国際標準高精細画像入力校正用カラーターゲット

三 品 博 達[†], 正会員 中 嶋 正 之^{††}

高品質画像入力装置を念頭においた、透過および反射の色データ校正用の国際標準入力ターゲットが ISO の TC 130 委員会で定められつつある。このターゲットは 108 の色標と、24 段階のグレイスケール、フィルム固有の最も彩度の高い CMYKRGB 各色の明度ステップ色標からなる。本報告は、この色標の意義、内容概略を述べる。

1. ま え が き

印刷技術にも電子化の波が押し寄せ、1980 年代以降、印刷工程の多くに電子画像処理技術の導入が図られた。特に、印刷工程で最も多くの人手を要し工数の多い作業である集版、製版工程での電子化が推進された。この推進に大きな貢献をなしたのが画像処理技術であるが、印刷独特の画像処理工程に合致させるための処理装置の独自性が処理の優劣を左右することもある。画像データの表現にも統一性がなく、処理装置間でのデータ互換性に問題が生じる結果となってしまう。

そのせいか最近、印刷関連分野においても、効率的なシステム運用を図るための標準化が国際的レベルで推進されてきている。この標準化は、データ記述法およびデータ交換フォーマット、使用材料、プロセス管理、画像情報内容等に関連するものである。

ここでは、これらのうち、画像情報をデータ化する際の画像入力機器の個性を較正するためのカラーターゲットの標準について紹介する。

2. カラーターゲットの目的

ここで紹介する入力ターゲットは、プロセスへの入力画が感光材料上に記録された固定画像を取り扱う入力機器を対象としている。固定画像から変換、集合、伝送等を目的とする電子データ作成時の入力機器特性と感光材料により影響される変換データの較正を目的とする。

同一の固定画像原稿を入力としてデータ化しても、入力機器（印刷システムではスキャナ読み込みが多い）の分光感度特性の差や、読取り光学条件の差により同一のデータにならない。これらの異なった感光材料と異なった機器で入力された画像データの相互互換性を保持するための色彩データ表現を、機器非依存色空間 (Device Independent Color Space) 上に投影することで達成しようとする試みが進行している。

感光材料ごとに、一定の約束による色座標を定めた同種のターゲットを用意することで、感光材料上に表現された色空間座標を定めることができるので、感光材料を用いて表現された画像を機器非依存色空間に投影する変換形態を知ることができる。

カラーターゲットは、現在印刷用の入力画像として重要性の高い透過型ポジカラーフィルムと印画紙上の反射型ターゲットについて標準化されている。このターゲットは、Agfa, Eastman Kodak, 富士写真フィルム(株), コニカ(株)といった感光材料供給メーカーから較正データ付きで頒布される。

このカラーターゲットは、カラーパッチやグレイスケールの色座標とターゲット内の配置が規格により定

[†] 室蘭工業大学 機械システム工学科

^{††} 東京工業大学 情報工学研究科

"International Standard on Color Target for Input Scanner Calibration" by Hiromichi Mishina (Department of Mechanical System Engineering, Muroran Institute of Technology, Muroran) and Masayuki Nakajima (Graduate School of Information Science and Engineering Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology, Yokohama)

められ、較正手順をソフト化することを容易にしていると共に、カラーデータ交換のツールとして利用できる。

3. 入力校正用カラーターゲットの規約項目

3.1 1 ターゲットの種類

ターゲットとしては印刷用原稿として使用頻度の高い感光材が選ばれており、以下の4種類のターゲットが規格として選定されている。

- (1) 透過型 Type 1 ターゲット：4 inch×5 inch の透過型ポジフィルム。
- (2) 透過型 Type 2 ターゲット：35 mm ポジフィルムで Type 1 の分割型。
- (3) 透過型 Type 3 ターゲット：Type 1 の縮小版。
- (4) 反射型ターゲット

4種のターゲットのそれぞれには詳細な点で規格に若干の差があるが、基本的には上記の(1)に準じる形式となっているので、以下に Type 1 について詳述し、(2)～(4)については異なった点のみを記述する。

