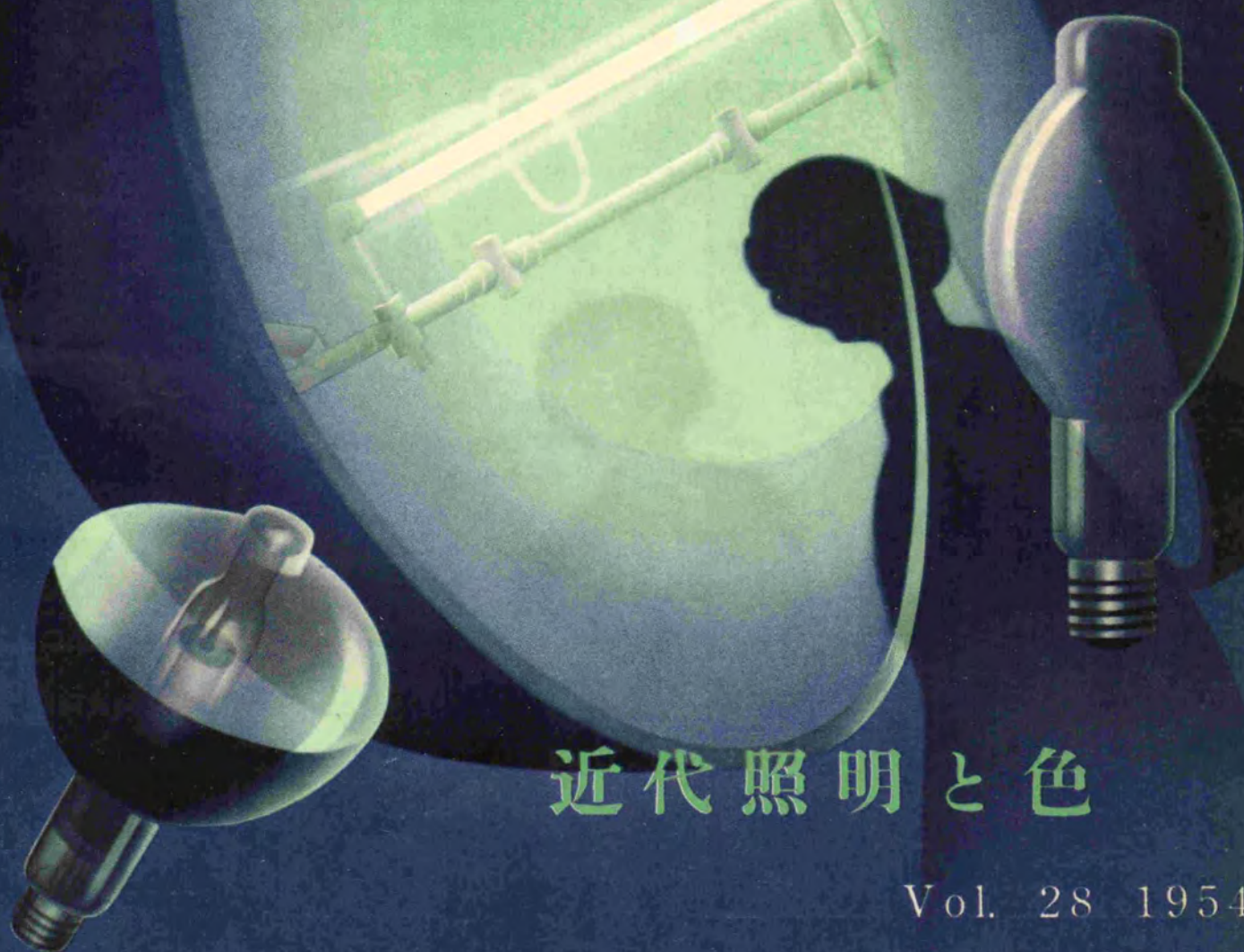


MITSUBISHI DENKI

三菱電機



近代照明と色

Vol. 28 1954

臨時増刊

車両用照明器具と一斉点灯方式

車両用照明器具

車両用の蛍光灯は私鉄会社の乗客へのサービスとともにますます普及してきた感がある。

当社はすでに東京急行、京阪電鉄特急車、大阪市電などに納入しさらに東京都電の P.C.C. 車、阪神電鉄新車にも納入して好評を得ている。

ここに掲載した写真 (1) はグローススイッチによる点灯方式で、写真 (2) は瞬時点灯方式であるが、つぎのような一斉点灯方式もある。

三菱 FD-401R 型点灯器

FD-401R 型点灯器は車両における 40 W 蛍光ランプを一斉点灯するもので、1 車両に 1 個の継電器と各ランプに対するそれぞれの安定器と組合せて点灯するものである。

特 長

- (1) スイッチを入れてから約 2 秒後に全燈が一斉に点灯する。
- (2) ランプに無理を与えないからランプの寿命はグローススイッチ方式と同様に長い。
- (3) 回路電圧は 350 V または 380 V 程度である。
- (4) 継電器は構造簡単で動作確実である。

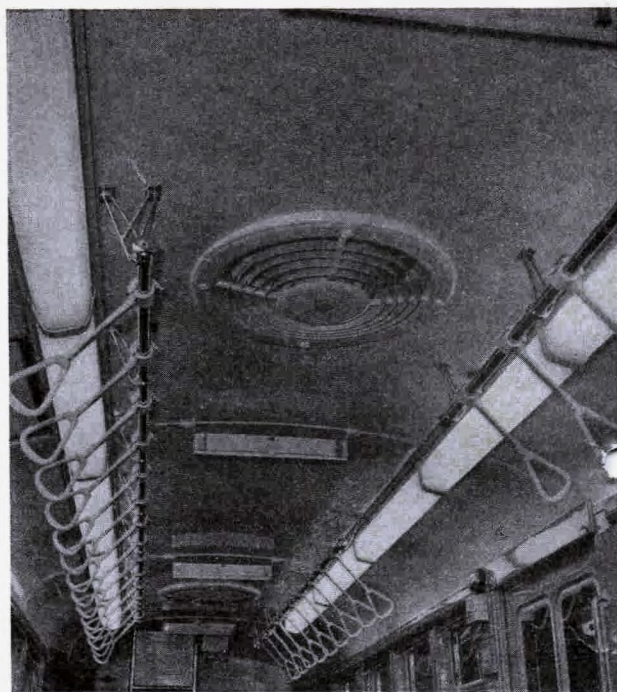
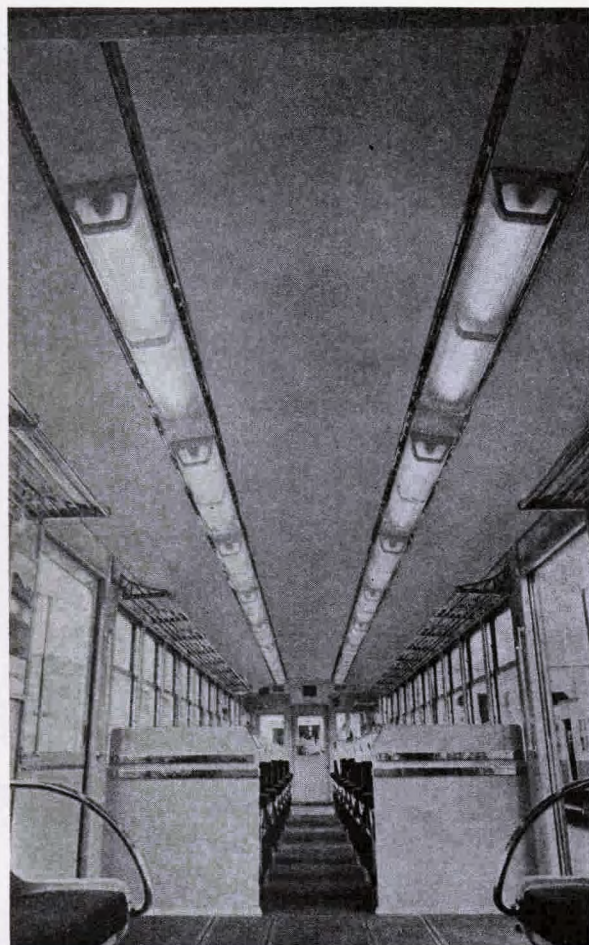


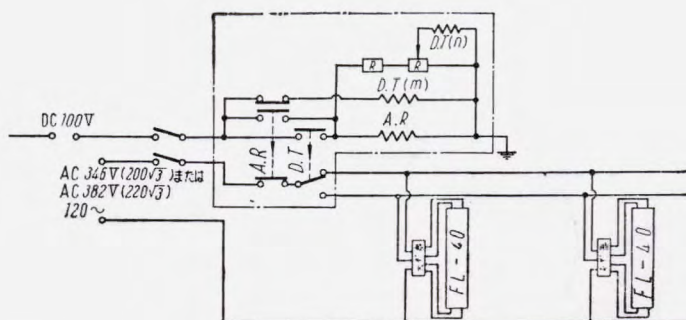
写真 (1) 東京都電の新車



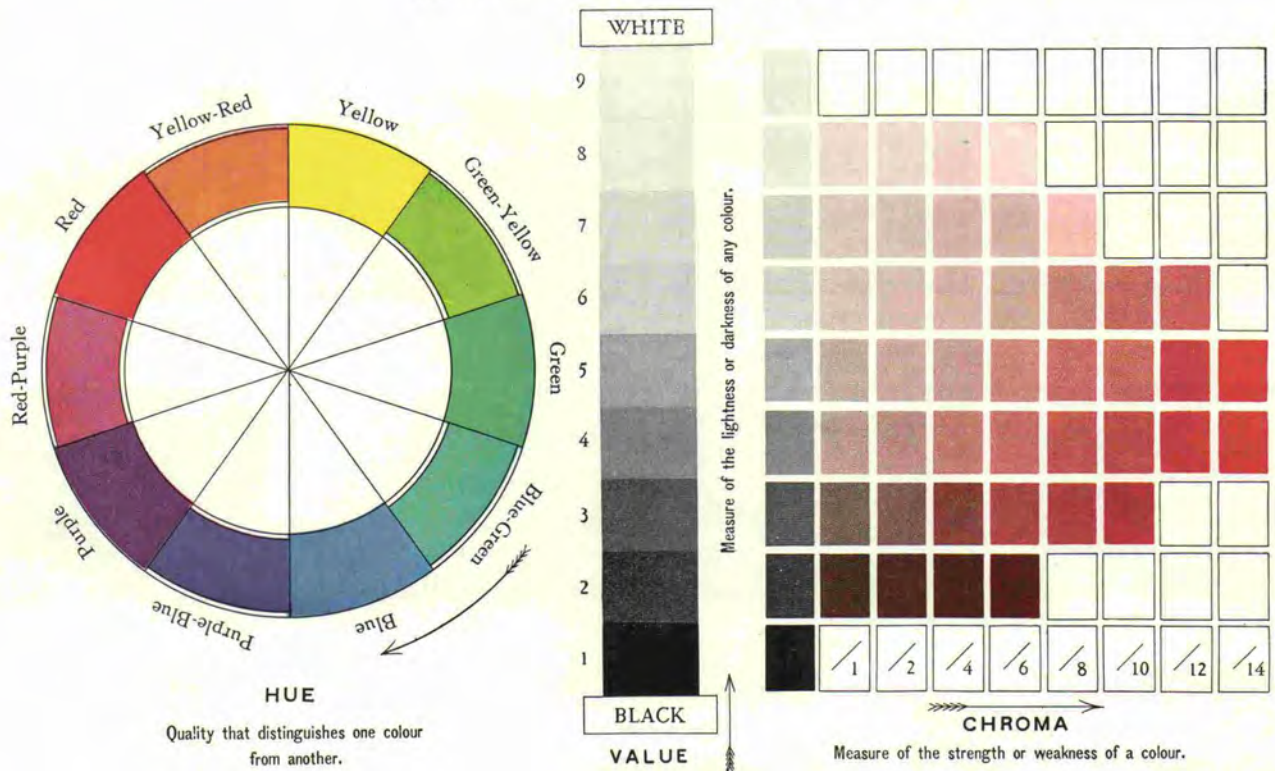
(2) 京阪電鉄の特急車

動 作

- (1) 点灯器内には予熱変圧器・チョークコイル・力率改善コンデンサおよび放電抵抗が納められている。
- (2) 電源スイッチを入れると A.R 継電器が動作して予熱変圧器に電流が流れるので蛍光ランプのフィラメントが熱せられる。
- (3) 約 2 秒後 D.T 遅延継電器の動作により予熱変圧器の電流を遮断すると同時に安定器側に切換えられるので蛍光ランプ放電を始めて点灯する。



Munsell 色票系 (本文 9 頁 参照)



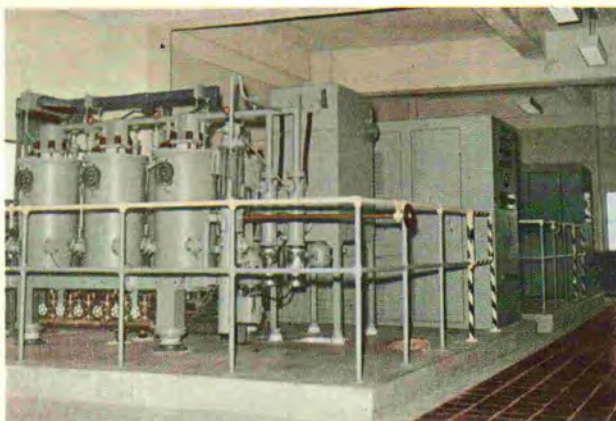
Color Conditioning 実施例 (本文41頁参照)



九州電力築上発電所
(55,000 kW タービン発電機)



関西電力椿原発電所配電盤室



国鉄名古屋変電所機械室
(3,000 kW イグナイトロン整流器)



国鉄荻谷変電所配電盤室

蛍光灯の演色性について (写真の下はその光源を示し数値は色温度を示す) 本文3頁参照



標準昼光色6,500°K



標準冷白色4,500°K



標準白色3,500°K



標準温白色3,000°K



三菱デラックス昼光色6,500°K



三菱デラックス冷白色4,500°K



三菱デラックス白色3,500°K



三菱デラックス温白色3,000°K



自然光午後3時



標準昼光色6,500°K



標準冷白色4,500°K



500Wタングステン電球



三菱デラックス昼光色6,500°K



三菱デラックス冷白色4,500°K

蛍光ランプの演色性について (写真の下はその光源を示し数値は色温度を示す) 本文3頁参照



標準昼光色6,500°K



標準冷白色4,500°K



標準白色3,500°K



標準温白色3,000°K



三菱デラックス昼光色6,500°K



三菱デラックス冷白色4,500°K



三菱デラックス白色3,500°K



三菱デラックス温白色3,000°K



標準白色3,500°K



標準温白色3,000°K













三菱デラックス白色3,500°K



三菱デラックス温白色3,000°K

安全標識 (本文41頁参照)

安全標識色	マンセル記号	見 本	適 用 例	塗 装 例
R	5 R $\frac{1}{4}$		消 火 施 設	
Y R	5 Y R $\frac{2}{3}$		危 険 表 示	
Y	2.5 Y $\frac{1}{2}$		クレーン、運搬車等注意表示	
G	2.5 G $5\frac{1}{5}$		救 急 施 設	
B	2.5 P B $\frac{1}{5}$		修理または故障のための運転禁止をあらわす	







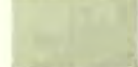






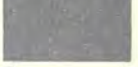






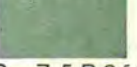
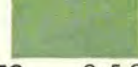

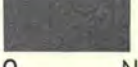
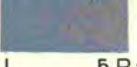
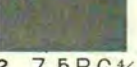




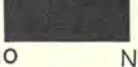

三菱電機製品標準色 (本文41頁参照)

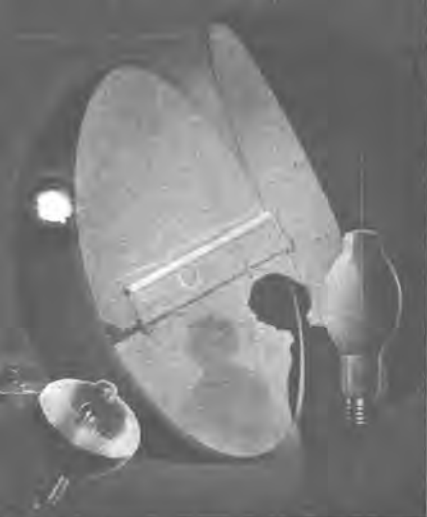
標準色 (商品、エレベータカゴ室照明器具などを除く全製品)

