

色画像のカラーリテラシー

副題 画像色再現における問題点とその解決法

The Color Literacy for Color Imaging

脇 リギオ Rigio Waki 脇色彩写真研究所 RW Institute

(多摩美術大学名誉教授)

要旨

今日の色再現は高度に発達した色彩科学技術によってもたらされたものであるが、必ずしもそのすべてが納得できるものではない。そのよい例は銀塩カラープリントである。極限まで高精度化されたカメラで正しい撮影をしてもサービスプリントのようにとんでもない色になる場合が決して珍しくはない。一時は社会問題（注5、6）ともなった。結局は手焼きの感覚調整というのでは何のための高精度カメラかという疑問には納得できる回答は得られていないだろうと思う。そのような状況を許してきたその背景にある色彩科学知識と色彩教育の立ち遅れはあきらかであり、その挽回はこの三原色時代にあってはまさに急務であるとともに、色再現はその高度な知識や理論をいかに学んでも、結局は具体的に問題解決が可能な明快なノウハウなしには解決はない。銀塩色再現がその立派な標本である。しかしそれはデジタルカメラでも、スキャナ取り込み、DTP印刷、InkJet印刷にいたる共通の問題点でもある。そこにある問題点を挙げ、それぞれについて試行錯誤少なくして問題解決を可能にする画期的ノウハウをデジタル時代のカラーリテラシーとして展開する。

keywords : 色再現、減法混色、三原色、RGB、CMY、CMYK、カラーフィルム、カラープリント、カメラ、スキャナ、プリンター、DTP。

1. 根源的問題点

1.1 加法混色と減法混色

画像色再現は対象色をRGB三原色に分解記録したあと、色再現は光の三原色RGBの加法混色か、色の三原色CMYによる減法混色によっておこなわれているが、その混色原理がいまでもってすっきり理解されていないところがあることが先の学会誌の「減法混色用語無用論」（注1）で判明して愕然としてしまった。

減法混色用語が欠けると色再現の説明すら困難になる。たとえば、カラーテレビ、パソコンのディスプレイはRGBの加法混色だが、カラーライドやカラープリント、熱転写プリントは完全なCMYによる減法混色、オフセット、Ink Jetは厳密にはcmykの減法+加法混色である。

この記述から減法混色用語をはずしては内容の伝達もまた理解することも困難になり、どち

らの混色も加法だからというのでは混乱するばかりであり、それを先刻ご承知の識者が多数おられるというのも憂慮すべき事態であると思うのである。

私は丁度50年前に執筆した「写真技術ハンドブック」（注2）ではこれからはじまるであろうカラー写真時代に対応するために光と色、三原色と色再現原理、カラー写真の原理と実際に全体の三分の一の頁を割いた。

ここでは、加法混色は基本の三原色であるR（赤）、G（緑）、B（青紫）を光として加えて色をつくるのに対し、減法混色はRGB光を構成要素として大体均等に含む白色光からY（イエロー）がB光を、M（マゼンタ）がG光を、そしてC（シアン）がR光を減じる。つまりCMY色材の各マイナスRGB光の引き算によって $Y+M=R$ 、 $Y+C=G$ 、 $M+C=B$ といった混色が可能になる。

そしてどう減じるかは濃度（Density）で明確になる。色材の濃度が0.3なら反射光も透過光も50%、0.6では25%となる。このように明快に説明できるのは、コダック色彩学（注3）と濃度という尺度のお蔭である。

コダック色彩学と濃度の洗礼を受けないそれまでの混色知識はまさに前時代的、非科学的なものであって、光の三原色が青、緑、赤はよしとしても、色の三原色が黄、赤、青、両方に青と赤があり、そして黄と赤で黄赤、赤と青で青同然の色ができると説明されるのでは論理をなさず、理解できるとすればその頭の方がおかしい。

このようにカラーフィルムの出現前まで、とくに減法混色は論理的に理解できる状態にはなかった。その原因は色名のあいまいさと実証不能が原因にある。

減法混色の定量的な実証が可能になるのは三原色を濃度で扱うコダック色補正 (Color Compensating 略してCC) フィルターが出現して以来であろう。

本年三月、本学会の色彩教材研究会に私が発表した色の加減算が可能な「減法三原色フィルター使用の色モノサシ」製作 (注4) そのものの動機がその解明にあった。その使用によってはじめて減法混色の理論と実際が矛盾なく理解可能になってくる。それ以外には減法混色についての厳密な実証がほとんどできないからである。

昨年、インターネットに「写真技術ハンドブック」75年版が放浪の画家田中一村画伯の愛読書として遺品に含まれていたと写真入りで紹介 (写真 5) されていたその本はかなり傷んで写っていた。愛読されたその中身を確認したい衝動に駆られるのは、画伯がもっとも興味をもたれた部分はおそらく写真の技術よりも三原色をはじめそれら色の原理部分ではなかったか、そのあたりを繰り返し読まれたのではないだろうか、いやそうに違いないと思うのである。当時は奄美で染色工として実地に染料混色をされていたからなおさらである。

ともかく、いかなる知識人であろうと、カラーフィルムの色再現理論、濃度とフィルターの混色理論の新色知識導入なしには減法混色理解は不能に近かった、それが当時の一般的色彩知識状況であり、それがいまだに続いていることに愕然としたということである。

1.2 色再現に不可欠な三原色と濃度 (Density)

当時、色がHV/C三つの数字で表示ができるようになったとビッグニュース的にマンセル表色法がしきりに喧伝されていた。しかし、カラー写真分野からすれば、スタンドグラスやフィ

ルターの色 (透過色) はまったく取り扱えず、何よりも三原色と対応せず、色の加減算もできない。色の加減算ができなければそこからは色調整法が生まれるわけもないので正直いって色の表示以外、あまりにも役に立たないのであった。

「減法三原色フィルター使用の色モノサシ」は色彩世界におけるその閉塞状態の打開を願った、マンセルシステムが絵描き側の提案であれば、これはカラー写真側からの色システムの提案であったが、それが画期的なのは、そこに基本的な色取り扱いの尺度、単位として濃度 (Density) が使えるからにはほかならない。

あらためて説明すると、濃度は反射率、透過率の逆数の常用対数値であり、濃度を使えば色をある大きさに捉えることができ、足し算、引き算も可能になる。通常の色画像調整にもつと

