

遊離現象と色の見えのモード

青木 博信・篠田 博之・池田 光男

立命館大学理工学部電子光情報工学科 〒525-8577 草津市野路東 1-1-1

Floating Phenomenon and Mode of Color Appearance

Hironobu AOKI, Hiroyuki SHINODA and Mitsuo IKEDA

Department of Photonics, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University, 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu 525-8577

When an object containing a small bright part is moved laterally, the part looks as if to slip on the surface of the object. We called this "floating phenomenon" and examined it in relation to the color appearance mode. The minimum luminance for floating and the two border luminance between color appearance modes were measured under several illuminance levels (Exp. 1) and for several target colors (Exp. 2). In the experiment, a subject moved Mondrian pattern containing a luminance-variant target, judged whether the target looks to slip on the pattern and assigned the color appearance mode. We found the floating never occurred when the target appeared as the object color. The minimum luminance for floating varied depending on color and illuminance, but linearly correlates to the border luminance of color modes. It suggests the floating phenomenon is caused by natures of light source color mode, such as imperfect belonging to an object.

Key words: color appearance mode, object color, light source color, motion perception

1. はじめに

携帯電話や携帯情報端末 (PDA) のようなモバイルを使用している際に、点灯している画面の部分が本体から浮き出して知覚され、手に持ってゆり動かすと本体の動きとずれて知覚されることがある。しかし、画面が点灯していないときは、この本体と画面との動きのずれは起こらない。本研究では、この現象を遊離現象 (floating phenomenon) と名づけた。遊離現象が起こる要因のひとつに、画面と本体との色の見えのモードの違いが考えられる。そこで本研究では、色の見えのモードの物体色は空間的な定位があるが、光源色は空間的な定位が曖昧になる¹⁾という性質に着目した。この性質より遊離現象を考えると、光源色の部分の空間的な定位が曖昧になり、物体に属して知覚されなくなったために引き起こされると考えられる。

色の見えのモードは、その見えの変化から3種類に分けることができる。ここで、特定の物体のみをスポットライト等で観察者に気づかれないように照明し、その強度を徐々に上げていく。スポット光の強度が弱いときは、単に明度の高い物体表面に置き換わったように見え、「物体色

(object color)」として知覚される。しかし、さらに輝度を上げていくと、その見えはいつしか物体としては不自然で蛍光色に近い見えとなり、物体としては「不自然な色 (unnatural color)」と知覚されるようになる。さらに輝度を上げていくと、ついには自発光している見えとなり、「光源色 (light source color)」と知覚される。このように色の見えのモードは物体の輝度によって変化することから、本研究では、色の見えのモード間に存在する2つの境界輝度に対して、物体色と不自然な色の間の境界輝度を「物体色上限輝度」、不自然な色と光源色の間の境界輝度を「光源色下限輝度」とよぶことにする。

本研究では、2つの実験について報告し、色の見えのモードと遊離現象との関連性を検討する。すなわち、遊離現象が物体色、不自然な色、および光源色のうち、どの色の見えのモードで起こるかを定量的に調べる。

実験では、モンドリアンパターン²⁾の表面に輝度可変のターゲットを設け、色の見えのモードの切り替わる2つの境界輝度と、遊離現象が起こりはじめる輝度閾値を測定した。実験1では、さまざまな照度条件において測定を行

E-mail: hironobu.aoki@fujixerox.co.jp

う。色モード境界輝度は、照度の上昇に伴い上昇する。もし遊離が色の見えのモード変化により生ずる現象であるならば、遊離現象の輝度閾値は物体色上限輝度以上であり、かつ境界輝度と同様に照度に伴って上昇すると予測される。実験2では、さまざまな色のターゲットに対して測定を行う。ターゲットの色が異なると、色モード境界輝度は異なる。色の見えのモードが遊離現象の生起の決定要因となるならば、遊離現象の輝度閾値と色モード境界輝度の相対関係は変わらないと予測される。以上の2つの実験より、遊離現象の輝度閾値と色モード境界輝度の相関関係を示す。また、遊離現象に関する他の要因についても考察し、色の見えのモードと遊離現象に関連があることを示す。