3.2 透過型カラーターゲットの基本設計

ターゲットの設計にあたっては、Agfa, Eeastman Kodak, 富士写真フィルム(株)およびコニカ(株)から提供された最小および最大の濃度データおよびカラー染料データを用いて色表現範囲 (Color Gamut) を求めた。これを基にして、色域内を等分する色を選び出し、これをチャートとして配置している。この配置色の決定手順を図1および図2に示す。

各社の感光材料の色表現域 (例えば図のフィルム A) は異なるので、各社のデータから計算された色域の包絡線を求め、これをフィルムの共通色域とした。この共通色域の特定色を表現できない製品が生じる危険性を避けるために、ターゲットに使用する色域は彩度を80%に圧縮したターゲット色域から決定されている。

図1は特定の色相角での輝度と彩度の断面を示しているが、 L^* , L_1^* , L_2^* , L_3^* は各色相ごとに、その色相での色域の形状特徴が最も表現し易い輝度値が選ばれた。さらに、このそれぞれの輝度値で、中性色からターゲット色域彩度の外周までの間をほぼ3等分する C_1^* , C_2^* , C_3^* が選ばれた。色相角の選定は、Eastman Kodak の Q-60™ をベースにしてほぼ均等に12等分された色相角が選ばれた (図2)。

ターゲット内の色標として選定されたそれぞれの色標の CIELAB 色空間での座標が表1に示してある。

図1 カラーフィルムの色域とカラーターゲットの色域

図2 ターゲットの列番号と色相の対応

表1 透過フィルムターゲットの色相角、明度、および彩度

色相角	明度	彩度	明度	彩度	明度	彩度	明度	彩度	明度	彩度	明度	彩度	明度	彩度
L 1	C 1	C 2	C 3	C 4	L 2	C 1	C 2	C 3	C 4	L 3	C 1	C 2	C 3	C 4
A	16	15	10	21	31	35	15	30	44	60	8	16	24	
B	41	20	11	23	34	40	20	36	54	65	7	15	22	
C	67	30	11	22	34	55	22	44	66	70	9	17	26	
D	92	25	9	18	27	50	20	40	60	75	23	46	69	
E	119	30	11	22	33	60	16	32	48	75	12	25	37	
F	161	25	10	21	31	45	14	28	42	65	12	25	37	
G	190	20	7	14	21	45	13	25	38	65	11	23	34	
H	229	20	7	15	22	40	12	24	36	65	7	15	22	
I	274	25	14	27	41	45	9	19	28	65	6	12	17	
J	299	10	17	34	51	35	11	22	33	60	7	14	21	
K	325	15	13	26	39	30	14	28	42	55	12	23	35	
L	350	15	10	21	31	30	16	32	48	55	10	21	31	
列番号	1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12

図 3 Type 1 ターゲットの配置図

3.3 Type 1 のカラーターゲットについての規約

(1) A1-L12 領域

図 3 に、前節で述べた手順で決定された色の配置法を示した。図 3 の行番号 A, B, C, …, L は表 1 の行番号に、列番号 (表 1 の最下段に表示) は上部に示した列番号に対応する。

図 3 の列番号 1 から 12 は表 1 で示された色座標値を感光材料で実現した色パッチである。ここで、4, 8, 12 列は、それぞれ指定された色相角で、使用感光材料で実現できる最大彩度の色パッチをはめ込むことになっている。

(2) A13-L19 領域

パッチ A16 は最小の無彩色濃度、パッチ L16 は最大の無彩色濃度であり、B16 から K16 までは最小と最大の間を L^* が等間隔になるように作られるように定めてある。

A13 から L13 は、A16 から L16 を作る時に必要とされるシアン染料と等量のシアンを対応パッチのところに置く。

パッチの 14 および 15 列はシアンの場合と同じように、マゼンタとイエロー染料が配置される。

17 から 19 列は、16 列を形成するのと等量のマゼンタとイエローの混色、シアンとイエローの混色、およびシアンとマゼンタ混色が配置される。

A13 と L19 を対角とする範囲に配置されるパッチの色座標は染料に依存するので上記の条件に合致するように決定されるので、各パッチの色座標は後述のフォーマットにしたがって製造元が明示することとされている。

