

クルクミン色素除去における使用洗剤とその効果の検討について

神奈川県立厚木高等学校
2年 H組 1班 (β)

1. 背景

近年SDGs、カーボンニュートラルなど環境に対する言葉がよく聞かれるようになり、社会全体に環境意識が広まっている。様々な環境問題が挙げられてきた中で、その一つとして、界面活性剤が及ぼす環境への影響が問題視されている。界面活性剤は主に合成洗剤に含まれており、普段から用いられていることが多い。海に流れ出ると、界面活性剤の非分解性と毒性により、その生態系が壊されるということになり、深刻な環境問題となっている。

2. 目的

洗剤の使用は生活に不可欠。しかし環境への影響も大きい。そのため、環境への害がなく汚れを落とす方法を選定する必要がある。

3. 仮説

(1)根拠となる先行研究・原理等

【汚れの構造】汚れは大きく分けて4つに分類することができ、それに応じて落とし方が異なる。

- ・油性汚れ: 皮脂、排気ガス、食べこぼし
- ・不溶性汚れ: 砂、ほこり、鉄粉
- ・水溶性汚れ: 果汁、飲食物、汗汚れ
- ・特殊汚れ: 食品のでんぷん、血液汚れ、カビ

【カレー汚れの成分】

- ・クルクミン(ウコンの黄色色素): 水に難溶性、可視光や紫外線に弱く分解されやすい。
- ・油性汚れ(肉など): 普段は界面活性剤が用いられるが、環境への影響が大きいので不可。
油汚れは酸性なのでアルカリ性で中和することができる。
- ・水溶性汚れ(食材): 水ですすぎ、繊維の奥に染みこませないために、こすらず叩く。

(2)仮説

アルカリ性で環境に無害な重曹を用いて洗い、太陽光に当てて乾燥させた時、最も洗浄効果が得られる。

4. 方法

(1)実験材料

制服であるYシャツを10 cm四方に切り取った布12枚、カレールウ(レトルト)、水、洗濯用洗剤、食器用洗剤、重曹、虫刺され薬、酢

(重曹と虫刺され薬はアルカリ性、酢は酸性で対照実験をするため。重曹など他のものの効能が洗剤と同等程度にあるのかどうかを調べるために洗剤での実験も行う。)

(2)手順

1. 10 cm四方に切った布にカレールウを付着させる。
2. シミ汚れが付いた布は、水、洗濯用洗剤、食器用洗剤、重曹、虫刺され薬、酢のそれぞれで2枚ずつ、合計12枚洗浄する。また、洗浄する際に50回程度叩く。
3. 洗浄した布を各種類片方は太陽光のもとで乾燥させ、もう一方は日光に当てず屋内で乾燥させる。(日光と屋内とで対照実験としている。)

- 4.段ボール箱を使って光を断つことができる装置を作り、同じ条件下で12枚それぞれの布の写真を撮る。
- 5.撮影した布を色しらべというアプリを用いてそれぞれのRGB値を測定する。RGB値とはR:赤、G:緑、B:青の光の3原色から構成される色の表現方法である。これを測定し比べることで汚れの程度及び、洗浄効果が得られる。
- 6.測定されたRGB値を比べる上で空間ベクトルの考え方を利用する。もとの布のRGB値を原点と考え、測定したRGB値を3次元の空間座標にあてはめ、原点と測定座標の2点間の距離を出す。その距離が最も小さいものが元の布に近いということになるので、最も洗浄効果が得られたと考えることができる。

5. 結果

すべての数値を測定し、距離を出したが、相関関係は見られなかった。しかし目視による判定では色が落ちた順に次のようになった。洗濯用洗剤&日光、食器用洗剤&日光、水&日光、重曹&日光、酢&日光、虫刺され薬&日光、洗濯用洗剤&日陰、食器用洗剤&日陰、重曹&日陰、水&日陰、酢&日陰、虫刺され薬&日陰。用いた写真はこの順に以下の通り。



図1 洗濯用洗剤&日光

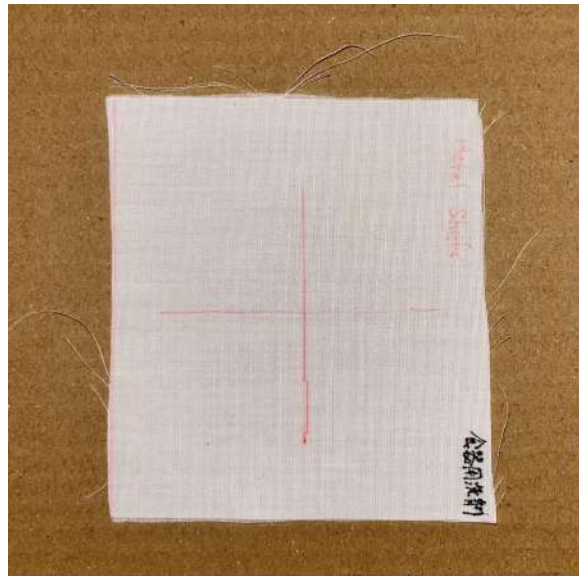


図2 食器用洗剤&日光

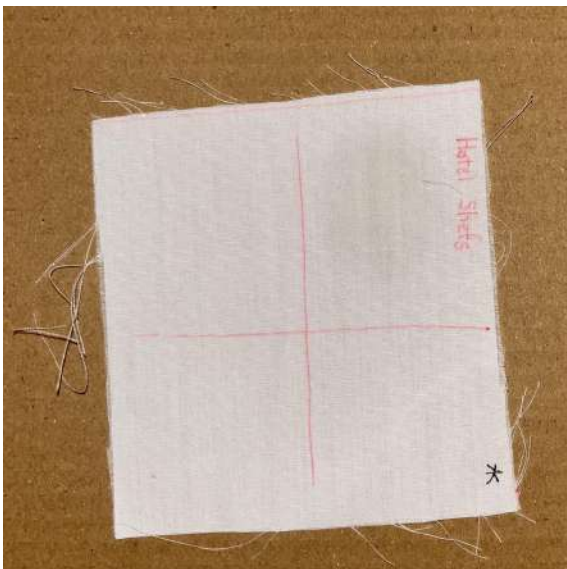


図3 水&日光

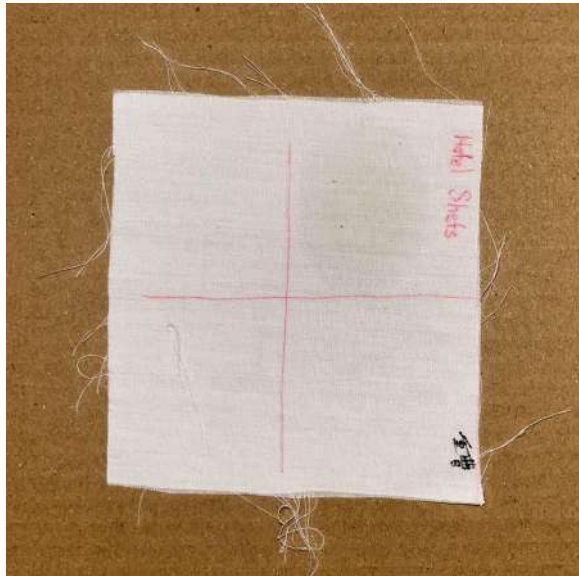


図4 重曹

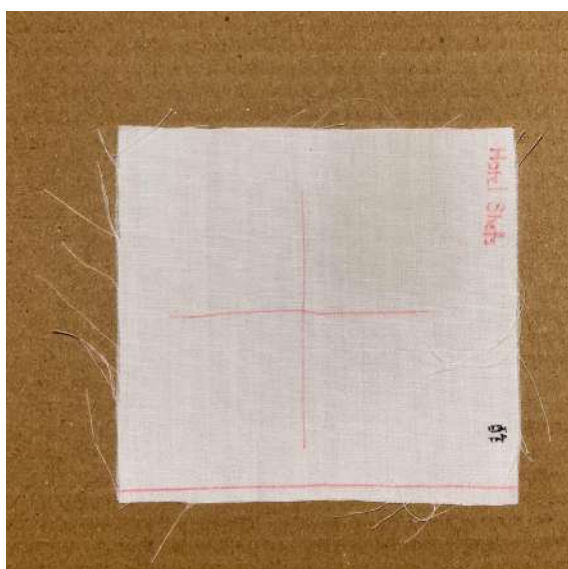


図5 酢&日光

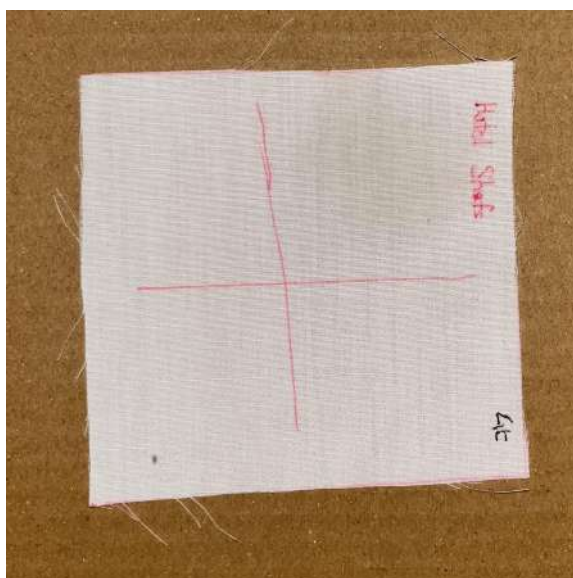


図6 虫刺され薬&日光



図7 洗濯用洗剤&日陰

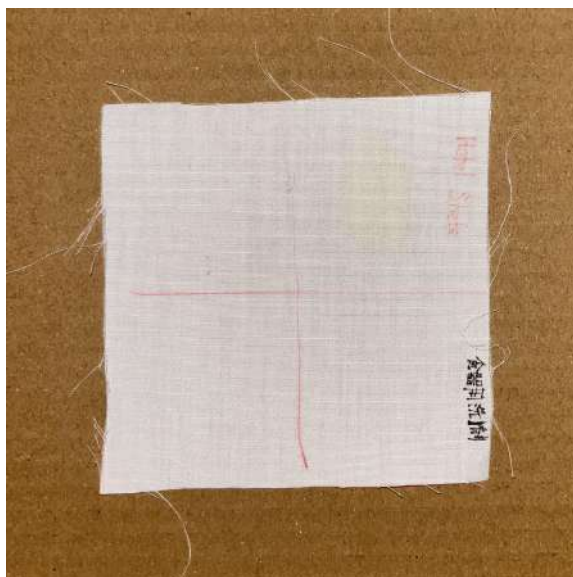


図8 食器用洗剤&日陰



図9 重曹&日陰

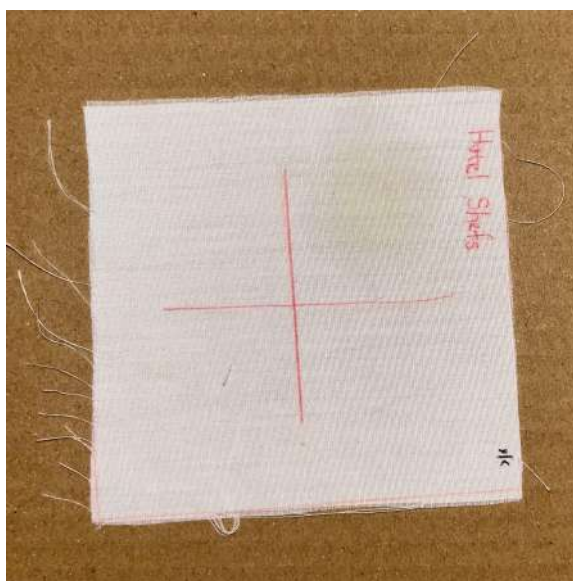


図10 水&日陰

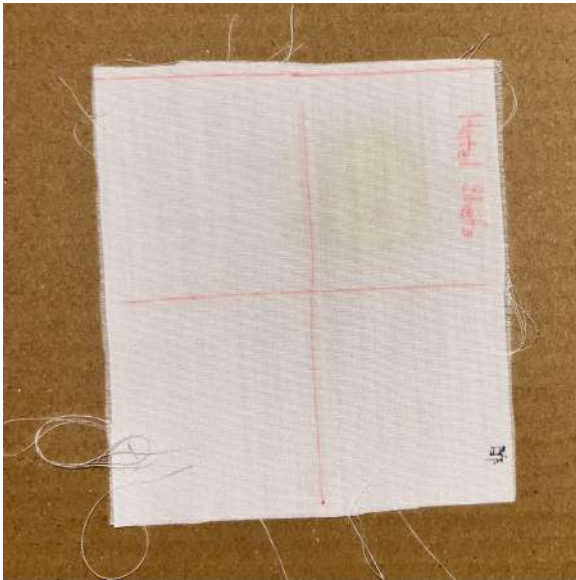


図11 酢&日陰

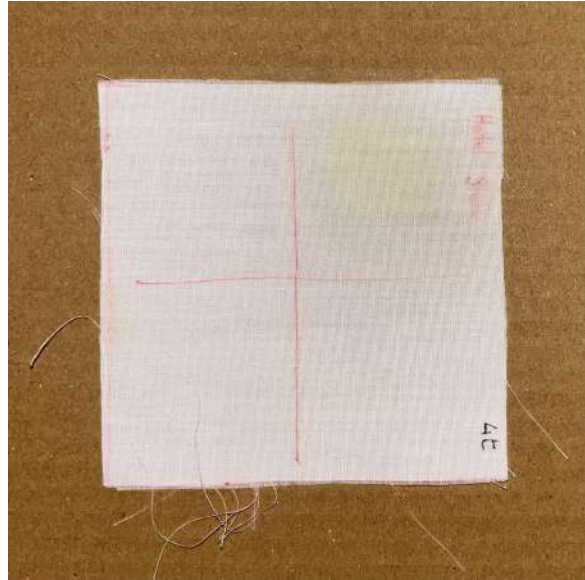


図12 虫刺され薬&日陰

6. 考察

先行研究の内容から、合わせて考えて試行したため、大きく見たときに仮定と似た結果となった。また、RGB値を用いた測定がうまくいかなかったことは、布に付着させ、洗浄、乾燥させてから色の測定までの期間が空いてしまったことが原因だと考えられる。

7. 結論

目視による判定の結果では、太陽光(紫外線)をあてた布はすべての布で色が落ちた。また、今回の実験の趣旨から、洗剤は除いて、ほとんど色の違いは見られなかった。したがって、太陽光(紫外線)によるクルクミン色素除去には洗浄効果があり、そのほかの洗浄成分の洗浄効果は得られなかった。

8. 参考文献

「界面活性剤-生活の知恵」

<https://www.natural-coco.jp/life/seikatsu/2008/05/post-2.html>

「衣服の汚れにはどんな種類がある？-ダイヤクリーニング」

<https://diacleaning.com/blog>

「クルクミン-Wikipedia」

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

「『酸性の汚れ』ってどんな汚れ？-家事ネタ」

<https://www.sanikleen.co.jp/kajiraku/blog/2775>

「【種類別】おうちでできるシミ抜き方法-フランス屋」

<https://www.franceya-shop.jp/column/cleaning/remove-stains#:~:text>

「重曹・クエン酸で地球に優しいお掃除-木曽路物産」

https://www.kisojibussan.co.jp/natural_cleaning/

「ペイントのRGB値について-Nec-lavie」

<https://faq.nec-lavie.jp/qasearch/1007/app/servlet/relatedqa?QID=017194#:~:text>

「色 (Color) 計測について-CHINO」

https://www.chino.co.jp/support/technique/analyzer_index/technical_color_1/

ニンジンから抽出されたエキスを含む日焼け止めの有用性

神奈川県立厚木高等学校
2年 H組 2班(β)

1. 背景

先輩方のジャガイモ由来の環境にやさしい防虫剤の研究を受け、同じく環境にやさしい自然由来の日焼け止めを作ろうと考えた。

2. 目的

環境そして肌にやさしい日焼け止め作りに寄与すること。

3. 仮説

(1)根拠となる先行研究・原理等

□紫外線

地表に届く光の中で最も波長の短いものであり、波長の違いによって「UVA」＝紫外線A波、「UVB」＝紫外線B波、「UVC」＝紫外線C波、の3種類に分類される。

□バナナ

バナナの皮は紫外線によって日焼けをするが、太陽光の下では大きな変化は見られない。

→UV-Cはオゾン層により吸収されほとんど地表に達することはないため、太陽光照射でバナナの果皮が茶褐色になるのは、地表に届いているUV-AとUV-Bの作用であると言える。

□日焼け止め

日焼け止めの主成分

- ①水や油などのベース(基材)
- ②紫外線吸収剤(これが含まれていないものは「ノンケミカル」と呼ばれる)
- ③紫外線散乱剤
- ④保湿成分などのその他添加剤

□βカロテン

β-カロテンなどのカロテノイドは代表的な抗酸化成分である。野菜などの植物の色素成分であり、色の濃い野菜ほどたくさん含まれている。また、常に日光に当たっている植物を紫外線から守る成分のため、強い抗酸化力をもつと言われている。

