

不均一背景における色探索特性

横井 健司・内川 恵二

東京工業大学 工学部附属 像情報工学研究施設

〒226-8503 横浜市緑区長津田町4259

1. はじめに

我々人間の視覚機能は巧妙かつ多岐にわたっているが、その中のひとつに視覚探索がある。一般的な視覚探索課題では、L字の妨害刺激（ディストラクタ）の中から逆L字の目標刺激（ターゲット）を探したり、緑色の妨害刺激から赤色の目標刺激を探すなど、妨害刺激が比較的単純で一様な場合が多い。このことは刺激条件の制御、データ解析の容易性などで優れ、これまでに多くの知見を与えてきた。

一方、我々の日常においては、様々な書籍の並んだ本棚から目的の本を探したり、製品検査のように様々な製品の中から欠陥品を見つけ出す場合など、不均一で多種多様な‘妨害刺激’の中から‘目標刺激’を探すことが少なくない。

一様な妨害刺激の中から特定の目標刺激を探すことは、別の見方をすれば妨害刺激と目標刺激の差分検出であるとも言えるが、上のように妨害刺激が不均一な場合、単純な差分検出では目標を捉えられることができない。それにも関わらず視覚系が巧みに目標を捉えられる点は大変興味深い。この不均一刺激による視覚探索に対してはいくつかのモデルが提案されているが、その特性については不明な点が多く¹⁾、また、従来のような単純で実験室的な方法では不均一刺激による視覚探索特性を十分に捉えることは難しい。

このように様々な要因の絡み合う視覚系の

メカニズムを解明することは決して容易ではないが、今回我々は色差が均一な色空間からの色刺激を用いて、より日常的な高次の色探索の特性について調べることを目的とした。

2. 実験

2.1 実験原理

刺激の選定には種々の空間が考えられるが、本実験では広範な色相・彩度について検討するため、隣接する色票間の色差が等しくなる OSA 均等色空間を採用した。妨害刺激（背景）と目標刺激の OSA 均等色空間内での関係は図1のようになっている。妨害刺激として、OSA 均等色空間におけるある1枚の色票（妨害刺激中心 X）とそれに隣接する最近傍（色差2）の色票12枚の計13種類が各々数枚ずつランダムに並べられ、不均一な背景刺激を構成する。目標刺激は色票 X の第二近傍（色差2.8）の色票6種類（同一L面4枚・L±2面2枚）の内いずれか1枚のみが呈示

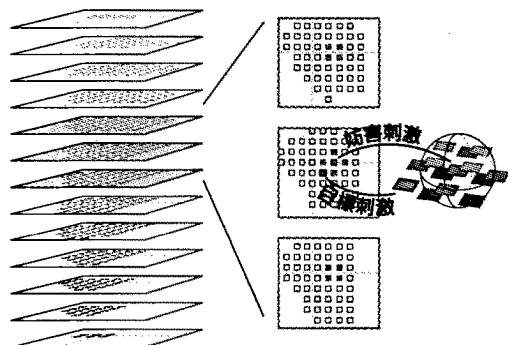


図1 OSA 均等色空間と妨害刺激群・目標刺激の空間的關係

される。すなわち概念的には、OSA 均等色空間において色票 X を中心とした球体状に分布する不均一背景からやや離れたところに位置する目標刺激を探索することとなる。

ここで、色票 X の位置を広範に設定することで色相・彩度などを制御し、被験者が目標刺激を探し出すまでの応答時間 (RT) を計測、検討する。

2.2 刺激構成

刺激の構成を図2に示す。CRT上に模擬されたOSA色票64枚のうち、目標刺激は1枚、妨害刺激(不均一背景)は13種類の色票が各数枚ずつ計63枚である。色票の大きさは視角 1.6° で周囲は灰色背景(L, j, g)=(-2, 0, 0), 20 cd/m²で囲まれている。

