

炎色反応の発光順序に関する評価方法の検討

大橋和彦 小原大希 下家悠太郎 杉原匠

指導者：森谷浩巳 岩本昌子

要旨

炎色反応を示す元素を含んだ水溶液を混合したときの発光順序がどうなるか、という点に疑問をもち、これを明らかにするための評価方法を検討した。炎色反応は原子中の電子が熱エネルギーによって励起され、電子が基底状態に戻る際に、励起によって得たエネルギーが光エネルギーとして放出される現象である。本研究では炎色反応を示す元素を含んだ混合水溶液を試料とし、目視およびWindows®のペイントツールを用いて画像のRGB解析を行い、炎色反応の発光順序の確定を試みた。その結果Ba→Li→Cu→K→Sr→Caの順であると推定できた。また、詳細な分析のため分光分析計を用いての評価手法にも着手した。しかしスペクトル解析ではノイズの少ないスペクトルは得られなかった。現在、強度の小さい光でも解析可能な方法を検討中である。

This study was conducted to find out the luminescent order when mixed with water solution indicating flame reaction. RGB analysis of the image using viewing and paint tool of windows was performed in order to come up with the result. The order came out to be Ba→Li→Cu→K→Sr→Ca. In addition to, possible analysis method with a small light intensity is considered worth investigating hence evaluation method using the spectrum analyzer was started

キーワード：炎色反応，基底状態，励起状態，アルカリ金属，アルカリ土類金属，スペクトル，RGB

1. 序論

炎色反応とはアルカリ金属やアルカリ土類金属、銅などの金属や塩を炎の中に入れると各金属元素特有の色を示す反応のことであり、金属の定性分析や、花火の着色に利用されている¹⁾。

金属化合物をガスバーナーの炎の外炎の中に存在させると、化合物が熱エネルギーによって原子となる。さらに原子中の電子が炎のエネルギーで励起され、より外側の軌道に移る。励起した電子は元の軌道（基底状態）に戻るが、その際にエネルギーを光（可視光を含む）として放出する。このときの波長領域は原子の種類によって異なるため、元素に特有の色を持つ炎色反応が観察されることになる²⁾。

例えばナトリウム原子の電子配置は $1s^2 \cdot 2s^2 \cdot 2p^6 \cdot 3s^1$ であり、最外殻の3s軌道にある価電子は、バーナーの炎のエネルギーで容易にすぐ上の3p軌道に励起される。これが再び3s軌道に戻るときに強い

黄色の光(589nm)を発する³⁾。両軌道間のエネルギー差を ΔE とすると、

$$\Delta E = h \nu \quad (h: \text{プランク定数}, \quad \nu: \text{光の振動数})$$

で決まる光の波長 ($\lambda = 1/\nu$) が400~800nmの範囲にあるものだけが炎色反応として観察されることになる。

表1に主な元素のスペクトル波長を示す⁴⁾。

表1 各元素のスペクトル波長 日本分析化学会編,
分析化学便覧改訂二版 丸善(1971)より

物質名	炎の色	波長(nm)
Li	赤	670
Na	黄	589
K	赤紫	767, 404
Ca	橙	423
Sr	紅	460
Ba	黄緑	553
Cu	青緑	537

化学の授業では単独の元素の炎色反応について学習した。しかしながら数種類の元素を混合させた場合についての炎色反応については、教科書、資料集等に説明がなく、どのような炎色反応を示すのか、特に炎色の発光順序やその評価方法について疑問を持った。

炎色反応の発光順序に関する先行研究には工藤貴大ら(北海道滝川高校)『炎色反応のしくみ』⁵⁾に目視とRGB解析による研究報告があるが、他に報告は見出されなかった。

また、炎色を直接観察して評価する分析方法は、原子吸光分析法、炎光分析法、誘導結合プラズマ原子発光分析法(ICP=AES)などがあることが分かったが、いずれも大学、企業などで使用される高額な装置であり、高等学校の理科室で使用することは困難であると思われた。

そこで、目視、ペイントツールによるRGBの画像解析に加え、安価で簡単な評価手法として、ワイヤレス分光分析計を用いたスペクトル測定により、炎色反応の発光順序を特定する評価方法を検討することを目的に本研究を行った。

2. 研究内容

実験1. 目視とRGB解析での評価

<目的>

数種類の元素を混合したときの炎色反応の順番を目視で観察する。また、炎色反応の様子を撮影し、画像をペイントツールを用いてRGB解析をする。

<仮説>

元素を混合した炎色反応においては、励起状態と基底状態の間の遷移が容易である波長の長い領域(つまりエネルギーの小さい赤色側)から観察できるのではないかと考えた。励起状態になるときにエネルギーを多く必要とするのは短波長の原子で、エネルギーの少ないものは長波長の原子である。よって、表1より発色順序はLi(赤), Na(黄), Ba(黄緑), Cu(青緑), Sr(紅), Ca(橙), K(赤紫)と考えた。

<試薬・器具>

塩化リチウム(LiCl)特級(米山薬品工業株式会社), 塩化ナトリウム(NaCl)一級(富田薬品工業株式会社), 塩化カリウム(KCl)(和光純薬工業株式会社), 塩化カルシウム(CaCl₂)(和光純薬工業株式会社), 塩化銅(II)(CuCl₂·2H₂O)一級(米山薬品工業株式会社), 塩化ストロンチウム(II)(SrCl₂·6H₂O)特級(米山薬品工業株式会社), 塩化バリウム(BaCl₂)(米山薬品工業株式会社)各試薬の2mol/L水溶液, 試験管, マッチ, 濃塩酸, 精製水, ガスバーナー, カメラ, こまごめピペット, 白金線, 黒板

<実験方法>

- (1) 上記7種類の塩化物について、各金属元素が2mol/L含まれるように水溶液を調製した。(金属元素の濃度を等しくした。)
- (2) (1)から塩化ナトリウム以外の6種類を1mLずつ採取し混合溶液を調製した。(塩化ナトリウムは非常に強い炎色反応を示し、目視や画像のRGB解析が困難になるため、今回は塩化ナトリウムを除いた混合水溶液で実験を行った。)
- (3) 塩化ナトリウム以外の6種の水溶液の炎色反応をそれぞれ1種ずつ行った。6種いずれも目視観察および同時にデジタルカメラで録画を行った。
- (4) (1)の混合溶液の炎色反応を行った。発光の様子を目視観察した。また同時に録画を行い、2秒ごとの発色について記録した。
- (5) (4)の録画をWindows®のペイントツールでRGB解析を行った。RGB値は3回測定の平均値を求

め、ペイントツールで対応する色を検索した。また(3)で録画した各元素の水溶液のRGB値と比較して炎色反応の発色順序を推定した。

<結果>

結果を表2、及び図1に表す。

表2 目視による炎色の観察

時間 (s)	2	4	6	8
色	黄緑	青緑	青緑	青緑
10	12	14	16	18
青緑	青緑	黄緑	赤橙	赤橙
20	22	24	26	28
黄橙	橙	橙	赤橙	黄橙
30	橙			

炎色反応開始後、緑、青系の炎色を確認、開始後16秒を過ぎると橙、赤系の炎色を確認した。

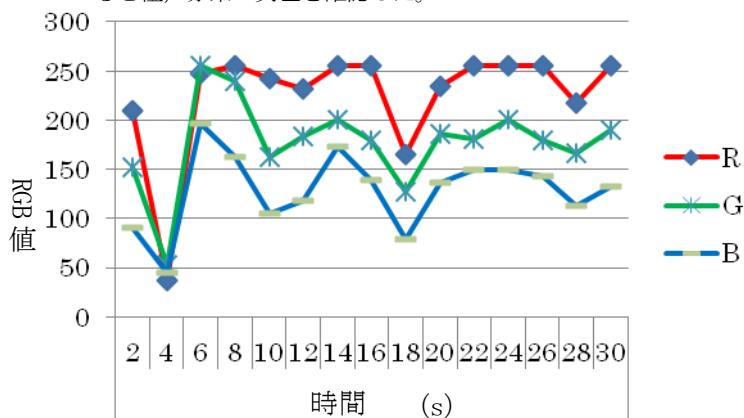


図1 RGB値の変化

炎色反応開始後、2秒ごとに録画した画像のRGB値を計測し、表1と合わせて炎色反応の順序を推定した。

- ・目視による観察では黄緑→青緑→橙の順に発光が観察されたので、Ba, Li, Cu, Caの4種の元素に限れば、Ba →Li→Cu → Caの順に発光が観察さ

れることがわかった。

- ・他の元素については特徴的な色が表れず、目視による解析はこれ以上できなかった。
- ・RGB値より色検索を行い、目視の結果とあわせて考え Ba→Li→Cu→K→Sr→Caの順に発光しているのではないかと現時点では推定している。

<考察>

- ・4秒後にRGB値が大きく下がっているのは炎色反応が一時的に途切れ、背景の黒い板が反映されたと考えられる。
- ・RGB値の解析では、録画した画像解析であるため、直接炎色を観察した結果とは多少異なるのではないかと懸念しているが、目視とRGBの2つの結果を総合すると発光順序を推定できそうである。
- ・仮説のような波長の長い順番に発光が見られなかった要因については以下のように考える。文献によると炎色反応がおこる機構として詳細はよくわかっていないが、下記のように考えられている^{3), 6)}。塩化物の水溶液中の水が蒸発→塩化物が融解→気化して塩化物の単分子(気体)になる→熱分解して中性原子となる→炎色反応したがって中性原子の生成率、試料が気化して分解するまでの時間、可視領域のエネルギーの吸収、放出を繰り返す回数の多さなどにも要因があると思われる⁶⁾。また、原子となる時のガスバーナーの外炎の温度とも関連していると思われる。

