

ItoC (Image to Color) 塗色検索システムの開発

“ItoC” Translator to Convert Image into Color



CD 研究所
第 1 研究部
藤枝 宗
Tsukasa
Fujieda



CD 研究所
第 4 研究部
増田 豊
Yutaka
Masuda

1. はじめに

現在、自動車上塗り塗料の新色を開発する際には、自動車メーカーのカラースタイリストが意匠目標として作成（見える化）したイメージ写真、またはイメージ写真を貼り合わせて一つのイメージを表現したイメージカラーズを目標として、塗色開発を行うケースが多い。この時、目標意匠を目指して塗色を作成（塗色化）するが、経験に基づいた「勘」に頼ることとなり、新色開発にかかる工数と時間は個人の技量によって大きく異なっている。

また、開発初期段階である塗色化に時間がかかれば、結果的に顧客にも迷惑をかけることとなる（図1）。

従って、イメージ写真、イメージカラーズをより正確に短時間のうちに塗色化できるシステムの構築をめざした。

一方、弊社には、過去から現在まで開発した塗色（ストックカラー）を、色紙、配合付きで1万色登録したカラーライブラリー（図2）があり、それらの塗色は全て塗色ナンバー、配合と

測色値で整理されており、近似色検索¹⁾のように検索したい塗色の測色値が明らかな場合は、短時間で検索することが可能で、容易に目的の塗色に到達することができる。しかしながら、目標とする塗色がハッキリしておらず、塗色イメージのように検索対象が曖昧であったり、目標となる塗色が実際には存在しない場合は、これまで検索手段がなかった。

今回、このカラーライブラリーにイメージ写真・イメージカラーズのRGB値（コンピュータにおける色の数値表現）から検索できる機能を加えることで、新色開発のスタート時における工数削減が可能であることがわかった。また、本方法をItoC (Image to Color) 検索²⁾と称しており、コンピュータが得意とする条件検索機能に人間の感覚をプラスした方法であり、人間とコンピュータの苦手な部分を相互に補完し合い、塗色イメージを初回の塗色配合へ最短時間で置き換える事が可能となった。

