

プリントにおける色相の変化と画像解析

～写真紙、新モス、中性紙の比較～

長浜小春

岐阜女子大学家政学部生活科学科

(2022 年 1 月 31 日受理)

Hue Changes and Image Analysis in Print

～Comparison of photographic paper, cotton cloth, and neutral paper～

Department of Home and Life Science, Major in Home and Life Science, Gifu

Women's University, 80 Taromaru, Gifu, Japan (〒501-2592)

Nagahama Koharu

(Received January 31, 2022)

Coloring on cloth is now inexpensive, and there are many printed fabrics that can reproduce various color patterns. In the clothing production, the design and the color pattern are almost decided on pc. However, when printing a design on paper or cloth, it is converted from an sRGB color image on a PC to CMYK and printed. Of course, the colors of sRGB and CMYK are different. In this study, we examined whether it was possible to objectively evaluate what kind of difference occurs in color by the difference of the paper and cloth to be printed.

キーワード: 色彩テクスチャ (Color texture)、画像解析 (Image analysis)、画像情報量 (Amount of image information)、視覚的印象 (Visual impressions)、色彩情報量 (Amount of color information)

1. 緒言

布への着色は過去染料を用いた染色が主であったが、現在では安価で様々な色柄を再現できるプリントされた布が多く出回っている。

被服製作においても PC 上でデザインや色柄を決定することがほとんどである。しかし、紙や布にデザインを印刷する際は PC 上の sRGB カラー画像から CMYK に変換され印刷される。

sRGB と CMYK で色が異なることはもちろんである。本研究では印刷する用紙や布の違いによって色にどのような差が生じるのかを客

観的に評価できるのか検討を行った。

2. 実験方法

1) 試料

試料の制作のために写真紙 (Canon 写真用紙, 光沢ゴールド, 厚手 0.27 mm, L 判)、中性紙 (マルチホワイト, 高白色, モノクロ・カラー対応コピー用紙 A4 サイズ)、新モス (綿 100%, 金地球鐘毛ス、日本製、中出練染株式会社) にインクジェット複合機 (Canon TS6130) で sRGB 値を R255、G49、B49/R49、G255、B49/R49、G49、

B255 に設定した色を CMYK で出力したものを使用した。

2) 画像の取り込み

本研究では windows10 および画像の取り込むにはインクジェット複合機 (Canon TS6130) を用いて、CMYK で印刷した試料を解像度 300dpi の条件で 800×800pixels (約 7×7 cm²) のフルカラー画像として取り込んだ。

図 1 には取り込まれた各試料の画像を示した。カラー画像は光の三原色である sRGB の信号から構成されるので、色彩情報は各画素位置ごとに RGB に分けて、R 画像、G 画像、B 画像の各色濃度を二次元配列として 0～255 の 256 階調で保存された。また、カラー画像は各画素位置ごとに RGB 値から (1) 式に従ってグレイレベル値に変換することができる。ここで L は RGB 値が (R、G、B) である画素のグレイレベルを表す。

$$L=0.177R+0.813G+0.011B \quad (1)$$

各試料について、変換によって得られたグレイレベル画像を図 1 に示した。グレイレベル画像は各画素位置ごとに 0 を黒とし白を 255 とした 0～255 の 256 段階のグレイレベルに 2 次元配列として保存された¹⁾。

3) CIEL*a*b*均等色空間

sRGB では、RGB 値を与えたときに画面が出す色と XYZ 三刺激値の関係において、多くのディスプレイの γ 特性を考慮する。0 から 255 の整数値をとる RGB 値を 255 で割って $R' = f(R/255)$ 、 $G' = f(G/255)$ 、 $B' = f(B/255)$ とし、0 から 1 の実数値とする。次に $f(x)$ の右辺は x が 0.04045 以下のときは、 $f(x) = (1/12.92)x$ で、それ以外は $f(x) = \{(x+0.055)/1.055\}^{2.4}$ で定義される。sRGB 値から XYZ 値への変換は次式によって行われる²⁾。ここで、sRGB 値がすべて 255 の白は標準光 D65 の光を完全拡散反射面に当てた

