

色覚バリアフリーマーク

このマークは、目の形をした「黒」の背景に「マゼンタ（あざやかな赤紫）」と「緑」の光が重なりあって「白」になっている像をイメージしています。

2種類のデジタル情報を同時に提示する際には、「赤と緑」の組み合わせが使用される慣例になっていました。しかし赤緑色盲の人には、赤と緑が重なりあった「黄色」と、「緑」とを判別できません。我々はこの「赤と緑」の組み合わせを「マゼンタと緑」の組み合わせに変更することにより、色盲の人にもそうでない人にも分かりやすくなることを紹介してきました。これが我々の色覚バリアフリー活動の切っ掛けです。このマークをシンボルに、今後色覚バリアフリー社会を目指した活動をしてきたいと考えています。

(<http://www.nig.ac.jp/color/musha.html>)
マークのデザイン：

武者廣平（武者デザインプロジェクト）

※ 先天色盲には、眼の錐体細胞が1種類しかない1色型色盲（いわゆる全色盲、人口の0.01%以下）、2種類の錐体がある2色型色盲（いわゆる色盲、男性の約1.5%）、3種類の錐体があるがそのうち1つの波長特性がずれている異常3色型色盲（いわゆる色弱、男性の約3.5%）の3種類があります。2色型や異常3色型色盲には、どの錐体に変化が出ているかによって第1色盲、第2色盲、第3色盲の3つの種類があります。第1色盲と第2色盲は色の見え方が比較的近く、総称して「赤緑色盲」と呼ばれます。第3色盲は稀です。本調査報告では、人数が圧倒的に多い赤緑色盲を中心に扱っています。

私たちは、一部では差別的表現として扱われることもある「色盲」という用語を、一貫して用いています。「色弱」「色覚障害」「色覚異常」などの言い換えがされていますが、多様な色覚の中で色盲は単に少数派なだけであり、「異常」や「障害」と捉えられることには抵抗があります。また、色盲の人は色が見えないという根深い誤解があります。全色盲以外の大多数の色盲の人は、本稿で示すように多くの色を見分けることができます。誤解を解くためには、むしろ色盲という言葉をも積極的に使って、色が見分けられるという事実を訴える方がよいと考えています。私たちは、差別は単なる言葉の言い換えでなく、本調査報告で示すような色覚バリアフリーの実現と普及によってこそ解決できると考えます。そこでシンプルで分かりやすい画期的な言い換え語がまだ出現していない現時点では、色盲という用語に統一することにしました。

同時に、色覚は正常や異常と価値判断できる問題ではないという観点から、「正常」「健常」などの表現を避け、「色盲でない人」に統一しています。

なお、著者のうち岡部と伊藤は、赤緑色盲の中で一番程度が重いとされる強度第1色盲であることを申し添えます。

岡部 正隆 (国立遺伝学研究所)

伊藤 啓 (東京大学分子細胞生物学研究所/岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所)

橋本 知子 (株式会社文化総合研究所)

はじめに

平成12年版総務省編『障害者白書』によると、各種の障害を持つ人の数は表のようになっている。

障害の種類別に見た身体障害者数		人数
在宅者	障害種別	
	聴覚・言語障害	366,400
	視覚障害	310,600
	肢体不自由	1,698,400
	内部障害	639,200
施設入所者	162,000	
計	3,176,600	

「色盲」(色覚障害)は黄色人種では男性の20人に1人(5%)、女性の500人に1人(0.2%)に見られる。(白人では男性の8%、黒人では男性の4%)上記調査同時期の日本人男性は6,111万人 女性は6,359万人(平成8年10月現在)であるから、色盲の人は約318万人となり、身体障害者の総計を越える数となっているのである。

色盲は世界的にはAB型の血液型の頻度に匹敵する、極めてありふれた存在である。小中学校の40人学級(男子20人)の各クラスに必ず1人おり、男女100人の講演会場には、2~3人の色盲の聴衆がいるという計算になる。

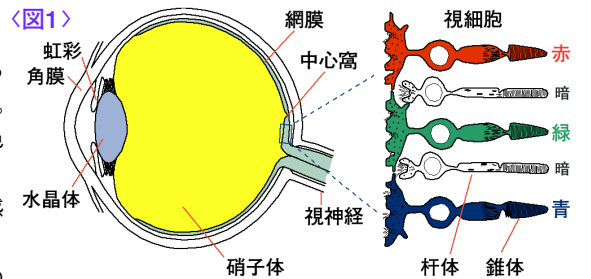
社会的な差別や偏見といった過去の経緯から自分が色盲であることを隠す人が多いこと、また色盲であっても実際にはかなりの色を不自由なく見分けられることから、これまで色盲の人が色に関する不便を積極的に訴えることは少なかった。そのため、色盲がこのようにありふれた現象であるにもかかわらず、バリアフリー対策の対象となっている他の障害に比べ、色覚に関するバリアフリー対策の意識は高いとは言えない。

