

色の測定と生産技術

工業技術院大阪工業技術試験所* 福田 保**

1. ま え が き

色を数量的に表示するための基礎的な実験は、約 100 年ほどまえに、有名なイギリスの物理学者 Maxwell によって始められた。その後数人の研究者によってこの仕事は受け継がれ、1931年に国際照明委員会 (C. I. E.) において承認された方法が、今日でもなお実用的な方法として各方面に利用されている。また、1938年に Hardy の設計した自記分光光度計が G. E. 社において製品化され、測色学の基礎的研究に、また工業的な応用面に広く用いられ、測色学の発展および啓蒙に非常に大きな貢献をした。最近の10年間に、日本においても、島津製作所および日立製作所において自記分光光度計が製品化され、東芝においてもカラーコンピューターという立派な測色装置が作られ、日本の色彩関連諸工業に広く利用されるようになった。一方、光電色彩計という安価で簡便な測色装置が多種作られ、工場用の管理器械として広範囲に利用されている。

以上の各種の測色装置は、いずれもまだ検査器械の域を出ず、また、これらの装置で、与えられた標準色とカラーマッチするような色を顕出するにはどうすればよいかという解答を与えるには、なお多大な労力と時間とが必要であった。しかしこの数年間に、これらの問題を解決するようないくつかの装置が考案され、実用化に成功した。この結果、色の測定という問題は、生産における単なる補足手段としてではなく、「色を売る」時代の一つの重要な生産技術として認識されてきた。

本稿では、この数年間に開発された生産技術に直結した測色装置などの数種について紹介し、将来の色彩関連諸工業の進むべき方向を示したい。

2. 色の測定方法

物体の色はつぎの三つの数値 X, Y, Z で表わすことができる。すなわち、

$$\begin{aligned} X &= k \int_{380}^{780} P_{\lambda} \bar{x}_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda, \\ Y &= k \int_{380}^{780} P_{\lambda} \bar{y}_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} Z &= k \int_{380}^{780} P_{\lambda} \bar{z}_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda, \\ k &= 1 / \int_{380}^{780} P_{\lambda} \bar{y}_{\lambda} d\lambda. \end{aligned}$$

ここに、 P_{λ} は標準の光の分光分布、 $\bar{x}_{\lambda}, \bar{y}_{\lambda}, \bar{z}_{\lambda}$ はスペクトル三刺激値 (color matching functions, distribution coefficients) と呼び、可視光の各波長の単色光を三つの原刺激 (いわゆる三原色に相当する) の加法混色によ

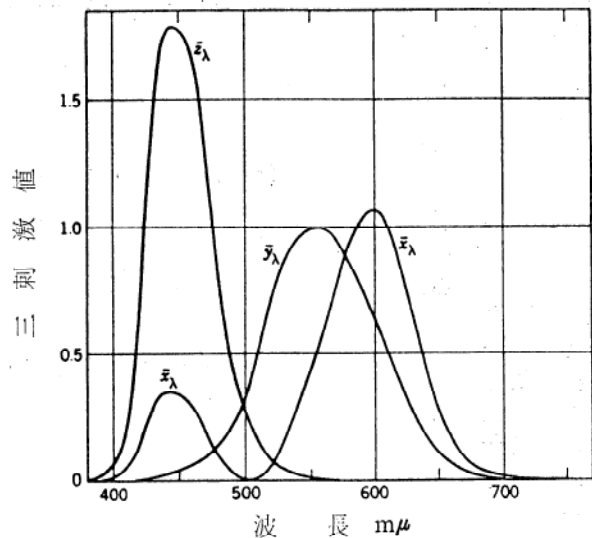


図1 スペクトル三刺激値

て等色させたときの各原刺激の量を等エネルギー当りの刺激単位で示したもので、多くの観測者の実験値の平均が、1931年の C. I. E. において承認された。これらの値は図1に示すとおりである。(スペクトル三刺激値の意味やそれを求める実験の詳細については文献(1)などを参照されたい。) また、 ρ_{λ} は分光反射率 (透過の場合には分光透過率 τ_{λ} を用いる) で、分光光度計によってかなり正確に測定することができる。 $P_{\lambda} \bar{x}_{\lambda}, P_{\lambda} \bar{y}_{\lambda}, P_{\lambda} \bar{z}_{\lambda}$ は各標準の光に対して標準化された数表が与えられているので、結局、 ρ_{λ} を物理的に測定しさえすれば、式(1)の計算によって、X, Y, Z を計算することができる。この X, Y, Z という数値は三刺激値と呼ばれ、分光反射率 ρ_{λ} をもった試料を P_{λ} という分光分布をもつ標準の光で照明したときの色を、三つの原刺激の加法混色によって等色させたときの各原刺激の量を示す。

また

*池田市緑丘1

**第三部電気研究室長

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, y = \frac{Y}{X+Y+Z}, z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad (2)$$

