印刷インキ基礎講座 (第XIII講)

色材, 71 [2], 130-141 (1998)

CCM とカラーコミュニケーション

大住 雅之*

1. はじめに

今年の IGAS '97 (Inter National Graphic Arts Show 国際グラフィックアーツ総合機材展) では、最新のコンピュータカラーマッチングシステム (Computer Color Matching System : 以下 CCM システム) がインキメーカー各社より出展されていた。ほとんどのシステムはパソコンとポータブルタイプの分光センサーを利用したシステムであり、印刷所の世界にも、調色支援システムへの関心が急速に高まっている。CCM システムとは、見本色と同等の色相を得るためにインキの種類、配合比、その他の印刷条件 (盛量等) を自動的に算出するシステムであり、見本色の色彩値や分光反射率を計測するセンサーと、データ整理や計算処理を司るコンピュータから構成される (図-1)。登場以来既に 30 年ほどの年月を経過しており、当初はバカでかいが現在のモバイル PC よりはるかに能力が劣るミニコンと、入出力に利用するテレタイプライタ、重量が何十 Kg もある分光光度計を用いていた。十数年ほど前にビジネスでも利用できる比較的安価なパソコンが登場すると、特色需要の多い繊維や塗料関係を中心に一挙に普及を続け、ここ 2~3 年は印刷所への導入事例も増加している。導入の背景の第 1 には、長年培われた経験と勘に基づく人手による調色作業といった基本スタイルからの脱却がある。すなわち、経験者の高齢化、業務の効率化要求、3 K 問題等々である。CCM システムは、未経験者でもオペレーションが可能なることから、労働資源の節約になるし、また、若手未経験者の合理的な育成手段にも利用で

きる。第 2 には、最近のコンピュータリゼーションの進歩により急激に変貌を遂げつつある社会環境への対応である。コンピュータによるコミュニケーション技術の向上により、調色環境自体にもデジタル化、QR 化の波が押し寄せている。客先から要望される調色を合理的に、いち早く実現しなければならない。背景の第 3 には、環境問題と厳しい経済動向がある。CCM システムの導入効果の一つに、使用インキの節約がある。調色過程で無駄のない合理的なインキ調合を実現し、かつ残インキの処理機能を用いれば、従来処分していたインキの有効利用が可能となる。これは、インキという環境資源の節約、環境汚染の防止に繋がるだけでなく、インキコストの低減といった経済効果をもたらす。

今回は、このような状況を踏まえ、印刷に必要な特色用 CCM システムの基本機能と、最近のコンピュータ環境から考えられるカラーコミュニケーションシステムについて解説する。

2. CCM システム

2.1 センサーシステム

CCM システムは先にも述べたように、大別すると見本サンプルの色彩値を計測する分光センサーと、計算を行うコンピュータシステムから構成される。分光センサーには様々なタイプがあり、工業測定用には、白色光を照射し、反射した光を分光してセンサーアレイで受光

〔氏名〕 おおすみ まさゆき
〔現職〕 美合工場 システム開発課 課長代理
〔趣味〕 天体観測、絵画鑑賞
〔略歴〕 昭和 58 年東京農工大学卒業、同年、日清紡に入社、CCM や色彩管理システムの研究開発に従事、現在に至る。

平成 9.12.10 受理
Computer Color Matching System and Color Communication
Masayuki Osumi

* 日清紡美合工場システム開発課
愛知県岡崎市美合町字入込 45 (〒444)

図-1 CCM システムの構成例

する後分光タイプが多用されている。このタイプは、可動部分が無い為、比較的コンパクトにまとめやすく、測定時間が数秒以下と極めて短時間である等の特徴を有しており、印刷用途に向いている。また光学系は、サンプルに対して垂直方向から照射し、45度方向で受光する0/45タイプか、逆に45度で照射し垂直方向で受光する45/0タイプが多く用いられており、海外ではGretag-Macbeth社とX-Rite社が、国内ではミノルタやその他のメーカーから販売されている。比較的安価で重量が軽く、紙のようなシート状のサンプルを計測しやすいデザインとなっており、最近の印刷用CCMシステムのセンサーとして多用されている。

