 図4: とやま食ロスゼロ作戦「事業系の食品ロスについて」<https://foodlosszero.jp/business>
- 図5: 農林水産省「外食産業における食品ロスの量」http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/attach/pdf/170516-2.pdf

絶滅危惧種を救うには？

～モーリシャス島の絶滅種「ドーダー」に学ぶ～

仙台第三高等学校 C-1班

1. 背景

人間は、知らず知らずのうちに生物や生態系から様々な恩恵を受けている。
これを「生態系サービス」という。
例えば、微生物による水の浄化などもこの一つである。



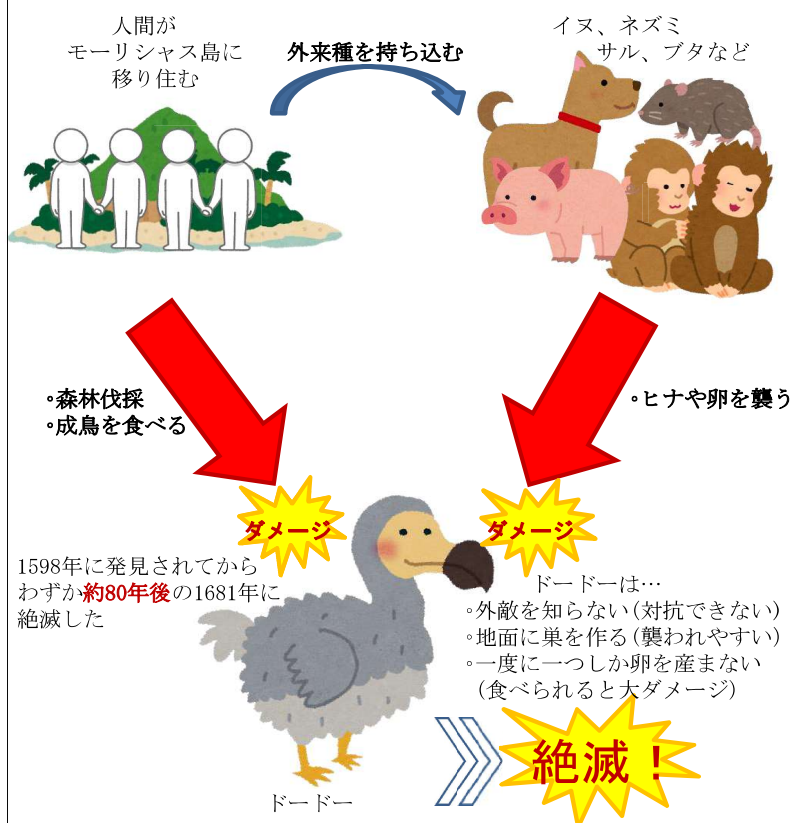
2. 目的

絶滅の原因は？
私たちには何が出来る？



3. 調査結果

I) モーリシャス島のドーダー



5. まとめ

「絶滅種や絶滅危惧種を作り出した多くの原因は人間にある。」これはつまり、絶滅危惧種を救うためには、人間が手を加える他に方法はないということだと、私たちは考えた。この成功例として、インドサイがある。(2008年に絶滅危惧種から除外された。)

そこで私たちは、以下の解決方法を提唱する。

○外来種について

例) アマミノクロウサギ(絶滅危惧IB種)

・ヤンバルクイナ(絶滅危惧IA種)

解決策) 外来種についての法律の内容の認知度を上げる

・在来種に強く影響を及ぼしている外来種を捕獲する

・対抗する力の弱い幼体を保護して個体数を維持するとともに、外来種に抵抗する力を持つ個体を育成する

○間接的な影響について

例) イソギンチャクとクマノミ

解決策) 共生関係の教育の充実化

・環境保護の法律の見直し

・生態系サービスの重要性の認知度を上げる

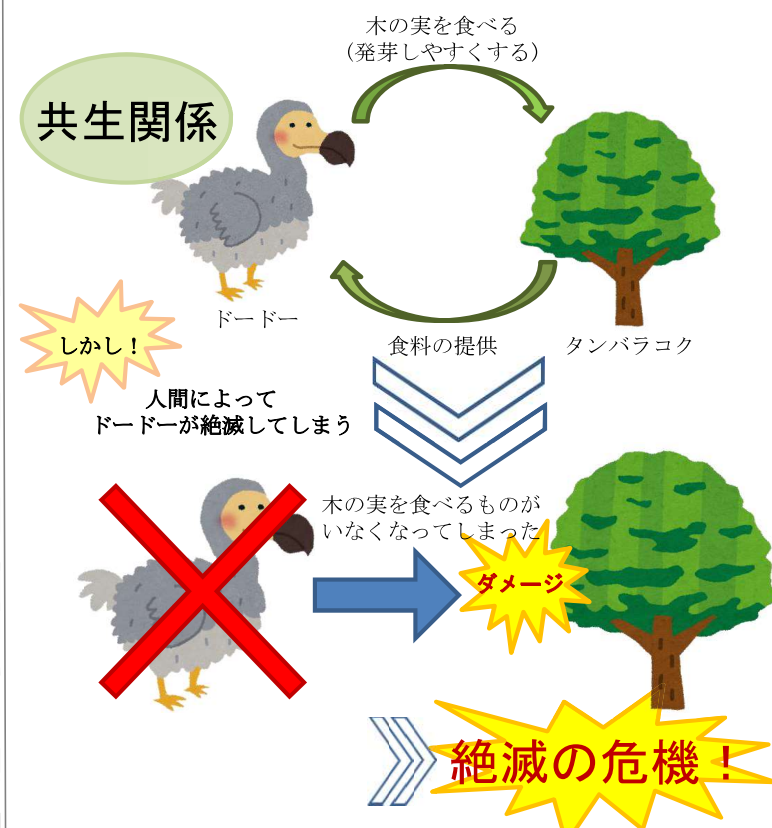
これらからわかるように、個人の力だけではなく、企業や政府などの団体に訴えかけていくことが重要である。

4. 考察

調査結果より、動物の絶滅の直接の原因や、その発端の多くは、人間であることがわかる。タンバラコクのように、直接人間がかかわっていない場合でも、ドーダーを絶滅させてしまったことを通して、間接的に影響を与えているのだ。

つまり、人間は自らの生活を快適にする、という目的だけで、あとのことを考えずに行動し、結果として、動物の予期せぬ絶滅を招くなど、生態系を壊してしまっているといえる。

II) ドーダーとタンバラコク



参考文献

・五十嵐享平/岡部聡/村田真一、『絶滅動物の予言 - 生命誕生「35億年目の悲劇」を読む』、情報センター出版局、1992年

・別役実、『鳥づくし [続] 真説・動物学大系』、平凡社、1998年

135

・BIGLOBEニュース、絶滅危惧種リストから外された10種の動物たち、https://news.biglobe.ne.jp/animal/0313/kpa_170313_8704846408.html、参照日2018/10/12

・環境省、環境省 Ministry of the Environment, <http://www.env.go.jp/>、参照日2018/9/21

漁業の衰退、止めたくない？

宮城県仙台第三高等学校
C-2班

1. 背景と目的

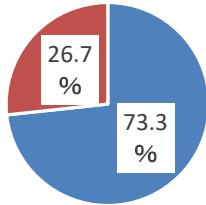
<背景>

- ・日本の第一次産業が全体的に衰退傾向
- ・73.3%の人がそれに不安を感じている（右図）
- ・経済水域の広い日本にとって海産資源は重要
- ・世界遺産の和食への影響

<目的>

- ・日本の漁業を再振興させる。
- ⇒漁村の活性化
漁業関係者の収入増加、
それに伴う漁業従事者の増加

日本の第一次産業に
不安を感じているか



■ はい ■ いいえ

（図1）独自に行った日本各地の高校生32人を対象とした漁業に関するアンケートより

2. 仮説【海産物の輸入を規制した場合 衰退を止められるのではないかな】

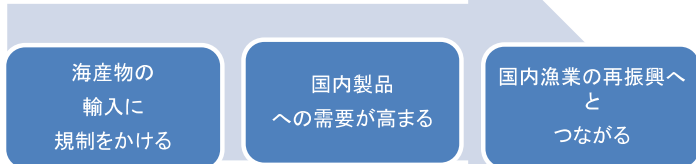
《現在》グローバル化により、国内海産物の需要低下

ここで我々は、国外からの海産物輸入を規制した場合どうなるのかという
仮説を立て、研究をすることにした。

<予想>

- ①家庭での国内製品の需要が高まり、売り上げが増加する。
- ②国内での供給量ではまかなえず、国内の企業や店の経営が逆に困難になってしまう。

この2つのシチュエーションを検討した。



<調査方法>

国内の生産量、自給率等のデータを収集して、そのデータをもとに、
このシチュエーションが引き起こすであろうメリット、デメリットを考
察し、仮説が効果的かどうか、研究を進める。

5. 今後の展望

<現在>

日本は、品目に応じて世界の様々な生産国・地域から輸入していて、平成23（2011）年における輸入相手国は120か国と16地域に及んでいる。なお、水産物の関税率は品目により0～40%、貿易加重平均では4%程度となっている。しかし輸入量は増加傾向にあり、これ以上輸入に規制をかけると日本の企業が相次いで倒産する恐れがある。

仮説②

国内の漁業従事者数を増やし、生産力を向上させれば、それに伴い自給率も増加するのではないかな。

- ・日本の第一次産業…**3K（きつい、汚い、稼げない）**といったイメージ
- ・現在の若者…**仕事に安定を求める**

～漁業従事者を増加させるためには～

日本の若者の第一次産業に対するイメージを良い方向に転換させることや、近年注目されている**働きやすい環境づくり**をすることが、今後の日本の漁業関係者に求められる。

4. 考察

<メリット>

- ・国内海産物の売り上げ増加
⇒漁業関係者の収入増加、従事者増加につながる。
- ・水揚げ量と売上量の差が少なくなる。
- ⇒無駄の少ない生産性、「持続可能な発展」

国内漁業の
再振興への
一番の近道

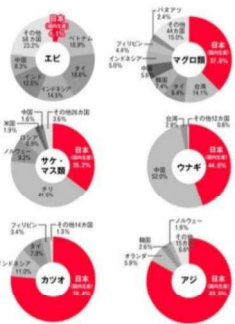
<デメリット>

- ・エビ等の、国民が好む水産物の不足
⇒食産業への悪影響
- ・供給量が少なくなる
⇒値段高騰

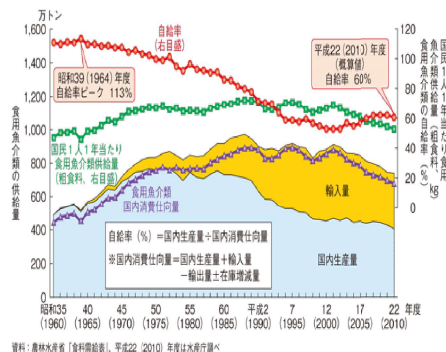
和食離れの
危険性もある。

外国産の魚介類に依存している回転寿司
チェーン店が倒産してしまう可能性がある

3. 結果



（図2）食用魚介類の国内生産量と
輸入量の割合（2013年）



（図3）食用魚介類の自給率などの推移

- ・年々国内消費量に占める輸入量の割合が
大きくなっている

- ・マグロ、エビ、サケなどといった現在よく好まれる
魚介類は、半分以上が輸入品である。

- ・自給率の推移は、十年ほど前から回復傾向にあるが、
未だ4割は輸入品に頼らざるを得ない状況。

- ・輸入量と国内生産量を含めた、食用魚介類の供給量
そのものが近年減少している。⇒**魚離れ**

参考文献

- 1) 片野歩, WEDGE Infinity “アイスランドの漁業 儲かりすぎて税金4倍に” <http://wedge.ismedia.jp/articles/-/2293?page=5> （参照2018.09.21）
- 2) 毎日新聞 “食料を自給できるか（漁業編）” <https://mainichi.jp/articles/20150806/dyo/00m/010/000000c> （参照2018.09.21）
- 3) 水産省 “（3）水産物の輸出入の動向” http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h23_h/trend/1/t1_2_1_3.html （参照2018.09.21）

日本の大豆最強説！

C-3班

1. チャド共和国とは？

皆さんは、チャド共和国を知っているだろうか？現在、世界では多くの人が貧困に苦しんでいる。その中でも私たちは、世界貧困ランキング1位のチャド共和国に注目した。

チャドはアフリカ大陸の中部にあり、今年は推定12万7000人の五歳未満の子供達が死に至るほどの、栄養不良に陥る可能性がある。

なぜなら、不規則な降雨によって十分に農作物を育てることができず、食事で十分な栄養をとることができないからだ。

そこでチャドの現状を、健康食として知られている日本食で改善できないかと考えた。

日本の料理では大豆が味噌や豆腐、納豆などに使われていて、「畑の肉」と言われるほど栄養価が豊富で良質なタンパク質である。



目的

チャドの栄養不足を改善すること

仮説

チャドの人々を大豆で救えるか？

2. 飢餓と栄養

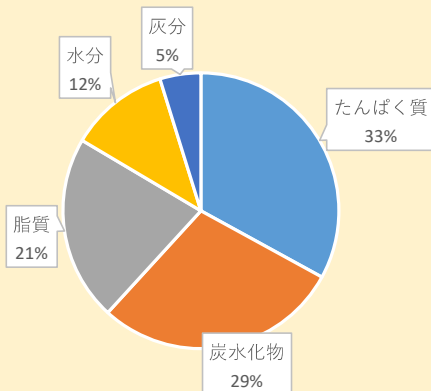
飢餓に苦しむ人々の多くは、家の周りから拾ってきた木の根や葉をわずかなトウモロコシと一緒に食べている。そのため十分に栄養をとることができていない。

このように、食べるものがあっても一日に必要なカロリーをとることができないので、その状態が長く続くと失明したり病気にかかりやすくなったりする。だが、発展途上国では病院に行くことや薬を手に入れることが難しいため病気がさらに悪化する。

よって仕事ができないため、収入を得ることができず十分な食事をとることができない。このような悪循環から抜け出すことができない。

大豆の栄養素

大豆の五大栄養素の割合



4. まとめ・結論

これらの調査から栄養満点の大豆の生育に必要な条件をチャド共和国の気候は満たしている。

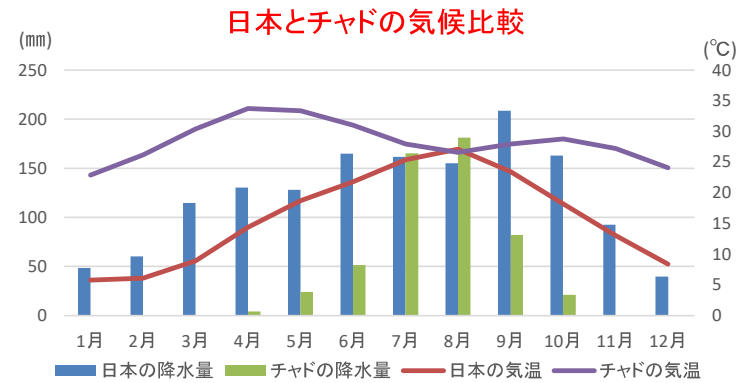
よって、
チャド共和国は大豆を生育することができる！

ということは..

チャドの人々の貧困は大豆で救うことができる！

3. チャドと大豆の相性

チャドで大豆を育てられるか



大豆の生育条件

日本では、7月に種をまき10月に収穫をしている。

	気温(°C)	発芽～開花期	土壌
条件	15～30	約2ヶ月	砂地～植地まで幅広く対応
日本の栽培状況	17.1	8,9月	条件を満たす

※発芽期～開花期は多くの水が必要

・農地面積

日本：45km²

チャド：499km²(土壌は様々)

これより、チャドの雨季は7～8月であるから、7月に種をまくと9～10月に収穫ができる。

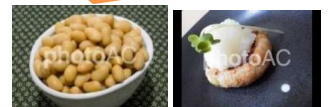
したがって、**チャドで大豆が生育できる!!**

チャドでも作れる！大豆レシピ

- ・ゆで大豆
- ・豆腐バーグ
- ・大豆ミート

などなどたくさんあります！

食材がない！地域でも簡単に作れる



参考文献

<http://cp.glico.jp/story/daizu/nutrition.html>

http://www.unisef.or.jp/kinkyu/afurica_drought/2012_0217.htm

<http://野菜の育て方.com/daizu-sodakekata-12152.html>

http://midori.momd.jp/siryo/tn_hunger.pdf

http://maruchoku.com/daizu-happy/?page_id=4

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sanka/kyouiku/kaihatsu/chikyu/world/_info/afuca/chad/index.html

睡眠と疲労回復度の関連性

仙台第三高等学校 スポーツ D1班

1. 研究目的

この研究の目的は、日々忙しい生活を送る高校生や限界まで高みを目指すスポーツマンの疲労を、効率良く取り除く方法を見つけることだ。もちろんさまざまな基礎知識がインターネットや所属する団体などから与えられるようになった今、実践している者も多いと思うが、ここでは主に食事と睡眠のとり方や時間、ストレッチの有無など全てを加味して、疲労の回復感を調査したい。限りある時間のなかでより効率よく疲労を取る方法を実践し、研究していく。

まとめ・結論

この調査結果から、自分たち運動部で、少ない6.5時間という睡眠時間の中でも効率よく疲労を取る方法が分かった。「**黄金の90分**」「**ノンレム睡眠、レム睡眠**」「**寝る前の行動**」といった三つのポイントを有効活用、実践して疲労を回復し、今後の社会活動をより活発なものにしていきたい。

2. 調査内容

この研究は実際に高校生の運動部に、いくつかの項目を作り実行してもらい結果をアンケートの形で集計した。
以下の項目で調査した。

- 1、過去一週間何時に起きた？
- 2、過去一週間何時に寝た？
- 3、過去一週間において自分の睡眠の質を全体としてどのように評価するか？
- 4、寝床についてから寝るまでの時間はどれくらいか？
- 5、過去一週間においてどのくらいの頻度で社会活動中に眠くなったか？

これらの項目の結果と、インターネット、本の情報をもとに我々が考察を加えた。

3. 結果・考察

アンケートの結果、このような結果が出た。

アンケートの5番を中心としてその他の項目も質問した結果、社会活動中一週間ではほぼ毎日眠くなる人 約**50%**
その理由としていくつか挙げると、
(以下は1～4番の項目について質問した結果をもとにまとめている。)

1. 寝床についてからの時間が短い
気絶状態に陥っている。
2. 自分自身の睡眠の質の評価が悪い。
3. 平均睡眠時間約**6時間**

社会活動中にあまり眠らない人 約**8%**
共通点は、

1. 自分の睡眠の質の評価が高い。
2. 平均睡眠時間約6.5時間

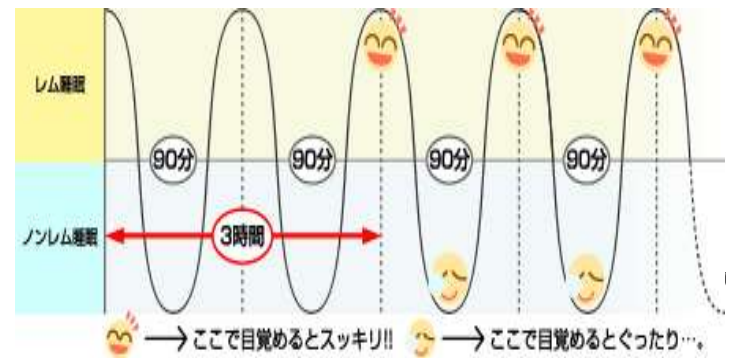
基本的に6時間の睡眠が良いという認識が運動部内で出回っていたが、正直6時間では**実際につらい人が多数**であった。様々な研究結果によると、7.5時間がベストである。しかしこの時間をとるのは難しい。
重要になってくるのが
次の**三つのポイント**である。



3. 結果・考察

睡眠の質を向上させるにはこれらを実践することが

1. 「ノンレム睡眠レム睡眠」
2. 「黄金の90分」
3. 「寝る前の行動」



1、「ノンレム睡眠レム睡眠」

レム睡眠とノンレム睡眠は90分周期で交互にやってくるため、1.5時間の倍数で起床すると目覚めが良いと感じる。しかし長時間の睡眠をとったわけではないため、短い睡眠を長期間とすると社会活動中に支障が出始める。実際に6時間はレム睡眠の時間に当たるが運動部のアンケートでは6時間ではたりていない人がほとんどだったため、このことが言える。

2、「黄金の90分」について

黄金の90分というのは、眠りについてから最初に訪れる深い眠りのことで、ノンレム睡眠にあたる。ここで深く眠ることができれば、その後の睡眠リズムが整い、自律神経やホルモンの働きがよくなり、翌日のパフォーマンスがよくなる。

3、「寝る前の行動」について

寝る前の行動というのは主にスマホの光やテレビの音など、脳に刺激を与えるものはなるべく控えたほうが睡眠の質が良くなるというものだ。

スマホのブルーライト

ブルーライトには人間の目ではとらえられる光線の中で、一番エネルギーが高く、目がさえわたってしまう。

参考文献

図1) 日本医師会 <https://www.med.or.jp/forest/health/live/05.html>

世界睡眠会議 <https://suiminkaigi.jp/special/performanceup>

睡眠のはなし 内山 真 眠りの科学 アーネスト・L・ハルトマン 鳥居 鎮夫 訳

練習・試合・試合後にかけてのメンタルについて

宮城県仙台第三高等学校 スポーツ・医療・福祉 D2班

1. 背景

本研究では、スポーツの試合におけるメンタルの作り方、試合から次の練習にかけてのメンタルの作り方を調べ、誰でもベストなパフォーマンスをいつでも発揮し、次に繋げることができることを目的としている。また、スポーツだけではなく、勉強などの精神力が大きく関わることで生かせるようにしたいと考えている。

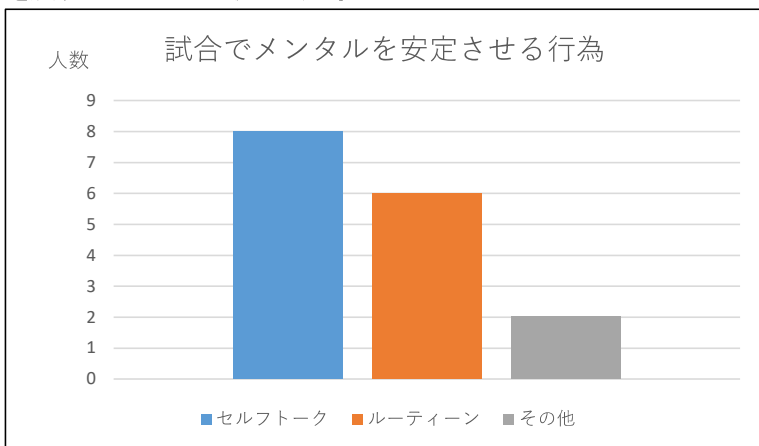


仮説

練習の量をたくさんこなすことで自信が生まれ、結果として試合で良いパフォーマンスを発揮できるのではないかと考えている。多くのスポーツにかかわる人がこのようなことを考えているのではないだろうか。多くのトッププレイヤーたちもテレビの取材などで同じようなことを言っている。この仮説があっているのか検証していきたい。

2. 材料と方法

運動部にアンケートを取ってみた。

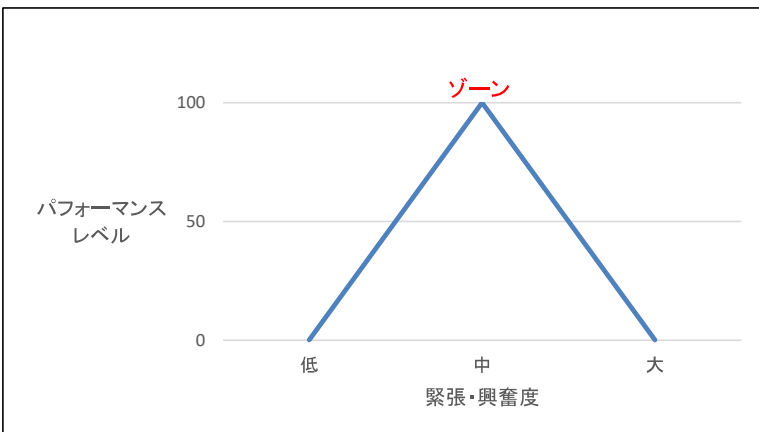


・最適戦闘状態（ゾーン）を作る

緊張MAX → 体がガッチガチに

やる気なし → 体が動かない

程よい緊張感と程よいリラックス感を感じているとより深い集中力が得られる状態。



4. まとめ・結論

これまでの結果を踏まえて、

- ・集中力は引き出せる → メンタルが必要
 - ・試合前(練習も含む)におけるメンタルの作り方
 - ・モチベーションは行動を起こすことで上がる
 - ・ルーティーンを作る、行うことによりメンタルが安定
- 試合中におけるメンタル
- ・ルーティーンを作る、行う
 - ・試合前におけるメンタルの安定感が大切。
- 試合後のメンタルについて
- ・少しの満足感や、負けた感情に浸らず、すぐに切り替える

次の試合への準備にすぐ切り替えるため

・試合に必要なメンタルはいつでも整える方法があり、その方法を知ることが大切。

3. 結果・考察

ここで、インターネットで調べた緊張を抑える、和らげるために行う具体的なテクニックを紹介しよう。1)

- 1 大きく深呼吸する 55.7%
- 2 水や飲み物を飲む 19.2%
- 3 自己暗示をかける 18.8%
- 4 まめにトイレに行く 13.1%
- 5 人と話をして気を紛らわせる 10.6% である。

実施していたテクニックはありますか？

そして、集中力を引き出すには・・・

(1) **ルーティン**は、姿勢からでも簡単に作れるため、自分のベストパフォーマンスができる状態へいつでも持っていくことができる。

(2) セルフトーク

大事な場面で、「ここで打てなかったらどうしよう」「これを外したら負けてしまう」などのマイナスの思考

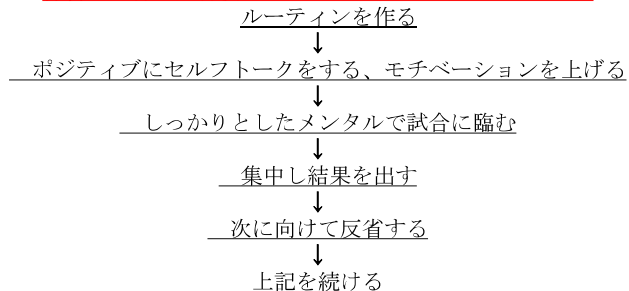
結果もマイナスに・・・

マイナス思考になる原因を特定、積極的にプラス思考に置き換える
声に出すとよりGOOD!

(3) モチベーションを上げるためには・・・2)

- ①方法や手段をはっきりさせること
- ②とりあえず始めてしまうこと
「接近句配の法則(人のやる気は、ゴールに近づくたびにアップしていく法則)」ということが効果的!
- ③自己効力感を上手に作ること
つまり、自信を持つこと! 不安ばかりではやる気は出ない、成功しない
- ④目標の設定方法
高すぎず、低すぎず、成功と失敗の確率が五分五分であるべきだ

練習・試合・試合後へとメンタルをつなげるには・・・



参考文献

1) www.asahigroup-holdings.com/company/research/hapiken/maian/bn/.../00280/https://hb.en-japan.com

2) <http://www.earthinus.com/2011/07/sci-of-motivation.html>

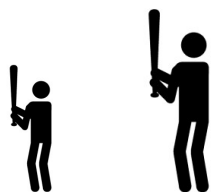
集中力 人生を決める最後の力 著:セロン・Q・デュモン

ホームランを打てるバッティングフォーム

理系D-1班

1. 目的と動機

体格差があったとしても体を効率よく使えばパワーを最大限に発揮できる
と考えた。そこで野球のバッティングに着目し、どのように体を動かせば
私立高校の選手や外国人選手に負けずにヒットやホームランを打てるかについて
調べようと思った。



体格差がある！

でも

技術を身につければいい！

まとめ ホームランバッターに共通していること



- ・トップが安定している
- ・体の軸が真っ直ぐである。
- ・フォロースルーが大きく、肩よりも上にある。
- ・股関節がインパクトで内旋している。

プロのホームランバッターから共通点を挙げる



まず、この写真からわかることは、どのバッターも共通して「トップ」
が安定していることだ。(トップとは、打つ準備が完了した状態を指す)また、
体の軸が頭から真っ直ぐになっていることもわかる。

右・福岡ソフトバンクホークス
柳田悠岐選手
右下・横浜DNAベイスターズ
筒香嘉智選手

この2人のホームランバッター
からわかるのは、フォロースルー
(バットがボールに当たってから
振り終わりまでのこと)が大きい
ことだ。また、2人とも**バットが
肩よりも上にある**ことがわかる。
腕に注目すると、しっかりと肘が
伸びきっている。下半身を見ると、
左足(後ろ足)が内旋して股関節が
締まっていることがわか
る。



【考察】

ホームランバッターの特徴(プロの選手のフォームより)

- ・トップの形が安定している
＝ トップが安定することにより常に同じ形でバット
を振り出すことができる。そのため、常に同じ位
置でボールをとらえることが可能になっている。
- ・体の軸が頭からまっすぐになっている
＝ 体の軸が崩れないことでボールに力が一番伝わ
るフォームを維持することができ、結果的に再現
性をもってホームランを打つことができる。
- ・フォロースルーの際、手の位置が肩のラインよりも上になっていること
＝ フォロースルーで手の位置が肩のラインよりも上
になることにより、ホームランを打つのに理想的
な、スイング軌道を描くことができる。
- ・スイング後、体の軸が後ろ斜めに傾いている
＝ スイング後に体が斜め後ろに傾くことにより、ハ
ムストリングスの力によって腰が強く投手方向
に突き出され、バットのヘッドスピードがインパ
クト時に瞬間的に上げることが出来る。それに
加えて、体の傾きによりスイングの角度がボー
ルの下部分に滑り込みやすい角度になりホーム
ランを打つのに最適な角度となる。
- ・下半身を締めることができる
＝ 下半身を締めることにより下半身と上半身にね
じれが発生し、下で生み出した回転のエネル
ギを無駄なく上に伝えることが出来る。



ホームラン！！

参考文献

<http://god-of-baseball.ogojo.com> <https://sports.yahoo.co.jp/column/detail/201703280006-spnavi>

<http://baseball-guide.com/archives/556> <http://keybow.biz/site/archives/634>

望月修「オリンピックに勝つ物理学」

運動的教育

仙台第三高等学校

D-2班

1. 序論

一昔前に比べた
スポーツレベルの
向上



アスリートの
習慣や食に
変化？

ex) 時速150kmで投げる高校生投手
日本人選手100m走9秒台

2. 研究目的

昔から現在まで、世界では様々なアスリートと呼ばれる存在が誕生してきた。競技に参加して収入を得ているプロのスポーツ選手は、自分自身の体調、コンディションに細心の注意を払って生活している。些細な怪我、少しのメンタルの乱れが彼らにとっては命取りなのだ。そうしたことから、アスリートはどんな職業よりも健康が大事な職業であると言えるだろう。そんな彼らを支えたもの、作ったものは何なのか。食事・休養・睡眠の取り方、我々でも真似できるような彼らの習慣とは、一体どのようなものなのか。そこを多角的な視点から見つめなおすことで、子供の運動能力の向上や我々の健康の保持・増進に活かすことを目的とする。

3. 調査方法と結果

◎方法

- ・アスリートに関する先行研究の調査
- ・アスリートの少年期についての調査



アスリートを支えているものは何か

◎調査結果

□調査1 <アスリートの習慣>

- 鈴木尚広(元プロ野球選手)
 - ・休日は必ずトレーナーにマッサージをしてもらっていた
 - ・試合のための準備に充てる時間は必ず7時間で固定
 - ・睡眠時間は決めず、寝られるときに寝ていた
 - ・毎日体重を測っていた
 - ・炭水化物は後回しにして食べる(血糖値の急な上昇を防ぐ)

- 杉山愛(元プロテニス選手)
 - ・疲れはその日のうちに取るようにしていた
 - ・お風呂は最低30分
 - ・試合がある日は33個、ない日は23個のルーティンがあった
- ex) 呼吸法・入浴の仕方

その他にも：イチロー ▶ 同じ朝食を食べ続けている
三浦知良 ▶ 毎日4、5回体重を測っている

まとめ・結論

①アスリートが行っている習慣・食習慣自体は多様だが共通しているのは「継続」



「継続」という行為そのものに健康に対する良い効果がある

②多くのアスリートが幼少期に複数スポーツを経験している



幼少期における多様なスポーツの経験が子供の運動能力の向上に繋がる

□調査2 <アスリートの食>

- 高橋秀人(プロサッカー選手)
 - ・好き嫌いはほとんどなかった
 - ・野菜と豆をよく食べた
 - ・おやつはお菓子類よりおにぎり
 - ・高校時代は1日に5、6食

- 浅越しのぶ(元プロテニス選手)
 - ・好き嫌いは並程度
 - ・量は多め

その他にも：ウサイン・ボルト ▶ ヤムイモをよく食べた

□調査3 <アスリートの幼少期>

- 錦織圭(プロテニス選手)
 - ・最初に始めたスポーツは水泳、その後サッカーや野球も経験
 - ・テニスを始めたのは5歳

- 大谷翔平
 - ・野球を始めたのは小学校2年生のとき
 - ・野球を始める前はバドミントンや水泳もやっていた

その他にも：本田圭佑 ▶ 水泳、野球、卓球、バスケなど経験

4. 考察

1, アスリートの習慣および食習慣について

共通点は
「継続」



継続自体に
健康効果がある

2, 子供の運動能力について

複数の
スポーツの
経験



子供の運動能力
向上に効果あり

参考文献

「自測自健」のススメ：朝日新聞デジタル <https://jisoku.asahi.com/>
ご飯だもん！元気だもん！ スポーツ食育インタビュー <http://gohagen.jp/interview/>
大谷翔平の幼少期から高校時代・家族まとめ！ <https://大谷翔平.xyz/%E3%83%BB/>
鈴木尚広 「失敗することは考えない」実業之日本社 2015年

世界から見た日本のガン

仙台第三高等学校
D-3班

【研究動機】

近年、日本ではガン罹患率・死亡者数が増加し、深刻な問題となっています。そこで、私たちは世界に目を向けてそこから世界との相関的な違いを、見つけていきたいと思う。

【体がガンになるその仕組み】

ガンは様々な要因によって発生していると考えられています。その中から3つ紹介します。

要因1. 喫煙

タバコは肺ガンをはじめとする、様々なガンを引き起こします。タバコには、発がん物質が約70種類も含まれています。これらの物質は、肺、心臓を経由して全身へ運ばれて、DNAに損傷を与えます。

要因2. 飲酒

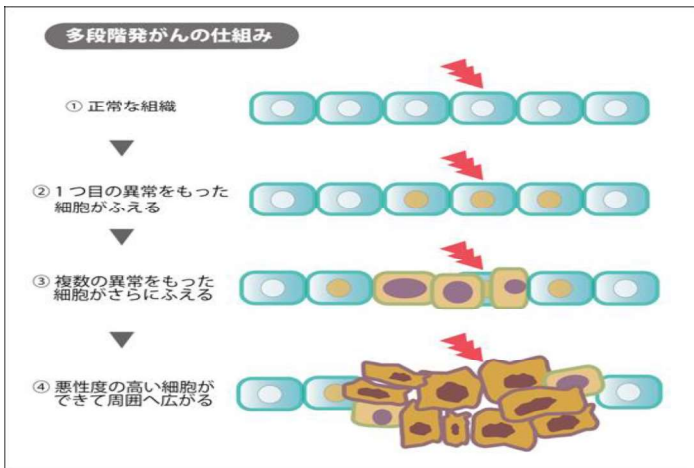
飲酒も同様に肝臓ガンだけでなく、様々なガンを引き起こします。飲酒によって取り込まれたエタノールが、発がん性物質に代謝されるため、ガンの原因になると考えられています。また、喫煙者が飲酒をすると、発病リスクが特に高くなります。

要因3. 感染

実は、ガンはウイルスによっても引き起こります。感染は、日本人のガンの原因の約20%を占めると推計されています。主に、B型やC型の肝炎ウイルスによる肝ガン、ヒトパピローマウイルスによる子宮頸ガン、ヘリコバクター・ピロリによる胃ガンなどがその大半を占めています。

ガンはこれらの要因を含めて、このようなメカニズムになっています。

ガンは、普通の細胞から発生した異常な細胞の塊です。正常な細胞は、周囲の状態に応じて、増えたり増えることを止めたりします。一方、ガン細胞は、体からの命令を無視して増え続けます。勝手に増えるので、周囲の大切な組織が壊れたり、本来ガンの塊があるはずがない組織で増殖したりします。正常な細胞ではこのようなことはありません。



【まとめ】

日本とアメリカのガンと比較したとき、罹患率・生存者数はあまり変わらないと言える。それに対して、死亡者数は日本の方が圧倒的に多い。

【今後の展望】

アメリカと日本の制度や生活習慣の違いを比較することで、日本の死亡者数が多い理由を明らかにできる。また、その理由をもとにガンのリスクを下げる生活を提案できる。

【この研究から見えてきたこと】

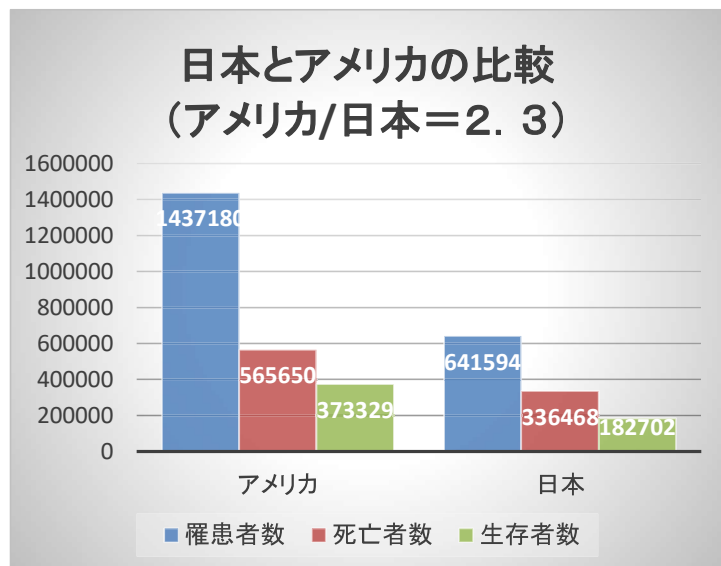
ガンによる死亡を防ぐための効果的な対策として

「**早期発見、早期治療**」

を行うことがあげられる。

だが、ガンの初期ステージは自覚症状がないため、予知することは難しい。そのため、健康診断の定期化の義務付けが有効な手段だと考えられる。

〈海外と日本のガンの比較〉



アメリカの国の人口が、日本の人口の2.3倍なので、単純に日本のグラフを2.3倍にすると、このようになる。

罹患率 1437180 (米) 1475666 (日) [+38486]

死亡者数 565650 (米) 773876 (日) [+208226]

生存者数 373329 (米) 420214 (日) [+46885]

【参考文献】

https://ganjoho.jp/public/dia_tre/knowledge/cancerous_change.html 〈細胞ががん化する仕組み〉
<https://gemedia.jp/articles/-/40436> 〈研究 欧米ではどんどん減っているのに なぜ、日本人ばかりが「がん」で死ぬのか〉
https://ganjoho.jpndai.is/public/pre_scr/cause_prevention/factor.html 〈国立がん情報サービスセンター〉



血液を作ろう

仙台第三高等学校

D-4班

背景と仮説

背景 現在の医療現場では、血液の保存期間が短いことや、少子高齢化による献血者の減少により、輸血用血液製剤の不足に陥っている。そのため、人工血液の開発が進められているが、赤血球製剤を作る技術は現時点では確立されていない。

仮説 人工的に赤血球を作るか、酸素を運ぶヘモグロビンの役割を果たす物質を作ればこの問題が解決されると考えた。

まとめ・結論

- 赤血球をイチから作る
iPS細胞 コスト面・生産量的面での改善が必要
- ヘモグロビンを用いた製造
ヘモアクト 実用化に向けての実験段階

ヘモアクトの実用化に尽力するとともに、廃棄される輸血用血液製剤の再利用についても研究していくことが必要だと考える。

研究方法

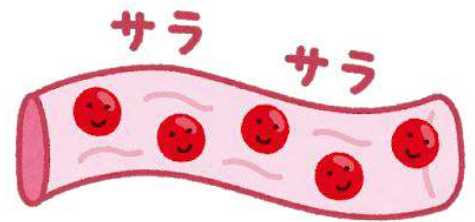
日本で研究、開発されている人工的な赤血球やヘモグロビンの代用物質を調べた結果「パーフルオロカーボン」、「糖鎖」、「iPS細胞」、「ヘモアクト」の4つが挙げられた。そして、その中からどれが一番利用できるかどうかを考察する。

・ヘモグロビンとは

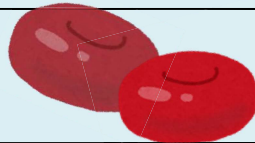
赤血球の中に含まれる、全身に酸素を運ぶ物質

・なぜヘモグロビンだけを使うのはダメなのか^①

血液中にヘモグロビンが遊離すると、腎臓の糸球体を通り尿細管上皮細胞に取り込まれる。そしてヘムとグロビンに分解されるが、このうちヘムは尿細管上皮細胞に対して毒性を示し、尿細管の機能障害(腎障害)を引き起こすため。



利用できる人工血液



【パーフルオロカーボン】

パーフルオロカーボン^①とはフルオロカーボン(フロン)類に属する化学物質で、炭化水素の水素を全部フッ素で置き換えたもの

特徴^②

- 赤血球と同じ酸素運搬機能を持つのでパーフルオロカーボン(PFC) 乳剤として用いる

利点	課題
・赤血球代替だけではなく虚血性疾患での酸素供給などができる	・副作用や貯蔵時の不安定性の問題がある

【糖鎖】

ヘモグロビンだけを投与するのは危険^③

→ヘモグロビンのカプセルを作って、その中にヘモグロビンを注入する

利点	課題
・保存期間が切れている血液だとしても再利用できる ・血液型を決める糖鎖と呼ばれる構造がカプセルにはついていないので誰にでも輸血できる	・大量生産ができないと予想される

【iPS細胞】

iPS細胞とは^④

人間の体細胞に少数の因子を導入し培養することによって、様々な組織や臓器の細胞に分化する能力と、ほぼ無限に増殖する能力を持つ多能性幹細胞に変化する細胞のこと

実験の結果

赤血球前駆細胞の増殖性が高まることに加え、不死化能力を獲得することを発見した

利点	課題
・患者自身の体細胞から作り出されること	・かかる費用が高い

【ヘモアクト】

ヘモアクトとは^⑤

ひとつのヘモグロビンの周りに3つの*アルブミンをつけたヘモグロビン-アルブミンクラスターのこと

*アルブミンとは

血液中に大量に含まれるたんぱく質

利点	課題
・粉末または液体で保存可能 ・どの血液型にも使用可能 ・簡単に作れる ・低コスト ・大量生産可能	・まだ実用化に向けて実験段階

参考文献

①公益社団法人日本冷凍空調学会「PFC」〈<https://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/10.html>〉(2018 09 21 参照)

②科学技術振興機構「パーフルオロカーボン乳剤製造システムを開発」〈<https://www.jst.go.jp/pr/info/info133/index.html>〉(2018 09 21 参照)

③一般社団法人日本血液製剤協会「ハプトグロビン製剤」〈http://www.ketsukyo.or.jp/plasma/others/hp_01.html〉(2018 09 21 参照)

④京都大学iPS細胞研究所CiRA「増殖能の盛んな赤血球前駆細胞による赤血球を大量生産するための方法確立」

〈<http://www.cira.kyoto-u.ac.jp/j/research/finding/131206-093500.html>〉(2018 09 21 参照)

⑤マイナビ2019「中央大学 理工学部 応用化学科 小松晃之」〈<https://job.mynavi.jp/conts/2019/s/sci/interview/23/>〉(2018 09 21 参照)

⑥夢ナビ「人工赤血球で血液不足を解決する日がやってくる」

〈<https://yumenavi.info/lecture.aspx?GNKCD=g006440&OraSeq=6838338&PrqId=WNA002&SerKbn=1&SearchMod=2&Page=1&Keyword=%e8%b5%a4%e8%a1%80%e7%90%83>〉(2018 09 21 参照)

我々の未来とジェネリック

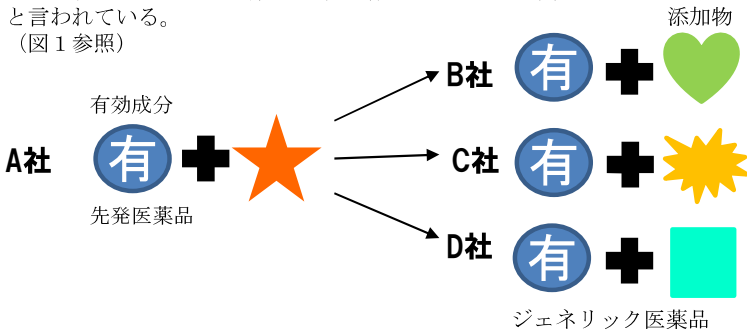
所属 D-5班

1. 目的・仮説

目的
ジェネリック医薬品について正しく理解している人が少ない
→ジェネリック医薬品が普及しない理由を調べて発表し、ジェネリック医薬品について広く知ってもらう。
仮説
・新薬と同じような臨床試験は行われておらず、患者の不信感が拭えない。
・今までの薬のほうが安心だと思う人が多い。

ジェネリック医薬品とは？

特許が切れた先発医薬品(新薬)を他の医薬品メーカーが**同じ有効成分**で製造し、**低価格で販売している医薬品**。
また、ジェネリック医薬品は年々増加している医療費の削減に寄与すると言われている。
(図1参照)



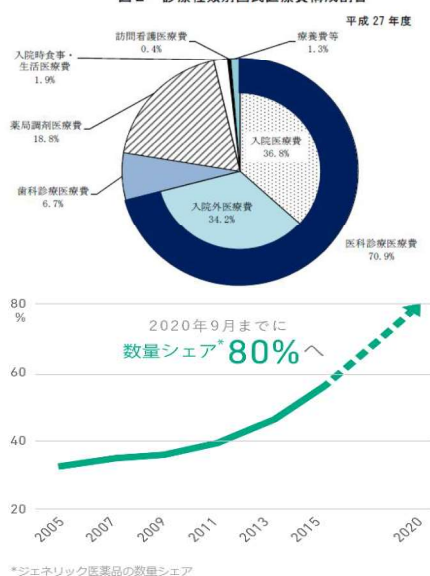
(図1 先発医薬品とジェネリック医薬品について)

2. 材料と方法

現在、日本では、厚生労働省によってジェネリック医薬品の使用が推奨されている。その背景には、国民医療費の増加がある。国民医療費のうち、18.8%が薬局調剤医療費である。高齢化が進むとその医療費の割合が増えていくことになるが、**ジェネリック医薬品によって、国民医療費を削減**することができる。(図2参照)

また、日本は他の先進国と比べて、ジェネリック医薬品の普及率が低い
ため、政府は2020年9月までに普及率80%を目指している。(図3)

図2 診療種類別国民医療費構成割合



(図3) ジェネリック医薬品の普及率

まとめ・結論

- ・ジェネリック医薬品は先発医薬品と同等でありながら安価である。
- 日本の増加していく医療費を抑えられる。
- ・さまざまな臨床試験を受けているため安全。

現在日本で、あまりジェネリック医薬品が普及しないのは、ジェネリック医薬品について間違った知識を持っている人がいたり、そもそもジェネリック医薬品のことを知らない人がいるからというのが大きな理由だと思う。

普及のために、私たちはそういった人々の意識から変えていくのが最善だと思う。そのためには、病院にポスターを設置したり、薬局で周知させるなどの現在の取り組みに加え学校や自治体で講習会を開いたりするとうい考える。

3. 結果・考察

日本のジェネリック医薬品普及率は、欧米諸国と比べて、大きな差がある。普及しない理由として挙げられるのは、ネット上の意見だとジェネリック医薬品は安価なため、安かろう悪かろうだと思っていたり、そもそもジェネリック医薬品が何なのか知らないという意見があった。

ジェネリック医薬品の利点として挙げられるのは、先発医薬品と同等でありながら、価格が安価であるということである。これは、新薬開発には約数百億～数千億かかると言われているが、ジェネリック医薬品は元から開発された成分から作るため、研究開発費をあまりかけずに安価で売ることができるからだ。

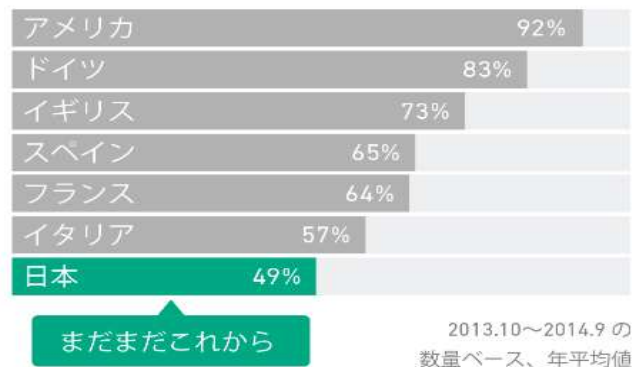
現在の日本の国家予算の約五割を占める医療費の削減につながる。今後、高齢化が進行すると予想される日本にとって喜ばしいことである。

しかし、ジェネリック医薬品に反対の声もある。ジェネリック医薬品は、先発医薬品と完全に同じではないものもある。主作用の成分は先発医薬品と同じだが、それ以外の成分は違うことがあるのだ。

だが、規定の試験によって厚生労働省の認可を得て、その効果の同等性が認められており、ジェネリック医薬品は安心して飲めるものなのである。

ジェネリック医薬品は、成分特許期間満了後、新薬と効き目が同等であることを証明する様々な試験、原薬・製剤の品質の試験、安定性の試験（長期保存について等）、生物学的同等性試験を実施し、厚生労働省の承認を得て製造・販売されている。

■各国のジェネリック医薬品のシェア



(図4) 各国のジェネリック医薬品のシェア

参考文献

- https://www.daiichisankyo-ep.co.jp/whats_generic/ 数字で見るジェネリック (参照 2018, 9, 14)
- www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000068975.pdf 厚生労働省 国民医療費の概況 (参照 2018, 9, 21)
- https://www.ivaku-j.com/index.php?main_page=index&cPath=5_1_15 誤認—“似て非なるもの”を“同じ”と混同してはならない— (参照 2018, 9, 21)
- <http://www.nihs.go.jp/dbcb/biosimilar.html> 国立医薬品食品衛生研究所 (参照 2018, 9, 14)
- <https://diamond.jp/articles/-/149894> 「ジェネリックは貧乏人向け」 厚生省のその感覚が普及を妨げる (参照 2018, 9, 14)

音楽が超高齢化社会を救う！？

D-6班

1. 目的と問題提起

超高齢化社会が進む日本では、認知症患者が年々増加し続けると言われている。その認知症の予防、軽減に何が有効か探求する。また、一般的な治療では治しにくいといわれている認知症を身近にある音楽で治療することは可能なのか？

Q、音楽療法とは？

A、健康を促進し、**ストレスや痛み**を軽減する治療法

2. 研究

《音楽療法による効果》
V I Q：言語性 I Q
P I Q：動作性 I Q
I Q：知能指数
M M S T：認知症テスト

高次大脳機能検査による調査

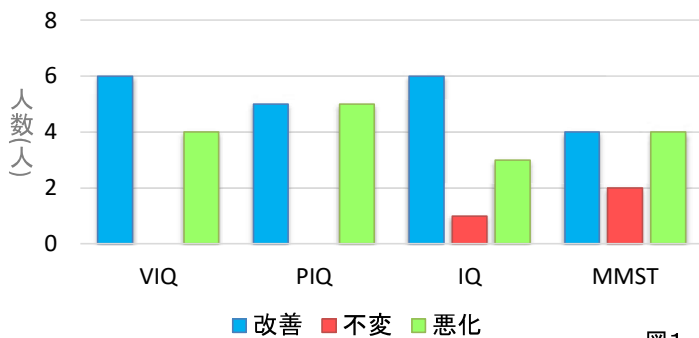


図1

《速波成分の変化 a1/a2の比》
速波成分(a1)：a波よりも周波数が速い波、覚醒時や入眠時に見られる波＝良
徐波成分(a2)：a波よりも周波数が低い波、脳機能障害の際に見られる波＝悪
曲1：赤とんぼ
曲2：バッハ「トッカータとフーガニ短調」
曲3：ソーラン節
曲4：モーツァルト「アイネ・クライネ・ナハトムジーク」

音楽療法前後における変化

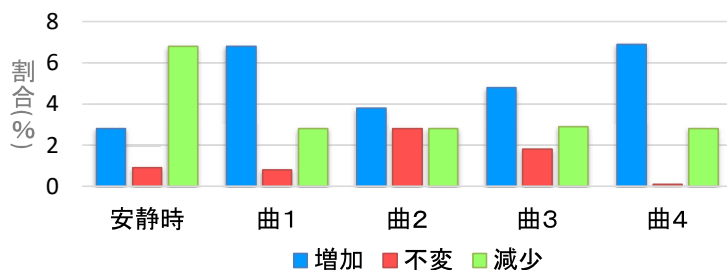


図2

《音楽療法士の人数の比較》

アメリカ	米国音楽療法学会認定資格所持者	約7,300名
日本	日本音楽療法学会認定資格所持者	約3,000名

まとめ・結論

結果より、音楽療法は認知症に効果があることが分かった。音楽療法は技術的な医療ミスの起こるリスクが格段に低く、高齢者やその家族にとっても負担の少ない認知症の治療だと考えられる。

しかし、日本では音楽療法の存在や活動は、ほかの分野ではあまり知られていなかったのが現状である。また、超高齢化社会が進む日本では、音楽療法の需要がますます増加すると考えられる。そのため私たちは日本でアメリカのように音楽療法をもっと取り入れるべきだ。

この研究によって、より多くの人に音楽療法を知ってもらい高齢者やその家族が少しでも快適な生活をするための手助けの一環となればよいと思う。

3. 結果・考察

図1から音楽療法によって言語性 I Qと動作性 I Qと知能指数である I Qが改善されたことがわかる。これは、たくさんの能力に対応した機能局がある**大脳半球に影響を及ぼしている**ことが分かった。

図2からさまざまな音楽の中でも曲1の被験者の好きな曲である「赤とんぼ」を開いた時が一番リラックス時に見られる速波の割合が大きかった。また、曲4のモーツァルトも曲1と同じような結果を得たためモーツァルトの曲も**リラックス効果がある**と考えられる。

よって音楽療法は「記憶の扉を開けるカギ」と言われている音楽を使い、脳を活性化させるのに有効な手段の一つである。特に、**自分の好きな曲やモーツァルトの曲**に関しては効果がさらに高いことが分かった。



しかし…

音楽療法士の人数の比較から

アメリカの音楽療法士と比べ日本の音楽療法士の人数は半分にも満たない

- ・音楽療法士の資格が取れる場所が少ない
- ・音楽療法士として働ける環境が整えられていない
- ・音楽療法の存在があまり知られていない

日本の**音楽療法**に対する意識が低い！

参考文献

アルツハイマー型認知症の音楽療法<https://www.jstage.jst.go.jp/article/sobim/30/2/30_2_71/_pd> アメリカの「音楽療法」制度の現状<<https://nofia.net/%E3%82%A2%E3%83%A1%E3%83%AA%E3%82%AB%E3%81%AE%E3%80%8C%E9%9F%B3%E6%A5%BD%E7%99%82%E6%B3%95%E3%80%8D%E5%88%B6%E5%BA%A6%E3%81%AE%E7%8F%BE%E7%8A%B6/>>> 日本音楽療法学会<<http://www.jmta.jp/>>

私達の健康な身体づくり

仙台第三高等学校

D-7班

1. 序論

私達高校生にとって部活は学校生活に欠かせないものである。また、運動部員には健康的な体づくりが必要だ。しかし日本人と外国人を比べると、外国人の体型は日本人よりも筋肉質でしっかりとしている。このような着眼点をおいた理由のひとつの例として、日本のラグビー選手よりも海外のラグビー選手の方が体つきがしっかりしており、筋肉質であることをあげる。私たちはその原因をアメリカのプロテインに含まれる必須アミノ酸などの成分が日本のものよりも豊富であることだと予想した。なぜなら、プロテインを飲むことは筋肉をつくる手段の一つであるからだ。また、よい体づくりのためには必須アミノ酸が大切だと言われている。必須アミノ酸は体内で合成することができないため、食物から摂取しなければならない。私たちは、海外の食事から摂取できる必須アミノ酸の量が多いことが、日本と海外の体つきの違いに影響しているのではないかと考えた。また効率よく必須アミノ酸を補給するという点でも、プロテインの摂取が効果的であるのではないかと考えた。プロテインというと、「トレーニングの一環として」というように主にアスリートが摂取するイメージが強いのではないだろうか。しかし今日のプロテインには様々な種類が存在し、アスリートだけでなく子供や私たち高校生、女性などが利用できるようになりつつある。さらに海外では日本よりもプロテインを身近に摂取しており、日本と海外でのプロテインに対する意識の違いを感じられる。しかし、プロテインは体つきの違いにのみ作用するのだろうか。そこで私たちはその疑問を検証し、日本の高校生のためのプロテインを用いたより効率の良い体づくりを考えることを目的とする。

2. 調査

1. 日本とアメリカの一般的な食事の必須アミノ酸の合計を調べる

*目的

普段の食事からどのくらいの必須アミノ酸を摂取することができているか確認することで問題点を見つける

*方法

日本食もアメリカ食も三高2年のSさん(アメリカ食はSさんがホームステイをした家庭のもの)の食事を例として用いた。メニューを食品ごとに分けて食品成分表2016より各食品の必須アミノ酸の量を計算する。一日分になるように三食を合計した。

2. 日本製とアメリカ製のプロテインの必須アミノ酸含有量を調べる

*目的

アメリカ製のプロテインと日本製のプロテインとでは、大きな違いがあるのかを明らかにする。

*方法

各プロテインのアミノ酸組成を製品のWebページからとり必須アミノ酸の含有量を記録する。プロテイン100g中になるように小数第二位を四捨五入した。アメリカ製の一例としてチャンピオン社のピュアホエイプラス、日本製の一例としてアルブロン社のupcホエイプロテインを用いた。

4. まとめ・結論

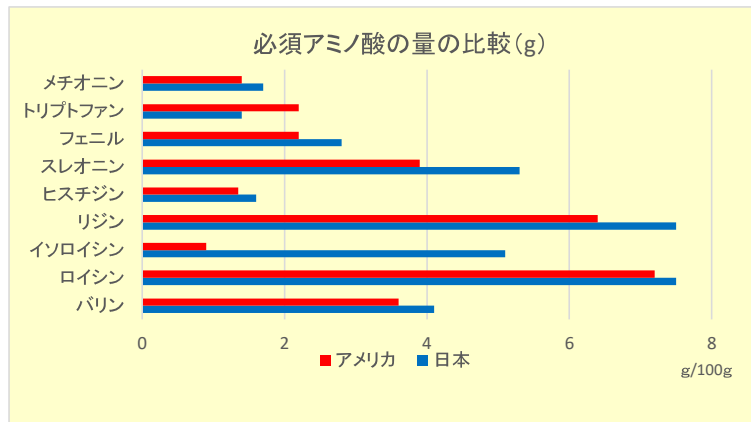
私たちの予想では日本人とアメリカ人の体つきの違いは、プロテインや日常生活の食事に含まれる必須アミノ酸の量が、日本よりアメリカのほうが多いと考えていた。しかしそれと反して結果は、プロテインに含まれる必須アミノ酸の量は日本よりアメリカのほうが少なかった。このことから日本より必須アミノ酸の摂取量が少ないアメリカ人が筋肉質である理由は、一日当たりに摂取するプロテインや食事量、回数などが日本よりも多いことが原因だと考えた。また、今日の日本では和食よりも洋食が好まれている傾向にあり、一日三食すべて和食を摂取している高校生は少ないのではないだろうか。高校生や若者の無理な食事制限によるダイエットが問題視されている今、図2のような必須アミノ酸の摂取量には程遠いように感じられる。

よって私たちは日本の高校生の体づくりに関して2つのことが必要だと考えた。まず第一に規則正しい食事習慣の定着だ。欠食や偏食をしないように心がけるだけでなく、栄養バランスに優れている日本食を積極的に摂取すべきではないだろうか。次に日本食以外の食事をとった場合には海外のようにプロテインの摂取に目を向けるべきではないか。食事でも切り切れなかった必須アミノ酸などの栄養分を補う上で重要となるのではないだろうか。

上記のことを意識することで今後の日本の高校生の効率の良い体づくりが期待できるのではないだろうか。

3. 結果・考察

※図1



〈結果〉

図1のグラフから著しく違いのある、トリプトファン、イソロイシン、ほぼ同量に近いヒスチジンに注目し、それぞれがもたらす効果について調べた。

- ・トリプトファン→幸せホルモンと呼ばれており、睡眠の質を良くする。
- ・イソロイシン→成長促進につなげる。
- ・ヒスチジン→満腹中枢を刺激し、食欲を抑制する。

※図2

1日当たりの食事に含まれる必須アミノ酸合計量の比較 (mg)

日本	必須アミノ酸合計量	アメリカ	必須アミノ酸合計量
米	18000	ミルク	6600
豆腐	2160	シリアル	3850
わかめ	320	食パン	10440
ねぎ	22	バター	34
かつお昆布だし	8947	ハム	480
味噌	1040	きゅうり	38
鮭	8000	トマト	3
鯖	25000	マヨネーズ	300
ほうれん草	1610	卵	4800
ごま	1320	パスタ	5700
醤油	280	牛ひき肉	26000
大根	550	トマト	570
卵	2880	玉ねぎ	500
鶏もも肉	38000		
トマト	3		
人参	186		
豚バラ肉	7600		
じゃがいも	1680		
ごぼう	300		
合計	117898		59315

日本とアメリカそれぞれの食事での摂取できる必須アミノ酸の量はアメリカよりも日本の方が約2.0倍多いことが分かった。

〈考察〉

上記のデータはある家庭の食事を例として一概に正しいとは言えないが、日本よりもアメリカの方が必須アミノ酸摂取量が少ない分、必須アミノ酸を取り入れるためにプロテインを摂取したり、間食したりして補っていると考えた。

参考文献

食品成分表2016/香川芳子 楽天市場商品情報 : https://www.rakuten.ne.jp/gold/harmony/parts/protein_seibun.html
よくわかる栄養学の基本としくみ/中屋豊 <http://top-athlete.jp/shopdetail/000000000077/> ホエイプロテイン100g中のアミノ酸組成

どんな薬？ ジェネリック医薬品

仙台第三高等学校

D-8班

序論

- 理由 ジェネリック医薬品という医薬品があることを知り、興味がわいたから。
- 目的 ジェネリック医薬品の特徴を知ることによって現在問題視されている高齢化社会の薬を使う現場において役立てることができる。
- 仮説 安さがメリットで、品質が落ち、安全性は低い
→あまり効き目がない。

まとめ・結論

- 抑えられた金額でほかの活動ができる。
- 品質は同じである。



普及率を上げるには…

＜イメージの改善＞

- ポスターで呼びかける

＜自分たちができること＞

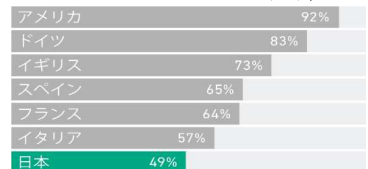
- 薬局でジェネリック医薬品を買う。
- 自分が使用する薬にジェネリック医薬品があるかどうかを知る。

材料と方法

医療用医薬品

- 先発医薬品
- ジェネリック医薬品…特許期間満了後に同じ成分で製造、販売される。開発費用が安い。

＜ジェネリック医薬品の普及率＞

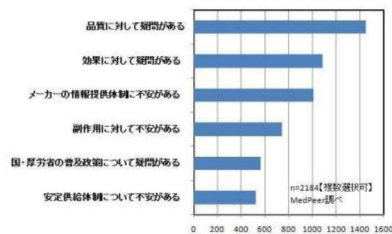


- 他の先進国に比べて日本の普及率は低い。
- アメリカの約二分の一。

まだまだこれから
2013.10～2014.9の
数量ベース、年平均値

図1：ジェネリック医薬品の普及率 1)

＜国民のイメージ＞

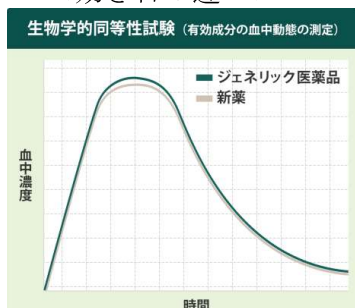


- 日本人はジェネリック医薬品に対して疑問や不安を持つ人が多い。
- 品質と安さに悪いイメージがある。

特許期間が終了してすぐに極端な安価で多種大量で販売されるため、「ゾロ品」とも呼ばれている。

図2：国民のジェネリック医薬品に対する考え 2)

＜効き目の違い＞



生物学的同等性試験とは…体内に吸収される薬の量と濃度は同等であるということを示している。

- 先発医薬品とジェネリック医薬品の効き目にほとんど差はない。

図3：先発医薬品とジェネリック医薬品の品質の違い 3)

＜薬剤費の削減＞



図4：先発医薬品と後発医薬品の薬剤費の違い 4)

- 国の一年間の医療費33兆円のうち7兆円が薬剤費である
- ジェネリック医薬品を使用した場合最大1兆円が削減できる。

結果・考察

ジェネリック医薬品は・・・

- 見た目が先発医薬品と異なるので服用するのに不安がある人もいます。
- 薬の値段があまり変わらないこともある。

などのデメリットがある。

しかし

- 効き目と品質にほとんど差はない
- 先発医薬品にないメリットがある
例えば…形状の変化、苦みを抑えるなどすることで飲みやすくなる。
- 安価であることで医療費削減に大きくつながる

などのメリットもある。



他の先進国は普及率が高い。
日本もジェネリック医薬品を普及させるべきである

参考文献

- 1)ジェネリック医薬品とは https://www.daiichisankyo-ep.co.jp/whats_generic/第一三共エスファ株式会社
 - 2)医師がジェネリック医薬品を処方したくない理由——民間調査 <http://wakarukaigo.jp/archives/1648> わかる介護相談センター 居宅介護支援事業所
 - 3)効き目・安全性や品質は？ <https://www.sawai.co.jp/generic/knowledge/effective/> 沢井製薬
 - 4)後発医薬品使用による薬剤費削減効果 <https://www.slideshare.net/tam0214tam/3-15063046> 寿都 そよかぜ薬局
 - 5)薬を知りたい 中島 祥吉 P93 P95
- HOP！薬剤師 ジェネリック医薬品のメリットとデメリット <https://www.hop-job.com/pharmacist/post-3488/>
- 医薬品クライシス 佐藤 健太郎 P118～123
- 薬の効き方・効かせ方 寺田 弘 P32～35

現代における J-POP と洋楽の関係

仙台第三高等学校 芸術 E-1 班

はじめに

古くから洋楽は日本人に多く聴かれており、現代にいたるまで親しまれてきた。そして、その後にJ-POPが誕生し、親しまれるようになった。そこで私たちは、現代におけるJ-POPと洋楽の関係や、洋楽圏と日本人アーティストの間の関係を調べることにした。これによって、洋楽圏において、よりJ-POPが親しまれるようにすることができるのではないかと思います、研究を始めた。

J-POPの歴史

発祥: **J-WAVE** (東京のFMラジオ局)
年: 1988年
〈企画〉邦楽を流す。

「日本のポップス」→「**J-POP**」(Japanの頭文字)

背景: 1985年 日本専売公社→日本たばこ産業(JT)
1986年 浜田省吾のアルバム「J-boy」
1987年 日本国有鉄道→JR

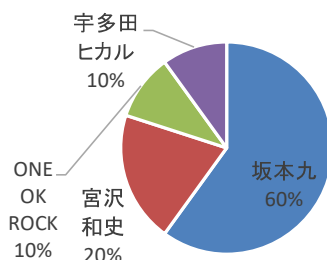
⇒日本をあらわす文字「J」が定着してきた時期

※1993～1995年 一般的に利用されるようになる
背景: 1993年 日本プロサッカーリーグ開始

1990～	・音質向上 ・1982年に登場したCD、再生装置の普及 →音楽市場拡大+売り上げの上昇
2000～	・抽象的なシンセサイザー音が主流に ・CD不況←顧客の趣味趣向の細分化 ・ネットを中心とした音楽シーン ・音楽配信(デジタルダウンロード)の売り上げ上昇
2010～	・クラブミュージック直系のJ-POPが人気 ・アイドルグループと他アーティストの格差が拡大 ・YouTube・違法ダウンロードの蔓延

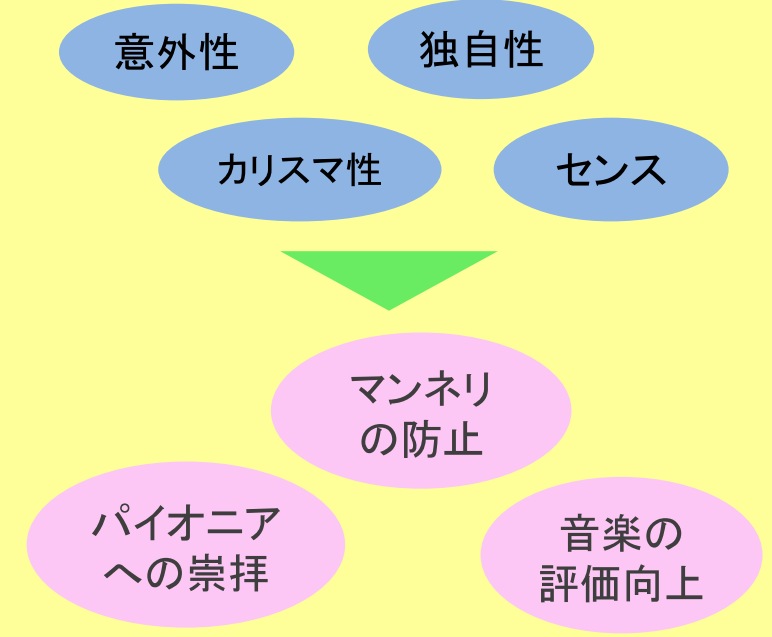
外国人の評価

「あなたの周りの人が
知っている日本人歌手はだれですか。」



坂本九が一位となった。また、彼は「上を向いて歩こう」で日本人で初めて全米チャート1位を獲得したこともあり、その知名度は高い。
また、2位のTHE BOOMの宮沢和史は、特にアルゼンチンで有名である。その理由として、彼の代表作である「島唄」が日韓ワールドカップの際にアルゼンチンの大会応援ソングに起用されたことが要因である。
この2つに共通することは、いずれも自分たちから売りに出したのではなく、現地の人がその曲を広めたということ。そして、一度日本で流行り海外で再ブレイクしたということがわかる。

まとめ



実際に海外で活躍する日本人とその理由

“ONE OK ROCK”

自身のアルバム
“Ambitions”
↓
米国 billboard
106位

“BABYMETAL”

Lady Gaga
&
METALLICA
&
Red Hot Chili Peppersの
ワールドツアー
オープニングアクト

あるサイトでは、BABYMETALについて1)「そんな彼女たちが注目を集めた大きな理由のひとつはラウドミュージックに精通したプロデューサーの小林啓氏(アミューズ)が発明した『アイドルとメタルの融合』をコンセプトにした独自性と意外性のアイデアです。」と評価している。
また、他のサイトでは、ファッションビジネスコンサルタントの坂口昌章さんが、2)「私にとって、BABYMETALはコンセプトだ。しかも、とても斬新かつ効果的なコンセプトである。」と語っている。

結果

- ・BABYMETALはアイドルとメタルという意外性のある融合によって活躍
- ・「島唄」や「上を向いて歩こう」のようなかつての日本のヒット曲が海外で再流行
- ・インターネットの発達により違法アップロードが蔓延

参考文献

- 1) BABYMETALが筆頭! 世界で活躍する6組の日本人アーティスト | J.Score Style - 人生の選択肢を広げるFinTechメディア
<https://www.jscore.co.jp/column/lifestyle/2017/babymetal/>
- 2) 音楽不況の今、なぜ日本の「BABYMETAL」は海外で成功したのか? <https://www.mag2.com/p/news/206262/2>
- 3) いまから50年前全米を制したのは日本の音楽だった。 <http://www.billboard-japan.com/special/detail/607>
- 4) THE BOOMの『島唄』がアルゼンチンのチャート1位になった過去 <https://www.excite.co.jp/News/90s/20170428/E1492076279866.html>

音と学び～無音空間で勉強して大丈夫？～

仙台第三高等学校 芸術 E2班

1. 仮説・目的

私たちは普段、ラジオ、テレビから流れる音楽、そして通学、家庭学習をするときに聴く音楽など、たくさんの音楽を耳にしている。みなさんの中にも音楽を聴きながら勉強をしているという方は多いのではないだろうか。

山松（1964）が行ったBGM及びBGM的音楽についての研究で、加算作業のような知的活動を伴わないと考えられる数字の抹消作業をやらせると、中学生、高校生、大学生とも音楽を流した方が作業能率はよかつた¹⁾と報告されている。また、言語情報を含む音楽では、文章課題における作業の質を低下させる²⁾との実験結果も出ている。

そこで私たちは、学習の際(数学的課題)に聴く音楽に焦点を当てどのような音楽が集中力、学習効率を上げるのに適しているのかということについて研究しようと思い、次のような仮説と目的を立てた。

<仮説>

- ・歌詞がある音楽はあまり適していないのでは？
- ・クラシックが勉強に適しているのではないだろうか？

<目的>

音や音楽が私たちの脳に働きかける心理的な効果とそれによる勉強効率への影響を明らかにし、普段の学習に活かす。

2. 実験の概要

- ・本校の生徒53名を対象とした。
- ・条件は環境音、ポップス、クラシックの3つとした。
- ・実験は教室で行った。
- ※ポップスで使用した楽曲はLemon / 米津玄師
- ※クラシックで使用した楽曲は組曲「惑星」作品32より 第4曲 木星 / ホルスト

<実験方法>

1～100までの数字がランダムに書かれた紙の6の倍数に丸を付けてもらい、終わった人から挙手をしてもらって、そのタイムを計測した。

34	64	16	93	22	35	59	45	8	63
50	1	82	44	78	3	76	21	77	15
7	72	39	2	38	31	55	71	54	75
43	19	25	83	58	49	70	5	42	37
60	53	85	11	94	81	24	90	46	30
13	4	18	26	99	23	62	84	91	69
33	61	87	40	68	6	92	41	10	89
9	73	12	96	86	32	98	14	10	47
51	65	27	56	20	67	88	48	17	80
52	36	74	66	95	79	57	28	97	29

図1 用紙の例



環境音→1.16個
ポップス→1.02個
クラシック→0.84個

ミス(個)

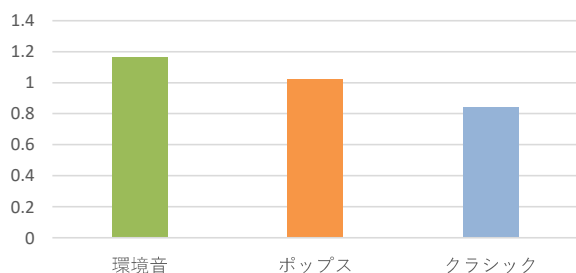


図5 曲別のミスの平均

4. まとめ・結論

<仮説に対する答え>

仮説では、歌詞がある音楽よりもクラシックの方が勉強に適していることが予想されたが、実験を経て、効率を上げるのに適した音楽はポップス、集中力を高めたい際に適した音楽はクラシックであることが分かった。また、音や音楽が私たちの脳に働きかける心理的效果は大きく、静音・雑音下での作業や学習は集中力や効率が低下することが分かった。これらのことから、場面によって、聴く音楽を変えてみるというのではないかと結論に至った。

<今後の展望>

- ・歌詞ありと歌詞なしの心理に与える効果の違いを研究したい。
- ・環境音、静音環境はなぜ集中力を落とすのかを研究したい。

3. 結果・考察

人数(人)

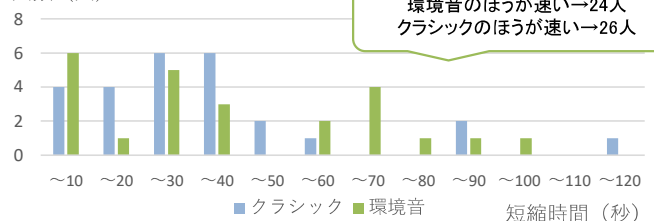


図2 クラシックと環境音を比較した場合の短縮時間

人数(人)

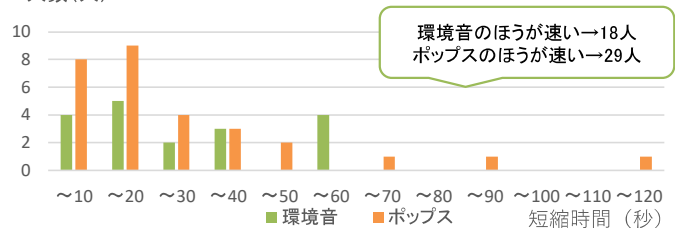


図3 ポップスと環境音を比較した場合の短縮時間

人数(人)

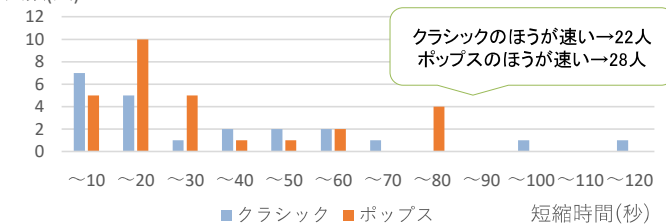


図4 クラシックとポップスを比較した場合の短縮時間

<考察>

- ・音楽を聴かない時は音楽を聴いた時に比べてタイムが伸びていくことが分かった。よって、音楽を聴いた時のほうが集中力が上がる。これは、音楽能力というものが言語を支えている脳の機構からある程度独立した脳の機能によって営まれている³⁾から、音楽は脳の思考回路を妨げないと考えられる。
- ・多くの人がポップスを聴きながら作業した際にタイムが縮んだ。
- ・ミスはクラシックを聴いた時が最も少ない。
- ・タイムの縮みが最も大きいのはクラシックである。

参考文献

- 1) http://center.edu.wakayama-u.ac.jp/centerkiyou/kiyou_no18_pdf/059-068_SUGA.pdf 計算および記憶課題に及ぼすBGMの影響について-被験者の「ながら」習慣の違いに関する検討-
- 2) https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje/45/3/45_3_170_pdf/-char/ja 音楽に含まれる言語情報が文章課題に与える影響に関する検討
- 3) 岩田 誠 『脳と音楽』メディアレビュー社 2001年5月30日初版発行 P112 8 音楽と言葉

日本から世界に及ぼされる芸術への影響

芸術分野 理系E班

1. 目的と仮説

日本の文化、芸術の特徴を捉え、なぜジャポニズムという名称がつくほど日本の絵画は西洋に影響を与えたのかということを明確にすることである。

また、そこからわかる19世紀と現在の日本作品の違いを明らかにすることである。

2. 序論

まず、芸術って何？

独得の表現様式によって美を創作・表現する活動
(文芸・絵画・彫刻・音楽・演劇など)

→ 人類の長い歴史のなかで大きな影響を及ぼしてきた

日本と西洋の絵画の違い

日本

・人の情緒を表現した絵画
葛飾北斎「神奈川沖浪裏」
俵屋宗達「風神雷神図屏風」

西洋

・ものを写實的に表現した絵画
マネ「笛を吹く少年」
ミレー「落穂拾い」

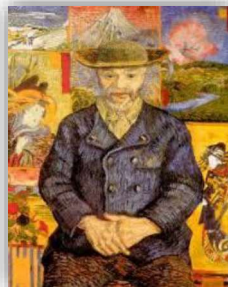
→ 江戸時代、日本と西洋の絵画の特徴は対照的であった

2. 日本絵画とジャポニズム

みんなの知ってるジャポニズムって？

右のゴッホの「タンギー爺さん」は西洋のジャポニズム絵画の象徴的なものといえる。

一見、西洋の写實的な絵画の後ろにただ、日本絵画が描かれているだけに思えるが…



このような絵画が生まれるまでには

日本国内の浮世絵などの人気低迷

陶磁器などの焼き物を西洋に輸出するための包み紙として「北斎漫画」などが使用される

包み紙として使った浮世絵が逆に西洋で評価されるように

ここから少しずつ影響をもたらし、やがてジャポニズムという言葉ができるほどに広まっていく。

4. まとめ・結論

西洋から見た日本絵画とは

- ・簡易な線
 - ・自然な色
 - ・テーマの斬新さ
 - ・風俗画や日本の風景画→新しいモチーフとして注目
- ⇒西洋にはなかった概念

浮世絵は、西洋の絵画に対して新たな表現方法を与え、それを刺激的にとらえた画家たちが日本と西洋の表現を織り交ぜた新たな絵画を生み出していった。



結果これが**ジャポニズム**となった

では、現代はどうか…

現在、日本人芸術家の中で実際に絵を描き上げている人は少ない。多くの画家がタブレット端末を用いて絵を描いている。その特徴として、指先のタッチ操作のみで描けてしまうので、江戸時代の作品などと比べるとより繊細なものへと変化を遂げた。

