

スーパーサイエンスハイスクール

平成30年度

課題研究論文集

平成31年3月

北海道滝川高等学校

はじめに

北海道滝川高等学校
校長 中川 秀樹

今年度の3年生理科生徒諸君の研究成果を収めたスーパーサイエンスハイスクール平成30年度課題研究論文集が完成しました。

本論文集には、「電池でGO」「清涼飲料水中の還元剤の定量」「炎色反応における発色順番について」「色素増感太陽電池」「いちご種子の発芽における光条件の考察」「錯視のメカニズム」「プラナリアの再生と光との関係」「カグヤコウモリの生態」「芦別市金町の露頭はイルムケップ火砕流によって堆積したのか」「変形サイコロの確率」「腓液アミラーゼによるストレスの測定方法」「玉子の有効活用」といった理数、地域、身の回りの生活に関連した幅広いテーマから12の課題研究論文が収められています。

さて、本校ではスーパーサイエンスハイスクール指定第1期（平成25～29年度）及び経過措置指定（平成30年度）での研究開発をととして、課題研究を軸とした、生徒の科学的思考力・対話力を学年の発達段階に応じて育成するプログラムを開発し、学校設定科目（フロンティアサイエンスⅠ～Ⅲ、ライフサイエンスA・B、SSを付した科目）などを実施することにより、生徒の科学的リテラシー・問題解決能力や表現力・創造性を育成してきたところです。

また、次期学習指導要領では、数理横断的なテーマに向き合い考え抜く力を育成するため、数学と理科の知識・技能を総合的に活用して探究活動を行う科目「理数探究基礎」「理数探究」が設置され、「総合的な学習の時間」を「総合的な探究の時間」として先行実施されます。その中では、生徒の主体的な探究活動の取組がいっそう求められ、実験や調査分析の成否よりも、失敗を恐れずに試行錯誤しながら主体的にやり遂げる過程が重視されることになっています。

そうした中で、本校の課題研究は、グループの中で課題の発見・設定や研究計画の立案、調査・観察、データの整理・分析、考察、議論、発表、まとめといった一連の探究の過程を体験・習得する絶好の機会であったと思います。グループ研究ならではの苦労もあったのではないかと推察しますが、課題研究での経験や協働等の汎用スキルは、卒業後の大学・社会で大いに活用されることを確信しております。本校では、今後も生徒の主体的な活動を主軸とした「探究活動」を普通科も含めて全校体制でいっそう推進すると共に、評価の在り方についても研究を進めてまいります。

おわりに、本校のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）事業にご指導・ご支援をいただいている運営指導委員の方々、北海道大学、酪農学園大学、北海道教育委員会、JSTの関係者の皆様に心より感謝を申しあげ、巻頭の言葉とさせていただきます。

目 次

1 班	「電池で GO」	p. 1 ～ 3
	白川純也・三宅弘人・百島拓人	
2 班	「清涼飲料水中の還元剤の定量」	p. 4 ～ 6
	上野智生・黒田啓輔・高橋慧多	
3 班	「炎色反応における発色順番について」	p. 7 ～ 9
	川井智大・小笠原侑・中村亘汰・葛西陽喜	
4 班	「色素増感太陽電池」	p.10～14
	小野寺康紀・高野泰雅・林晃汰	
5 班	「いちご種子の発芽における光条件の考察」	p.15～17
	加藤大和・佐藤諒・清水健太	
6 班	「錯視のメカニズム～錯視の境界を探せ～」	p.18～24
	高橋日佳・小林日那・今野健介	
7 班	「プラナリアの再生と光の関係」	p.25～26
	平沢竜太・柴田康希・北浪瑠圭	
8 班	「カグヤコウモリの生態」	p.27～30
	中川真里亜・横山楓・尾崎圭汰・吉田光希	
9 班	「芦別市黄金町の露頭はイルムケップ火砕流によって堆積したのか」	p.31～34
	田湯仁晟・大西力斗・樋口貴大・増井勇太	
10 班	「変形サイコロの確率」	p.35～41
	木村丈・新谷駿元・釣部勇人・西村優佑	
11 班	「唾液アミラーゼによるストレスの測定方法」	p.42～44
	今野聖大・中村華琳・岸鈴華	
12 班	「玉子の有効活用」	p.45～48
	雨池明依・佐藤蘭奈・中野あすか・中村百花	

電池でGO

北海道滝川高等学校理数科

白川 純也

三宅 弘人

百島 拓人

要 旨

銅線コイル・電池による電流からできる磁場と、磁石による磁場によって電池と磁石を動かす実験を行ったのでその結果を報告する。まず、予備実験よりコイルの径が小さいほうが電池と磁石が速くなることを目視で確認できた。次に電池部分の長さが長いほうが速く動くことを目視で確認した。この2つのことについて仮説を立て、その仮説による実験の元、計算及びおよそ130回にわたる試行から予備実験で確認できた事を証明した。

I はじめに

私たち物理班は、ある動画サイトでコイルの中を電池と磁石が合わさったものが走っていく動画を見つけた。そこで課題研究のテーマとして、その現象の仕組みや条件の変化によってどのような反応を示すのかを調べた(写真1)。

II 仮説

磁場の密度の観点からコイルの径が小さいほど速度が大きくなると考えた。体感から本体の長さが長いほど、速度が大きくなると考えた。

III 研究(実験)方法

1, 使用した器具

- ・銅線 0.90mm
- ・マグネット2000ガウス
- ・単5電池
- ・塩ビ管 (コイルを作るために巻きつけに使った)

- ・スペーサー 直径5mm 高さ10mm
- ・バネばかり

2, 実験方法

コイルを円筒形に巻き、中に電池の両端に磁石を連結させたものを通す。そうすると、電流が流れコイル内に磁界が発生する(写真2)。

3, 実験内容

今回の実験を行っていくにあたって十分な長さのコイルを作らなければならないため、まずは径の大きさの違う3種類の塩ビ管に銅線を巻きつける作業を行った。

次に予備実験として単4電池の両端に2個ずつの磁石を付けたものと、単5電池の両端に2個ずつの磁石を付けたものをそれぞれ3種類のコイルに通して違いを観察した。

<実験1>

径の大きさと力の大きさの関係を調べるために本体を単5電池の両端に磁石を2個ずつ付けたものに固定し、ばねばかりをひっかけ、3種類のコイルに通して、数値測定を行った。

<実験2>

電池の種類による違いを調べるためにコイルの長さを60cmに、本体の両端につける磁石を2個ずつに固定し、単4電池と単5電池の場合についてコイルの端から端に到着するまでの時間測定を行った。

<実験3>

本体の長さによる違いを調べるため本体を電池は単5電池に、両端に付ける磁石を2個ずつに固定し、さらにスペーサーを1個付けたものと、2個付けたものと、さらに0個のものを用意し、ばねばかりをひっかけ、一番小さ

い径のコイルに通して数値測定を行った。

IV 結果

＜実験 1＞

表 1 より小さいコイルの径を使用した場合力の大きさは平均25.25N、中くらいの径の場合平均21.125N大きい系の場合平均18.375Nとなり、コイルの径が小さいほうが力が強かった。

＜実験 2＞

60cmのコイルの中を電池と磁石の結合体を通り抜ける時間は、単 5 電池が平均約1.12秒・単 4 電池が平均約0.88秒となり、単 4 電池の方が速かった（表2）。

＜実験 3＞

電池と磁石の結合体の力は、スペーサーが 1 つの時が最大で、0 個の時と 2 個の時はほぼ同じ値だった（表3）。

V 考察

＜実験 1＞

実験結果と円形電流が作る磁場の公式

$$H=n \quad I/2r$$

（H＝磁場の強さ、I＝電流、r＝半径、n＝巻き数）より、力の強さはコイルの径が小さいほど強く、大きいほど弱くなると考えられる。

＜実験 2＞

単 4 電池・単 5 電池は電圧が等しいため、その2つの違いは本体の長さ、太さ、重さであるが、自分たちは長さが実験のような速さの違いに影響を及ぼしたと考えた。

＜実験 3＞

結合体の強さが最も強くなる適切な長さがスペーサー 0 ～ 2 個の間にあると考えられる。

VI まとめ

実験結果および考察よりコイルの径が小さいほど磁場が強くなるため結合体の推進力が強くなる。また結合体の長さが一定値までは長さに比例して推進力が強くなるが、ある値を超えると推進力が弱くなる。

VII 参考文献

Amazing Science君（Youtube）

URL : <https://youtu.be/J9b0J29OzAU>



図1 コイル内に電池と磁石の結合体を入れる様子。

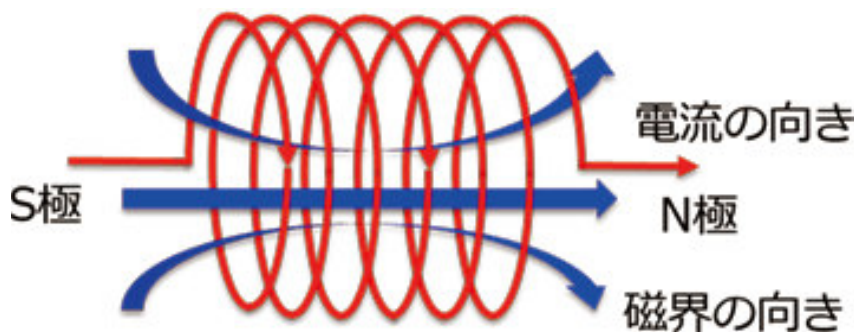


図2 電流と磁界の向きの関係。

表1 実験1におけるコイルの径と力の関係。

コイルの径\試行回数		1	2	3	4	5	6	7	8	平均
小	1	26	26	24	24	26	24	26	26	25.25
	2	22	20	20	22	20	22	21	22	21.125
	3	16	17	19	18	20	21	18	18	18.375
単位: ニュートン(N)										

表2 実験2における電池の種類と速さの関係。

										平均
単5電池	...	1.08	1	1.23	1.1	1.03	1.15	1.1	1.21	1.118125
		1.2	1.01	1.06	1	1.13	1.18	1.21	1.2	
単4電池	...	0.87	0.88	0.91	0.83	0.8	0.84	0.88	0.95	0.878125
		0.95	0.81	0.88	0.85	0.85	0.93	0.92	0.9	
単位: 秒(s)										

表3 実験3における結合体の長さとの関係。

スパーサー1個	...	26	26	24	24	26	24	26	26	
スパーサー2個	...	32	31	30	29	30	31	29	30	
スパーサー3個	...	26	25	26	26	25	26	24	24	
スパーサー1個	...	20	18	18	20	19	20	20	19	
スパーサー2個	...	22	21	23	23	24	23	23	24	
スパーサー3個	...	20	21	22	22	18	23	17	18	
単位: ニュートン(N)										

清涼飲料水中の還元剤の定量

北海道滝川高等学校理数科

上野智生 黒田啓輔 高橋慧多

要 旨

清涼飲料水に含まれている抗酸化剤の量を知り、それぞれにどのくらい含まれているかを調べる。清涼飲料水をサンプルとしてヨウ素溶液を用いて滴定実験を行い、サンプル中の抗酸化剤の定量を行ったところ最も抗酸化剤を含んでいたのはキレートレモン(瞬間レモン体感飲料)、最も含んでいなかったのはリンゴジュースとなった。この実験から添加物を使用していない果汁100%飲料よりも20%しか果汁を含んでいない飲料のほうが抗酸化剤の量が多かった。このことから身体に良いと考えられている抗酸化剤は自然由来のものからは大量には摂取できないことが分かった。

I はじめに

私たちは今回還元剤について調べるきっかけとして、理科の資料集の中で普段自分たちの身近にあるビタミンCのことが記載されており、詳しく調べて見たいと思った。そこから今回、ビタミンCを含む還元剤全体について調べるためにヨウ素溶液を用いた滴定実験を行った。

II 仮説

- ・果汁が100%の飲料はお茶などの飲料よりかは還元剤を含んでいる。
- ・ビタミンを名前に含む飲料や栄養ドリンクは他の飲料より還元剤を含んでいる。

III 調査方法

1. 使用した器具・物質

- ・ビュレット
- ・ホールピペット
- ・三角フラスコ

- ・コニカルビーカー
- ・ヨウ素溶液
- ・でんぷん溶液
- ・スターラー

2. 実験方法

清涼飲料水10mlとでんぷん溶液の混合した試料を作り、その試料にヨウ素溶液を滴下して酸化還元反応を起こさせる。その後試料中の清涼飲料水とヨウ素溶液の反応が終わり、デンプンとヨウ素溶液が反応した瞬間青紫色になった時点の滴下したヨウ素溶液の量から試料中の抗酸化剤(還元剤)の量を逆算してとめる。

試料を薄めるときは製品の成分表示欄のビタミンC、ビタミンEの含有量を参考にした。

3. 抗酸化剤の物質量を求める式

還元剤の価数を 1 価と仮定して

ヨウ素の価数 (1 価) $\times$ 滴下した量 (ml) $\times$ ヨウ素の濃度 (mol) = 抗酸化剤の価数 (1 価) $\times$ n 倍に薄めた (1/n) $\times$ 還元剤の濃度 (mol)

の式を用いた。

IV 結果

次頁図 1 を参照

V 考察

図 1 より、今回調査した清涼飲料水中で最も抗酸化剤を含む清涼飲料水はキレートレモンであった他、ビタミンウォーターやオロナミン C などのビタミンが添加された物がキレートレモンに次いで多くの抗酸化剤を含んでいたことと、果実や野菜のジュースがそれらに劣っており、極端に還元剤の量が少なかったことから飲料の製造過程で飲料に添加される還元剤の量は、食品に備わっている量よりも多いことがわかる。逆に言えば清涼飲料水中にはそれだけの酸化する物質が含有している。

VI 結論

測定結果と考察より抗酸化剤を飲料から摂取する場合、野菜や果実などの飲料に対して直接それを添加された飲料のほうに含有量が大幅に勝っている。ゆえに摂取効率はそちらが上である。

VII 課題、問題点

- ・ そもそも、抗酸化剤は体に良い影響を与えるのか。

- ・ 飲料水からの摂取で、明確な違いがあらわれるほどの量が体内に吸収されるのか。
- ・ 抗酸化剤のすべてが試料中でヨウ素酸と反応しえるのか。
- ・ ヨウ素溶液のモル濃度は一定であったか。
- ・ 抗酸化剤が酸化した後、酸化し続けるものがあるではないか。

VIII まとめ

無茶な、結論の想定できないテーマ、適当な実験、薄い内容がこのような結果をもたらすこととなった。このことを高校のうちに学べたのは良い経験となった。そう信じている。

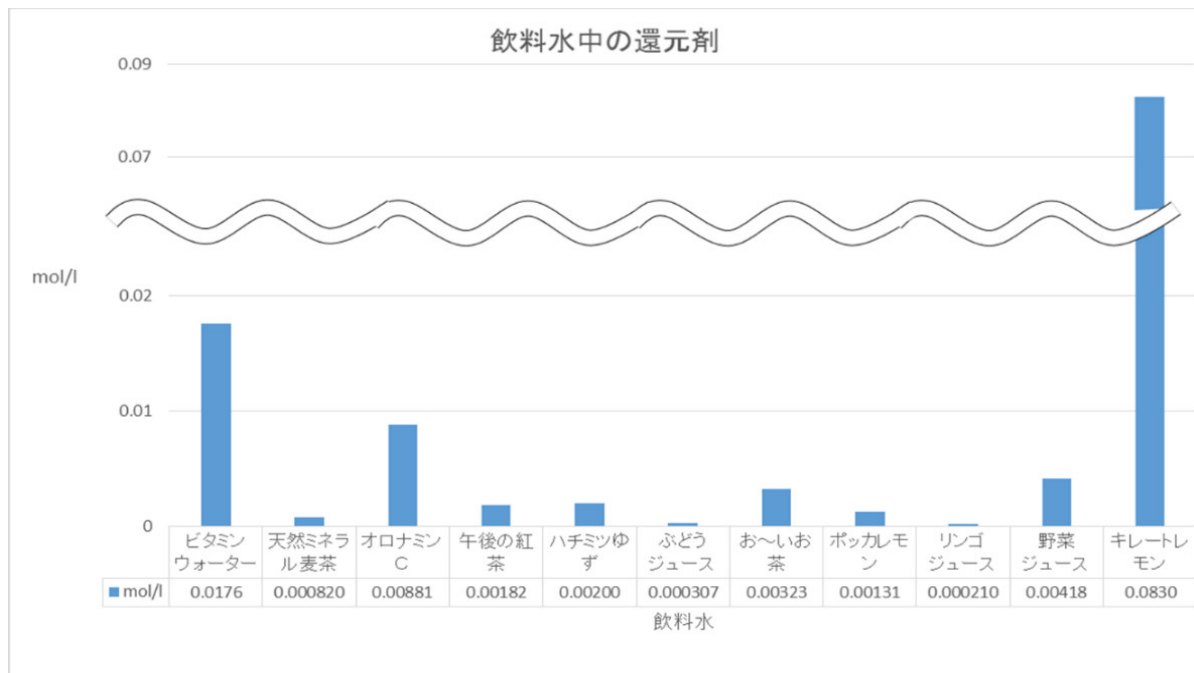


図1 清涼飲料水中の抗酸化剤のモル濃度を求めるためのヨウ素滴定実験の実験結果表
 ※mol/L は清涼飲料水中の抗酸化剤のモル濃度

炎色反応における発色順番について

北海道滝川高等学校理数科

川井智大 小笠原侑 中村亘汰 葛西陽喜

要 旨

Na、Li、Cu、Sr、Ba、K の6種類の金属のうちから、3種類の硝酸塩の金属が溶解した水溶液を炎色反応させ、金属による発色がどの順番に起こり、またその順番を決定している要因を調査した。考えられる全ての組み合わせを試し、それぞれの組み合わせでどの順で発色するかを記録した。その結果から、総合的に見た6種類の金属の発色順番を明確にした。

発色順番は「原子の基底状態と励起状態の電子のエネルギーの差の小さい順番に関係しているのではないか」という仮説を立てたが、結果とは一致しなかった。そこで、「硝酸化合物の金属の沸点の低い順に関係しているのではないか」という新たな仮説を立てた。だが、この仮説では説明のつかない部分があったので、追加実験を行っていく。

I はじめに

先行研究に、二種類の塩化化合物の金属イオンによる発色順番のついでの研究があった。そこでは発色順番の解明には至らなかった。私たちは、複数の炎色反応は同時に起こることはなく発色のタイミングに時間差があることを知った。そこで、3種類の硝酸塩の金属イオンを用いてどのような順番で発色が起こるかを調べることにした。