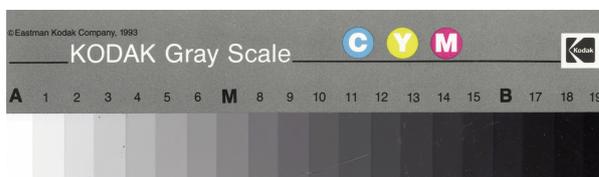


写真 1

も多用されるコダックのグレイスケール (写真 1) の数値にはコンマ以下の数が示されており、各段階の明るさ (反射率、透過率) は、1 (0.1) で1%、10(1.0)で10%、20 (2.0) で1%となり、そして繰り返しになるが0.3ごとに、半減倍増の関係にある。つまり3で反射率が50%、6で25%、9で12.5%と反射または透過する光が減じられる。

したがって、グレイスケール段階をカメラの絞りを変えて撮影すると、同じ明るさに写る部分が1/3絞りごとに1段、1絞りごとに3段階動くという関係にある。

三原色では、マイナスB光のYとマイナスG光のMのY3 + M3 (各0.3) ではB光とG光が半減 (50%カット) した赤ができるといったように、また、色の調整も加減算が厳密におこなうことが可能になる。つまり、濃度は色のメートル法の原点であり、これなしに減法混色の厳密な理解も厳密な画像調整もほとんど不能に陥る。

後述する、“作者自身が編み出した色コントロール法による世界初のDTP作品集”を帯にして出版したリゴグラム作品集



写真 2

(ダヴィッド社／1996年) (写真2) も濃度の取り扱いなしに絶対にこの世には誕生していない。

2. 銀塩画像の場合

2.1. 色補正の問題点

そのグレイスケールとともに古くからカラー写真の画像調整に常用されるツールに7番近似約18%の反射率をもつコダックのグレイカードがある。これを被写体において露出を測れば適正露出が判定でき、これを含めて一枚撮影した後、カードを除いて撮影し、カードが中性グレイになるよう調整する。

1986年、約一ヶ月のsummer study研修に学生を連れて訪れたロス・パサデイナにあるアートセンターカレッジオブデザインの写真科でも古くから同じ教育がおこなわれていた。これがもっともオーソドックスな基本的色画像調整法である。

このグレイカードは、最終的に反射濃度0.7の無色の灰色として調整されれば明るさもCMY画像のバランス（グレイバランス）も整う。そして多段階グレイスケールの場合は各段階ができるだけ近似再現されれば、（銀塩においてのみ）厳密色再現が可能になる。(⇒4.3)

コダックが推奨した初期の色コントロール法は、CMY色補正用フィルターを使い、TESTプリント上に重ねるか眼に透視してカードが灰色に見えるフィルター値から調整値を見出すという方法である。

次に、自家カラープリントが普及しはじめるとCMYフィルター片を交互に組み合わせたモザイクフィルターを印画紙上に載せて焼き付け、灰色に発色する部分から補正フィルターを見出す方式の用具が各社から発売され、フィルター選択が楽というので、一時は自家カラープリントブームが巻き起こるかのようであった。

しかしそこには原理的に大きな問題点が潜んでいた。そしてそれは色補正上の原理的大問題点でありながら、それはいまでもって、撮影から、スキャナ取り込み、プリントアウトに至るあらゆる入出力時に受け継がれている“自動調整”という名の画像製作上の大問題点である。

そのいずれの場合も、グレイカードを基準にグレイ調整されればベストの結果が得られるのであるが、焼き付けるネガの画面全体の平均値を求めてグレイに調整する方法ではサービスプ

リント同様の問題がおこる。

種々の色が平均的に含まれる画面ではその自動プリントでほどほどのプリントができ、また露出の失敗が救済できるのが利点だが、厳密な撮影をしても、意図的に露出を変えブラケット（段階）撮影をしてもまた意図的にフィルターで色演出をしてみてもすべて同じ調子のプリントができってしまうという実に馬鹿げた結果となる。

濃度がおかしくなる（デンシティフェリア）だけでなく、おかしな色現象（カラーフェリア）が生じる。

白いゴルフボールを背景の色を換えて撮影されるとデジタルカメラのオートではその自動調整のために白いはずのゴルフボールは明るさとともに、赤バックではシアン、緑バックではマゼンタ、青紫バックではイエローといったように背景とは補色方向に色がシフトする。しかし

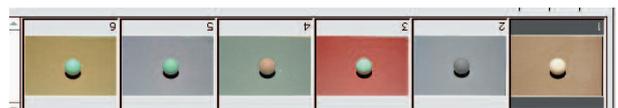


写真3

考えてみれば当然のことなのである。

ネガ画面の平均値でフィルターを見出す方法が主流であった自家カラープリントブームが急激に衰えたのも無理はない。

実はスキャナ取り込みでも、おそらく今でも**写真3**のような色と明暗関係になるであろう。つまり、自動によって生じる問題は同じなのである。同じ自動でも色再現の原理原則に応じた“自動調整”が必要なのである。

2.2 自動サービスプリントの悲劇、

そしてミニラボのサービスプリントでも結果は同じであった。「いかにプロ並みに正しい撮影しても正しい色がだせない」疑問が大新聞の声欄に立て続けに載る。(注5、6)

色再現の原理をはじめ上記のような問題点がよく理解されず、またそれを根本解決しないまま放置された結果であり、それは色再現問題が水面下ですでに社会問題となっていたという証であった。

すでに解決法を見出し特許も取得（1985年）し原理と方法を雑誌でも提案していた私は黙視できず「色再現はサイエンスで解決できる」と提案した。しかし、取材もされた直後のアサヒカメラ1992年12月号196頁には「思った色がだ

せるシステムはない」と書かれた。それは大きなショックでなかったわけではない。

1990年の中村さんの投稿「カラープリント初体験に感激」(注10)の投稿という証言もあるにも関わらずである。当然、異議申し立てはしたが以来何も検証されないままである。それはともかく、それからデジタル時代に入り、銀塩であれデジタルであろうとも「適当な自動調整や感覚調整では正しい色再現が困難」は当然と捉えられる時代となったが、それまでは自動化にまだ幻想的な期待をいただいた時代だったともいえるかもしれない。正しい色再現にも必要なのは正しい知識と明確な原理原則である。

サービスプリントは後に現像後のフィルムをカットする前に全画面をスキャンしてデンシテ



写真4

ィフェリア、カラーフェリアが防止されるようになったが、全体色調は必ずしもグレイではない。焼き増しではフィルムが断裁されているから同じ色がだせない。撮影画面ごとにグレイバ

ランスするプリンターやスキャナのカラーフェリアは一方で見事なものであった。私にとってそれは機能美でもあった。私はこれを逆手にとって創作に応用し独自の作品づくりが可能になった。(写真4)

しかし、色再現にとっては面白いところではない。いかに高級カメラで正確に撮影しても自動プリントにかかるとどうにもならない。初回データは通用しないからやはり同じ色の焼き増しは得られない。

