

論文

2色配色に対する心理的及び生理的反応

Psychological and Physiological Responses to Two-Color Combination

加藤 雪枝

Yukie Kato

椋山女学園大学

Sugiyama Jogakuen University

Abstract

A color rarely exists in monotone in daily life; two or more colors of various forms and sizes stimulate our eyes simultaneously. This study focuses on two-color combinations, researching their psychological and physiological impact.

Based on relation of two-color combination, we systematically combined two colors and validated their physiological impact by monitoring brainwaves and fluctuation in the heartbeat, and their mental impact by using SD method. Then we reviewed the relevance of these impacts.

Imagery of two-color combination consists of two factors, namely "relaxation and evaluation" factor and "activity" factor. When a two-color combination has similar relationship to basic color in terms of hue and value/chroma, it arouse α wave in test subject's brainwaves. When it has similar relationship in hue but is in contrast in terms of value/chroma, it inhibits α wave. Any combination with basic color greenish blue (5B4/8) or green (5G5/10) produces higher percentage of α wave in the brainwaves, while any combination with basic color red (5R5/14) yields lower percentage of the same. It is recognized that any color combination included basic color green leads to 1/f fluctuation effect, which makes us feel comfortable. When the combination is in contrast in terms of hue or of value/chroma as shown by HF and LF/HF component values that obtained from the analysis of fluctuation in the heartbeat, mental load tends to be small. In the case that "activity" factor is neutral, the combinations make us to be small mental load physiologically.

Key words: two-color combination, brainwaves, fluctuation in the heartbeat, SD method, quantification theory category 1

要 旨

日常生活において色は単色で存在することは少なく、形状や面積の異なる複数の色が同時に私たちの目を刺激する。この研究は2色配色に注目し、配色が人間に与える心理的、生理的影響を調べた。

2色配色関係に基づいて、系統的に色の組み合わせを行い、脳波・心電計測による生理的結果と、SD法による心理的結果からその関連性について検討した。

2色配色のイメージは「くつろぎ・評価性」・「活動性の因子」の2因子で構成される。2色配色が基本色に対して色相関係、明度、彩度関係が共に類似関係にある場合、 α 波を喚起し、色相関係が同一であり、かつ明度、彩度関係が対比の場合、 α 波が抑制される。基本色緑みの青(5B4/8)や緑(5G5/10)との配色において α 波含有率が高く、基本色赤(5R5/14)との配色では低くなる。基本色緑を含むすべての配色は1/fゆらぎが認められ快適である。心電解析結果のHF成分及びLF/HF成分の値において、色相が対比関係あるいは明度、彩度が対比関係にある場合、精神的負荷が小となる傾向を示す。「活動性」が中庸である場合、その配色は生理的精神負荷が少ない。

キーワード: 2色配色、脳波、心電、SD法、数量化理論1類

1. はじめに

色が心身に及ぼす影響は様々であるが、その中に感情に及ぼす影響がある。色彩の感情効果については多くの研究がなされてきた。色彩感情は情動系を刺激し、感情機能を通して心理的效果である快適性や生理的な弛緩（リラグゼーション）効果が期待され、近年では色彩療法（カラーセラピー）などが注目されている。

日常生活において色が単色で存在することは少なく、複数の色が同時に私たちの目を刺激する。本研究では2色配色に注目し、配色が人間に与える心理的・生理的影響を検討したいと考える。

単色や2色配色の感情効果については、SD法を用いた研究がある。単色において大山ら¹⁾、2色配色については神作²⁾の研究があり、因子構造を求めたものである。また、伊藤³⁾、大山ら⁴⁾は、2色配色の感情について形容語により研究が行われている。納谷ら^{5) 6)}は2色配色の面積比が感情に及ぼす影響について研究している。2色配色調和に関してはムーンスペンサーの調和理論⁷⁾および森らの調和理論⁸⁾がある。

色彩刺激の生理的・心理的影響について、単色光刺激⁹⁾、室内空間の色¹⁰⁾、被服の色¹¹⁾、被服の配色¹²⁾については既に研究がなされており、色の相違によって快適性が異なる結果を得ている。日常生活の中に効果的な色彩効果を取り入れ、日々の暮らしを豊かにしたいものである。

2. 目的

本実験では、2色配色パターンを構成する各々の色彩刺激が、配色関係に基づく組み合わせの相違によって生理的・心理的にいかなる変化を示すか比較検討する。まず、脳波については、リラックスと関係が深いとされ、安静覚醒時に優勢成分である α 波帯域に着目し、 α 波含有率を求め、また快適性と関係が深いとされる生体リズムの1/fゆらぎについても同様に検討する。心電については、自律神経機能を評価するのに有効とされている心拍変動のスペクトル分析を行い、心拍数・HF成分・LF/HF成分の値を求め、色彩刺激による自律神経系への影響を検討する。心理感情の評価として、SD法を実施する。

配色関係に基づいて選定した2色配色の構成要素である単色が配色に与える影響について、生理的結果と心理的結果を比較検討し、関連性を追求する。

3. 実験方法

3.1 試料の選定

本研究では、基本色として純色の赤：5R5/14、緑みの青：5B4/8、緑：5G5/10の3色を選定した。基本色に対する2色配色構成は、ムーン スペンサーの配色関係⁷⁾に基づいて①色相が同一、明度、彩度が対比関係、②色相、明度、彩度が共に類似関係、③色相、明度、彩度が対比関係になるように試料を選定した。これを表1に示す。この理論に従えば、色相、明度、彩度の組合わせにより系統的に規則性のある試料選定を行うことができる。Adobe Photoshop ver6.0を用いて2色配色提示図形を作成した。スクリーン上の1色の大きさは21×21cm²であり、2色配色は横に隣接して並べ投射した。色の調整は2色配色のうち1色をスクリーンにプロジェクター投影する。相関色温度約6774Kの補助標準イルミナントCの下に色票を置き、スクリーン上の色が同色になるように繰り返し調整を行った。色の不一致の場合は、Adobe Photoshop ver6.0により調整を繰り返した。次に他の1色も同様に調整し、その後、同一画面上に隣接して並べる。2色を映した時に互いの色の影響（対比効果）を受けることが予測されるため、2色配色を見ながら、配色パターンの1色に最も近い色を別のスクリーン上に作成し、その色を分光放射計（TOPCON SR-2 SPECTRO RADIOMETER）測色機器を使用して色度座標、視感反射率（x,y,Y）を測定し、配色との数値が合致すれば対比現象が生じていないと判断した。今回用いた全ての試料において対比現象は生じていないことを確認した。