II 仮説

仮説①

励起状態の電子が基底状態に戻るときにエネルギーを光として放出するのが炎色反応だ。そこで、基底状態と励起状態の最外殻電子のエネルギーの差が小さい順に発色が起こると考えた。下のアメリカ国立標準研究所による「原子ごとの基底状態と励起状態の最外殻電子のエネルギーの差」の表を参考にしたところ、それぞれの基底状態と励起状態のエネルギーの波長の差は下の式で求められる。Ba と K の値はなかった。次にこの波長の差をエネルギーの差の大きさに変換する。この式で、波長の差だけが変数でプランク定数と光速は定数であるから、エネルギーの大きさの差は波長の差に依存する。これによって想定される順番は、

$\text{Cu} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Li} \rightarrow \text{Na}$ となった。

表 1 原子ごとの基底状態と励起状態の最外殻電子の波長の差

Na : 25739. 991

Li : 27206. 066

Cu : 43137. 20

Sr : 30591. 80

Ba : 数値なし

K : 数値なし

$$\Delta E = h \cdot c / \Delta \lambda$$

(ΔE : エネルギーの差, h : プランク定数, c : 光速, $\Delta \lambda$: 波長の差)

表 2 原子ごとの基底状態と励起状態の最外殻電子のエネルギー差

Na : $7.759906872 \times 10^{-26}$

Li : $7.341742573 \times 10^{-26}$

Cu : $4.630340704 \times 10^{-26}$

Sr : $6.529198445 \times 10^{-26}$

仮説②

また、反応が起きるまでのプロセスから考える。まず、水溶液を炎の中に入れると水が蒸発して白金線に溶質の結晶が付着する。さらに温度が高くなると、融点に達しイオンに分かれ、沸点以上になって蒸発する。それによってイオンが飛び出し反応が起こる。以上から、それぞれの化合物の沸

点が高いほうが早く発色すると考えた。それぞれの金属と硝酸の塩の沸点を調べると、

Cu(II) : 170°C

Na : 380°C

K : 400°C

Li : 600°C

Sr : 645°C

Ba : 値なし

となり予想される順番は、

Cu→Na→K→Li→Sr→Ba

III 実験

1、実験材料

Ca・Ba・Na・Cu(II)・K・Li・Srの

硝酸塩、ビーカー、映像カメラ、

白金線、ガスバーナー、濃塩酸、

映像解析ソフト「AI・RGB」

2、実験方法

用意した6種類の金属の硝酸化合物を0.5mol/Lの硝酸物水溶液にし、それぞれ100mlずつ用意する。その中から異なる3種類の水溶液を1mLずつ取り混ぜ合わせた混合溶液を作る。その後、この作業でできた35種類それぞれの溶液を白金線にわたし、ガスバーナーの火にかけて炎色反応を起こし、その様子を撮影した。その後、撮影された映像のうち炎の色が変化した部分を画像におこし、その画像を「AI・RGB」という解析ソフトを使って炎色反応のRGB数値を計測した。そして、あらかじめ測定しておいた物質それぞれの数値と画像の数値を照らし合わせ、物質の炎色反応の順番を特定した。反応が終わった白金線は濃塩酸に浸し発色がなくなるまで焼いた。

IV 結果

発色が早い順に

Na→Li→Cu→Sr→Ba→K

V 考察

仮説①で予想された順番は

Cu→Sr→Li→Na

であり一致しなかった。このことから、発色順番に関しては、エネルギーの差のような熱力学的考察を行うのではなく、発色する速度を扱って考察するのが良いと考えた。

仮説②に従った予想される順番は、

Cu→Na→K→Li→Sr

であった。CuとNaだけが順番において矛盾したため、この考察はある程度正しいと思われる。CuとNaが矛盾した理由に関しては、Cuは炎色反応と同時に酸化銅(I)、酸化銅(II)が生成されるの反応が起きているため、沸点に変化が起きて発色順番に影響をもたらしたと考えられる。

VI 結論

炎色反応が起こる順番はそれぞれの塩の沸点が低いものから発色する、という仮説だけではすべてを説明することはできなかった。

VII まとめ

今回は、熱力学的考察よりも速度的な視点から考察するほうが適切だと気付いたが、なぜ適切なのか、またそれを確かめるための実験をせずに進めてしまった。

今後の課題としては、上記の解明必要だ。また、CuとNaの発色順番が仮説と異なったことの解明や、今回の実験で使っていた硝酸塩以外に、硫酸塩なども比較したとき、どのように変化するのかを調査していくということである。

VIII 参考文献

原子ごとの基底状態と励起状態の

最外殻電子のエネルギー差↓

<https://physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/Tables/lithiumtable5.htm>

表 3 混合溶液の RGB

R 1 = 発色した 1 番目の RED の数値、G 1 = 発色した 1 番目の GREEN の数値

B1 = 発色した 1 番目の BLUE の数値 R2,G2,B2,R3,G3,B3 は同様

	R1	G1	B1	R2	G2	B2	R3	G3	B3
Li Na K	255	204	48	172	94	108	251	136	139
Li Na Ba	255	193	29	245	183	058	218	211	226
Li Na Sr	255	205	60	255	144	130	255	158	125
Li Na Cu	255	194	49	255	168	141	62	89	70
Li K Ba	196	142	223	236	122	174	241	228	235
Li K Sr	255	142	193	252	167	249	255	118	152
Li K Cu	86	221	196	179	137	235	232	116	139
Li Ba Sr	255	153	117	255	144	157	255	214	238
Li Ba Cu	158	81	116	215	192	183	212	159	179
Li Sr Cu	118	192	141	255	167	69	247	122	168
Na K Ba	255	174	28	227	181	162	210	246	230
Na K Sr	255	158	56	195	112	138	255	155	159
Na K Cu	255	197	44	163	122	103	101	107	42
Na Ba Sr	255	216	56	242	185	167	251	137	84
Na Ba Cu	255	183	29	244	174	162	239	120	124
Na Sr Cu	255	210	53	56	84	43	255	113	123
K Ba Sr	216	141	161	244	174	162	239	120	124
K Ba Cu	107	178	140	161	142	217	217	223	209
K Sr Cu	109	178	137	255	167	163	156	147	232
Ba Sr Cu	115	179	142	255	165	79	157	152	143

表 4 金属の単色の RGB 数値

	RED	GREEN	BLUE
Na	255	174	17
Li	255	126	114
Sr	255	127	43
Cu	176	255	253
Ca	255	139	77
Ba	255	253	247
K	204	165	194

色素増感太陽電池

北海道滝川高等学校理数科

小野寺 康紀

高野 泰雅

林 晃汰

要 旨

私達は次世代のエネルギーとなる色素増感太陽電池というものの性質を調べ、性能を向上させる方法を考えた。今回の研究では起電力と光と色素の関係に注目した。実験では色素の濃度と色、光の強さと色を変え調べた。実験から濃度が高いまたは光の強さが強い時に起電力が上がった。また、光と色素の色が同じであるとそれらの色が異なる場合と比べ起電力が低くなることが分かった。これらの実験からこの電池の性能を向上させるには、酸化チタンにより多く吸着し、様々な色を吸収できる色素を見つけるべきだと私たちは考えた。

I はじめに

色素増感太陽電池とは低予算で電気を作ることができる可能性をもった次世代のエネルギーである。我々はこの太陽電池を使いあらゆる植物の色素でどの色素がより発電できるのかを調べた。

II 仮説

- (1) 色素の濃度を高くすると起電力が上がるのではないかという仮説を立てた。
- (2) 光の強さを上げると起電力が上がるのではないかという仮説を立てた。
- (3) 光の色を変えると起電力が変わるのではないかという仮説を立てた。
- (4) 光の色と起電力に関係があるとする、色素と同じ色の光を当てると白い光を当てたときより起電力が下がるのではないかという仮説を立てた。理由は、赤い色素は赤い光を反射しているため、赤い光だけを当ててもあまり吸収されず起電力が下がると思ったためである。

III 研究(実験)方法

(1) 使用したもの

透明導電性プラスチックフィルム(4 x 5 cm) ステンレス板(4 x 5 cm) 酸化チタンペースト 電解液 エタノール 食用色素(赤色102号、黄色4号、緑) セロハン(青、赤、

黄、緑) ダブルクリップ みの虫クリップ セロハンテープ 鉛筆 台紙 すり鉢 吸引濾過器 照度計 電圧計 蛍光灯

(2) 色素抽出

事前調査で、トマト、もみじ、ラズベリー、ブルーベリーの色素をそれぞれつかった自作の色素増感太陽電池を製作した。その結果ブルーベリーの色素を使った電池の起電力が一番大きかった。よって、実験にはブルーベリーを使用した。まず、すり鉢でブルーベリーをすり潰し、10mlのエタノールを加え湯せんで加熱する(図1)。それを吸引濾過器で濾過する。この方法で、最初にすり潰したブルーベリーが3粒のものと9粒のものの2種類の溶液を用意した。

(3) 色素増感太陽電池製作

キットを使い色素増感太陽電池を製作した。まず導電性プラスチックフィルム(ITO-PE Tフィルム)を、3辺にセロハンテープが重なるようにして、台紙に固定する。そしてその上に酸化チタンペーストを塗り、均一になるように広げる(図2)。その後5分ほど自然乾燥させ、セロハンテープをはがす。

次に、ステンレス板に導電性プラスチックフィルムと同様にセロハンテープを貼る。そして鉛筆で黒く塗りつぶす(図3)。

乾燥後の酸化チタン膜に、1で作った色素溶液をまんべんなくたらす(図4)。その後、テ

イッシュペーパーで余分な色素をふき取る。

ステンレス板の黒く塗りつぶしたところへヨウ素系電解液を数滴たらす。

色素がついた酸化チタン膜と電解液がふれるようにして、プラスチックフィルムとステンレス板を少しずらして重ねる(図5)。クリップで固定して、色素増感太陽電池完成(図6)。これをブルーベリー3粒のものと9粒のものの2種類用意する。

(4)実験

実験1 色素の濃度と起電力

(2)で作った、色素の濃度が違う2つの色素増感太陽電池を暗所におき、電圧計をつないでほぼ0になるまで待つ。その後、照度計を使ってテーブル上のある場所が2500Lxになるように蛍光灯をおく。そこに2つの色素増感太陽電池を並べ、一定時間おきに電圧計をつないで起電力を測り、比較する。

実験2 光の強さと起電力

ブルーベリー9粒の色素溶液を使った色素増感太陽電池だけを使う。実験①と同様に2分おきに起電力を測る。ただし、計測は2回行い、1回目は蛍光灯の光を2500Lxに、2回目は5000Lxにして比較する。

実験3 光の色と起電力

ブルーベリー9粒の色素溶液を使った色素増感太陽電池だけを使う。実験①と同様に2分おきに起電力を測る。計測は3回行う。1回目は蛍光灯に青セロハンを貼り、光の色を青くする。2回目は赤セロハンを貼り、光の色を赤くする。3回目は黄セロハンを貼り、光の色を黄色くする。三回ともセロハンを貼ってから、照度計を使い2500Lxにする。

実験4 光の色と起電力2

実験3をふまえて、色素の色と光の色の関係をより詳しく調べるため実験④を行った。まず、食用色素を使い新しく色素溶液を作る。赤色102号(ニューコクシン)、黄色4号(タートラジン)、緑(タートラジン&ブリリアントブルーFCF)を使う。ぬるま湯10mlに薬匙一杯分それぞれ溶かす。

次にその色素溶液を使い色素増感太陽電池を3種類つくる。

それぞれの電池に、実験③と同様の実験を行う。ただし、セロハンの色は色素の色と同じ赤、黄、緑にし、また結果の数値を大きくしたほうがわかりやすいので5000Lxにそろえる。

IV 結果

【実験1】

15分の場合においてブルーベリー9粒の値がブルーベリー3粒の値より0.20V以上高くなった(図7)。

【実験2】

8分の場合において5000Lxの値が2500Lxの値よりも0.10V以上高くなった(図8)。

【実験3】

5分の場合において黄セロハンの値が0.43V、赤セロハンが0.41V、青セロハンが0.35Vとなった(図9)。

【実験4】

緑食紅で8分の場合、白い光が0.32V、黄色の光が0.28V、赤色の光が0.24V、緑色の光が0.21Vとなった(図10)。

赤食紅で8分の場合、白い光と緑色の光が0.42V、赤色の光が0.36V、黄色の光が0.11Vとなった(図11)。

黄食紅で8分の場合、緑色の光が0.39V、白い光と赤色の光が0.36V、黄色の光が0.25Vとなった(図12)。

V 考察

【実験1】

色素の濃度を高くすると起電力が上がったのはより多くの色素が酸化チタンに吸着したからだと考えた。色素の濃度によって起電力が変化した理由は、吸着した時間が同じなので、酸化チタンに触れる色素の量の違いによるものであると考えられる。

【実験2】

光の強さを強くすると起電力が上がったのは酸化チタンが吸収する光の量が増えた

ためであると考えられる。

【実験 3】

光の色によって起電力が変化したのは、色素には吸収しやすい光と吸収しにくい光がある。また、青色の光で最も起電力が低かったので、色素の色と光の色が似ていると起電力が他の色と比べ低くなるのではないかと考えられる。（実験 4）

【実験 4】

色素と光が同じ色の時、起電力はほかの色の色素の時と比べ低くなった。このことから仮説通り色素と光が同じ色だと色素が吸収する光の量が少なくなる。

VI 結論

色素増感太陽電池の特徴について知ることができた。考察から、色素増感太陽電池がより多くの光を吸収するには光の色をあまり反射しない無色の色素を吸着させると起電力が最も大きくなると推測できる。

VII まとめ

今回の事前リサーチによる仮説はすべて正しかった。だが、実験の試行回数が少なかったため、実験結果に多少の誤差が出てしまったため、今後はより良い実験方法を確立し、色素増感太陽電池の性能を上げるため、更なる研究が必要である。

VIII 参考文献

キットを購入したペクセル・テクノロジー株式会社

<http://www.peccell.com/products/PEC-TOM02/>

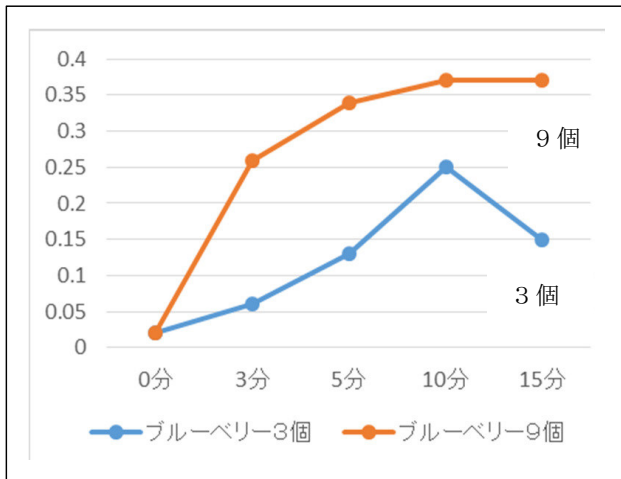


図 7 実験 1 色素の濃度と起電力の関係

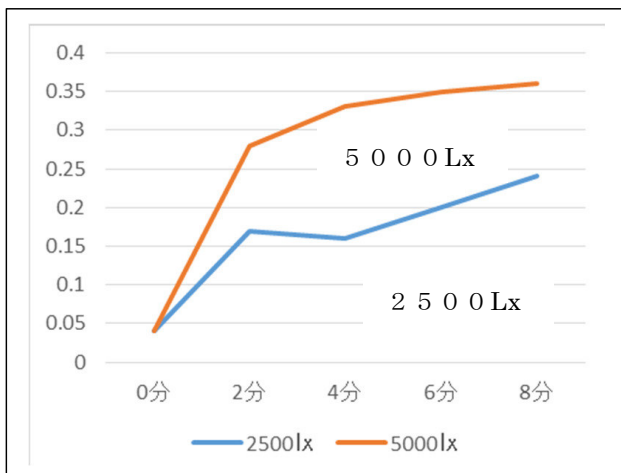


図 8 実験 2 光の強さと起電力の関係
ブルーベリー 9 個について

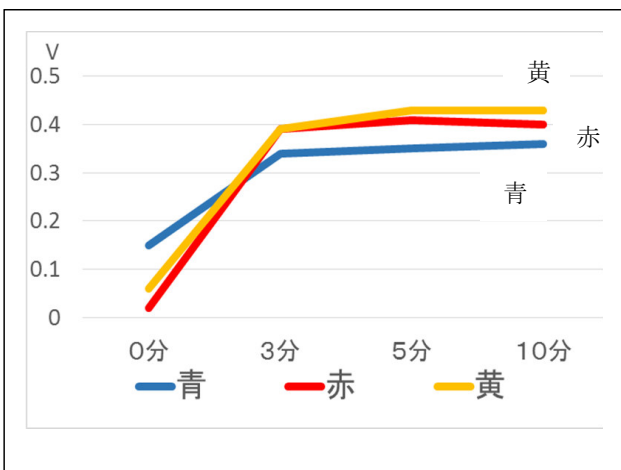
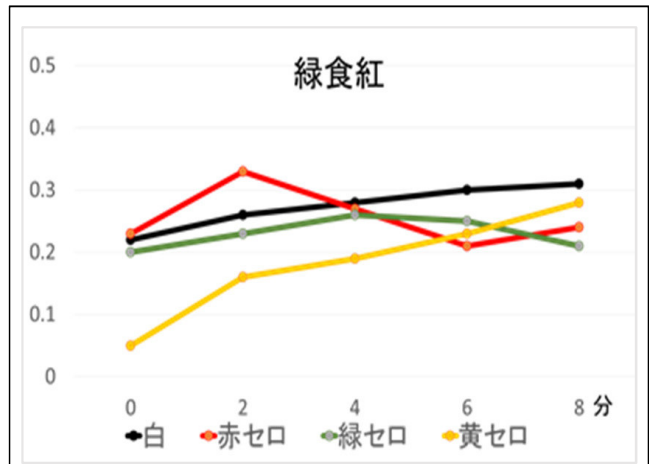
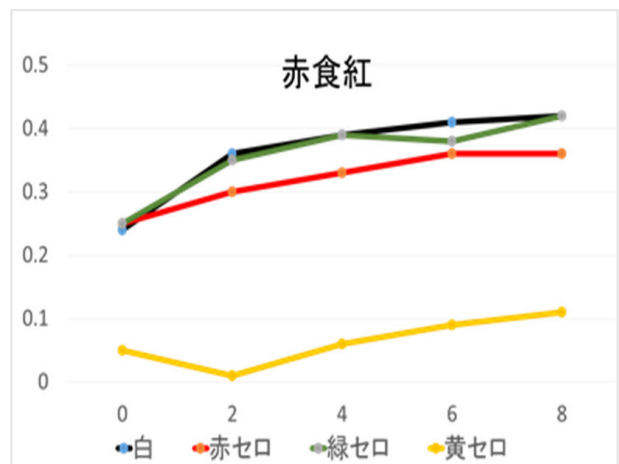


図 9 実験 3 光の色と起電力の関係
ブルーベリー 9 個について



実験 4 光の色と起電力の関係(緑食紅)



