

照明環境が表示の見やすさに及ぼす影響

A Fundamental Study on the Influence of the Illuminant Conditions for the Visibility

福井 宏和 (Hirokazu Fukui)*

大内 啓子 (Hiroko Ohuchi)† 赤木 重文 (Sigefumi Akagi)† 名取 和幸 (Kazuyuki Natori)†

要約 本研究は認知性に優れた視覚表示物の配色法を明らかにするために行ったものである。実験はカラーネーミング実験と視認性実験1、視認性実験2の3つから構成される。カラーネーミング実験は、どのような配色であれば対象となる指標色が正確に判断できるかを各種照明光源下において求めたものである。視認性実験1は各種光源下において視認性に有効となる配色法を、視認性実験2では照明光源と照度から視認性に有効となる配色法を求めた。

カラーネーミング実験と視認性実験1から、①<白>背景に<黄色>、②<黄色>背景に<白>、③<赤>背景に<紫>、④<緑>背景に<紫>の4配色については、全照明光源下において、色に意味を持たせた場合、及び視認性の両側面について注意を要する配色であることが明らかとなった。

また、視認性実験2からは、①500lxの照度の場合には、背景と指標との ΔL^* は30以上あれば全ての照明光源において相対視力は0.7以上となる。②50lxの照度の場合には、全ての配色において相対視力は0.7以下となることが全ての照明光源において明らかとなった。

キーワード 配色法, 視認性, 視力, 照明光源, 照度

Abstract This research was done to explain the way of color combinations for the signs that are excellent in the visibility.

The research was composed by three experiments, color naming experiment and the visibility experiment 1 and 2.

In the color naming experiment, what kind of color combinations investigated whether a target color could be judged precisely under the various lighting illuminant.

The visibility experiment 1 examined the various color combinations that became effective for the visibility under the illuminant. And, the visibility experiment 2 examined the color combinations that were effective for the visibility from the lighting illuminant and the illuminance. Yellow in white background, white in yellow background, purple in red background, purple in green background, as for these 4 color combinations, it became clear that it is the color combination which needed attention under all the lighting illuminants from the color naming experiment and the visibility experiment 1.

In the visibility experiment 2, relative visual acuity became more than 0.7 in all the lighting illuminants if there was a ΔL^* from the background and the target beyond 30 in the case of the illuminance of 500lx. And, when illuminance was 50lx, it became clear that it become less than 0.7 by all the color schemes as for the relative visual acuity in all the lighting illuminants.

Keywords color combination, visibility, visual acuity, lighting illuminant

1. はじめに

原子力発電所の作業現場には様々な視覚表示が存在し、その読み取りにより作業は進められる。例えば、計器類のアナログ表示、デジタル表示、機器やエリアの名称、ユニット表示や誘導のための表示、さらには制御室のCRTなど実に多様である。これらの表示は、文字や図形と色とが組み合わせられたもの

であり、それにより情報が伝達される。こうした視覚表示において最も正確に情報を伝達されるものは、数字や文字などによるものであり、そこで使用される色彩の果たす役割も大きい。この際、背景色と文字色との関係を誤ると表示が見つけにくく、読み取りにくくなることは言うまでもない。

作業環境照明の目的には、①生産性を向上させる②安全性を高める③快適な視環境を作り上げる④誤

* (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

† (財)日本色彩研究所

認によるヒューマンエラーの低減，等々が挙げられる．特に，原子力発電所施設においては人工照明のみが明るさを確保するための手段となる建屋も存在することに加え，格納容器内や使用済み燃料建屋といった作業環境においては，一般に使用される蛍光灯の使用が禁止され，黄色みの強い白熱灯を主体とした照明環境が強いられるといった制約もある．さらに，実際の作業現場では配管や機器，ラック類が複雑に配置され表示面が機器類の陰になったり，照明器具よりも高い位置の天井付近に配管が設置される等，暗い照明環境下に表示物の設置が余儀なくされる場合もある．

一方，表示物の見つけやすさや読みやすさは，光源の種類が変わっても変化する（清水・坂本，1997；湯尻，1989；湯尻，1990）．そのため，このような照明条件下では，はっきりして見やすかった表示が，異なる照明条件下では表示物が見にくくなることや，重要な識別表示が背景色に溶け込んで見えにくくなることもある．

さらに，表示色の見え方は色のついた物側の要因のみでなく，それを見る側の人的要因，照明要因の3側面が組み合わさることで規定される．人的要因としては高齢者の視覚特性や日本人男性の5%という高い割合で存在する色覚異常者における色の見え方が挙げられる．端的に言えば前者では黄色と白，黒と青との識別性が劣るし，後者では明度が同じ場合の赤と緑のグレイとの識別性が劣る．この視覚特性は低照度下，短時間で見なければならぬ時などに著しく低下するといわれている．そのため，ある表示物に対する見やすさは人的要因によって影響を受け，特に緊急時のような際には見落としや読み違いも発生しやすくなる．

2. 研究目的

以上の背景のもと，本研究は認知性に優れた視覚表示法を求めるために，発電所現場におけるサイン表示やタグ・銘板表記のような照明条件との関係で認知性が左右される視覚表示物に対して，望ましい配色法を検討するために実施するものである．研究全体のフローは図1に示す通りである．

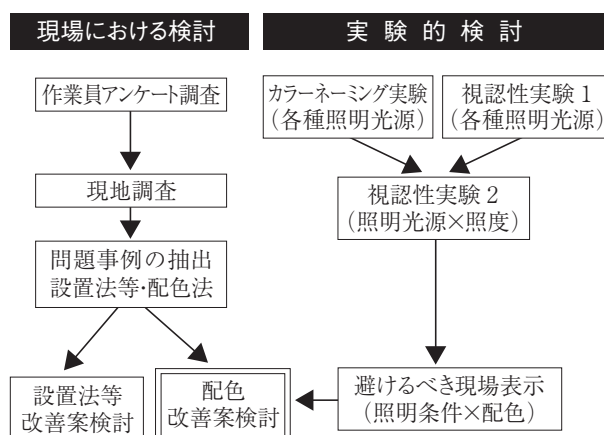


図1 研究全体のフロー

3. 現場における検討

3.1 アンケート調査

3.1.1 目的

表示の見やすさは，表示の大きさや書体，背景色との関係などにより変化するが，照明条件によっても大きく左右される．本調査では関西電力3サイトに勤務する現場従業員から，表示が見にくい事例や色の区別がしにくい場所を聴取することを目的に，アンケート調査を実施した．

このアンケート調査から得られた結果を参考に，現地調査，ならびに認知性に優れた視覚表示法についての検討を進めるものである．

3.1.2 調査方法

1) 調査対象者

美浜発電所・大飯発電所・高浜発電所に勤務する従業員．発電所ごとに200名程度（関西電力，関電協力会社5社程度）

2) 返送期間：平成12年10月末日

3) 質問内容

①年齢・性別・勤務地・勤続年数等，②現場表示の見にくさに関する評価（建屋別），③建屋内の見にくい表示の事例，④色が分かりにくい場所，⑤自由回答

3.1.3 調査結果

原子力発電所3サイトから得られた回答数は，美浜発電所176件，大飯発電所164件，高浜発電所187件

であった。

Q 1. 「表示物の読みにくさ」に関して

格納容器建屋と補助建屋において「読みにくい・区別しにくいと感じることがある」という回答がやや多くなっている。中央制御室・出入管理室では建屋内で表示物の色が分かりにくい、区別がつきにくいと感じる場所があると回答した割合はどの原子力発電所も11%代であった(図2)。

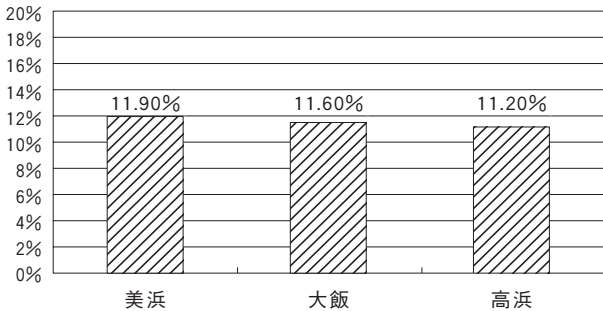


図2 色の区別がつきにくい場所があると回答した割合

また、色が分かりにくいという具体的事例が指摘された割合は全体的に低い。全体的傾向として、見にくい表示物の指摘は、号機・建屋単位で指摘されるケースが多い。美浜発電所と大飯発電所では格納容器内部建屋が多く、次いで補助建屋・タービン建屋(大飯は1・2号のみ)が多くなっている。高浜発電所では、タービン建屋が多くなっているものの、その割合は他のサイトよりもやや少ない(図3-1, 図3-2, 図3-3)。

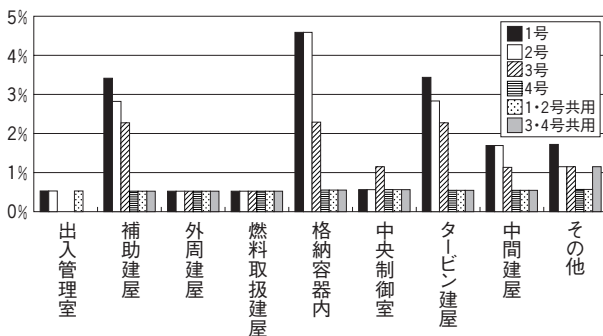


図3-1 色の分りにくさの事例(美浜発電所)

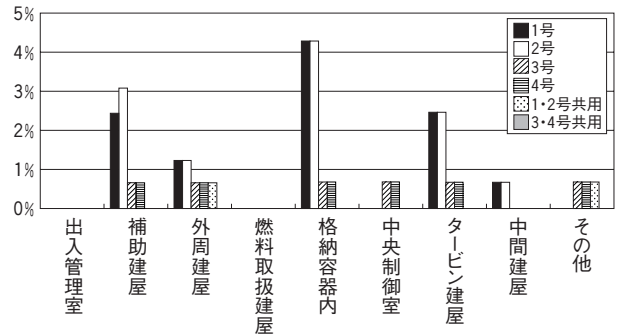


図3-2 色の分りにくさの事例(大飯発電所)

