

総説

ユニバーサルデザインに配慮し、誰もが 識別しやすい色に調整した「新JIS安全色」の調査方法

JIS Z 9103原案作成委員会 幹事 中野 豊
一般社団法人日本標識工業会 会長

はじめに

改正JIS Z 9103（図記号－安全色及び安全標識－安全色の色度座標の範囲及び測定方法）は、本年4月に公示された。改正の概要については本誌2018年6月号に紹介している。

経緯

今回の改正では、健常者も多様な色覚をもつ人誰にでも識別できるユニバーサルデザインカラーを採り入れたことについては本誌2018年6月号に記載している。ここではそのユニバーサルデザインに配慮した色の決定に至る調査方法について紹介する。

これまでも色覚に関する配慮をJIS Z 9103に盛り込んできたが、近年の色覚研究の進展に照らし合わせるとなお不十分と言わざるを得ず、ロービジョン及び白内障の色覚についても配慮不足であった。JIS Z 9103の対応国際規格であるISO 3864-4も、この点は満足できるものではなかった。今回の改正では、改めて安全色の見分けに関する系統的な調査を行い、一般材料の安全色（規格票本体の表1）に重点をおき、当調査を基に健常者も多様な色覚をもつ人誰もが識別しやすい色度範囲を策定した。

調査

ステップ1

照度等：D65蛍光灯・照度400lxの条件で実施。

色票等：調査に用いた色票は、日本で色指定に広く使用されている一般社団法人日本塗料工業会「JPMA塗料用標準色

H版”、“DICカラーガイド”、“DICカラーガイドPart 2”、“日本の伝統色”、“中国の伝統色”及び“フランスの伝統色”を用いた。

その中から安全色の各色の範ちゅうに該当する色票を幅広く抽出し、赤（182色）、黄赤（93色）、黄（115色）、緑（211色）、青（207色）、赤紫（159色）の候補を得た。

これらの色票を、一般色覚5名、1型色覚5名、2型色覚4名、3型色覚に類似した特性を示すロービジョン4名の協力者によって、①安全色として標識に使用してよい色あいか？②その色名の色に感じられるか？③相互に見分けやすいか？という観点から評価し、比較の見分けやすいと許容し得る色の色票を絞り込んだ。この結果、赤（19色）、黄赤（8色）、黄（21色）、緑（13色）、青（11色）、赤紫（5色）を得た。

次に、様々な色の組み合わせについて各色の候補どうしを上記18名によって比較し、どの色覚の人にも見分けやすい候補を、各色名について2色ずつまで絞り込んだ。既存の色票の中に最適な結果を得られるものがない場合は、新たな色あいの色票を試作した。

候補色

「赤」：1953年の最初のJISでマンセル色度5R 4/13と規定したが、1型色覚の人が黒と誤認しやすいため、1972年の改正で短波波長（黄赤側）に寄せた7.5R 4/15に修正した。しかし、

1型の人にはこれまでもまだ黒と誤認しやすいため、今回は更に黄赤側に寄せた色相8.75Rと10Rが候補に残った。

「黄赤」：旧規格では2.5Y 6/14であったが、赤の候補色が黄赤側に寄ったため、それと離れた色相5YRで、明度の異なる2色が候補に残った。黄は、旧規格では2.5Y 8/14だが、黄赤側に寄っていて輝度が低いことから、黄と感じにくかったり、黄赤と見分けにくかったりする問題があった。

これらを解決し、かつ、ロービジョン及び白内障の人が白と誤認しにくいように白との輝度差を確保した色として、色相7.5Yで明度の異なる2色が候補に残った。

「緑」：1953年のJISで2.5G 5.5/6としたが、1型、2型の人が赤と誤認しやすいため、1956年に青緑みを増した5G 5.5/6に変更し、1972年には更に青緑に寄せて明度を下げた10G 4/10に変更した。しかし、この色は、1型、2型の人には緑ではなく灰色に感じられ、また、ロービジョンの人には青と区別が難しかった。明度5以下では赤及び青との区別が難しく、6以上では白の図記号要素との区別に問題が出たため、中間の明度5.5で彩度をなるべく上げた新しい色票を作成した。

