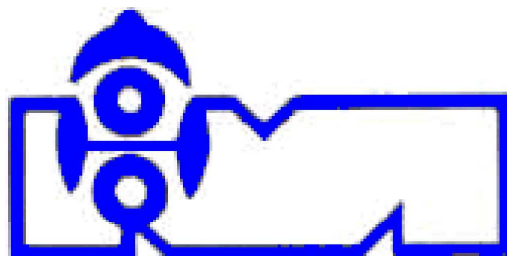


平成25年度指定

スーパーサイエンスハイスクール
研究論文集

第1年次



平成26年3月
群馬県立前橋女子高等学校

目 次

【MJ ラボ】

1. 漂白剤と繊維の違いによる汚れの落ち方に関する研究 1
2. オレンジの絞り汁とオレンジジュースの味の差 4
3. ミドリムシは二酸化炭素を減らすのか 7
4. どんな環境条件でもパレートの法則は成立するか 10
5. 動物による色の見え方の違いの研究 13
6. ストレスを数値化する試み～私たちのストレスといちばん合致する指標はどれ?～ . . . 16
7. モルモットのストレスを数値化する試み～飼育温度とフンの量との関係を調べる～ . . 19
8. キノコの最適温度を確かめる 22
9. 月の色の不思議～なぜ、昼間は白っぽく、夜は黄色っぽく見えるのか～ 24
10. 二重振り子のカオスの理解と制御 27
11. 光が放射状に見えるのはなぜか～光の見え方の研究～ 30

【地学部】

12. 国際宇宙ステーションの高度測定とその応用 32
13. アイソン彗星と私たちの23日間 35
14. ぐんまの夜の明るさ調査 38

【理科部】

15. 花の色素特定 41

漂白剤と繊維の違いによる汚れの落ち方に関する研究

荒井まゆみ 菊池理保子

[概要]

私たちは、日常生活で衣服につくシミをなくす方法について興味をもっていった。なかなか落ちない汚れを落とすことができないかと考えて、私たちは「漂白剤」に着目して研究することにした。

まず、漂白剤の種類と布の材質の違いによって汚れの落ちやすさにどのような違いがあるかについて調べることにした。

結果として、漂白剤の違いでは、塩素系漂白剤は非常によく汚れが落ちたが、酸素系漂白剤はあまり汚れが落ちなかった。材質の違いでは、綿は非常に汚れが落ちやすく、麻は綿よりも落ちにくかった。この結果から、漂白剤の違い、布の材質の違いそれぞれにおいて、汚れの落ち方に違いがあることが分かった。

次に、塩素系漂白剤と酸素系漂白剤それぞれの主成分の溶液（次亜塩素酸ナトリウム溶液と過酸化水素水）と布の種類を追加し、より正確な実験を試みた。なお、この実験では還元型の漂白剤（ハイドロサルファイト溶液）も取り入れた。方法はほぼ同一である。結果は、やはり塩素系漂白剤が最も汚れが落ちる傾向にあった。

[Abstract]

We have been interested in the way which we clean off dirty on our clothes. Since we wanted to clean off dirty which we have difficult to do it, we decided to do research on “A Bleach” which is the most popular way.

First of all, we made a study on the difference of the degree of bleaching between a oxygen bleach and a chlorine bleach, and also the difference of linen and cotton.

In order to detect it, we dyed them by pigment of red, then bleach them by each bleach.

Secondly, we did more precise experiment using solutions of each bleaches' main ingredients and more kinds of clothes.

In conclusion, chlorine bleach did well than the others and cotton is the most easiest to clean off the dirty, in both cases.

1. 実験①

(1) 仮説

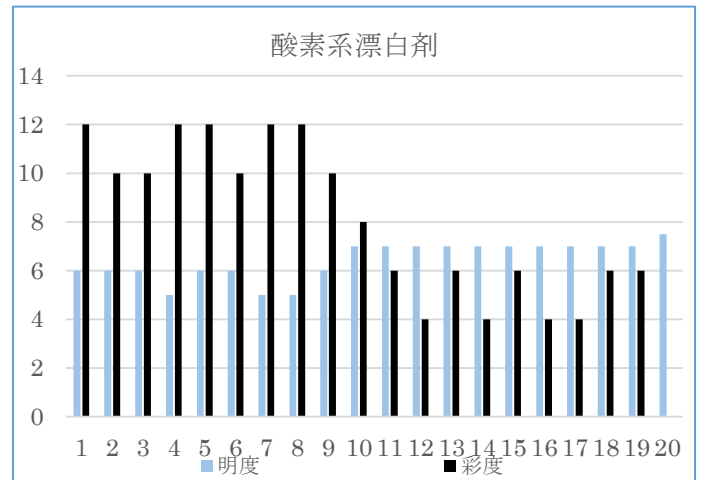
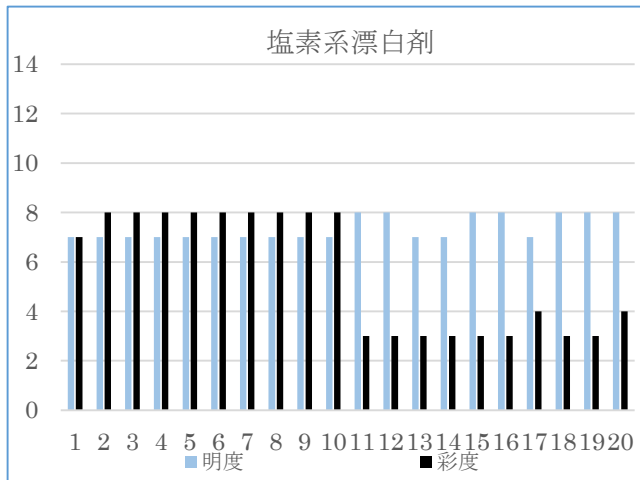
漂白剤の性情の違いや繊維の違いによって、落ちやすさにも違いが出るのではないかと考えた。そこで、塩素系漂白剤・酸素系漂白剤それぞれで、綿と麻を用いて汚れの落ち方に違いが出るかどうかを調べた。

(2) 方法

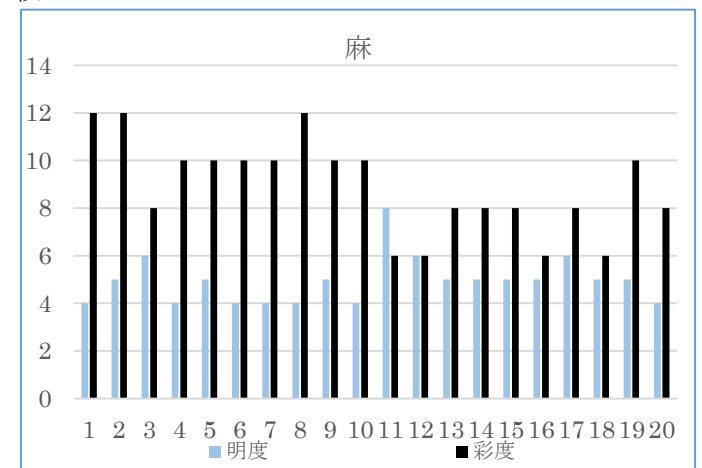
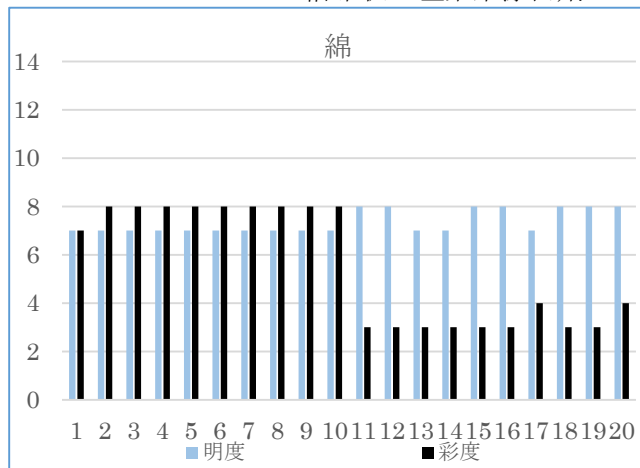
綿・麻を食用色素で染色し、塩素系漂白剤と酸素系漂白剤を用いて、濃度を変えてそれぞれの明度（色の明るさ）・彩度（色の鮮やかさ）の変化をカラーリーダーで測定した。「汚れが落ちた」ということは、「白に近づく」とことみなして、明度が上がり、彩度が下がることとし、その程度によって「汚れの落ちやすさ」としている。

なお、サンプルは麻と綿の布切れを適当な大きさに切って、食用色素を用いて染色したものである。色素の色については、観察しやすいと思われる赤を使用した。

(3) 結果 ※数字はサンプル番号
100倍希釈・綿での比較



100倍希釈・塩素系漂白剤での比較



(4) 考察

塩素系漂白剤・酸素系漂白剤それぞれの汚れの落ち具合を比べると、塩素系がとても落ちやすいのに対して、酸素系が落ちにくいことが分かる。これは塩素系漂白剤に使われている塩素が、強アルカリ性であり強い反応を起こすのに対し、酸素系漂白剤に使われている過酸化水素が弱酸性であり穏やかな反応を起こすという、はたらきの違いによるものではないかと考えられる。また、布による汚れの落ち具合を比べると、綿の方が落ちやすいということが分かった。

4. 実験②

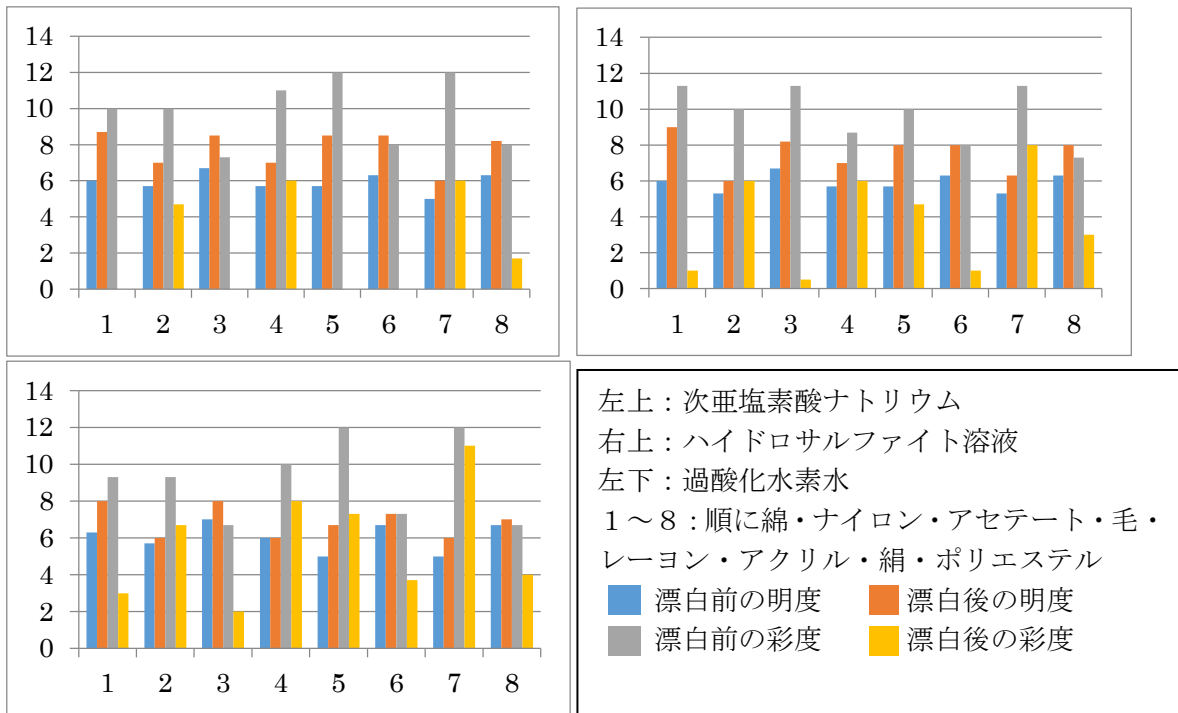
(1) 仮説

それぞれの漂白剤の主成分を使って実験①と同様の実験をすれば、より明確な漂白剤の性情の違いが分かるのではないかと考えた。

(2) 方法

次に、漂白剤の主成分を調整した溶液と布を使い同様の実験を行った。使用した溶液は次亜塩素酸ナトリウム水溶液、過酸化水素水、ヒドロサルファイト水溶液である。それぞれ 0.2mol/L、0.1mol/L、0.05mol/L で実験を行った。また、使用した布は綿・ナイロン・アセテート・毛・レーヨン・アクリル・絹・ポリエステル の8種類である。これらの布を赤色色素2号で染色し、漂白した。

(3) 結果 (0.1mol/L) ※値はサンプルの平均値



(4) 考察

市販の漂白剤を使った場合と同様に、次亜塩素酸ナトリウム溶液が最も強い漂白力を示したが、ヒドロサルファイト溶液がそれに次いで強い漂白力を示した。過酸化水素水は、全体的に弱い漂白力と判断できる。また、濃度については、0.2mol/L の場合は全体的に漂白力が強まり、0.05mol/L の場合は弱まったが、見られた傾向は変わらなかった。つまりこれらの条件においては、漂白力の強さは次亜塩素酸ナトリウム水溶液、ヒドロサルファイト溶液、過酸化水素水であると言える。

オレンジの絞り汁とオレンジジュースの味の差

近藤 もも 山浦 真綾 高木 理世

[概要]

オレンジの果実と市販のオレンジジュースの味の差に疑問を持った。そこで、嗅覚や視覚が「味」という感覚に関係しているのではないかという仮説を立てた。それを確かめるために、自然体、嗅覚を遮断、嗅覚と味覚を遮断の3つの条件を定め、実験を行った。その結果、甘味については、嗅覚を遮断すると味を見分けることが難しくなったため、嗅覚の影響が大きいのではないかと考えた。

[Abstract]

There are differences between a taste of the orange and a taste of the orange juice sold at stores. We were interested in them, and we hypothesized that sense of smell and sight might be related to a sense of “the taste”. We established 3 next conditions to prove it and tested.

1. Natural posture
2. Interrupt sense of smell
3. Interrupt sense of smell and sight

As a result, about the sweetness, we thought that sense of smell greatly influences it. That's because it became difficult to distinguish taste when the sense of smell is interrupted.

1. はじめに

私たちは、スーパーなどで売られている様々な果物の味のお菓子や飲み物が、実際のオレンジの味とは違っていることに興味を持った。

前回の実験から、オレンジの絞り汁と市販のオレンジジュースは、酸度・糖度といった数値には大きな差は見られなかった。そこで、「嗅覚や視覚が、「味」という感覚に影響しているのではないか」という仮説を立てて、今回の実験を行うことにした。

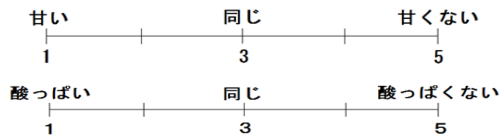
2. 実験方法

条件1(そのまま)、条件2(嗅覚のみ遮断)、条件3(視覚と嗅覚を遮断)の3つの条件を設定し、被験者に市販の100%オレンジジュースと、オレンジの果実を絞ったものを飲み比べてもらった。

そして、オレンジの果実を絞ったものを基準として、酸味と甘味の違いを五段階で評価してもらった。

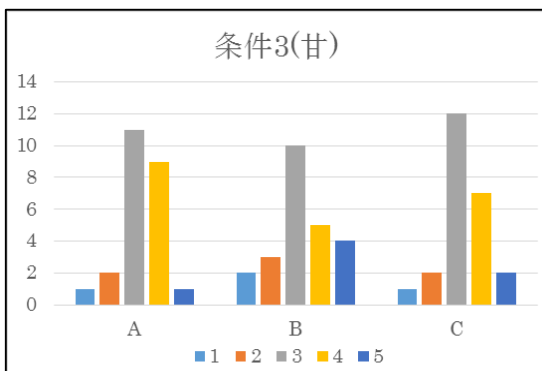
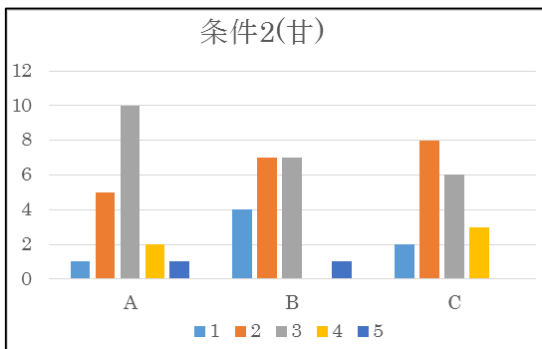
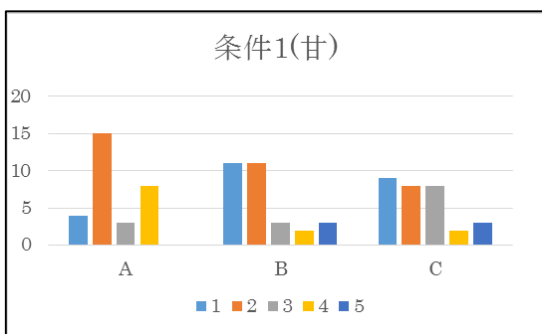
また、被験者には商品名をふせて実験を行った。

3. 結果



上記のようなアンケートをとり、まとめた結果が以下のグラフである。

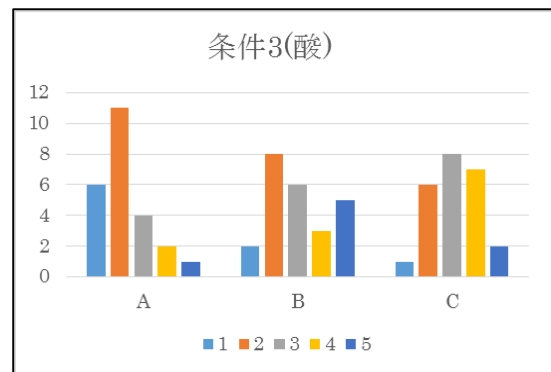
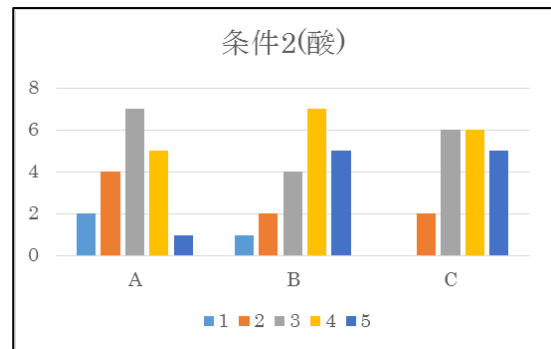
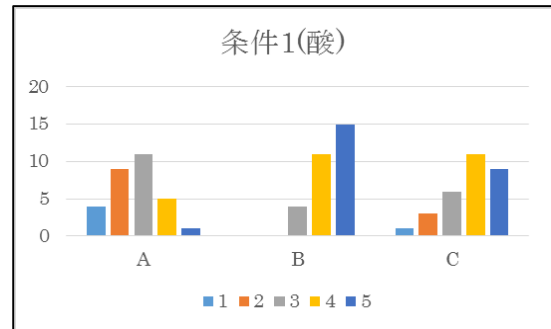
オレンジの絞り汁を基準として、同じか、差の分からないときは3とした。



