

ドラムスキャナの走査条件がカラー画像処理の 測色精度へ与える影響分析

THE EFFECTS OF SCANNING CONDITIONS OF
DRUM SCANNER ON COLOR IMAGE PROCESSING ACCURACY

渡 辺 一 成*

By Kazunari WATANABE

Color Image Processing (CIP) is automatic computerized process which is based on characteristics of human visual perception, and can simplify colorimetry for the landscape assessment. The purposes of this study are firstly to propose the CIP using a drum scanner, secondly to specify the effects of scanning conditions on colorimetric accuracy and finally to clarify the adaptability of the proposed CIP. The effects of scanning conditions were evaluated quantitatively by means of the experimental design. The conclusions are: 1) the density zero adjustment with "N9.5" color chip is indispensable for accurate measurement, and 2) the proposed CIP has as high resolution as JIS Standard Color Atlas dose.

1. はじめに

近年、美しい街の景観をつくる重要な要素として色彩が目目され、景観に大きな影響を与える大規模建築物等に対する色彩指導基準の策定が試みられている¹⁾。この基準策定に際し、既存の景観の色彩を標準色票等により測色する調査（以下、測色調査という）はその初段階に実施され、この調査結果に基づき基準策定が行われることから重要な工程の1つと考えられる。

測色調査は、主に現場で測色対象と標準色票を見比べて色を決定する視感比色により行なわれてきた²⁾。しかし、①観測者の比色経験により測色結果に差が生じる、②測色に関して特別な訓練を受けた人であっても変動する観測条件により測色結果が異なる、という³⁾不都合な点があり、また③測色対象と

標準色票を順次見比べ記録していくため、測色対象が多いと測色に多大な労力を要する²⁾という問題点を有する。

これに対し、小型・軽量の携帯用測色器の利用により、観測者や観測条件の影響を受けない安定した測色が可能となった⁴⁾が、測色器は測色範囲が1度視野と小さいため、現場での測色労力の軽減は望めない。そこで、測色対象を写真撮影し、スライドまたはプリントとして得られる写真画像を格子状に区分し、各格子の最大面積を占める1色を測色する方法により測色労力の軽減策が講じられている²⁾。

しかし、この写真撮影による測色調査は、測色する格子が大まかなため、景観の基調となる色を測色する目的には有効な手段であるが、小さい測色対象を測色するためには格子を細かくする必要があり、これにより測色作業量が増大する。筆者らは、この解決策として、写真撮影した測色対象を入力画像とし、カラー画像処理を用いた簡易測色法の提案を行

* 正会員 学修 筑波大学技官 環境科学研究科

(〒305 茨城県つくば市天王台1-1-1)

ってきている⁵⁾。この方法により、小さい測色対象の測色も労力を要することなく、かつ安定した測色ができ、さらに測色結果がデジタルデータとして記録されるため、測色調査後に行われるデータ解析も容易であることが示唆された。

一方、測色調査における測色方法について再考してみると、これまでの測色調査は測色対象の「物体の表面色」の測色が行われていると言えよう。しかし、景観の色彩は、変動する環境要因の影響により「見かけの色」が変化する⁶⁾ことから、景観の色彩においては物体固有の色である「物体の表面色」とともに「見かけの色（以下、外観色という）」が重要な意味を持つと考えられる。

本研究の最終目的は、これまで測色対象とされていなかった外観色の測色方法を確立し、変動する環境要因に即応する簡易な測色調査を可能とすることであり、本論文は、カラー画像処理を用いた簡易測色法による外観色の測色方法の提案を行ない、提案した測色方法の測色精度ならびに制約条件の検討の第1段階として、カラー画像処理による測色処理において大きな影響を及ぼす誤差要因とその制約条件を明らかにするものである（図-1）。

2. 外観色の測色方法と検討課題の整理

(1) 外観色の測色方法

一般に、物体色（物体の表面色および透過色）の測色は、分光分布が規定されている標準光源下において測色され⁷⁾、例えば、視感比色に用いられる標準色票は、分光分布が比較的昼光に近い標準光源下において各色票の色が定められている⁸⁾。そこで、本研究における外観色の測色は、物体色の測色に準じ、カラーリバーサルフィルムに記録された外観色を標準光源下で測色する方法により行なうこととし、以下の測色手順を構築した（図-2）。

すなわち、①測色対象をカラーリバーサルフィルムを用いて写真撮影し、現像処理の後、カラースライドを得て、②これを焼付け処理し、カラープリントを作成する。さらに、③カラープリントをドラムスキャナで光学的に読み取り、④赤・緑・青に3色分解された光学濃度値を色彩情報処理により色彩情報に変換するという手順である。なお、本研究で使