実験 4 光の色と起電力の関係(赤食紅)



実験 4 光の色と起電力の関係(黄食紅)

図 10 光の色と起電力の関係

※以上のグラフは全て、縦軸 起電力 [V] 横軸 時間[分] とする。

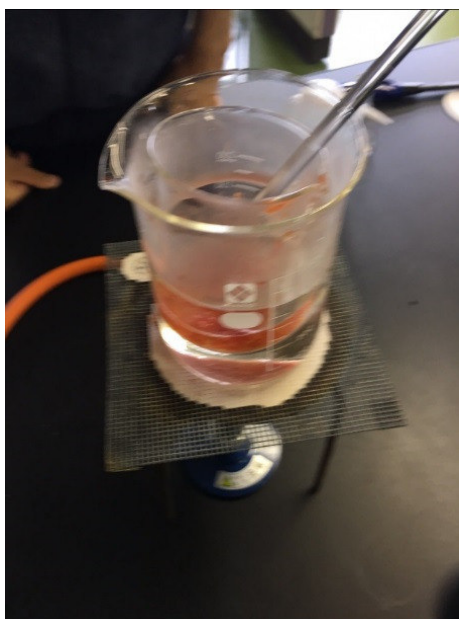


図1 色素抽出
エタノールを加え湯せんする。

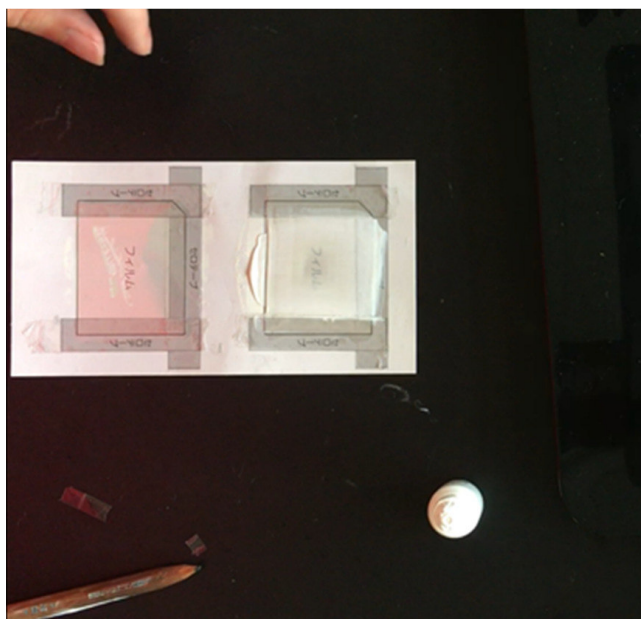


図2 色素増感太陽電池製作①
酸化チタンペーストを導電性プラスチックフィルムに塗る。



図3 色素増感太陽電池製作②
ステンレス版に鉛筆を塗る工程。

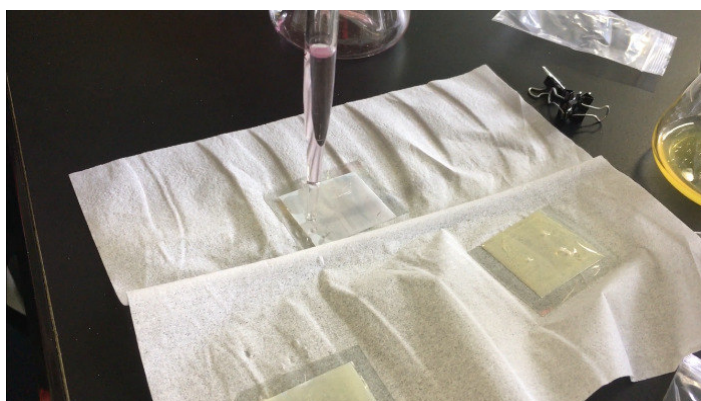


図4 色素増感太陽電池製作③
乾燥した酸化チタン膜に色素溶液をたらす。

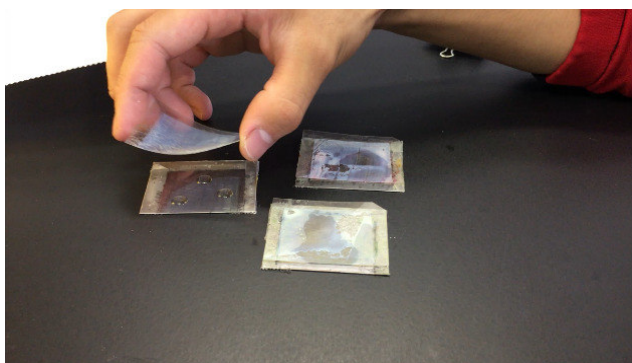
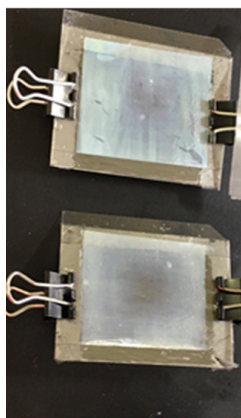


図5 色素増感太陽電池製作④
プラスチックフィルムとステンレス板を重ねる。



図⑥ 色素増感太陽電池製作⑤
完成品

いちご種子の発芽における光条件の考察

北海道滝川高等学校理数科

加藤大和 佐藤 諒 清水健太

要 旨

光がイチゴ種子の発芽に与える影響について調べた。私たちが焦点を当てたのは光の色と強さ、市販のいちごからとった種である。私たちの仮説は「赤色光が青色光よりも発芽に有効である」「光の強さが強いほど発芽率が高い」「市販のいちごからとった種からは発芽しない」の3点である。

実験内容としては市販のいちごから種をとり、その種を使用して光条件を変え、発芽によりよい光条件を調べた。その結果、イチゴの発芽において、「青色光よりも赤色光が発芽に有効である」こと、「強い光が有効である」こと、「市販のイチゴの種が発芽する」ことがわかった。

I はじめに

今回、植物のより良い発芽条件を調べることを目的とした。そのために、光の影響を受けて発芽するため、条件の設定がしやすい光発芽種子を選んだ。光発芽種子とは発芽に必要な条件に光を必要とする植物である。今回はその中でも身近にあるイチゴに着目し、様々な条件での実験をしてより発芽率が高い条件を調べる。

II 仮説

「市販のいちごから取った種は発芽しない」「赤色光は青色光よりも発芽に有効である」「光が強いほうが発芽に有効である」の3点である。これらの根拠は、まず市販のいちごを自分たちで発芽させることが可能であれば、自分たちでいちごの生産が可能となるため販売会社が発芽しないような処置を施していると考えたからである。赤色光が発芽を促進し、青色光は発芽を抑制すると教科書に載っており光の強さと発芽率は比例すると思ったからである。

III 研究（実験）方法

1 使用した器具

- ・市販のイチゴの種
- ・シャーレ

- ・脱脂綿
- ・照明
- ・照度計
- ・ピンセット
- ・精製水
- ・カラーセロハン（赤、青）
- ・サランラップ

2 実験方法

市販のイチゴからピンセットで種をとる。

(1) 市販のイチゴから取った種の発芽

まず、取ったばかりのイチゴの種子を30個1週間乾燥させたものを30個用意し、シャーレに脱脂綿をしき、精製水8mlをかけ、サランラップをかけ、日のあたる場所に置き2週間様子を見た。

(2) 赤色光・青色光の発芽率

まず、乾燥させたイチゴの種子を(1)と同じ状態にし、それを2つ用意する。

それぞれに赤、青色のカラーセロハンをかけ、日のあたる場所に置き、2週間様子を見た。なお、照度計で計測し、赤、青の光の強さは同じにした。

(3) 光の強さによる発芽率の違い

乾燥させた強さに違いを出すためにサランラップを重ね、光の強さを調節した。また、

白色光と赤色光の発芽率のイチゴの種子を(1)と同じ状態にする。光の違いを調べるために、赤色のカラーセロハンをかけたものを用意し、さらに、光をまったく当てないものも用意した。なお、赤色光と白色光の発芽率の違いを調べるため、照度計を使い、赤と白の強い光どうし・弱い光どうしの強さをサランラップを重ねることで同じにした(表1参照)。

IV 結果

実験1

種をとってすぐのイチゴ種子は発芽せず、1週間乾燥させた種子の発芽率は20%だった。

実験2

赤色光の発芽率は10%、青色光0%となり、赤色光のほうが発芽率が高いという仮説は正しかった。

実験3

結果は表1のようになった。光が当たらないようにしたものは発芽しなかった。また、赤色光より白色光のほうが発芽率が高く、赤色光の中での強い光と弱い光の差は白色光の差よりも大きかった。

V 考察

- ・乾燥させなかった種子は発芽せず、1週間乾燥させた種子は発芽したことから、市販のいちごから取った種子は発芽させることが可能であるが乾燥させる必要がある。
- ・赤色光のときのほうが青色光のときより発芽率が高かったため、いちご種子の発芽には赤色光のほうが有効である。
- ・光を当てなかったものは発芽しなかったため発芽には光が有効である。また、赤色光のときより白色光のときのほうが発芽率が高くなったことに関しては、白色光は赤、青などの様々な色が混ざっておりいちご種子の中に赤色光以外の光に反応し発芽を促進させる物質があると考えた。また、赤色光では

光を強くすると発芽率も高くなったが、白色光では発芽率にあまり差がでなかったことについては、以下のように考えた。

光の強さと発芽率の関係は図1のようになり、赤色光にはAのようなポイントが存在しており、そのため光の強さによる差が大きく、白色光は差が小さくなった。

VII まとめ

市販のイチゴの種子は実験1の結果から、1週間乾燥させることが必要だとわかった。今後は、乾燥させる期間の違いで発芽率に差が出るのかを実験したい。また、実験2, 3の結果から、白色光、赤色光、青色光の順で発芽率が高いことがわかった。この他にも黄色光・緑色光など様々な色を用いて実験を行いたい。

表1 光の色、強さによる発芽率の違い

	つよい	よわい
赤	20% (1)	8.3% (2)
白	25% (3)	23.3% (4)
なし	0% (5)	

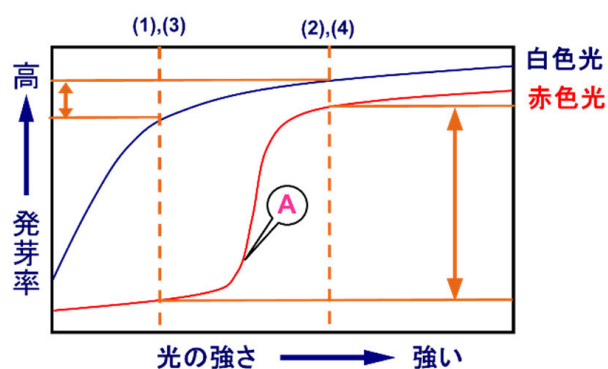


図1 光の強さと発芽率の関係

VII 参考文献

「紫外光から遠赤色光まで、多様な植物光受容体
- J-Stage」

https://www.jstage.jst.go.jp/article/biophysics/55/4/55_181/_pdf

「光の色と発芽率」

www.higashi-h.tym.ed.jp/course/kadai27/9hikarinoiro.pdf

「フォトサイエンス 生物図録」数研出版

錯視のメカニズム ～錯視の境界を探せ～

北海道滝川高等学校理数科

高橋 日佳

小林 日那

今野 健介

要 旨

錯視図を社会で利用する際、どのように利用できるかの考察に利用できるのではないかと考え、錯視のメカニズムを利用し、錯視図として機能する境目をアンケートで調査した。調査にはヘルマン格子錯視とポッケンドルフ錯視を用いた。ヘルマン格子錯視については色の濃さ、ポッケンドルフ錯視については斜線と垂線によってできる鋭角の角度を改変した。結果として、大まかな境目は見えたが、細かい部分までは分からなかった。

I はじめに

普段身の回りにある絵や風景、画像の中には錯視を利用しているものが見受けられる。ついつい騙されてしまうようなトリックアートから、錯視を巧妙に利用した交通事故対策まで、様々な場面で用いられる。これら錯視は我々の視覚神経によって引き起こされる錯覚とされている。簡単に言うと、脳が騙されているということである。

ここで、私たちは錯視現象に着目した。錯視が作用する所と作用しない所の境目を調査し、どこまで我々が錯視図によって騙されているのか、追求作業を行った。

II 仮説

錯視に見えるポイントは明確に存在していて、視覚作用によって認知ができる。

III 研究（実験）方法

※図については別紙を参照してください。

1. 研究に使用する錯視図の選定

今回の実験では、多数の人間にアンケートを取る方法をとった。そのため、色覚異常の方がいる場合を考慮し、白と黒の二色で構成されたものがよいと考えた。加えて、錯視図の改変に関わって、コンピューターで改変を行いやすいと考えられる、「ポッケンドルフ錯視（図1）」、「ヘルマン格子錯視（図2）」を採用した。また、調査はこの二つの図をそれぞれ改変して行った。

2. ポッケンドルフ錯視について

(1) ポッケンドルフ錯視の概要

ポッケンドルフ錯視とは、垂直線と斜線の関係についての錯視である。斜線と長方形の垂直線の部分が交わってできる鋭角（以降「鋭角」とする）が過大視されるために錯視が起こると考えられている。

(2) ポッケンドルフ錯視の改変

調査を行うため、基本のポッケンドルフ錯視図（図1）から、鋭角を段階的に大きくした図を作成した。そして図3のように並べ、アンケートをとった。

(3) ポッケンドルフ錯視についてのアンケートの概要

- ・図3について、どの図が錯視に見えるかという質問をアンケート形式で34人に行った。左上から、鋭角が 25° 、 30° 、 35° 、 45° 、 50° 、 55° 、 65° 、 75° である。
- ・図4について、どの図が錯視に見えるかという質問をアンケート形式で69人に行った。図は、(3)(ア)を横並びに並べ替えたものである。
- ・図5について、どの図が錯視に見えるかという質問をアンケート形式で98人に行った。左から、鋭角が 65° 、 67° 、 69° 、 71° 、 73° である。

(4) ヘルマン格子錯視の概要

ヘルマン格子錯視とは、図2のような錯視図を見たときに、白い線が交差する部分に

影が見えるという錯視である。黒色の隣にあるときは白色が際立ち、逆に黒色と白色に距離があると、白色が抑えられているように感じるために錯視が起こると考えられている。

(5) ヘルマン格子錯視の改変

調査を行うため、基本のヘルマン格子錯視（図2）から、正方形部分の形、色、大きさを改変した図を作成した。そして図6のように並べ、アンケートをとった。

(6) ヘルマン格子錯視についてのアンケート

の概要

- ・図6について、どの図が錯視に見えるかという質問をアンケート形式で34人に行った。左上から、色の濃さ、四角形の大きさ、図形の形についてである。
- ・図7について、どの図が錯視に見えるかという質問をアンケート形式で71人に行った。Aから、RGB0、31、62、93、124、155、186、217である。
- ・図8について、どの図が錯視に見えるかという質問をアンケート形式で96人に行った。AからRGB187、191、195、199、203、207、211、216である。

(7) 錯視の境界

定義として、ある図について、アンケートで「錯視として見える」と答えた人がアンケートに答えた人数の総数の10分の1以下のとき、その図は錯視効果がないとした。

IV 結果

1. ポッケンドルフ錯視

一回目の図を二段にわけて配置したアンケート（図3）では、図が左から右にかけて、斜線の傾きがだんだん緩やかになるにつれて錯視として見えると答えた人数が減った。また、一段目と二段目の間で不規則な人数変化が見られた。

二回目に行った横一列に図を並べたアンケート（図4）では、図が左から右にかけて、傾きがだんだん緩やかになるにつれて錯視として見えると答えた人数が減った。アンケート中の図Hは錯視が起こっていないとなった。

二回目の結果から、傾きの範囲を絞り込んだ三

回目のアンケート（図5）では、各図について、錯視に見えると答えた人数に規則性はなかった。また、Ⅲ - 1で述べた定義ののつとると、すべての図に錯視効果があるといえた。

2. ヘルマン格子錯視

一回目の濃さ・大きさ・形を変化させた図を用いたアンケート（図6）では、濃さがだんだん薄くなっていったとき、大きさが小さくなったときに錯視に見えたと答えた人が減った。形を変えたときは不規則な結果となった。

二回目の濃さを変化させたアンケート（図7）では、色がだんだん薄くなるにつれて錯視に見えたと答えた人数が減った。アンケート中の図Hは錯視が起こっていないとなった。図Iのみ濃さを変化させた図ではなかったため関連性は見いだせなかった。

二回目の結果から、濃さの範囲を狭めた三回目のアンケート（図8）では、すべての図でほぼ同じ人数の人が錯視に見えると答えた。錯視に見えないといえる図はなかった。

V 考察

今回の結果から、ポッケンドルフ錯視では鋭角が 65° から 75° 、ヘルマン格子錯視ではRGB186から217の間に錯視の境界はあるのではないかと考えた。しかし、それよりも狭い範囲でアンケートを取った際に、より正確な錯視の境界を探すことはできなかった。これについてはウェーバーの法則により、各図が視覚に与える刺激の強さの差異が関係していると推測できる。以上より、様々な要因が今回の結果に至った原因と考えた。

VI 結論

錯視の境界はポッケンドルフ錯視では鋭角が 65° から 75° の間、ヘルマン格子錯視ではRGB186から217の間である。

VII まとめ

今回は広範囲でしか錯視の境界が見つけれなかったため、今後より範囲を絞っていく必要があると考える。ただし、考察から解るとおり、最

初の図の刺激に調査結果が左右されるため、最初の図をRBG0として、RGB186からRGB217のあいだの図もひとつのアンケート内で調査する必要がある。A4サイズの紙で行うのは難しいため、今後調査方法の改善が課題となる。

VII 参考文献

- ・杉原 厚吉 著「錯視図鑑―脳がだまされる錯覚の世界」 （誠文堂）
- ・新井 仁之 監修・著「なぜこう見える？ どうしてそう見える？ 錯視のひみつにせまる 本1」 （ミネルヴァ書房）
- ・新井 仁之 監修・著「なぜこう見える？ どうしてそう見える？ 錯視のひみつにせまる 本3」 （ミネルヴァ書房）

