

# 均等色空間における色変換技術

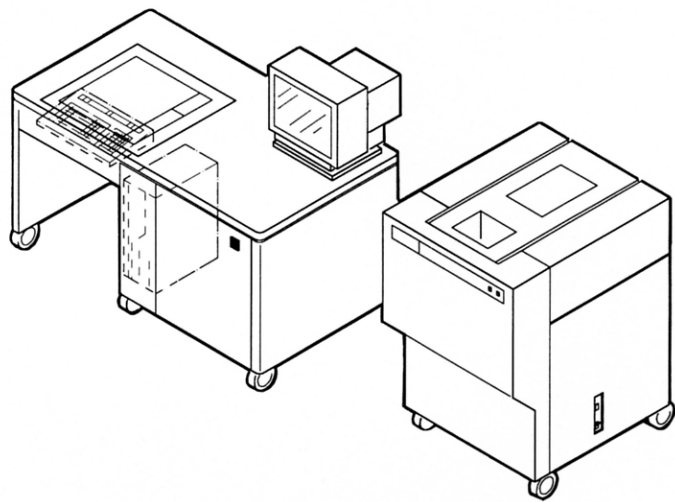
—印刷用入力機への適用—

## Color Correction Technique in Uniform Color Space

-Application to Flatbed Color Scanner-

金庭達也

技術研究所



### Abstract:

This report describes a color correction technique in a uniform color space to convert BGR signals into YMCK signals. We applied this technique to a flatbed color scanner for graphic arts.

Output signals of scanners for graphic arts are YMCK signals, while most of the optical sensors used in the scanners generate BGR signals. Therefore the conversion of BGR signals into YMCK signals is required. We applied a color correction technique in the uniform color space to this conversion.

As a result, a flatbed color scanner which we are developing offers excellent color quality and easier operation which non-experts can quickly master.

Kaneniwa, Tatsuya

R&D Center

# 1

## はじめに

商用カラー印刷物を作成する時には、一般にイエロー、マゼンダ、シアン及びブラックの4色の版が必要である。印刷用カラー入力機は、カラー原稿、おもにリバーサルフィルムをスキャンし、この4色の版を作成するために必要なYMCK信号、すなわちイエロー、マゼンダ、シアン、ブラック信号を出力する装置である。このときカラー原稿の色彩情報は光センサによりBGR信号すなわち、ブルー、グリーン、レッド信号として取り出され、これが入力機内部でYMCK信号に変換され、入力機の出力となる。そして最終的には印刷用出力機において、この4色に分解されたYMCK信号が各々網点としてフィルム上に出力され、カラー印刷に必要なYMCK版が作成される。

ところで、透過物であるリバーサルフィルムの明暗比は1:1000くらいまでであるのに対し、反射物である印刷物の明暗比は1:30くらいである。すなわちリバーサルフィルムと印刷物とでは再現可能な明るさの範囲や色の範囲が大きく異なっている。そこで印刷用カラー入力機では、リバーサルフィルムの色をいかに印刷物上で好ましい色に再現するか、言い換えればBGR信号をいかにYMCK信号に変換するか、が画質性能を左右する重要なポイントになっている。現状ではこの変換部が各社独自のノウハウになっていて、色再現性の差別化を行う上での核となっている。しかし、このノウハウは試行錯誤の上に培われたものであり、その結果この変換部は各社互換性のないかつ非常に複雑なものになっている。このため好ましい色の印刷物に仕上げるには各社固有の、しかもかなりの熟練を要する色修正操作が必要になってしまっている。

そこで我々は人間の感性に近い均等色空間を利用した色変換 (BGR→YMCK) 技術を研究し、これを印刷用入力機に適用することにより、より好ましい色での色再現、および熟練を必要としない色修正操作の開発に着手した。今回はこの均等色空間における色変換技術の概要および

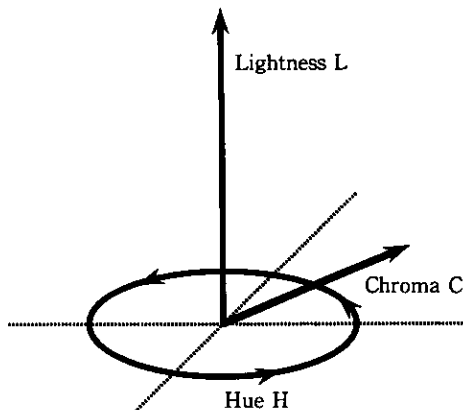


Fig.1 Uniform color space

その適用結果について中間報告する。

# 2

## 色と均等色空間

ここで、人間の感覚にあった明度、彩度および色相という3つの値で色を表現することを考える。'明度'とは文字どおり明るさの度合いであり、日常では「明るい」、「暗い」という言葉で表現されている。'彩度'とは鮮やかさの度合いであり、例えばレモンと梨とではレモンの方が鮮やかな、すなわち彩度の高い黄色を持っている。また'色相'とは、色の種類を表すものであり、日常では「赤」「青」「緑」「黄」といった言葉で表現されている。