2. 実験 1

2.1 実験装置

Fig. 1 に実験の様子を示す。モンドリアンパターン MP は上下をレールによって支持され、左右方向にのみスライド可能である。モンドリアンパターンの中央にはターゲット T となる開口部があり、背後からファイバー照明装置 FO (Fiber Lite PL-800) によって照明されている。その輝度は、ライトコントローラー LCB により調節される。実験ブースは暗幕で覆われており、天井に設置された4本の蛍光灯 (National FLR40S・W-SDL/M) により照明されている。蛍光灯の強度は、ライトコントローラー LCC により調節可能である。ターゲットの60 cm 右横に置かれた照度計 IM (MINOLTA T-1M) で鉛直面照度を測定し、ブース内の照度とした。この位置の照度は、ターゲットの位置での鉛直面照度と等しいことを前もって確認して

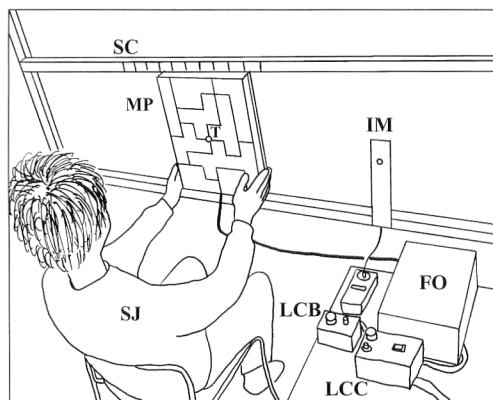


Fig. 1 The experimental setting. MP: Mondrian pattern, T: target, SJ: subject, IM: illuminance meter (MINOLTA T-1M), FO: fiber optics (Fiber Lite PL-800), LCB: light controller of the backlight, LCC: light controller of the ceiling light, SC: scale with 5 cm steps.

いる。被験者 SJ は、モンドリアンパターンから約 45 cm 離れた位置に座る。モンドリアンパターンの上部のレールには、パターンを動かすときに振幅を一定に保つ目安とするために、5 cm 間隔のスケール SC が打たれている。

次に、モンドリアンパターンの構造を Fig. 2 に示す。モンドリアンパターン MP は縦 40 cm×横 30 cm、すなわち視角 45 deg×36 deg であり、10 枚の色票からなっている。色票には日本色研事業製のツヤありを用いた。Table 1 に、各色票のマンセル表色値、およびブース内照度 32 lx 下における xy 色度、輝度 (cd/m^2) を Fig. 2 のモンドリアンパターン中の番号に従って示す。すべて、ミノルタ色彩色差計 CS-100 による測定値である。ターゲット T となる円形の開口は直径 0.4 cm、視角では 0.5 deg である。開口部の背後に赤色のカラーフィルター CF (富士フイルム社製 SP-3) を置き、輝度変化可能な光源 BL で照明することにより、赤色のターゲットを呈示した。ターゲットの色度は $x=0.667$, $y=0.328$ である。ただし、BL の強度により、最大で x は 0.008, y は 0.004 の範囲で変動した。

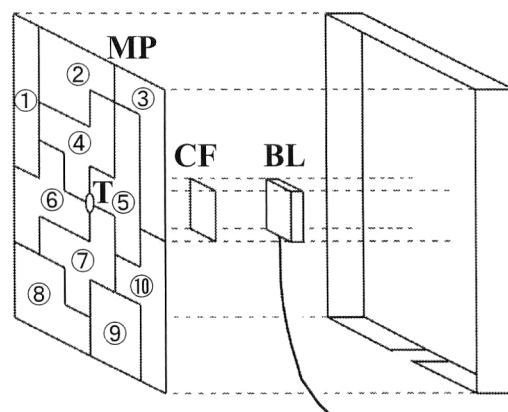


Fig. 2 The arrangement of ten color chips on the Mondrian pattern. MP: Mondrian pattern, T: target, CF: red color filter (FUJI SP-3), BL: backlight.

Table 1 Color specifications of color chips on the Mondrian pattern. Numbers for color chips correspond to Fig. 2.

Color chip	Munsell notations	x	y	Y (cd/m^2)
①	3P5/8	0.341	0.277	8.93
②	10B5.5/7	0.274	0.307	13.21
③	10G5/8	0.282	0.434	10.37
④	5R3/10	0.578	0.318	3.53
⑤	5Y6/10	0.492	0.466	12.74
⑥	5B6/8	0.259	0.328	8.29
⑦	2.5BG3/4	0.306	0.394	1.9
⑧	8R4/14	0.616	0.336	3.27
⑨	2.5Y8/12	0.5	0.451	13.82
⑩	7.5PB3/8	0.271	0.233	1.9