とすると、 $x+y+z=1$ であるから、これらの二つ、たとえば x, y を直交座標の両軸にとると、その座標上の一つの点で示すことができる。この点を色度点といい色度（色相および彩度を含む心理的概念に対応する心理、物理的概念）という色の属性を表わす。そこで x, y, z を色度座標という。色の属性として、この他に明度という概念があり、これは式(1)の Y で示される。すなわち、図1における \bar{y}_λ の曲線は比視感度曲線と同じものであり、 Y は測光学的基礎にもとづく明度を表わすことになる。そこで、色は、また色度座標 x, y および明度 Y （物体色の場合にはこれを視感反射率または視感透過率という）で示すことができる。図2は横軸に x 、縦軸に y をとった直交座標上に、各波長の単色光の色度点をプロットし、それを結んだ図を示す。このような図を色度図と呼ぶ。

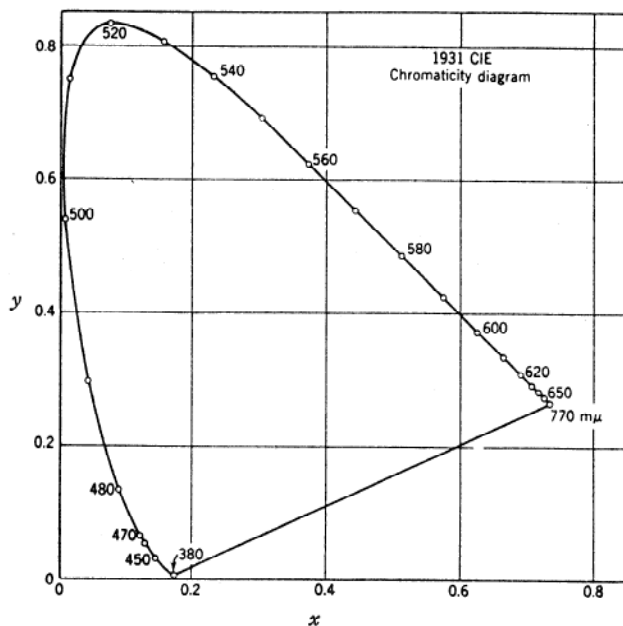


図2 CIE 色度図

三刺激値による色の数値的表示や、色度図上での色彩現象の説明などは、ともすれば主観的な色の変化の説明が抽象的な議論に終りがちである色彩学に、科学としての地位を確保させたと言言できるであろう。現在では、色の心理学的研究、色盲に関する研究、光源の開発、カラーフィルム、カラーテレビジョンの開発などに、測色学の果しつつある役割は非常に大きいと考えられる。一方色彩関連工業においても、「測色」は生産のための routine work の一つとなりつつある。

さて、式(1)によって三刺激値を求めるために、 P_λ を分光光度計で測定する方法は分光測色方法と呼ばれ、

色の測定の基本的な方法と考えられている。このために、多くの分光光度計が作られ、広範囲の分野に利用されている。この目的のためには、分光光度計は可視部の波長範囲が測定できれば十分であるので、早くから開発され、また波長巾も分光分析に用いるものほど狭くする必要がないので、高い測光精度が確保できる。また、式(1)の計算を自動的に行なうために、機械的な積分器素を巧みに利用したり、電気回路を利用したアナログ形式の三刺激値積分器や、デジタル形式の計算器も開発されている。また、大量のデータを計算するために、電子計算機を用いることも各所で試みられている。

つぎに、式(1)の $P_\lambda \bar{x}_\lambda, P_\lambda \bar{y}_\lambda, P_\lambda \bar{z}_\lambda$ と一致するような波長感度を有する光電受光器を用意すれば簡単に三刺激値を求めることができる。このような装置を光電色彩計と呼ぶ。光電色彩計に用いる光源の分光分布を P'_λ 、3枚のフィルターの分光透過率をそれぞれ、 $T_{X\lambda}, T_{Y\lambda}, T_{Z\lambda}$ 、光電面の分光感度を S_λ とすると、各波長について、

$$\begin{aligned} P'_\lambda T_{X\lambda} S_\lambda &= k_X P_\lambda \bar{x}_\lambda, \\ P'_\lambda T_{Y\lambda} S_\lambda &= k_Y P_\lambda \bar{y}_\lambda, \\ P'_\lambda T_{Z\lambda} S_\lambda &= k_Z P_\lambda \bar{z}_\lambda, \end{aligned} \quad (3)$$

の関係が満足することが必要である。この条件をルーター条件という。市販されている光電色彩計は、ルーター条件をできるだけよく満足するように工夫されているけれども、かならずしも十分とは言えないものも多い。しかし、分光測色方法を用いて、正確に三刺激値を測定した標準試料と比較することによって、このような光電色彩計でも、ある程度よい近似性をもって測定することができる。しかも、価格が低廉であり、三刺激値を直読できるという点から、工場用の測色装置として広範囲に利用されている。

