

カラーユニバーサルデザインへの取り組み

東京大学 分子細胞生物学研究所 准教授

伊藤 啓 (いとう けい)

1 カラーユニバーサルデザインへの取り組み

●カラーユニバーサルデザインの重要性

塗装や印刷、コンピューター技術の発展によって、従来は白黒表示だったさまざまなものが急速にカラー化してきた。たとえば、公共施設の案内表示やサイン・案内図、家電製品やOA機器の操作パネル、電子機器の操作画面、新聞や週刊誌などの報道メディア、さらには教科書などの学校教材。これらは以前なら色を使わない表示がほとんどだったのが、今ではカラフルな色彩を使うのが当たり前になっている。

しかし、色の見え方(色覚)は人によって同じではない。とくに遺伝子の違いや目の疾患によって他の人とは色の見え方が大きく異なる人は、日本だけでも500万人以上、世界では数億人を数える。このため、色分けによって情報を伝えやすかつつもりが、かえって一部の人には情報が伝わりにくくなるケースが出てきた。

社会の中には、以前は「障害者」は不便が多いのが当たり前で、当事者が自分でなんとか工夫して対処すればよいという意識が強かった面があった。しかしバリアフリーやユニバーサルデザインの考えかたの普及により、当事者でなく社会の側も不便をあらかじめ防ぐような工夫をしていこうという意識が近年強まっている。このような取り組みは、当初は車いす利用者へのスロープ設置や目が見えない人への点字ブロック設置などに限られていた。しかし近年ではその幅が大きく広がり、色に関してもユニバーサルデザインを求める要請が強まっている。

たとえば2007年に制定されたバリアフリー新法に基づく国土交通省のガイドラインでは、公共施設・交通機関の案内表示やサインについて、多様な色の見え方に配慮した配色とデザインの必要性を明記している。全国の各種自治体も独自のガイドラインや条例を制定して、国よりもさらに具体的な取り組みを求める例が出てきた。

オフィス用電子機器の業界団体が中心となって策定した「JIS X 8341-5高齢者・障害者等配慮設計指針」でも、操作ボタンや画面・パイロットランプに色覚への配慮を求めている。文部科学省も授業や教材への配慮を求めたハンドブックを全国の学校に配付し、教科書会社にも色覚によく配慮するよう要請している。また、NPO法人カラーユニバー

サルデザイン機構は、当事者の目から見て分かりやすい配色やデザインをアドバイスし、分かりやすく工夫された製品にマークを出して認証する取り組みを進めており、2008年度のグッドデザイン賞を受賞している。

●カラーユニバーサルデザインへの対象者とは？

色覚が一般と大きく異なるケースには、次ページに示すように大きく3つの種類がある。タイプや程度はさまざまだが、合計するとある施設の利用者やある製品の購入者の数十人に1人程度は、色の見え方が一般とかなり異なると考えた方が良い。大きな施設であれば毎日何百人もの利用者が配慮の対象となる。これだけの人数になると、対象者がいる場合にだけ臨時に特別な配慮をすればよいというわけにはゆかず、配慮が必要な人が常に利用することを念頭において、デザインや設計をしなくてはならないことになる。

色を使うには、純粋なデザイン目的の場合、「色の違いによって情報を伝える」目的の場合とがある。自家用車を購入する際は、どのボディーの色を選べば他の人にも見分けやすいかを考える必要は全くない。しかし電車の車体を路線ごとに塗りわけられる場合には、利用者が見分けやすい配色に配慮しなければならない。ホテルの部屋ごとのカーペットの色の違いや、住宅地にある一軒一軒の住宅の壁の色の違いは、誰にでも見分けられなくてはいけないというものではない。しかし病院やショッピングセンターをゾーンごとに塗り分けたり、案内図や案内サインを設置する場合には、色の違いがどの利用者にも分かりやすくなければならない。

こうした「ヴィジュアル重視でかまわないデザイン要素」と「誰にでもはっきり見分けられないといけないデザイン要素」の切り分けは、従来はデザインする側の間でもあいまいにとらえられてきた面があった。しかしカラーユニバーサルデザインにおいては、デザインを創る側でなくそれを見る幅広い利用者の側の視点に立って、デザイン要素を見直す必要が出てくる。