【多く含まれる食品:人参、トマト、ほうれん草、かぼちゃなど】

(2)仮説

βカロテンを成分として含むニンジンから抽出されたエキスを含んだ日焼け止めには、人の肌に見立てたバナナの日焼けを防ぐ効果がある。

4. 方法

(1) 実験材料

○バナナ(フィリピン産)

○市販の日焼け止め

○自作の日焼け止め

(材料 油分)

・ニンジン 小さじ1(5g)

・ホホバオイル 小さじ1(5g)

(材料 水分)

・グリセリン 小さじ1(5g)

・精製水 30ml

(材料 粉)

・超微粒子二酸化チタン(油溶性) 2g(小さじ2)

・超微粒子酸化亜鉛(アミノ酸) 2g(小さじ½)

○クリーンベンチ(殺菌灯)

(2) 手順

①日焼け止めを作る。



②日焼け止めをバナナに塗布する。

このとき、日焼け止めを塗ったものと塗っていないものを用意する。

③バナナをクリーンベンチ(殺菌灯)に設置する。



④時間ごとのバナナの色の変化を写真撮影をしながら観察し、考察をまとめる。

5. 結果

以下のすべての実験において、バナナは左から①、②、③する。

①7/13(水)~7/16(土)の実験

UV照射前

- ①日焼け止めを上半分に塗布したバナナ
- ②日焼け止めを下半分に塗布したバナナ
- ③何も塗布していないバナナ



3日後

- ①日焼け止めに塗布していない下半分が茶色に変化している
- ②日焼け止めに塗布していない上半分が茶色に変化している
(①よりも変化が大きい)
- ③全体的に茶色に変化している



⇒市販の日焼け止めはクリーンベンチによるバナナへのダメージを軽減していると考えられる。

⇒次の実験ではニンジンを含んだ自作の日焼け止めを用いて実験する。

⇒消毒が難しいためクリーンベンチの使用は不可、殺菌灯を用いる。

②10/18(火)~10/21(金)の実験

UV照射前

- ①日焼け止め(ニンジン5g)を塗布したバナナ
- ②日焼け止め(ニンジン10g)を塗布したバナナ
- ③日焼け止め(ニンジン15g)を塗布したバナナ



3日後

- ①真ん中あたりが茶色になった
- ②真ん中から先にかけて少し茶色になった
- ③全体的に少し茶色になった



⇒目視で見てもわかるように、明らかに**①**の結果とは色の変化の度合いが異なる。

⇒消毒済みトレイを使用して再びクリーンベンチでの実験を試みる。

また先生のアドバイスより、色の比較をしやすいうように、同じバナナの個体の中で3つに区分して塗布する。

③10/26(木)～10/29(土)の実験

UV照射前

①上:市販の日焼け止め／真ん中:なし／下:日焼け止め(ニンジン5g)を塗布したバナナ

② ①に同じ

③ ①に同じ



3日後

①上:全体的に濃い茶色／真ん中:全体的に薄い茶色／下:全体的に濃い茶色 に変化した

②上:全体的に濃い茶色／真ん中:全体的に薄い茶色／下:全体的に薄い茶色 に変化した

③上:大部分が濃い茶色／真ん中:ほとんど変化なし／下:一部分が濃い茶色。 に変化した



⇒**②**と同様**①**とは色の変化の仕方が異なったように見える。

バナナの変化の色解析

ダンボール内で、均等に蛍光灯を照らした状態で写真を撮影した**③**の写真で解析。

このとき、各部分(①,②,③)の中心における色を解析するものとする。

使用したアプリケーション → “色しらべ”

(リンク)

<https://apps.apple.com/jp/app/%E8%89%B2%E3%81%97%E3%82%89%E3%81%B9-%E3%82%AB%E3%83%A1%E3%83%A9%E3%81%A7%E8%89%B2%E3%81%AE%E6%83%85%E5%A0%B1%E3%82%92%E6%8A%BD%E5%87%BA-%E9%85%8D%E8%89%B2%E3%81%AE%E8%A7%A3%E6%9E%90/id1160206848>

▽光の三原色による解析(表1)

	バナナ①	バナナ②	バナナ③
上(市販)	R:88 G:79 B:80	R:84 G:78 B:78	R:89 G:80 B:85
真ん中(なし)	R:135 G:123 B:81	R:132 G:121 B:93	R:171 G:158 B:124
下(手作り)	R:78 G:69 B:62	R:131 G:113 B:63	R:114 G:98 B:81

▽合計値による解析(表2)

	バナナ①	バナナ②	バナナ③	平均
上(市販)	247	240	254	247
真ん中(なし)	339	346	453	379.3
下(手作り)	209	307	293	269.7

⇒先行研究(参考文献(8))より、光においては黒に近づくほどR、G、Bの合計値は小さくなる。
 ⇒数値上、より日焼けをして黒くなったといえるのは順に 市販＞手作り＞なしということが読み取れる。

6. 考察

○①と②、③でバナナの色の変化が異なった。

→紫外線照射後のバナナの保存状態に違いがあったからだと考えられる。

(①は実験後何もせず放置していたのに対し、②と③においては写真撮影をダンボール内で行うにあたって、そのままダンボール内にバナナを放置しておいたままだった。)

→新鮮な空気に触れる時間に差が生じた。

○最終的な実験③において、最も日焼けしたのは手作りの日焼け止めを塗った部分だった。

→今回作った日焼け止めに用いた酸化チタンは、周囲の物質を強力に酸化させる性質がある。

→日焼けを阻止する紫外線吸収剤としての役割よりも、バナナを酸化させる性質が上回った可能性が考えられる

○③の実験結果を示す(表2)における、「上」と「下」の平均値の誤差は、

$$\begin{aligned}
 & |247-269.7| / 269.7 * 100 \\
 & = 22.7 / 269.7 * 100 \\
 & \approx 8.4[\%]
 \end{aligned}$$

となり、大きな誤差はないといえる。

→数値上、手作りの日焼け止めはバナナに対して市販の日焼け止めと同じ効果をもたらした。

7. 結論

手作りの日焼け止めは市販のものとはほぼ同じ効果をバナナにもたらす。

また、実験の条件より、日焼け止めとしての実践的な活躍については言及するのが難しい。

8. 参考文献

- (1)<https://www.adachi-ichou.com/blog/249.html>
- (2)https://kids.gakken.co.jp/jiyuu/category/try/bananas_sunburn/
- (3)http://www.pola-rm.co.jp/pdf/release_20190131.pdf
- (4)<https://allabout.co.jp/gm/gc/457040/>
- (5)<http://www2.tokai.or.jp/seed/seed/seibutsu13.htm>
- (6)https://www.kose.co.jp/kose/skin_care/skincare62.html
- (7)<https://health.docomo.ne.jp/column/skincare/0393>
- (8)<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2012/04/post-ab6f.html>

k近傍法におけるkの値と認識精度の関係

神奈川県立厚木高等学校
2年 H組 3班(β)

1. 背景

近年, AIの発展とともにデータの認識技術が注目されている。例として自動運転に欠かせない交通標識の画像認識技術, セキュリティ保護のための顔認証システム, 犯罪者を監視カメラなどから探し出すための人物の識別などが挙げられる。これらは全て, 画像などのデータからプログラムが特徴を見出し, その特徴に当てはまる既存のデータと非常によく似ている, またはそのデータそのものであると判定する技術だ。

この技術の最重要課題はその精度にあると考える。先日自動運転のテストコースを走行中, 認識システムが誤作動を起こしたというニュースを聞いた。もしこれが公道で起きていたら。他にも, もし顔認証システムが誤作動を起こしたら。低精度による事故や事件はあってはならない。人間よりも公平性が保たれる機械を上手く運用していくためにも, 精度が条件によってどう変化していくかを調べたいと思った。

また, 今回はコードの複雑さなどよりも純粋な精度の変化に焦点をあてるために, もっとも単純な仕組みであるk近傍法を利用した画像およびデータの認識プログラムを使用した。

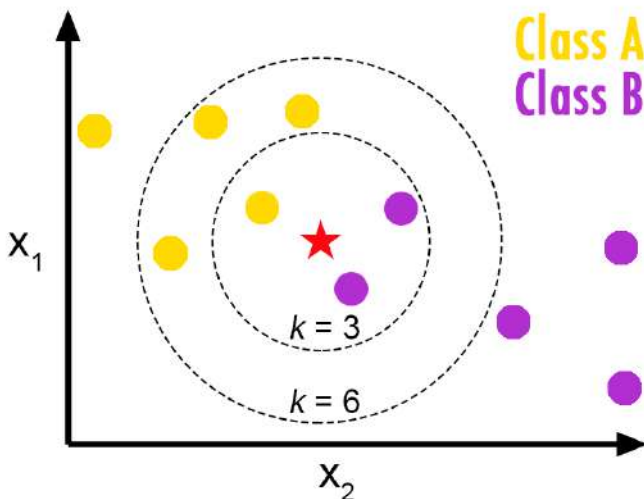
2. 目的

k近傍法において, 精度を向上させるためにはどのような条件が必要なのかを考えるために, まずkの値と認識精度の関係を見つける。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

○k近傍法について



(図1) k近傍法の仕組みの概形

k近傍法とは多数決の原理を利用したデータの判別方法のうちのひとつである。

赤星のデータは未知だが, classAとclassB(※)のどちらに所属しているか, つまりどちらと似ているかの目途をつけたい。そこでclassを赤星から近い順に見ていったとき, classAとclassBのどちらか多かった方と赤星は同じだと判断することにする。ただ, これだけでは無限のように広がる空間で多数決をすることになってしまうため, 範囲を決める。それがkの値だ。kの値は赤星から距離が近い順にclassを数えていった時の

数である。距離は様々な測り方があり,ユークリッド距離(図2),マンハッタン距離(図3),ミンコフスキー距離(図4),ハミング距離(図5)などがk近傍法の世界で利用されている。

$$d(x,y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}$$

(図2)

$$\text{Manhattan Distance} = d(x,y) = \left(\sum_{i=1}^m |x_i - y_i| \right)$$

(図3)

$$\text{Minkowski Distance} = \left(\sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \right)^{1/p}$$

(図4)

$$\text{Hamming Distance} = D_H = \left(\sum_{i=1}^k |x_i - y_i| \right)$$

$$\begin{array}{ll} x=y & D=0 \\ x \neq y & D \neq 1 \end{array}$$

(図5)

一般的にk近傍法はデータの偏りに弱く,kの値が大きくなると特徴量同士の境界が明確にならず,精度が低下するとされている。

(※classAとclassBはそれぞれ似た特徴を持っているデータの集まりである。このように似た特徴をもつデータの集まりを特徴量という。)

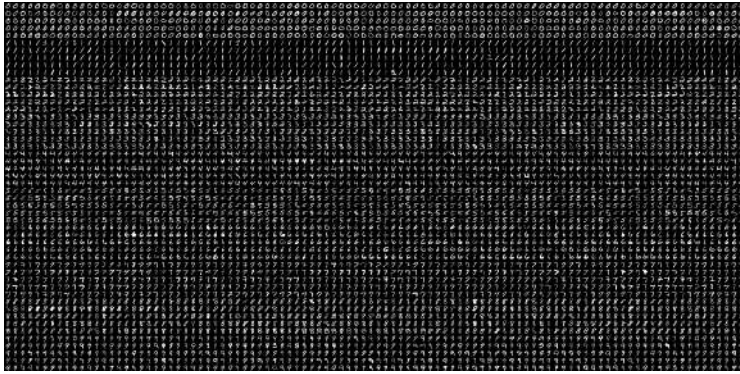
○事前実験

私たちは本研究前に,仮説を立てるべく事前実験を行った。

(用意するもの)

- Google Colaboratory •パソコン
- Google スプレッドシート
- OpenCV

→OpenCVは直接使用せず,ダウンロードした際にファイルに含まれているdigits.png(図6)のみを使用した。



(図6)

5000 文字の手書き数字が1 枚の写真に収まっている(0から9までの数字がそれぞれ500 個ずつ)

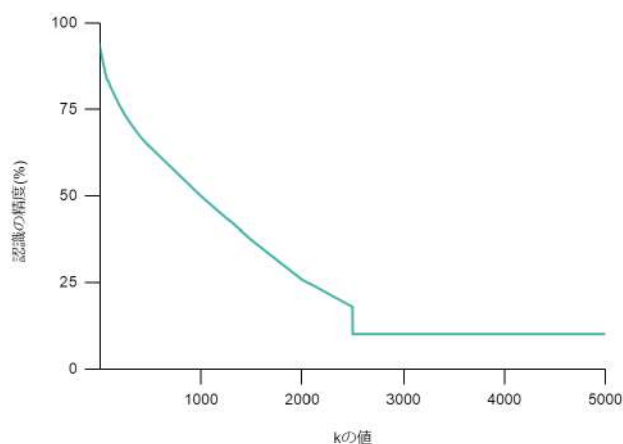
(実験手順)

- ①digits.pngをダウンロード(OpenCV自体をダウンロード)する。
- ②インターネットのサイトに記載された既存のコードを参考に,Google Colaboratoryでプログラミングをする。ただし,既存のコードは最新版に対応していない場合があったため,様々なサイトを参考にしている。
- ③digits.pngをコードにインポートし,実行する。
- ④これをkの値を変えながら③を繰り返す。

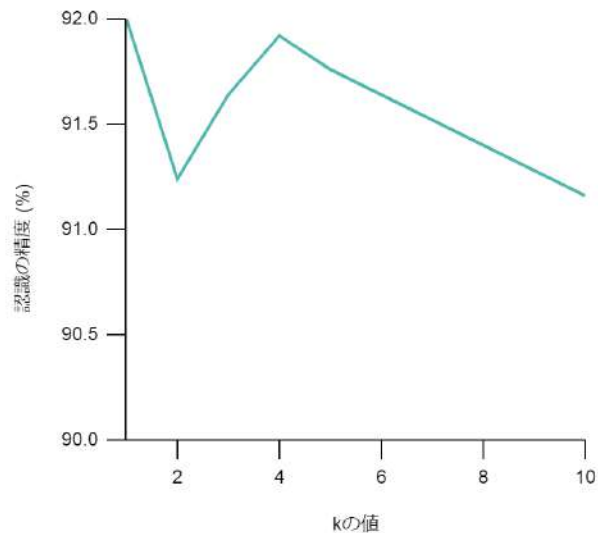
```
knn = cv2.ml.KNearest_create()
knn.train(train,cv2.ml.ROW_SAMPLE,train_labels)
ret,result,neighbours,dist = knn.findNearest(test,k=1)
matches = result==test_labels
correct = np.count_nonzero(matches)
accuracy = correct*100.0/result.size
print(accuracy)
```

(図7) 文字認識で使したk近傍法を適用させるためのコード

(結果)



(図8)



(図9)

どちらも縦軸が認識の精度、横軸が k の値を示している。

(図7)は k の値を $1 \leq k \leq 10$ での範囲で動かしたときのグラフ。(図8)は k の値を $1 \leq k \leq 5000$ で動かしたときのグラフ。

$k=1$ の時、精度は最高値を示した。また、一般的な k 近傍法の精度の推移とは違い、 $k=2$ から $k=4$ へ k の値が変化したとき、精度は上昇した。しかし、全体的にみるとグラフの概形は、 k の値が大きくなればなるほど精度が低下しているように見えた。

(2) 仮説

事前実験の結果から、認識精度の最高値はデータの種類によって異なるが、グラフの概形は同じになる。

4. 方法

(1) 実験材料

- ・Chrome book
- ・各実験で使用するデータセット
- ・Google Colaboratory
- PythonとOpenCVが使える環境にする
- 共有モードかつ編集権限をヴェリタス研究グループ内の全員に与える

(2) 手順

本研究では、手書き数字の認識・アヤメの画像識別・乳がんの画像識別・ワインのデータ識別の4つの実験を行った。それぞれで次の①～④の作業をする。

- ①必要なデータセットをダウンロードする。
- ②既存のコードを参考にGoogle Colaboratoryでプログラミングをする。ただし事前実験と同様に、既存のコードは最新版に対応していない場合があったため、様々なサイトを参考にしている。
- ③データセットをコードにインポートし、実行する。
- ④ k の値を変えて、③を繰り返す。

