マルチメディア色再現における標準化

Standardizations of colour management in multimedia.

◀キーワード：国際電気標準会議，国際標準化機構，国際照明委員会，カラーマネージメント，開システム，インターネット

1968年3月，千葉大学大学院工学研究科修了後，同学に奉職，現職は同大学電気電子工学科教授，マルチメディアの教育利用に興味を持っている，工学博士。

正会員 池田 宏明
Hiroaki Ikeda

1. まえがき

色再現の問題は，一般のオフセット印刷，精密さが要求される色校正，それにカラー写真の分野で従来から認識され，それぞれの分野で独立に色再現の問題を解決してきた。その際に，国際照明委員会(CIE)で国際標準化あるいは推奨した内容を基礎として，それぞれの工業分野に対応した国際標準化機構(ISO)の技術部会(TC)やその分科会(SC)で国際標準化されてきている。

電気・電子工学の分野では，はじめにカラーテレビジョンの開発・実用化が電子回路と光電変換および電気・光変換部品(陰極線管，CRT)によって行われ，放送という限られた区域における色再現とその地域ごとの標準化が問題になった。次に，小型電子部品と小型高性能電子計算機の開発によって，これらが次々に色再現機器に導入されるにおよんで，従来の個別分野の色再現機器やシステムが電子化された。一例をあげれば，電子カメラ，カラープリンタ，カラスキャナ，色彩画像・映像の各種表示装置(陰極線管，液晶表示パネル，プラズマ表示パネル，発光ダイオードアレイ)などである。

色情報はもともと連続な情報であり，これを扱う各種機器は，これまで，電気信号として電圧とか電流であるいわゆるアナログ信号を用いていた。より良好な色再現を実現するために信号処理が行われるが，このために一旦アナログ色情報をデジタル情報に変換し，機器に内蔵されている汎用あるいは専用デジタルプロセッサ(マイクロプロセッサなど)に必要な処理の後に，その色情報を利用する。この際，再びアナログの形態に戻されるのが常であった。このような状況では，電気・電子工業分野においても色再現が問題になり，国際標準化を担当している国際電気標準会議(IEC)の注目を集めるようになった。例えば，テレビ受像機，カラービデオカメラ¹⁾，それにカラープリンタ²⁾などを対象に国際標準化がなされた。このように，ISO，IEC，それに国連の下部機関である国際電気通信連合(ITU)が，それぞれの守備範囲での色再現の標準化活動をしていたのでは，重複や欠落が起こるという観点から，相互の横断的な調整機関として「イメージ技術」に関する合同技術諮問グループ(JTAG 2)が結成された。

一方では，最近の小型高性能電子計算機と，それをグローバルに相互接続するデジタルネットワークの発達

によって，デジタル情報としての色情報が開システムに世界規模で交換・再現されるようになってきた。いわゆるマルチメディアシステムの側面ではあるが，色情報のグローバルな交換・再現が正しく行われることが重要視されるに至っている³⁾。このような状況で，昨年(1995年)秋に，マルチメディアのシステムおよびそれを構成する機器を対象にして，IECに新しい技術部会(TC100)⁴⁾が設立された。

本稿では，これを踏まえて，最近のマルチメディア機器およびシステムにおける色再現，特に，開システムにおけるカラーマネージメント(色彩管理)に関する国際標準化動向について述べる。

2. 背景

2.1 色再現における問題点

上に述べたように，特定の企業グループにおけるオフセット印刷とか，カラー写真における色再現の問題の多くはすでに解決されているように思われる。また，カラーテレビジョンにおいても，量販店にならべられた商品の色再現が異なることは，さほど気にならなくなってきている。しかし，一般の利用者が手軽に購入し，利用可能になったパーソナルコンピュータ(PC)に接続可能なカラスキャナ，カラープリンタ，カラーディスプレイ，あるいはカラープロジェクタなどにおいては，製品の種類によって，メーカーによって，また製造時期によって色再現が必ずしも統一されていないと考えられる。PCに表示したカラーグラフィックスをカラープリンタでハードコピーにすると，場合によっては，色再現が全く異なることがあることを経験した読者も多いと思う。

ある限られた範囲，つまり，色情報の発生と再現が同一の人物によって行われる閉システムの場合には，相互の色あわせも可能であり，もし，異なってもそれを承知の上で利用することもできる。しかし，例えば，カラーファックスのように遠隔地で色再現され，もはや送信者の色再現確認が不可能なような広域性を持つ開システムの場合には，カラーマネージメントが重要になることが了解できよう。つまり，どのファックス装置間の通信でも，色再現誤差が許容範囲に収まっていることが要