3.2 被験者

被験者は心理実験、生理実験ともに、15名（20～22歳）である。そのうち心電図から解析不能な被験者のデータは除き、また、脳波のデータからも除外し、13名のデータを使用した。

表1 試料

色相差関係	明度差・彩度差 関係	基本色 赤	基本色 緑みの青	基本色 緑
同一	対比	5R5/14—5R7/8 赤 — 明るい赤	5B4/8—5B8/4 緑みの青—うすい緑 の青	5G5/10—5G8/4 緑 — うすい緑
類似	類似	5R5/14—5R4/12 赤 — 赤紫	5B4/8—5PB4/12 緑みの青 — 紫みの青	5G5/10—5BG8/8 緑 — 青緑
対比	対比	5R5/14—5B8/4 赤—うすい緑みの青	5B4/8—5Y9/6 緑みの青 — うすい黄	5G5/10—5YR8/6 緑 — うすい黄赤

3.3 実験手続き

本実験では、色刺激をプロジェクターによってスクリーン上に投影し、配色を構成する単色11色、次にこれら単色を組み合わせた2色配色9パターンという順序で被験者の半数は計測を行い、残り半数の被験者は逆の順で実施した。部屋は暗室、室温は26℃に保つ。

被験者はスクリーン上の色刺激を視距離3mの位置から椅子に腰掛けた状態で、閉眼30秒、開眼1分30秒観察し、これを繰り返し、脳波、心電の計測を行なう。途中7分から10分の休憩を入れる。脳波、心電計測後、心理的測定を行った。脳波、心電の解析は開眼1分間である。

3.4 心理的測定

スクリーンに映し出した色刺激についてSD法を用い評価する。色に関する基本的な色彩感情イメージを表す形容詞対と生理的に感情を判断することができると考えられる形容詞対の10対を先行研究⁹⁾から導いた。また、配色については、提示した色刺激が「調和しているー調和していない」の形容詞対を加え計11対とし、SD法による5段階評定を実施した。

選定した形容詞対は、「軽いー重い」、「涼しいー暖かい」、「陽気ー陰気」、「元気が出るー疲れる」、「ストレスを感じないーストレスを感じる」、「うきうきするーしみじみする」、「快ー不快」、「くつろぐー圧迫される」、「穏やかー激しい」、「くどいーあっさりしている」及び「調和しているー調和していない」の11対である。

解析方法は、形容詞に対する被験者個人の評定値を変数とし、主因子法による因子分析を行い、さらにバリマックス回転を施して、因子負荷量と因子得点を求めた。

3.5 生理的測定

3.5.1 脳波の測定・解析

脳波測定では、前頭部は感情や情操、頭頂部は理解や認識、後頭部は視覚刺激に関わりが深いとされている。脳波の測定には、エヌエフ回路設計ブロック製脳波計を用いた。銀ー塩化銀皿電極を用い国際10/20法に準じて、頭皮上の8部位 (fp1、fp2、c3、c4、p3、p4、o1、o2) を活電極とし、耳朵を不関電極として単極誘導法で行った。本実験では、単極誘導した頭皮上各部位電極と耳朵間の電位差をデ

ータ収録ソフトウェア (5100シリーズ デジタル生体アンプシステム) に磁気記録した。解析には、リラックスや快適感と関係が深いとされ、安静覚醒時に優勢成分である α 波帯域に着目し、原波形パワースペクトラムデータより、単色・配色と各電極部位の α 波成分の含有率を求めた。

次に磁気記録された原脳波50ms間隔で再サンプルを行い、512ポイント (25.6秒) 区間ごとにFFT (高速フーリエ変換) によるスペクトラム解析を行った。ゆらぎ係数の算出においては、ゆらぎ周波数とスペクトルを両側対数に変換した後、ゆらぎスペクトルの低周波領域の値を対象に直線回帰式を当てはめ、傾きの大きさを数値化した。一般にゆらぎスペクトルは右肩下がりのスペクトル構造を示すので、傾きは負符号となる。便宜上傾斜係数の絶対値を持ってゆらぎ係数とした。したがって、係数が1に近いほど、周波数ゆらぎ1/f型を示し、0に近いほど白色化する。

3.5.2 心拍変動の測定

心電の測定は、心電計 (AD Instruments Japan製) を用い、胸部3点誘導で導出した。解析は解析ソフトウェア (AD Instruments Japan製 Chart v3.6) を使用した。心臓の拍動周期のうち、洞結節に対する自律神経入力ゆらぎに起因するものを心拍変動という。心拍変動は通常、心電図のRーR間隔変動として測定される。

本実験では、周波数領域の分析 (frequency domain analysis) である、心拍変動スペクトル解析を用いた。

心臓にある洞結節は交感神経と副交感神経によって拮抗的に支配される。副交感神経は低い周波数から高い周波数まで広い範囲の心拍変動を伝達し得る (HF成分 $> 0.15\text{Hz}$)。周波数が 0.15Hz より低いLF成分の発生には交感神経および副交感神経のゆらぎが関与し得るが、HF成分は交感神経の伝達可能周波数以上の領域にあるので純粋に副交感神経活動によって媒介される¹³⁾。色彩刺激の違いによる精神的負荷について、心拍変動スペクトル解析におけるLF、HF成分を自律神経活動の評価指標として用い検討を行った。HF成分は精神的負荷について、LF/HF成分の比より、2色の色刺激の違いによる自律神経活動のバランス傾向を検討した。