このシートの使用に当っては別表の摘要表を参照。

太字 (数字) は呼び番号、細字はマンセル番号を示す。

指定は呼び番号による。

Gray	Blue	Blue - Green	Green	Yellow - nish
 90 N $9\frac{1}{5}$	 91 5 B $\frac{1}{4}$		 93 5 G $\frac{1}{4}$	 94 5 Y $\frac{1}{4}$
 80 N $\frac{1}{2}$	 81 5 B $\frac{1}{2}$		 83 7.5 GY $\frac{1}{2}$	 84 5 Y $\frac{1}{2}$
 70 N $\frac{3}{4}$	 71 5 B $\frac{3}{4}$	 72 7.5 BG $\frac{1}{2}$	 73 7.5 GY $\frac{1}{2}$	 74 7.5 YR $\frac{1}{2}$
 60 N $\frac{1}{2}$	 61 5 B $\frac{1}{2}$	 62 7.5 BG $1\frac{1}{5}$	 63 2.5 G $\frac{1}{2}$	 64 5 Y $\frac{1}{2}$
 50 N $\frac{1}{4}$	 51 5 B $\frac{1}{4}$	 52 7.5 BG $1\frac{1}{5}$	 53 2.5 G $\frac{1}{4}$	 54 5 Y $\frac{1}{4}$
 40 N $\frac{1}{4}$	 41 5 B $\frac{1}{4}$	 42 7.5 BG $1\frac{1}{5}$	 43 5 G $\frac{1}{4}$	
 30 N $\frac{1}{4}$	 31 5 B $\frac{1}{4}$		 33 5 G $\frac{1}{4}$	
 20 N $\frac{1}{4}$				
 10 N $\frac{1}{4}$				



MITSUBISHI DENKI

三菱電機

表紙説明

表紙は球面光束計（中央）と FH-300（右）RH-300（左）の水銀燈である。

蛍光ランプ全光束測定用球面光束計
蛍光ランプの各性能、品質向上用の設備として完成したもので、内径 2,500 mm の球面光束計で、長さ 1,200 mm の 40 W ランプの全光束を測定するに充分なもので国内に指折り数える位しかないものである。内面は特殊拡散白色塗装仕上を施して完全拡散反射を計っている。測光は物理測光（光電池）および視測の両者を採用できるようにランプ軸方向とランプ軸に直角の方向におおの三つの測光窓をもっている。

RH 反射面付高圧水銀燈

内管は石英ガラスの高圧水銀燈でガラス製外管の内面がアルミニウムメッキの反射面になっている。RH-300-N は光角の開きが小でスポットライト用、RH-300-W はその中間である。

FH-300 については本文 55 頁で参照。

三菱電機株式会社

本社

東京都千代田区丸の内（東京ビル）
（電）和田倉（20）代表 1631・2331

研究所 兵庫県尼崎市南清水
神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町
名古屋製作所 名古屋市東区矢田町
丹波製作所 兵庫県尼崎市南清水
長崎製作所 長崎市平戸小屋町
無線機製作所 兵庫県尼崎市南清水
大船工場 神奈川県鎌倉市大船
世田谷工場 東京都世田谷区池尻町
郡山工場 福島県郡山市宇境橋町
福山工場 福山市仲野上町
姫路工場 兵庫県姫路市千代田町
和歌山工場 和歌山市岡町
中津川工場 岐阜県中津市駒場安森
福岡工場 福岡市今宿青木
静岡工場 静岡市小島 110
札幌修理工場 札幌市北二条東 12
大阪営業所 大阪市北区堂島北町 8 番地 1

名古屋営業所 名古屋市中区広小路通
（電）本局（23）6231-5

福岡営業所 福岡市天神町（三菱ビル）
（電）西（2）5821-5825

札幌営業所 札幌市大通西 3 の 5
（電）（2）7236・7237

仙台事務所 仙台市一番丁 63
（電）仙台 2573・8057

山形事務所 富山市安住町 23 の 2
（電）富山 4692・5273

広島事務所 広島市袋町 1（明治生命ビル）
（電）中 1059・4824

高松出張所 高松市南紺屋町 34 の 3
（電）高松 3178・3250

小倉出張所 小倉市博労町 63（富士ビル）
（電）小倉 3614

昭和 29 年 臨時号

「近代照明と色」特集

目次

巻頭言	山内二郎	2
蛍光ランプ演色性の一課題	井手平三郎・伊吹順章	3
新しい色表示と Color Harmony	二星 潤	9
商店照明のデザイン	小堀富次雄・山下源一郎・小笠原善丸	17
発電電所の理想的な照明	市村宗明	25
新しい生産照明	市村宗明	32
照明を効果的にする Color Conditioning	二星 潤	41
蛍光灯照明の経済と保守について	宇都宮偉	46
ニュースフラッシュ		
照明用水銀燈		55

品質奉仕の三菱電機

巻 頭 言

東 大 教 授 山 内 二 郎
工 学 博 士

空から見た夜の東京は、世界でも一つの偉観である。しかし街に立って見ると、ハリの方がはるかに美しい。あるいは上品といった方がよいかも知れない。それは何故かと考えて見ると、赤青などのネオンサインの原色はほんのわずかで、主なものは蛍光灯の白い光が主になっていること、その上に影との配合がうまい点にでもあろうか。それにくらべて東京は原色が多すぎる。またいかにも幼稚なネオンサインが幅をきかしている近頃の商店街を見ると、昔から色彩の感覚にすぐれた日本は何処へ行ってしまったかと、なげかわしい。

この美しいとか、上品とかいうことは、光の表現が直接的であるから、照明の一つの相である。心斎橋筋の蛍光照明を案内してもらったとき、すりガラスのルーバがやわらかい感じを出していたし、またローマの飛行場で見たプラスチックの豪勢な灯具の効果もクリスタルというかといってかたくない感じを出していたのも今もって忘れられない。税関の人がわざわざ点燈して見せてくれた。

少しちがった意味では商品の色を美しく見せるとか、そのものの色を昼間と同じように見せ

るとかいうことが、また一つの相である。蛍光灯の発達のおかげでこれができるようになった。白熱電球ではできなかった色の真実性を持たすことができる。これが蛍光照明の演色性として現在の研究問題の一つとなっているのである。駐車場の待合室で顔色がさえなく、くちびるが沈んで見えることは旅行者にとって愉快なことではない。今は焼けた法隆寺の壁画のみどりの黒髪を見出したのも蛍光照明によってである。

さて照明のもう一つの大切な効果は物を見るということである。昔ほのおで照明したときは、今ほど夜が楽しくはなかったであろう。大きな文字の書物でなければ読みにくかったであろう。現在では思うままに広く照明することもでき、ずっと明るくもでき、光がゆらめくこともなく、ずっと楽に見られるようになった。20年位前からこの物を見やすくするための照明について研究が盛に行われ、普及宣伝が考えられたのである。単に電燈をつければよいというのでなく、合理的な設計とはどんなことであるか、さらに経済的な問題もとりあげられ、解析し、総合して、進んで行っている。光源の進歩とともに進んで行く。

螢光ランプの演色性の課題

大船工場 井手平三郎*

研究所 伊吹順章**

Color Rendering of Fluorescent Lamps

Heizaburo IDE • Sumiaki IBUKI

Ofuna Factory Engineering Laboratory

It was a common idea that things are not observed in their natural colors under the fluorescent lamps until Mitsubishi De Luxe type has been developed. In view of the color rendering, the new products have made a step toward the perfection in the illuminating engineering. Various kinds of fluorescent lamps were examined based on this notion and the methods were also studied from various angles with the consequent result that much valuable information was made available.

1. まえがき

一般に螢光ランプの照明の下では物の色の見え方が違って見える。これはさきにも本誌⁽¹⁾で述べたように螢光ランプから放射される光の中に赤色光が不足しているからである。最近新しく三菱デラックス型螢光ランプの昼光色および白色が開発され、すでに発表した三菱デラックス冷白色および温白色と共に都合4種の三菱デラックス型螢光ランプの完成により螢光ランプの演色性はほとんど完全に改善された。

これら4種の三菱デラックス型螢光ランプの照明下での物の色の見え方と一般の標準型の4種の螢光ランプおよび米国某社のデラックス型各種螢光ランプの照明下での物の色の見え方とを種々の方法で比較検討してみた。

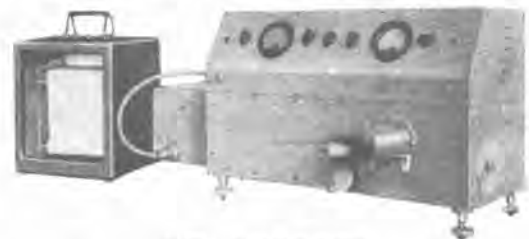
2. 演色性とは

光源の演色性とはどういうことか。一言にしていえば、ある光源で物を照して見た場合、この光源が基準としている照明で照してみた場合と比べて物の色合がどの程度の差異を示すかの目安と定義してよいだろう。普通の照明用光源の場合にはその基準を特定の色温度の黒体輻射にとっている。その色温度は螢光ランプでは6,500°K(昼光色)、4,500°K(冷白色)、3,500°K(白色)、3,000°K(温白色)にとっている。理想的に言えば螢光ランプの分光エネルギー分布がそれぞれの色温度の黒体の分光エネルギー分布と一致すれば演色性は完全であるが、螢光ランプの光の中には水銀の線スペクトルが含まれているので実際にはほとんど不可能である。しかしながらこの差異を少

しでも小さくしようとするのが照明技術の一つの目標であり、これに応じて出現したのが三菱デラックス (De Luxe) 螢光ランプである。

3. 光源の分光エネルギー分布

演色性の問題にとって一番重要なのは光源の分光エネルギー分布である。この測定には当社研究所で製作した自記分光放射計を用いた。(1図)⁽²⁾ この装置は単色分光器の受光器に光電子増倍管 1P22 を用い、その光電流を増幅して記録計に入れブリズムの回転に伴って記録紙の横軸には波長、縦軸には分光エネルギーが直示されるようになっている。1回の測定に要する時間は約2.5分程度である。これで測定した各種光源の分光エネルギー分布曲線を2~5図に示す。2図は昼光色型螢光ランプ、基準とする6,500°K黒体輻射およびHardyの大気圏外太陽の分光エネルギー分布を添えた。3図は冷白色型螢光ランプおよび基準とする4,500°K黒体輻射、4図は白色型螢光ランプおよび基準とする3,500°K黒体輻射、5図は温白色型螢光ランプおよび夜の光を代表するA光源の分光分布を加えた。これら2~5図を見るといわゆる標準



1図 自記分光光度計
Fig. 1. Recording spectro radiometer.

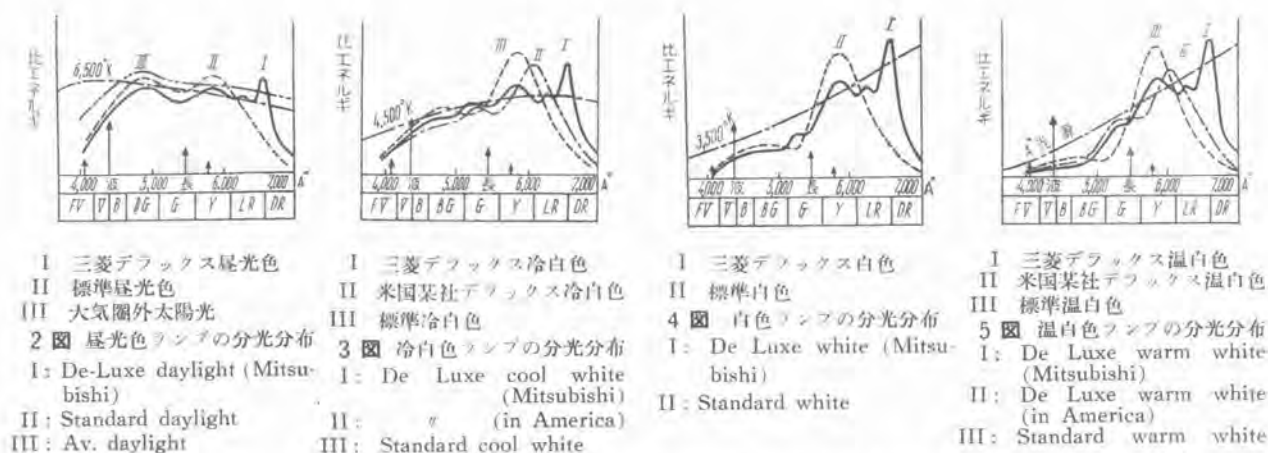


Fig. 2, 3, 4, 5. Spectral energy distribution curves for typical fluorescent lamps.

(Standard) 型はとくに赤色部に著しいエネルギーの不足が認められるが、当社の研究による三菱デラックス“De Luxe”型蛍光灯では赤色部に新しい蛍光物質⁽³⁾を加えて補っているため、基準光源の分光エネルギー分布に近づいていることが判る。

4. 演色性の評価法

つぎに演色性を調べるにはどうすればよいか。これには数多くの方法が試みられているがまだ決定的なものはないようである。その二、三をつぎに述べる。

ア. 同時比較法⁽⁴⁾

この方法は一つの色見本を同時に標準の光源と試験する光源とで照らして色の差異の大小を判定する。多数の色見本について比較した結果、色差の小なる場合の数が多い程演色性がよいと定める方法である。

イ. 記憶比較法および両眼視の方法⁽⁵⁾

われわれが実際に種々の物を見る場合には眼の色順応によって光源に慣れることを考慮に入れなければならない。いま2種の光源 P, Q で a, b, c なる色見本を見る場合、各光源による色度点 a_p, b_p, c_p および a_q, b_q, c_q が計算される。しかし実際には色順応があつて Q 光源に順応した眼で見た a_q, b_q, c_q と同じ感覚を生ずる色度点が P 光源に順応した場合にも考えられ、これを a_p', b_p', c_p' とすると演色性の比較とは $a_p - a_p', b_p - b_p', c_p - c_p'$ ということになる。その実験方法としてはまず Q 光源に順応して a, b, c を見、つぎに P 光源に馴れて前者と同じ感覚を生ずる色見本 a', b', c' を求め、P 光源の下で、 a, b, c と比べる記憶比較法か、あるいは一眼は P 順応に、他方の眼は Q 順応にさせて色合せをするという両眼視の方法をとらねばならぬ。以上ア、イの方法は実に多数の色見本と莫大な時間と複雑な実験を必要とするので、簡単に光源を判定できる方法として考えられたのがつぎの諸方法である。

ウ. Visibility Paper による方法⁽⁶⁾

さきに示した光源の分光エネルギー分布 2~5 図では横

軸として単に波長を等間隔にとってあつた。この方法では比視感度を考慮して、横軸の波長目盛を視感度に比例して採って分光エネルギー分布を表わしたものである。そしてこの図上で見て試料光源の分布が波長 5,200 Å から 6,000 Å の間で基準光の分布と比べてほぼ平行であるならば、その光源は完全に近いと判定する。人体の見当はつくが、視感に重点を置きすぎるようである。

エ. 8 分割比較法

前項に述べたように眼には色順応の性質があるので光源が変化して物の色度点が大きく変化しても視感上はそれ程変らない。しかし多くの色の間の対比が変ることに眼は敏感に感ずるので、光源の演色性も幾つかの波長帯に分けて論ずるという方法である。波長帯としてはつぎの八つに分ける。

No. 1	3,800~4,200 Å	Far Violet (FV)
No. 2	4,200~4,400 Å	Violet (V)
No. 3	4,400~4,600 Å	Blue (B)
No. 4	4,600~5,100 Å	Blue Green (BG)
No. 5	5,100~5,600 Å	Green (G)
No. 6	5,600~6,100 Å	Yellow (Y)
No. 7	6,100~6,600 Å	Light Red (LR)
No. 8	6,600~7,000 Å	Dark Red (DR)

さてこの各波長帯の中のエネルギー比について標準の光源と試料光源とを比較する方法がまず考えられる。⁽⁷⁾ つぎにこの各波長帯の中のエネルギー比に視感度を掛けた光束比について同様に比較する方法がある。⁽⁸⁾ W. Harrison は後者の方法を一歩進めて色彩対比係数 (Color Contrast Factor) なるものを算出し、さらにそれから光源の評価点を出した。すなわち DR/Y, LR/Y, G/Y, BG/Y, B/Y の比を各光源について計算し、等エネルギー光源についての上記の値を 100 として、それに対する各試料光源についての値を出す。これが色彩対比係数であり、これより試料光源とそれの標準とする光源との平均偏差をとって 100 から引いた値を各光源の評価点としている。これについてはいろいろの議論もある