次に均等色空間について考える。均等色空間とは、人間の感覚に近くなるように、感じる色の変化量が距離に比例している空間である。均等色空間としては、CIELAB、CIELUVをはじめ様々なものが提案されているが、基本的にはFig.1のように明度Lが垂直方向、彩度C半径方向、色相Hが円周方向で表わされる空間である。中心が彩度ゼロのグレー軸で中心から半径方向に離れるほど彩度が高くなっていく。また円周方向に沿って色相が変化している。

ここでこの均等色空間を用いて前述のリバーサルフィルムと印刷物との色再現範囲 (再現可能な明るさの範囲および色彩の範囲を総称して色再現範囲とする) の差異について再考する。Fig.2はこの2つの色再現範囲の差異を均等色空間上で比較したもので、外側がリバーサルフィルムの、内側が印刷物の色再現範囲である。これは空間を横からみた図で、縦軸は明度L、横軸は彩度Cである。中心が彩度ゼロの軸、すなわちグレー軸である。透過フィルムと反射物との違いにより、再現できる明度Lの範囲および彩度Cの範囲が大きく異なることがわかる。そこでリバーサルフィルムの色再現範囲の色 (特に印刷の色再現範囲外の色) をいかに印刷物の色再現範囲内の色に変

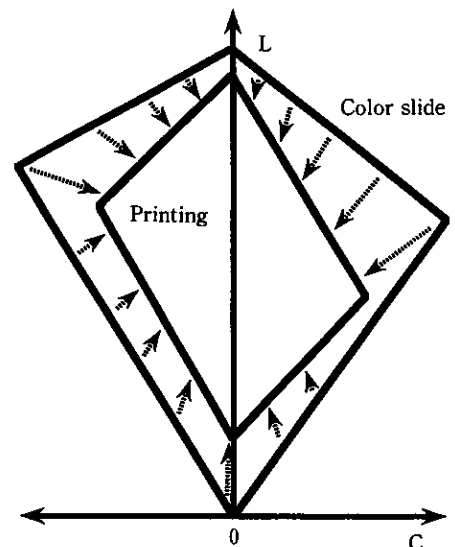


Fig.2 Comparison of color gamuts

換するかが、印刷用カラー入力機において大きなポイントになるわけである。

### 3 色変換技術の概要

今回確立した均等色空間方式における色変換の流れをFig.3に示す。

スキャンして得られたBGR信号はまずリバーサルフィルムの明度L、彩度Cおよび色相H信号に変換され、次に色再現範囲変換により印刷物の明度L'、彩度C'、および色相H'信号に変換される。さらに入力機のオペレータによってこの印刷物のL'C'H'信号が調整され、オペレータの意図に沿った色の修正が行われる。最後に修正後のL''C''H''信号よりYMCK信号が生成される。

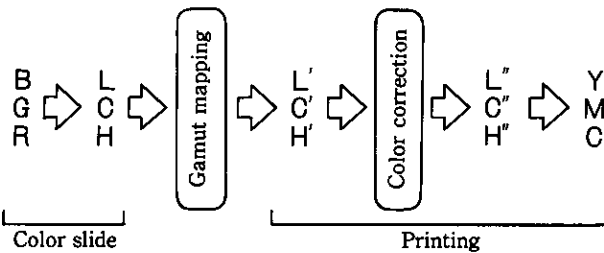


Fig.3 Schematic diagram of color correction technique in uniform color space

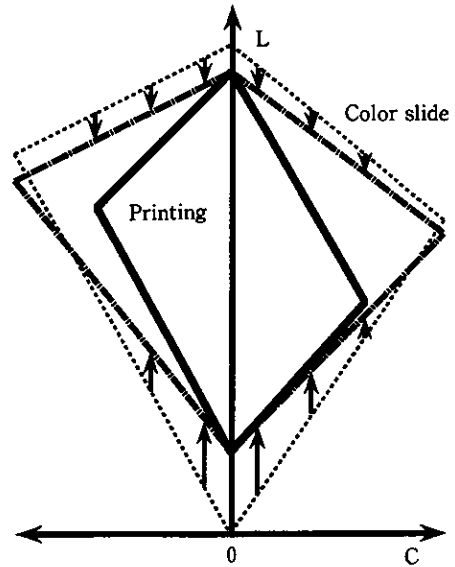


Fig.4(a) Gray axes matching

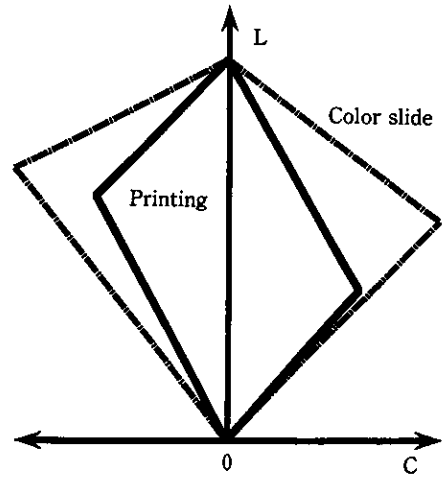


Fig.4(b) The darkest point is 'Lightness=0'

