



[原著]

VR（仮想現実）を用いた色弱の体験： 和歌山県立医科大学・学園祭（第19回紀葉祭）での取組

鎌田徳人¹⁾, 野中逸希¹⁾, 山本玲¹⁾, 田尻鈴夏¹⁾, 田村繁治¹⁾, 伊藤成晴¹⁾,
廣田一樹²⁾, 谷本貴志¹⁾, 村田顕也¹⁾, 茂里康¹⁾

1) 和歌山県立医科大学 医学部

2) 和歌山県立医科大学 ICT 教育スタジオ

要旨

和歌山県立医科大学の学園祭で,来所者 29 人に対し,VR (Virtual Reality)を用いた色弱疑似 VR 体験を企画・実施した.その結果,VR 動画を見た前後での色弱者への接し方の変化が明らかとなり,VR 教材の有用性が確認できた.色弱に関しては,文献資料や色弱者の色の見え方を,パソコン・iPad 等の画面上で体験・理解するソフトウェア（色のシミュレータ等）も大切だが,やはり視覚的に分かり易い VR 動画は,より効果的だったと言える.

キーワード：仮想現実, カラーユニバーサルデザイン, 色弱

緒言

人間は外部情報を把握・検知するのに,五感を利用する.中でも 8 割以上の情報を目（視覚）から得ている.色に関する情報を得るのは視覚であるが,それを認識する色覚について,大多数の人々（正常色覚者）と比較して,その機能に差異がある事象を,「色弱（色覚異常）」と呼ぶ.先天性の色弱者の中で最も多いタイプは,赤色と緑色の識別が難しい赤緑色弱であり,日本人男性の約 5 %に見受けられる(1, 2).

視覚の根幹を成す視物質タンパク質は杆体中存在するロドプシン,3 種類の各錐体中存在する S-オプシン・M-オプシン・L-オプシンの 4 種類が存在する.特に L-オプシン遺伝子と M-オプシン遺伝子の構造は非常によく似ており,L-オプシン遺伝子の変異によるものを 1 型色覚異常（protan：赤と緑の区別が困難）,M-オプシン遺伝子の変異によるものを 2 型色覚異常（deutan：

赤と緑の区別が困難）,S-オプシン遺伝子の変異によるものを 3 型色覚異常（tritan：青と黄の区別が困難）と言う.日本人男性においては,1 型色覚異常が約 1.5 %,2 型色覚異常が約 3.5 %,3 型色覚異常が約 0.001 %存在する.赤と緑の視物質は吸収スペクトルの重複が大きいので,どちらが異常になっても似た症状（赤緑色盲）となる.またこれらの青・緑・L-オプシンは X 染色体上に存在するため,XY 染色体を持つ男性に対し,XX 染色体を持つ女性の場合,色弱は約 0.2%程度である.女性の重要な点は,色覚異常の遺伝子を持っていても発症しない保因者であり,色覚異常の遺伝は主に X 染色体劣性遺伝によって起こる(2, 3).

ところで正常色覚者と色弱者を判別する色覚検査に関しては,2003 年に文部科学省は学校での色覚検査（「石原色覚検査表国際版・標準色覚検査表（図 1A）」を使用）

茂里康

〒641-0011 和歌山市三葛 580
和歌山県立医科大学・医学部

2025 年 8 月 7 日受付
2026 年 4 月 18 日受理

e-mail: yshigeri@wakayama-med.ac.jp

を,定期健康診断の必須事項から削除した(4).しかし児童生徒自身が色覚特性を知らないまま卒業を迎え,就職に当たって初めて色覚による就業規制に直面するという報告が多々見受けられた.さらに色覚異常及び色覚検査に関する基本的事項について,保護者への周知が十分に行われていないのではないかと指摘もあった.そこで文部科学省は,平成26年4月30日に「学校保健安全法施行規則の一部改正等について(通知)」の中で,学校医の健康相談の下で,色覚検査を児童や保護者の同意を得て適切な指導を推進することを啓蒙したが(5),現在でもまだ不十分な点が多い.事実,著者らが所属する和歌山県立医科大学・医学部・一年生の100名の医学部生に,これまで色覚検査を受診した事があるかと尋ねたところ,40名の医学部生は全く受講したことがないと返答した.