実験2. 分光分析計によるスペクトル解析(白金線)

<目的>

より客観的な評価を行うため、分光分析計を用いてスペクトル解析をし、炎色反応の発色順序を特定する。時間と波長の関係を解析することで、詳細な発光順序の評価方法を確立する。

<薬品・器具>

島津理化ワイヤレス分光センサ PS-2600
コバルトガラス 100×100mm

各元素の 2mol/L 水溶液 (実験 1 に同じ)

<実験方法>

- (1) 実験 1 と同じ水溶液を用意する。
- (2) 分光分析計のファイバーケーブル部分をスタンドで固定し、図 3 のような配置にした。
- (3) 実験 1 と同様に炎色反応を行い、ワイヤレス分光センサ PS-2600 で、スペクトル測定をした。



図 2 装置概要

<結果>

図 2 に一例として、塩化バリウム水溶液の炎色反応のスペクトルを示す。バリウムの炎色反応は黄緑色で 553nm に特徴的な波長を示すことが分かっている。今回の結果では、わずかに 553nm に特徴的なスペクトルが見られたが、強度不足のためバックグラウンドとの相違が顕著に見られず、解析は困難であった。

他の元素についても同様にスペクトルを測定したが、バリウムに似た程度のスペクトルしか得られず、混合溶液での解析は困難であった。

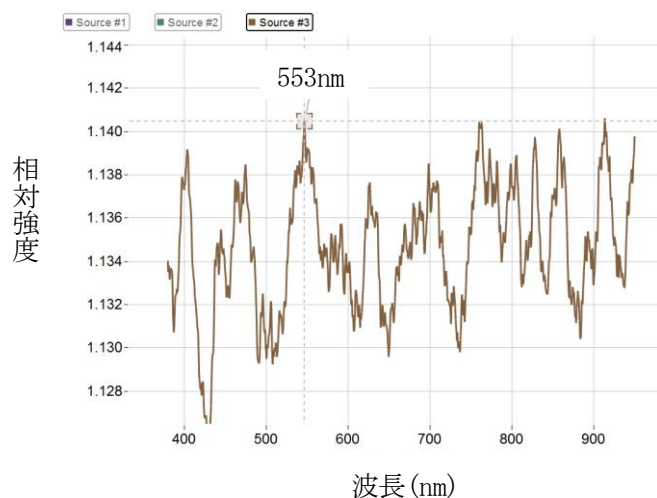


図 3 塩化バリウムのスペクトル

わずかに 553nm に特徴的なスペクトルが見られたが、バックグラウンドとの相違が顕著に見られなかった。

<考察>

実験 2 では、光の強度が不足していたためノイズの少ないスペクトルが得られなかった。分光センサのファイバーケーブル耐熱温度の点から炎にこれ以上近づけることができず、時間と波長の関係のグラフを表すことが出来なかった。炎色の取り込み方法を改良する必要がある。

実験 3. 分光分析計によるスペクトル解析(蒸発皿)

<目的>

実験 2 でスペクトル強度が不足していたため、強度の大きい炎色反応を行い解析を試みる。白金線に試料を付ける方法ではなく、蒸発皿で多量にサンプルを使用して炎色反応を行い、分光分析計を用いてスペクトル解析を試みる。

<薬品・器具>

- 島津理化ワイヤレス分光センサ PS-2600
- 蒸発皿
- メタノール
- 各元素の 2mol/L 水溶液 (実験 1 に同じ)

<実験方法>

- (1) 実験 2 と同様に、塩化ナトリウム以外の 6 種類の試料溶液を 0.3mL ずつ混合し蒸発皿に入れる。
- (2) 8mL のメタノールを加えてよく混ぜ、着火マンで点火して炎色反応を行った。
- (3) 実験 2 と同様に、分光分析計を用いて連続でスペクトル測定を行った。
- (4) (3) に加えて 5 秒ごとにスナップショットで炎色を取り込む測定も行った。



図 4 蒸発皿での実験の様子

<結果>

分光分析の結果を図5に示す。蒸発皿を用いた本実験では、目視では常に赤、赤橙、黄橙、黄緑、緑のような数色が混ざった炎色反応がみられた。5秒ごとにスペクトルを測定したが、いずれの時間においても図5と同様のスペクトルが得られた。

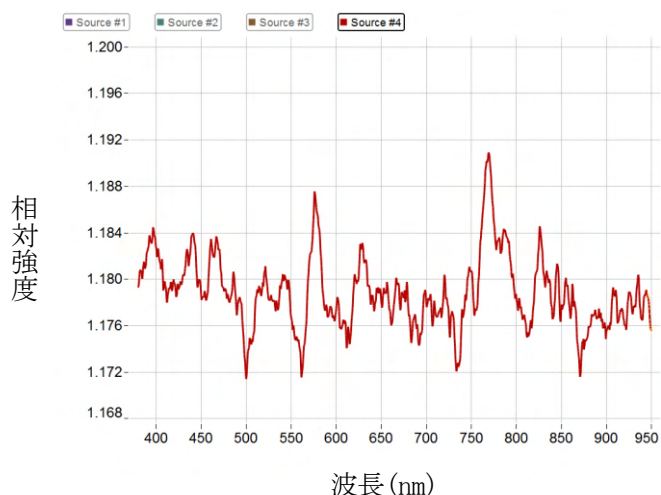


図5 6種類の混合水溶液のスペクトル（炎色反応開始5秒後）

10, 15, 20, 25, 30秒後においても同様のスペクトルが得られた。目視では常に赤、赤橙、黄橙、黄緑、緑のような数色が混ざっていた。

<考察>

実験3では、実験1, 2の白金線で行った実験と比較して炎色反応後の金属原子が飛散せず再度蒸発皿に付着したため、常に数色の炎色が観察されたと考えられるまた、スペクトルの強度は蒸発皿で行った本実験でも小さく、炎色反応によって得られる光の強度を高めること、または採光後に強度を増加させるなど改善が必要である。

3. 結論

- ・目視とRGB解析による炎色反応の解析を行い、炎色反応の発色順序は Ba→Li→Cu→K→Sr→Ca と推定した。
- ・分光分析計を用いてスペクトル解析を行って詳細な発光順序の評価方法を確立しようと試みたが、強度不足のため正確にスペクトルを測定することが出

来ず、改善点を検討中である。その一つとして蒸発皿を用いて大きい炎（強い光）でスペクトル測定を実施したが、白金線による実験とは異なる状況だったため他の評価手法を検討中である。

4. 今後の課題

- ・炎色を十分な強度で測定することが出来なかったため光を多く取り込む工夫や、正確に測定するための測定装置、方法の検討を引き続き行う。ファイバーケーブルの耐熱性の点から、鏡に映した鏡像の分光分析、または光ファイバーなどを光センサの前に取り付ける方法を検討し、評価方法を確立する。
- ・炎色反応を観察する温度を変え、金属イオンが原子となるまでの時間に差があるかどうか確認する。
- ・比較的揮発しやすい塩化物だけでなく、硫酸化合物、硝酸化合物などで炎色反応の発光順序を確認する。

5. 参考文献

- 1) 辰巳敬ほか:新編化学基礎 教授資料, 数研出版, p. 44 (2014)
- 2) 卜部吉庸:化学の新研究, 三省堂, p. 416 (2013)
- 3) 日本分析化学会編, 分析化学便覧改定二版, 丸善 (1971)
- 4) 工藤貴大ほか 北海道滝川高等学校 炎色反応のしくみ “平成26年度 スーパーサイエンスハイスクール 要旨集” p. 163
- 5) 芦田実 教育学部理科教育講座
sucra.saitama-u.ac.jp/modules/xoonips/download.php?file_id=521

色素増感太陽光電池の色素と補色による発電量の関係

稲毛駿介 大倉隆嗣 中岡佳幹 藤田恭平 吉田歩夢

指導者：光嶋央貴

要 旨

私たちは色素増感太陽光発電の原理を知り、本研究で発電効率の上昇の方法について調べた。実験を行ったところ、太陽光での実験では天候や角度などの条件が固定できないため光源を用いて調べた。また、私たちは色相環の補色の関係によって発電効率が上昇するのではないかと考えた。そして、光源の色と色素の色が発電量に及ぼす影響を見いだすことにした。その結果、光源の色と、補色の関係と同様の関係にある色素を使用した時、発電量が他の色を使用した時に比べ多くなることが分かった。このことから、光源の色と色素の色との間に色相環の補色の関係と同様の関係が見られた。

In this research, we studied the mechanism of dye sensitized solar cell, and tried to find a way to make it more efficient. White LED light was used for light source because to maintain the same condition by using sunlight is difficult. We thought the colors in complementary relation can raise the efficiency of generation. Then, we measured the spectrums of five different colors of LED light to find the relation with the dye of the solar cell and the amount of electricity generated. As a result, the amount of electricity generated increased when the color in complementary relation was used for white LED light and the dye of the solar cell. According to this result, we could see the complementary relation between the color of the LED light and the color of the dye in a solar cell.