3. 混色計算および混色計算機

色材工業において、色に関する第一の問題は、与えられた試料と等色させるに必要な色材の組成の割合を決定することである。すなわち、色を測定することによって、その色材の混合比がただちに求められる、という便利な方法の現われることが非常に期待されていた。この色材の混合に対する解決方法は、Kubelka-Munk²⁾の方法から発展して、ある程度まで成功するに至った。しかし、その解決にはかなりの手数のかかる計算が必要であったので、その計算を電子計算機で演算する試みや、特別の計算機が作られ、実用に供せられ、かなりの成果が認められるようになった。

3.1. 混色計算の原理

色料の混色計算を行なう場合に、色料の濃度に比例するような関係を見出すことが必要である。透明なフィル

ムや溶液などの場合には透過率は濃度に比例しないけれども、透過率の逆数の対数が濃度に比例することが知られている。すなわち、

$$D = -\log T = abc \quad (4)$$

ここで、 T は透過率、 a は物質の吸収係数、 b は吸収物体の厚さ、 c は物質の濃度である。 D は光学密度またはデンシティと呼ばれる。式(4)は光学密度が濃度に比例することを示し、また、数種の色料を混合した場合に、相互に化学作用が行なわれなければ、その加法性の成立することも認められている。しかし、不透明物体の場合には、反射率との間に式(4)のような関係がない。Kubelka-Munk²⁾は理論的につぎのような関係を導びいた。

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R_\infty)^2}{2R_\infty} \quad (5)$$

ここで、 K および S は着色不透明体の微小単位厚さにおける吸収係数および散乱係数である。 R_∞ はその着色体の厚さを増しても反射率の変化があらわれなほどの厚さにおける反射率で、反射能 (reflectivity) とも呼ばれる。 K/S が濃度に比例するものと仮定すると、たとえば、数種類の染料を配合して染色する場合を例にとりて考えると、

$$\left(\frac{K}{S}\right)_M = \frac{C_1K_1 + C_2K_2 + \dots}{C_1S_1 + C_2S_2 + \dots} \quad (6)$$

という、加法性の成立することが考えられている。ここで $(K/S)_M$ は混合色の K/S で、 $K_1, K_2, \dots, S_1, S_2, \dots$ は各成分の K および S 、 C_1, C_2, \dots は各成分の混合比である。しかし、この形はそのままでは使用しにくいので、

$$\left(\frac{K}{S}\right)_M = C_1\left(\frac{K}{S}\right)_1 + C_2\left(\frac{K}{S}\right)_2 + \dots \quad (7)$$

の形で使用される場合が多い。また、式(5)の近似性の悪い試料に関してはつぎのような種々の実験式を代用することが提案されている。

(1) Preston らの関数³⁾

$$\log \left(\frac{\frac{1}{R_\infty}(1-2\rho) + \frac{1}{\rho} - 4}{\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R_\infty}} \right) = B.C \quad (8)$$

ρ および B は実験条件によってきまる定数である。

(2) Pineo の関数⁴⁾

$$\frac{K}{S} = \frac{\{1 - (R_\infty - R_x)^{1/n}\}^2}{2(R_\infty - R_x)^{1/n}} - S_0 \quad (9)$$

R_x, S_0 および n は染色条件によって定まる定数で、実験的に求められる。 $R_x=0, S_0=0, n=1$ とすると、式(9)は式(5)と一致する。

(3) Selling の関数⁵⁾

$$\frac{K}{S} = \left(\frac{R_w}{R_\infty} - 1.1\right)^{1.1} \quad (10)$$

R_w は未染白布の反射能を示し、羊毛の酸性染料による染色には式(9)よりもよく一致するといわれている、

(4) Stearns らの関数⁶⁾

$$\frac{K}{S} = \frac{1 - R_\infty}{m(R_\infty - 0.01) + 0.01} \quad (11)$$

m は繊維に対する定数である。着色羊毛の混合の場合に式(5)よりもよく一致するといわれる。羊毛では $m=0.15$ とする。

(5) Alderson らの関数⁷⁾

$$\frac{1}{R_\infty} = \frac{1}{R_s} + \alpha C \quad (12)$$

R_s の被染物(白布)の反射能、 C は染料濃度、 α は染料特有の吸収係数である。A Therton らはこの関係を用いて、染色物の色合わせを電子計算機を用いて短時間に結果を得る方法に成功し、I. C. I. 社ではこのシステムを取り入れ、染料の販売サービスに乗り出した。

以上のような関数を用い、混色の加法則を適用することによって、未知の各成分の濃度を求めることができる。しかし、その計算は非常にめんどうであるので、以下にのべるように特別の混色計算機や、電子計算機の利用方法が開発され、実用的な段階にまで至った。

3. 2. 混色計算機

Davidson-Hemmendinger⁸⁾ は式(5)および(6)を用いて、色料の混色における各成分の混合量を求める方法を見だし、さらにその方法を用いて計算するための便利な Colorant Mixture Computer (COMIC と略称する)を製品化した。