印刷技術の発達やインターネットの普及で、我々の身近なところで色の違いによって重要な情報を判断しなければならない機会が急激に増えてきている。学術研究発表の場では十分な議論を行なうためにさまざまな情報を正確に伝達することが求められ、商業デザインの間では商品やサービスの情報がより多くの人に確実に伝わることを求められている。そのような立場の方々に色覚バリアフリーについて理解と共感をいただき、誰にでもわかりやすいユニバーサルな色彩表現が広まっていくことを望んでいる。

色盲(色覚障害)とは

人間の目の網膜には3種類の錐体細胞があり、それぞれ赤、緑、青を感じる視物質を持つ。このうちどれかの機能が損なわれた状態が色盲である。1種類の錐体細胞が失われたり(いわゆる色盲)、3種類のうちの1種類の感度曲線がずれて他のと近づいてしまったりすると(いわゆる色弱)、残った錐体細胞の出力の差を利用して大半の色は見分けることができるが、特定の範囲の色については差を感じにくくなる。

色盲の人の大多数は、赤感受性の視物質の遺伝子に変異を生じた「第1色盲」(色盲全体の約25%)か、緑感受性の視物質の遺伝子に変異を生じた「第2色盲」(色盲全体の約75%)である。赤と緑の視物質は

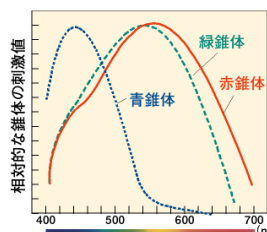


感度曲線の重複が大きいのでどちらが失われても似た症状になり、赤~緑の波長域で色の差を感じにくくなるため「赤緑色盲」と総称される。また赤と緑の視物質遺伝子はどちらもX染色体に載っているため、症状は圧倒的に男性に多い。

青感受性の視物質の遺伝子に変異を生じた「第3色盲」は色盲全体の約0.02%とまれである。黄~青の波長域で色の差を感じにくくなるため「青黄色盲」と呼ばれる。

2つ以上の視物質に変異を生じた人も存在する。この場合、色を見分けることはできないので、「全色盲」と呼ばれる。

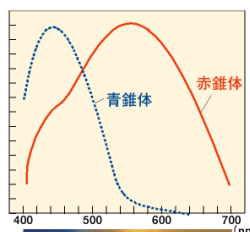
図2 色盲でない人



3種類の錐体が機能

名古屋市の小学4年生の例(1980) → (全男子に対する比率)

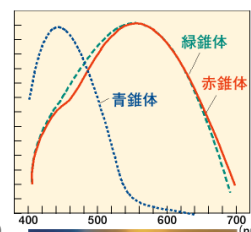
いわゆる色盲



3種類の錐体のうち、1種類がない

赤 第1色盲 0.4%
緑 第2色盲 1.4%
青 第3色盲 0.001%

いわゆる色弱



3種類の錐体のうち1種類の光の感じ方がずれている

赤 第1色弱 0.7%
緑 第2色弱 3.2%
青 第3色弱 -

■色盲の人にはどのように色が見えるのか？

■大多数を占める赤緑色盲(第1色盲、第2色盲)の場合

●赤～緑の波長域において、明度が類似した色の見分けが困難になる。右の図の、黒い実線から右(長波長)側の「赤～緑の領域」で、色の差が小さくなっている。この範囲では点線を中心に左右の色がほぼ対称に見えていて、「赤と緑」「黄緑と黄色」の差が特に小さくなっている。

●さらに第1色盲では、最も長波長側の視物質に変異があるため、赤が暗く感じられる。そのため「濃い赤」はほとんど「黒」に見える。

●第2色盲では、まん中の波長域の視物質に変異があるが、この波長域は赤と青の視物質でもカバーされるため、緑が暗く感じられることはない。

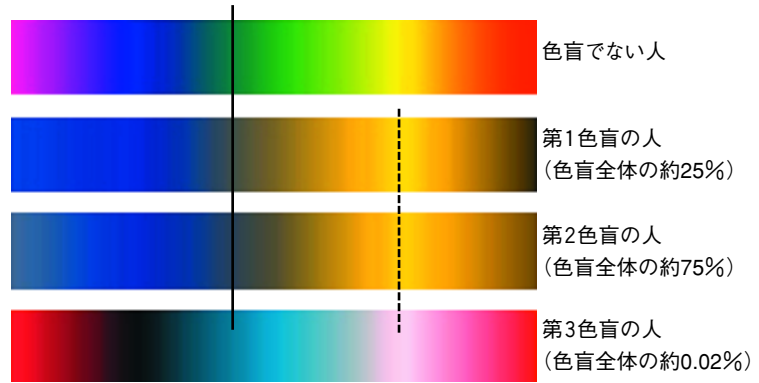
●ある色と、それに赤または緑を足した色が区別しにくくなる。「紫と青」「緑と茶色」「赤と茶色」「水色とピンク」など。

●彩度の高い色に比べ、彩度の低い色ではさらに識別が難しくなる。「灰色と淡い水色、薄緑」など。

●赤と緑の一方の視物質がない分だけ色の識別において青視物質に依存する度合いが高いため、青色への感度はむしろ高い面がある。赤と緑、黄色と黄緑はほとんど同じ色に見えるが、緑と青緑は全然違う色に見える。