色見本があればというのが、肝心の色見本になるプリントが容易にできないというのではまさに理不尽そのものであるその事情は今も変わってはいないであろう。

2.3 新しい色再現ノウハウの提案

では、それは避け得ないかというところではない。機械の自動プリントでも正しい色再現ができる方法はある。特許(注7)として登録されたその原理は実に簡単である。

撮影時に、被写体撮影とは別に被写体照明光(晴天なら太陽、曇りなら空)を拡散板(＜RW適正露出ディフューザー＞(写真5))をレンズ

にあてがって適正露光で一コマ記録しておき、プリントでは照明光記録部が0.7濃度になるよう調整した同じ条件で撮影画像をプリントすればよい。

要するに、これは頭と尻尾で制御する方法である。

通常撮影に加えて光源を写したネガをつくりこれを基準にグレイバランスをとって被写体画像をプリントすれば、被写体にグレイカードが写っていなくてもグレイバランスの正しいプリントが可能になる。

そして自家プリント用につくったフィルター選択用のカラーチャート(RW CCフィルターガイド(写真6))では、従前よりはるかに容易確実な補正

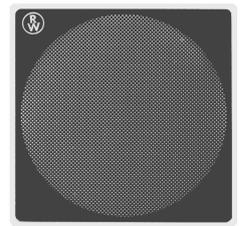


写真5

フィルターの選択ができる。

その＜RWカラーバランスシステムα＞をもとに、その使い方をシリーズ日本カメラ84号「現像・引き伸ばし入門」(注8)に紹介し、多摩美大での写真実習にもこのシステムを導入し、年間160名もの学生に正



写真6

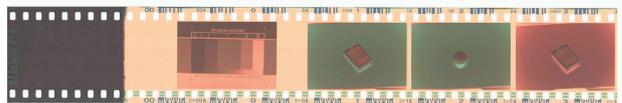


写真7

しい自作ポートフォリオ制作を可能にする実習も実施可能になった。

そして遂には、究極のネガフィルムはこうあるべきであるという、基準グレイをフィルムのゼロ枚目に埋め込んだ＜リゴフィルム＞を発売しはじめた。このネガ(写真7)ではゼロ枚目位置にあるネガでグレイバランスをとり、データを固定してネガをプリントすれば、デンシティフェリア、カラーフェリアのないリバーサル撮影よりも確かなプリント結果が得られる。そしてそれはスキャナ取り込みでも同様となる。(注9、19)

先にも書いたように、日本カメラシリーズ84号を読んで体験された当時60歳の中村さんからは「初体験で自家カラープリントに成功」(注10)の反響を得た。しかし、業界とジャーナルは多くの場合、信頼できるラボを選べとしか書かなかつたといつてよい。そして、プリント機械の自動化のあげくに、厳密色再現はそつ

ちのけに露出調整不要の使い捨てカメラが登場することになる。

そこで、驚異的微粒カラーフィルム エクターが登場した頃の1989年の海外研修の折、そのフィルムで撮影し自動プリントによって7変化したサービスプリントをロチェスターにあるコダック本社に持ち込み、＜優れたフィルムには優れたプリントシステムの導入が必要＞であることを正式に提案したが、ストラテジーが違っていると受け入れられなかった。

しかし、2000年になってグレイバランスプリントを実施してくれる協力ミニラボ（国分寺北口店チェリー）が誕生し、リゴフィルムから3分の一絞りの露出調整の結果もだせる理想の厳密グレイバランスプリントが可能になる。昨年暮れに閉店されたが、そこで私の銀塩厳密色再現の宿願達成ができそれを支援してくれた店長の木村さんのご協力には大変感謝している。その年の9月、ドイツ・ケルンで開催された「フォトキナ2000」に最小ブースを出展した。1974年の特許出願（注7）から26年目であった。

同時的に、銀塩最高峰のダイトランスファープリント（色素画像重合転染法（注11））をもグレイバランスで改革したが、結局は、銀塩は終息に向かいつつある。しかし、問題点も解決の原理と方法も代わりに出現したデジタル、DTP、Ink Jetに受け継がれることになる。

3. デジタル画像の場合

3.1 不可欠になるL*a*b*

ところで、デジタル処理、DTP印刷では濃度だけでなくCIE表色系の とくにL*a*b*での取り扱いが非常に重要になってくる。

なぜ濃度の次にLab（以下スター*を省略）が必要になるかという点、画像処理ソフトであるPhotoshopではその情報パレットで実用可能になり、これなら、明るさ（L）と色（a、b）を濃度同様に別々に加減算的に調整可能になるからでもあるが、そもそも画像モード変換は、すべていったんLabモードを介しておこなわれる基幹モードであるから、もはやいまや画像処理に不可欠な存在となっているからである。

したがって、理系大学でもLabを知る者が少ない現状は実に困ったものであり、三原色の取り扱いが不可欠な今日では色彩理解のためにも色の基本体系として濃度とともに義務教育で教えるべきであると主張したい。今は、Lab、濃

度を知らずして実際的に色を操作することはできないからである。

3.2 色画像判定とカラーマッチング

私のCMY法による色のモノサシ製作は1974年でありLab法は1976年であるから、私もCIEも加減算可能な色システム開発への動きはほぼ同時的であった。また、色を扱うときの光源の問題と、人間の眼の色順応作用が組み込まれている点でもCIEシステムはきわめて視覚的でありまたカラー写真的な画像時代の色システムなのである。

たとえば、眼はその場の光に慣れてくると分光カーブがフラットなグレイカードは常に無色のグレイに見え、ab値は常に00近似となり色は変わらないが、フラットな無色以外の有彩色はすべて光源によって色が変わる。どのように変わるかをab値と色度図で知ることができ非常にわかりやすい。

標準光源

したがって色判定、色管理では照明光源も明確にしなければならない。私自身が必要であったからだが、実用的で多機能な標準光源＜RW標準カラービューア-M-1＞をつくった。（写真8）その色温度は印刷学会推奨の5000k(F8相当)スリーA蛍光ランプである。

その標準光源では反射光だけでなく透過光の判定もでき、もちろん元原稿の色と印刷色が合っているかどうかの判定も可能になる。はじめて正しい色合わせが可能になるとともに、この光源下で、測色計のF8光源で合致する二色が等色して見えればその眼はCIEの標準観測者の色覚と一致し、合致して見えなければCIEの標準観測者とは色覚がずれていることがわかる。



写真8

色感相違という問題点

したがって色取扱いには光源問題とともに個々の眼の色感相違という大問題点がある。

色覚が異なれば光源が変わると同様に測色計とも、他者とも色が合わない。これまでは判定できる容易な方法がなくそれが放置されたままカラーマッチングがおこなわれているという状態にあるからである。