「青」：1953年のJISで2.5PB 5/6と規定し、1986年に明度を下げた2.5PB 3.5/10に変更した。しかし、明度4以下では暗すぎて色相を振っても黒及び赤紫との見分けが難しく、明度5以上ではロービジョンの人には緑との見分けが難しかった。そこで従来の色票になかった中間の明度4.5を作成して候補とした。

「赤紫」：旧規格では2.5RP 4/12であったが、赤紫は2型の人が緑及び灰色と誤認

する可能性があるため、僅かに青紫側に寄せた色相10Pの色も候補とした。

解説 1

「白」と「黒」は、安全色ではなく対比色であり、ここでは述べていないが、旧規格では白はN9.5、黒はN1となっていたが、今回の改正では再現可能を前提として白はN9.3、黒はN1.5とした。

最後に、上記実験で絞り込んだ候補色及び旧規格色（2005年版）を用い、1型色覚18名、2型色覚16名、ロービジョン30名（左右の眼で症状が異なる人は別々に測定したため合計32例）、白内障34名（左右の眼で症状が異なる人は別々に測定したため合計50例）、一般色覚34名の合計132名（150例）による大規模調査を行い、最終的な参考色を選定した。これまでの調査で問題が出やすかった14種類の色の組み合わせについて、各色の様々な組み合わせを提示して、最も見分けやすさの評価が高くなるような色を選んだ。

最終的に選ばれた参考色の色（規格票本体の表1）と旧規格（2005年版）の色との評価の比較を、参考表1に示す。新しい参考色では、黒-赤-黄赤-黄の間の相互の輝度差を確保するため、黄の色相を調整して従来よりも輝度率が高くなった。そのため白と黄の見分けやすさだけ従来の参考色より若干低下しているが、それ以外の全ての組み合わせで従来の色よりも高い評価となっている。

ステップ2

色度座標の範囲は、これまでのJIS Z 9103及び対応国際規格のISO 3864-4は色覚への配慮が不十分な点があり、また、一般の色材で再現できないような色度の範囲が指定されている箇所があつて実用的でなかった。

そこで、以下の色を含むように新たに色度座標の範囲を策定した。

- a) 上記実験のステップ1で得られた、比較の見分けやすいと評価された色票の色度値（参考図1の1列目）
- b) 米国規格協会の安全色規格ANSI Z535.1

