

博士論文

生活環境における色彩が人体に及ぼす影響に
関する研究

2015 年

橋本 令子

論文要旨

近年、コンピュータ関連による情報や、色光で彩られた街には人工環境の色が存在し、人の感情という心の動きを奪い、眼に入る色彩刺激がもたらす疲労がストレスの一要因となっている。また、企業の生産現場では機器の精度が向上しても、人の目視検査は必要不可欠である。こうした例にみられるように、人の眼に入る色彩による精神的ストレスを無視できない状況がある。生活環境において人が色彩から得る視覚情報量は、80%以上といわれる。色彩との関わりが複雑化する現状の中で、生活環境における色彩が人体に及ぼす影響を明確にすることは、極めて重要である。

本論文は、生活環境において人が色彩刺激から生ずる主観的な反応について、心理的、物理的、生理的側面からの相互評価量を捉え、心理反応と物理量、心理反応と生体反応を関連させて検証することにした。そして、間接的に推測する他に有効な方法がなかった人体に及ぼす色彩の影響について、客観的資料を提示することにより事実を明らかにすることを目的とした。

第1章「序論」においては、本研究の背景、本研究に関する既存研究、研究目的および方法と範囲を明らかにした。

第2章「色彩に関する反応の客観化の検討」においては、周囲の色、空間配置の影響を受けない色本来の見え方について、微視的評価による小色差の検討を行うため、明度を一定にした彩度変化、彩度を一定にした明度変化による色相環の試料を作製し、精神物理学的測定法の一つである極限法により色相弁別実験を行い、丁度可知差異である閾値を心理知覚量として見出した。彩度変化による色相弁別閾は、主波長により選択的に弁別閾が大を示し、彩度の高いほど顕著にあらわれるが、極大値は高彩度から低彩度に変化するに従い、主波長が移行するアブニー現象が認められ、明度変化による色相弁別閾は、明るさが変化すると等しいと感じる主波長の位置が移行するベゾルド・ブルッケ現象を確認した。これまで色光で説明されていた2つの現象を、物体色を基に明らかにすることができた。

次に、巨視的評価による大色差の判定評価の精度を検討するため、先の試料を用いてSD法で視感判定を行い、 e_{ij} 型数量化法により色差の空間構成を試みた。微視的色差についても、丁度可知差異より色差の空間構成を行った。両者ともに色相環順に一巡して色相が位置し、小色差と大色差の知覚心理量の精度はよく、マッチング

することが示唆された。さらに知覚心理量と物理量との関係性を色差式より求め検討した結果、マンセル空間をもとに考案された均等知覚色空間においては、高い相関が認められ、両者間の妥当性を示すことが可能となった。

第3章「服装色の効果に及ぼす影響要因の検討」においては、膚の色、服装色の実態を把握するために、測色によりデータを採取した。このなかより、膚の色と服装色を選出して、両者間の配色調和を5段階で評価し、パターン分類により各々の膚の色に適合した服装色を見出した。次いで、調和の実態を把握するため、膚の色と服装色の色差を基本に色相差、明度差、彩度差について対応性を検討し、配色調和の心理量には特に明度差が影響することを明らかとした。

人は、被服着用人物をどのように注視し、認識していくかを検討するため、屋外と屋内の生活場面に着装人物を配した試料を作製し、眼球運動と瞬間視を測定した。眼球運動による知覚過程は様々であり、単独で注視する場合とは見え方が異なり、停留時間が長く注視する場合、停留時間が短く次々と視線を移動していく場合など、周辺の色の影響も加わり、目立ちやすさである誘目性が認められた。瞬間視においては、一度に全体を認識する人、対象物を順次見ていく人など、認められやすさとなる視認性が確認できた。そして、視線の動きによる知覚過程により、主観的な色彩効果を実証した。

第4章「色彩刺激が及ぼす心理・生理反応の検討」においては、大小の面積の違いによる色の見え方について、純色、高明度・中彩度、中明度・中彩度、中明度・低彩度、低明度・中彩度の色光を投影し、刺激量が人にどのような影響を及ぼし、感情が変化するかを、自律神経活動に関わる心電と中枢神経活動に関わる脳波を測定し検討した。その結果、特に赤は他の色刺激に比べ、 α 波含有量が低値であり、色による影響が認められた。小さい面積では、頭部全体において色光刺激の心理量であるメトリック彩度(Cuv^*)が高値になるほど、心理評価の活動性の因子を高め、 α 波含有量が抑制された。大きい面積では、頭頂部位、後頭部位でメトリック色相(Huv^*)が高くなるほど、すなわち緑、青、紫になるほど、 α 波含有量が喚起することが明らかになった。心拍変動を示す交感神経と副交感神経の割合であるLF/HF成分は、大きい面積が小さい面積に比べ高値を示し、交感神経側に作用していることが示唆された。

室内空間の壁面、カーペット、カーテンの色彩を変化させた実空間における物体色の反射から生ずる色刺激量について、生理・心理反応のデータを採取し検討した。

室内空間の心理的イメージは「くつろぎ・評価性」「活動性」「寒暖」の因子により構成され、黄、ピンク、オフホワイトの室内空間は、 α 波含有量を喚起し、「くつろぎ・評価性」を高め、LF/HF成分も小さく副交感神経が働き、快適性が得られた。一方、ピンク、紫は、「活動性」と「寒暖」の因子を誘導し、良い意味で生体の興奮状態を示し、快適性ある空間となることが明らかになり、新しい知見を得た。寒色系の緑と青の空間は、室内空間の快適性への効果は弱いことを示した。

第5章「生活場面における色彩効果の検討」においては、第4章の人体に及ぼす室内空間の影響を把握したうえで、3次元 CAD によりリビングルームの透視図を描き、ソファ、じゅうたん、カーテンに配色を施し、調和実験を行った。リビングルームの感情効果は、「評価性」「活動性」「力量性」の3因子から構築され、「評価性」の因子には色相が暖色、中性色によって配色構成された類似関係であり、特に構成色の明度が高く彩度が低い場合に「評価性」が高く、他には無彩色の白や明度の高い色を含む配色も「評価性」高いことを示した。「活動性」の因子には、構成要素の明度、彩度が高い色が貢献することが認められた。これより、リビングルームのイメージには、「評価性」が最も関与し、調和する配色は YR 系の配色であることが確かとなったが、そのイメージはソファ、じゅうたん、カーテンの各構成要素に固有な色の配置によって決まるのではなく、全体の配色構成によって生まれる雰囲気により決定すると考える。

第6章は「結論」として、人の眼の精度は高く、色相弁別より、アブニー現象、ベンゾルド・ブリュッケ現象を見出し、物理量との一致性を明らかにした。大色差と小色差による許容色差においても同様な色の見方を示すことから実証できた。生活場面においては、誘目性や視認性を把握しておくことが必要であり、色彩感情には中枢神経や自律神経が大きく関与していることを明らかにした。

これは人体に及ぼす色彩の影響を、客観的資料を提示したもので、今後、色彩を扱う場合、この影響を考慮することによって人にもたらされる色彩のストレスを減少させることに寄与するものと考えられる。

目 次

第1章 序論

1.1 研究の背景	1
1.2 既存の研究	3
1.3 研究目的	13
1.4 研究方法と範囲	14
第1章 参考文献および引用文献	15

第2章 色彩に関する反応の客観化の検討

2.1 微視的評価による色相弁別	21
2.1.1 実験計画	21
2.1.2 実験結果	28
2.1.3 考察	34
2.2 巨視的評価による色差空間構成	
2.2.1 実験計画	36
2.2.2 実験結果	39
2.2.3 考察	41
2.3 まとめ	42
第2章 参考文献および引用文献	43

第3章 服装色の効果に及ぼす影響要因の検討

3.1 膚の色と服装色の測定	
3.1.1 実験計画	45
3.1.2 実験結果	46
3.1.3 考察	49
3.2 膚の色と服装色の調和	
3.2.1 実験計画	50
3.2.2 実験結果	54
3.2.3 考察	59

3.3	生活場面における被服の注視性	
3.3.1	実験計画	60
3.3.2	実験結果	63
3.3.3	考察	67
3.4	まとめ	71
第3章	参考文献および引用文献	72
第4章	色彩刺激が及ぼす心理・生理反応の検討	
4.1	色光刺激が人体に及ぼす影響	
4.1.1	実験計画	74
4.1.2	実験結果	79
4.1.3	考察	89
4.2	室内空間の色が人体に及ぼす影響	
4.2.1	実験計画	91
4.2.2	実験結果	92
4.2.3	考察	98
4.3	まとめ	100
第4章	参考文献および引用文献	101
第5章	生活場面における色彩効果の検討	
5.1	洋風リビングルームの配色調和	
5.1.1	実験計画	103
5.1.2	実験結果	107
5.1.3	考察	111
5.2	まとめ	113
第5章	参考文献および引用文献	114
第6章	結論	
6.1	総括	115
6.2	今後の課題と将来への展望	120

参考文献および引用文献一覧	122
謝 辞	131
発表論文一覧	133

第1章 序論

1.1 研究の背景

戦後、躍進を続け、発展を遂げたことにより、国民総生産が世界第3位¹⁾となった経済大国日本は、豊かな生活を送る文化水準の高い国であると言えよう。そして、人は物から心へ、質へと欲求が変化し、色彩も十人一色、十人十色、一人十色、百色といわれるようになり、モノトーンの時代からカラフルな時代へと変化してきた。

インターネットやタブレットなど、コンピュータ関連による情報が当たり前となった現在、人はこれらから一時も離れがなくなり、感情という心の動きを奪われ、眼を酷使して情報を得ようとしている。また、色光で彩られた街には、自然界には存在しない人工環境の色が氾濫し、人の心は休まらない。

一方、我々の生活空間では、色彩は単独で存在することはなく、多様な色を背景として識別をしている。例えば、塗料や染色会社、印刷会社、化粧品メーカー、自動車会社などの生産現場では、機器の精度が向上し、精神は高品質となっても人の目視検査は必要不可欠であり、今以上に緻密な判断を求められる。果物の収穫も、人間における色彩の知覚能の活用によって判断されており、目視検査は生活環境のあらゆるシーンで必須の問題である。

さらに、目視の問題として、増え続ける高齢者に快適で安全な日常生活を送ることができるよう、視覚機能を把握した視環境整備も重要となってきた。色覚機能が衰えると生ずる白内障は、水晶体の白濁により目がかすむことになり、文字の色や商品の色が見えにくく、色の識別に不便を感じる。このように識別の目的は異なるが、いずれも色を見分けて区別することの重要性は共通する。

こうした色の見分け行動によって、人間の眼に入る色彩刺激がもたらす疲労は蓄積し、ストレスの一要因となっており、人体への影響の解明が急がれる。

ところで、人間がもつ五感のうち、視覚はもっとも高度な感覚といわれ、その情報量は80%以上²⁾といわれてきた。これは、視覚が人間にとっていかに重要であることを示したものである。視覚から得る情報には、形態、色彩、質感、距離感、大きさ、奥行感、運動などがあげられるが、なかでも色彩は、人間が彩りを獲得したことにより、感情、イメージ、連想、記憶という心理的な印象を形成するには欠かすことができない重要な情報となった。

色彩による視覚情報³⁾は、光や光源の放射エネルギーが対象物に当たり、その反射光が人間の眼に入り、その刺激が網膜上の錐体と桿体の興奮によって、視神経を経由して大脳後頭部の視覚野に感覚として伝達される。伝達された情報は、時間、空間、記憶、あるいは体内情報などが作用して複雑な情報処理と統合が行われ、色彩として意識され、知覚から認知へと高次化し、心理的な反応を生ずる。つまり、色彩情報は、刻々と受入れられて蓄積し、外的刺激と内的刺激の統合によって心理・生理反応として出力される。従来、この一連の情報の入出力の対応を定量的に推し量ることは難しいとされてきた。しかし、人と色彩との関わりが一層複雑化する中で、人が色彩刺激、つまり物理量から生ずる心理・生理反応を定量的にとらえることは、快適な生活環境創設・維持の効果測定として有用であり、また、生活環境における色彩が人体に及ぼす影響を物理量と心理反応、生理反応と心理反応の関係性で明確にすることは、時代のニーズとして極めて重要である。

1.2 既存の研究

本論の内容は、人間が色彩を獲得していく過程に従い、精神物理学的測定による感覚・知覚量と物理量との関係についての検討、高度な精神活動が伴い生ずる感情の検討、物理・心理・生理反応による定量化の検討に大別することができる。そこで、本論では既存の研究を3分野に分けて概説し、本研究で明らかにすべき内容を明確にした。

1.2.1 感覚・知覚による色相弁別に関する研究

人間は、具体的に対象物を見ているため、個々の色彩に対してどのような知覚反応を示しているか、具体的にはわからない。ここでは、色彩知覚を取り扱う方法として、人間により知覚される色相弁別と色差について検討した研究について概説する。

Wright⁴⁾らは、波長弁別は色相弁別であると考え、調整法を用い、テスト波長を比較波長から単色光の軌跡上に動かし、その時の 420nm から 650nm までの波長弁別閾値を測定した。波長弁別関数は 590nm、490nm において極小値を示し、弁別感度が高く、530nm、450nm においては極大値を示し、弁別感度が低いことを示した。

Bedford⁵⁾らは、テスト刺激の網膜照度を視野変化させ、波長弁別関数を求めた結果、極小値、極大値の位置がシフトし、輝度レベルで影響があると推測した。

内川⁶⁾は、2色を継時比較する場合の色弁別について検討し、継時比較は記憶比較となる。記憶という点から短時間で色弁別機能は劣化し、並置比較の弁別閾値に対し2倍の閾値が必要であると述べている。

また、金子⁷⁾は、周辺視野明度を白、灰、黒と変化させた場合の赤、黄、緑、青緑、青、紫の純度弁別について実験を行っている。その結果、刺激が見かけ上、明るくなれば純度の弁別は一般によくなるが、波長領域により違った特徴をもつことを明らかにしている。主波長：青緑 490nm、緑 540nm、黄 573nm の色刺激では、周辺明度が白から灰、灰から黒になると色合わせの精度が高くなり、主波長：赤 612nm、青 473nm、紫-542nm の色刺激は白から灰において弁別が良いが、灰から黒はよくないことを確認した。

Uchikawa⁸⁾らは、網膜の中心窩での 2 色の弁別は可能であるが、中心窩より離れた網膜周辺部では、2 色の弁別が不可能になるであろうと考え、マンセル色票の 5R、5Y、

5G、5B、5P の色相で、明度・彩度が 6/8 を用いて、テスト刺激と比較刺激の色差が 2.5、5、10、15 の色相ステップの 2 種の色弁別限界の測定を行った。そして、色差が大となると色限界弁別は網膜周辺まで広がるが、その広がり方は色彩によって異なり、青味と黄味に比べ、赤味と緑味は弁別が劣り、両者の弁別が難しいことを明らかにした。

平井⁹⁾は、色の許容差を定量的に定めておくことは、色彩を取り扱う生活面、産業面から判断して重要であると考え、中心色に赤、黄、緑、青 1、青 2、紫を選び、色相、明度、彩度の各一方向に、色差が 2.0 および 5.0 程度異なる周辺色票を作成し、一対比較による 7 段階評定した。試料色と周辺色の色差感覚は、色の偏る方向によって色差の見え方が異なり、彩度方向に色差 5.0 の色は、明度方向に色差 2.5 の色よりも小さい色差に見える場合があると指摘した。色差感覚と CIE で推奨されている色差式との相関は、0.5～0.7 程度の相関性があると報告した。

小松原^{10)、11)}は、CIE が色差研究のために提出しているガイドラインを用い、物体色のために提案している赤、黄、緑、青の 4 色相に対し、色相、明度、彩度のいずれかが変化する色差 5.0 程度の周辺色を数段階作成し、標準色差対の色差 1 に対して、試験色差対がどの程度の色差であるかを分量評価法により判断した。そして、知覚される色差と均等知覚色空間における $L^*a^*b^*$ 、 $L^*u^*v^*$ の色差との対応は、クロマ差に対する明度差の重みを考慮する必要があることを示唆し、その係数を導出した。さらに、実際的な色差対を想定し、任意の色差成分により構成された実験も行い、知覚される色差と先に重みづけした係数による色差式による対応を行い、その妥当性について検討した。

また、小林¹²⁾らも、CIE ガイドラインにある色相を中心に、色相、明度、彩度方向に前後 7 種類の色票を使用し、色相と彩度、彩度と明度、明度と色相が異なった試験色と、無作為に抽出した色彩の組み合わせについて視感色差評価を行った。そして、4 種類の色差式の応性を検証した結果、人間の反対色対応過程を取り入れた NC-III C 均等色空間が、人間の知覚と測色上の色差の対応関係が良い色空間であると結論づけた。

淵田¹³⁾らは、大色差が心理物理的方法で評価できるかを検討するため、背景色 13 種を変化させた視野の中に、等色相で彩度が変化した試料、異色相で彩度が類した参照色を準備した。観察者は、中央に知覚的に中点としたテスト試料をディスプレイ

の光源色を調節した。測定した色度、輝度から、大色差によるマッチング精度は高く、心理物理的方法を用いて評価することは可能であり、特に高彩度背景色は、強い誘導色が知覚色空間を収縮させて参照色を近づけると推察し、背景色の彩度により、知覚的な midpoint の色度が移動することを示唆した。

Wang¹⁴⁾らは、多くの色差式は限られた色差範囲に対し、適合するように開発が行われる。そこで、大色差(50.3)、小色差(3.5)、閾付近(0.6)の異なる3種の色差量を比率、一対比較、閾値測定の方法で判断し、各色差と6種の色差式の評価との対応を検討した。そして CIEDE2000 の均等知覚色空間は、小色差、閾値において適合し、大色差にも適合すると報告した。

Robert¹⁵⁾らは、通常2° 視野以上の提示刺激で色差が検討されているが、ここでは2° 以下の目標刺激が、多色配色されたディスプレイ中から見つける実験を、眼球運動によって解析した。そして、固視する割合時間を求めた目立ち評価値と、色差値との相関を検討し、均等知覚色空間ではない色差式においてもよい相関を得たと報告した。

小松原^{16), 17)}らは、繊維、塗料などの色彩管理に色差は利用されることから、陶磁器タイルに着目し、低彩度領域の色について、識別色差(色差の識別閾)と許容色差(色差の許容閾)の判定を各3段階で分類させた。観測結果から、識別色差と許容色差の関係は、色差が識別できるかどうかの閾値上に許容できるかどうかの分岐点が、約65%の確立で存在することを示した。

吉田¹⁸⁾らは、長期間暴露された塗膜地は、耐光性により変色するため、最初の塗膜に比較し色差が大きくなる。そこで、計測値とマッチすることは重要であると考え、試料の色差がレファレンスの色差の何倍であるかを分量定量法により判定した。変退色の官能評価において、CIE94 は官能評価とよく適合することを明らかとした。

池田^{19), 20)}らは、標準光Aと昼光D₆₅を使用して、照明光が変化する場合の知覚される色差を明度6に一定とした高彩度8の色票において、色相ごとの知覚色差を調べ、CIE1976 L*a*b*、L*u*v* の色差式を用い、測色上との関係を検討した。この結果、各光源下での色相に対し知覚される色差は、ほとんど認められず、視覚の順応効果により恒常性が保たれるが、照明光が変化した場合の測色上の色差は、L*a*b* 空間が知覚との対応が相互比較を行うには適していると報告した。ついで、測色上の色差を1~2.45 と固定した色票を用いて実験を行い、修正 L*u*v* 空間は、色順応補正面で

改善が行われていると報告した。

中山²¹⁾らは、彩度の尺度化を検討する目的で、明度と色相を一定とした彩度差を検討した。そして、池田¹⁹⁾らと同じように、光源の変化による知覚色差の顕著な差は認められないが、測色上の色差との対応は、5Yや3.5Gを除き、彩度が大きくなると測色上の色差よりも、知覚される色差が小さくなることを明らかとした。

矢野²²⁾らは、照度レベルと色温度を段階的に変化させ、高齢者と若年者の色識別性に与える影響を求めた。高齢者・若年者ともに照度レベルが1,000 lxでは光源の光色による識別性はないが、10lxでは差が生じ、特に高齢者は赤紫系で劣り、若年者と同等の色識別を有するためには、隣り合う色相差が1.5倍必要であると推定した。

以上、感覚・知覚量による色相弁別については、比較光とテスト光を使用し、網膜周辺や周辺視野での波長弁別、刺激光の輝度を変化させた場合の波長弁別、視野角度や周辺視野明度を変化させた場合の波長弁別が検討されている。しかし、多くの研究が光色を使用した研究や、基本試料色を定めた弁別であり、物体色における長波長から短波長へと連続する色相弁別についての研究は十分行われていない。

また、色相弁別を行う際に考慮されることとして、色差の問題が挙げられる。これまでの研究例は、最初に標準色対の色差値を設定し、これに対応させてテスト光対の色差がどの程度あるかについて、一対比較法、分量定量法、段階評価法を用い判定した結果や、測色上の色差の適合性を良くするために検討が加えられた色差式との対応に重点を置いたものである。しかし、波長弁別といわれる色相弁別による閾値からの感覚・知覚量が、いずれの色差式に適合するかを見出すことが、人の感覚・知覚の客観化につながる。

1.2.2 生活場面における色彩の感情効果に関する研究

感情効果の研究については、1952年に心理学者のOsgood²³⁾が semantic differential method(意味微分法)として多種多様な概念の内包的、情緒的意味について定量的に行う方法を開発した。これはSD法と呼ばれ、色彩の感情やイメージ測定には最適であり、大山²⁴⁾らや浅野²⁵⁾らにより色票を用いた基本的な研究が行われ、その際には、多変量解析が取り入れられ検討されるようになり、色彩の感情がどのように関係するか、抽出される因子に対し色の三属性がどのように対応するかについて

調べられてきた。ここでは、人を中心とした身近な環境にある被服、室内空間に関わる研究を中心に概説する。

伊藤^{26)~28)}らは、2色配色の効果をブラウスとスカートの組み合わせに設定して、上下に配した同面積の色票を用いて評価を行い、「価値」「活動性」「軽明性」「鋭さ」の因子を抽出した。また、同一色相、異なる色相を組み合わせた2色配色の効果についても検討し、配色の評価は単色の評価に大きく依存することを明らかにし、調和の配色には、明度差1~3と彩度差2~8をともに満たす配色が良い配色であると評価した。

大山²⁹⁾らは、6尺度によるSD法の評価結果より、配色効果におよぼす色相差、明度差、彩度差の影響について解析した。「好きな」「調和」の尺度は、色相差が小さいほど高く評価され、「スポーティ」「ゴージャス」の尺度は、色相差または明度差が大きいほど高く評価された。「好き」の尺度は、「調和」尺度の予測に有効であるとした。

川合³⁰⁾らは、模様の形態と配色との美的関係について検討するため、モチーフと配色の繰り返しのある6種の幾何模様を2色、3色、5色と配色を施し、イメージ評価した。幾何模様のイメージは、評価、目立ち、明るさ、現代性、暖かさの5因子で表され、因子には主に模様の形態、配色数よりも配色が影響することを確認した。

佐藤³¹⁾らは、幾何学文様に単色刺激と多色の文様刺激を施し、模様による線、色の面、その面積が感情に及ぼす影響を検討した結果、模様による単色刺激も多色刺激の感情も、評価性、活動性、寒暖性までの因子順位は同じであった。模様による多色刺激は、評価性には色の明度と模様のS/C比、活動性には色の彩度、寒暖性には色の色相と明度が影響することを明らかにした。

加藤^{32)~35)}らも、多種多様な模様、白黒配色、2色配色を施し、色彩と形態がイメージに及ぼす影響を要因分析と、イメージの類似性によるグループ化により検討した。花柄の配列を変化させた3色配色についても、イメージに及ぼす構成要因を分散分析によって検討した。2色配色を施した縦縞のワンピースは、イメージ評価を因子分析、MDA-UO、数量化IV類により解析した。また、ブラウスとスカートの色を変化させた服装色の配色イメージについては因子分析を行い、評価性、活動性、力量性、ほっそり感の因子を抽出した。いずれも研究内容に即した解析を行い、各種のイメージを求めている。

吉岡^{36)、37)}は、平面構成と立体構成によるイメージの違いについて、縞柄模様を和服の着物と洋服のワンピースに取り入れ、その構造を調べた。その結果、洋服は縞柄の太さ、和服は縞柄の色に規定されることを明らかにした。

内藤³⁸⁾らは、20代と50代の年齢の異なる女性モデルに、上下同色の単色と異色の配色を施したスーツ着用状態の写真を準備し、着装イメージを女子大生に評価させている。衣服イメージは「フォーマル性」「女らしさ」、着用者の人物像は「活発さ」「親しみやすさ」の因子で構築され、「フォーマル性」には、着用者の年齢やスーツの色彩や配色、「女らしさ」には、上下の色彩や上衣のトーンが影響すると報告した。

庄山^{39)、40)}らも、服装色を変化させた高齢者モデルの試料を作成し、高齢者と女子学生を判定者にして評価させた。高齢者と女子学生が選択した理想の服装色は異なるが、「はなやかさ」「機能性」「嗜好」の因子が重視され、イメージに共通性が認められた。また、日本と韓国の高齢者をモデルとして、同様な方法で評価した結果、韓国では高齢者は「機能性」「はなやかさ」の因子に加え、日本ではなかった「上品」が抽出された。女子学生は「平凡」「しとやか」であり、イメージが異なることを示した。

柳瀬⁴¹⁾らは、膚色について記憶色のイメージ、膚色のイメージに与える色相、明度、彩度の効果を捉えている。その中で、膚色の色閾は、色空間から見れば大変狭いにもかかわらず、色相、明度、彩度効果は大きい。その色閾は、膚色に対する評価性と膚色の明度(白さ)の混合概念、膚色の彩度と色相の混合概念、膚色の色相と材質感の混合概念で表されることを示した。そして、膚色は小麦色系統の膚、白に近い膚、ピンク系統の膚、彩度が高い膚に分類されると報告した。

鈴木⁴²⁾らは、60色の肌色を赤みと黄み、ウォームとクールの基準に分類させた後、分散分析、重回帰分析、因子分析を行い、心理的基準の解明を行った。肌色の赤みと黄みの判断基準はメトリック明度に基づき行われ、ウォームとクール判断はメトリッククロマに基づき行われることを明らかにした。

石原ら⁴³⁾は、肌色とヘアカラーの審美性に関わるコーディネート要因を探るため測色を行い、肌色とヘアカラーを組み合わせた官能検査を行った結果、「評価性」「活動性」の因子を抽出し、評価性には肌色の明度、活動性にはヘアカラーが大きく影響し、明度の影響が強いことを示した。

佐藤⁴⁴⁾は、洋服の色により影響される顔色の見えに着目して、顔色がきれいに見える、明るい、映えるなどの用語を用いて、各洋服の色を評価した。顔色は明るい色

や赤みのある色はきれいで健康的であり、暗い色や青みのある布では不健康に見えるという結果を得た。

小木曾⁴⁵⁾らは、建物内部の色彩イメージを検討するため、住宅居室やホテルロビーなど建物内部のカラー写真を提示し、「気持ちのよさ」「動き」「強さ」「暖かさ」の4因子を抽出した。そして室内では、動きである活動性の因子と気持ちよさである評価性の因子が重要であると報告した。

長町⁴⁶⁾らは、洋室・和室の様々なタイプの写真に対し、住空間を表す100用語を用いて分析、「快適さ」「華やかさ」「ぜいたくさ」「近代感覚(センス)」の因子を見出した。また、壁の色、天井の色、床の色を変化させた模型を作成して、室の雰囲気の評価し、各因子のイメージ作りに良い組み合わせを数量化Ⅰ類によって分析している。

落合⁴⁷⁾らは、室内の基調色として同じ色調が使用されることに注目し、多用される10YRの色相を用いて、同一色相でトーンを配した天井、壁面、床面の色彩評価を行い、快適さ、明るさ、暖かさの因子を抽出している。

植^{48)、49)}らは、壁、床、パーティションによって1色、2色、3色配色を室内模型にて準備し段階的に評価した。室内の印象評価は、1色と2色、3色配色間において印象構造が異なり、その要因には、色彩の属性と印象合成、色の交互作用の3種類に分類できると結論づけた。壁面色彩と照明パターンを変化させた室内模型による印象評価実験では、壁面の明度に関与する「美しい」、輝度に関与する「落ち着きがある」、壁面の色彩のトーンや色相に関与する「暖かい」の3因子を抽出した。素材を変化させた実験では、「暖かさ」の因子において、素材との効果が強く表れると述べた。

日原⁵⁰⁾らは、インテリアの主流色となっているベースカラーを壁、床に配した2色と、ソファを配した3色の室内配色のイメージ空間を、色票、略画、写真による呈示方法の違いによる比較検討した。呈示方法の違いによる評価よりも、呈示間に高い相関が認められ、「コントラストアナロジー」「ライトーダーク」「バラエティーアイデンティティ」の3つ室内配色イメージ構造を提案した。

國嶋⁵¹⁾らは、縮尺模型で作成した居間の壁面をカラースライドにて呈示した。快適な居間の雰囲気は、「活動性」として楽しさと快活さ、「評価性」として気持ちよさ、「暖かさ」の因子で構築された。数量化Ⅰ類より、活動性には明度、評価性には彩度、暖かさには色相が影響することを示した。

植松⁵²⁾らも、壁面家具の色彩、高さ、幅、および天井照明の光源を変化要因として、

色彩の空間評価に及ぼす影響を調べ、「価値」因子には家具の色彩、「活動」因子には色彩と高さと幅、「暖かさ」因子には色彩と光源が影響すると報告した。

稲垣⁵³⁾らは、室内を構成する視覚的要因のうち、心理的效果が大きい照明、色彩、光沢を取り上げて実験を行い、「快適性」「華やかさ」「日常性」の3因子を抽出し、室内の雰囲気評価として色彩や照明の影響が大きいとした。

佐藤^{54)、55)}は、高齢者には識別の低下があり、住宅インテリアの色彩に影響を与えるのではないかと考え、対象者を学生層と主婦層に分け、居間のインテリア色彩の評価構造を明らかにした。学生層は「変動感」「居心地」「温和性」「軽快さ」、主婦層は「落ち着き」「変動感」「温和性」「軽快性」が抽出され、学生層の「居心地」や主婦層の「落ち着き」の因子には白基調の室内、「変動感」には鮮やかな色彩、「温和性」には素材感、「軽快さ」にはアクセント色の評価が高いと結論づけた。

以上、被服、室内空間に関わる色彩の感情効果については、形態や素材、配色、面積比を変化させた研究が多数行われている。被服においては、模様の種類や服装色による配色から調和関係に発展した例もみられ、目的に応じた因子が抽出されている。こうした因子は、被服において美的効果として感情効果のなかに取り込まれることから、本論を遂行していくにあたり有効であると言える。しかし、被服着用上、全体の統一をはかるためには、身体に占める割合も高く、単独ではなく周囲の色との調和を図る服装色と皮膚の色について検討する必要がある。これまでの研究例を見ると、膚の色の実態を測色した例や膚の記憶色について検討が行われているが、服装色と一体化し配色調和を取り扱った例は少なく、満足できるものではない。

室内空間においては、模型を作成した室内の感情効果についての検討が大多数であり、実空間での実験例は少ない。現状の生活空間にて人体に及ぼす心理反応を把握することは、快適な空間を提案するための重要な課題である。

1.2.3 色彩刺激が人体に及ぼす影響に関する研究

色彩が、人の感情や心の状態に影響を及ぼす心理評価を測定する一方で、人間の生理指標を測定することは、客観的に感情を把握するために有効な手がかりとなる。ここでは、20世紀末から心を測ることに関心が集まり、感情の研究に取り入れられるようになってきた生理指標を扱った関連研究について概説する。

村山⁵⁶⁾らは、被服の視覚判定の過程を探るため、被服イメージを評定する際に適切な尺度を想定し、提示する写真と尺度による質問との関係を、眼球運動を測定し検討した。被服のイメージは、判定する質問内容と一致するとき、停留時間が長くなると報告した。

松下⁵⁷⁾は、服飾の選好を解明するため CRT 画面に、トップスとパンツに配色を施し、一対比較法により口頭で選好に対する評価値を回答させ、その際の視線の動きを捉えた。その結果、選好を迷わない場合と迷う場合では、停留点が一点に留まる時間に差異が生ずると述べている。

小林や岡本^{58), 59)}らは、CRT 画面上に映し出された円形のカラーパッチをスポーツウェアと仮定し、背景を芝、アンズカー、灰(コントロール)に見立て、眼球運動を測定し、誘目性と注視性は同等に扱うことができると説明している。さらに、3色の背景に7色の刺激色を2色配色に施した試料と、モデル形状を変化させ配色を施した試料を使い、誘目性の検討を行っている。

合田⁶⁰⁾らは、視環境評価を検討するため、アイマーク(EMR)を用いてリビング空間の画像を見せ、リビングに対する評価項目を教示した際の眼球運動を捉えている。その結果、与えられた教示により、要求を満たす具象的要素を注視する視対象が異なるが、同じ教示であれば、異なる空間であっても注視する視対象は、同様の傾向を得ることを指摘した。

竹原⁶¹⁾らも、住宅空間内の雰囲気評価と注視行動との関係を検討するため、雰囲気評定項目を被験者に指示し、その間、対象空間を観察させるという方法で、注視箇所を記録した。ここでは、同空間であっても評定項目により視線の動き、注視箇所が異なり、注視行動に差異があることを明らかにした。

渡邊⁶²⁾らは、変化する色彩や形態の変化に対する注意機能を探るため、高齢者と若年者に形状先行課題と色先行課題を行い、瞬き量を基に課題の処理時間との関連について分析した。その結果、高齢者が注意する形状先行課題は、色先行課題よりも瞬き量が増大し、定常状態に戻るまでの遅延が認められ、注意する瞬きの時系列特性が変化することを示唆した。

山中⁶³⁾らは、同様な方法で、若年者と高齢者の視覚情報処理の特性を調べるため、視対象を検知し、注視点移動を行い、認識するまでを測定した。その結果、注視点行動の周辺での刺激の検知できる範囲は、高齢者も若年者も大差はないが、高齢者は、

注視点移動が遅れて、精度が低下し、視対象の特性を認識する時間が延長することを明らかにした。

三島⁶⁴⁾は、視覚心理的効果の基礎的検討として、有彩色 5 色と無彩色 3 色の布を視野一面に広げ、男女学生を対象として α 波、 β 波、 θ 波の脳波測定を行い、色彩に対する脳の特性を検討した。その結果、黒は、男女ともにリラックスした状態をもたらし、緑は男性、黄は女性において脳の働きを活動的にする色であると説明している。しかし、男性は灰、女性は白の α 波が比較的多いこともあり、有彩色と無彩色の違いも検討する必要があると述べている。

成瀬⁶⁵⁾は、色彩が感情および行動に及ぼす影響について、3 色の衣服を着用した時の快感情として、好き、嫌いによる主観的感情と、空間内の歩行動作として心拍率を測定したところ、衣服の色による心拍数や歩数に差は認められなかったが、空間では、状態不安が高い紫の衣服は、室内後方の歩行が目立ち、衣服の色の違いが感情に影響していると推察した。

富田⁶⁶⁾らは、内装色となる壁面に純色 5 色を全面、前方、側方に呈示するよう実物大の模型空間を設定して、心理反応は、感情プロフィール検査である POMS 尺度を使用し、生理反応は血圧、脈拍、体温の測定を、実験前後に測定した。全面呈示では血圧変動が最大となり、前方、側方になるに従い変動は小さくなるとした

石瀬⁶⁷⁾らは、マンセル主要の 5 色相を用いて、塗布した壁面色からの印象評価と、その際の気分について血圧、脈拍、脳波を測定し生理評価とした。その結果、印象評価は、好ましいと感じる色ほどリラックス感を増し、生き生きしているほど覚醒感が増し、生理評価からは、青は脳を沈静状態に導き、赤は自律神経に即効的に働きかける可能性があることを証明した。

板垣ら⁶⁸⁾は、小部屋に色彩布で天井、壁、机を覆い、①安静時、②部屋入室時、③入室 10 分後、作業能率検査を行い、④作業直後、⑤入室 30 分後、⑥退室 5 分後に分けて血圧値と心拍数を測定した。プラスイメージで色彩が「好き」な場合は、血圧を安定させるが、反対の場合は大幅に血圧を変化させ、心拍は血圧が上昇した際は減少、下降した際は増加すると説明した。

柏崎⁶⁹⁾は、室内配色を暖色系、中間色系、寒色系とし、壁室内空間を構成する照明、壁面、天井面の色を面反射率を 2 段階に変化させ、室内配色空間から受ける印象と脈拍を調べた。暖色系や中間色系は心理的効果と生理的効果において、壁面

反射率の違いによる相関はないが、寒色系は反射率が低くなると相関があり、脈拍が高くなる傾向にあると報告した。

以上、色彩が人体に及ぼす影響については、心拍数や心拍変動の活動状態を把握できる心電、身体の安静、興奮状態から調べる脳波や快適性を示す α 波の周波数変動から調べるゆらぎ、特定の感情がある時に皮膚に一過性の電気抵抗が生じる皮膚電気、また注視点や瞬き率を調べる眼球運動を扱った研究例が報告されている。しかし、実空間において実素材により測定されたものが少ないことが挙げられる。生活環境において色彩が人体に与える影響データを実空間から獲得することができれば、有効な結果を還元できる。

1.3 研究目的

本論は、生活環境において人体が色彩刺激から生ずる主体的な反応について、心理的側面、物理的側面、生理的側面からの相互評価により、心理反応と物理量、心理反応と生体反応を捉え、関連させて検証を行うことにした。そして、従来、間接的に推測する他に有効な方法がなかった人体が色彩に及ぼす影響について、直接、色彩が放つ物理量ならびに心理・生理反応をデジタル信号で捉えた客観的資料を提示することにより事象を明らかにし、色彩を扱う際の判断材料として提案することを目的とした。

最初に、物体色本来の色の見えについて、色彩刺激周辺の色の影響を削除した微視的評価による色相弁別実験を行い、心理知覚量を求めて色彩刺激による色彩弁別機能の特性を見出し、人体の感覚・知覚について明らかにする。次いで、心理的弁別閾を物理的側面から捉えるために考案された色差式を用いて、心理知覚量と物理量との関係性を分析し、両者の一致性が高い色差式を見出す。さらに、同試料を使用して巨視的評価を行い、色差の空間構成によって微視的評価との対応性を検討し、人体の眼の精度を捉える。

次に、膚の色と服装色の実測値より調和実験を行い、各膚の色に適した服装色を多次元尺度構成により明らかにする。また、人は被服の選択行動として、生活場面において何を手掛かりとして対象物を知覚していくか、眼球運動の測定により注視時間、

注視点を調べ、生理反応から視覚の知覚機能について検討する。

そして、色彩刺激から生まれる感情効果について心理面と生理面との対応を図るため、色光による色彩刺激と、物体色となる実室内空間の色彩刺激における生理量と心理量を測定し、情動による生体反応のメカニズムと主観的な心理評価との対応を比較検討し、両者の関係を明らかにする。最後に、多色配色によるリビングルームの調和について実験を行い、先に行った心理反応と生理反応との関係を導出する。

1.4 研究方法と範囲

本研究の方法は、人間が色彩刺激を見て知覚する心理量と色彩の物理量との対応に関する研究と、色彩刺激より生まれる人間の主観的感情となる心理量と、これが身体に与える客観的生体反応である生理量の影響に関係するものに大別できる。

人体の色彩における心理知覚量を評価するには、色の見えを把握する必要がある。本論では、物体色による微視的評価による色相弁別を明確にするため、知覚的等歩度に作られている「JISマンセル色票」を用いて彩度変化、明度変化による色相微小段階色紙を作製して、精神物理学的測定法により判定を行い、心理知覚量を閾値として求め、人体の眼の可視域といわれる波長範囲の色相弁別を明らかにする。

巨視的評価と微視的評価との関係性を追究するため、微視的な色相弁別での試料を用いて、5段階による評価法により色の差を判定する。そして人間の感覚・知覚反応を林の e_{ij} 型数量化法により色差空間構成を試みて、巨視的な色の見方と微視的な色の見方について検討する。また、両者の見方の差異について、色差空間より抽出した心理知覚量と物理量を示す色差式との対応により考察する。

服装色の効果に及ぼす影響要因では、膚の色、服装色の測色を行い、客観的なデータを採取する。膚の色と服装色の調和関係は、2つを同時にパターン分類して示し、膚の色に適した服装色を明らかにする。そして、面積比が大きく異なる皮膚の色と服装色の調和関係について、心理量と客観的データであるメトリック心理量との検討を行う。

次いで、確立された条件下ではなく、多様な色彩が存在する生活場面のなかで、人は被服着装状態の人物をどのように注視、知覚するか、その過程を眼球運動と瞬間視から測定する。背景は屋外と屋内であるため、場面は異なり人物など統一性はな

いが、生活の一場面として、視覚に与える色彩の効果を生理反応として計測し、その知覚過程を実証する。

生活空間において色彩刺激が人体の感情に及ぼす影響について、面積比の違いによる色光の刺激量の変化、室内空間の壁面、カーペット、カーテンの色彩を変化させた実空間での刺激量の変化について、自律神経活動に関わる心電と中枢神経活動に関わる脳波測定によってデータを採取する。そして、生体反応と感情効果による心理量との関係を解析し、人体の心理・生理反応について検証するとともに、色光と物体色との比較検討を行う。

生活空間における色彩効果は、リビングルームのソファ、じゅうたん、カーテンに3色配色を施して、因子分析、数量化 I 類による要因分析、ALSCAL による多次元尺度構成法を駆使して、あらゆる方向から配色調和について検討し、同一色相で行った実空間による結果と比較し、実空間に応用できる配色提案を行う。