¹⁾IEC/TC 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

求される。

カラーファックスの例は、色情報がファックス装置間で交換されるに留まるが、色情報をデジタル情報として交換し、それをディスプレイ装置に表示したり、カラープリンタでプリントしたり、あるいは、後の再利用のためにそのデジタル情報を保存するなどの利用形態では、問題が深刻化するのを避けられない。以下に述べるように、現在はまさに、図1の開システムでの利用形態が国際規模で展開されはじめている。

2.2 グローバルな色情報交換の現状

インターネットという世界最大規模の、今や汎用デジタルネットワークの一般利用あるいは業務利用が指数関数的に増加している。この原因は、従来、電子メールやファイル交換など、限られた人々による限られた利用形態しかなかったものが、ワールドワイドウェブ(WWW)という世界規模の簡便な通信手段が1991年に提案され、これにあらゆる情報表現手段が統合されつつある。つまり、WWWはマルチメディアのプラットフォームになりつつある。WWWでは、色彩画像や色彩動画も交換の対象になっており、単にメニューから選ぶだけでそれを再現することができる。逆に、個々人が同種のメニューを作って色情報をWWWに送り出すこともできる。

一方では、同じインターネット上で、遠隔多元ビデオ会議を実現するマルチキャストという応用が盛んに行われている。ここでは、学術講演会の様子を世界各地で視聴することができ、世界に分散した視聴者との質疑を行うことも可能である。これに端を発して、従来、電波を使って限られた区域でテレビ放送をしていた機能をインターネットで実現する活動もある。さらに、いわゆるテレビ電話機能も実現され、同一のソフトウェアを持つ人どうして、互いの姿を見ながら国際通話が可能である。

この種の応用を色再現の立場から見ると、色彩静止画

を制作するソフトウェアとその色を確認するモニタ、既存の画像をデジタル化するカラースキャナやデジタルスチールカメラ、実際の現象を撮像して実時間でデジタル化するビデオカメラ等の色情報発生装置、それに、遠隔地の不特定多数の色情報の受け手、具体的には、ノートPCの液晶表示パネルやデスクトップPCのCRT表示装置の色再現などが直接関わってくる。この分野では、現時点ではカラーマネジメントが行われていないので、色情報を送る側もそれを受ける側も、何も保証していないことになる。これは、色再現が重要な商取引や遠隔学習教材などでは、無視できない問題となろう。

図2(口絵参照)は、最近、インターネットでマルチキャストされたある講演会の実時間ネットワークビデオを、同一のPC(MS-Windows 95)に、2つの異なるプログラムで同時に視聴したときの画像を通常のカメラで同時に撮影したものである(合成写真ではない)。同一のCRTディスプレイで同時に表示しているが、色再現が異なる。この原因は、視聴するソフトウェアが独自の画像処理をしているためで、単にPCの色彩特性をおさえるだけでは不十分であることがわかる。つまり、PCで動作させる各階層でのソフトウェアを含めて考えなければならないことを示している。この画像を、複数のカラープリンタでプリントしたら、さらに、それぞれ別な色再現となることは容易に想像できよう。

以上に述べた状況に対応するには、少なくとも以下に述べる2つの事項を国際標準化して、マルチメディアシステムとそれを構成する色彩機器の業界に受入てもらい、対応した製品を市場に出荷してもらうことが必要であると考え、つまり、

1. 色彩情報交換の枠組みの標準
2. 色彩関連機器の色彩特性の明示とそのデータの提供

である。

3. 色情報交換の枠組みの標準化

色情報を電子的に正しく交換するためには、最低限、(1)採用した色空間、(2)量子化の方法(ビット数、線形/非線形)、(3)情報の配列方法などを色情報の属性として具体的なデータに添付しなければならない。これらを含む色情報交換の枠組みを具体的に決め、また、色彩機器毎の固有な枠組みを標準化しようとする活動がある。国際色彩コンソーシアム(International Color Consortium, ICC)である。具体的な内容は、インターネットに公開されている⁴⁾。また、これに関する解説⁵⁾もあるので、ここでは、その詳細についてはふれない。

ICCは色彩情報機器あるいはソフトウェア製造者36社で構成されているので、この点ではマルチメディアシステムにおける色情報交換の枠組みとして受け入れられ

図1 開システムとしてのマルチメディアシステム

よう。また、数ある色空間に対して、暗黙の色空間 sRGB⁶⁾が提案されている。現在、前者は、グラフィック技術の国際標準化を扱う ISO/TC130に提案され審議中である。

4. マルチメディア機器の色特性測定法の標準化

4.1 標準化の必要性

色情報交換の枠組みの標準化の努力の内容から明らかに、ネットワークベースのグローバルな色再現を正しく実現するためには、単に枠組みだけでなく、その枠組みで使う個々の色彩機器の特性データが必要である。各機器はある設計目標を達成するように製造されるが、設計目標は標準化されておらず、逆に、製品間の差別化を意識して、独自の目標を追求する場合もある。したがって、各色彩情報機器の特性を測定し、そのデータを「枠組み」で利用可能とすることによって機器固有の特性を相殺し、機器に依存しない色再現の実現を指向することになる。

