

# プリンタの色再現性

## Color Reproduction of Computer Printer

学籍番号 06602 甲斐崎芳郎

指導教員 杉本文司

### 概要

パーソナルコンピュータを使用してのプリンタ出力では、各企業がユーザーを想定し良好な色再現性を研究開発している。しかしながら、実際には望む色再現が得られていない。色材と被印刷体の組み合わせにおけるインキ付着量が色再現性の良否となるから、ユーザー個々の組み合わせをすべて満足することはできないからである。

本研究では、プリント出力機器3種と出力紙3種の組み合わせで各色再現性を比較検討した。常用するインクジェットプリンタ2種（染料インクと顔料インク）とカラーレーザープリンタの計3種類。被印刷体となる紙3種を選択し、その組み合わせから色再現傾向を検討し修正法を考察した。ISO標準光源による視覚判定と色差による検討をした。PCCS色票を元にプリンタ出力との色差を求めた。測色機には色彩計：CS-CM1000（凸版印刷社製）で計測した。

研究背景は、映像スタジオや印刷企業等を調査したことから独自のカラーマネジメントを実施しなければ満足する色再現が得られないことが分かったからである。

### I. 目的

画像処理ソフトPhotoShopで写真制作をし、インクジェットプリンタ出力する制作方法を主流に写真制作作業を行ってきた。その際の出力は、高機能なプリンタで高品位な用紙で出力すれば高画質の出力結果になることに頼って色再現については考察せずにいた。

本研究では、プリンタ出力の条件により、色再現領域にどのように影響するのかを色見本との色差を求め検討し、プリンタの色再現特性について考察することを目的とした。

また、企業での作業環境下でも同様であると聞きはしていたが、実体は調査した事がなかった。映像系スタジオ企業と印刷企業でのD.T.P.色再現についての管理手法や解決すべき問題点を調査した。

色再現の検討方法については、我が国の色票管理をしている（財）日本色彩研究所でご指導していただいた。

私が日頃作業している研究室環境と企業作業環境を比較することにより改善項目を明確にすることを目的にした。所属している生産システム専攻から学んだ視点により具体的にしたいとのぞんだ。

### 実験背景調査

#### 1. プロファイルの有無について

常用するインクジェットプリンタドライブには、プリンタの特性（色温度、安定性、濃度等）を記述したプロファイルによりコントロールされている。通常、出力を行う際そのプロファイルに基づいて、カラーマッチングが自動的に行われる。

今回の研究は、プロファイルの影響について印刷企業で色管理システムを構築した相互印刷紙器株式会社の石原氏のアドバイスを頂いた。プリンタ個体の初期状態によって再現される特性差と、プロファイルが施されることによる再現差を検討したいと考えた。余計なプロファイル変換が介在すると測定された色差がプリンタによる色表現の差なのかプロファイル変換された結果なのか判断できなくなるという理由からであった。この事からプロファイルの有

無が色再現性にどのように影響するのか検討することを進言された。本研究実験ではプロファイルデータの有無を検討し、プロファイルによってプリンタの色差がどのように変化するのか、またプロファイルが出力結果にどのような影響が及ぼされるのかを実験目的の一つとした。

#### 2. 試料測色の表色系について

表色系には色の三原色[HSV]、光の三原色[RGB]、三刺激地[XYZ]などがある。本実験ではL\*a\*b\*を使用することを決めた。L\*は明度、a\*は緑～赤、b\*は黄～青の変位を表している。またL\*a\*b\*は容易に色差を求められるので実験測定値として選択した。

#### 3. 測色データXYZモードとL\*a\*b\*モード

画像処理の代表的なソフトにAdobe社PhotoShopがある。実験開始当初、表色系変換や印刷管理の際にPhotoShopを使用していた。しかし、表色系変換結果に誤差が生じることがあった。その信頼性の検証実験を行った。結果、Photoshopによる表色系変換に誤差を生じることを突き止めた。このことからPhotoshopでの表色系変換に疑問を感じ、日本色彩研究所研究員にアドバイスを頂いた。解答はPhotoshopの表色系変換は曖昧な点が多く完全な数値変換はできないという結論を得た。よって本研究ではL\*a\*b\*で測色した値を変換することなくそのままL\*a\*b\*数値から色差を測定することに決定した。