参考表 1 旧規格（2005年）及び改正規格（2018年）の参考色の見分けやすさ評価

色	発行年	合計 150	1型(P型)18	2型(D型)16	ロービジョン32	白内障 50	一般色覚 34
		○ △ ×	○ △ ×	○ △ ×	○ △ ×	○ △ ×	○ △ ×
黒×黄赤	2018	94 5 1	94 6 0	100 0 0	81 19 0	94 2 4	100 0 0
	2005	72 19 9	22 45 33	56 44 0	47 34 19	92 4 4	97 3 0
赤×黄赤	2018	80 17 3	94 6 0	81 19 0	56 38 6	84 12 4	91 9 0
	2005	70 18 12	83 11 6	75 19 6	28 38 34	76 14 10	91 9 0
黄赤×黄	2018	78 19 3	94 6 0	43 44 13	72 25 3	78 18 4	91 9 0
	2005	72 16 12	72 28 0	43 38 19	56 16 28	80 10 10	88 9 3
黄×白	2018	84 9 7	100 0 0	100 0 0	59 19 22	78 14 8	97 3 0
	2005	87 9 4	100 0 0	100 0 0	72 19 9	80 14 6	100 0 0
赤×緑	2018	84 13 3	78 22 0	69 31 0	75 16 9	86 12 2	100 0 0
	2005	68 17 15	28 39 33	75 0 25	44 31 25	76 16 8	100 0 0
黄赤×緑	2018	88 10 2	67 33 0	94 6 0	85 6 9	90 10 0	97 3 0
	2005	84 11 5	67 33 0	87 13 0	74 13 13	82 10 8	100 0 0
黒×緑	2018	95 3 2	100 0 0	100 0 0	91 3 6	92 6 2	100 0 0
	2005	66 25 9	66 28 6	31 44 25	41 43 16	78 14 8	85 15 0
赤×青	2018	93 4 3	100 0 0	100 0 0	82 9 9	90 6 4	100 0 0
	2005	82 13 5	77 17 6	75 25 0	65 22 13	84 10 6	97 3 0
黒×青	2018	89 9 2	100 0 0	94 6 0	72 22 6	88 10 2	97 3 0
	2005	81 14 5	100 0 0	81 19 0	56 31 13	80 12 8	94 6 0
緑×青	2018	85 11 4	100 0 0	100 0 0	43 38 19	90 10 0	100 0 0
	2005	53 27 20	56 33 11	37 50 13	13 25 62	66 22 12	76 24 0
緑×赤紫	2018	88 10 2	100 0 0	69 31 0	75 19 6	90 8 2	100 0 0
	2005	66 17 17	61 33 6	6 19 75	47 28 25	78 12 10	94 6 0
赤×赤紫	2017	80 16 4	100 0 0	94 6 0	46 38 16	80 18 2	94 6 0
	2005	60 21 19	50 28 22	56 38 6	28 25 47	76 14 10	76 15 9
青×赤紫	2018	75 19 6	61 39 0	50 44 6	46 38 16	88 6 6	100 0 0
	2005	65 21 14	17 61 22	50 25 25	41 31 28	82 10 8	97 3 0
黒×赤紫	2018	76 19 5	78 22 0	62 38 0	46 41 13	86 8 6	97 3 0
	2005	77 17 6	61 39 0	62 38 0	56 25 19	88 6 6	97 3 0

注記 ○△×について、○=色の違いがすぐによく分かる、△=色の違いが少し分かりにくいに注意してみれば分かる、×=色の違いがとても分かりにくく使わないでほしい、の評価を示す。数字は、それぞれの評価を回答した人数の比率(パーセント、小数点以下四捨五入)。

解説 2

安全色の「赤」、「黄赤」、「黄」、「緑」、「青」、「赤紫」の個別の色だけでなく、黒／黄赤、赤／黄赤、黄赤／黄、黄／白、赤／緑、黄赤／緑、黒／緑、赤／青、黒／青、緑／青、緑／赤紫、赤／赤紫、青／赤紫、黒／赤紫の見分けやすさ調査を行ったのは、個別の色だけでなく設置する背景の色（壁面の色など）との関係を想定しており当調査の徹底さを示している。

が色度座標の範囲の定義に利用している“参考色の色度座標±許容誤差”の範囲（明度：±0.5、彩度：±2、色相：赤 ±1 黄赤 ±1.25 黄 ±1.5 緑+3/-2.5 青+2/-2.5 紫±2.5）（参考図1の2列目）