① 甘味について

条件1のときは、グラフにばらつきが見られたが、条件2・3では、同じ、または差が分からないと答えた人が多くなってい

ることがわかる。



② 酸味について

すべての条件においてばらつきが見られたが、遮断する感覚が増えるにしたがって最頻値が1よりになっていることがわかる。

4. 考察

甘味については、感覚を遮断すると、味の違いを判断することが難しくなることがわかる。したがって、甘味には、味覚以外の感覚も大きく関わっているのではないかと考えられる。

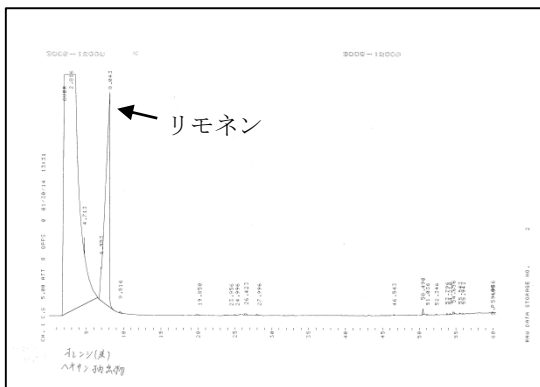
酸味については、甘味ほどの大きな変化は見られなかったが、Aでは最頻値が2になり、Bでは4に偏っていたものにばらつきが生まれ、Cでは全体的に「酸っぱい」という項目に偏った。したがって、甘味ほどではないが、酸味にも味覚以外の感覚の影響があるということがわかる。

5. 香りについての測定結果

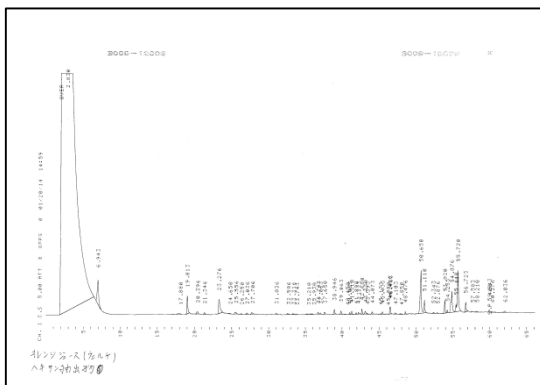
(沼田女子高校の研究データより)

オレンジ果汁と、100%オレンジジュース2種について、香りの成分を測定した。その結果を以下に示す。

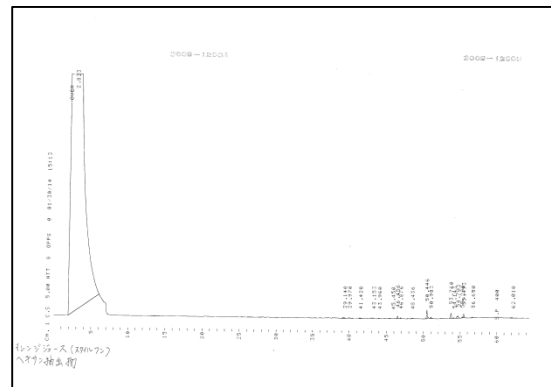
<オレンジ果汁>



<100%ジュース(ウェルチ)>



<100%ジュース(Style One)>



オレンジ果汁のグラフでは、7~9分間に、ジュースには見られないピークが出ていることがわかる。これはリモネンという成分で、オレンジなど柑橘類特有のものである。

これに対して、100%ジュースでは、後半に多くのピークが出ている。これは、香料を添加しているためと考えられ、何の成分によるものかはわからない。

以上のことから、オレンジと100%ジュースでは、感じている香りそのものの成分が異なっていることがわかる。したがって、このリモネンなどの香りの成分の有無が、「味」に影響を与えているのではないかと考えられる。

6. 参考

- ・味覚判断に及ぼす視覚と嗅覚の遮断効果 (酒井浩二)

<http://www.koka.ac.jp/sakai/publi/H19sinri.pdf>

ミドリムシは溶存二酸化炭素濃度を減らすのか

齋藤 彩 水口 怜美

[概要]

地球温暖化の原因の一つである大気中の二酸化炭素濃度を、ミドリムシを用いて減少させる試みを行った。そして、ミドリムシの培養液に二酸化炭素を通気すればするほど、ミドリムシが二酸化炭素を吸収するのではないかという仮説を立てた。

実験は呼気を用いて行った。その結果、ミドリムシのはたらきによって溶存二酸化炭素濃度が減少することが分かったが、溶存二酸化炭素濃度とミドリムシの数の変化に相関性は見られなかった。

[Abstract]

The study was done with euglena in order to decrease carbon dioxide concentration in the atmosphere which is one of the cause of global warming. Then an experimentation was expected that the more it aerates euglena the more carbon dioxide concentration decrease.

The experimentation was done with exhalation. As a result, it showed that the concentration of dissolved carbon dioxide decrease by the working of euglena, but the interrelation between concentration of dissolved carbon dioxide and the number of euglena wasn't shown.

[キーワード] ミドリムシ、溶存二酸化炭素濃度、地球温暖化

1. はじめに

文献調査の結果、現在の二酸化炭素吸収量が最も多いのは熱帯雨林であるが、単位面積当たりで比較するとミドリムシがそれに匹敵する二酸化炭素吸収力を持つことが分かった。また、先行研究によれば、空気に通気するよりも二酸化炭素などが多く含まれる火力発電所の排出ガスに通気する方が、ミドリムシは増殖しやすいことが分かっているようだ。そこで、高濃度のミドリムシの培養液に二酸化炭素を通気すれば、ミドリムシが二酸化炭素を吸収するのではないかと考えた。

2. 実験 I 炭酸水素ナトリウムを用いて

(1) 目的

溶存二酸化炭素濃度の違いによって、ミドリムシの増え方と溶存二酸化炭素濃度の変化を確かめる。

(2) 仮説

溶存二酸化炭素濃度が高いほどミドリムシの数は増え、そのはたらきによって溶存二酸化炭素濃度をより減らすことができる。

(3) 方法

- (i) 同量のミドリムシの入った培養液にそれぞれ炭酸水素ナトリウムを入れないもの、10 mg、100 mg、1000 mg、5000 mg入れる。
- (ii) 溶存二酸化炭素計を用いて各々の溶存二酸化炭素濃度を測り、顕微鏡を用いてミドリムシの数を計測し、記録する。



(4) 結果

溶存二酸化炭素濃度はいずれの実験区でも減ったが、ミドリムシの数は炭酸水素ナトリウムを加えない対照実験のものが最も増えた。

(5) 考察

- ミドリムシの数の増加が思わしくいかなかったのは以下の要因が考えられた。
- ・炭酸水素ナトリウムがミドリムシの生育に悪影響を及ぼした。
- ・pHを測定せず研究を進めていたため、pHが影響した。

それぞれの pH				
Cont.	10mg	100mg	1000mg	5000mg
3.2	8.6	9.1	9.9	10.0

3. 実験Ⅱ

(1) 目的

呼気の濃度の違いによってミドリムシの増え方と溶存二酸化炭素濃度の変化を確かめる。

(2) 仮説

溶存二酸化炭素濃度が高いほどミドリムシの数は増え、そのはたらきによって溶存二酸化炭素濃度をより減らすことができる。



(3) 方法

- (i) ミドリムシを入れるものと入れないものをそれぞれ5個ずつ用意し、それぞれに呼気を吹き入れないもの、1秒、3秒、5秒、10秒吹き入れたものを作る。
- (ii) 実験Ⅰと同様にそれぞれ溶存二酸化炭素濃度、ミドリムシの数を計測する。

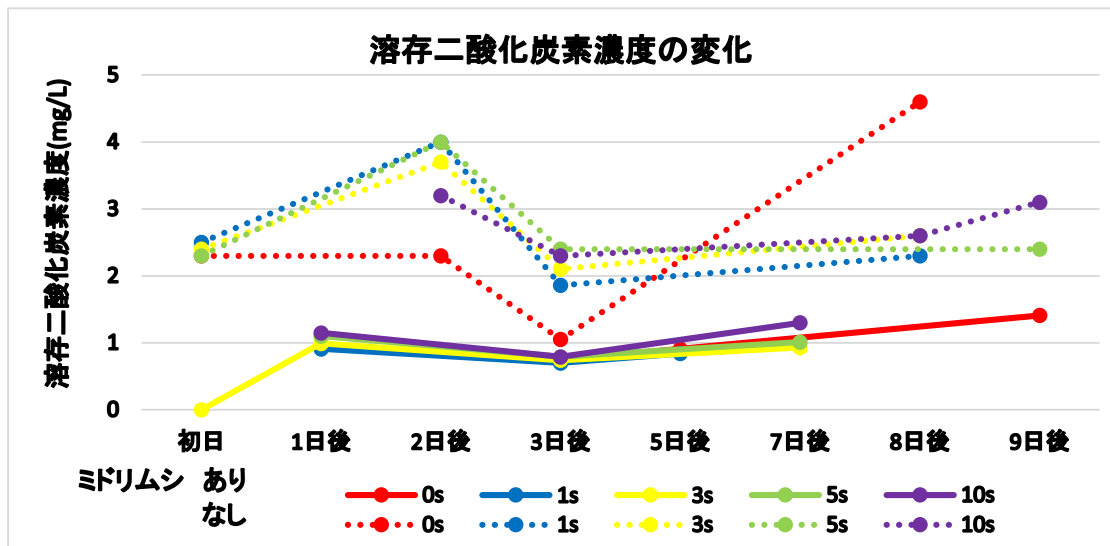
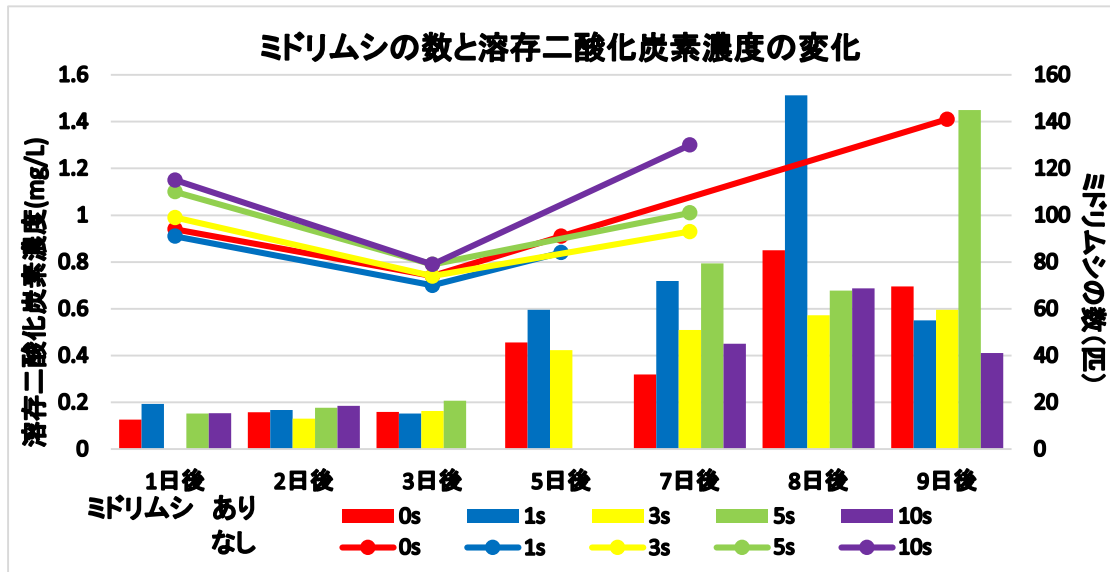
- * 溶存二酸化炭素は自然に抜けたり、ミドリムシのはたらきによって減少したりする可能性があるため、呼気は毎日吹き入れる。
- ** 培養液には緩衝液 (Na₂HPO₄、KH₂P0₄ の混合水溶液) にハイポネックスを入れたものを用いた。

(4) 結果

ミドリムシのはたらきによる溶存二酸化炭素濃度の減少と、誤差はあるが、ミドリムシの数は増加することが分かった。

(5) 考察

呼気吹き入れ時間の違いによる、溶存二酸化炭素濃度とミドリムシの数の変化には相関性が見られなかったが、ミドリムシは溶存二酸化炭素濃度を一定に保つ働きを持っている可能性がある。



4. 展望

ミドリムシの数や溶存二酸化炭素濃度を正確に計る方法を探りたい。

将来的には、酸性雨を用いて、ミドリムシが SO_x や NO_x などの有害物質も吸着するかを確かめたい。

5. 謝辞

担当の生物科 武倫夫先生、助言やご意見を賜った株式会社ユーグレナ様、そのほか本研究に際しご協力頂いた方々に心から感謝いたします。

6. 参考資料

株式会社ユーグレナ <http://www.euglena.jp/>

どのような環境条件でもパレートの法則は成立するか

本多紗代 村岡怜奈

[概要]

働くアリと働かないアリの割合が必ず2:8になるというパレートの法則がある。そこで、「どのような環境条件でもアリの働く割合は、2:8になる。」という仮説のもと、クロヤマアリを用いて様々な環境条件を変えて実験を行った。実験結果は、必ずしも2:8になるわけではないということになり、このことから、アリの働く割合は、環境条件によって変化するということがわかった。現在、アリの種類をアミメアリに変えて実験を行っている。

[Abstract]

There is the law of Pareto percentage of ants that do not work with the ants work becomes 2:8 always. The experiment was conducted by changing the environmental conditions in various ways using Kuroyamaari of the hypothesis that “proportion of work of ants”. The experimental results, it was supposed to be that not necessarily become 2:8. From this, the proportion of work of ants change by depending on the environment conditions. The current experiment is changing in Amimeari type of ants.

1. はじめに

私たちは、働くアリと働かないアリの割合が必ず2:8になるというパレートの法則に興味を抱いた。そこで、どのような環境条件でもそれは成り立つのかということに疑問を持ち、様々な環境条件のもとアリの行動を観察した。

2. 仮説の設定

どのような環境条件でも働くアリと働かないアリの割合は2:8になる

3. 実験材料と実験方法

(1) 実験材料

- ・ クロヤマアリ 20 匹
- ・ 7%寒天溶液
- ・ 落ち葉
- ・ 砂糖
- ・ プラスチックカップ (200ml、500ml)
- ・ 二酸化炭素
- ・ 温度湿度センサ
- ・ デジタル O₂・CO₂ チェッカー
- ・ LED ライト



クロヤマアリ

(2) 実験方法

8月上旬・11月下旬の2回、前橋女子高校近辺の公園でアリを捕獲した。そして、寒天を流し込んだ容器にアリを20匹入れ、様々な環境条件を変えて働くアリの割合を観察した。

[使用した容器]

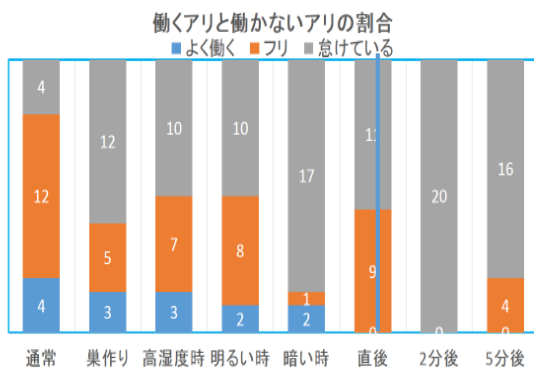


(3) 観察する時の判断基準

よく働くアリ	エサを巣に運んだり、土を巣から運び出しているアリ
働いているフリをしているアリ	エサや土を運ばないが、動いているアリ
怠けているアリ	同じ場所にとどまり動かないアリ

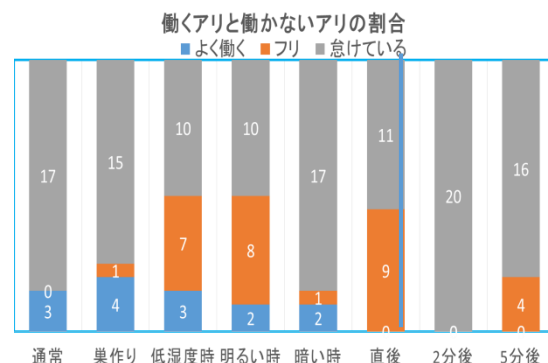
4. 結果

(1) 8月の結果



※右端3つはCO2濃度を5%に変えた時

(2) 11月の結果



※右端3つはCO2濃度を1%に変えた時

5. 考察

実験結果から、働くアリと働かないアリの割合は環境条件によって変化した。よって、私たちのたてた仮説は正しくないといえる。最も働いた環境条件は8月の通常時で、最も働かなかった環境条件はCO2濃度を変えた時だった。また、通常時・巣作り時を除いた他の環境条件は8月と11月で変化はなかった。この実験を通して、働くアリと働かないアリの割合には環境条件が深く影響していることがわかった。