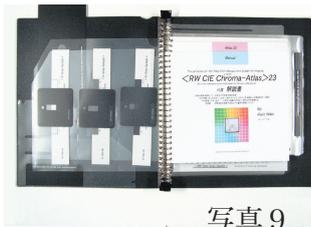


写真9

カラーフォーラム JAPAN2008、また本年5月開催の日本色彩学会40回大会には、これまでほとんど知られていない、それぞれの眼の色覚がCIE標準（注12）とどのように異なるかが判定できる色覚判定システム（RW CIE a*b* Chroma Checker、RW CIE Chroma Atlas 23&4Q）（写真9）を発表した。今後はこれによってCIE標準とどのように色覚が異なるかをCIE色度図上で判定が可能になる。したがって、本来、これも必需品となる。

3.3 オフセット印刷のデジタル化

私は1960年代から独自の手法で偏光利用の「リゴグラム」と命名したカラー作品をつくってきた。最初の実験作品はコマースシャルフォートの第二号の口絵に紹介されている。雑誌にも発表し、1973年にはカナダ（注13）、1984年には新橋で個展（注14）も開催したが、いずれは一冊の作品集にまとめることが夢であったが、その夢はデジタル時代が到来し個展の12年後に実現した。

その作品展では、その数年前に日本の印刷会社にクロマコムあるいはレイアウトスキャナと呼ばれた画像処理機が日本に2台だけ輸入されたとき、その1台でデジタル合成した実験作品（写真10）が含まれている。その一枚はケルンの



写真10

それが現在のPhotoshopの元祖であった。ただ、記録装置はスパコンが使うような大型オープンリールがロッカーの中で回っていた。だからこれはフィルム画像をデジタル化し合成したおそらく日本で最初の実験作品の一点である。まだCTPはなく、三色分解フィルムから焼き付け

たチバクロームプリントである。

当初、億を切ったから買ったというそのデジタル処理機能はその12年後にMac&Photoshopとなって私にも暗室不要の自家用画像処理ツールとなるその展開にも驚かされるがそれによって作品集制作の夢はあつという間に実現することになる。

1993年に食道摘出、二年後に肺手術した年にその道具を手にしたとき、瞬時にこれで画像革命が起こるとを直感した。

だが、フィルムスキャナを仕入れてネガを取り込んでみると案の定であった。色紙の上の白いゴルフボールは見事な色ボールに変化する。すでに銀塩で体験済みの私は即座にまずその解決策に乗り出した。

取り込み時に、グレイネガで濃度と色を調整したその状態で作品ネガと差し替えて取り込むという、機械のだまし使い法である。今の機械でできるかどうかだが、初期のスキャナ（ミノルタ35）はそれが可能であった。

デジタル画像処理の場合も試行錯誤なくおこなえる原理とノウハウとツールが必要である。自家カラープリント同様、それなしには正しい印刷などできるわけがない。

グレイバランス撮影からスキャナ取り込み、またデジタルプリンターでのプリントアウトにいたるまで、トータルにデジタルの色画像製作と調整ができるツール<RWプロスキャン7>を開発（注16）するとともに、同時的に私自身も個展で展示した作品（6x9）の複写ネガを含め120点のグレイバランス取り込みをプロラボ（堀内カラー現像所）に依頼し、画像をphotoshopで調整し編集ソフトQuark Xpressに配列する作業も瞬く間であった。これなら自家プリント同様にオフセットDTP印刷も職人芸に頼らずに可能になろうという感触を得ることができた。

3.4 画像印刷での問題点

印刷原稿はカラープリント（反射原稿）なら校正刷りと並べて比較ができるが、スライド（透過原稿）またデジタル入稿では、入稿した画像が果たして正常な色と濃度に印刷されるかどうかの保証はなく実に心配になる。

スライド画像の場合は使用する光源により、デジタル画像はモニタによって濃さと色が違ってくるからであるが、RWカラービューア-M-1ではライトボックス内の同じ光源でスライドと



写真11

ル時代にはそれだけでは十分ではない。モニタ画像との連繋が不可欠であった。そこで白と黒の目玉付きの小型樹脂製<RW標準グレイプレート> (写真12) をつくり、現物と同じデジタル画像をモニタに呼び出し、カラービューア内の現物と比較しながら明るさと色調整ができる。

最新のRWカラービューアMZ-2 (写真13) では、モニタを包み込むようにしてモニタのデジタルグレイスケール段階と<RWグレイスケール3>の現物が等しくなるようグレイバランスを可能にし、



写真13 正刷り (反射原稿、刷り上がり) の全画像形態が同一照明条件で色判定と調整がおこなえるよう構成した。

このオールインワンのカラーステーションでは、あらゆる画像の適否とともに、デジタル画像もこの環境に呼び出せば、どのような印刷結果になるかの予測もできるようになる。だから、これが究極のカラーステーションであろうと思う。

表1 (注17)

| 表示 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| 濃度 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 |
| 反射率 | 79.44 | 63.09 | 50.12 | 39.81 | 31.62 | 25.12 | 19.95 | 15.85 | 12.59 | 10 | 6.31 | 3.98 | 2.5 | 1.6 | 1 |
| L値 | 91 | 83 | 76 | 69 | 63 | 57 | 52 | 47 | 42 | 38 | 30 | 24 | 18 | 13 | 9 |
| AppleRGB | 222 | 195 | 172 | 152 | 134 | 118 | 105 | 92 | 80 | 71 | 55 | 43 | 33 | 25 | 20 |
| AdobeRGB | 228 | 205 | 185 | 167 | 151 | 135 | 123 | 111 | 99 | 90 | 73 | 59 | 48 | 38 | 32 |
| sRGB | 229 | 206 | 186 | 169 | 152 | 137 | 125 | 112 | 99 | 89 | 71 | 57 | 44 | 33 | 26 |

校正刷りを左右に比較して判定が可能になる。(写真11) 同一光源で比較すれば、厳密な校正が可能になることはいうまでもない。

しかし、デジタ



写真12

ル時代にはそれだけでは十分ではない。モニタ画像との連繋が不可欠であった。そこで白と黒の目玉付きの小型樹脂製<RW標準グレイプレート> (写真12) をつくり、現物と同じデジタル画像をモニタに呼び出し、カラービューア内の現物と比較しながら明るさと色調整ができる。

最新のRWカラービューアMZ-2 (写真13) では、モニタを包み込むようにしてモニタのデジタルグレイスケール段階と<RWグレイスケール3>の現物が等しくなるようグレイバランスを可能にし、スライド透過原稿、デジタル画像、校