が光源の概略的な評価にはよい方法である。しかし正確を期す場合にはつぎのような方法によらなければならない。

オ. 数値計算の方法

種々の色見本を各種の光源で照したときの色度点の変

1 表 各種昼光色蛍光ランプと標準光源の8分割光束値

	等エネルギー光	6,500°K 黒体	大気圏外 太陽光	標準型蛍 光ランプ	三菱デラックス 型蛍光ランプ
No. 1 FV	0.035	0.039	0.032	0.021	0.021
No. 2 V	0.235	0.265	0.233	0.350	0.183
No. 3 B	0.774	0.842	0.810	0.699	0.634
No. 4 BG	9.756	10.761	10.775	10.004	9.236
No. 5 G	39.960	41.654	40.815	40.331	42.145
No. 6 Y	37.049	35.747	36.449	39.931	37.888
No. 7 LR	11.323	9.980	10.338	8.469	9.288
No. 8 DR	0.898	0.712	0.748	0.195	0.605

2 表 各種冷白色蛍光ランプと標準光源の8分割光束値

	4,500°K 黒体	標準型蛍 光ランプ	三菱デラックス 型蛍光ランプ	米国某社デラ ックス型蛍光ランプ
No. 1 FV	0.021	0.014	0.014	0.011
No. 2 V	0.163	0.295	0.343	0.312
No. 3 B	0.565	0.464	0.446	0.337
No. 4 BG	8.626	6.798	7.311	6.296
No. 5 G	39.120	36.935	40.367	37.487
No. 6 Y	38.509	47.425	39.668	41.046
No. 7 LR	12.045	7.823	11.195	14.136
No. 8 DR	0.951	0.246	0.636	0.375

3 表 各種白色蛍光ランプと標準光源の8分割光束値

	3,500°K 黒体	標準型蛍 光ランプ	三菱デラックス型 蛍光ランプ
No. 1 FV	0.012	0.009	0.009
No. 2 V	0.102	0.251	0.267
No. 3 B	0.386	0.254	0.200
No. 4 BG	7.029	3.850	4.437
No. 5 G	36.475	33.086	37.492
No. 6 Y	40.493	53.243	43.684
No. 7 LR	14.238	9.151	13.035
No. 8 DR	1.265	0.156	0.876

4 表 各種温白色蛍光ランプと標準光源の8分割光束値

	A 光源	標準型蛍 光ランプ	三菱デラックス 型蛍光ランプ	米国某社デラ ックス型蛍光ランプ
No. 1 FV	0.007	0.007	0.007	0.008
No. 2 V	0.061	0.214	0.218	0.271
No. 3 B	0.252	0.174	0.176	0.090
No. 4 BG	5.449	2.752	3.328	1.994
No. 5 G	33.349	29.052	34.664	37.418
No. 6 Y	42.481	57.435	47.276	44.631
No. 7 LR	16.794	10.191	13.499	15.146
No. 8 DR	1.607	0.175	0.832	0.442

化を表色系を用いて数値的に表現する方法である。たとえば Mickerson 等は数百の Munsell の色票について B 光源および4種の蛍光ランプで照したときに色度点がいかに変わるかを I. C. I. の表色系を用いて表現している。⁽⁹⁾ また A. C. Barr は表色系としては R. U. C. S.⁽¹⁰⁾ 系を採用し、色見本にはこの原点を中心として半径 0.05 の円を描きその周上の 20 等分割点に位置するようなサン

5 表 各種昼光色蛍光ランプと標準光源の色彩対比系数と評価点

	等エネルギー光	6,500°K 黒体	大気圏外 太陽光	標準型蛍 光ランプ	三菱デラックス 型蛍光ランプ
DR/Y	100	82.2	85.1	20.1	67.0
LR/Y	100	91.4	93.3	69.4	81.2
G/Y	100	108.0	104.4	93.6	105.1
BG/Y	100	114.3	112.9	95.1	94.1
B/Y	100	117.3	111.3	87.2	85.2
評価点		100		71.7 70.4	84.8 83.9

6 表 各種冷白色蛍光ランプと標準光源の色彩対比系数と評価点

	等エネルギー光	4,500°K 黒体	標準型蛍 光ランプ	三菱デラ ックス型 蛍光ランプ	米国某社デ ラックス型 蛍光ランプ
DR/Y	100	101.9	21.4	66.1	37.7
LR/Y	100	102.4	54.0	92.3	112.7
G/Y	100	94.2	72.2	94.3	84.7
BG/Y	100	85.1	54.4	70.2	58.3
B/Y	100	73.1	48.7	56.0	40.9
評価点		100	58.8	84.4	71.4

7 表 各種白色蛍光ランプと標準光源の色彩対比系数と評価点

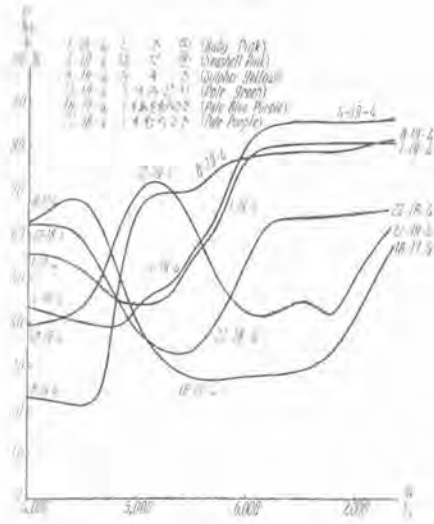
	等エネルギー光	3,500°K 黒体	標準型蛍 光ランプ	三菱デラックス 型蛍光ランプ
DR/Y	100	126.0	12.0	82.9
LR/Y	100	114.3	53.5	97.6
G/Y	100	82.9	56.3	79.6
BG/Y	100	64.5	26.4	38.6
B/Y	100	46.8	24.9	22.9
評価点		100	47.7	77.4

8 表 各種温白色蛍光ランプと標準光源の色彩対比系数と評価点

	等エネルギー光	A 光源	標準型蛍 光ランプ	三菱デラ ックス型 蛍光ランプ	米国某社デ ラックス型 蛍光ランプ
DR/Y	100	156.1	12.6	72.6	40.9
LR/Y	100	129.4	58.0	93.4	111.1
G/Y	100	72.8	46.9	68.0	77.7
BG/Y	100	48.7	18.2	26.7	17.0
B/Y	100	29.5	15.1	18.5	10.0
評価点		100	42.9	68.5	62.1



6 図 色票の反射率 (純色)
High chroma colors



7 図 色票の反射率 (彩度の低いもの)
Low chroma colors

Fig. 6, 7. Spectral reflectance curves for various colors.

ブルを選んだ。そして、各種の蛍光ランプによるこれらの色度点の移動を求め標準との差を出している。さらに一歩進めて評価点といったものを算出しているが、この際色差の心理的効果を導入したのは優れた改善といえるであろう。(11)

5. 三菱デラックス型蛍光ランプの演色性について

前述したように従来の標準型の蛍光ランプと比べて深赤色の蛍光を発する蛍光物質を用いた各種の三菱デラックス型蛍光ランプの演色性を論じて見る。前節でいろいろな評価法を述べたがそのなかの二、三の方法を採用しよう。

ア. 8 分割光束法

まず既括的に判定するために Harrison の 8 分割光束法を適用した。1~4 表がその結果で比較のため従来の標準型の蛍光ランプと米国某社のデラックス型についても計算して書き加えた。5~8 表は色彩対比係数および評価点を示す。以上によれば三菱デラックス型蛍光ランプがもっとも優秀な演色性を示すといえる。

イ. 各種色票に対する色度計算による演色性の比較

つぎに数値計算による方法を行う。色見本としては日本色彩研究所の色票のうち数種の純色と二、三の彩度の低いものを取り上げた。その分光反射率曲線を 6, 7 図に示す。

これより各種蛍光ランプおよびその標準光源に対する各色票の三色係数 x, y および明度 Y を求めた。そして色度点の変動の状況をわかりやすくみるために Munsell 系

9 表 各種昼光色蛍光ランプによる色度点の移動

	6,500°K 黒 体					三菱デラックス型蛍光ランプ					標準型 蛍 光 ラ ン プ				
	x	y	Y	Munsell		x	y	Y	Munsell		x	y	Y	Munsell	
No. 2	0.5558	0.3345	12.76	7.7R	4.11/11.9	0.5553	0.3390	12.41	8.0R	4.06/11.6	0.5308	0.3502	11.51	9.2R	3.92/9.5
6	0.4865	0.4323	44.34	8.3YR	7.09/11.4	0.4872	0.4393	45.05	9.2YR	7.14/11.8	0.4744	0.4464	44.76	0.9Y	7.12/10.9
9	0.4006	0.5008	53.43	3.4GY	7.67/10.5	0.4063	0.5055	54.04	2.9GY	7.71/10.9	0.3970	0.5086	53.82	4.0GY	7.69/10.9
13	0.2088	0.3827	16.04	0.2BG	4.56/9.2	0.2215	0.3837	15.17	9.3G	4.45/8.2	0.2141	0.3819	15.45	10.0G	4.49/8.7
15	0.1708	0.2448	13.35	3.1B	4.20/8.6	0.1804	0.2439	12.39	4.1B	4.06/7.8	0.1727	0.2443	12.70	3.4B	4.11/8.3
21	0.2827	0.1658	5.51	5.7P	2.75/10.3	0.2842	0.1672	5.28	5.8P	2.69/10.3	0.2621	0.1631	4.99	3.1P	2.61/9.5
24	0.4928	0.2641	8.92	0.1R	3.49/11.8	0.4926	0.2666	8.57	0.5R	3.42/11.2	0.4559	0.2668	7.52	9.4RP	3.21/9.0
1-19-4	0.3588	0.3264	59.37	6.0R	8.02/4.5	0.3657	0.3356	59.78	10.0R	8.04/4.2	0.3544	0.3374	59.51	2.5YR	8.02/3.4
4-19-4	0.3800	0.3543	61.27	4.2YR	8.12/4.8	0.3866	0.3632	61.71	5.6YR	8.15/5.2	0.3745	0.3652	61.18	8.2YR	8.12/4.3
8-19-4	0.3847	0.4260	71.33	9.5Y	8.65/6.6	0.3922	0.4332	71.66	8.7Y	8.66/7.2	0.3805	0.4364	71.49	1.9GY	8.66/7.1
12-19-4	0.2931	0.3639	57.38	3.9G	7.90/4.7	0.3043	0.3720	56.89	2.0G	7.87/4.5	0.2943	0.3714	56.99	3.3G	7.88/5.2
18-17-4	0.2533	0.2281	30.89	8.6PG	6.07/8.8	0.2614	0.2339	30.42	9.4PB	6.03/8.0	0.2529	0.2344	30.60	7.9PB	6.05/8.0
22-18-4	0.3250	0.2725	42.12	0.2RP	6.93/6.9	0.3319	0.2795	41.84	1.9RP	6.91/6.3	0.3197	0.2808	41.62	9.7P	6.90/5.6
	大 気 圏 外 太 陽 光														
	x	y	Y	Munsell											
No. 2	0.5611	0.3369	13.05	7.8R	4.16/12.3										
6	0.4886	0.4335	44.75	8.5YR	7.12/11.7										
9	0.4034	0.5009	53.36	3.0GY	7.66/10.5										
13	0.2116	0.3868	15.89	9.6G	4.54/9.1										
15	0.1716	0.2519	13.26	2.6B	4.19/8.4										
21	0.2894	0.1729	5.55	6.3P	2.76/9.4										
24	0.5028	0.2700	9.12	0.0R	3.52/11.8										
1-19-4	0.3654	0.3341	59.57	9.3R	8.03/4.2										
4-19-4	0.3861	0.3606	61.52	5.0YR	8.14/5.2										
8-19-4	0.3885	0.4295	71.44	9.2Y	8.65/6.9										
12-19-4	0.2965	0.3713	57.36	2.6G	7.90/4.7										
18-17-4	0.2580	0.2369	30.85	8.5PB	6.07/7.9										
22-18-4	0.3319	0.2813	42.31	1.9RP	6.95/6.3										

に換算した。もっとも Munsell 系は C 光源に対するもので、厳密には他種の光源に対して適用するには問題があるかもしれないが便宜上このような方法を選んだ。その結果を 9~11 表に示す。これらによると従来の標準型と比べて、デラックス型は色相彩度および明度ともに標準光度からの変化が少い。そして標準型の欠点である赤の彩度を下げ、赤ならびに緑を黄に倚らせるのが充分改善され演色性が非常によくなったことが認められる。なお白色型は温白色型と類似しているのを略した。

ウ。各種光源による天然色写真

以上は計算の結果を並べたが光源の変化によって物の色が実際にいかに変化するかをお目にかけたい。口絵原色版は同じものを照明する光源をかえてそれぞれ天然色写真にとったものの色刷りである。天然色写真の感度および色刷りの技術で多少実際の印象がずれて印刷されていると思うが大体の変化の模様を見て戴きたい。

6. む す び

以上各種の三菱デラックス型蛍光ランプの演色性が優秀なことを述べたが、最後に三菱蛍光ランプの使用目的による使い方 (12 表) を記しむすびとする。

引用文献

- (1) 河合, 井手: 三菱電機 Vol 27—No. 2 82
- (2) 八島, 伊吹, 村西: 照学誌 37 6 ('53) 15
- (3) 日本特許: 186213
- (4) P. J. Bouma: Philips Tech. Rev. 2 ('37) 1
- (5) W. D. Wright: Proc. Phys. Soc. B 64—7 ('51) 537

12 表 三菱蛍光ランプの使い方の一例

ランプ種類	色温度	特 長	用 途
デラックス 昼 光 色	6,500°K	演色性が良好で昼光に近い雰囲気を作る	染色工場, 多色印刷工場, 画廊等
昼 光 色	6,500°K	効率が高く昼光に近い雰囲気を作る	工場(検査), 涼しい雰囲気のある場所等
デラックス 冷 白 色	4,500°K	演色性が最良で落着いた雰囲気を作る	デパート, 衣服装飾品店, 応接室, 喫茶店, 花屋, 食料品店, 染色工場, 多色印刷工場, 画廊等
冷 白 色	4,500°K	効率が高く落着いた雰囲気を作る	ビル, 工場等一般照明
デラックス 白 色	3,500°K	演色性が良くやや暖味のある雰囲気を作る	住宅, 病院, 応接室, 料飲店, 食料品店, 旅館等
白 色	3,500°K	効率が良くやや暖味のある雰囲気を作る	やや暖味の欲しい一般照明
デラックス 温 白 色	3,000°K	演色性が良好で白熱電球に近い雰囲気を作る	住宅, 病院, 応接室, 喫茶店, 料飲店, 食料品店, 旅館等
温 白 色	3,000°K	効率が最高で白熱電球に近い雰囲気を作る	暖味の欲しい一般照明

- (6) K. H. Buther: Ill. Eng. 44 ('49) 267
- (7) C. W. Jerome: Ill. Eng. 45 ('50) 540
- (8) W. Harrison: Light and Lighting 44 4 ('51) 148
- (9) D. Nickerson, D. H. Wilson: Ill. Eng. 45 ('50) 507
- (10) W. R. Breckenside, F. C. Schaub: J. O. S. A. 29 ('39) 370
- (11) A. C. Barr: Ill. Eng. 47 ('52) 649





