

色彩学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

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-02-28 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/4376

色彩学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—

学芸学部 化粧ファッション学科 森 優子 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授業における実践研究の第3報である。本学科の授業における混色理論の体験的な理解の促進を目的として開発した教材について考察する。これまで減法混色の理解を目的とする学習のために三原色による顔料系色材を用いた混色課題に取り組んできたが、本稿では混色演習の教材開発研究の第3報として、食用色素を用いた教材の開発を行う。教材の主題は実験演習において食用色素を用いて着色した溶液を一定の割合で混色することによって12色相環を作成するものである。溶液の混合により色相環を再現するためには、可能な限り三原色に近い原液を準備する必要がある。そこで、色の見えをシミュレートし、特定の色素濃度において分光測色（吸光度測定）を行い、その結果から各色素のXYZ値を求め、原液濃度を決定した。さらに視感を重視した均等色空間のひとつである $L^*a^*b^*$ 値を求めることで原液色素濃度決定の目安とし、所要の $L^*a^*b^*$ 値となるよう原液の濃度を調整した結果、食用色素溶液の三原色に近似した条件を導くことができた。

キーワード：色彩教育、混色実験、食用色素、色素溶液

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の第3報である^{1,2}。第1報では加法混色の学習において、コンピュータを用いた加法混色光の三原色による混色の理解を促すための教材開発を行った。第2報では減法混色である絵具の混色による色相環作成の演習を通して色彩感覚向上との関連を探った。本学科では、色彩に関して初年度に理論を学ぶ授業「色彩論」が開講されており、筆者らが担当している。「色彩論」は大教室における講義形式のため、体験を伴う実験や実習を行うことはできない。色彩の学習は、理論とともに体験することによって学習効果がより高まるのがこれまでの研究結果からも明らかになっている。本研究で対象とする教材は、筆者（小林）が2008年頃から、被服学領域における「基礎演習A」の授業内容の一部として改善を重ね実施してきた内容に基づいている。第2報では、色材の三原色を学ぶための絵具を用いた教材による減法混色を主題としたが、本研究では食用色素を用いた溶液による実験形式の色相環作成を主題とする。実験演習では食用色素で着色した三原色溶液を一定の濃度で混色することで色相環を作成させ、混

色の仕組みを体験的に理解することを目的とするため、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する。三原色がいかなる条件であれば食用色素溶液の理想的な色相環作成が可能となるのかを探り、この結果をもとにした混色教材の開発を試みる。

2. 対象授業

2.1. 授業概要

実施対象授業は「基礎演習A」である。受講者は、平均10名を1クラスとするグループに分かれ複数の教員が担当する授業形式であるため、筆者が担当する授業は1回で完結する。そのため、1回90分間で講義と実験演習を行う。本稿で実施した授業の期間は2018年4月から7月である。

授業ではまず、なぜ色彩に関する課題に取り組むのか、さらに被服学と被服整理学における色彩の位置づけについて講義を行う。

次に、混色実験の事前説明として実験で使用する器具（ピーカー、メスシリンダー、メスフラスコ、ホールピペット）の目的と取り扱い方法を理解させる。用途における器具の使い分け方、器具の目盛りについては、10分の1まで目分量によって読むことを理解させる。これら実験器具の適切な使用方法を理解した

後、実験に進むことができる。

3. 色水による混色課題

3.1. 課題と目的

混色課題の主題は「食用色素溶液による色相環の作成」である。三原色を一定の割合で混色することによって12色の色相環を作る。鮮やかな溶液を、基礎的な実験作業によって作る過程で減法混色を体験的に学習することが目的である。

3.2. 実験内容

授業では、1クラスを3名～4名の3グループに分け、各グループは三原色のうち一つの原色を担当する。原色シアン（青紫）を担当する班、原色マゼンタ（赤紫）を担当する班、原色イエロー（黄）を担当する班のようにグループに別れて実験を行う。ここで使用する三原色の原液については、4.2にて詳述する。

3.3. 手順

1 食用色素を一定の蒸留水で溶かしたシアン、マゼンタ、イエローの原液を各班の1名が、担当する原液をホールピペットを用いて2mlずつ、メスフラスコに入れ、200mlの蒸留水で100倍に希釈する。この時しっかり攪拌して混色を行わなければならない。この液を100mlずつ三角フラスコに二分する。100倍に希釈した三原色を2つ用意する。

