

色彩学とデザインの体験的学習に関する研究第4報： 三原色染料絵具の開発と混色演習について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-02-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 森, 優子, 小林, 政司 メールアドレス: 所属:
URL	https://osaka-shoin.repo.nii.ac.jp/records/4436

色彩学とデザインの体験的学習に関する研究 第 4 報 —三原色染料絵具の開発と混色演習について—

学芸学部 化粧ファッション学科 森 優子

学芸学部 化粧ファッション学科 小林 政司

要旨：本稿は、大阪樟蔭女子大学学芸学部化粧ファッション学科の色彩関連科目における混色理論の教育効果の向上を目指す実践研究の第 4 報である。第 2 報では、絵具の混色による演習を取り上げ、第 3 報では、食用色素を用いた教材の開発を行い三原色に近似した食用色素溶液の重量パーセント濃度を導いた。これまでの研究結果をもとに本稿では三原色染料絵具の作成を試みた。絵具の開発にあたり、着色剤は染料である食用色素を用い、固着剤としてポリビニルアルコールとアラビアゴムを使用した。さらに、補助成分として二酸化チタンを混合した 4 種の絵具を作成した。これらの絵具を用いて 12 色の色相環作成を主題とする課題を授業内で実施した。混色理解の促進を目的とする絵具の最適条件を探るため、質問紙により発色、塗りやすさ、混色理解教材としての適切さを調査した。さらに、4 種の絵具別の色相環サンプルを分光測色計により測色し、各絵具の色相環の完成度と色相配置のバランスを把握することによって、混色理解にふさわしい絵具の条件を考察した。

キーワード：色彩教育、混色演習、食用色素、三原色、絵具

1. はじめに

本稿は大阪樟蔭女子大学化粧ファッション学科における色彩に関する授業科目において、混色理論の理解を目的とした体験的学習を導入した教育実践研究の第 4 報である^{1,2,3}。第 2 報において市販の三原色絵具による色相環作成教材について検討したが、教育効果を高めるため、本研究では、第 3 報の食用色素染料による三原色研究から導いた結果をもとに、混色に適した絵具の開発を試みる。絵具の最適条件を探るため、発色、塗りやすさ、混色理解教材としての適切さの観点から検討する。

2. 絵具について

古来、絵具は顔料等の着色剤と表現手法によって、炭酸カルシウム、卵、油、アラビアゴム、アクリル等の固着剤を絵画制作者が別個に用意し、時間と手間をかけて準備してようやく制作に入ることができるものであった。19 世紀に入り、絵具を保存するチューブ状の容器が発明されたことで制作前の工程が大幅に解消され現在の絵具の形式に至っている。絵具は、着色成分と固着成分と補助成分が揃ってはじめて成立する。着色成分は、発色に関わる成分（顔料や染料）、発色成分を基底剤（紙など）に接着する固着成分がある。

補助成分として乾燥剤、安定剤、光沢保持剤などがある。絵具の種類は、固着成分によって異なり、その見え方もこれにより大きく左右される。

本研究では、第 3 報で報告した食用色素による理想に近い三原色の原液色素濃度を検討し導いた結果を絵具の開発に応用する。そのため今回、絵具の着色剤には食用色素（染料）を使用する。染料を絵具の着色剤として使用する理由の一つとして、顔料に比べて染料が分子状態で被染体と結合することから、絵具の発色性の良さが期待できることがある。

2.1. 着色材料としての染料について

本研究で使用する三原色の着色成分として、第 3 報で使用した食用色素を用いる。原色シアン（青緑）として青色 1 号を、原色マゼンタ（赤紫）として赤色 105 号を、原色イエロー（黄）として黄色 4 号を選択した。食用色素は、ダイワ化成製造「ダイワ食用色素」を使用する⁴。食用色素を着色材として、混色の理解を促すための絵具を作成するにあたり、第 3 報の三原色に近似した食用色素溶液の分光測色の結果から導いた原液の重量パーセント濃度を利用する。三原色の青緑色として、食用青色 1 号（ブリリアントブルー FCF）が 0.565 wt%、赤紫色として食用赤色 105 号（ローズベンガル）が 0.423 wt%、黄色として、食用

黄色 4 号（タートラジン）が 0.571 wt%である。

3. 絵具の作成

3.1. 使用する固着成分について

今回教材とする絵具の固着成分にはできるだけ人体に無害であり、入手しやすい材料を使用した絵具とするため、着色成分には食用色素を、固着成分としてポリビニルアルコール（以下 PVA）と天然の植物原料であるアラビアゴムを選択した。

PVA（試薬特級，Polyvinyl Alcohol, $(-\text{CH}_2\text{CHOH}-)_n$ ）は、合成樹脂の一種で、親水性がきわめて強く、水に可溶という特徴を持つ。接着剤や、バインダー、洗濯のりとして利用されるほか、増粘剤としても利用される。また、昭和 20 年代から文化財の修復現場などで年代物の絵の剥離防止コートとしても使われていた。

