

原 著

視覚遮断状況下の生体に及ぼす空間色の影響 -作業空間における色彩調節の有効性の検討-

木暮 ミカ, 植木 一範

明倫短期大学 歯科技工士学科

The influence of volume color upon the living body under visual deprivation - Examination of the effectiveness of color conditioning in work space -

Mika Kogure and Kazunori Ueki

Department of Dental Technology, Meirin College

歯科技工を行う作業空間は、精密な作業と正確な色の認識が出来、かつ疲労感やストレスを軽減できるように設計することが望ましく、その要因の一つに色彩調節がある。本研究の目的は、歯科技工室に適した色彩設計を考慮する基礎データとすることであった。目から入る色の情報を遮断し、赤色=熱い(炎)、青色=冷たい(水)といったイメージからくる先入観がもたらす心理的要因を排除した状態で、色(分光分布)の違いによる生理的变化を、20名の学生を対象として測定した。その結果、空間色が赤(長波長)の場合に比較して青(短波長)の場合、血圧・脈拍は時間とともに顕著に低下する傾向が見られた。さらに主観的感覚の申告に於いては、青の場合に於いて顕著に落ち着く傾向が見られた。

キーワード：色彩調節/空間色/電磁波/分光分布

It is desirable that work space doing dental technology is designed for precision work and accurate recognition of a color, and reducing fatigue and stress. "Color conditioning" is one of the factor.

The purpose of this study was to obtaine basics data to consider a suitable color design to dental laboratory. We put 20 students into states where by they were devoid of the psychological conditions brought about by colors such as red = hot (flame) and blue = cold (water) and measured the psychological changes that ocured with the different colors.

It was found that, when using blue (short wavelength), there was a much greater fall in pulse rate and blood pressure with time than when using red (long ware length)

Key words : Color conditioning, Volume color, Electromagnetic waves, Spectral distribution

緒 言

昨今の歯科医療の技術向上に伴い、オールセラミッククラウン、インプラント、顎顔面補綴など、より高度で精密な技術を必要とする歯科治療および技工が日常的に製作されるようになったが、このような補綴物の製作には長時間を要するので、必然的に

製作者である歯科技工士の集中力も製作時間に比例して長く保たなければならない。その結果、製作物の質が向上すればするほど歯科技工士の疲労・ストレスは増加することとなった。

このような疲労・ストレスを軽減させるために、歯科技工所の作業環境には様々な配慮がなされているのだが、そのひとつとして色彩設計を考える際の色

彩調節¹⁾が挙げられる。

従来より色彩効果に関しては、視覚伝導系を介して感じる色相感覚の変化が人体に与える影響は報告されてきているものの^{2)・4)}、色を単なる電磁波(可視放射)のスペクトル組成の変化として捉え、その周波数が生体にどのような影響を与えるかは研究の対象外であった。そこで本研究は、シールドルーム内を長波長寄りの波長範囲にある「赤色」にした場合と短波長寄りの波長範囲にある「青色」にした場合の2種類の条件下において、その色条件を伏せて入室させた被験者の脈拍・血圧の変化を計測し、視覚からの刺激を遮断した状態であっても色彩が生体にどの程度影響を与えるのかについて評価・検討を行ったので報告する。

研究方法

1. 対象

研究対象は、本研究の意義を説明したところ、賛同し協力を申し出てくれた明倫短期大学技工士学科の有志の学生から20歳代の男女10名ずつ計20名とした。

2. 材料と方法

シールドルームにて、照明の条件は照度と純度を一定にするため、実験に使用した蛍光灯は図1に示すような分光分布を持つNational社製カラー蛍光灯「FL40S・R-F(純赤色)」 「FL40S・B-F(純青色)」を使用、各色の蛍光灯4本を天面に設置し、床面に向かって垂直に照射し、室内の照度を床上2mで平均100luxとした。なおシールドルーム内の状態は、外部からの照明は完全に遮光されており、室温はエアコンディショナーにて26℃一定とした。

