

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 18 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350027

研究課題名(和文) デジタル教科書のカラーユニバーサルデザイン

研究課題名(英文) Color Universal Design of Digital Work Book

研究代表者

市原 恭代 (Ichihara, Yasuyo)

工学院大学・情報学部(情報工学部)・准教授

研究者番号：10301813

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：多数派の色覚と赤緑色覚異常の色カテゴリーは異なる。これは混同色軌跡から容易に推察できる。混同色軌跡は色弱が混同する色を教えてくれる。しかし色弱はどこまでの範囲の色を同じ色と分類するかは教えてくれない。色カテゴリーの特徴を解明できれば、少数派が"同じグループの色"、"異なるグループの色"と感じる色が多数派色覚にも容易に理解できるようになる。この研究では赤緑色覚異常といわれる人々の色彩感性に対応し、色カテゴリーの一部を抽出することに成功した。これらの基礎研究の下に教科書のカラーユニバーサルデザインを推進し、光村出版をはじめとする多くの教科書会社で色校閲を行った。

研究成果の概要(英文)：Humans recognize colors by categorize them with color names such as red, blue and yellow. Colors are used for common communication means in various place. But, there is a difference in color vision among individuals, so the color that you are looking is not necessarily visible to the same color as other persons. Therefore, ineffective communication is invited by colors and color names, and it may lead to an accident. In order not to cause these confusion, we should aim to consider color universal design that minority group don't become disadvantage and it is good also for the general people. So, we conduct the experimental tests in order to investigate to color category of each color vision that trichromacy, protanopes and deuteranopes. And we could find colors with high possibility that it able to used as common point and uncommon point of color category among each color vision types.

研究分野：色彩学

キーワード：Color Vision カラーユニバーサルデザイン

1. 研究開始当初の背景

DTP カラーが導入されてから、色は以前より重要な情報をその一例であり、基礎となる知識を正確に伝える必要性を持つことから、教科書のカラーユニバーサルデザインの研究を行っている。本研究伝達する機会が多くなった。しかし、色覚のタイプによっては情報がきちんと伝わっていない場合が数多くある。教科書もでは、凡例を含む地図に着目して研究を進めていく。凡例は、引き出し線や直接記入によって情報を示すことが困難な地図などの場合において有効な方法だとされており、教科書で頻繁に使用されている。以上のような凡例の必要性を踏まえ、凡例を含む地図の適切な大きさとし、色使いを研究する。

2. 研究の目的

凡例には、「位置情報」と「領域情報」を持つものがある。前者は「色+形」で位置を示し、後者は「色」のみで領域(範囲)を示す。本研究では、両者の情報を持つ凡例を含む地図について色使いの問題点を明らかにする。また、位置情報を持つ凡例については、大きさが凡例の判別に影響を与えているかを探る。最終目標は、教科書全体のカラーユニバーサルデザインを行うことである。

3. 研究の方法

実験 1：凡例が位置情報を持つ場合の画像の問題点と凡例の大きさ

凡例が「位置情報」を持つ地図画像について問題点を挙げる。また、凡例の大きさが凡例の判別に影響を与えているかを調査することを目的とした。

実験 1 の準備

刺激の選択を行った。はじめに、事例教科書全体の問題点を把握するため、教科書の全頁(132 ページ)をバリエーションで検証した。基準は「識別が要求される箇所に混同色が使われていないか」「図や表の意味を理解できるか」「強調すべき箇所を色の違いのみで表現していないか」の 3 つとし、一つでも該当、または該当の可能性がある箇所は「頁」「画像の位置」「問題指摘」の 3 項目についてエクセルの表を作成した。その結果、48 箇所で見つかった問題があることが予想され、その内凡例を含む地図は 16 箇所であった。16 箇所の内、全ての凡例が位置情報を持ち、凡例の平均値(縦 2.3mm、横 3.8mm)に満たない画像 2 枚を刺激に選択した(図 1。以下画像 1, 2)。さらに、全ての凡例が凡例の平均値を満たすものの中で凡例が最も大きい画像も刺激に選択した(図 1。以下画像 3)。

実験 1 の環境

被験者は 1 型 2 色覚(以下 P 型)50 代男性

1 名、2 型 2 色覚(以下 D 型)40 代男性 1 名。刺激は事例教科書(光村図書出版株式会社「社会 3・4 下」)より地図画像 3 枚。

実験 1 の方法

被験者には座った状態(視距離約 30cm)で刺激を見てもらい、対話形式で聞き取りを行った。対話内容は、凡例対応、内容理解に関する問題点を挙げてもらう他、感じたことを自由に話してもらった。

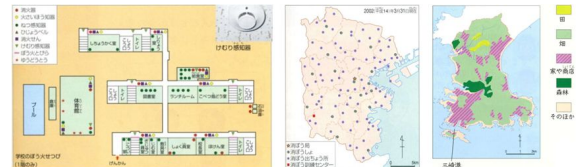


図 1 凡例の大きさに問題があると思われる画像 1(左)、2(中)と

凡例の大きさの目安となる画像(右)