アラビアゴムは、主に水彩絵具の糊剤の主成分として用いられる、アカシア属の樹木から採取される天然ゴムである。使用したアラビアゴムは、水彩絵具の展色剤として製品化されている淡黄色の樹脂である。水との溶解性は良く水彩絵具としては、高い乳化力により染料（顔料）の分散が安定するため品質変化しにくいという長所がある。本研究では、ホルベイン工業株式会社製のアラビアゴムメディウム〈高濃度アラビアゴム溶液〉（GUM ARABIC MEDIUM）を使用した。これは、水彩絵具に混ぜ透明度を高め、ガッシュやポスターカラーと練り合わせると透明水彩調になることを目的として使用される。成分には、グリセリンと防腐剤が含まれている。使用上の注意として、多量に用いると画面に艶が残ることが注記されている。

以上の PVA とアラビアゴムに補助成分として、酸化チタン（IV）ルチル型（試薬特級，Titanium(IV) Oxide）を混合し、4 種の絵具を作成する。この酸化チタンは、絵具の白色顔料として一般的に使用されるものだが、酸化チタンを加えることによって絵具の粘性を制御しケント紙等の下地の隠蔽力向上が期待できる。ただし、酸化チタンを用いると絵具の透明度は低下する。

3.2. 4 種の絵具の作成

まず、PVA 絵具の作成にあたり、濃度は絵具の粘度や固さに影響するため、適切な PVA 溶液の濃度を検討した。粉末状の PVA に水を混合する割合を 10%から 25%まで段階的に試した結果、10%濃度が適度な粘度であると考えられたため、10%濃度の PVA 溶液に着色剤を混合することにした。アラビアゴム絵具は、アラビアゴムメディウムに着色剤を混合した。

PVA+酸化チタン絵具は 10%濃度の PVA 溶液に、粉末状の酸化チタンを 10%の割合で混合した。アラビアゴム+酸化チタン絵具は、アラビアゴムメディウムに酸化チタンを 10%の割合で混合した。着色剤は、2.1. に示した重量パーセント濃度から三原色各色の量を算出し、各固着剤に混合した。PVA+酸化チタン絵具とアラビアゴム+酸化チタン絵具は、酸化チタンの影響で、原色赤紫が白濁したため、赤紫の食用色素を 2 倍の量にして混合した。

4. 対象授業と調査内容について

本学科 2 年生対象授業カラーコーディネート演習において、2019 年 7 月、絵具による 12 色の色相環の作成を主題とする課題を実施した。2 種の固着剤と、補助成分酸化チタンを混合した 4 種の絵具を用いた演習を行い、自身の課題内容を質問紙調査によって振り返らせた。その結果について発色の良さ、塗りやすさ、混色の理解に適した絵具の観点から観察した。

4.1. 課題内容

課題は、カラーコーディネート演習のうち 1 回、90 分、2 クラスで実施した。課題は減法混色の原理を体験的に理解させる目的であることを説明し、三原色絵具のうち 2 色ずつ段階的に混合し、12 色の色相がスムーズなグラデーションとなる色相環を作成させるものである。パレット上で三原色の絵具の赤紫（マゼンタ）、黄（イエロー）、青緑（シアン）の量を微調整して作り、ケント紙のシートに塗布し色相環を作成する。使用する絵具は、PVA 絵具、アラビアゴム絵具、PVA+酸化チタン絵具、アラビアゴム+酸化チタン絵具の 4 種であるが、学生はこのうち 2 種の絵具を用いて課題シートに色相環 A と B を作成する。

5. 制作を振り返る質問紙調査

課題終了後、色相環の制作を振り返るための質問紙形式の調査を行った。質問は全 16 問である。2 つの異なる種類の絵具を用いて 2 つの色相環を 90 分で作成する課題内容であるが、所定の時間内に完成できない者もあったため、質問紙調査の回答者数と総回答数は一致しない。回答者数は 45 名である。

5.1. 質問紙調査結果

質問紙調査の結果について考察する。以下、図中の PV 絵具 A を P、アラビアゴム絵具を G、PVA+酸化チタン絵具を PT、アラビアゴム+酸化チタン絵具を GT と表記する。

5.1.1. 混色が容易な色の組合せ

問1では、三原色のうち最も混色が容易にできるものはどの原色の組合せだったかを聞いた。回答結果は図1のとおりである。PVA 絵具、アラビアゴム絵具、PVA+酸化チタン絵具、アラビアゴム+酸化チタン絵具のいずれも「黄と青緑」の混色がもっとも容易に作成ができたと回答していた。次に「赤紫と青緑」が続き「赤紫と黄」が最も少なくなった。

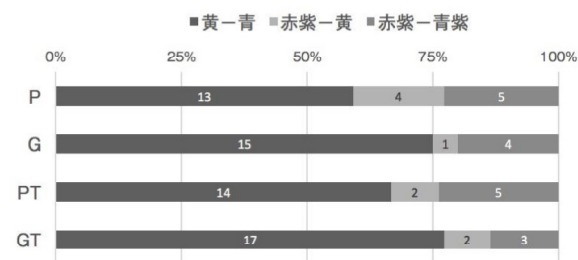


図1 混色が容易な色の組合せ

5.1.2. 容易に作成できた色

問2において具体的に12色のうち、どの色の混色が作りやすかったか3つまでその組合せを挙げさせた。PVA 絵具では「赤紫と紫」、「黄と黄緑」が最も作りやすい色として同位であった。アラビアゴム絵具では「黄緑と緑」が最も多かった。PVA+酸化チタン絵具も黄緑と緑が最も多かった。アラビアゴム+酸化チタン絵具でも「黄緑と緑」が最も作りやすい色であるとの結果となった。