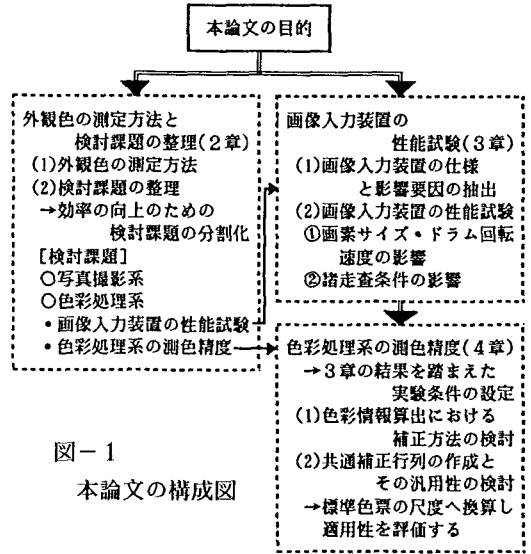


図-1
本論文の構成図

し、これをドラムに貼付け、スキャンニング（走査）し、赤・緑・青の色分解により各色成分の光学濃度値を計測するカラー画像入力装置である。

ところで、色彩情報を算出する色彩情報処理において重要な点は、出力する色彩情報に対し人間の視覚特性を考慮した処理を施すことである。視感比色に使用されている標準色票はマンセル表色系に基づく三属性値（色相・明度・彩度）により表色されており、この表色系の尺度は、同じ程度の差を人間に感じさせるという観点（等歩度）から構成されている。本研究は、コンピュータを利用した測色における計算の簡易さより、国際照明学会（CIE）が推奨した知覚的にはほぼ等歩度な空間である $L^*a^*b^*$ 表色系（CIELAB）に基づく色彩情報処理を構築した。処理の計算式に関しては、参考文献9)および10)を参照されたい。色彩情報処理により最終的に得られる色彩情報は、このCIELABにおいて定義されている三属性値（メトリック色相角・メトリック明度・メトリッククロマ）である。

(2) 測色方法の検討課題の整理

前項の測色手順に基づき測色時影響要因の抽出・検討を行うわけだが、ここで図-2に示した測色手順における諸条件下に多くの影響要因が存在するため、これらを一括して検討するのは非現実的であると判断した。そこで、考えられる影響要因をもれなく含み、かつ交互作用が発生しない範囲の分割によ

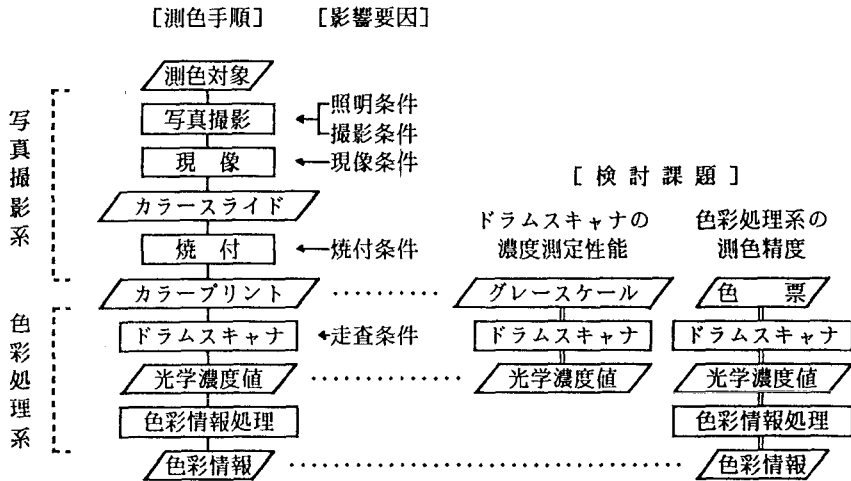


図-2 外観色の測色方法と本論文の検討課題

り実験の効率向上を図ることとし、測色手順を写真撮影系と色彩処理系に分けて影響要因を絞り込み、最終的に色彩処理系の測色精度と写真処理系の測色精度との関連性を定量的に解析し、外観色の測色方法における測色精度および制約条件を明らかにすることとした。

本論文は、このうち色彩処理系に関して検討を行なうもので、まず①ドラムスキャナの濃度測定時誤差要因の検討を行い、これによりドラムスキャナの走査条件における誤差要因を明らかにし、この結果を踏まえて②色彩処理系の測色精度および制約条件を明らかにするものである(図-2)。以下、次項において色彩処理系の測色精度の検討法を概説し、3章および4章でその検討結果を論じることとする。

