令和３年度　島根県立松江南高等学校

理数科2年生　未来創造RAP応用B（課題研究）論文集

島根県立松江南高等学校
（スーパーサイエンスハイスクール指定校）

令和３年度　島根県立松江南高等学校

理数科２年生　未来創造 RAP 応用 B（課題研究）論文集

目　　次

１.【物理班】「粉末冶金による FAST 材料の作製」・・・・・・・・・ 2

２.【生物班】「プラナリアの移動習性」・・・・・・・・・・・・・・・ 6

３.【生物班】「ヨモギに抗菌作用があるか」・・・・・・・・・・・・11

４.【化学班】「染色後のメチルオレンジの色の変化」・・・・・・・・18

５.【地学班】「茶の廃棄物の有効利用」・・・・・・・・・・・・・・・24

６.【化学班】「ゲル中における $FeCl_2$ を用いたリーゼガング現象」・29

７.【物理班】「花火の広がり方」・・・・・・・・・・・・・・・・・・35

８.【数学班】「何で都会、田舎は決まるのか
～クラスター分析による検討～」・・・・38

―受賞経歴―

校内未来創造 RAP 応用 B（課題研究）発表会　令和３年１２月１７日

最優秀賞　物理班「粉末冶金による FAST 材料の作製」
優秀賞　生物班「プラナリアの移動習性」
優秀賞　生物班「ヨモギに抗菌作用があるか」

優秀賞２作品が、南高代表として島根県大会に出場

第１８回　島根県高等学校理数科課題研究発表大会

優秀賞　松江南高校　生物班「プラナリアの移動習性」

この作品が島根県代表として、中国・四国・九州地区課題研究発表会（福岡大会）に出場

第２４回　中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会

誌上発表　出品　松江南高校　生物班　「プラナリアの移動習性」

最優秀賞作品は、南高代表として SSH 生徒研究発表会（全国大会に相当）に出展

令和４年度　SSH 生徒研究発表会（令和４年８月３、４日）於　神戸

松江南高等学校　物理班「粉末冶金による FAST 材料の作製」

粉末冶金による FAST 材料の作製

研究者氏名　石倉要　小澤明里　三上陽　若槻利行

指導者氏名　原昂寛

ABSTRACT

本研究では，粉末冶金メカニカルアロイング法を用いて FAST （Fe-Al-Si 熱電）材料の作製が可能かどうかを検証した．先行研究を参考に組成比を決定し，p 型熱電材料の作製を行ったところ，作製した熱電材料はゼーベック係数が先行研究の 3 分の 1 程度であったものの，先行研究に示されていた熱電材料と近い結晶構造を持つことがわかった．

In this research , we have investigated the preparation method for Fe-Al-Si thermoelectric (FAST) materials using the powder metallurgical process. The chemical composition was decided according to the previous study. $Al_{27.7}Fe_{36.5}Si_{35.8}$, the p-type thermoelectric materials, were prepared by mechanical alloying and Spark Plasma Sintering. Seebeck coefficient was 16 μ V/K , which was one third of the previous research. X-ray diffraction patterns showed that it has a similar crystal structure to that of the thermoelectric which was used in the references.

１．背景

SDGs（持続可能な 17 の開発目標）で，クリーンエネルギーの実現が求められている．クリーンな発電方法として，熱電発電が注目されている．熱電材料を用いた熱電発電は，温室効果ガスを放出せず，振動や騒音もないクリーンな発電技術であり，電化製品などを使用した際の排熱を有効利用することができる．

熱電発電とは，p 型熱電材料と n 型熱電材料を直列に接続して作製される熱電素子を用いて，熱エネルギーを電気エネルギーに変換することである．常温で使用する熱電材料には Bi-Te 系熱電材料がある．この Bi-Te 系熱電材料は，成分元素の毒性が強いことから環境への負荷が大きく，また，成分元素が高価である．そこで，高際らは第一原理計算を用いて FAST 材料の開発を行った [1)]．この熱電材料は安価な元素である Fe,Al,Si のみを成分としており，p 型 n 型の作り分けが組成比の調整のみでできるという利点がある．Bi-Te 系熱電材料よりもゼーベック係数が小さいことがすでにわかっており，FAST 材料を実用化するためには安く大量に生産する必要がある．より安価な作製方法が待たれている.Fe,Al,Si で熱電材料を作ることができれば，使われなくなった電化製品などを再利用して，より安価に熱電材料を作ることができると考えた．

熱電材料を作製する方法としては，アーク溶解やメカニカルアロイングなどがある.アーク溶解はアーク放電で原料を高温にして，溶かす方法であり，この方法は短時間で熱電材料を作製できるが，原料の融点の差が大きなものには使えず，組成が均一になりにくいという特徴がある．一方，メカニカルアロイングは合金化が容易であり，材料を融解させないために，組成が均一になりやすいという特徴がある．

２．目的

先行研究 [1)]では，アーク溶解で FAST 材料の作製が行われていた．しかし，FAST 材料に用いられる Al と Fe の融点はそれぞれ約 930K と約 1800K であり，融点の差が大きいため，均一な熱電材料を作るためには、メカニカルアロイングの方が適していると考えられる．そして，FAST 材料がメカニカルアロイングを用いた FAST 材料作製を検討した例は著者らの知る限りない．したがって，この本研究の目的を FAST 材料がメカニカルアロイングで作製可能かどうか検証することとした．

３．方法

本研究は次の３つの手順で進めることにした．はじめに，先行研究 [1]から想定する温度帯（290K-320K）で最適な組成比を導く．次に，決定した組成比に従い，粉末冶金で熱電材料を作製する．最後に X 線回析を用いて作成した熱電材料の結晶構造を調べ，熱電特性評価装置を用いて電気抵抗とゼーベック係数を測定し，目的とする FAST 材料が作製されているかを判断する．

先行研究 [1]を参考に，熱電素子の使用を想定する温度帯（290K-320K）での最適な組成比を決定した．p 型熱電材料の熱電材料の組成比は Al:Fe:Si=27.7:36.5:35.8 である．熱電材料の作製に使用した材料の純度などを表 1 に示す．

表1　熱電材料の作製に使用した材料

元素	純度(%)	粒経(μm)	目的量(g)	秤量値(g)
アルミニウム(Al)	99.9	Avg.3	0.9857	0.9852
鉄(Fe)	99.9	<53	2.68883	2.6886
シリコン(Si)	99.9	<75	1.3259	1.3254

秤量した粉末を合金化するためにアルゴン内でメカニカルアロイングを行った．毎分 200 回転の公転と毎分 400 回転の自転をさせた．また，材料が高温にならないようにするため，3 分間休息させるという行程を 20 分毎に 30 回繰り返した．合計 10 時間の処理を行い，金属を合金化した．合金化させた粉末を一つの熱電材料にするために放電プラズマ焼結を行った．焼結は 1213K で 10 分間処理した．未反応の Al の溶解損失を防ぐため焼結が始まる前に 873K で 5 分間保持した．焼結が始まると試料が縮小するので圧力を 40MPa に一定に保持するために圧力を印加した．合金化された粉末と作製した焼結体を図 1(a)，(b)に示す．

図 1 (a) 合金化された粉末

図 1 (b)焼結体（熱電材料）

図 1(b)のように，直径 10㎜，厚さ 2㎜程度の金属光沢のある熱電材料が得られた．

４．結果と考察

作製した熱電材料を評価するために，結晶構造と熱電特性を調べ先行研究[1)]のデータと比較した。結晶構造を調べるために行ったX線回析の結果を図2に示す.

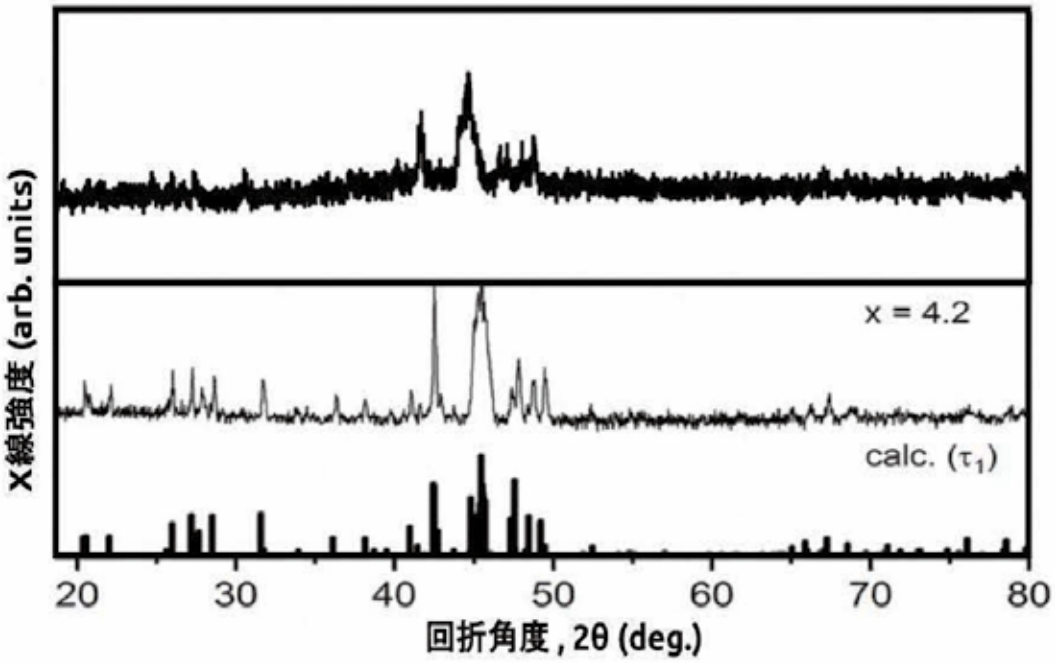


図２　Ｘ線回析の結果（上　本研究の結果，下　先行研究[1)]の結果）

先行研究[1)]では40～50degにX線強度のピークが確認される．本研究でも，先行研究[1)]と同じく40 ～50degに強いピークが現れた．このことから，目的の化合物の合成に成功したと考えられる．しかしながら，ピークの位置が先行研究[1)]より低角側に見られる．このことから，結晶格子の大きさが文献よりも大きいことがわかる．また，作製した熱電材料の室温における熱電特性を計測したところ，ゼーベック係数が 16.6μV/K，電気伝導率が 9.63×10^{-4} Ω･cm となった．ゼーベック係数が正の値となったことから，p 型 FAST 熱電材料が作られたことがわかる．先行研究[1)]ではゼーベック係数が 55μV/K，電気伝導率が 9.5×10^{-4}Ω･cm であった．先行研究[1)]の値と比較すると，電気伝導率に大きな差は無かったが，ゼーベック係数は先行研究[1)]の 3 分の 1 と小さい値となった．以上のことから，目標に近い結晶構造を持つ熱電材料を作製することができたものの，先行研究[1)]とは異なる熱電特性を持った熱電材料であったことが分かる.

ゼーベック係数が小さくなった原因としては，メカニカルアロイングでの金属合成が不均一だったことが考えられる．具体的には，メカニカルアロイングの回転時間が短かったことによって均一に合成できなかったことが考えられる.

５．結論と展望

本研究では，メカニカルアロイングで p 型の FAST 材料を作製することができた．しかし，先行研究[1)]と比較して，ゼーベック係数の小さい熱電材料であった．そこで，本研究で作製された熱電材料は，均一な組成になっていないと考えられる．そのため，均一な組成の熱電材料を作製するために，メカニカルアロイングの条件を調整する必要がある．メカニカルアロイングは，粉砕と混合を繰り返す手法であるため，パラメータが多く，最適な設定を定めることが難しい．今後，自転や公転の回転数や回転時間を調整し，最適な設定を探していく必要があると考えられる．

熱電発電では，p 型熱電材料と n 型熱電材料が用いられる．しかし，本研究では n 型熱電材料の作製は行っていない．そのため，今後は p 型熱電材料のみではなく，n 型熱電材料の作製にも取り組んで行きたい．そして，n 型熱電材料は p 型熱電材料と組成比が異なるため，最適条件が同等であるとは限らない．今後は，n 型熱電材料の作製における最適な条件を模索していく必要がある．

６．謝辞

島根大学総合理工学部マテリアル工学科の北川裕之准教授には，たくさんの実験の機会や適切な助言を頂きました．

７．引用文献　/ 参考文献

1) Yoshiki Takagiwaa, Yukihiro Isoda, Masahiro Gotoa, Yoshikazu Shinoharaa, Conduction type controland power factor enhancement of the thermoelectric material $Al_2Fe_3Si_3$, Journal of Physics and Chemistry of Solids Volume 118, July 2018, Pages 95-98

2) Yoshiki Takagiwa , Teruyuki Ikeda , and Hiroyasu Kojima , Earth-Abundant Fe-Al-Si Thermoelectric (FAST)Materials:from Fundamental Materials Research to Module Development , ACS Appl.Mater.Interfaces 2020,12, 48804-48810

3) Yoshoki Takagiwa , Zhufeng Hou , Yoshikazu Shinohara , Yibin Xu , and Koji Tsuda , Machine-Learning-Assisted Development and Theoretical Consideration for the Al2Fe3Si3 Thermoelectric Material , ACS Appl.Mater.Interfaces 2019 , 11,11545-11554

プラナリアの移動習性

研究者氏名　青木翔和・三嶋力駆・吉田実樹
指導者氏名　竹崎真哉

１序論

①研究背景　プラナリアとは

プラナリアは無脊椎動物の一族で、扁形動物のウズムシ類に属している。扁形動物のため、平らな体をしており、循環器官や特別な呼吸器官を持っていない。きれいな淡水のみで生息し、負の光走性を持っており、光とは反対の方向に動こうとする。全長２ｃｍ前後の生き物である。

プラナリアは再生能力が高いため、一度水草などと一緒に水槽内に侵入すると、プラナリアが水槽内で増殖し大量発生することにより、水槽内の生き物に影響を与えたり、水槽内の見栄えを悪くしてしまう。そして、増殖したプラナリアは小さく、捕獲するのが困難である。そこでプラナリアの集団を作る条件を知ることによって、効率よくプラナリアを捕獲することができ、水槽内をきれいに保つことができると考え、プラナリアが集団を作る条件を見つけることにした。そのプラナリアが集団を作る条件は、プラナリアの走性を知ることにより発見できると考え、プラナリアの走性を調べることにした。

下の写真はプラナリアが集団を作った際の写真である。実際にプラナリアを飼育している際、気づいたことであるが、確かに必ず一箇所に集まることが確認できた。またその場所とは窓側の反対の方向であることに気がついた。これは光を避けていると考えられ、プラナリアが光と反対の方向に移動する習性があると考えた。今回の研究では、光以外の刺激に対する走性も調べ、プラナリアがどのように餌にありつくのかを考えた。

集団を作るのに最も適した条件を知ることにより、プラナリアに集団を作らせることができ、速く、簡単にプラナリアを捕獲することができるので、水槽をきれいに保つことができると考えた。

２研究手法

実験器具としてシャーレ、スポイト、ストップウォッチを使用した。シャーレ内をＡとＢの区切りをつけ、半分に分割した。つづいて、A 側の条件のみを変更し、シャーレの真ん中にプラナリア１０匹を放った。１分ごとにＡとＢにいるプラナリアをそれぞれ数え、その数値を用いて化学走性指数を求めた。

化学走性指数とは、外界の刺激に応答して移動する生命現象を数値化したもの。実験で出た A と B にいるプラナリアの数を用いた計算を行い、出た値が正の場合、刺激源に近づく、値が負の場合、刺激源から遠ざかる。

$$化学走性指数=\frac{A-B}{A+B}$$

３実験内容

実験①　レバー(味覚・嗅覚)に対する走性(下地の色を２種類用意)