4. 実験結果及び考察

4. 1 心理的測定

4. 1. 1 配色を構成する色（単色）と配色のイメージ

配色を構成する単色の各色と2色配色のイメージを因子分析によって求めた。2色配色を構成している単色のイメージは、第1因子が「穏やかー激しい」、「くつろぎー圧迫される」、「くどいーあっさりしている」、「軽いー重い」、「ストレスを感じないー感じる」、「快ー不快」及び「涼しいー暖かい」の因子負荷量が高く、第1因子を「くつろぎ・評価性」の因子とした。寄与率は34.512%である。第2因子は「陽気ー陰気」、「元気が出るー疲れる」及び「うきうきするーしみじみする」の因子負荷量が高く、「活動性」の因子とした。寄与率は27.564%である。第2因子までの累積寄与率は62.076%である。表2-1に示す。

配色のイメージは配色を構成する各色の場合と同様2因子であり、各因子を構成する形容語も同様であった。配色について特に加えた「調和しているー調和していない」は第1因子を構成する形容語である。第2因子までの累積寄与率は63.453%である。表2-2に示す。

大山ら¹⁾は単色の色彩感情は「評価性」の因子、「活動性」の因子、「力量性」の3因子で構築されてい

表2-1 因子負荷量（単色）

因子	評定項目	因子負荷量		共通性
		Factor1	Factor2	
I くつろぎ・ 評価性	穏やかー激しい	0.863	-0.104	0.756
	くつろぎー圧迫される	0.741	0.311	0.645
	くどいーあっさりしている	-0.773	-0.185	0.632
	軽いー重い	0.653	0.472	0.648
	ストレスを感じないーストレスを感じる	0.613	0.491	0.616
	快ー不快	0.607	0.598	0.727
II 活動性	涼しいー暖かい	0.567	-0.041	0.323
	陽気ー陰気	0.053	0.824	0.681
	元気が出るー疲れる	0.251	0.748	0.622
	うきうきするーしみじみする	-0.045	0.745	0.557
	固有値	3.451	2.756	
寄与率(%)		34.512	27.564	
累積寄与率(%)		34.512	62.076	

表2-2 因子負荷量（配色）

因子	評定項目	因子負荷量		共通性
		Factor1	Factor2	
I くつろぎ・ 評価性	くどいーあっさりしている	-0.813	-0.085	0.668
	穏やかー激しい	0.791	0.018	0.625
	くつろぎー圧迫される	0.767	0.302	0.679
	快ー不快	0.747	0.494	0.802
	調和しているー調和していない	0.724	0.176	0.556
	ストレスを感じないーストレスを感じる	0.697	0.492	0.729
II 活動性	軽いー重い	0.491	0.465	0.456
	涼しいー暖かい	0.353	-0.263	0.194
	陽気ー陰気	-0.098	0.902	0.823
	うきうきするーしみじみする	0.046	0.812	0.661
	元気が出るー疲れる	0.519	0.721	0.788
固有値		4.088	2.892	
寄与率(%)		37.164	26.289	
累積寄与率(%)		37.164	63.453	

るという。二色配色の感情効果を研究した神作²⁾は「気持ちよさ」の因子、「明るさ」の因子、「強さ」の因子、「暖かさ」4因子としている。本実験においては、両者共に2因子で構築されており、相異が認められる。これは今回、基本色が固定されており試料数が限られているためと推定した。

4. 1. 2 構成色（単色）と配色の因子得点

配色を構成する単色の因子得点平均値は図1-1に示す。第1因子の「くつろぎ・評価性」と第2因子の「活動性」とともに正の傾向にある色刺激は青緑(5BG6/8)、うすい黄赤(5YR8/6)、明るい赤(5R7/8)、うすい黄(5Y9/6)、うすい緑みの青(5B8/4)、うすい緑(5G8/4)であり、比較的高明度・中彩度の色刺激である。「くつろぎ・評価性」が負、「活動性」が正の傾向にある色刺激は赤(5R5/14)、赤紫(5RP4/12)であり、赤系の中明度・高彩度の色刺激である。「くつろぎ・評価性」、「活動性」とともに負の傾向にある色刺激は緑みの青(5B4/8)、緑(5G5/10)、紫みの青(5PB4/12)であり、緑・青系の中明度・高彩度の色刺激である。

配色における因子得点平均値は図1-2に示す。「くつろぎ・評価性」が正の方向にある配色は赤ー明るい赤(5R5/14ー5R7/8)、緑ーうすい緑(5G5/10ー5G8/4)、緑みの青ーうすい緑みの青(5B4/8ー5B8/4)であり、これらは色相が同一、明度、彩度が対比の関係にある。この中で、基本色が緑と赤の配色は「活動性」が正の方向にあり、基本色が緑みの青の場合は負の側にある。

「くつろぎ・評価性」が負、「活動性」が正の傾向にある配色は赤ーうすい緑みの青(5R5/14ー5B8/4)、である。緑ーうすい黄赤(5G5/10ー5YR8/6)は「くつろぎ・評価性」の正負の境界にあり「活動性」は正の側に位置している。緑みの青ーうすい黄(5B4/8ー5Y9/6)は原点に位置している。これらは色相、明度、彩度共に対比の関係にある。

「くつろぎ・評価性」、「活動性」が共に負の方向には緑みの青ー紫みの青(5B4/8ー5PB4/12)、赤ー赤紫(5R5/14ー5RP4/12)が位置する。そして緑ー青緑(5G5/10ー5BG6/8)は原点付近に位置する。これらは色相、明度、彩度共に類似関係にある。