2 それぞれの班に100倍に希釈した2つの原色を渡す。各班は、シアンとマゼンタの担当班、マゼンタとイエローの担当班、イエローとシアンの担当班のように2色の原色を受け取る。

3 各班は、混色による4つの溶液を作る。まず100倍に希釈した原色をホールピペットを使用して正確に計量する。ホールピペットは分量によって1回または2回に分けて計量する。使用の際には最後の一滴まで入れることに留意させる。シアンとマゼンタの班の場合、1色目はシアンのみ10.0mlをメスフラスコに入れる。2色目はシアン7.5mlとマゼンタ2.5mlをメスフラスコに入れる。3色目はシアン7.5mlとマゼンタ2.5mlをメスフラスコに入れる。4色目はシアン2.5mlとマゼンタ7.5mlをメスフラスコに入れる。混色した4つのメスフラスコにそれぞれ100mlの蒸留水を加え10倍に希釈する。

4 3つの班が混色した4色の色水を集め、色相順に円形に配置させる。

3.4. 実験の振り返り

授業終了後、全員に実験の振り返りレポートを課している。レポートに記述された内容から読み取れた内

容を記す。学生は三原色の混色によって12色を作り出せることに素直に驚き、色相環という言葉による説明を経た後、実際に色水を作成する体験によって、各色が混色されていく様子を体験的に理解していた。器具の使い方については、ホールピペットの使い方がもっとも難しいという感想が複数あった。実験によって完成した鮮やかな色相環が美しく並ぶ様が強く印象に残ることを多くの学生が記述しており色彩を体験的に学ぶことによる理解の深化が確認された。

4. 食用色素

4.1. 食用色素の選定と背景

溶液の混合により色相環を再現するためには可能な限り三原色に近い原液を準備する必要があるが、色素溶液のピペットでの吸引を経口で行うため混色操作上の安全性を重視しなければならない。過去の実験ではインクジェットプリンタ用の三原色インクを用いて実施した例があった。しかし誤って口に含んでしまうことが懸念されたため、安全性を確保できる教材を用いることができないか検討した結果、食品衛生法第25条³の適用下にある食品添加物着色料である食用色素が候補として挙げられた。過去の混色学習で使用する色材には水彩絵具、アクリル、ポスターカラーといった顔料絵具の具を用いてきた。一方、染料はインクといった液体状の色材として普及しているが顔料に比べ色の鮮明さに特徴があり、混色した場合も高彩度を保てるのが最大の長所といえる。今回の教材は色水という液体を利用する混色実験であるため、水溶性の食用色素の可能性を探りながら、色に対する学生のより高い関心の獲得を目論む。

色彩は食品の見た目を良くし、食欲にも影響を与える。着色料の使用目的は、食品の美味しさのための彩りを与え、商品の原料や素材の色の変化を補い色調を一定に保ち、食品の加工と保存中の変色や退色を補う役割がある。食品にとって視覚が果たす役割は大きい。着色料は、他の食品添加物と同様に「指定添加物」「既存添加物」「一般飲食物添加物」に分類されるが、「一般飲食物添加物」に入る割合が高いことが特徴である。着色料には大きく分けて天然色素と合成色素がある。近年は食の安全への意識の高まりから天然着色料が消費者に支持され、実際の流通量も合成系を上回っている⁴。本研究では、混色の効果と入手の安定性を鑑みた結果、合成系着色料である食用タール色素（水溶性）を使用する。食用タール色素は、食品衛生法第25条で定められる厚生労働大臣が認可する登

録検査機関における検査の合格が必要であり、流通時には製品検査合格証の証紙によって製品の容器は封をされ販売される。合成色素である酸性タール色素は、かつてコールタールを原料として製造されていたために「タール」と冠して呼ばれるようになっているが、現在の原料はコールタールとは異なっている⁵。食品に使用される酸性タール色素のうち、我が国において許可されている色素は12種類である。

