

色同化の要因としての眼の色収差と網膜上光受容器分布

Ocular chromatic aberration and retinal cone distribution as factors of color assimilation

中川 貴 Takashi Nakagawa

李 花 Hua Li

福岡工業大学情報工学部

Fukuoka Institute of Technology

福岡工業大学大学院

Fukuoka Institute of Technology

キーワード: 同化、眼、色収差、錐体

Keywords: assimilation, eyes, chromatic aberration, cone distribution

1. はじめに

色の同化効果とは、細かいものの色が隣り合うものの色に近い色に知覚される現象で、標準的な色の教科書[1]にも記載されている。同化が眼で起きるのか脳で起きるのかについて論じた De Weert ら[2]は、被験者が対象領域に注意を向けるときより背景に注意を向けるときの方が同化が強いなどの心理学実験に基づき、脳で起きると結論している。

しかし筆者らは従来の多くの研究対象とは異なる暗い背景中で発光する細かい対象の間の色同化について調べた結果、これらの対象の間の同化は加法混色の性質をもつことを報告した[3]。その後さらに、ピンホールを通して観察する方法で実験した結果、この種の同化は主として眼の色収差によるものであることを示し、周辺視によるぼけも要因である可能性を指摘した[4]。

今回は新しく考案した実験により、中心視に較べて周辺視の方が同化効果が強いことを定量的に確認したので報告する。

2. 方法

テーブル上に暗幕で簡易暗室を作り、着席した被験者の眼前に眼と呈示面の距離が 1m になるよう CRT カラーディスプレイ（三菱 Diamondottron Flat RDF19S）を配置した。被験者には図 1 のような画面を呈示した。図の上部左には刺激帯(S)に挟まれたテスト帯(T)がある。また右には参照帯 R がある。各帯の上下方向の長さは 40mm、刺激帯と参照帯テスト帯の幅はそれぞれ 8mm、テスト帯と参照帯の中心間の距離は 60mm である。テスト帯の幅 w は画面の下方にあるスクロールバーで変えることができる。このような画面は赤、緑、青の刺激帯とテスト帯の色の 6 通りの組み合わせ毎に用意した。

被験者はマウスを操作し、テスト帯の幅 w を約 0.5mm から始めて徐々に広げながら同化の測定を行

うよう指示された。

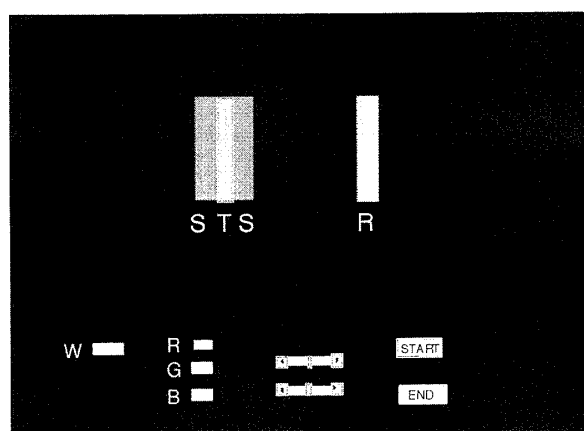


図 1 同化の実験画面

同化の測定は次のように行う。例として青 (R, G, B) = (0, 0, 255) の刺激帯 S に挟まれた赤 (255, 0, 0) のテスト帯 T の見えにおける同化を測定する場合を説明する。

この場合、参照帯 R の色は (255, 0, x) で表示される。 x は青成分を表す 0 から 255 までの整数値で、0 のときは参照帯の色は赤、255 のときはマゼンタとなる。画面下のスクロールバーで増減する。

中心視による同化の測定の場合、被験者は参照帯とテスト帯を交互に見ながら、両者の色が同じに見えるように x の値を調整する。

周辺視による同化の測定の場合、被験者は参照帯を注視したまま、眼の端でテスト帯を見ながら、両者の色が同じに見えるように x の値を調整する。

x の値は、刺激帯が青の場合、画面左下の参照帯の RGB 数値欄のうちの B の欄に現れる。

RGB の各成分毎の輝度は、それぞれのデジタル値の二乗にほぼ比例するので、我々はそれぞれの最大の輝度を 1 とする正規化輝度の近似式

$$\text{正規化輝度} = x^2 / 255^2 \quad (1)$$

を用いることにした。同化が単純な加法混色で表される場合、この正規化輝度が同化の強さの尺度となる。正規化輝度は 0（同化なし）から 1（完全な加法混色）までの値をとる。

実験は2人の被験者(A:28歳女性、B:31歳女性)について行ったが、紙面の都合で被験者Aのデータのみを紹介する。

3. 実験結果

3.1 青に挟まれた他の色の同化

図2は、テスト帯の幅 w (横軸、単位はmm)を変えながら、青帯に挟まれた赤帯の同化を等色した参照帯に加えた青の正規化輝度(縦軸)を測定した1回の測定の結果を示す。