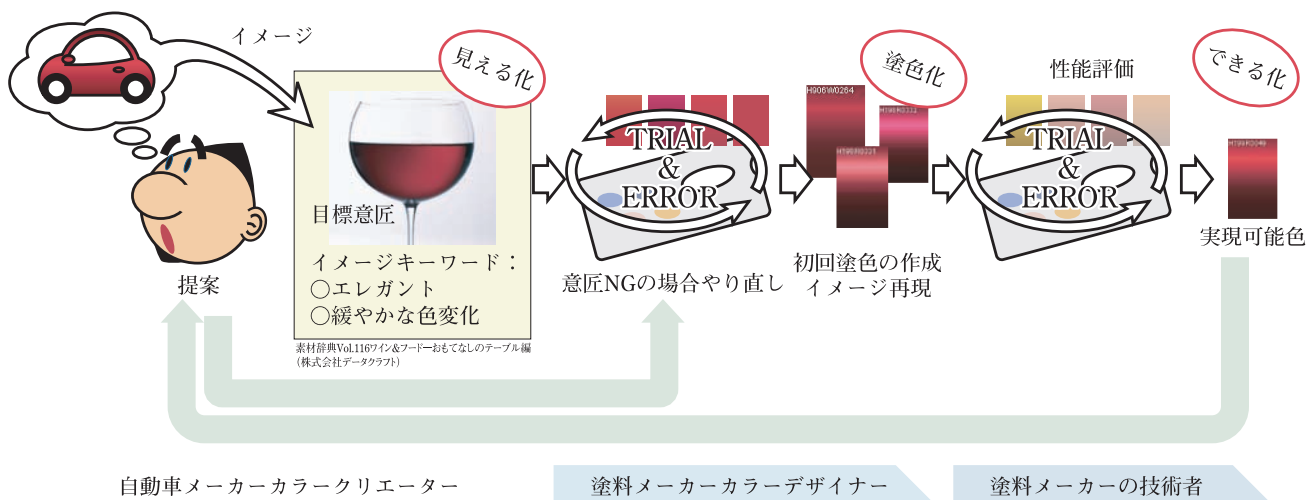


図1 自動車上塗り塗色開発の流れ

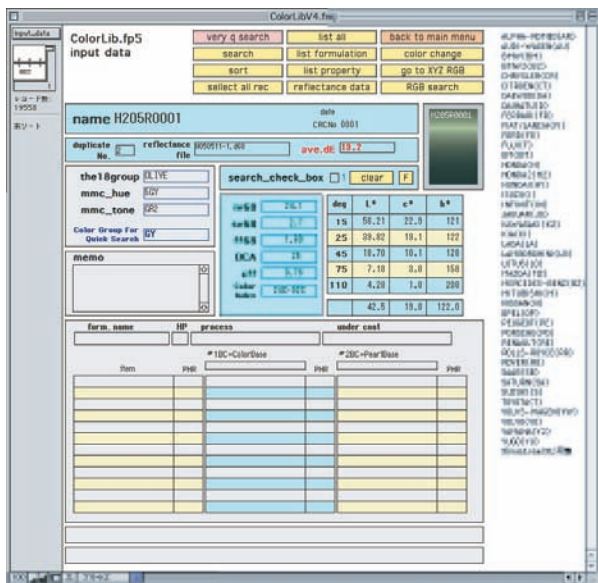


図2 カラーライブラリーを用いた色検索

2. 実験

2.1 ItoC検索用カラーライブラリーの作成

2.1.1 ストックカラーの準備

自動車上塗り用として保存してある塗色(ストックカラー約1万色)を用意した。材質はアクリルメラミン硬化型の塗料で、このベース樹脂中に、様々な色材(顔料、光輝材)を分散させた塗色であり、ほぼ市販の自動車上塗りの色域を網羅している塗色である。ソリッド色の一部は1C1B(1コート、1ベーク)であるが、大部分はアクリルメラミン硬化型、あるいは酸エポキシ硬化型のトップクリヤーを塗装したものである。膜厚は、通常カラーベースは15~20 μm 、トップクリヤーは25~40 μm である。使用した塗色の内訳は、ソリッド色約500色、3コートホワイトパール色約500色、2C1Bメタリック色約9000色、このうち、3コートホワイトパール色と2C1Bメタリック色を合わせた色をメタリック色と呼ぶ。

2.1.2 塗色データの作成

米国 x-rite 社の 携帯型多角度分光光度計 MA68II (入射角度45度、受光角度ハイライト15度、25度、フェース45度、シェード75度、110度を同時に測色する)で、塗色を測色し分光反射率を得た。得られた反射率を用いて、塗色の測色で一般的なD65光源、10度視野における表色系(XYZ、 $L^*a^*b^*$ 、 $L^*C^*h^*$; CIEが定めた色を数値化する際に用いる座標系)の値を計算した。XYZからRGB値への変換にはターゲットモニター(画像を表示するのに使用するモニター)の種類によって様々な方法があるが、ここでは、パソコン業界で一般的なsRGB(XYZ表色系からモニターに表示する際に用いる表色系)での値を用いた。 γ 補正は2.2(実際の色データとモニターに表示される色の補正を行うための補正值。2.2は一般的なNTSC方式のテレビで用いられている)を用いた。RGB値がとり得る範囲は0~255の正の整数である。

メタリック色のハイライトは反射率が校正白板の約98%を超える場合が多くあり、その場合RGB値は全て255にした。

2.1.3 測色値からコンピュータグラフィックス画像の作成³⁾

重回帰式を用いてMA68IIで測色した5角度の反射率から任意の角度の色を予測し、反射率からXYZを計算後2.1.2の方法でRGB値に変換して角度15度から75度の塗色のコンピュータグラフィックス(これをCS(Color Simulation)画像(図3)と呼ぶ)を作成し、イメージの確認を容易に行えるようにした。

