

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究 (c)

研究期間：2007～2008

課題番号：19500173

研究課題名 (和文) 色彩画像における黒みの感性的役割とその心理物理学的定量化

研究課題名 (英文) The psychophysical evaluation and the role of blackness in visual images

研究代表者

阿山 みよし (AYAMA MIYOSHI)

宇都宮大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：30251078

研究成果の概要：「見た目の黒」すなわち「知覚的黑み」を研究対象として、色彩画像における知覚的黑みの程度とその画像がもたらす感性的印象の関係を明らかにすることを大きな目的とし、色彩画像における特定の黒領域の輝度とその周辺輝度の輝度コントラストと知覚的黑みの程度の関係について調査・検討を行った。心理物理学実験の結果に基づいて、輝度コントラストと知覚的黑みの関係式を導出し、「知覚的黑み」の心理物理的尺度を構築した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19 年度	2,800,000	840,000	3,640,000
20 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学及びソフトコンピューティング

キーワード：感性情報処理，視覚情報処理，色彩画像工学

1. 研究開始当初の背景

(1) 国内外の研究における位置づけ

知覚心理学の分野における知覚的黑みに関する定量的研究は 1980 年代から始まっているが、これらは、視覚系の輝度チャンネルと色チャンネルというモデルにおける前者の分光感度特性の測定に焦点を当てた研究であった。従って知覚的黑みの程度や、色彩画像における黒みの役割についての検討はなされていない。画像工学の飛躍的進歩により超高品質色彩画像再現が可能になった最近において、ようやく知覚的黑みに注目した研究が現れて来た。しかし、黒布地の特徴記

述、感性工学の入門書で、知覚的黑みと画像情報との関係解明に体系的に取り組んだ研究は未だなされていない。本研究は、質感とその画像再現や黒の表現力が高い注目を集めている現在、時宜を得た研究と位置づけられる。

(2) 何をどこまで明らかにするのか

日々我々は無数の色彩画像に接しているが、黒領域のない色彩画像は殆どない。一般に、黒領域の黒みが強ければ立体感／奥行き感が増し、画像が引き締まると言われる。色彩画像における黒領域は黒い物体表面と陰影に大別できる。実空間において、陰影は光

を際立たせ、上質な漆器や布地の表面は黒光りする。現状の色彩画像ではそのような深い暗闇や黒の艶やかさを十分に表しているとは言えない。その主な原因は黒みに関する感性工学的研究が僅少で、「深い黒」の再現手法が確立されていないからである。

2. 研究の目的

本研究では、色彩画像における知覚的黒みを研究対象とし、要素的要因からトータルな感性的雰囲気まで深い黒がもたらす感性的付加価値とは何か、どのようにしたら深い黒を画像再現できるのかについて解明すること及び知覚的黒みのモデル構築を目的とする。

その場合に、新規に製作する黒み評価装置を用いた知覚的黒みの定量的測定を試みる。黒み評価装置とは、中心部と周辺部から成る視覚刺激を作り、中心部の輝度と中心・周辺の輝度コントラストを制御できるようにしておく。中心部の明度を下げることと周辺部の輝度を上げることにより、中心部の黒みを強くすることができるので、順応レベルに影響のない範囲で（評価対象画面の3倍程度の輝度まで）周辺領域を明るくし、中心対周辺の輝度コントラストで中央部の黒みを定量化する。これを計測器として、測りたい画像の黒領域と「黒みマッチング」を実施する。対象領域の輝度の絶対値を下げるだけでは「深い黒」「強い黒」は表現できない。多くの芸術家が記載しているように、「白と黒」または「光と影」は対である。エンジニアは機械で測定可能な値（この場合は輝度値）にこだわるが、「見た目の黒」すなわち「知覚的黒み」が本質であり、それを、妥当と考えられるものさしを用いて数値に置き換える作業（心理物理学的測定）ができれば応用的に役立つ。さらには対象領域の輝度、周辺領域との輝度コントラストや、画像の平均輝度・色調、観察空間の条件等の関数として知覚的黒みが定式化され、立体感や引き締め感との定量的関係も明らかとなれば、感性工学および色彩画像工学への大きな貢献である。