6. 現在行っている実験

私たちはアリの種類を変えても実験結果は変わらないのか、という疑問をもち、アリの種類をアミメアリに変えて実験を行っている。現在、予備実験の段階である。

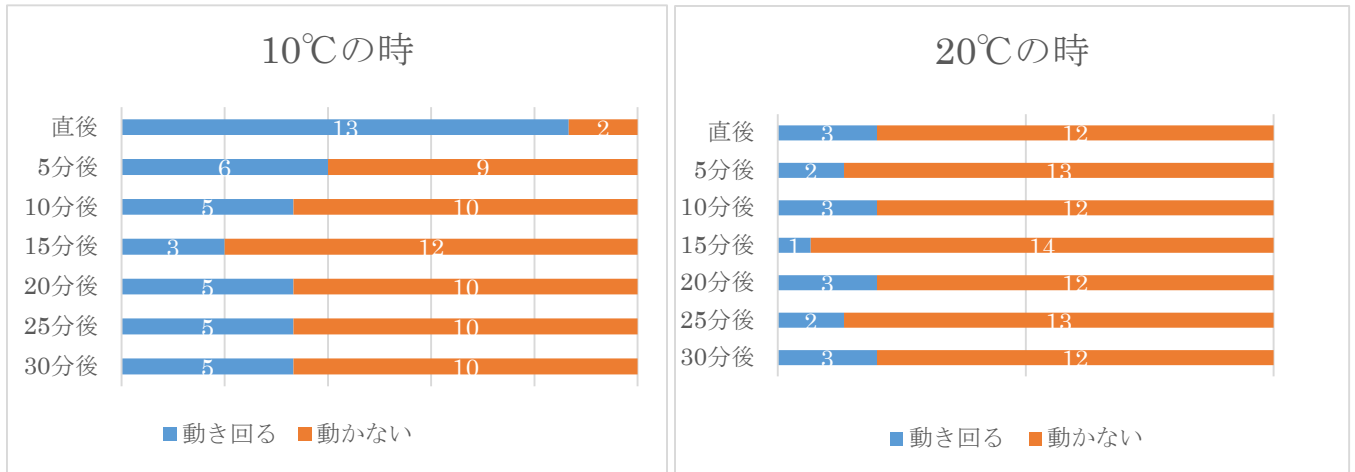


アミメアリ

(1) 実験内容

白いトレーにアミメアリを 15 匹入れ、10°C（室温）・20°C（ストーブで温度を調節）の 2 回行動を観察した。

(2) 実験結果



(3) 考察

20°Cより 10°Cの方が動き回るアリの割合が多い。また、20°Cの時、15 分後以外誤差はあるが、パレートの法則が成り立つことが分かった。

7. これからの課題

- ・実験回数が少ないので実験を重ねたい
- ・アミメアリでも環境条件を変えて、実験を行いたい。

8. キーワード

- ・パレートの法則

経済において全体の数値の大部分は、全体を構成するうちの一部の要素が生み出しているという説。アリにおいては全体 2 割がよく働き、8 割が怠けるという法則。

動物の種類による色の見え方の違いの研究

今泉冴香 竹之内玲泉

[概要]

私たちヒトは三色型色覚を持っているが、動物の種類によって色覚は異なると聞き、ヒト以外の動物がどのような色を見ているのかに興味を持った。そこで、動物が何色を識別できるのかを調べることによって、その動物が何色型の色覚をもっているかを検証できると考えた。実験方法としては、モルモットを飼育し、条件づけによって色を覚えさせた後に識別できる色を確認していくという方法をとろうと考えている。

[Abstract]

We human are trichromats, but animals' color vision is different from each kind of them. That's why we got interested in colors animals except human watch. Therefore, we thought that we will try to confirm which color vision animals have, by researching what color they can tell apart. A way of experiment is that we breed guinea pigs, teaching colors to them for conditioning, and then make sure of what colors they can tell apart.

1. はじめに

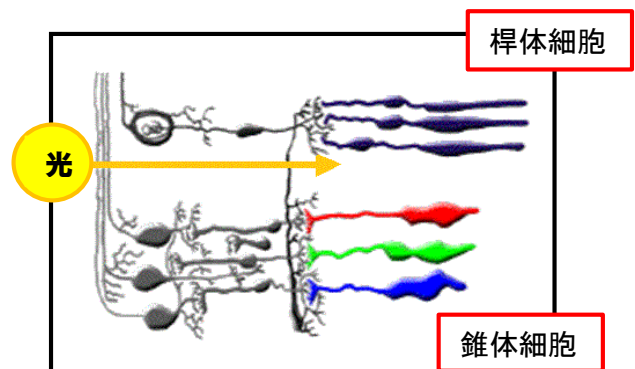
私たちヒトは三色型色覚を持っているが、動物の種類によって色覚は異なると聞き、ヒト以外の動物がどのような色を見ているのかに興味を持った。それを検証するためにさまざまな動物を飼育し、色を覚えさせてから識別できる色を確認していくという方法をとろうと考えた。そこで、まずはモルモットを用いて実験を行うことにした。

その動物が何種類の錐体細胞をもつかによって決まる。例えば、ヒトの場合は、反応する波長のピークを赤色周辺にもつ赤錐体、緑色周辺にもつ緑錐体、青色周辺にもつ青錐体の三種類の錐体細胞をもち、三色型の色覚をもっているといえる。

また、**霊長類以外の哺乳類は主に二色型色覚**を、鳥類や爬虫類は主に四色型色覚をもっていると言われている。

2. 基礎知識

動物は物を見るとき、目から光を取り入れ、その光を網膜上にある視細胞で受け取っている。視細胞には桿体(かんたい)細胞と錐体(すいたい)細胞の二種類があり、桿体細胞は主に明暗を認識し、錐体細胞は主に色を認識する。また、錐体細胞はそれぞれの細胞が最も反応する光の波長に違いがあり、そのピークの波長によって種類が分けられる。動物の色覚は



3. 仮説

モルモットは哺乳類なので、二色型色覚をもつ

4. 予備実験

[目的]

本格的に実験に入る前にモルモットに何色が見えているのか検証するため、以下のような予備実験を行った。実験①の仮説として、モルモットは哺乳類なので、照射する緑・赤・青の三色のうち赤が見えないであろうと考えた。

[実験方法]

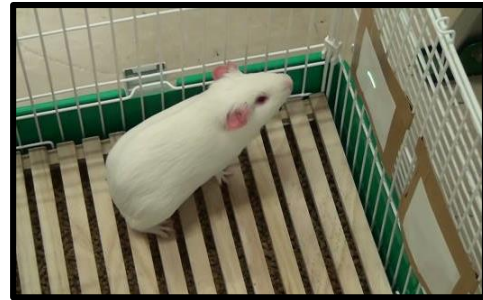
1. 緑・赤・青の3つの光をモルモットの周りに照射する。
このとき、赤・緑はレーザーポインターを、青はレーザーポインターがなかったために他のLEDライトを用いた。
2. モルモットの注意を引くように、照射した光を動かす。
3. それぞれの光に対するモルモットの反応を観察する。

[検証方法]

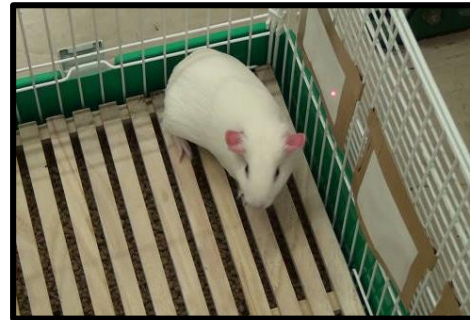
光を追って動いたり、様子を伺うような仕草を見せた場合はその色の光が見えていると判断し、普段と変わらない動きを見せた場合は見えていないと判断をして、モルモットに何色が見えているのかを検証した。

[予備実験の考察]

緑→赤→青の順に実験を行った結果、緑・青の光を照射したときは光の動きに合わせて動いたが、赤の光を照射したときは普段と変わった様子は特に見受けられなかった。このことから、仮説に立てたように、モルモットは青色と緑色を見ることはできるが、赤色は見るできない二色型色覚であると推測される。



◀ 実験の様子(緑)



◀ 実験の様子(赤)

5. 本実験



[目的]

モルモットに色を覚えさせ、識別できる色を確認する

[実験方法]

1. 緑色のLEDライトを三つのスクリーンのうち一つに照射し、モルモットがその前にきたらエサを与える。
2. 他の色のライトを照射し、その際にはエサを与えない。
3. 1、2を繰り返す、「緑色のライトが照射されたスクリーンの前にきたらエサがもらえる」ということを記憶させる。
4. 3の後、緑色のライトと他の色のライトをそれぞれ別のスクリーンに照射する。

5. 4を何回か行った後、赤色や青色でも同様の実験(1~4)を行う。

[検証方法]

「緑色のライトが照射されたスクリーンの前にきたらエサがもらえる」ということを記憶させているので、4の操作でモルモットが緑色を照射したスクリーンの前にくれば、緑色と他の色を見分けることができたといえると考えている。赤色と青色の実験でも同様に判断する。すべての結果を踏まえ、モルモットに何色が見えているのか、何色型色覚であるのかを検証する。

6. 今後の展望

現在はレーザーポインターを用いて本実験を行っているが、今後は波長可変光源を用いようと考えている。これにより、同系色であっても波長の違いによって見え方が変わるのか、変わるとしたらどの程度の波長の違いにより変わるのか、ということも検証できると考えている。

7. 参考文献

Neitz Color Vision Website

(<http://www.neitzvision.com/content/home.html>)

脊椎動物の視覚と視細胞

(<http://gabriel.ess.sci.osaka-u.ac.jp/html/hisatomi/phototransduction/PR-jp.html>)

脊椎動物のオプシン

(<http://gabriel.ess.sci.osaka-u.ac.jp/html/hisatomi/phototransduction/opsin-jp.html>)

キリヤ Q&A

(<http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q52.htm>)

1)

MARKの部屋カテゴリ別記事一覧【2011年~】

(<http://www2.tbb.t-com.ne.jp/mark/order.html>)

総合研究大学院大学 先導科学研究科 生命共生体進化学専攻神経行動学研究室

大学院進学を考える方へ 入試情報

(http://www.sendou.soken.ac.jp/esb/ariakawa/project_j.htm)

ストレスを数値化する試み

～私たちのストレスと一番合致する指標はどれ？～

柳川 佑理 中村 優

【概要】

スポーツ大会の前後でアミラーゼ分泌量および唾液 pH 値の変化を調べた。その結果、約 7 割の被験者でアミラーゼ分泌量が大会後に減少していたことからスポーツはストレス軽減に役に立っていることが分かった。次に、一週間にわたってアンケートで調査した被験者の疲労レベルと生理学的指標(体温, 脈拍, 血圧, アミラーゼ分泌量, 唾液の pH 値)について調べた。その結果、アミラーゼ分泌量が計測した指標の中で一番被験者の疲労レベルと合致しており、自身のストレスや疲労を知るのに便利なマーカーであることが分かった。

【Abstract】

We investigated a change in both the amount of amylase secretion and pH of saliva before and after the sports competition in our high school. 70 percent of the subjects showed a decrease in amount of the amylase after the competition compared to before that. These results suggest that sports reduce their stress levels.

Next, we investigated physiological conditions (body temperature, pulse, blood pressure, amylase secretion and pH of saliva) of. And, we also investigated the degree of fatigue of the subjects by surveying by questionnaire. According to our data, there is a correlation between the amount of amylase secretion and the degree of fatigue of the subjects.

We conclude that the amount of amylase secretion is a useful marker to show our own stress and fatigue levels.

【キーワード】 ストレス スポーツ 唾液 pH 値 血圧 体温 脈拍 アミラーゼ分泌量 疲労

1. はじめに

近年、精神疾患に侵されている日本人が増加していることを知り、ストレスを客観的なものにできないかと考えた。先行研究の「唾液のアミラーゼ分泌量によるストレス測定が可能であること」をふまえて私達は以下の実験を行った。

2. 実験方法, および結果・考察

実験 1 スポーツはストレスを軽減できるか～唾液の pH 値でストレスを測る～

【実験 1-1】 スポーツの前後で唾液 pH 値にどのような変化がみられるのか調べる

(仮説) スポーツ後に唾液の pH 値はアルカリ性に傾く。

○実験方法

※ 6 月に行われた本校のスポーツ大会において本校の 1 年生の 23 人を対象に以下の実験を行った。

※ 測定の前日の飲食は厳禁とした。

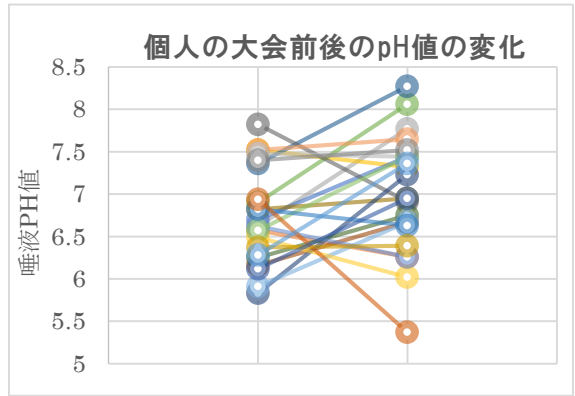
1. 大会当日の朝、登校した順に綿棒の片方を 1 分間口にくわえてもらい、唾液を採取する。
2. pH メーター (ポケット pH 計 S2K922) で 1 人 1 人の唾液の pH 値を測定する。
3. 大会終了直後にもう一度、1, 2 を繰り返す。
4. pH 値の変化をグラフ化する。

《結果》以下のグラフのようになった。

(i)



(ii)



※横軸の数字は被験者の管理番号

※左側が大会前の値。右側が大会後の値。

約7割の被験者の唾液のpH値が大会後にアルカリ性に傾いた。唾液のpH値は個人差が大きい事が分かった。

[実験1-2] ストレスと唾液pH値、アミラーゼ分泌量と唾液pH値に相関関係があるかどうか調べる。

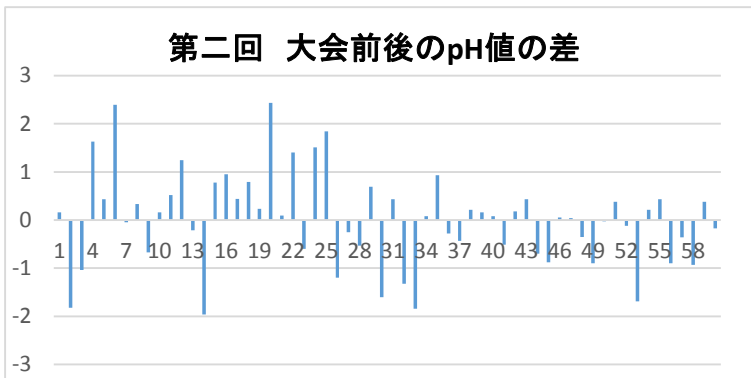
(仮説) ストレスと唾液pHには相関関係がある。アミラーゼ分泌量と唾液pH値に相関関係がある。

○実験方法

※9月に行われた本校のスポーツ大会において本校の1年生59人を対象に再度実験を行った。

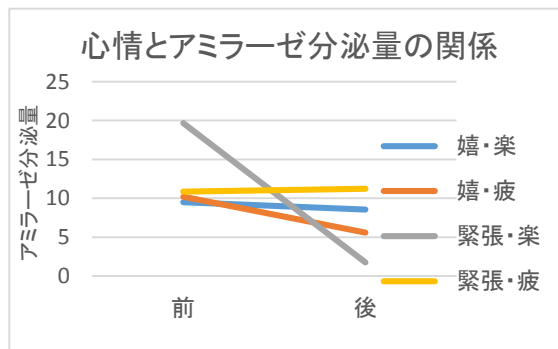
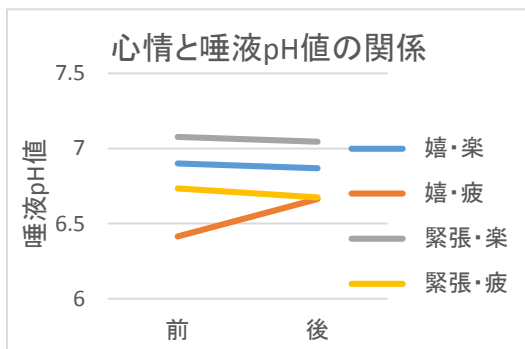
[実験1-1]の方法に加えて今回は被験者の心情を聞くためのアンケート調査とアミラーゼ分泌量の測定(アミラーゼチップ、アミラーゼモニターを用いて)を大会の前後において行った。

《結果》以下のグラフのようになった。



左のグラフは上の(i)と同じ形式のグラフ。このグラフより約6割の被験者の唾液のpH値がアルカリ性に傾いたことが読み取れる。また、このとき同時に測定したアミラーゼ分泌量は36人中27人が減少していた。(アミラーゼ分泌量は値が下がるとストレスの軽減を示す。)

このことよりスポーツはストレスの軽減に役立っていることが分かった。しかし、今回の実験ではアミラーゼ分泌量と唾液pHの相関関係は確かめることが出来なかった。



上のグラフはアンケート調査の結果より大会前後において同じ心情を答えた被験者を4つのグループに分け、それぞれの値の変化を表したものである。

※凡例について《(例：嬉・楽)は大会前の心情が嬉しい、大会後の心情が楽しいとアンケートで答えた被験者の集団を表している。》

これらのグラフより、pH値に関しては大会前嬉しいと答え、大会後疲れたと答えた被験者のグループの平均の値が大会後に上昇していたことが読み取れた。また、アミラーゼ分泌量に関しては大会前緊張していると答え、大会後楽しかったと答えた被験者のグループの平均の値が大会後に大幅に減少しており、ストレスが一番軽減されていたことが分かった。

アンケートで答えてもらった心情別に唾液の pH 値とアミラーゼ分泌量の平均を出すと、唾液 pH 値には各心情においてほとんど差が見られなかったが、平均アミラーゼ分泌量は疲れたと答えた被験者と楽しかったと答えた被験者の間に±10KU/L という比較的大きな差を確認することができた。