食用色素は、1959年12月、食品衛生法施行規則の一部を改正する省令により食品添加物公定書が告示され、改正が重ねられ現在に至っている。

合成染料タール系色素はその開発以降、1964年には、24種類のタール系色素が許可されていたが、毒性が指摘されたことで使用が制限されはじめた。1965年に、赤色1号、赤色101号、1966年赤色4号、5号、橙色1号、2号、黄色1号、2号、3号、1967年緑色1号が、1970年に緑色2号、1971年赤色103号が、1972年に紫色1号が使用禁止となった。このように1960年～70年代に13色の使用が禁止されている⁶。その後、食用赤色40号が1991年に新設され現在使用が認められている合成着色料は赤色7種（食用赤色2号、食用赤色3号、食用赤色40号、食用赤色102号、食用赤色104号、食用赤色105号、食用赤色106号）、黄色2種（食用黄色4号、食用黄色5号）、青色2種（食用青色1号、食用青色2号）緑色1種（食用緑色3号）の合計12種である。

タール色素はこれまでに使用禁止となるものが出てきたことから、消費者にマイナスのイメージを与え、忌避される傾向にあるが、安全を確保するための体制が敷かれている。さらに食品への安全意識の高まりから、天然色素が好まれるようになっているが、天然色素はタール色素と比較すると着色に必要な添加量が多く、着色が不安定という問題点がある。さらに合成着色料に比べると青系統の鮮やかな色彩は再現できない。安全というイメージがある一方で毒性試験のデータが十分に揃っていないという現状もある⁷。

4.2. 実験で使用する食用色素について

本研究において使用する三原色の選定については、使用が許可されている複数の食用色素を検討した結果、原色シアンとして青色1号を、原色マゼンタとして赤色105号を、原色イエローとして黄色4号を選択した。今回使用した食用色素は、ダイワ化成製造「ダイワ食用色素」⁸である。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。各色の詳細を4.2.1.から4.2.3.に示す⁹。

4.2.1. 食用青色1号（ブリリアントブルー FCF）

Color Index No.42090 Name Food Blue 2

分子式 $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$

分子量 792.85

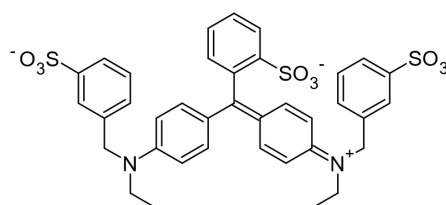
FDA名 FD&C Blue No.1

性状：金属光沢があり、暗い紫～暗い紫みの赤色の粉末又は粒であり、においが無い。

性質：耐光性は非常に優れており、蒸留水15℃に対する溶解度（g/100g）は64.0である。

吸収極大波長：630 nm ± 2

ブリリアントブルーの構造式



4.2.2. 食用赤色105号（ローズベンガル）

Color Index No.4540 Name Acid Red 94

分子式 $C_{20}H_2Cl_4I_4Na_2O_5$

分子量 1017.64

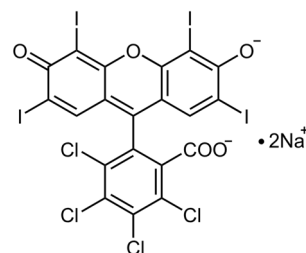
FDA名 なし

性状：ごく暗い黄赤～暗い紫みの赤色の粉末又は粒であり、においが無い。

性質：耐光性はやや劣り、蒸留水15℃に対する溶解度（g/100g）は31.0である。

吸収極大波長：548 nm ± 2

ローズベンガルの構造式



4.2.3. 食用黄色4号（タートラジン）

Color Index No.19140 Name Food Yellow 4, Acid Yellow 23

分子式 $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$

分子量 534.36

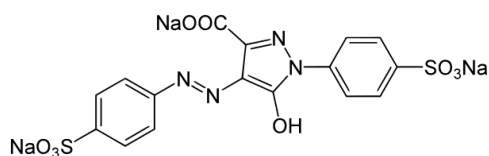
FDA名 FD&C Yellow No.5

性状：鮮やかな赤みの黄～鮮やかな黄赤色の粉末又は粒でありにおいが無い。

性質：耐光性は普通であり、蒸留水 15℃ に対する溶解度 (g/100g) は 12.2 である。

吸収極大波長：428 nm ± 2

タートラジンの構造式



なお、2017 年の厚生労働省による調査によると、着色量食用 4 号の表示群推定一日摂取量が最も高いという報告がある。しかし ADI (一日摂取許容量) は基準値を大きく下回っているため、安全性上問題はないとされる¹⁰。

