

印刷の色校正におけるカラー マネージメントの現状と課題

サカタインクス(株) 研究開発本部

組 地 正 夫

鈴 木 豊 美 子

The Study of Color Management System for Color Proof

SAKATA INX CORP.

Graphic Art Laboratory

Masao KUMIJI

Tomiko SUZUKI

In the way of transformation of digital color information from in-put devices to out-put ones, Color Management System by using ColorSync® and ICC Profile has now attracted a considerable attention. However, this management is applied to a few system of Direct Digital Color Proofer (DDCP) which simulate the color of printings, with undesirable color reproduction.

This paper describes the design of color chart for ICC Profile which is based on the investigation of the stability of out-put devices as the result of taking up the problem in Color Management System.

はじめに

印刷・製版とは、人間の視感的錯覚を実に上手く利用した技術である。写真原稿(ポジフィルム)は濃度レンジが0.0～4.0に対し、オフセット印刷では0.0～2.0以下であるので、濃度を1/2に圧縮しなければならない。それを原稿のように自然な階調で再現するために「人間の眼は暗部の識別は敏感でない」特性を利用してハイライトから中間部にかけて濃度圧縮を行い(調子カーブ)印刷適性に合った色分解を行う。

実工程は、スキャナーオペレーターが写真原稿をみて、印刷に最適になるようにスキャナーの色分解条件の設定を行い写真原稿を写真データとして取り込む。取り込まれたデータはMacintoshなどで編集加工し、イメージセッターと呼ばれる装置からフィルム出力を行う(このときC版、M版、Y版、K版と分版出力される)。出力されたフィルムを文字や写真など間違いがないかチェックし、問題がなければフィルムから印刷用版を作成しインキを塗布して色校正(見本)紙を作成する。印刷現場では、この色見本紙と同等になるように印刷機を調整しながら印刷を行う。

しかしながら、近年の急速なデジタル化、DTP化により、Macintoshからの編集加工したデジタルデータをプレートセッターと呼ばれるレーザー描画装置(Computer to Plate 以下CTPと略)により直接印刷

用版が出力可能なところまでできている。従来のようなフィルムがないため、印刷前の事前チェックが不可能であり、出力した印刷用版で行うには「材料費」や「生産性の向上」といったCTPのメリットを生かせない。一方、印刷現場からは色見本紙をどうするか等の問題がある。また、入力データも写真原稿(CMYK)以外にデジタルカメラ(RGB)など幅が広がり、出力においても印刷機以外に、電子写真方式のデジタル印刷機(Xeikon)など多様化してきている。

このような環境において前述したデータの事前チェックや色見本紙の作成のために、格段に進歩したインクジェット方式のプリンターやデジタルカラー校正機(DDCP)が利用されつつあるが、色材や紙、出力方式の違いでどうしても印刷物とは色が異なってしまう。そのためカラーマネージメント技術の重要性が増し、入力から出力までの入出力デバイスに依存しない色伝達の確立が業界として必要急務となっている。その一つ的手段としてICCプロファイルが利用されているが、実用可能な精度のものを作成するには感性でICCプロファイルを補正する必要がある。この方法は、時間、コスト、個人差など問題点があり、サカタインクスは定量的手段で簡単に実用的なICCプロファイルの作成手段の研究を行っている。

カラーマネージメントの概念は一般に理解されてきているが実際の運用面からの実例報告は極めて少ない。本稿では、カラーマネージメントの実践としてデバ

第1図 デバイス依存色と計測値の違い



【CMYK・RGBは制御量】
同じ値でも、デバイスが違えば色が変わる。

この安定性、ICCプロファイルの問題点、今後の課題について報告する。

色の表現法

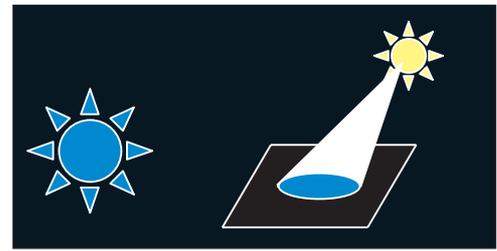
色を数値表現するためには、大きく分けて次のような表記法がある。

制御値(CMYK(Cyan, Magenta, Yellow, Black)
・RGB(Red, Green, Blue)など)

計測値(CIE XYZ・CIE L*a*b*など)

制御値であるRGBは、スキャナのセンサーが感じ取った電気信号であったり、モニターやプリンターに送る電気信号を数値化したものである。CMYKはプリンターに送る電気信号の大きさや、印刷するときの網点面積率であったりする。これらRGBやCMYKはデバイス依存色と言われ、表示機器が変われば同じ制御値であっても、異なる色になるのがほとんどである(第1図)。

これに対して、計測値は、分光光度計で計測されたもので、測定条件と観察条件が同一で計測値が同じであれば、同じ色として扱うことができる。計測された分光反射率はCIE(国際照明委員会)が定める係数を用いて、CIE XYZという三刺激値で表されたり、具体的な色と対応させるために、CIE Yxy座標系(第2図)や、人間の知覚にあわせたCIE L*a*b*座標系(第3図)に変換されて表される。



【CIE XYZ・L*a*b*は物理量】
デバイスが異なっても同じ値ならば同じ色

座標系(第3図)に変換されて表される。

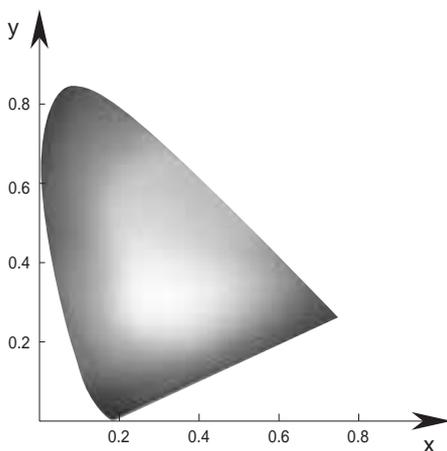
また、色と色の差を表すのに、色差 E という表現を用いる。これはCIE L*a*b*座標上での距離で、値が小さいほど感じる色の差が小さくなる。人間の目では、一般人は E = 3 ~ 6、製版経験者で E = 2 ~ 4の付近で色の差を感じる。ただし色の明るさや彩度によって同じ E 値でも色の差の感じ方は異なるので注意が必要である。