正刷り (反射原稿、刷り上がり) の全画像形態が同一照明条件で色判定と調整がおこなえるよう構成した。

このオールインワンのカラーステーションでは、あらゆる画像の適否とともに、デジタル画像もこの環境に呼び出せば、どのような印刷結果になるかの予測もできるようになる。だから、これが究極のカラーステーションであろうと思う。

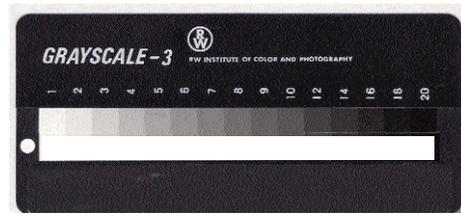


写真14

<RWグレイスケール3> (写真14) は、白から黒まで20段階あるコダックのグレイスケールの10 (反射濃度1.0) 段階以降を1段階おきとし15段階とした。この方が実用的だからである。印刷もモニタ調整もこの15段階調整ができれば十二分で、それ以上の厳密さは不要というよりはっきり調整困難といった方がよい。

したがって、MZ-2のモニタ調整では15段階のデジタルグレイスケール画像を呼び出し原稿台と同じ照明を受けるモニタ部分で現物の15段階スケールと明暗が揃うようにモニタの色と濃さを調整可能にしている。

表1 (注17) はその15段階グレイスケールの各段階濃度と反射率 (または透過率)、CIE Lab表色系のL値、及び各RGBレベル値との関連表であり、上記したような調整をおこなえば、グレイスケールの7番 (0.7) 部分と揃うモニタ部分のL値は約52、そしてApple RGB環境でのレベル値は105、sRGB環境では約125近似となり、各段階が揃えば、まさに理想的DTP環境が整うことになる。

3.5 DTPで正しい印刷結果を得るためのノウハウ

さて、デジタル画像を編集ソフトQuarkやIn Designに画像を貼付ければあとは印刷所に校正を依頼することになるが、その際の有効なノウハウを紹介しておく。

<RWプロスキャン7-Bセット>には<RWグレイスケール3>と同じ15段階のデジタル画像を中心において、Photoshopでその明るさとコントラストをプラマイ方向に変換したBri&Conチャート (Bri&Con) (写真15) があ

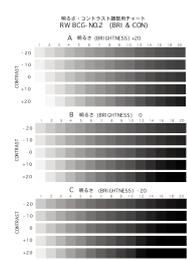


写真15

る。これを校正用に通常の印刷画像とともに貼付けて出す。私の作品集の校正も同様にした。判定はその校正刷りに<RWグレイスケール3>をあてがって、15段階がもっとも揃う列を見出せば、標準画像の明るさとコントラストをPhotoshopでいかに変換すれば、近似的に再現されるかがわかるからである。

初回の校正では明るさを約20、コントラスト



写真16

を約10アップという結果であった。しかし、この調整ではシャドウ部濃度が足りず黒がしまらない。そこで、2回目の校正では現物のグレイスケールの15段階にもっとも近似する濃度部を全画面から拾い出し、各段階がそのレベル値に近くなるトーンカーブをつくり、入稿する全ページの画像120点すべてを同じトーンカーブで変換し、最後にRGBデータから印刷所（光村印刷）が指示する設定にしたがってCMYK変換した。ここで本来なら印刷所がすべきことが自分でできることを知る。

しかし、これで出稿万全というわけではない。ここで忘れてはいけない重要ノウハウがある。

それは、グレイバランスチェック用にあらかじめさきの画像変換に使った同じトーンカーブで変換した15段階グレイスケール画像を編集ソフトのマスターページの画面外にひっかけて貼付けておくことである。つまりグレイスケール基準を後に断裁される耳（余白）部分に配列しておく。要するにこれも同時印刷せよという意思表示である。それは写真16の両端部分にある。

光村印刷所でもその方式は了承された。6ページ分に面付けされるので、インク調整が全面均一であれば、グレイスケール段階は一カ所でもよい。私の場合、そこがいわば仕上がりの成否を決定づける最重要ポイントであった。写真17左下が校正（及び本刷り）の15段階スケール

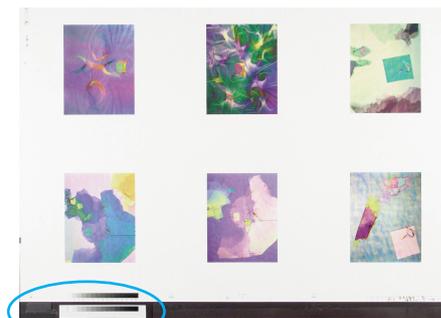


写真17

印刷位置である。

そして、印刷当日は6ページ分ごと、約1昼夜かかけ20台についての刷り出し全部には

立ち会えなかったが過半は唯一の立ち会い人として立ち会い、各6面ごと、作品画像もだが製本時に裁ち落としされるその15段階グレイスケール部分にスケールをあてがって判定し、近似調整できた段階でswitch Onの指示でベルを鳴らした。輪転機の轟音は滅多に味わえない、鳥肌が立つようなスリルと快感があった。

校正と本刷り

このオフセットのグレイバランス印刷で特記すべきことは、通常はページごとに画像に応じておこなわれるインク調整は一切おこなわない。ただ均一に刷るだけである。そこが独自の刷り出し法である。

つまり、通常は、校正刷りに近似するようページごと、といっても短辺側の三列についてインク調整がおこなわれるようである。出稿者のOKがでるまで何度もTEST印刷がおこなわれ、場合によっては用意されたTEST印刷用の紙が不足するという事態も生じると聞く。

そのインク調整は隣のページに影響を与えることになるなど、つまりは、これがオフセット印刷での最大の問題点であろう。

私の場合はそれがクリアされる。だから、その刷り出し調整は担当者によっては一発の名人芸ですむ場合さえあった。ある意味でこのようなTEST回数の少ない楽な刷り出しはそれまでになかったということができると思う。通常はでるだめ押しがほとんどなかったからで当然、用紙の無駄もない。用紙は余った筈、エコなるノウハウである。今考えても、これがこうあるべきオフセット印刷法の基本ではないかと思うのであるが、逆にいえばDTPではこうなければうまくいかない筈である。

一方でフォトクオリティーペーパーを使いInk Jetプリンターでシミュレーションもおこなっていたとはいえ、この大金のかかったグレイスケール作戦は予測どおり見事に成功した。こ

のノウハウがなければ、刷り出しにいたるすべての色管理を作者自身によっておこなわれたこの作品集発刊はなかった。印刷技術史上、画期的な実験であったことに間違いはないであろう。(注18)