ときの物体色の XYZ 三刺激値である。

$$X=0.4124R' + 0.3576G' + 0.1805B'$$

$$Y=0.2126R' + 0.7152G' + 0.0722B'$$

$$Z=0.0193R' + 0.1192G' + 0.9505B'$$

sRGB 値から XYZ 値への変換を行い、XYZ から L^* 、 a^* 、 b^* を算出する³⁾。

$$L^*=116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$L^*=903.29(y/Y_n)$$

$$a^*=500\{X/X_n\}^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}$$

$$b^*=200\{(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}\}$$

$$Y/Y_n > 0.008856$$

$$Y/Y_n \leq 0.008856$$

ここで、 L^* は明度指数、 a^* および b^* は知覚色度指数を表す。 X_n 、 Y_n 、 Z_n は完全拡散反射面の XYZ 表色系における三刺激値で、 $Y_n=100$ に基準化された照明光の三刺激値に等しい。ここでは、照明光が D65 光のときの 2 度視野 XYZ 系に関する $X_n=95.045$ 、 $Y_n=100$ 、 $Z_n=108.892$ を用いる⁴⁾。

4) 色彩情報量

均等色空間の三つの座標軸 a^* 、 b^* 、 L^* が RG クロマ、YB クロマ、明度の意味を持つように選んだとき、色の三属性、明度、彩度、色相が色彩情報量に対する指数 (CIE 明度: $L^*=L^*$ 、CIE クロマ: $C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ 、CIE 色相角: $h=\tan(b^*/a^*)$ として用いられる。²⁾ 取り込んだ各画像の全画素について L^* 、 a^* 、 b^* 、 C^* および h 値を求め、それぞれの平均値を L^* (明度) 平均 (AVE- L^*)、 a^* 平均 (AVE- a^*)、 b^* 平均 (AVE- b^*)、 C^* (クロマ) 平均 (AVE- C^*)、および h (色相角) 平均 (AVE- h) として表す³⁾。

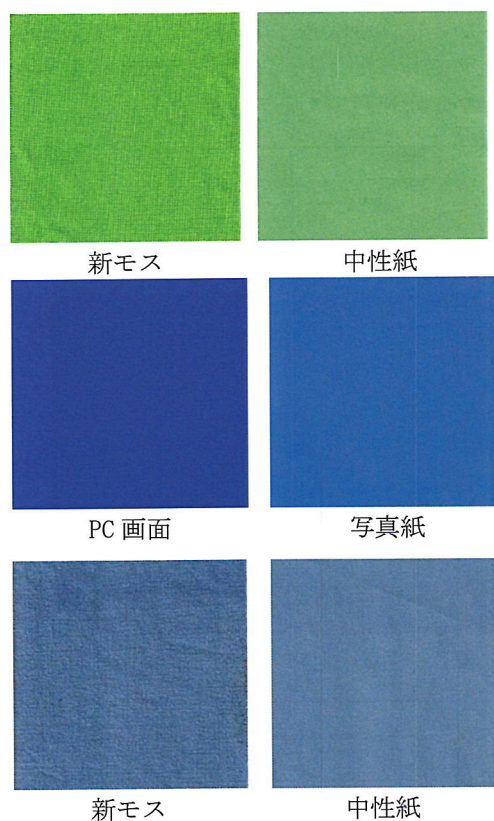
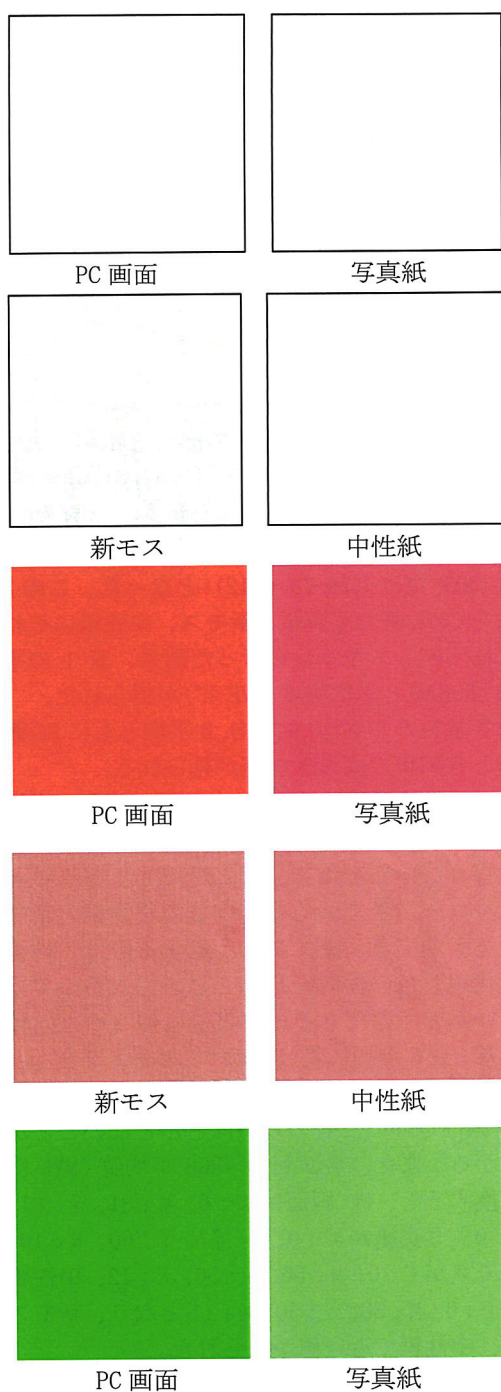