実験では、OSA均等色空間における明度L=0, -2の2平面上に27種類の妨害刺激中心を取り、各妨害刺激群に対してさらに6種類の目標刺激を用意した。観察距離は100cm、実験は暗室内にて行われた。

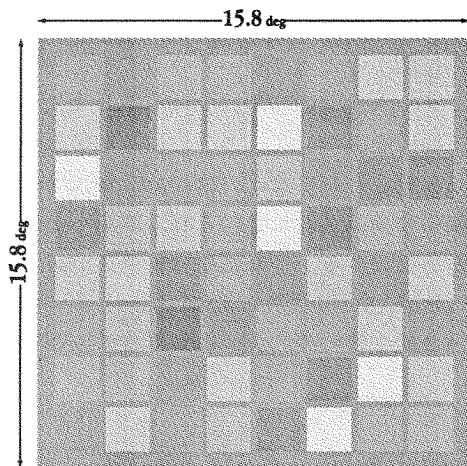


図2 妨害刺激(不均一背景)は明度・色相・彩度の僅かに異なる13種類の色票により構成される

2.3 手続き

実験開始時には、灰色背景に3分間の明順応を行う。各試行では、最初に固視点が呈示され、被験者がマウスをクリックした後1秒以下のランダムなインターバルを挟んで図2

のような刺激が呈示される。被験者は事前に目標刺激が何色なのか知らされず、「他の色票と異なる単独色票」を素早くかつ正確に探すよう指示された。被験者は目標刺激を見つけた時点でクリックにより応答する。この間が応答時間となる。次に色票が消え、被験者は目標刺激の在った位置をマウスで応答する。位置が正しく応答された試行の応答時間のみデータとして記録される。被験者に対し信号音による正誤のフィードバックが与えられ、5秒間の再順応の後、次の試行に移る。

ただし、刺激呈示から60秒経っても目標刺激が見つからない場合は、その試行はキャンセルされる。

2.3 解析

各妨害・目標刺激毎に正答時の応答時間の平均(約5試行分)をデータとして用いた。

被験者は3名(男性2名、女性1名)で、視力正常または矯正済み、100Hue-Testにより色覚正常であることが確かめられている。

3. 結果・考察

結果を図3に示す。各極座標グラフは各妨害刺激中心に対する6種類の目標刺激の内、同一L平面上の目標刺激4種類の平均応答時間を表している(今回はL±2面上の2種類については省略する)。このグラフ内の四角形の大きさが大きいほど探索時間が長く難しいことを示しており、また形が歪な場合、妨害刺激と目標刺激の関係が色差に対して非対称な特性を持つことを示している。

全体を通して見られる点として、無彩色点(j, g)=(0, 0)から離れるほど、グラフが大きくなり、すなわち応答時間が長くなっていることがわかる。これをまとめた結果が図4である。このことは、刺激全体の彩度が高くなるほど探索が難しくなっていることを顕著に示している。無彩色点からの色差7以上の部分ではグラフの傾きが下がっているように見えるが、彩度の高い条件では60秒以内に目標刺激を発見できなかった試行が多かったことから、応