※条件をそろえるために、アヤメの画像識別・乳がんの画像識別・ワインのデータ識別の実験では $1 \leq k \leq 112$ の範囲に制限して実験を行う。112が k の最大値なのは、アヤメの画像の特徴量が112であり、3つの識別実験で使うデータの特徴量のなかで最小値なためである。

```

knc = KNeighborsClassifier(n_neighbors=k)
knc.fit(X_train, Y_train)
Y_pred = knc.predict(X_test)
score = knc.score(X_test, Y_test)
print("[%d] score: {:.2f}".format(score) % k)

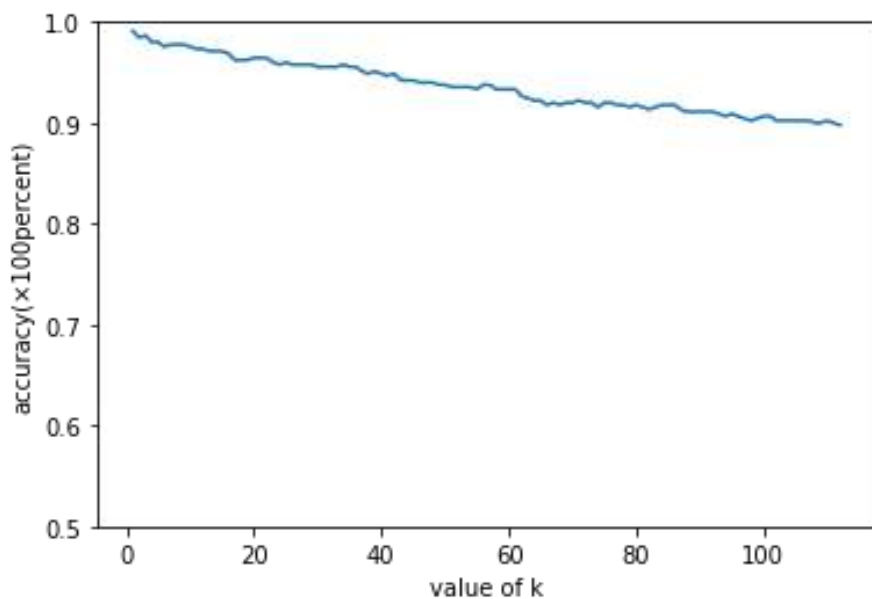
```

(図10)4つの実験で使したk近傍法を適用させるためのコード

5. 結果

次のグラフは縦軸が認識精度、横軸がkの値を示している。

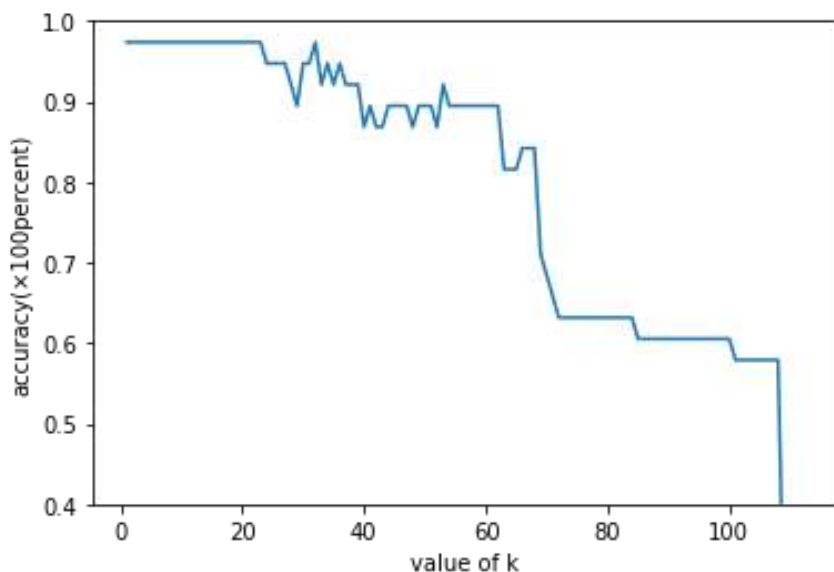
(手書き数字の識別)



(図11)

他の実験より全体的にkの値が大きくなるほど、緩やかに精度が落ちていった。

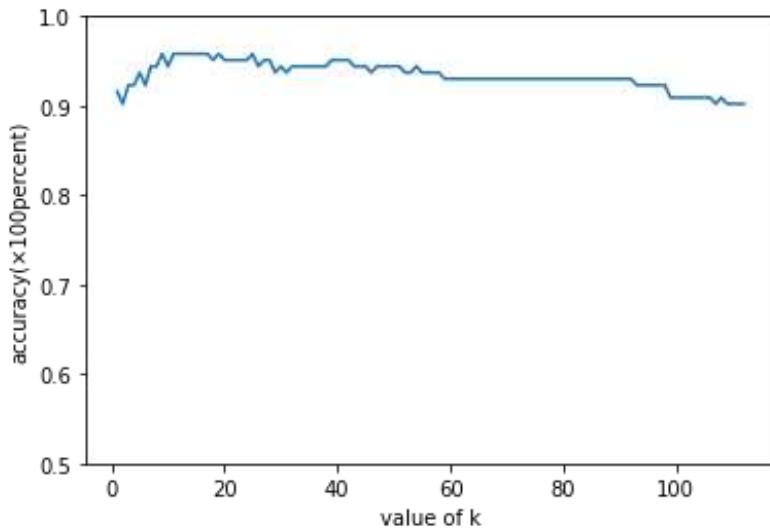
(アヤメの画像認識)



(図12)

他の実験に比べてkの値が変化しても精度が横ばい状態になることが多かったが,精度が変化するときの幅も大きかった。

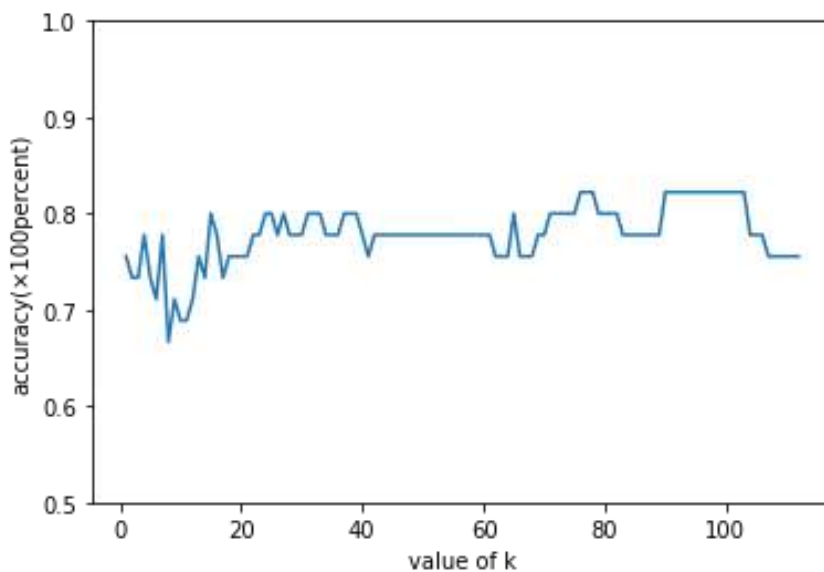
(乳がんの画像識別)



(図13)

他の実験に比べてkの値が変化したときの精度の変化の幅が小さかった。また,kの値が一桁の時に,精度が上昇傾向にあった。

(ワインのデータ識別)



(図14)

kの値が大きいほうが小さい時より精度が高くなる場合が多い。精度が上昇と低下を繰り返す山と谷のようなグラフの概形になった。

結果は仮説とは違って,データの種類によってまったく異なるグラフが描かれることとなった。特に,画像ではないデータ識別を行ったワインのデータ識別ではkの値が大きくなると,精度が上昇することが多々あり,一般的なk近傍法の精度の推移とも違う動きをしていた。

6. 考察

今回の実験でkの値と認識精度のグラフが仮説,そして一般的なk近傍法の精度の推移と違う動きをした原因は使用したデータセットにあると考える。なぜなら,データセット以外の条件を変えていない,対照実験を行っていたからである。

そもそもk近傍法はデータの偏りに弱い。もし未知のデータ周辺に正解の特徴量がなかった場合,kの値が小さくても認識精度は小さいままである。つまり,特に乳がんの画像識別では,kの値が一桁のときに選ばれた周辺の特徴量に正解の特徴量が少なく,kの値が二桁になったところに正解の特徴量が集まっていたと考えられる。また,他の識別実験でもkの値が大きくなったとき,きれいな直線状または放物線状に精度が低下していかないのは,正解の特徴量とそうでない特徴量が波のように交互に増えていくからだと考えられる。さらに,手書き数字の認識では一般的なk近傍法の精度の推移とほぼ同じように精度が動いたことから,使用したデータの特徴量の分布に偏りが少なかったと考えることもできる。

7. 結論

k近傍法を利用した画像・データの認識では,使用するデータの特徴量の偏りが少なくすることが認識精度の向上につながる。

8. 参考文献

1)k近傍法アルゴリズムとは - IBM

<https://www.ibm.com/jp-ja/topics/knn>

2)k近傍法(多クラス分類)-Qiita

<https://qiita.com/vshi12/items/26771139672d40a0be32>

3)OpenCV:OCR of Hand-written Data Using kNN

https://docs.opencv.org/3.4/d8/d4b/tutorial_py_knn_opencv.html

4)最新】画像認識AIの導入活用事例10選！各業界企業と導入効果まとめ

https://aismilev.co.jp/ai_news/image-recognition-case-study-matome/

ゼラチンが持つタンパク質を利用した実験用ゼラチン溶液の開発

神奈川県立厚木高等学校
2年 H組 4班(α)

1. 背景

プロテアーゼという酵素が多く含まれる大根おろしを作るために、大根のおろし方の違いによるプロテアーゼの含有量の違いを調べる実験を行った。プロテアーゼはゼラチンを溶かす性質をもつため、ゼラチン溶液を利用し実験を行った。しかし、実験を行う前にゼラチン溶液が常温で溶けてしまった。

2. 目的

ゼラチン溶液が溶けてしまった原因を調べる。そして、常温で溶けにくいゼラチン溶液を作ることによって、実験に利用できるようにする。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

ゼラチンについて

ゼラチンは、動物の骨や皮に多く含まれるコラーゲンというタンパク質から作られたもの。コラーゲンは、らせん状の細長い分子が3本より合わさって、3重らせんのような形になっている。このコラーゲン分子に熱をかけると、3本の分子がはずれ、ばらばらの状態になる。これをゼラチンと呼ぶ。ゼラチンは、一般的に食用、医療用、写真用、工業用の4つの用途に分類される。



図1 コラーゲンとゼラチン



図2 ゼラチンの用途

ゼラチンの特徴

高温、強酸・アルカリに弱い。長期間保存することにより水分や酸素を含んでしまう。これは、タンパク質本来の性質や機能を変化させる変性がおこるため。また、ゼラチンの分量不足や過度な加熱、タンパク質分解酵素などにより、十分に固まらないこともある。

(2) 仮説

実験を行う前にゼラチン溶液が溶けてしまった原因は、ゼラチンが変性してしまっていて、濃度が低いからである。ゼラチン溶液の濃度を高くし、開封日の遅いゼラチンを溶かしてゼラチン溶液を作ることによって、常温でも溶けにくいゼラチン溶液を作ることができる。

4. 方法

(1) 実験材料



図3 ゼラチンA



図4 ゼラチンB



図5 ゼラチンC



図6 ゼラチンA



図7 ゼラチンB



図8 ゼラチンC

ゼラチンA,ゼラチンB,ゼラチンCの順に開封日が遅い。

ゼラチンA,ゼラチンBは実験室にあったもの,ゼラチンCは市販のもので,森永製菓のクックゼラチンである。また,背景に記した実験ではゼラチンAを使用した。

〈実験1〉

ゼラチンA,ゼラチンを溶かすためのお湯(50~60℃),アルミホイル,10 mlビーカー,20 mlビーカー,50 mlビーカー,100 mlビーカー(ビーカーの容量が大きくなるにつれて表面積は大きくなる。)

〈実験2〉

ゼラチンA,ゼラチンを溶かすためのお湯(50~60℃),アルミホイル,10 mlビーカー

〈実験3〉

ゼラチンA,ゼラチンB,ゼラチンC,ゼラチンを溶かすためのお湯(50~60℃),アルミホイル,管瓶

(2) 手順

〈実験1〉

1. 濃度が2.5 %,5.0 %,7.5 %のゼラチン溶液を,ゼラチンAを溶かして作る。
2. 濃度2.5 %のゼラチン溶液を,10 ml,20 ml,50 ml,100 mlのビーカーに,濃度5.0 %のゼラチン溶液と濃度7.5 %のゼラチン溶液を,のビーカーにそれぞれ5.0 gずつ入れる。
(気温:22.9℃)

表1 ビーカーの容量とゼラチン溶液の濃度

ビーカーの容量	ゼラチン溶液の濃度
10 ml	2.5 %
	5.0 %
	7.5 %
20 ml	2.5 %
50 ml	2.5 %
100 ml	2.5 %

3. アルミホイルで蓋をし、冷蔵庫で1日以上固める。
4. ゼラチン溶液を冷蔵庫から取り出し、アルミホイルを外して溶け始めるまでの時間を計測した。
(気温:23.8℃)

〈実験2〉

1. 濃度が2.5 %,5.0 %,7.5 %のゼラチン溶液を、ゼラチンAを溶かして作る。
2. 濃度2.5 %のゼラチン溶液,5.0 %のゼラチン溶液,7.5 %のゼラチン溶液をそれぞれ5.0 gずつ10 mlビーカーにいれる。

表2 固める方法とゼラチン溶液の濃度

固める方法	ゼラチン溶液の濃度
冷蔵	2.5 %
	5.0 %
	7.5 %
冷凍	2.5 %
	5.0 %
	7.5 %

3. アルミホイルで蓋をし、冷凍庫と冷凍庫で1日以上固める。
4. ゼラチン溶液を冷蔵庫と冷凍庫から取り出し、アルミホイルを外して溶け始めるまでの時間を計測した。

〈実験3〉

1. 濃度が1.0 %,1.5 %,2.0 %,2.5 %のゼラチン溶液を、ゼラチンA,ゼラチンB,ゼラチンCを溶かして作る。
2. 濃度1.0 %のゼラチン溶液,濃度1.5 %のゼラチン溶液,濃度2.0 %のゼラチン溶液,濃度2.5 %のゼラチン溶液をそれぞれ5.0 gずつ10 mlビーカーにいれる。

の

表3 ゼラチンの種類とゼラチン溶液の濃度

ゼラチンの種類	ゼラチン溶液の濃度
A	1.0 %
	1.5 %
	2.0 %
	2.5 %
B	1.0 %
	1.5 %
	2.0 %
	2.5 %
C	1.0 %
	1.5 %
	2.0 %
	2.5 %

3. アルミホイルで蓋をし,冷蔵庫で1日以上固める。
4. ゼラチン溶液を冷蔵庫から取り出し,アルミホイルを外して溶け始めるまでの時間を計測した。
(気温:23.3℃)

5. 結果

〈実験1〉

表4 ゼラチン溶液の濃度と溶け始めるまでの時間

ゼラチン溶液の濃度	溶け始めるまでの時間
2.5 %	17分31秒95
5.0 %	21分07秒47
7.5 %	23分09秒90

表5 ビーカーの容量と溶け始めるまでの時間

ビーカーの容量	溶け始めるまでの時間
10 ml	17分31秒95
20 ml	21分41秒22
50 ml	53分53秒09
100 ml	54分00秒16

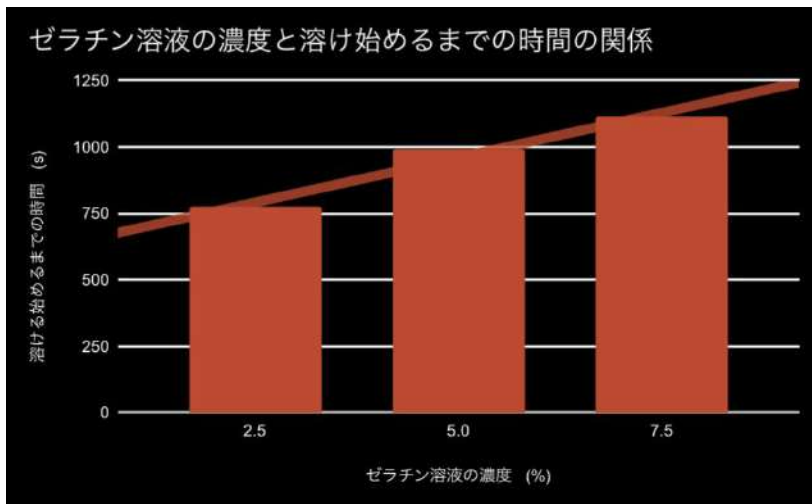


図9 ゼラチン溶液の濃度と溶け始めるまでの時間の関係

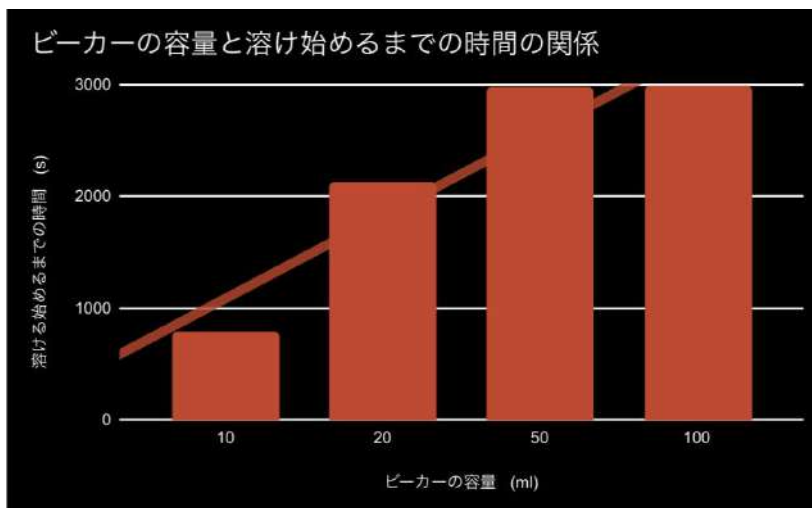


図10 ビーカーの容量と溶け始めるまでの時間の関係

濃度が高くなるほど、ゼラチン溶液が溶け始めるまでの時間が長かった。
また、容量の異なるビーカーを使うことにより表面積を変えると、50 mlのビーカーと100 mlのビーカーでは溶け始めるまでの時間に大きな差はみられなかったが、表面積が大きくなるほど、ゼラチン溶液が溶け始めるまでの時間が長かった。

