

テレビ映像の見え評価の検証法

A Verification Method Related to the Visibility Phenomenon of
Telegenic Appearance

辻 紘 良*, 諏訪原 翔**

Hiroyoshi TSUJI, Shou SUWAHARA

要 旨

高品質なデジタルテレビ放送の普及を背景に、テレビを対象に映像の見えのよさを客観的に説明する方法論の提案が望まれている。このような中で、これまでに、著者らはサイマル放送されているテレビ番組を用いて映像の見えに関する実験を行い、映像の見えの評価量の差は、色彩要素量の差と概ね比例的関係にあるという現象を見いだしている。ここではその現象をより確かなものにするため、色彩量を変えた映像を意図的に作り、その映像を用いて見えの現象を検証するものとした。つまり、色彩学的に所望の量だけ差を付けた映像を作成し、その映像について見えの評価を行い、その評価量の差と、色彩学的差との対応関係を求めるものとした。これにより、これまでの研究で得られた比例的関係が、色彩学的要素量の差を尺度として、見えの現象を定量的に確認することが可能となる。これにより、映像の見えに関する関係性が単なる現象に留まらず、計量色彩学的に再現性が実証されることとなり、確かさが保証されることになる。この検証を進めるに当たり、ここでは上記の計量色彩学的な定量的差異を持った映像を作り出すアルゴリズムを提案するとともに、一連の検証手順として全体を構築し、提示した。本研究により見えの現象を検証する定量的な手順が提示されることとなった。今後はこの手順に基づき、実映像を用いて実験し検証を行うことにある。これにより、見えの線形的な現象をより確かなものとして示せると考える。

キーワード：映像の見え 見えの評価 等色再現 計量色彩学 検証

1. まえがき

高品質なデジタルテレビ放送の普及を背景に、テレビを対象に映像の見えのよさを客観的に説明する方法論の提案が望まれている¹⁾。映像の見えのよさは人の視感覚や感性に関わるので、色彩・配色・質感・模様・形状・動きなど要因が多岐にわたり、かつ個人差があり定量的な指標を設定することが難しい。また、映像の見えは人の感覚評価が入るため、なんらかの人の心理量の定量的な評価指標が必要となる。しかし、感覚量は再現性や確実性が問題であり、尺度の定義次第で変化する上、人の置かれた時空間環境によっても変動する。

このような中で、これまでに、著者らはサイマル放送されているテレビ番組を用いて映像の見えに関する実験を行い、デジタル映像とアナログ映像の両者の見えの評価量の差と色彩要素量の差には線形的な関係のあることを明らかにしている。つまり、映像の見えの評価量の差は、色彩要素量の差と概ね比例的関係にあるとい

* 愛知淑徳大学人間情報学部 tsujih@asu.aasa.ac.jp

** 現代社会研究科 2009年度修了生

う現象を見いだしている。これにより、見えの心理量が色彩要素量で関連づけ説明されることとなり、より定量的で確からしさを有する映像のよさを表すことが可能となったといえる。

ここではその現象をより確かなものにするため、色彩量を変えた映像を意図的に作り、その映像を用いて見えの現象を検証することを考える。つまり、色彩学的に所望の量だけ差を付けた映像を作成し、その映像について見えの評価を行い、その評価量の差と、色彩学的差との対応関係を求めるものとする。これにより、これまでの研究で得られた比例的関係が、色彩学的要素量の差を尺度として、見えの現象を定量的に確認することが可能となる。これにより、映像の見えに関する関係性が単なる現象に留まらず、計量色彩学的に再現性が実証されることとなり、確からしさが保証されることになる。この検証を進めるに当たり、ここでは上記の計量色彩学的な定量的差異を持った映像を作り出すアルゴリズムを提案するとともに、一連の検証手順として全体を構築し、提示することにする。

2. 研究の目的

ここでは著者らの研究により得られた映像の見えの現象を定量的に検証するため、一連の検証手順を構築し、提案することを目的とする。検証に当たり、色彩要素量の定量的な差異を持った映像を作り出し、モニターに精度良く再生し、それを被験者に提示し、色彩心理量を収集する手順の構築が必要となる。このため、色彩理論にもとづき所望の色彩要素量の差異を持たせた映像を作り出すアルゴリズム、ならびにそれを精度良くモニターに再現する方法論を提示する。さらに、この方法論を見えの評価を行う色彩心理実験と組み合わせ、一連の検証手順として構築し、提示する。

