

色彩恒常現象

長谷川 敬

聖心女子大学文学部
〒150 渋谷区広尾4-3-1

1. はじめに

視知覚の世界には視対象との対照において、一義的に定まらない現象が多々ある。ここでいう恒常現象もその典型である。恒常(性)とは簡単にいえば、受容器が当面する物理的情報(近刺激)の変化に知覚内容(percept)は忠実に対応せず、対象(遠刺激)の固有の(本来的な)性質が持続される現象あるいは性質である。“固有の”とは“標準的な環境下で対象の特徴的属性とみられ、理解された”という意味で、Katzがigentlichといったものである。彼は表面構造を指したが、網膜像での大きい鼠と小さい熊との差が知覚の上では縮小されたり、逆転したりする(大きさの恒常)のは、Heringが色彩において述べたGedachtnisfarbeに似たものかもしれない。恒常現象は明るさ、色、大きさ、形、距離、重さ等等、多種の感覚属性に生じる。その中で、明るさと色を分けて述べることは厄介であるが、あえて色重点にいくつかの知見を眺めていきたい。

2. 色の恒常性の定性的な現れ方

真昼の太陽光の降り注ぐ浜辺で見る彼女のカラフルな水着が、夜、ランプの脇に吊されていても違う水着とは思えまい。雪のスロープの凹凸による陰は黒く見えるが、測色的には青である。これは写真に撮れば、明白で、なおかつ黒く見える。新聞紙はどこで見ても白い。しかし、いま見ている部分を切り出して、それ単独で見ると測色的な色に変わり、

恒常性は失われる。すなわち、色の恒常はその周囲に外の色があり、輝度差(勾配)があり、表面色モードであって成立する。従って、物の表面の反射率や色成分と照明光の色成分や照度が主要因になる。(細かくは他にも多々ある。)

3. 恒常度(恒常性指数)

中立的条件での見えを媒介に、異なる課題条件での見えの差異を相対的に数値化して、恒常の程度を示すことがある。例えば、明るさについて、照度の異なる2条件下で同じ明るさに見える明度(反射率)が基準条件でXのとき、比較条件でYで、かつ開口色モードでの比較ではZのとき、恒常度Cは

$$C = (Y - Z) / (X - Z) \quad \text{Brunswick}$$

$$C = (\log Y - \log Z) / (\log X - \log Z)$$

Thouless

で表される。なお、下式の方が適切との指摘もある。また、Helsonは上記X、Yは測定条件と独立ではないとし、X、Yを輝度としたとき、 $C = \log(Y/X)$ を推している。色の場合は3属性別に適用されるのが普通で、色度は2次元であるからこれらの式を使えない。

4. 観察・実験事実

A) Helmholtz-Koffka: 多様な反射率にわたる様々な表面色を高彩度色で照明すると、高反射率の対象は無彩化し、低反射率のそれは補色に見え(→Helson)、その他にも白色照明

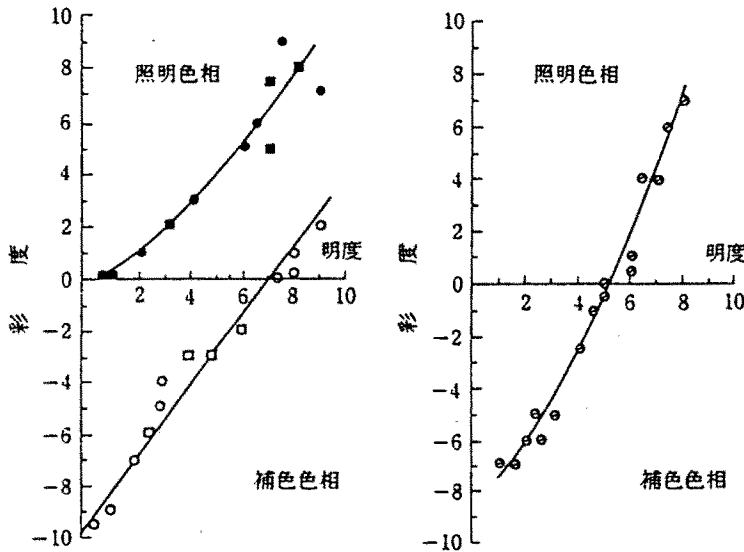


図1 緑色照明下での非選択的反射面のみかけの色

下と同じに見えるものが多く認められた。後者をJaenschは中性化と見て、恒常性とよんだ。

A) Helson: 81%から3%までの19段階のグレースケールを白、灰、黒の3種の背景の上に置き、狭帯域の4種 (R, Y, G, B) の色光で照明し、各条件での見かけの色名と彩度および明度 (0→10) を問うた。図1 (緑照明の場合) に示すように、Aに述べた性質が彩度の上昇、下降と明度のそれとの対応として量的に、またそれらと色名との背景明度との強い関連性と共に得られた。無彩色に見えるサンプル明度の背景明度との関係から、彼はadaptation reflectanceに着目して“順応水準 (AL)” の概念を生み出した。サンプルが無彩色のとき、 $AL = 0.8 (A_0^3 \times A_{10g})^{1/4}$; A_0 : 背景反射率, A_{10g} : サンプル反射率の対数平均である。