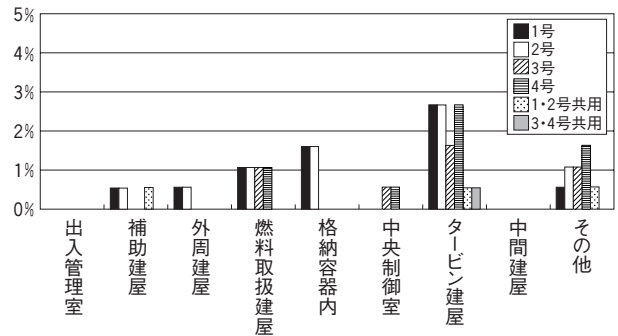


図3-3 色の分りにくさの事例(高浜発電所)

以上のように、各原子力発電所において、現場作業員が作業を遂行するにあたり、表示物が見にくい箇所や色の確認がしにくい箇所があることが明らかとされた。

3.2 現地調査

3.2.1 目的

アンケート調査によって各サイトにおいて見にくい表示があることが確認されたわけであるが、現地調査では、それら見にくい表示物を確認するとともに、見にくい表示物に施される色彩の使われ方や表示物が見にくいとされる原因を明らかにすることを目的として実施した。

3.2.2 調査方法

見にくい表示物の確認・チェック・写真撮影・色温度・照度測定を実施した調査対象サイトは大飯発電所1・2号機・高浜発電所1・2号機である。

調査実施期日:

高浜発電所:平成13年9月17日(月)・18日(火)

大飯発電所:平成13年9月18日(火)・19日(水)

3.2.3 結果

問題点として挙げられた原因としては、大きく9つに分類される。すなわち、①表示位置と表示法、②低照度下における表示物設置、③地と図の配色、④表示物の素材（ステンレス銘板の採用）、⑤文字の大きさ、⑥表示物表面のグレア、⑦メンテナンス、⑧表示内容の誤り、⑨その他である。

4. 実験的検討

アンケート調査並びに現地調査より、表示物の配色については、照明条件に合わせた配色法に問題点があることが明らかとされた。実験的検討においては各種表示物について、照明条件を考慮した望ましい配色法、注意を要する配色法を明確にするために、カラーネーミング実験、視認性実験1、視認性実験2の3実験を行った。

4.1 カラーネーミング実験

4.1.1 目的

建屋内に設置されるフロア案内図や設備配置図などには、消火栓や非常口の位置を示すために、特定の色を用いて設置場所を表示することが多い。例えば、消火栓には赤、ページングにはオレンジなどである。また、配管に施される色についても、その色自体に意味を持たせてその使用がなされている。これら色に意味を持たせて使用している場合には、対象となる色が誤認されることなく、正確に確認できることが必須となる。そこで、図（指標）と地（背景）色の組み合わせにおいて対象となる図色の正確な判断ができる配色及び注意を要する配色を各種照明光源ごとに明らかにすることを目的とする。

4.1.2 実験方法

1) 光源の種類

使用する光源は、高圧ナトリウムランプ（2100K）、白熱灯（3200K）、三波長形温白色蛍光灯 λ_{70} （3500K）、メタルハイドランプ（4600K）、D65蛍光灯（6500K）の5光源。（（ ）内は色温度）

2) 刺激

一辺が90mmの正方形の台紙中央に一辺が5mm・4

mm・3mm・2mm・1mmの5種類の正方形をそれぞれ貼り付けたものを刺激とした（図4）。台紙及び中央の正方形に施した色は表1に示した7色（有彩色5色・無彩色2色）であり、その7色を地と図に組み合わせた合計42種類からなる配色を実験刺激とした。従い、提示刺激数は図色の大きさ5パターン×刺激色配色42種類で、210種類となる。

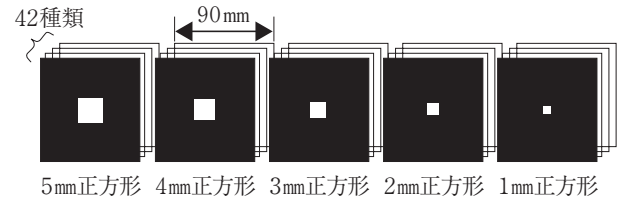


図4 カラーネーミング実験用刺激

表1 刺激色彩一覧

色彩	Munsell値	色彩	Munsell値
赤	5R 5/13	紫	10P 5.5/10
黄	5Y 8.5/13	白	N 9.25
緑	2.5G 5/11	黒	N 1.5
青	10B 5/12		

3) 作業課題

実験刺激の中央に貼られた小面積の正方形の色名を答える作業を被験者に課した。

4) 実験手順

- ① ランドルト環による視力検査表を用いて全被験者の視力測定を行う。その視力データを元に、矯正視力が1.0となる距離を被験者ごとに求める。
- ② 室内の照明環境に被験者の目を順応させるため、実験室入室後30分経過した時点からカラーネーミング実験を開始する。
- ③ 被験者には刺激提示面から①項で求めた距離分離れた位置に着席してもらい、顎のせ台を用いて頭部を固定する。
- ④ 測定者はカラーネーミング実験用刺激の図の指標サイズが小さいものから順に被験者に提示する。
- ⑤ 被験者は提示された図指標の色の名前を口頭で答える。
- ⑥ ④項と⑤項を全刺激に対して繰り返す。

従い、一被験者が行う実験施行回数は、5照明光源×図指標サイズ5パターン×42色の組み合わせ＝1,050回となる。

5) 環境条件

刺激提示面照度は500lxとする。各種照明光源下において、刺激提示面の照度は一定になるように照明

器具の設置位置を調整した。

6) 実験配置図

照明器具などの配置は図5に示す通り。周辺の色による影響を極力排除するため、実験装置周辺及び壁面にグレイのラシャ紙を覆った。

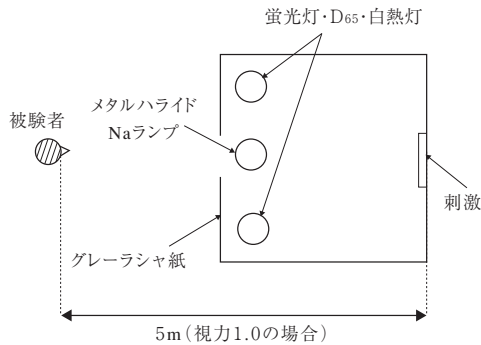


図5 照明器具などの配置

7) 被験者

色覚正常で両眼視が矯正視力1.0~1.5を有する健康な21歳から23歳の男子大学生8名。

8) 実験期間

平成12年9月25日から同年11月21日

9) 実験場所

日本大学生産工学部実験室

4.1.3 結果

一辺が1mmの正方形の指標の色名が正確に答えられた場合には5点、一辺が2mmの正方形の色名が正確に答えられた場合は4点、同様に、一辺3mmの正方形には3点、一辺4mmの正方形には2点、一辺5mmの正方形には1点の得点をつけ、地色と図色の組合せごとに累積得点（以後、ネーミング得点と称す）を算出した。ネーミング得点は、例えばある被験者が全ての指標サイズの正方形に施された色名を正確に答えられた場合には、15点（5+4+3+2+1点）となる。従い、1つの地と図色の組み合わせに対する最高得点は120点（15点×8人）となる。このネーミング得点を照明光源ごとに表したものが表2から表6である。表中の網掛け部はネーミング得点が24点以下（一辺が4mmからなる正方形の色名が全ての被験者において正確に回答されない得点に相当）を示しており、これらの組み合わせについては、使用に際して注意を要する配色とみなし、特に対象となる図の小面積での使用は避ける方が望ましいと判

断した。

合計のネーミング得点を見ると、高圧ナトリウムランプとメタルハイドランプ下において合計のネーミング得点が低いことに対し、白熱灯下ではその合計得点が高く、色の正確な判断が高圧ナトリウムランプやメタルハイドランプよりもしやすい傾向を示す結果となった。

表2 高圧ナトリウムランプ下におけるネーミング得点

	指標の色彩(図色)							合計
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒	
赤		24	2	1	0	47	81	155
黄	83		0	2	2	0	63	150
青	81	12		14	11	97	30	245
背景色(地色) 緑	53	6	15		14	84	58	230
紫	53	16	6	2		92	58	227
白	66	0	0	3	4		68	144
黒	80	23	0	20	15	81		219
合計	416	81	23	42	49	401	358	1370

表3 白熱電球下におけるネーミング得点

	指標の色彩(図色)							合計
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒	
赤		50	10	6	3	42	66	177
黄	73		5	23	10	0	58	169
青	69	29		55	17	87	48	305
背景色(地色) 緑	41	32	48		17	83	28	249
紫	67	47	8	36		71	65	294
白	56	7	7	29	12		64	175
黒	105	41	24	67	43	84		364
合計	411	206	102	216	102	367	329	1733

表4 温白色蛍光灯下におけるネーミング得点

	指標の色彩(図色)							合計
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒	
赤		36	0	18	0	63	80	197
黄	68		4	3	6	1	76	158
青	68	17		46	9	98	40	278
背景色(地色) 緑	35	19	57		10	79	51	251
紫	54	35	20	37		90	62	298
白	52	0	10	6	11		81	160
黒	95	25	23	61	21	94		316
合計	372	132	114	171	57	425	390	1661

表5 メタルハライド下におけるネーミング得点

		指標の色彩(図色)							合計
		赤	黄	青	緑	紫	白	黒	
背景色 (地色)	赤		30	0	8	2	55	48	143
	黄	52		3	10	4	0	61	130
	青	57	24		28	3	73	39	224
	緑	39	11	37		3	80	27	197
	紫	42	34	8	33		80	44	241
	白	57	7	0	9	5		71	149
	黒	83	25	15	44	3	76		246
	合計	330	131	63	132	20	364	290	1330