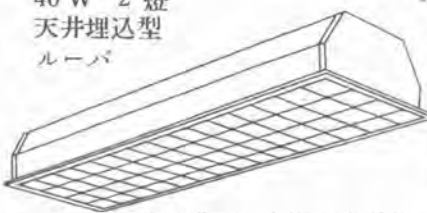
10 表 各種冷白色蛍光ランプによる色度点の移動

	4,500°K 黒 体					三菱デラックス型蛍光ランプ					標準型蛍光ランプ				
	x	y	Y	Munsell		x	y	Y	Munsell		x	y	Y	Munsell	
No. 2	0.5916	0.3397	14.24	8.3R	4.32/14.2	0.5822	0.3438	13.71	8.4R	4.25/13.3	0.5658	0.3578	12.95	9.8R	4.14/11.6
6	0.5148	0.4296	46.86	6.9YR	7.26/13.9	0.5100	0.4353	47.96	7.4YR	7.33/13.7	0.5060	0.4434	48.31	8.3YR	7.35/13.7
9	0.4307	0.4971	53.95	9.8Y	7.70/11.2	0.4298	0.5015	54.36	0.4GY	7.72/11.4	0.4360	0.5005	54.42	9.7Y	7.73/11.7
13	0.2356	0.4229	14.95	5.3G	4.42/8.6	0.2410	0.4135	14.59	5.5G	4.37/8.0	0.2554	0.4073	13.66	4.8G	4.24/6.7
15	0.1893	0.2892	12.10	8.8BG	4.02/7.2	0.1932	0.2707	11.45	1.6B	3.92/6.7	0.2009	0.2682	10.66	2.4B	3.79/6.0
21	0.3444	0.2082	5.63	1.5RP	2.78/8.4	0.3287	0.1923	5.35	0.2RP	2.71/9.1	0.3131	0.2014	5.18	8.5P	2.66/7.6
24	0.5547	0.2885	9.97	3.5R	3.67/13.1	0.5383	0.2829	9.47	2.8R	3.58/12.5	0.5136	0.2926	8.40	3.0R	3.39/10.4
1-19-4	0.4095	0.3621	60.78	2.9YR	8.09/6.7	0.4024	0.3567	60.88	2.5YR	8.10/6.4	0.4062	0.3653	61.65	3.9YR	8.14/6.5
4-19-4	0.4287	0.3829	62.95	5.4YR	8.21/8.0	0.4217	0.3799	63.01	5.4YR	8.22/7.6	0.4243	0.3882	63.68	7.0YR	8.25/7.7
8-19-4	0.4253	0.4396	72.20	4.1Y	8.69/9.1	0.4224	0.4409	72.38	4.6Y	8.70/9.0	0.4267	0.4447	72.69	4.3Y	8.72/9.4
12-19-4	0.3349	0.4007	56.39	7.1GY	7.84/5.0	0.3349	0.3951	56.08	6.9GY	7.83/4.6	0.3428	0.3978	55.15	5.8GY	7.77/4.6
18-17-4	0.2972	0.2757	30.18	3.7P	6.01/4.0	0.2941	0.2645	29.93	4.1P	5.99/5.1	0.2988	0.2709	29.76	5.1P	5.97/4.7
22-18-4	0.3804	0.3156	42.89	2.4R	6.99/6.6	0.3715	0.3059	42.57	9.2RP	6.97/7.0	0.3741	0.3154	42.58	2.3R	6.97/6.2

11 表 各種温白色蛍光ランプによる色度点の移動

	A 光 源				三菱デラックス型蛍光ランプ					標準型蛍光ランプ					
	x	y	Y	Munsell	x	y	Y	Munsell	x	y	Y	Munsell			
No. 2	0.6346	0.3401	17.56	8.6R	4.75/17.7	0.6173	0.3501	15.67	9.3R	4.51/15.8	0.5961	0.3678	14.43	0.5YR	4.35/13.7
6	0.5583	0.4155	51.34	3.7YR	7.54/18.8	0.5433	0.4315	51.20	5.7YR	7.53/17.5	0.5367	0.4409	53.19	6.8YR	7.65/17.4
9	0.4835	0.4770	54.16	2.8Y	7.71/13.9	0.4747	0.4910	54.99	4.6Y	7.76/14.1	0.4820	0.4883	55.12	3.9Y	7.77/14.7
13	0.3023	0.4722	12.98	0.2G	4.15/6.9	0.3138	0.4643	12.30	9.4GY	4.05/6.3	0.3351	0.4450	11.08	7.3GY	3.86/4.9
15	0.2421	0.3694	10.03	9.2G	3.68/5.6	0.2511	0.3399	9.07	2.3BG	3.51/4.0	0.2648	0.3166	7.94	6.3BG	3.30/2.5
21	0.4779	0.2805	6.23	1.6R	2.92/8.4	0.4305	0.2558	5.53	8.4RP	2.75/7.9	0.4000	0.2573	4.93	7.4RP	2.59/6.6
24	0.6285	0.3120	12.63	7.1R	4.10/16.7	0.6026	0.3094	10.82	6.5R	3.81/14.5	0.5714	0.3232	9.09	7.1R	3.52/11.5
1-19-4	0.4942	0.3959	63.68	3.4YR	8.25/12.8	0.4740	0.3952	63.20	4.4YR	8.23/11.5	0.4727	0.4016	64.51	5.2YR	8.30/11.5
4-19-4	0.5058	0.4052	66.11	4.0YR	8.38/14.6	0.4869	0.4094	65.74	5.3YR	8.36/12.8	0.4854	0.4154	67.09	6.4YR	8.43/12.7
8-19-4	0.4909	0.4411	73.74	9.0YR	8.77/14.7	0.4806	0.4512	73.81	0.6Y	8.77/13.8	0.4788	0.4577	75.86	1.5Y	8.87/14.0
12-19-4	0.4153	0.4385	54.17	5.5Y	7.71/7.8	0.4094	0.4378	54.05	6.5Y	7.71/7.6	0.4190	0.4327	52.64	4.1Y	7.62/7.7
18-17-4	0.3946	0.3519	29.47	2.5YR	5.95/4.7	0.3759	0.3315	28.92	8.0R	5.90/4.2	0.3812	0.3321	28.66	7.8R	5.88/4.4
22-18-4	0.4790	0.3673	44.83	0.4YR	7.12/11.1	0.4541	0.3584	43.77	9.9R	7.05/9.6	0.4523	0.3641	43.83	1.2YR	7.05/9.2

三菱螢光照明器具の照明率

照 明 器 具	最大器具間隔	天井	75 %			50 %			30 %		
		壁	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
減 光 補 償 率	ランプ軸に 直角の配光	室 指数	照 明 率								
FH-412 型 (直接) 1.3 H 40 W 2 燈 工場照明用  良 1.5 中 1.8 否 2.2		J I H G F E D C B A	0.39 0.47 0.52 0.56 0.59 0.64 0.68 0.70 0.73 0.75	0.32 0.42 0.48 0.52 0.55 0.61 0.65 0.68 0.71 0.72	0.28 0.39 0.44 0.48 0.52 0.57 0.62 0.64 0.68 0.70	0.37 0.46 0.50 0.54 0.57 0.63 0.67 0.68 0.72 0.73	0.32 0.42 0.47 0.51 0.54 0.59 0.64 0.66 0.69 0.71	0.28 0.34 0.44 0.48 0.51 0.57 0.62 0.64 0.67 0.69	0.32 0.41 0.46 0.49 0.53 0.58 0.63 0.65 0.68 0.70	0.28 0.38 0.44 0.48 0.51 0.57 0.63 0.65 0.67 0.68	
FA-412 型 (半直接) 1.2 H 40 W 2 燈 V 型反射板 露出型  良 1.4 中 1.6 否 1.8		J I H G F E D C B A	0.29 0.37 0.41 0.45 0.48 0.53 0.56 0.60 0.64 0.68	0.24 0.32 0.36 0.40 0.43 0.49 0.52 0.56 0.61 0.62	0.22 0.29 0.33 0.37 0.40 0.45 0.48 0.51 0.56 0.58	0.27 0.30 0.37 0.41 0.43 0.48 0.51 0.54 0.57 0.60	0.23 0.28 0.34 0.37 0.40 0.44 0.48 0.50 0.54 0.56	0.20 0.26 0.30 0.34 0.36 0.41 0.44 0.47 0.52 0.55	0.21 0.27 0.31 0.34 0.36 0.40 0.44 0.46 0.49 0.50	0.19 0.25 0.28 0.32 0.34 0.38 0.42 0.43 0.47 0.48	
FO-412 型 (半直接) 1.2 H 40 W 2 燈 側板摺ガラス V 型ルーバ  良 1.4 中 1.55 否 1.8		J I H G F E D C B A	0.28 0.34 0.37 0.41 0.44 0.47 0.51 0.53 0.56 0.58	0.24 0.30 0.34 0.37 0.40 0.44 0.47 0.50 0.52 0.54	0.21 0.28 0.32 0.35 0.37 0.41 0.44 0.46 0.50 0.52	0.27 0.32 0.35 0.38 0.40 0.44 0.47 0.49 0.52 0.53	0.23 0.29 0.32 0.35 0.38 0.42 0.44 0.46 0.48 0.50	0.21 0.27 0.30 0.33 0.35 0.39 0.42 0.44 0.47 0.48	0.22 0.28 0.31 0.34 0.36 0.39 0.42 0.44 0.46 0.47	0.20 0.26 0.29 0.32 0.34 0.37 0.41 0.42 0.45 0.46	
FO-403 型 (全拡散) 1.2 H 40 W 2 燈 側板乳白半透明 下面ルーバ  良 1.4 中 1.55 否 1.8		J I H G F E D C B A	0.27 0.34 0.37 0.41 0.44 0.47 0.51 0.53 0.56 0.58	0.23 0.30 0.34 0.37 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53 0.54	0.21 0.28 0.32 0.35 0.37 0.41 0.44 0.46 0.50 0.52	0.25 0.31 0.36 0.37 0.39 0.42 0.45 0.47 0.50 0.51	0.22 0.27 0.31 0.34 0.36 0.40 0.42 0.44 0.47 0.48	0.20 0.26 0.29 0.32 0.34 0.37 0.41 0.42 0.45 0.46	0.21 0.26 0.29 0.31 0.33 0.36 0.39 0.40 0.42 0.44	0.19 0.24 0.27 0.30 0.32 0.35 0.37 0.39 0.41 0.42	
FB-412 型 (直接) 1.0 H 40 W 2 燈 天井埋込型 ルーバ  良 1.4 中 1.6 否 1.8		J I H G F E D C B A	0.35 0.42 0.45 0.48 0.51 0.53 0.56 0.57 0.58 0.59	0.32 0.39 0.44 0.47 0.49 0.52 0.54 0.55 0.56 0.57	0.31 0.39 0.43 0.46 0.47 0.50 0.52 0.53 0.55 0.56	0.34 0.41 0.44 0.47 0.48 0.49 0.52 0.54 0.56 0.57	0.32 0.39 0.42 0.46 0.47 0.51 0.53 0.54 0.55 0.56	0.31 0.38 0.42 0.44 0.46 0.49 0.52 0.53 0.54 0.55	0.32 0.39 0.43 0.45 0.48 0.50 0.52 0.53 0.54 0.56	0.30 0.37 0.41 0.44 0.46 0.49 0.52 0.53 0.54 0.55	

新しい色表示と Color Harmony

本 社
二 星 潤*

New Color Indication and Color Harmony

Jun NIBOSHI

Head Office

It has become obsolete to specify the color by its name. According to a new color science all of them are indicated by numerical figures standardized through symbols common to the world. This innovation owes what is called Munsell color system, of which its necessity, the history of development and the constitution are elucidated herein. In addition, CIE color indicating method that forms the basis of the system is introduced. Furthermore, Moon and Spencer theory of color harmony making use of Munsell color system as it is developed has been described together.

1. まえがき (Munsell 色票系 Munsell color system はなぜ必要か)

色見本を見せずに色を表示する方法は、何々色と呼ぶか、色名帖の何番と指定するかあるいは何々ペイントの色見本の何々色という方法のみであった。色の名前ほど勝手気ままにつけられたものはない。白、黒、赤、黄、緑、紫、青などの基本色はほとんど問題ないが、その他の色名は顔料名よりとったもの、日本歴史上より残ったもの、外国名のもの、実にいろいろである。たとえばスポーツグレイという色は各ペイント会社の色見本の中に入っているが、みな色が違っている。色見本を送らずに仕様書にスポーツグレイと記入して注文すればどんな色が入るか判らない。

またある電鉄会社の注文仕様書に『制御器塗色はトビ色とする』と記入されていた。さてトビ色とはどんな色か判らない。色名帖にもない。こんなものには当惑する。もっとひどいのは外国からの注文の製品で小さな辞書にはない綴りの色名があった。やっと大きな辞書にあったが、さてどんな色か結局判らない。

実際色の指定ほど非科学的なものはないが、近代色彩学の進歩によってようやくほとんど完全な色票系ができあがり、世界の標準として印度からの注文も電報でその符号のみ通知すれば同じ色がすぐ製造され、日本より出荷されるというほど普及されつつある。

まずこの Munsell 色票系についてその発達、構成などについて述べ、つぎに CIE 表色法、色彩調和を紹介する。

2. Munsell 色票系

ア. その発達

第二次大戦後わが国に入った文献のうち各方面からの

色彩に関する論文が非常に多く、なかでも色の表示方法とその応用に関するものが多かった。それらの文献によると色票系としては Ostwald 系と Munsell 系が徹底的に研究され、その結果 Munsell 系が高く評価されて米国内戦時規格の一般的色表示法として採用されたことが判る。

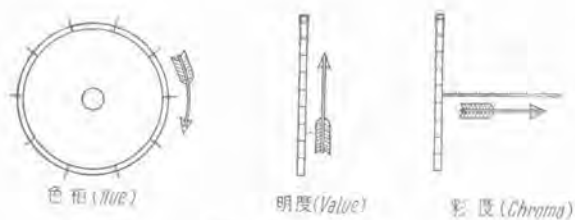
Munsell 色票系の創始者 Albert H. Munsell は 1858 年に Massachusetts 州 Boston に生れ、1918 年に死んだ。かれは画家であり、色彩教育者であって“*A Color Notation*” (1905) “*Atlas of the Munsell color system*” (1913) の 2 冊の著書があり、色票の製作販売とこの著書出版を中心として Munsell Color Co. を設立した。

1921 年にその子 A. E. O. Munsell が二代目社長となった。父の Munsell は厳密な測色は全部標準局に依頼していたが、二代目は精密測定器の直続分光光度計を買入れて自ら測定を行い、1929 年に“*Munsell book of color*”を出版し、初代の Atlas の不備な点を改良している。その後社長は W. T. Spry (1933~1938)、B. R. Ballamy (1940—現在) と引継がれた。

Munsell 色票系の不備な点を修正するため、再々米国光学学会 (O.S.A.) 測色委員会で徹底的な研究を行いその機関誌 (J. O. S. A.) を通じて 1940、1943 年に発表している。ここで改められた改良 Munsell 系の表色値は C. I. E. (Commission International de l'Eclairage) (国際照明委員会) 表色法との関連がつけてあり、したがって塗色の表色を改良 Munsell 系によることは C. I. E. によると同程度の厳密さをもつわけであり、しかも色票としても示されるので、米国を始め各国に用いられるようになったわけである。

イ. Munsell 色票系の構成

色は三つの数字で規定され得るが Munsell 色票系で



1 図 色の3属性

Fig. 1. The three dimensions of color.



2 図 色相

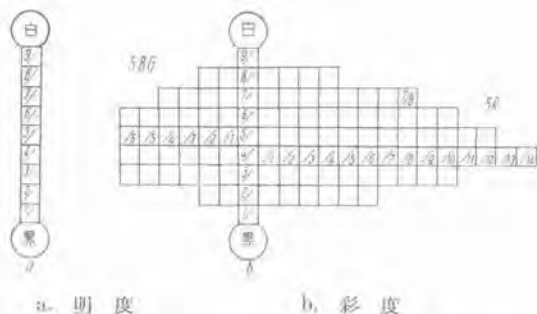
Fig. 2. Hue circle (Munsell).

は色相 (Hue), 明度 (Value), 彩度 (Chroma) によって色を表わしている。

色相=H はその色のいろあいは何か, 赤い色か, 青い色あいかを示すもので, Munsell では 2 図のように赤 (R), 黄 (Y), 緑 (G), 青 (B), 紫 (P) の五つの主な色相で色環をつくり, そのおのおのの間に黄赤 (YR), 黄緑 (GY), 青緑 (BG), 青紫 (PB), 赤紫 (RP) を入れて環状に配列しその 10 色相をさらに感覚的に等間隔に 10 等分している。たとえば 1R, 2R, 3R, 10R, あるいは 1BG, 2BG, 3BG—10BG として表わし 100 色相とする。おのおの 10 色相の中心は 5R, 5YR のように純粋色はおのおの 5 何々と 5 番目となっている。赤でいえば 5R はもっとも赤らしい赤, 1R は紫に近い赤, 10R はきあかに近い赤ということになる。

白灰黒のような無彩色 (色あいのない色) は N で示される。

明度=V は色の明るさを表わす尺度であって, その基準は無彩色軸について黒の V=0 から白の V=10 までを MgO の白を 100% とする基準反射率で規定され, 感覚的等歩度に 11 階段に分ける。これは黒さ, くらい灰色,

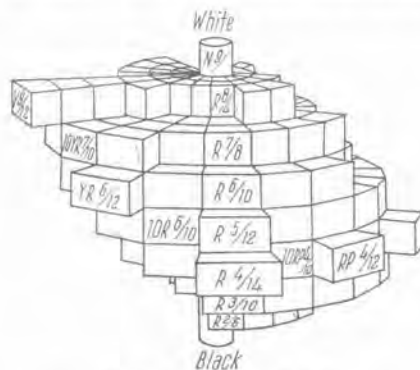


3 図 明度と彩度

Fig. 3. Value and Chroma (Munsell)

1 表 Munsell book of color の彩度

H	5R	5YR	5Y	5GY	5G	5BG	5B	5PB	5P	5RP
V										
8/	4	4	12	8	6	2	4	2	4	6
7/	8	10	10	10	6	4	6	6	6	8
6/	10	12	8	8	6	6	6	8	8	10
5/	12	10	6	8	8	6	6	10	10	10
4/	14	8	4	6	4	6	8	10	12	12
3/	10	4	2	4	4	6	6	12	10	10
2/	6	2	2	2	2	4	2	6	6	6



4 図 Munsell の色立体

Fig. 4. The color tree of Munsell.