●色相(色み)の見分けが苦手な分、明度や彩度の差にはむしろ敏感であり、同系色の明暗の識別には支障は少ない。

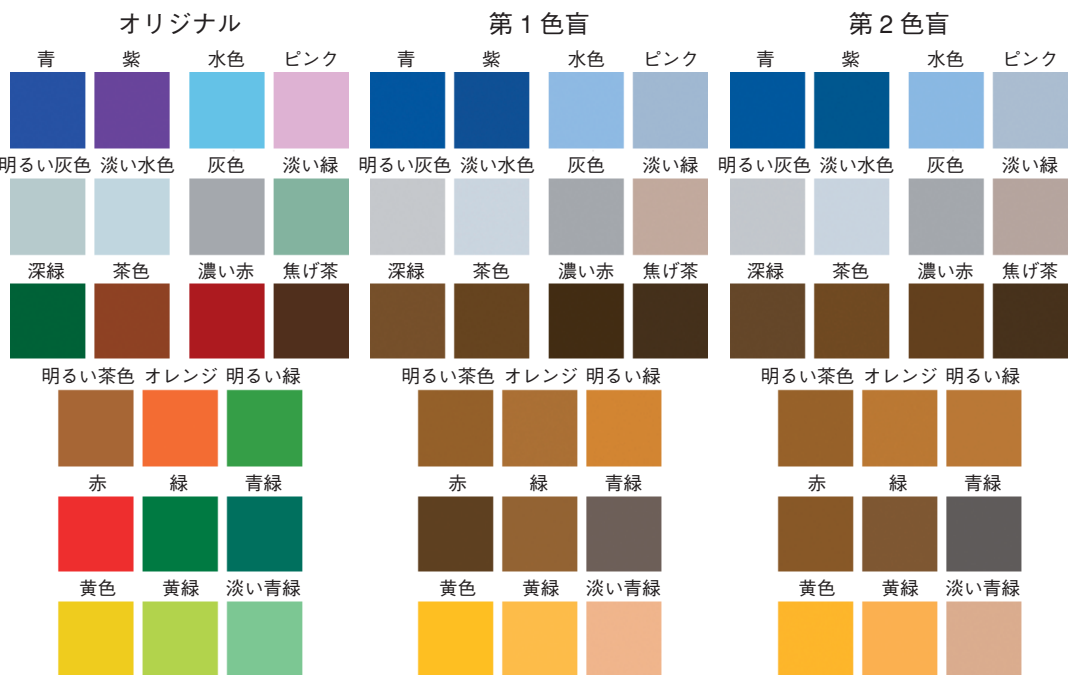
●大半の色が区別できるため、区別できないところさら



〈図3〉色盲の人の見え方のシミュレーション

に色分けがあるとは考えない傾向がある。そのため色分けに気付かないことがある。

●色盲でない人の色のカテゴリーに合わせて作られた「色名」に、うまく対応できない。そのため色名を使ったコミュニケーションは非常に難しい。



〈図4〉色盲の人に見分けにくい色のシミュレーション

■青黄色盲(第3色盲)の場合

色盲でない人は3つの視物質のうち赤と緑からの情報を重点的に色識別に利用し、青からの情報の比重は相対的に低い。そのため青視物質がない第3色盲の人の色の感じ方は、色盲でない人に

比較的近い。しかし青と緑の区別が、色盲でない人よりもかなり難しくなる。

■全色盲の場合

モノクロ画像になると同時に、著しい視力低下を伴う。

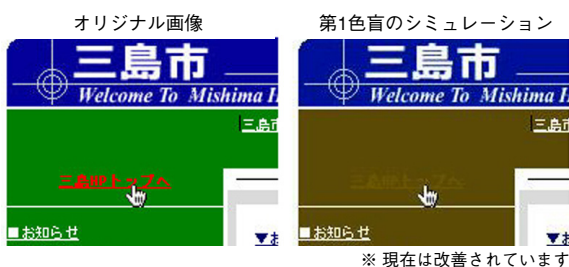
■日常見かける見にくい色使い

〈図5〉色盲の人が見にくい揭示物

●左の図はホームページの例。「緑のバックに赤い文字」は、色盲でない人にはとても鮮やかに映える組み合わせだが、色盲の人にはほとんど見えない。

●右の図は駅の案内表示。路線を色分けでシンボル表示している

が、明るい緑とオレンジ色は色盲の人にはよく区別できない。また、色名の認識を間違えることがあるので、「〇〇線は△△色の丸です」というような案内が意味をなさない。たとえば路線ごとに路線番号を決め、色丸の中に大きくその番号を表示すればバリアフリーになる。



※現在は改善されています

色盲でない人

黒字の中に**赤色**の字
黒字の中に**朱色**の字
細字だと**色**が見にくい

白い字は見やすい
赤は鮮やかに明るい
朱色もそう変わらない
青は暗く沈んで見える
細い字は**読み**にくい

第1色盲の人

黒字の中に**赤色**の字
黒字の中に**朱色**の字
細字だと**色**が見にくい

白い字は見やすい
赤は暗く沈んで見える
朱色は明るく見える
青は鮮やかに明るい
細い字は**読み**にくい

〈図6〉同じ色が、どの人にとっても見やすいわけではない

- 色盲でない人には赤色が明るく目に飛び込み、青が沈んで見える傾向があるが、特に第1色盲の人には逆に赤が沈み、青色が明るく目に飛び込んでくる傾向がある。
- 強調によく使われる赤字は、色盲の人には黒と区別が付きにくい。明るい朱色がよい。
- 細い字の色は、特に見にくい。なるべく太字の書体を使うのがよい。