表6 D65蛍光灯下におけるネーミング得点

		指標の色彩(図色)							合計
		赤	黄	青	緑	紫	白	黒	
背景色 (地色)	赤		42	1	11	6	56	48	181
	黄	74		3	22	7	0	61	172
	青	57	15		40	22	83	39	261
	緑	31	13	39		12	74	27	222
	紫	65	39	3	37		80	44	293
	白	47	4	2	11	3		71	136
	黒	90	22	44	59	27	105		347
	合計	364	135	92	180	77	398	365	1611

全ての照明光源下でネーミング得点が低い組み合わせは表7に示す13種類となった。さらに、<赤背景×紫指標>、<黄色背景×白指標>、<黄色背景×青指標>、<白背景×黄色指標>の4種類については、全ての照明光源下においてネーミング得点が8点以下の非常に低い値となり、これら4種類の組み合わせについては色に意味を持たせる場合の配色としての小面積での使用は避けた方が望ましいことが示唆された。

表7 全光源下でネーミング得点が24点以下の配色(網掛けは8点以下の組み合わせ)

背景色	指標色			
	緑	青	紫	
赤				
黄色				紫
緑				
青				
紫				
白				

また、照明光源によってネーミング得点に差が見られる配色は表8に示す12種類であり、以下のようにまとめられる。

- ① 黒を背景にする場合、照明光源の種類によってネーミング得点に差が現れやすい。
- ② 指標色に黄色を用いる場合には、ネーミング得点に差が現れやすい(白背景は例外)。
- ③ 指標色に赤を用いる場合は得点に顕著な差はない。

表8 光源の種類によりネーミング得点に差が現れる配色

		指標色						
		赤	黄	緑	青	紫	白	黒
背景色	赤		●					
	黄							
	緑		●		●			
	青		●	●				
	紫		●	●				
	白			●				
	黒		●	●	●	●		

次に、照明光源ごとの特徴と注意を要する配色を示す。

1) 高圧ナトリウムランプ

合計のネーミング得点は対象とした照明光源の中において低い値を示すが、指標色が<赤>の場合には、他の照明光源よりも正確に判断される傾向がある。指標色が<青><緑><黄色><紫>の場合には、多くの背景色との組み合わせにおいて正確な色の判断が困難を伴う傾向がある。また、指標色の<青>や<緑>は<黒>に、<紫>は<赤>や<黒>に誤認されることが多い。特に、指標色<緑>が<黒>に見間違えられる傾向は全光源中もっとも多い。さらに背景<白>の合計得点は、指標色<赤>と<黒>以外は他の照明光源と比較して低い。

注意を要する配色(ネーミング得点が24点以下)は42パターン中25種類であり、全光源中で最も多い件数を示している。特に、0~4点までの低い得点を示す組み合わせについても全光源中で最も多い12種類となり、図と地色の組み合わせに関して特に考慮しなければならない光源であるといえる。さらに高圧ナトリウムランプのみで24点以下になる色の組み合わせは以下に示す6種類である。

- ① 紫背景×緑指標 ② 赤背景×黄色 ③ 緑背景×青
 - ④ 青背景×緑 ⑤ 紫背景×黄色 ⑥ 黒背景×緑
- 2) 白熱灯

背景色が<黒>の合計得点は、全照明光源中最も高

い。特に指標色が<赤><紫>の時に他の照明光源下よりも正確に色が確認される傾向がある。また、指標色が<緑><紫>の合計得点は全照明光源中で最も高い。さらに、背景色が<赤>、<黄>、<白>、<紫>の時に、指標色として<緑>や<青>を組み合わせた場合、いずれの指標色も<黒>として見間違えられる傾向が高圧ナトリウムランプ下ほどではないが見られる。

注意を要する配色は、照明光源中で最も少ない14種類。さらに、0点から4点までの低い得点を示す組合せは<白背景×黄色>と<赤背景×紫>の2種類のみであり、全光源下中最も少ない結果となった。

3) 温白色蛍光灯

指標色が<白>及び<黒>の合計のネーミング得点は全ての照明光源の中で高い。また、背景が<赤>で指標色が<青>や<紫>の場合には、ネーミング得点は0であり、これらの配色は避けた方が望ましいことが示唆された。

注意を要する配色は18種類であり、背景色が<赤>の時の<青><紫>、背景色が<黄色>の場合の<緑>や<青>、<白>と黄色>の配色の場合に指標の色が正確に判断しにくい結果となった。

4) メタルハライドランプ

合計のネーミング得点は全照明光源中で最も低い。特に、指標色が紫の場合のネーミング得点が低いことが特徴である。

注意を要する配色は、蛍光灯の場合と同様18種類であるが、0～4点までの組み合わせは9種類という結果となった。特に、指標色に<紫>を用いた場合、背景にどのような色を組み合わせてもネーミング得点は5点以下の非常に低い値を示す結果となり、使用に際しては注意が必要となる。

5) D65蛍光灯

合計のネーミング得点は温白色蛍光灯と同程度。<黒背景×青>は、D65蛍光灯下のみで得点が高いことが特徴。また、色の誤答傾向を見ると、指標色の緑を青と誤認するケースが他の照明光源下よりも多く見られる。

注意を要する配色は17種類。4点以下の得点となる組み合わせは7種類である。背景色が緑と黒以外における青との組み合わせのときに、指標となる色の正確な確認がとりにくくなる傾向が見られる。

以上、カラーネーミング実験結果から、①全ての照明光源下において注意を要する色の組み合わせは42種類中13種類存在することと、②光源の種類によ

っては注意をしなければならない配色が12種類あることが示唆された。これら注意を要する配色については、対象となる図は小面積での使用を避けるなどの対応が必要となる。

4.2 視認性実験 1

4.2.1 目的

各種照明光源下において視認性に有効な図と地の配色法と注意を要する配色法を明らかにすることを目的とする。

4.2.2 実験方法

視認性実験1には、照明条件・実験設備・被験者をカラーネーミング実験と同一とし、地と図色の組み合わせを変化させたときの視力を測定した。

1) 視認性実験用刺激

視力測定用刺激はランドルト環を用いた視力検査表を元にしたもので(図6参照)、地色と図色の組み合わせによる視力の変化を光源ごとに測定した。地色とランドルト環に施した色はカラーネーミング実験用刺激で用いた色彩と同様で、表1に示した7色である。従い、刺激種類は42種類となる。



図6 視認性実験用刺激例

2) 実験手順

- ① ランドルト環による視力検査表を用いて全被験者の視力測定を行う。その視力データを元に、矯正視力が1.0となる距離を被験者ごとに求める。
- ② 室内の照明環境に被験者の目を充分順応させる。
- ③ 被験者には刺激提示面から①項で求めた距離分離れた位置に着席してもらい、顎のせ台を用いて頭

部を固定した。

- ④ 視力測定用刺激を用いて、被験者にはランドルト環の切れ目の向きを口頭で答えてもらった。正しく答えることができた箇所をその照明光源下における視力とした。

以上の②項から④項を各照明光源下で実施した。

従い、視力測定では5照明光源×42刺激=210回となる。なお、刺激提示順序は、順序効果を考慮してランダムとした。

4.2.3 結果

背景色ごとに、被験者全員の平均視力を算出し、照明光源間で比較を行った。照明光源ごとの平均視力の結果を表9から表13に示す。本測定においても被験者ごとに視力が1.0となる距離をもとにして実験を行っているが、背景色と指標色の組合せによっては視力が半分以下に低下を示すものや、0.1や0.2など極度の視力低下を示す色の組合せも見られた。なお、平均視力が0.7以下になった場合を、使用に際して注意を要する色の組合せであるとみなしている（視力0.7：自動車運転の際、眼鏡の使用が義務付けられる視力）。照明光源ごとにその色の組み合わせを示したものが表中の網掛部である。

表9 高圧ナトリウムランプ下における平均視力

	ランドルト環の色彩						
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒
赤		0.88	0.94	0.98	0.60	1.08	0.93
黄	0.98		1.03	1.09	1.05	0.1	1.09
青	0.8	0.96		0.71	0.64	0.91	0.84
背景色 緑	0.88	1.04	0.25		0.75	1.13	0.65
紫	0.75	0.95	0.7	0.83		1.06	0.89
白	0.96	0.2	1.1	1.08	1.0		1.04
黒	0.86	1.05	0.51	0.46	0.91	1.11	

表10 白熱灯下における平均視力

	ランドルト環の色彩						
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒
赤		0.98	1.00	1.03	0.6	1.0	0.96
黄	0.98		0.89	1.09	1.03	0.26	1.15
青	0.93	0.98		0.86	0.68	0.89	0.95
背景色 緑	0.94	1.01	0.41		0.83	1.08	0.74
紫	0.85	0.95	0.71	0.85		1.05	0.96
白	1.11	0.48	1.11	0.99	0.94		1.03
黒	0.88	0.91	0.73	0.69	0.91	1.03	

表11 メタルハライド下における平均視力

	ランドルト環の色彩						
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒
赤		0.88	0.80	0.78	0.45	0.86	0.86
黄	0.85		0.81	0.96	0.88	0.16	0.9
青	0.73	0.89		0.65	0.4	0.86	0.81
背景色 緑	0.71	1.04	0.49		0.71	1.05	0.64
紫	0.64	0.95	0.60	0.60		1.03	0.75
白	1.08	0.33	0.9	0.98	0.85		1.04
黒	0.83	1.00	0.63	0.65	0.83	1.08	

表12 温白色蛍光灯下における平均視力

	ランドルト環の色彩						
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒
赤		1.09	0.96	0.96	0.53	1.09	0.9
黄	1.06		1.03	1.13	1.04	0.18	1.11
青	0.75	1.08		0.86	0.63	0.96	0.94
背景色 緑	0.9	1.23	0.46		0.7	1.14	0.83
紫	0.71	1.08	0.54	0.65		1.19	0.85
白	1.14	0.36	1.11	1.09	1.09		1.05
黒	0.88	1.08	0.8	0.58	0.83	1.14	