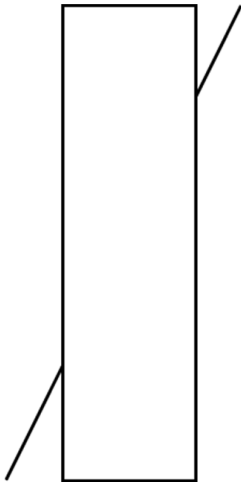


図 1 ポッケンドルフ錯視の標準的な図

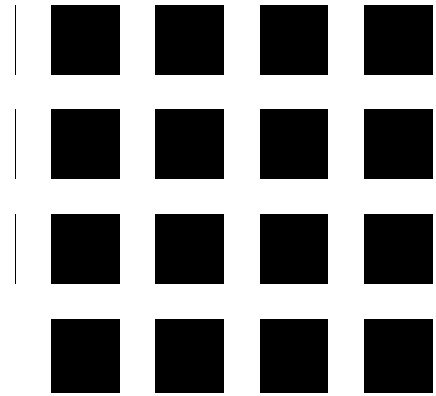


図 2 ヘルマン格子錯視の標準的な図

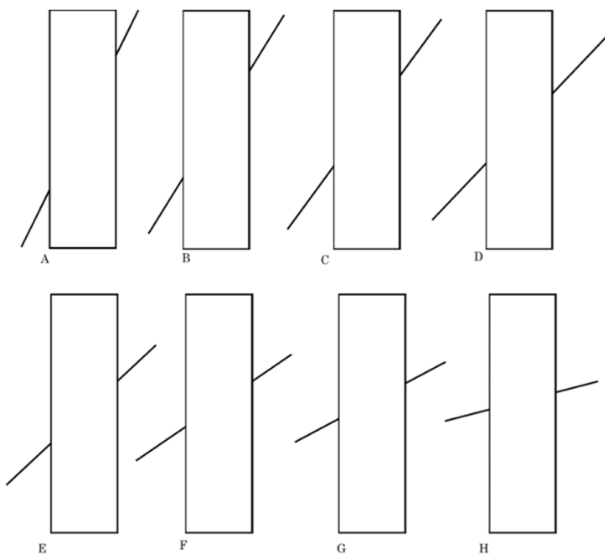


図 3 ポッケンドルフ錯視について、傾きを変化させた図

A から、鋭角が 25° 、 30° 、 35° 、 45° 、 50° 、 55° 、 65° 、 75° 。
一回目のアンケートで使用した。

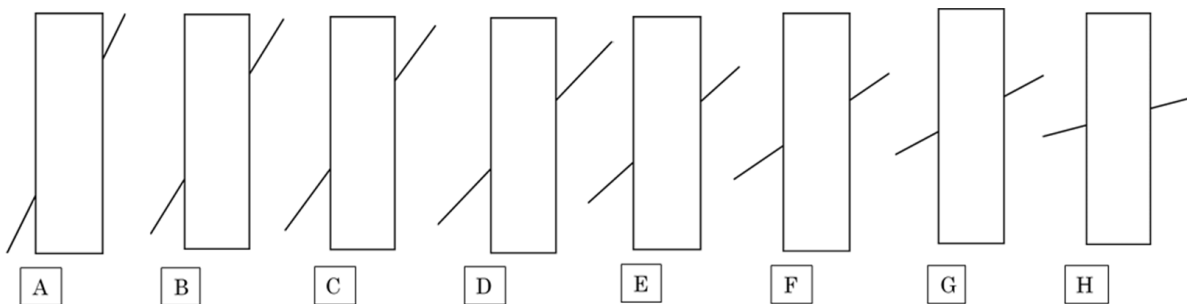


図 4 ポッケンドルフ錯視について、図 3 を横向きに並べた図

二回目のアンケートで使用した。

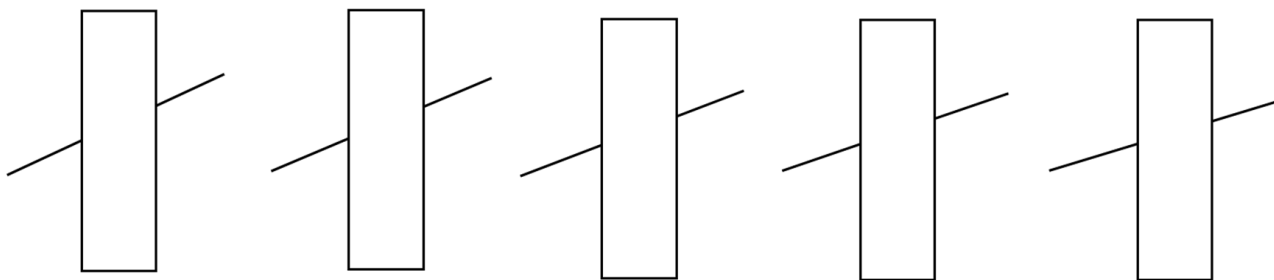


図5 ポッケンドルフ錯視について、傾きを変化させた図

左から鋭角が 65° 、 67° 、 69° 、 71° 、 73° 。

三回目のアンケートで使用した。

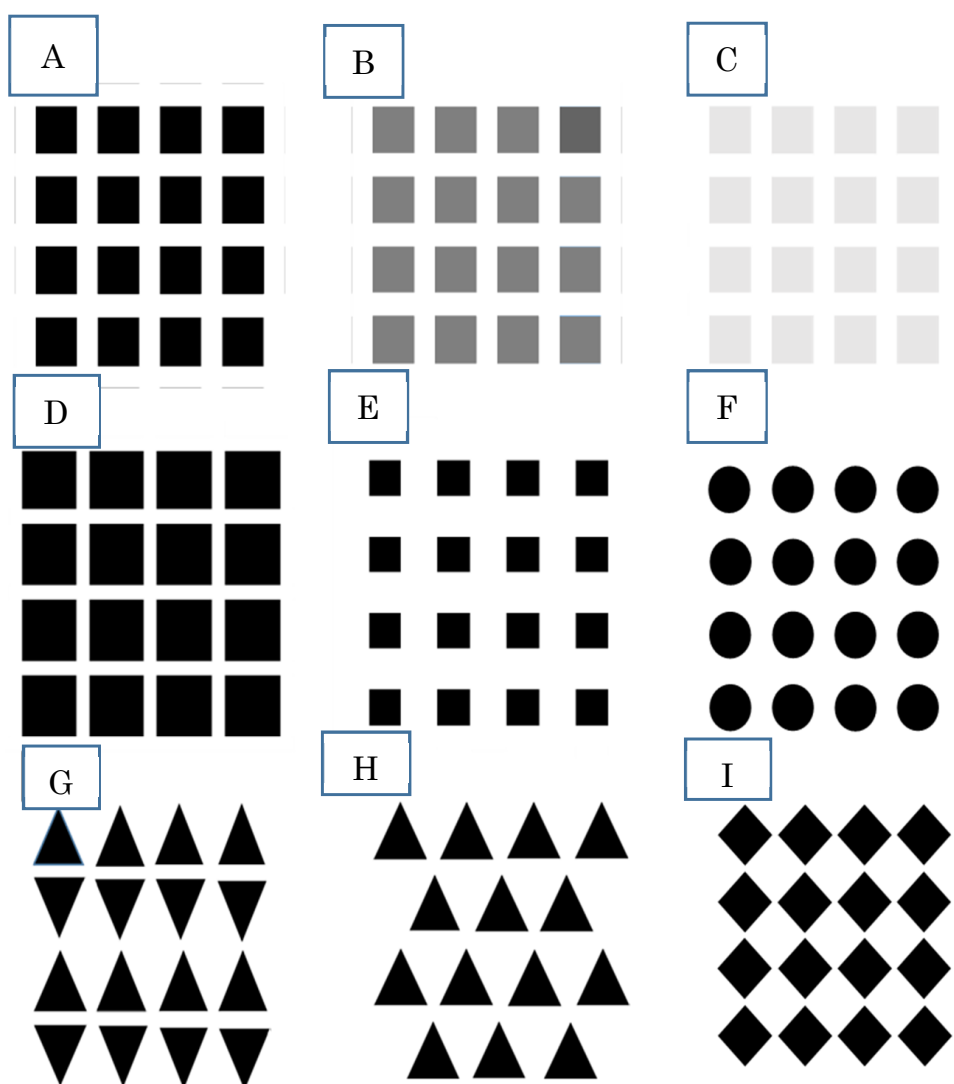


図6 ヘルマン格子錯視について、色の濃さ、四角の大きさ、形を変化させた図

一回目のアンケートで使用した。

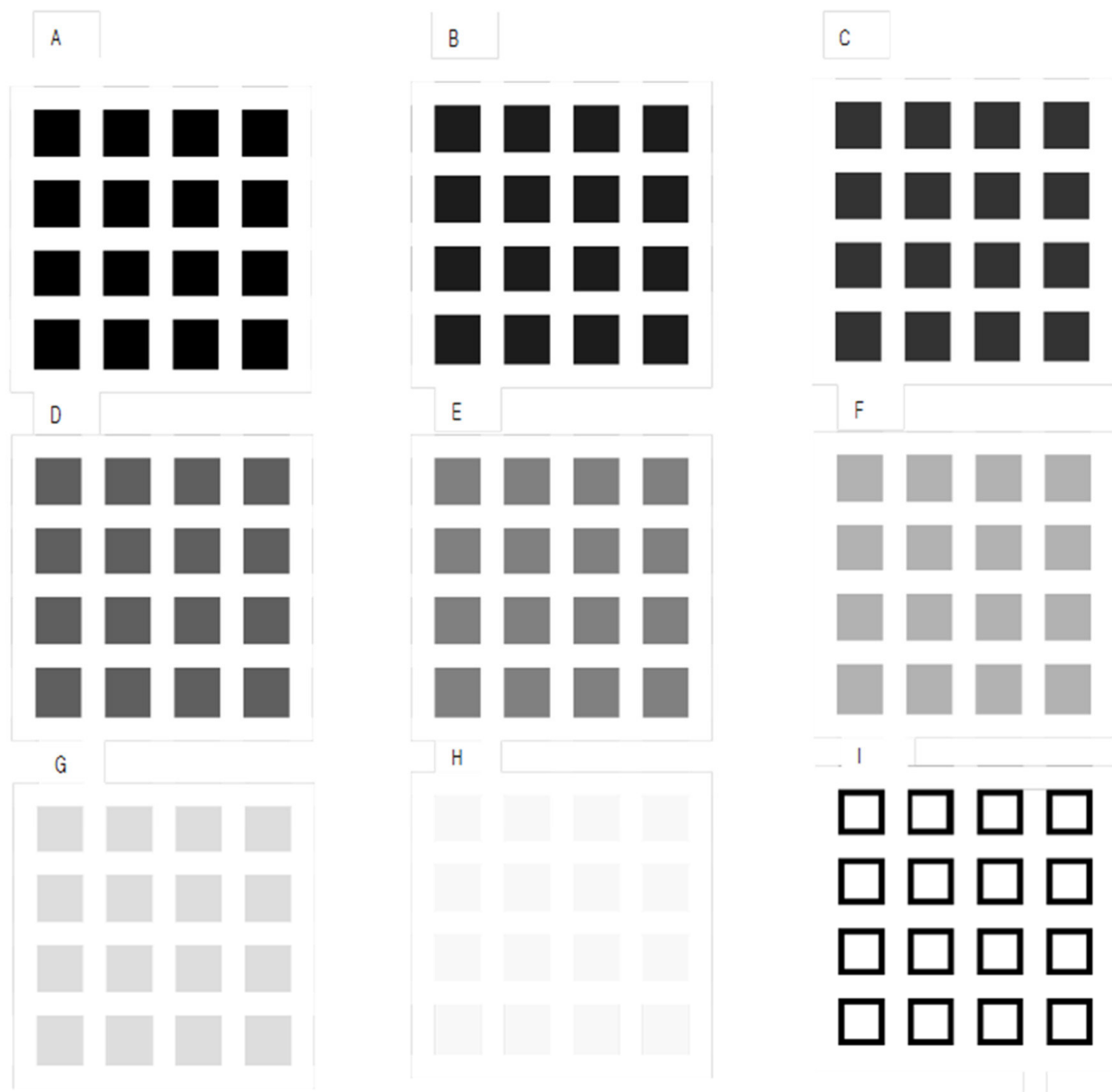


図7 ヘルマン格子錯視について、色の濃さを変化させた図

Aから、RGB の値がすべて 0、31、62、93、124、155、186、217。

二回目のアンケートで使用した。

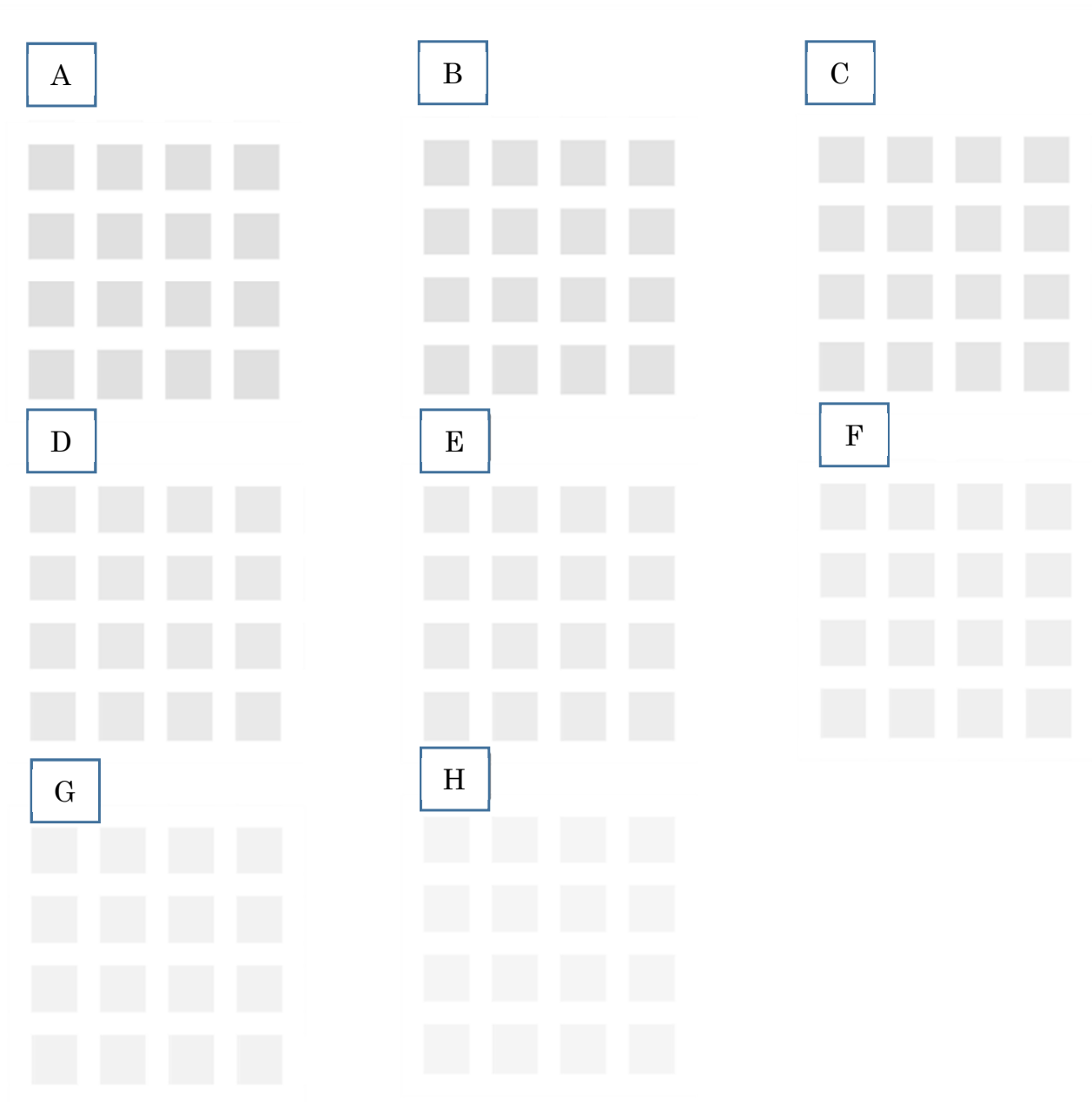


図8 ヘルマン格子錯視について、色の濃さを変化させた図

A から、RGB の値がすべて 187、191、195、199、203、207、211、216。

三回目のアンケートに使用した。

プラナリアの再生と光の関係

北海道滝川高等学校理数科

平沢竜太 柴田康希 北浪瑠圭

要 旨

プラナリア(*Tricladida*)の再生に光が及ぼす影響についての実験を行ったのでその結果を報告する。私たちは光が再生を遅らせるという仮説を立て実験を行った。自分たちで捕獲したプラナリアを使用し、光がある場合と無い場合の再生の違いを観察した結果、光が再生を遅らせることが分かった。

I はじめに

プラナリアとは、扁形動物門ウズムシ綱ウズムシ目に属する動物の総称である。体表に繊毛があり、この繊毛の運動によって渦ができることから、ウズムシと呼ばれる。体長は種類によってさまざまだが、基本は20～25mm。大きいもので40mmに達する個体も少なくない。淡水、海水および湿気の高い場所に生息する。プラナリアの再生能力は著しく、例えば一匹のプラナリアを二等分して一週間ほど放置しておくと、二匹のプラナリアが再生される。さらに、プラナリアは雌雄同体であり、有性無性どちらの生殖も可能である。ちなみに、プラナリアを再生させるときには一週間絶食しなければならない。というのは、満腹の状態では再生をしようとすると、消化液で自らを溶かしてしまうからだ。

II 仮説

プラナリアには、光を嫌う習性があるので、光がプラナリアの再生に何かしらの影響があるのではと考えた。そこで私たちは、「光がプラナリアの再生を抑制する」という仮説を立てた。

III 研究(実験)方法

1. 使用した器具

- | | |
|----------|-----------|
| ・ スクリュー管 | ・ 顕微鏡 |
| ・ ピンセット | ・ スポイト |
| ・ カッター | ・ スタンドライト |
| ・ シャーレ | ・ 段ボール |

2. 今回使用したプラナリア

私たちは、ここ滝川高校から国学院短期大学に向かう途中にある海牛公園(図Ⅲ-1)で個体の捕獲をおこなった。公園の小道の端にある湿った葉の裏にたくさん付着していたものをピンセットで捕えた。約50匹の捕獲に成功した。

3. 光の有無による再生の違い

- プラナリアを腹部で切断する(図Ⅲ-2)。
- 頭部と尾部をそれぞれ違うスクリュー管に入れる。
- 段ボールで作った箱の中にスクリュー管を入れ、半分にスタンドライトで光をあてた。
- 1週間後、プラナリアを取出しそれぞれ顕微鏡で観察した。

IV 結果

光を当てたグループは、再生しなかった個体があった。暗いグループは、分裂(図Ⅳ-1)した個体が多かった。特に、尾部の分裂の割合が多かった。

V 考察

光を当てたグループの中に再生しなかった個体があったことから、光が再生を妨げていることがわかる。

また、暗いグループの尾部の分裂の割合が多く、暗いグループの頭部は通常の再生が多いことから光を当てた個体は、頭部と尾部ともに再生の仕方が似ている。

VI 結論

頭部で比較すると光が再生を妨げている、
尾部で比較すると光による影響はあまりないこ
とから頭部のほうが光に対して敏感である。
頭部は再生の仕方にあまり差はない、
尾部は暗いほうが分裂している個体の割合が多
いことから光は尾部の分裂を抑制する。