B) Helson-Jeffers: サンプルを有彩色とした実験である。まず、昼光下では色の見えは多彩であり、好ましさなどの、色に依って個性的な感情性やそれらの感情価のものへの密着度が高いが、明確な色光下では多彩性は消失し、視野全体に単一色彩感情ムードが広ま

り、全体的な、特に照明光に近い色は彩度低下が著しいことを指摘した後、各サンプルの見えは高彩色のものは照明色寄りで彩度も多様、中彩度のものは無彩色化、低彩度のものは特に白、黒背景で残像補色化する事実から対象の反射率の寄与が大であると、異種照明下での色の見えにはものの明度が色相より効く、有彩色は無彩色より恒常度が高い、見えの3属性は他の対象や背景の反射率に大きく依存すると結論した。このケースでの順応水準は $AL = 0.32 (A_0 \times A_{10g})^{1/2}$ である。

C) Helson-Michels: 周囲の照明色が強烈なとき、それとは別に照明された色パッチ (開口色に見える) の見かけの中性度 (グレイに見える) を保とうとするならば、パッチの照度の低下と共に色パッチは周囲照明光に近づけねばならない。図2は4種の周囲光別に照度低下に伴う等価色の移動を示したもので、同様の性質は後にMacAdam, Akita et al による結果でも示される。

D) Judd: Helson, Helmholtzの考え方 (後述) に配慮しつつ、彼のUCS色度図の上で、変動する見かけのグレイ点と個々のサンプル点

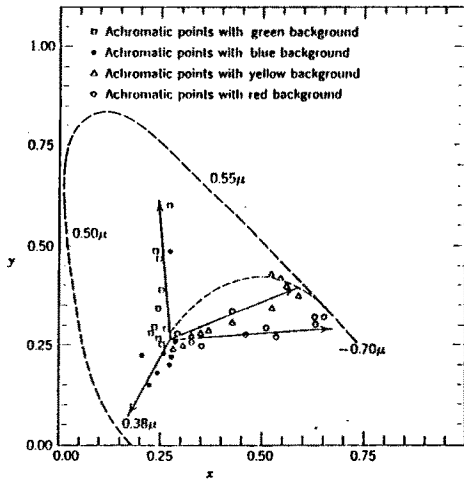


図2 Locus of achromatic points on a color diagram for a circular test area with green, blue, yellow, and red background illuminations. (Helson and Michels, 1948)

を結ぶ線に見えの色が表現されるとする考えを示し、順応水準もより簡単に、グレイサンプルでは $AL = (5/28) (3A_0 + A_{log})$ 、色サンプルでは $AL = (3/22) (A_0 + A_{log})$ とした。また、やや複雑ではあるが、見かけの3属性 (H, S, L) を表す式も示している。これらと実験結果との比較結果は、色相で84%、彩度で73%、明度で97%である。彼の方式は単色照明光に適用できないとの指摘がある。

E) Katz: 著名な現象学者で多くの現象学的な知見を著している。その一つに、ガス炎光(燈)下の白と混色円盤による昼光下での混色との等色実験から、開口色モード(二分視野)では混色結果に白味はないが、2ブロックに分けて照明差を知りうる条件では白味が増すことは、“固有色”への知覚的回帰(恒常性)であり、それは生得的機能であるとした。この性質は照明光の色に無関係で、高純度でも恒常性は生じる。

F) Gelb: 明るさについてのGelb効果の一環として、図3の布置で恒常的、非恒常的な見え方を示した。K''はK'の上であり、K_n'', K_n', K_f'', K_f'は開口色モードで同じに見える。すべての円盤を同時にみる

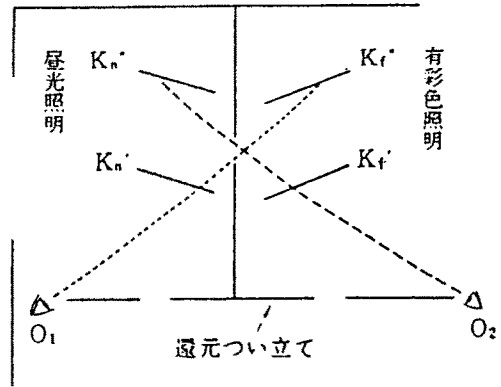


図3 Gelb の実験布置

と、K_nとK_fはそれぞれ赤色円、白色円である。O_1, O_2 から見るK_n'', K_f''とK_n', K_f'は各々前者が表面色、後者は面色であるが各対の見えは変わらず、それぞれ昼光下の赤色、赤色光下の白色に見える。このときの面色はその性質から照明光の手がかりが無いので、恒常が生じないとされる。