表13 D65蛍光灯下に置ける平均視力

	ランドルト環の色彩						
	赤	黄	青	緑	紫	白	黒
赤		0.96	0.81	0.91	0.61	1.05	0.95
黄	1.10		0.9	1.06	0.93	0.24	1.18
青	0.86	0.95		0.83	0.61	1.00	0.91
背景色 緑	0.88	1.13	0.59		0.81	1.16	0.74
紫	0.76	1.00	0.68	0.61		1.09	0.83
白	1.00	0.48	1.05	1.13	0.94		1.06
黒	0.95	1.10	0.81	0.81	0.91	1.11	

全照明光源間で共通して見られる傾向は以下の通り。

- ① 視力は背景色と指標色の明度差によって大きくは規定される。しかし、照明光源の種類によって特に視力低下をもたらす組合せが存在する。
- ② 視力の低下が全照明光源下で見られた色の組合せは、<紫>を指標としたときの<緑>及び<赤>背景、<白>と黄色の組合せ、<青>を背景にしたときの<緑>指標の5パターンである。特に白と黄色の組合せは顕著な視力低下を示す。
- ③ 黄色と白の色の組合せは全照明光源下において視力低下を招くが、背景色に黄色を用いるよりも白を背景色として用いた方が視力の低下の度合いが少

ない。

また、各照明光源下において使用に際して注意を要する背景と指標色の組み合わせをまとめたものが表14である。表中の数字は平均視力を、網掛けは平均視力が0.7以下を示している。光源ごとに件数を見ると、メタルハイドランプ下においては背景と指標色の全組合せ42種類の内の約30、高圧ナトリウムランプと温白色蛍光灯では約20%、白熱灯及びD65蛍光灯下では約15%がそれに該当する結果となった。

表14 照明光源下における注意を要する配色一覧

No.	背景× 指標色	高圧 ナトリウム	白熱灯	温白色 蛍光灯	メタル ハイド	D65 蛍光灯
①	黄×白	0.1	0.26	0.18	0.16	0.24
②	白×黄	0.2	0.48	0.36	0.33	0.48
③	赤×紫	0.6	0.6	0.53	0.45	0.61
④	青×緑	0.25	0.41	0.46	0.49	0.59
⑤	緑×紫	0.64	0.68	0.63	0.40	0.61
⑥	青×黒	0.65	0.74	0.83	0.60	0.74
⑦	青×紫	0.75	0.83	0.7	0.71	0.81
⑧	紫×緑	0.7	0.71	0.54	0.60	0.68
⑨	紫×青	0.83	0.85	0.65	0.64	0.61
⑩	紫×赤	0.75	0.85	0.71	0.64	0.76
⑪	緑×青	0.71	0.86	0.86	0.65	0.83
⑫	黒×青	0.46	0.69	0.58	0.65	0.81
⑬	黒×緑	0.51	0.73	0.80	0.63	0.81

表14のNo①からNo⑤は、全照明光源下において視力0.7以下を示し、照明光源の違いに関わらず使用に際しては注意を要する配色となった。さらに、これら5種類の色の組合せの中でも、照明の種類によっては極度に視力が低下を示す組合せが存在し、<青>背景×<緑>指標の場合には、D65蛍光灯下では0.59を示すのに対し、高圧ナトリウムランプ下で視力0.25、<緑>背景×<紫>指標の場合には、白熱電球下では0.68の視力を示すのに対し、メタルハイドランプ下においては視力0.4となることが明らかとなった。

また、照明光源の種類によって注意を要する色の組合せは以下に示す通りである。

- a. D65蛍光灯以外の照明光源で注意を要する配色：
 - <黒>背景に<青>指標
- b. 高圧ナトリウムランプとメタルハイドランプで注意を要する配色：
 - <青>背景に<黒>指標，<黒>背景に<緑>指標
- c. 温白色蛍光灯とメタルハイドランプ，D65蛍光灯下で注意を要する配色：
 - <紫>背景に<青>指標
- d. 温白色蛍光灯で注意を要する色の組合せ：
 - <青>背景に<紫>指標
- e. メタルハイドランプ下で注意を要する色の組合せ：

<紫>背景に<赤>指標，<緑>背景に<青>指標

f. 白熱灯以外で注意を要する配色

<紫>背景に<緑>指標

また、D65蛍光灯下においては背景色に<黒>を使用する場合、どのような指標色でも視力が0.7以下にならないという結果も得られた。

4.3 視認性実験 2

4.3.1 目的

視認性実験1により、視力は背景色と指標色との明度差によって大きくは規定されることがすべての照明光源下において確認できたと同時に、照明光源の種類によって『使用に際して注意を要する色の組み合わせ』が異なることが明らかとなったわけであるが、具体的にどの程度の明度差が地と図の間で取られていれば視認性に対して有効であるかについての課題が残された。また、アンケート調査と現地調査から、照明環境が暗いために、各種表示物が読みにくいという結果が得られている。そこで、視認性実験2では、照明光源と照度を変数にとり、地色と図色の明度差がどの程度あれば、視認性に対して有効な配色となるのかを明らかにすることを目的にする。

4.3.2 実験方法

1) 照明条件

- ① 照明光源は原子力発電所において実際に使用されている水銀灯・白熱灯・白色蛍光灯の3タイプ。
- ② 照度条件は現地調査における照度測定結果を参考に、50(lx)と500(lx)の2条件。

よって、照明光源3タイプ×照度2段階の6種類を照明条件とした。

これら6種類の照明条件下において背景と文字色の組み合わせが及ぼす視認性実験を実施した。見やすさの指標としては、視認性実験1と同様、ランドルト環を用いた視力測定である。

2) 実験刺激

ランドルト環に施した色は、サイン表示やタグ・銘板の文字色として使用されることの多い、赤・黒・白の3色である(表15)。背景色は、赤・オレンジ・黄色・緑・青・紫・黒の7色で、各色ともに白(0%濃度)から100%濃度の原色まで20%ずつ濃度

を変化させた6段階である(図7)。この背景色と文字色との組み合わせを刺激とした。背景色のマンセル値は表16に示す通り。

表15 ランドルト環使用色

白	黒	赤
9.9PB 9.7/0.9	2.7R 2.7/0.1	6R 4.25/16

表16 背景色使用色一覧

濃度	赤	オレンジ	黄色
0%		9.9PB 9.7/0.9	
20%	7.4RP 8.5/4.7	2.9YR 8.8/3.5	9Y 9.6/1.9
40%	9.6RP 7.4/8.4	3.4YR 8.1/7.1	9.4Y 9.5/4.3
60%	2.3R 6.3/12.6	3.7YR 7.2/12.7	9.5Y 9.3/8.1
80%	4.4R 5.6/15.3	3YR 6.9/14.8	9.5Y 9.2/10.6
100%	5.2R 5.3/15.9	2.5YR 6.7/15.8	9.4Y 9.2/12.4
濃度	緑	青	紫
0%		9.9PB 9.7/0.9	
20%	9.2G 8.9/1.7	5.3PB 8.7/3.6	6.5/P 8.5/3.8
40%	6.6G 8/4.1	5PB 7.6/5.6	7.1P 7.3/6.4
60%	4.7G 7/7.7	4.8PB 6.2/9	7.8P 5.9/9.7
80%	3.9G 6.2/10.5	5.1PB 5.1/11.4	8.3P 4.8/12
100%	3.4G 5.7/12.2	5.3PB 4.3/13.3	9.1P 3.8/13.8
濃度	黒		
0%	9.9PB 9.7/0.9		
20%	7.8PB 8.5/1		
40%	6.8PB 7.4/1		
60%	5.8PB 5.9/0.7		
80%	5PB 4.5/0.5		
100%	2.7R 2.7/0.1		

背景色と文字色の組み合わせは、ランドルト環が白色の場合には白以外の背景色、ランドルト環が黒色の場合には黒以外の背景色、ランドルト環が赤色の場合には全ての背景色である。従い、7(背景色) × 5(濃度段階) × 3(ランドルト環色) + 1(白背景でランドルト環赤色)で、合計106パタンの組み合わせについて実験を行った。

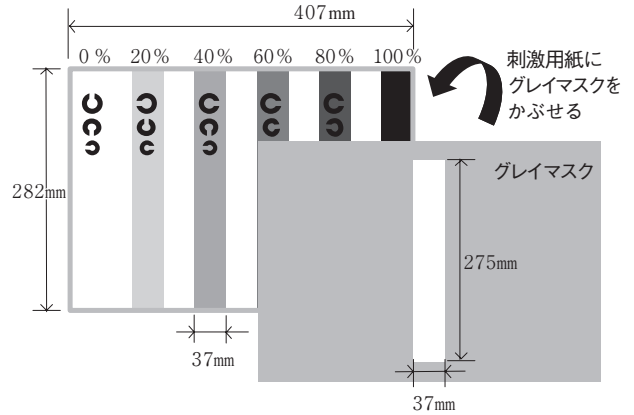


図7 刺激及び提示方法

3) 実験手順

- ① 外光を暗幕により遮断した実験室内において、照明光源3タイプそれぞれについて、刺激提示面が50lxになる光源位置と500lxになる光源位置を求める。
- ② 被験者は刺激提示面から3m離れた位置に椅子に着席し、照度条件に目が慣れるまで開眼で安静をとる。
- ③ 開眼安静後、照度条件ごとに、椅座位姿勢にて刺激提示面のランドルト環の向きを口頭にて回答する。