A オリジナル



第2色盲



B



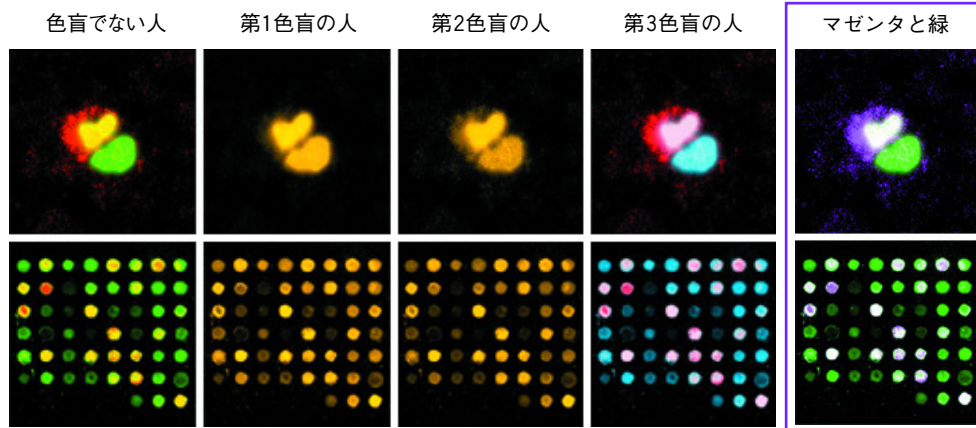
〈図7〉全ての色には一定の幅がある。同じ色でも、微妙な色合いの差で分かりやすさが変わる

- 同じ緑でも抹茶のような暖色系の(青みを全く含まない)緑は、いくら鮮やかな緑でも色盲の人には茶色と区別がつかない。
- 高速道路の案内表示板の緑は、青みを強く、また明るめにする事で、他の表示の色と間違えにくいよう配慮されている。

- 同じ色の中でも、同時に使っている他の色となるべく間違えにくいような色合いを選ぶよう心がける。
- 色盲でない人には間違えようがないと思えるような鮮やかな色でも、色盲の人には他の色と混乱し、正しい色名が認識できない場合がある。「色を見せれば相手はその色の名前が分かる」と仮定しないことが大切。

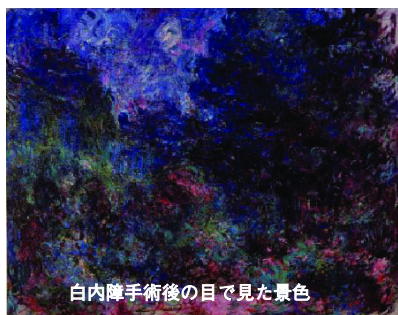
〈図8〉学術分野での見にくい色づかい

- 生物学の分野では2種類のデジタル情報を赤と緑で同時に表示する慣例がある。赤と緑が重なると黄色になる。
- 第1・第2色盲の人では黄色と緑の部分の区別が難しい。
- さらに、「第1色盲の人」では赤の部分が見えづらい。
- 「赤と緑」でなく、「マゼンタ(赤紫)と緑」に変えるだけで(一番右の図)、重なった部分は区別しやすい白になり、色盲の人にも色盲でない人にも分かりやすい画像になる。

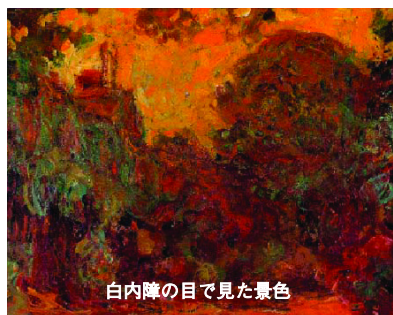


共焦点レーザー顕微鏡(上)とDNAチップ(下)の画像

■白内障の人にも色覚に関する不便を感じている



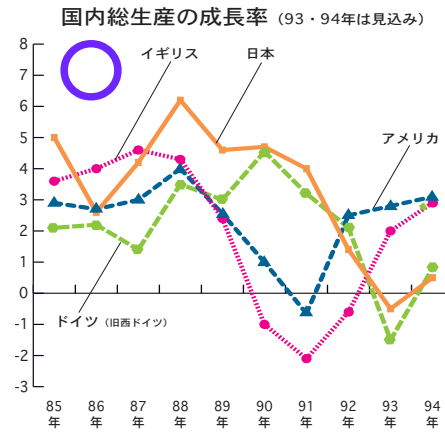
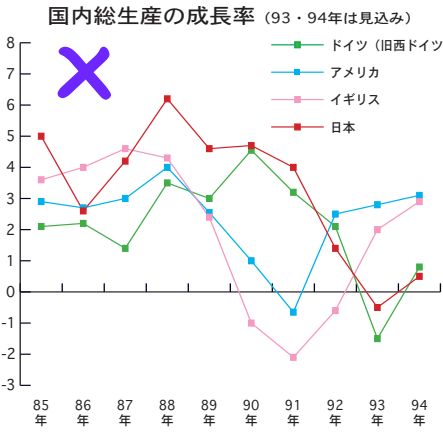
白内障手術後の目で見た景色



