

令和 4 年 9 月 2 日現在

機関番号：34533

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11977

研究課題名（和文）服薬安全のためのLED照明等異なる光源下での医薬品色彩変化範囲と混同色の検証

研究課題名（英文）Evaluation of the color change and combination in colored pharmaceuticals to make their discrimination more difficult under different light sources, establishing safer and more secure medication.

研究代表者

石崎 真紀子 (Ishizaki, Makiko)

兵庫医療大学・薬学部・研究員

研究者番号：20623979

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、日本の識別性の低い錠剤が光源色の違いによって異なる色に見え、正しく服薬できない危険性に着眼したものである。本研究により、色温度の低い温白色、電球色、白熱電球、自然光の日没や日の出など、赤みを感じる色の光源下では、薬の色相に関わらず、一様に識別性が低下する可能性が明確となった。一方で、自然光では、全波長が均等に分布した日中の光や、照明では昼光色や昼白色下では高光度、低彩度の錠剤であっても比較的正しく色を識別できることが明らかになった。

さらに、日本に多い高光度低彩度の暖色系では、黄赤とピンク、黄赤と黄など光源によって混同するなど、様々な条件下で混同する色を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

昨今は、インテリアデザインの面からリラックス効果を上げるために、電球色など温かみを感じられる照明が増えつつある。しかし、精神的に効果があるとされるこのような色温度の低い照明は、時に日本の錠剤色の見えを変化させる危険性を含んでいることは見逃せない。

また、薬局と自宅、居室の種類、時刻の変化でも光源の色は変化している。これら光源色の変化が高光度、低彩度の錠剤に与える色の変化を知ることで、より安全安心な服薬環境を提案できる。

特に、加齢により色覚が変化し、黄や青への感度が低下する高齢患者の服薬アドヒアランスの向上のために、本研究の知見をもとに服薬環境の光源について注意喚起することが重要と思われる。

研究成果の概要（英文）：Since Japanese tablet pharmaceuticals exhibit high similarity in color, we evaluated the probable risk that medication adherence might be inhibited under different light sources and obtained the following results, raising an important issue for pharmacists as well as patients. Under light sources looking warm white and colors of light bulb, incandescent lamp, sunrise, and sunset, their trend to emphasize redness generally rendered discrimination between colored tablets more troublesome regardless of their hue. In contrast, colored tablets even with high value and low chroma were correctly identified under natural lights as well as illuminant with natural white. In addition, we verified how complications would bring about between warm colors with high value and low chroma that are popular as the tablet colors in Japan, and elucidated some color combinations such as yellowish red with pink or yellow that are apt to experience high confusions depending upon illumination conditions.

研究分野：ユニバーサルデザイン

キーワード：服薬環境 光源 ユニバーサルデザイン 錠剤の色彩 識別性 高齢者

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

1) 2015年ころより、「残薬問題」がメディアで取り上げられるようになり、社会の関心を集めるようになった。在宅の高齢者だけで年間約500億円ともいわれる「残薬」は、医療費削減に反し、治療効果への悪影響を及ぼすなど、大きな課題である。残薬の原因の一つである「飲み忘れ」や「服薬ミス」は、処方される薬剤の種類や服薬回数の多さに加え、日本の処方薬の色彩類似性の高いことによる服薬行動の煩雑さに起因する。

2) 日本の処方薬の色彩特徴は、白や白に近似した高明度、低彩度に偏っていることである。これらの色は、加齢により視覚機能が低下した高齢者にとって識別が困難とされる色彩であり、特に、超高齢社会の中、家族や介助者のサポートが及ばない一人暮らしの高齢者にとって、服薬管理がたやすくはないと言える。

3) さらに、服薬環境に視点を置くと、昨今のLED電球の目覚ましい発展により光源色の種類が増加している現状がある。薬局と自宅との光源の違い、服薬する時刻の違い、居室の照明の違いなどによって、高明度、低彩度の錠剤の色の見え方は影響を受けやすい。服薬時の光源による錠剤の見間違いについては、これまで以上に配慮が必要だと思われる。

### 2. 研究の目的

1) 色覚が低下した高齢者が識別性の低い錠剤を異なる光源色下でも見間違ふことなく、正しく服用し、服薬アドヒアランスを向上させることである。すなわち、自然光、照明器具などさまざまな光源下でどのように薬剤色が変化しているかを検証し、混同しやすい色彩を見つけ出し、その範囲について注意喚起することで服薬ミスの低減に寄与することを目指す。

