

色恒常性に基づく色彩補正システムのための色の見えの計測

163430007 尾山 真一
川澄研究室

1. はじめに

人は室内の壁や物体の色の見えから照明状況を瞬時に類推し、それに照らして物体の色を補正しながら見ている。これは色恒常性という視覚機能の一つで、この時脳で認識されている照明空間は照明認識視空間 (Recognized Visual Space of Illumination : RVSI) と呼ばれる[1]。過去の研究では、RVSI のはたらきによって、実際の室内空間の物体色は写真画像上で観察する物体色よりも鮮やかに感じるとされる[2]。

本研究では、RVSI のはたらきによって生じる色の見えの差異を目視実験により計測して人の視覚特性の特徴を調べるとともに、その特性を組み込んだ色彩補正システムの構築を検討する。

2. 目標とする色彩補正システム

工業製品の色設計は、ディスプレイ上に製品の外観を表示させて色彩の見え方を確認しながら決定していく。写真画像や3DCGを使って室内に置かれた物体の色を観察する場合、上述したようにRVSIにより実際の色の見えとの間に差異が生じる。我々は、この差異を予め推定し、見えが現実と近くなるように自動的に補正してディスプレイ表示することができる色彩補正システムの構築を目指している。そのためには、RVSIによって生じる色の差異の実測データを蓄積し、色彩補正に用いるデータベースを作成する必要がある。

ここでは、その差異を実測するための目視実験方法および得られた視覚特性についてまとめる。

3. RVSIによって生じる差異の目視計測実験

3.1 鮮やかさが増加する現象を確認する実験

山内らの実験[2]で対象とした物体表面色は限られた色彩であった。今後、多様な質感を持つ工業製品へ研究成果を展開するため、まず、現実の自動車内装部品の表面色を対象に、RVSIによって生じる色の見えの差異を調べる目視実験を行った。実際の空間の見えは、D-up (Dimension-up) Viewer[3]という自作装置を利用して、その空間に本当にいるような感覚を仮想的に作り出し、目視計測実験の際には実空間の代用とした(図1)。

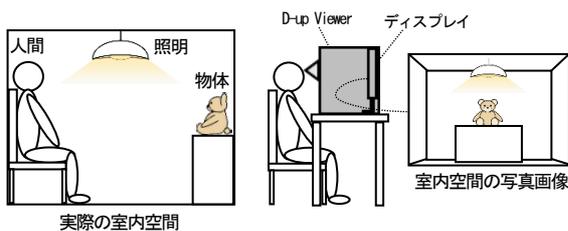


図1: 実際の室内空間の見えを模擬するD-up Viewer

目視計測実験では1台のディスプレイを用いて、D-up Viewerが無い場合と有る場合の2つの観察条件を作り出した(図2)。ディスプレイ上に車室内の写真(図3)を表示し、被験者には、ダッシュボード上の固定点の色の見えを回答してもらった。色の見えの定量化には、JIS標準色票によるカラーマッチング法を用いた。そして、D-up Viewer無しでディスプレイ上の室内写真を直接見る場合(ディスプレイ上での設計場面)と、D-up Viewerを使用して車室内空間に実際に座って見ている状況を模擬している場合(試作品の確認場面)の2条件での色の見えを比較した。ダッシュボードの色彩について色相、明度、彩度を独立に変化させた19種類の実験刺激を用意し、対象物体の色属性が色の見えにもたらす影響を調べた。被験者6人について調べた結果、RVSIによって生じる鮮やかさは対象物体の色相によって大きさが変わる可能性があることが確認された。

3.2 対象物体の色による影響を調べる実験

前節の実験では、対象物体の色彩バリエーションが不足していたため、3DCGの室内空間(図4)で色彩を系統立って作成し、RVSIによって生じる色の見えの差異が対象物体色により影響を受けるか詳しく調べた。被験者は、中央に置かれた椅子の固定点の色の見えを回答する。椅子の色は、明度と彩度を変化させた5種類を1セットとして、5色相すなわち計25色を用意した(図5a)。RVSIによる色の差異の計測は、2つの条件(図2)で立て続けに観察して差がある場合には「やや」「はっきり」の2段階×8方向で回答する方法(図5b)により行った。被験者3人について調べた結果、対象物体が低明度、高彩度の方が2条件間の差が大きく、また色相はYRよりPBの方が差が開く傾向が把握された(図6)。

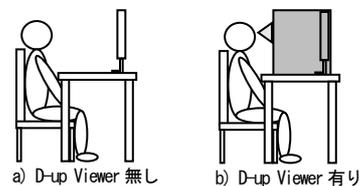


図2: 2つの観察条件



図3: 車室内空間の写真



図4: 室内空間のCG

3.3 差異を精密に計量する実験

前節では色の見えの差異を「やや」「はっきり」という粗いレベルで表現し、色空間における傾向をみた。ここでは、今後色彩補正システムでこの差異のデータを活用することを念頭に、精密な計量を試みた。図4の椅子の色彩バリエーションとして前節と同じ25色を用意し、それぞれに対し、さらに彩度を26段階変化させた実験刺激を作成した。各段階差は検出が目視では容易でない微小な差である。26段階の連続的な実験刺激は被験者が自ら手動で変えられるようにした(図7)。椅子25色のうち1色をテスト刺激、その1色を基準に用意した彩度26段階の色を参照刺激とし、被験者は両者を同時に観察し、2つの椅子の色の見えが主観的に等価になるよう、調整法により参照刺激1つを選択した。図8はある被験者による計量結果である。差異はMunsell表色系のChroma値に変換し、色彩補正システムのデータとして使えるようにした。

