

絹織物上の色再現シミュレーションの改善

尾崎敬二[†]

国際基督教大学・理学科[†]

1. はじめに

デジタルカラー画像の色情報を絹織物上に織物組織として織り上げて、原画像を測色的に色再現する手法を1996年に開発した。白、黒のよこ糸をのぞく6色のよこ糸のみで1000種類近くの絹織物上の色再現を実現できるディスプレイ上での色再現のシミュレーションプログラムを作成した。原画像の画素に織り色組織を割り当てた画像を作成し、原画像との色差を最小にして、最適な織り組織の割り当てを実現するためには、機器依存でない均等色空間(ここでは1976年のCIELAB表色系を採用)での処理が必須であった。実際に織り上がった織物表面の色再現を評価するために、織物表面の色情報をスキャナーやデジタルカメラでデジタル化し、原画像との比較を試みているが、目視評価と測色評価間の適切な相関を得られていない。実際に織り上がった絹織物の表面色は単純な測色値で表現することはできない、多くの不確定要素を持っている。また測色においても、分光測色計の測定方式の違い、ベンダーによる差異が存在し、どの程度色再現に影響するかは見積もられていない。開発初期の表示装置はブラウン管ディスプレイ(CRT)であったが、現在は液晶ディスプレイ(LCD)に代わり、基準となる織り色組織の測色値の校正も検討すべき必要から、色再現シミュレーションの各構成要素を再構築し、色再現の特性、特徴を表せるシステムとして、かなりの改善を得ることができている。

2. 織り色組織の測色値の機種差

GretagMachbeth社(GM)の分光測色計による測定幾何条件は、入射角45度、測定方向0度であり、従来より用いたKonica-Minolta社(MT)は、拡散入射光、測定方向8度で、両者とも視野角2度、D50の条件下である。812種類の織り色組織すべてについての測色を各2~3回行った。図1にCIELab成分の差を水平軸を色相hの分布図として示す。明度L*成分はGMによる値がややMTによる値より大きめにしている。812種類全体の平均色差 E_{ab} の値は4.4であった。色再現の特性を表すために、xy色度図上で比較を試みる。色再現の範囲である色域(color gamut)は、

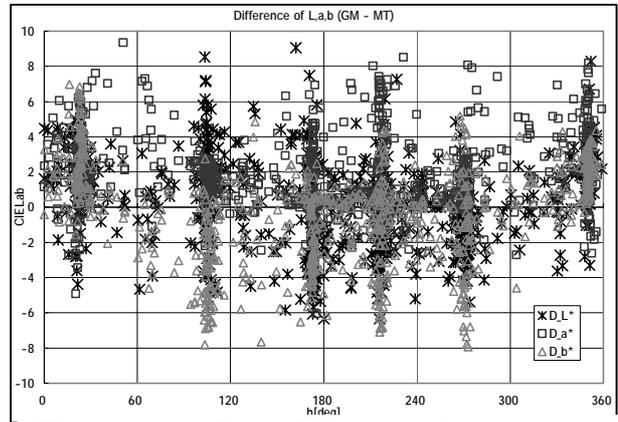


図1 織り色組織の測色値の機種差: GM社 - MT社 (CIELab成分の値)

x,yの0.2~0.5の範囲にあることが、図2に示される。

GMとMTの分布状況から色相角の差異の存在がわかる。よこ糸系の朱赤、黄、緑、青、紺、マゼンタの6種類の色度の周辺の密度が高いことが示されている。一般のディスプレイ装置の色域との比較のために、x,yの範囲を0~0.8まで広くしたxy色度図を図3に示す。外側の曲線は、CIE1931による人間の視覚

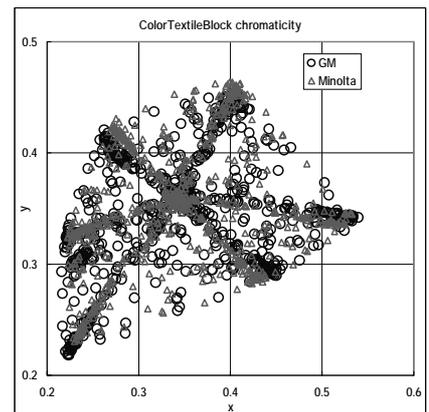


図2 812種類の織り色組織のxy色度図(GM社とMT社による測色値の比較)

