

塗装の深み感におよぼす色の見えの効果

森下未来子*・内川恵二**・辻 紘良*

* (株) 豊田中央研究所 知的情報研究室

〒480-11 愛知郡長久手町

** 東京工業大学大学院 総合理工学研究科

〒227 横浜市緑区長津田町4259

1. はじめに

近年、自動車の外観品質に対するニーズがますます多様化する中で、塗装においても、深み感、透明感、平滑性、鮮映性などといった質感の向上が望まれている。ここで対象としている深み感というのは、例えば日常生活の中で美術工芸品をみたときに感じるそれとよく似た感覚である。本研究の目的は、塗装の深み感を生じさせる物理的要因を明らかにし、最終的には製造技術まで結びつけることにある。

最近の塗装は、光輝材の種類や量、クリア層の色や厚みなどを複雑に組み合わせて作る傾向にあり、仮に同じ着色材を使っているとしても、それらの条件の組み合わせ方によって、塗装は様々な見えを呈する。深み感は表面の"見え"にもとづく高次の感覚といえるが、我々は深み感の判断にとって重要であると思われる見えを、観察時の着目のしかたの違いから"巨視的な見え"と"微視的な見え"とに分けて考えている。巨視的な見えとは、塗装を少し離れて観察した場合に感じる、色に関する見えをいう。一方、微視的な見えとは、光輝材の粒子が確認できるほどの近い距離から観察した場合に感じる、奥行きや厚みに関する見えをいう。

ここでは、巨視的な見えである色の見えと深み感との関係を実験により調べた結果を報告する。刺激として与えたのは、曲面状の塗装パネルである。曲面の塗装では、照明をあてるとハイライト部（正反射による光輝部分）とシェード部（ハイライト以外の暗い部分）とが現われ、色の見えは曲面に沿って連続的に変化して

いる。この色の見えの変化をカラーマッチングの手法によりマンセルのHVC値として測定し¹⁾、特徴を捉えた。

これまでの塗装質感に関する研究^{2,3)}は、対象とする感覚を官能評価によってを順序づけておき、計測機器による測定値（例えば分光反射率）との関係を調べたものがほとんどであった。しかし、こうした測定値は、実際に質感を判断しているときの観察条件が反映されていない（照明条件が異なっていること、測定値は対象をスポットで見ているのに対し人間は周囲を含めて観察していること、など）場合が多く、不十分な点があった。そこで今回、深み感を判断した同じ条件のもとで色の見えを忠実に測り、両者の関係を調べた。

2. 方法

2.1 刺激と装置

刺激に用いたのは、メタリック系塗装の曲面状のパネル（15×30cm）で、色の種類と光輝材の種類とをそれぞれ変えて作成された29枚である。29枚の色種をおおまかに分類すると、色相環の中にバランスよく位置する5つのカテゴリ（R, Y, YG, B, PB系）に含まれるもの各5つずつと、N（=Neutral）系に含まれるもの4つとなっている（表1）。

表1 実験に用いた塗装パネルの色

色の種類	刺激No.				
Neutral	N1	N2	N3	N4	
Red	R1	R2	R3	R4	R5
Yellow	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Yellow Green	G1	G2	G3	G4	G5
Blue	B1	B2	B3	B4	B5
Purple Blue	P1	P2	P3	P4	P5

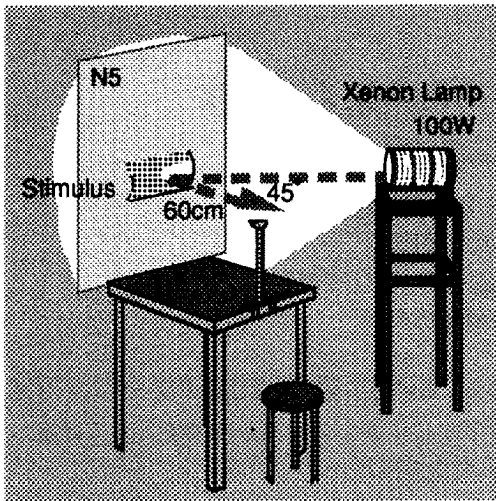


図1 実験装置

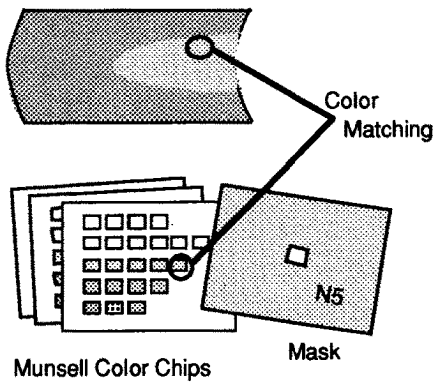


図2 カラーマッチング法

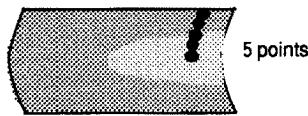
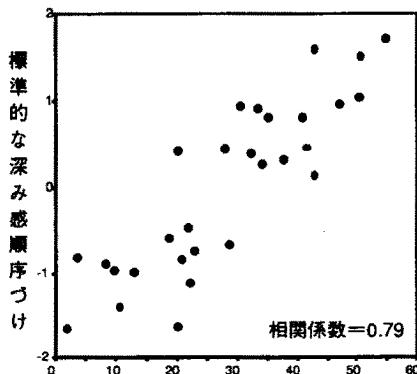