5.1.3. 混色が難しい色の組合せ

問3では、反対に最も混色が難しかったのはどの組合せであったか聞いた。当然ながら問1の結果と逆の結果となり、いずれの絵具においても「赤紫と黄」の混色が難しいことが明かとなった(図2)。

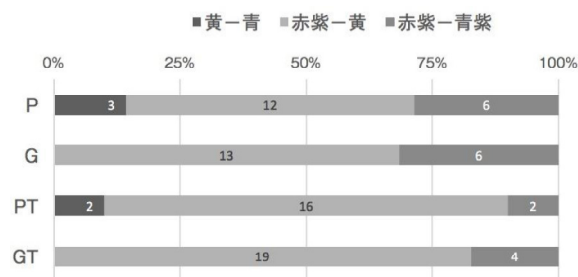


図2 混色が難しい色の組合せ

5.1.4. 混色の難しい色について

問4では、12色のうち具体的にどの色の混色が難しかったか、3つの組合せを聞いた。PVA 絵具では、「赤と紫みの赤」が最も多数となり次に「黄と黄みの橙」、「黄みの橙と赤」が続いた。他に「青と青緑」、「青紫と青」も混色が難しい色として挙がっていた。

アラビアゴム絵具では、「赤と紫みの赤」が最も多く、次に「黄みの橙と赤」となった。PVA+酸化チタン絵具では「黄みの橙と赤」が最も多く「赤と紫みの赤」と続いた。アラビアゴム+酸化チタン絵具では「黄みの橙と赤」と「赤と紫みの赤」が同位で多数となった。問3の結果から「黄から赤紫」までの色が難しいという傾向が表れていたが、具体的に作成が難しい色を把握できた。作成結果からは、色の違いが出せていない例も散見されたが、個人差による偏りも大きいことが観察された。

5.1.5. 発色の良い組合せについて

問5では、使用した絵具の発色の良さについて、「とても良い」から「悪い」までの5段階で聞いた(図3)。ここで発色が「良い」と「まあまあ良い」の割合が高い順にPVA+酸化チタン絵具、アラビアゴム絵具、アラビアゴム+酸化チタン絵具となった。



図3 発色の良否について

5.1.6. 混色の工夫について

問6では、どのような工夫をすると混色がしやすくなるか自由記述形式で聞いた。ここでは絵具を塗りやすくするための工夫として、水を少しずつ足していくこと、水の量の調整により色の濃淡が決まることに注意するというものがあつた。混色の調整に関するものとして、絵具を少量ずつ足すことにより微妙な色差を調整すること、筆を常に洗っておくこと、三原色間の中間の色を絵具を均等に混ぜて作り、絵具の量をできるだけ均等に加えるとスムーズな混色ができるというものがあつた。

5.1.7. 絵具の塗りやすさについて

問7では、使用した絵具の塗りやすさについて「塗りやすかった」から「とても塗りにくかった」までの5段階で聞いた(図4)。ここでは、PVA 絵具が「塗りにくかった」・「とても塗りにくかった」との回答が7割を超えており、PVA 絵具の塗りにくさが顕著であった。この結果は、用いたPVA 絵具の粘り気が強かったこと、さらに作業中に水分が蒸発したことも遠因としてあると考えられる。PVA+酸化チタン絵具

の結果も、約半数が「塗りにくい」と回答しており、PVA が含まれた絵具は塗りにくいという結果となった。反対に、最も塗りやすいという結果が表れたのは、アラビアゴム＋酸化チタンの絵具で、「塗りやすかった」・「まあまあ塗りやすかった」が9割を超えていた。次にアラビアゴム絵具が、5割を超える結果となった。

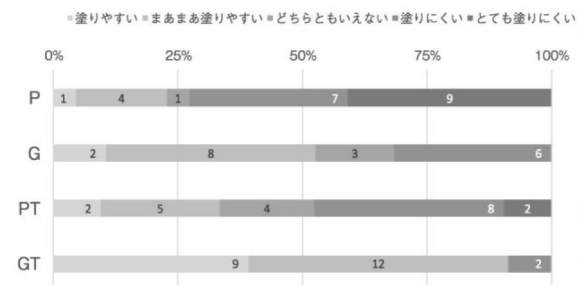


図4 塗りやすさについて

5.1.8. 絵具の粘り気（固さ）について

問8では、使用した絵具の粘り気（固さ）について「やわらかすぎる」から「固すぎる」までの5段階で聞いた（図5）。絵具の固さは、絵具の筆さばきの良し悪しを左右する点でもある。問7とも関連する結果となっており、PVA 絵具が「固い」・「やや固い」が7割を超える回答となった。PVA＋酸化チタン絵具も「固い」・「やや固い」がPVA 絵具と同割合となった。反対に、アラビアゴム絵具とアラビアゴム＋酸化チタン絵具は、「ちょうど良い」・「やわらかい」の回答が半数を超えており、アラビアゴム絵具の固さと粘り気がちょうど良い塗りやすさであることを示しているといえる。