4. Ink Jet プリンター出力における画像調整の問題点とその解決

4.1 推奨設定と詳細設定

プリンタードライバーの設定には大別して推奨設定と詳細設定がある。初期のプリンターでは用紙その他を指定どおりに設定しても満足できる印刷結果が得られない場合が多かったと記憶する。しかし現在では推奨設定、また無調整の設定でもそれほどひどい結果になることは少なくなったとはいえ、メリハリが効きすぎ、あざやかさを下げたいといった場合が生じよう。

通常の詳細設定では

- 1) 明るさ=Brightness
- 2) コントラスト=Contrast
- 3) 彩度=Saturation
- 4) カラーバランス=Color Balance
シアンC
マゼンタM
イエローY

以上の調整が可能になるとはいえ操作はそう簡単ではない。しかしこれを何とかしたい。

4.2: 標準設定とは

はじめに、そもそも、何をもって標準とするかという問題がある。ともかく刷ってみてあでもないこうでもないとして試行錯誤しはじめると大変である。調整データは焼き付けるネガ同様に出力画像により全部異なるであろうから、ノウハウなしには銀塩自家プリント同様に、ほとんど收拾がつかなくなり、間違いなく用紙とインクと手間の無駄遣いで終わってしまいうことになる。

そこで、そこには撮影の場合の適正露出と同様に<標準出力>の定義が不可決になる。

それは、無色の多段デジタルデータが表1の関係で無色濃度出力される状態を<標準出力>状態とし、そのように標準出力設定ができれば、標準的データをもつ画像は適正な濃度と色に出力されることになる。

あとは画像の個々の特性と表現意図に応じた調整を加えればよい。

4.3 標準出力設定と彩度調整

それは上記オフセット印刷同様に、さきのBri&Conチャートを無調整で刷り出してみれば、

各プリンタードライバーの詳細設定値とは必ずしも一致しないが、Photoshop変換値を参考にしながら調節ができるが、Bセットでもできない大きな問題は画像の彩度調整という本来不可欠な要件であった。

無彩色は色相も彩度もない彩度ゼロの色だからグレイスケールまたグレイカードでも画像の彩度の高低の判断はできない。したがって、Ink Jetの詳細設定項目に彩度調整の設定があっても、グレイスケールだけで調整ができない。つまり、デジタル時代には適当な彩度判定基準が不可欠になるということである。これは作品

| | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|----|---|----|-----|-----|-----|
| ± Δa値 | -24 | -18 | -12 | -6 | 0 | +6 | +12 | +18 | +24 |
|-------|-----|-----|-----|----|---|----|-----|-----|-----|

表2

集制作での、画像コントラストを上げると彩度が上がるという、反省点であり教訓でもあった。

そこで、グレイスケール段階は表1と同一に、そして彩度段階はCIE Chroma Atlas (写真9)にあるL52Δ6のL*a*b*色度図からまずa*軸から表2のΔ6の彩度段階の基準Lab値を選び、その目標値をPhotoshopでつくり印刷実験を重ねたところ、Ink Jetでそれとかなり精度の高い廉価な印刷視覚標準が製作可能であることがわかった。

4.4 Ink Jetスケールがインクジェットを制御

これまで、Bセットの色票には色研の標準色票を用いてきた。それに代わるスケールがInk Jetで製作可能かどうか。

まず、グレイスケールのcmykによる製作は色票とは違って分光的に起伏のあるcmykインクの合成だからフラットグレイではない。しかし光源によって灰色が違って見えるという問題は、EPSON PX 5300、写真用紙(光沢)、強インクで印刷

| 光源 | L* | a* | b* |
|-----|-------|-------|-------|
| F8 | 50.88 | -0.45 | -0.09 |
| A | 50.93 | 0.1 | -0.07 |
| C | 51.01 | -0.90 | 0.25 |
| D55 | 50.99 | -0.87 | 0.25 |
| D75 | 51.04 | -1.14 | 0.28 |

表3

し測色してみると、7番濃度位置においては表3のようにΔ1以下でしかない。つまり実用上の支障はない。むしろ同様の判定条件ではかえって違和感がなくマイナス要素にはならないという判断ができた。

そして顔料つよインクは褪色にも強く、また印刷直後にも安定化して測色が可能であり、透

| No. | Color | 日付 | L* | a* | b* | 濃度 K |
|-----|-------|------------|-------|--------|-------|--------|
| 基準 | | | | | | |
| 1 | | 2009/08/08 | 90.19 | 0.29 | 0.60 | 0.1144 |
| 2 | | 2009/08/08 | 82.24 | 0.68 | 0.40 | 0.2152 |
| 3 | | 2009/08/08 | 75.26 | -0.06 | 0.44 | 0.3116 |
| 4 | | 2009/08/08 | 68.61 | 0.76 | 1.08 | 0.4085 |
| 5 | | 2009/08/08 | 63.06 | -0.10 | 0.53 | 0.4981 |
| 6 | | 2009/08/08 | 55.96 | 0.01 | -0.37 | 0.6209 |
| 7 | | 2009/08/08 | 50.88 | -0.45 | -0.09 | 0.7167 |
| 8 | | 2009/08/08 | 45.99 | -0.98 | 1.18 | 0.8154 |
| 9 | | 2009/08/08 | 40.94 | -1.05 | 0.65 | 0.9267 |
| 10 | | 2009/08/08 | 36.31 | -0.37 | 1.05 | 1.0357 |
| 11 | | 2009/08/08 | 30.28 | -0.40 | 1.19 | 1.1952 |
| 12 | | 2009/08/08 | 22.75 | -0.41 | -0.03 | 1.4282 |
| 13 | | 2009/08/08 | 17.36 | -0.32 | 0.34 | 1.6228 |
| 14 | | 2009/08/08 | 12.57 | -0.39 | 0.66 | 1.8251 |
| 15 | | 2009/08/08 | 8.23 | 0.37 | 0.35 | 2.0372 |
| 16 | | 2009/08/08 | 52.14 | -23.97 | 0.17 | 0.7289 |
| 17 | | 2009/08/08 | 50.52 | -19.18 | -0.50 | 0.7540 |
| 18 | | 2009/08/08 | 51.60 | -12.70 | -0.51 | 0.7226 |
| 19 | | 2009/08/08 | 51.78 | -5.86 | -0.28 | 0.7081 |
| 20 | | 2009/08/08 | 50.94 | -0.27 | -0.65 | 0.7156 |
| 21 | | 2009/08/08 | 51.15 | 4.35 | -0.58 | 0.7039 |
| 22 | | 2009/08/08 | 50.33 | 12.29 | 0.95 | 0.7054 |
| 23 | | 2009/08/08 | 51.55 | 19.41 | 0.07 | 0.6711 |
| 24 | | 2009/08/08 | 49.68 | 24.17 | -0.08 | 0.6985 |