A20 と L22 を対角とする領域は、自由に用いてよい領域である。

(3) 中性色グレイチャート

表 2 透過フィルムターゲットのグレイスケールの明度値 (L^*)

列番号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
L^*	$D_{\min}$	82	78	74	70	66	62	58	54	50	46		
列番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
L^*	42	38	34	30	26	22	18	14	10	6	4	2	$D_{\max}$

図 3 のカラーチャートの下部に中性色のステップタブレットが配置されている。最左端と最右端には枠線で囲まれた領域があり、この部分は最小濃度 D_{min} と最大濃度 D_{max} が配置される。この 2 つに挟まれた領域には 22 の領域があり、左端からコラム番号が付されている。各領域の L^* は表 2 に示した値になるようにしなければならないとされている。

(4) 寸法、パッチ境界、製造所名等

フィルム寸法は 4×5 インチ (Type 1) であり、1 つのパッチの寸法は一辺 4.5 mm でなくてはならない。パッチの境界はなくてもよいが、0.3 mm を越えない寸法の点、十字マーク、その他自由に選んで用いることもできる。このときのマークの色も自由に選ぶことができる。

グレイスケールパッチの下部には以下の情報を含む欧文文字が記入される領域が指定してある。

(a) IT 8.7/1-199 X (透過フィルム)

(b) 製造メーカーあるいはグループ名

(c) yyyy: mm; の形式でターゲットの製造年月

(d) さらに少なくとも 10×25 mm の特別な識別情報の記述領域

3.4 Type 1 以外のターゲット規格

(1) Type 2 ターゲット

Type 2 ターゲットは Type 1 ターゲットの内容を 7 Frame に分割して 35 mm フィルム上に実現したものである。分割後の各 Frame の配置図を図 4 に示す。

Frame 1 は Type 1 (3) に示した中性色グレイのステップタブレットが配置され、Frame 2～Frame 7 にカラーチャートが配置される。カラーチャートの内容は Type 1 で指定された行列番号の内容と同一である。ただし、1 つのパッチの大きさは 3.2 mm×3.2 mm とする。また、各 Frame の最右端の列には図 4 の右下に示した値の L^* の中性色が配置されている。

各 Frame のパッチの下部の識別情報記入領域への記入内容は Type 1 と異なり

(a) IT 8.7/1-199 X

(b) 35-X の形式で記述した Frame 番号

図 4 Type 2 ターゲットの配置図

表 3 反射ターゲットの色相角, 明度, および彩度

色相角	明度	彩度				明度	彩度				明度	彩度					
		L1	C1	C2	C3		C4	L2	C1	C2		C3	C4	L3	C1	C2	C3
A	16	20	12	25	37	40	15	30	44	70	7	14	21				
B	41	20	12	24	35	40	20	36	54	70	8	16	24				
C	67	25	11	21	32	55	22	44	66	75	10	20	30				
D	92	25	10	19	29	60	20	40	60	80	10	21	31				
E	119	25	11	21	32	45	16	32	48	70	9	18	27				
F	161	15	9	19	28	35	14	28	42	70	6	12	18				
G	190	20	10	20	30	40	13	25	38	70	6	13	19				
H	229	20	9	18	27	40	12	24	36	70	7	13	20				
I	274	25	12	24	35	45	9	19	28	70	5	10	15				
J	299	15	15	29	44	40	11	22	33	70	6	11	17				
K	325	25	16	33	49	45	14	28	42	70	8	16	24				
L	350	20	13	26	38	40	16	32	48	70	8	15	22				
列番号		1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12		

(c) 製造メーカーあるいはグループ名

(d) yyyy: mm; の形式でターゲットの製造年月

表 4 反射ターゲットのグレイスケールの明度値 (L^*)

列番号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
L^*	$D_{\min}$	87	83	79	75	71	67	63	59	55	51		
列番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
L^*	47	43	39	35	31	27	23	19	15	11	9	7	$D_{\max}$