VII まとめ

私たちは、プラナリアの捕獲場所を見つける
のに時間がかかりすぎてしまい、実験回数
をこなすことができなかった。なので、今後の
課題としては、できるだけ多くのプラナリア
を捕獲し、飼育場所を整え実験しやすい環境
を作りたい。そしてもっと多くの種類の実験
をして、プラナリアについて知りたい。

VIII 参考文献

「プラナリアの形態分化～基礎から遺伝まで～」

編著 手代木渉・渡辺憲二

「プラナリア実験観察図鑑」著者 宮崎武史

「プラナリアって何だろう？」著者 宮崎武史

IX 謝辞

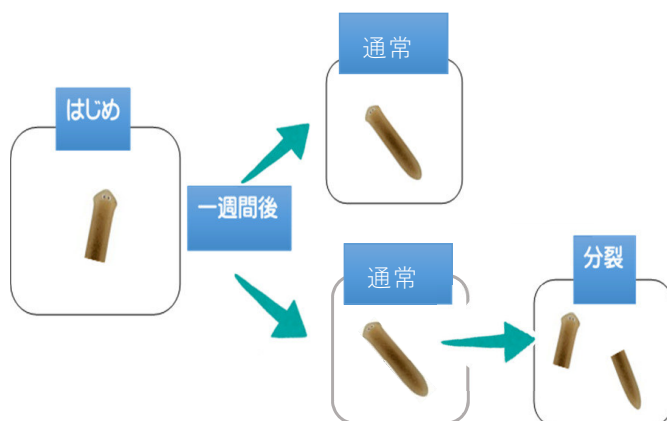
本研究を進めるにあたり、ご協力して頂いた
北海道富良野高等学校 遠藤千利先生、熱心にご
指導して下さった池内先生に心から感謝を申
し上げる。



(図Ⅲ－１) 海牛公園の小道



(図Ⅲ－２) プラナリアの切断



(図Ⅳ－１) プラナリアの分裂

カグヤコウモリの生態について

北海道滝川高等学校理数科 中川 真里亜 横山 楓 尾崎 圭汰 吉田 光希

要 旨

私たちはカグヤコウモリが東滝川にある農機具倉庫を利用していることを知り、カグヤコウモリの生態について研究した。生態を調べるための倉庫から飛び出した個体数を調べる飛出し個体数調査、カグヤコウモリの糞を採集し、内容物を調べる食性調査、他種のコウモリとの違いを調べる形態調査、倉庫内で録音された音声を調べる音声調査、制作した巣箱にコウモリが入るかどうかを調べる巣箱調査を行った。結果として飛出し個体数調査は2017年度のピークが7月29日であり、417頭が観察され7月に最も活発に活動することがわかった。食性調査では主にチョウやガを食べていることがわかった。形態調査ではカグヤコウモリだけではなくほかのコウモリの形を調べることで、大まかな特徴をつかむことできた。音声調査では、6月に比べて7月中旬は常にコウモリの音声で録音できたので飛出し個体数調査同様7月中旬が最も活発であることがわかった。巣箱調査では設置する時期が遅かったのもあり、使用した形跡は見られなかったのが改善する必要があることがわかった。

I はじめに

2012 年、滝川の東滝川地区の農機具倉庫（図 1）にてカグヤコウモリ（*Myotis frater*）の集団が発見された。カグヤコウモリとは、ヒナコウモリ科ホオヒゲコウモリ属に分類され、大きさは前腕長約 40mm、体重 6～11g、翼開長約 180mm で昆虫を主食とする小型コウモリである。理数科では数年前からたきかわ環境フォーラムと共同で研究を行っている。カグヤコウモリの生態や分布状況についてはまだ未解明なことが多い。

今年度の調査内容として飛び出し個体数調査、糞の内容物調査、形態調査、音声調査、巣箱設置調査を行った。

II 仮説

個体数調査では、6～7月にかけて、最も数が多くなるだろうと考えた。食性調査では、夜行性なので、同じ夜行性の蛾を食べているのではないかと考えた。音声調査では、飛び出し個体数が最も多くなる時に最も波形が大きくなると考えた。巣箱調査では、自作巣箱にコウモリが入ると考えた。

III 研究方法

1. 使用した器具

- ・カウンター
- ・バッドディテクター
……Magenta Bat4
- ・自動撮影カメラ
…BushnellトロフィーカメラXLT-HD
- ・ICレコーダー
……OLYMPUS Voice-Trek V-863
- ・自作巣箱
- ・顕微鏡
- ・ピンセット
- ・ペトリ皿

2. 飛び出し個体数のカウント

4月28日～11月11日まで、バッドディテクター及びカウンターを用いて目視で倉庫から出るコウモリのをカウントした。日没数分前から倉庫の入り口付近に待機して、カウントした。そしてバッドディテクターの反応がなくなった時点でカウントを終了した。飛び出した数から倉庫に戻ってきた数を引いた数をその日のカウント数として記録した。

3. コウモリの食性調査

東滝川の農機具倉庫内や周辺の用水路に落ちていたコウモリの糞を採集した。そしてその糞を顕微鏡で観察し、内容物の糞の違いを調べて、場所によって食性の違いがあるのか調べた。

4. 形態調査

今年度から新たに、コウモリの形態による行動の違いを考察するため、落下個体の死体を持ち帰り、骨格標本の作製を行った。また、オサラッペコウモリ研究所 出羽 寛氏から 12 種類のコウモリの剥製をお借りし、カグヤコウモリと他のコウモリについて、翼の横と縦の長さのおおよその比について比較を行った。翼の付け根から中指の先端までの長さを幅とした。比は幅から長さを割ったものとした。

5. 音声調査

倉庫入り口とその周辺の林にバットディテクターと IC レコーダーを設置し、バットディテクターで可聴化したコウモリの羽音や音声の録音を行った。そしてその音声をフリーソフトのオーダーシティで音声を読み込み、可視化した。そしてその音声を解析して、コウモリの飛び出し開始時間と飛び出し終了時間を調べた。

6. 手作り巣箱調査

倉庫内に自分たちで作製した巣箱（図 1）を設置した。
巣箱の設置場所は図の点の部分である。（図 2）
10 月に倉庫の壁に立て掛けるようにして設置した。

IV 結果

1. 飛び出し個体数調査

5月13日から10月14日にかけて計6回の滝川高校の調査及び、たきかわ環境フォーラムによるカウントの表を示す。（図3）また、最高カウント数は6月8日の315頭であった。その後、8月15日には170頭、10月14日の調査では5頭見られた。今年の結果と去年の結果を比較すると、6月から8月の間は飛び出し個体数が多いため、活発に活動していることがわかる。また、表には含まれていないが、前期の通り2017年の10月14日には5頭確認さ

れたので10月に入るとほぼ見られなくなることがわかった。

2. 食性調査

農機具倉庫内にはカグヤコウモリの大規模集団が確認されたので、採取した糞をカグヤコウモリのもものと仮定し、計2回の調査を行った。2回とも、蝶か蛾の鱗粉、昆虫の足が多く見られた。

3. 形態調査

さまざまな種のコウモリの翼の縦横比を並べた表を表す。（表1）剥製から翼の長さと幅を測定したため、多少の誤差があると思われるが、おおまかな特徴をつかむことができた。

4. 音声調査

倉庫内で6月8日の18時36分から録音した音声の波形と7月14日の19時21分に50Hzで録音した波形を示す。（図4）実際に音声を聞いたところ、コウモリの羽音が確認できた。可視化した音声を見ると、6月8日の波形は19時15分ごろから音が大きくなり、3時ごろに少し大きくなっているのに対して、7月14日の波形も6月8日とほぼ同じ時間帯に音が大きくなっているのに加えて、常に音が聞こえている

5. 巣箱調査

今回行った巣箱調査では、巣箱にコウモリが入った形跡はなかった。だが、先輩方が設置した巣箱にはコウモリが入った形跡が見られた。

V 考察

1. 飛び出し個体数調査

今年度の飛び出し個体数カウントについて、例年と比べて、結果からカグヤコウモリが集合する大まかな時期は変化していないと考えた。

2. 食性調査

食性調査について、2回とも蛾や蝶の鱗粉や昆虫の手足が発見されたことから倉庫周辺の昆虫を主に食べていると考えられる。昆虫の種類については特定に至らなかったため、今後調査を進めたい。

3. 形態調査

形態調査について、出した値が大きいコウモリは主に林内で生息する傾向がみられたため、木々の間を自在に飛ぶのに適した形であると考えられる。また、値が小さいコウモリは主に林外で生息する傾向が見られたため、高所や水面を高速で飛ぶのに適した形であると考えられる。これらのことから、翼の形状はコウモリの生息場所および餌の捕獲場所に深い関係があると考えた。

4. 音声調査

6月に比べて、7月中旬は常に波形が大きいことがわかる。このことから、七月は子育て時期なので授乳などの子育てをするために頻繁に飛び出しと帰巢を行っており、盛んに活動をしているため常に波形が大きいと考えられる。

5. 巣箱調査

今回設置した巣箱にはコウモリが入った形跡がなかった。原因としては設置時期が遅すぎたことが考えられる。コウモリが最も多い時期は7月～8月と考えられる（飛び出し個体数調査の結果より）ので、もっと早い時期に設置するべきだった。そして、今回は倉庫内に設置したが、林内に設置したときの結果も調べるとよかった。これは今後の研究で引き継いでほしい。

VI まとめ

今回の調査は中途半端に終わってしまったものがあつた。糞の内容物調査では、どのような虫を食べているのか、特定することができなかった。また、巣箱調査では巣箱の作成はしたもの、倉庫に設置するのがかなり遅れてしまったため、思ったようなデータを取ることはできなかった。巣箱調査については、来年、引き継いで調査してもらいたい。

VII 謝辞

本研究を遂行するにあたり、オサラッペコウモリ研究所 出羽 寛氏、たきかわ環境フォーラム 平田 剛士氏、東海大学 准教授 河合 久仁子氏には貴重なコウモリに関するデータの提供やご指導を頂いた。心より感謝申し上げる。

VIII 参考文献

たきかわ環境フォーラム(2014):北海道滝川市内の農機具庫を利用するコウモリたちカグヤコウモリ *Myotis frater* の出産・哺育を中心に

http://ecoup.la.coocan.jp/kaguya/kaguya_report20140512.pdf

たきかわ環境フォーラム(2016):北海道滝川市内の農機具庫を利用するコウモリたちカグヤコウモリ(2) *Myotis frater* の出産・哺育を中心に

http://ecoup.la.coocan.jp/kaguya/kaguya_report_Vol2_20160112.pdf

コウモリの会 『コウモリ識別ハンドブック改訂版』 文一総合出版



図1 自作巣箱

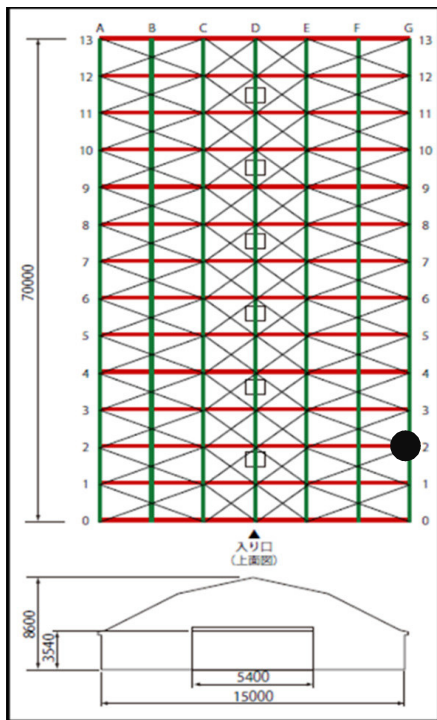


図2 巣箱の設置場所

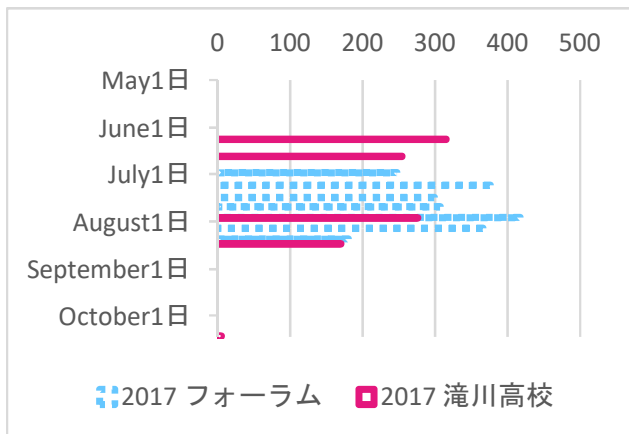


図3 2017年度の飛び出し個体数のグラフ

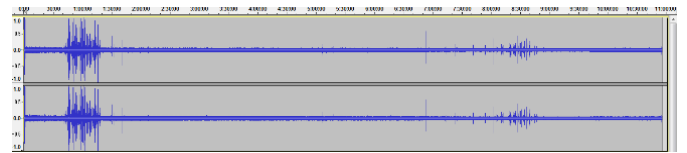


図4 6月8日の音声の波形

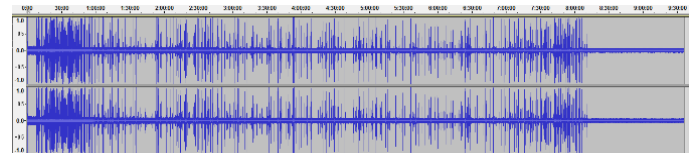


図5 7月14日の音声の波形

表1 縦横比の結果

コウモリの種類	長さ	幅	幅÷長さ
テングコウモリ	12.7	6.7	0.54
コテングコウモリ	8	3.7	0.46
ヒメホウヒゲコウモリ	8.8	4.2	0.48
チチブコウモリ	11.9	5.7	0.48
コキクガシラコウモリ	9.4	5.7	0.61
モモジロコウモリ	9	5	0.56
ウサギコウモリ	9.7	5.7	0.59
カグヤコウモリ	10.5	5.1	0.49
ヒナコウモリ	13.5	5.9	0.44
ヤマコウモリ	17	6.7	0.39

芦別市黄金町の露頭はイルムケップ火砕流によって堆積したのか

北海道滝川高等学校理数科

田湯 仁晟 大西 力斗 樋口 貴大 増井 勇太

要 旨

私たちは、1年生の時のFSⅡの授業の中で山はどのような堆積物で成り立っているのかということに興味を持った。芦別市の学芸員の方に芦別市の黄金町の露頭を紹介していただいたので、そこで調査をすることにした。私たちはその露頭とまた旭川市の台場の露頭へ実際に足を運び調査を行った後、そこで得られた堆積物を学校で観察し芦別市の露頭がどのような自然の影響を経てできたのかを予測した。

I はじめに

火砕流とは、粘性の大きいマグマの噴火の際に軽石や溶岩が高温の火山ガスや火山灰と混合しさまざまな鉱物を含みながら高速で山を下ることである。また、今回の研究に関連する軽石とは火山砕屑物の一種でこれが確認できると火砕流による堆積である可能性があるといえる。続いて調査に関連してくる山々について説明する。まず、調査場所に一番近いイルムケップ山は石狩川と空知川に挟まれた標高 800～860m の山頂を持つ山群からなる成層火山で、基底の直径は約 15km である。山体は安山岩あるいはデイサイトからなり、形成された時期は 250 万年前以前とされている。また、もうひとつの山の十勝岳は、玄武岩～安山岩(SiO_2 量は 46.8～66.5wt.%)の多数の火山体からなる火山群。古期・中期・新期の火山群に区分され、最高部(十勝岳)は中期の最後に形成した溶岩ドームである。

II 仮説

我々の仮説は、「芦別市黄金町の露頭はイルムケップ火山の噴火による火砕流で堆積してできた地層である。」というものだ。

III 研究(実験)方法

私たちは芦別市黄金町にある露頭の堆積物のサンプリング、観察をして、黄金町の露頭の堆積物に火砕流堆積物の特徴が見られれば火砕流堆積物であるといえると考えた。

しかし、過去に噴火の記録がある十勝岳が幌内山地を挟んで富良野側にあるため、露頭はイルムケップ火山の堆積物であるというには十勝岳の火山堆積物とイルムケップ火山の堆積物の二種の堆積物と比較する必要があった。研究の手順は次のように行った。

- ① 黄金町の露頭の堆積物を2回にわたり、サンプリング。
- ② 学校で、黄金町の露頭の堆積物を洗浄、観察。
- ③ 旭川市の台場に堆積している、十勝岳の火砕流堆積物をサンプリング。
- ④ 学校で、サンプリングした十勝岳の火砕流堆積物を洗浄し、黄金町の露頭の堆積物と比較、考察。

IV 結果

- ① 第一回、第二回芦別市黄金町露頭調査
 - ・図1より、上層部では鉱物としては石英、角閃石、磁鉄鉱、黒雲母が発見され、火山砕屑物としては軽石が発見された。
 - ・図2より、中間層では鉱物としては黒雲母、石英が発見された。また、粘土質の層であることも分かった。
 - ・図3より、下層部では多量の火山ガラスが発見された。
 - ・図4より、露頭入口付近大きな石が多く含まれ、またクロスラミナが見られた。
- ② 旭川市台場露頭調査
 - ・図5より、鉱物としては石英、黒雲母、磁鉄鉱、

角閃石、火山ガラスが発見された。

- ・図6より、堆積の仕方が黄金町の露頭とよくていた。

V 考察

私たちは初めに芦別市黄金町の露頭はすべて、火砕流によって堆積したものと予測したが、大きく分けて3つの層に分かれて堆積していた。またそれぞれの層で、別の要因で堆積していると考えられた。

まず上層部に、軽石が含まれていたこと、下層部に火山ガラスが多く含まれていたことから、この露頭は爆発的な噴火によって堆積したものであると考えられる。

次に上層部に、多量の鉱物が含まれていたことや軽石があったことから、この上層部は火砕流もしくは火山灰によって堆積したと考えられる。

そして中間層は粘土質の層であり、層のずれ(クロスミナ)が発見されたことにより、中間層は水の影響を受けて堆積していたと考えられる。

また、旭川市の台場の露頭も合わせて調査した結果より、芦別市の露頭の上層部と鉱物が同種という点や、図6より、堆積の仕方が似ている点から、旭川市の露頭はすでに火砕流によって堆積したとわかっているため、芦別市の露頭の上層部は、火砕流による堆積である可能性があると考えられる。

VI 結論

仮説で述べた「イルムケップ火山の火山堆積物である」という点では、露頭を形成した火山は特定することができなかった。また「火砕流堆積物である」という点では、露頭は大きく分けて三つの上・中・下の層に分かれており、その上層部は火砕流堆積物の可能性があった。しかし火砕流堆積物であるという確証は得られなかった。

VII 参考文献

河野義礼・松井和典・清水 勇, 1956, 5万分の1地質図幅「歌志内」および説明書. 北海道開発庁.