上記②項と③項を全照明条件下において実施した。従い、全実験施行回数は、照明条件6パターン×色の組み合わせ106パタンの合計636回の視力測定である。

尚、一照明条件を実施するに要した実験時間は約40分間であり、刺激提示順序はランダムとして順序効果を排除した。

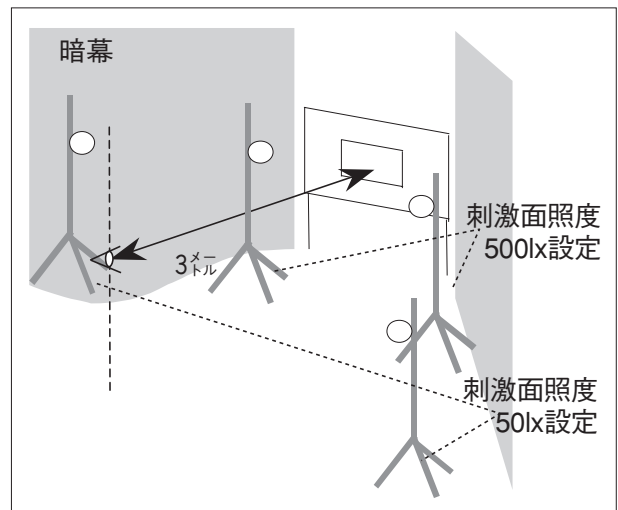


図8 実験設備

4) 被験者

矯正視力0.7以上で、色覚正常な視機能を有する成人7名、平均年齢39.1歳。

5) 実験日時・場所

日時：平成13年12月3日～12月21日

場所：財団法人日本色彩研究所403号室

4.3.3 実験結果

集計に際しては、まず全実験施行中の最高視力を1.0として、各指標における相対視力を算出した。その相対視力を元に、背景色とランドルト環の色の組み合わせと、照明条件の違いによって相対視力がどのように変化するかを求めた。なお、相対視力が0.7以下の配色については、使用に際して注意を要する組み合わせとして評価を行った。

各照明条件における相対視力で特徴的なものを示したものが図9から図14である。図中の凡例は以下の通りである。

- 白熱灯：500lx ---◇--- 白熱灯：50lx
- 水銀灯：500lx ---○--- 水銀灯：50lx
- ▲— 白色蛍光灯：500lx ---△--- 白色蛍光灯：50lx

1) ランドルト環が白の場合

全体の傾向として、背景濃度が高くなるほど相対視力は向上し、照度500lx時の方が50lxよりも相対視力は全ての背景色及び背景濃度において高い結果となった。また、黄色背景の場合には、照度条件に関わらず、相対視力は低い結果となった。

各背景色及び背景濃度ごとに見た特徴は以下の通り。

①白からオレンジ背景×白ランドルト環（図9）

a. 500lx

白色蛍光灯は全ての背景濃度において相対視力が0.7未満の低い結果を示す。白熱灯はオレンジ60%で他の光源より相対視力が低下を示す。

b. 50lx

全ての背景濃度において相対視力が0.6未満（全背景濃度で相対視力0.6未満の背景色は黄色とオレンジのみ）であり、低照度下においては、白文字とオレンジ・黄色地を組み合わせると見にくい傾向が見られる。

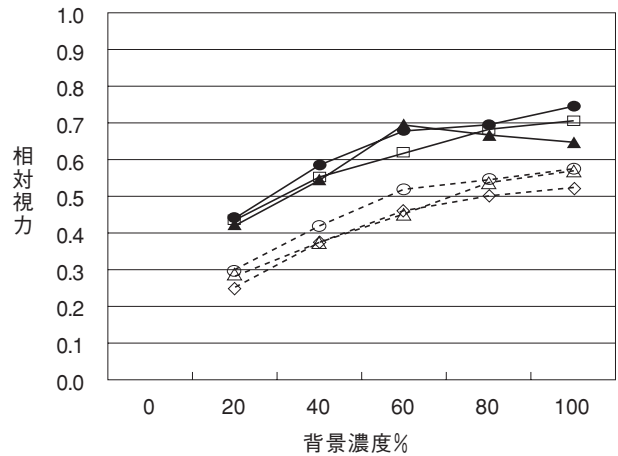


図9 白からオレンジ背景×白ランドルト環

②白から緑背景×白ランドルト環（図10）

a. 500lx

背景濃度が100%以外の場合には、白色蛍光灯は他の光源よりも相対視力が低い。また、白熱灯と水銀灯下では背景濃度が60%以上の緑を背景にすると見やすいが、白色蛍光灯では80%以上の濃度が必要となる。

b. 50lx

白熱灯は500lxでは相対視力は高い値を示したが、低照度になると相対視力は大きく低下を示す。

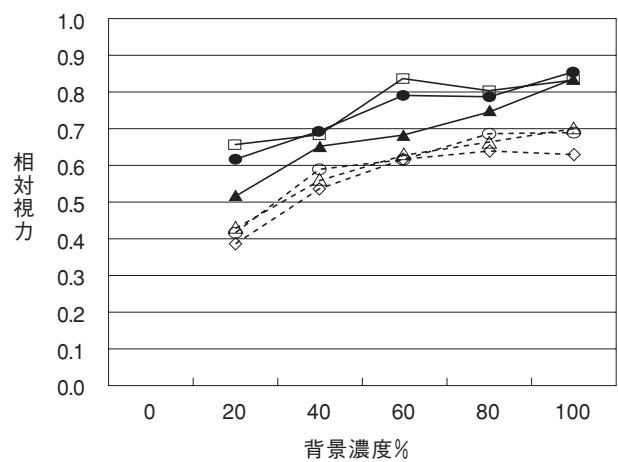


図10 白から緑背景×白ランドルト環

2) ランドルト環が黒の場合

① 白からオレンジ背景×黒ランドルト環 (図11)

白熱灯 (500lx) では全背景濃度で濃度相対視力が0.79以上で他の光源よりも高い相対視力を示し、オレンジを背景に用いると視認性において有効という結果となった。しかし、低照度の50lxになると、他の光源時と同程度にまで低下を示す。

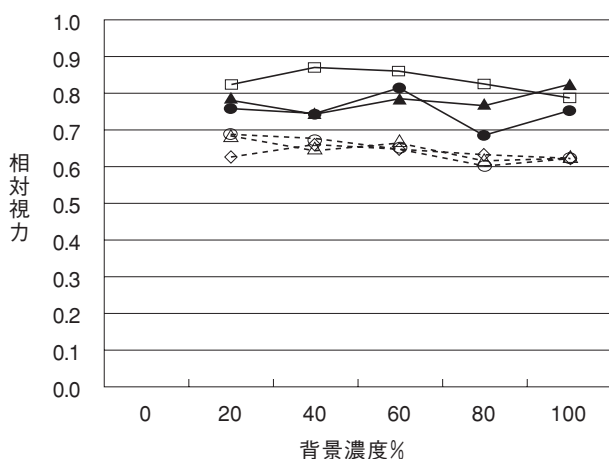


図11 白からオレンジ背景×黒ランドルト環

② 白から青背景×黒ランドルト環 (図12)

全光源において、60%背景濃度よりも濃くなると500lx時には相対視力が0.7以下、50lx時には0.5以下となり、青が濃くなればなるほど黒背景との組合せは見にくくなる傾向を示した。

その他、白から紫背景×黒ランドルト環では、白熱灯 (500lx) が他の光源よりも有効である結果も得られている。

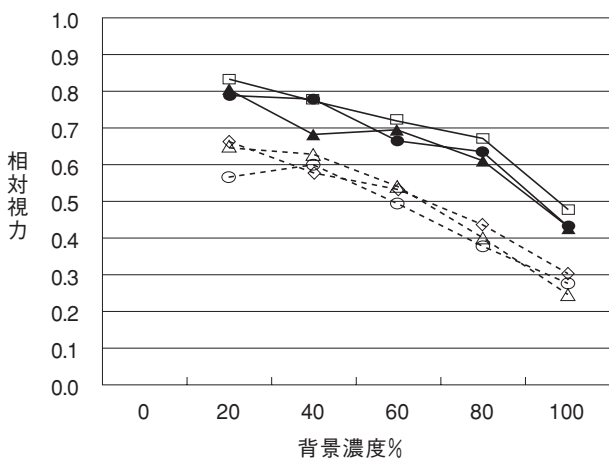


図12 白から青背景×黒ランドルト環

3) ランドルト環が赤の場合

① 白から黒背景×赤ランドルト環 (図13)

白背景 (0%) の場合、500lxと50lx時の相対視力の間には照明光源の違いによる差は小さいが、黒背景 (100%) になると照明光源によって差が大きくなる傾向が見られる。

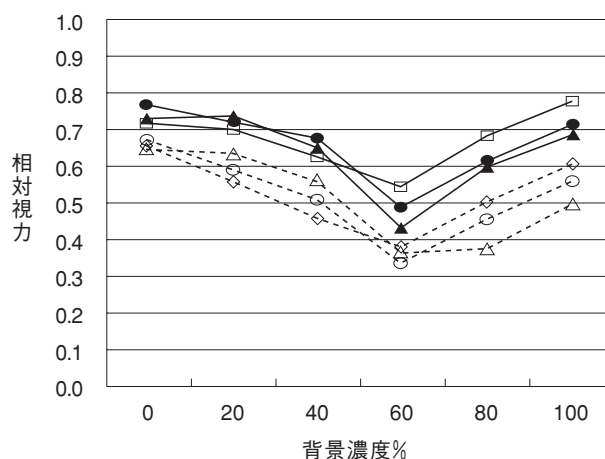


図13 白から黒背景×赤ランドルト環

② 白から青背景・白から紫背景×赤ランドルト環 (図14)

低照度下では光源の種類に関わらず見にくい色の組合せとなる。特に背景濃度が60~80%の時には更に見にくくなる傾向が見られた。

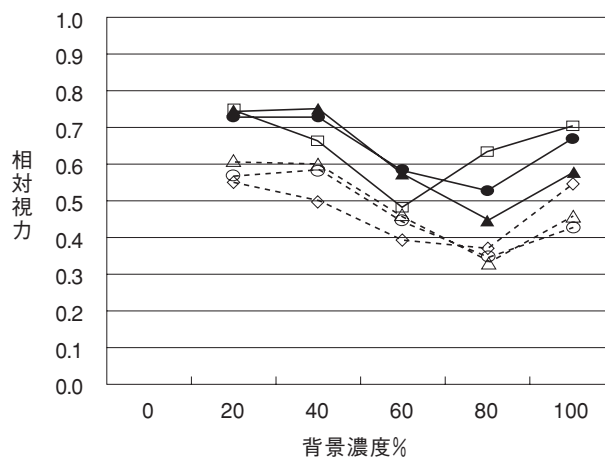


図14 白から青背景×赤ランドルト環

次に、背景色濃度100%時におけるランドルト環色(白・黒・赤)ごとの相対視力を照明光源ごとに表したものが図15から図17である。図の横軸は背景色、縦軸は相対視力をとった。実線に■が500lx時、実線に□が50lxの相対視力を示している。