・A 側に鳥のレバー(プラナリアの餌)を置く

・１週間以上餌を与えていないプラナリアを使用

・床の色による影響を考慮し、白の紙と黒の紙の上でそれぞれ実験

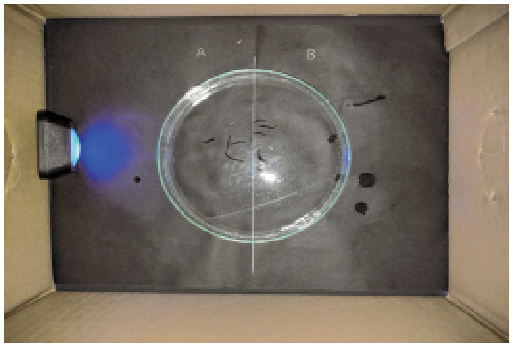
・１回５分×３

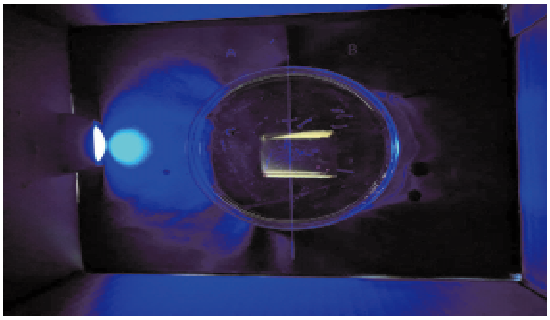
実験②　光に対する走性

・外部の光をダンボールで遮断し、A 側に光源を設置

・光の色(波長)を白、緑、橙、黄、青、赤、紫の７種類(弱い光)でそれぞれ実験

・昼間の窓側の明るさと同じ強い光(白)でも実験





実験③

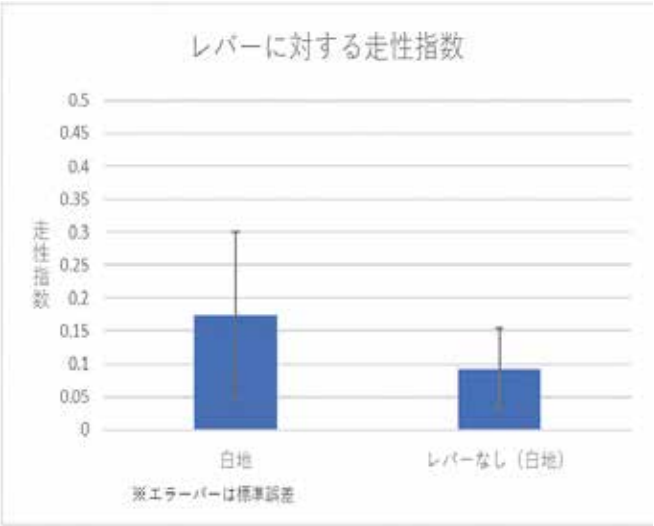
A 側に透明なカップを被せたプラナリアを設置する。１回の実験５分で、３回行った。

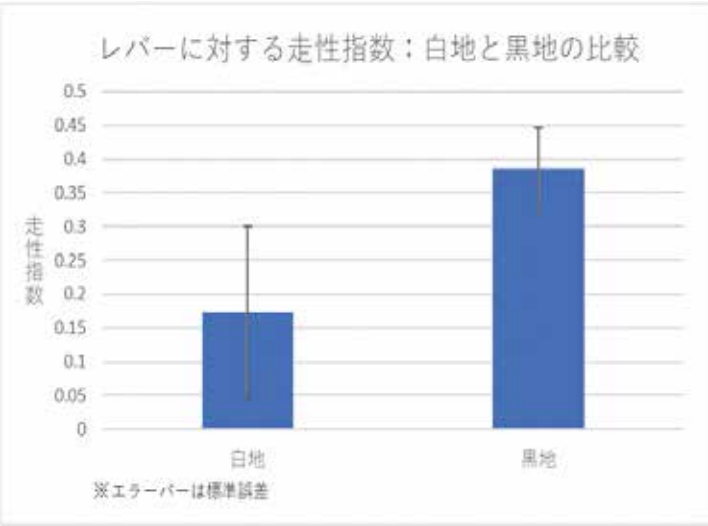
実験④

A 側にプラナリアを入れた金網を設置し、化学走性指数を測った。対照実験として、プラナリアを入れていない金網を A 側に設置した実験も行った。

４実験結果

実験①

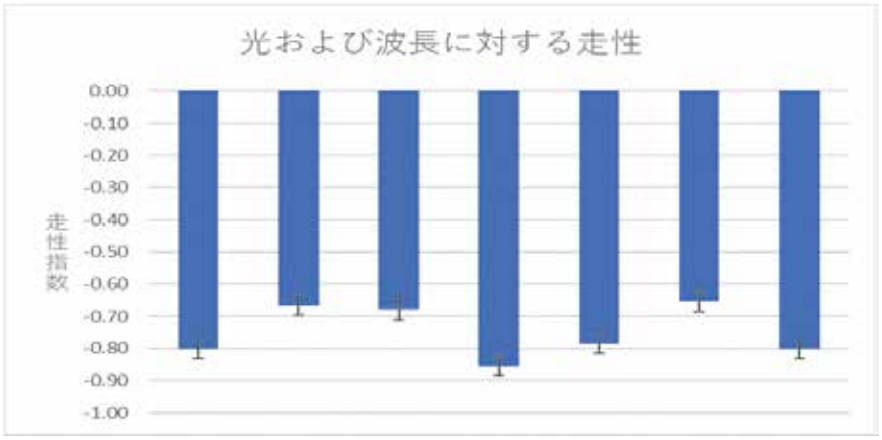


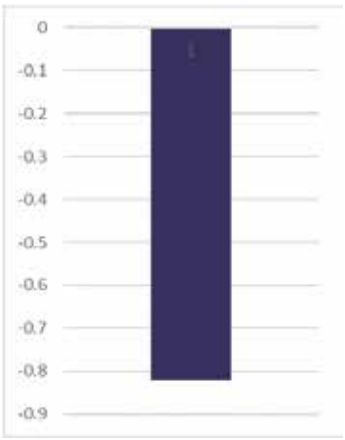


白の床より黒の床の方が、化学走性指数の値が大きく見られたことから、黒の床の条件下のほうが、外界の刺激を受けやすいことがわかった。また、レバーに対するの正の走性がみられた。
この実験結果から、今後の実験を黒地上で行うことに決定した。

実験②　光に対する走性

・実験結果



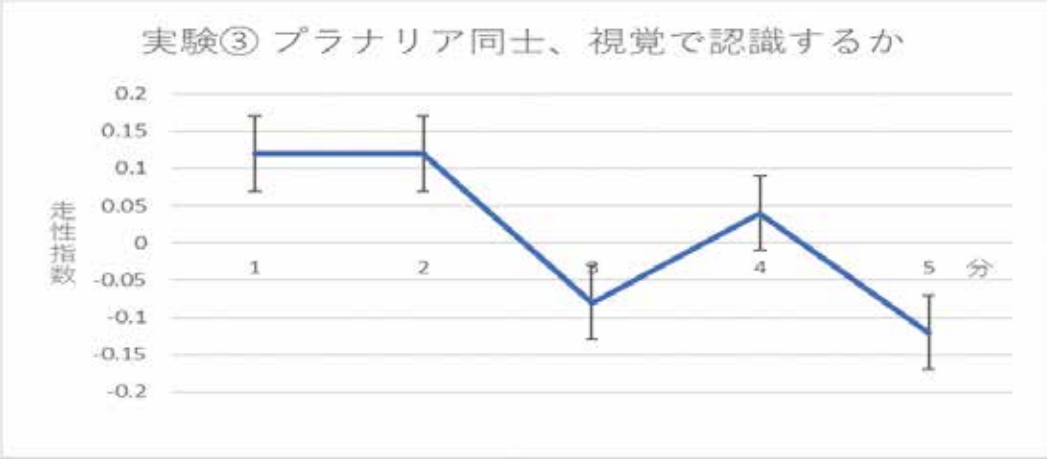


強い光(47001x)

化学走性指数はどの色も負の値を示していた。また、強い光には強い負の走性を示すが、走性指数は0.82で、白色や黄色のような弱い光に対する負の走性との差は見られなかった。
よって光の強さと光走性に相関性はなく、感知できる光の波長に特異性が残ると考えている。

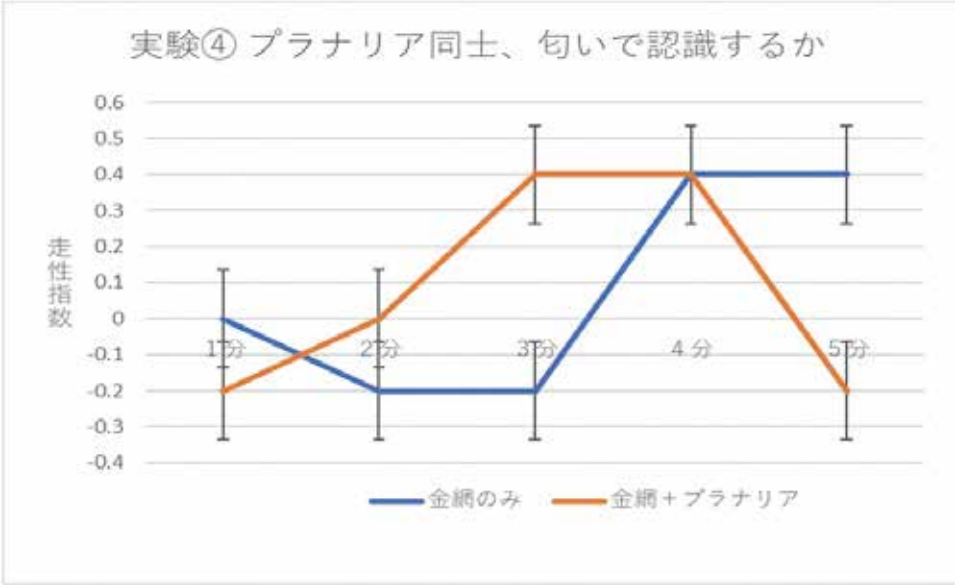
実験③　プラナリア同士の視覚による走性

・時間経過に伴う走性指数の変化の傾向は見られなかった



５回の測定結果はばらつきが大きく、傾向は見られなかった。また、視覚の認識による走性の平均は0.02で、走性はないと見なし、視覚でお互いを認識することはできないと見なした。

実験④　プラナリア同士の匂い(嗅覚・味覚)による走性



予想と反して、プラナリアを入れた金網を用いた実験よりも、金網のみを用いた実験のほうが正の走性が高かった。また、正の走性は高かったが、ばらつきが大きいため、金網に対して正の走性があるとは言えない（あるとしたら、刺激の種類、視覚、金属から何かしらの化学物質またはイオン等が発生する可能性はあるが、不明）さらに、化学走性指数の値から、匂い(嗅覚・味覚)に対する走性はなく、集団を形成する要因とは考えにくい。

５実験結果のまとめ

・餌であるレバー（味覚・嗅覚）に対する走性は弱いが、正の走性が見られた
・光に対する負の走性を示す指数は、かなり大きい
・光の強さによる走性の違いは無く、弱い光にも敏感に反応する
・光の色(波長)の違いには関係なく、負の走性を示す
・プラナリア同士の視覚、味覚、嗅覚による走性は無いと判断できる。少なくとも集団を促す原因であるとは考えにくい

６考察

・これらの実験結果から、プラナリアが餌に移動する仕組みを考察した。

実験結果　・白地に比べ、黒地では活発に移動する
　　・光には強い負の走性、餌(化学物質)には弱い正の走性が見られた

①光とは反対方向へ移動する(負の走行性が見られる)　→　移動先をある程度限定
②暗いと動きが活発となる
③限られた狭い範囲で、味覚・嗅覚(正の走行性)をもとに移動
④餌にありつく

このことから
　①光(負)　→③味覚・嗅覚(正)　の順で走性が発動し、効率よく餌にたどり着くことができる

７今後の課題

・測定データの詳細な分析

５回の測定におけるデータのばらつきを考慮できなかった

→統計処理の実施

・記憶、学習を考慮した実験方法の改善

軟体動物や線虫において刺激の記憶が報告されている

→実験間隔を空ける、個体を変える等の工夫が必要

・移動パターンの詳細な分析

測定中常に移動を続けているため、５分間の値のみでは正確に走性を把握できない

→動画撮影し、移動をトレースできないか？

８参考文献

・緑虫 C.elegans の教材化 | 生物授業実践記録 アーカイブ一覧 | 理科
https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/science/seibutsu-jissen_arch/201411/

・松浦哲也 線虫の化学感覚と行動. 比較生理生化学 2006, 23(1):1-19.

・広津崇亮 九州大学大学院理学研究院生物科学部門助教
複数種の感覚を統合して食に対する 嗜好性が生み出される仕組みと
変化する仕組み
https://www.mishima-kaiun.or.jp/assist/docs/SNo5-hirotsu.pdf

９謝辞

本研究にご指導ご協力いただいた松江南高校生物教諭 竹崎真哉先生及び、島根大学生物資源科学部生命科学科山口陽子助教に心より感謝申し上げます。

ヨモギに抗菌作用があるか

淺沼　華・木谷 鈴葉・福島　ここみ

１，背景

班員の一人が小学生時代によもぎを用いた消毒液を使っていた。傷口にこのヨモギを使用した消毒液を塗布したところ、傷口が悪化しなかったため不思議に思い、研究テーマとして設定した。また、ヨモギに抗菌作用が見られれば、食品等につけて抗菌目的で使用できるのではないかと考えた。

２，目的

インターネットでヨモギの抗菌作用について調べたが、どの記事にも抗菌作用が確実にあるというものがなかったため、ヨモギに抗菌作用があるのか検証するために実験を行った。

３，意義

ヨモギに抗菌作用があるか調べ、食品添加物として利用できるか検討したいと考えている。

４，研究手法

（１）実験器具はおからパウダー、ヨモギ（１０月に学校の周辺で採取したもの）パラフィルム、抹茶の抽出液、ヨモギの抽出液、ヨモギパウダー、シャーレ、電子天秤、薬さじ、薬包紙、ビーカー、メスシリンダー、ゴム手袋、ピペット、消毒液（アルボナース)、新聞紙、すりこぎ、すり鉢、試薬瓶、インキュベータ、サンコリ試験紙（一般細菌、ブドウ球菌、大腸菌、カビ酵母）

①おからパウダー

すべての実験で培地として使用した。培地として選んだ理由は、「笹の抗菌作用」という先行研究で、ご飯を用いていたが、炊飯器が必要となることを考慮し、手に入りやすく、準備に時間がかからないおからを選択した。また、乾燥したおからは腐りにくく保存が可能なため、乾燥したおからパウダーを選択した。

②ヨモギパウダーの作成方法

採取したヨモギを洗浄し新聞紙に一枚一枚重ならないように新聞紙にたたんで、インキュベーターに 72 時間入れ乾燥させた。適度な大きさにちぎってから、すり棒とすりこぎを用いて粉末状になるまですりつぶすして、試薬瓶に入れ常温遮光状態で保存する。

③ヨモギ及び抹茶の抽出液作成用法

②をエタノールとともに試薬瓶に入れて常温遮光状態で、一晩静置し、上澄み液を採取し実験に用いた。抹茶の抽出液も同様の方法で作成した。

④サンコリ試験紙

細菌やブドウ球菌等の有無を調べることができる簡易型検出紙である。検液にサンコリ試験紙を半分調べたい液に 0.5 秒間つける。インキュベーターで１５～２４時間放置すると、赤い斑点が出現する。出現した数を目視でカウントした。２人で数えたあと平均値を取った数を記録し、細菌の有無等を判断する。

５，実験方法

まず、すべての実験区においておからパウダーと水が 1：5 の培地を作成し、その後、様々な実験区を用いて実験した。また、実験（iii)以降は、教室内のカビを入れるため、培養する前に教室で 3 分放置した。

〈実験 i〉ヨモギの抗菌作用の有無を調べる。

あ）培地（おからパウダー５ｇ＋精製水２５ｍｌ）
い）培地＋粉々にしたヨモギ（１㎝程度にちぎったもの）
う）培地＋そのままのヨモギ（表 3g、裏 3g）

ヨモギに抗菌作用があると仮定し、ヨモギの表面、内部のどちらかに抗菌作用をもたらす物質があるか調べるためにヨモギを添加し、37℃72 時間で培養した。

〈実験ⅱ〉ヨモギパウダーによる抗菌作用の有無を調べる

→実験ｉの結果、考察より、ヨモギをより細かくすることで、抗菌作用が増大すると考えたため、ヨモギパウダーを作成し、培地に添加し３７℃で７２時間培養した

あ）培地のみ（おからパウダー３ｇ＋精製水１５ｍｌ
い）培地＋ヨモギパウダー0.1g
う）培地＋ヨモギパウダー0.2g

〈実験ⅲ〉 サンコリ試験紙を用いて、細菌の種類を調べる

→実験ⅱの結果より、目視できないものの繁殖が起きていることをサンコリ試験紙を用いて確かめる。

培地を教室で３分間蓋を開けて放置したあと、３７℃で７２時間インキュベータで培養した。培養後シャーレを取り出し、水を加え、全体をかき混ぜる。これを検液と呼ぶ。実験ⅲで選んだ適切なサンコリ紙を検液に一秒浸し、もとの袋に入れ、空気を抜いたあと、３７℃で７２時間インキュベータで１５～２４時間放置した。