G) Newhall et al: 影の効果を調べている。開口色を用いているが、表面色モードに変換して(周囲を明るくする)、対象部分に影をそれと分からない、分かるの2条件で与えてかつ等輝度にした上で、明るさ、飽和度の違いをみると、影の存在を認めたときの方がいずれも高かった。さらに、影の色温度を変えてみたが、予測値ほどの差異は生じなかった。これらは色の恒常性を示している。

H) Land: duHauron による類似の報告があるが、Landの2色法の実験報告はセンセショナルであった。多様な実験記述から独自のレチネックス理論に展開している。そこではRGB別の明度勾配テンプレートが基幹であり、対象のRGB成分に従う明度比と各メカニズムの応答特性で色知覚がきまるとされ、既知現象では色の恒常性こそ頼むに足る重要知見であるとされている。

Zekiなどの高次での大色受容野の知見は視野全体順応と恒常性の関係を説明し易くするが、Woolfson, Walls, Judd, Brown, Belsy, Jameson-Hurvich, Kinney, etc. の色順応、記憶色、色対比、あるいは通常の3色理論での説明などが可能との多くの批判もある。

l) Computational Approach: ヒトの色彩心理的内容理解への取り組みとは別に、その性質の実用上のハードウエアーへの適用問題も昨今見受けられる。そこでは色順応を主とした、精緻な数理的処理が展開されているが、果して恒常性がこれらで実態に照らして満足し得るものとして示せるか疑問である。それは恒常性は末梢から中枢の総合の結果と考えられるからである。この意味でレチネックスの基本姿勢は評価できる。なお、最近のJameson-Hurvichのエッセイは色の恒常性についての一見識として参考になろう。

5. 恒常性の考え方:

A) Hering: 照明変化の効果の除去(平均化)作用とする。瞳孔反射、順応、対比などの生得的生理機能が働く。記憶色の概念も導入した。

B) Helmholtz: 感覚の補償行為とする。正確には感覚と知覚の両レベルでなされるという二元論であり、そこでは知識の作用、判断の形成が経験に基づく無意識的作用として働く。

C) Katz: 現象に対応する刺激サイドの条件分析を踏まえて、視野内の“平常でない(前例とはちがう)”照明の存在の印象による中枢の変容過程とする。すなわち、照明の質と量の“平常”と“異常”との差を検知して、末梢の興奮を中枢が修正し、固有色(対象がもつ表面の固有な性質)へ“変容”させることが恒常性である。

D) Gelb: Katzに反論する立場である。平常(正)常照明の相対的变化(照明への意識)こそ要件とする。“対象”と“照明の存在”とを分離する働きと相対比較を可能にする条件があること(一様視野でないこと)が意識を生み、そこでは固有色や平常照明の概念を要しない。そしてGelb効果を基に、視野内の“全体構造”を重要とした。この考えはゲシュタルト的立場(Koffka)に結びつく。

E) Koffka: 全体場の構造把握を背景に、平均的力(働きかけ)と要素的力の相対関係としてみる。輝度差や色差があり、その差異(勾配)は変わらないがその中に中性化(基準化、原点の移動)傾向が生じるとき、恒常が

生じる。これは“水準移動の原理”といわれる。前述のGelbの実験布置で、 K_1 側のアパーチャからみた K_2 が照明光の補色に見えるのは、照明色を水準移動によって灰色に見ようとする働きのためである。これは有色陰影実験での補色の生じる理由でもあり、対比効果と違うことはその補色の飽和度が対比のそれより高いことや影を写す面を無彩色でなく有彩色にすると補色が生じないことで明らかである。

補色の量的測定から、Helson-Selfは見えのマンセルクロマ(C)は白、色、2照明輝度の比の関数で、 $C = k_1 \log(L/L_w) + k_2$ であり、見えの色は光色の混合補色であることなどを示した。

F) Helson: 明るさ、色の知覚に関する実験を背景に、主観的な知覚や判断では、その場に応じた中性点ないし零点がの基準として働くとし、これを順応水準(AL)と呼んだ。これは個々の対象、それらの背景、経験その他できまり、判断は基本的に $K \log(\text{個の対象}/AL)$ と示されるという。色光下の灰色の場合のAL(順応反射率)は $\log AL = (1/4)(\log K + 3 \log A_0 + \log A_{10})$ である(記号前出)。

6. おわりに

色の恒常性は色順応や色対比と関係深いことは疑いない。しかし、それらのみで、特に順応の線形仮説で説明できないことは明らかで、神経生理学的知見、周囲条件、観察条件(空間、時間)その他の多くの要素を含めて考えるべきものであろう。いくつかの書物と論文を参照しつつ、色の恒常について記したが、不十分極まりないものとなった。レクチュアラーとして失格である。ただ、恒常性なることばに極く極く馴染みのない方にはいささかの手がかりを得ていただけたかとも思うと共に、この問題が単純な要因操作でかたづくような代物ではないこと、それだけに若手諸兄の積極的かつ多角的な取り組みが期待されることをご理解いただければ幸いである。