5. 着色水原液の作成

5.1. 使用色素

溶液の混合により色相環を再現するためには可能な限り三原色に近い原液を準備する必要がある。今回は、色素溶液のホールピペットでの吸引を経口で行うなどの混色操作上の安全性を重視し、4.2. で記した食用色素の中から選択した。なお、ダイワ化成「ダイワ色素製品カタログ¹¹」によると、純度は 85 % 以上であるが、今回は操作の簡素化のために純品として扱うことにした。

5.2. 原液の準備

重量濃度、モル濃度、可視領域における吸光度の積分値、(吸光度×比視感度)の積分値、透過率の積分値、(透過率×比視感度)の積分値などを統一することで彩度ないしは飽和度を均一化することが考えられる。実際、これらの方法を順次試みたが、視感評価ならびに分光測色の結果における結果はいずれも不調に終わった。そこで、最終的には色の見えをシミュレートし、原液濃度を決定することにした。つまり特定の色素濃度において分光測色(吸光度測定)を行い、その結果から各色素の XYZ 値を求め、さらに視感を重視した均等色空間 (UCS, uniform color space) のひとつである $L^*a^*b^*$ 値を求めることで、原液色素濃度決定の目安とする。最終的には所要の $L^*a^*b^*$ 値となるよう原液の濃度を調整する。

ここでは、後進の参考となるよう、その手法や算出式についてやや詳細に記述することとする。

5.3. 原液準備の具体的操作

5.3.1. 規定モル濃度溶液の作成

吸光度測定に適した、すなわち Lambert-Beer の法則を適用可能な濃度の色素溶液を作成する。今回は、 $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 濃度の溶液を作成した。これらの色素溶液の吸光度 ($-\log T(\lambda)$) を分光光度計 (Shimadzu, UV-1800) を用いて $\Delta\lambda = 0.5$ の条件で測定し、透過率 ($T(\lambda)$) に換算した。これらの測定結果を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。なお、Fig. 1 において各染料溶液の極大吸収波長 (λ_{MAX}) は、C シアンが 629 nm, M マゼンタが 549 nm, Y イエローが 427 nm 付近であり、それぞれ文献値と一致する。

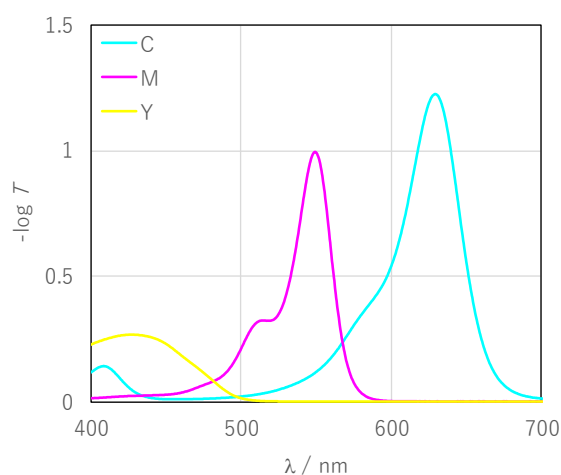


Fig. 1 Absorption Spectra of food dyes used.

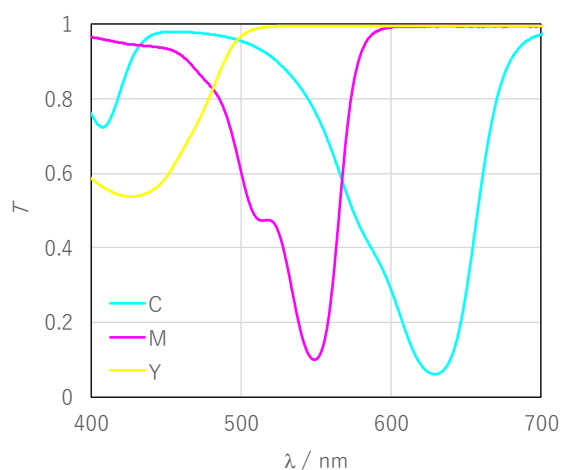


Fig. 2 Transmittance of food dyes used.

