

令和 7 (2025) 年度
理数探究報告集



長野県木曾青峰高等学校

【 目 次 】

	研究テーマ	氏名	指導
1	幾何学的観点からみる記憶に影響を 与える要素の分析と実用	田村 心和	小山
2	音の伝わり方	松山 小夏 大野 姫菜 樋口 瑠南	小野
3	天然色素と色の pH 依存性	千村 実久	渡辺
4	ムササビは水無神社を どのように利用しているか	牛丸 歩郁 藤原 優吾 上田 琢磨 金子 侑右 清水 太陽 田上 蓮 中邑 珠実	前田
5	人工衛星の予測等級と観測等級の差異 ～人工衛星の大きさと周回軌道が等級に与える影響について～	小林 里樹 太目 響喜 上垣 幸大	西澤

【指導教員】

小山 大地 伊澤 瑞紀 小野 浩介 中村 紀和
西澤 孝洋 前田 拓哉 渡辺 孝志

幾何学的観点からみる記憶に影響を 与える要素の分析と実用

○田村 心和

【要旨】

本研究は、視覚情報のうち「図形の形状」と「色彩」が、人の印象や記憶にどのような影響を及ぼすかを検証したものである。予備実験、本実験、最終実験の三段階で調査した。

まず予備実験では、円や五角形などの形状が「穏やかで柔らかい」印象を与えやすいことが判明した。続く本実験では、形状そのものよりも色彩（暖色・寒色）の違いが記憶により強く影響することが示唆された。

これらを踏まえた最終実験では、4種類のオリジナル広告（暖色×円、暖色×五角形、寒色×円、寒色×五角形）を校内に掲示した結果、**「暖色かつ円形」**を用いたデザインが最も記憶に残りやすいという結論に至った。

本研究は、高校内という限定的な環境下での実施という課題はあるものの、得られた知見は広告デザインや学習教材などの効果的な情報提示に応用できる可能性を示している。

1. 動機・目的

人が情報を記憶する際、どのような要素が影響を与えているのかという点に関心を持った。五感の中でも特に視覚は脳への影響が大きく、日常生活においても広告や掲示物、学習教材など、多くの情報が視覚を通して提示されている。そこで本研究では、視覚情報の中でも「図形」と「色」に着目し、幾何学的観点から、どのような要素が人の記憶に影響を与えるのかを明らかにしたいと考えた。特に、図形の形状や色彩の違いが、印象や記憶にどのような差を生むのかを段階的な実験を通して検証し、得られた結果を実生活に応用できる可能性について探ることを目的とした。

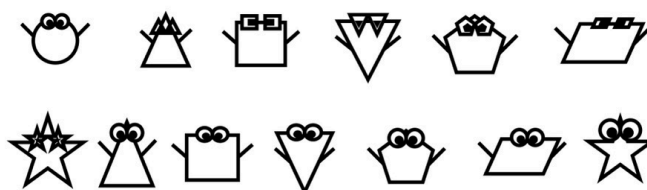
2. 研究

本研究では、予備実験・本実験(1)・本実験(2)（最終実験）の三段階で調査を行った。

i. 予備実験

予備実験では、円・三角形・四角形・五角形といった幾何学的図形を用いてキャラクター風の画像を作成し、それらに対する印象を口述で回答してもらうことで、図形の形状が与える印象の違いを調査した。

<実験条件> 被験者：21名（主に職員） / 提示時間：-秒 / 回答方法：口述



ii.本実験(1)

本実験(1)では、図形と色の組み合わせが記憶に与える影響を検証するため、間違い探し形式の課題を用い、図形情報と色彩情報のどちらがより記憶に残りやすいかを調べた。(図1)

<実験条件>被験者：29名(教職員、高校生) /

提示時間：30秒 / 回答方法：口述

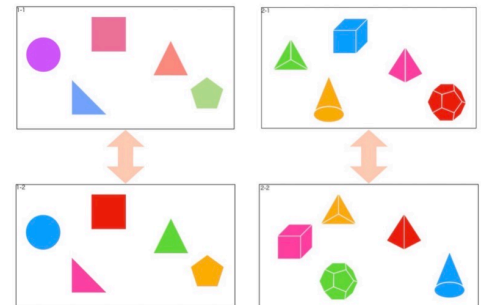


図1

iii.本実験(2)

最終実験として、本実験(1)で得られた知見を反映した4種類のオリジナル広告(暖色×円、暖色×五角形、寒色×円、寒色×五角形)(図2)を制作し、校内4か所に掲示した。広告を日常生活の中で自然に目にする環境を作ったうえで、全校生徒を対象とした選択式アンケートを実施し、広告の記憶の有無や内容、印象について調査した。

<実験条件>被験者：約170名(高校生) /

提示時間：-秒 / 回答方法：アンケート式

アンケート内容 (全て選択)

- ① 学年、年代
- ② 4種それぞれを目撃した記憶の有無
- ③ 広告の内容
- ④ 印象

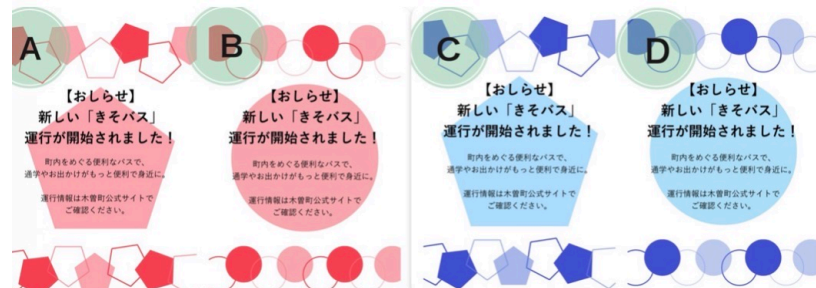


図2

3. 結果

予備実験の結果、円や五角形など角の多い図形は、穏やかで柔らかい印象を持たれやすいことが分かった。

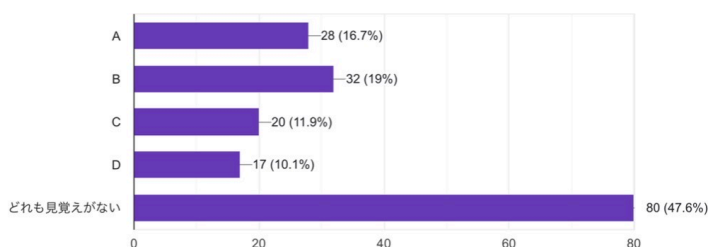
本実験(1)では、図形そのものよりも色彩情報の方が記憶に与える影響が大きく、特に寒色と暖色の違いが重要であることが示唆された。