- ・佐川 昭・松井和典・山口昇一, 1988, 北海道イルムケップ火山音江山溶岩の K-Ar 年代と古地磁気. 地調月報, 第39巻, 第6号 423-428.
- ・芦別市の学芸員の方々
- ・北海道教育大学・旭川校 和田恵治 教授
- ・本校理科教諭 藤田秀樹 先生



黒雲母



磁鉄鉱



石英



角閃石

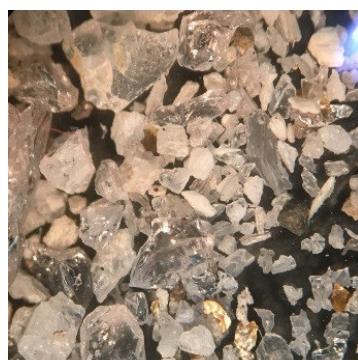
(図 1) 黄金町露頭上層部の鉱物



(図 2) 黄金町露頭中層部の粘土質の堆積物



(図 4) 黄金町露頭入口付近のデイサイト質の火山堆積物



(図 3) 黄金町露頭下層部の堆積物の火山ガラス(左) 石英 (右)



火山ガラス、石英



黒雲母、石英

(図 5) 台場露頭の鉱物



(図 6) 左: 芦別市黄金町露頭 右: 旭川市台場露頭

変形サイコロの確率

北海道滝川高等学校理数科

木村 文

新谷 駿元

釣部 勇人

西村 優佑

要 旨

サイコロのある一面が出る確率は6分の1だが、辺の長さを変えたらどうなるのか疑問に思い今回の研究を実施した。一昨年の研究では上下の正方形の形を変えずに高さを高くしそのサイコロを振って出した確率をグラフにしたときそのグラフは指数関数になると結論付けていた。

今回の研究ではその結論が本当に正しいのかどうかを確かめるために、高さを低くしたサイコロを用意しそれぞれ何度も振って確率を算出した結果、グラフは指数関数ではない別のものになると結論付けた。

I はじめに

滝川高等学校 2016 年度数学班の論文「変形サイコロの確率」で、「立方体の上下の正方形の面(以下 A 面と呼称、別頁図 1 参照)はそのままに高さの倍率のみを変えた直方体のサイコロ(以下変形サイコロと呼称)を振り、その確率を横軸が高さの倍率、縦軸が正方形の面が出る確率のグラフにしたとき、そのグラフは指数関数のグラフとなる」という結論を出していた(別頁図 2 参照)のを見て、その結論は本当に正しいのかどうかに疑問を抱いたため、この研究を引き継ごうと考えた。

前述の論文の研究では、高さの倍率を 1~2 倍の間しか試行していなかったのも、私たちは 1~0.5 倍の間の確率を算出しようと試みた。

それに加え前述の論文ではそれぞれのサイコロを 2000 回ずつしか振っていなかったのも、私たちは確率の正確さを求めるためサイコロをそれぞれ 6000 回ずつ振ることにした。

II 仮説

まずは過去の論文に従い、「変形サイコロを振ったときの確率を横軸が高さの倍率、縦軸が A 面が出る確率のグラフにしたとき、そのグラフは指数関数のグラフとなる」という仮説を立てた。

III 研究(実験)方法

1. 使用した器具

- ・変形サイコロ

高さの倍率が 0.9 倍、0.8 倍、0.7 倍、0.6 倍、0.5 倍でアルミニウム製(振るのに適した重量且つ

安価、そして摩耗しにくい)のもの。

なお作成は滝川工業高校の秋元先生に依頼した。

- ・カッターマット
- ・段ボール

上記の二つを組み合わせ即席の壁を作った(別頁図3参照)。

2. 実験の内容

まず作成した壁に向けて変形サイコロを振り、サイコロの A 面の出た回数を振った回数で割ることで A 面が出る確率を割り出すことにした。なお壁に向けて振る理由はサイコロを振る人の振り方の癖が出ないようにするためである。振る回数は前述のとおり変形サイコロ全 5 個を各 6000 回ずつである。

IV 結果

サイコロを振り、その振った回数を 2000 回ずつで分けて A 面の出た数を確率に置き換え表にまとめた結果、表 1 のようになった。この結果を過去のデータのグラフに入れ、さらにコンピューターにそのグラフの近似曲線を書き入れさせた結果、図 4(別頁参照)のようになった。

V 考察

図 4 から考えられることは、近似曲線から今回のデータが大きく逸脱してしまっているということである。つまり仮説である「変形サイコロを振ったときの確率を横軸が高さの倍率、縦軸が A 面が出る確率のグラフにしたとき、そのグラフは

指数関数のグラフとなる」は偽であるということである。

そこで私たちは別の関数を考え、

$$Y=a \times b^{(-X^K)}$$

という関数が当てはまるのではないかと考えた。

(Xは変形サイコロの高さの倍率、YはA面が出る確率 (A面は二面あるため観測した確率を2で割ったものをYとした))

次にこの関数のaとbに該当する実数は、まず高さの倍率Xが1のときA面が出る確率Yは明らかに1/6となるため、

$$1/6=a \times b(-1^K)$$

となり、1を何乗しても1であるためKの値にかかわらず

$$b=6a$$

が成り立つ。

さらに高さの倍率Xが0という論理上でしか存在しえないサイコロを考えたとき、そのサイコロを振ってもA面しかでないため、A面が出る確率Yは1/2となり、

$$1/2=a \times b(0^K)$$

この式を整理すると

$$a=1/2$$

この値をb=6aの式に代入して、

$$b=3$$

このaとbの値をはじめの式に代入すると、

$$Y=(1/2) \times 3^{(-X^K)}$$

となった。

次にこの式のKを求める方法だが、手動の計算ではあまりに時間がかかるためExcelを使い計算した。

まずExcelに $Y=(1/2) \times 3^{(-X^K)}$ の式を書き入れ、Kの値を自由に変えられるようにした。そして表1のデータと合わせ、Xの値が同じときの実測値とKの値によって変動する理論値の差を求めその数を二乗し、その数を各Xの値すべてのものを足した数を求めた。その数が最も低くなる時が正しいKの値に近いはずである(Kの値は0.01刻みで計算を行った。)。

そうして計算を行った結果、表2(別頁参照)のようになった。

VI 結論

表2の結果から、Kの値は2.32が最も適切な値であるとし、我々が結論として出した変形サイコロの高さとA面が出る確率の関係を表したグラフは、

$$Y=(1/2) \times 3^{(-X^{2.32})}$$

となった(別頁図5,図6参照)。

VII まとめ

我々の出した結果は、いくら試行回数が多いとはいえ真に正しいものとはなりえない。それは実測値からグラフを割り出しているためである。証明がなければ大きな意味をなさない。だが我々のこの実験がその証明への架け橋となると信じた上でこの実験を完遂した。いつの日かその証明が成されれば我々も光栄である。

VIII 参考文献

滝川高等学校2016年度数学班の論文「変形サイコロの確率」

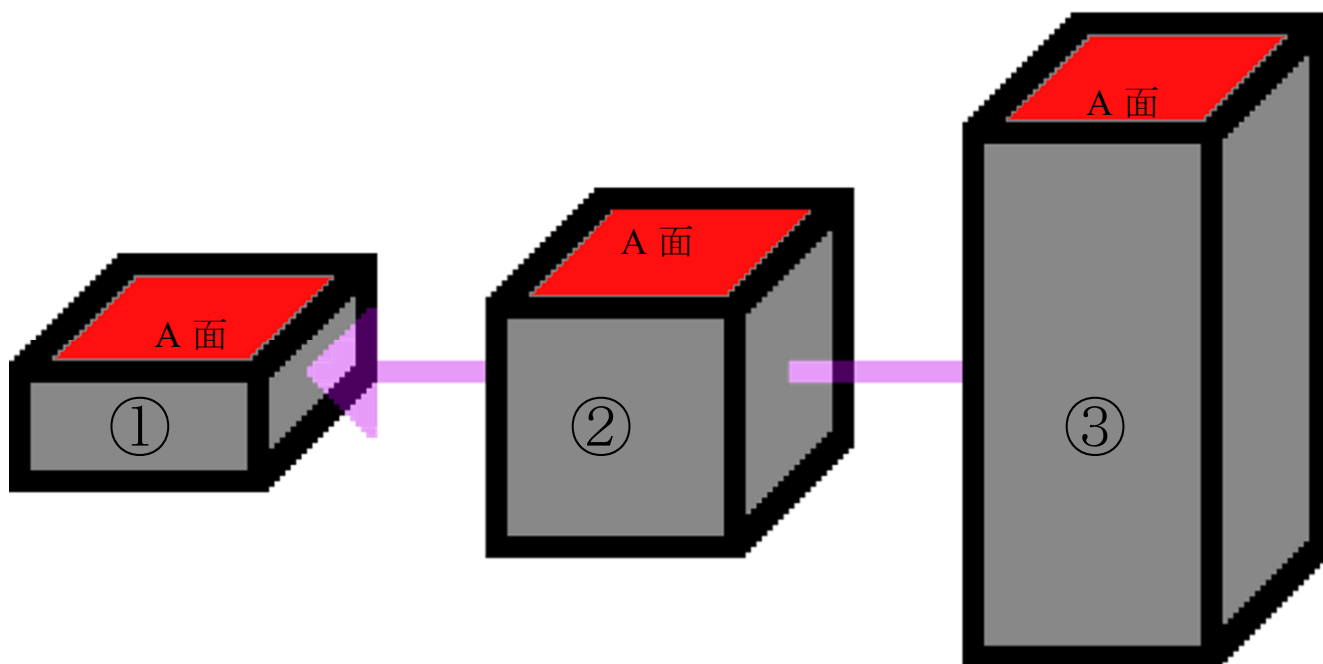


図 1 変形サイコロのモデル図

中央のサイコロが一般的なサイコロ(②)、右の長いサイコロが過去の研究で使用したサイコロ(③)、左のサイコロが今回使用したサイコロ(①)、上になっている面が A 面。