いま、 K_w および S_w を染色物の場合の未染白布に対する K および S とすると(塗料などの場合には加える白色塗料に対する K および S とする)、式(6)は

$$\left(\frac{K}{S}\right)_M = \frac{C_1K_1 + C_2K_2 + \dots + K_w}{C_1S_1 + C_2S_2 + \dots + S_w}$$

となる。普通、 S_w は S_1, S_2 などと比較して非常に大きいので、 S_1, S_2 などを無視すると、

$$\left(\frac{K}{S}\right)_M = \frac{C_1K_1}{S_w} + \frac{C_2K_2}{S_w} + \dots + \frac{K_w}{S_w}$$

と書ける。これを簡単化して

$$\left(\frac{K}{S}\right)_M = C_1\left(\frac{K}{S}\right)_1 + C_2\left(\frac{K}{S}\right)_2 + \dots + \left(\frac{K}{S}\right)_w \quad (13)$$

とおく。

いま一つの成分の単位濃度で白布を染色した場合には、

$$\left(\frac{K}{S}\right)_M = \left(\frac{K}{S}\right)_1 + \left(\frac{K}{S}\right)_w$$

である。このときの $(K/S)_M$ および $(K/S)_w$ は測定可能であるから、 $(K/S)_1$ は

$$\left(\frac{K}{S}\right)_1 = \left(\frac{K}{S}\right)_M - \left(\frac{K}{S}\right)_w$$

から求められる。同様に他の成分についても求めることができる。

標準試料の K/S を $(K/S)_s$ とし、これと等色するような試料を作るとき、まず、標準試料および各成分の分光曲線から成分となる染料を決定し、式 (13) の左辺を $(K/S)_s$ とおいて、いくつかの波長についての連立方程式から、 C_1, C_2, \dots を求める。この C_1, C_2, \dots の濃度で染色した試料の K/S を実測し、これを $(K/S)_T$ とおいて、標準と試料との差 $\Delta(K/S)$ を求める。

$$\Delta\left(\frac{K}{S}\right) = \left(\frac{K}{S}\right)_s - \left(\frac{K}{S}\right)_T$$

すべての波長に対して $\Delta(K/S) = 0$ となったとき両者は完全に等色したことになる。もし、 $\Delta(K/S) \neq 0$ ならば、

$$\Delta\left(\frac{K}{S}\right) = \Delta C_1 \left(\frac{K}{S}\right)_1 + \Delta C_2 \left(\frac{K}{S}\right)_2 + \dots$$

であるから、同様にして、等色させる必要な修正すべき各染料濃度 $\Delta C_1, \Delta C_2$ などが決定される。このような濃度修正を 2~3 回行なうことによって、ほとんど完全に等色させることができる。

COMIC は以上のような計算を電氣的に行ない、 $(K/S)_T$ または $\Delta(K/S)$ をオシロスコープ上に表現することができる。この機械では波長の数は 16 までえらぶことが

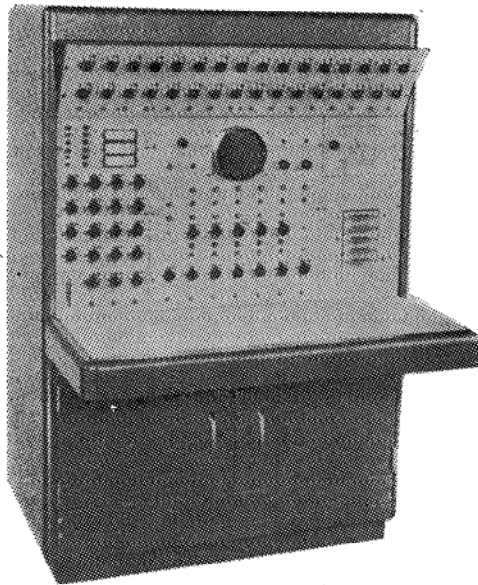


図3 COMIC の外観

できるので、かなり正確にしかも速やかに計算することができる。図3はCOMICの全体の写真で、操作も非常に簡単である。

また、標準試料の三刺激値 X, Y, Z が与えられている場合、および、どうしてもオシロスコープの中心線上にスポットが並ばないとき（このときはすべての波長に対して $\Delta(K/S) \neq 0$ となる条件が満足されない）、分光曲線は一致しないけれども三刺激値を等しくさせる

（条件等色という）ために、付属の三刺激値差計算機（Tristimulus Difference Computer, TDC と略称する）を用いて計算する。この場合には、標準と試料との三刺激値の差は

$$\begin{aligned} \Delta X &= \int P_i \bar{x}_i \Delta R_i d\lambda \\ \Delta Y &= \int P_i \bar{y}_i \Delta R_i d\lambda \\ \Delta Z &= \int P_i \bar{z}_i \Delta R_i d\lambda \end{aligned} \quad (14)$$

が 0 になるようにすればよい。 ΔR_i は両者の分光反射率の差であり、

$$\Delta R = \Delta\left(\frac{K}{S}\right) \cdot \frac{dR}{d\left(\frac{K}{S}\right)} \quad (15)$$