2) 災害直後など、医療班に普段服薬している薬剤を伝える時、薬の名前をすべて記憶していることは難しく、白、薄いピンク、黄色など、色情報を伝える人が少ない。今回、試料を設定する際に、JISで用いられる系統色名ではなく、高齢者が判断する色名で色群を設定することで、より患者に身近な色名での検証を目指す。

### 3. 研究の方法

#### 1) 暖色系錠剤を想定した混同色の検証

筆者らが調査した国内錠剤の傾向をもとに、明度8.2~9.5、彩度0.2~5.5、色相RP、YR、Y、GY、Wの範囲にある99種類の暖色系の候補色票を錠剤大(1cm×1cm)に裁断し、灰色の台紙にランダムに配置した上、65歳以上の23名の被験者が、色の視感比較に必要とされる1000lx以上の照度下で、「黄」<sub>1</sub>、「オレンジ(黄赤)」<sub>1</sub>、「ピンク(ごく薄い赤)」<sub>1</sub>、「白」に分類した。上位8色票をモデル色標としY群(黄群:Y-1~Y-8;色相3.9Y~6.6Y、明度9.0~9.3、彩度2.5~5.5)、OR群(黄赤群:OR-1~OR-8;色相4.5YR~0.1Y、明度8.2~8.8、彩度3.8~4.8)、PI群(ピンク群:PI-1~PI-8;色相0.4RP~2.1YR、明度8.7~9.2、彩度1.7~2.8)を選定した。

標準光源装置内にモデル色票を配置し、住居で使用される光源や自然光の下、色彩輝度計(KONICA MINOLTA社製CS-150)を用いて色度の変化を測色した。使用した光源は、D65(表面色の視感による比較に用いる常用光源蛍光ランプ)、HZ(Horizon)日の出光・日没光の再現ランプ、日立蛍光灯を低照度一室一灯方式による居室相当に調光、低照度一般住居における寝室推奨照度に相当、昼光色(Panasonic LED電球プレミア);昼白色同プレミアX、温白色同プレミアX;電球色同プレミアX;白熱電球(シリカ電球);ELPA長寿命タイプである。

#### 2) 寒色系錠剤を想定した混同色の検証

国内錠剤には比較的少ない色である寒色系の色相と、比較のための黄を加えた、GY、G、BG、B、PB;明度8.0~9.4;彩度1.7~5.3の範囲にある色彩から106種類の色票を候補色として選定した。コロナ禍で高齢者の被験者をリクルートすることが困難であったため、高齢者の色覚(水晶体の加齢変化から青や緑が見えづらくなる)を模擬体験できるSenior View(伊藤光学社製)を装着した被験者(学生21名)に青、緑、紫、黄に分類させた。その結果に基づき、被験者15人以上が分類した上位色票6~7色を抽出し、モデル色票B群(青群:B-1~B-7;色相5.5B~0.5PB、明度8.0~8.2、彩度3.2~5.1)、G群(緑群:G-1~G-7;色相9.4GY~5.1BG、明度8.6~9.0、彩度1.7~3.3)、PB群(紫群:PB-1~PB-6;色相9.2PB~7.3P、明度8.1~8.8、彩度1.9~3.9)を選定し、1)と同様、各種光源下で測定した。

#### 3) 白と曖昧な色と評価される錠剤を想定した混同色の検証

「白」と評価する人が多かった色票をW群(白群:W-1~W-9;色相8.0YR~5.1GY、明度8.8~9.4、彩度0.2~0.6)とした。さらに、研究を進める中で、色の特定が難しいと判断された色があることから、それら追加の色群として設定した。すなわち、黄赤と黄とピンクが3票以上かつ「省く」が2票以上のものを「曖昧な暖色系色群」(WC-1~WC-4;色相9.4YR~1.1Y、明度9.0~9.3、彩度1.4~2.1)とし、青と緑の両方に3票以上かつ「省く」が8票以上の色票を「曖昧な寒色系色群」(CC-1~CC-4;色相0.1B~7.1G、明度8.9~9.2、彩度1.0~1.9)と設定した。1)