(3) 色彩処理系の測色精度の検討法

a. ドラムスキャナの濃度測定時誤差要因の検討

ドラムスキャナの濃度測定性能試験に関しては、情報処理学会イメージプロセッシング研究連絡会から試験案が提案され¹¹⁾、これに基づく検討¹²⁾がなされている。しかしその検討内容は一定走査条件下での濃度測定性能の評価であり、本研究で必要とする走査条件の濃度測定性能への影響については画素サイズの影響が検討されているのみである。

そこで、白から黒までの無彩色が段階的に焼き付けられているグレースケールを入力画像として用い、ドラムスキャナにおいて考えられる諸走査条件に対

し実験計画法に基づく因子と水準のわりつけ・実験・解析を行なうことでドラムスキャナの濃度測定時誤差要因を明らかにし、影響要因を絞り込むこととした。

b. 色彩処理系の測色精度の検討

色彩処理系の測色精度の検討は、マンセル記号により色名が既知である標準色票を入力画像とし、色票の値と測色した値とを比較することにより、測色精度ならびに制約条件を明らかにするものである。

ドラムスキャナを用いた色彩情報処理において、先行研究はドラムスキャナの色分解特性と人間の視知覚特性の違いを補正するために、最小二乗法の適用による現象面的補正法が有効であることを報告している^{13)~16)}。すなわち、各色票に記されている値と色彩処理系により測色された値との2乗差を最小化する補正行列を求め¹⁷⁾、この補正行列を色彩処理に加える方法である。本研究もこの方法を踏襲し、まず各走査条件下における補正行列の算出および補正を加えた色彩情報処理における測色精度と誤差要因の検討を行ない、さらに補正行列の作成に使用した色票とは別の色票により補正行列の汎用性の検討を行い、色彩処理系の測色精度およびその制約条件を検討することとした。

3. ドラムスキャナの濃度測定時誤差要因の検討

(1) ドラムスキャナの仕様¹⁸⁾と影響要因の抽出

本研究で使用したドラムスキャナは、図-3に示す光学系ダイアグラムに基づき計測が行われる。すなわち、ドラムに原稿を貼り付けた後、ドラムを回転させ、これにハロゲンランプ光源で2方向から照明する。試料表面から反射した光は色分解系に導かれ、白黒・青・赤・緑の4成分に分光した後、フォトマルチプライヤ（光電管）で検出される。白黒・赤・緑・青の各成分光は光学濃度として計測される。光学濃度 $\tilde{D}_m$ は反射率の逆数を対数で表したもので、

$$\tilde{D}_m = k \log_{10} (1/\rho_m) \dots\dots\dots(1)$$

$$\rho_m = \frac{\int E(\lambda)R(\lambda)F_m(\lambda)S(\lambda)d\lambda}{\int E(\lambda)F_m(\lambda)S(\lambda)d\lambda} \quad (2)$$

$\tilde{D}_m$: m成分の光学濃度、k : 量子化係数

ρ_m : 原稿のm成分の反射率

$E(\lambda)$: ハロゲンランプの放射エネルギー分布

$R(\lambda)$: 原稿の分光反射率

$F_m(\lambda)$: m色分解系の分光透過率

$S(\lambda)$: フォトマルチプライヤの分光感度分布

なお、(1)・(2)式における添字 m は色成分（白黒・赤・緑・青の4成分）を意味し、(2)式の積分範囲は可視領域の全波長である。

として定義される。ドラムスキャナで計測した光学濃度は、(2)式に示したように反射濃度0基準板を $R(\lambda)=1$ とする相対値であり、(1)式の量子化係数によって、濃度振幅 $0 \leq D \leq 2$ (2D) または $0 \leq D \leq 4$ (4D) の範囲で4色成分につき各々8ビット(256レベル)の値が得られる。

また、その操作手順は、①入力原稿をドラムに貼付ける、②反射濃度0基準板を貼付ける、③濃度振幅割振りを2Dまたは4Dにセットする、④サンプリングピッチ（走査幅）を選択する、⑤アパーチャサイズ（走査光点径）をセットする、⑥ドラム回転速度を選択する、という走査条件を設定した後、計測を開始する。

この操作手順に基づき抽出したドラムスキャナの走査に関する因子と水準を表-1に示した。画素サイズは、サンプリングピッチ（走査幅）とアパーチャサイズ（走査光点径）により決定され、通常両者を一致させ走査することから、本研究においてもサンプリングピッチの5段階にアパーチャサイズを設定することで画素サイズを決定した。また信