カラーマネージメントとICC Profile

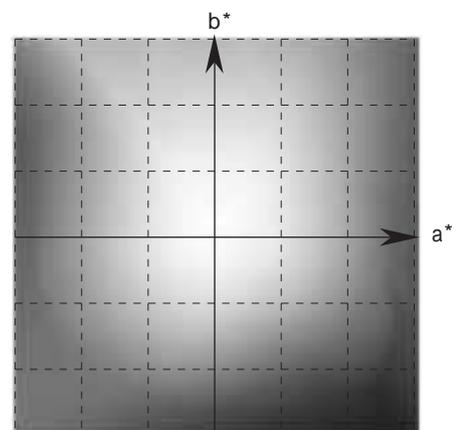
各種入出力・表示デバイスのデジタル化に伴い、異なるデバイス間の色情報のやりとりが必要になった。そこで、OSメーカーやデバイスメーカーなどで国際色彩連合(International Color Consortium : ICC)を結成し、デバイスの色情報などを記述したデータファイルのフォーマットを規定した。これに準拠したデータファイルがICC Profileと呼ばれる。ICC Profileは色の共通言語としてCIE XYZやCIE L*a*b*を用い、デバイス依存色であるRGBやCMYKとの相関関係を記述している。

Apple社のColorSync®など、ICC Profileに対応したCMM(Color Management Module : 色変換エンジン)は、このICC Profileから必要な

第2図 CIE Yxy座標系

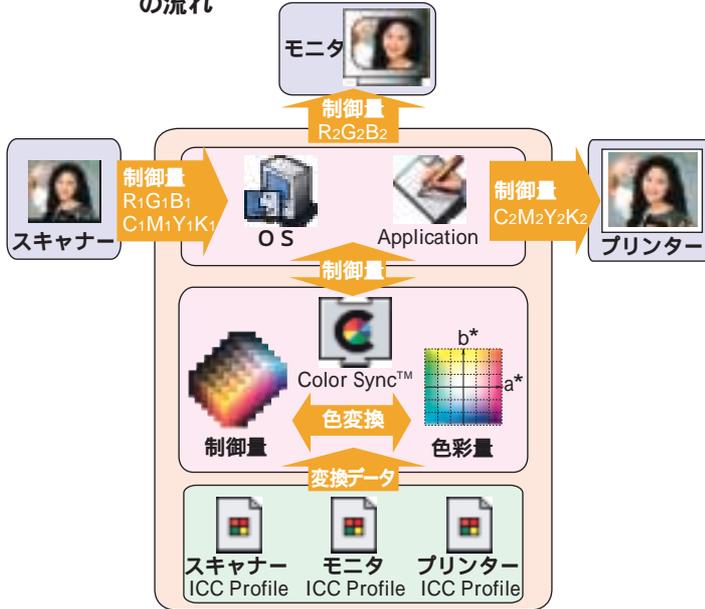


第3図 CIE L*a*b*座標系



変換情報を取得し、Application やOS からの要請に応じてRGB からCIE XYZへ、又はCIE L*a*b*からCMYKへ変換することにより、異なるデバイス間でも同じような色が入出力されるようにしている(第4図)。しかし実際のところ、これらの色変換の精度は十分では無く、ICC Profile の精度が問題にあげられている。

第4図 Color Management System の色データの流れ



ICC Profile の構造

ICC Profile には、デバイスの基本属性情報と、デバイス制御値と計測値の関係を表すパラメータやColor Look-up Table(以下CLUT)が決められた手順で記述されている。(第5図、第1表、第2表、第3表)

第1表 ICC Profile のHeader 記述内容

オフセット	内容
0 3	プロファイルサイズ
4 7	CMMタイプ
8 11	バージョン番号
12 15	プロファイル/デバイスクラス
16 19	色空間識別子
20 23	プロファイル接続空間
24 35	最初にプロファイルが作成された日付
36 39	acsp(0x61637370L)プロファイル識別子
40 43	プロファイルの基準プラットフォーム
44 47	CMM用のオプションを示すフラグ
48 51	目的とするデバイスを製造しているメーカー
52 55	目的とするデバイスのデバイスモデル
56 63	メディアタイプのような特定のデバイスの独自デバイス属性
64 67	レンダリング手法
68 79	プロファイル接続空間の光源のXYZ 値
80 83	プロファイル作成者同定情報
84 127	将来拡張用44 バイト

第5図 ICC Profile の基本構造

ヘッダー	ヘッダ記述
	拡張用空き領域
タグテーブル	タグカウント
	タグ構造体宣言
	タグ構造体宣言
	:
タグインデックス	タグ構造体宣言
	要素データ
	:
	要素データ
	要素データ

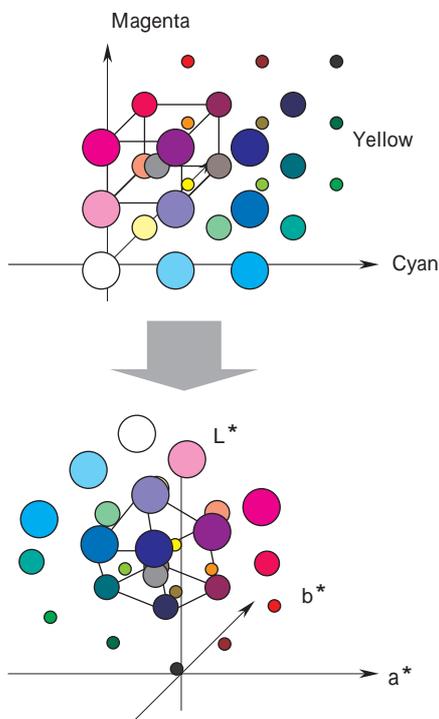
第3表 ICC Profile のTag Index 記述内容例

Tag	Tag name	Tag Type	内容
cpri	copy right	text	著作権情報
DevD	device description	text	チャートのCMYK 値
CIED	CIE description	text	チャートの測定値
Pmtr	Pmtr	text	作成パラメーター
wtp	white point	XYZ	白色点CIE XYZ 値
kTRC	gray transfer	curv	グレイ線形変換カーブ
A2B0	AtoB0	LUT16	CMYK L*a*b*変換CLUT (視覚的圧縮)
A2B1	AtoB1	LUT16	CMYK L*a*b*変換CLUT (色度座標圧縮)
A2B2	AtoB2	LUT16	CMYK L*a*b*変換CLUT (彩度保持圧縮)
B2A0	BtoA0	LUT16	L*a*b* CMYK 変換CLUT (視覚的圧縮)
B2A1	BtoA1	LUT16	L*a*b* CMYK 変換CLUT (色度座標圧縮)
B2A2	BtoA2	LUT16	L*a*b* CMYK 変換CLUT (彩度保持圧縮)
gamt	Gamut	LUT16	デバイスの色域をあらわす LUT
desc	description	desc	プロファイルのアプリケーションでの表示名