●[実験 1]の考察

スポーツ後、唾液の pH 値はアルカリ性に傾く傾向が確かめられた。しかし、唾液 pH 値はアミラーゼ分泌量や心情とは相関関係がないことが確かめられた。

実験 2 心情と最も一致する指標はどれか～ストレスを数値化する～

(仮説) ストレスがたまると、体温と唾液の pH 値は低下し、血圧と脈拍とアミラーゼ分泌量は増加する

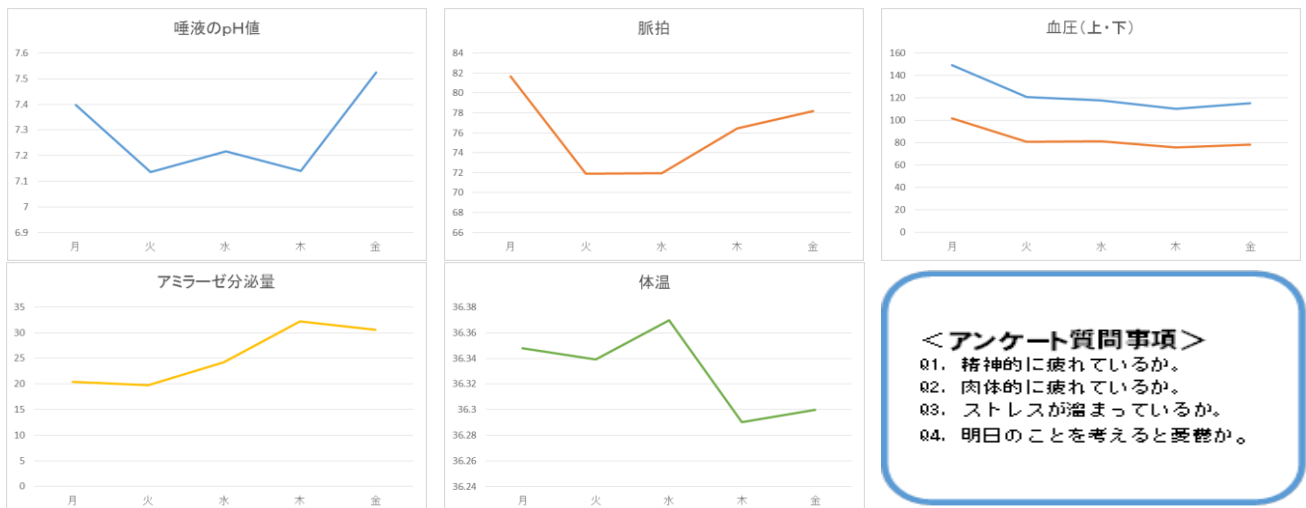
○実験方法

※実験は 1 2 月下旬に月～金の 5 日間にわたり、5 時間目終了時に本校の生徒 2 3 人を対象に行った。

※測定前の飲食は厳禁とした。

1. 授業終了後に血圧、体温、脈拍の測定を行い、唾液を採取した。(同時にアンケート調査実施)
2. 採取した唾液の pH 値とアミラーゼ分泌量を pH メーターとアミラーゼモニターで測定する。

《結果》下の 5 つのグラフは 1 週間のそれぞれの値の変化を表している。



アンケート調査の結果から被験者の感じたストレスが最も高かったと考えられる曜日が木曜日であったため、各グラフの木曜の値に注目した。その結果、木曜日においてアミラーゼ分泌量が五日間の中で最も高く、体温が最も低くなっていた。また、唾液 pH 値と脈拍は月曜日と金曜日に上昇する傾向が見られ、血圧は 5 日間において、あまり変化が見られなかった。

●[実験 2]の考察

ストレスを測定するのに用いる指標はアミラーゼ分泌量が今回用いた指標の中で一番適していることが分かった。また、体温もストレスの度合いを知るのに適している値だということも分かった。

3. まとめ

以上の実験結果より、アミラーゼ分泌量が私たち自身のストレスを知るのに一番適している値であることが分かった。この結果を踏まえて私達はアミラーゼによるストレス測定法をより多くの人に知ってもらい、ストレス社会に役立つ研究を今後も行っていこうと思っている。

4. 今後の課題

今回の実験を通して改めて唾液アミラーゼとストレスには深い関係性があることがわかった。そのことをふまえて、私達は今後も人々のストレス軽減に役立つ研究になることを願い、アミラーゼとストレスの関係を追及していきたいと考えている

モルモットのストレスを数値化する試み

～飼育温度とフンの量との関係を調べる～

Attempt to explain the stress levels of guinea pigs numerically

～Examine the relationship between breeding temperature and amount of feces～

青木 沙織 本村 凧沙 山根 明優美 小林 彩乃

[概要]

私たち人間が動物に対し良かれと思ってやっていることが、実際は彼らにとってストレスになっているのではないかと考え、様々な状況におけるストレスを客観的に数値化しようと試みた。まず、ストレスを数値化する手段として、ストレスがかかるとフンの量が減るという仮説を立て、モルモットを用いて実験を行なった。予備実験では、ストレスである気温とモルモットのフンの量の相関を調べた。本実験では予備実験の反省を踏まえ、温度によるフンの量と温度変化によるフンの量を調べた。その結果、飼育温度とフンの量には関係性が見られたが、温度によるストレスがフンの量を減少させるとは一概には言えないことがわかった。

[Abstract]

We human beings often think our actions are good for animals, but often they are stressful. So, we attempted to explain the stress in various occasions objectively and numerically. First, we hypothesized that amounts of guinea pig's feces are decreased by stress and we used guinea pigs to experiment in order to find a means to explain their stress levels numerically. We examined the relation between maintained temperature, changes in temperature and amounts of feces. As a result, we found that breeding temperature and the amount of feces are related, but we can't necessarily say that amounts of feces are decreased by stress of temperature.

1. はじめに

近年の研究により、私たちと同様に、動物もストレスを抱えているということが明らかになっている。私たちはその事実に関心を持ち、私たち人間が動物に対し良かれと思ってやっていることが、実際は彼らにとってストレスになっているのではないかと考えた。そこで、彼らにとってストレスになる原因を調べ、ストレスを与えないためにはどのように飼育するのが良いのかを見極める研究を行い、小学校などでの動物飼育方法の改善を提言したいと思った。主にそこで飼われている動物で比較的簡単に飼育できるモルモットを用いて人間に抱かれることや、照度、室温の違いなど彼らの様々な状況におけるストレスを客観的に数値化し、何が彼らにとってストレスになるのかを調査したいと考えた。しかし、現在小動物のストレスを数値化する簡便で安価な手段は発見されていないということが分かった。そこで、私たちはモルモットのストレスを数値化できる指標を探すため、この実験を行った。

2. 仮説

先行研究により、急激な気温変化が動物にとってストレスになることが明らかになっている。モルモットの飼育本によると、モルモットを飼育する適温は 20～26℃である。私たちはこの適温外で飼育することが彼らにとってストレスであると考えた。ストレスであるかどうかを調べるのにフンの量を指標とした。動物の輸送ストレスについて研究している、宇都宮大学農学部 青山真人准教授によると、ヤギを乗せたトラックを乱暴に運転するなどのストレスを与えるとフンや尿の量が増えるそうである。そこから着想を得て、フンとストレスに相関があると考えた。そこで、私たちはストレスがかかるとフンが減少するという仮説を立て実験を行なった。フンを用いた理由は、ストレスがかかると交感神経が優位に働き、胃腸蠕動が抑制されるため、フンの量が指標になると考えたからであり、また、実験動物に触れずに行えるため、動物に別のストレスを与えることなく実験を行えるからである。

3. 予備実験

(1) 目的

ストレスを客観的に数値化、評価するために、フンの数やフンの量が指標として成り立つか否かを調べる。

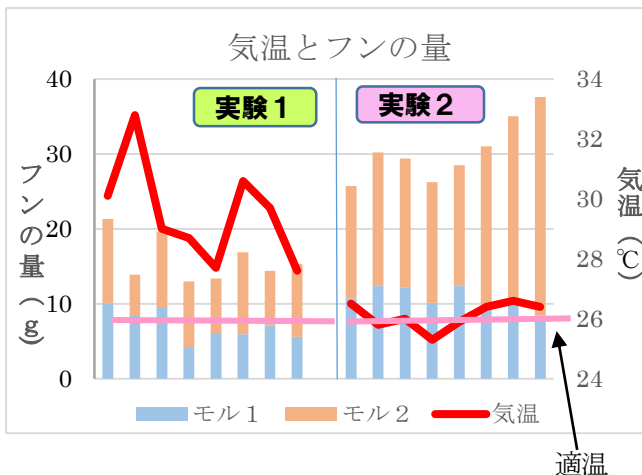
(2) 仮説

適温以上で飼育すると、モルモットのフンの量は適温程度の条件下に比べ減少する。

(3) 実験方法

学校でモルモットを2匹(雌)飼育し、24時間内に排出されたフンの数と量、1日自然乾燥させた後のフンの量を計測する。実験中の室温・湿度・気圧を1時間間隔で1日中計測しておく。また、モルモット1匹あたりのえさの量は一定で、全て完食する量である。この実験をモルモットの適温である26℃以上(実験1)、26℃程度(実験2)の2つの条件の室温で実験を行う。なお、えさやりとフンの採取は毎日一定の時間に行った。

(4) 結果



実験1, 2の結果から適温上限を超えたとき、適温上限程度のときと比べフンの量が少なかった。

(5) 考察

結果より、高温によるストレスによって、モルモットのフンの量が減少したと思われる。すなわち、フンの量を比較することで、ストレスがかかっているかどうかを推定できるのではないかと考えられる。

(6) 問題点及び解決策

①結果に個体差が出てしまい結果が信憑性の欠けるものになってしまった。個体差を考えると2匹だけでは不十分であったため、新たに4匹のモルモットの成体を飼育することで信憑性を高める。

②フンの量が減少した原因が気温差によるものか高温によるストレスなのか不明になってしまったため、インキュベータで室温を一定にし、その中で飼育する。

③フンの乾燥の仕方が自然乾燥で均一でないため、乾燥器を使ってフンの乾燥をする。

4. 本実験①

(1) 目的

予備実験を改善し、その結果が正しいものであったか確かめる。気温によるフンの量の変化を調べる。

(2) 仮説

適温(20~26℃)以外の気温ではフンの量が減少する。

(3) 実験方法

温度管理されたインキュベータ内で、新たなモルモットの成体を4匹(雌)飼育し、24時間内に排出されたフンを乾燥機で乾燥させ、その量を計測する。その際、それぞれの個体の体重も計測しておく。また、モルモット1匹あたりのえさの量は一定で、全て完食する量である。実験1では、一定期間15、20、25、30℃の4つの条件の室温で行う。なお、えさやりとフンの採取は毎日一定の時間に行った。

(4) 結果

気温(°C)	8日分、3匹フンの量の合計(g)	20℃のフンの量を100としたときの割合(%)
15	261.45	100.61
20	259.87	100.00
25	258.79	99.584
30	246.00	94.663

適温である20℃を基準にすると、適温を明らかに上回る30℃のとき、フンの量が少ないことが分かる。だが、適温を下回る15℃のときでは適温時と比べて、フンの量の変化はあまり見られなかった。

※この実験の途中でモルモットが1匹死亡してしまった。死因は盲腸便秘で小動物にはよく見られる症状である。したがって、本実験との関係性はないと思われる。

(5) 考察

適温を上回るときでは適温時と比べてフンの量が減少したが、適温を下回るときでは適温時とフンの量はほぼ同じだった。このことから、適温以外の気温でフンの量が減少するとは一概には言えない。

考えられることとして…

1. 高温下のストレスは大きいけど低温下ではあまりストレスを感じないのではないかな。
2. 適温の下限は15℃よりも低いのではないかな。
3. フンの量がストレスの指標にならない。

5. 本実験②

(1) 目的

予備実験を改善し、その結果が正しいものであったか確かめる。温度変化によるフンの量の変化を調べる。

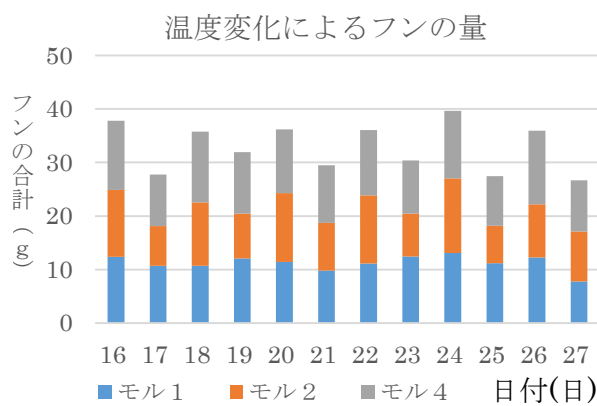
(2) 仮説

適温以上時は適温時と比べフンの量が減り、適温時は適温以上時と比べてフンの量が増え、フンの量が上下する。

(3) 実験方法

気温を1日ごとに30℃、20℃に設定して飼育し、乾燥後のフンの量を計測する。その他の条件は、実験①と同様である。

(4) 結果



(偶数の日が30℃、奇数の日が20℃)

30℃から20℃に変化させるとフンの量が減り、20℃から30℃に変化させるとフンの量が増えた。

(5) 考察

適温時は適温を上回るときと比べフンの量が減り、適温を上回るときは適温時と比べてフンの量が増え、フンの量が上下した。このことから、実験②の仮説と反対の結果になったことがわかった。

考えられることとして…

1. 食物の体内での停留時間が24時間程度かかるため、影響が遅れたのではないか。
2. この研究の仮説がそもそも違ったのではないか。つまり、ストレスがかかるとフンが増えたのではないか。

6. 全体の考察

実験①の考察3について、実験②より気温によってフンが上下しており、2つには関係性が見られるので、これと思われる。

実験②の考察2について、実験①よりストレスがかかるとフンの量が減少しているため、これもいえないと思われる。

したがって、飼育温度とフンの量に関係があり、フン

の量はストレスの指標になると考えられる。

7. 展望

実験1を10℃で行い、より幅広いデータを集める。同時に、フンの量以外で直接モルモットに触れずにできる方法を用いて実験を行い、ストレスを数値化するより良い指標を探してさらに信憑性を高めていきたい。その上で、照度の違いや抱くことの有無など、条件を変えて実験を行い、悪いストレスを与えない飼育法を探し出し、提言していきたい。

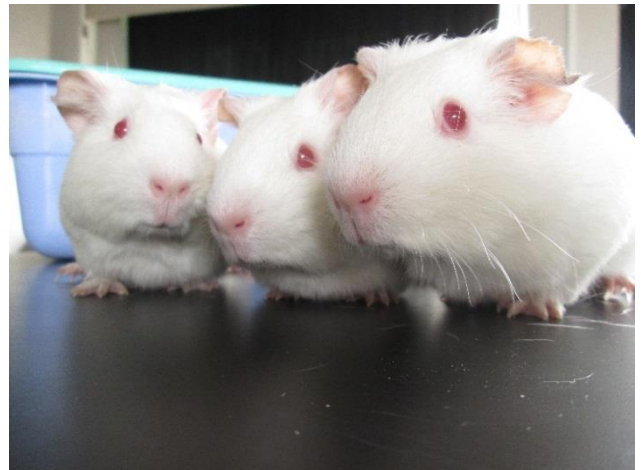
8. 参考

- ・ストレスにより惹起される心身症の病態モデル (米田良三, 秦多恵子, 大澤仲昭)
- ・モルモットの医・食・住 新装版 (著: 徳永有喜子 監修: 霍野晋吉)
- ・アニマルマネジメント I, II (著: 笠井一弘 監修: 大和田一雄)

9. 謝辞

この研究を進めるにあたって、宇都宮大学農学部青山真人准教授からご指導をいただきました。心から感謝申し上げます。

[キーワード] ストレス、モルモット、フン、飼育温度



キノコの最適温度を確かめる

反町 百花

[概要]

キノコの発生にもっとも適した条件を見つけたいと思い、実験をはじめた。シイタケをはじめとするキノコ類は 25℃で最も生育すると知られているが、そのことと菌糸と子実体の最適温度が一致するのか疑問に思い、実験で確かめることにした。

実験として、菌糸と子実体それぞれ 10、25、35℃で培養し、成長の様子を観察した。

[Abstract]

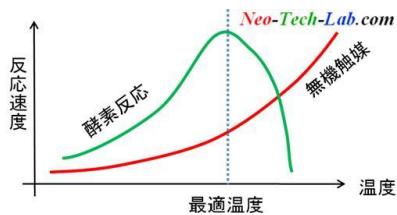
I would like to find a condition that is most appropriate for the development of mushroom, and began to experiment. It is known that the mushrooms including the shiitake grow at 25 degrees Celsius most.

However, I wondered it and whether the most suitable temperature of a spawn and that of fruit body were same and decided to check it by an experiment.

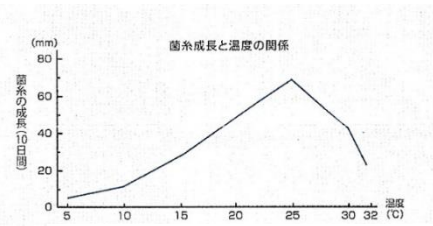
As an experiment, I cultured a spawn and a fruiting body at 10, 25 and 35 degrees Celsius.