5. 考察

ジャポニズムという思潮は、江戸時代の芸術家たちの技術が西洋の芸術家たちに認められた結果、成立した現象である。ジャポニズムのころの日本作品と現代の日本作品を比較してみると、現代の作品は昔の西洋の作品のような写實的なものも多く、現代のものは西洋のものに影響されていることがわかる。また、今と昔では、影響を及ぼしている側が日本から西洋に変わったこともわかる。



	日本絵画	西洋絵画
昔	人の情緒を表現した絵画 →葛飾北斎「神奈川沖浪裏」 俵屋宗達「風神雷神図屏風」	ものを写實的に表現した絵画 →マネ「笛を吹く少年」 ミレー「落穂拾い」
今	昔の西洋絵画のような、リアルを追求した絵画 →天明屋尚「RX-78-2 Kabuki-mono 2005 Version」	昔よりも抽象的になった、思うままに描く絵画 →モーリス・ルイス「デルタ・ミュー」

しかし、昔の技術も残しつつ、新たな文化を形成している絵画もあり、ジャポニズムが完全に消えてしまったわけではない。このように、ジャポニズムという思潮は、現代に即したものと変化を遂げた。私たちは、この変化したジャポニズムを受け入れ、後世に向けて残していくべきであると考えた。

参考文献

浮世絵と西洋美術 著……ラダ・セメラウコヴァー
<https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp> <https://matome.naver.jp>
http://livedoor.blogimg.jp/karapaia_zaeega/imgs/0/5/05094c_ff.jpg
http://tenmyouya.com/paintings/0_paintings.html

ENGLISH EDUCATION

仙台第三高等学校 教育 F1班

【背景】

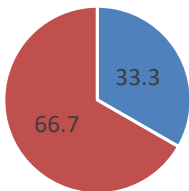
グローバル化が進む現代社会において、英語力は欠かせないものになった。しかし、EF FPIにおいて2017年、80か国中37位である。
アジアでは9位で、先進国としては十分とは言えない。そして、TOEFLの日本人受験者の平均得点は、アジア諸国の中では最低である。
このような状況において、この研究ではどのように学校教育の中で英語力を伸ばしていけるのか、英語力が高いとされる国と比較しながら、日本の英語教育のより良い発展に向けて考察していく。

【調査方法】

- ・調査テーマ 英語に関する意識調査
- ・調査対象 アンケート①→高校二年生74名 ②→同43名
- ・調査方法 アンケート

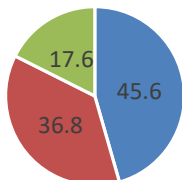
【アンケート① 結果】

(1) 英語に対する意識



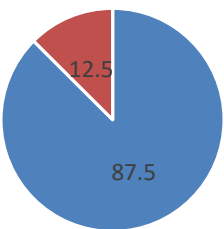
■ 得意 ■ 苦手

(3) 実践している英語の勉強方法



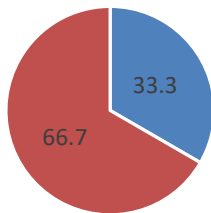
■ 授業
■ 問題集や単語帳等
■ その他(洋楽、洋画など)

(2) 英語が必要だと思うか



■ 思う ■ 思わない

(4) 現在学校以外で英語に接する場面はあるか



■ ある ■ ない

【アンケート② 結果】

(1) 苦手意識の原因(記述)

- ・語彙力が足りない
- ・リスニングが難しい
- ・日常で使わない
- ・即興で話せない など

(2) 英語の授業以外で英語に触れる場面

- ・洋楽
- ・洋画
- ・YouTube
- ・海外旅行に行ったとき など

(3) 英語力を向上させるために授業では何をすべきか

- ・会話
- ・文法をしっかりと教える
- ・音読
- ・ALTの授業を増やす など

【英語能力を向上させるための対策】

- ・教科書の文法の説明が簡易的なため、文法書を用いて解説する
→ **基本的なスキルを固める**
- ・スピーキング力向上のために話す機会を増やす(スピーチ、ディスカッションなど)
→ **即興で話すことに慣れる**
- ・リスニング力向上のためにCD/DVD(会話、文章の音読、映画)を用いる
→ **自然な表現・発音を学ぶ**

【考察】

【日本】

- ・英語に苦手意識を持っている
- ・英語教育は小学五年生から
- ・日常生活で英語を使用しない

【英語ができる国】

- ・英語話者50%以上
- ・英語教育は小学一年生から
- ・日常生活でも英語を使用する

日本は他の国と比べて英語を使用する機会が少ない

【世界の英語教育】

*EF FPIにおいて

オランダ	英語能力世界1位 オランダ語が英語に近い 幼少期から英語教育が行われている 英語話者 90%
シンガポール	英語能力アジア1位 小学校一年生から英語教育が行われている 多民族国家 英語話者 80%
フィンランド	英語能力世界6位 会話文では口語的な表現も学んでいる 映画吹き替えがない→字幕で見る 英語話者 70%

【アンケート結果から】

- ・英語に苦手意識を持つ人が多い
- ・英語を必要だと考えている
- ・授業以外の場面において英語を用いる機会が少ない
- ・聞く、話すことに苦手意識を持っている

参考文献

- 1) 自治体国際化協会、「シンガポールの英語教育について」(2015年5月7日)<http://www.clair.or.jp/j/forum/pub/docs/416.pdf>(検索日2018年9月20日)
- 2) 目白大学人文学研究、栗原浪絵、「オランダの小学校における英語教育の特徴とその意味」(2014年)
- 3) 実川真由/実川元子、「受けてみたフィンランドの教育」(2007年)

学校教育の見直しによる社会状況の変化の予測

仙台第三高等学校 心理・教育・人文 F2班

社会の背景

現代社会では情報化やグローバル化、少子高齢化などの急速な社会状況の変化に対応できないことや、大学全入時代（全員が大学に入学できる時代）に突入したことが原因で次のような社会問題が起きている

- ・経済の低成長
- ・現在教育を受けている人が社会に出たときに変化に対応できず負担増加
- ・就職率の低下

このような社会から抜け出す方法

労働環境の改善

外交政策

学校教育の見直し

教育の問題点と改善策

以前にも学校教育の見直しをし、ゆとり教育が行われた
ゆとり教育は自分で物事を考える力や豊かな人間性、自立する能力を養うために導入された制度である
結果、それらを養うことができたが、国際的にみて学習意欲や学力が低下した
このことから目的に合った制度を導入しなくてはマイナス面の影響が大きくなる可能性がある
したがって、今の教育の現状から確認する必要がある

まず、今の教育の問題点として何が挙げられるのだろうか

- ・プログラミング教育や英語教育が不十分
- ・知識基盤の教育を続けている→時代錯誤
- ・授業の目的が不鮮明
- ・教育機関が充実していない
- ・教育格差

改善策	具体例
小学校での英語教育の普及	2020年から小学校で外国語が教科に
PCを使った近代的な授業	プログラミングの授業 算数、理科におけるタブレット端末の使用 Wi-Fiの設置
生徒が主体性を持つ活発的な授業	アクティブラーニング 班活動、調べ学習
世界情勢を学ぶ機会を設ける	社会科目の充実 →貧困地域の現状、諸外国と日本との関係を学ぶ
近隣の公共施設（図書館や体育館）と交流を持つ	公共施設のイベントへの参加 地域の活性化

表1) 教育の問題点と改善策

結論

現代社会では様々な問題が深刻化しており、その原因の一つとして学校教育に注目して調査を行った

その結果、教育にはまだまだ改善すべき点があり、このような改善策の実施により社会の変革が可能であることが分かった

- ・対応力のある人が営む社会になれば、暮らしはよりよくなる
- ・多様性を獲得することができる

教育の改善は必要不可欠である

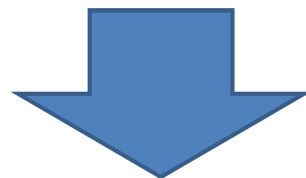
社会の変化

2で挙げたような改善策を実施することで社会はどのように変化するのだろうか

- ・海外企業やIT事業などに対応できる人材の育成
→グローバル化や情報化に対応

- ・限られた視野に絞らない
多くの観点から思考することができる
→問題に対して最善の答えを導く力

- ・学んだことをうまくいかせる
→自分の専門分野における社会貢献
役割分担
興味を持ったことを職業にできる



先行きが予測できる社会

現代社会

教育の改善

対応力のある
社会

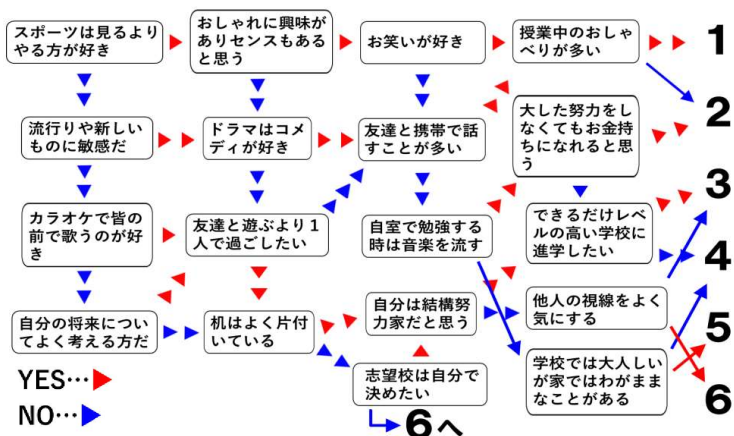
参考文献

日本社会の直面する変化や課題と今後の生活保障のあり方 <https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/12/dl/1-06.pdf> (18.07.28参照)
2030年の日本が直面する構造的課題 <https://www.nri.com/~media/PDF/jp/opinion/teiki/chitekishisan/cs201504/cs20150403.pdf> (18.07.28参照)
文部科学省 2030年の社会と子供たちの未来 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1364310.htm (18.09.21参照)
ゆとり教育の内容 <http://www.donano-yutori.com> (18.10.12参照)

陽キャと陰キャができるまで～スクールカーストと教師の対応～

仙台第三高等学校 教育心理 F3班

あなたはどのタイプ？



- 1タイプ（根明）…お調子者タイプ。おしゃべりが好き。
- 2タイプ（根明）…能天気で楽天家。
- 3タイプ（真面目）…心配性でプレッシャーに弱い。
- 4タイプ（真面目）…気ばかり焦ってしまう。不器用。
- 5タイプ（大人しい）…他人任せですぐあきらめてしまう。
- 6タイプ（大人しい）…自信がなくカラに閉じこもりがち。

【目的】

過ごしやすいクラスを作るために教育者側ができることを考える。

【仮説】

スクールカーストとは？

近年、学校教育の現場で課題として挙げられる「いじめ問題」とその大きな原因の一つである「スクールカースト」。今日ではいじめが原因で不登校、自殺に至るケースも少なくない。日本のみならず世界中で問題となっているスクールカーストの本質とはいったいどんなものなのだろうか。
私たちは、それは親の性格や教師の教育の仕方がスクールカーストの程度を大きく左右し、様々な問題につながっているのではないかと考えた。

スクールカーストの特徴と原因

【陽キャと陰キャの違いって？】

イラスト

スクールカーストは中学、高校で多く発生
スクールカーストには個人のコミュニケーション能力が大きく影響する

【幼少期の親の指導と人格形成】

厳しすぎる→温和で消極的、社会にはなじむ
神経質に構う→甘え、臆病
子供に興味がない→冷酷で情緒不安定
過保護→社会性に欠ける

※『アダルトチルドレン』という言葉を知っていますか？

…極端思考（1か100か・生きるか死ぬか）、心身の不調、人間関係が極端（べったり関わるか、全く接点を持たないか）
⇒生きにくさをもっている

3歳までに経験した事柄や感情、記憶が性格の形成に大きく影響する
→幼少期の親から受ける教育の大切さ

過ごしやすいクラスとは？

- いじめがない
- 皆が発言への抵抗があまりないと感じる
- グループはあってもグループ同士の壁があまりない

しかし…

「過ごしやすいクラス」が大人たちによって壊されている？

- ・幼少期の親の指導
- ・教員の指導の仕方
- ・教育委員会の学校での問題等への対応
- ⇒スクールカーストやいじめの深刻化に影響

例)

- 教育委員会の隠蔽体質
- ・とある学校でいじめが発生し、学校側が謝罪した市も関わらず教育委員会側は「いじめとは判断できない」とした
- ・教育委員会主催の講演会での質疑応答など詳細が載っている冊子に、ある生徒が質問した「モンスターペアレント」に関するものだけ内容が記載されていなかったりした
- 教師の対応
- ・問題が発生している学級の担任が生徒の声に耳を傾けない
- ・生徒を刺激してしまうような介入をしてしまい事態が悪化する



過ごしやすいクラスをつくるために教育者側ができること

教育側の問題

- ・教師いじめ
- ・矛盾した世論
- ・教育委員会の隠ぺい体質

生徒側の問題

- ・インターネット機器の普及
- ・依存
- ・しつけ

考察

現時点において、指導者側にも生徒側にも大きな問題がある。問題点はあまりに多いのに対して、それに対する改革は十分とは言えない。取り巻く問題はもはや「教員」の許容を超えている。
また、問題を解決できないことは、グローバルな時代を生きるにあたり、ローカルな問題を解決できていない、という「日本」のイメージに直結する。日本人が世界に出た時に主導権をなかなか握れないのも、学生時代のカースト制度などが少なからず影響していると考えた。

できることとは

- 親へ基本的なしつけの呼びかけ（情報共有の場を作る）
- 道徳の指導、教育心理の必修化、上手な立ち回り
- 教員が事例と解決法を共有する

参考文献

- ・性格診断チャート <http://e-adept.sakura.ne.jp/yusyu/entry10.html>
- ・子育ては本当に大事！幼少期の親子関係が将来の人格形成に大きく関与する <http://matome.naver.jp/odai/2140714231475101701>
- ・いじめ問題に関する施策：文部科学省 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/1302904.htm

スポーツと心

仙台第三高校 心理 F4

1. 序論

文武両道を目指す宮城県仙台第三高校において、緊張とスポーツのパフォーマンスの関係性や世界の一流のアスリートが行っているルーティーンなどをヒントに、多くの人に当てはまる緊張の抑え方を見出し、緊張によって実力を十二分に発揮できない人、精神面に問題を抱える選手の指導に悩む指導者の方のためにメンタル面での改善案を提案する。

2. 材料と方法

仮説

- 自己暗示、ルーティーンによってパフォーマンスが向上する。
- 事後対策を事前に考えておくことで、パニック、焦りを防ぎ成績が向上する



球技大会にて

1. バレーボール

自己暗示あり・・・結果 7本中 4本
自己暗示なし・・・結果 8本中 4本
自己暗示＋ルーティーン・・・結果 7本 5本

自己暗示 ※自分はできると言い聞かせる
ルーティーン ※3回腕を振る



あまり大きな効果は得られない

2. ソフトボール

事後対策

- エラーした後も皆で声を掛け合う
- カバリングをお互いにしあう。
- 余計なエラーを防ぐため、アウトにならなそうな場合は、無理に投げない

19対1

本番ではあまり効果は見られなかった。

この結果から仮説の信憑性は薄いといえる。

そこで、活躍するアスリートについて調査してみた。

イチローのルーティーンの理由とは



1、心の安定。
2、集中力を高める。 はもちろんのこと

{ いつも通りの自分であるため }

という理由もあるそうだ。そのほかいろいろ調べてみたが人それぞれ様々な理由があった。

まとめ・結論

仮説を立てての検証をしたところ、自己暗示ありでも自己暗示なしでも、ルーティーンを実行しても、結果に大きな影響はなかった。また、事後対策を考えておいても大敗してしまった。
また、アスリートの考え方やルーティーンを調べてみることでいつもの自分との違い、それがたとえ少しであっても結果に大きく影響するものだとということが分かった。

3. 結果・考察

長い間やっていないと意味がないことであって、一日や二日では結果が出ないものである。

考察

- 自己暗示やルーティーンによる結果の変化はほとんど得ることができなかった。
- 事前に対策をしても大敗してしまった。

考えられる原因は

- 検証のためのデータが少なすぎた。
- ルーティーンは一日や二日では大きな効果を期待できない。
- 実力差が大きすぎた。



この検証は自己暗示やルーティーン、事後対策の意味がないことを示しているものではない。その競技のトップで争うような人は皆やっていることだ。高い志を持つ人にはぜひ自分に合った結果が出る方法を模索してほしいと思う。

ご清聴ありがとうございました



参考文献

高校野球 敗者の心理 著 田尻賢誉

日刊スポーツ出版社

MUSTER イチロー選手はいかにして「気持ちのコントロール」をしているのか? <https://muster.jp/course/937/>

理論スポーツ <https://rkyudo-sports.com/cate13/en212.html>

お菓子の形状と若年層の心理

仙台第三高等学校 心理 F5班

1. 序論

外観はおいしさに係わる重要な要因である¹⁾

対象の色、パッケージデザインによる味覚の変化の研究事例は存在するが、一方で対象の形状による変化は事例は調べた限りでは見つからなかった。

食欲と色は深く関わっていて、私たちは、目でも食べ物を感じている²⁾。そのため形状にも同様、或いはそれ以上の影響力を有していると私たちは仮定した。本研究では「お菓子の形状による人間（若年層）の食欲傾向を、人間の心理的側面から探求すること」を主題とし、より良い広告商品開発により日本または海外の企業開発へ貢献することを主な目的とする。

2. 材料と方法

アンケートについて

アンケートの対象は、仙台第三高校のアンケート参加生徒58名とする。

質問事項

①「次の三角形、四角形、五角形のチョコレートの内、最も美味しそうだと思うものを選んで下さい。」



②「次の大、小のチョコレートの内、最も美味しそうだと思うものを選んで下さい。」



③「次の形状のチョコレートの内、最も美味しそうだと思うものを選んで下さい。」



④「次の形状のチョコレートの内、最も美味しそうだと思うものを選んで下さい。」



尚、質問事項にはそれぞれ自由記述欄を設け、選択した理由を記入してもらった。

なお、このアンケートの写真に使用したチョコレートは、既存のものを溶かし、自分たちで形を作った。そのことによって、既存の商品のイメージに左右されることなく調査ができた。

(右記のQRコードはアンケートに用いた)



まとめ・結論

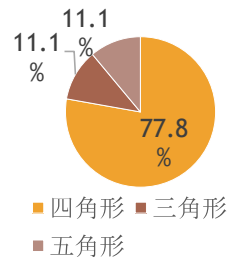
以下の結果・考察から、若者の味覚は既視感、食べやすさ、簡素さ、動物の好みなどといった観点から、形状による視覚的影響を受けるといえる。

尚、形状の特徴は以下の結果を参考にするといよい。

3. 結果・考察

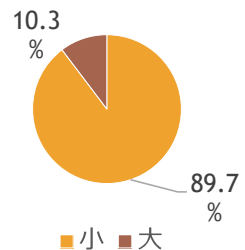
①結果・考察

四角形を約77.8%、三角形、五角形をともに約11.1%のアンケート協力者が選択した。四角形を選択した人が挙げた理由で最も多かったものは、「市販のチョコレートと形が似ているから、見たことがあるから」というものであった。よって既視感のあるものが選ばれやすいといえる。



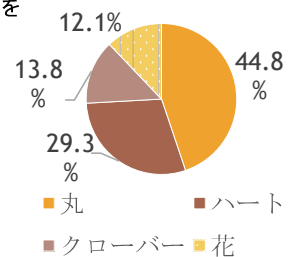
②結果・考察

大を選択したのは全体の約10.3%小を選択したのは全体の約89.7%と小を選択した人が多かった。「小」を選んだ人の回答は、「高級感がある」「濃そう」といった回答が多くチョコレートのサイズの小ささに少なからずの希少感を抱いているようだ。また、「食べやすそう」という回答も多かった。従って大きさについては、食べやすさや希少感といった観点では小が選ばれやすいといえる。



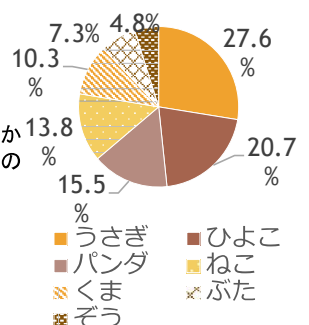
③結果・考察

丸を44.8%、ハートを29.3%、クローバーを13.8%、花を12.1%のアンケート協力者が選択した。丸を選択した人が挙げた理由で最も多かったものは、「シンプルだから」というものであった。よって複雑なつくりのものよりも単純なつくりのものが選ばれやすいといえる。



④結果・考察

うさぎを27.6%、ひよこを20.7%、パンダを15.5%、ねこを13.8%、くまを10.3%、ぶたを7.3%、ぞうを4.8%のアンケート協力者が選択した。全ての動物に共通して最も多かった理由は、「好きな動物だから」や「かわいいうから」であった。このことから自分の好きな動物が食べたいという傾向にあるといえる。



参考文献

- 1) 視覚要因がおいしさに及ぼす影響 https://www.jstage.jst.go.jp/article/gjcs/18/0/18_0_48/_article/-char/ja/
- 2) 色と味覚の関係 http://color-psychology.jp/k_shoku.html

ペットロスの理解度向上に向けて

仙台第三高等学校 心理・教育・人文 F6班

1. 目的・はじめに

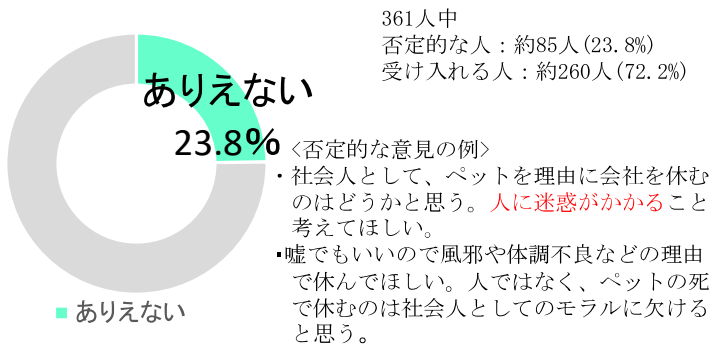
日本ではペットへの理解が低いと感じる場面が多くある。もしあなたがペットを亡くした時、周りの人の理解が足りていなかったらどう感じるだろうか。私たちは、ペットロスの実情を社会に発信し、多くの人に理解してもらうことで、ペットロスに陥っている人の負担を軽減し、豊かな社会生活への復帰を早めることを目的として、研究を行った。

2. 調査方法

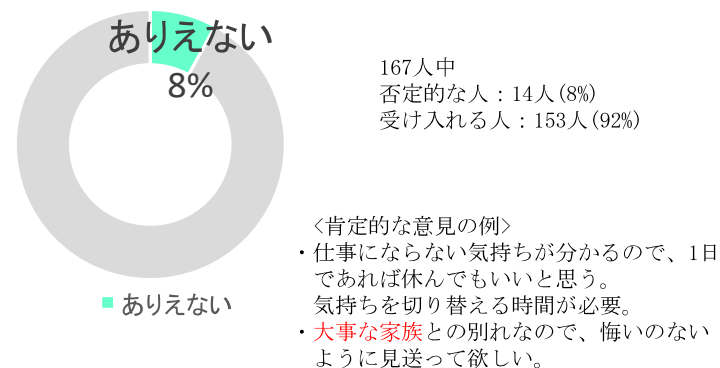
今回は、ペットロスに関するインターネット上の調査を引用した。特に、ペットの死を理由に学校・会社を休むことに対する、全国10代～50代の男女361名を対象としたアンケート（平成27年度調査）と、それに対するアンケート回答者の意見。ペットの死に関する米国の忌引き休暇についての調査。ペットに関するユニークな休暇制度についての調査など、複数の調査から、海外と比較し現在の日本国内におけるペットロスの現状について調査した。

3. 調査内容

「ペットの死を理由に会社を休むことについてどう思うか」について、マインドソナーで全国の10代～50代の男女361人を対象に行った調査によると、



「ペットの死で会社・学校を休むことについてどう思うか」について、ペットを飼っている、もしくは飼ったことがある全国の10代～60代の男女167人を対象に行った調査によると、



《ペットに関する休暇制度の例》

Trupanion

- ・犬・猫の医療保険を取り扱うアメリカの企業
- ・社員の飼っているペットが亡くなった場合、**慶弔休暇**として有給の休みを1日分付与している（2012年）

（導入した理由）

社員の士気向上のため

「当社の社員は動物が大好きで、ペットは家族の一員のようなもの。ペットを失う痛みは、子どもを亡くすのと同じくらい大きいときもあります。」

→社員の精神的安定を大切にしたいというところから、制度導入へ

（メリット・デメリット）

デメリット：現時点では特になし。

メリット：悲しみを乗り越える時間をしっかりと設けることで、**仕事の生産性を欠くことなく**いつもの業務に復帰できる

《日本の例》

2016年にペット向けの保険を扱う「アイペット損害保険株式会社」が、社員が飼っているペットが亡くなった時に「ペット死亡時の忌引き」として最大3日間の休暇を取る事が出来る制度を**日本で初めて**導入した。

4. 考察

グラフより、ペットの死が理由で会社を休むことを受け入れる人が大半だが、約4人に1人は否定的な意見を持つということが分かる。

一方、ペットの飼育経験のある人は、その多くが休むことに対して肯定的であり、否定的な意見を持つ人はわずかである。

また、《ペットに関する休暇制度の例》より、日本は海外に比べ、ペットロスで精神が不安定になっている社員のための休暇制度の導入が遅れている。

以上のことから、日本は海外に比べ、ペットロスに対する周囲の理解が浅いと言える。

5. まとめ

これらの調査内容からわかるように、ペットが死んだら学校や仕事を休んでも構わないという人が多い一方、ペットが死んだとはいえ休むことは許されないと考える人が多いのも事実である。

だが外国では、ペットが死んだら休養を与えるという国もあるが日本ではその設備が整っておらず、そのような考えも広まっていない。

このような事実の背景には、ペット＝家族ととらえている人が外国に比べて大いに少ないことが挙げられると思う。

このペットロス問題を解決するためにはまず、ペットの扱い方、捉え方について日本全体で共有していくべきだと考える。だが、ペットを飼ったことのない人にとってはそのような考えには賛同できない人が多いと思う。

そのため、“もし自分の家族が死んだら”という風に捉えて考えてみると、ペットに対する見方も変わってくるだろう。

これがペットロス改善の第一歩だろう。



参考文献

<https://irorio.jp/grigri/20160408/313423/> //IROIRO/「メリットは数え切れないほどある」ペットの“忌引き休暇”を推奨する米企業に話を聞いてみた

<https://sirabee.com/2015/09/22/51908/> //図1:しらべ/ペットの死を理由に会社を休む人に賛否…「ありえない」と思う人は23.8%

<https://動物供養.net>

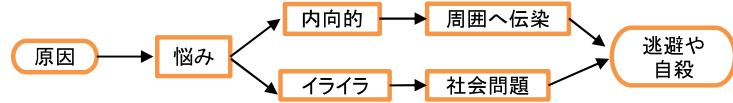
養.net/2017/02/14/%e7%8a%ac%e3%82%84%e7%8c%ab%e3%81%ae%e3%83%9a%e3%83%83%e3%83%88%e3%81%ae%e4%ba%a1%e3%81%8f%e3%81%aa%e3%81%a3%e3%81%9f%e5%a0%b4%e5%90%88%e3%81%ae%e7%81%ab%e8%91%ac%e3%83%bb%e8%91%ac%e5%84%80%e3%81%a7//ペット供養百科/ペットの忌引き休暇/犬や猫のペットの亡くなった場合の火葬・葬儀で会社は休める？

第三者の悩みへの関与～一人で悩まないで～

仙台第三高等学校 心理 F7班

1. 悩むことで与える社会への影響

・悩みとは



・世界の10～19歳の若者の死因 三位 「自殺」(WHO)

・「他人から伝わってきたストレスは自分が感じたストレスのごとく細胞レベルで変化させる」(カナダ カルガリー大学 ホッチキス脳研究所 ジャディブ・ペインズ)

・悩みを作りあげた原因となることを解消してあげること。

・仮説：悩みの解決は一人ではできないことが多いと考えられる。そもそも一人で解決できたら悩まないから。そのため、第三者がその悩みを共有し、親身になってともに解決方法を考えることが重要。

3. 結果・考察

・結果・

どの悩みも、第三者の関与によって、その人の視点を与え、また本人も自己を第三者の目で見ることができるように分かった。

・考察・

第三者の関与が良い影響を与えるどうかは、悩んでいる人の悩みに対する姿勢次第であると考ええる。

第三者がどれだけ真摯に解決しようとしても、悩みを持つ人が解決しようとしなければ、何も進展しない。また、第三者が干渉しすぎることで、悪化したり、逆にストレスになってしまい、その第三者も悩みを抱えてしまうことになる。

その連鎖を防ぐためにも、悩んでいる人をしっかり支えて、悩んでいる人は自分に向き合うことが大切だと考える。

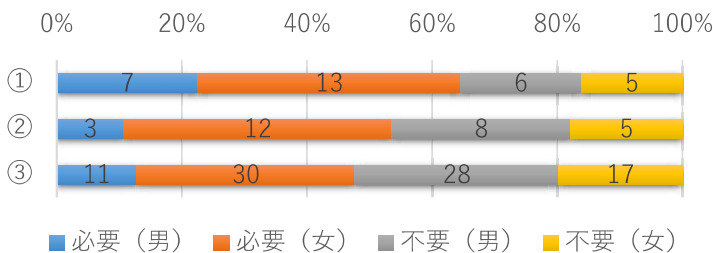
4. 結論

第三者の悩みへの関与とは、悩んでいる人に新たな視点を提供し、悩んでいる人自身、自己を見つめる機会を作ることである。それをどう生かすかは悩んでいる人次第である。

悩むことは悪いことではない。しかし社会に悪影響を与えているうちは、小さくなくてはならないものである。

2. 悩みのタイプ分けとそれぞれに第三者ができること

悩んだ時の第三者の必要性



悩みを大きく3タイプに分けて考える。

①人間関係：恋愛、喧嘩、男女関係、トラブル等

解決の方向：話を聞く

適正な第三者：異性

(理由)悩み手が自己の立場を意識的に第三者の目線で見ることができる。

注意点：問題の具合や悩む人の性格を理解しなくてはならない。

②身体：成長具合やコンプレックス等

解決の方向：コンプレックスを強みに変える。

適正な第三者：専門知識を持つ知人、家族

(理由)自分の知らない知識や視点を新たに与えてくれる。

注意点：繊細な悩みなケースが多いので下手な言葉をうかつに言うと落ち込ませてしまう。

③質と生活：できないこと、向上しないこと、金銭的問題、生活問題等

解決の方向：「自己欺瞞を知る」(アドラー)、できるようになる、安定した職に就く

適正な第三者：指導者、家族、信頼のある友人

(理由)ダメであることをダメだとはっきり言ってくれる。第三者の視点で自分を見ることができる。

注意点：ダメだと否定するだけでなく、どのようにすれば良いかまで考えなくてはならない。

参考文献

技術評論社 向後千春 人生の迷いが消える アドラー心理学のススメ、<https://www.mhlw.go.jp/index.html> 厚生労働省、<https://www.ucalgary.ca/> カナダカルガリー大学、www.who.int/ WHO、大美賀直子 <https://allabout.co.jp/gm/gc/301545/>、仙台第三高等学校2学年

異文化対立から見る相互理解の糸口

仙台第三高等学校 人文F8班

1. はじめに

近年グローバル化が進み、多様な文化に触れる機会が多くなっている。しかし、多様な文化同士が近くなっていくほど異文化の存在が大きくなる。そのため、文化の対立が起きるリスクも高まってしまう。そのリスクを未然に防ぐため、これからグローバル社会を生きる私たちに、どのような姿勢が求められるのだろうか。私たちは、互いの文化に寛容になれる方法を探していきたいと思い、本研究を行うことにした。

2. 方法

捕鯨文化、銃社会の文化、イスラム文化、それに関する実際に起きている文化の対立と、その対立の原因を調べる。それらを比べることで共通点を見出し、異なる文化対立から相互理解への糸口を模索する。

3. 結果・考察

①捕鯨問題

オーストラリアを中心とする反捕鯨国と日本を中心とする捕鯨国の対立

それぞれの主張

クジラは高い知能を持っているからかわいそう。



反捕鯨国側

他にも…

- ・クジラの殺し方が残虐
- ・絶滅の恐れがある

捕鯨は伝統文化で、余すことなく活用している。



捕鯨国側

他にも…

- ・生態系を調査するために調査捕鯨は必要
- ・重度の食物アレルギーの人の重要なたんぱく源である

実際に起きた対立

- ・オーストラリアが日本を訴訟
- ・シーシェパードによる日本の調査捕鯨船妨害

IWC(国際捕鯨委員会)の総会で、商業捕鯨再開否決 → 日本IWC脱退を示唆 (2018年9月)

考えられる対立の原因

- ・反捕鯨国には捕鯨国の事情を知らずに(または誤った情報により) 反対する人もいる。

お互いの主張を偏見によって、背景などを理解せずに批判のみをしている。

②銃社会

銃社会の国と非銃社会の国の対立

それぞれの認識



銃社会反対側

他にも…

- ・銃社会の国の自殺のための凶器になっている (トップの国では自殺全体の約57% : 2006年調べ)

自衛のために必要。人を殺すのは人であって銃ではない！



銃社会賛成側

他にも…

- ・農村部では人口密度が低いため、犯罪に巻き込まれた際に警察が来るのが遅い

銃社会の常識を知らず、実際に起きた事件

- ・米における日本人留学生射殺事件

夜間に敷地内に日本人が誤って入ってきた。その際「動くな」と言われても動いていたため、害意があると誤解して発砲、射殺。その後の刑事裁判で発砲した米人男性の無罪が確定した。

考えられる対立の原因

- ・銃社会における常識やマナーに対する知識不足
- ・銃事件によって作られた銃社会の負のイメージ

銃社会＝危険という認識だけで文化そのものを否定している。

③ムスリムの衣服

ムスリムの衣服文化における偏見と対立

・フランスのブルカ禁止法

2011年に、フランスでブルカと呼ばれるムスリムの衣服を公共の場で着用することを禁じる法律ができた。



ムスリムの女性

ブルカを着用することはイスラム教の伝統や慣習に対する敬意です！

ブルカ禁止法に違反すれば、刑罰が課せられる場合があります。



フランス政府

日本では…

会社でヒジャブ(イスラム教の伝統衣服)を取れと言われます。



ムスリムの女性(日本在住)

他国でも…

- ・学校でヒジャブの着用を禁じられたソマリア難民による裁判(チェコ)
- ・ヒジャブの着用で会社の採用を断られたムスリム女性による裁判(アメリカ)

考えられる対立の原因

- ・イスラム教信者＝テロリスト、危険人物という誤ったイメージによりイスラム教自体を知らないままに拒絶している。

4. 偏見をなくすために…

これらの対立の原因から…その文化の背景や現地の人の考え方を正しく知ることが重要

▶エスノグラフィーの採用

→現地を実際に訪れ、感覚的・視覚的に文化について理解
(例)捕鯨を行う地域のフィールドワーク

▶メディアの活用

→親しみやすい手段からの文化へのアプローチ
(例)コメディなどによる表現の工夫

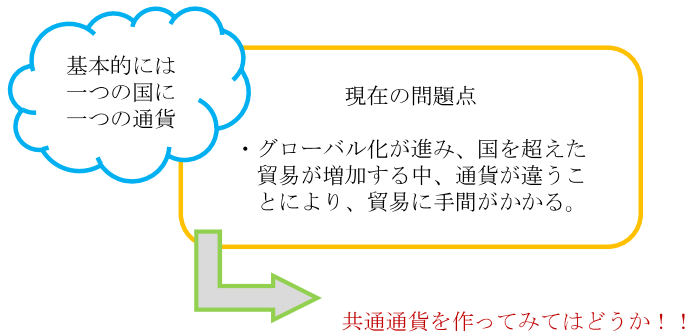
参考文献

『クジラは海の資源か神獣か』(石川創 2011/1/30) 『クジラと日本人』(大隅清治 2003/4/18) YouTube・JWA 日本捕鯨協会 Japan Whaling Association 3:28 それでもあなたは、クジラを食べることに反対ですか? 2014/08/19 <http://www.afpbb.com/articles/-/3115857?cxamp=all&act=all> 『銃に恋して 武装するアメリカ市民』(半沢隆実 2009/2/22) 『アメリカ病』(矢部武 2003/5/20) 『日本の中でイスラム教を信じる』(佐藤兼永 2015/7/10) ヒジャブ禁止は差別 ソマリア難民の主張、裁判で認められず チェコ(2017/1/29) <http://www.afpbb.com/articles/-/3115857> ヒジャブ着用で採用拒否は雇用差別か、アバク訴訟 米最高裁へ(2014/10/3) <http://www.afpbb.com/articles/-/3115857> ～「ブルカ禁止法」がフランスの理念と現実の矛盾をあぶりだす(荒木重雄 2010/9/20) <https://www.alter-magazine.jp> TED talks <https://www.ted.com/talks?language=ja> 私を見て、あなたはもう何ですか? (ダリア・モガヘッド 2016/2) イラン系アメリカ人の噂聞いている? (マズ・ジョブラニ 2012/11) エスノグラフィー・行動観察調査の3つの価値(2016/12/16) <https://popinsight.jp/blog/?p=2142>

世界共通通貨を作ろう！

仙台第三高等学校 経済 F9班

1. 序論



2. 材料と方法

書籍：田中素香「ユーロ 危機の中の統一通貨」より

EU連合では、経済実績の格差により、国によって1ユーロの価値が違う。よって、2009年の「ギリシャ危機」のような、EU全体の危機につながる事態が起こりうる。このことから、統一した通貨を使うのには危険やデメリットがある。

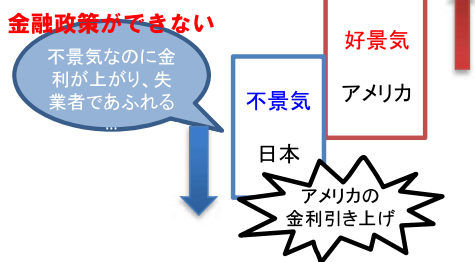
書籍：吉本佳生、西田宗千佳「ビットコインのからくり」より

ビットコインのような仮想通貨が新しい国際通貨として成功する可能性は十分にある。

ウェブサイト：ユーロについて 通貨を統一するメリットとデメリット～知っている人と人に話せるお金の雑学～ より

各国の経済は、各国が自国の通貨を使用してそれぞれが金融政策をして調整しているため、統一通貨だと、一つの国の不況が全世界に広がる。

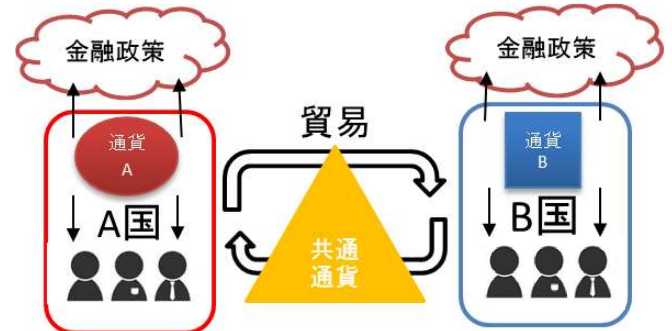
(例)



4. まとめ・結論

結果より、国内での買い物は自国の通貨を使い、海外での買い物(貿易や旅行など)は共通通貨を使うことによって、ビットコインのメリットを良いとこどりできると考える。

自国の通貨でそれぞれの金融政策を行い経済の安定化を図りグローバルな場では共通通貨でのやりとりをすることで、現在のような両替の手間がなくなりスムーズなやり取りが可能になる。



3. 結果と考察

世界で一つの共通通貨を作ると以下のようなデメリットが発生する。そのため自国での生活用の通貨を使って金融政策を行い共通通貨を使って貿易や海外旅行をするといったように、用途によって通貨を分けられたいと考えられる。

世界中で同じ一つの通貨を使うことは難しい

デメリット

- ・金融政策ができない
- ・中央銀行のような管理者がない

解決するには…

海外との取引だけに使える通貨と自国の通貨を二つ使い分けられればよい。

ビットコインなら、今日でも使われているように、これらのデメリットをカバーしながら「第2の通貨」として共通通貨のような役割をはたせるのではないかと考えられる。

ビットコインと自国の通貨の交換所を、各地に作ったり、ネット上で通販のようにビットコインを手に入れられる環境を作れば、わたしたちの買い物の範囲が広まり、さらにより良い社会になるのではないかと考えられる。

参考文献

吉本佳生・西田宗千佳 (2014) 『暗号が通貨になる「ビットコイン」のからくり 「良質」になりうる3つの理由』、講談社
田中素香 (2010) 『ユーロ 危機の中の統一通貨』、岩波新書、<https://news.vesta.onl/2016/05/18/lifestyle-money/>
ユーロについて 通貨を統一するメリットとデメリット～知っている人と人に話せるお金の雑学～ (最終閲覧日：2018年9月21日)

印象操作というリスク～君はまだホモエコノミクスを知らない～

仙台第三高等学校 経済 G1班

1. 序論・目的

私たちが普段目にする情報は、ときに脚色がすぎるものもある。すべての情報が脚色されているわけではないが、このように情報は、程度の大小を問わず発信者の意図が反映されていることがほとんどである。またこのとき、本来情報が与える印象を損ない、異なる印象を与えてしまう。

私たちは「印象操作は個人の消費活動、および経済に何らかの影響を与える」という仮説をたてた。この研究では、まず情報が与える印象に関係する要素の調査を行う。そこで得られた成果から、果たしてどの要素が実際に印象に影響を与えるかを考察・判断し、仮説を実証することを目的とする。

2. 材料と方法

・材料

調査には、私たちが広告を模して作成した2枚のポスターを使用した。なお、この2枚（以後ポスターA,Bとする）には、要素に差異を持たせた（下表）。

要素	ポスターA	ポスターB
画像	同一	同一
使用色	赤・黄・黒	黒
字の大きさ	大	中
その他	・値段：¥479 ・値段の裏に背景色	・値段：¥429

・調査方法

調査を行う上で、2つの広告を同時に見てもらい、どちらをより購入したくなるかのアンケートを行った（条件は下表）。使用した画像が同じであることは、事前に通知してある。

また、今回の調査は、長時間にわたって2つの広告を見比べる機会は少ないと仮定し、条件設定を行っている。

条件	
提示秒数	約1秒
提示回数	1回
想定した商品	たこ焼き

まとめ・結論

調査の結果から、短時間では印象の強いほうに惹かれやすいことが判明した。このことから、強い印象に注目するばかりで、多くの人が正確な判断ができなくなっていて、消費活動、および経済の動向にも、プラスとマイナスの両方の影響を与えていることが考えられる。

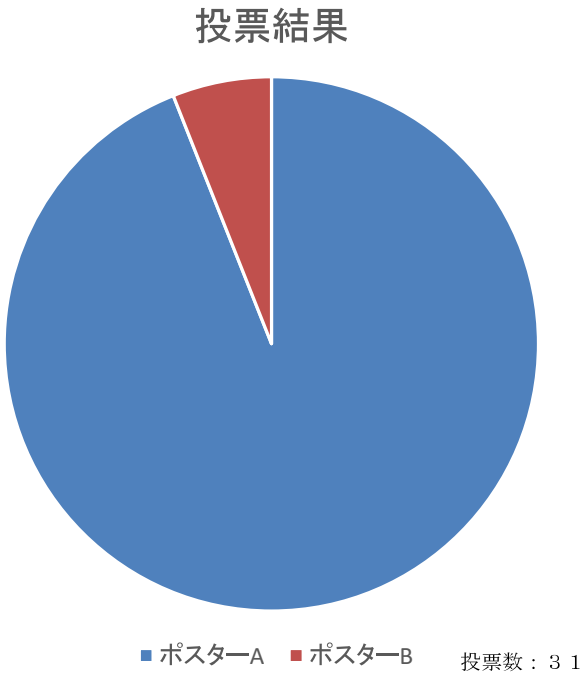
私たちは、企業の広告などの意図して脚色された情報によって、無意識のうちにホモエコノミクスの思考ができなくなっている。つまり、現代の私たちは、正常な損得勘定の能力が失われ、思考が固定されているということだ。私たちは物心ついたときからすでに、情報のもつ印象によって洗脳されているのだ。

印象の時代へようこそ。

3. 結果・考察

今回の調査は、長時間にわたって2つの広告を見比べる機会は少ないと仮定し、条件設定を行っている。

結果は以下のグラフの通りであった。



投票率は、ポスターAが94%、ポスターBが6%であった。このことから、今回変化させた使用色、字の大きさが見る人に与える印象を変えたのだろうということが推測できる。値段にも多少差をつけたうえでの結果であることから、私たちは無意識のうちに「華やかできれいな情報のほうが良い」と処理を行っているのだろう。

新聞・看板広告VSインターネット広告

仙台第三高校 経済 G2班

1. 序論

私たちが普段利用しているインターネット広告、そのシェアはここ数年で数倍にもなっている。

今回の研究では従来の広告、即ちTVCMや新聞、看板などと、インターネットの普及によって誕生したインターネット広告が人々に与える影響の違いを調査し、どちらのほうが高い効果を発揮しているかを導き出す。また、『インターネット広告のほうがより高い効果を発揮している』と仮説をたて、従来の広告が本当に必要かどうかを考え、広告料の過払いを無くし、企業に還元することでさらなる経済の発展が期待できるのではないかと考える。

まとめ・結論

- ・現在、インターネット広告による影響が大きい
- ・今後はさらにインターネット広告による影響が大きくなる



今後、インターネット広告が大きな利益につながり、一番有効な広告媒体になる

インターネット広告の種類

枠掲載型

一つの枠につき〇〇円という両金システム。クリック数などにかかわらず一定の費用がかかる。

200万円~/一週間

インプレッション保証型

〇〇回インプレッションが発生するまで広告が掲載され続けるという料金システム。

1250万円~/一週間

クリック課金型

クリック一回につき〇〇円という料金システム。広告が表示されるだけなら費用はかからない。

5万円~/一か月

(資料一)

三種の広告媒体の年間費比較

- ・インターネット広告(枠掲載型)・看板広告・新聞広告



(資料二)

インターネット広告

(yahoo)

月額	2,000,000
総計	24,000,000

(円)

新聞広告 [朝日新聞] * 月一回掲載

(人事広告)

月額	1,257,000
総計	15,084,000

(円)

(記事下二段 1/2)

月額	3,071,000
総計	36,852,000

(円)

看板広告

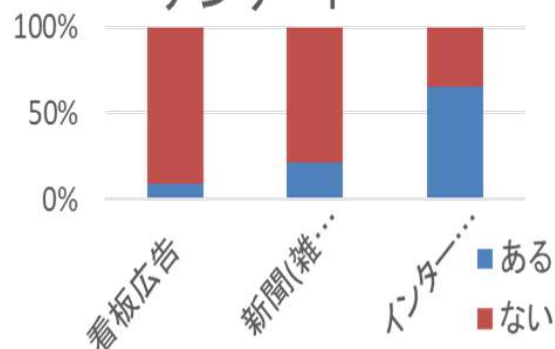
製作費	420,000
設置費	150,000
維持費	157,000
総計	727,000

(円)

3. 結果・考察

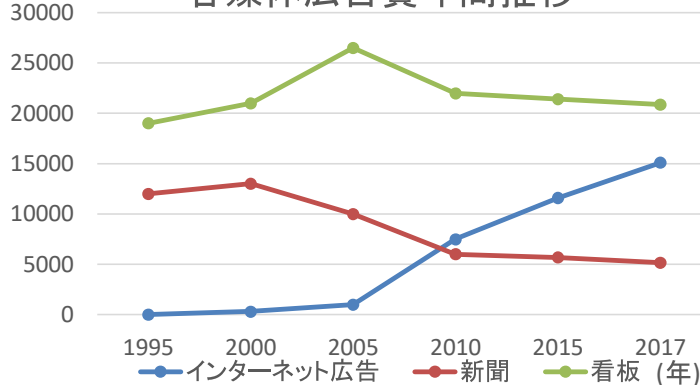
文系3クラス(108人)に対し、看板・新聞・インターネット広告によって興味を惹かれ、お店の利用や、商品の購入をしたことがあるかアンケート調査を実施した。

三種の広告媒体の実用効果アンケート



(億円)

各媒体広告費年間推移



3. 結果・考察

アンケートの結果からインターネット広告による購買意欲が高いことが分かる。

さらに、各媒体の広告費推移からインターネット広告の広告費が2005年から現在にかけて他媒体に比べて大幅に上昇してきている。つまりインターネット広告の利用が他媒体より増加してきていることが分かる。このことから近い将来にはインターネット広告の利用がさらに増加し、看板広告を超え、主流の広告媒体になることが予想できる。

参考文献

YAHOO! JAPANプロモーション広告 <https://promotionalads.yahoo.co.jp/adprice.html> 興和サイン <https://www.couwasign.jp/>
広告朝日 https://adv.asahi.com/ad_info/ad_rate/ ガベージニュース <http://www.garbage news.net/archives/2029485.html>

なぜ日本で電子決済は普及しないのか

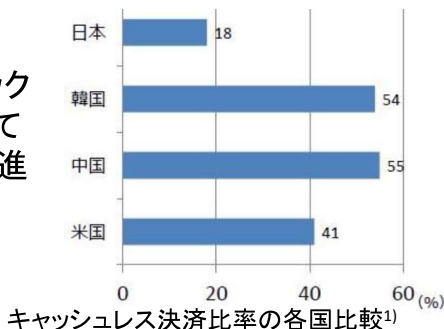
仙台第三高等学校 経済 G3班

背景

国では2020オリンピック
パラリンピックに向けて
キャッシュレス化を推進

しかし...

まだまだ足りない！



仮説

日本で電子決済が普及しない理由として

仮説1.電子決済についての知識が少ない

仮説2.チャージするのが面倒

仮説3.セキュリティの不安

目的

電子決済の現状を調査し、普及のための施策を考案する

材料・方法

方法1 文献調査

電子決済のデメリットの調査を行った

結果1 文献調査

設置費用

- ・政府の援助が受けられる⁵⁾
 - ・『squareリーダー⁶⁾』
- ⇒本体約5000円で端末で決済

スキミング被害

- ・ICカード⇒データの暗号化
- ・生体認証機能⇒指紋,声紋,網膜,静脈で確認
- ・接触型カード⇒接触が必要なため可能性減
- ・カードの送受信妨害グッズ

個人情報保護

- ・トークン決済

個人情報をプログラム言語を用いて別の文字列に変換



squareリーダーの使用図



考察: デメリットは解決できるものが多い

方法2 アンケート調査

Google フォームにてアンケートを作成した

- ・実施期間: 2018年 10/11~10/12
- ・調査人数: 100人
- ・質問内容

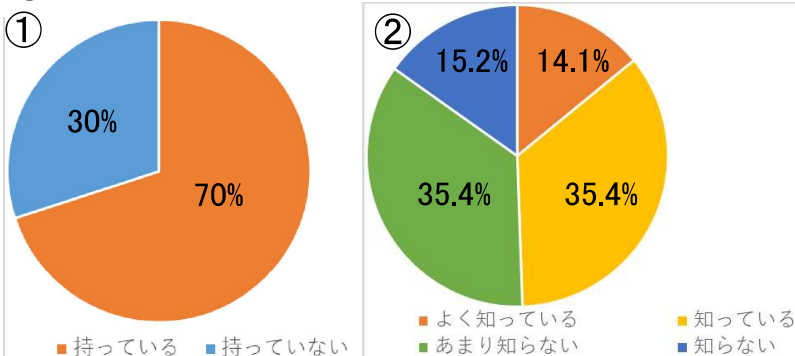
- 1.クレジットカード、電子マネー等の所持
- 2.電子決済についてどの程度知っているか
- 3.利用したくない理由は何か

結果・考察

結果2 アンケート調査

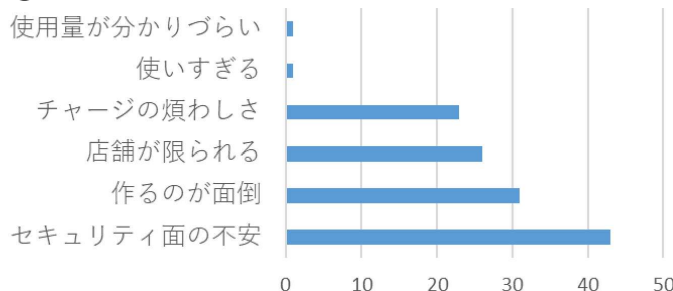
①クレジットカード、電子マネー等の所持

②電子決済についてどの程度知っているか



考察: 所持率は高いが認知度が低い
⇒所持していても利用していない

③利用したくない理由は何か



考察: チャージよりも作るのが面倒と感じる
セキュリティ面の不安が最も大きい
⇒セキュリティに対する誤解の払拭が必要

まとめ・結論

仮説1は正しく、認知度は高いとは言えなかった

仮説2は誤りで、使える店舗の不足やカードの作成が利用を遠ざけていると分かった

仮説3は正しく、セキュリティ対策についての認知を広め、普及できると考えられる

参考文献

- (1) キャッシュレスの現状と推進 http://www.soumu.go.jp/main_content/000506129.pdf (2) 電子マネー導入に付随するコストと導入効果 <https://card-navi-jp.com>、電子マネー
(3) クレジットカード不正使用被害の発生状況 https://www.j-credit.or.jp/information/statistics/download/toukei_05_g_160704.pdf
(4) 森永カード情報流出、不正使用300件 被害約2000万円: 日本経済新聞 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZ03133690U8A600C1CR8000/>
(5) キャッシュレス・ビジョン <http://www.meti.go.jp/press/2018/04/20180411001/20180411001-1.pdf> (6) Square (スクエア) | スマホでカード決済・POSを始める <https://squareup.com/jp>

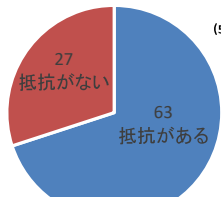
私たちとAIの共存

宮城県仙台第三高等学校 G4班

1. 序論

近年、AIは目覚ましい発展を遂げ、我々の身の回りの様々なものに導入されはじめている。しかし、AIの導入には多くの問題がある。特に大きな問題がAIに対する不信感である。右のグラフからもわかるよう、AIと共に生活することに抵抗を感じている人は多い。このことから、我々人間がAIと共存するにはどうしたら良いのか研究したいと思った。

仕事のパートナーとしてのAI



2. AIについて

現在国内外で行われている、AIの活用事例からヒントを得て先行研究をもとにこれから自分たちがどのようにAIを活用するのかを思考する

具体例

<国内>

- ・車の全自動運転⁽¹⁾
- ・監視カメラ、予測センサー機器等の精度向上⁽¹⁾
- ・商品の在庫管理(特にネットショッピングにて)⁽¹⁾
- ・旅行会社などにおけるおすすめ情報の提案⁽¹⁾
- ・介護施設における全面的な職務のサポート⁽¹⁾

<海外のみ>

- ・新薬剤の配合研究、製造⁽⁴⁾
- ・法律文書など重要文書のミスチェック⁽³⁾
- ・古代文字の解読⁽²⁾
- ・無人化した兵器の導入検討⁽¹⁾

メリット・デメリット

メリット	デメリット
様々な分野に適応して活躍	AIの導入による失業者の増加
休むことなく使用可能	AIのミスの責任者がいない
危険な場所での作業にも適する	予測不能の事故の可能性がある
学習能力が高い	導入へのコストがかかる
一度導入すればお金の節約になる	
ミスが少なく、仕事も早い	

先行研究

『 ▼ AIの限界

- 入出力および正解は人間が定義
- 学習には、大量の偏りのないデータが必要
- 正解からどの程度かい離しているかを数値的に測る必要

▽人間の相対的強み

- 入出力・正解が定義できない問題への対応
- 個性が高く、大量なデータが集められない問題への対応 』

【OPINION PAPER

AI時代の人間の営み 経営のありかた】より

4. まとめ・結論

私たちは人間とAIはどう共存するかというテーマで研究を行ってきた。人間とAIが共存するためには、AIに対する不信感を取り除くのはもちろんのこと、それに加えて、人間の仕事とAIの仕事を区別することが重要であることが分かった。人間はものを創造することや特異性の高い仕事を、AIは単純作業をすることに向いている。そのため、それぞれの長所を生かすことが大切な点である。このことから、AIを多用するのではなく、適材適所に配置することにより、失業者の増加なども免れ、仕事の効率も良くなる。



よって、**人間とAIの共存は可能**であり、これからの社会では多くのAIが導入され、共存していくことが普通になってゆくだろうと考える。

3. 結果・考察

先行研究、メリット、デメリットをもとにAIに仕事とどう関わらせていくかを考える。

AIは事務処理の能力が高いことや、人がなしえない速さで決められた仕事をこなすことができることが分かった。そのため、膨大な数の計算を必要とする会社の会計の仕事や、名簿の管理などの仕事に向いていると言えるだろう。

反対に、AIは思考したり新たなアイデアを出したりすることが苦手なので、クリエイター系統の仕事には向いていない。

向いている仕事

- ・事務処理などの単純作業
例) 工場での商品の品分け
- ・大量のデータの処理
例) 病院でのカルテの管理
etc...

向いていない仕事

- ・自ら創造する仕事
例) 作家、会社の企画課
- ・特異性の高い仕事
例) 経営、接客業
etc...

【 考察 】

わたしたち人間がAIを使用して仕事や日常生活を送ることに抵抗がある人は多い。

しかし、今回の研究結果よりAIにも、人間にもそれぞれ得意な分野、劣る分野があるため工夫次第でお互いがお互いの利点を最大限に生かすことができると思われる。



人間のAIに対する恐怖心や不信感を少しでも取り除けるように工夫すればいい。



AIが苦手な創作系統などの仕事をAIに任せられるように技術開発するのではなく、現状においてAIができるとわかっている仕事をAIに任せること、すなわち**人間とAIの仕事を区別することが大切**だと考える。

参考文献

⁽¹⁾<https://www.ibm.com/watson/jp-ja/use-cases/> ⁽²⁾https://nissenad-digitalhub.com/articles/tensorflow_case2/

⁽³⁾<https://nissenad-digitalhub.com/articles/ai-financial-cybersecurity-japan/> ⁽⁴⁾<https://nissenad-digitalhub.com/articles/ai-medical-global/>

⁽⁵⁾www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000072.html

私たちが考える「現地化」

宮城県仙台第三高等学校 G5班

1. 序論

近年スターバックスやマクドナルドなど海外の企業が日本国内に数多くみられる。この状況から、私たちは「企業の現地化」について興味をもった。少子高齢化により、経済の低迷が予想される日本にとって、海外市場は不可欠だ。我々は今後日本が抱えるであろうこの問題に先駆けて、日本の企業がどうすれば「現地化」に成功するのかを考察していきたい。

2. 企業から学ぶ成功例

＜イケアから学ぶ現地化＞

日本のバブル崩壊を見逃さなかった。

IKEAは、元々スウェーデンの家具ディスカウント販売をしており、バブル景気の時代に一度試みたが、当時の日本人のニーズに合わなかったために、日本進出に失敗した。しかし、バブル崩壊後、日本では、安価な商品の需要が高まり、IKEAのコンセプトと合致したため、以後のマーケティングや徹底したコスト管理により成功を収めた。

＜サーティワンから学ぶグローバル化＞

サーティワンは、フランチャイズチェーン店として、日本に進出し、

後に、フランチャイズ店を多く展開した。

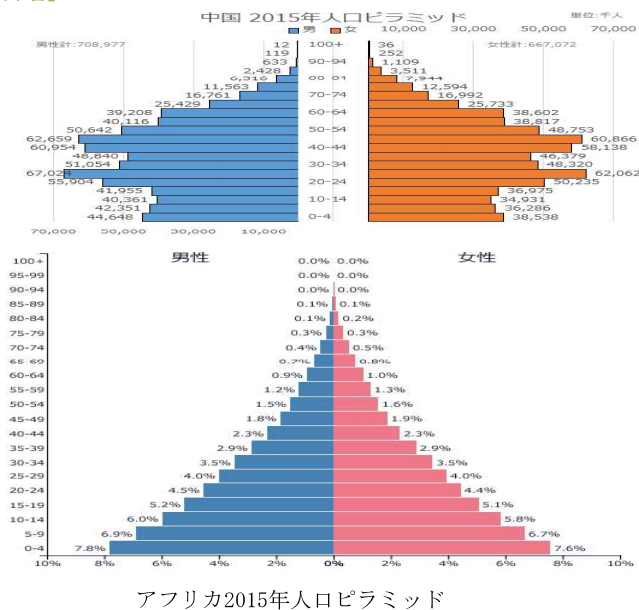
また、日本独自でマーケティングを行い、ローカルのテイストを数多く開発し、その中から本部の審査に合格したものが店頭で売られている。抹茶、さくら、焼き芋がその例である。

2. 材料と方法

寿司屋を中国の上海、アフリカに進出すると仮定する。

マーケティング内容として年齢層、食文化、コストの観点からこの二つの都市にあった店舗像を考える。

「年齢層」



「食文化」

上海料理・・・上海は中国東部に位置し、揚子江の下流に発達し、魚介料理に富んでいる。また、魚の全部をふんだんに使うのも、特徴である。醤油味が多い。甘辛い。

「コスト」

現地の食べ物を活かして利用することで、削減することができる。

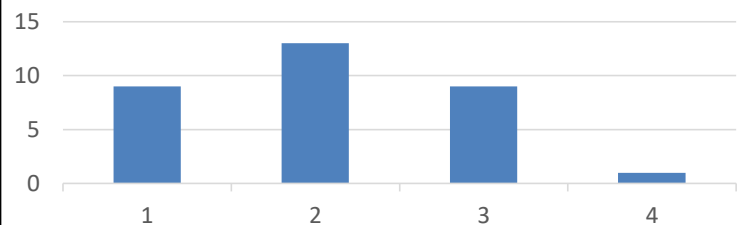
例) 中国において、角煮をネタにする。

アフリカでは、食料不足や経済状況が深刻なため、日本の食料破棄になにかねるものを使う。

「食べたい寿司ネタランキング」

上海人目線です寿司ネタを考え、寿司の発祥国である日本人にアンケートを集計した。

食べたい寿司ネタ



- 1 和と華の調和 エビチリ軍艦
- 2 炒飯と角煮のシンクロ召喚
- 3 中華あんかけサーモン
- 4 五目炒飯軍艦

3. 結果・考察

上海について

上海は、生産人口が多く、食の需要も高い。

また、中国は、米が主食であるため、寿司は、受け入れられやすいと考えられる。しかし、日本は、シャリに酢を使用しているが、上海人の味の好みに合うかはわからない。

アフリカについて

アフリカは、人口爆発、経済状況の低迷により、安定した食を手に入れることができていないために飢餓に陥っている。

それに対して日本の食料破棄は目に余る。以上のことより、日本の古米などを用いた非営利的現地化を進めることが双方の問題を解決すると思う。

まとめ・結論

今回の探究活動で、現地化とは、単なる営利的目的だけではなく、非営利的目的のためでも有効性を見出すことができるのではないだろうか。したがって、日本の企業は、営利・非営利に関わらず、海外に進出する際に、どのような影響を海外に与えたいかを明確にし、進出後の結果を恐れず、可能な限り、試すことが大切だと思う。

参考文献

サーティワン日本独自のフレーバーを開発http://www.itmedia.co.jp/business/articles/1808/21/news034_3.html

人口ピラミッド<http://www.kousensys.com/information/>

<https://www.populationpyramid.net/ja食文化>

http://www.iuk.ac.jp/~kang/lecture/semi/report_foot_of_china.pdf

<http://siva.cc.hirosaki-u.ac.jp/center/jissen/2001/group1/contents/2-6-3.html>

特産品の知名度を上げるにはどうしたらよいか

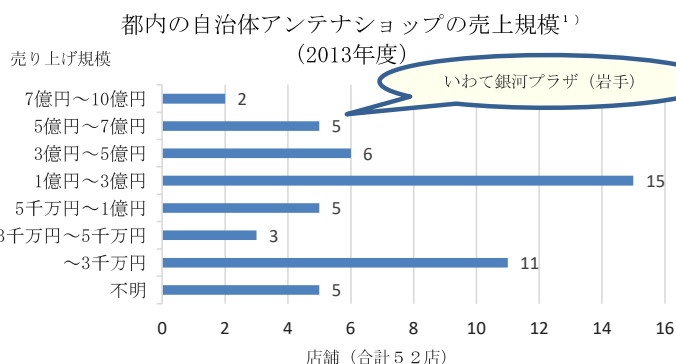
仙台第三高等学校 経済 G6班

1. 研究目的

「北限のゆず」それは、200年以上前から陸前高田地域に生息しているゆずのことを指す。陸前高田と柑橘類とが結びつく人は少ないと思われる。実際、震災前には地元でも認知されてはいなかったが、震災を機に特産物としての認知が高まり、復興の象徴として、ブランド化を目指しているという。このように、知名度の低い特産品を掘り起こすことで、地域の活性化に役立てることができるのではないかと考えた。

そこで、私たちは特産品を売る多様な仕組みを調べ、また東北の特色に合うようにその仕組みを考え直して、それを上手く活用することで、そのような特産品も全国へ売り出す方法の示唆を得ることを目的とする。

2. 調査内容



①盛岡ブランド認証委員会の「盛岡特産品ブランド認証制度ガイドブック」²⁾では

～盛岡のブランド認証条件～

- 1 盛岡市内で作られる製品、農作物であること。
- 2 食品については、日本農林規格に規定される製品については規格に沿った製造・生産並びに表示基準が満たされていること。
- 3 食品以外については各々の製品に関する関係法令や安心・安全に関する基準を満たし、PL 法対象製品についてはPL 保険に加入していること。
- 4 市民の推薦があった商品や認可申請を出されたもの。

～メリット～

- 1 メイドイン盛岡の安心・安全・高品質な特産品であることを広くアピールし販売促進を図ることができる。
- 2 市の主催するイベントでPRされる。
- 3 盛岡市や市関係団体の業務で用いる物品に、認証商品が優先して使用される。

とある。

②辻田将信は地域ブランディングをする際のポイントとして以下のように述べている。

地域ブランディングをおこなうのであれば、観光客が喜びそうなことばかり取り組むのではなく、**地域の人たちが喜び取り組み**をおこないましょう。

地域が盛り上がりを見せることで良いブランドイメージが構築され、多くの観光客が訪れます。地域の人たちの声にしっかりと耳を傾け、多くの方が楽しめる企画をおこなうと良いでしょう。³⁾

③浅草商店街のブランディングを進めた“Brand Produceアウェアネス”の代表である中山司は、3分間マーケティング入門と題し以下のように述べている。

ビジネスは買って頂くこと、マーケティングはお客様の財布をガバッと開くこと！

そのサクセスフローは、**認知→理解→共感→行動**

目立て！→必要！→好き！→ご購入！・・・感謝（リピート）⁴⁾

4. まとめ

・商品の人気を出すためには、それを売る媒体の知名度を上げる取り組みが必要

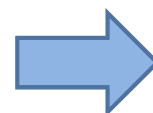
・行政と民間の協力、他地方の意見も取り入れる

3. 考察

～不安要素～

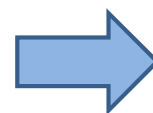
～対策～

1. ブランド化だけでは売れない



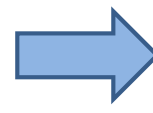
アンテナショップ自体を有名にする

2. 地域以外の人意見が無いと客観性に欠ける



様々な分野からの選考員を置く

3. 際限なくブランド化される



上限数を設ける
+
ランキングをつける

これより

・行政と民間の複合的な機関を設ける



・地元の人から特産品の推薦を受ける



・地域の人だけでなく、外部の人材を選考員に置き、審査



・アンテナショップで販売

以上のような工程を踏むことで客観的な意見も取り入れながら、効果的に売り出すことができると考えた。

参考文献

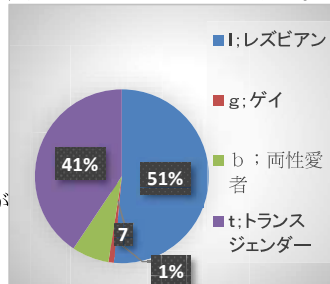
- 1) 地域活性化センター「平成26年度自治体アンテナショップ実態調査報告」⁶⁵³⁾ 辻田将信『ブランディングの教科書』第3章ブランディングの成功例
- 2) 盛岡ブランド認証委員会「盛岡特産品ブランド認証制度ガイドブック」
- 4) アウェアネス創業者プロフィール中山司、マーケティングプラン

LGBTに関する法律はなぜ存在しないのか

仙台第三高等学校 法律 G7班

1. 序論

皆さんは、経済評論家勝間和代氏の「私の願いは、人々がカミングアウトできることです。そのためには差別に対して法律を作る必要があります。また、人口の6～7%がLGBTといわれる中、カミングアウトしている人は0.5%程度だと思います。」という発言を、聞いたことがあるだろうか。LGBTとは、L：女性愛者 G：男性愛者 B：両性愛者 T：出生時に診断された性と自認する性が異なる人のことを指す。日本には、カミングアウトがしにくいという現状がある。さらに、現在の日本にLGBTの人々が生活する為の具体的な法律が存在しない。そこで私たちは、世界・日本を俯瞰し、LGBTの方が暮らしやすい世の中にするための法について調べることにした。



まとめ・結論

同性婚に関する問題意識が高い一方、日本にはそれに関する法律は無い。

要因

抵抗を感じる人が一定数いるため制定への一歩を踏み出せずにいると考える。

日本国民全員が問題意識を持つことで解決のための道は開ける。そのためには国民全員が**学校教育でLGBTについて学ぶ**ことが必要だと考える。

2. 調査内容

<文献による調査>

仙台第三高校の図書室及びインターネットによる調査を行った。内容は大きく、①日本におけるLGBTに関連する法律とその過程②現在の日本における法律上のLGBTの現状③日本以外のLGBTに関連する法律である。これによって日本と諸外国との法律の比較をした。

<アンケート調査>

本校の2学年生徒（文系3クラス）93名を対象とした。

質問(1) LGBTの意味を知っているか。

質問(2) LGBTに対して抵抗があるか。

質問(3) 同性婚に賛成か反対か。

質問(4) LGBTに関する法律を作るべきだと思うか。

3. 文献調査による結果・考察

①日本におけるLGBTに関する法律とその過程

東京都LGBT条例案(2018. 6. 29)

・条例制定の目的

LGBTの保護、承認のため

1 LGBTの差別解消

2 継続的な啓発を可能にする

3 LGBTの総合窓口の設置

→2019年4月施行へ

②現在の日本における法律上のLGBTの現状

特にLGBTに関する法律はなく、①に挙げた東京都LGBT条例のみ。

③日本以外のLGBTに関する法律

・アメリカ合衆国

1969年ソドミー法によって同性愛禁止→2015年同性婚合憲、アメリカ全土で合法化 *1

・同性婚が合法の国と法律制定年 *2 *3

2001年 オランダ

2003 ベルギー

2006 南アフリカ

2009 ノルウェー、スウェーデン

2010 ポルトガル、アイスランド、アルゼンチン

2013 ブラジル、フランス、ウルグアイ、ニュージーランド

2014 イギリス

2015 ルクセンブルク、アメリカ、アイルランド

2016 コロンビア

2017 フィンランド、マルタ、ドイツ、オーストラリア

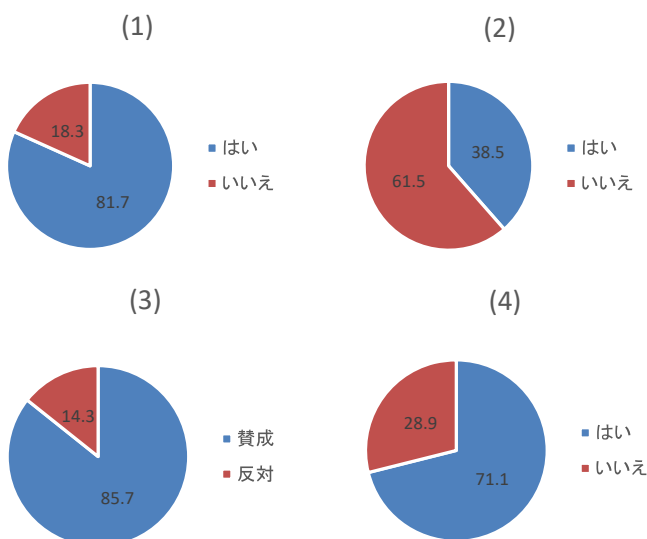
*G7で合法になっていないのは、日本、イタリアのみ

考察

アンケートによって、LGBTの意味を知っている人、同性婚に賛成の人は8割を超えていることがわかる。しかし、LGBTに抵抗を持っている人の割合は約4割と同性婚賛成派の中にも抵抗を持っている人がいる可能性がある。正確なその相互関係についてはデータが不十分であるため調査が必要である。また21世紀に突入してから、先進国を中心に同性婚の合法化が進んでおり、またG7においては日本とイタリアを除く国では認められている。

3. アンケート調査による結果

(数字はすべて%である)



参考文献 (12～14p 太字: MSゴシック)

https://www.huffingtonpost.jp/soushi-matsuoka/lgbt-friendly-tokyo_a_23468794/ 東京都LGBT条例を「LGBTフレンドリーな東京」というアピールで終わらせないために

<https://www.vogue.co.jp/lifestyle/culture/2017-07-24>

<http://life.letibee.com/america-same-sex-marriage/>

<http://ictj-report.joho.or.jp/1606/sp06.html>

ニューヨークとLGBT---ともに歩んできた軌跡。 *1

45年間。同性婚までアメリカのLGBTが歩み続けた軌跡 *2

日本はいまだ法整備なし同性婚と差別禁止法の制定を *3

身近に潜むことばのトラブル

仙台第三高等学校 宗教 G-8班

4. まとめ・結論

言語問題が訪日外国人のストレスの原因であり、災害時の被災者数増加にも関係している。



多言語表示の充実やピクトグラムの設置など、訪日外国人がストレスを抱えない環境を作ることによって安心して安全な住みよい社会の形成につながる。

1. 序論

2020年、東京でオリンピックが開催される。それに伴い訪日外国人の増加が予測される。そこで多くの政策が行われているが、今特に解決すべき問題は言語問題だ。言語問題は1964年の東京オリンピックの際も問題視されたことだが、未だ解決されていない。また、日本は災害の多い地域でもあるため、2020年に向けて言語問題を解決し、もし災害が起これば訪日外国人の安全も守ることを目的として調査をしようと思う。

2. 調査方法

訪日外国人の人数の変化を調べる



それに伴った、訪日外国人の日本での被災者数を調べる



訪日外国人の日本での問題を調べる

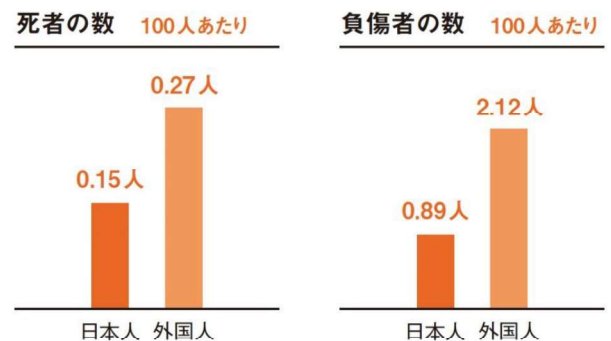
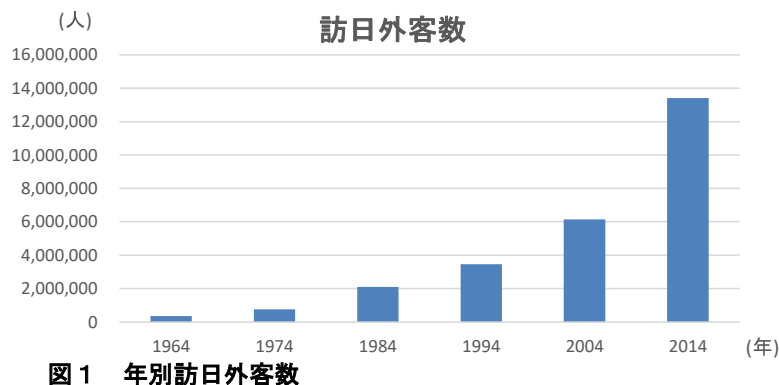


自分たちで対策を考える



今後の外国人支援や対策について考える

3. 結果・考察



<結果>

図1より、訪日外客数は50年間で約38倍増加していることがわかる。また図2より、阪神淡路大震災において被災者のうち、死者や負傷者の数を日本人と外国人で比べてみると、明らかに外国人のほうが高い割合で被災していることがわかる。死者では約2倍、負傷者では約2.4倍になっている。

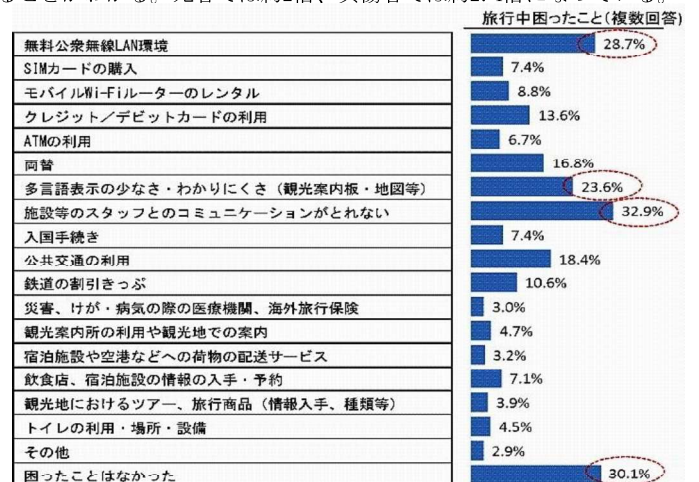
<考察>

その原因として、図3より56%以上の訪日外国人は旅行中に言語にストレスを抱えていることから、それが災害時にも大きく影響することが考えられる。

災害時においては、気象庁は現在地震の揺れの大きさを、十段階の震度階級で示しているが、震度は日本独自のものであるため、外国人には馴染みがなく理解ができないだろう。また、地震や津波そのものに馴染みが無い場合も多く、情報を得てもどう行動すべきか分からないケースもあると考えられる。

<対策>

- 避難場所に外国人専用のスペースを設ける
- 多様な言語のガイドブックを作成する
- ピクトグラムを使用する



参考文献

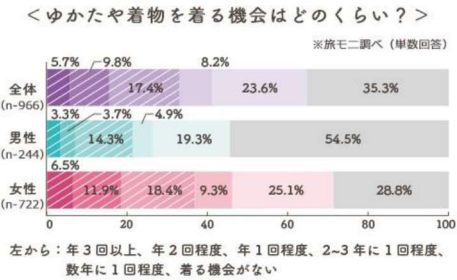
- (1) https://www.jnto.go.jp/jpn/statistics/visitor_trends 統計データ (訪日外国人・出国日本人) - Japan National Tourism ...
- (2) <https://www.projectdesign.jp/200002/foreign-support/002961.php> データで見る／災害時の外国人 (在留・ビジネス・観光) は情報弱者 *1
- (3) www.mlit.go.jp > 観光庁ホーム > 報道・会見 > 報道発表 > 2017¹⁶⁷ *2

がんばれ！民族衣装！

宮城県仙台第三高等学校
G9班

1. 序論

右のグラフからわかるように近年、日本の伝統衣装を着る機会が減っている。この減少傾向の原因を調査し、現代でも着用しやすい着物の形態を考えることを目的とする。



2. 調査内容

○民族衣装が日常的に着られていない原因

～着物～

- 日本固有の服装であり、一つの民族衣装とも言える。日常的に着られなくなって原因としては、
- ・着物一式そろえるのに数十万円はかかってしまう
 - ・着るのにかなりの時間がかかってしまう
 - ・日常的に着るのに動きにくい

	着るのにかかる時間
着物	約1時間～2時間
洋服	約5分～10分

着物は着る時間が一般的な洋服に比べて、かなりの時間がかかってしまうことがわかります。多くの人が着物を着るのに抵抗感があるのはこれが原因でしょう。

○世界の民族衣装と継承方法

～チャイナドレス～

中国の民族衣装
現在はイベントやパーティー、ウェディングの際に着られている。

～ハンbok～

韓国の民族衣装
現在はイベントはもちろん、普段着として着ても違和感のないようなデザインや活動性を考えて服の大きさを小さくしている。

○世界的に有名な服装から見るメリット

～スーツ・ワイシャツ～

民族衣装ではないがイギリス発祥の服。現在では世界中に広がり、様々な場面で着用されている。ここまで世界的に着用されるようになったのは、どんな場面においても着用することができることや、着るだけで周りから常識があると思われるから。

また、ワイシャツについては半袖のものや長袖のもの、吸水性の優れた素材や清涼感のある素材があり、様々なニーズに応えることができる。

○現在でも着られている民族衣装

～サリー～

ヒンドゥー教の教えで足を出すことはできないためにこの衣装を着ている人が多い。

～ブルカ～

イスラム教では女性の美しい部分を隠すように求められているため全身を覆う様なブルカがイスラム教を信仰する国の女性たちの間で着られている。

しかし…女性の抑圧の象徴だとして

ブルカ禁止法

inフランス

4. まとめ・結論

今日世界ではグローバル化が進められている。国や人種の違う人々が文化の共有をしたことによって文化の統合がなされ、各国のアイデンティティは消滅しつつある。

日本を例にして考えてきたが、私たち一人一人ができることはあるだろうか

日本人は着物を着る意味を理解していない。着物を着ることで、自分の気持ちや敬意を表していることを知るべきだと思う。そのために、着やすいように着物を改良することも視野に入れていくことも大切だと思う。

3. 結果・考察

世界的に広がったスーツは、半袖や長袖、素材のバリエーションなど様々なニーズに応えることができる。つまり、スーツのような服装はどんな国でも、どんな人にも受け入れられることがわかった。

民族衣装に関しては、イベントやパーティー、儀式的のときに着用し、着ることによって自分の気持ちや敬意を表している。

しかし、着物が着られる機会はイベントやパーティーなどでも減っている。

着物が日常的に着られるようになるには、コストがかかることや着るのに時間がかかること、動きにくいことなどの問題を解決する必要がある。この問題を解決するためには、韓国の民族衣装のハンbokや、世界的に普及したスーツのように様々なニーズに応えることのできる着物を作ればよいのではないかと。つまり、着物を様々な大きさや様々な素材で作ることでバリエーションを増やす。

(例えば)

- ・裾の長さを短くする
- ・着脱しやすいように、ファスナーを使う
- ・吸水性や通気性、伸縮性の高い素材を使う
- ・帯を結んである状態にする

上に挙げた例のように、様々な工夫によって多くの人のニーズに応えることのできる着物を作ることができる。

しかし、民族衣装の問題点はこれだけではない。

フランスのブルカ禁止法のように、衣服の自由を制限されている人々もいる。このような法律は、民族衣装が消滅する原因の一つになっている。様々な文化・伝統がある中で、それらを理解し合わなければ、この先も民族衣装は消滅し続けてしまうだろう。

人々が互いの文化の違いを理解して、認め合うことが必要不可欠なのではないだろうか。

参考文献

浴衣・着物のグラフ：<https://tabi-moni.com>

チャイナドレス：<https://www.mode21.com/q9283086/>

ハンbok：<https://korean-channel.com/hanbok-design-newhanbok> スーツ

スーツ：http://www.oldhat-jpn.com/suit_hist.htm

SS 探究 I (普通科)

バランスのとれた乗り物って？

A1班

背景・目的

高齢者の車の運転による事故が増えている

→車以外で高齢者が安全に使うことができる乗り物を考える。

まとめ・展望

高齢者が安全に使える乗り物は、時速約10kmから20kmであり、車両内を保護する頑丈な車体や、緊急時に作動する、声や脈、カメラなどを使った安全装置が必要。将来的に判断力が衰えた方や、視力が弱まった方にも活用してもらいたい。

2. 調査

車いす

- 力がいらない
- 小回りが利く
- ×段差が危険。
- ×坂道などは力がある。
- ×荷物を持つことができない。



シニアカー

- 荷物を持てる
- 免許がいらない
- ×時速が6キロ以下
- ×屋根がない
- 雨の日には使えない。
- ×事故の時の衝撃が大きい。

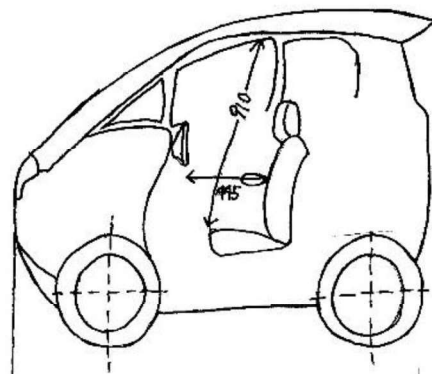


セグウェイ

- 操作が簡単
- ×安定感がない。
- ×乗る人に体力が必要。
- ×公道で走行できない。



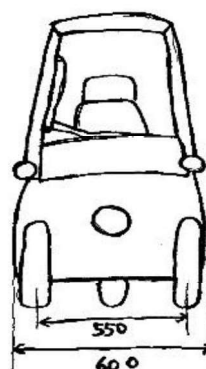
3. 結果・考察



動力：電気

幅 600mm
高さ 1335mm
長さ 1900mm

時速：約10キロ



安全性：危険時に、
脈や声に反応して、
緊急停止する。

参考文献

<https://movechair.jp/movechair/safety-risk.html>

<https://whill.jp/column/mobilityscooter>

<https://camphack.nap-camp.com/2262>

4万円のスピーカーなんていない!!