図3 マッチングポイント



今回の実験による深み感順序づけ
図4 今回得られた深み感順序づけと標準的な深み感順序づけとの比較

装置は、暗幕を張った180cm立方のブースの中に、図1のように試料、光源、顎台などを設置したものである。刺激呈示背景にはマンセル値のN5に近いものを選び、背景色による色の見えの誘導が起らないように配慮した。また、光源にはキセノンランプを用意し、被験者の右45°方向から地平線に水平に照射するようにした。被験者には、刺激に対して正面60cmの位置から観察してもらうようになっている。

2.2 手続き

2.2.1 深み感の評価

29枚の塗装パネルに対して総当たりで深み感の一対比較を行なった。塗装パネルは図1に示す位置に比較したい2枚を続けて呈示し、深み感の大きさを判断した。深み感が大きい方を1点、小さい方を0点としてその合計を深み感得点とし、順序づけを行なった。判定は、各比較ペアについて2回ずつ試行した。

2.2.2 色の見えの測定

色の見えの測定には、色票によるカラーマッチングの手法を用いた(図2)。この方法では、色の見えが等しい色票を自分の目で選ぶことにより、対象物のHVC値を求めることができる。色票はJIS標準色票を用いた。

マッチングは塗装パネル上の5ポイント(図3)に対しておこなった。これは曲面に沿った色の変化の具合を調べるためである。注視するポイントの位置は、塗装パネルの上側と右側につけた目盛りの助けを借りて、地図を読むときの要領で自分で固定するようにした。手にもった色票は、呈示された塗装パネルの真下に位置させ、マッチングをとる際にはマスク(塗装パネルの背景色と同じN5の紙)で覆って見た。色の見えが一致する色票がない場合は、存在する色票の間を内挿あるいは外挿してマンセル値を求めた。実験は2回ずつ試行した。

2.3 被験者

被験者は色覚正常者3名；MM(女性・25歳)、KU(男性・41歳)、TS(男性・23歳)である。

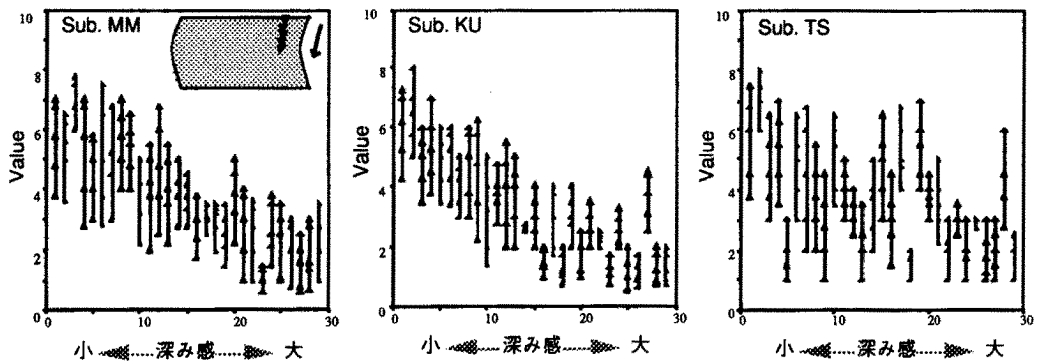


図5 深み感とVとの関係

3. 結果

3.1 深み感の評価

まず、被験者はいずれも深み感の評価は初めてであったにも関わらず、29枚の塗装パネルに対し深み感を確かに順序づけることができた。図4は、今回の深み感の順序づけの結果（3人の平均）と、別の手法・別の被験者による標準的な順序づけの結果とを比較したものである。両者の間に高い相関が認められる。このことは、深み感が実験条件や被験者の違いによらず有意に認められる感覚であることを示している。

3.2 色の見えの測定

カラーマッチングの結果は、被験者間で大きくは変わらないことを確認した。このことから、被験者が異なっても“見え”は同じで、深み感を判断するときに基準とする要因の違いが被験者間の深み感順序の違いであると考えることができる。

3.3 深み感と色の見えの関係

次に深み感と色の見え（HVC値）との関係について示す。Hについては直接的な関係が得られなかったため、VとCについてのみ以下にまとめる。

3.3.1 Vとの関係

図5は、各塗装パネルの曲面に沿ったVの変化のようすと深み感との関係を、被験者別に示したものである。横軸は右へいくほどその被験者にとっての深み感が大きくなるように塗装パネルが並んでいる。Vの変化のようすとをみると、被験者や塗装パネルの違いによらず、パネ

