

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23611054

研究課題名(和文)色覚バリアフリー照明の設計に関するシミュレーションの研究

研究課題名(英文)Research of color barrier-free illumination for deuteranopia

研究代表者

田村 繁治 ((Tamura), (Shigeharu))

独立行政法人産業技術総合研究所・バイオメディカル研究部門・主任研究員

研究者番号：70357490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：人間は視覚の8割を視覚で得ており、日本人の320万人が色覚障害者であることを鑑み、安全・安心な社会生活を営む上で必要な正しい色情報・パターンに資するツール、色覚バリアフリー照明のスペクトルを開発した。

3種類のLED照明(白：通常光；350lx、赤；200lx、青；100lx)下でD型強度の被験者の協力を得、石原式色覚検査表とD-15テストを行った。4名の被験者から得られた結果は、石原式正答率60%であった。D-15テストではチャートの中心線を横断する回数が減少し、開発した照明は赤緑式盲(石原式)のみならず、色相が連続して変化するチップの順序の認識(D-15テスト)にも有効であることがわかった。

研究成果の概要(英文)：About 8% human beings are color blind and 75% have deuteranopia (red-green color blindness). We developed a system: white LED as a white light source instead of fluorescent light, with red and blue LED to increase the capability of color discrimination in deuteranopia. The four examinees were confirmed by an anomaloscope.

Three different illumination patterns were tested as follows: (1) white LEDs (350 lx) and red LEDs (200 lx), (2) white (350 lx), red (200 lx), and blue (100 lx), and (3) white (350 lx), red LEDs (350 lx), and blue (175 lx). At the Ishihara test, the average percentages of correct answers under experimental conditions (1), (2), and (3), were 47.5%, 60.0%, and 77.5%, respectively. At the Farnsworth Panel D-15 test, typical Farnsworth Panel D-15 test data and a number of diametrical crossings decreased in the order of the experimental conditions (1), (2), and (3), and also, consecutive lines increased in the order of the experimental conditions (1), (2), and (3).

研究分野：照明デザイン

キーワード：色覚 色覚障害 色覚バリアフリー 照明 色覚バリアフリー照明

1. 研究開始当初の背景

人間は外部からの情報を五感(視覚・聴覚・味覚・嗅覚・触覚)を利用して知る。その中でも、視覚情報は全体の8割近くを占めているので、目を通じて情報を正しく伝達することは極めて重要である。視覚情報の伝達における障害の1つに、色覚障害(いわゆる色弱)がある。色覚障害者数は男性の5%、女性の2%、日本全体では300万人近くである。現代社会では、細分化された色を利用して情報を伝えるケースが増加している。例えば、交通機関の路線図、街中の行き先表示板、病院の床の行き先案内矢印、交通標識、菓の包装などであり、それらの意味する色情報が誤って伝達されると、日常生活のみならず安全面でも大きな支障・影響が懸念される。

2. 研究の目的

人間は外部からの情報の8割を視覚で得ていること、そして、日本人の300万人が色覚障害者(96%は男性)であることを鑑み、安全・安心な社会生活を営む上で必要な正しい色情報を認識することを可能とするための(一般色覚者と同じ配色パターンを認識・共有するための)、色覚バリアフリー照明のスペクトルの開発を被験実験では無くシミュレーション手法で行い、公開することを目的とする。そして、色覚バリアフリー照明を都市空間や生活空間に利用する場合について、保有する照明装置・器具を利用することで何通りかの配置・設計パターンを提案し、色で細分化された情報伝達手段が氾濫する現代社会において、色覚障害者に正確に情報を伝える手段の一例を開発することを最終目的とする。

3. 研究の方法

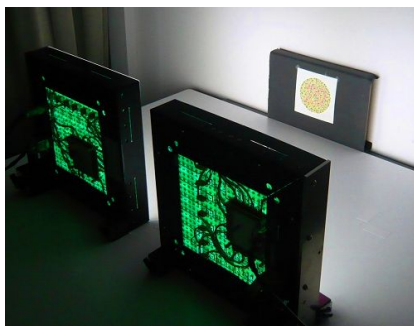


図1 実験システム(光学系)

図1は実験に利用したLED光源(2台、各光源にはR、G、B、WのLEDを900個装着)とテスト器具(図では石原式色覚検査

表)である。光源は30cm角の大きさで、光源とテスト器具との距離は75cm、被験者は2台の光源の間からテスト器具を観察した。

日常環境を想定した白色LEDの照度を350lxと一定にし、これにバリアフリー照明として、(1)赤色LED 200lx、(2)赤色LED 200lxと青色LED 100lx、(3)赤色LED 350lxと青色LED 175lxを加えた3種類の光源下で、これらの光源がバリアフリー照明として、どの程度有効かを検証するための実験を行った。

テスト器具として、石原式色覚検査表(国際版38表)とパネルD-15テストを使用し、D型強度(2型2色覚者)の被験者4名(アロマノスコプで検査済)の協力を得てデータの取得を行った。また、CIE L*a*b*色空間を利用して理論的に考察を行った。

4. 研究成果

4-1 石原式色覚検査表

白色LED照明下での正答率は0%であった。バリアフリー照明を利用した結果、照明(1)、(2)、(3)の順に47.5%、60%、77.5%であり、色覚障害者にとって、赤緑の識別に有効であることが解った。

4-2 パネルD-15テスト

パネルD-15テストにおいて、チャートの中心線を横断する回数(大幅な誤認識:diametric crossing)を白色LED、3種類のバリアフリー照明について調べた。パネルD-15テストは石原式検査式表を設置場所に置き、場所によって照度が異なることから、被験者の手で左右に動かして、チップを並べてもらった。