所属 A2班

<序論>

スマートフォン用のスピーカーの需要が高まっている。しかし、その種類を調べてみると、形状や素材は様々で、価格は4万円以上するものもある。



良い（音を増幅させる能力の高い）スピーカーの条件とは

○自分たちでスピーカーを作ることができるのではないか
→高いスピーカーを買う必要がなくなる

<まとめ・結論>

身近にあるもので、音を増幅するスピーカーを作ることができる

利点：自分の力で生活を豊かにすることができる
ゴミの削減ができる

<材料>

・コップ（紙、プラスチック）×2 ・筒

<スピーカーの作成方法>

- ①コップに筒をあて、筒と同じ大きさの穴をあける ②筒の側面にスマホをさしこむ



*



<実験>

○自作したスピーカー(*)にスマートフォン(i)を差し込み、コップの開口部分から15cm離れたところに音量測定用のスマートフォン(ii)を置く。(i)の音量を最大にした状態でスピーカーから発せられた音を(ii)で測定する。

※(ii)はスマートフォンのアプリケーションを用いて測定
筒の直径は長短ともに3.9cm、
コップの直径は小7.0cm、大8.5cm
音源に三高校歌の1番を使用

1. 長い筒を用いて紙コップの大小のみを変えて測定。
2. 小さい紙コップを用いて筒の長さのみを変えて測定。
3. 長い筒を用いて同じ大きさの素材の異なるコップで測定。



実験1 紙コップ大小



実験2 筒長短



実験3 紙コップとプラ製コップ

<結果>

1. 大きさ *（無）はスピーカーを用いないで測定した記録

	大	小	無*
平均	66	61	53
最大	97	87	70

単位: dB

→コップは大きいほど音が大きくなる

2. 芯の長さ

	長	短	無*
平均	65	61	53
最大	91	86	70

→筒の長さは長いほど音が大きくなる

3. 素材

	PP	紙	無*
平均	53	61	53
最大	79	87	70

→コップは硬いほど音が大きくなる

<考察>

- 1・2の原因 →音が響く空間が広がったことにより共鳴する周波数が増加
3の原因 →スピーカーに吸収される音が少ない

<展望>

音量だけでなく、音質も意識したスピーカーを作りたい。
また、違う形状のもので実験を行い、より良いスピーカーを作成したい。

<参考文献>

<https://weekly.ascii.jp/elem/000/000/249/249283/>

<https://www.rakuten.co.jp/>

自動車の未来

理系A03班

背景・目的

自動車は通学・通勤など広く利用されている
今後さらなる技術的進歩を遂げると予想

これからの自動車に求めるものは何か

研究を進めるために

- ・事故データなどを調査して
未来の自動車に求められるものを探る
- ・実際の事故例を比較して
共通するものを探る

①現在の問題

死者数は減少傾向にあるものの
致死率は増加傾向 + 高齢者の致死率が高い

→高齢者ドライバーによる危険な行為が多い
→人が運転しない自動運転技術の推進が
必要不可欠



図1 高齢者・高齢者以外の事故件数

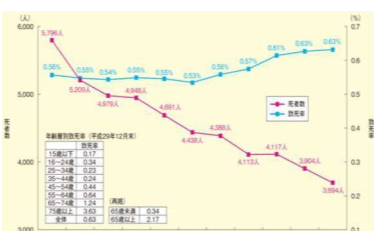


図2 致死率と死者数の推移

②自動運転による事故例

「アメリカで自動運転車が2018年に
緊急ブレーキの設定をしていなかったため
歩行者をはねて死亡させる事故が発生」

- ・自動運転を信頼しすぎるあまりの
油断による事故が多い！

さらに...

レーダーでは衝突前6秒前に認知！

→個々の装置の精度は高い

- ・複数の装置を複合して
安全性を高めることが必要！

③搭載パーツ

自動運転技術に求めるもの

- ①事故回避性が高いこと
- ②振動・騒音を削減した快適な乗り心地

ミリ波

機能：直進性が強い→遠距離も感知
電波を使用→悪天候でもOK

LiDAR

機能：360° & 立体的に感知が可能

加速度・ジャイロセンサ

機能：車体の走行状態を認識できる

ステレオカメラ

機能：2つのカメラで三次元を再構築できる

障害物までの距離を把握しリスクポテンシャル
の予測を行うことで計画と走行を可能にする

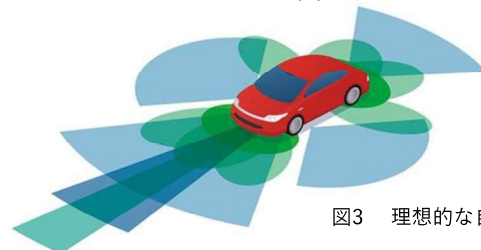


図3 理想的な自動運転車イメージ図

併用すれば一番効果的に使える！

④今後の待望論

- ・自動運転による事故を防ぐために
最適な装置の組み合わせを考察する
- ・倫理的な判断が必要な場合にその判断を機械に
任せていいのかという道徳的問題の考察する
- ・自動運転の事故は責任の所在が不明
→交通法の改正案を模索

⑤参考文献

- ・自動運転LAB
<https://jidouten-lab.com/y-uber-autonomous-car-accident>
- ・内閣府
https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h30kou_haku/gaiyo/genkyo/h1b1s1.html
- ・ソニー損保
https://with.sonysonpo.co.jp/wisdom/drive/detail_222455.html
- ・Robot of Everything
https://www.zmp.co.jp/knowledge/ad_top/dev/sensor
- ・日経XTECH
<https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00587/>

ラーメン発電

仙台第三高等学校
A4班

1. 序論

- 一般的な発電方法には問題点
- 食品ロス問題
- 持続可能な社会

食べ残しで発電することを学び
問題解決の糸口とする

まとめ・結論

現実的ではないという結果に至った

再生可能エネルギーの主力電源化を
目指すべき

2. 材料と方法

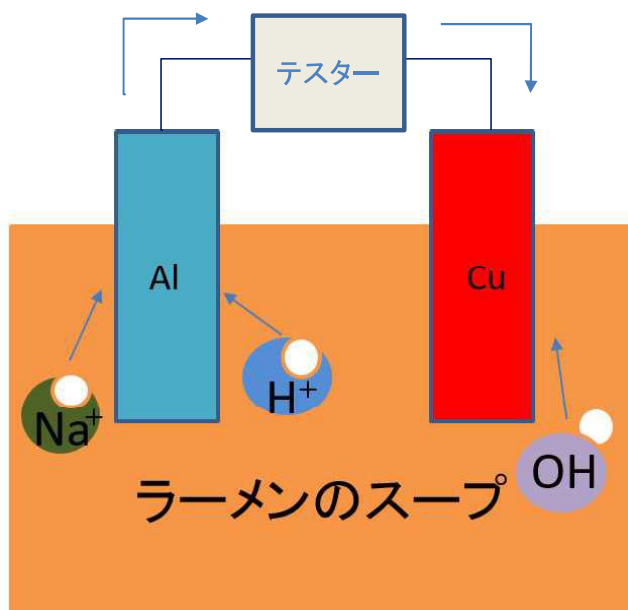
○実験材料…

カップヌードル醤油味・チリトマト味
(スープのみ) 10円玉、アルミホイル

○実験方法…

ラーメンのスープのみを取り出し、
銅板(10円玉)とアルミ板(アルミホイル)
をスープにつけてかかっている
電圧をテスターで計測した。

※図



3. 結果・考察

	電圧 (V)	電流 (A)	塩分 相当量(g)
醤油味	0.525	0.5	4.9
チリマト 味	0.5	0.2	4.0

・アルカリ乾電池の約1/3の電圧

要因

- ・スープの中の電解質の量が十分でなかった。
- ・スープの油が金属表面での反応を妨げた。
- ・金属板が小さすぎ、反応が十分に行われなかった。
- ・純粋な銅を用意できなかった。

災害と建物

A5班

1. 背景と目的

日本は災害に多く見舞われている。地震の震度五以上は年間約10回発生しているという。



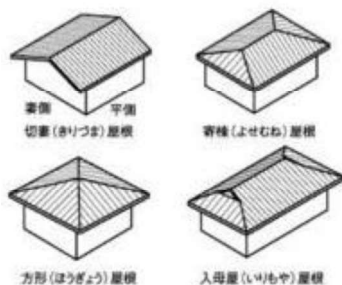
地震前後の建築物の特徴から地震に強い建物を考察する。

①屋根に着目した理由

屋根の形



建物の構造が一目でわかる



②建築基準法の歴史

1948 福井地震
1950 改正
1978 宮城県沖地震
1981 改正
1995 阪神・淡路大震災
2000 改正
2011 東日本大震災
改正



内部構造は大きく変化

<調査>

外部構造の変化を調べる

方法：家の屋根414戸の屋根の形、屋根の材質を調べる。

まとめ・結論

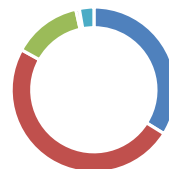
内部構造と外部構造は関係していることが分かった。切妻屋根が増え寄棟屋根が減ったのは地震で崩れる可能性が高いからである。また、材質によっても耐震性が変化することが分かった。

結果と考察

屋根の調査結果

屋根の種類の割合(東日本大震災前)

切妻屋根	96	34%
寄棟屋根	139	49%
入母屋屋根	38	13%
方形屋根	2	1%
その他	8	3%
合計	283	



■ 切妻屋根 ■ 寄棟屋根 ■ 入母屋屋根 38
■ 方形屋根 ■ その他

屋根の種類の割合(現在)

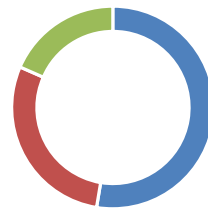
切妻屋根	190	45%
寄棟屋根	125	30%
入母屋屋根	14	3%
方形屋根	37	9%
その他	48	12%
合計	414	



■ 切妻屋根 ■ 寄棟屋根 ■ 入母屋屋根
■ 方形屋根 ■ その他

屋根の材質(現在)

金属屋根版	53%
粘土板	28%
スレート系	19%



■ 金属屋根材 ■ 粘土瓦 ■ スレート系

考察

寄棟屋根よりも切妻屋根のほうが増えた、また屋根の材質は軽いもののほうが耐震性に優れているため金属系が多い。

参考文献

<https://kamisei.co.jp/news/.21596>

5Gとどう付き合っていくか

A6班

1. 序論

多くのメディアで報道

勘違いしている人が多数

どう付き合っていくか？

2. 材料と方法

1. アンケートの作成

5Gの認知度を調べるため、
「5Gを聞いたことがありますか」
というアンケートを
97人（10代～60代）に対して実施

2. 各携帯会社のHPから過去の実験内容を調べる

NTTドコモ、au、ソフトバンクの5Gに関するHPから
各社が発表している実験をもとに、今後どのよう
に5Gが利用されていくのかを知る。

3. 5Gの研究を行っている企業に伺う

2019年11月に行われる東京研修で5Gの実用化に向
けた研究を行っているNTTドコモに5Gの活用方法
についての話を聞く。

4. 1と2の結果を踏まえ独自の解決策を決定する



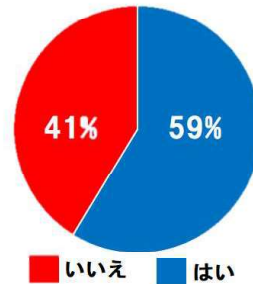
4. まとめ・結論

5Gは大変便利な通信技術だが多くの問題点を持
っているため、その利便性と問題点を知った
うえで利用することが大事だと考える。

個人個人の理解を深めるために
私たちが少しずつ広めていく

3. 結果・考察

5Gを聞いたことがある人の割合



およそ3分の1の人が、
5Gを認知していない。

もっと詳しく知ってもら
う必要がある。

各携帯会社がアピールしているメリット

スポーツ観戦の質の向上

(例)野球・・・好きな選手を360度好きな視点で観ら
れる

膨大な情報を素早く処理

→交通渋滞を避けた最適なナビゲーション
→ロボットを利用した作業の効率アップ

現在懸念されている問題点

基地局の出す電波への懸念

→被害の報告はまだない

通信料金の増加

→3Gから4Gに移行した際、料金が上がったが、
実際は料金が上がることはない。

参考文献

1. 5G (第5世代移動通信システム) | 企業情報 | NTTドコモ (2020/06/18) <<https://www.nttdocomo.co.jp/corporate/technology/rd/tech/5g/>>
2. 生活が変わる世界が変わる5G | FUTURE REPORT - NTTドコモ (2020/06/18) <https://www.nttdocomo.co.jp/special_contents/beyond2020/future_report/5g_experiment7/>

スターリングエンジンによる船舶搭載エンジンの高効率化

宮城県仙台第三高等学校

A7班

1、船のエンジンに求められることとは？

- ・安全性
→長い間航海に出る必要がある為
- ・経済性能
→地球規模の物流の主役として、ローコストかつ低燃費であることは重要

現在使われているのは・・・

ディーゼルエンジン

利点	圧倒的に熱効率が良く、燃焼条件も良い為省エネ、ローコストを実現
欠点	窒素酸化物(NOx)を生成しやすく、石油の残渣を燃料とすることが多く、不純物が大気中に排出される

環境の視点から、ディーゼルエンジンの欠点は大きい

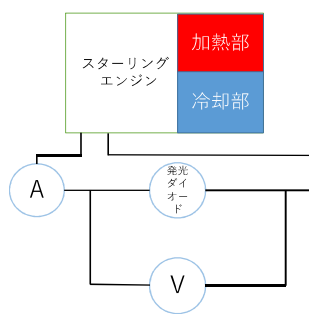
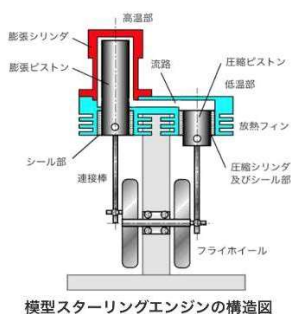
そこで・・・

スターリングエンジンの利用を提言

2、スターリングエンジンとは

温度差による気体の体積変化を利用

利点	理論上は変換効率が高い 熱源の種類は問わない→環境にやさしい 無尽蔵の海水で冷却が容易 逆サイクル可能→スターリング冷凍機
欠点	大型化しやすく、耐久面に不安も 実際は効率は良くない コストがかかる



4、実現の可能性は

△メインエンジンとして

ディーゼルと比べ、出力が非常に小さい→却下

○サブエンジンとして

ディーゼルと併用することにより、航続距離を延長可能

- ・船内の電力を賄うエンジンとして
- ・スターリング冷凍機の活用

航行で発生した余分なエネルギーを有効活用
スターリングエンジンは船のエネルギー効率を上げる

→サブエンジンとしての活用方法を探す

3、スターリングエンジンの活用場面

・使われている施設

海上潜水艦そうりゅう型潜水艦

海上自衛隊で実際に配備された艦船。航続距離を稼ごうとした時に使用されていた

「新エネルギー活用市民交流センター」

福島県南相馬市の施設。バイオマスのボイラーで出た熱でスターリングエンジンを回し、そこで作った電気を商用電源や蓄電池にまわしている

・道具

スターリング冷凍機

スターリングエンジンを加熱して動かすのではなく電気などを使って逆のプロセスで稼働することで吸熱反応を起こし周りを冷却する 実用例あり

インテリア

室内の照明付近に置くことで動かし小さなフィンをような形などで使用している

参考文献

船舶用エンジンについて https://www.makita-corp.com/recruit/about_Makita/engine/

産総研 スターリングエンジンってどんなエンジン? https://www.aist.go.jp/science_town/environment/environment_12/environment_12_01.html

第12回スターリングエンジン講演会 講演予稿集

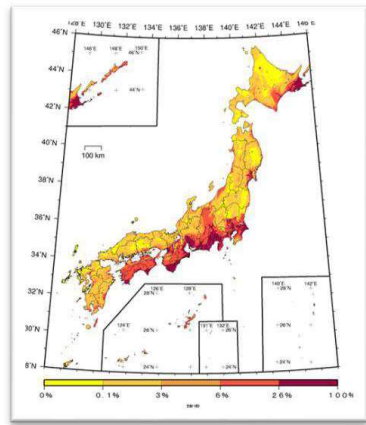
身近なもので発電

所属 A8班

1. 序論

日本では、地震をはじめ津波や土砂崩れ等多くの自然災害の危険が潜んでいる。

災害発生時には発電が必要になるため、身近なもので発電できる方法を考えた。



2. 材料と方法

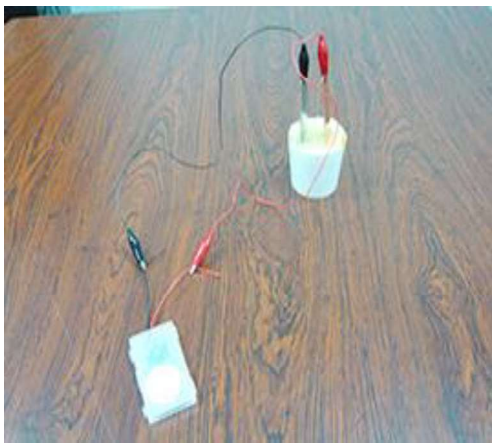
身近にあるもので発電ができそうなものを集め、実際に発電ができるかを実験する。今回はレモンを対象として実験を行った。

準備物 果物（レモン、みかん、オレンジ、グレープフルーツ、リンゴ）：各2個ずつ、キッチンペーパー、電流計、銅板、亜鉛板、クリップつきコード

方法：切った果物に、銅板と亜鉛板をさし込み、電流計を用いて電流を計測する。



計測時の様子



*参考
左図はイメージ

まとめ・結論

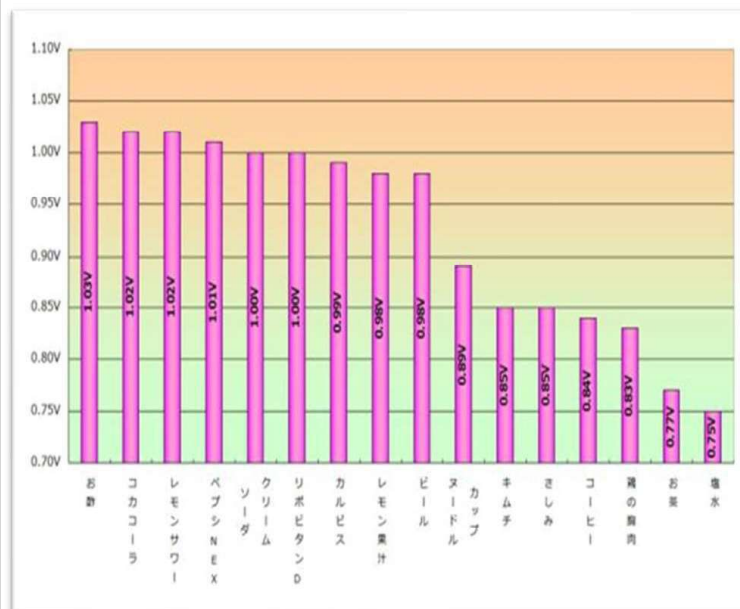
今回の探求では、レモン等の身近なものでも僅かに発電ができることがわかった。だが、実用的なレベルの発電には程遠い結果であった。

今後の研究によって、これらの身近なものでも実用的なレベルでの発電ができるようになっていくことを期待している。

3. 結果・考察

果物の果汁（クエン酸）は電解液の役割をする。よって果物にプラス極になる金属（銅板）とマイナス極になる金属（亜鉛板）を差すと、電気が発生する。似たような仕組みに乾電池がある。

他の材料では以下のようになることが先行研究によって明らかになっている。



*参考

参考文献

J-SHIS 地震ハザードステーション <http://www.j-shis.bosai.go.jp/maps-pshm-prob-t30i55>
くだもの電池 中国電力 <http://www.energia.co.jp/kids/kids-ene/study/create/battery.html>

蓮の葉と蛾の目が作る夢のフィルム

A9班

1. 背景

私たちが使う身近な製品



その多くが**生物の体**の構造が応用されている

2. 目的・仮説

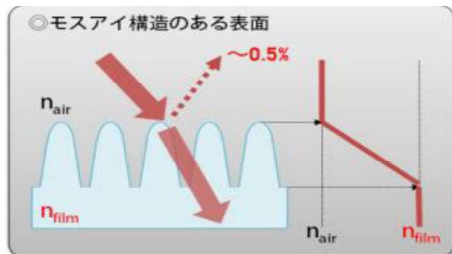
ロータス効果とモスアイ型構造を組み合わせたら、反射しない水はけのいいフィルムを作れるのでは？

仮説1 片方の効果がもう一方の効果を打消してしまうのでは？

仮説2 似ている構造を持つため、モスアイ型構造はロータス効果も期待できるのでは？

3. 調べた結果

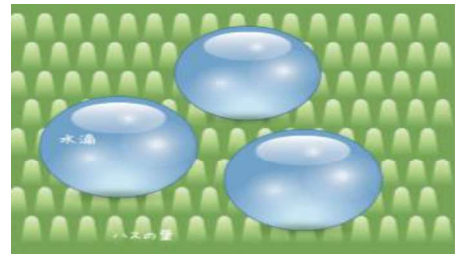
モスアイ型構造(反射しない)



表面の凹凸によって屈折率を調整することで反射を防ぐ。

構造が同じ！？

ロータス効果(撥水性がある)



表面の凹凸による表面張力によって水滴が広がらない。

4. 実験

・モスアイ型構造のフィルムと普通のフィルムにヨーグルトを塗り、二つのフィルムの撥水性の違いを見る。モスアイ型構造のフィルムのみ、ヨーグルトがきれいに流れたら、仮説2が証明される。



ロータス効果なし

ロータス効果あり



モスアイ加工なし

モスアイ加工あり

4. 結果・結論

・モスアイ型構造のフィルムはヨーグルトの跡がほとんどのないのに対して、普通のフィルムはヨーグルトがくっ付いている状態になった。
・ヨーグルトの蓋とフィルムを比較するとモスアイ型構造には**撥水性**もあると分かった。
・モスアイ型構造フィルムとヨーグルトとの構造の大きさの違いがあるために、私たちの考えるフィルムであると効果の効き目に差が出てしまう可能性があることが課題であると考えられます。

5. 参考文献

蛾の眼の構造を応用して 光の反射を防止する
http://www.keins.city.kawasaki.jp/content/ksw/4/5_film.pdf

1. 序論

- ・近年問題視されている高齢者の認知症を現代の技術で解決できるのではないかな
- ・近年若者のスマホ依存が深刻化しており、それによる記憶力の低下が懸念
 - 若者の認知症のリスクも高まっている。
 - 予防する方法はあるか

2. 仮説

人の忘却を技術を駆使して防ぐことで将来、認知症になるリスクをなくすることができるか。

予想

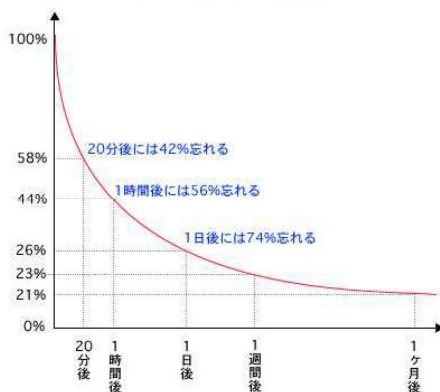
人の忘却曲線をどこかで止めることができるのではないかな。

スマホなどで脳を鍛えることで認知症にならないようにできないかな。

予想

脳を鍛えることによって脳の容量が拡大されれば予防できると思われる

エビングハウスの忘却曲線



実験方法

1. 15人の被験者に5分間で30桁の円周率を暗記させる。
2. 5人は30分間音楽を聴いて、もう5人は30分間スマートフォンを使用し、残りの5人は30分間安静にする。
3. 直後に暗記しているかテストをする。
4. 1日後に復習せずに、どれだけ暗記できているかテストをする。

予想

30分間安静にしていた被験者がほかの被験者に比べ、1日後でも暗記できていて、記憶が定着していると考えられる。

4. まとめ・結論

現代の技術では、認知症の改善や予防は困難であることがわかった。

自分の生活を見直し改善することで認知症の予防は可能である。

その第一歩としてスマホの使い方についてももう一度考えてみる。

3. 結果・考察

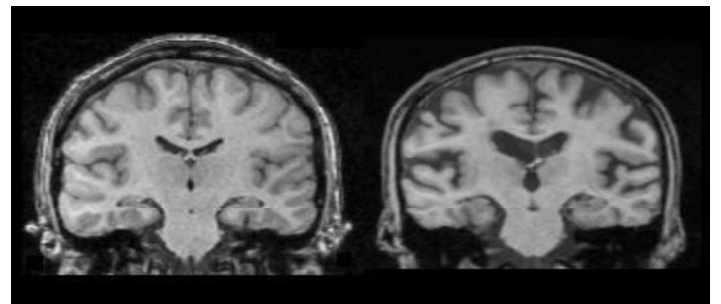
脳の萎縮の原因

- ・脳動脈硬化（加齢）
- ・毎日約10万個の神経細胞が脱落（日々の生活から脳を使うことで脳の萎縮を抑えることができる。）

大学訪問で学んだこと

- ・現代の技術では認知症を完治させることは困難だが、早期発見し、生活を改善することで予防や進行を遅らせることが可能

脳萎縮の進行の様子



25才

78才

実験結果

	直後	1日後
30分間音楽を聴いた人	25.6桁	21.8桁
30分間スマートフォンを使用した人	23.2桁	19.2桁
30分間安静にした人	26.6桁	24.8桁

考察

- ・スマートフォンの使い方によっては記憶が定着しやすい可能性が考えられる。
- ・スマートフォンゲームは、使用時間を考慮したほうが良いと考えられる。

5. 参考文献

- <https://www.carennet.com/news/general/hdn/47360> 肥満が脳の萎縮と関連する可能性 | 医師・医療従事者向け医学 ...
- <https://nakamaaru.asahi.com/article/11739410> 認知機能が改善する白内障の手術 | なかまある
- <https://matome.naver.jp/odai/2135467329396936701> エビングハウスの忘却曲線」に学ぶ、劇的！記憶力アップ術 ...

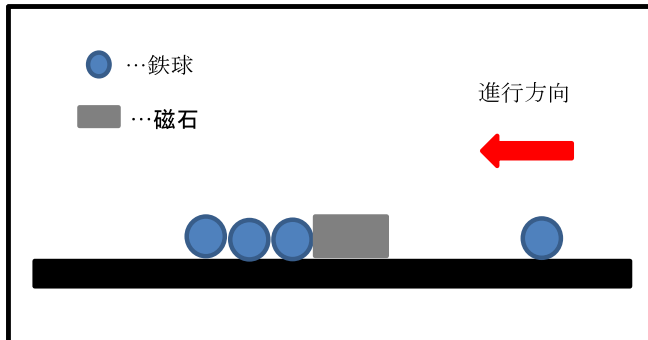
ガウス加速器の速度変化と球の関係

A11班

1. 序論

ガウス加速器に用いる金属球や磁石の種類を変えることでどれだけ速度変化が発生するのかを研究することにした。

今回、私達の班は鉄球をできるだけ増やし、より磁力の強い磁石を使ったときに速度が最大になるという仮説を立てた。



2. 材料と方法

材料

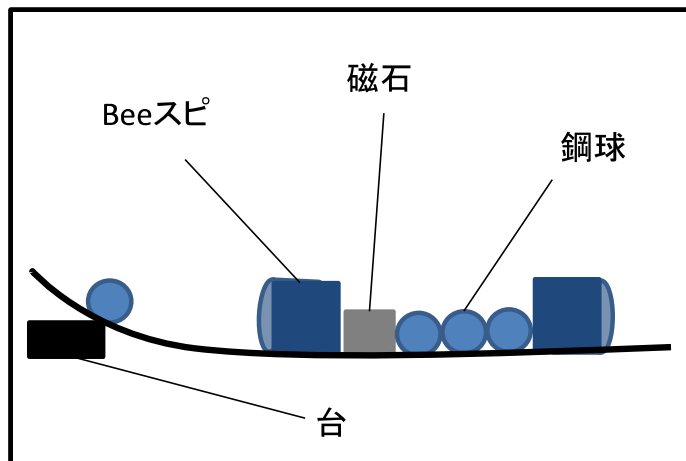
・配線モール・ネオジム磁石・高級・Beeスピ

方法

配線モールの他端に少し傾斜をつける

磁石と金属球を配線モール上に並べる

傾斜のあるほうから金属球を転がし速度を計測する
(各条件で10回ずつ計測を行う)



4. まとめ・結論

今回の実験では鋼球と磁石の数の変化に応じて運動エネルギーがどのように変化するか、一部分ではあるが計測できた。

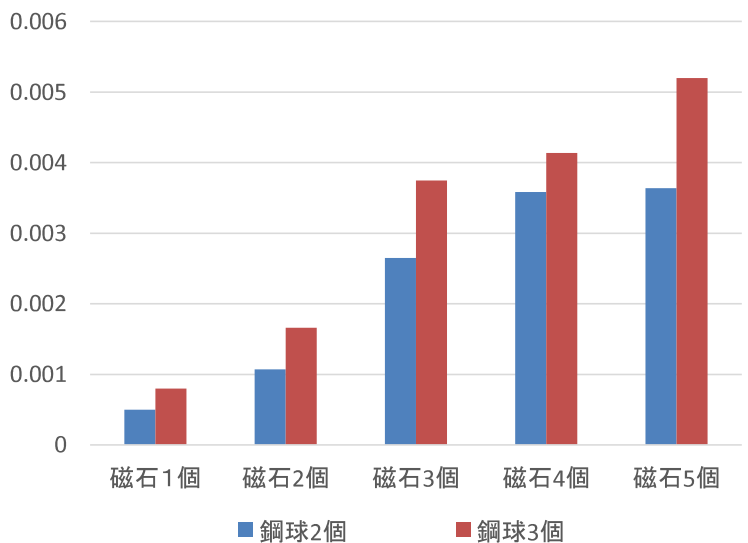
しかし、結果・考察であったように磁石の数を増やすと運動エネルギー変化量は増加するが、磁石を5個以上にした場合の運動エネルギー変化量の増加量の限界値を明確にする必要がある。

また、鋼球の磁石に衝突する直前の速度の変化によって運動エネルギー変化量がどのように増減するか計測する必要があると考える。

3. 結果・考察

実験結果

運動エネルギー
変化量



結果

磁石の数を増やす →

鋼球の数を増やす →

加速後の速度は増加する

考察

鋼球の数を2個から3個にすると、運動エネルギー変化量はおよそ1.2倍になると考えられる。

また、磁石の数を増やすと運動エネルギー変化量が増加すると考えられる。

参考文献

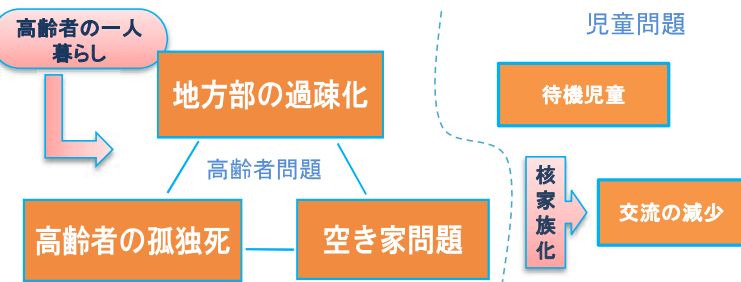
科学実験データベース ガウス加速器 URL: <http://proto-ex.com/data/520.html>

おじいちゃんといっしょ ～みんなが共生できる施設づくり～

A12班

1. 序論

高齢化が引き起こす社会問題



解決策：
高齢者と若者が共生できる街を作る

まとめ・結論

幼老複合施設の建設

Good effect!!

高齢者・子どもの自然な交流

改善点：認知度UP！

施設の改善

魅力度UP！



2. 材料と方法

幼老複合施設

幼稚園

児童館

老人ホーム

デイサービスセンター

EX)「富山方式」「宅幼老所」・・・etc

〇メリット

- 高齢者の表情が豊かに
- 体力の回復
- 地域社会へのつながり
- 挨拶やマナーを学べる
- 高齢者への配慮ができる
- コミュニケーション能力up

〇デメリット

- 介護・保育両スタッフの確保が難しい
- スタッフの負担が大きい
- 高齢者、子ども。共にトラブルが多い
- 感染症のリスク

財政的に大型施設の運営は厳しい

様々な施設を入れて複合施設にしよう！

ハード面

高齢者と子どもの直接交流を促したり、視覚を通じた間接交流を促す工夫

ソフト面

自然な交流を目指してさまざまな取り組みを行う工夫

【方法】

・幼老複合施設の認知
→様々な年代の方を対象にアンケート調査を実施
(三高生やその親、先生方など)

・今までの事例を調べる
→傾向を分析し、最適な幼老複合施設を提案
→保育園と老人ホーム併設「アルティール宮町」様へアンケート調査

3. 結果と考察

(1) アンケート結果(別紙)

Q幼老複合施設について知っているか。

三高生



総数 : 119人
はい : 11人 (9%)
いいえ : 108人 (91%)

■ はい ■ いいえ

(2) 調査結果

【施設規模について】

・保育所<<高齢者居住施設

・施設の階数は2-3階が6割以上



立地	病院の近く	三階	保育園、交流スペース
敷地	広い庭、ベンチ、植物、ミニ公園、診療所	二階	住居・高齢者
建物	三階建て、エレベーター、高齢者用の階段	一階	住居・超高齢者

従来の階段

緩やかな階段

【子どもと老人の交流を生む工夫について】

計画的交流...「敬老の日」と「定期的な訪問」を中心に行われている
外部空間、施設敷地の外、文化継承のための交流

自然発生的交流...エントランス部分と食堂では、老人と幼児との交流が発生する機会が多い

食堂→遊戯室や保育室の様子が見えるよう配置

→老人は子供たちの様子が自然に目に入る

参考文献

http://aofuku.or.jp/elderlycare/ar_miyamachi

<http://www.hues.kyushu-u.ac.jp/education/student/pdf/2015/2HE14069K.pdf>

<http://group.dai-ichi-life.co.jp/dlri/ldi/report/rp0308.pdf>

コケ植物の現代環境問題解決への応用

理系 B1班

背景・目的

○現代環境問題とは

経済活動の拡大や人口増加により、環境が本来持つ復元能力を超えて生物の生存に影響を及ぼす環境問題

⇒現在、世界各地で環境問題の拡大が進行

○現在の現代社会問題²⁾ Tab1. 極限環境の課題と取り組み

	原因・課題	政府の取り組み
気候変動	地球温暖化を始めとする諸問題	温室効果ガス削減
オゾン層破壊	有害な紫外線を吸収	破壊物質の特定・規定
森林伐採	違法伐採 林業従事者減少	違法伐採を規定 林業を促進
砂漠化	食料不足	資金援助のみ

- ・砂漠化に対する具体的な対策なし
- ・砂漠化に関する政府の関心がここ10年で高まっている

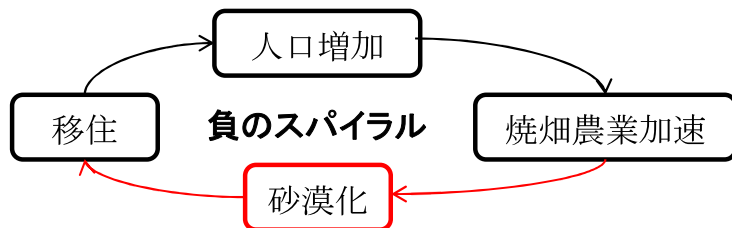
目的

砂漠化解決に向けて解決の糸口を見出す

研究1 砂漠化

- ・定義：乾燥地域における土地の劣化
全体の25%の土地と16%の人口が被害

- ・特にアフリカのサヘルで進行中



土地の再生が追いつかない

問題点

- ・塩害に強い植物が少ない
- ・植樹および緑化の維持にコストがかかる
- ・食糧確保と緑化を同時に進める必要がある

結論

砂漠化の問題

- ・対応する植物が少ない
- ・維持にコストがかかる
- ・現地活動を中止できない

具体的な対策がない

コケ植物の特性

- ・土壌を必要としない
- ・乾燥、高温、低温、塩に対する耐性がある
- ・低コストで維持できる

解決策：スポンジや布によるコケ植物栽培

半永久的な土壌再生につながる可能性

課題

- ・塩害の解決にならない
- ・安定した水源の確保
- ・水源確保のためのコスト

展望

- ・コケ植物以外の調査を進める
- ・海水を淡水化して供給

研究2 コケ植物

○コケ植物の耐性

Tab2. コケ植物の特徴

	乾燥	温度	塩	土壌	pH	コスト
耐性	○	○	×※	○	○	○

※コケ植物の塩耐性はアブシジン酸で高まる

○身近なコケ植物の観察

Tab3. 観測結果

観察地点	地表温度(℃)
中庭③(日向)	50.3
中庭④(日陰)	28.8



Fig3. 中庭のコケ

○コケ植物の活用方法

都市緑化⁴⁾

- 問題
- ・ヒートアイランド現象
 - ・地球温暖化

対策 土を使わずにコケ植物を栽培することで壁面緑化



Fig4. スポンジ栽培

- ・パイオニア植物→土壌を用いずに栽培
- ・コケ植物の保水性→土壌に水分を蓄える

解決策

コケ植物をスポンジで栽培
→低コストで土壌を再生
→CO2排出量が少なく地球温暖化にも貢献

参考文献

- 1) 極限環境と微生物 加藤憲二, 山本啓之, 千浦博
日本生体学会誌1997. 47号P. 83~87
- 2) 地球環境問題に関する日本の取り組み 外務省
- 3) 国際的な砂漠化対策 環境省
- 4) 都市緑化 エスベックミック株式会社

水の粘性と運動の関係

B2班

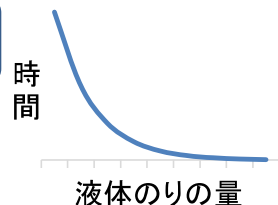
研究の目的

液体の粘性を変える化学物質が河川に流出している。
それによって液体の粘性が変化することがある。

酸欠によって水の中の生き物が
死ぬ恐れがある。

仮説

このようなグラフ→



実験

実験道具

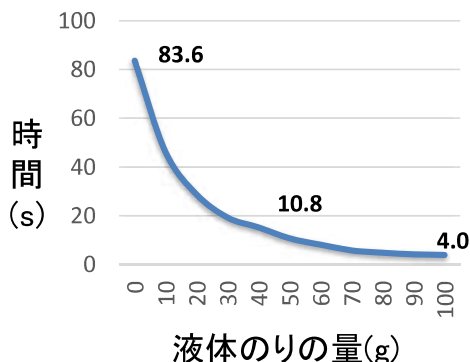
- ・水100g
- ・液体のり
- ・いくつかの容器
- ・液体をかき混ぜるためのモーター

実験方法

水100gを入れた容器に一定量の液体のりを加えて
モーターを使ってかき混ぜ、運動していた時間を測定
する。

結果

横軸を漸近線
にとるような
グラフになった。

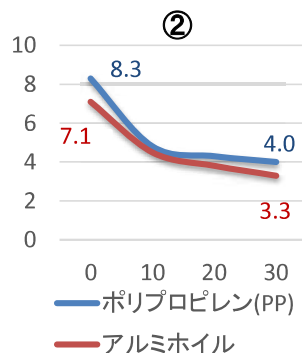
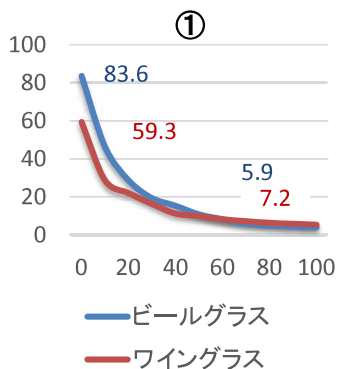


追加実験

疑問点から新しい2つの実験。

①材質を変えず、容器の形状を変える。

②容器の形状を変えず、材質を変える。



・↑60～70秒で逆転。

・↑PPのほうが長い。

まとめ・結論

・液体の運動には**粘性**だけでなく触れている**面積**
や**材質**などの様々なものが影響しているが、粘性を
変えたときの運動の時間の変化のしかたは触れて
いる面積や材質にかかわらず、どれも**同じような変
化**(グラフの形)をする。

結果・考察

・液体に液体のりを加えると(粘性が強くなると)回
転量が減少する。

・容器の形が変化すると回転数が変化する。



液体が当たる表面積が変化すると回転数が変化？

ワイングラスの特
徴的な形によって液
体が触れる面積が途
中で逆転したと考え
られる。



・容器の材質が変化すると回転数が変化する。



容器の摩擦係数が関係する？

・実験に用いた物質の摩擦係数

素材	摩擦係数
ポリプロピレン	0.3
アルミホイル	0.82

上記の表からアルミホイルのほうが摩擦
係数大きい。



摩擦係数が高いほど回転数が減少する？

・材質や形によらず、同じようなグラフの形を
する。

参考文献

- ・摩擦力和摩擦係数—機械設計エンジニアの基礎知識
- ・【ポリプロピレン】(PP)/ダイト株式会社
- ・Pixabay (フリー素材)

食品ロスで貧困を救う!?

C1班

序論

食品ロスとは

→本来食べられるはずの食品が
廃棄されること

年間食品ロスは**643万 t**

↓

貧困地域に支援できないか？

↓

今回は堆肥化の検証を行った。

まとめ・結論

・食品ロスで堆肥を作り育てられる

・塩分濃度**高** → 成長に影響
対策：貝殻(石灰) + 真水

課題

・貧困地域にどう輸送するか
・土壌の成分調査

結果・考察



砂のみ 化学肥料 のり巻き



8 日 目

2 6 日 目

	化学肥料	のり巻き	砂のみ
全長	21(cm)	18(cm)	16(cm)
太さ(根)	5(cm)	3(cm)	5(cm)

※小数点以下四捨五入

・のり巻きの鉢 → しおれやすかった
→ のり巻きに入っていた醤油の影響

・栄養バランスが悪かった

砂 → バランス○ 栄養×

化学肥料 → バランス○ 栄養○

のり巻き → バランス×

窒素過剰

材料と方法

〈材料〉

- ・鉢 (3L)
- ・校庭の砂と土 (仙台三高)
- ・化学肥料
- ・はつか大根の種
- ・のり巻き (マグロ・納豆)
- ・軽石

〈方法〉

① のり巻きと学校の砂と土を混ぜて
1ヶ月おく

② 鉢を用意する

- ・校庭の砂 + ①
- ・校庭の砂 + 化学肥料
- ・校庭の砂

③ それぞれに 5 粒ずつはつか大根の種
をまく

④ 成長を観察

(本葉 2 ~ 3 枚の頃に間引き)

参考文献

「世界の貧困に関するデータ」 <http://www.worldbank.org/> 「食品ロスについて知る・学ぶ」 <https://www.caa.go.jp/>

「やまむファーム ラディッシュの栽培方法」 <https://ymmfarm.com/>

「植物の栽培に必要な3つの栄養素と、成長を促進させる肥料の選び方」 <https://ecologia.100nen-kankyo.jp/>

「食品ロス・食品リサイクル：農林水産省」 http://www.maff.go.jp/j/shokusanp/ecycle/syoku_loss

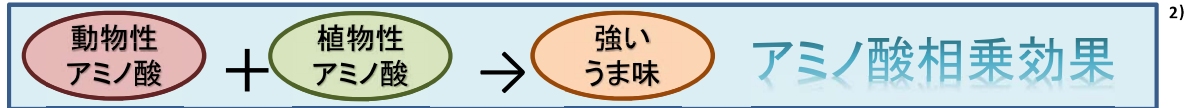
新・合わせ出汁

C2班

1. 背景

出汁の定義：水に食材をつけて出たもの、または煮て出たもの¹⁾

合わせ出汁：2つ以上の出汁を合わせて作る。例、黄金出汁（鰹だしと昆布だしの出汁を組み合わせたもの）



出汁の歴史：出汁そのものの発祥→鎌倉・平安時代

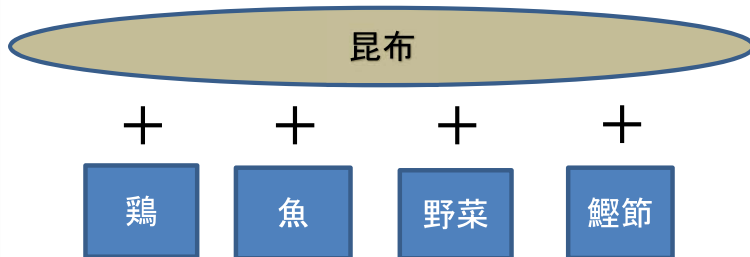
合わせ出汁→江戸時代の物流の発達にともない、食文化の交流²⁾

⇒世界との流通が可能になって外国由来の食材と日本の食材で新しい出汁ができて良いのでは？

例：鶏肉、魚類、野菜、その他ブイヨンやコンソメなど

黄金出汁を超える風味の出汁を探究する

2. 実験



※野菜はアミノ酸相乗効果を確認するための比較

鰹節は黄金出汁と比較するために用意

鶏 → 鶏ガラ

魚 → ぶりのあら⁵⁾

野菜 → キャベツ、たまねぎ、セロリ³⁾

- ・昆布だし750ml＋その他食材の出汁750ml＋75mlの味噌
- ・本校の生徒20人に嗜好調査
- ・好みの順にランキングをしてもらい→ランキングを点数化

3. 結果・考察

実験でのランキング結果

	1位 4※	2位 3	3位 2	4位 1	合計 (点)
鶏	36(9人)	30(10人)	0(0人)	0(0人)	66
鰹節	32(8人)	27(9人)	4(2人)	0(0人)	63
魚	4(1人)	0(0人)	24(12人)	6(6人)	34
野菜	4(1人)	0(0人)	10(5人)	13(13人)	27

※それぞれの順位に設定した点数

ランキングを点数化した結果、点数を多く獲得した順に、鶏、鰹節、魚、野菜という結果になった。

昆布と鶏ガラの新しい合わせ出汁

4. まとめ・結論

嗜好調査の結果より…

昆布と鶏ガラが黄金出汁よりおいしい

なぜこのような結果になったのか

肉の風味を強く感じられる、
脂質を多く含む合わせ出汁が好まれた

鶏ガラは黄金出汁より多く脂質を含む

脂質が結果に作用したのではないかな

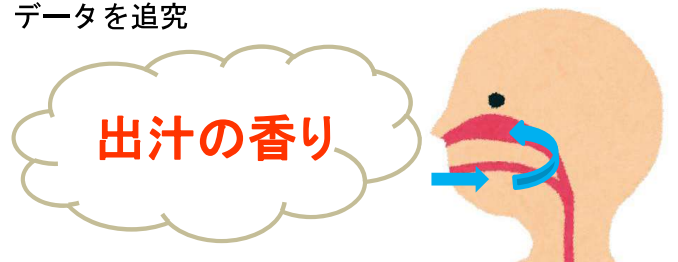
5. これからの展望

鶏＋昆布の人気、それらが家庭に広がらなかった理由の調査

日本大学 大畑 素子先生によると…

「香りが食べ物の風味に与える影響は大きい。」

⇒出汁の香り自体への評価、香りの有無による評価の変化なども調査し、より正確な嗜好のデータを追究



参考文献・出典

1) 世界大百科事典

2) 「だしの神秘」 伏木 亨著 朝日新書

3) 「うま味を多く含む食品」 特定非営利活動法人うま味インフォメーションセンター <https://www.umamiinfo.jp> 閲覧日6月21日

4) 「ブイヨンの作り方」やまでらくみこのレシピ <https://kumiko-jp.com> 閲覧日7月18日

5) 「フェメ・ド・ポワソン」プロから学ぶ簡単家庭料理 シェフごはん 岩元学 <https://chefgohan.gnavi.co.jp> 閲覧日7月18日

肉不足の救世主

C3班

1. 背景

1、食肉の輸入

農産物全体の輸入額の約15%が食肉



他国からの影響が大きい

2か国の牛肉輸入相手国が93%を占める

2、食肉の消費と生産

畜産業の担い手が高齢化、労働力不足



牛肉の生産量が減少



消費量は増えていく！！

3、人口と食肉の需要

世界の人口増加



肉の需要が供給を上回る



肉不足



肉の代用品が必要！！

2. 検証・実験

1. 検証 生産面の比較

計算方法 (小数点以下四捨五入)

牛一頭を育てるのに必要な大豆の量(飼料)=7224kg

※牛の飼料をすべて大豆と仮定した

7224kgでできる大豆ミートの量=5779kg

牛一頭(700kg)からとれる肉の量=310kg

①バーチャルウォーターの比較

牛肉 1kg 20600L 大豆 1kg 2500L

※大豆 1カップ(可食部、150g) 375Lとした場合

②面積での比較

牛 出荷までに要する面積→計14.95㎡

大豆 14.95㎡から2.1528kg採れる

牛は30か月で出荷

大豆は30か月で5回栽培できる

同じ期間、同じ面積では 牛肉310kgと大豆12.9168kg

BUT 牛が出荷までに食べる餌の重量は4958kg←ロス

2. 実験 味の比較

実際に食べ比べた



牛肉



大豆ミート

4. 結論・今後の展望

結論

・生産面…代用肉として適さない可能性もある

・味の面…代用肉として課題が残る→普及しづらいのではないかな

今後の展望

よりおいしく食べるために…

例) ・牛脂で炒める ・肉の出汁で戻す
・調理法を変える(煮る、蒸す、揚げる)

さらに詳しく…

例) ・牛肉と大豆ミートのそのほかの面での調査と比較
・ほかの代用肉について調査

3. 結果・考察

1. 検証の結果・考察

大豆ミートの方が5469kg多く生産できる

牛肉より大豆ミートの方が効率が良い

しかし！① 牛肉と大豆だけで比べた時 牛肉 > 大豆

② 面積当たりの生産量 牛肉 > 大豆

大豆ミートの生産は一概に効率がよいとは言えない

2. 実験結果・考察

	牛肉(100g)	大豆ミート(100g)
値段(円)	351	350
熱量(kcal)	250	446
	牛肉(100g)	大豆ミート(100g)
見た目		細かい牛肉
香り		大豆、きなこ
調理		水で戻す手間
食感	噛み応え 繊維あり	柔らかい 繊維なし
味(味つけなし)		大豆
味(焼肉のたれ)		肉に近い
その他	脂・肉汁あり	脂・肉汁なし

肉汁…アミノ酸が多く含まれた旨味
肉の脂肪…香りの成分、特有の風味
→大豆ミートには旨味が少ない

おいしさを感じない、食欲が湧かない

参考文献

1頭の牛からとれるもの - 広島市<<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/1202780377420/index.html>>肉用牛<https://www.city.azumino.nagano.jp/uploaded/life/42648_52908_misc.pdf>平成30年度食料農業農村白書<農林水産省>畜産・酪農をめぐる情勢<http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/11n/1_hosin/attach/pdf/index-437.pdf>Newton別冊食品の科学知識<株式会社ニュートンプレス>大豆まるごとミート daizu marugoto meat<https://www.karuna.co.jp/cgi-bin/db_t/list.cgi?id=323>バーチャルウォーター(VW)量一覧表<https://www.env.go.jp/water/virtual_water/vw_itiran.pdf>
https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_datwww.akaushi.or.jp > kairyoku_seika > kyoseihikugyu_siryokizyun 去勢肥育牛の飼料給与基準大豆のまめ知識：農林水産省
https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/d_tisiki

運動部活動の存在意義

D1班

1. 背景と目的

背景

中学校・高校において運動部の厳しい実態、休養日の少なさが社会問題に

部活動を廃止すべきという声も

Q 運動部の存在意義、入るメリットは？そもそも必要なのか？

目的

様々な視点・切り口から部活動の存在意義を確認し、部活動は必要なのか必要ではないのか、また必要であった場合、どのような改善が求められるのかを考察する。

2. 運動部活動の現状

半数以上の生徒が運動部に加入しているが近年は減少傾向にあり、特に女子生徒の減少が著しい。
2016年度の運動部加入率は中学校で67.9%、高校で50.4%と学年が上がるにつれて減少している様子がうかがえる

現在所属の部活動(複数回答)(2016年度)

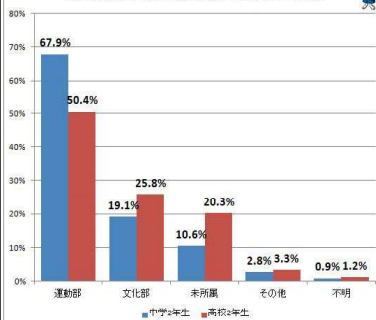


図 運動部活動の週あたりの活動日数(学校別)



運動部活動の1日あたりの活動時間: 土日(学校別)



3. メリット・デメリット

○メリット

- ・体力の向上や健康増進につながる。
- ・スポーツの楽しさや喜びを味わうことができる。
- ・仲間との出会い、人間関係の広がり。
- ・礼儀、他者とのコミュニケーションを学べる。
- ・目標達成に向けた取り組みの重要性について学ぶことができる。

◎デメリット

- ・休養日が少なく、自分の時間を確保しにくい
- ・勝利至上主義に偏った指導
- ・顧問の種目に対する専門知識、指導技術の不足
- ・生徒のニーズに応えていない活動や指導
- ・保護者や地域の期待の多様性にこたええていない活動



6. まとめ・結論

改善策

部活動は必要！！

- ①外部コーチの活用
- ②ハイシーズン、オフシーズンの設定
- ③週休二日制
- ④活動時間の是正

4. 取り組み

仙台市でも、部活動の課題・あり方について議論し、その適切な運営について各学校に依頼している。

運営・組織イメージ

現行

学校教育活動

・教員の監督下において活動

・外部指導者は補助的役割(顧問不在時には活動できない)

・保護者は、必要に応じて送迎等のサポート

目指す姿

学校教育活動+地域活動

・顧問、指導者、保護者による「保護者の会」を組織し、協力、連携しながら活動できる組織・体制を整える。

保護者や地域指導者が部活動運営により積極的に関わる

5. 結果・考察

現状

運動部への加入率は、近年減少傾向にある

- ・顧問の種目に対する専門知識、指導技術の不足
- ・生徒のニーズに応えていない活動や指導

一方で多くのメリットも

運営の改善が必要

課題をクリアした適切な運営へ

参考文献

政策研究大学院大学 教育政策プログラム 石原 剛
「運動部活動がもたらす効用の要因分析
—愛媛県の高専を対象として—」 2012 年

国立青少年教育振興機構「青少年の体験活動等に関する実態調査」 2018年
仙台市公式ホームページ「部活動における教員の負担軽減について」

https://www.city.sendai.jp/shomushokumu/kurashi/manabu/kyoiku/kaigi/documents/02_h28_02_bukatudou.pdf

(最終閲覧日 2019/11/5)

人類の敵はスマホ！？

所属 仙台第三高等学校 福祉・スポーツ
D2班



1. 序論

近年、日本ではスマホ依存が深刻な社会問題となっており、学習能力や運動能力の低下などが憂慮されている。そこで、私たちはスポーツによってスマホ依存を解決できないかどうか考えた。また、十代の思春期、青年期で特に依存傾向が高いので、私たち三高生もスマホ依存に陥っているのかどうか調べてみたいと思った。

まとめ・結論

スマホ依存の治療にはスポーツや生活リズムの改善が有効である。受験に向け、自分たちのパフォーマンスを高めるためにも、スマホとの適切な距離をとることが大切である。また、スマホ依存の問題としっかりと向き合い、新たな治療法や予防法などを考えていく必要がある。

2. 材料と方法

〈スマホ依存の症状〉

一日中スマホが気になる
デメリットを認知していながら使用がやめられない
使用できない状態が続くとイライラして落ち着かない

〈スマホ依存の定義〉

- ・近くにスマホがないと不安になる
- ・やめたくてもやめられない
- ・意味もなくスマホを開いているときがある
- ・気づいたら長時間使用してしまう

〈スマホ依存に陥る背景〉

人間関係のストレスや、生きづらさからの逃避行動。
ゲームやネットによる、前頭前野と辺縁系のバランスの崩れなど

〈アンケート調査〉

対象 仙台三高 1, 2, 3年生 63人
調査形式 Google フォーム
調査期間 6月25日 ～6月日
右下グラフ参照

〈依存症治療〉

依存治療施設(タカハシクリニック)で実際に行われている治療方法とその目的

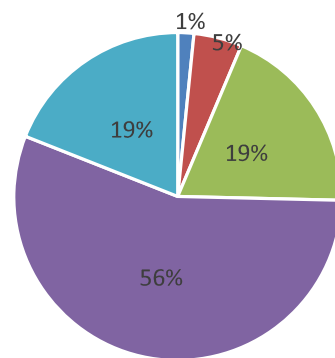
- ①健康管理と運動療法：生活リズムを改善し、悪循環のシステムを変えていく。
- ②個別面接とグループ療法：生きづらさのサポート。
- ③認知行動療法：自らの現状を把握し、依存症を客観的に捉える。
- ④他の精神疾患への対応：発達障害、うつ病等を合併してる場合。
- ⑤家族支援：依存患者を支える家族へのサポート。

3. 結果・考察

〈アンケート調査より〉

スマホ依存の定義に当てはまる使い方をしている生徒が多いため、三高生の多くがスマホ依存の傾向にあるといえる。彼らがスマホ依存の危険性のついてどれほど知っているのか追加調査する必要がある。

スマホを使用の際、次のような状態になったことはありますか？



- 近くにスマホがないと不安になる
- やめたくてもやめられない
- 意味もなくスマホを開いているときがある
- 気づいたら長時間使用してしまっている
- 特になし

参考文献

https://www.lab.toho-u.ac.jp/med/omori/mentalhealth/mantail/smartphone_dependence/index.html 東邦大学医療センター 大森病院メンタルヘルスセンター スマホ依存について デイケア
<http://www.enomoto-clinic.jp/care/internet/#scroll-section2> 医療法人社団 榎本クリニック インターネット依存デナイトケア 治療の三本柱 主なプログラムの紹介

清潔すぎた病

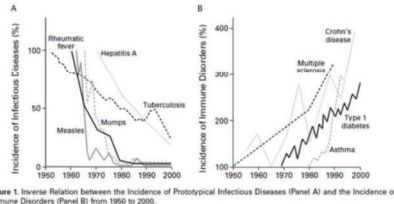
D1班

1. 序論

現在、寄生虫症が多い発展途上国には、アレルギーやそれよりも強い反応を起こす自己免疫疾患の罹患者が少ないということ（衛生仮説）が*1先行研究で発見されている。

世間はアニサキスや回虫など人体に害をなす寄生虫に注目を集めており、その有効的な活用方法の可能性についてはあまり知らない。

衛生的になった現代社会において免疫トラブルが増えているのは何か原因があり、寄生虫はそれに関わることができるのではないかと私たちは「全ての寄生虫は人間にとって有害である」という考えが変わるきっかけになるのでは、と思い、因果関係を調査した。



衛生仮説を表すグラフ→

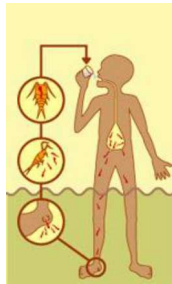
2. 材料と方法

世界にいるのは、ヒトに寄生する虫だけではない。その中で私たちが目を付けたのは最終宿主に寄生するために中間宿主を操作する寄生虫だ。

私たちは寄生虫の種類によっては有害どころか、私たちに恩恵をもたらすのではないかと考えた。

1. メジナ虫

感染源となるのは淀んだ水。メジナ虫の幼虫や卵をもったケンミジンコを含む水を飲むと罹る病気だ。幼虫は人の体の中で大きくなり、その長さは約1mにもなる。人体内で大きくなるメジナ虫は体中を動きまわり、筋肉や内臓を傷つけ、約1年後には肌を食い破って外に出てくる。



2. ロイコクロリディウム

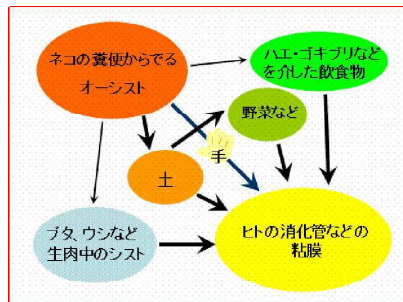
この虫は最終宿主に捕食されるためにカタツムリの運動ニューロンを乗っ取る。カタツムリは、乾燥を避け、天敵から見つからないように落ち葉の裏などに隠れて生息する。しかし、ロイコクロリディウムに寄生されたカタツムリは、より速く移動し、開放的で明るい場所や草木の高い位置にいたという。鳥に見つかりやすくなるよう、虫がカタツムリの行動を制御しているのだ。



3. トキソプラズマ

トキソプラズマはネコを終宿主とする人畜共通感染性の細胞内寄生性原虫でヒトからヒトへ感染することはない。加熱処理の不十分な肉（馬刺、レアステーキなど）に生存するシストや、土やネコの糞に存在するオーシストが経口的に初感染（小腸粘膜から進入）することによって妊婦に寄生虫血症が生じる。その後トキソプラズマは血行的に胎盤に感染・増殖し、胎児の脳などの実質臓器に波及する。

私たちはこれらのような性質を持ちながら無害である寄生虫であれば実用化に期待できると考えた。



感染経路図↑

まとめ・結論

寄生虫の治療に関する研究



寄生虫の医療面での活用、マイナスイメージの払拭



寄生虫の活躍の場の拡大、救命



展望：喘息や自己免疫疾患と寄生虫との関係性を見出せるよう、さらに研究をしていきたい。

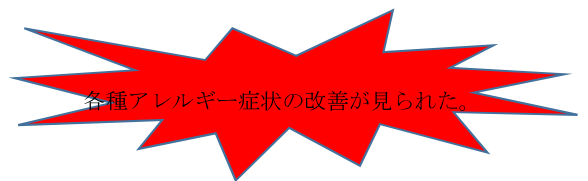
3. 結果・考察

私たちは、寄生虫が宿主をコントロールすることで、アレルギーにかかりにくくなる、と予想をして研究を進めた。

すると、実際に多くのアレルギー疾患を患っている人が体内に寄生虫、鉤虫を意図的に感染させアレルギーの治療を試みるという実験を行っていた。

結果→皮膚炎、花粉症、アレルギー脱毛症の改善なぜか？

- ① 免疫が鉤虫の排除を進める
- ② 生き残った少ない鉤虫を排除するコストが排除による利益に見合わない。
- ③ 免疫が生き残った鉤虫の成虫受け入れる
- ④ 免疫機能の調整が行われる



アメリカ鉤虫は感染すると吐き気や下痢などに苦しむ。実際、実験においても実験をした当人は、寄生虫症による症状に苦しめられていた。



寄生虫による治療にはリスクが伴う。

喘息→変化なし（改善も悪化もしなかった）

…*2

しかし私たちは、アメリカ鉤虫に喘息の治療効果が期待されているというデータ*3から寄生虫と喘息の間にも、何かしらの相互関係があるはずであると考えた。

また、今回の仮説としては当てはまらなかったが、宿主をコントロールする無害な寄生虫の存在があれば、医療の活躍に大きく貢献する、と考える。

参考文献

- *1 NIID国立感染症研究所 <https://www.niid.go.jp> 時事メディカル <https://medical.jiji.com>
- *2 寄生虫なき病 モイゼズ バラスケス=マノフ
- *3 DtoD コンシェルジュ <https://www.dtod.ne.jp>

植物 V S 塩 ～仁義なき戦い～

普通科理系 探究D2班

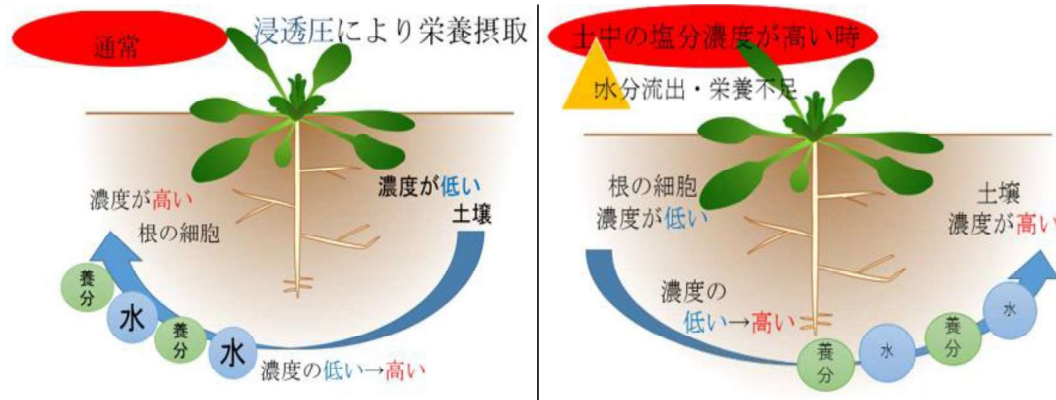
1. 動機

津波で浸水した地域では、土壌の塩分濃度が上がり植物の生育不良が問題視されている。海水に浸された地域で農業を行うことは困難になるという塩害に興味を持った。

また、建物への被害と違い、農作物への被害は長期に渡る。その後の経済的な復興に大きな影響を与えるので打開策を考える必要があると考えたため探究を行った。

2. 実験内容

○塩害の仕組み

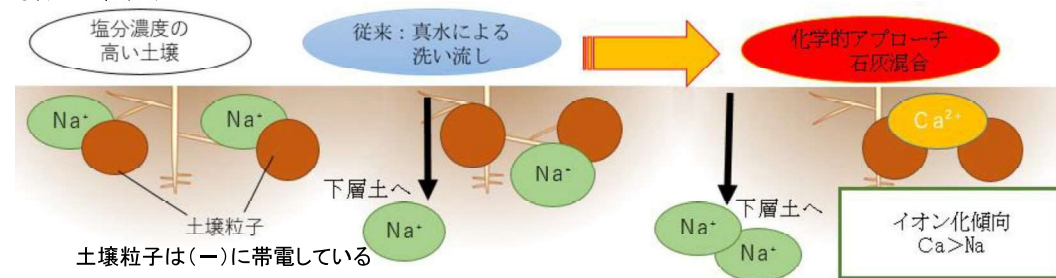


	0%	1.0%	3.0%	5.0%
一日目				
三日目				
五日目				
発芽率	93.3%	26.7%	0%	0%

【実験①】
＜台風による塩害＞
はつか大根に霧吹きで
1, 3, 5%の
塩水を与える
→沿岸部での
台風を再現

大根：耐塩性 強

○除塩の仕組み



【実験②】
＜除塩効果の検証＞

小松菜を
塩分濃度3%の塩水で浸した
土壌で生育する

小松菜：耐塩性 中



まとめ・結論

浸水地域の生育不良の原因

浸透圧のはたらきにより
塩分濃度の高い土壌では
水分流出・栄養不足が
引き起こされるから

！暴風により
海水が田畑まで運ばれ、
生育不良を引き起こす
危険性

石灰： $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$
転炉スラグ： $\text{Ca}_2\text{O}_4\text{Si}$

土壌粒子と
電氣的に結びついている
 Na^+ が Ca^{2+} と交換され、
下層土に沈みやすくする

・塩水に浸した土壌の植物は
発芽が遅れる

→塩分が植物に与える影響は
生育初期が大きい

生育初期のみ
プランター栽培、
その後、改良済の土壌に
移植する

参考文献 <https://kyonou.com/contents/dictionary/article> 「植物はどのようにして根から水や養分を吸収するか、根圧（根の浸透圧）の話」（京都農販）
<https://www.geolab.jp/science/2016/12/science-073.php> 「塩からさもいろいろ（後編）」（地層科学研究所）
https://www.zennoh.or.jp/eigi/pdf/hiryo/gr508_08.pdf 「石灰質資材による塩害土壌の除塩効果」（全農 営農・技術センター）
<https://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/200651.pdf> 「野菜・花きの耐塩性 - 震災復興関連技術 -」（農業・園芸総合研究所）

高齢者を救え！プロテインの可能性

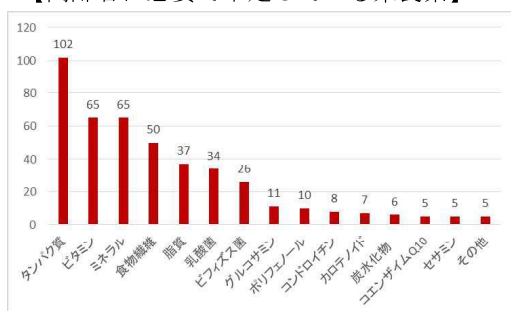
D3班

1. 序論

日本の国家予算の中での社会保障費の割合は年々増加している。背景には高齢者の怪我や病気の増加がある。その原因としてタンパク質の不足が挙げられる。現代の少子高齢化社会において高齢者のけがは私たちの大きな負担につながる。そこで、高齢者の健康維持の方法について考えることにした。

2. 材料と方法

【高齢者に必要で不足している栄養素】※1



【実験】タンパク質が動物に与える影響を調べる

[プロフィール]

ジャンガリアンハムスター(韓国産)♀

2019年4月末生まれ

[餌の種類]

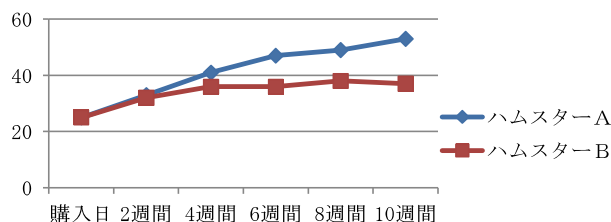
ハムスターA(タンパク質を多く摂取させる)

商品名	プレミアム フード(主食)	小粒にぼし	ビーフ	スクランブル エッグ
エネルギー (kcal/100g)	359kcal		310kcal	
タンパク質 含有量	19.0%	70.0%	15.0%	28.4%

ハムスターB(タンパク質をほとんど摂取させない)

商品名	ハムスターの 主食	ベジタブル ミックス	ひまわりの種	小麦パフ
エネルギー (kcal/100g)	353kcal		611kcal	535kcal
タンパク質 含有量	22.1%	4.1%	19.1%	3.5%

【ハムスターの体重変化】

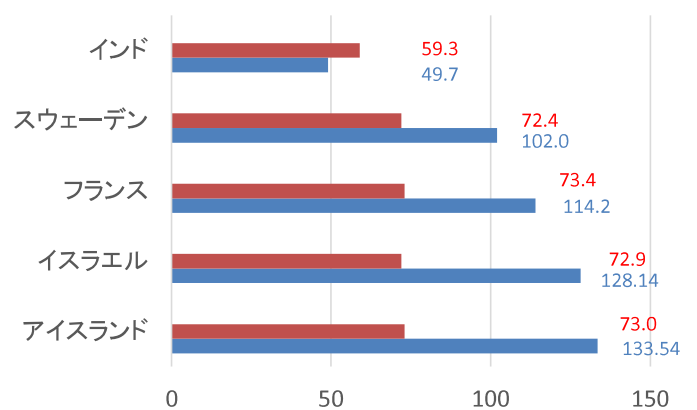


まとめ・結論

タンパク質は健康維持に有効な手段で、摂取は効果的だと思う。口腔機能の低下が多くみられる高齢者には簡単に飲んで摂取できるプロテインがいいと考えた。今後プロテインの良さや効果をさらに調べていきたい。

3. 結果・考察

【健康寿命とタンパク質摂取量の相関】



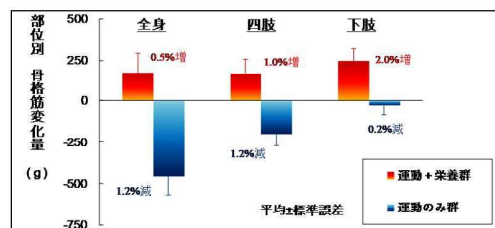
※2 ■健康寿命 ■タンパク質摂取量

⇒タンパク質は健康維持に効果的

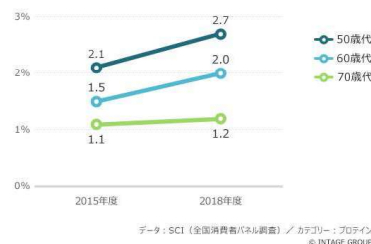
そこでおすすめするのは...**プロテイン**！

プロテインの利点

- ・口腔機能が低下する高齢者でも簡単に摂取できる
- ・脂っこい食事を苦手とする高齢者も摂取しやすい



50~70歳のプロテインの購入経験率



データ：SCI (全国消費動向調査) / カテゴリー：プロテイン
© INTAGE GROUP

タンパク質は
重要な栄養素

参考文献

※1 <https://ansinkaigo.jp/press/archives/6657> 「プロが考える「高齢者に必だけど不足している栄養素」とは」

※2 http://kumamoto.lin.gr.jp/shokuniku/eiyochisiki/nihon_ichi/index.html 「国際的な日本の位置」

※2 <https://www.globalnote.jp/post-13957.html> 「GLOBAL NOTE グローバルノート」

※3 <https://www.google.com/amp/s/www.topvalu.net/amp/items/detail/454974187562>

「For シニア プロテインパウダー バナナ味の詳細情報」

ホームランを出したい

宮城県仙台第三高等学校 D4班

背景

近年、バスケットボールやサッカー等のスポーツが注目されている中、野球人口は減少しており、人々の野球に対する関心が薄れてきている。そこで、野球の醍醐味であるホームランについて取り上げることによって人々に野球の魅力を伝えられるのではないかと、ホームランについて研究することにした。

ホームランに作用する要因

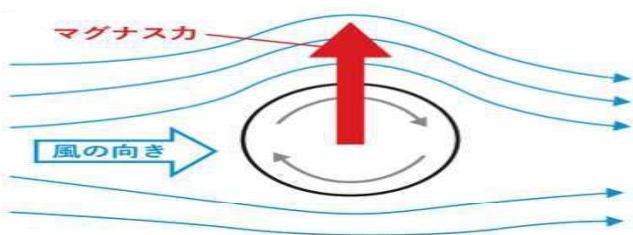
ホームランに関係する要因を、環境的要因と物理的要因に分けて考えた。

- ・ 物理的要因
- ・ ボールのとらえ方

円運動に近い軌道でバットを振ると、ヘッドが加速し加速度が最大になり、ボールは飛びやすいと考えられる。

しかし、直線的な打ち方に対してボールをとらえるまでの時間が長く、打つのは難しい。(うまく打つためには、バットの軌道が空間のサイクロイド曲線になるとよい)

ボールをとらえた瞬間に**ローリング**を加えることで、ボールにバックスピがかかり**マグナス効果**が生じる。



足から始動し腰の回転を止めて**支点**を作ることによって加速が生まれる。

センター方向より、**引張方向**のほうがボールをとらえるまでの距離が長くなりより加速するため、遠くまで飛ぶ。

スライス回転があると飛距離が出にくい

まとめ

理論上遠くに飛ばすには、円運動に近い軌道でバットを振ることやローリングを加えること、支点を作ること、引張方向に打つことが要因として挙げられた。環境要因としては、気温上昇が主に影響を与えることが分かった。



・ 環境要因

	球の伸び
気温上昇	1 m/3.6℃
気圧低下	1 m/200m
湿度上昇	0.9144cm/1%



空気抵抗が減る



ボールの**推進力**が大きくなる

参考文献

①<http://www.weather-service.co.jp/topic/4080/> ②<https://challenergy.com/qa/>
③<http://best-performance.seesaa.net/article/433223623.html>

