

# 円周率 in プログラム

## Finding $\pi$ using programming

### 1. はじめに

現在約13兆桁以上計算されている (wiki参照) 円周率 $\pi$ であるが、その値がどのように求められているかが気になり、調べてみた。

### 2. 実験

今回私たちは、スーパーコンピュータと学校のパソコンの能力とを比較し、その差をプログラムでどこまで埋められるかを実験した。

まず、今回使用したのは「十進 BASIC」というプログラミング言語と「マチンの方式」という円周率を求めるための公式である。

### 3. 結果と考察

今回使う「マチンの公式」は次の式である。

$$\frac{\pi}{4} = 4 \tan^{-1} \frac{1}{5} - \tan^{-1} \frac{1}{239}$$

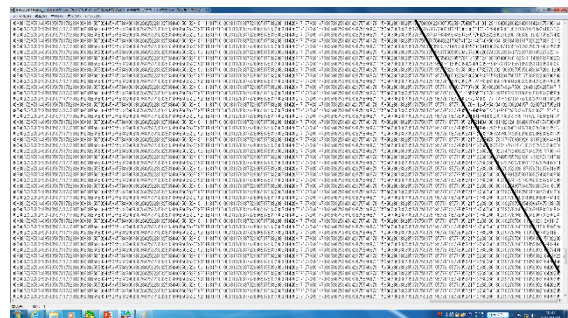
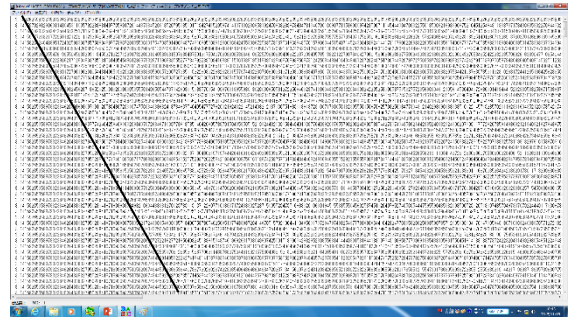
この式でプログラムを組むために、グレゴリー級数を用いた。

$$\pi = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k}{2k+1} \left( \frac{16}{52k+1} - \frac{4}{239^{2k+1}} \right)$$

グレゴリー級数を用いた式を使って今回はプログラムを組んだ。

```
LET a=16*5
LET b=4*239
FOR i=0 TO 714
  LET a=a/25
  LET b=b/57121
  LET s=(a-b)/(2*i+1)
  IF MOD(i,2)=1 THEN LET s=-s
  LET p=p+s
  PRINT p
NEXT i
END
```

十進 BASIC を使い起動すると、次の結果が得られた。



この結果を見ると、iに代入した値が大きくなるにつれて $\pi$ の小数以下の数字が正しくなっていく、iに712を代入したとき初めて小数以下1000桁に達した。このことから、マチンの公式は収束がはやいことがわかる。

### 4. まとめ

有効数字の関係で十進BASICでは1000桁までしか求めることができなかった。別の言語を用いて実験をしたところ、C++で10万桁まで求めることができた。

しかし研究目標としていたスーパーコンピュータとの差を埋めることができなかった。

### 5. 参考文献

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%86%86%E5%91%A8%E7%8E%87>

使用したプログラミング言語

十進 BASIC C++

# 人の表情と数式

## People's facial expression and numerical formula

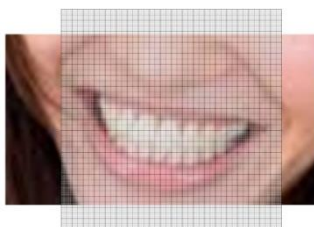
We get interested in people's facial expression, so we looked with it in a mathematical way. Specially we researched about three kind of expression; smiling face, sad face and serious face. We first research the shape of mouths and eyes to put people's facial expression into a function.

### 1. はじめに

日頃、無意識に認識している人の表情を数学的に考えられないかと興味を持った。そこで、笑顔、真顔、悲しい顔の写真をそれぞれ10枚程度集め、検証を行った。

### 2. 実験

まず、表情が顕著にでそうな口に関して調べた。下の写真のように、口だけ切り取り拡大した。マス目を張り付け、口の真ん中を原点とし上下左右の端の座標をとって2次関数で表した。

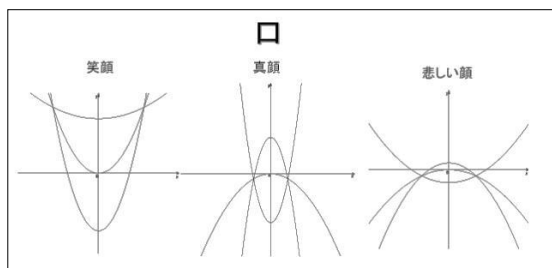


次に目でも同じようにし、Excelの機能を使ってグラフにし、比較した。

### 3. 結果と考察

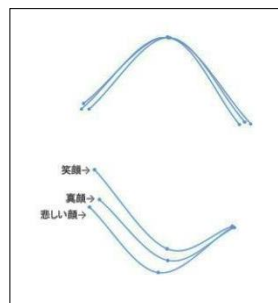
口では、座標は右のようになり、これをグラフにすると、下のようなグラフになった。

	左	上	右	下	写真			
-6	0	0	2.5	6	0	0	-3.5	梅宮
-3	-1	0	1.5	6	-1	0	-2	福沢諭吉
-6	-0.5	0	4	4	-0.5	0	-4	宮川大輔
-7	1	0	4	7	0	0	-4	宮迫
-9	-1	0	3.5	9	-1	0	-2	大仏
-7	1	0	1	7	-1	0	-1	子役
-7.5	0	0	4	7	0	0	-4	女性
-5	0	0	1.5	5.5	1	0	-2.5	男性
-7.5	0	0	1.5	6	0.5	0	-3	松本潤
-5	-1	0	1.5	5.5	-0.5	0	-2	月亭方正



このように左端→真ん中→右端を通るグラフの正負や中心からの距離に差が出た。

次に目では、Excelの平滑線の機能を使って3種類の表情の数値をグラフ化した。



上のグラフのように、上のまぶたはほとんど違いが見られず、下のまぶたには差が見られ、目頭を固定したところ笑顔では真顔より目尻が上がり、悲しい顔では下がった。ここでは、Excelの平滑線機能を使用したが、どのような仕組みで関数化しているかを調べるとスプライン関数を使って表示しているらしいことが分かった。スプライン関数については何種類か存在する。今後考察していきたい。

### 4. まとめ

口と目両方の結果から、口と目は連動して動いていることが推測される。つまり、口と目の間にある表情筋によって、表情をつくっていると考えられる。

### 5. 参考文献

スプライン関数について：デジタルフロンティアホームページ

# RSA 暗号

## RSA cryptosystem

### 1. はじめに

私たちがよく使用するインターネットやキャッシュカードなどに使用されている、RSA 暗号について調べ、暗号を作成し、復元した。RSA 暗号というのは、ロナルド・リベスト、アディ・シャミア、レオナルド・エーデルマンにより 1977 年に発明された公開鍵暗号である。

### 2. 暗号作成

はじめに暗号化したい文字を数字でおく。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Y	Z										
35	36										

その後、暗号作成に必要な素数  $p, q$  をとる。また  $pq=m$  と互いに素な数  $k$  をとる。そして暗号化したい文字を数字化したものを  $k$  乗し、 $m$  で割ったあまりが RSA 暗号である。実際に私たちは暗号化したい文章、千里を、 $p=3, q=5, k=7$  で RSA 暗号化した。

千里 (senri) を上の表に基づき数字化すると、2915242819 となる。次に RSA 暗号化したい数字を  $m$  より 1 つ少ない桁数でくぎる。私たちの場合は  $m$  が 2 桁なので 1 桁ずつに区切る。(2 9 1 5 2 4 2 8 1 9) 次に、区切った数をそれぞれ  $k$  乗し、 $m$  で割る。そのあまりを並べてできたものが、RSA 暗号である。下の計算より 15848219

$$1^7 \div 15 \text{ あまり } 15 \quad 2^7 \div 15 \text{ あまり } 8$$

$$4^7 \div 15 \text{ あまり } 4 \quad 5^7 \div 15 \text{ あまり } 5$$

$$8^7 \div 15 \text{ あまり } 2 \quad 9^7 \div 15 \text{ あまり } 9$$

### 3. 復元

まず、 $\varphi(m) = (p-1)(q-1)$  を求める。よって  $\varphi(m) = 8$  次に  $ku - \varphi(m)v = 1$  となる

ような  $u, v$  を求める。 $7u - 8v = 1$   $u=7, v=6$  とする。 $7 \times 7 - 8 \times 6 = 1$  次に、復元したい数を  $x$  とおく。先程の方程式により、 $x^{7 \times 7} = x^{8 \times 6} \cdot x$  暗号化した後の数を 8 とするとき、両辺を 15 で割るとあまりは左辺は  $x^7$  を 15 で割ったあまりは 8 より、 $8^7$ 、右辺はオイラーの定理より、 $x^8$  を 15 で割った余りは、1 より、 $x$  となる。よって、 $x$  を 15 で割った余りは  $8^7$  を 15 で割ったあまりに等しいので、8 という RSA 暗号は元は 2 であったことがわかる。ほかの数も同じように復元していく。

### 4. RSA 暗号が解読されない理由

RSA 暗号とはもともと復元する際に  $p, q$  それぞれの数を利用しなければならないのだが、大きな素数を  $p, q$  においた場合  $m$  の値を公開した場合でも素因数分解ができないので、 $p, q$  が求められないことを利用している暗号である。例えばインターネットで使用されている RSA 暗号は 600 桁以上であり、解読には地球上すべてのコンピューターを利用しても 100 億年以上かかる。

### 5. 参考文献

素数表と素数メモトップ  
サルにもわかる RSA 暗号  
J. H. Silverman 「はじめての数論」ピアソン・エデュケーション

# 反射の法則 Law of reflection

## 1. はじめに

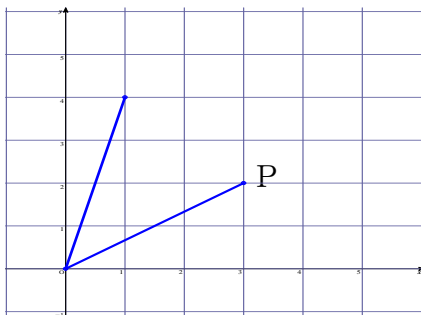
いろいろな図形内でひとつの点から球を発射し、反射させて別の点に入れるには何通りの経路があるのか。

## 2. 実験

- ・ 3回反射して角の点 A に入るにはどのようなケースがあるのか
- ・ k 回反射して角の点 A に入るにはどのようなケースが何通りあるかを考える。

## 3. 結果と考察

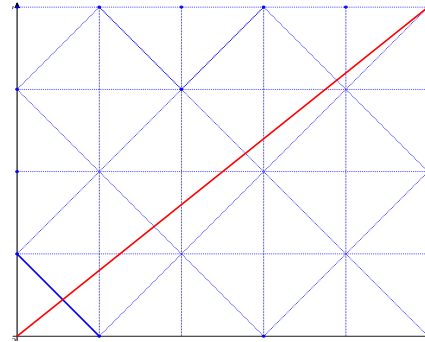
正方形の場合



k 回反射して A に入る場合、 $P(m,n)$  とすると、  
m は奇数、n は偶数（互いに素）

$$k = (m-1) + (n-1) = m + n - 2$$

直角二等辺三角形の場合



法則

縦軸と交点数

$$\rightarrow m - 1 \cdots \textcircled{1}$$

横軸と交点数

$$\rightarrow n - 1 \cdots \textcircled{2}$$

斜線 / との交点数

$$\rightarrow (m - n - 1) / 2 \cdots \textcircled{3}$$

負の傾きを持つ斜線と交わる回数

$$\rightarrow (m + n - 1) / 2 \cdots \textcircled{4}$$

① + ② + ③ + ④ より

$$\text{交わる回数} = 2m + n - 3$$

## 4. まとめ

- ・ 正方形では、反射回数によって何通りあるのかということについて法則を見つけることができた。

$$k = m + n - 2$$

- ・ 直角二等辺三角形では何通りあるのかを求めることができなかったが、座標に置き換えることにより反射回数をもとめることができた。

$$k = 2m + n - 3$$



# Twitter のロゴに隠された黄金比

## The logotype of Twitter Based on Golden Ratio

We find that the golden ratio has relation with the Fibonacci sequence. The logotype of Twitter was made based on the circle of the golden ratio. We tried to make the Senri Senior High School badge using the golden ratio. We realize golden ratio was used in historical things as well as familiar things.

### 1. はじめに

Twitterのロゴがバランスの取れた美しい形をしていると感じ、興味を持って調べてみたところ、ロゴの青い鳥は黄金比で作られていることがわかった。黄金比とは、この世で最も美しいとされる比のことである。その黄金比が他にどこでどのように用いられているのかを調べ、実際に黄金比を用いて校章を書き直した。

### 2. 結果

Twitterのロゴは、直径が黄金比になっている円を組み合わせて構成されていることがわかった。他にもAppleのロゴや、有名なモナリザ、パルテノン神殿などのたくさんの美術作品にも黄金比が使われていた。また私たちがとったアンケートの結果から、日本人は黄金比に比べて白銀比の方に馴染みがあることがわかった。白銀比はノートのサイズだけでなく、日本のアニメキャラクターや、歴史的な建物などにも使用されていた。

中間発表の課題となっていたフィボナッチ数列に関しては、隣り合う数字の比が、数字が大きくなるにつれて黄金比に近づいていくことがわかった。

千里高校の校章が黄金比でないことが調べてみてわかった。そこで、黄金比の円を用いて校章を書き直し、オリジナルと比較した。校内の生徒に対しアンケートをとって見たところ、黄金比の校章が65%、公式の校章が35%となり、黄金比の校章が30%も上回る結果となった。

### 3. 考察

校章のアンケート結果からもわかるように、黄金比のものはやはり美しいと感じられやすい。現在の私たちの身の回りには多くの黄金比があるので、目に馴染みやすいとも考えられる。また黄金比は、歴史的な作品や建造物にも使用されている。それらはみな有名で美しいものばかりである。このことから、黄金比は昔からその美しさを認められていたといつてよい。

### 4. まとめ

Twitter や Apple のロゴからパルテノン神殿などの美術作品まで約 2500 年以上の間、黄金比が使われ続けていることがわかった。それは今でも、様々な場面で使用されている。私たちの身近にも多くあり、昔から使われ続けてきた黄金比は、人間にとって馴染み深く美しい比率だといえる。

### 5. 参考文献

<http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/museum/golden/page62.html>

<http://f.hatena.ne.jp/shinyanoana/20061204203853>

<http://livedoor.blogimg.jp/clock510/imgs/2/0/207b41a2.png>

[http://suecco.com/assets/images/blog/goldenratio/tumblr\\_kw26ndcjWT1qzyb10o1\\_500.jpg](http://suecco.com/assets/images/blog/goldenratio/tumblr_kw26ndcjWT1qzyb10o1_500.jpg)

[http://www.gizmodo.jp/2012/06/post\\_twitter\\_newlogo.html](http://www.gizmodo.jp/2012/06/post_twitter_newlogo.html)

# 確率で考える甲子園優勝

## To Think Probability of Koshien Victory

### 1. はじめに

甲子園で優勝する確率を身近でわかりやすい確率と比較したり，勝数とそれに関係した事象を調べた。

$$\left(\frac{1}{3}\right)^n \doteq 0.00000278822$$

$$n \doteq 11$$

よって甲子園で優勝する確率はじゃんけん  
11連勝する確率と等しい。

### 2. 実験

千里高校野球部が甲子園で優勝する確率を求めた。

コインが  $n$  回連続で表が出る確率が  $pq$  とほぼ等しいとすると

$$\left(\frac{1}{2}\right)^n \doteq 0.00000278822$$

$$n \doteq 17$$

よって甲子園で優勝する確率はコインが 17 連勝する確率と等しい

### 3. 結果と考察

千里高校の勝率は  $\frac{3}{8}$

優勝する確率は

- ・地方大会（大阪大会）で優勝する確率（ $p$ ）
- ・シードあり

$$\frac{36}{86} \times \left(\frac{3}{8}\right)^7 = \frac{19683}{45088768}$$

- ・シードなし

$$\frac{50}{86} \times \left(\frac{3}{8}\right)^8 = \frac{164025}{721420288}$$

$$p' = \frac{19683}{45088768} + \frac{164025}{721420288} = \frac{478953}{721420288}$$