2.2 実験条件および被験者

本実験では、色モード境界輝度、および遊離の輝度閾値をとともに恒常法により求めた。色モード境界輝度は、物体色上限輝度、および光源色下限輝度の2種類である。ブース内照度は、薄明視と明所視を含む0.5, 2, 8, 32 lxの4条件とした。ターゲットの輝度は、物体色から光源色をカバーする範囲を、対数でほぼ均等間隔となる12もしくは14段階に分割し、試行ごとにランダムに呈示した。被験者はHS (35歳, 男性), HY (23歳, 男性), HH (24歳, 男性), HA (22歳, 男性)の計4人で、いずれも色覚正常、視力は矯正も含めて1.0以上である。

2.3 実験方法

2.3.1 色モード境界輝度の測定

ターゲットの輝度は実験者によりランダムに設定され、被験者は、モンドリアンパターンを静止した状態でターゲットが「物体色」「不自然な色」および「光源色」のどれに見えるかを判定した。各セッションの前に5分間の順応時間を設けた。1セッション内でブース内の照度条件は一定とし、ターゲットのすべての輝度条件に対し5回ずつの判定を行った。1照度条件につき計2セッション行い、各輝度条件に対し計10回の判定を得た。

2.3.2 遊離現象の輝度閾値の測定

ターゲットの輝度は実験者によりランダムに設定され、被験者はモンドリアンパターンを動かしてターゲットが遊離して見えるか否かを判定した。具体的な判断基準は、ターゲットの定位がモンドリアンパターンの定位と異なり、互いの動きがずれて知覚されるか否かである。固視点は設けず、被験者は、目でターゲットを追従しながら観察した。モンドリアンパターンを動かす速度は1秒間あたり約1.2往復で、動かす範囲は静止時の位置から左右5 cmとした。この速度を一定にするために、被験者は、各セッション前の5分間の順応時間に練習をした。その際に、実験者はストップウォッチで速度を計測し、一定速度になることを確認した。1セッション内で照度条件は一定とし、ターゲットのすべての輝度条件に対し4回ずつの判定を行った。1照度条件につき、計5セッション行い、各輝度条件に対し計20回の判定を得た。

2.4 結果と考察

例として、被験者HSの結果をFig. 3に示す。4つのグラフは、それぞれブース内照度0.5, 2, 8, 32 lx下での結果である。グラフの横軸はターゲットの輝度、縦軸は色の見えのモード、遊離現象の判定を確率で示している。□は物体色、○は不自然な色、△は光源色と判定した確率を表し、◆は「遊離した」と判定した確率を示している。

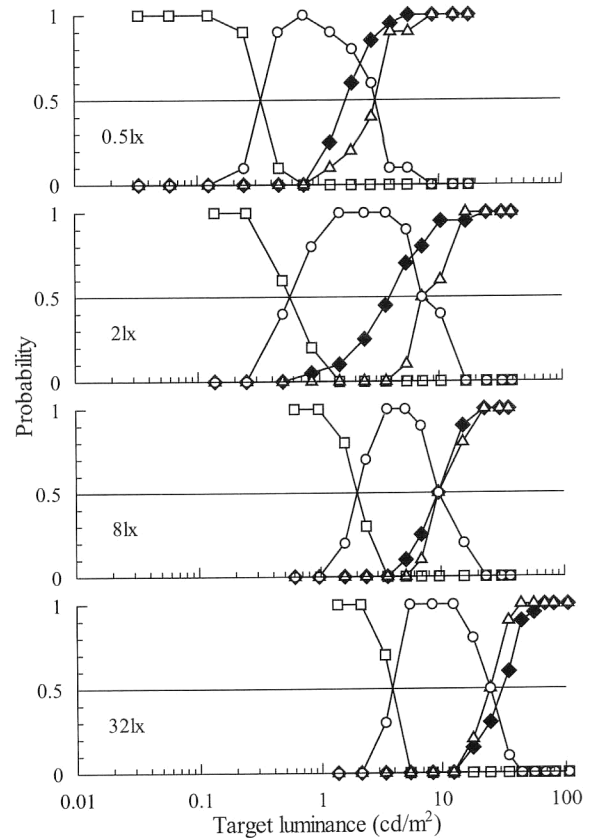


Fig. 3 Probabilities plotted against target luminance from the subject HS. □: object color, ○: unnatural color, △: light source color, ◆: floating.