c) 測色誤差を考慮し、参考色選定の実験に用いた色票を7種類の測色装置で測定した実測値のばらつき範囲（参考図1の3列目）

d) 印刷による使用を考慮し、CMYK4色プロセスカラー印刷の再現可能範囲（参考図1の4列目）

旧規格との整合性を考慮し、従来の参考色のxy色度座標が新しい色度座標の範囲から大きくはみ出さないように境界を定めた。

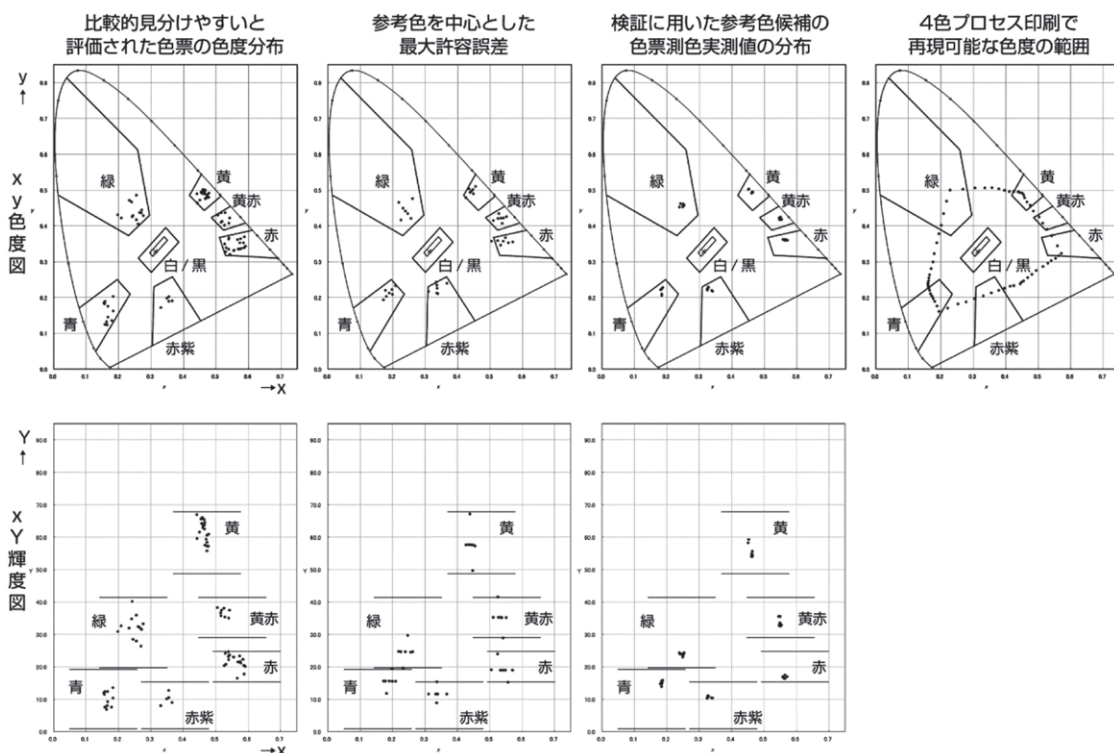
旧規格では、輝度率（参考図1の輝度Yの値を100で除したもの）の範囲について一部しか定義していなかったが、1型、2型色覚及びロービジョンの人は、明るさの情報を色

解説3

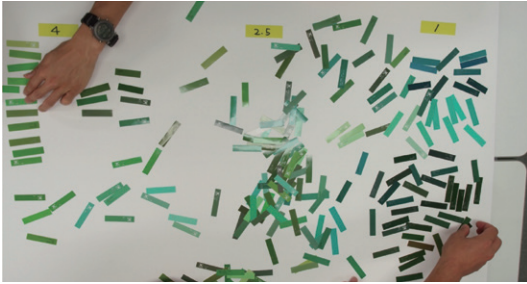
色度座標の範囲を決定したが、その色を標識の印刷で再現できなければ意味がない。近年、標識に印刷する方法としてインクジェット方式を用いることが多くなったが、標準品製作、多数量の場合などにはスクリーン印刷を用いることが多い。そのスクリーン印刷に欠かせないプロセス印刷用のインキ再現可能範囲を選択した。

の識別の重要な手がかりとしている。そこで各色について新たに下限と上限を定義した。輝度率の値は、マンセル明度に換算した際に値が0.5刻みになるようにした（赤：明度4.5~5.5、黄赤：6~7、黄：7.5~8.5、緑：5~7、青：3~5、赤紫：3~4.5、白：9以上、黒：2以下）。

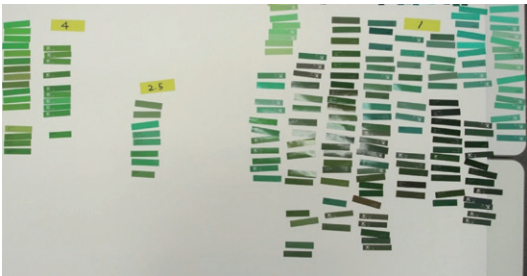
色度座標の範囲はある程度広めにとってあるが、上記の実験では色の僅かな違いが見分けやすさに大きく影響した。従って、可能な限り参考色に近い色調を使用することが望ましい。



