

表面色モード知覚における周辺刺激の作用

山内泰樹・内川恵二・栗木一郎

東京工業大学 工学部 像情報工学研究施設

〒226 横浜市緑区長津田町4259

1. はじめに

色の見えには大きく分けて表面色モードと開口色モードの2つがあり、周辺刺激の条件によりそれらの見えのモードは変化する¹⁾。周辺刺激に色票を用い、色票配列の中央に設けた開口部を通じて CRT によるテスト刺激を観察する方法により、テスト刺激の見えが表面色モードから開口色モードへと移行するテスト刺激の強度を調整法により求めると、テスト刺激の輝度等価反射率が 100 % 以下で見えのモードが表面色から開口色へ移行してしまうことが報告されている²⁾。

本研究では CRT をテスト刺激と周辺刺激の両方に用い、テスト刺激の表面色モード知覚に対する周辺刺激の影響を調べた。

2. 実験方法

2.1 原理

色の見えのモードは、中央の対象とするテスト刺激とその周辺の刺激を適切な条件に設定することにより決めることができる。本実験では、全刺激、すなわちテスト刺激と周辺刺激の両者を CRT 上に呈示する。複色色の色票を模擬した周辺刺激に囲まれた中央部にテスト刺激を呈示し、テスト刺激の輝度のみを被験者が調整する。テスト刺激は輝度が十分高ければ開口色モードに見え、輝度が十分に低ければ表面色モードに見える。また、輝度がこの中間の値になると、両モードが混在したような見えになる。そこで、本実験では完全な表面色モードの見えから開口色モードの

見えが混在し始める点を表面色モードの限界として求めるようにした。

2.2 装置

実験装置は被験者の入るブースと、CRT が置かれているブースの2カ所からなる。両方のブースの境界には視角 67 deg × 38 deg の開口部が設けられ、そこに開閉自在なシャッターが取り付けられている。被験者は実験者の要請に応じてシャッターの開閉を行い、刺激を観察する。被験者用ブース内は D₆₅ 模擬蛍光灯で照明されており、照度は被験者の手元で 90 lx である。また、CRT の置かれているブースは暗黒であり、CRT 前部に開口を設けた暗幕を設置することにより CRT 上の刺激呈示部だけが見えるようになっている。

刺激の視距離は 120 cm、両眼自由視とした。被験者は手元のトラックボールにより、CRT 上のテスト刺激の輝度を調整することができる。

2.3 刺激

周辺刺激は図1に示すように、無彩色（灰色、黒、白色）の背景上に8色（青、黄、赤、緑、ピンク、紫、オレンジ、茶）の色票と白色の枠（N9.5 相当）を模擬した部分から構成されている。周辺刺激の xy 色度を図2(a)に示す。

刺激全体が CRT 上に呈示されているが、中央のテスト刺激は輝度に応じて色票が呈示されたように見えるか（表面色モード）、開口部を通して光が来ているように見えるか（開口色モード）の2つのモードの知覚を得た。周辺刺激とテスト刺激の大きさは 2 deg × 2 deg、刺激の間隔及び白枠の幅は 0.5 deg であ

る。テスト刺激は16個選び、そのxy色度は図2(b)に示す通りである。なお、テスト刺激に付された番号は便宜的につけたものである。

実験のパラメータは、背景輝度、灰色背景下(一定輝度)での周辺刺激全体の輝度、周辺刺激の色配置である。背景輝度は、3レベル(灰色(N5相当)、黒(N1相当)、白色(N9相当))、周辺刺激の輝度は標準状態を100%とし、75%と125%の3レベルで行った。色配置は、図1に示した緑またはピンク色票と枠の色(白)を入れ換えた。

2.4 手続き, および被験者

被験者は実験を始める前に被験者用ブース内で3分間順応し、その後シャッターを開き刺激の置かれている空間を観察する。被験者は、被験者用ブースから開口部を通じて刺激全体を見ながら、中央に呈示されているテスト刺激が表面色モードの限界になるようにテスト刺激の輝度を調整する。16個のテスト刺激がランダムに刺激中央部に1回ずつ呈示される。これが1セッションである。全ての被