ここでは、ブース内照度0.5 lxにおける結果を説明する。色の見えのモードに関しては、ターゲットの輝度が最も低いとき、つまり一番左端の輝度での物体色の確率は1で、呈示回数10回すべてにおいて物体色と判定したことを示す。ターゲットの輝度が0.24 cd/m²のとき、物体色の確率は下がりはじめ、不自然な色と判定する確率が上昇する。0.75 cd/m²のときに不自然な色と判定する確率は1となる。さらに輝度が上がっていくと、不自然な色と判定する確率は下がり、代わりに光源色と判定する確率が上昇する。そして、ターゲットの輝度が8.8 cd/m²以上で常に光源色と判定される。

遊離現象に関しては、ターゲットが低輝度のときはまったく起こらず、1.25 cd/m²の輝度になって確率は上がりはじめる。輝度上昇に伴い確率は上がっていき、ターゲットの輝度が5.5 cd/m²以上で、呈示回数20回すべてで遊離したと判定される。

以上から、色の見えのモードと遊離現象の関係について述べると、物体色と判断される状態では遊離は起こらず、不自然な色と判定される輝度になってはじめて遊離が起こる。そして、光源色になると常に遊離が観察される。この

関係は照度条件が変わっても安定していることが、他のグラフからも確認できる。さらに、照度の上昇に伴い、3つの曲線すべてが高輝度方向に移動していることもわかる。このような傾向は、他の被験者からも同様に得られた。

次に、内観報告をもとにそれぞれの見えを表現すると、ターゲットが低輝度で物体色のとき、その見えはあたかもモンドリアンパターンの中央に赤い円形のパッチが貼り付いているように見え、モンドリアンパターンを動かしてもずれて見えることはない。不自然な色になると、その見えは空間内の物体としては不自然に明るく、蛍光色のシールが貼られているように見える。そして、モンドリアンパターンの動きに対して同期して見えたり、ずれて見えたりする。ただし、そのずれ幅は小さい。さらにターゲットが高輝度となると、あたかも発光するLEDのような光源色となり、モンドリアンパターンとの動きのずれは不自然な色のときに比べ大きくなる。このときのずれは、方向を反転させる際にターゲットがモンドリアンパターンに遅れてついていく方向のずれである。

物体色上限輝度を物体色と不自然な色の確率がともに0.5になる輝度とし、光源色下限輝度も同様に定義した。また、遊離の輝度閾値も判定の確率が0.5となる輝度とした。Fig. 3においては、確率0.5で引かれた水平線とそれぞれの曲線との交点で与えられるターゲットの輝度が、それらに相当する。Fig. 4に、全被験者の各照度条件下における色モード境界輝度、および遊離の輝度閾値を示す。横軸はブース内照度、縦軸は輝度閾値、および境界輝度を示

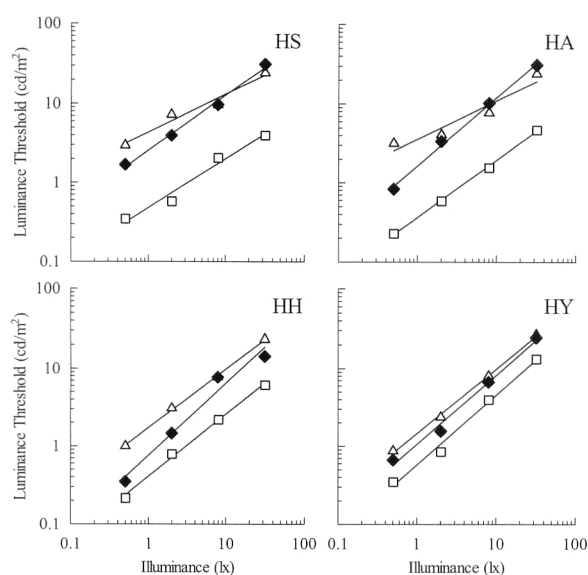


Fig. 4 Luminance threshold plotted against illuminance for all subjects. □: maximum luminance for object color, △: minimum luminance for light source color, ◆: minimum luminance for floating.

している。□は物体色上限輝度、△は光源色下限輝度、そして◆は遊離の輝度閾値を示す。さらに、各シンボルに対して最小二乗法により得られた近似直線を重ねる。

色の見えのモードに関しては、△の近似直線以上が光源色の領域、△と□の間が不自然な色の領域、□の近似直線以下が物体色の領域となる。山口らの研究²⁾より、物体色上限輝度は照度の上昇に伴い線形な変化を示すことがわかっているが、本研究でも同様の結果が得られた。また、視野中の最高明度物体はモンドリアンパターン上にあり、その輝度は照度に比例して変化するため、物体色上限輝度と線形の関係にあることは明らかである。そして、光源色下限輝度に関しても線形に上昇することが、本実験より明らかになった。遊離現象に関しては、◆の近似直線以上が遊離の起こる輝度、それ以下が遊離の起こらない輝度となる。色モード境界輝度と同様に、遊離の輝度閾値の4点は線形近似できることが本実験で明らかになった。また、ブース内照度2, 8, 32 lxといった、はっきりとモンドリアンパターンが見えている環境下でも遊離が起きていることから、低照度で背景が見えづらいことが遊離現象の主要因ではないことを示している。