仮説

一般的な酵素反応に最適な温度は 37～40℃である。だから菌糸と子実体も右下のグラフに反して 37～40℃で最もよく成長するのではないかと考えた。



一般的な酵素の最適温度



シイタケの菌糸成長の最適温度

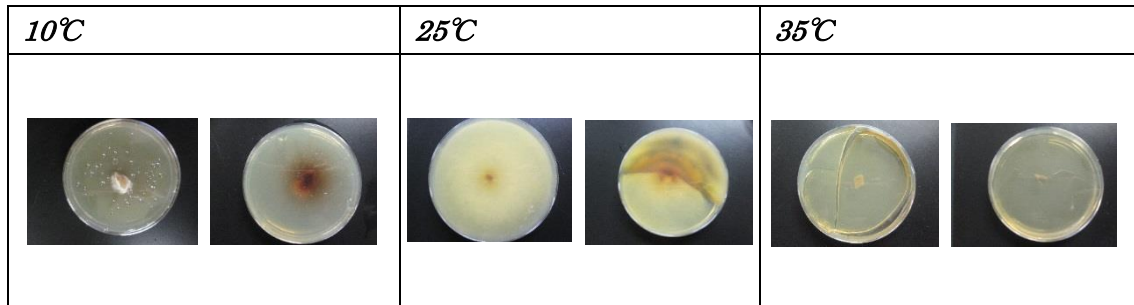
実験の概要

10℃（冬の気温）、25℃（理論上の最適温度）、35℃（夏の気温）で菌糸、子実体をそれぞれ培養した。子実体はシイタケ栽培セットで観察し、菌糸はシイタケの傘の裏側を培地で培養した。ポテトデキストロース寒天培地を滅菌したものを培地として用いた。

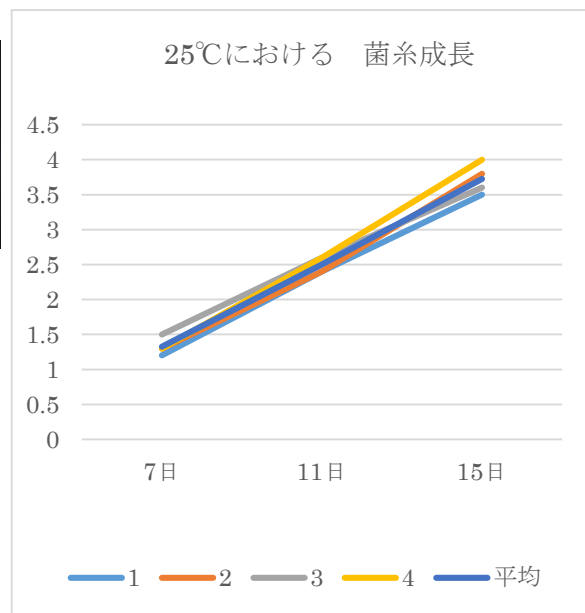
実験の結果

子実体：25℃で成長した。

菌糸：10℃、35℃では成長せず、25℃では時間に比例して成長した。



子実体の様子 (25℃) 菌糸の様子 (25℃)



考察

菌糸、子実体ともに最適温度は 25℃であったので、仮説は否定された。そこで、シイタケの酵素は 37~40℃よりも 25℃の方が適している、という新たな仮説を立てた。

月の色の不思議

なぜ、月の色は昼間は白っぽく、夜は黄色っぽく見えるのか

石倉 彩美 (2年)

1 はじめに

以前から月の色が昼間は白っぽく、夜は黄色っぽく見えることを不思議に思っていたので、昼間と夜で月が異なった色に見える理由を明らかにしたいと思い、研究を始めた。

2 仮説と検証

・仮説 I

月の色が昼間は白っぽく、夜は黄色っぽく見えるのは、自分自身の思い込み、もしくは人間の目の錯覚なのではないか。

・実験 I

同日、昼間から夜にかけて一定時間間隔で月の写真を撮影し、数値上の月の色を比較する。撮影条件は下の通りである。

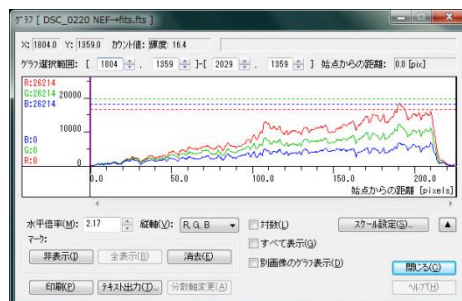
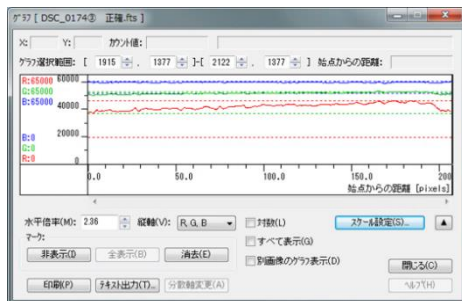
機種…NikonD60 画質モード…RAW+BASIC ISO…400 ホワイトバランス(WB)…晴天
レリーズモード…Single フォーカスモード…MF 露出時間…1/1250s 焦点距離…300mm

・結果 I (RAW 画像分析) 2013.8.14 月齢 7.4 の月 (上弦)

左図 時刻 15:49 【昼の月】 高度 31.642° 方位 333.660° (南南東)

右図 時刻 19:06 【夜の月】 高度 30.820° 方位 27.612° (南南西)

この2つの月は同日に撮影したので大気の状態が同じである。また、高度がほぼ同じなので高度による色の変化はないと考えられる。



・考察 I

昼間は多い順に青→緑→赤、夜は多い順に赤→緑→青となり、色の割合が異なるので、昼間と夜で実際に色が異なっていることが確認できた。

・仮説 II

昼間の月は、散乱によって減少した青や緑の光が青空によって補われて白っぽく見えるが、夜の月は、太陽の光がないために散乱した緑や青が補われず、黄色っぽく見えるのではないか。
夜の月+(太陽の大気散乱)=昼の月…① 昼の月-(太陽の大気散乱)=夜の月…②

・実験 II

実験 I で撮影した月の写真を 40 分おきに抽出し、ステライメージ7を用いて減算処理と加算処理を行った。減算処理ではそれぞれの写真の空の色を写真全体から引き、加算処理では時刻 15:49 の空の色と同じになるように、写真全体に色を足した。

・結果Ⅱ(RAW 画像分析) 2013.8.14 月齢 7.4 の月 (上弦)

元の 写真						
減算 処理						
加算 処理						
時刻	15:49	16:25	17:05	17:46	18:26	19:06
高度	31.642°	34.174°	35.630°	35.525°	33.871°	30.820°
方位	333.660° (南南東)	343.167° (南南東)	354.374° (南)	6.099° (南)	17.228° (南南西)	27.612° (南南西)

・考察Ⅱ

大気散乱の減算処理では、「夜の月」のような画像、大気散乱の加算処理では、「昼の月」のような画像が6枚並んだ。ほぼ同じ色になったので、同じ写真を何枚も貼ってしまったのではないかと思うほどだった。これらの結果より、仮説の①、②の式は正しいと考えられる。

3 結論

月の色が昼間は白っぽく、夜は黄色っぽく見える理由は、昼間は散乱によって減少した青や緑の光が青空によって補われて白く見えるが、夜は太陽の光がなく、散乱した緑や青が補われないため、黄色に見えるからだと考えられる。

4 今後の展開案

この研究を発表会等で発表したところ、様々なアドバイスをいただき、そこから次の①から⑤の展開案を考えた。③④⑤は実際に行うのが難しいとわかったので、①②を行った。

- ①昼の月－夜の月＝(太陽の大気散乱)を示す。 ②実験室でこの現象を再現する。
- ③空の色がグラデーションになっているときでも、同じ処理で色が均一になるのか調べる。
- ④山や建物でも、同じ処理で太陽の大気散乱の影響を取り除けるのか調べる。
- ⑤濁っている池の写真进行处理すれば、池の底がみえるのか調べる。

5 協力、使用ソフト

協力 ぐんま天文台 使用ソフト Makali'i StellaImage7 ステラナビゲーター9

月の色の不思議

なぜ、月の色は昼間は白っぽく、夜は

石倉



1 研究動機

以前から月の色が昼間は白っぽく、夜には黄色っぽく見えることを不思議に思っていたので、昼間と夜で違った色に見えたとした。

2

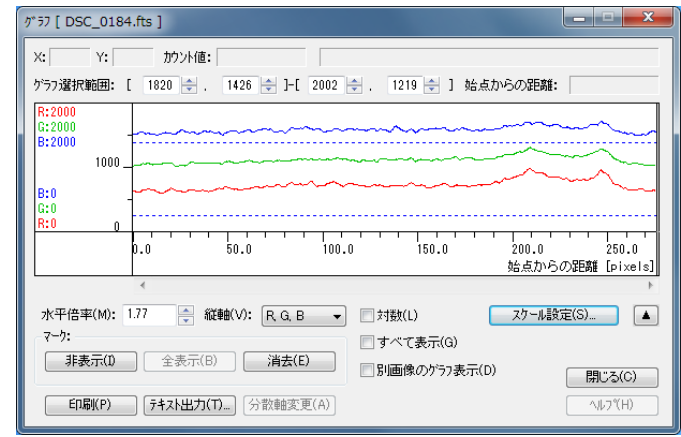
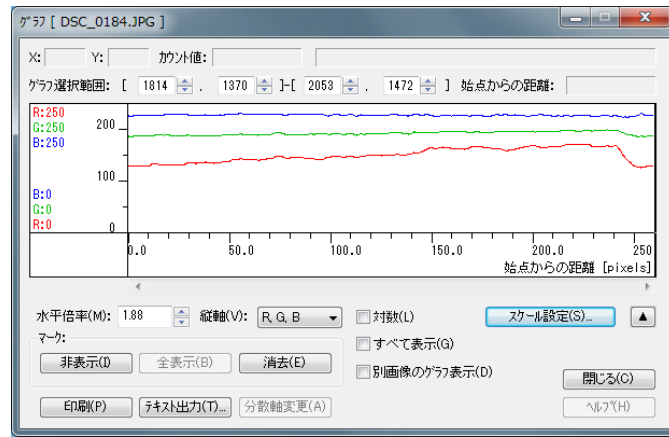
仮説 月の色が昼間は白っぽく、夜は黄色っぽく見えるのは、自分自身の思い込み、もしくは人間の目の錯覚

実験 I

同日、昼間と夜に月の写真を撮影し、見かけ上の月の色を比較する。撮影方法…三脚に固定 その他の撮影条件は右下

結果 I 2013.8.14 月齢 7.4 の月 (上弦)

時刻 16:25 高度 34.174° 方位 333.660° (南南東)



時刻 19:06 高度 30.820° 方位 27.612° (南南西)



仮説 昼間の月は、散乱によって減少した青や緑の光が青空によって補われて白く見えるが、夜の月は補われず夜の色 + (太陽の大気散乱) = 昼の月...① 昼の月 - (太陽の大気散乱) = 夜の月...②

実験 II

実験 I で使用した写真について、40 分おきに抽出した月の写真を使う。ステライメージ7 を用いて、それぞれの写真が

結果 II 2013.8.14 月齢 7.4 の月 (上弦)

元の写真							
JPG 分析							

二重振り子のカオスの理解と制御

田賀井 佳奈

[Abstract]

This study is what examined the effect of the initial value dependence, and the relationship of chaos and rotational motion for the purpose of chaos control of double pendulum. As a result, in the former, I found that it does not exercise the same as long as the initial values do not match exactly, and the irregular difference exists on the size of the effect of the initial value dependence by initial value. In the latter, I found that it change to the non-chaos from chaos after the rotational motion of the last movement.

第一章 はじめに

日頃からカオスやランダムといった不規則なものに興味を持っていた私は、rand 関数やサイコロ、ランダム振り子、二重バネ振り子といった、複数の不規則な可能性のあるものに対する文献調査や試行をした。その結果、今回は不規則な動きをすることで有名な二重振り子を用いて研究を行うことにした。

第二章 二重振り子とは

二重振り子とは、振り子の先にもうひとつの振り子をつけたものであり、力を加えるとカオス性を持った揺れを繰り返す。第一の振り子は同じライン上を行き来するが、第二の振り子は複雑な運動をする。また、二重振り子には「初期値敏感依存性」があり、これにより、初期値が僅かに異なるだけでも、しばらくすると全く異なる振る舞いが現れる。

図1が(有)ジー・グレードに製作していただいた真鍮板の二重振り子であり、第一の振り子は幅 3.0cm、長さ 20.0cm、第二の振り子は幅 3.0cm、長さ 16.5cm となっている。振り子の回転部分にベアリングを用いているため、振動が減衰しないうちに十分に不規則な運動が観察できる。図2が二重振り子の略図である。シミュレーション、実物の二重振り子ともに、第一の振り子の長さを $L1$ 、座標を $(X1,Y1)$ 、初期値を $\theta 1$ とし、第二の振り子の長さを $L2$ 、座標を $(X2,Y2)$ 、初期値を $\theta 2$ とする。プログラムの都合上、シミュレーションの座標は図の左下を、実物の座標は図の左上を原点とする。

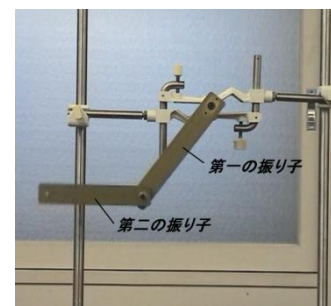


図1：二重振り子の写真

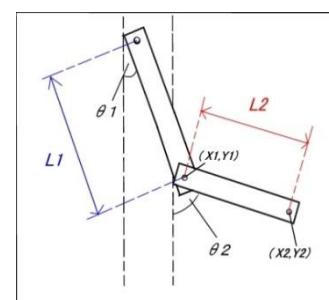


図2：二重振り子の略図

第三章 目的と方針

本研究は二重振り子のカオス制御を目的としたものである。当面の方針は初期値敏感依存性もたらす影響の解析、及び回転運動とカオスの関係性の研究である。

第四章 初期値敏感依存性 (コンピュータシミュレーション)

初めに、カオスの原因である初期値敏感依存性によりどの程度振り子の運動に影響が出るのか、また、影響が少ない初期値について調べた。ここでは僅かな初期値の違いが必要となるため、(1)

シミュレーションの二重振り子を利用した。このシミュレーションのプログラムは、ラグランジュ方程式をオイラー法で数値積分し、二重振り子の挙動をアニメーション表示するものであり、web ページ『二重振り子のシミュレーション』に公開されているものを用いた。おもりの座標を出すためにプログラムに新たに `print(point1X,point1Y,point2X,point2Y,EOL);` と書き加えた以外、改造は行わず、初期値や振り子の長さを変化するプログラムはそのまま使った。

図3のように、この振り子は緑の丸を軸に回転する。青の丸が第一の振り子のおもりで、赤の丸が第二の振り子のおもりである。 $\theta = 2\pi = 360^\circ$ より $\theta = 1 \doteq 57^\circ$ とする。なお今回は初期値に着目するため、振り子の長さは $L1=1.4$ 、 $L2=1.2$ に、第二の振り子の初期値は $\theta 2=0$ に統一して実験を行う。

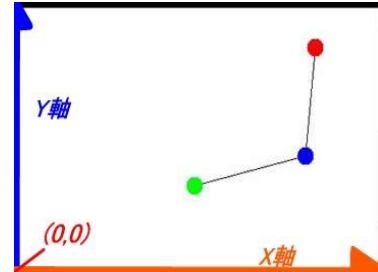


図3：シミュレーションの二重振り子

初期値の差による運動の違いを比較するため、初期値 A の振り子の座標を $(AX1,AY1)$ と $(AX2,AY2)$ 、初期値 B の振り子の座標を $(BX1,BY1)$ と $(BX2,BY2)$ としたときの、運動 A と運動 B の座標の差を

$$\Delta Z = (AX1 - BX1)^2 + (AY1 - BY1)^2 + (AX2 - BX2)^2 + (AY2 - BY2)^2$$

とする。 $\Delta Z=0$ ならば同一の運動を表し、 ΔZ が大きいほど異なる状態であると言える。

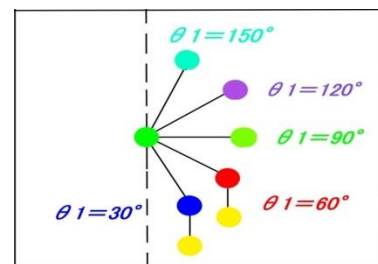
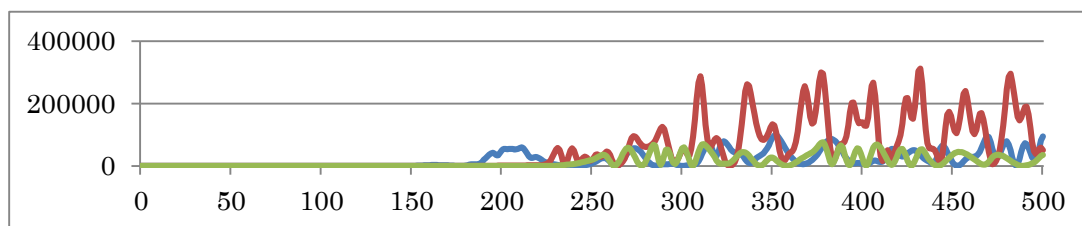


図4：主な初期値の振り子の位置

4-1 $\theta 1 = 2.094$ ($\doteq 120^\circ$) と初期値を僅かに変えた時の座標の差の比較

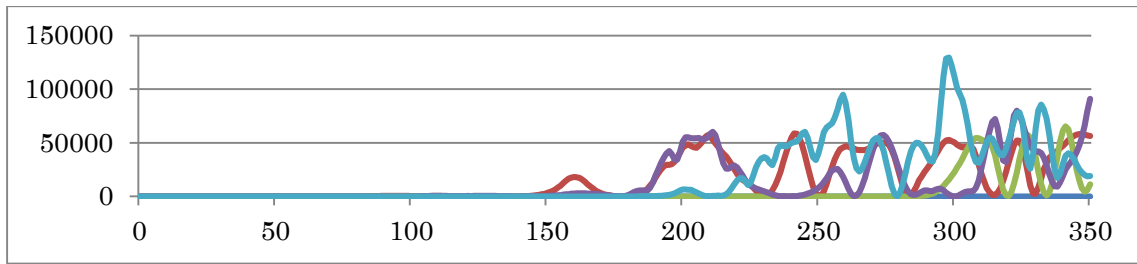
- 青色の折れ線グラフ 初期値の差 $\Delta \theta = 10^{-3}$ ($\theta 1 = 2.094$ と $\theta 1 = 2.095$) の時
- 赤色の折れ線グラフ 初期値の差 $\Delta \theta = 10^{-4}$ ($\theta 1 = 2.094$ と $\theta 1 = 2.0941$) の時
- 緑色の折れ線グラフ 初期値の差 $\Delta \theta = 10^{-5}$ ($\theta 1 = 2.094$ と $\theta 1 = 2.09401$) の時
- ※グラフの X 軸が振り子の位置を算出した回数、Y 軸が ΔZ を表す。



上のグラフのように、初期値が 10^{-5} 違うだけでも運動に変化が見られた。初期値の違いが小さいほど長い時間同じ運動をするが、すべて同じ運動にさせるには初期値を完全に一致させる必要があると言える。

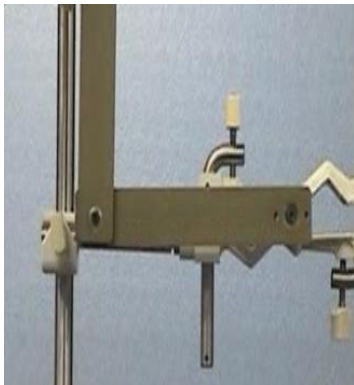
4-2 初期値による影響の大小の比較

- 青色の折れ線グラフ $\theta 1 = 0.523$ ($\doteq 30^\circ$) と $\theta 1 = 0.524$ の時
- 赤色の折れ線グラフ $\theta 1 = 1.047$ ($\doteq 60^\circ$) と $\theta 1 = 1.048$ の時
- 緑色の折れ線グラフ $\theta 1 = 1.570$ ($\doteq 90^\circ$) と $\theta 1 = 1.571$ の時
- 紫色の折れ線グラフ $\theta 1 = 2.094$ ($\doteq 120^\circ$) と $\theta 1 = 2.095$ の時
- 水色の折れ線グラフ $\theta 1 = 2.617$ ($\doteq 150^\circ$) と $\theta 1 = 2.618$ の時
- ※グラフの X 軸が振り子の位置を算出した回数、Y 軸が ΔZ を表す。