照明光源の種類によって、相対視力を比較すると以下ようになる。

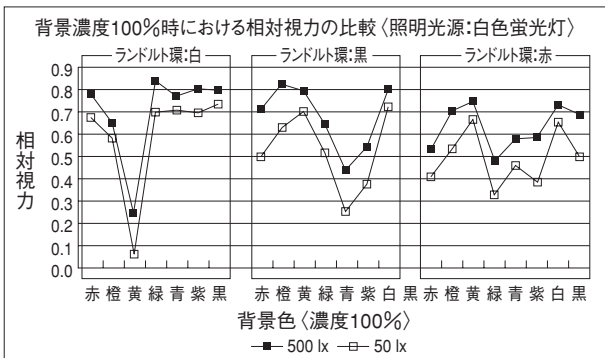


図15 背景濃度100%時における相対視力(白色蛍光灯)

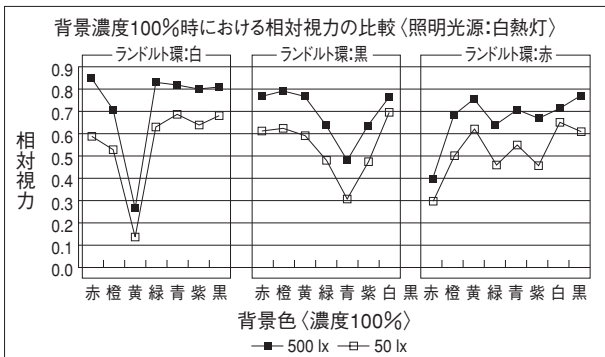


図16 背景濃度100%時における相対視力(白熱灯)

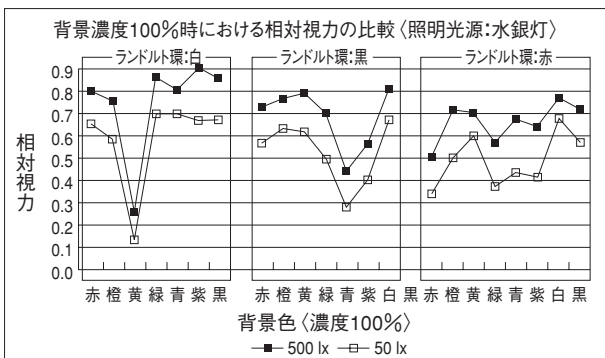


図17 背景濃度100%時における相対視力(水銀灯)

③黒×白配色

50lxの場合には白と黒のうち、どちらを背景にしても相対視力に大きな差は見られないが、500lxの場合には黒背景に白ランドルト環の方が相対視力の結果は良好という傾向が水銀灯や白熱灯下で見られる。また、蛍光灯下では白×黒配色は低照度になっても、相対視力の低下は他の光源と比較して小さい結果となった。

④赤×黒配色

赤と黒どちらの色を背景にしても、同一照度内では相対視力に大きな影響を及ぼさない結果となった。また、蛍光灯下では低照度になると相対視力の低下が他の光源よりも大きく、白黒配色とは逆の結果となった。

⑤赤×白配色

赤×黒配色よりも各照明条件において相対視力が高い結果となった。特に、低照度時には赤黒配色ではなく、赤白配色の方が相対視力の低下は小さい傾向が見られる。

以上により、配色上の注意点としては以下のよう
にまとめることができる。

- a.黄色背景×白は照明光源及び照度条件如何に関わらず使用を避ける。
- b.緑や青および紫色を背景色に用いる場合には、黒文字よりも白文字の使用が望ましい。特に、青や紫背景の場合には黒文字は避けたほうがよい。
- c.赤文字を使用する場合には、黒背景よりも白(もしくは黄色)背景といった明るい背景が望ましい。特に低照度下においては白背景が有効。

次に、背景色とランドルト環色の分光組成は照明光源を変えることによって変化するため、各種照明光源下におけるL*a*b*を算出した。その結果と上記実験から得られた相対視力の関係について比較検討をし、視認性に優れた表示(背景色とランドルト環色の関係)に必要とされるコントラスト、即ち ΔL^* 及び Δa^*b^* を求めた。

まず、実験で使用した色刺激が、3種類の光源下でどのような見えになるかを比較すると以下になる(図18)。

白熱灯：赤は鮮やかさ強調、オレンジは鮮やかさがやや強調。

水銀灯：黄色は鮮やかさがやや強調、紫は鮮やかさ

がやや強調.

白色蛍光灯：水銀灯下と近似した色合いを示し、白熱灯とでは色合いのずれる度合いが大きい.

赤：白熱灯と白色蛍光灯間で色合いは変わらない

紫：白色蛍光灯と水銀灯間で色合いは変わらない.

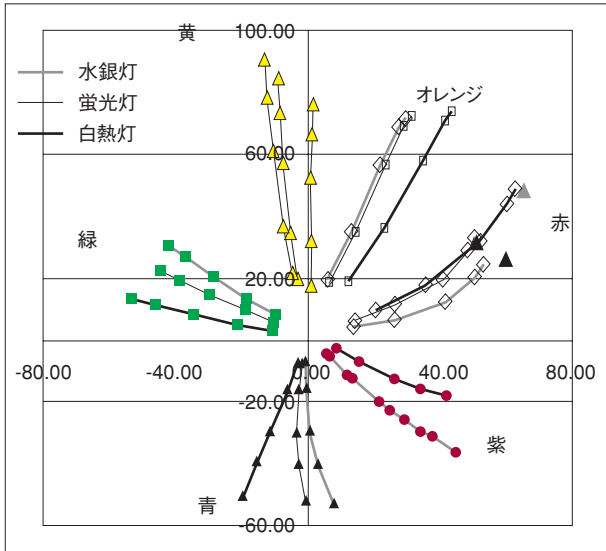


図18 3光源下における背景色のa*b*比較

さらに、 ΔL^* 及び Δa^*b^* と相対視力の関係を捉えるため、2軸上グラフを作成し、相対視力0.7のときの ΔL^* と Δa^*b^* の値を求めた。グラフ例として図19から図21には、白から黒背景における黒文字の相対視力と ΔL^* と Δa^*b^* との関係を、3種類の照明光源ごとに示した。これらの図により、500lxの場合には全ての照明光源において ΔL^* が30以上の時に、相対視力は0.7以上となることが読み取ることができる。このようにして、光源の種類と、照度別に0.7以上の相対視力を得るには背景色と文字色の ΔL^* 及び Δa^*b^* がどの程度必要であるのかを求めた。その結果、①500lxの照度の場合には、背景と指標との ΔL^* は30(明度3に相当)以上あれば全ての照明光源において相対視力は0.7以上となる。②50lxという低照度下では、500lx照度下よりも全ての照明光源下で顕著な視力低下を示し、全ての配色において相対視力は0.7以下となることが明らかとなった。その他、黒指標には濃度の高い青や紫、緑の背景の使用を避けることが望ましいこと。赤指標には ΔL^* が大きい白背景の使用が望ましいこと。白指標には、黄色とオレンジを背景に用いることは避け、 ΔL^* が大きい濃度の高い青、緑、黒を背景に用いることが望ましいことが示唆された(表17)。