となっている。

(2) Type 3 ターゲット

Type 3 ターゲットは Type 1 ターゲットをそのままの形で縮小したものである。このターゲットは各パッチの大きさが小さく、測色が困難であるので、測色データは供給されない。

(3) 反射型ターゲット

反射型ターゲットは IT 8.7/2 と命名されており、カラーパッチと中性色グレイスケールの配置は形態上同じものである。色域の決定手順は同一であるが、ターゲットが印画紙上に形成されるため表現色域が異なり、各パッチの色座標は Type 1 と異なる。ターゲット上のカラーパッチおよび中性色グレイスケールの色座標値を表 3 および表 4 に示した。

このターゲットの大きさは 5 inch × 7 inch であり、カラーパッチの大きさは 6.5 mm × 6.5 mm となっている。

下部の識別文字の内容は、ターゲット名が IT 8.7/2 となる以外は全く同一である。

他の規定事項も Type 1 と上記の点を除いて全く同様である。

3.5 ターゲットの精度

ターゲットは較正ターゲットと非較正ターゲットがある。

非較正ターゲットでは製造業者の差異を問わず、(A1, L3), (A5, L7) および (A9, L1) を対角とする領域に含まれるパッチの 99% がこの規格で定めた値と ΔE で 10 以内であることが要求される。また、各メーカーでの同一ロット内では平均値として報告された (A1, L19) 範囲のパッチの値、および 22 ステップの無彩色ステップタブレット部の値が、ロット内のすべてのパッチの 99% に対して、この規格で定めた値と ΔE で 5 以内で一致することが要求されている。

較正ターゲットでは、以下の節で示されるフォーマットにしたがった形式で記述された電子ファイルとしてターゲットの供給者の測定結果が添付される。

4. 測定結果の報告

4.1 測定法および報告数値内容

非校正ターゲットに対しては、すべてのパッチに対する XYZ 三刺激値の製造ロット内での平均値と標準偏差、CIE LAB および CIE ΔE で表示した標準偏差を、小数点以下 2 桁まで提示することが要請されている。

校正ターゲットに対しては、すべてのパッチについて測定した XYZ 三刺激値が小数点以下 2 桁まで報告される必要がある。

これらの測定はすべて ISO/IEC/13655 にしたがった測定法で測定される必要がある。

必要なら、他の色座標系での報告データが特別仕様として報告されることもありうる。

4.2 測定結果報告フォーマット

測定データは MS-DOS™720 kbyte 形式でフォーマットされた 3.5 インチ磁気ディスクにキーワードと数値を ASCII 形式で記述したファイルとして報告されなければならないとされている。

データ報告ファイルの先頭には、透過型に対しては IT 8.7/1、反射型に対しては IT 8.7/2 が必ず書かれることになっている。

IT 8.7/X の他に、データ記述に先だって以下のキーワードに引き続き内容が記述されることになっている。

ORIGINATOR——このデータファイルを作成した機関あるいは機構を同定する

DESCRIPTOR——データファイルの目的あるいは内容を記述

CREATED——このデータファイルの作成日付

MANUFACTURER——スキャナ校正用ターゲットの製造会社

PROD_DATE——yyyy:mm の形式でターゲットの製造年および月を示す

SERIAL——個々のターゲットの一連番号

MATERIAL——スキャナ校正用ターゲットを作るのに用いた材料

NUMBER_OF_FIELDS——以下に続くデータフォーマット定義に含まれるフィールド（データフォーマット識別子）数

BEGIN_OF_DATA_FORMAT——データセットのフィールド配置/説明文の定義の始め

END_OF_DATA_FORMAT——データフォーマット定義の終了

NUMBER_OF_SETS——データのセットある
技術解説 □ 国際標準高精細画像入力校正用カラーターゲット

いは繰り返しの数

BEGIN_DATA——データセットあるいは群の始
まりのマーク

END_DATA——データセットあるいは群の最後
のマーク

この他に、さらに必要に応じて種々条件を追加記述できるように、測定装置や測定光源の種別、観測条件やフィルタ特性等を示すキーワードや、特別仕様のキーワードを定義するためのキーワードも約束されている。