次に、色の見えのモードと遊離現象の結果を比較する。遊離の輝度閾値が色モード境界輝度と同様に、ブース内照度の上昇に伴い線形に変化していることから、遊離現象と色の見えのモードとの相関が示唆される。また、本実験の全ブース内照度条件下において、遊離の輝度閾値は物体色上限輝度以下にはならない。しかし、近似直線の傾きを見ると、遊離現象の近似直線は色モード境界輝度の近似直線に比べ傾きが急であるため、より低照度で遊離の輝度閾値と物体色上限輝度が交差するようになる。そこで、その交点の照度を求めると、最も高い場合で被験者HHの0.007 lxであり、他の被験者に関しては限りなくゼロに近いことがわかった。逆に高照度においては、直線の傾きから、遊離の輝度閾値が光源色下限輝度を上回ることがある。実際、本実験の32 lxにおける被験者HA, HSの結果では、ターゲットが光源色でない遊離は起きていない。このことから、外挿が可能であるならば、いかなる照度条件においても、遊離はターゲットが物体色のときには起こらず、不自然な色、もしくは光源色のときに起こる現象であるということが出来る。

遊離の要因としては、まず色残像が挙げられる。確かに、もし視点を固定しターゲットの像が網膜上でずれるような状況であれば、残像は有力な要因となりうる。しかし、実際は被験者本人がモンドリアンパターンを動かし、ターゲットを目で追って観察しているため、ターゲットの

像の網膜上でのずれはほとんどないと考えられる。また、遊離の見えは、残像にみられる、光源を動かしたときの尾を引くような見えとは異なるため、モードが変わると眼球運動自体が変化することがない限り、残像の影響は無視できると考えられる。このほかに、遊離現象と類似した現象に fluttering heart 現象が挙げられる。この現象は、薄明視下で赤色の背景に青色のパッチを貼ったパターンを動かし周辺視で観察すると、背景の動きに対してパッチがずれて動いて見えるというものである。Grünau は、この現象が背景とパッチが特定の色の組み合わせでのみ生じ、互いの輝度差に依存しないことから、L 錐体と桿体の時間的、空間的特性の相互作用により起こるとした³⁻⁵⁾。本実験だけではこの現象と遊離現象が同一の現象であるか否かは判断できないが、実験結果が示すように、遊離は 32 lx の明所視下でも起こることから、fluttering heart 現象のメカニズムつまり L 錐体と桿体の時空間特性の違いでは説明できないといえる。さらに、もし遊離現象が特定の色の違いによるのではなく色の見えのモードにより起こる現象であるならば、ターゲットの色を変えても遊離現象は起こるはずである。そこで、実験 2 では複数の色のターゲットに対して実験を行い、遊離現象が特定の色で生じる現象でないこと、色の見えのモードと関連があることを確かめる。

3. 実験 2

3.1 実験装置, 実験条件, および被験者

本実験では、色モード境界輝度、および遊離の輝度閾値をともに極限法により求めた。実験装置は実験 1 と同様である。ただし、実験 1 で用いた赤色のカラーフィルター CF を取り外し、ファイバー照明装置自体にエドモンド社製ライトガイド用カラーフィルターキットを取り付けた。そして、ガラス製のカラーフィルターを取り替えることで、ターゲットの色を R, Y, G, W, B の 5 種類に切り替えて呈示した。実験 1 より、色モード境界輝度、遊離の輝度閾値ともにブース内照度に比例することが示されたので、ブース内照度は 2, 32 lx の 2 条件のみとした。実験に用いるターゲットの輝度レベルを設定するために、色ごとに物体色から光源色をカバーする輝度範囲を求め、その

Table 2 Chromaticity of 5 color targets.