第2表 ICC Profile のTag Table 記述内容

オフセット()	内容
0 3 (128 131)	タグの個数
4 7 (132 135)	タグ識別子
7 11(136 139)	データ開始のオフセット値
12 15(140 143)	タグデータ要素内のデータサイズ
:	:
:	:
:	:
n・n+3	タグ識別子
n+4・n+7	データ開始のオフセット値
n+8・n+11	タグデータ要素内のデータサイズ

第6図 CMYK L*a*b* CLUT変換の模式図



たとえば、CIE XYZ に対し線形的な特性を持つ RGB モニタなどの Profile は、RGB の光源色の XYZ 値と、各色の階調特性のデータが格納されている。

CMYK プリンターなどの Profile は、CMYK 各色の階調特性と CMYK の組み合わせに対する $L^*a^*b^*$ を記述した CLUT など構成されている(第6図)。CMYK と $L^*a^*b^*$ との関係は非線形であるので変換精度を良くするため、CLUT には1テーブル約6000色~数万単位の色の組み合わせのデータが格納されている。このテーブルは1種類ではなく、第3表のように3種の決められた色域圧縮法(Color rendering)に従ったカラーテーブルが各3種ずつあり、さらに、CMYK $L^*a^*b^*$ 変換用テーブルと $L^*a^*b^*$ CMYK 変換用テーブル2種、計6種類のテーブルと、そのデバイスの色域を表すテーブルが1つの ICC Profile に格納されている。

ICC Profile の問題点

ICC Profile の構造を理解した上で、測定値と ICC Profile を用いた色変換値などを比較し分析をした結果、サカタイクスとして、色変換精度に影響する要素を大きく分けて次の3つと結論づけた。

CMYK $L^*a^*b^*$ 変換用テーブルの精度

$L^*a^*b^*$ CMYK 変換用テーブルの精度

CMM の内部補正方法

本稿では、CMYK $L^*a^*b^*$ 変換テーブルについて、以下の3項目の実験結果を報告する。

1. 出力デバイスの安定性(測定値の信頼性)
2. CMYK $L^*a^*b^*$ 変換テーブルを作成するカラーチャートの配色
3. CMYK $L^*a^*b^*$ 変換テーブルを作成するアルゴリズム

1. 出力デバイスの安定性

カラーマネージメントを行うために、一番大切なのは入出力デバイスの安定性である。多くのカラーマネージメントにおける色変換誤差はこの入出力デバイスの安定性の影響も含んでいる。

2. 以降で CMYK $L^*a^*b^*$ 変換誤差を求めるために、実験に用いる出力デバイスは可能な限り安定しているのが望ましい。そのため、出力デバイスの安定性を次の3つに分類し、実験を行った。

- (1) 面内変動(面内の色むら)
- (2) 繰り返し精度(複数枚出力したときの色変動量)
- (3) キャリブレーションの効果(媒体ロット変動と個体差の吸収)

ここでは、ICC Profile を作成するための測定値の信頼性を確認するために、(1)(2)における出力デバイスとして、枚葉オフセット印刷機、平台校正機、DDCP(Digital Direct Color Proofer)、昇華型熱転写プリンターを用い、測定器は ISO 13655 に準拠している Gretag Macbeth® 社の Spectrolino®(濃度フィルター: DIN)を使用し実験を行った。