〈実験2〉

表6 ゼラチン溶液の濃度と溶け始めるまでの時間

ゼラチン溶液の濃度	溶け始めるまでの時間	
	冷凍	冷蔵
2.5 %	26分00秒57	—
5.0 %	43分08秒33	—
7.5 %	57分09秒41	—

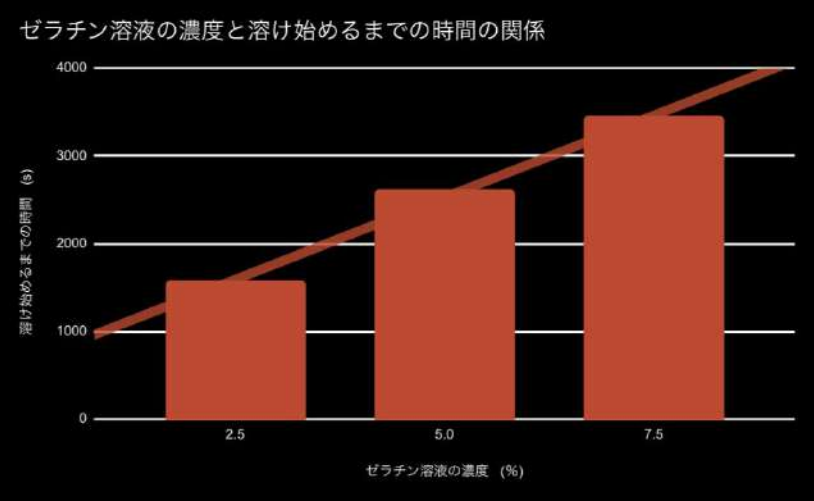


図11 ゼラチン溶液の濃度と溶け始めるまでの時間の関係

実験1の結果と同様に,濃度が高くなるほどゼラチン溶液が溶け始めるまでの時間が長かった。冷凍庫で固めたゼラチン溶液は凍ってしまい,時間がたつにつれて溶けていったため,正しいデータが得られなかった。

〈実験3〉

表7 ゼラチンの種類と溶け始めるまでの時間

ゼラチン溶液の濃度	溶け始めるまでの時間		
	ゼラチンA	ゼラチンB	ゼラチンC
1.0 %	3分02秒23	3分26秒25	42分31秒59
1.5 %	17分48秒08	25分37秒38	—
2.0 %	22分12秒21	33分41秒19	—
2.5 %	24分11秒21	36分20秒07	—

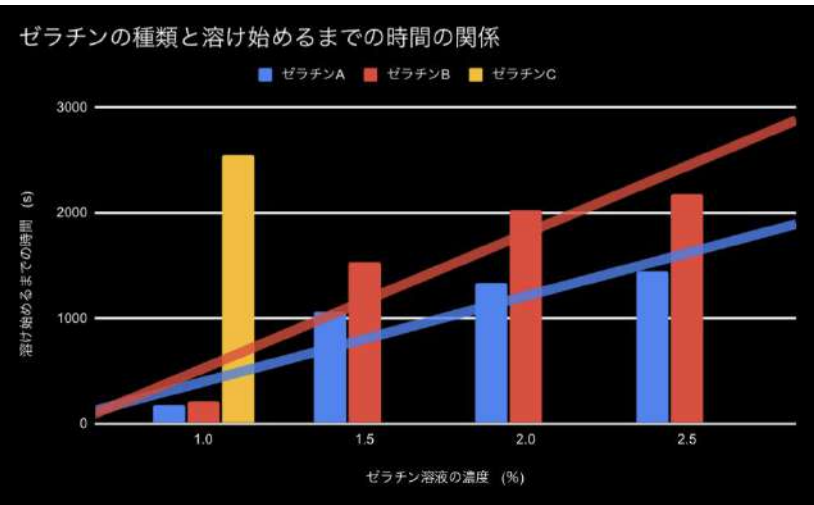


図12 ゼラチンの種類と溶け始めるまでの時間の関係

ゼラチンA,ゼラチンBは,実験1,2と同様に濃度が高くなるほどゼラチン溶液が溶け始めるまでの時間の長くなったが,ゼラチンCは濃度が低くてもゼラチン溶液が溶け始めるまでの時間は長かった。さらに,ゼラチンA,ゼラチンBを溶かした濃度が2.5 %のゼラチン溶液に比べ,ゼラチンCを溶かした濃度が1.0 %のゼラチン溶液のほうが溶け始めるまでの時間が長かった。
ゼラチンCを溶かした1.5 %,2.0 %,2.5 %のゼラチン溶液に関しては,授業時間内に溶け始めなかったため,時間を計測することができなかった。

6. 考察

〈実験1〉

表面積が大きいゼラチン溶液ほど溶け始めるまでの時間が長かったことから,空気に触れる面積が大きいほどタンパク質がはたらきやすくなるのではないかと考えられる。

〈実験2〉

冷蔵庫で固めると凍ってしまったことから,ゼラチン溶液を固める時に冷蔵庫に入れるべきではないと考えられる。

〈実験3〉

開封日が遅いゼラチンを溶かしたゼラチン溶液のほうが溶け始めるまでの時間が長かったことから,ゼラチンは開封してから時間がたつと変性してしまうと考えられる。

実験1,2,3より,ゼラチン溶液の濃度が高いほど溶け始めるまでの時間が長かったことから,濃度の高いゼラチン溶液のほうがより溶けにくいと考えられる。

7. 結論

実験を行う前にゼラチン溶液が溶けてしまった原因は,開封日が早いゼラチンを溶かした,濃度の低いゼラチン溶液を使用したためである。常温で溶けにくいゼラチン溶液を作るためには,ゼラチンを使用直前に開封し,濃度を高くする必要がある。

8. 参考文献

1)ゼラチンとは?ゼラチンの豆知識をご紹介します

<https://www.morinaga.co.jp/gelatin/what/>

2)酵素反応の基礎-名前はよく聞くとよくわからない「酵素」を知るために-

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/66/12/66_584/_pdf

誕生日ケーキのろうそくを一息で消す方法の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年 H組 5班

1. 背景

誕生日ケーキのろうそくを一息で消すことが出来ず、歯がゆい経験をしたことがあるため。

2. 目的

ろうそくを消すための条件,またどんな人でも一息でろうそくを消すことができる方法を明らかにする。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

- ・燃焼の三要素→可燃物,酸素供給体,点火源
- ・風量 $[m^3/s]$ =通過する面積 $[m^2]$ ×風速 $[m/s]$
- ・児童のいる世帯の平均児童数は2019年で1.68人
- ・4人分のケーキのサイズは5号で、直径15cm
- ・9歳以上で肺活量が一番少ないのは1550ml

(2) 仮説

ろうそくの配置によって最適な消し方が異なると考えた。

[1]ろうそくが円状に並んでいる場合(図1),1本ずつ消す方法が最適である。

[2]ろうそくが偏りなく全面に広がっている場合(図2),2〜4ずつまとめて消す方法が最適である。

[3]ろうそくが二列に並んでいる場合(図3),各列をなぞるように上から消す方法が最適である。

[4]ろうそくが中央に密集している場合(図4),塊をまとめて消す方法が最適である。



図1 [1]の画像



図2 [2]の画像



図3 [3]の画像



図4 [4]の画像

4. 方法

(1) 実験材料

- | | |
|----------------|-----------|
| ・ケーキ用ろうそく | ・スタンド |
| ・油粘土 | ・方眼紙 |
| ・ゴミ袋 | ・丸シール |
| ・ケーキ型(直径12 cm) | ・段ボール |
| ・紙粘土 | ・セロハンテープ |
| ・チャッカマン | ・マスキングテープ |
| ・直径6mmのストロー | ・定規 |
| ・風速計 | ・分度器 |
| ・工作用マット | |
| ・ドライヤー | |
| ・ろうと | |

(2) 手順

予備実験1 ろうそくを消すために必要な風速

ストローの先端と火を机と平行に配置する。ストローを使って呼気を送り、火にあてる。火にあたるときの風速を0.5m/sから2.0 m/sまで0.5 m/s間隔でそれぞれ3回ずつ計測する。その後、結果に応じて範囲を絞り、0.1m/s間隔で計測を行う。またドライヤーを用いて水平方向、鉛直方向も同様に計測を行った。

予備実験2 ろうそくが引火する間隔

ろうそくを2本用意し、それぞれろうそくA、ろうそくBとする。[1],[2],[3]の実験をそれぞれ行う。

[1]ろうそくAを手前、ろうそくBを奥に配置し、ストローを使って2本のろうそくが重なって見える位置(図5)からろうそくAだけが消えるように呼気を送る。これを2本のろうそくの間隔を1.0 cmから5.0cmまで1.0 cm間隔で行い、消え方に違いがある場合、範囲を絞り、0.1 cm間隔で消え方の違いを調べる。

[2]ろうそくAを手前、ろうそくBを奥に配置し、ストローを使って2本のろうそくが重なって見える位置(図6)から2本とも消えるように[1]と同様な手順で実験を行う。

[3]ろうそくAを左、ろうそくBを右に配置し、ストローを使って2本のろうそくが真横に並んで見える位置(図7)からろうそくAだけが消えるように[1]と同様な手順で実験を行う。

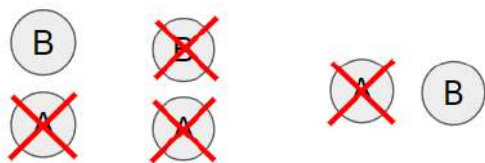


図5 [1]の画像 図6 [2]の画像 図7 [3]の画像

予備実験3 ろうそくの距離と風速の関係

ドライヤーにストロー付きろうとをつけて風を送り、ストローから出たときの風速と距離が離れたところでの風速を計測する。ストローの先端を0 mとする。0.05 m間隔で0.00mから0.40 m地点までそれぞれ5回ずつ計測する。これをさまざまな初速で行い、風速の減衰率を調べる。

実験1 吹き出された風の立体的な範囲

ドライヤーにストロー付きろうとをつけてスタンドで固定する。八方位に線を描いた方眼紙を用意し段ボールに貼り付ける。風速計をスタンドに固定する。(図9)

風速計の中心と方眼紙の中心を合わせた後、風速計を一方方向に1cmずつ動かし、計測した風速に応じたシールを貼る。0.8m/s以上の場合赤シール,0.8m/s未満の場合青シール,0.8m/s付近で風速が安定しない場合黄シールを貼る(図8)。距離0.05m,0.15m,0.25m,初速1.1m/s,1.6m/s,2.0m/s,の9通り行う。

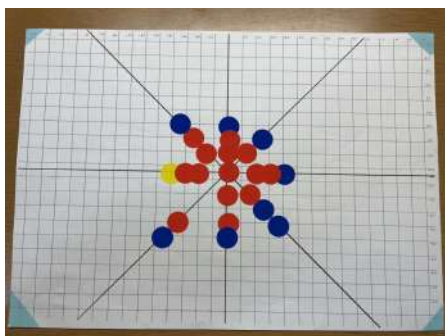


図8 シールを貼った紙の画像



図9 実験装置の画像

実験2 ろうそくの配置による消し方の最適解

仮説で考えた吹き消し方は大雑把であり、再現性がなく実験し辛いいため、新たな吹き消し方を考案した。
以下のろうそくの並べ方、ろうそくの吹き消し方で実験を行う。

〈ろうそくの並べ方〉

- [1]ふちに沿って円状に並べる。(図10)(大円)
- [2]ふちと中心の midpoint に円状に並べる。(図11)(小円)
- [3]中央に密集するように並べる。(図12)(中央)
- [4]偏りなく全面に並べる。(図13)(全面)
- [5]HAPPY BIRTHDAYのろうそくを二列で並べる。(図14)(二列)



図10 大円の写真 図11 小円の写真 図12 中央の写真 図13 全面の写真 図14二列の写真

〈ろうそくの吹き消し方〉

- (1)ストローの先端の位置を固定し、ドライヤーの角度を変える。(図15)(水平角度)
ストローの先端とケーキの最奥端の距離を25cm,初速を2.0m/sにする。
ろうそくの並べ方が大円・全面・二列のときは 46° 動かす。
小円のときは 24° 動かす。 中央のときは 15° 動かす。
- (2)真横にドライヤーを動かす。(水平移動)
ストローの先端とケーキの最奥端の距離を25cm,初速を2.0m/sにする。
- (3)上からろうそくをなぞるようにドライヤーを動かす。(鉛直なぞり)
ストローの先端と火の距離を25cm,初速を2.0m/sにする。

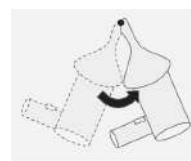


図15 水平角度の図

5. 結果

予備実験1 ろうそくを消すために必要な風速

図16 風速が0.5 m/s間隔でのろうそくの火の状態

風速 [m/s]	0.5	1.0	1.5	2.0
1回目	消えた	消えた	消えた	消えた
2回目	消えた	消えた	消えた	消えた
3回目	消えた	消えなかった	消えた	消えた

図16で示されているように風速が0.5 m/s以上だとほとんどの場合でろうそくの火が消えた。
そのため、次に風速0.1 m/sから0.5 m/sまで0.1 m/s間隔で再度実験を行った。

図17 風速が0.1 m/s間隔でのろうそくの火の状態

風速 [m/s]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1回目	消えなかった	消えなかった	消えなかった	消えた	
2回目	消えなかった	消えなかった	消えた	消えなかった	
3回目	消えなかった	消えなかった	消えなかった	消えた	
4回目			消えなかった	消えなかった	消えた
5回目			消えなかった	消えなかった	消えなかった

以上より、ろうそくの火にあたるときの風速が0.5 m/s以上だとほとんどの場合で火が消えた。

よって、ろうそくの火が消えるための最低速度は0.5 m/sであると考えられる。同様にドライヤーで計測した結果、水平方向で0.8m/s、鉛直方向で0.6m/sとなった。

予備実験2 ろうそくが引火する間隔

[1],[2],[3]の実験をそれぞれ行ったが引火は1回も起こらなかった。

よって、誕生日ケーキのろうそくを消す際、引火は起こらないと考えられる。

予備実験3 ろうそくの距離と風速の関係

x[m]先の風速[m/s] と 距離[m]

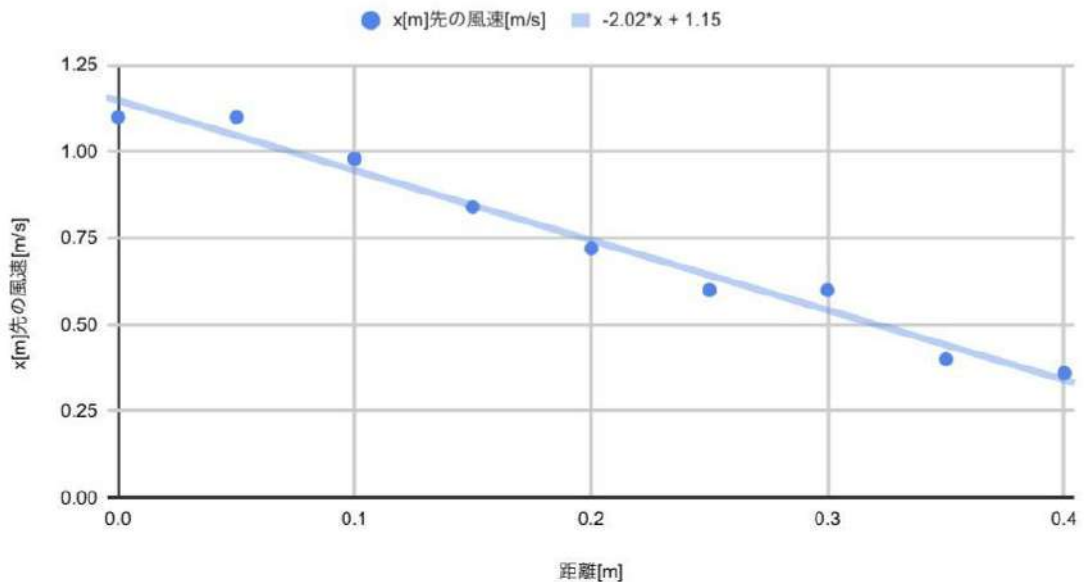


図18 初速が1.1 m/sのときのx[m]先の風速[m/s]と距離[m]の関係

(図18)より,風速と距離は右下がりの一次関数を形成する事が分かった。よって,風速は距離により一定の割合で減衰すると考えられる。

しかし,異なる初速で同様に計測を行うと傾きが異なることが判明した。そこで各初速の速度減衰の傾きを(図19)にまとめた。

傾きと初速

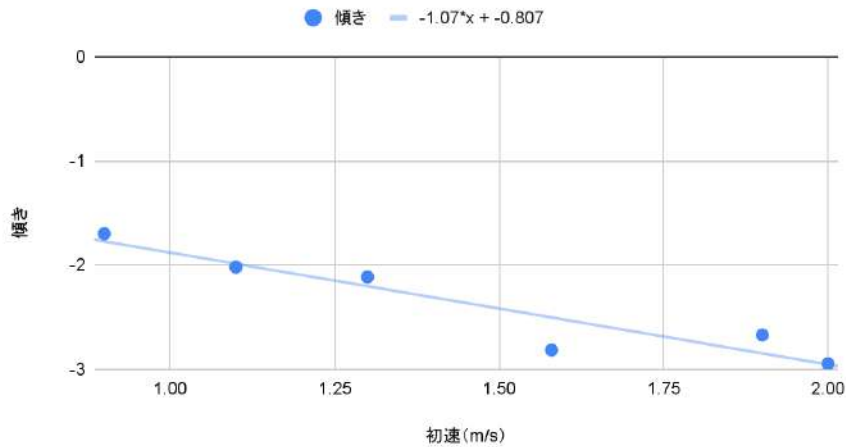


図19 各初速における距離による速度減衰のグラフの傾き

(図19)より,初速と,各初速における距離による速度減衰が右下がりの一次関数を形成する事が分かった。よって,速度減衰の割合は初速によって異なる。さらに,初速が大きいほど風速が減衰する割合が大きくなると考えられる。