- ・甲子園で優勝する確率（ $q$ ）

- ・シードあり

$$\frac{15}{49} \times \left(\frac{3}{8}\right)^5 = \frac{243}{114688}$$

- ・シードなし

$$\frac{34}{49} \times \left(\frac{3}{8}\right)^6 = \frac{478953}{6422528}$$

$$q = \frac{243}{114688} + \frac{478953}{6422528} = \frac{492561}{6422528}$$

$$p' \times q' \doteq 0.00000278822 = 2.7 \times 10^{-6}$$

2人でじゃんけんをする確率と比較

- ・じゃんけん  
で勝つ確率 =  $\frac{1}{3}$

### 4. まとめ

甲子園で優勝する確率を数学的に証明することができてよかった。身の回りの確率と比較することで，より分かりやすかった。

### 5. 参考文献

- ・ <http://www.asahi.com/koshien/>

# 和算

## Japanese Math

### 1. はじめに

江戸時代に使われていた数学である和算に興味を持ち、当時日本一だった和算家である関孝和が用いた円周率の求め方を使って、より正確な円周率の値を求めた。

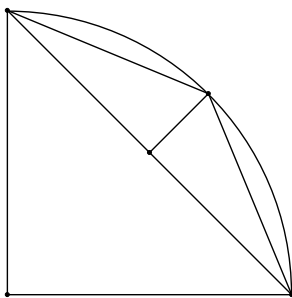
### 2. 和算

和算とは、明治維新以前に日本で独自に発達した数学のことである。明治政府が小学校の数学に洋算を採用して以来廃れていった。鶴亀算、ねずみ算などが代表的なものである。

### 3. 仮説

図のように、関孝和は $2^{17}$ 角形の周の長さを円周の近似値として円周率を求めたが、 $2^{18}$ 角形を調べてみれば、さらに正確な値を求められるのではないかと考えた。

### 4. 結果と考察



関孝和が求めた  $2^{18}$  角形の周の長さ

31 寸 4159265339 微弱  
三角比で求めた値  
鈎 0.000000001436216465  
股 0.000119842249007667  
弦 0.000119842249042091  
周 31.41592653514591

私たちの求め方では、有効数字をできるだけ大きくした。それに対し、関の方法だと有効数字 19 ケタで求めており弧の階差が  $0.000000000000000000\dots$  と、限りなく 0 に近い値になる。

小数点 20 ケタから変化が現れるため、関孝和は円周率を 10 桁以上求めることができなかった。

### 5. まとめ

和算は江戸時代に使われていた数学にもかかわらず、非常に優れているものだとわかった。昔は細かい計算を求める技術がなく、正確に求められなかったと考えられる。

これより今の技術と合わせるとさらに可能性を広げることができると感じた。

### 6. 参考文献

<http://members3.jcom.home.ne.jp/long-jings/navi01.files/pai1.pdf><http://wasan.in>

# 音の周波数と不協和音

## Frequency and dissonance of the sound

### 1. はじめに

音の周波数に興味を持ち、数学的視点から音について考えられないかと思い、検証してみた。

### 2. 実験

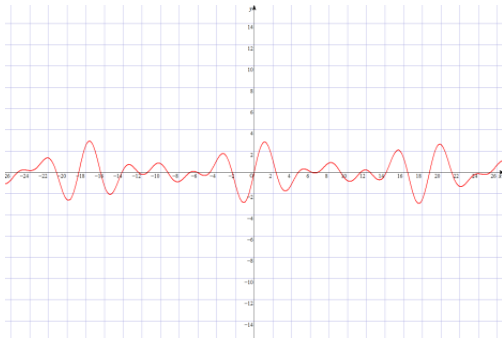
まず、三音を組み合わせて10名に聴いてもらい好協和音と不協和音とに分別した。

次に、その結果をもとに grapes というアプリケーションを使って音を正弦曲線のグラフで表し( $D = \sin x$ )、三音を合成波にして法則を求めた。また、その法則をより確かにするために2音でも検証してみた。

### 3. 結果と考察

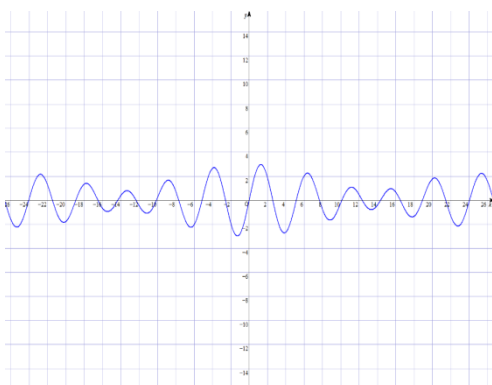
好協和音

ド・ファ・ラ ( $\sin x + \sin 1.33x + \sin 1.69x$ )



不協和音

ド#・ミ・ファ ( $\sin 1.06x + \sin 1.26x + \sin 1.33x$ )



好協和音〔ド ファ ラ〕と不協和音〔ド # ミ ファ〕のそれぞれの波が左下図である。周期に着目すると好協和音は短く不協和音は長かったため、私たちの耳には周期の短い音のほうが心地良く聞こえるのではないかと考えた。また2音の音でも同じ結果が得られたことから、私たちの考察が実証された。

### 4. まとめ

私たちが感じる好協和音と不協和音にはその音の周期が関わっていることが分かった。また音にはそれぞれに決まった周波数を持ち一オクターブ上がるごとに2倍になっていることも分かった。

### 5. 参考文献

- grapes
- Frequency Sound Generator

# 音律

## The tune of a sound in music

### 1. はじめに

音律とは、振動数の比率によって表される音の高さの相対的な関係を物理的に表したものである。

音律には大きく分けて「純正律」と「平均律」との二つがある。その二つの音に聞こえ方の違いがあるのか疑問に思い調べた。

### 2. 実験

①前回の実験に不備があったため、オシロスコープとハーモニーディレクターを用いて、平均律と純正律の周波数の数値的に測定を行った。

ハーモニーディレクターで、純正律と平均律の周波数の音を出し、それをオシロスコープで数値化した。

②人が聞いたときの純正律と平均律の聞こえ方の違いについて測定を行った。

校内の生徒を無作為に選び、6通りの音から一番聞き心地がいいものを選んでもらった。

### 3. 結果と考察

①前回の不備を正した。

基準

	平均律	純正律
C(ド)	138	137
D(レ)	146	146
E(ミ)	164	165
F(ファ)	184	183
G(ソ)	207	206
A(ラ)	220	220
B(シ)	246	247

### 結果

	平均律	純正律
C(ド)	130.5	128
D(レ)	146	147
E(ミ)	165.8	164.6
F(ファ)	175	173.6
G(ソ)	198.6	196.9
A(ラ)	220.5	220.5
B(シ)	247.8	247.8

②総合的にみても、純正律の方が聞きやすいという人のほうが多かった。

	ドミソ	ミソド	ソドミ
wood wind	26.4%	17.6%	32.4%
organ	17.6%	5.9%	0.0%

### 4. まとめ

純正律の長所としては、うなりを伴わない単純な有理数比によってきれいな和音を得られるということ。平均律の長所としては、転調や移調が容易であること。

今回は音律による和音の聞き心地について検証したため、純正律の方が聞こえやすいという結果になった。

### 5. 参考文献

平均律と純正律の和音の比較および協和音・不協和音の考察

[http://www-antenna.ee.titech.ac.jp/~hira/hobby/edu/sonic\\_wave/temperament\\_just\\_intonation/doc\\_html/temp\\_just.htm](http://www-antenna.ee.titech.ac.jp/~hira/hobby/edu/sonic_wave/temperament_just_intonation/doc_html/temp_just.htm)

純正律と平均律について

<http://www.hi-ho.ne.jp/tadasu/scale.htm>

# 感情を支配する音

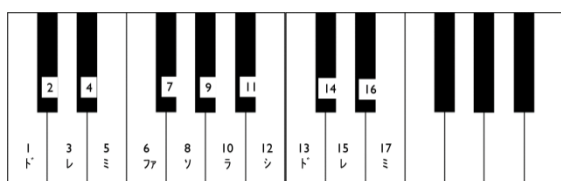
## The sound which control our feelings

### 1. はじめに

誰もが一度は、生活していくなかで音楽を耳にする。個人差はあるが曲はなぜか私たちに気分や感情を湧き出させる。そういった音楽を聴くことによって感情に変化が起こることに興味を持ったため、バラードとポップにしぼり数字を用いて調べた。

### 2. 実験

①バラード10曲とポップ10曲をそれぞれ16音ずつ指定し、ある音を基準として数字に置き換えた。そこで平均と分散を出し、音の高さを比較した。



②曲のBPMを調べ、スピードを比較した。

③数値をもとに、原曲から半音下げたものと半音上げたものを用意し、人に聞いてもらった。ここで半音変えただけで、印象が変わるのかを調べた。

### 3. 結果と考察

①, ②の実験より、バラードではスピードがやや遅く分散にほとんどずれがないものが多いことと、ポップではスピードが速く音階が高いものが多いことがわかった。

また、③の実験から、音階を半音ずらすと、数値的には音階の平均が変わるだけであるのに、バラードでは印象がかなり変わり、ポップでは印象がわからなくなった人が多かった。これは、半音ずらしたことで長調と短調について何か変化があったのではないかと考えられる。

### 4. まとめ

暗い印象があるバラードと明るい印象があるポップ。互いに曲の雰囲気は全く違うが、平均値と分散からはあまり大きな違いが見られず、今回は法則性を見つけることができなかった。

また、今回の実験で原曲のスピードの比較は行なったが、スピード自体を変えて人に聞いてもらうことはしなかった。そのため考察はできなかったので、今後の課題としてスピードの変動による関係性を調べ、加えて長調・短調も視野に入れ調べていきたい。

### 5. 参考文献

・速度記号と速度標語

<http://www.geocities.co.jp/SiliconValley-SanJose/9435/sokudo.html>

・ぷりんと楽譜

<http://www.print-gakufu.com/>



# フィボナッチ数列の応用

## Fibonacci number

### 1. はじめに

フィボナッチ数列とは、0, 1, 1, 2, 3, 5, 8...と続く漸化式である。私たちは、この数列を利用しているパラドックス図形に興味を持ち調べた

### 2. 考察

パラドックス図形をフィボナッチ数列の特性を用いて一般化していく。

フィボナッチ数列を一般化してみると、

$$F_0=0, F_1=1, F_{n+2}=F_n+F_{n+1}$$

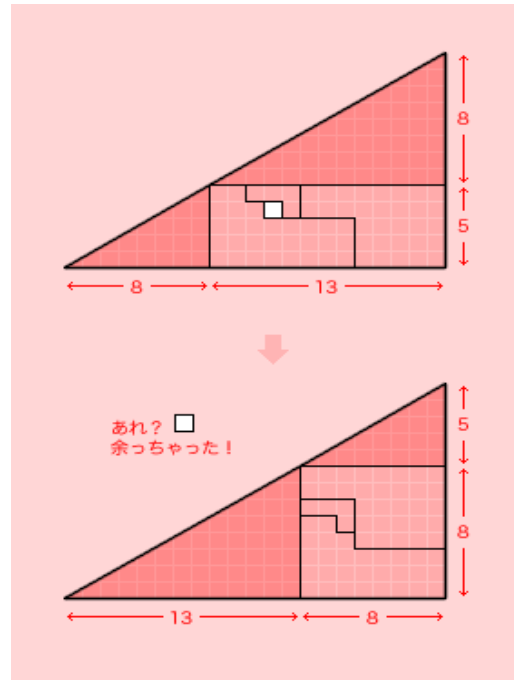
( $n$  は自然数とする) となる。

この漸化式を解くとはじめに説明したフィボナッチ数列の特性の値が現れる。

例の隣り合う3つの数  $5 < 8 < 13$  を  $a < b < c$  とする。このとき  $ac$  と  $b^2$  の差の大きさは必ず1になる。このとき隣り合う辺の数値が、フィボナッチ数列の連続する2項と同じ値になっている。

フィボナッチ数列の中の隣りあう2つの数  $c, d$  ( $c < d$ ) を拾ってタテ  $c \times$  ヨコ  $d$  サイズの直角三角形モドキをつくり、同じようなパラドックス図形を展開することができる。

例



### 3. 結果

パラドックス図形とは、直角三角形をいくつかに分け、並び替えたとき、見た目は同じ三角形に見えるが、実は面積が1余ったり足りなくなってしまう図形（三角形もどき）のことである。

### 4. まとめ

フィボナッチ数列の特性は自然界でも多く見かけられている。例えば、花びらの数やひまわりの中心部の螺旋が代表的である。

### 5. 参考文献

<http://www20.big.or.jp/~morm-e/puzzle/column/002/002.html>

# 川渡り問題 River Crossing Problem

## 1. はじめに

川渡り問題とは、川岸にいる一団を特定の条件を満たしながら対岸に渡すパズルである。ここではその中でも「赤いヒトと青いヒト」というパズルを解いた。これは、同数の赤いヒトと青いヒトをどちらの岸でも赤いヒトの数を青いヒトが上回らないようにしなければならない。

私たちは、この問題の最短手数について調べてみた。

## 2. 実験方法

二通りの実験を行った。一つ目は、船に乗れる人数を2人または3人で固定し、それぞれの人数を一人ずつ増やした。二つ目は一つ目の条件に加え、船に乗れる人数も一人ずつ増やした。

それぞれの人数と船に乗れる人数の値を増やし、そのときの最短手数を調べた。また、そのときに成り立つ関係式を導いた。

## 3. 結果と考察

実験1では、(表1)のように、船に乗れる人数が2人のとき、それぞれの人数が3人までは成立するが、4人以降は成立しない。また、船に乗れる人数が3人のとき、6人以降は成立しない。このように、それぞれの人数に制限があることがわかった。

		船に乗れる人数		
		2	3	4
それぞれの人数	1	1	1	
	2	5	3	
	3	x	5	
	4	x	9	
	5	x	11	
	6	x	x	
	7	x	x	
	8	x	x	
	9	x	x	
	10	x	x	

それぞれの人数	乗船可能人数																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	20	x	x	37	33	19	17	13	11	9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	5
	19	x	x	35	31	17	15	11	11	9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	3
	18	x	x	33	29	17	15	11	11	9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	3	3
	17	x	x	31	27	15	13	11	11	9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	3	3
	16	x	x	29	25	15	13	9	9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	3	3	3
	15	x	x	27	23	13	11	9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3
	14	x	x	25	21	13	11	9	7	7	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3
	13	x	x	23	19	11	9	7	7	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3
	12	x	x	21	17	11	9	7	7	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	11	x	x	19	15	9	7	7	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	10	x	x	17	15	9	7	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
	9	x	x	15	11	7	7	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	8	x	x	13	9	7	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	7	x	x	11	7	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	6	x	x	9	7	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	5	x	x	7	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	4	x	x	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
	3	x	x	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
2	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

実験2では、船に乗れる人数を4人以上にしたときのそれぞれの最短手数を調べた。結果は(表2)のようになった。ここで、横軸の船に乗れる人数をx、縦軸のそれぞれの人数をy、最短手数を2m-1としたときのm、と置き、次の関係式を導くことができた。

$$y \leq \frac{m}{2}x - m + 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{m}{4} - 1 + \left\lfloor \frac{m}{4} - 1 \right\rfloor \right) (\cos x \pi - 1)$$

これにより、実際に問題を解くことなく最短手数をこの式から求めることができる。

この式の証明として、文字を用いて実際に解き、場合わけをして考えた。船に乗れる人数xに関しては、xが偶数と奇数に分けて考えた。これは、問題を解く際に必ず赤い人と青い人を同数運ぶ場面が出てくる。このとき、船に乗れる人数が奇数と偶数の違いで、最短手数に差が出てきてしまう。そのため、奇数と偶数で分ける必要があった。

## 4. まとめ

私たちは、問題を実際に解くことによって、最短手数の表を作成することができた。また、その表を基にして、船に載れる人数・赤い人青い人のそれぞれの人数・最短手数を文字に表すことによって、関係式を導くことができた。これにより簡単に最短手数を求めることができた。今後は、この問題とは異なる川渡り問題について挑戦していきたい。

## 5. 参考文献

- <http://r27.jp/quiz/rivercrossing>

# 四目並べ Connect Four

## 1. はじめに

四目並べの必勝法を調べ、それが枱目が制限されても成り立つのか調べてみた。

## 2. 実験

	1	2	3	4	5	6	7	...
a								
b								
c								
d								
e								
f								
g								
.								
.								
.								