2 色覚の多様性を生む3つの要因

●錐体の感度特性を決める遺伝子の変異

目の網膜には、暗い所^{かんたい}だけで働く桿体と、明るい所^{すはたい}で働く錐体の2種類の視細胞がある。錐体には長い波長の光・中ぐらいの波長の光・短い波長の光を感じるL・M・Sの3種類があり、脳はこれらの細胞からの反応

の差を計算して、色を判断する。しかしL錐体とM錐体の感度特性を決めている遺伝子には人によって大きなばらつきがあり、この結果どちらかの錐体を持たなかったり、感度特性がずれたりしている人が少なくない。

P型(Protanope)色覚の人はL錐体がないか(強度・1型2色覚とも呼ぶ)、L錐体の感度がM錐体側に寄っている(弱度・1型3色覚)。またD型(Deuteranope)色覚の人はM錐体がないか(強度・2型2色覚)、M錐体の感度がL錐体側に寄っている(弱度・2型3色覚)。

これらの人は色弱・色覚異常・色覚障害と呼ばれ、男性の5%、女性の0.2%(欧米では男性の8~10%、女性の0.5%)を占める。頻度から推計すると、日本では推定320万人、世界には2億人以上存在することになる。持って生まれた遺伝子の違いに起因するため、見え方を変える有効な治療法はまだ存在せず、近視や遠視と違って目のレンズには問題がないので、

メガネでは解決できない。

P型やD型の人は色の中に含まれる赤みの違いを感じにくいいため、赤と緑、黄色と黄緑、青と紫、水色とピンクなどを似たように感じる傾向がある。またP型の人は長い波長の光が見えにくいために赤を暗い色に感じ、濃い赤と黒の区別がつきにくくなる。一方で、P型もD型も青と青緑の差など色に含まれる青みの違いには敏感で、明暗もよく識別できる。視力も一般と同等である。

S錐体がない人はT型(Tritanope)色覚と呼ばれるが、遺伝子による原因によるT型の人は非常に数が少ない。

●網膜の疾患(ロービジョン)

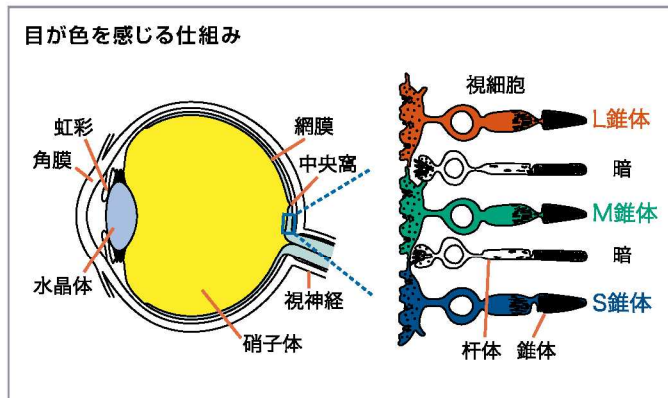
網膜の視細胞が減少してしまう疾患には、緑内障・網膜色素変性症・黄斑変性症・糖尿病性網膜症・未熟児網膜症など、さまざまな種類がある、これらの疾患では、もともとL錐体やM錐体よりも数がずっと少ないS錐体が最初に全滅してしまうため、T型に似た見え方になる。軽度から失明寸前まで合わせて、日本で推定数十万人おり、目が全く見えない人よりもはるかに多い。錐体細胞を再生させる有効な治療法は、まだ存在しない。

青い光を主に感じるS錐体がないため、色に含まれる青みの違いを感じにくくなる。また、明暗の弁別にも影響がある。視力が極端に低下し、視野狭窄なども起こるため、色の見え方の違いよりも視力の低さの方が問題になることが多いが、色の問題も無視できない。