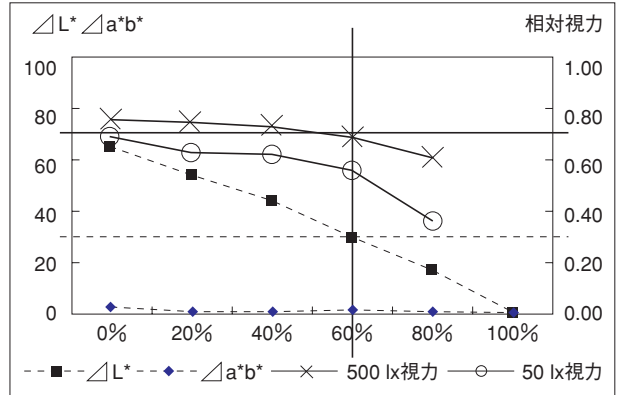


図19 視力と ΔL^* Δa^*b^* 白から黒背景×黒文字<白熱灯>

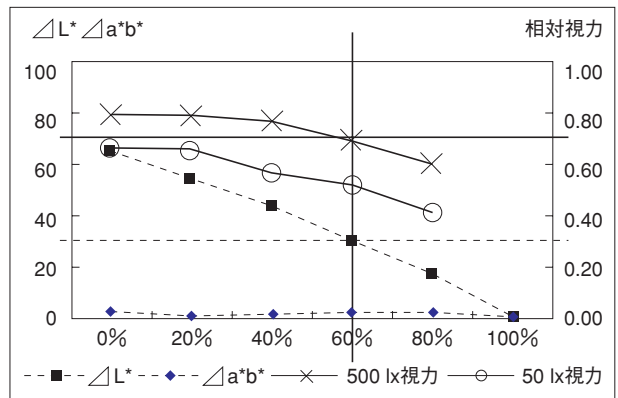


図20 視力と ΔL^* Δa^*b^* 白から黒背景×黒文字<水銀灯>

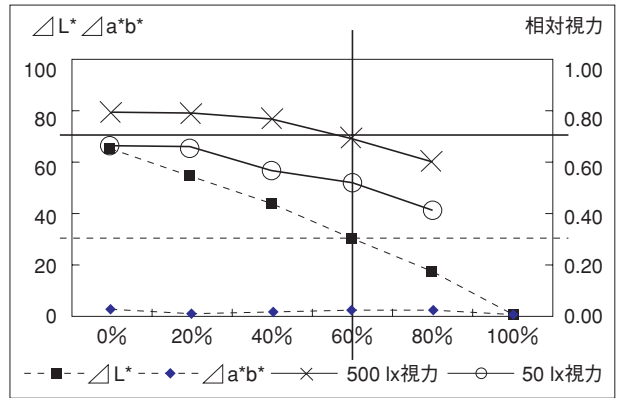


図21 視力と ΔL^* Δa^*b^* 白から黒背景×黒文字<蛍光灯>

表17 各照明光源と照度の組み合わせにおいて必要とされる図と地の $\Delta L^* \Delta a^* b^*$ の関係

照度	白ランドルト環	黒ランドルト環	赤ランドルト環
500	<ul style="list-style-type: none"> ・相対視力が0.7以上になるにはΔL^*が20以上必要となる。 ・ΔL^*が大きくなるほど視力は向上する。(黄色背景は例外) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば、相対視力は0.7以上となる。 ・ΔL^*が大きくなれば相対視力も上昇(例外：赤・オレンジ・黄色背景) 	<ul style="list-style-type: none"> ・赤、オレンジ、黄色、白から黒背景ではΔL^*が20以上で相対視力は0.7以上となる。 ・しかし、緑背景・青背景・紫背景ではΔL^*が30以上必要となる。
白熱灯	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力は多くの背景色において0.6以上になる。(赤背景と紫背景は例外) ・オレンジ、黄色背景は全て背景濃度で相対視力が0.6未満となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・全背景色において、ΔL^*が60あっても相対視力は0.7以下となる。 ・濃度の高い緑、青、紫背景では相対視力が大きく低下を示す。これらの配色の使用は避けることが望ましい。 ・オレンジ背景では相対視力が全濃度において0.6以上となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・白背景・黒背景・黄色背景で相対視力が0.6以上。その他の背景色は相対視力0.6以下となる。 ・そのため、ΔL^*が最も大きい白背景(相対視力：0.65)が望ましい
500	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力は全背景色において0.7以上を示す。 ・ΔL^*が大きくなれば相対視力も上昇(例外：赤：オレンジ・黄色背景) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば、相対視力は0.7以上となる。 ・ΔL^*が大きくなれば相対視力も上昇(例外：赤：オレンジ・黄色背景) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力は多くの背景色で0.7以上を示す。(紫背景・白～黒背景は例外で、相対視力0.7を得るには、$\Delta L^* > 40$が必要)
白色 蛍光灯	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力は多くの背景色で0.6以上となる。(緑背景と青背景は例外) ・オレンジ・黄色背景は全背景濃度で相対視力が0.6未満で低い値を示す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が60以上あれば全背景色において相対視力0.7以上となる。 ・濃度の高い緑、青、紫背景では相対視力が大きく低下を示す。これらの配色の使用はさけることが望ましい。 ・オレンジと黄色背景濃度において相対視力0.6以上を示す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・全背景色との組み合わせにおいて相対視力は0.7以下であるが、ΔL^*が40以上になると相対視力は多くの背景色で0.6以上を示す。 ・できるだけ白を背景に用いることが望ましく、特に、濃度の高い緑背景や60%より高い濃度の青、紫背景の使用は避けた方がよい
500	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力は多くの背景色で0.7以上となる。(緑背景と青背景は例外：$\Delta L^* \approx 20$で相対視力が0.7) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力は0.7以上となる。 ・ΔL^*が大きくなれば相対視力も上昇(例外：オレンジ背景・黄色背景) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が30以上あれば相対視力が全ての背景色で0.7以上となる。 ・ΔL^*が大きくなるほど視力は向上する。(青・紫・オレンジ背景は例外) ・オレンジと黄色背景は全背景濃度時で相対視力が0.7以上を示す。
水銀灯	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が35以上で相対視力は0.6以上となる。 ・オレンジ背景と黄色背景は全背景濃度で相対視力が0.6未満で低い値となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が60以上あっても、相対視力は全背景色において0.7未満となるが、ΔL^*が40以上あれば相対視力は0.6以上になる。 ・高濃度の青・紫背景の使用は避けることが望ましい。 ・オレンジと黄背景は全背景濃度において相対視力は0.6以上となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ΔL^*が50以上で相対視力が0.6以上となる。背景色にはΔL^*が最も大きい白を用いることが望ましい。 ・ΔL^*が大きくなるほど多くの背景色で相対視力は向上する。(緑・紫背景は例外で、高濃度になると色相対比が生じることにより、相対視力やや上昇する)

以上、各種照明条件における表示物の配色法について実験室実験を行ったわけであるが、ラベル設置

箇所の背景色とラベル地色との関係をまとめると以下のようになる。

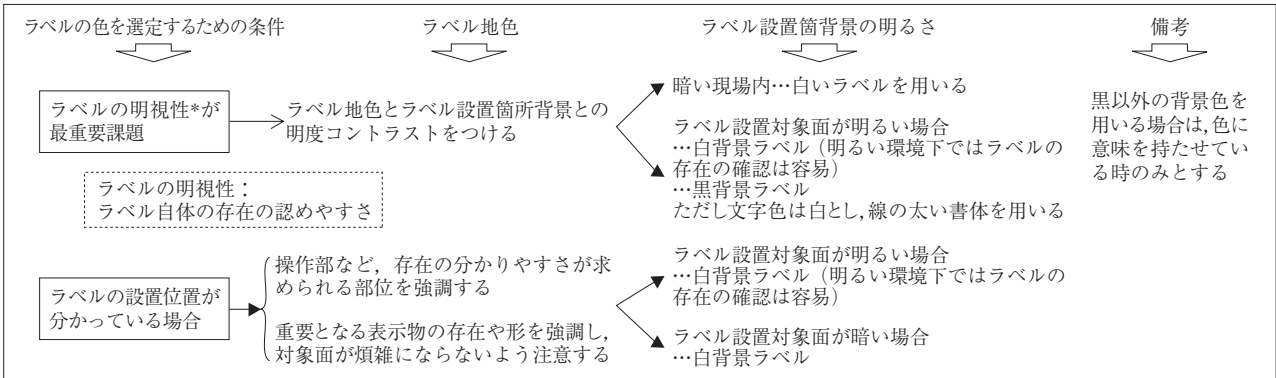


図22 ラベル設置箇所の背景色とラベルの地色の関係

5. 実験結果に基づく現地調査結果の検証と改善事例

以上の実験的検討結果を踏まえ、現地調査により得られた表示の仕方に関する問題事例について、それぞれ具体的な改善案を検討した。その結果をCGによるシミュレーション画像で表したものを図23から図28に示した。

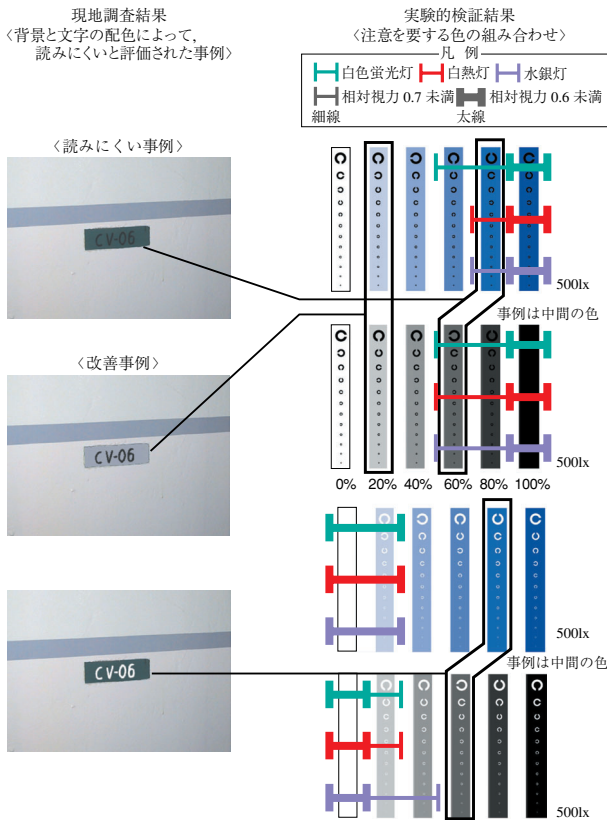


図23 現地調査における問題点と具体的な改善案 (その1)

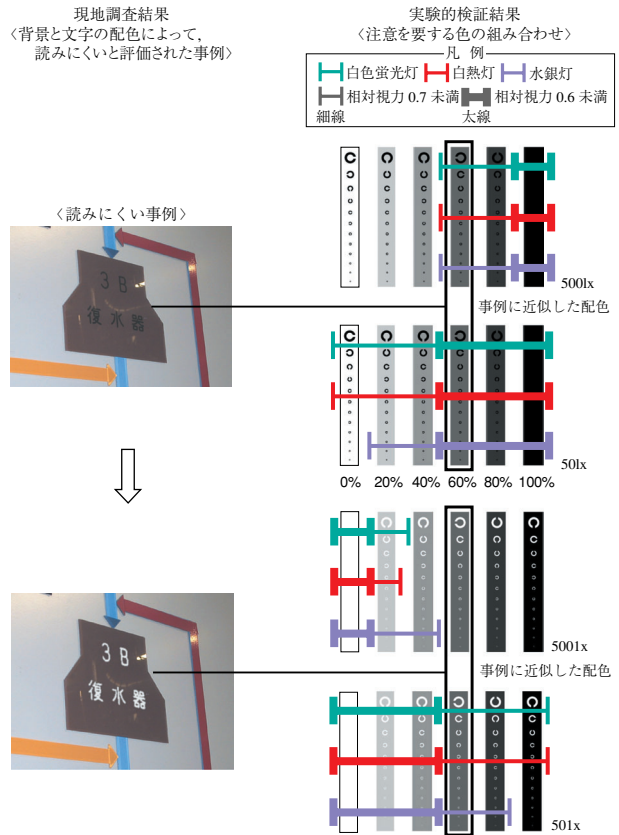


図24 現地調査における問題点と具体的な改善案 (その2)