### 4 色再現範囲変換

今回行ったリバーサルフィルムと印刷物との色再現範囲変換の概要を、均等色空間を用いて定性的に説明する。

まず、スキャンして得られたBGR信号を単に変換しただけのLCH信号で表現されているリバーサルフィルムの色を、彩度ゼロの軸、すなわちグレー軸の特性が印刷物の特性と合うように明度方向に変化させ、色再現範囲を明度方向に圧縮する。Fig.4(a)にこの様子を示す。この図において、点線が圧縮前、一点鎖線が圧縮後のリバーサルフィルムの色再現範囲である。また実線が印刷物の色再現範囲である。Fig.4(b)は圧縮後の色再現範囲の最暗部を明度ゼロとして書き直したものである。

次にリバーサルフィルムの色を、彩度が高いほど明度が低くなるように明度方向に変化させて色再現範囲を変換する。Fig.5はこの様子を示す図で、点線が変換前、一点鎖線が変換後である。ここで点線で示す変換前の色再現範囲において、グレー軸両側の各々一定明度を持つ複数の黒い点に注目する。この変換によりこれらの色は彩度が高い色ほど、すなわちグレー軸から外側になるほど明度が低くなる方向に移動する(グレー軸上は変化しない)。移動後の色を各々白抜ききの点で示す。Fig.6(a)にこの色再現範囲の変換の結果を示す。ところでFig.6(a)は、Fig.6(b)に示

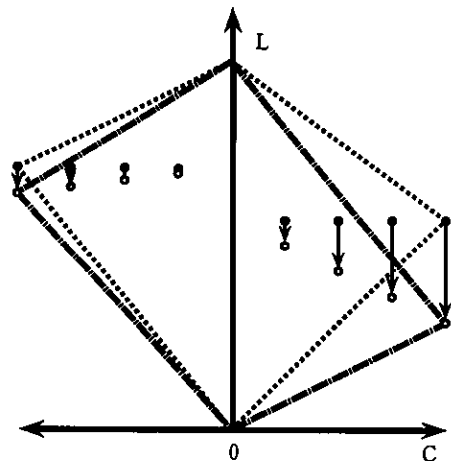


Fig.5 Movement of color points in color gamut (Color slide)

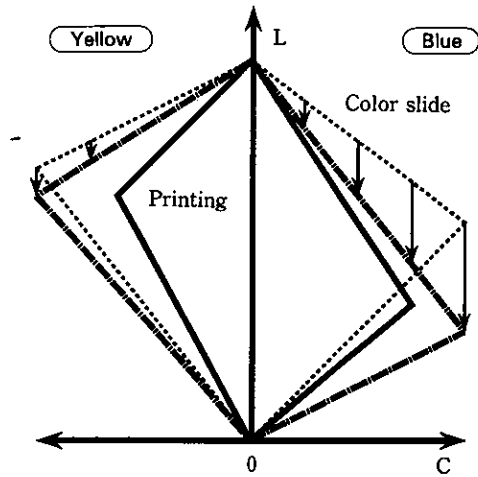


Fig. 6(a) Non-linear compression of lightness

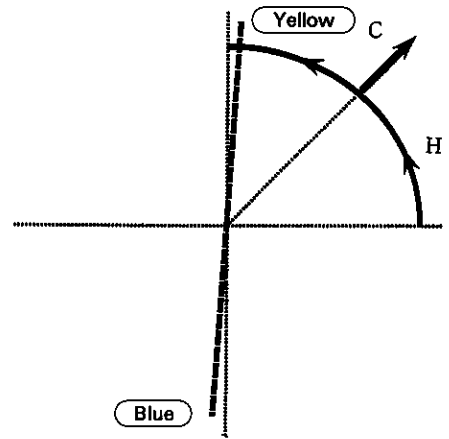


Fig. 6(b) Yellow-blue hue line

す空間を上からみた図で、点線で示す黄色から青への色相線に沿って縦割りしたものであり、Fig. 6(a)において左側が黄色、右側が青になっている。この図からわかるように黄色側では明度を低くする割合を小さく、逆に青側では大きくする必要がある。つまり明度を低くする割合は、黄色、青といった色相ごとに異なり、これを考慮した変換が必要になっている。