キーワード：色素増感太陽光電池，光のスペクトル，色相環，補色

1. 序論

学校の授業で電池や発電の仕組みについて勉強し、太陽光発電の仕組みを理解できた。さらに、太陽光発電の高コストによる普及率の低さが問題とされていたので、私たちが発電コストを減らす手掛かりを見つけられるのではないかと考え、他の発電方法について調べた。その結果、実用的な低コスト太陽電池として注目されているという理由から色素増感太陽光電池に着目することにした。この電池は現在も研究されており、まだ発展途上である。色素増感太陽光電池の仕組みは以下のとおりである。

① 酸化チタン多孔膜に吸着している色素が光を吸収する。

- ② 色素から電子が酸化チタンナノ多孔膜に注入される。
- ③ 酸化チタンナノ多孔膜に注入された電子は、透明電極、外部回路を通過して、対極に達する。
- ④ 対極の表面で、電子は電解液中のヨウ素 (I_2) に渡され、ヨウ化物イオン (I^-) ができる。
- ⑤ ヨウ化物イオン (I^-) は、光を吸収して酸化された色素に電子を渡し、色素は再生すると同時に、ヨウ化物イオンは、再びヨウ素 (I_2) となる。

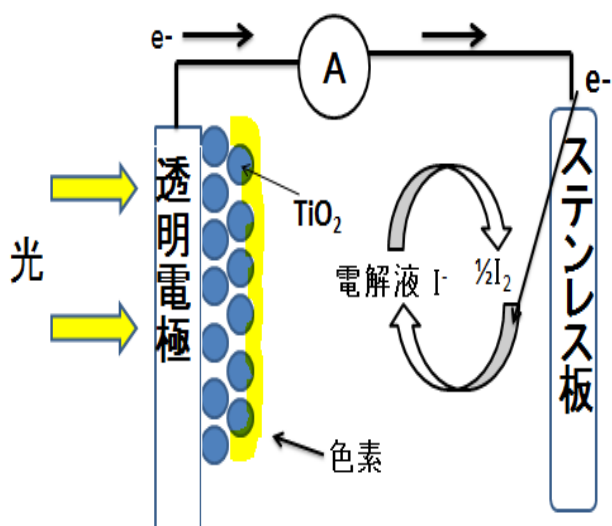


図1 色素感太陽光電池の仕組み
(ペクセル・テクノロジー株式会社色素増感太陽光電池の発電の模式図を参考に作成)

このように、色素増感太陽光電池は光の強さによって発電量が変化し色素の色によっても発電量が変化する。そのため、光を吸収するときにおける色相環の補色の関係と同様の関係で光の吸収量に差が出ると考えた。

そこで、私たちは発電量について光源のスペクトルと色素の間に色相環の補色の関係と同様の関係があると考え、以下のような実験を行った。

2. 研究内容

<目的>

光のスペクトルと色素の違いによって発電量を調べ、相関性を見つける。

<仮説>

照明の光のスペクトルと色素のスペクトルとの対応で色相環の関係により補色の色素が光を吸収して発電量が上昇すると考えた。

<薬品・器具>

- ・濃度 99.5%のエタノール (甘糟化学産業株式会社)
- ・ブリリアントブルーFCF [青] (和光純薬工業株式会社)
- ・タートラジン[赤] (和光純薬工業株式会社)

- ・アルラレッド AC [赤] (東京化成工業株式会社)
- ・酸化チタンペースト, 透明導電性プラスチックフィルム, ステンレス板, 電解液(ペクセル・テクノロジー株式会社)
- ・光源 (GENTOS Super Fier X)
- ・デジタルマルチメーター (Yokogawa M&C Corporation)
- ・ワイヤレス分光センサー P S - 2600 (株式会社島津理化)
- ・セロファン紙[赤, 緑, 黄, 青](株式会社トーヨー)
- ・鉛筆 (2B), セロテープ, ダブルクリップ, 電子てんびん, 薬さじ, 薬包紙, スタンド, キムワイプ

<実験方法>

事前に光源の波長をワイヤレス分光センサー P S - 2600 を使用して計測する。

- (1) 濃度 99.5%エタノールを精製水で 2 倍希釈した溶液を用いて、色素の濃度が 0.05mol/L である色素溶液をそれぞれ作製する。
- (2) 透明導電性プラスチックフィルムに酸化チタンペーストを塗り乾燥させる。
- (3) (1)の色素溶液をスポイト 5 滴分、酸化チタンペーストに染み込ませる。
- (4) ステンレス板に電解液を 3 滴たらす。
- (5) ダブルクリップでステンレス板と透明導電性プラスチックフィルムを固定する。
- (7) 暗室で色素増感太陽光電池に光源を用いて次々に光を当てる。
- (8) 光源にそれぞれの色のセロハンを順番にかぶせて計測する。

3. 結果

図2は光源にそれぞれのセロハンをかぶせた時の波長である。

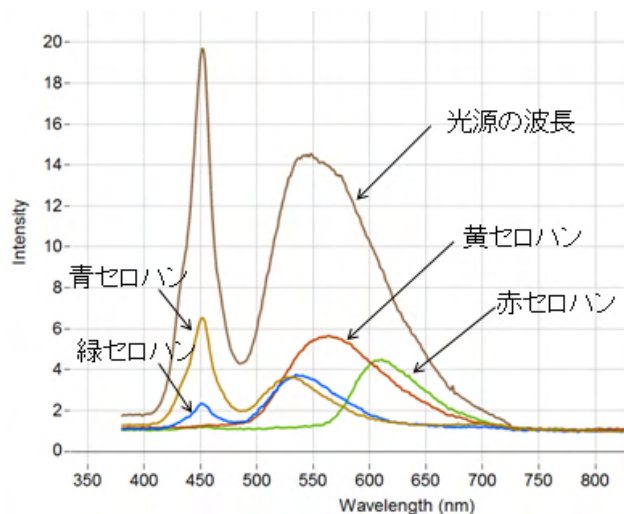


図2 セロハンを通した光の波長

図3～5はそれぞれの色の色素増感太陽光電池に、各色のセロハンを被せた光源を当てた時の発生電流のグラフである。なお、セロハン無しときの発電量を1としたときの、それぞれのセロハンの発電量の相対値の平均を示している。

図3よりアルラレッドAC(赤)の発電量は無>青>黄>緑>赤のセロハンをかぶせた順に高くなっている。

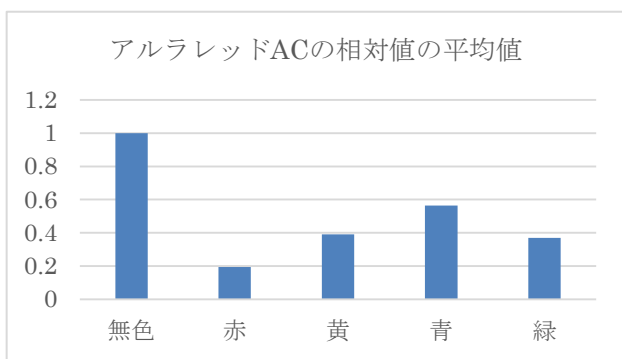


図3 アルラレッドAC(赤)の発電量

図4よりブリリアントブルーFCF(青)の発電量は、無>黄>青>赤>緑のセロハンをかぶせた順に高くなっている。

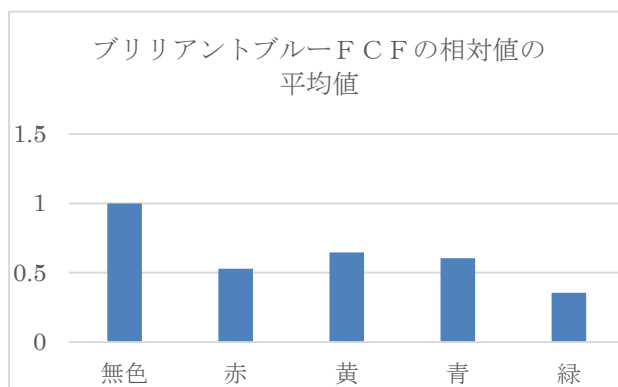


図4 ブリリアントブルーFCF(青)の発電量

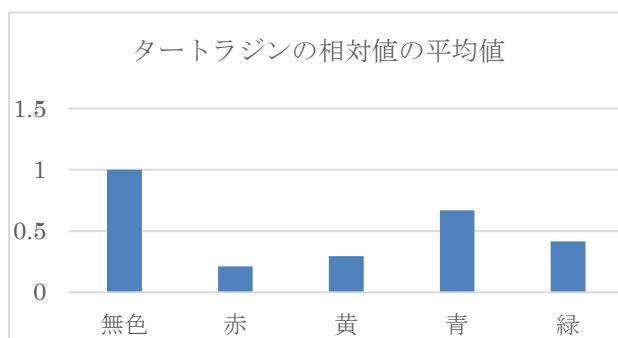


図5 タートラジン(黄)の発電量

図5よりタートラジン(黄)の発電量は無>青>緑>黄>赤のセロハンをかぶせた順に高くなっている。

4. 考察と今後の課題

図6にそれぞれの色素の色の位置とそれぞれのセロハンのスペクトルの位置を示している。

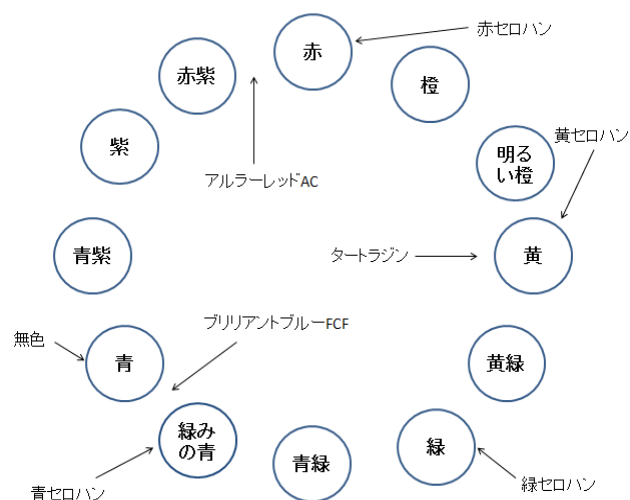


図6 色相環における実験に用いた色の関係性(ネットショップ能力認定機構の色相環を参考に作成)