また参考として、(3)については昇華型熱転写プリンターを用い実験を行った。

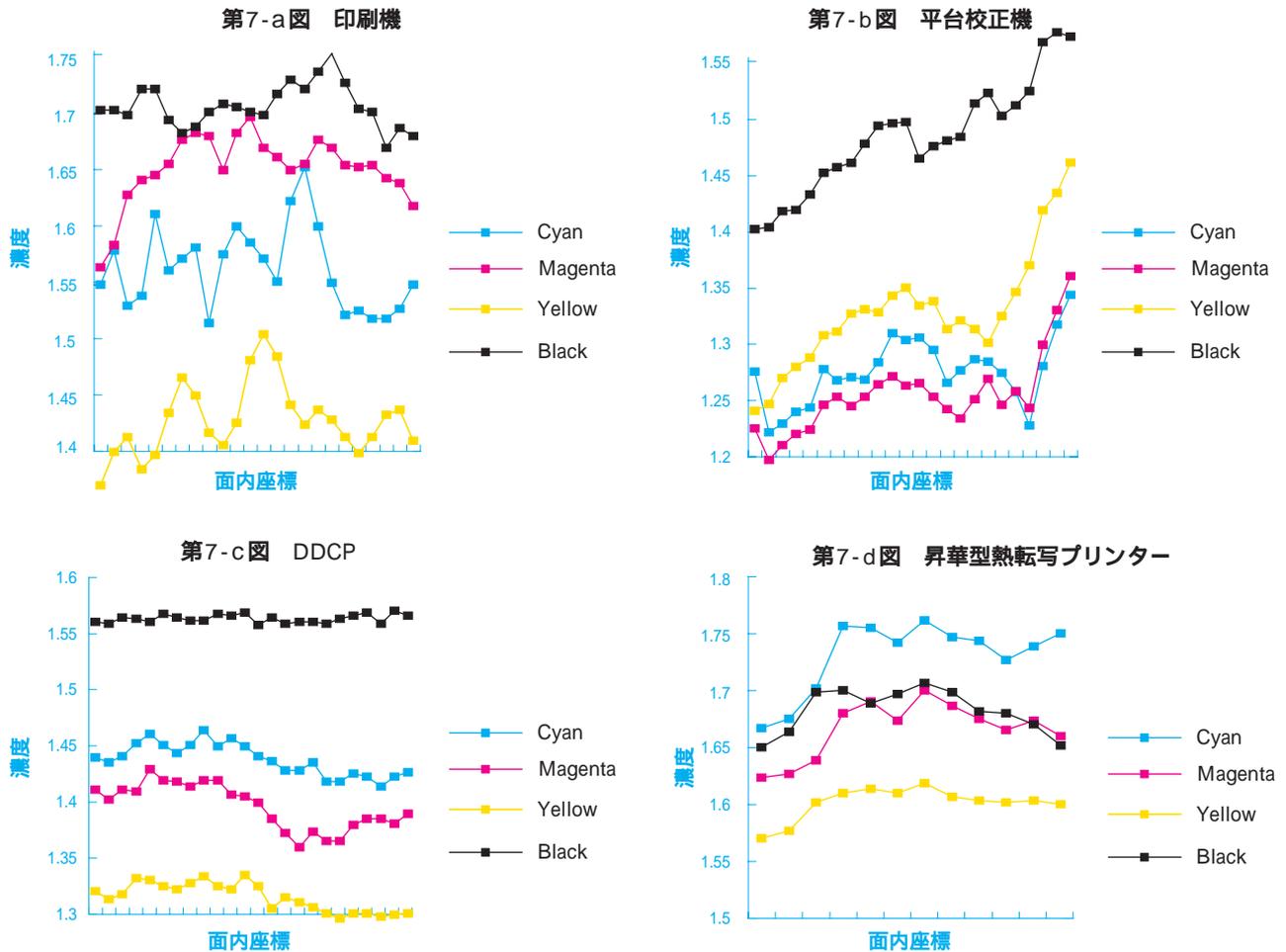
(1) 面内変動

面内変動とは、同一紙面における濃度むらなどをいう。印刷物の Profile はこの面内変動を考慮に入れずに Profile を作成していることが多い。面内に色むらがあるとその測定データは不確かなものになり、その ICC Profile は面内変動の誤差を含んだものになる。

第7図は、出力サンプルに CMYK 各色のベタ(網点面積率 100%)のカラーパッチを等間隔に並べ、その座標ごとの濃度をプロットしたもので、第4表は濃度の標準偏差をとったものである。

消費するインキ量に対してインキ供給機構の調節が必要な印刷機や平台校正機は、標準偏差が 0.025 ~ 0.050 ある。これらは、面内の各座標において、一方のインキ濃度が上がると他方のインキ濃度が下がるといった具合に、各インキの濃度変動の関連は無いことがわかった。昇華型熱転写プリンターの標準偏差は 0.020 ~ 0.040 の間で、各インキとも、加熱ヘッドの両端部分は熱が外部に逃げるため濃度が下がり、中央部分は熱がたまり濃度が上がる傾向があることがわかった。それに対しレーザー露光 DDCP は標準偏差

第7図 各種デバイスの面内濃度分布



第4表 各種デバイス面内濃度の偏差値

面内濃度偏差	印刷物	平台校正機	DDCP	昇華型熱転写
cyan	0.037	0.039	0.018	0.034
magenta	0.025	0.037	0.020	0.025
yellow	0.030	0.050	0.015	0.017
black	0.020	0.051	0.010	0.028

が0.010 ~ 0.020 と非常に小さい値を示している。

以上のことから面内変動はDDCPが一番小さく安定性がよいことがわかった。

(2) 繰り返し精度

繰り返し精度は、複数枚出力した時の色変動をいう。ICC Profileを作成したときの出力状態に対し、大きく変化することがあれば出力物の色が変わってしまい、色変換は全く意味のないものになってしまう。従って色校正出力機(カラープルーファ)となるカラープリンターの安定性が要求されるが、現状のところ、使用者側がプリンターの繰り返し精度を把握していたり、安定出力させるための管理を行っているところは少ない。

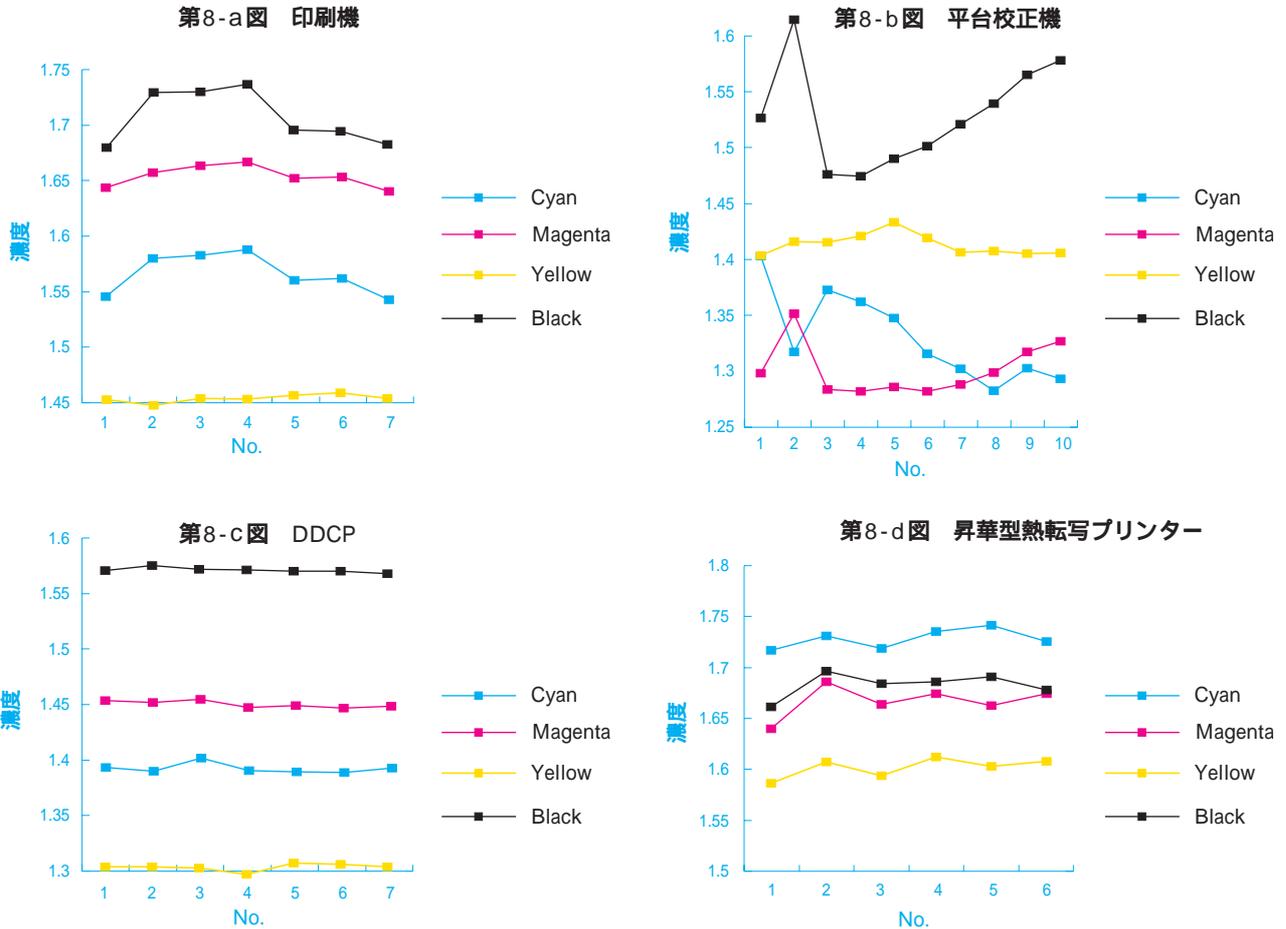
第8図は、(1)の出力サンプルの面内平均濃度を出力枚数ごとにプロットしたものであり、第5表はその標準偏差をとったものである。