2)と同様に各種光源下で測定した。

#### 4. 研究成果

##### 1) Y (黄) 群

9種類の光源下で得られたY群Y-1~Y-8とW(白)のxy値をプロットした図1から、色温度が低い光源(白熱電球、電球色、HZ)、低照度(70 lx、19 lx)の光源の下ではxy値が接近しY群同士の識別性は低下する。

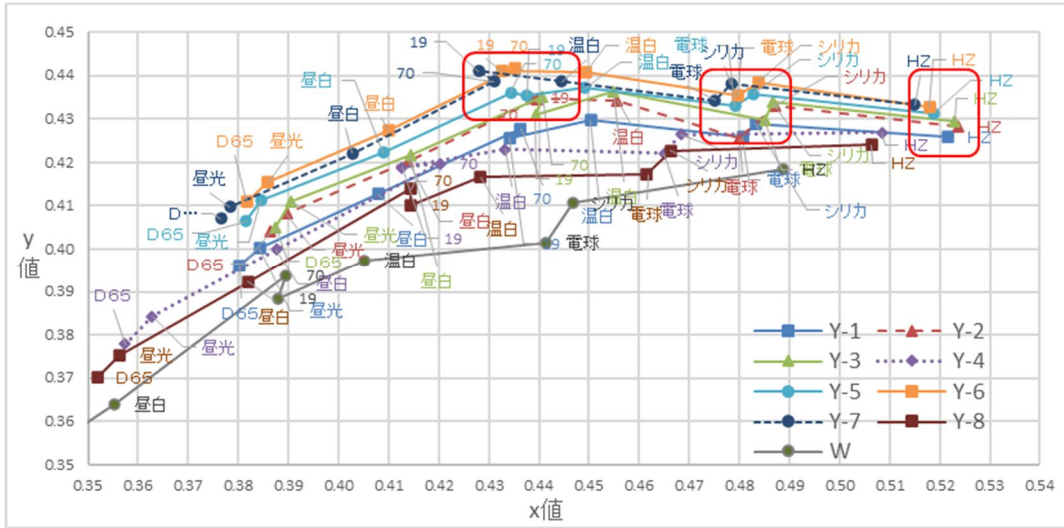


図1. 9種類の光源下で測色した色票Y1~Y8のxy値の光源依存的な推移

温白色、昼白色、昼光色の光源下では比較的xy値の集中が穏やかであることから、それらの光源はY群を識別しやすくなること Y-1~Y-8の明度が高いにも関わらず、全ての光源下においてY1~Y8のxy値が白と接近しなかったことから、彩度2.5~5.5の黄は光源の影響をうけることなく白と区別しやすいことが明らかになった。