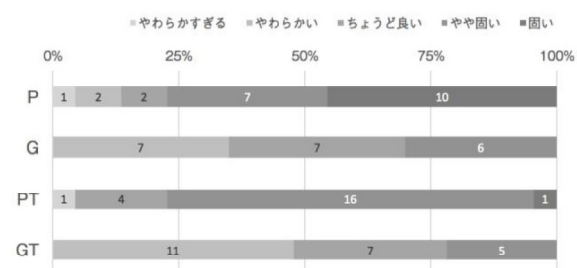


図5 絵具の粘り気について

5.1.9. 水の混合量について

問9では、絵具を紙に塗るあたり、どれくらい水を混ぜたか聞いた（図6）。ここでは、PVA 絵具、PVA＋酸化チタン絵具で水を多く混ぜたという回答が多く、アラビアゴム絵具とアラビアゴム＋酸化チタン絵具は「少々混ぜた」が多数となった。水を多く混ぜれば当然色調は薄く淡い色合いとなり、水の量が少ないと濃くはっきりとした着色結果になる。作成され

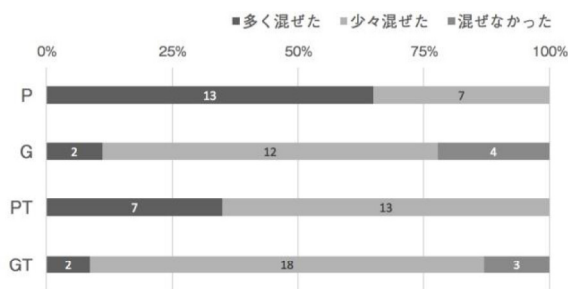


図6 水の混合量について

た色相環からみても、水分量の調整は個人差が大きく表れる部分であり、結果として色相環の発色の良否とも関連する。

5.1.10. 使用絵具についての意見

問10では、使用した絵具についての意見を自由記述形式で収集した。PVA 絵具は粘り気が強いいため、水を多く混ぜて塗らなければならなかったという意見が多数あった。一方で、水を加えすぎると色味が薄くなり発色が悪くなることも自覚されていた。PVA 絵具は筆で強く混ぜると泡立ちやすく、このことからムラになりやすいこと、乾燥によって固まってくることに注意が必要であるという意見があった。一方で発色は鮮やかで良いという感想もあった。アラビアゴム絵具は、やや水分が多い絵具の状態だったが、透明感がありはっきりとした発色になったこと、発色が良く、混色はしやすかったが、乾燥して固まりやすかったこと、乾燥を避けるため水を足すと色が薄まることに注意が必要であるとの意見があった。PVA＋酸化チタン絵具は、やや固かったが発色は美しかった、ダマができやすく扱いが難しかった、色みが白っぽく、混ぜりにくかった、水の調整が難しかった、泡立ちやすかったという感想があった。アラビアゴム＋酸化チタン絵具は、水を加えると白くなり、水が少ないと固くなりムラもできやすかった、淡い発色になりやすい、粘り気があり柔らかく、とても塗りやすかったという意見があった。

5.2. 2種の絵具の比較

4種の絵具の比較は、①A: PVA B: アラビアゴム、②A: PVA＋酸化チタン B: PVA、③A: PVA B: アラビアゴム＋酸化チタン、④A: アラビアゴム B: PVA＋酸化チタン、⑤A: アラビアゴム B: アラビアゴム＋酸化チタン、⑥A: PVA＋酸化チタン B: アラビアゴム＋酸化チタン、以上6通りの組合せについて行った。学生は、以上の組み合わせで使用した2種の絵具AとBを比較し、5段階で、次の6つの質問事項に解答する。得られた結果を-4, -2, 0, 2, 4

の評価ポイントに置き換え各項目のスコアを絵具ごとに算出しシェッフエ（Sheffé）の一对比較法（原法）を用い検定を行った。

5.2.1. 発色の比較

まず、問 11 では、使用した絵具の発色性の良否を聞いた（図 7）。スコアが高いほど発色が良いことを示している。アラビアゴム、PVA+酸化チタン絵具は発色が良好であり、アラビアゴム+酸化チタン絵具は発色が良くないことが示された。相関係数は 0.308 と小さい。このことは判断基準に個人差が大きいことを示している。

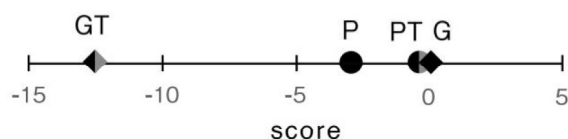


図 7 発色の良否の結果

5.2.2. 使用絵具の好みについて

問 12 では、使用した絵具 A と B ではどちらが好みだったかを 5 段階で聞いた（図 8）。相関係数は 0.704 と高い。スコアより、アラビアゴム絵具が最も好まれ、アラビアゴム+酸化チタン絵具と続き、PVA 絵具が最も好まれない結果となった。

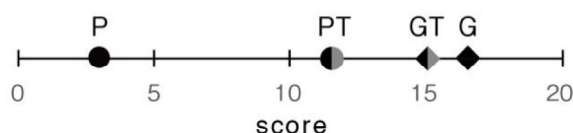


図 8 どの絵具を好んだか

5.2.3. 使用絵具の艶感について

問 13 では、使用した絵具の艶感はどちらが良かったか 5 段階で聞いた（図 9）。相関係数は 0.868 と高い。もっとも艶感があったものはアラビアゴム絵具であり、アラビアゴム+酸化チタン絵具のスコアは低位となった。酸化チタンを混合した絵具はマットな質感となり艶が失われることが評価として表れた。