被験者個人の因子得点データを用いて配色イメージに基本色と構成色のいずれが関与するか重回帰分析を行い検討した。第1因子の「くつろぎ・評価性」

の因子について標準回帰係数ベータを表3-1に示す。5R5/14-5R7/8と5B4/8-5B8/4の2配色においては、5R7/8と5B8/4が5%有意確率を示し明度の高い色が影響を与えている。5R5/14-5RP4/12、5B4/8-5PB4/12、5G5/10-5G8/4は、定数(B)に有意性が認められる。この定数は、図1-2因子得点(配色平均値)と照合すると定数が大である場合「くつろぎ・評価性」因子が高くなる。配色の一方の色が「くつろぎ・評価性」の因子に影響を与えることは少ないものと解釈される。

活動性の因子においても同様の試みを行った。表3-2に示す。5R5/14-5B8/4の5R5/14が影響し、5B4/8-5B8/4、5B4/8-5PB4/12においては2色共に配色に影響を与える。また、5G5/10-5BG6/8においては5BG6/8が影響を与える。

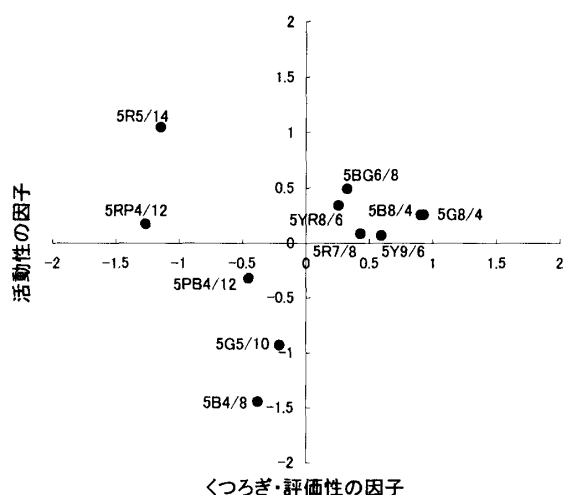


図1-1 因子得点(単色平均値)

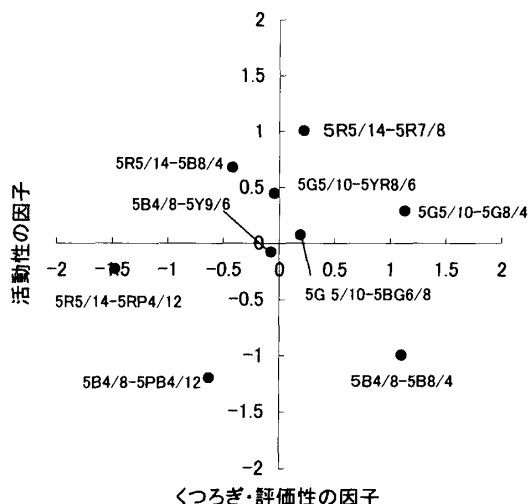


図1-2 因子得点(配色平均値)

5R5/14-5R7/8は定数に有意性が見られる。因子得点より見ると5R4/14-5B8/4、5R5/14-5R7/8においては活動性が高く、5B4/8-5B8/4、5B4/8-5PB4/12は低い。5G5/10-5BG6/8は中庸である。基本色の影響が認められる。

伊藤³⁾は色彩感情の観点から2色配色効果について配色の評価は単色の評価に大きく依存したと述べている。大山⁴⁾は一般に2色を配色により、単色の価値(良さの、美しさ、好ましさ)を高める場合は比較的少なく、むしろそれを損なう場合が多いと述べているが、活動性(動的、騒がしさ、派手さ)については配色によって大きな効果が得られるとしている。

4.2 生理的測定

4.2.1 α 波含有率

頭皮上8ヶ所で脳波測定を行った。各配色において、単色で呈示した時との α 波含有率の変化をみるため、配色時の基本色と構成色それに配色の三つを1組にして、被験者13名の平均値と標準偏差を図2に示す。

配色の色相関係が同一、明度・彩度関係が対比である基本色赤-明るい赤(5R5/14-5R7/8)の α 波含有率を図2-1に示す。明るい赤が赤より全ての部

表3-1 配色に及ぼす構成色の影響
(第1因子くつろぎ・評価性の因子)

	基本色ベータ	構成色ベータ	定数(B)
1. 5R5/14-5R7/8		0.539*	
2. 5R5/14-5RP4/12			-0.805*
3. 5R5/14-5B8/4			
4. 5B4/8-5B8/4		0.571*	
5. 5B4/8-5PB4/12			-0.546*
6. 5B4/8-5Y9/6			
7. 5G5/10-5G8/4			1.322**
8. 5G5/10-5BG6/8			
9. 5G5/10-5YR8/6			

** : 1%有意

* : 5%有意

表3-2 配色に及ぼす構成色の影響
(第2因子活動性の因子)

	基本色ベータ	構成色ベータ	定数(B)
1. 5R5/14-5R7/8			1.349**
2. 5R5/14-5RP4/12			
3. 5R5/14-5B8/4	0.516*		
4. 5B4/8-5B8/4	0.418*	0.659**	
5. 5B4/8-5PB4/12	0.514**	-0.499*	
6. 5B4/8-5Y9/6			
7. 5G5/10-5G8/4			
8. 5G5/10-5BG6/8		0.688**	
9. 5G5/10-5YR8/6			

** : 1%有意

* : 5%有意

位において α 波含有率が高く、配色は赤と同程度である。図は省略するが配色緑みの青—うすい緑みの青(5B4/8—5B8/4)では、基本色5B4/8と5B8/4とはほぼ同率であるが、配色はこれらに比して若干低下する。配色緑—うすい緑(5G5/10—5G8/4)は、全てのチャンネルにおいて、共に同率であるが、配色の α 波含有率は低下する。

2色配色を構成する色を色相関係、明度、彩度関係を共に類似に選定した場合、配色赤—赤紫(5R5/14—5RP4/12)は、いずれの部位においても、赤よりも赤紫の方が α 波含有率は高く、配色では赤紫に近似した値を示す。配色緑みの青—紫みの青(5B4/8—5PB4/12)は、図2-2に示すように各チャンネル部位において配色時の α 波含有率は、単色よりも若干高くなる傾向にある。配色緑—青緑(5G5/10—5BG6/8)は共に同率の α 波含有率を示す。配色においても構成色と同様の値を示す。