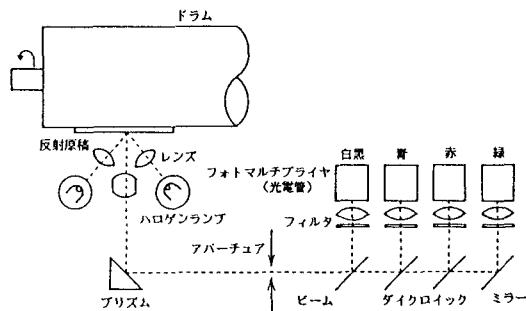


図-3 ドラムスキャナの光学系ダイアグラム

表-1 ドラムスキャナの走査に関する因子と水準

因子区分	因子	水準
制御因子	画素サイズ	50, 100, 200, 500, 1000 μm : 5水準
	ドラム回転速度	4, 6, 8, 10 r/s : 4水準
	濃度振幅割振り	0.0~2.0(2D), 0.0~4.0(4D) : 2水準
	反射濃度0基準板	N9.5, N9.0, 0.0基準板なし : 3水準
	信号因子 反射原稿・濃度	濃度 0.1~1.9 (0.1間隔) : 19水準
表示因子	色成分	赤, 緑, 青 : 3水準
誤差因子	測定範囲	
	電源投入後経過時間 ドラム回転経過時間	

号因子である反射原稿は、無彩色が等歩度で段階的に 0.1~1.9 の濃度レベル19ステップ (0.1刻み) から成るグレースケールを使用した。

一方、ドラムスキャナの制御機のデータ取り込み速度とドラムスキャナのデータ転送速度との関係で、画素サイズとドラム回転速度の組合せのうち利用不能であるものが判明した。そこで実験回数軽減のため、まず画素サイズ・ドラム回転速度以外の条件を固定してこの組合せにおける最悪条件の選定を行ない(実験1)、この結果を踏まえて諸走査条件の影響を検討する(実験2)こととした。

(2)画素サイズ・ドラム回転速度の影響(実験1)

画素サイズ・ドラム回転速度の利用可能である組合せは16通りあり、これらの濃度測定への影響を赤・緑・青3色成分ごとに検討した。濃度測定は、グレースケール各ステップを100個づつ行い、また特性値は、光学濃度値 ($0 \leq D \leq 4$ の値) を使用した。データ解析はその値を元データとして、グレースケール全濃度帯域を対象としたダイナミックな特性としてSN比と測定誤差を求めた。SN比は誤差分散の逆数をデシベル値で表したものであり、これは測定平均値からの濃度のばらつきに対応し、示す値が大きいほどばらつきが小さいことを表わす。測定誤差は測定平均値の原稿濃度からの誤差であり、

濃度測定性能を考えるとゼロが望ましい。各色成分ごとに求めたSN比・測定誤差を、図-4・5に示す。

その結果、先の試験案に基づく検討結果¹²⁾と同様、画素サイズが小さくなるとSN比が小さくなる傾向が認められ、この原因は画素サイズの拡大が平均操作の1つになっているから¹⁹⁾と考えられる。またこの現象はドラム回転速度に依存する事なく認められることが明らかとなった。一方、測定誤差に関しては実験条件の変化による大きな変動は認められず、またその示す値はグレースケールの1ステップ(濃度値 0.1刻み)より小さく、精度的に満足できると判断された。

以上の結果より、濃度測定に影響を及ぼす水準として、SN比において最悪条件を示す6水準と最良条件1水準を選択し、そもその目的である諸走査条件を考慮した濃度測定時誤差要因の検討を行なうこととした。

(3) 諸走査条件の影響(実験2)

実験1の結果を踏まえ、走査条件における因子と水準を、表-2に示す L_8 による2回の直和法($L_8 \oplus L_8$)²⁸⁾に基づくわりつけを行ない、先の実験

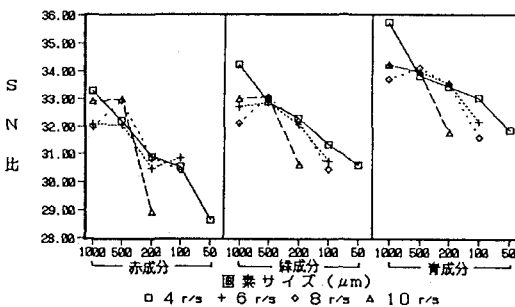


図-4 実験1のSN比

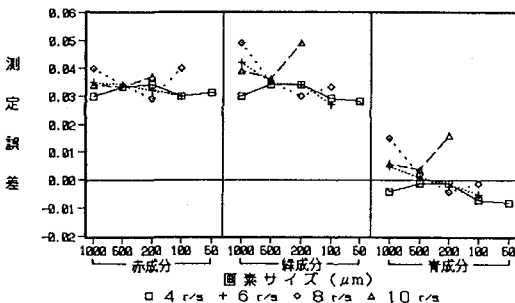


図-5 実験1の測定誤差

1と同様な手順で濃度測定・特性値を算出した。さらに算出結果に基づき分散分析を行い、各要因ごとの寄与率を求め(表-3)、寄与率の大きい要因に関して主効果を求めた(図-6・7)。その結果、