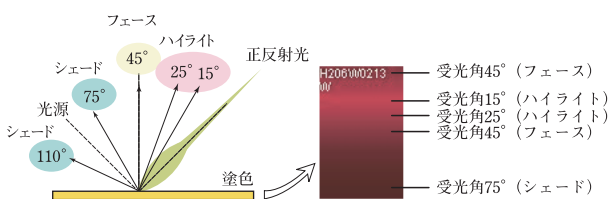


図3 CS画像と測色値の受光角度

2.1.4 カラーライブラリーの構築

米国ファイルメーカー社のファイルメーカー Proを用い、準備した測色データ、CS画像と配合、工程等の情報も格納できるデジタルカラーライブラリーを作成した。

2.2 イメージ写真の準備

実験のため我々が自動車メーカーのカラースタイリストとなり、塗色開発するイメージを用意した。イメージソースは市販のイメージ画集を用いても、デジタルカメラで撮影しても、スキャナー取り込み画像でも利用可能である(図4)。測色値と合わせるためにsRGB画像を用いると精度がよい。

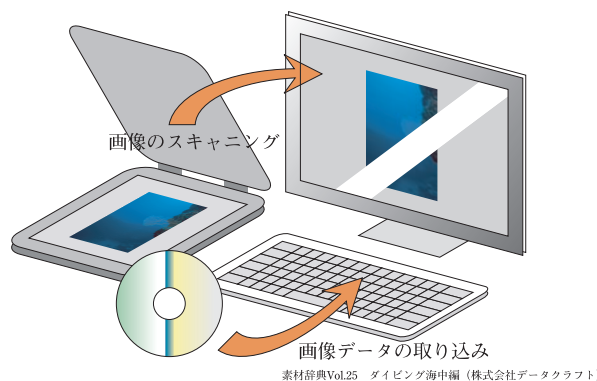


図4 画像の取り込み

2.3 イメージ画像からの塗色検索

2.3.1 RGB値のピックアップ

自動車メーカーのカラースタイリストから深み感のあるディープなブルー(図5)のイメージ色再現の依頼があったとする。まずは受け取ったイメージ画像からRGB値をピックアップする。入手したイメージ画像が印刷物の場合はイメージスキャナーを使用しイメージのデジタル化を行う。次にソフトを使用して、スキャナーで取り込んだイメージを画面に

表示する。画像を眺めて、塗色化するために必要なRGB値のピックアップポイントを指定する。指定したピクセルのRGB値はリアルタイムに情報パレットに表示される。サンプリングする場所はメタリック塗色のイメージに合わせて、ハイライト色は明度が高い色を、シェードになるにつれて明度が低い色を選ぶ(図6)。あまり色変化が大きいと、現実のメタリック色では存在しない色になるので注意する。サンプリングする場所が決定したら、情報パレットの数値を読み取る。図7は代表的な塗色の角度毎のRGB値である。実際の塗色の角度毎のRGB値を参考にして現実からあまり離れないように注意してサンプリングを行った。

2.3.2 カラーライブラリーを用いたItoC検索²⁾

作成したカラーライブラリーにハイライトからシェードまでの2角度、またはハイライト、フェース、シェードの3角度のRGB値を入力する。RGB値から近似色を求めるには、単純な2点間のRGBのユークリッド距離の算法が使える。例えばイメージ写真のRGB値を(Ri, Gi, Bi i=image イメージ)、塗色のRGB値を(Rm, Gm, Bm m=measure 測定)とすれば、この2点のRGB間の距離は以下の式で計算できる。