2色配色の色相関係、明度、彩度関係を対比関係に選んだ場合、赤—うすい緑みの青(5R5/14—5B8/4)は、赤に比してうすい緑みの青の α 波含有率が高く、配色はうすい緑みの青に近似している。配色緑みの青—うすい黄(5B4/8—5Y9/6)は若干の相違はあるが、ほぼ同率の α 波含有率を示す。配色もまた構成色と同程度の値を示す。配色緑—うすい黄赤(5G5/10—5YR8/6)は、図2-3に示すように構成色は同率の α 波含有率を示すが、配色においては全チャンネル部位で、 α 波含有率は若干低下する。

各基本色について色相が同一、明度、彩度が対比の関係の場合、配色の α 波含有率は構成色より減少の傾向にある。色相、明度、彩度による関係が類似の配色の場合、 α 波含有率が同率あるいは増加する傾向にある。色相、明度、彩度による調和関係が対比の配色の α 波含有率は構成色と同率あるいは減少となる。

今回の実験では、 α 波含有率において配色が構成色を上回ることは僅かであった。基本色赤(5R5/14)の α 波含有率はいずれの測定部位においても低値であり、続いて緑みの青(5B4/8)、緑(5G5/10)の順であるが、5B4/8と5G5/10の間には明確な差異はないものと判断される。

ブラウスとスカートの配色¹²⁾において青や緑を含む場合 α 波含有率が高くなる傾向にあり、明度が高い色同士の配色は低くなることが明らかにされている。

α 波含有率の標準偏差が大であり、被験者個人を対象にした解析が必要である。脳波測定部位o1, o2において、基本色と構成色の α 波含有率が配色の α 波含有率にいかなる影響を与えるかを重回帰分析により調べ、表4に示す。5B4/8—5B8/4を除く全ての配色に基本色や構成色が影響を与えている。概してo1, o2共に基本色の影響が強い。

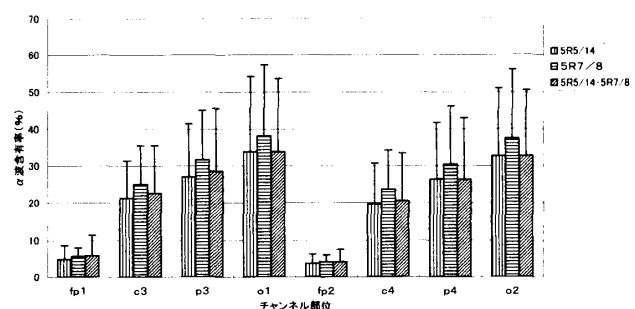


図2-1 α 波含有率 (5R5/14 · 5R7/8)

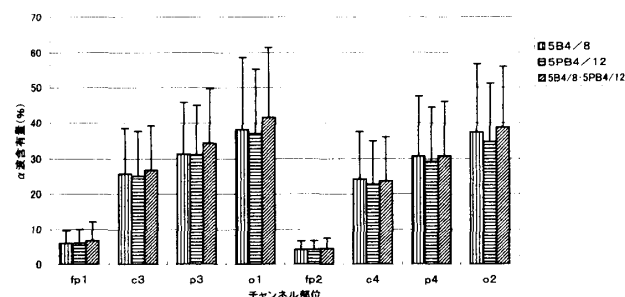


図2-2 α 波含有率 (5B4/8 · 5PB4/12)

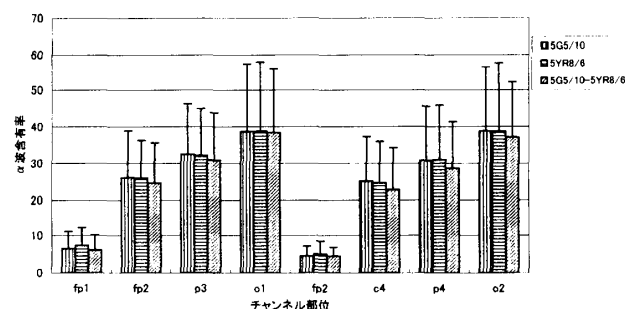


図2-3 α 波含有率 (5G5/10 · 5YR8/6)

表4 α 波含有率が配色に及ぼす構成色の影響

	標準化係数ベータ			
	o1		o2	
	基本色	構成色	基本色	構成色
1. 5R5/14-5R7/8		0.999*		0.881**
2. 5R5/14-5RP4/12	0.531*		0.691**	
3. 5R5/14-5B8/4	0.548*		0.552**	0.450*
4. 5B4/8-5B8/4				
5. 5B4/8-5PB4/12	1.314**		1.243*	
6. 5B4/8-5Y9/6		1.234**		
7. 5G5/10-5G8/4	0.616**	0.385*	0.671*	
8. 5G5/10-5BG6/8	1.275**		1.327**	
9. 5G5/10-5YR8/6	0.960**			0.953**

** : 1%有意 * : 5%有意

4.2.2 α 波含有率に及ぼす色の属性の要因分析

数量化理論Ⅰ類を使用し、配色を構成する単色の α 波含有率に色の属性がいかに影響を与えるかについて調べた。単色について各測定部位の平均 α 波含有率を外的基準として、単色の色相、明度、彩度を説明変数とし要因分析を行った。結果を図3-1に示す。単色では、色相の影響が強く、色相では青(5B)が最も強く影響を与え、青緑(5BG)、青紫(5PB)、緑(5G)、黄(5Y)が α 波を喚起し、赤(5R)、赤紫(5RP)、黄赤(5YR)は抑制する。低彩度や中彩度は α 波を喚起し、高彩度では抑制する。中明度や高明度は α 波を喚起し、低明度では抑制する結果となった。