印刷物は標準偏差が0.004 ~ 0.024 と比較的安定していることがわかる。それに対し平台校正機は標準偏差が0.010 ~ 0.050 と濃度の変化が大きい。この二つの違いは、印刷物は十分にインキを供給できる状態になってから高速で大量に刷り出すのに対し、平台校正機は必要部数に応じてインキを供給し小部数印刷するという方式の違いから出てくる。DDCPや昇華型熱転写プリンターは標準偏差が0.010 ~ 0.035 とかなり安定して出力できるが、色材に染料を用いているものは特に気温や湿度の影響を受け色が変わりやすいので、使用環境の管理が必要である。

(3) キャリブレーションの効果(媒体ロット変動と個体差の吸収)

カラープリンターの媒体(色材)を補充・交換したとき、あるいは同型プリンター間で個体差があり色のふれが大きい場合は、ICC Profileを作成し直さなくてはならない。ここでは、昇華型熱転写プリンターが持っているキャリブレーション機能について実験した。

第8図 各種デバイスの繰り返し出力濃度



第5表 各種デバイスの繰り返し出力濃度の偏差値

繰返濃度偏差	印刷物	平台校正機	DDCP	昇華型熱転写
cyan	0.018	0.040	0.011	0.010
magenta	0.010	0.024	0.007	0.013
yellow	0.004	0.009	0.007	0.011
black	0.024	0.046	0.007	0.014

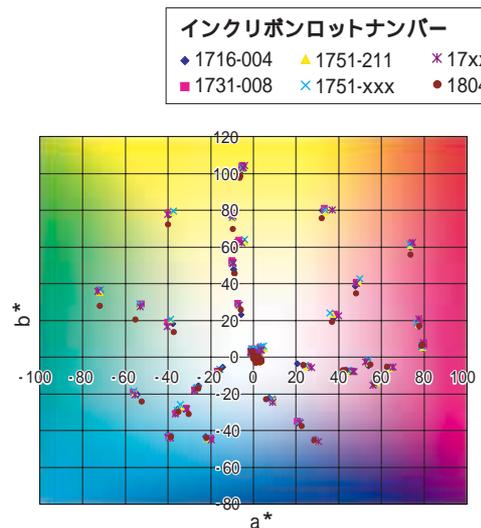
最初に媒体のロット変動について報告する。

第9図はCIE L*a*b*座標上に各ロットナンバーのインクリボンで出力した代表色の測定値をプロットしたもので、第6表は平均色差を表したものである。インクリボンのロットナンバーが大きく変わると、2次色がずれることがわかった。

次に、これらの濃度階調特性を見ると、第10-a図ではA機とB機のYの階調がずれていることが分かる。これにキャリブレーションを行なうと第10-b図のように階調のずれ及びベータ濃度値が補正されていることがグラフから読み取れ、キャリブレーション機能が効果的であることがわかった。また同時に、このキャリブレーションの効果は個体差の補正にも有効であることが確認できた。

以上の結果から、一般に一番多く使用されている

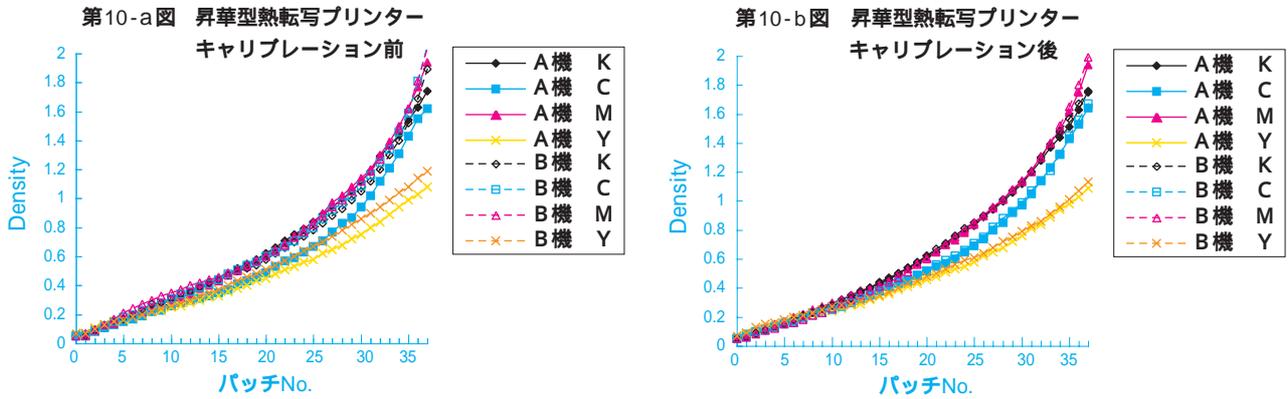
第9図 昇華型熱転写プリンターの代表色のCIE L*a*b*分布



第6表 ロットナンバー 1716-004 との平均色差

インクリボン ロットナンバー	1731-008	1751-211	1751-xxx	17xx-xxx	1804-755
最大色差	6.523	5.397	5.602	8.087	7.843
最小色差	0.450	0.394	0.656	0.846	0.827
平均色差	2.274	2.070	2.449	3.806	2.798