5.3.2. XYZ 値および $L^*a^*b^*$ 値の算出

一般に XYZ 値は次式を用いて算出される。

$$X = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) R(\lambda) d\lambda$$

$$Y = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) R(\lambda) d\lambda$$

$$Z = K \int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) R(\lambda) d\lambda$$

$$K = \frac{100}{\int_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}$$

ここで、

$S(\lambda)$: 色の表示に用いる標準の光の分光分布

$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$: XYZ表色系における等色関数

$R(\lambda)$: 分光立体角反射率

である。

今回は、 $S(\lambda)$ としてCIE標準光源 D₆₅を用いることとし、具体的な数値はColour & Vision Research laboratory (CVRL) のデータベースから2°測色標準観察者のものを引用した。また、 $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ についても、同じくCVRLのデータベースから2°測色標準観察者のものを引用した。なお、今回の試料は透過性の液体となるため $R(\lambda)$ に代えて透過率 $T(\lambda)$ を用いることとなる。

さらにCIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) の算出は次の式により算出される。

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16$$

$$a^* = 500 \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right]$$

$$b^* = 200 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right]$$

ここで

$$f(t) = \begin{cases} t^{\frac{1}{3}} & t > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \frac{1}{3}\left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & t \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \end{cases}$$

であるが、今回の算出においてはすべて $t > \left(\frac{6}{29}\right)^3$ であった。

また、 X_n, Y_n, Z_n は基準となっているホワイトポイント（今回は、CIE標準光源 D₆₅を採用）のCIE XYZでの三刺激値である。なお、CIE1931色空間の色度座標において、D₆₅は、 $x=0.31271, y=0.32902$ と定義される（CIE 1931 2°測色標準観察者）。また、相対輝度（すなわち、 $Y=100$ ）の正規化は、XYZの三刺激値を用いて $X=95.047, Y=100.00, Z=108.883$ の値が示されている。

5.3.3. 使用原液濃度の決定

Fig.2に示した $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 濃度の溶液についての透過率 $T(\lambda)$ から先述の各式を用いて求めた $L^*a^*b^*$ 値は、Table 1の値となった。この a^*b^* 値をFig.3において×で示した。また、 a^* および b^* の数値から色度図平面上における原点からの距離（ dE ）を算出し、彩度の目安とした。

Table 1 $L^*a^*b^*$ value of dye used.

	L^*	a^*	b^*	dE
C	84.04	-34.93	-24.40	42.61
M	81.22	50.51	-24.89	56.31
Y	99.34	-9.83	24.96	26.83

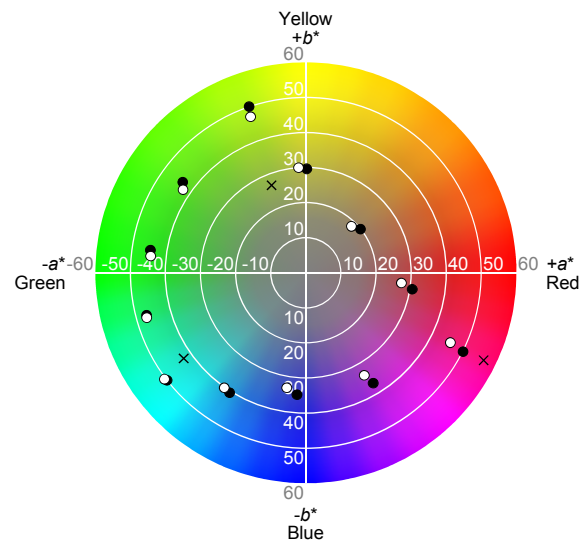


Fig. 3 a^*, b^* chromaticity diagram

ここで、実習に使用する原液としては、染料の溶解度の範囲内で、色相の変化が認めやすく、なおかつ審美的観点から明度がある程度高いものが適切であると判断されることから、 $dE = 50$ 程度を目安とすることとし、原液の色素濃度を割り出した。この際、Microsoft Excelを用い、加算則の成り立つ吸光度 ($-\log T(\lambda)$) を可変とし、5.3.2.の式を用いて $L^*a^*b^*$ 値および dE を順次求めるシートを作成し、goal seek機能を活用して条件 ($dE = 50$) に合う原液濃度を求めた。その結果シアンについては $7.12 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 、マゼンタは $4.15 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 、イエローは $10.68 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ が算出された。この処方によって作成した原液の様子をFig. 4に示す。



Fig.4 Undiluted solution of primary colors.