結果より以下の(1)～(3)が考察できる。

- (1) 図3, 6より, アルラレッドAC(赤)の補色に近い色である青の発電量が大きくなっていると考えられる。
- (2) 図4, 6より, ブリリアントブルーFCF(青)の補色に近い色である黄の発電量が大きくなっていると考えられる。
- (3) 図5, 6より, タートラジン(黄)の補色に近い色である青の発電量が大きくなっていると考えられる。

以上のことから, アルラレッドAC(赤), ブリリアントブルーFCF(青), タートラジン(黄)はそれぞれ一番補色に近い色である青, 青, 黄の発電量が大きくなることが明らかになった。

このことから, 例えば, 太陽光での夕焼けの場合では, 夕焼けの波長は約580～770nmより, 補色の関係にある約380～490nmの波長である青い色素を用いると効率が良くなることが示唆される。

今後の課題として, 特定の波長をもつ単色光を用いることや色素の明度や彩度を変え実験の精度をあげることが挙げられる。

5. 参考文献

- 1) 「色素増感太陽光電池 ホームページ」：
<http://kuroppe.tagen.tohoku.ac.jp/~dsc/cell.html>
- 2) 「色素増感太陽光電池の仕組み/ペクセル・テクノロジー」：
<http://www.peccell.com/shikiso.html>
- 3) 荒川裕則『色素増感太陽光電池<普及版>』CMC出版(2007)
- 4) 「一般財団法人ネットショップ能力認定機構 ホームページ」：http://acir.jp/dl/text_color.html

倉敷天城高等学校周辺における野鳥の棲息状況についての ラインセンサス法による調査

小川雅弘 末長祥一 鈴木寛隆 中村哲也 中尾美咲
指導者：江口仁一 洲脇清

要旨

倉敷天城高等学校周辺における野鳥の棲息の様子をラインセンサス法を採用して通年調査した。その結果、計 23 種の野鳥が観測された。得られたデータを季節を変数にグラフ化するとそれぞれの野鳥について、①年中変わらず見られる種、②夏季に多く見られる種、③冬季に多く見られる種、④春季に多くみられる種の 4 グループに分類することができた。

The kinds of wild birds living around Kurashiki Amaki High School were investigated for the entire year 2015, using The Line Transect Bird Census Method. Consequently, 23 kinds of wild birds were observed (seen or heard) in the area. Some of the birds were classified into 3 groups, Group1: observed throughout the whole year, Group2: observed mainly in summer, Group3: observed mainly in winter, Group4: observed mainly in spring. Some graphs were made, considering “seasons” as a variable.

キーワード：ラインセンサス法、鳥類相、観測的個体密度

1. 序論

野鳥の分布はその地域の自然の状態を評価する重要な指標となる。また、野鳥そのものの棲息状況にも非常に興味深いものがある。野鳥には通年みられるものと、季節によって見られなくなったり活動が変化したりするものがある。

しかし、倉敷天城高等学校周辺において、調査が行われたことはなかった。そこで、私たちはラインセンサス法を用いて、倉敷天城高等学校周辺の野鳥の棲息状況を通年調査した。また、野鳥の棲息状況のデータを収集することに加えて、そのデータに見られる傾向を季節や気象状況などの面から考察することも目的とした。

なお、野鳥の棲息状況を調査する方法には、ラインセンサス法、スポットセンサス法、捕獲法、などがあるが、比較的手軽に行え(捕獲法は法的捕獲許可が必要)、地理的条件が異なるエリア間で結果を比較することができることからラインセンサス法を採用した。

2. 調査の手法

ラインセンサス法とは、調査ルート歩きながら幅 50m(半径 25m)以内に現れた鳥を記録し、棲息状況を調べる手法である。その場所にいる鳥類をすべて記録するための調査方法ではないので、普段いるはずの種を観察できなくても、分析に影響はない。

センサスルートとして(Fig.1)に示す 2 つのルートを設定し、(Fig.2)に示す記録用紙上に観測された野鳥の種と個体数を記録した。



Fig.1 設定したセンサスルート



Fig.2 記録用紙

調査は1月に開始し、12月まで毎月1回行った。各調査日間は21日以上間隔をあげ、ルート上を7:30~8:00の間にほぼ一定の速さで移動・調査する。帰路はデータに含めない。調査を行った時間帯には降水はなく、調査は複数人で行った。なお、ルートは3月に確定したため、データの欠落が存在する。そのため、データ処理の際に便宜上市街地エリアをさらに二つに分割、一部データを公平に比較するため欠落がないように面積比率を掛け合わせてグラフを作成している。その際はその旨を明示している。

3. 結果

調査を行ったセンサルートについての基礎的なデータを(Table1)に示す。

また、得られた合計観測個体数、出現頻度、観測的個体密度を種ごとに(Table2)に示す。ただし、出現頻度とは1haあたりにそれぞれの種が観測される回数を示しており、観測個体数と比較することで、「一度に多く観測されるが見られることが少ない」、「頻繁に観測されるものの単独で行動する」など、種の出現の傾向を大まかに把握することができる。観測的個体密度とは、合計観測個体数をのべ観測面積(観測面積×観測回数)で割った値であり、これを発見率でさらに割ると、個体密度となる。ただ、発見率の算出は非常に困難なため今回は行わなかった。

Table1 ルートに関するデータ

※1月16日と2月27日についてはルートが異なるため、別に示す

	山エリア	市街地エリア	計	1月19日, 2月27日
総延長[m]	280	700	980	390
観測面積[ha]	1.65	3.57	5.22	2.78

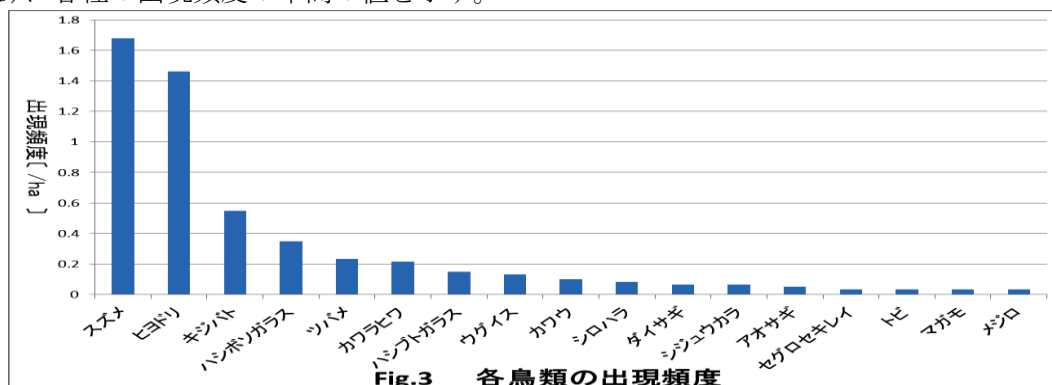
Table2 種別合計観測個体数, 出現頻度, 観測的個体密度年間平均

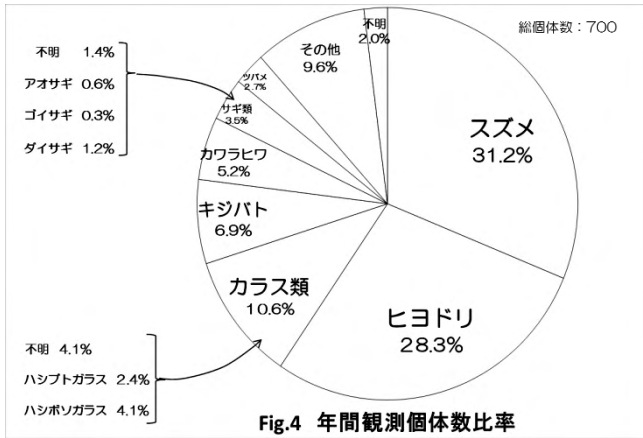
種名	合計観測個体数	出現頻度[/ha]	観測的個体数密度[/ha]	種名	合計観測個体数	出現頻度[/ha]	観測的個体数密度[/ha]
スズメ	208	1.678	3.489	コゲラ	2	0.017	0.032
ヒヨドリ	171	1.462	3.164	カワウ	7	0.100	0.112
キジバト	45	0.548	0.774	カワラヒワ	32	0.216	0.581
ウグイス	12	0.133	0.206	シジュウカラ	9	0.066	0.172
ハシブトガラス	16	0.150	0.269	ヤマガラ	2	0.017	0.032
ハシボソガラス	27	0.349	0.459	ホオジロ	1	0.017	0.030
カラス不明	24	0.282	0.453	トビ	1	0.033	0.016
セグロセキレイ	3	0.033	0.048	ジョウビタキ	0	0.000	0.000
アオサギ	4	0.050	0.064	モズ	1	0.017	0.016
ダイサギ	6	0.066	0.138	マガモ	10	0.033	0.160
ゴイサギ	2	0.017	0.032	ヨシガモ	1	0.017	0.016
サギ不明	10	0.116	0.393	メジロ	8	0.033	0.128
ツバメ	19	0.233	0.303	不明	13	0.183	0.222
シロハラ	5	0.083	0.108	合計	639	5.947	11.182