- ① 反射濃度0基準板の影響は測定誤差において大きく寄与し、その割合は50~60%を占める。これは(2)式よりドラムスキャナの測定濃度は反射濃度0基準板との相対値より求められることからその影響が大きいと考えられる。
- ② 画素サイズ・ドラム回転速度の影響はSN比において大きく寄与し、その割合は65~90%を占める。これは実験1において認められた画素サイズの拡大による平均操作に起因すると考えられる。
- ③ 濃度振幅割振りは、先の2要因に比べて寄与率が小さく、その影響は小さいことが示された。また、一般に反射原稿の濃度範囲は、濃度値2.0以下であることから、その影響は無視できると判断される。

さらにダイナミックな特性とともに、グレースケール各濃度における誤差特性を検討したところ、

- ④ 反射濃度0基準板を使用しない時に低濃度域で

表-2 実験2の因子と水準のわりつけ

実番 号	A 1,2,3列 (4水準)	B 4列 (2水準)	C 5列 (2水準)	標示因子
	画素サイズ ドラム 回転速度	濃度振幅 割振り	反射濃度 0基準板	原稿の貼付け位置 貼付け位置濃淡方向 (原稿左下)(淡→濃)
第1 回目	1 200 μm; 10 r/s 2 200 μm; 10 r/s 3 1000 μm; 8 r/s 4 1000 μm; 8 r/s 5 50 μm; 4 r/s 6 50 μm; 4 r/s 7 1000 μm; 4 r/s 8 1000 μm; 4 r/s	2 D 4 D 2 D 4 D 2 D 4 D 2 D 4 D	N9.5色票 なし N9.5色票 なし N9.5色票 なし なし N9.5色票	(0.10) 左→右 (30.35) 左→右 (0.35) 右→左 (30.60) 右→左 (0.85) 左→右 (30.10) 左→右 (30.85) 右→左 (0.60) 右→左
第2 回目	9 100 μm; 6 r/s 10 100 μm; 6 r/s 11 1000 μm; 6 r/s 12 1000 μm; 6 r/s 13 100 μm; 8 r/s 14 100 μm; 8 r/s 15 1000 μm; 4 r/s 16 1000 μm; 4 r/s	6 r/s 4 D 2 D 4 D 2 D 4 D 2 D 4 D	なし N9.0色票 なし N9.0色票 N9.0色票 なし N9.0色票 なし	(0.20) 左→右 (30.50) 右→左 (60.20) 上→下 (30.50) 下→上 (0.50) 右→左 (30.20) 左→右 (30.20) 下→上 (0.20) 下→上

注) 原稿の貼付け位置 (XX, YY) は、XX: 軸方法位置、YY: 回転方向位置 (単位: cm) を示す。

表-3 実験2の要因別寄与率

要 因	S N 比 (%)			測定誤差 (%)		
	赤成分	緑成分	青成分	赤成分	緑成分	青成分
R: 交 絡	—	0.89	1.17	37.37	39.33	38.94
A: サイズ・速度(1回目)	49.40	54.56	37.70	—	—	—
A: サイズ・速度(2回目)	41.69	28.23	28.67	0.65	—	—
B: 濃度振幅割振り	—	0.90	3.12	—	—	—
C: 0基準板(1回目)	—	1.93	0.89	58.42	56.33	51.60
C: 0基準板(2回目)	—	—	—	—	0.79	—
e: 誤差(プール)	8.91	13.43	28.45	2.77	4.34	9.46

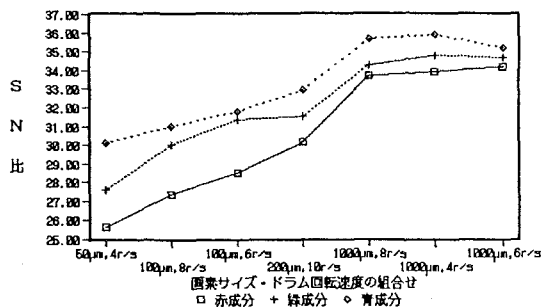


図-6 要因 A における主効果 (S/N比)

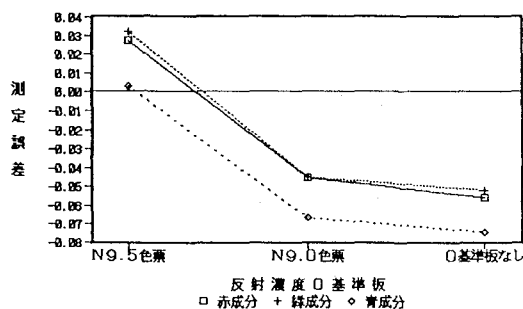


図-7 要因 C における主効果 (測定誤差)