印刷に適正のある分光センサーの条件をまとめると、以下の項目が考えられる。

- ①高精度である事。
- ②後分光タイプである事。
- ③計測時間が短い事(数秒以下)。
- ④重量が軽く、コンパクトで目標位置をセットしやすい事。
- ⑤耐久性に優れている事。
- ⑥機差が少ない事。
- ⑦測定径は比較的小さく、3～4mm程度。用途によっては、更に小さくて必要精度がでるものが望ましい。

⑧キャリブレーション等の操作が行いやすい事。

⑨測定機として経時変化が少ない事。

印刷用途で特に問題になるのは、正確な測定を無理なく行える機能的なデザインと、測定精度である。また、一見関係無く思える機差についても、通常、CCMシステムには、インキメーカーが提供する基礎データを利用するケースがほとんどである。この場合、メーカーの標準機とユーザーのシステムとの間に機差がある場合は、初期の計算精度に影響する為、注意が必要である。

2.2 基本計算機能

調色計算を行うには、インキの基礎データが必要である。このデータは、インキ単体の使用コンテンツを数段階変化させた展色サンプルを、システムで用いる分光センサーにて計測したものである。印刷の場合、対象とする原反種、インキの盛量等の印刷条件が発色性に影響するので、一般にはこれらの発色性にかかわる諸条件毎に、基礎データを作成する必要がある。この準備段階の為に、膨大な作業をこなす必要があり、エンドユーザーにて作成するのは到底不可能となる。従って一般には、インキメーカーが提供する基礎データをエンドユーザーでは利用する事になる。また、インキメーカーにとっては、基礎データの作成が必須となるので、少ない基礎データで広範囲に精度を維持できる工夫が施されたシステムが、効率の良いシステムとなる。

実際の調色計算は、混色理論や収束判定方法の違いによって幾つかの方法が考えられる。混色理論については、印刷方法の違いにより様々な対象が考えられる。大別すると、加法混色、減法混色、網点混色、顔料混色の4つである。ここで今回の解説の対象となるインキの特色を取り扱う CCM システムでは、インキの混合調整によって目的色を得る為、適応されるのは顔料混色となる。顔料には、光が入射した際にインキ層内部で、吸収や散乱、内部鏡面反射などの複雑な挙動を示す。この挙動を理論的に導き出したのが、Saunderson の理想反射率補正、Kubelka-Munk の光学濃度モデルに Duncan の混色理論を組み合わせた方法である。Saunderson 補正は、分光反射率の測定における空気とビヒクルの屈折率差によって生じる Fresnel の反射や内部鏡面反射の影響を補正し、理想状態の反射率に変換するものである。また、Kubelka-Munk 理論は、光学濃度を散乱係数に対する吸収係数の比で表したもので、繊維、塗料、プラスチック等、あらゆる対象の CCM システムに利用されている理論である。また、Duncan の理論も、Kubelka-Munk 理論の延長にある混色理論で、同様に広範囲に利用されている基本式であり、ビヒクルの散乱係数を1として、相対的に顔料の吸収係数と散乱係数を計算する相対法と、顔料の吸収係数と散乱係数を直接求める絶対法の2種類が存在する。CCM に利用される基本計算式を図-2 にまとめた。これらの計算式は精度に密接に関連する。少しでも正確な配合計算を行う為に、この他にも様々な計算式が提案されている。なお、基礎データの例を図-3 に示した。

収束判定方法では、大別すると2種類の方法があり、その第1は、反射率一致性を重視した Isomeric-Match と呼ばれる方法である。本方法は目標色の反射率や光学濃度のスペクトルに対し、カーブフィッティングを行うもので、目標スペクトルと計算された再現予想スペクトルの差の2乗和が最も小さくなる等の手法を用いてインキの配合計算を行う方法である。本方法はメタメリの少ない、理想的な CCM 計算を実現できるが、見本サンプルの分光反射率が再現可能なインキを、計算に用いられる事が前提である。第2の方法は、Metameric-Match と呼ばれる計算技法で、前述の反射率スペクトルに対し、三刺激値 XYZ や表色系の値が一致する条件で計算解を求める手法である。従って本方法では、見本の三刺激値を決定する為の観察条件、すなわち光源（印刷業界では一般的に D50）と CIE 標準観測者の観察視