明るい灰色, 白さの程度を表わすばかりでなく, すべての色をこの尺度とくらべ, 明度 V をきめることができる。(3 図 a)

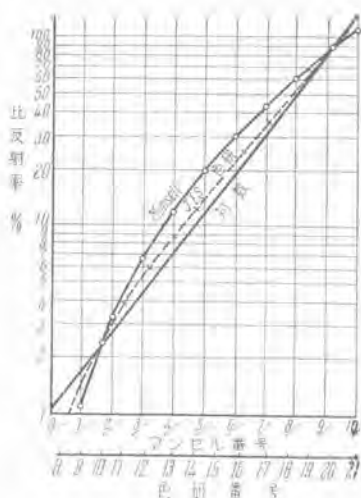
彩度=C は色のあでやかさを示すもので, 白—灰—黒の無彩色は彩度が 0 である。すこし青みや, 赤みを帯びた灰色は, この数字が 2, 3, … 10 となるにつれて色があざやかになる。すなわち, 彩度は無彩色軸 (白—灰—黒) の縦軸を O としそこから直角に感覚的に等歩度で横にのびて行く尺度である。この尺度は, 明度の段階, および色相によって長短があり, それらを総合した色立体は特色ある形状を示すものである (3 図 b, 4 図)

したがって一つの色はこの色立体内の一点として配列され, その表示は H V/C (色相×明度/彩度) という記号によって表わされる。たとえば 5Y3/2 は H=5Y V=3, C=2 で濃い暗いオリーブ色を示し C が 2 であるからくすんだ色であることが判る。また 5R4/14 は C=14 であるから非常に鮮明な赤を示すことがわかる。

ウ. 改良 Munsell 系

Munsell 色票系は色票を等感覚差にならべたものであるが, Munsell book of color を物理的に測定し, これを CIE (国際照明委員会) 表色法により色度図にあらわしてみると多少不規則な部分がみいだされた。そこでこれを規則的に整頓した形に直して色をきめたのが修正 Munsell 記号 (Munsell renotation according to recommended curves) である。分光光度計で測定した分光分布曲線から CIE 表色法により色を表わし, 修正 Munsell 記号が求められる。

わが国ではこの修正 Munsell 記号が一般につかわれている。しかし Munsell 記号と修正 Munsell とのひらきはあまり大きなものでないで, 標準色票 Munsell



5 図 反射率と明度の比較
Fig. 5. Reflectance and value.

2 表 改良 Munsell 系における明度 V と反射率 Y との関係

V	Y (反射率 %)	V	Y (反射率 %)
10	102.56	5.0	19.77
9.5	90.01	4.5	15.57
9.0	78.66	4.0	12.00
8.5	68.40	3.5	9.003
8.0	59.10	3.0	6.555
7.5	50.68	2.5	4.614
7.0	43.06	2.0	3.126
6.5	36.20	1.5	2.021
6.0	30.05	1.0	1.210
5.5	24.58	0.5	0.581
		0	0

book of color が広くつかわれている。5 図および 2 表は明度と反射率の関係を示すものである。

3. CIE 表の色法について

以上述べた Munsell 色票系は色票が手もとにあればすこぶる簡単で実用上価値はきわめて大きい。その色票と後で作成する色見本との差の測定とか、標準色票そのものの耐久性、ことに耐光性が絶対とはいえないので、科学的に色刺激の物理的測定が必要である。

現在の物理的測定法としての CIE 表色法は他の表色法より取扱いが簡単で国際照明委員会の標準として採用されており、わが国においても色表示法の規格に採用されている (JISZ 8701), Munsell と共に心理的物理的に“色が数字で表わせる”ようになった。

なお CIE についてはわが国では I.C.I の略号で普及しているが、他の符号との混同を避けて C.I.E を使った方がよいことになっている。

C.I.E (Commission International de l'Eclairage)
I.C.I (International Commission on Illumination)
Munsell では色を示すのに色相、明度、彩度の三つの変数で規定されているが、C.I.E も三色刺激値 (XZY) あるいは三系数 (x, y) と明度 (Y), 主波長 (λ_d) 刺激純度 (P_e) と明度 (Y) などによって色を表わしている。

その測定方法については三色刺激値 (XYZ) を直接に測定する光度計もあるが、標準的な方法は分光分布曲線を測定し、この曲線を基礎にして、三色刺激値を計算する。一般にこの方法を簡単にいえば、眼には 3 種の視神経細胞があって、これを刺激する光の性質や量に対してそれぞれ別々に興奮し、その 3 種の興奮が脳に伝えられて総合され、色感覚を生ずるものとされている。また実験的に三つの原色をある量ずつ混合すると所望の色を出すことができる。そして一つの色の三つの原色の混合比は一つしかないということも確かめられている。したがってある光によって得られる視神経興奮と同じ興奮を得られるような三原色の混合割合で色感覚の度合を表示しようとするのがその基礎である。

ア. 分光分布曲線

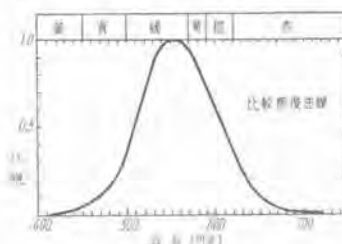
グラフの横軸には波長をとり、 $m\mu$ (ミリミクロン) の単位であらわし、400~700 $m\mu$ のあいだをつかう。縦軸は比エネルギー、透過率あるいは反射率をとる。これらの値が波長によってどう変化するかを曲線によって示すものである。

塗料や、絵具の色をみるには分光反射率を測定する。400 ~ 700 $m\mu$ のあいだの反射率がどの波長についても 100% に近いほど白色であり、0% に近いほど黒色に近い。この場合には横軸に平行な水平線の形になり、白と黒のあいだにある平行線は灰色である。黄色の分光分布曲線は 450 $m\mu$ あたりから急に上って 600 $m\mu$ では 90% をこしてまた平になっているが、このスロープが長波長の方にくるにしたがって黄色は赤味をおび、橙から赤となる。緑は 520 $m\mu$ のあたりに頂上のある山の形となっている。エメラルドグリーンのように鮮やかな緑ほど曲線の山は鋭く高くなり、ダーク緑はその反対に山は低くゆるやかとなる。

このように分光分布曲線の形はその試料がどのような色に見えるかを示す。分光分布曲線が一致していれば、どんな照明のもとでも同じ色に見える。二つの色を比較するには分光分布曲線をくらべればもっとも確実な結果が得られる。分光分布曲線の測定には普通自記分光光度計がつかわれる。

イ. 比視感度曲線 (Luminosity curve)

6 図は光と波長と眼に対する刺激の強さの関係を示すもので比視感度曲線とよばれる。つまりこの図では単位エネルギーのそれぞれのスペクトルの光に対して、黄と緑のあたりが最も明るく感じ、つぎに橙、青、赤、堇となるにしたがって暗く感ずることを示している。



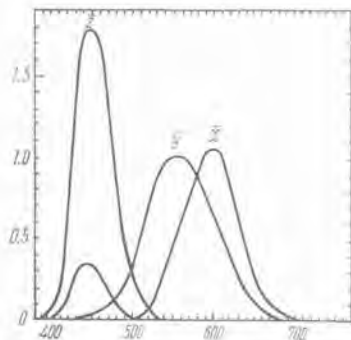
6 図 比視感度曲線
Fig. 6. Luminosity curve.

ウ. 三色刺激値

三色刺激値は X, Y, Z で示される。この X, Y, Z について少し詳しく説明する。

三原色というのはわれわれに親しみ深いものであり、すべての色は三原色の組合せで生れることは理解しやすい。今日ではグラスマンの法則により、原色は三つの色の組になっている。また三つの色からなる一組の原色があればどんな色でも出せる。しかしこの原色の組にはいろいろあって、どの組が他の組に比べてすぐれているかはわからない。ライト氏は $650\text{ m}\mu$ (赤) $530\text{ m}\mu$ (緑) $460\text{ m}\mu$ (青) の単色光を三原色とし、キルド氏は赤、緑、青のフィルタをつかって、スペクトル三色刺激値を測ったが、どうしても実在の色を使用すると一つの原色についてはマイナスの値が出てくることが判った。このマイナスの値を避けて CIE が選んだ一組の原色のスペクトル色の三色刺激値を表わすと 7 図となる。ここに \bar{y} 曲線は比視覚感度曲線の形にあわせてある。

前述のように CIE の三原色はマイナスの値をさけるために実在の色の範囲の外にあるから、 \bar{x} は実際に得ることのできる色よりもさらに飽和度の高い赤味の紫、 \bar{z} は波長 $477\text{ m}\mu$ の単色光よりもさらに飽和している青に相



7 図 3 色刺激値の分布
Fig. 7.
Tristimulus value.

当する。それではどうして測色したいものの三色刺激値が求められるか、それは分光分布曲線を測定しておけば、 X, Y, Z をどれだけずつとって合成すれば、試料の分光分布曲線と一致するかを知れば X, Y, Z が試料の三色刺激値となる。すなわち分光分布曲線を X, Y, Z の三成分にわけることである。

X, Y, Z の三刺激値のうち Y は \bar{y} が比視覚感度曲線にあわせてあった関係で明度を示すことになる。

エ. 三系数数

X, Y, Z という三色刺激値の和を S で示し、刺激和という。この S で X, Y, Z をそれぞれ割った値を x, y, z で示し、この x, y, z が三系数数といわれる

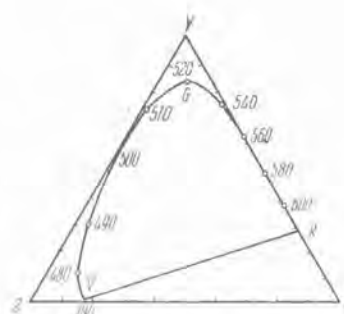
$$x = \frac{X}{S} \quad y = \frac{Y}{S} \quad z = \frac{Z}{S}$$

$$S = X + Y + Z$$

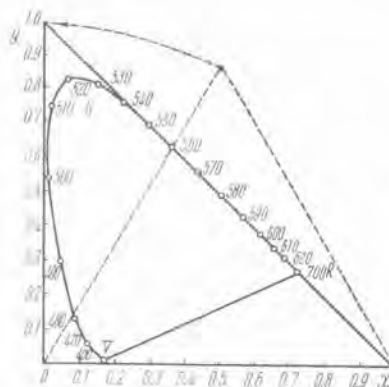
したがって x, y, z の和は 1 となる。

$$x + y + z = 1$$

x, y, z のうち二つが判れば残りはきまる。独立変数は 2 箇だけある。 X, Y, Z はおのおの独立変数であった



8 図 色度図
Fig. 8. Chromaticity diagram



9 図 CIE 色度図
Fig. 9.
Chromaticity diagram.

ため、一つの色を表わすことができたが、三系数数では一つ足りないが、明るさに相当する Y の値を三系数数のうち x, y とともに記して色を示すことができる。

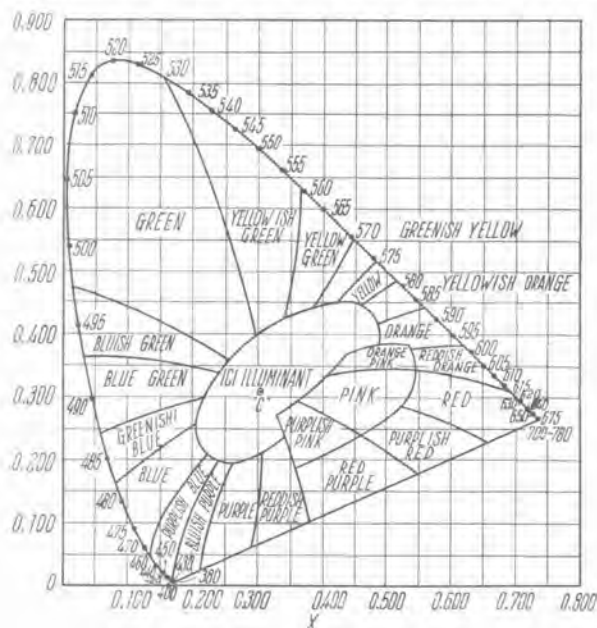
例 Munsell $x \ y \ Y$

5R5/6 0.434 0.317 0.197 (または 19.9%)

オ. 色度図

X, Y, Z の三色刺激値を図表に示せば 8 図のようになるが、 x, y, z の三系数数に変換し $x+y+z=1$ としたため 9 図のような直角座標を用いることがきるようになった。

色度図は色の地図であり、ある色が色度図のどの点を



10 図 CIE 色度図内の各色の分布
Fig. 10. CIE mixing diagram.

しめるかによっていかなる色相の色か、どの位飽和した色であるかが判る。標準光線 C は $x=0.3101$, $y=0.3163$ の点をしめるが、この点は明度の大きいときは白、小さくなると次第に灰色から黒に近づく。

スペクトル色の三色刺激値から各波長の三系数 x , y を求めて色度図を記入すると 10 図のような曲線となり、この上に黄、青、緑、黄、赤の順にならぶ。黄の端と赤の端を直線で結ぶとスペクトルの色には欠けていた紫の飽和した色がのってくる。色という色はこの弓形の曲線と直線とで囲まれた領域にあり、点 C に近づく程飽和度を失う。

カ. 主波長と刺激純度

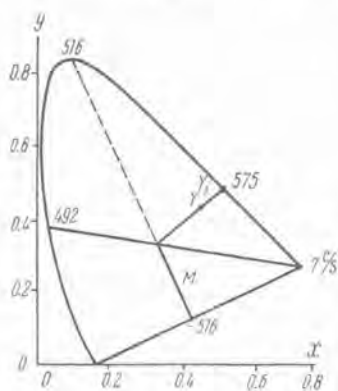
色度図では色相はスペクトル色の波長で指示できる。これをその色の主波長 λ_d という。たとえば 11 図において白色点 C と、ある黄色の色度座標 Y とを直線で結び、これを延長してスペクトル軌跡との交点を求めるとこの点の波長の目盛 $573 m\mu$ が Y の主波長である。スペクトル色にない紫の場合はその補色の主波長の前に負号、あるいは C をつけて示す。たとえば M (紫) は C と結んで延長しその交点の波長目盛を読めば M の主波長は $-516 m\mu$ または $516 m\mu C$ であらわされる。

またこの色度図では、彩度は色度座標の位置とその色の主波長の位置との白色の点からの距離の比で示し、これを刺激純度 Pe という。たとえば Y の刺激純度は

$$Pe = \frac{CY}{CY'} = \frac{(Y \text{ の } x \text{ 座標}) - (C \text{ の } x \text{ 座標})}{(Y' \text{ の } x \text{ 座標}) - (C \text{ の } x \text{ 座標})}$$

$$= \frac{0.426 - 0.310}{0.467 - 0.310} = 0.739$$

$$= 73.9\% \quad \text{である。}$$



11 図 CIE 色度図における主波長と刺激純度との関係
Fig. 11. Dominant wavelength and excitation purity on CIE diagram.