第10図 昇華型熱転写プリンターのキャリブレーション効果



平台校正機が、面内変動・繰り返し精度ともに、一番安定性が悪いことがいえる。色にもよるが、ベタ濃度が0.05変化するとその色は $E = 2 \sim 3$ 程度変化することがわかった。通常の印刷物は、面内のベタ濃度のふれを0.05以内に抑えるようコントロールされていることを考慮すると、色差値では $E = 2 \sim 3$ (最大4~6)の誤差を含んでいる。この値は目視で、製版経験者が色の違いを認識する程度に値する。

これに対しDDCPはキャリブレーション機能も持っており、かつ、面内変動、繰り返し精度ともに、非常に良好な安定性を持っていることが本実験よりわかった。

これ以降のICC Profileの変換精度の確認出力カデバイスとして、DDCPを用いることにした。

2. カラーチャートの配色

CMYK $L^*a^*b^*$ のICC Profile中のCLUTの色数は6000~数万色である。実運用上、この色数のカラーチャートを測定するのは現実的ではない。そこで、各社のICC Profile作成ソフトは、だいたい100~1500色程度の色数のカラーチャートを用いて、補間を行い1万色前後のCLUTを作成している。

現在、市場で用いられている代表的なICC Profile作成用カラーチャートは約400色前後で構成されているが、K版が入るシャドウ部の再現があまり良くできていない。原因として、カラーチャートのK版を含んだ色が少ないということがあげられている。

そのため、カラーチャートの色数や配色がICC Profileの精度に対する影響度を調べた。

方法

① CMYKの組み合わせ6561色(9^4 色：C,M,Y,K各色0~100%、12.5%間隔の組み合わせ)のカラーチャートを出力し、測定を行った。

なお測定器はGretagMacbeth社のSpectrolino/Scan[®]を使用した。

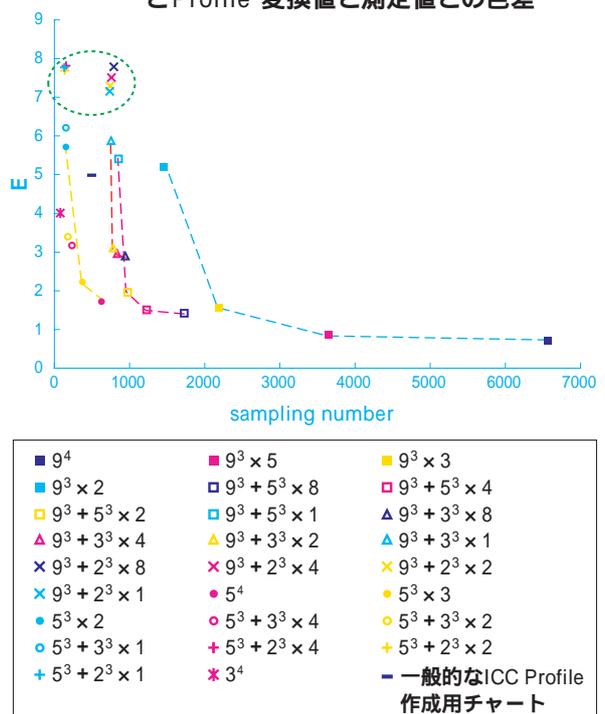
② ①の色の組み合わせから任意の色の組み合わせを取り出し、その情報をもとにICC Profileを作成した。ICC Profile作成ソフトは、GretagMacbeth ProfileMaker[®]を用いた。

③ ②で作成したICC ProfileでCMYK 6561色(9^4 色)を $L^*a^*b^*$ に変換し、測定値と比較を行い平均色差を算出した。

結果

第11図は横軸にカラーチャートの色数、縦軸に測定値とProfile変換値との平均色差をプロットしたものである。点線はCMYの組み合わせの色数は同じで、Kの組み合わせ数を変えたものを結んだものである。色変換精度は、カラーチャートの色数が多いほど良く、CMYKの色の組み合わせが少ないほど誤

第11図 ICC Profile 作成用カラーチャートの色数とProfile 変換値と測定値との色差



差が大きくなるという、色数にほぼ反比例した関係になることがわかった。

また、点線の囲みは任意のKの値に対し、C,M,Yについて各色2点(0, 100%)しかとらなかつたものであり、平均色差が $E > 7$ と精度が悪い。このことより、C,M,Y,K各色3点(0, 50, 100%)以上の色数で組み合わせないと、精度が極端に落ちることもわかった。

本実験に用いたカラーチャート(第11図 一般的なICC Profile 作成用チャート)の変換誤差は $E = 5.06$ であるが、 $K = 100\%$ の部分の色数がC, M, Y各色2点(0, 100%)の組み合わせのため、K版を含むシャドウ部の精度が悪くなった原因と推測した。

この結果を基に、サカタインクスとして本来の目的である、定量的手法で精度の良いICC Profileを作成するために、カラーチャートの設計から行った。

第11図のグラフからカラーチャートの色数が6561色でなくとも、それに近い変換精度を持つICC Profileを作成できることがわかった。さらに6561色の配色では、印刷上ほとんど使用することのない、 $K = 100\%$ とCMY色の組み合わせが多数存在する。これらのことをふまえ、カラーチャートの設計条件を次のように定めた。