4. 考察

(1) 鳥類相について

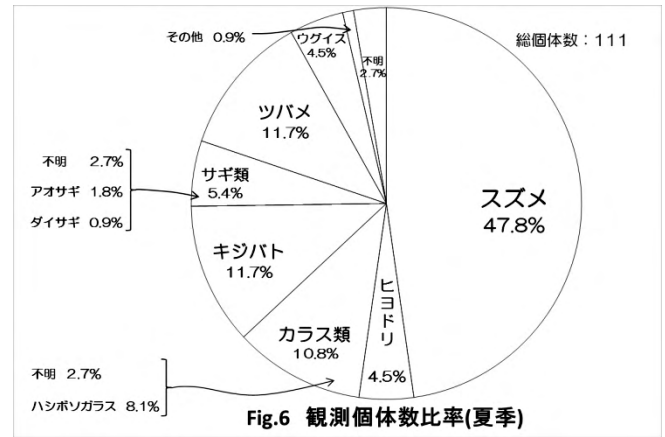
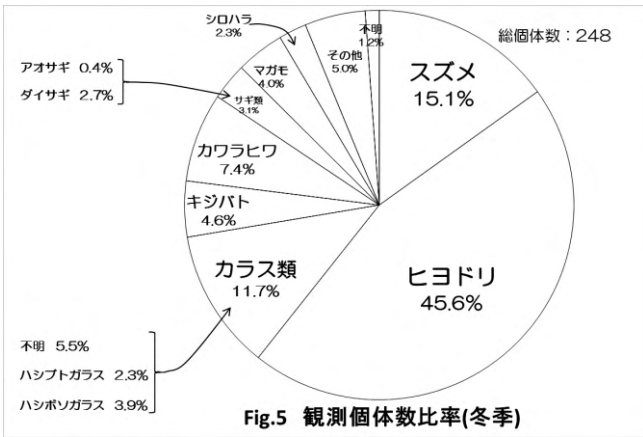
(Fig.3)に各種の出現頻度の年間の値を示す。





(Fig.4)～(Fig.6)に各鳥類種の観測割合を示す。いずれのグラフにおいても1月16日、2月27日のデータについては、ルートが異なり観測面積も異なるため、観測エリアの自然環境が一樣のものとして、(Table1)によって得られる面積比率を掛け合わせている。

(Fig.5)には1～2、12月のデータを使用し、(Fig.6)には6～8月のデータを使用している。

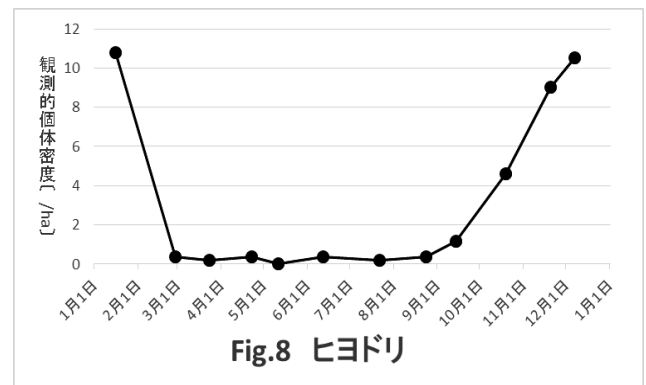
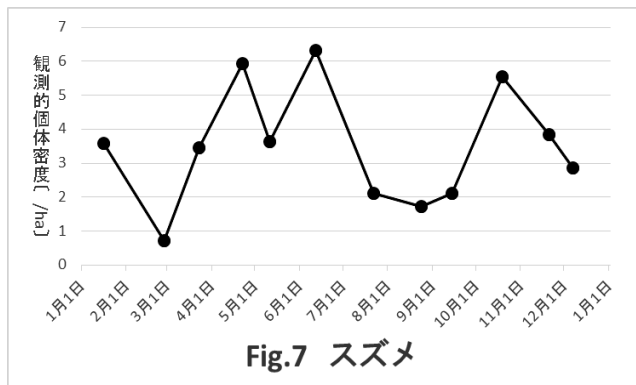


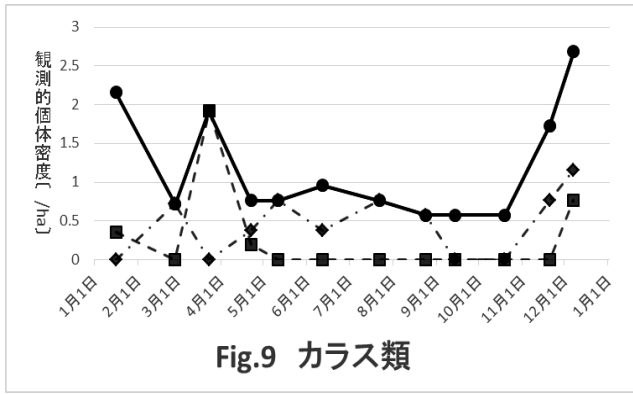
合計で23種の野鳥が観測された。また、(Fig.3)に示すように、人間の生活に大きく依存しているスズメ、ヒヨドリ、カラス、キジバトが高い頻度で観察された。

(Fig.5)と(Fig.6)が示すように、夏季と冬季で種ごとの観測割合は大きく異なる。冬季にはヒヨドリが、夏季にはスズメが優占種となっている。また、冬季にはカワラヒワが、夏季にはツバメが特徴的に観測された。

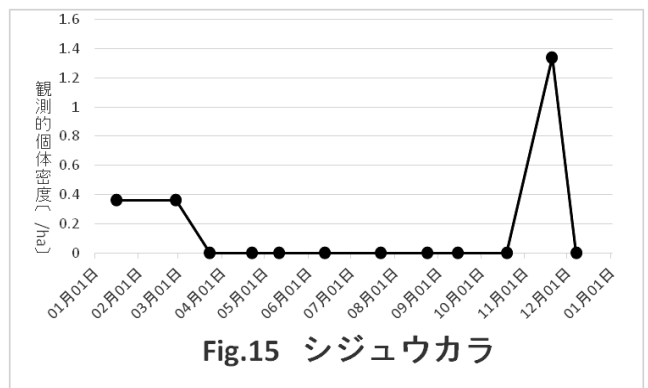
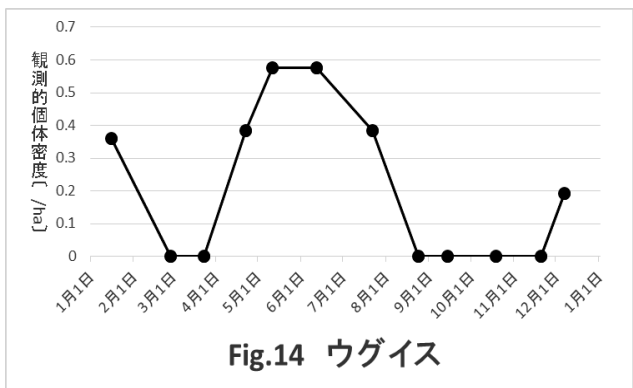
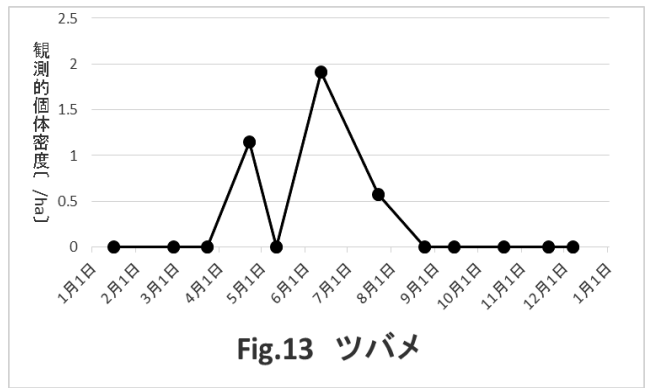
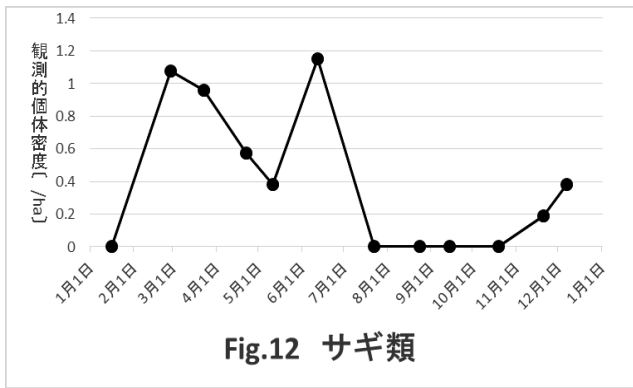
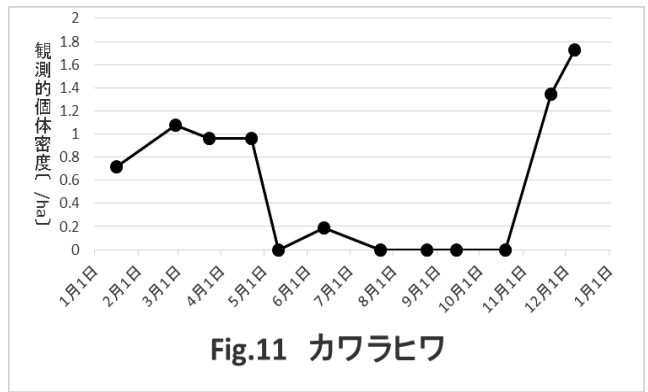
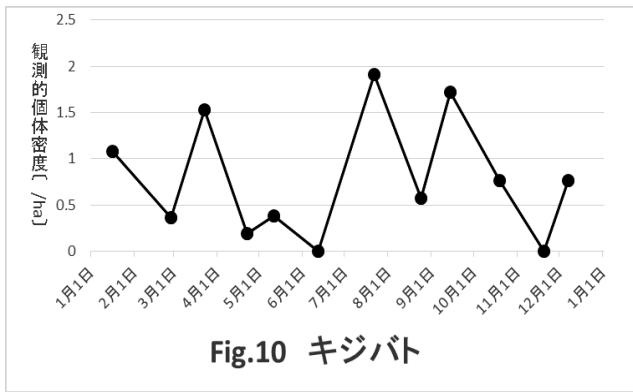
(2) 季節と観測結果との相関