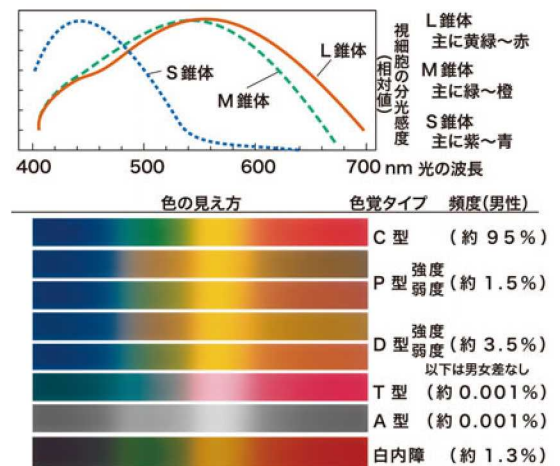
●レンズ(水晶体)の着色

白内障は水晶体が黄色～茶色に濁ってしまう疾患である。濁ったレンズで光が散乱してしまうため、視力が低下する。また短い波長の光を通さなくなるため、紫～青を暗く感じるようになる。視野全体が黄色く着色するため、明るい黄色と白の区別がしにくくなる。

高齢者ほど人数が多く、日本全体で150万人以上といわれている。濁った水晶体を人造レンズに置きかえる手術が近年普及しているが、人造レンズでは目のピント調節ができなくなることもあり、万能な解決法とは言えない。



色覚による波長ごとの色の見え方



3 カラーユニバーサルデザインの具体的処方箋

●従来の色の使い方の盲点

「どのような人が、どのような色が見分けにくいのか?」という問題は、色彩科学や神経科学の分野ですでに50年以上も研究されてきた。しかしその研究成果は、実際に社会で使われる色を創っている建築家やデザイナーなどの関係者に分かりやすい形で伝わっていたとは言いがたい。

原因のひとつは、人間が色を色名という大ざっぱな分類で把握しがちな点にある。「赤と緑は見分けにくい人がいるので同時には使わない方が良い」といわれても、現実の場面では赤と緑の両方を使いたい場合がたくさんある。しかし、実は同じ色の中でも色合い(明度・彩度・色相)によって見分けやすさは大きく異なる。適切な色合いをもっと厳密に指定

してうまく調整すれば、見分けやすい配色を作れるのである。

たとえば、交通信号機は赤信号をオレンジに近い色、緑信号を青に近い色にすることによって、色弱の人にも確実に見分けられるように設計されている。しかし信号機を模して世の中にあふれている赤と緑のサインは、色弱の人に区別しづらい濃い赤と黄色みの強い緑の組み合わせで塗られていることが多い。一般色覚の人にとって、濃い赤とオレンジに近い赤の違いや、青みの緑と黄色みの緑の違いは案外見過ごしてしまうが、異なる色覚の人にとってはこのような違いが見分けやすさに大きく影響するのである。



●色覚の疑似体験ツールとその限界

異なる色覚の人の色の見え方をイメージするのは容易ではない。最近になって、色弱の人が紛らわしく感じる色を1つの色に変換して表示することによって、色の見分けにくさを疑似体験するツールが各種

開発され、フリーソフトやフォトショップ®などの市販デザインソフトに組み込まれたり、バリエーション®という疑似体験メガネとして販売されるようになった。既存の施設・製品や開発中の図面や試作品をこれらでチェックすることによって、見分けづらい色使いがないかを調べることができるので、カラーユニバーサルデザインの実現には必須のツールだと言える。

しかし、疑似体験ツールといえども万能ではなく、技術的限界からどのような色の見分けにくさも完璧に再現できるものではない。また、これらのツールは「どこが見分けにくいのか」は示してくれるが、「それをどう変えれば見分けやすくなるか」までは示してくれない。NPO法人カラーユニバーサルデザイン機構では各タイプの色覚の被験者を集めてさまざまな施設や製品のデザインアドバイスを行っているが、「どういう色なら見分けやすいのか実例を具体的に知りたい」「この中から色を選べば一定の見分けやすさを確保できるような色のセットを示して欲しい」という相談を、さまざまな分野の人から受けるようになった。

