

小間番号	W511-1		
出展者名称	東京工芸大学 大学院 ハイパーメディア研究センター 色彩画像研究室		
代表者名	犬井 正男		
TEL	046-242-9515	FAX	046-242-3000
ホームページ	<a href="http://www.mega.t-kougei.ac.jp/color">http://www.mega.t-kougei.ac.jp/color</a>	Eメール	inui@mega.t-kougei.ac.jp

当研究室では、カラーハードコピー画像およびディスプレイ画像のための高精度な色再現手法の開発を行っています。また、カラー画像の画質を向上させるためにはどのようにすればよいかなど、カラー画像の評価解析技術などの研究を客観的および主観的両方の立場から行っています。IGAS では、印刷関連の主な4テーマについての研究成果を展示しています。

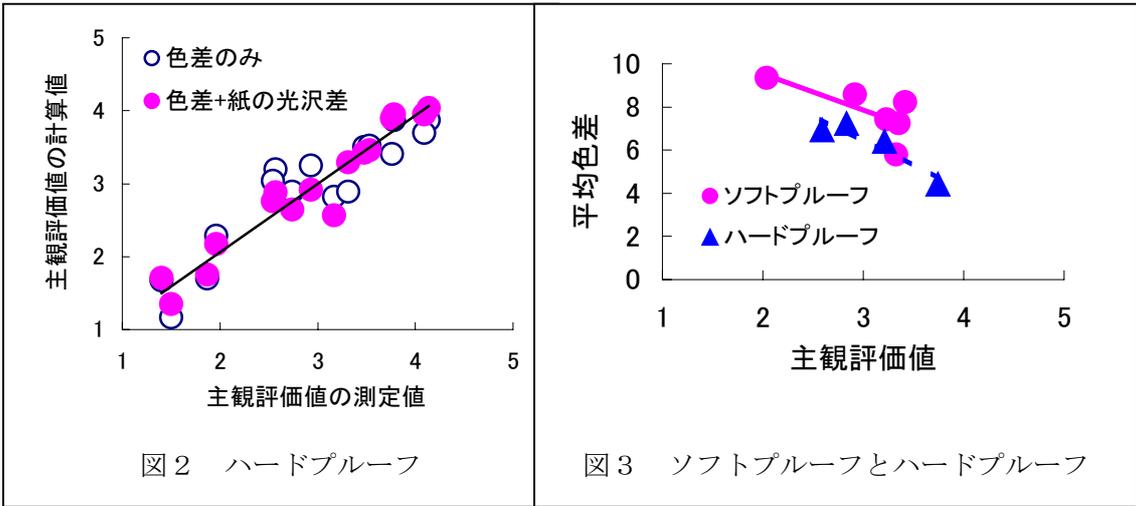
### 1) デジタルカラープールの検討 [1, 2]

カラープールとして要求される特性をデジタルプリントを用いて調べた。図1に示すチャートを用いて、さまざまな装置・プリンターで出力されたデジタルカラープールの印刷物との近似度を主観評価実験により測定し、色差、紙の光沢度、インキの光沢度、白地の色差、インキの分光反射率、解像力、モアレに関する評価値との関係を調べた。主観評価値とこれらの因子に対して重回帰分析を行い重相関係数を求め、F検定を行いながら有為な因子を抽出した。その結果、主観評価値に有意な影響を及ぼす因子として、色差と用紙の光沢度のみが抽出された。このときの主観評価値の測定値と計算値の関係は図2のようになり、相関係数は0.97であった。デジタルプリンターでカラープールを作成するとき、色を同じに再現するだけでなく同じ光沢度の用紙を用いると、プールとしてより良い評価を受けることがわかった。



(a) 水上印刷(株)製ピクトリアルチャート (b) ISO 12642 カラーチャート

図1 研究で使したカラーチャート



AdobeRGB 等に対応した広色域モニタの開発によって印刷物の色域をほぼカバーできるようになり、ディスプレイ上で印刷物の色校正を行うソフトプルーフ(モニタプルーフ)も行われつつある。ソフトプルーフまたはハードプルーフと印刷物との色の類似度を主観評価実験で求め、客観的な評価基準である色差との関係を調べた。ソフトプルーフとハードコピーで作成されたプルーフ(ハードプルーフ)と印刷プリントとの928色の色差の平均値、さらにピクチャル画像での主観評価値との比較を行った。やや似ているとの評価を受けたものもあったが、全体的にソフトプルーフはハードプルーフよりやや低い評価であった。興味深いことに、同じ平均色差であってもハードプルーフよりソフトプルーフの主観評価値は高かった。

## 2) コアフリッジ網点モデル [3]

網点周辺部が薄いインキ層からなるモデルを提案し、印刷物の種々の非線形現象を説明できることを示した。網点印刷物の非線形な色再現特性を物理モデルで記述するため、網点中央部に対して周辺部のインキ層の厚みが半分のコアフリッジモデルを考え、多色印刷物への適用性を検討した。