#### 4. プリンタの挙動について

プリンタを起動時と時間経過後では異なる色再現挙動が起こることがある。色が滲んだり、不要な線が出力されたりその挙動は予想ができない。プリンタの出力開始からの信頼性について、日本色彩研究所の試験方法からアドバイス受けた。挙動を解消する必要性からプリンタを起動してから10分置き、ヘッドクリーニングとノズルチェックを行い、テスト出力を行えば正常に出力できるというものだった。よってプリンタに限らず機器を扱う場合、起動開始から10分置いてから使用することに決めた。全ての試料はこの基準を守っている。

### 実験内容

#### 1. 実験手法

PCに接続した3種類のプリンタ出力により色票試料を制作した。出力色票試料を色彩計で測色し、L\*a\*b\*値を求める。測定されたL\*a\*b\*値と元色票データのL\*a\*b\*値を比較し色差を求める。実験は以下の2つを行った。

実験1: プロファイルの有無による色差の検討

実験2: 出力用紙による色差の検討

#### 2. プリンタ出力機器

EPSON PM-770C（6色インク）

表1: EPSON PM-770Cの仕様概要

| 印字方式 | MACH方式                                       |
|------|--|
| 解像度  | 1440dpi×720dpi, 720dpi×720dpi, 360dpi×360dpi |
| インク  | ブラック, シアン, ライトシアン, マゼンタ, ライトマゼンタ, イエロ        |

## EPSON PX-5500 (8色インク)

表2: EPSON PM-770cの仕様概要

|      |  |
|------|--|
| 印字方式 | フォトマツハジェット方式   |
| 解像度  | 2880dpi×1440dpi、1440dpi×1440dpi、1440dpi×720dpi、720dpi×720dpi、360dpi×360dpi |
| インク  | マットブラック、シアン、マゼンタ、イエロー、グレー、ライトシアン、ライトマゼンタ、ライトグレー                            |

## Fuji XEROX C2426

表3: Fuji XEROX C2426の仕様概要

|        |                  |
|--------|------------------|
| プリント方式 | レーザーゼログラフィー      |
| 階調     | 各色256階調(1,670万色) |

### 3. 測色機

色彩計: CS - CM1000 (凸版印刷社製)

### 4. 色試料

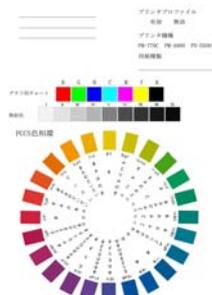


図1: 本実験で使用する色試料

(図1)上段(グラフ用チャート)

R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)、C(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロー)、K(ブラック、キー・プレート)の7色のチャート。印刷に使われるCMYKの発色とコンピュータで使われるRGBの発色がどのように出力されるかを試みるチャートである。また色域の色度図グラフを作成するのに使用する。

(図1)中段(無彩色チャート)

無彩色を段階的に表したもの。主に明度を比べたり、黒色の発色を試みる為に使用する。

(図1)下段(PCCS24色、色相環)

PCCSとは『Practical Color Coordinate System』の略で、日本色研配色体系とも言われる。財団法人日本色彩研究所が監修している配色カードを利用することにより、印刷物との視覚判定が行える。

### 5. 使用する表色系(L\*a\*b\*表色系)

本実験ではL\*a\*b\*表色系を使用する。L\*a\*b\*表色系(CIE1976L\*a\*b\*色空間)はUCS(均等色空間)の代表的な表色系で人の目で見た時(心理的)に、色の違いを色同士の距離とする色空間ことである。