④<http://fukushimaacademy.seesaa.net/category/26649172-3.html>

宇宙医学における生理的対策

D5班

1. 序論

宇宙という場所は閉鎖環境、宇宙放射線、微小重力と人間にとって身体ともに精神的にも過酷な環境です。

私たちの班は、この中でも微小重力という点に焦点を当て調べることにしました。



2. 材料と方法

運動、食事、医学の3つの観点から調べてみた。

(1) 運動

一日2時間以上の運動。トレッドミルやエルゴメーターといった運動器具を使用。

(2) 医学

骨粗しょう症の標準治療に使われるビスフォスフォネート(BP ; bisphosphonate)という薬を毎週1回服用

小型遠心人工重力負荷装置による研究



(3) 食事

近年、日本食が注目されている。栄養バランスの良さ、長期滞在を予定している日本の宇宙飛行士のストレス緩和にもつながることを目指す。

まとめ・結論

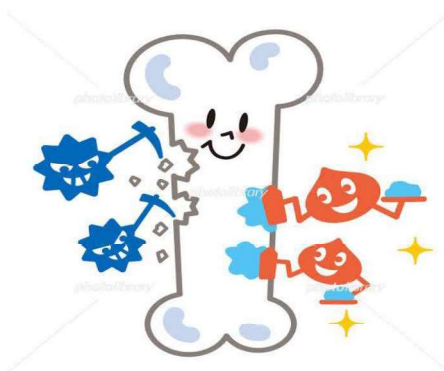
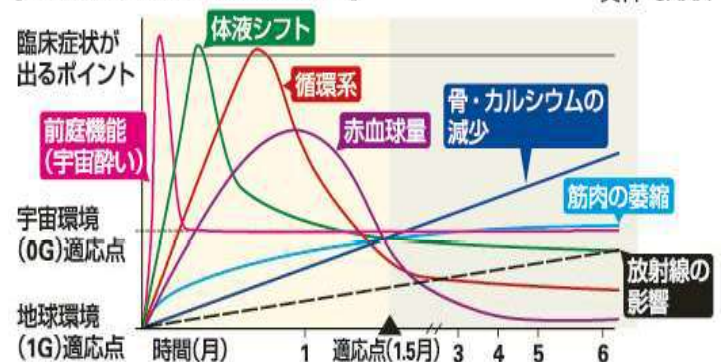
宇宙と聞くと私たちとは遠くかけはなれていて、無関係のように思える。しかし、宇宙飛行士たちは宇宙の環境を利用し、様々な研究をしており、現在の日本の高齢化社会の問題解決につながるような多くの発見をしている。

3. 結果・考察

宇宙の重力下では、骨や筋肉が異常な速さで減少し、また骨はカルシウムが溶け出してすかすかになってしまう。その減少速度は高齢者の骨粗しょう症患者の10倍の速さといわれている。

【宇宙環境が人体におよぼす影響】

資料：JAXA



現在行われているこれらの取り組みは、社会問題となっている、寝たきりの高齢者の問題の解決につながると考えられる。

嘘の薬が命を救う？

仙台第三高等学校 D6班

はじめに

プラシーボ効果とは？

⇒自分の思い込みが身体に良い影響を及ぼすことを示している。

日本では、「偽薬効果」とも呼ばれていて、薬効のない成分である薬を、本物の薬として信じ込ませて服用させることにより、本人の症状が回復傾向になったり、治ったりすることを言う。

まとめ

偽薬は役に立つ

- ・治療費を削減できる
→患者、国の負担を減らす
- ・副作用がない
→苦痛軽減、認知症の人にも役立つ

仮説・考察

プラシーボ効果を医療現場で偽薬として利用できるのではないかと仮説を立てた。しかし、以下のような問題点があるため、解決策を考えた。



問題点

需要が少ない

インフォームドコンセント
医師は患者に十分な説明をしなければいけない

薬の成分表示
お薬手帳や薬の袋に嘘は書けない
→患者に気づかれる可能性がある

効果の個人差
騙されやすい人とそうでない人がいる

薬の知名度上昇による効果の低下
患者が偽薬と知っていれば意味がない

解決策

プラシーボ効果の有用性を医療（介護）現場に浸透させる。

規定を作る
例）患者の家族に許可を取ればOK

少量だけ本物の薬をまぜる

できるだけ騙されやすい状況を作る

メディアで取り上げない

参考文献

星薬科大学哲学研究室訪問時の質問回答資料
プラシーボ効果とは？実験7つと事例5つで活用法を徹底解説
<https://shin12.info/?p=2829>

癌腫について正しい知識！

D7班

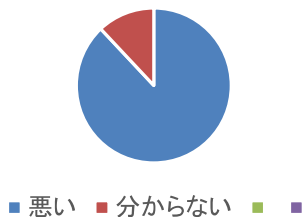
1. 序論

今日、がんは日本で死因第一位の病気であり、約2人に1人が発病している。

がんの腫瘍＝悪いものというイメージが多くの人にもたれているが、腫瘍は100%悪いものなのだろうか？

そこで、私たちはがんについて詳しく調べ、そのうえでがん治療について考えてみることにした。

がんへのイメージ



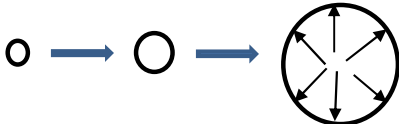
2. 癌腫について

○ 良性腫瘍と悪性腫瘍

・ 良性腫瘍…膨潤性増殖

組織	良性腫瘍
上皮性	乳頭腫
非上皮性	脂肪腫など

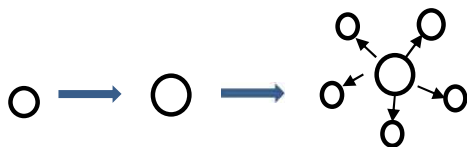
細胞分裂→塊として容積増大→周りの組織を押しのけて進展



・ 悪性腫瘍…浸潤性増殖

組織	悪性腫瘍の例
上皮性	肺がん、食道がん、子宮頸がん、胃がん、乳がんなど
非上皮性	白血病、脂肪肉腫、悪性リンパ腫など

細胞増殖→ばらける→周囲の組織に潜り込んで進展



5. まとめ

癌腫について、一般的な知識だけでなく、細かな情報を発見することができた。病気のことだけでなく、治療法はどのような種類があるのか、また薬剤の種類など、治療に関する情報もまとめることができた。現在も、新しい治療法が出てきているので、興味関心を持ち、癌腫に関する知識を身に付けていこうと思った。

4. 結果・考察

○腫瘍とは

腫瘍とは良性腫瘍と悪性腫瘍があり、同じ腫瘍でも、これらは細胞の繁殖の仕方、スピード、現れる症状、治療法なども全く異なる。

○腫瘍の種類

悪性腫瘍にも乳がんや胃がんなどの臓器の表面上にある上皮性のものと、白血病や悪性リンパ腫などの臓器ではないところにある非上皮性のものがある。

○がん治療

従来の抗がん剤治療や放射線治療だけでなく、現在はがんゲノム治療などの画期的な治療法も増えている。

○将来のがん治療

今後、現在のがん治療はさらに研究が進み、副作用もなく、腫瘍のみに効果がある薬や治療法が安価に提供されるようになるだろうと推測できる。

3. がん治療について

がん治療の例

・ 抗がん剤を使用
→激しい副作用が伴うため、課題が多い

・ がんゲノム治療
→あるがん細胞の特定の遺伝子変異を見つけ、その変異にだけ、作用する分子標的薬を投与することで、これまでの抗がん剤治療より、大きな治療効果をあげている。

・ 分子標的薬について
→分子標的薬とは、一般的な抗がん剤と違い、すべての細胞を破壊しないので副作用が少ない。

参考文献

- 国立がん研究センターがん情報サービス
- 国立がん研究センター東病院 抗がん剤Q&A

音楽の要素と人間の心理・作業効率の関係

文系E-1

1. 研究の目的・仮説

目的：BGMとして最適な音楽の要素とは何か？

テンポ

コード

リズム

音楽を構成する3つの要素

「単調なリズム(8ビート)で単純なコード(テンションをあまり用いない)の、ミドルテンポの音楽」が最適？

2. 材料と方法

①

遅い ← テンポ → 速い

単純 ← コード → 複雑

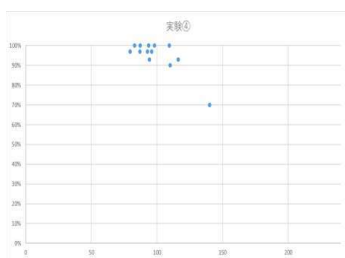
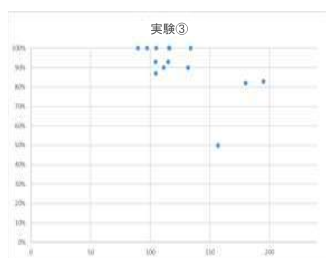
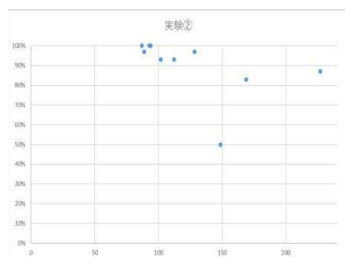
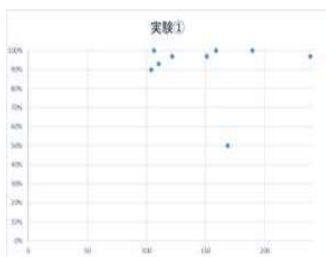
表拍 ← リズム → 裏拍

以下の組み合わせ8通りと音楽なしの場合合わせて9通りで実験を行い、どの要素がどのように作用するかを実証する。

②

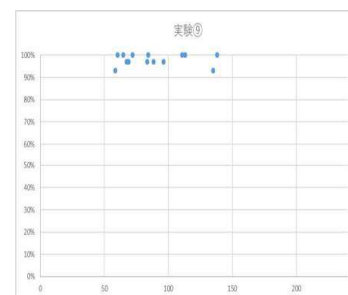
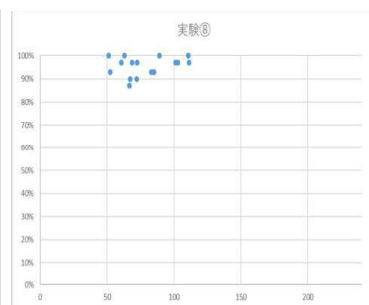
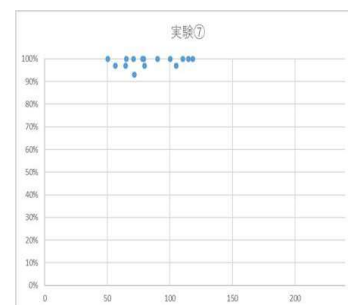
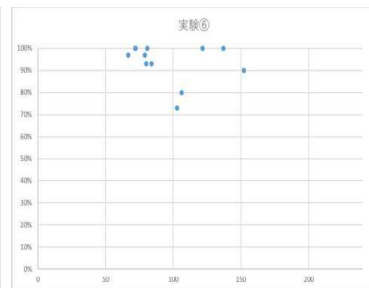
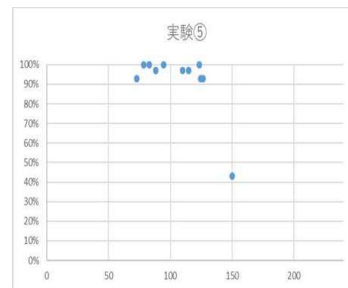
これら9通りのパターンを用いて、簡単な四則演算の問題を解く。回答にかかった秒数と正答率を基にして、グラフを作成し、効果を割り出す。
※この時、「モーザルト効果」に留意する。その為音楽をかけてのパターンを検証する回数は実験一回につき最大二回までとする。

3. 結果・考察



4. まとめ・結論

我々の予想・仮説では、「単調なリズムで単純なコードのミドルテンポの音楽」が良い結果を生むとしていたが、実験⑦の音楽は、「複雑なリズム、コードでアップテンポの音楽」であった。その為、**複雑なリズム、コードを持ち、アップテンポな音楽が作業効率を上げ**ることが分かった。これらは既存の音楽としては、ジャズやドラムンベースに通じている。また、ダウンテンポで、単純なリズム・コードのものは作業効率の上昇にあまり関連しないという結論を同時に得た。しかし、複合的な効果は検証できたものの、この3要素の内のどれが直接的に影響を及ぼしたかは、未だ研究途中である。



縦軸: 正答率[%] 横軸: 回答時間[s]

実験①: 遅い・複雑・表拍 実験②: 遅い・単純・表拍 実験③: 遅い・複雑・裏拍
実験④: 遅い・単純・裏拍 実験⑤: 速い・複雑・表拍 実験⑥: 速い・単純・表拍
実験⑦: 速い・複雑・裏拍 実験⑧: 速い・単純・裏拍 実験⑨: 無音
(テンポ・コード・リズムの順に)

実験⑦の結果が最も良く、次いで⑧が良い。逆に、①、②、③の順に結果が悪い。この実験からは、テンポの上昇と、複雑なリズムの掛け合わせが作業効率を上げると考えられ、また複雑なコードの方が正答率が高い傾向にある。逆の要素は効率上昇に関与していない。

参考文献

NCBI, "The psychoneuroimmunological effects of music: a systematic review and a new model.", <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24157429>, 2019/10/04
Helen Lindquist Bonny, "GIM(音楽によるイメージ誘導法)におけるセッションの進め方", 音楽之友社 (1998/01)
Alan Parkhurst Merriam, "音楽人類学", 音楽之友社(1980/06) Frances H. Rauscher, Gordon L. Shaw & Catherine N. Ky, "Music and spatial task performance", *Nature* 365, 611 (1993).

女性の社会進出支援団

F1班

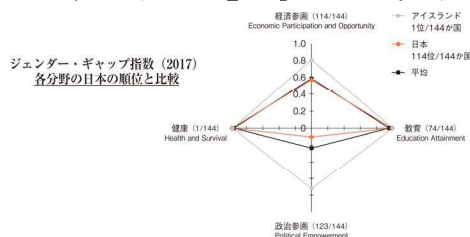
1. 動機・仮説

【動機】

日本は世界の国々と比較するとジェンダーギャップ指数が低いことがわかる。(表1)だが、決して日本が全く対策をとっていないわけではなく、例を出すと、男女雇用機会均等法などの法の制定である。しかし実際には、他国より政治・経済面で男女平等が劣っていることがわかる。

【仮説】

政治・経済面で男女平等に関する優れた対策が取られている国の例を、日本にも取り入れたら、「本当の意味」での男女平等が進む。



2. 本論1 - 参考とした国 -

①フランス

理由_1. フランスの女性が参政権を獲得したのは日本とほぼ同時期である

2. 国会議員の女性比率が1970年代前半まで1%台である

〈具体的な政策〉

パリテ法…2000年に制定され、フランスでは2015年より県議会での採用が行われた。パリテ法とは「県議会における男女ペアでの立候補」という内容を意味し、フランス語では「同数」「均等」という意味である。



②アイスランド

理由_1. ジェンダーギャップ指数が一位

_2. 国会議員の女性比率12位 (2016年時点)

_3. 女性の就業率が80%

〈具体的な政策〉

クオータ制度…議員や会社役員などの女性の割合を、あらかじめ一定数に定めて、女性を積極的に起用する制度。アイスランドでは2010年に、政府が「企業役員の4割を女性にする」と決定づけた。

4. まとめ・結論

日本では次のような法・制度を定めることが、必要であると考ええる。

①議員・企業役員の女性割合を4割以上にする。

②議員選挙の際、男女一人ずつのペアによる出馬

5. 結果・考察

①②によってもたらされる効果は

●女性の発言力が高まることが最も大きい



政治・経済面においては、**男女双方の意見が取り入れられた法が制定されるだろう。**

●日本の女性の政治に対する意識も向上する



数値として女性の議員数が増える



政治・経済面におけるジェンダーギャップ指数が現在より確実に上がる。

それらによって、

同時に女性の社会進出も見込まれる。

3. 本論2

①パリテ法

- メリット：(i) 女性の政界進出の促進
(ii) 議会における女性の発言力が高まる
(iii) 男女双方の意見が取り入れられた法の制定

デメリット：(i) 以前より男性の被選挙権が制限される

②クオーター制

- メリット：(i) 女性の政界進出・社会進出の促進
(ii) 社会における女性の発言力が高まる

デメリット：(i) 女性の社会進出により、出生率が低下
(ii) 法のような効果を発揮しない

参考文献

<https://images.app.goo.gl/CQNVvupqcyMGNu5c9>, <https://images.app.goo.gl/PJkKHBYo6KPHdkXd8>
<https://images.app.goo.gl/RpjA1T3eDtaP9q5q8> http://www.gender.go.jp/public/kvodosankaku/2019/201906/201906_04.html
<https://www8.cao.go.jp/youth/kenkyu/worldyouth6/html/no2-5-3.html>
女性のいない民主主義 前田健太郎著 岩波新書 <https://images.app.goo.gl/TJHA63JvuzwvrvDv67> <https://www.nhk.or.jp/heart-net/article/160/>
<https://www.manegv.com/news/detail/1024>
<https://news.yahoo.co.jp/byline/kimuramasato/20161026-00063712/>

SNSと承認欲求

F2班

1. 序論



↓
他者承認を満たすため！！
= 自己肯定感が低い

仮説

「自己肯定感が高い人はSNSに依存しにくい。」

4. まとめ・結論

本調査において仮説は立証されなかったが、多くの論文や世界的な調査では二つの関連性は高い



三高生はSNS以外のもので他者承認を満たそうとしている

自己肯定感の底上げが必要

2. 材料と方法

○論文



マズロー ; 欲求階層説

【他者承認】他者から認められたい、注目されたい

【自己承認】自分で自分自身を認めること

ツイートの拡散、いいね

↓
『自分は誰かに承認されている』

SNSを用いるメリット

誰でも、誰からでも、指先ひとつ 簡単

誰からも誰でも承認が得られる
= より多くの承認が得たい

○アンケート

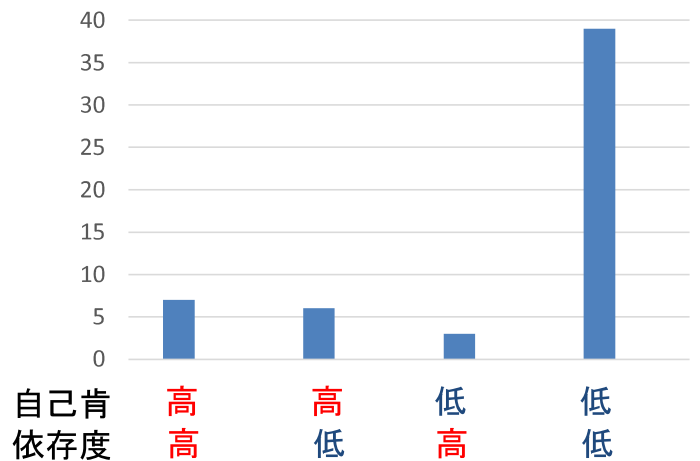
対象；三高の生徒56人

8個の項目中5個を満たす→スマホ依存

10個の項目中6個を満たす→自己肯定感が高い



3. 結果・考察



<結果>

- ・ 自己肯定感とSNS依存の関係性は低い
- ・ 自己肯定感が低く、依存度も低い層が多い

「自分自身に満足している。」

「今の自分が好きだ。」

という項目の票が1番少なかった

<考察>

アンケートの対象が狭い

→結果に偏りがでてしまった

- ・ SNSでの評価が高いことで自己肯定感が満たされている人もいる可能性がある
- ・ 他者承認をSNSに求めているいない

参考文献

承認欲求についての心理学的考察—現代の若者とSNSとの関係から— 正木大貴

SNSとこころ

F3 班



1. 序論

近年、SNSの普及が急速に進んでいる。その結果、利用者のインターネット依存が社会問題として挙げられるようになった。特に若者の間では、SNS上での過激な言動が大きな問題となっている。

そこで私たちは、なぜそのような行動に至ってしまうのか、裏側にある心理について調査することにした。

【仮説】

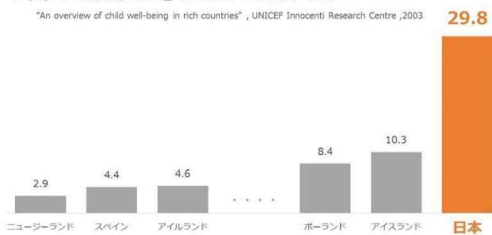


※SNSとは主にTwitter、Instagramのことを指す

2. 本論

①unicefのOECD諸国における子供の幸福度調査より

「自分は孤独だ」と感じる割合 (%)



②論文より

「青年期のSNS 利用における自己開示とその心理的要因」 渡邊奈保子

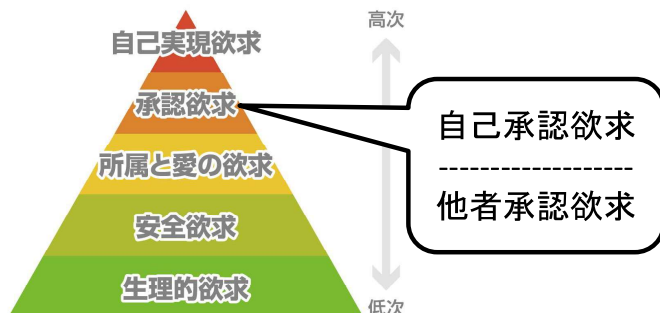
- ・相手の自分に対する評価が気になる
- ・自分自身への信頼感（自信）が必要である
- ・SNSと現実での満足感の質の差がある

「インターネット依存傾向と家族機能との関連」 平塚健太

- ・家族との関係性とインターネット依存傾向にはつながりがある

「マズローの欲求階層説」

→従来：低次の欲求→高次の欲求
現在：順番が関係ない



4. まとめ・結論

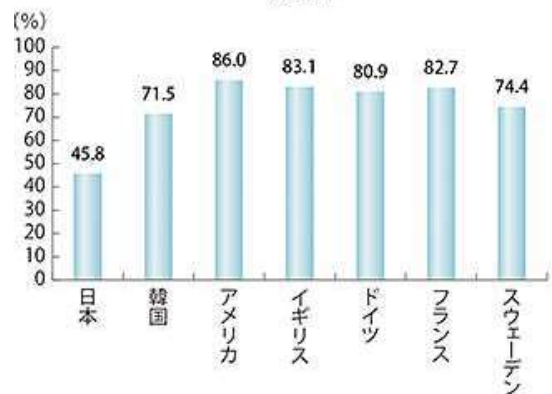
対人関係からくる**寂しさ**を埋めるためにSNS上で過激な言動をとってしまう傾向にあることが分かった。しかし、それは負の連鎖であるためSNSは廃止すべき！

<改善策・展望>

1. 直接人とコミュニケーションを多くとる
2. 自分で自分を見つめなおす
3. 環境を変える

③内閣府の自己肯定感調査より

(1)全体



3. 考察

①世界の幸福度ランキング第58位！

→対人関係がうまくいかない→孤独感が強い

②・承認欲求の満足感…現実<SNS

- 過激な言動
- ・対人関係に問題
- インターネット依存

③日本人は自己肯定感が低い

自己承認欲求を満たせない

他者承認欲求を満たそうとする (SNS)

ストレス&過激化のリスク

参考文献

青年期のSNS 利用における自己開示とその心理的要因 https://www.tiu.ac.jp/about/research_promotion/kiyou/pdf/15_clinicalpsychology_5.pdf
インターネット依存傾向と家族機能との関連 <https://www.juntendo.ac.jp/hss/sp/albums/abm.php?f=abm00007538.pdf&n=2012-M-754.pdf>

音楽のテンポと人間の行動

宮城県仙台第三高等学校 普通科SS探究Ⅰ F4班

1. 序論

Q. スーパーで音楽が流れているのはなぜか？

＜先行研究＞

①速いテンポの曲

交感神経を刺激

興奮状態に

商品への興奮と錯覚

②遅いテンポの曲

副交感神経を刺激

リラックス

滞在時間長くなる

手に入る商品多くなる

A. 衝動買いを促す

研究の目的

テンポの違いによる購買行動への影響力の強さを解明し、より売り上げにつながるマーケティング方法を探る。

2. 実験方法

●30秒チャレンジ

＜実験内容＞

①何も聞かせない

②BPM120のメトロノームを聞かせる

③BPM40のメトロノームを聞かせる

上記の3種類の実験を行う

→30秒経過したと思った時点で挙手してもらう

＜被験者について＞

・高校二年生の男女各15人ずつの計30人

*音楽経験の有無は調査せず

＜曲の例＞

BPM120・・・崖の上のポニョ (BPM 118)

BPM40・・・四季：冬、第2楽章 (BPM 37)

【基準テンポの定義】

BPM90以上を
速いテンポ、
BPM70以下を
遅いテンポと
定義
(先行研究より)

BPM80
を基準
とする

BPM120

+50%

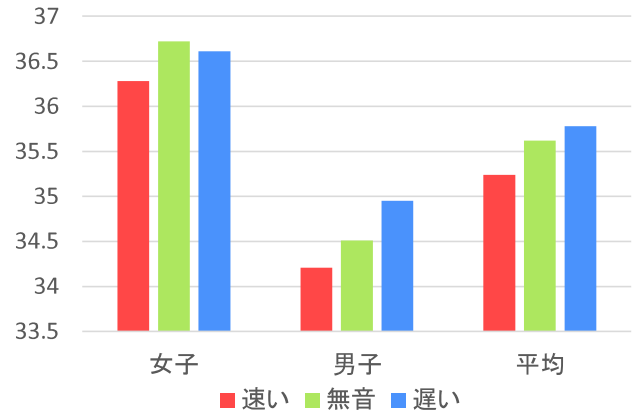
BPM80

-50%

BPM40

3. 結果

●30秒チャレンジ



予想：速いテンポに影響されやすい

結果：

	速い	無音	遅い
女子	-0.44	0	-0.11
男子	-0.30	0	+0.44

考察：女子は速いテンポによる影響が大きい

男子は遅いテンポによる影響が大きい

どちらのテンポの曲を流しても衝動買いを促すのではないか

4. 結論

男女で影響を受けるテンポが異なる

時間帯によってテンポの異なる曲を使い分けるとよい

ex. 女性客が多いとき
速いテンポの曲を流す

ex. 男性客が多いとき
遅いテンポの曲を流す

今後の展望

- ・年齢・国籍による違い
- ・スーパー以外での音楽の活用
- ・音楽経験の有無による結果の違い

参考文献

・背景音のテンポが行動ペースに与える効果. 栗林龍馬, 入戸野 宏. 広島大学大学院総合科学研究科紀要. I, 人間科学研究 (9), 17-29, 2014-12-31

・環境音のリズムが体感時間に与える影響. 平成29年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会講演論文集p142

日本人の単独行動に対する心理と集団意識との関係

宮城県仙台第三高等学校

F5班

1. 序論

日本の集団意識

→単独行動に否定的になる傾向(※)



- ・いつはたらくのか？
- ・改善方法は？

4. まとめ・結論

集団意識

メリット
・相互扶助

デメリット
・同調圧力が強い(※)
・少数派に対し否定的(※)

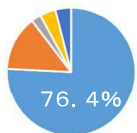
結果考察で提示した改善方法
を活用することで.....

個性を認め合う社会を築くことが可能
になると考える

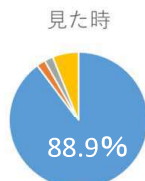
2. 材料と方法

- ・本校の生徒及び教員計68人にアンケート
- ・「自分が一人にいるとき」「他人が一人にいるのを見たとき」の二つを軸に、三通りの場面における心情を調査した。

①自分が受験会場に一人にいる時 ②他人が受験会場に一人にいる姿を見た時

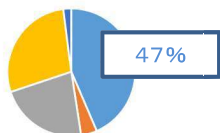


■ 特に何も思わない ■ ひとりでいられて楽
■ ひとりでいたくない ■ 周りの視線が気になる
■ その他

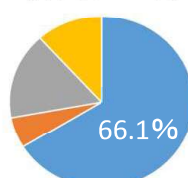


■ 特に何も思わない ■ ひとりでいられて楽そう
■ 自分はこうなりたくない ■ その他

③休み時間の教室に自分一人でいる時 (周りはグループ) ④休み時間の教室に他人が一人で見ている姿を見た時 (周りはグループ)

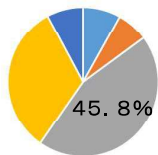


■ 特に何も思わない ■ ひとりでいられて楽
■ ひとりでいたくない ■ 周りの視線が気になる
■ その他

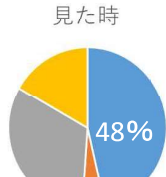


■ 特に何も思わない ■ ひとりでいられて楽そう
■ 自分はこうなりたくない ■ その他

⑤自分一人で遊園地にいる時 ⑥他人が一人で遊園地にいる姿を見た時



■ 特に何も思わない ■ ひとりでいられて楽
■ ひとりでいたくない ■ 周りの視線が気になる
■ その他



■ 特に何も思わない ■ ひとりでいられて楽そう
■ 自分はこうなりたくない ■ その他

3. 結果・考察

グラフ①、②より、周囲が単独行動をしている状況では自分や他人が単独行動をしている方が寧ろ自然で何も感じず、周囲の目を気にして悪いイメージを持つことが少ないことがわかる。

グラフ⑤、⑥より、周囲が単独行動をせず複数のグループで固まっている状況では、自分や他人の単独行動を気にする人の割合がグラフ①、②よりも多いことがわかる。

グラフ⑤、⑥と同じ、単独行動をする人が少ない状況を前提とするグラフ③、④からは、自分の単独行動に対して約半数がマイナスな意見を述べているが、他人の単独行動に対しては半数以上が関心を寄せていない。この結果はグラフ⑤、⑥よりも顕著に読み取れる。



状況によっては必ずしも単独行動に否定的になるわけではない。自分の単独行動のときに必要以上に周囲の目を気にしている。



・一人であることにマイナスなイメージ ×

→「少数派」でいることにマイナスなイメージ

「みんな同じであること」を重視した日本の教育方針があると考えられる(※)

改善方法

- ・人との距離感を大切にする
- ・自分の価値観を相手に押しつけない
- ・たくさんの人と活動を共にすることによって自分の度量を広げていく

ひとりひとりの心がけが必要

参考文献

(※) 菅野仁著 友だち幻想(ちくまプリマー新書 2008年)
田上不二夫教授(東京福祉大学・大学院) 磯部智加衣準教授(千葉大学)

寝ない授業のつくり方

F6班

1. 序論

授業中に居眠りしたことがある高校生の割合、なんと**84%!!!**

実は…

- ・思春期は生理的に眠気が強くないやすい
- ・勉強、部活、塾などで睡眠時間が短くなる要素が増える
- ・生活リズムが少しずつ乱れる

➤➤➤脳や身体の機能として眠気が強くなる時期で、さらに睡眠時間が短いから、昼間はもう眠い!!もうしょうがないんですか!!

というわけで…

誰もが経験したことがある眠い、退屈な授業を我々生徒側で改善して、より良い授業にできないか!!それを探究してみました

2. 材料と方法

現在の授業について…

みんながどう思っているのか調べてみました!!!

【方法】 LINEアンケートの作成・実施

【対象】 仙台三高2学年

【質問】 文系・理系の共通教科のみ比較

○質問をするにあたって…

「眠い」または「つまらない」授業があるのは正直当たり前!!

じゃあどんな授業がそのような授業になってしまうのか?

成績?時間帯?周りのせい?もはや眠いだけ?先生のせい?

もちろん個人差もあるしきっと理由もバラバラ!!

それを比較するためにアンケートを実施しました!!

○新学力

【アクティブラーニング】

能動的学修のことを指し、学修者（児童、生徒、学生等）が受け身ではなく、自ら能動的に学びに向かうように設定された教授・学習法のこと

⇩ わかりやすくすると…

みんなが積極的に授業を行うように設定した授業

具体的には…

グループワーク・ディベート

問題発見→思案→伝達→共有→再生の流れを意識する!!

《ねらい》

情報化・価値観の多様化・核家族化・少子高齢化など、様々な社会の変化に対応できる人間を育成する

【ゆとり教育】

学習内容の3割削減・授業時間の減少・学校週5日制の導入など

《ねらい》

受験勉強による弊害の防止、ゆったりと勉強することができ環境を作ること、いじめや不登校問題の改善

→少子化による影響の懸念、学力低下への批判

4. まとめ・結論

授業の目的にあった授業形態を整えることから始まる!!

☆解決策は…

<先生>

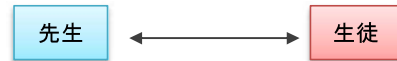
どんなスキルを身に着けるための授業なのかを明確に!

<生徒>

授業で得られる知識はその授業内で消化できるように!

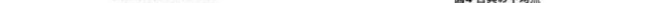
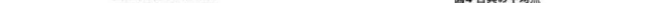
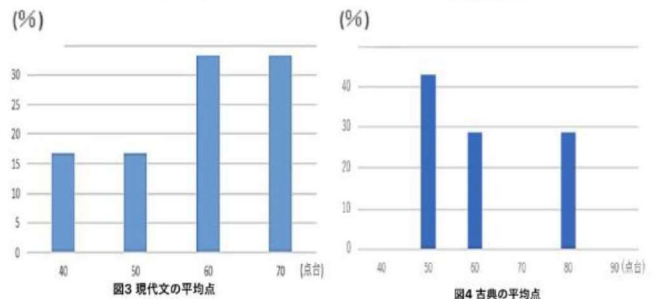
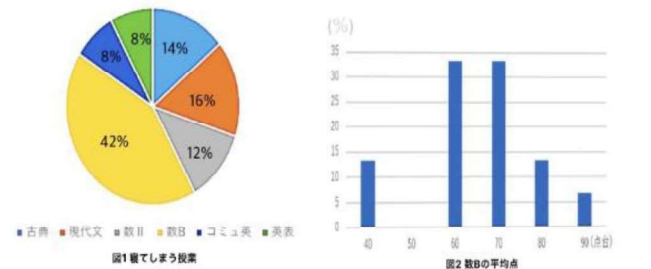
☆授業改善は…

理解・協力



3. 結果・考察

本校の生徒50人にアンケートを実施し、眠ってしまう教科とその平均点について調査しました。



学校、先生側に対する意見

- ・面白い小断をする
- ・テンポよく授業をする
- ・話を簡潔にする
- ・手や体を動かす
- ・話し合いの時間を増やす
- ・班の形にする
- ・生徒から先生へ匿名で意見を伝えられるシステムを作る

生徒自らの態度に対する意見

- ・頬杖をつかない
- ・背筋を伸ばす
- ・予習復習を行う
- ・しっかり寝る
- ・授業の面白みをみつける

参考文献

新しい学力 齋藤孝

アクティブラーニングとは～基礎・基本を事例含めご紹介～<https://find-activelearning.com/pub/active-learning>

ボランティアの在り方

F 7 班

問題提起

今、日本のボランティアの在り方が問い直されている。 2
020東京オリンピックによって

真夏の東京、炎天下の中、過酷な労働を強いられるだけでなく、
スポーツドクターや翻訳者までも無給で働かせようというのだ。
過酷な環境で人を動かしている。
責任をとるためにも、お金を払うべきだ

そこで私たちは、「有償ボランティア」に着眼し、
その実態を調べることにした

「有償ボランティア」とは

有給労働

ほかの市場と同等の
賃金

有給労働度大
ボランティア度大

低賃金の
有給スタッフ

有給スタッフの
サービス残業

勤務時間内
ボランティア

ボランティア

有給労働的
ボランティア

実質受給
ボランティア

純粋無給
ボランティア

2 - 1 日本における 有償ボランティアの例

「神戸ライフ・ケア協会」が1983年に在宅福祉サービスのシステムとして、施設に入らなくてもよい高齢者のために有償ボランティアを利用した。
ここでは、在宅ケアに協力する住民に、1時間当たり360円を支給したそうだ。
尼崎北の高齢者介護のグループ「ほほえみ」は有償ボランティアを導入するときの利点として介助申込者と奉仕会員双方の気持ちを有償という形で表せば、お互いに対等かつ精神的自由な立場になれる。とある。
やはり、日本では介護のような需要が多いサービスでは、人手不足が深刻なようだ。
確かに、家の周りの介護施設ではいつも介護士の募集をしている。

日本の現状



有償ボランティアで



人材不足
解消

金銭的報酬の大小

まとめ・結論

大災害など、多くの人が被害にあってしまった場合には、無償ボランティアが成立しても問題はない。

しかし、こういった人の積極性は金銭という形で買うほかない。また、人対人の労働であっても報酬におけるサービスの差は歴然としたものである。

有償ボランティアは、人と人とのWinWinの関係におかれるための手段の一つとして用いられるべきである。

結果 考察

有償にすべきボランティア

清掃作業などの重労働

スポーツ競技における指導、会場の警備、運営。

人材不足の介護などの双方の関係も重視されるボランティア

やはり、有償ボランティアが必要なものは、需要は多いが、供給が少ないものである。

無償ボランティアが成立しやすい場合は、災害が大規模かつ甚大な被害が多くの人に及んだ場合が大半である。大地震や台風などによる停電、断水などが続くときであろう。多くの日本人の持つ「思いやり」のような意思が、同じ意思を持つ大きな集合体の中で増長し損得感情ではなく、自分は貢献したのだという達成感のもとに動いているのだと考える。

さらに、身近なところにも有償ボランティアは存在している。例えば、草野球の審判の人は、審判で生計を立てているわけではないが、謝礼を受け取っている場合がある。これは、有給労働とまでは言えないが、有償ボランティアといえるのではないだろうか。

このように、支援する側、される側双方が納得のいく活動にするためにも、ボランティアの有償化は有効的である。このポスターを見て、少しでも有償ボランティア、ひいては日本のボランティアの未来に興味を持っていただければ幸いだ。

参考文献

「有償ボランティア」という働き方 <https://www.jil.go.jp/institute/rodo/2005/documents/rep003.pdf>
『有償ボランティアはおかしい』という意見に対して反論あり <https://wonderfulblog.net/?p=1702>
ボランティアは無償労働の代名詞ではない <https://togetter.com/li/829777>

令和予想～日韓関係からみる日本の文化～

F8班

序論

2000年代の日本

外国文化→増加 伝統文化→衰退
日韓関係→悪化 韓国ブーム(若者中心)

令和ではどうなる？

日本と韓国の文化に着目し、今後の成り行きを予想

最終予想

政治的対立はありつつも、**民間**では外国と日本の文化が結びつき、**新しい文化**が生まれてくる



これが令和時代である！

目的

- 令和を日本の文化色あふれる時代にする
→日本文化を発展させる方法の模索

仮説

- 外国文化の定着に危機感が生まれ、日本文化が再度重要視される

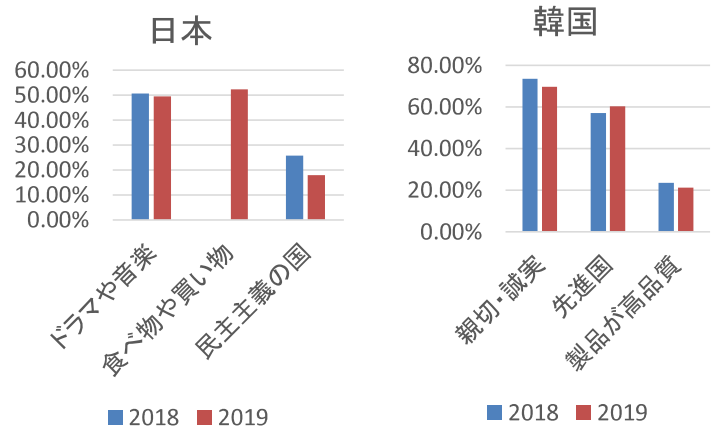
調査方法

- アンケートを作成・実施し、日韓の文化と反韓感情についての調査を行う

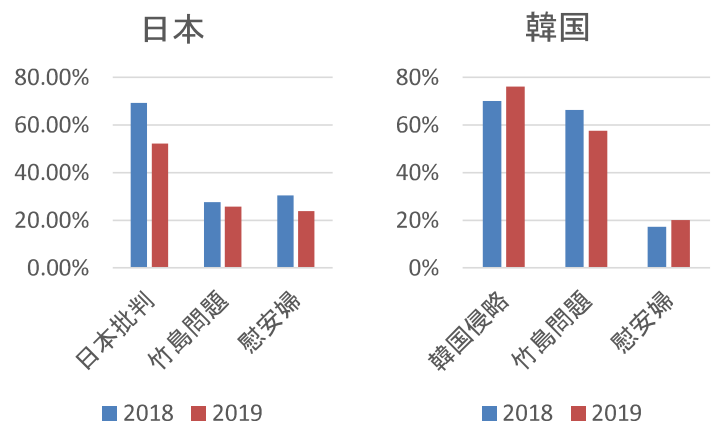
まとめ・考察

- 日韓関係の悪化は**政治面でのみ**民間にも広がっている
- 日本人は韓国の文化を、韓国人は日本の技術を互いに評価している
- 韓国占領期についての**教育の偏り**が両国民に影響している

相手国への好印象の理由



相手国への悪印象の理由

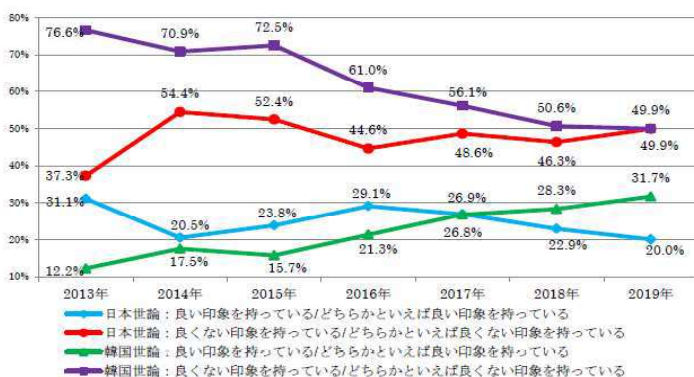


日本→韓国占領期を深く教えない
韓国→占領期に力を入れすぎ



200年以上続いた友好期についても教えるべき！

【相手国に対する印象（7年経年変化）】



参考文献

<https://www.sankei.com/smp/economy/news/170202/pr1702020048-s1.html> 閲覧日19,11,1

<http://www.genron-npo.net/world/archives/7250.html> 特定非営利法人言論NPO 閲覧日19,11,1

みんなが幸せになるICT利用型授業を目指して

F9班

1. はじめに

背景:三高で教室毎にプロジェクターが設置され、様々な授業でICTを利用している

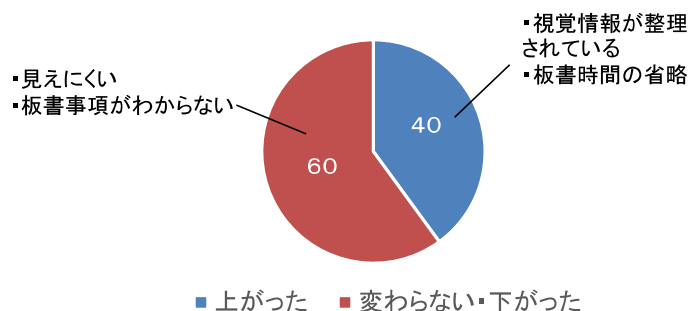
↓
プロジェクターやタブレットを導入したことによって生徒の理解度は変化するのか

目的:①ICTを活用することのメリットを見つけ、それを自主学習の場でも応用できないか考える
②学習における理解度が高まる方法を見出す

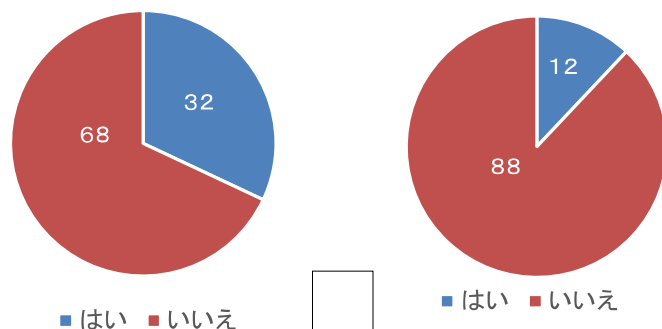
プロジェクターなどを導入しても理解度は変わらない

2. 事前アンケート

授業の質の変化(%)



授業内での理解(%) 時間が経っても記憶に残る(%)



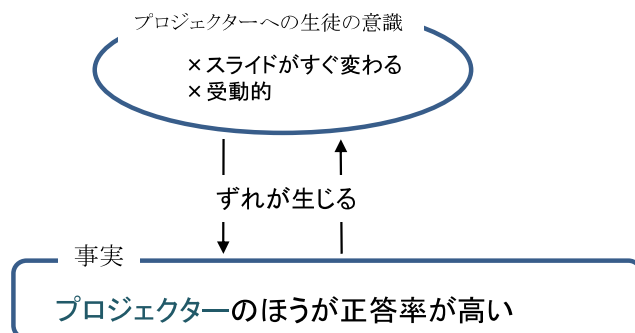
予想: プロジェクター < 黒板

実験方法

- ①黒板とプロジェクターをそれぞれを用いて約10分間の授業を行う
* 内容はどちらも数学の同未修分野
- ②授業直後10分間の小テストを行う
- ③正答率を調べる

被験者—2年普通科の生徒から無作為に抽出した10名
黒板、プロジェクターに割り振る

4. まとめ



よりよい授業をつくるために

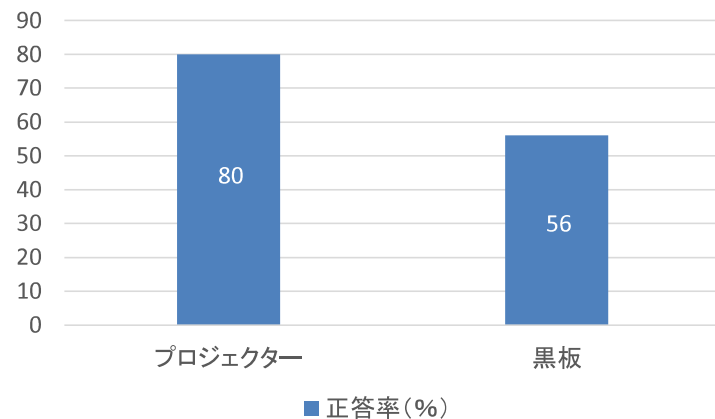
- ①プロジェクトへの固定観念をなくす
- ②生徒と教師のコミュニケーションを増やす(=対話型)

自主学習の場では

- ▶動画配信サービスの活用
- 視覚情報が整理されている
- 一時停止や巻き戻しが自由にできる

3. 実験結果

正答率(%)



プロジェクト

- ・板書時間の省略
- ・図が正確でまとまっている
- ・補足説明だと区別しやすい

黒板

- ・先生の書く動作と説明が同時

結果: プロジェクター > 黒板

参考文献

- 庄ゆかり(2013)「ICTを活用した授業における学習者分析と教育手法評価」
長友義彦(2016)「ICTを活用した授業の現状について」
文部科学省(2013)「ICTを活用した教育の効果」

友人関係構築のきっかけづくり～イベントを通して～

F10班

序論

「友達」が果たす役割

- ・趣味や余剰の共有
- ・悩み事の相談 etc...



声のかけ方が分からないなど、「友達」を作るのが苦手な人もいる

研究の目的

- ・体育祭などのイベントで友達ができる仕組みを解明
- ・友達作りを促進するゲームやイベントの開発

アンケートの実施

イベント中に新しい友達ができるという傾向がある！？



その仕組みを解明して、新しいゲームの参考にしよう！！

○校内アンケート

アンケートの目的

- ①何かを一緒にしている時のほうが友達ができやすいのか、何かを一緒に見ている時のほうが友達ができやすいのかを調べるため
- ②喜びを分かち合うほうが仲良くなりやすいのか、その人の意外な一面を見たほうが、仲良くなれるのかを調べるため

仮説: 目的をもって一緒に何かをしながら喜びをわかちあうと心の距離が縮まる



★体育祭後にアンケートを実施

- ・仙台三高前期体育祭(7月11～12日開催)後の7月19～8月17日に2年6～8組の新しい友達ができたとという28名の生徒を対象にアンケートを実施。

・質問事項

- ①体育祭を通して新しい友達ができたと最も感じた場面
 - ・競技中、応援、練習中、休憩中、その他(項目とそのエピソード)
- ②何がきっかけで仲良くなったか
 - 新しい一面を見た、喜びを分かち合った(応援中、試合中)その他

まとめ・結論

アンケートの結果から

- ・共通の目的を持つ活動が有効
- ・一緒に喜び合う経験が有効

ハーバード大学医学心理学教授セルマン氏によると

- ・共有経験を通して対人関係が成長
- ・共有したことが対人関係を永続的にする

⇒新しいゲームに含むべき要素 ①作戦を必要とする ②チームで競い合える

オリジナルゲームを開発(資料①、資料②)

今後の展望

オリジナルゲームの実践、改善、教育現場への提案

結果と考察

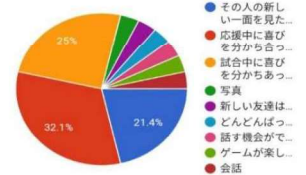
体育祭を通して新しい友達ができたと最も感じた場面

28 件の回答



何がきっかけで仲良くなりましたか

28 件の回答



結果から...

- ・目的をもって活動と一緒にしている時のほうが仲良くなりやすい
- ・喜びを分かち合うことのほうが、仲良くなりやすい



つまり...

考察

- ①目的をもって活動しながらコミュニケーションをとることで仲良くなれる
- ②一緒に喜びあうと仲間意識が生まれ、仲良くなれる

裏付けとなるデータ

実験: とある小学校のあるクラスでアメフトをやらせたところ生徒たちの親密化が図れた。

ゲームに必要な要素

- ・作戦を必要とする(コミュニケーションが取れる)
- ・チームで競い合える(喜び合うことができる)

参考文献

前青年期の親しい同姓友人関係“chumship”の心理学的意義について repository.kulib.kyoto-u.ac.jp 2019年9月13日閲覧
集団的協力を基底においた体育授業実践のための事例的研修 http://52.197.196.111/dspace/bitstream/10132/2177/1/t_takada_2007_03_rp.pdf
2020年6月27日閲覧

～オリジナルゲーム～

<想定>

- ・40人クラス→1チーム5人(全8チーム)のリーグ戦
- ・場所：体育館(最高4コート同時進行)

<ルール>

- ・開始直前に班ごとにくじ引きを行い、ランダムな配点分担を行う。5点(1名)、3点(1名)、2点(1名)、1点(2名)に分かれ、点数に対応したタグを背中に張り付ける。
- ・2チーム対抗。攻撃と守備に分かれ、両チームコート内で準備が整ったらスタート。
- ・攻撃は相手側のコートを抜け、カラーコーンをタッチすれば配点に応じた得点が入る。
- ・守備は攻撃側がつけているタグを、コート内でとる。取られた人は、すみやかにコート外に出る。点は入らない。
- ・攻撃がコート内からいなくなれば試合終了。各対戦攻守を入れ替え2回行う。

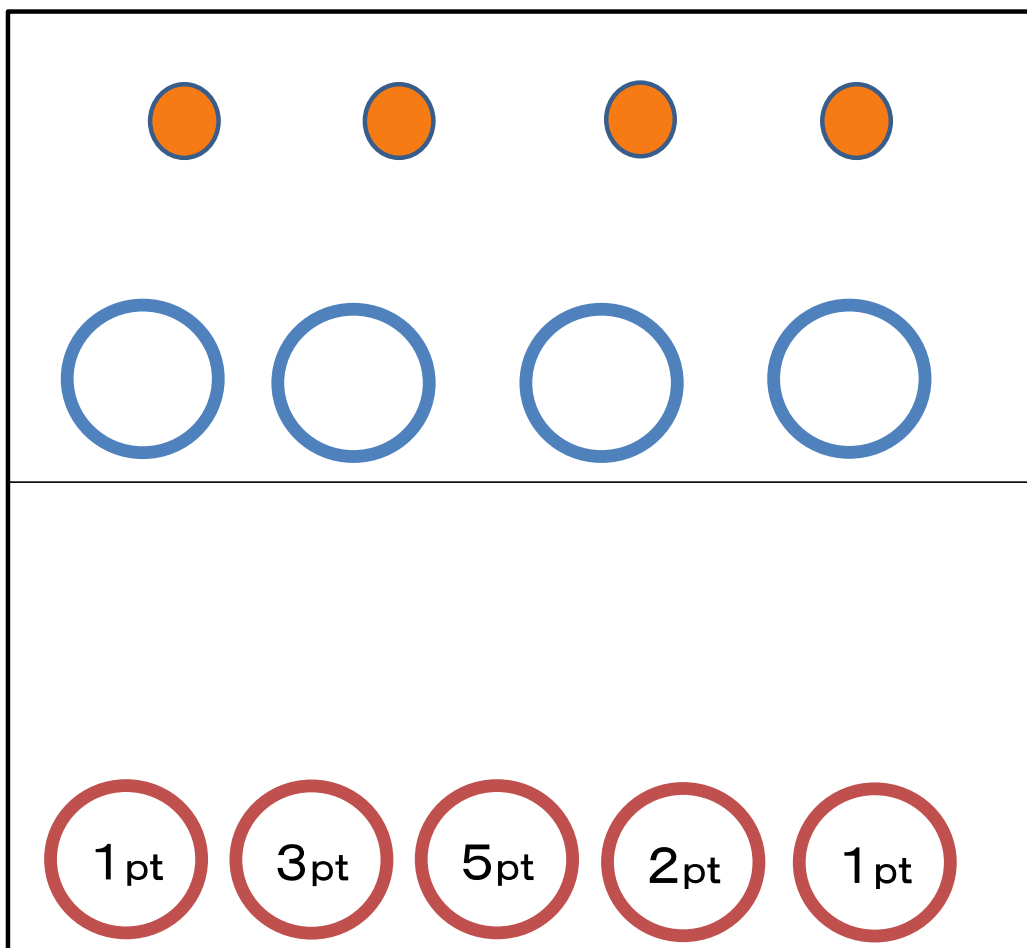
資料②

①

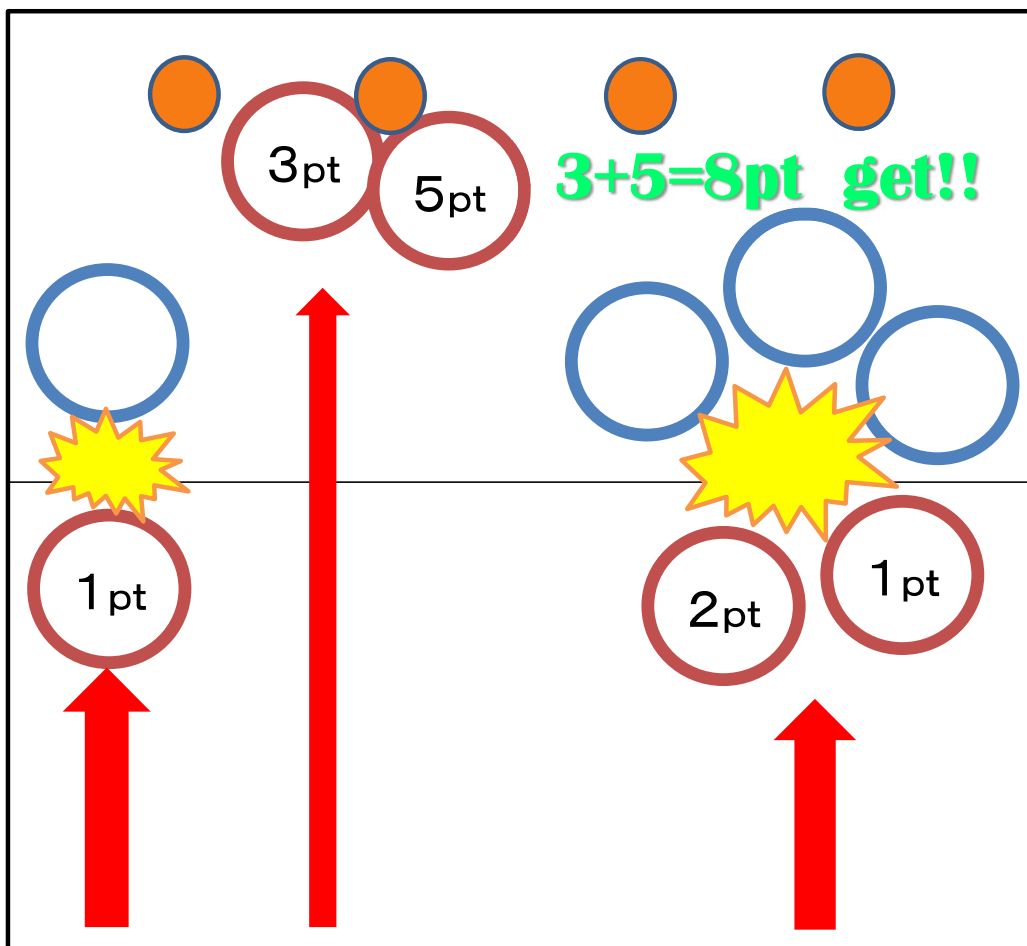
○ 守備選手

○ 攻撃選手

● カラーコーン



②



攻撃側は誰を
を囲にして誰を
いかすのか。
守備側はどう
やってまもる
のか。
勝負をにぎ
るのは作戦
です。

主体性を養う次世代の教育制度とは

宮城県仙台第三高等学校 F11班

1. 序論・仮説

<今までの教育>

量産型・均質的



<これからの教育>

主体性

まとめ・結論

教育において自主性を養うには
計画・意欲・方法の三要素が揃っている、

- ・カリキュラム選択
- ・探求活動
- ・定期テスト廃止

が行われるべきではないだろうか。

2. 材料と方法

<千代田区立麹町中学校の例>

学校の代名詞

宿題 定期テスト クラス担任制

やらされるのではなく、自ら学ぶ姿勢を育てる

主体性を育てることが目的

<リベラルアーツ>

真の教養

自由人として生きる

答えのないものへの解決力

多岐にわたる教育

メリット

視野が広がる

デメリット

専門性の精度が下がる

デメリットもあるが増加傾向にある

<調査内容>

対象：仙台第三高校2学年の先生方

質問：①上記の中学校の取り組みについてどう思うか（理由含む）
②文理を分けずに行う学習について

3. 結果・考察

《主体的な学びを構成する3要素》

計画

意欲

方法

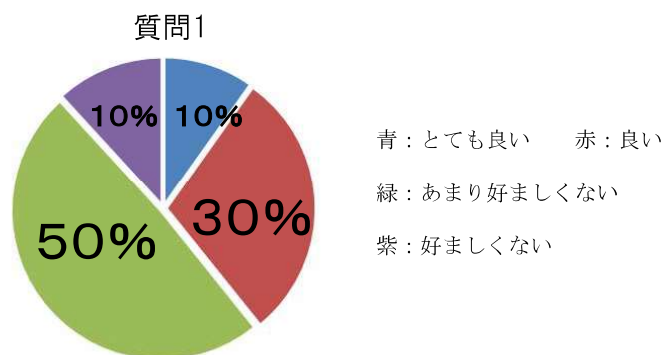
この3要素を満たす画期的な学びの仕組み

- ⇒①カリキュラム選択
②探求活動
③定期テスト廃止

①必修科目+選択科目（160以上）

②参加型→参画型（課題を探し、解決方法を考え、企画する）

③宿題・定期テストの廃止



質問2

幅広い教養を得られるから良い
しかし
入試のことなどを考えると実現はかなり難しい

参考文献

<http://www.mext.go.jp> 「文部科学省ホームページ」 <http://www.obirin.ac.jp/> 「桜美林大学ホームページ」 <http://www.osaka-matsubara.ed.jp/index.php> 「大阪府立松原高校ホームページ」
<http://www.fureai-could.jp/koujimachi-1/> 「千代田区立麹町中学校トップページ」 <https://berd.benesse.co.jp/> 「ベネッセグループホームページ」

閲覧日 すべて2019年6月21日（金）

大阪万博と持続可能な経済社会

宮城県仙台第三高等学校 文系 経済・経営・社会 G-1

はじめに

- ・5年以内に2つの大規模イベント
(2020 東京五輪～2025 大阪万博)
→経済面の成長に期待!

好景気の持続は可能か?

方法

- ・万博の開催目的を基に、経済面でどのような影響が及ぶか調べる。
- ・過去開催の万博と比較を行う。

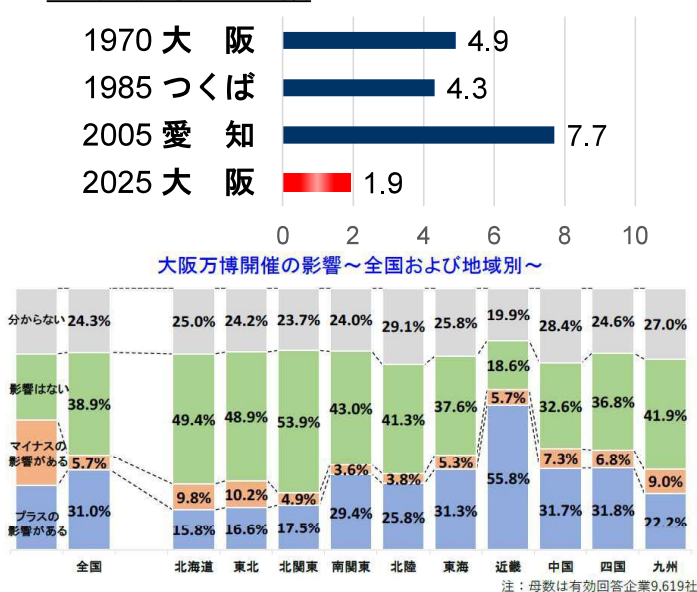
調査内容

◇2025 大阪万博がめざすもの

☒ 国連が掲げる持続可能な開発目標(SDGs)
が 達成される社会

☒ 日本の国家戦略Society5.0の実現

◇経済効果の比較



まとめ・結論

**大阪万博は経済的な
好影響をもたらす**

- ・東京五輪の5年後…景気持続が容易
- ・万博のもつ経済的影響Ⓐ
- ・新たな市場拡大の可能性も
- ・地域間での利益格差が見込まれる

影響する業界が限定的でも

日本の経済成長には間違いなく寄与

調査結果・考察

①1970年 大阪万博（アジア初）
…日本の高度経済成長を象徴
→万博は**経済的に大きく寄与する**

②万博は新技術誕生の「きっかけ」
→**技術革新や新市場創出の一助に**

③利益を受ける地域が限定的
…大阪近郊に比べ郊外は利益が少ない
→**地域間での利益格差あり**

④開催地が「夢洲（人工島）」
AIにフォーカスしたテーマ
→大阪周辺に加え、**建設業や
テーマ関連の業界にも好影響か**

参考文献

- ・一般社団法人2025年日本国際博覧会協会
<https://www.expo2025.or.jp/>
- ・株式会社 帝国データバンク
<https://www.tdb.co.jp/report/watching/press/p190108.html>

- ・愛・地球博の経済効果について - EXPO 2025
http://www.expo2005.or.jp/jpn/press/press051109_11.html
- ・2025年大阪万博が決定、55年ぶり
- 2018年11月24日 日本経済新聞 朝刊

人口増減と経済状況の変化

G2班

1. はじめに

少子高齢化が進んでいる！

→地価？地方交付税交付金？景気変動？



様々な地域の取り組みを参考に
少子高齢化の解決策を探す

2. 調査内容

○仮説

- ・国からの助成金の用途と人口増減は関係ある
- ・景気変動と出生率には関係がある



○検証方法

- ・人口増減と経済政策について
 - ①国ごとの比較
 - ②都道府県ごとの比較
 - ③宮城県内の市町村ごとの比較
- ・景気変動のグラフと出生率のグラフの比較

3. 結果 ～国ごとの比較～

○日本(少子高齢化)

- ・外国人労働者の受け入れ
- ・子供・子育て支援制度
- ・家庭の子育ての考え方の改善

○フランス

- ・家族手当の支給
- ・子供が3人以上の家庭の減税

○スウェーデン

- ・両親保険制度
- ・サムボ制度
- ・スピードプレミアム制度

※3, 4, 5, 6, 7

4. まとめ・結論

- ◇景気変動と出生率には関係がある
 - ◇助成金の用途と人口増減には関係がある
- 出生率を上げるには…

- ・子供に関する施設を増やす

Ex. 幼稚園や小学校など

- ・親も子育てしやすい環境に

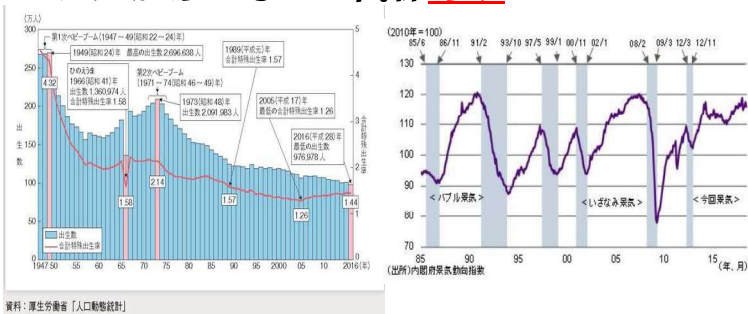
Ex. フランスの家族手当、スウェーデンの両親保険制度など

- ・様々なサービスや事業などを行いお金のサイクルを作る

～日本の出生率と景気変動～

→ラグがあるものの関係あり

※10



～都道府県ごとの比較～

○沖縄(人口増加)

- ・子ども医療費助成制度
- ・子育てセーフティネットの充実
- ・Uターン、Iターンの環境整備 (H30)

○秋田(人口減少)

- ・「あきたわか杉夢っ子プラン」(H17)→失敗
- ・秋田県子ども・子育て支援条例(H27)→継続

※令和元年7月現在65歳以上の割合…37.1%

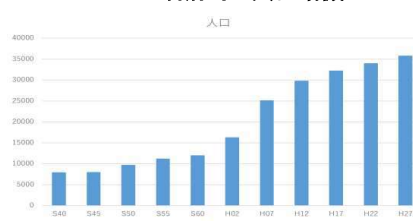
※8,9

～市町村ごとの比較～

人口増加地域の特徴

- ・製造業、商業の集積
- ・アクセスが良い
- ・子育て世代の割合が高い

※1 利府町の人口増減



※2 丸森町の人口増減



参考文献

※1 宮城県宮城県利府町の人口推移 1947年～2016年(昭和22年～平成28年)、国勢 調査人口統計推移 1947年～2015年(昭和22年～平成27年)

※2 宮城県伊具郡丸森町の人口・人口増減率・人口密度の推移 1925年～2015年(大正14年～平成27年)

※3 少子高齢化の原因と対策！日本の現状と今後の課題を考察 ※4 少子高齢化の対策を考える！政府や個人ができる対策を紹介します！ ※5 ランキング&比較特集 ※6 出生数・出生率の推移；子ども子育て本部 - 内閣府 ※7 福祉の国、スウェーデンの少子化対策とは？ ※8 沖縄県人口増加計画/沖縄県 ※9 秋田県子ども・子育て支援条例/美の国あきたネット ※10 戦後最長が見えてきた経済回復/三菱UFJリサーチ

日本のキャッシュレスの未来

G3班

序論

近年、「キャッシュレス」という言葉をよく耳にする。スマートフォンの普及に伴い、キャッシュレスについてのCMや広告が増え、日本政府も消費者還元事業を行っており、日本国内でキャッシュレス化の機運が高まっていると言える。しかし、日本のキャッシュレス普及率は他国と比べ高いとは言えない。

そこで、現在よりも日本でキャッシュレス決済を普及するための方法を考察していく。

結論

これからの日本政府には、大企業はもちろん、中小企業や小売店との連携を積極的に図るための政策、また、国民の意識を脱現金に向けるための大胆な政策をとる必要があると考える。私たちは、韓国のようにキャッシュレス決済を行うことにより国民に大きなメリットが生じる制度を企業との連携の元に作ることを具体的かつ現実可能な政策として提案する。

海外の現状

韓国では所得控除政策により現金で支払うよりも、クレジットカードで支払ったほうが、国民が収めなければならない税金の金額が少なくなっている。また、宝くじ参加権の付与により、消費者が店舗でクレジットカード決済をした際に、その購入額が1,000円を越えると、レシートに宝くじの抽選番号が付与され、その当選金である一億八千万円が手に入る可能性がある。

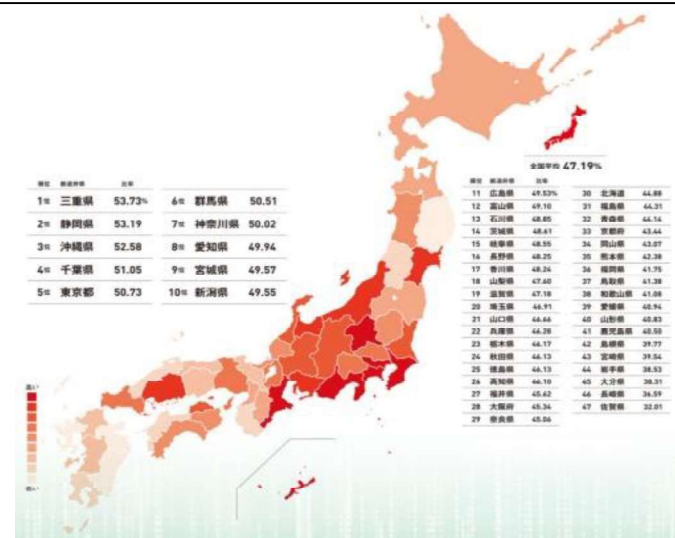
スウェーデンでは脱現金化が進んでおり、北欧ゆえに冬季の現金輸送にコストがかかることに加え、90年代初頭の金融危機を契機に、国を挙げて生産性向上に努めてきた。また、国だけでなく、企業も可能な限り現金を使わないような環境を整備している。

	キャッシュレス比率(※)			同期間におけるキャッシュレス化進展の施策例
	2007	2016	07年-16年	
韓国	61.8%	96.4%	+34.6%	✓ 非現金決済利用時の消費者向け税還付制度の拡充(還付率や対象の拡大) ✓ 小規模加盟店向け加盟店手数料の規制 ✓ ロンドン五輪(2012年)を契機とした政府主導の非接触決済(デビットカード)普及促進、決済インフラを担う専門組織による決済の高度化
イギリス	37.9%	68.7%	+30.8%	✓ 国産決済サービス(デビットカード)EFTPOSの非接触決済対応 ✓ インターチェンジフィー等の手数料規制
オーストラリア	49.2%	59.1%	+9.9%	✓ 国家の電子化に早くから取り組んでいたほか、近年政府による「スマートネーション構想」のもと、キャッシュレス社会実現にかかる施策を推進中
シンガポール	43.5%	58.8%	+15.3%	✓ 政府によるペニー硬貨の廃止や小切手の廃止 ✓ 低廉なインターチェンジフィー水準に関する当局と国際ブランドとの合意
カナダ	49.0%	56.4%	+7.4%	✓ 政府による脱現金社会に向けた法的な手当て(ex.店頭での現金決済お断り等)
スウェーデン	41.9%	51.5%	+9.6%	✓ VISA・MasterCardが中心となりカード決済普及を促進、近年は非金融事業者による決済サービスが普及
アメリカ	33.7%	46.0%	+12.3%	✓ 現金支払い上限(1,000ユーロ)の設定 ✓ インターチェンジフィー規制の導入
フランス	29.1%	40.0%	+10.9%	✓ 国産のデビットカードシステムRupay開発・普及促進のほか、加盟店手数料の上限設定
インド	18.3%	35.1%	+16.8%	✓ 政府主導で「デジタルインド計画」を推進中
日本	13.6%	19.8%	+6.2%	✓ 電子マネーの利用が拡大しているものの、引き続き現金志向が強く、キャッシュレス化進展せず
ドイツ	10.4%	15.6%	+5.2%	✓ 現金志向が強く、キャッシュレス化進展せず
中国(※※)	(参考) 約40% (2010年) → 約60% (2015年)			✓ 北京五輪(2008年)を契機とした政府主導の銀聯カードの普及促進 ✓ インターチェンジフィー・加盟店手数料等規制による「アक्सペサンス促進」

(※) キャッシュレス比率は、(カード決済(電子マネーを除く) + E-money決済) / 累計最終消費支出より算出(ともにUS\$ベースで算出)
(※※) 中国については、Better Than Cash Allianceレポートより参考値として記載

日本の現状

日本でキャッシュレス化が進まない理由として現金への信頼性が高いことが挙げられる。日本国内は治安が良く偽札が少ないことによりキャッシュレスに頼る必要がない。また、キャッシュレス決済が使える店舗が限られていることも大きな要因の一つだ。右の図から、地域格差があることもわかる。都市部ではキャッシュレス決済の加盟店などが多く、交通網も発達していることからキャッシュレス決済やICカードの利用者が多くいることがわかる。



参考文献

<https://insight.infcurion.com/global/cashless-worldtrip-vol6/>
https://www.lifehacker.jp/2019/04/cashless_merit_demerit.html
株式会社日経リサーチ「キャッシュレス決済実態調査」
博報堂生活総合研究所「お金に関する生活者意識調査」
「キャッシュレス・ロードマップ」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon/dail4/siryou2-1.pdf>
経済産業省「キャッシュレスの現状と今後の取組」

日本の教育をよりよくするために

G4班

研究の目的と仮説

- ・将来多くの仕事がAIに奪われると言われている
- ・人間は新しいものを生み出すという点で優れている

→そのような能力を学校教育で開発する必要がある

=時代の変化による意味のある教育の価値観の変化

結論

内装化ができる企画を行い、経験を積む

例) ホテル、コンサルティング業界

→コミュニケーションの理論学習、地域再生プロジェクトの体験

IT業界

→合宿形式で事業創造のメカニズム、新規事業立案、フィードバック

学校の場合→校外での交流、科学系の体験会

調査内容

経営において 業績=モチベーション×能力

能力のみ・・・ある程度の効果は期待できる

モチベーションのみ・・・できる職種はAIに劣る

○意味のある教育の定義、価値観

→就職や仕事など将来において学んだことが役立った
と実感できる教育

例) 汎用能力

問題点・生徒の能力開発ができていない？

→生徒の能力開発ができる教育への転換

*能力開発…生徒（部下）の能力を発掘させられるように育成すること。
経営の要素の一つ。

*汎用能力・・・将来的に様々な職種で必要(IT, 英語、会計、資格)

○能力開発ができる人の条件

→専門性を持っていて内装化ができる企画が行える

*内装化・・・アウトソーシングによって同じような人材を作らない
→特徴を持たせる

→生徒の能力開発ができる

+ α 企画の中にモチベーションが上がる要素を入れる

→最大限に能力を発揮できる生徒になる(企業における
業績アップ)

仕事を奪われそうな職種		仕事を奪われそうにない職種	
職種	奪われる確率	職種	奪われる確率
電話による販売員	99%	医師	0.40%
データ入力	99%	小学校などの教師	0.40%
銀行の融資担当者	98%	ファッション・デザイナー	2.10%
金融機関などの窓口係	98%	エレクトロニクス技術者	2.50%
簿記・会計監査	98%	情報通信システム管理者	3.00%
小売店などのレジ係	97%	弁護士	3.50%
料理人	96%	ライター・作家	3.80%
給仕	94%	ソフトウェア開発者	4.20%
タクシー運転手	89%	数学者	4.70%
理髪業者	80%	旅行ガイド	5.70%

内装化ができる企画

能力開発

参考文献

<https://www.co-media.jp/article/11088> 「人工知能の発達によって将来「なくなる仕事・なくならない仕事」

フィリピンに起業しよう

宮城県仙台第三高校

G5班

1. 背景・目的と仮説

起業したい、経営を学びたい

↓
経済について調べるうちに社会問題との関係に興味を持った。

↓
世界で大きな経済問題を抱えている国を探した

↓
フィリピンで大きな経済問題が発生していると知った

↓
フィリピンで起業して雇用し利益と社会問題の解決との両立を図る企業を造りたい

まとめ・結論

目先の利益ではなく将来を見据えた教育、指導を重要視する

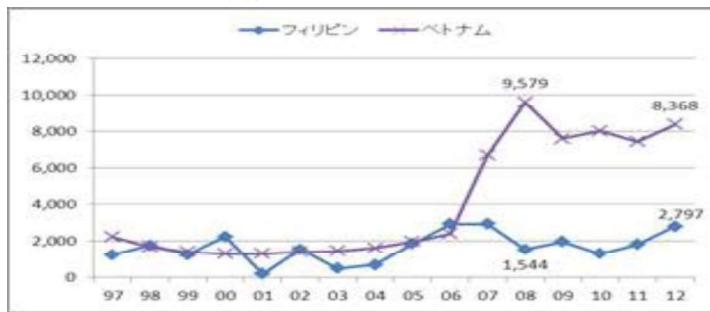
結果・考察

起業と社会問題を関連付けた際、今現在の社会問題を解決する糸口として電子産業を通じた地域に根付く企業の展開をする必要があると感じた。また起業した際のビジョンとして海外の有名企業との関係を持つことが結果として利益を生み、経済格差や雇用数の問題に対しての直接的な解決方法になるのではないだろうか。

フィリピンが抱えている問題点とは

- ・産業が発達していない。BPO産業を取り込めない
- ☐個人零細商店が市場を占めている
- ・失業者が多い、雇用が少ない
- ⇒地域に直接影響を与える企業がない
- ・電子産業に関しての輸出額が少ない
- ⇒材料の輸入元が少ない

世界からの直接投資額推移
(国際収支ベース 単位: 百万ドル)



この問題を解決することでみられる効果とは

「BPO産業の増加」

ネームブランドがある企業が入るため
地域経済が活性化する

「雇用の増加」

所得の増加により個人の支出額が
上がり国内の経済が発展

「電子産業の発展」

インターネット環境の普及により
世界とのコミュニティが築ける

「起業と関連付けたとき私たちはどのようにアプローチしていくべきか」

- ・フィリピン国内の嗜好や国民性を理解する
- ・業種にかかわらず電子産業に焦点を当てた企業作りを目指す
- ・経済格差の解決に向けて技術指導などの将来を見据えた企業づくりを目指す

参考文献

<https://www.yamada-global.com/report/philippines-advance/>

松島の人口流出から考える観光業

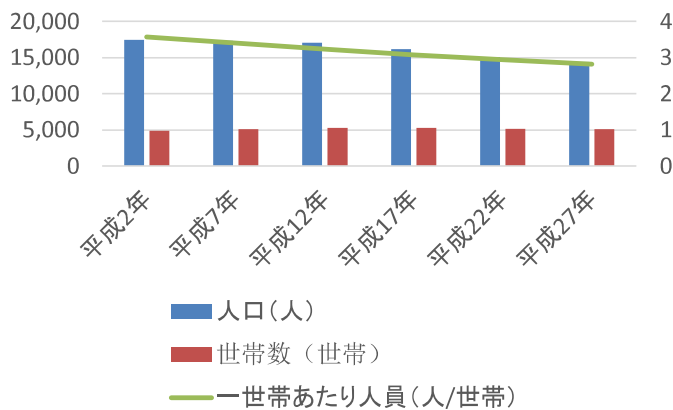
G6 班

1. 序論

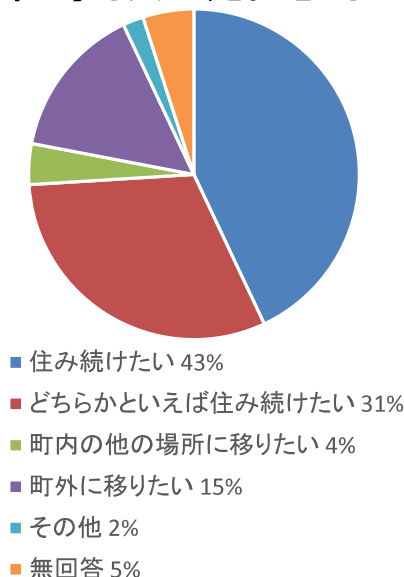
松島を訪れる観光客数は、日本三景の中で1番である。それに関わらず、松島町の人口が仙台市の人口の100分の1に満たないのは、なぜだろうか。

2. 資料

人口、世帯数、一世帯あたり
人員の推移



松島町民の定住意向



医療施設や商業施設などが少なく、町民の満足度は低い。社会福祉の面でも同様である。

4. まとめ・展望

- ・来訪者のためだけでなく、地元の人のための政策の考案が必要。
- ・観光客が松島を訪れるだけに留まらず、そこでお金を消費するシステムの再構築が必要。

3. 考察・結果

松島の問題は雇用問題！



定住者の増加！！
(ex. COTONIOR GARDEN 新川崎)