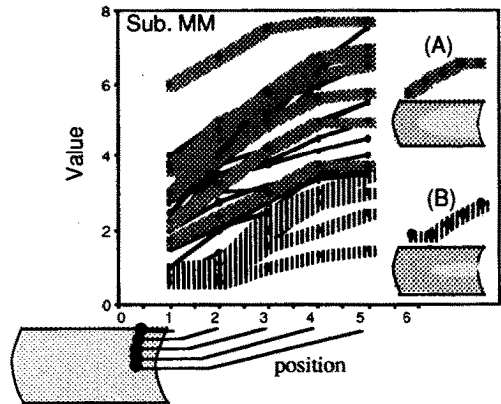


図6 曲面上のV変化特性

ル中央部へ向かうにつれてVが高くなっていく。また、深み感との関係をみると、被験者によって関係が多少は異なるものの、Vが低く、Vの変化の幅が小さいほど深み感が大きい傾向があるといえる。

次に、横軸をマッチングポイントの位置、縦軸をVとして、塗装パネル面上でのVの変化の特徴をみた（図6）。ここで、29本のグラフを、特徴的な2つの変化パターンと、それ以外のパターンとに分けることにした。特徴的な変化パターンとは、端の方で大きく変化し中央付近で変化が小さいパターン（＝パターンA）と、端の方では変化がなく中央付近で変化が大きいパターン（＝Bパターン）である。この2つのパターンは、ハイライト部の見え方と関係づけると、ハイライト幅が広いものと狭いものにうまく対応している。ここで、パターンAは深み感が小さく、パターンBは大きいものが多いことから、深み感は

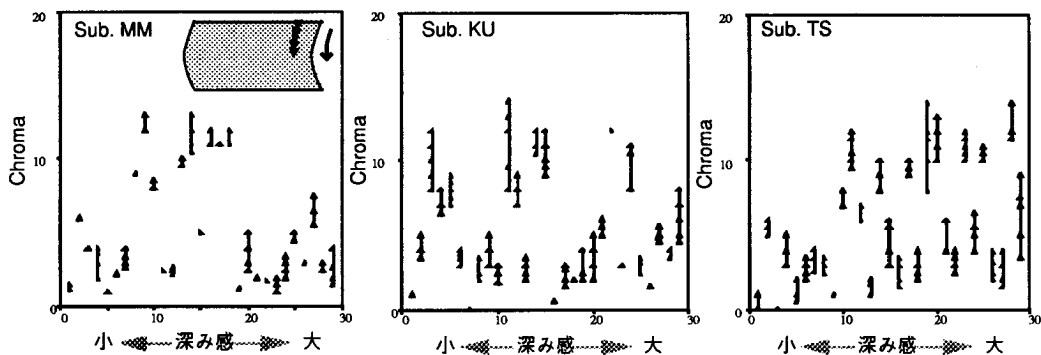


図7 深み感とCとの関係

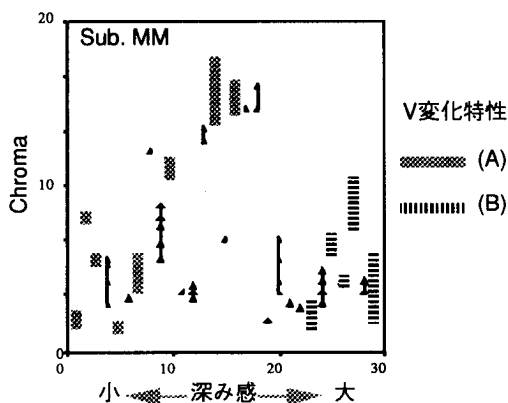


図8 V変化特性別にみた、深み感とCとの関係

ハイライト幅が狭い方が大きく感じられると考えることができる。

3.3.2 Cとの関係

Cと深み感との関係を図7に示す。まずCは、被験者や塗装パネルの違いによらず、パネル中央部へ向かうにつれて高くなることがわかる。また、深み感との関係を見ると、被験者MMとKUについてははっきりした傾向がみられないが、TSについてはCが高いほど深み感が大きい傾向がみられる。図5と図7を考察すると、MMとKUはVを第一に重視して深み感を判断しているのに対し、TSはVとCを同程度の重みで考慮して判断しているようすがうかがえる。ここで被験者MMについて、図6で行なったV変化特性による分類カテゴリ内において、改めてCを考察してみた(図8)。カテゴリ内では、Cが高いほど深み感が大きい傾向がみられる。このことから、この被験者の場合は、深

み感の判断に対してCが二次的な効果を果たしていると考えられる。

4. まとめ

塗装深み感の物理的要因の探索の一つとして、巨視的な見えである色の見えとの関係を調べた。その結果、次のことが明らかになった。

- ・Vが低いほど深み感が大きい
- ・曲面に沿ったVの変化が小さいほど深み感が大きい
- ・ハイライト幅が狭いほど深み感が大きい
- ・Cが高いほど深み感が大きい
- ・HVCの中ではVが最も効果が大きい
- ・被験者によってはCが効果的にはたらく
- ・Hとは直接的な関係はみられない

文献

- 1) 池田光男：色彩工学の基礎。朝倉書店、1989。
- 2) 森田 操：塗膜鮮映性の評価法。鉄と鋼, 77, 1075-1086, 1991。
- 3) 田畑 洋, 吉本照子, 田中 信吾, 原田 宏昭, 橋本光雄：自動車の塗膜質感評価方法。自動車技術, 44, 16-21, 1990。