3. 見え評価の研究状況

映像の見えの評価は人の視覚に関わり、要因が多岐にわたりまた個人差があるため定量的な研究は難しいとされている²⁻³⁾。しかし、ノイズやひずみあるいは色むらによる画質劣化、あるいはデータ圧縮・再現に伴う画質劣化など各種劣化に伴う映像品質については、標準とする原画像に対し目標要因の標準からのズレとして劣化を定義したり、クリティカリティとして定義したりするなど客観的な計測法が設定され、評価されている⁴⁻⁷⁾。一方、化粧品や肌など特定の色の見えについては多くの研究がなされていて、各種の評価方法が提示されている⁸⁻¹⁷⁾。

しかし、評価の対象は主に特定の画像であって対象を特定しない映像が取り上げられているものではない。このようななかで、著者らは映像の見えの評価を、サイマル放送されているテレビ映像を対象に、アナログ映像とデジタル映像の見え評価量の差と、計測による色彩要素量の差を対比することにより、両者の間に比例的な関係のあることを見いだしている¹⁸⁻²²⁾。

4. 映像の見えの現象¹⁸⁻²²⁾

上記した映像の見えの現象は次に述べる実験によって得られている。映像の見えは番組の分野や、内容、被験者あるいは質問内容によって異なるので、これら要因を変えて視聴実験を行い、心理量および計測量のデータを収集している。なお、色彩量の取り得る範囲を幅広く捉えるため、異なる5つのテレビ番組(分野)の映像を用意し、実験に提示しデータを収集している。

ここで得られたデータを用いて、デジタルとアナログの見えの評価量の差の平均 ΔP_{DA} と色度成分 a^* の差の平均 Δa^*_{DA} について対比し関連性を求めている。その結果の一例を図4-1に示す。図より、 Δa^*_{DA} の数値

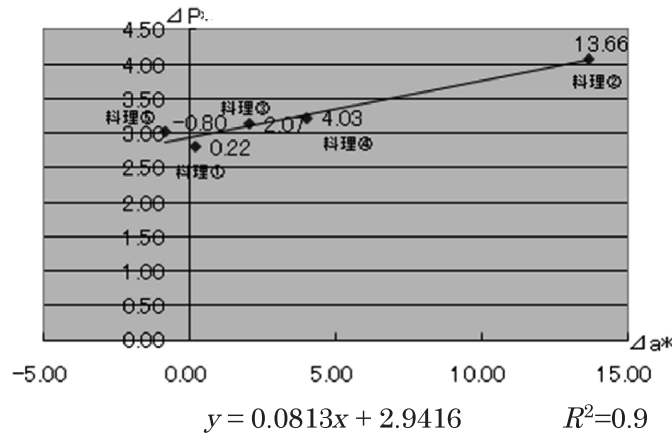


図 4-1 同分野の映像の Δa^*_{DA} と ΔP_{DA} の関係

が高いほど ΔP_{DA} の数値も高く比例的傾向の表れていることが確認される。

同じく心理評価量の差の平均 ΔP_{DA} と分野別の色度成分 b^* の差の平均 Δb^*_{DA} について対比し関連性を求めた結果も、 Δb^*_{DA} の数値が高いほど ΔP_{DA} の数値も高い直線的傾向が確認されている。分野別の ΔP_{DA} と分野別の色差の平均 ΔE^*_{DA} についても、関連性を求めた結果 ΔE^*_{DA} が大きいほど ΔP_{DA} も大きい直線的傾向にあることが確認されている。

5. 検証の方法論

映像の見えの研究から見えの心理量の差と色彩要素量の差の間に線型的な関係が見いだされている。ここでは、その現象を定量的に確認するため、一枚の画像を取り上げその色彩要素量を等間隔で増減させた画像を複数枚作成し、それを色彩心理実験に提供し、見えの心理量を把握する。そのとき等間隔な色彩量の差と心理量の差が線型的な関係を示すことを把握するものとする。このような一連の過程の取れる手順を検証の方法として提示するものとする。

5.1 検証の手順

見えの評価の検証手順は、まず評価の定量的尺度となる色彩要素量の差を所定の量だけ持たせた画像を作成し、それを精度良くモニター画面に再生することにある。次に元画像と作成した差異画像を被験者に提示し、見えの色彩心理評価実験を行い、視覚心理量を収集する。所定の色彩要素量を逐次変えて同様のデータ収集を行い、得られたデータを統計的に分析し、等間隔の色彩要素量差と見えの評価量の差の関連性を把握する。