の測定誤差が大きく、この傾向は赤・緑・青の3色成分において認められた (図-8に赤成分のみ例示)。これは、①で記した影響が低濃度域における飽和状態として発生すると考えられる。という結果が得られた。

以上の実験により、ドラムスキャナの濃度測定時誤差要因として、測定誤差に大きく影響する反射濃度0基準板と、S/N比を悪くする主要因である画素サイズ・ドラム回転速度が判明した。次章では、この2つの影響要因の測色精度への影響およびその制約条件の検討を行なう。

4. 色彩処理系の測色精度の検討

(1) 補正行列の作成と測色精度の検討(実験3)

実験3における実験条件は、表-4の実験条件の項目に示す9通りとした。まず、系統的に色票が選択されているJIS色名帳・系統色²¹⁾の270色票を対象として、各実験条件下において補正行列を算出した。次に、これらの補正行列を用いて、各色票100個の光学濃度値につきCIELABの三属

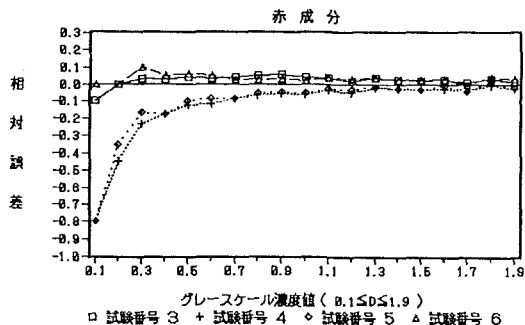


図-8 グレースケール各濃度における誤差特性

性値を算出し、各色票に記されているマンセル記号より換算したCIELABの三属性値との測定誤差および標準偏差を求めた。測色精度の評価は、現行の視感比色の測色精度を基準として考えるため、測定誤差および標準偏差を等歩度に構成されている標準色票の尺度に換算し、それらが標準色票で考えた場合に何枚程度に相当するかにより判断した。

表-4はその結果を示したもので、最悪値は270色票中最悪の値を示したものの、平均値は270色票の平均を示す。その結果、測定誤差に関しては、

- ① 試験番号1～6において、色相の最悪値が6～11枚の誤差を示しており、このことは例えば「赤」が「緑」になるという、全く別系統の色相と判断されてしまうことを意味している。この現象を解析してみると、図-9に示すように、高明度色票でその傾向が認められ、この原因は、実験2で考察した低濃度域における飽和状態が影響していると考えられる。
- ② 一方、明度・彩度における最悪値は、それぞれ

表-4 実験3の実験条件と測色精度

試験 番号	実験条件			上段：測定誤差，下段：標準偏差 (単位：枚)							
	画素 サイズ	ドラム 回転速度	反射濃度0基準板	色相 (JIS色名帳) 最悪値	明度 (JIS色名帳) 最悪値	彩度 (JIS色名帳) 最悪値	系統色 (JIS色名帳) 最悪値	平均値	彩度 (JIS色名帳) 平均値	系統色 (JIS色名帳) 平均値	
1	50μm	4 r/s	なし	11.30	0.84	0.98	1.98	1.92	0.91	4.20	
2	200μm	10 r/s	なし	4.20	0.29	0.12	0.04	0.62	0.31	1.48	
3	1000μm	6 r/s	なし	9.10	0.62	1.02	0.21	1.92	0.31	1.48	
4	50μm	4 r/s	N9.0	9.06	0.62	0.90	0.17	1.96	0.29	1.10	
5	200μm	10 r/s	N9.0	7.10	0.57	0.96	0.03	1.12	0.06	4.79	
6	1000μm	6 r/s	N9.0	4.84	0.54	0.91	0.17	1.93	0.29	1.71	
7	50μm	4 r/s	N9.5	1.71	0.25	0.07	0.04	0.21	0.09	0.93	
8	200μm	10 r/s	N9.5	6.83	0.58	0.92	0.18	1.93	0.29	0.93	
9	1000μm	6 r/s	N9.5	2.60	0.47	0.87	0.14	1.93	0.22	1.30	
10	50μm	4 r/s	N9.5	3.02	0.25	0.07	0.04	0.18	0.09	1.00	
11	200μm	10 r/s	N9.5	1.00	0.24	0.06	0.04	0.15	0.04	0.89	
12	1000μm	6 r/s	N9.5	2.80	0.17	0.88	0.14	1.92	0.22	0.89	
13	50μm	4 r/s	N9.5	0.89	0.17	0.06	0.03	0.12	0.07	0.89	