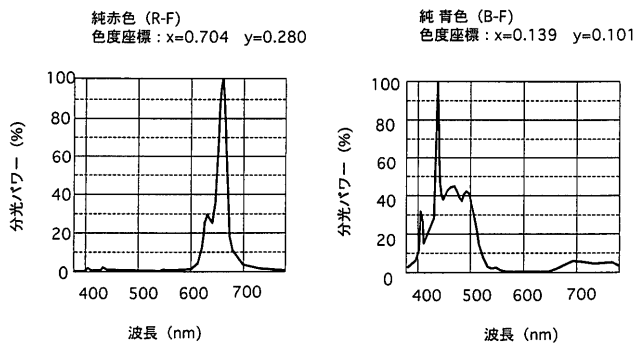


図1 National社製カラー蛍光灯の分光分布

1) 被験者にアイマスクを装着させた状態で入室させ、白色蛍光灯下にて「患者監視装置BP-508」によりトノメトリ血圧および脈拍を計測し、一定になったところで蛍光灯をカラー蛍光灯に交換し、同一被験者に対して血圧・脈拍を10分毎60分間測定した。なお、実験中に色を交換する際は、白色蛍光灯下で実験前の血圧・脈拍に戻ってから実験を再開した。また、本実験の前に無作為に男女各2名を選び、同実験を日を違えて3回行い、実験の再現性を検討した。

2) 被験者の各色に於ける実験中の感覚をSD法(Semantic Differential Method)のアンケート形式を用いて調査するとともに、1)の実験結果との相関を探った。

なお、被験者には実験時間や赤と青とでどのような違いが生じるかは説明していない。

3. 評価方法

1) 各空間色の差における時系列変化の評価
男女合計と男女別の血圧・脈拍の時系列変化データそれぞれに対して最小二乗法を適応して求めた近似直線(b:0分時の平均値)を用いて、60分間の変化率を算出して評価の対象とした。

2) 性差の評価
性差の評価では各被験者及び各時間のそれぞれのパラメーターの平均値についてStudent's T-testを用いて検定を行った。

3) 被験者の各色における実験中の感覚の評価
アンケートの結果を五段階の評価指数(1:落ち着いた, 2:やや落ち着いた, 3:実験前と変わらず, 4:やや興奮した, 5:興奮した)に置換して平均値の差を見ることで評価した。

結果

実験の再現性を検討したところ、同一被験者内においては3回とも同様の結果を示した。従って、以下の結果を各被験者の代表的な結果として用い、評価した。

各空間色における実験結果の典型例を図2, 3に示す。

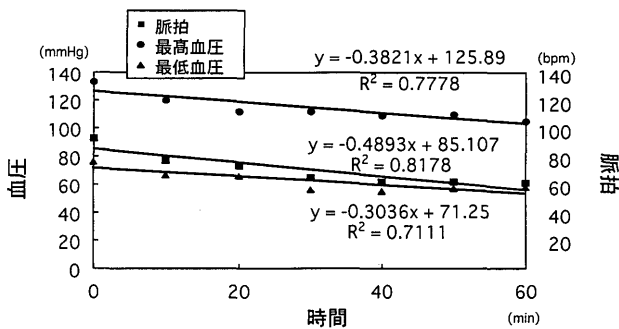


図2 空間色青における脈拍・血圧の時系列変化の代表例

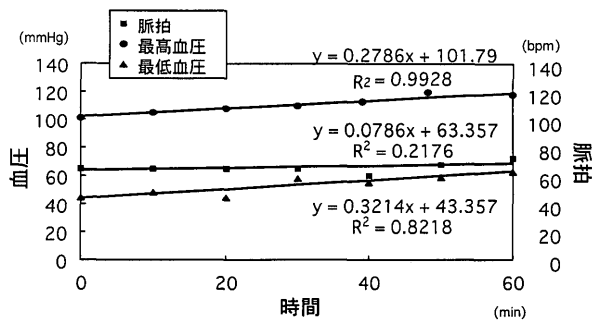


図3 空間色赤における脈拍・血圧の時系列変化の代表例

1) 各空間色の差における時系列変化の評価

各空間色における脈拍・血圧の時系列変化率の結果を図4, 5示す。脈拍については赤色の室内の場合、男性に7.1%, 女性に5.5%の降下が見られた。青色の室内の場合、男性に18.6%, 女性に11.0%の降下が見られた。従って青色の場合は赤色に対して脈拍を時間とともに大きく降下させる傾向が見られた。最高血圧については、赤色の室内の場合、男性に1.2%, 女性に4.6%の上昇が見られた。青色の室内の場合、男性に9.2%, 女性に8.7%の降下が見られた。最低血圧については、赤色の室内の場合、男性に3.4%の降下が、女性に3.2%の上昇が見られた。青色の室内の場合、男性に8.8%女性に12.8%の降下が見られた。従って、血圧についても青色の場合は赤色に対して大きく時間とともに降下する傾向を示した。