最後にリバーサルフィルムの色再現範囲を彩度方向へ圧縮する。この圧縮の様子をFig. 7(a)およびFig. 7(b)に示す。

この圧縮では、明度一定でかつ外側(リバーサルフィルムの色再現範囲)の最大彩度点が内側(印刷物の色再現範囲)の最大彩度点になるように(Fig. 7(a)参照)、また原則的に色相は一定、すなわちグレー軸に向かうように色を変化させている(Fig. 7(b)参照)。

以上で色の範囲が印刷物上で表現できる色再現範囲に圧縮されたL'C'H'信号が得られた。以上の色再現範囲変換操作を式にまとめると、

$$L' = f_L(L, C, H)$$

$$C' = f_C(C)$$

$$H' = H$$

L C H :

リバーサルフィルムの明度、彩度、色相

L' C' H' :

印刷物の 明度、彩度、色相

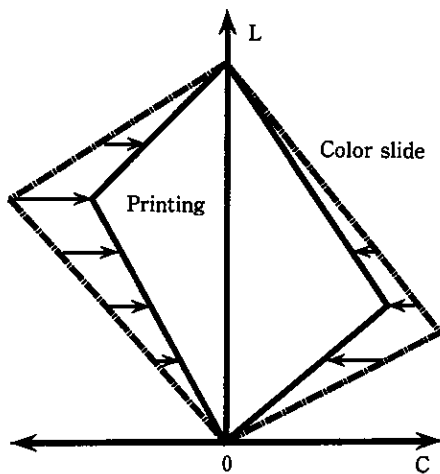
$f_L$  : 明度変換関数

$f_C$  : 彩度変換関数

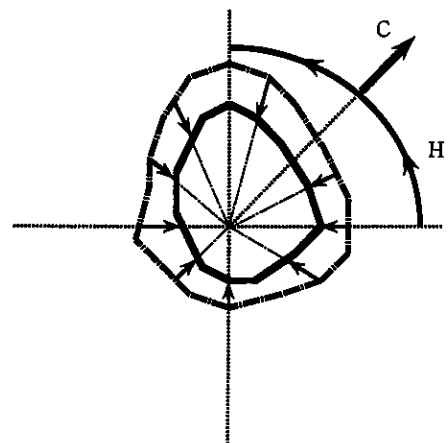
となる。

式からもわかるように、今回の色再現範囲変換では、原則的に色相一定で、明度、彩度のみを変換する。

この技術を適用した印刷用カラー入力機の印刷サンプルをFig. 8に示す。



(a) Lightness = CONSTANT



(b) Hue = CONSTANT

Fig. 7 Non-linear compression of saturation

この写真の内容についてはお問い合わせ下さい

Fig.8 Output sample of the flatbed color scanner

## 5

### 色修正

印刷用カラー入力機において、印刷物をより好ましい色とするためにオペレータが意図的に色を変える操作、例えば全体の黄カブリを補正したり、人物の肌を少し赤くしたりする操作を色修正と呼ぶ。

本入力機ではFig.3に示すように、色再現範囲変換後のL'C'H'信号を調整することにより色修正を行う。今回は紙面の都合で詳細な説明を割愛させていただくが、ここで重要なことは、オペレータが人間の感覚に近い明度、

彩度および色相といった成分をダイレクトに調整しながら色の修正が行えることである。従って、感覚的にわかりにくいYMCK信号を調整する従来機の色修正に比較し、非熟練者でも簡単に色修正操作が行える。

## 6

### おわりに

均等色空間における色変換技術の概要と、印刷用カラー入力機への適用結果について述べた。この色変換技術により、リバーサルフィルムの色を印刷物上に良好な色で再現することができた。また、従来かなり熟練を要した色修正オペレーションを人間の感覚に近い簡単な操作環境で実現可能にした。

特に今回開発した色再現範囲変換技術は、均等色空間上で定量的に色変換を行うため、人間の感覚にあった微妙な調整が可能である。そこで今後は、カラー原稿を絵柄別（例えば人物、風景、静物…）に分類し、色再現範囲変換の調整をそれぞれの絵柄に合わせて行うようにしていきたい。この技術と絵柄認識技術の複合化が可能になれば、印刷用カラー入力機の色変換の完全自動化が実現性を帯びてくると考えている。

## 7

### 謝辞

今回の研究にあたり、印刷物の色に関する助言やカラーサンプル作成のための機器を快く提供して頂いた印刷会社の方々、および様々な援助を与えてくださった研究所の方々に深く感謝致します。

#### ●参考文献

##### 参考文献

- 1) 佐柳和男：日本印刷学会論文集, 24・1, 1 (1986)
- 2) 洪 博哲：Konica Tech. Rep., 1, 99 (1987)
- 3) 応物学会・光学懇親会編：“色の性質と技術”