以下(Fig.7)～(Fig.15)に、各鳥類種の観測的個体密度を示す。グラフ化しているものは、全23種のうち年間を通して10羽より多く観測された9種・なかま(スズメ、ヒヨドリ、カラス類、キジバト、カワラヒワ、サギ類、ツバメ、ウグイス、シジュウカラ)である。また、1月16日、2月27日のデータについては、(Fig.4)と(Fig.5)と同様の処理を行っている。





(Fig.9)には、
丸形マーカーと実線でカラス類全体の、
菱形マーカーと破線でヒシボソガラスの、
四角マーカーと点線でヒシブトガラスの、
観測的個体密度を示している。



(Fig.7)～(Fig.15)のグラフから、(Table3)のような傾向が得られた。このうちスズメ、ヒヨドリ、カラス、ウグイス、ツバメは特に傾向が顕著にみられたり、観測総数が多かったりするため、優位性が高いと考えられる。また、年合計で観測合計が10羽以下であった種については、季節に関する相関の有意性がないと考えた。

ウグイス、カワラヒワ、シジュウカラは本来一年中見られる留鳥であるが、多く観測される季節が存在した。

- | |
|------------------------------------|
| ①年中見られる種（留鳥）
スズメ、カラス、キジバト |
| ②夏季に特徴的に見られる種
ウグイス、ツバメ |
| ③冬季に特徴的に見られる種
ヒヨドリ、カワラヒワ、シジュウカラ |
| ④春期に特徴的に見られるなかま
サギ類 |

Table3 季節と観測個体数の相関(結果)

また、観測エリアを山エリアと市街地エリアに分割したものの、各エリアのデータ間に相関は見出せなかった。さらに、風速や日の出からの時間、気温との相関も、見出せなかった。

5. 結論

- ・2015年1月～同年12月の間の倉敷天城高等学校周辺の野鳥の棲息状況に関する、種別合計観測個体数、出現頻度、観測的個体密度の、ラインセンサス法による調査データの採集ができ、計23種の野鳥が観測された。
- ・調査エリアにおいて一般的に見られた3種の留鳥(スズメ、カラス、キジバト)について、観測個体数の季節による変化は認められず、対してヒヨドリなどは冬季に多く見られる傾向があった。また、ウグイスおよびツバメは夏季に多く見られた。
- ・山エリアと市街地エリアとの間で相関は見出せなかった。

- ・気象条件と観測結果との間に相関は見られなかった。

6. 今後の課題

- ・継続的に調査を行い、経年変化を調べる。
- ・データを増やし、(2)季節に関する考察についてより有意性の高い結果を得る。
- ・他の地域との比較を行う。

*謝辞

本研究を進めるにあたり、倉敷市立自然史博物館の江田伸司先生には研究を始めるきっかけと考察にあたっての大きな助言を頂きました。また、博物館友の会の山崎法子さんには、野鳥の観察について基本となる種から生態、観察の技能に渡って幅広いご指導を頂きました。ここに感謝の意を表します。

7. 参考文献

- ・高野伸二：フィールドガイド日本の野鳥(日本野鳥の会、2015年)
- ・杉坂学：野鳥観察図鑑(成美堂出版、東京都、1999年)
- ・小宮輝之：フィールドベスト図鑑 vol.8 日本の野鳥(学習研究社、東京都、2000年)
- ・唐沢孝一ほか：楽しい自然観察野鳥博士入門(全国農村教育協会、東京都、2002年)
- ・シンフォレスト：シンフォレストDVD 日本百鳴鳥 202 映像と鳴き声で愉しむ野鳥図鑑(シンフォレスト、東京都、2014年)
- ・倉敷市衛生局環境保健部環境保健課自然保護係：くらしきの野鳥(倉敷市衛生局環境保健部環境保健課自然保護係、岡山県、1992年)

中高生の家庭と学校における自我状態の違いについて

伊藤洋希 藤原清人 古市将也 吉富広之
指導者:磯本 貴志 橋村泰司 (益田史郎)

要 旨

中学生と高校生の家庭と学校での自我状態及びその差の変化を調べるために、東大式エゴグラム(TEG II)を基に質問紙を開発した。それをを用いて中学1年生から高校2年生の5学年に対して調査を2回行い、統計処理を行った。その結果、中学1年生から中学3年生において家庭と学校での大人の自我状態(A)及びその差の変化が顕著であることが明らかになった。

The questionnaires related to ego states at home and in school were reconstructed based on "Tokyo University Egogram New Ver. II". The purpose of the questionnaires is to investigate the ego states at home and in school and the differences between them. The questionnaires were given to six hundred students from first year junior high school to second year senior high school. The research was conducted twice. The result showed that the ego state changed from the first year to the third year of junior high school.

キーワード：中高生，役割性格，自我状態，エゴグラム，年齢変化，最小二乗法，換算式

1. 序論

(1) 役割性格について

与えられた立場や置かれた状況によって、その人の表面に出る性格は変化する。このように、場面に応じて現れる性格を役割性格と呼ぶ。中学・高校の時代は家庭や学校で期待される役割が大きく変化する期間であり、役割性格もその影響を受けることが予想される。

本研究は、中高生の家庭と学校における役割性格の変化を明らかにすることを目的としている。

(2) エゴグラムおよびTEG IIについて

本研究では役割性格の指標として、エリック・バーンが提唱した交流分析におけるエゴグラムを用いるものとする。

交流分析では、思考、感情、行動パターンを包括したものを、次の5つの自我状態として定義し

ている。

- CP (Critical Parent) …批判的親
- NP (Nurturing Parent) …養育的親
- A (Adult) …成人
- FC (Free Child) …自由な子ども
- AC (Adapted Child) …順応した子ども

エゴグラムは、5つの自我状態をグラフ化し視覚的に把握できるようにしたものであり、その測定のために多くの質問紙が開発されている。

中でも、東大式エゴグラムであるTEGは、1984年に発表された、多変量解析を用いて妥当性と信頼性を十分に検証したエゴグラム質問紙であり、多くの研究で使用されている。その後新しい統計学的手法を用いた多数のサンプルによる標準化、および一部項目の入れ替えによって、2006年新版TEG II (以下:TEG II) が作成された。

2. 仮説

中高生は年齢の変化によって、学校と家庭における自我状態及びその差に変化が見られるであろう。

3. 研究内容

(1) 研究 I

<目的>

TEG II を基に、家庭と学校での自我状態を計測する質問紙を作成する。

<実施手順>

①予備調査質問紙の作成

TEG II の各項目を家庭・学校用に言葉を置き換えることで、家庭用・学校用の質問紙を作成した(以下、予備調査紙と呼ぶ)。これらは家庭・学校での自我状態を測定するものであり、TEG II と同様に各質問紙とも、CP, NP, A, FC, AC の要素ごとに 10 個ずつ、計 50 個の質問からなる。

②予備調査

高校 1 年生を対象に、家庭での様子を想像して回答するよう教示し TEG II と家庭用予備調査紙を 38 名に、学校での様子を想像して回答するよう教示し TEG II と学校用予備調査紙を 37 名に実施した。回答は数値化して処理した。

③本調査用質問紙の作成

予備調査の結果を要素(CP など)ごとに集計し、TEG II の回答と家庭用予備調査紙・学校用予備調査紙の回答の相関係数を調べ、要素ごとに、相関係数が高かった質問を 4 つずつ抽出した。この結果、家庭用 20 個、学校用 20 個、計 40 個の本調査用質問紙を作成した。その質問紙と、採用した項目の相関係数は図 1 のとおりである。

以下、家庭での自我状態の中で要素 CP に対応する 4 個の質問項目の得点の合計を「家 CP (仮)」

などと表記する。

④換算式の作成

家 CP (仮)、学 CP (仮)、……などの 10 要素を、TEG II のデータに換算するために、最小二乗法を用いて換算式を作成した。こうして得られた値を「家 CP」などと表記する。得られた換算式は以下の通りである。

$$\text{家 CP} = 1.627 \times \text{家 CP (仮)} + 2.944$$

$$\text{家 NP} = 1.498 \times \text{家 NP (仮)} + 4.742$$

$$\text{家 A} = 1.814 \times \text{家 A (仮)} + 2.320$$

$$\text{家 FC} = 1.184 \times \text{家 FC (仮)} + 5.187$$

$$\text{家 AC} = 0.852 \times \text{家 AC (仮)} + 10.011$$

$$\text{学 CP} = 1.278 \times \text{学 CP (仮)} + 4.061$$

$$\text{学 NP} = 1.051 \times \text{学 NP (仮)} + 6.641$$

$$\text{学 A} = 1.562 \times \text{学 A (仮)} + 4.588$$

$$\text{学 FC} = 1.402 \times \text{学 FC (仮)} + 3.830$$

$$\text{学 AC} = 1.668 \times \text{学 AC (仮)} + 4.622$$

(2) 研究 II

<目的>

各年齢の家庭と学校での自我状態とその差の特徴を調べる。

<実施手順>

①第一回本調査実施

- ・実施日 3月10日
- ・対象 中学1年～高校2年
各学年3クラス(計600人)
- ・実施内容 本調査用紙

②データ処理

回答を集計し、(1)の④で求めた換算式に当てはめて家 CP, 学 CP, ……などの 10 項目を求めた。その後、学年間の得点の差について t 検定を実施した。その結果の全てを表 4 にまとめた。