白内障の目で見た景色

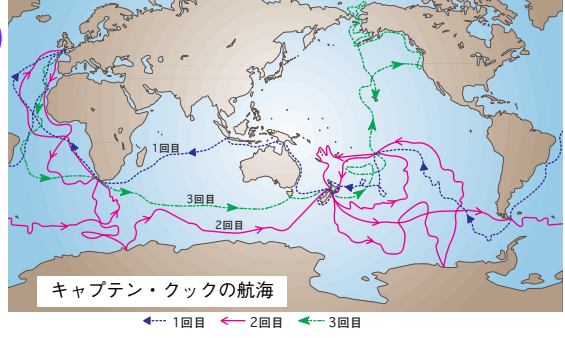
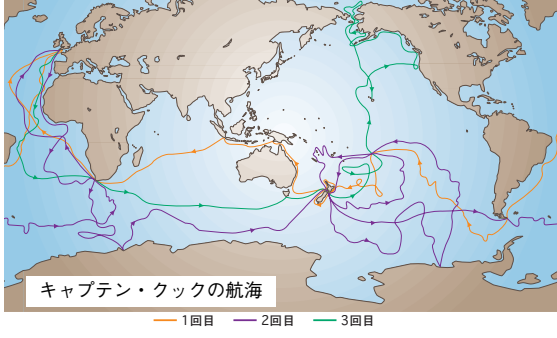
〈図9〉高齢者に多い白内障では、濁った水晶体の中で短波長の光が吸収されてしまうので、赤や緑はよく見えるが、青(などの短波長の色)だけが暗くなって見にくくなる。上の図は画家モネが描いた2枚の絵で、左は白内障の手術を受けた後の目で、右は白内障の目でスケッチしたもの。白内障の目では景色に青味が失われているのが分かる。

■色だけで情報を伝えず、形や文字で「冗長性」を加えたプレゼンテーションのデザイン

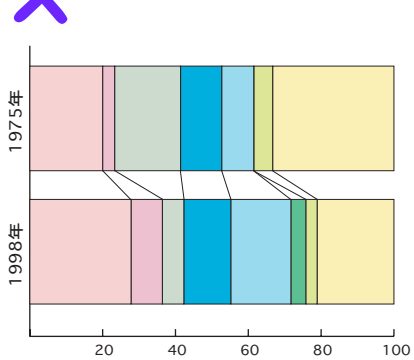


〈図10〉〈図11〉線の色分け

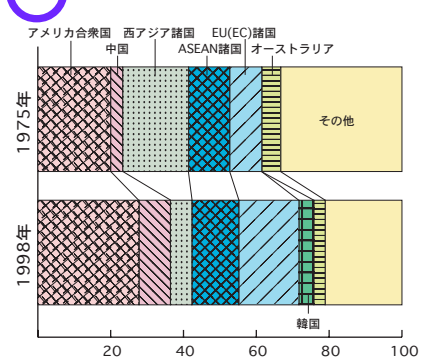
- シンボルは、同一形状で色だけを変えるのではなく、形を変化させる。
- 線を区別させるときは、色の違う実線同士でなく、実線、点線、波線を色と組み合わせる。
- 色情報を載せる線は太くデザインする。
- 凡例を独立させて色だけで照合させるのではなく、何を示すかを図中に直接記入する。(スペースがない場合は、通し番号や略号でもよい)



日本の貿易相手国の変化

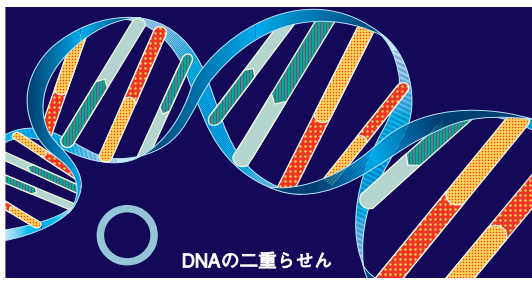
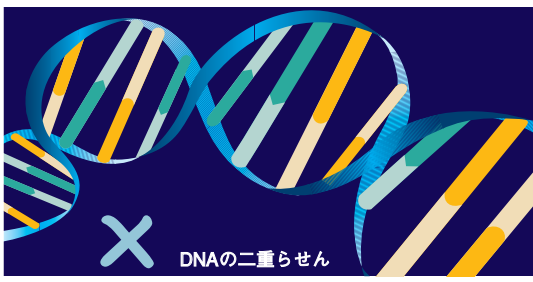