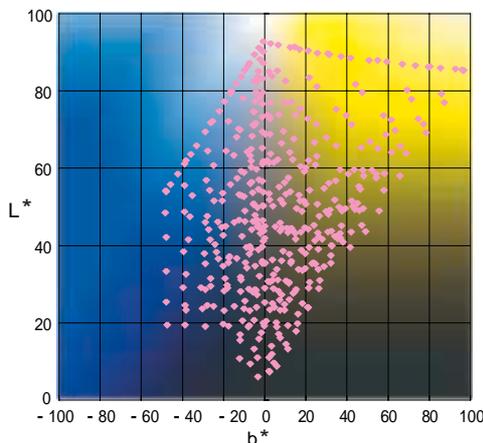
特徴点(C,M,Y,K各色の0, 50, 100%の組み合わせ)は必ず使う。

カラーチャートの測定値が $L^*a^*b^*$ 空間で均一に分布するようにCMYKの組み合わせを決定する。測定値と色変換結果の平均色差は $E < 2$ を保つようにする。

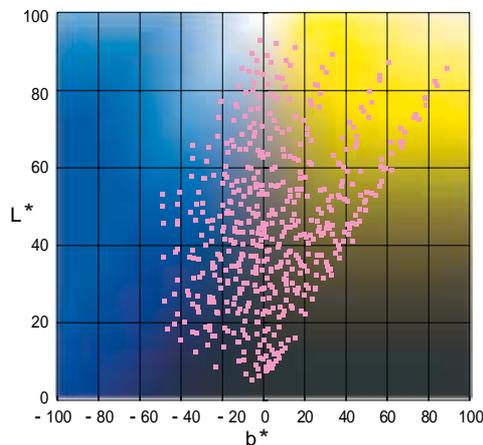
その結果、上記条件を満足する色の組み合わせは525色となった。第12-a図は一般的なICC Profile 作成用カラーチャートの $L^*a^*b^*$ 空間分布図、第12-b図は上記条件を満たす525色の $L^*a^*b^*$ 空間分布図である。

第12図 ICC Profile 作成用チャートの $L^*a^*b^*$ 分布(オフセット印刷)

第12-a図 一般的なICC Profile作成チャートの $L^*a^*b^*$ 分布



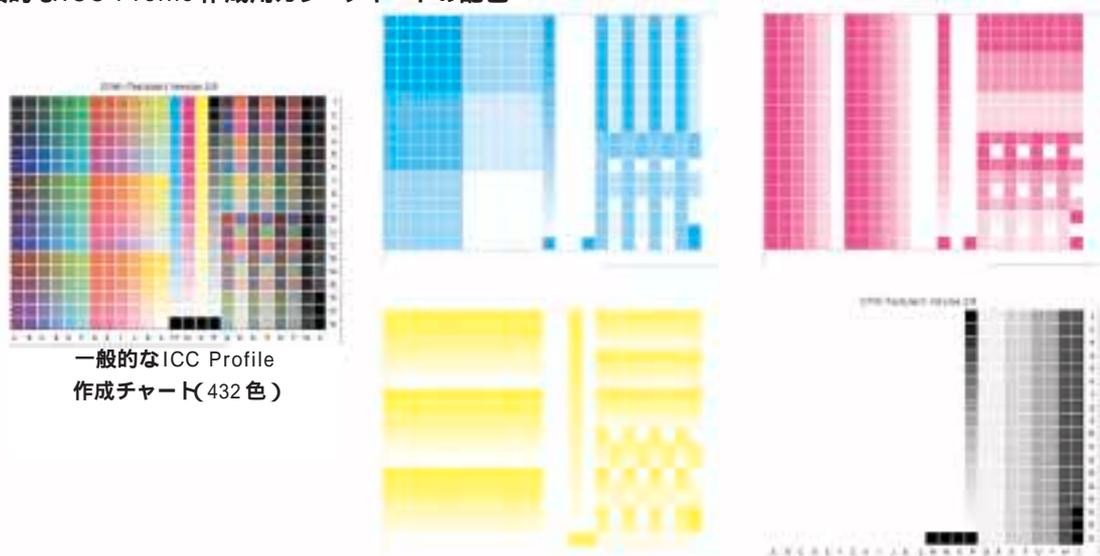
第12-b図 525色のカラーパッチの $L^*a^*b^*$ 分布



次に、525色のカラーパッチを印刷適性を考慮して配置、設計した。

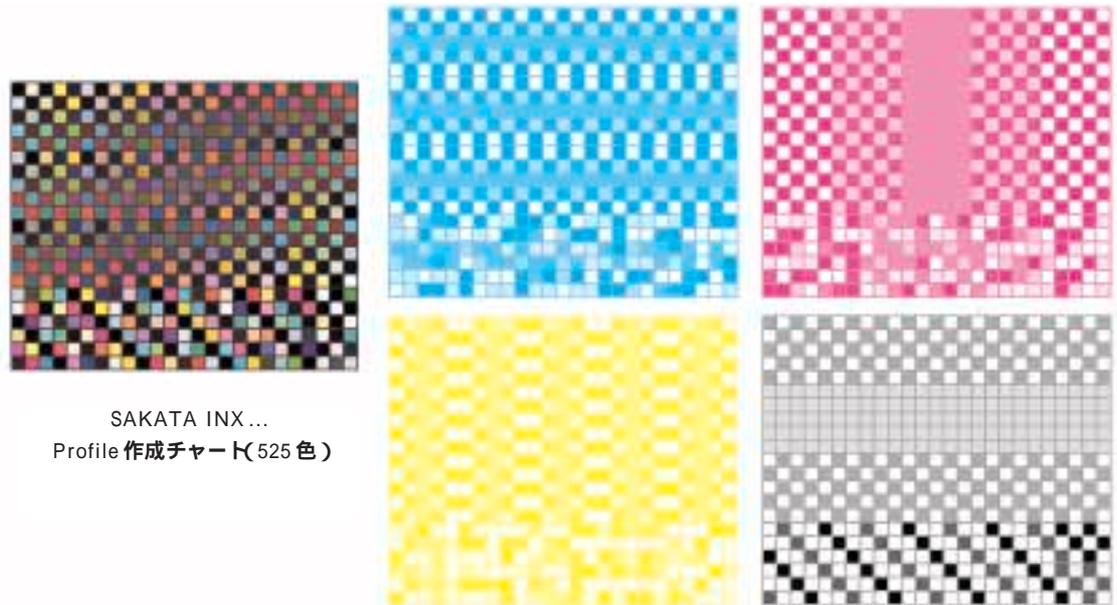
一般的なICC Profile 作成用カラーチャートをCMYK分版で見ると、第13図のように色の分布が偏っているのがわかる。例えば、C版を見ると色の濃い所はイン