- ・医療施設や商業施設が充実していないことから、若者の老後への不安が発生。
- ・仙台からのアクセスが良好である故に、宿泊施設にとっては大打撃。

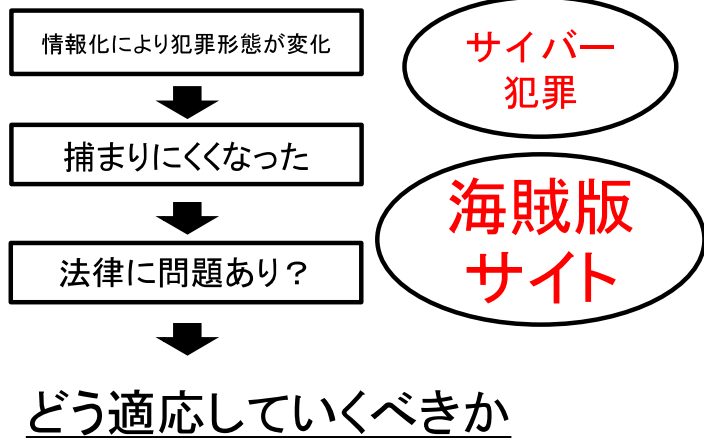
参考文献

<http://www.town.miyagi-matsushima.lg.jp/index.cfm/7,22955,c.html/22955/20181213-160458.pdf>
<http://www.town.miyagi-matsushima.lg.jp/index.html>
<http://www.jrtk.jp/cotoniorgarden/shinkawasaki/> <https://tourism.rikkyo.ac.jp/>

法律は社会変化に適応するべき

宮城県仙台第三高等学校 G7班

1. 背景・目的



4. まとめ

海賊版サイト対策において、**権利の保護**と**公正な利用**のバランスが重要である

社会変化に伴う法改正において、改正によっておこる利害を最低限考慮しなければならない

2. 調査

著作者の権利 * ()内は著作権法

- **著作者人格権** ▪ **著作権** (17条)
- **複製権** (21条)
- **公衆送信権** (23条)

著作権侵害に対する救済

- **差止請求権** (著作権法112条)
 - **損害賠償請求権** (民法709条)
 - **刑事罰** (著作権法119条)
- ➡「はるか夢の址」運営者に実刑判決

国境をまたいだサイト運営

準拠法、国際裁判管轄

サイト運営者の特定

- **憲法第21条**
集会、結社及び言論、出版その他一切の表現の自由は、これを保障する。
検閲は、これをしてはならない。通信の秘密は、これを侵してはならない。
- **電子通信事業法第4条**
電気通信事業者の取扱中に係る通信の秘密は、侵してはならない。

3. 考察

サイト運営者の特定は困難

利用者が海賊版サイトを使わないようにすればよいのでは

* 利用者が侵害と認定される例外

著作権を侵害する自動公衆送信を受信して行うデジタル方式の**録音又は録画**を、**その事実を知りながら**行う場合 (著作権法30条)

- 漫画は録音又は録画の著作物ではない
- 条文の曖昧さ

改正する必要がある

しかし、利用者が法的制裁に怯えて、利用せずに活動が停滞してしまうかもしれない

参考文献

- <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%9B%BD%E6%86%B2%E6%B3%95%E7%AC%AC21%E6%9D%A1>
- <https://www.dsk.or.jp/dskwiki/index.php?%E9%9B%BB%E6%B0%97%E9%80%9A%E4%BF%A1%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E6%B3%95%E7%AC%AC4%E6%9D%A1>
- <https://ja.wikibooks.org/wiki/%E8%91%97%E4%BD%9C%E6%A8%A9%E6%B3%95%E7%AC%AC30%E6%9D%A1>



メディア規制とジャパニーズカルチャー

G8班



1. 序論

日本で国民的人気を誇る漫画「ONE PIECE」は海外でもアニメ化されている。しかし、アメリカでは社会的背景により主要キャラクターの喫煙シーンが規制されていることをご存知だろうか。最近、マスメディアの発達による影響も拡大している。テレビ等で放送される映像作品からの情報は感動とともに悪影響をもたらすものもある。私たちは法律の制定とそれによる映像作品への影響を調べることにした。



まとめ・結論

グラフと年表より、法律が制定されるたびに喫煙シーンが減少していることがわかる。
特に国際的な法律が制定されてからは禁煙を呼びかける広告が画面に映ったり、アニメの登場人物たちが禁煙していたりと、視聴者に喫煙を促さない配慮がされていた。ほかのアニメでも、未成年者の喫煙シーンや、病院での喫煙シーンに批判が寄せられるといった事態も起きている。啓蒙活動によって喫煙の危険性が認識されている証拠である。
また、先述の通り、映像作品が子供に与える影響も大きい。
しかし、「タバコを吸う」ことはキャラクターにとって重要な個性であり、喫煙シーンのせいで子供が素晴らしい作品を見られなくなることへの是非も問われる。
規制が進むこの時代だからこそ、規制への配慮と物語のエンターテインメント性を両立することが必要だろう。

2. 材料と方法

私達はメディアの影響力をタバコを一例にして調べた。

2019/07/11Netflixが喫煙シーンを映画のシーンから減らすと発表したこともあり映画内のタバコについてのシーンの変化と法律の制定の相関、そしてそれによる効果を調べる。

○映画内でのタバコシーンの変化

・長期で続いている映画で主要キャラクターがタバコを吸っている映画を選ぶ
→ルパン三世を選択

・1989年～2010年まで毎年放送されていた、ルパン三世TVスペシャル17本（各90分）を視聴
→登場人物たちがタバコを吸うシーンの数をかぞえた。

※タバコが画面に映るたびに一回としてカウントした。



1回

○タバコに関する法律の制定について

・1999年に第52回世界保健総会（WHO総会）でたばこ規制のために政府間交渉会議を設立することが決定
・2000年10月から2003年2月までに6回会議が開催され、たばこの規制に関する条約への合意が成立
・2003年5月にコンセンサスによって採択

内容（要約）⇒①受動喫煙の防止

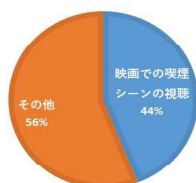
- ②たばこの包装の30%以上を警告に充てる
- ③たばこの広告、販売促進を禁止または制限
- ④未成年者のたばこ禁止のための措置

○映像が子供に与える影響

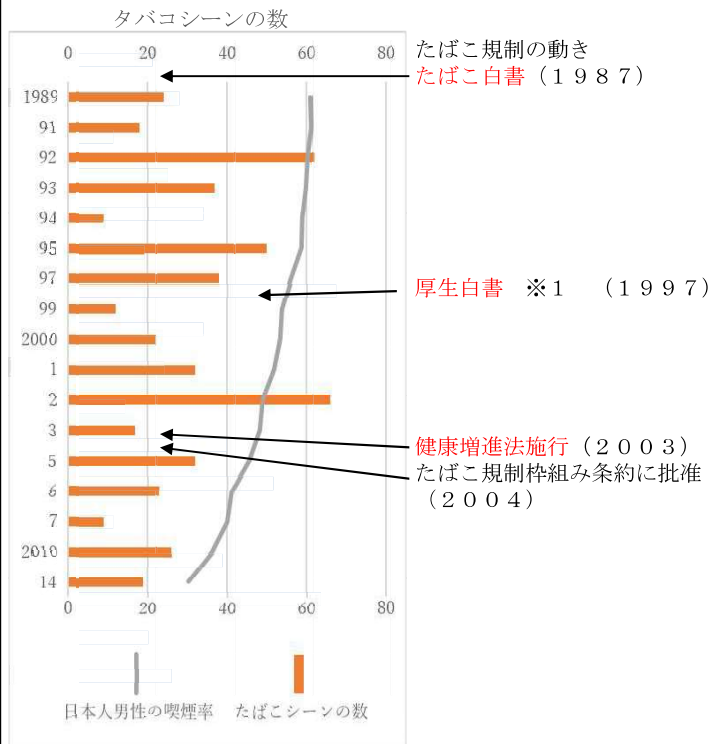
欧米では、子供が喫煙を始める理由の44%が映画での喫煙シーンの視聴だという。これは親のしつけの仕方にかかわらず見られた相関である。
また、これらの喫煙シーンの半数が未成年者向け映画であった。

喫煙を開始した理由（アメリカ）

■映画での喫煙シーンの視聴 ■その他



3. 結果・考察



- ・2000年代になるにつれて煙草のシーンは減っている。
- ・たばこ規制について動きがあるたび、たばこシーンは減っている
- ・アニメ内でキャラクターが禁煙をしていた（1993）り、飛行機のシーンで禁煙を促す広告（2003）が見られた。
- ・葉巻による喫煙は減った
- ・主要キャラクター以外の喫煙が見られなくなった

※1 厚生白書に初めてたばこの有害性を記載

参考文献

内山三郎 平成27年 テレビの喫煙シーン出現率に対する健康増進法の影響 岩手大学教育学部研究年報 第74巻 別刷
松崎道幸 平成25年 <総説>映画の喫煙シーンはタバコを吸う子供を増やす 日本喫煙学会雑誌 第8巻第4号
文部科学省 中学生喫煙防止教育用パンフレット「煙草に負けない」

日本の移民の受け入れ問題とその課題

G9班

背景

現在の日本は労働力不足。
・外国人労働者をはじめとした国外の労働力の受け入れ

→安倍政権は実質的な移民政策を打ち出した。(※1)

→今後、労働環境は改善されるか。

仮説

単純に労働力が増加するため数年後には改善が見込めるのではないか。
そのため、より多くの外国人を受け入れる体制を整えることが重要ではないか。

※1 安倍首相は移民政策ではないと否定している。

展望(改善策)

1. シェアハウス

日本人：家賃を安くし、海外の文化を日本に居ながら学べる
外国人：日本の文化を学び、治安悪化を防ぐ
+シェアハウスを農村部に建てることで都市部集中の回避

2. 企業で短期間業務を行う

日本人：企業は優秀な人材を手に入れることができ
外国人：日本社会でのマナーを学べる、労働環境に慣れる

3. 自治体の協力

日本の基本マナーの冊子を入国時に配布
自治体主導のもと外国人同士の交流の機会を増やす

各国の政策と対応、影響

ドイツ

2015年「専門人材移民法案」
→2017年小学校では30件以上の暴力事件
→好意的な印象を持つ人多 人種差別の感情もある
→2015年シリア等から100万人超 事件増加治安悪化

イギリス

→1900年代から移民の受け入れを行っている
→白人のイギリス人は44.9% 生誕男児名1位「モハメッド」
→イスラム教徒とキリスト教徒の文化対立

アメリカ

→前大統領オバマ政権での移民政策、米国生まれの子どもを持っている数百万人の不法移民の滞在を認める『DAPA』は一度も履行されなかった。そのため、トランプ大統領は撤廃すると発表。
→移民政策が支持されない理由
①現在の国民の仕事が奪われる
②治安低下
③経済面での問題（住居の手配）

結果

≪各国の調査より≫
労働力が増加した⇔国内の人が働く場所が減少。
治安が悪化。
文化的違いも多く様々な問題発生。
⇒賛成派→反対派になる国も。

考察

→国内のデメリット > 労働力の確保

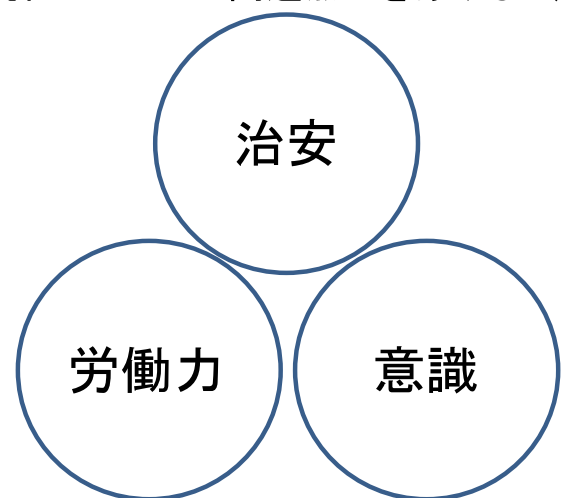
→農業、漁業といった産業の改善はあまり見込めない

→日本の治安レベルの低下は避けられない
(世界の主要都市安全性ランキング→東京3回連続1位 大阪3位)

→現在でも、外人に対して住居の入居拒否などの偏見がある

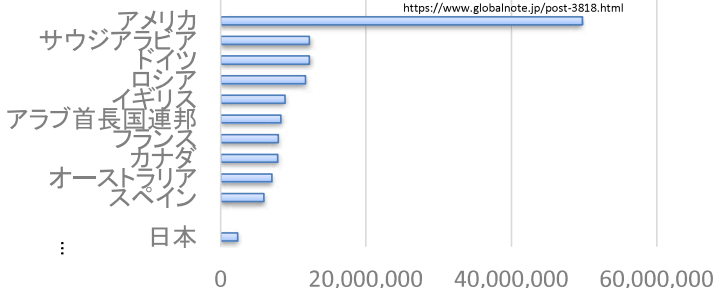
⇒今の状況だと受け入れは難しい

⇒現在の≪3つの問題点≫をあげると、

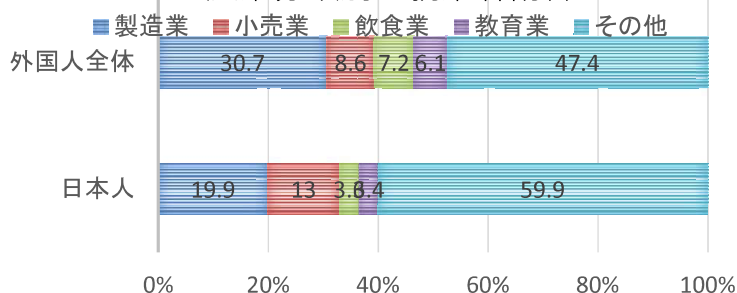


移民人口ランキング

参考: GLOBAL NOTE「世界の移民人口 国別ランキング・推移」
<https://www.globalnote.jp/post-3818.html>



産業分類別 就業者割合



フェアトレードの現実

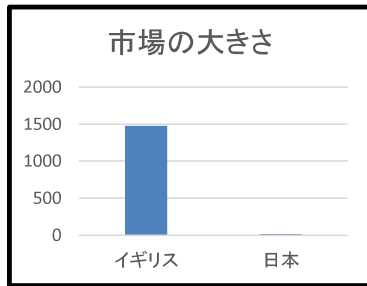
G10班

1. 序論

2015年に国連で採択されたSDGs。これは持続可能な社会を目指して作られた17の目標のことである。今日では、世界の8割を発展途上国が占めている。発展途上国の貧困問題解決のために「フェアトレード」という取り組みが行われている。フェアトレードとは、立場の弱い生産者と、立場の強い消費者の間で行われる公平な取引のことである。フェアトレードは、継続的な取引を行うという特徴があり、発展途上国の人の生活の改善に役立っているそう。フェアトレードは私たちの身近にあり、誰でも様々なフェアトレード商品を買うことができる。そこで、私たちはSDGsの「貧困をなくそう」という目標を、フェアトレードの観点から、私たちにできることを見出そうと考えた。

2. 材料と方法

イギリスのフェアトレード（以下FT）市場と日本のFT市場の比較



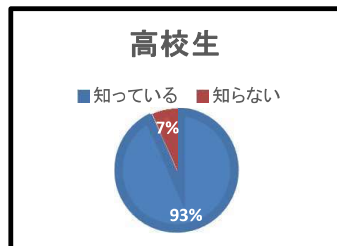
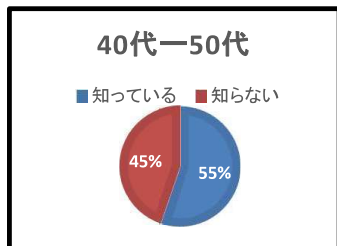
市場の大きさ

イギリス 1478億

日本 16億

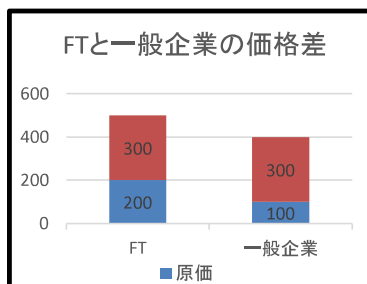
イギリスは
日本の92倍

日本におけるFTの認知度



知ったきっかけ⇒英語の授業、教科書、ニュース

FTと一般企業との価格差



FTと一般企業の価格差
＝一般企業が生産者から
搾取した価格

まとめ・結論

①フェアトレードは、特別良いことではなく、当たり前！

途上国の人々に対等な貿易ができるように手助けしているだけ。製品を購入して彼らに奉仕した、という考えを無くす必要がある。

②地域の問題への関心が、国際的な問題の解決につながる

地域とのつながりを強化することで国際的な問題の解決の糸口になるかもしれない。高校生として地域の発展に貢献する必要があると考える。

3. 結果・考察

日本でFT市場が拡大しない理由

①日本人の「奉仕」の考えによって継続的な支援につながらない：「奉仕」の考えから「当たり前」の考えに変えるべき

②生産者と消費者の関係が双方向的でない：消費者に正しい情報を届け、なおかつ身近に感じてもらう必要がある

《改善策》

フェアトレードマップの作製

目的

- ・社会問題をより身近に感じてもらう
- ・消費者を通じて地域の活性化をはかる

方法

・仙台市内のフェアトレードを扱っているお店と連携を取り、店舗の紹介、商品の原産国の社会問題と日本における貧困問題を記載。

・フェアトレードマップ作成後、様々な年代から意見や感想を聞き、それを分析することで、より効果的に社会問題を身近に感じてもらえる方法を模索する。



参考文献

- ・フェアトレードジャパン公式サイト <https://www.fairtrade-jp.org/>
- ・フェアトレードの拡大と深化—経済・社会・政治領域からの考察— 渡辺龍也
- ・なぜ日本人はフェアトレードに関心が低いのか？ NOC日本オーガニックコットン流通機構 理事長
- ・（12）つくる責任使う責任「フェアトレード」

SSH 研究発表会（神戸）
第 43 回全国高等学校総合文化祭（さが総文）
研究発表 物理部門
研究発表 化学部門

可視光通信の精度向上を目指して

宮城県仙台第三高等学校 可視光通信班

1. はじめに

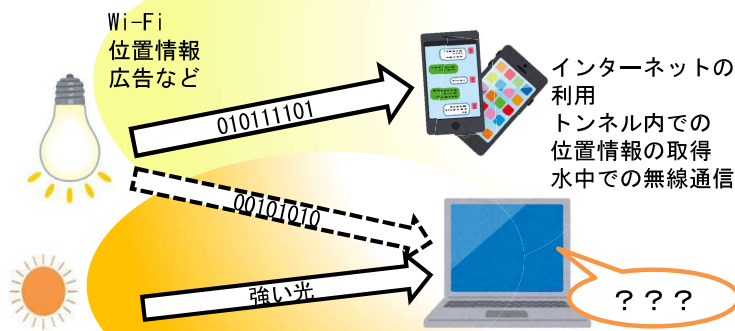


fig1. 可視光通信の原理と課題

可視光通信の特徴

光の明滅を利用する無線通信方法
既存の照明設備を利用できるため安価で設置できる

しかし…

ほかの光によって混信が起こる

2. 実験①: 周辺光の可視光通信への影響

Q. 周辺光が違っていると影響も異なるのか？

目的: 周辺光の可視光通信への影響評価

材料: 送信光LED橙 (590nm), 周辺光LED緑 (502nm)

初期設定: 受信電圧3V 基本信号「abcde」のループ信号

条件: ①送信信号とは異なる信号「12345」のループを混信させる

②懐中電灯から強い光を受信部に当て混信させる

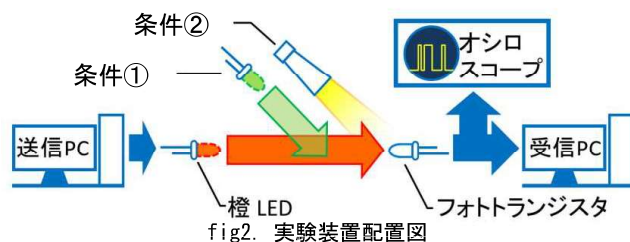


fig2. 実験装置配置図

結果

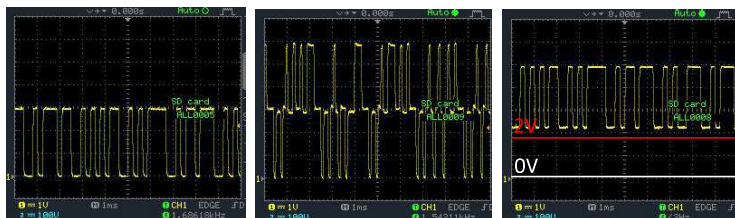


fig3. 実験①受信電圧

1. 通常受信電圧
(周辺光無し)

受信電圧: 3V

信号: 「abcde」のループ
通信が失敗する要因は条件によって異なる

2. 条件①
通信失敗

他のデータが
混信し、「abcde」の
信号が乱れてしまった

3. 条件②
通信失敗

受信する光量が大幅に
増加し全体の電圧が受
信基準電圧を上回った

考察・展望

周辺光を取り除くことで混信を防げる

正確な通信には光学フィルタが必要

より実用的な方法による波長識別
⇒カラーセンサ、イメージセンサ等を用いる

3. 実験①による仮説

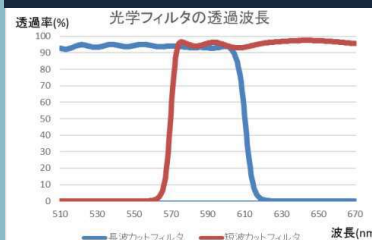


fig4. 光学フィルタの透過波長域

光学フィルタ

特定の波長の光のみ通す

波長の選別、光量の減少が可能

どの条件でも混信を防げる

4. 実験②: 光学フィルタを用いた通信

目的: 光学フィルタを用いて、周辺光の影響を除去する

材料: 実験①と同様のLED

光学フィルタ①透過波長域 (570nm～)

光学フィルタ②透過波長域 (～610nm)

方法: 実験①の受信部に光学フィルタを取り付けた

570nm～610nmの波長のみ通す

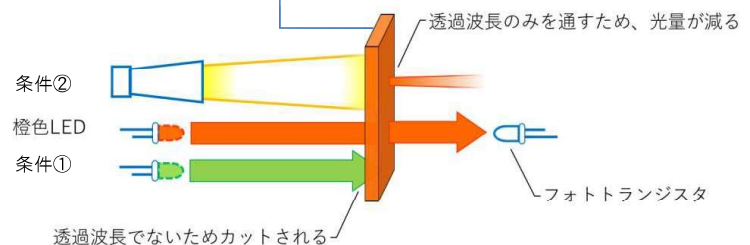


fig5. 光学フィルタの配置

結果

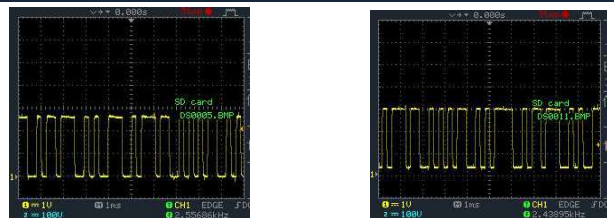


fig6. 実験②受信電圧

1. 条件①

通信成功

波長の異なるLEDで送信した信号
を取り除くことができた

2. 条件②

通信成功

光量を大幅に減らすことができた

周辺光となる波長を取り除くことで通信
精度を上げることができる

参考文献

「可視光を利用したトランスミッタの試作」 <http://www.tetras.uitec.jeod.or.jp/files/data/201001/20100105/20100105.pdf>

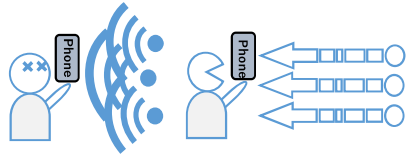
「可視光通信とは」 <http://www.naka-lab.jp/vlc/aboutvlc6.html>

Improvement of accuracy of visible light communication

Miyagi Prefecture Sendai Daisan High School

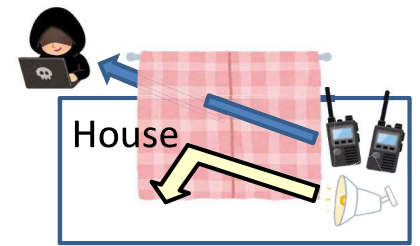
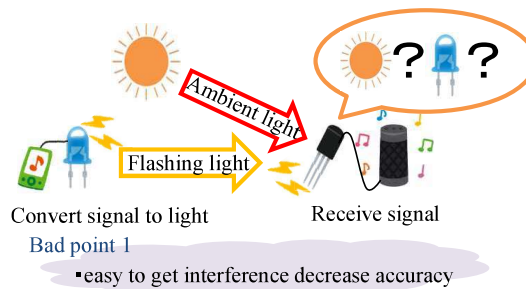
1. Purpose and background

What is visible light communication?



Good point 1

- hard to crowd



Good point 2

- keep own privacy safety

① More accurately by slowing the transmission speed

② More communicate accurately using red by a small refractive index

3. Experiment 1

• Purpose

To check communication speed suitable for visible light communication

• Method

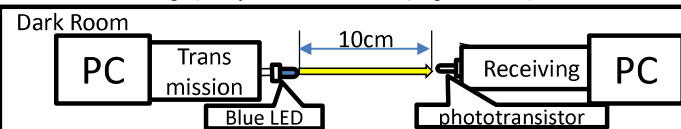
We change transmission rate to 110~57,600bps in a darkroom.

Distance of a transmitter and the receiver is 10cm.

We sent 400 characters "a".

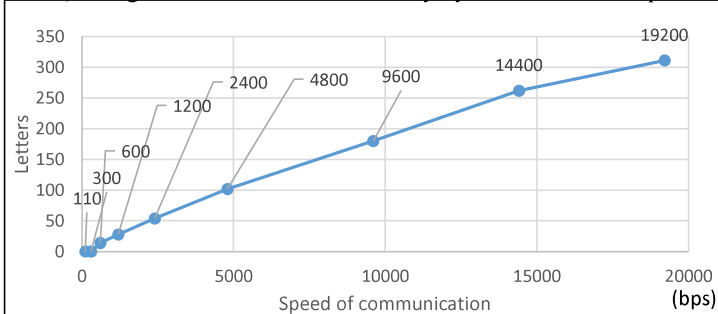
We measure and take the average of three times.

Fig.3) Layout of the device (Experiment 1)



4. Result of Experiment 1

Tab.1) Change in communication accuracy by communication speed



- As the communication speed was increased, the number of characters that could be received increased.
- It could not receive characters at speeds above 38,400bps.

Discussion1

- Increasing the communication speed, the communication accuracy also increases.
- Limit of phototransistor not to be able to communicate more than 19,200bps.

Future work1

- Why the accuracy decrease when speed of communication become slow?
- Why the accuracy increase when speed of communication become fast?

5. Experiment 2

• Purpose

To measure relationship between color of transmitted light and distance of communication by using Full color sensor.

• Method

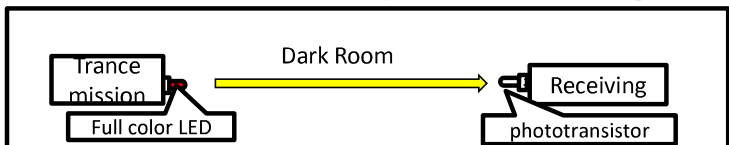
We change the color of transmitted light by using Full color LED.

We sent 400 characters "a".

The communication speed is 9600bps.

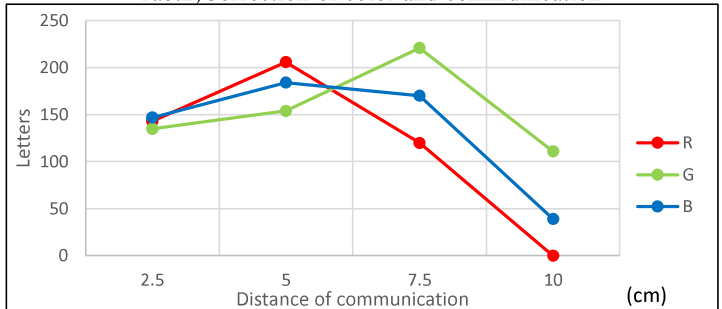
• material Full color LED

Fig.4) Layout of the device (Experiment 2)



6. Result of Experiment 2

Tab.2) Correction of color and communication



- Red light received most when communication distance is 5 cm.
- Green light was received most when the communication distance was 7.5 cm.
- As the communication distance increases, the number of characters that can be received decreases in order of red, blue, and green.

Discussion2

- Extreme blue result was not found.
- There is no relationship between the refractive index and the communication accuracy.
- There is a difference in the distance the characters can receive the most because of the color difference.

Future work2

- Find blue extreme
- Creates more exact graphs from it.
- Why it contradicts the hypothesis?

Previous Experiment

「可視光を利用したトランスミッタの試作」 <http://www.tetras.uitec.jeet.or.jp/files/data/201001/20100105/20100105.pdf>

「可視光通信とは」 <http://www.naka-lab.jp/vlc/aboutvlc6.html>

Improvement of accuracy of visible light communication

Miyagi Prefecture Sendai Daisan High School

1.background

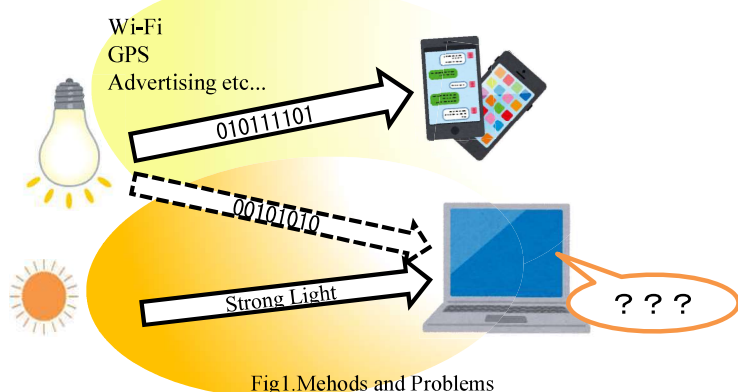


Fig1.Mehods and Problems

Features

- Method is to use flash light
- Not use wavelength as the resources
- Be able to use cheaply

However...

Occur mixing with ambient light

5.Conclusion and Future work

Possible to decrease the effect

Need the device like optical filter

Make the distinction device of wavelength

3.Hypothesis

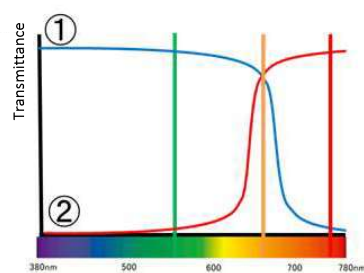


Fig4. Wavelength range of optical filter

Optical filter

Through light which have specific wavelength

Prevent interference by cutting the others

2.Experiment 1

Q.IS the effect different if ambient light is different ?

Purpose: Measure the effect on the visible light communication by ambient light

Methods: Send a signal which is loop of "abcde"

- Then... ① Send signal which is loop of "12345" using a green LED
② Expose a receiving PC to strong light using a flash light

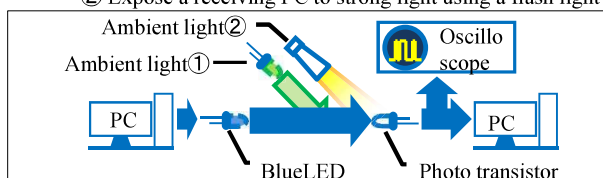
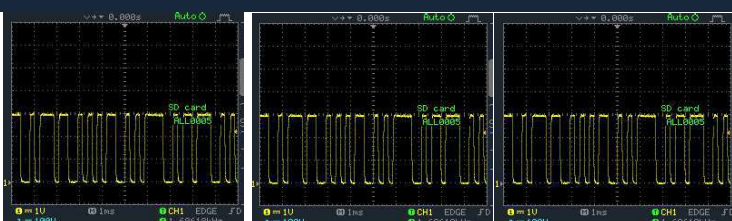


Fig.2 Layout of experimental device

Result



1 通常受信電圧
(周辺光無し)
受信電圧: 3V

Fig.3 実験①受信電圧
2. 方法①
通信失敗
混信し、「abcde」の
信号が乱れてしまった

3. 方法②
通信失敗
受信する光量が大幅に
増加し全体の電圧が受信
基準電圧を上回って
しまった

**周辺光の種類によって通信を阻害
する要因は異なる**

4.Experiment 2

Purpose: Remove the ambient light using the optical filter

Method: Add the optical filter to the receiving PC

Material: Red LED(630nm) Orange LED(590nm) Green LED(502nm)
Optical filter(000nm~000nm) Optical filter(000nm~000nm)

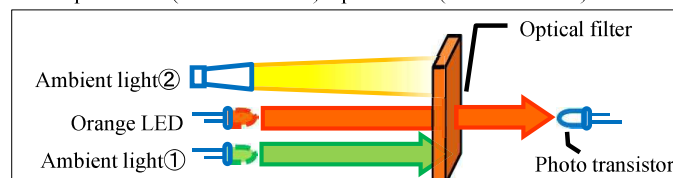
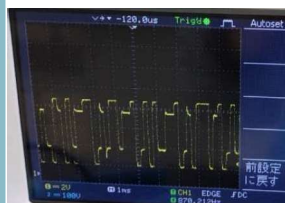
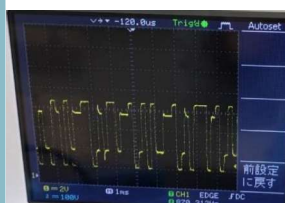


Fig5.Layout of optical filter

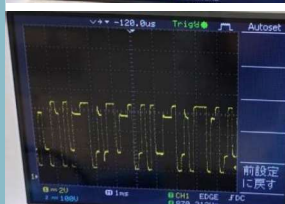
Result



1 方法③の受信電圧(懐中電灯、緑色LED)
通信成功



2 方法①の受信電圧(周辺光: 緑色LED)
通信成功



3 方法②の受信電圧(周辺光: 懐中電灯)
通信成功

Fig6. 実験②受信電圧

参考文献

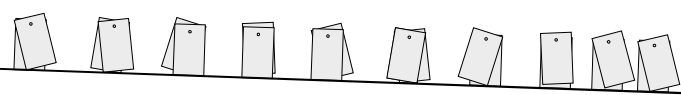
「可視光を利用したトランスミッタの試作」 <http://www.tetras.uitec.jeed.or.jp/files/data/201001/20100105/20100105.pdf>
「可視光通信とは」 <http://www.naka-lab.jp/vlc/aboutvlc6.html> 223

やじろべえ型受動歩行機はいかに歩くか

宮城県仙台第三高等学校 千葉 渡 高橋駿斗 辻本武

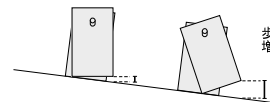
背景

受動歩行は**重力のみを用いた**歩行
自律的に斜面を下る
人為的な制御を受けないため
受動歩行は純粋な物理現象としての解析に適している



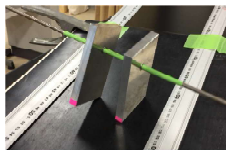
横揺れによって荷重を交互に片脚に移す

荷重から解放された脚は振り子運動で前方へ着地し、次に荷重が移動する



歩幅と位置エネルギーの増減は対応する

前年度の研究



↑ やじろべえ型受動歩行機

受動歩行機の歩行概念を漸化式として表現することで

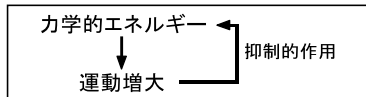
不安定平衡的性質の存在が判明

歩幅などある値を一度超えれば増大 下回れば減少し続ける 同じ値をとり続けることが難しい

しかし、特定の傾斜では**安定平衡的**な自律性が見受けられた

歩幅などある値を超えると減少 下回れば増大 同じ値をとり続けやすい

それは何らかの**負のフィードバック的機能**の存在を示唆している



力学的エネルギーを減少させるには
外的な力による仕事が必要

ある程度の運動規模を
保ちながら長く歩行継続

(漸化式)

$$\begin{aligned} H_{n+1} &= f(W_n) + f(L_n) \\ U_{n+1} &= f(H_{n+1}) \\ S_{n+1} &= f(U_{n+1}) \\ L_{n+1} &= f(S_{n+1}) \\ W_{n+1} &= f(L_{n+1}) \end{aligned}$$

H: 重心の落差 m: 機体の質量
W: 歩幅 g: 重力加速度
L: 持ち上げ
U: 位置エネルギーの変化量
S: 横揺れの運動速度



仮説: 摩擦力に仕事をされることで負のフィードバック的機能が有効になり
力学的エネルギーが抑制される

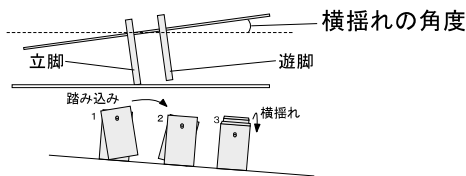
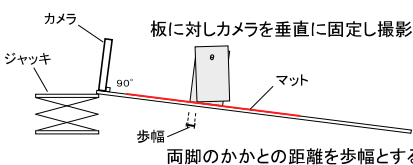
目的

やじろべえ型受動歩行機の歩行における安定平衡と摩擦力の関係を解明する

研究材料・方法

歩幅が任意の値をとるように遊脚のかかとが接地する位置を定め
静止した状態から手を静かに放して歩行を開始させる

設定した歩幅での踏み込みで生じる横揺れを撮影
画像から角度を測定



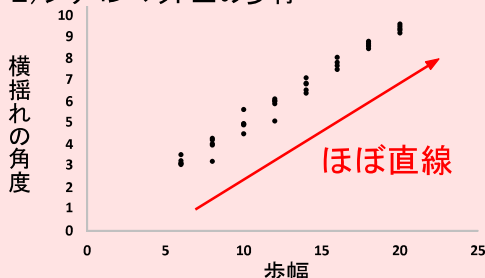
ゴムマットとシリコンマットそれぞれの上で歩かせ、摩擦力の差に関する対照実験を行う

実験結果

1) ゴムマット上の歩行



2) シリコンマット上の歩行



考察

- 1) ...歩幅に対して横揺れが大きくならなかったときは「すべり」が確認された
- 2) ...「すべり」は確認されず、歩幅と横揺れの大きさは強い相関を保っている

→ 「すべり」によって力学的エネルギーの大きさが抑制されている※

- 1) ...どの場合も歩幅の変動を経て最終的に歩行が安定、継続
- 2) ...安定、継続する場合は限定される ほとんどがすぐに停止

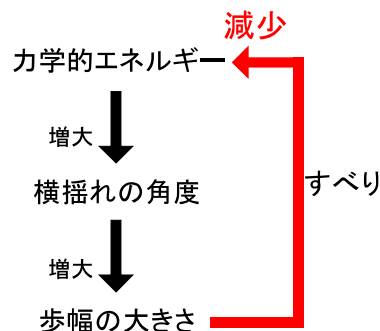
→ 「すべり」があるほうが安定する

「すべり」による抑制的效果が安定均衡を生んでいる

これまでの実験でもゴムマットを使用しており、歩行が継続する傾斜は実験の度に異なっていた
実験結果のばらつきは人為的なものではなく、摩擦力が気温や湿度に左右されることが原因だった可能性が高い
三次元的な受動歩行を定量的に扱うことを阻んでいた要素の一つといえる

※すべりによる抑制的效果は
動摩擦が機体に仕事をするために
生じると思われ、機体の
力学的エネルギーが減少して
横揺れが抑制されると考えられる

負のフィードバック



十分なエネルギーによって運動が
増大を続けている状態が前提である

結論

すべりによる力学的エネルギーの抑制は
安定平衡の要因の一つである

展望

・歩行は地面の状態に大きく影響を受ける
人体にも地面の感触からのフィードバックが存在する可能性
我々の歩行において地面と鞋底の摩擦が過大でも過少でも歩きにくい
加えて対応・順応が可能である

・やじろべえ型とヒトとの共通性あり
安定した歩行継続の要件も一部共通しているのでは？

参考文献

- 1) 観察による歩行分析 Gotz-Neumann著 月城慶一, 山本澄子²⁾辻原義弘, 盆子原秀三 訳 医学書院, 2005年
- 2) 受動歩行ロボットのすすめ～重力だけで歩行する二足歩行ロボットのつくりかた～ 衣笠哲也, 大須賀公一 著 コロナ社, 2016年

やじろべえ型受動歩行機はいかに歩くか

宮城県仙台第三高等学校 SHHクラブ
2年千葉溪 2年高橋駿斗 2年辻本武

1 背景と目的

脚でからだを支持して行う移動が歩行である。二足歩行は、振り子運動と倒立振り子運動の周期的な繰り返しである。振り子運動により前方へ振り出される脚を遊脚、倒立振り子運動をしてからだを支持する脚を立脚という¹⁾。受動歩行は位置エネルギーの減少によって生じる運動であり、アクチュエータもセンサも用いない²⁾。

本研究で採用した受動歩行機は、二枚のアルミニウム板を鉄製のシャフトとベアリングで接続した構造をとる(図1)。これは横揺れを伴う三次元二足歩行モデルであり、やじろべえ型受動歩行機と呼ぶ³⁾。円弧状の足裏をもつ他の多くの受動歩行機と異なり、足裏は矩形である。

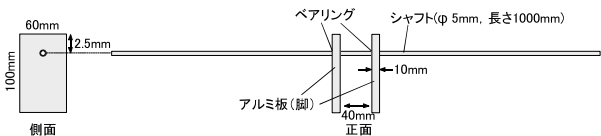


図1 やじろべえ型受動歩行機

横揺れによって機体が傾くことで単脚支持期を生じ、荷重から解放された脚が遊脚となって前方へ振り子運動(Swing)をしてかかとで接地する(Initial Contact)。右脚のかかとがInitial Contactすると、その後は両脚支持に移行して左脚のつま先と右脚のかかとを結んだ線を軸とした右前方への倒立振り子運動>Loading Response)をし、右脚の足底面が床について右脚を立脚とした単脚支持(Stance)が生じ、左脚が遊脚となる。以上の運動が左右の脚で繰り返されて歩行が継続していく(図2)。

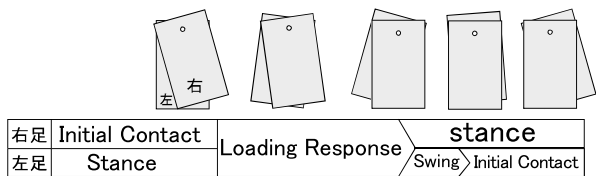


図2 歩行周期

交互に入れ替わる周期的運動をくり返し両脚の相は逆になる。

この歩行サイクルが途切れずに長く継続する場合を「安定した歩行」とする。歩行サイクルの開始点はInitial Contactである。歩幅を両脚のかかとの距離とするとLoading Responseの際の機体重心の落差による位置エネルギーの減少

によって運動エネルギーが増大するので、歩幅が運動エネルギーの獲得量を左右する。

Initial Contactで、かかとがすべる斜面上では歩行が成立しないことが既に分かっており、ゴムマットを斜面に敷いて実験が行われた。

そこで、本研究では、受動歩行機の歩行と床の摩擦との関係に着目し、床の材質による歩行の違いを調べ、やじろべえ型受動歩行機において安定した歩行が継続するしくみを明らかにすることを目的とした。

2 材料と方法

図1に示した機体を実験に用いた。長さ1200mmのたわまない板をラボラトリジャッキに立てかけて斜面とした(図3)。

床材はシリコンマットとゴムマットを用いた。遊脚がかかとで接地する位置を定め、歩幅を

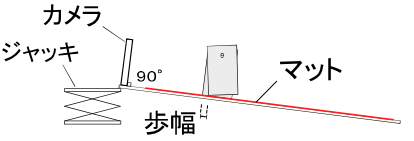


図3 受動歩行機の構造と斜面

初期値として与え、Loading Responseから歩行を開始させた。歩行サイクルと一致しない運動が生じた時点で歩行が破綻したと判断した。実験1では歩数と歩行距離を計測した。実験2では、1歩目のLoading Response終了後に生じる横揺れの角度を、斜面に対し垂直に固定したカメラで撮影し測定した。両実験において計測とともに歩容を詳細に観察した。

3 結果と考察

(1) 実験1：歩行距離と歩数の対応と歩容

マットを敷かない板上での試行において、かかとで接地した脚が接地後にすべり続けることで後ろへ戻り、Loading Responseが開始しなかった。そのため板上で歩行は不成立とした。

シリコンマット上の試行では、接地後の遊脚のかかとはすべらず、歩行は成立したが、安定した歩行の継続は確認されなかった。初期入力に依存して、歩幅は増大傾向か減少傾向に二分され、歩行が安定して継続することはなかった(図4A)。増大傾向になる際と減少傾向になる際の初期入力の境界部分は非常に鋭敏で、歩行は不安定であった。

ゴムマット上の試行では、接地後の遊脚のかかとはすべらず、歩行は成立した。安定した歩行が確認され、その際はマットの端まで歩ききり、歩行距離は90cmとなった(図4B)。Loading Response前には機体が横にすべり立脚側を向き、Loading Responseが開始することがあった(図5A)。Loading Response後には立脚側に機体

が傾くと同時に横にすべり遊脚側を向くことがあった(図 5B)。

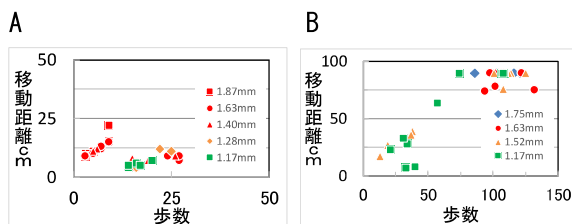


図 4 歩数と移動距離

床材は A:シリコンマット, B:ゴムマットである。傾斜 6.70° で、歩幅の初期値を変えて Loading Response による機体重心の落差を変化させた。

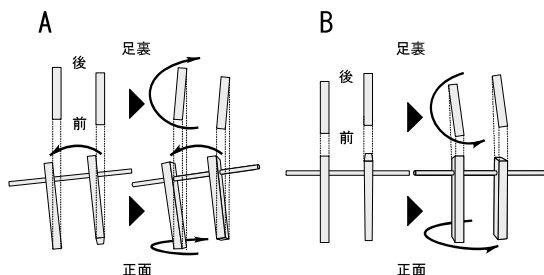


図 5 Loading Response 前後の横方向のすべり

A:Loading Response 前の, B:Loading Response 後のすべりを表す。

(2) 実験 2 : 歩幅と横揺れの角度の対応

マットを敷かない板上では全く歩行が起らなかった。シリコンマットを用いた試行では、歩幅が増大するほど横揺れも増大していく傾向がみられた(図 6A)。ゴムマットを用いた試行では、歩幅が増大するほど横揺れも増大していく傾向がみられたが、歩幅が 8~12 mm または 16~18 mm の場合に横揺れの増大がシリコンマットに比べ小さい傾向にあった(図 6B)。

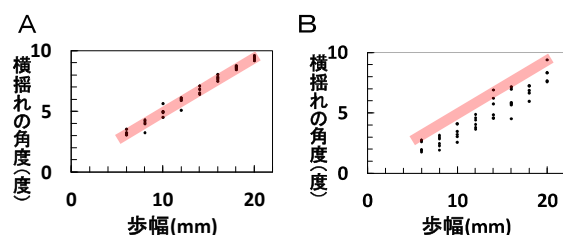


図 6 歩幅の大きさと横揺れの角度

床面について、A はシリコンマット, B はゴムマットで測定した。斜面の傾斜は 6.70° で、B の帯は、A の帯と同じ位置に示してある。

歩幅を 8~12 mm に設定した際には Loading Response 後の立脚においてすべりが確認された。また、歩幅を 16~18 mm に設定した際には Loading Response 前の立脚においてすべりが確認された。すべり方は実験 1 に示す通りである(図 5)。

横揺れの増大が比較的小さいときにはいずれも前述のすべりが起こっていたため、すべりが横揺れの増大を抑制した要因だと考えられる。

(3) 安定した歩行と立脚のすべりの相関

実験 1 でゴムマット上での歩行距離と歩数を調べた結果から、90cm を歩ききった場合の平均の歩幅は 8.3mm であった。これは実験 2 におい

て Loading Response 後に立脚においてすべりが確認された歩幅とほぼ一致した。

4 結論

立脚の足裏が横方向にすべれば、足裏と床との間に摩擦を生じると考えられる。摩擦力が負の仕事をすることで機体の力学的エネルギーが減少したと考えられる。立脚の横方向のすべりはある一定の歩幅において現れることが明らかとなった。Loading Response で増大する運動エネルギーが地面との衝突時の損失を上回り、歩幅が増大していくような大きさの傾斜において、増大した歩幅が一定の大きさに達するとすべりが発生し、歩幅が減少するとすべりが発生しなくなって歩幅の増大が再開する、という歩行を安定させるフィードバックループの存在が示唆された。やじろべえ型受動歩行機が安定した歩行を継続するしくみ

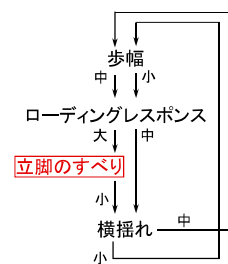


図 7 立脚のすべりによるフィードバック調節

は、足裏と床との接触における自律的なフィードバック調節であると考えられる(図 7)。

5 展望

足が矩形であるやじろべえ型受動歩行機は、ヒトの足の形状と相同性があり、ヒト歩行モデルとして利用しうる。『観察による歩行分析』¹⁾によると、ヒトの足裏には感圧器官が密に分布し、床と足裏の接触状態が中枢にフィードバックされることが指摘されている。このことから、歩行中に足が受ける垂直抗力だけでなく、足のすべり、あるいは立脚の足にかかるせん断力も、歩行制御に重要と考えられる。やじろべえ型受動歩行機の歩行が、足と床の接触からフィードバック調節を受けることは、本研究によって初めて示唆された。このモデルによって、エネルギー消費の少ない自然なヒトの歩行で機能する制御システムの一端が明らかになると期待される。

6 参考文献

- 1) 観察による歩行分析. Gotz-Neumann 著, 月城慶一訳, 医学書院, 2005 年.
- 2) 受動歩行ロボットのすすめ-重力だけで 2 足歩行するロボットのつくりかた-. 衣笠哲也, 大須賀公一, 土師貴史, コロナ社, 2016 年.
- 3) やじろべえ型受動歩行機の歩行の安定性に関する実験的検証~受動歩行から歩行現象の理解へ~. 藪貴, 平間草太. 第 42 回全国高等学校総合文化祭自然科学部門論文集, p8-9, 2018 年.

やじろべえ型受動歩行機はいかに歩くか

2 年千葉溪 2 年高橋駿斗 2 年辻本武
宮城県仙台第三高等学校 SSHクラブ

受動歩行は位置エネルギーの減少によって生じる運動で、振り子運動と倒立振り子運動を周期的に繰り返し、アクチュエータもセンサも用いない。受動歩行を漸化式として表現しうることを示した以前の研究に続き、本研究では、やじろべえ型受動歩行機において安定した歩行が継続するしくみを明らかにすることを目的とした。

受動歩行機は、アルミ板を脚とし、ボールベアリングを取り付け、金属棒を差して脚の軸とした。歩行させる斜面は、木板にゴムマットあるいはシリコンマットを敷いたものを用いた。かかとで接地する位置を定め、歩幅を初期値として与えて歩行を開始させた。歩行サイクルと一致しない運動が生じた時点で歩行が破綻したと判断した。

板上では歩行は成立せず、ゴムマット上では安定した歩行が継続した。シリコンマット上の試行において、歩行は成立したが、歩幅の初期値に依存して、歩幅が増大傾向か減少傾向に二分され、歩行が安定して継続することではなく、中間となる歩幅の初期値を与えると、増大傾向になる場合も減少傾向になる場合もあった。

歩幅が増大する傾斜において、増大した歩幅が一定の大きさに達すると、ゴムマット上では立脚のすべりが発生して歩幅が減少し、歩幅が減少するとすべりが発生しなくなって歩幅の増大が再開する、というフィードバックループの存在が示唆された。すべらないシリコンマット上での歩容からは、不動点の存在が示唆された。

本研究のやじろべえ型受動歩行機では、足裏のすべりがフィードバック的に影響し、安定した歩行が継続された。科学教室などで受動歩行を観察する際は、床面と足裏との摩擦を考慮する必要がある。ヒトの歩行を理解する上で、足裏にかかる横方向のせん断力がどのようにフィードバックされるかを十分に考慮すべきであろう。

1 背景と目的

歩行は脚でからだを支持しながら行う移動である。直立二足歩行は振り子運動と倒立振り子運動の周期的な繰り返しからなる¹⁾。振り子運動により前方へ振り出される脚を遊脚、倒立振り子運動をしてからだを支持する脚を立脚とする¹⁾。受動歩行はアクチュエータもセンサも用いず、位置エネルギーの減少によって生じる運動であり、運動を直接制御するシステムを持たない。受動歩行機は基本的に斜面下向きにしか移動できない²⁾。

本研究で採用した受動歩行機は、二枚のアルミニウム板を鉄製のシャフトとベアリングで接続した構造をとる二足歩行モデルである(図1)。これをやじろべえ型受動歩行機と表記する。

機体が横に傾くことで、荷重から解放された脚が遊脚となって前方へ振り子運動を行う「遊脚期」を経て、かかとで接地する。これを「初期接地」とし、これをもって歩行周期の開始とする。初期接地した脚が右脚だとすると、その後は両脚支持に移行して左脚のつま先と右脚のかかたとを結んだ線を軸とした右前方への倒立振り子運動を行う「荷重応答期」を経て、右脚の底面が床について右脚を立脚とした「単脚支持期」に入り、左脚が遊脚となる。以上の運動が左右の脚で交互に周期的に生じ、歩行が継続していく(図2)。この歩行サイクルが途切れずに長く継続する場合を「安定した歩行」とした。

歩行サイクルの開始点のかかとの初期接地である。歩幅を両脚のかかとの距離とすると荷重応答期の際の機体重心の落差による位置エネルギーの減少によって運動エネルギーが増大するので、歩幅が運動エネルギーの獲得量を左右する。

前年度までは、初期接地においてかかとがすべる斜面上では歩行が成立しないことが既に分かっており、ゴムマットを斜面に敷いて実験が行われた。やじろべえ型受動歩行機の歩行が周期的かつ連続性のある運動であることから、観察に基づき、入れ子状の漸化式を用いた概念式として

の記述を試みた。踏み込み時の落差，位置エネルギーの変化量と，単脚支持期の横揺れの大きさ，遊脚の持ち上げ，歩幅を変数として定め，一周期5段階で表現した（図3）⁵⁾。漸化式の構造が入れ子状なので，変数が同じ関数による処理を繰り返し受ける上に，漸化式に含まれる関数はすべて増加関数を想定しているため，理論上はすべての変数が増加し続けて発散するかもしれない減少をし続けゼロに収束するため歩行が停止する。歩行が安定する値，すなわちある歩幅と次の歩幅が一定になる不動点としての値は極端に狭い範囲に入ると予想された。また，歩幅が増加と減少を繰り返すことで変化を一定の幅に保って100歩ほど継続する歩行が存在した。これは，漸化式で表現した性質に加え，増大を抑制する性質が存在することを示唆していた。一定以上の位置エネルギーの減少があり，一定以上の運動エネルギーが取り出されている上で，歩幅の増加が抑制される負のフィードバック的なしくみが予想された。

そこで，本研究では，負のフィードバックによる自律的な調節を想定し，やじろべえ型受動歩行機において安定した歩行が継続するしくみを明らかにすることを目的とした。

2 材料と方法

図1に示した機体を実験に用いた。長さ1200mmのたわまない板をラボラトリジャッキに立てかけて斜面とした（図4）。床材はシリコンマットとゴムマットを用いた。遊脚がかかとで接地する位置を定め，歩幅を初期値として与え，初期接地から歩行を開始させた。歩行サイクルと一致しない運動が生じた時点で歩行が破綻したと判断した。実験1では歩数と歩行距離を計測した。実験2では，1歩目の荷重応答期終了後に生じる横揺れの角度を，斜面に対し垂直に固定したカメラで撮影し測定した。斜面の傾斜は 6.70° に設定した。両実験において計測とともに歩容を詳細に観察した。

3 結果と考察

(1) 実験1：歩行距離と歩数の対応と歩容

マットを敷かない板上での試行において，かかとで接地した脚が接地後にすべり続けることで後ろへ戻り，荷重応答期が開始しなかった。そのため板上で歩行は不成立とした。

シリコンマット上の試行では，接地後の遊脚のかかとはすべらず，歩行は成立したが，安定した歩行の継続は確認されなかった。与えた歩幅が16mmのとき，必ず歩幅が増大していき，安定した歩行は途切れた。与えた歩幅が10mm，11mmのとき，必ず歩幅は減少していき，運動が停止した。これらの中間である12mm，13mm，14mmのときは，増大と減少の両方のパターンが確認された。初期入力に依存して，歩幅は増大傾向か減少傾向に二分され，歩行が安定して継続することはなかった（図5A）。増大傾向になる際と減少傾向になる際の初期入力の境界部分は非常に鋭敏で，歩行は不安定であった。受動歩行では，歩幅によって決まる位置エネルギーの減少が運動エネルギーに変換される。安定した歩行が継続するためには，得られた力学的エネルギーと失う力学的エネルギーの大きさが釣り合うことが必要と考えられる。力学的エネルギーの収支が釣り合う「不動点」が存在し，シリコンマット上での歩行では，機体の小さな歪みや緩み，シリコンマットの弾性などの，わずかな揺らぎによって不動点から一度外れると，歩幅が増大し続けて歩行が破綻する，あるいは歩幅が減少し続けて歩行が停止する結果になったと考えられた。

ゴムマット上の試行では，接地後の遊脚のかかとはすべらず，歩行は成立した。与えた歩幅が10mm，13mm，14mmのとき，歩幅が減少して停止する場合もあったが，斜面を歩き切る歩行が確認された。15mmのときはすべての歩行で斜面を歩き切った。いずれの設定でも斜面を下りきる安定した歩行が確認され，その際はマットの端まで歩ききり，歩行距離は90cmとなった（図5B）。荷重応答期の前には機体が横にやや回転するようにすべって立脚であった側を向き，荷重応答期が開始することがあった（図6A）。荷重応答期の後には，新たに立脚になった側に機体が傾くと同時に，横にやや回転するようにすべって遊脚側を向くことがあった（図6B）。ゴムマット上の歩行で観察された立脚のすべりは，シリコンマット上での歩行では見られないものであった。ゴムマット上の歩行における立脚のすべりが，力学的エネルギーの収支が釣り合う「不動点」に何らかの影響を与えることが考えられた。

(2) 実験 2：歩幅と横揺れの角度の対応

マットを敷かない板上では全く歩行が起こらなかった。シリコンマットを用いた試行では、歩幅が増大するほど横揺れも増大していく傾向がみられた（図 7 A）。ゴムマットを用いた試行では、歩幅が増大するほど横揺れも増大していく傾向がみられたが、歩幅が 8～12 mm または 16～18 mm の場合に横揺れの増大がシリコンマットに比べ小さい傾向にあった（図 7 B）。

歩幅を 8～12 mm に設定した際には荷重応答期後の立脚においてすべりが確認された。また、歩幅を 16～18 mm に設定した際には荷重応答期前の立脚においてすべりが確認された。すべり方は実験 1 に示す通りである（図 6）。

横揺れの増大が比較的小さいときにはいずれも前述のすべりが起こっていたため、すべりが横揺れの増大を抑制した要因だと考えられた。

(3) 安定した歩行と立脚のすべりの相関

実験 1 でゴムマット上での歩行距離と歩数を調べた結果から、90cm を歩ききった場合の平均の歩幅は 8.3mm であった。これは実験 2 において荷重応答期後に立脚においてすべりが確認された歩幅とほぼ一致した。

4 結論

安定した歩行が継続するためには、得られた力学的エネルギーと失う力学的エネルギーの大きさが釣り合う「不動点」が存在すると考えられた。立脚の足裏が横方向にすべれば、足裏と床との間に摩擦を生じ、摩擦力が負の仕事を行うことで機体の力学的エネルギーが減少したと考えられる。立脚の横方向のすべりはある一定の歩幅において現れることが明らかとなった。荷重応答期で増大する運動エネルギーが地面との衝突時の損失を上回り、歩幅が増大していくような大きさの傾斜において、増大した歩幅が一定の大きさに達するとすべりが発生し、歩幅が減少するとすべりが発生しなくなって歩幅の増大が再開する、という歩行を安定させるフィードバックループの存在が示唆された。やじろべえ型受動歩行機が安定した歩行を継続するしくみは、足裏と床との接触におけるフィードバックが自律調節的に作用していた結果であると考えられる（図 8）。

5 展望

本研究のやじろべえ型受動歩行機では、足裏のすべりがフィードバック的に影響し、安定した歩行が継続された。科学教室などで、「とことこ歩くおもちゃ」を自作して、受動歩行を観察するメニューがある。その際、斜面の角度だけでなく、床面と足裏との摩擦を考慮して条件検討したほうが良い結果が得られると考えられる。

応用面では、ヒトの歩行を理解する上で、足裏にかかる横方向のせん断力が歩行制御にどのようにフィードバックされるかを十分に考慮すべきであろう。『観察による歩行分析』¹⁾によると、ヒトの足裏には感圧器官が密に分布し、床と足裏の接触状態が中枢にフィードバックされることが指摘されている。このことから、歩行中に足が受ける垂直抗力だけでなく、足裏のすべり、あるいは立脚の足にかかるせん断力も、歩行制御に重要と考えられる。やじろべえ型受動歩行機の歩行が、足と床の接触からフィードバック調節を受けることは、本研究によって初めて示唆された。このモデルによって、エネルギー消費の少ない自然なヒトの歩行で機能する制御システムの一端が明らかになると期待される。

6 参考文献

- 1) 観察による歩行分析. Gotz-Neumann 著, 月城慶一ら訳, 医学書院, 2005 年.
- 2) 受動歩行ロボットのすすめ-重力だけで 2 足歩行するロボットのつくりかた-. 衣笠哲也, 大須賀公一, 土師貴史, コロナ社, 2016 年.
- 3) やじろべえ型受動歩行機の歩行の安定性に関する実験的検証～受動歩行から歩行現象の理解へ～. 藪貴, 平間草太. 第 42 回全国高等学校総合文化祭自然科学部門論文集, p8-9, 2018 年.

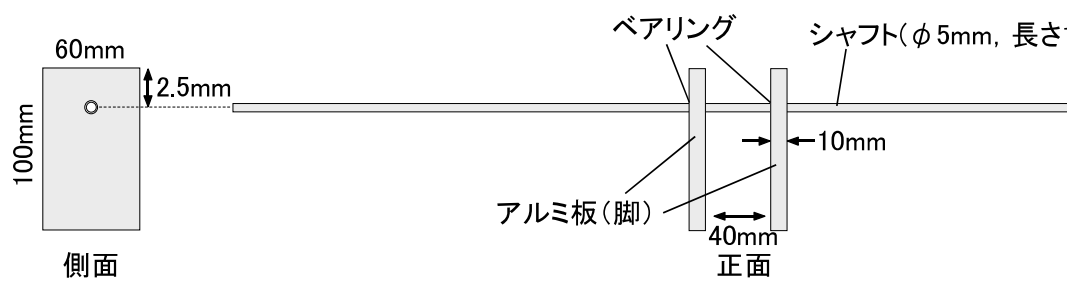


図 1 やじろべえ型受動歩行機

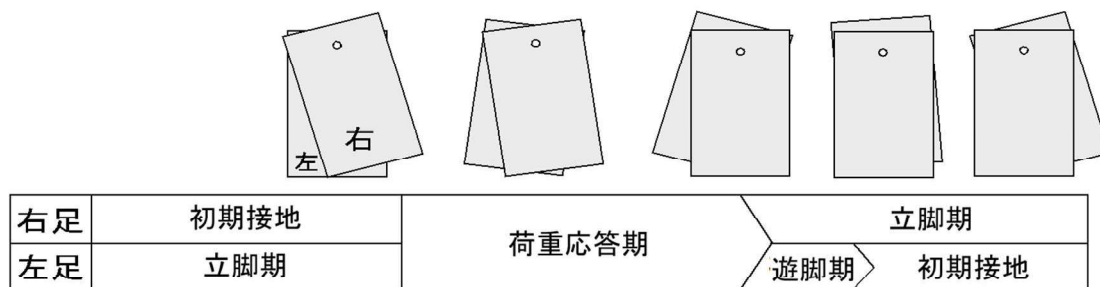


図 2 歩行周期

交互に入れ替わる周期的運動をくり返し両脚の相は逆になる。

踏み込みに
関する式

$$\begin{cases} H_{n+1} = f(W_n) + f(L_n) \\ U_{n+1} = mg(H_{n+1}) \\ \underline{S_{n+1}} = f(U_{n+1}) \\ L_{n+1} = f(S_{n+1}) \\ W_{n+1} = f(L_{n+1}) \end{cases}$$

重心の落差
W: ステップ長
L: 持ち上げ
U: 位置エネルギーの変化量
S: 横揺れ運動の運動エネルギー

図3 漸化式として表現した歩行周期

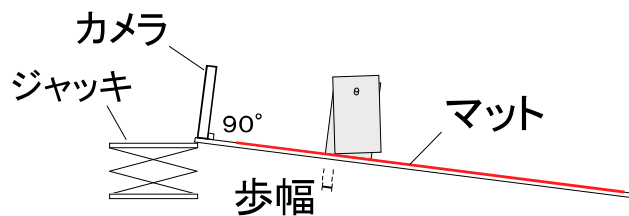


図4 受動歩行機の構造と斜面

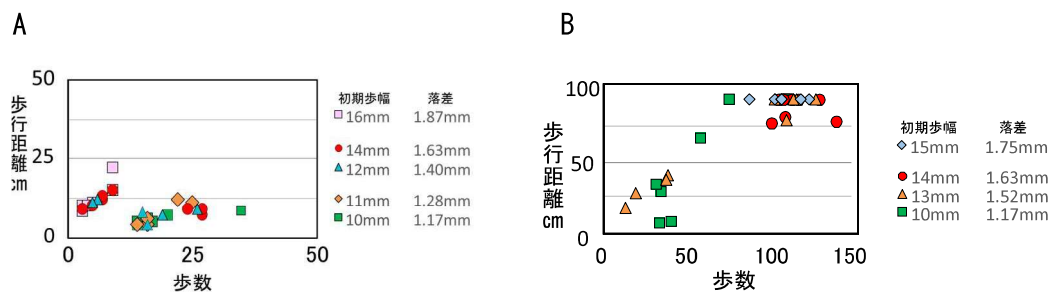


図5 歩数と移動距離

床材は A: シリコンマット, B: ゴムマットである。傾斜 6.70° で、歩幅の初期値を変えて荷重応答期による機体重心の落差を変化させた。

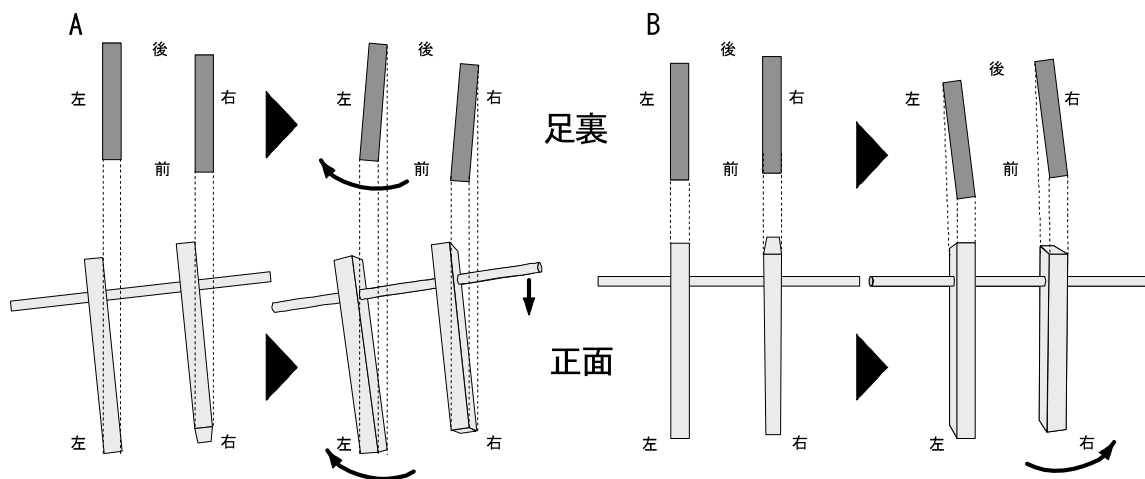


図6 荷重応答期前後の横方向のすべり
A: 荷重応答期前の, B: 荷重応答期後のすべりを表す。

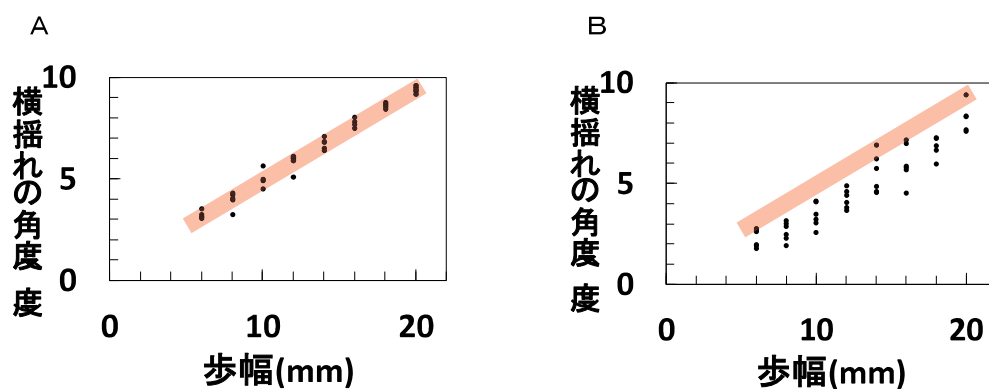


図7 歩幅の大きさと横揺れの角度
床面について, A はシリコンマット, B はゴムマットで測定した。斜面の傾斜は 6.70° で, 歩幅の初期値を変化させた。Bの赤い帯は、Aの赤い帯と同じ位置に示してある。

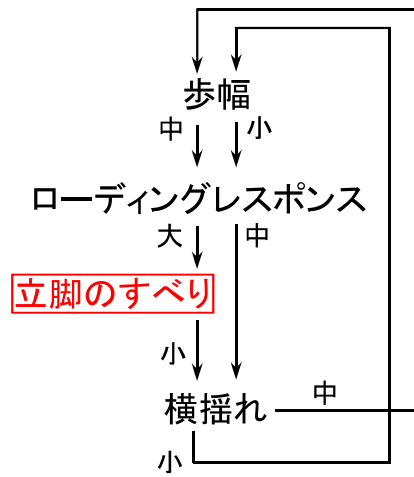


図8 歩幅の大きさと横揺れの角度

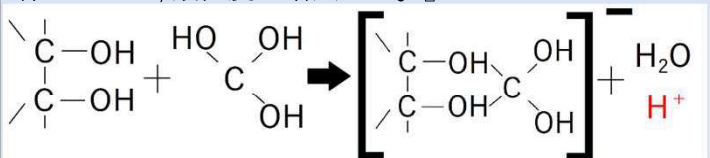


ホウ酸と糖の混成によるpH変化 宮城県仙台第三高等学校 自然科学部化学班

1. 研究の背景

「基礎無機化学」より

『ホウ酸とホウ酸塩はジオールまたはポリオールと錯体をつくり、酸性度は増大する。』^[1]



ジオール ホウ酸 キレート錯体^[2] 水素イオン

図1) キレート錯体生成の反応

しかしpH変化のデータ 及び 水素イオンの放出量は
詳しく記載されていない!

2. 実験1

〈使用した溶液〉

□糖水溶液 (1.0mol/L)

- ・グルコース ・マルトース
- ・スクロース

□ホウ酸水溶液 100mL(0.1mol/L)

□ヘキサン 40mL

〈実験方法〉

ヘキサンを浮かべたホウ酸水溶液に 図2) 実験装置
各糖水溶液を2mLずつ攪拌しながら10回加えて
それぞれのpHを記録する

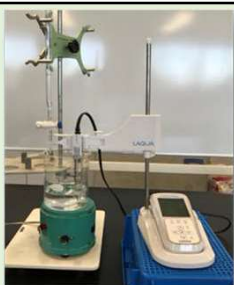


図2) 実験装置

〈結果〉

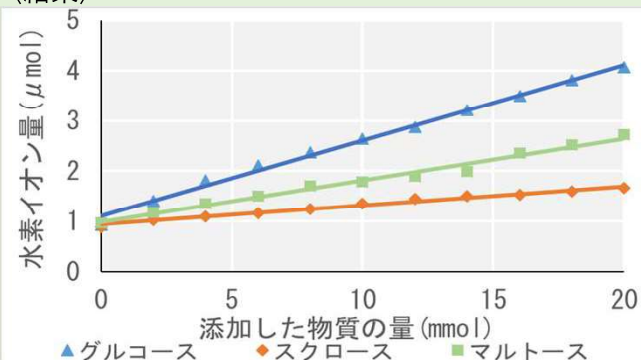


図3) 実験1結果グラフ

- ・傾きが直線になった! ▶ 反応は一定の割合
- ・スクロースだけ反応していないのはなぜ?

グルコース

スクロース

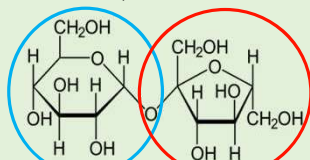
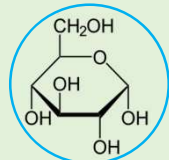


図4) 糖の構造式

〈仮説1〉

フルクトースがキレート錯体の生成を阻害している

3. 実験2

〈実験方法〉

新たに1.0mol/Lのフルクトース水溶液を用意した
その他の実験方法は実験1と同様である

〈結果〉

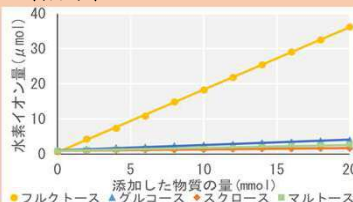
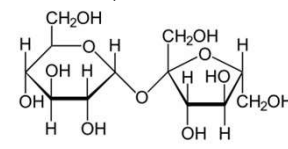
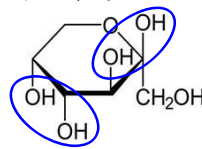


図5) 実験2結果グラフ

▶ フルクトースに存在して,
スクロースに存在しない構造が重要ではないか

フルクトース

スクロース



シス構造

あり

なし

図6) 2つの糖の構造

〈仮説2〉 ホウ酸と糖の結合には

シス構造及びその数が関わっている!

4. 実験3

- ・フルクトースは4種類の構造を持つ
- ・温度が低いほどシス構造は増加^[5]

温度が低いほど錯体を生成すれば
仮説2を裏付けられる!

〈実験方法〉

フルクトースのみを用いて、ホウ酸水溶液の液温を
10, 15, 20, 25, 30°Cに保ちながら実験を行った
その他は実験1と同様である

〈結果〉

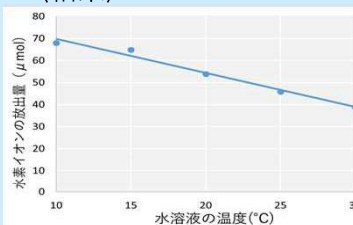


図7) 実験3結果グラフ

液温が低いほどホウ酸と
結合している!

シス構造及びその数が
大きく関わっている!