ここで、色彩要素量として変化させる対象には、XYZ 表色系や $L^*a^*b^*$ 表色系があるが、視覚生理学的に決まる非線形な XYZ 表色系よりは、色彩量が距離的に等間隔に設定された $L^*a^*b^*$ 表色系や等間隔を前提に配列したマンセル表色系の方が適している。これまでの著者らの見えの評価研究においても、同様なことを考慮し $L^*a^*b^*$ 表色系やマンセル表色系 (HVC) で色の計測量を求め、見えの現象を把握している。そこで、所望の色彩量の差を持たせた画像を作成するため、色彩要素量として $L^*a^*b^*$ と HVC を取り上げることにする。この表色系のなかから、見えの現象が確認された色度 a^* 、 b^* や、明度 L^* 、彩度 C などを取り上げ、差異を設定することにする。なお、差異基準として色彩要素量の微量を Δ (デルタ) で表すこととする。 Δ は例えば、元の量の 5%あるいは 10%などが妥当な大きさとして挙げられる。また設定値は、元の量から増加あるいは減少の両方を取り得るので、 $\pm\Delta$ の両側を考慮することにする。

- ① $\pm\Delta a^*$ 、 $\pm 2\Delta a^*$

- ② $\pm\Delta b^*$ 、 $\pm 2\Delta b^*$
- ③ $\pm\Delta L^*$ 、 $\pm 2\Delta L^*$
- ④ $\pm\Delta C$ 、 $\pm 2\Delta C$

上記の要素につき、単一要素量の差を取る場合と複数の要素量を組み合わせた差を取る場合が有り得るが、ここでは、後者の場合について検討を進めることにする。

上記のことを色度 a^*b^* 上に示すと図5-1となる。

上記差異を持たせた画像を得るには、元画像を基本画像とし、そこから所定の色彩要素量の差を持った画像を精度良く生成することが求められる。そのためには、差異量として所定の色が与えられたら、その色を正確にモニター上に再現する方法が必要となる。つまり所定の差を持ち合わせた色を精度良くモニター上に等色再現する必要がある。これにより得られた差異画像と元画像を対比すれば、所定の色彩要素量の差を持った画像を一对用意し比較したことになる。

元の色 ($L^*a^*b^*$) から所定の色彩要素量だけ差を付けて、画像を生成する方法の流れを図5-2に示す。例として ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* だけ差をつけたときの手順を示す。まず、等間隔に差異を付けるため元の画像の画素は表色系 $L^*a^*b^*$ で与えられているとする。これをモニター画面に等色再現するため、画面の色と対応付けが可能な XYZ 表色系に変換する。さらに、この XYZ 表色系画面から光源色であるモニター画面の色生成原理に基づき、画面をソフト的に操作可能な RGB 表色系の輝度 (Y_R 、 Y_G 、 Y_B) に変換する。この輝度をさらに、ガンマー関数を介して RGB 表色系の諧調度に変換する。この諧調度はコンピューターのソフトにより操作可能であるので、プログラムにより色を設定し再生することができる。この結果、所望の色が等色され表示されることになる。