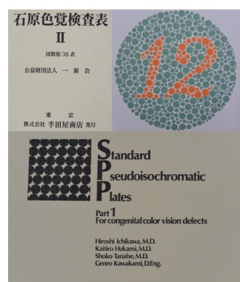
一方,色覚診断及び色弱者・正常色覚者への対応に関して学会レベルでは,日本眼科学会が平成27年9月に下記の見解を発表している(6).(i)診断として,照明は自然光か昼光色蛍光灯を用いる.「石原色覚検査表IIコンサイス版(14表)・標準色覚検査表(図1A)」を用い,先天性色覚異常の有無を判定する.パイロット等の職業選択上色覚の診断が必要な時には,色覚検査表のみでは不十分な場合がある.色弱の程度判定が必要な場合,「パネルD-15テスト(図1B)」を用いて判別する.1型色覚異常や2型色覚異常等の確定診断の場合には,「アノマロスコプ(図1C)」を用いる.診断書の書き方は,診断名と用いた検査器の名称と結果を付記する.(ii)一般知識(誤解)に対するアドバイスとして,先天色覚異常に有効な治療法はない.先天色覚異常は,白黒の判別だけではなく,特有な色知覚を有している.運転免許に関しては,色弱者のほとんどは,第一種運転免許は問題なく取得できる.理工系や医歯薬系の大学にも現在は進学できる.(iii)色弱者には対象物の形状等,色以外の情報を与える工夫が重要である.(iv)職業選択のアドバイスとして,色弱者の意思を尊重し,差別と適性を混同することなく,色弱者が不利益を受けることがないようにアドバイスすることが必要

である.しかし現実には,航空機乗務員・海技従事者・鉄道関係等の職業運転手・警察官・自衛官・消防士等の資格試験で,色弱者は問題を抱える事となる.また印刷・塗装・繊維工業・野菜や魚の鮮度の選定等,微妙な色識別を要する職種では,色弱者はハンディを背負う事となる.

医療分野に関しては,過去には医療関係者(医師・看護師・検査技師・薬剤師等)の就業に関して制限はあった.現在では色弱は医療業務遂行に必ずしも支障をきたすものではないという事で,色弱者に対する就労制限はない.しかし潜在的なリスクとして,1型色覚異常は赤・黒の識別がしにくいので,赤色である血液の識別に困難が伴う.内視鏡下手術支援ロボット「ダビンチ」等の,モニターを見ながら遠隔実施する先端医療技術が近年幅広く用いられている事からも,色弱者は外科系の診療科においてはハンディを背負う事になる.薬剤師に関しても,薬のラベルの色の多様化や分包紙のカラーマーカー等の判別に関して色弱者は,正常色覚者よりは時間がかかる可能性が高い.また医師の診療の補助や患者さんの身の回りや心のケアという重要な責務を果たしている看護師に関しても,例えば病院のユニフォームの色分けなど,色弱者の患者さんに配慮し,色使いを工夫するデザインである「カラーユニバーサルデザイン」の考え方を(7),積極的に理解して取り入れることが重要である.さらに医療事故を防ぐためにも,色覚の特性を深く理解する必要がある.「医療人に対する色覚多様性に関する教育」は重要な課題である.

今回,和歌山県立医科大学附属病院内での案内表示の配色調査を行い,医療機関の施設内で「カラーユニバーサルデザイン」の考え方が理解され,現実には活用されているか調べた.さらに色弱の理解を深めるために,医療人向けの色弱疑似VR(仮想現実)動画を独自に作成し,色弱疑似体験企画を,和歌山県立医科大学・学園祭(第19回紀葉祭)において実施し,医療機関関係者での色覚異常の理解度の把握と色覚異常の啓蒙活動を行った.「カラーユニバーサルデザイン」とは多様な色覚に配慮して,情報

(A) 石原色覚検査表
標準色覚検査表



(B) パネルD-15テスト



(C) アノマロスコープ



図1 色覚診断ツール

がなるべくすべての人に正確に伝わるように、利用者の視点に立ってデザインする事である。

方法

1. 和歌山県立医科大学附属病院内での案内表示の配色調査

2024年6月に和歌山県立医科大学附属病院で、正常色覚者が色弱者の色の見え方を、パソコンの画面上で模倣体験する啓蒙用のソフトウェア「色のシミュレータ」(8)を利用して、附属病院内の各種案内表示が、色弱者にとって区別しやすい配色になっているか調査した。調査者は60代前半、色覚検査表・パネルD-15テスト・アノマロスコープによる検査の結果、正常色覚者であった。調査時は昼間で、通常の病院業務が実施されている蛍光灯下で配色調査は行われた。また調査者が、各種案内表示を十分肉眼で確認できる光量下での調査であった。