参考図1 色度座標の範囲と考慮した色度データ
（上段はxy色度図、下段は横軸にx、縦軸に輝度Yをプロットした輝度図）



画像1 識別しやすい色あいと識別しにくい色あいを分類①(緑色系だけで約200種類)



画像2 識別しやすい色あいと識別しにくい色あいを分類②(右側が識別しにくい色)

ステップ3 互いに見分けやすい色の絞り込み
選ばれた各色の色票から、他の色と紛らわしい色を除外する。

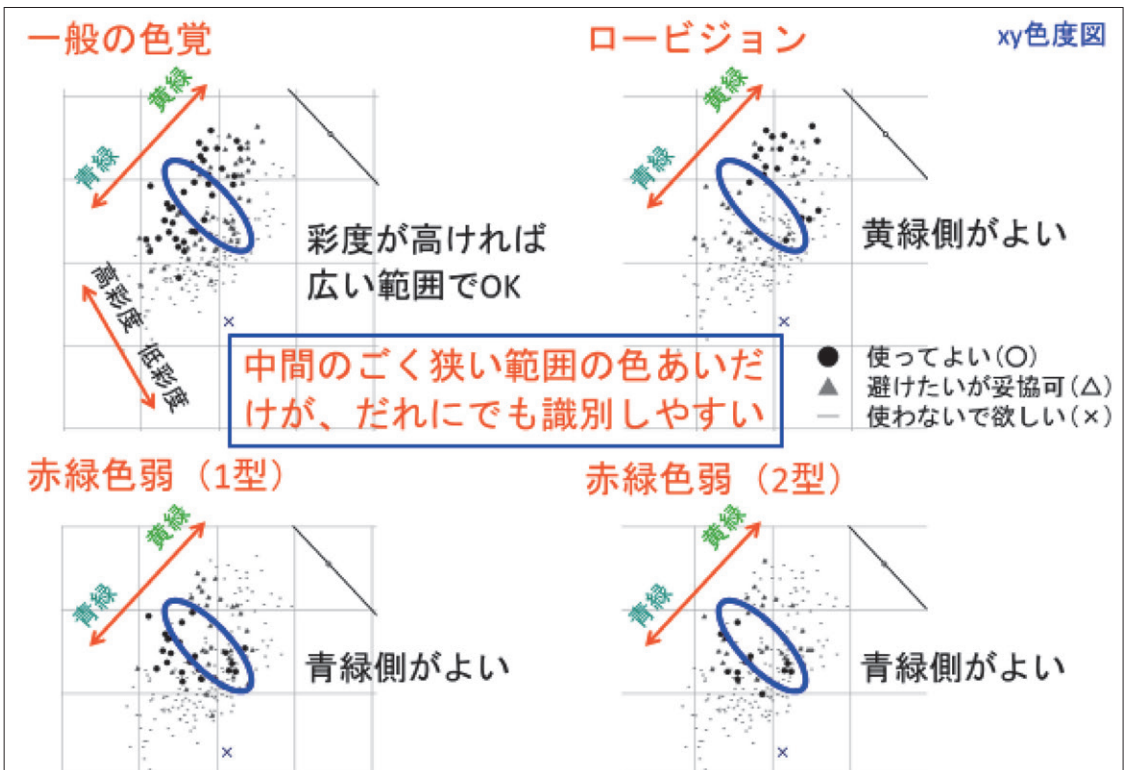
色覚のタイプによって識別しやすい色あいが異なる。



画像3 識別しやすい色あいと識別しにくい色あいを分類③

ステップ4 最終候補の絞り込み

互いに最も見分けやすそうな色あいを、それぞれの色につて2色まで絞り込んだ。



参考図2 色覚のタイプ別、識別しやすい色あいの違い