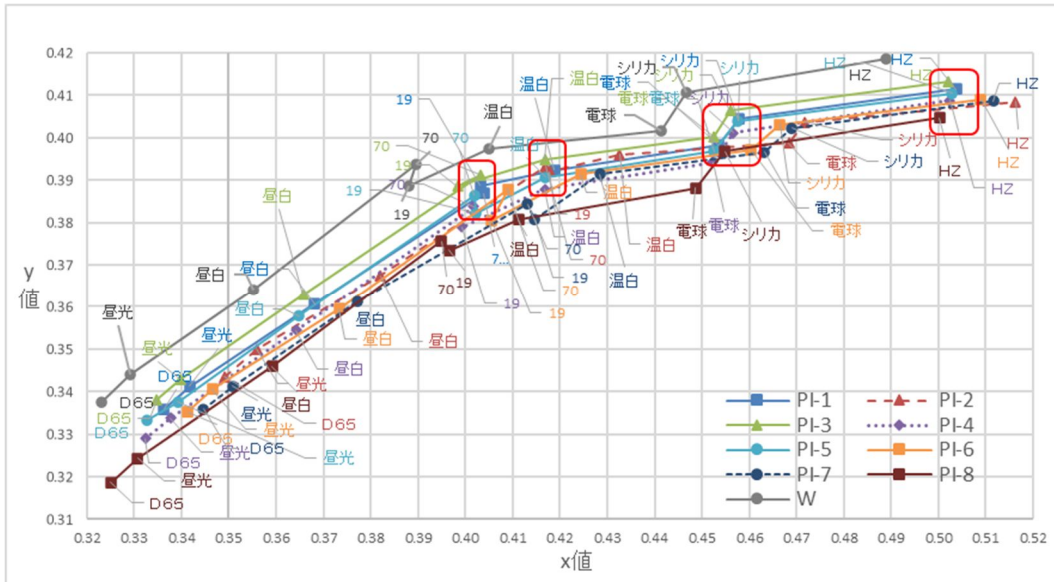


図2. 9種類の光源下で測色した色票PI-1~PI-8とWのxy値の光源依存的な推移

##### 2) PI (ピンク) 群

PI群PI-1~PI-8とW(白)について、9種類の光源下で得られたxy値を図2に、プロットした。低照度(70 lx、19 lx)、温白色、電球色と白熱電球(シリカ)HZを光源とする場合、いずれも4モデル以上の色票がかなり接近した値になることから、それらの光源下ではPI同士は混同しやすいこと、PI群の色票すべてとW(白) またはY群の色票のxy値と全ての光源下で近接しないことから、PIとW(白) およびPIとYは、どの光源下においても、混同する可能性が低いことがわかった。

さらに、図1~3にプロットしたxy値を比較すると、温白色下や低照度下のPIは昼白色下のORと近い、温白色下や低照度下のPIは昼白色下のORと近い、白熱電球下のPIは温白色下のORと近い、低照度下のPIは昼白色下のORと近い、電球色下や白熱電球下のPIは温白色下や低照度下のORと近い値になるなどから、このような光源条件の変化で、PIの錠剤とOR

の錠剤が誤認する可能性があることが示唆された。

### 3) OR(黄赤)群

OR-1~OR-8 について得た xy 値の光源依存性を図 3 に示す。OR も、色温度が低い光源下(HZ、電球色や白熱電球)低照度下では xy 値が近づき、混同しやすい可能性が高い。図 1~3 の xy 値を比較すると 温白色下の OR は電球色下の Y と、白熱電球や電球色下の OR は白熱電球下の Y と xy 値が近いことからこれらの条件で OR と Y を混同する可能性がある。また、 昼光色下の OR は、低照度の W と、低照度下の OR は白熱電球下の W と、低照度下の OR は電球色下の W と xy 値が近づき、これらの条件で OR と W を混同する可能性があることが明らかになった。