で与えられる。式、 R が示されると、 $d\left(\frac{K}{S}\right)$ の値が求められるので、式 (14) における $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ がメーター上で 0 になるように操作することによって、各成分の濃度を決定することができる。図3の操作パネル左方が TDC である。

この混色計算機は、染料、染色、プラスチック、塗料など各色材工業界で実用され始め、使用結果も多数報告されている。

3. 3 電子計算機による混色計算

混色計算の方法はかなり古くから考えられていたが、当時はデジタル電子計算機の普及が十分でなかったために、実用化されるに至らなかった。その後、American Cyanamid Co., Du Pont, Imperial Chemical Industries (I. C. I.) などでもかなり研究が行なわれ、近年ようやく実用化されるに至った。ここでは、はじめて実用化に成功した I. C. I. の Instrumental Match Prediction (IMP) system⁷⁾ の概要について説明する。

分光光度計や光電色彩計を用いて測色する場合に、試料に対する入射光は大抵コリメートされた光であるので厳密には式 (5) の関係は成立しない（この関係は原理的には拡散入射光に対して成立する）。Atherton はこれを修正して、織物の場合には、散乱は未染白布のみにより、吸収は染色された染料によるものと考え、染色布の反射率は式 (12) によって与えられると仮定した。多くの染料を用いたとき、吸収係数が加法則に従うものとする、

$$\frac{1}{R_i} = \left(\frac{1}{R_i}\right)_s + \alpha_{i1} C_1 + \alpha_{i2} C_2 + \dots \quad (16)$$

となる。したがって、

$$R_i = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_i}\right)_s + \alpha_{i1} C_1 + \alpha_{i2} C_2 + \dots}$$

となる。この R_λ を式 (1) の ρ_λ の代りに用いると、三刺激値 X, Y, Z は

$$\begin{aligned} X &= \frac{P_\lambda \bar{x}_\lambda d\lambda}{\left(\frac{1}{R_\lambda}\right)_s + \alpha_{\lambda 1} C_1 + \alpha_{\lambda 2} C_2 + \dots} \\ Y &= \frac{P_\lambda \bar{y}_\lambda d\lambda}{\left(\frac{1}{R_\lambda}\right)_s + \alpha_{\lambda 1} C_1 + \alpha_{\lambda 2} C_2 + \dots} \\ Z &= \frac{P_\lambda \bar{z}_\lambda d\lambda}{\left(\frac{1}{R_\lambda}\right)_s + \alpha_{\lambda 1} C_1 + \alpha_{\lambda 2} C_2 + \dots} \end{aligned} \quad (17)$$

となる。色合わせしたい標準試料の X, Y, Z が測定されると、既知の未染白布をいくつかの α の既知の染料で染色して色合わせしたい場合、これを式 (17) に代入すると C_1, C_2, \dots に対する連立方程式が得られる。これをとけばよいのであるが、計算が非常にめんどうであるので、電子計算機で C_1, C_2, \dots を求める。また同時に $\partial C_1 / \partial X, \partial C_1 / \partial Y, \partial C_1 / \partial Z, \partial C_2 / \partial X, \partial C_2 / \partial Y, \partial C_2 / \partial Z, \dots$ も計算しておく。この微係数は一つの X, Y, Z の値の近傍においては一定であるとみなすことができる。式 (17) から求められた C_1, C_2, \dots の濃度で実際に試染して 1st trial sample を作る。この sample の X, Y, Z を測定して標

準試料と一致すればよいが、一致しない場合、それぞれの差を $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ とすると、1st trial sample の濃度を補正する濃度は次式で計算される。

$$\begin{aligned} \Delta C_1 &= \left(\frac{\partial C_1}{\partial X}\right) \Delta X + \left(\frac{\partial C_1}{\partial Y}\right) \Delta Y + \left(\frac{\partial C_1}{\partial Z}\right) \Delta Z \\ \Delta C_2 &= \left(\frac{\partial C_2}{\partial X}\right) \Delta X + \left(\frac{\partial C_2}{\partial Y}\right) \Delta Y + \left(\frac{\partial C_2}{\partial Z}\right) \Delta Z \end{aligned} \quad (18)$$

1st trial sample の濃度補正をして、2nd trial sample を作る。もしこの sample が標準試料と一致すればそこまで。もし一致しなければ式 (18) の計算を繰返す。以上の計算順序をブロック図で示すと図 4 のようになる。

I. C. I. では各国にある出先機関に Colormaster という光電色彩計を設置し、これによって提出された試料の色が測定される。この測色結果は使用染料の属名や染色方法などと共にテレタイプで I. C. I. 本社に送付される。本社では国内および海外からの依頼をすぐテープにパンチして、電子計算機によって処方を出算する。現在 Elliott 803 という中型電子計算機が使用され、約 30 秒位で計算できるということである。電子計算機には、各種の繊維に対する白布の分光反射率 $(1/R_\lambda)_s$ 、各種の繊維に対する各染料の単位濃度で染色した試料から得られる α_λ が、G. E. 自記分光光度計で測定されて、メモリーされている。計算結果により 1st trial sample を作り、完全に等色していなければ再計算を行なう。このようにして得られた最終結果は直ちに海外の出先機関へテレタイプで連絡される。このようにして、試料提出後 24~48 時間以内に依頼者に報告されることである。しかもその費用は全く無料である。ただし、I. C. I. の染料を使わなければならないという制約がある。