- 色差 E\*abは以下の式にて求める。

$$E^*ab = \sqrt{(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$$

式1: L\*a\*b\*から色差を求める式

## 実験結果

### 1. 実験1[プロファイルの有無による色差の検討]

各試料の色差を求めた。本概要では代表的な心理4原色のみ抜粋し下表4とした。

表4: プロファイルの影響における3機種種の出力色差

| 出力機名<br>プロファイル<br>色名 | PM-770c |       | PX-5500 |       | C2426 |       |
|----------------------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|
|                      | 有効      | 無効    | 有効      | 無効    | 有効    | 無効    |
| v2                   | 41.25   | 38.97 | 33.97   | 50.47 | 23.50 | 53.70 |
| v8                   | 40.10   | 26.65 | 27.86   | 33.35 | 18.86 | 26.97 |
| v12                  | 44.66   | 13.29 | 3.80    | 37.59 | 24.94 | 33.49 |
| v18                  | 19.53   | 26.22 | 23.90   | 45.40 | 22.17 | 28.54 |

測色データからプロファイルの有無による優位性を表5のように表せる。

表5: プリンタ毎のプロファイルの優位性

| 機種      | 優        | 劣        | 理由                      |
|---------|----------|----------|-------------------------|
| PM-770C | 互角       | 互角       | プロファイル有無による出力差がなかった。    |
| PX-5500 | プロファイル有り | プロファイル無し | プロファイル有りの方が色見本との色差が少ない。 |
| C2426   | プロファイル有り | プロファイル無し | プロファイル有りの方が色見本との色差が少ない。 |

インク数が少ないPM-770cはプロファイル無しでも十分に色再現が可能である。プロファイルが有ることにより、色再現領域が縮まることはない。

### 2. 実験2[出力用紙による色差の検討]

各試料の色差を求めた。本概要ではPM-770cの紙による色差の変化を代表的な心理4原色のみ抜粋し下表6とした。

表6: 用紙の種類によるPM-770cの出力色差

| 用紙の種類 | 普通紙   | ファイン紙 | わら半紙  |
|-------|-------|-------|-------|
| v2    | 40.93 | 26.26 | 44.02 |
| v8    | 38.45 | 24.92 | 42.46 |
| v12   | 44.00 | 32.33 | 45.65 |

9つの試料のL\*a\*b\*数値から、色見本との色差と、出力用紙による色再現領域の差を検証した。3種のプリンタそれぞれの出力傾向が検出できた。結果として以下にまとめることができる。

レーザープリンタは用紙による出力影響が少ない。

PM-770C、PX-5500で高品位な出力結果にしたい場合は、ファイン紙を使用するとよい。

どの用紙でも色差が大きくなるのが緑みの色、色差が小さいのが青みの色である。

### 結論

プロファイルによって色管理されることにより、色再現領域が縮まることはなかった。本来プリンタ出力ではプロファイルを解除すると色再現性が悪くなるが、プロファイルには色差を少なくする効果があることがわかった。

用紙については予想通りの結果であり、ファイン紙を使用すれば色再現性は良くなる事がわかった。

今まで制作における色の比較は、視覚による感覚的なものであった。数値的管理方法を習得することにより「色差」による明確な比較や、グラフ化による客観的な評価ができるようになった。本研究では制作環境下での3種類のプリンタのみの結果を考察したが、他種のプリンタでもほぼ同様な結果が得られると考えられる。今後も数値的な管理技術の習得が制作物への表現に生かされると確信している。

### 参考文献

- (1)川上元郎,“色の常識”,日本規格協会(1974).
- (2)日本色彩学会,“色彩用語辞典”,東京大学出版会(2003).
- (3)日本色彩学会,“新編 色彩科学ハンドブック”,東京大学出版会,(1980).
- (4)三宅洋一,“デジタルカラー画像の解析・評価”,東京大学出版会,(2000).
- (5)大田登,“色再現工学の基礎”,コロナ社(1997).

### 調査協力機関

- (1)財団法人日本色彩研究所
- (2)相印刷紙器株式会社(色彩管理)
- (3)株式会社ササキスタジオ(映像制作スタジオ)
- (4)大日本印刷D.T.P部門(印刷制作部門)