3. 研究の方法

(1) 色彩画像の黒みとその感性的評価

本研究では、「漆」による芸術作品の色彩画像5枚を対象とし、黒色の漆部分を物体表面の黒領域として、画像の黒領域がどの程度のRGB値であれば「黒である」とみなせるか、及び「黒らしい黒」であるとみなせるかについて、物体表面の黒領域のRGB値の変化による画像全体の評価の変動について実験を通して調査を行った。実験は2種類行い、まず黒レベル決定実験として、色彩画像において物体表面の黒領域のRGB値を予め明るい灰

色に変化させた画像を提示し、被験者がテンキーによる操作でRGB値を一様に徐々に下げていき、知覚的黒みの程度として「黒に見え始める」点と「深みのある黒」とみなせる点を答える、といった手順でその2点のRGB値について調査した。また主観評価実験として、色彩画像の物体表面の黒領域のRGB値を5段階に変化させた画像を用意し、それらをランダムに提示、30項目の評価語対を用いてアンケート形式で各画像を評価した。

(2) 色彩画像の黒みとその感性的評価

黒み評価装置を用いて、以下の2つの実験を行った。実験1として、物理的数値（輝度）と心理的数値（知覚的な黒さ）との関係性という黒さの心理物理的尺度を構築することを目的に、黒み評価装置によって周辺領域の輝度と中心領域の輝度を変えて様々な輝度コントラストを作り、それによって中心に生じた黒みが知覚的にどの程度か、調整法とカテゴリカル応答を用いた恒常法で調査した。実験2として、色彩画像における輝度コントラストと知覚的黒みの程度との関係を明らかにする事を目的に、高度な感性情報を持つ絵画作品の色彩画像を用いて、カテゴリカル応答による直接評価と、黒み評価装置との主観的なマッチングを行い実験1で構築した尺度を用いる間接評価で、各画像の黒色領域の知覚的黒みについて調査した。

4. 研究成果

(1) 色彩画像の黒みとその感性的評価

結果からは、図1に示すように知覚的黒みと黒領域のRGB値との関係として、知覚的に黒と見なせるのは(R, G, B) = (45, 45, 45)以下であり、知覚的に黒らしい黒と見なせるのは(R, G, B) = (20, 20, 20)以下ということが分かった。画像によっては「黒らしい黒」と認識させるには原画像よりも若干RGB値を下げる必要があると示唆された。

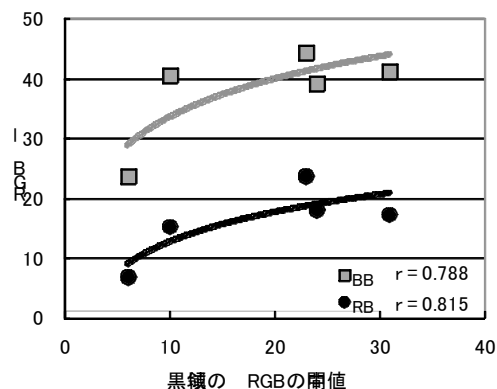


図1：中間値とBB及びRBの関係。

主観評価実験の結果において画像を SD 法により主観的に評価し共通因子を抽出した。その結果原画像においては「上質軸」「雰囲気軸」「質感軸」が抽出され、他の黒み段階でもそれらと共通性のある軸が抽出された。図 2 に示される「こだわりを感じる-こだわりを感じない」の結果の様に、物体表面の黒みが増すと感性的評価として黒みの印象が良くなること示されたが、原画像のままの方が評価の高い形容詞対も確認された。また工学系学生群の結果と美術系学生群の結果を比較したところ、黒みの変化に伴う評価の変動は同様の傾向を示していたが、「上質軸」と「雰囲気軸」については美術系学生群の方が明瞭な主観評価を行っていた事が示唆された。