5.2 目標とする色の生成方法

色彩要素量の等間隔差で差異をつけ、画面に表示するため、所定の色彩間隔を持たせた画面の生成を計量色彩学に基づき生成する方法論を次に示す。

まず、モニターの色表示方法には表示方式は異なるが、いずれも RGB 系の3種の基礎色に基づいて明暗を

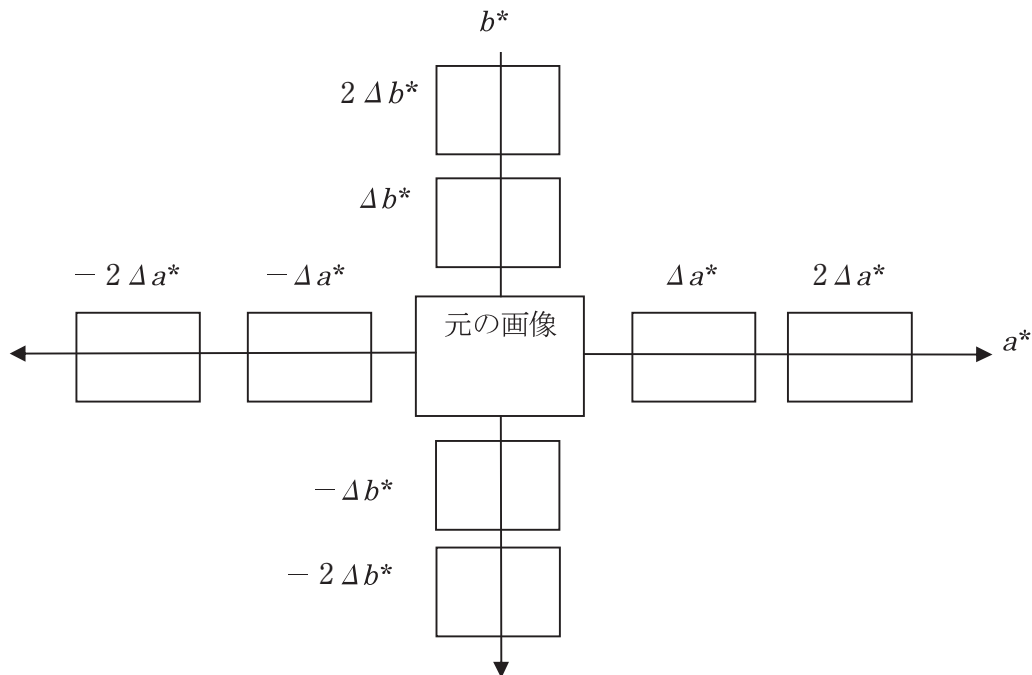


図5-1 色度 a^* 、 b^* を要素量とする色彩量の差の設定

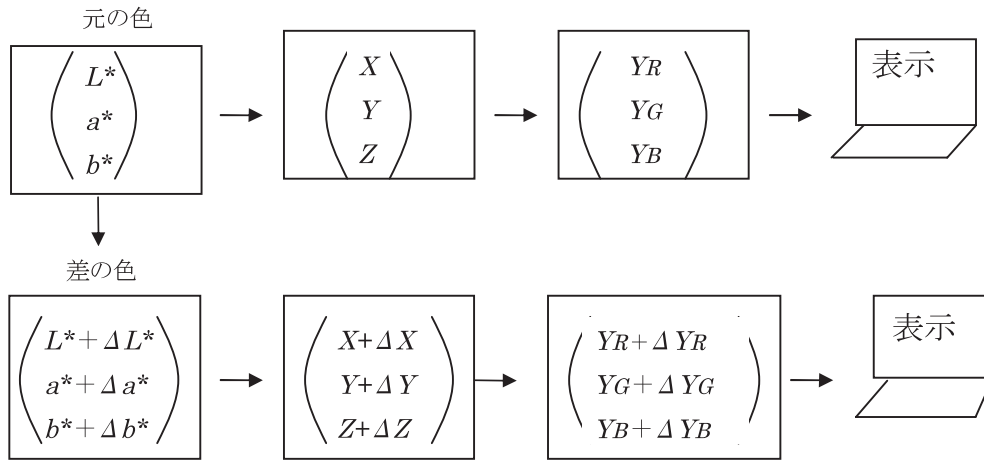


図 5-2 所定の色を画面に表示するための計算手順

含め全ての表示色が生成されている。そこで、この3色を基盤とする色生成方式を前提とし、画素単位では次の色表示原理が成り立つことを仮定する。つまり、これまでの加法混色による色再現の理論に基づき再現アルゴリズムを形成するものとする²³⁻²⁴⁾。

仮定① 各画素の R 、 G 、 B 表色値はそれぞれ明るさが変わっても色度は変わらない。つまり、明るさの大小によらず色度は同じである。

仮定② 画素の色の大きさは、1つの画素を構成する発光体の基本表色系における R 、 G 、 B 3色の大きさの線形和で与えられる。

なお表色系として、視覚生理学的に決められているため論理的であり、かつ表色系間の変換が確立されている XYZ 表色系を採用することにする。上記2つの仮定を前提に、1つの画素に注目して目標の色 (X 、 Y 、 Z) を表示することがここでの目的となる。そのため、次のような考え方で目標の色の生成をはかるものとする。

1つの画素は R 、 G 、 B 成分からできている。さらにその R 、 G 、 B 成分は XYZ 表色系で表したそれぞれの色 (X 、 Y 、 Z) を持ち合わせている。 R 成分の XYZ 三刺激値は (X_R 、 Y_R 、 Z_R)、 G のそれは (X_G 、 Y_G 、 Z_G)、 B のそれは (X_B 、 Y_B 、 Z_B) とする、 XYZ 表色系成分からできている。仮定②より1画素の X 、 Y 、 Z はそれらの線形和で求められるので、1画素の XYZ 表色系の三刺激値は以下の式で表される。

$$\begin{aligned}
 X &= X_R + X_G + X_B \\
 Y &= Y_R + Y_G + Y_B \dots\dots\dots (5.1) \\
 Z &= Z_R + Z_G + Z_B
 \end{aligned}$$

ここで、ピクセルが最大の明るさになるとき、つまりモニター画面の最大明るさ (White) の状態のときは、 W を表記として使用すると、

$$\begin{aligned}
 X_W &= X_{RW} + X_{GW} + X_{BW} \\
 Y_W &= Y_{RW} + Y_{GW} + Y_{BW} \dots\dots\dots (5.2) \\
 Z_W &= Z_{RW} + Z_{GW} + Z_{BW}
 \end{aligned}$$