図5 塗色イメージ

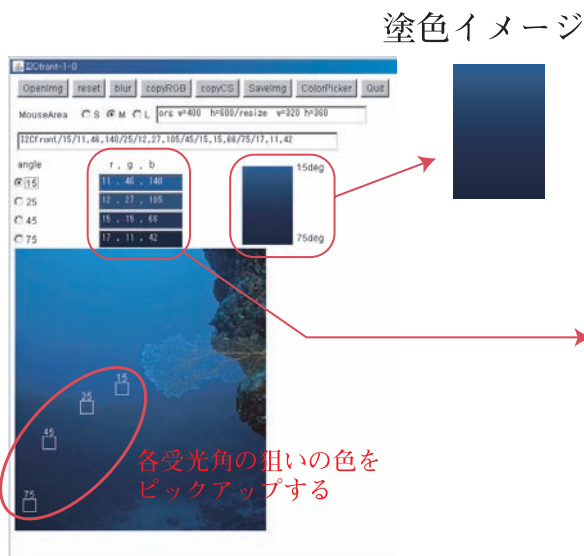


図6 画像からRGB値のピックアップ

$$\Delta RGB = \sqrt{\Delta R^2 + \Delta G^2 + \Delta B^2}$$

ここで、 $\Delta R=(R_i-R_m)$ 、 $\Delta G=(G_i-G_m)$ 、 $\Delta B=(B_i-B_m)$ である。この距離 ΔRGB を今後「RGB色差」と呼ぶ。多角度のRGB色差は、簡単には以下の式で計算できる。

$$\Delta RGB = \frac{K_h \times \Delta RGB_h + K_f \times \Delta RGB_f + K_s \times \Delta RGB_s}{3}$$

ここで、 ΔRGB_h =ハイライトのRGB色差、 ΔRGB_f =フェースのRGB色差、 ΔRGB_s =シェードのRGB色差、 K_h, K_f, K_s =角度毎のRGB色差の重み付け係数であり、通常0.8から1.2の値で指定する。1.0の場合は重み付けをしない場合で、多角度のRGB色差を平等に計算する。もしも、ハイライトに重み付けをして、画像のハイライト部分の色が優先的に合っている色を探したい場合は K_h を1.0以上の数字にする。通常は全係数を1.0にしておく。

2.3.3 ItoC検索結果

ItoC検索結果は、通常RGB色差が小から大の順に並べてコンピュータ画面に塗色の名前、測色値、RGB値、RGB色差、塗色のコンピュータグラフィックス、及びその色を作成した配合(色材の種類と量)を表示する(図8)。

2.4 評価結果

図9-A~図9-Cのイメージを使用してItoC検索を行い、検索結果を関西ペイントCD研究所デザイナー5名で評価した(写真1)。それぞれのイメージからピックアップしたRGB値の場所とItoC検索結果を図9-a~図9-cに示す。評価内容は今回行ったItoC検索結果より上位9色について、①イメージ画像に対する検索結果の塗色の満足度を5段階評価(満足、やや満足、どちらとも言えない、やや不満、不満)。②検索結果の9色をイメージに近い順に並べ替え。①と②の2

受光角(°)

	15	25	45	75
R	11	12	15	17
G	46	27	15	11
B	140	105	66	42

受光角 (°)	シルバーA			シルバーB			ダークブルーパール		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
15	254	254	254	254	254	254	029	064	105
25	254	254	254	254	254	254	029	048	067
45	130	138	137	153	163	162	032	038	037
75	082	087	084	092	098	097	034	036	029
110	071	075	073	078	083	082	034	036	026

受光角 (°)	ホワイトパール			レッドパール			ライトブルーメタリック		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
15	255	255	255	137	031	013	186	254	254
25	254	255	255	108	031	013	137	207	238
45	207	214	211	091	031	013	078	110	128
75	194	201	198	091	031	013	051	063	073
110	194	202	200	089	031	013	042	051	059

図7 実在する塗色の各角度ごとのRGB値

The screenshot shows a search interface with a list of results. Each result entry includes a color name, a search check box, a DE value, and a color swatch. The results are sorted by DE value in descending order.