4.2 具体的な標準化活動

財団法人規格協会内に設置されている「マルチメディア国際標準化推進委員会」（高木幹雄委員長）のもとに「カラーマネージメント作業部会」（池田宏明主査）を設け、この観点から、色彩情報機器の特性測定法に取り組んできたが、1996年4月にさしあたり、CRT ディスプレイ装置の測定法の成案を得た。これを、IEC の TC100国内委員会から国際標準化の新プロジェクト案⁷⁾として IEC に提案した結果、各国の投票の末、これが新作業として承認された。この際、他の色彩情報表示装置に関する測定法の標準化計画も盛り込んであったが、幹事国（オランダ）の意見によって、単に色彩情報表示装置のみならず、すべての色彩情報機器の測定法を扱うプロジェクトとなった。なお、マルチメディア分野の進展が急速であることから、提案時点で関連した専門家から成るタスクフォースが設立され、インターネット上で技術的な意見交換を行った。現在ではこれを拡張したプロジェクトチーム（TC100/PT 1）となっている。筆者がこのチームのリーダーに指名された。

以下では、このプロジェクトチームにおける国際標準化活動の内容について紹介する。

4.3 IEC/TC100における国際標準化

既に2ヶ月余りの活動は完了したが、上記のタスクフォースに科せられた課題は以下の通りであった。

1. マルチメディアのシステム及び構成機器を扱う IEC/TC100が、既に存在する国際標準や工業界の必要性を勘案して、カラーマネージメントの分野で取り扱う範囲の決定
2. カラーマネージメントの分野での標準化作業計画の策定

3. 1996年9月までに、以上の内容を報告すること
活動結果は、9月20日にドレスデンで開催された IEC/TC100本会議にタスクフォース報告として提出して承認された。ここでは、報告書を参照しながら、IEC の TC100/PT 1 で既に標準化作業を開始したものを含めて、その範囲を示す。これらは、IEC1966シリーズとして出版が計画されている。

4.3.1 IEC1966のタイトル

マルチメディアのシステム及び機器における色彩特性（測定）とカラーマネージメント（Colour Measurement and Management in Multimedia Systems and Equipment）。

4.3.2 適用範囲

複数のパートから構成されている IEC1966は、マルチメディアシステム及び各種機器における色彩特性（測定）とそのカラーマネージメントへの適用の国際標準化を目指している。ここで、マルチメディアシステムとは、色彩情報の入力（production）機器及び色彩情報の出力（reproduction）機器から成る。各パートを適用して得られるデータは、機器の評価、機器固有の色彩特性情報に利用されるべきであり、色彩情報の世界規模での交換のためのカラーマネージメントに利用する。

マルチメディアシステムの製造業者およびその利用者の最低限の要請は、その色彩特性の仕様書への明示であり、これはカラーマネージメントには欠くことのできない情報である。

異なる色彩情報機器間の色再現の等化については、CIEにおける「色の見え」の分野の標準化活動と同期して国際標準化する。

4.3.3 提案されている作業計画

TC100/PT1における具体的な国際標準化作業によって、パート番号の入れ替えやパートの増減がありうるが、報告書の内容をそのまま紹介する。

- Part 1 : 基本的な事項（General）
Part 2 : マルチメディアシステムにおけるカラーマネージメント
Part 3 : 陰極線管（CRT）ディスプレイ装置
Part 4 : 液晶表示（LCD）パネルを用いた表示装置
Part 5 : プラズマ表示パネル（PDP）を用いた表示装置
Part 6 : デジタル画像プロジェクト
Part 7 : カラープリンタ
Part 8 : カラーキャナ
Part 9 : デジタルスチールカメラ
Part10 : デジタルビデオカメラ
Part11 : ネットワークシステムにおける静止画像
Part12 : ネットワークシステムにおける（劣化）映像
このうち、Part 3⁷⁾は1996年末を目標に技術部会文書

(Committee Draft)へ改定中である。Part 4については、我が国から原案を提案すべく、国内の作業部会で1997年3月を目標に作業文書(Working Draft)を作成中である。Part 9と10は、一つのパートとなる可能性もあるが、1997年5月頃が作業文書完成の目標と設定されている。なお、Part 1と2は一つのパートとして提案される可能性がある。

マルチメディア機器の進歩は急速である。また、それを相互接続する方法論についても、IEEEで標準化された高性能シリアルバス⁹⁾も念頭におきながらカラーマネージメントの国際標準化を進める必要があると考えている。