5. まとめ

- ① pHの変化の割合, 水素イオンの放出量を
具体的な数値で表して把握した
- ② シス構造の数が多いほど
錯体の生成量が大きくなることを発見

6. 参考文献

- [1] F. Albert Cotton・Geoffrey Wilkinson, 1979年1月20日,
培風館『基礎無機化学』
- [2] B. E. Douglas・D. H. McDaniel, 1968年11月30日
東京化学同人, 『無機化学—その概念とモデル— (上)』

- [3] 福島県立福島高等学校, 『スライムの化学構造に関する考察』
- [4] 福岡県立鞍手高等学校, 『徹底追及! ホウ酸の濃度—中和滴定によるホウ酸の濃度決定と反応機構, および身近な物質のホウ酸濃度に関する研究』
- [5] 松本 洋介, 2017年1月10日, 第一学習社, 『スクエア 最新図説化学』

ホウ酸と糖の混成による pH 変化

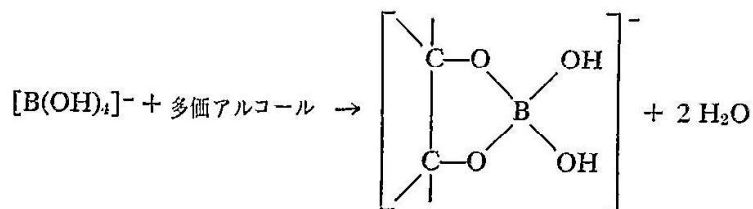
宮城県仙台第三高等学校

1.概要

ホウ酸水溶液に糖水溶液を加えるとキレート錯体を生成し、溶液の pH が低下するという現象がある。しかし、pH 低下の割合や具体的な変化量など、規則性にはまだ明らかになっていない点が多くあるため、実際に pH の下がり方を把握し、その規則性を明らかにすることにした。その結果、使用したグルコース、スクロース、マルトース、フルクトースの全てにおいて、pH の低下、つまりキレート錯体の生成を確認することができ、また各糖の pH の下がり方を比較した結果、シス構造の数がキレート錯体の生成に大きな影響を与えているという仮説を立てることができた。さらにフルクトースの温度変化による性質を利用した実験を行うことで、仮説を裏付けることができた。

2.背景

原子番号 8 番にホウ素 B という元素があり、その化合物はスライムやネオジム磁石など身近なところで使われている。しかし、学校で使用している教科書にはホウ素に関する詳しい記載はなく、あまり触れられていない。そこで、ホウ素について様々な文献を調べたところ F.Albert Cotton・Geoffrey Wilkinson 著の「基礎無機化学」に「ホウ酸とホウ酸塩はジオールあるいはポリオールときわめて安定した錯体をつくり、ホウ酸の酸性度は増大する。」^[1]という記載があった。この文を詳しく調べてみると、「錯体」とはキレート錯体(以下、錯体)のことであり、使用するジオールあるいはポリオールに含まれているヒドロキシ基とホウ酸のヒドロキシ基が結合することで生成される。そしてその際に水分子と水素イオンを放出することで pH が低下する、という意味であることが分かった。生成される錯体について、B.E.Douglas・D.H.McDaniel 著の「無機化学—その概念とモデル—(上)」から構造を把握した。図 1 にそれを示した。



(図 1) キレート錯体^[2]

ホウ酸は、 H_3BO_3 または $\text{B}(\text{OH})_3$ と化学式で表され、3 価の酸のように思われるが 1 価の弱酸である。プロトン供与体ではなく、ルイス酸として作用し OH^- を受容する。ホウ酸の電離式を(1)に示した。



また、「ジオールあるいはポリオール」は、ヒドロキシ基を含む化合物の総称であり、ヒドロキシ基が2つあるものをジオール、2つ以上含むものをポリオールと呼ぶ。身近にある物質で言えば、グルコース(ブドウ糖) やスクロース(ショ糖)などがそれに該当する。本研究では身近な物質である糖を用いて実験を始めた。

しかし「pH が低下する。」という記載があったが、例えばホウ酸水溶液にグルコースを加えることで、劇的に pH が低下するのか、もしくは少しずつしか低下しないのか、など具体的な pH の下がり方についての記載がなかった。そこでグルコースなどのジオール・ポリオールの水溶液を用いて、具体的にホウ酸水溶液の pH がどのくらい下がるのか確認することを目的とした。

3 実験 1 ホウ酸と三種類の糖を用いたときの pH 計測

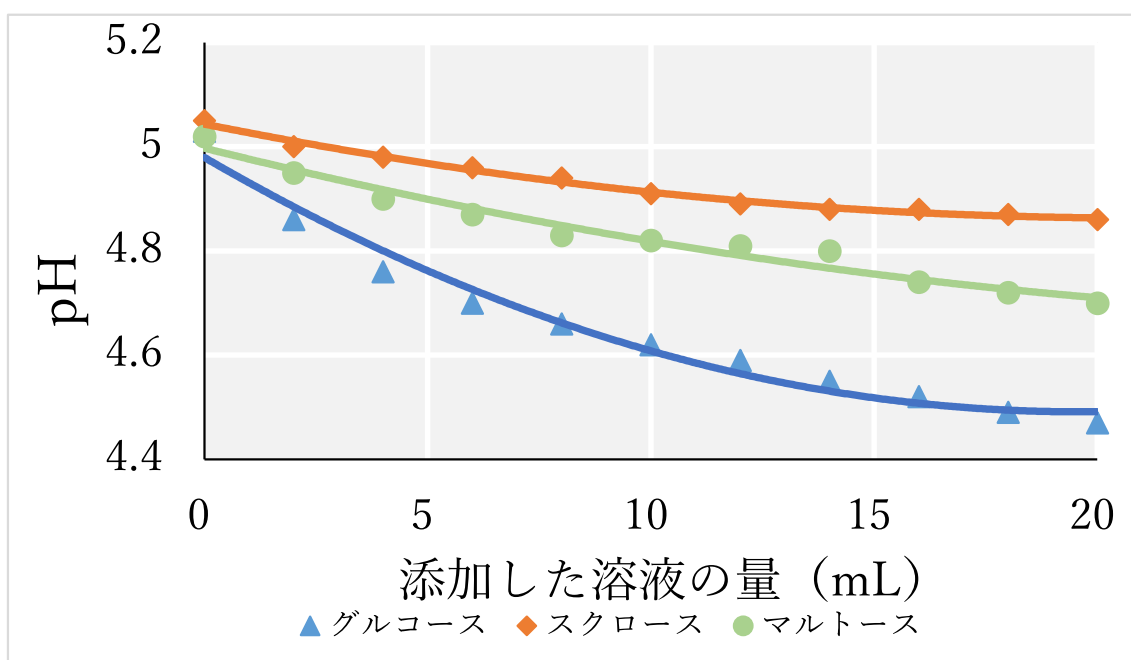
使用した水溶液を下の図 2 に表した。

(図 2) 使用した水溶液

溶質	水溶液の濃度
ホウ酸	0.1mol/L
グルコース マルトース スクロース	1.0mol/L

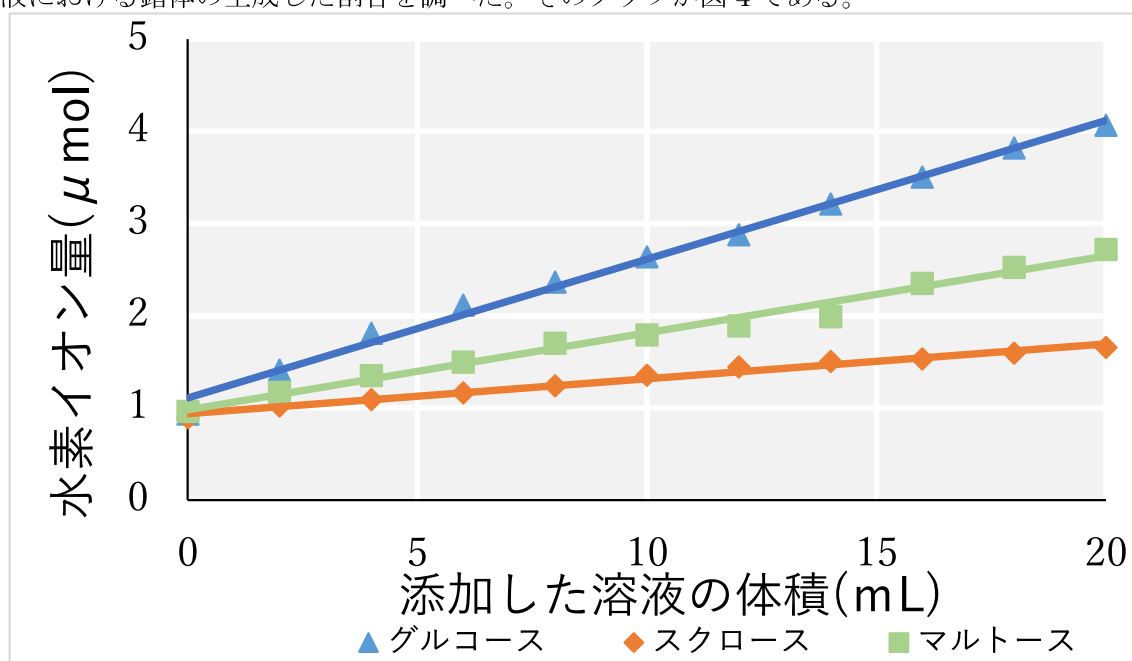
〈方法〉 300 mL ビーカーに 100 mL のホウ酸水溶液を加え、空気中の二酸化炭素が溶けることを防ぐため、水面に 40mL のヘキサンで膜を張った。それをマグネチックスターラーを用いて攪拌しながら、ビュレットから各糖水溶液を 2.0 mL ずつ 10 回加え、その時の pH を記録した。

〈結果〉 pH の変化を図 3 に表した。縦軸は、水溶液の pH, 横軸は添加した各糖水溶液の体積を表している。



(図 3) 各 3 種のようににおける pH の変化

図 3 のグラフから参考文献の記載の通り pH が低下していることがわかる。ところが pH の変化は、水素イオンを一定の量加えたとしても曲線であるため、具体的に pH がどのくらいの割合で低下したのか把握しづらい。前述の通り、ホウ酸水溶液の pH が低下するのは、ホウ酸と糖のヒドロキシ基が結合して錯体を生成するためであり。この際、錯体 1 個に対して、水素イオン 1 個を放出することが判明している^[2]。この性質を利用し、加えた糖水溶液の物質量を横軸に、放出された水素イオンの物質量を縦軸に表すことで、ホウ酸と各糖水溶液における錯体の生成した割合を調べた。そのグラフが図 4 である。

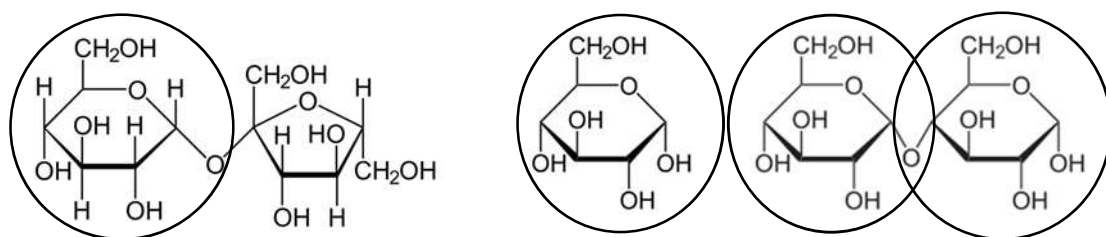


(図 4) 各糖水溶液とホウ酸水溶液の錯体の生成割合

グラフはどの糖も直線となった。このことから各糖における錯体の生成割合は一定であることが分かった。またグルコースとマルトースのグラフの傾きは比較的大きいのに対して、スクロースの傾きは小さいことも分かった。これらの結果から、当初の目的であった文献の「ホウ酸とホウ酸塩は、ジオールあるいはポリオールときわめて安定した錯体をつくり、ホウ酸の酸性度は増大する。」という記載について、例えば「ホウ酸 1 個に対してグルコースおよそ 6700 個の割合で錯体を生成する」というような具体的な数値で把握することができた。また今回の実験における最終的な錯体の生成量を比較すると、グルコースはスクロースの約 7.1 倍の水素イオンを放出していることが分かった。このことから、グルコースはスクロースに比べて錯体を約 7.1 倍生成しやすいことを示していると判明した。この段階でホウ酸と錯体の生成をする割合について、なぜグルコースとスクロースで違いがあるのか新たに疑問が生じた。

4. 考察と目的

錯体が、ホウ酸が各糖のヒドロキシ基に結合することで生成されることから使用した各糖の構造に着目した。使用した各糖の構造を図 5 に表し、 α グルコースで構成されているかを丸で囲み示した。錯体を生成する割合の近似していたグルコースとマルトースは、 α グルコースで構成されているのに対して、スクロースは α グルコースとフルクトースが結合した二糖類であることが分かった。スクロースの構造内にも α グルコースがあるため、グルコースやマルトースと同じ割合で錯体を生成してもいいはずである。しかし実際には、スクロースでは錯体を生成しづらくなっているため、スクロースの骨格の何かがホウ酸との結合を阻害していると考えられる。そこで、フルクトースに着目し「フルクトースが錯体の生成を阻害している」という仮説を立て、実際にフルクトースを用いて pH の下がり方を計測し、その仮説が正しいか調べることを新たな目的とした。

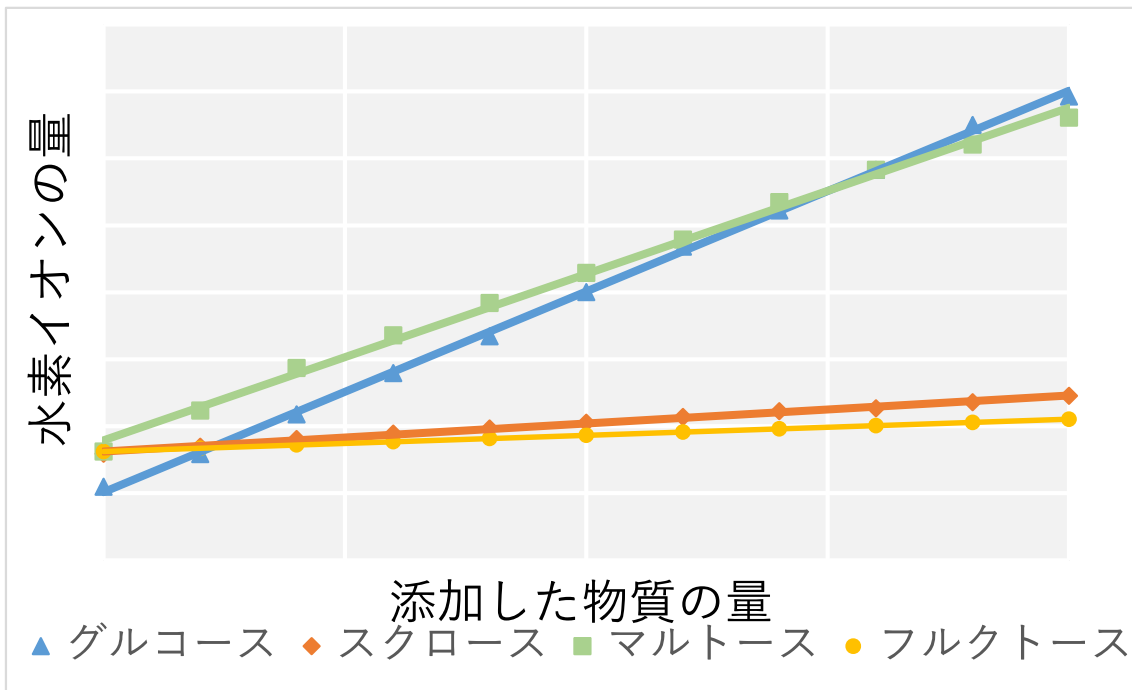


(図 5) 各糖の組成と α グルコース (左からスクロース, グルコース, マルトース)

5. 実験 2 フルクトースを用いた再実験

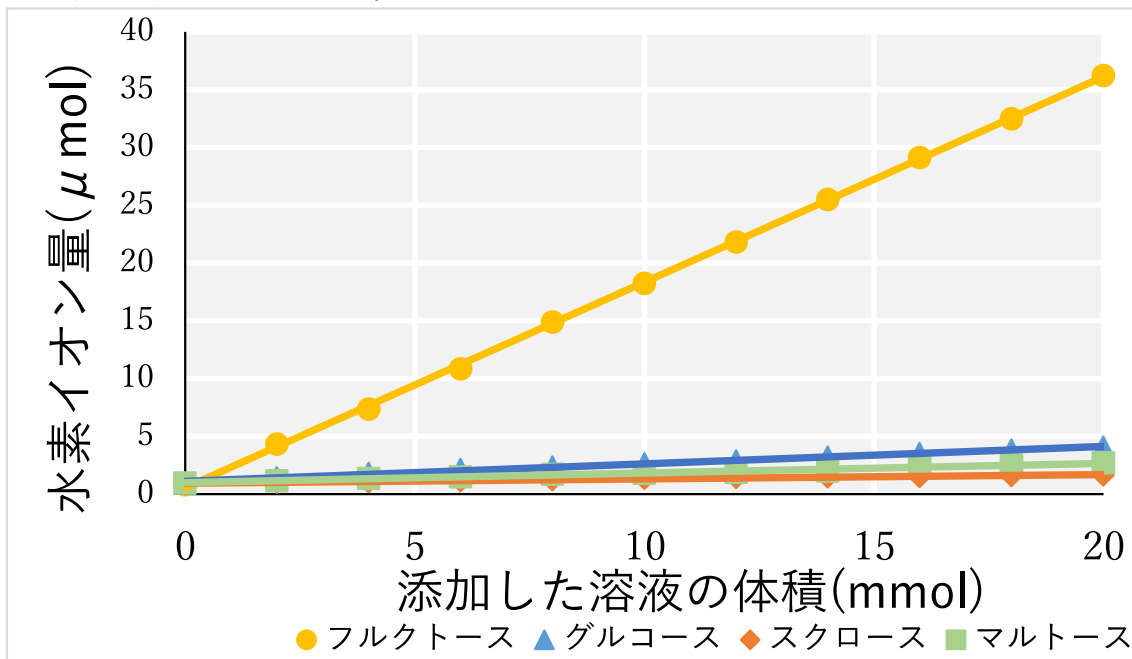
〈方法〉新たに 1.0mol/L のフルクトース水溶液を用意し実験 1 と同様の方法で行った。

〈予想〉実験での仮説が正しければフルクトースは錯体の生成を阻害するため、錯体の生成量は少なくなり、水素イオンの放出量はスクロースと同じかそれより少なくなると考えられる。そこで、その仮説を図 6 に表した。



(図 6) 仮説をもとにした実験 2 の結果の予想

〈結果〉結果を図 7 に示した。



(図 7) 各糖における pH の変化

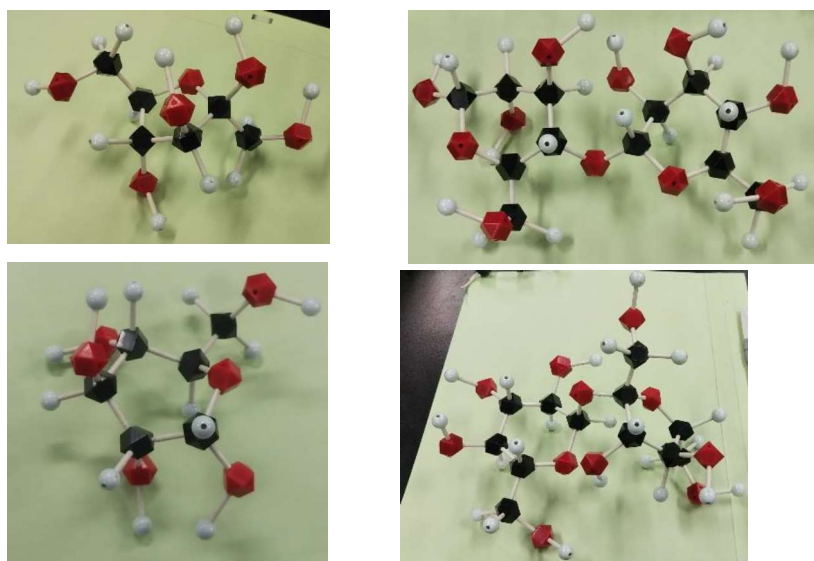
フルクトースでは水素イオンの量は少なくなるという仮説に反して、フルクトースとホウ酸における錯体の生成割合は、グルコースやマルトースにおける割合と比較しても大きいことが分かった。具体的な数値で表すと、フルクトースはスクロースの 90 倍の割合で反応していることが判明した。

〈考察〉

実験 1 の「フルクトースが錯体の生成を阻害している」という仮説に反して、「フルクトースがスクロースに比べて 90 倍の割合でキ錯体を生成する」という全くの逆の結果となった。この結果より、フルクトースに多く含まれて、スクロースには少なく含まれるもしくは含まれない構造が錯体の生成量を決める重要な要素であることが考えられる。そこでフルクトース、グルコース、マルトース、スクロースの分子模型を作り、構造の違いを探した。図 8 にそれを示した。その結果、錯体の生成量が大きかったフルクトースの構造には、隣り合うヒドロキシ基が同じ向きにある「シス構造」が存在しており、錯体の生成量が小さかったスクロースには「シス構造」が存在していないことが分かった。さらにシス構造の数は、錯体を最も多く生成したフルクトースには 2 個、やや多く錯体を生成したグルコースには 1 個、ほとんど錯体を生成しなかったスクロースには含まれていないという、シス構造の数に比例して錯体の生成量が増加するという関係性が見られた。そこで「ホウ酸と各糖における錯体の生成にはシス構造の数が重要な要素ではないか」という仮説を立てた。

この段階になって、構造に着目して改めて参考文献を調べると、福島県立福島高等学校の「シス構造はトランス構造に比べて pH を下げやすい。」といった記載や、福岡県立鞍手高等学校の「隣接ジオール構造をもつ化合物とホウ酸陰イオンが錯体を作ることによって pH が下がる」といった記載があり、すでに似たような内容の研究が行われていることが判明した。ここで本研究では実験 1 においてシス構造を持たないスクロースでも pH が下がり、錯体はできていることを確認している。これは、シス構造以外のトランス構造や、ヒドロキシ基が隣接していない場所でも錯体ができるということである。その点では、他の先行研究とは異なり、隣接ジオール構造だけが錯体の生成に関与しているのではないということを、実際に実験を行うことで改めて把握することができたと言える。加えて、pH の下がり幅を具体的な数値で表すことができた。また、福岡県立鞍手高等学校では、各糖の添加量が一定であり、中和滴定によって酸性度の強さを表しているいわば「点での把握」なのに対して、我々はホウ酸水溶液に各糖の添加量を増やしてその pH の低下の傾向を把握したので「線での把握」をしたと言える。

参考文献の一文をもとに実験と考察を繰り返してきたここまでの実験の過程は、手探りで謎解きをしているような流れであり、大変興味深く実験を進めることができた。もし最初から参考文献を調べて、隣接ジオール構造ありきで実験が進んでいたならば、このような結果を得ることはできなかったと考えられる。

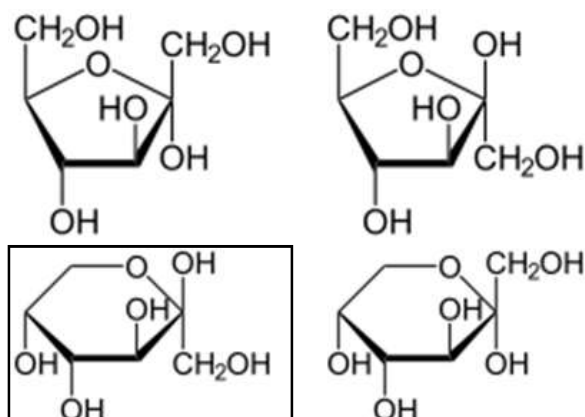


(図 8) 分子模型 左上フルクトース 左下グルコース 右上マルトース 右下スクロース

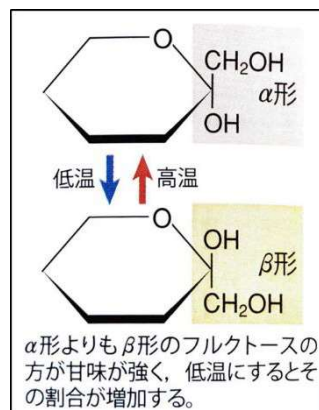
6. 実験 3 温度によるシス構造の数と錯生成の変化

フルクトースは水溶液中で 4 種類の構造を持つ。図 9 にそれを示した。これらの構造は平衡関係にあり、水溶液の温度によって割合が変化することが分かっている。特に唯一シス構造を 2 つ持つ β -D-フルクトピラノースは液温が低いほど割合が増加することが第一学習社の『スクエア 最新図説化学』から分かっている。図 10 にそれを示した。そこで、実験 2 のシス構造が多いほど錯体の生成量は多くなるという仮説が正しいければ、フルクトースの実験を温度を変えて行った際、温度が低いほどシス構造の数が増え、錯体の生成量が多くなるのではないかと考えた。つまりフルクトースの実験において、温度を低くするほど pH の変化量が大きくなれば、仮説が正しいことが裏付けられると考えた。

そこで、新たな目的として一定の濃度のホウ酸水溶液とフルクトースを用いて液温のみを変化させて温度に応じてどのくらい pH が変化するか把握し、錯体の生成にシス型構造が大きく関わっていること裏付けることにした。



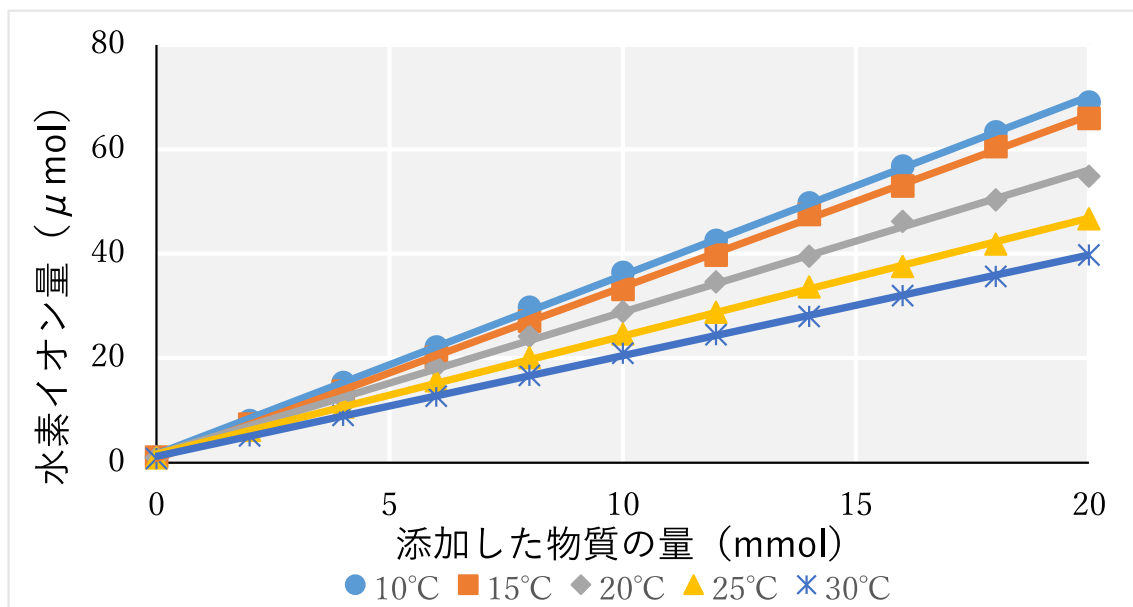
(図 9) フルクトースの 4 種類の構造^[5]



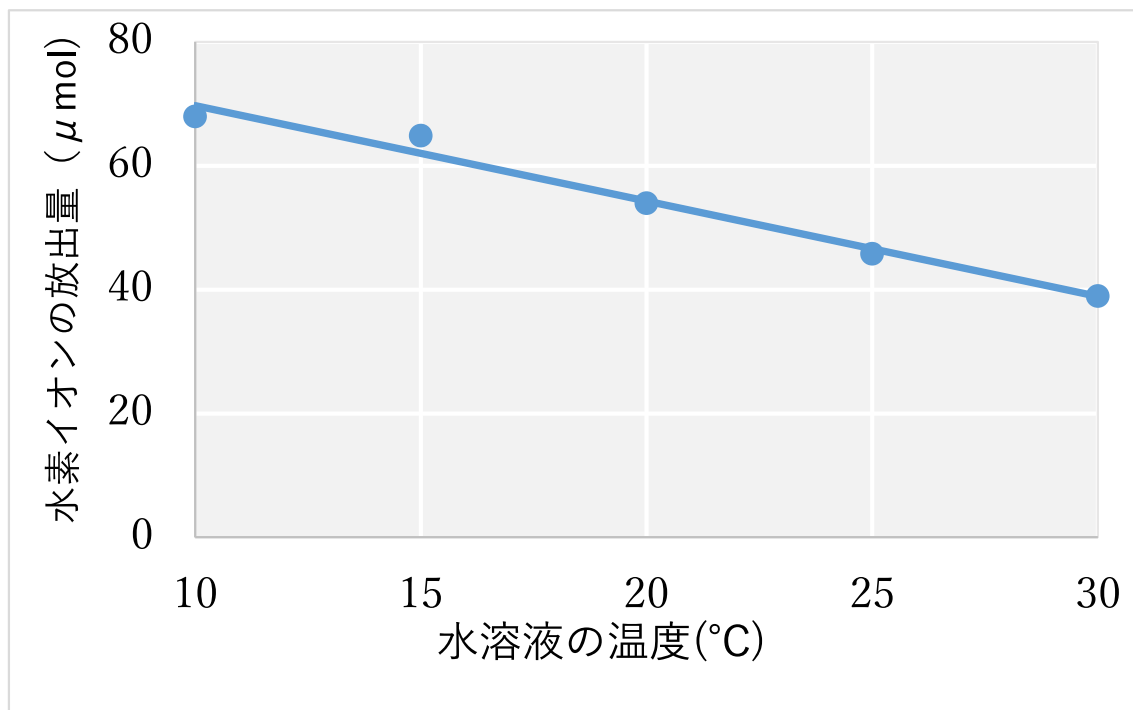
(図 10) 液温による構造の変化^[5]

〈方法〉ホウ酸水溶液の温度を 10℃、15℃、20℃、25℃、30℃に保ちながら実験 1、実験 2 と同様の方法でフルクトース水溶液を加えた。

〈結果〉結果を図 11, 12 に示した。図 11 は温度別におけるフルクトースの物質質量に対する水素イオンの放出量を表している。図 12 は,縦軸が各温度におけるフルクトース水溶液を 20mL 加えたときの水素イオン放出量,横軸が水溶液の温度を表している。



(図 11) 各温度における水素イオンの変化



(図 12) 温度と水素イオンの放出量の関係

結果のグラフを見ると, 仮説の通り液温が低いほど水素イオンの放出量が大きくなっていることが一目瞭然であり, シス構造が多いほど錯体の生成量が増加するという実験 2 の考察を裏付ける結果となった。またホウ酸水溶液を 30°C にして実験を行った際の水素イオンの放出量を基準とすると 1°C あたり 3.4% ずつ放出量が低下していることが分かり, 温度

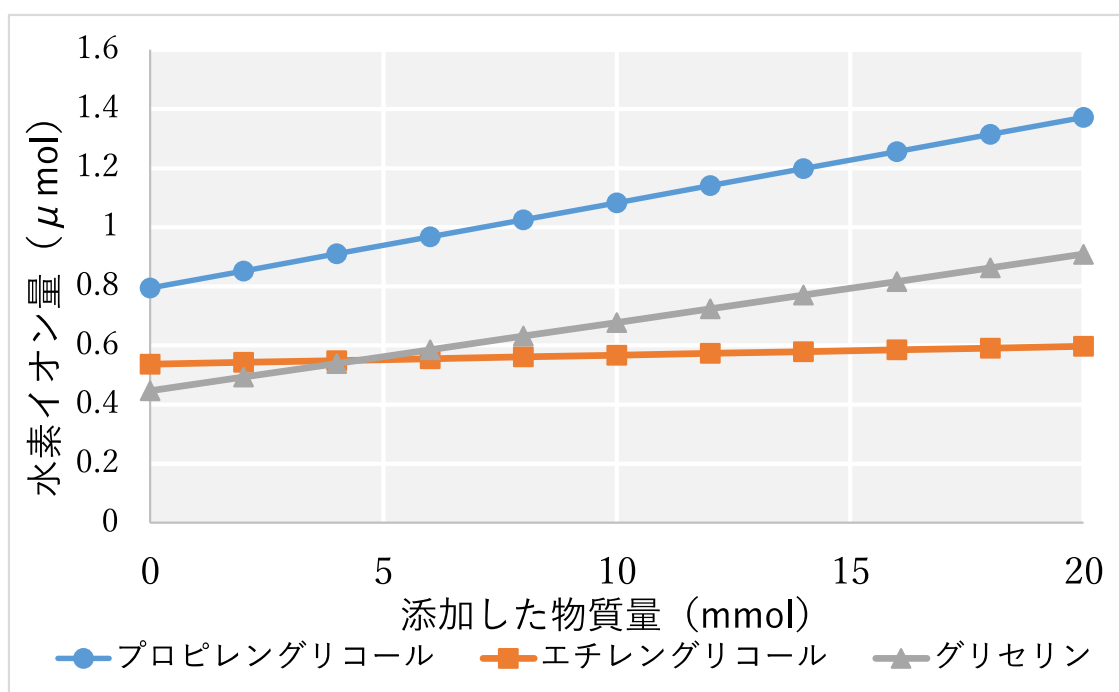
による錯体の生成への影響を数値で把握することに成功した。また今回の実験を逆に言えば、フルクトースの構造の変化という分子レベルの目に見えない変化を、ホウ酸を用いて実験を行うことで、「pH」という目に見える具体的な数値で表したともいえる。

7. 実験4 糖以外のジオール、ポリオールを用いた

実験3によって、糖とホウ酸の混成による錯生成において、糖のシス構造が多いほど錯体を生成しやすいことが明らかとなった。しかし、これまでの実験は糖に着目して行っているため、基礎無機化学の記載にあるジオールあるいはポリオールの一部でしかない。そこで、糖以外のジオールあるいはポリオールでもこの関係が成り立つのかを確かめるために、いくつかのアルコールを用いて実験を行った。

〈方法〉糖水溶液の代わりにアルコールを用いて、実験1,2,3と同様の方法で実験を行った。

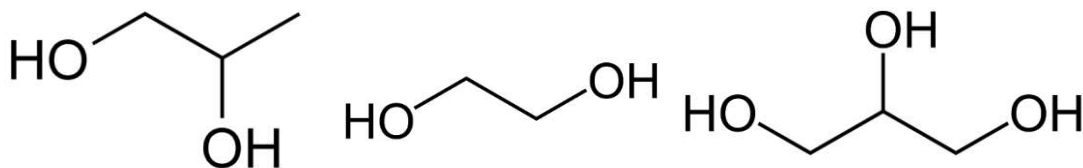
〈結果〉結果を図13に表した。



(図13) 実験4の結果グラフ

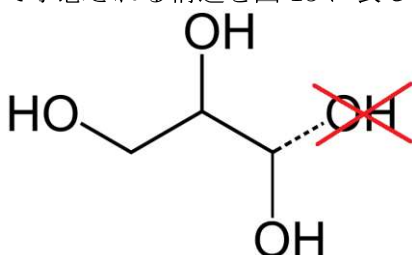
使用したアルコールの構造を図14に表した。これまでの実験結果をもとにすると、シス構造が1つあるプロピレングリコールはシス構造がないエチレングリコールに比べ、より多くの錯体を生成しているため予想通りの結果になったといえる。ところが、グリセリンの反応について疑問を持った。グリセリンはシス構造が二つ重なったような構造をしているため、プロピレングリコールに比べ、さらにホウ酸と結合しやすくなると考えられる。ところ

が、実際の水素イオンの放出量はプロピレングリコールと大きな違いは見られなかった。



(図 14) 分子構造 (左からプロピレングリコール, エチレングリコール, グリセリン)

〈考察〉シス構造を 2 つもつはずのグリセリンとシス構造が 1 つのプロピレングリコールにおける錯体の生成量に違いが見られなかった。この要因について、グリセリンの構造は図 14 とは異なり、水溶液中ではより安定した別な構造になるからではないかと考えた。そして予想される構造を図 15 に表した。



(図 15) 予想される構造

今後どちらの仮説が正しいかを確かめるために、グリセリンのような OH 基が 3 つ並んだ構造を持つほかのジオール、ポリオールを用いて実験を行いたい。(?)

7. まとめ

今回、「基礎無機化学」の「ホウ酸とホウ酸塩は、ジオールあるいはポリオールときわめて安定した錯体をつくり、ホウ酸の酸性度は増大する。」という記載から実際に複数の糖を用いて実験を行うことで、様々な糖における pH の下がり具合を具体的な数値で把握することができ、使用する糖によって錯生成の割合には違いがあることがわかった。その違いの要因について、各糖の構造に着目し、錯体の生成量には、使用する糖のシス構造の数が大きく影響を与えているからであると考察を立てた。考察を裏付けるため、フルクトースの 4 種類の異性体のうち、シス構造を 2 つもっているのは 1 つのみであり、その割合は温度の低下によって増大することに目を付けた。このことを利用し、温度を変えて実験することで、錯生成とシス構造の関係性について裏付けることができた。また、この結果を利用し、フルクトースの温度変化による錯生成への影響について具体的な割合で把握することに成功した。

8. 謝辞

本研究に際して、自然科学部の顧問の先生方、東北大学の『科学者の卵養成講座』の方々には様々なご指導を頂きました。深謝いたします。

9. 参考文献

- [1]F.Albert Cotton・Geoffrey Wilkinson, 1979 年 1 月 20 日, 培風館『基礎無機化学』
- [2]B.E.Douglas・D.H.McDaniel, 1968 年 11 月 30 日東京化学同人, 『無機化学—その概念とモデル— (上)』

- [3]福島県立福島高等学校,『スライムの化学構造に関する考察』
- [4]福岡県立鞍手高等学校,『徹底追及！ホウ酸の濃度—中和滴定によるホウ酸の濃度決定と反応機構, および身近な物質のホウ酸濃度に関する研究』
- [5]松本 洋介, 2017 年 1 月 10 日, 第一学習社,『スクエア 最新図説化学』

ホウ酸と糖の錯生成についての研究

Research on complex formation between boric acid and sugar

白渕 泰生^{1,2}, 鈴木 博也^{1,2}, 白井 凜太郎

USUBUCHI Taisei, SUZUKI Hiroya, SHIRAI Rintaro

東北大学 飛翔型「科学者の卵養成講座」¹, ●宮城県仙台第三高等学校²

EGGS, Tohoku University¹ ● Miyagi Prefectural Sendai Daisan Senior High School²

Corresponding Author's e-mail: aoba_tama@tohoku.ac.jp (Times New Roman9pt 中央揃え)

(日本語と英語でタイトル、著者名、所属を記載。)

[要約]

ホウ酸水溶液に糖水溶液を加えるとキレート錯体を生成し、溶液の pH が低下するという現象がある。しかし、pH 低下の割合や具体的な変化量など、規則性にはまだ明らかになっていない点が多くあるため、実際に pH の下がり方を把握し、その規則性を明らかにすることにした。その結果、使用したグルコース、スクロース、マルトース、フルクトースの全てにおいて、pH の低下、つまりキレート錯体の生成を確認することができ、また各糖の pH の下がり方を比較した結果、シス構造の数がキレート錯体の生成に大きな影響を与えているという仮説を立てることができた。さらにフルクトースの温度変化による性質を利用した実験を行うことで、仮説を裏付けることができた。

(日本語で400字程度または英語で250Words程度、MS明朝9ptまたはTimes New Roman9pt)

[キーワード] ホウ酸, 糖, 科学者の卵, キレート錯体, シス構造

Boric acid, sugar, Science EGGS, Chelate complex, Cis structure

1. はじめに

原子番号 8 番にホウ素 B という元素があり、その化合物はスライムやネオジム磁石など身近なところで使われている。しかし、学校で使用している教科書にはホウ素に関する詳しい記載はなく、あまり触れられていない。そこで、ホウ素について様々な文献を調べたところ F.Albert Cotton・Geoffrey Wilkinson 著の「基礎無機化学」に「ホウ酸とホウ酸塩はジオールあるいはポリオールときわめて安定した錯体をつくり、ホウ酸の酸性度は増大する。」^[1]という記載があった。この文を詳しく調べてみると、「錯体」とはキレート錯体(以下、錯体)のことであり、使用するジオールあるいはポリオールに含まれている OH 基とホウ酸の OH 基が結合することで生成される。そしてその際に水分子と水素イオンを放出することで pH が低下する、という意味であることが分かった。生成される錯体について、B.E.Douglas・D.H.McDaniel 著の「無機化学—その概念とモデル— (上)」から構造を把握した。図 1 にそれを示した。

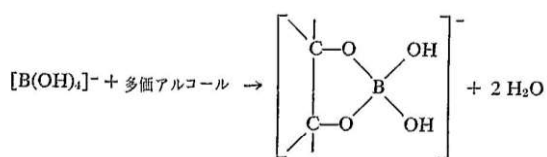


図 1 キレート錯体の生成について

ホウ酸は、 H_3BO_3 または B(OH)_3 と化学式で表され、3 価の酸のように思われるが 1 価の弱酸である。プロトン供与体ではな

く、ルイス酸として作用し OH^- を受容する。ホウ酸の電離式を(1)式に示した。



また、「ジオールあるいはポリオール」は、OH 基を含む化合物の総称であり、OH 基が 2 つあるものをジオール、2 つ以上含むものをポリオールと呼ぶ。身近にある物質で言えば、グルコース(ブドウ糖) やスクロース(ショ糖)などがそれに該当する。本研究では身近な物質である糖を用いて実験を始めた。

しかし「ホウ酸の酸性度は増大する」という記載があったが、例えばホウ酸水溶液にグルコースを加えることで、劇的に pH が低下するのか、もしくは少しずつしか低下しないのか、など具体的な pH の下がり方についての記載がなかった。そこでグルコースなどのジオール・ポリオールの水溶液を用いて、具体的にホウ酸水溶液の pH がどのくらい下がるのかを確認することを目的とした。

2. 実験 1 ホウ酸と 3 種類の糖を用いたときの pH 変化

2-1. 目的

実際に身近なポリオールである糖類を用いて実験を行い、pH がどのように変化するのかを把握することを目的とした。

2-2. 実験方法

0.1mol/L のホウ酸水溶液、1.0mol/L のグルコース、スクロ

ース、マルトース水溶液を用意した。

300 mL ビーカーに 100 mL のホウ酸水溶液を加え、空気中の二酸化炭素が溶けることを防ぐため、水面に 40mL のヘキサンで膜を張った。続けてマグネチックスターラーを用いて溶液を攪拌しながら、ビュレットから各糖水溶液を 2.0 mL ずつ 10 回加え、その時の pH を記録した。

2-3. 結果と考察

pH の変化を図 2 に表した。縦軸は水溶液の pH、横軸は添加した水溶液の体積を表している。また水溶液中の水素イオン量の変化について図 3 に表した。縦軸は水溶液中の水素イオンの量、横軸は添加した糖の物質の量を表している。

図 2 のグラフから参考文献の記載の通り pH が低下していることがわかる。また図 3 において、グラフはどの糖も直線となった。このことから各糖における錯体の生成割合は一定であることがわかる。グルコースとマルトースのグラフの傾きは比較的大きいのに対して、スクロースの傾きは小さいことも分かった。

これらの結果から、当初の目的であった文献の「ホウ酸とホウ酸塩は、ジオールあるいはポリオールときわめて安定した錯体をつくり、ホウ酸の酸性度は増大する。」という記載について、例えば「ホウ酸 1 個に対してグルコースおよそ 6700 個の割合で錯体を生成する」というような具体的な数値で把握することができた。また今回の実験における最終的な錯体の生成量を比較すると、グルコースはスクロースの約 7.1 倍の水素イオンを放出していることが分かった。このことから、グルコースはスクロースに比べて錯体を約 7.1 倍生成しやすいことを示していると判明した。しかし、この段階でホウ酸と錯体の生成をする割合がなぜグルコースとスクロースで異なるのか新たに疑問が生じたためこの疑問について考察を行った。

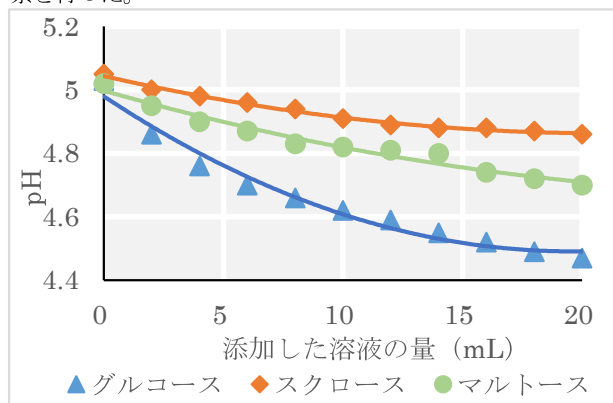


図 2 各 3 種の糖における pH の変化

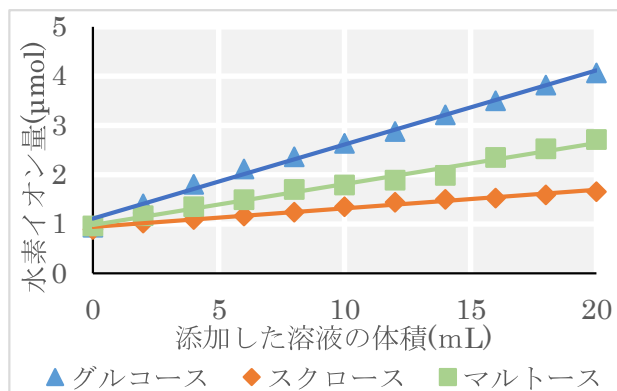


図 3 各糖水溶液における錯体の生成割合

錯体はホウ酸が各糖の OH 基に結合することで生成されることから使用した各糖の構造に着目した。ここで使用した各糖の構造を図 4 に表し、 α グルコースで構成されている部分を丸で囲み示した。図によると錯体を生成する割合の近似していたグルコースとマルトースは、 α グルコースで構成されているのに対して、スクロースは α グルコースとフルクトースが結合した二糖類であることが分かった。スクロースの構造内にも α グルコースがあるため、グルコースやマルトースと同じ割合で錯体を生成してもいいはずである。しかし実際には、スクロースでは錯体を生成しづらくなっているため、スクロースの骨格の何かがホウ酸との結合を阻害していると考えられる。そこで、フルクトースに着目し「フルクトースが錯体の生成を阻害している」という仮説を立てた。

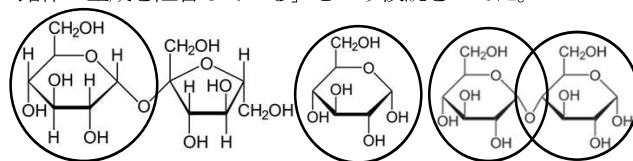


図 4 各糖の組成と α グルコース

(左からスクロース、グルコース、マルトース)

3. 実験 2 フルクトースを用いた再実験

3-1. 目的

実験 1 で立てた仮説をもとに、実際にフルクトースを用いて pH の下がり方を計測し、その仮説が正しいか調べることを新たな目的とした。

3-2. 実験方法と仮説

1.0mol/L のフルクトース水溶液を用意し実験 1 と同様の方法で行った。

実験での仮説が正しければフルクトースは錯体の生成を阻害するため、錯体の生成量は少なくなり、水素イオンの放出量はスクロースと同じかそれより少なくなると考えられる。そこで、その仮説を図 6 に表した。

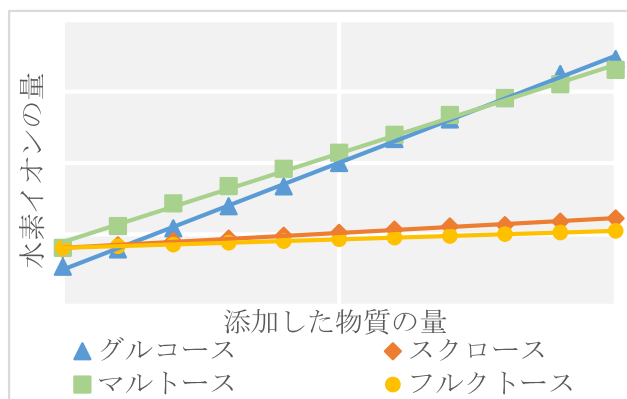


図5 仮説をもとにした実験2の結果の予想

3-3. 結果と考察

結果を実験1のグラフと合わせて図6に表した。フルクトースでは水素イオンの量は少なくなるという仮説に反して、フルクトースとホウ酸における錯体の生成割合は、グルコースやマルトースにおける割合と比べてはるかに大きいことが分かった。具体的な数値で表すと、フルクトースはスクロースの90倍の割合で反応していることが判明した。

この結果より、フルクトースに多く含まれて、スクロースには少なく含まれるもしくは含まれない構造が錯体の生成量を決める重要な要素であることが考えられる。そこでフルクトース、グルコース、マルトース、スクロースの分子模型を作り、構造の違いを探した。図7にフルクトース、グルコース、マルトース、スクロースの分子模型を示した。その結果、錯体の生成量が大きかったフルクトースの構造には、隣り合うOH基が同じ向きにある「シス構造」が存在しており、錯体の生成量が小さかったスクロースには「シス構造」が存在していないことが分かった。さらにシス構造の数は、錯体を最も多く生成したフルクトースには2個、やや多く錯体を生成したグルコースには1個、ほとんど錯体を生成しなかったスクロースには含まれていないことから、シス構造の数に比例して錯体の生成量が増加するという関係性が見られた。そこで「ホウ酸と各糖における錯体の生成にはシス構造の数が重要な要素ではないか」という仮説を立てた。

この段階になって、構造に着目して改めて参考文献を調べると、福島県立福島高等学校の研究の「シス構造はトランス構造に比べてpHを下げやすい。」といった記載や、福岡県立鞍手高等学校の研究の「隣接ジオール構造をもつ化合物とホウ酸陰イオンが錯体を作ることでpHが下がる」といった記載があり、すでに似たような内容の研究が行われていることが判明した。ここで本研究では実験1においてシス構造を持たないスクロースでもpHが下がり、錯体はできていることを確認している。これは、シス構造以外のトランス構造や、OH基が隣接していない場所でも錯体ができるということである。その点では、他の先行研究とは異なり、隣接ジオール構造だけが錯体の生成に関与しているのではないということを、実際に実験を行うことで改めて把握することができたと言える。

加えて、pHの下がり幅を具体的な数値で表すことができた。また、福岡県立鞍手高等学校では、各糖の添加量が一定であり、中和滴定によって酸性度の強さを表しているいわば「点での把握」なのに対して、私たちはホウ酸水溶液に各糖の添加量を増やしてそのpHの低下の傾向を把握したので「線での把握」をしたと言える。

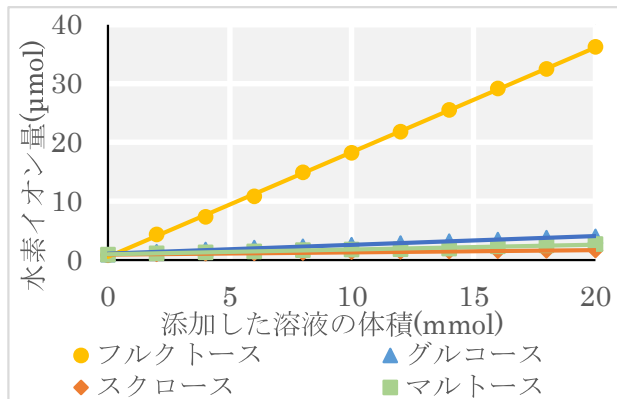
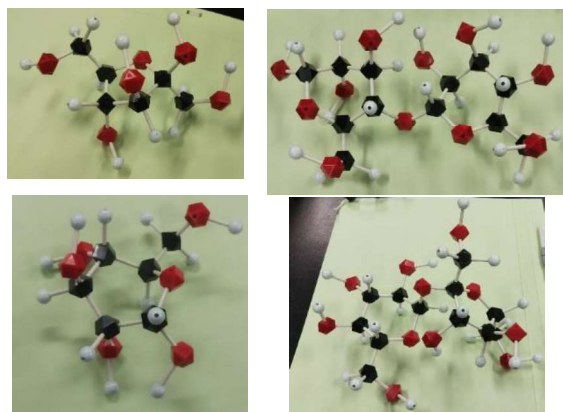


図6 各糖における pH の変化

図8 分子模型 (左上フルクトース 右上マルトース
左下グルコース 右下スクロース)

4. 実験3 温度によるフルクトースの反応割合の変化

4-1. 目的

フルクトースは水溶液中で4種類の構造を持つ。図9に4種類の構造を表し、 β -D-フルクトピラノースを四角で囲み示した。これらの構造は平衡関係にあり、水溶液の温度によって割合が変化することが分かっている。特に唯一シス構造を2つつつ β -D-フルクトピラノースは液温が低いほど割合が増加することが第一学習社の『スクエア 最新図説化学』から分かっている。図10にこの関係を示した。

そして、実験2のシス構造が多いほど錯体の生成量は多くなるという仮説が正しければ、フルクトースの実験を温度を変えて行った際、温度が低いほどシス構造の数が増え、錯体の生成量が多くなるのではないかと考えた。つまりフルクトースの実験において、温度を低くするほどpHの変化量が大きくなれば、仮説が正しいことが裏付けられると考えた。

そこで、新たな目的として一定の濃度のホウ酸水溶液とフルクトースを用いて液温のみを変化させて実験を行うことで、温度に応じてどのくらいpHが変化するか把握し、錯体の生

成にシス型構造が大きく関わっていること裏付けることを目的とした。

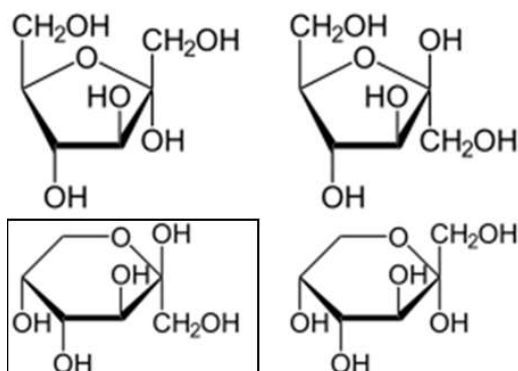


図9 フルクトースの4種類の構造

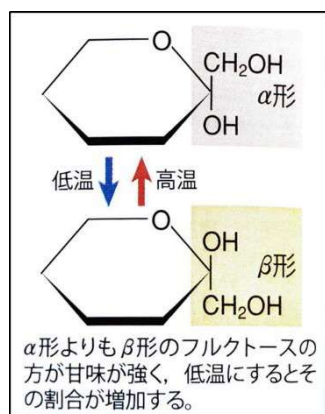


図10 液温による立体構造の変化

4-2. 実験方法

ホウ酸水溶液の液温を 10, 15, 20, 25, 30℃に保ちながら実験 2 と同様の実験を行った

4-3. 結果と考察

結果を図 11, 12 に示した。図 11 は温度別におけるフルクトースの物質質量に対する水素イオンの放出量を表している。図 12 は、縦軸が各温度におけるフルクトース水溶液を 20mL 加えたときの水素イオン放出量、横軸が水溶液の温度を表している。

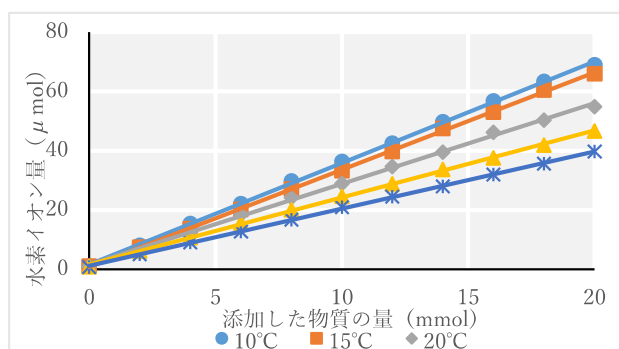


図11 各温度における水素イオン量の変化

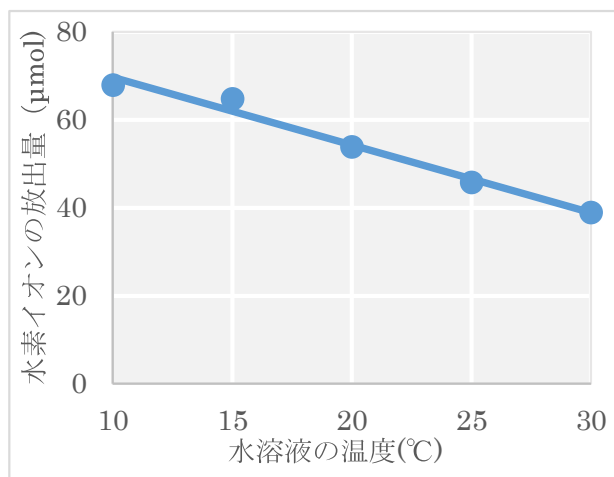


図12 溶液の温度と水素イオンの関係

結果のグラフを見ると、仮説の通り液温が低いほど水素イオンの放出量が大きくなっていることが一目瞭然であり、シス構造が多いほど錯体の生成量が増加するという実験 2 の考察を裏付ける結果となった。またホウ酸水溶液を 30℃にして実験を行った際の水素イオンの放出量を基準とすると 1℃あたり 3.4%ずつ放出量が低下していることが分かり、温度による錯体の生成への影響を数値で把握することに成功した。

また今回の実験を逆に言えば、フルクトースの構造の変化という分子レベルの目に見えない変化を、ホウ酸を用いて実験を行うことで、「pH」という目に見える具体的な数値で表したともいえる。

5. 実験4 糖以外のジオールポリオールを用いた実験

5-1. 目的

実験 3 によって、糖とホウ酸の混成による錯体の生成において、糖のシス構造が多いほど錯体を生成しやすいことが明らかとなった。しかし、これまでの実験は糖に着目して行っているため、基礎無機化学の記載にあるジオールあるいはポリオールの一部でしかない。そこで、糖以外のジオールあるいはポリオールでもこの関係が成り立つのかを確かめることを目的として、糖の代わりにアルコールをいくつか用いて実験を行った。

5-2 実験方法

糖水溶液の代わりにアルコールを用いて、実験 1, 2, 3 と同様の方法で実験を行った。

5-3 結果と考察

結果を図 13 に表した。また使用したアルコールの構造を図 14 に表した。グラフのマーカーは結果と密度とこれまでの実験結果をもとにすると、シス構造が 1 つあるプロピレングリコールはシス構造がないエチレングリコールに比べ、より多くの錯体を生成しているため予想通りの結果になったといえる。ところが、グリセリンの反応について疑問を持った。グリセリンは OH 基が同じ方向に 3 つ並びシス構造が二つ重なったような構造をしているため、プロピレングリコールに比

べ、さらにホウ酸と結合しやすくなると考えられる。しかし、実際の水素イオンの放出量はプロピレングリコールと大きな違いは見られなかった。これはグリセリンのOH基の配置が水溶液中ではより安定した構造をとるために変化しているからではないかと考えられる。このため、グリセリンの構造は水溶液中では図15のようにシス構造が一つとなっていると予測できる。

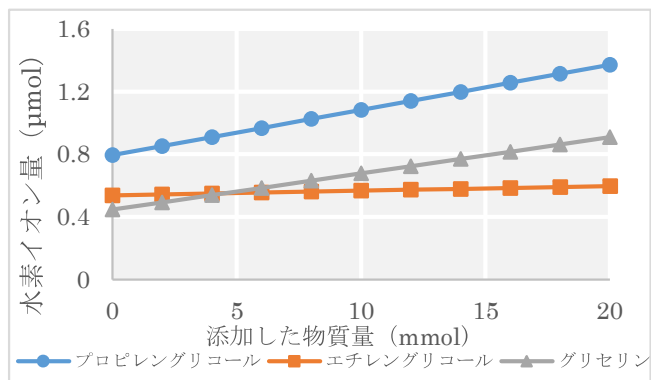


図13 各物質における水溶液中の水素イオン量の変化

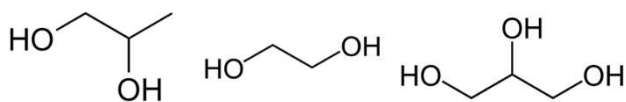


図14 使用した物質の分子構造

(左からプロピレングリコール、エチレングリコール、グリセリン)

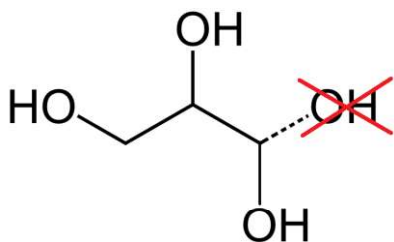


図15 予想されるグリセリンの構造

6. 今後の展望

実験4においてグリセリンは予想と反して錯体の生成量についてプロピレングリコールと大きな変化が見られなかった。この現象について検討を深めるために、グリセリンのようにOH基が同じ方向に3つ並んでいる構造をもつβ-D-マンノピラノースを用いて本実験と同様な実験を行いたい。この実験によりシス構造と錯体の生成量の関係についてより深く明らかにしていきたい。

7. 結論

今回、「基礎無機化学」の「ホウ酸とホウ酸塩は、ジオールあるいはポリオールときわめて安定した錯体をつくり、ホウ酸の酸性度は増大する。」という記載から実際に複数の糖を用いて実験を行うことで、様々な糖におけるpHの下がり具合を具体的な数値で把握し、使用する糖によって錯体の生成割合には違いがあることがわかった。その違いの要因について、各糖の構造に着目し、錯体の生成量には、使用する糖の

シス構造の数が大きく影響を与えているからであると考察を立てた。考察を裏付けるため、フルクトースの4種類の異性体のうち、シス構造を2つもっているのは1つのみであり、その割合は温度の低下によって増大することに目を付けた。このことを利用し、温度を変えて実験することで、錯生成とシス構造の関係性について裏付けることができた。また、この結果を利用し、フルクトースの温度変化による錯体の生成への影響について具体的な割合で把握することに成功した。今後はOH基が同じ方向に3つ並んでいる構造と錯体の生成量について検討を深めていきたい。

8. 謝辞

本研究は東北大学 飛翔型「科学者の卵養成講座 (JST グローバルサイエンスキャンパス)」の支援のもとで実施されました。本研究に際して、自然科学部の顧問の先生方、東北大学の『科学者の卵養成講座』の方々には様々なご指導を頂きました。深謝いたします。

9. 引用及び参考文献

(MS 明朝 9pt) 欧文論文著者アルファベット順、和文論文著者五十音順に記載。

伊藤次郎、他 3 名 (2015a) 風力発電の翼構造. *IEEE Trans. Electron* 20, 108-120.

伊藤次郎、他 8 名 (2015b) 風力発電の発電効率. *IEEE Trans. Electron* 20, 368-381.

参考文献の書き方がいまいちわかりません。

F.Albert Cotton・Geoffrey Wilkinson, (1979) 基礎無機化学 oo-oo 培風館

B.E.Douglas・D.H.McDaniel. (1968) 無機化学—その概念とモデル—(上) oo-oo 東京化学同人,

東北太郎、仙台桃子、浅虫五郎、秋田真凜 (1999) 強電界下でのナズナの成長過程. *Plasma Technology B* 11, 105-120.

Sakai Y (2001) *Management of Technological Change*. 10-25, John Wiley, New York.

Sato I, Abe S, et al. (2010) Experimental studies of new micro structure on dragonfly wings. *Proc. Inter. Zoological Conf. on Microstructure* 2, 123-124, Paris, France.

Tohoku K, Sendai M, Kaito S (2005) Future technology for intelligent power system. *IEEJ Trans. PE* 150, 130-136.

図1 図のタイトル

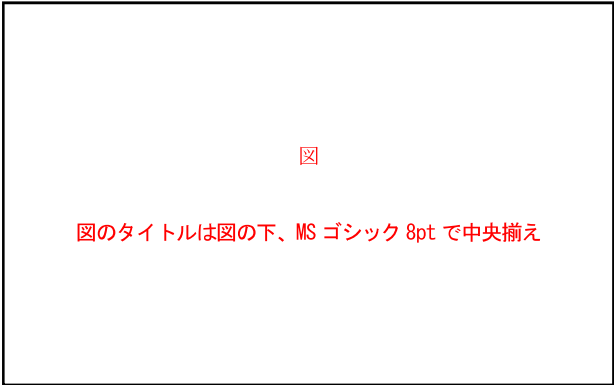


表1 表のタイトル

		表	

表のタイトルは表の上、MS ゴシック 8pt で中央揃え

自然科学部
第 62 回日本学生科学賞
第 11 回坊ちゃん科学賞 究論文コンテスト優良賞



樹状に広がる金樹と黒色に発現する金樹の研究

宮城県仙台第三高等学校

1. 背景・目的

- 銅、銀、スズ、鉛を用いた金属樹は参考書^[1]に記載がある。しかし、金樹についての記載なし。
- ⇒金樹の研究^[2]が存在！しかしその研究の金樹は金属光沢がなく、樹状に析出していなかった。
- ⇒樹状に析出し、かつ、金属光沢がある金樹の作成を目指した。



図1 先行研究^[2]の金樹

2. 実験1 濃度を変えたときの金樹の析出

なぜ金樹は樹状に析出しないのか？

⇒溶液の濃度を0.01~0.10 mol/L間に变化。

実験方法

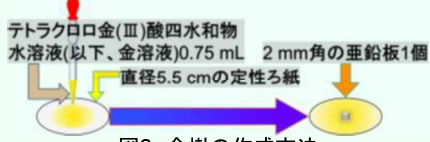


図2 金樹の作成方法

3. 結果1 実験1の結果は図3の通りになった。

	0.01 mol/L	0.02 mol/L	0.03 mol/L	0.04 mol/L	0.05 mol/L
写真					
色	黒色	黒色	黒色	黒色、金色	黒色、金色
形状	平面的	平面的	平面的	金属葉	金属葉
写真					
色	金色、黒色	金色、黒色	金色、黒色	金色	金色
形状	樹状	樹状	樹状	樹状	樹状

図3 溶液の濃度を変えたときに作成した金樹の一覧とその様子

4. 考察1 金溶液の濃度の違いによって金の析出状態に違いが生じた理由

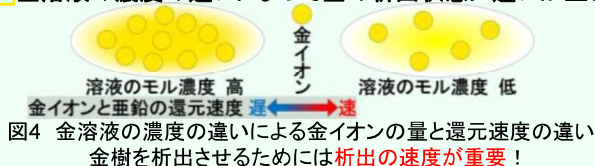


図4 金溶液の濃度の違いによる金イオンの量と還元速度の違い
金樹を析出させるためには析出の速度が重要！

5. 実験2 オブラートを使用した時の金樹の析出

金樹の作成には、析出の速度を制限させることが必要

⇒先行研究^[2]で用いられていたオブラートを使用。

・実験方法 金溶液を注ぐ前にろ紙の上にオブラートを乗せる。

6. 結果2 実験2の結果は図5の通りになった。

	0.01 mol/L	0.02 mol/L	0.03 mol/L	0.04 mol/L	0.05 mol/L
写真					
色	黒色	黒色	黒色	金色、赤褐色	金色、赤褐色
形状	平面的	平面的	平面的	樹状	樹状
写真					
色	金色	金色、黒色	金色、黒色	金色、黒色	金色、赤褐色
形状	樹状	樹状、金属葉	樹状、金属葉	樹状、金属葉	樹状、金属葉

図5 オブラートを使用した時に作成した金樹の一覧とその様子

・図5より、0.06mol/Lの条件が目的としていた「金色の光沢があり、樹状に析出する金樹」という条件を満たしている。

7. 考察2 オブラートを用いたとき金が樹状に析出した理由

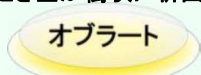


図6 ろ紙の上にオブラートを敷いた様子

ろ紙とオブラートの界面的な影響によって金樹がろ紙とオブラートの間に析出
⇒析出の場が制限され、還元反応が急速でなくなる
⇒樹状に析出

8. 実験3 析出した黒色の物質の正体の特定

- 実験1、2では、金樹を作成したときに、黒色の物質や赤褐色の物質が析出。
⇒さらに黒色の物質は、時間経過とともに青紫色に変化。
⇒これらの物質の正体の解明を目指した。

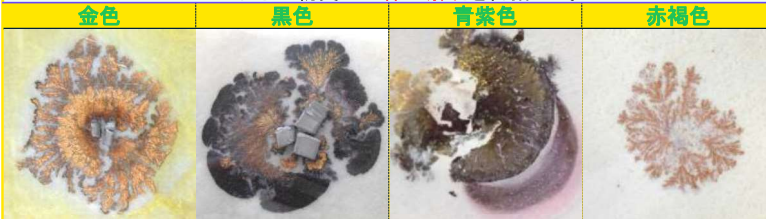


図7 様々な色をした物質

実験方法

- 濃度10%の塩酸、水酸化ナトリウム水溶液にそれぞれの色の物質を入れる。
- ガスバーナーで加熱する。

9. 結果3 実験3の結果は表1の通りになった。

表1 それぞれの物質を溶液に入れ加熱したりした結果

	金色	黒色	青紫色	赤褐色
塩酸	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
水酸化ナトリウム	変化なし	変化なし	変化なし	溶けた
加熱	変化なし	変化なし	変化なし	金色に変化

・表1より、赤褐色の物質は金色の金とは別の物質であることが言える。

10. 考察3

赤褐色の物質
・水酸化ナトリウム水溶液に可溶＋加熱すると金色。
・金溶液は水溶液であり、溶存酸素が存在。
⇒ $1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$ の反応が起こっている可能性。
⇒水酸化金(III)の可能性が高い。

黒色の物質
・酸にも塩基にも反応せず、加熱しても変化なし。
⇒金の可能性。

金の表面構造 多少の凹凸はあるが、比較的表面がなめらかで平らな構造。
⇒光を反射するため金色に見える。

黒色の物質の表面構造 微細な結晶が多く重なり合っており凹凸がとても多い構造。
⇒光を吸収するため黒色に見える。

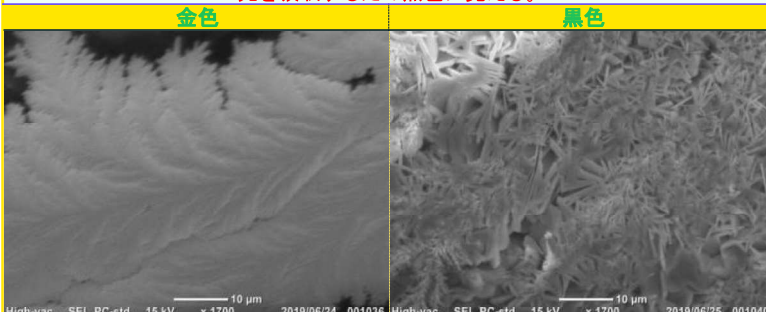


図8 電子顕微鏡で観察した金と黒色の物質の結晶構造

青紫色の物質
・金粒子が金コロイドとして存在するとき。^{[4][5]}
・黒色の物質が時間変化で生じたもの。
⇒粒子の並びが不安定なため粒子が大きくなり安定になろうとする。
⇒粒子径が増大した金コロイド。

11. 結論

- 金色の光沢があり樹状に析出する金樹を作成する方法は溶液の濃度が0.06 mol/Lの時であり、ろ紙の上にオブラートを使用するときである。
- 赤褐色の物質は水酸化金(III)である可能性が高い。
- 黒色の物質は金の結晶構造が変化したもの。
- 青紫色の物質は金コロイドである可能性が高い。

12. 今後の展望

- 樹状に析出する金樹の作成に成功！
⇒しかし、銅樹などと比較すると析出範囲が狭い。
⇒ろ紙全体に広がった金樹を作成する。
- 金色ではない3種類の物質がどのような物質であるのか特定し、それらが析出する条件を確立する。

13. 謝辞

この研究を進めるにあたって顧問の先生方、科学者の卵養成講座の皆さんには実験の進め方や論文作成の仕方などについて助言をしていただくなど大変お世話になりました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

参考文献

- 改訂版 フォトサイエンス 化学図録
- 東京都立葛西工業高等学校 祐川翔貴 2013年1月『金樹の夢の研究』
- 宮城県仙台第三高等学校 伊藤藤里 2016年12月『銅樹の異方性と生え方の研究 〜もっと真っ直ぐ平らな面に！ &なぜ金属樹はろ紙の下に生えるのか〜』
- 小林敏勝 2004年6月『金・銀ナノ粒子の調製と色彩』
- 立間徹 2008年3月『金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴を利用した電荷分離とその応用』

樹状に広がる金樹の研究

1. 概要

金色の光沢があり樹状に析出する金樹を目指し、テトラクロロ金(Ⅲ) 酸四水和物水溶液を用いて金樹を作成したところ、金色の金とは明らかに異なる黒色の物質や赤褐色の物質が析出した。赤褐色の物質について酸や塩基などを用いて調べたところ、単体の金とは異なる物質であることが分かった。また、作成した金樹は樹状に析出しなかったが、金樹の作成の際にオブラートを上に敷くことで、黒色の物質を析出させずに、金色の金のみが樹状に析出した、樹状で金色の光沢のある金樹を作成することに成功した。

2. 背景・目的

参考書^[1]には銅、銀、スズ、鉛の金属樹が記載されている。しかし、金を用いた金の金属樹すなわち金樹は参考書等では記載されていない。そこで金樹に関する論文を調べてみると、金樹は先行研究^[2]において無電解によって金樹を作ることができると報告されていた。しかし、金樹に関する文献は非常に少なかった。さらに先行研究^[2]にあった条件である、テトラクロロ金(Ⅲ)四水和物水溶液の濃度 0.20 mol/L、定性ろ紙の直径 5.5 cm、温度 20~30 °C、亜鉛板の大きさ 2 mm 角 1 個の場合で予備実験として金樹を作成したところ、析出した金樹が中心から 1.0 cm と少なく、ろ紙内に還元されなかった金イオンが多く残ってしまった。また一般的な銅樹は直径 5.5 cm ろ紙全体に広がっている。しかし、予備実験で作成した金樹はろ紙全体に広がっていなかった。さらに析出した金樹はろ紙の表側では金属光沢がなく黒色であり、ろ紙の裏側では黒色の物質であった(図 1、写真の反射はラップによるもの。)。そこで以下の 2 つを目的として実験を行った。

1. 金色の光沢があり、樹状に析出する金樹を作成する。
2. 析出した黒色の物質属樹がどのような物質であるのか特定する。



図 1 テトラクロロ金(Ⅲ)酸四水和物水溶液の濃度 0.20 mol/L で作成した金樹(左側)と、目標とする金属樹の例(右側、写真は銅樹)

3. 実験

3-1. 金色の光沢があり、樹状に析出する金樹を作成する

実験材料

・定性ろ紙(大きさは直径 5.5 cm) ・0.01 mol/L~0.10 mol/L テトラクロロ金(III)酸水溶液(溶液の濃度は 0.01 mol/L 刻み) ・亜鉛板(2 mm 角) ・ガラスシャーレ(大きさはろ紙を収める大きさのものとその上に覆う大きさのもの。) ・オブラート

3-1-1. 金樹生成における金溶液の濃度の最適条件を特定する。

予備実験より水溶液の濃度を薄くすることで金イオンの無駄をなくそうと考え、溶液の濃度を変えて実験を行った。金樹が樹状に析出する際の濃度を調べるためにテトラクロロ金(III)四水和物水溶液の濃度を 0.01 mol/L~0.10 mol/L に変化させて金樹を作成した。

実験の工程は、はじめに、直径 5.5 cm の定性ろ紙に各濃度に調整したテトラクロロ金(III)酸四水和物水溶液(以下、金溶液)を 0.75 mL 入れる。次に金溶液を染み込ませたろ紙に大きさ 2 mm 角の亜鉛板を 1 つ乗せる(図 2)、というものを基準とする。ろ紙の大きさを小さくして実験してみたが金がほとんど析出しなかったため、ろ紙の大きさは直径 5.5cm とした。

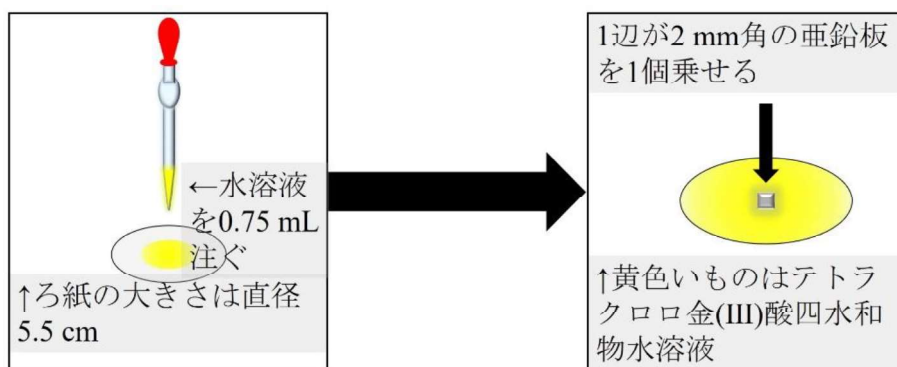


図2 金樹の作り方

3-1-2. 亜鉛板の数を増やした場合の金樹の析出状態

ろ紙の大きさが 5.5 cm の時の場合で析出に使われる金イオンの量を増やそうと考えた。亜鉛板の数を増やせば還元反応の際に生じる電子の数が増え、それによって還元される金の量も多くなるので、より多くの金樹が析出するのではないかと考え、亜鉛板の数を 1 個から 3 個に増やした。3 個の亜鉛板は 1 ヶ所に集め、かつ亜鉛板同士が重なり合わないようろ紙上に配置した。

3-1-3. 金樹がろ紙の表面に析出するようにする

先行研究^[9]より、金属樹は、ろ紙と界面の物理的影響によってろ紙の下側に析出するが、オブラートを用いることでろ紙とシャーレの間よりも密な面を作りだし、ろ紙の上側に金属樹を析出させられることが分かっている。先行研究^[9]では銅樹がろ紙の下側に生えること

についての研究の中で銅イオンと亜鉛イオンを分離させるために不溶性のオブラートを用いていた。そのため、オブラートを用いれば金樹の析出の場を制限することができるので、還元反応が急速ではなくなり樹状の金を多く析出させられるのではないかと考えた。

実験の工程は実験 1 と同じ条件としたが、ろ紙に金溶液を注ぐ前にオブラートをろ紙の上に配置した。

3-2. 析出した黒色の物質がどのような物質であるのか特定する

実験材料

・10%塩酸、水酸化ナトリウム水溶液 各色(金色、黒色、青紫色、赤褐色)の物質 ・角型灰皿

3-2-1. 黒色の物質、赤褐色の物質が金であるか特定するため酸と塩基を加える

先行研究^[2]において黒色の物質は発見されているが、それがどのような物質であるのか、また金色の金と同じ物質であるのかということについては分かっていないという記載があった。また、何度も金樹を作成する中で析出した物質は、図 3 のように金色、黒色の他に赤褐色、黒色の物質が時間経過によって生じた青紫色をしていた。

金色の金	黒色の物質	青紫色の物質	赤褐色の物質
			

図 3 析出した様々な色の物質

そこで私たちはこれらの金の正体を特定するために以下のような実験を行った。まず、黒色の物質が酸と塩基のそれぞれの水溶液に溶けるのかを調べるために、それぞれ質量パーセント濃度が 10%の塩酸と水酸化ナトリウム水溶液に溶かした。また、青紫色の物質、赤褐色の物質については黒色の物質とは別のものとして実験を行った。

3-2-2. 黒色の物質と赤褐色の物質を特定するため加熱する

3-2-1 の結果より黒色の物質は塩酸に溶けず黒色であるという点から、酸化金(I)の可能性もあるのではないかと考えた。酸化金(I)は暗紫色で塩酸に溶けず、加熱すると酸化金(III)となり安定化するという性質がある。そこで私たちは黒色の物質を加熱することとした。黒色の物質を加熱したとき色に変化すれば、黒色の物質は酸化金(I)である可能性が高まると考えガスバーナーで加熱することにした。また他の色の物質についても同様に実験し、色の

変化がないか調べた。

4. 結果

4-1. 3-1-1 の結果

金溶液の濃度を変化させたときの物質の析出状態の変化を図 4 と表 1 に示す。また、これ以降の写真に写りこむ光の反射はすべてラップによるものである。

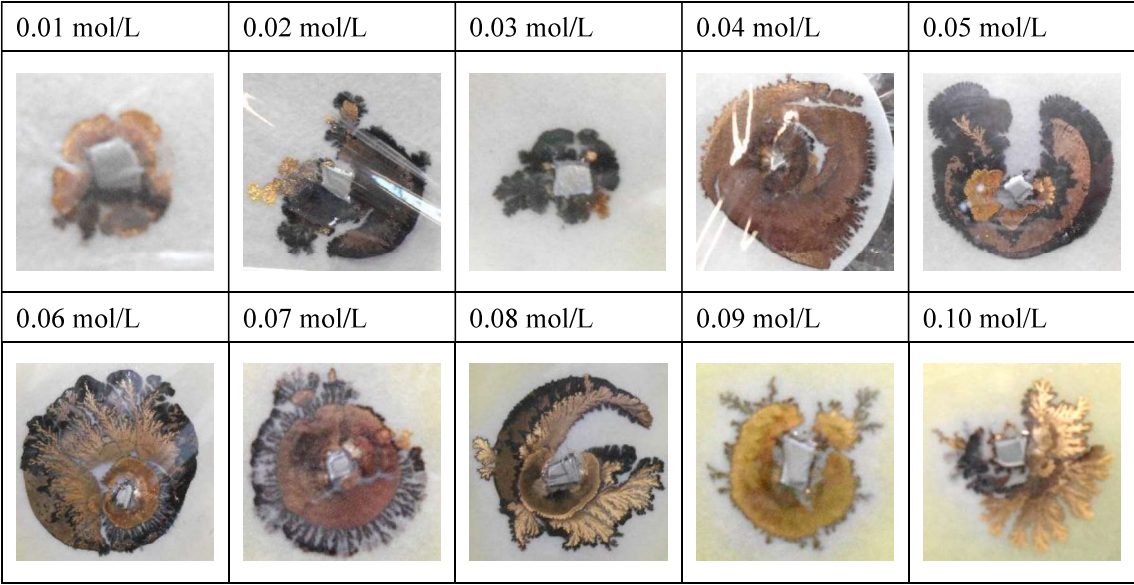


図 4 金溶液の濃度を変えて作成した金樹

表 1 実験 1 の結果

	金色の金	黒色の物質	析出状況
0.01 mol/L	わずかに析出	析出なし	
0.02 mol/L	わずかに析出	わずかに析出	
0.03 mol/L	析出なし	わずかに析出	
0.04 mol/L	金属葉として析出	析出なし	金属葉の色は黄土色であった。
0.05 mol/L	金属樹として析出	金属葉として析出	黒色の物質の上に金色の金が析出。
0.06 mol/L	金属樹として析出	金属葉として析出	黒色の物質の上に金色の金が析出。
0.07 mol/L	金属葉として析出	金属樹として析出	金色の金の外側に黒色の物質が析出。
0.08 mol/L	金属樹として析出	金属葉として析出	黒色の物質の上に金色の金が析出。
0.09 mol/L	金属葉として析出	析出なし	
0.10 mol/L	金属樹として析出	金属樹として析出	ろ紙の表面は金色、裏面は黒色。

表における金属葉とは界面にそって平面的に析出する木の葉のような形状の金属の結晶であり、金属樹とは樹木のように枝分かれているように見える金属の結晶である。

0.01 mol/L の場合は金色の金が析出し、0.02 mol/L と 0.03 mol/L の場合では金色の金はほとんど析出せず、黒色の物質が少しだけ析出していた。0.04 mol/L と 0.05 mol/L では金色の金の金属葉と黒色の物質の金属葉、またはその両方が混ざったような金属葉が見られた。0.06 mol/L～0.08 mol/L では金色の金が枝分かれて析出するようになったが黒色の物質も見られた。0.09 mol/L、0.10 mol/L では金色の金のみが枝分かれて析出するようになり、最も樹状の金樹が析出したのは 0.10 mol/L の時であり、中心から 1.0 cm の場所まで析出した。また、0.08 mol/L～0.10 mol/L の金樹ではろ紙の裏側に黒色の物質の金属樹が析出する場合があった。

4-2. 3-1-2 の結果。

亜鉛板の数を変えたときの金樹の析出状態を図 5 にて示す。

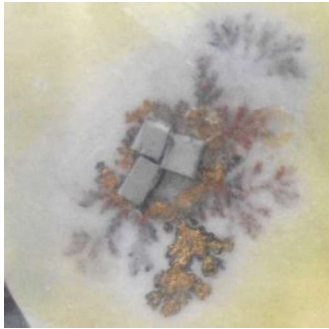
亜鉛板 1 個	亜鉛板 3 個
	

図 5 亜鉛板の数を変えて作成した金樹

亜鉛板 3 個で作成したとき、金樹が析出した部分から測定した樹状部分の長さは表面では 1.25 cm であり、裏面では 1.75 cm であった。これは同じ濃度の亜鉛板 1 個の場合の表面 1.00 cm (裏面では析出なし。) に比べて多く広い範囲に金樹が析出しており、樹状の金樹は亜鉛板 3 個の場合の方がわずかに多く析出していたが析出量の差はわずかなものであった。また、今回の金樹は溶液の濃度を 0.10 mol/L の場合で実験を行ったため、ろ紙の裏側に黒色の物質樹が析出していることが多くあった。

4-3. 3-1-3 の結果。

ろ紙の上にオブラートを載せて実験した結果を図 6、表 2 にて示す。

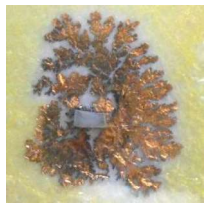
オブラートあり (0.01 mol/L)	オブラートあり (0.02 mol/L)	オブラートあり (0.03 mol/L)	オブラートあり (0.04 mol/L)	オブラートあり (0.05 mol/L)
				
オブラートあり (0.06 mol/L)	オブラートあり (0.07 mol/L)	オブラートあり (0.08 mol/L)	オブラートあり (0.09 mol/L)	オブラートあり (0.10 mol/L)
				