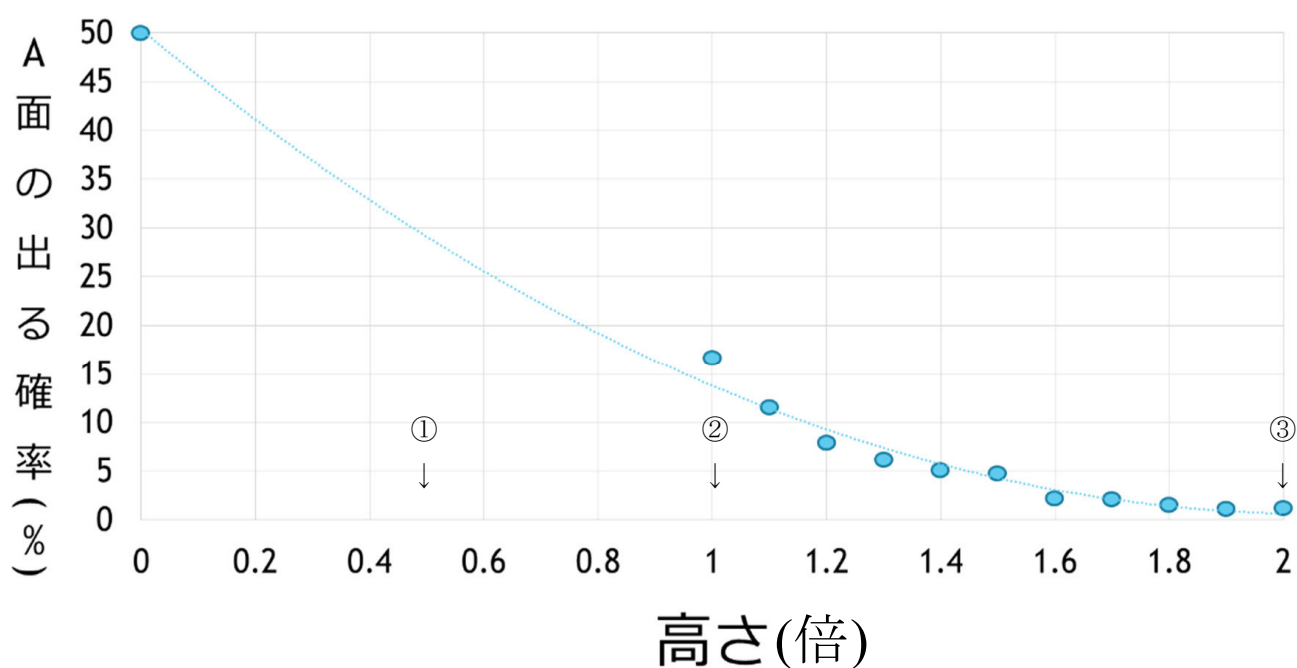


図 2 指数関数のグラフ

滝川高等学校 2016 年度数学班の論文「変形サイコロの確率」より(横軸は一般的なサイコロの高さの倍率を 1 としたときの変形サイコロの高さの倍率)。

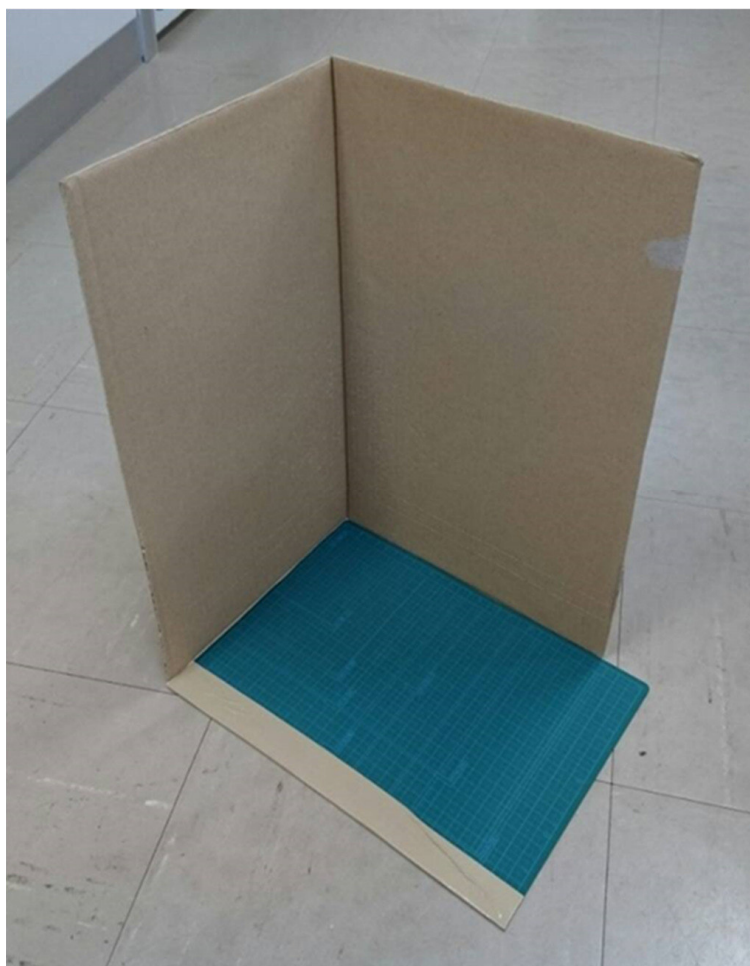


図3 実験で使った即席の壁
ここにサイコロをぶつけて転がした。

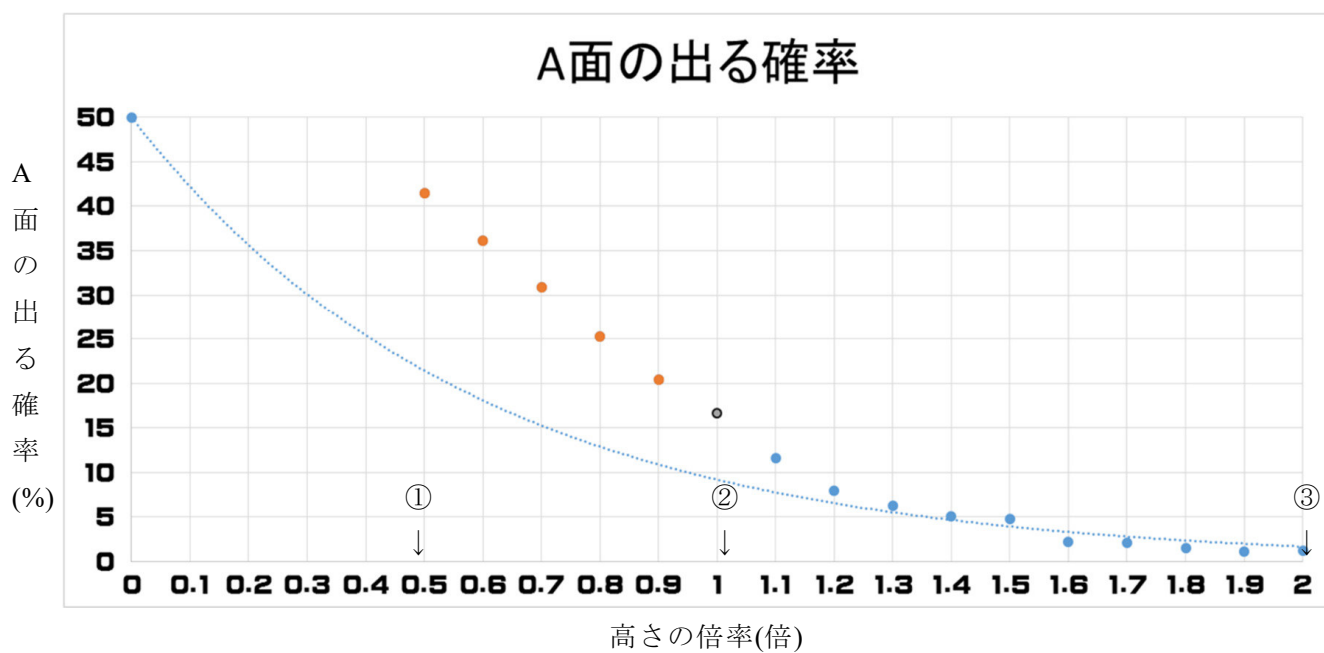


図4 グラフの近似曲線
横軸は一般的なサイコロの高さの倍率を1としたときの変形サイコロの高さの倍率。

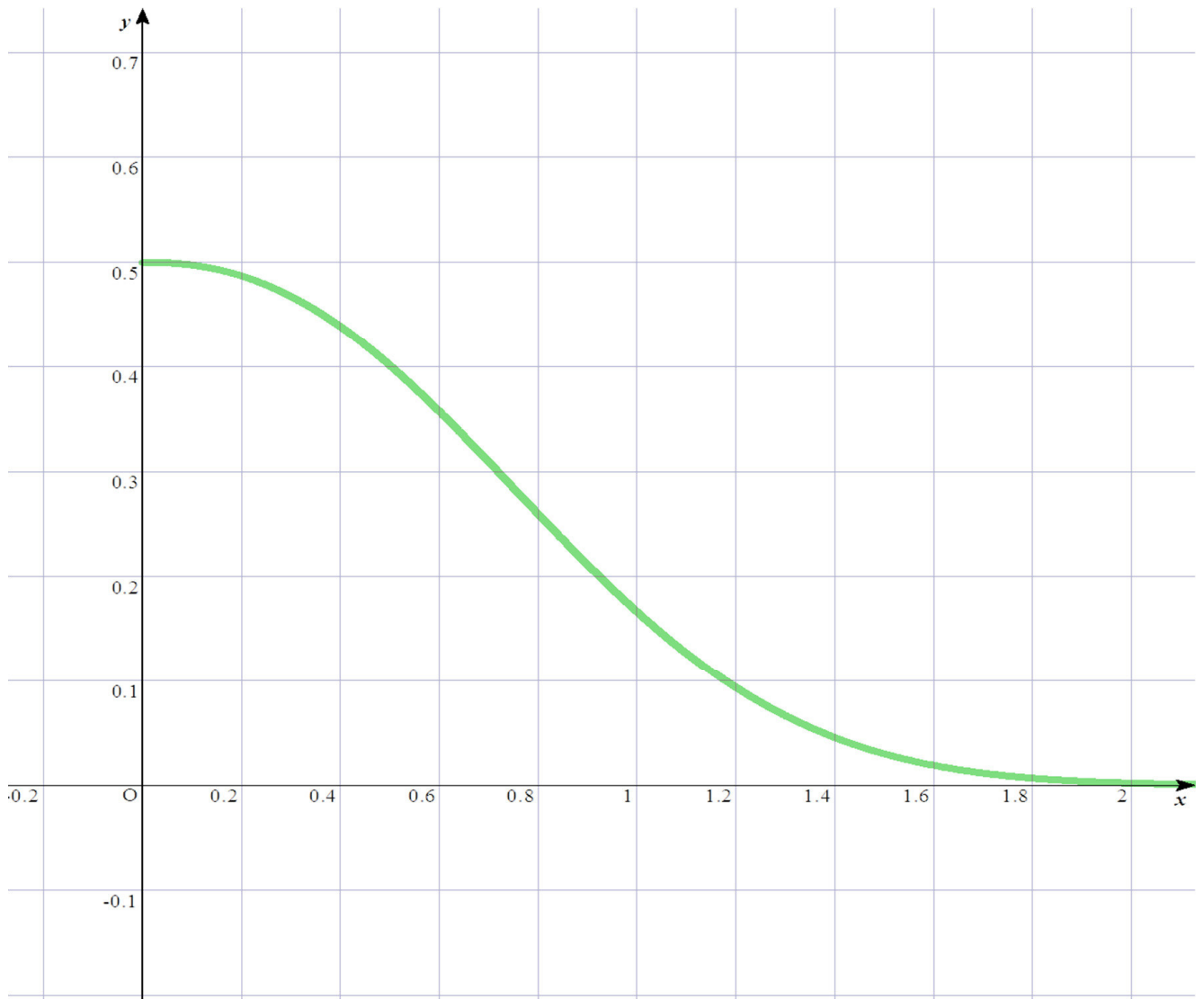


図 5 $Y = \frac{1}{2} \times 3^{-X^{2.32}}$ のグラフ

これが恐らく変形サイコロの A 面の出る確率のグラフに最も近いと思われる。

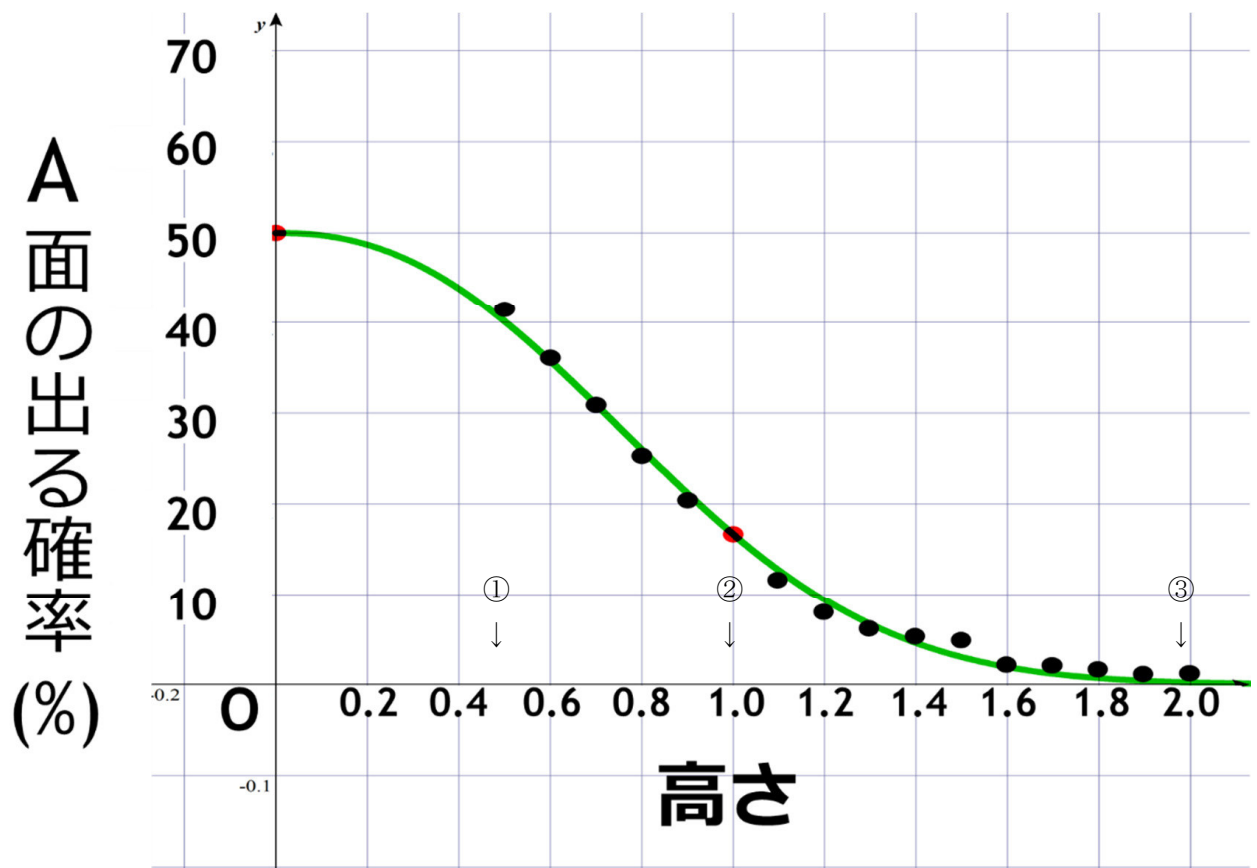


図 6 $Y=(1/2) \times 3^{(-X^{2.32})}$ のグラフにデータを入れたもの
実測値にかなり近いことが見て取れる。

表 1 A 面の出る確率の実測値を%に直し表にまとめたもの

1を基準とした サイコロの高さ	振った回数 0～2000回	2000～ 4000回	4000～ 6000回
0.5	42.775%	41.050%	40.725%
0.6	37.875%	34.575%	35.800%
0.7	28.400%	31.950%	32.350%
0.8	24.750%	25.875%	25.175%
0.9	21.300%	20.025%	19.850%

[illegible]

唾液アミラーゼによるストレスの測定方法

北海道滝川高等学校理数科

今野 聖大 中村 華琳 岸 鈴華

要 旨

私たちは、ストレスを目に見えるようにすることで、自分でストレスをコントロールすることができるようになるのではないかと考えた。そこで、唾液とデンプンを入れて作ったストレスチェック液とヨウ素液でストレスを目に見える状態にした。その後、走る・寝る・勉強するなど日常的なことや、暗闇に入る・裁縫をする・映画を見るなど非日常的なことをして、ストレスの状態がどのように変化するのかを調べた。さらに、自分が考えたストレスがたまることとストレスが和らぐことをして、ストレスの状態がどのように変化するかも調べた。この実験から、自分がストレスだと思っていることがストレスになっているとは限らず、意識していなくてもストレスとなっていることもあるとわかった。

I はじめに

私たちがこの研究をしようとしたきっかけは自分のストレスを知ることができれば日常生活をより快適に過ごすことができるようになると思ったからである。

ストレスとは、生活上のプレッシャー、それを感じた時の感覚で、精神的なものだけでなく、寒さ熱さなど生体的なものも含むと言われている。みなさんは、ストレスをすべて悪いものだととらえているかもしれないが、実はストレスには良い影響を与えるストレスと悪い影響を与えるストレスがあり、全部が全部悪いわけではないのである。

II 仮説

私たちは、唾液（アミラーゼを含む）が血液をもととしていること・血液はストレスを受けると濃くなり、唾液に含まれるアミラーゼの数値が上昇することから（図1）、ヨウ素液をかけたデンプンの色が白（薄い）だと、デンプン分解量が多くなり、アミラーゼが多くなるので、ストレスが大きくなる。また、紫（濃い）だと、デンプン分解量が少なくなり、アミラーゼが少なくなるので、ストレスが小さくなるという仮説を立てた。

III 実験

1. 使用したもの

電子てんびん、薬包紙、薬さじ、精製水、ビーカー、丸底フラスコ、試験管、試験管立て、駒込ピペット、シャーレ、ガラス棒、イソジン（ヨウ素液）、片栗粉（でんぷん）、唾液（アミラーゼ）

2. 実験方法

デンプン溶液を作る。これをストレスチェック液と呼ぶ。これに、精製水 100ml に対して片栗粉 1.0g を入れてよく混ぜ、メスフラスコに入れてよく振る。

片栗粉 1.0g というのは薬さじ一杯の唾液としたときに、変化がみられるグラム数に設定した。唾液の量は 1 回につき薬さじ一杯をとるのが限界だったからである。

試験管に駒込ピペットを使い、ストレスチェック液を 3ml 入れる。片栗粉は水に溶けないので沈殿しないように振りながら入れる。

ストレスチェック液 3ml というのも、薬さじ一杯の唾液で変化がみられる量に設定した。

(実験)

何もしていない状態の唾液を取り、ストレスチェック液とよく混ぜ合わせ、イソジンを一滴入れよく混ぜる。

この実験で、ストレスが大きい人はストレスを和らげることをし、ストレスが小さい人はストレスを加えることをすることにする。することは自

分たちが考えた、ストレスが和らいだり、加わったりするものにする。

実験① 岸

何もしていない状態の唾液をとるとストレスがかかっていたので、ストレスを和らげるために20分睡眠をとった後の唾液、ストレスを加えるために20分外周をした後の唾液を順番にとる。

実験② 中村

何もしていない状態の唾液をとると少しストレスがかかっていたので、ストレスを和らげるために20分ゲームをした後の唾液、同じスマホで他のことをするとどのように変化するかを調べるために20分ツイッターを見た後の唾液を順番にとる。

実験③ 今野

何もしていない状態の唾液をとると少しストレスがかかっていたので、ストレスを和らげるために20分ゲームをした後の唾液、ストレスを加えるために20分睡眠をとった後の唾液を順番にとる。

IV 結果

各実験結果は以下ようになった(次頁表1)。

実験① 岸

何もしていない状態はかなりストレスがかかっており、20分睡眠をとった後は予想よりは変化が小さかったが、思った通りストレスが減少し、20分外周をした後は予想と違い変化がなかった。

実験② 中村

何もしていない状態は少しストレスがかかっており、20分ゲームをした後は予想通りストレスが減少し、20分ツイッターを見た後はスマホを見ていることに変化がなかったせいかストレスがさらに減少した。

実験③ 今野

何もしていない状態は少しストレスがかかっており、20分ゲームをした後は予想通りストレスが減少し、20分睡眠をとった後は予想とは違いさらにストレスが減少した。

V 考察

3つの実験より、自分にとってストレスだと思っていたことが必ずしもストレスになっているとは限らず、逆に、ストレスではないと思っていたことがストレスになっていることもありうると思った。

VI 結論

ストレスは、私たちが思っているほど単純なものではなく、意識していなくても大きなストレスを抱えてしまうことがある。これは本当に怖いことである。最近、ストレスを原因とするうつ病やじん麻疹、偏頭痛などの様々な病気が増えてきている。自分のストレスの原因を知ることができれば、このような病気に悩まされる人を減らすことができる。今回の実験がこれからの生活の役にたてばいいと思った。

VII 謝辞

今回の実験を行うにあたり、伊藤先生にご指導を頂いた。心より感謝申し上げる。

VIII 参考文献

唾液マーカーでストレスを測る

MSD 生命科学財団

http://www.msd-life-science-foundation.or.jp/banyu_oldsite/symp/about/info/pdf/3-2_066_070.pdf

Wiki「ストレス」の頁より

[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%AC%E3%82%B9_\(%E7%94%9F%E4%BD%93\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%AC%E3%82%B9_(%E7%94%9F%E4%BD%93))

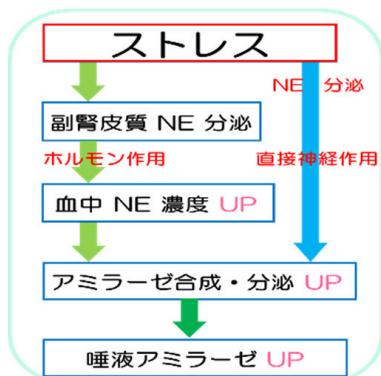


図1 アミラーゼが上昇する過程

表1 各実験の結果

実験① 岸

実験前	睡眠 20 分	外周 20 分
かなり ストレス	ストレス 少し減少	変化なし

実験② 中村

実験前	ゲーム	ツイッター
少し ストレス	ストレス 減少	さらに ストレス減少

実験③ 今野

実験前	ゲーム	睡眠
少し ストレス	ストレス 減少	さらに ストレス減少

玉子の有効活用

北海道滝川高等学校理数科 雨池明依 佐藤蘭奈 中野あすか 中村百花

要 旨

私たちは日本人の米離れを改善するため、家庭でもできる冷蔵庫での玉子の乾燥による保存及び活用を試みた。白身と黄身とを分けて実験を行い、どちらも約一週間で完全に乾燥することがわかった。また、実食の結果、安全面でも問題がないことがいえる。次にさまざまな水溶液を使い、タンパク質の性質をふまえ、乾燥させた硬い白身の状態から、元の柔らかい状態に戻す実験を行った。結果としては、多少の柔らかさの変化はあったものの、初めの柔らかさまでに戻すことはできなかった。

I はじめに

現在日本では、日本人の米離れが目立つ。そこで、私たちはご飯によく合うふりかけを自分たちで手軽に作ることによって、その現状を改善できるのではないかと考えた。自分で作った料理は、進んで食べたくなるからである。

ふりかけのモデルとしたのは、日本で最も人気のある、永谷園の「のりたま」である。そこで原材料に含まれる玉子に視点を置き、仮説として「玉子を乾燥させることによって長期保存、活用が可能なのではないか」と考えた。

II 研究（実験）方法

1. 使用した器具・試料

玉子（Mサイズ）・計量カップ・水道水（17～18℃）・計量カップ・糸・鍋・カミソリ・ガラス蓋・バット・ボウル・シャーレ・トング・インキュベーター・温度計・プレパラート・はかり・硬度計・タイマー、蒸留水、ステンレス製枠

2. 予備実験

玉子の加熱条件を調べた。水から加熱し、8分、10分、15分～30分の間は3分ごとに玉子を取り出して最適な加熱条件を調べた。

3. 本実験

（1）乾燥条件調査

a：玉子の乾燥条件

冷蔵庫とインキュベーターを使い、卵黄と卵白を1週間乾燥させた。なお、卵

白は蒸留水で洗浄したのち、重さ9g、大きさを1/4に統一した。

b：乾燥日数の確定

試料を増やし、乾燥条件をさらに調査した。冷蔵庫（5℃）で卵白・卵黄ともに12日間経過観察した。大きさはaと同じとする。

（2）浸水条件調査

a：条件が異なる玉子の吸水量

乾燥させた（1）aの卵白を加熱直後の柔らかさに戻すため、50分間浸水させた。5分毎に重さを量った。

b：異なる水溶液での浸水

（1）aの乾燥卵白を浸水させ、加熱直後の柔らかさに戻るか経過観察。この際、蒸留水と重曹水を使用した。重曹水は卵の主成分であるタンパク質を分解する効果があるので、卵白がより柔らかくなると考えた。

（3）データの正確さを高めるための再実験

a：荷重5kgの硬度計を使用

ステンレス製の角枠に卵白・卵黄をそれぞれ分けて15分間加熱する。その後冷蔵庫で保管して観察。観察する際に最大荷重5kgの硬度計を使用した。

b：荷重1kgの硬度計を使用

卵白の硬さをより正確に測定するために、最大荷重1kgの硬度計を使用した。この際の試料の大きさは2/1・3×3・

4×4を使用。

(4) ふりかけの試食

ふりかけの試食をし、安全性を確認した。

材料は、乾燥卵黄（5か月冷蔵庫保存）

小さじ1、白ごま 小さじ1/2、

青のり 小さじ1/2、塩 1g、

乾燥菜の花（茎）を使用。

Ⅲ 結果

予備実験

27分ゆでたもの、30分ゆでたものが
実験に適している。

→玉子の加熱条件は水から27分加熱した
ものを使用

本実験

(1) 乾燥条件調査

a：玉子の乾燥条件

卵白も卵黄も1週間で乾燥した。冷蔵庫
は見た目が良いが、インキュベーター
は色が黒くなってしまった。(図1)以後、
冷蔵庫のみで乾燥させることにする。

b：乾燥日数の確定

卵白も卵黄も徐々に重さが減り、1週
間後には重さの変化量が小さくなってき
たので1週間を乾燥の目安とした。(図2)

(2) 浸水条件調査

a：条件が異なる玉子の吸水量

冷蔵庫で乾燥させたものは22.8g増
え、インキュベーターで乾燥させたもの
は16.2g増えた。吸水速度はインキュベ
ーターよりも冷蔵庫のほうが良いことが
わかった。

b：異なる水溶液での浸水

乾燥卵白は平均荷重4400gから蒸
留水1275g、重曹水1050gまで
柔らかくなった。このことから、タンパ
ク質が分解するのと、卵白を軟化させる
のは関係性がないことがわかった。

(3) データの正確さを高めるための再実験

a：荷重5kgの硬度計を使用

卵黄の硬さは徐々に硬くなっていつ

た。しかし、途中で資料にひびが入り測定不
可となってしまった。

b：荷重1kgの硬度計を使用

硬さが徐々に硬くなっていく様子がよ
り精密に観察することができた。(図3)

(4) ふりかけの試食

4人で試食したが安全性に問題はなかった。

Ⅳ 考察

今回の実験で卵黄は冷蔵庫で乾燥させると色
鮮やかで安全性に問題がないことから料理に活
用し彩りや栄養価を高めることができる。卵白
は、乾燥と浸水により非常食として使用できる可
能性を見出すことができた。そのためには最良の
浸水条件を模索する必要がある。