- H200C0220 (DE 39.7)
- H200C0221 (DE 40.4)
- H902R0152 (DE 40.0)
- H905W0098 (DE 37.3)
- H196P0123 (DE 34.9)
- H199P0184 (DE 42.3)
- H194P0546 (DE 40.5)

検索結果上位9色



図8 ItoC検索結果(色差の小さい順に並ぶ)

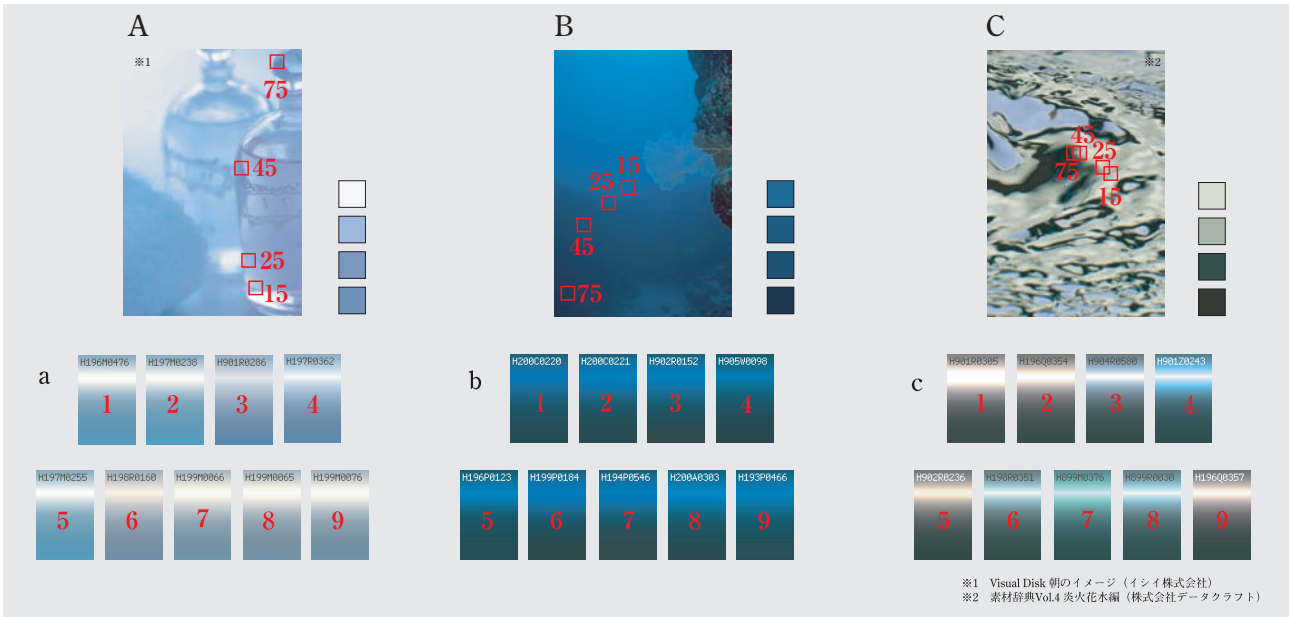


図9 ItoC検索用に準備したイメージ(上)と検索結果(上位9色)