- ① 制限なし
- ② 7×7マス以上
- ③ 6×6
- ④ 5×5

## 3. 結果と考察

### 実験①

次の2種類の必勝形があった。

黒を3cに打つ。

白が3dに打つ場合：黒4b 白2d 黒4dで必必

白が4dに打つ場合：黒5c 白4c 黒2d

で必勝形2が完成。

勝形1が完成。

### 実験②

実験①と同様、必勝形が成立した。

### 実験③

黒を3dに打つ。

白が2dに打つ場合：白4d 黒2c 白4e 黒4c 必勝形壺が完成。

白が3c3e4dに打つ場合も同様。

白が4cに打つ場合：白4c 黒4e 白2c 黒3c 白3b 黒3eで必勝形参が完成。

白が4eに打つ場合：白4e 黒4c 白2e 黒3e 白3f 黒3cで必勝形参が完成。白が2cに打つ場合も同様。

白が2eに打つ場合：白2e 黒2c 白4e 黒3e 白3f 黒3cで必勝形3が完成。

### 実験④

必勝形はなかった。

## 4. まとめ

四目並べには必勝形が存在した。また、マス目を限定した場合は6×6以上のときは必勝形があった。

# サボニウス型風車による風力発電

## An experimental study on Savonius wind turbine performance

### 1. はじめに

サボニウス型風車とは、円筒を縦半分に切り、横にずらした風車のことである。受風部の直径と羽の間隔の比であるオーバラップ比  $G$  を変えることで発電量に差が生じると考えた。

### 2. 実験

自作した風車で、モーターを回転させ、電流と電圧を測定した。

実験 1 高さが等しく、 $G$ の異なる6つの風車を、それぞれ風速3.0 m/sと4.0 m/s で回転させた。

実験 2  $G$ を0.05とし、受風面積の異なる3つの風車で実験を行った。

実験 3 受風面積を60 cm<sup>2</sup>とし、 $G$ の異なる3つの風車で実験を行った。

### 3. 結果と考察

実験 1  $G$ が小さいものほど、発電量が大きくなった。しかし、 $G = 0$ で最大にはならなかった。

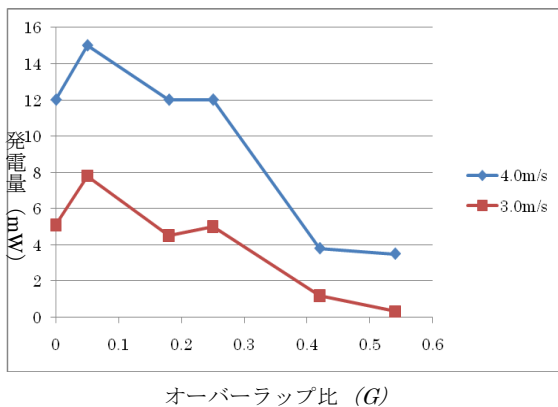


図 1  $G$ と発電量の関係

この実験で使用した6つの風車は、受風面積が等しくない。発電量の大小は、 $G$ の影響だけでなく、受風面積による影響とも考えられた。そこで、実験 2 および実験 3 をおこなった。

実験 2 受風面積の大きい風車の方が、発電効率が良かった。受風面積が小さすぎると、風車が回転しなかった。

表 1 受風面積と発電量の関係

受風面積[cm <sup>2</sup> ]	発電量[mW]	風速[m/s]
135	2.2	3.4
90	$1.5 \times 10^{-1}$	3.4
45	測定不可	3.4

実験 3 受風面積だけでなく、 $G$ の値が発電量に影響を与えることがわかった。

表 2  $G$ と発電量の関係

$G$	発電量[mW]	風速[m/s]
0.67	測定不可	3.4
0.25	$1.9 \times 10^{-1}$	3.4
0	測定不可	3.4

### 4. まとめ

受風面積を大きくし、 $G$ を小さくすると、発電量が大きくなることが分かった。 $G=0.05$ で、受風面積が135 cm<sup>2</sup>の風車の発電量が最大となった。

今後の課題として以下の2点を挙げておく。

実験 3 では $G=0.25$ の風車しか回転しなかったため、 $G$ の値が0~0.25および、0.25~0.67の風車を製作し、実験する。

$G=0.05$ 、受風面積が135 cm<sup>2</sup>の条件で、風車の縦横比や羽の曲率半径を変え、発電効率との関係性を調べる。

### 5. 参考文献

- 金網均. 風力発電機制作ガイドブック改訂版. パワー社, 2008, 144p.
- 森口肇. 千葉職業能力開発短期大学校紀要第17号, 2012.

# 放電による気体の発光とスペクトル Spectra of Gas Discharges

## 1. はじめに

原子にイオン等が衝突すると、励起される。電子が高いエネルギー準位から低いエネルギー準位へと遷移するとき、光子1個を放出する。水素原子の場合、可視光領域で4種類のスペクトルが観測される。本研究では水素を真空放電により発光させ、その光の波長を測定し、水素原子のスペクトル系列と比較することを目的とした。

## 2. 実験

放電管はアクリル管で自作した。ピストンを使用し、管内を0.35気圧まで減圧したのち、純度95%以上の水素で満たし、再度0.35気圧まで減圧し、約7万Vの電圧をかけ放電させ、発光させた。その光をCDを用いて回折させ、1次の回折角を測定し、波長を求めた。

## 3. 結果

1次の回折光は連続スペクトルであったが、赤、緑、青の3色が特に明るく見えた。



図1. 1次の回折光のスペクトル

これら3色の光に対して、1次の回折角 $\theta$ を測定した。波長 $\lambda$ との関係は、 $d$ を格子定数とすると、

$$d \sin \theta = \lambda$$

の関係がある。これを用いて、特に明るく見えた3色の光の波長を計算した。

表1. 1次の回折角と波長

	$\theta$ [°]	$\lambda$ [m]	$\lambda$ [m] 文献値
赤	23.3	$5.93 \times 10^{-7}$	$6.56 \times 10^{-7}$
緑	17.7	$4.56 \times 10^{-7}$	—
青	12.4	$3.22 \times 10^{-7}$	$4.34 \times 10^{-7}$

## 4. 考察

青の計算結果は紫外線領域となってしまった。赤の場合も文献値より小さくなった。これは、連続スペクトルに見えたため角度が絞り込めず、小さく読んでしまった可能性がある。水素原子のスペクトルには緑がないため、緑の光は残留気体によるものと考えた。

電子が状態 $n$ から $n'$ へ遷移するとき放出される光の波長 $\lambda$ は次の式により求められる。

$$E_n - E_{n'} = h \frac{c}{\lambda}$$

$E_n$ : 状態 $n$ のエネルギー準位,

$h$ : プランク定数,  $c$ : 光速

青の光が $n=4$ から $n=2$ への遷移によって、赤の光が、 $n=3$ から $n=2$ への遷移によってそれぞれ放出されると仮定し、 $E_3 - E_2$ ,  $E_4 - E_2$ の計算結果を以下に示す。

表2.  $E_3 - E_2$ ,  $E_4 - E_2$ の計算値と文献値

	計算値 [J]	文献値 [J]
赤	$3.34 \times 10^{-19}$	$3.05 \times 10^{-19}$
青	$6.15 \times 10^{-19}$	$4.56 \times 10^{-19}$

波長の計算結果が、文献値より小さかったため、エネルギーは大きくなってしまった。

## 5. 今後の課題

残留気体由来と考えられるスペクトルが観測されたため、水素原子のスペクトルをはっきり観察するには、ガス置換に真空ポンプを用いて不純物を取り除く必要がある。

アクリル管は熱に弱く、破損が相次いだため、熱に強いガラスを用いるとよいと考えられる。水素原子のスペクトルが観測できたら、希ガスなどの別の気体で実験する。

## 6. 参考文献

田中敏弘, CDを用いた簡易分光器, 平成13年度東レ理科教育受賞作品集(2001)

# 小水力発電

## Small Hydroelectric Generation

### 1. はじめに

電気を自然の力で発電する再生可能エネルギーには、太陽光、風力、波力・潮力、流水・潮汐、地熱、バイオマス等あるがその中でも少量の水を使った身近にできる小水力発電をテーマに調べることにした。

### 2. 実験

#### 実験 I

木と発泡スチロールでそれぞれ形の違う水車を計4種類作り、一定量の水が流れる場所に入れ、素材や形の違いによる回転数の違いを調べる。

#### 実験 II

回転数の大きい水車（木小、発泡スチロール小）にモーターを取り付け発電量を測定し、発電効率を求める。



図1 装置の全体図



図2 測定時の様子

### 3. 結果

#### 実験 I

表1 30秒あたりの回転数（ギアなし）

種類	1回目	2回目	3回目	平均
発泡 小	87	85	82	85
木 小	82	80	83	82
発泡 大	23	22	23	23
木 大	28	26	25	26

今回使用した水量では素材による回転数に大きな違いはなかった。

#### 実験 II

##### ① 落下する水の位置エネルギー

1秒間に放出する水量は0.268 kg、水を落とす高さは、水の当たる面を基準面にするると0.568 mであった。1秒間あたりの重力による水の位置エネルギーは、1.49 [J/s]

##### ② 1秒間あたりの発電量

測定結果 電圧2.5 V 電流5.0 mA

この装置での1秒間あたりの発電量は  
 $1.25 \times 10^{-2} \text{ W}$

①②よりこの装置の発電効率は 0.84%であった。

### 4. 考察

今回はギア比が1:2のため、発電効率が低かった。ギア比を大きくすると回転に必要な力が大きくなり、回転数は下がる。モーターが効率良く回転する最適なギア比を見つけることが今後の課題である。

### 5. 参考文献

家庭でできる省エネ対策



# 雨滴の研究

## Study on Raindrops

### 1. はじめに

雨の落下時の形に興味があったが、実際の雨を撮影することは難しい。そこで水滴に下から風を当て浮かせることで、実際の雨滴の落下（終端速度）の再現をしようと考えた。

### 2. 実験

#### 実験 I

「雨滴の終端速度の再現実験」

送風機を使い下から風を送って水滴を浮かせる。浮かせた水滴の動画を撮影し、浮遊時の形状を観察する。

#### 実験 II

「長時間水滴を浮かせる実験」

水滴を長時間浮かすために、洗濯のりを加えて粘性を変え、浮遊時の形状や浮遊時間を観察する。



図1 装置全体の写真

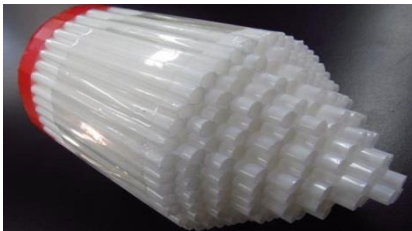


図2 装置上部に装着したストロー

水滴を浮かせるために、ストローの束の内側を長く、外側を短くした。内側と外側の風速に差をつけることで、水滴が中央付近に風で押しもどされるようにした(図2)。

### 3. 結果

#### 実験 I

水滴は大きさによって形が変わった。横幅4.5 mmのときは上が球形で下が平らなドーム状になった。このときの風速は9.5m/s (図3)

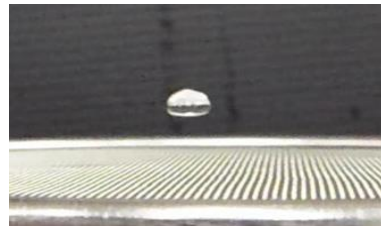


図3 大きい水滴の浮遊時の形状

直径1.0 mmのときは球状になった。風速は4.1 m/s (図4)



図4 小さい水滴の浮遊時の形状

#### 実験 II

洗濯のりの濃度が10%のときは水とほとんど変わらなかったが、濃度20%, 30%のときは安定して浮いた。

### 4. まとめ

雨滴の落下時の形状は雨滴の大きさに関係していると考えられる。

また、水滴の粘性をあげることで、水滴の変形が少なくなるため、長時間安定して浮かせることができたと考えられる。

### 5. 参考文献

雨なんでもサイト

風速の目安-GPV 気象予報

# 光の不思議

## Mystery of the Light

What are the three-primaries in the light? How are the complimentary colors decided? How is the correspondence of colors to wavelengths? Is the color of a body expressed by that of a single wavelength? Using a concave grating, we verified above subjects experimentally.

### 1. はじめに

Newton がプリズムを用いて行った光の分解と合成の実験を追試し、さらに分解能を上げるため球面回折格子を用いて精密に再現した。それを元に光の3原色、補色、波長と色の関係、ヒトの色覚について考察した。

### 2. 使用機器と配置

機器：プリズム，球面回折格子(600本/mm)，  
凸レンズ，デジタルカメラ，白色LED  
配置：ローランド円を用いた分光配置

### 3. 実験内容・方法

- (1) プリズムによる分光と合成の実験
- (2) 球面回折格子による実験

ローランド円上に光源を置き、回折光を格子の曲率中心に結像させて凸レンズ群で集光し、デジタルカメラのCMOSに直接記録した。結像面に移動可能なマスクを置き、特定波長の光を隠して、波長と色変化、補色を観察した。色変化の急激な黄色の波長を確定し、補色の「イエロー」と比較した。

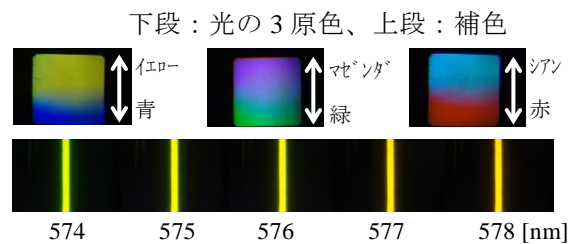


### 4. 実験結果

- (1) プリズム実験ではあまりに分散が小さく混色を生じるため、白色光が色成分に分散すること、レンズで合成して元の白色光に戻ることのみを確認した。
- (2) 球面回折格子による実験  
補色の観察については、光の3原色である青・

緑・赤の領域をマスクで隠し、対応する補色が色の3原色イエロー・マゼンタ・シアンになることを確認した。

マスク幅 1 mm，格子幅 15mm で全スペクトル領域を走査し色変化を見たが、黄色は現れなかった。マスク幅 0.2 mm，格子幅 2 mm で黄色付近を 0.1 mm 間隔(波長幅 1 nm)で走査し、黄色の波長が 576 nm であると確定した。青の補色のイエローと比較し、両者が異なることを確認した。



### 5. 考察

回折格子は分散が大きく、精密な実験に適している。黄色付近では 1 nm 程度で色が変わることがわかった。回折格子を使用する場合、収差による混色を避けるため、回折格子の幅を小さく制限することが必要である。本実験では当初有効格子幅 15 mm で黄色が現れなかったが、格子幅を 2 mm に狭めることで黄色を“発見”した。

ヒトの色覚の考察から、物の色が単一波長の色で表せないこと、また 3 原色で原理的にはすべての色を再現できることがよく理解できた。

### 6. 参考文献等

- 2011 年度科学探究「結像分光器の製作」  
国立天文台，天文年鑑  
Newton 別冊「光と色のサイエンス」  
T. Namioka. J.Opt.Soc.Am, 49(1959)

# 高速層流風洞

## High Speed Laminar Flow Wind Tunnel

### 1. はじめに

昨年製作された層流風洞を改良し、更なる層流の鮮明化・高速化と、物体の廻りの空気の流れを観察することを目的とした。

### 2. 使用材料と機器

風洞本体：アクリル，塩ビ，木材(観測部分)

整流装置：ストロー，ボール紙

送風装置：換気扇（吸引型で使用）

風速計

### 3. 風洞の改良

- ・風路の障害になる煙パイプを，吸気口直後に移動した。
- ・観測部の薄いアクリルが風圧の影響を受けて変形するため，木材で作り直した。

### 4. 観測方法

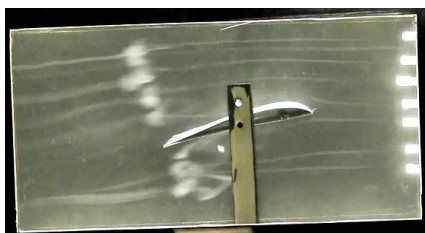
- ・煙を段ボール箱に溜め，(1)ノズルから風洞内に吸い出す方法，(2)煙を風洞内に軽く押し出す方法で流れを観測した。
- ・風速は，観測部上部に小さめの穴を開けて，風速計で測定した。
- ・翼や球体を入れて，煙の流れを観測した。

### 5. 実験結果

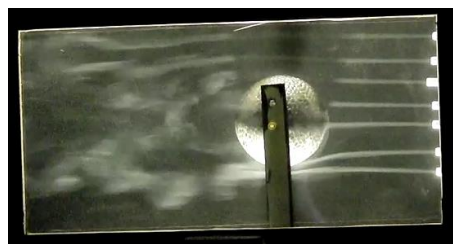
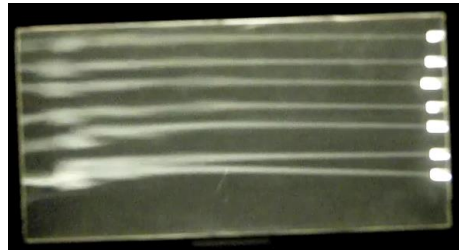
#### (1)従来の吸い出し方法の結果

電圧[V]	風速[m/s]	煙の様子
20	0.12	層流
25	0.29	おおむね層流
30	0.49	全体に乱れが生じる
35	0.72	乱流

画像(風速 0.29 m/s)…翼の上部が速い



#### (2)押し出し方法の結果(風速 0.72 m/s)



### 6. まとめ

煙吸い出し方法では昨年度の層流の 1.5 倍の風速が限界であったが，煙押し出し方法で，更にその 2 倍以上の層流を得た。

### 7. 考察

煙吸い出し方法では，常に引き始めの瞬間はキレイな層流になるが，速い層流は難しい。これは風速が遅いときには煙の流れが追随するが，高速になると追いつけず，ノズル先端で小さな乱流を生じて拡大すると思われる。

煙を押し出す方法に切り替えると，短時間ではあるが速い層流を得た。煙の速度を風速に同期して持続的に押し出すことができれば，数 m/s 程度の高速層流が得られる可能性がある。残念ながら押し出し装置を作るまでには至らなかったが，今後の方向性を明確にすることが出来た。

### 8. 参考文献

原康夫. 物理学基礎第 3 版. 学術図書出版, 2006.