最終実験においては、全学年から回答が得られ、特定の学年に偏らない結果が得られた。その中で、円形かつ暖色を用いた広告が、他の条件と比較して最も多く記憶されている傾向が見られた。また、印象においても、暖色を用いたデザインの方が印象に残りやすいという結果が得られた。

これらの結果から、色彩、特に暖色と円形の組み合わせが記憶に残りやすい要素である可能性が示された。

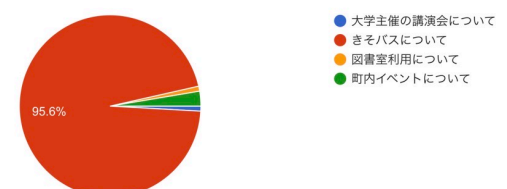
下記画像ABCDの掲示物を目撃した記憶はありますか？(複数選択)

168 件の回答



どんな内容の広告でしたか？(ABCD同一内容)

114 件の回答



どんな印象を持ちましたか？

119 件の回答



4. 課題と展望

本研究では、高校という限られた環境での実施であったため、被験者の年齢層が主に高校生に限定されている点や、実験条件を完全に統制することが難しかった点が課題として挙げられる。また、提示時間や環境などについても、厳密な条件設定には限界があった。加えて、研究期間や設備の制約から、これ以上の追加実験や条件を変えた検証を行うことは困難であった。

以上のような制約はあるものの、本研究で得られた知見は、広告や学習教材など、日常生活における情報提示の場面に応用できる可能性があると考えられる。今後、新たな実験を行うことは難しいが、本研究の結果を踏まえ、日常生活の中で情報のデザインや提示方法を意識的に捉え、学習や情報理解に生かしていきたい。

また、大学で心理学やマーケティングなどの分野を学ぶ機会があれば、本研究で得られた視点を発展させ、より多角的な検証につなげていきたい。

5. 謝辞

- ・木曾青峰高校教職員の皆様（被験、全行程のご指導）
- ・木曾青峰高校生徒の皆様（被験）

多大なるご指導、ご協力を賜りました。厚く御礼申し上げます。

6. 参考文献

- (1) 幾何学図形の種類により変容する視覚的短期記憶容量/竹島康博（同志社大学）
(最終アクセス日：2025/5/2)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/psychono/39/1/39_39.2/_pdf/-char/ja

- (2) 図形が与える印象や意味や効果/最終更新：2024/11/28（最終アクセス日：2025/5/2）

<https://321web.link/geometric-impression/>

「物理分野」

音の伝わり方

長野県立木曾青峰高等学校 自然科学同好会 2年 ○松山小夏 大野姫菜 樋口瑠南

【要旨】

本研究では、糸電話がどのような条件で音が伝わりやすくなるのかを明確にするための実験を行った。そこで、コップの材質、糸の長さや張力を変えてそれぞれ対照実験を行った。その結果、紙コップよりプラスチックコップを用いた方が音が伝わりやすくなることが分かった。また、張力の値によって音の伝わり方が変化している傾向が見られた。このことから、プラスチックは振動が伝わりやすく、また糸に生じる固有振動が張力の値によって変化し、音の大きさに影響していると考えられた。

1. 動機及び目的

糸電話で会話できることから、糸電話の材料を変えることで音の伝わり方はどのように変化するのかに興味関心が生じ、ピンと張った糸に水をつけると音が伝わりやすくなるという性質から他の液体ではどのように変化するのかに着目して、研究を進めようと思った。

2. 仮説

細く短い糸を用いることで音が伝わりやすくなる。紙製のコップを用いることで音が伝わりやすくなる。糸電話を引っ張る力を強くすると音が伝わりやすくなるが、ピークがある。

3. 実験材料

紙コップ、プラスチックコップ、たこ糸、スタンド、アクリル板、スマートフォン、実験器具(おとらボ)

4. 実験を行う上での定義

Hzの値で音の高さ、dBの値で音の大きさを確認する。

【dBの定義】

電圧、電力、音圧などの物理量を、基準値との比で示すときの対数表現の単位。一般的に人間の聞こえる音は0dBからである。

【張力の定義】

ばねばかりで測定された値に重力加速度 9.8m/s^2 をかけた値を張力とする。

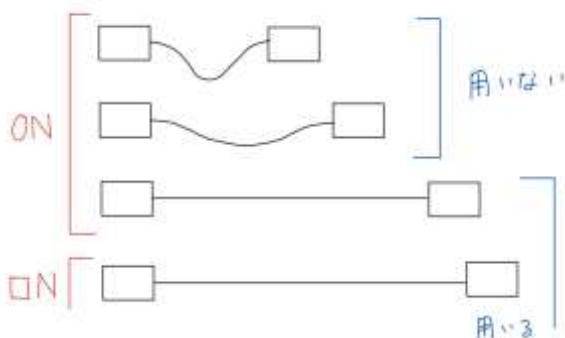


図1 張力の定義

(0.2kgの場合: $0.2 \times 9.8 = 1.96\text{N}$)

図1に示すように、ONは糸にまったく力が入っていないものを指すため、ばねばかりの値が変化する直前の状態のとき、ONとして測定する。

【実験を行う上で、統一すること】

図3、図4、図5に製作した装置を示す。

①長さを変えた複数の種類の糸を用いた糸電話を使用する(その他の材料は材質などの条件を統一する)

②張力(糸電話を引っ張る力)を変えて測定する。音源はアプリ(Frequency Generator)で600Hzのものを使用する。測定はアプリ(Sonic Tools)を使用する。

5. 実験方法

- ①スタンドを使い、糸電話を固定する。
- ②一方のコップとバネ測りを結んで、張力を変化させる。
- ③バネ測りを結んでいない方のコップから音源を流す。
- ④バネ測りを結んだ方のコップからdBとHzを測る。

(直径約1.0mmのタコ糸、7ozの紙コップ・プラスチックコップを使用する)

- ⑤短い糸(3m)、中くらいの糸(6m)、長い糸(9m)を使用し張力(0N、1.96N、2.45N、2.94N、3.43N、3.92N、4.41N)を変えて対照実験を行い、伝わる音の違いがあるのか、測定アプリを使って確認する。