あ）培地のみ（おからパウダー３ｇ＋精製水１５ｍｌ）
い）培地＋ヨモギパウダー0.1g
う）培地＋ヨモギパウダー0.2g

〈実験ⅳ〉最適なサンコリ紙の種類と検液の濃度を検討する

培地を教室で３分間蓋を開けて放置したあと、３７℃で７２時間インキュベータで培養した。培養後シャーレを取り出し、水を加え、全体をかき混ぜる。これを検液と呼ぶ。このとき、様々な濃度の検液を作成した。サンコリ紙を作成した検液に一秒浸し、もとの袋に入れ、空気を抜いたあと、３７℃で７２時間インキュベータで１５～２４時間放置した。

使用した培地は他の実験と同様に、おからパウダー3g＋精製水１５ｍｌのものを用いた。

サンコリ試験紙を用いて、細菌の種類を調べる

あ）培地のみ（おからパウダー３ｇ＋精製水１５ｍｌ）
い）培地＋ヨモギパウダー0.1g
う）培地＋ヨモギパウダー0.2g

〈実験ｖ〉ヨモギのエタノールに溶ける物質について調べた

シャーレにエタノール、ヨモギの抽出液、抹茶の抽出液を加えて、フタをずらしてラップをかけたまま、常温遮光されたアルコールが揮発するまで９６時間放置したあと、培養する際に精製水を加えた。他の植物での比較を行うために抹茶の抽出液を用いた。

あ）培地のみ（おからパウダー３g＋精製水１５ml）
い）培地＋エタノール
う）培地＋抹茶抽出液４．５ml
え）培地＋抹茶抽出液９・０ml
お）培地＋ヨモギの抽出液９・０ml

６，実験結果

〈実験 i〉

表ｉ 実験ｉの結果

	コントロール	粉々にしたよもぎ	そのままのよもぎ（表）	そのままのよもぎ（裏）
１回目	3.1ｃｍ	1.3ｃｍ	2.0ｃｍ	未計測
２回目	2.9ｃｍ	1.2ｃｍ	1.9ｃｍ	1.7ｃｍ
平　均	3.0ｃｍ	1.25ｃｍ	1.95ｃｍ	1.7ｃｍ

あ)、い)、う）すべての実験区でピンク色のカビが繁殖していた。計測した直径はい）の手で引き裂いたヨモギを入れたものが平均1.25ｃｍで最小でした。すべて蓋を開けた際に異臭がした。

〈実験ⅱ〉

表ⅱ　実験ⅱの結果

	あ）	い）	う）
１回目	ピンク色のカビが生えなかった	ピンク色のカビが生えなかった	ピンク色のカビが生えなかった
２回目	ピンク色のカビが生えなかった	ピンク色のカビが生えなかった	ピンク色のカビが生えなかった

あ）い）う）全てのシャーレにおいて、実験ⅰで確認したようなピンク色のカビは繁殖していなかった。しかし、実験ⅰの時と同様に異臭がした。

〈実験ⅲ〉

表ⅲ　実験ⅲの結果

	あ）	い）	う）
結果	全体がピンクがかっていた	全体がピンクがかっていた	全体がピンクがかっていた

あ）い）う）全てのシャーレでそれぞれ検液を作成し、サンコリ試験紙に浸したところ、どの実験区でも一般細菌用のサンコリ試験紙がピンクがかっていたため、細菌の繁殖が確かめられた。しかし、普通サンコリ試験紙は、結果が赤い斑点で現れるため、次の実験で、赤い斑点が出るような濃度を検討し、使うサンコリ試験紙も四種類に増やして適切なものを調査した

図ⅰ

〈実験ⅳ〉表ⅳ　実験ⅳの結果・濃度検討

	１/２	１/５	１/１０
１回目	全体が赤みがかっていた	全体が赤みがかっていた	斑点出現
２回目	全体が赤みがかっていた	全体が赤みがかっていた	斑点出現

表ⅳ、写真ⅳより、１/１０の濃度にした検液が一番斑点がわかりやすく、結果を出しやすいと考えた。

表ⅳ－２　実験ⅳの結果・サンコリ紙の種類検討

	一般細菌用	カビ酵母用	大腸菌用	ブドウ球菌用
１回目	斑点が出現	全体が赤みがかっていた	斑点なし	斑点なし
２回目	斑点が出現	全体が赤みがかっていた	斑点なし	斑点なし

〈実験ⅴ〉
実験ⅴのサンコリ試験紙の結果である。目視で確認できた赤い斑点を２人でカウントした。そして平均値を結果とした。
実験区コントロールが最多、実験区抹茶の濃いものが最小という結果だった。
私達が抗菌作用があると仮定したヨモギは抹茶よりも赤色の斑点が多かった。

表ⅴ　実験ⅴの結果

	エタノール	抹茶濃	抹茶薄	コントロール	ヨモギ
１回目	19	15	77	85	83
２回目	21	15	67	77	75
平均	２０	１５	７２	８１	７９

図ⅱ

７，考察

〈実験ⅰ〉
　結果より、粉々にしたヨモギを入れたシャーレに繁殖したカビが最小だったため、さらにヨモギを細かくすればよもぎの内部の物質による抗菌作用が増大するのではないかと考えた。さらに細かくするためにヨモギパウダーを作成しようと考えた。

〈実験ⅱ〉
　いずれのシャーレにもピンク色のカビは見られなかったが、異臭がしたため、他の何かが繁殖していると考えた。
そのため、サンコリ試験紙を用いて細菌等の繁殖を確認することにした。

〈実験ⅲ〉
いずれのサンコリ試験紙（一般細菌用）も赤みがかっていたため、細菌が繁殖していることが確認できた。しかし、本来は細菌が繁殖している際は赤い斑点が出るのに対し、本実験では斑点が確認できなかったため、検液の濃度が不適当だったためにこの結果になったと考えた。そのため、実験ⅳでサンコリ試験紙に浸す適切な検液の濃度と、サンコリ試験紙の種類を検討することにした。

〈実験ⅳ〉
結果より一般細菌用で赤い斑点がはっきりと確認されたので、実験ⅴ以降は一般細菌用のサンコリ試験紙を用いることにした。また、濃度検討では１/１０の検液を浸したサンコリ試験紙でよりはっきりと赤い斑点が見られたので、検液の濃度は１/１０を採用することにした。

〈実験ⅴ〉
　エタノールに溶ける物質についての実験では、抹茶、ヨモギ、コントロールの順でサンコリ試験紙の斑点の量が少なかった。そのため、抗菌作用もその順であると考えた。
　また、水、エタノールに溶ける物質は違うと考えた。だから比較がしたかった。実験ではサンコリ試験紙を培養した時間が異なっていたため、水に溶ける物質についての実験では赤色の斑点が出ず、単純比較することができなかった。

８，結論

実験１よりヨモギの内部に抗菌物質があると考えたが、ヨモギの状態やサンコリ試験紙の培養時間等の条件が揃っていなかった。そのため、ヨモギに抗菌作用があるとは十分には言えない結果になった。したがって、今後の展望としては、ヨモギの抗菌作用の有無についてもう一度条件を揃えて実験したり、ヨモギの状態を変化させて実験したりする必要があると考えた。

９，謝辞

島根大学　生物資源科学部　　松尾安浩先生
松江南高校　井上慶子先生　藤井郁代先生

１０，参考文献

・先行研究
「竹の抗菌作用」
・山下薬草店
「ハーブの女王ヨモギ　知られざる万能薬」
https://www.yakusou-ten.com/yomogi
・昨年の課題研究
「ウツボカズラの消化液には抗菌作用があるのか」

染色後のメチルオレンジの色の変化

研究者氏名　　藤井　倖明・三島　菜摘
比企　彩佳・前　晴人
指導者氏名　　石津　尊明

1. 序論

1) 背景　メチルオレンジは、指示薬としてだけでなく、染料としてのはたらきがある。しかし、実際は使用例が見られない。その原因が、pH により色が変化することにあると考えた。メチルオレンジの色が変化する仕組みは、pH3.1 以下の強酸性領域では分子内に水素原子を取り込む構造をとり、緑色の光を吸収するので、その補色の赤色が目に見えるようになる。逆に、pH4.4 以上の弱酸性・中性・アルカリ性領域では、水素イオンを放出した構造をとり、青色の光を吸収するので、その補色の黄色が目に見えるようになる。

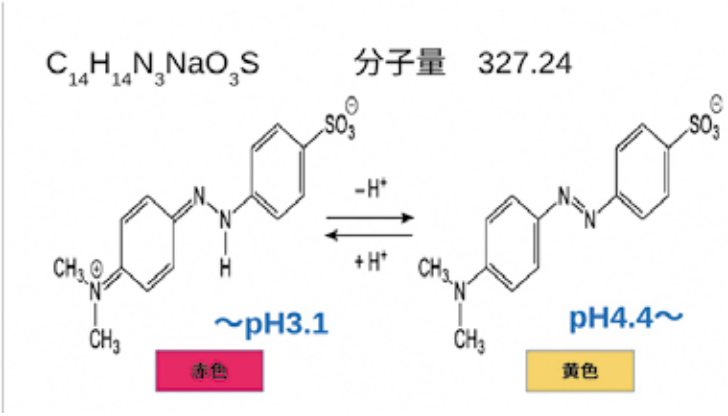


図１　メチルオレンジの構造式と pH の変化による構造の変化の様子

実際に実験を行い染料として布に染めた際も、pH の変化により色が変化することがわかったので、色が変化しないようにするための方法を見つけたいと考えた。

2) 目的　メチルオレンジを染料として使用した際も、pH による色の変化が見られるのか、見られた際、色の変化を抑える方法はあるのかを調べる。

3) 意義　pH による影響を受けないことを可能にすればメチルオレンジを染料として使用できるのではないかと考えた。

2. 実験

1) メチルオレンジが実際に染料としての働きがあるか調べるために次の実験を行った。
メチルオレンジは、酸性染料[1]であるため酢酸に溶かした後、染料として使用する必要がある。メチルオレンジの濃度が 0.1mol/L になるよう 1mol/L の酢酸水溶液にメチルオレンジを溶かす。この溶液に、ウールと綿をそれぞれ入れ、沸騰した水で湯煎して温めながら 20 分間染める。次に取り出したウールと綿を蒸留水で洗浄し、色の変化を観察した。

よく染まったウールを今後の実験で使用することにした。

[1]　酸性染料とは分子構造中でスルホン酸基、カルボキシ基又はヒドロキシ基等の可溶性基を含有し，酸性又は中性染浴で染色する必要がある染料である。(a)

2) pH の変化によりメチルオレンジを染料で染めた布の色の変化を調べるために次の実験を行った。
pH1～11 の 11 種類の pH の異なる溶液を 25mL ずつ 50mL ビーカーに用意した。ウールは pH10 以上では表面が損傷するという文献(g)があったため、pH1～10 の溶液とそれを確認するために、pH11 の溶液を用意した。1)の実験と同様に染色したウールをそれぞれの溶液に浸し、色の変化を観察した。

3) 結合を強くし染まりやすくする媒染剤[2]を用いることで色の変化を抑えることができるのかを調べるために次の実験を行った。
メチルオレンジの濃度が 0.1mol/L になるよう 1mol/L の酢酸水溶液にメチルオレンジを溶かした溶液 10mL に、硫酸銅、塩化鉄（Ⅲ）、塩化アルミニウムをそれぞれ 2mL ずつ入れた。ウールの紐をそれぞれの 3 種類の溶液に入れ、20 分間沸騰した水で湯煎して温めながら染色した。塩酸、水酸化ナトリウムを溶かし pH1～の 14 種類の pH の異なる溶液を 25mL ずつ用意し、染色後のウールをそれらに入れ色の変化を観察した。

3. 結果

1) 綿は色が落ち染まらなかった。ウールは橙色によく染まった。

写真１　メチルオレンジを染料として用い、ウールと綿を酸性溶液中で染めたあと乾燥させ後の様子（左が綿で、右がウール）

2) pH1～2 では濃い赤色で、pH3～9 では人参色、pH10 は橙色に染まった。
ウールは pH11 では、溶けていることが確認できた。

[2] 染色を助ける金属化合物。染料が直接繊維に結びつかないとき、あらかじめ繊維に適当な金属化合物の水溶液をしみこませておくと、金属イオンと染料分子が繊維上で結合して水に溶けない色素に変わり、丈夫な染色が得られる。媒染剤には金属塩といわれるアルミニウム塩、クロム塩、鉄塩、カルシウム塩などいろいろある。(b)