日本の貿易相手国の変化



〈図12〉〈図13〉塗りの色分け

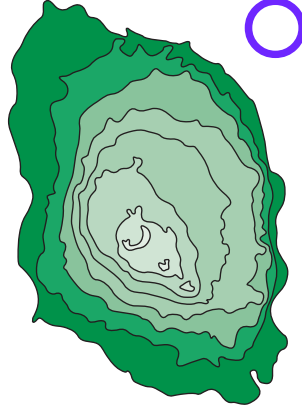
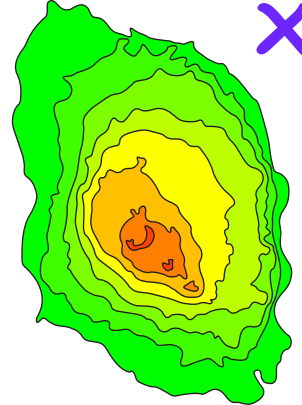
- 塗りには、色だけでなくハッチングを併用する。
- 凡例を独立させて色だけで照合させるのではなく、何を示すかを図中に直接記入する。
- 色の境目に細い黒線や白線を入れ、塗りの違いをはっきり示す。

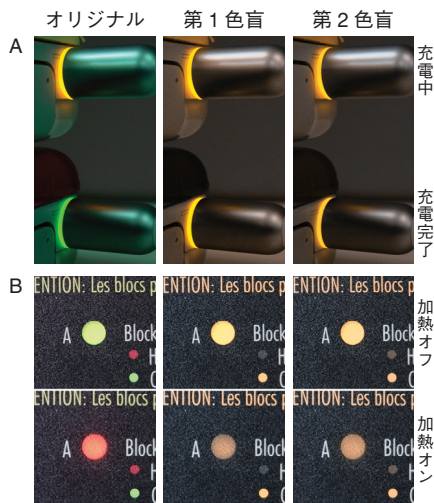


■配色の工夫

〈図14〉同じ明るさで色相を変えるのではなく、同じ色相で明るさを変える

- 色盲の人は色の識別が苦手な分、明度や彩度の差にはむしろ敏感である。たとえば地図の段彩が、同じ明るさで緑→黄緑→黄色→オレンジなどになっていると差を見分けるのが難しいが(左)、暗い緑→緑→明るい緑になっていれば(右)、容易に区別できる。
- 註：人間の眼は明るさを対数的に感じるので、明度を指定するときは値が等差数列(例:10, 20, 30, 40, 50, 60, 70%)でなく等比数列(例:10, 14.1, 20, 28.2, 40, 56.4, 80%)になるようにする。



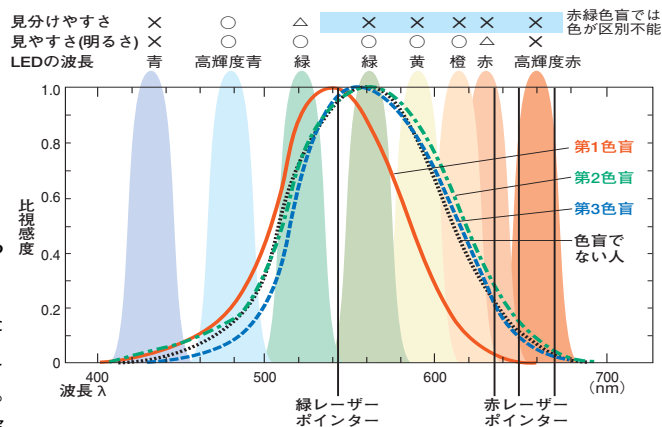


〈図15〉弁別困難な、赤／緑、オレンジ／緑の2色発光ダイオード

- A：ノート型パソコンの電源アダプターのパイロットランプ。上段のパソコンは充電中でオレンジの発光ダイオード（LED）が点灯している。下段のパソコンは充電が完了し緑のLEDが点灯している。赤緑色盲の人には充電の状態がわからない。
- B：ヒーターのパイロットランプ。上段は加熱ヒーターがオフの状態です緑のLEDが点灯。下段は加熱ヒーターがオンで赤のLEDが点灯。同じランプの色が変わるのでは、赤緑色盲の人には違いがわからない。ヒーターのオンオフをランプの点灯消灯で区別するか、別のランプを点灯させるように設計すれば、色盲の人にも情報が伝わる。

〈図16〉各色覚特性の波長別比視感度と、発光ダイオードやレーザーポインターの使用波長

- 第1色盲では長波長側から可視光線領域が狭くなっているため。長波長の赤の(高輝度赤)発光ダイオード(LED)の光が見えない。これが原因で電光掲示板の文字が読めないことがある。
- 緑のLEDは、短波長のものは色の見分けが付きやすいが、長波長のものは赤緑色盲の人には赤、オレンジ、黄色、黄緑のLEDと全く区別がつかない。これらの色のLEDを組み合わせても、1色にしか見えないので、絶対避けた方がよい。
- 青のLEDは色盲の人にはどれも明るく見やすいが、色盲でない



人には短波長の青は暗くしか見えない。

- 赤いレーザーポインターも種類によってはほとんど見えない。
- 緑のレーザーの比視感度のピークに位置し、どんな色覚特性の人にも見やすい。(ただし色盲だと黄色との区別はつかない。)