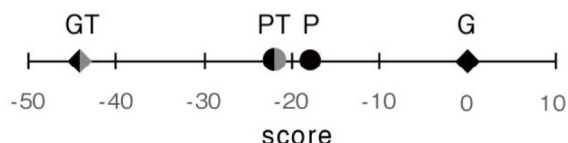


図 9 艶感比較の結果

5.2.4. 使用絵具の塗りやすさについて

問 14 では、使用した絵具はどちらが塗りやすかったか 5 段階で聞いた（図 10）。相関係数は 0.765 であ

る。塗りやすい絵具として突出したのがアラビアゴム+酸化チタン絵具である。塗りにくいものとして、PVA 絵具、PVA+酸化チタン絵具となり、PVA が含まれる絵具は塗りにくいということがここでも顕著となった。

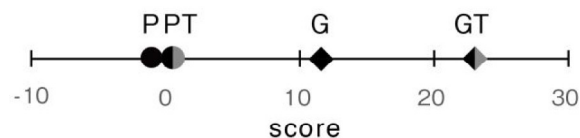


図 10 塗りやすさ比較の結果

5.2.5. 混色に適している絵具について

問 15 では、色彩の混色を理解するにはどちらの絵具が適しているか 5 段階で聞いた（図 11）。相関係数は、0.883 と高い。結果は、混色の理解に適している絵具はアラビアゴム絵具が最も高く、続いて PVA+酸化チタン絵具、PVA 絵具の順となった。アラビアゴム+酸化チタン絵具は他と大きく離れて最下位となり、混色には適さないという評価結果となった。



図 11 混色理解に適した絵具

5.2.6. 混色課題の得手不得手について

最後に問 16 において混色の課題が得意と感じたか苦手と感じたか 5 段階で聞いた（図 12）。相関係数は 0.759 である。値が高いものほど得意と感じられる絵具を示している。アラビアゴム+酸化チタン絵具が、最も得意な絵具として他を引き離して最上位となった。アラビアゴム+酸化チタン絵具は混色理解に最も適さない絵具という評価結果であったが、塗りやすさや好みの観点では高位となっており、得手不得手とも関連した結果となった。

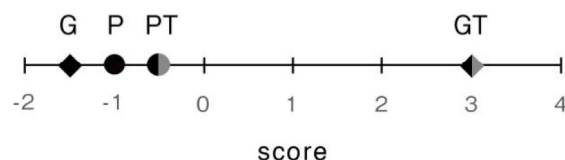


図 12 混色作業についての得手不得手について

6. 色相環の測色

学生が作成した色相環のうちスムーズな色調変化が得られた結果を 4 種の絵具から 1 点ずつサンプリング

し、絵具別に分光測色計により測色を行った。サンプリングした色相環を、図 13、15、17、19 に示す。測色計は KONICA MINOLTA CM-2600d を使用した。測色箇所には、黄色を 1 として右回りに黄緑が 12 となる資料番号を付した。表 1 には、これらの番号と測色箇所に対応する望ましい混色割合を示した。ここで用いた 4 つのサンプルは学生の混色作業の技量、測色時の誤差を含んでいる点に注意しなければならない。

表 1 求められる絵具の混合割合

No.	Desired ratio / %	No.	Desired ratio / %
1 (Y)	Y=100	7	C:M=50:50
2	Y:C=75:25	8	C:M=25:75
3	Y:C=50:50	9 (M)	M=100
4	Y:C=25:75	10	M:Y=75:25
5 (C)	C=100	11	M:Y=50:50
6	C:M=75:25	12	M:Y=25:75

6.1. 各絵具の色相環サンプルと測色結果

色相環に塗られた 12 色を、絵具別に a^* - b^* 平面にプロットしたものが図 14、図 16、図 18、および図 20 である。各プロットにより構成された図が正円に近くかつ大きく、中心点が原点である無彩色付近に在ることが理想的な色相環であると判断される。さらに、隣り合う色相間の色差は一定のバランスであることが望ましい。

各絵具のプロットの構成図形を比較すると、①PVA 絵具の色相環は、一部凹みは見られるものの円は大きい、②アラビアゴム絵具は、PVA 絵具に比べると大きさはやや小さくなるが、各色は比較的等間隔に配置している、③PVA+酸化チタン絵具とアラビアゴム+酸化チタン絵具の構成図形は小さく、各色が中央に寄っているなど、各絵具の特徴が表れる結果と