以上のようにすれば前述のように x , y , Y , であらわされる色は、色度図より主波長 λ_d , 刺激純度 Pe , および Y の三つの値であらわすことができる。主波長は色相、刺激純度は彩度、 Y は明度に対応するからこの表現の仕方は感覚的なあらわし方に進歩したものといえる。

4. 色彩調和 Color Harmony について

ア. Color Harmony の基礎

以上述べた Munsell color system および CIE 表新しい色表示と Color Harmony・二星

色系は色を感覚的に、あるいは物理的に数値をもって色を示す方法であるが、これらの表色系の進歩により、従来芸術的な分野として考えられていた color harmony にも何か数値的に示し得る規則があるのではないかと気付くようになってきた。

すなわち絵画とか、室内配色などを見た場合、色の統一がよくできていると、心よい感じを得られるが、目障りで不統一な色の調子では不愉快な感じをもつ。われわれが各種の色を使用したとき、それが心によく感じられるためには、ある法則にしたがわなければならないということが考えられる。

色の調和については 1810 年に Goethe の研究あたりより色調和論となりかけたが、これらはただ色調和を色相調和として強調しているもので、明度、彩度にまで至らなかった。1889 年に発表された Chevreul (フランス) の調和の研究において類似の調和と、対比の調和とに分類し、観念的な色調和の範囲を拡げた。この Chevreul の法則を述べればつぎのとおりである。

1. 色のバランス 回転円板上に選ばれた 2 色あるいは 3 色の色をおいて回転して、それが白色になった場合、それらの色は調和している。
2. 二つの近い色相の色は調和する。
3. 明度の高い色と、低い色とを調和させるには後者の色の面積を前者のものよりも大きくすればよい。
4. あまり彩度の高い色は使用しない方がよく、使用する場合には小面積にした方がよい。
5. 使用する色相を 1 色とし、明度の差のみで調和させる。

まず 1. の法則については、前述のようにわれわれの眼には青、緑、赤に感ずる三つの色感があると考えられる。白という感覚はこれらの三つの色感が同じように刺激されて生ずるものである。緑の色をみつめていると、眼の緑の色感、それにスライドして感度が下り、赤と青の感度が上る。つぎに白いものを見ると、赤と青の合成のような赤紫の残像が残る。すなわち眼はある色をみたときすでにその補色を見ようという性質がある。この性質を補正する意味で眼に白い感覚を生じさせるようにすればよいことになる。

3. 4. においては互に補色になる 2 色があっても、白色となるためには 2 色の面積比というものが必要となってくる。この面積比は色調によって非常に重要である。しかしまた色彩調和を考える場合、眼自体の特性を考える必要がある。それは色対比というもの、背景の色によって色の三属性が変わったり、また光源などが変わっても実際に眼に入る色度束が変わっても眼には色が変わったと思われないという性質がある。さらに眼には調節作用があり、着色した二つの物体をみたとき、同時にそれを網膜にピントをあわせることができず、まず一つの色に調節させてから後で、他の色に自動的に調節させるものである。このため眼は疲労を感じる。

このような性質により、前の法則どおり、補色関係の鮮明な色をならべてみても少しも調和すると思われない場合が生じてくる。この現象は色の明度と彩度が高ければ高いだけ不愉快感情をおこさせるもので、Chevreulは、この欠点を除くためさらに三つの法則を追加した。

6. 鮮明な補色関係にある二つの色を並べずに、無採色の空間でこの2色をわける。(無採色の輪廓)

7. 太陽のスペクトルのように、2色間に一方の色に近い色を中間色として使用する。

8. 一方の色の彩度を下げると、調和することがある。

以上のような Chevreul の研究などを参考にして、新しい色彩調和論が Moon, Spencer 両氏によって生れた。これは色票の整備をもととしてこの問題を定量的に解決しようとしたものである。

4. Moon, Spencer 氏の Color Harmony 論の概要と色相明度、彩度の調和

すべての色の組合せは調和と不調和の二つに分けることができ、色の組合せはすべてどちらかの組に入らねばならない。

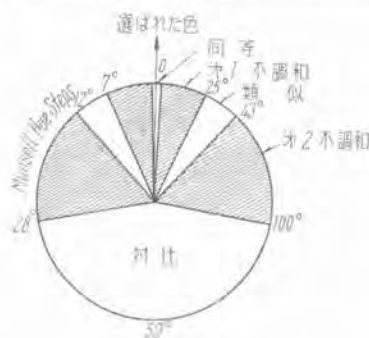
色の調和の理論はつぎの二つの仮定に基づくものである。快よい組合せは

1. 2色の間隔はいまいでなく
2. ω -space で表わした点が簡単な幾何学的な関係にあるようにえらぶ時に得られる。(3表)。

色相については、全く同じであるか、12図のように

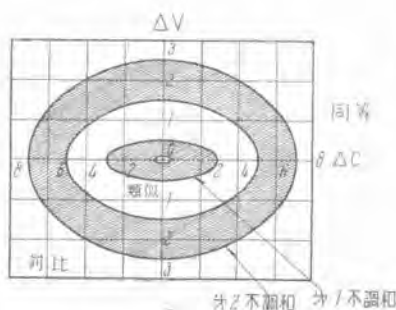
3表 2色間の快適と不快

快適帯	不快帯	明度のみの 変化	彩度のみの 変化	色相のみの 変化
同等		0 to 1 j. n. d.	0 to 1 j. n. d.	0 to 1 j. n. d.
類似	第一 不調和	1 j. n. d. to $\frac{1}{2}$ step	1 j. n. d. to 3 step	1 j. n. d. to 7 steps*
	第二 不調和	$\frac{1}{2}$ to 1 $\frac{1}{2}$	3 to 5	7 to 2
対比		1 $\frac{1}{2}$ to 2 $\frac{1}{2}$	5 to 7	± 12 to ± 28
		2 $\frac{1}{2}$ to 10	7 to	± 28 to ± 50
	眩輝	> 10	—	—



12図 2色間の調和, 不調和

Fig. 12. Regions of ambiguity, similarity, and contrast in Hue.



13図 調和, 不調和の明度と彩度の関係

Fig. 13. Regions of similarity and contrast on Munsell Value and Chroma.

4表 同一色相面内における不調和類似対比

Chroma の変化		Value の変化
第1不調和	2	0
類似	0	1
	2	1
	4	0
第2不調和	0	2
	2	2
	4	1
	4	2
	6	1
	6	0
対比	0	3, 4,10
	2	3, 4,10
	4	3, 4,10
	6	2, 3,10
	8	0, 1, 2,10
眩輝	Any	> 10

わずかに類似しているかわからない範囲はいまいの範囲であり、また類似の色相と対比の色相もあいまいの範囲で、これをおおの第1, 第2不調和帯とする。明度、彩度についても同様のことがいえる。これを Munsell系でその範囲を示すと13図のとおりになる。12図, 13図より各組合せを読みとると、4表のようになる。

以上を原則として種々の色の組合せの例を Moon, Spencer は紹介している。(5表) 1変数のみの組合せは簡単であるが、変数が多くなると複雑になる。2変数の調和では各色がその変化面上で調和の原則を保ちながら簡単な幾何学的図形上に配列するようにえらぶことが望ましい。3変数の調和の場合には一つの属性を同じくする色の群に分けて、各群について簡単な図形配列をなし、群同志では一つの属性について調和原則を考慮することが必要である。

ウ. Color Space (面積効果) について

前項のような色の組合せも、その各色の面積の比によって受ける感じが変わってくる。面積効果を考えることは color harmony を計画する上に重大なことである。

Moon, Spencer の理論の根底について紙面が許されぬので省くが、簡単にいえばつぎのようなことである。

新しい単位として scalar moment なるものを設けた。これは ω -space 上で順応点から色点までの距離と、color space との積の量を示す。順応点というのは目の順応の状態による ω -space 上の点である。

順応点 N5/ について任意の色点の scalar moment は Munsell 系ではつぎのようになる。

$$S[(\text{Chroma 彩度})^2 + 64(\text{Value 明度} - 5)^2]^{\frac{1}{2}} \\ = \text{面積} \times \text{Moment arm}$$

この moment arm の値は上式より計算すると6表のようになる。

5表 N5/ の周りの Moment arm

Munsell Value	Chroma/0	/2	/4	/6	/8	/10	/12	/14
0 and 10	40	—	—	—	—	—	—	—
1 and 9	32	32.1	23.4	32.6	33.0	33.6	34.2	35.0
2 and 8	24	24.1	24.4	24.8	25.3	26.0	26.8	27.8
3 and 7	16	16.1	16.5	17.1	17.9	18.9	20.0	21.3
4 and 6	8	8.25	8.94	10.0	11.3	12.8	14.4	16.1
5	0	2	4	6	8	10	12	14

6表 色調和の分類とその例

分 類			例					
I 一 属 性 の み の 変 化	(1) V の み の 変 化	A 無 彩 色	(a) 2色 ① 類 似 ② 対 比 (b) 3色 ① 小 Step ② 大 Step ③ 大 小 Step (c) 多 色	(N ⁷ / N ⁹) (N ³ / N ⁹) (N ³ / N ⁹) (N ³ / N ⁹) (N ⁴ / N ⁹ / N ⁹) (N ² / N ⁹ / N ⁹) (N ³ / N ³ / N ⁷) (N ² / N ⁷ / N ⁹)				
		B 有 彩 色	(a) 2色 ① 類 似 ② 対 比 (b) 3色 ① 小 Step ② 大 Step ③ 大 小 Step (c) 多 色	(R ⁹ / ₆ 9/ ₆) (B ⁹ / ₆ 7/ ₆) (P ⁹ / ₆ 7/ ₆) (RP ⁹ / ₆ 9/ ₆) (GY ⁷ / ₆ 9/ ₆ 5/ ₆) (Y ⁹ / ₆ 7/ ₆ 9/ ₆) (R ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆) (BG ⁷ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆) (YR ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆)				
		(2) C の み の 変 化	(a) 2色 ① 類 似 ② 対 比 (b) 3色 ① 小 Step ② 大 Step ③ 大 小 Step (c) 多 色	(N ⁷ / R ⁷ / ₆) (YR ⁴ / ₆ YR ⁹ / ₆) (GY ⁷ / ₆ GY ⁷ / ₁₀) (N ⁴ / P ⁴ / ₁₂) (RP ⁴ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₁₂) (PB ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₁₀) (N ⁴ / R ⁴ / ₆ R ⁴ / ₁₂) (N ⁹ / Y ⁹ / ₆ Y ⁹ / ₁₂)				
			(3) H の み の 変 化	(a) 2色 ① 類 似 ② 対 比 (b) 3色 ① 小 Step ② 大 Step ③ 大 小 Step (c) 多 色	(Y ⁹ / ₆ YR ⁹ / ₆) (10RP ⁴ / ₁₀ 10P ⁴ / ₁₀) (5R ⁷ / ₆) (5B ⁹ / ₆ 10R ⁹ / ₆) (RP ⁹ / ₁₀ P ⁹ / ₁₀ PB ⁹ / ₁₀) (G ⁷ / ₆ YR ⁷ / ₆ P ⁷ / ₆) (GY ⁹ / ₆ G ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆)			
		II 二 属 性 の 変 化	(1) 等 色 相 面 の 変 化	A 直 線 分 布	(a) 2色 ① 類 似 ② 対 比 (b) 3色 ① 小 Step ② 大 Step ③ 大 小 Step (c) 多 色	(BG ⁹ / ₆ BG ⁴ / ₆) (GY ⁹ / ₆ GY ⁹ / ₆) (YR ⁹ / ₆ YR ⁹ / ₆) (GY ⁷ / ₆ GY ⁹ / ₁₀) (G ⁹ / ₆ G ⁹ / ₆ G ⁷ / ₆) (P ⁹ / ₆ P ⁹ / ₁₀ P ⁴ / ₆) (R ⁷ / ₆ R ⁴ / ₆ R ⁴ / ₆) (RP ⁹ / ₆ RP ⁹ / ₆ RP ⁹ / ₁₀) (GY ⁹ / ₆ GY ⁷ / ₆ GY ⁹ / ₁₀) (RP ⁷ / ₆ RP ⁹ / ₆ RP ⁴ / ₁₀)		
				B 三 角 分 布	(a) 二 等 辺 2 色 等 明 度 (b) 二 等 辺 2 色 等 明 度 (c) 直 角 分 布 (d) 多 色	① 小 Step ② 大 Step ③ 等辺大, 底辺小 ① 小 Step ② 大 Step ③ 等辺大, 底辺小 ① 小 Step ② 大 Step ③ 直角辺の大小 ④ 多 色	(R ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆) (PB ⁷ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₁₀) (YR ⁷ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆) (N ⁹ / ₆ G ⁹ / ₆ G ⁹ / ₆) (RP ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆) (N ⁴ / ₆ BG ⁹ / ₆ BG ⁹ / ₆) (BG ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆) (Y ⁹ / ₆ 9/ ₁₂ 9/ ₆) (B ⁷ / ₆ 7/ ₆ 9/ ₆)	
					C 四 分 角 布	(a) 各辺小 Step (b) 各辺大 Step (c) 大小 Step	(YR ⁷ / ₆ 7/ ₁₀ 9/ ₆ 9/ ₁₀) (N ⁹ / B ⁹ / ₆ N ⁹ / B ⁹ / ₆) (B ⁷ / ₆ 7/ ₆ 9/ ₆ 9/ ₆)	
	D 円 形 分 布					(R ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₁₀ 9/ ₆)		
	(2) 等 明 度 面			(a) 2 色 (b) 3 色 (1 色無彩色) (c) 5 色 (1 色無彩色) (d) 無彩色を中心とする円形 (e) 有彩色を中心とする円形		(RP ⁷ / ₆ R ⁷ / ₆) (N ⁷ / BG ⁷ / ₆ G ⁷ / ₆) (G ⁹ / ₆ BG ⁹ / ₆ N ⁹ / RP ⁹ / ₆ R ⁹ / ₆) (YR ⁹ / ₆ RP ⁹ / ₆ PB ⁹ / ₆ BG ⁹ / ₆) (R ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆ BG ⁹ / ₆ Y ⁹ / ₆)		
				(3) 等 彩 度 面	(a) 2色 ① H, V の小 Step ② H, V の大 Step ③ H 小, V 大 ④ H 大, V 小 (b) 無彩色を中心とする楕円	3 色 4 色	(GY ⁷ / ₆ G ⁹ / ₆) (G ⁷ / ₆ P ⁷ / ₆) (R ⁷ / ₆ RP ⁹ / ₆) (YR ⁷ / ₆ BG ⁹ / ₆) (R ⁷ / ₆ G ⁷ / ₆ B ⁷ / ₆) (GY ⁹ / ₆ R ⁴ / ₆ PB ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆)	
(3) 等 に 関 連 し て の 変 化	(1) 等 関 連 し て の 変 化			(a) 1 色のみ他色相, H 小 Step (b) 1 色のみ他色相, H 大 Step (c) 2 色相面における同様な配列 (d) 等色相面の n 点と, 他色相面の同様な配列		(P ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆ RP ⁹ / ₆) (R ⁹ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆ BG ⁹ / ₆) (BG ⁷ / ₆ 9/ ₆ 9/ ₆ R ⁷ / ₆) (P ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆ B ⁹ / ₆ B ⁹ / ₆) (Y ⁷ / ₆ Y ⁹ / ₆ N ⁹ / PB ⁹ / ₆ PB ⁹ / ₆) (N ⁴ / R ⁹ / ₆ R ⁹ / ₆ B ⁷ / ₆ G ⁷ / ₆)		
				(2) 等 に 関 連 し て の 変 化	(a) 1 色のみ他明度, V 小 Step (b) 1 色のみ他明度, V 大 Step (c) 2 明度における同様な配列 (d) 等明度面の n 点と, 他明度面の同様な配列		(N ⁹ / R ⁹ / ₆ BG ⁹ / ₆ BG ⁹ / ₆) (RP ⁷ / ₆ R ⁷ / ₆ R ⁷ / ₆) (BG ⁹ / ₆ R ⁹ / ₁₀ BG ⁹ / ₆ R ⁹ / ₁₀) (RP ⁹ / ₆ R ⁹ / ₁₀ RP ⁷ / ₆ RP ⁹ / ₆)	
					(3) 等 に 関 連 し て の 変 化	(a) 1 色のみ他彩度, C 小 Step (b) 1 色のみ他彩度, C 大 Step (c) 2 彩度面における同様な配列 (d) 等彩度面の n 点と, 他彩度面の同様な配列		(GY ⁹ / ₆ R ⁴ / ₆ PB ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆ R ⁴ / ₁₀) (N ⁹ / ₆ B ⁹ / ₆ R ⁹ / ₆ R ⁹ / ₁₂) (G ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆ G ⁹ / ₆ P ⁹ / ₆) (P ⁹ / ₆ RP ⁹ / ₆ R ⁷ / ₆ N ⁷ / ₆)
						(4) そ の 他 に 関 連 し て の 変 化	(a) 無彩軸上に中心を有する楕円上の n 点とその平面 上の無彩色 (b) 有彩色のある色を中心とする楕円上の n 点	