配色については、配色の α 波含有率を外的基準とし、説明変数は基本色と構成色の色相関係、明度、彩度関係、2色の明度、彩度の合計を説明変数として α 波含有率にどのように影響するかについて解析した。図3-2に示す。基本色では、緑みの青、緑において α 波が喚起され、赤では抑制される。色相関係が α 波含有率に与える影響は、類似、対比関係が α 波を喚起し、同一関係では抑制する。次に明度、彩度関係において、類似関係が α 波を喚起し、対比関係では抑制する。使用した2色の明度の合計結果、高値より低値の場合、 α 波が喚起される。彩度2色の合計では、中程度の値が α 波の喚起に貢献し、高値、低値では

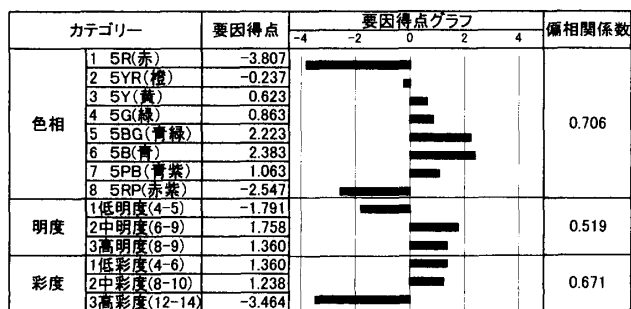


図3-1 α 波含有率への色の3属性の影響(要因分析)

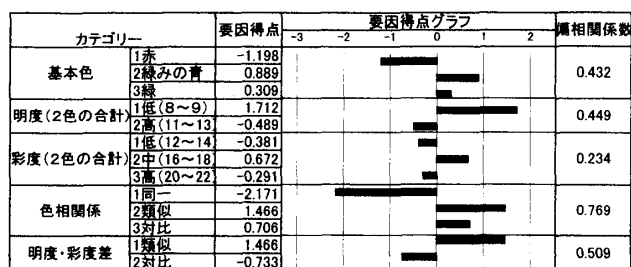


図3-2 α 波含有率への配色の影響(要因分析)

やや抑制される。

単色の場合と配色における相異は、明度が単色の場合、中・高明度において α 波が喚起され、低明度において抑制されるのに対し、配色では高明度の場合、抑制される。これは提示される面積の大小によるためと推測される。

大森ら⁹⁾は単色の光色刺激を用いて面積の大小による心理的評価と生理的評価について調べ、面積が異なることによって、生理的評価が異なることを指摘している。小面積条件では光色刺激のメトリッククロマが高値になるほど、心理評価の「活動性」の因子を高め α 波含有率を抑制する。大面積条件ではメトリック色相角が大きいほど、すなわち赤から緑や青に近づくほど α 波含有率を高めることが明らかとなった。本実験では明度が関係しており、今回選定した試料の影響によるものと考えられる。

面積とは異なるが、納谷ら^{5) 6)}は2色配色の面積比について、配色嗜好感情から調べ、構成色の変化の影響がかなり大きく、面積比の変化が嗜好感情に及ぼす効果はやや小さいという。

4.2.3 1/fゆらぎ値

前頭部位(fp1、fp2)について、1/fゆらぎ値が0.70以上1.09以下の場合、快適であることを示す¹⁴⁾。ゆらぎ値が認められた被験者数を数え、単色と配色を同時に表したものを図4に示す。

単色では赤紫(5RP4/12)、紫みの青(5PB4/12)、緑みの青(5B4/8)、うすい緑みの青(5B8/4)、うすい黄赤(5YR8/6)に1/fゆらぎが見られたが、これらの色を含めた配色では、1/fゆらぎ値が下回る。

配色では、基本色が緑(5G5/10)の配色全てに

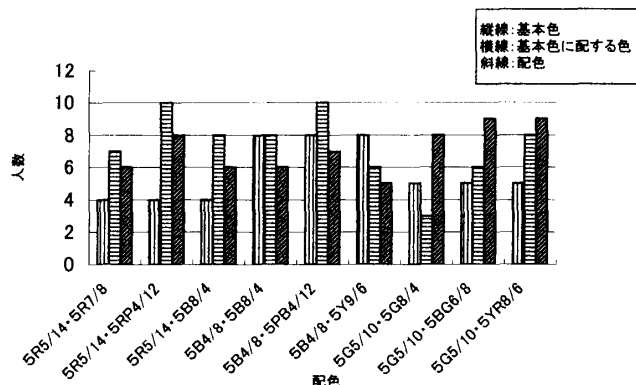


図4 1/fゆらぎ値

において1/ゆらぎが、いずれも単色時に比べて増加している。

4. 2. 4 心電解析結果

心電測定の結果、HF成分が高い場合は精神的負荷が少ない状態をあらわしている。図5には色刺激の左より基本色、基本色に組み合わせる色、配色のHF成分を順に表す。基本色においては緑みの青（5B4/8）、赤（5R5/14）、緑（5G5/10）のHF成分は僅差である。配色では基本色が緑（5G5/10）に対して、色相および明度、彩度関係が類似又は対比である配色、すなわち緑—青緑（5G5/10—5BG6/8）と緑—うすい黄赤（5G5/10—5YR8/6）は、HF成分が構成色を上回る。緑みの青—うすい黄（5B4/8—5Y9/6）、赤—うすい緑みの青（5R5/14—5B8/4）の色相、明度、彩度が対比関係においても高い。3基本色共に色相、明度、彩度関係が対比においてHF成分が高く精神的負荷が小である。

配色とその構成色のLF/HF成分を図6に示す。LF/HF成分は低値ほど精神的負荷が少ないことを表している。基本色では赤（5R5/14）が最も低値を示し、緑みの青（5B4/8）、緑（5G5/10）の順に高値となる。配色を見ると赤—明るい赤（5R5/14—5R7/8）、緑—うすい緑（5G5/10—5G8/4）の配色において色相関係が同一、明度、彩度関係が対比の場合、LF/HF成分の値が最も小となる。緑みの青—うすい黄（5B4/8—5Y9/6）では色相、明度、彩度関係が対比関係において低値を示す。これらの色刺激はいずれも明度、彩度が対比関係にあり、精神的負荷が小である。自律神経が副交感神経側に傾き、生体により意味での興奮状態と快適性を与えるものと考え