注) ① 色相は有彩色 (彩度≧8) を対象とする。
② 標準色票への換算は、色相：9、明度：10、彩度：10を色票1枚分の間隔として計算した。

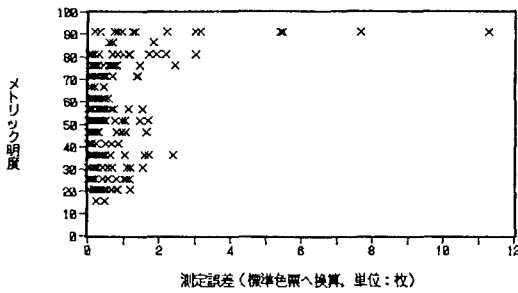


図-9 高明亮度色票における色相差（試験番号1）

1枚ないし2枚程度の誤差であり、反射濃度0基準板の影響は色相においてのみ強く影響することが明らかとなった。

- ③ また、画素サイズ・ドラム回転速度の影響は、最悪値においても最大2枚程度の誤差であることから、反射濃度0基準板と比べ、その影響は小さいと判断された。

また、変動に関しては、

- ④ 反射濃度0基準板の影響が大きく、特に0基準板未使用時とN9.0色票使用時に大きい。さらにこの時には、画素サイズ・ドラム回転速度の影響が認められ、画素サイズ50 μ m時において変動が大きく、この現象は実験2で考察した画素サイズの拡大が平均操作となっていることに起因すると考えられる。

- ⑤ しかし、変動の大きさは測定誤差に比して小さいことから影響は小さいと判断された。

以上のことから、測定誤差において反射濃度0基準板の影響は色相を主に大きく影響し、画素サイズ・ドラム回転速度の影響はそれに比して小さいこと、また、変動の影響は測定誤差に比して小さいことが明らかとなった。

(2) 共通補正行列の作成と汎用性の検討(実験4)

ここで、反射濃度0基準板にN9.5色票を使用した場合(実験3・試験番号7～9)の補正行列の各項が似通った値を示したため、この3条件下における共通の補正行列(以下、これを共通補正行列という)を導きだし、前項と同様な処理によりこの行列の評価を試みた。その結果は図-10に示すとおりであり、実験3とほぼ同様な結果が得られ、共通補正行列による処理は3条件下において有効な補正

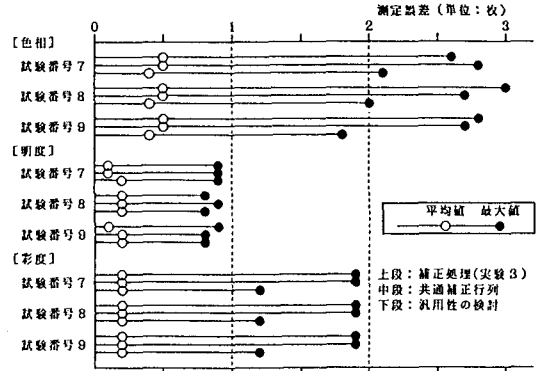


図-10 試験番号7・8・9における測色精度

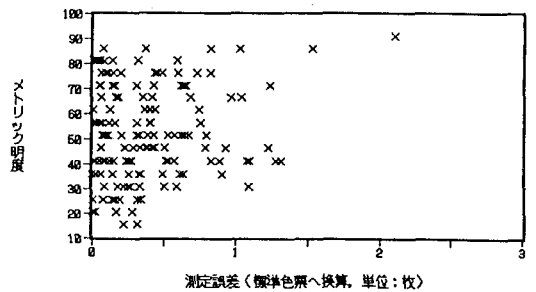


図-11 汎用性の検討(試験番号7, 色相)

法であること、さらに、これまでの実験・考察よりこの共通補正行列はドラムスキャナを反射濃度0基準板N9.5色票条件下で使用したときの共通補正行列であると考えられる。

次に、先に使用した270色票とダブりのない、JIS色名帳・慣用色²¹⁾(157色票)を用いてこの共通補正行列の汎用性を検討することとした。色票の計測および評価項目に関しては、実験3と同様である。その結果は図-10に示すように、これまでの結果とほぼ同等な値が得られ、本研究で作成した共通補正行列は汎用的に使用できることが明らかとなった。またその精度は、色相において測定誤差の大きな色票が認められるが、図-11より対象とした色票の90%以上が標準色票の換算値で1枚以内に納まり、明度・彩度に関しては色相より小さい値を示していることから、ドラムスキャナの反射濃度0基準板にN9.5色票を用いた色彩処理系は、標準色票の分解能と同等な測色が可能であると判断された。