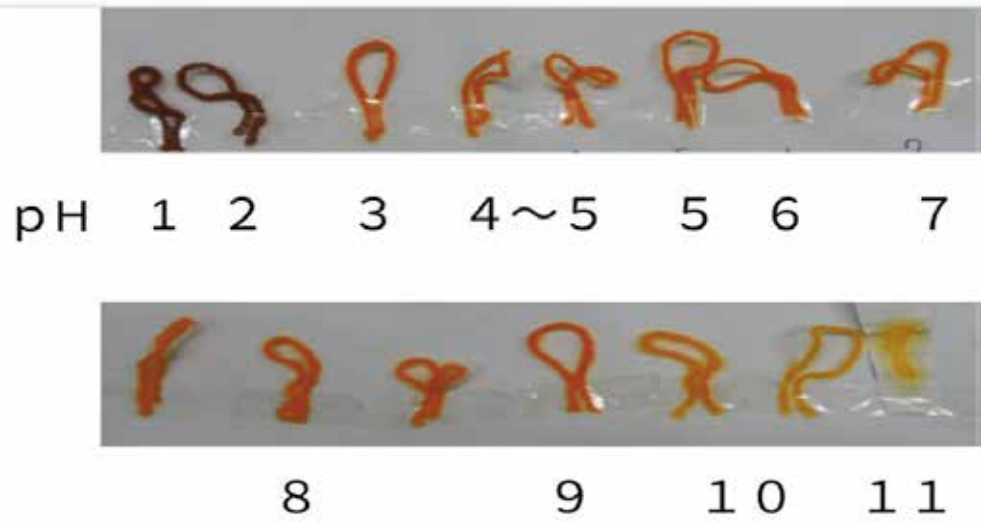


写真２　染色したウールを、pH1～11 の水溶液に浸したあと乾燥させた後の様子

3)　塩化アルミニウムを用い染めたウールは橙色、塩化鉄（Ⅲ）は赤みがかった橙色、硫酸銅は黄土色に染まった。

写真３　メチルオレンジを染料としてウールを媒染剤を入れた酸性溶液中で染色し、乾燥させた後の様子　（左から塩化銅、塩化鉄、塩化アルミニウム）

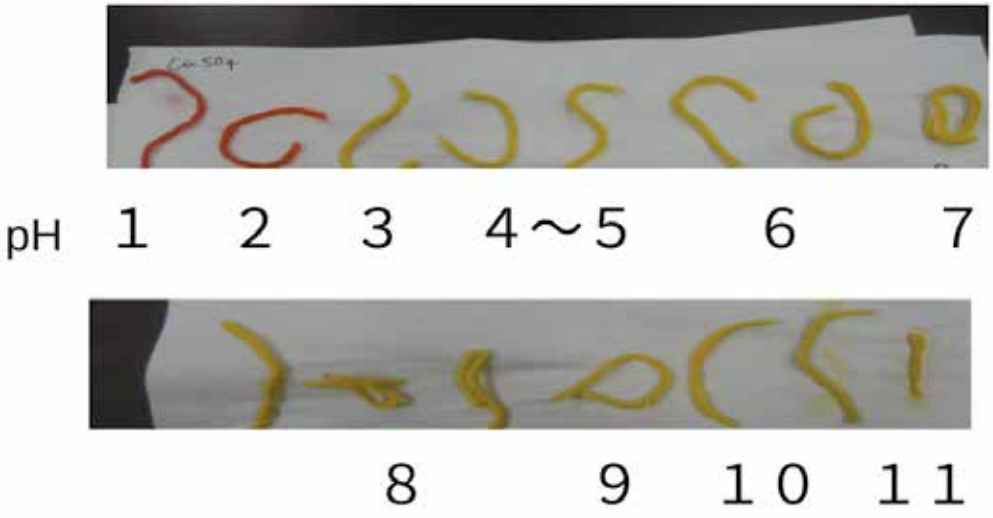


写真４　塩化銅を媒染剤として染色したウールを pH1～11 の水溶液に浸したのち乾燥させた後の様子

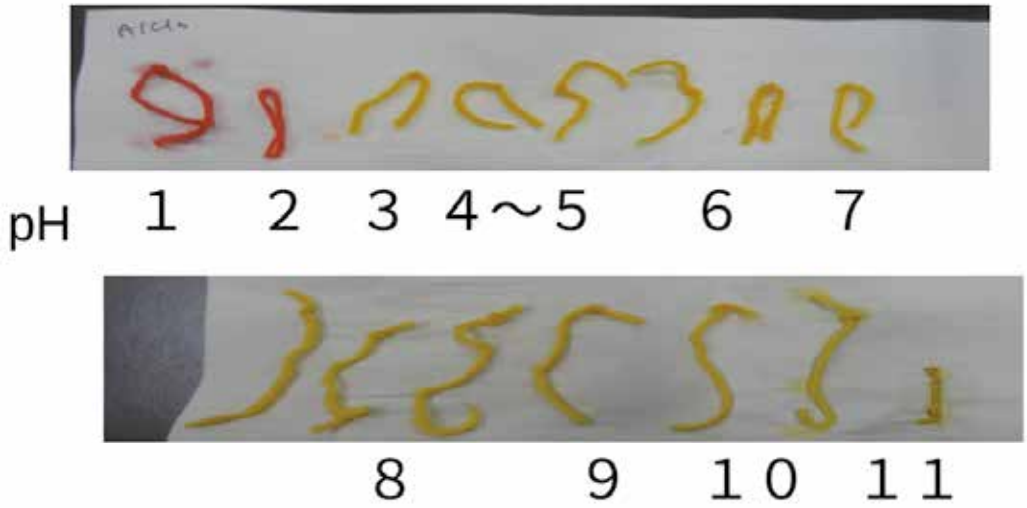


写真５　塩化アルミニウムを媒染剤として染色したウールを pH1～11 の水溶液に浸したのち乾燥させた後の様子

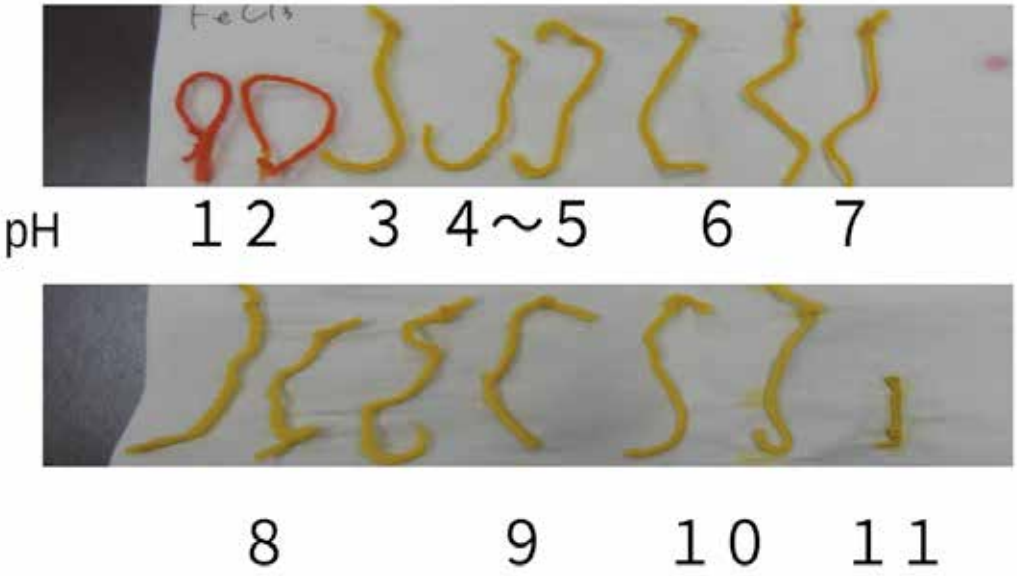


写真６　塩化銅を媒染剤として染色したウールを pH1～11 の水溶液に浸したのち乾燥させた後の様子

色に多少の違いはあったが、どのウールも pH1～2 では明るいオレンジ色に変化した。
媒染剤を使用した際も pH11 では表面が溶けた。

4. 考察

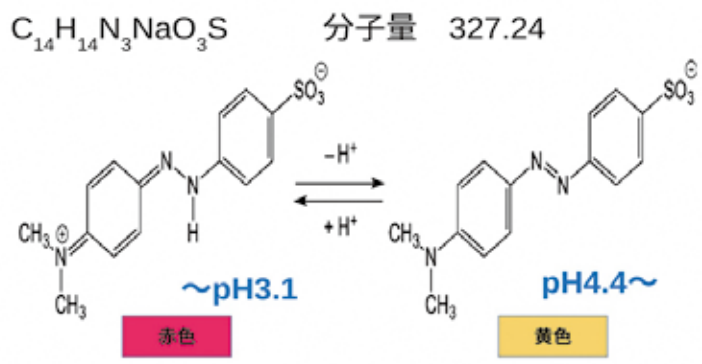


図２　メチルオレンジの構造式と pH の変化による構造の変化の様子

1)　実験１の結果から、ウールのペプチド結合のプラスの電荷を帯びている H とマイナスの電荷を帯びている O がメチルオレンジと結合したためウールは染まった。また綿は電荷を帯びにくい素材であるためメチルオレンジと結合せず染まらなかったと考えられる。しかし実験２の結果から、メチルオレンジは染色後も色が変化するため、酸性のときの真ん中の N は電荷を帯びているように見えるが、結合には使われていない。

2) 実験３の結果から実験で使用した硫酸銅、塩化鉄（Ⅲ）、塩化アルミニウムには pH の変化による色の変化を抑える能力がないことがわかる。また、私たちはそれぞれ媒染剤によってウールの色に違いがあるのは、密度の大きい金属ほどファンデルワールス力が大きくウールとより多く結合するため、媒染剤としての力が強いからではないかと考えている。

これから pH の変化によるメチルオレンジの色の変化を抑えることができる物質について考えていきたい。

5.謝辞
本研究を最後まで温かく見守り、適切な指導を賜った石津尊明先生、ありがとうございました。

6.参考・引用文献

(a)Chemical Book
https://www.chemicalbook.com/ProductCatalog_JP/121119.htm

(b)百科事典マイペディア　3版　平凡社

(c)キリヤ化学
kiriya-chem.co.jp/q&a/q43.html

(d)「化学」の授業で色の変化を見る－酸塩基指示薬を中心に－
jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/65/8/65_396_pdf

(e)サイエンスストック
science-stock.com/titration-curve/

(f)染色の違いによる繊維の識別法
center.esnet.ed.jp/uploads/07shiryo/05rika/03_dyestutts.pdf

(g)各種衣料用洗剤のウール製品に与える影響
https://www.jstage.jst.go.jp/article/senshoshi1960/22/9/22_9_397/_pdf

(h)百科事典マイペディア
https://kotobank.jp/dictionary/mypedia/658/

(i)study-Z
https://study-z.net/100185609/2

茶の廃棄物の有効利用

研究者氏名　須田沙雪・野々村穂羽・藤原陽・舟木里織
指導者名　吉田・和崎

1.序論

（1）背景

先輩方の先行研究(1)によって、地球温暖化を緩和するために茶の廃棄物に含まれるクロロフィルを活用する試みが行われていた。伊藤園とミズノが共同開発した人工芝の充填剤に緑茶の茶殻が使われ、従来のゴムを用いたものより７℃の温度上昇抑制効果が見られたと報告されている。

（2）目的

伊藤園とミズノが共同開発した充填剤と先輩方の研究結果を応用し、茶の廃棄物に含まれるクロロフィルよる温度上昇抑制効果がより大きく現れる方法を調べる。

（3）玉露、煎茶、抹茶の違い

玉露と煎茶を育てる木は同じである。玉露と抹茶は新芽から収穫の約３週間前から日光を遮り育てる（被覆)。なお、収穫時の遮光率は９０％にしたもののことを指す。一方で煎茶は新芽から収穫まで日光を当てて育てたものを指す。日光を遮ると十分な光合成ができないため葉によりより多くの葉緑体をつくり十分な栄養をつくれるようにしようとする。

・抹茶

1．被覆して育てた茶葉を収穫

2．茶葉を加熱して青殺し茶葉を揉捻せずに加熱乾燥したのち、臼でひく

	玉露	煎茶	抹茶
被覆	○	×	○
揉捻	○	○	×

・揉捻：製茶の工程で、茶葉をよくもむこと

・青殺：生葉に含まれる酵素の働きを止めるために熱を加える処理

2.研究手法

（1）目的

茶葉の種類および状態について効果が大きく現れるものを調べる。

（2）実験①

玉露と煎茶について葉の状態のものを乳鉢で細かく砕いて用いた。土のみ、各茶葉の粉と土を質量比で１：２、１：１で混ぜたものを用いた。

（3）実験②

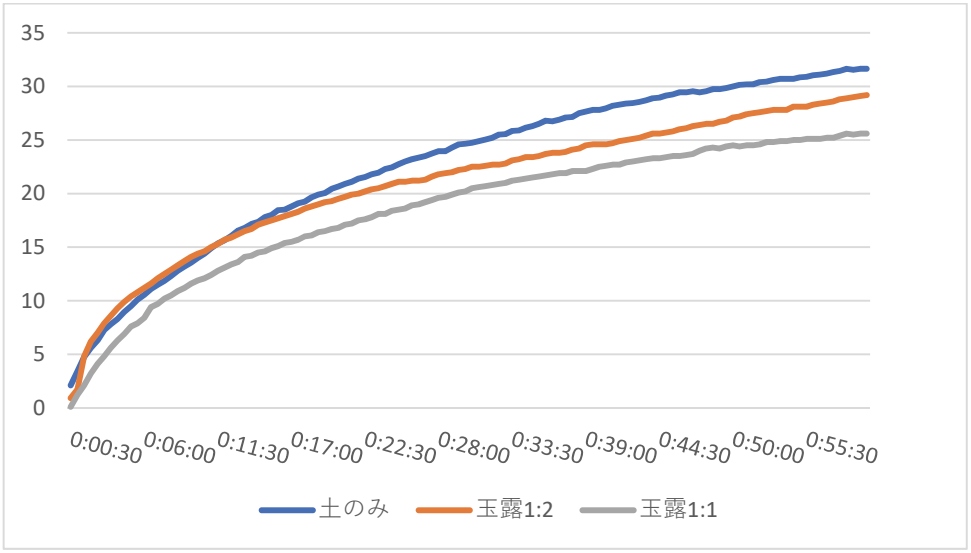
試料として玉露、煎茶、抹茶の光合成色素抽出液をそれぞれ用いた。土のみ、各茶葉の光合成色素抽出液と土（１：３）「５０ｇ：１５０ｇ」の比率で混ぜた土を作った。

（4）測定

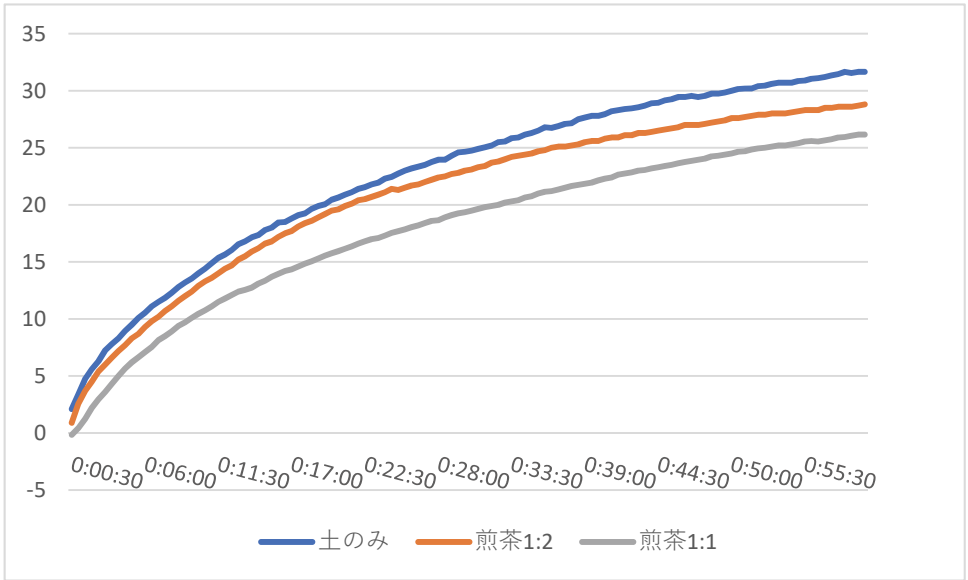
赤外線ライトで４５ｃm離れたところから 1 時間熱し、パーソナルコンピューターと連動した温度計を用いて温度の変動を３０秒ごとに記録した。