つまり,ある初速における風速は一定の割合で減衰するが,その割合は初速によって異なる。また初速が大きいほど速度減衰の割合も大きくなると考えられる。

実験1 吹き出された風の立体的な範囲

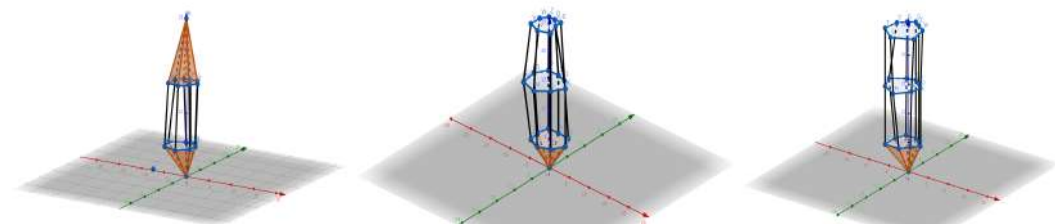


図20 風速ごとに0.8m/sを示した範囲を3Dモデル化した画像(左から初速1.1m/s,1.6m/s,2.0m/s)

実験2 ろうそくの配置による消し方の最適解

消し方 並べ方	大円	小円	中央	全面	二列
水平角度	0本	0本	0本	1本	0本
水平移動	1本	3本	2本	4本	4本
鉛直なぞり	2本	2本	3本	1本	2本

図21 ろうそくの並べ方と消し方毎で消えずに残ったろうそくの本数

6. 考察

予備実験1でドライヤーを用いたとき、鉛直方向の方が水平方向と比べて火が消えるための風速が小さかったのは重力や水平方向の時ろうそくの芯が火を守る盾として機能していることが理由として挙げられる。

実験1より、2.0m/sは他の初速と比べて距離による風速の減衰が小さく、範囲が安定しているためろうそくを消すのに最も優れた風速は2.0m/sであると考えられる。

実験2より、どの並べ方でも消せる本数が最も多いのは水平角度であった。人間が実験2のろうそくの消し方を行った時、鉛直なぞりはろうそくから生じる熱や気体を顔面に受けてしまい現実的ではなかった。

また、水平移動は上半身を動かすのに対して水平角度は首だけを動かすため身体的な難易度は水平角度が一番低い。よって、消し方の最適解は水平角度である。

同じく、人間が実験2を行った場合、鉛直方向は火のくすぶりが少なく軽く消えるが、1本ずつ狙って消す必要があり、息の操作が難しかった。対して水平方向は火のくすぶりが多く消すのに少し力があるが、一度に複数のろうそくを消せるため、息の操作は容易であった。

実験で得た数値より9本のろうそくの火を消すために必要な肺活量を求めた結果、79mlとなっていた。当然不適切であり、主な原因としてはドライヤーの数値をもとに肺活量を算出したことや人間の口径のデータが不十分だということが挙げられる。

7. 結論

初速2.0m/sで真横から首を振る方法が誕生日ケーキのろうそくを一息で消すのに最も適した方法である。

8. 参考文献

燃焼の3要素 - モノを燃やすのに必要な3つの要素

<https://zukai-kikenbutu.com/buturikagaku/3-nensvou.html>

『風量』と『風速』の違いについて！計算式などを分かりやすく解説！

<https://detail-infomation.com/air-volume-and-wind-spee>

国民生活基礎調査 令和元年国民生活基礎調査 世帯 全国編

<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003441310>

肺活量の平均値！年齢別や男女別で紹介！5000や6000は凄い？スポーツ選手はどれくらい？

<https://spozuba.com/performance/vital-capacity-average/>

ケーキのサイズ表 | 号数(直径)・食べる人数の目安

<https://www.hanzoya-cake.jp/cake-size/>

手書き情報をデジタル化する

Expansion of Optical Character Recognition

神奈川県立厚木高等学校

2年 H組 6班

1. 背景

インターネットは、近年急速に普及し急速に我々の生活にも欠かせないものとなっている。同時に、ICTに関連する業種であるかにかかわらず、業務における「情報のデジタル化」が必要とされている。IoT (Internet of Things) はそんな昨今のデジタル化の気運を現す技術の一つであり、ここ数年に拡大した新型コロナウイルス (COVID-19) によってさらなる注目を受けた分野でもある。[1]

しかし現在、多くの現場においてそのようなデジタル化は未だ完了しておらず、必ず従来のシステムからの移行が要求される。そこで考えられる問題の一つに、記録などの「手書きデータ」の処理が挙げられる。最新のインターネット関連システムを活用するためには、そのデータをデジタルなものに変換する作業が必要となる。

そこで我々は、コンピューターにそのような情報を画像として入力することで、デジタルな文字コードなどに変換できる、OCR (=Optical Character Recognition) という技術に注目した。

2. 目的

「手書き情報のデジタルへの移行」をさまざまな現場で実現できる基盤となるような、既存のOCR技術を拡張したシステムや技術を開発すること。具体的には以下の、

- (1) 既存の一般的なテキストデータ向けのOCRシステムの精度向上
 - (2) 特殊記号などのテキストデータ化が困難な情報を認識・区別する技術の開発
- の2目標を達成すること。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

Pythonには画像関連の操作が可能な、Tesseract OCR, OpenCV, Kerasなど、ライブラリが多く存在する。通常のテキストデータについては、既に識別を可能としているシステムが多く存在しており、画像加工に関するプログラムのライブラリ也多岐にわたって利用できる。

(2) 仮説

既存のテキストデータ識別OCRシステムの精度を向上させ、また、それでは対応できないような特殊記号などの非テキストデータ化を識別・区別する技術を開発することで、汎用的で多くの現場で実用できるOCRシステムを開発できるのではないかと。

4. 方法

2. 目的および3. 仮説の項で提示した二つのプロセスについて別々に研究を進める。

(1) 既存OCRシステムの精度向上

本研究では、Hewlett-PackardおよびGoogleなどの企業が開発に参入したOCRシステム、“Tesseract OCR” を基盤となるプログラムとして利用する。このシステムは2006年時点において、最も正確なOCR技術を搭載したエンジンであるとの評価を得ている。[2] 本研究では、Python環境下においてTesseract OCRを実装した。(図1)

テキストデータの識別システムにおいて、認識精度が下がる要因として、画面のデザインなど、テキスト以外の情報による認識の阻害が挙げられる。そこで、デジタル画像における“二値化”が有用なのではないかと考えた。二値化とは、デジタルな画像の主要な処理の一つで、画素の明るさに一定のしきい値を設定し、その値以上の画素値を白、その値未満の画素値を黒に変換するというものである。デジタル認識の開発者において、二値化処理をすることで認識率の向上が図れるという報告が散見されており[3]、Tesseract OCRにおいても同様に精度向上が図れると考えた。Pythonのオープンソースモジュール、OpenCVにおける画像の二値化するシステムを導入・利用する事で画像の二値化処理を行う。(図2)

本研究では、厚木高校HPの英字画像10枚を用意して、加工前と加工後に対しTesseract OCRによる認識を実行したのち、出力された認識テキストを分析する。

```
!apt install tesseract-ocr
!apt install libtesseract-dev
import sys
from PIL import Image
import sys

import pyocr
import pyocr.builders

#画像の読み込み
from google.colab import files
f = files.upload()
filename = list(f)[0]

txt = tool.image_to_string(
    Image.open(filename),
    lang="eng",
    builder=pyocr.builders.TextBuilder(tesseract_layout=6)
)
print ( txt )
```

図1 Tesseractの導入

```
from google.colab.patches import cv2_imshow

import cv2
import matplotlib.pyplot as plt
from pylab import rcParams

img = cv2.imread(filename)

threshold = 140
ret, img_th = cv2.threshold(img, threshold,
255, cv2.THRESH_BINARY)

cv2_imshow(img_th)
```

図2 OpenCVによる画像の二値化

次に、出力されたテキストデータがどれくらい原文のデータと一致しているかを判定できる指標を導入する。本研究ではPythonの、”difflib”というテキスト差分比較システムを使用する。(図3)difflibは、最長共通部分文字列(LCS)を利用した処理によって類似度を算出するRatcliff-Obershelpアルゴリズム[4]によってスコアを算出することが可能で、Ratcliff-Obershelpアルゴリズムを精度の判定に採用しているOCR分野での研究は数多く、同分野で一般的なスコア化の手段であると言える。[5]

```
correct =

import difflib

text_a = txt
text_b = correct
r = difflib.SequenceMatcher(None, text_a,
text_b).ratio()
print(r)
```

図3 Difflibによるスコア算出

(2) 記号の識別システムの開発

Tesseract OCRなどの既成システムを利用すれば、直接英数字などの情報をデータ化することができる。しかし、専門的な分野においては記号や特殊文字など、単純なテキストデータではない情報が存在する。そのため、新たに記号や特殊文字の形状を機械学習によって抽出し、識別するシステムを新たに開発する必要がある。

本研究では、新規パターンの学習には畳み込み機械学習(CNN:Convolutional Neural Network)を用いた。CNNは「畳み込み」と「プーリング」、「全結合層」の三層からなる機械学習アルゴリズムである。[6] 本研究では、Pythonの“Keras”というライブラリを利用し、CNN学習を実装した。(図4)

```
from keras import keras
import glob
import random as rd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from tensorflow.keras.preprocessing.image import load_img, img_to_array
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, MaxPooling2D
from tensorflow.keras.layers import Activation, Dropout, Flatten, Dense
from tensorflow.keras.optimizers import RMSprop
from tensorflow.keras.utils import to_categorical
from tensorflow.keras.callbacks import ModelCheckpoint
import matplotlib.pyplot as plt
import time

def create_model():
    model = Sequential()
    model.add(Conv2D(16, (3, 3), padding='same',
                    input_shape=(image_size, image_size, color_setting), activation='relu'))
    model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
    model.add(Conv2D(32, (3, 3), padding='same', activation='relu'))
    model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))
    model.add(Flatten())
    model.add(Dense(100, activation='relu'))
    model.add(Dropout(0.25))
    model.add(Dense(class_number, activation='softmax'))
    model.summary()

    model.compile(loss='categorical_crossentropy',
                  optimizer='adam',
                  metrics=['accuracy'])

def train():
    X_image = []
    Y_label = []
    for index, name in enumerate(folder):
        read_data = train_data_path + "/" + name
        files = glob.glob(read_data + "/*.png")
        print("読み込んだデータセットは", read_data, "です。")

        for i, file in enumerate(files):
            if color_setting == 1:
                img = load_img(file, color_mode = 'grayscale', target_size=(image_size, image_size))
            elif color_setting == 3:
                img = load_img(file, color_mode = 'rgb', target_size=(image_size, image_size))
            array = img_to_array(img)
            X_image.append(array)
            Y_label.append(index)

    X_image = np.array(X_image)
    Y_label = np.array(Y_label)

    X_image = X_image.astype('float32') / 255
    Y_label = to_categorical(Y_label, class_number)

    train_images, valid_images, train_labels, valid_labels = train_test_split(X_image, Y_label, test_size=0.16)
    x_train = train_images
    y_train = train_labels
    x_val = valid_images
    y_val = valid_labels

def main():
    model = create_model()
    train()
    model.evaluate(x_val, y_val, verbose=1)
```

図4 KerasによるCNN学習の実装

5. 結果

(1) 既存OCRシステム の精度向上

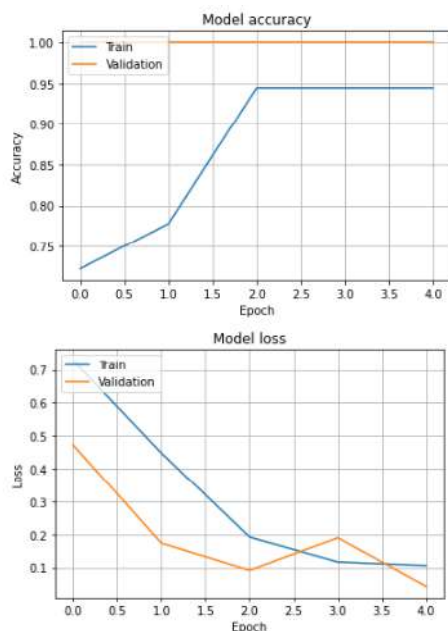
厚木高校HPの英字画像10枚に対して、二値化処理を行う前後の画像をOCR認識してdifflibスコアを算出したところ、全10枚のサンプル画像中7枚の画像で精度が向上した。

表1 二値化前と二値化後の認識精度比較

	処理前	処理後	精度の向上値(処理後-処理前)
1	0.98125	0.98125	0
2	0.8502024291	0.9589041096	0.1087016804
3	0.9773755656	0.9910714286	0.01369586296
4	0.9696969697	0.9765886288	0.006891659066
5	0.9711538462	0.976076555	0.00492270887
6	0.9873417722	0.9873417722	0
7	0.954887218	0.958490566	0.003603347993
8	0.9865771812	0.9865771812	0
9	0.9751552795	0.9781931464	0.003037866914
10	0.9642857143	0.9702380952	0.005952380952

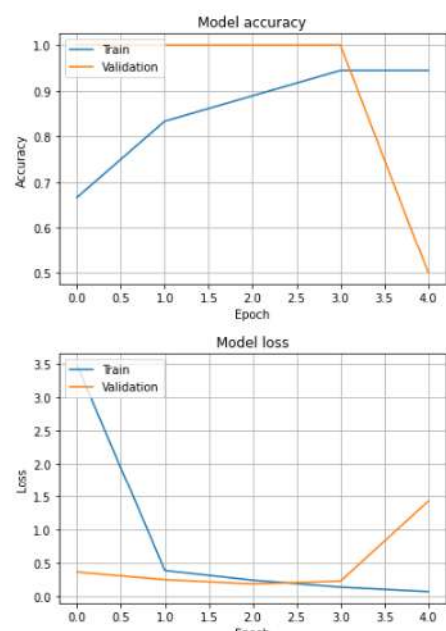
(2) 記号の識別システムの開発

いくつかの常用的な記号, および専門的記号のサンプルとして音楽記号など, 全5種の記号についてCNN学習を実装した。その結果, その全ての画像パターンについて, 識別システムを構築することに成功した。この結果について特筆すべき点が, 記号のパターンに応じて学習精度の値が変動していることである。図5および図6を参照されたい。「クエスチョン・マーク」の学習精度 (Accuracy) が100%であるのに対し, 「ト音記号」の学習精度 (Accuracy) は50%であり, 精度の値に大きな差が生じている。



Loss: 0.043347470462322235 (損失関数値 - 0に近いほど正解に近い)
Accuracy: 100.0 % (精度 - 100%に近いほど正解に近い)
Computation time (計算時間): 28.054 sec (秒)

図5 「クエスチョン・マーク」のCNN学習精度



Loss: 1.420526146888793 (0に近いほど正解に近い指標)
Accuracy: 50.0 % (100%に近いほど正解に近い指標)
Computation time (処理時間): 89.717 sec (秒)

図6 「ト音記号」のCNN学習精度

6. 考察

(1) 既存OCRシステムの精度向上

結果より, Tesseract OCRの精度については, 画像の二値化により向上させることができると考えられる。

表1を参照すると、いくつかの画像ではスコアが変化していないものがある。それらはいずれもテキスト以外の絵など情報が含まれていない画像であり、二値化はテキスト以外のパターンが含まれているときにノイズ除去処理として有効であると考えた。