野（工業的には10度視野を推奨）といった特定条件下でのカラーマッチングとなる。本方法を用いれば、計算条件下で色差が0になるまで計算解を求めることが可能となるが、メタメリが大きくなる場合があるので、何通りかのインキの組み合わせで計算を行い、別途、再現予想反射率からメタメリインデックスを求めて、最もメタメリが起りにくい組み合わせを計算候補の中から自動的に選択する機能が必要となる。

CCM の計算手順を以下に記述する（図-4）。

- ①対象とする原反種、印刷方法、メタメリックマッチの場合、光源、観察視野を設定。
- ②見本の分光反射率を測定。
- ③対象となるインキの中から幾つかの組み合わせを作成。
- ④インキ組み合わせの中から順番に計算。
- ⑤計算の初期値を算出。
- ⑥対象インキの基礎データから混色理論式により再現分光反射率を計算。
- ⑦Isomeric-Match の場合、見本色の分光反射率との誤差の2乗和を、Metameric-Match の場合、 ΔE を計算。
- ⑧上述の判定値が収束するように、配合値を反復計算。
- ⑨メタメリインデックスやインキコスト等の評価値を計算。
- ⑩他のインキ組み合わせについても計算を実行。
- ⑪計算候補の中から、評価値が最もすぐれたものを選択し、結果表示。

2.3 CCM システムの計算精度向上策

基本計算方法について述べたが、当然の事ながら、理論計算と実際の印刷結果が完全に一致する事は単なる偶然に過ぎない。印刷の発色挙動は、数式の羅列で説明できるほど単純では無く、実際には光学的にも化学的にも、複雑な挙動を示す。また、原反種や印刷条件などは、基礎データで完全に網羅するのは不可能に近く、計算精度を向上させる何らかの手法がないと、場合によってはいつまでも実用精度が確保できないシステムとなってしまう。展色機のリピータビリティが確保されているとして、CCM の基本精度を向上させる方法について解説する。

第1は近似色検索機能で CCS (Computer Color Search) と呼ばれる手法である。本方法は CCM システムが常識的にとる手段の一つで、コンピュータのデー

Kubelka-Munk の光学濃度

$$(K/S)_\lambda = \frac{(1 - R_\lambda)^2}{2 \cdot R_\lambda} \quad (0 < R_\lambda < 1)$$

K : 吸収係数

S : 散乱係数

 R_λ : 波長 λ における反射率**Duncan の混色理論式**

$$\frac{K_m}{S_m} = \frac{K_1 \cdot P_1 + K_2 \cdot P_2 + \dots + K_i (1 - \Sigma P_i)}{S_1 \cdot P_1 + S_2 \cdot P_2 + \dots + S_i (1 - \Sigma P_i)}$$

 K_m : 混色後の吸収係数 S_m : 混色後の散乱係数 K_i : 着色材 i の吸収係数 S_i : 着色材 i の散乱係数 P_i : 着色材 i の配合比率**相対2定数法**

$$S_w = 1 \quad K_w = (K/S)_w$$

$$S_p = \frac{C_w}{K_w} \cdot \frac{(K/S)_{Ld} - (K/S)_w}{(K/S)_{Mt} - (K/S)_{Ld}}$$

$$K_p = S_p (K/S)_{Mt}$$

 S_w : ビヒクルの散乱係数 K_w : 白顔料の吸収係数 $(K/S)_w$: ビヒクルの光学濃度 $(K/S)_{Ld}$: ビヒクルと着色顔料を混合した時の光学濃度 $(K/S)_{Mt}$: 着色顔料の光学濃度 C_w : ビヒクルの配合比 C_p : 着色顔料の配合比**Saunderson 補正 (SCE)**