American Cyanamid Co. でも同様な方法で色合わせのサービスをはじめた (Computer Color Matching (CCM) とよんでいる)⁹⁾。この方法では、Color Eye というフィルター式の分光光度計および IBM 1620 という電子計算機が使用されている。計算のシステムは I. C. I. の方法とほぼ同様である。日本では住友化学においてこの方面の研究が開始され、その試用結果が報告されている¹⁰⁾。

将来 色材混色に関する諸条件に対するデータを集積し、この方面における計算センターにおいて、サービス業務が進められるようになるのではないかと期待されている。

4. 色の生産管理装置

優秀な自記分光光度計や光電色彩計が生産工場におい

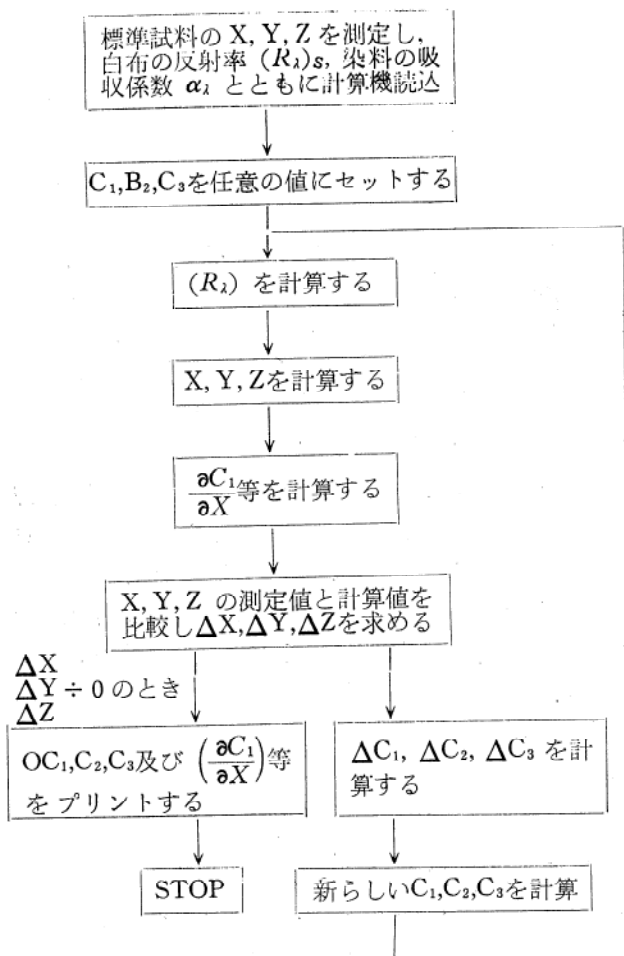


図4. 混色計算プログラムのブロック図

て使用されているが、いままでのところ生産の流れの中においては off-line としての検査装置として、或はまた予備試験的な装置として利用されているにすぎない。しかし、近年の高度の電子技術を駆使することによって、on-line としての生産管理用の装置が作られ、実用されるようになった。そのようなものの中から2つの装置を紹介する。

4. 1. 連続測色装置

図5はアメリカの Instrument Development Laboratories から売り出された Colorede¹⁾ という装置の外観の写真である。流れ作業の途中の染色物と、その標準試料または比較試料とを光電的に連続比較監視する装置である。図のように、照明装置、測色装置、調節装置の3部より成り、測色装置は図の中央部に吊さ

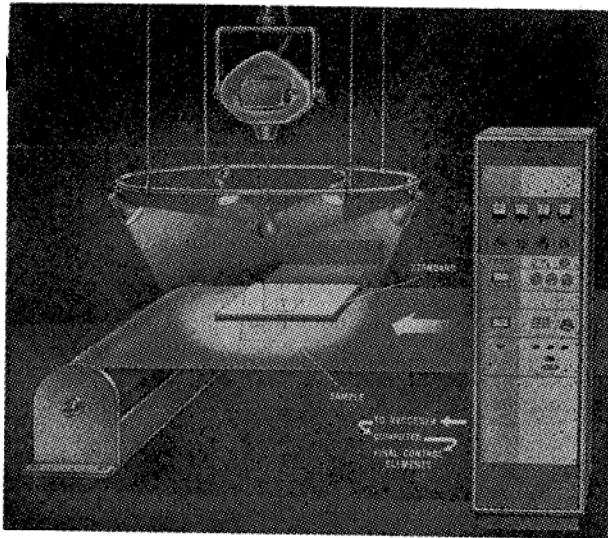


図5 Colorede の外観

その光学系は図6のとおりである。3枚の三刺激値フィルタの後にそれぞれ光電子増倍管があり、試料と標準とからくる光が交互に光電子増倍管に入射し、フリッカーフォトメーターを形成し、両者の色の差を量的に監視し、連続的にその変化を記録したり、また染色条件などを自動的に調節したりする。