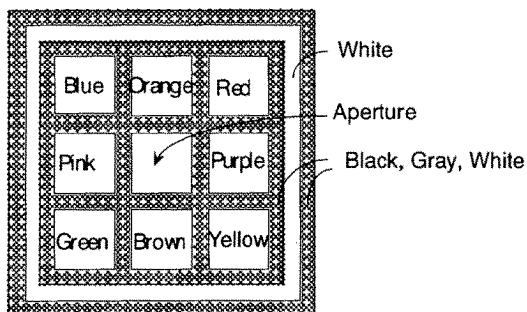
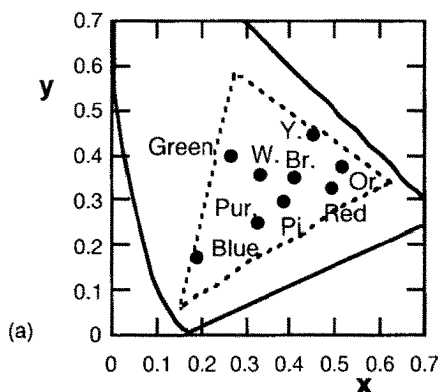


図1 実験に用いた刺激



験者が5セッションを行った。被験者は色覚正常な男性4名である。

3. 結果

図3左に各テスト刺激に対する表面色モードの限界輝度値の全被験者の平均値を示す。図中、データ点に付されているエラーバーは標準偏差である。シンボルの違いが背景輝度の違い(□: N5, ●: N1, △: N9)である。図3右に8個の周辺刺激、背景(N5, N9)と枠(N9.5)の輝度値を示す。

周辺刺激全体の輝度を変化させた場合の結果を図4に示す。図3右に示した周辺刺激の輝度値を基準(100%)としている。シンボルの違いが輝度の違い(●: 75%, □: 100%, △: 125%)である。

周辺刺激の色配置を変化させた場合の結果を図5に示す。図中、●が緑と白色を入れ換えた場合、△がピンクと白色を入れ換えた場合を示し、□が従来の配置である。図4, 5ともに全被験者の結果の平均値である。

以上の結果から、

- 1) 表面色モードの限界となる輝度値はテスト刺激の色度により異なること、
- 2) 白色背景条件の時に、他の背景条件よりもテスト刺激の表面色モード限界輝度値が高くなる傾向があること、
- 3) 周辺色刺激の輝度を125%に上げた時にはほとんど変化がないが、輝度を75%に下げた場合には、限界輝度値が下がる傾向にある

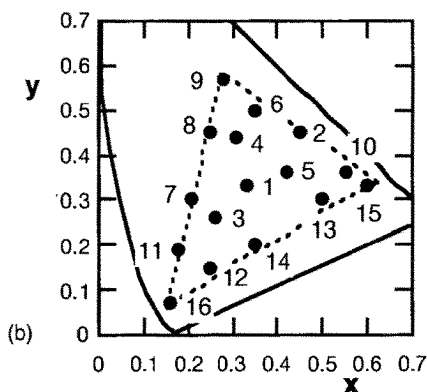


図2 周辺刺激の色度(a)とテスト刺激の色度(b)

こと、

4) 周辺色刺激の配置を変化させても限界輝度値には影響がないこと、
 が分かる。

4. 考察

CRT を用いた本実験から、白や黄色のテスト刺激では表面色モードの限界輝度値が高

く、青や赤の彩度の高いテスト刺激では限界輝度値が低くなる結果が得られたが、これはマンセル色票を周辺刺激に用い CRT をテスト刺激として用いた結果²⁾と同じ傾向である。また、背景条件が黒と灰色の場合は結果がほぼ等しく、白色背景の時に輝度値が高めになるという結果も同様である。しかしながら、表面色モードが変化する限界輝度値の絶対値