2005 年度 日本機械学会 大会要旨集

# 真空砲での速度測定

## Measuring Speed with Vacuum Bazooka

### 1. はじめに

私たちは「真空」に興味を持った。そこで、真空中での質量と速度の関係、飛ばす物体の形状と速度の関係について調べた。

### 2. 実験

アクリル筒の一端に図 1 に示す平面型の物体を入れて、両端をテープで塞いでからロータリーポンプで筒内を 0.05 気圧まで減圧する。その後、片方のテープに穴をあけ、一気に空気を流入させることで物体を発射した。そのときの物体の速度を、速度測定器を用いて以下の 2 つについて測定した。

- (1) 質量と速度の関係
- (2) 物体の形状と速度の関係



図 1 物体の形状(左から円錐・平面・半球の順)

### 3. 結果と考察

#### (1) 速度と質量の関係

物体の質量を粘土で変化させ測定を行った。

(図2)

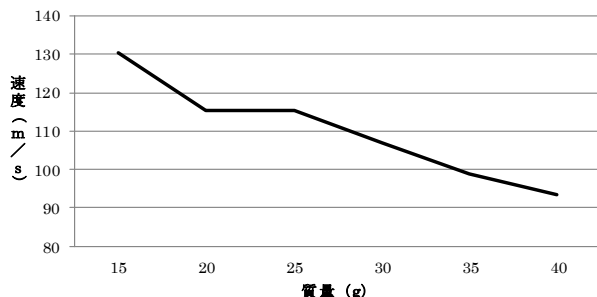


図 2 速度と質量の関係

結果より、質量を上げると徐々に速度が下がることが分かった。また、このまま質量を大きくしても速度は上がらないと考えられる。

#### (2) 形状と速度の関係

今回の実験では図1に示す3種類の物体を用いて測定した。また半球、円錐については、進行方向に対して、それらが前方の場合と後方の場合の2通りについて測定した。各条件において5回ずつ測定し、その平均値を計算した。

(表 1)

表 1 形状を変えたときの速度

	平面	半球	円錐
前方	114.7 m/s	108.3 m/s	109.2 m/s
後方		106.5 m/s	104.5 m/s

※質量は 24.0g に統一

結果より、後方の形状を変えると平面に比べて速度が下がることが分かった。これは、平面のほうが流入した空気の力を受けやすいことが影響していると考えられる。しかし、前方の形状のみを変えた場合も平面に比べ速度が下がっていることから考えると、空気の入れ方を一定にできなかったことや、筒内での物体に対する空気の当たり方が不均一であることなどが影響したと考えられる。

### 4. 今後の展望

今後は、様々な条件を統制できるような工夫をしてみたい。また、速度と筒の長さの関係や、飛ばす物体の材質との関係についても実験したい。

### 5. 参考文献

- 鈴木一良, 他 「応用物理教育」(2007)
- 関一, 他 「応用物理教育」(2008)

# ポン・デ・ハツデン PON - DE - GENERATION

## 1. はじめに

プロ野球選手の稲葉選手を応援するときのジャンプの振動エネルギーを利用した発電が行われたということ知り、床発電に興味を持った。床発電とは、圧電素子に圧力を加えることにより発電する方法である。この発電方法は発電量が少ないので、どのようにしたら効率良く発電できるのかを調べた。

## 2. 実験

準備物 ・ 圧電素子 ・ テスター  
・ 緩衝材（木， スポンジ）  
・ 木の板

手順

- ・ 圧電素子 9 個を 3×3 に並べ、木の板に取り付ける。
- ・ 条件の異なる緩衝材を 3 種類用意し、圧電素子に取り付ける。  
条件①：スポンジ 8mm×8mm  
条件②：木 8mm×8mm  
条件③：木 4mm×4mm
- ・ 作製した発電床を人（58 kg）が踏み、電圧を測定する。これを各 40 回繰り返す。

それぞれの条件での電圧の違いを調べた。

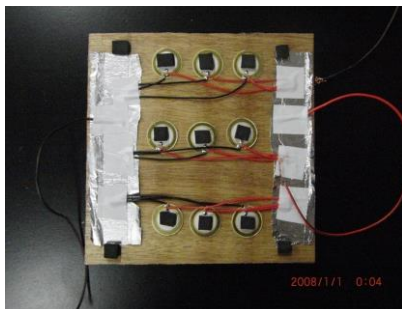


図 1. 作製した発電床(条件①)

## 3. 結果

表 1. 実験結果の平均（各 40 回測定）

	電圧 (V)
条件①	3.82V
条件②	5.13V
条件③	12.6V

- ・ 緩衝材は、スポンジよりも木を用いた方が電圧が大きくなった。
- ・ 緩衝材の大きさを小さくした方が、電圧が大きくなった。

## 4. まとめ

実験結果より、緩衝材は硬い素材を用いた方が圧電素子に上手く力が伝わり、電圧が大きくなることが分かった。また緩衝材の大きさを小さくすることで、圧電素子の中心に力が集中して、電圧が大きくなることが分かった。このことから、緩衝材は硬く、小さくした方が効率良く発電できることがわかった。今後は、多くの種類の緩衝材を試し、より効率の良い発電方法を見つけたい。

## 5. 参考文献

- 1) 武藤佳恭の床発電システム  
<http://neuro.sfc.keio.ac.jp>
- 2) TDK Techno Magazine, 圧電セラミックスのマルチ・パフォーマンス  
<http://www.tdk.co.jp>



# カフェインの結晶を取り出す Extracting Crystals of Caffeine

## 1. はじめに

普段眠気覚ましに飲んでいるカフェインを含む飲料からカフェインの結晶を取り出すことのできるのかを実験した。

## 2. 実験

カフェインの昇華性を利用してカフェインの結晶を取り出す。カフェインの昇華温度は178°C（実際に昇華が起こりだすのは130°C程度）。

[実験 I] ホットプレートで加熱

- ① 茶葉を乳鉢に入れすりつぶしてから蒸発皿に入れる。
- ② ホットプレートにのせ、ろうとをかぶせて加熱する。
- ③ ろうとに付着した固体をスパチュラでこそぎ落とし、ムレキシド反応を確認する。

※ムレキシド反応について

物質がカフェインであることを確かめるための反応。物質に3%過酸化水素水5滴、2 mol/L塩酸2滴を加え加熱して水分を蒸発させ、2 mol/Lアンモニア水を加える。物質がカフェインであれば、水分が蒸発したときに橙色(赤黄色)になり、アンモニア水を加えたときに紫色(紫紅色)になる。

[実験 II] アルコールランプで加熱

- ① 茶葉を乳鉢に入れすりつぶしてから蒸発皿に入れる。
- ② マッチの軸木を茶葉の上に乗せる。
- ③ 蒸発皿をアルコールランプで加熱する。
- ④ マッチに付着した結晶について、ムレキシド反応を確認する。

## 3. 結果と考察

[実験 I]

ろうとに付着した固体は茶色く濁っていて結晶として得られることは出来なかったが、ムレキシド反応は示したことから、カフェインが含まれていることが確認できた。

[実験 II]

マッチに付いた結晶は、白く針状の結晶であった。得られた結晶について、ムレキシド反応を示したことにより、この固体がカフェインの結晶であることが確認できた。



## 4. まとめ

今回の実験で、カフェインの含まれる茶葉からカフェインの結晶を取り出す方法を確認することができた。カフェインの結晶は白色の針状結晶であることが分かり、緑茶葉、紅茶葉の両方から同等の方法でカフェインの結晶を取り出すことができた。

しかし、前半の失敗が重なったことで、カフェインの性質や効果について調べることができなかった。

また、茶葉以外のカフェインを含む飲料（コーヒー、エナジードリンク等）からカフェインの結晶を取り出す方法についての研究を進めることもできなかった。

今後は、茶葉以外のものからカフェインの結晶を取り出す実験やカフェインの性質や効果を調べられるようにしたい。

## 5. 参考文献

- 1) 佐野博敏他(2009)「高等学校改訂化学Ⅱ」第一学習社
- 2) 緑茶茶葉からカフェインの針状結晶を取り出す  
[www2.gsn.ed.jp/houkoku/2010c/10c20/10c20s.pdf](http://www2.gsn.ed.jp/houkoku/2010c/10c20/10c20s.pdf)



# Ooho! の実用化 Practicalizing of "Ooho!"

"Ooho!" is water which can be drunk. It consists of sodium alginate and calcium chloride. We set a purpose of making "Ooho!" drinkable. We experimented a lot in many kinds of conditions to make "Ooho!" film stronger and "Ooho!" water less sticky.

## 1. はじめに

「ペットボトルを減らす」という目的で Ooho! が開発されたが、強度が弱く水にねばつきが残るといことで実用化はされていない。そこで私たちは、この Ooho! の実用化をめざし、膜の強度が強く、中の溶液の粘り気の少ない Ooho! の作るため、様々な条件で実験を行った。



## 2. 実験

[準備] アルギン酸ナトリウム、塩化カルシウム、水、ボウル、ミキサー、薬さじ、スプーン、メスシリンダー

### [実験 I]

- (1) ミキサーにアルギン酸ナトリウム 2 g と 200 mL の水を入れて混ぜ、15 分間放置する (A 液)。
- (2) ボウルに塩化カルシウム 5 g と 800 mL の水に入れてよく混ぜる (B 液)。
- (3) スプーンで A 液に B 液を入れる。
- (4) 操作 (3) によりできた Ooho! を水を張ったボウルに入れてすすぎ、5 分放置する。

[実験 II] 実験 I の操作について、次のように条件を変えた実験を行った。

- i) 温度を変える。
- ii) 濃度を変える。
- iii) A 液 (または B 液) を凍らせてつくる。
- iv) 操作 (3) の「A 液に B 液を入れる」を、「B 液に A 液を入れる」に変える。
- v) 実験後の放置する時間を長くする。
- vi) 水を別の飲料 (オレンジジュース、炭酸水、砂糖水) に変える。

## 3. 結果 <実験 I と実験 II の比較>

実験 II の条件変化	強度	粘り気
i) 温度を高くする 温度を低くする	減少 増加	変化なし 変化なし
ii) 濃度を高くする 濃度を低くする	増加 減少	増加 減少
iii) A 液を凍らせる B 液を凍らせる	減少 減少	変化なし 減少
iv) B 液を A 液に入れる	Ooho! の生成なし	
v) 放置日数を長くする	増加	変化なし
vi) いずれの飲料も	変化なし	

温度を低くしたものは、溶液の粘り気は減少しなかったが、膜の強度が増加し、今回実験した中では最も良い結果が得られた。

また、水以外の飲料を用いたところ、強度、粘り気ともに変化がみられなかったが、ジュースに関しては、甘味によって粘り気をごまかせたため、美味しいと感ずることができた。

## 4. 考察

温度を高くすると強度が弱くなるのは、温度が上昇するにしたがって、ゲル化が解かれていくためだと考えられる。一方、凍らせたものは強度が減少したが、これは主に溶媒の水だけが凍ってしまい、膜がゲル化できなかったためではないかと思われる。

## 5. 今後の課題

今回の実験は定性的な比較だけだったので、強度や粘り気を数値化する方法を検討したい。また、アルギン酸の代わりに、寒天、ペクチン、ゼラチンなどを用いて、強度は保ちつつ、粘り気を弱める方法がないか試してみたい。

## 6. 参考文献

Ooho! を作ってみよう

<http://oishiinews.com/post-648-648>

# 消しゴムの黄金比率

## Golden Composition for Erasers

### 1. はじめに

日ごろ使っている消しゴムはどのような構造でできているのか不思議に思い、さまざまな文献を調べ、その通りに作ってみたところ成功とはとても言い難い結果であった。そのためよりよい薬品の混合比率を求めて研究を始めた。

### 2. 実験

[薬品・器具]

- ・フタル酸ジ옥チル(溶解剤)
- ・ポリ塩化ビニル(基材)
- ・炭酸カルシウム(研磨剤)
- ・ガラス棒
- ・金属製の型
- ・乾燥機

[操作]

- ① フタル酸ジ옥チルを駒込ピペットで吸い、メートルグラスを用いて正確に量り取り、その後型へ流し込む。
- ② ポリ塩化ビニルを薬匙、薬包紙、電子天秤で量り取る。同様に炭酸カルシウムも量り取る。
- ③ フタル酸ジ옥チルの入った型にポリ塩化ビニルを入れ、全体に行き渡るようにガラス棒で混ぜる。
- ④ ③により生成された混合物に炭酸カルシウムを入れ、炭酸カルシウムの塊をなくすように混ぜる。
- ⑤ ④により生成された混合物をあらかじめ150°Cに設定しておいた乾燥機へ入れて20分間熱する。
- ⑥ その後、氷水が入った水槽に消しゴムが水に直接触れないようにしながら型を付け、消しゴムが完全に固体になり完全に安定した状態になるまで冷やす。
- ⑦ 作った消しゴムを約100人の生徒に評価してもらい、自作した消しゴムにおける黄金比率を割り出した。

### 3. 結果と考察

フタル酸ジ옥チル、ポリ塩化ビニル、炭酸カルシウムの量の割合と作った消しゴムの評価を表にした。表における7g : 14 mL : 2gの混合比率のとき、消しやすさ・質感・強度ともに最も理想的な結果となった。

ポリ塩化ビニル [g]	フタル酸ジ옥チル [mL]	炭酸カルシウム [g]	評価
7	13	2	
7	14	1	
7	14	2	◎
7	14	4	
7	15	2	○
7	15	4	○
7	16	2	○
7	16	4	
7	17	2	○
7	18	2	○
7	19	2	○
7	20	2	○
7	21	2	○
10	14	2	
10	15	2	
10	21	2	
10	28	2	

### 4. まとめ

わずかな薬品の混合量の変化により異なる結果が得られた。

自分たちの中での黄金比率（最適な混合比率）は求められたが、フタル酸ジ옥チルの量の変化に重きを置いてしまったことでその他二つの薬品の量を変化させることができなかつたことが反省点である。よってまだまだ改善の余地はあると思われる。

### 5. 参考文献

すぐできる！なるほど★ザ★化学実験室 日本分析化学専門学校〈プラスチックが消しゴムに変身！の巻〉

[http://www.bunseki.ac.jp/naruhodo/experiment/expdetail.php?id=190&experiment=ac\\_rank&keyword=&time=&category\\_id=&pageID=](http://www.bunseki.ac.jp/naruhodo/experiment/expdetail.php?id=190&experiment=ac_rank&keyword=&time=&category_id=&pageID=)

# プリン状せっけんの研究

## Research of the Pudding-formed Soap

### 1. はじめに

私たちは粉せっけんよりもプリン状せっけんのほうが汚れをよく落とすと聞いて、それについて研究した。プリン状せっけんとはお湯と粉せっけんを 10:1 の割合で混ぜて固めたもの。今回使用した粉せっけん「そよ風」(ミヨシ石鹸株式会社)

JIS も、各洗剤メーカーも洗浄力を目視判定しているので布の白さを調べることによって、洗浄力を調べることができると考え、今回 RGB 値を用いて布の白さを数値化することにした。

### 2. 実験

- (1) 白地の布をしょうゆ、ケチャップ、ゴマ油で汚した。
- (2) それぞれの布を洗った。
- (3) 布をプリン状せっけん10 gに5分間つけ、300 mLの水道水で左右50回ずつ攪拌した。
- (4) 布を300 mLの水道水に粉せっけん1 gを溶かしたせっけん水に5分間つけ、左右50回ずつ攪拌した。
- (5) 布を300 mLの水道水に5分間つけ、左右50回ずつ攪拌した。
- (6) 洗浄後の布をライトボックスの上で写真を撮り、RGB 値を用いてどれくらい白さを取り戻したのかをデータ化した。