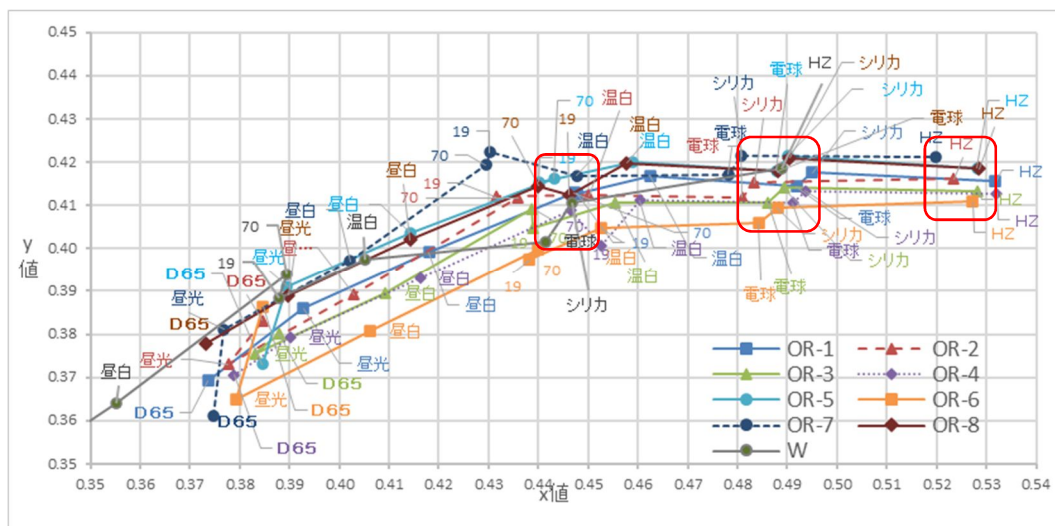


図 3 . 9 種類の光源下で測色した色票 OR1~OR8 と W の xy 値の光源依存的な推移

### 4) B(青)群

寒色系の 3 群については、D65、昼白色、低照度 (70 lx)、温白色、電球色、HZ について xy 値を比較検証した。B 群 (B1~B8 ) について得た xy 値の光源依存性から、D65 下とは異なり HZ (日没光) 下では y 値のばらつきが減じ、その差が小さくなった。すなわち、 B 群同士は、HZ 下で青みが減じ、微妙な色差の識別が困難になる。同様の傾向が電球色下でも見られた。一方、HZ、電球色下の B1、B2、B6、B7、(青みが少なく緑みを感じる青) は D65 下よりも x 値の差が大きくなった。よって、識別性は低下しない可能性があると考えられる。 低照度 (70 lx) 下の W (白) と電球色下の B 群の値が近くなり、混同される危険性が示された。 一方、暖色系の色票を同条件下で測定した xy 値と比較すると、低照度、温白色下の B 群は、D65 下の Y 群および電球色や昼光色下の OR 群に近づく。すなわち、これら青みを減じる光源下で B (青) を見ると、異なる光源条件の Y (黄) や OR(黄赤)と誤って認識される可能性が示唆された。

### 5) G(緑)群

温白色、低照度下での色度範囲で xy 値に重なりが多く、これら 2 種類の光源を併用する場合、G 群同士は混同する可能性が示された。 一方、W (白) と G 群の色度では、各光源下での y 値が異なるだけでなく、低照度、温白色、電球色、HZ 下での x 値にも一定の差があり、W (白) と G 群は誤認されにくいと示唆された。 暖色系色票を同条件下で測定した結果と比較すると、低照度下の G 群は D65、昼光色下の Y (黄) に近い値になり、電球色下の G 群の色度は温白色、低照度下の Y に近づいた。更に、日の出、日没の HZ 下の G 群と、低照度下の Y の色度に近いなど、光源の種類に依存して G 群と Y 群は誤認される可能性を見出した。

### 6) PB(紫)群

PB 群の色度は HZ、電球色下で集中し、識別が困難になる。D65 下と比較して電球色、HZ 下での薄い紫においては青みの差が減じ、全体的に赤みが増し、識別しづらくなる。 PB 群と W 群では重なりはなく同時に見ても混同されにくいことが示唆された。 暖色系の結果と比較すると、低照度下の PB 群と昼白色下の PI(ピンク), D65 下の OR(黄赤)と近くなり、 電球色、白熱灯下の PB 群と白色、低照度下の PI(ピンク)、 HZ 下の PB 群と白熱灯、電球色下の PI(ピンク)、 温白色下の PB 群と D65、昼光色下の OR(黄赤)や低照度下の PI(ピンク)とそれぞれ混同する可能性が示唆された。

### 7) W(白)群

W-1~W-9 について得た xy 値の光源依存性を図 4 に示す。日中の光源である D65 下では比較的各色票の値が散らばっているのに対し、温白色、電球色、シリカ、HZ では xy 値が接することから、 色温度が低い赤みのある光源下になると白の錠剤が複数ある状況では識別性は低下する。