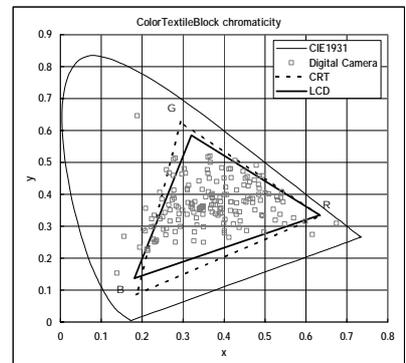


図3 ディスプレイ装置の再現色域とデジタルカメラチャートの色域の比較

Improvement of Simulation Program for Color Reproduction on Silk Textile

[†] International Christian University, Natural Sciences

の色域である。CRT と LCD の相違は色度図の上では小さい。デジタルカメラ用のチャートが持つ色域はディスプレイ装置の色域より広いことも示されている。

3. 織り色再現シミュレーションの再構築

前述のように、織り色組織の測色値を 2 種類の分光測色計で求めて平均色差が 4 程度あることから、織り色組織データベースの再構築を行い、色再現への影響を検討した。見本として実際に織り上げた 5cm 平方のサンプルの経年変化も検討するためにも、同じ MT 社の分光測色計による値と、GM 社によるものとを比較した。今回の新しい測色結果を反映させた織り色組織データベースをシミュレーションプログラムに組み込み、いくつかの改良を加えたプログラムを開発した。特に、画素あたりの平均色差の算出は、CIELAB 空間の E_{ab} に加え、絶対値での平均色差 E'_{ab} を追加した。図 4 に色再現シミュレーションプログラムの実行例を示す。原画像および織り色組織割り当て画像をディスプレイ画面に表示する場合に CIELAB 表色系から機器依存の RGB 表色系に変換する必要がある。これまで近似的に線形変換を行っているが、ディスプレイが CRT



図 4 再構築された織り色再現シミュレーションプログラムの実行画面の例から LCD に代わったため、LCD の校正、プロファ

表 1 RGB から CIEXYZ 表色系への線形変換行列の成分 (CRT と LCD 用)

RGBi to XYZ(CRT)		
0.4185	0.3099	0.2254
0.2182	0.6866	0.0952
0.0245	0.1346	1.2665
RGBi to XYZ(LCD)		
0.4246	0.3381	0.1866
0.2294	0.6249	0.1458
0.0281	0.1336	0.9332

イルの作成を行い、シミュレーションプログラムに組み込まれる変換行列を表 1 のように変更した。

変換行列の成分は、基本 3 原色の色度成分と白色点の値から求めた。あわせて、LCD 校正用の色票データを使用して、ICC 準拠のカラープロファイルを作成時に得られる CIEXYZ 成分と RGB 成分の比較表から最小二乗法により求めた変換行列との比較も行って決定している。

4. 色再現シミュレーション改善の結果

織り色再現でこれまでも最も困難であった肌色を含む画像をテストケースとして、織り色再現のシミュレーションの改善度合いを色差の減少で示したものを表 2 に示す。No. 1 が開発初期の織り色組織データベースによる結果で、812 種

表 2 織り色再現シミュレーションの違いによる CIELAB 色差値の改善

No.	仕様	選択色数	E_{ab}/pixel	E'_{ab}/pixel	目視評価
1	Minolta(1997)	523	5.48	7.34	赤み
2	Minolta(2004)	521	5.42	7.28	赤み減少
3	GretagMacbeth	561	5.05	6.68	肌色らしく
4	変換行列変更	634	4.49	6.09	自然な

類の織り色から織物上に再現された色数、画素あたりの CIELAB の色差の平均値、目視評価を示している。No.4 の結果は、これまでで、最も良い結果となっている。

今回の色再現シミュレーションの改善点は、3 つに挙げられる。第一は、基準となる織り色組織データベースの測色データを異なるベンダーの分光測色計により測定し直し、比較検討したことである。第二は、ディスプレイ装置が CRT から LCD に代わったことによる影響を校正し、機器依存の RGB 表色系から知覚表色系の CIELAB への変換行列を、カラープロファイルと比較しながら確定したことである。第三は色再現の特性を色度図上で比較し、CIELAB 成分の分布状況だけでは把握しにくかった特徴を得ることが出来るようになった点があげられる。均等色空間と近似されている CIELAB 空間における標準的な色差式以外の色差式による評価も検討している。また、デジタルカメラの RAW モードを、実際に織り上がった織物の色再現の評価に適用することを進めているが、¹⁾基本的な特性の校正にかなりの困難な点を含んでいる。今後の課題である。(参考文献)

1) 尾崎敬二, 「デジタルカメラと分光測色計による絹織り色情報取得の比較評価」、カラーフォーラム JAPAN2004.