RGB 値とは、赤、緑、青の各色の明度を 0~255 の数字で表したもので今回は 3 色の値の平均値を出した。この値が大きいほど布の色は白い。

### 3. 結果と考察

	しょうゆ	ケチャップ	ゴマ油
汚染前	178.5	178.5	178.5
洗浄前	12.1	90.2	151.8
水道水	152.7	141.5	174.7
粉せっけん	164.3	134.9	175.9
プリン状	160.7	147.9	177.5

白地の布のRGB値→178.5

ライトボックス点灯時のRGB値→225.3

ゴマ油の結果からプリン状せっけんは油汚れに対して強いことが分かった。

しょうゆ、ゴマ油に比べて、ケチャップのRGB値の変化が小さいことからケチャップの汚れは粉せっけんでもプリン状せっけんでも落ちにくいと考えられる。

### 4. まとめ

今回試したものの以外の汚れに対して、プリン状せっけんが効果を示すのかを調べていきたい。

今後はRGB値以外の方法でも洗浄力を調べたい。

### 5. 参考文献

プリン状せっけんについて

<http://yururinnews.com/nhkasaichi-sentaku-purinjouekken-7317>

ミヨシ石鹸株式会社

<https://www.miyoshisoap.com/products/category8.html>

JIS の洗濯用洗剤の洗浄力試験法

<http://www.detergent.jp/kaisetsu/JISsenzai.html>

# エコカイロ

## Reusable Body Warmer

### 1. はじめに

過冷却という反応に興味を持ち、その反応が使われているエコカイロを私たちで作った。酢酸ナトリウム三水和物と水の割合を変えて温度変化を測定し、市販のものと比較した。前期の凝固点の測定実験で、溶質の濃度が低いと凝固点も低いと分かっていたため、水の量が多いときの方が温度が低くなるという仮説をたてた。

### 2. 実験準備

材料：チャック付ビニール袋，金属板，イオン交換水，沸騰した湯，市販のエコカイロ  
薬品：酢酸ナトリウム三水和物  
器具：ビーカー，ガスバーナー，赤外線温度計

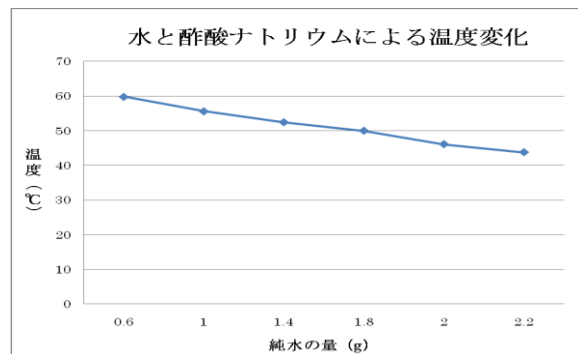
### 3. 実験

- ① 酢酸ナトリウム三水和物 10 g をチャック付ビニール袋に入れたものにイオン交換水をそれぞれ 0.60 g, 1.0 g, 1.4 g, 1.8 g, 2.2 g ずつ入れた。
- ② 結晶化するのに必要な衝撃を与えるための金属板を入れ，中の空気を抜きチャックを占めた。
- ③ 沸騰した湯で酢酸ナトリウム三水和物が完全に溶けるまで袋ごと湯煎した。
- ④ 鍋から取り出し袋ごと水で冷ました。
- ⑤ 十分に冷えた後，中に入っている金属板を押し反応を起こした。
- ⑥ 反応直後，赤外線温度計で温度を測った。(酢酸ナトリウム三水和物は反応した直後の温度が一番高い。)
- ⑦ 市販のエコカイロから中身 10 g をチャック付ビニール袋に量り取り②から⑥の作業を同様に行った。

### 4. 結果

表 1 水と酢酸ナトリウムによる温度変化

水の量 [g]	0.60	1.0	1.4	1.8	2.2	市販
温度 [°C]	59.8	55.6	52.4	49.9	43.7	46.4



水の量を多くすると温度が下がった。表 1 のように市販のエコカイロは 46.4 °C だったので酢酸ナトリウム三水和物 10 g に対して水が約 2.0g の割合で入っていることが分かった。

### 5. まとめ

- ・十分に薬品を溶かしきれていない場合，それが核となってしまい反応が起きてしまった。
- ・湯煎しているとき，熱湯でチャック付ビニール袋が溶けてしまったので，正しく実験を行うことができないときもあった。
- ・温度を測定する際に，赤外線温度計を金属板に当ててしまっていた可能性がある。

### 6. 参考文献

ミラクルカイロに挑戦！

<http://www.manabi.pref.gunma.jp/bunrui/gakupro/08010082/>

「化学」(東京書籍)

「化学実験書」

(大阪府高等学校理化教育研究会)

# Ooho!の研究

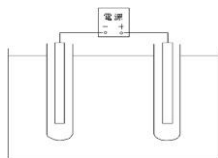
## Research of Ooho!

### 1. はじめに

Ooho!とはアルギン酸ナトリウムにカルシウム塩を加えてゲル化させたもので、人工いくらに使用されているもの。金属樹の保存方法で、寒天みたいに蒸発しないより美しく保存が可能な膜のようなものはないのだろうかと考え、Ooho!という物質の性質を利用できないかと私たちは考えた。

### 2. 実験

- ① 乳酸カルシウム 5 g と硝酸銀 16 mL を純水 800 mL に溶かした。
- ② アルギン酸ナトリウム 2 g を純水 200 mL に溶かした。
- ③ ①をビーカーに 100 mL 移し電極をつないだ炭素棒を透析チューブに入れ、それをビーカーに入れて電気を流した。
- ④ ①を試験管に入れて②を上から入れた。
- ⑤ ④の試験管に銅線を②よりも下になるように入れた。



### 3. 結果と考察

金属樹はできたが、周りの膜のような部分が赤褐色になってしまいほぼ観察できなかった。

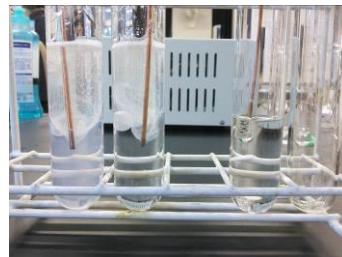


また、膜の部分がうまくいったものは金属樹ができなかった。

赤褐色になった原因はわからなかった。

しかし、金属樹ができなかった原因はア

ルギン酸が持つカルボキシ基と銅イオンが反応してキレートを作った可能性があり、それが金属樹を作る妨げになったのではないかと考えられる。



### 4. まとめ

今回の方法ではまだ金属樹の標本を作ることではできなかったが、透明度やおいの点では寒天を利用した標本に比べて、より完成度の高いものができた。

初めに葉を中に入れた標本を作成することは成功したので、その作り方を少しずつ変更して金属樹の中に入れた標本を作りたい。

### 5. 参考文献

金属樹の作り方

<http://www.chem.kindai.ac.jp/kaken/study/08stdata/08st03.html>

Ooho!の作り方

<http://francepresent.com/post-42/>

# 炭化水素の燃焼炎のスペクトル観察

## The Spectroscopic Observation of Combustion Flame

### 1. はじめに

予備実験として炭化水素の燃焼炎をハイスピードカメラで撮影すると炭化水素と酸素の割合によって炎の色が異なることが分かった。そのことに興味を持ち、炭化水素の燃焼炎の光を分光して詳しく調べるための実験を行った。

### 2. 実験

#### (1) 燃焼装置の製作

シリコン栓に2本の安全ピンを刺し、電極とした(2本の針の距離は2~4 mm程度)。この電極を、アクリル円筒(長さ108 mm, 内径18 mm)の一方に着けた。

#### (2) 簡易分光器の製作

反射型簡易分光器の凹面格子を、DVDの記録面を加工して自作した。

#### (3) 反射型回折格子による燃焼炎の分光

- ① 両端を電極とゴム栓で塞いだアクリル筒に、水上置換法でアセチレンをアクリル筒の容積の約7.4%捕集した。
  - ② ゴム栓をずらし、筒中の水を抜きながら空気を入れ、アセチレンと混合させた。
  - ③ 装置を組み立て、ゴム栓を外して、濡らした半紙で蓋をした。
  - ④ 15cmのローランド円上に凹面格子、スリット、デジタルカメラ(Canon Eos Kiss X2)を配置した。
  - ⑤ 圧電点火装置により点火させた。分光された光は、カメラで撮影した(2.5秒)。
- #### (4) 透過型回折格子による燃焼炎の分光
- ① 実験(3)①~③と同様の操作を行った。
  - ② 透過型回折格子をカメラのレンズにセロハンテープで固定し、それをアクリル筒から15cmほど離して配置した。
  - ③ 圧電点火装置により点火させた。分光された光は、カメラで撮影した(2.5秒, ISO600)。

### 3. 結果と考察

実験(3)では、分光した光は撮影できなかった。燃焼炎の光量が足りなかったため、カメラに光が届かなかったと考えられる。改善点として、装置やスリットを大きくして光量を増やすこと、連続で何度も撮影し、結果を重ねることなどが挙げられる。

一方、実験(4)では分光された光がまっすぐにカメラに入るため、カメラを光源に近づけられ、実験(3)よりも光量を多くできる。しかし、分光された光を撮影することはできたが、はっきりとは見えなかった(図1)。撮影に十分な光量が足りていないからだ。

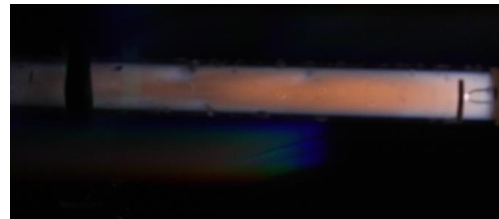


図1. 実験(4)の撮影画像(円筒の下部に分光された光が写った)

### 4. まとめ

自作の分光器では炭化水素の燃焼炎を分光し、撮影するのは難しいが、透過型の回折格子を用いた撮影は可能であると分かった。しかし、スペクトル測定をするには自作分光器では精度が足りない。今後は実際に測定できるようにすること、またアセチレン以外の炭化水素のスペクトルも観察してみたい。

### 5. 参考文献

- 1) 「可燃性ガス及び引火性液体蒸気の爆発限界」  
<http://www.fintech.co.jp/etc-data/bakugen-data.htm>



# 食品の褐変現象の研究

## Study of the Browning Phenomenon of the Food

### 1. はじめに

メイラード反応とは、糖とアミノ酸を加熱することで褐色物質のメラノイジンと香気成分が生成される反応で、焼肉やご飯のおこげなど、私たちの身の回りでよく見られる。私たちはこの反応に興味を持ち、実験を行った。

### 2. 実験

[薬品]

アミノ酸(グリシン, リシン), 糖(グルコース), pH9.5 緩衝液(0.1 mol/L  $\text{NH}_3$  水 : 0.1 mol/L  $\text{NH}_4\text{Cl}$  aq = 1 : 2), pH6.1 緩衝液(1/30 mol/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  aq : 1/30 mol/L  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  aq = 4 : 1)

[装置・器具]

分光光度計(shimadzu UVmini), pH メーター(Horiba B-212), マグネチックスターラー, リービヒ冷却器, オイルバス, 三口フラスコ, 温度計, 石英セル, ピペット等

[操作]

実験 1 : グルコースとアミノ酸(グリシンおよびリシン)の濃度が 0.200 mol/L になるように、緩衝液で調整した(混合溶液と呼ぶ)。溶液で用いる緩衝液は、アミノ酸の等電点付近のものを用いた。

三口フラスコに混合溶液を入れ、ジムロート冷却管を取り付け、120 °C オイルバスで加熱した。グリシンは 10 分、リシンは 3 分おきに、反応溶液の吸光度(470 nm)のを測定した。実験 2 : グルコースを加えずに、実験 1 と同様に加熱し、色の変化を観察した。また、アミノ酸を加えずに、実験 1 と同様に加熱し、色の変化を観察した。

### 3. 結果と考察

実験 1 : リシンとグリシンのどちらを用いたときも、溶液は褐変した。リシンの方が速く反応した(図 2)。

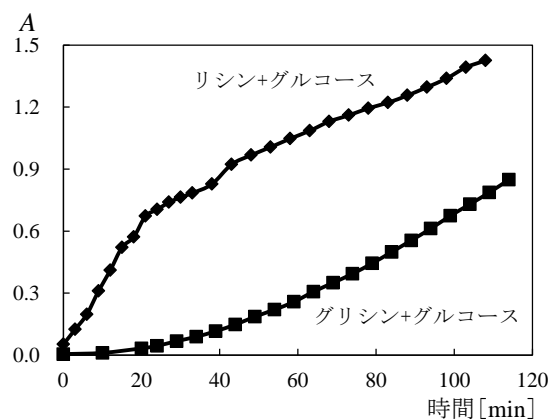


図 2. 反応時間と吸光度(470 nm)の関係

実験 2 : グルコースを加えずにアミノ酸のみの場合、溶液の色は変化しなかった。一方、グルコースのみの場合、 $\text{NH}_3$ - $\text{NH}_4\text{Cl}$  緩衝液(窒素原子を含む)では、溶液の色が僅かに黄色く変色し、再現性もあった(図 3)。

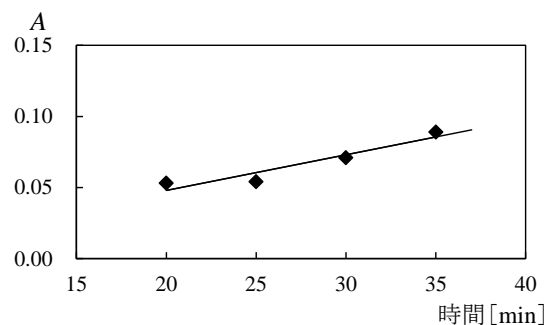


図 3. 反応時間と吸光度(470 nm)の関係

### 4. まとめ

褐変現象は、糖とアミノ酸を加熱することで生じ、アミノ酸の種類によって反応の速さが異なることが分かった。グルコースと窒素を含む緩衝液の組合せでも、わずかに溶液の色が変色することから、緩衝液に窒素を含んだものを使うのは適切ではないと考えられる。

### 5. 参考文献

- 1) 木村進ら, 食品の変色の化学, 光琳, 1995.
- 2) 山口悟, 化学と教育, 2015, 63, 396.

# アルマイトの作成と染色

## Making and Dyeing of the Alumite

### 1. はじめに

アルミニウムの酸化被膜であるアルマイトは酸に強く電気を通さない。また表面は多孔質であるため、染色できるという性質がある。その性質を利用して、やかんなどの装飾に使われている。被膜の厚さが酸への耐性や、染色の程度に関係があるのか確かめるため実験した。

### 2. 実験

#### [準備]

アルミニウム板(厚さ 0.2 mm)を 12 cm×5 cm の大きさに切断し、炭酸水素ナトリウムで表面を磨いた。コンゴーレッド 0.20 g を水 20 mL に溶かし、1.0 % の溶液にした。

#### [実験操作]

##### (1) アルマイトの作成

1.8 mol/L の硫酸 500 mL を電解液として、2枚のアルミニウム板に可変変圧器、交流電圧計、交流電流計、すべり抵抗器を接続し、50 V、2.1 A の電流を流した。きれいな被膜を作るために、電解溶液が入ったビーカーは氷水で冷却し、温度を 30 °C 以下に保った。

1枚の板に4通りの厚さの被膜を作るために、10分ごとに2.0 cm ずつ板を引き上げた。通電は合計40分間行い、10分間電解させたものを①、その後10分ごとに②、③、④とした。酸への耐性を調べるために6.0 mol/L の塩酸に浸した。

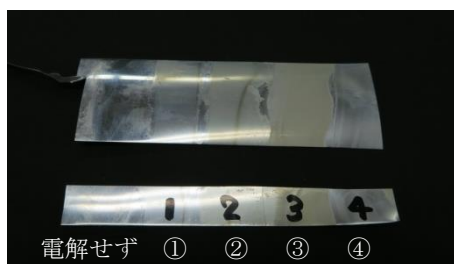


図 1. 12 cm×5 cm アルミニウム板(上)、  
電解した後、幅 1cm に切断したもの(下)

##### (2) アルマイトの性質の確認

テスターを用いて電流が流れるか調べた。

##### (3) アルマイト染色

アルマイトを 60°C に温めたコンゴーレッド 1.0 % 染色液 20 mL に、5分間浸して染色した。その後水洗いし、封孔処理した。

### 3. 結果と考察

#### (1) 塩酸への耐性

作成したアルマイト(図1(下))を 6.0 mol/L の塩酸に浸したところ、アルマイト処理を施してない部分はすぐに溶けた。①も溶けてほとんどなくなった。②と③はその境目から溶け出し、小さくなった。④は側面が少し溶ける程度だった。電流をより長く流した方が被膜が厚く付き、酸への耐性が強くなったと考えた。

#### (2) テスターによる性質の確認

アルマイト処理を行った①～④のすべてで、電気は通らなかった。被膜は厚さに関係なく、表面では電気を通さないことがわかった。

#### (3) コンゴーレッドによる染色

①は染色はできたものの他のものと比べると色は薄く、④が最も濃く着色できた。被膜が厚くなるにつれて孔は深くなると予想し、④の孔にはより多くの染料分子が入り込み、色が濃くなったと考えた。

### 4. まとめ

硫酸法により作られた被膜は、電流を流す時間が長いほど厚くなる。被膜は酸への耐性に優れ、電気を通さず、染色することができる。

### 5. 参考文献

日本化学会, 実験で学ぶ化学の世界 4 無機物質の化学・化学の応用. 丸善, 1996, pp.85-88.