2) 性差の評価

各空間色における60分間の脈拍・血圧平均値の男女比較を図6~8に示す。脈拍については赤色の室内において、男性で66.7bpm, 女性で66.9bpmを示し、この場合両者に統計的有意差は見られなかった。青色の室内において、男性で69.8bpm, 女性で66.9bpmを示し、この場合危険率5%で有意な差が認められた。最高血圧については赤色の室内において、男性で114.8mmHg, 女性で108.5mmHgを示し、この場合危

険率5%で有意な差が認められた。青色の室内において、男性で116.6 mmHg, 女性で108.7 mmHgを示し、この場合危険率5%で有意な差が認められた。最低血圧については赤色の室内において、男性で64.6mmHg, 女性で59.8mmHgを示し、この場合危険率5%で有意な差が認められた。青色の室内において、男性で68.9 mmHg, 女性で58.7mmHgを示し、この場合危険率5%で有意な差が認められた。

3) 被験者の各色における実験中の感覚の評価

各空間色における男女の主観的感覚の結果を図9に示す。結果における感覚指数 ($1 \leq x \leq 5$) は小さい数値は落ち着いた度合いを示し、大きい数値は興奮の度合いを示す。男性においては赤色の室内において 2.4 ± 1.3 を示し、青色の室内において 2.6 ± 1.0 を示した。この場合両者に統計的な有意差は見られなかった。女性においては赤色の室内において 1.7 ± 0.9 を示し、青色の室内において 3.5 ± 0.5 を示した。この場合危険率5%で有意な差が認められた。男女合計においては赤色の室内において 2.1 ± 1.1 を示し、青色の室内において 3.1 ± 0.9 を示した。この場合危険率5%で有意な差が認められた。