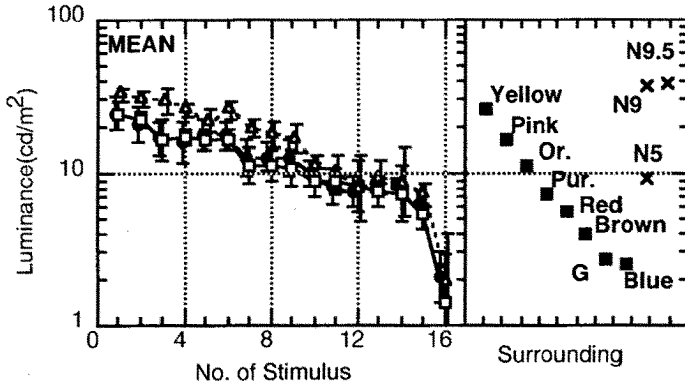


図3 各テスト刺激の表面色モードの限界輝度値(全被験者の平均値)と周辺刺激の輝度(●:周辺刺激, ×:背景および白枠). シンボルは背景輝度の違いを表し, □: N5, ●: N1, △: N9 である.

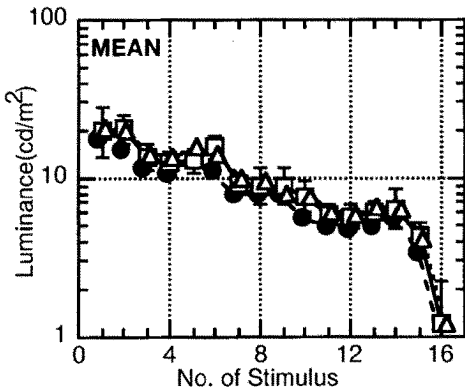


図4 周辺刺激全体の輝度を変化させた時の結果. 図中シンボルは、輝度の違いを表し、それぞれ●: 75%, □: 100%, △: 125%である. エラーバーは標準状態(100%)での標準偏差を表す.

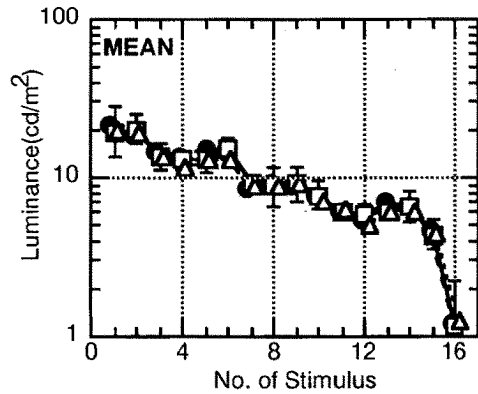


図5 周辺刺激配置を変化させた時の結果. 図中シンボルは配置の違いを表し、●: 緑と白の入れ換え, □: 従来の配置, △: ピンクと白の入れ換えの時である. エラーバーは従来の配置での標準偏差を表す.

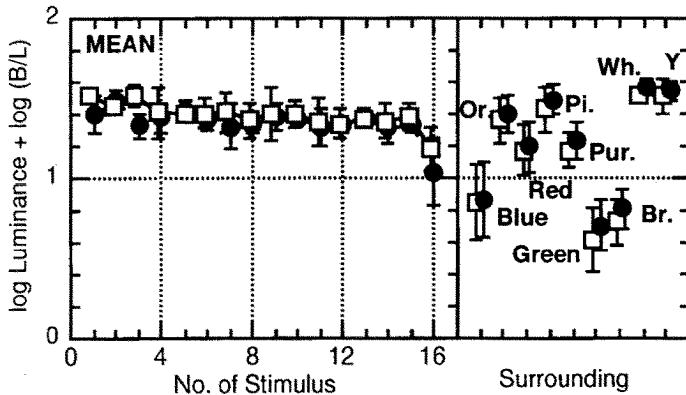


図6 各テスト刺激の表面色モードの限界輝度値× B/L と周辺刺激の輝度値× B/L. 図中シンボルは ●: 背景 N5, □: 背景 N9 を表す.