# 魚に影響を及ぼす川 ～界面活性剤の定量～

## Rivers giving bad influences to fish – quantification of surfactant

### 1. はじめに

私たちは、排水や河川水などに含まれている界面活性剤の水生生物への影響を知り、身近にある川に界面活性剤がどれほど含まれているかに興味を持ち、調べた。

### 2. 実験

陰イオン界面活性剤は、メチレンブルーと錯体を作る。その錯体はクロロホルムに抽出され、陰イオン界面活性剤の量により青色を発する。このメチレンブルー比色法<sup>1)</sup>により、陰イオン界面活性剤を定量した。

(1) 蒸留水 100 mL にメチレンブルー 0.03 g、濃硫酸 12 g、無水硫酸ナトリウムをよく溶かし、この溶液を 1000 mL のメスフラスコに移し、さらに蒸留水を加えて全量を 1 L とし、メチレンブルー溶液を作った。



(2) ドデシル硫酸ナトリウム 0.0203 g を 200 mL のメスフラスコに入れ、水を標線まで加え、この液を原液とした。原液 5.0 mL を 250 mL のメスフラスコにとり、水を標線まで加え希釈し標準溶液を作った。(この溶液の濃度は 2.0 ppm)

(3) 250 mL の分液ロートに、標準溶液 30 mL を取り、これにクロロホルム 10 mL とメチレンブルー溶液 10 mL を加え、これを 60 秒間攪拌し、10 分間静置した。

(4) 下層のクロロホルム層を試験管に取り、波長 650 nm でのクロロホルム層の吸光度を分光光度計を用いて測定した。

(5) 同様にして、標準溶液の濃度を変えて実験を行い、検量線を作成した。

(6) 学校付近の川の水をとり、川に含まれる陰イオン界面活性剤の濃度を測定した。

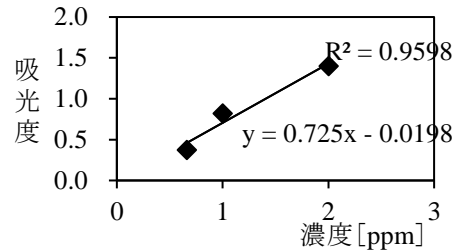


図 1. 陰イオン界面活性剤濃度と吸光度の関係

### 3. 結果と考察

表 1. 川ごとの陰イオン界面活性剤濃度

測定地点	濃度 [ppm]
安威川 ①	0.122
神崎川 ②～④	0.223
淀川 ⑤～⑩	0.116

※神崎川、淀川は平均値である。



神崎川が淀川や安威川よりも陰イオン界面活性剤の濃度が高いことがわかった。

下水処理場の職員から、処理場から出る排水には、ごく少量の陰イオン界面活性剤が含まれていることを聞いた。その排水の影響により、3つの川の陰イオン界面活性剤の濃度に差が出たと考える。

### 4. まとめ

今回の実験を通して、陰イオン界面活性剤の濃度が川ごとに違うことが分かった。これらの川はすべて、魚の生死に関わるほどの界面活性剤は含まれていない。

### 5. 参考文献

1) 早川信一, 保坂勝広, やさしい環境化学. オーム社, 2004, p116.

# 呈色反応を用いた指紋の検出

## Detection of Fingerprint Using a Color Reaction

### 1. はじめに

指紋の採取に使われる方法の一つに、ニンヒドリン反応を用いて指の汗に含まれるタンパク質を検出するものがある。今回はニンヒドリン反応で指紋の検出に適した条件を検証した。またタンパク質の呈色反応であるビウレット反応で指紋の検出を試みた。

### 2. 実験

#### ①ニンヒドリン反応

1. ニンヒドリン 0.1 g にアセトンを 20 mL 加えて 0.2% のニンヒドリン溶液を調製した。
2. 指の条件ごと(普通の状態, スナック菓子を触った後の状態, 石鹸で手を洗った後の状態)に, 指紋をコピー紙に付着させた。
3. 2 にニンヒドリン溶液を 3 滴かけ, ガスバーナーで加熱して色の変化を見た。

#### ②ビウレット反応

1. 水酸化ナトリウム (NaOH) 10g に水 90 mL を加え, 10% の水酸化ナトリウム水溶液を調製した。
2. 硫酸銅(II)五水和物 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 0.50 g に水 100 mL 加え, 硫酸銅(II)水溶液を作った。
3. ゼラチン溶液に, 1 の水溶液を 2 mL, 2 の水溶液を 2 滴かけて色の変化を見た。
4. コピー紙に指紋を付着させ, 1 の水溶液を 2 mL, 2 の水溶液を 2 滴かけて色の変化を見た。

### 3. 結果

#### ①ニンヒドリン反応

指紋が付着した部分が青紫色に変色した(図1)。石鹸で手を洗った後の状態が最も鮮明に反応した。

#### ②ビウレット反応

予備実験として行ったゼラチン溶液との反応では濃度が小さくなるにつれて, 赤色から青紫色, 無色に変化した。指紋との反応は見られなかった。



図1. 石鹸で手を洗った後の指紋

### 4. 考察

①スナック菓子の油分が指紋をコーティングし, アミノ酸とニンヒドリンの反応が妨げられたと考えられる。また, 汗に含まれる脂質を取り除くほど鮮明な指紋が検出できるため, 石鹸で手を洗った状態が最も鮮明な指紋が検出できたと考えられる。

②ゼラチン溶液の濃度を 0.01% 以下にしたとき反応が見られなかったことと同様に, 指紋に含まれるタンパク質も反応が確認できるほど含まれていなかったと考えられる。またビウレット反応は低濃度の測定には不向きであるため, 指紋を検出できなかったと考えられる。

### 5. まとめ

この指紋の実験では指の状態を一定に保ち同じ指紋を付着させることが難しかった。今後は, この他の呈色反応でも同様の実験ができるか試みたい。

### 6. 参考文献

- 1) ニンヒドリン反応 実験方法  
<http://www.chem.kindai.ac.jp>
- 2) 橋本俊二郎他著: 新しい食品化学実験

# フェノール硫酸法による糖の定量

## Determination of Saccharides by Phenol-Sulfuric Acid Method

### 1. はじめに

食品中の糖の濃度を調べる方法として、フェノール硫酸法がある。しかし、どのくらいの精度があるか論文には書かれていない。そこで、この方法を用いて、様々な種類の糖の定量を行った。

### 2. フェノール硫酸法の測定原理

糖に濃硫酸を加えるとフルフラール（またはその誘導体）が生成する。生成したフルフラール中のアルデヒド基は、フェノール硫酸法と反応して呈色する。呈色の程度が、糖の濃度に比例することを利用して、糖の定量を行う。

### 3. 実験

(1) 様々な濃度のグルコース水溶液 1.0 mL に 5%フェノール水溶液 1.0 mL と濃硫酸 2 mL を加えた。

(2) 濃硫酸による発熱反応のため、溶液の温度は高くなるが、そのまま 10 分間放置し、室温まで冷却した。

(3) この溶液の 490 nm の吸光度を分光光度計を用いて測定し、検量線を作成した。

(4) グルコース水溶液を 3 種類の試料糖液（三ツ矢サイダー、ポカリスエット、オレンジ天然水）に置き換えて、操作(1)～(3)と同様に行った。

### 4. 結果

グルコースの濃度と 490 nm の吸光度との関係をグラフにすると、比例関係になっていた（図 1）。この検量線から下表のような 3 種類の試料糖液の濃度が求められた（表 1）。

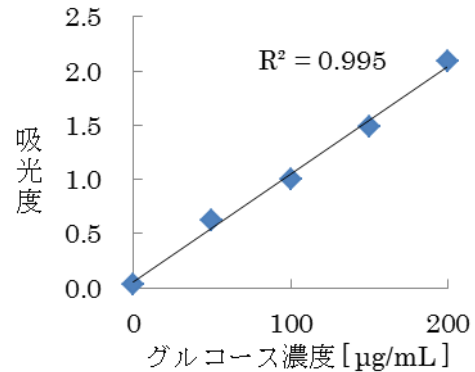


図 1. グルコース濃度と 490 m の吸光度の関係

表 1. 試料糖液の濃度 (%)

試料糖液	栄養表示	平均値
三ツ矢サイダー	11	10
ポカリスエット	6.2	6.4
南アルプスの天然水&朝摘みオレンジ	4.5	4.9

### 5. 考察とまとめ

試料糖液（三ツ矢サイダー、ポカリスエット、天然水）に含まれる糖の濃度は、それぞれ 11%、6.2%、4.5%であり、栄養表示と近い値となった。しかし、実験ごとにばらつきがあったので、より精度よく測定できるようにするために、測定技術を向上させたい。また、他の飲料水でも測定したい。

### 6. 参考文献

福井作蔵, 化学と生物, 1965, 3, 484.

# 培養条件がエリンギの成長に与える影響

## Effects of culture conditions on the growth of the king oyster mushroom

### 1. はじめに

現在日本で売られているエリンギは、培養されたものである。その培地に身近な廃材を利用できないかと考えた。私たちは、通気性の違いによるエリンギの子実体の生え方の違いを調べるために、培地にシュレッダー紙とダンボールを用いて、また子実体の成長を促進させるための条件を調べるために冠水の際の水の量を変えて実験を行った。

### 2. 実験

PDA (Potato Dextrose Agar, MERCK 社) を用いて、PDA 培地を作った。

エリンギの表面をエタノールを用いて熱滅菌し、中心部分を切り出し PDA 培地に置き、25℃ のインキュベーターに 6 日間保存した。

耐熱性ポリ容器 (容量 1 L, 以下アイボーイ) に、ダンボール 120 g・米ぬか 24 g・水 200 mL とシュレッダー紙 100 g・米ぬか 20 g・水 170 mL を入れそれぞれ 6 本ずつ作り、オートクレーブで滅菌した。

培養したエリンギの菌糸を、アイボーイに接種し、25℃ のインキュベーターに入れた。

アイボーイに菌糸が満栄したものから順に菌掻きを行い、冠水 (各 3 本ずつに水をそれぞれ 50 mL, 100 mL 入れ 90 分後に抜いた) させ、20℃ の恒温室に移動させた。

### 3. 結果と考察

表1. 正常な子実体の数(本)

刺激 培地	50ml	100ml
シュレッダー	1/3	1/3
ダンボール	1/3	2/3

表 2. 加湿過多症となった数(本)

刺激 培地	50ml	100ml
シュレッダー	2/3	2/3
ダンボール	1/3	2/3

### 4. まとめ

表1, 表2の結果から、ダンボールの方が適していると言えるが、菌糸が満栄する段階においては、シュレッダー紙の方が早く満栄することに加えて、すべてのアイボーイに菌糸が満栄したので、シュレッダー紙が適している。このことから、通気性の違いに注目するとダンボールの方が適していると言える。

また冠水の際の水の量の違いには明確な結果はえられなかった。その理由として、湿度管理が不十分だったことがあげられる。

### 5. 参考文献

家の光協会, 図解よくわかるきのこ栽培. 財団法人日本きのこセンター, 2004



# 放線菌の分離

## Separating actinomycetes

### 1. はじめに

抗生物質の多くを構成している菌を放線菌といい、主に土壌に生息し、私達の身近にも生息している。私達はこの放線菌に興味をもち、それらを培養して調べることにした。

### 2. 実験

- ①ニトロフミン酸 10 g を 100 mL 0.8%NaOH 水溶液に懸濁させ、105 °C で 10 分間加熱して溶解した。
- ②寒天 9 g, 水 500 mL と無機塩類を溶解した。
- ③①の液 10 mL を②の液に添加し、pH 7.2 に調節してオートクレーブにかけた。
- ④抗菌剤としてナリジクス酸 15 mg を 0.8%NaOH 水溶液 1 mL に溶解し、また、抗カビ剤として *p*-ヒドロキシ安息香酸メチル 50 mg を少量のメタノールに溶解した。
- ⑤④の 2 つの溶液と市販のビタミン剤 22.5 g を③に添加し、シャーレに広げ乾燥した。
- ⑥十分に乾燥させたグラウンドの土と肥沃な土をシャーレ 10 枚ずつにわけてまき、25 °C で数日間培養した。
- ⑦⑥でできた各コロニーを⑤のシャーレに培地を四分割してまき、そこにカバーガラスを数日間入れ、顕微鏡で観察した。
- ⑧大腸菌を培養する LB 培地 36 枚に大腸菌の入った 8 °C の液体培地をそれぞれ 200 μL ずつ入れ、25°C で保管した。
- ⑨水 800 mL, 寒天 16 g, LB 培地の粉 16g, 市販のスターチ 8 g を混ぜ、均一にするために液体が透明になるまで電子レンジで温め、121°C で 1 時間程オートクレーブにかけた後、培地 40 枚程に分けた。滅菌したつまようじで⑦の放線菌を培地に入れ、培養した。
- ⑩⑨の培地をくりぬき、残りの⑧の培地に植え、25°C で保管した。

### 3. 結果

本実験により、4 種の放線菌を発見し、これらの写真を撮影することができた。

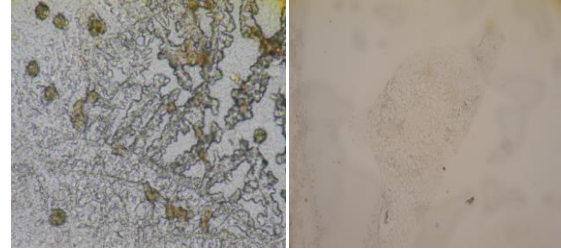


図 1. 分離した 2 種の放線菌写真

### 4. 考察

この培地は、ニトロフミン酸に含まれる腐植酸を主な栄養源としており、他の菌は生息しにくく、また乾燥および抗菌剤、抗カビ剤の効果により他の菌とカビのほとんどが死滅したと考えられる。よって培地にできたコロニーは放線菌であるといえる。また、写真の様子からも放線菌の特徴と一致していることからできたコロニーは放線菌である可能性が高い。

⑧～⑩の実験では、ほとんどの放線菌が増えたが、大腸菌を死滅させる様子は見られなかった。また、放線菌を大腸菌に対して置き方を変えると放線菌によって結果が違うことが分かった。

### 5. まとめ

本実験により、私達にも放線菌の分離が可能であることがわかった。しかし、今回は抗菌性の有無について、大腸菌でしか実験することが出来なかった。今後は見つけ出す放線菌の種類を増やすとともに、単離された放線菌を数種類の細菌に対して、その抗菌性の有無を調べていきたい。

### 6. 参考文献

- ・乙黒美彩ら、放線菌の分離と抗生物質の探索. 生物工学会誌. 2012, 第 90 巻第 8 号, pp.493-498.
- ・宮道慎二, 生物工学基礎講座—バイオよもやま話—: 不思議な生物, 放線菌. 生物工学会誌 2012, 第 90 巻第 1 号, p.32

# 廃材を用いたエノキの栽培と不凍タンパク質に関する研究

## Cultivation of mushroom on the shredder paper and research about anti-freeze protein

### 1. はじめに

エノキには不凍タンパク質といわれる、主に生体の凍結防止や氷の再結晶防止などの生物の生命維持に寄与するタンパク質が含まれている。市販のエノキよりも多くの不凍タンパク質を含むエノキの栽培方法を確立するために、一般におが粉を使うエノキの栽培方法ではなく、より安価なシュレッダー紙を使うエノキの栽培方法の確立を試みた。

### 2. 実験

実験 エノキの栽培

- ① PDA培地を作成し、細かく切ったエノキを静置した。また、エノキの菌糸を培養するときに、エノキの傘の下の部分と、エノキの石附の2~3 cm上の部分とでエノキの菌糸の成長率を比較した。
- ② 2~3日後、培地に菌糸が生えたのを目視で確認し、更紙シュレッダー紙180 g・米ぬか60 g・水360 gの割合で混ぜ合わせたシュレッダー培地に滅菌した薬さじを用いて、菌糸を接種し、インキュベータ内に静置した。
- ③ シュレッダー培地全体に菌糸が広がってから、大量の水を培地内に注ぎ、刺激を与えたのち、注いだ水を抜き、恒温室の中に子実体が形成されるまで静置した。

### 3. 結果と考察

エノキの菌糸の成長率を調べたところ、エノキの傘の下の部分を使うよりも、エノキの石附の2~3 cm上の部分を使うほうが効率よくエノキの菌糸を培養できることが分かった。また、菌糸瓶に菌糸が生えることはなかった。結果より、菌糸が菌糸瓶に生えなかったのは、菌糸瓶に培地を詰めすぎたなどの原因が考えられる。

表1 エノキの菌糸の成長率

	結果	割合
エノキの上部	10/20(枚)	50%
エノキの下部	7/10(枚)	70%

### 4. まとめ

エノキが育たなかった原因を考慮し、エノキの菌糸を作るときに使用するエノキの大きさをそろえ、菌糸を育成することができたが、菌糸瓶の過程でエノキの菌糸が正常に育たなかった。また水分の量が不足しているのでは、という考察から、水分の量を増やしたが、菌糸瓶で菌糸は育たなかった。

また、不凍タンパク質は水に溶かしたときの凝固点降下の変化によって、その存在を確かめることができるので、今後、不凍タンパク質の検出をする際は、凝固点の違いを利用していきたい。

### 5. 参考文献

下坂, 田口研究室, “キノコの分子育種・成長因子の解析・子実体誘導構造の解明”

<http://fiber.shinshu-u.ac.jp/taguchi/kenkyu/mushroom.html> (参照 2015.09.09)

株式会社カネカ, 毛笠秀昭. 食品の製造方法, 公告番号 WO2010134489 A1 2010.11.5

財団法人日本きのこセンター, 図解よくわかるきのこ栽培. 社団法人家の光協会, 2004, p.94-105.