図 6 オブラートを使用して作成した金樹

表 2 実験 3 の結果

	金色の金	黒色の物質	析出状況
0.01 mol/L	析出なし	わずかに析出	
0.02 mol/L	析出なし	わずかに析出	
0.03 mol/L	析出なし	わずかに析出	
0.04 mol/L	金属樹として析出	わずかに析出	
0.05 mol/L	金属樹として析出	金属樹として析出	
0.06 mol/L	金属樹として析出	析出なし	中心から 1.2 cm の範囲で析出。
0.07 mol/L	金属葉として析出	析出なし	
0.08 mol/L	金属樹として析出	金属樹として析出	金色の金の外側に黒色の物質が析出
0.09 mol/L	金属葉として析出	析出なし	赤褐色の物質がわずかに析出
0.10 mol/L	金属樹として析出	析出あり	黒色と金色が混ざった色

ろ紙の上にオブラートをかぶせた結果、0.01~0.03 mol/L の場合では黒色の物質のみがわずかに析出していた。0.04 mol/L から析出した金が枝分かれするようになり特に 0.04 mol/L~0.06 mol/L の場合で樹状の金樹が見られた。0.07 mol/L から金色の金樹と金色の金属

葉が析出し黒色の物質や赤褐色の物質もわずかに析出した。0.10 mol/L では樹状の金樹が析出したものの黒色の物質と金色の金が混ざったような色だった。

4-4. 3-2-1 の結果

それぞれの結果は以下の表 3 のとおりとなった。

表 3 それぞれの色の物質を酸と塩基に溶かした結果

	金色の金	黒色の物質	青紫色の物質	赤褐色の物質
塩酸	溶けなかった	溶けなかった	溶けなかった	溶けなかった
水酸化ナトリウム	溶けなかった	溶けなかった	溶けなかった	溶けた

塩酸を用いた場合ではどの色の金も変化がなく濃塩酸で実験を行った場合でも変化はなかった。水酸化ナトリウム水溶液を用いた場合では赤褐色の物質において反応があった。

4-5. 3-2-2 の結果

それぞれの結果は表 4 のとおりとなった。

表 4 それぞれの色の物質を加熱した結果

	金色の金	黒色の物質	青紫色の物質	赤褐色の物質
加熱	変化なし	変化なし	変化なし	金色の光沢が見られた

5. 考察

5-1. 3-1-1 の考察 金溶液の濃度を変えたときの原因

これまでの金属樹の作成(銅、銀、スズ、鉛)では、いずれも亜鉛と使用した金属イオンの水溶液とのイオン化傾向の差が比較的小さかった。そのため、還元反応によって発生する起電力が少なく、電子の放出量も少ないので析出した金属が決まった結晶構造に並ぶまでの時間が十分にあったことから、ろ紙の裏側に金属樹が樹状に析出した。しかし今回は、亜鉛と金のイオン化傾向の差が大きいため、銅と亜鉛、銀と亜鉛の場合よりも発生する起電力が大きくなる⁹⁾。そのため、放出される電子の量も多くなるため、銅や銀と比較して還元反応がより急速に起こったので、析出した金が決まった結晶構造に並ぶ時間が短くなったことから、ろ紙の表面に金樹または金属葉が析出したと考えられる。

析出した金樹は溶液の濃度が 0.01 mol/L~0.05 mol/L の時は主に金属葉の形態として見られたが、0.06 mol/L~0.10 mol/L の時は樹状の金樹が主に見られた。金溶液の濃度が 0.01 mol/L~0.05 mol/L の時には、亜鉛の酸化によって放出される電子の量に対して還元できる金イオンの量が少ないことに加えて、金イオンと亜鉛の還元反応が急速に起こるためその分結晶成長速度が早くなる。よって主に金属葉の形態として析出したと考えられる。また、金

溶液の濃度が 0.06 mol/L~0.10 mol/L の時には、還元反応が急速ではなくなったことに加え還元する亜鉛の量と電子を受け取る金イオンの量が多くなったため、金が規則的な結晶として析出できるだけの時間的余裕ができ、還元された金が多くなったことで金が金属樹のように析出したと考えられる。これらの結果から、金属光沢があり、樹状に析出する金樹に最も適した濃度は、0.10 mol/L であるといえる。それより低い濃度であると、黒色の物質が析出したり、金属葉が析出したりするようになる。

5-2. 3-1-2 の考察 亜鉛板の数を変えたときの原因

亜鉛板の数が増えると、金属樹の析出に必要な亜鉛イオンの数が増え、金を還元する力が強くなる。またろ紙に接する亜鉛板の面積が大きくなることから、ろ紙全体の還元力が強くなる。これらの理由から還元される金の量が増えるため、亜鉛 1 個の場合よりも金がより多く析出したと考えられる。よって、金樹の析出量は亜鉛の金イオンを還元する力に関係しており、亜鉛板の数が 3 個の場合で作成した金樹は亜鉛板の数が 1 個の場合で作成したもの比べ金の析出量がわずかに多くなる。これらの結果から亜鉛板の数を変えても金樹の析出量に大きな変化はないといえる。

5-3. 3-1-3 の考察 オブラートを使用した時に金樹が樹状に析出した原因

ろ紙の上にオブラートを敷いて金樹を作成した際、ろ紙と界面の物理的な影響によって金樹はろ紙とオブラートの間に析出するようになる。それによって金樹の析出する場所がろ紙の表面のみと制限されるため、還元反応や析出の速度がオブラートを使用しない場合に比べて急速ではなくなる。また、オブラートを用いることでろ紙に金溶液がしみこむ速度もゆっくりとなるため還元反応も急速ではなくなるのではないかと考えた。そのため、オブラートを使用した時金樹が樹状に析出したと考えられる。これらの結果から、金色の光沢があり、かつ樹状の金樹を析出するためには、オブラートを用いることが重要であるといえる。また、オブラートを用いた際に最も樹状に金樹が析出しやすい濃度は 0.06 mol/L ではないかと考えられる。

5-4. 3-2-1、3-2-2 の考察 それぞれの色の物質が変化した原因

黒色の物質と金色の金の比較

この結果より黒色の物質は加熱しても色の変化が見られなかった。そのため酸化金(Ⅰ)である可能性は低いと考えられる。また、酸や塩基の水溶液に入れても変化が見られなかったため、黒色の物質は単体の金ではないかと考えられる。赤褐色の物質を加熱するとその部分が金色の光沢をもつようになった。黒色の物質と金色の金を電子顕微鏡で観察した結果(図 7)、黒色の物質と金色の金では表面構造が大きく異なることが分かった。黒色の物質の表面構造は微細な結晶が多く重なり合っており凹凸がとても多い構造となっているが、金色の金は多少の凹凸はあるものの黒色の物質の結晶状態と比較して考えると、比較的表面がな

めらかで平らな構造といえる。これらの原因としては、黒色の物質が析出する場合では、亜鉛の還元する力に対して還元される金イオンの量が少ない。すると金イオンと亜鉛の還元反応が早くなるため金の結晶が成長、析出する時間が短くなる。そのため金が規則正しい滑らかな結晶としてできるほどの時間的余裕がない状態になったため凹凸のある立体的な結晶が生成されたと考えられる。この結晶は凹凸が多くあるため光が散乱し結晶内にすべて吸収されるの黒色に見えろと考えられる。一方金色の金では、亜鉛の還元する力に対する金イオンの量が多い状態になった。そのため金の結晶が成長する時間に余裕ができるので比較的なめらかで平らな規則正しい結晶が生成されたと考えられる。この金の結晶は表面が平らでなめらかなので光を反射し金色に見えろと考えられる。

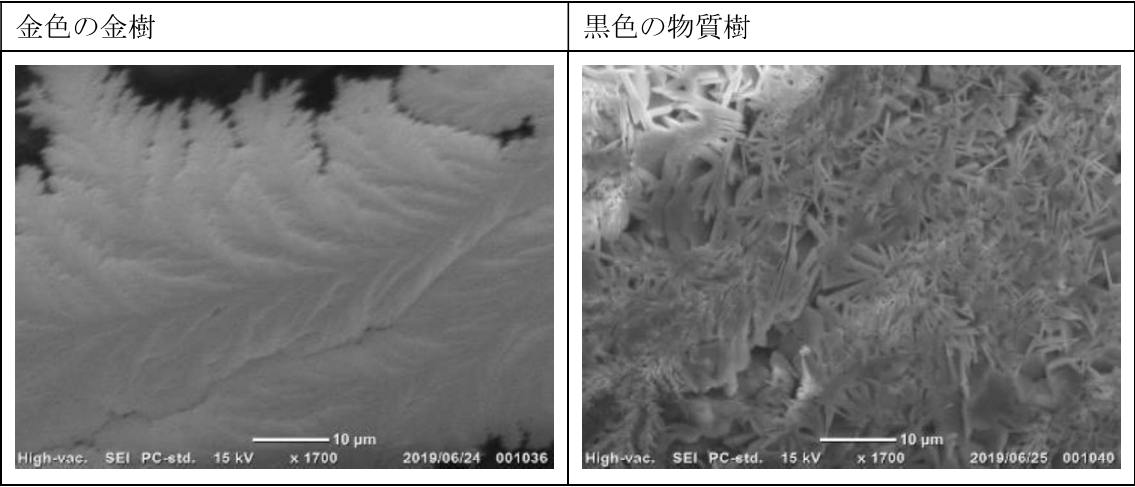


図 7 電子顕微鏡で撮影した黒色の物質樹と金色の金樹の結晶状態の写真。

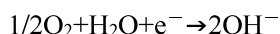
青紫色の物質

黒色の物質は時間の経過によって青紫色に見えた。その理由としては、参考文献^{[3][4]}より、金が青紫色や赤紫色に見えるときは金粒子が金コロイドとして存在しているときであるため、実験での青紫色に見えた金も金コロイドであると考えた。なぜなら、文献^[3]の、粒子径の増大によって青みが増すという記述から、急速な還元反応によって生成された、粒子の並びが不安定な黒色の物質の粒子同士が結びついて安定な状態になろうとした結果、粒子の大きさが大きくなり、特定の色を反射するようになるため、青紫色に見えるようになると考えたからである。

赤褐色の物質

赤褐色の物質を加熱すると金色の光沢のある物質が見られた。この金色の部分の水酸化ナトリウム水溶液に入れてみたが、溶けなかった。そのため、加熱することによって赤褐色の物質が別の物質に変化した可能性が高いと考えられる。これらの結果から赤系統の金、特に赤褐色の物質は塩基性の水溶液に溶けやすいという性質を持つのではないかと考えた。

このような条件を満たす金がないかと考え文献を調べてみると水酸化金(III)と酸化金(III)という物質があることが分かった。水酸化金(III)は黄赤色の金酸で水及び希酸に溶けずアルカリに溶けるというものであり、酸化金(III)は酸には溶けず、濃厚な塩基性水溶液に溶けるという性質がある。酸化金(III)と水酸化金(III)をどちらかに絞ることはできないかと文献を探していると、文献^[8]によると酸化還元反応では水溶液中の溶存酸素と水が還元されることで

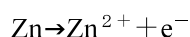


という反応が起こっている。金溶液中にも溶存酸素は含まれているため、上の反応によって水酸化物イオンが生じているのではないかと考えた。よって生じた赤褐色の物質は水酸化金(III)である可能性が高いと考えられる。

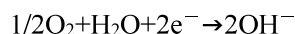
金樹の析出を何度も観察していると、多くの場合で、黒色の物質が析出した後に赤褐色の物質が析出し、その後に金色の金が析出するというように何度かの段階に分けて析出が起こっているように見えた。そのため、還元反応の段階によって析出する金の色が異なっているのではないかと考えた。

ここで金樹が析出するまでの過程を仮説として以下に示す。

1. 金溶液に $[\text{H}^+]$ と $[\text{AuCl}_4^-]$ が存在する。
2. 亜鉛を加えるとイオン化傾向の差による酸化還元反応によって e^- を放出。



3. 水溶液中の溶存酸素 O_2 と水との働きによって水酸化物イオン OH^- ができる。



4. 生じた水酸化物イオンと水素イオンとの中和反応によって水ができる。



5. 4と同じくらいの時間に金イオンと電子の反応によって金ができるが、反応のかなり早い段階に起こったものであるため、急速に結晶が作られるため黒色の物質となって析出する。
6. 水溶液中の H^+ が全ての OH^- と反応し終わると H^+ が使われたことにより水溶液中のpHが上昇する。その結果、加水分解により $[\text{AuCl}_4^-]$ の Cl^- が OH^- に逐次的に置換されることで^[7]水酸化金(III) $[\text{Au}(\text{OH})_3]$ が発生する。
7. OH^- がすべてなくなることによって余った金イオンと電子の反応によって金が析出する。その金は時間をかけて析出することで金色の金が析出する。

6. 結論

金樹を作成する際に金色の光沢があり、かつ樹状に析出する金樹を作成する条件として最も適している条件は、ろ紙の大きさが直径5.5 cm、金溶液濃度0.06 mol/L、亜鉛板の数が1個であり、オブラートを使用するときである。

また金樹作成の際に発生する黒色の物質は金イオンと亜鉛の還元反応が急速に起こった

場合にみられる粒子の並びが不安定な状態の金である。その金は時間経過や光を当てることで、コロイド状で青紫色になる。赤褐色の物質については酸、塩基の実験によって $\text{Au}(\text{OH})_3$ か AuO_3 のどちらかでありその生成機構についても仮説を立て考察した。しかし、どのような物質であるかについてはまだ未確定な要素も多く完全には分かっていない。

7. 今後の展望

今回の研究では樹状の金樹を作成させることには成功した。しかし、金樹を銅樹や銀樹のようにろ紙全体まで析出させることはできなかった。そのため、ろ紙全体に広がった金樹の作成を目指す。また、赤褐色の物質は単体の金でないことは判明できた。しかし、具体的にどのような物質であり、どのようにできたかということについてはまだ完全に特定できていない。そのため赤褐色の物質がどのような物質であるか特定するとともに今回の実験で析出したそれぞれの色の金の種類を特定し、それらがどのような条件で生成されるのかについても解明したい。

8. 謝辞

この研究を進めるにあたって顧問の先生方、科学者の卵養成講座の皆さんには実験の進め方や論文作成の仕方などについて助言をしていただくなど大変お世話になりました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 改訂版 フォトサイエンス 化学図録
- [2] 東京都立葛西工業高等学校 祐川翔貴 2013 年 1 月『金樹の夢の研究』
- [3] 小林敏勝 2004 年 6 月 『金・銀ナノ粒子の調製と色彩』
- [4] 立間徹 2008 年 3 月 『金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴を利用した電荷分離とその応用』
- [5] 宮城県仙台第三高等学校 伊藤柚里 2016 年 12 月 『銅樹の異方性と生え方の研究 ～もっと真っ直ぐ平らな面に！&なぜ金属樹はろ紙の下に生えるのか～』
- [6] 七訂版 スクエア最新図説化学 監修佐野博敏 花房昭静 山内薫 井上正之
- [7] 川本大裕 栗崎敏 米須幸太郎 岡上吉弘 徳永信 横山拓史 テトラクロリド金酸イオンの加水分解に伴う鉍物表面への吸着駆動力の解明
- [8] よくわかる最新さびの基本と仕組み 長野博夫 松村昌伸

SSつくば研修
SS白神フィールドワーク
SSプレゼンテーションスキル
東北大工学部研修

暮らしを豊かにする産総研

1 班

〇はじめに・背景

私達は、産総研に興味を持ち研究内容などについて調べた。持続可能な社会を構築するためにどのような研究をしているのか。また、最先端の技術や研究に対する姿勢を実際に自分の目で見て学びたいと思った。

〇研修内容・事前調査

産総研は日本最大級の公的研究機関である。持続可能な社会を実現するために、再生可能エネルギーや医療、ITなど幅広い分野にわたって世界レベルの研究している。また、日本の産業や社会に役立つ技術の「橋渡し」機能に力を注いでいる。

〇現地での研修内容

①スーパークリーンルーム

集積回路や新しいデバイス・回路を研究開発している

LSIは異物が嫌いで毛髪、皮膚片などはLSIの正常動作を狂わせる。そのために防塵服を着用してごみを出さないことに徹底している

②走査透過電子顕微鏡

LSIを観察、計測し評価する

最大倍率は800万倍で原子像も見える

〇まとめ・考察

私達は今回の活動を通して、産総研は、大学と企業を結ぶ大切な役割を果たしていることが分かった。そして、実際にその技術を活用し、私達の生活を豊かにしてくれていた。

また、研究者は自分が先駆けて新しいものを発見したいという志を持つことや、年齢に関係なく、主体的かつ積極的に活動することが大事だと学んだ。

〇社会との関わり

①カーボンナノチューブ (CNT)

様々な優れた特性を持ち実用化が期待されている単層CNTの合成は困難



単層CNTの合成方法を研究し、革新的な合成法(スーパークロス法)の基礎技術を開発した。

②パロ (パーソナル・ロボット)

アニマルセラピーのためのアザラシのセラピーロボットを開発。1993年からの開発によりバッテリーと衛生面が進化したことでどこにでも持っていくことができる。



パロが精神面の支えになることから、日本に限らず海外でも導入されている。

参考文献

国立研究開発法人産業技術総合研究所

https://www.aist.go.jp/aist_j/guidemap/tsukuba/tsukuba_map_main.html

産総研と私たちの暮らす社会

2班

はじめに・背景

我々は産総研の事前学習を行うにあたって、調べたところ、豊かで環境に優しい社会の実現に貢献するために、様々な研究開発を行っていることが分かった。そこで、どのような研究開発を行っているのか、また、持続可能な社会の実現にどのように貢献しているのか興味を持った。

研修内容・事前調査

産総研は産業技術の向上及び発展を目的に設立された組織である。PAN系炭素繊維の発明や、グルコースイソメラーゼの開発など、工業化を実施するための材料開発系の基礎研究に高い能力を発揮している。産総研を訪れる際には、このような材料開発を行うにあたって、どのような研究が行われているのか調べてみたいと思っている。



社会との関わりと繋がり

産総研では革新的なアイデアを製品化へと導く「橋渡し」機能に注力している。また、「持続可能な社会」の実現化を目指しており、環境に優しい研究機関を目指している。

まとめ・考察

産総研は各分野における研究開発だけでなく、様々な事業を通して他の研究機関との連携強化や新領域の開拓を目指した活動を行っていることが分かった。また、サイエンススクエアは産総研での研究の成果が分かりやすく展示されており、私たちの生活は科学技術に支えられているということを改めて感じることができた。地質標本館は地球の姿とその歴史、さらに個々の地質現象などの展示を通して詳しい知識を得ることができた。

現地での研修内容

1㎡あたりに0.5μmのごみが35個しかないスーパークリーンルームで行われている半導体製造や1kgや1mの基準だったものなどの展示物見学、産総研の方による「研究者になるまで」の講義、電子顕微鏡を使っでの原子観察を行った。



参考文献

産総研について
使用した画像

https://www.aist.go.jp/aist_j/information/index.html

<https://www.tia-nano.jp/>

https://www.aist.go.jp/aist_j/news/pr20160930.html

加速器と私たちの未来

3班

はじめに・背景

今回私たちはつくば研修を行う上でKEKでの加速器を用いた研究や、加速器とはどのようなものなのかに興味を持ったので加速器の仕組みや活用のされ方、社会とのかかわりについて調べまとめることにしました。

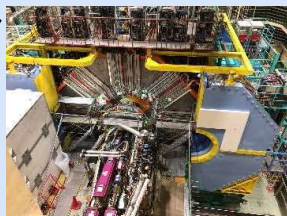
研修内容・事前調査

今回の研修では、KEKでどのような研究を行っているのか調べ、最先端の研究の凄さを感じたいと思います。また、加速器について理解し、それを伝えられるような知識を得たいと思います。

KEKでは、最新型の大型粒子加速器を用いて、様々な粒子を試料に照射し、幅広い分野で研究を行える物質の構造や機能の研究などを行っています。

現地での研修内容

KEKでの研修では、SuperKEKB加速器、Belle II測定器などの装置について、見学してきました。旧型のKEKB加速器は、電子と陽電子をほぼ光の速さまで加速し、正面衝突させることでB中間子を大量に生成し、小林益川理論のCP対称性の破れを証明しました。KEKBを改良したSuperKEKBでは生成するB中間子の量を50倍にすることで新しい物理法則を見出すことを目的としています。Belle II測定器では電子と陽電子の衝突で生じた粒子を何層もの測定器を用いることで、正確に測定することを可能にしました。



Belle II 測定器

まとめ・考察

今回、KEKで、研修を行い、加速器の仕組み、制御の仕方や反粒子という物質の特性を学びました。実際に装置を見学することで、写真や資料では感じられない装置の大きさや実験の壮大さを体感でき、より加速器や素粒子についての理解をより深めることができました。今回の経験を自分たちの研究活動に生かし、また、進路を決める上での1つの選択肢になればいいなと思っています。



六極電磁石

社会との関わり

KEKでの研究は、真理の追求を目的に行う「基礎科学」で、その研究結果から生まれる最先端技術は、新しい価値搜索を促進し、社会の発展に貢献しています。加速器を用いた研究は、素粒子の正体を突き止めることで、自然を成り立たせている法則を明らかにしています。新しい発見をすることで、それにより大きな科学の進歩につながる、そういった大きな発見を日々探し求めている、そういった取り組みをしているそうです。



トンネル内のSuperKEKB



SuperKEKB加速器

参考文献

KEK | 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

<https://www.kek.jp/ja/>

JAXAと生命の結びつき

5班

はじめに

最近のブラックホールの撮影成功などのニュースにより、私たちは宇宙のことや宇宙に関する研究に興味を持った。今回のつくば研修で私たちはJAXAで様々なことを学び、特に人工衛星について興味を持った。

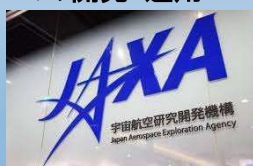
研修内容・事前調査

宇宙航空研究開発機構(JAXA)

→政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核の実施機関

研究内容

- ・地上と宇宙を結ぶ輸送システムの開発・運用
- ・国際宇宙探査
- ・航空技術の研究
- ・人工衛星による宇宙利用



人工衛星と研究

宇宙は無重力であり、その特別な環境を生かした研究が多くの注目を集めている。その研究は主に国際宇宙ステーションで行われている。

<宇宙環境における生体実験>

宇宙環境が生体に及ぼす影響について調べるためにある実験が行われた。



宇宙環境でのメダカの生存・繁殖が成功し、地球帰還後もなお生存・繁殖が確認されている。この実験から、人以外の生物の宇宙環境における生存の可能性が見いだされた。

まとめ・考察

JAXAは宇宙の無重力空間における人間以外の生命の維持の成功など多くの発見がなされている。宇宙と我々人類、またほかの生物と宇宙との距離は大きく近づいている。宇宙はもう遠い場所ではない。



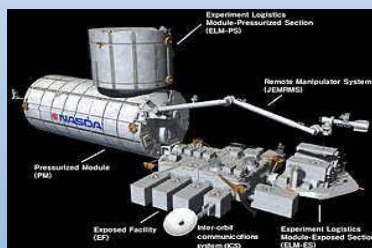
人工衛星について

人工衛星…惑星、主に地球の軌道の上に存在し、具体的な目的を持つ人工天体

例) はやぶさ(MUSES-C)
きぼう(KIBO)

～人工衛星(きぼう)の役割～

これまでの短期間の実験ではできなかった、生成までに時間がかかる新しい材料の開発や、長期間の宇宙滞在が人体に及ぼす影響を解明すること。



- ・船内実験室
- ・船外実験プラットフォーム
- ・地上訓練施設

～地球と宇宙のかかわり～

人工衛星きぼうは24時間365日、JAXAの管制室とつながっており衛星の状態を常時確認している。また、NASAともつながっており、情報交換を行っている。

参考文献

- ・<http://www.jaxa.jp/>
- ・<https://fanfun.jaxa.jp/faq/detail/216.html>

JAXAの研究と日常生活

6班

はじめに

- ・ JAXA:宇宙関連の研究開発機関
(ISS運用、ロケット開発等)
- ・ 社会への寄与
衛星間の通信の効率化
→災害監視・通信・放送の発展
→宇宙太陽光発電の研究



日常生活にも密接な関わりをもつ
→どう寄与するか？

まとめ・考察

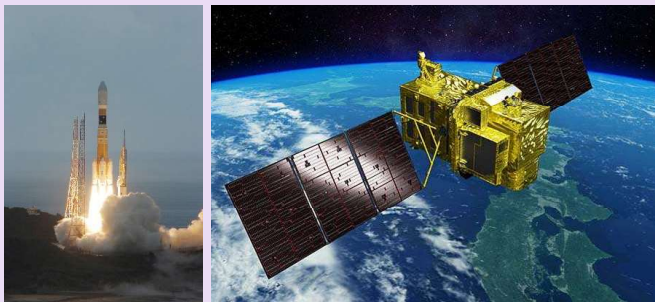
- ・ JAXAの研究:宇宙航空関連が基本
→最先端の設備を有する
…高度な技術
- ・ 私たちの生活に大いに関わる
→技術の応用／様々な分野へ
- ・ ひとつの物事も多岐にわたって
活躍できる
- ・ 学びを生かし世の中を理解する
→社会貢献への第一歩

現地での見学箇所

- ・ 「きぼう」運用管制室
- ・ 宇宙飛行士養成エリア見学
- ・ 展示館「スペースドーム」

研究の概要

- ・ 人工衛星の開発・活用・追跡管制
- ・ ロケットの打ち上げ
- ・ ISS「きぼう」の運用・利用
- ・ 宇宙飛行士の養成



JAXAの研究と社会・日常生活

- ・ 人工衛星…観測・測位, 通信, 放送
→生活に欠かせない存在
(天気予報, テレビ中継, GPS等)
- ・ 地球観測…防災面での活用
地形図への利用
- ・ 形状記憶合金
…ヘリコプター, 医療器具, バルブ
- ・ HACCP…食品の安全 ←宇宙食
- ・ 空気洗浄機 ←ISSの技術活用
- ・ 寝具…打ち上げ時の負荷軽減
- ・ 人工心臓 ←スペースシャトルの
ポンプ技術
- ・ 防氷液…積雪防止

参考文献

- ・ JAXA | 筑波宇宙センター http://www.jaxa.jp/about/centers/tksc/index_j.html
- ・ JAXA宇宙ステーション | みんなのまわりにも宇宙の技術 <http://iss.jaxa.jp/kids/tech/01.html>

JAXAとはやぶさ2

7班

はじめに・背景

今回私たちは、最近話題となっている「はやぶさ2」をきっかけとしJAXA(宇宙航空研究開発機構)が行っている研究活動について興味を持ち調べることにしました。

研修内容・事前調査

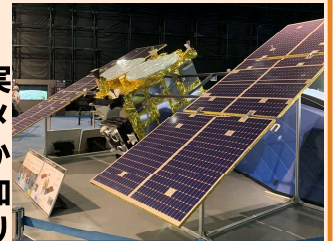
JAXAは宇宙と空を生かし安全で豊かな社会を実現することを目的として様々な活動を行っています。主な活動として人工衛星の開発・運用や、ロケット・輸送システムの開発等を行っており、日本の宇宙開発の中核センターとしての役割を果たしています。活動の例としては、小惑星探査機「はやぶさ2」があげられ、小惑星「リュウグウ」を探査することにより、太陽系の起源と進化、生命の起源を解明することを目的としています。

現地での研修内容

現地では、「きぼう」運用管制室や宇宙飛行士養成エリアを見学しました。その後に行った展示館では、「はやぶさ2」をはじめとし、人工衛星等の模型や主な役割についての説明がありました。そこで質問した結果、「はやぶさ2」に施されている金色のフィルムは断熱作用があり、熱、放射線、紫外線に耐える構造になっていて、訓練の時に取り外しができるようにするためにマジックテープでくっつくということがわかりました。また、「はやぶさ2」が探査する小惑星「リュウグウ」が地球に接近し衝突の恐れがあるというペンヌと成分が似ているため、ペンヌを探査するNASAに情報提供することで研究を進める、という役割も持つことがわかりました。

まとめ・考察

今回jaxaで研修を行い、実物を見たり、今までマスメディアでは知ることのなかったような新しい情報を知ったり、既存の知識をより深めることができました。この研修により、私たちは宇宙への関心をより高めることができました。そして、今回の経験を勉強やレポート制作だけでなく、私生活などの多くの場面で活用していけるように努力していきたいです。



はやぶさ2のモデル



jaxa・総合開発推進棟

社会との関わり

はやぶさ2ミッション、科学技術の革新や、産業・社会への波及、国際的な影響力の発揮、青少年育成等の効果が期待されています。未踏の地に踏み込むことで、新しい科学技術を創造し産業に貢献するとともに、宇宙物資利用等の科学以外からの観点からも小天体に対応することで、社会に貢献することを目指しているそうです。そのほかにも筑波宇宙センターでは、国際宇宙ステーションにある、「きぼう」日本実験棟の管理・運営を行っています。船内では、滞留や沈降がない静かな環境でたんぱく質の結晶を作り、新薬の開発につなげたり、骨や筋肉が地上よりも早く衰える環境で薬の効果を試したり、病気のサインを探しているそうです。



きぼう日本実験棟のモデル

参考文献

はやぶさ2プロジェクト:<http://www.hayabusa2.jaxa.jp/>

JAXA : http://www.jaxa.jp/index_j.html

十二湖ブナの森の毎木調査

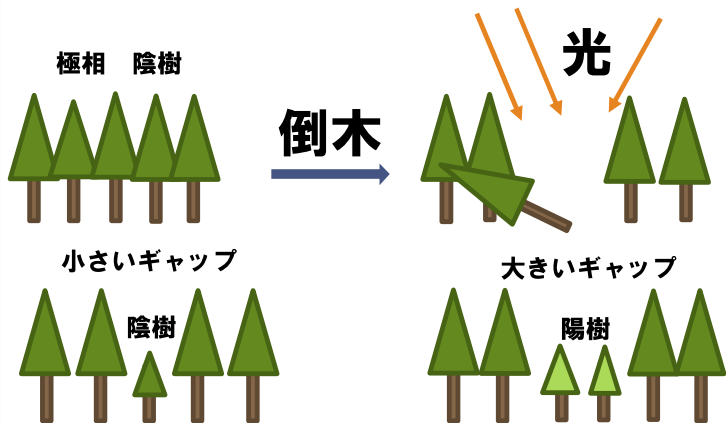
1 班

はじめに・背景

仙台三高では、今まで長期にわたり白神山地にある十二湖周辺の毎木調査が行われてきた。過去の調査では、木々の芽生え・増減、ギャップの変化などの森の移り変わりから、今後の予測や、様々な考察を行ってきた。

ギャップとは

台風や寿命などで森林が部分的に破壊され、林内に光が差し込むようになったところ。



目的

仙台三高では十年近く同じ調査をしている。それらのデータをもとに様々な年と比べて木の配置などがどのように変化したか調べる。また、ギャップ（倒木による空間）を可視化し、今後森林がどのように変化するかを予測する。

研究方法

- ① 50メートル×50メートルの正方形の中に、25個の10メートル×10メートルの正方形をA0からE4まで設置。
- ② 正方形内の胸の高さの木の幹回りの長さを測定し、直径に換算して、バブルチャートへ。
- ③ 以前のデータと比較して変化を見る。

結論

昨年度は大型の台風が東北地方に接近することが少なかったため、大きな変化は見られなかった。木は順調に成長していた。

展望・感想

今年の台風19号による影響を調べていきたい。ブナの生態についても調べていきたい。日ごろ見る機会が少ないギャップなどの現象を直接見れる貴重な体験ができた。

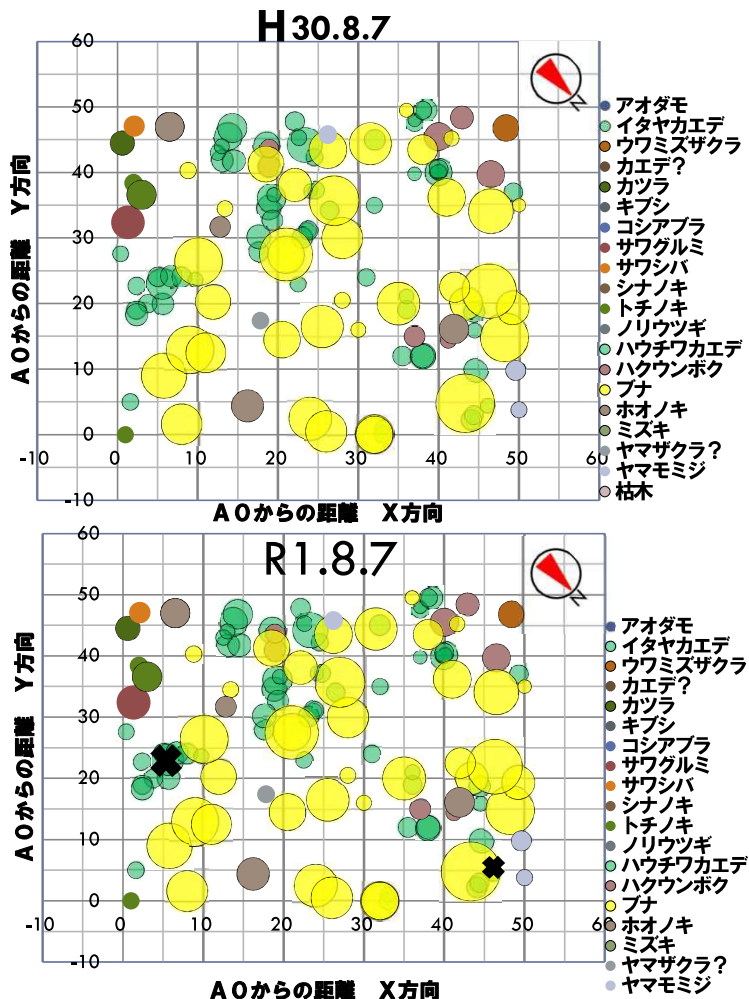
参考文献

東京書籍 [生基311] 改訂生物基礎

六訂版 スクエア最新図説生物 第一学習社

「ブナのアレロパシーについて | みんなのひろば | 日本植物生理学会」https://jspp.org>q_and_a

研究結果・考察



バブルの位置は原点からの距離、バブルの大きさは胸高直径(相対値)を表す。

- ・バツ印は昨年からなくなった木（枯木）
- 台風による影響
- ・木の円周は昨年より1 cmから2 cm大きくなっているのがほとんどだった。

考察

・ブナの木周りの木々は枯死しているものもいた。
→ブナの木は根から毒素を出して周りの木の成長を妨げ、ブナの木周りの木に光が当たらないためと考えられる。

・今年は去年と比べて新しいギャップは2, 3個しかできていなかった。
→去年は台風の影響があり、今年は自然災害による影響が少なかったためと考えられる。



倒木とそれによって出来たギャップ

白神の発光生物

2 班

目的

ホタル: ホタルの体長の変化を調べる

ウミホタル: 光の色に対するウミホタルの反応と餌に対する嗜好性を明らかにする

研究方法

ホタル

白神山地で観察したヘイケボタル

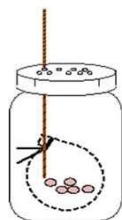
- ・およそ1秒に1回光を点滅させている
- ホタルの光の点滅のペースとほぼ同じぐらいのバスのハザードランプを使って呼び寄せる
- ホタルは勘違いをしてハザードランプに寄って来る

ウミホタル

〈知られていること〉

- ・貝やゴカイなどに攻撃を仕掛けたり、死んだ生物を食べると考えられている
 - ・光を嫌う
- 〈調査方法〉

- ① 採集用具は右図の物を使用
- ② i 青、赤のケミカルライトのみ入れる
(エサは魚肉ソーセージを用いる)
ii それぞれ餌を入れる
- ③ 採集用具を海に投げ入れ、5時間後回収する
- ④ それぞれの容器で採集できたか確認する



特徴

ホタル

日本全域に生息
体長 7~10mm
生息 水中(COD 0.5~3.4)
※発光にはATPが必要



光の素

光の素を発光させる化学反応を触媒する酵素

ホタルルシフェリン

ホタルルシフェラーゼ

体の中のエネルギー源であるATP

光エネルギー

特徴

ウミホタル

生息 日本列島沿岸温暖海流域
発生時期 通年
体長 3mm程
夜行性の節足動物
※発光にATPは必要なし



ウミホタルルシフェリン

ウミホタルルシフェラーゼ

光の素

光の素を発光させる化学反応を触媒する酵素

光エネルギー

	体長	底質
H29	8~10mm	砂礫、礫
H30	7~10mm	砂礫、礫
R1	7~9mm	砂礫、礫
資料情報	7~10mm	砂礫、礫、泥質

- ・前年度よりも体長は小さい
- ・強い光が当たっても抵抗しない

ウミホタル

封入物	結果		
i 青色光	○	ii イカ	○
i 赤色光	△	ii レバー	△
ii カニカマ	◎	ii 納豆	×
ii 魚ソ	○		

◎ 巻貝、ウミホタル数匹 ○ 巻貝、ウミホタル一匹
△ 巻貝のみ × 巻貝もウミホタルもない

- ・光を嫌うのは参考文献と同じ→なぜ?
- ・比較的赤より青の光に集まる
- ・赤色の光をより避ける
- ・魚介類の加工物を好む
- ・不規則な動き
- ・短時間の陸での観察可

今後の展望

- ・魚肉ソーセージよりカニカマが多かったのは何故か
- ・光とエサの相乗効果を調べる
- ・ホタルの体長変化は人為的誤差によるものか調べる

参考文献

- 1) ホタルの里づくり <http://www.pref.akita.jp/fpd/hotaru/newpage22.htm>
- 2) H28 白神フィールドワーク 発光生物の神秘 ~ホタル・ウミホタルの生態~ 伊東可恋他
- 3) ホタル百科 東京ゲンジボタル研究所
- 4) 大阪市総合博物館 <https://www3.mus-nh.city.osaka.jp/Scripts/Event.exe?C=0&G=%8C%8E%97%E1%83n%83C%83L%83%93%830>
- 5) ホタルの生息条件 <http://www.tokyo-hotaru.com/jiten/conditions.html>

地すべりと追良瀬川の土石流

3 班

1. はじめに 追良瀬川について

規模：延長29km 流域面積117.2km² 二級河川
 水源：白神山地 秋田県と青森県の県境付近 標高550m
 白神山地の北を流れ日本海に注ぐ

1793年、寛政西津軽地震が発生(御国日記) 地震によるとみられる大規模地すべりが発生 地すべりによるダムの形成が起こる
 2005年8月29日に土石流が発生

土石流と地すべり

地すべり：斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象
 土石流：山腹、川底の石や土砂が長雨や集中豪雨などによって一気に下流へと押し流される現象 (国土交通省ホームページより)

「御国日記」について

弘前藩が寛文1年(1661年)から慶応3年(1867年)まで藩政や弘前と江戸の毎日の天気を記録した日記。

研究の目的

- 御国日記からの伝承と計測結果から地すべりの起きた地点、天然ダムの発生から決壊までの期間を求める。
- 栗駒山で起こった地すべりと比較し、2つの違いと共通点を考察する。

研究方法

{流域面積・総流量調査}

測定中の写真



- 候補地点での流速、川底の断面、川幅を測定する
- 1で得たデータより、川の断面積や流速の平均を計算で求める
- 地形図を利用し、土砂ダムによって水が溜まっていた範囲を推定し、閉塞箇所より上流に湛水した水量を求める
- 2や3から、計算上の決壊にかかる日数を求める

{過去のデータから推定する}

弘前市立弘前図書館蔵『弘前藩庁日記 御国日記』より、地震による地すべりによってダムが形成され、2週間後にダムが決壊し、下流部に被害を与えたという記述がある

計算の詳細

- 川の深さを1mごとに計測し、1mごとの台形の面積を計算して断面積を求める
- 川の水面にペットボトルを浮かべ、5mをメジャーで計り、そこを流れるのにかった時間を計測して、流速を求める
- 国土地理院の地図を基に、1mm方眼紙にダムがあったと予想される部分を写し取る(等高線を基にする)
- ピックの定理※1を用いて、ダムのおおよその体積を求める
- 流速、断面積より、川の断面を1日に流れる水量を求めて(←A)推定されるダムの体積をAで割る

計算式

- $0.115+0.3+0.395+0.485+0.555+0.57+0.615+0.605+0.525+0.39+0.058 = 4.613\text{m}^2$
- $(21.3+22.1+21.8) \div 3 = 0.23\text{m/s}$
- 省略
- ピックの定理より、体積は 4506677m^3 となる
- $4506677 \div (4.613 \times 0.23 \times 3600 \text{秒} \times 24 \text{時間})$

地形図

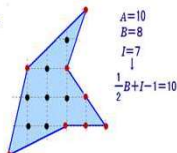


[ピックの定理] (例)

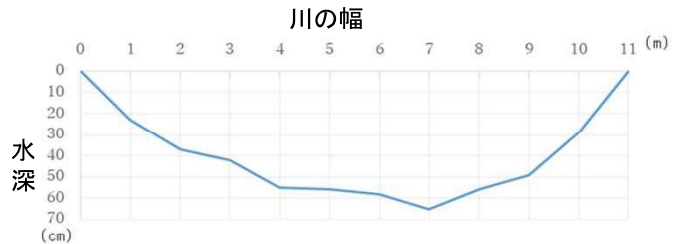
頂点が全て格子点(座標がx,yとも整数)である多角形の面積をAとすると次の式が成り立つ

$$A = \frac{1}{2}B + I - 1$$

(ただし、
 B: 辺上の格子点の個数
 I: 内部の格子点の個数)



計測結果



流速：約0.23m/s 断面積：4.613m² 体積：4506677m³
 これに基づき、⑤の計算を行った結果、49.1622日となった。

まとめ・考察

〇ダムの形成から決壊するまでの日数

御国日記の記録より

今回の計算結果

14日

49日

昨年の計算結果(19日)と1か月間ほどの差が生まれた。このような結果になった理由は、以下のようなことが考えられる。

- ①今年例年よりも降水量が少なかったため、また決壊当時は春だったため、雪解け水などが多く流れていたと考えられる。
- ②5mという短い距離だったり、計測に使える時間が限られていたため、計算に十分なデータを取得できなかった。また、水面と川底、右岸と左岸とでの流速も異なっていたと考えられる。

その一方で、付近に天然ダムに見られる、上流側が急斜面で下流側が緩やかである地形や地滑りの跡があること、御国日記に記述されている時期に枯れたと思われる埋木もあることから、この地点で天然ダムが形成され、決壊した可能性が高い。

〇栗駒山で起こった地すべりとの比較

①白神山地での地すべりの特徴

- ・豪雪地帯であることから、雪及び雪解け水による、堆積岩の浸食が激しい。

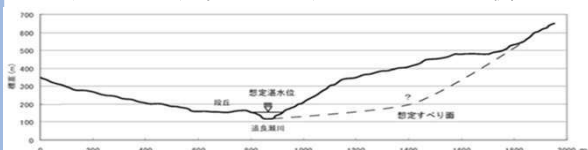
②栗駒山で起こった地すべりの特徴

- ・震源地に近かったため、日本最大級の地すべりだった。

③2つの共通点

- ・どちらも地形のほとんどが凝灰岩(栗駒山は軽石・溶結凝灰岩、白神山地は火山噴出物中心)でできているため、地震などの大きな衝撃が加わると崩れやすいという性質がある。よって地すべりが起きやすい。

また、当時の想定湛水位(天然ダムの水位)は最高で30mにもなった。



御国日記には、川の様子を見た役人が近隣の村に避難勧告を出したことが記されている。これによって下流の村での災害による被害は少なくなった。
 地すべり直後の栗駒山

白神山地の地すべり跡 (バスの中から撮影)



参考文献

- ・Wikipedia 「追良瀬川」「弘前藩庁日記」
- ・ピックの定理 <http://kurihara.sansu.org/theory/pic.html>
- ・弘前大学農学生命科学部 助教 郷 青穎先生のスライド
- ・国土地理院 「地図・空中写真閲覧サービス」

磯の生物の観察

4 班

はじめに・背景

- ・磯 : 海・湖などの波打ち際。水際。特に石の多い海岸。
- ・潮間帯 : 海岸において、大潮の最大満潮時には海面下になるが、最低干潮時には干出するような場所。
- ・界網属種 : 類縁関係が近い種ごとに分けられたグループ。

観察場所は、西津軽郡深浦町の海岸である。
西津軽郡深浦町とは青森県と秋田県の県境の町で、日本海に面する。

目的

- ①磯の生物を探し、観察する
- ②磯の生物を門で分ける
- ③生物の特徴を調べる



生息海域について

太平洋・日本海両海域

日本海のみ

- ・イシダタミ ・オオヘビガイ
- ・ウノアシ ・イワガニ ・コシマガリモエビ
- ・ムラサキイガイ ・イソガニ ・コタマガイ

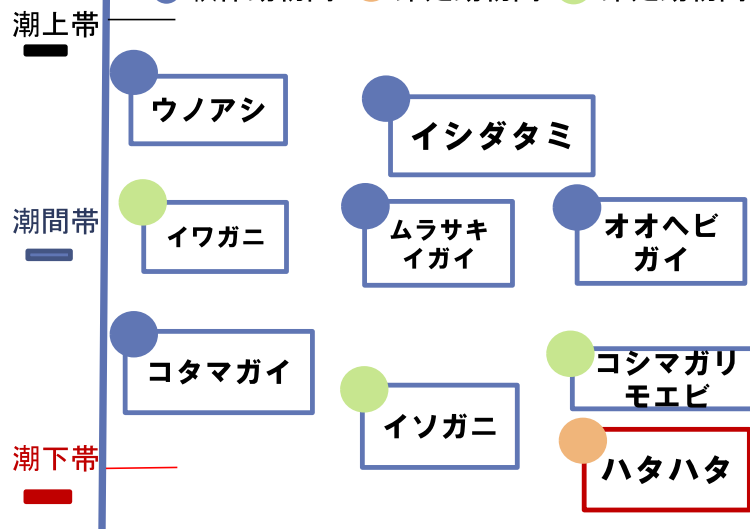
- ・ハタハタ

太平洋と日本海の違い

	プランクトン	海藻の色
太平洋	多い	茶色
日本海	少ない	赤色

結果

計4門5綱9種類の生物を捕獲し観察した。



・軟体動物門

腹足綱：発達した筋肉質の腹足を持つ
オオヘビガイ ウノアシ イシダタミ

二枚貝綱：1対2枚の貝殻をもつ
コタマガイ ムラサキイガイ

・節足動物門

十脚目：節の発達の関係上、10本の足がある様に見える
イソガニ イワガニ（軟甲綱） コシマガリモエビ

・脊椎動物門

硬骨魚綱：内骨格が硬骨で形成され、鱗などを持つ
ハタハタの稚魚

・環形動物門

多毛綱：体が細長く柔らかい
ゴカイ



オオヘビガイ イシダタミ ウノアシ コタマガイ ムラサキイガイ イソガニ イワガニ ハタハタの稚魚

まとめ・考察

太平洋の海藻に比べて、日本海のアサギは赤色に近い色を持ち、磯焼けしているものがほとんどだった。

また、太平洋側に生息する海藻の持つ色とは大きく異なっていたことより、日本海の潮の満ち引きは太平洋に比べかなり小規模で、海面の変化が小さいことが分かった。

以上のことより、日本海の水深毎の生物環境が太平洋に比べて幅がない、生物の多様性が乏しいことが考えられる。

参考文献

学研の図鑑 水の生き物 学研 貝・水の動物

コトバンク <https://kotobank.jp/> 古生物の部屋 <http://www.paleo-fossil.com/> いらすとや

多毛類の仲間 <https://www.kahaku.go.jp/research/db/zoology/zoopl-new/s-pl/s-poly/s-poly.htm>

カニlab <https://crab-lab.biz/archives/337>

NAVER まとめ <https://matome.naver.jp/odai/2147494222530305501>

十二湖地域の地形

5班

1. 十二湖地域について

- ・十二湖は青森県深浦町の世界自然遺産白神山地の日本海側にある、青池を代表とする、ブナ林に囲まれた三十三湖沼群。
- ・江戸時代(1704年)マグニチュード6～7の羽後津軽地震で発生した地すべりによって沢がせき止められ、地盤が陥没して形成された。

- ・大崩の頂上から眺めると、大きな12の池のみが見えることから、「十二湖」と呼ばれる。



fig1. 十二湖地域の全体の風景

2. 日本キャニオン

- ・かつてこの地域は海の底であり、2000万年ごろからの海底火山の活発な活動によって、火山噴出物が大量に海底に堆積した。その後氷河期を経て、海底が隆起し続けてできたこの地域は主として火山噴出物でできており、非常にもろい凝灰岩からなっており、「十二湖凝灰岩」と呼ばれる。
- ・日本海沿岸特有の冬の豪雪と夏の高温によって、土壌の風化・侵食が激しい。
- ・「白神山地世界遺産地域」には入っていない。



fig2. 日本キャニオン

3. 成り立ちと地形の特徴

- ・白神山地付近に、隆起速度が速く、もろく崩れやすい地質の白神岳があることにより地すべりが起こりやすい。
- ・十二湖の成り立ち
例1：青池 (fig3)
地すべりによって堆積した堆積物の上に十二湖凝灰岩を含む堆積物が積み重なった。
→堆積物と堆積物の境界に湧き水がたまって青池が形成された。
- ・十二湖の地形の特徴
例2：鶏頭場ノ池 (fig4)
安山岩質凝灰岩が他の堆積物と十二湖凝灰岩の上に堆積している。



fig3. 青池



fig4. 鶏頭場ノ池

斜面に生えていた木が地すべりによって池の中に流れ込み死んだものが、池の中の立ち木

4. 植林との関係

沸壺ノ池付近には地下流水があり、その水は上流から下流へと流れる。そのため、下流に行くにつれてより水を好むカツラが多く群生している。



fig 5. 白神山地における樹木の群生の模式図

5. まとめ

もろく崩れやすい地質である地域で噴火や地震、地すべりなどの自然災害を長年繰り返しながら、日本キャニオンや十二湖などの地形は形成され、動物や植物にとって貴重な場所となった。

参考文献

十二湖の森 <http://www.town.fukaura.lg.jp/jyunikonomori/history.html>

青森県観光情報サイト https://www.aptnet.jp/Detail_display_00000073.html

青森県歴史観光案内所 <https://www.aotabi.com/ao/fukaura/nihon.html>

半導体の小型化技術とその応用を探る

東北大学工学部 小野研究室

研究室紹介

○東北大学 工学部 機械システムコース
東北大学 大学院 工学研究科 機械機能創成専攻
機械システム学・微小機械構成学分野

○教授 : 小野 崇人
准教授 : 戸田 雅也
助教 : 猪俣 直生
Nguyen Van Toan
王 竹卿
秘書 : 1名
博士学生 : 9名
修士学生 : 8名
四年生 : 4名
研究生 : 1名
研究員 : 7名

インターナショナル : 18名

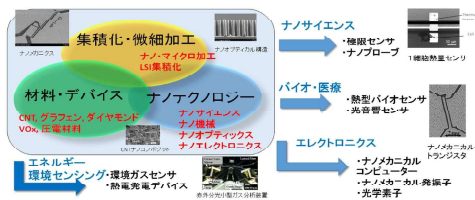


研究内容

本研究室ではナノテクノロジーやマイクロシステム技術を基盤とし、IT、医療、エネルギー、環境やナノサイエンスのための微小機械、マイクロ・ナノシステムの開発を行っています。また、極限の感度を目指した極限センサを開発し、従来には困難であった新しい応用を開拓しています。

近年、モノがインターネットを介してネットワークやビッグデータにつながり (IoT: Internet of Things)、高齢化や環境など世界規模の問題に貢献しようとする機運が高まっています。この中で、モノにおける情報を取得するための高感度・多機能センサは、次世代の重要な技術であり、研究室でもこれらに向けたセンサ技術に積極的に取り組んでいます。

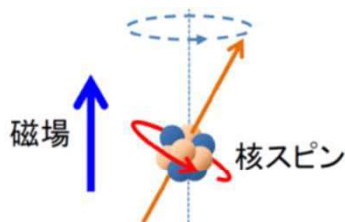
また、MEMSs (Microelectromechanical systems) や NEMSs (Nanoelectromechanical systems) は、従来の半導体技術に新しい付加価値を付与した小型のシステムであり、当研究室はこれらの加工技術とともに、新しいMENS/NEMSの開発に取り組んでいます。



↑ 小野・猪俣/戸田研究室HPより引用

○核スピンの読み取り技術の開発

核スピン (原子核の自転) から電流として情報を取り出す技術の開発により、新たな量子コンピュータの開発への貢献が期待される。具体的には計測機器の開発を行っている。



回転軸の向きに対し回転の方向は二通りで、同時に存在できる

○弾性熱を利用した放熱技術の開発

素材の伸び縮みによって温度が上下する現象 (弾性熱) を利用することで、熱を放出できる。具体的には利用に適した素材の開発を行っている。

素材を伸ばすことで温度が上がり、外気との温度差が生まれ熱が放出される。素材は伸びた状態で外気程度の温度になる。その後、素材を縮めることで温度が下がり、冷却対象から熱を吸収できる。

以上の繰り返しによって継続的に冷却が可能である。微小機械の冷却にも対応可能と考えられ、応用が期待される。

社会への応用

①ナノサイエンス

ナノメートルのサイズにまで小型化した高感度のシリコン振動子などを開発している。小型化により熱機械振動の大きさを低減し、高感度な力、質量センサとして応用できる。

②バイオ・医療

体内の化学成分を分析し、日常生活習慣病などの予測を行うための種々の小型ヘルスケア装置を開発している。このための各種高感度・高性能センサ (ナノメカニカルセンサ、赤外分光センサ、熱量センサ) を開発し、それらのセンサをシステム化し、実際の人体計測で実証し実用化することを目指している。

③エレクトロニクス

近年のモバイル端末やIoT機器への応用では、より小型のタイミングデバイスが必要とされている。このため、高いQ値および低い機械抵抗をもつSiのRF振動子を開発し、高い温度安定性をもつ発振子の実現に向けた研究を進めている。

④エネルギー環境センシング

多くの機器から放出される熱エネルギーの一部でも回収して電気エネルギーに変換できると膨大なエネルギーの節約につながるため、加熱した電極から熱電子が放出することを用いた熱電子放出を利用するマイクロ熱電子発電などを研究している。

研究室の生活

平日は、1限目の授業が8:50から始まり、17:00頃まで大学で過ごしている。大学では、授業を受けるのはもちろん授業がないときは、各自の研究を行っている。また、2週間に一度ゼミというものがあり、そこで先生と各自の研究について話し合っている。年に数回学会があり、各自の研究のレポートを提出し、教授から推薦を頂いたら参加でき、現地で他の大学の学生などの前で研究成果を発表することができる。学会は、日本だけでなく、海外でも開催されていて、様々な場所に行くことができる貴重な機会でもある。

インタビュー

Q. 半導体の小型化には限界があるのでは？

↓

A. 本研究室で扱っているのは機械の小型化技術だけでなく、小型化された機械を用いて何をするかということである。機械の小型化そのものの限界はあまり本質的ではなく、ニーズに見合ったスケールで機械を扱うことが重要である。

Q. 高校生との生活の違いは？

↓

A. 大学生は高校生よりも自由度が広がるが、すべて自己責任で行動することになり、先生が面倒を見てくれるわけではない。

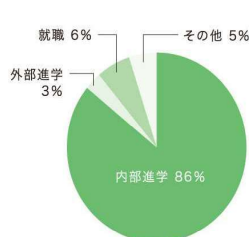
卒業後の進路

学部卒業生の約9割が大学院へ進学する。

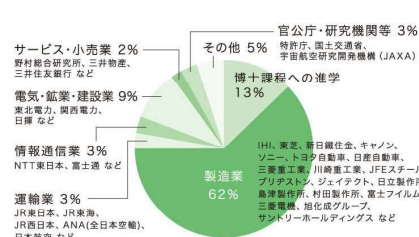
修士多くは製造業を行っている民間企業に就職する。

また、博士は官公庁や研究機関に就職する人が多い。

学部卒業後の進路



修士課程修了後の進路



参考文献

東北大学 小野研究室 <http://www.nme.mech.tohoku.ac.jp/>

ナノの世界へLet us go !!

東北大学工学部 三浦・鈴木研究室

1 研究室紹介

○東北大学 工学研究科 ファインメカニクス専攻
工学研究科附属 先端材料強度科学研究センター
三浦鈴木研究室

○教授: 三浦 英生 客員教授: 野中 勇
教授: 陳 迎 准教授: 鈴木 研
助教: Davey Theresa

○大学院生: 13名
学部生: 10名

2 研究目的

現在、エネルギーの供給には複雑な構造の機器が使われており、一つの部品が壊れただけでも多くの人に影響がでてしまう。そこで、この研究室では「物が何故壊れるのか、動作(機能)しなくなるのか」「物の故障未然に防止するため、破壊を早期に検出するセンサ」「安定したエネルギー供給の実現手段」を研究することで、「破壊予知と破壊制御による安全で安心なエネルギー供給システム」によって安心して生活できる社会の実現を目指している。

3 研究内容

破壊予知・破壊制御

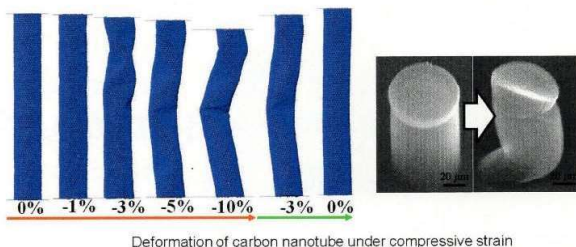
外界からの力、融解、腐食のうち、外界からの力による物体の破壊のメカニズムを解明し、防止する制御技術を研究開発している

二十一世紀を支えている構造材料、エレクトロニクスデバイス等に使用される機能材料は多元素で構成され、複雑な結晶組織、構造から成り立っている。そのため製造工程や使用環境によって原子配列や結晶組織に変化が生じると設計時に期待されていた特性は多様化し、変化が生じる。

そこで原子配列と原子の拡散挙動を可視化し、その物性変化を計測する実験技術と定量的に観測する解析技術の開発を進めている。



8 万能型疲労試験機
Material Testing System

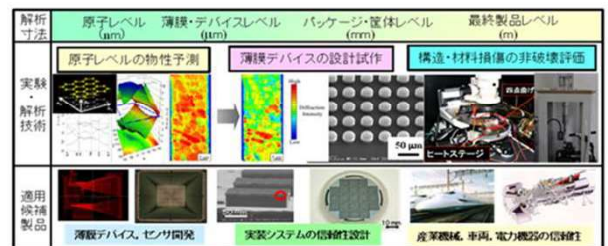


その他、三浦・鈴木研究室では、地球上に高い割合で存在し、なおかつ地球環境に悪影響を与えている二酸化炭素を有効活用する技術も同じく研究・開発が進められている。

具体的には、炭素のみで製造できると軽量、安価な燃料電池や、同じく人間の体も炭素でできているため適合率の高い体外センサーの実用化が期待されている。

4 社会への利用

ナノレベルの機械・加工技術を活用したデバイスや超精密部品などのものづくり、ナノテクノロジーと一体化した材料の研究と開発、それらを総合したマイクロ・ナノ機械やマイクロ・ナノシステムを創り出し、自動車などの交通輸送工学、発電機器などのエネルギー工学、医用工学、宇宙工学、微小電気機械工学など幅広い分野の基盤技術として、それらの発展の鍵を握っている。また、半導体材料の電気抵抗がひずみの作用で数桁も変化する現象を応用し、ナノ、マイクロスケールの超小型・高感度センサを開発し、社会における安全で安心なヒューマンインターフェースの実現を目指している。



5 研究室での生活

研究室に配属されるのは、3年生になってからになる。大学院生になるとほとんど授業がなくなるので、研究室での生活になってくる。研究は各自進めないといけないので、自分でスケジュールを立てることが大事。

6 大学院生に質問

Q・大学での生活は、どのような感じか？

A・学部生は授業がある。週25コマあり、そのうち自分の取りたいものを大体15コマ

Q・授業は大変か？

A・あまり大変ではない。出されたレポートなどを普通にやっていたら卒業出来る。

Q・サークルはどのような感じか？

A・たくさんある。同じ競技でもゆるいやつもあれば、まじめにやっているものもある。ほかの大学とやっているやつもあるのでよく見てみるといい。やばいサークルもあるので、気をつけて。

Q・夏休みはどのように過ごすか？

A・いろんな過ごし方がある。バイトをしたり、旅行に行ったり、研究したり、こもるものあり。1か月ぐらいの留学プログラムもある。各々充実した生活を送ることが重要だ。

Q・受験勉強で大事なことは？

A・不得意教科を得意にする必要はない。不得意は平均ぐらい取れればいい。東北大学の入試は基礎をしっかりと固めて応用は数をこなすことが大事。

Q・彼女はいますか？

A・いません

7 卒業後の進路

- ・学部卒業生のほとんどが、大学院に進学。
- ・東北大学工学部は日本トップレベルなので企業の推薦枠も多くあり、就職にはほとんど困らないようだ。
- ・機械知能・航空工学科の就職率は100%
- ・今回インタビューを行った、大学院2年のMさんも、P社より内定をいただいているようだ。

参考文献

東北大学 ファインメカニクスコース 三浦・鈴木研究室 <http://www.miura.rift.mech.tohoku.ac.jp>

協調性のあるロボットを目指して

東北大学工学部 平田・翁・サラザル研究室

研究室紹介

○東北大学

学部：工学部 機械知能・航空工学科 ロボティクスコース

大学院：工学研究科 ロボティクス専攻

(平田・翁・サラザル研究室)

○職員

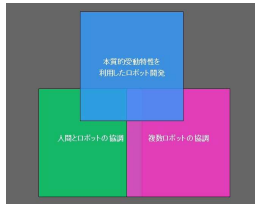
教授：平田 泰久 助教：翁 岳暄 サラザル ホセ

○学生

博士課程：22人 学部生：4人 研究生：5人

研究目的

様々な環境で人間を支援する革新的なロボットシステムを開発することを目標としている。そのために、安全かつ高度に人間とロボットが協調するシステムや複数ロボットが協調することにより目的を達成する新しいロボットシステムの研究開発を目指している。



主な研究の一つがパッシブロボティクスと呼ばれる研究で、一般のロボットに使われるモータのような能動的なアクチュエータを極力用いず、ブレーキなどの受動アクチュエータを用いて制御されるシステムである。受動要素を用いてロボットを制御することで非常に安全な、人間とロボットの相互作用が実現でき、また、パッシブロボティクスの概念を人間とロボットの協調システムだけでなく、物体搬送や複数ロボットを用いた探索システムなどにも適用することが可能である。また、その応用範囲が広いため、特に、簡易な構造で低価格、低消費電力、高安全なシステムを実現できることから、ロボットの実用化に大きく貢献することができる。

研究内容

○RT Walker

歩行に関して何らかの障害を持つ人の支援のために、サーボブレーキを利用したパッシブ型知的歩行支援システム“RT Walker”

(Robot Technology Walker)を開発した。

本システムでは、基本的に人の力のみで動作するパッシブな特性を有するシステムを

ベースとして、そのシステムにロボットの

要素技術を組み込むことで、高機能な

システムを実現する“パッシブロボティクス”

の概念に基づき開発され、その高性能化と

多機能化における操作性の向上、および安全で

信頼性のあるシステムの実現を目指している。



○Motion Control of Cycling Wheelchair for Hemiplegia Patients

本研究では、片麻痺（半身不随）患者でも足漕ぎ車椅子を利用できるパワーアシスト制御手法を開発した。患脚を人体リンクモデルとして近似し、患脚が健脚と同様にクランクにトルクを加えられるように制御する。その際、人体リンクモデルの各関節にトルクを発生させたときにリンク先端に加わる力を求め、その力をペダルを回転させるトルクに変換する。この制御手法を用いることで、制御無しで片脚のみで漕ぐ場合よりも、制御して片脚のみで漕ぐ場合の方が脚の負担が減ることを示した。



○複数の非駆動型ロボットのフォーメーション制御

惑星面等広大な領域を探索する際、複数台のロボットを用いて効率良く探索を行うシステムが求められている。しかし現在主に用いられているロボットの多くは自身がモータを持つ自走式のものが多く、コスト面に問題を抱える。

そこで、本研究ではモータを用いず、

ブレーキ制御のみによって機体の操舵を行う

非駆動型ロボットの研究を行っている。

また、これらを複数台同時に利用し、

隊列を組む事で広大な領域を一挙に

探索出来る新たな探索システムの開発を行う。



社会への利用

①高齢者の歩行支援

パッシブロボティクス（能動的なアクチュエータを極力用いず、ブレーキなどの受動アクチュエータを用いて制御されるシステム）の機構を備えた歩行支援ロボットを製作し、現在は企業と合同で販売している。

パッシブロボティクスを用いることで、簡易な構造で低価格、低消費電力、高安全なシステムを実現できるという利点がある。

②広範囲の探索

探索ロボットを使用して地形データなどを調査する際に、すべての機体が能動的に動くための機構を組み込むとコストがかかりすぎてしまう。

そこで、一機だけに能動的な機構をつけ、その他の機体にはそれに追随する機能（受動的な機構）のみを持たせることで、安価な広範囲探索が可能になる。

研究室の生活

月	火	水	木	金	土	日
← 授業or研究 →						報告会

基本的に、1～2年生のうちは授業を受け、3年生以降は研究を行う。

大学院生になると日曜日に教授への報告会が行われる。

バイトの頻度は人それぞれだが、平均的には週に2～3日程度だそうだ。研究室に来る時間に指定はないが、8時間ほど滞在するのが一般的である。

学生へのインタビュー

Q.なぜこの研究室を選んだ？

A.自分が作ったロボットが人々の役に立っている姿を比較的早く自分の目で見る事が出来るから。

Q.研究室にはいつ配属が決まるのか？

A.大学三年から配属が決定し研究室の一員に加わる。

Q.他の研究室との連携などはあるのか？

A.現在はそのままで活発に行われていないが、これからは多くの研究室との連携をしていきたい。

卒業後の進路

東北大の工学部では大半の生徒が大学院に進学し、大学院一年の五月ごろから就職活動を開始する。

一般就職以外にも企業推薦も存在し、その中には大手企業の名前もあった。東北大学では学生ができるだけ多くの時間を勉学や研究活動に費やせるように、大学推薦による就職を希望する場合は、担当教授との面談を行い希望や個性を考慮して推薦先を決めるので、勉学や研究の時間を著しく犠牲にしていけるもの企業訪問をするような苦労はほとんどないとのことだ。

また、学生のなかには大学三年生の時にインターンに参加して企業の雰囲気や経験を知らうとする人もいた。

参考文献

東北大学 平田・翁・サラザル研究室 <http://srd.mech.tohoku.ac.jp/ja/> 280

航空機の進化を求めて

東北大学工学部 浅井/齋藤研究室

1. 研究室紹介 & 研究目的

○東北大学 工学研究科
航空宇宙工学専攻 航空システム講座
実験空気力学分野 (浅井/野々村研究室)

○教授: 浅井圭介 准教授: 野々村拓
助教: 齋藤勇士 秘書: 白戸麻利子

○学生数: 32名 (うち留学生8名)



当研究室では、地球にやさしい航空機から惑星探査のための飛行機まで、さまざまな用途の航空機を実現するための研究に取り組んでいる。

特に実験空気力学からのアプローチを重視し、「風洞実験」という手段を通じて飛行に係わる流体現象を明らかにし、航空機設計の高度化をはかることを目指している。

そのため、実気流を模擬する風洞技術(火星風洞)、分子を用いた流れ場のイメージング技術、多自由度ロボットや磁力支持天秤を用いた動的風洞実験など、世界的にもユニークな実験技術の研究を行っている。

現実の世界でモノを設計するには、リアリティを肌で感じる能力と豊かなイマジネーションが必要とされる。

そのような感性をもつ研究者とエンジニアの育成が当研究室のミッションである。

2. 研究内容

私たちが見学した先進計測グループでは、感圧・感温塗料 (PSP・TSP) 蛍光油膜 (GLOF) などの蛍光・燐光を発する機能性分子センサを用いてこれらの物理量を面計測する技術を開発している。

時間的に変動する「非定常流体現象」を対象に、様々な速度域において高精度かつ高時空間分解能の計測を実現するために研究をしている。

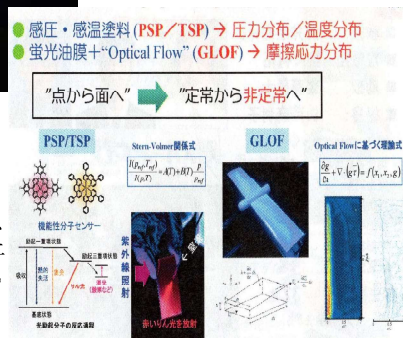
従来の感圧塗料では、表面粗さが大きく流体現象に影響を与えるため、「低表面粗さ」かつ「高速応答性」を有する感圧塗料を開発し、この技術を産業界に適用するために、さらなる改良を行っている。

低速風洞試験においては圧力変動が数 Pa ~ 数百 Pa 程度であり、通常の非定常 PSP 計測では十分な信号雑音比を得ることができない。そこで、圧力変動に対しても十分な発光強度変化を得られる PSP の開発、および後処理法による信号雑音比の改善を行い、現在は、空力音響を含むさらに高周波数かつ小振幅の現象を計測するため、技術開発を進めている。



感圧塗料を使った風洞実験

感圧塗料の仕組み⇒



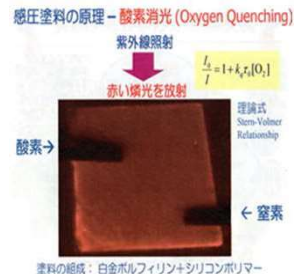
さらに東北大学では、JAXAとの共同研究を行っている。共同研究では、高速応答型PSPを用いた旅客機主翼上の非定常圧力分布の計測をしている。

航空機は音速付近で飛行すると、航空機への抵抗を増大させる有害な振動、衝撃波が生じてしまう。この研究によってその原因解明に向けた計測が可能になり、現在その解析中である。

3. 社会への利用

1 感圧塗料

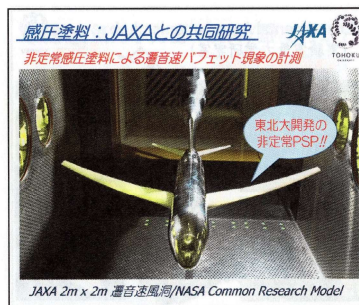
感圧塗料は、塗料であるのにもかかわらず、酸素による消光現象を利用することで発光し、圧力の大きさを可視化できる。



2 風洞実験

この研究室では、大気組成の約95%が二酸化炭素で構成されている火星の環境を再現した風洞を設計開発し、実験している。(JAXAと共同研究)

この実験によって、火星で飛行可能な飛行機の開発を行っている。これら2つの実験によって火星での飛行機型探査機の開発を行い、新たな探査機の作成に貢献している。



4. 研究室の生活

一週間の大まかな活動は月～金の午前中は授業を受け、午後は月、水、金は研究をし、火、木はゼミミーティングにより自分達の研究の進捗状況を話し合っている。また、月曜日は研究室で集まって勉強会を行っている。土日は学生一人一人が思い思いの生活を送っている。また、年間を通して国内外の多くの学会に参加している。夏には合宿、秋には運動会や芋煮会など、様々なイベントがあり、明るい研究室という印象を持った。

5. 学生への大質問

Q. 東北大への入試について

- A. ・英語は2次試験では、差がつきにくいので、センター試験をがんばればよい。
・数学と、理科を一生懸命やるべき。
・英語は、短期的にのびるものではないので、毎日英語にふれるべき。
・センターがあまりとれなくても2次が良ければ、受かることができる。

Q. 東北大の生活について

- A. 何を重視するかによって生活が違う。例えば、勉強を重視するなら、取らなくてもよい授業も受けられる。バイトを週5で入れることもできる。

Q. 東北大の行事について

- A. 教授マリオカート (検索すれば出てきます)

Q. 研究室の魅力は？

- A. 航空に関しては日本でも最高峰の研究が可能である。設備もかなり充実している

6. 卒業後の進路

多くの学生は、4年間の学部生を終えた後、大学院へ進学する。研究者になるためには修士課程や博士課程を修了する必要がある。そのため、27歳あたりにやっと職に就けるほどハードである。しかし、意外にも研究者ではなく、三菱、JAL、JAXA、カメラ系や自動車メーカーの大手企業に就職する人も多い。このように、物理、化学などを応用している研究室なので、ここで学ぶことができる知識、能力は、専門分野に限らず、様々な分野において活用することが可能である。

参考文献

東北大学 航空宇宙コース 浅井・齋藤研究室 <http://www.aero.mech.tohoku.ac.jp/member.html>

機械と人間の調和と安全

1. 研究室紹介

私たちは、量子サイエンスについて研究されている高橋（信）狩野研究室を見学させていただいた。この研究室では、主に人間・機械・環境の調和のため、人間の認知的特性や脳科学的知見をベースにして、ヒューマンマシンインタフェースやプラント運転訓練の質的向上を実現し、原子力システムに代表される大規模システムの安全性向上を目指し研究を行っている。

2. 研究目的

現在、世界では車や飛行機などで自動運転が行われている。その時に問題になるのが、「人と機械のミスマッチ」という新しいタイプの事故が発生することだ。本来、人と機械の“得意なこと”は異なるので、相補的に協調していくことでより高い安全性を実現できると考えられる。そのために求められているのは人と機械の“得意なこと”を調和させることだ。「人間の状態」を推定したり、その時の人間の「パフォーマンス」を評価したりすることで、そのような機能を持ったより安全なシステムの実現を目指して研究をしている。

また、人間と機械の調和を図ることにより、原子力プラントの安全性向上を目指している。これにより、現在は核を扱うために非常に危険であるとされている原子力プラントの人身事故を未然に防ぐことができる。

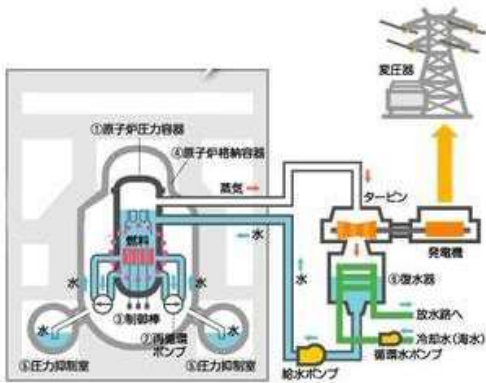


Fig1. 原子力プラントの構造

3. 研究内容

○人間の脳の測定

人間はパニックなどが原因でミスを犯すことがある。例えば、操作ミスによる飛行機事故である。飛行機の高度が低下し始めたとき、機首を下げて機体を安定させないといけなく、パイロットが誤って機首を上げてしまったことにより、事故が発生した。この時、AIの全自動運転はオフになっていた。これはパイロットがパニックになってしまったことによる操作ミスであるため、もしもAIの全自動運転がオンになっていたら、最悪の事態は免れただろう。人間の脳を測定することによって、AIと人間の脳の切り替えを行いAIが判断できないことは人間が、また人間がミスを犯しかねない状況の時はAIに制御させるなどして、事故を防止することが可能である。これらについて、航空機のcockpitのインタフェースに関する研究をANA現役機長と共に進めるなど航空企業とも積極的に連携を行い、現役の航空管制官との協力体制をつくり実際の現場の方々の脳について研究することで実際の現場で役に立つ研究を行っている。

ヒューマンエラーが発生する原因



Fig2. ヒューマンエラー

機械との連携による事故防止

4. 社会への利用

現在、人間も機械も完全ではなく、人間にしかできないこと、機械にしかできないことがある。互いの不完全な部分を補いあえる、より安全なシステムを開発することで社会への利用が可能である。社会の安全のために、機械を使う立場として、人間が何故ミスをするのか、人間の不完全な部分を解析し、その要因を解明することで、そこを補える機械システムの完成に大きく貢献できると考えられる。人間と機械の意思疎通を図る研究を行うことは、人間がこれからも機械を利用し、関わっていく上でどのような意識を持つべきなのかというところに深く繋がっている。機械が全てにおいて人間に取って代わってしまうような遠い未来の前に、機械と人間の調和がとれた近い未来の社会を考え、研究を活かしていくことが重要である。

5. 研究室の生活

研究室では自主性を重んじており、基本的に各個人で決めたテーマについて研究を進める。研究の日程に指定はなく、週2回1日2時間程度のゼミとの兼ね合わせで研究に取り組んでいる。中には、1日中研究室に籠る日もある。また、教授と大学院生の仲がとても良く、居心地の良い環境で学に打ち込めている。研究室には、休憩できるスペースがあり、そこでコミュニケーションを取っている。随時イベントや交流会も行われており、様々な人々との交流を深める機会の一つとなっている。この写真は忘年会を行った時のものである。



Fig3. 忘年会

研究を行う際、情報交換や意思表示は不可欠であり、コミュニケーション能力が求められる場面が多くある。こうした交流を通して、学力だけでなく人間として必要な能力も大きく成長させることが重要である。研究室での生活のなかで、こういった活動をするのも貴重な経験となるだろう。

6. 卒業後の進路

電力会社や航空会社への就職が多く、工学について得た知識が存分に生かせる。特許庁への就職もあり、幅が利く。



7. まとめ

今回の工学部研修を通して、研究室での生活や実際の研究内容に触れることができた。自分の目を通して大学を見ることが今後の進路についてより真剣に考えるきっかけとなった。今日の経験を活かして、自分の進路についてより詳しく検討し、社会と機械の関連について見直して正しく社会へと貢献しようと思う。

参考文献

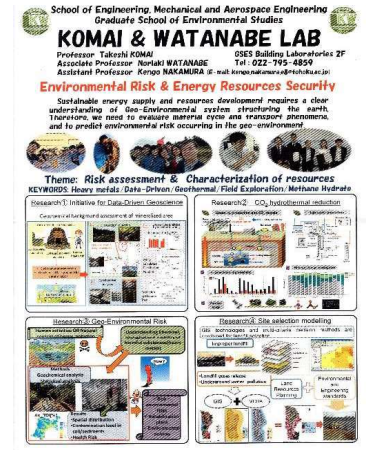
高橋（信）狩野研究室 <http://www.takahashi.qse.tohoku.ac.jp/%e5%8d%92%e6%95%ad%e5%be%8c%e3%81%ae%e9%80%b2%e8%b7%af>

地球環境の保全を目指して

東北大学工学部 エネルギー環境コース 駒井・渡邊研究室

1 研究室紹介

私たちは、エネルギー資源リスク評価学分野について研究されている駒井・渡邊研究室を見学させていただいた。この研究室では、資源・エネルギーに開発における物質の移動現象や循環を正しく見積り、地球環境にどの程度の環境リスクが生じるのかを科学的に予測・評価するといった研究や、資源やエネルギーを安定的に確保するために地球を構成する地圏システムについての研究がされている。この分野の研究によって、経済活動の活発化による資源やエネルギーの安定確保と同時に、人類と地球との調和ある共存を目指した地球環境の保全につながるかとされている。



研究のポスターをいただきました！

2 研究室の生活

駒井・渡邊研究室では、主に実際の調査結果から仮説を立て、コンピューターを使った検証実験を行うというスタイルで研究をしている。ほとんどの人は朝に登校し、実験装置をまわって記録をとるという作業を行っているが、実験以外にも調査のために日本だけでなく海外に行くこともあるという。そこでは、現地の人と同じ生活を体験する。研究室では、基本的に夜には実験をしないことになっているが、定期的に記録をとるとなると、研究室に泊まる学生もいるらしく、寝袋があり、アットホームな空間であった。研究室には留学生の方々もいて国際的な雰囲気も感じた。

大学では自分で受ける授業を決められるため、駒井・渡邊研究室にいる大生の方は「朝が苦手だから昼ごろに授業を入れて、夜は友達と一緒に飲んでいる」という話を聞いて、大学生活の自由さを感じた。

また、4月にはお花見、10月には芋煮会など、研究室でのイベントもあり、様々な人と交流ができるという。



駒井・渡邊研究室のみなさん お花見の写真

3 卒業後の進路

東北大学工学部の大半の学生は大学卒業後、大学院に進む。その後、大学院の博士課程を卒業して就職するという。また、大学院に進む際も東北大学にとどまらず、他県の大学院に行くこともできるという。工学部研修で説明をしてくださった助教の中村さんも岩手大学で大学生活を4年間過ごした後、京都大学の大学院に進んだとお話していた。

大学院を卒業した後は企業で働く人もいれば研究職をする人、大学の教師として大学に残り研究を続ける人や中学・高校の理科教師になる人など、様々な職業に就くことが可能だ。

4 研究発表 二酸化炭素地中貯留(CCS)