3　結果

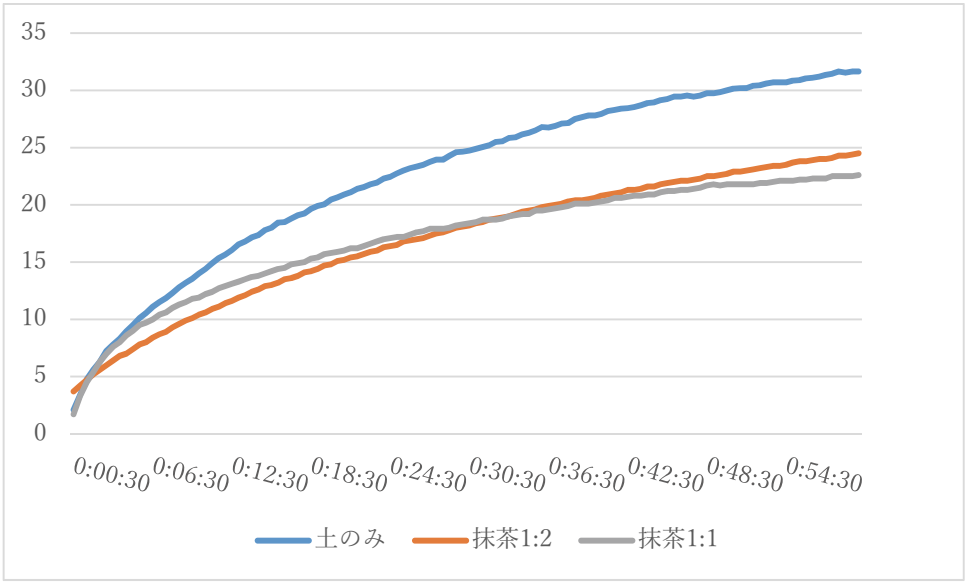
（1）　実験①



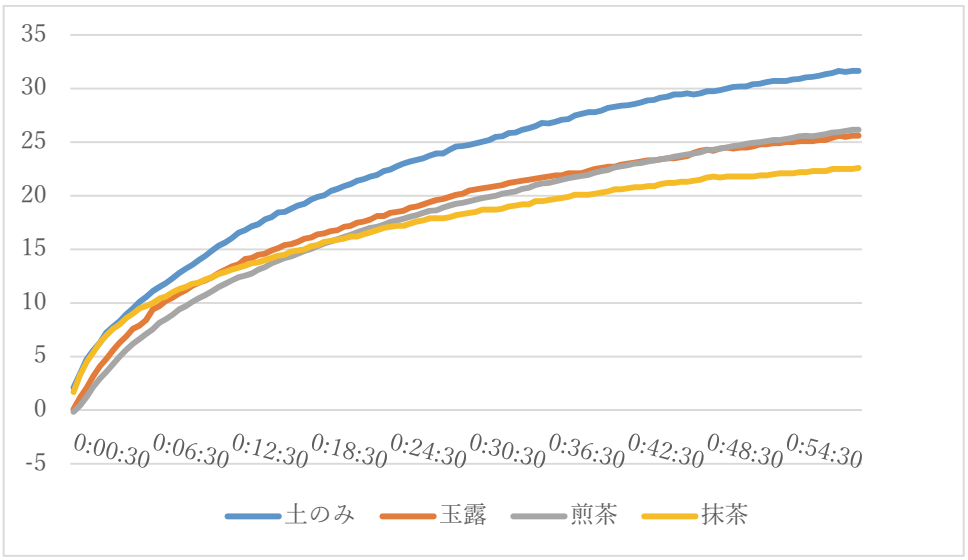
グラフ①　玉露の粉を混ぜた土の温度変化



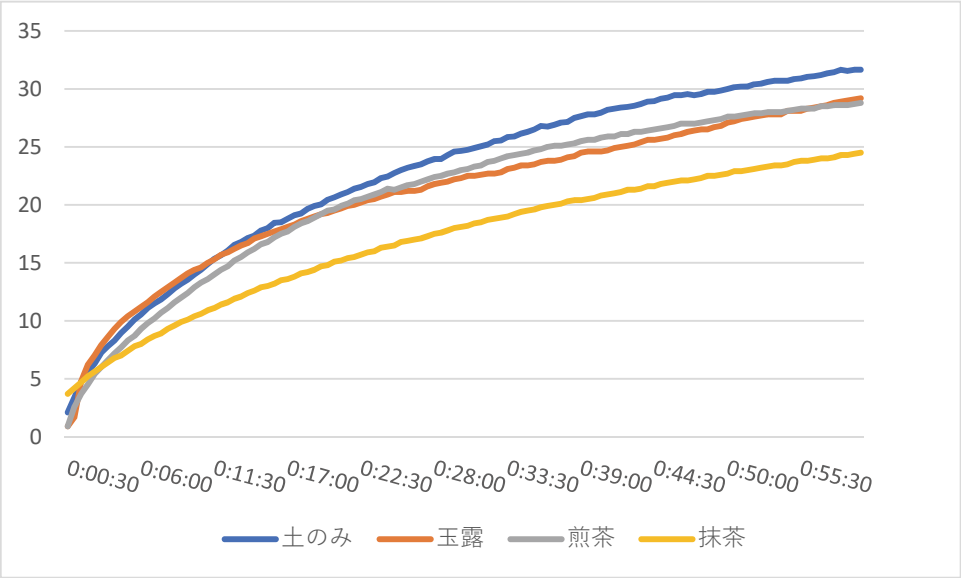
グラフ②　煎茶の粉を混ぜた土の温度変化



グラフ③　抹茶の粉を混ぜた土の温度変化



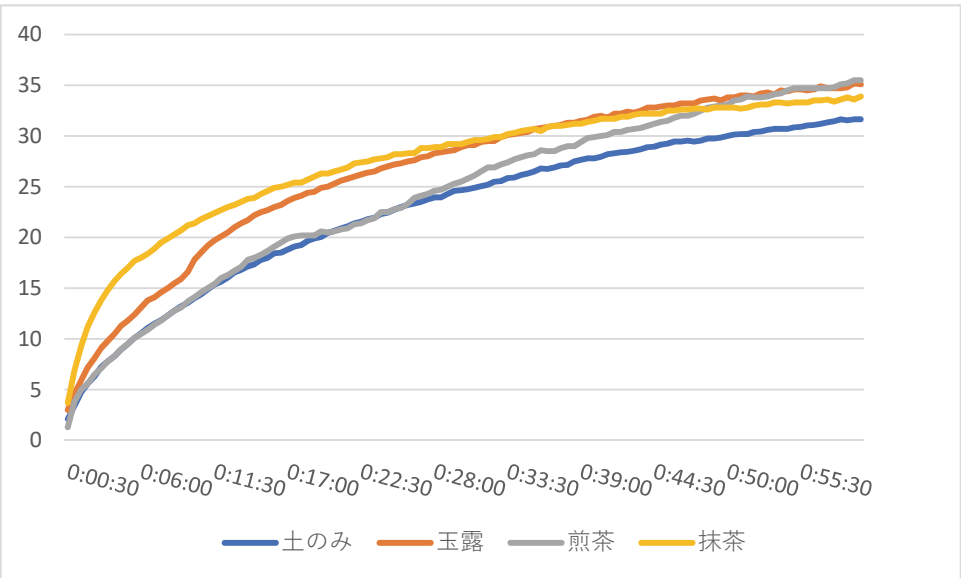
グラフ④　粉と土を１：１で混ぜた時の温度変化



グラフ⑤　粉と土を１：２で混ぜた時の温度変化

　土のみと比べ、土に粉を混ぜたもので温度上昇抑制効果が見られた。抹茶はその中でも一番温度上昇抑制効果が大きかった。グラフ①および②より煎茶と玉露の粉では似たような結果が得られた。

（２）実験②



グラフ⑥　光合成色素抽出液と土を１：３で混ぜた時の温度変化
グラフ⑥より光合成色素抽出液は土のみのものより温度が上がった。

４.考察

実験で用いた３種類の茶の廃棄物は、どれも土に茶の粉を混ぜることで温度上昇抑制効果が見られた。このことから３種類の茶の廃棄物には、クロロフィルの温度上昇抑制効果があるといえる。表①、表②の実験で用いた茶の廃棄物の粉は葉の状態だったものを乳鉢ですりつぶして用いており、粒子の大きさが土より大きいため、粉を混ぜたことで、土中に含まれる空気が多くなっていると考えられ、クロロフィルの効果だけでなく、土の熱容量が大きくなったことによる温度上昇抑制効果もあると考えられる。その一方で、表③の実験で用いた抹茶の粉は、すりつぶしてできた粉に比べて粒子の大きさが土に近く、土に混ぜても熱容量の大きさはあまり変わらないと考えられる。また３種類の廃棄物の中で一番効果が大きかったことから表③の実験がクロロフィルの温度上昇抑制効果をもっともよく示していると考える。

また、表④、表⑤から１：２より１：１ほうが温度上昇が抑制された。このことから土に混ぜる茶の廃棄物の割合が高いほど効果が大きい。

光合成色素抽出液を土に混ぜて行った表⑥の実験は、土のみのものよりも温度が上がってしまった。このような結果になったのは液体である光合成色素抽出液を混ぜたことで、熱容量が小さくなったことによると考えた。また、液体を混ぜた土の乾燥が不十分であったことにより、実験中に蒸発熱の影響が表れた可能性もある。

５.謝辞

抹茶、茶殻の提供をしてくださった株式会社中村茶舗様、課題研究を行うにあたり多くの助言をくださった吉田先生、和崎先生ありがとうございました。

６.参考文献

・伊藤園
https://itoen.co.jp/news/detail/id=25138
・お茶海苔宇治園
https://www.ujien.jp/lecture/kind/gyokuro- sencha/index.html
・ささら屋
https://www.sasaraya.com/blog
・まなびをつなぐ　ほうじ茶入門
https://hoji-tumugu.com/spin_learn

ゲル中における $FeCl_2$ を用いたリーゼガング現象

廣澤寧己　田中小雪　野々村柊星　渡部創平

Summary

Uses iron (ii) ions, which cause the coloration of blue agate, to clarify the conditions of Liesegang rings cheaper and more accurately. For that we researched the difference of striped pattern due to concentration of reagent.

1. 背景

1 年生のフィールドワークで観察した島根の青メノウに興味を持った。調べてみるとメノウの独特な模様には振動反応の一種であるリーゼガング現象が関わっていることがわかった。調べたリーゼガング現象の実験は、二クロム酸カリウムを含むゲルに硝酸銀水溶液を加え縞状の沈殿（クロム酸銀）を生じさせるものだった。この実験で用いる硝酸銀は高価な試薬であり、その他の試薬の組合せでリーゼガング現象を観察しようと試みたが、文献にある他の試薬の組み合わせでうまく縞模様をつくることができなかった。

そこで、初めに興味を持った出雲の青メノウの発色に関わる物質を用いて、リーゼガング現象を観察したいと考えた。

2. 目的

本研究では，島根の青メノウの発色原因である鉄(Ⅱ)イオンを用いて，安価で確実にリーゼガング現象が観察できる条件を明らかにすることを目的に，試薬の濃度によるリーゼガング環のでき方の違いなどを調べた。

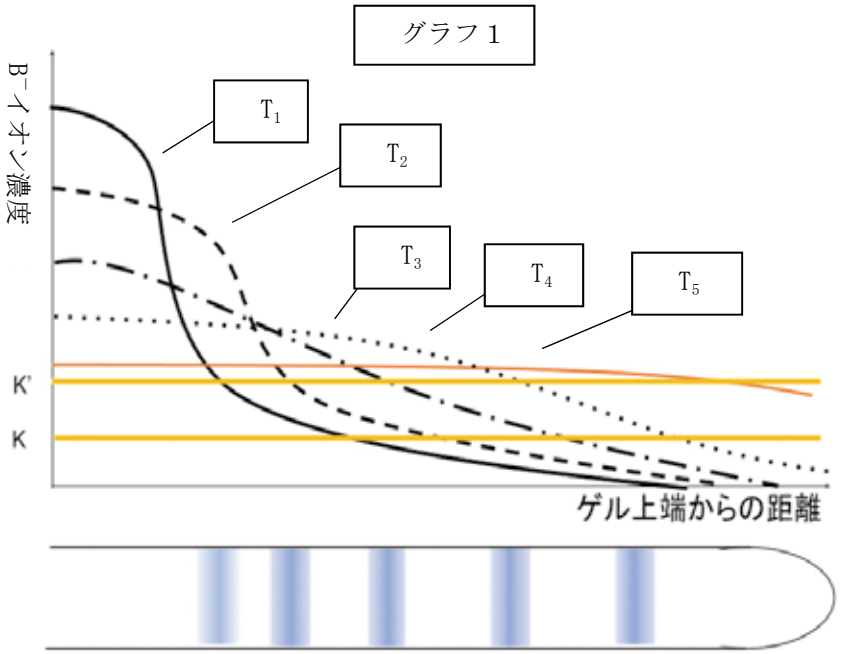
3. 意義

安価な試薬を使うことで実験が行いやすくなる。また鉄(Ⅱ)イオンの濃度によるリーゼガング環のできかたの違いを明らかにすることで、確実にリーゼガング現象が再現できるようになる。

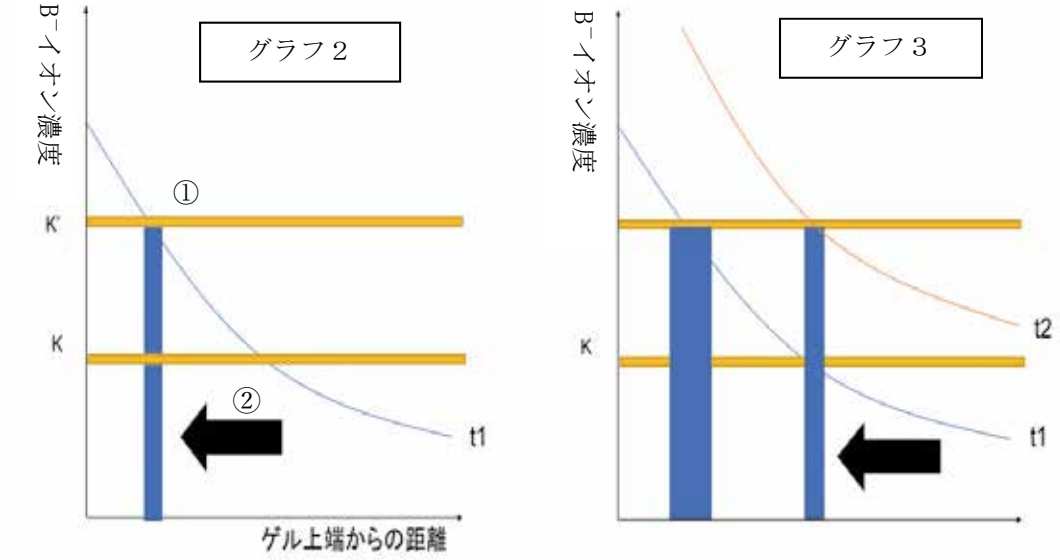
4. 縞模様ができる原理

試験管の実験においてゲル中のイオンを A^+、加える溶液に含まれるイオンを B^-とし、この２つのイオンが結合し沈殿が生じるものとして説明する。ゲルに溶液を加えてから時間がたつほど B^-はゲル上部から下部へ移動していく。この時間変化を表したものがグラフ１である。縦軸は B^-の濃度、横軸はゲルの上端からの距離を表している。グラフの傾きは濃度勾配である。溶液を加えて間もない時（T_1）ではをはゲルの上端に B^-が偏って分布している。時刻が t_1、t_2、…と進むほどゲル中の B^-の濃度は均等になっていく。

ここでB^-に２つの濃度を設定する。１つは溶解度積に達するB^-の濃度であり、Kとする。この濃度をこえるB^-は、あらかじめ生成している沈殿核があればそれを中心に沈殿になる。もう一つは沈殿の核ができ始めるB^-の濃度であり、K’とする。ゲル中に新しく核ができるには、核を中心に沈殿が成長するときに比べ余分なエネルギーが必要であり、K’より高い濃度でないと核はできない。



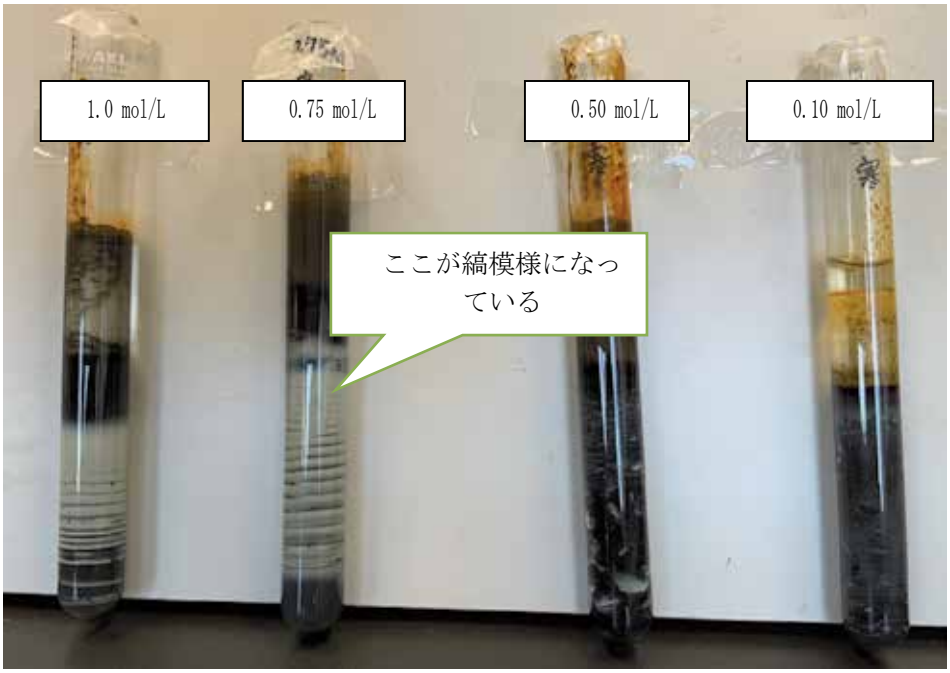
ある時刻でB⁻がグラフ２のｔ1のような濃度とする。このときB⁻が多く存在する上部でB⁻がK'に達しているので沈殿の核ができる（グラフ２①）。それにより、KまでのB⁻は核に引き寄せられ縞ができる（グラフ２②）。縞と縞の間の部分では新しく核を作るほどのB⁻はない。さらに時間が進む（ｔ2）とグラフ３のようにB⁻が存在する位置でB⁻がK'に達する。この部分で核ができ、沈殿ができてB⁻が消費される。これが繰り返され、縞模様になると考えられる。



5. 実験方法と結果

実験 1

- 目的
  - ○ 縞模様がはっきりと見られる鉄(Ⅱ)イオンの濃度明らかにする。
- 手順
  - ○ $FeCl_2$の１.０ mol/L, 0.75 mol/L, 0.50 mol/L, 0.10 mol/L 水溶液を別々の試験管に入れ、それぞれに寒天 0.15g ずつ加え、ガスバーナーで加熱して溶かした。この試験管を放冷し電解質ゲルの入った試験管を作成した。各濃度の試験管を２本ずつ用意した。
  - ○ それぞれの試験管にアンモニア水の原液をゆっくりと加え、2、3 日放置した。
- 結果
  - ○ すべての試験管で鉄(Ⅱ)イオンとアンモニアが反応したことによる $Fe(OH)_2$ の沈殿が観察されたが、色や模様のでき方に違いが見られた。鉄(Ⅱ)イオンが 1.0 mol/L と 0.75mol/L の試験管では白い部分が多く、はっきりした縞模様が見られた。0.50 mol/L と 0.10 mol/L の試験管では緑色の部分が多く縞模様は観察できなかった。



- 考察
  - ○ 0.75mol/L と 1.0 mol/L で行った実験では、鉄(Ⅱ)イオンの濃度が十分だったので $Fe(OH)_2$ の白い沈殿ができ、0.10 mol/L と 0.50 mol/L で行った実験では、は沈殿ができるために十分な濃度の鉄(Ⅱ)イオンがなかったため、沈殿ができなかったのではないか。
  - ○ また、緑色になった部分は鉄(Ⅱ)イオンとアンモニアから生じる別の物質（例えば錯イオンのような）が生じている可能性がある。この物質の生成はアンモニアの濃度に依存しているのでないか。