第 1 章 参考文献および引用文献

- 1) 国民経済白書：平成 25 年7月内閣府(2013)
- 2) 教育機器編集委員会編：産業教育機器システム便覧，日科技連出版社，3-6 (1972)
- 3) 千々岩英彰：色彩学概説，東京大学出版会，5-8(2001)
- 4) W.D.Wright, F.H.G.Pitt: Hue-discrimination in normal colourvision, Proceedings of the Physical Society, 46, 3, 459-473 (1934)
- 5) R.E.Bedford, G.W.Wyszecki: Wavelength Discrimination for Point Sources, Journal of the Optical Society of America, 48, 2, 129-130 (1958)
- 6) 内川恵二：継続比較による色弁別，光学，11, 600-606(1982)
- 7) 金子隆芳：周辺視野明度と色の純度差弁別について，心理学研究，29, 181-188 (1958)
- 8) Hiromi Uchikawa, P.K.Kaiser, Keiji Uchikawa: Color-Discrimination Perimetry, Color Research and Application, 7, 264-272 (1982)

- 9) 平井敏夫:色相差, 明度差, 彩度差の色差判断, 色彩研究, 27, 2-9, (1980)
- 10) 小松原仁, 平井敏夫, 島善一郎:物体色による色差評価(Ⅰ), 色彩研究, 29, 2, 13-20, 1982
- 11) 小松原仁:物体色による色差評価(Ⅱ), 色彩研究, 30, 8-16(1983)
- 12) 小林孝彰, 柴野正樹, 成宮高志, 中山昌春, 池田紘一:色相・明度・彩度が相互に異なる色票の色差の評価, 平成 15 年度照明学会第 36 回全国大会講演論文集, 160-161(2003)
- 13) 淵田隆義, W.B.Ccwan, G.Wyszeck:有彩色背景における大色差評価, 日本色彩学会誌, 11, 3, 16-19(1987)
- 14) H.Wang, G.Cui, M.R.Luo, H.Xu: Evaluation of Colour-Difference Formulae for Different Colour-Difference Magnitudes, Color Research and Application, 37, 316-325(2012)
- 15) Robert Carter, Rafael Huertas : Ultra-Large Color Difference and Small Subtense, Color Research and Application, 35, 4-17, (2010)
- 16) 小松原仁, 後藤和昌, 景山弘一:識別色差及び許容色差による色差式の性能評価 Part 1 低彩度領域における色差データ, 色彩研究, 41, 2-12(1994)
- 17) 小松原仁:識別色差と許容色差に基づく色差式の性能比較, 日本色彩学会誌, 27, 12-18(2003)
- 18) 吉田豊彦, 下谷正夫, 福島稔:大色差における色差値と官能評価の相関, 色材協会誌, 72, 674-679(1999)
- 19) 池田紘一, 中山昌春, 小原清成:比率評定法による標準の光 A および昼光 D₆₅で照明された色票の知覚される色差と測色上の色差との比較, 日本色彩学会誌, 3, 12-22(1978)
- 20) 池田紘一, 中山昌春, 小原清成:等明度・高彩度色票の測色上の色差と知覚される色差との対応, 照明学会誌, 66, 138-143(1982)
- 21) 中山昌春, 池田紘一, 小原清成:彩度だけが異なる色票についての測色上の色差と覚される色差との比較, 照明学会誌, 70, 67-73(1986)
- 22) 矢野正, 下村洋子, 橋本健次郎, 金谷末子:高齢者に色識別性 光色との関係, 日本色彩学会誌, 17, 107-118(1993)
- 23) Charles E. Osgood:Studies on generality of affective meaning systems, American

- Psychologists, 10, 10-28(1962)
- 24) Oyama T., Sooma I., Tomiie T. & Chijiwa H., : A factor analytical study on affective response to colors, *Acta Chromatica*, 1, 164-173(1965)
- 25) 浅野長一郎, 町原英, 納谷嘉信, 辻本明江, 側垣博明, 池田潤平, 難波精一郎, 平田素子: 3色配色の Semantic Differential による感情分析 (その2 実験結果の因子分析による解析), *電気試験所彙報*, 32, 195-220(1968)
- 26) 伊藤久美子: 服装における色彩調和に関する研究 色彩感情からみた配色, *日本色彩学会誌*, 25, 183-192(2001)
- 27) 伊藤久美子: 同一色相内の二色配色の感情効果, *日本色彩学会誌*, 28, 3-15(2004)
- 28) 伊藤久美子, 大山正: 異色相間の二色配色の感情効果, *日本色彩学会誌*, 29, 291-302(2005)
- 29) 大山正, 宮田久美子: 2色配色の感情効果に及ぼす色相差・明度差・彩度差の効果, *日本色彩学会誌*, 36, 277-282(2012)
- 30) 川合直子, 加藤雪枝, 梶山藤子: 幾何模様における配色のイメージ効果, *繊維製品消費科学会*, 24, 492-496(1983)
- 31) 佐藤昌子, 皆川基, 吉川研一: 形状と色彩の感情効果に関する研究 (第2報) その1. 単色の感情効果とその色を幾何学文様に配色した場合の感情に及ぼす色面積の影響, *日本色彩学会誌*, 20, 41-55(1996)
- 32) 加藤雪枝, 梶山藤子: 2色配色の模様のイメージにおよぼす色と形の影響, *日本色彩学会誌*, 6, 3, 8-14(1982)
- 33) 加藤雪枝, 梶山藤子: 花柄の配列と配色によるイメージの検討, *日本色彩学会誌*, 8, 2, 3-10(1984)
- 34) 加藤雪枝, 梶山藤子: 被服における縞柄の配色効果, *繊維製品消費科学*, 25, 167-173(1984)
- 35) 加藤雪枝, 梶山藤子: 被服における配色効果の研究 (第1報) ブラウスとスカートに配色の感情効果, *家政学会誌*, 31, 29-35(1980)
- 36) 吉岡徹: 被服における図柄のイメージ (第1報), 被服における図柄のイメージ, *家政学雑誌*, 36, 793-802(1985)
- 37) 吉岡徹: 被服における図柄のイメージ (第2報) 和服における縞柄と色彩のイメー

- ジ計量, 家政学雑誌, 37, 1077-1084(1986)
- 38) 内藤章江, 小林茂雄: 女性用スーツの着装イメージと色彩効果, 繊維製品消費科学, 43, 659-668(2002)
- 39) 庄山茂子, 梶原裕: 高齢者の服装色に関するイメージ評価, 日本生理人類学会, 4, 3, 17-26(1999)
- 40) S. Shoyama, Y. Tochiara, J. Kim : Japanese and Korean Ideas About Clothing Colors for Elderly People (Intercountry and Intergenerational Differences), Color Research and Application, 28, 139-150 (2003)
- 41) 柳瀬徹夫, 児玉晃, 近江源太郎: 膚色の感情効果に関する研究, 色彩研究, 18, 37-46(1971)
- 42) 鈴木恒夫, 棟方明博: 膚色の分類を行う際の心理的基準の解析, 日本色彩学会誌, 25, 2-11(2001)
- 43) 石原久代, 大澤香奈子: 若年女性の肌色とヘアカラーのコーディネート要因について, 名古屋女子大学紀要, 51, 家政・自然編, 1-10(2005)
- 44) 佐藤千穂: 顔色の見えに及ぼすカラークロスの影響, 日本色彩学会, 21, 74-81 (1997)
- 45) 小木曾定彰, 乾正雄: Semantic Differential (意味微分) 法による建物の色彩効果の測定, 日本建築学会論文報告集, 67, 105-113(1961)
- 46) 長町三生, 瀬沼勲, 岩重律子: 室の雰囲気に関する感情分析, 人間工学, 13, 262-273(2001)
- 47) 落合信寿, 相馬一郎: 住居空間の雰囲気に関及ぼす色彩の心理効果 トーン型配色の検討, 色彩研究, 44, 2-8(1997)
- 48) 槇究, 澤知江, 小林美保: 少数の色で構成された室内の印象評価, 日本色彩学会誌, 25, 262-273(2001)
- 49) 槇究, 澤知江: 室内の雰囲気評価に関及ぼす色彩・照明・素材の複合効果:, 日本建築学会計画系論文集, 516, 15-22(1992)
- 50) 日原もとこ, 児玉晃, 松井英明: インテリア・カラーコーディネート・システムにおけるインテリア配色モデルの研究, 色彩研究, 36, 2-15(1989)
- 51) 國嶋道子, 山下紀子, 梁瀬度子: 住宅居間における壁面色彩の視覚的效果に関する実験的研究, 日本建築学会論文報告集, 323, 87-92(1983)

- 52) 植松奈美, 田中宏子, 梁瀬度子:壁面家具の色彩が室内雰囲気 に及ぼす影響 に関する実験的研究, 人間工学, 26, 67-235(1990)
- 53) 稲垣卓造・飯島祥二:照明・色彩・光沢が室内の雰囲気評価と行為の選択に与える影響, 日本建築学会環境系論文集, 570, 8, 7-14(2003)
- 54) 佐藤仁人:住宅インテリアの色彩イメージに関する研究 年齢層に着目したインテリア要素, 外壁および単色色票の色彩イメージの比較, 日本建築学会環境系論文集, 628, 707-713(2008)
- 55) 佐藤仁人:居間のインテリアにおける色彩の居心地に及ぼす影響 学生と主婦層との比較による評価構造の分析, 日本建築学会環境系論文集, 668, 897-902(2011)
- 56) 村上早智子, 磯井佳子, 風間健:被服イメージの視覚判定の際の眼球運動, 繊維機械学会誌, 48, 252-259(1995)
- 57) 松下裕:一対比較時の選好再現性に関する確率推論モデル, 日本知能情報フアジイ学会誌, 24, 803-810, (2009)
- 58) 小林政司, 岡本幾子, 堀佳代子, 川本冬子, 佐藤昌子:スポーツウエアにおける色彩の誘目性に関する研究 CRT 画像に対する眼球運動の解析(その1, 単色について), 繊維製品消費科学, 40, 60-67(1999)
- 59) 岡本幾子, 川本冬子, 小林政司, 佐藤昌子, 堀佳代子:スポーツウエア衣料における色彩の誘目性に関する研究 CRT 画像に対する眼球運動の解析 その2. 2色配色について, 日本色彩学会誌, 19, SUPPLEMENT, 118-119(1995)
- 60) 合田奈緒子, 関口克明, 鈴木直行, 川浪大輔:視環境評価における生理応答の導入に関する研究 その1.眼球運動導入による心理学的手法の有効性の検討, 日本建築学会大会学術梗概集(九州), 695-696(1998)
- 61) 竹原広実, 井上容子:印象評価と注視個所との関連 空間の印象評価と注視行動に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集(東海), 311-312(2003)
- 62) 渡邊洋, 足立公洋, 梅村浩之, 松岡克典:先行する課題内容が高齢者の注意の瞬きに及ぼす影響, 人間工学, 40, 244-247(2005)
- 63) 山中仁寛, 中西由佳, 川上満幸:若年者と高齢者の視覚情報処理における眼球運動の違いに関する研究, 日本生理人類学会誌, 13, 39-48(2008)
- 64) 三島孔明:色彩に対する脳波特性に関する基礎的研究, 日本生理人類学会誌,

- 1, 57-62(1996)
- 65) 成瀬九美:衣服の色彩が感情および行動に及ぼす影響, 日本生理人類学会誌, 3, 41-44(1998)
- 66) 富田陽祐, 山田由紀子:室内の色彩が心理・生理へ及ぼす影響(その2.呈示面積・配置の違いが生理反応, POMS の与える影響), 日本建築学会学術講演梗概集(近畿), 813-814(2005)
- 67) 石瀬加寿子, 百瀬桂子, 齋藤美穂:壁面色の違いによる気分の変化および生理的効果に関する研究, 日本色彩学会誌, 32, SUPPLEMENT, 98-99(2008)
- 68)板垣悦子, 桜木真智子, 高久田明:「五感」と「血圧」の関係(Ⅲ)視覚への刺激(色彩の影響), 共立薬科大学研究年報, 43, 29-35(1998)
- 69) 柏崎英徳:室内配色画像モデル観測時における心理・生理的効果, カラーフォーラム JAPAN2009, 107-110(2009)

第2章 色彩に関する反応の客観化の検討

本章では、人間はどのように色を感覚・知覚しているかについて、周辺視野の影響を受けない本来の色の見えを微視的な面より彩度変化、明度変化による色差の評価を行い、丁度可知差異による色相弁別閾を求め検討した。また、巨視的な面からも色差の評価を行い、 e_{ij} 型数量化法を用いて色差の空間構成を試みて、色の見えの捉え方を検討し、小色差との比較を行った。そして、心理知覚量に対応をするよう提案された色差式より物理量を求め、知覚量に対応する色差式確立するための一資料を得ることとした。

2.1 微視的評価による色相弁別

2.1.1 実験計画

(1) 彩度変化による試料

色相弁別に及ぼす彩度変化の検討として、明度 6 と一定に保ち、彩度を 8、4、2 と変化させた試料を設定した。最初に、JIS Z 8721 に準拠した JIS 標準色票¹⁾より、明度 6 彩度 8 は、2.5R～7.5PB までの 31 色、明度 6 彩度 4 は、2.5R～10B までの 28 色、明度 6 彩度 2 は、2.5R～2.5G までの 17 色の連続する基本色相を選出した。各色相は、表 2-1 に示す白・赤・青・バーミリオン・黄・黒の 6 種の顔料を混合して作製した。

そして、隣接する基本色相の 2 色間 (例えば 2.5R～5.0R、5.0R～7.5R) の顔料は、色相が円滑につながるよう 11 段階に重量按分比し、ポリビニールアルコール 1% 溶液で溶解し、無光沢紙片 2 枚に塗布した。こうして作成した試料総数は、明度 6 彩度 8

表 2-1 顔 料

色	顔 料 名	成 分	純 度
白	酸化チタンルチル型	酸化チタン	94%以上 水分 0.3%
赤	パーマネントレッド 5R	アゾ系顔料	水分 1%以下
青	フタロシアニンブルー	フタロシアニンブルー	〃
バーミリオン	クロームバーミリオン LF	クロム酸塩、硫酸鉛、モリブデン酸塩三者の混晶	〃
黄	クロームエロー 5G	クロム酸塩、硫酸鉛 二者の混晶	〃
黒	ランプブラック(油煙)	カーボンブラック	水分 3%

は 361 枚、明度 6 彩度 4 は 325 枚、明度 6 彩度 2 は 193 枚であり、各通し番号を付けた試料を 2 組用意した。2.5R～5.0R まで重量按分比した各試料の波長を図 2-1 に示す。

(2) 明度変化による試料

色相弁別におよぼす明度変化については、彩度を 6 と一定にし、明度 8、4 と変化させた 2.5R から 2.5PB まで 29 色の基本色相を作製した。この際、明度 8 の 5.0G～2.5PB 間と、明度 4 の 10.0YR～7.5GY 間には、基本となる色相が JIS 標準色票には存在しない。しかし、色相環として連続した弁別閾を検討するため、周囲の色を参考に試料を作製した。そして、彩度変化の場合と同様に、隣接する 2 色間を 12 段階に重量按分比し、試料総数 337 枚に通し番号をつけた。

(3) 作製試料の測定

作製した試料は、ダブルビーム分光光度計 UV-200 型(島津製)に反射測定装置をつけ測定した。この機器は回折格子で分光し、積分球部に光源が入るもので、レファレンス(参照光)とサンプル(試料部)を設け、検出器からの距離が全く同じである。したがってレファレンスビームとサンプルビームは、一致して検出器に入るので、バランスが完全にとれている。光源は、補助標準光源である C 光源²⁾である。この光源は、色温度が 6774K の平均昼光を表し、物体色を表示する際に使用する。標準光源 D₆₅ に比べ、紫外放射のエネルギーが小さいが、本実験では基本色相として選出した色相は、紫まで含まないため、補助標準光 C 光源を使用し測定した。

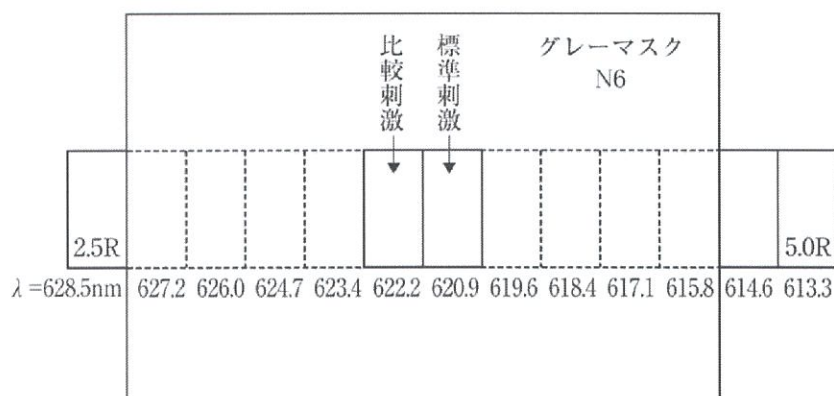


図 2-1 視感判定方法

試料の分光反射率曲線より、三刺激値(X,Y,Z)、色度座標(x,y,Y)を算出して CIE 色度図上に記入し、各試料の主波長(nm)を求めた。これが眼に対する配慮された物理量であり、彩度変化、明度変化による基本色相について、作製した試料の色相、明度、彩度と主波長を表 2-2、表 2-3、基本色相の細分を表 2-4 に示す。また、作製試料の明度と彩度の平均値と標準偏差は、表 2-5、表 2-6 に示す。基本色相が揃わなかった明度変化については、修正マンセルと x,y,Y系の関係を明度ごとに示した色度図³⁾を参照し、確認した。

表 2-2 JIS 標準色票と作製試料との比較(彩度)

彩 度 8			彩 度 4			彩 度 2		
HV/C		主波長 λ_d (nm)	HV/C		主波長 λ_d (nm)	HV/C		主波長 λ_d (nm)
目 標 値	測 定 値		目 標 値	測 定 値		目 標 値	測 定 値	
2.5R 6/8	2.5R 5.9/7.0	628.5	2.5R 6/4	2.5R 5.9/4.2	627.8	2.5R 6/2	2.5R 5.2/2.2	615.0
5.0 "	4.5R 5.9/9.0	613.3	5.0 "	5.0R 5.9/4.0	598.6	5.0 "	5.0R 5.4/2.0	600.5
7.5 "	7.5R 5.9/9.2	597.7	7.5 "	7.5R 5.9/4.0	597.4	7.5 "	7.5R 5.6/1.8	598.0
10.0 "	10.0R 6.0/8.8	593.6	10.0 "	10.0R 5.9/4.3	596.5	10.0 "	10.0R 5.4/1.5	592.7
2.5YR 6/8	2.5YR 6.0/8.8	591.5	2.5YR 6/4	2.5YR 6.0/4.1	590.0	2.5YR 6/2	2.5YR 5.3/2.0	587.4
5.0 "	4.5YR 6.4/8.6	587.6	5.0 "	5.0YR 5.7/4.2	587.4	5.0 "	5.0YR 5.1/2.0	585.5
7.5 "	7.5YR 5.6/8.4	585.7	7.5 "	7.5YR 5.6/4.0	583.5	7.5 "	7.5YR 5.7/1.8	583.4
10.0 "	10.0YR 6.0/8.0	582.0	10.0 "	10.0YR 5.7/4.0	581.9	10.0 "	10.0YR 5.8/2.0	580.0
2.5Y 6/8	2.5Y 6.0/8.0	579.1	2.5Y 6/4	2.5Y 5.8/4.3	578.2	2.5Y 6/2	2.5Y 5.3/1.6	577.3
5.0 "	5.0Y 6.2/7.4	577.1	5.0 "	5.0Y 5.8/3.8	574.6	5.0 "	5.0Y 6.0/2.0	574.0
7.5 "	7.5Y 6.2/7.0	572.5	7.5 "	7.5Y 5.8/3.8	574.1	7.5 "	7.5Y 5.9/1.9	572.5
10.0 "	10.0Y 6.4/7.0	571.6	10.0 "	10.0Y 5.9/3.8	571.5	10.0 "	10.0Y 5.8/1.8	569.6
2.5GY 6/8	2.5GY 6.4/7.2	567.8	2.5GY 6/4	2.5GY 6.1/4.2	570.2	2.5GY 6/2	2.5GY 5.4/2.0	568.5
5.0 "	5.0GY 6.2/8.0	563.0	5.0 "	5.0GY 5.8/4.3	564.4	5.0 "	5.0GY 5.8/1.8	566.0
7.5 "	7.5GY 5.9/8.5	556.2	7.5 "	7.5GY 5.8/4.1	558.0	7.5 "	7.5GY 5.8/1.7	564.6
10.0 "	10.0GY 5.7/8.9	547.6	10.0 "	10.0GY 5.8/4.2	543.0	10.0 "	10.0GY 5.1/1.8	546.7
2.5G 6/8	2.5G 5.9/8.0	530.6	2.5G 6/4	4.0G 6.0/4.4	520.2	2.5G 6/2	2.5G 5.3/2.0	540.0
5.0 "	5.5G 5.9/7.8	509.7	5.0 "	5.0G 5.9/4.2	511.8			
7.5 "	7.5G 6.4/7.0	509.1	7.5 "	7.5G 5.9/4.0	504.7			
10.0 "	10.0G 6.2/6.5	500.8	10.0 "	10.0G 5.8/4.2	501.0			
2.5BG 6/8	2.5BG 5.9/7.0	497.2	2.5BG 6/4	2.5BG 6.1/4.0	497.7			
5.0 "	5.0BG 6.1/6.2	493.8	5.0 "	5.0BG 6.1/4.0	496.7			
7.5 "	7.5BG 6.2/6.0	492.2	7.5 "	7.5BG 5.8/4.0	491.3			
10.0 "	10.0BG 5.6/7.0	488.2	10.0 "	10.0BG 6.0/3.6	489.0			
2.5B 6/8	2.5B 5.8/6.4	485.2	2.5B 6/4	2.5B 6.0/4.3	485.6			
5.0 "	5.0B 5.7/7.7	485.1	5.0 "	5.0B 6.0/4.2	485.4			
7.5 "	7.5B 5.9/8.4	482.7	7.5 "	9.0B 5.8/4.2	481.7			
10.0 "	10.0B 5.9/8.4	480.6	10.0 "	10.0B 5.7/4.4	480.2			
2.5PB 6/8	2.5PB 5.6/9.2	478.6						
5.0 "	5.0PB 5.6/7.0	476.6						
7.5 "	7.5PB 5.8/6.7	471.8						

HV/C：色相・明度／彩度

表 2-3 JIS 標準色票と作製試料との比較(明度)

		明 度 8							明 度 4				
目 標 値		測 定 値				主波長	目 標 値		測 定 値				主波長
HV/C		HV/C	x	y		$\lambda d(\text{nm})$	HV/C		HV/C	x	y		$\lambda d(\text{nm})$
2.5R 8/6	2.5R	7.6/6.1	0.376	0.322		607.0	2.5R 4/6	2.5R	3.9/6.0	0.413	0.308		635.9
5.0 "	5.0R	7.6/5.9	0.377	0.325		603.6	5.0 "	5.0R	4.0/6.0	0.448	0.329		606.8
7.5 "	7.5R	7.8/5.6	0.378	0.331		597.5	7.5 "	7.5R	3.9/5.9	0.453	0.348		597.9
10.0 "	10.0R	7.9/5.7	0.386	0.348		590.0	10.0 "	10.0R	4.3/6.0	0.476	0.356		596.3
2.5YR 8/6	2.5YR	7.9/5.8	0.395	0.359		587.1	2.5YR 4/6	2.5YR	4.0/6.2	0.464	0.374		591.2
5.0 "	5.0YR	8.1/5.7	0.394	0.366		585.0	5.0 "	5.0YR	4.0/5.9	0.460	0.388		587.9
7.5 "	7.5YR	8.1/6.0	0.402	0.383		582.3	7.5 "	7.5YR	4.0/5.8	0.455	0.402		585.0
10.0 "	10.0YR	8.1/6.0	0.406	0.398		578.2	10.0 "	10.0YR	4.7/5.2	0.428	0.399		582.7
2.5Y 8/6	2.5Y	8.2/5.6	0.388	0.397		577.2	2.5Y 4/6	2.5Y	4.8/5.1	0.410	0.424		576.6
5.0 "	5.0Y	8.2/5.7	0.382	0.409		574.2	5.0 "	5.0Y	4.8/5.0	0.402	0.426		575.3
7.5 "	7.5Y	8.0/6.0	0.387	0.420		573.6	7.5 "	7.5Y	4.7/5.0	0.385	0.431		572.0
10.0 "	10.0Y	8.4/6.0	0.374	0.422		570.8	10.0 "	10.0Y	4.7/5.0	0.373	0.437		569.1
2.5GY 8/6	2.5GY	8.2/6.2	0.365	0.430		568.4	2.5GY 4/6	2.5GY	4.6/4.3	0.360	0.436		566.5
5.0 "	5.0GY	8.0/6.3	0.356	0.428		566.2	5.0 "	5.0GY	4.0/5.0	0.341	0.436		561.7
7.5 "	7.5GY	8.0/5.8	0.323	0.406		557.5	7.5 "	7.5GY	4.2/5.5	0.321	0.435		555.3
10.0 "	10.0GY	7.7/6.2	0.308	0.403		550.0	10.0 "	10.0GY	4.0/6.1	0.305	0.455		549.2
2.5G 8/6	2.5G	7.6/5.6	0.298	0.379		538.2	2.5G 4/6	2.5G	4.0/6.1	0.270	0.420		524.7
5.0 "	5.0G	8.0/5.0	0.288	0.357		515.6	5.0 "	5.0G	4.0/6.0	0.250	0.390		507.1
7.5 "	7.5G	8.1/5.0	0.283	0.354		508.9	7.5 "	7.5G	4.1/6.0	0.225	0.364		497.6
10.0 "	10.0G	8.2/5.4	0.280	0.344		502.2	10.0 "	10.0G	3.8/6.5	0.214	0.356		495.9
2.5BG 8/6	2.5BG	7.8/5.5	0.274	0.339		498.6	2.5BG 4/6	2.5BG	4.0/6.5	0.210	0.340		493.7
5.0 "	5.0BG	7.9/5.0	0.273	0.330		495.5	5.0 "	5.0BG	3.9/6.3	0.210	0.330		492.5
7.5 "	7.5BG	7.8/5.0	0.263	0.327		493.6	7.5 "	7.5BG	3.9/6.1	0.192	0.291		488.3
10.0 "	10.0BG	7.9/5.0	0.264	0.316		490.8	10.0 "	10.0BG	3.8/6.2	0.196	0.277		486.6
2.5B 8/6	2.5B	7.9/5.1	0.261	0.306		488.2	2.5B 4/6	2.5B	4.0/6.0	0.200	0.270		485.7
5.0 "	5.0B	7.6/5.0	0.262	0.294		485.4	5.0 "	5.0B	4.0/6.3	0.192	0.257		484.8
7.5 "	7.5B	7.8/5.0	0.265	0.293		484.4	7.5 "	7.5B	3.8/6.2	0.191	0.232		481.9
10.0 "	10.0B	8.2/5.6	0.258	0.279		481.8	10.0 "	10.0B	3.8/6.2	0.196	0.225		480.6
2.5PB 8/6	2.5PB	7.7/5.8	0.257	0.276		481.0	2.5PB 4/6	2.5PB	3.9/6.0	0.223	0.228		477.1

HV/C : 色相・明度/彩度

表 2-4 基本色相間の細分表

通番	HV/C		x	y	$\lambda d(\text{nm})$	HV/C		x	y	$\lambda d(\text{nm})$
13	5.0R	7.6/5.9	0.377	0.325	603.6	5.0R	4.0/6.0	0.448	0.329	606.8
14			0.377	0.326	603.1			0.448	0.331	606.1
15			0.377	0.326	602.6			0.449	0.332	605.3
16			0.377	0.327	602.1			0.449	0.334	604.6
17			0.377	0.327	601.6			0.450	0.335	603.8
18			0.377	0.328	601.1			0.450	0.337	603.1
19			0.377	0.328	600.6			0.45	0.338	602.4
20			0.378	0.329	600.0			0.451	0.340	601.6
21			0.378	0.329	599.5			0.451	0.341	600.9
22			0.378	0.330	599.0			0.452	0.343	600.1
23			0.378	0.330	598.5			0.452	0.344	599.4
24			0.378	0.331	598.0			0.453	0.346	598.6
25	7.5R	7.8/5.6	0.378	0.331	597.5	7.5R	3.9/5.9	0.453	0.348	597.9

表 2-5 彩度変化による作製試料の平均値と標準偏差

目 標 値 明度/彩度 V/C	測定値 明度/彩度 V/C			
	明度		彩度	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
6/8	5.99	0.25	7.78	0.93
6/6	5.27	0.18	5.42	0.41
6/4	6.09	0.25	4.27	0.26
6/2	5.52	0.28	1.88	0.17

表 2-6 明度変化による作製試料の平均値と標準偏差

目 標 値 明度/彩度 V/C	測定値 明度/彩度 V/C			
	明度		彩度	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
8/6	7.93	0.21	5.73	0.25
4/6	4.13	0.33	5.79	0.43

(4) 視感判定

視感判定は、表面色の視感比較方法 JIS Z 8723⁴⁾の標準的条件に従い、北窓自然日光の下で、午前 10 時～午後 3 時までの間に行った。机は窓に近づけて置き、45°方向より試料面に自然日光が入るようにし、被験者は垂直方向から判定した。照度は 1100 lx である。

判定は、周辺の色に影響されないよう実験を行うため、明度を 6 と一定にして彩度

を8、4、2と変化させた試料は、基本試料の明度6と同じ、周辺視野 N6 のグレースマスクを準備した。彩度を一定として明度を8、4と変化させた試料は、明度8にはN7、明度4にはN4のグレースマスクを準備した。そして、中央に縦・横5cmの窓をあけた。

通し番号をつけた2組の試料は、一方を比較刺激として番号順にグレーの台紙に貼り、他方は標準刺激としてグレースマスクの右窓半分にはめ込んだ。そして、同面積にして視覚10°の観察条件で提示した(図2-1)。

(5) 実験手続

被験者は、視力(矯正を含む)、色覚ともに正常な年齢21～22歳の女子学生とし、彩度変化による判定者は10名、明度変化による判定者は12名である。

視感判定は、極限法⁵⁾で行った。この方法は極小変化法ともよばれ、一定のステップでわずかずつ刺激を変化させることである。ここでは、明度変化による被験者例を示す。被験者は、表2-7のように「等・疑」と「否」の2件法で判断した。実験は、明らかに標準刺激と比較刺激が似ていない「否」の判断からはじめ、標準刺激はそのまま、順次、比較刺激を変化させる。そして「等・疑」判断を経て「否」判断が得られると、その系列を打ち切る。この過程を上昇系列と下降系列で行った。極限法による視感判定の一例を、表2-7に示す。

表 2-7 極限法による視感判定の一例

比較刺激		被 験 者											
通番	主波長 (nm)	上 昇 系 列						下 降 系 列					
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
139	569.6	否	否	否	否	否	否						
140	569.4	否	否	否	否	否	否						
141	569.2	否	否	否	否	否	否					否 ^o	
142	569.0	否	否	否	等・疑 ^o	否	否			否 ^o		等・疑 ^o	否 ^o
143	568.8	等・疑 ^o	否	否	等・疑 ^o	等・疑 ^o	否	否 ^o	否 ^o	等・疑 ^o	否 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o
144	568.6	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	否	等・疑 ^o
145	568.4	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	等・疑 ^o	否	否	等・疑 ^o	否	等・疑 ^o
146	568.2	否 ^o	等・疑 ^o	否 ^o	否 ^o	否 ^o	否 ^o	否	否	否	等・疑 ^o	否	否
147	568.0		否 ^o					否	否	否	否	否	否
148	567.8							否	否	否	否	否	否
149	567.6							否	否	否	否	否	否
150	567.4							否	否	否	否	否	否
151	567.2							否	否	否	否	否	否

標準刺激 No.145 2.5GY 8.2/6.2 $\lambda_d = 568.4\text{nm}$

上昇別 (S_u) は、上段12個の^o印を加えた平均値であり、同様に下降別 (S_d) は下段12個の^o印を加えた平均値である。

この時、上昇系列は標準刺激の番号より小さな比較刺激の番号より始め、大きな番号に進めて視感判定を行う(波長の長い比較刺激から短い比較刺激へと判断を行う)。下降系列は、標準刺激の番号より大きな比較刺激の番号より始め、小さな番号に進めて視感判定を行う(波長の短い比較刺激から長い比較刺激へと判断を行う)。

こうして上昇、下降系列合わせて、彩度変化は 10 系列(被験者 10 名中、上昇、下降系列各 5 名)、明度変化は 12 系列(被験者 12 名中、上昇、下降系列各 6 名)とした。この時、通し番号をつけた標準刺激は、ランダムに操作しておき、被験者に先の条件で判断させた。

判定結果による計算処理は、判断の変わり目における最初の値を選ぶ方法で、例えば、上昇系列の「否」の判断から「等・疑」判断に変わった最初の「等・疑」判断を測定値とし、さらに「等・疑」判断から「否」判断の最初を測定値として、主波長を求めた。各系列の上段を平均した値を上弁別(S_u)、下段の平均した値を下弁別(S_L)とし、上弁別と下弁別の平均した値を主観的等価値(PSE)とした。また、上弁別と下弁別の差を二分したものを平均弁別閾とし、これを色相弁別閾(丁度可知差異 j.n.d.)とした。

(6) 色相弁別閾と色差式との対応

視感判定の結果を数量的に表わすため、基本色相の試料間ごと(5.0Rと7.5Rの12試料間)に、主波長間内の色相弁別閾の数となる j.n.d.の数を算出した。これが人の感覚・知覚に基づく主観的な心理量で、心理知覚量である。そして、色差を定量的に表示して、精度の高い色差式を確立するために報告されている物理的表示による色差式を用いて色差値を導きだし、心理知覚量と物理量との相関係数を算出した。

色差式は、彩度変化においては、UCS 表色系に基礎をおいた Mac Adam⁶⁾や CIE1964⁷⁾、マンセル色空間を基に作られた God Love⁸⁾、マンセルバリュー関数を適応した Adams⁹⁾の色差式を使用した。そして、明度変化においては、彩度変化の結果より Adams、CIE1964、均等知覚色空間である CIE1976 ($L^*u^*v^*$)¹⁰⁾と、CIE1976 ($L^*a^*b^*$)¹¹⁾の色差公式を用い、視感判定と物理的測定との一致性を検討した。

・ CIE 1964

$$\Delta E = [(U_1^* - U_2^*)^2 + (V_1^* - V_2^*)^2 + (W_1^* - W_2^*)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

・ Mac Adam

$$\Delta E = [g_{11}(\Delta x)^2 + 2g_{12}(\Delta x)(\Delta y) + g_{22}(\Delta y)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

- God Love

$$\Delta E = \{2 C_1 C_2 \phi(\Delta H) + (\Delta C)^2 + (4 \Delta V)^2\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

- Adams

$$\Delta E = 40 \{ [\Delta(V_x - V_y)]^2 + [0.4 \Delta(V_z - V_y)]^2 + [0.23 \Delta V_y]^2 \}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

- CIE 1976(L*a*b*)

$$\Delta E_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

- CIE 1976(L*u*v*)

$$\Delta E_{uv} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

2.1.2 実験結果

(1) 色相弁別に及ぼす彩度の影響

(i) 試料の色度座標

明度を一定にし、彩度を変化させた 6/8、6/4、6/2 の作製試料を測定後、図2-2に示す CIE 色度図上にプロットした。そして、先に行われた梶山¹²⁾らの 6/6 と比較するため、同色度図上にプロットし各点を実線で結んだ。

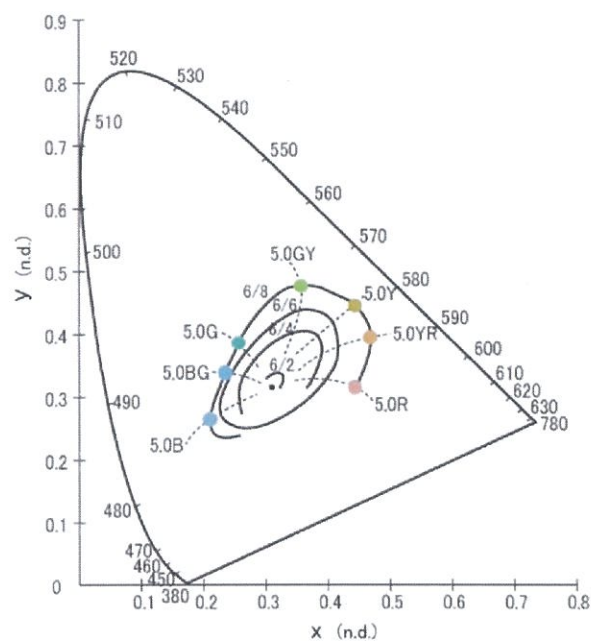


図 2-2 彩度変化による主波長の変化

CIE 色度図上の 6/6、6/4 は、白色点(C光源 $x=0.3101$ 、 $y=0.3163$)を中心にして同形の楕円を描くが、6/8 は5BG 近辺で 6/6 にかかなり接近している。これは試料作製の際、BG 周辺の彩度が他の色相に比べ、低くなったためである。

各色相 5.0 を示す試料の色度座標の位置を、彩度 2、4、6、8 と点線で結び検討した。5R の場合、彩度 4 の主波長は 598.6nm であり、参考とした彩度 6 は 600.5nm、彩度 8 は 613.3nm を示し、彩度が高くなるに従い、主波長が長波長側へ移行する。

5G の場合は、彩度 4 が 511.8nm、彩度 6 が 511.3nm、彩度 8 が 509.7nm、となり、彩度が高くなるに従い、主波長が短波長側に移行する。しかし、主波長 577.0nm の 5Y、571nm の 10Y は彩度の高低にかかわらず、主波長はほぼ 571nm と一定である。これは、色光刺激の純度が変化すると、色相が変化して見えるアブニー現象¹³⁾であると推察される。

(ii) 彩度変化による色相弁別閾

主波長を関数とし、彩度を 8、6、4、2 と変化させた場合の色相弁別閾を図 2-3 に示す。彩度 6 については、梶山¹²⁾らが行った結果を併記した。スペクトル光は、Troland¹⁴⁾が可視スペクトル全範囲にわたり、スペクトルの一端から出発して、被験者が色に差異を報告するまでの変化を示したものである。

彩度 8、彩度 6 の色相弁別閾をみると、彩度 8 は主波長 505nm、520nm、609nm には極大値があり、520nm の弁別閾は 3.9nm で最大値を示す。反対に主波長 484nm、508nm、580nm に極小値があり、580nm の弁別閾は 0.1nm で最小値を示す。

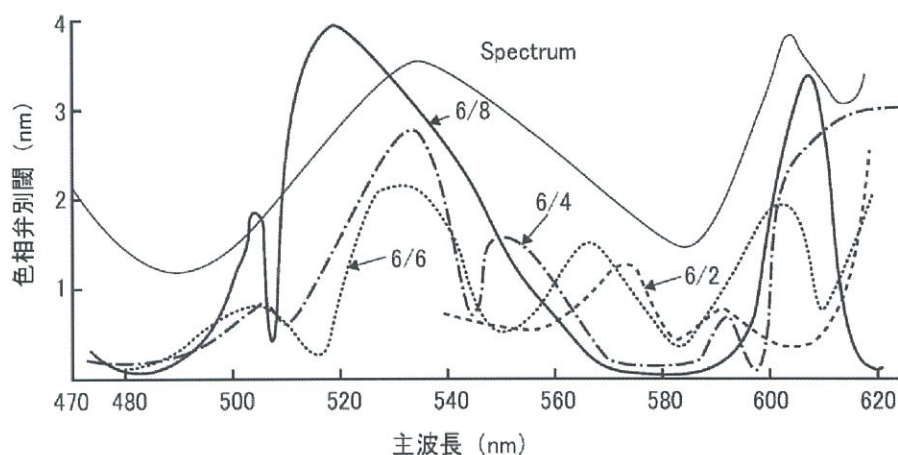


図 2-3 彩度変化による色相弁別閾

彩度 6 は主波長 506nm、530nm、565nm、600nm には極大値があり、530nm では弁別閾は 2.2nm の最大値を示す。主波長 485nm、515nm、550nm、580nm、610nm に極小値があり、485nm では弁別閾は約 0.2nm で最小値を示す。

両者を比較すると、彩度 8 は彩度 6 に比べ、主波長 570～590nm で弁別閾が小さくなり、この領域は彩度が高い色相が、識別がよい傾向を示す。しかし、その他の波長領域では、全般に彩度 8 は弁別閾が大きくなり、識別が難しくなる。Bauma¹⁵⁾は、色光による輝度純度における識別感度は中間輝度純度(50%程度)で低下し、すべての波長においてこのような傾向があると記している。物体色においても鮮やかさの割合を示す彩度が影響するのではないかと推察される。

彩度 4 の色相弁別閾をみると、主波長 508nm、535nm、550nm、592nm で極大値を示し、535nm では弁別閾 2.7nm と最大値を示す。また主波長 515nm、545nm、580nm、597nm で極小値を示し、597nm では弁別閾 0.07nm と最小値が認められた。

彩度 8、彩度 6、彩度 4 が対応すると判断される弁別閾の極大値の主波長位置を調べると、彩度 8 の 520nm の極大値の位置は、彩度 6 の 530nm より短波長側、彩度 4 の 535nm より短波長側にずれている。同様に、彩度 8 の 609nm の極大値の位置は、彩度 6 の 600nm よりも長波長側、彩度 4 の 592nm よりも長波長側にずれている。しかし、彩度が変化しても主波長 580nm 付近は極小値を示し一定である。ここで、先の CIE 色度図において推察した、彩度が高くなると本来の色の見えである色相が変化してみえるアブニー現象¹³⁾であることを確認した。すなわち、彩度を高くすると黄 580nm 付近を境として赤系 610nm、緑系 520nm の範囲が広くなると言える。

また、彩度 6 と彩度 4 に比べ、彩度 8 と彩度 6 において弁別閾に顕著な差がある。特に明度 6 彩度 8 の場合は大きく、スペクトル弁別閾と同等の値を示している。これは福田ら¹⁶⁾が主波長を一定にし、彩度を高くすると明度も高くなる傾向があると述べていることから、今回の実験に使用した試料は、明度を一定に保っているが、心理的影響が網膜上の刺激と異なり、彩度の高低が色相弁別閾に大きく影響を与えるものと考えられる。

彩度 2 の色相弁別閾は、575nm、593nm に極大値を示し、主波長 575nm では弁別閾 1.2nm の最大値を示す。また、主波長 585nm、605nm に弁別閾の極小値が存在し、605nm は弁別閾 0.33nm で最小値を示した。これらの値はいずれの彩度より小さな弁別閾であり、彩度が低いと色相弁別に顕著な差がなく、弁別がよいことがわかった。