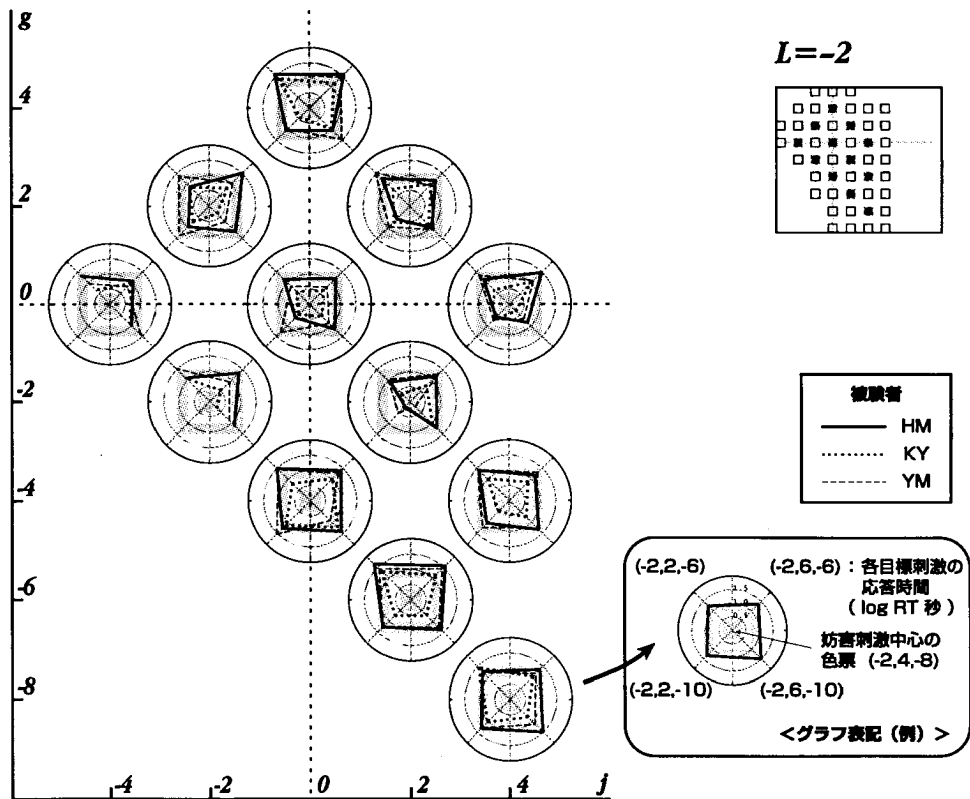
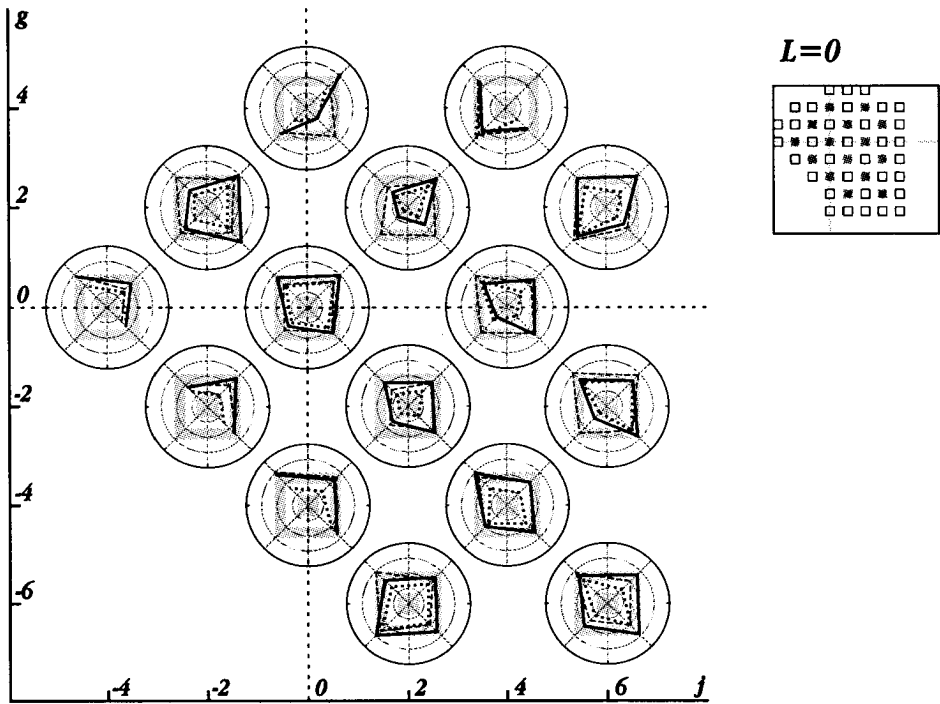


図3 実験結果：水平・垂直軸はOSA均等色空間でのj,g軸。各極座標グラフの中心座標は妨害刺激群の中心色票、四角形の頂点は妨害刺激に対して各方向に位置する目標刺激の平均探索時間 (log 秒)