実験２

目的

アンモニアや鉄(Ⅱ)イオンの濃度によって、生じる物質にどのような違いがあるのか調べる。

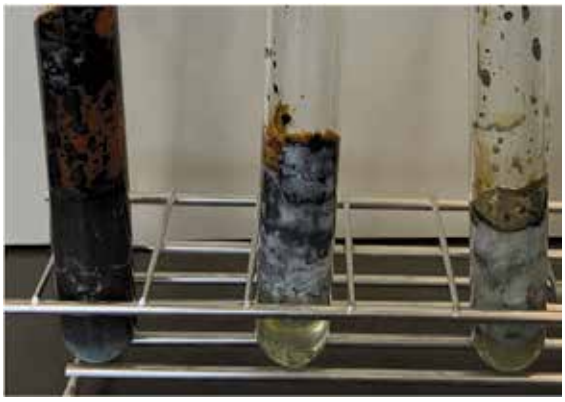
手順

① 1.0 mol/L 塩化鉄(Ⅱ)水溶液に、次の濃度のアンモニア水をそれぞれ加え変化を観察した。アンモニアの濃度は左から、原液の 1 倍，1/2 倍，1/10 倍。

② アンモニアの原液に、次の濃度の塩化鉄(Ⅱ)水溶液を加え溶液の色の変化を観察した。塩化鉄(Ⅱ)水溶液の濃度は左から 0.10 mol/L, 0.50 mol/L, 1.0 mol/L。

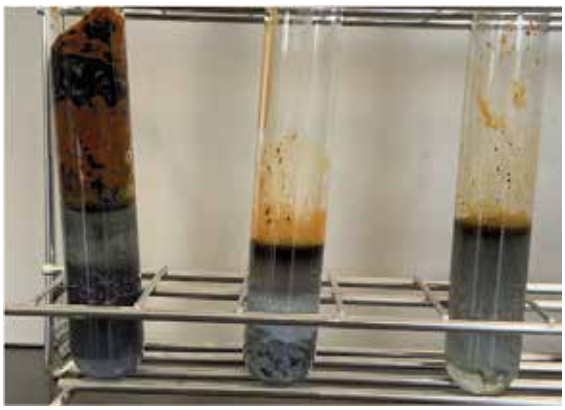
結果

①



アンモニアの濃度が大きい試験管で、顕著に濃い緑色の物質が生成している。

②



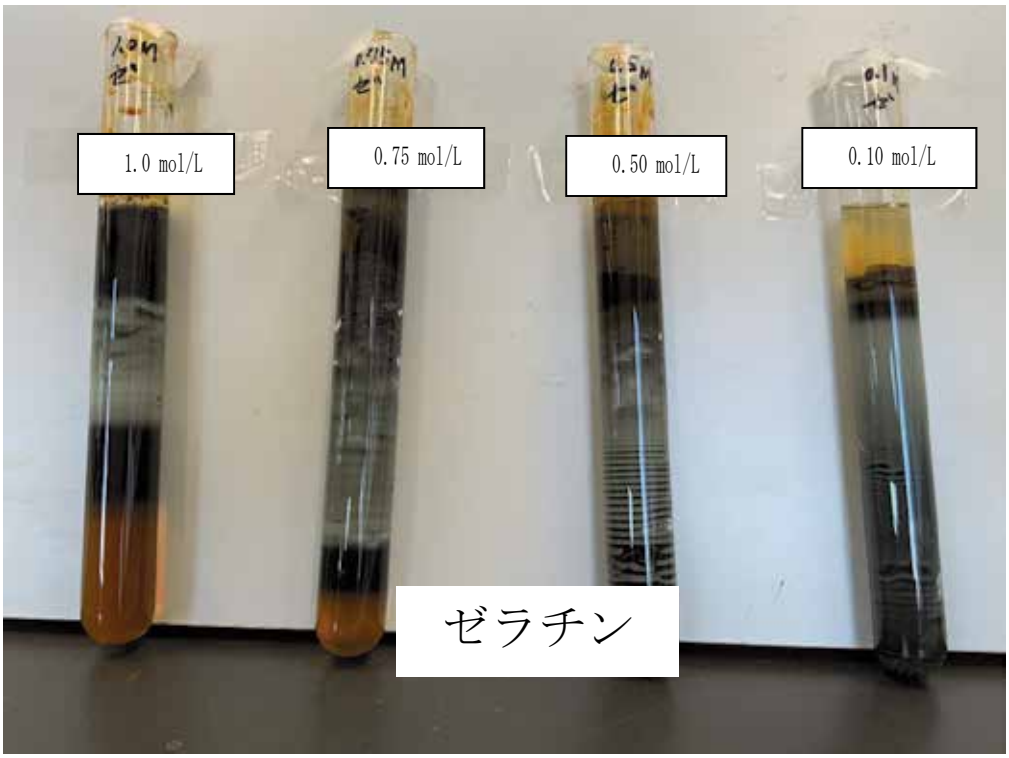
塩化鉄(Ⅱ)の濃度が大きいほうが、緑白色沈殿が多く生成している。いずれの試験官でも沈殿以外に濃い緑色に変化している部分が見られる。

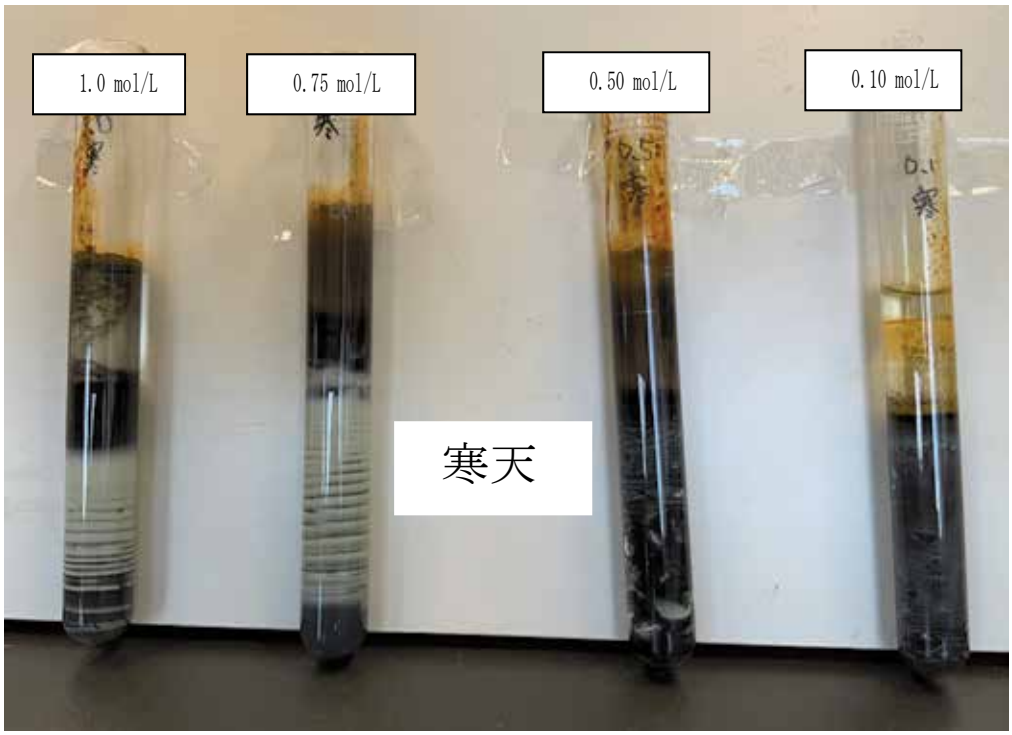
考察

鉄(Ⅱ)イオンの濃度が $Fe(OH)_2$ の沈殿生成に十分な大きさであれば、緑白色の沈殿が生じる。アンモニアの濃度が高い場合には濃い緑色の物質が生成する。

実験３

- 目的
  - ○ 凝固剤の違いによるリーゼガング環のでき方の違いを明らかにする。
- 手順
  - ○ $FeCl_2$ 水溶液の濃度は実験１と同じにし，寒天の代わりにゼラチンを 2.0g ずつ入れ、溶液が沸騰しない程度にガスバーナーで加熱しゼラチンを溶解させた後，冷却して $FeCl_2$ 水溶液ゲルを作成した。各濃度２本ずつ用意した。
  - ○ 実験１と同様、それぞれの試験管にアンモニア水の原液をゆっくりと加え、2、3 日放置した。
- 結果
  - ○ $FeCl_2$ の濃度が 0.50mol/L の試験管で最もはっきりした縞模様が観察できた。
  - ○ ゼラチンを使用した実験では、均一なゲルをつくることが難しかった。0.75mol/L , 1.0 mol/L の試験管の下部が赤っぽくなっているのはゼラチンがなかなか溶解せず長時間加熱したため、鉄(Ⅱ)イオンが酸化され鉄(Ⅲ)イオンに変化したためだと考えられる。
  - ○ 寒天を使用した実験では、$FeCl_2$ の濃度が 0.10 mol/L , 0.50mol/L の試験管では縞模様が見られなかった。1.0 mol/L、0.75mol/L の試験官で、はっきりした縞模様が見られた。





考察

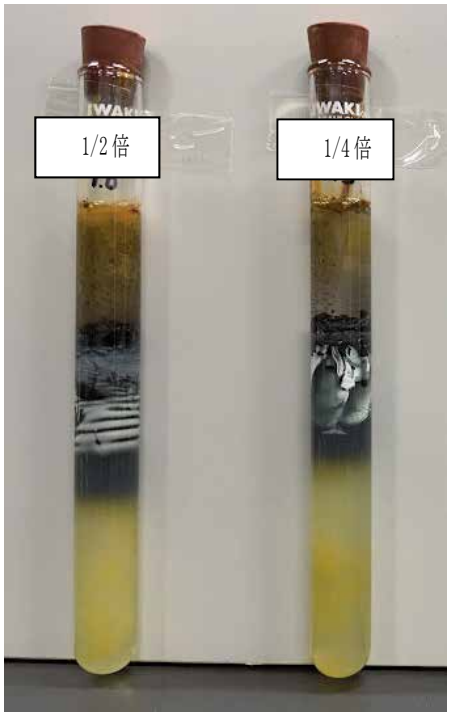
- ○ 凝固剤の違いによってはっきりしたリーゼガング現象が観察できるイオン濃度が異なることが分かった。
- ○ 凝固剤は、簡単に均一なゲルを作ることができる寒天のほうが適していると考えた。

これまでの実験から，以降の実験は均一な濃度のゲルをつくりやすい寒天を用いて行うことにした。

また、塩化鉄(Ⅱ)の濃度を 0.75～1.0 mol/L と比較的高い濃度にしたほうがはっきりした縞模様を観察することが分かったので、鉄(Ⅱ)イオンの濃度を 1.0 mol/L で一定にし、アンモニアの濃度を変えて実験を行うことにした。

実験４

- ● 目的
  - ○ アンモニアの濃度の違いによる縞模様のでき方の違いを観察する。
- ● 手順
  - ○ 1.0 mol/L $FeCl_2$の寒天ゲルを実験３と同様に作成した。
  - ○ 作成した寒天ゲルにアンモニア水をゆっくりと加え、2、3 日放置した。アンモニアの濃度は、原液を２倍に希釈したものと４倍に希釈したものの２種類用意した。
- ● 結果
  - ○ アンモニアの濃度を 1/2 希釈したものではっきりした縞模様が見られた。



- ● 考察
  - ○ 今回の実験を通して、鉄(Ⅱ)イオンが 1.0 mol/L、アンモニアが原液の 1/2 希釈の場合が、もっとも安定してリーゼガング現象を観察することができることが分かった。

6. 成果

新しい試薬の組み合わせで安定してリーゼガング現象を観察できる条件を明らかにした。この試薬は、従来行われていたものに比べ安価で安定したリーゼガング現象を確認することができる。

花火の広がり方

研究者氏名　亀山大翔・古山大貴・柳原英斗
指導者氏名　玉木先生

１、序論

（１）背景

花火について調べていた。その中で、爆発して花火玉の中の火薬が飛散しているのに、花火が空で形を保ったまま広がることに疑問を持った。その原理を調べたが、答えを見つけることができなかった。そこで、自分たちで研究をしてみることで何か新しい発見ができるのではないかと考えた。

（２）目的

花火についてさらに調べると、花火が打ち上がったときに花火玉の中の火薬が花火玉に詰められている形通りに空に飛散することが分かった。その広がり方にはなにが関係しているかを明らかにするために研究を行うことにした。

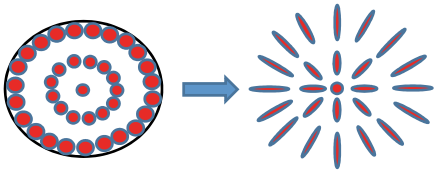


図１　花火の広がるイメージ図

２、研究手法

（１）目的

文献から花火玉の中の星は大きなものの方が遠くまで飛翔するため、花火玉の外周に大きな星が、内周に小さな星が配置してあると分かった。

このことから、花火の火薬の広がり方には空気抵抗が関係していて、大きいもののほうが空気抵抗による影響が少ないという仮説を立てた。

そして、大きさの異なる物体では大きな物体の方が小さな物体よりも空気抵抗によって受ける影響が少ないということを得るために実験をした。

（２）方法と理由

実験では発泡スチロールの直径 30㎜，40㎜，50㎜，60㎜，70㎜，80㎜，100㎜ の球体を用意して、５ｍ、９ｍの高さから落としその速さを求めるという方法を用いた。

この方法を用いた背景として、実際に花火を打ち上げることは不可能であった。その中で実際の火薬の散らばりを再現するために、実際より短い距離でも空気抵抗をより受けるように、密度が低く、また落としても安全だと考えられる発泡スチロールを火薬に見立てて実験を行った。

この方法の精度としては屋外で行った実験であるため、特に風などの自然による影響を受けやすい点が懸念される。

また、実際の運動では、星に初速度が与えられているが、この方法では初速度が与えられていないので、初速度が与えられているときは変わってくる可能性がある。

（３）試料

表１に示すような規格の発泡スチロール、巻き尺、ストップウォッチ、録画機器を使用した。

表１　使用した発泡スチロールの直径、重量、密度

直径(mm)	30	40	50	
重量(g)	0.64	1.69	3.59	
密度	45.27	50.4	54.85	
直径(mm)	60	70	80	100
重量(g)	2.2	3.13	4.78	8.09
密度	19.45	17.42	17.83	15.45

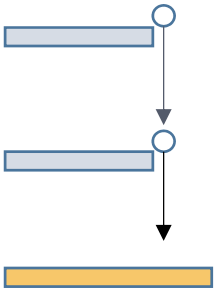


図２　実験図

（４）手順

発泡スチロールを一定の高さの場所から落とし、その落下の様子を録画した。

録画した映像から地面に到達するまでの時間を計測した。

計測した時間から、物体の速さをそれぞれ計算した。

これを５ｍ地点から落とす場合と９ｍ地点から落とす場合の２通り行った。

今回の実験では、一つの球に対して２回実施した。

（５）分析

得られたデータをグラフに表してそのグラフの形から空気抵抗と物体の大きさについての結論を出した。球の落下する距離をｈ（ｍ）、球を離してから地面に達するまでの時間をｔ（ｓ）、平均の速度をｖ（ｍ／ｓ）とおいて、ｈ／ｔ＝ｖから平均の速度を導出した。