これらのグラフより、 60° 、 120° 、 150° 、 90° 、 30° の順番で、初期値の差による影響が大きいことが分かる。初期値によって異なることは分かるが、その傾向は単純ではなく、不規則性がみられる。

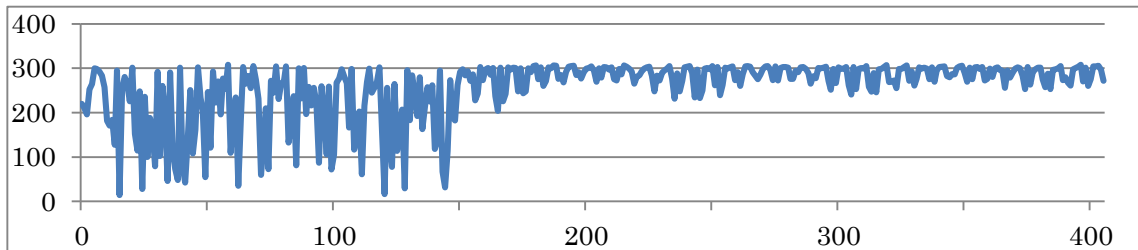
第五章 回転運動とカオスの関係性（実際の実験）



実際に二重振り子の運動を観察すると、摩擦があるため、勢いよく回転していた振り子も徐々に回転しなくなり、最終的には左右に揺れるだけとなっていく。要するに、途中からは単純で非カオス的振る舞いに移行するということだ。そういうわけで、次は二重振り子の運動におけるカオスの境目を見極めるために、回転を伴った運動と、最後の回転が終わった後の運動の二つに着目して研究に取り組んだ。実物の振り子を人の手で扱ったため初期値に多少の差が生じたが、ここでは初期値 $\theta_1 = 270^\circ$ 、 $\theta_2 = 180^\circ$ とする。

○青色の折れ線グラフ $l_1 = \sqrt{(X_2 - \text{軸の X 座標})^2 + \sqrt{(Y_2 - \text{軸の Y 座標})^2}}$

※縦軸が l_1 、横軸が座標をとった回数



150~200step でカオスから非カオスに移行したと思われる。最後に回転したのは 150step あたりであった。

第六章 まとめ

今回の研究を通して、カオスの理解は深められたが、制御にはまだ程遠いものであった。しかし、初期値依存性による影響の少ない初期値の結果や、実物の振り子の回転運動とカオスの関係性は非常に興味深く、研究した甲斐があった。

<参考文献> (1)http://www.rinearn.com/code/spec/20120426_duplex_pendulum/

二重振り子のシミュレーション-RINEARN-

※当サイトに『このプログラムは著作権フリー（パブリックドメイン）で公開しています。そのままのご利用はもちろん、言語の種類を問わず、改造や流用などもご自由に行ってください』との記述あり。

<協力> (有)ジー・グレード

二重振り子を設計図通りに製作していただきました。ありがとうございました。

光が放射状に見えるのはなぜか

～光の見え方の研究～

東野 優里香

[概要]

今日の人々の視力低下は著しく、メガネやコンタクトを着用する人が増加している。私は、裸眼の場合と、それらを着用した場合で光の見え方が違うように感じた。そこで、実際に見え方はどのように変わったのか、またそれはなぜなのか、それらの規則性は何か、という視点で研究を進めていくことにした。また、それらの視点で研究を進めるに従い、人間の目はどうして光を放射状の筋として受け取るのか、という疑問に対しても答えが出るのではないかと考える。

[Abstract]

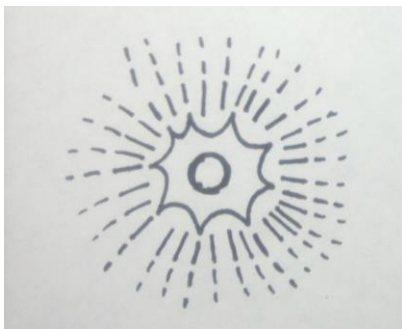
Most people's eyesight has got worse today. So many people wear glasses or contact lenses. When I see light, I feel the difference between wearing them and not wearing. Actually how visible light changes? Why it changes? What it has regulations about? I focused on these. And during studying about them I think that I can get answer about why human beings receive light as radial lines.

1. はじめに

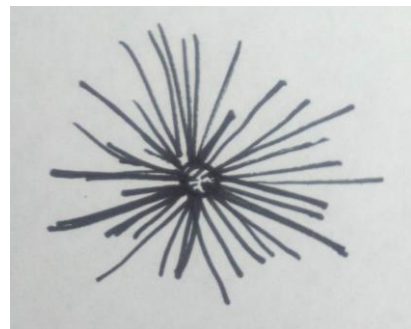
私がこのテーマを研究しようと思ったのは、とある日の帰宅途中にイルミネーションの光が目に入ったからである。光源は 360° に均等に光を放つイメージがあったが、その電球からはいくつかの細かい筋が出ているように見えた。また、私は目が悪いため、眼鏡をかけてもう一度同じ光を見ると、見え方が変化したように思えた。

下の図はイルミネーションの光をスケッチしたものである。

眼鏡なし



眼鏡あり

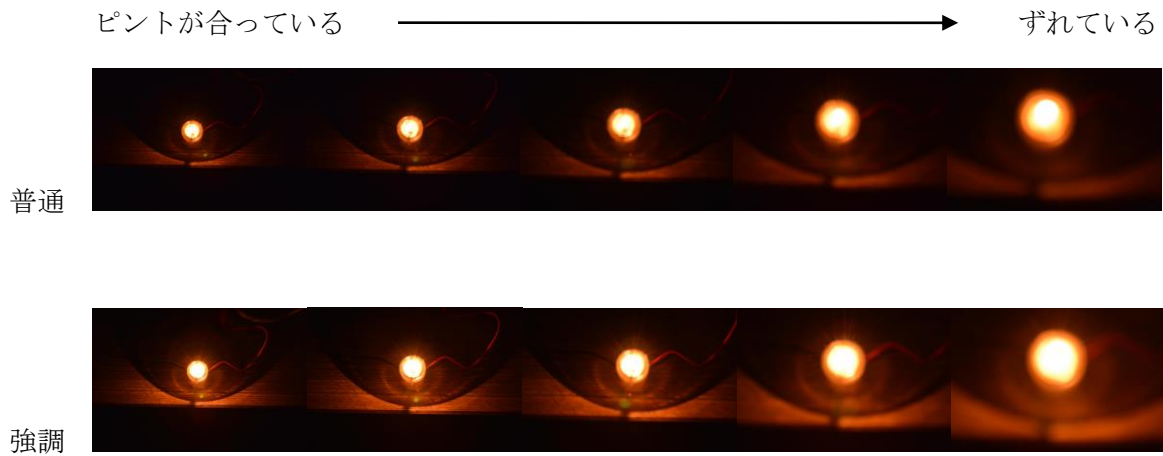


裸眼で見た光の特徴：光の筋が点線状、その点が動いている、均一に筋が伸びている、筋状に見える部分のほかにイガイガした形の光が光源を覆っている。

眼鏡をして見た光の特徴：光の筋がより細かく細い、筋によって太さや長さが異なる。

2. 予備実験

下の写真は、暗室で、同じ豆電球を撮影した写真である。ピントを5段階ずらし、縦の列では同じピントになっている。



考察

- ・ もっともピントをずらしたときにはほとんど光の筋が観察できない
- ・ 左から4番目の写真ではスペクトルが生じており、光がぶつぶつと途切れて見える。また光の筋の長さ、太さが比較的そろっている
- ・ 左から1番目の写真では筋によって太さ、長さが大きく異なるように見える
- ・ 写真に撮ったものより、実際に見たものの方が筋が細かく見える

3. 先行研究の調査

『第56回日本学生科学賞 内閣総理大臣賞 電球から見える光の線の研究』に同様の研究があった。この研究には、豆電球から出る光は2種類あり、その2種類の光の発生する原因は異なるが、その光は人間の目によって作られている、とある。

4. 現在の考えと疑問

ピントをずらすことにより、見える光の筋の大きさ、太さを変えることができると考える。また、ピントをずらしたときにスペクトルが発生する場合があることや、光の筋が発生する原因は何か、疑問に思う。

国際宇宙ステーションの高度測定とその応用

松本有理佳 只木莉緒奈 吉村まな美

1. 動機及び目的



地球を周回する飛翔体の写真を等間隔で連続的に撮影すると、観測者からの直距離が変化するため、左図のように軌跡の長さが変わる。このことを用いると、写真から撮影した飛翔体の高度や速度がわかるのではという疑問からこの研究は始まった。飛翔体の中でも JAXA 等のウェブサイトを検索すれば比較的情報の入手しやすい ISS を研究の対象と決めた。

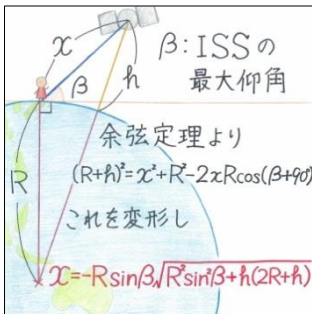
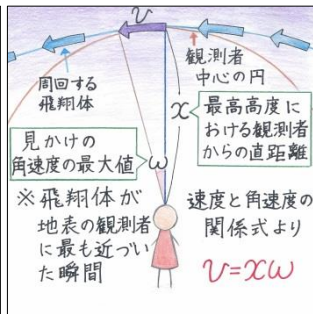
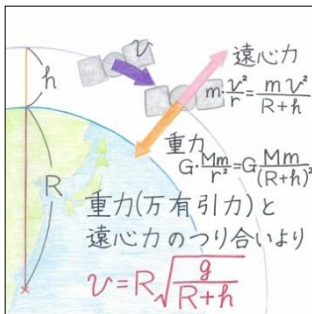
設定した研究目的は、以下の2点である。

- ISS の一地点写真観測を行い、計算により ISS の高度を導き、下記の仮説の検証を行う。
- 観測した高度から ISS の高度変化を検出する。

設定した研究目的は、以下の2点である。

- ISS の一地点写真観測を行い、計算により ISS の高度を導き、下記の仮説の検証を行う。
- 観測した高度から ISS の高度変化を検出する。

2. 仮説



高度と速度、直距離の相関関係より、図中の3式が成り立つ。5つの未知数のうち ω 、 β の2つを観測することで、未知数 v 、 x 、 h を求めることができる。

3. 方法

前橋女子高校校庭にて露出時間を 2.0 秒に設定し、ISS の軌跡を一地点連続写真撮影する。撮影した写真から ω 、 β の値を測定し、仮説で立てた3式に代入して高度 h の値を求める。2010 年に研究を開始してから、観測方法や解析方法について精度向上のため数々の改善を行ってきた。当初の観測方法から2回の大幅な見直しを行い、それぞれ方法①、②、③とした。

方法① 2011.01.03~2011.12.19

- カメラ NikonD60
- レンズ AF-S DX NIKKOR 18-55mm f/3.5-5.6G VR (ズームレンズ)
- 赤外線リモコン ML-L3 → リモコン手動撮影

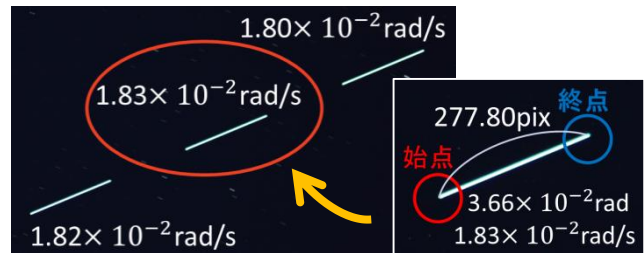
方法② 2012.01.03~2012.08

- カメラ 「NikonD60」 → 「NikonD7000」に変更
 - ⇒自動的に等間隔で撮影できるインターバル撮影が可能
 - ⇒ライブビューを使用してのピント合わせが可能になった
- レンズ ズームレンズ→単焦点レンズに変更
 - ⇒撮影日ごとの視野角のばらつきがなくなる
- 解析方法 線形解析に非線形解析を追加

方法③ 2012.08~

- 高度の計算方法をニュートン法に変更
- max関数を用いて自動的に角速度の最大値 ω を算出
- ※方法1, 2では ω の値を表やグラフを比較することで最大値を求めている
- 提供値に頼らず撮影した写真から β の値が測定できるようになった

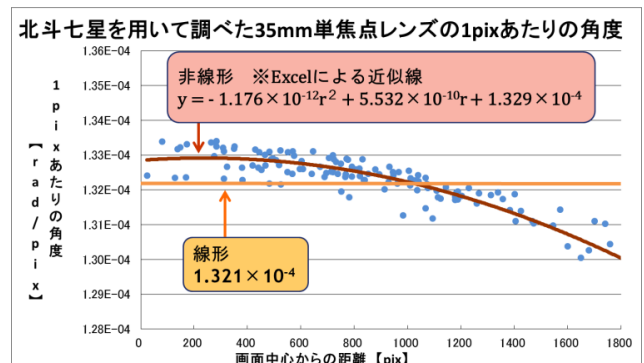
● ω の求め方



すばる画像処理ソフト・マカリを用いて ISS の軌跡の始点座標と終点座標を pix 単位で算出し、Excel を用いて軌跡の画素数 [pix] を計算する。その値を次式に代入し、各時刻の見かけの瞬間角速度 [rad/s] を算出して、その最大値 ω を求める。

$$\text{見かけの角速度} = \frac{\text{軌跡の画素数} \times 1 \text{ pixあたりの角度}}{\text{露出時間 (2.0s)}}$$

撮影した写真上の軌跡画素数 [pix] を瞬間回転角 [rad] に変換する際、撮影に使用したレンズの 1pix あたりの角度を用いた。レンズの 1pix あたりの角度は北斗七星を日時や向きを変え撮影し、実際の恒星間の離角と写真上での距離を比較することで求めた。その結果が以下のグラフである。



ちなみに非線形変換の近似式は本質的に偶関数のはずだが、実験精度を考えると運用上はこの式の精度でも十分と考えた。今回の研究では線形、非線形の2種類の方法を採用し、観測精度の比較を行った。変換した角速度の最大値はそれぞれ異なる。最終的な結果より、レンズの歪みを考慮した非線形解析の方が精度が高いことがわかった。

○画像処理の正確性について

軌跡は厳密には線ではなく太く広がりを持っており、測定した長さが実際より長い可能性があるという指摘を受けた。始点同士・終点同士の比較を行い改善を試みたところ、カメラのインターバル撮影の間隔が一定でない場合があった。そこで、インターバル撮影機能が正常に働いていたと思われる日の写真から、軌跡の長さとして軌跡間の長さを各々求めると、この2つの値はほぼ一致したため、光の広がりや考慮しなくても正確な値が得られることがわかった。メーカーに確認したところ、露出時間は正確だがインターバル撮影の間隔は一定ではないとの回答をいただいた。

●βの求め方

ISSの最大仰角βは、天文シミュレーションソフトウェア「ステラナビゲータ ver9」を用いて観測している。このソフトは日時を指定すると、選択した恒星の高度を表示することができる。ISSの最高高度時の軌跡の写真に写っている恒星の並びを手がかりに、ステラナビゲータ上でのISSの位置を特定し、最大仰角βを求めている。

JAXAのサイトに記載されているβの提供値は整数2桁だが、小数点以下3桁までの数値が求められるようになった。また、提供値は30秒間隔で算出された値だが、ステラナビゲータは秒単位で恒星の位置を算出できるため、本研究の4.0秒ごとの観測精度に対応している。これは、提供値よりも観測値の方がやや大きい角度になっていることから確認できる。

	2012. 01. 15	2012. 02. 03	2012. 02. 05
提供値	65度	77度	43度
観測値	65.856度	78.255度	44.323度

●ISSの高度を求める方法（連立方程式の処理）

方法①、②では仮説の3式を解く際、Excelで100m刻みの値を代入し、高度を求めていた。

それに対して方法③では、仮説で立てた3式をhについてまとめた次の式を採用している。

$$h^6 + 6Rh^5 + 13R^2h^4 + \left(12R^3 - \frac{2gR^2}{\omega^2}\right)h^3 + \left(4R^4 - \frac{6gR^3}{\omega^2}\right)h^2 - \frac{4gR^4(1 + \sin^2\beta)}{\omega^2}h + \frac{g^2R^4}{\omega^4} - \frac{4gR^5\sin^2\beta}{\omega^2} = 0$$

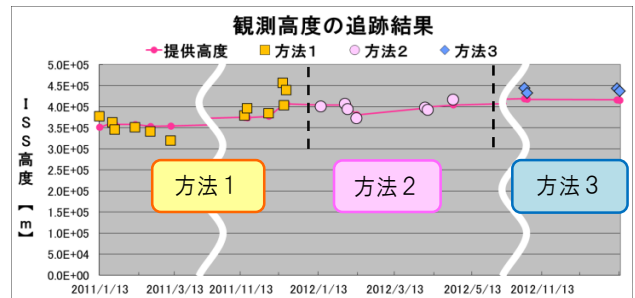
これは簡単に解くことができないため、ニュートン法を利用することで求めている。hについての6次関数の正の実数解はただ1つなので、必ず適当な値のみを直接導くことができる。

4. 結果と考察

現在24回のISSの写真撮影に成功し、高度を測定することができた。また、グラフからわかるように高度変化の検出にも成功した。よって、この

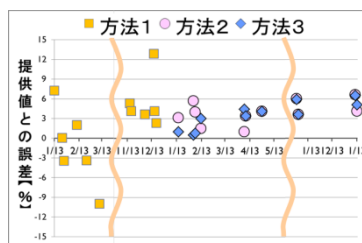
研究に用いている仮説より、写真からISSの高度を導けることが実証された。

観測・解析方法に改善を重ねることで、観測ごとの誤差のばらつきが少なくなり、より正確な高度を求めることができるようになった。



5. 課題と応用

●地球の自転考慮について



方法②、③の測定では、高度の値が提供値より高く出てしまっている。これは、現在地球の自転を考慮せず

に解析を行っているためである。ISSは地球の自転と同じ方向に飛行しているため本来の速度よりも遅く見える。そのため、計算結果では提供値よりも高い値がでてしまう。これについてはExcelによる数値シミュレーションにより、現在の観測値は地球の自転によって+3%~+4%ほどの誤差が生じてしまうと推測している。結果、方法②、③にしたことで観測精度が上がったといえる。