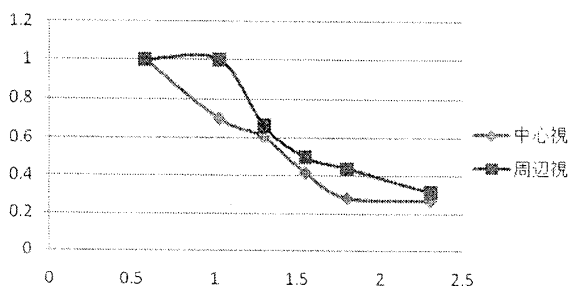


図2 青帯に挟まれた赤帯の同化

テスト帯の幅に対する同化の変化の曲線の形は若干いびつな形になっているが、これは同化の測定値が再現性に乏しいための測定値のばらつきを反映する。被験者Bの測定結果も似た傾向を示した。

いずれにしても周辺視での同化が中心視での同化より強いという傾向が見られた。

青帯に挟まれた緑帯の同化について調べた結果は、青帯に挟まれた赤帯の同化とほぼ同様になったので報告を割愛する。

3.2 赤に挟まれた他の色の同化

図3は赤帯に挟まれた緑帯の同化について調べた結果の例を示す。

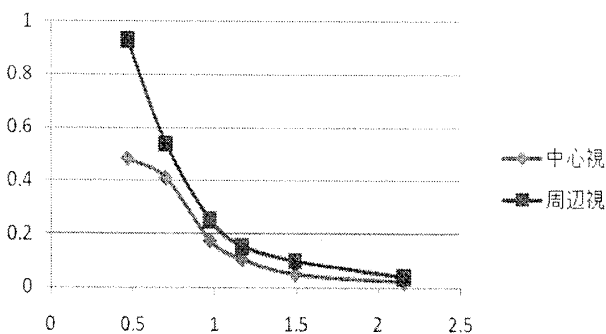


図3 赤帯に挟まれた緑帯の同化

青帯に挟まれた色の同化と比べると、同化が0.4になる幅も0.2になる幅も1/4から1/3くらいに狭くなっていることがわかる。この傾向は被験者Bの測定結果にも見られた。

赤帯に挟まれた青帯の同化について調べた結果も同じようになったが、幅が狭いとき、青帯が暗いことによる明暗の対比効果のため等色が難しく、また、緑色のテスト帯の場合に較べて若干同化が弱い傾向が認められた。

いずれの場合も、周辺視での同化が中心視での同化より強いという傾向が見られた。

3.3 緑に挟まれた他の色の同化

図4は緑帯に挟まれた赤帯の同化について調べた結果の例を示す。

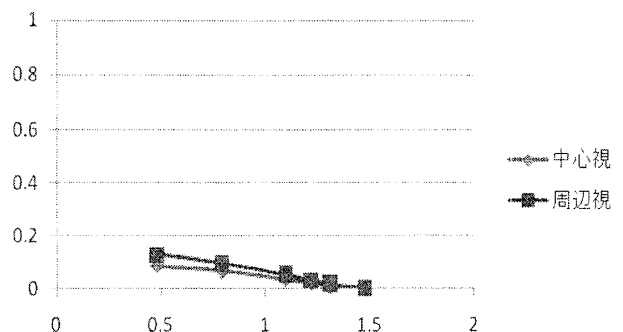


図4 緑帯に挟まれた赤帯の同化

この場合は、緑帯に挟まれた赤帯が若干橙がかって見える傾向はあるものの、同化が弱かった。緑帯に挟まれた青帯についても同様に弱い同化しか認められなかった。

周辺視での同化が中心視での同化より若干強いという傾向は同様に見られた。

4. 考察とむすび

暗い背景中で、他の原色に挟まれて呈示された原色の呈示パターンでは周辺視での同化が中心視での同化より強いという結果が得られた。このことは網膜の中心窩から外れた周辺部で錐体間の間隔が広がっていること[5]による網膜像の空間サンプリングの粗さによるのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] 全国服飾教育者連合会監修: 色彩検定対策テキスト3級編 pp.74-79. AFT 企画. (2005)
- [2] De Weet Ch.M.M. and van Kruysbergen A.W.H. Assimilation: central and peripheral effects. Perception. 26, pp.1217-1224. (1997)
- [3] T. Nakagawa & Y. Gohara: Color assimilation of strip fields displayed on CRT with a dark background. IEICE Trans.Fundamentals, E78-A, pp.1559-1561, (1995)
- [4] 中川貴: 同化の要因としての眼の収差と周辺視. 日本色彩学会誌. 30 Supplement pp.30-31(2006)
- [5] Wandell, B.A. Foundations of Vision. Sinauer (1995)