その結果、図2が得られた。日常光源(白色LED)下では、誤認識の回数が非常に多かったが(理論上、ミスの最大値は12)、

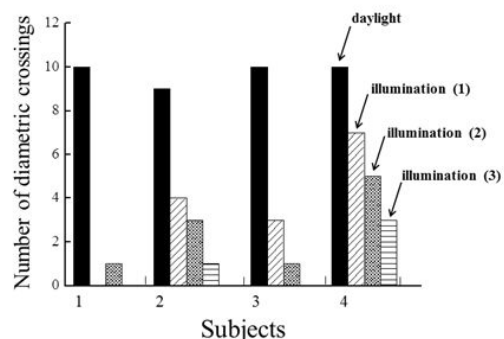


図2 パネルD-15テストにおける、チャートの中心線を横断する回答数

今回の実験では、バリアフリー照明光の種類が増えるほど、また、照度が明るくなるほど、誤認識の回数が指数関数的に減少した。バリアフリー照明光の数が増えるほど、また、照度が明るくなるほど誤認識の回数が減った。照明光の種類が増えるほど、物体色の反射情報が増え判断材料が増えること、明るいほど、一般的に視力が低い色覚障害者にとって見やすくなったことが理由と考える。

4-3 CIE L*a*b*色空間による考察

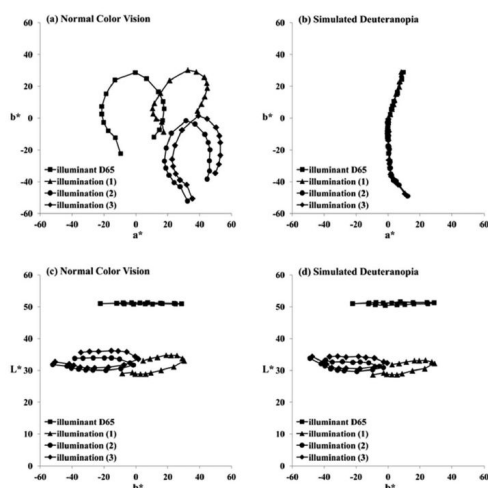


図3 パネルD-15テストのL*a*b*色空間を利用したチップの順序の認識の理論的考察

CIE L*a*b*色空間を利用してパネルD-15テストの結果について、理論的に考察を行った。

石原式色覚検査表に対するD型強度(2型2色覚者)の見えの推定値(CIELAB値)は2型2色覚のシミュレーション手法によって算出する。具体的にはBrettel(1997)らが提案した二つの折れ線の射影平面に基づく手法を用いる。なお、XYZ三刺激値とLMS錐体空間の相互変換については、D65光源下で、L、M、Sの値が全て1になるEstevez-Hunt-Pointerの錐体応答に基づく変換式を用いた。

図3(b)のように、D型強度ではa*方向に色の縮退が生じている。色の識別はL*とb*の情報だけでなされていると考えられる。シミュレーションの結果、図3(d)のように、D65照明環境下ではL*b*平面で縮退していた色情報が、バリアフリー照明環境下では、L*とb*とが、ある程度分離されており、2型2色覚者はこの情報のみにより色の差を判断し、かつ、バリアフリー照明光により正答率が向上したと考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4 件)

- [1] Practical color barrier-free illumination for deuteranopia using LEDs, 田村繁治、岡本洋輔、中川誠司、坂本隆、茂里康, COLOR research and application, 40-3, pp.218-223, 2015/04.
- [2] Why Special Illumination Conditions Yield Better Distinction of Panel D-15 Test for Color Vision Defects, 坂本隆、田村繁治, ACA 2014 Conference Proceedings (ISBN: 978-986-86796-4-1), pp.260-263, 2014/09.
- [3] 色覚バリアフリー照明に関する基礎的実験 ~ W, R-LED を中心に ~, 田村繁治, 日本色彩学会誌, 36-supplement, pp.124-125, 2012/05.
- [4] 色覚バリアフリー照明に関する基礎的実験, 田村繁治、平賀隆, 日本色彩学会誌, 35-supplement, pp.106-107, 2011/05.

〔学会発表〕(計 7 件)

- [1] 実用的な色覚バリアフリー照明---(石原式国際版38表)---, 田村繁治, 第46回照明学会全国大会, 名古屋市, 2013/09/07.
- [2] 色覚バリアフリー照明の1評価方法の提案, 田村繁治, 平成24年度照明学会全国大会, 山口県, 2012/09/07.
- [3] 色覚バリアフリー照明に関する基礎的実験(2), 田村繁治, 第43回色彩学会全国大会, 京都大学, 2012/05/26.
- [4] 実用的な色覚バリアフリー照明, 田村繁治, 電子情報通信学会2012総合大会, 岡山大学(岡山市), 2012/03/20.
- [5] 色覚バリアフリーLED照明, 田村繁治, 電気関係学会関西連合大会, 兵庫県, 2011/10/29.
- [6] 色覚バリアフリー照明のシミュレーション, 田村繁治, 照明学会全国大会, 愛媛県松山市, 2011/09/16.
- [7] 色覚バリアフリー照明に関する基礎的実験, 田村繁治、平賀隆, 日本色彩学会第42回全国大会, 千葉市, 2011/05/14.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田村繁治 (独法 産業技術総合研究所)

研究者番号 : 70357490

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号 :