

令和元年6月5日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K18706

研究課題名(和文)2色覚が優位となる視環境

研究課題名(英文)Color environment adequate for dichromacy

研究代表者

須長 正治(SUNAGA, SHOJI)

九州大学・芸術工学研究院・准教授

研究者番号：60294998

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文): 3色覚が色覚正常と言われるのに対し、見分けられない色を持つ2色覚は色覚異常と言われ、3色覚よりも劣った色覚であると言われている。しかし、色覚特性の全ての面で、劣っているかどうかはわからない。

そこで、本研究では、視覚探索課題を用い、S錐体刺激値差を手掛かりとした色探索に必要な時間を3色覚と2色覚で比較検討した。この際、目標刺激は妨害刺激の間のS錐体刺激値を持つ色とした。その結果、刺激全体が赤みがかかるまたは緑みがかると、3色覚の視覚探索能が顕著に低下し、その探索時間は、2色覚よりも長くなった。すなわち、色覚特性に優劣はなく、それぞれに得意な環境、不得意な環境があることを意味する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2色覚は、見分けられない色があることから、色覚異常と言われ、劣った色覚という考えや印象が社会的に存在する。さらに、これが色覚に関する差別に発展することもあった。これに対し、現在では、2色覚や3色覚は色覚の多様性としてみなすべきという考えが提唱されている。本研究にて明らかにした2色覚が3色覚よりも早く目標刺激を見つけることができる色彩環境があるという事実は、この考えに科学的な根拠を与えるものであり、このような色彩環境を社会に還元していければ、色覚の優劣ではなく、多様性という理解が深まっていくであろう。

研究成果の概要(英文): It seems that dichromacy is poorer color vision than trichromacy because dichromacy has indistinguishable colors. However, it is unclear whether dichromacy is really poorer than trichromacy in all functions of color perception, or not.

In this study, we measured visual search performances cued by the S-cone stimulus value for trichromats and dichromats, and compared them. The S-cone stimulus value of the target color was set to the midpoint of two distractor colors. The stimulus duration was varied as a parameter. The observer's task was to respond which quadrant the target disk which the target color was assigned was on. The results showed that the stimulus duration thresholds of trichromats became as long as or longer than those of dichromats. This suggests that each type of color vision has an advantage depending on color environment.

研究分野：色彩・視覚科学

キーワード：2色覚 視覚探索 色覚異常 多色環境

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人間の色覚は一般的に、L錐体、M錐体、S錐体の3種類の錐体によって作り出される3色覚(色覚正常)であり、これらの錐体刺激値(光刺激によって錐体がどの程度刺激されているかを表す値)によって、人間の生理的色空間において、色刺激を規定することができる。しかし、n人間の色覚には、そもそも先天的な多様性があり、L錐体、M錐体、S錐体の3種類の錐体のうち、ひとつを持たない場合や感度ピークがずれている場合もある。3種類の錐体のうちひとつがなく、2種類しか持たない場合、その色覚特性は、2色覚と言われる。2色覚の場合、3次元の生理的色空間では、2次元平面となり、見分けられない色が存在する。そのため、色覚異常とも呼ばれる。具体的には、1型(L錐体欠損)および2型(M錐体欠損)色覚では、赤-緑方向の反対色メカニズムが存在しないため、赤-緑成分の差しかない色を見分けることができない。このことから、2色覚は3色覚よりも劣った色覚特性であると見なされている。しかし、色を見分けるといふ色弁別は重要な色覚特性であるものの、色弁別が色覚特性のすべてではない。すべての面において、2色覚が本当に劣っているのかどうかはわからない。

