

表面色と光源色の見えにおける色度変化

Change of Chromaticity between Surface Color and Luminous Color

岡嶋 克典 東京工業大学総合理工学研究科
内川 恵二 〃
池田 光男 〃

Katsunori Okajima
Keiji Uchikawa
Mitsuo Ikeda

はじめに

物理的に同一な色光でも、表面色は光源色に比べて明るさ効率 B/L が増大するという報告がある¹⁾。このことから、周辺輝度が上がると明るさに寄与する色成分が増加するということが示唆される。

そこで本研究では、物理的に同じ光が光源色から表面色に変化した際にマッチングする色度の違いを測定した。周辺刺激がない色は光源色に見え、周辺刺激がある色は表面色に見えることから、周辺刺激があるテスト刺激を周辺なしの色参照光とカラーマッチングすることによって、見えによる色の彩度の変化を調べることができる。

装置

実験装置は、2光路の自然視光学系とカラーCRTシステムで構成されている。図1が装置全体の概略図である。キセノンランプ (Xe) から出た2つの光は、それぞれ電磁シャッター、中性濃度ウェッジ ($W1$ 、 $W2$) を通り、リニアモーターのレール上にある干渉フィルター (IFs) を通過する。その後、ビームスプリッター (BS) で混合された光はミラーで反射され、被験者 (Sub.) の右正面にあるグレースケールN9.5のスクリーン (SC) 上に投影される。一方、被験者の左正面にはCRTディスプレイが置かれており、RGB各8ビットの色分解能を持つカラーボードを経由してコンピューターに接続されている。被験者は手元の3つのボリュームで、CRTのRGB各発光体のデジタル量を0から255の範囲で変えることができる。

刺激

光学系による色参照光 (視角 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ の正方形) として、470nm, 510nm, 560nm, 580nm, 600nm, 640nmの単色光、及び単色光470nm, 490nm, 510nm, 560nm, 580nm, 640nmと白色とを混色した色光、460nmと640nmを混色した色光の計13色を採用した。予備実験で使用したCRT上の参照光は、視角サイズは色参照光と同じで輝度 $9.1(\text{cd}/\text{m}^2)$ 、xy色度 (0.3369, 0.3386) の白色光である。色参照光とカラーマッチングするCRT上のテスト刺激は、白色周辺刺激に囲まれている。この白色周辺光は、視角で $1.7^\circ \times 1.7^\circ$ の正方形で、輝度 $63.5(\text{cd}/\text{m}^2)$ 、xy色度 (0.3400, 0.3526) である。

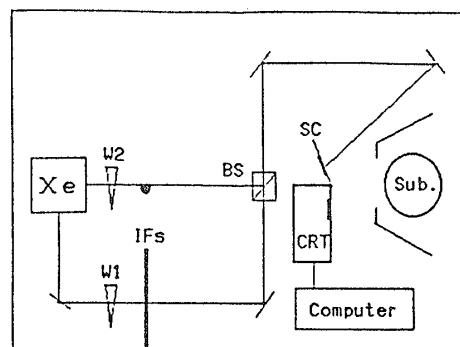


図1 実験装置の概略図

手順

まず予備実験で、すべての色参照光の明るさをCRT上の白色参照光の明るさに合せ、以後の本実験でその平均値を採用した。

本実験では、等明るさにした色参照光に、白色周辺光とともに呈示されているCRTのテスト刺激のRGBを被験者は調整し、カラーマッチングした。この時、明るさと色相と彩度だけを合せ、見えや黒みは無視するように被験者に指示した。色参照光は光源色、テ

スト刺激は表面色見えを呈している。被験者は2人であるが、以下では被験者HUのみの結果を示す。

結果

図2は、カラーマッチングの結果をxy色度座標上に示したものである。シンボル○は色参照光、シンボル△はそれとカラーマッチングしたテスト刺激のxy色度座標を示す。対応するシンボルどうしは実線で結ばれている。これを見ると、周辺刺激があるテスト刺激(△)は、周辺がない色参照光(○)に比べて色度図内部の色でカラーマッチングしており、表面色は測光値が同じ光源色よりも彩度が高く知覚されることを示している。図2における点線の三角形は、CRTのRGB発光体のxy色度図を結んだものである。CRTによるテスト刺激の知覚された色は、この三角形を越えた領域の光源色と同じ色になることがわかる。