2. 色弱疑似VR体験

和歌山県立医科大学の学園祭である第19回紀葉祭が、2024年10月19日～20日の二日間開催された。学祭来所者(被験者)29人(10歳未満が2人、10代及び20代が10人、30代及び40代が8人、50代及び60代が9人)に、色弱に対する認知度について質問した。質問内容は、年齢(10歳以下、10代、20代、30-40代、50-60代、70歳以上)、職業(中高生、大学生(非医療系学部)、大学生(医療系学部)、医療従事者、医大関係、会社員、その他)、色覚異常について知っていましたか(どういうものなのか元々知って

いた、聞いたことはあったがどのようなものか知らなかった、初めて知った)、過去に色覚異常を持っている人と関わったことがありますか。わからない場合はいいえを選択してください(はい、いいえ)、色覚異常を持つ人への接し方は想像できますか(できる、どちらかというところ、どちらかというところできない、できない)という内容であった。

回答後、色覚についての説明を行い、自主制作したVR(Meta Quest 2使用)動画を用いて、色弱の見え方の模擬体験を受けて頂いた。Meta社の意向として、Meta Quest 2のアカウント取得は10歳未満のお子様はできません(<https://www.meta.com/jp/quest>)。また「VRコンテンツのご利用年齢に関するガイドライン(エンターテインメントXR協会)」では注意事項として「7歳未満のお子様にはご利用させないでください」と記載されておりますので、10歳以下と回答されたお子様で、VR動画の視聴を強く希望された方はすべて、御父兄の同伴と承諾の元でVR動画視聴を行って頂いた。VR動画の作成・配布・視聴操作等は、ファストVR(株式会社クリーク・アンド・リバー社)を用い、VR動画視聴時のMeta Quest 2の両目での最大解像度は、3664×1920ピクセルであった。VR動画の視聴後に、色弱の見え方・色弱に対する認識の変化について調査を行った。なおVR動画作成にあたり、色弱シミュレーションソフトの「色のシミュレータ」を活用し、1型色覚異常者の疑似視覚静止画像に変換した(8)。2010年に浅田一憲氏により開発された「色のシミュレータ」は、色弱者の色の見え方をシミュレーションするソフトとしては、ごく初期に開発されたパイオニア的ソフトであり、今回活用した。動画の長さは6分14秒、画像サイズは775×1334ピクセルで、内容は「1型2色覚(赤緑色弱)の友人と1日過ごす」という内容で、「大学への登校(広場にある植物の見え方の違い)」、「ジュースを飲む(ミルクティーと抹茶オレの見え方)」、「講義のレジメを見る(色使いの資料の見え方の違い)」、「自動車を運転する(信号や他の自動車の

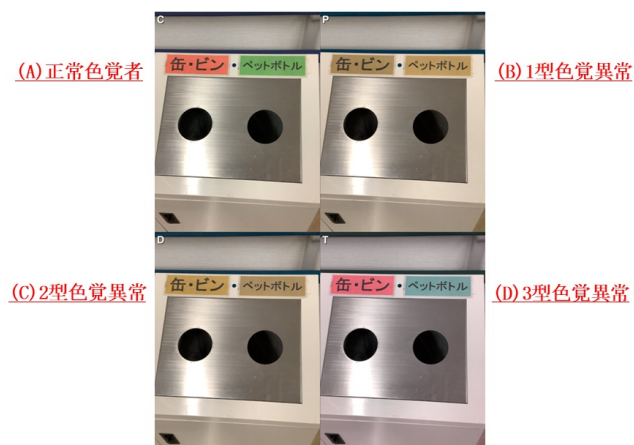


図2 和医大・病院内のゴミ分別表示
(色のシュミレータを介した撮影)

見え方の違い)」等のストーリーを作成した。場面ごとに正常色覚者及び色弱者の見え方(色のシミュレータによる変換静止画)を提示し,VR動画の最後の自動車を運転する場面では色弱者の見え方は提示せず,その場面で色弱者の見え方はどの様であるか回答して頂いた。本色弱疑似VR体験及びアンケート調査は,和歌山県立医科大学倫理審査委員会に申請し,承認(番号:4758,令和8年3月承認)を頂いた。

結果と考察

1. 和歌山県立医科大学附属病院内の案内表示の配色調査

和歌山県立医科大学附属病院の各種案内表示を,様々な色覚特性を持つ人の色の見え方を体験するための色覚シミュレーションツール(アプリ)である「色のシュミレータ」を用いて撮影した(8)。特に色弱者にとって区別が難しい配色を利用していた,ゴミ分別表示(図2),診療科案内表示(図3)について,下記に示す。図2及び図3では,正常色覚者(図2A, 3A)・1型色覚異常(図2B, 3B)・2型色覚異常(図2C, 3C)・3型色覚異常(図2D, 3D)の色覚特性を模倣した結果を示した。