(iii) 主波長を関数とした色相弁別閾の比

彩度の影響を調べるため主波長を関数とし、彩度 8 と彩度 6、彩度 6 と彩度 4、彩度 4 と彩度 2 の弁別閾の比を求めた。結果を図 2-4 に示す。各主波長については、この割合が大であるほど、比較した両者の彩度のうち、より彩度が高い方の弁別閾が大であることを示している。

高彩度に属する彩度 8 と彩度 6 との弁別閾の比は、主波長 515～525nm、550nm、610nm に極大値がみられる。中彩度に該当する彩度 6 と彩度 4 では、575nm、595nm、低彩度の彩度 4 と彩度 2 については、553nm、605nm に極大値がある。これらの極大値は、低彩度から高彩度に変化するに従い、主波長の短い側に極大値が移行し、本実験に該当する彩度領域(高・中・低彩度域)において、アブニー現象¹³⁾および心理的影響が共存する結果と考えられる。

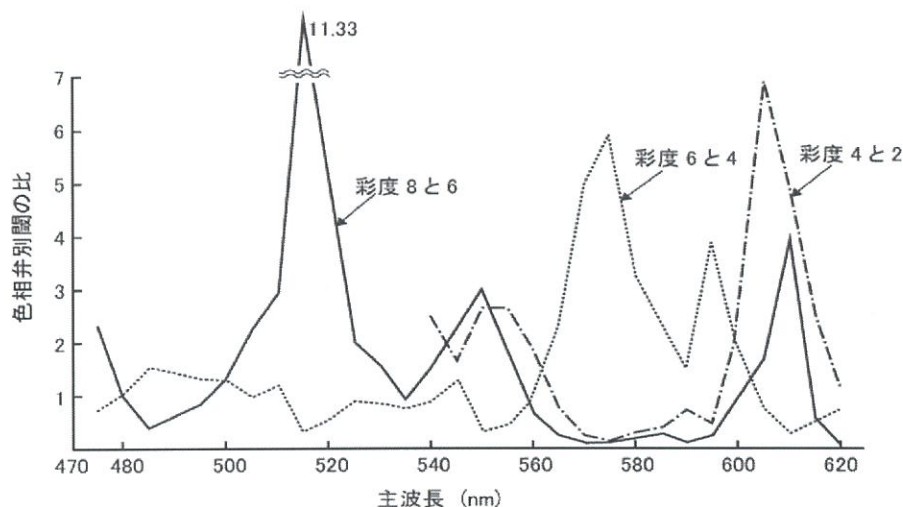


図 2-4 彩度差による色相弁別閾の比(主波長の関数とした場合)

(iv) 色相を関数とした色相弁別閾の比

アブニー現象が色相弁別におよぼす影響を除くため、マンセル表示の色相を関数とし、弁別閾の比を算出した場合と同様に求めたものを、図 2-5 に示す。彩度 8 と彩度 6 の弁別閾の比は 5G、10GY にやや大きな値が認められる。彩度 4 と彩度 2 の比においても実験範囲内では同様である。これに比較し、彩度 6 と彩度 4 の比は 5GY～5Y、2.5YR～5R に弁別閾が非常に大きな値を示し、GY、Y、YR、R に大きな差が認められる。この結果から、色相弁別閾は高彩度域、低彩度域かによって決定され、彩

度 4 と彩度 6 の間に一つの境界線があるものと推察される。これは、先に述べた Bauma¹⁵⁾ の色光での輝度純度の識別感度が 50% で変化することに、該当すると考えられる。

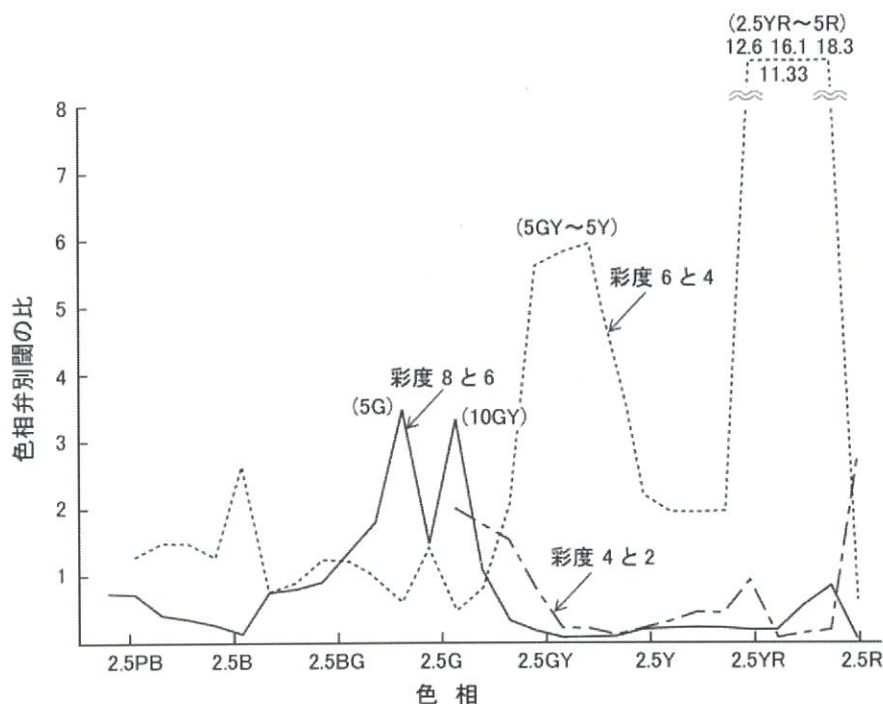


図 2-5 彩度差による色相弁別閾の比(色相の関数とした場合)

(2) 色相弁別による明度の影響

(i) 明度変化による色相弁別閾

主波長を関数とし、明度を 8、6、4 と変化させた場合の色相弁別閾を図 2-6 に示す。明度 6 は、先の参考資料¹²⁾を使用した。

明度 8 についてみると、主波長 534nm、580nm、601nm で極大値を示し、534nm では弁別閾 2.2nm と最大値がみられる。また、主波長 487nm、576nm で極小値を示し、487nm では 0.1nm と最小値が認められた。

明度 4 は、主波長 511nm、529nm、580nm で極大値があり、529nm では弁別閾 1.5nm で最大値がみられ、反対に主波長 485nm、520nm、586nm で極小値があり、485nm には 0.1nm の最小値を示した。彩度 6 については、彩度変化の中で述べたが、主波長 530nm で 2.2nm の最大値があり、485nm で 0.2nm の最小値が認められた。

明度 8、明度 6、明度 4 を比較すると、明度 8 は全体に弁別閾が高く、スペクトルと近似した曲線を描き、明度 4 は、弁別閾が低くなる傾向がある。

明度 8 の 601nm の極大値の位置は、明度 6 の 604nm の極大値の位置より、短波長側に移行している。同様に、明度 8 の 534nm の極大値の位置は、明度 6 の 530nm より長波長側、明度 4 の 528nm よりも長波長側に移行している。これは明所視の範囲で明るさが変化すると、等しい色相に感じる主波長の位置が変化するベゾルド・ブリュッケ現象¹⁷⁾によるものと推察される。すなわち、明度を高くすると黄、青系統にみえる波長範囲が拡大し、赤、緑系統の範囲が狭くなる現象が生じたと考える。

この色相弁別閾より、主波長 520～540nm の緑、600nm の赤は、主波長の差が大きくなければ色相弁別が困難であるが、480～490nm の青、580～585nm の黄は、主波長の差が小さくても色相弁別は可能であることが明らかとなった。

これを彩度変化による色相弁別閾の結果と比較すると、明度変化による主波長を関数とした色相弁別閾は、彩度変化による判定結果よりもその差は少ない。これは、全体に弁別閾が高く表れた高明度である明度 8 を見ても確認でき、全体に高彩度の場合より弁別が容易であることが示唆された。

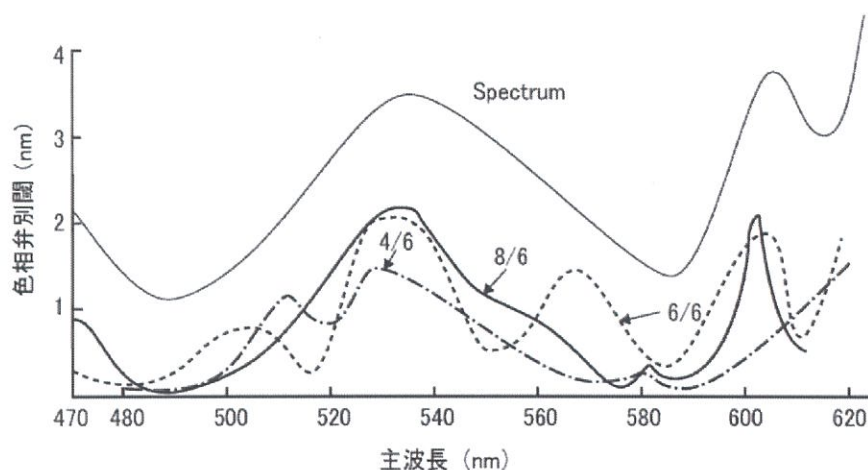


図 2-6 明度変化による色相弁別閾

(ii) 主波長を関数とした色相弁別閾の比

さらに、明度の影響を検討するため、主波長を関数とした高明度の弁別閾を低明度の弁別閾で割り、各明度差による色相弁別閾の比を調求めた。これを図 2-7 に示す。

明度 6 と明度 4 では、主波長 495nm、570nm、590nm で弁別閾の比が極大値を示す。明度 8 と明度 6 では、主波長 515nm、550nm に極大値を示し、560nm から 610nm

た。

次に、明度差による色相弁別閾の比を、彩度差による色相弁別閾の比と照合した。明度 8 と明度 6 の比にみられる主波長 515nm、550nm の極大値の位置は、彩度 8 と彩度 6 の比の極大値の位置と一致したが、彩度 8 と彩度 6 の比にみられる 610nm の極大値は、明度比には認められない。明度 6 と明度 4 との比では、主波長 570nm、590nm の極大値が、彩度 6 と彩度 4 との比の極大値の位置と一致した。しかし、明度 6 と明度 4 の比にみられた 495nm の極大値は、彩度比には認められない。

このように、色相弁別閾における明度比と彩度比はほぼ対応するが、一部において異なる結果が生ずるのは、明度変化の影響によるベゾルド・ブリュッケ現象と、彩度変化の影響によるアブニー現象により生ずる主波長の相違によるものと推察される。

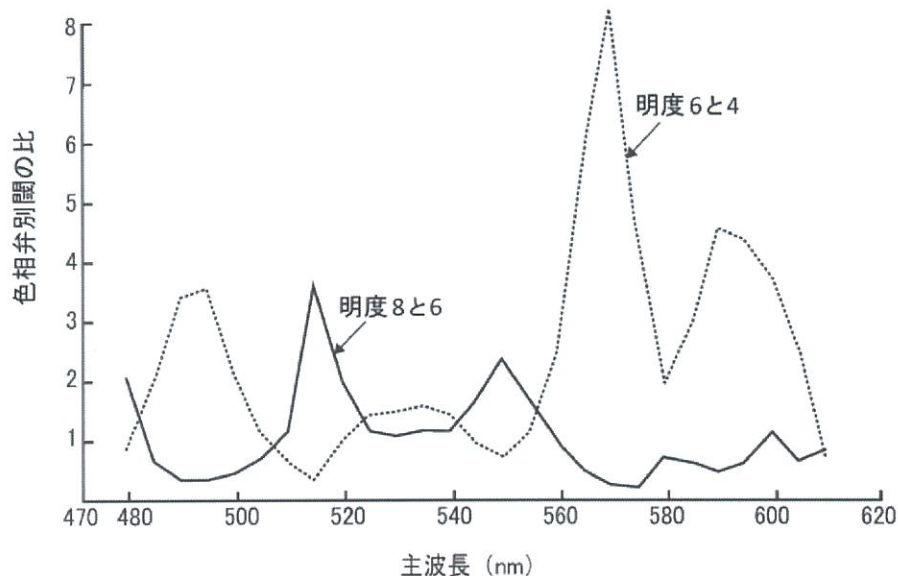


図 2-7 明度変化による色相弁別閾の比

2.1.3 考察

色差式から算出した色差値(ΔE)と、これに対応する色相弁別閾(j.n.d)の数を基に相関係数を算出し、心理知覚量と物理量との関連性を検討した。彩度変化による結果を表 2-8 に示す。

彩度 8 の場合、いずれの色差式とも相関が高く、特に Adams の式は 0.65 を示し、危険率1%の水準で有意性を示した。また、彩度 6 においても 0.34 となり、5%水準で有意性を示した。Adams の色覚学説は、彩度が変化しても基盤の明度が一定である

マンセルバリュ関数を適用しているため、この仮説と実験に取扱った色刺激とはかなり適合性が良いものと推察された。しかし、その他の中彩度から低彩度にあたる 6、4、2 は関連性は確認できず、心理知覚量と物理量と対応が困難であり、他の色差式による検討が必要であることが示唆された。

明度変化についての結果を表 2-9 に示す。明度 8 の場合、2.5R～2.5G 間の試料と 2.5G～2.5PB 間の試料(標準色票になく周囲の色を参考にして作製)は、二分して相関を求めた。その結果、彩度変化と同じように CIE1964、Adams の色差式は、危険率 5%水準で有意性が認められた。さらに新たに行った CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$)の式についても、明度 8、4 において高い相関性を得ることができた。これより、CIE1964、CIE1976 ($L^*u^*v^*$)、CIE1976 ($L^*a^*b^*$)のように均等知覚色空間を基にした色差式、Adams のようにマンセルバリュ関数を適用した色差式は、物理量と知覚量との一致性がみられ、明度判定に応用できるものと判断した。

表 2-8 彩度変化による色差式と視感判定の相関

色 差 式	相 関 係 数			
	6/8	6/6	6/4	6/2
1 CIE 1964 $\Delta E = [(U_1^* - U_2^*)^2 + (V_1^* - V_2^*)^2 + (W_1^* - W_2^*)^2]^{1/2}$	0.52**	0.15	0.27	0.41
2 Mac Adam $\Delta E = [g_{11}(\Delta x)^2 + 2g_{12}(\Delta x)(\Delta y) + g_{22}(\Delta y)^2]^{1/2}$	0.61**	0.14	0.33	-0.24
3 God Love $\Delta E = \{2C_1C_2\phi(\Delta H) + (\Delta C)^2 + (4\Delta V)^2\}^{1/2}$	0.44**	0.14	0.17	-0.34
4 Adams $\Delta E = 40\{[\Delta(Vx - Vy)]^2 + [0.4\Delta(Vz - Vy)]^2 + [0.23\Delta Vy]^2\}^{1/2}$	0.65**	0.34*	0.33	-0.11

** 1 % 有意 * 5 % 有意

表 2-9 明度変化による色差式と視感判定の相関

色 差 公 式	相 関 係 数		
	8/6	4/6	
1 CIE 1964 $\Delta E = [(U_1^* - U_2^*)^2 + (V_1^* - V_2^*)^2 + (W_1^* - W_2^*)^2]^{1/2}$	0.56*	0.59*	0.61**
2 Adams $\Delta E = 40\{[\Delta(Vx - Vy)]^2 + [0.4\Delta(Vz - Vy)]^2 + [0.23\Delta Vy]^2\}^{1/2}$	0.62*	0.47	0.49**
3 CIE 1976($L^*a^*b^*$) $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$	0.51*	0.49	0.49**
4 CIE 1976($L^*u^*v^*$) $\Delta E^*_{uv} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2}$	0.57*	0.50	0.51**

** 1 % 有意 * 5 % 有意

2.2 巨視的評価による色差空間構成

2.2.1 実験計画

(1) 試料作製

試料は、JIS 標準色票の明度 6、彩度 8 のなかから、表 2-10 に示す 5R から 10RP まで 20 色相を選出した。試料は、微視的評価による色相弁別による彩度変化を検討する際に作製した基本色相である 5R～5PB までを使用した。その後続く 10PB～10RP までの 5 色の基本色相は、今回、新たに作製した。これらの試料の色相、明度、彩度(HV/C)、その色度座標(x,y)、主波長(nm)は、表 2-10 のとおりで、明度の平均値 5.96、標準偏差 0.26、彩度の平均値 7.72、標準偏差 0.85 である。

表 2-10 試 料

目標値		作成資料による測定値				
HV/C		HV/C		x	y	主波長 λ_d (nm)
5.0R	6/8	5.0R	5.9/9.0	0.437	0.319	613.3
10.0R	6/8	10.0R	6.0/8.8	0.469	0.365	563.6
5.0YR	6/8	5.0YR	6.4/8.6	0.468	0.386	587.6
10.0YR	6/8	10.0YR	6.0/8.0	0.459	0.424	582.0
5.0Y	6/8	5.0Y	6.2/7.4	0.437	0.449	577.1
10.0Y	6/8	10.0Y	6.4/7.0	0.406	0.465	571.6
5.0GY	6/8	5.0GY	6.2/8.0	0.359	0.482	563.0
10.0GY	6/8	10.0GY	5.7/8.8	0.304	0.461	547.6
5.0G	6/8	5.0G	5.9/7.8	0.259	0.388	509.7
10.0G	6/8	10.0G	6.2/6.5	0.256	0.360	500.8
5.0BG	6/8	5.0BG	6.1/6.2	0.244	0.332	493.8
10.0BG	6/8	10.0BG	5.6/7.0	0.227	0.299	488.2
5.0B	6/8	5.0B	5.7/7.7	0.212	0.270	485.1
10.0B	6/8	10.0B	5.9/8.4	0.208	0.235	480.6
5.0PB	6/8	5.0PB	5.6/7.0	0.236	0.239	476.6
10.0PB	6/8	10.0PB	5.8/7.0	0.269	0.245	460.5
5.0P	6/8	5.0P	5.6/7.0	0.293	0.250	-562.0
10.0P	6/8	10.0P	5.7/7.2	0.328	0.263	-529.2
5.0RP	6/8	5.0RP	6.1/8.3	0.369	0.281	-497.9
10.0RP	6/8	10.0RP	6.1/8.0	0.393	0.311	631.0

HV/C：色相・明度／彩度

(2) 視感判定

視感判定に提示する試料は、20 色相によるすべての2色の組合せ、合計 190 通りを準備した。N6 のグレー台紙上に直径 10cm の半円を等面積の2色で並置し、図 2-8 に示すように、左に比較刺激、右に標準刺激を配し構成した。

視感判定は、北窓自然昼光下において午前 10 時～午後 3 時までの間に、45° 方向から、照度約 1,100 lx の光である明るさを取り入れ、被験者は垂直方向から判定した。試料との視角は 10° 視野になるように設定した。視感判定を行う被験者は、視力(矯正を含む)、色覚ともに正常な年齢 20～22 歳女子学生 55 名である。

実験は試料をランダムに提示し、「色の差があるー色の差がない」について、SD法による5段階で判定した。判定後、「中間」の項目をはさんで「非常に差がある」「やや差がある」と「やや差がない」「非常に差がない」の各段階に分け、試料ごとに判定者数を数え、全判定者数に対する比率を計算した。

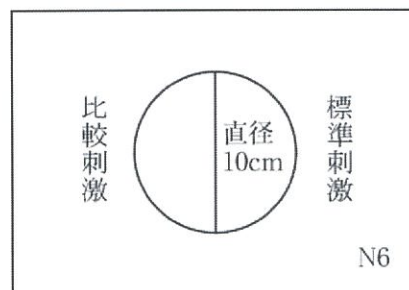


図 2-8 試料の構成と視感判定方法

(3) e_{ij} 型数量化法による解析

全判定者数に対して判定したマトリックス数値を用いて、色差の空間構成を行うため、林 e_{ij} 型数量化法¹⁸⁾¹⁹⁾を用いて解析した。 e_{ij} 型数量化法の特徴は、類似のあるものは近くに、ないものは遠くなるよう全対象を空間上に位置づけることで、ここでは、2色の組合せである 190 通りの結果がすべて包含され、色の差のない色相は近くに、色の差のある色相は遠くに配置するよう、20 色相を同一の空間内に位置づけた。そして、色差の空間構成から、色相間の色の差異の特徴を検討した。

また微視的評価との関連性について検討するため、小色差により算出した色相弁別閾である丁度可知差異(j.n.d.)の数を用いて、色差の空間構成を試みて巨視的評価による色の見えとの対応を調べた。

表2-11 「色の差がない」による比率マトリックス

	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
	R	R	Y	Y	Y	G	G	G	B	B	B	G	G	G	B	B	P	P
5R		0.98	0.82	0.76	0.09	0.09	0.05	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.04	0.00	0.07	0.18	0.84	0.95
10R			1.00	0.80	0.49	0.33	0.05	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.29	0.62
5YR				1.00	0.56	0.85	0.13	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.13	0.27
10YR					1.00	0.85	0.60	0.11	0.16	0.20	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.22
5Y						0.98	0.80	0.69	0.47	0.75	0.82	0.25	0.25	0.02	0.15	0.00	0.16	0.13
10Y							1.00	0.93	0.73	0.82	0.98	0.89	0.87	0.13	0.15	0.09	0.05	0.04
5GY								1.00	1.00	0.98	0.87	0.87	0.87	0.62	0.31	0.05	0.00	0.16
10GY									1.00	0.87	1.00	0.87	0.69	0.47	0.36	0.07	0.00	0.00
5G										1.00	1.00	1.00	0.96	0.58	0.33	0.04	0.02	0.09
10G											1.00	1.00	0.96	0.95	0.60	0.22	0.05	0.07
5BG												1.00	1.00	0.96	0.91	0.27	0.00	0.04
10BG													1.00	1.00	0.82	0.36	0.22	0.09
5B														1.00	0.98	0.65	0.47	0.07
10B															1.00	0.71	0.44	0.09
5PB																0.93	0.60	0.44
10PB																	1.00	1.00
5P																		
10P																		
5RP																		
10RP																		

次に、視感判定による色差の空間構成の結果と、CIE 1976 に均等色空間に代表される $L^*a^*b^*$ と $L^*u^*v^*$ の色差式^{10)、11)}との相関性をみるため、空間構成から算出した相対距離と、対応する試料間の色差値を求め、心理的評価による知覚量と測定による物理量との一致性を検討した。

2.2.2 実験結果

(1) 色差による空間構成

(i) 巨視的色差

基本 20 色相が空間上においてどのように位置するかを検討するため、視感判定結果から算出した「色の差がない」の比率マトリックスを表 2-11 に示す。例えば、10R と 5YR、10GY と 5G の色の差は 1.0 の割合を示し、2 色間の差は非常に小さいと判断し、5R と 5G、5Y と 5B の色の差は 0.0 であり、2 色間の差は非常に大きいと判断している。また、10G と 10B の色の差は 0.55 を示し、2 色間の差は先二者の間として判断をくだしている。このように「色に差がない」なかにも色相により差が認められた。

これを基に各色相が空間上においてどのように位置するかを検討するため、林の e_{ij} 型数量化法により色差の空間構成を行った。その結果を図 2-9 に示す。

e_{ij} が「色の差がない」は、5R から 10RP までの全色相が、I 軸と II 軸の 2 次元平面空間上に一巡して分布した。この色差空間において、I 軸上では 5R と 5BG、II 軸上では 5Y と 10PB が対の関係にあり、修正マンセル表色系の知覚等歩度分割のほぼ反対色に該当する色の組合せにあたることがわかった。これより、色差の空間分布においても、相向かい合う色相は、等歩度分割による色相環と概ね一致した。特に、5Y と 10PB の色相の間は、色の差が最大であると判定していることから、相向かい合う色相であっても、R 系と G 系の色の差よりも、Y 系と B 系の色の差の方が、やや大きく判定する傾向が認められた。

隣接する色相についても色の差の大小があり、5PB～5R～5GY にかけては、色相間の相対距離が大きく、色の差がやや大きい。なかでも、5R と 10R、10R と 5YR、10YR と 5Y、10Y と 5GY、5PB と 10PB の間は、色の差を大きく判定している。反対に 5GY～5PB にかけては、色相間の相対距離が小さく、色の差が小さい。とりわけ 5G と 10G、5B と 10B の間は、色の差を小さく判定しており、G 系、B 系は R 系、Y 系よりも色の差を小さく判定することが明らかとなった。

色差の空間分布より、I 軸の寄与率は、0.958と高い数値を示し、II 軸0.035、III軸0.005 の数値が認められた。I 軸、II 軸の累積寄与率は 0.993 となり、構成した色差空間は、I 軸とII 軸で空間分布の大部分を示しており、これによって 20 色相の位置関係が、読み取れることができた。

しかし本実験では、明度と彩度を一定にして、色相のみを変化させ色の差を判定したので、色差空間は円または楕円になる予測であったが、図 2-9 において 10Y、10G、5PB、5RP は構成した空間分布の円より多少ずれた点を示した。これは試料作製にあたり、明度と彩度に高低が生じ、10Y、10G、5PB は周囲の色に比べて彩度がやや低く、5RP はやや高くなったため、隣接する色相に対して彩度差が表れたものと推察される。

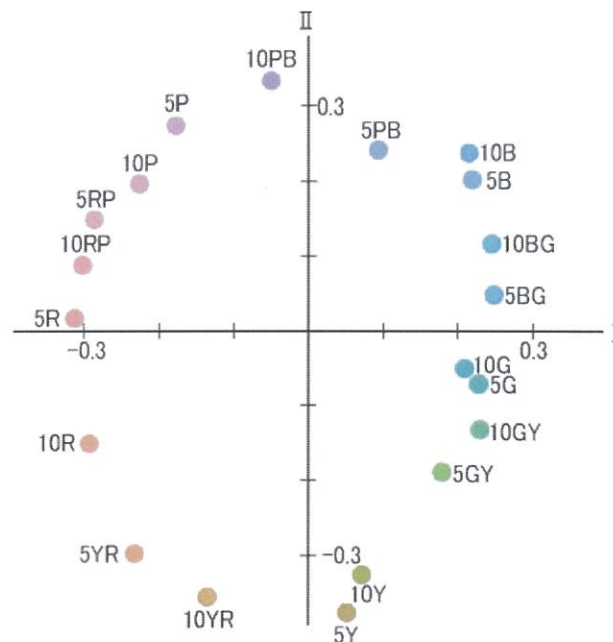


図 2-9 色差の空間構成 (e_{ij} =色の差がない)

(ii) 微視的色差

微視的評価による色相弁別閾(j.n.d.)の数をもとに、 e_{ij} 数量化法を行い構成された色差の空間分布を図 2-10 に示す。

全色相は2次元平面空間上に、循環して整然と並んでいる。色差空間で I 軸とII 軸上において対の関係となる色相は、10RP と 5G、10YR と 5PB である。隣接する色相の相対距離は 5RP~5YR~10GY にかけて色の差が大きく、5GY~5B~5RP の間は

色の差が小さい。巨視的評価による色差空間と比較すると、特に 10GY~10B、5P~5RP の色相間において、類似する色差空間構成を示し、色の差が大きい場合でも、小さい場合でも、人間が知覚する色彩の弁別は、比較的均一であることが明らかになった。これは、マンセル表色系のなかから特定の色を選び、色相、明度、彩度を段階的に変化させ、大きな色差から小さな色差まで識別を行った結果、色の見え方はよくマッチし、視覚的に一致してくると結論づけた AIC 大会²⁰⁾の講演内容と同様な傾向を示した。



図 2-10 色差の空間構成 (e_{ij} =色相弁別閾の数)

2.2.3 考察

色の差による巨視的色差と微視的色差の対応性を検討するため、色差の空間分布による各色相間の相対距離と、色相弁別閾の数との相関係数を求めた。その結果、両者間の関係は 0.915 を示し、1%有意水準で高い相関が認められ、両者の関係性が明確となった。その上、 e_{ij} 型数量化法を用いて色差の空間構成を行うことは、色相の分布状態が一見して明らかとなり、色の差を調べるうえで適切であると考えられる。

次に色差式から算出した色差値と、色差の空間構成から計算した相対距離との相関係数を求め、一致性を追究した。その結果を表 2-12 に示す。

CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$) の色差式は、「色の差がない」「色相弁別閾

の数」に対し危険率 1% 有意水準で相関が認められた。しかし CIE1976 ($L^*a^*b^*$) は、CIE1976 ($L^*u^*v^*$) の色差式に比べ、高い数値を示している。両色差式²¹⁾が検討された資料より、CIE1976 ($L^*u^*v^*$) は開口色の色弁別データを良好にすることから派生し、光の色評価が重視される分野に適合するとされている。一方、CIE1976 ($L^*a^*b^*$) はマンセル色を均等に表示することから派生し、物体の色評価が重視される分野に適合するといわれる。本実験に使用した試料が、修正マンセル表色系を代表する色を使用したことから、CIE1976 ($L^*a^*b^*$) の色差式が CIE1976 ($L^*u^*v^*$) の色差式よりも、心理知覚量との一致性が高いことが認められた。

これより、巨視的色差も微視的色差も、人間が知覚する色相弁別は均一であり、視覚による色の見えの精度が高いことが明確になった。

表 2-12 色差公式と色差の空間構成との相関係数

色 差 式	相 関 係 数	
	色の差がない	色相弁別閾の数
CIE 1976 ($L^*a^*b^*$)	0.889**	0.906**
CIE 1976 ($L^*u^*v^*$)	0.488**	0.515**

** 1 % 有意

2. 3 まとめ

人間が、周辺視野の影響を受けない色彩の本来の見えについて、色票を作成し、物体色として検討した。微視的評価では、明度を一定とした彩度変化と、彩度を一定とした明度変化について、色相弁別閾を求め、人間の心理知覚量の特徴を明らかにした。巨視的評価では、SD 法により評価を行い色差の空間構成を試みて、微視的評価との対応性を明確にした。そして、心理知覚量と色差式による物理量との関連性について検討し、物体色の色の見え適合した色差式を見出した。

- (1) 明度を一定とし、彩度を変化させた色相弁別閾は、主波長により選択的に弁別閾が大を示し、彩度の高いほど顕著にあらわれる。
- (2) 色相弁別閾の比より、580nm の主波長を中心に極大値は、低彩度から高彩度に変化するに従い、短い波長はより短波長側に、長い波長はより長波長側に移行するアブニー現象を確認した。色相を関数とした弁別閾の比は、彩度 6 と 4 の間に境界線が存在し、純度弁別感度が 50% 程度で変化するものと推察した。

- (3) 彩度を一定とし、明度を変化させた色相弁別閾は、彩度変化による色相弁別閾よりも小さい。極大値は高明度から低明度に変化するに従い、主波長 600nm 付近の長波長は短波長側に移行し、主波長 535nm 付近の短波長は長波長側に移行するベゾルト・ブリュッケ現象を確認した。
- (4) 彩度変化における色差式との対応は、高彩度では色相弁別閾との相関が高く、Adams の色差式の適合性がよいことを示した。明度変化においては、明度の高低に関わらず、均等知覚色空間、マンセルバリュー関数を適用した色差式の適合性がよいことを示した。
- (5) 巨視的評価を行い、林 e_{ij} 型数量化法により色差の空間構成を行ったところ、全色相が2次元平面空間上に一巡して位置し、相向かい合うR系とG系の色の差は、Y系とB系よりも色の差が小さい。隣接する色相は、G系・B系よりもR系・Y系の色の差は、やや大きく知覚されることがわかった。
- (6) 色相弁別閾の数を基に行った微視的評価による色差の空間構成も、巨視的評価とほぼ同様の結果を示した。相関係数からも高い関係性が認められ、心理知覚量の精度の高さを確認した。
- (7) 巨視的評価による知覚心理量と物理量との関連性は、CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$)の両色差式ともに有意性が認められ、均等知覚色空間が心理知覚量と物理量との一致性をみた。色相弁別閾による微視的評価についても同様であった。特にマンセル色空間を基にして考案された CIE1976 ($L^*a^*b^*$)との相関は適合性が良く、両者の妥当性を示すことが可能となった。

第2章 参考文献および引用文献

- 1) 日本規格協会・JIS 色票委員会監修:JISZ8721-¹⁹⁶⁴ 準拠標準色票, 日本規格協会, 標準色票解説, 13-22(1969)
- 2) 川上元郎・児玉晃・富家直・大田登:色彩の事典, 朝倉書店, 44, (1999)
- 3) 福田保:色の測定と応用, 日刊工業新聞社, 138-146(1962)
- 4) 日本色彩研究所編:色彩ワンポイント 2 色彩管理の基礎, 日本規格協会, 50-54 (1993)

- 5) 和田洋平・大山正・今井省吾編: 感覚+知覚ハンドブック, 誠心書房, 40-43(1985)
- 6) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 117-118(1980)
- 7) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 267(1980)
- 8) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 263(1980)
- 9) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 135-137(1980)
- 10) R.Robertson: The CIE 1976 Color-Difference Formulae, Color Research and Application, 2, 7-11, (1977)
- 11) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 265-277(1980)
- 12) 梶山藤子・加藤雪枝・鬼頭あき子: 色差の検討, 家政学雑誌, 23, 337-342(1972)
- 13) 日本色彩学会編: 色彩用語辞典, 東京大学出版会, 13-14 (2003)
- 14) ミュラー, 田中良久訳: 感覚心理学, 岩波新書, 26-28(1966)
- 15) P.J.Bouma : Physical Aspects of Colour (Philips technical library), Macmillan, 204 (1971)
- 16) 福田保: 色の測定と応用, 日刊工業新聞社, 257(1962)
- 17) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 267(1980)
- 18) 林知己夫: 統計数理研究所彙報, 9, 29(1961)
- 19) 林知己夫・駒澤勉: 数量化理論とデータ処理, 朝倉書店, 89-154(1983)
- 20) 太田登: 日本色彩学会誌, AIC トロイ大会(その 2)AIC '77, 3, 35-38(1978)
- 21) 高浜幸太郎・側垣博明・納谷嘉信: CIE LUV と CIE LAB 均等色空間に関する最近の話題, 照明学会誌, 64, 223~229 (1980)

第3章 服装色の効果に及ぼす影響要因の検討

本章では、色相、明度、彩度の差が非常に小さい膚の色と、多様な色を持つ服装色との調和の関係について検討するため、膚の色と服装色を実測と調査により明らかにした。これを基に調和実験を行い、パターン分類によって膚の色に適合した服装色を見出すことにした。次に、同一視野に複数の色や形が存在する生活環境の中で、着装状態の人物をどのように注視し認識していくか、その知覚過程を眼球運動と瞬間視の測定より検証した。

3.1 膚の色と服装色の測定

3.1.1 実験計画

(1) 膚の色と服装色の測定

膚の色と服装色の実態を調査した。被験者は、年齢 18～22 歳の女子学生 200 余名を抽出し、春・秋の2回にわたり同一人物を測定した。

膚の色の測定は、色彩輝度計 BM-2 型(トプコン製)を使用した。測定場所は北窓自然昼光下で被験者との測定距離 1.5m とした。測定部位は、顔の中で最も面積が大きい箇所である頬とし、測定面積は直径 2cm の円形になるよう設置した。測定は被験者が椅子に腰掛け、顔面固定器で顔を固定し、顔を動かさないようにした状態で行った。さらに高速分光色彩計CMS-1000 型(村上色彩研究所製)を用いて、頬の色を直径 12mm のフレキシブルセンサーを当て測定した。

服装色の測定は、膚の色を測定した高速分光高度計CMS-1000 型を使用して、服種別に測色した。なお、柄物の場合は面積が大きい部分の色を測定した。

(2) 嗜好色・着用色の調査

膚の色、服装色の測定とともに、嗜好色と着用色について実態調査した。試料は、日本色研配色体系ハーモニックカード P.C.C.S 166 色の中からトーン別・色相別(v・dp・b・lt・p・ltg・d・dk・g の 9 トーン×R・rO・yO・Y・YG・G・BG・gB・B・V・P・RP の 12 色相)の有彩色 108 色と無彩色(W9.5・ltGy7.5・mGy5.5・dkGy3.5・Bk1.0)5色、これに全体 7 色を加えて計 120 色を選出した。これを、無彩色N6.5 の台紙に並べて貼付し、通し番号をつけて調査試料とした。調査の観察条件は、北窓自然昼光下で照度

1100 lx とした。

調査対象者は、年齢 20～22 歳の女子学生であり、春・秋の 2 回にわたり調査した。方法は質問紙調査法で、嗜好色と着用色を各 5 色ずつ選出させ、試料ごとに集計して出現率を求めた。

3.1.2 実験結果

(1) 膚の色

膚の色と服装色の測定値より、各々の被験者に対して分光反射率曲線、三刺激値 (X, Y, Z)、色度座標 (x, y) を算出し、CIE 色度図に測定値をプロットした。色相を示す主波長 (nm) と鮮やかさを示す刺激純度 (%) を求めた。

春・秋の平均座標値を示した頬の膚の色を図 3-1 に示す。

座標値をみると $x=0.35\sim0.41$ 、 $y=0.32\sim0.39$ の範囲で、主波長 577～597nm の間に分布し、刺激純度は 13～42% である。このなかで特に多く分布するのは、色度座標 $x=0.37\sim0.40$ 、 $y=0.34\sim0.38$ で、主波長 580～590nm、刺激純度 25～40% の範囲にある。特に、膚の色は分光光度計で測定した結果より、主波長 585nm を中心に分布し座標位置から 5YR 系の色が中心となっていることを示した。

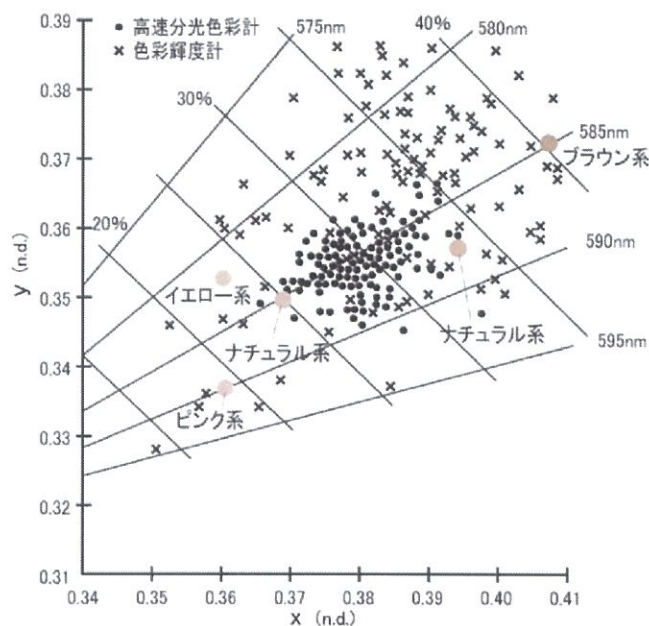


図 3-1 膚の色の色度座標 (頬)

(2) 服装色

服装色を図 3-2、図 3-3 に示す。服装色は、色度座標 $x=0.20\sim0.60$ 、 $y=0.12\sim0.48$ の広範囲に分布している。しかし服種によって異なり、春のワンピースは色度座標 $x=0.35\sim0.50$ 、 $y=0.24\sim0.40$ の間に位置し、ピンク、赤、黄などで明るい色や鮮やかな色が分布している。ブラウスは色度座標 $x=0.31$ 、 $y=0.31$ に位置し、白が多く分布し、さらに周辺にはピンク、黄、うす青も分布している。スカートは色度座標 $x=0.20\sim0.30$ 、 $y=0.20\sim0.30$ に青系統が多数分布し、色度座標 $x=0.35\sim0.48$ 、 $y=0.25\sim0.43$ には、赤、黄の分布がみられる。

秋のワンピースは、色度座標 $x=0.23\sim0.40$ 、 $y=0.22\sim0.36$ に青、紫、茶など濃い色が分布する。ブラウスは春と同様、 $x=0.31$ 、 $y=0.31$ を中心として白が多い。また彩度の高い赤、茶、青系統が分布している。スカートは、色度座標 $x=0.20\sim0.30$ 、 $y=0.20\sim0.30$ の青系統が中心である。

服装色は、分布図上において季節の変化が確認できたが、全体を通してみると、春・秋とも無彩色の出現が最も多く、次いで青系統、赤系統の順に出現していることがわかった。

(3) 嗜好色・着用色

春・秋の嗜好色の上位 20 色と、着用色を図 3-4 に示した。嗜好色は、春・秋ともに W(9.5)の出現率が最も高く、次いで春は赤紫、青、赤、黄系統のあさい(lt)、明るい(b)、さえた(v)、うすい(p)トーンの出現率が高く、秋は赤、赤紫、青系統のさえた(v)、深い(dp)、明るい(b)トーンや黒(Bk 1.0)の出現率が高い。

着用色では、嗜好色と同様に白(W9.5)の出現率が高い。次いで春は黄、青、赤、紫系統のうすい(p)、さえた(v)トーンや、黒(Bk 1.0)であり、秋は、赤、赤紫、青系統の深い(dp)、暗い(dk)トーンや黒(Bk 1.0)の出現率が高い。このように嗜好色・着用色の調査からも、季節による服装色の変化が認められた。

そこで、出現率を基に、季節ごとに嗜好色と着用色の相関係数を算出した結果、1%有意水準で春は 0.90、秋は 0.84 と高い関係性が認められ、好きな色は着用する傾向が強いことが示唆された。

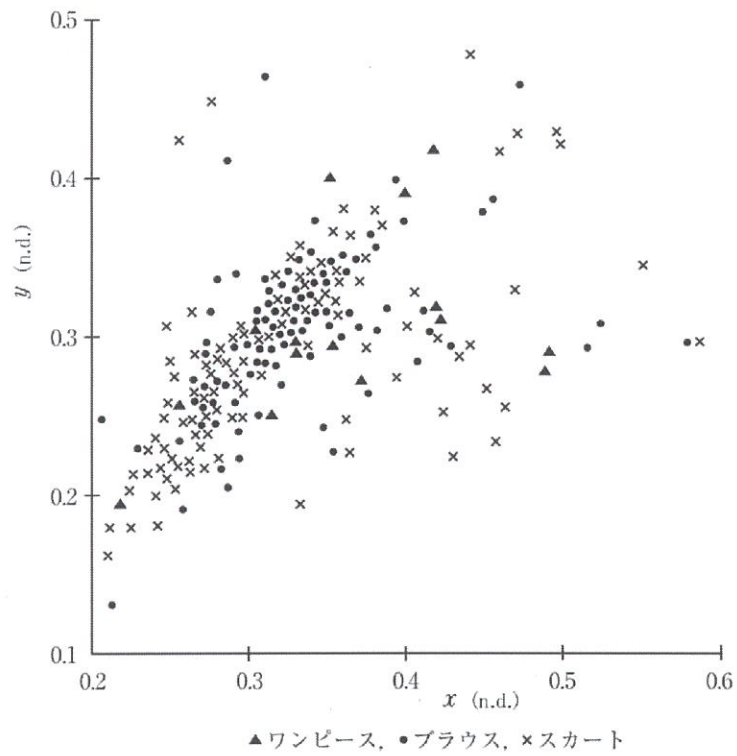


図 3-2 服装色の色度座標(春)