$$R' = (1 - k_1) (1 - k_2) \frac{R}{1 - k_2 R}$$

$$R = \frac{R'}{(1 - k_1) (1 - k_2) + k_2 R'}$$

 R' : 実在の反射率 R : 理想状態の反射率 k_1 : 鏡界面における垂直方向の入射角に対する反射率 k_2 : 内部鏡面反射率

図-2 CCM に使用される計算式

図-3 基礎データ例

データベース内に印刷条件や配合値、測色値を登録しておき、見本色を計測後、近似色関係にあるデータを検索し、これを参考に配合計算を行うものである。確実に精度が向上する効果的な方法ではあるが、実用精度を確保する為には、それ相当のデータ数が要求され（例えば2～3万色程度）、精度向上に時間がかかる。また、原反種や使用インキタイプが多岐にわたる場合には、それほど効果が期待できない事もある。

第2は基礎データに対し実際の発色性に見合うファクターを導入する方法で、これもCCSについてよく用いられる手法である。但し発色には、インキ間の相互作用が存在し、単純なファクターだけでは、インキ配合や、組み合わせによって、全く異なる挙動を示す場合があり、万能とはいえない。

第3の方法は反射率や光学濃度の混色計算値を根本的に補正する方法を確立する事である。この方法にはファ

ジ推論やニューラルネットワークを用いた人工知能応用型の計算手法を用いた例があり、インキの組み合わせによる色材配合空間や原反種、印刷条件といったパラメータに対し、自己学習型の補正を加える方法である（図-5）。第1や第2の方法と比較すると、様々なパラメータ種に対する柔軟な反射率予測が可能となる事が特徴である。積極的な方法であるが、CCS同様にそれ相応の効果を出現させる為には、どの程度データ数が必要であるかがポイントである。筆者はCCMシステムの重要な性能評価に、精度を確保する為の必要データ数が項目として必要であると強く感じている。また、これらの精度向上機能は、混色計算式の不備を補うだけでなく、実際に使用されるユーザーサイドでの固有の癖（印刷機の特性や、計量方法等）を吸収したり、季節変動に対応したりするのに必要である。

その他の精度問題として、インキのドライダウンによ

図-4 CCM の計算フロー例

る経時的色彩変化の問題があり、これに関しても上述の自己学習機能を拡張し、時間軸をパラメータに加え、時間的な色彩変化のベクトル値を予測し、印刷直後の目標色を変化分だけオフセットすれば、より合理的な調色が可能となる。

2.4 CCM システムの付属機能

以上が基本計算精度の向上策であるが、CCM システムのその他の付属機能について紹介する。

その第 1 は測色支援機能である。CCM システムは、

分光センサーの測定反射率に入力情報を依存している為、この部分の精度が確保されてはじめて CCM システムの能力が発揮される。測色支援機能の代表例は、平均測色で、ムラの多い展色見本を測定する時など、常識的な必須機能である。その他の付属機能を考えると次のようになる。

①機差補正機能

先にも述べたように、インキの基礎データや、場合によっては色見本、CCS の為の配合実績データ等がイン

図-5 精度向上の為の学習機構

キメーカーから供給される為、測色機の機差については、極力少ないほうが良いことを述べた。しかし、センサーメーカーの管理や、センサーの経年変化の問題があり、同一機種であっても、運用上ある程度の機差変化は見込まなければならない。市販のポータブル型分光センサーの機差については、筆者のテストによると、対象とする色彩にもよるが、少ない場合で ΔE^* で0.2程度、大きいものになると1.2を超える場合がある。この為、標準のカラータイルを用いた校正機能をソフトウェア上に搭載されている事が望ましい。

②微少見本測定機能

印刷用の測色機は、測定径が小さい事が望まれる場合が多い。罫線等を測定するには、それなりの測定径が必要となる。但しある程度以下に小さくなると、特別なシステムが必要になり、いきなりコストに跳ね返る場合がある。この為、測定径を小さくする部分でカバーできない部分を不透明度測定 (Opaque) の方法で補う機能が考えられ、一部の CCM メーカーの製品には、サポートされている。