図1 スキャン画像

3. 結果および考察

1) sRGB 平均値と原紙、原布

試料のスキャン後各試料の R 平均、G 平均、B 平均、L*平均、C*平均を算出し、R 平均、G 平均、B 平均を基に sRGB カラー画像を制作し図 2 にまとめた。

PC 画面上で製作したベースの白は sRGB 値をすべて 255 とした。図 3 に示すように写真用紙をスキャンすると R が 247.7、G が 253.1、B が 254.2 となり赤みが抑えられ、用紙は PC 白と比べ青みがかっている用紙である。図 4 より新モスは R が 243.1、G が 243.5、B が 240.3 と B の値が低く、R、G が同程度の値であることからやや黄みがかった色であることが分かる。

図 5 から中性紙は PC 白同様 RGB すべての値が 246.9 であったため、PC 白と比較するとやや灰みがかかった色であることが分かった。

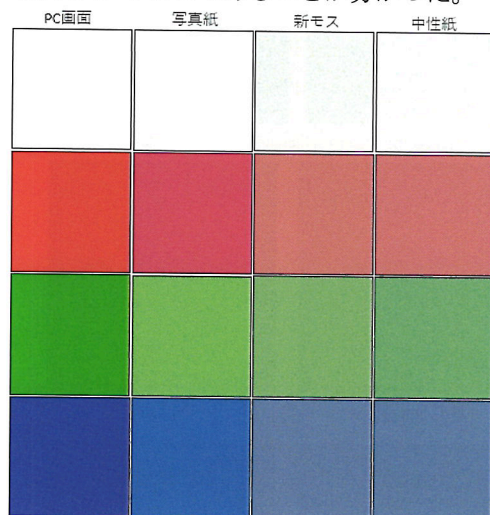


図 2 sRGB 平均カラー画像

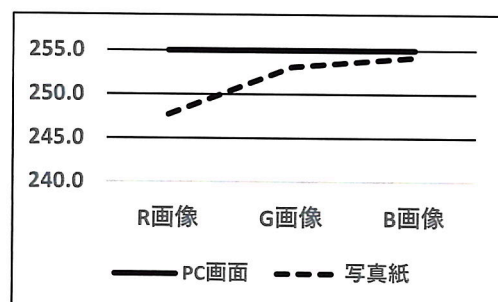


図 3 写真紙との比較

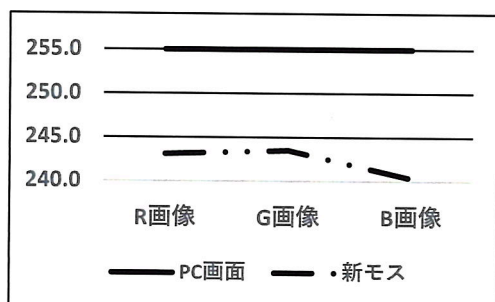


図 4 新モスとの比較

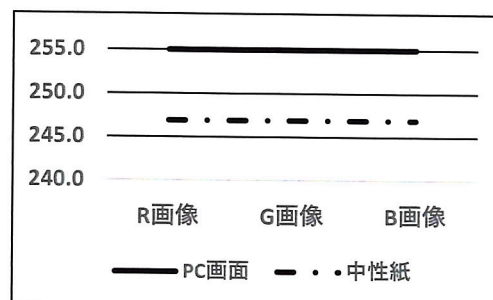


図 5 中性紙との比較

2) 原紙、原布の違いによる色の違い

RGB 値が (255, 49, 49) の赤色を印刷で使用される CMYK に変換すると (0, 81, 81, 0) となり、RGB 値が (49, 255, 49) の緑色は CMYK 値は (81, 0, 81, 0)、RGB 値が (49, 49, 255) の青色は CMYK 値は (78, 78, 0, 12) となった。この 3 色を CMYK 値で写真紙、新モス、中性紙にそれぞれ印刷しスキャンを行った結果、表 1 の平均 sRGB 値と平均明度(AVE-L*)が得られた。