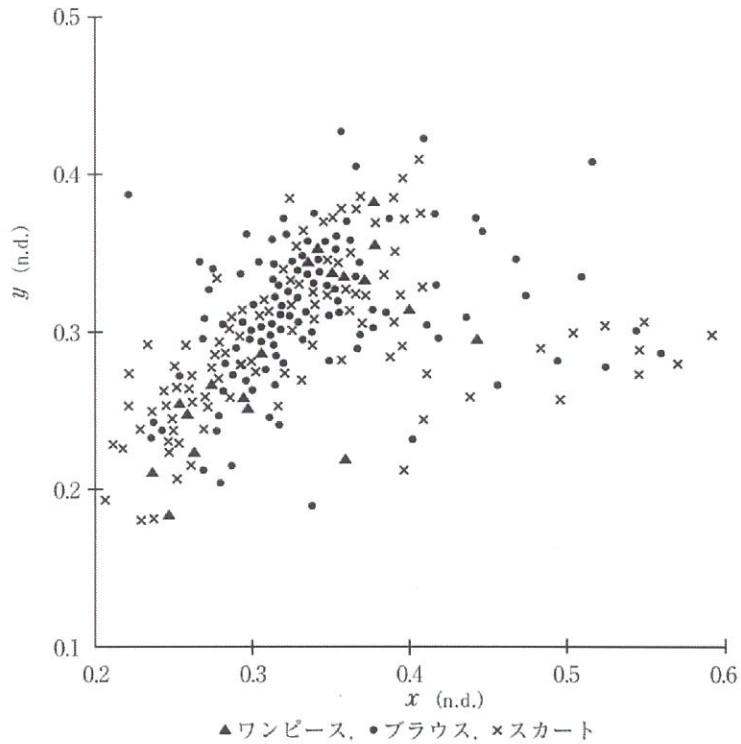


図 3-3 服装色の色度座標(秋)

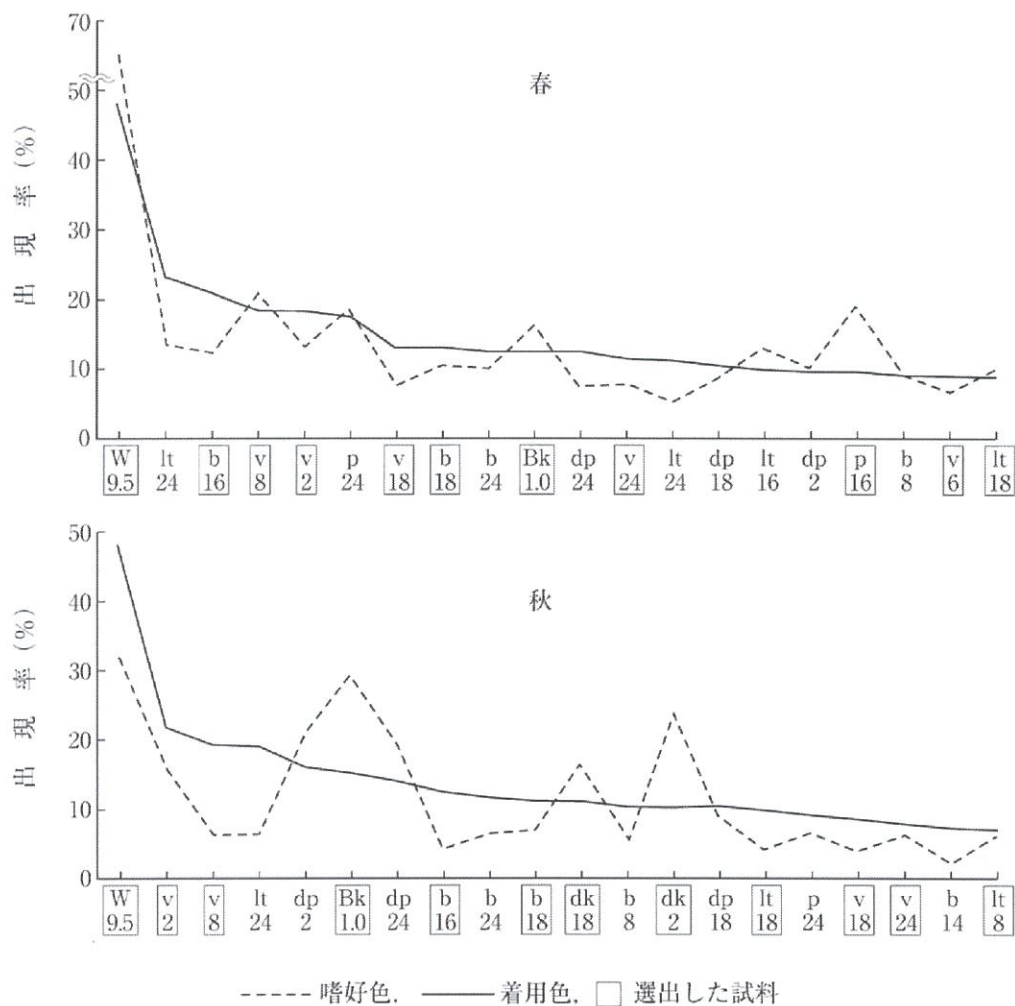


図 3-4 嗜好色・着用色の出現率(春・秋)

3.1.3 考察

膚の色は、主波長 585nm を中心に位置しており、座標位置から 5YR 系の色を中心としている。鈴木¹⁾らが実測した頬の測色結果は、3.6YR が平均であると述べている。ことから、生活環境の変化に伴い、微妙に膚の色の変化が生じていると言える。

服装色は、分布図上において季節の変化が確認できたが、全体を通じて、春・秋とも無彩色の出現が最も多く、次いで青系統、赤系統の順に出現しているが、明度と彩度を表すトーンに違いが生ずることがわかった。嗜好色・着用色の調査からも季節の変化が認められ、服装色の実測値を説明づける結果を得た。

以上より、被服の色は、着装者の膚の色との適合が重要である。日本人は膚の色、眼の色、髪の色が類似し差異がないと言ってよい。しかし、鈴木²⁾は、膚色領域は確

かに狭いが、色が変わると喚起されるイメージが変わると述べている。こうした研究例からも日本人の膚の色と被服の色の関係を検討することは、意義があると考え、次の実験を行った。

3.2 膚の色と服装色の調和

3.2.1 実験計画

(1) 試料

膚の色については、出現が最も多い $x=0.37\sim0.40$ 、 $y=0.34\sim0.38$ のデータの中から、色度座標の異なる主波長 585nm、刺激純度 25%の色と、主波長 587.5nm、刺激純度 33.5%の膚の色を選出した。さらに広範囲から膚の色を選出するため、刺激純度がやや高い色として主波長 585nm、刺激純度 40%の色、またやや低い色として主波長 582nm、刺激純度 23.5%の膚の色、主波長 590nm、刺激純度 19%の膚の色を5色選出した(図 3-1)。

この膚の色を日本色研膚色基準³⁾および日本色研配色体系 PCCS166 色に照合し、白い膚の色としてピンク系 10R 8.5/3.5、イエロー系の膚の色として 8YR 9/3、一般の膚の色としてナチュラル系 5YR7.5/4、5YR 7/5、くろい膚の色としてブラウン系 7.5YR 5.5/5 を選出した。代表色の分光反射率曲線を図 3-5 に示す。

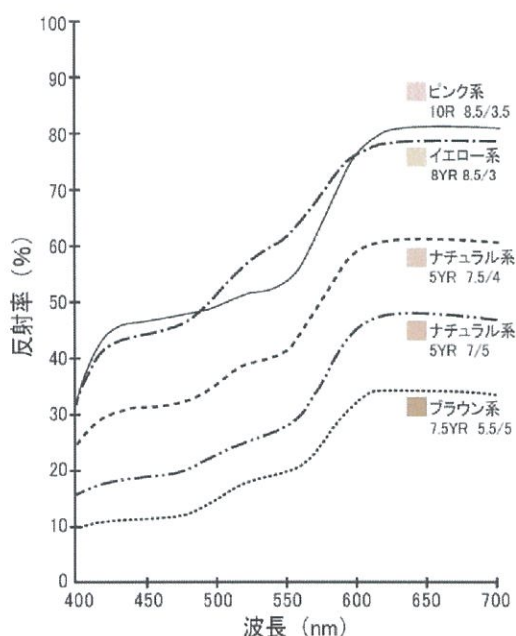


図 3-5 膚の色の分光反射率曲線

服装色の試料は、図 3-2～3 の色度座標から判断すると、色系統により分布の多少はあるが赤、橙、黄、緑、青、紫系統、無彩色と、すべての色系統にも分布している。そこで図 3-4 の嗜好色・着用色の出現率の高い色の中から、色度座標の分布状態を考慮して W9.5、b 16、v 8、v 2 といった手順に、色系統にかたよりがないう口印の色を取り入れ、表 3-1 に示す 55 色の服装色を選出した。試料の測定値(x, y)を図 3-6 の色度図に示す。

表 3-1 試料

膚 の 色						
色 系 統	ピ ン ク 系	ナ チ ュ ラ ル 系	ナ チ ュ ラ ル 系	ブ ラ ウ ン 系	イ エ ロ ー 系	
JIS 記号	10R 8.5/3.5	5YR 7.5/4	5YR 7/5	7.5YR 5.5/5	8YR 9/3	

服 装 色						
系 統 色 名	ト ー ン 記 号	JIS 記 号	系 統 色 名	ト ー ン 記 号	JIS 記 号	
① さえた赤	v2	4R 4.5/14	29 あさい黄	1t8	5Y 9.0/7	
2 さえた赤みのオレンジ	v4	10R 4.5/14	30 うすい黄	p8	5Y 9.0/3	
③●さえたオレンジ	v5	4YR 6.5/14	31 グレイみの黄	1tg8	5Y 7.0/2.5	
4 さえた黄みのオレンジ	v6	8YR 7.0/14	32 オリーブイエロー	d8	5Y 6.5/6.5	
⑤ さえた黄	v8	5Y 8.0/13.5	33 オリーブ	dk8	5Y 4.0/5.5	
⑥ さえた黄緑	v10	4GY 7.0/12	34 あかるい緑	b12	4G 7.0/9.5	
⑦ さえた緑	v12	4G 5.5/10.5	35 うすい緑	p12	4G 8.5/2	
8 さえた青緑	v14	5BG 4.5/10	36 あさいグレイみの緑	1tg12	4G 6.5/2	
9 さえた緑みの青	v16	5B 4.0/11	37 にぶい緑	d12	4G 5.5/6	
⑩ さえた青	v18	3PB 3.5/13	38 くらい緑	dk12	4G 3.0/5	
⑪ さえた青紫	v20	9PB 3.5/13	③⑨●あかるい緑みの青	b16	5B 5.5/10	
12 さえた紫	v22	6P 3.5/12.5	④⑩●うすい緑みの青	p16	5B 8.0/2.5	
13 さえた赤紫	v24	6RP 4.0/13.5	41 あかるい青	b18	3PB 5.0/11	
⑭ こいピンク	b1	1R 5.5/12	42 うすいスカイ	p18	3PB 8.0/3.5	
⑮ こい紫みの赤	dp1	1R 3.0/12	43 あさい青	1t18	3PB 6.5/8	
16 ローズ	b2	4R 6.0/12	44 にぶい青	d18	3PB 4.0/7.5	
⑰ うすいピンク	p2	4R 8.5/3.5	45 くらい青	dk18	3PB 1.8/6	
18 グレイみのピンク	1tg2	4R 6.5/3	④⑥ うすいラベンダー	p20	9PB 8.0/3.5	
19 にぶい赤	d2	4R 5.0/7.5	47 あかるい紫	b22	6P 5.0/11	
20 くらい赤	dk2	4R 2.4/6	48 うすいライラック	p22	6P 8.0/3.5	
⑳ くらい赤みのブラウン	dk4	10R 3.0/6	49 あさいグレイみの紫	1tg22	6P 6.0/3	
22 ブラウンみのゴールド	dp6	8YR 5.5/11.5	50 にぶい紫	d22	6P 4.0/7.5	
23 あさい黄みのオレンジ	1t6	8YR 8.5/8	51 くらい紫	dk22	6P 1.8/6	
②④ ベージュ	1tg6	8YR 7.0/2.5	⑤② にぶい赤紫	d24	6RP 4.5/7.5	
25 あさい黄みのブラウン	d6	8YR 6.0/7.5	⑤③ しろ	W9.5	N 9.5	
26 くらい黄みのブラウン	dk6	8YR 3.5/6	⑤④ あかるい中間のグレイ	mGy 6.5	N 6.5	
②⑦●グレイみのブラウン	g6	8YR 4.0/2.5	⑤⑤ くろ	Bk 1.0	N 1.0	
②⑧●ゴールド	dp7	2Y 6.0/10.5				

○：イメージ実験で用いた試料， ●：パターン分類で省いた試料

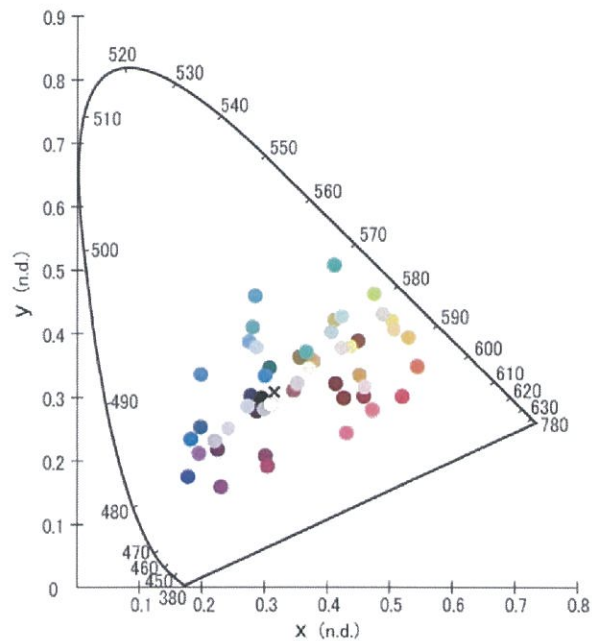


図 3-6 服装色の色度座標

(2) 膚の色に対する服装色のイメージ実験

(i) 試料作成

最初に、膚の色に対する服装色のイメージ効果を調べるため、色系統や刺激純度の異なるピンク系、イエロー系、ブラウン系の膚の色と、表 3-1 の○印で示した 21 色の服装色を組み合わせる実験を行った。

実験は、配色シミュレーション装置 MR-480(三菱レイヨン製)を使用した。図 3-7 に示すベーシックな服を着用したスタイル画をモニター上に写し出し、髪は黒、背景はグレー(N6.5)にして、膚の色と服装色を変化させて、63 試料(膚 3 色×被服の色 21 色)を準備した。



図 3-7 膚の色と服装色

判定者は女子学生 70 名で、実験室の暗幕を閉め、1.8～2.5m の観察距離から、5 名ずつが同時に評価した。判定する評価語は、「調和している－不調和な」「ひきたてあっている－ひきたてあっていない」「活動的な－しとやかな」「好きな－嫌いな」「くどい－すっきり」「派手な－地味な」「ふっくら－ほっそり」「きつい－やさしい」の 8 形容詞対とし、SD 法による 5 段階で評価した。続いて、形容詞対ごとに左より 5、4、3、2、1 と得点を与え、判定者数をかけ平均値を算出し、各試料の平均値を変数として、主因子解によるバリマックス回転を行い、膚の色に対する服装色のイメージを因子分析⁴⁾した。そして、因子負荷量と因子得点を求めた。

(ii) 膚の色に対する服装色のイメージ効果

膚の色 3 色と服装色 21 色を組み合わせせた評定平均値から、因子分析を行った。その結果、表 3-2 に示す 4 因子が抽出された。

第1因子は「調和している」「好きな」「ひきたてあっている」の因子負荷量が高く、これを「評価性」の因子とした。第2因子は「活動的な」「派手な」の因子負荷量が高く、「活動性」の因子とした。第3因子は「ほっそり」「きつい」の因子負荷量が高く、「力量性」の因子、第4因子は「くどい」の因子負荷量が高く、「すっきり」の因子とした。第4因子までの累積寄与率は 97.0%となり、膚の色に対する服装色のイメージは、この4因子で説明される。

表 3-2 膚の色に対する服装色のイメージ(因子負荷量)

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
調和している－不調和な	0.933	0.196	0.259	-0.100
好きな－嫌いな	0.917	0.214	0.100	-0.271
ひきたてあっている－ひきたてあっていない	0.910	0.255	0.273	-0.042
活動的な－しとやかな	0.197	0.939	0.058	0.178
派手な－地味な	0.267	0.934	-0.123	0.039
ふっくら－ほっそり	-0.358	0.114	-0.919	0.086
きつい－やさしい	0.215	0.495	0.508	0.367
くどい－すっきり	-0.265	0.174	-0.052	0.943
寄与率 (%)	51.4	26.2	14.2	5.2
累積寄与率 (%)	51.4	77.6	91.8	97.0

(3) 膚の色と服装色のパターン分類実験

因子分析の結果より、評価性の因子より「調和している－不調和な」、力量性の因子より「やさしい－きつい」の形容詞対を用い、膚の色を 5 色、服装色を 50 色の組み合わせである 250 試料の結果を基にし、膚の色と服装色のパターン分類を行った。

実験は、膚の色と服装色のイメージ実験と同じ方法で、判定者 45 名が 5 段階で評価した。判定結果より、各膚の色に対する服装色の評定平均値を求め、イメージプロフィールを描いた。

次に、膚の色と服装色との類型化を行うため、数量化Ⅲ類^{5)、6)}によってパターン分類を行った。数量化Ⅲ類とは、定性的な変数群のカテゴリーと個々のケースを同時に数量化する方法で、その特色は、相互に反応パターンの似たものを集め分類を行うことである。ここでは、5 段階評価において 5、4 点を与えたものに 1 点を与え、項目ごとに判定者数を合計したデータ行列を用いて、反応の類似した膚の色を近くに、類似した服装色同士を近くに分布するよう、多次元空間上に位置づけた。こうして、膚の色と服装色を同時に分類整理して、両者の適合性について検討した。

(4) パターン分類と色差式との対応

膚の色と服装色の色差を求め、心理的評価と物理的測定との関係性を追究した。色差式は、先に心理量と物理量の対応が良いと判断した均等知覚色空間に代表される CIE1976 $L^*a^*b^*$ 、CIE1976 $L^*u^*v^*$ ⁷⁾を用い、5 段階による評定値との相関関係を調べた。さらに、本実験は服装色の数が多く、特に明度、彩度が多様であったため、色差に含まれる色相、明度、彩度に該当する色知覚の三属性を示すメトリック色差 ($\Delta H_{ab}^* \cdot \Delta H_{uv}^*$)、メトリック明度差 ($\Delta L_{ab}^* \cdot \Delta L_{uv}^*$)、メトリック彩度差 ($\Delta C_{ab}^* \cdot \Delta C_{uv}^*$) を算出し、心理的評定値との相関性を検討した。

3.2.2 実験結果

(1) 膚の色と服装色とのイメージプロフィール

膚の色 5 色、服装色 50 色を組み合わせた実験を行った。各 5 種類の膚の色を変えた服装色のイメージプロフィールを図 3-8 に示す。

「調和している－不調和な」の評定値は、ピンク系 10R 8.5/3.5 の膚の色が全体に高く、ついでナチュラル系 5YR 7.5/4、イエロー系 8YR 9/3、ナチュラル系 5YR 7/5、

ブラウン系 7.5YR 5.5/5 の順となり、膚の色の相違によって服装色に対するイメージに差があることがわかる。そして、どの膚の色に対しても服装色に対して調和する色、不調和な色、無難な色があることがわかった。そして、「調和している-調和していない」と「やさしい-きつい」の評定値には、差異が認められた。

(2) 膚の色と服装色とのパターン分類

各膚の色と服装色との対応を調べるため、数量化Ⅲ類によりパターン分類を行った。その結果を図3-9、10に示す。各膚の色を多次元空間上に位置づけ軸の解釈を行ったものと、各服装色を位置づけ軸の解釈を行ったものを対応させ、膚の色と服装色との関連性を検討した。

「調和している」と評価された膚の色は、Ⅰ軸の正の方向にはピンク系 10R 8.5/3.5、ナチュラル系 5YR 7.5/4、イエロー系 8YR 9/3 が分布し、負の方向にはブラウン系 7.5YR 5.5/5、ナチュラル系 5YR 7/5 が分布し、この軸は膚の色の明度の高低を表す軸とした。Ⅱ軸の正の方向にはイエロー系 8YR 9/3 が分布し、負の方向にはピンク系 10R8.5/3.5、ナチュラル系 5YR 7.5/4、5YR 7/5、ブラウン系 7.5YR 5.5/5 が分布しており、この軸は膚の色系統を表す軸とした。

意味解釈としてⅠ軸に明度の影響をあげたが、松本ら⁸⁾は、ファンデーションを塗った際に評価した因子分析の結果から、「快適さ」「清楚さ」「品」の3因子を抽出し、評価者の膚色の明度がファンデーションと対応するとき、評価が高くなると述べている。皮膚の色に調和する服装色を考慮するときも、膚の色を明るくみせる服装色を一番に考えていることが推察される。

服装色は、Ⅰ軸の正の方向には紫、赤系統、原点付近には緑、青系統、負の方向には橙、黄系統が比較的多く分布し、この軸は色相を表す軸とした。Ⅱ軸の正の方向にはp、ltトーン、原点付近にはv、d、ltgトーン、負の方向にはdk、dpトーンが多く分布しており、この軸は明度と彩度を含んだトーンを表す軸とした。

服装色の軸解釈が色相とトーンに分類されている研究は、嗜好色⁹⁾を調べた報告の中にみられる。本研究も評定者による服装の好みに影響していると考えられる。

各軸の解釈に基づいて膚の色と服装色を対応させると、ピンク系 10R 8.5/3.5、ナチュラル系 5YR 7.5/4 の膚の色の座標と近い位置には赤、紫系統のv、b、d、ltg、dpトーン、mGy 6.5などが分布し、この膚の色には多くの服装色が調和すると考えられ

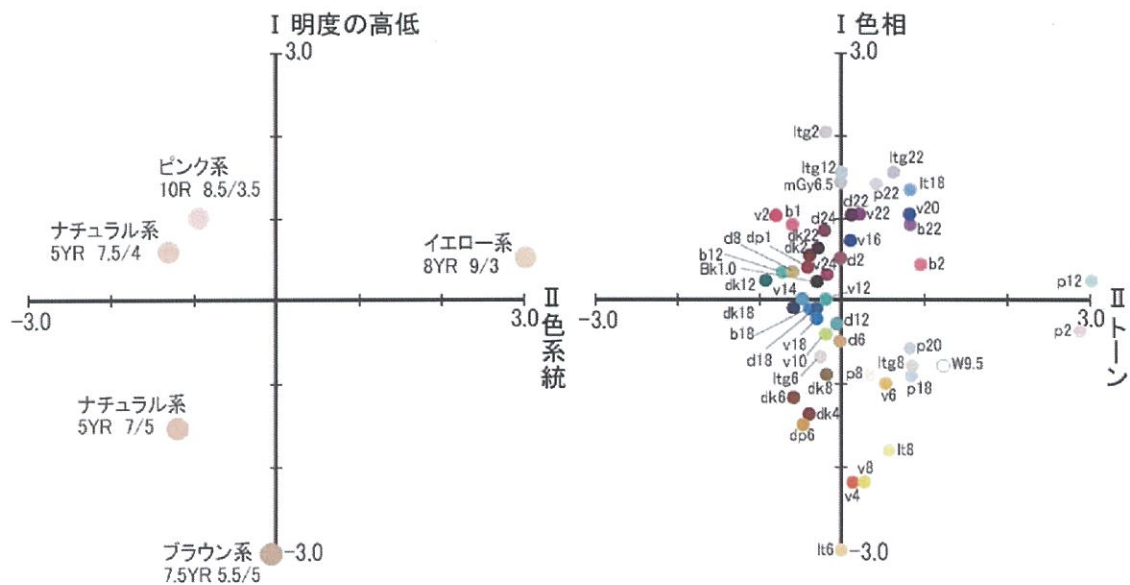


図 3-9 膚の色と服装色とのパターン分類(調和している)

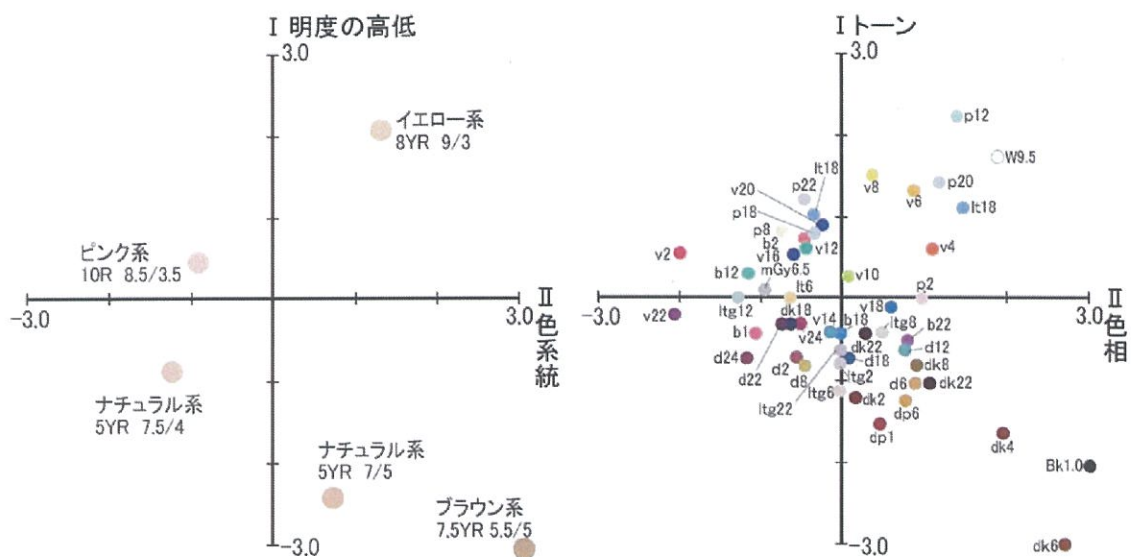


図 3-10 膚の色と服装色とのパターン分類(やさしい)

る。ナチュラル系 5YR 7/5 の膚の色の座標と近い位置には橙、黄系統の dk、dp トーン、ブラウン系 7.5YR 5.5/5 の膚の色の座標と近い位置には橙、黄系統の v、lt トーン、イエロー系 8YR 9/3 の膚の色の座標と近い位置には赤、緑系統の p、b トーン、W9.5 などの服装色が分布し、それぞれの膚の色に調和すると考えられる。また、すべての膚の色に対して無難と評価される服装色は、座標中央に分布している緑、青系統の v、b、d、dk トーン、Bk1.0 であり、これらの服装色は、どの膚の色にも合わせやすいと判

断された。

このパターン分類の相関比は、Ⅰ軸 0.043、Ⅱ軸 0.022、Ⅲ軸 0.007、Ⅳ軸 0.003 であるが、Ⅲ軸以降は相関比が小さいため「調和している」は、Ⅰ、Ⅱ軸で解釈が可能であると考えられる。

「やさしい」と評価された膚の色は、Ⅰ軸の正の方向にはイエロー系 8YR 9/3、ピンク系 10R 8.5/3.5、負の方向にはナチュラル系 5YR 7.5/4、5YR 7/5、ブラウン系 7.5YR 5.5/5 が分布する。Ⅱ軸の正の方向にはイエロー系 8YR 9/3、ナチュラル系 5YR 7/5、ブラウン系 7.5YR 5.5/5、負の方向にはピンク系 10R 8.5/3.5、ナチュラル系 5YR 7.5/4 が分布して、Ⅰ軸は膚の色の明度の高低を示す軸、Ⅱ軸は膚の色系統を示す軸とした。

服装色は、Ⅰ軸の正の方向には v、p、lt トーン、原点付近には b トーン、負の方向には dk、dp、d、ltg トーンが多く分布している。Ⅱ軸の正の方向には橙、黄系統、原点付近から負にかけては、青、緑、赤、紫系統がやや多く分布し、Ⅰ軸はトーンを示す軸、Ⅱ軸は色相を示す軸とした。

膚の色と服装色を対応させると、イエロー系 8YR 9/3 の膚の色の座標と近い位置には緑、青系統の p トーン、黄系統の v、lt トーンや W9.5 の服装色が分布し、ピンク系 10R 8.5/3.5 の膚の座標と近い位置には赤、緑、青系統の v、b、p トーンや mGy6.5、ナチュラル系 5YR 7.5/4 の膚の色の座標と近い位置には、紫、赤、橙系統の d、ltg トーン、ナチュラル系 5YR 7/5 やブラウン系 7.5YR 5.5/5 の膚の色の座標と近い位置には赤、橙、黄系統の dk、dp トーンや Bk1.0 の服装色などが分布し、やさしくみえるとイメージしていると推察された。

「やさしい」のパターン分類は、Ⅰ軸、Ⅱ軸の意味解釈は、膚の色と同様として捉えられるが、服装色は「調和している」に対し、Ⅰ軸とⅡ軸の意味解釈が反対である様子を呈している。これは、先に行った因子分析の結果から、評価性の因子と力量性の因子に分類されていたことから推察される。膚の色に対する服装色は、明度や彩度が、膚の色に類似した色が「やさしい」イメージを与えていると考えられる。このときの膚の色と服装色における各軸の相関比は、Ⅰ軸 0.047、Ⅱ軸 0.022 であった。

そこで、皮膚の色に対する服装色の色相、トーンの影響について検討するため、各試料の平均値を従属変数として、色相とトーンを独立変数として2要因による分散分析を行った。その結果、どの皮膚の色も「調和している」においては、色相、トーンとも

に 5%水準で有意性が認められた。そして、寄与率はトーンが色相よりも大きく、服装色はトーンに影響されることが明らかとなった。

3.2.3 考察

(1) 色差空間構成と色差式との対応

膚の色と服装色の差を、均等知覚色空間である色差式より求めた物理量と、これに対応する評価値による心理量との関係を見るため、相関係数を求め、その結果を表 3-3 に示す。

「調和している」についてみると、CIE 1976 ($L^*a^*b^*$)と CIE1976 ($L^*u^*v^*$) の色差は、1%水準で有意性が認められた。しかし、「やさしい」は、パターン分類による軸の意味解釈が反対であったため負の数値を示し、有意性も認められなかった。これは、先に検討した因子分析結果より、「調和している」の評価性因子と「やさしい」の活動性因子の相違によるものと示唆された。

さらに、色差に含まれる色の三属性に該当する心理量であるメトリック色相差、メトリック明度差、メトリック彩度差のうち、いずれが心理的評価と関係があるかを詳細に検討した結果、両色差式ともに「調和している」は、色相差、明度差、彩度差すべてにおいて 5%水準で有意性が認められた。特に明度差は、CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$) とともに 0.461 を示し、心理的評価との一致性が高いことが示唆された。これは、鈴木¹⁰⁾が顔色を測色し、メトリック心理量により検討した結果においてもメトリック明度の相関が高いと述べている。本実験においても一致した結果が認められた。しかし、「やさしい」については「調和している」のように相関関係は認められず、イメージの違いを示した。

表 3-3 心理的評価と色差との関連性

形容詞	色 差		色 相 差		明 度 差		彩 度 差	
	CIE 1976 ($L^*a^*b^*$)	CIE 1976 ($L^*u^*v^*$)	ΔHab^*	ΔHuv^*	ΔLab^*	ΔLuv^*	ΔCab^*	ΔCuv^*
調和している	0.428**	0.341**	0.142*	0.151*	0.461**	0.461**	0.192**	0.158**
やさしい	-0.192	-0.138	-0.126	-0.063	0.109	0.109	0.093	0.120

**1% 有意 *5% 有意

3.3 生活場面における被服の注視性

3.3.1 実験計画

(1) 生活場面と服装色の選定

日常生活において被服はどのように知覚され、認識されるのであろうか。被服の注視性は、他者を意識した自己表現が求められる場面において、より必要であると考え山本ら¹¹⁾が報告している各種生活環境と被服の色と形態の組み合わせについて行った実験を参考に、屋外の街頭場面と屋内のパーティ場面を設定した。

着装する被服の形態は、両者の環境に適したスーツとパンツスーツとした。被服の色は日本色研配色体系の中から、純色に相当するビビッドレッド(4.0R 4.4/14)、ビビッドイエロー(5.0Y 8/13.5)、ビビッドブルー(10B 4.0/12)と無彩色のホワイト(N9.5)の4色を選出した。以後、被服の色は、赤、黄、青、白と示す。

(2) 試料作製

生活場面と被服着装状態の人物を合成するため、無彩色(N6.5)を背景にしてスーツとパンツスーツを着装した人物を写真撮影する。生活場面である街頭場面は、晴天時(午前11時～12時)にファッションビルの立ち並ぶ街頭にて、木々の影の下で照度約1700 lxで写真撮影した。パーティ場面は、照度約600 lxの室内で撮影した。両場面の照度がやや低いのは、人物の立った状態と同じように照度計を垂直方向にして測定したためである。この場면을図3-11に示す。

写真はイメージスキャナーで入力し、コンピュータグラフィックス(三菱レイヨン製ARTSTAR)を使用してモニター画面上の一画面に映し出す。生活場面も同様に操作



(a) 街頭場面



(b) パーティ場面

図 3-11 生活場面

し、二画面に映し出す。次に一画面の着装人物に、二画面の生活場面を投影させ、場面全体に対し人物の大きさ、位置が合致するよう調節した。

被服の色は、一画面の着装人物に、JIS Z 8723¹²⁾の表面色の視感比較方法に準拠して N6.5 のグレーの台紙を敷いた C 標準光源下に色票を置いて、R・G・Bまたは H(色相)・L(輝度)・S(飽和度)を操作して同色を作製した。そして、2形態、4色の服装色を組み合わせた人物像を 8 種作り、2 場面を合成して合計 16 種の画像を、カラーライドとして準備した。

(3) 実験手続

生活場面における被服の知覚過程は、人間の眼球運動と瞬間視を計測して検討した。

(i) 眼球運動の測定

眼球は、対象物を見てその内容を見届けようとする際、視線を動かしこれを捉えようとする。その注視点を捉え、視線動向を調べるためアイマークレコーダ V (ナック製)を使用した。この機器は、光源からの光を角膜にあて、角膜表面の反射を捉え、視線動向を調べていく測定器である(図 3-12)。

最初に、スクリーンから 3 m 離れた位置に被験者を着席させ、アイマークレコーダを装着する。このとき、左右の眼球は同方向、同角度で回転する¹³⁾といわれることから、顔面固定器を使用し、顔が左右上下に動かないようにして、被験者の左目の動きを測定した。

被験者は、色覚正常者で年齢 21~22 歳の女子学生 22 名とした。角膜の反射を捉えるため、眼鏡やコンタクトレンズにより視力を矯正している被験者は計測していない。16 枚のスライド試料は、縦 1m、横 1.5m の大きさになるようスクリーン上にランダムに提示し、1 試料について 30 秒、連続して 4 試料を 4 回に分けて観測した。この間に、アイマークが調整時と同様に目の動きを正確にとらえているか確認を行った。この実験を以後、連続提示法とよぶ。

レコーダを通して映し出された視線の動きは、ビデオテープに収録し、データ解析装置を用いて、見始めから 20 秒間の目の動きとなる過程を、注視点軌跡と軌跡上を注視している時間の割合を円の大きさに示す停留点を調べた。そして、場面ごとに見え方が類似している被験者をグループ分けし、最初に注視した位置、停留時間の長

い対象物を調べ、生活場面の中において着装人物をどのように知覚しているかを検討した。



図 3-12 アイマークレコーダ



図 3-13 タキストスコープ

(ii)瞬間視の測定

瞬間視の測定には、瞬間露出器と呼ばれるタキストスコープ(竹井機器製)を使用して、知覚閾を計測した。この機器は、鏡を利用しデジタルタイマーにより、1 万分の 1 秒から 10 秒まで広範囲に時間制御できる(図 3-13)。

刺激は、タキストコープの刺激箱に設置する大きさに合うよう、実験試料を縦 19cm、横 20cm のサイズのカラー写真に引伸ばした。

被験者は、アイマークレコーダ実験を行った同人物である。まず、被験者はのぞき窓から刺激箱の中を見て、30 秒間、光の当たった N6 の灰色に目を順応させる。このとき照明光は、試料に直接光をあてるため、昼間の自然光に近い白色蛍光灯を用いた。そして、試料を刺激箱に入れ、刺激時間は 0.001 秒から始め 0.003 秒きざみで時間を増していき、試料である刺激場面の中の知覚できた項目から、順次、口述報告させる。全体が明らかに認識できる完全知覚閾を得たところで終了とした。この実験を以後、瞬間提示法とよぶ。

知覚項目は、写真全体が複雑であるため、眼球運動の実験において停留点が多く出現した箇所を取り上げ、項目として定めた。

街頭の場面は、①モデルとなる人物の被服の色と形 ②木(こい緑) ③ビル(明るい灰) ④看板(明るい灰) ⑤ショーウィンドー(白、灰、黄、こい青) ⑥花壇(明るい緑)の6項目とした。パーティの場面は、①モデルとなる人物の被服の色と形 ②左端の人物の被服の色(白) ③モデル右隣の人物の被服の色(うすい青) ④右隣の人

物のベルト(黒) ⑤右隣の人物のハンドバック(黒) ⑥テーブル(白、茶) ⑦テーブル奥の人物の被服の色(橙) ⑧右端の人物の被服の色(白)の8項目である。

測定結果から、刺激場面の最初に知覚する項目と各項目の平均知覚時間を求め、被服の色や形、生活場面の違いにより、どのように完全知覚閾が異なるかを検討した。また、眼球運動と瞬間視による提示法の違いによる知覚結果より、両者の対応関係を明らかにした。

3.3.2 実験結果

(1)連続提示法による知覚過程

(i)眼球運動

被験者10名の視線の動向となる注視点軌跡と停留点を解析し、刺激場面ごとに対象物の見方のグループ分けを行った。結果を図3-14に示す。図中の線は被験者の目の動きとなる注視点軌跡を表し、軌跡上の円は停留点(注視点)を表す。この停留点が多いほど注視時間が長いことを示す。

街頭場面では、対象物の見方を2グループに分類することができた。Aは、着装人物を中心に見る被験者の例である。注視点軌跡を追うと、人物の顔から見始め、服から足に眼球を動かした後、ビルの看板に移し、再び着装人物に戻る。このとき人物の後方にも目を移すが、再び人物に戻り、人物の頭から足先までを何度も繰返して、注視している。停留時間を示す円は、人物上に大きく現われ、被服を長い時間注視していることがわかる。

Bは着装人物を含め、場面全体に目を動かす被験者の例で、人物の顔、被服から見始め、ついで興味を示すショーウィンドー、活字のあるビルの看板に注視点が移動し、木々の方向へと何かを探るように移っていく。そのため、注視点となる停留時間を示す円が小さく、注視時間が短いことがわかる。

パーティ場面では、対象物の見方を3グループに分類することができた。A、Bは、街頭場面と同様に、モデルである着装人物を中心に見る被験者と、人物を含め右隣の人物の被服やハンドバック、テーブル上、テーブル奥の人物、左端の人物など場面全体に目を動かしていく被験者の例である。しかしCは、対象物である着装人物には目を移さず、他の場所に興味関心を示す被験者の例である。

本研究で用いた街頭場面は、ビルや木々など自然環境の中から着装人物を知覚

することは、他とは違った様子の雰囲気であったため目を引きつけたものと推察される。しかし、パーティ場面は、目的が同じ人物が集まり、雰囲気が似た様子であるため、知覚情報としてとりいれる量が複雑化し、全体の見方も複雑になるものと考えられる。このように生活場面の違いにより、知覚過程が異なることがあることが明らかとなった。

街頭場面

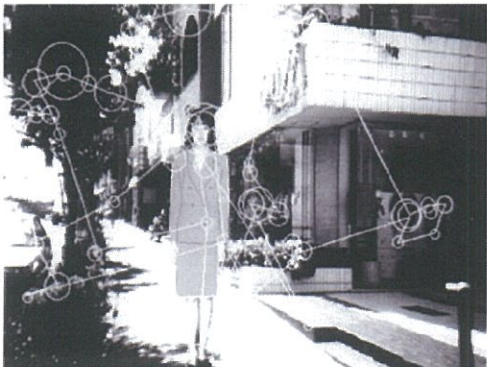
パーティ場面



A



A



B



B



C

図 3-14 注視点軌跡による見え方の分類

(ii) 注視点

眼球運動から、被験者が2つの場面をどのように注視しているかを表3-4にまとめた。全体的に総合評価すると、街頭場面では、被験者1、3、7は着装人物を中心に見るAグループに属す。場面全体を見るBグループには、その他の被験者が属している。その中で、被験者2、6、8、9、10は着装人物を注視した後、周辺に視線を動かしたが、被験者4、5は反対の見方をした。