上記のキーワードに示された“BEGIN_OF_DATA_FORMAT”と“END_OF_DATA_FORMAT”の間には報告されるデータの形式と内容が示される。例えば

“SAMPLE_ID XYZ_X XYZ_Y XYZ_Z”
と指定されており、“BEGIN DATA”に続くデータが

“A 1 2.27 1.19 1.34”
の場合、測定データはターゲット内の A 1 チャートの XYZ データがこの順番で 2.27, 1.19, 1.34 であることを示している。

5. ターゲットの利用と効果

ターゲットの色座標値がターゲットと同時に供給される電子ファイルから読取れるので、このターゲットを読込んだ入力機器の読取り値と色座標を対応付けることができる。すなわち、ターゲットと同種のフィルムから読込んだ画像データは読取り機器の変換特性と関係のない色座標と対応付けられることになる。ターゲットの読取り値を画像データと共に伝送することで、機器間のデータ変換特性による曖昧さを除くことが可能となる。

すなわち、任意の入力機器によるこのターゲットの読取り値を用いて、適当な内挿関数を設定すると、読取られたデータを入力機器の特性に無関係なデバイスインディペンデント色空間に変換することができる。印刷用の入力スキャナだけでなく、一般的な画像入力機器に適用できる。

6. 標準規格化と周辺状況

上記のターゲットは ISO/TC 130/WG 2 が中心となって IS 化作業に取り組んでいる。すでに規格書原案が提示され、国際規格としての最終承認投票にかけられており、近々国際標準として成立することが決定されている。

ISO/TC 130 に対応して国内には図 5 に示すような

* JISC : 日本工業標準調査会
 ** IPTS : 画像処理技術標準化調査研究委員会

図 5 関連する標準化委員会の組織図

委員会が構成され、印刷技術に関する全般的な標準化に関する検討がなされている。国内の各作業グループ

JWGx は TC 130 の WGx に対応して活動を行っている。印刷関連用語の統一、製版データ交換に関連する事項、印刷工程管理と測定に関する事項、さらに印刷機械と人間の関わりを対象とした標準規格に取組んでいる。主として JW G 2 の活動を支えるために図 5 (b) に示す委員会が構成され、技術的な細部検討を行っている。ここで紹介したターゲットの標準規格化にあたる細部検討にも取組んでいる。

なお、このターゲットについては下記のメンバーにより (図 5 (b) の入力ターゲット JIS 化作業部会) で JIS 化が進められている。

主査	松島孝治	[コニカ (株)]
	稲垣敏彦	[富士ゼロックス (株)]
	臼井信彦	[大日本スクリーン製造 (株)]
	長田耕一	[日本コダック (株)]
	小野善雄	[大日本スクリーン製造 (株)]
	草柳孝之	[日本アグアグバウト (株)]
	佐々木卓	[キヤノン (株)]
	真田 整	[凸版印刷 (株)]
	新堀英二	[大日本印刷 (株)]
	豊田堅二	[(株) ニコン]
	麓 照夫	[松下技研 (株)]
	三品博達	[室蘭工業大学]
	宮野静雄	[富士写真フイルム (株)]
	佐野浩一	[通商産業省・工業技術院]
	宇田和正	[(財) 日本規格協会]

(1995 年 6 月 30 日受付)

三品 博達 昭和 38 年、北海道大学理学部地球物理学科卒業。同年、同大学工学部精密工学科、応用物理学科、および応用電気研究所助教授、この間、物理光学、光計測の研究に従事。千葉大工学部画像工学科助教授を経て、現在、室蘭工業大学教授。この間、画像システムにおける計測と画像評価の研究に従事。

中嶋 正之 昭和 44 年、東京工業大学工学部電気工学科卒業。50 年、同大学大学院博士課程修了。同年、同大学に勤務。58 年、同大学情報工学研究施設助教授。平成 4 年、電気電子専攻教授。平成 6 年より、計算工学専攻教授となり、現在に至る。コンピュータグラフィックス、画像処理の研究に従事。工学博士。正会員。