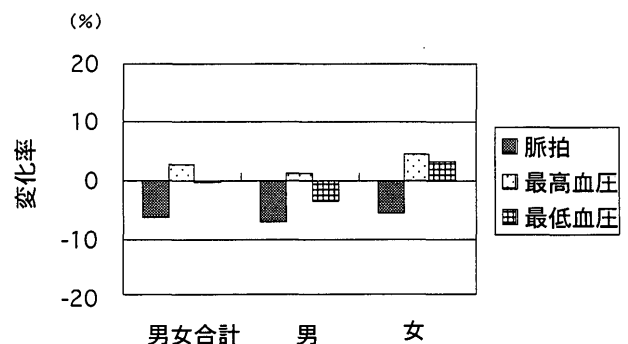


図4 空間色赤における被験者の血圧の時系列変化率

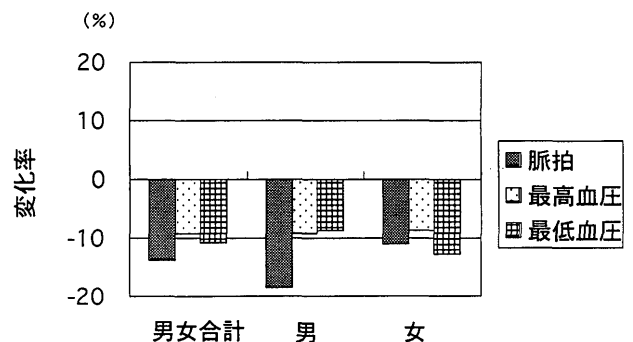


図5 空間色青における被験者の血圧の時系列変化率

考 察

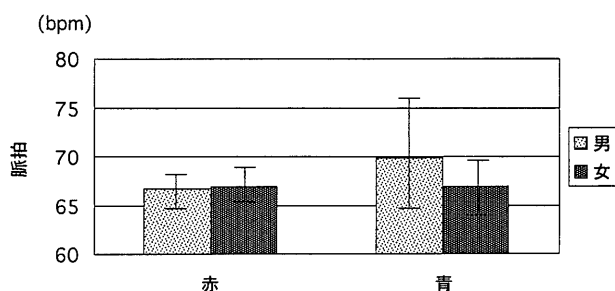


図6 各空間色における男女被験者の脈拍の時系列変化率

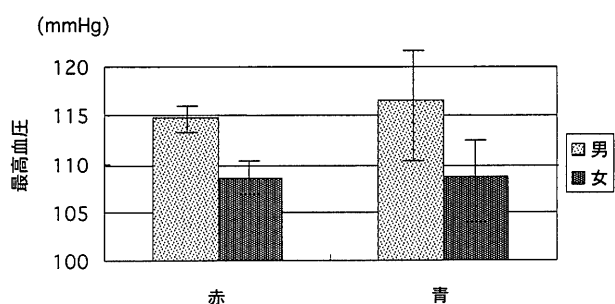


図7 各空間色における男女被験者の最高血圧の時系列変化率

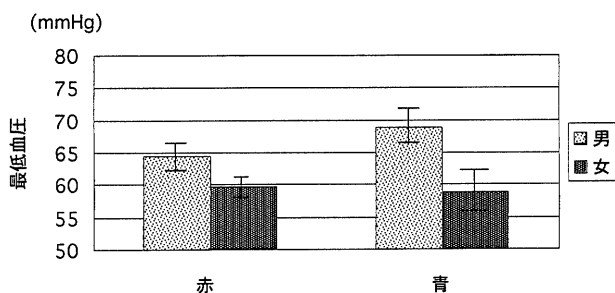


図8 各空間色における男女被験者の最低血圧の時系列変化率

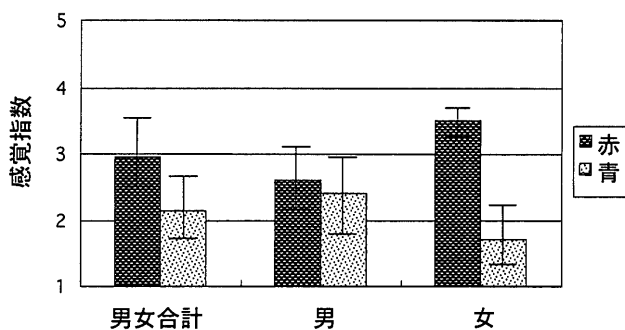


図9 各空間色における被験者の感覚

歯科技工所の色彩設計を考える際、精密な作業と正確な色を認識できるようにすることが重要であるので、大抵の歯科技工所は壁や天井の色に明度の最も高い「白」を用いている。白は最も反射率が高い色なので明るく、心理的にも清潔で無垢な印象を与えるので、技工作業空間の環境色として適当のように思われるのだが、実際には長時間白い壁、白い天井の部屋の中で細かい技工作業を行っているとき非常に疲れる⁵⁾。これは白による光の反射が眼精疲労を引き起こし、目の疲れからくる技工のやりにくさが蓄積された感覚となるからである。では視神経を使う技工作業空間で人間の生理的機能の安全や精神のやすらぎのためにはどのような色を用いて色彩調節をしたらよいのだろうか。既に島上ら^{2)・4)}により、赤色の室内では血圧は上昇傾向にあるのに対し、青色の部屋では血圧は下降傾向にあることが報告されているが、これは色彩から連想されるイメージ（例：赤色=炎=熱い、青色=水=冷たい）が人間の心理反応に作用して表れる“色彩感情”と、個人の色の嗜好という“色彩好悪”の因子が内分泌系に多大な影響を及ぼした結果であることが確認されている⁶⁾。そこで本実験では技工作業空間の色彩調節を考えるにあたって、基礎データとして視覚（色知覚）によるスペクトル反応（心理物理的反応）⁷⁾を排除した状態で、色の分光分布の違い、つまり電磁波の波長特性の違いのみで生体にどの程度影響が出るのかを知るために脈拍・血圧を測定したわけである。その結果、男女の差はあるものの、青色の室内は赤色の室内に対し脈拍・血圧を大きく降下させる傾向がみられ、感覚も落ち着く傾向にあることがわかった。これは、色は物理空間にある訳ではなく、光が物体表面に当たって反射・吸収されることにより、電磁波の可視全波長帯における特定のスペクトル $\rho(\lambda)$ の変化により視空間に物体か背景の面として“出来上がって”いる意識で、いわゆる物体（表面）色と認識される物理現象であることや⁸⁾、皮膚には放射エネルギー感覚と神経系とを親密に連合させる細胞があり、生体は光と色に筋肉反応を示すわけだが、このトナス・リフレックス (tonus reflex: 筋緊張反射) には二方向があり、青・寒色系では筋緊張度は低くなり弛緩し、赤・暖色系では筋緊張度は高くなり興奮する⁹⁾ということからも、色覚による心理的要因が無い状態でも色彩は生体に影響を与えるという事象の