たとえば P6/8, P3/8 を調和するようにえらぶ場合に, 面積の比率はどれ位にすればよいかという問題では5表より moment arm はおのおの 11.3, 17.9 であるから

$$\frac{P3/8 \text{ の面積}}{P3/6 \text{ の面積}} = \frac{11.3}{17.9} = 0.63$$

とすると快適なバランスが得られ, 0.63 の倍数 0.31, 0.21, 1.26, 1.89 などの面積比をとれば“簡単な倍数関係にあるときは別途の快適なバランスを得られる” Moon, Spencer と報告した。

つぎに使用したい2色を回転円板上におきその面積が color space の面積比にするよう塗り分けて得る混色が, どの色の座標を示すかは design をする上に必要である。すなわち冷い静かな効果を示すには, その混色値 (balance point) が緑の方にくるようにし, 逆に暖い刺激効果を示すのぞむならば balance point を赤か黄赤にもってくればよい。balance point の心理的な効果は7表に示し, その明度, 彩度との関係は14図に示す。

エ. 美しさの設計

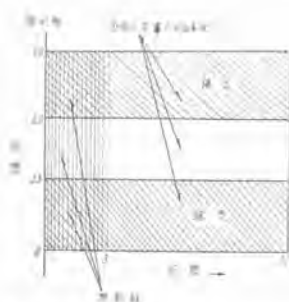
Birkhoff によれば美度はつぎの方程式で決められる。

$$M = O/C$$

美度(美しさの度合)は M が大である程よいのであって O は秩序(Order)の要素, C は複雑性を与える要素を示す。したがって高い美しさは明らかに非常に簡単な design (C が小)で得ることができ, さらに高い美度は複雑な design (O が大)をもつときに得

7 表 色の心理的効果

Munsell 色相	Munsell 明度	Munsell 彩度	心理的効果
R		>5	極く刺激的、極く暖い
YR		>5	刺激的、暖い
Y		>5	少し刺激的、少し暖い
GY		>5	やや平靜、暖感なし
G		>5	平靜、少し涼しい
BG		>5	極く平靜、涼しい
B		>5	無刺激、極く涼しい
PB		>5	無刺激、涼しい
P		>5	少し刺激的、暖涼感なし
RP		>5	刺激的、少し暖い
任意	>6.5	任意	陽気
任意	<3.5	任意	陰気
任意	任意	<3	無刺激、暖涼感なし



14 図 balance point の心理的効果 (Munsell system による)

Fig. 14. A plane of constant hue.

ることができる。

Moon, Spencer はこれを color harmony に用いる。
 $C = (\text{色の数}) + (\text{色相の異なる色組の数}) + (\text{明度の異なる色組の数}) + (\text{彩度の異なる色組の数})$
 とする。

つぎに O をきめるのには、調和原則の関係や、面積比の考慮も入れて、Moon, Spencer は種々の実験を行い、その結果 O の各要素に weight をつけて美的系数として 8 表の数値を発表した。

面積比に対しては scalar moment が 1:1 のとき 1.0 とし、1:2 または 1:1/2 のときは +0.5 とし、1:3 または 1:1/3 のとき +0.025 とし、その他のときは 0 である。

美しさの計算は以上の要素の組合せであるが、例を上げて説明する。

いま BG5/4, R4/2, R4/6, BG7/4 の 4 色の組合せを等しい scalar moment で彩色した場合の美しさはつぎのとおりである。

C (複雑性) については

色の数	=4
色相の異なる色組の数	=4
明度	" =5
彩度	" =5

18

面積のバランスを (A) とし、その A に対しては 4 色を 2 組ずつ色別し、それぞれの色対の scalar moment が等しいから、

$$A = C_2 = 6$$

H. V. C に対する O 成分の色対の数は 9 表に示すとおりで、これを X の数に 8 表の各要素の美的系数を乗じ、その和を計算すれば O が出る。

8 表 美度系数

	同等	第一不調和	類似	第二不調和	対比	眩輝
Hue	+1.5	0	+1.1	+0.65	+1.7	—
Value	-1.3	-1.0	0.7	-0.20	3.7	-2.0
Chroma	+0.8	0	0.1	0	0.4	—
Gray	+1.0					

9 表

	同等	第一不調和	類似	第二不調和	対比	眩輝
Hue	× ×				× × × ×	
Value	×		× ×	×	× ×	
Chroma	×		× × ×		× ×	

10 表

	同等	第一不調和	類似	第二不調和	対比	眩輝
Hue	× × ×					
Value	×				× × × × ×	
Chroma	×				× × × × ×	

$$O = A + 2(1.5) + 4(1.7) - 1.3 + 2(0.7) - 0.2 + 2(3.7) + 0.8 + 3(0.1) + 2(0.4) = A + 19 = 6 + 19 = 25.0$$

したがって美度は

$$M = O/C = 25/18 \approx 1.39$$

同様に R6/2, R3/2, R, 3/10 N9 の design では

$$C \text{ は } \begin{array}{l} \text{色数} = 4 \\ \text{色相の異なる色組の数} = 0 \\ \text{明度} \quad \quad \quad = 5 \\ \text{彩度} \quad \quad \quad = 5 \end{array}$$

$$C = 14$$

A は各色組の scalar moment を等しくとれば前の例と同様で、 $A = 6$

H. V. C に対する O 成分は 10 表である。

これに美的系数を乗じて加えると

$$O = A + 3(1.5) - 1.3 + 5(3.7) + 0.8 + 5(0.4) = A + 24.5 = 6 + 24.5 = 30.5$$

$$M = O/C = 30.5/14 = 2.18$$

この二つの例で後者の方が美度が大きく色調和がよいことがわかる。

M の値が大きいくほど美度が大きく一般には $M > 0.5$ であれば調和していると考えられる。これらすべて実験の結果はつぎのような結論が出た。

1. 正しく組合せた灰色は、有彩色と同様美度が高い。
2. 一定の色相を使った調和は非常によい。
3. 一定の明度のものは美度が低い。
4. 色相、彩度が一定である簡単な design は多くの色相をもつ複雑な design よりも調和を得ることが多い。

以上は Moon, Spencer の color harmony 論の簡単な紹介である。種々問題はあるが、一応の目安になる面白い論だと考えられる。

5. むすび

以上 Munsell CIE. color harmony について紹介したが、これら機能的に解析した色彩についての近しい基礎は蛍光照明上の演色性の問題。Color Conditioning の検討 industrial design, commercial arts など広く利用され近代人の常識となって行くのではなかろうか。

商店照明のデザイン

大船工場

小堀富次雄*・山下源一郎**・小笠原善丸**

Design for Store Illumination

Fujio KOBORI・Genichiro YAMASHITA・Yoshimaru OGASAWARA

Ofuna Factory

Now that the fluorescent lighting has predominated the store illumination, new notion is inevitably required in the layout and design of the lighting fixtures. In this articles are discussed various subjects to this end such as, intensity of illumination, arrangement of light sources, special grouping and design for lighting fixtures under the category of the illumination of the store in general, and also the illumination of show windows as well as that of articles on display.

1. まえがき

最近における蛍光放電燈の発達と普及は正に目覚ましいものがあり、照明界の一大革命児たるの観がある。従来の白熱電球やその他の照明に比して、蛍光燈照明の卓越していることは、すでに今日では常識となっている。すなわち、効率が高いとかより太陽光に近い光が得られるとか、また、種々の要求に応じて光色が変わえられ、ほとんど熱を伴わず、光源の輝きが低いというようなことは、ランプおよび点燈器関係の技術的解決と共に、今や揺籃期を脱して実用期に入った。商店照明も蛍光燈の出現によって刮目的な変化ないし進歩が窺われる。資金回転の速い商業界で、直接売上に影響する商店照明に他の部門より逸早く蛍光燈照明が行われたのは当然であろう。しかしながら蛍光燈が現在新しい光源とされている以上、誤った照明方式が巷間に広々見受けられることも起り得る誤であり、また逆に照明界で商店照明ほど、多岐多様に互るものは他にないので、これという決定版がないのが現状である。したがってここに述べることもごく概括的な事柄であって、具体的な応用に当っては、個々の場合について専門家——照明技術者・建築家・展示デザイナー——の意見を充分聞かなければならない。

2. 店内全般の照明

ア. 照度について

店内全般の照明として、商店はまず一般事務所・工場・住宅等に比べて或程度高い照度が必要である。従来の白熱電球によった商店では大都市でも平均 60～70 lx 程度であったが、蛍光燈を採用するようになって、より高照度を維持することが容易になったので 100 lx 以上というのが普通とされている。つまり白熱電球では坪当たり 70 W の消費電力で精々 60 lx 位であったが、蛍光燈では坪当たり 35 W 程度で 100 lx の照度は楽に得られるという訳である。

1 表は各種商店の推奨照度とそれに要する電力量の概算値を示したものである。高照度の維持は、商品の選択を容易にし、品質を見極めさせ、また初めに顧客が要求した以外の商品に対しても購買意欲を高め、購入に対する決断を早め、また返品を少なくするといった点で商店照明の根本問題として大いに必要である。

店内のいずれの部分も照度が平均化されているのは店内を快的にするので、良いことではあるが、事務所照明等と違って商店照明の特色としてある程度の照度のアクセントを付けること、ことに強調すべき展示品を明るく

1 表 商店の照度と所要蛍光ランプ数

業 種 別	推奨 照度 (ルクス)	坪当りの所要ランプ本数		
		裸ランプ の器具	ルーバ付 の器具	拡散ガラ スカバー 付の器具
服飾雑貨・貴金属・時計・ 工芸品・陶器・電気器具・ 呉服	500~200	本 2.5~1.0	3.0~1.2	3.3~1.3
書籍・文具・化粧品・運動 具・食料品・靴・履物・菓 子・果物・薬局・玩具・家 庭雑貨・煙草・写真材料・ 茶	300~150	1.5~0.75	1.8~0.9	2.0~1.0
家具・金物・生鮮食料品・ 古物・楽器・漆器・敷物・ 食堂	200~100	1.0~0.5	1.2~0.6	1.3~0.65

注 上表のランプ本数は 40W 冷白色ランプを使った場合を示す。
その他のランプを使うときは下のとおり修正する。
40W デフラックスランプ：上の本数を 1.14 倍する。
20W 冷白色ランプ： 〃 2.5 倍する。
20W デフラックスランプ： 〃 2.8 倍する。
(色物を正しく見せるにはデフラックスランプがよい)

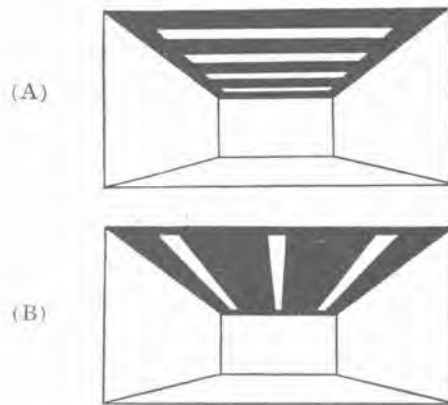
照射することが必須条件である。このために 1 表の照度に達しただけでは不完全で局部的な照度の変化が欲しい。人間の眼は明るい場所や暗い場所に直ぐに調応して馴れてしまうものであるから、平均化した明るさの下では退屈し平凡となり、また一面では物が平面的に見える面白くない結果となる。

イ. レイアウト(配列)

つぎに光源のレイアウトであるが、まず照明はあくまでも物を照すものであって決して光源や照明器具を見せるものではないということを念頭に置かねばならない。これはごく平凡な事柄でありながら忘れられている例が往々見受けられる。ルーバの効果がないのにルーバを単に飾りのように用いた照明、仰々しい照明器具を目の前に吊下げているものなど珍しくない。そうでなくても光源や照明器具は自然に見えるものであって、われわれはこれを巧みに使って商店のよりよき雰囲気を作り、購買心を喚ぶようにしたい。

1 図は入口から店内を見たときの例で、(A) の方は店内へ進んで行くのに対し阻止するような感じを与え、(B) は逆に引入れる効果がある。2 図はこれに応用した実例で何となく奥の方へ這入って見たい気持ちを起させる。百貨店のような広い店内では 3 図のように顧客の動線に平行に配列し、顧客が商品を見るときに視線が光源と直角になるようにすれば眼に入る光源が気にならず商品に注意が集中される結果となる。

さて上のようにして引入れた顧客に充分買物をして貰うにはどうすればよいか。売場に蛍光燈器具を設備するとき 4 図のような形式が普通考えられる。この場合 (A) は上述のように流動させる効果があるから短時間に買物ができる商品売場や早く客を流動させなければ混雑する場所等に適している。すなわち百貨店の 1 階とか食料品店・売店・駅に付帯するマーケット等に向く。(B) は照度分布を一様にするには最も良いが、煩わしく



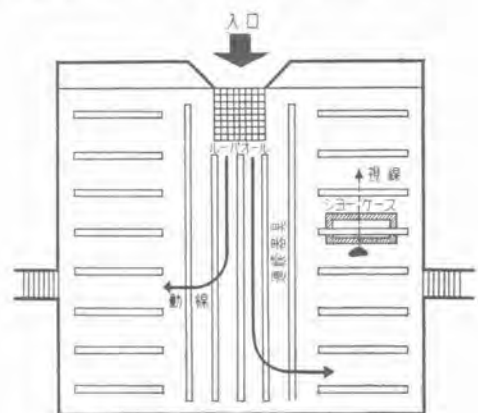
1 図 連続器具の配置

Fig. 1. Layout of line lighting.



2 図 大阪 大丸百貨店 1 階入口より店内を見る

Fig. 2. Daimaru department store, Osaka.



3 図 大商店の蛍光燈配置

Fig. 3. Layout of the lighting fixtures in store.

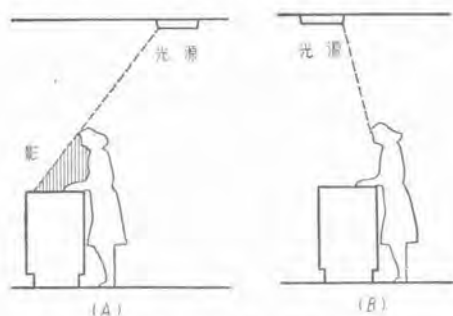
したがって客の気を散らせる点で、理髪店・各種の修理店・写真館等技術を売る店や、品物の選択をあまり要しない店にはよいが、落着いて充分に選択させる衣料品店や趣味を誘う工芸品店・花卉店、または雰囲気を楽しむ食堂等には (C) がよい。百貨店はわが国では買物の場所と同時に、一種の慰安娯楽の場所となっているが、5 図に見られるような (C) のタイプは好ましい照明である。

つぎに影の問題も考えなければならない。広い店で光

4 図 代表的な蛍光灯の配列
Fig. 4. Typical arrangement of lighting fixtures.



5 図 東京銀座 松坂屋百貨店 40 W 12 燈器具
落ち着いた感じを与えている
Fig. 5. Matsuzakaya department store, Tokyo.



6 図 光源と影
Fig. 6. Relation between lighting source and shadow.

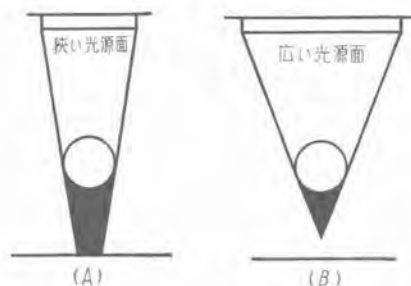
源が沢山ある場合は影を消すことは楽であるが、逆に品物を扁平に見せる欠点がある。反対に狭い店内では品物を立体的に見せやすいが、影を生じやすい。6 図および 7 図はこれを図示したものである。陳列台に影を投じないために 8 図の如く、台の上に照明器具を配置するのも一案であろう。また壁の色が明るいときや広い店では問題がないが、店内にいる人の顔が暗くなることも嫌な感じを与える。ただショーケース内の照明などで店員の顔が明るく浮出て見えるときは、顧客は店員に監視されているという錯覚を起すので考えなければならない。

ウ. 特殊なレイアウト

前項は一般的な埋込器具・直射器具・吊下器具等について説明したのであるが、最近よく用いられている照明として次のようなものがある。

(1) 全面ルーバ照明

商店照明のデザイン・小堀・山下・小笠原



7 図 光源と影
Fig. 7. Relation between lighting source and shadow.



8 図 大阪 十合百貨店 ショーケースの配置にしたがって照明器具を配した例
Fig. 8. Sogo department store, Osaka.