（６）結果

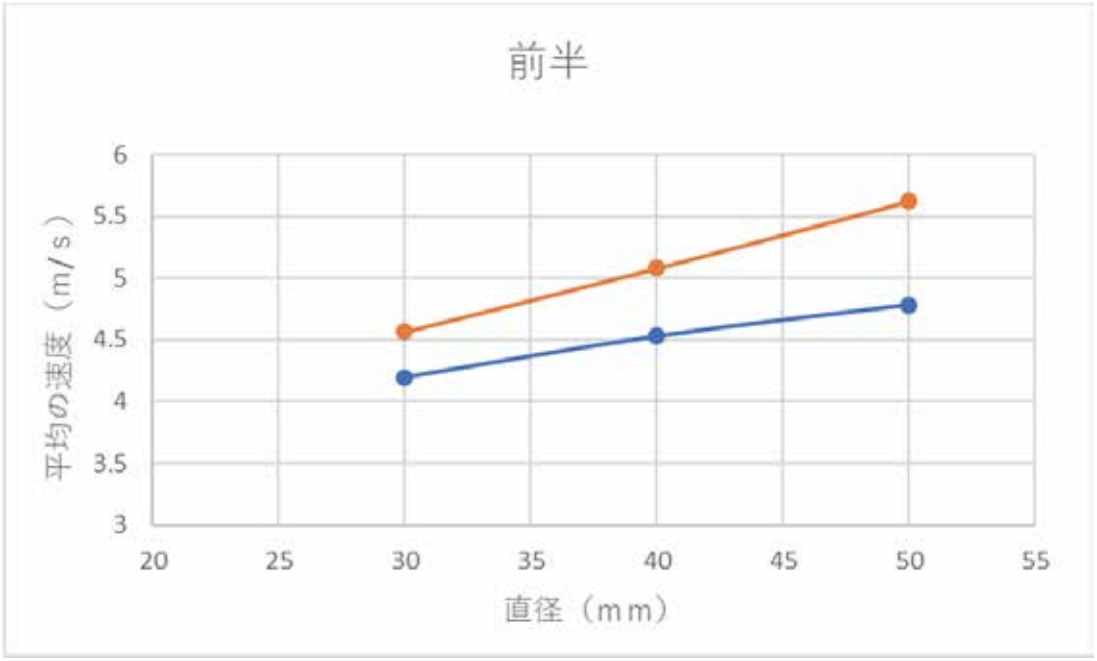


図３　30㎜～50㎜の球を落下時の直径と平均速度の相関グラフ

青：５ｍ地点、オレンジ：９ｍ地点

図３から５ｍ地点、９ｍ地点ともに右上がりのグラフとなり、直径と平均の速度にほぼ一次関数的な関係が成り立っていると考えられる。

60㎜～100㎜(青５ｍ地点、オレンジ９ｍ地点)

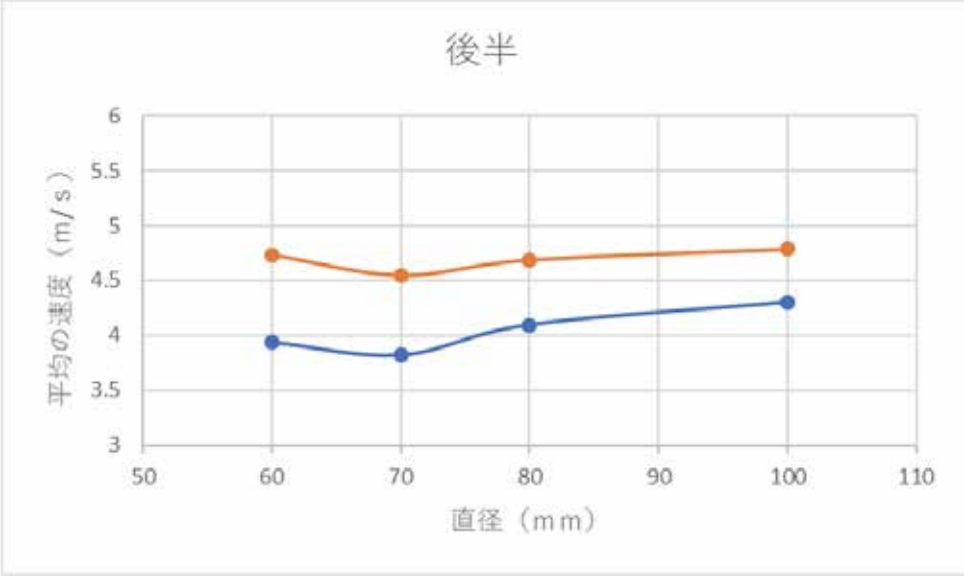


図４　60㎜～100㎜の球を落下時の直径と平均速度の相関グラフ
　青：５ｍ地点、オレンジ：９ｍ地点

図４より５ｍ地点、９ｍ地点ともに直径７０ｍｍよりも小さい直径６０ｍｍの方が平均の速度が速いことがわかった。
また、５ｍ地点、９ｍ地点ともに似た形のグラフとなっており、直径の違いによる速度の差がみられなかった。

３、考察
結果から空気抵抗には密度が関係していると考えられる。質量が大きい 60㎜～100㎜ よりも密度が高い 30㎜～50㎜ の方が平均の速度が速くグラフもより直線的であるため、密度が高い物体だと直径の違いで速度に差が出やすいと考えられる。
そのため、30㎜～50㎜ と比べて 60㎜～100㎜ はあまり変化がなかったという結果の原因の１つとして、60㎜～100㎜ は密度が低いためだと考えられる。
このことから、実際の花火では、ある程度の密度の差によって物体の速度がそれぞれ変化していると考えられる。
しかし、この実験で 60㎜ が 70㎜ よりも落下速度が速くなったことが疑問である。密度に差があまりないことでグラフが緩やかになることは理解できるが、逆転してしまっているのでこの原因を見つけていきたい。

４、結論
今回、花火の広がり方には何が関係しているのかを明らかにするために研究をして、空気抵抗という１つの例を出した。そして、予想通りの形のグラフになったものもあれば、予想と異なる形のグラフになったものもあり、完全に空気抵抗が関係していると断言できなかった。今は、可能性の１つでしかないので、今後、より確実なものにしていければと思う。
また、今回は初速を与えずに実験を行っているが、実際の花火では初速が与えられていて落下運動ではなく、上方向に運動しているものもあるので初速を与えた場合、上方向に運動させた場合についても検証していく必要がある。

５、参考文献
久保田浪之介　(1996)　「SCIENCE AND TECHNOLOGY」　日刊工業文社
流体工学部門：流れの読み物：楽しい流れの実験教室：大きい球と小さい球２（同密度）
https://jsme-fed.org/experiment/2018_10/002.html

何で都会、田舎は決まるのか　　ークラスター分析による検討ー

研究者氏名：石原　優宇・成相　翔宥
濱本　将里・布村　颯
指導者：市本　博之

1.序論

（1）背景

私達が住む島根県は田舎とされるが、調べても何が都会、田舎を決めるのか定義しているものはなかった。そのため、何をもって都会、田舎を決めているのか、要素を見つけたいと考えた。この要素をデータ、数字の観点から客観的に島根県が田舎か判断したいと考えた。

（2）目的

何が都会、田舎を分けるのかデータの面から判断する基準を求めたいと考えた。

（3）意義

島根県は、少子化、都市への人口流出等の影響により、現在進行形で人口が減少している。特に、隠岐諸島や県西部では顕著である。どの要素が都会、田舎を決めるのかを発見することで地域が効率的に地域おこしをするために改善すべき点が分かるのではないかと考えた。

2.研究手法

（1）目的

クラスター分析を用いた。都会、田舎を判断する上で基準が存在しないことから、データの基準を用意する必要がなく、47 都道府県を分類するにはクラスター分析を用いることが最良の方法だと考えた。

（2）方法と理由

以下の方法で行った。

まずはじめにどの都道府県が都会郡に属するか予想した。東京、大阪、神奈川、愛知である。e-stat から各都道府県についてのデータを収集した※。

そしてクラスター分析をフリーソフト「KNIME」を用いて行った。このとき階層型、非階層型の2種類の分析を行った。非階層型クラスター分析はクラスタ数（グループ数）をこちらで指定することができる。また本論文において非階層型クラスター分析の結果は表右端0、1で表した。

そしてその結果をもとに私達の予想した都道府県の郡を見て取れるかを考えた。

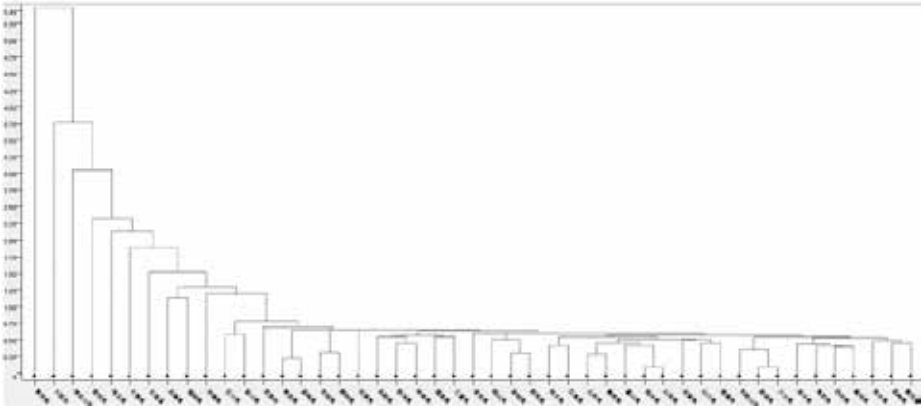
※e-stat が定める「分野」から7つ要素を選出した。人口、県内総生産、学校数、住宅数、病院数、実収入、乗用車保有台数である。それぞれの分野の中から、都会、田舎の間で差が付き得ると予想した要素を選出した。

3.結果

図1　7要素すべてを用いた階層型、非階層型クラスター

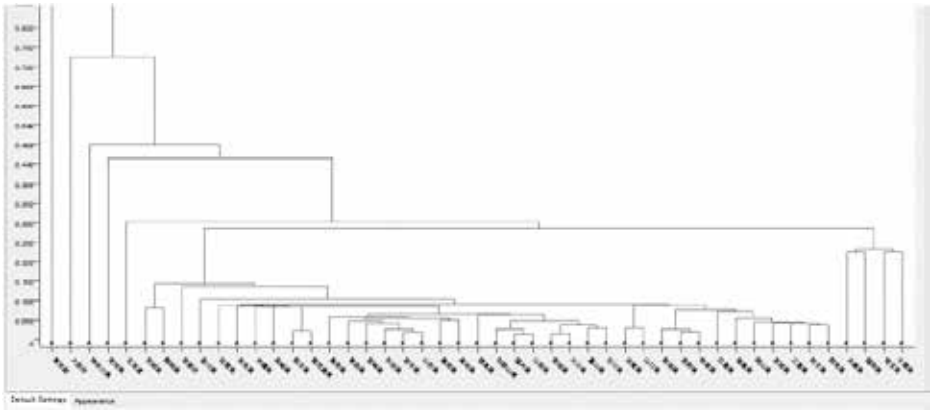
RowID	総人口【 人	学校数/面	県内総生産	住宅数/面	病院数/面	生活保護者	乗用車保有	実収入(二	Cluster
埼玉県	1.678441	0.988509	-1.04299	0.898089	0.892569	0.791122	2.029088	3.182512	cluster_0
千葉県	1.285955	0.469298	-0.714	0.39674	0.284277	0.649431	1.614177	1.34082	cluster_0
東京都	4.042349	4.654374	5.499127	4.952073	4.418912	3.938996	1.934807	1.828643	cluster_0
神奈川県	2.343256	2.225491	0.046623	2.409036	1.754403	1.676681	1.852385	0.534793	cluster_0
愛知県	1.75111	0.709021	1.402323	0.541565	0.401673	0.523304	3.069527	-0.46912	cluster_0
大阪府	2.203314	3.481772	1.159709	3.143178	4.012154	3.729728	1.570232	-0.55342	cluster_0
福岡県	0.870446	0.426868	0.102322	0.287862	0.916862	1.204677	1.397164	-0.13988	cluster_0
北海道	0.922969	-0.61073	-0.29242	-0.45068	-0.56244	1.759345	1.582544	-0.0424	cluster_1
青森県	-0.51746	-0.47343	-0.57731	-0.4102	-0.50721	-0.2157	-0.62482	-1.5466	cluster_1
岩手県	-0.5243	-0.55214	-0.56078	-0.44595	-0.5722	-0.48535	-0.61039	-0.16157	cluster_1

図2　7要素から人口を抜いたデータを用いた階層型、非階層型クラスター



RowID	学校数/面	県内総生産	住宅数/面	病院数/面	生活保護者	乗用車保有	実収入(二	Cluster
埼玉県	0.988509	-1.04299	0.898089	0.892569	0.791122	2.029088	3.182512	cluster_0
東京都	4.654374	5.499127	4.952073	4.418912	3.938996	1.934807	1.828643	cluster_0
神奈川県	2.225491	0.046623	2.409036	1.754403	1.676681	1.852385	0.534793	cluster_0
愛知県	0.709021	1.402323	0.541565	0.401673	0.523304	3.069527	-0.46912	cluster_0
大阪府	3.481772	1.159709	3.143178	4.012154	3.729728	1.570232	-0.55342	cluster_0
北海道	-0.61073	-0.29242	-0.45068	-0.56244	1.759345	1.582544	-0.0424	cluster_1
青森県	-0.47343	-0.57731	-0.4102	-0.50721	-0.2157	-0.62482	-1.5466	cluster_1
岩手県	-0.55214	-0.56078	-0.44595	-0.5722	-0.48535	-0.61039	-0.16157	cluster_1
宮城県	-0.29443	0.274245	-0.27137	-0.34754	-0.25747	-0.01685	-1.37553	cluster_1

図3　7要素から実収入を抜いたデータを用いた階層型、非階層型クラスター
　　図1と大きな変化は見られない



RowID	総人口【 人	学校数/面	県内総生産	住宅数/面	病院数/面	生活保護被	乗用車保有	Cluster
埼玉県	2.925527	3.655441	-1.59592	4.11224	3.316311	1.917508	2.360291	cluster_0
千葉県	2.312696	2.104834	-1.00638	2.298704	1.521663	1.646766	1.904978	cluster_0
愛知県	3.038993	2.820758	2.786032	2.822583	1.868018	1.405765	3.502046	cluster_0
兵庫県	1.867256	0.727599	0.533886	0.796945	0.826849	2.082276	1.304562	cluster_0
福岡県	1.663915	1.978118	0.456452	1.90486	3.387981	2.707723	1.666833	cluster_0
北海道	1.745925	-1.12063	-0.25092	-0.76667	-0.97642	3.767574	1.870264	cluster_1
青森県	-0.50318	-0.71059	-0.76144	-0.62023	-0.81345	-0.00632	-0.55204	cluster_1
岩手県	-0.51385	-0.94567	-0.73182	-0.74955	-1.0052	-0.52156	-0.53621	cluster_1