ステップ5 決定

●色の選定

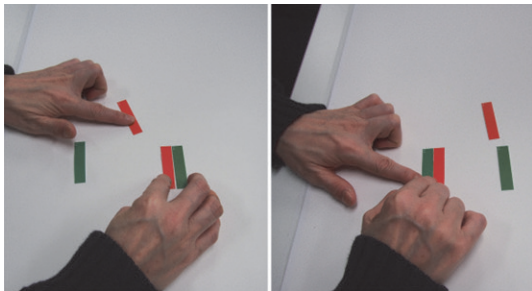
一般色覚5名、ロービジョン4名、1型色覚5名、2型色覚4名 合計18名

●2005年版と比較して効果検証

一般色覚34名、ロービジョン32例、白内障50例、1型色覚18名、2型色覚16名、合計150名。

ほとんどの色の組み合わせで“○”が増加“×”が減少（参考表1参照）。

まず、色の指定に広く用いられている「日本塗料工業会（JPMA）塗料用標準色」（H版、



画像4 最終候補色の絞り込み

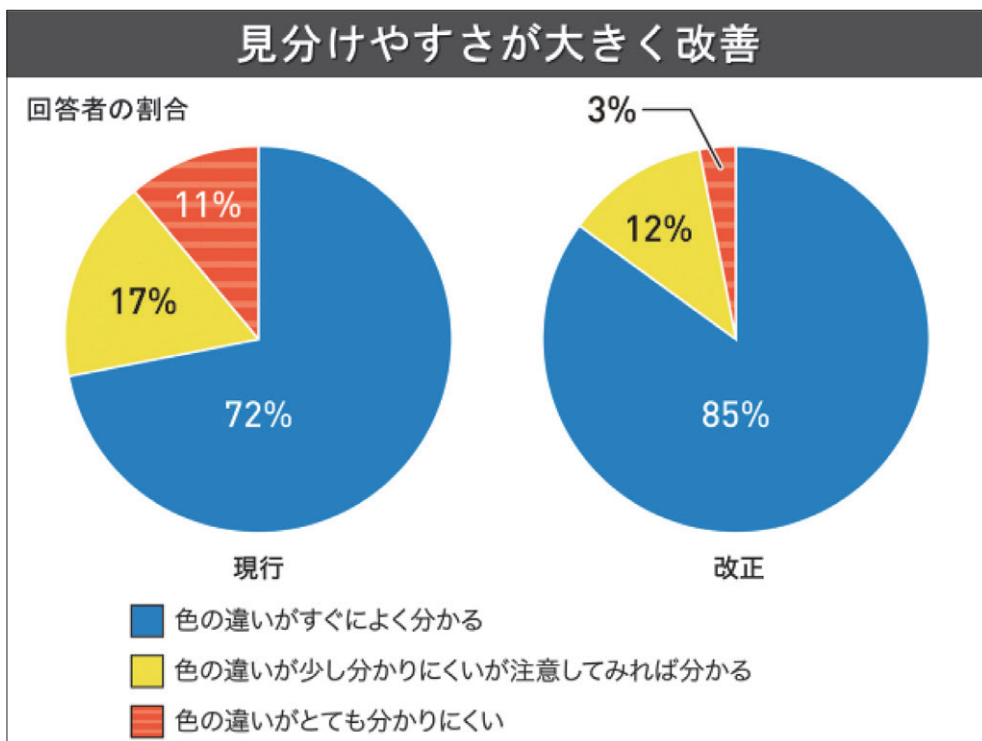
全632色）及び「DICカラーガイド、同パート2、日本・中国・フランスの伝統色」（全2,230色）から安全色の各色に近似する色あいの色票を幅広く選び合計966色の候補色票を得た。