2014 年度千里高校科学探究生物分野「シュレッダー紙を用いたエリンギの培養実験」



# アイスプラントの発芽率について

## Germination rate of the Ice Plant, *Mesembryanthemum crystallinum* L.

We researched the germination rate of the Ice Plant, *Mesembryanthemum crystallinum* L. according to its temperature of salinity the hydroponic culture and metal ions. We moved the germinated seeds to the hydroponic culture device and grew them. We researched whether they would make seeds after fertilization. In addition, we observed special cells called Bladder Cells.

### 1. はじめに

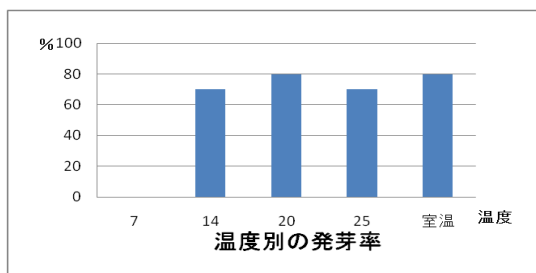
津波によって塩害の被害を受けた地域で作物を育てるのは難しい。そこで私たちはアイスプラントを植えると培地中の塩を吸って元の培地に戻り、吸塩性植物でない植物を育てることができるのではないかと考えた。

### 2. 実験

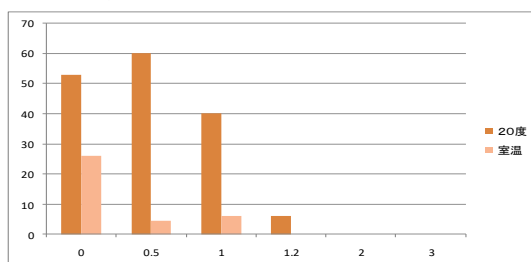
- A. 種子を水耕栽培器専用のスポンジに植え、培地を入れたトレイに浸した。
- B. Aの中で発芽したものを水耕栽培器に移した。培地には水に液体肥料、および食塩を加えたものを用いた。
- C. 発芽率は、条件を温度別・濃度別・金属イオン別で調べた。

### 3. 結果と考察

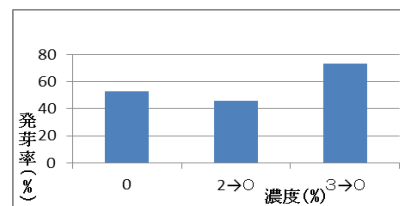
#### ① 温度別



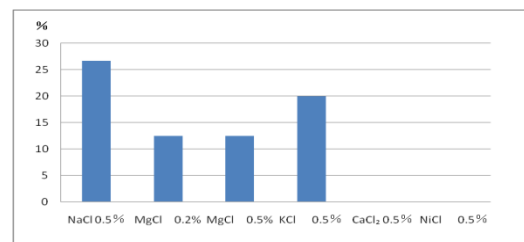
#### ② 20℃, 室温における塩分濃度別



#### ③ 塩分濃度を途中で変えたとき



#### ④ 金属イオン別



アイスプラントの発芽率が一番良いときは、0.5%で20℃で育てたとき。育つことのできるのは1.2%までの濃度であること。2.0および3.0%から0.0%にした時の発芽率が高くなったことなどがわかった。

### 4. まとめ

アイスプラントは14～30℃前後まで発芽することが可能であることが分かった。また今回はできなかったが、1.2～1.5%の間の何%が発芽する限界値なのかを調べたい。

### 5. 参考文献

- 木田幸男 津波により冠水した水田の塩害・除塩対策技術 <http://fukkou.soil-doctor.jp/> 2011年
- 岩手県立盛岡農業高等学校 盛農の岩手復興計画 <http://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/sidou/pdf/23z26.pdf> 2012年

# クマムシの性質

## Characteristics of water bears

### 1. はじめに

クマムシの最大の特徴は、乾燥することによって「樽型」に変化（乾眠）し、様々な耐性を示すことである。乾眠状態では高温や絶対零度、真空、超高压といった過酷な条件に耐えることができる。資料検索では乾眠状態に関するものは多く見つかったがクマムシの生態に関するものは少なかった。そこで、私たちは樽状態でないクマムシの生態について調べることを目的とした。

### 2. 実験方法

#### 実験1 クマムシの生息場所の調査

学校内、学校周辺のコケを採取し、そのコケの種類と、そこに生息するクマムシの種類と有無について調べた。

- 採取地点
- ① セミナーハウス付近
  - ② 学校前の道路
  - ③ 山田駅から学校までの道路
  - ④ 南千里駅から学校までの道路

#### 実験2 クマムシの光走性

採取したクマムシに5種類の光（赤、青、緑、黄、紫外線）をあてどのような反応をするか調べた。

#### 実験3 様々な水溶液に対する反応

市販の塩（NaCl）で作った水溶液と塩化カルシウム（CaCl<sub>2</sub>）で作った水溶液を用意した。様々な質量パーセント濃度（0.5%、1.0%、3.0%）のそれらの水溶液にクマムシを入れ、どのような反応をするか調べた。

### 3. 結果と考察

実験1 ①にはクマムシが見つからず、②、③、④にはクマムシが見つかった。特にあやめ橋付近のギンゴケに多く見つかった（表1）。

表1 コケの種類とクマムシの有無

	スギゴケ	ギンゴケ	スナゴケ	タチゴケ	ハイゴケ
①	—	—	—	—	—
②	—	++	—	+	—
③	—	++	+	—	—
④	—	—	+	+	—

—: 見つからなかった +: 見つかった  
++: たくさん見つかった

実験2 赤色、青色、緑色、黄色では光源遠くでは反応しなかったが、光源近くでは光源から遠ざかる反応を示した。紫外線では光源から遠くても逃げるような反応をみせた。

実験3 NaCl と CaCl<sub>2</sub> の反応を比べると NaClの方が早くクマムシが動かなくなった。また、濃度とクマムシが動かなくなった時間は反比例のようになった。

### 4. まとめ

クマムシは、一般に、どのようなところでも住むことができるといわれているが、実際には住んでいる場所といない場所があることが分かった。また、実験②からクマムシは負の走光性を持っており、その判断は光の強さによるものだと考えた。実験③よりクマムシは食塩、塩化カルシウム溶液では樽状態にならないと分かった。

### 5. 参考文献

- 鈴木忠, クマムシ?! 小さな怪物, 岩波書店, 2006.  
鈴木忠, クマムシを飼うには, 地人書館, 2008  
井上浩, フィールド図鑑コケ, 東海大学出版, 1986

# プロトプラストの効率的な作成方法の確立

## The establishment of efficient method to make protoplast

久保 みのり 樋尻 みづき 小川 さくら 浜中 さくら

### 1. はじめに

プロトプラストとは、植物細胞から細胞壁を取り除いて得られる球状の細胞である。異種のプロトプラストを融合することで雑種細胞が得られるが、成功頻度はごく低い。そこで、サンプルとなるプロトプラストの大量供給を確保するために、本実験ではプロトプラストを効率的に作成する方法を模索し、従来の方法と比較した。

### 2. 実験準備

材料：アロエ、パプリカ

器具：温度計、ウォーターバス、ピペット、スライドガラス、カバーガラス、計数板、スライドガラス、遠心分離機

薬品：細胞壁分解酵素液（甲南大学—プロトプラスト—迅速単離キット—）

### 3. 実験内容

(1)アロエ、パプリカを各 5~7 mm 四方に切り、1 mL の酵素液が入ったマイクロチューブに入れた。次に、37°Cのウォーターバスにて 30 分間湯煎した。その後、顕微鏡でプロトプラストの数量を調べた。

(2) (1)の実験方法をもとに A から D の条件について検討を行った。

A（アロエ）：湯煎時間を 10 分、20 分、30 分で比較。

B（パプリカ）：湯煎温度を 37°C、65°C で比較。

C（パプリカ）：湯煎中にマイクロチューブを追加で振った。激しく振るものと、マイクロチューブ全体に酵素液がいきわたるようにやさしく振るものとで比較。

D（パプリカ）：湯煎後にプロトプラストの入ったマイクロチューブを遠心分離機にかけ、遠心

分離を行うものと行わないもので比較。（遠心分離とは遠心力を用いて、マイクロチューブの先端にプロトプラストを集める作業である）

### 4. 結果

A：10 分ではプロトプラストは確認できなかった。20、30 分では少なくとも 1 個以上できた。

B：37°Cではプロトプラストが少なくとも 1 個以上はできたが 65°Cでは確認できなかった。

C：激しく振ったときは確認できなかった。優しく振ったときはプロトプラストが少なくとも 1 個以上できた。

D：遠心分離を行わなかったときは 1~2 個できたが、行ったときは 10 個以上できた。

### 5. 考察とまとめ

プロトプラストの効率的な作成方法は、37°Cで 20 分湯煎し、サンプルに酵素液が行き渡るよう優しく振り、その後遠心分離する方法だった。よって、我々はプロトプラスト作成において、より作業を簡略する方法を確立した。

### 6. 参考文献

1) 田中研究室, 甲南大学バイオテクノロジー教材開発チーム“タナケン - 植物生理学研究室 - プロトプラスト—迅速単離キットの使い方—”

2) 古川仁朗ほか, 図解, 植物バイオテクノロジー, 実教出版, 2013, p151, p153.

3) 2012 年度プロトプラスト班, プロトプラストにおける効率的な融合法の研究

4) 2014 年度プロトプラスト班, 融合した細胞の培養法確立の研究

# 食酢のもつ抗菌作用について Antibacterial Action of Vinegar

## 1. はじめに

私たちは、身近にある食品が持つ抗菌作用に興味を持ち、その中でも食酢に着目した。しかし、調理していく中で原液のまま使用することは少ないと考え、減菌脱イオン水で薄めた食酢を用い大腸菌K-12株に対してどのような影響を与えるかを調べた。

## 2. 実験

LB寒天培地（20 g /LのLBと、15 g /Lの寒天）に大腸菌をまいた後、水と食酢を5:5・6:4・7:3・8:2・9:1の割合で希釈したものを塗ったシャーレを三枚ずつ用意した。恒温庫で37°Cを保ち24時間培養し、結果を確認した。

## 3. 結果

以下の判定基準を用いて、各条件における生育状況を表1にまとめた。また、そのときの生育の様子を写真を図1として掲載した。なお、各条件の実験は3連で行い、①②③で示している。

シャーレの表面積に対し、  
○→コロニーが全体の1/3以上  
△→コロニーが全体の1/3以下  
×→コロニーが全く発生していない

表1 各種培養条件化での大腸菌生育状況

水:酢	①	②	③
酢なし	○	○	○
9:1	△	△	○
8:2	×	△	○
7:3	×	×	○
6:4	×	×	×
5:5	×	×	×

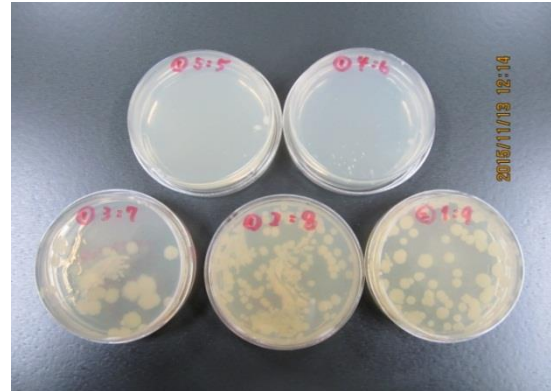


図1 各種培養条件化での大腸菌生育状況

「水：酢」の割合は次の通り。上段左「5：5」、上段右「6：4」、下段左「7：3」、下段中央「8：2」、下段右「9：1」

## 4. 考察

水：酢が6:4の割合までは増殖しないことがわかった。7:3・8:2・9:1の割合では結果に差があった。差が出た理由として、大腸菌が完全に乾く前に食酢をまいたこと、また恒温庫でのシャーレの配置が違ったためだと考える。

## 5. まとめ

酢のものなどに使用する合わせ酢の代表的な「三杯酢」、「二杯酢」、「土佐酢」での食酢の占めている割合が4割以上だということが判明。これより、抗菌作用を示す可能性が大いに期待できる。

## 6. 参考文献

- 1) 内藤初枝「生食用野菜や調理具の洗浄・殺菌におよぼす食酢の効果について」静岡県立大学特別報告書, 2000.
- 2) 円谷悦造, 浅井美都, 辻畑茂朝, 塚本義則, 太田美智男「腸管出血性大腸菌 O157:H7 をはじめとする食中毒に対する食酢の抗菌作用 (その 1) 性菌作用および殺菌作用」1997, vol71, No.5.

# 少量で作るビスマス結晶

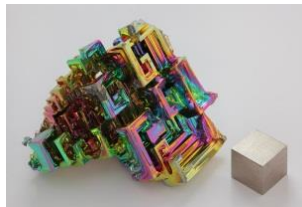
## Bismuth Crystals Made with a Small Scale

We researched the method of making bismuth crystals. By the documents which we referred to; we need a pan to make bismuth crystals. However this method needs a large amount of bismuth. So we tried to come up with a method to make large and beautiful crystals, with a small amount of bismuth.