パーティ場面では、被験者3は、モデルである人物を中心に見るAグループ、被験者5、6、7、8、9は、街頭場面よりも眼球運動が大きく、見方もパーティ場面のように着

表 3-4 眼球運動による被験者の見え方の分類

街頭場面											
被験者 試料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	人数
赤パンツスーツ	A	B	A	B	B	B	A	B	B	A	8
赤 ス ー ツ	A	B	A	B	B	A	A	B	B	B	
青パンツスーツ	A	B	A	B	B	B	A	B	B	B	9
青 ス ー ツ	A	B	A	B	A	A	B	A	A	B	
黄パンツスーツ	A	B	B	B	B	B	A	A	B	B	7
黄 ス ー ツ	A	B	A	A	B	B	A	B	B	B	
白パンツスーツ	A	B	A	B	B	B	A	B	B	B	4
白 ス ー ツ	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	
総合的見方	A	B	A	B	B	B	A	B	B	B	

パーティ場面											
被験者 試料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	人数
赤パンツスーツ	A	B	A	C	B	B	B	B	A	A	7
赤 ス ー ツ	A	C	A	C	B	B	C	B	B	A	
青パンツスーツ	A	C	B	C	B	B	B	C	B	C	3
青 ス ー ツ	A	C	A	C	B	B	B	B	B	B	
黄パンツスーツ	B	C	A	C	B	B	B	B	B	B	3
黄 ス ー ツ	B	C	A	C	B	B	B	B	B	A	
白パンツスーツ	B	C	B	C	B	B	C	B	B	C	1
白 ス ー ツ	B	C	A	C	B	C	B	B	B	C	
総合的見方	A,B	C	A	C	B	B	B	B	B	A,C	

Aグループ：人物を中心に見ている被験者
 Bグループ：場面全体を見ている被験者
 Cグループ：人物以外を見ている被験者

装人物から見ていく被験者とその反対の見方をする被験者がある。そして、被験者 2、4 は、着装人物以外を注視するCグループに属している。

この結果から、物の見方はある程度のグループに分けられるが、見方の順序は、異なることがわかった。また、同一場面を同一被験者が知覚するに際しても、色彩刺激により、知覚過程が変化し、眼球運動も異なることが示唆された。

そこで、生活場面の違いにより、個人ごとに見方が共通しているかどうかを検討した。被験者 3、5、6、8、9 は街頭、パーティ場面とも同じ見方であるが、他の被験者は場面によって異なった見方であった。この理由としてあげられることは、場面が変わると雰囲気の変化するように、対象物の色彩や形態、大きさが影響し、眼球運動が変化していくことを示した。

これは Noton¹⁴⁾が線画で描いた3個の図形を使って3人の被験者に見せた際の眼球運動の研究において、図形が異なれば同一被験者でも走査路が変わるという報告があり、本研究と一致している。また、福田¹⁵⁾らは、人は視線を動かし続けるのではなく、次の注視点をつまえて敏速に視線を動かしていくと説明している。

人間の知覚過程は、注視点より対象物を捉え脳に伝達されるとともに、生活環境の中で経験した様々の心の状態である感情が、対象物を知覚する際に、脳の視覚情報として左右していると言える。その上、生活場面や人物などの映像は、全体にいくつかの複雑な分節となる区切りがあり、各部分は注視者に対してなんらかの情報要素を現わしている¹⁶⁾と言われる。2つの生活場面において全体を注視しながらも、人物を注視した被験者が多いことは、顔や被服は、特に情報密度が高い部分であるからと考えられる。

(2)瞬間提示法による知覚過程

(i)完全知覚閾

人は瞬間的にどの部分、どの色を知覚するかを瞬間露出器と呼ばれるタキストスコープ(竹井機器製)により各項目の完全知覚閾を調べた。白のスーツを着用した街頭場面の知覚過程を図 3-15 に示す。横軸は被験者、縦軸は 1000 分の 1 秒からの時間を示す。

知覚過程を調べると、特に被験者 2、5、8、9 は 1 度に 2～3 項目を知覚し、短時間に人物の服の色と形、木、ビル、ショーウィンドー、花壇、看板を認識している。それに

比べ、被験者 1、6、10 は、2倍以上の時間を必要とし、全体を知覚するまでの時間は被験者間に差があることがわかる。しかし、各項目を知覚していく過程は類似しており、パーティ場面についても同様の結果を得た。

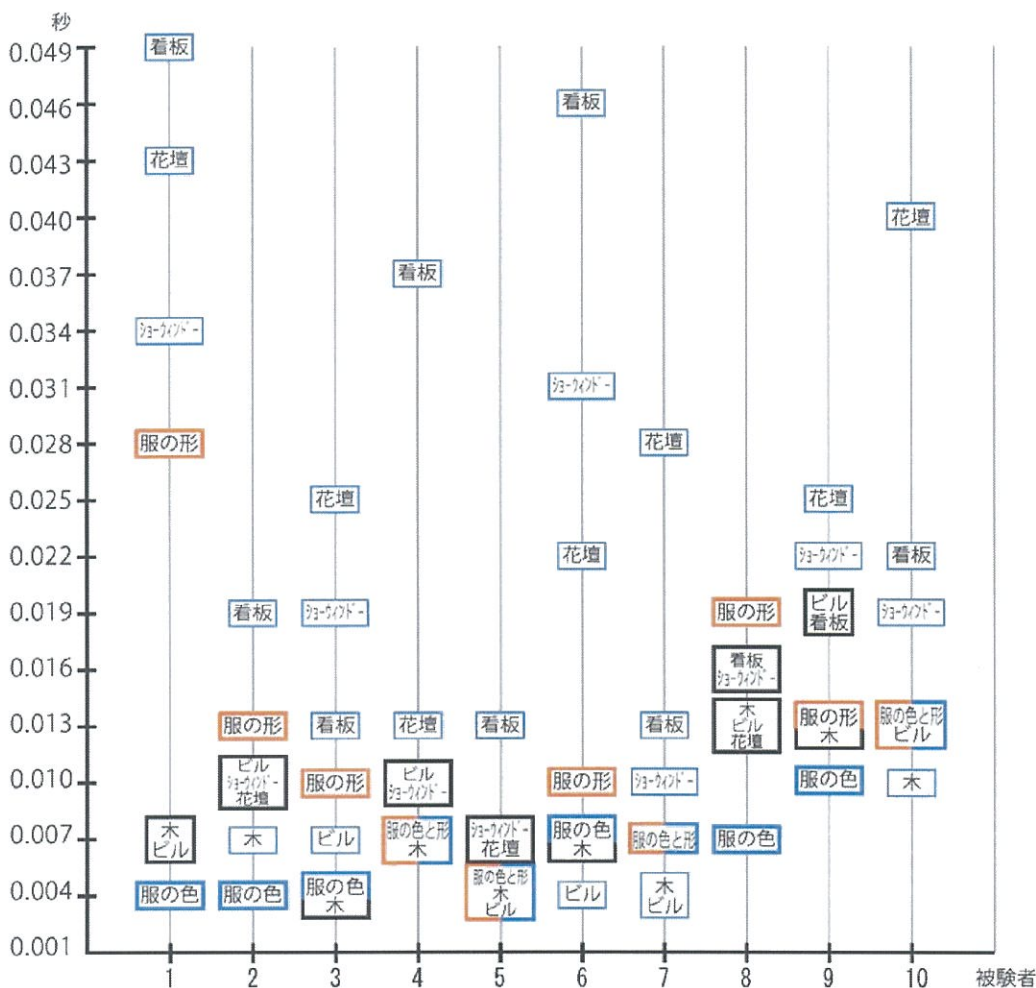


図 3-15 街頭場面における知覚過程

3.3.3 考察

(1) 注視点と注視時間

さらに、本研究の目的である被服の色の知覚について、注視点を基に注視時間の長い服装色の数を調べ検討した。

先の表 3-4 による被験者の見方の分類から、Aに該当する人物を中心に見る被験者数を調べた。街頭場面においては、赤、青の服、パーティ場面においては赤の服を知覚する被験者が多く、この色は注視性が高いと判断される。反対に白の服装色

は注視時間が少ないことがわかった。

また、表 3-5 より、注視時間の長い服装色の数を調べると、街頭場面では、青、赤の服装色、パーティ場面では、赤の服装色が注視時間が長い。これはモデルとなる人物が位置する周辺の建物や、道路の色が明度の高い灰であるため、被服と接すると境界部の明度差¹⁷⁾が大きくなり、一層、赤や青の色が目立ち、目を留める時間が長くなると考える。パーティ場面においても、多数の人物が存在し多数の色が存在しているが、注視時間の長い服装色は、赤の服を着装している人物であり、街頭の場面と

表 3-5 注視時間の長い位置

パーティ場面

被験者 試料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	人数
赤パンツスーツ	①服	⑥	①服	③頭	①服	⑦服	①服	⑦服	③頭	①服	9
赤 ス ー ツ	⑤	⑧服	①服	⑧服	①顔	①服	③服	①服	③服	①服	
青パンツスーツ	①顔	⑥	①顔	⑧服	①服	①服	①顔	①顔	①服	⑦顔	5
青 ス ー ツ	③服	⑥	①服	③頭	①顔	①服	①服	⑥	①顔	③服	
黄パンツスーツ	①顔	⑥	①服	③服	⑦服	⑥	①顔	①顔	①服	①服	8
黄 ス ー ツ	①服	①服	①顔	③服	③服	①顔	①服	①服	①服	①顔	
白パンツスーツ	①服	⑥	①顔	⑦顔	⑧服	⑦服	③服	⑥	⑧服	⑥	2
白 ス ー ツ	⑥	⑥	①服	⑦顔	⑦服	⑧顔	③服	③頭	③服	⑥	

① 人物 ② 左端の人物 ③ 右隣の人物 ④ 右隣の人物のベルト
 ⑤ 右隣の人物のハンドバッグ ⑥ テーブル ⑦ テーブルの奥の人物
 ⑧ 右端の人物

街頭場面

被験者 試料	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	人数
赤パンツスーツ	①服	⑤	①服	③	④	①顔	①服	①顔	①服	①顔	9
赤 ス ー ツ	①顔	⑥	①服	①服	①服	①顔	①服	④	①顔	①服	
青パンツスーツ	①服	⑤	①顔	④	④	①顔	①服	①服	①服	①服	10
青 ス ー ツ	①服	③	①服	⑤	①顔	①服	⑥	①服	④	④	
黄パンツスーツ	①顔	⑥	①顔	⑤	②	④	①服	①服	①服	①顔	7
黄 ス ー ツ	①服	①服	②	④	①服	①服	①顔	⑤	④	歩道	
白パンツスーツ	④	①服	①顔	①顔	植木	⑤	①服	④	植木	⑤	5
白 ス ー ツ	①顔	①顔	①服	⑤	①服	④	①服	⑤	④	⑤	

① 人物 ② 木 ③ ビル ④ 看板 ⑤ ショーウインドウ ⑥ 花壇

同様、彩度の高い赤の被服の色は、注視性が高く注目を浴びている。しかし人物が白の服装色を着用している場合は、他の人が着装している橙、うすい青の服を注視する傾向が強いことがわかる。

これは、神作¹⁸⁾が色光の誘目性について R、Y、G、B、W の色を用いて行った結果、R、B、Y、G、W の順に誘目性の強さが認められたと報告している。カラースライドを用いて行った本実験においても一致傾向にあり、赤、青の服装色は誘目性の影響により注視性が強いと判断した。

生活場面のように様々な面積をもつ対象物が混在するとき、小面積でも差異のある色を配し視線を引きつける効果をもつ色と、大面積でも差異のない色を配し、視線をひきつけない場合もある。芦澤¹⁹⁾らは、赤の 1cm 角と緑の 5cm 角は、ほぼ同じ程度に目立つと述べ、生活場面のように多様な色が存在する場合は、一点に存在する絶対的面積ではなく、相対的面积により目立ちが生じてくると説明している。生活場面を取り上げた本研究においても、単独の色を注視する場合とは異なり、面積の割合により、周辺の色が影響していると考えられる。また、作製試料より着装人物が場面全体に対して大きい面積を占めているためとも捉えられるが、ここでは長波長に注目しやすい性質²⁰⁾をもつ誘目性による知覚現象が生じたものと推察される。特に赤は、彩度が高く、人間の感情に及ぼす影響が強いことを示している。

(2) 平均知覚時間

この感覚知覚閾を基に、人物の被服の色と形、場面全体を認識した平均知覚時間を、表 3-6 に示す。その結果、両場面を通じて被服の色は形よりも早く知覚された。またここで、使用したスーツとパンツスーツの違いによる影響は小さいため、スーツを取り上げ各項目に対応する被験者の平均知覚時間を求めた。結果を図 3-16 に示す。ここでは赤の被服を知覚していく過程を基準とし、平均知覚時間の早い項目より並べた。

街頭場面は、着装人物の被服の色が、眼球運動と同じように赤が早く知覚され、ついで黄、青、白の順となっている。これは注意がある方向にむけられている場合、対象物である人物の被服の色と環境である生活場面の色の差異が発見のしやすさ²¹⁾、認められやすさ²²⁾に関与している視認性の効果であると判断した。そして、他の知覚項目であるショーウィンドー、花壇、看板は、やや時間をかけて知覚しているのに対し、

木、ビルは被服の色や形と同じ程度に早く知覚されており、ここにおいても対象物の占める面積の大きさが視認性である発見のしやすさに影響することがわかった。これはパーティ場面においても、同様の傾向を示した。

表 3-6 被服の色と形を認識した平均知覚時間

試 料	平均知覚時間 (10 ⁻³ sec)					
	街頭場面			パーティ場面		
	服の色	服の形	場面全体	服の色	服の形	場面全体
赤パンツスーツ	3	8	21	4	14	29
赤 ス ー ツ	3	8	22	5	12	27
青パンツスーツ	7	8	24	5	9	26
青 ス ー ツ	7	9	25	6	12	25
黄パンツスーツ	8	9	24	8	13	33
黄 ス ー ツ	5	10	26	8	15	28
白パンツスーツ	9	12	28	12	15	31
白 ス ー ツ	6	10	27	11	14	30

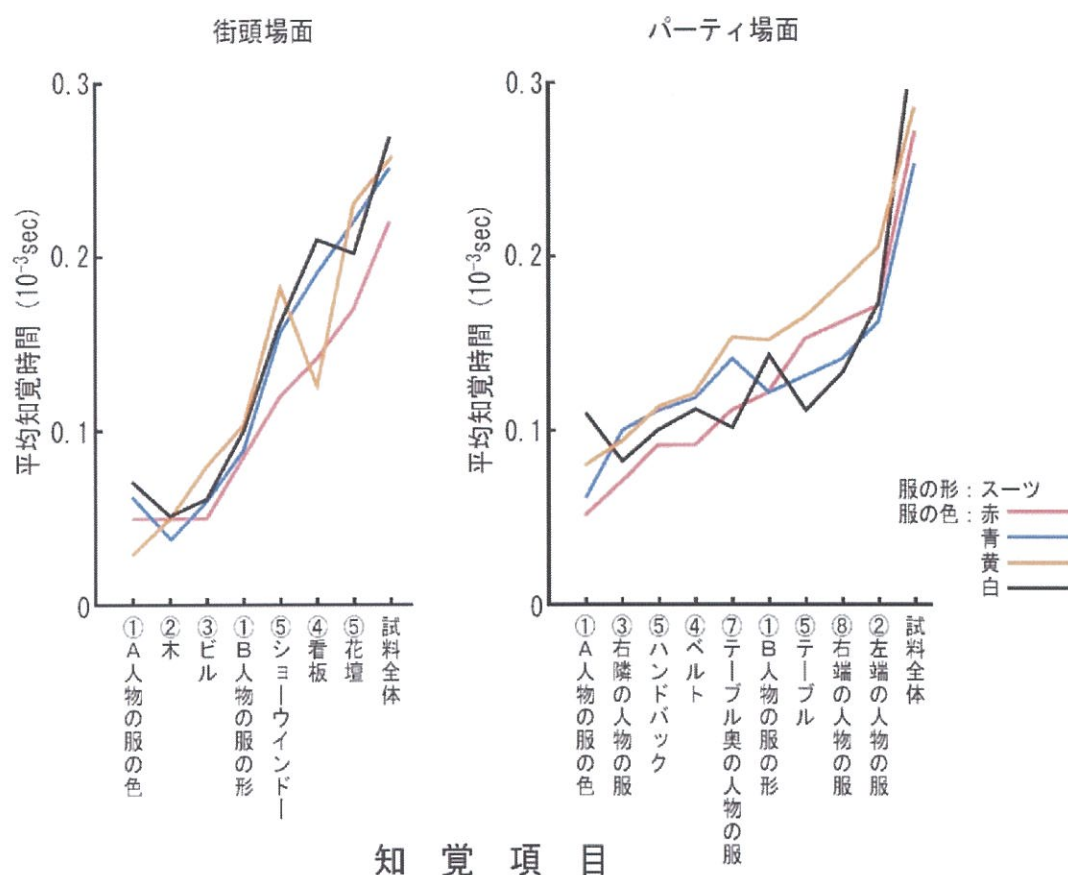


図 3-16 平均知覚時間

3.4 まとめ

膚の色と服装色について調和実験を行い、パターン分類により膚の色に適した服装色を見出した。次いで生活場面における被服を人はどのようにして知覚するかについて眼球運動と瞬間提示により検討を行い、次のような知見を得た。

- (1) 膚の色と服装色の調和を検討するにあたり、膚の色と服装色を春・秋の2回にわたり測定した結果、膚の色は主波長 577～595nm、刺激純度 13～42%の範囲に分布した。服装色は、無彩色が最も多く出現し、次いで赤系統、青系統、黄系統、紫系統の順に出現した。
- (2) 膚の色に対する服装色のイメージは、評価性、活動性、力量性、すっきりの 4 因子で説明できた。
- (3) 膚の色に適した服装色を数量化Ⅲ類により、パターン分類した結果、「調和している」については、膚の色のⅠ軸は明度を示す軸、Ⅱ軸は色系統を示す軸となり、服装色はⅠ軸がトーンを表す軸、Ⅱ軸が色相を表す軸である。
- (4) 膚の色と服装色を対応させると、ピンク系、うすいナチュラル系の膚の色には赤、紫系統の v、b、d、dk、ltg、dp トーン、mGy 6.5、濃いナチュラル系の膚の色には橙、黄系統の dk、dp トーン、ブラウン系の膚の色には橙、黄系統の v、lt トーン、イエロー系の膚の色には赤、緑系統の p、b トーン、W 9.5 の服装色が調和した。
- (5) 「やさしい」については、膚の色と服装色の軸解釈は「調和している」と反対であり、対応する服装色は膚の色に類似した色であることが示唆された。
- (6) 心理評価と CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$) の色差式の関係性は、「調和している」における評価性因子において有意であり、特にメトリック明度差とは高い相関が認められた。膚の色を明るくみせる服装色が色相、彩度よりも最優先することが明らかとなった。
- (7) 着装人物を立たせた「街頭」と「パーティ」の生活場面を、眼球運動により計測した結果、被験者の見方は場面により変化し、人物を中心に注視する被験者、場面全体を注視する被験者に分類される。特に雰囲気似た対象物が存在するときには複雑化した見方が生ずる。また、人物の着装色は赤や青の色の注視性が高く、停留時間が長いことが確認され、誘目性の効果が認められた。
- (8) 瞬間視により完全知覚閾を検討した結果、多くの対象物を知覚し全体を認識していく人、対象物を順次知覚していく人に分類された。平均均知覚時間より、被服

の色は形よりも早く知覚され、これには赤が相当した。生活場面のように多様な色が存在する場合は、色の差異により発見のしやすさに関与する視認性の効果が表れた。そして、心理的な現象が眼球運動や瞬間視の測定により、客観的にとらえることができた。

第3章 参考文献および引用文献

- 1) 鈴木恒夫・棟方明博:膚色の分類を行う際の心理的基準の解析, 日本色彩学会, 25, 2-11(2001)
- 2) 鈴木恒夫:好ましい膚色に及ぼすイメージの効果, 慶応義塾大学日吉紀要 自然科学, 10, 1-18 (1991)
- 3) 日本色彩研究所編:色の手帳, 日本色研事業所
- 4) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎:SPSS 統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社, 129-155 (1977)
- 5) 駒沢勉:多次元データ分析の基礎, 朝倉書店, 71-77(1979)
- 6) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎:SPSS 統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社, 194-209 (1977)
- 7) 納谷嘉信:産業色彩学, 朝倉書店, 106-111(1988)
- 8) 松本智美・足立章子・太田久美子・長谷川敬:ファンデーション評価における因子構造, 日本色彩学会誌, 18, 3, 205-211(1994)
- 9) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:着装状態における嗜好色の検討, 梶山女学園大学研究論集第 18 号第 1 部, 255-263(1986)
- 10) 鈴木恒夫:顔色の見えを規定する要因の解析, 日本色彩学会誌, 21, 3, 150-157 (1997)
- 11) 山本純子・加藤雪枝:生活環境における被服の色と形態の関係, 繊維製品消費科学, 31, 257-262 (1990)
- 12) 日本工業標準調査会:表面色の視感比較方法 JIS Z 8723-1988, 日本規格協会
- 13) 渡部勲・坂田春夫・長谷川敬・吉田辰夫・畑中豊彦:視覚の科学, 写真工業出版社, 43-45(1975)

- 14) DIVID NORTON and LAWRENCE STARK: 視覚の心理学イメージの世界, 日経サイエンス社, 99-107 (1975)
- 15) 福田忠彦・斉藤進: 眼球運動によるものの見方の評価と定量化, 日本人間工学会誌, 22, 191-197 (1986)
- 16) 大山正: 心理学4知覚, 東京大学出版会, 182-183 (1970)
- 17) 中村良夫: 風景学入門, 中公新書, 36-37 (1989)
- 18) 神作博: 色光の誘目性について, 照明学会雑誌, 51, 684-690 (1967)
- 19) 近江源太郎: 造形心理学, 福村出版, 97-98 (1984)
- 20) 芦澤昌子・池田光男: 色の目立ちの面積効果, 日本色彩学会誌, 18, 200-204 (1994)
- 21) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 406-407 (1980)
- 22) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 802-803 (1980)

第4章 色彩刺激が及ぼす心理・生理反応の検討

室内空間については、実際の壁面色やCRT、色見本を使用して多く実験が行われ、面積の違いによる色の見え方について報告^{1),2)}されている。本章では、面積を大小と変化させた場合、色光が人の感情にどのような影響を及ぼすかについて、心理反応を客観的に示すことが可能である生理反応を測定して、両者の関係を検証した。また、実空間において生ずる人の感情については、佐藤^{3),4)}らによる室内の窓や植栽、絵画が脳波に及ぼす影響を検討した例や、仁科ら⁵⁾による観葉植物、花、香り効果を取り入れ、脳波やSD法を用いて解析している研究例がある。鹿戸ら⁶⁾による住宅の居間、浴室、自室のくつろぎ空間の色彩についても調査研究が行われている。そこで、周囲の影響を受けないシンプルな実空間において心理・生理反応による基礎実験を行い、色光刺激の効果と環境色との共通点、相違点を明らかにし、快適な実生活空間の色について検討した。

4.1 色光刺激が人体に及ぼす影響

4.1.1 実験計画

(1) 色彩刺激

使用する色彩は純色だけで存在することは少なく、実際の色彩環境へ役立てようと考えるとき、色相・明度・彩度の違いについても検討することは重要である。

色彩刺激として、財団法人日本規格協会発行、財団法人 日本色彩研究所製作のJIS標準色票(JIS Z 8721 1964 準拠)の各色相に分かれたチャートより、純色は、赤:5R4/14、黄赤:5YR7/14、黄:5Y8/14、黄緑:5GY7/10、緑:5G5/10、青緑:5BG5/8、青:5B4/8、青紫:5PB4/10、紫:5P3/10、赤紫:5RP4/12 の10色と、高明度・中彩度 5R7/8、5Y9/6、5G8/4、5B8/4、5P8/4、中明度・中彩度の 5R5/6、5Y7/6、5G5/4、5B4/4、5P4/4、中明度・低彩度 5R5/2、5Y7/2、5G5/2、5B4/2、5P5/2、低明度・中彩度の 5R3/6、5Y5/6、5G3/4、5B3/4、5P3/4 からなる20色を加えた計30色を選定した。

刺激となる色彩の試料面積は、大きい面積条件=1.25m×1.5m と小さい面積条件=0.21m×0.21m の2パターンを設定する。

(2) 試料作製

試料は、JIS 標準色票の各色相のチャートを読み込み、Micrografix Picture Publisher (ver.6) を使用して、合計 60 試料を作製した。

色彩刺激は、暗幕を張り暗室状態にした実験室で、スクリーンに向かって真正面になるように視距離 3m に配置したマルチメディアプロジェクタ(EPSON GT-5000W)を使用し、スクリーン上に投影した。各色彩刺激について、C 補助光源下で JIS 標準色票のチャートと、投影光との視感マッチングを行った。

(3) 試料測定

分光放射計(トプコン製 SR-1)を用いて作製試料の測色を行い、測定値 x 、 y 、 Y より、色の心理知覚量として光源に適しているとされる CIE1976 $L^*u^*v^*$ 表色系を採用した。結果を図 4-1 に示す。

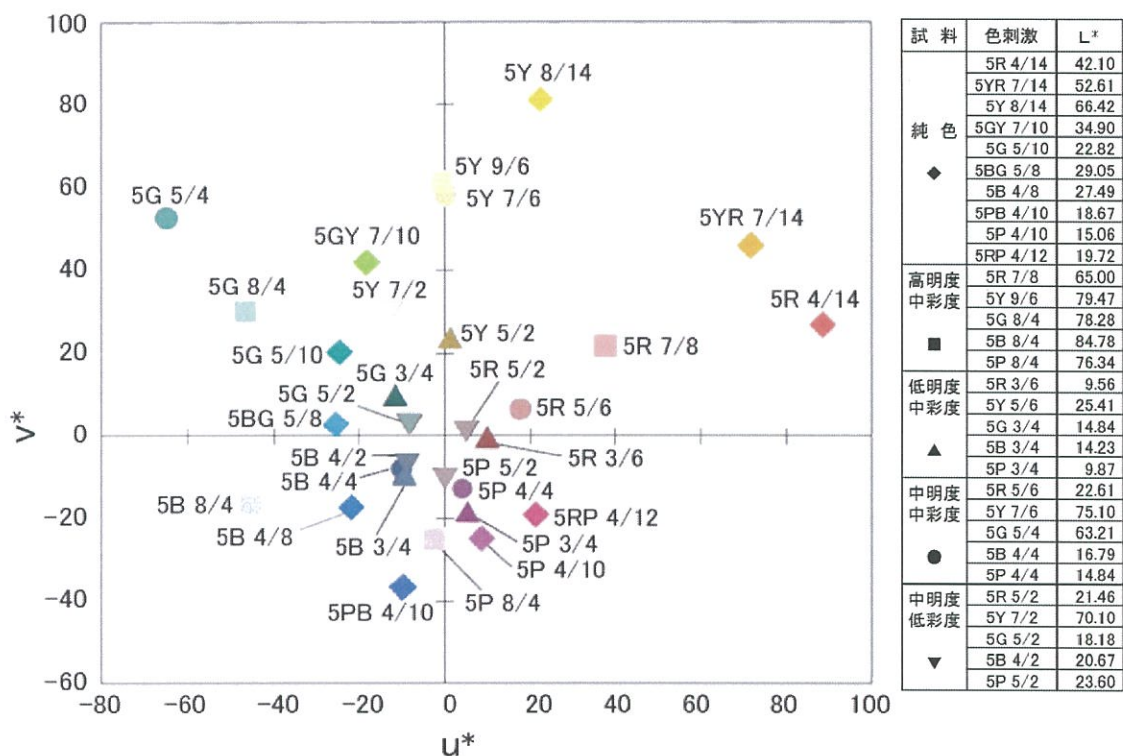


図 4-1 CIE1976 $L^*u^*v^*$ 色度図

色彩の心理メトリック量であるメトリック明度(L^*)、メトリック・クロマ(C_{uv}^*)、メトリック・色相角(H_{uv}^*)を以下の式より求めた⁷⁾。

$$\text{メトリック・明度 } L^* = 116(Y / Y_n)^{1/3} - 16$$

$$\text{メトリック・クロマ } C_{uv}^* = (u^{*2} + v^{*2})^{1/2}$$

$$\text{メトリック・色相角 } H_{uv}^* = (180^\circ / \pi) \tan^{-1}(v^* / u^*)$$

(4) 実験手続

被験者は、視力(矯正を含む)、色覚ともに正常の学生 7 名(21 歳～23 歳)と一般成人女性 7 名(29 歳～30 歳)の計 14 名である。実験は、暗室状態で行い、色光刺激の生理反応評価として脳波と心拍を測定し、心理評価として SD 法を実施した。

被験者は脳波、心電の電極装着後、楽な姿勢で椅子に腰掛ける。そのときスクリーンに向かって真正面になるように視距離 3m の位置に座り、目の高さがスクリーンの中心にくるよう調節した。被験者には、色刺激提示時に実験者が合図した際に開眼し、色刺激提示終了と同時に被験者自身で閉眼するよう教示した。

被験者は暗順応状態を保つため、脳波と心電が安定するまでの 5～10 分間、開眼または閉眼で安静状態を保った。無刺激時は閉眼で 30 秒間、刺激提示時は開眼 60 秒間について、心電と脳波は、実験開始から終了まで連続して測定した。また、30 試料の色刺激提示の 10 試料ごとに、5 分～10 分の休憩を入れて行った。なお、閉眼時、画面は N5 の背景を提示しておいた。

色刺激は、トーン順(純色、高明度・中彩度、低明度・中彩度、中明度・中彩度、中明度・低彩度)、色相順(赤、黄赤、黄、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫)の 2 パターンとした。被験者毎に色刺激 2 パターンと面積 2 条件(大・小)をランダムに被験者に提示し、大小の面積条件間には最低 3 時間の休憩を挟んだ。各被験者は、面積が大・小の 2 条件で、色刺激 30 試料と面積条件 2 条件の組み合わせからできる合計 60 試料の全てを経験した。実験のタイムスケジュールを図 4-2 に示す。

そして、生理反応実験の後、色彩刺激を再度、被験者に提示し、SD 法による心理評価を行った。

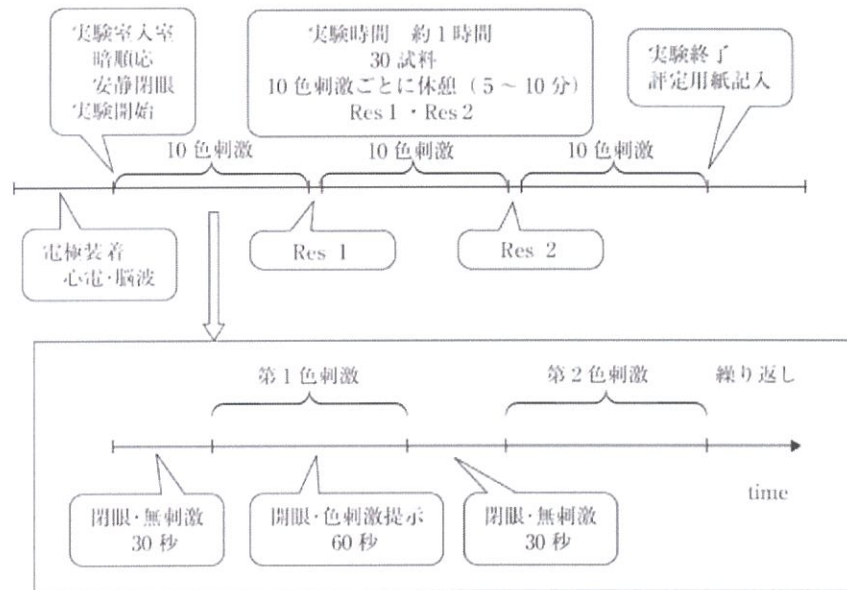


図 4-2 実験のタイムスケジュール

(5)測定方法と解析

(i)脳波の測定・解析

脳波の測定は、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。そこで、本実験では脳波の測定部位を、前頭部、中心部、頭頂部、後頭部を含む頭皮上 8 部位とした⁸⁾。

脳波の測定には銀一塩化銀皿電極を用い、国際 10/20 法に準じて、頭皮上 8 部位 (Fp1・Fp2・C3・C4・P3・P4・O1・O2) を活電極とし、耳朶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朶間の電極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(エヌエフ回路設計ブロック、0523 A)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(8~14Hz)に着目し^{8),9)}、原波形パワースペクトラムデータより、色彩刺激と各電極部位の α 波成分の含有率を求めた。そして、色光刺激特性を独立変数とし、頭皮上各 8 部位での α 波成分の含有率を従属変数として、重回帰分析を行った。

次に、磁気記録された原脳波を 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に当てはめ、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。係数が 1 に近いほど、周波数ゆらぎは $1/f$ 型を示し、0 に近いほど白色化する。吉田⁹⁾は、快適またはリラックスした状態での α 波の周波数ゆらぎが、ゆらぎ周波数の逆数にほぼ比例して低下する傾向($1/f$ ゆらぎ)が認められるものの不快な状態においては、この特性が崩れることを確認している。そこで、本研究では、生体に心地よさなど人体に快適感を与えてくれる生体のリズムである開眼 60 秒間の α 波含有量とゆらぎ係数を求めた。

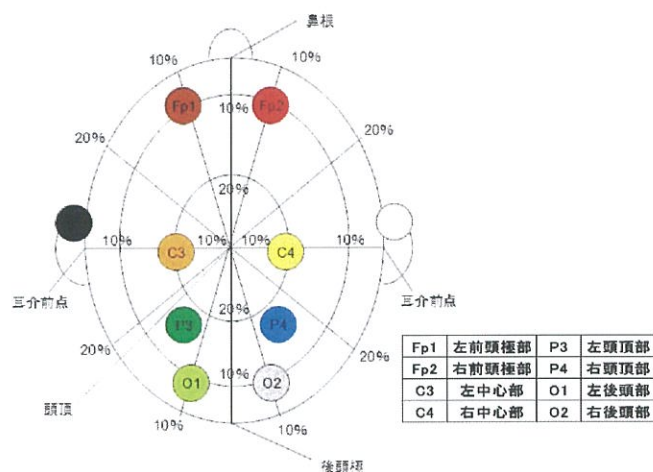


図 4-3 脳波測定部位

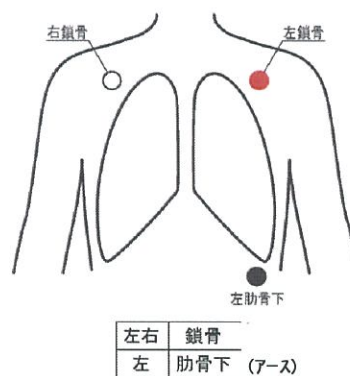


図 4-4 心電測定部位

(ii) 心拍変動の測定・解析

心電図の測定は、心電計(AD Instruments Japan 製)を用い、胸部3点誘導で導出した。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-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 $>0.15\text{Hz}$)である。周波数が 0.15Hz より低い LF 成分の発生には、交感神経及び副交感神経のゆらぎが関与する、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¹⁰⁾。この HF 成分は暗算負荷で有意に減少することから、精神的負荷実験の指標として用いられる¹¹⁾。そして、

LF 成分は交感神経の支配を受けており、ストレスや緊張状態が加わった際、精神的負荷が加わった場合に増加するといわれる¹²⁾。

そこで、色光刺激と面積条件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。ついで、LF/HF 成分の比より、色彩刺激と面積条件の自律神経活動のバランス傾向を検討した。

(iii) 心理評価

生理反応評価実験と同じ色光の刺激 60 色を用いて、心理評価を行った。色刺激呈示の方法と被験者は、生理反応評価実験と同じである。

使用する評定尺度は、スクリーンに映された色光を表面色として評価するときに適する「のどかな」「元気がでる」「清々しい」「落ち着いた」など、16 対の形容詞を選定し、主因子解法による因子分析を行った。さらに、バリマックス回転を施して、固有値が 1.0 以上の因子を抽出し、因子負荷量と各試料の因子得点を求めた。

4.1.2 実験結果

(1) 色彩刺激と α 波含有量

(i) 色相と面積条件の α 波含有量への影響

純色、色光刺激の被験者 14 名の面積の違いによる平均 α 波含有量の推移を図 4-5 示した。S は小さい面積、L は大きい面積を示している。

平均 α 波含有量の推移をみると、測定部位の前頭部から後頭部にかけて増加する傾向が認められた。また、標準偏差が大きく、 α 波含有量に個人差があることが示唆された。この傾向は、他の高明度・中彩度、中明度・中彩度、中明度・低彩度、低明度・中彩度においても同様の傾向を示した。

次に、色相と面積条件の違いと、測定部位ごとの α 波含有量への影響をみるために、測定部位ごとの平均 α 波含有量を目的変数とし、色相(純色 10 水準、その他 5 水準)と面積条件(2 水準)を要因とする 2 元配置分散分析を行った。

その結果、面積条件の大小において($p < 0.05$)の有意水準では有意差は認められなかったが、($p < 0.10$)の有意水準では、純色の後頭部位(O2) ($p < 0.08$)と中明度・低彩度の前頭部位(Fp2) ($p < 0.06$)の面積で若干、大きい面積の方が小さい面

積にくらべ α 波含有量が抑制される傾向がみられた。

色相についても、有意差は認められなかったが、図 4-5 をみると、どの測定部位においても、色刺激・赤は他の色に比べ α 波含有量は低値を示しており、色による α 波含有量の影響が示唆された。

そこで、全被験者について、個々に同様の検定を行った。その結果、面積の違いについては、全被験者 14 名に有意差が認められた。しかし、色相については、5 名の被験者は有意差が認められず、残りの 9 名の被験者は、色相と面積条件において有意差が認められた。色相に有意差が認められた 9 名の内訳は、純色は 4 名、高明度・中彩度は 2 名、中明度・中彩度は 5 名、中明度・低彩度は 3 名であった。ただし、低明度・中彩度には、全員有意差は認められなかった。

次に下位検定による多重比較を行った。純色では、赤:5R5/14 と黄緑:5GY7/12、緑:5G5/10、青緑:5BG5/8、青:5B4/8、青紫:5PB4/12、紫:5P3/10、赤紫:5RP5/12 との間に有意差が認められた。これより、純色の赤:5R5/14 は α 波含有量を有意に抑制させることが示唆された。

次いで、高明度・中彩度の色相では、赤:5R7/8 が有意に α 波含有量を抑制させており、中明度・中彩度についても、同様の傾向が認められ、赤:5R5/6 が α 波含有量を抑制させることがわかった。また、黄:5Y8/6 と緑:5G5/4 間に有意差が認められ

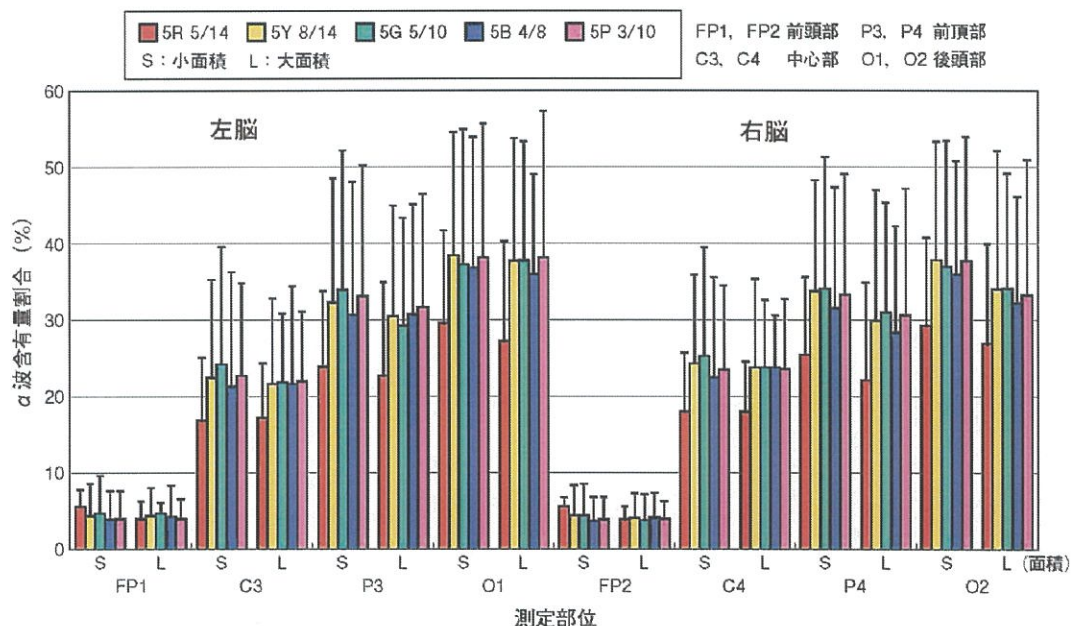


図 4-5 面積条件別平均 α 波含有量の推移 —純色—

たことから、黄:5Y8/6 も有意に α 波含有量を抑制させることがわかった。中明度・低彩度では、赤:5R3/6 が α 波含有量を抑制させ、黄:5Y5/6 と緑:5G3/4 間に有意差が認められたことから、黄:5Y5/6 も有意に α 波含有量を抑制させることが示唆された。以上より、面積条件の違いと色相の赤が、 α 波含有量に影響することが明らかになった。

(ii) 色の心理メトリック量と α 波含有量

色光刺激が、頭皮上各8部位の α 波含有量とどのような関係があるかを検討するため、部位ごとの α 波含有量を従属変数とし、刺激対象である色光刺激の心理メトリック量 L^* 、 Cuv^* 、 Huv^* を独立変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行った。結果を表 4-1 に示した。

小さい面積では、 α 波含有量を喚起するのは、全チャンネル部位において色彩特性のメトリック彩度 Cuv^* であり、標準偏回帰係数は、マイナス(－)値を示している。 Cuv^* の増加が、全チャンネル部位において α 波含有量を抑制することが認められた。各チャンネル部位における標準偏回帰係数を比較すると、ほぼ同様の値を示すが、後頭部位(O1・O2)では若干低値である。つまり、光刺激が頭部全体に影響を与え α 波出現に関与していると理解されるが、後頭部位では、若干その影響が弱まることが推察される。

大きい面積では、頭頂部位、後頭部位(P3・P4・O1・O2)でメトリック色相 Huv^* が α 波含有量を喚起することが認められた。その標準偏回帰係数は、プラス(＋)値を示し、 Huv^* が大きくなるほど、すなわち色相が赤系統より緑、青、紫へまわるほど、 α 波含有量が喚起することがわかった。