図7は連続染色工程中にこの装置を入れた場合の図である。(A)は人造繊維の連続染色に用いる場合、(B)は織物の連続染色に用いる場合の例である。それぞれ、染色、乾燥後測色を行ない、得られたデータは染浴槽中の染料濃度を調節するのに用いることができる。(C)は計算回路を通して、自動的に染料濃度を調節するようにした例である。このようなことが可能になれば、染料の選択をまちがえなければ、ある程度近似した染料濃度から出発して、標準試料とカラーマッチングしながら連続染色することができることになる。このようになると、

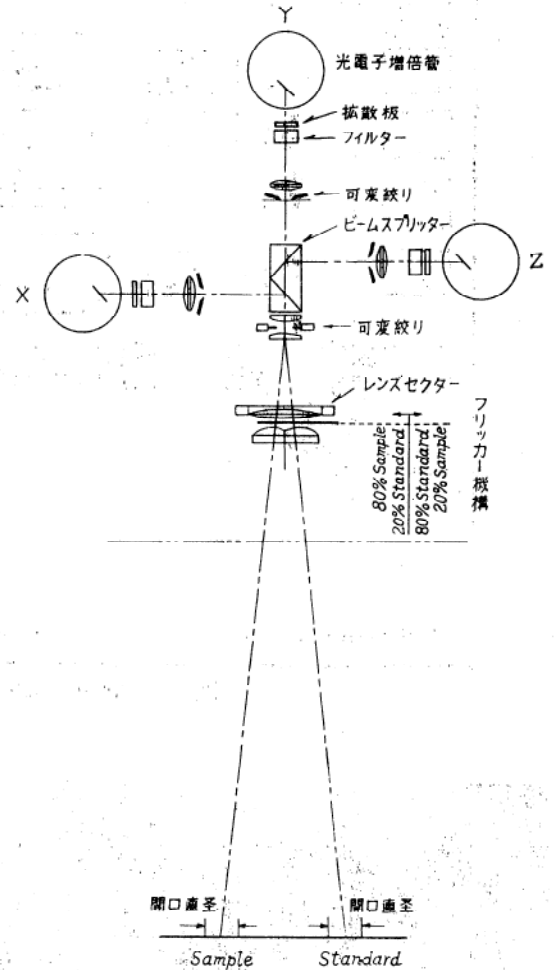


図6 Colorede の光学系

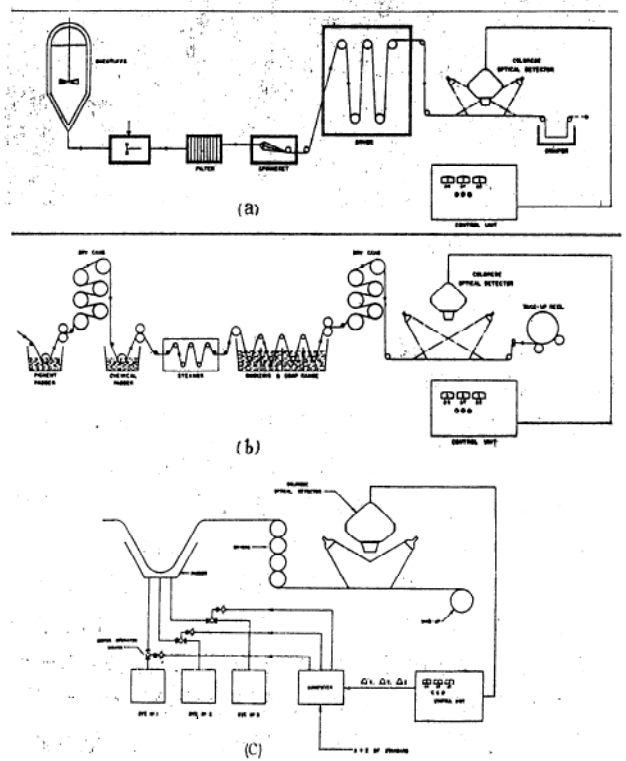


図7 Coloredeの連続染色工程導入のブロック

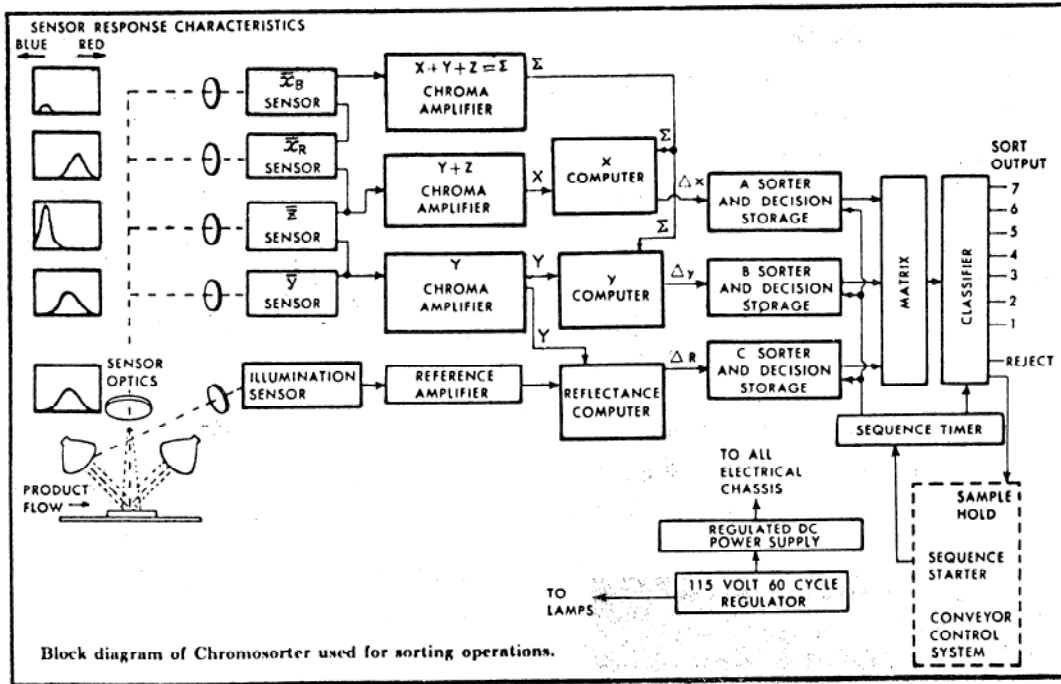


図9 Chromosorter の分類装置のブロック図

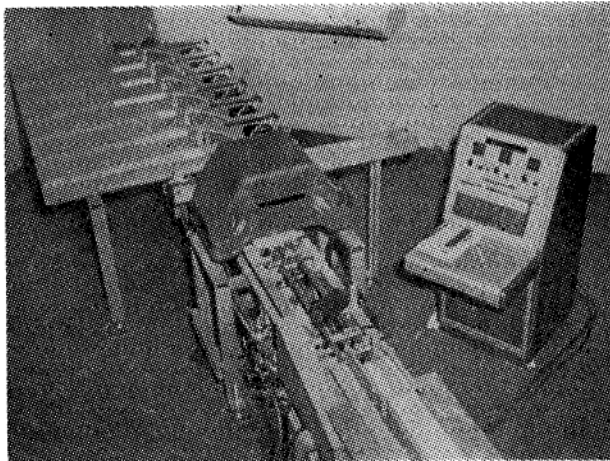


図8 Chromosorter の外観

測色装置も明らかに生産機械の一部とみなされる。近き将来にはこの種の装置の開発が期待される。

4.2. 色選別機

図8は Wald¹³⁾によって発表された Chromosorter という装置の全体を示す図である。図の中央部にあるのが測色装置で、右方が分類装置である。図ではタイルの色の選別が行なわれており、1枚ずつの試料が測色装置の下に入り、測色された結果が分類装置の中の計算器によって、どのグループに属するかを弁別し、さらに指令を出して、左方の分類箱のいずれかのゲートを開いて、一つ分類箱の中に試料を収める。図9は分類装置のブロック図である。測色装置は4枚のフィルターと光電池よりなる4素子式の光電色彩計(図1からわかるように、 \bar{x}_B