二酸化炭素地中貯留(CCS)の概要

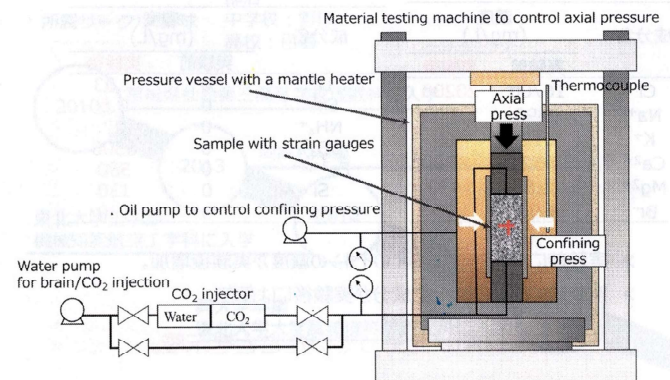
二酸化炭素地中貯留(CCS)とは、発電所などから排出された二酸化炭素を回収し、地下深く(貯留層)に閉じ込める技術で、CO₂によって地下の石油を押し出してより多くの石油を生産したり、回収したCO₂をメタンやメタノールといった応用できる物質を生産でき、2050年までの世界の累計CO₂の削減量の14%分を担うことでも期待されている。

研究目的

CO₂を地下に押し出すと、水-岩石-CO₂の反応により岩石が変化しやすくなるので、CO₂貯留の安定性に悪影響を及ぼすおそれがある。なので、事前の実験で岩石の弾性定数(変形のしやすさ)の変化を知る必要がある。

実験方法

実際にCCS実証実験が行われている苫小牧沖深度約1480mの貯留層の岩石を使用。下の実験装置を使い、実際の貯留層条件下で実験を行った。



結果

- ・実験前に含まれていた全てのイオンの濃度が増加
- ・実験前に存在しなかった成分が実験後には存在
- ・CO₂地中貯留において、火山性砂岩は弾性定数の顕著な変化が生じうる事が明らかになった。
- ・大きな孔隙を有するスコリアを含む火山性砂岩の弾性定数は、一旦低下するが、その後部分的に回復する傾向が確認された。
- ・大きな孔隙を有するスコリアを含まない火山性砂岩の弾性定数は、低下せず、増加するだけである傾向が確認された。

考察

スコリアを含む部分は大きな変形が発生する可能性。しかし、今回対象とした貯留層には大きなスコリアを多く分布していない。

大規模な変形は発生する可能性は低いのではないかと



スコリアを含む岩石

参考文献

東北大学 駒井・渡邊研究室 <http://www2.kankyotohoku.ac.jp/komai/>

次世代型モータ、発電機の開発現場

東北大学工学部 電気情報理工学科 中村健二研究室

1. 研究室紹介

○教授：中村 健二 技術職員：渡辺忠昭
事務補佐員：相沢恵美 今野亜有美

○修士課程：18名
学部4年生：3名

○東北大学 大学科学部研究科 技術社会システム専攻
先端社会工学講座 先端社会エネルギーシステム分野
(電気情報理工学科 電気工学コース)

2. 研究目的

「人間社会と自然環境が調和した次世代のエネルギー発生・輸送・変換・利用技術開発」を大テーマに掲げて、以下の研究を行っている。

・主な研究テーマ

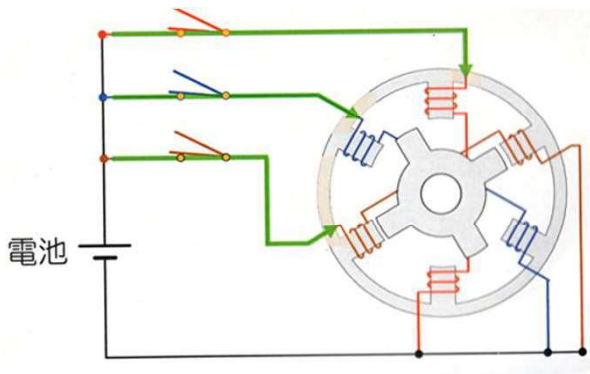
1. モータ・発電機の高性能化に関する研究
2. 非接触磁気ギヤに関する研究
3. 洋上風力発電用直流送電システムに関する研究
4. 電力系統用電力安定化装置に関する研究
5. 次世代移動体に関する研究
6. 電気機器の高速・高精度解析手法に関する研究

→つまり、小型高出力・高効率なモータ、発電機を開発をしている。

3. 研究紹介

1. モータ・発電機の高性能化に関する研究

日本では総発電電力の60%以上がモータで消費されている。その為小型高出力・高効率なモータ・発電機を開発を目的としてスイッチトリラクタンス(SR)モータなどの研究が行われている。これは磁石を全く使用しないモータである。特徴として構造と原理がシンプルであること、磁石を用いない為振動・温度に強く、安価で資源の問題もないことが挙げられる。研究室ではSRモータを用いた次世代の移動体を開発している。

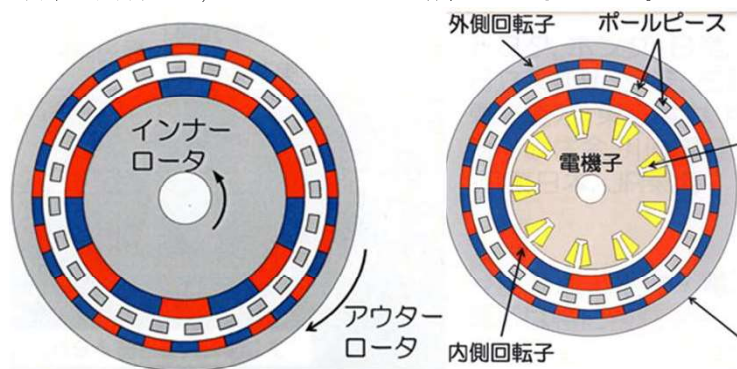


2. 非接触ギヤに関する研究 (磁束変調型磁気ギヤ)

従来の機械式ギヤはデメリットとして振動・騒音が大きいこと、摩擦や発熱を発生させる為潤滑油が必要不可欠であることが挙げられるが、磁気ギヤは非接触である為それらの問題が少ない。
また、磁束変調型磁気ギヤはトルクや効率が良く、最高効率は99%と従来のギヤに比べて大幅に向上している (機械式ギヤでは高くとも95%である)

3. 磁気ギヤとモータの融合一体化

簡単に説明すると、2のギヤとモータを一体化させたものである。



4. 電力系統用電圧安定化装置に関する研究

太陽光や風力での発電は二酸化炭素を排出しないなどの利点に対し、系統電圧が変動するなどの問題がある。系統電圧が変動すると、家庭内の電化製品が正常に作動しないなどのトラブルが発生する。そこで東北電力と共同開発されたのが系統電圧安定化装置である。これは天候などによる系統電圧の変動を抑える効果があり、自然エネルギー発電の導入拡大に大きく貢献することができる。

4. 研究室の生活

1～3年生の時は授業・講義を受け、4年生から大学院にかけて研究を行う。研究室に入ると自分の研究をはじめ、研究成果などを学会などで発表する。そのため、研究だけではなく発表の準備や研究成果をまとめるなどの作業もある。学会への参加回数は人によって違い、中には数多くの学会に参加している生徒もいる。

研究室の雰囲気は比較的自由度が高く、夜型、朝型など自分の生活スタイルに合わせて研究室にきて自分の作業ができる。また、音楽を聴いたり、コーヒーを飲んだりするなど、リラックスした状態でそれぞれの作業に集中できる。また、学年ごとに机が分かれているにも関わらず学年、男女関係なくにぎやかな会話が有り、明るい雰囲気に包まれているようだった。

研究室だからと言って研究だけをしているわけではなく、時には研究室の教授や生徒たちでお花見やスポーツ大会などにも参加し、研究室全体の関係を深めている。こういった行事が研究室明るい雰囲気の秘訣なのと思った。

5. 研究室の大学院生にインタビュー

Q. 研究室内はどのような感じですか。

A. 基本的に自由。また、この研究室の規則は基本的に自由であり、11:30に起床する学生もいるとのこと。

Q. 大学生活の一人暮らしはどのような感じですか。

A. 一人暮らしは大変であるが、大学の近場に住んでいてもしたほうが良い。また、一人暮らしでは自分の部屋の掃除が重要である。(汚い人の部屋は特に汚らしい。)そのため、今から自分の部屋の掃除には気を配ったほうが良い。

Q. 大学進学後の生活はどのような感じですか。

A. まず1年と2年の前半に川内キャンパス内で研究に関係のないこともすべて学ぶ。そして2年の後半から3年にかけて自分たちの専門分野についての学習がメインとなる。そして4年から各研究室に配属され、研究活動が始まる。また東北大学では、およそ9割の人が大学院に進学するため、基本的に医学部と同じく6年制と覚悟したほうがよい。

Q. (一浪して大学入学した大学院生に)浪人して学校生活に影響はありましたか。

A. 基本、一浪程度なら(上下関係などに)特に影響はない。その人が初めて浪人生と気づくのは飲み会などで年齢を確認したときのみ。ただし、あまりにも浪人しすぎるとあとで困る(就職活動)。

Q. 高校生のうちにしておいたほうが良いことは何ですか。

A. 勉強は当然大切だが、それ以外にも部活、行事、遊び、恋愛などすべてのことを大切にしたいほうがよい。特に、高校時代を勉強のみで過ごしてしまうと後で必ず後悔する。

6. 卒業後の進路

東北大学工学部では、およそ9割の学生が大学4年間を終えた後、大学院へ進学するらしい。そのため、多くの東北大学工学部の学生は大学で4年、大学院で2年の計6年間学んでいる。その理由としては修士になると就職先の幅が広がり、大手企業などにも就職できるという利点があるからだ。具体的にはトヨタ、ホンダ、日産などといった大手自動車会社や、東北電力、帝京電力などといった電力会社がある。また、ごく一部の学生は修士課程を終えた後に博士課程に進学するらしい。また、最近の傾向としては、いままで機械産業の分野だった自動車産業への就職が大幅に増えている。その理由としては最近の自動車はハイブリッド自動車や電気自動車などモータを使用する自動車が増えてきており、自動車が家電化していることからモータなどの分野の人材が必要であるからである。

モータや発電機、ギヤなどを深く研究を行っているため卒業後には幅広い進路があるといえるだろう。

近未来を支えるアンテナ技術

東北大学工学部 陳・今野研究室

研究室の紹介

○東北大学工学部 通信工学コース 陳・今野研究室

○メンバー

教授：陳 強 助教授：佐藤 弘康
准教授：今野 佳祐 秘書：伊藤裕美子
研究員：王 仲根・佟 穎

研究目的

本研究室では、近年の利用分野がますます多様化・高度化している電磁波工学に関する研究を行っている。研究対象は、電磁界理論、通信、計測、電磁波環境などの幅広い分野にわたっており、基礎から応用まで一貫した研究を理論的・実験的に進めている。

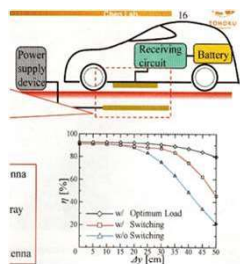
現在は以下のような課題について、精力的に研究を進めている。

- ・発電、充電の効率化
- ・在庫管理の簡略化
- ・犯罪対策の導入
- ・医療機器の発展

研究内容の紹介

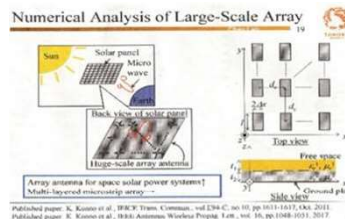
1 無線充電

近年、電気自動車が普及しつつある。この研究は電気自動車の無線充電の実用化を目指して進められている。地面側に送信アンテナ、車側に受信アンテナをつけ、電気を送信する。しかしアンテナの位置がずれると、充電効率が大きく落ちてしまう。この問題を解決するために、アンテナにコイルを取り付けるなど、アンテナの改善をしている。



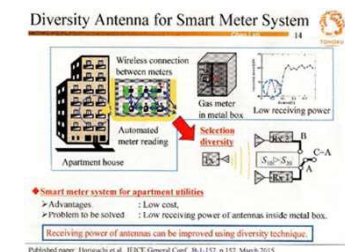
2 ソーラーパネル

宇宙空間に巨大なソーラーパネルを設置し、それで発電を行うという研究がある。作った電気は電磁波に変換された後、パネルのアンテナから送信され、地球で受信する。この研究では、電気から電磁波への変換効率や、電磁波が地球に及ぼす影響について研究や議論が行われている。



3 新システムガスメーター

現在使われているガスメーターは検針員が検針しているが、それを無線で行えるシステムの開発を目指す。しかし、今のガスメーターの構造では電波が外側の金属のカバーに阻害されてしまう。それを解決するため、受信機の数や設置場所を工夫しながら、設計や実験が進められている。



その他、カプセル型内視鏡の開発や、たくさんの種類の電波を受信できるアンテナについての研究も行われている。

電波暗室→



社会への利用

1. 充電の簡略化

電気自動車の無線充電の研究は、先程の図のような充電方法の無駄を省く研究と同時に、道路全体にアンテナを埋め込み、走行すると同時に充電を行ったり、現在のアシスト自転車のようにガソリンスタンドでお金を払い、電池を交換する、などといった様々な効率的な充電方法の研究がなされている。

2. 発電の効率化

現在の太陽光発電では太陽光が地球に届くまでの間に削減できる無駄があると考えられている。そこで、JAXAと共同研究を行い、ソーラーパネルを打ち上げたり、宇宙エレベーターを利用したりと、今よりも効率的な発電方法が研究されている。しかし、打ち上げるソーラーパネルの規模や費用など、さまざまな課題を抱えているため、実現にはしばらく時間がかかりそうだ。



3. 新システム開発

先程のガスメーターは、すぐに実用化できるように研究・

開発が進んでいる。企業との共同開発も行っている。

医療面において、現在は管を飲み込まないと検査ができない、内視鏡検査は、辛いということで抵抗があったり、マイナスなイメージが強い。そこで、アンテナを活用したカプセル型内視鏡の開発により、飲み薬と同じようにカプセルを飲み込み、アンテナによる映像解析や操作などで検査が行えるという。回収の方法や費用削減など、商品化に向けて、人間と同じ働きをする「ファントム」と呼ばれる人体モデルを活用した実験が進められている。

研究室の生活

4月⇒お花見輪講（英文和訳）

7月⇒ビアパーティー（ビアガーデンへGO）

8月⇒大学院入試

9月⇒サマースクール（学生だけでお泊り旅行）

10月⇒芋煮会

11月⇒駅伝大会

12月⇒卒論中間発表、忘年会

2月⇒スキー合宿

3月⇒卒論発表会、追いコン（温泉旅行）、学位授与式

インタビュー

Q & A

Q.理系で良かったことは？

A.就活で大学での活動として研究内容が書ける。就活が楽。

Q.バイトしてる人はいますか？

A.半分くらいしてる。忙しいからがっつきしてる人はいない。

Q.工学部に女の子はどれくらいいますか？

A.1割。

▼H30工学部の卒業後の進路

卒業生総数	910
進学者総数	785
就職者総数	86
臨床研修医数	
公務員就職者数	11
教員就職者数	0

参考文献

大学受験パスナビ：旺文社 <<https://passnavi.evidus.com/>>

医工学で障がい者を支援する

東北大学工学部 渡邊高志研究室

1. 研究室紹介

私達は、医工学について研究されている渡邊研究室を見学させていただいた。

ここでは、事故や脳卒中などによる障害などで身体を自由に動かせなくなった人のリハビリテーションを支援するための装置を開発するための実験を行っている。

この技術が発展することで、より効率よくリハビリを行ったり、四肢の働きを取り戻すことができると考えられている。

2. 研究目的

ケガなどにより、四肢に障害を負ったり、脳からの神経伝達が正常に行えなくなった人達の回復や社会復帰を支援するために、治療に生体医工学的観点から新しい方法を取り入れたり、医療・福祉システムの開発に関する研究を幅広く行っている。

実際に開発されたものには、運動計測器、麻痺した手足を制御するFFSシステム、四肢の稼働が制限されている人でも簡単に漕ぐことができる車椅子などがある。

3. 研究内容

渡邊研究室では、病气やけが、高齢等により運動機能の麻痺や障害、低下が生じた方々を支援する医工学的技術の開発を中心に、研究しています。

①自立に重要で、健康維持にも密接に関連する下肢の運動機能に注目して、歩行解析のためにジャイロセンサや加速度センサを用いて運動情報を計測するウェアラブルセンサシステムを開発し、歩行能力や下肢運動機能を評価する計測アルゴリズムの開発とともに、ウェアラブルセンサシステムとFESシステムを統合することで、新しい運動リハビリテーションシステムを実現する研究開発

②筋力増加や廃用症候群（筋力が低下したり、関節が硬化する状態）の予防、末梢循環系の改善に効果的である、機能的電気刺激(FES)という麻痺した手足の動作を補助・再建する技術を利用し、下垂足（歩行時につま先が下がってしまう状態）を矯正する歩行リハビリテーションシステムと廃用症候群を防止する足こぎ車いすリハビリテーションシステムの開発

③障害や機能低下が生じた方々が自立した日常生活を送り、社会参加できるように、非線形性や個人差に対応した開ループ制御器を構築することを可能にするためのフィードバック誤差学習を用いた学習型FES制御器の開発とFESにより歩行動作を再建するために必要な優れた多関節制御法の開発、麻痺や病気でFESを使用する患者さんでは、疲労の感覚がわかりにくいことや、電気刺激が健常者に比べて疲労を早期に誘発するという問題の解決のための誘発筋電図（M波）を用いた筋疲労評価とその応用の研究

④電気刺激により生じる感覚を用いて情報提示を行う方法に着目し、触覚ディスプレイを用いた情報提示手法の開発と危険事象の情報をあらかじめ提示することで、高齢者の注意力や判断力の低下を補い、事故を回避することができるような、振動刺激による効果的な高齢者の自動車運転支援用インターフェースの研究開発

4. 社会への利用

①機能的電気刺激(FES)

→体が麻痺してしまった患者は車いすや補助具などを用いて生活することになるが、その場合廃用症候群や血の循環が悪くなるといった問題が発生してくる。そこでFESを使って筋肉に

電氣的に刺激を与えることで患者の意識に関係なく麻痺してしまった部位を動かし、運動学習により回復を促進できる効果が期待できる。

その結果、車いすを自分の足で動かすことが可能となる。

→リハビリの際、日本では療法士が付添う形で行われるがその場合歩き方が変になってしまう可能性が高い。またアメリカなどではランニングマシーンを使って患者を布でぶら下げて、理学療法士が正しく足を動かしていくという方法が主流だがその場合も足の位置が時々ずれてしまったり、患者はぶら下がっているだけなので、寝てしまったりという問題がある。そこでFESを用いることでコンピューターでの操作と電気を流す位置により、正しい歩き方でリハビリすることができる。



②無拘束運動システム(モーションキャプチャーシステム)

→リハビリを早く行うことと麻痺部の回復具合は比例する。早く行うためには、検査・測定・評価の時間を短くするのが最も効果的である。また、従来検査・測定は医師の感覚と経験に頼る非常に曖昧なものだった。そのために無線型のセンサ(三軸加速度など)システムを組みこんだ無拘束運動システムを用いて計測し、歩行動作の可視化を行うことでより厳密で早い測定が可能となる。



Q&A

<渡邊先生への質問>

Q 医工学を学ぶには工学部に進んだほうがいいですか？それとも医学部に進んだほうがいいですか？

A 医工学には様々な分野があるので、工学部からでも医学部からでも医工学に進めます。ですが今は、工学部よりの医工学と医学部よりの医工学を結びつける役割の人が必要とされています。

Q 正座などをした際に足がしびれたとき、FESを使用すれば治りますか？

A まだやったことがありません。血流が関係していると思われるのですが、詳しくはわからないので、今後やってみたいです。

Q だんだん体が動かなくなっていく病気にFESを使用したら、病気の進行を止められるのですか？

A 完全に止めることはできませんが、進行を遅らせることはできます。

Q 麻痺した手足をFESを利用して、自らの意思で動かすことは可能ですか？

A FESはコンピュータで管理しているため、それはできません。しかし、それによって回復を促す場合もあります。

<大学生への質問>

Q 部活動やサークルではどのような活動をしていますか？

A 部活動は朝や夕方にしっかりと活動していて、サークルは週2くらいで自分に合わせて活動しています。

Q どのように勉強していますか？

A 高校と違って、わかりやすい参考書などがいないため、一回一回の講義をしっかりと受けることが大切。

Q 自分でコマを決める際のポイントなどはありますか？

A 名前だけでは何をやっているのかわからないような講義や、自分の想像していたような内容の講義ではないことがあるので、先輩などに話を聞くことが大切。

Q 研究室はどのように決めるのですか？

A 3年生の冬くらいから研究室を調べ始めて、研究室の希望は10個まで出せます。研究室によって、重視している科目が異なるのでそこも調べていたほうが良い。

見出しは12ポイントゴシックで

本文は10．5ポイント明朝で本文は10．5ポイント明朝で本文は10．5ポイント明朝で本文は10．5ポイント明朝で

スピントロニクス

東北大学工学部 安藤康夫研究室

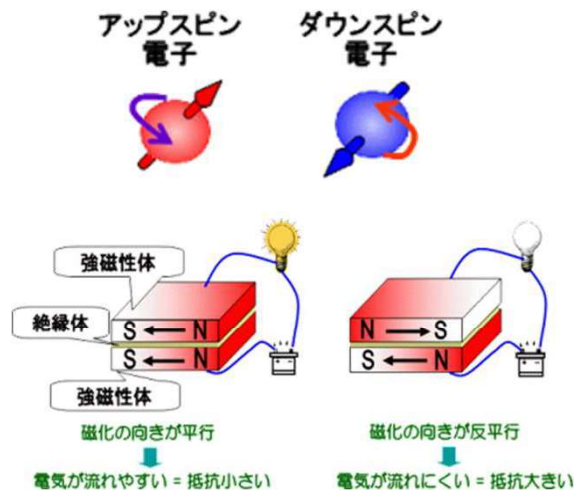
研究室紹介

○東北大学 工学部 電気情報理工学科 応用物理学コース
東北大学大学院 応用物理学専攻 スピントロニクス分野(安藤研究室)



研究目的

安藤研究室では、電子が有している「スピン (微小磁石)」と「電荷」の両方の性質を積極的に利用する「スピントロニクス (または、スピントロニクス)」と呼ばれる分野において、最新のナノテクノロジーを駆使して、これまでにない新しい電子デバイスの創成を目指しています



研究内容

①微小磁石の開発

不揮発性磁気メモリに応用することで従来の半導体メモリよりも、省エネルギー、高速かつ大容量のメモリが実現できるようになる。

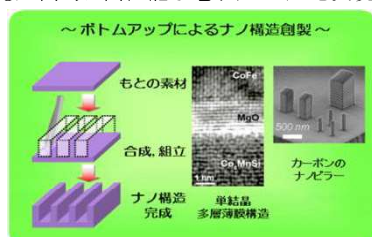
②超高感度磁気センサーの開発

脳や心臓からの磁界を、室温で測定できるほどになれば、脳や心臓の磁界計測を現在よりも簡便に行なえ、病気の早期発見やリハビリ医学に役立つと期待されている。

③電子の自転 (スピン) 運動の研究

スピンは、ナノ(10⁻⁹)秒以下の時間領域で超高速運動をしているので、その測定は非常に難しいのですが、その運動を明らかにすることは物理的に非常に興味深いです。

④ハーフメタルとよばれる材料の研究を行っています。ハーフメタルに電流を流すと、運動する電子のスピンの1方向に揃うことが期待されています。この開発に成功すれば、従来よりも圧倒的に高性能な電子デバイスを実現できます。



社会への利用

生体磁界検出に応用する。脳や心臓から出る生体磁界の大きさは常に微弱。現在、そのような微小な磁界を検出できる素子は、超伝導量子干渉計 (SQUID) のみ。しかし、SQUIDは超伝導を用いているために、極低温まで冷却して使用する必要があり、大がかりな装置で莫大なコストがかかる。
一方で、トンネル磁気抵抗素子を用いた磁界センサーは、小型で低コスト、また低消費電力という特長を有しています。しかし、従来の素子では、感度が低いために、素子単体では1マイクロテスラ程度の磁界しか検出することができませんでした。安藤研究室では、素子の高感度化のための研究開発を進めている。感度の値が100%/Oe以上必要だが、現在までに25%/Oeまで感度を高めることに成功している。



研究室の生活

○年間行事
9月・3月 学会で研究発表 3ヶ月前に概要書類を送る

○週間予定
毎週木曜日に実験の経過報告→アドバイスをもらう
土日は時間に余裕がありスムーズな実験ができる

○1日のスケジュール
平日午前中は授業、午後は研究

インタビュー内容

Q. 安藤研究室を選んだ理由は？

A1. スピントロニクス分野のトップランナーであり、また、十分な研究環境が整っているから。

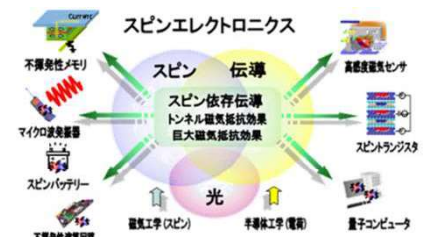
A2. ホームページで情報を集めて何か面白そうな所は無いか探していた所、「スピントロニクス」という新しい分野があることを知り、興味を持ったのがきっかけです。

A3. 磁気メモリなどの、省エネルギーデバイスの開発に携わりたと思ったから。

A4. 最新の実験設備が整っていて、世界最先端の研究ができると考えたので。

卒業後の進路

ほぼ100%の大学卒業生が大学院に進学します。昨年度は全員が大学院に進学しました



見出しは12ポイントゴシックで

本文は10.5ポイント明朝で本文は10.5ポイント明朝で本文は10.5ポイント明朝で本文は10.5ポイント明朝で本文は10.5ポイント明朝で

科学プロセスを“見る”～ミクロからマクロまで～

東北大学工学部 塚田研究室

1. 研究室紹介

僕たちは、5月22日東北大学工学部の塚田研究室を見学してきた。塚田研究所ではものづくりに使う原料をどのような方法で使用可能な状態にするかを研究しているところだ。この分野が発展すればするほど、私たちは、私生活の中で、今まで以上の恩恵を受けることが可能となる。

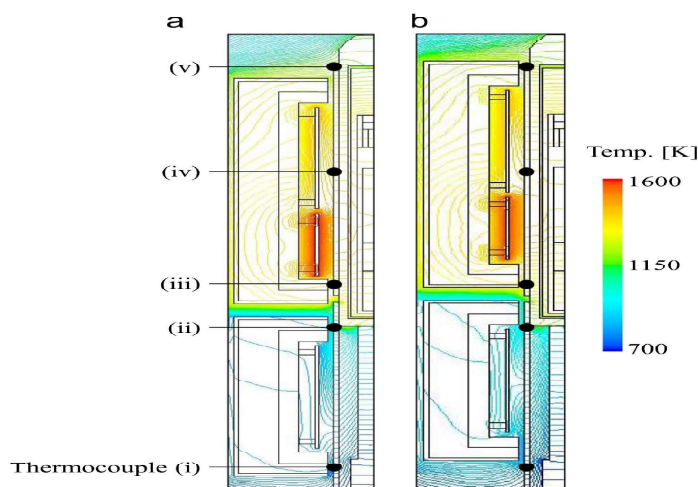
2. 研究目的

金属、半導体、高分子、セラミックスなど、私たちの周りには様々な材料があり、情報・通信・エレクトロニクスをはじめ、環境・エネルギー、医療・バイオテクノロジーなどに関連する最先端技術をこれら材料が支えている。新しい材料やその製造方法は、最初実験室で発見・創成されるが私たちがその恩恵を受けるには“工業レベル”での製造が必要となり、そのためには装置やプロセスの大型化や高速化が求められ、結果として実験室とは異なった現象が起きる場合が多くある。よって工業的に品質のいい材料を効率的に製造するためには、装置やプロセスの中でどのような現象が起こっているかを把握する必要がある。私たちの研究室では、主に材料製造プロセスを対象とし、各種光学手法・顕微鏡等による観察実験に加えて、コンピューターを利用した数値シミュレーションにより、装置の設計やプロセスの制御法を考える研究を行っている。

3. 研究内容

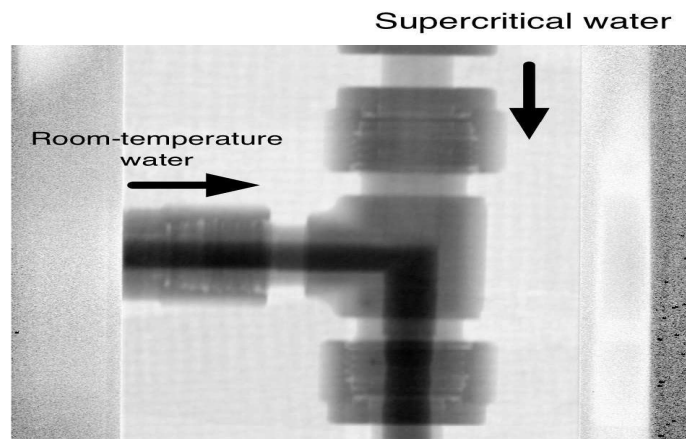
①金属・半導体材料製造プロセス

シリコンとゲルマニウムの混晶であるSiGe単結晶は、高速かつ低消費電力の次世代半導体として注目されている。そこでJAXAと協力して宇宙及び地上での半導体結晶成長実験の数値シミュレーションを行うことで成長炉内の輸送現象を明らかにし、高品質の結晶を成長させるための制御指針を提案することを目指している。



②中性子線を利用した装置内の可視化

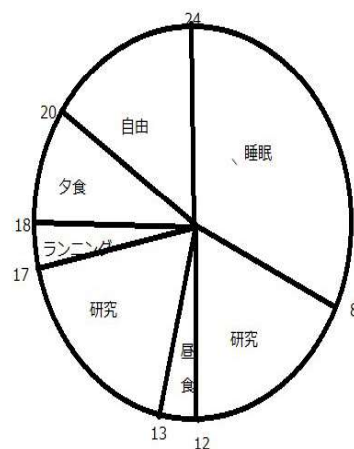
近年、超臨界水を新しい反応場として利用する様々なプロセスが提案されています。このようなプロセスの設計・最適化に当っては、反応器内の熱流動現象や反応拡散現象を正確に把握する必要があります。しかし、このプロセスは金属製の反応器を用いて高温高压条件下で操作されますので、反応器内の現象を通常の可視光を利用した可視化手法で実験的に把握することは極めて困難。そこで学内外の研究者との共同で、超臨界水反応場の可視化手法として原子炉から出る中性子線を利用した中性子ラジオグラフィという手法を用いて、例えば超臨界水熱合成法によりナノ粒子を製造する際に利用する反応器内の流動・混合状態のその場観察を実施しています。また、反応器内の流動・混合状態や最適な実験条件の探索を目的とした数値シミュレーションも行っています。



SUS製のT字型管内で超臨界水と常温水（原料）が混合する様子を可視化した。

4 研究室の生活

- ・1～3年生は授業を受けて、4年生からは研究室に入り、研究をする。
- ・平日は毎日学校で、土日は休み。
- ・先生、生徒が思っていたより仲が良く、良い雰囲気だった。
- ・年間行事として発表会や飲み会研究室対抗のフットサルや駅伝大会がある。
- ・塚田研究所を選んだ理由については、整備が良いや総合的に成長できる等様々な理由があった。



5 卒業生の進路

- ・理系の人の9割は大学院進学
→実は企業は大学院に行った人を求めている。
- ・化学工学分野は就職にとっても有利で昔塚田研究所にいた人は化学工学に関して世界で4番目の技術力を持っている会社に就職。

カリックスアレーンとホスト化合物

東北大学工学部 服部研究室

研究室紹介

○東北大学 大学院工学研究科 バイオ工学専攻
服部研究室(生体分子科学講座 応用有機合成化学分野)

教授 服部 徹太郎
准教授 諸橋 直弥
講師 田中 信也(環境保全センター)
助教 北本 雄一
大学院生11名
学部生6名

研究目的

物質(分子やイオン)の認識と有機反応に関する研究を行っている。物質間の相互作用や物質認識場に関する研究、大きさや性質の類似した分子やイオンを精密に識別して選択的に捕捉する新しい材料の開発、新しい原理に基づく反応の創成や目的とする分子を効率的に合成するための反応の開発をし、持続可能な社会につなげる。

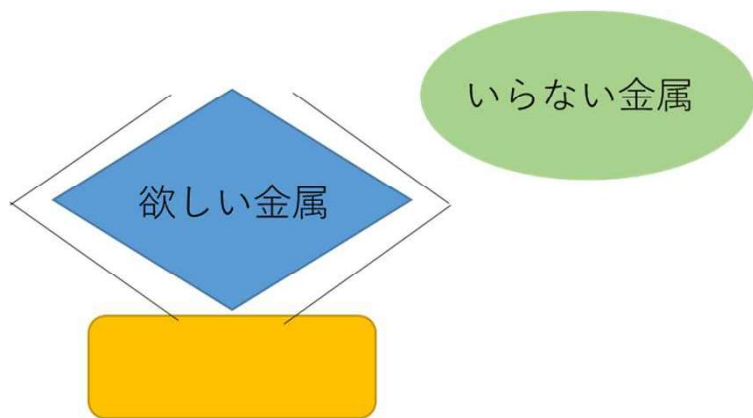
研究内容

微小な空孔を持つゼオライトを用いて、空孔サイズに合う分子だけを吸着し分子の認識を行う従来の方法では高度なゲスト認識能をえることができない。

↓
代表的なホスト化合物の一つとして分子やイオン(ゲスト)の認識に利用されているカリックスアレーンを用いて高度なゲスト認識能を得たい。

↓
ホスト・ゲスト化学の応用

①カリックスアレーンの立体的特徴を最大限に活かすためには、フェノール酸素そのものを変換することが望ましい。そこで、ヒドロキシ基の一部を直接他の官能基で置換したX,O-パイブリッド型誘導体の創製と機能開発する。



有機分子や金属イオンの大きさや性質を精密に識別して捕集を効率的に

↓
②カリックスアレーン等の環状ホスト分子が構築するチャンネル状の空隙をもたないナノポーラス分子結晶の性質を利用して、高い選択性と広い適用性を兼ね備えた分離材料の開発



学生の生活について

①年間行事

4月 新歓、花見
8月 中間報告、お盆
9月 学会発表
10・11月 運動会、芋煮会、駅伝大会
12・1月 中間報告、忘年会、新年会
2・3月 卒論発表、修論発表、学会発表、春休み

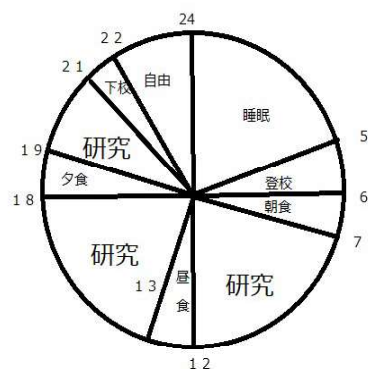
②一日のスケジュール

基本的に研究をず�としている。研究をしているが、みんなで楽しく遊びながら作業しているようだ。

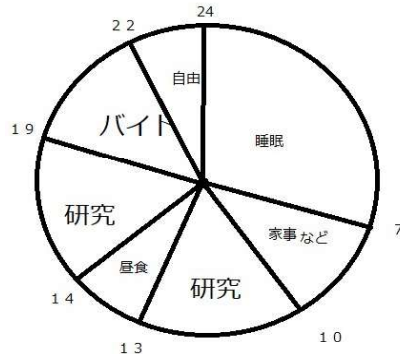
あまり登校時間の縛りはないため、10時頃に来る人もいるが、早朝から来て朝食を大学で食べる人もいます。

帰る時間は高校生より遅く、やりたければいつまでも研究を続けていても問題はないようだ。

パターン 1



パターン 2



インタビュー

研究の魅力は何ですか?
新しい技術を作り出すことと、自分がその分野で世界一詳しくなれること

卒業後の進路

学部卒業生の多くが大学院へ進学する。
日産化学工業(株),サンヨー食品(株),富士フイルム(株)など研究した経験や知識を活かせる職場に就職するひとが多くみられた。

金属素材産業に貢献する研究を！

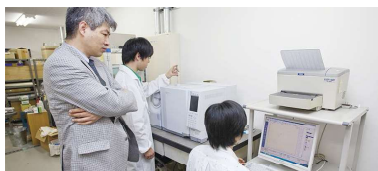
東北大学工学部 朱研究室

研究室紹介

◆東北大学 大学院 工学研究所 工学部
マテリアル・開発系先端マテリアル物理化学講座
材料物理化学分野（朱研究室）

◆教授：朱 鴻民 准教授：竹田 修
助教：盧 鑫 技術員：星 政義

◆交換留学生：1名
修士2年生：4名
修士1年生：2名
学部4年生：5名
（工学部は4年生から研究室に配属）



研究目的

ここではレアアース重点を置いている。レアアースとは元素周期表の第3族に属する17種の元素の総称。レアアースは埋蔵量が少なく、そのレアアースを多く埋蔵している中国が輸出を制限しているため日本では手に入りにくい状況である。そこで、今使われているレアアースを再利用すれば効率よく使えるということでこの研究に至った。

↳元素周期表の下2列がレアアース

研究テーマ

研究室での研究は主に

- ・回転法を用いた低年度フラックスの粘度測定
- ・窒化タンタル系光触媒の開発
- ・溶融塩電解による金属の表面改質
- ・不均化反応によるチタン合金微粉末の作成
- ・溶融塩を用いたNd-Fe-B磁石のリサイクル

などが挙げられる。私たちはこの中でも主に溶融塩電解を用いる実験についての話を聞いた。

Nd-Fe-B磁石の水平リサイクル

目的

溶融塩電解を用いて、廃棄Nd-Fe-B磁石からFe-B母合金の水平リサイクル

ネオジム（Nd-Fe-B）磁石とは…

ネオジム、鉄、ホウ素を主成分とする希土類磁石（レアアース磁石）の一つ。永久磁石のうちでは最も強力とされている。非常に磁力が強く、利用される製品の範囲は小型から大型まで幅広い。小型の例はハードディスクドライブやCDプレーヤー、携帯電話などである。大型の例は電車・電気自動車・ハイブリッドカー・エレベーター駆動用の永久磁石同期電動機の界磁などである。ハードディスクドライブでは、ヘッドと呼ばれる読み書きする装置を移動させるためのアクチュエータに用いられる。より強いダンパーを採用可能であることから締まった低音が出るとされ、近年のヘッドフォンのドライバーの多くに用いられている。サイズを小さくしても強磁界が得られることから特に小型のインナーイヤー型・カナル型ヘッドフォンには欠かせない磁石となっている。

このように様々な機械に利用されており、その分廃棄の量も多くなる。そのため、再利用が必須となってくる。その方法として、溶融塩電解が挙げられる。

溶融塩電解とは…

イオン化傾向の高い元素の単体を生成するもの。

溶融塩電解の代表例としてアルミニウムがあげられる。アルミニウムは非常にイオン化傾向が高い元素であるため、還元反応や精錬によってアルミニウムの単体を生成できない。そこで、「溶融塩電解」を行う。塩や酸化物のイオン結晶の固体を高温に加熱して融解し、液体にしたものを、直接溶かして電気分解する「溶融塩電解」をし、単体を取り出す。

参考文献

先端マテリアル物理化学講座 材料物理化学分野(朱研究室) <<http://www.material.tohoku.ac.jp/labs/metallurgy/zhu.html>>

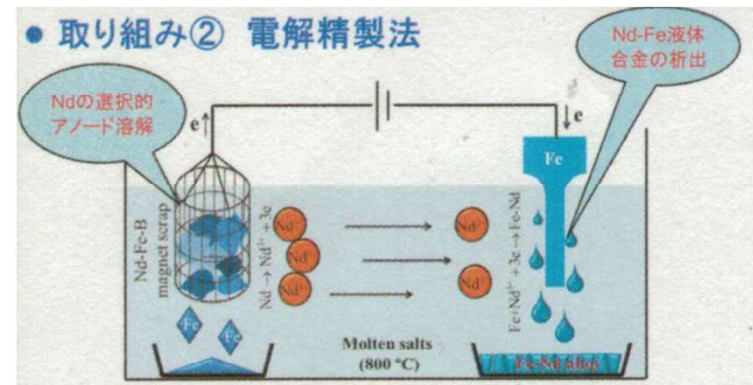
アルミニウムの製法の流れ

アルミナ（ Al_2O_3 ）を溶融塩電解する。
そのためにはまずアルミナを手に入れる必要がある。
自然界から産出するアルミナを含む鉱石が「ボーキサイト」である。
ボーキサイトにはアルミナ（ Al_2O_3 ）の他に、酸化鉄（ Fe_2O_3 ）なども混ざっているため、アルミナのみを取り出す。

原料のボーキサイトがアルミになるまでの流れ

- ①ボーキサイトを NaOH に溶かす
- ②溶液を薄めて $\text{Al}(\text{OH})_3$ を沈殿させる
- ③加熱してアルミナ（ Al_2O_3 ）を作る
- ④融解塩電解を行いAlを得る

下図のように、この溶融塩電解を用いて、廃棄Nd-Fe-B磁石からFe-Ndを回収し、リサイクルすることを研究している。



▲溶融塩中での電気分解

研究室での生活

朱研究室は会社のオフィスのように、大学院生の方々が向かい合うかたちの机の配置であった。日常生活では、平日は大学に行き、各自の研究テーマに沿った研究をして過ごし、休日である土、日曜日はバイトをするなど、自身の活動をするといったものである。年間を通した活動はなく、数年に1、2回程、学会発表がある。研究室の雰囲気はとてもあたたかいものだと感じられた。訪問した際、研究室の方々は非常に丁寧な対応をしてくださった。



卒業後の進路

- ・学部卒業生の8割が大学院へ進学
- ・材料系の就職先は素材、自動車、電機、化学など
- ・朱研究室の就職先は鉄鋼メーカー、自動車、素材系が多い

▼H28 マテリアル・開発系就職（進路）状況



マグネシウム合金による機械の軽量化

工学部 小池研究室

研究室紹介

私たちは、知能デバイス材料学コース・小池研究室を見学させていただいた。この研究室では、極限材料学分野、主に金属材料についての「軽くて強く耐久性のある材料」の研究・開発、またその分野への貢献をされている。また、軽くて強く耐久性のある材料開発、微小で高性能な電子デバイスの開発、高性能水素精製材料の開発などに貢献されている。

研究背景

人類は金属とともに発展をとげており、身の回りものにはたくさんの金属が使われている。それは金属の名前が時代の名前になっていることからうかがえる。(例: 石器時代、銅器時代)

Mgも自動車や人口衛星など身近なものによく使われる金属だ。Mgは中学校で教わる実験から危ない金属というイメージがあるが、最新の合金Mg研究により、不燃化のものが開発されている。これより航空機や高速鉄道車両への実装が可能になった。加えてMgは他の金属よりとても軽い。(図1) この性質利用し、新しい材料とするため研究を行っている。

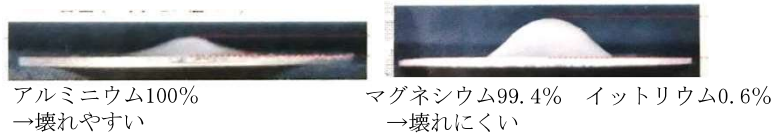
マグネシウム	アルミニウム	チタン	鉄
1.74 g/cm ³	2.70 g/cm ³	4.50 g/cm ³	7.87 g/cm ³

図1 金属の重さの比較

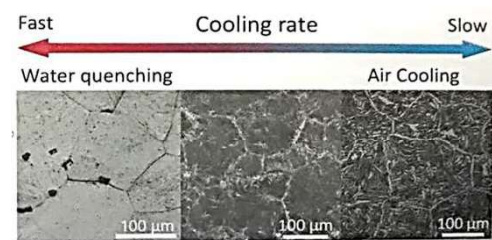
研究内容

超軽量形マグネシウム合金の開発

マグネシウムはアルミニウムや鉄などの金属より軽い加工しにくい材料使われていなかった。しかし、東北大学は、マグネシウムにスカンジウム添加することにより、合金の結晶が最密六方構造だけでなく、体心立方構造をとることに注目したところ、体心立方構造が最密六方構造より強度が高く、延展性にすぐれていることが分かった。また体心立方構造が形状記憶、超弾性合金であることが分かった。



また、Mg-Sc合金についての研究も行っており、Mg-Sc合金は温度の変化によって性質が変化し、形状記憶特性にもつながっている。



Mg-Sc合金の熱による組織変化

インタビュー

Q. 休日の過ごし方は?
A. 朝ゆっくり起きて趣味などをする

Q. サークルに入らないと友達はいない?
A. 学部内などで交流会がある

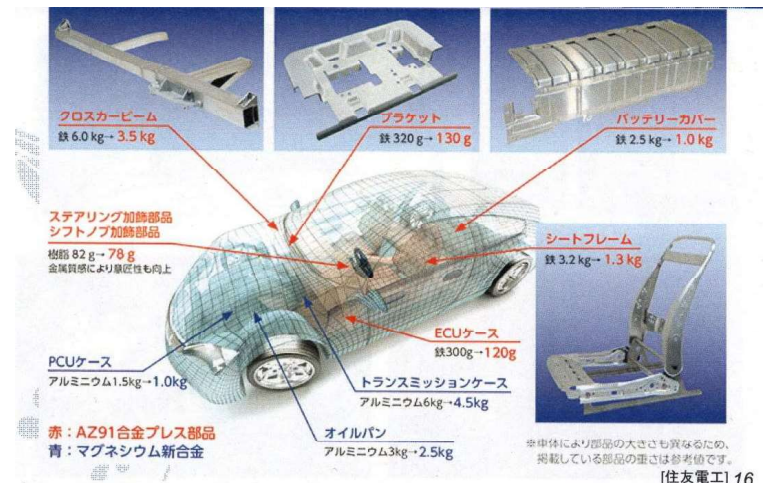
卒業後の進路

学部卒業 → 80%が大学院へ進学
修士課程修了後 → 博士課程へ進学
自動車メーカーへ就職
鉄道会社へ就職 など

大学での研究を生かす人も別のことをする人もいる
これまでにこだわる必要はない。

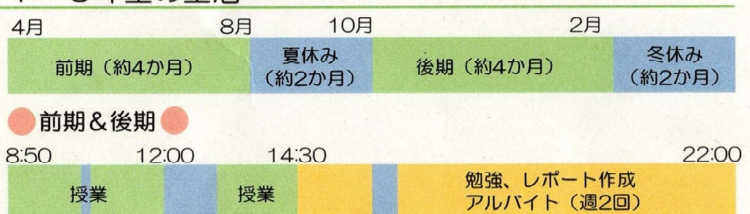
社会への利用

マグネシウム・スカンジウム合金は最も軽い形状記憶、超弾性合金であることを活かし、人工衛星の自己展開型パネルや振動吸収材として使われることが期待される。また、自動車をマグネシウム・スカンジウム合金でつくれば軽量化によって燃費の向上も期待されている。腐食する性質を活かし医療分野でも使われるようになるかもしれない。

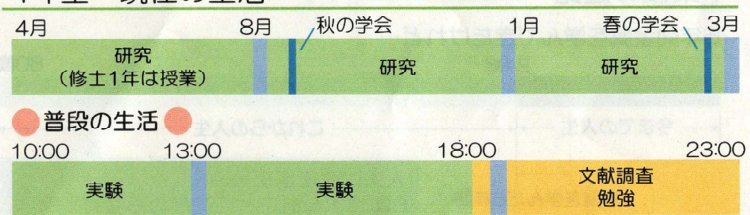


大学生の生活

1～3年生の生活



4年生～現在の生活



学部生と大学院生では授業の時間が実験に変わる

参考文献

東北大学小池研究室 <http://www.koike-lab.jp/>

夢の溶接技術への挑戦！

東北大学工学部 佐藤研究室

学科の概要と研究室

東北大学工学部材料科学総合学科は伝統と大きな実績を持ち、東北大学が有名である理由の一つとなっている。

佐藤研究室は工学部の研究室の一つで、材料加工プロセスのうち接合プロセスに関する研究を行っている。接合プロセスは材料を加工し、製品にするために駆使される基本技術であり、その研究は新たな材料が開発される限り必要とされ続ける。接合プロセスには、よく知られているアーク溶接をはじめ、様々なものがあるのだが、佐藤研究室では現在、摩擦攪拌接合(FSW)と超音波接合の2つに焦点を当てて研究をしているそうだ。

主な実績

2015年10月 FSWP2015 (スペイン・オルディジャ) 基調講演

2015年9月 2nd Intern. Conf. Friction Based Processes (中国・北京) 招待講演

2015年8月 ISAWTC2015 (中国・海寧) 招待講演

2015年3月 FSW/P session at TMS Meeting (米国・オランダ) Organizer、招待講演

2015年3月18日 日本金属学会 第73回功績賞(材料プロセッシング部門)

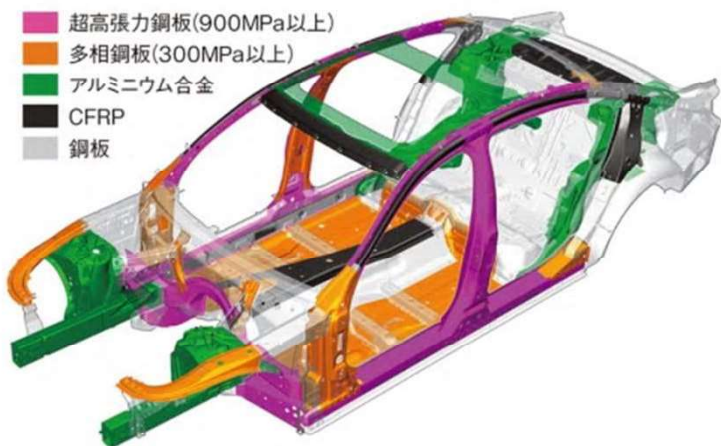
研究目的、意義

接合技術は、自動車、鉄道車両、船舶、飛行機などの輸送機器全般、発電プラントなどのエネルギー分野、橋梁、高層ビル建設などにおいても不可欠であり、過酷な環境の下で長期間使用されてもなお安全性や信頼性、健全性を発揮・保持することが求められる。佐藤研究室は、さまざまな接合プロセスで得られた接合部や接合界面でのミクロ構造と性質を詳しく調べて特性を決めるミクロ構造を理解し、接合界面のミクロ構造の制御することによって、接合部や接合界面が素晴らしい性質を得る方法を確立することを目的に研究している。

研究内容

先述の通り、主にFSWや超音波接合に関する研究が行われている。FSWとは、接合部位の歪みが少ない」「溶加材(母材と母材を埋める金属材料)や接合部の処理が不要」「凝固収縮がない」などの優れたメリットがある、英国の研究機関TWI(The Welding Institute)によって開発された接合方法である。接合部分の攪拌によって接合部表面の酸化被膜を破壊することで原子が金属結合を行い、接合する。超音波結合では、超音波を用いて酸化被膜を破壊する。

■ 超高張力鋼板(900MPa以上)
■ 多相鋼板(300MPa以上)
■ アルミニウム合金
■ CFRP
■ 鋼板



マルチマテリアルカーの構想の例

構造物を作製するときには、材料をくっつけなければならない。材料をくっつけるプロセスの1つが、溶接・接合である。しかし、溶接・接合は材料が元々持っている素晴らしい特性を低下させることがある。

佐藤研究室は、さまざまな接合プロセスで得られた接合部や接合界面でのミクロ構造と性質を詳しく調べて特性を決めるミクロ構造を理解し、接合界面のミクロ構造の制御することによって、接合部や接合界面が素晴らしい性質を得る方法を確立することを目的に研究している。

参考文献

<http://www.material.tohoku.ac.jp/~setsugo/lab.html>

佐藤裕研究室

研究方法



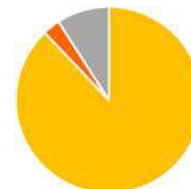
超音波接合

写真左のような装置の上に二枚の金属を重ねて置き0.3秒間超音波を当てて接合する。

摩擦攪拌接合

写真右のような突き合わせた接合面に回転した接合ツールが押し入る過程で摩擦熱が発生しそれが維持される。材料の軟化と同時に接合面に沿ってツールを動かすと、母材がかき混ぜられ接合される。

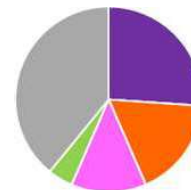
卒業後の進路



進学 88%
鉄鋼・非鉄・金属 3%
その他 9%



鉄鋼・非鉄・金属 27%
自動車・機械 21%
電子・電気・情報 16%
進学 15%
化学・素材 9%
公官庁・研究機関 4%
その他 8%



公官庁・研究機関 26%
鉄鋼・非鉄・金属 17%
電子・電気・情報 13%
自動車・機械 4%
その他 40%

平成29年度は、東北大学工学部の卒業生は8割以上が大学院へ進学し、就職した卒業生は1割にも満たない。ほとんどの卒業生は、大学院で2年間の修士課程を終えてから就職するそうだ。

鉄鋼・非鉄・金属 JFE スチール(株) / 新日鐵住金(株) / (株) 神戸製鋼所 / 大同特殊鋼(株) / DOWAホールディングス(株) など自動車・機械 (株) IHI / トヨタ自動車(株) / 日産自動車(株) / マツダ(株) / ヤマハ発動機(株) / 日本発条(株) / (株) デンソー / 日立建機(株) など電子機器(株) 日立製作所 / パナソニック(株) / 三菱電機(株) / セイコーエプソン(株) / ソニー(株) / 東京エレクトロン(株) など化学・素材東レ(株) / 日立化成(株) など大学・研究機関東北大学 / 大阪大学 / 東京工業大学 / 産業技術総合研究所 / 鉄道総合技術研究所 などその他東日本旅客鉄道(株) / 東京ガス(株) / 中部電力(株) / 日本航空(株) / 日本ガイシ(株) など

インタビュー、質問

Q. 研究室の予算はどれくらいですか？

A. 援助の状況などによって変わるが、今年は少ないほうで1000万円ほど

Q. 大学生活は忙しいですか？

A. 三年生まではそうでもなくて、アルバイトやサークルの活動に励む人が多い。四年生になると研究室に配属され、少し忙しくなる。

Q. 留年する人はおおいですか？

A. 毎年5%程度。特別な事情があって学校に来れない人がなっている。追試などの制度もあるため、東北大学に入れた人であれば勉強で留年することはほとんどない。

Q. 先生はどういった経緯で三高生から東北大学教授になったんですか？

A. 大学を出てそのまま。はじめは企業に就職するつもりだった。

Q. 通学手段は何が多いですか？

A. 高校生とは違ってバイクやスクーターなども多い。もちろん自転車の人もいる。

環境調和型新製鉄プロセスとその原料開発

東北大学工学部マテリアル・開発系葛西研究室

1. 研究室紹介

私たちは、材料科学総合科の材料環境学コースで資源利用プロセスについて研究されている、葛西研究室を見学させていただいた。この研究室では、鉄鋼の製錬を主に、プロセスの効率化や環境負荷の低減に関する研究されている。

2. 研究目的

温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯林の減少、生物多様性の減退など、現在地球規模で顕在化・進行している問題の多くは、20世紀後半の産業・経済活動の活発化や人口の急激な増加によるものといわれている。その因果関係にはいまだ不明な点が多いものの、“大量生産・大量消費・大量廃棄”といった私たちの営みが、大きな影響を与えていると考えられている。環境負荷低減の実現のため、真に実効性のある資源リサイクルやエネルギーの有効利用に向け、科学と工学の技術的側面から解決する。

葛西研究室では、基幹金属素材に代表される莫大な資源・エネルギーを消費する材料プロセスやリサイクルプロセスを効率化・合理化して、エネルギー使用量を最小限に抑制し（CO2を削減）、現在は使い道のない廃エネルギーを再利用しやすい形に変換したり、環境に悪影響を及ぼす化学物質や重金属を排出させない仕組みを研究している。また、すでに汚染された環境を効率的かつ経済的に修復（除去・無害化）する方法にも取り組むなど、その研究テーマは多岐にわたる。

3. 研究内容

鉄鋼製錬プロセスの資源対応性・環境調和性向上、高効率化、新プロセス開発

これまで一貫して研究を続けてきたテーマです。

鉄鋼の年間生産量はわが国で年間1億トン、世界では8億トンに迫ります。これに伴う、物流はその数倍にのぼり、将来の環境やエネルギー資源への影響も巨大です。しかし、鉄鋼に変わる素材は見つかっていませんし、これからも見つからないでしょう。鉄は低価な身近な品質のものから、極めて高級なものまで、不純物と組織の制御によってどのようにも変化できる魔法の元素なのです。

製鉄工程は鉄鉱石を金属の鉄に変える最初の段階です。巨大なプロセスで超高効率を実現し、1トン当たり数万円（100グラム当たり数円（現在3円ぐらいか？））という低価格を実現しています。

これからも、重要なライフワークとして続けて行きます。

チャレンジ内容

- ・世界にない新しい装置を作って、これまで出来なかった新しい結果を出す
- ・その結果を使って、新しい焼結鉄を試作（大学で試作、その後企業で大型化）
- ・新焼結鉄の評価を新装置で行う
- ・国のプロジェクトで作った試験高炉を使って検証



新たな製鉄法

（今までは原料の予備処理が必要）
高炉のような手間のかかる予備処理不要
→15分程度で鉄が得られる



新製鉄法(FASTMET)を採用したプラント
Tsutsumi et al. KOBE STEEL ENG. REPORT, 60, 1-36.

4 社会貢献

葛西研究所では鉄鋼製錬プロセスの資源対応性・環境調和性向上、高効率化、新プロセス開発をしています。

鉄鋼の年間生産量はわが国で年間1億トン、世界では8億トンに迫ります。これに伴う、物流はその数倍にのぼり、将来の環境やエネルギー資源への影響も巨大で、1年間の二酸化炭素排出量は1.7億トンにも上ります。しかし、鉄鋼に変わる素材は見つかっていませんし、これからも見つからないでしょう。鉄は低価な身近な品質のものから、極めて高級なものまで、不純物と組織の制御によってどのようにも変化できる魔法の元素なのです。

製鉄工程は鉄鉱石を金属の鉄に変える最初の段階です。巨大なプロセスで超高効率を実現し、1トン当たり数万円（100グラム当たり数円（現在3円ぐらいか？））という低価格を実現しています。

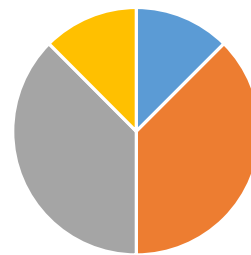
現在は二酸化炭素排出量削減のための新製鉄原料開発、鉄鉱石の品質低下に対応する技術を研究しています。

5. 研究室の生活

1日のスケジュール

大学4年Mさん

修士1年Hさん

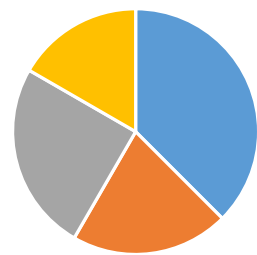


■ 自由

■ 睡眠

■ 研究室

■ バイト



■ 睡眠

■ 講義

■ バイト

■ 自由

一般に、研究室にはコアタイム（研究室にいないといけない時間）がありますが、この研究室にはそれがなく、自由に活動できるそうです。また、合宿、工場見学、院試などのほかに、野球大会、ボーリング大会などの行事も1年を通してたくさんあるそうです。お盆には、完全に大学内にはいれなくなる日もあるようです。

6. Q&A

Q. 研究する上で心掛けたいことは？

A. 実験をする前に方針を立ててから始めること。
→結果から考察することが大切。
与えられたことに受動的になりすぎないこと。

Q. 研究に行き詰ったときどうする？

A. 気晴らしとして何か別なことをしたり、かんがえたりする。
考えていることを紙に書き出して、頭の中を整理する。

7. 卒業後の進路

- ・学部卒業の約9割が大学院へ進学
- ・修士課程から博士課程には1割ほどが進む
- ・材料科の主な就職先は鉄鋼、自動車、電子などが多い
- ・葛西研究室では、企業と連携して研究を進めているため、信頼関係があり、就職に非常に強いらしい
- ・一社だけの面接で採用されるとのこと

省資源・省エネルギー型の材料製造技術

東北大学工学部 コマロフ研究室

1. 研究室紹介

東北大学工学部 大学院 環境科学研究科
反応速度や移動現象の観点から、超音波、マイクロ波、電磁力、プラズマ等の物理的作用を応用して、持続可能な社会を目指した材料プロセスの設計を研究している。

2. 研究目的

20世紀の人類は、大量の資源とエネルギーを消費してきたため、製品とともに、多くの環境汚染物質を排出してきた。
21世紀には、省資源・省エネルギー型の材料製造技術、リサイクル技術、地球環境への負荷の小さい材料、材料の全ライフサイクルにわたる環境負荷評価技術の開発が求められるため。

3. 研究内容

＜超音波照射によるアルミニウム合金中金属間化合物の無害化機構の解明＞

・金属間化合物は、固くもろいものである。

→アルミニウム合金の鋳造凝固時に、粗大な金属化合物が生成されるとき、合金の機械的特性・加工性に問題が生じる。

→アルミニウム合金の鋳造における均一かつ微細な金属間品出物を得るために、溶融アルミニウム合金に超音波振動を与える。（粗大化しやすい繊維元素を含有する金属間品出の形態制御のため）

＜大型セラミックス超音波ホーン的设计・開発＞

セラミックス超音波ホーンとは、溶着されるプラスチック部品に最適な周波数と振幅を供給する共鳴体のことである。溶融金属中のような過酷な環境下で動作させるために、高機能・長寿命である必要がある。



→研究所では、溶融金属に限らず強酸・強アルカリ溶媒の高反応性液体に対するセラミックスホーンの適用可能性について研究している。

→超音波ホーン的主要特性・性能

先端直径	…40～60mm
全長	…460～470mm
先端の最大振動振幅	…60 μ m (p-p)
動作周波数	…19.5～20.5kHz
音響出力	…0.3～1.2kW
侵漬深さ	…0.01～0.16m
使用最大温度	…800℃
溶融AI中寿命	…700時間

4. 社会への利用

＜マイクロ波でPMの排出を防ぐ＞

ディーゼルエンジンから排出されるPMはフィルターと燃焼処理で対策をしていますが、近年注目されているPM2.5に対しては粒子が小さいため十分細かいフィルターを使用する必要がありますが、するとフィルターが詰まりやすくなってしまい効果が期待できなくなってしまう。現状は常に燃焼させ加熱除去を行っていますがPMはエンジンスタート時に多く排出されるためこれを燃焼させるためにはエンジンスタートから迅速に加熱する必要があります。現在マイクロ波を利用すれば迅速加熱が可能であることが分かっているので製品の作成、検討を行っている。

5 研究室の生活

1日の動き

8:00 学校に到着、研究の準備

10:00 卒論に向けて実験

12:00 友人とランチ

14:00 実験再開

16:00 実験の合間に勉強

18:00 余裕があればサークルへ

年次スケジュール

1年次 全学教育科目

2年次 基礎専門教育科目(学科共通科目)

3年次 応用専門教育科目(学科共通科目)

4年次 コースごとに卒業研究

6. 卒業後の進路

・鉄鋼,非鉄,金属
・自動車,機械
新日鐵住金,JFEスチールなど トヨタ自動車,日産自動車など

・電子,電気,情報
ソニー,日本電気など

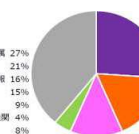
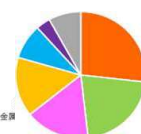
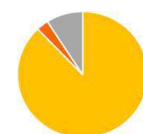
・化学,素材
大日本印刷,昭和電工など

・公官庁,研究機関
東北大学,長岡技術科学大学など

学部卒業生

修士課程修了生

博士課程修了生



電子 55%
鉄鋼・非鉄・金属 27%
自動車・機械 21%
電子・電気・情報 16%
化学 15%
化学・素材 9%
公官庁・研究機関 4%
その他 8%

公官庁・研究機関 26%
鉄鋼・非鉄・金属 17%
電子・電気・情報 13%
自動車・機械 4%
その他 40%

半導体が導く未来

東北大学工学部 小山研究室

研究室紹介

○東北大学 工学部
材料科学総合学科 知能デバイス材料学コース
小山研究室

○教授：小山 裕 准教授：田邊匡生

研究目的

現在、スマートフォンなどのCPUに利用されている半導体素子はダイヤモンド構造のシリコンでできている。しかし、ダイヤモンド構造では無駄なところまで電流が流れてしまい効率が悪い。そこで「層状構造」の半導体を開発することで、必要なところのみ信号を送ることができ、省電力化・高速化が見込める。

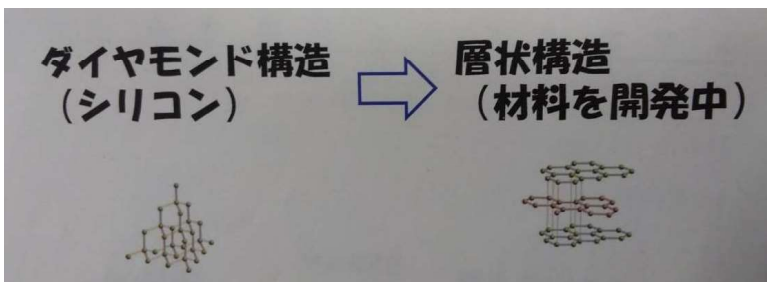
また、電波の透過性と光の直進性、両者の性質を持つテラヘルツ波を層状半導体結晶を利用し発生させることができる。

層状半導体の生成についても、高いエネルギーを持つ摩擦を利用することで、現在の半導体生成に使われているエネルギーの消費を抑えられるとされている。

研究内容

①半導体開発

半導体とは低温では電気を通さないが高温になるにつれて電気を通すようになる、導体と絶縁体の間の物質である。現在その多くはシリコンなどのダイヤモンド構造で作られているが、小山研究室では層状構造をした層状半導体の開発が進められている。



②テラヘルツ波開発

300GHz以下の波は電子工学(エレクトロニクス)、30THz以上の波は光学(フォトリソ)と呼ばれ研究などにも使われている。しかし3THz周辺波は未開拓領域であるためその開発が進められている。これを用いれば建物などの非破壊検査などにも活用できる。



③

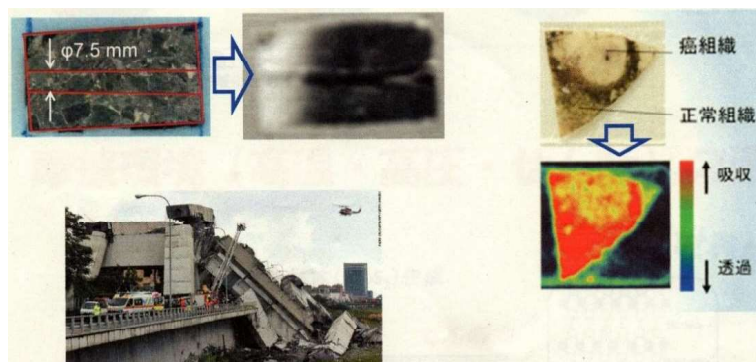
社会への利用

①電子デバイスの省電力化、高速化

層状構造では一層目、すなわち半導体としての働きに必要な部分のみ電流を流すことで従来の半導体よりも無駄なく働かせられることが明らかになった。この層状半導体が完成すれば少ないエネルギーで素早く情報を伝達させられる電子デバイスの作成が可能となる。これは従来の半導体よりも省電力かつ高速化を目指しており、それが進むとスマホの充電が長持ちしたりCPU(0と1の信号)の伝達が早くなる。

②テラヘルツ波

層状半導体によって作られたテラヘルツ波は、その性質を生かし空港の金属探知に利用されているほか、非破壊検査への活用が研究されている。例としては社会インフラの点検、さらに吸収量の違いを利用して癌組織の発見へとつながられるよう実証研究がなされている。



研究室の生活

月曜日から金曜日は授業、四年生は木曜日に英語の論文などを読む時間がある。金曜日の午後にはゼミが行われている。また運動部に所属している学生が多く、定期的にスポーツ大会が実施される。



質問

Q：メインの研究は何？

A：層状半導体。

また、半導体を生かしてテラヘルツ波を発生させたり、摩擦のエネルギーを利用して半導体生成の研究をしている。

Q：材料科学総合学科の良いところは？

A：様々な“材料”について研究するので、多くの分野と関わるところ。

Q：受験勉強で重要なことは？

A：一番は授業をきくこと。

国語は特に授業に集中することで、効率よく勉強ができる。

参考文献

東北大学 小山研究室 <http://www.material.tohoku.ac.jp/~denko/lab.htm> 295

仮想多次元空間を利用した「見える化」

東北大学工学部 寺田研究室

1. 研究室紹介

○東北大学災害科学国際研究所
地域・都市再生研究部門
計算安全工学研究分野(寺田研究室)

○教授：寺田 賢二郎 准教授：森口 周二
特任准教授：山本 剛大 助手：山口 裕矢
学術研究院：西 紳之介 秘書：芳賀 麻由美

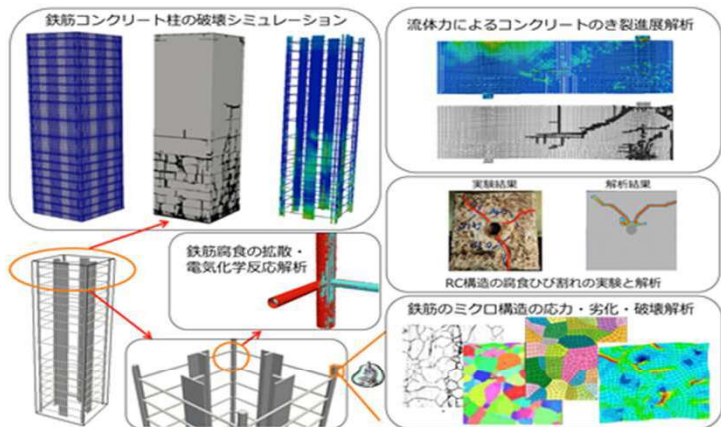
○博士学生：5名
修士学生：12名
学部生：4名
(工学部は4年生で研究室に配属)

2. 研究目的

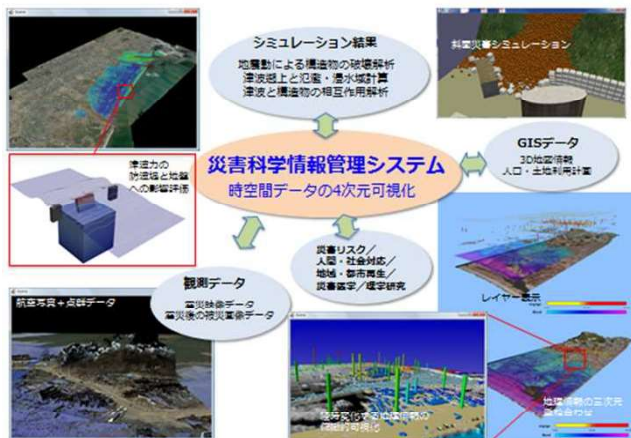
過去の大災害のたびに甚大な被害が発生し、その復興には多くの時間と労力を要している。そこで、今後発生する災害の被害を最小化し、被害を受けた状態から速やかに元の状態に回復するためには、その災害の物理的性質とメカニズムの正しい把握・理解に基づく被害の予測や事前対策の効果の検証が不可欠であり、それらを達成するうえで数値シミュレーションは強力な武器となると考え、計算安全工学研究分野では防災に関する様々な数値シミュレーション技術を創成することで防災・減災に貢献しようとしている。

3. 研究内容

社会基盤構造物やコンクリート・鋼・地盤などの構造材料の劣化プロセスと強度発現機構の解明、ならびに耐久性評価のためのマルチスケール・マルチフィジクス解析手法の構築にも取り組み、地域・都市の安全性評価のための革新的技術の開発を目指し行っている。

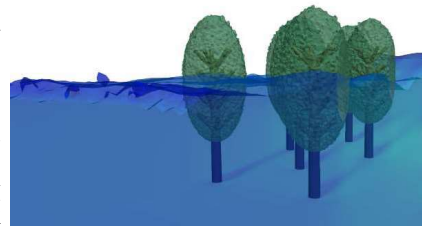


また、他分野の研究と連携しながら、発災時の情報伝達や意思決定プロセスの最適化や、被災後の弾力的な復元力の発揮に寄与しうる統合災害情報システムの構築を目指して、数値シミュレーション結果やその各種災害関連データとの相関を効果的に可視化するための、コンピュータ内の仮想多次元空間を利用した「見える化」技術の開発も進めている。



4. 社会への応用

橋や道路、鉄道、トンネル、港湾などの構造物を支えるうえで基礎となる、つまり、人々の生活を支える構造物(社会基盤=infrastructure)を対象として、研究を行っている。特に、数値シミュレーション技術は、現実的に実施することが困難・危険なものや、実行する前にある程度、結果を知りたいときなどに非常に有用である。なかでも、自然災害の発生や規模の予報、防災・減災に向けた被害予測などは、社会からの要請も非常に高い分野である。具体的に言えば、津波災害では、浸水だけでなく、一緒に流れてきた建物などの構造物が人的被害を大きくした。そこで流体の振る舞いと構造物との相互作用を適用させた数値解析することで、これまで以上に精緻かつ実践的な津波防災対策に実装させることができる。



他にも、材料挙動シミュレーション、破壊挙動シミュレーション、斜面災害シミュレーションなど多様なシミュレーションを駆使して鋼橋の地震動応答解析、雪崩の流動解析、確率論を考慮した落石解析、水の流れを考慮した地盤の流動・変位の解析など、災害関連データの「見える化」を行っている。

5. 研究室の生活

寺田研究室の席の配置は、向かい合う形の席の配置であり、コミュニケーションが非常に取りやすそうな研究室であった。席の配置のわけもあってか、研究生同士の仲も非常に良さげであり、楽しそうな雰囲気の研究室であると感じた。しかし、研究生のそれぞれがしっかりとした目標を持っており、活気のある研究室だと感じた。

また、授業日は週に5日間のみであり、授業以外の5日間では研究活動を行っている。研究は一人一人が異なった研究をしている。研究テーマについては、初めの4年間と修士課程の2年間は与えられたテーマを行い、博士課程となる残りの3年間は、自分たちで設定したテーマを行う。

また、寺田研究室では様々なイベントも行われている

6. インタビュー内容

- ・今、力を入れていることは何ですか？
→情報を視覚的、直感的に把握できる3次元データの可視化について
- ・この研究室の魅力は何ですか？
→直接的に人の役に立てること。
もし建造物ができた時には、何十年も先まで自分の功績が残る続けること。
- ・主に何を開発していますか？
→構造・流体・地盤など、さまざまな対象に対する科学的知見を駆使し、数値シミュレーション手法およびデータ分析技術を開発している。

7. 卒業後の進路

平成29年度卒業生進路



卒業生の多く(約8割程度)が大学院へ進学する。建築・社会環境工学系の学科および大学院からの主な就職先は、建設・設計・住宅環境関連企業や、国土交通省をはじめとする公務員など幅広い分野にわたっている。

参考文献

東北大学 寺田研究室 <http://www.cae.civil.tohoku.ac.jp/> 教員自己紹介 寺田賢二郎 <http://irides.tohoku.ac.jp/organization/faculty/regeneration/terada.html>

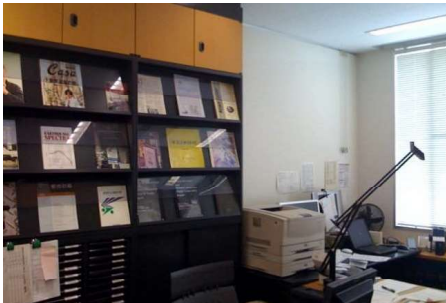
建築の観点から災害への対処法を探る

東北大学工学部 国際防災戦略研究所

1、研究所紹介

国際防災戦略研究室は、東北大学工学部建築・社会環境学科に属している。

また、この研究室では、都市の防災と復興に関する国際的な戦略策定を目指しています。



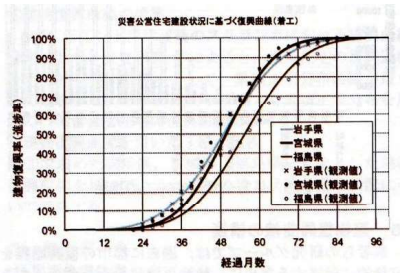
2、研究目的

都市の防災と復興に関する国際的な戦略策定を目指し、学際的な視点に立ち、防災および復興戦略の観点から各国（地域）の特性を分析し、事前（リスク管理・防災戦略）、事後（復興・再生戦略）の両面から現状の問題点と課題を明らかにするための研究をしています。

3、研究内容

・復興曲線の作成

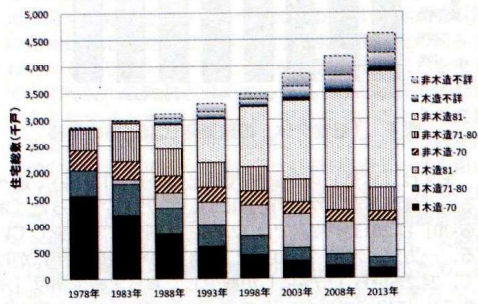
復興曲線とは・・・時代や地域の異なる災害後の復興過程を比較するための、定量的な評価に基づくモデルのこと。



この研究は、東日本大震災からの復興過程を定量化する試みである。復興過程を定量化し、地域ごとの違いを明らかにし、また他の復興事例と比較することにより、将来的な復興政策上の課題をより明確にしていくことも重要である。上図は東日本大震災後の災害公営住宅建設状況に基づく復興曲線である

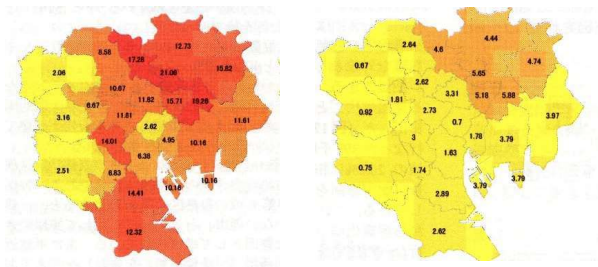
・東京都区部における住宅倒壊危険性の変遷

1978年から2013年までの住宅・土地統計調査データなどを用いて住宅倒壊危険性を評価している。



上の図は東京都区部全体における住宅戸数の変遷の図である。

上の図以外のさまざまなデータから2013年の東京は1978年の東京に比べ、住宅倒壊危険性は低いことが分かった。これはマンション等を含む新築の建物の影響が大きい。しかし1980年以前の脆弱な建物も区内に99万棟以上存在している現状を理解し、今後の防災対策を考えていく必要がある。



1987年での住宅倒壊危険性

2013年での住宅倒壊危険性

4、大学院生インタビュー

Q、平日はどのように過ごしているんですか？

A、僕たちは、木曜日以外授業があります。授業がある日は、朝起きて授業を受けて、夕方から研究室でゼミがあります。夜ご飯は友達と食べに行くことが多いです。

Q、将来やりたい職業は何ですか？もしくは、この研究室を出た人はどのような職業に就く人が多いですか？

A、そうですね、金融関係や不動産、都市開発などを手掛ける人もいます。

Q、なにか大きな年間行事はありますか？

A、工学部全体で球技大会や、運動会などがあります。とても盛り上がって楽しいですよ。

Q、大学生活で楽しいことはなんですか？

A、僕は、4年生のとき卒業論文の現地調査として、ミャンマーに行ってきました。現地の実態を自分の目せ確かめられてとても楽しかったですね。

A、僕も4年生の時に卒業論文のために、データの分析をしていたとき、自分で考えて、何かを発見することはとても楽しかったです

5、研究室の生活

1～2年前期までは一般教養を学び、2年後期～3年は建築のみを学ぶ。

基本的に木・土・日曜日以外は授業・研究を行い、水曜日16:00からゼミに参加する。部活・サークル等の制限はない。

月	火	水	木	金	土	日
	授業or研究		休み			
		ゼミ				

また、球技大会や運動会にも参加可能である。

〈1日のスケジュール〉

10:00	起床
10:30～12:00	授業
12:00～	昼食
13:00～14:30	授業
16:00～18:00	ゼミ
18:00～	夕食
21:00～	自由時間

6、卒業後の進路

東北大学工学部では、大半の学生が大学院へ進学するようだ。また、就職先は様々だがこの研究室では、企業やゼネコン、不動産等が多く挙げられる。これは、この研究室の特徴とも言えるだろう

参考文献

1. 東日本大震災後の災害公営住宅建設状況からみた復興曲線の作成

令和元年 3 月 3 1 日発行

宮城県仙台第三高等学校 S S H委員会
理数科部

〒 9 8 3 - 0 8 2 4

宮城県仙台市宮城野区鶴ヶ谷一丁目 1 9 番地

T E L 0 2 2 - 2 5 1 - 1 2 4 6

F A X 0 2 2 - 2 5 1 - 1 2 4 7

E-Mail chief@sensan.myswan.ne.jp

URL http://ssh-sensan.myswan.ne.jp/

<http://sensan.myswan.ne.jp/>