図3 測定する装置

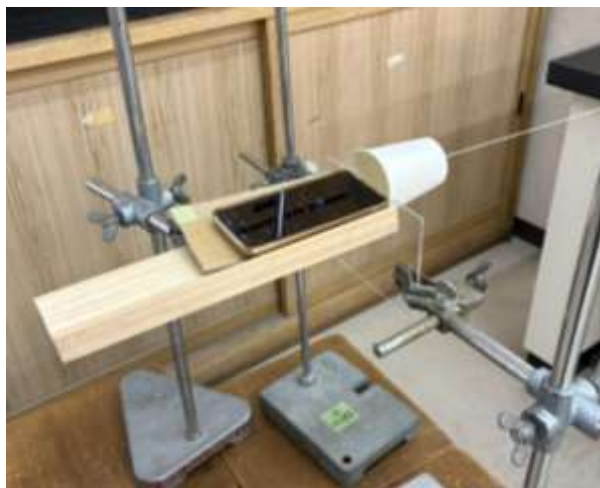


図4 音源の装置



図5 張力を測る装置

5. 実験結果及び考察

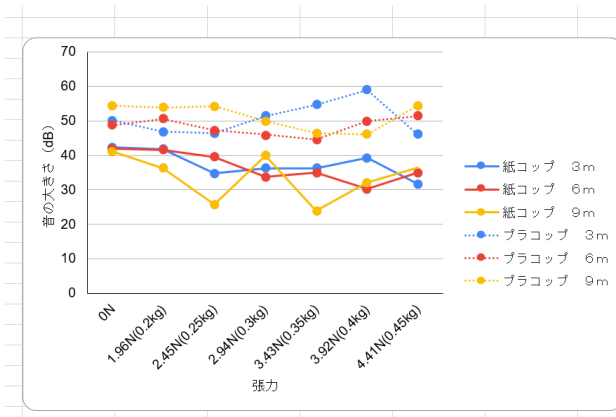


図5に、紙コップとプラスチックコップそれぞれの、系の長さや張力による音の変化を表したグラフを示す。

系の長さが3m及び6mの時は、張力が大きいほど音は伝わりにくい傾向があることから、張力が小さいほど、固有振動に近い状態が糸に生じていると考えられる。系の長さが9mの時は、張力の値によって音の伝わりやすさが変化していることから、糸に生じる固有振動が張力の値によって変化していると考えられる。また、紙コップよりプラスチックのコップの方が音は伝わりやすいため、プラスチックの振動がより糸に伝わったと考える。

図5 系の長さや張力による音の変化

6. 今後の展望

装置の改良を行った上で数値の測定を繰り返し行う。糸の本数、糸の状態、コップの種類など、様々な条件の下で実験を行っていき、糸電話の性質をさらに調べ、音が伝わりやすい条件を明確にする。

7. 参考文献

[1]高性能の糸電話を作るには https://izugeopark.org/wp/wp-content/uploads/2022/03/H2_%E4%B8%8B%E7%94%B0%E9%AB%98%E6%A0%A1_%E9%AB%98%E6%A9%8B-1.pdf (最終アクセス日: 2025年6月25日)

[2]計装豆知識 | デシベルについて https://www.mgco.jp/magazine/plan/mame/b_others/2001/

(最終アクセス日: 2025年7月25日)

[3]音の単位 デシベル (dB) | 防音室に役立つ知識 <https://dspc.co.jp/no-1/#:~:text=%E9%9F%B3%E5%9C%A7%E3%81%AE%E5%A4%A7%E3%81%8D%E3%81%95.%E3%81%8A%E5%88%86%E3%81%8B%E3%82%8A%E9%A0%82%E3%81%91%E3%82%8B%E3%81%A7%E3%81%97%E3%82%87%E3%81%86%E3%80%82>

(最終アクセス日: 2025年6月15日)

[4]音の距離減衰-防音防振ネット ! <https://bouon-boushin.net/2927/>

(最終アクセス日: 2025年7月5日)

[5]糸電話 <https://jonan-hs.tokushima-ec.ed.jp/wysiwyg/file/download/16/5648> (最終アクセス日: 2025年7月25日)

[6]ノア式予習シリーズ学習法5年理科 糸電話 <http://www.njlabo.com/project/post/4239>

(最終アクセス日: 2025年7月25日)

「化学分野」

天然色素と色のpH依存性

長野県木曾青峰高校 2年 千村 実久

【要旨】

本研究では、アントシアニン、コチニール、クロロフィルを用い、pHによる色の変化と混合時の色調変化を分光光度計で調べた。単独色素ではそれぞれ特有のpH依存性を示した。混合では単独では見られない中間色が生じたが、吸光度の高い色素が見た目の色を強く支配することが分かった。

1. 動機及び目的

身の回りに存在する天然色素は、食品や化粧品など幅広く利用されている。その色はpHにより変化するものもあり、利用の仕方や安定性に影響を与える。本研究では、代表的な天然色素を用いてpHによる色の変化を調べ、さらに色素を混合した場合の変化についても明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. 使用した色素

本実験では以下の色素を使用した。

色素	抽出	原料
アントシアニン	蒸留水 +エタノール	紫キャベツ
コチニール	蒸留水 +エタノール	コチニールカイ ガラムシ
クロロフィル	蒸留水 +エタノール	抹茶

2-2. 単独色素の実験

・色素溶液の調整

色素ごとのpH依存性を同一条件で比較するため、溶媒条件を統一した色素溶液を作成した。アントシアニン、コチニール、クロロフィルをいずれも蒸留水:エタノールを1:1の混合溶媒に溶解した。このとき、0.040g/mL、常温で行った。

・pH溶液の調整

pH1,3,5,7,9,11,13溶液を以下の溶媒を用いて調整した。

pH	1,3,5	7	9,11,13
溶媒	塩酸	蒸留水	水酸化ナトリウム 水溶液

・色調測定

色の変化を吸光光度計によりJISZ8722の手順で色を測定し、JISZ8721の方法で色調を確認した。

2-3. 混合色素の実験

・混合色素溶液の調整

2-2の実験同様に三種類の色素溶液を調整した。

・pH溶液の調整

pH1,3,5,7,9,11,13の溶液に、2種類または3種類の色素溶液を加えた。混合の組み合わせは「アントシアニン+クロロフィル」「アントシアニン+コチニール」「クロロフィル+コチニール」「アントシアニン+コチニール+クロロフィル」の4通りとした。

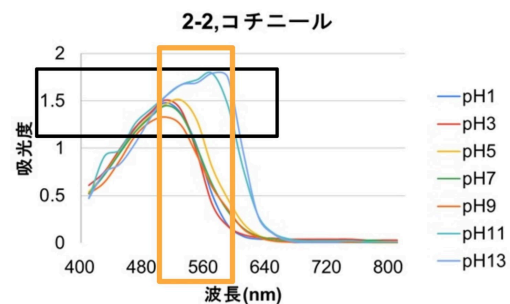
・色調測定

色の変化を分光光度計により測定し、色調を確認した。

3-1. 仮説

アントシアニンは酸性で赤色、アルカリ性で青～紫色に変化し、コチニールは酸性で赤、アルカリ性で紫がかった色になると考えられる。クロロフィルは酸性で分解して黄緑に変化すると予想される。これらを混合すると、それぞれのpHによる変化が重なり合い、単独では見られない中間色や複雑な色調の変化が生じると仮説を立てる。