③第1回本調査の結果

大人の自我状態 (A) に関して有意差がみられた。それを抽出したものが表1である。

表1 Aに関するt検定

要素	比較した学年	t値	p
学A	中3-高1	2.549	0.05
家A	中1-中3	-3.173	0.05
学A-家A	中1-中3	2.483	0.05

④第一回本調査の考察

これらの結果が、被験者の集団の特異性によるものか、一般的な年代における特徴なのかが不明であるが、いずれも大人の自我状態 (A) において差が出たことは興味深い。

(3) 研究Ⅲ

<目的>第一回本調査の結果と比較して、継時変化を確認し、第一回本調査の結果が一般的な傾向であるか検証する。

<実施手順>

①第二回本調査

- ・実施日 11月9日
- ・対象 中学1年～高校2年
各学年3クラス (計600人)
- ・実施内容 本調査用紙

②データ処理

第一回調査と同様対応のないt検定をした。その結果が表5である。

また、第一回調査と同一の被験者で、対応が確認できるデータに対して対応のあるt検定を行った。その結果が表6である。

③第二回本調査の結果

(i) 対応のないt検定

第1回本調査と同様、大人の自我状態 (A) に関して優位差がみられた。t検定については表2の通りである。

表2 Aに関するt検定

要素	比較した学年	t値	p
家A	中1-中3	-2.308	0.05
学A-家A	中1-中3	-2.165	0.05

第1回本調査と同様、大人の自我状態 (A) に関して優位差がみられた。t検定については表3のとおりである。

表3 Aに関するt検定

要素	比較した学年	t値	p
家A	中1-中2	3.213	0.05
家A	中2-中3	3.411	0.05
学A-家A	中1-中2	1.665	0.07
学A-家A	中2-中3	-2.454	0.05

④第二回本調査の考察

第一回本調査における大人の自我状態 (A) に関する値の変化は、年齢の変化による一般的な傾向であると考えられる。

5. 結論 - 考察

中学1年生から中学3年生においては年齢の変化による家庭と学校での大人の自我状態(A)の差が顕著になる。

このことは、大人の自我状態 (A) は、中学校入学時の環境の変化において、やや過剰に上昇するが、環境の変化が少ない家庭においては、学校よりも時間をかけてゆっくりと上昇するために生じるのではないかと推論できる。

6. 今後の課題

上記の考察が正しいかを検証するには、小学生にも調査を取ることが必要である。

また、本研究で対象にした岡山県立倉敷天城中学生の集団としての特殊性が結果に影響を与えた可能性も否定できない。

7. 参考文献

- 1) 氏原 寛, 他編:心理査定実践ハンドブック. 創元社(2006)
- 2) 加藤 司:心理学の研究法 実験・測定法・統計法[改訂版]. 北樹出版(2008)

質問項目1～20はあなたの学校での様子を思い浮かべながら、読んで感じたとおりに答えてください。					
	質問	はい	どちらでもない	いいえ	TEGⅡとの相関係数
1	学校では人の気持ちを考えて行動する	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4506
2	友人とにぎやかにさわぐのが好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4741
3	学校では人の言うことに左右されやすい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6939
4	学校での役割をきちんと果たす	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4287
5	学校では優柔不断(決められない性格)である	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.7213
6	友人にやさしい言葉をかける	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.3937
7	学校で人に理屈っぽいといわれる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.7148
8	学校では人の目を気にして、行動することが多い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5997
9	学校では人を笑わせることが多い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.7004
10	学校では論理的に考えられる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6250
11	学校では明るいといわれる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5439
12	学校で何かを行う前には情報を集める	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6670
13	友人や先生の気持ちがよくわかる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.3511
14	学校ではよく笑う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4528
15	学校では何気ない気配りをする	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5363
16	友人から言われたとおりに行動してしまうことが多い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6968
17	学校では人に指図されるより指図する方が多い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6201
18	学校では言うべきことは言う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5117
19	学校では物事を言葉できちんと説明できる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6857
20	学校ではいいと思ったことは貫く	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4621
質問項目21～40はあなたの家庭での様子を思い浮かべながら、読んで感じたとおりに答えてください。					
21	家族の役に立つよう行動する	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5031
22	家で何かが起きたら原因を考える	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6094
23	家では自分に厳しい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4677
24	家では論理的に考えられる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5010
25	家族と相談しなければ決められない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.3134
26	家族とにぎやかにさわぐのが好きだ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6129
27	家族のいうことに左右されやすい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5351
28	家族に理屈っぽいといわれる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4553
29	家族の気持ちを考えて行動する	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5131
30	家族の失敗を許すことができる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4718
31	家族に物事を言葉できちんと説明できる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5943
32	家族に遠慮をしない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.0439
33	家で一度決めたことはやりとおす	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.6574
34	家族の言うことが気になる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.3036
35	家族に言うべきことは言う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5791
36	家でいいと思ったことは貫く	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4972
37	家での生活を楽しもうとしている	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5158
38	家族の気持ちがなごむように話をする	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.5386
39	家族から言われた通りに行動してしまうことが多い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.2916
40	家では明るいと言われる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0.4507

図1 第一回本調査質問調査紙

表4 第一回本調査結果

(太枠はt検定で有意性が認められた項目)

第一回本調査	学CP	学NP	学A	学FC	学AC	家CP	家NP	家A	家FC	家AC	学-家CP	学-家NP	学-家A	学-家FC	学-家AC	
中学1年	平均	11.035	13.369	10.821	13.225	13.107	11.505	13.52	9.813	12.623	12.862	-0.47	-0.15	1.008	0.602	0.245
	度数	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
	標準偏差	2.3007	1.865	3.03	2.43	4.387	2.759	3.263	3.372	2.217	1.93	2.913	2.855	3.104	2.487	4.064
中学2年	平均	10.663	13.012	10.795	12.156	13.438	10.894	13.375	10.101	12.156	13.09	-0.23	-0.364	0.694	0	0.348
	度数	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
	標準偏差	2.388	2.071	3.099	2.906	4.559	3.309	3.159	3.461	2.346	2.134	2.807	2.528	3.227	2.749	4.36
中学3年	平均	11.113	12.967	11.241	12.281	13.028	10.943	12.995	11.222	12.117	12.488	0.169	-0.028	0.019	0.165	0.54
	度数	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
	標準偏差	1.968	1.857	2.575	2.884	4.114	2.832	3.193	3.133	2.259	1.84	2.748	2.832	2.922	2.922	3.871
高校1年	平均	10.811	12.907	10.261	12.295	4.614	10.941	13.023	10.278	12.112	12.84	-0.1297	-0.116	-0.016	0.183	-0.083
	度数	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
	標準偏差	2.224	1.834	3.17	2.477	4.614	3.08	3.005	3.735	2.389	2.07	2.97	2.841	3.282	2.789	4.176
高校2年	平均	10.625	12.935	11.127	11.883	13.832	10.973	12.668	10.546	12.26	13.191	0.132	0.267	0.58	-0.242	0.64
	度数	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
	標準偏差	2.104	1.945	2.939	2.591	3.667	2.995	3.065	3.217	2.233	1.949	2.947	2.69	3.44	3.209	3.616

表5 第二回本調査結果【対応のないt検定】(太枠はt検定で有意性が認められた項目)

第二回本調査	学CP	学NP	学A	学FC	学AC	家CP	家NP	家A	家FC	家AC	学-家CP	学-家NP	学-家A	学-家FC	学-家AC	
中学1年	平均	11.553	13.198	11.151	12.859	11.064	11.348	13.414	10.158	12.161	13.317	0.205	-0.216	0.993	0.699	-2.253
	度数	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
	標準偏差	1.86	1.856	2.607	2.551	4.026	2.994	3.118	3.404	2.287	2.174	2.555	2.88	2.881	3.147	3.796
中学2年	平均	11.67	13.863	11.108	13.22	12.35	12.049	14.046	10.941	12.791	13.044	-0.379	-0.183	0.168	0.429	-0.694
	度数	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
	標準偏差	2.306	1.586	3.13	2.864	3.839	3.149	3.272	3.316	2.547	2.154	3.084	2.702	2.905	2.762	3.875
中学3年	平均	11.09	13.219	11.342	12.515	12.329	11.184	13.522	11.222	12.423	13.182	-0.094	-0.302	0.12	0.092	-0.854
	度数	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
	標準偏差	2.119	1.707	2.811	2.454	4.09	2.82	2.936	3.353	2.027	2.004	2.503	2.467	3.027	2.492	3.793
高校1年	平均	10.93	13.275	10.78	11.942	12.426	11.152	13.503	11.001	12.587	13.069	-0.221	-0.227	-0.221	-0.645	-0.643
	度数	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
	標準偏差	2.33	1.777	2.884	3.006	4.038	2.576	2.695	3.108	1.954	2.026	2.676	2.528	3.277	3.025	3.866
高校2年	平均	10.597	12.847	10.152	12.042	11.882	10.723	13.216	10.492	11.851	12.656	-0.126	-0.369	-0.34	0.19	-0.774
	度数	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
	標準偏差	2.382	1.815	2.987	2.873	4.41	2.84	3.009	3.313	2.324	2.093	3.198	2.929	3.006	3.314	3.98

表6 第二回本調査結果【対応のあるt検定】(太枠はt検定で有意性が認められた項目)