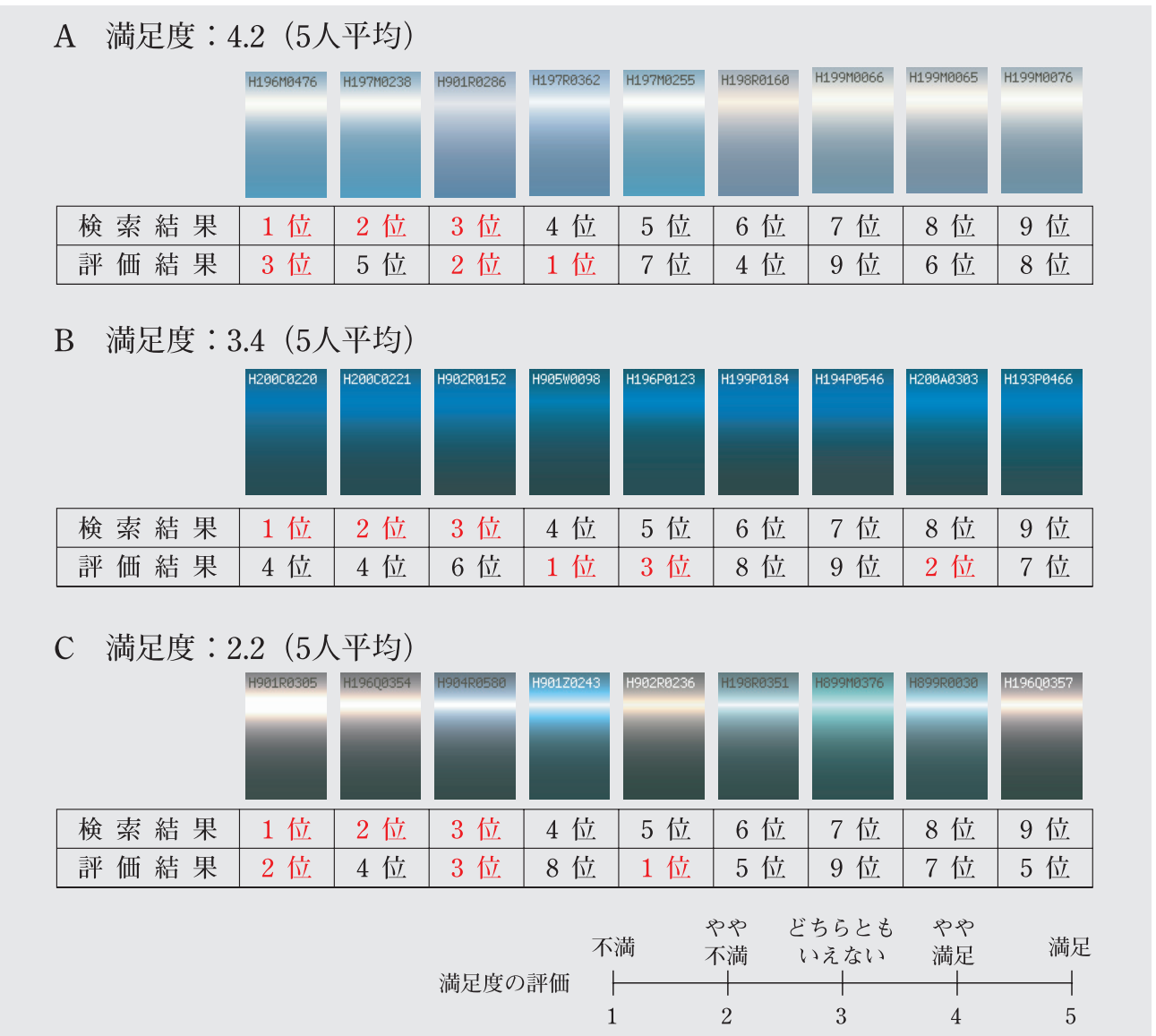


図10 評価結果

色彩

項目について結果を図10に示すが、今回の検討結果では3色中2色で満足側の回答を得ることができた。またこの2色のうちで、満足でも不満でもないと答えた人は、その理由に、上位9色だけではイメージのレンジが狭く選択の自由度が小さいからということ挙げていた。不満側に票が集まったイメージCについては、ピックアップしたカラーのハイライトとシェードのRGB値のレンジが大きすぎ、非現実な領域で検索を行ったためと考える。RGB色差の順位と、②の評価結果の順位は一致しないが、イメージと全く同等の塗色だけを探しているわけではないので問題ないとする。むしろ、近い塗色をより広い質感の塗色の中から探したいという欲求を満たす点では、デザイナーの要望に一番近い塗色検索ツールであると言える。