2. 研究の目的

人間に関しては、青-黄反対色メカニズムによる色弁別において、2色覚の優位性は示されていないもの、多色環境下やその他の色覚特性においては、2色覚の優位性を示す研究がいくつかある。パターン検出にて、赤緑の色情報をノイズとして付加した場合、2色覚の方が良い結果を示すことが報告されている<sup>1,2)</sup>。1型および2型2色覚では、赤-緑の反対色チャンネルがそもそもないと考えられており、その場合、赤緑の色情報はノイズとしても役割を果たさない。そのため、この優位性は予測可能な結果であり、この結果が示唆する特別に新規性のある知見はほとんどない。さらに、被験者の課題は根本的にパターン検出であり、色そのものの検出ではない。唯一の2色覚の優位を示すものは、Sharpeら<sup>3)</sup>の研究しかない。彼らは、16 HzのM錐体時間変調刺激のちらつき検出にて、3錐体が揃っている3色覚よりも、M錐体とS錐体しか持たない1型2色覚の方にて感度が高いことを示した。その原因はよくわかっていない。しかし、この研究でも、被験者が行っている課題は、ちらつき検出、すなわち輝度検出であり、純粋な色検出ではないかもしれない。さらに、普段の生活の中で、16 HzのM錐体時間変調刺激のちらつきを検出するというような視環境は、まず存在しないとよい。そこで、本研究では、より一般的な視環境にて、2色覚が優位な色覚特性があるのかどうかを調べ、それはどのような視環境であるかを検討することを目的とした。すなわち、2色覚が優位となる視環境を見つけ出し、それに関わる色覚メカニズムについて明らかにすることであった。

3. 研究の方法

実験では、S錐体刺激値の差を手がかりとした視覚探索能を2色覚および3色覚に対して測定した。S錐体は、2色覚のうち大多数を占める1型2色覚および2型2色覚ともに保持している錐体であり、S錐体刺激値に差があれば、それらの色刺激は、3色覚と同様に、1型2色覚および2型2色覚にも見分けることができる。そこで、S錐体刺激値差が2色覚と3色覚に対し、どのような効果があるか比較検討することができる。

また、本研究にて、検討する色覚特性として、視覚探索能に着目した。視覚探索は、多数のものからある特定のものを探すという我々が普段の生活の中で行っている行為である。これまで、色を手掛かりとして視覚探索を検討した研究はいくつかある。そのうち、探索を妨害する妨害刺激が1色、探索の対象である目標刺激も1色の場合、色弁別能が反映されることがわかっている<sup>4)</sup>。しかし、妨害刺激が多色の場合、色の見えの影響があり、探索には高次のメカニズムが関与していると考えられている<sup>5)</sup>。そこで、本研究では、多色の妨害刺激を用いた場合の2色覚、および3色覚の視覚探索能を測定した。

刺激には、図1に示す刺激を用いた。探索対象の目標刺激と妨害刺激の色度を図2に示す。呈示時間を数段階に変え、図1の刺激を被験者に呈示した。被験者の課題は、目標刺激がどの象限にあったかを回答することであった。