Target	x	y
R	0.689	0.311
Y	0.538	0.457
G	0.375	0.566
W	0.361	0.372
B	0.151	0.033

範囲を、2 lx 下においては 13 ステップ、32 lx 下においては 11 ステップに対数值でほぼ等間隔に分割した。ターゲットの xy 色度を Table 2, および Fig. 5 の xy 色度図上に示す。ターゲットの色度は輝度レベル、ブース内照度により若干変化したため、Table 2, Fig. 5 ではともに平均値を示している。Fig. 5 において、◇は R, △は Y, □は G, ○は W, ▽は B を表す。さらに、それぞれに付加した誤差棒で、輝度を変化させたときの色度の推移を示す。すべて、ミノルタ分光放射輝度計 CS-1000 による測定値である。被験者は実験 1 に参加した HY, HH, HA の 3 人と、本実験から新たに参加した TM (23 歳, 男性) である。

3.2 実験手順

3.2.1 色モード境界輝度の測定

2 つの境界輝度は極限法により求められた。例えば上昇系列の場合、最も低い輝度から始めて 1 ステップずつターゲットの輝度を上げて呈示していき、被験者の応答が「物体色」から「不自然な色」と替わり、「光源色」となった時点で 1 回の測定を終了する。この 1 回の測定で、物体色上限輝度、光源色下限輝度が得られる。逆に下降系列では、被験者の応答が「光源色」から「不自然な色」、そして「物体色」になった時点で測定を終了する。1 セッション内で照度は一定とし、5 色すべてのターゲットに対し、1 回ずつの測定を行った。ただし、ターゲットの色の順序、および上昇・下降系列は、実験者によりランダムに選択された。上昇系列と下降系列はそれぞれ 5 回ずつ行い、計 10 セッションの測定結果を平均し境界輝度とした。

3.2.2 遊離現象の輝度閾値測定

遊離の輝度閾値も色モード境界輝度測定と同様、極限法

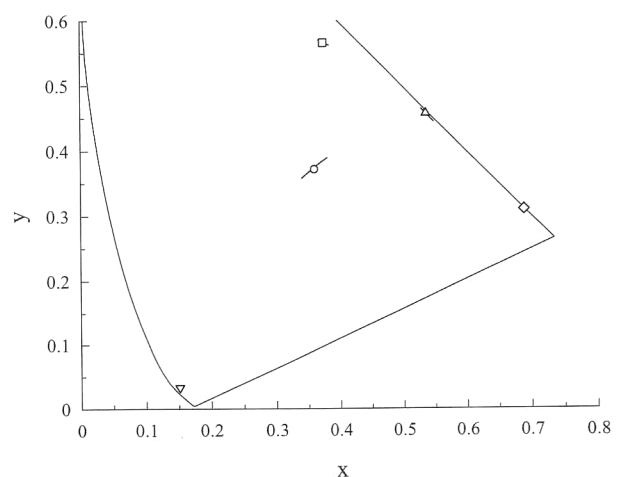


Fig. 5 The xy chromaticity of 5 color targets. ◇: R, △: Y, □: G, ○: W, ▽: B. The error bars show the range of chromaticity change.

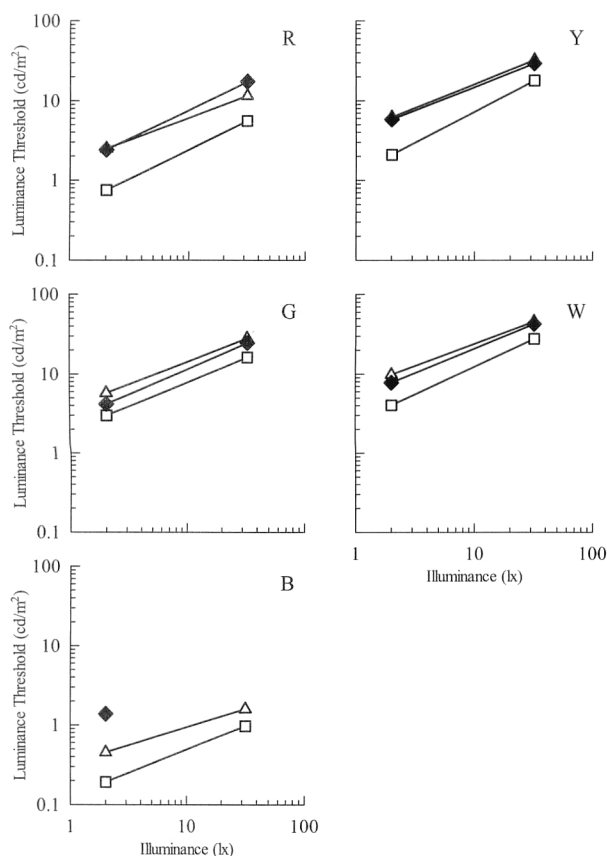


Fig. 6 Luminance threshold plotted against illuminance for all target colors from the subject HY. □: maximum luminance for object color, △: minimum luminance for light source color, ◆: minimum luminance for floating.