●人工衛星について

この研究の応用として、他の人工衛星の観測にも挑戦している。現在17回の観測に成功した。ウェブに記載されている高度の範囲とほぼ一致したため、この研究の仮説がISS以外の周回飛行体にも有効であることが判明した。飛行体を撮影できれば、その写真から高度を求めることができる。

名称	測定高度 (非線形) 【km】	WEBによる推定高度 【km】
H-II A R/B	641	588~671
COSMOS 1470	549	542~565
COSMOS 1005 Rocket	355	354~367

6. 参考文献 (Web)

- JAXA <http://www.jaxa.jp/>
- SIMBAD Astronomical Database <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- Heavens-Above Home Page <http://www.heavens-above.com/>

★ 国際宇宙ステーションの高度測定とその原理

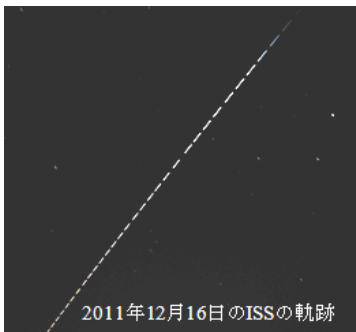
– ISS Altitude : Observation and Calculation –

群馬県立前橋女子高等学校地学部 3年 松本有理佳、只木莉緒奈、吉村まな美

概要 Abstract

国際宇宙ステーション（以下 ISS）の一地点写真観測を行い、高度と速度の相関関係から ISS の高度を間接的に求めることに成功した。観測方法や処理方法に改善を重ね、誤差数%の精度で ISS の高度変化を追跡することができた。同様に他の人工衛星の軌道観測にも応用が期待される。

1、研究動機・目的



* 動機

地球を周回する飛行体の写真を連続的に撮影すると、観測者からの直距離が変化するため、左図のように軌跡の長さが変わる。また、飛行体の高度が高いときは軌跡が短くなる。この関係を利用すると、写真から撮影した飛行体の高度や速度がわかるのではという疑問からこの研究は始まった。飛行体の中でも比較的情報の入手しやすい ISS を研究対象と決めた。

* 目的

- ISS の一地点写真観測を行い、ISS の高度を導き、仮説の検証を行う。
- 継続的に高度測定を行い、ISS の高度の時間変動を検出する。

* 改善の経緯

- 方法①** 2011.01.03~2011.12.19
カメラ NikonD60
レンズ AF-S DX NIKKOR 18-200mm f/3.5-5.6 VR ED
赤外線リモコン ML-L3
- 方法②** 2012.01.03~2012.08
カメラ 「NikonD60」 → 「NikonD5200」
レンズ ズームレンズ → 単焦点レンズ
解析方法 線形解析に非線形解析を追加
- 方法③** 2012.08~
高度の計算方法をニュートン法に変更
提供値に頼らず撮影した写真から高度を算出した

2、仮説

ISS の速さ v 、直距離の最小値 x 、高度 h には、以下の3式が成り立つ。3式を連立すると、解くことができる。

遠心力 $m \frac{v^2}{R+h}$

重力 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = G \frac{Mm}{R^2} \left(\frac{R}{R+h} \right)^2$

重力(万有引力)と遠心力のつり合いより

$$v = R \sqrt{\frac{g}{R+h}}$$

観測者中心の円

最高高度における観測者からの直距離 x

速度と角速度の関係式より $v = x\omega$

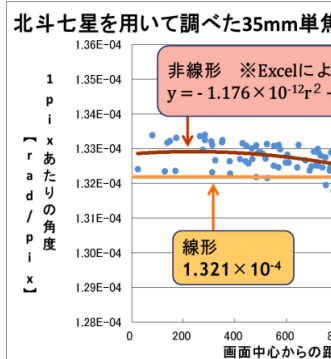
※飛行体が地表の観測者に最も近づいた瞬間

β : ISS の最大仰角

余弦定理より $(R+h)^2 = x^2 + R^2 - 2xR\cos(\beta+90^\circ)$

これを变形し $x = -R \sin\beta / \sqrt{R^2 \sin^2\beta + h(2R+h)}$

* 線形・非線形解析



* 人工衛星について



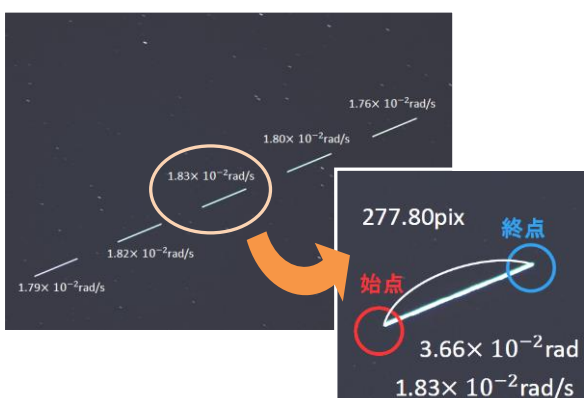
3、観測方法

- 前橋女子高校校庭にて露出時間を 2.0 秒に設定し、ISS の軌跡を一地点連続写真撮影する。
- 撮影した写真を解析して最大角速度 ω 、最大仰角 β の値を求める。
- ω 、 β の値を仮説で立てた 3 式に代入して、ISS の高度を求める。

* ω の求め方

$$\text{見かけの角速度} = \frac{\text{軌跡の画素数} \times 1\text{pixあたりの角度}}{\text{露出時間 (2.0s)}}$$

写真上の軌跡の画素数を求めることで、見かけの瞬間角速度を求める。



* β の求め方

ステラナビゲータでの解析画面

赤経 15h39m12.4s 赤緯 +45°30'01" (J2000)
赤経 15h39m36.5s 赤緯 +45°27'17" (視位置)
赤経 15h39m33.2s 赤緯 +45°40'08" (B1950)
黄経 209°08'28" 黄緯 +61°23'38" (平均位置)
黄経 209°08'51" 黄緯 +61°09'22" (視位置)
銀経 78°38'07" 銀緯 +53°07'30"
方位 211.101° 高度 78.255°
時角 -00h34m30s 方位角 624°
出 21:07 南中 06:25 没 15:38

最高高度時の ISS の軌跡

	提供値	観測値
2012.01.15	65 度	65.856 度
2012.02.03	77 度	78.255 度
2012.02.05	43 度	44.323 度

人工衛星の名称	測定値 (非線形)
YAOPEN10	65.856
Iridium 13	1.321
GENESIS 2	78.255
H-IIA R/B	44.323
COSMOS 1470	65.856
COSMOS 1470 Rocket	78.255
H-IIA R/B	44.323
BREEZE-M R/B	65.856
COSMOS 921 Rocket	78.255
GPS 2-05 Rocket	44.323
COSMOS 1484 Rocket	65.856
DELTA 2 R/B	78.255
COSMOS 1005 Rocket	44.323
COSMOS 1763 Rocket	65.856
ALOS	78.255

アイソン彗星と私達の 23 日間

福島 百合子 澤田 彩果（1年）

概要

2013年、アイソン彗星がやってくる……。私達は2013年11月1日からこの彗星の観測を始めた。天体撮影に挑戦したのは今回が初めてだったので、最初は位置が特定できなかつたりピントが合わなかつたりしたが、18日から23日までの6日間の撮影に成功した。撮影した写真を用いて彗星の位置変化と光度変化を求めると、彗星はシミュレーションソフトの予想通りの軌道を描いたが、予想より暗かったことが分かった。

1 目的

- ・彗星の位置測定をし、ケプラーの第二法則が成り立つかどうかを確かめる。

※ケプラーの第二法則

惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間に描く面積は一定であるという法則

- ・Astro-HSの観測提案に従い、彗星の光度変化を追跡する。

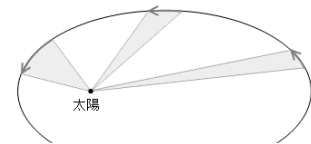


図1 ケプラーの第二法則

2 方法

ステラナビゲーターを用いてアイソン彗星の位置を調べ、その方角に向かって夜明け前に写真を撮影する。

- ・観測場所 各自の自宅（群馬県前橋市）
- ・観測日時 2013年11月1日～23日
- ・使用機材 NIKON D60（福島）、NIKON D7000（澤田）

※露出時間は彗星の高度や時間帯により異なる



図2 アイソン彗星

位置測定 ステラナビゲーターと写真を見比べ、彗星の位置の赤経赤緯を導く。

光度変化 撮影した写真から画像処理ソフト **vega** を使って彗星の周辺を抜き出し、エクセルで抜き出したところ全体の明るさから夜空の明るさを引いて彗星の光度を出す。同じ写真の中から彗星より暗い星を基準星として定め、彗星と同様に光度を出す。基準星の等級から彗星の等級を導く。

3 観測結果

〈ステラ〉ステラナビゲーターの予測値 〈澤田・福島〉それぞれ撮影したものを各自処理したもの

〈T澤田・T福島〉先生が撮影したものを澤田・福島が処理したもの

〈仙台一高〉「京都産業大学 益川塾 第六回シンポジウム」で発表した際、同じくアイソン彗星について発表していた仙台第一高校にデータを提供していただいたもの

図3 位置変化

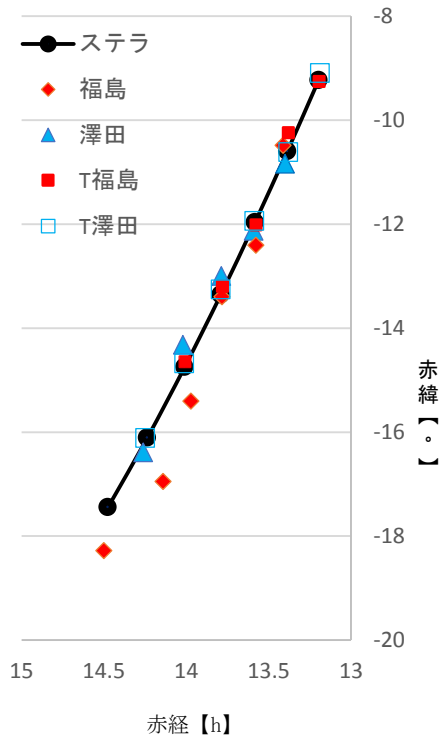
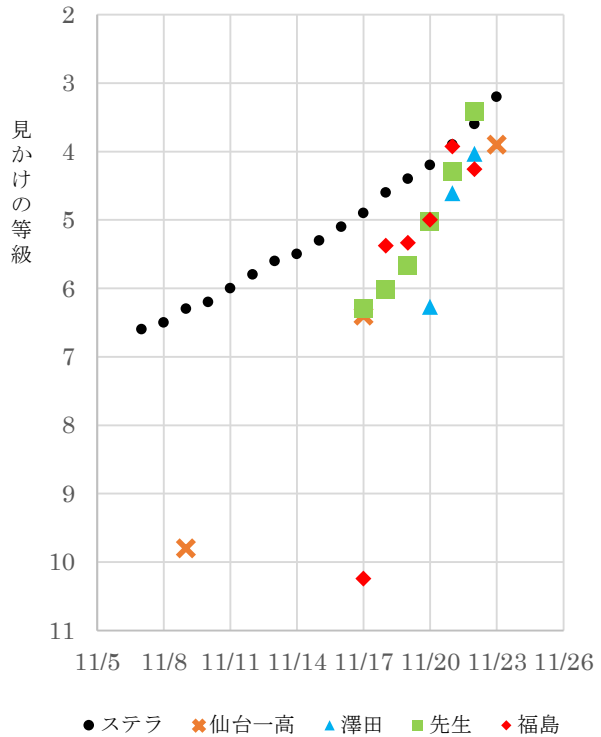


図4 光度変化



4 考察

位置変化 ステラナビゲーターのシミュレーションと私達が観測した位置はほぼ一致した。ここからどのようにケプラー則につなげるかは、研究中である。

光度変化 ステラナビゲーターのシミュレーション結果より、私達と仙台第一高校の光度測定の結果が共に下回っているのが、実際には彗星が予想値よりも暗かったことが推定される。彗星は予想より暗く見え始め、日に日に明るくなっていった様子がグラフからわかる。私達はデジタル一眼レフカメラを、仙台第一高校は冷却 CCD カメラを用いて撮影・光度測定をしたので、彗星が予想より暗くなったのはカメラの問題ではないと考えられる。彗星は日ごとに明るくなっていったが、同時に太陽に近づき、背景の空も明るくなっていったので、彗星が見やすかったのは 22 日のあたりだった。

5 今後の課題

- ・ケプラーの第二法則が成り立つことを確かめたい。
- ・ぐんま天文台に提供していただいたデータを用いて 17 日以前の彗星の様子を研究したい。

6 使用ソフト

- ・天文シミュレーションソフトウェアステラナビゲーター9 (AstroArts 社製)
- ・天文シミュレーションソフトウェア Stellarium ver.0.10.6.1
- ・画像処理ソフト vega

アイソン彗星と私達の 23 日間

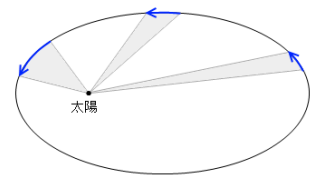
群馬県立前橋女子高等学校 地学部 福島, 澤田 (1年)

動機

明るい彗星がやってくる機会に彗星についての理解を深めたかったから。大彗星になると予測されていたのでこの機会を逃したくなかったから。

目的

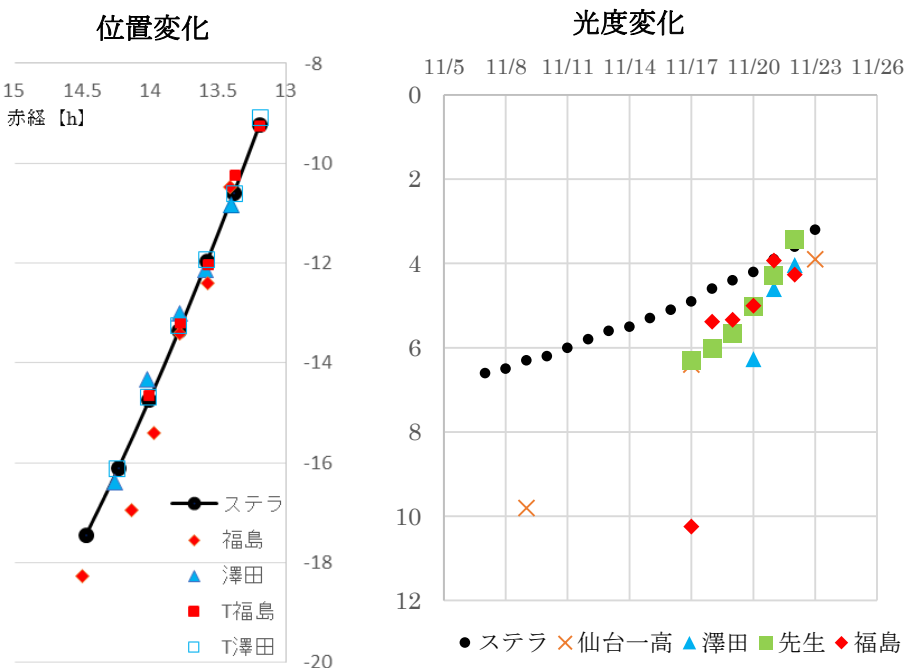
- ・ 彗星の位置測定をしてケプラーの第二法則が成り立つかどうかを確認する
※ケプラーの第二法則
惑星と太陽とを結ぶ線分が単位時間に描く面積は一定であるという法則
- ・ Astro-HS の観測提案に従い、彗星の光度変化を追跡する



観測方法

- ・ **位置測定** ステラナビゲーターを用いてアイソン彗星の位置を調べ、その方角に向かって夜明け前に写真を撮影する。ステラナビゲーターと写真を見比べ、彗星の位置の赤経赤緯を導く。
- ・ **光度測定** 撮影した写真から彗星の周辺を抜き取り、夜空の明るさを引く。基準星と比較し、等級を導く。

観測結果



考察

- ・ ステラナビゲーターのシミュレーションと私達が観測した位置はほぼ一致した。
- ・ 実際には彗星が予想値よりも暗かったことが推定される。
- ・ 彗星が見やすかったのは 22 日のあたりだった。

今後の課題

- ・ ケプラーの第二法則が成り立つことを確かめたい。
- ・ ぐんま天文台に提供していただいたデータを用いて 17 日以前の彗星の様子を研究したい。

ぐんまの夜空の明るさ調査

金井 和泉 矢野 いまり 佐藤 優佳 砂長 佑香 宅和 花菜子
福田 早紀子 高畑 実紅 小林 友理 櫻井 美緒 (1年)

1、はじめに

私たちは、2011年から群馬県内の夜空の明るさを継続的に調査している。今年度は夜空の明るさの経時変化を中心に研究をした。それぞれの自宅と学校の屋上で夜空の明るさを計測し、データを集めた。自宅での計測は、これまでの研究により SQM の信頼性が低いという事が分かったため、カメラでの計測を中心に行った。学校では、屋上に設置した SQM-LE により計測した。

2、学校屋上での計測結果

【目的】

- ・季節による夜空の明るさの違いを調べる。
- ・学校(前橋市紅雲町付近)の経時変化率を調べる。

【測定方法】

屋上に設置した SQM-LE により、2011年11月から継続的に測定している。なお、校舎の耐震工事のため、2012年7月から2013年2月までは測定できなかった。また、諸事情により一部、観測できなかった月がある。

【結果】

《季節による違いについて》図1参照

各日24時の明るさを比較した。Maxは各月の中で最も暗い日、Minは最も明るい日を示している。MAXは快晴で月の影響を受けない日と考えることができ、季節に関係なくほぼ一定であった。