●推奨配色セットの作成

色の違いをはっきり見分けられることが要求される案内・サイン・図表などに用いるために、

- ・実社会で利用頻度が高い色で、
- ・当事者によって見分けやすさを検証した、
- ・なるべく多くの色を含んだ配色のセット

を作成して提供することができれば、多くのデザイン関係者の便宜に供することができる。しかし、せっかくこのようなセットを作っても、単に学会などで発表するだけでは色を扱う現場の担当者には届かない。幸い、日本の塗料・塗装業界における色指定の標準として広く使われている塗料用標準色を提供している日本塗料工業会と、印刷・デザイン業界における色指定の標準として広く使われているDICカラーガイド®を提供しているDICグループから協力の申し出をいただき、新しい色の色票の試作など幅広い支援を得るとともに、塗料用標準色の新版の色票セットとプロセス印刷用のCMYK数値のセットとして、現場での使用に便利な形で成果を提供できることになった。

これによって、コンピューター画面に用いられるRGB値による色指定も加えて塗装・印刷・画面の三大分野をカバーした、初の汎用的な配色セットを作ることが可能になった。

このような配色セットには、以下のような特性が要求される。

●色名を想起しやすいこと

人間は赤・青・茶色・クリームなどの「色名」を使ってコミュニケーションするので、色名を表現しやすい色調を選ばないと実用性の低いものになってしまう。

●塗装・印刷・画面で表示可能な色の範囲に納まっていること

目が知覚できる色の中で、塗装や印刷で表現できる色の範囲は限られているので、その範囲内から選ばないと実用的でない。

●塗装・印刷・画面で同じような色を選ぶこと

案内やサインは、塗装された現物と同時に印刷物やホームページでも提供されることが多い。そこで同じような色を塗装でも印刷でも再現できるようなセットが必要である。

作業は2007年秋に開始され、まず各種の色票から一般の色覚の人が色名を認知しやすい色合いを抽出した。この中から、色弱の人が「そのような色名の色には見えにくい」と感じるものを除外し、さらに残った色票の中から、色弱やロービジョンの人が区別しやすい色の組み合わせを選抜した。カラーユニバーサルデザイン機構から被験者とこれまで得られた配色ノウハウの提供を受け、色調整の作業は東京大学分子細胞生物学研究所の私の研究室で行った。色の見え方は色覚のタイプによって異なるため、ある色覚の人に見分けやすい色は、他の色覚の人には見分けにくいことがある。そこで、人数が圧倒的に多い一般の人に違和感が少ないこと、次に人数が多い色弱の人(P、D型)にとって十分に見やすいこと、ロービジョンの人(T型)にとって不利益にならないこと、白内障の人への見やすさを確保すること、などを考慮して、利害を調整しながら配色を選んだ。