表4 (日本電色NF333使用/F8光源)

明保護膜オプティマイザーは水滴を保護する。

問題は各基準をどこまで精度高く表1、表2に近似印刷が可能かということであるが、結果的に、グレイスケールは色票使用のグレイスケール3と遜色ない近似濃度が得られることがわかった。

その一例を表4に示す。表中、1-15がグレイスケール段階、16-24が彩度段階値である。表1及び表2と参照されたい。インク交換時の動きは避けられないが、Ink Jetのその精巧さと安定性には驚くばかりであった。

これなら各スケール段階の精度をL*a*b*プライマリー許容範囲Δ2以下とした厳密な視覚判定基準の廉価頒布が可能になる。そこでこれを彩度対応デジタル画像つき、究極のGスケール<RWプリンター標準出力調整ガイド CCG-55>として発刊することとした。

4.5 <CCG-55>の内容

構成：①各Apple RGB、adobe RGB、sRGBデータ (Jpg) の基準デジタル画像 (写真18) をもつCD-R と、②視覚標準として15段階グレイスケールと9彩度段階をInk Jetで厳密印刷した判定用標準印刷ガイドCCG-55 (写真19) からの。写真20はグレイスケール部のRWグレイスケール3との比較である。

目的：その設定の適否の判定と至難の<標準出力設定> (RGB無彩色データが無彩色近似濃度 (表1) に近似印刷される設定)、及び、やはりチェック困難であった<彩度の標準的設

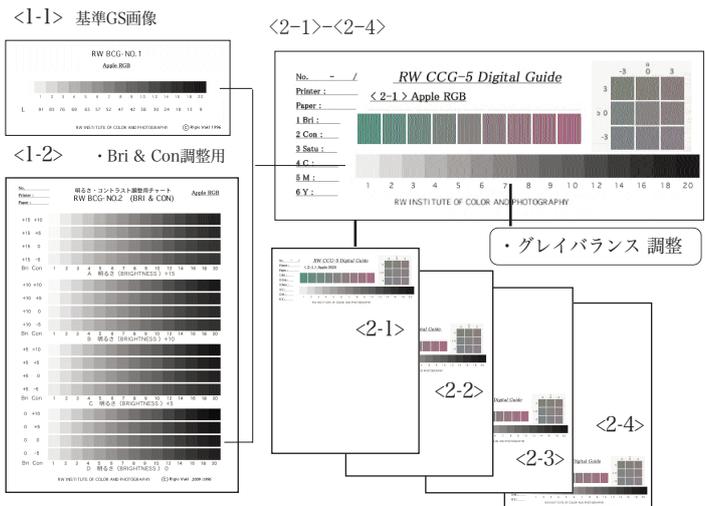


写真18



写真19



写真20

定>、またハイキー、ローキーまた温調、冷調といった<出力調整メニュー>づくりも視覚標準を基に製作可能になる。

基準デジタル画像

- ・<1-1> (BCG-1)：(RGB) 基本15段階グレイスケール画像
- ・<1-2> (BCG-2)Bri&Con：(BCG-1)を中心に明るさとコントラストを±方向に多段階に変換した Bri&Con調整用画像
- ・<1-3> (BCG-3)モニタBri&Con調整用画像
- ・<2-1>～<2-4> BCG-1及び色調整画像
- <2-1>： (A4用紙の最上段位置に貼付け)
- <2-2>： (" 二段目位置に ")
- <2-3>： (" 三段目位置に ")
- <2-4>： (" 四段目位置に ")
- ・<3-1><4-1>：彩度調整ガイド (写真24) 及び
- ・色補正 (CC) ガイド (CIE Lab Δ3) (写真25) をA4の上<3-1>、下<3-2>に配置。

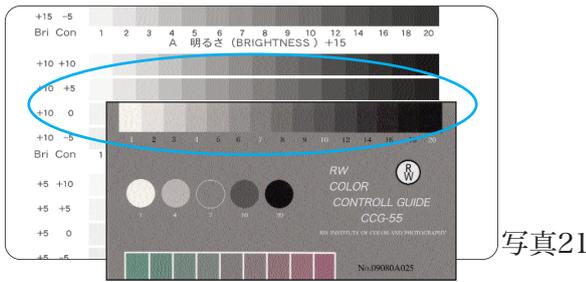


写真21

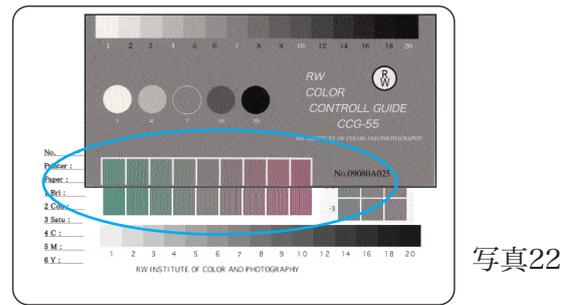


写真22

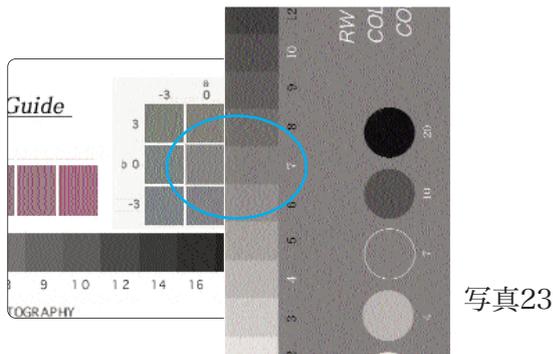


写真23

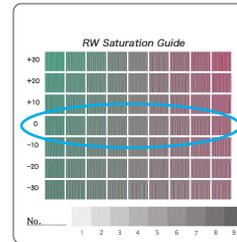


写真24

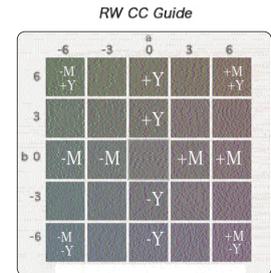


写真25

4.6 使用法

1) <1-2>を刷り出して判定用ガイド<CCG-55>を写真21のようにあてがったとき、全段階の明暗がもっとも近似する列を見出せば、画像の明るさとコントラスト (Bri&Con) を上げるべきか下げるべきか、Photoshopの補正值を参考に調整が可能になる。

<2-1>を刷り出せば明るさとコントラストに加え彩度(写真22)とグレイバランス(写真23)の適否と調整法がわかり何回かのTEST印刷の繰り返しによって、最終的に両段階が判定用ガイド<CCG-55>と近似すれば、濃度・彩度ともに適正調整され<適正画像データ>の<適正画像出力>によって高品質出力が可能になる。