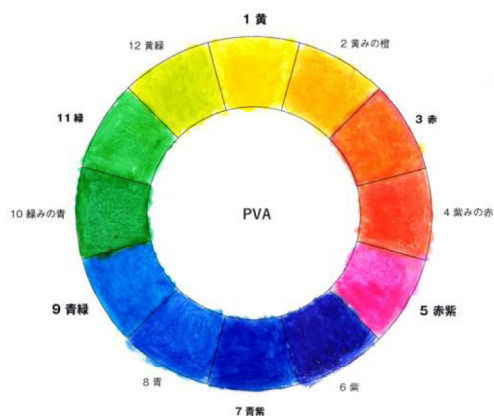


図 13 PVA 絵具のサンプル

なった。

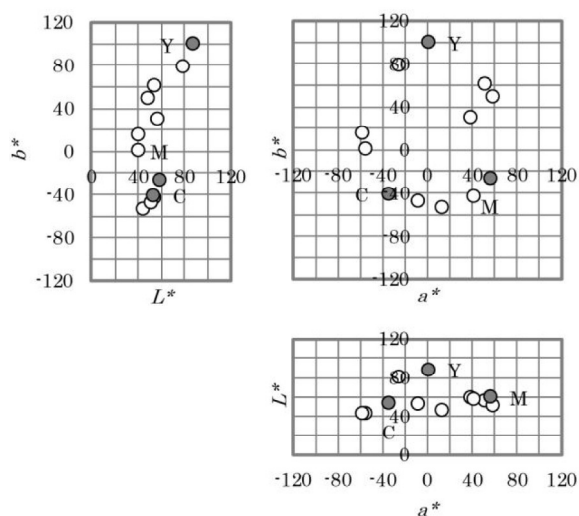


図 14 PVA 絵具サンプルの測色結果

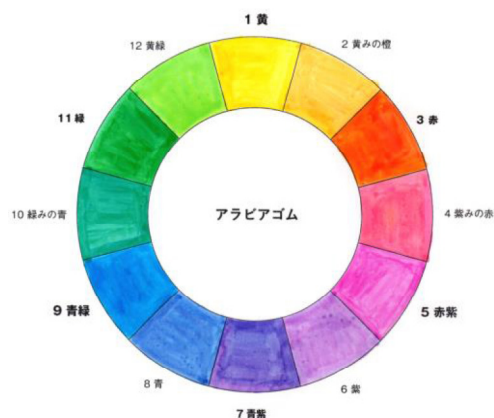


図 15 アラビアゴム絵具のサンプル

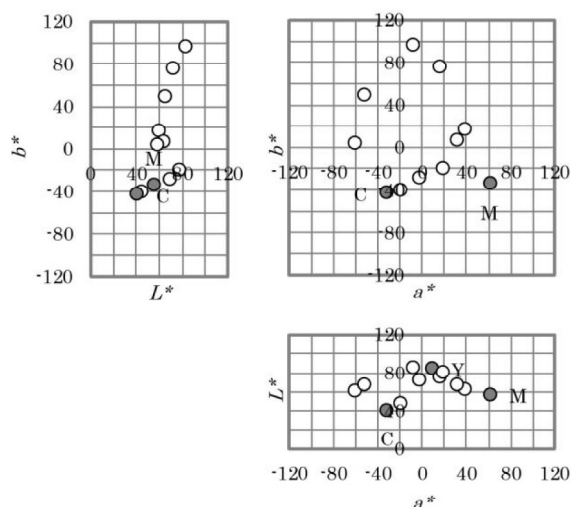


図 16 アラビアゴム絵具サンプルの測色結果

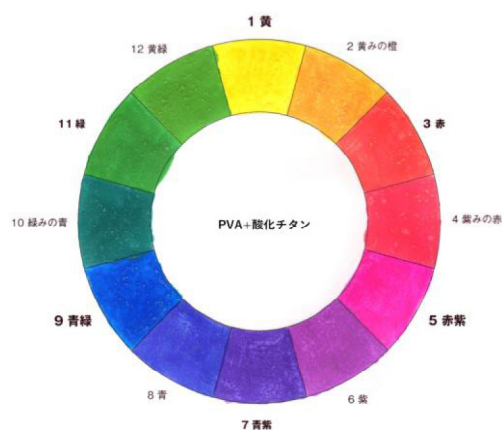


図 17 PVA+酸化チタン絵具のサンプル

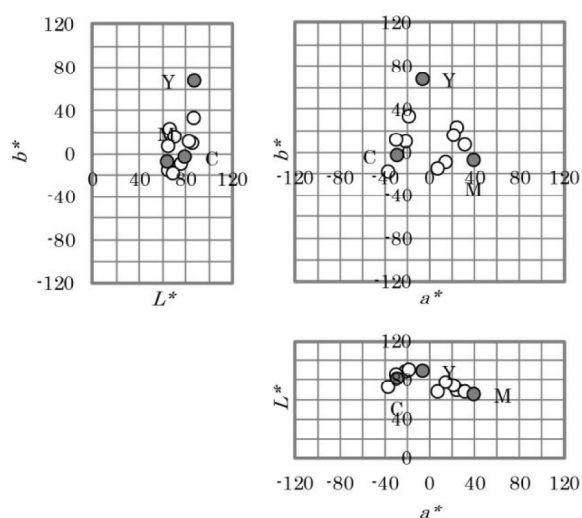


図 18 PVA+酸化チタン絵具サンプルの測色結果

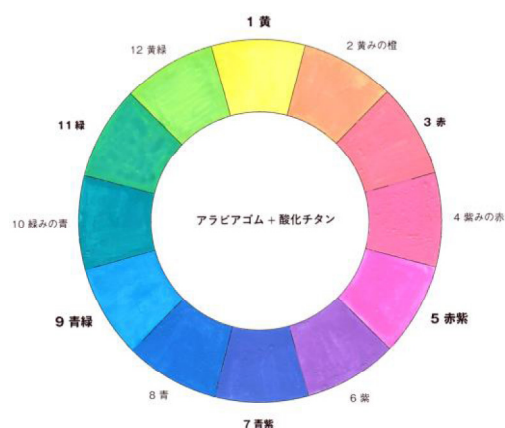


図 19 アラビアゴム+酸化チタン絵具のサンプル

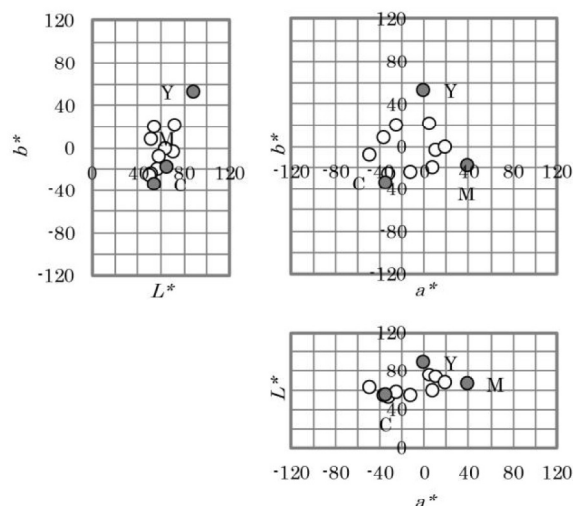


図 20 アラビアゴム+酸化チタン絵具サンプルの測色結果

6.2. 測色値と各プロットの無彩色軸との距離およびその平均値と標準偏差

次に、 a^*-b^* 平面上における 1～12 の各測色値と無彩色軸の距離 ΔE_0^* を求め、それら平均値と標準偏差を算出した結果が表 2 である。平均値が大きく標準偏差が小さいほど良好であると言えるが、結果から PVA 絵具の平均値が最も高く、アラビアゴム+酸化チタン絵具が小さくなった。標準偏差では、アラビアゴム+酸化チタン絵具が最小値となった。アラビアゴム+酸化チタン絵具の円は中心に偏り彩度は低い、均整の取れた色相環となっていることを示している。

表 2 各プロットの無彩色軸との距離 ΔE_0^* およびその平均値 Ave. と標準偏差 Std. (a^*-b^* 平面)

ΔE_0^*	P	G	PT	GT
1	116.93	104.02	92.74	64.36
2	96.26	56.86	65.62	33.25
3	72.03	80.96	59.67	32.12
4	77.73	39.73	57.65	32.75
5	70.58	55.56	70.89	49.08
6	65.96	38.17	60.14	39.36
7	58.74	38.53	55.06	36.42
8	52.47	36.85	50.04	39.12
9	52.36	56.57	45.16	44.66
10	63.90	52.98	38.00	46.24
11	65.74	74.66	46.43	43.34
12	99.81	68.66	46.98	48.89
Ave.	74.38	58.63	57.37	42.47