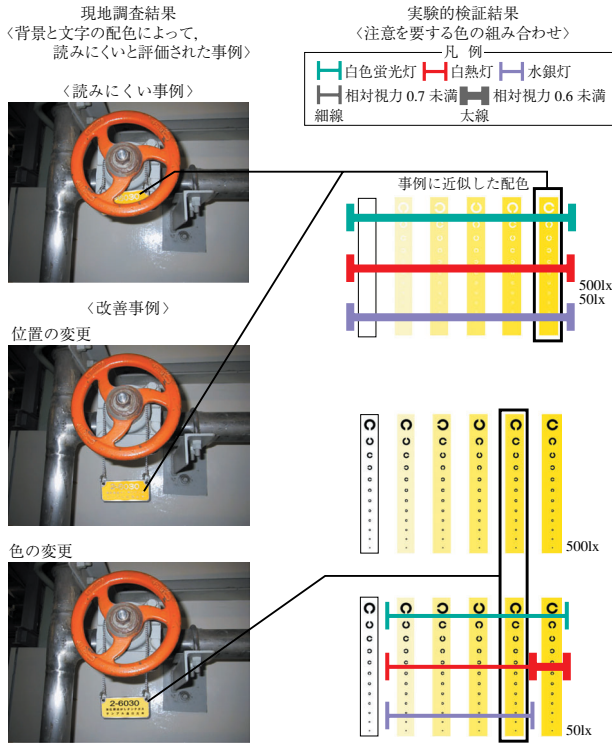


図25 現地調査における問題点と具体的な改善案 (その3)

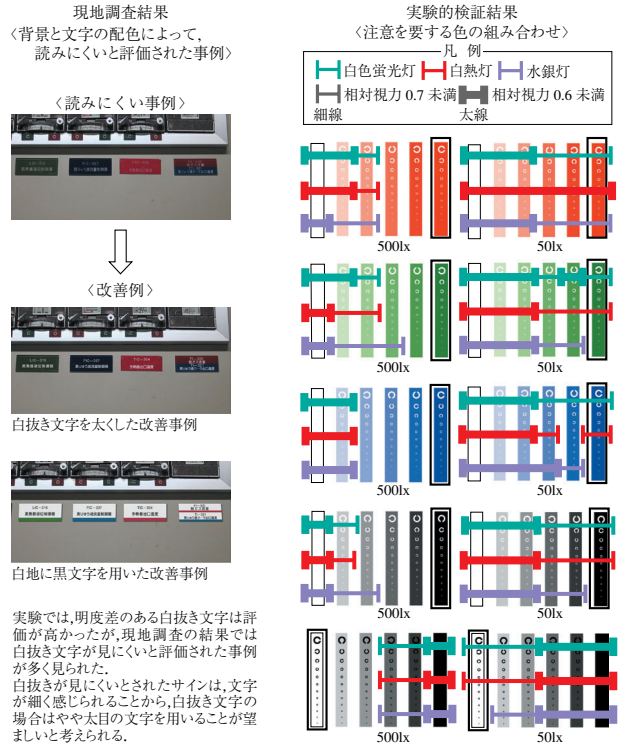


図27 現地調査における問題点と具体的な改善案 (その5)

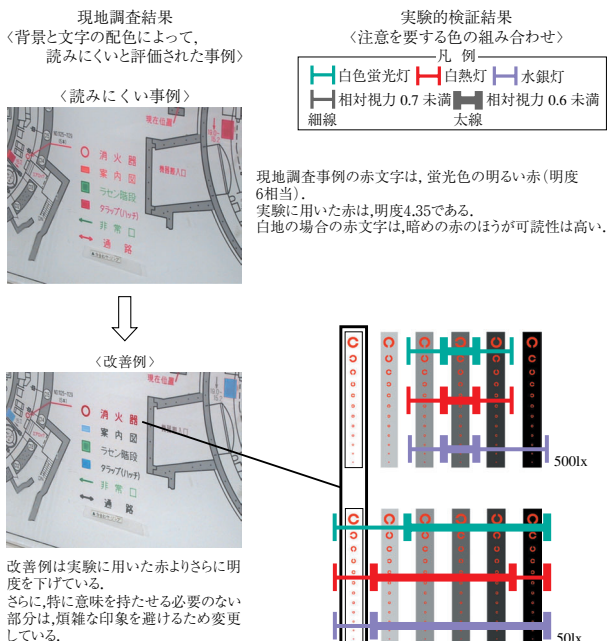


図26 現地調査における問題点と具体的な改善案 (その4)

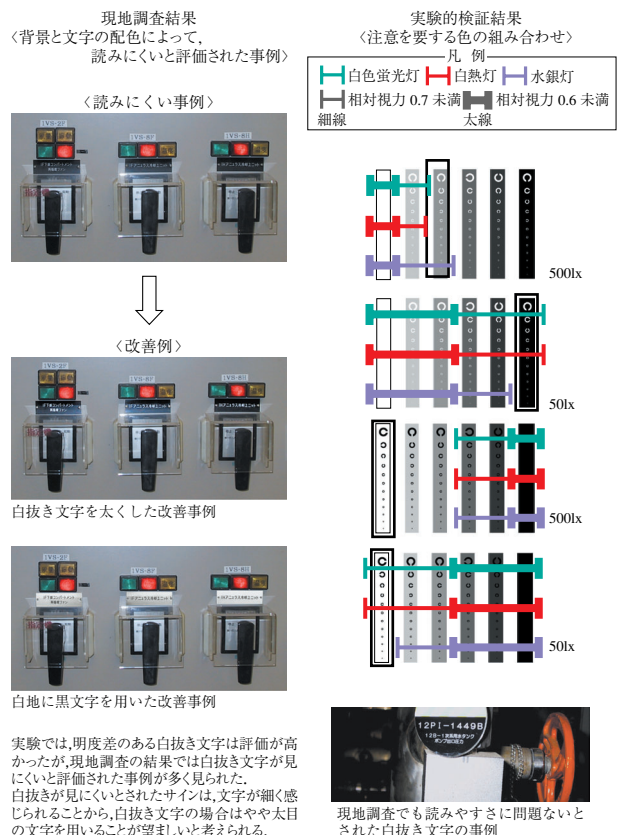


図28 現地調査における問題点と具体的な改善案 (その6)

6. 結論

本研究は認知性に優れた視覚表示物の配色法を明らかにするために、現場における検討と実験的検討を実施した。

現場における検討からは、アンケート調査と現地調査を実施し、見やすさの点で問題のある事例収集及びその原因についての検討を行った。その結果、それら問題となる原因は①表示位置と表示法、②低照度下における表示物設置、③地と図の配色、④表示物の素材（ステンレス銘板の採用）、⑤文字の大きさ、⑥表示物表面のグレア、⑦メンテナンス、⑧表示内容の誤り、⑨その他に分類されることが明らかとなった。

実験的検討はカラーネーミング実験と視認性実験1、視認性実験2の3つから構成される。

カラーネーミング実験は、どのような配色であれば指標となる色が正確に判断できるかを各種照明光源下において求めたものである。実験の結果、全ての照明光源下において以下に示す13種類の配色が注意を要する組み合わせとなった。すなわち、<赤>背景との組み合わせでは<緑>、<青>、<紫>の指標色、<黄色>背景との組み合わせでは<白>、<緑>、<青>、<紫>の指標色、<緑>背景×<紫>、<青>背景×<紫>、<紫>背景×<青>、<白>背景との組み合わせでは<黄色>、<青>、<紫>である。これら注意を要する配色の内、<赤>背景に<紫>、<黄色>背景に<白>、<白>背景に<黄色>、<黄色>背景に<青>については、特に注意を要することが示唆された。また、光源別にみると、高圧ナトリウム光源やメタルハライド光源下では、白熱灯や温白色蛍光灯、D65蛍光灯よりも正確な色の確認はとりにくい結果も得られた。

視認性実験1からは視認性に有効となる配色法を各種光源下において求めたものである。その結果、視認性は背景色と指標色の明度差によって大きく規定されることが確認することができた。さらに、全ての照明光源下において視力の低下が見られた配色は、<黄色>背景に<白>、<白>背景に<黄色>、<赤>背景に<紫>、<青>背景に<緑>、<緑>背景に<紫>という結果となった。

これらカラーネーミング実験と視認性実験1結果から、<白>背景に<黄色>、<黄色>背景に<白>、<赤>背景に<紫>、<緑>背景に<紫>の4配色については、色に意味を持たせた場合であっても視認性についても注意を要する配色であることが全ての照明光源下

において明らかとなった。

視認性実験2では表示物の地色と図色の明度差がどの程度あれば、視認性に対して有効となるのかについて、照明光源と照度を変数にして求めたものである。その結果、①500lxの照度の場合には、背景と指標との ΔL^* は30（明度3に相当）以上あれば全ての照明光源において相対視力は0.7以上となる。②50lxという低照度下では、500lx照度下よりも全ての照明光源下で顕著な視力低下を示し、全ての配色において相対視力は0.7以下となることが明らかとなった。その他、黒指標には濃度の高い青や紫、緑の背景の使用を避けることが望ましいこと。赤指標には ΔL^* が大きい白背景の使用が望ましいこと。白指標には、黄色とオレンジを背景に用いることは避け、 ΔL^* が大きい濃度の高い青、緑、黒を背景に用いることが望ましいことが示唆された。

また、視認性実験1と2からは、明度差のある白抜き文字は評価が高かったが、現地調査の結果では白抜き文字が見にくいと評価された事例が多く見られた。この点については、白抜きが見にくいとされたサインは、文字が細く感じられることから、白抜き文字の場合はやや太目の文字を用いる必要がある。今後の課題としては、書体や文字の太さに焦点をあて、読みとりやすい書体と配色法との関係を明らかにすることが挙げられる。

引用文献

- 清水正則・坂本正悦 1997 カテゴリカル色知覚に基づく各種光源下での色の見え 照明学会第30回大会, 275.
- 湯尻照 1989 照度レベルと光源の演色性の違いによる物体色の明るさ感 照明学会誌 73, 69-73.
- 湯尻照 1990 照度レベルによる表面色の明るさの変化-色相, 明度, 彩度の影響 照明学会誌 74, 668-673.

謝辞

本研究は、関西電力(株)の美浜発電所、高浜発電所、大飯発電所の多大なるご協力のもとに実施できたものである。記して謝意を表したい。