一方、日中の光源とする D65 や、昼光色、昼白色の光源の下で確認して服薬することが推奨される。

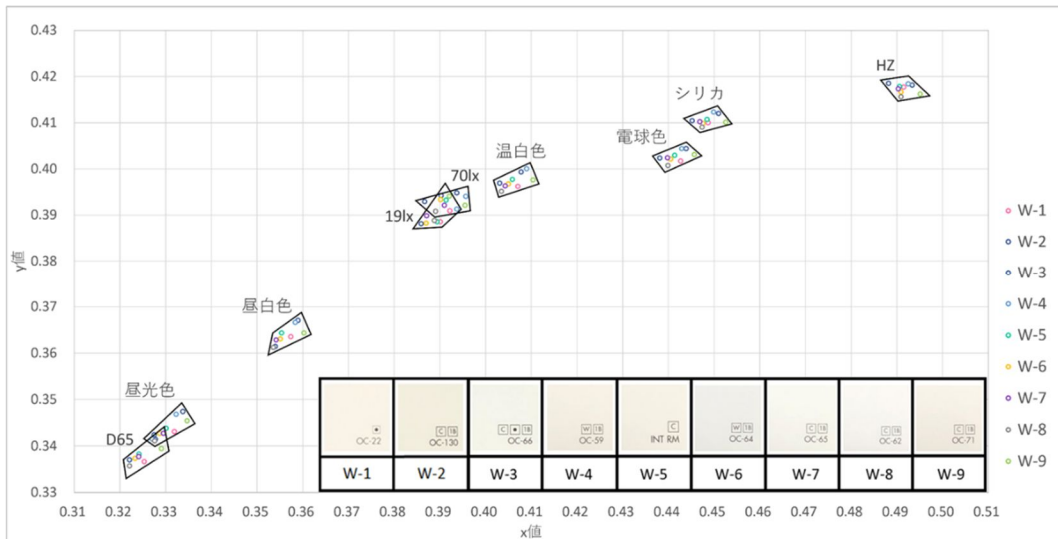


図 4. 白 9 色の xy 値の 9 種類の光源依存の推移

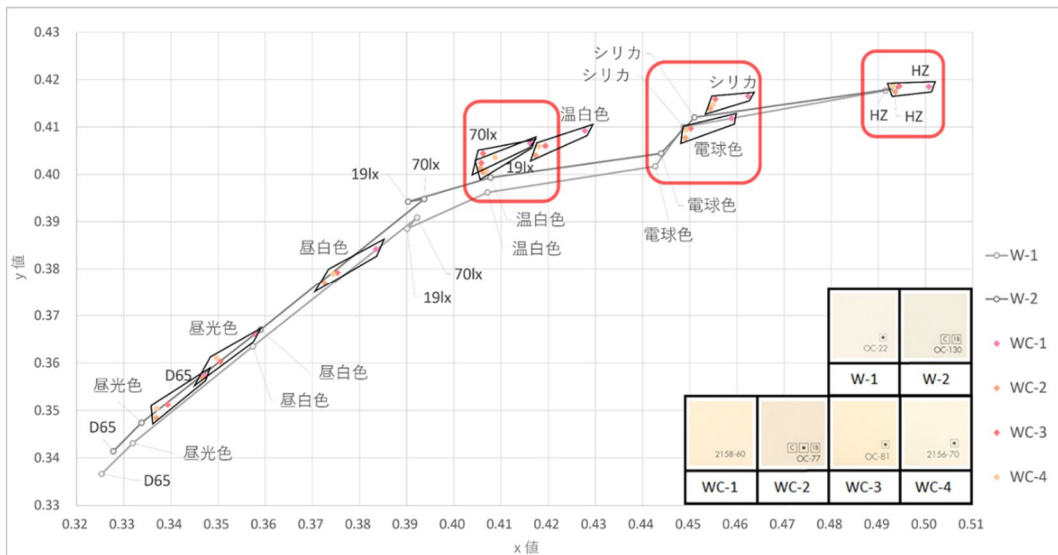


図 5. 曖昧な暖色系 4 色と白 2 色の xy 値の 9 種類の光源依存の推移

#### 8) 曖昧な暖色系の色群

被験者により色名の評価にばらつきがある色は、錠剤の外観の特徴の一つである色名を人に伝えることが困難な色である。また、普段から服薬の記憶が残りにくい可能性があるため、注意が必要である。それらの色群のうち、曖昧な暖色系色群 (WC-1 ~ WC-4) の 9 種類の光源の依存を図 5 に示す。各光源下とも W (白) との混同の危険性が高い。特に 低照度下で見た場合は、温白色下の W (白) と、電球色下、白熱電球下で見た場合は白熱電球下の W (白) と、HZ 下で見た場合は HZ 下の W (白) と混同しやすいと示唆された。

#### 9) 曖昧な寒色系の色群

曖昧な暖色系の色群に比べると、曖昧な寒色系色群 (CC-1 ~ CC-4) は、全体的に W (白) の xy 値と離れていることから、基本的には白と混同しにくい傾向が見られた。しかし、白熱電球下、電球色下など、色温度が低い光源で見た場合、温白色下の W (白) と混同しやすいことが示唆された。

#### 10) まとめ

昨今、LED 光源の技術が進化し、居室で使われる光源の色は多様になった。また、自由に調光できる機能なども実用され、服薬環境における光源色は一定でない。日本の錠剤の色彩類似性や、高明度、低彩度という色彩的特徴から、光源色が錠剤色に及ぼす見えの変化は少なくない。本研究で得られた知見を、服薬指導などで活用し、服薬ミスの低減に寄与できれば幸いである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	前田 初男  (Maeda Hatsuo)  (00229311)	兵庫医療大学・薬学部・教授    (34533)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関