また、これまでにCGの室内空間は電球色の光源を使ってレンダリングして作成していたが、光源を昼白色に変更した実験刺激を用いて同様の計測実験を行った。その結果、差異の傾向に大きな違いが見られなかったため、対象物体色による影響は光源の色温度に依存しないことが確認された。

参考文献

- [1] 池田光男, 本永景子, 松澤伸子, 石田泰一郎: 色パターンの照明認識視空間と局所照明認識閾, 光学, Vol. 22, No. 5, pp.289-298 (1993).
- [2] 山内留美, 池田光男, 篠田博之: 隠匿照明に対する初期視覚情報の増大による照明認識視空間の構築-色性質の場合-, 光学, Vol. 32, No. 9, pp.558-565 (2003).
- [3] Chanprapha Phuangsuwan, Mitsuo Ikeda, Pichayada Katemake: Color Constancy Demonstrated in a Photographic Picture by Means of a D-up Viewer, OPTICAL REVIEW, Vol.20, No.1, pp.78-81 (2013).

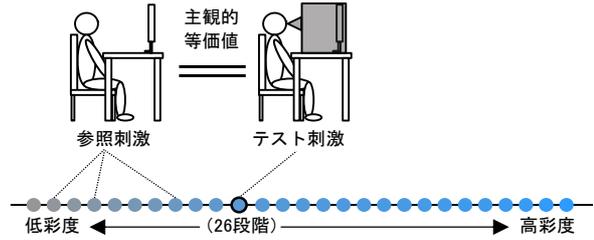


図7: 差異の精密な計量方法

4. まとめと残された課題

RVSI のはたらしきによって生じる色の差異を推定し、自動的に補正して色表示する色彩調整システムを構築するため、その差異を実測する方法を考案し、データの特性を調べた。その結果、実空間での色の見えの方が鮮やかに感じられる傾向を確認でき、また、対象物体の色属性(色相, 明度, 彩度)に応じて、鮮やかさの度合いが異なることも把握できた。システムで利用するための視覚特性を実測する手段はおおむね確立できたが、さらに正確に簡便に計測できる方法を工夫する必要がある。対象物体色を色空間全域でカバーしたデータベースを作成し(図9)、最終的にはシステムの性能を検証する予定である。

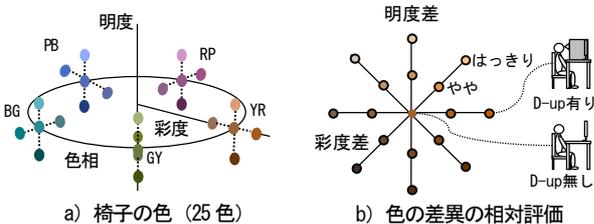


図5: 対象物体の色による影響の計測方法

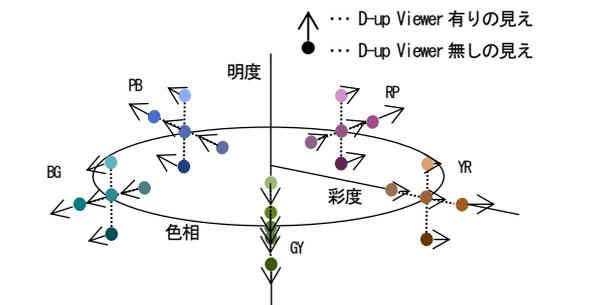


図6: 対象物体の色による影響の計測結果 (被験者: DM)

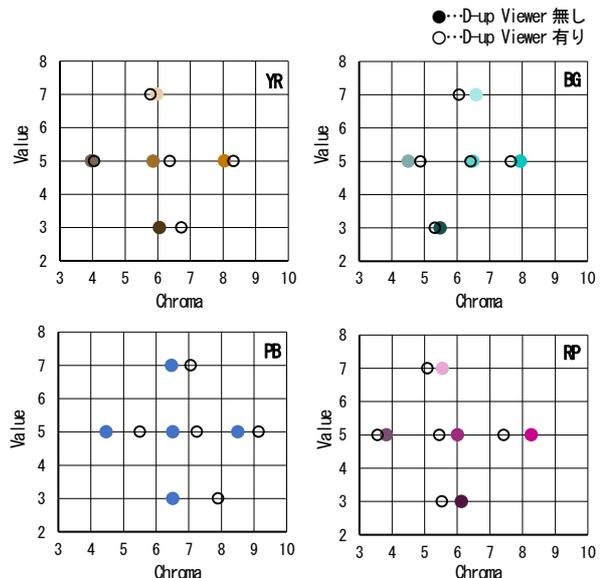


図8: 精密な計量結果 (被験者: SK)

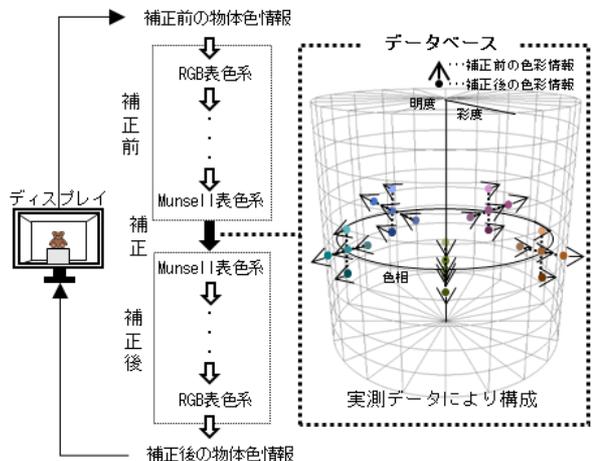


図9: 色恒常性に基づく色彩補正システム