2) 彩度調整ガイド (写真24) は中央列の標準彩度(表2)を中央におき、Photoshopの彩度調整で±方向に変換し配置したチャートであり、これを刷り出したときは中央列 (0) 列がCCG-55に近似するよう調整すれば彩度が標準近似とすることができる。

3) 色補正 (CC) ガイド (写真25) は中央の7番無色を± ab方向にΔ3で色変換したCIE Lab 画像。<3-1>と<3-2>に配置。中央が無色近似になるよう、CMYはa*b*色空間とは色相方向も多少異なるが、無色が上方にある場合は⇒Yをプラス。下は⇒Yをマイナス。右にある場合は⇒Mをプラス、左にある場合⇒Mをマイナスすることによって近似調整が可能になる。

3) スキャナ+PhotoshopによるLab判定

通常はCCG-55をあてがう視感判定で充分だが、必要とあれば色覚判定で奨めたがデバイス判定ができる。TEST印刷とCCG-55の段階をスキャナで取り込んでPhotoshopの情報パレットをLabにし、範囲指定⇒ぼかし⇒平均化により判定すれば測色計に次ぐ客観的なデバイス判定が可能になる。

* * * *

結語

こうして、グレイスケールはデジタル時代に対応して進化し、彩度調整という新しい調整機能をもつ画像調整ツールとしてリニューアルすることになった。銀塩で調整可能であったのはせいぜい明るさとカラーバランスだけであったから、それにコントラスト、更にこれまでほとんど不能であった彩度の良し悪しの判定と調整が可能になる。

それが実現可能になったのは、プリンターに詳細設定機能がついているからではない。絞りとシャッター、露出計がついているからといって適正露出が与えられるわけではないのと同様、はじめに標準露出が明確に定義されそのための適切な原理とノウハウ (注19) によって適正露出が解決されるように、印刷でもはじめに<標準出力>の明確な定義が必要であり、それなしに設定法は決まらない。

しかし、原理原則が明確になれば解決法は生

まれる。

これは、印刷における〈標準出力〉とは何か
が表1によってその原則がはじめて明確に定義
されただけでなく、これまで不能であった彩度
までを含めた調整が可能になるというまさに
Ink Jetをはじめとするデジタル印刷時代を象徴
する画期的カラーイノベーションであり、これ
により高価な計器なしに視感判定で容易確実な
画像の数値的色管理の時代が招来可能になる。

もちろん、オフセット、デジタル印刷のDTP、
カラーコピーのグレイバランス及び彩度チェッ
ク用にもっとも簡易安価なツールとして活用
できる。

そして付け加えるべきはその大きなエコ効果
であろう。サービスプリントによってまた自家
プリントによって無駄に費やされた印画紙の量
も莫大に違いないが、Ink Jetプリンターが一家
に一台のこのデジタル時代である。あらゆる印
刷物の色品質向上の効用とともに適切なノウハ
ウなしには避け得ない膨大な資源浪費の大きな
歯止めとしてのその地球規模での省資源効果は
計り知れないものがある筈である。

ここにきて、コダックに学び追いつき追い超
せが、理論的にも実際的にも遂にその高いハー
ドルを超え、私の実証色彩学はほぼ完成をみる
ことができたように思うのである。

* * * *

注

1：「減法混色用語無用論」随筆2 /P.63 /日
本色彩学会誌 (VOLUME 33 UMBER 1 2009)

2：ダヴィッド社／初版1962年、改訂版1984
年。

3：COLOR AS SEEN AND PHOTOGRAPHED/KODAK
COLORDATA BOOK E-74ほか。

4：脇色彩写真研究所／1973年。コンピューター
カラーシステム (特許第3225297)。

5：朝日新聞 声欄／11月9日、11月28日／
1989年)。「楽々カラープリント」／アサヒカメ
ラ／1992年12月号 196頁。

6：映像学 通巻53号／日本映像学会、日本写
真芸術学会誌／平成21年度一第18巻・第1号

7：特許第1247025 (標準プリントの製作法)、
2542495(画像の品質管理法)、2946332 (標準
カラー写真の製作法。3855176 (画像の色再現
法)、特願2008-58667 (画像の色調整法) ほか。

8：「最新カラープリントの秘訣」／「現像・
引き伸ばし入門」シリーズ日本カメラ84号／日

本カメラ社／1988年。

9：特願2002-156484「フィルムスキャナの入
出力法」特許審決／6月／2009年。

10：「カラープリント初体験に感激」／中村敦
夫／日本カメラ／1990年6月号149頁。

11：銀塩ではもっとも高度な技術を要したダイ
トランスファー法においても、三色分解したネ
ガからマトリックスに焼き付ける際に照明光を
記録したグレイネガをもとにRGB露光量を決め
れば、容易確実な三色分解が可能になるように、
すべての場合に共通する基本原理である。

12：「グレイバランスによる新色覚判定システ
ム」／図6 /P.73/日本色彩学会誌第40回大会要
旨集 /2009) において、モザイクカラーチャ
ート上でフラットグレイと等色する同一色度位
置。特許第4168377(眼の色覚検査および調整
法)。

13：MINDS EYE GALLERY/カナダ、バンクー
バー/1973年

14：ギャラリースペース21/新橋/1984年

15：(株) ミカ製版において合成。当時はまだ
CTP以前であり、デジタル画像から三色分解フ
ィルムから焼き付けられたチバクロームプリン
ト。オープンリールだからデジタルデータはな
く、三色分解フィルムが残っている。

16；当初は(株) ケンコーから発売。

17：表中、濃度は反射(透過)率の常用対数値
であり、L値はXYZ法からのJIS Z 8729による
変換値。各RGB値はPhotoshop でプロファイル
変換したときの情報パレットで検出されるレ
ベル値。

18：同作品集後記、及び、DTP作品集『リゴグ
ラム<幻想の風景>における色のアート&サイ
エンス／多摩美術大学研究紀要 第13号
1998年 参照)

19：標準透過板であるRWDFS (RW適正露出
ディフューザー) は一眼レフカメラのレンズに
あてがって光源に向けAEロックをすればワン
プッシュでその位置(同じ照明条件)にあるグ
レイスケールは1から15段階が適正濃度に記録さ
れる。デジタルカメラの場合はそれが世界唯一
の最速グレイバランス撮影法である。

しかし、RWDFSもなしに、カメラ単体のワ
ンプッシュで適正露出とグレイバランスが可能
なカメラが理想のカメラである。その意味で厳
密色再現ツールとしてはスキャナとともに、カ
メラもまだ究極点に達していない。大改善の余
地はまだ残されているのである。