3-2. グラフの見方



波長 : 色を数値化したもの

吸光度 : 色素溶液による光吸収量

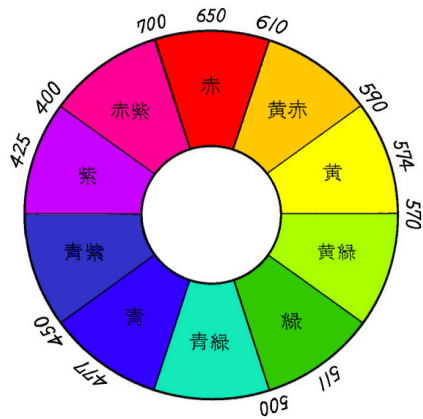


図1カラーチャート

吸光度が高い色の光は吸収されるため、人の目には吸光度が最も高い色の補色が見えている。

4. 結果

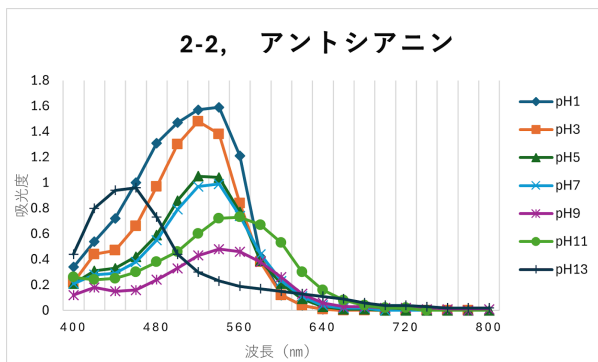


図2アントシアニンの波長と吸光度

2-2において図2よりアントシアニンはpH1～9で赤紫を示し、pH11で紫、pH13で黄赤へと変化した。

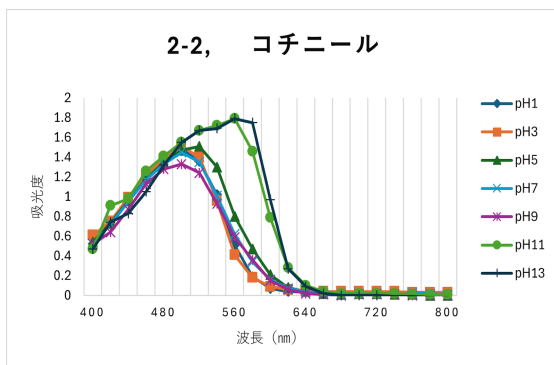


図3コチニールの波長と吸光度

図3よりコチニールはpH1～9で赤、pH11・13で紫を示した。

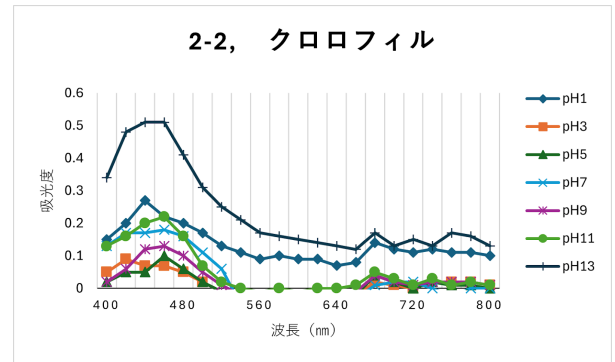


図4クロロフィルの波長と吸光度

図4よりクロロフィルは全てのpHで400nmに加え、2箇所吸収のピークがあり、緑を示した。

2-3, アントシアニン+コチニール

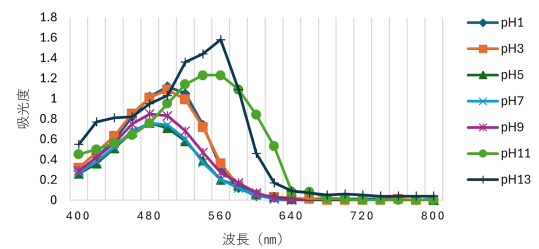


図5アントシアニン+コチニールの波長と吸光度

2-3について図5よりアントシアニン+コチニールはpH1～9で480nmの赤、pH11・13で560nmの紫と、両者の中間的な変化を示した。

2-3, アントシアニン+クロロフィル 1:1

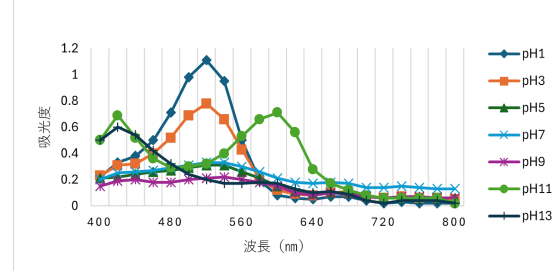


図6アントシアニン+クロロフィル1:1の波長と吸光度

図6よりアントシアニン+クロロフィル1:1はpH1～9で520nmの赤紫、pH11で420nmと600nmの二峰で青緑、pH13で420nmの黄緑のみとなり、pH上昇に伴い緑系が強くなった。