により測定された。上昇系列の場合、ターゲットの輝度を1ステップずつ上げていき、被験者の応答が「遊離しない」から「する」に切り替わった時点で測定を終了する。この1回の測定で遊離の輝度閾値が得られる。下降系列の場合はその逆に、「遊離しない」の応答が得られた時点で終了する。セッションの構成は色モード境界輝度測定と同様であり、計10セッションの測定結果を平均し、遊離の輝度閾値を決定した。

3.3 結果と考察

全被験者で同様の傾向が得られたので、ここでは例として、被験者HYの結果のみをFig. 6に示す。5つのグラフは、それぞれターゲットの色がR, Y, G, W, Bの結果に対応している。Bの結果については、本実験で用いた照明装置では輝度が不十分であったため、被験者HYでは32 lx下において遊離の輝度閾値の測定ができなかった。横軸はブース内照度、縦軸は輝度閾値、および境界輝度である。□は物体色上限輝度、△は光源色下限輝度、◆は遊離の輝度閾値を示す。

いずれのグラフにおいても、照度の上昇に伴い色モード

境界輝度、遊離の輝度閾値は上昇している。さらに、遊離の輝度閾値は物体色上限輝度よりも常に上に位置しており、不自然な色あるいは光源色で遊離が起ることを示している。実験1ですでに確認されたこれらの傾向は、本実験で用いた5色すべてにおいても成立することが示された。また、5つのグラフを比較すると、色によって境界輝度、輝度閾値が異なることがわかる。そして、本実験において色により遊離の輝度閾値に高低がみられたことから、背景との輝度比によって遊離現象が起こるとは考えにくい。

色の見えのモードの決定要因やメカニズムは、完全に解明されてはいない。そこで、本研究では色の違いによる境界輝度の高低に対して、Newhallらの研究⁶⁾より定性的な予測を試みた。Newhallらは、マンセル表色系とCIE1931XYZ表色系との対応関係に関する研究を行い、バリューが高くなるほどxy色度図上での再現可能範囲が狭くなることを示した。色の見えのモードをこの研究からとらえると、ある物体の輝度を上げバリューを上げていくと、再現可能領域から外れたときに不自然な色見えになると考えられる。この再現できるバリューの最大値は、クロマが高い色ほど低い。本実験で用いた5種類のターゲットの色度(Fig. 5)から、クロマはBが最も高く、次いでR、さらにYまたはG、そしてWが最も低いとおおまかにいうことができる。したがって、境界輝度はこの逆の高低をもつと予測され、本実験結果もそのようになっている。

Fig. 6において、各色間での遊離の輝度閾値や色モード境界輝度を統一的に比較、検討するのは難しい。そこで、Fig. 7にあるように、遊離の輝度閾値と光源色下限輝度を物体色上限輝度の関数として表示する。4つのグラフは全被験者の結果である。横軸は物体色上限輝度、縦軸は遊離の輝度閾値、光源色下限輝度を示す。黒塗りのシンボルは遊離現象の結果、白抜きシンボルは光源色下限輝度の結果である。◇はR、△はY、□はG、○はW、▽はBの結果をそれぞれ示している。▽の数が他のシンボルに比べて少ないのは、照明装置によるターゲットの輝度が十分でなかったために閾値が決定できなかったことによる。さらに、輝度閾値、下限輝度それぞれに対して、最小二乗法により得られた近似直線を重ねた。破線は光源色下限輝度の近似直線、実線は遊離の輝度閾値の近似直線である。目安として、原点を通る傾き45度の直線を付加した。この直線が物体色上限輝度となる。

▽以外のシンボルは、グラフ上にそれぞれ2点ずつ存在する。左側の点はブース内照度2 lx下での結果、右側の

点は 32 lx 下での結果を示している。全被験者とも、横軸の値である物体色上限輝度は、同一ブース内照度条件でも異なる輝度であることがわかる。しかし、縦軸で示した遊離の輝度閾値と光源色下限輝度は、横軸の値にあわせて上下しているため、黒塗りのシンボル、白抜きのシンボルは色によらず、それぞれの近似直線上にのっているように見える。そこで、データ点とそれぞれの近似直線の一致度を相関係数で評価すると、最も低い場合で被験者 HA の光源色下限輝度が $r^2=0.81$ であり、それ以外は $r^2=0.9$ 以上の非常に高い値を示している。このことから、色によって値自体は異なるが、光源色下限輝度と遊離の輝度閾値の対数値はともに、物体色上限輝度の対数値の一次関数として表現できることがわかる。また、2点だけなので断定はできないが、色により遊離の輝度閾値、色モード境界輝度の傾きに違いがあるようにみえる。加えて、実験1のターゲットにおける傾きに対して相違がみられることも、色の違いに起因しているようにみえる。しかし、本実験結果において、色によらず遊離の輝度閾値は常に物体色上限輝度以上にあり、物体色上限輝度の一次関数として表現できることから、色の見えのモードと遊離現象の関連が示唆される。