本モデルの網点構造は図4に示され、再現色の分光反射率  $\hat{R}(\lambda)$  は次式で表される。

$$\hat{R}(\lambda) = a_c R_c(\lambda) + a_f R_f(\lambda) + a_p R_p(\lambda)$$

ここで  $a$  は面積比、添字記号  $c$  はコア、 $f$  はフリッジ、 $p$  は用紙を表す。さらに、CMY3色の網点が重なる場合、各色のコア、フリッジ、用紙部の重なり方により27の色領域が生じるので、再現色は次式で与えられる。

$$\hat{R}(\lambda) = \sum_{i=1}^{27} a_i R_i(\lambda)$$

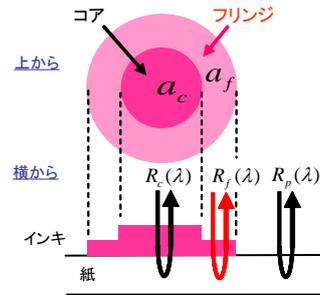


図4 コアフリッジモデル

$R_i(\lambda)$ は色領域*i*の分光反射率、 $a_i$ は対応する面積比を表し、 $R_i(\lambda)$ と $a_i$ は次式で与えられる。

$$R_i(\lambda) = R_{C,l}(\lambda)^{K_c} \cdot R_{M,m}(\lambda)^{K_m} \cdot R_{Y,n}(\lambda)^{K_y} \cdot R_p(\lambda)^{1-K_c-K_m-K_y} \quad , \quad a_i = a_{C,l} \cdot a_{M,m} \cdot a_{Y,n}$$

ただし、 $R_{C,p}(\lambda) = R_{M,p}(\lambda) = R_{Y,p}(\lambda) = R_p(\lambda)$ で、 $K$ はトラッピング係数、添字記号*l,m,n*はいずれも*c,f,p*の一つを表す。網点を重ねない領域では $K=1$ である。

このモデルを用いて印刷物と DDCP の色再現性を予測し、実測値と比較した。網点面積率0から100%までを10%間隔で変えた各網点面積率の組合せによる1331色のカラーパッチを含む印刷試料について、予測値と実測値の色差を求めた結果を図5に示す。両方の試料とも本モデルの平均色差は2~3で、ノイゲバウアーモデルの半分以下となった。印刷物よりも DDCP の方が色差が小さいのは、網点のくずれが少なく、インキ層の厚みが安定しているためと考えられる。

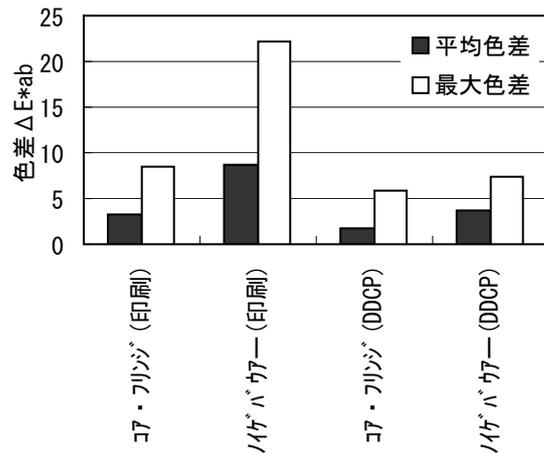


図5 ノイゲバウアーモデルとの精度の比較

### 3) 印刷物の異同判別 [4]

偽造印刷物の真贋判定や同定を目的に、異なる方式で出力された印刷物を分光反射特性に基づいて異同判別する方法を検討した。

オフセット印刷で作成した印刷試料をオリジナルとして、これと同等の色調となるように、DDCP、インクジェット、電子写真により作成した機種、メーカー、出力条件の異なる17種類のプルーフ試料を用意し、異同判別を試みた。各試料の絵柄部分の特徴的なポイントを複数箇所選んで分光反射率を測定し、得られたデータに主成分分析を行って主成分を抽出後、それらの相関係数を求めて類似度を評価した。その結果、1つの試料を除き各試料の類似度は0.8~0.99と高いものの、一致度の判定基準値を適切に設定することにより、約半数は機種を同定することができ、それ以外では出力方式をほぼ正しく判定することができた。

### 4) 江戸版画の再現 [5]

変退色している江戸版画を、クベルカ - ムンク理論を使うことによって、再現することを試みた。最初に、版画あるいはその印刷物を走査し、各色ごとにアウトライン化を行った。次に、数種の色材(水彩絵の具、日本画の顔料)の吸収係数*K*と散乱係数*S*を測定した。その後、最終画像のすべての画素の分光反射率を*K*と*S*、各顔料の厚さ、紙表面の粗さ、刷りムラなどから、クベルカ - ムンク理論を用いて計算した。分光反射率はsRGBのデジタル値に変換され、インクジェットプリンタで画像をプリントした。刷りムラを加え

ることによって、より実物に似てきた。



(a) 実物の江戸版画

(b) デジタル画像

(c) 刷りムラを加えたプリント

図6 江戸版画とその再現

## 参考文献

- [1] Masao Inui, Yoshihiko Azuma and Masahiko Ogino, Evaluation of digital color proof, *Printing Technology SPb'06*, pp.161-164 (2006)
- [2] 森岡東洋志、犬井正男、東吉彦、日夏健介、ソフトプルーブの検討、第118回日本印刷学会春期研究発表会、pp.21-24 (2007)
- [3] 東吉彦、島史、犬井正男、コア・フリンジ網点モデルの適用性、第117回日本印刷学会秋期研究発表会、pp.60-63 (2006)
- [4] 東吉彦、皆木朋子、犬井正男：分光反射率の主成分分析に基づく印刷物の異同判別、第114回日本印刷学会春期研究発表会、pp.120-123 (2005)
- [5] Tomotaka Hirokawa, Junko Tanabe, Yoshihiko Azuma, and Masao Inui, Generating digital image of ukiyoe by applying the Kubelka-Munk theory, *NIP21: International Conference on Digital Printing Technologies*, pp.425-428 (2005)