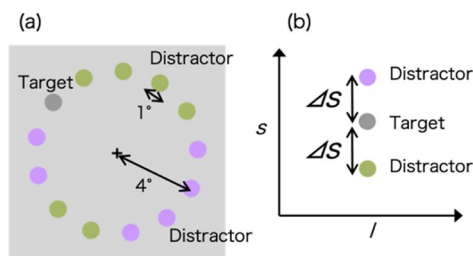


図1. (a)呈示刺激と(b)目標刺激と妨害刺激の関係

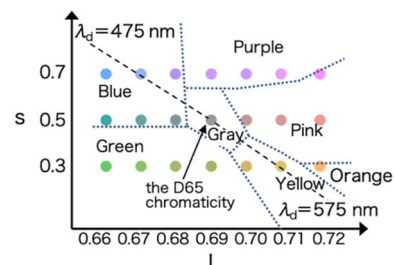


図2. 目標刺激の色度

4. 研究成果

図3に 目標刺激と妨害刺激間の s 色度の差が 0.2 の時の探索時間の測定結果を示す。図3か

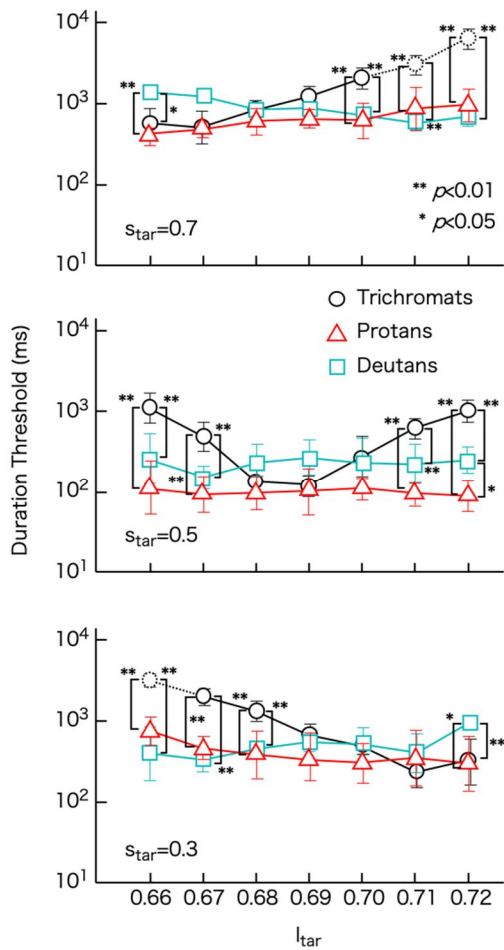


図3 . 目標刺激と妨害刺激間の  $s$  色度の差が 0.2 の時の探索時間

ら、1型2色覚、2型2色覚の目標刺激の探索時間は、目標刺激の  $I$  色度にかかわらず、ほぼ一定で変わらないが、3色覚に対しては、刺激全体、すなわち、目標刺激と妨害刺激がともに緑みがかかる、あるいは赤みがかると、探索時間は長くなる傾向が得られた。さらに、その際の探索時間は、2色覚よりも長くなり、2色覚の優位性が得られた。

さらに、目標刺激と妨害刺激間の  $s$  色度の差を変えた場合も、図4に示すように、同様の結果が得られた。しかし、これらの特性は目標刺激が2色の妨害刺激の間にある時に限られ、妨害刺激が1色のときには得られなかった。

3色覚にて、目標刺激と妨害刺激がともに緑みがかかる、あるいは赤みがかると、探索時間が2色覚よりも長くなることを検討するために、色の見えの影響を検討した。探索時間を測定した刺激を被験者に呈示し、被験者には、刺激に用いられている色数および色名を答えてもらった。図5に示すように、異なる色として知覚するものの同じ色名が複数用いられた場合、3色覚の探索時間が長くなる傾向が得られた。しかし、あくまで、傾向であり、このことによって、3色覚の長い探索時間を説明することはできなかったが、少なくとも色の見えが影響していることが明らかになった。

本研究に得られた結果から、2色覚は3色覚よりも色覚特性の全ての面で劣っているとは言えないことが明らかになった。3色覚と2色覚は、それぞれ、色彩環境に応じて、得意な課題が変わってくるということを意味する。このような色彩環境をデザインに活かすことによる、よりバリエーション豊かな環境を構築していくことができる。