表 4-1 心理メトリック量と α 波含有量の重回帰分析

小面積	メトリック彩度 Cuv^*		大面積	メトリック色相 Huv°	
Fp1	-0.528	**	Fp1		
Fp2	-0.510	**	Fp2		
C3	-0.535	**	C3		
C4	-0.549	*	C4		
P3	-0.551	**	P3	0.478	*
P4	-0.571	**	P4	0.492	**
O1	-0.427	*	O1	0.500	**
O2	-0.400	*	O2	0.429	*

** ≤ 0.01 * ≤ 0.05

これらより、小さい面積は、全頭部位で彩度が α 波含有量を抑制するが、大きい面積は、後頭部位で色相が α 波含有量を喚起することが明らかになった。

(iii) 1/f ゆらぎ値と色刺激の関係

感情と情操に関わりの深い、前頭部位(Fp1・Fp2)での色光刺激と面積条件の違いが、 α 波成分の α 波サイクル周期(α サイクルのゆらぎ)におよぼす影響について検討を行った。ゆらぎ値の係数が1に近いほど、周波数ゆらぎは1/f型を示しているが、解析では、ゆらぎ値0.7以上1.09以下の値の範囲について検討を行った。

被験者14名について、前頭部位Fp1・Fp2のどちらか一方でもゆらぎ値0.7以上1.09以下の値がみられた被験者数を調べた。結果を図4-6に示す。

大きい面積では、被験者14名に前頭部位に、ゆらぎ値0.7以上1.09以下の値が認められた。特に、純色と中明度・低彩度では、1/f ゆらぎが認められた人数が多く、なかでも低彩度である色光刺激、または鮮やかでも色相の緑G～紫P系の色光刺激は、快適感を喚起することを示し、 α 波含有量が比較的多く喚起された色光刺激であることが示唆された。

小さい面積は大きい面積に比べ、全色光刺激で1/f ゆらぎを確認できたが、各色光刺激の延べ人数は少ないことがわかる。純色と中明度・低彩度はやや他の色光刺激より1/f ゆらぎが認められた人数が多く、明度や彩度による特徴は、大きい面積と

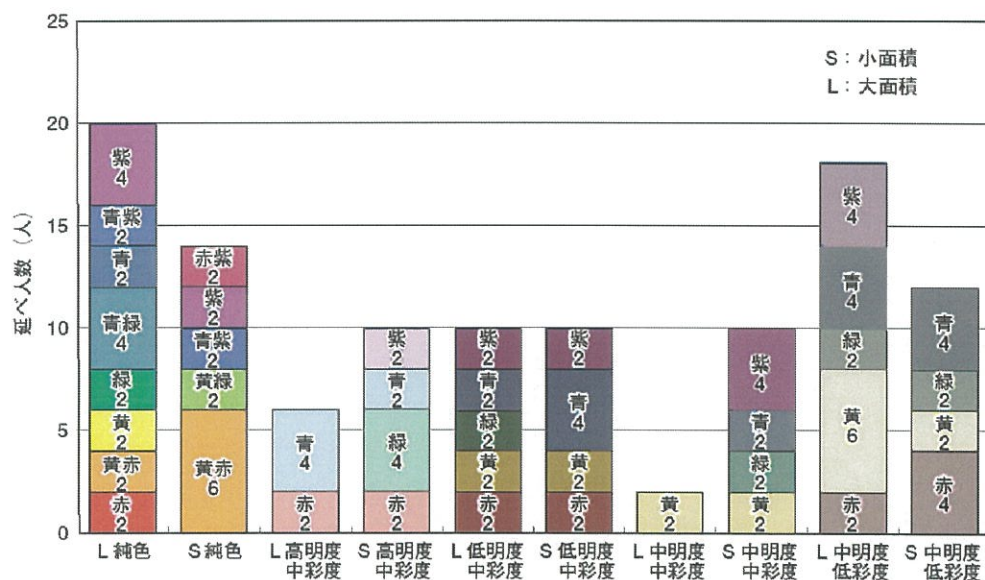


図4-6 ゆらぎ値による面積比較

違いがみられた。しかし、小さい面積においてもどの色光刺激でも緑 G～紫 P 系で 1/f ゆらぎが認められた。

(2) 心拍スペクトル解析と色光刺激の関係

(i) 色光刺激と HF 成分の関係

平均 HF 成分の結果を図 4-7 に示した。HF 成分(高周波成分)は、副交感神経の働きを表しており、数値が高いと精神的負荷が小さいことを示す。

純色をみると、面積の大小による違いの差は見られず、色相による影響が大きいと考えられる。しかし、高明度・中彩度と中明度・中彩度では、小さい面積より大きい面積において HF 成分が低下していることから、大きい面積が精神的な負荷が強いことが示唆された。すなわち、小さい面積は精神的負荷が小さいと言える。また、低明度・中彩度と中明度・低彩度の赤:5R3/6、5R5/2、黄:5Y5/6、5Y7/2、紫:5P3/4、5P5/2 においても、小さい面積より大きい面積において HF 成分が低下し、大きい面積は精神的な負荷が強いことが認められた。

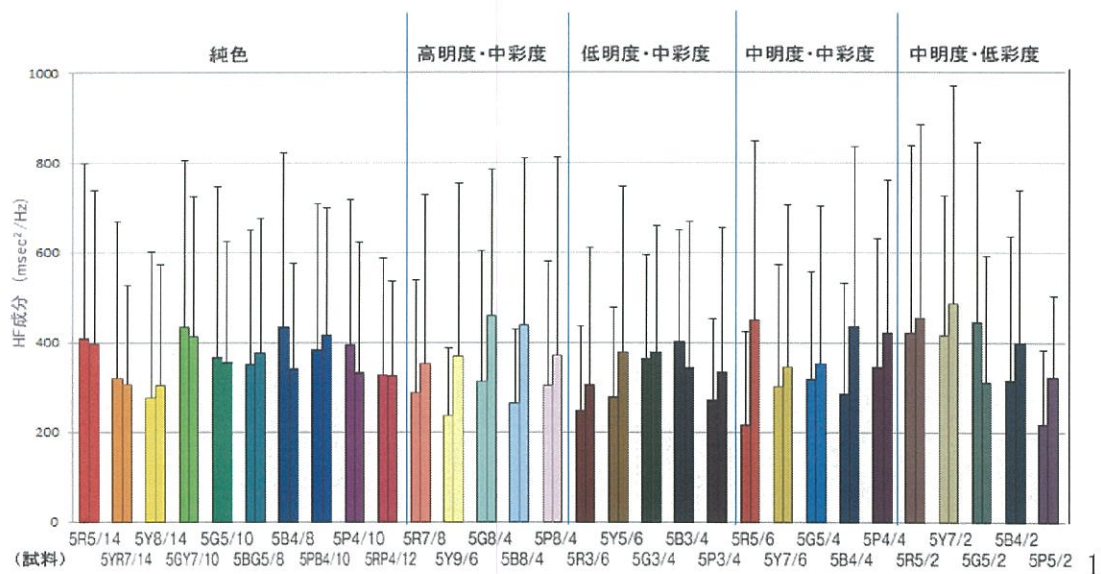


図 4-7 面積の違いによる平均 HF 成分

(ii) LF/HF 成分と色彩刺激の関係

LF/HF 成分の平均を図 4-8 に示した。LF/HF 成分が低値を示した色刺激は、大きい面積で、純色は赤:5R5/14、青紫:5PB4/12 であった。また、小さい面積では、純色

が黄赤:5YR7/14、黄:5Y 8/14、高明度・中彩度が黄:5Y9/6、青:5B8/4、中明度・低彩度の赤:5R5/2、黄:5Y7/2、青:5B4/2、紫:5P5/2 であり、これら色彩刺激は副交感神経側に作用が傾いていることがわかった。

小さい面積と大きい面積の LF/HF 成分を比較すると、全体に小さい面積条件より、大きい面積条件で高い値を示しており、交感神経側に作用が傾いていることが確認された。

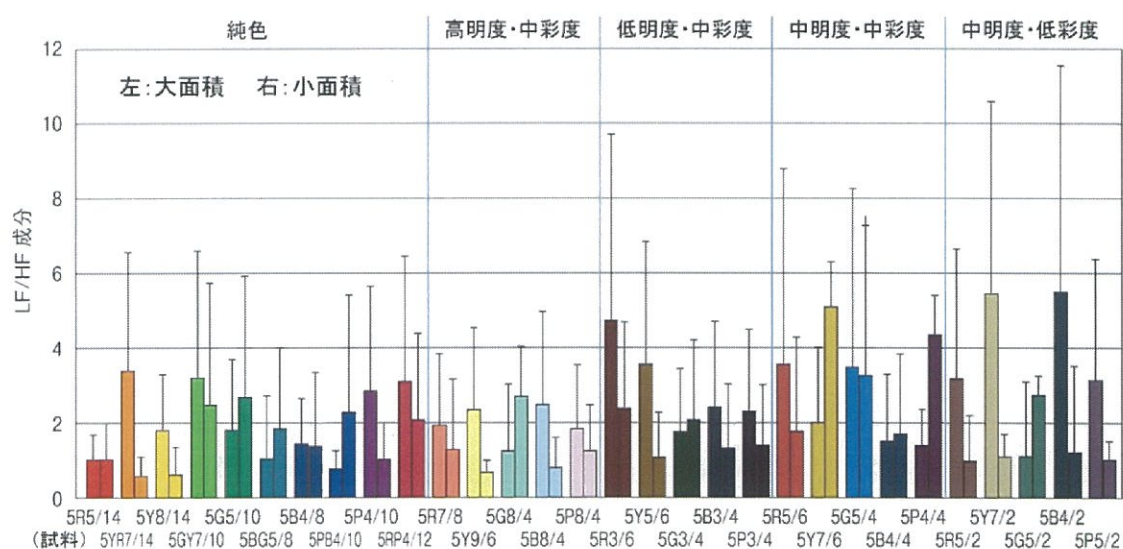


図 4-8 面積の違いによる平均 LF/HF 成分

(3) 心理評価

(i) 因子負荷量

面積の違いによる評価について因子分析を行うため、主因子解によるバリマックス回転を行い、因子負荷量を表 4-2 に示した。

小さい面積では、第 1 因子は「陽気な－陰気な」「うきうきとする－しみじみとする」「元気が出る－疲れる」「落ち着いた－うわついた」「軽い－思い」などの因子負荷量が高く、これらの因子を「活動性」の因子とした。

第2因子は「涼しい－暖かい」「清々しい－息苦しい」「くつろぐ－圧迫される」などの因子負荷量が高く、「くつろぎ」の因子とした。第3因子は「好きな－嫌いな」「愛らしい－憎らしい」「穏やか－激しい」「ストレスを感じない－ストレスを感じる」などの因子負荷量が高く、これらの因子を「評価性」の因子とした。第3因子までの累積寄与率は

89.2%であり、小さい面積による色彩イメージは「活動性」「くつろぎ」「評価性」の3因子で表すことができた。

大きい面積条件では、2つの因子が抽出された。第1因子は「くつろぐー圧迫される」「穏やかー激しい」「ストレスを感じないーストレスを感じる」「のどかなーいらいらする」「清々しいー息苦しい」「快いー不快」「好きなー嫌いな」「美しいー醜い」「涼しいー暖かい」の因子負荷量が高く、これらの因子を「くつろぎ・評価性」の因子とした。第2因子は「陽気なー陰気な」「うきうきとするーしみじみとする」「元気がでるー疲れる」「愛らしいー憎らしい」「軽いー重い」「広く感じるー狭く感じる」「落ち着いたーうわついた」の因子負荷量が高く、「活動性」の因子とした。第2因子までの累積寄与率は81.9%であり、大きい面積の色彩イメージは「くつろぎ・評価性」「活動性」の2因子で表すことができた。大きい面積は、小さい面積の「くつろぎ」と「評価性」の因子が統合された形を示した。

表 4-2 小さい面積によるイメージ(因子負荷量)

小さな面積

因子	評 定 項 目	因子負荷量			因子の 解釈
		Fac 1	Fac 2	Fac 3	
I	陽 気 なー陰 気 な	0.94	0.06	0.17	活動性
	うきうきとするーしみじみとする	0.90	0.21	0.13	
	元 気 が 出 るー疲 れ る	0.86	-0.11	0.36	
	落 ち 着 いたーう わ つ いた	-0.80	0.28	0.43	
	軽 いー重 い	0.74	0.59	0.26	
	広 く 感 じ るー狭 く 感 じ る	0.62	0.61	0.37	
	美 し いー醜 い	0.62	0.38	0.59	
II	涼 し いー暖 か い	-0.19	0.89	0.06	くつろぎ
	清 清 し いー息 苦 し い	0.29	0.82	0.45	
	く つ ろ ぐー圧 迫 さ れ る	0.24	0.67	0.66	
	の ど か なーいらいらする	0.12	0.66	0.57	
III	好 き なー嫌 い な	0.11	0.19	0.90	評価性
	愛 ら し たー憎 ら し い	0.53	0.23	0.70	
	穏 や かー激 し い	-0.33	0.61	0.66	
	ス ト レ ス を 感 じ ないー感 じ る	0.28	0.63	0.65	
	快 いー不 快	0.47	0.57	0.61	
固有値		9.62	3.67	0.98	
寄与率 (%)		60.10	23.00	6.10	
累積寄与率 (%)		60.10	83.10	89.20	

(ii) 因子得点

小さい面積、大きい面積による因子得点を図 4-9、図 4-10 に示した。

小さい面積の場合、第1因子「活動性」の因子は、純色の赤:5R5/14、黄赤:

5YR7/14、黄:5Y8/14、中明度・中彩度の黄:5Y8/6 など、彩度の高い R～YR 系が正に位置し、得点が際立って高いため活動性のイメージを最もよく表現する色であるといえる。反対に、低明度・中彩度の赤:5R3/6、黄:5Y5/6、緑:5G3/4、青:5B3/4、中明度・低彩度の緑:5G5/1 など、暗い色は負に位置した。高明度で鮮やかな暖色系の色は活動性を高め、暗い色は活動性を低下させる傾向にある。

第 2 因子「くつろぎ」の因子は、高明度・中彩度の緑:5G8/4、青:5B8/4、純色の青緑:5BG5/8、青:5B4/8、中明度・低彩度の黄:5Y8/2 などが、正に位置し、純色の赤:5R5/14、黄赤:5YR7/14、赤紫:5RP5/12、低明度・中彩度の赤:5R3/6 は、負に位置した。純色や高明度の G～B 系の色はくつろぎを高め、純色、低明度・中彩度の R 系はくつろぎを低下させる傾向にある。

第 3 因子「評価性」の因子は、高明度・中彩度の赤:5R7/8、中明度・低彩度の赤:5R5/2、純色の青:5B4/8、赤紫:5RP5/12、高明度・中彩度の黄:5Y9/6、中明度・中彩度の青:5B4/3 などが、正に位置し、純色の紫:5P3/10、中明度・中彩度の紫:5P3/4、低明度・中彩度の紫:3P3/6、純色の黄:5Y8/14、黄緑:5GY7/12 などが負に位置した。

大きい面積の場合、第 1 因子「くつろぎ・評価性」の因子には、純色の青:5B4/8、青緑:5BG5/8、高明度・中彩度の赤:5R7/8、黄:5Y9/6、緑:5G8/4、青:5B8/4、中明度・低彩度の黄:5Y8/2 などが正に位置し、明るく鮮やかな B 系や、高明度の色刺激が「くつろぎ・評価性」を高めている。反対に、純色の赤:5R5/14、紫:5P3/10、純色の黄赤:5YR7/14、黄:5Y8/14 などが負に位置し、高彩度の P～Y 系の色刺激が「くつろぎ・評価性」を低くする。

第 2 因子の「活動性」の因子には、純色の黄赤:5YR7/14、黄:5Y 8/14、赤紫:5RP5/12、高明度・中彩度の赤:5R7/8、黄:5Y9/6、中明度・中彩度の黄:5Y8/6 の明るく鮮やかな RP～Y 系の色刺激が正の得点を示した。反対に、純色の緑:5G5/10、中明度・低彩度の赤:5R5/2、緑:5G5/1、青:5B4/2、紫:5P5/2、低明度・中彩度の黄:5Y5/6、緑:5G3/4 など、暗くて彩度の低い G 系の色刺激が負の得点を示した。

佐藤ら¹⁾は、単色を見た場合の感情因子について検討を行い、「活動性」の因子には、彩度の影響が大きく、彩度が高くなればなるほど活動性も高くなる。「評価性」の因子には、彩度と明度が高いほうが評価性も高く好まれると報告している。本結果では、両面積のイメージ構造は、やや異なるが、イメージに及ぼす色の要因で共通して

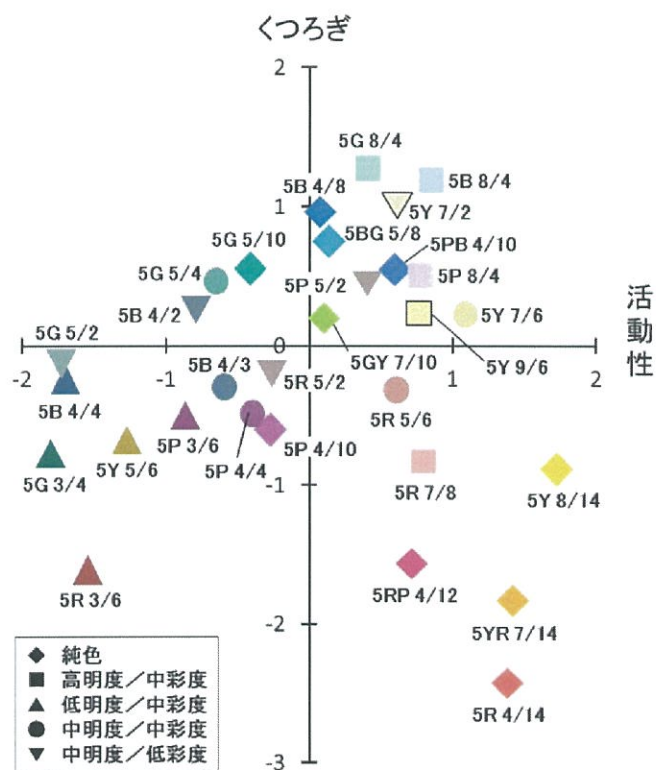


図 4-9 小さい面積(因子得点)

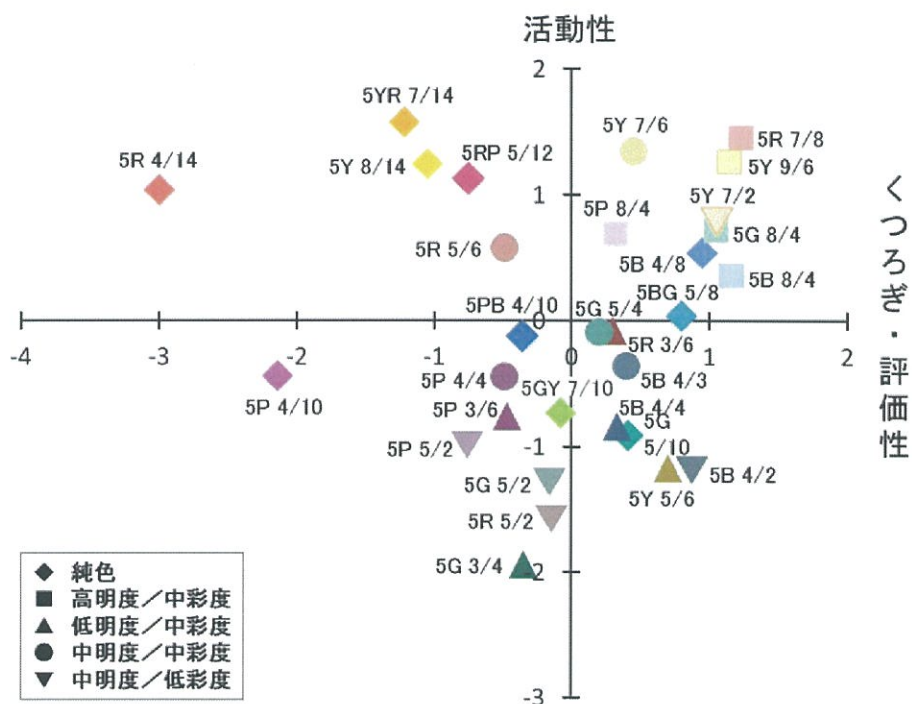


図 4-10 大きい面積(因子得点)

おり、「活動性」の因子を高めた色光刺激は高明度であり、鮮やかな RP～Y 系であった。「評価性」の因子については、明るく鮮やかな B 系の色と高明度の色光刺激が「くつろぎ・評価性」の因子を高めており、一致する結果となった。

また、面積効果については、佐川ら²⁾が、カラーTV モニターを使用して、単一色のランダムパターンの面積率を変化させ心理効果を検討している。色彩の面積が増えると快適性の評価が低下していく傾向を示すが、色の種類による差は顕著ではないと報告している。しかし、本結果では、「活動性」の因子を低下させる色光刺激は、面積条件により違いがみられた。小さい面積条件においては、低明度の色彩刺激が「活動性」の因子を低める傾向にあったが、大きい面積条件では、彩度の低い暗いG系が活動性を低めており、色相の効果が認められた。

(4) 心理的評価と生理的反応評価の関係

(i) α 波含有量と因子得点との関係

α 波含有量を従属変数とし、因子得点を独立変数とし重回帰分析を行った。その結果を表 4-3 に示す。

小さい面積において α 波含有量を喚起するのは、全チャンネル部位において 5% 有意水準で、第 1 因子「活動性」の因子であった。この因子の標準偏回帰係数は、マイナス(－)値を示しており、「活動性」の因子が負の傾向にあるとき、 α 波含有量は喚起されることが確認された。

第 2 因子「くつろぎ」の因子は、中心部位 (C3・C4) と後頭部位 (O1・O2) においては 5% 有意、後頭部位 (P3) においては 1% 有意であり、標準偏回帰係数は、プラス (+) 値である。「くつろぎ」の因子が正の傾向にあるときは α 波含有量が喚起されることが明らかとなった。しかし、「評価性の因子」においては、関係が認められなかった。

表 4-3 因子得点と α 波含有量の重回帰分析

小面積	活動性		くつろぎ	
Fp1	-0.438	*		
Fp2	-0.375	*		
C3	-0.389	*	0.410	*
C4	-0.342	*	0.397	*
P3	-0.341	*	0.448	**
P4	-0.440	*		
O1	-0.344	*	0.421	*
O2	-0.349	*	0.390	*

** ≤ 0.01 * ≤ 0.05

大きい面積においては、第 2 因子「活動性」の因子において、後頭部位(O1)のみ -0.430 と 5%有意で、標準偏回帰係数がマイナス(－)値を示し、「活動性」の因子が負の傾向にあるとき、 α 波含有量が喚起されることがわかった。

以上より、小さい面積において、心理評価と α 波含有量とに高い水準で有効性が認められ、活動性が低く、くつろいだ気分するとき α 波含有量が高くなると考えられる。

(ii) 心拍スペクトラム解析結果と因子得点との関係

HF 成分より、小さい面積は、精神的負荷が示唆される純色の黄赤:5YR7/14、黄:5Y8/14、低明度・中彩度の赤:5R3/6、中明度・低彩度の緑:5G5/1、紫:5P5/2 をみると、「活動性」の因子得点が紫:5P5/2 を除き、黄赤:5YR7/14、黄:5Y8/14 は正の方向、緑:5G5/1、赤:5R3/6 は、負の方向に分布した。これは「活動性」の因子が低くても、高くても精神的負荷を感じていることを示したが、「くつろぎ」「評価性」の因子には、系統性が認められなかった。

大きい面積では、精神的負荷が示唆される色刺激は、純色の黄:5Y8/14、高明度・中彩度の黄:5Y9/6、青:5B8/4、低明度・中彩度の赤:5R3/6、黄:5Y5/6、紫:5P3/6、中明度・中彩度の赤:5R5/6、中明度・低彩度の紫:5P5/2 である。「活動性」の因子得点が紫:5P5/2 を除き、他の色彩刺激は正の方向にあり、「活動性」の因子が高いと精神的負荷に影響を与えるものと推察される。

4.1.3 考察

通常、脳波は、開眼・閉眼、光や音などにより顕著に減少または、消失を示す(α 波抑制)⁸⁾とされているが、 α 波は、後頭部に優勢に出現し、振幅も後頭部で最大を示し、開眼でも全被験者の後頭部において、 α 波含有量が顕著に喚起されていた。

また、色光刺激による α 波含有量と心理評価の関係では、小さい面積は、色光刺激のメトリッククロマである Cuv^* が、高値になるほど、頭部全体で心理評価の「活動性の因子」を高め、 α 波含有量を抑制することが示唆されたが、これは色光刺激の彩度による生理反応から、想起された心理評価であると考えられる。

大きい面積条件では、色相が赤系統より緑、青、紫へ移行するほど、「活動性の因子」を低め、後頭部位で α 波含有量を喚起することが明らかになり、色光刺激の色相の G～P 系は心理と生理をリラックスした状態に導くと考えられる。また、色相による影

響がみられることから、後頭葉での色彩視による視覚処理機能の働きの示唆された。これは、Fox と Raichele¹³⁾が、チェッカー模様をいろいろな頻度で点滅させ、V1 野に対応する後頭部の局所脳血流量の測定結果と、脳波での測定結果と似た結果を得ている。また、Guryas, B¹⁴⁾らは、PET による局所脳血流量の測定で、色刺激が後頭部の副側面だけでなく、後頭部外側面の部位にも血流量増加を引き起こすことを報告しており、本研究においても後頭葉での α 波含有量は、色彩視による大脳皮質の視覚野における情報処理機能の働きを示していると推察される。

色彩刺激と周波数ゆらぎ特性の関係は、大きい面積において純色や中明度・低彩度の G~P 系の色刺激が、リラックスした状態に導き、後頭部位で「活動性」を低めて α 波含有量が喚起し、心理と生理をリラックスした状態に導いており、前頭部位でのゆらぎ特性の結果と適合していると考えられる。これは、色光刺激の色相が、視覚情報として入力され、後頭葉の視覚野で色処理がなされ、側頭連合野を伝播し、前頭連合野へ神経情報として伝達される経路と同じであり、これら色光刺激による後頭部位の α 波含有量と前頭部位の α 波の周波数ゆらぎ量から、「活動性」と「くつろぎ」という心理評価と、色彩視による視覚情報の働きとの関連が示唆された。

色光刺激の、HF 成分と α 波の周波数ゆらぎ量への影響の検討では、副交感神経側に傾き、 $1/f$ ゆらぎを示している色刺激は、色光刺激を見ることで、生体が安静状態であり、快適に感じていることがわかった。また、色光刺激により、交感神経活動側に傾き、 $1/f$ ゆらぎを示している色刺激は、よい意味で生体が興奮状態にあり、快適に感じていることが明らかになった。

また、両面積において、純色、中明度・中彩度、低明度・中彩度の紫は、心理評価において「評価性」の因子が低く、高い評価を示す生理反応とは異なった結果を示した。しかし、積極的にリラックス効果を求める時などには、 $1/f$ ゆらぎを有する刺激は、心地よさなど心理反応にプラスの感情を与えることになると推察した。こうした色光刺激を積極的に使用することは有効であると考えられる。

そして、色光刺激に対する自律神経活動評価と、 α 波含有量による前頭部位での $1/f$ ゆらぎをあわせ、生体の反応評価を行うことは、生体が快適に感じる時に、安静状態か興奮状態かの指標となり、本研究によって、そのときの生理状態を明らかにすることができたと言える。

4. 2 室内空間の色が人体に及ぼす影響

4.2.1 実験計画

(1) 室内色の選定

実空間での人体の心理・生理反応を検討するため、マンションの一室6畳を使用し、ソファとテーブルを配置した。ソファの色は、N7のグレーの布とし、形状に合わせて覆った。そして、壁紙、カーテン、カーペットで構成された生活空間を、6 種類の色刺激で統一した。これらの色は、前章の結果から、脳波の α 波含有率が高い色を選定し基準色とした。

色の選定については、無刺激な色ではなく、ある程度刺激のある色を求め、同時に部屋として居心地のよい色にすることに配慮した。選択した基準色は、5R7/8、5Y8/6、5G8/4、5B4/8、5P8/4、2.5Y8/2 の 6 色である。しかし、実物の壁紙、カーテン、カーペットの色は、基準色に対して正確に該当する色はなく、色見本帖から基準色に基も近い色を選択した。

使用する色は、色彩色差計(ミノルタ製 CR200)を用いて測色した。表 4-4、図 4-11 に示す。これらを以後、色相から判断してピンク(R)、黄(Y)、緑(G)、青(B)、紫(P)、オフホワイト(w)と呼ぶ。なお、各色相に対して、明度と彩度は、うすい色、明るい色、浅い色、灰みがかった薄い色、くすんだ色である。

表 4-4 室内空間を構成する色

基準色		室内箇所					
色名	マンセル記号	壁		カーテン		カーペット	
ピンク	5R 7/8	9.6R	6.3/5.7	4.0R	6.4/6.3	6.1R	4.3/4.0
黄	5Y 8/6	2.4Y	8.5/3.5	1.8Y	8.2/3.1	4.7Y	6.4/3.2
緑	5G 8/4	8.2GY	7.4/1.4	2.2G	7.1/1.1	0.4GY	5.0/0.8
青	5B 4/8	3.8PB	6.4/8.9	4.8PB	4.7/7.8	4.6PB	2.5/6.6
紫	5P 8/4	5.7P	7.0/5.0	3.8P	6.1/6.3	7.5RP	5.3/2.1
オフホワイト	2.5Y 8/2	4.2Y	8.1/1.4	2.0Y	8.2/0.7	1.1Y	6.2/1.6



図 4-11 室内空間を構成する配色

(2) 実験手続

生理反応評価実験として、脳波測定と心電測定を行った。測定方法は、このとき 4.1 節と同じ方法で行う。被験者は、色覚正常の女子学生(21~22 才)15 名で、脳波と心電を装着後、部屋の端中央に置かれた椅子に、閉眼で窓側のカーテンに向かって楽に腰かける。窓のカーテンは閉めた状態で、外部の環境が視野に入らないようにした。部屋の照明は、HITACHI ハイラムミック D32 形 30W (FCL32EX-D/30)の昼白色蛍光灯(色温度 5000K)を使用し、照度 1100 lx とした。平均室内温度 25℃、湿度 60% である。

気分が落ち着いた後、閉眼 2 分、開眼 2 分、閉眼 2 分の計 6 分の脳波、心電を測定した。実験所要時間は 1 回につき約 30 分、色替え毎に 6 回繰り返した室内の壁紙、カーテン、カーペットの色替えは、1 色について 15 名の被験者が実験を終了した後にいった。

測定後、脳波解析は、開眼 60 秒間の室内色空間における色彩刺激の α 波含有率と $1/f$ ゆらぎ係数を求めた。心電は、心拍変動スペクトル解析より LF、HF 成分を算出し、精神的負荷について LF/HF 成分比より自律神経のバランス傾向を探った。

心理評価実験は、生理反応評価実験終了後、同一色空間内において同一被験者が、各色空間のイメージに対して、「調和のとれたー不調和な」「個性的なー平凡な」「居心地がよいー居心地が悪い」など、明るさ、色合い、純度、嗜好性、快適性などを考慮した 18 形容詞対によって、SD 法で 7 段階評価した(表 4-5)。そして、形容詞の評定平均値を変数として主因子法による因子分析を行い、バリマックス回転を施して、固有値が 1 以上の因子を抽出し、因子負荷量と室内色空間別の因子得点を求めた。

4.2.2 実験結果

(1) 脳波

(i) 色空間と α 波含有率

測定部位における α 波含有率平均値の推移と標準偏差を図 4-12 に示す。図の左側は左脳、右側に右脳を示す。

前頭部位(Fp1/Fp2)から後頭部位にかけて α 波含有率が増加する傾向が認められ、後頭部位(O1・O2)で高値を示す。全体にみると、左脳では、黄、ピンクにおいて α 波含有率が高く、右脳では、紫が目立って α 波含有率の割合が高いことがわかる。

しかし、各室内色空間の平均 α 波含有率は、標準偏差が大であり、個人差があるものと推察される。

そこで、各被験者がいずれの色空間において、最も α 波が喚起されるかを調べるために、頭部測定部位全体の α 波含有率の合計値を用いて、被験者 15 名を個人別に各色空間に順位をつけて比較した。これを図 4-13 に示す。

α 波含有率において、黄空間が 1 位の被験者は 5 名(被験者 No.: α 波含有率の合計値を示す。No.4:382.7、No.5:451.4、No.8:196.2、No.9:83.7、No.11:227.5)、オフホワイト(No.6:233.2、No.7:111.2、No.10:233.7)、ピンク(No.1:335.3、No.12:178.8、No.14:121.4)、青空間(No.2:239.5、No.3:246.5、No.15:210.5)は各 3 名、紫空間(No.13:150.14)は 1 名、緑空間は無であった。これらの結果から若干の例外はあるが、黄、ピンク、オフホワイト、青の室内色空間は、 α 波含有率が高いと考えられる。

同様に、図 4-13 から、1・2 位を合計した上位 2 位について占める色空間について調べた。ピンク空間が 9 名と多く、黄空間が 7 名、オフホワイト空間は 6 名、青空間は 5 名、紫空間は 2 名、緑空間は 1 名であった。この結果から、黄、オフホワイト、ピンクの色空間は、 α 波による快適性、リラクゼーション効果が高いものと判断される。

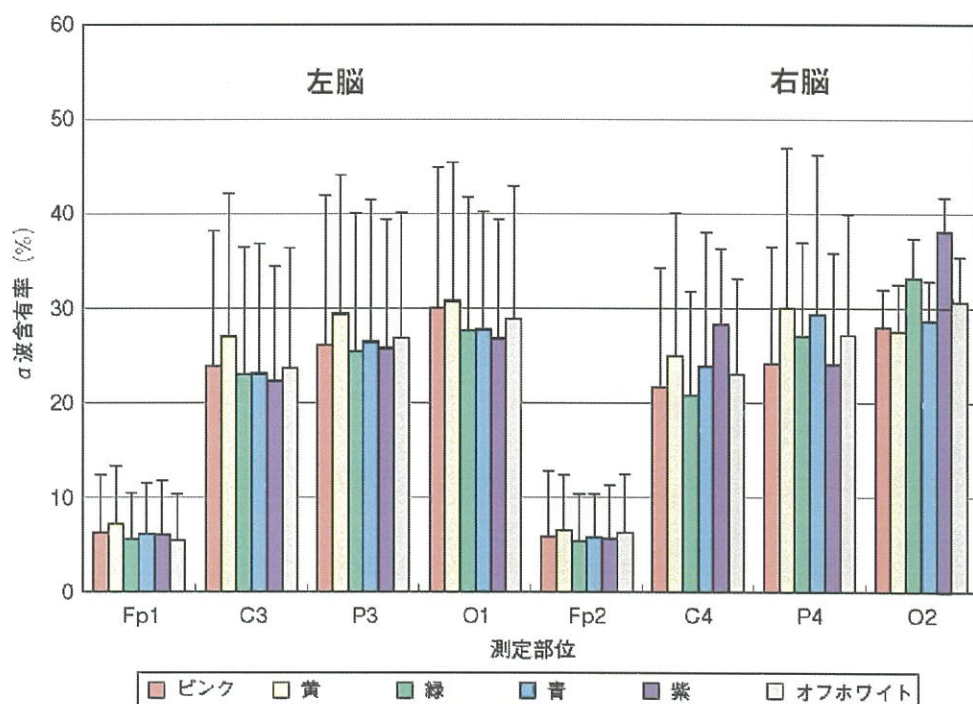


図 4-12 測定部位別に見た各室内色空間と α 波含有率平均値及び標準偏差

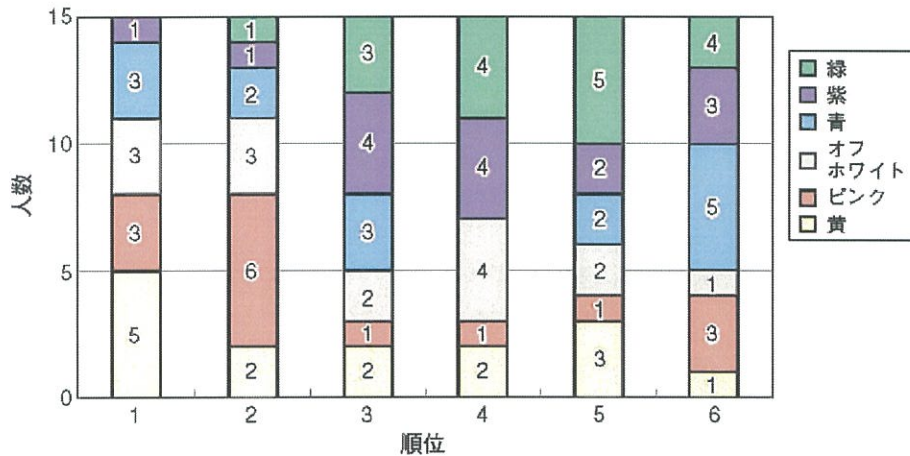


図 4-13 α 波含有率順位と室内色空間別に見た被験者数

反対に 5・6 位の下位をみると、緑と青空間が 7 名で最も多い人数を示した。その中でも、青空間は、順位の上位 (1～3 位) と下位 (5～6 位) に分離しており、個人差が認められる色空間であることが示唆された。そして、緑、紫空間の α 含有率は、他の空間に比べ低い傾向にあることがわかった。

これは、図 4-12 に示した α 波含有率平均値において、黄空間、オフホワイト空間が高く、ピンク空間は左脳で高く、青空間は右脳で高い結果を示しており、順位による個人の結果と、概ね対応していると考えられる。

先述の色光刺激における研究結果では、5R7/8、5R5/6、5R3/6 の赤、5Y8/6 や 5Y5/6 の黄は、緑、青の高明度・中彩度に比較して α 波含有率が抑制された結果を得た。しかし、室内空間においては黄、ピンク、オフホワイトの色空間は、緑、青、紫の色空間に比べ、 α 波による快適性及びリラクゼーションの効果が高くなっている。これは、刺激対象となる色が、光源色か物体色かの相違によって、効果は異なるものと推察される。

(ii) 色空間と 1/f ゆらぎ

前頭部位 (Fp1、Fp2) における α 波サイクル周期 (α 波サイクルのゆらぎ) より、色空間の α 波の 1/f ゆらぎ値について検討した。1/f ゆらぎ値は、1 のとき最も快適性が高いと評価されている。本研究では、被験者 15 名中、前頭部位 Fp1、Fp2 のどちらか一方でもゆらぎ値が 0.7 以上 1.09 以下の値が得られた被験者数を図 4-14 に示した。

1 に近いゆらぎ値を示す被験者は、ピンク空間は 8 名、黄、紫空間は各 7 名であり、

青空間は6名、オフホワイト空間では5名、緑空間は4名であった。1/f ゆらぎ値から快適性を考察すると、ピンク、黄、紫の暖色系に近い色を使用した室内色空間が、快適と感じる傾向がある。

ピンクと黄空間は、 α 波含有率から快適性、リラグゼーション効果を示している。紫空間は、その効果は低い傾向であったが、1/f ゆらぎ値については快適性が認められた。色光刺激では、G～P の色相に 1/f ゆらぎを確認しており、ここでは紫空間のみ一致しているが、ピンクと黄空間は結果に差異があり、刺激対象となる色の相違により、生体反応に生ずる快適性は異なってくることが推察される。すなわち、生理面において快適と感じていても、人体の同じ部分に表出してくるものではないことが示された。

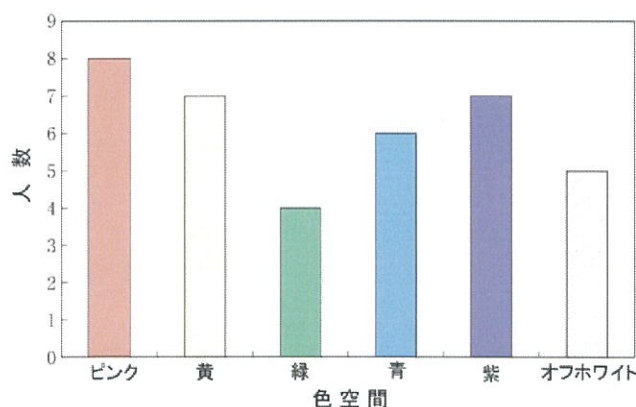


図 4-14 室内色空間と 1/f ゆらぎ値 ($0.7 < 1/f < 1.09$) を示した被験者数

(2) 色空間と心拍変動スペクトル解析

心拍変動スペクトル解析は、副交感神経を示す HF 成分と、交感神経 LF 成分と副交感神経のバランスを示す LF/HF 成分を求めた。HF 成分は、高値ほど精神的負荷が少ないことを表し、LF/HF 成分は、1 以下の数値において快適性であることを表している。被験者 15 人の平均結果を、図 4-15 に示す。

HF 成分が高い色空間は、黄、ピンク、紫空間であり精神的負荷が少ない。オフホワイトは、HF 成分が低値であり、精神的負荷を有している。これは 1/f ゆらぎと一致した傾向を示した。

LF/HF 成分の平均値は、1 より低いことから、オフホワイト、ピンク空間は副交感神経側に傾き、緑空間は6色の色空間では、最も交感神経側に傾いていることがわかつ

た。そして黄、青、紫空間は、その中間の値を示している。これより、ピンク、黄、紫空間から生ずる HF 成分と $1/f$ ゆらぎは、生体をよい意味で快い興奮状態に導くものと考えられる。