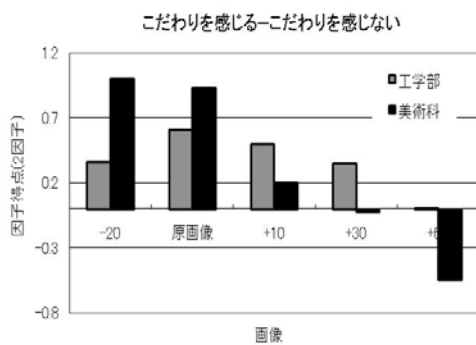


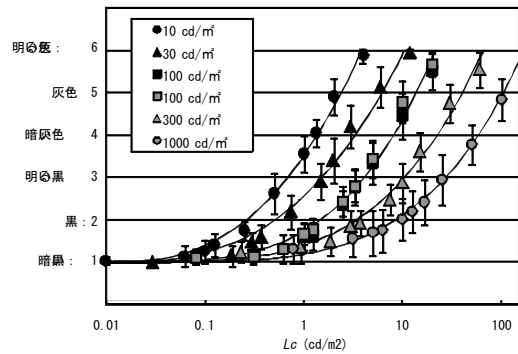
図 2: 黒みの変化と因子得点の関係。

このようにディスプレイの物理特性や画素情報に関して、電子色彩画像に雰囲気や高い評価を加えるための黒みの持つ役割について、解明への可能性が示された。今後は深み感の判断や、違うタイプのディスプレイ、観察環境を用いる等、さまざまな観点からも調査することが必要である。

(2) 色彩画像の黒みとその感性的評価

本研究においては、「知覚的黒み」に対して、第一に知覚的黒みの心理物理的尺度化を行った。実験結果を図 3 に示す。図 3(a) は工学系被験者の結果であり、図 3(b) は美術系被験者の結果である。黒色のプロット点は中心刺激に黒い布を用いた L_s で 10, 30, 100 cd/m^2 の条件であり、灰色のプロット点は中心刺激に灰色色票を用いた 100, 300, 1000 cd/m^2 の条件である。図 3 の横軸は中心刺激の輝度値 $L_c \text{ cd}/\text{m}^2$ を対数で表し、縦軸は知覚的黒み評価値 PB である。図 3 に示すように、周辺刺激の輝度 L_s に関わらず中心刺激の輝度 L_c 増大に伴って暗い黒から灰色へと知覚的な黒みは変化した。また結果の近似を取る事で、式 (1) に示される輝度値と知覚的黒みの心理物理的尺度を構築することを可能とした。

(a) 工学系被験者



(b) 美術系被験者

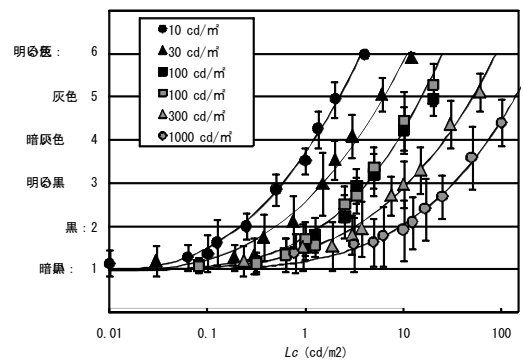


図 3: 各周辺輝度条件における中心輝度と知覚的黒み評価 PB の関係及び式 (1) を用いた結果。

$$PB(L_c, L_s) = k(L_s) \times (\log_{10} L_c + 2)^{n(L_s)} + 1 \quad \dots \text{式(1)}$$

第二に絵画画像における知覚的黒み評価は、単純な刺激配置で得られた心理物理学的尺度と等価であるかを調べた。図 4 の結果から、絵画における黒色以外領域の平均輝度 L_o 及び注視点の輝度 L_p の輝度コントラスト $L_o(L_s)/L_p = 61.821$ に対して、工学系被験者が等価となる知覚的黒みの輝度コントラストは 72.775 であり、美術系被験者が等価となる知覚的黒みの輝度コントラストは 120.032 であった。その結果、絵画画像など内容(コンテンツ)がある画像における知覚的黒み評価は、単純な刺激配置で得られた心理物理学的尺度と等価ではないことが示された。後述については図 4 に示されるように同じ輝度コントラスト値でも、単純な刺激配置から生じる知覚的黒みより芸術性の高い絵画の色彩画像の方がより知覚的黒みがあ