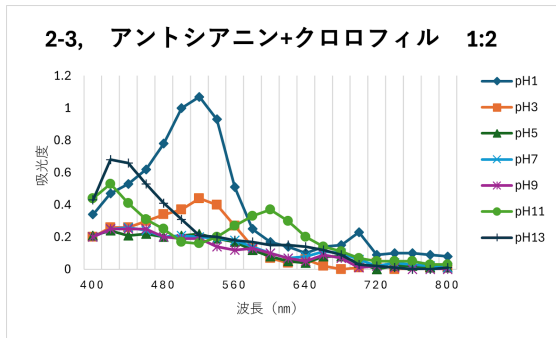


図7アントシアニン+クロロフィル1:2の波長と吸光度

図7よりアントシアニン+クロロフィル1:2はpHが高くなるほど420~400nmの緑側にピークが移動し、クロロフィルの影響が強くなった。

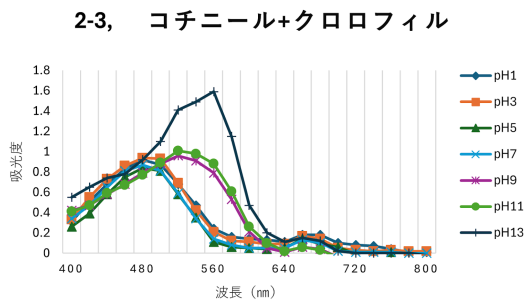


図8コチニール+クロロフィルの波長と吸光度

図8よりコチニール+クロロフィルは酸性で480nmの黄赤、アルカリ性で520~560nmの紫を示し、全pHで660nmの青緑に小さなピークが見られた。

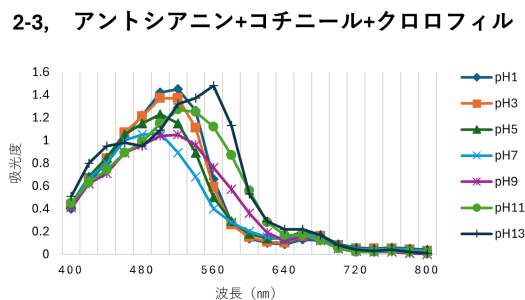


図9アントシアニン+コチニール+クロロフィルの波長と吸光度

図9より3種混合はpH1~9で500~520nmの赤紫、pH13で560nmの紫となり、全体的に660nmの緑で小さな吸収があった。

5. 考察

混合色素では、見た目の色は一部の色素に支配されやすいが、グラフから複数色素の存在を確認できると考えられる。

単体では見られない色調が生じたが、各色素のpH変化が常に均等に重なったわけではなく、吸光度の高い色素が色を支配すると考えられる。

6. 今後の展開

- 比率を変えた混合実験を行う。
- 吸光度を揃えた実験を行う。

7. 参考文献

- 宮岡愛奈,橘円香,小田村莉見,指導教諭 兵頭英樹：“金属イオンや糖類を用いたアントシアニンの安定化—塩基性における変色時間からの検討—”, 愛媛県立松山南高等学校 色素班

<https://matsuyamaminami-h-ssh.esnet.ed.jp/file/7095>

ムササビは水無神社をどのように利用しているか

長野県木曾青峰高等学校

牛丸歩郁 藤原優吾 上田琢磨 金子侑右 清水太陽 田上蓮 中邑珠実

要旨

学校の近くの寺社林で植生調査とともに、トレイルカメラ等を使ったムササビの観察を行った。この寺社林がムササビ *Petaurista leucogenys* にとってベットタウン（日中の寝床）のような役割を果たしていることが分かった。また新鮮な糞を採取するために作った「糞トラップ」による調査結果からは、ムササビとモモンガ *Pteromys momonga* の季節的な行動の違いが示唆された。

はじめに

青峰高校から最寄りの神社である水無神社にはムササビが見られる。ムササビがこの環境をどのように利用しているのか興味を持った。本研究では、水無神社の植生の特徴を明確にするとともに、ムササビの行動観察やフィールドサインから、ムササビにとっての、水無神社の環境の重要性を明らかにしていきたい。さらに、ムササビが将来的にいつまでこの寺社林にいてくれるかを考え、これからも共存していくための方法を考えたいと思った。

本研究は、2025年4月から2026年2月にかけて、水無神社（標高約800m）において行われた。

研究1 植生

水無神社敷地内を歩いて樹木の位置を確認し、マップを作成した。そして、マップ上にそれぞれの木の位置と番号を記入した。こうして作成したマップを、本研究では「樹木マップ（図1）」とする。

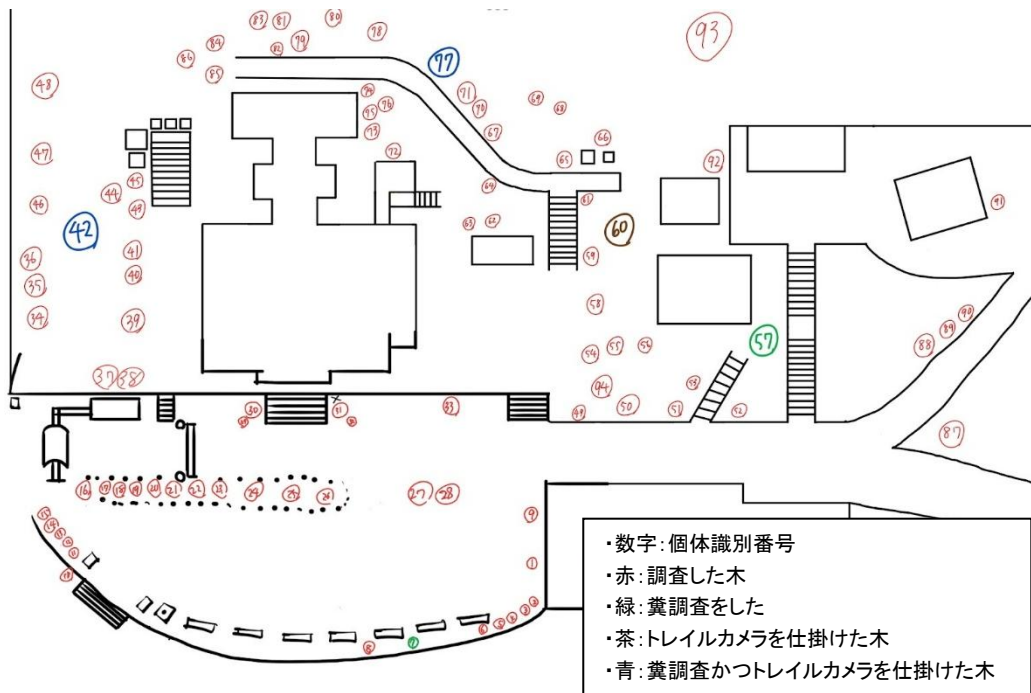


図1 樹木マップ

図2の通り樹種はスギが大半を占めていた。この寺社林はスギ以外にもヒノキやサワラなどがみられることから主に針葉樹からなる林であるといえる。また、寺社林周辺にはアカマツ林、クヌギ林、ヒノキ植林、サワラ植林、カラマツ林などがモザイク状に存在することが分かった。

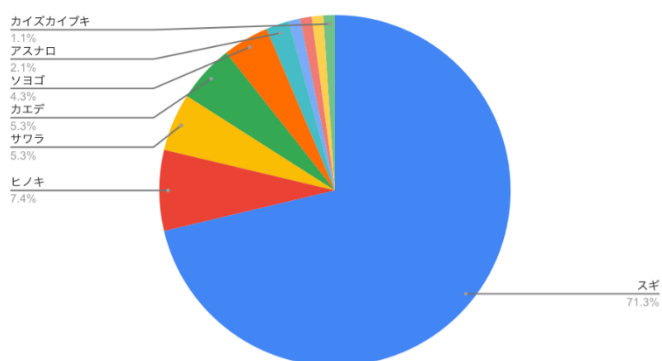


図2 この寺社林の樹木種の割合（個体数比）

ムササビが巣とする木の太さに条件があるかを調べるためにムササビの生息地内の木の太さ（胸高直径）についても、輪尺と巻き尺を使い調べた。

今現在調べることができている木の中でスギに着目すると、全てのスギの平均の太さは69cmであり、その中で40cm以上のスギの割合は約73%である。このように、水無神社には一般的な植林にはあまりないような直径40cm以上のスギが多い。まだ調査中だが、木が太いほど巣の数も多いと思われ、複数のムササビが水無神社に生息していることに関係があると考えられる。