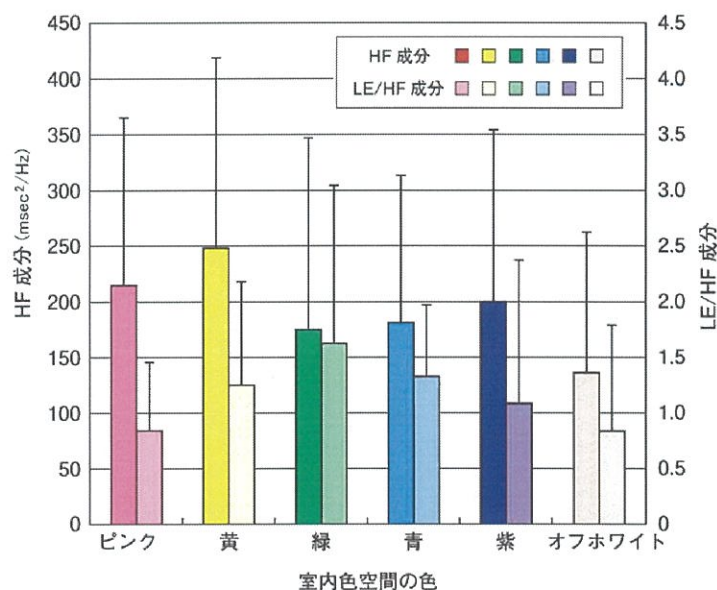


図 4-15 HF 成分・LF/HF 成分の平均値

(3) 心理評価

主因子法による因子分析によって室内色空間のイメージを解析した。因子負荷量を表 4-5 に示す。

第 1 因子は選出した多くの評価語が集まっている。「快い—不快な」「好き—嫌い」「居心地がよい—居心地が悪い」などの因子負荷量が高く、これを「くつろぎ・評価性」の因子とした。第 2 因子は「明るい—暗い」に加え、第 1 因子でも因子負荷量が高い値を示す「ストレスを感じない—ストレスを感じる」「陽気な—陰気な」「刺激的な—平静な」などを考慮して「活動性」の因子とした。第 3 因子は「暖かい—涼しい」「はっきりした—ぼんやりした」などの因子負荷量が高く「寒暖」の因子とした。第 3 因子までの累積寄与率は 69.6%であり、室内色空間のイメージは「くつろぎ・評価性」「活動性」「寒暖」の 3 因子で構成される。

平均因子得点を求め、図 4-16 に示した。横軸を示す「くつろぎ・評価性」の因子が高い空間は、黄とオフホワイトの空間であり、ピンクと緑の色空間は中庸、紫と青の空間は低いイメージである。縦軸を示す「活動性」の因子が高い空間は、ピンク

表 4-5 室内空間のイメージ(因子負荷量)

因子	評 定 項 目	因子負荷量			共通性
		Factor 1	Factor 2	Factor 3	
I くつろぎ 評価性	快 い—不快 い	0.90	0.04	0.12	0.82
	好 き—嫌い	0.88	0.19	0.04	0.80
	居心地がよい—居心地が悪い	0.87	0.00	0.09	0.77
	くつろぐ—圧迫される	0.86	-0.10	0.05	0.76
	ストレスを感じない—ストレスを感じる	0.81	-0.60	0.11	0.68
	軽い—重い	0.73	0.03	0.14	0.55
	調和のとれた—不調和な	0.73	-0.07	-0.03	0.54
	陽気な—陰気な	0.71	0.59	0.04	0.85
	落ち着きのある—落ち着きのない	0.71	-0.46	-0.02	0.71
	広く感じる—狭く感じる	0.68	-0.24	0.33	0.63
	上品な—下品な	0.65	-0.09	0.08	0.44
	刺激的な—平靜な	-0.64	0.59	0.01	0.76
	個性的な—平凡な	-0.63	0.45	0.04	0.61
	元気が出る—疲れ	0.61	0.46	0.24	0.64
II 活動性	明るい—暗い	0.60	0.61	0.07	0.74
III 寒暖	暖かい—涼しい	0.42	0.40	-0.67	0.79
	はっきりした—ぼんやりした	-0.42	0.43	0.62	0.75
	柔らかい—硬い	0.55	0.23	-0.59	0.70
固有値		8.91	2.20	1.43	
寄与率 (%)		49.50	12.20	7.90	
累積寄与率 (%)		49.50	61.70	69.60	

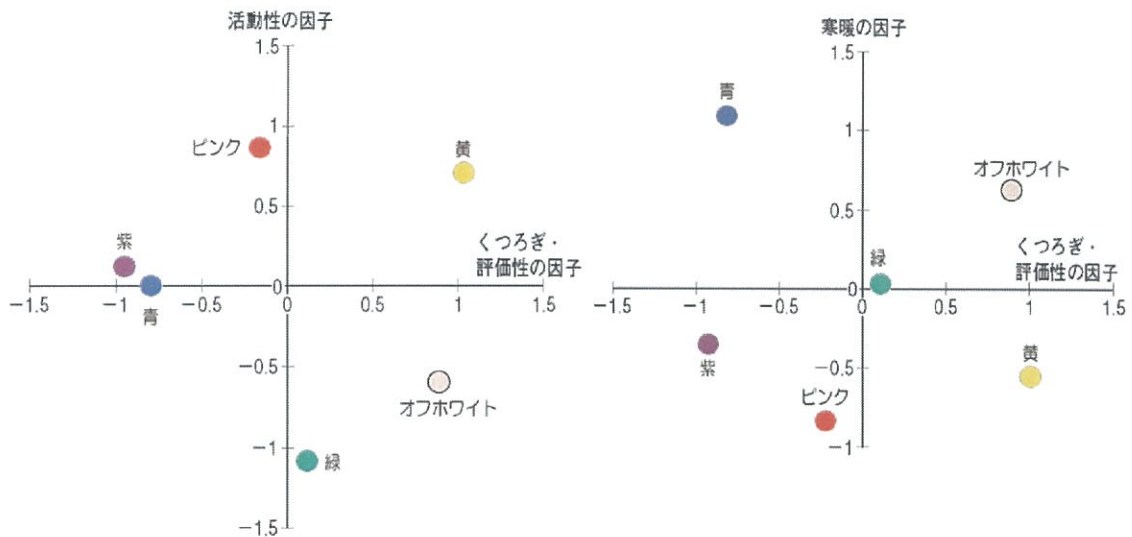


図 4-16 室内空間のイメージ(因子得点)

と黄空間であり、紫と青空間が中庸、オフホワイトと緑空間は低いイメージである。「寒暖」の因子では、ピンクと黄、紫の色空間は暖色系の性質を示し、緑空間は中庸、青とオフホワイトの色空間は寒色系の性質を示した。

4.2.3 考察

(1) α 波含有率・ $1/f$ ゆらぎ値と HF 成分、LF/HF 成分との関係

α 波含有率には、個人差があり、被験者別に α 波含有率合計値から順位をつけて色空間別に検討した結果、黄、ピンク、オフホワイトが高く、緑、青、紫が低い結果を示した。これは α 波含有率の 15 名の平均値の高低とほぼ一致する結果を示した。

室内色空間と周波数ゆらぎ特性では、吉田⁹⁾は、快適またはリラックスした状態での α 波の周波数ゆらぎにおいて、ゆらぎ周波数の逆数に比例して低下する $1/f$ ゆらぎが認められるものの不快な状態では、この特性が認められないと報告している。本実験において、 $1/f$ ゆらぎが認められたものにピンク、黄と紫の色空間があるが、これらは主に暖色系の性質を有している。

中枢神経活動を示す α 波含有率と自律神経活動を示す HF 成分・LF/HF 成分との関係は、重回帰分析を行い、標準偏回帰係数より検討した。結果を表 4-6 に示す。

α 波含有率と LF/HF 成分との関係は、頭頂部 P3、P4 から後頭部 O1、O2 において 5% 水準で有意性が認められた。この時、標準回帰係数が負の値を示すため、LF/HF 成分が 1 以下の場合、副交感神経と交感神経の作用において、そのバランスが副交感神経側に傾いており、 α 波含有率が高くなる関係が示唆された。同様に α 波含有率と HF 成分との重回帰分析を試みたが、有意性は認められなかった。

以上、生理的反応に基づき室内空間色を評価すると、オフホワイトとピンクは LF/HF 成分の平均値より副交感神経側に傾き、人体がリラックス状態となる。また HF 成分の平均値から、黄、ピンク、紫空間は、自律神経系において精神的負荷が少ないことが示唆され、 α 波による $1/f$ ゆらぎが確認できた。

表 4-6 α 波含有率と LF/HF 成分の関係

頭 部 位	C3	C4	P3	P4	O1	O2
標準偏回帰係数	-1.82	-1.69	-0.12	-0.22	-0.23	-0.25
有 意 確 率			*	*	*	*

* : 5% 有意

(2) 心理評価と生理評価との関係

心理評価である色空間のイメージは「くつろぎ・評価性」、「活動性」及び「寒暖」の3因子で構成されている。これを生理評価と対応させ、両者の関係を検討した。

α 波含有率が高い黄、ピンク、オフホワイトの室内空間は、くつろぎ効果を示した。因子分析の結果より、「くつろぎ・評価性」の因子の得点は、黄とオフホワイトがかなり高い因子得点を示すが、ピンクは中庸であった。しかしピンクは、1/f ゆらぎ、HF 成分、LF/HF 成分の生理評価において、くつろぎ効果や精神的負荷のない優れた快適環境を提供することが明らかになった。

そこで、「くつろぎ・評価性」の因子の形容詞対の評定平均値を表 4-7 に示し、ピンク、黄空間とオフホワイト空間について、差異の大きな項目に注目し比較した。

「刺激的な—平静的な」においてピンク空間は、評定平均値が 4.60、黄空間は 2.87、オフホワイト空間 2.20 である。「個性的な—平凡な」はピンク空間 4.60、黄空間 2.93、オフホワイト 2.20 である。ピンク空間は、黄やオフホワイト空間に比較して、刺激的、個性的な空間であり、「くつろぎ・評価性」の因子の得点低下をもたらすものであると考える。しかし、室内空間の色としては、刺激や個性が適度であり、落ち着いた空間が求められている。

緑の空間は、生理評価である α 波含有率は低い。また心理評価は刺激的な、個性的なの評定平均値が低いため、「くつろぎ・評価性」の因子得点は高値になる。

ピンク、黄、紫の空間は、共に「活動性」の因子の側に、「寒暖」の因子では暖の側に存在し、暖色系の性質を示し、3色ともに HF 成分が高値を示し、1/f ゆらぎがみられた。したがって、「活動性」と「寒暖」の因子には HF 成分と 1/f ゆらぎが、ともに関与するが、精神的負荷が少なく、生体はよい意味での興奮状態にあり、快適に感じる事が認められた。しかし、「活動性」の因子には「くつろぎ・評価性」の因子にみられる刺激的な、個性的なの影響もあり、「活動性」の因子が「くつろぎ・評価性」の因子にかわりを持つことも示唆された。

青空間は、 α 波含有率が高値を示す被験者と低値を示す被験者に分離し、本研究では、低い被験者の方に傾斜した結果となった。

以上のことから、室内色空間の快適性は色彩がもたらす生理的、心理的バランスの取れた状態において得られると考えられる。

表 4-7 形容詞対における色空間の評定平均値

形容詞対	色 空 間					
	ピンク	黄	緑	青	紫	オフホワイト
刺激的な—平静な	4.60	2.87	2.60	4.07	4.60	2.20
個性的な—平凡な	4.60	2.93	2.80	4.93	5.60	2.20
暖 かい—涼しい	5.60	5.67	3.60	2.73	3.67	3.60
明 る い—暗い	5.00	6.57	3.87	4.07	4.00	5.53

4. 3 まとめ

本研究では、対象の異なる色光による刺激と室内空間の色刺激を取り上げて、人に影響を及ぼす生理的側面より、中枢神経と自立神経の働きを検討し、心理的効果との対応性を追究した。

- (1) 色光において α 波含有量には、測定部位と面積の違いに影響が認められた。前頭部から後頭部において α 波が喚起され後頭部において顕著であった。
- (2) 小さい面積は、色光刺激の Cuv^* が高値になるほど心理評価の「活動性」の因子を高め、 α 波含有量が抑制された。大きい面積は、色光刺激の Huv^* が高値になると、 α 波含有量が喚起することが明らかになった。
- (3) 感情、情操に関わりのある前頭部位において、純色、中明度・低彩度の色光刺激で、色相のG～P系の α 波成分に1/f ゆらぎが認められた。大きい面積では純色である赤:5R5/14、青紫:5PB4/12、小さい面積では純色である黄赤:5YR7/14、高明度・中彩度の青:5B8/4 は、副交感神経側に傾いて1/f ゆらぎを示した。
- (4) 色光のイメージは、小さい面積では「活動性」「くつろぎ」「評価性」、大きい面積では「くつろぎ・評価性」「活動性」の因子で構築される。小さい面積では「活動性」の因子が負のとき α 波が喚起され、「くつろぎ」の因子は、後頭部位が正のとき喚起されることがわかった。
- (5) 実空間において心理・生理反応を検討した結果、室内空間の壁、カーテン、カーペットによる内装色の心理的イメージは、「くつろぎ・評価性」「活動性」「寒暖」の因子が抽出された。
- (6) 黄、ピンク、オフホワイト空間は α 波を喚起し、くつろぎ効果や快適性が高く、心理的には「くつろぎ・評価性」の因子を高める。ピンクの空間は「活動性」の因子とのバランスが影響するので注意が必要である。紫の空間においても同様である。

- (7) 暖色系のピンク、黄、紫空間は、1/f ゆらぎ、HF 成分が「活動性」と「寒暖」の心理的因子を誘導し、この色空間においては生体がよい意味での興奮状態にあり、快適性のある空間となる。寒色系の青、緑空間は、 α 波含有率および HF 成分ともに低値を示し、室内空間の快適性への効果は弱い。しかし、緑空間は刺激的・個性的な性質が弱く、「くつろぎ・評価性」の因子は増大する。ピンク、オフホワイト空間では LF/HF 成分が小さく、副交感神経側に神経活動が傾く傾向にあり、感情が人体に及ぼすことが明らかになった。

第4章 参考文献および引用文献

- 1) 佐藤昌子・皆川基・吉川研一:形状と色彩の感情効果に関する研究(第2報)その1 単色の感情効果とその色を幾何学文様に配色した場合の感情に及ぼす色面積の影響, 日本色彩学会誌, 20, 41-55(1996)
- 2) 佐川賢・清水豊:色彩パターンの心理評価 占有面積率・配色数・分布の効果, 日本色彩学会誌, 9, 19-29, (1995)
- 3) 佐藤仁人:住宅インテリアにおける基調色白色化の心理・生理的影響その2. 白やオフホワイトの壁面が脳派や主観評価に及ぼす影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 475-476, (2012)
- 4) 佐藤仁人:室内の窓や植栽・絵画が脳波などに及ぼす影響 執務空間における視環境の生理心理的影響に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 461, 87-95, (1994)
- 5) 仁科弘重・中本有美:観葉植物、花、香りが人間に及ぼす生理・心理的效果の脳波および SD 法による解析, 日本建築学会計画系論文集, 509, 71-75, (1998)
- 6) 鹿戸明・斉藤洋子:住宅のくつろぎ空間の色彩に関する調査研究 居間、浴室、自室の場合, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 249-250, (1997)
- 7) 納谷嘉信:産業色彩学, 朝倉書店(1980)
- 8) 吉田倫幸:脳波のゆらぎ計測と快適評価, 日本音響学会, 46, 914-919 (1990)
- 9) 吉田倫幸:脳波レベルから見た 1/f ゆらぎの意義, 日本 ME 学会誌, 8, 10, 29-35 (1994)

- 10) 早野順一郎:自律神経機能検査法, 日本自律神経学会編, 51-61(1995)
- 11) 大塚邦明:自律神経機能検査法, 日本自律神経学会編, 79-85(1995)
- 12) 大友英一:脳波判読テキスト, 文光堂(1979)
- 13) Fox.P.T. & Raichle.M.E.:Stimulus rate dependence of regional cerebral blood flow in human striate cortex, demonstrated by positron emission tomography, J. Neurophysiol., 51, 1109-1120(1984)
- 14) Guryas.B & Roland.P.E. : Cortical fields participating in form and colour discrimination in the human brain, Neuro Report, 2, 585-588 (1991)

第5章 生活場面における色彩効果の検討

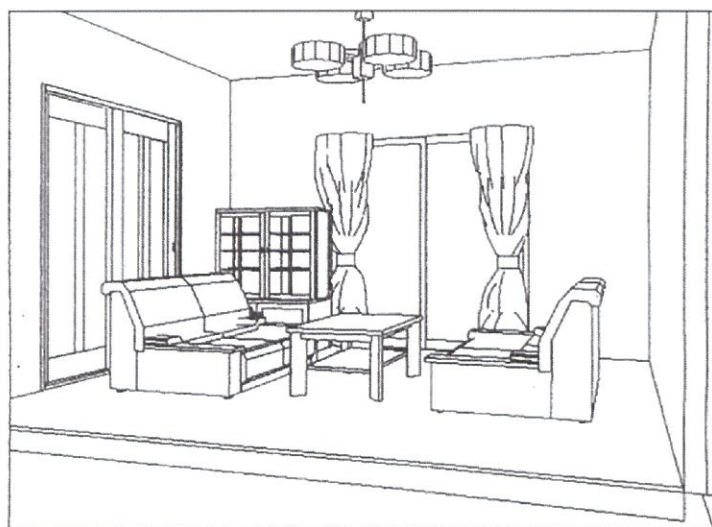
住宅は、家族が未来に向かって成長していく場所として、基本的な要素をそなえていなければならない。その中で家族が集って団らんを取る居住空間であるリビングは、憩いの場として快適な生活を送る場所として、大きな位置を占める。この空間のあり方は、大きな面積を占める壁、床、天井に加え、インテリアの色彩や形態による心理的な影響が大きく、一般的な住宅のインテリアにも高度な色彩感覚が求められるようになった。本章では、快適な室内空間を探るため、前章の実空間における心理・生理反応による影響を考慮して、リビングルームを3次元 CAD により作製し、ソファ、じゅうたん、カーテンに3色配色を施し、実空間に応用できる配色空間を提案した。

5.1 洋風リビングルームの配色調和

5.1.1 実験計画

(1) 試料の作成

洋風の8畳のリビングルームを3Dビジョン(3次元CAD)によって透視図を作成する。部屋の中にはソファ、カーテン、じゅうたん、テーブル、照明、サイドボードを配置した単純なものとする。作成した透視図を図5-1に示す。



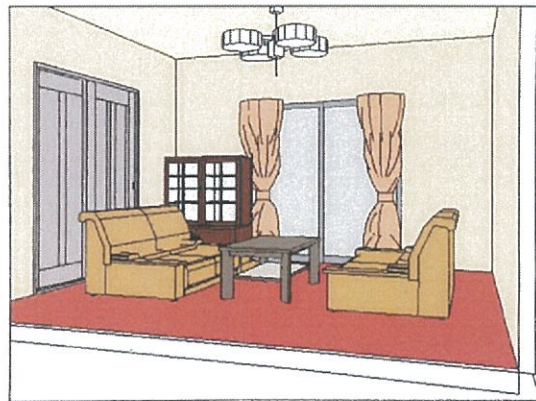
固定色

壁・天井	7.5YR 9/2
窓	N8
サイドボード	10R 4/4
照明	N 9/1
テーブル	5YR 5/2
扉	N6

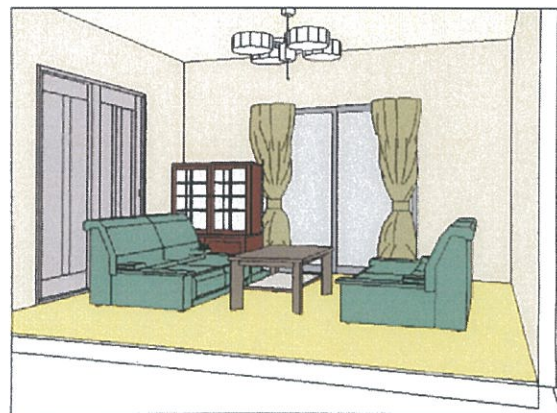
図 5-1 リビングルーム

(2) 色の選定

インテリア雑誌、インテリアカタログから、ソファ、カーテン、じゅうたんの3要素が含まれているリビングルームを取り上げる。多くの事例の中から3要素の色相の配色関係が同等、類似、対照、無彩色のものを選出した。表5-1に示す33配色例である。作製方法はC標準光源下で、3部位の色をJIS標準色票と照合して作り、HV/Cを記録した。このとき、リビングルームの壁、天井は7.5YR9/2、窓はN8、サイドボードは10R4/4、畳は5GY9/1、照明はN9と一般的な色を想定し、固定色とした。



試料 No.29 (じゅうたん 5R 6/4、カーテン 5YR 8/4、ソファ 10YR 7/4)



試料 No.33 (じゅうたん 10Y 8/4、カーテン 5Y 7/4、ソファ 10GY 6/2)

図 5-2 試料例

表 5-1 試料色

試料 No.	じゅうたん	カーテン	ソファー	3色配置の 色相関係	配 色
1	5R 4/12	10R 4/12	10YR 8/4	類 似	
2	5GY 5/4	10GY 7/8	5Y 9/1	類 似	
3	N 9	N 9.5	N 1	無彩色	
4	10GY 6/2	5Y 8/2	5R 4/12	類 似	
5	5R 4/15	N 9.5	10B 4/4	無彩色	
6	5G 8/2	5GY 9/2	10YR 7/4	類 似	
7	10YR 5/8	5PB 3/8	5Y 8/2	対 比	
8	10G 3/4	N 9.5	10R 3/4	無彩色	
9	5YR 5/2	5Y 9/2	5YR 8/2	類 似	
10	10BG 5/8	5Y 8/2	10BG 4/2	対 比	
11	10YR 4/4	5YR 2/2	10YR 8/4	同 等	
12	5B 6/8	10B 6/8	N 9.5	無彩色	
13	5YR 5/2	N 9.5	10B 6/2	無彩色	
14	5B 8/2	5Y 8/4	10B 6/8	対 比	
15	10YR 6/8	10YR 7/12	10YR 8/4	同 等	
16	5PB 7/2	N 9.5	10B 6/2	無彩色	
17	10YR 8/2	5R 8/4	5R 3/12	類 似	
18	5PB 5/4	10B 8/2	10YR 8/4	対 比	
19	5R 4/8	5G 3/2	5R 5/8	対 比	
20	10P 4/18	10B 3/8	10GY 6/12	対 比	
21	10YR 8/2	5YR 8/2	5GY 5/4	類 似	
22	10P 7/2	10B 5/8	10P 4/2	対 比	
23	10YR 6/8	N 9.5	5G 3/4	無彩色	
24	10P 4/4	N 9	10RP 4/12	無彩色	
25	5Y 7/4	5Y 3/4	5Y 9/1	同 等	
26	5RP 3/1	5Y 9/4	10Y 4/4	対 比	
27	10RP 6/4	5R 9/2	10RP 8/4	類 似	
28	5Y 8/2	N 9.5	5YR 3/2	無彩色	
29	5R 6/4	5YR 8/4	10YR 7/4	類 似	
30	5Y 9/1	N 8	10B 5/4	無彩色	
31	N 9.5	10BG 3/4	10B 3/8	無彩色	
32	5Y 9/2	10B 5/2	10B 3/2	対 比	
33	10Y 8/4	5Y 7/4	10GY 6/2	類 似	

(3)実験手続

3次元 CAD からコンピュータグラフィックス上にリビングルームの透視図を転送し、選択した色彩を視感的にモニター上の色と、C標準光源下に置いた色票を比較しながら色をインプットし、提示試料とした。そして、CRT ディスプレイ(21 インチ)に、33 組の色を配したリビングルームをランダムに提示する。

被験者は、視力(矯正を含む)、正常色覚女子 21~22 才の 45 名であり、実験はモニター上を見ながら、既報^{1)~3)}の研究を参考に、インテリア、室内の様子を表す 12 対の評定尺度を用いて、SD 法による 5 段階で判定した。評定尺度を図 5-2 に示す。

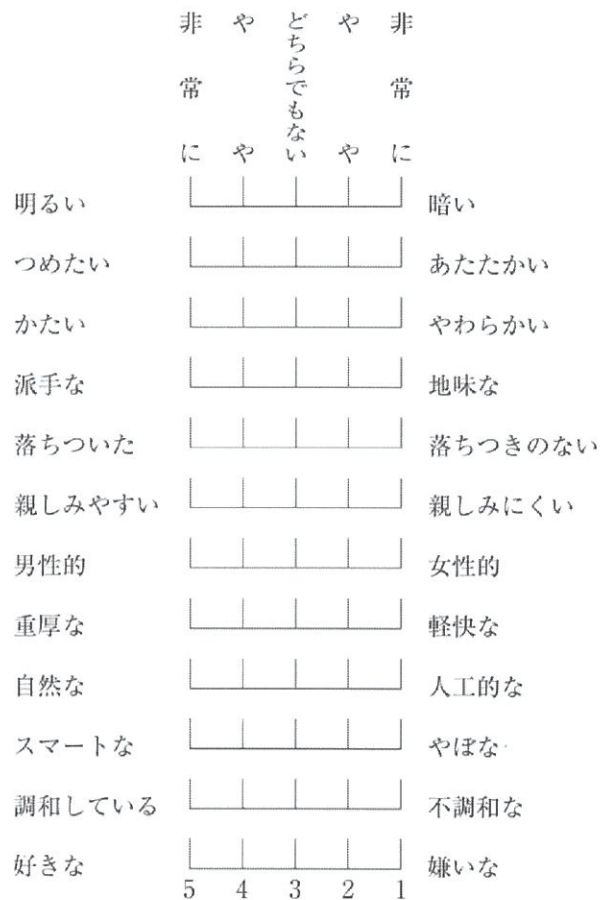


図 5-2 評定尺度

(4)解析方法

各試料について評定尺度毎の平均値を求め、これを変数として因子分析を行ない、因子負荷量と因子得点を算出し、リビングルームのイメージを求めた。そして、各々の

因子の因子得点を外的基準とし、配色における色相の組み合わせ、明度の組み合わせ、彩度の組み合わせを変量として数量化理論Ⅰ類⁴⁾より、リビングルームのイメージに影響を与える要因を分析した。

さらに、評定尺度を用いて試料間の相関係数を求め、これを類似性測度とみなすデータと、1から相関係数を引いた非類似性測度とみなすデータより多次元尺度構成法ALSCAL⁵⁾によって解析を行い、多次元空間の中に試料を位置付け、試料を規定している要因属性の構造を明らかにした。

5.1.2 実験結果

(1) リビングルームのイメージ

リビングルームのイメージを求めるために因子分析を行ない、因子負荷量と因子得点を求めた。因子負荷量を表5-2に示す。

第1因子は「落ちついた」「親しみやすい」「好きな」「自然な」「調和している」「スマートな」「地味な」の因子負荷量が高く、評価性の因子とした。第2因子は「軽快な」「明るい」の因子負荷量が高く、活動性の因子とした。第3因子は「つめたい」「男性的」

表 5-2 因子負荷量

形 容 詞 対	第 1 因子	第 2 因子	第 3 因子
落 ち つ い た — 落 ち つ き の な い	0.969	-0.198	-0.070
親 しみ や す い — 親 しみ に く い	0.942	0.158	-0.270
好 き な — 嫌 い な	0.930	0.229	0.214
自 然 な — 人 工 的 な	0.907	-0.046	-0.259
調 和 し て い る — 不 調 和 な	0.898	0.243	-0.193
ス マ ー ト な — や ば な	0.863	0.430	0.124
派 手 な — 地 味 な	-0.710	0.598	-0.241
重 厚 な — 軽 快 な	-0.194	-0.938	0.071
明 る い — 暗 い	0.056	0.884	-0.405
つ め た い — あ た た か い	-0.123	0.020	0.972
男 性 的 — 女 性 的	-0.090	-0.412	0.839
か た い — や わ ら か い	-0.416	-0.480	0.730
固有値	6.565	3.297	1.380
寄与率 (%)	54.7	27.5	11.5
累積寄与率 (%)	54.7	82.2	93.7

「かたい」の因子負荷量が高く、力量性の因子とした。第3因子までの累積寄与率は93.7%であり、リビングルームのイメージは「評価性」「活動性」「力量性」で構築されることがわかった。本研究の力量性の因子、活動性の因子、評価性の因子は、日原⁹⁾が行ったインテリア配色のイメージである第1因子コントラストとアナロジー、第2因子をライトとダーク、第3因子をバラエティとアイデンティティに相当した。

(2) イメージによる因子得点

イメージから求めた因子得点を図 5-3 に示し、1 軸と 2 軸、1 軸と 3 軸で表す。

1 軸の正の方向に位置する評価性の高い試料は、No.33(じゅうたん 10Y8/4・カーテン 5Y7/4・ソファ 10GY6/2、以下この順序で示す)、No.25 (5Y7/4・5Y3/4・5Y9/1)、No.16 (5PB7/2・N9.5・10B6/2)、No.9 (5YR5/2・5Y9/2・5YR8/2)がある。色相は YR(黄赤)～Y(黄)系が多く、色相、明度、彩度の配色関係が同等または類似であり、明度が比較的高く、彩度の低い試料が高い評価を得ている。

負の方に位置する評価性の低い試料には、No.20 (10P4/8・10B3/8・10GY6/12)、No.24 (10P4/4・N9・10RP4/12)、No.19 (5R4/8・5G3/2・5R5/8)があり、P(紫)を用いた配色や、P(紫)とGY(黄緑)、R(赤)とG(緑)のように色相の配色関係が対比のものが多くみられる。

2軸の活動性の正の方向には、No.12 (5B6/8・10B6/8・N9.5)、No.14 (5B8/2・5Y8/4・10B6/8)、No.15 (10YR6/8・10YR7/12・10Y8/4)等が位置し、活動性が高いことがわかる。いずれも配色における色相関係に系統性はみられないが、ソファ、カーテン、じゅうたんの各色の明度が高く、彩度も高く、リビングルーム全体を明るく見ていることがわかった。

活動性の低い試料である No.26 (5RP3/1・5Y9/4・10Y4/4)、No.8 (10G3/4・N9.5・10R3/4)、No.11 (10YR4/4・5YR2/2・10YR8/4)は、カーテンの明度が比較的高いが、じゅうたん、ソファともに明度、彩度が低いものである。

3軸の力量性の高い試料は、No.3 (N9・N9.5・N1)、No.12 (5B6/8・10B6/8・N9.5)、No.16 (5PB7/2・N9.5・10B6/2)、No.30 (5Y9/1・N8・10B5/4)であり、無彩色の配色と寒色の中に無彩色が含まれている配色である。力量性の低い試料として、No.1 (5R4/12・10R4/1・10YRB/4)、No.27 (10RP6/4・5R9/2・10RP8/4)、No.17 (10YR8/2・5R8/4・5R3/12)が分布するが、これらはすべて R(赤)を中心にした類似、

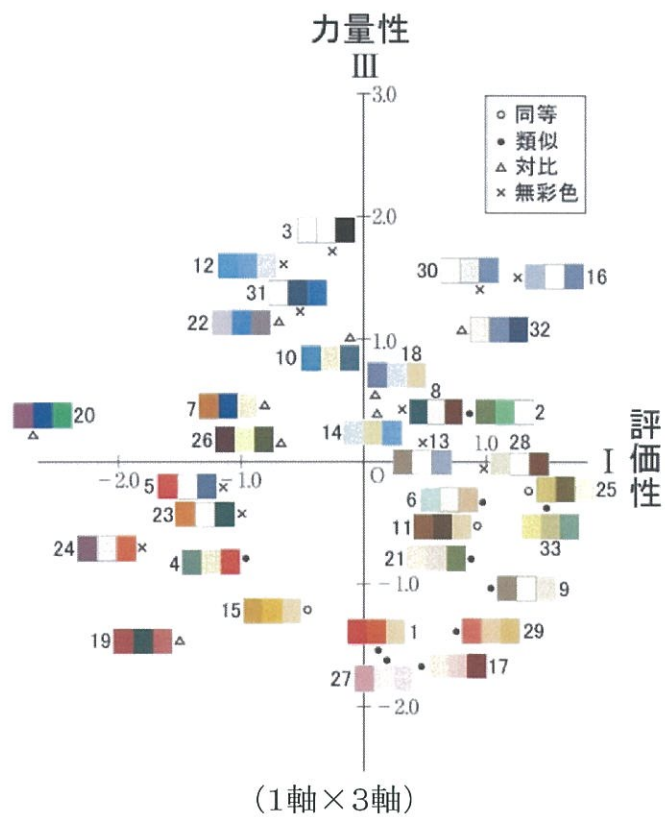
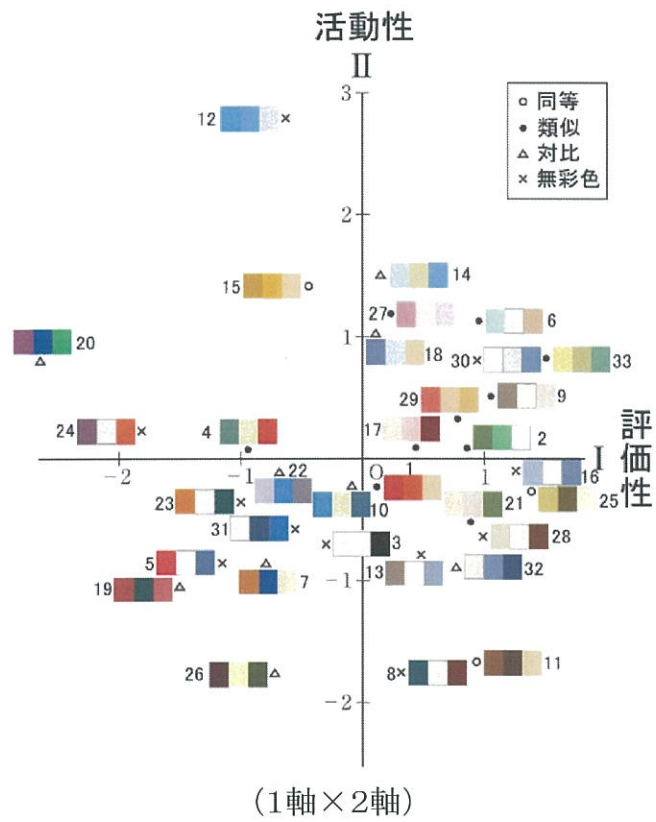


図 5-3 因子得点

または同等の配色関係であることがわかった。

各因子を特徴づける試料の配色内容は、各要素に固有な色が存在するという傾向はみられず、配色となる3色の組み合わせの影響が大きいことが明らかとなった。

(3) リビングルームの要因分析

次にリビングルームのイメージである評価、活動、力量性の因子に影響する要因について検討するため、因子得点を外的基準にして、色相の組み合わせ、明度の組み合わせ、彩度の組み合わせをアイテムとし、数量化理論1類を用いて要因分析を行った。結果を表 5-3 に示す。

評価性の因子においては、色相の組み合わせの偏相関係数 0.728、彩度の組み合わせ 0.806、明度の組み合わせ 0.595 を示し、それぞれ部屋のイメージに関与している。要因得点をみると、暖色2色に無彩色の組み合わせの要因得点が 0.588、暖色のみの組み合わせは 0.545、高明度のみの組み合わせ 0.388、低彩度の組み合わせが 0.380 と高い数値を示し、暖色系、高明度、低彩度が評価性の因子に貢献している。

活動性の因子では、明度の組み合わせ、および彩度の組み合わせの偏相関係数は 0.824 と 0.705 と高く、これらが活動性の因子に関係する。要因得点では、高明度の組み合わせが 0.773、高彩度の組み合わせ 1.178、高彩度の2色に低彩度の組み合わせ 0.991 が高い。また暖色・無彩色・中性色の組み合わせが 0.744 と高い数値を示し、高明度、高彩度の組み合わせが活動性の因子を高めている。

力量性の因子では、色相の組み合わせの偏相関係数 0.942、彩度の組み合わせは 0.618 である。要因得点は、寒色2色と無彩色の組み合わせが 1.501、中性色2色と寒色を組み合わせ 1.125、無彩色のみ組み合わせは 1.556 である。また低彩度の組み合わせは 0.219 である。寒色、無彩色、中明度、低彩度が力量性を高めている。これらは、因子得点の図で示した結果と大略一致した。重相関係数は3因子ともに、0.916、0.864、0.943 と高い数値を示し、リビングルームの要因はこれらで十分に説明できるものと判断した。

表 5-3 要因分析

因子 カテゴリー		評価性の因子		活動性の因子		力量性の因子	
		要因得点	偏相関係数 *レンジ	要因得点	偏相関係数 *レンジ	要因得点	偏相関係数 *レンジ
色相の 組合わせ	暖・暖・暖	0.545	0.728 *1.487	0.088	0.644 *1.330	- 1.116	0.942 *2.672
	暖・暖・中	- 0.267		- 0.856		- 1.034	
	暖・無・寒	- 0.150		- 0.270		0.452	
	暖・寒・暖	- 0.899		- 0.231		- 0.025	
	暖・無・中	- 0.880		0.744		- 0.198	
	暖・寒・寒	0.070		0.335		0.786	
	暖・無・暖	0.588		- 0.664		- 0.172	
	中・暖・中	0.038		0.146		- 0.160	
	寒・寒・無	- 0.172		0.468		1.501	
	中・寒・中	- 0.081		- 0.137		1.125	
無・無・無	- 0.638	- 0.699	1.556				
明度の 組合わせ	低・低・高	- 0.374	0.595 *0.762	- 1.105	0.824 *2.097	- 0.073	0.365 *0.384
	高・高・低	- 0.033		0.404		- 0.075	
	高・高・高	0.388		0.773		- 0.087	
	中・中・高	- 0.060		- 0.992		- 0.076	
	中・中・中	- 0.296		- 0.242		0.297	
彩度の 組合わせ	低・低・高	- 0.328	0.806 *2.737	0.267	0.705 *1.445	- 0.266	0.618 *1.390
	低・低・低	0.380		- 0.364		0.219	
	高・高・低	- 0.653		0.991		- 0.273	
	高・高・高	- 2.357		1.178		- 1.171	
重相関係数		0.916		0.864		0.943	

暖：暖色 寒：寒色 中：中性色 無：無彩色
低：低明度と低彩度 中：中明度 高：高明度と高彩度

5.1.3 考察

(1) 類似性による空間構成

ユークリッドモデルによる多次元尺度構成法を用いて解析し、類似性による空間構成を行った。結果を図 5-4 に示す。

1 軸の正の方向に No.33 (10Y8/4・5Y7/4・10GY6/2)、No.9 (5YR5/2・5Y9/2・5YR8/2)、No.29 (5R6/4・5YR8/4・10YR7/4)、No.6 (5G8/2・5GY9/2・10YR7/4)、No.21 (10YR8/2・5YR8/2・5GY5/4)、と No.25 (5Y7/4・5Y3/4・5Y9/1)、などが 1 グループに属する。これらを因子得点による分布と照合すると、「評価性」の因子(1軸)の

正の高い位置に存在した試料であり、「活動性」は原点からやや高い位置にあり、力量性はやや低い位置にあった。これは、黄赤(YR)～黄緑(GY)などによって構成され、色相差は類似であり、各構成色の明度が高く、彩度が低い配色である。

同様に左回りにみていくと、2軸の正の方向に No.28 (5Y8/2・N9.5・5YR3/2)、No.2 (5GY5/4・10GY7/8・5Y9/1)、No.11 (10YR4/4・5YR2/2・10YR8/4)、No.13 (5YR5/2・N9.5・10B6/2)、No.30 (5Y9/1・N8・10B5/4)、No.16 (5PB7/2・N9.5・10B6/2)、No.32 (5Y9/2・10B5/2・10B3/2)、No.8 (10G3/4・N9.5・10R3/4)が2グループに属している。これらは因子得点において、1軸の「評価性」の因子の正の方向に位置し、その値がやや低いものの集まりである。No.30を除いては、「活動性」が原点から負の方向に分布し、「力量性」は原点から正の方向に分布している。これらは G(緑)～B(青)系に無彩色の白、または 5Y9/2 などの明度が高く白に近い色を含む配色である。

1軸の負の方向には、3グループの No.26 (5RP3/1・5Y9/4・10Y4/4)、No.10 (10BG5/8・5Y8/2・10BG4/2)、No.3 (N9・N9.5・N1)、No.7 (10YR5/8・5PB3/8・5Y8/2)、No.31 (N9.5・10BG3/4・10B3/8)、No.22 (10P7/2・10B5/8・10P4/2)、No.5 (5R4/15・N9.5・10B4/4)などが位置している。因子得点と照合すると、これらは1軸の「評価性」の因子の原点に近い負の側にあり、「活動性」の因子は原点から負の方向にあり、「力

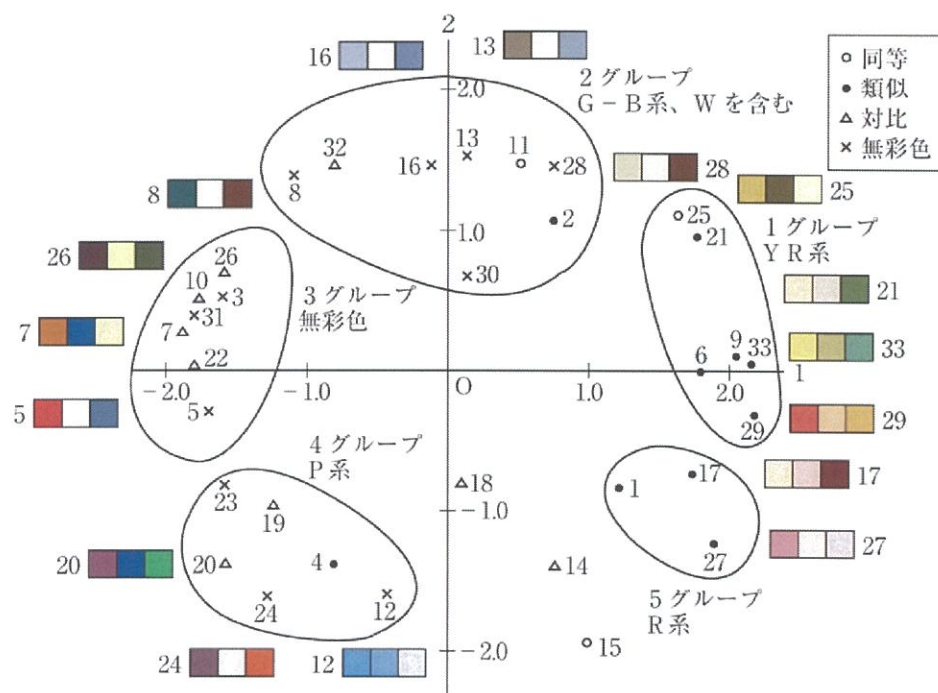


図 5-4 多次元尺度構成

量性」の因子は正の方向に位置する。その色相関係は、無彩色同士あるいは対比の配色である。

1軸と2軸が負である第3象限内には、No.23 (10YR6/8・N9.5・5G3/4)、No.19 (5R4/8・5G3/2・5R5/8)、No.20 (10P4/8・10B3/8・10GY6/12)、No.24 (10P4/4・N9・10R4/12)、No.4 (10GY6/2・5Y8/2・5R4/12)、No.12 (5B6/8・10B6/8・N9.5)、No.18 (5PB5/4・10B8/2・10YR8/4)が4グループを形成しており、因子得点の分布と照合すると、「評価性」が負を示し、「活動性」「力量性」の因子は中程度である。これらは、P系の色を含む対比関係にある配色である。