Std.	20.07	20.49	14.54	9.19

6.3. 各プロットの色差およびその平均値と標準偏差

色相環の構成において、隣り合う色相間の差が一定であることが望ましいが、ここで色相配置のバランスの評価を行うため、各図の隣り合う色差を求め、さらにそれらの平均値と標準偏差を算出した（表3）。このうち標準偏差の値がバランスの評価につながると考えられる。ここではアラビアゴム+酸化チタン絵具とアラビアゴム絵具の値が小さく、他よりバランスは優れていると考えられる。ここで得られた平均値は、各プロットにより構成される円形の大きさの目安となる。

表3 各プロットの色差 ΔE^* およびその平均値 Ave. と標準偏差 Std.

ΔE^*	P	G	PT	GT
1-2	28.66	47.38	40.47	48.63
2-3	45.62	57.83	51.54	21.47
3-4	21.26	63.19	10.08	10.84
4-5	67.92	33.45	42.96	21.84
5-6	55.59	20.57	20.33	20.08
6-7	18.09	16.60	20.62	26.43
7-8	24.09	21.27	16.93	15.55
8-9	28.15	35.89	33.14	20.15
9-10	70.05	42.07	40.28	19.59
10-11	14.30	38.00	25.76	14.67
11-12	78.94	51.76	13.04	48.14
12-1	29.21	51.46	81.50	37.73
Ave.	40.16	39.96	33.06	25.43
Std.	22.57	15.15	20.12	12.62

参考のため、各絵具の測色で得られたマンセル値を表4に示す。

7. 考察

発色の観点では、測色結果から彩度が高く理想に近い色相環を示したのがPVA絵具だった。アラビアゴム絵具もPVA絵具と比較するとやや劣るが彩度は高く保たれており、発色は良好であった。アラビアゴム絵具とアラビアゴム+酸化チタン絵具の色相配置のバランスは彩度が低いものの良好であった。

質問紙調査による絵具の塗りやすさの評価では、アラビアゴム+酸化チタン絵具が最も優れているという結果となり、PVAを含有する絵具の塗りにくさが明かに示された結果となった。

混色理解の観点からは、アラビアゴム絵具が最も適しており、PVA+酸化チタン絵具、PVA絵具が続く結果となった。最も塗りやすいと評されたアラビアゴム+酸化チタン絵具が混色理解には適さない絵具という評価結果であった。

以上のように発色、塗りやすさ、混色理解の教材としての適切さの3つの観点全てが一致する結果とはならず、三原色絵具として完成させるためには、改善の余地が残された。今後さらに検証を重ね、より混色学習に適した三原色絵具の条件を導きたい。