樹高の測定は、葉の少なくなる冬に行った。レーザー距離計（Nikon 業務用距離計 Foresty Pro II J）の3点測定モードにより樹高を測定した（測定者から幹までの距離を測り、根を見下ろした角度および梢を見上げた角度から樹高を測定する）。中には樹高40mを超えるスギがあった。

今後の課題として、これらのデータに樹高や穴の数やムササビのフィールドサイン（樹皮はがしなど）の情報を重ね、ムササビの好む環境についてさらに調査していきたい。

研究2 糞の採取

季節ごとの糞に着目すれば食性の季節による変化がみられるのではと考え、図3のような装置を作った。ムササビが木の上で排泄し落下した糞を集め、採取するという形で9月5日から調査を始めた。この方法により新鮮な糞を得ることができるようになった（落ちていた糞を拾うだけではいつ排泄されたものなのかわからない）。

穴のある木や、根元に糞が多くみられる木を選び、計4か所、木の根元に設置した。樹種は、7番はスギ、ほかの42番、71番、57番はサワラだった。

10月3日から1月9日までの結果は図4のようになった。図5は7番の木から回収されたムササビとモモンガの糞の比較である。これらの図から10月末頃からムササビもモモンガも増加傾向にあり、またスギとサワラの花芽の成熟期間も同じ頃である。ムササビはスギとサワラの花芽を食べているため、排泄回数が増えている可能性があると考えられる。一方モモンガはスギの花芽を好んで食べる傾向がありそうだ。今後の課題は、糞の分析方法の確立することである。ポイント枠法（信ヶ原ほか 2024）が応用できないか検討中である。スギやサワラの花芽を食べていると考えているのでその花芽も観察して比較していきたい。



図3 独自につくった糞トラップ

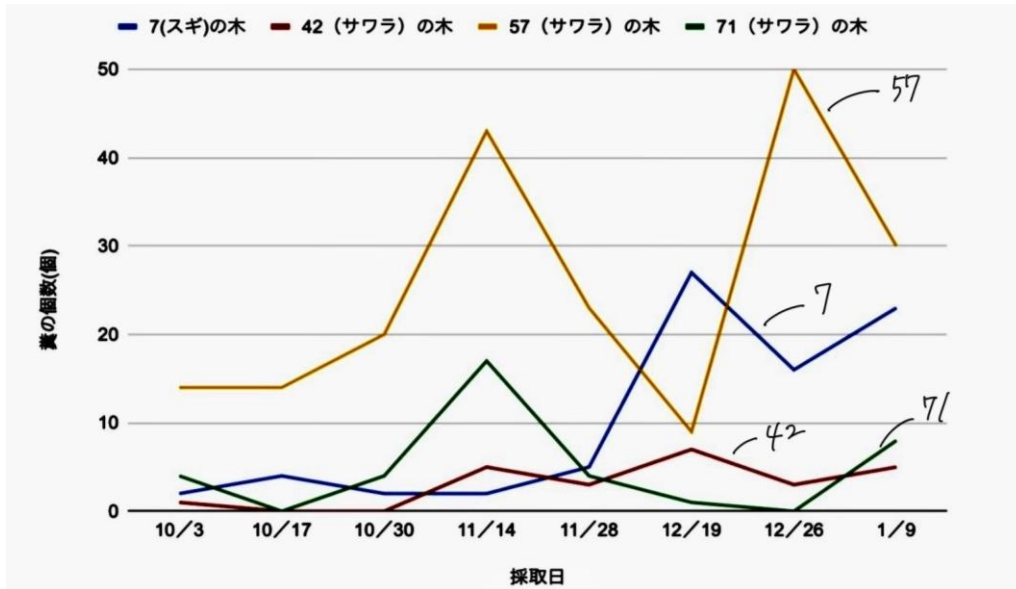


図4 ムササビの糞の個数の変化

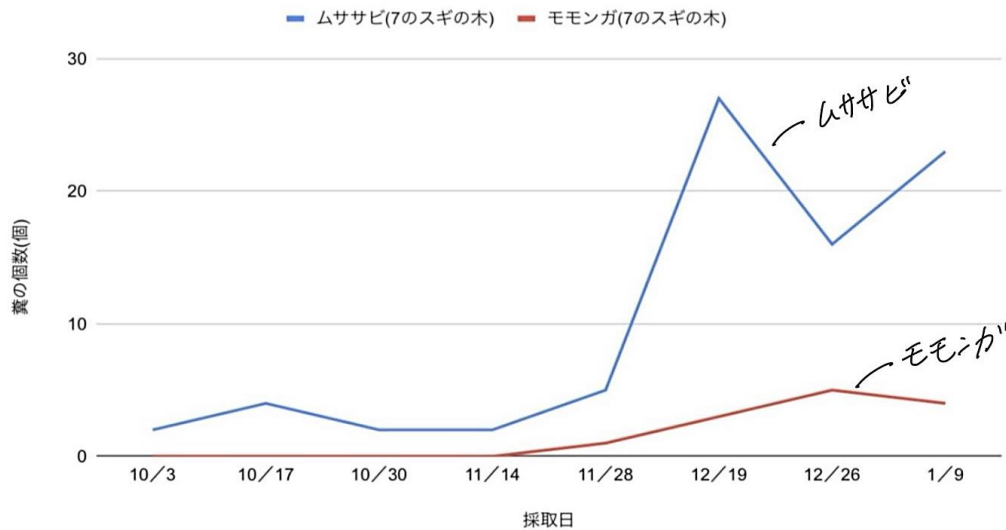


図5 スギの根元に仕掛けた糞トラップにおける、モモンガとムササビの糞の数の変動

研究3 出巢の観察

ムササビの出巢時刻と環境条件を明らかにすることを目的とし、8月から月1回の頻度で、神社周辺で個体を観察した。

時間帯はいずれも日没時刻の10分前からおよそ1時間行った。神社の敷地内で、ムササビが飛び始めるのを待って、最初にムササビが確認された時刻を記録した。さらに、懐中電灯を使って観察を行い、およその個体数を記録した。

図6より季節によって日没時刻が変化しているにもかかわらず、ムササビの出巢時刻は日没からおよそ30分後に集中する傾向が確認された。また、全ての観察日において複数個体のムササビが観察された。このことから、日没を基準として活動を開始していると考えられる。薄暗くなる時間帯に出巢することで、天敵に見つかりにくく、安全に出巢できるのかもしれない。