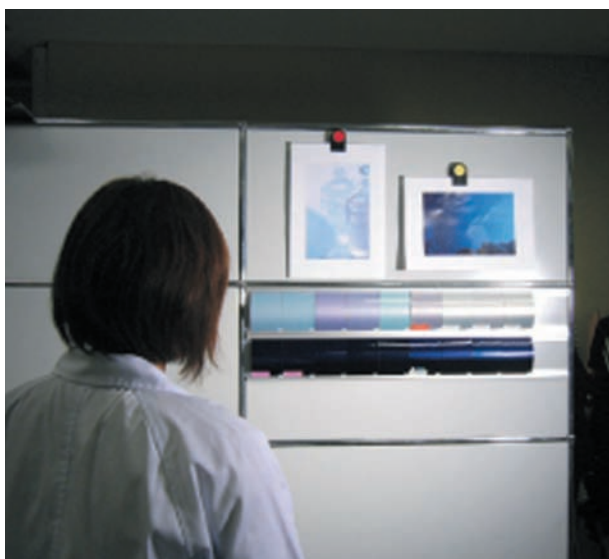


写真1 評価風景

3. 結果と考察

3.1 従来の方法に比したメリット、デメリット

従来は第1回配合まで導くのに、調色者の勘に頼っていたため、トライアルアンドエラーの繰り返しであった。イメージを優先させて再現し、次に性能を満たす配合へと修正を行ったため、初期段階の開発に時間を要した。今回の方法を用いることによって、初回配合までの時間を大幅に削減できると共に、多くの質感水準から選択することが出来るため、初回配合で多くのバリエーションを作成することが可能である。また、本データベースに収録されているデータは以前提案した塗色のデータがベースとなっているため性能的にも満足な塗色も多く存在するため、次工程以降も円滑に進めることが可能である。

3.2 選んだ色の満足度の分析

選定した塗色は、概ね満足できるものと判断する。イメージの再現性は合格基準に達しているものもあるが、過去の材料であったり性能が十分でないものも一部存在するため、その

まま使えない塗色も少なくない。また、色材は常に進化しているので、新規性をアピールするためには材料の置き換えも必要となる。

3.3 本方法の効果的な使い方

本方法は新色開発の初期段階に導入することで、効果が大きいと考える。イメージから初回配合を作成する際に、近似の配合情報があると作業がスムーズに進む。また、質感の水準が一度に多く見られるので、イメージの発展も期待できる。

3.4 選択箇所の不具合による失敗例

イメージからRGB値をピックアップする際に、実際の塗色ではあり得ない大きな色変化を求めRGB値を選択したところ検索精度が落ちた。また、シェード部分の数値が大きすぎるとソリッドのようなのっぺりとした光輝感のない塗色が検索され、イメージと大きく異なる塗色が検索された(図11)。実際の塗色の色変化に沿った選択箇所の選定が必要である。

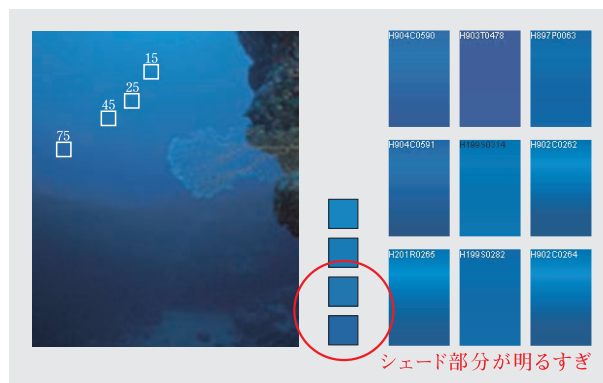


図11 質感がイメージと異なる失敗例

4. 今後の展開

初回色を出発として、色のチューニングは人が修正する方法以外にハイライト～シェードの反射率R%を修正し、そのR%でCCMを用いて配合を計算する方法も考えられ、更なる塗色作成のスピードアップと精度の高い色創りが期待できるものとする。

参考文献

- 1) 特開2002-259398
- 2) 特開2005-157771
- 3) 特開平10-10045