実験 2：凡例が領域情報を持つ場合の画像の問題点

凡例が「領域情報」を持つ地図画像について問題点を挙げることを目的とした。

実験 2 の準備

実験 1 と同様の方法で、刺激選択のために事例教科書全頁(202 ページ)の検証を行った。その結果、95 箇所で見つかった問題があることが予想され、その内凡例を含む地図は 87 箇所あった。87 箇所の内、凡例が領域情報を持ち、凡例数が多く、判別困難な画像 2 枚(図 2。以下画像 4, 5)を刺激に選択した。



図 2 領域情報を持つ凡例の画像 1(左)、2(右)

実験 2 の環境

実験 2 の被験者は実験 1 と同一であった。刺激は、事例教科書(高校世界史)より地図画像 2 枚とした。

実験 2 の方法

実験 2 の方法は、実験 1 と同一であった。

実験 3：改善案の評価

改善案のデザインについて問題があるかを調査することを目的とした。

実験 3 の準備

実験 1, 2 で使用した 5 つの刺激について、アプリケーションソフト photoshopcs5 を使用し、P, D 型の見え方をシミュレーションしながら刺激となる改善案を作成した。色は、「色覚の多用性に配慮した案内・サイン・図表等用のカラーユニバーサルデザイン推奨配色セット」(CUD 配色セット)の CMYK 値で指定し、元の画像の配色を

なるべく保つように作成した。これを、インクジェットカラープリンター(CanonMP610)でカラーマネジメント(プリンターが色を決定)した後、A4判普通紙に出力した。

実験3の環境

実験3の被験者は実験1と同一であった。刺激は改善案画像5枚とした。

実験3の方法

実験3の方法は、実験1と同一であった。

4.研究成果

実験1

画像1では、P、D型の両者で、赤と緑の凡例が同じに見えたことと、二重線が見づらいことから判別できなかった。またD型では、形が違うため判別は可能だが、4つの凡例の色が近似して見えた。画像2では、P型は薄緑の二重線はよく見なければ認識ができず、紫と判別しづらかった。D型も、混同色ではないが小さいので

がわかりづらかった。また、P型は、黄色の凡例がもっと明るいと言えたと回答した。画像3では、P型は畑(薄緑)とそのほか(クリーム色)が地図上では苦勞せず判別できるが、凡例のみ見た場合は混同し、凡例対応は難しかった。

画像1と2では、P、D型の両者が赤と緑の区別が困難だと感じていた。これは、赤と緑が混同することに加え、2色とも黒との混同があることから黒い二重線が見づらくなると考えられる。また、「二重線が見づらい」「小さいのでわかりづらい」と回答したことから、色が見分けにくいことに加え、凡例の大きさが凡例の判別の妨げになっていることが考えられる。

実験2

画像4では、P型は凡例が4グループに分かれた。1803年(薄黄緑)、1846年(薄黄)、建国当時の合衆国(薄緑)、1819年(ピンク)、1845年(とても薄い紫)、1783年(薄茶)、1818年(薄青)、1848年(薄オレンジ)、1853年(薄紫)であった。一方、D型では凡例が2グループに分かれた。建国当時の合衆国(薄緑)、1783年(薄茶)、1803年(薄黄緑)、1818年(薄青)、1819年(ピンク)、1845年(とても薄い紫)、1848年(薄オレンジ)、1853年(薄紫)の青みグループ。1803年(薄黄緑)、1846年(薄黄)、1848年(薄オレンジ)の黄みグループだった。青みグループの1819年と1845年は海の色と一致し、黄みグループは凡例以外の陸地のカナダ、メキシコ(クリーム)と一致した。P、D型の両者で自信を持って凡例対応できるものは無かった。州を囲む赤線と緑線は、P型は判別がつかず、州界(グレー線)とも間違えやすかった。D型では判別がついたが、川

(水色)と州界(グレー)が近似して見えた。

画像5で、P型は矢印(青と赤)が混同した。凡例では、P、D型両者でイギリス(ピンク)とドイツ(緑)、P型はドイツ(緑)とイタリア(黄緑)とスペイン(黄)、D型はイタリア(黄緑)とスペイン(黄)とポルトガル(オレンジ)が混同した。また、D型でベルギー(明るいクリーム)が陸地(クリーム)と混同し、凡例対応ができるのは独立国(白)とフランス(紫)のみだった。

以上の結果から、凡例に含まれない色(海や陸)と凡例に混同が生じ、凡例対応をより困難にする例があることが分かった。領域情報を示すために画像4では9色、画像5では8色を使用している。しかし、両者の画像で、領域以外の情報を示すためにそれぞれ加えて6、4色が必要となり、最終的には12~15色の組み合わせを考える必要がある。