### 1. はじめに

ビスマスは、融解させ静かに冷却させると酸化膜による多彩な着色，特徴的な形状を持つ美しい結晶になる。

私たちは、大きく美しいビスマス結晶の作成を試みたが、調べた作り方では、ビスマス結晶の生成に多量の素材が必要となるため、少量でビスマス結晶を作る方法を考えた。



次に、成功率を高めるため、

- 1：針金を冷やしてから入れる
- 2：針金をるつぼの端に入れるときと、中央に入れるときとで比較するという方法を試した。

その結果、大きな変化は見られなかった。

### 2. 実験と結果

[実験]

- 手順1 るつぼに 150 g のビスマスチップを入れて、熱した。
- 手順2 4~5分経ったら 150秒かけて5回膜を取った。
- 手順3 火を消して、るつぼを下ろし、一度膜をとってから針金を入れた。
- 手順4 様子を観察しつつ、約4分で針金を引き上げた。



[結果]

この手順で実験を5回行った結果、2回成功し、3回失敗した。

### 3. 考察

結果より、るつぼの底でビスマス結晶が出来る始めるポイントに適切に針金を入れなければ、結晶を取り出すことは難しいことがわかった。また、原料となるビスマスチップにも良、不良があるため、材料の質に合わせて加熱する時間等を加減する必要があると思われる。

### 4. まとめ

現段階では、この方法でビスマス結晶を作ることができる確率は低いので、成功したときと失敗したときの条件の差を見極め、どこを改良していくかを課題に今後研究していきたい。

### 5. 参考文献

- 1) セオドア・グレイ, 若林文高監修, 世界で一番詳しい元素図鑑, 創元社, 2010.
- 2) 山口大学工学部学術資料展示館  
[http://www.msoc.eng.yamaguchi-u.ac.jp/collectio n/element\\_18.php](http://www.msoc.eng.yamaguchi-u.ac.jp/collectio n/element_18.php)

# 酸性雨の研究 Research of Acid Rain

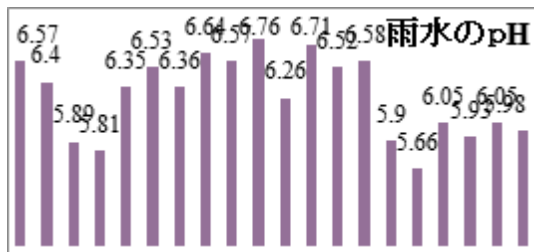
長谷川 葵衣 杉本 美空 松岡 那央子

## 1. はじめに

私たちは、近年問題になっている酸性雨が植物の成長にどのような影響を与えるのかと興味を持ち、調べることにした。

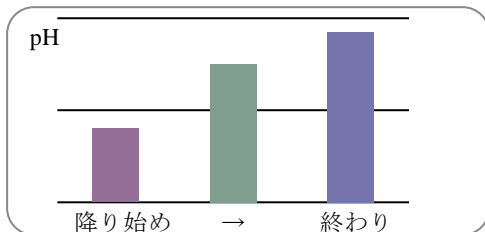
## 2. 研究1 酸性雨の観測

①6月9日から12月24日まで、雨が降るたびに雨水を採取し、そのpHを調べた。



結果、pH5.6を下回る雨は観測できなかった。

②降り始めの雨を1時間ごとに採取した。



結果、降り始めの雨はpHが低く、降り終わりに近づくとつれpHが高くなった。

## 3. 研究2 酸性雨の植物に与える影響

### ①カイワレの発芽率

本物の酸性雨が採取できなかったため、参考文献2にある方法で人工酸性雨を作成し、人工酸性雨と実際に採取した雨、純水の三種類の水でカイワレの種を40個ずつ育てた。

	発芽数	発芽率
純水	14	35%
人工酸性雨	16	40%
雨水	18	45%

結果、大きな差は出なかった。

### ②カイワレの成長率

実験①で用いた3種類の水を使い、カイワレの苗の成長を調べた。



結果、人工酸性雨で育てたカイワレの成長が一番遅く、枯れるのが早かった。

## 4. 考察

研究2-②の人工酸性雨で育てたカイワレのみ根が腐っていたことから、酸性雨により植物が枯れるのは、植物が酸性雨を根から吸収するため、根が腐って養分をうまく吸い込めなくなるからと考えられる。

## 5. まとめ

この研究をすすめるに当たって一番苦労したことは、雨水の採取である。気象庁の観測のような定期的で正確な値が取れなかった。降り始めの雨を自動的に1時間ごとに採取できる装置などを工夫できれば、より精度の高い研究ができると思われる。

## 6. 参考文献

- 1) 石原正仁, 津田俊隆, 最先端の気象観測, 東京堂出版, 2012.
- 2) 細野達夫, 野内勇, ハツカダイコン, ホウレンソウおよびインゲンマメの成長に及ぼす人工酸性雨の影響, 大気汚染学会誌, 27, 111-121. 1991.
- 3) 日本気象協会  
<http://www.tenki.jp/forecast/6/30/6200/27205.html>

# 恐竜の歩行速度の考察

## Walking Speed of Dinosaurs

### 1. はじめに

私たちは、最近の映画などでよく描かれる恐竜は実際のどのぐらいの速さで走っていたのか気になり調べることにした。

### 2. 実験方法

現代の動物(人間)の歩幅と歩行速度の関係から恐竜の歩行速度を求める。

- ① 人の歩幅と脚の長さから相対歩幅(=歩幅/脚の長さ)を求める。
- ② 歩行速度と脚の長さから無次元速度(=速度/(脚の長さ×重力加速度)<sup>0.5</sup>)を求める。
- ③ 以上のことを複数の人間から得た測定値で行う。
- ④ 求めた数値(相対歩幅と無次元速度)の関係をグラフにする。
- ⑤ 恐竜の足跡などの化石から恐竜の歩幅と脚の長さを読み取る。
- ⑥ 恐竜の相対歩幅を求める。
- ⑦ ③で作成したグラフから、相当する無次元速度をよみとり、実際の速度に直す。

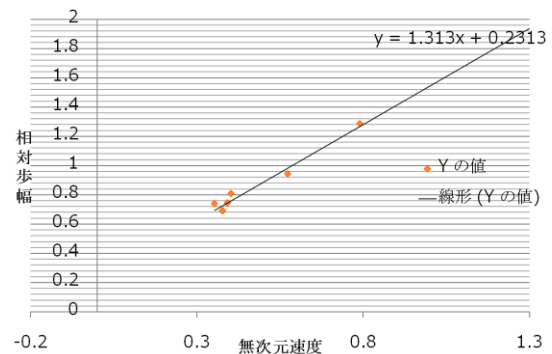
### 3. 資料収集

大阪自然史博物館、福井県立恐竜博物館には歩幅のわかる恐竜の化石がなかったので、参考文献2の論文の中のチンタオサウルスの測定値を引用させていただいた。

なお、福井県立恐竜博物館の園田哲平先生に、資料に関するご助言をいただきました。ありがとうございました。

### 4. 結果と考察

	H	B	S	I	N	恐竜
脚長(m)	1.05	0.97	0.94	1.02	1.06	1.84
歩幅(m)	1.52	1.31	1.36	1.37	1.31	1.43
相対歩幅	0.691	0.740	0.691	0.745	0.809	1.287
無次元速度	0.377	0.353	0.378	0.392	0.403	?



恐竜(チンタオサウルス)の歩行速度は時速 19.67 km だった。

### 5. まとめ

人の走る速度が時速約 16 km なので歩いてる恐竜から走って逃げても追いつかれる。

### 6. 参考文献

- 1) 廣川春香・久田建一郎：恐竜を用いた科学教育プログラムの開発 2005 年
- 2) 慶應義塾高等学校3年スーパーサイエンスII 地球科学：恐竜足跡化石から復元した恐竜の姿 2005 年
- 3) 恐竜とは [www.dino.or.jp/dino\\_m/dino01.html](http://www.dino.or.jp/dino_m/dino01.html)



# 緊張を和らげる方法

## How to Soften Strain

### 1. はじめに

私たちは、部活の試合などで緊張し持っている力を100%出すことができないという話を耳にした。そこで、少しでも緊張を和らげる方法がないかと思い、検証をおこなうことにした。

### 2. 実験

経験者と未経験者で種目の結果にはっきりと差が出る種目と、比較的一度は経験したことがある人が多い種目で実験結果に差が出るかどうかを調べるために、リフティングと縄跳びを用いて実験を行った。

<リフティング>

サッカー部11人に（リフティング経験者、運動部）1回を30秒として3回リフティングを行ってもらい、その平均を今回の実験において各被験者の基準値とした。

後日被験者らを3つのグループに分け、女子約10人に観戦されるというプレッシャーを与えた後、1回リフティングを行ってもらった。

<縄跳び>

フォークソング部6人（文化部）にリフティングと同じ要領で縄跳びを行ってもらい、基準値を求めた。また別日にリフティングと同様被験者らを3つのグループに分け、約20人に観戦されるというプレッシャーを与えて1回縄跳びを行ってもらった。

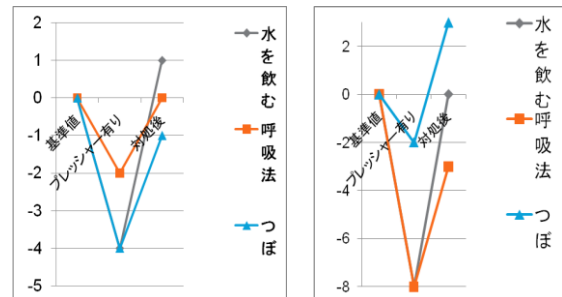
その後、それぞれの種目で、①冷たい水を飲む、②呼吸法（腹式呼吸による深呼吸を行い、その後筋肉弛緩法と呼ばれる屈伸運動や、伸びなどを行うもの）を行う、③つぼ（左手中央に存在する労宮と呼ばれるもの）をおす、という3つの緊張を和らげられるとされている方法を行ってから再び測定し、結果にどのような変化が表れるかを調べた。

プレッシャーがかかっているかどうかは種

目後に各被験者にアンケートをとり、その回答で判断するとした。

### 3. 結果と考察

被験者全員が何らかのかたちで緊張していたとアンケートで回答した。



左がリフティング、右が縄跳びの結果のグラフである。どちらの種目でも3つの方法のすべてに効果が見られたが、1番効果があったのは冷たい水を飲むという方法であった。

### 4. 考察

冷たい水を飲むことによって副交感神経が刺激されると、緊張が和らぎ落ち着いたパフォーマンスができるという仮説のもと実験にこの方法を用いたが、これは正しいということが分かった。呼吸法については、深呼吸だけを行うときよりも効果があると考えて実験に用いたが、水を飲むことよりは結果の上がり幅が小さかったことから、腹式呼吸の後の運動を増やせばさらなる効果が期待できるのではないかと考えた。また、つぼは他の場所にも存在するので、今後検証していきたい。

### 5. 参考文献

北澤, 大神, 河上, 大阪府千里高等学校 47 期 科学探究.

<http://www.deodor.co.jp/kaori/effect.html>

<http://www.fuanclinic.com/byouki/agari1d.h>



# 筋トレダイエット Muscular Workout Diet

I'm very interested in diet as everyone think they want to become slim and beautiful body.I experimented how to reduce weight by muscle training. For this experiment, I had 5 boys and 5 girls from sport clubs and culture clubs do several trainings for 3 weeks.

## 1. はじめに

私はダイエットにとっても興味をもっていた。なぜなら、女子なら誰もが思うように、痩せて、キレイな体になりたいからだ。

中間発表で筋トレ・ジョギング・炭水化物抜き・朝食バナナ・水泳の5つに分けて実験した。その結果、筋トレが最も手軽に痩せることができ、大人数の人に実験を協力してもらえると考え、今回は筋トレに絞って実験した。

## 2. 実験

筋トレの中でもダイエット効果がある体幹に着目し、運動部・文化部、男女各5人ずつに分け、3週間の間毎日行ってもらい、朝起きて、トイレに行った後に体重を測ってもらった。食事の量をそろえると、それによって体重の増減があると考え、毎日の食事量はいつも通りにしてもらった。

運動部の男子は、いつも家で筋トレをしている、痩せたくないという意見が多かったため、人が集まらず実験を行っていない。

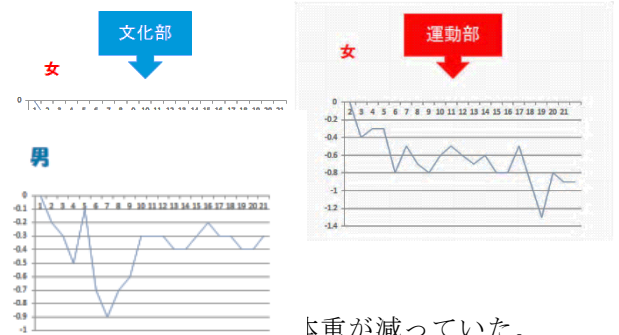
体幹のメニューは運動部・文化部同じ

- \*正面の体幹 20秒×3セット
- \*横向きの体幹 左右20秒ずつ
- \*腹筋 50回

であった。

## 3. 結果と考察

運動部・文化部の実験結果を次に示す。



体重が減っていた。

これは、テストや修学旅行明けの期間だったため、部活動による減量も考えられる。一方文化部は男女ともにある程度下がった後、一定の体重になっていた。体重が減る人もいる中、増える人もいたため平均でとるとあまり体重に変化がみられなかった。

## 4. まとめ

文化部の体重(平均)には、あまり変化がみられなかった。筋トレで痩せるためにはもう少しきつめの方法で実験したほうが良い。また、両者の実験環境をそろえる事、運動部男子の実験結果がえられなかった事を今後の課題にしていきたい。

## 5. 参考文献

[http://eonet.jp/health/special/special71\\_1.html](http://eonet.jp/health/special/special71_1.html)

<http://dietbook.biz/taikandiet-3261.html>

# 筋力と走力の関係

## Relationship between muscle power and running ability

### 1. はじめに

足が速い人と遅い人の違いに興味を持ち調べた。

### 2. 実験

#### 実験①

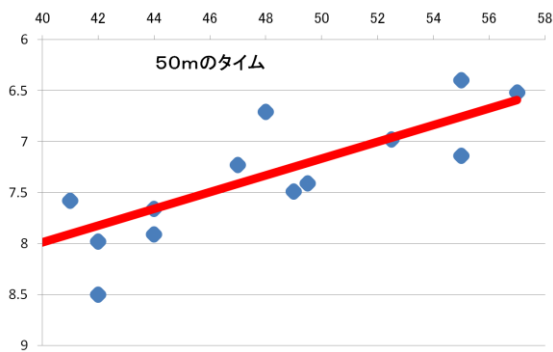
被験者名に50 m走と垂直跳びをしてもらい、その関係を調べた。

#### 実験②

グループA、Bを作り、Aには筋力トレーニングを行ってもらい、Bには垂直跳びの練習をもらった。筋力トレーニングの内容は、ジャンプスクワット50回、ランジ50回、カーフレイズ50回を週3回行った。垂直跳びの練習は、20回を週3回行った。

### 3. 結果と考察

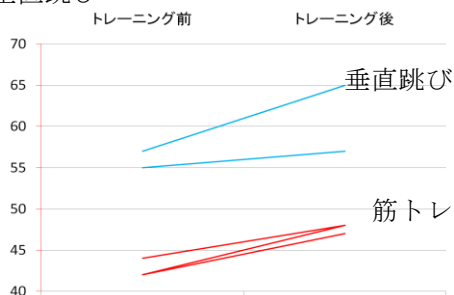
#### 実験①



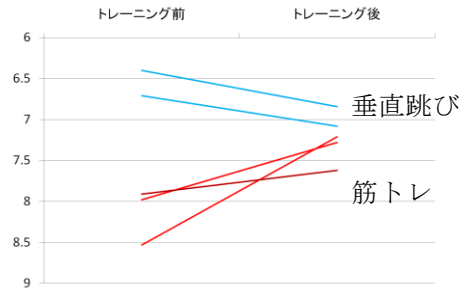
50 m のタイムと垂直跳びは比例した。

#### 実験②

##### ・垂直跳び



##### ・50 m 走



筋トレグループは、皆50 mのタイムが縮んだ。筋トレにより筋力が向上したからだと考えられる。

垂直跳びグループは、50 mのタイムが伸びなかった。これは「垂直跳び」という動作は上達したが、筋力自体はあまり変化していないからだと考える。

### 4. まとめ

足の速い人は垂直跳びも高く跳ぶことができることと分かり、筋トレをすることによって50 mのタイムが伸びることも分かった。走るときのフォームの違いによる差については調べられなかったため、違いによる差を明確にする方法などを考え出したい。

# リズムが身体に与える影響

## The influence that rhythm gives to a body

### 1. はじめに

アスリートが音楽を聴いてから試合に臨むのは、ただリラックスするためだけなのか、それとも音楽を聴くことは身体に何か影響をおよぼすのかどうかということが気になったので調べた。

### 2. 実験

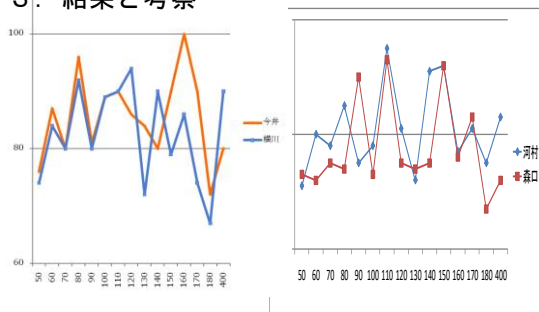
- ・被験者の跳ぶ前と跳んだ後の心拍数を測定  
→前：90，後：140
  - ・4人で縄跳びを30秒間跳んだ回数を測定した。
  - ・音楽を聴きながら同じように測定した。
  - ・様々なBPMを聴きながら合計15回測定した。
  - ・平均値を出せるようにするため3回跳んだ。
  - ・慣れが生じないように30分の期間をあけた。
- 縄跳びが多く跳べたら能力発揮できたものとする。この方法を用いて能力の発揮できるリズムを調べることにした。

#### BPM

50 → 130 → 60 → 170 →  
70 → 180 → 400 → 80 →  
90 → 140 → 110 → 150 →  
160 → 100 → 120

の順番に跳んだ。

### 3. 結果と考察



今井，横川はそれぞれBPM80，110，140のとき，河村，森口はそれぞれBPM90，110，150のとき回数が多く跳べた。

今回の実験では前回よりもBPMの種類を多くし，1つのBPMにつき複数回跳んだことで，

前回より正確な値を得ることができ，BPM 90前後，140前後に多く跳べることがわかった。したがって，音楽は体に影響を及ぼし，心拍数に近い速さの音楽を聴くと身体能力が向上する。

### 4. まとめ

音楽は体に影響を及ぼし，心拍数に近い速さの音楽を聴くと身体能力が向上する。

### 5. 参考文献

<http://1rhythm.fc2web.com/rhythm3.htm>