説明ができる。また、今回の結果は人体には電磁場があり、それぞれ極微弱な電磁波を出していることから¹⁰⁾、各色の波長特性が生体に影響を与えた結果とも考えられる。今後、今回のデータをもとに歯科技工作業空間に適した色彩調節について、さらに検討を加えていく予定である。

結 論

視覚を遮断した状態であっても、生体は空間色の変化により以下のような状態になることがわかった。

- 1) 青色の室内は赤色に対して脈拍を時間とともに大きく降下させる傾向が見られ、血圧についても青色の場合は赤色に対して大きく時間とともに降下する傾向を示した。
- 2) 脈拍については男女間に統計的有意差は見られなかったが、血圧については有意な差が認められた。
- 3) 男性では赤色と青色の室内の間で感覚的な差は認められなかったが、女性では両者に青色の室内において落ち着きの度合いを示す感覚指数が有意に高くなる傾向が認められた。

参考文献

- 1) 中田満雄, 北畠權, 細野尚志: デザインの色彩. 31-32, 日本色彩研究所, 東京, 1983
- 2) 島上和則, 日原もところ: 色光による環境イメージと心身の状態変化. 日衛誌, **46**, 135-135, 1991
- 3) 島上和則, 日原もところ: 色光による環境イメージと心身の状態変化. 日衛誌, **47**, 148-148, 1992
- 4) 日原もところ, 島上和則: 色光によるインテリアイメージと心身への影響. 日本色彩学会誌, **15**, 33-34, 1991
- 5) 橋口綽徳: 歯科診療に適した環境色彩. 日本色彩学会(編著), 歯の色の話. 127-131, クインテッセンス出版株式会社, 東京, 1999
- 6) 一見敏男: 色彩学. 印刷界, **404**, 112-116, 1987
- 7) Preston JD, Bergcgen SF: Color Science and Dental, The C. V. Mosby Co, St. Louis, Toronto, London, 1980
- 8) 印東太郎: 色彩学と私. 日本色彩学会誌, **24**, 175-175, 2000
- 9) 丸本達也, 八木沼博之, 永井宏, 山田宏圖, 加藤桂一朗, 斎藤進, 金田一男: 色光の波長特性が調節力に及ぼす影響. 日眼会誌, **91**, 160-160, 1987
- 10) 野村順一: 色彩生命論. 住宅新報社株式会社, 東京, 1996
- 11) 富家直訳, ハラルト・キュッパース: 色彩. 株式会社美術出版社, 東京, 1975
- 12) 勝木保次: 「感覚と知覚」の序論. 日医師会誌, **84**, 2, 1980
- 13) 懸田克躬訳, プフテンブロック: 感覚の世界. 創元科学叢書, **26**, 5-15, 1943
- 14) 日置隆一: 光刺激・視感覚・視知覚, 新編色彩科学ハンドブック. 日本色彩学会編, 東京大学出版会, 東京, 6-9, 1980
- 15) 山浦国昭: 医院建築における色彩と照明計画. 医院建築, **13**, 16-20, 東京, 1993
- 17) 村田幸男: 色彩技術ハンドブック. 株式会社総合技術センター, 東京, 1990
- 18) Theo Gimbel: Healing Through Colour, The C.W.Daniel Co. Ltd, 1980
- 19) Jacob Liberman: LIGHT, Bear & Co. Inc, 1991
- 20) 黒田保次郎: 可視総合光線療法. 光線研究所, 1974