5. 国際標準化活動の相互関連

色再現に関連する標準化活動の歴史は長いが、主として閉システムあるいは準閉システムが対象になっていたと考えられる。これに対して、デジタル化された色彩情報を開システムで取り扱うマルチメディアシステムにおける色再現とカラーマネージメントを直接国際標準化対象に取り上げているのはさほど多くない。

開システムにおけるトータルな色再現やその管理は、CIEにおける色彩の基礎的な成果に基づいて、図3に示した3分野の相互関係として考えるのが適当であろう。すなわち、(1)色彩情報機器の構成要素である機能部品に関する色彩測定と色彩制御(Colour control)を扱う標準化分野、(2)デジタル色彩情報の表現やその交換プロトコルを扱う標準化分野(ICCやそれを受けて国際標準化作業を開始したISO/TC130など)、および、(3)マルチメディアシステムを構成する色彩情報機器の特性の測定法や測定条件を扱う標準化分野である。

それぞれの標準化分野で成果が出つつあるが、紙面の都合でここではすべてを紹介できない。IEC/TC100への報告書⁸⁾を参照して欲しい。なお、色再現に関連した網羅的な標準化活動のリストがThe Open Information Interchange Initiativeによって編纂・維持されているので参照に値する¹⁰⁾。

図3 異なる標準化分野の相互関係

6. あとがき

マルチメディアは人々の活動基盤を変えようとしている。その変化は急速であるために、関連したマルチメディア色再現における国際標準化も、一刻の猶予も許されない。これは、IEC/TC100の幹事国の認識でもある。国際標準化自体の改革・加速化が要求されている。この観点から、新作業提案に対する投票期間を利用したタスクフォースの具体的な世界規模での作業は、古典的な郵便、FAXというメディアも利用したが、主として、インターネットにおけるマルチメディアを利用した。すなわち、電子メール、FTPサーバ、WWWサーバを駆使したものであった。これによって、一日24時間ベースで、意見交換や文書作成が進行し、実際の会合は開催しないで目的を達成することができた。これは、新しい形態の国際標準化活動を実際に示したものととして、各国の注目を集めた。

マルチメディアシステムは万人のためである。従って、ヒューマンインターフェイスなど、人間工学的な観点からの標準化も必要であろう。また、これまでの色彩に関連した標準化グループとの協調も重要である。このため、ISO/TC159を始め、枠組みの標準化のISO/TC130、機能部品の標準化のIEC/TC39、SC47C、応用分野の標準化のISO/TC171、ほかISO/IEC JTC 1との相互連携を持つ必要がある。

本稿を閉じるにあたり、IEC/TC100/PT 1の活動に積極的に参加している専門家諸兄に感謝する次第である。

参考文献

- (1) IEC1146-1: Video cameras (PAL/SECAM/NTSC) —Methods of measurements—Part 1: Non-broadcast single-sensor cameras(1994-06)。
- (2) IEC1610: Prints and transparencies produced from electronic sources-Assessment of image quality(1995-12)。
- (3) 池田, 阿部, 檜垣: 機器に依存しない色再現システムについて, pp.49-56, 1993年第10回色彩工学コンファレンス講演集(4-2) (<ftp://ftp.hike.te.chiba-u.ac.jp/iec/tc100/pt1/global-cm-jp.ps> から入手可能)
- (4) International Color Consortium: ICC Profile Format Specification, Version 3.2(1995-11-20) (<ftp://sgigate.sgi.com/pub/icc/ICC32.ps> から入手可能)
- (5) 加藤直哉: カラーマネージメントの実践, カラーフォーラム JAPAN '96チュートリアル, 色彩の基礎と実際(1996年10月9日)。
- (6) M. Anderson, R. Motta, S. Chandrasekar, M. Stokes: Proposal for a Standard Color Space for the Internet-sRGB, Version 1.02, June 19, 1996 (<ftp://ftp.hike.te.chiba-u.ac.jp/iec/tc100/pt1/sRGB.ps> から入手可能)

- 可能).
- (7) Proposal of the Japanese NC : Method of measurement of colour displays for multimedia-Part 1 : CRT displays, IEC100/17/NP
(<ftp://ftp.hike.te.chiba-u.ac.jp/iec/tc100/np17.ps> から入手可能).
- (8) 100 (Dresden/TF) 06 : Report from the Task Force on Colour Measurement and Management in Multimedia Systems and Equipment, IEC/TC100 meeting in Dresden.
(<http://www.hike.te.chiba-u.ac.jp/ikeda/IEC/100/cm17/> から入手可能)
- (9) IEEE : IEEE Standard for a High Performance Serial Bus, IEEE 1394-1995.
- (10) The Open Information Interchange Initiative : Colour Information Interchange Standards
(<http://www2.echo.lu/oii/en/colour.html> から入手可能).