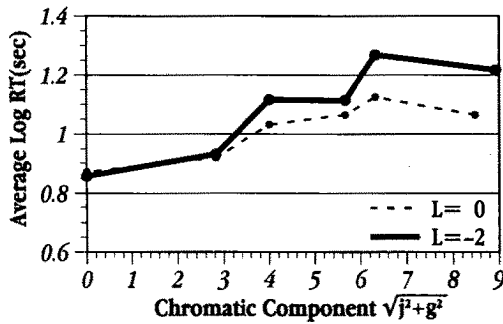


図4 無彩色点 $(j,g)=(0,0)$ からの距離に対する全被験者の応答時間の平均

答時間を最大 60 秒で打ち切ったことによるアーティファクトの可能性が高い。

つぎに、領域別に見られる特徴として、妨害刺激の中心が $(j,g)=(4,4)$ の近辺（黄～橙～赤領域）では、図5のような菱形の特徴が見られる。このことは妨害刺激と各目標刺激の色差は一定であるにも関わらず、色相方向にずれた目標は探しやすく、彩度方向にずれた刺激が探しにくいことを表している。一方、図3右上 $(j>0,g>0)$ 近辺（黄～緑領域）では全体的な右上方向への偏りが見られる。他の部分についても、系統的な特性は見られないが非対称性が見られることから、色差以外の要因が不均一背景上での色探索に影響している可能性がある。

これらの非対称性については、まず色度弁別能との関連性が考えられるであろう。青～紫の領域 $(j<0)$ に比べ、緑～黄～赤の領域では色度弁別閾値が高くなる³⁾。そのためこれらの領域において探索が困難になったとも考えられる。しかし、OSA 色票の弁別自体は閾上であり、また、OSA 均等色空間は隣接する色

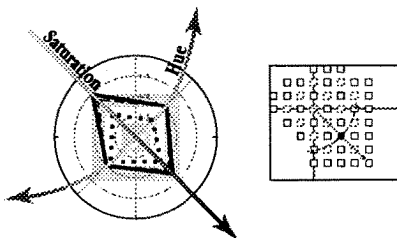


図5 妨害刺激より彩度方向/色相方向へずれた目標刺激に対する応答時間の特性

票間の色差が一定になるように作られているため、応答時間が色度弁別にのみ依存しているとは考えにくい。

あるいは被験者の戦略として、図1にあるような刺激全体の中心色度を計算し、そこから最大色差を持つ色票を探しているとも考えられるが、これについてはさらなる検討が必要であろう。

他の可能性として、色記憶のカテゴリー性が考えられる。本実験の目標刺激は局所的な情報からのみでは探索することができず、単独で存在していることを確認する必要がある。そのために色の記憶が関与し、カテゴリーの広い緑領域やカテゴリーの密集している黄～赤領域での非対称性が得られたとも考えられる⁴⁾。ただ、この点に関しても今後の検討が必要である。

4. まとめ

本実験の目的は、実験室的な課題ではなく、より日常的な色探索特性について検討することであった。そのため、視覚探索課題としては複雑で難しく、様々な要因が絡み合っているとと言える。しかし、我々人間が日常的に用いている高度な視覚機能は実験室的な課題だけでは十分に反映しきれないものもあり、今後ともより日常的に用いられる高次機能についてのきめ細かな検討が必要である。

文献

- 1) J. Duncan and G. W. Humphreys: Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433-458, 1989.
- 2) B. Bauer, P. Jolicoeur and W. B. Cowan: Visual search for colour targets that are or are not linearly-separable from distractors. *Vision Research*, 36, 1439-1466, 1996.
- 3) W. D. Wright: Researches on normal and defective colour vision. Henry Kimpton, London, 1946.
- 4) 杉山 徹, 内川恵二: 色の記憶とカテゴリカル色知覚の比較. *Vision*, 5, 85-88, 1993.