各試料の R 平均、G 平均、B 平均ともに PC 画面と各試料では大きな差が見られる。

RGB 値が (255, 49, 49) 赤の新モスと、中性紙は R 平均、G 平均、B 平均値にほとんど差が見られないことから、加工紙である写真紙とセルローズ系である非加工紙の中性紙と新モスで大別でき、新モスに印刷する際には中性紙で代用し色の検討を行うことができるのではないかと考察できる。写真紙は他 2 つと比較すると、G 平均に関しては PC 画面とほとんど差がなく、再現率が高いが、B 平均に関しては PC 画面以外の三者の差がほとんどないことが分かる。また、各試料の sRGB 平均値 CMYK に変換すると、PC 画面は C : 0、M : 81、Y : 81、K : 0、写真紙が C : 0、M : 77、Y : 60、K : 10、新モスが C : 0、M : 56、Y : 50、K : 12、中性紙が C : 0、M : 58、Y : 50、K : 11 となり、新モスと、中性紙で近い値が見られた。

RGB 値が (49, 255, 49) 緑は印刷すると三者

とも G 平均値が大きく減少し、R 平均、B 平均値はもに増加している。R 平均値は写真紙と中性紙の差が小さく、G 平均、B 平均値は新モスと中性紙の差が小さい。sRGB 平均値を CMYK に変換すると、PC 画面は C : 81、M : 0、Y : 81、K : 0、写真紙が C : 36、M : 0、Y : 51、K : 26、新モスが C : 26、M : 0、Y : 37、K : 31、中性紙が C : 32、M : 0、Y : 34、K : 33 となり、シアン
の値は写真紙と中性紙に近い値であり、イエロー、ブラックに関しては新モスと、中性紙で近い値が見られた。

RGB 値が (49, 49, 255) 青も緑と同様印刷すると G 平均値が大きく減少する。R 平均値は PC 画面と写真紙、新モスと、中性紙がそれぞれ近い値を示している。G 平均、B 平均値は新モスと、中性紙の差が小さく類似していると考えられる。