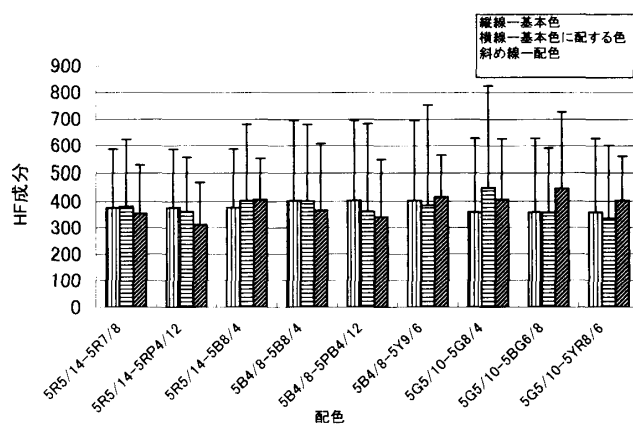


図5 HF成分（平均値）

られる。

HF成分は配色において共に色相、明度、彩度が対比関係にある配色あるいは緑との配色において快適性が得られるものと思われる。LF/HF成分は赤、緑では色相が同一、明度、彩度が対比関係の場合、緑みの青では両者対比の場合に快適性が得られる。色相や明度、彩度が対比関係にあるとき快適性が得られている。

4. 3 生理的実験と心理的実験との関連

4. 3. 1 α 波含有率と因子得点との関係

生理学的測定値である α 波含有率と心理的評価である因子得点との関係を調べるために、数量化理論Ⅰ類を用いて解析した。各測定部位の α 波含有率平均値を外基準に、第1因子「くつろぎ・評価性」、第2因子「活動性」の因子得点を4段階に分け説明変数とし、 α 波含有率と因子得点との関係を調べた。単色である構成色と配色それぞれの結果を図7に示す。

構成色の単色の場合、第1因子「くつろぎ・評価性」の因子得点が正の傾向にあるとき α 波が喚起され、負の値になるにつれて抑制される。第2因子「活動性」の因子については因子得点の値が高いとき α 波は抑制される。図7-1に示す。

配色の場合を図7-2に示す。第1因子「くつろぎ・評価性」の因子得点が負の傾向にあるとき α 波含有率が喚起される。これは単色の場合とは異なった傾向を示している。3基本色に対する色相が同系、明度、彩度が対比の配色において α 波含有率は低く、「くつろぎ・評価性」の因子得点が高かったためと推定される。配色においては単色よりも要素が複雑になるものと考えられる。第2因子の「活動性」の因子得点が負の傾向にあるとき α 波含有率が喚起され、

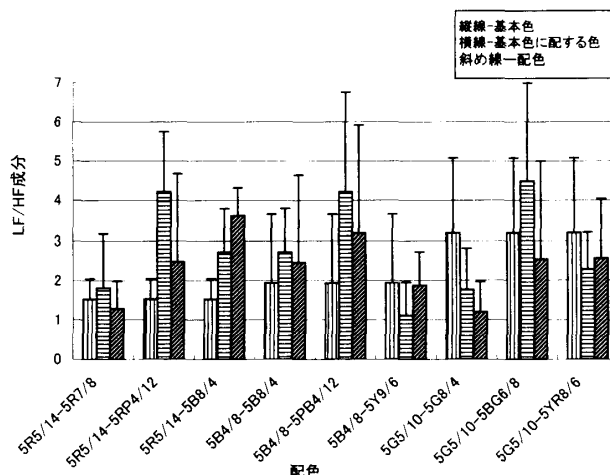


図6 LF/HF成分（平均値）

因子得点の値が高くなるに従って α 波含有率が抑制される。

4. 3. 2 1/fゆらぎと因子得点の関係

4. 2. 3で述べたように、単色では赤紫（5RP4/12）、紫みの青（5PB4/12）、緑みの青（5B4/8）、うすい緑みの青（5B8/4）、うすい黄赤（5YR8/6）に1/fゆらぎが見られ、 α 波含有率は高い値を示す。因子得点を対応させると「くつろぎ・評価性」の得点が負の値を示し、「活動性」の因子は中庸から負に位置する。

配色における1/fゆらぎと因子得点の関係は、基本色緑（5G5/10）のすべての配色において1/fゆらぎが見られた。「くつろぎ・評価性」の因子が高く、「活動性」因子は中庸である。これらの α 波含有率はすべて高い。

これより1/fゆらぎは「くつろぎ・評価性」よりも、むしろ「活動性」が中庸から負の側において見られるものと推測される。

4. 3. 3 心電と因子得点との関係

HF成分は基本色において、緑みの青（5B4/8）、赤（5R5/14）、緑（5G5/10）の差異は僅かである。しかし、配色においては3基本色の色相、明度、彩度関係が共に対比の場合、すなわち、赤—うすい緑みの青（5R5/14—5B8/4）、緑みの青—うすい黄（5B4/8—5Y9/6）、緑—うすい黄赤（5G5/10—

5YR8/6）はHF成分が高い。これらは、「くつろぎ・評価性」が中庸から負、「活動性の因子」の因子得点が正から中庸を示す。

配色とその構成色のLF/HF成分の結果では基本色の赤（5R5/14）が最も低値を示し、緑みの青（5B4/8）、緑（5G5/10）は高値となる。配色におけるLF/HF成分は赤—明るい赤（5R5/14—5R8/7）と緑—うすい緑（5G5/10—5G8/4）の色相が同一、明度、彩度が対比の関係において最も小となる。これらは「くつろぎ・評価性」「活動性」の因子において因子得点が高いものである。緑みの青—うすい黄（5B4/8—5Y9/6）の色相、明度、彩度共に対比関係において、LF/HF成分が低値を示す結果となった。これは「くつろぎ・評価性」「活動性」においては中庸を示すものである。「くつろぎ・評価性」「活動性」がともに中庸から正のときLF/HF成分が低値を示し快適性を与えるものと考えられる。