昼行性の天敵は、活動を終えていて、夜行性の天敵はまだ活動を開始していない時間なのかもしれない。

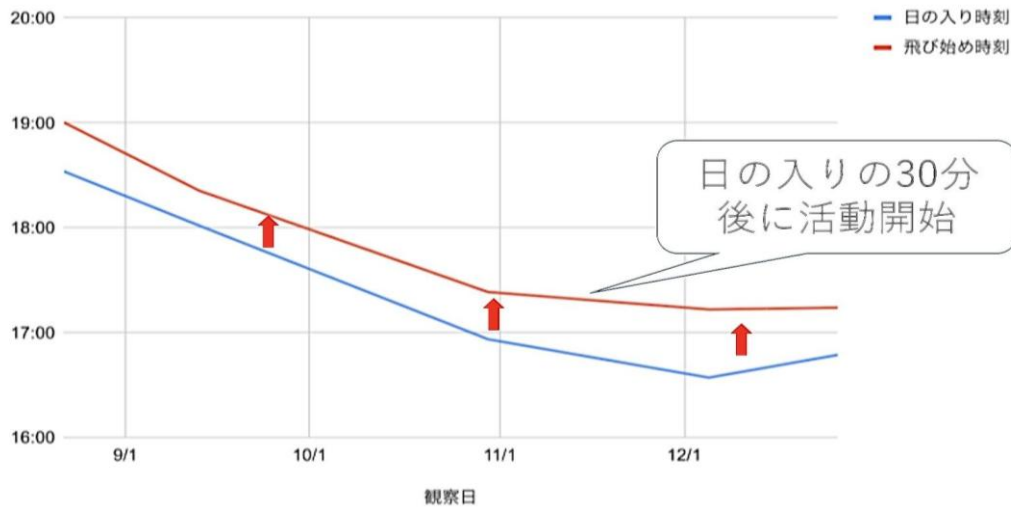


図6 日没時刻と、ムササビの滑空の観察時刻の関係

研究4 トレイルカメラによる観察

ムササビによる寺社林の利用方法を調べるために、トレイルカメラを設置して行動を記録した。トレイルカメラ (K&F Concept トレイルカメラ 4K 48MP) を3台設置し、モニタリング調査を行った。調査は2025年8月1日から開始した。カメラは、神社の敷地内や林の中で、使用感のある洞の入口が映るように設置した。高さは地上約4~6mで、斜め上向きに固定した。樹木マップ (図1) の42番 (スギ), 60番 (ヒノキ), 77番 (スギ) の木がそれぞれ撮影できるようにした。撮影は主に動画モードで行い、データはWi-Fiを使って回収した。

図7の通り全体的に夜の始まりと夜の終わりの記録が多く、真夜中の記録が少なかったことから (特に23時から明朝4時までには記録がない), 水無神社の林をねぐらとして使っており、夜中は他の近隣の様々なタイプの林へ出かけて、多様な餌メニューを採食している可能性が考えられる。トレイルカメラの記録から、水無神社はムササビにとって寝床としての生活の拠点となる重要な場所であることが明らかになった。

また、トレイルカメラには、長野県の天然記念物であるモモンガや、天敵であるテン *Martes melampus* などの動物の姿が映っていた (図8)。水無神社の寺社林に、複雑な生態系が存在することが分かった。



図7 トレイルカメラがムササビをとらえた時間. 日没の時間は季節によって異なるため、日没の時間を0時



ムササビの
追いかっこ？



穴に興味を示す
ムササビ



ムササビ
おしっこ？



ムササビの
しっぽふり



フクロウ？から
逃げるテン



サワラの幹を
降りるテン



県天然記念物
のモモンガ



ムササビ
ジャンプ

図8 トレイルカメラによる動画の記録

まとめ

本研究から、水無神社はムササビにとって「ベットタウン」といえる重要な場所であることが明らかになった。植林には少ない、大きな樹洞をもつ太いスギやサワラが守られていることで、ムササビはこの寺社林を寝床として利用していることがわかった。

また、ムササビだけでなく、フクロウやテン、県の天然記念物であるモモンガなど、さまざまな野生動物が水無神社の林を生活の場として利用していることも確認された。

このことから、寺社林のように人の手によって守られてきた環境が、野生動物にとって重要な居場所となっていることがわかる。水無神社の森は、人と自然が共に生きていくための一つのモデルであるといえる。

参考文献

- ・落合菜知香・門脇正史・玉木恵理香・杉山昌典(2015)「長野県における糞分析によるヤマネ *Glirulus japonicus* の食性」哺乳類科学(2):209-218.
- ・熊谷さとし(2019)「飛べ！ムササビ 観察方法からフィールドサインまで」文一総合出版
- ・信ヶ原佐保・金子弥生・高槻成紀(2024)．食肉目の糞分析法の検討—簡易面積法の提唱—．哺乳類科学 64(2): 177-189.

謝辞

寺社林の調査を快諾してくださった水無神社の方々，調査道具をかしてくださった本校森林環境科の先生方に感謝申し上げます。なお，本研究は公益財団法人長野県学校科学教育奨励基金による助成を受けて行うことができました。

人工衛星の予測等級と観測等級の差異

～人工衛星の大きさと周回軌道が等級に与える影響について～

小林里樹 太目響喜 上垣幸大

【要旨】

本研究では、大きさが違ういくつかの人工衛星を対象として、予測等級(インターネット等に掲載されている明るさ)と観測等級(目に見える明るさ)に差異が生まれるのか、その差異の生まれ方に傾向はあるのかについて調べることを目的にし、研究を行った。その結果、小さい人工衛星ほど、予測等級と観測等級との間で差異が生じやすい傾向にあった。また極方向の周回軌道の人工衛星の方が差異が生じやすい傾向にあることがわかった。

1. 動機・目的

流れ星について観測したが、観測数が少なく、ほぼデータが取れなかった。だが、撮影した写真には飛行機や人工衛星などの人工物が沢山写っていた。そのことから夜空における人工物を観察し、人工衛星の大きさによって光り方に違いがあるかを探究したいと考えた。

2. 仮説

- ・ 大きな人工衛星

予測等級と観測等級で差異が小さい。

- ・ 小さな人工衛星

予測等級と観測等級で差異が大きくなる場合がある。

<理由>

小さな人工衛星は、地球を周回する時に太陽光が当たる部分が変化しやすく、太陽光の反射率が変化しやすいと考える。

3. 実験方法

- 1.対象物の人工衛星が飛行している時間帯の夜空の写真撮影する。
- 2.アプリ(SpaceStation)で人工衛星の予測等級を調べる。
- 3.写真上で、星の等級と人工衛星の明るさを比較し観測等級を決定する。