③形状変換機能

見本サンプルと原反の表面形状が異なる場合、例えば光沢の有無や、表面の起伏がある場合、測定上の差が生じ、印刷結果が視感と異なる場合がある。例えば見本が生地のスワッチの時、表面起伏の影響で照射光がトラップされ、反射率は平滑なものに比較すると低下する。結果として、印刷結果が著しく濃く暗いイメージとなる。このような場合にも、視感上合致するように計測状況から判断し、目標反射率をオフセットする機能が必要となる。

その他の実用機能としては、以下のものが考えられる。

①レピート色管理機能

過去の調色例をデータベースに格納し、検索機能により再度簡単に調色を行わせるようにしたもの。

②残インキ処理機能

保存された残インキを、再利用する為に残インキの在庫管理と調色の際の引き当て計算、補色追加計算を機能化したもの。

③インキ計量支援機能

種々の方法が考えられる。簡単なものは、インキの計量を電子天秤で行わせる為の計量支援画面である。簡易型のシステムでは、電子天秤を予め付属させておくケースがある。もちろん電子天秤の計量結果は、そのまま計量実績として登録され、その後の実績データの収集時に利用される。本格的なものではインキの自動計量システムと接続する機能があり、この場合は省力化と操作ミスが軽減される計量が可能となる。

④インキ使用量計算機能

インキの使用量を印刷面積、盛量、印刷量から予測計算する機能。インキの使用量の節約につなげる。

⑤データ配信、インキ受発注管理機能

公衆回線やインターネットを利用した CCM 用の自動データ配信機能とインキの在庫管理、不足品のオーダリングを行う機能。

以上、付属機能について述べたが、今後の CCM システムに必要なスタイルを考えると、操作が行いやすい GUI (Graphic User Interface) バーコード印字可能なプリンター出力機能、ポータブルタイプの分光センサー、電子天秤計量支援 (または自動調合接続機能)、バーコードリーダー、インターネット接続機能、他のシステムと情報交換が行える構内 LAN 接続機能等が考えられる。

2.5 CCM システムの導入効果

以下、CCM の導入効果についてまとめると、次のようになる。

①調色精度の向上

もっともメタメリが小さいインキの組み合わせを見本色の分光反射率より算出し、高精度な色合せ作業が行える。

②調色のリードタイムの減少

ほとんどの場合は、1回の調合で目的色に合致した調色を行う事ができる。相当のリードタイムと、実機の待ち時間を減少できる。

③省力化、あるいは未経験者の活用

特別に教育された人間や調色のエキスパートを担当とする必要がない。営業マンが CCM のオペレーションを行っている例もある。客先とのやり取りを兼ねながら、調色現場との色彩情報の合理的な橋渡し役となっており、組織的に思い切った変革ができるのも CCM の導入メリットの一つであろう。さらに自動調合装置と連携させれば、省力効果も期待できる。

④残肉の減少、再利用

CCM を利用すれば、ほとんどの場合、インキを目的に応じた量で、過不足無く作成することが可能である。必要量のみの調合であるので、無駄がなく残肉の発生率が少ない。また、残肉自体の再利用も、CCM の残肉処理機能を利用すれば簡単に行える。

⑤調色コストの低減

以上の①～④までの事項について考えると、相当の印刷コストの引き下げにつなげることが可能となる。

⑥調色室、調色現場のクリーン化

自動調合と CCM が連携すれば、調合室を一挙にクリーン化することができる。

2.6 特殊な対象の CCM システム

印刷対象がメタリックなものである場合には、分光反射率を計測する際に、照射光の入射角と反射光の受光角の関係に起因する反射率の変化、すなわちフロップ特性がある。この特性を計測するには、マルチアングル型の分光センサーを利用することができる。本測定機は、メタリック色の代表例である自動車塗料用途に開発されたものである。ハイライト方向からシェード方向に至るまでの反射率を計測することができるので、各角度毎にマッチングしたインキの配合を計算する事ができる。光学系の角度には、Dupont が推奨する 15°、45°、110° のタイプと、DIN で定められた 25°、45°、75° のタイプの 2 種類が一般的である。なお、一般に分光センサー