Ⅴ 結論

一週間冷蔵庫（5℃）で乾燥させた卵黄・卵白
には次のような活用方法があることが分かった。

a：卵黄

冷蔵庫で乾燥させても色が鮮やかなま
まであり、実際に食べても安全性に問題がない
ことから、料理に彩りを加え、栄養価を高め
ることができる。

b：卵白

冷蔵庫で乾燥させた後、浸水することによ
って、本来の卵白に近い柔らかさに戻すこと
が可能になる。

Ⅵ 今後の課題

卵白を非常食として利用する場合、浸水する
溶液の衛生面を考慮することが必要である。ま
た、地震などの非常時において、卵白の浸水の際
に使用できる水溶液は飲料水が考えられること、
避難先の設備なども想定しなければいけないこ
と、この2点から飲料水の浸水条件を確立させる
必要がある。

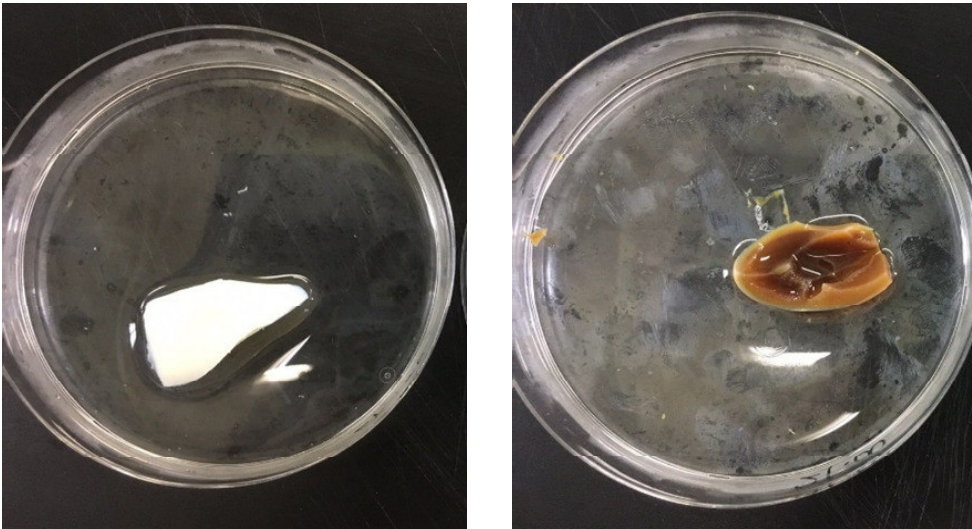


図1 卵白を（左：冷蔵庫 右：インキュベーター）で一週間乾燥させた状態

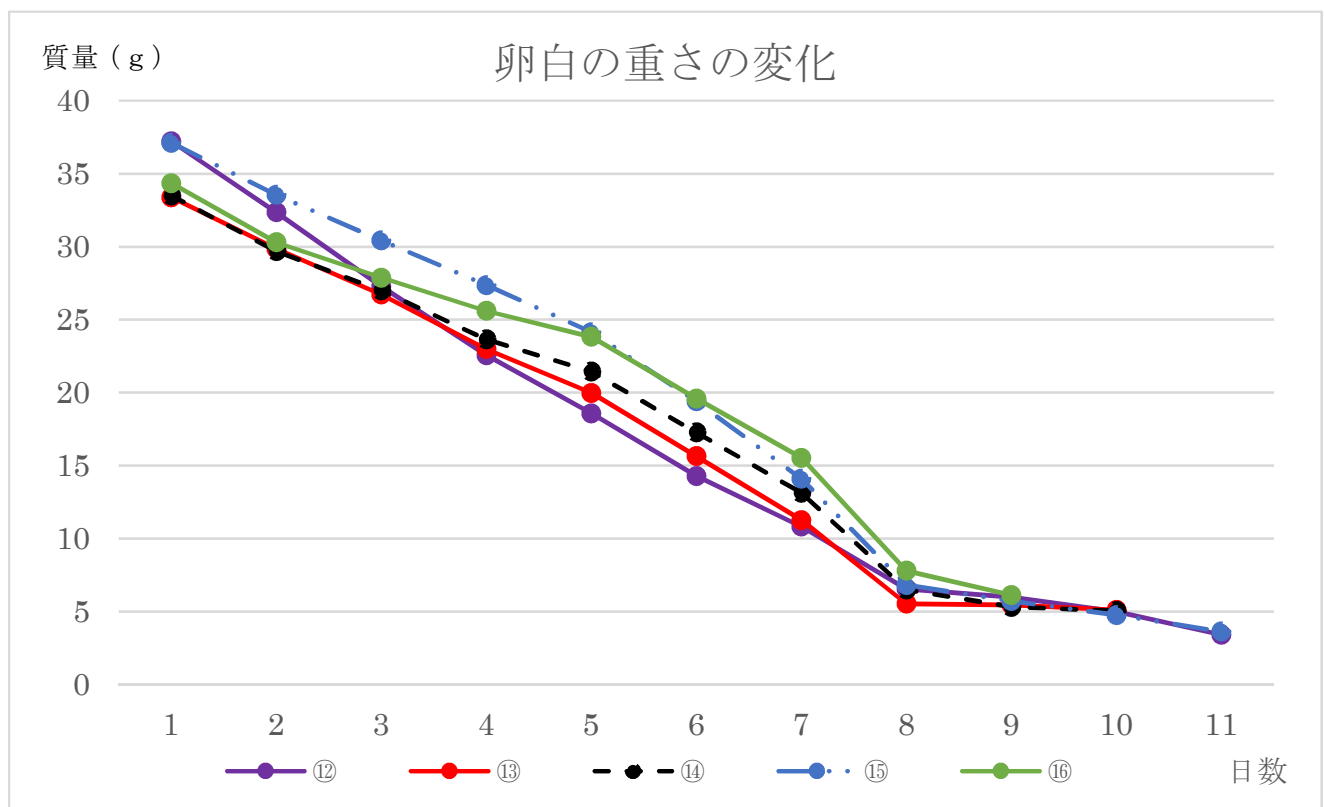


図2 卵白の重さの変化

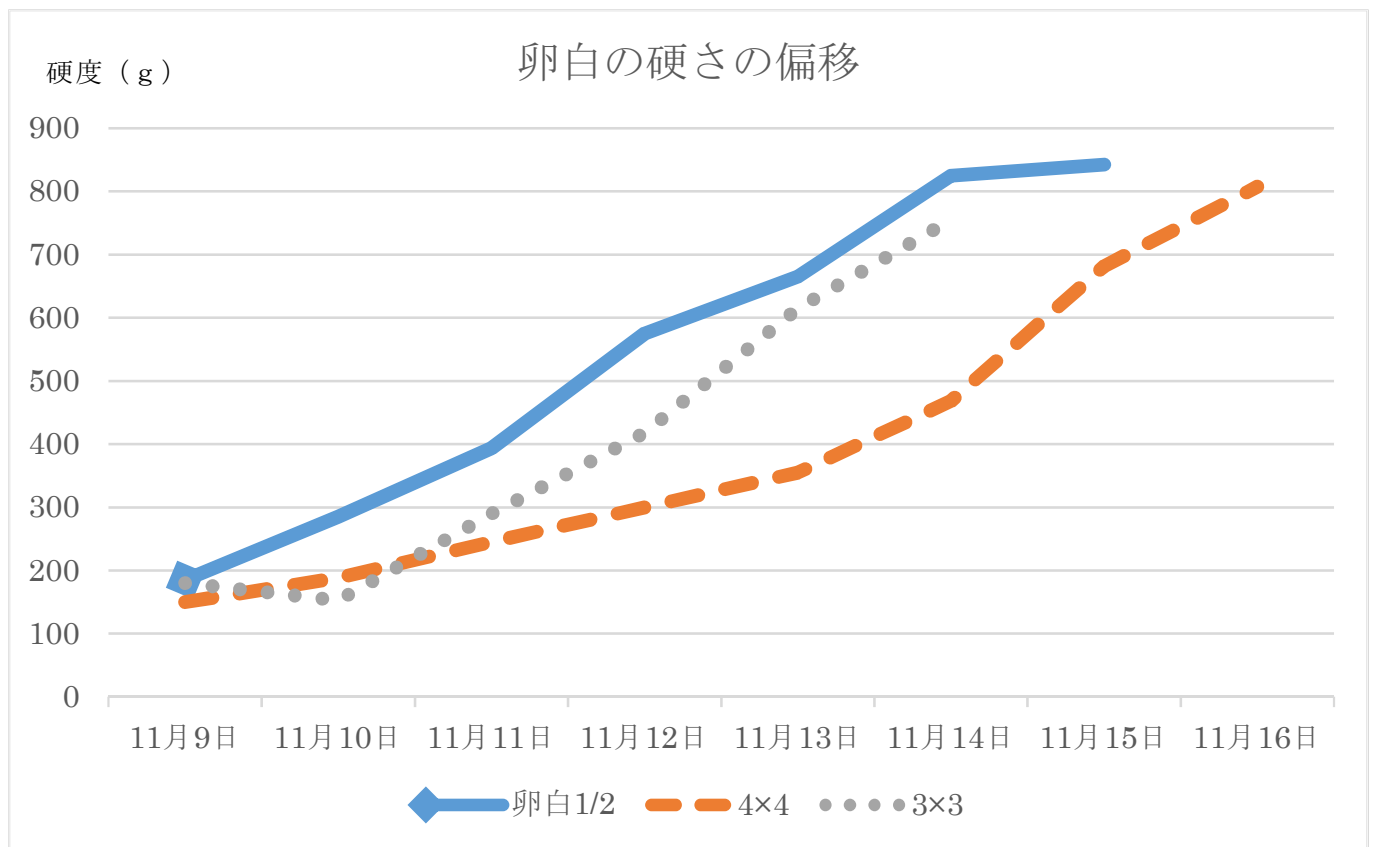


図 3 卵白の硬さの偏移

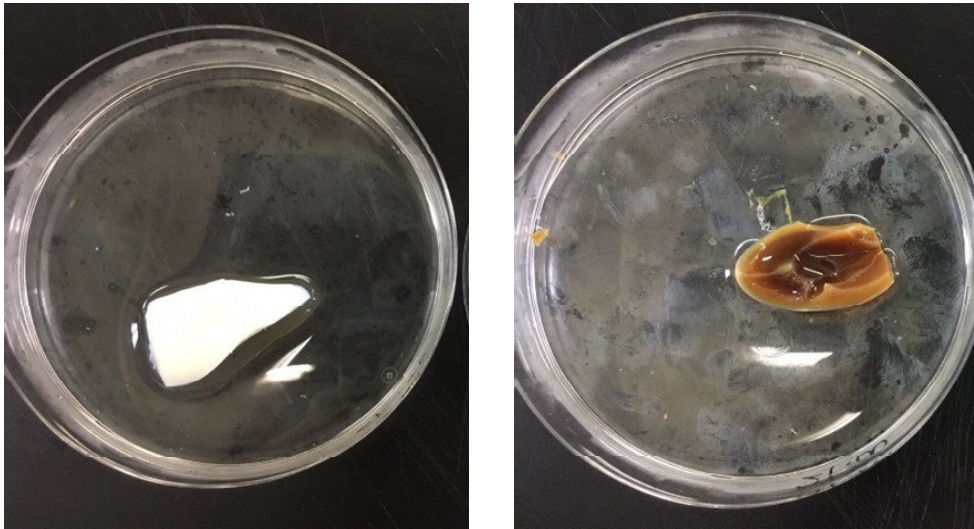


図1 卵白を（左：冷蔵庫 右：インキュベーター）で一週間乾燥させた状態

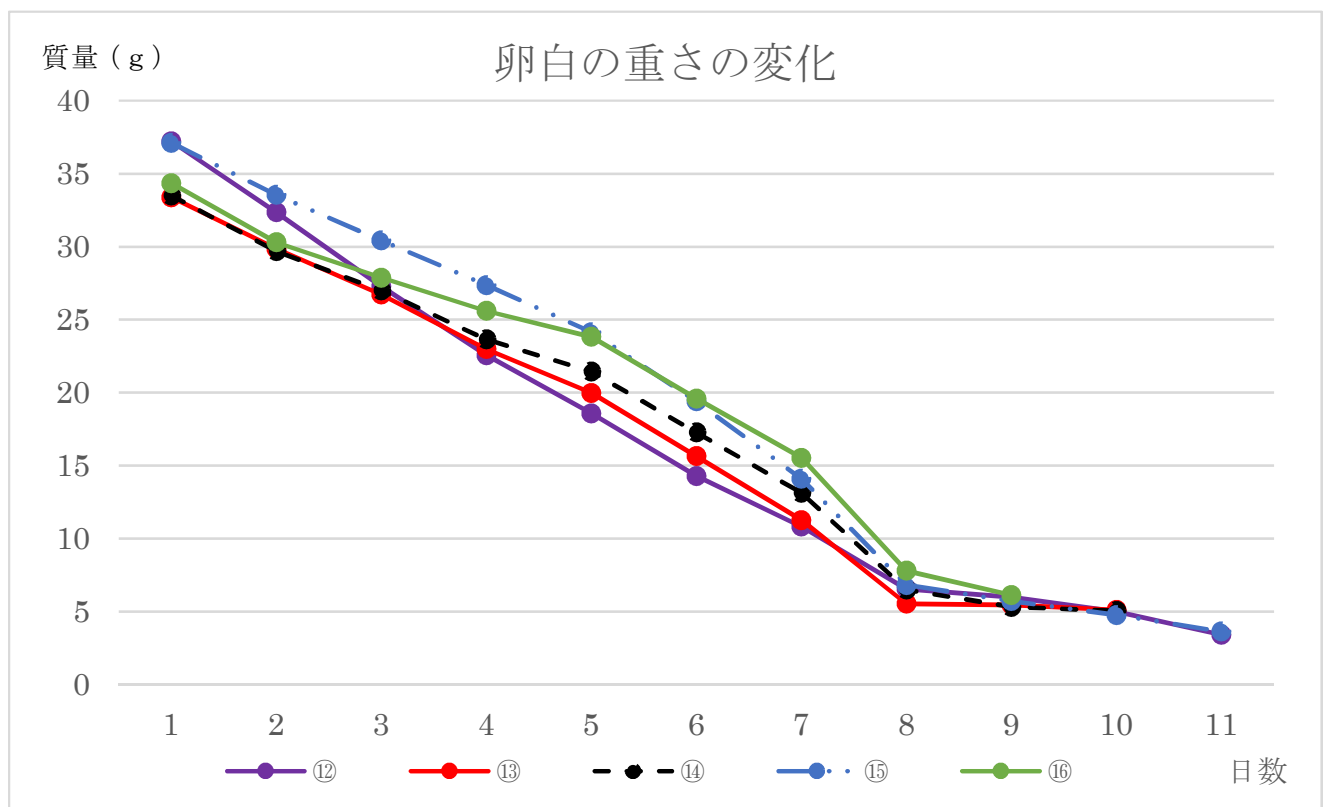


図2 卵白の重さの変化

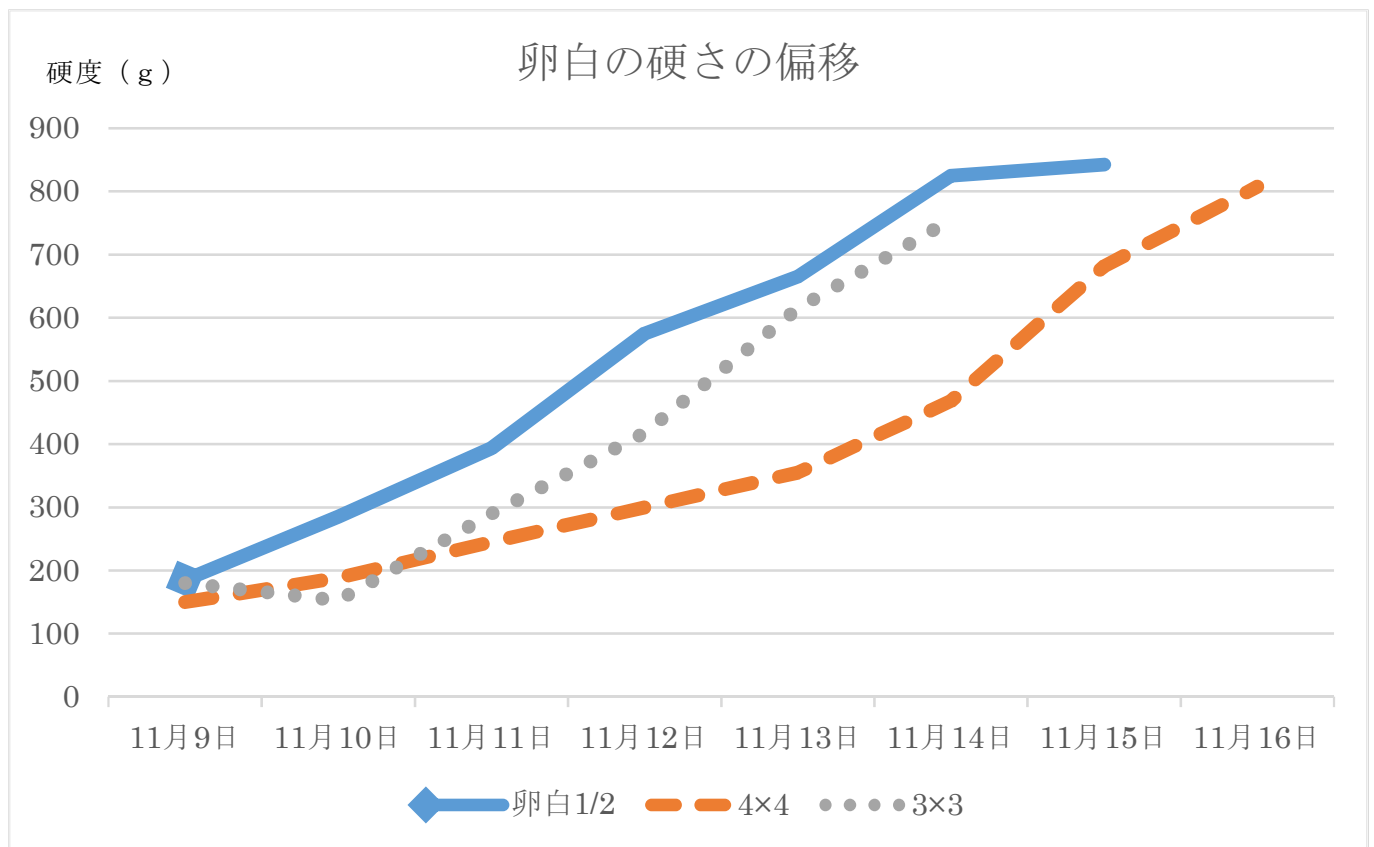


図 3 卵白の硬さの偏移