図4　7要素から人口、実収入を抜いたデータを用いた階層型クラスター

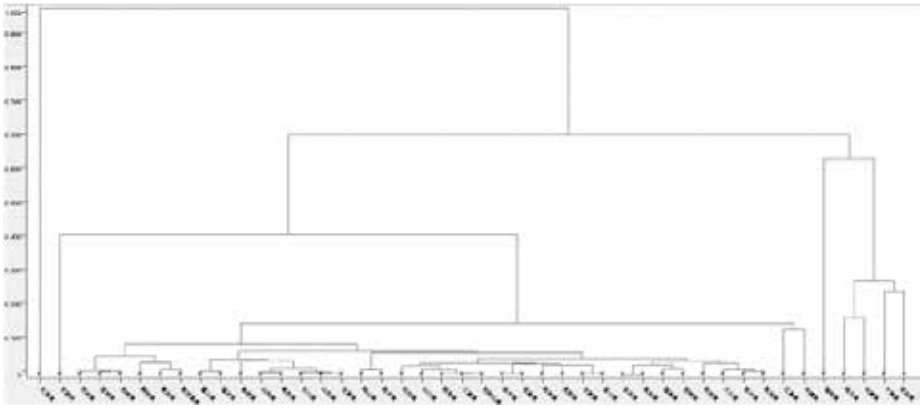


図5　7要素から人口、学校数を抜いたデータを用いた階層型クラスター

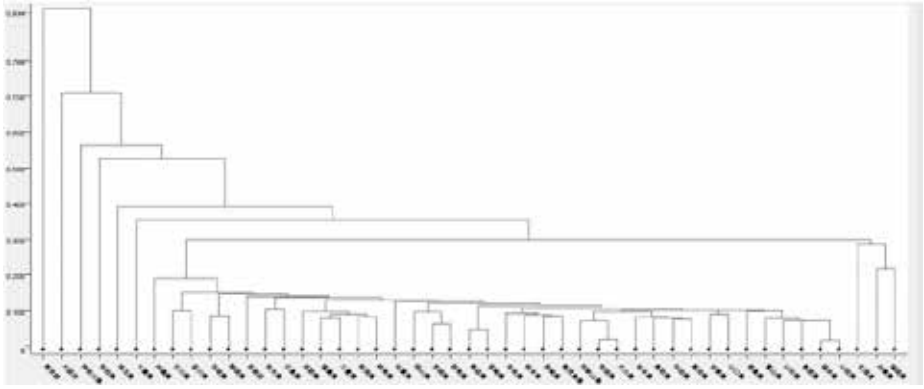


図6　7要素から人口、県内総生産を抜いたデータを用いた階層型クラスター

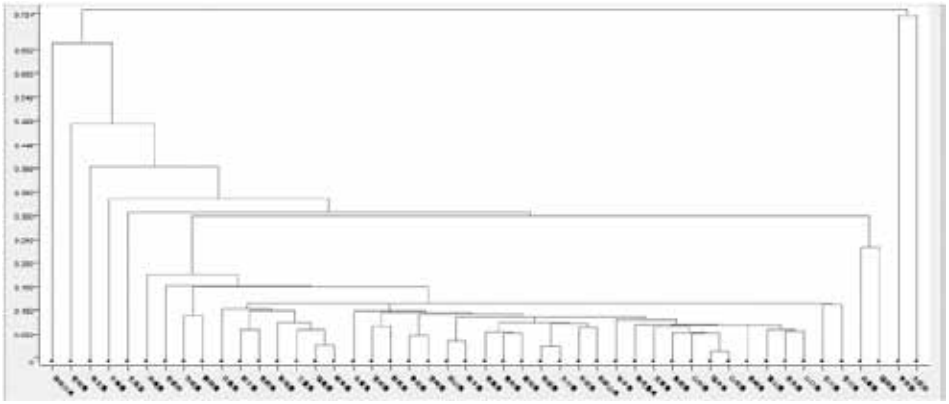


図7　7要素から人口、住宅数を抜いたデータを用いた階層型クラスター

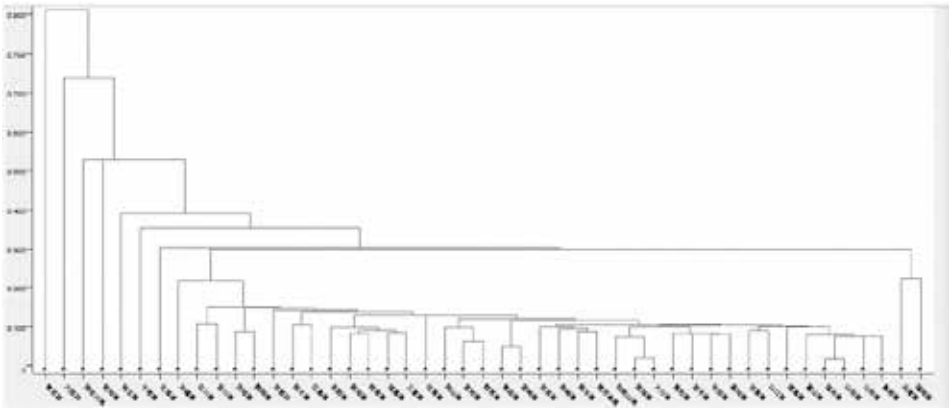


図8　7要素から人口、1世帯あたりの乗用車数を抜いたデータを用いた階層型クラスター

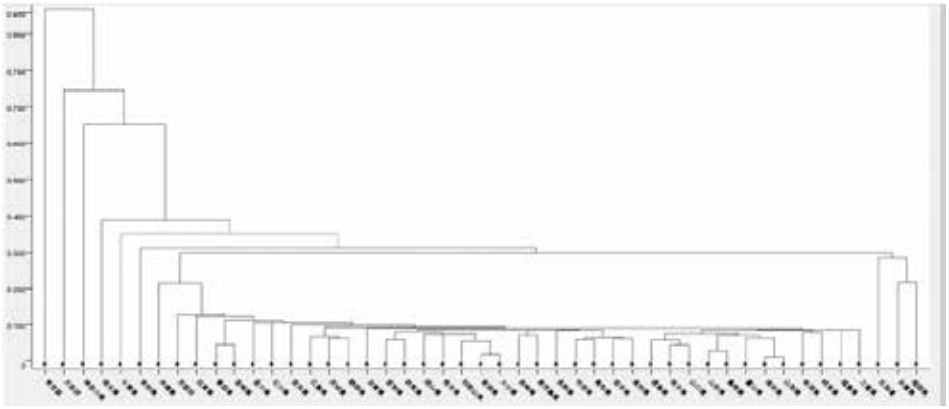


図9　7要素から人口、生活保護を抜いたデータを用いた階層型クラスター

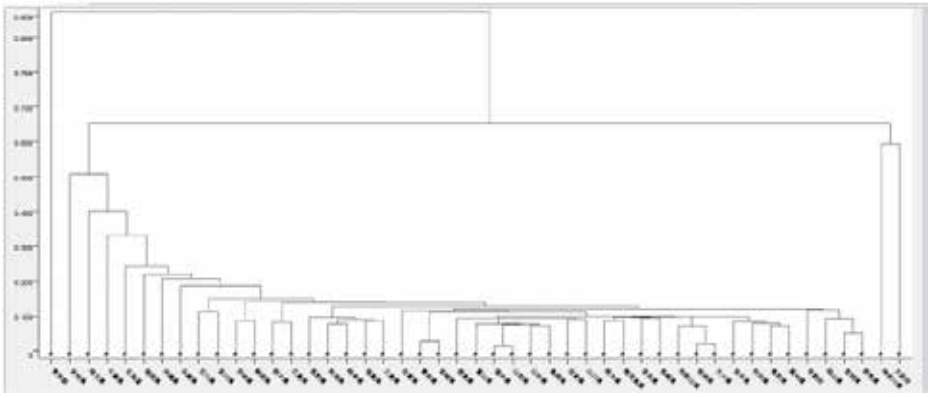
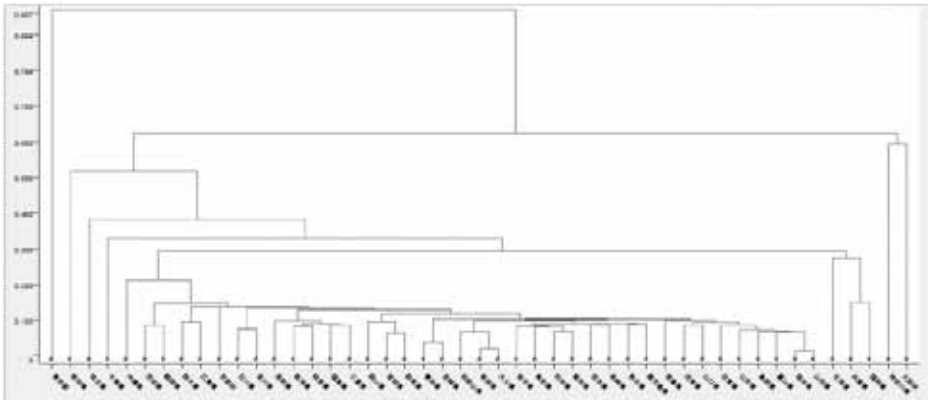
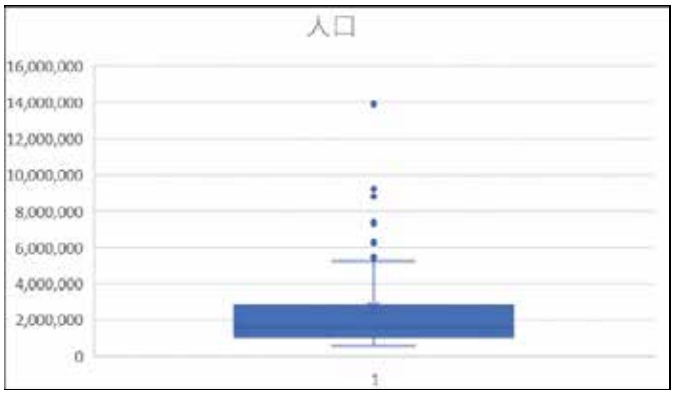
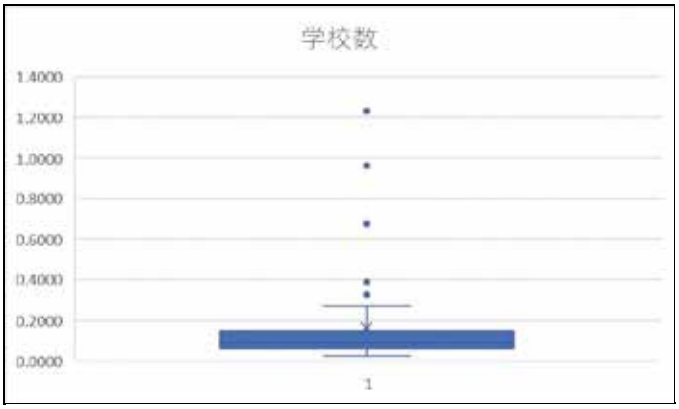


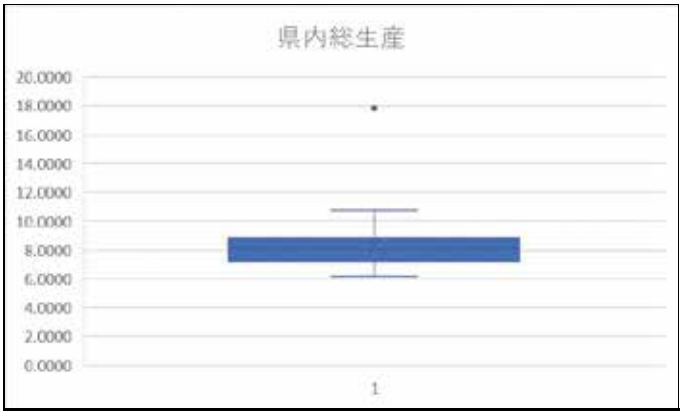
図10　7要素から人口、病院面積割を抜いたデータを用いた階層型クラスター

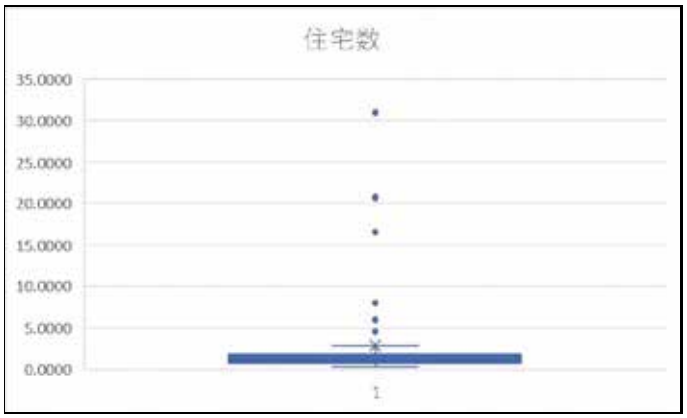


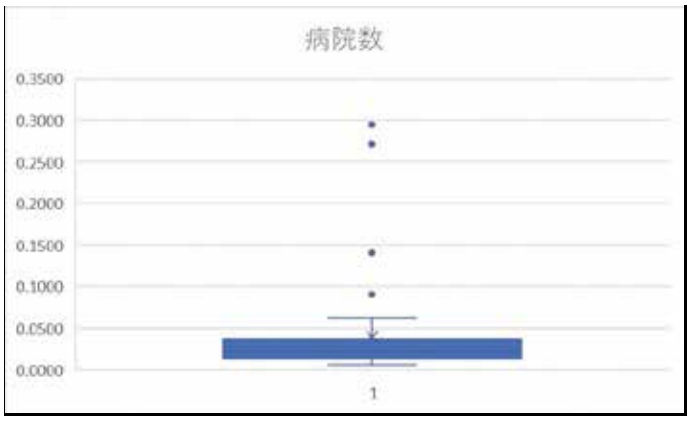
以下 47 都道府県の各データの箱ひげ
突出しているのが東京である

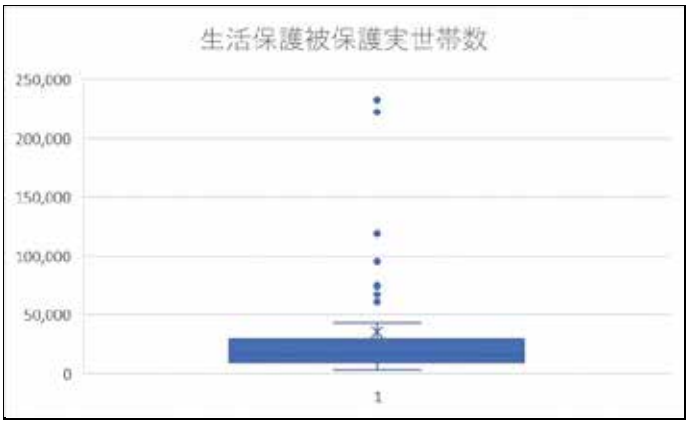


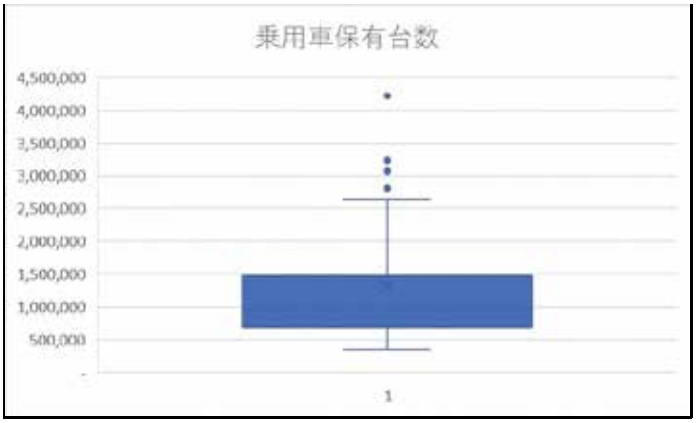

学校数
1.4000
1.2000
1.0000
0.8000
0.6000
0.4000
0.2000
0.0000
1

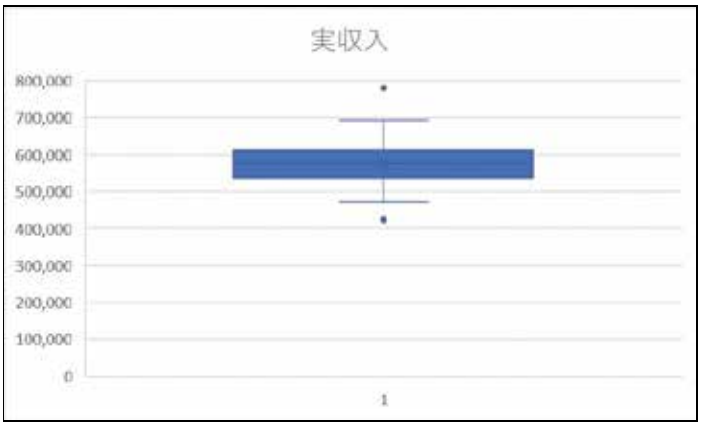

県内総生産
20.0000
18.0000
16.0000
14.0000
12.0000
10.0000
8.0000
6.0000
4.0000
2.0000
0.0000
1


住宅数
35.0000
30.0000
25.0000
20.0000
15.0000
10.0000
5.0000
0.0000
1


病院数
0.3500
0.3000
0.2500
0.2000
0.1500
0.1000
0.0500
0.0000
1


生活保護被保護実世帯数
250,000
200,000
150,000
100,000
50,000
0
1


乗用車保有台数
4,500,000
4,000,000
3,500,000
3,000,000
2,500,000
2,000,000
1,500,000
1,000,000
500,000
-
1


実収入
800,000
700,000
600,000
500,000
400,000
300,000
200,000
100,000
0
1

4.考察

　要素の選出、条件の設定が甘いところもあり何が都会、田舎を決める要素になっているかはわからなかった。

　特に要素の選出において人口に関係しているものが多く、要素の再検討が必要である。
また、データを得やすい都道府県単位でのみ調べたが、県庁所在地などの市区町村単位でも分析を行いたい。 図1と図3から、実収入を抜いたクラスターの結果にあまり変化が見られなかったことから実収入は都会、田舎を決める要素とはなりにくいと考え、これは地域差が大きいことが要因であると考えた。

　各データの箱ひげを取ったとき、東京はすべての要素において外れ値となっており、また各クラスターにおいて東京、大阪、神奈川が郡をなした。東京、大阪、神奈川の 3 都府県は都会だと考えた。東京、大阪、神奈川を抜いて行ったクラスター分析において埼玉、千葉、愛知、兵庫、福岡がグループを作ったことから、この5都府県も都会であると考える。すなわち東京、大阪、神奈川、埼玉、千葉、愛知、兵庫、福岡は都会であると考えた。

5.参考文献

e-stat
https://www.e-stat.go.jp/