は、硫酸バリウムの完全白色拡散面を反射率 100% の基準にとっている。この為に、鏡面反射成分の影響を強く受けるハイライト方向の計測反射率は容易に 100% を超える事になる。Kubelka-Munk の光学濃度式は、そのままでは、取り扱う数値の範囲が 0 ~ 100% までであるので、別途計算式に対策が必要である。

その他の特殊対象としては、蛍光インキの調色がある。蛍光現象とは、ある波長の光を吸収し、瞬間的に光のルミネッセンスとしてより長い波長の光として放射する現象である。この為、蛍光色特有の現象として、計測する分光センサーの光源スペクトルパターンに依存して計測反射率が変化する。また、先分光タイプの単色光照明の場合は、蛍光を引き起こす励起光を照射しない事になるので、蛍光現象を観察できなくなる。対策として、観察光源と全く同じスペクトルパターンのランプで照射し、分光反射率を計測するか、サンプルの前後で分光を行い、単色光照明・分光受光により蛍光成分を抽出し、観察光源下での反射率を合成計算する方法が考えられる。この方法を用いれば、蛍光色の CCM が可能となる。いずれにせよ、蛍光インキを増加させれば、ある特定波長の反射率は高くなるので、基本的には光の散乱と吸収だけで説明される Kubelka-Munk の理論だけでは計算が不可能となるので、蛍光用の特殊な計算式が必要である。

3. カラーコミュニケーション

現代のコンピュータリゼーションを考えた場合にマルチメディアやインターネットの印刷業界への利用を検討する事は避けて通れない課題である。CCM とマルチメディアを考えた場合、様々な角度から深く関わり合っている事がわかる。マルチメディアに CCM 技術が参画するケースとマルチメディアを利用した CCM 自身の機能展開の 2 つ視点である。

前者には、CRT やプリンター等によるカラー出力、および実製品の 3 者の色彩の一致性を確保する技術、すなわち CMS (Color Management System) が代表例である。特に印刷業界では、QR 化促進の為、電子情報化は他の製造業と比較して、数段早い対応が迫られている。このような状況で CMS は、まさにデザイナーやカラープランナーと製造サイドを結び付ける切実な基本問題なのである (図-6)。当然の事ながら CMS の中には、マルチメディアに利用される様々な電子デバイスに対する CCM 技術が応用される。今年、京都で開催され

た国際色彩学会 (AIC) の席上で発表例が多かった分野でもある。

一方後者には、インターネットを利用した、印刷情報の交換、クライアントと製造サイドの情報交換のやりとりを迅速化する事などが考えられる。

ここでは、印刷業で対応が求められている QR 化促進の為、色彩の数値情報交換をベースとしたカラーコミュニケーションを実現する方策と問題点について言及する。

3.1 カラーデバイスの色再現

狭義の印刷用カラーマッチングシステムとは、見本色を得る為の印刷条件に合致したインキの配合を求めるシステムである。広義のカラーマッチングシステムとなると、単純な印刷に対する調色支援のみならず、利用される周辺デバイスに対する色彩再現機能も含まれることになる。一般に利用されるカラーデバイスは CRT や LCD ディスプレイとカラープリンタである。Windows' 95 の登場以来、これらのデバイスは一般普及が進むにつれて急速に価格を下げ、利用しやすくなっている。しかし、CRT については使用される 3 種の蛍光体 (R, G, B)、カラープリンタでは使用される 3 ~ 4 種のインキの顔料 (C, M, Y, K) に発色パターンは支配される。当然の事ながら、色見本の実体とはメタメリが発生する事になる。