と表される。

上式より、このときの色度は R については、

$$\begin{aligned}
 x_{RW} &= X_{RW} / (X_{RW} + Y_{RW} + Z_{RW}) \\
 y_{RW} &= Y_{RW} / (X_{RW} + Y_{RW} + Z_{RW}) \cdots \cdots \cdots (5.3) \\
 z_{RW} &= Z_{RW} / (X_{RW} + Y_{RW} + Z_{RW})
 \end{aligned}$$

と表される。上式の和をとると

$$x_{RW} + y_{RW} + z_{RW} = (X_{RW} + Y_{RW} + Z_{RW}) / (X_{RW} + Y_{RW} + Z_{RW}) = 1$$

となる。この関係式より

$$z_{RW} = 1 - x_{RW} - y_{RW} \cdots \cdots \cdots (5.4)$$

となる。

仮定①より、各ピクセルの R、G、B の成分は明るくても暗くても色度は変わらないとしている。つまり、最大の明るさ (White) の状態であっても色度の比率は変わらないので、

$$X_R : Y_R = X_{RW} : Y_{RW}$$

である。これを展開すると

$$X_R * Y_{RW} = Y_R * X_{RW}$$

となる。これより

$$\begin{aligned}
 X_R &= X_{RW} * Y_R / Y_{RW} \\
 &= X_{RW} / Y_{RW} * Y_R \\
 &= x_{RW} / y_{RW} * Y_R \cdots \cdots \cdots (5.5)
 \end{aligned}$$

同様に、

$$Z_R : Y_R = Z_{RW} : Y_{RW}$$

であるのでこれを展開し、途中で (5.4) 式を代入すると

$$\begin{aligned}
 Z_R &= Z_{RW} / Y_{RW} * Y_R \\
 &= z_{RW} / y_{RW} * Y_R \\
 &= (1 - x_{RW} - y_{RW}) / y_{RW} * Y_R \cdots \cdots \cdots (5.6)
 \end{aligned}$$

となる。一方、

$$Y_R = Y_R \cdots \cdots \cdots (5.7)$$

である。したがって(5.5)~(5.7)から、 R 成分の3刺激値 (X_R, Y_R, Z_R) はいずれも Y_R を変量として表すことができる。

同様に、 G 成分と B 成分はそれぞれ Y_G, Y_B を変量として下記のように表される。

$$\begin{aligned} X_G &= x_{GW}/y_{GW} * Y_G \\ Y_G &= Y_G \dots\dots\dots (5.8) \\ Z_G &= (1 - x_{GW} - y_{GW})/y_{GW} * Y_G \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_B &= x_{BW}/y_{BW} * Y_B \\ Y_B &= Y_B \dots\dots\dots (5.9) \\ Z_B &= (1 - x_{BW} - y_{BW})/y_{BW} * Y_B \end{aligned}$$

(5.1) へ (5.5)~(5.9) を代入するとある画素の三刺激値は以下となる。

$$\begin{aligned} X &= x_{RW}/y_{RW} * Y_R + x_{GW}/y_{GW} * Y_G + x_{BW}/y_{BW} * Y_B \\ Y &= Y_R + Y_G + Y_B \\ Z &= (1 - x_{RW} - y_{RW})/y_{RW} * Y_R + (1 - x_{GW} - y_{GW})/y_{GW} * Y_G + \\ &\quad (1 - x_{BW} - y_{BW})/y_{BW} * Y_B \dots\dots\dots (5.10) \end{aligned}$$

これを、行列式で表記すると

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{RW}/y_{RW} & x_{GW}/y_{GW} & x_{BW}/y_{BW} \\ 1 & 1 & 1 \\ (1 - x_{RW} - y_{RW})/y_{RW} & (1 - x_{GW} - y_{GW})/y_{GW} & (1 - x_{BW} - y_{BW})/y_{BW} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} \dots\dots\dots (5.11)$$

と表される。ここで、右辺第一項の係数行列を A と表記すると、 A は R, G, B の White 状態を与える色を計測することにより得られて、モニターごとに異なるが既知の値を持つ。ここで、所望の色として X, Y, Z を与えると、この色モニター画面に表示するには、式(5.11)を展開して

$$\begin{pmatrix} Y_R \\ Y_G \\ Y_B \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \dots\dots\dots (5.12)$$

ただし、 A^{-1} : A の逆行列

となる輝度を画面に表示すればよいことがわかる。

したがって、ある画素へ表示する目標の色が (X, Y, Z) であるとする、画素の R, G, B の成分には、それぞれの輝度 Y_R, Y_G, Y_B を表示すればよいことになる。一方、このように輝度が決まると、モニター画面の階調度と輝度の関係を示す γ 関数を使って階調度に変換することができる。そのときの階調度を N_R, N_G, N_B とすると、 Y_R, Y_G, Y_B が与えられたとき、その色を表示するには γ 関数を適用し、階調度 N_R, N_G, N_B を求めればよい。 γ 関数は、モニターごとに決まるので、キャリブレーション計測を行い、収集したデータから非線形回帰により実験式として決定できる。