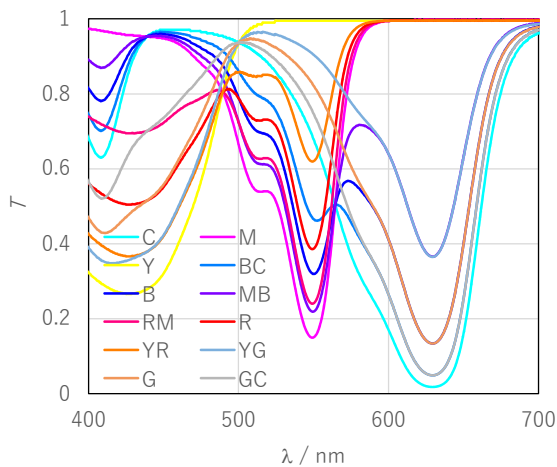


Fig. 5 Calculated transmittance of dye mixtures.

また、これらの原液を用いて実習を行った際に混色結果として得られると予想される 12 種類の溶液の吸光度のシミュレーションを行い、透過率 $T(\lambda)$ を求めて Fig.5 に示した。本図では、シアン-マゼンタの混色では 439 nm および 564 nm に、マゼンタ-イエローでは 489 nm、イエロー-シアンでは 500 nm において等吸収点 (Isosbestic point) が観測された。さらに各溶液の a^*b^* 値を算出し Fig.3 に ● で示した。

5.3.4. 結果の検証

先に得られた原液濃度の染料溶液を作成して実習に供し、学生の操作により 12 色の色素溶液を得、Fig. 6 にこれらを色相環状に配置して示した。これら 12 色の色素溶液の吸光度 ($-\log T(\lambda)$) を 5.3.1. と同様に分光光度計を用いて測定し、透過率 ($T(\lambda)$) に換算した結果を Fig.7 に示した。ここでは、シアン-マゼンタの混色では 436 nm および 564 nm に、マゼンタ-イエローでは 489 nm、イエロー-シアンでは 500 nm において等吸収点 (Isosbestic point) が観測され、シアン-マゼンタの 436 nm が計算値から短波長側に



Fig.6 Color circle of food dyes mixture obtained.

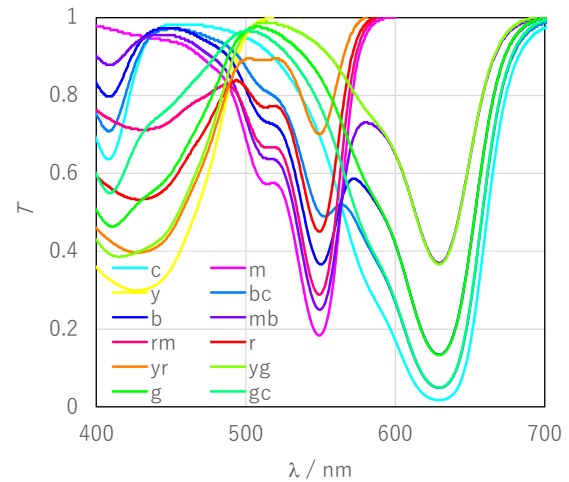


Fig. 7 Transmittance of food dyes mixture obtained.

わずかにシフトしたが、おおむね計算結果と合致する結果が得られた。

また、5.3.2.の方法で各色相溶液の $L^*a^*b^*$ 値を算出し、その結果を Fig. 3 に ○ で示した。マゼンタ近辺において数パーセントの誤差が認められるが、どのプロットも計算値に近似した値となり、良好な色調が得られたといえる。なお、誤差の要因としてはホールピペットの操作に不慣れな学生による原液希釈時の操作ミスが最大のものとして懸念される。また、マゼンタについては耐光堅牢性に劣ることが指摘されており、他の色素に比べ誤差が大きい原因の一つとも予想される。