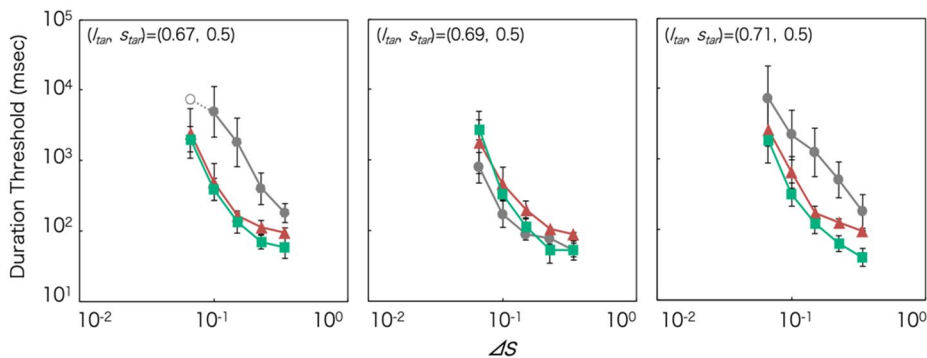


図4 . 探索時間の目標刺激と妨害刺激間の  $s$  色度差依存性

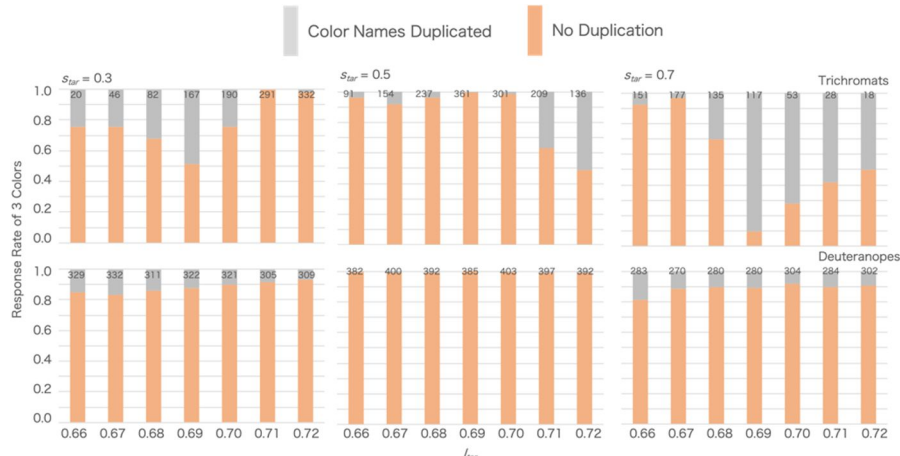


図5 . 3色覚および2色覚での同色名が用いられた頻度の  $s$  色度差

## 引用文献

- 1) M. J. Morgan et al., "Dichromats detect colour-camouflaged objects that are not detected by trichromats," Proc. R. Soc. Lond. B, 248, 291-295, 1992
- 2) Saito et al., "Advantage of dichromats over trichromats in discrimination of color-camouflaged stimuli in humans," Percept. Mot. Skills, 102, 3-12, 2006
- 3) L. T. Sharpe et al., "Advantages and disadvantages of human dichromacy," J. Vis, 6, 213-223, 2006
- 4) L. Nagy and R. R. Sanchez, "Critical color differences determined with a visual search task," J. Opt. Soc. Am. A, 7, 1209-1217, 1990
- 5) K. Yokoi and K. Uchikawa, "Color category influences heterogeneous visual search for color," J. Opt. Soc. Am. A, 22, 2309-2317, 2005

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

菱川優介, 桂重仁, 須長正治: S 錐体刺激値を手がかりとした視覚探索能への妨害刺激の色数の影響, 日本色彩学会平成 29 年度研究会大会, 日本色彩学会誌, vol.41, no.6, supp., pp.9-11, 2017

菱川優介, 桂重仁, 須長正治: S 錐体刺激値を手がかりとした視覚探索能への色カテゴリーの影響, 日本色彩学会第 49 回全国大会, 日本色彩学会誌, vol.42, no.3, supp., pp.15-18, 2018  
Yusuke Hishikawa, Shigehito Katsura, Shoji Sunaga: Influence of the Number of Distractor Colors on Performance in the Visual Search Task Cued by S-cone Stimulus Value. AIC 2018, Proc., pp.693-703, 2018.

Yusuke Hishikawa, Shigehito Katsura and Shoji Sunaga: Influence of Difference in S-Cone Stimulus Value between Target and Distractors on Visual Search Task. ACA 2018, Proc., pp.227-230, 2018.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

○取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。