なお、 γ 関数としてここでは次の関係式を適用する。

$$Y = \alpha_1 [Exp(\alpha_2 X) - 1] \dots\dots\dots (5.13)$$

-1の成分は諧調度が0のときに、輝度が0となることを保証するために挿入するものである。

5.3 目標とする画像の生成方法

つぎに、見えの現象を検証するには、色の量を微小量だけ変化させた画像を作成する必要がある。そのためには、等間隔尺度の色の量である方が扱いやすい。このためここでは、等間隔表色系である $L^*a^*b^*$ を使い、微量を変化(ズレ)させることにする。次に、ズレを加えて得られる $L^*a^*b^*$ 表色値をモニターへ表示するには、 $L^*a^*b^*$ 表色系から XYZ 表色系へ変換する必要がある。この変換は、CIE(国際照明委員会)が提示している次の関係式を使うものとする。

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \dots\dots\dots (5.14)$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - 16(Y/Y_n)^{1/3}] \dots\dots\dots (5.15)$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - 16(Z/Z_n)^{1/3}] \dots\dots\dots (5.16)$$

ただし、 X/X_n 、 Y/Y_n 、 Z/Z_n はいずれも 0.008856 より大きい値を持つ。

また X_n 、 Y_n 、 Z_n は完全拡散面の三刺激値で普通 $Y_n = 100$ に基準化されている。

ここで、 $L^*a^*b^*$ 表色系において、色度 a^* について $+\Delta a^*$ 、色度 b^* について $+\Delta b^*$ 、明度 L^* について $+\Delta L^*$ だけ増加させたときに変化した XYZ 表色系における表色値を X' 、 Y' 、 Z' とし、上式(5.14)~(5.16)を用いて X' 、 Y' 、 Z' を求めることを考える。

まず上式(5.14)~(5.16)を用いて、次の関係式を得る。

$$L^* + \Delta L^* = 116(Y'/Y_n)^{1/3} - 16 \dots\dots\dots (5.17)$$

$$a^* + \Delta a^* = 500[(X'/X_n)^{1/3} - 16(Y'/Y_n)^{1/3}] \dots\dots\dots (5.18)$$

$$b^* + \Delta b^* = 200[(Y'/Y_n)^{1/3} - 16(Z'/Z_n)^{1/3}] \dots\dots\dots (5.19)$$

(5.17)式より

$$Y' = Y_n \{(L^* + \Delta L^* + 16)/116\}^3 \dots\dots\dots (5.20)$$

(5.18)式を展開して

$$X' = X_n \{(a^* + \Delta a^* + 16(Y'/Y_n)^{1/3})/500\}^3 \dots\dots\dots (5.21)$$

(5.21)式へ(5.20)式を代入して

$$X' = X_n \{[116(a^* + \Delta a^*) + 16 \times 500(L^* + \Delta L^* + 16)] / (500 \times 116)\}^{1/3} \dots\dots\dots (5.22)$$

を得る。

(5.19)式を展開して

$$Z' = Zn[\{200(Y'/Yn)^{1/3} - (b^* + \Delta b^*)/16\}^3] \dots\dots\dots (5.23)$$

(5.23) 式へ (5.20) 式を代入して

$$Z' = Zn[\{200(L^* + \Delta L^* + 16) - 116(b^* + \Delta b^*)/(116 \times 200 \times 16)\}^3] \dots\dots\dots (5.24)$$

を得る。

得られた結果をまとめると次式となる

$$\begin{pmatrix} L^* + \Delta L^* \\ a^* + \Delta a^* \\ b^* + \Delta b^* \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} Xn[\{116(a^* + \Delta a^*) + 16 \times 500(L^* + \Delta L^* + 16)/500\}^3] \\ Yn\{(L^* + \Delta L^* + 16)/116\}^3 \\ Zn[\{200(L^* + \Delta L^* + 16) - 116(b^* + \Delta b^*)/(116 \times 200 \times 16)\}^3] \end{pmatrix} \dots\dots\dots (5.25)$$

以上より、 ΔL^* または、 Δa^* や Δb^* ずらしたときの XYZ 表色値が求められる。

この XYZ 表色値に、5.2 で述べた等色再現法を適用することにより、所望の色を持たせた画像を生成することができる。

5.4 意識調査実験の方法

画像の見えの評価を行うには、実験室における視聴実験を行うものとする。微少な色彩要素量のズレを持たせた画像の見えの色彩心理量を収集することになるので、暗室状態の実験室を用意する。つまり、外部環境から入る光量を可能な範囲で遮断し、部屋を暗くする。この中に PC と接続し、画素単位で色彩量を制御可能な画像品質の高いモニターを設置する。この画面に所与の画像を再現し被験者に提示する。