5グループは、第4象限にあり、No.27 (10RP6/4・5R9/2・10RP8/4)、No.17 (10YR8/2・5R8/4・5R3/12)、No.1 (5R4/12・10R4/12・10YR8/4)が位置する。因子得点から、これらは2グループと同じように「評価性」がやや高く、「活動性」が高いのに対して、「力量性」が低く、R系統の色を含む類似性の配色である。

このようにグループを規定している要因は、すべて「評価」性因子の高低が影響している。「評価性」が最も高い場合は、YR(黄赤)～GY(黄緑)の配色であり、次いでR(赤)系の配色である。これらは共に「活動性」がやや高く、「力量性」が低い。また、「評価性」のやや高いものには、力量性の低いG(緑)～B(青)系の配色があり、カーテンに白を配色することによって効果があがる。

このように類似性のグループを規定する要因は、「評価性」「活動性」「力量性」の3因子ともに関与するが、特に「評価性」の因子の高低と「活動性」の因子の高低とのバランスがリビングルームの室内調和のイメージに影響を及ぼすことが明らかになった。これは、前章の実空間で行った心理・生理反応の結果から、「くつろぎ・評価性」「活動性」において生理量との関係性が認められたことから、整合性のある結果が得られた。

そして、室内空間の色数が増し多色配色になるほど、室内全体の配色構成から生じる雰囲気イメージに決定すると考えられる。

5.2 まとめ

洋風リビングルームにソファ、カーペット、カーテンを配して、それらの配色調和感について検討した。

(1) リビングルームの色の感情効果は、「評価性」「活動性」「力量性」の3つの因子が

ら構築された。そのイメージはソファ、じゅうたん、カーテンの各構成要素に固有な色の配置によって決まるのでは無く、全体の配色構成によって生まれる雰囲気により決まることが明らかになった。

- (2) 「評価性」の因子には、各構成要素の色相が暖色、中性色によって構成され、色相差の関係は類似であり、構成色の明度が高く、彩度が低い場合に評価性が高い。無彩色の白や明度の高い色を含む配色も評価性が高い。
- (3) 「活動性」の因子には、各構成要素の明度が高く、彩度も高いものが関与する。「力量性」の因子には、無彩色と寒色が含まれた配色が貢献し、暖色系の場合は力量性が低くなる。
- (4) 全体と通じて、リビングルームのイメージには、主として「評価性」が関与し、評価性の最も高い配色は YR(黄赤)系の配色であり、つづいて G(緑)～B(青)系の配色に無彩色を加えたものであり、R(赤)系の配色もまた高い。無彩色同志の配色や対比の配色は、評価性が低いことが認められた。

第5章 参考文献および引用文献

- 1) 國嶋道子・梁瀬度子:室内構成材の雰囲気への影響に関する研究(2)室内装備的要因について, 人間工学, 21, 47-53(1985)
- 2) 高橋美果・古橋俊一郎・木下晃行・佐藤昌子:インテリアの構成要素が心理評価に及ぼす影響 住宅における色彩を中心として, 日本色彩学会誌, 26, SUPPLEMENT, 78-79(2002)
- 3) 高橋直喜・佐藤昌子・江見和明:インテリアにおける内装材の評価に関する研究 床材、壁材、建具の組み合わせの影響, 日本色彩学会誌, 26, SUPPLEMENT, 116-117(1995)
- 4) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎:SPSS 統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社, 166-179 (1977)
- 5) 三宅一郎・山本嘉一郎・垂水共之・白倉幸男・小野寺孝義:新版 SPSS[×]Ⅲ解析編 2, 東洋経済新報社, 156-195 (1991)
- 6) 日原もところ・児玉晃・松井英明:インテリア・カラーコーディネーション・システムにおけるインテリア配色モデルの研究, 色彩研究, 36, 10-13(1989)

第6章 結論

6.1 総括

本研究は、人間を取りまく生活環境の中で、人体に最も近い位置にある被服や、これを取り囲む室内空間から受ける色彩刺激による心理反応に対して、物理量、生理量を定量的に捉え、心理反応と物理量、心理反応と生理反応とを相互に関連させることで、生活環境に及ぼす色彩の影響を客観的に判断できる指標を見出すことを目的とした。そして、以下の知見を得た。

第1章においては、本研究の背景、目的を記述した。そこでは、色彩の本質を取り上げ、これまでの心理量の捉え方を説明した。そして、心理量には、感覚・知覚といわれる量的な心理量と、感情といわれる調和感、快適性といわれる情緒的、嗜好的な心理量が存在していることを述べた。これを踏まえ、色相・明度・彩度が直接、関わる感覚・知覚による色相弁別に関する研究、生活場面における配色調和、嗜好が関わる色彩の感情効果に関する研究、色彩の感情が人体に及ぼす心理的、生理的影響についての研究例を紹介した。これを基盤として、本研究の目的と範囲を示した。

第2章においては、色彩に対する反応の客観化の検討として、周辺視野の影響を受けない本来の色の見えを微視的評価と巨視的評価により心理知覚量を算出し、色相弁別閾と e_{ij} 型数量化法による空間構成から、両者の妥当性を明らかにした。さらに、人体の感覚・知覚に適合するように開発された色差式の検討を行い、知覚心理量と物理量との関連性を明らかにした。得られた知見は、次のようである。

- (1) 明度を一定とし、彩度を変化させた色相弁別閾は、主波長により選択的に弁別閾が大を示し、彩度の高いほど顕著にあらわれた。
- (2) 色相弁別閾の比より、極大値は、低彩度から高彩度に変化するに従い、主波長の短い側に移行するアブニー現象を確認した。色相を関数とした弁別閾の比は、彩度6と4の間に境界線が存在し、弁別感度が50%で変化するといわれる輝度純度の場合と類する結果を得た。特にGY、Y、YR、Rに差が認められた。
- (3) 彩度を一定とし、明度を変化させた色相弁別閾は、彩度変化による色相弁別閾よりも小さい。極大値は高明度から低明度に変化するに従い、主波長600nm付近

の長波長が短波長側、主波長 535nm 付近の短波長が長波長側に移行するベゾルト・ブリュッケ現象を確認した。

- (4) 色差式との対応は、均等知覚色空間を適用した色差式の適合性が、彩度変化、明度変化ともによりことを実証した。
- (5) 色差の空間構成より検討した巨視的評価は、全色相が2次元平面空間上に一巡して位置し、相向かい合う色相はマンセル表色系の知覚等歩度分割の反対色に該当した。隣接する色相は、G系・B系よりもR系・Y系の方が色の差をやや大きく知覚する。
- (6) 色相弁別閾を基にした微視的評価による色差の空間構成も、巨視的評価とほぼ同様の結果を示し、相関係数からも高い関係性が認められ、心理知覚量の精度の高さを確認した。
- (7) 色差の空間構成から求めた巨視的評価、微視的評価による知覚心理量と物理量との関連性は、CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$)の色差式ともに有意な水準で一致性をみた。特にマンセル色空間を基にした CIE1976 ($L^*a^*b^*$)との相関は適合性が良く、両者の妥当性を示すことが可能となった。

第3章においては、膚の色と服装色について調和実験を行い、パターン分類により膚の色に適した服装色を見出した。次いで生活場面における被服着装人物は、どのようにして知覚されるかについて、眼球運動と瞬間提示により検討を行った。得られた知見は、次のようである。

- (1) 膚の色と服装色を測色した結果、膚の色は主波長 577～595nm、刺激純度 13～42%の範囲に分布した。服装色は無彩色の出現が多く、次いで赤系統、青系統、黄系統、紫系統の順に出現した。
- (2) 膚の色に対する服装色のイメージは、「評価性」「活動性」「力量性」「すっきり」の4因子で構築された。
- (3) 膚の色に適した服装色をパターン分類した結果、配色調和には膚の色は、明度の高低を示す軸と膚の色系統を示す軸で表され、服装色はトーンを示す軸と色相を示す軸で表された。
- (4) 膚の色と服装色を対応させると、ナチュラル系の膚の色には赤、紫系統の v、b、d、dk、ltg、dpトーン、mGy 6.5、やや彩度の高いナチュラル系の膚の色には橙、黄系

統の dk、dp トーン、ブラウン系の膚の色には橙、黄系統の v、lt トーン、イエロー系の膚の色には赤、緑系統の p、b トーン、W 9.5 の服装色が調和した。

- (5) 心理評価と CIE1976 ($L^*a^*b^*$)、CIE1976 ($L^*u^*v^*$) の色差式より求めた色差との相関は、「調和している」における評価性因子において関係性が認められた。特に、メトリック明度差とは高い相関を示し、膚の色を明るくみせる服装色を最優先することが明らかとなった。
- (6) 生活場面をとりいれた被服着装状態において、連続提示法による眼球運動から被験者の注視性は、生活場面の相違により、個人の見方も変化していくことが確かめられた。場面に雰囲気に適した対象物が存在する場合と、違う場合では、眼球運動が異なり、被服の色に対して、赤や青の色に注視点が集まる誘目性の効果が認められた。
- (7) 瞬間露出法において完全知覚閾では、多くの対象物を知覚し全体を認識していく人、対象物を順次知覚していく人に分類され、被服の色は形よりも早く知覚される。なかでも赤の服は、発見のしやすさによる視認性の効果であると示唆された。

第4章においては、面積の違いによる色の見え方についての実験を、純色、高明度・中彩度、低明度・中彩度、中明度・中彩度、中明度・低彩度の色光を用い、中枢神経活動を示す脳波、自律神経活動を示す心電を測定して、生理反応と心理的効果との対応性を追究した。次いで、実空間において人体への影響を捉えるため、心理・生理実験を遂行した。得られた知見は、次のようである。

- (1) α 波含有量は、前頭部から後頭部において α 波が喚起され後頭部において顕著にあらわれる。
- (2) 小さい面積は、色光刺激のメトリック彩度 C_{uv}^* が高値になるほど、心理評価の「活動性」の因子を高め、 α 波含有量が抑制される。大きい面積は、色光刺激のメトリック色相 H_{uv}^* が高値になると、 α 波含有量が喚起することを確認した。
- (3) 感情、情操に関わりのある前頭部位において、純色、中明度・低彩度の色光刺激では、色相の G~P 系の α 波成分に 1/f ゆらぎが認められた。また、大きい面積では純色である赤、青紫、小さい面積では純色である黄赤、高明度・中彩度の青は、副交感神経側に傾いて 1/f ゆらぎを示し、生体は安静状態において快適に感じていることがわかった。

- (4) 小さい面積の色光刺激は「活動性」「くつろぎ」「評価性」の3因子、大きい面積では「くつろぎ・評価性」「活動性」の2因子が抽出された。小さい面積は「活動性」が負のとき α 波が喚起され、「くつろぎ」の因子は、後頭部位が正のとき喚起された。
- (5) 室内空間の壁、カーテン、カーペットによる内装色の心理的イメージは、「くつろぎ・評価性」の因子、「活動性」の因子及び「寒暖」の因子の3因子より構築される。
- (6) 生理反応と心理反応を対応させると、暖色系のピンク、黄、紫空間は、1/f ゆらぎ、HF 成分が「活動性」と「寒暖」の心理的因子を誘導し、この色空間では生体が良い意味での興奮状態にあり、快適性のある空間となることが明らかになった。
- (7) 寒色系の青、緑空間は、 α 波含有率、HF 成分ともに低値を示し、室内空間の快適性への効果は弱い。緑空間は刺激的・個性的な性質が弱く、「くつろぎ・評価性」の因子は増大することが認められた。
- (8) ピンク、オフホワイト空間では、LF/HF 成分が小さく、副交感神経側に神経活動が傾く傾向にある。明らかになった生理・心理評価の結果は、色彩を室内空間に取り入れる一助となると考えられる。

第5章においては、リビングルームにソファ、カーペット、カーテンを配した室内空間を 3D で作成して、3 色配色による調和感を感情効果より調べ、快適な住空間について検討した。得られた知見は、次のようである。

- (1) リビングルームの感情効果は、「評価性」「活動性」「力量性」の3因子から構築され、そのイメージはソファ、じゅうたん、カーテンの固有な色の配置により決まるのではなく、全体の配色構成により生じる雰囲気によって決まる。
- (2) 「評価性の因子」には、色相が暖色や中性色により構成され、色相差の関係は類似であり、明度が高く、彩度が低い場合に「評価性」の因子が最も高い。また、無彩色の白や明度の高い色を含む配色も「評価性」が高いことが示唆された。
- (3) 「活動性」の因子には、構成色の明度、彩度が高いものが関与し、無彩色と寒色が含まれた配色が貢献し、暖色系の場合は力量性が低くなることが認められた。
- (4) リビングルームのイメージには、評価性が高い YR 系の配色が関与し、次いで G～B 系の配色に無彩色を加えたものが好まれ、無彩色同志の配色や対比の配色は評価性が低い傾向を示すことを提案した。

以上より、生活環境における色彩が人体に及ぼす影響を明らかにするため、色の本来の見えを知覚心理量として捉えた。

色相弁別より、アブニー現象、ベゾルド・ブリュッケ現象を見出し、物理量との一致性を明らかにした。微視的色差と巨視的色差においても同様な色の見方を示すことを実証し、人体の視覚刺激の精度の高さを明確にした。

生活場面においては、誘目性や視認性を把握しておくことが必要であり、面積効果、配色調和の関係が色彩感情に及ぼす影響が強いことを明らかにした。この影響には、中枢神経や自律神経が関与し、快適性に寄与することを明らかにした。

6.2 今後の課題と将来への展望

本論では、生活環境の中で人体に及ぼす色彩の感覚・知覚、感情についての心理効果について、物理的側面、生理的側面と対応させて検討した。

微視的評価、巨視的評価による色相弁別閾は、これまで色光で行われた研究は多数あるが、物体色を使用した弁別閾を波長域で明らかにした例は少なく、これが検討課題であった。対象課題が物体色であるため、試料作製に時間を費やしてきたが、本研究の成果を活用して基本に即した試料が簡単に作成できれば、高齢者を対象とした色彩評価を行うことが可能となり、また、年齢による精度の違いも把握でき、採取したデータは、カラーユニバーサルデザインとして応用できる。

弁別による目視検査は、個人差や年齢、習熟度によって異なることが予測されたが、本研究結果から、赤、緑領域は弁別が難しく、黄領域は弁別が容易であることが検証されたので、今後、製品の色数や色見本に取り入れる色彩の選別に応用できる。また、機械的な流れ作業には時間的制約があるが、対象物の色によって目視時間の長短を設ければ、作業者の視覚からのストレス軽減も期待できる。

眼球運動を用いた実験では、注視点軌跡と停留点の測定となり、視線の動きのみを解析したが、現在は瞬き回数や瞳孔の大きさを求める機器が開発されており、さらに色彩刺激による知覚過程が高精度に読み取れる。この知見は、短時間で作業効率を上げなければならない色の弁別においても、眼球運動により対象物を探究する様子を把握することができるので、大いに役立つと考える。

心理反応と生理反応の関係性は、実験目的に適した色光とカーテン、カーペット、壁の色を変化させた実空間において検討した。こうしたデータは容易に得られないため、くつろぎ、活動性など、生活者の目的に応じた室内空間を考える際の参考にしてほしい。

色光実験で得られた知見は、病院や会社、学校などに活用できるが、人工光のため心身に与える影響がすべての人に一様ではないことを配慮しなければならない。例えば、赤色光は α 波含有量が抑制され、交感神経が活性化する。人体に対してストレスが生ずるが、幼稚園など子供たちが活動的に遊ぶ場所には

楽しい気分となるように取り入れることもよいであろう。一方、リラックスを求める高齢者には、赤色光は落ち着かない。このように対象者、持続時間、面積効果を考慮して色光を取り入れることができるように、視覚情報による定量的なデータの蓄積がさらに必要になってくる。

これまで色彩分野では、情報がどのように脳に伝達されるかについては、古くから生理面より検討されてきたが、今後は感情を把握する中枢神経や自律神経の測定により、色彩効果が客観的に解明されるチャンスになり得る。

本研究では、被験者は色覚正常な女子学生を対象としたが、男性も被験者として参加することは、データ値の平均がより一層充実したものになる。また、高齢者、色弱者に対するデータも、他の身障者といわれる人たちに比べ、一般に気づきにくいので、今後は幅広い被験者のデータ取りが必要である。

また、本論ではディスプレイやスクリーン上で試料を提示した。これは、心理評価実験を行う場合、扱う試料数の負荷を避けるため物体色を光源色で提示しているが、判定者が実在に近い状態で適切な判断を下すことができるよう、リアリティある提示方法を検討する必要がある。

参考文献および引用文献一覧

第 1 章

- 1) 国民経済白書:平成 25 年7月内閣府(2013)
- 2) 教育機器編集委員会編:産業教育機器システム便覧,日科技連出版社, 3-6 (1972)
- 3) 千々岩英彰:色彩学概説,東京大学出版会, 5-8(2001)
- 4) W.D.Wright, F.H.G.Pitt: Hue-discrimination in normal colourvision, Proceedings of the Physical Society, 46, 3, 459-473 (1934)
- 5) R.E.Bedford, G.W.Wyszecki: Wavelength Discrimination for Point Sources, Journal of the Optical Society of America, 48, 2, 129-130 (1958)
- 6) 内川恵二:継続比較による色弁別, 光学, 11, 600-606(1982)
- 7) 金子隆芳:周辺視野明度と色の純度差弁別について, 心理学研究, 29, 181-188 (1958)
- 8) Hiromi Uchikawa, P.K.Kaiser, Keiji Uchikawa: Color-Discrimination Perimetry, Color Research and Application, 7, 264-272 (1982)
- 9) 平井敏夫:色相差, 明度差, 彩度差の色差判断, 色彩研究, 27, 2-9, (1980)
- 10) 小松原仁, 平井敏夫, 島善一郎:物体色による色差評価(I), 色彩研究, 29, 2, 13-20, 1982
- 11) 小松原仁:物体色による色差評価(II), 色彩研究, 30, 8-16 (1983)
- 12) 小林孝彰, 柴野正樹, 成宮高志, 中山昌春, 池田紘一:色相・明度・彩度が相互に異なる色票の色差の評価, 平成 15 年度照明学会第 36 回全国大会講演論文集, 160-161 (2003)
- 13) 淵田隆義, W.B.Ccwan, G.Wyszeck: 有彩色背景における大色差評価, 日本色彩学会誌, 11, 3, 16-19 (1987)
- 14) H.Wang, G.Cui, M.R.Luo, H.Xu: Evaluation of Colour-Difference Formulae for Different Colour-Difference Magnitudes, Color Research and Application, 37, 316-325 (2012)
- 15) Robert Carter, Rafael Huertas : Ultra-Large Color Difference and Small Subtense, Color Research and Application, 35, 4-17, (2010)

- 16) 小松原仁, 後藤和昌, 景山弘一: 識別色差及び許容色差による色差式の性能評価 Part 1 低彩度領域における色差データ, 色彩研究, 41, 2-12(1994)
- 17) 小松原仁: 識別色差と許容色差に基づく色差式の性能比較, 日本色彩学会誌, 27, 12-18(2003)
- 18) 吉田豊彦, 下谷正夫, 福島稔: 大色差における色差値と官能評価の相関, 色材協会誌, 72, 674-679(1999)
- 19) 池田紘一, 中山昌春, 小原清成: 比率評定法による標準の光 A および昼光 D₆₅で照明された色票の知覚される色差と測色上の色差との比較, 日本色彩学会誌, 3, 12-22(1978)
- 20) 池田紘一, 中山昌春, 小原清成: 等明度・高彩度色票の測色上の色差と知覚される色差との対応, 照明学会誌, 66, 138-143(1982)
- 21) 中山昌春, 池田紘一, 小原清成: 彩度だけが異なる色票についての測色上の色差と覚される色差との比較, 照明学会誌, 70, 67-73(1986)
- 22) 矢野正, 下村洋子, 橋本健次郎, 金谷末子: 高齢者に色識別性 光色との関係, 日本色彩学会誌, 17, 107-118(1993)
- 23) Charles E. Osgood: Studies on generality of affective meaning systems, American Psychologists, 10, 10-28(1962)
- 24) Oyama T., Sooma I., Tomiie T. & Chijiwa H., : A factor analytical study on affective response to colors, Acta Chromatica, 1, 164-173(1965)
- 25) 浅野長一郎, 町原英, 納谷嘉信, 辻本明江, 側垣博明, 池田潤平, 難波精一郎, 平田素子: 3色配色の Semantic Differential による感情分析(その2 実験結果の因子分析による解析), 電気試験所彙報, 32, 195-220(1968)
- 26) 伊藤久美子: 服装における色彩調和に関する研究 色彩感情からみた配色, 日本色彩学会誌, 25, 183-192(2001)
- 27) 伊藤久美子: 同一色相内の二色配色の感情効果, 日本色彩学会誌, 28, 3-15(2004)
- 28) 伊藤久美子, 大山正: 異色相間の二色配色の感情効果, 日本色彩学会誌, 29, 291-302(2005)
- 29) 大山正, 宮田久美子: 2色配色の感情効果に及ぼす色相差・明度差・彩度差の効果, 日本色彩学会誌, 36, 277-282(2012)

- 30) 川合直子, 加藤雪枝, 梶山藤子: 幾何模様における配色のイメージ効果, 繊維製品消費科学会, 24, 492-496(1983)
- 31) 佐藤昌子, 皆川基, 吉川研一: 形状と色彩の感情効果に関する研究(第2報) その1. 単色の感情効果とその色を幾何学文様に配色した場合の感情に及ぼす色面積の影響, 日本色彩学会誌, 20, 41-55(1996)
- 32) 加藤雪枝, 梶山藤子: 2色配色の模様のイメージにおよぼす色と形の影響, 日本色彩学会誌, 6, 3, 8-14(1982)
- 33) 加藤雪枝, 梶山藤子: 花柄の配列と配色によるイメージの検討, 日本色彩学会誌, 8, 2, 3-10(1984)
- 34) 加藤雪枝, 梶山藤子: 被服における縞柄の配色効果, 繊維製品消費科学, 25, 167-173(1984)
- 35) 加藤雪枝, 梶山藤子: 被服における配色効果の研究(第1報) ブラウスとスカートの配色の感情効果, 家政学会誌, 31, 29-35(1980)
- 36) 吉岡徹: 被服における図柄のイメージ(第1報), 被服における図柄のイメージ, 家政学雑誌, 36, 793-802(1985)
- 37) 吉岡徹: 被服における図柄のイメージ(第2報) 和服における縞柄と色彩のイメージ計量, 家政学雑誌, 37, 1077-1084(1986)
- 38) 内藤章江, 小林茂雄: 女性用スーツの着装イメージと色彩効果, 繊維製品消費科学, 43, 659-668(2002)
- 39) 庄山茂子, 栃原裕: 高齢者の服装色に関するイメージ評価, 日本生理人類学会, 4, 3, 17-26(1999)
- 40) S. Shoyama, Y. Tochihara, J. Kim : Japanese and Korean Ideas About Clothing Colors for Elderly People (Intercountry and Intergenerational Differences), Color Research and Application, 28, 139-150(2003)
- 41) 柳瀬徹夫, 児玉晃, 近江源太郎: 膚色の感情効果に関する研究, 色彩研究, 18, 37-46(1971)
- 42) 鈴木恒夫, 棟方明博: 膚色の分類を行う際の心理的基準の解析, 日本色彩学会誌, 25, 2-11(2001)
- 43) 石原久代, 大澤香奈子: 若年女性の肌色とヘアカラーのコーディネート要因について, 名古屋女子大学紀要, 51, 家政・自然編, 1-10(2005)

- 44) 佐藤千穂:顔色の見えに及ぼすカラークロスの影響, 日本色彩学会, 21, 74-81 (1997)
- 45) 小木曾定彰, 乾正雄:Semantic Differential(意味微分)法による建物の色彩効果の測定, 日本建築学会論文報告集, 67, 105-113(1961)
- 46) 長町三生, 瀬沼勲, 岩重律子:室の雰囲気に関する感情分析, 人間工学, 13, 262-273(2001)
- 47) 落合信寿, 相馬一郎:住居空間の雰囲気に及ぼす色彩の心理効果 トーン型配色の検討, 色彩研究, 44, 2-8(1997)
- 48) 槇究, 澤知江, 小林美保:少数の色で構成された室内の印象評価, 日本色彩学会誌, 25, 262-273(2001)
- 49) 槇究, 澤知江:室内の雰囲気評価に及ぼす色彩・照明・素材の複合効果:, 日本建築学会計画系論文集, 516, 15-22(1992)
- 50) 日原もとこ, 児玉晃, 松井英明:インテリア・カラーコーディネーション・システムにおけるインテリア配色モデルの研究, 色彩研究, 36, 2-15(1989)
- 51) 國嶋道子, 山下紀子, 梁瀬度子:住宅居間における壁面色彩の視覚的效果に関する実験的研究, 日本建築学会論文報告集, 323, 87-92(1983)
- 52) 植松奈美, 田中宏子, 梁瀬度子:壁面家具の色彩が室内雰囲気に及ぼす影響に関する実験的研究, 人間工学, 26, 67-235(1990)
- 53) 稲垣卓造・飯島祥二:照明・色彩・光沢が室内の雰囲気評価と行為の選択に与える影響, 日本建築学会環境系論文集, 570, 8, 7-14(2003)
- 54) 佐藤仁人:住宅インテリアの色彩イメージに関する研究 年齢層に着目したインテリア要素, 外壁および単色色票の色彩イメージの比較, 日本建築学会環境系論文集, 628, 707-713(2008)
- 55) 佐藤仁人:居間のインテリアにおける色彩の居心地に及ぼす影響 学生と主婦層との比較による評価構造の分析, 日本建築学会環境系論文集, 668, 897-902(2011)
- 56) 村上早智子, 磯井佳子, 風間健:被服イメージの視覚判定の際の眼球運動, 繊維機械学会誌, 48, 252-259(1995)
- 57) 松下裕:一対比較時の選好再現性に関する確率推論モデル, 日本知能情報フアジイ学会誌, 24, 803-810, (2009)

- 58) 小林政司, 岡本幾子, 堀佳代子, 川本冬子, 佐藤昌子: スポーツウェアにおける色彩の誘目性に関する研究 CRT 画像に対する眼球運動の解析(その1, 単色について), 繊維製品消費科学, 40, 60-67(1999)
- 59) 岡本幾子, 川本冬子, 小林政司, 佐藤昌子, 堀佳代子: スポーツウェア衣料における色彩の誘目性に関する研究 CRT 画像に対する眼球運動の解析 その2. 2色配色について, 日本色彩学会誌, 19, SUPPLEMENT, 118-119(1995)
- 60) 合田奈緒子, 関口克明, 鈴木直行, 川浪大輔: 視環境評価における生理応答の導入に関する研究 その1. 眼球運動導入による心理学的手法の有効性の検討, 日本建築学会大会学術梗概集(九州), 695-696(1998)
- 61) 竹原広実, 井上容子: 印象評価と注視個所との関連 空間の印象評価と注視行動に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集(東海), 311-312(2003)
- 62) 渡邊洋, 足立公洋, 梅村浩之, 松岡克典: 先行する課題内容が高齢者の注意の瞬きに及ぼす影響, 人間工学, 40, 244-247(2005)
- 63) 山中仁寛, 中西由佳, 川上満幸: 若年者と高齢者の視覚情報処理における眼球運動の違いに関する研究, 日本生理人類学会誌, 13, 39-48(2008)
- 64) 三島孔明: 色彩に対する脳波特性に関する基礎的研究, 日本生理人類学会誌, 1, 57-62(1996)
- 65) 成瀬九美: 衣服の色彩が感情および行動に及ぼす影響, 日本生理人類学会誌, 3, 41-44(1998)
- 66) 富田陽祐, 山田由紀子: 室内の色彩が心理・生理へ及ぼす影響(その2. 呈示面積・配置の違いが生理反応, POMS の与える影響), 日本建築学会学術講演梗概集(近畿), 813-814(2005)
- 67) 石瀬加寿子, 百瀬桂子, 齋藤美穂: 壁面色の違いによる気分の変化および生理的效果に関する研究, 日本色彩学会誌, 32, SUPPLEMENT, 98-99(2008)
- 68) 板垣悦子, 桜木真智子, 高久田明: 「五感」と「血圧」の関係(Ⅲ) 視覚への刺激(色彩の影響), 共立薬科大学研究年報, 43, 29-35(1998)
- 69) 柏崎英徳: 室内配色画像モデル観測時における心理・生理的效果, カラーフォーラム JAPAN2009, 107-110(2009)

第2章

- 1) 日本規格協会・JIS 色票委員会監修: JISZ8721-¹⁹⁶⁴ 準拠標準色票, 日本規格協会, 標準色票解説, 13-22(1969)
- 2) 川上元郎・児玉晃・富家直・大田登: 色彩の事典, 朝倉書店, 44, (1999)
- 3) 福田保: 色の測定と応用, 日刊工業新聞社, 138-146(1962)
- 4) 日本色彩研究所編: 色彩ワンポイント 2 色彩管理の基礎, 日本規格協会, 50-54 (1993)
- 5) 和田洋平・大山正・今井省吾編: 感覚+知覚ハンドブック, 誠心書房, 40-43(1985)
- 7) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 267(1980)
- 8) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 263(1980)
- 9) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 135-137(1980)
- 10) R.Robertson: The CIE 1976 Color-Difference Formulae, Color Research and Application, 2, 7-11, (1977)
- 11) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 265-277(1980)
- 12) 梶山藤子・加藤雪枝・鬼頭あき子: 色差の検討, 家政学雑誌, 23, 337-342(1972)
- 13) 日本色彩学会編: 色彩用語辞典, 東京大学出版会, 13-14 (2003)
- 14) ミュラー, 田中良久訳: 感覚心理学, 岩波新書, 26-28(1966)
- 15) P.J.Bouma : Physical Aspects of Colour (Philips technical library), Macmillan, 204 (1971)
- 16) 福田保: 色の測定と応用, 日刊工業新聞社, 257(1962)
- 17) 日本色彩学会編: 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 267(1980)
- 18) 林知己夫: 統計数理研究所彙報, 9, 29(1961)
- 19) 林知己夫・駒澤勉: 数量化理論とデータ処理, 朝倉書店, 89-154(1983)
- 20) 太田登: 日本色彩学会誌, AIC トロイ大会(その 2)AIC '77, 3, 35-38(1978)
- 21) 高浜幸太郎・側垣博明・納谷嘉信: CIE LUV と CIE LAB 均等色空間に関する最近の話題, 照明学会誌, 64, 223~229 (1980)

第3章

- 1) 鈴木恒夫・棟方明博: 膚色の分類を行う際の心理的基準の解析, 日本色彩学会, 25, 2-11(2001)

- 2) 鈴木恒夫:好ましい膚色に及ぼすイメージの効果, 慶応義塾大学日吉紀要 自然科学, 10, 1-18 (1991)
- 3) 日本色彩研究所編:色の手帳, 日本色研事業所
- 4) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎:SPSS 統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社, 129-155 (1977)
- 5) 駒沢勉:多次元データ分析の基礎, 朝倉書店, 71-77(1979)
- 6) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎:SPSS 統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社, 194-209 (1977)
- 7) 納谷嘉信:産業色彩学, 朝倉書店, 106-111(1988)
- 8) 松本智美・足立章子・太田久美子・長谷川敬:ファンデーション評価における因子構造, 日本色彩学会誌, 18, 3, 205-211(1994)
- 9) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:着装状態における嗜好色の検討, 梶山女学園大学研究論集第 18 号第 1 部, 255-263(1986)
- 10) 鈴木恒夫:顔色の見えを規定する要因の解析, 日本色彩学会誌, 21, 3, 150-157 (1997)
- 11) 山本純子・加藤雪枝:生活環境における被服の色と形態の関係, 繊維製品消費科学, 31, 257-262 (1990)
- 12) 日本工業標準調査会:表面色の視感比較方法 JIS Z 8723-1988, 日本規格協会
- 13) 渡部叡・坂田春夫・長谷川敬・吉田辰夫・畑中豊彦:視覚の科学, 写真工業出版社, 43-45(1975)
- 14) DIVID NORTON and LAWRENCE STARK:視覚の心理学イメージの世界, 日経サイエンス社, 99-107(1975)
- 15) 福田忠彦・斉藤進:眼球運動によるものの見方の評価と定量化, 日本人間工学会誌, 22, 191-197(1986)
- 16) 大山正:心理学4知覚, 東京大学出版会, 182-183(1970)
- 17) 中村良夫:風景学入門, 中公新書, 36-37 (1989)
- 18) 神作博:色光の誘目性について, 照明学会雑誌, 51, 684-690(1967)
- 19) 近江源太郎:造形心理学, 福村出版, 97-98(1984)
- 20) 芦澤昌子・池田光男:色の目立ちの面積効果, 日本色彩学会誌, 18, 200-204 (1994)

- 21) 日本色彩学会編:新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 406-407 (1980)
- 22) 日本色彩学会編:新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会, 802-803 (1980)

第4章

- 1) 佐藤昌子・皆川基・吉川研一:形状と色彩の感情効果に関する研究(第2報)その1
単色の感情効果とその色を幾何学文様に配色した場合の感情に及ぼす色面積
の影響, 日本色彩学会誌, 20, 41-55(1996)
- 2) 佐川賢・清水豊:色彩パターンの心理評価 占有面積率.配色数.分布の効果, 日
本色彩学会誌, 9, 19-29, (1995)
- 3) 佐藤仁人:住宅インテリアにおける基調色白色化の心理・生理的影響その2. 白
やオフホワイトの壁面が脳派や主観評価に及ぼす影響, 日本建築学会大会学術
講演梗概集, 475-476, (2012)
- 4) 佐藤仁人:室内の窓や植栽・絵画が脳波などに及ぼす影響 執務空間における
視環境の生理心理的影響に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 461,
87-95, (1994)
- 5) 仁科弘重・中本有美:観葉植物、花、香りが人間に及ぼす生理・心理的效果の脳
波および SD 法による解析, 日本建築学会計画系論文集, 509, 71-75, (1998)
- 6) 鹿戸明・斉藤洋子:住宅のくつろぎ空間の色彩に関する調査研究 居間、浴室、
自室の場合, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 249-250, (1997)
- 7) 納谷嘉信:産業色彩学, 朝倉書店(1980)
- 8) 吉田倫幸:脳波のゆらぎ計測と快適評価, 日本音響学会, 46, 914-919 (1990)
- 9) 吉田倫幸:脳波レベルから見た 1/f ゆらぎの意義, 日本 ME 学会誌, 8, 10, 29-35
(1994)
- 10) 早野順一郎:自律神経機能検査法, 日本自律神経学会編, 51-61(1995)
- 11) 大塚邦明:自律神経機能検査法, 日本自律神経学会編, 79-85(1995)
- 12) 大友英一:脳波判読テキスト, 文光堂(1979)
- 13) Fox.P.T. & Raichle.M.E.:Stimulus rate dependence of regional cerebral blood
flow in human striate cortex, demonstrated by positron emission tomography, J.
Neurophysiol., 51, 1109-1120(1984)
- 14) Guryas.B & Roland.P.E.: Cortical fields participating in form and colour

discrimination in the human brain, Neuro Report, 2, 585-588 (1991)

第 5 章

- 1) 國嶋道子・梁瀬度子:室内構成材の雰囲気への影響に関する研究(2)室内装備的要因について, 人間工学, 21, 47-53(1985)
- 2) 高橋美果・古橋俊一郎・木下晃行・佐藤昌子:インテリアの構成要素が心理評価に及ぼす影響 住宅における色彩を中心として, 日本色彩学会誌, 26, SUPPLEMENT, 78-79(2002)
- 3) 高橋直喜・佐藤昌子・江見和明:インテリアにおける内装材の評価に関する研究 床材、壁材、建具の組み合わせの影響, 日本色彩学会誌, 26, SUPPLEMENT, 116-117(1995)
- 4) 三宅一郎・中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎:SPSS 統計パッケージⅡ解析編, 東洋経済新報社, 166-179 (1977)
- 5) 三宅一郎・山本嘉一郎・垂水共之・白倉幸男・小野寺孝義:新版 SPSS^xⅢ解析編 2, 東洋経済新報社, 156-195 (1991)
- 6) 日原もところ, 児玉晃, 松井英明:インテリア・カラーコーディネーション・システムにおけるインテリア配色モデルの研究, 色彩研究, 36, 10-13(1989)

謝 辞

本論文は、長年にわたり梶山女学園大学において取り組んだ研究をまとめたものです。

梶山女学園大学教授 藏澄美仁先生には、年齢を重ねるだけで浅学な私に、終始懇切丁寧なご指導、ご鞭撻を賜り、これまでの研究を論文として完成することができました。深く感謝申し上げます。藏澄先生には、遂行途中、生活科学をはじめ幅広い分野の専門知識と豊富な研究経験に基づいた緻密な研究手法、研究の進め方とともに、本研究について高い知見、新たな見方から貴重なご助言をいただきました。藏澄先生にめぐり会わなければ、またご指導とご理解がなければ、とても本論文の完成はみなかったものと痛感いたしております。心より感謝申し上げます。

梶山女学園大学教授 富田明美先生には、本研究の遂行にあたり貴重なご指示、ご助言を賜りましたこと、心より感謝申し上げるとともに厚くお礼申し上げます。富田先生は、豊富な知識と先見性のある見方や研究の方向性、包容力のあるご指導で常に親身になって、いつも暖かい励ましで背中を押していただきました。このたび論文としてまとめ完成できたのは、富田先生の十二分のお力添えがあったからです。心より感謝申し上げます。

梶山女学園大学教授 上甲恭平先生には、本論文に対し社会でご活躍されました経験にもとづく新たな知見から多くのご助言、ご指導を賜り、論文を完成するにいたりました。心より感謝申し上げます。

梶山女学園大学名誉教授 加藤雪枝先生には、学生時代からご指導を賜ってきました。本論文でまとめたものは、先生に多くの知識と考え方、研究手法を教授していただき、報告した論文です。現在、私が梶山女学園大学にあるのは、加藤先生のお教への賜物であり、このたび論文をまとめる機会にめぐまれ、これまでの恩に少しでも報いることができれば幸せに存じます。深く感謝申し上げます。

本学科の意匠・色彩学研究室を創設されました故梶山藤子先生には、色彩がもつ面白さを教えていただきました。本論文をまとめることで、恩に報いることができれば幸甚に存じます。

梶山女学園大学教授 雨宮勇先生、神戸女子大学准教授 大森正子先生には、共同研究を機にして現在の生理反応の実験を行う運びとなりました。よい機会を得ましたこと、深く感謝申し上げます。

最後に、本論文の被験者として多くの方にご協力をいただきました。皆様に感謝申し上げます。

発表論文一覧

I 審査付原著論文(本論文に関わるもの)

- 1) 加藤雪枝・橋本令子・梶山藤子:色差の検討(第2報)色相弁別におよぼす彩度の影響、家政学雑誌, 27, 544-548(1976)
- 2) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:色差の検討(第3報)色相弁別におよぼす明度の影響、家政学雑誌, 29, 245-251(1978)
- 3) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:色差の検討(第4報)巨視的評価による色差空間構成、家政学雑誌, 33, 50-57(1982)
- 4) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:肌の色と服装色との調和、家政学雑誌, 35, 414-424(1984)
- 5) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:色彩嗜好とファッション意識との関連性、繊維製品消費科学, 26, 295-301(1985)
- 6) 橋本令子・加藤雪枝:生活場面における被服の注視性, 日本色彩学会誌, 16, 148-155(1993)
- 7) 加藤雪枝・橋本令子:洋風・和風リビングルームの配色調和感, 日本色彩学会誌, 19, 43-49(1995)
- 8) 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, 50-63(2002)
- 9) 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, 16-25(2004)

II 審査付原著論文(本論文に直接関わらないもの)

- 1) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:女性の服装に対する意識と行動の検討, 繊維製品消費科学, 26, 6, 40-47(1985)
- 2) 橋本令子・加藤雪枝:被服着装状態における縞柄の面積と配色効果2色配色と3色配色, 日本家政学会誌, 42, 1073-1083(1991)
- 3) 橋本令子・加藤雪枝:個性による着装イメージの表現, 日本家政学会誌, 45, 639-648(1994)
- 4) 橋本令子・加藤雪枝:ファッション店舗のイメージに及ぼすディスプレイの効果, ファ

ッション環境, 7, 3, 33-41(1995)

- 5) 加藤雪枝・橋本令子:婦人服における類似性判断の解析, 繊維製品消費科学, 37, 249-255(1996)
- 6) 内藤章江・橋本令子・加藤雪枝:ビジネススーツの着装イメージと色彩効果, 繊維製品消費科学, 42, 863-871(2001)
- 7) 加藤雪枝・雨宮勇・橋本令子:被服の色彩が着用者の及ぼす心理的・生理的影響, 日本家政学会誌, 55, 7, 9-17(2004)
- 8) 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, 日本家政学会誌, 55, 7, 19-28(2004)
- 9) 内藤章江・橋本令子・加藤雪枝:衣服の呈示方法が着装者に及ぼす心理的・生理的影響, 繊維製品消費科学, 48, 255-264(2007)
- 10) 内藤章江・橋本令子・加藤雪枝:衣服の色彩と呈示方法が着装者に及ぼす心理的・生理的影響, 繊維製品消費科学, 48, 853-862(2007)

無審査論文(本研究に関わるもの)

- 1) 橋本令子・加藤雪枝・梶山藤子:服装色に及ぼす背景色の影響, 梶山女学園大学研究論集, 15 号1部, 219-227(1984)
- 2) 橋本令子・大森正子:素材の違いによる色相弁別白濁との関係, 梶山女学園大学研究論集, 自然科学編, 41 号, 109-119(2010)