図3は、カラーマッチングした時の色参照光とテスト刺激の輝度を示したもので、横軸の番号は図2中の刺激番号に相当しており、白抜きの棒はテスト刺激の輝度、斜線の棒は色参照光の輝度である。この結果は、表面色がそれより低い輝度の光源色とカラーマッチングするというを示している。

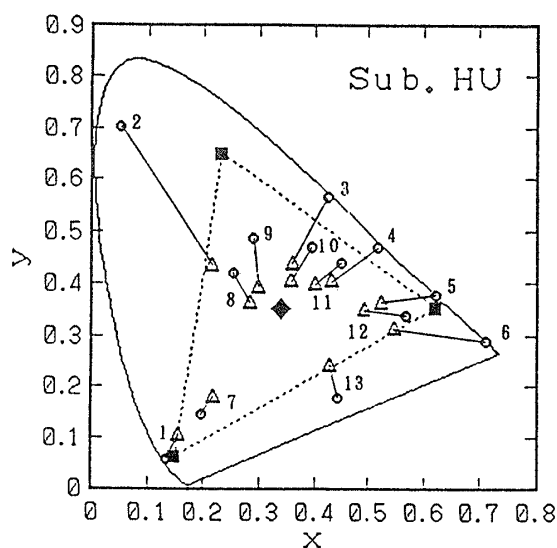


図2 色参照光とテスト刺激のxy色度

参考文献 1) 光源色モードと表面色モードにおける明るさ効率の比較, 光学, 17 (1988) 582-592.

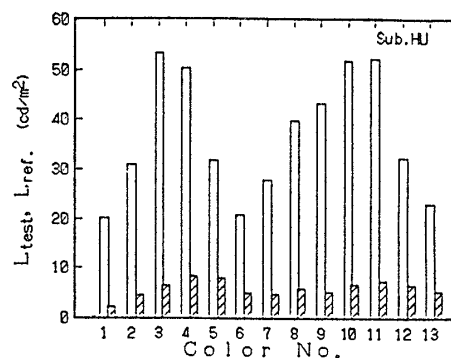


図3 色参照光とテスト刺激の輝度
考察

図4は、色参照刺激のxy色度と各点での色参照光とCRTテスト光の輝度差 ΔL （白抜きの棒）と $u'v'$ 色度差 ΔC （斜線の棒）を、それぞれ最大値が1になるように正規化した ΔL_N と ΔC_N をプロットしたものである。xy色度図内の数字は、棒グラフにおける横軸の各色参照光番号と対応している。これを見ると、 ΔL_N が大きい色の場合は ΔC_N は小さく、 ΔL_N が大きい色の場合は ΔC_N が小さい傾向が見られる。すなわち、定性的には ΔL_N と ΔC_N が反比例的な関係を持っていることが示唆される。

今回の結果から、光源色から表面色見えになると、色度図において彩度が増加する方向へシフトした。これらのことから、表面色は光源色よりも色度図内部しか存在しないが、知覚される色については、むしろ表面色の方が広い領域を有している可能性もある。我々が鮮やかな物体色を見ることができるのは、このような性質によるものと考えられる。

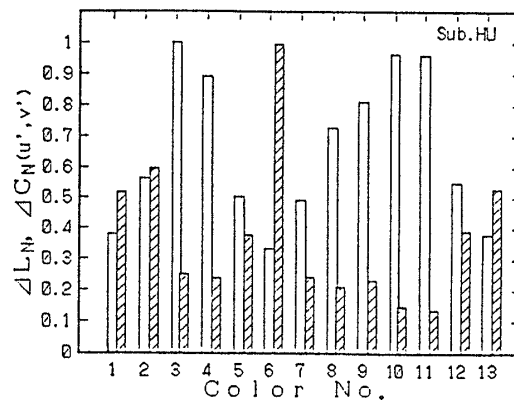


図4 輝度差 ΔL_N と色度差 ΔC_N