は2つの山からなっている)で、これを短波長 \bar{x}_B と長波長 \bar{x}_R との2つに分離した)で、分類装置中で計算し、標準試料との色度差 Δx 、および Δy 、ならびに明度差 ΔR を求め、マトリックス向路をへて、最初に設定した色の範囲のいずれに入るかを決定し、分類する。大体、タイルは何枚も隣接してはられるものであるから、ごくわずかな色の差でも人の眼に感ぜられ、タイルの色の分類は非常に重要視されている。現在、どこでも、数人の観測者によって数枚の標準試料のどれに最も近いかという視感判定によって分類しているが、この装置では同一ロットのタイルを7種類に分類することができるといわれている。このような装置は製品の最終的な色の分類に役立つが、また他の付属装置の組み合わせによって、色の連続的な管理に役立たせることも可能であるということである。ここに例示されたタイルのみならず、他の色材関連工業における色の選別などに利用することができる。

5. 結 び

以上、わずか数年間に開発された新しい測色装置を中心にのべたのであるが、このことから、測色装置の最近の情勢をうかがい知ることができるであろう。これからはすべて実用的な点に重点がおかれ、測色技術の進歩および工業的応用を目的とすると思われる。また、共通して、最近の電子工学の進歩をうまくとり入れていることもうかがわれる。ここに紹介したものは、すべて欧米各国で開発されたものであるが、特に日本の電子工業の進

(以下P39に続く)