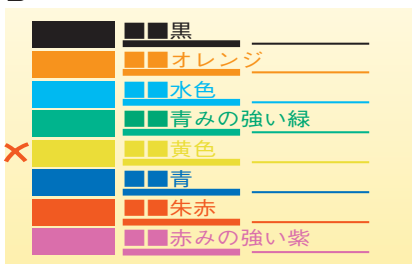
色盲の人にも色盲でない人にも見やすい色のセット

A 見え方のシミュレーション
オリジナル 第1色盲 第2色盲 第3色盲

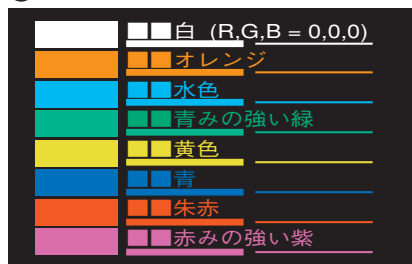


色相	Photoshop, Illustrator, Freehand 等での指定	Word, PowerPoint, Canvas 等での指定
黒	C,M,Y,K (%) (0,0,0,100)	R,G,B (%) (0,0,0)
オレンジ 41度	R,G,B (0-255) (230,159,0)	R,G,B (%) (90,60,0)
水色 202度	R,G,B (0-255) (86,180,233)	R,G,B (%) (35,70,90)
青みの強い緑 164度	R,G,B (0-255) (0,158,115)	R,G,B (%) (0,60,50)
黄色 56度	R,G,B (0-255) (240,228,66)	R,G,B (%) (95,90,25)
青 202度	R,G,B (0-255) (0,114,178)	R,G,B (%) (0,45,70)
朱赤 27度	R,G,B (0-255) (213,94,0)	R,G,B (%) (80,40,0)
赤みの強い紫 326度	R,G,B (0-255) (204,121,167)	R,G,B (%) (80,60,70)

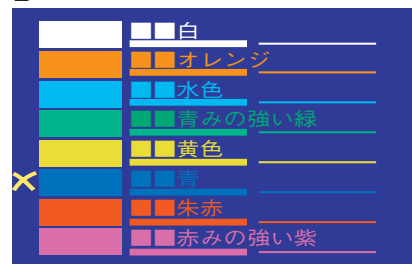
B クリーム色の背景



C 黒の背景



D 青の背景



- 1: 色盲の人にも色盲でない人にも見分けやすく、
- 2: 色名が同定しやすいようなはっきりした色で、
- 3: 画面でも印刷でも同じように表示できる。

というような色のセットを作成した。

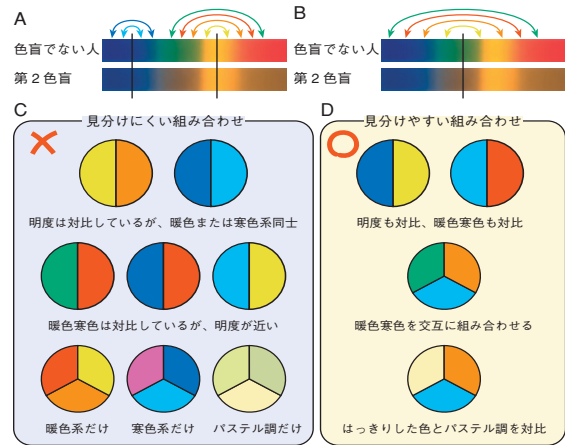
- 赤は、第1色盲の人に見やすいように朱赤にする。
- 黄色と緑の間の黄緑系統の色は、赤緑色盲の人には黄色やオレンジと見分けがつかないのでぜんぶ避ける。
- 緑は赤や茶色と間違えないよう、青みの強いものを選ぶ。
- 紫は青に近いと区別ができないので、赤に寄ったものを選ぶ。
- 朱赤から黄色の間では、見た目の明るさが違う3色（赤、オレンジ、黄色）を配分する。

- 青系では、見た目の明るさが違う水色と青を配分する。という基準で選んである。

- 右上：商業印刷を重視した画像ソフトでのCMYKやRGBによる色指定と、画面表示やプリンターでの印刷を重視した画像ソフトでのRGBによる色指定の例。キリのいい数字になるよう調整してある。RGBとCMYKの値の関係はパソコンの機種やOS、使用ソフト、画像の色管理情報（プロファイル）の種類等によってかなり変化するので、この図の値はあくまで参考である。
- ただし水色と黄色は、細い線や小さな文字では見分けにくい。折れ線グラフなど小面積の塗り分けでは水色のかわりに青色を優先して用い、黄色もなるべく避けた方がよい。

〈図18〉見やすい色の組み合わせ

- A:赤と緑の間や、青と紫の間で色を選ぶと、色盲の人には違いが分かりにくい。B:かならず赤～緑（暖色系）と緑～青（寒色系）のそれぞれの側から交互に選ぶようにする。
 - 赤と緑、黄色と黄緑は見分けにくい。
 - 暖色と寒色であっても、同じような明るさの色が並ぶと見づらくなる。
 - 色合い(色相)だけでなく見た目の明るさを大きく変化させる。3色以上なら明るい色、中間の色、暗い色を組み合わせる。
 - 彩度の低い色どうしの組み合わせは避ける。原色どうしや、パステルカラーと原色の対比はよいが、パステルカラーどうしは避ける。
- 注：なおここで言う明るさとは「目にうつる明るさ」のことである。たとえば緑色は赤色より倍近い視感度があるので、R, G, B= 0%, 50%, 0%の緑は、R, G, B= 100%, 0%, 0%の赤とほぼ同じ明るさに見える。R, G, B= 0%, 100%, 0%の緑は、この赤よりもはるかに明るい。