注

- 1 森優子、小林政司「色彩論とデザインの体験的学習に関する研究 ―教材開発：混色理論のCAEについて―」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第7巻（2017）
- 2 森優子、小林政司「色彩論とデザインの体験的学習に関する研究 第2報 ―教材開発：混色演習による色彩感覚向上について―」『大阪樟蔭女子

表4 各プロットのマンセル値

	P	G	PT	GT
1	2.8 Y 8.35 / 14.44	4.83 Y 8.66 / 12.71	3.59 Y 8.65 / 12.34	5.03 Y 8.73 / 9.48
2	9.17 YR 7.24 / 15.23	3.99 Y 8.36 / 8.62	7.13 YR 7.12 / 11.07	3.74 YR 6.86 / 6.15
3	1.69 YR 5.73 / 13.04	0.96 YR 5.14 / 14.67	4.81 R 5.09 / 12.23	2.65 R 6.4 / 6.77
4	8.19 R 4.71 / 15.12	8.93 RP 6.17 / 8.79	2.27 R 4.85 / 12.2	6.4 RP 6.15 / 6.99
5	3.48 RP 4.85 / 15.63	8.32 P 6.59 / 11.85	1.56 RP 5.2 / 15.58	0.4 RP 6.32 / 10.54
6	7.4 PB 2.97 / 13.2	5.34 P 7.1 / 7.7	6.81 P 4.76 / 12.66	3.49 P 6.01 / 7.93
7	5.24 PB 3.43 / 12.65	8.17 PB 6.17 / 7.98	9.85 PB 4.2 / 11.19	2.58 PB 5.39 / 8.02
8	0.93 PB 4.61 / 12.01	0.54 PB 6.4 / 8.22	6.05 PB 4.57 / 10.82	6.91 B 5.32 / 8.82
9	4.02 B 4.98 / 11.63	2.46 B 5.62 / 12.48	6.32 B 4.26 / 10.11	2.05 B 6.15 / 9.96
10	3.35 G 5.57 / 12.1	0.4 BG 6.44 / 10.95	2.64 BG 4.47 / 7.94	6.13 BG 5.43 / 9.92
11	1.44 G 6.12 / 12.07	1.87 G 5.51 / 13.63	2.41 G 5.06 / 8.78	1.14 BG 5.92 / 9.11
12	9.56 Y 7.64 / 14.08	5.44 GY 7.94 / 10.42	0.09 G 5.51 / 8.35	7.23 GY 7.83 / 8.05

大学研究紀要』第8巻（2018）

- 3 森優子、小林政司「色彩論とデザインの体験的学習に関する研究 第3報 ―教材開発：食用色素を用いた混色演習について―」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第9巻（2019）
- 4 3色の共通事項として、含有量は85.0%以上であり、他の色素は一つのスポット以外にスポットを認めない。

参考文献

- 1 ホルベイン工業技術部編『絵具の科学』中央公論美術出版（2018）
- 2 日本画像学会編 藤井雅彦監修『改訂インクジェット』東京電機大学出版局（2018）
- 3 橋本和明監修 顔料技術研究会編『色と顔料の世界』三共出版株式会社（2017）

- 4 笹原浩仁「食用色素（食紅）の彩色材料としての可能性について」『福岡教育大学紀要』第65号、第5分冊（2016）
- 5 笹原浩仁「食用色素（食紅）の彩色材料としての可能性とその展開・教育実践」『福岡教育大学紀要』第66号、第5分冊（2017）
- 6 渡辺邦夫 富金原光秀「色相環の絵の具」色を空間認知できる学習教材の開発 PCT 国際特許：新案 絵の具の持つ色の空間認知機能=学習教材としての使用データ立証『教育デザイン研究』第3号 37-46（2012）

謝辞

研究の遂行にあたり、大阪樟蔭女子大学化粧ファッション学科学生横手華純氏の協力を得た。ここに記して深謝いたします。

Study on Active Learning of Color and Design Sciences (Part 4): Development of Primary Paints for Color Mixing Exercises

Faculty of Liberal Arts, Department of Beauty and Fashion Studies

Yuko MORI

and Masashi KOBAYASHI

Abstract

This paper is the fourth report of practical studies in the classes, aiming at the improvement of educational effect of color mixing theory, in the subject related to color at Department of Beauty and Fashion Studies at Osaka Shoin Women's University.

In the second report, we addressed an exercise by color mixture of commercial acrylic paint, and in the third report, we developed a teaching material using food coloring to derive the weight percent concentration of food coloring solution approximated to three primary colors. Based on the research results so far, this paper tried to create three primary color dye paints. In developing the paints, food coloring, which is a dye, was used as a coloring agent, and polyvinyl alcohol and gum arabic were used as binders. In addition, four kinds of paints were prepared by mixing titanium dioxide as an auxiliary component. These paints were used to implement the theme of creating a color circle consisted of twelve hue. In order to find the optimum conditions of paints for the purpose of promoting the understanding of color mixing, we investigated the appropriateness of coloring, ease of painting, and color mixing understanding materials by a questionnaire survey. Furthermore, we measured samples of color circle for four kinds of paints using a spectrophotometric colorimeter to investigate the degree of perfection as a color circle, and considered the conditions of paints suitable for use as paints as well as for understanding color mixing.

Keywords: color education, color mixing exercises, food colors, three primary colors, paint