※図1のように対象物の周辺の星の等級を調べ、書き込み、比較し観測等級を決定した。

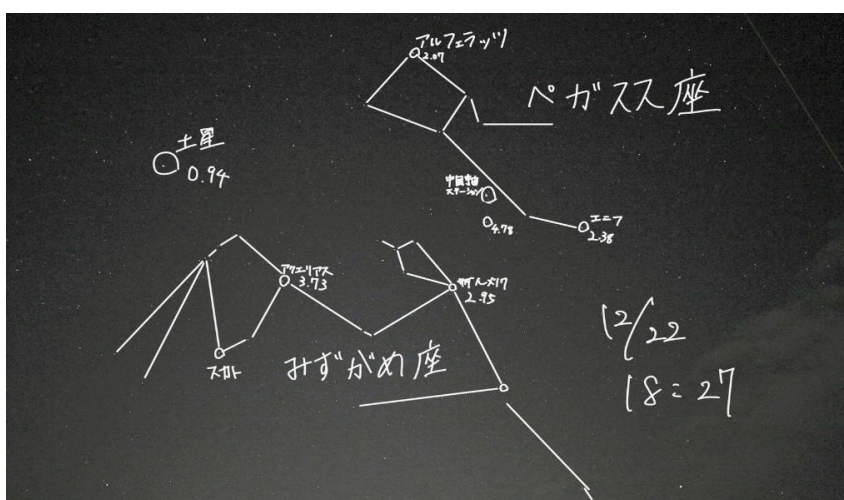


図1

<カメラの設定>

ISO感度:3200-4000

※ISO感度とは、カメラが光を捉える敏感さを表す数値のこと。数値が大きい（高感度）ほど少ない光で明るく撮影でき、小さい（低感度）ほど光が必要である。ISO感度に幅があるのは、撮影時の空の明るさに合わせ、星が映る1番最適なISO感度を設定しているからである。観測等級を決定する際は、1枚の写真の中で比較しているため、ISO感度は観測等級には影響しない。

シャッタースピード:0.25秒

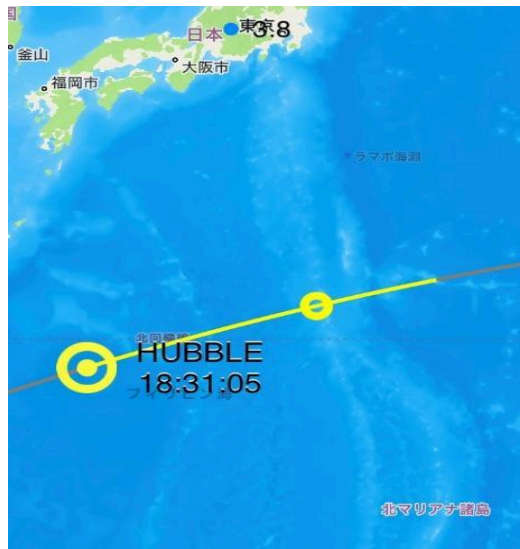
※シャッタースピードは、人工衛星を点で撮るためである。（人工衛星は移動しているため、シャッタースピードを長くすると線になってしまう。）

<対象とする人工衛星、全長、周回軌道>

- ・国際宇宙ステーション(ISS) 108m 赤道方向と極方向の間
- ・中国宇宙ステーション 40m 赤道方向
- ・ハubble宇宙望遠鏡 13 m 赤道方向
- ・地球観測衛星バイオマス 12m 極方向
- ・SAOCOM1A・1B 10m 極方向



極寄りの軌道



赤道寄りの軌道

本研究で、これらの人工衛星を選んだのは、大小で比較するためである。

4. 結果・考察

※なるべく雲がない日を撮影したが、雲などによる多少の誤差が生じる場合がある。



日付	時刻	観測対象	予測等級	観測等級
9/9	19:35	ハッブル (赤道軌道)	0.3	1.1より明るい
9/9	20:04	ISS (赤道と極軌道の中間)	-2.6	-0.05より明るい
11/7	4:53	バイオマス (極軌道)	1.8	4程度
11/7	4:53	SAOCOM1A (極軌道)	1.9	2.6より暗い
11/14	5:23	バイオマス (極軌道)	0.6	2.0程度
11/14	5:23	SAOCOM1A (極軌道)	0.9	1.5程度
11/22	17:59	SAOCOM1A (極軌道)	1	0.7より明るい
11/22	18:29	バイオマス (極軌道)	1	0.8程度
12/22	18:09	SAOCOM1B (極軌道)	1	1.9より明るい
12/22	18:27	中国宇宙ステーション (赤道軌道)	-1.9	0.9より明るい
※観測等級が予測等級より明らかに暗いものに灰色でマーキング				

図2

<結果>

図2からわかるように、小さい人工衛星ほど、予測等級と観測等級との間で差異が生じやすい傾向にあった。また極方向の周回軌道の人工衛星の方が差異が生じやすい傾向にあった。

<考察>

小さい人工衛星は、太陽光の反射する部分が変化しやすいため、太陽光の反射率も変化しやすいと考える。また、極方向軌道の人工衛星は、太陽光が当たる角度が変化しやすいためであると考えられる。

5. これからの展望

撮影データをもっと増やすことに加え、写真は中央部が明るく周辺部になるほど暗くなる傾向があるため、比較に用いた星が離れている場合は補正を行い精度をあげていきたい。また、今回調べた大小や周回軌道のほかに、人工衛星の自転の有無、人工衛星の形などが予測等級と観測等級の差異に影響するのかを調べていきたい。

6. 参考文献.アプリケーション

・人工衛星の観測を取り入れた天文学習のための人工衛星の明るさの観測と光度予測 本田和靖、東條文治、川上慎一 岐阜大学教育学部研究報告

<https://www.ed.gifu-u.ac.jp/file/3008.pdf>

・SpaceStationAR(人工衛星の予測等級)

<https://apps.apple.com/app/id1023377153>

・星座表 (対象物の周辺の星の予測等級)

7. 謝辞

最後に本研究を進めるにあたり、指導担当の西澤先生ありがとうございました。

令和7（2025）年度 理数探究報告集

発行 令和8年3月18日

編集 長野県木曾青峰高等学校 理数科運営委員会
〒397-8571 長野県木曾郡木曾町福島 1827-2
TEL 0264-22-2119 FAX 0264-21-1056

印刷 木曾オールプリント株式会社
〒397-0001 長野県木曾郡木曾町福島 6916
TEL 0264-21-3166 FAX 0264-22-2635