実験3

画像1では、凡例について、P型は消火器(赤)とねつ感知器(緑)、ゆうどうとう(グレー)とけむり感知器(空色)、ひじょうベル(オレンジ)と背景(明るい緑)が似た色に見えた。D型は、全て形が違い、輪郭線があるのでわかりやすいと回答した。また、P、D型両者で、石油庫とねつ感知器の凡例が似て見えた。さらに、ぼう火とびら(ピンク)は地図内の他の線との差を明確にするため、改善前と同様に斜線をつける。似た形にははっきりと見分けができる色を使う。実物をイメージさせる形や色を使う、という意見が出た。

画像2では、P、D型とも凡例対応に問題はなく、良い評価を得た。しかし、P型は消ぼう出ちょう所(緑)と消ぼう訓練センター(赤)が混同し、D型は、消ぼう訓練センター(赤)が目立ち過ぎなのでもっと小さくても良いと回答した。

画像3は、現段階では改善前の方が良いと評価された。田(明るい緑)とその他(クリーム色)、家や商店(明るいピンク)と畑(明るい緑)が混同していた。

画像4では、P型で1783年(明るい緑)と1819年(明るいピンク)のみ混同した。D型からは断然見やすいと評価を得たが、州界(点線)は見えずらい、赤線が明るい緑に被ると、やや見にくかった。またP、D型両者が、ハッチングが濃いいため、文字や州界が見えづらくなる可能性があるかと回答した。さらに、改善前と同様に太文字にする。色名コミュニケーションの可能性に備えて色名を書く、などの意見があった。

画像5では、P、D型でイタリア(明るい黄緑+ハッチング)とポルトガル(オレンジ)が遠目で見ると近似して見え、フランス(明

るい紫)とドイツ(明るい緑)も、判別はつづが見づらかった。また、エチオピアに線(紫)が入ってしまうと見えづらくなる可能性がある。線の周りに余白を作るとよいとの回答があった。

以上の結果より、凡例に含まれない色(海や陸)が凡例の判別を困難にすることが分かった。画像2の混同は、CUD配色セットの小面積用の色で色指定しているが、想定よりも小さい面積に使用したことで生じた可能性がある。ハッチングについては、画像3の場合「田」「畑」は地図記号で表せるので、模様を使用することが考えられる。また、画像4,5のように濃い色で細かいハッチングだと、遠くから見た際に色が混じって暗く見える可能性がある。面色と同一系の色や白を使うこと、模様を粗くすることが考えられる。さらに、上に重なる線がある場合、ハッチングに直線を使わないなどの配慮が必要である。今回扱った画像4,5のような色数の多い地図では、CUD配色セットでも見分けづらい配色になる可能性が高いので、色調整の他、不要な色を抜くなどの対策が考えられる。

今後について

実験1で、大きさが問題の一因となっている可能性が示唆されたので、適切な凡例の大きさを求めたい。また、改善案で問題指摘された箇所について修正し、再度検証を行いたい。その際、実際に教科書に記載する大きさに考慮し、正確な色の出力ができる機材や道具を用いる必要がある。

参考文献

- [1] 市原(後藤)恭代, “情報をきちんと伝えるカラーユニバーサルデザイン,” A・F・T ジャーナル, vol. 40, pp.4 - 4, august 2009 年.
- [2] 市原(後藤)恭代, “万能の色覚などない 色覚多様性は人類の財産,” かざぐるま通信, 通巻 NO. 14, pp.6 - 8, march 2004.
- [3] 池田光男, “第9章色覚異常,” 色彩工学の基礎, 編者名, pp.203 - 206, 朝倉書店, 1980.

色覚バリアフリー/カラーユニバーサルデザイン

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

鈴木諒成, 市原恭代: 言葉の印象から受ける色の表現, 日本色彩学会 視覚情報基礎研究会 第29回研究発表会, 視覚情報研究会論文集 pp.25-28

増野翔平, 市原恭代: 装飾品を身に着けた際の似合う要因 - 客観的な評価において - 日本色彩学会 視覚情報基礎研究会 第29回研究発表会, 視覚情報研究会論文集. pp.29-32

[学会発表](計 2 件)

鈴木諒成, 市原恭代: 言葉の印象から受ける色の表現, 日本色彩学会 視覚情報基礎研究会 第29回研究発表会, 中央大学

増野翔平, 市原恭代: 装飾品を身に着けた際の似合う要因 - 客観的な評価において - 日本色彩学会 視覚情報基礎研究会 第29回研究発表会, 中央大学

[図書](計 1 件)

市原恭代: 光村出版 小学校教科書指導要領 カラーユニバーサルデザインについての校閲 光村出版 教科書指導要領

[産業財産権]

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

市原 恭代 (ICHIHARA, Yasuyo)

工学院大学・情報学部

(情報工学部)・准教授

研究者番号: 10301813