そこでカラーサイト.com (<https://www.color-site.com/>)を用いて図2及び図3画像の,RGB(red, green, blue)及びHSV(色相 hue, 彩度 saturation, 明度 value)を調べてみた。図2(A)の正常色覚者の「缶・ビン」のピンク色は(R 225, G 105, B 88),(H 7.4, S 60.9, V 88.2)。「ペッ



図3 和医大・病院内の診療科案内表示
(色のシュミレータを介した撮影)

トボトル」の緑色は(R 111, G 169, B 95),(H 107, S 43.8, V 66.3)であった。(B)の1型色覚異常の「缶・ビン」の茶色は(R 166, G 133, B 85),(H 35.6, S 48.8, V 65.1)。「ペットボトル」の茶色は(R 188, G 152, B 94),(H 37, S 50, V 73.7)であった。(C)の2型色覚異常の「缶・ビン」の茶色は(R 180, G 142, B 79),(H 37.4, S 56.1, V 70.6)。「ペットボトル」の茶色は(R 173, G 143, B 99),(H 35.2, S 43.1, V 68.2)であった。(D)の3型色覚異常の「缶・ビン」のピンク色は(R 231, G 103, B 118),(H 353, S 55.4, V 90.6)。「ペットボトル」の青色は(R 123, G 164, B 164),(H 180, S 25, V 64.3)であった。

また図3(A)の正常色覚者の「緩和ケア・外来薬物療法センター」の緑色は(R 70, G 193, B 103),(H 136.1, S 63.7, V 75.7)。「中央放射線部(放射線治療)」の柿色は(R 211, G 134, B 78),(H 25.3, S 63, V 82.7)であった。(B)の1型色覚異常の「緩和ケア・外来薬物療法センター」の茶色は(R 210, G 170, B 104),(H 37.4, S 50.5, V 82.4)。「中央放射線部(放射線治療)」の茶色は(R 184, G 145, B 78),(H 37.9, S 57.6, V 72.2)であった。図3(D)3型色覚異常の「高度救命救急センター(救急外来)」の赤色は(R 191, G 87, B 98),(H 353.7, S 54.5, V 74.9)。「中央放射線部(放射線治療)」の薄赤色は(R 204, G 121, B 129),(H 354.2, S 40.7, V 80)であった。

つまり例えば図2では,1型色覚異常と2型色覚異常では,「缶・ビン」と「ペ

表 1 VR 体験でのアンケート結果

アンケートの項目	はい	いいえ
色覚異常に対する知識があるか (VR 動画視聴前)	8	21
色覚異常に対する知識が深まったか (VR 動画視聴後)	29	0
過去に色覚異常者と関わった経験があるか	3	26
色覚異常者への接し方が想像できるか (VR 動画視聴前)	15	14
色覚異常者への接し方が想像できるか (VR 動画視聴後)	25	4

ットボトル」の配色がほぼ同じであった。また図 3 でも 1 型色覚異常と 2 型色覚異常では、「緩和ケア・外来薬物療法センター」と「中央放射線部（放射線治療）」の配色がほぼ同じであった。さらに 3 型色覚異常では、「高度救命救急センター（救急外来）」と「中央放射線部（放射線治療）」も近い配色を利用していた。つまり病院内のゴミ分別や診療科への案内表示等、病院内での重要な情報を伝える表示でさえ、色弱者にとって区別が難しい配色を利用し、色弱者に配慮した事象ではないと言える。つまり「カラーユニバーサルデザイン」の考え方の啓蒙が必要であることが示唆された。

2. 色弱疑似 VR 体験

被験者に、プロフィール（年齢、職業）、色覚異常の知識の有無、色覚異常の方と接した経験等のアンケートを実施した。回答後、人間の色を認識する仕組みや色覚異常について説明を行い、色弱疑似 VR 体験を受けて頂いた。VR 受講後にも、色覚異常に対する知識が深まったか、色覚異常者への接し方が想像できるか、というアンケートを実施した。

被験者に対して行ったアンケートの結果を、表 1 に示す。その結果、(1)動画視聴前から色弱の知識を有していたのは 29 人中 8 人であったが、動画視聴後では、被験者全員が視聴前より知識を深めることができた。(2)動画視聴前では色弱者への接し方がイメージできると回答した人は 29 人中 15 人で、全体の半数程度であった。一方動画視聴後では、29 人中 25 人がイメージできると回答