ると示された。

工学系及び美術系の被験者の比較について、単純な輝度コントラストによる知覚的黑み誘導ではその違いはほとんどない。一方、絵画面像から受ける知覚的黑みに関しては、美術系の被験者の方が工学系の被験者よりも知覚的黑みを強く感じていることが示された。この理由としては、工学系の被験者よりも美術系の持つ深い知識や探究心が知覚的な黒みをより誘導させる一因の可能性があり、このような絵画の知識や認識度についての検討は重要であると考えられる。

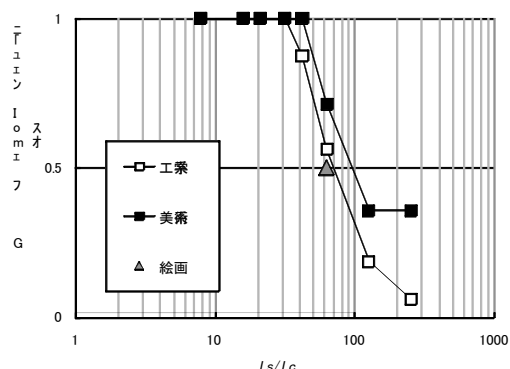


図4：絵画及び黒み評価装置の知覚的黑みの比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Tetsuya Eda, Yoshiki Koike, Sakurako Matsushima, Koichi Ozaki, Miyoshi Ayama, "Influence of surround luminance upon perceived blackness", IS&T SPIE in San Jose, Vol. 7240, pp. 72400T-1-8, 2009.
- ② Tetsuya Eda, Yoshiki Koike, Sakurako Matsushima, Miyoshi Ayama, "Effect of blackness level on visual impression of color images", IS&T SPIE in San Jose, Vol. 6806 pp. 68061B-1-8, 2008.
- ③ Tetsuya Eda, Yoshiki Koike, Sakurako Matsushima, Miyoshi Ayama, "Role of blackness on visual impression of color images", The International Conference on *Kansei* Engineering and Emotion Research in Sapporo, CD-ROM, 2007.

[学会発表] (計 5 件)

- ① Tetsuya Eda, Yoshiki Koike, Sakurako Matsushima, Koichi Ozaki, Miyoshi Ayama, Influence of surround luminance

upon perceived blackness, Imaging Science & Technology SPIE in San Jose, 2009年1月20日, サンノゼコンベンションセンター.

- ② 江田哲也, 阿山みよし, 物体色モードと光源色モードにおける黒み評価, 第10回日本感性工学会大会, 2008年9月10日, 大妻女子大学千代田キャンパス.
- ③ Tetsuya Eda, Yoshiki Koike, Sakurako Matsushima, Miyoshi Ayama, Effect of blackness level on visual impression of color images, Imaging Science & Technology SPIE in San Jose, 2008年1月31日, サンノゼコンベンションセンター.
- ④ Tetsuya Eda, Yoshiki Koike, Sakurako Matsushima, Miyoshi Ayama, Role of blackness on visual impression of color images, The International Conference on *Kansei* Engineering and Emotion Research in Sapporo, 2007年10月11日, 日本生命札幌ビル.
- ⑤ 小池良樹, 江田哲也, 松島さくら子, 阿山みよし, 色彩画像の黒みの程度とその感性的評価, 第9回日本感性工学会大会, 2007年8月2日, 工学院大学新宿キャンパス.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿山 みよし (AYAMA MIYOSHI)
宇都宮大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：30251078

(2) 研究分担者

春日 正男 (KASUGA MASAO)
宇都宮大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：00280909

佐藤 美恵 (SATOU MIE)
宇都宮大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：00344903

松島 さくら子 (MATSUSHIMA SAKURAKO)
宇都宮大学・教育学部・准教授
研究者番号：60344909