●推奨配色セットの特徴

こうして完成した推奨セットは、全20色(プラス代替色2色の22色)あり、4つのグループに分かれている。

●小面積用のアクセントカラー9色

赤・オレンジ・黄・緑・空色・青・紫・茶色・ピンクのような色の違いが分かりやすい高彩度の色

●彩度をわずかに落とした代替色

黄色と緑に関しては、少し彩度を落とした色も用意。






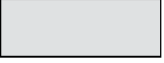








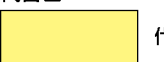







●大面積用のベースカラー7色

ベージュ・クリーム・明るい緑・明るい空色など、広い面積を塗りわけするのに使える低い彩度で高明度の色。

●無彩色

グレーの色調に色味を感じてしまうことがあるため、それを防ぐ色合いのグレー。

カラーユニバーサルデザイン サイン・案内図等用「推奨配色セット」

アクセントカラー 基本色	ベースカラー 基本色	無彩色
 赤 F08-50V* 8.75R 5/12 0,75,95,0	 クリーム F25-90H* 5Y 9/4 0,3,40,0	 白 EN93 N 9.3 0,0,0,0
 黄色 F27-85V* 7.5Y 8.5/12 0,0,100,0	 明るい 緑 E42-70H 2.5G 7/4 45,0,45,0	 明るい グレー E75-80B 5PB 8/1 15,10,10,0
 緑 F47-60T* 7.5G 6/10 75,0,65,0	 明るい 空色 E69-80H 10B 8/4 30,0,0,0	 グレー E75-50D 5PB 5/2 18,10,0,55
 青 E77-40V 7.5PB 4/12 100,45,0,0	追加色  明るい ピンク E05-80L 5R 8/6 0,25,15,0	 黒 EN-15 N 1.5 50,50,50,100
 空色 F69-70P* 10B 7/8 55,0,0,0	 ページュ E19-75L 10YR 7.5/6 0,25,45,0	代替色  代替黄 E27-90P 7.5Y 9/8
追加色  ピンク E02-70T 2.5R 7/10 0,55,35,0	 明るい 黄緑 E32-80P 2.5GY 8/8 25,0,80,0	 代替緑 E45-60L 5G 6/6
 オレンジ E15-65X 5YR 6.5/14 0,45,100,0	 明るい 紫 F82-70H* 2.5P 7/4 25,30,0,0	
 紫 E89-40T 10P 4/10 30,95,0,0		
 茶 E09-30L 10R 3/6 55,90,100,0		

JPMA 色票
マンセル値
C.M.Y.K 値
*2011年版新色

色によっては、従来の塗料標準色ではどうしても対応できないものもあった。たとえば「消火器の赤」(E07-40X)は一般の人には赤く見えるが、色弱の人には黒っぽく地味に見えることがある。一方、「東京タワーの赤」(E09-50X)は、色弱の人には鮮やかな赤に見えるが、一般の人には赤というよりオレンジに感じられる。そこで色弱の人にも鮮やかな赤に感じられ、一般の人にもオレンジでなく赤に見えるぎりの色として、中間のF08(マンセル色相8.75R)の色票を新たに作成した。

また、色弱の人が赤やグレーと見まちがえにくい緑色や、白内障の人でも比較的分かりやすい鮮やかで濃い黄色は、塗料用標準色1500色体系の元にはよい候補色があるものの、それらが現行のE版色票には含まれていなかったため、新たに追加した。さらに、これらの色に近い色調の色を印刷用のCMYK値、画面用のRGB値から選考し、塗料とは異なる印刷や画面特有の色再現範囲にあわせて微調整を加えた。最新の情報は、ホームページ(<http://jfly.iam.u-tokyo.ac.jp/colorset/>)で公開している。

視覚の基礎科学と色を扱う業界が密接にコラボレーションして作成

した今回の配色セットは、この種のものとしては世界でも類のない初めての試みであり、このような新しい企画に業界を挙げて協力いただいた日本塗料工業会には特に深く感謝している。来年から本格的な使用が始まると、さまざまな使用実績を踏まえてのフィードバックが可能になる。それらの経験を反映しながら、今後も実用性が高く効果的な配色の提案を続けてゆきたいと考えている。

東京タワーの赤
(E09-50X マンセル色相10R)

色弱の人には鮮やかな赤に見えるが、
一般人にはオレンジに近い



消火器の赤
(E07-40X
マンセル色相7.5R)

一般人には赤く
見えるが、色弱の人には
黒っぽく見える





【予告】
JPMA Standard Paint Colors
カラーユニバーサルデザイン対応色を収録
F版/塗料用標準色 2011年発売 実用色632色収録【新色15色】

(社)日本塗料工業会では、現在カラーユニバーサルデザイン対応の色見本帳(F版)を製作中で、2011年発売予定です。このF版では、人によさしいカラーデザインをテーマに、だれでも簡単にできるサイン・案内図等用「CUD推奨配色セット」を作成、サイン計画や設備・製品の色彩設計に役立ちます。

- 全国各地の景観条例の適合色を、幅広く収録。
- JIS安全色や配管識別、景観配慮型防護柵等を収録。
- 色票番号だけで、建築関係者に正確な色伝達が可能。
- 鉛・クロムフリー塗料を全面的に採用。

CUD監修：東京大学 分子細胞生物学研究所 准教授 伊藤 啓 CUD協力：NPO法人カラーユニバーサルデザイン機構(CUDO)
監 修：(社)日本塗料工業会 色彩アドバイザー 文化女子大学名誉教授 北島 耀

2011年1月発売予定