被験者は提示された画像に対し視聴実験で用いた意識調査票の質問に沿って回答する。これにより見えの評価量を収集する。一方、色彩輝度計を用いて提示画像を計測し、色彩要素量を収集する。得られたデータを基に、元画像と差異画像の心理評価量および色彩計測量の差異を取り、両者を対比する。これにより、両者の関係性を求める。

5.5 γ 関数の測定方法

一般にモニター画面の輝度は R、G、B 成分ごとに階調度との間に (5.13) 式に示す γ 関数の関係がある。そこで、等色再現を行うモニターについて次の測定を行い、成分ごとの γ 関数を求める。測定はモニター階調度を徐々に上げながら、RGB 表色系の各成分別に画面の輝度を測定する。階調度は一般にソフト上 0~1 の大きさと与えられているので、20 分割、つまり 0.05 刻みで階調度を設定し、モニター画面へ R、G、B 成分ごとに表示し、輝度を測定する。

その一例として SONY 製パソコン VAIO のモニター画面を測定した結果を図 5-3 に示す。きれいな γ 特性曲線を示していることがわかる。計測データの散布図を見ると、右上がりの曲線を描き、階調度が大きいほど指数関数的に輝度も大きくなることが分かる。

非線形回帰の結果を表 5-1 に示す。95% 信頼区間は上限下限ともばらつきは小さく、また寄与率 R^2 は 0.999 であって、高い回帰精度が認められる。同様な結果は R 成分に限らず G、B 成分についても得られている。

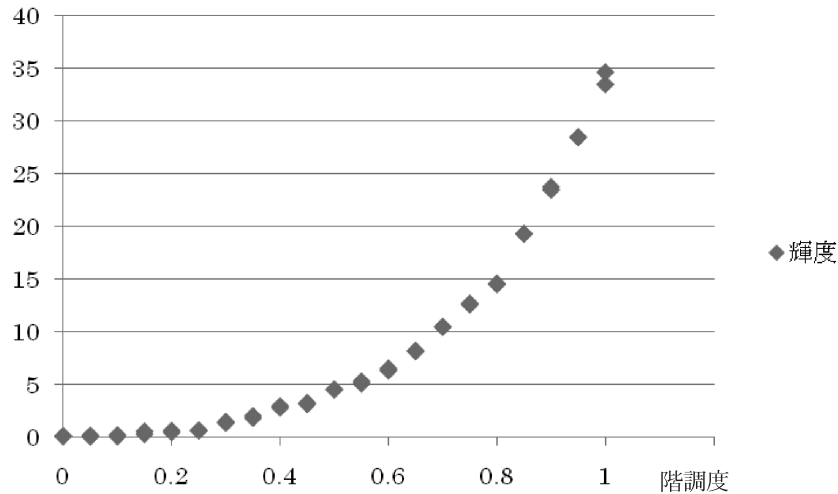


図5-3 γ 特性曲線 (R)

表5-1 パラメータ推定値 (R)

パラメータ	推定値	標準誤差	95%信頼区間	
			下限	上限
$a1$.714	.027	.658	.770
$a2$	3.898	.041	3.815	3.981

寄与率 $R^2=0.999$

6. まとめ

著者らは映像の見えるの研究から、見えるの心理量の差と色彩要素量の差の間に線型的な関係のあることを見いだしている。ここでは、その現象を単に現象に留めず、確からしさをさらに高めるため、線型関係を検証する定量的な方法論を構築し、提案している。ここでの一連の検証手順を構築するにさいし、以下のことを明らかにしている。

- (1) $L^*a^*b^*$ 表色系およびマンセル表色系における色彩要素量の等間隔な差異を持った画像を、XYZ 表色系に変換するアルゴリズムを示した。
- (2) XYZ 表色系の画像をモニター輝度に変換するアルゴリズムを示すと同時に、その輝度を画面の諧調度に変換する方法論を示した。
- (3) 輝度から諧調度に変換するための γ 関数のモデル化とその求め方を示した。
- (4) これらを前提とし、色彩要素量の等間隔差を持たせた画像をモニターに精度良く生成する手順を示した。
- (5) この画像の提示に基づき視覚心理実験を行うことにより、見えるの現象を定量的に検証する一連の手順を構築し、示した。