5. 結論と今後の課題

以上、カラー画像処理を用いた簡易測色法による外観色の測色方法の提案、および提案した測色方法の測色精度ならびに制約条件の検討の第1段階として、色彩処理系の測色精度および制約条件について検討してきたが、これらの結果をまとめると以下のとおりである。

- (1)ドラムスキャナの濃度測定時誤差要因として測定誤差に影響を及ぼす反射濃度0基準板と、S/N比に影響を及ぼす画素サイズ・ドラム回転速度が挙げられた。また、測定誤差は低濃度域において大きいことが明らかとなった。
- (2)色彩処理系の測色精度に影響を及ぼす要因として反射濃度0基準板が挙げられ、特に高明度色票における色相への影響が著しいことが認められた。また、変動は測定誤差に比べ小さいことから、測色精度への影響は少ないと考えられた。
- (3)色彩処理系における制約条件は、ドラムスキャナの走査条件の1つである反射濃度0基準板にN9.5色票を使用することである。またこの制約条件下での色彩処理系の測色精度は、標準色票と同等な分解能を持つことが明らかとなった。

本論文は外観色の測色方法における色彩処理系の測色精度および制約条件を明らかにしたが、測色対象を写真画像化する写真撮影系の影響要因および色再現性の検討、さらには写真撮影系と色彩処理系との関連性を定量的に解析し、外観色の測色方法における測色精度ならびに制約条件の検討に関しては引き続き検討していく所存であり、今後の課題としたい。

最後に、本論文をまとめるにあたって貴重な示唆

・コメントをいただきました筑波大学 黒川 洸 教授、石田東生 講師、田村 享 講師 ならびに画像処理の有用性を示唆して下さった放送教育開発センター 大橋 力 教授に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 吉田 慎悟：シビックデザイン・色彩，土木学会誌，Vol. 73，No. 10，pp. 61～63，1988年
- 2) 児玉 晃：環境色彩の研究動向 - 日本における研究手法を中心に - ，心理学評論，Vol. 28，No. 1，pp. 168～189，1985年
- 3) 川上 元郎：新版 色の常識，日本規格協会，pp. 91～104，1986年
- 4) 井内・斉藤・古谷・小林：色彩輝度計による景観測色に関する基礎的研究，造園雑誌，Vol. 51，No. 5，pp. 245～250，1988年
- 5) 渡辺・黒川・石田：ドラム型イメージスキャナを用いた写真測色法の開発，環境科学会環境科学シンポジウム講演要旨集，p. 141，1988年
- 6) 近藤 恒夫：景観色彩学，理工図書，pp. 48～49，1986年
- 7) 日本規格協会：JISハンドブック 色彩 - 1988，日本規格協会，pp. 191～209，1988年
- 8) 前 掲 7)，pp. 111～149
- 9) 納谷 嘉信：産業色彩学，朝倉書店，1980年
- 10) 前 掲 7)，pp. 150～159
- 11) 尾上 守夫：イメージプロセッシングの振興と標準化，情報処理，Vol. 21，No. 6，pp. 645～659，1980年6月
- 12) 木下・鳥脇・福村：ドラム型画像入力装置の性能評価実験，情報処理学会コンピュータビジョン研究連絡会，8-5，1980年9月
- 13) 舟久保 登：ドラム・スキャナより入力したカラー画像の色彩情報処理法，電子技術総合研究所彙報，Vol. 45，No. 3・4，pp. 78～96，1981年
- 14) 富永 昌治：ドラムスキャナの色信号特性とその表色系との対応について，情報処理学会論文誌，Vol. 25，No. 4，pp. 655～664，1984年
- 15) 富永 昌治：測色論に基づいたコンピュータ・カラー・ビジョンのための画像法，情報処理学会論文誌，Vol. 26，No. 2，pp. 318～328，1985年
- 16) 舟久保 登：ドラム・スキャナにより入力したカラー画像の色彩情報処理法（補足），電子技術総合研究所彙報，Vol. 47，No. 12，pp. 151～156，1984年
- 17) 森 正武訳：コンピュータ・サイエンス研究書シリーズ 4 1 計算機のための数値計算法，日本コンピュータ協会，pp. 212～264，1978年
- 18) 阿部 俊雄：デジタル画像入出力装置 I - ドラム型イメージスキャナ - ，映像情報(I)，pp. 49～56，1987年7月
- 19) 舟久保 登：オフ・ライン型画像集録・表示装置，電子技術総合研究所彙報，Vol. 41，No. 1，pp. 34～52，1977年
- 20) 田口 玄一：実験計画法 上，丸善，pp. 300～321，1976年
- 21) 前 掲 7)，pp. 71～89