した。また過去に色弱者と関わったことがあると回答したのは 3 人であったが、3 人ともすべて、色弱者への接し方がイメージできると回答した事から、直に接する経験が理解の促進やイメージの醸成に重要であると考えられる。また VR 動画視聴後に、「色覚異常に対する知識が深まったか？」と尋ねたところ、29 人中 29 人が「はい」と回答した事から、VR 教材の有用性が確認できた。

動画の最後の自動車の運転場面において選択問題の形式で、周囲の景色（歩道信号・車道信号・自動車・横断歩道）の中で、色弱者が支障を来す物体を選択する質問を行った。正答である「歩道信号・車道信号・自動車」の 3 つを回答すれば、個数に応じて 1, 2, 3 点が入ると設定した。不正解の横断歩道を選んだ場合は 0 点とした。結果は、3 点が 5 人、2 点が 13 人、1 点が 7 人、0 点が 4 人であった。平均点が 1.8 点で正答率は 59.3%であった。よって VR 動画を見ることで、十分とは言えないものの、色弱に対する理解が深まっていると考えられる。

結論

VR 動画を用いて、色弱の見え方の模擬体験を被験者に受けて頂いた結果、色弱に対する正しい理解が進み、「カラーユニバーサルデザイン」等の必要性を痛感して頂いた。また色弱者の色知覚を体験するツールとしては、光学フィルター（色弱模擬・バリアントール）が良く知られている(9)。色

弱者が見た色群と一般色覚者が光学フィルターを通して見た色群との知覚差を勘案して設計した光学多層膜である(10).端的に言うともバリエントールは,色弱者が感じる色の見分けにくさを,一般色覚者が体験するメガネである.VRと比較して少し暗く見える難点があるが,お手軽さでは勝っており,VR動画と併用して今後利用する事を考えたい.

今後の課題として,(1)被験者を増やし,年齢層に偏りが無いように実施する.(2)VR動画のレパートリーを増やす.(3)医療現場により近い題材とした,VR動画の作成.(4)色弱模擬フィルターとの併用等が挙げられる.2025年10月18日~19日の二日間,第20回紀葉祭が開催されるので,積み残した課題を克服したい.

利益相反

本研究において,開示すべき利益相反はない.

文献

- (1) 岡部正隆, 伊藤啓.色覚の多様性と色覚バリアフリーなプレゼンテーション. 細胞工学. 2002, 21, p.733-745.
- (2) 病気がみえる(眼科) MEDIC MEDIA. 2019, 12, p.17, 61-63
- (3) 岡部正隆, 伊藤啓.色覚が変化すると,どのように色が見えるか. 細胞工学. 2002, 21, p909-930.
- (4) 学校保健法施行規則の一部改正等について(通知) 平成14年3月29日 14文科ス第489号
- (5) 学校保健安全法施行規則の一部改正等について(通知)
平成26年4月30日 26文科ス第96号
- (6) 学校における色覚検査に関する見解
平成27年9月11日 日本眼科学会
https://www.gankaikai.or.jp/colorvision/20151115_view.pdf
- (7) カラーユニバーサルデザイン <https://cudo.jp/> (NPO法人 カラーユニバーサルデザイン機構)
- (8) 色のシミュレータ <https://asada.website/cvsimulator/j/>
- (9) 色弱模擬フィルター「バリエントー

ル」 <https://www.variantor.com/jp/>

- (10) 田村繁治, 安藤昌儀, 石井拓, 東川幸嗣, 岡本洋輔, 茂里康.先天性色弱者の色識別能力を改善する技術開発の歩み. 和歌山医学. 2023, 74, p.105-110.

Experiencing Color Blindness Using VR (Virtual Reality) at Wakayama Medical University's School Festival (19th Kiyo Festival)

Naruto Kamada¹⁾, Itsuki Nonaka¹⁾, Rei Yamamoto¹⁾, Suzuka Tajiri¹⁾,
Shigeharu Tamura¹⁾, Shigeharu Ito¹⁾, Kazuki Hirota²⁾, Takashi Tanimoto¹⁾,
Kenya Murata¹⁾, Yasushi Shigeri¹⁾

1) School of Medicine, Wakayama Medical University

2) ICT Education Studio, Wakayama Medical University

Summary

At the Wakayama Medical University Festival in 2024, we planned and implemented a VR (Virtual Reality) experience that simulated color blindness for 29 visitors. As a result, changes in how people interacted with color-blind individuals before and after watching the VR video became evident, confirming the usefulness of VR educational materials. While literature and software that allow users to experience and understand how color-blind individuals perceive colors on computer or iPad screens (such as color simulators) are important, visually intuitive VR videos were more effective in this context.

Keywords: virtual reality, color universal design, color blindness