表 1 各試料の平均 sRGB 値と平均明度

		AVE-R	AVE-G	AVE-B	AVE-L*
印刷前 用紙/布	PC画面	255.0	255.0	255.0	100
	写真紙	247.7	253.1	254.2	98.5
	新モス	243.1	243.5	240.3	92.5
	中性紙	246.9	246.9	246.9	96.8
R:255 G: 49 B: 49	PC画面	255.0	49.0	49.0	55.0
	写真紙	230.6	52.8	93.0	51.8
	新モス	224.9	99.4	111.8	57.8
	中性紙	226.3	97.0	114.1	57.5
R: 49 G:255 B: 49	PC画面	49.0	255.0	49.0	88.0
	写真紙	119.5	189.9	96.3	70.1
	新モス	128.7	175.9	111.0	66.5
	中性紙	116.9	171.1	114.4	64.6
R: 49 G: 49 B:255	PC画面	49.0	49.0	255.0	37.0
	写真紙	55.3	85.1	171.5	37.9
	新モス	80.3	89.2	139.3	37.8
	中性紙	99.9	111.1	157.9	47.2

sRGB 平均値を CMYK に変換すると、PC 画面は C : 78、M : 78、Y : 0、K : 12、写真紙が C : 67、M : 50、Y : 0、K : 33、新モスが C : 35、M : 30、Y : 0、K : 38、中性紙が C : 37、M : 30、Y : 0、K : 38 となり、ここでも新モスと、中性紙で近い値が見られた。

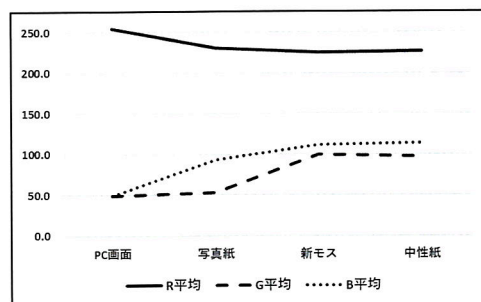


図 6 R255, G49, B49 印刷後 sRGB 値

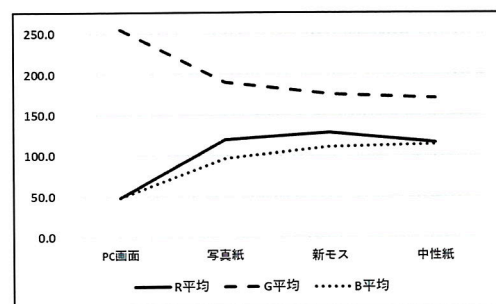


図 7 R49, G255, B49 印刷後 sRGB 値

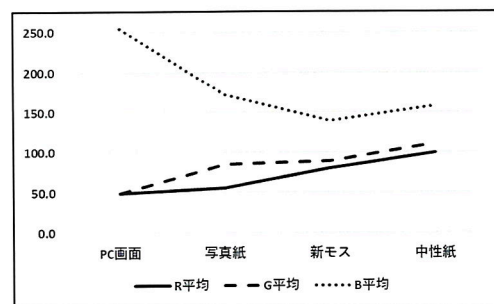


図 8 R49, G49, B255 印刷後 sRGB 値

4. 結論

印刷する用紙や布の違いによって色にどのような差が生じるのかを客観的に評価できるのか検討を行った結果、新モスト、中性紙で類似が見られ、新モストへのプリントの際は中性紙で代用できることが見いだされた。

しかしながら、用紙や生地の厚みとの関係や布の組織による差異についても今後検討が必要であると考ええる。

参考文献

- 1) 森俊夫, 内田裕子, 小見山二郎: 色彩テクスチャの視覚的印象と画像情報との関係, 435-346 (2009)
- 2) 小林光夫: 日本色彩学会誌, 31, 35 (2007)
- 3) 日本色彩学会編: カラーテクノロジー, 60 朝倉書店 (2008)
- 4) Mori. T, and Endou. Y: J. Text. Inst., 90, 100 (1999)