(2) 記号の識別システムの開発

今回学習を実装したいくつかの種類の記号について、それぞれの識別システムを開発することができた。しかし、結果の項目で示したように、記号の種類によってCNN学習精度が大きく異なっている。これは今回の実装で、どの記号パターンも同数のサンプル量で機械学習をしたため、記号の種類によって精度が変動しているのだと考えられる。

また、実際にさまざまな専門的分野で用いられる記号には、地図や五線譜のように、その記号の「位置」が意味を持つ場合があり、そのような情報の認識可能なシステムの構築も必要であると考えた。

7. 結論

Pythonを中心として、手書き情報をデジタルなプログラム内で活用するためのシステムを構築することができた。また今後のOCRの発展には、対応可能な文字・記号の量を増やしていくとともに、記号の位置など、より複合的で高度な情報の認識についても開発が必要である。

8. 参考文献

- [1]2020,Ravi Pratap Singha,Mohd Javaidb,Abid Haleemb,Rajiv Sumanc,
“Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic”
- [2]2006,Nathan Willis,” Google’ s Tesseract OCR engine is a quantum leap forward”
- [3]2003, 古畑 彰夫, カメラ入力画像OCRのための画像処理法に関する一検討
- [4]1988,Ratcliff J. W. ,Metzener D. E. ,Pattern-matchingthe gestalt approach, Dr Dobbs Journal, Vol. 13, No. 7, p. 46
- [5]2019, 櫻井 悠次, 渡邊 卓弥, 奥田 哲矢, 秋山 満昭, 森 達哉, サーバ証明書解析によるフィッシングサイトの発見手法
- [6]2018,Sumit Saha,A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks – the ELI5 way

卵の腐敗と環境条件の関係

神奈川県立厚木高等学校
2年 H組 7班(β)

1. 背景

お弁当の定番の具材である卵焼きについて調べることで日常生活に貢献できると考えた。

2. 目的

卵焼きの腐敗について、保存する環境や内容物の観点から、特定の条件下で進行しにくくなることを示す。今回はカビ発生を腐敗したと見なす。

3. 仮説

(1)根拠となる先行研究・原理等

- ・腐敗とは、微生物の増殖によって食べ物の成分が変質し、食べられなくなる状態のこと。
- ・カビは、糖質、脂質、タンパク質などの栄養源がある場所を好む。
- ・カビは湿度70%以上と細菌より低い水分でも発育できるため、乾燥した食品にも生える場合がある。ただし、カビは酸素がないと発育できず、ほとんどのカビは10℃～30℃の温度が必要である。
- ・カビの発育は栄養源、水分、温度そして酸素の四つの要素によって影響を受ける。
- ・塩を混ぜることで浸透圧により食品の水分が低下する。
- ・食品に含まれる水分の内の自由水の一部が塩と結合して結合水となり、微生物の活動に必要な自由水の割合が減る。
- ・溶存酸素が減少するため、好気性細菌の生育が押さえられることや、また塩素イオンにも直接防腐作用があるといわれている。
- ・砂糖にも水分を吸収し、細菌の繁殖を抑える力があるという研究が成されている。
- ・マヨネーズは原料のうちのタンパク質である卵を腐らない油と殺菌効果のある酢で覆うことで微生物を遮断し、繁殖を抑えることで腐りにくくなっている。また、塩も含む。
- ・同じ質量でそろえると、卵黄の方が卵白よりもタンパク質が多い。

(2)仮説

- ・置く環境について

カビの生育には温度と水分が必要なため、日当たりがよく、湿気の多い場所はカビがよく生えるのに対し、日当たりが悪く乾燥した場所は全く生えない。

- ・内容物について

酢と塩が含まれることで、防腐剤のいらないほど殺菌作用をもったマヨネーズは混ぜれば一番腐りにくくなる。次に、塩と砂糖はどちらも浸透圧の関係で殺菌作用はあるが、糖質を好むカビにとって砂糖は好物と考えられるため、塩の方が混ぜたときの腐りにくくなる可能性が高い。

また、卵黄の方が卵白よりタンパク質が多いため、卵白が多ければ多いほど、カビが繁殖しにくい。

4. 方法

実験1 日当たりによる腐敗の差

(1)実験材料

卵 油

ホットプレート はし 計量スプーン フライ返し

ボウル シャーレ バット ピンセット アルミホイル デジタルスケール

(2)手順

- 1 道具を洗い、水気を拭き取る
 - 2 卵3つを割って白身が固まらないようによく溶き、デジタルスケールを用いて溶き卵の分量を測る
 - 3 ホットプレートの温度を200℃に設定し表面温度が上がりしてから卵を均一に流し入れる
 - 4 2分間200℃で加熱した後、ホットプレートの加熱を止め、2分間放置する
 - 5 卵を型抜きしアルミホイルを敷いた網の上に並べて粗熱をとる
 - 6 クリーンベンチ内でシャーレに入れる
- 廊下の日当たりの良い場所に置き、6つのシャーレのうち3つに日を遮る段ボールを被せる
- 経過観察を行う

7

8

実験2 保存場所の温度による腐敗の差

(1)実験材料

卵 油

ホットプレート はし 計量スプーン フライ返し

ボウル シャーレ バット ピンセット アルミホイル デジタルスケール

(2)手順

- 1 実験1の手順1～6を行う
- 2 冷蔵庫(4℃)、教室(日当たり無し・13℃)、恒温室(30℃)にそれぞれ3つ設置する
- 3 経過観察を行う

実験3 タンパク質の量による腐敗の差

(1)実験材料

卵 油

ホットプレート はし 計量スプーン フライ返し

ボウル シャーレ バット ピンセット アルミホイル デジタルスケール

(2)手順

- 1 道具を洗い、水気を拭き取る
- 2 卵8つを割って卵白と卵黄に分け、卵白と卵黄それぞれで溶く
- 3 デジタルスケールを用いて卵白と卵黄を同じ分量に揃え、さらにそれぞれの4分の1の量をそれぞれ他方に加え、卵白:卵黄=1:3のものと3:1の卵を作る
- 4 実験1の手順3～6を行う
- 5 日当たりがない教室内に置き、経過観察を行う

実験4 調味料による腐敗の差

(1)実験材料

卵 油 塩 マヨネーズ 砂糖

ホットプレート はし 計量スプーン フライ返し

ボウル シャーレ バット ピンセット アルミホイル デジタルスケール

(2)手順

- 1 道具を洗って水気を拭き取り、実験1の手順2を3回分行う
- 2 手順2の卵に塩を入れたもの、砂糖を入れたもの、マヨネーズを入れたものをつくり各ボウルよく混ぜる
- 3 実験3の手順4～5を行う

実験5 焼く時間による腐敗の差

(1)実験材料

卵 油

ホットプレート はし 計量スプーン フライ返し

ボウル シャーレ バット ピンセット アルミホイル デジタルスケール

(2)手順

1 道具を洗って水気を拭き取り,実験1の手順2を2回分行う

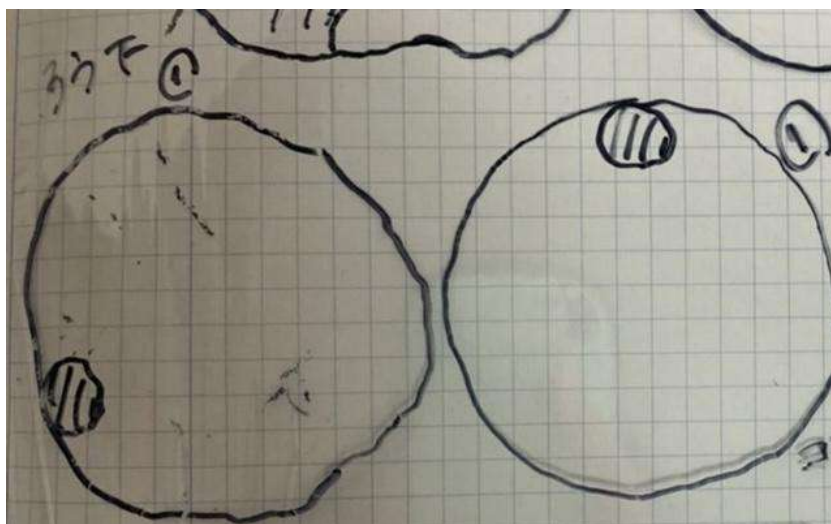
2 実験1の手順3を行う

3 まず手順2の1回分の卵を200℃で1分30秒加熱し,ホットプレートの温度を下げた後さらに1分加熱して型を抜き,加熱開始から2分30秒でホットプレートからあげて粗熱をとる

4 もう1回分の卵を200℃で3分加熱し,同様の作業を行った後加熱開始から4分でホットプレートからあげて粗熱をとる

5 クリーンベンチ内でシャーレにいれ,日当たりのない教室内で経過観察を行う

図1 カビ・変色の数値化方法



1 撮影した写真の上にラップを引く

2 カビ・変色が発生した箇所と卵の輪郭をなぞったものを作成

3 方眼紙を用いて必要な数値を算出

4 $\text{カビ・変色が発生したマス数} \div \text{卵全体のマス数} \times 100 = \text{カビ・変色の割合}$

5. 結果

図2 実験1の結果

日当たりがある場所とない場所の変色・カビの割合

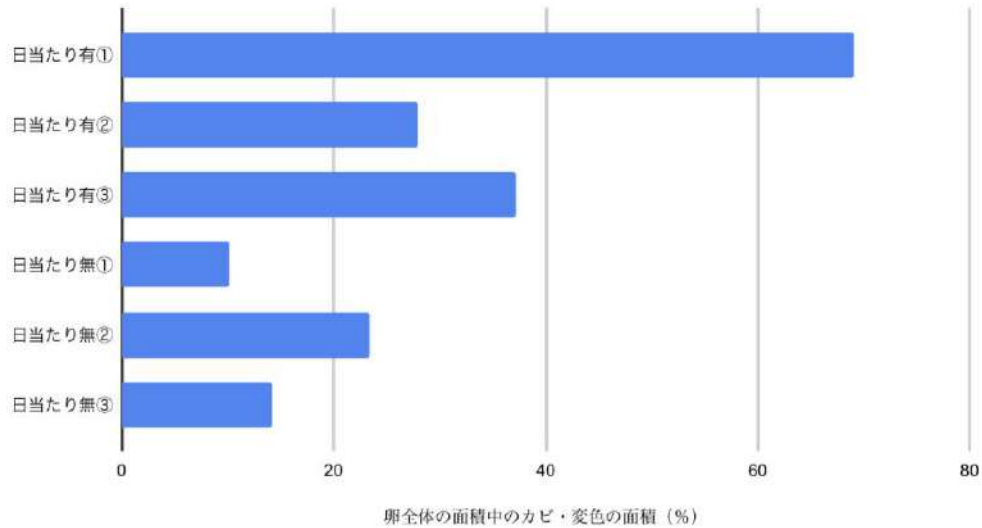


図3 実験2の結果

各実験場所ごとの変色・カビの割合 (1回目)

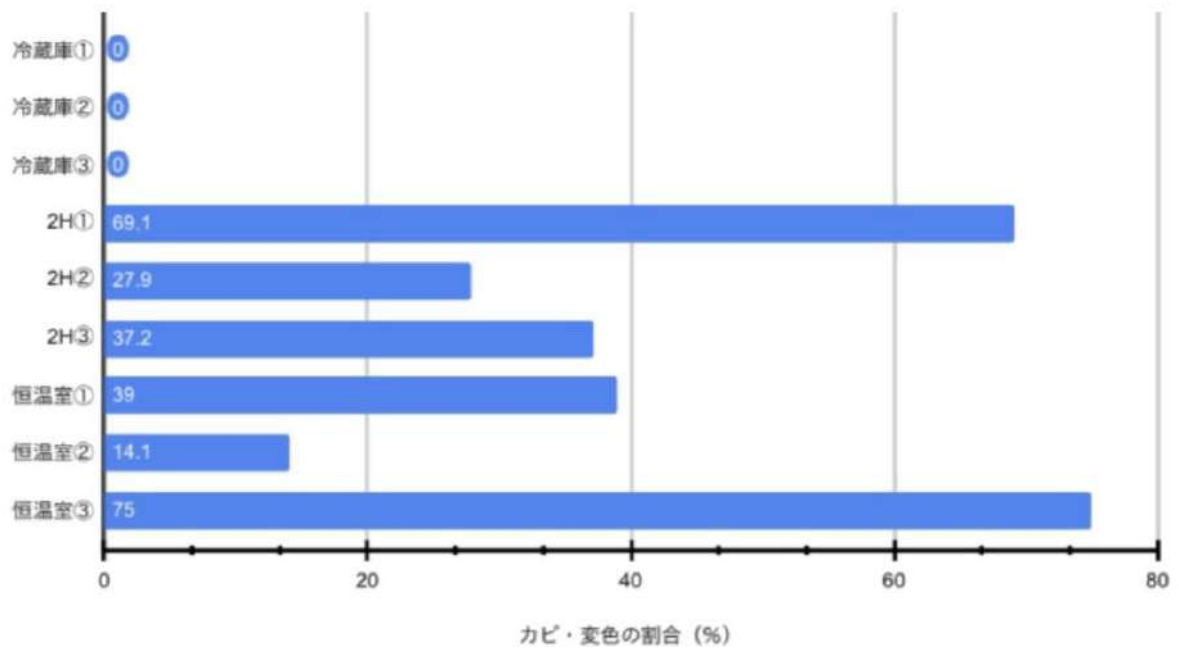


図4 実験3の結果

卵白の量によるカビ、変色の割合

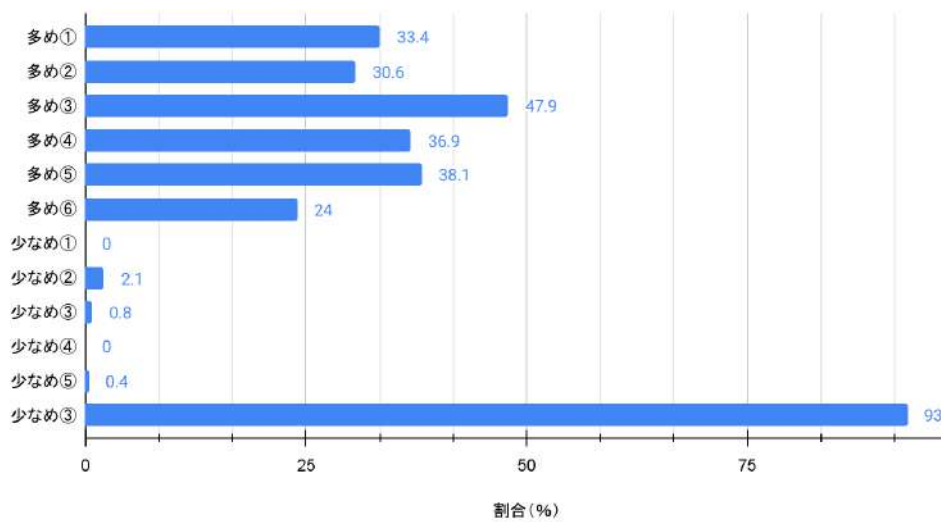


図5 実験4の結果

味付け卵焼きのカビ、変色の割合(室内)

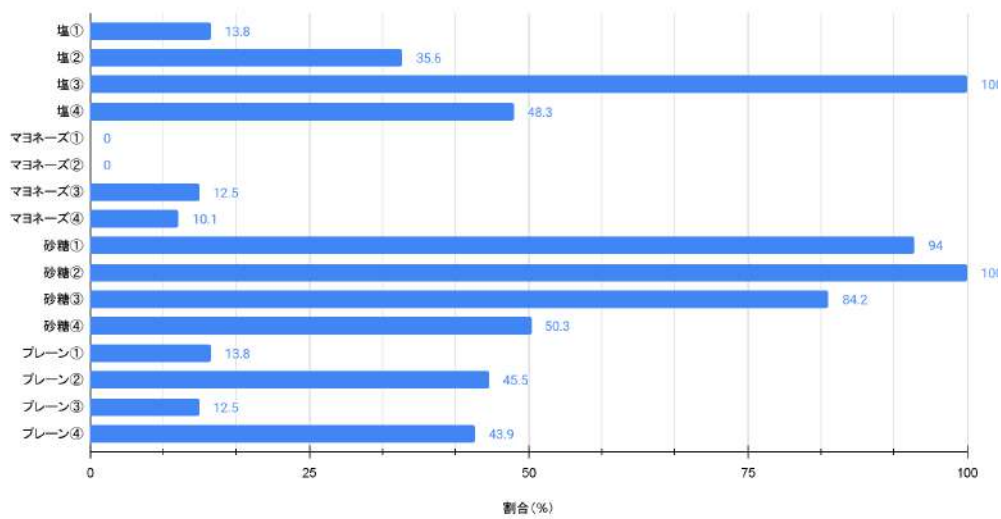
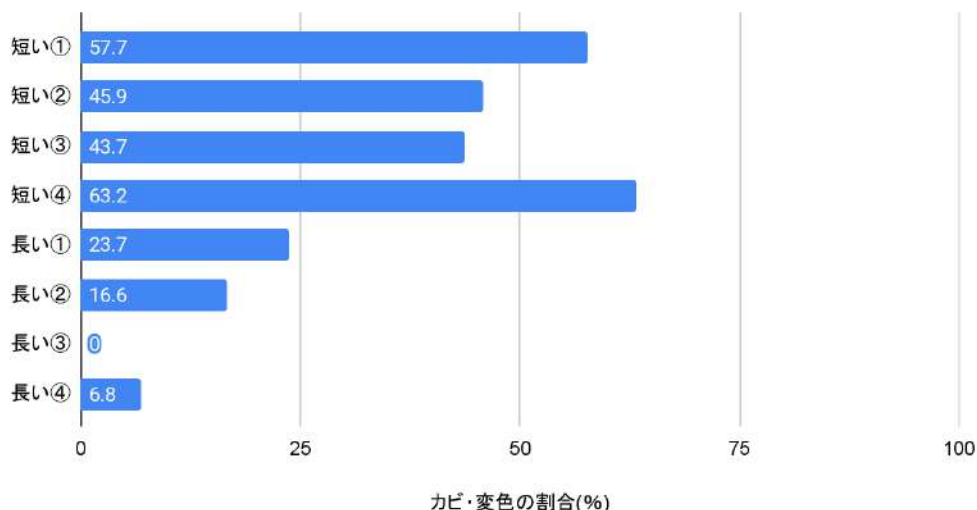