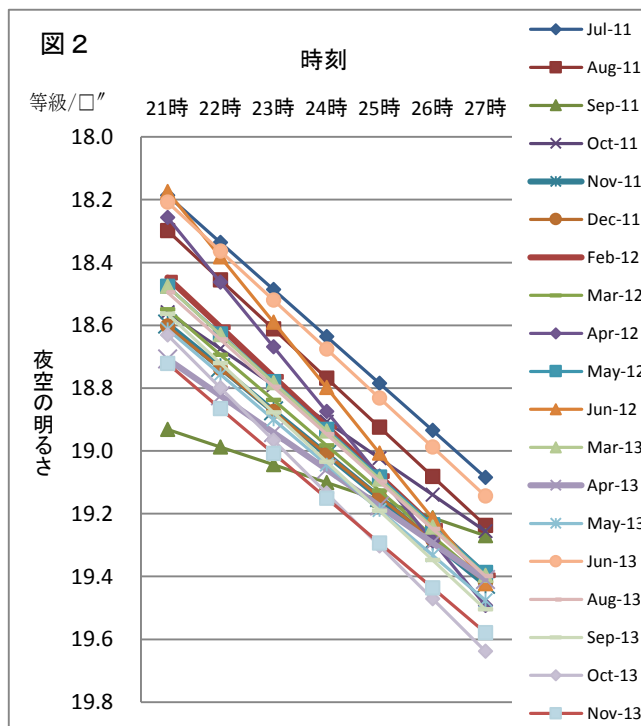
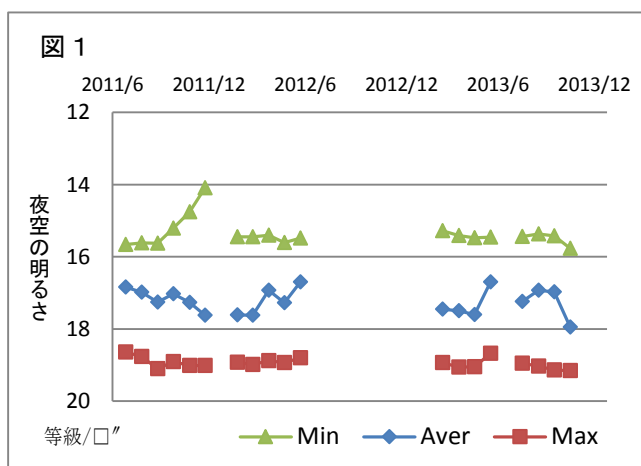
《経時変化について》図2参照

図1のMAXの日を抽出し、各日21時から27時までの明るさの変化を示したものである。2011年9月、10月、2012年4月、6月、2013年4月を除き、一時間あたりの変化は平均0.15等級/□" (± 0.02 等級)であった。

【考察】

季節による明るさの違いは、前橋では観測されなかった。

一年を通じ経時変化の値はほぼ一定であったため、同じ場所での経時変化は常に一定であると考えられる。



3、群馬各地の明るさとその変化

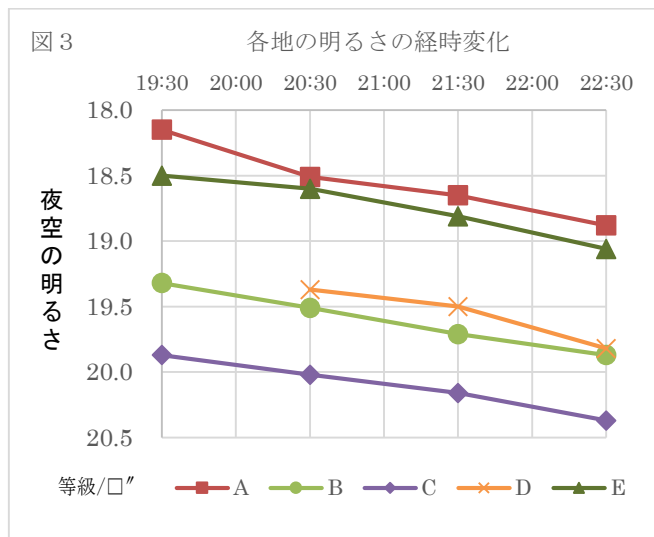
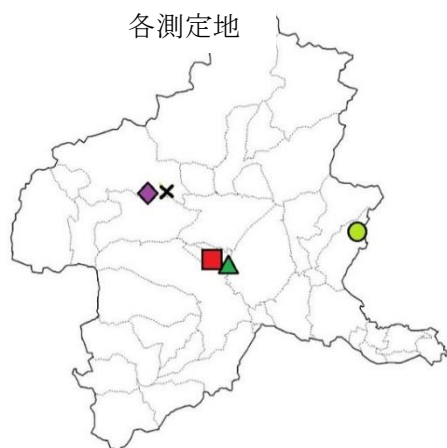
【目的】

・経時変化率は場所によって異なるかどうかを調べる。

【測定方法】

雲のない晴れた夜に、7:30 から 10:30 まで 1 時間ごとに、天頂にカメラを向け露出時間 30s で撮影。等級を基準星 (4.0~5.0, $-0.5 \leq B-V \leq 0.5$) との比較により、Excel と専用ソフト (Stellarium, vega) を用いて測定。同時に、SQM-L の数値を 9 回測定。測定は部員の自宅周辺 5ヶ所で行った。

【結果・考察】



グラフから、同じ場所での一時間毎の経時変化は一定であると考えられる。また、場所によって経時変化率が異なった。しかし、まだデータが不十分であり、加えて近隣の照明に影響を受けやすいため、さらに計測を継続的に行い正確なデータを出す必要がある。

各グラフの近似直線から算出した経時変化率

	A	B	C	D	E
経時変化率 (等級/角" /h)	0.233	0.185	0.164	0.225	0.189

4、光害について

光害とは過剰な人工照明が夜空に与える影響のことで、天体観測がしにくくなり、人体に悪影響を及ぼす可能性もある。

私たちの最終的な目標は、前橋市において肉眼で見ることができる星を増やすことである。そのためには、光害を減らし、夜空をさらに暗くする必要がある。光害対策には地域の方々の協力が必要不可欠である。私たちはまず前橋市へ光害対策を広めていきたいと考えている。

私たちの目標とする町は、美星天文台のある岡山県井原市美星町だ。美星町では光害防止条例を制定し、生活に必要な夜間照明を確保しつつ光害から星空を守るという、全国的に類を見ない活動が行われている。具体例として、光害モデル街灯の設置、天文現象の時に町民が積極的に屋外照明を消灯するなど、町全体が協力して美しい夜空を守っている。また、群馬県高山村でも同様の条例が制定されている。

私たちの計画はまだ企画段階だが、今後研究を進めるとともに光害に関する情報をさらに集め、この美星町のようにわが前橋市でも星空を守るための活動を始めたい。

参考文献・使用ソフト

・天文シミュレーションソフトウェア Stellarium ver.0.10.6.1 ・画像処理ソフト vega

「夜空の明るさ研究 in ぐんま」

群馬県立前橋女子高等学校 地学部

金井和泉、砂長佑香、宅和花菜子、小林友理、櫻井美緒、矢野いまり、佐藤優佳、福田早紀子（1年）

【はじめに】

「夜空の明るさ」調査は、全国の高等学校で広く行われており、「SQM (Sky Quality Meter)」が主な観測機器として用いられてきた。今年から研究を始めたが、同じ星空をカメラで測光した場合と SQM で測光した場合で異なる数値が得られることがあったため、2013 年の信頼性を詳しく調べた。そして、2013 年（今年度）から群馬県内の夜空の明るさ、特に経時変化についての研究を始めた。

カメラと SQM-L の信頼性の評価

【実験方法】

反射光の影響を除くため測定は暗室内で行い、各 3 台の信頼性を調べた。

- ① カメラの露出は 1/50、F 値は 5.7 に設定する。
- ② SQM-L の距離 110cm、0.375 等級ずつ 21 段階にフィルター減光。

図1 SQM

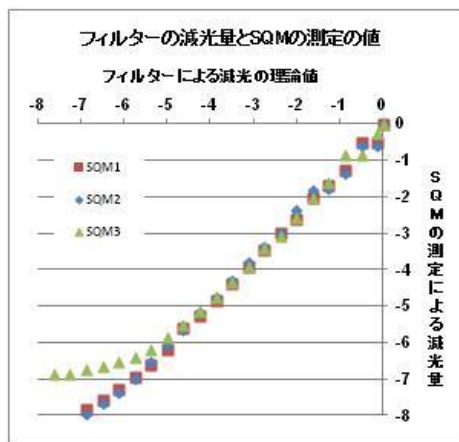
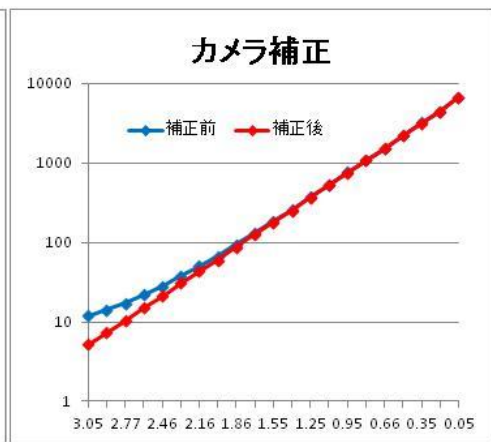


図2 カメラ



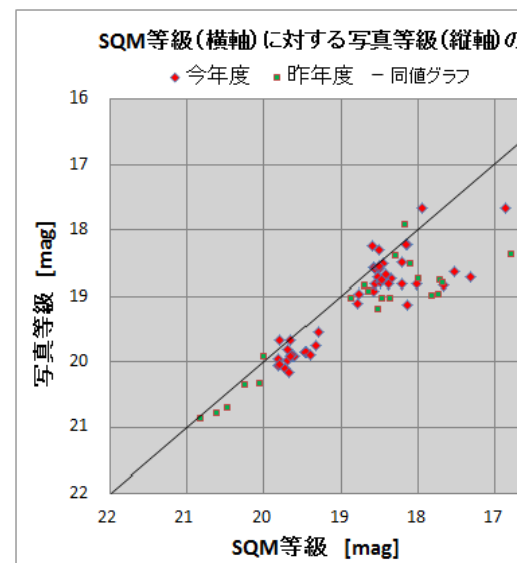
【結果・考察】

SQM は約 6 等級の減光まで、カメラはカウント値 100 以上において、減光の幅と測定した値が比較的一致していた。それより弱い光の範囲について、SQM-L は理論値よりも測定値の方が減光の幅が小さくなっている。結果、ある程度光の強い状況下では、SQM-L の測定値は信頼できると考えられる。また、光の弱い状況下で SQM-L の測定値が理論値より高くなったのは、光源以外の光を完全に除去できなかったことが要因の 1 つだと推察できる。

実際の夜空の明るさ測定

【写真の取り方・処理方法】

雲のない晴れた夜の天頂にカメラを向け、露出時間 30s、標準星（等級 4.0~5.0、 $-0.5 \leq B-V \leq 0.5$ ）との比較により、カメラで撮影した写真の等級を測定し、SQM-L の数値を 5 回以上測定し、平均値を算出する。



【結果・考察】

2011 年の 21 点に 2012 年の 50 点を加えた全 71 点のデータから、等級 21~20 付近ではカメラと SQM-L の値はほぼ一致している。等級より明るい条件下において、SQM-L はカメラよりも若干暗い値を示す傾向があった。これは、SQM-L が夜空以外の明るさも計測しているためだと考えられる。

各地の経時変化

【目的】

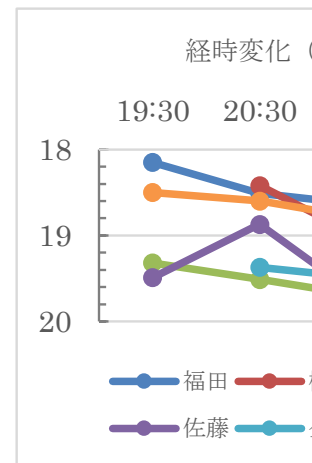
夜空の明るさがどの場所でも皆同じように変化するかを知るによって、異なる時刻に夜空の明るさを測定しても同じ時刻に合わせるようにするために。

【測定方法】

雲のない晴れた夜に、7:30 から 10:30 まで 1 時間ごとに、天頂にカメラを向け露出時間 30s で撮影し、等級を標準星 (4.0~5.0、 $-0.5 \leq B-V \leq 0.5$) との比較により、Excel と専用ソフトを用いて測定。同時に、SQM-L の数値を 9 回測定。

【結果・考察】

カメラで撮影したデータに関し、すべての結果を平均すると、1 時間で約 0.216 等級ずつ上がることが分かった。また、いっどこで測定しても等級の上がり方は大体同じになると考えられる。佐藤の 20:30 での等級が明るくなっているのは、隣家の明かりが影響している。



前橋の夜空の明るさ

【目的】

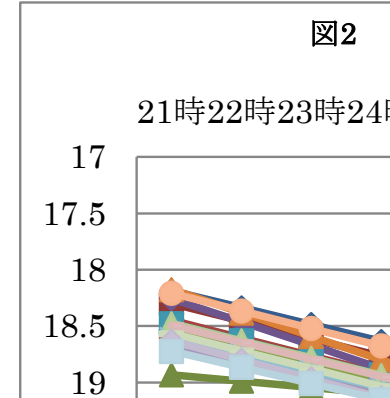
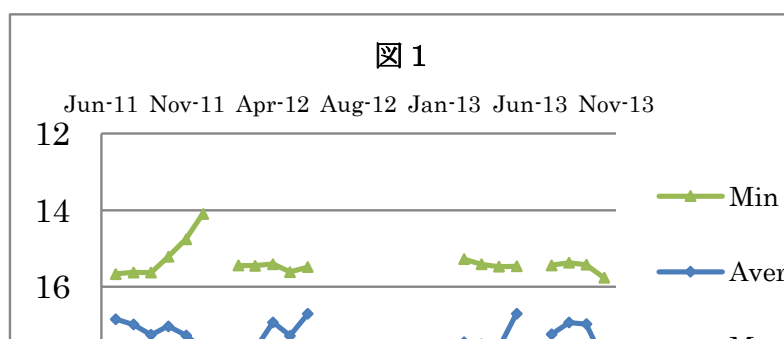
同じ場所で測定し、季節による夜空の明るさの違いを知るため。

【測定方法】

屋上に設置した、SQM-LE により測定した。

【結果・考察】

図 1 から、快晴で月の影響を受けない日は季節に関係なくほぼ一定であった。また、図 2 では経時変化は同じく 2011 年 9 月を除く



花の色素の特定

江見 瑞樹（2年）

1、はじめに

同じ種の花であれば異なる色をしていても、含んでいる色素は同じか。また、同じ色の花であれば、含まれる色素は同じか。これらの疑問について調べるため、色素を特定する方法について実験を行った。

2、実験内容

色素		色	溶性	色の变化 *ーは変化なし	
				アルカリ	酸
フラボノイド	アントシアニン類	橙、赤、紫、青	水	青～紫次第に退色	赤
	フラボン類	黄	水	濃黄	—
カロチノイド		黄、橙、赤	油	—	—
ベタレイン	ベタシアン類	赤紫	水	黄	—
	ベタキササンチン類	黄	水	—	—
クロロフィル		緑	油	—	—

資料： 千葉大学園芸学部 <http://www.h.chiba-u.jp/florista/pigment/check/check1/check1.html>

上の資料より、溶性と酸・アルカリへの色の变化から、含まれる色素を特定することは可能か。

それを調べるために、以下の実験を行った。

まず、花から花卉のみを取り出し、シリカゲルを加えてすりつぶして、粉末にし

- 1、溶性を調べるため、粉末をエチルエーテル及び水に溶かし、展開液によって色素の分離が見られるかを調べる。

油性	抽出液	エチルエーテル	水性	抽出液	水
	展開液	アセトン、石油エーテル		展開液	アセトン、石油エーテル

- 2、アルカリ・酸 を加え、色の变化をみる

3、実験結果

*色素の展開が肉眼で はっきり確認できた ○、 できない ×

花	花の色	1、色素の展開		2、色の变化		推測した色素	実際の色素
		油	水	アルカリ	酸		
ポーチュラカ (スベリヒユ科)	赤	×	○ ピンクに展開	黄	—	ベタシアン類	ベタレイン
ポーチュラカ (スベリヒユ科)	ピンク	×	○ 上と異なるピンク	黄	—	ベタシアン類	ベタレイン
ペチュニア (ナス科)	ピンク	○ 茶っ ぼい黄緑	×	黄緑	ピンク	アントシアニン類 カロチノイド	アントシアニン類 カロチノイド
マリーゴールド (キク科)	橙と黄	○ 黄	△ 微かに黄	黄	—	カロチノイド フラボン類	カロチノイド
マリーゴールド (キク科)	赤と橙	○ 複数の黄	△ 微かに黄	緑	オレンジ	カロチノイド アントシアニン類	カロチノイド
アジサイ (キク科)	青	×	×	緑	ピンク	アントシアニン類	アントシアニン類

4、考察と次回の課題

含まれる色素を 花の色、溶性、アルカリ・酸への変化 の条件を組み合わせることにより、ある程度特定することが 可能であることがわかった。

しかしながら、図中の黄のように 実際に含まれている色素には見られない実験結果もあった。

マリーゴールドの粉末を、水に溶かして展開したとき、油性のカロチノイドらしき色素の展開が見られたのは、展開液を油性のものにしてしまった為と考えられ、 アジサイで 水性のアントシアニン類の展開が見られなかったことにも影響していると思われる。

今回は粉末に直接アルカリ・酸を加えた。しかし、カロチノイドのみのマリーゴールドに 水性の他の色素が含まれると推測してしまったことをふまえ、複数の色素が含まれている可能性も考慮し、 次回は 粉末を油・水に溶かし、それぞれに アルカリ・酸を加え、より正確な実験を行いたい。 また、光学顕微鏡を利用し 細胞のどこに色素が含まれているのかということも判断材料にしたい。

5、文献資料

農研機構 http://www.naro.affrc.go.jp/flower/kiso/color_shikiso/

1331 <http://www2u.biglobe.ne.jp/~gln/13/1331.htm>

植物の色素・一口メモ <http://mh.rgr.jp/memo/mz0027.htm>

WIKIPEDIA <http://ja.wikipedia.org/wiki/Category:%E8%89%B2%E7%B4%A0>