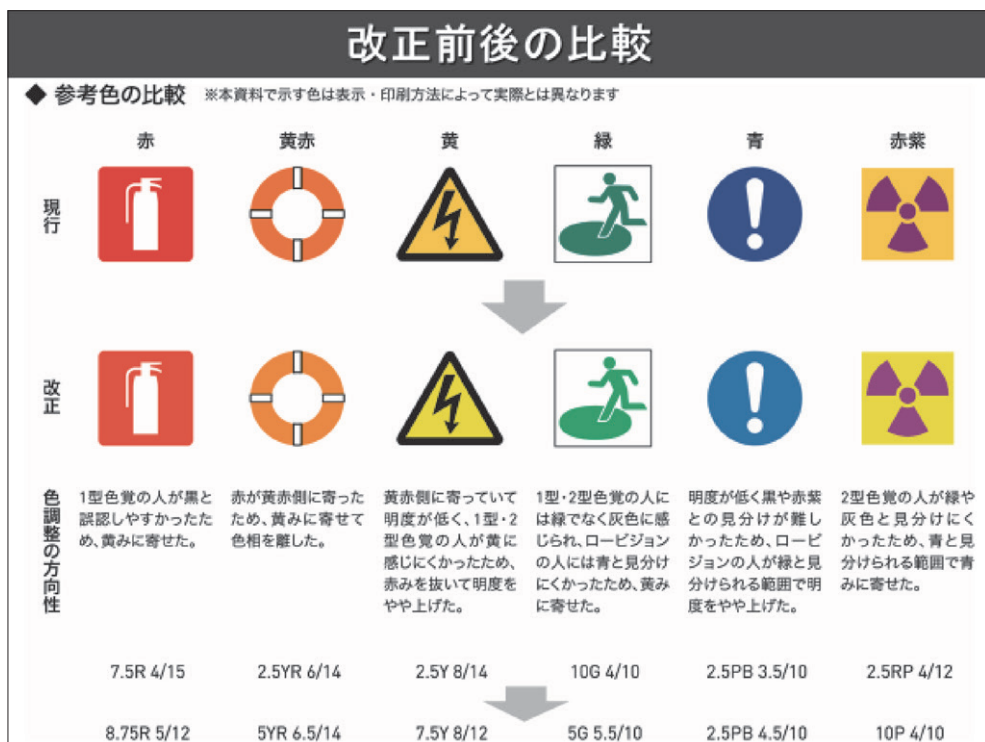
次に、一般色覚5名、1型2色覚(P)5名、2型2色覚(D)4名、3型色覚(T)に近い特性を示すロービジョン4名から成るパイロットチームにより、

- ①安全色として標識に使って分かりやすいか？
- ②その色名の色に感じられるか？
- ③相互に見分けやすいか？

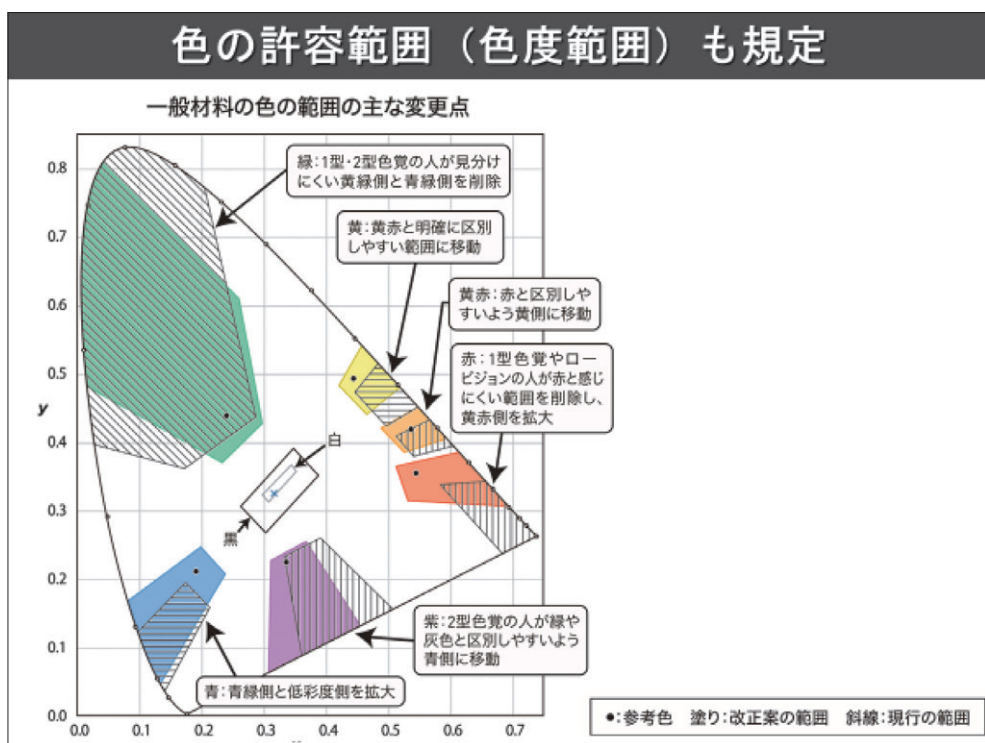
の観点で、候補色票の中から許容しうる色票を77色に絞り込み、その中に最適な結果を得られるものがない場合、新たな色票を試作し各色について候補を最終的に2色まで絞り込んだ。