心電と因子得点との関係はHF成分、LF/HF成分において、両者共に「活動性」が高いことに共通性が認められた。それは色相、明度、彩度が対比関係において小値となることを確認した。赤においてLF/HF成分は低値を示し、赤の特異性が認められた。

5. 総括

2色配色パターンを構成する単色2色とそれらの配色について組織的に色の組み合わせを選定し、それらの脳波・心電計測による生理的結果と、SD法による心理的結果からその関連性について配色関係を基に検討した。

2色配色のイメージは「くつろぎ・評価性」「活動性」の因子の2因子により構築される。「くつろぎ・評価性」の因子において配色を構成する色が影響を与えることは少ない。「活動性」の因子には基本色が影響する。

配色の α 波含有率には基本色の α 波含有率が影響を与える。基本色緑みの青（5B4/8）や緑（5G5/10）の組み合わせにおいて α 波が喚起され、基本色赤（5R5/14）に対しては抑制される傾向にある。基本色に対して色相、明度、彩度関係が類似関係にある場合、 α 波が喚起され、色相が同一、明度、彩度が対比関係、また色相、明度、彩度が対比関係にある場合 α 波が抑制される。配色の α 波含有率が構成色の α 波含有率を上回することは少ない。

基本色が緑の全ての配色において1/fゆらぎが多く

カテゴリー		要因得点	要因得点	偏相関係数
			-6 -4 -2 0 2 4	
くつろぎ・評価性の因子	1 -0.5以下	-5.725		0.863
	2 -0.5~0	0.832		
	3 0~0.5	1.092		
	4 0.5以上	1.892		
活動性の因子	1 -0.5以下	0.718		0.891
	2 -0.5~0	1.061		
	3 0~0.5	0.915		
	4 0.5以上	-0.891		

図7-1 α 波含有率への因子の影響

単色の場合（要因分析）

カテゴリー		要因得点	要因得点	偏相関係数
			-2 -1 0 1 2	
くつろぎ・評価性の因子	1 -0.5以下	1.712		0.641
	2 -0.5~0	0.706		
	3 0~0.5	-1.663		
	4 0.5以上	-1.108		
活動性の因子	1 -0.5以下	0.797		0.468
	2 -0.5~0	0.492		
	3 0~0.5	0.309		
	4 0.5以上	-1.753		

図7-2 α 波含有率への因子の影響

配色の場合（要因分析）

みられ、快適性を与える。

心電解析結果のHF成分及びLF/HF成分の値において色相が対比関係にある場合、あるいは明度、彩度が対比関係にある配色において精神的負荷が小となる傾向にある。

生理的反応評価である α 波含有率、1/fゆらぎ、HF成分、LF/HF成分には心理的反応評価の「くつろぎ・評価性」の因子よりも、「活動性」の因子が関わるということが明らかとなった。

参考文献

- 1) Oyama, T., Soma, I., Tomiie, T. and Chijiwa, H.: A factor analytical study on affective responses to colors. Acta Chromatica (日本色彩科学協会) 1 164-173 (1965)
- 2) 神作順子: 色彩感情の分析的研究—2色配色の場合—心理学研究 34 1-12 (1963)
- 3) 伊藤久美子: 同一色相内の二色配色の感情 日本色彩学会誌 28 13-15 (2004)
- 4) 大山正 日比野治雄 齋清萍 鎌田晶子: 2色配色の感情効果 25 SUPPLEMENT (2001)
- 5) 納谷嘉信 辻本明江 浅野長一郎 畑中駿逸 池田潤平 山崎勝弘: 2色配色の面積比が配色感情に及ぼす影響 その1: 予備実験および実験計画 電気試験所彙報 34 7 50-61 (1970)
- 6) 納谷嘉信 辻本明江 浅野長一郎 畑中駿逸 池田潤平 山崎勝弘: 2色配色の面積比が配色感情に及ぼす影響 その2: 配色嗜好感情に関する実験結果の解析 電気試験所彙報 34 8 31-39 (1970)
- 7) P.Moon& D.E.Spencer: "Geometric formulation of classical color harmny" J.Opt.Soc.Am.34 (1944) 46-59.
- 8) 森伸雄 納谷嘉信 辻本明江 池田潤平 難波精一郎: 二色配色の調和域について (色調和の研究: その5) 電気試験所彙報 30 11 888-900 (1966)
- 9) 大森正子 橋本令子 加藤雪枝: 色彩刺激に対する心理評価と生理反応評価、日本色彩学会誌、26 (2)、50-63 (2002)
- 10) 加藤雪枝 橋本令子 雨宮勇: 室内空間に対する心理的及び生理的反応、日本色彩学会誌、28 (1)、16-25 (2004)
- 11) 加藤雪枝 雨宮勇 橋本令子: 被服の色彩が着用者に及ぼす心理的・生理的影響—SD法、脳波、心電による解析— 家政誌、55 (7)、531-539 (2004)
- 12) 加藤雪枝 雨宮勇 橋本令子: 被服の配色が着用者に及ぼす心理的・生理的影響—SD法、脳波、心電による解析— 家政誌、55 (7)、541-550 (2004)
- 13) 大塚邦明: 第1章 検査法8 精神負荷試験「自律神経機能検査法」(日本自律神経学会編)、79-85 (1995)
- 14) 吉田倫幸: 脳波レベルから見た1/fゆらぎの意義、日本ME学会、8 (10)、29-35 (1994)

(投稿受付日: 2004年10月28日)

(採録決定日: 2005年6月17日)

著者紹介



かとう ゆきえ
加藤 雪枝

1934年生

1957年 梶山女学園大学家政学部被服学科卒業

2005年 梶山女学園大学退職
梶山女学園大学名誉教授

学術博士

日本色彩学会 日本家政学会 日本繊維製品消費学会 国際服飾学会会員