	学CP	学NP	学A	学FC	学AC	家CP	家NP	家A	家FC	家AC	学-家CP	学-家NP	学-家A	学-家AC	学-家AC	
中1→中2	中1平均	10.87139	13.22358	10.73324	12.99834	12.10605	11.18604	13.53289	9.910158	12.47795	12.81363	-0.31464	-0.30932	0.823079	0.520395	-0.70758
	標準偏差	2.403364	1.893708	2.980273	2.485607	3.821805	2.883239	3.21783	3.259766	2.215499	1.948827	3.113246	2.589461	3.121855	2.519104	3.549163
	中2平均	11.4095	13.83205	11.26761	12.75853	12.65474	11.67842	14.04537	11.22292	12.55584	13.09389	-0.26892	-0.21332	0.044684	0.202684	-0.43916
	標準偏差	2.383041	1.59986	2.993849	3.190915	3.726919	3.220021	3.18994	3.060654	2.516036	2.068426	2.942858	2.714553	3.100249	2.928054	3.785377
中2→中3	中2平均	10.86743	13.0769	10.99396	12.41528	12.53094	10.95103	13.34288	10.12631	12.2777	13.11266	-0.08361	-0.26598	0.86764	0.137584	-0.58172
	標準偏差	2.190855	1.954022	3.115608	2.598115	3.89401	3.237732	3.025546	3.497284	2.317537	2.095729	2.849659	2.584589	3.311949	2.667961	3.621189
	中3平均	11.15462	13.25403	11.32742	12.68308	12.39975	11.04244	13.4607	11.32885	12.45064	13.30412	0.11218	-0.20666	-0.00144	0.232438	-0.90437
	標準偏差	2.063483	1.676294	2.948808	2.336519	4.183613	2.748343	2.958414	3.379484	1.985904	1.983536	2.374615	2.510403	3.131272	2.356392	3.8006
中3→高1	中3平均	11.39429	13.4725	11.57981	12.70933	11.81029	10.96279	13.44467	11.34681	12.71386	12.49586	0.4315	0.027533	0.233	-0.00452	-0.67557
	標準偏差	1.97317	1.302441	2.689054	2.84816	3.538139	2.804435	2.578875	2.948679	1.588953	1.829317	2.679994	2.312595	2.810832	2.748452	3.313043
	高1平均	11.39429	13.39743	12.13767	12.67595	11.92943	11.079	13.33767	11.34681	12.883	13.21614	0.315286	0.059762	0.790857	-0.20705	-1.28671
	標準偏差	2.232097	1.687577	2.829655	2.437724	4.052414	2.884363	2.575173	3.203383	1.849648	2.245034	2.749356	2.202869	3.063643	2.300613	4.148701
高1→高2	高1平均	10.85038	13.57103	10.98244	12.5925	12.64925	11.18069	13.73	10.82313	12.291	13.17938	-0.33031	-0.15897	0.159313	0.3015	-0.53012
	標準偏差	2.223626	1.720147	2.983159	1.854672	3.716626	2.98726	2.968546	3.612021	2.072	2.000776	3.170293	2.73615	3.034204	2.421885	3.592144
	高2平均	10.69063	13.17691	10.64075	12.54869	12.02375	10.57056	13.49594	10.99319	11.958	12.93975	0.120063	-0.31903	-0.35244	0.590687	-0.916
	標準偏差	2.105733	1.614029	2.781884	2.237013	4.431545	2.801486	3.113295	2.785774	2.139291	2.202646	3.176384	2.838534	2.740101	2.869724	3.791536
度数	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	

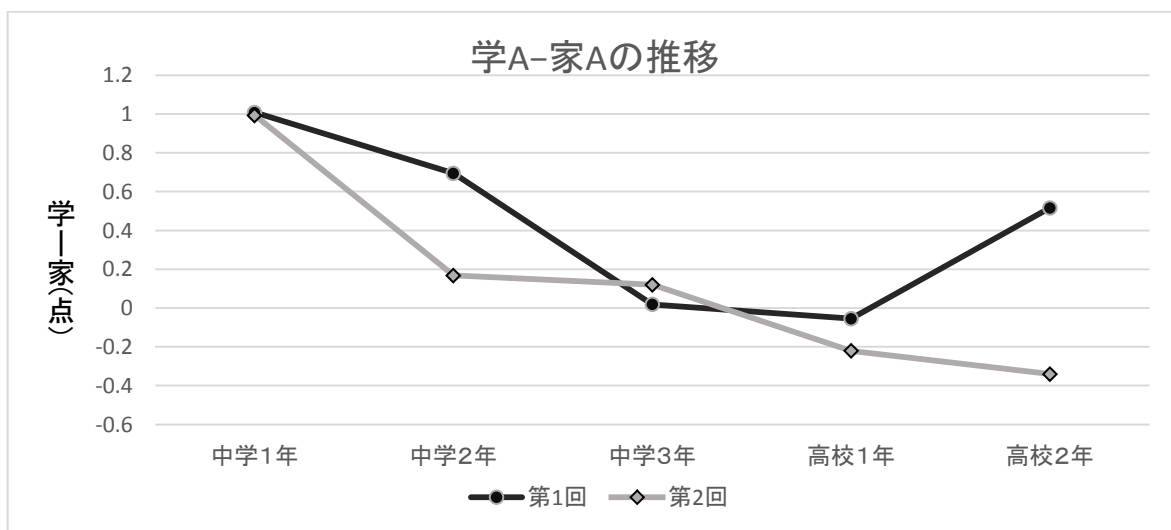


図2 二回の調査における(学A-家A)の推移

平成27年度2年次生課題研究発表会について

1 課題研究成果発表会（校内）

SSH研究開発プログラムの中で最も大きな位置付けをもつ「課題研究」において、2年次生が1年間をかけて取り組んできた研究の成果を発表する研究成果発表会を開催した。課題研究Ⅰ、課題研究Ⅱについて次の日程で2回の発表会を本校のコンベンションルーム及びサイエンス館にて行った。

1回 10月7日(水) 13:50～15:30(6限～7限)

課題研究Ⅰの研究成果を評価：9グループ全て口頭発表(第1章2-2-(2)参照)

2回 12月16日(水) 13:50～15:30(6限～7限)

課題研究Ⅰの研究成果を評価：9グループ全て口頭発表

※岡山県理数科数理数系コース課題研究合同発表会のステージ発表選考会を兼ねて実施した。

3回 1月27日(水) 12:55～15:30(5限～7限)(本校サイエンス館)

課題研究Ⅱの論文を評価：4グループ口頭発表、9グループ全てポスター発表

口頭発表テーマ ①水中における2球の落下運動

②発光バクテリアの発光制御

③倉敷天城高等学校周辺における野鳥の棲息状況についての
ラインセンサス法による調査

④中高生の家庭と学校における自我状態の違いについて

口頭発表は、スライドによるプレゼンテーションを行い、各グループ7分程度の発表を行った。



第2回研究発表(口頭発表)



第3回研究発表(ポスター発表)

2 第13回高大連携理数科教育研究会・第16回岡山県理数科数理数系コース課題研究合同発表会

県内の理数科設置4校では、「課題研究」を開講し、各校が独自に実施する校内での発表会で、研究成果が報告されている。しかし、発表会を校内のみで終わらせることなく、理数系教育の共通理解と更なる充実・発展を目指して、合同の発表会が企画され、「第1回理数科課題研究合同発表会」が平成13年3月、岡山理科大学を会場に開かれた。16回目となる本年度は、平成28年2月6日(土)に岡山理科大学を会場に開催された。以下、この発表会の概略を示す。なお、昨年度よりステージ発表は、評価対象となり、出場した2グループともに優秀賞を獲得した。



ステージ発表

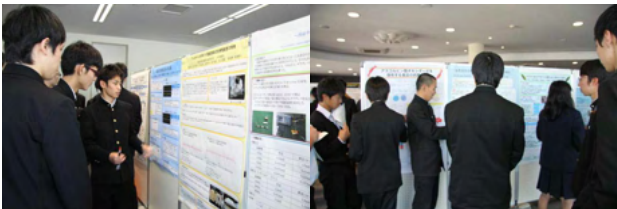
平成 27 年度 第 13 回高大連携理数科教育研究会
第 16 回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会

■発表会の概要

日時	平成 28 年 2 月 6 日 (土)	
会場	岡山理科大学	
日 程	(1) 開会のあいさつ	9:50 ~ 10:00
	(2) 発表 (入退場・質疑を含めて 10 分以内)	10:10 ~ 14:50
	ポスターセッション (57 組)	13:30 ~ 14:50
	(3) 指導講評	15:00 ~ 15:50
	(4) 閉会のあいさつ	15:50 ~ 16:00

■研究テーマ(ステージ)発表校

分野	テ ー マ	発 表 校
物理	配水管の要素が排水音に及ぼす影響の考察	津 山
	摩擦の法則の検証とそのメカニズムの検証	津 山
	風力 UP	岡山一宮
	ペットボトルの注ぎ口の形と流速の関係	玉 島
数学	液体サンプル採取ロボットのモデル製作	岡山一宮
化学	発光バクテリアの発光制御	倉敷天城
	水と油はなぜまざらないのか ～仲を取り持つ界面活性剤?～	岡山一宮
	鉄を腐食から守るクエン酸効果	玉 島
生物	倉敷天城高等学校周辺における野鳥の棲息状況に ついてのラインセンサス法による調査	倉敷天城
	ミドリムシによる乳酸菌活性効果	岡山一宮



ポスター発表



ステージ発表表彰式