■ バリアフリーのまとめと、そのほかの注意点

発光ダイオード

- 長波長の赤（高輝度赤）のLEDの光は第1色盲の人には見えない
- 緑（長波長）、黄緑、黄色、オレンジ、赤のLEDは、赤緑色盲の人には同じ色にしか見えない
- 1つのランプの光の変化だけで情報を伝えない
- 赤～緑のLEDを2色組み合わせず、青や白のLEDと組み合わせる

色の選び方

- 赤は濃い赤を使わず、朱色やオレンジを
- 黄色と黄緑は赤緑色盲の人にとっては同じ色。なるべく黄色を使い、黄緑は使わない
- 暗い緑は赤や茶色と間違える。しかし青みの強い緑なら間違えない
- 青に近い紫は青と区別できない。赤に寄った赤紫を使う
- 細い線や小さい字には、黄色や白色を使わない
- 明るい黄色は白内障では白と混同

色の組み合わせ方

- 暖色系と寒色系、明るい色と暗い色、を対比させる
- パステル調の色どうしを組み合わせない。はっきりした色どうしか、はっきりした色とパステル調を対比させる
- ひとつの図版に使う色は、可能な限り少なく

視力低下への対応

本稿で解説したのは、先天色盲など視力低下を伴わない場合のバリアフリー対策。白内障、緑内障など視力低下や視野の狭窄を伴う人に対しては、小さな字や細かい図形を避け、図をあまり大きくしすぎないなど別の対策も必要

グラフや概念図

- 総論**
- 区別が必要な情報を、色情報だけで識別させない
 - 明度や形状の違いや文字・記号を併用して冗長性を与え、色に頼らなくても情報が得られるように
 - 白黒でも意味が通じるように図をデザインし、そのあとで「装飾」として色をつける
- 各論**
- シンボルは同じ形で色だけ変えるのではなく、形を変えて色は少なく
 - 線は実線どうしで色だけを変える
- だけでなく、実線、点線、波線など様々な線種と色とを組み合わせ、色情報を載せる線は太く、シンボルは大きく
- 塗り分けには、色だけでなくハッチングを併用
 - 色相の差だけでなく明度の差を利用した塗り分けを
 - 輪郭線や境界線で、塗り分けの境を強調
 - 図と凡例という離れた2点間での色の照合を省くため、図の脇に凡例をつけず、図中に直接書き込む

文字に色をつけるとき

- 背景と文字の間にはっきりした明度差をつける（色相の差ではダメ）
- 線の細い明朝体でなく、線の太いゴシック体を使う
- 色だけでなく、書体（フォント）、太字、イタリック、傍点、下線、囲み枠など、形の変化を併用

図の解説の仕方

- 「色が見分けられれば色名も分るはずだ」と考えない
- 色名だけで対象物を指し示さない。形態を描写したり、ポインターで直接指し示す
- 凡例にはなるべく色名を記入
- 赤いレーザーポインターは見づらい。緑のレーザーポインターを

講義や授業で

- クラスには必ず色盲の人がいる
- 黒板**
- 赤いチョークはほとんど見えない人がいる。朱色のチョークを使う
 - 青や緑も暗く見にくい。白と黄色以外はなるべく使わない
 - 色分けには文字や記号、ハッチング、縁取りを併用
- ホワイトボード**
- 黒、緑、赤のマーカーは見分けが困難。青を優先して使う
- 色の名前**
- 色盲の人は、色は見分けられても色の名前が分からないことがある
 - 色を使う際は生徒に色名を告げる
 - 生徒に色名を答えさせる質問をしない（特に大勢の前では絶対に）
 - 作業などを指示する際に対象物を色名だけで示さない。場所や形も指定する
 - ワークシート等を指示と違う色で塗ってきても減点しない

■ おわりに

色盲の人に分かりやすい(バリアフリー)色づかいは、色盲でない人にも分かりやすい(ユニバーサル)色づかいでもある。他のバリアフリー対策に比べ、色覚バリアフリーは配色にわずかな気配りをす

るだけで、追加のコストをいっさいかけずに達成できる。この大きな特長を有効に活用し、すべての人に見やすい、ユニバーサルなプレゼンテーションが心がけられていくことを期待している。

眼科・色彩工学の領域に関して 北原健二・大城戸真喜子(東京慈恵会医科大学)・市原恭代(宝仙学園短期大学) 画像の提供 白木岐奈(国立遺伝学研究所)・木村麻樹(文化総合研究所)・田中陽介・伊賀公一 参考：色盲の人にもわかるバリアフリープレゼンテーション法 URL: <http://www.nig.ac.jp/color>