図6 実験5の結果

焼く時間による卵焼き(マヨネーズ)の変化



6. 考察

実験1に関して

日当たりの良い場所に置いた試料の方がカビの割合が高いことから、日当たりの良いという条件が腐敗を進めてしまうことが分かる。ただし、これはカビの繁殖条件のうちの温度が満たされたことによる変化だと考えられる。

実験2に関して

3箇所の日当たりはどれも悪く、温度のみの対照実験であるが、そのうちの冷蔵庫に入れた試料のカビの割合が0%であったことから、低すぎる温度の場所では全く腐敗が進行しないことが分かった。教室の試料と恒温室の試料にはほとんど違いがなく、平均して少し教室の試料の方がカビがあまり生えていないように思える。しかし、教室の温度が平均して13℃ということと、クリーンベンチの存在する部屋の空気中に漂うカビの胞子に偏りがあると考えられることから不正確な値が出た可能性がある。

実験3に関して

仮説と違い、卵白を多く含む試料の方がカビが生えやすいという結果がはっきり出た。しかし、卵白の方がカビが生えやすい原因はわからない。

実験4に関して

仮説通り、マヨネーズを入れた試料が一番カビが生えず、何も入れない試料、塩を入れた試料、砂糖を入れた試料の順にカビが生えにくかった。何も入れない試料と塩を入れた試料を比較すると、塩の方の突出して不自然な結果を除くと、平均値が近似しているため、どちらが腐敗の進行度が遅いかは、はっきりと判別できない。しかし、マヨネーズを入れた試料の方が何も入れない試料よりもカビの繁殖を抑えられたため、マヨネーズの原材料のうちに塩や砂糖よりも強くカビの繁殖を抑える物質があると考えられる。

実験5に関して

焼く時間が長い方がカビが生えにくいという結果がハッキリと出た。これは、カビの繁殖条件のうちの水分をより蒸発させたことによるものと考えられる。

7. 結論

卵焼きの腐敗の進行を遅くするには、保存する環境の観点から述べると、日の当たらない場所、かつ、少なくとも10℃以下の場所で保管すると良い。今回不安定な条件下でハッキリとカビが全く生えないという結果を出した冷蔵庫が究極的には理想の環境と言える。また、内容物の観点から述べると、卵白を極力取り除き、マヨネーズを入れると一番腐敗しにくいと考えられる。さらに言えば、焼く時間も長ければ長いほど良いと言えるが、そうした場合、味が著しく損なわれることが懸念され、今回の実験の背景にある「日常生活に貢献」という枠組みから外れてしまうと考えられるため、適度に硬めになるように焼くとよい。

8. 参考文献

<https://www.ueno-food.co.jp/foodsafety/microbe/index.html>

腐敗や食中毒を起こす微生物

<https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/kabi/files/kabi.pdf#page=6>

カビとカビ毒

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/img/kyouiku/attachment/903130.pdf>

カビを抑制する食材に関する研究

https://crd.ndl.go.jp/reference/detail?page=ref_view&id=1000188045

塩の殺菌・防腐作用について、しくみを知りたい|レファレンス共同データベース

<https://www.bbc.com/future/article/20180328-how-sugar-could-help-heal-wounds>

The hidden healing power of sugar

<https://retty.news/35091/>

マヨネーズは常温保存で大丈夫なの？マヨラーはなぜマヨにハマるの？その理由は…|Rettyグルメニュース

<https://mogwell.karadashift.jp/80305>

【管理栄養士監修】卵のたんぱく質・カロリーはどれくらい？黄身・白身別に解説

デンプンを用いたプラスチック代替品の作成

神奈川県立厚木高等学校

2年 H組 8班(α)

1. 背景

まず、フードロス問題とプラスチックの環境に対する悪影響を考えた際に、その両方の問題を解決することが出来るとおもった。プラスチックのようにβ化した米を見て、デンプンのα,β化を応用することで、プラスチックの代替品が出来るのではないかと考えた。

2. 目的

デンプンをα化させるための適切なデンプンと水の比を調べる。及び、耐久性の調査。

3. 仮説

(1) 根拠となる先行研究・原理等

水を加えて加熱することによって水素結合が解かれ、糖鎖間に水分子入り込み膨張する(糊化=α化)。β化デンプンは腐りにくく、消化酵素が働きにくい。糊化温度というものがあり、様々なデンプンの平均値は約50℃～80℃。馬鈴薯デンプンについては約55℃～65℃。

(2) 仮説

糊化温度に近くなればなるほど耐久性は弱くなると考えられる。

デンプンの割合が大きいほど糊化しやすく耐久性にかける。

β化デンプンにはストローとして用いるには十分な耐久性がある。

4. 方法

(1) 実験材料

デンプンプラスチック、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液、試験管、ウォーターバス
フェーリング液、唾液

(2) 手順

水温とデンプンプラスチックの実験

- 1.デンプンプラスチック(水:デンプン=6:1,5:1)と水5 mLを試験管内に入れる。
- 2.室温,ウォーターバス内(約37℃)で10分間反応させる。
- 3.デンプンプラスチックを取り出しヨウ素液を加え観察する。

唾液とデンプンプラスチックの反応の実験

- 1.デンプンプラスチック(水:デンプン=6:1,5:1)と水5 mLと唾液を試験管内に入れる。
- 2.ウォーターバス内(約37℃)で2分間反応させ
- 3.デンプンプラスチックを取り出しフェーリング液を加え,ガスバーナーで加熱し様子を観察する。

どちらの実験も色の変化はマンセル表色系を元に判断した。

5. 結果

図1 デンプンプラスチックのヨウ素液に関する呈色反応

	室温,1	室温,2	37℃, 1	37℃, 2
1:6	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
1:5	変化あり	変化あり	変化なし	変化なし
水	変化なし		変化なし	

1:6なら水温を耐えるが,1:5では室温は耐えられないが37℃は耐える。

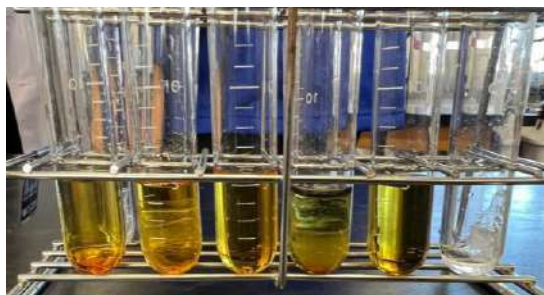


図2 室温でのヨウ素液との反応の様子

(左から水,1:6sample' 1' ,1:6sample' 2' ,1:5sample' 1' ,1:5sample' 2')

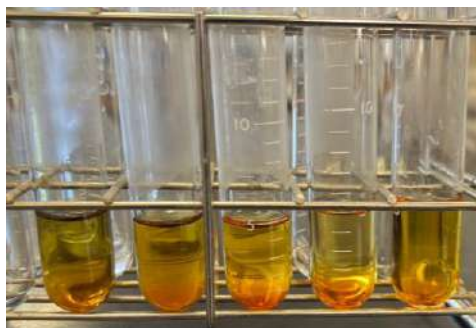


図3 37℃でのヨウ素液との反応の様子

(左から1:5sample' 1' ,1:5sample' 2' ,1:6sample' 1' ,1:6sample' 2' ,水)

図4 唾液との反応後のデンプンプラスチック

	唾液あり	唾液なし
1:6	変化なし	変化なし
1:5	変化あり	変化なし
水	変化なし	変化なし

1:6なら唾液を耐えるが,1:5では耐えられない。

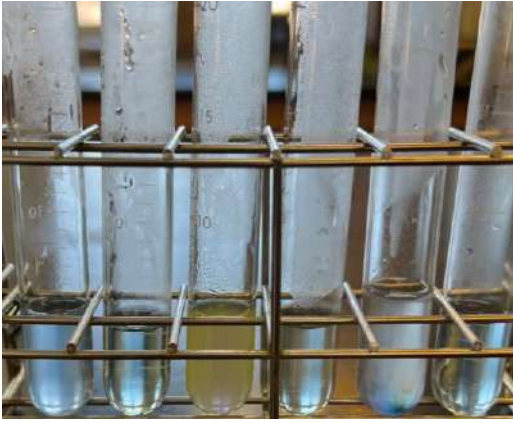


図5 37℃でのフェーリング液と唾液との反応の様子
(左から1:6+唾液, 1:6+水, 1:5+唾液, 1:5+水, 唾液+水, 水)

6. 考察

正確性に向け、誤差が生まれてしまった可能性がある。
糊化温度に入る以前では温度が低い程、脆い可能性がある。

7. 結論

デンプンと水の比によって耐久性が変わり、今回実験した中では、1:6が最も高いためデンプンの割合が少ない方が適切である。

8. 参考文献

でん粉 | 農畜産業振興機構

<https://www.alic.go.jp/starch/>

デンプン | グリコ栄養食品

<https://www.glico.com/nutrition/product/ingredient/starch/>

ご飯のおいしさ「でんぷん」の話【JAコラム】 | JA北越後

<https://ja-kitaechigo.or.jp/column/3158/>

アルファ化米について | アルファー食品株式会社

https://www.alpha-come.co.jp/park/alpha_rice.php

京都 和菓子 お菓子の知識 α澱粉 アミロース アミロペクチン

https://www.surugaya.co.jp/school/kisogaku/denpun_kiso.html

着色パルプ製品の紫外線遮蔽に関する考察

神奈川県立厚木高等学校
2年H組9班(α)

1. 背景

雪印メグミルクの牛乳パックは、紫外線遮蔽効果を高める目的で赤色である。しかし、本当に赤色が良いのかが気になり、赤以外の色は紫外線遮蔽に良くないのかを検証したいと思った。

2. 目的

紫外線遮蔽率が高い傾向の色は、「赤、赤みの橙、黄みの橙、黄、黄緑、緑、青緑、緑みの青、青、青紫、紫、赤紫」の内、何色なのか。

3. 仮説

(1)根拠となる先行研究・原理等

色というのは、光によって識別できるもののことであり、波長の値によって区別できる。色は可視光域という波長の範囲に存在する。赤から紫に近づくほど波長は短くなる。また、その並びは、「赤、赤みの橙、黄みの橙、黄、黄緑、緑、青緑、緑みの青、青、青紫、紫」である。また、赤外線は赤よりも波長が長く、紫外線は紫よりも波長が短いという、可視光の波長の外に位置する。(下図1)

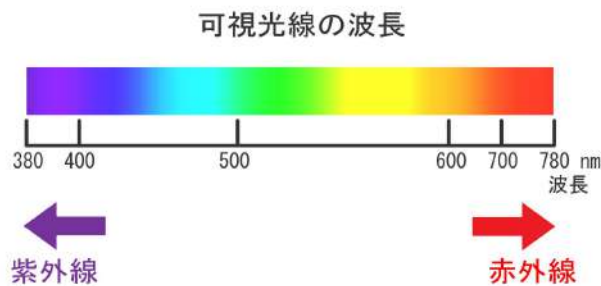


図1

次に、スペクトルの説明に移る。スペクトルとは、波長ごとに分けて順に並べられたもののことで、波長のことと思って良い。また、連続スペクトルとは、様々な波長を含むもの。色として認識する原理は、連続スペクトルをもつ光が物質に当たったとき、スペクトルが反射・吸収・透過の3つのスペクトルに分かれ、その内反射・透過スペクトルが目に入ることで知覚できる(下図2)。この3つのスペクトルの用語の意味はそれぞれ、反射スペクトルが物質を反射した波長、吸収スペクトルが物質に吸収される波長、透過スペクトルが物質を透過した波長である。不透明な物質のとき、分かれた光には主に、反射・吸収スペクトルがある。透明な物質では、吸収・透過スペクトルとなる。今回実験で使う物質は、紙という不透明な物質であるため、反射スペクトルについて注意する。

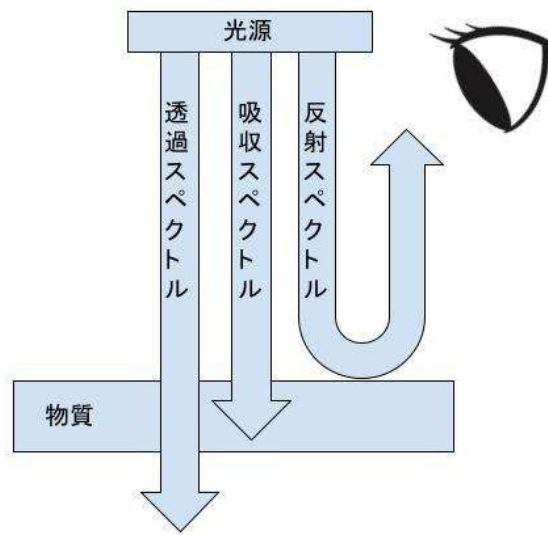


図2

そうすると、不透明な物質の場合、例えば赤色の物質は赤色の波長をよく反射し、紫色の物質は紫色の波長をよく反射する。この特徴を応用して考えると、ある色を示す物質は、ある色に対応する近辺の波長をより多く反射する。そうすると、赤に近づくほど紫外線を反射せず、紫に近づくほど紫外線を反射するということになる。つまり、紫外線を遮蔽する率が高いのは、「紫、青紫、青、緑みの青、青緑、緑、黄緑、黄、黄みの橙、赤みの橙、赤」の順になると考えられる。

次に、波長の例外について説明する。紫～緑～赤の色までが単一な波長として存在するが、紫と赤の間である赤紫は波長に含まれない(下図3)。波長として存在しない赤紫は、勝手に認識した人工色であり、自然界には存在しない。赤紫は、紫と赤との結合部周辺に生じた色である。ここで、赤紫の生成方法の話をする。

色というのは、ある色と色が合わさっても生成できる。例えば、紫色と青色の混色で青紫色ができる。色の並び順で言うと、青紫色と同じくちょうど中点となるものに黄色もあるのだが、決してこの混色は黄色にならない。理由は、色として離れた位置にある黄色よりも、より近い側の青紫色になる方が自然だからだ。実際、紫・黄・青はなめらかにつながらない。なお、このときに生成される波長は、黄色の波長ではなく青紫の波長となる。

この考え方をを用いると、赤と紫の混色では、その中間色は緑ではなく赤紫になるはずである。しかし、赤紫の波長というものは存在しなく、赤紫など存在し得ない。そのため、緑ができるために緑の波長となる。しかし、この混色では赤・緑・紫という、不自然な色の並びができてしまう。補色に近い色の並びであり、色のつながりがなめらかにならない。ここで、脳がこの違和感を修正するために生まれたのが赤紫というものである。

本来緑になるはずの波長を、例であげた赤と紫といった混色の場合では、赤紫として脳が認識するということになる。つまり、赤紫の波長は緑に近いといえる。よって、赤紫は緑と同じ色としての性質を持つはずだと考えられるため、紫外線遮蔽率も同じになると考えられる。