は、今回の実験結果の方がやや低めになる傾向が見られた。

刺激の配置、特に刺激中の最大輝度を有する白色の位置が変化してもテスト刺激の限界輝度値に変化がなかったことは、観察者に与えられている全体の色情報は一定であることを考えれば納得できる。

周辺刺激の輝度を変化させた場合、輝度が下がった時には低めのテスト刺激の輝度で表面色モードの限界となる傾向が見られたが、輝度を上げた時にはその影響はほとんど見られなかった。本実験条件ではテスト刺激と隣接する背景部の輝度は一定に保つたため、被験者が周辺刺激と背景部とのコントラストを手がかりにして、テスト刺激と背景部のコントラストがその手がかりのコントラスト以上になった時に表面色モードの限界になったと判断することもできる。しかし、この場合は図4のグラフは3本ともシフトするはずである。また、テスト刺激が一定輝度以上になった時に表面色モードの限界になったと判断することも考えられるが、この場合は図4のグラフは3本とも一致するはずである。実際の結果はこのどちらでもないで、さらなる実験が必要である。

テスト刺激の色度によって表面色モードの限界輝度値が異なった。この原因として、テスト刺激の明るさが見えのモード変化の要因となっていることが考えられる。そこで、各テスト刺激の明るさ効率 (B/L) の測定を行った。2 deg × 2 deg の刺激サイズで呈示された参照白色刺激 (輝度値: B) とテスト刺激とが同じ明るさになるようにテスト刺激の輝度 L を調整し、その比 B/L を求めた。参照白色の輝度値 B は本実験での白色の限界輝度値の 80% とし、このとき被験者はどのテスト刺激でも表面色と判断した。各テスト刺激の限界輝度値 × B/L を図6左に示す。被験者4名の平均値である。シンボルの違いは背景輝度の違い (●: N5, □: N9) である。この値はテスト刺激が表面色モードの限界輝度値のときの明るさを示している。図6右に示したのは周辺

刺激の輝度値 × B/L で、B/L はテスト刺激と同様の明るさマッチングによって求めた。図中、データ点に付されているエラーバーは標準偏差である。

この結果をみると、テスト刺激間での明るさは差がほとんどなく、周辺刺激の最大の明るさよりも少し低くなっていることがわかる。図中、テスト刺激中で一つだけ低い値になっているものは単色性の高い青刺激であった。この結果は、色の見えのモードが明るさによって決定されることを示している。

5. まとめ

本実験からCRT を刺激として用いても、実際の色票刺激と同様に表面色モードから開口色モードへの変化を求められることが示された。色の見えのモードの決定要因としては刺激の明るさが重要であり、周辺刺激の中で最も明るいものを基準としてテスト刺激の見えのモードが決められているといえる。その反面、周辺刺激の輝度を上げた場合にもそれと同調したテスト刺激の限界輝度値の変化はかならずしも見受けられず、テスト刺激の絶対強度も影響を与えている可能性もある。また、周辺刺激内での配置はテスト刺激の見えのモードの変化に対して影響を与えないことがわかった。

刺激の空間的配置や大きさの影響について今後更に実験を加えていく必要がある。また、見えのモードを決定するメカニズムと明るさを知覚するメカニズムに関しても今後調べていく予定である。

文 献

- 1) H. Uchikawa, K. Uchikawa and R. M. Boynton: Influence of achromatic surrounds on categorical perception of surface colors. *Vision Research*, 29, 881-890, 1984.
- 2) 山内泰樹, 内川恵二, 栗木一郎: 色の見えのモード変化のための等価反射率条件. *VISION*, 8, 245-248, 1996
- 3) 鯉田孝和, 内川恵二: 色光の見えのモードと明るさの色度特性比較. *VISION*, 8, 143-148, 1996.