第13図 一般的なICC Profile 作成用カラーチャートの配色



一般的なICC Profile 作成チャート(432色)

第14図 SAKATA INX・・・ICC Profile 作成用カラーチャートの配色

SAKATA INX...
Profile 作成チャート(525色)

キが多く消費され、色の薄い所はインキはあまり消費されないということがおこる。このような場合、印刷機のインキ供給機構の関係で、印刷紙面上、面内の濃度むら(面内変動)が大きくなり、ICC Profileの誤差の要因となるのがわかった。

そこでカラーチャートの各行、各列のインキ消費が偏り無くほぼ均一になるように、525色を第14図のように配置した。

第7表はこのカラーチャートを用いて作成したICC Profileの変換値と測定値との平均色差である。平均色差値が $E < 2$ の条件を満たすことが出来た。

ICC Profile 作成のための測定時間を短くすることは重要であり、6561色と同等な精度のカラーチャートを525色で実現することが出来た。また、印刷適正を考慮したインク分布になるように配置したことにより、印刷テストの結果、インキ調整が簡単に印刷しやすいとの評も得ている。

第7表 Profile 変換値と測定値の色差

測定値 - 計算値	一般的なICC Profile 作成用チャート (432色)	9 ⁴ 色 (6561色) チャート	SAKATA INX... 作成525色 チャート
平均色差 E	5.06	1.07	1.52

第1式 Neugebaur の式

$$\begin{pmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_L^*[0, 0, 0, 0] & A_L^*[1, 0, 0, 0] & \dots & A_L^*[1, 1, 0, 0] & \dots & A_L^*[0, 1, 1, 1] & A_L^*[1, 1, 1, 1] \\ A_a^*[0, 0, 0, 0] & A_a^*[1, 0, 0, 0] & \dots & A_a^*[1, 1, 0, 0] & \dots & A_a^*[0, 1, 1, 1] & A_a^*[1, 1, 1, 1] \\ A_b^*[0, 0, 0, 0] & A_b^*[1, 0, 0, 0] & \dots & A_b^*[1, 1, 0, 0] & \dots & A_b^*[0, 1, 1, 1] & A_b^*[1, 1, 1, 1] \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (1-C)X(1-M)Y(1-K) \\ \alpha(1-M)X(1-Y)(1-K) \\ \vdots \\ CM(1-Y)X(1-K) \\ \vdots \\ (1-C)MYK \\ CMYK \end{pmatrix}$$

3. CMYK $L^*a^*b^*$ 変換テーブルを作成するアルゴリズム

ICC Profile を作成するためには、525色のカラーチャートの測定値から、6000色～1万色ものCLUTを作成しなくてはならない。

このカラーテーブルの作成方法としてNeugebaurの式(第1式)の係数を最小二乗法で求める方法を用いた。この方法は、係数の行列を変換することで逆変換式を簡単に作成できる利便性がある。

一般的に、第1式のままでは光学的な理論式のため、紙による光の散乱が考慮されておらず、精度が満足に得られないことが知られている。また、印刷の階調特性は、ドットゲイン(網点の太り)や網点の飛びや潰れがあるので、三次曲線的な特性を持っている。そこで、この式を印刷の階調特性を再現できるように3次式に拡張した。

第8表は525色のカラーチャートの測定値を用いて、第1式の拡張式の係数を求め、6561色の計測値と計算値の平均色差をとった値である。本アルゴリズムの場合、物理法則をふまえた理論式の係数を最小二乗法で求めるため、必ずしも測定値そのものが再現されるわけではなく、ある程度の誤差は存在している。平均色差が若干大きくなったのもこのためで

第8表 525色のカラーチャートを用いたCMYK
L*a*b*変換の精度

測定値 - 計算値	SAKATA INX・・・アルゴリズム
平均色差 E	1.73

ある。しかし、平均色差 $E = 1.73$ は実用上満足できる値だと判断している。

また、イレギュラーな測定値(カラーパッチ中の白抜け等による測定誤差)が存在しても、補間値は期待値から大きく外れることはなく、CLUTも自然なL*a*b*値が算出される。

以上のことから、出力デバイスの安定性を考慮に入れると、実用上十分な精度が得られる手法であると判断した。

まとめ

サカタインクスとしては、定量的な手段によって実用的なICC Profileの作成手段の確立を目指している。その中で、印刷物やDDCP、各種プリンターの安定性の把握は非常に重要な事項である。今回は、それら出力デバイスの安定性の把握から本研究をスタートした。その結果、印刷物では $E = 4 \sim 6$ の変動があることが分かり、そのため、色見本紙の印刷物に対する色の近似性の許容範囲は $E < 4$ 以内が望ましいとの結論を得た。

今回は、ICC Profile作成に用いるカラーチャートの設計の見直しから行い、525色で印刷適性を考慮したカラーチャートを設計した。また、CMYKからL*a*b*への変換を行なうCLUTを作成するアルゴリズムを研究し、実用上十分な精度のものを確立することが出来た。

今後の課題

サカタインクスとして、L*a*b* CMYK変換用テーブルの作成において、①L*a*b* CMYK変換テーブル作成アルゴリズムの研究、②色域圧縮方法の研究、③K版生成方法の研究、④CMMの補間方法における正規化処理等を研究し、測色のみでよりよいICC Profileを作成するアルゴリズムを確立する。

引用文献

- 1) International Color Consortium (ICC): Specification ICC Profile Format, 1996/11, 1998/09, 1999/04
<http://www.color.org/>
- 2) 凸版印刷株式会社 訳: ICCプロファイルフォーマット仕様書ver3.3, 1996/11
- 3) Dawn Wallner ICC.1:2000-1: Building ICC Profiles - the Mechanics and Engineering
<http://www.color.org/>

PROFILE



組地 正夫
Masao KUMIJI

サカタインクス株式会社
研究開発本部
印刷製版技術研究所
マネージャー



鈴木 豊美子
Tomiko SUZUKI

サカタインクス株式会社
研究開発本部
印刷製版技術研究所