イメージ図

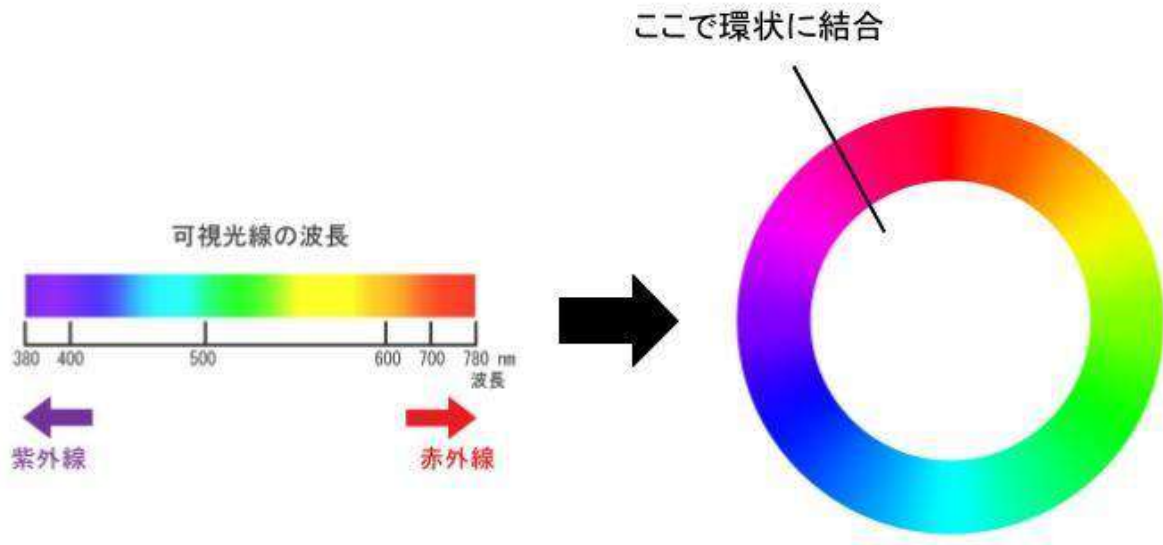


図3

最後に、グラフの説明をする。

今回の実験結果のグラフは横軸に色、縦軸に紫外線遮蔽率をとる。しかし、色は数値化できないからグラフ化できないのでは、という疑問があるであろう。では、横軸に色をとることができる理由を説明する。

先行研究より、色は波長を示す。そうすると、波長を色として置き換えたグラフは、横軸がそれぞれの色となる。つまり、色というデータを、波長という量的データとして考える事ができるのである。今回の実験では紫の波長が一番小さく、赤が一番大きいため、グラフは紫から順に並べる。また、色は波長だから連続的に存在するので、滑らかな曲線で表すことができる。

ただし、赤紫は波長の表にないので波長のグラフに含めないが、12色の遮蔽率を調べたいからグラフにはなるべく載せたい。今回は紫の左隣に載せる。また、波長には含まないので、相関係数を求めるときは、赤紫を除外する。

(2) 仮説

紫外線遮蔽率が高い色の順は、「赤、赤みの橙、黄みの橙、黄、黄緑と赤紫、緑、青緑、緑みの青、青、青紫、紫」である。

理由は3.(1)の通り。

4. 方法

(1) 実験材料

- ・折り紙(色は、「白、赤、赤みの橙、黄みの橙、黄、黄緑、緑、青緑、緑みの青、青、青紫、紫、赤紫」)※図1 注)写真に灰色と黒色があるが、今回の実験には直接的に関係しない
- ・紫外線強度計※図2
- ・ブラックライト(UVライト) 大小2つ※図3
- ・暗室となる囲い※図4、図5



図1(写真) 図2(写真) 図3(写真) 図4(写真) 図5

図5※実験セットの模式図(色紙がある場合)

※注釈 実験器具の具体的な性能

＊紫外線強度計

・示す値は1平方センチメートルに降り注ぐ紫外線の強さ $[\mu\text{W}/\text{cm}^2]$ 、 $[\text{mW}/\text{cm}^2]$ であり、UV強度を示す。なお、今回の実験①②では、 $[\text{mW}/\text{cm}^2]$ で計測した。

＊ブラックライト(UVライト) 機種名は、Alonefire

使うUVライトは(上の写真3)の2種

共に365nmの波長を発するが、

①が15Wの消費電力、2.4Wの発光電力

②が10Wの消費電力、2.8Wの発光電力

(2)手順

○準備

1.暗室となる囲いを用意

2.紫外線強度計を横にし、箱の端に寄せ固定

3.ブラックライトを台上に固定(ブラックライトと紫外線強度計との距離は、3.5[cm]とする)

○測定(例:赤のとき)

4.遮蔽物が白のときの紫外線の強さを1回計測(ブラックライトと遮蔽物との距離を2.0[cm]とする)

※色紙は色の面をUVライト側

5.遮蔽物が赤で3回計測・これを「赤みの橙、黄みの橙、黄、黄緑、緑、青緑、緑みの青、青、青紫、紫、赤紫」色も同様に行う

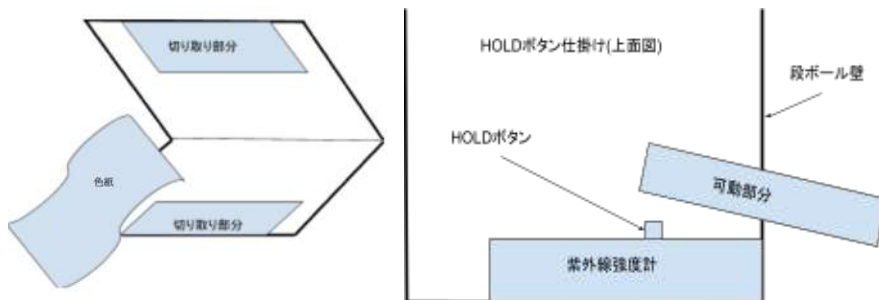


図6

図7

図6※色紙を挿入して固定する写真。色のついた面をUVライト側に向けることに注意する。

図7※実験データを固定し、計測したデータを記録できるようにした装置の仕組み。

5. 結果

一今回の実験データは、計算も含めて有効数字3桁とする一
また、今後表で出てくる用語の公式を、以下に示す。

「平均[mW/cm²]= (一回目 + 二回目 + 三回目) ÷ 3」

「遮蔽量[mW/cm²]= 白 - 平均」

「遮蔽率[%]= 遮蔽量 ÷ 白 × 100」

※用語の説明

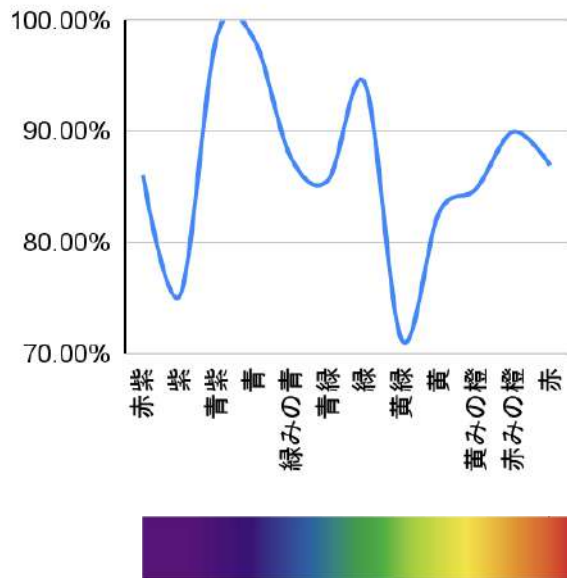
- ・白…遮蔽物に色がついていないときのUV強度(これによって、色が着くとどれだけ紫外線遮蔽ができて
いるかがわかる)
- ・1.2.3回目…それぞれの段階におけるUV強度(遮蔽物を通過した後のUV強度だから、透過した量を示
す)
- ・平均…1～3回目の透過したUV強度の平均値
- ・遮蔽量…その色が紫外線を遮蔽した量(白のときからその色のときの差は、遮蔽量を示す)
- ・遮蔽率…その色がどれだけ遮蔽しているかを示す割合

なお、遮蔽物なしでは値が大きすぎて測れないため、「白」を「その色がどれだけ遮蔽できたか」を示す
基準とした。

＜実験①＞

[mW/cm ²]	白	一回目	二回目	三回目	平均	遮蔽量	遮蔽率
赤	3.37	0.44	0.45	0.43	0.44	2.93	86.9%
赤みの橙	3.42	0.35	0.35	0.33	0.34	3.08	90.0%
黄みの橙	3.14	0.54	0.44	0.45	0.48	2.66	84.8%
黄	3.00	0.52	0.51	0.53	0.52	2.48	82.7%
黄緑	3.17	0.93	0.93	0.88	0.91	2.26	71.2%
緑	2.98	0.19	0.17	0.15	0.17	2.81	94.3%
青緑	2.96	0.44	0.43	0.41	0.43	2.53	85.6%
緑みの青	3.45	0.44	0.41	0.43	0.43	3.02	87.6%
青	2.94	0.05	0.05	0.05	0.05	2.89	98.3%
青紫	2.06	0.03	0.03	0.03	0.03	2.03	98.5%
紫	2.18	0.52	0.55	0.55	0.54	1.64	75.2%
赤紫	2.33	0.29	0.36	0.32	0.32	2.01	86.1%

実験①紫外線遮蔽率



※縦軸…紫外線遮蔽率

横軸…色

[補足実験]

今回の実験では、青、青紫の紫外線透過量が著しく低かった。UVライトの強度が徐々に弱まってしまい、この2色の時に多色よりだいぶ弱かったという原因も考えられるが、測り方にミスがあった可能性を考慮して再度データを取った。以下がその結果である。

[mW/cm ²]	白	一回目	二回目	三回目	平均	遮蔽量	遮蔽率
青	2.11	0.05	0.05	0.05	0.05	2.06	97.6
青紫	2.35	0.03	0.02	0.02	0.02	2.33	99.0

表を見てみると、再度ほぼ誤差のない同様のデータが取れたため、今回の実験データは適切なデータとみなし、本実験の適切なデータとして扱う。なお、正しいか考慮するために行った実験のデータは、あくまでも本実験の正しさを示すために行った予備実験であるので採用しない。

[相関係数]

では、実験データの有効性が示されたので、ここから深くデータの分析をする。

色ごとの遮蔽率の傾向を知るために相関係数を求める。相関係数を以下の表に則って求める

[mW/cm ²]	波長[nm]	遮蔽率	[mW/cm ²]	波長[nm]	遮蔽率	[mW/cm ²]	波長[nm]	遮蔽率
赤	710	86.9%	黄緑	563.5	71.2%	青	475	98.3%
赤みの橙	618.5	90.0%	緑	514	94.3%	青紫	423.5	98.5%
黄みの橙	582	84.8%	青緑	495.5	85.6%	紫	400	75.2%
黄	575.5	82.7%	緑みの青	485.5	87.6%	赤紫	-	-

※赤紫を含まない理由は、赤紫には単一の波長がなく、他の色の傾向に影響を与えるため。グラフに入れているのは、影響をあまり与えないから。

相関係数は表より、-0.129でありほとんど相関がない。つまり、仮説が正しいとは断定できない。

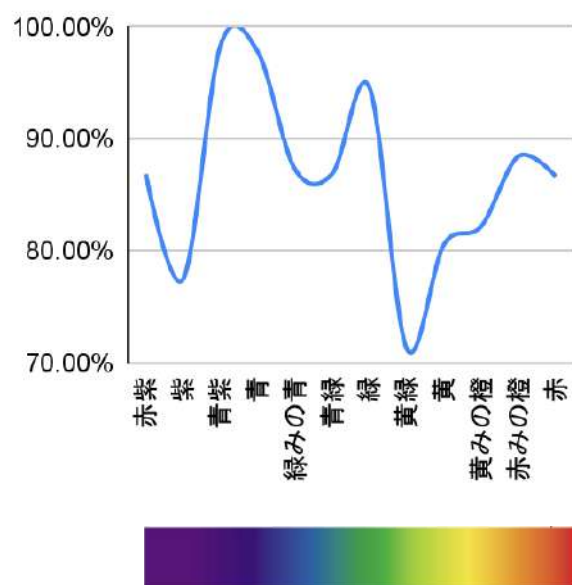
＜実験②＞

UVライトをAlonefireの②の方に変更。

実験の概要は①と同様。

[mW/cm ²]	白	一回目	二回目	三回目	平均	遮蔽量	遮蔽率
赤	8.20	1.07	1.15	1.07	1.10	7.10	86.6%
赤みの橙	8.02	0.96	0.85	0.97	0.93	7.09	88.5%
黄みの橙	8.68	1.57	1.52	1.55	1.55	7.13	82.2%
黄	8.11	1.52	1.65	1.56	1.58	6.53	80.6%
黄緑	8.53	2.54	2.42	2.40	2.45	6.08	71.2%
緑	8.46	0.44	0.48	0.45	0.46	8.00	94.6%
青緑	8.15	1.10	1.04	1.07	1.07	7.08	86.9%
緑みの青	7.50	0.95	1.02	0.89	0.95	6.55	87.3%
青	7.13	0.17	0.15	0.15	0.16	6.97	97.8%
青紫	6.39	0.12	0.10	0.10	0.11	6.28	98.3%
紫	5.96	1.35	1.34	1.34	1.34	4.62	77.5%
赤紫	7.22	1.01	0.92	0.92	0.95	6.27	86.8%

実験②紫外線遮蔽率



※縦軸…紫外線遮蔽率

横軸…色

[相関係数]

[mW/cm ²]	波長[nm]	遮蔽率	[mW/cm ²]	波長[nm]	遮蔽率	[mW/cm ²]	波長[nm]	遮蔽率
赤	710	86.6%	黄緑	563.5	71.2%	青	475	97.8%
赤みの橙	618.5	88.4%	緑	514	94.6%	青紫	423.5	98.3%
黄みの橙	582	82.2%	青緑	495.5	86.9%	紫	400	77.5%
黄	575.5	80.6%	緑みの青	485.5	87.3%	赤紫	-	-

※赤紫を含まない理由は、②の説明の通り

相関係数は表より、-0.226であり弱い負の相関であるとされるが、厳しく判定するとほぼ無関係とされることもあるため、相関があるとは断定できなく、仮説が正しいかどうかは判断できない。ほぼ無関係とみなした理由は、もともと企業の研究を否定するような実験であり、慎重にデータを分析する必要があると考えたため、弱い相関も無関係とみなした。

6. 考察

[実験全体の考察]

実験のグラフを比べると、ほとんど差がない。そのため、UVライトの強さは実験にはあまり影響を与えないということがわかる。さらに強い場合はどうなるのかはわからないが、現段階ではこれよりも強いもので実験可能なものが手持ちにないため、これ以上の実験は行わない。また、今回の実験よりも弱いUVライトではデータがうまく取れないので扱わない。

では、実験①②の相関係数によると、やはり現段階では相関がないと考えられてしまう。青紫が最も遮蔽するということになるが、相関がないことも踏まえると、青紫が最適だとはわからない。ここまでの実験結果だけでは、仮説が正しいか正しくないかわからないということになる。

また、実験②でわずかに負の相関になる可能性があるということになるが、これはメグミルクの赤色が最も遮蔽率が高いという結論に反する。このようになった理由として、以下のことが考えられる。

牛乳パックの構造上、内側から「ポリエチレン、紙、ポリエチレン(印刷)」の順であり、実際は着色部がポリエチレンという、透明物質である。今回実験で用いたのは着色された紙であり、これは、光の性質によって大きな違いを生む。

「不透明な物質のとき、色の原因となる反射スペクトル、物質に吸収される吸収スペクトルに分かれる。透明な物質のときは、反射スペクトルではなく透過スペクトルとなる。今回紙という不透明な物質であるため、反射スペクトルに注目する。」という趣旨の話が先行研究にあったが、実際は牛乳パックの着色部分はその中でも透明なポリエチレンであり、この場合透過スペクトルに注目する必要があった。

そうすると、透明な物質の場合、例えば赤色の物質は赤色の波長をよく透過し、紫色の物質は紫色の波長をよく透過する。この特徴を応用して考えると、ある色を示す物質は、ある色に対応する近辺の波長をより多く透過する。そうすると、赤に近づくほど紫外線を透過せず、紫に近づくほど紫外線を透過するということになる。つまり、紫外線を遮蔽する率が高いのは、仮説の「紫、青紫、青、緑みの青、青緑、緑、黄緑、黄、黄みの橙、赤みの橙、赤」の順とは逆になると考えられる。

以上より、まだまだこれから考慮していくことが多く存在するし、上記の考え方もまだ机上の空論な可能性もあるし、これから研究する必要がある。なお、着色されたポリエチレンを集めて実験すれば良いのだが、12色すべてを集めるのは困難であるため、実験は見送った。

7. 結論

明確な結論はだせない。考察で、青紫が最も遮蔽する色だと断言できないと述べている通り、まだまだ検討する必要がある。メグミルクの研究結果を否定し得るものにはならないし、おそらくメグミルクの研究が正しいというように考えているが、立証するにはまだまだ実験が必要である。

8. 参考文献

[メグミルク]

<https://www.meg-snow.com/customer/center/communication/pdf/center8.pdf>

http://physico.tea-nifty.com/chu/2008/04/post_4a03.html

[紙パック]

<http://www.yokankyo.jp/pack/>

[紫外線の透過性能実験]

[紫外線や可視光線の透過性能試験 | JEA navi \(jea-navi.com\)](http://jea-navi.com)

[連続スペクトルの物質透過における分裂]

https://cc.musabi.ac.jp/zoukei_file/03/sikisai/hikari.html

<https://www.klv.co.jp/corner/what-is-spectrum.html>

[赤紫の特徴]

[マゼンタがスペクトルの色ではない理由 \(greelane.com\)](http://greelane.com)

<https://ameblo.jp/tuttie-manila/entry-11590942006.html>

<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2021/05/post-b966b9.html>

<https://www.konicaminolta.jp/instruments/knowledge/color/section1/02.html>

[各色の波長域]

[色を測る / 色とは何か・JFE-TEC News | JFEテクノロジー](#)