ディスプレイについて考えてみると実際にカラーデバイスを設置する環境によっても感じる色彩が変わってくる。環境光についてはメタメリだけでなく、人間の視感に関わる色順応の問題があり、確実に CRT ディスプレイ上に表示された色彩では視感イメージが異なってくる。この問題は、観察する人間個々に固有のものであり、物体色と発光色の見えの違いも考慮しなければいけない。さらに厄介な事は、表現可能な色域に限界がある事である。従って上手にイメージを伝達する為には、表現色域内で適切にカラー信号を圧縮させる必要がある。もちろん各デバイスには経時変化を伴うので、常に良好な色再現を行う為には、キャリブレーション機能も不可欠である。現在のところ、キャリブレーション機能を CRT に付属させた製品が、スウェーデンの BARCO 社や SONY 等から販売されている。なお、ディスプレイに関しては、RGB の三原色を発光の基本とするのでは無く、回折格子を用いた多光源ディスプレイの開発例が研究段階として報告されており、このようなデバイスが実用化されれば、より忠実な色再現が期待できる。

図-6 カラーコミュニケーションのイメージ

なお、カラープリンタについても同様の事が考えられる。ディスプレイの場合と異なるのは、印刷物とは物体色間の比較となるので、その点での見えの問題については有利であり、表面のテクスチャーが近似関係にあれば、更に視感上の一致性は向上する。しかし、カラープリンタの出力反射率特性は、使用するCMYK各色の顔料や色素の反射率に依存するものであり、メタメリの影響を取り除くことは困難である。カラープリンタについても、現在の研究の主体は表現色域の拡大と、再現反射率特性の向上方法である。色域拡大については使用され

る色材や、転写、発色方法の検討と、ドットゲインやドット配置の制御による改良が試みられている。

3.2 カラーコミュニケーション

カラー情報をネットワークを介して伝達しあう相互のシステム間で、忠実に色彩情報が再現できれば相当の合理化を行う事ができるようになる。カラーコミュニケーションシステムに必要な、条件・機能を下記する。

- ① 高忠実度で、再現色域が広く経時的に安定出力可能なカラー表示デバイスと設置環境。
- ② カラー表示デバイスの発色特性や環境光の測定、

図-7 色彩シミュレーション画面例

キャリブレーションシステムあるいは手段。

- ③電子情報通信手段（インターネット、LAN等）。
- ④設置環境における観察者への確に色彩イメージを出力させる為の調整手段（色順応、メタメリ調整、色域圧縮等）。
- ⑤反射率や三刺激値等からカラー表示デバイスへの出力信号を計算する機構。
- ⑥色彩の数値情報やイメージを出力させたり、色彩シミュレーションを行う為のGUI。
- ⑦その他の付属機構。色承認情報、製品出荷色管理システムとの連動機能、CCMとの連動機構等。

製品の出荷色管理システムと連携をとれば、実際に過去の出荷履歴をデータとして蓄積し、合格範囲の適正化（範囲の大きさ、管理中心のオフセット）と併行して作

業を進める事ができる。また、CCMの修正計算機能と連動すれば、印刷現場でのより適切な微調整情報に供することも考えられる。

印脱業界におけるCCMの利用は最近になって導入が急速に進んでいる。今後さらに普及が進めば、業界の中で、CCMシステムを支える為のインフラの整備が進んでいくと考えられる。例えば、インキの基礎データをインターネット上でメーカーが配布することも既に一部実施されている。CCM普及後は、電子情報や共通の色彩数値で管理されるようになるので、今までのような言葉による曖昧表現によってひき起こされるトラブルの減少が期待される。また、CCMシステムの中には、画面やプリンターに実色を出力させる機能や、インキの配合や印刷条件を任意に可変した時の色彩値を予測する色彩シ

ミュレーション機能を持っているものもある。本機能は、スタンドアロンでの利用はもちろんであるが、リモート機能をもちいれば、遠隔地での双方向コミュニケーションが画面を通じて行える。さらに前述の表示デバイス技術の改良によって表現精度が向上すれば、客先

との色承認や、出荷管理等に効果的に利用できる。また、コンピュータシステムのインフラ整備が進めば、よりQR化、低コスト化の傾向に拍車がかかる。今後ますます印刷における色彩管理やCCMシステムの重要性は大きくなると予想される。