6. おわりに

Fig. 6 に示したように、5.3.2.の方法で各色相溶

液の $L^*a^*b^*$ 値の算出結果に基づいて原液を準備し、実験演習において学生に取り組みさせた混色の結果、良好な色調の色相環を作成することができた。誤差はあるものの、三原色に近似した食用色素溶液の分光測色の結果を活用することによって理想に近い条件を導くことができた。今後、教材として活用するためには、原液の重量パーセント濃度が有用であると思われるため、最後にその値を記すと、食用青色1号（プリリアントブルー FCF）0.565 wt%、食用赤色105号（ローズベンガル）0.423 wt%、食用黄色4号（タートラジン）0.571 wt%となる。

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-」『大阪樟蔭女子大学研究紀要』第8巻（2018）
- 3 食品衛生法第25条第1項、昭和22年法律第233号
- 4 藤井正美監修 清水隆茂、中村幹雄『新版・食用天然色素』株式会社光琳、（2001）4頁
- 5 一般財団法人 食品分析開発センターSUNATEC 第一理化学検査室「食品に含まれる酸性タール色素の試験法」
<http://www.mac.or.jp/mail/160701/03.shtml>
（2018年9月1日閲覧）
- 6 片山脩「食用色素の化学」『有機合成化学』第32巻 第8号（1974）620頁
- 7 藤井他、前掲注4、5頁
- 8 ダイワ化成『食用色素製品カタログ』
http://www.daiwadye.co.jp/wp/wpcontent/uploads/food_jp_03.pdf（2018年9月1日閲覧）
- 9 厚生労働省 消費者庁「第9版 食品添加物公定書」（2018）の赤は688頁、黄は691頁、青は699-701頁
- 10 厚生労働省「薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会添加物部会報告 平成28年度マーケットバスケット方式による保存料及び着色料の摂取量調査の結果について」（2017）2頁によると、着色料の一日摂取量は、食用黄色4号の表示群推定一日摂取量が最も高く、0.146 mg/人/日であるという結果が報告されている。
- 11 前掲注8、2頁

参考文献

- 1 日本規格協会『JISハンドブック色彩 61』（2013）
- 2 日本工業規格「吸光光度分析通則」JIS K 0115（2004）
- 3 日本画像学会編 藤井雅彦監修『インクジェット』東京電機大学出版局（2008）
- 4 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）
- 5 食品化学新聞社『食品添加物総覧』（2004）
- 6 日本食品衛生協会『新訂版 食品添加物の使用基準便覧』（2012）
- 7 谷村顕雄『暮らしのなかの食品添加物』光生館（2012）
- 8 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）
- 9 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）
- 10 清水孝重、村井浩、細野恭平、藤井正美「着色料規制法令の変遷とその考察（第2報）食品衛生法施行から現在まで」『生活衛生』vol.39 No.4（1995）
- 11 宮武ノリエ 永山敏廣「TLCとHPLCの併用による食品中合成着色料の一斉分析法」『東京都健康安全センター研究年報』Ann. Rep. Tokyo Metr. Inst.P.H., 56.（2005）

Study on Active Learning of Color and Design Sciences (Part 3): Development of Teaching Materials for Color Mixing Exercises Using Food Colors

Faculty of Liberal Arts, Department of Beauty and Fashion Studies

Yuko MORI

Masashi KOBAYASHI

Abstract

This paper is the third 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. Discussion is made around teaching materials developed in order to facilitate systematic understanding of the color mixing theory in class. Assignments of mixing of three primary colors using pigmentary coloring materials and the development of teaching materials for them have been conducted for the study intended to facilitate understanding of subtractive color mixing. In this paper, the development of teaching materials using food dyes is conducted as a third report on the development of teaching materials for subtractive color mixing exercises. Its content is to make a color wheel of 12 colors by mixing solutions colored by food dyes at a certain proportion in a class of experiments. It is necessary to prepare undiluted solutions as close to the three primary colors in color as possible in order to reproduce a color wheel by mixing solutions. For this purpose, color appearances were simulated, and spectral color measurement (spectrometry) was conducted at a certain level of dye concentration. The concentration levels of undiluted solutions were determined by calculating XYZ values of each dye from these results. Furthermore, by calculating the $L^*a^*b^*$ value, a kind of uniform color space that emphasized visuality, it is made a guide for determining the concentration level of coloring matter of undiluted solutions. The results of adjusting concentration of the undiluted solutions so as to reach the necessary $L^*a^*b^*$ value led to an ideal condition for food color solutions that approximate the three primary colors.

Keywords: color education, color mixing exercises, food colors, color solutions