7. あとがき

本研究により見えるの現象を検証する定量的な手順が提示されることとなった。今後はこの手順に基づき、実映像を用いて実験し検証を行うことにある。これにより、見えるの線型的な現象をより確かなものとして示せると考える。なお、このときデジタルテレビの映像を一端画像に変換し色彩要素量の差異を設定し、さらにそれを映像化することが必要となるので、その方法論や精度確保の技術が必要になるものと考えている。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、実験や資料収集などで協力を得ました陶山里織さん他ゼミ生の皆さんに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) NHK 受信技術センター編：知っておきたい地上デジタル放送、NHK 出版、189p、2005 年
- 2) 金澤勝、小宮山撰、他著：マルチメディアの評価技術 —映像・音声・印刷の主観評価の基礎とヒューマンインターフェース—、映像情報メディア学会誌、54(6)、pp. 802-811、2000
- 3) 成田長人、金澤勝著：2D/3D HDTV 画像の心理因子分析と総合評価法に関する考察、映像情報メディア学会誌、57(4)、pp. 501-506、2003
- 4) 井合知、館剛司、北脇信彦著：高精細映像における高品質要因の分析（音声・映像品質評価の最新技術〈特集〉）、NTT R&D、42(10)、pp. 1215-1222、1993
- 5) 小池淳、松本修一、村上仁己著：デジタル映像の評価(1) —デジタル映像の性質—、映像情報メディア学会誌、53(9)、pp. 1184-1189、2000
- 6) 熊田純二著：画質評価の最近の動向、映像情報メディア学会誌、53(9)、pp. 1184-1189、2000
- 7) 三橋哲雄、熊田純二、三宅洋一、井上正之著：総論 —映像情報メディア評価技術の流れ—、映像情報メディア学会誌、54(1)、pp. 54-61、2000
- 8) 岸本純子、金澤勝、他著：忠実な色再現映像システムにおける心理要因の抽出 —SD 法を用いたナチュラルビジョンの主観評価—、映像情報メディア学会誌、27(57)、pp. 1-4、2003
- 9) 川田亮一、松本修一著：映像品質の客観的評価技術の標準化動向、電子情報通信学会誌、87(10)、pp. 867-873、2004
- 10) 宮原誠、石川智治、他著：人の自然界の色知識に基づく忠実な色再現、電子情報通信学会技術研究報告、104(70)、pp. 23-28、2004
- 11) 金澤勝著：映像システムに於ける「色の見え」の再現の検討 —CIECAM のテレビジョンへの応用について—、映像情報メディア学会技術報告、31(46)、2007
- 12) 青木直和、鈴木正和、小林裕幸著：好ましい肌色の研究～記憶色選択法による評価～、映像情報メディア学会誌、57(3)、pp. 409-412、2003
- 13) 小林裕幸著：好ましい肌色の研究、画像ラボ、15(7)、pp. 1-6、2004
- 14) 芝木淑儀夫、平川尋子、他著：好ましい肌色印象における色相と彩度の影響、精華女子短期大学研究紀要、(31)、pp. 59-66、2005
- 15) 山口雅浩、羽石秀昭著：感性を刺激する自然な色再現を目指して —ナチュラルビジョンプロジェクトの活動—、電子情報通信学会誌、88(6)、pp. 456-476、2005
- 16) 清水智広、小黑久史、他著：画像の色演出効果とその感性的評価に関する検討、映像情報メディア学会技術報告、30(42)、pp. 55-58、2006
- 17) 津村徳道著：肌画像の解析合成とその質感制御への応用、日本化粧品学会、31(3)、pp. 163-168、2007
- 18) 辻絃良、デジタル放送研究グループ：視聴実験にもとづくデジタル放送の映像品質に関する分析、愛知淑徳大学現代社会研究科 研究報告、創刊号、pp. 17-30、2006
- 19) 辻絃良、勝野礼女、原田有理子著：色彩計測にもとづくデジタルテレビ放送の映像品質に関する分析、愛知淑徳大学現代社会研究科 研究報告、第 2 号、pp. 67-80、2007
- 20) 辻絃良、勝野礼女、原田有理子著：色彩計測にもとづくデジタルテレビ放送の映像品質に関する分析、日本色彩学会誌、v31、Supplement、2p.、2007
- 21) 諏訪原翔、辻絃良：テレビ映像の見えの評価法に関する研究 —サイマル放送を用いた視覚心理量差と色彩要素量差の対比—、愛知淑徳大学現代社会研究科 研究報告、第 5 号、pp. 29-41、2010
- 22) 諏訪原翔：テレビ映像の見えの評価法に関する研究、愛知淑徳大学現代社会研究科 平成 21 年度修士論文、58p、2010
- 23) 辻絃良、他：分光反射率マッピングに基づく色柄物の着色法、第 10 回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集、pp. 33-43、1994

24) 日本色彩学会編：新編 色彩科学ハンドブック [第2版]、東京大学出版会、pp. 920-923、1998

受付日 2010年11月30日