その後、最終候補2色と現行のJIS安全色の色票を合計132名に見比べていただく形で見分けやすさの評価を行い、最終的な色の改正案を選定した。（参考図3参照）





参考図4 改正前と改正後の色比較





参考図5 一般材料の色を前規格（斜線）と改正規格（実色）の違いを色度図に示す

JIS安全色 マンセル参考値、CMYK・RGB・HTML 推奨値

色名	塗装用の参考値		印刷・プリンター出力用の色指定推奨値				デジタルサイネージ用の色指定推奨値			HTMLの推奨値	
	マンセル値	日塗工色票番号	C	M	Y	K	R	G	B	16進表示	
安全色	赤	8.75R 5/12	K08-50V	0	85	95	0	255	75	0	#ff4b00
	黄赤	5YR 6.5/14	K15-65X	0	50	100	0	246	170	0	#f6aa00
	黄	7.5Y 8/12	K27-80V	0	0	100	5	242	231	0	#f2e700
	緑	5G 5.5/10	K45-55T	85	0	80	0	0	176	107	#00b06b
	青	2.5PB 4.5/10	K72-45T	95	40	0	0	25	113	255	#1971ff
	赤紫	10P 4/10	K89-40T	40	90	0	0	153	0	153	#990099
対比色	白	N9.3	KN-93	0	0	0	0	255	255	255	#ffffff
	黒	N1.5	KN-15	50	50	50	100	0	0	0	#000000
				印刷時に版ズレが 起こりうる文字や細線							
条件			Japan Color 2011				sRGB, ガンマ2.2, 6500k				



参考図6 新JIS安全色のマンセル値、CMYK・RGB・HTML推奨値を参考に示す

5. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。

左  右 

見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝）同順位も可

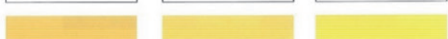
6. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。

左  右 

見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝）同順位も可




7. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。

左 中 右



見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝、3番＝）同順位も可

8. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。



左  中  右 

見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝、3番＝）同順位も可

案内標識の色づかいに関する研究
調査用紙



1. 性別、年齢、眼の病気の種類、左目と右目の視力を教えてください。

2. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。
○ 違いがすぐによく分かる
△ 違いが多少分かりにくい、注意してみれば分かる
× 違いがとても分かりにくい、使わないでほしい

左  右 



見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝）同順位も可

3. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。

左  右 

見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝）同順位も可

4. 上下の色の見分けやすさを○△×で答えてください。

左  右 

見分けやすい順番を教えてください（1番＝、2番＝）同順位も可

参考図7 調査用記入用紙

おわりに

今回が大掛かりな調査最終日に、被験者(多様な色覚をもつ人達)の方に発行された改正 JIS Z 8210:2017規格票をお見せしたところ、非常スイッチ図記号を指で示し“これ「赤」でしょう”と私に向かって話してくれたその瞬間、感極まって声が出ず、“ああやっけて良かった”と、感激したことを思い出します。

当調査は、伊藤啓氏(東京大学分子細胞生物学研究所)の指導によりCUDO(NPO法人カラーユニバーサル機構)、DIC株式会社(大日本インキ工業)、そして調査にご協力いただいた被験者(多様な色覚をもつ方など)の方のご協力により実現したものです。ここに改めて関係者の皆様にお礼申し上げます。

※文中の解説は、執筆者が記載。

※カラーをご覧になりたい方は、日本保安用品協会ホームページで、→①トップページ上段にあるボタン「出版物の案内」をクリック、→②左端の「セイフティダイジェスト最新号の案内」の2018年11月号「新JIS安全色調査方法」をクリックしてご覧ください。