今回は、遊離現象を色の見えのモードの観点から検討した。遊離現象の要因としては、このほかに、背景とターゲットとの関係に着目した要因が考えられる。本実験では、背景に意味をもたないモンドリアンパターンを用いたが、ターゲットと背景が意味のある絵を構成する場合、遊離はより高輝度で閾値をもつと考えられる。また、実験1の考察において、パターンを目で追従して観察しているため網膜上でのターゲットのずれがなく、色残像が遊離の原因とはならないことを述べた。しかし、眼球運動の測定を行っていないため、その可能性を完全に否定することはできない。むしろ、モードによって追従眼球運動パターン自体が変化するとも考えられる。つまり、ターゲットが光源色のときに追従眼球運動がターゲットからずれている可能性が示唆される。そのため、観察中の眼球運動の測定は今後の検討課題である。また、ターゲットが不自然な色のときに比べ、光源色のときは動きのずれが大きくなるという内観報告から、ずれの大きさを定量的に測定することも今後の課題である。

4. ま と め

本研究では、遊離現象と色の見えのモードの関連性を調べるために2つの実験を行った。実験1ではブース内照

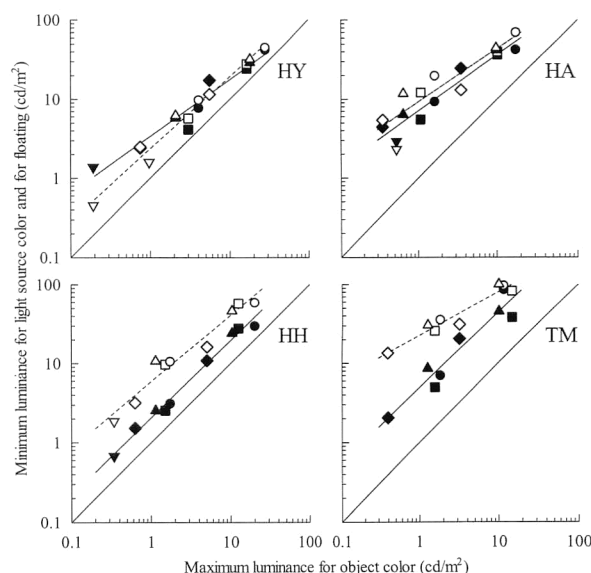


Fig. 7 Minimum luminance for light source color and for floating as functions of maximum luminance for object color. \diamond : R, \triangle : Y, \square : G, \circ : W, ∇ : B. Open symbols are for light source color and filled symbols are for floating.

度、実験2ではターゲットの色に着目し、遊離の輝度閾値と色モード境界輝度の測定を行った。2つの実験の結果から、遊離現象は照度条件やターゲットの色にかかわらず、ターゲットの色の見えのモードが不自然な色、もしくは光源色のときに起こる現象であり、その輝度閾値は物体色上限輝度の一次関数で表現されることが示された。このことは、遊離現象の生起に、光源色や不自然な色の空間的な定位が曖昧になることが関連していることを示唆している。

文 献

- 1) D. Katz: *The World of Colour* (Kegan Paul, London, 1935) pp. 7-28.
- 2) H. Yamaguchi, H. Shinoda and M. Ikeda: "Determinant of the size of recognized visual space of illumination in a natural environment," *International Color Association* (Seoul, 2000) pp. 228-232.
- 3) M. W. von Grünau: "The fluttering heart and spatio-temporal characteristics of color processing I," *Vision Res.*, **15** (1975) 431-436.
- 4) M. W. von Grünau: "The fluttering heart and spatio-temporal characteristics of color processing II," *Vision Res.*, **15** (1975) 437-440.
- 5) M. W. von Grünau: "The fluttering heart and spatio-temporal characteristics of color processing III," *Vision Res.*, **16** (1976) 397-401.
- 6) M. Newhall, D. Nickerson and B. Judd: "Final report of the O.S.A. Subcommittee on the Spacing of the Munsell Colors," *J. Opt. Soc. Am.*, **33** (1943) 385-418.