(2) 間接照明

(3) スポットライト照明

全面ルーバ照明はさながら戸外で自然光の下にいるようなのびのびとした快い照明で、天井を高く見せ影を作らず、そしてきわめて高照度を要求されるときに眩しくなく照明する方法として好適のものである。昼間は戸外と同じように明るく、夜は人を惹きつけるように明るく、しかも広々とした感じを与えるので大商店の入口にはしばしば用いられる。(9 図) 百貨店では 1 階の客を 2 階へ、さらに 3 階へと誘うために階段の踊場にもよく利用されている。全面ルーバを用いるときの注意としてルーバ面に輝度の斑ができないようにすることで、これがためにはランプとルーバ面との距離を相当離さなければならず天井面にそれだけの懐が要る訳となる。10 図に見られるようにランプ間隔はランプとルーバとの距離の 1.5 倍以上は欲しい。一般の埋込器具では 11 図のようにランプ間隔が狭いので割合深さが浅い。

つぎに間接照明は輝きを下げて柔かな雰囲気醸す最も心地のよい照明であることは周知のとおりであるが、普通のルーバ器具を使った場合に比べ同じ照度を得るた

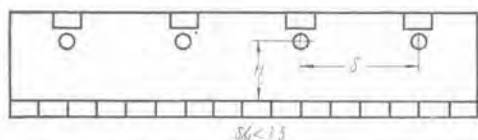
めに要する電力量は3倍程度となり、さらに始めの施設費やその後の保守維持費が嵩むので最も贅沢な照明といえる。わが国では食堂・喫茶店であり照明を要求しない店で見られる程度で一般商店には適しない。ただし直接照明あるいは局部照明と併用して特殊な効果をもたらす非常に成功することがある。この場合照射面は天井面に限らず壁面を照射するのも面白い結果を生む。蛍光灯で間接照明をするとき設計上注意する点はソケット部分で光源が途切れ暗部がそのまま照射面に暗い縞となって現れることで、これを防ぐため12図のような方法が構じられる。

スポットライトは全般照明にアクセントを付けるために用いられる。スポットライトのみに頼って全般照明をすることは天井が非常に高いとか、荘厳な感じを出したいときには良いが商店照明ではあまり用いるべきではない。後述のショーウィンドや店内のディスプレイには不可欠であるが、今日天井面にいたずらにスポットライトを飾りの如く取付け一種の流行のようにになっているのは



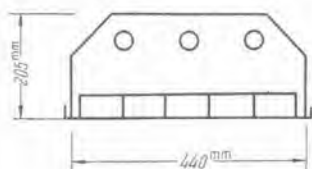
9 図 大阪 大丸百貨店 地下鉄の駅からの入口
明るいルーバオール照明で客を惹きつける

Fig. 9. Installation at underground entrance, Daimaru department store, Osaka.



10 図 ルーバオールの制限

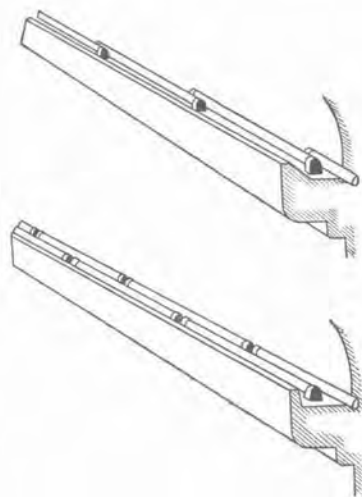
Fig. 10. Lamp spacing for louver-all ceiling.



11 図 埋込器具の一例

Fig. 11. Section of flush mounted fixture.

12 図
コーブ照明の
ランプ配置例
Fig. 12. Cove
lighting.



ルーバの誤った使用と共に感心できない傾向である。スポットライトの全般照明は天井面を不必要に暗くし重圧感を与え顧客を這入りにくくすることを考えなければならない。

エ. 照明器具のデザイン

照明器具自身のデザインを考えると照明能率を良くすることは根本原則であるが以下一般に見られる蛍光灯器具の批判を試みよう。

埋込器具はルーバの下面が大抵天井面とレベルになっている。それがため天井面は壁や床の反射光によってのみ照らされるだけで非常に暗い。これを防ぐためにルーバ下面を少し膨らせて天井面より出すようにしたい。こうすることによって天井面の輝きの対比は柔げられる。また下面を拡散透明体のガラス等で蔽いそれを天井面よりやや下に出すのもよい。つまり半埋込のようなタイプにしたいものである。

ルーバ付器具 さきにも記したようにルーバは必ず効



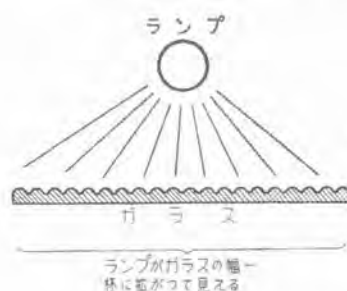
13 図 東京銀座 松屋百貨店

ルーバを用いずに照明能率をよくした美しい器具

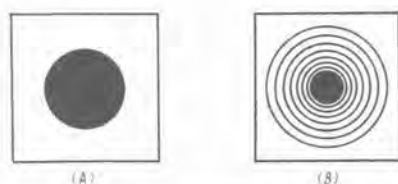
Fig. 13. Matsuya department store, Tokyo.

果的に使用されなければならない。ルーバは効果的に使われたとき始めてその美しさと価値を発揮するものである。リングルーバの形式もよく用いられるが、細長い室や廊下で視線が多くランプと平行する場合に使うべきでその他に使っては生きてこない。またルーバは掃除がしにくいのも欠点であろう。これらの見地から商店照明にもルーバを使うときは充分注意を要する。13図はルーバを用いない最近の実例で、光の拡散材料として14図に示すような俗にいうルミネーティングガラスを用いて効率のよい拡散光を得ている。

蛍光灯器具ではソケット部分の暗影の処理もデザインするときの大きな問題となる。白熱電球の場合はソケットが大抵器具の上側に目につかない所に納まり大して問題はないが、蛍光灯の場合はランプの両端は必ずソケットの暗影が出る。この影を隠すため「エンドプレート」と称する鉄板のような不透明体でカバーすることが多く見られる。この「エンドプレート」は器具の意匠に大きく影響するので散々苦勞していろいろ形を変えたりレリーフ模様を付けたりしていずれもあまり成功しているものは少い。15図において(A)は白い部分と黒の部分と



14図
ルミネーティングガラス
Fig. 14. Ribbed glass.

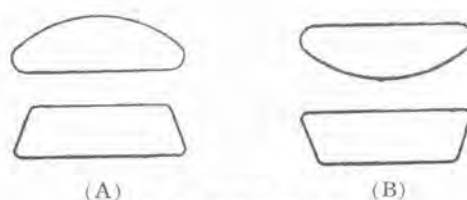


15図 器具暗部の見え方
Fig. 15. Dark image on lighting fixture.

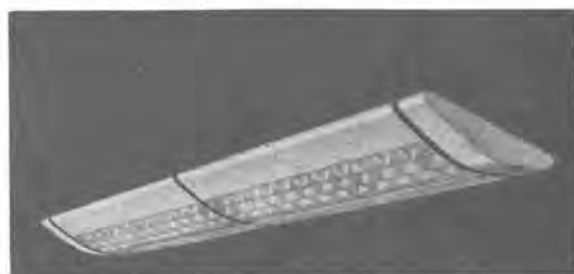


16図 三菱電機製 FO-403 型 2 連器具 40W ランプ 6 本を使っている

Fig. 16. Mitsubishi lighting fixture, model FO-403.



17図 器具端板の形
Fig. 17. Type of end plate of lighting fixture.



18図 三菱電機製 40W 2 燈 2 連器具端板
側板は半透明プラスチック

Fig. 18. Mitsubishi lighting fixture.

を明瞭に区分したもので、(B)は白と黒との境をぼしかたものである。(A)は黒の存在を強調しわれわれがこれに向って進むときいかにも突き当たるという観念を与える。(B)は逆にくっきりとした美しさはないがこれに向って突進んでも柔かく触れる感じを起すであろう。この事実は蛍光灯器具でも無理にソケットの暗影を隠すことは考えもので、むしろ素直に出し「エンドプレート」は構造的に許される範囲でできるだけ小さくし器具の外観を柔かくして、器具の煩わしさをなくした方が、顧客が這入りやすく買物をしやすい店内を構成することを示している。16図はこの意味でよいデザインの器具といえる。この器具には照明能率上不要な隅角部の金属性の棧も取り去られている。

器具の形としてはなるべく頭上から押えつけられるような重圧感を与えないようなものが一般商店には望ましい。このために17図の(A)系統のものより(B)系統のものがよい。18図はきわめて軽快な器具であってこのような形はたとえ目の上に吊下っていても頭をぶつつけるような感じは受けないであろう。

新しいインダストリアルデザインの方向としてアブストラクト(抽象的)なシンプル(単純)な形が欲せられ粉飾的な意匠は敬遠されているが、商店照明においても当然かくあるべきである。われわれはつねに進歩・前進しなければならないのであって、「暖房設備があってもやはり暖炉が欲しい」「電燈照明があっても宴席のテーブルには燭台が要る」等という隠居的センチメンタリズムは排さなければならない。老舗を持つ商店では応々クラシックな建築がなされているが、このような店に何でも彼でも古めかしいシャンデリヤを吊ればよいと考えるのは退歩を示すのみであり、われわれは古いものの心を汲み、理解し、そうして新しいものを創造する努力が必要である。これは非常に難しいことであるが19図



19 図 東京新宿 伊勢丹百貨店
エレベータ前のアーチ天井に吊下げられ
たシャンデリヤ
Fig. 19. Chandelier at elevator hall,
Isetan department store, Tokyo.

に示す器具は割に成功しているもので周囲のクラシック
は環境を壊さずにしかもフレッシュなセンスが窺われ
る。

器具の塗色については前述のように目立たせない、重
圧感を与えない意味から白色にわずかに灰色がかった程度
のものが無難であろう。もっとも点燈したときは大抵何
色でも塗装した部分は薄暗くなるので、この場合色相に
は大して問題はなく明度は明るい方がよいといえる。点
燈しないときも人目によく触れるような店ではもちろん
周囲の色とマッチした色とする。最近建築金物にホワイト
ブロンズ鍍金やアルミニウムの肌色がよく使われるか
らとて、照明器具にまで濫用するのは感心しない。ブラ
ケットのような半装飾的なものは別問題であろうが。

3. ショーウインド照明

応答心理学においては人が物を買うまでの心理過程を
分析して、注意→興味→信念→欲望→決心→着手として
いる。前述の店内照明は興味から欲望までを促進させる
ものであり、ショーウインド照明はその前提の注意から
興味を起させるもの、すなわちその店の扱う商品を一見
して知らせ客を店内に誘致させるものとなる。この意味
で店内照明と同様またはそれ以上重要視さるべきもので
ある。さて最初に注意を喚起する客観的条件として心理
学者は、(1) 刺激の感覚的強さ (2) 刺激の空間的大さ

2 表 ショーウインドの推奨照度

商 店 別	推奨照度 (lx)
主要都市の一流商店	1,000~400
二流商店	600~300
中都市の商店街	500~250
普通の都市の商店街	300~200
小 市 街	250~150

3 表 ショーウインドの照明

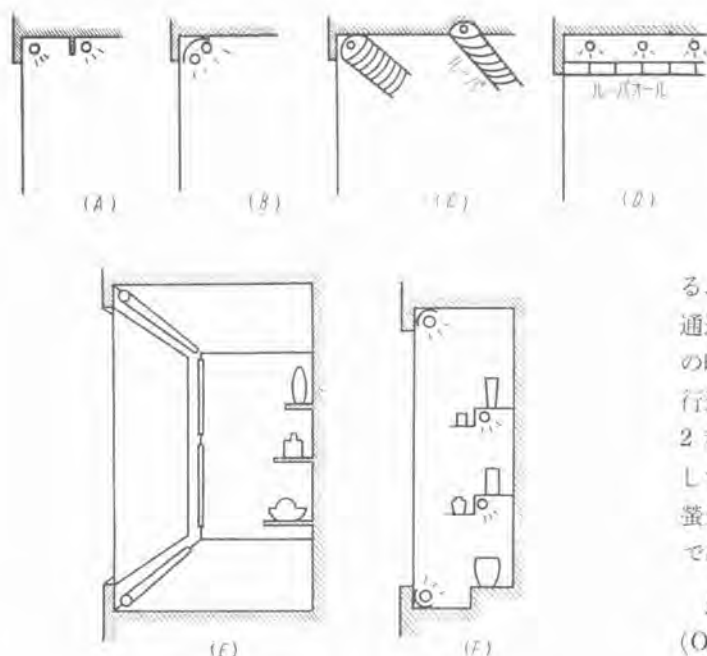
ウ イ ン ド の 高 さ	ウ イ ン ド の 奥 行	ラ ン プ の 数	部 分	ウインドの長さ		
				4 尺	8 尺	12 尺
				照 度 (lx)		
7 尺	2.5 尺	2 列	A	290	280	420
			B	230	360	310
			C	420	520	590
		3 列	A	390	480	550
			B	250	310	360
			C	730	890	1020
	4.0 尺	2 列	A	320	400	440
			B	240	290	340
			C	250	310	360
		3 列	A	440	550	620
			B	360	450	510
			C	450	560	630
	7.0 尺	2 列	A	310	370	420
			B	100	230	250
			C	130	170	180
		3 列	A	440	540	610
			B	300	360	410
			C	210	250	290
4 列		A	570	700	790	
		B	410	510	570	
		C	270	330	390	

(3) 刺激の時間的変化 の三つを挙げている。これらを
ショーウインド照明に敷衍して見ると (1) 周囲のもの
のよりずっと明るいこと、色や影のアクセントを付けるこ
と (2) ショーウインドに陳列する品物を大きく浮出さ
せること (3) 光の移動や強弱の変化を連続的に行うこ
とである。興味への誘致には美しく見せること、商品を
明良に見せることが必要で、美しくもなく漠然としたも
のは興味を湧かせないのは当然である。

照度は店の周囲の環境や陳列するものの大きさによっ
て一率にはいえないが、大体 2 表の値がよいとされている。

大体店内照度の 2~3 倍が採られている。これだけの
照度を得るためにはウインド内部の上方手前の隅に白熱
電球なら密に並べてできるが、蛍光灯の場合は 2 列また
は数列並べなければできない。100 W のリフレクタラン
プと 40 W の蛍光灯の投光量が大体等しいと考えれ
ばよい。3 表はウインド内各位置における概略の照度を
押える資料である。ウインドのガラスが昼間、戸外の景
色を反射して内部が見えにくいとき反射光が眼に入らぬ
ようにガラスの角度を変えたり曲面ガラスを使うのも一
案であるが、構造的に不可能なときは内部の照度を高く
することによって防ぎ得る。

ウインド内に蛍光灯ランプを取付ける種々の方法を 20
図に示す。(A) は最も簡単な方法でランプの周囲の天井
幕板はもちろん白塗とする。(B) は半間ないし一間の奥
行のウインド向の最も一般的なもの (C) のようなルー
バは横からも見られる角のウインドや入口前の独立した



20 図 ショーウィンドの照明

Fig. 20. Technique of show-window lighting.

ウィンドに必要である。(D)は全面ルーバで天井が高く広々とした感じとなり快いものであるが、陳列品が平面的に見えぬようにすること。これも角や独立ウィンド向。(E)奥行の浅いときや棚の下に影ができぬようにするには窓の周囲にランプを配置する。(F)は棚のものをとくに明るく浮出させたいときの方法、以上いずれの場合でも下方からもある程度照明する必要がある。

ウィンド内に光や色のアクセントは、より注意を惹きより陳列を美しく見せるために極めて大切であって、上述の全般照明のほかにとくに強調したい部分を局部的に照射したり陰影を効果的に利用するためにスポットライトの併用が好ましい。

色の光もウィンドには非常に有効であるが、使用法を余程考えてしないと失敗することが多く却って下品な色光の扱い方から店の信用を傷ける場合がある。効果的に色光を使うには、陳列品自身が白いときや陳列品の色を一層鮮やかに出したいときに利用すると誤りが少ない。色物に色光を当てたときに呈する効果は4表のとおりである。品物を色光で照すとき見え方の良好な光色から順に書くと、昼光・黄・橙・緑・赤・青の順で青や赤の光の場合は当然強く照射しなければならない。その他色に対する好悪、色の調和、色の対比と視力の関係、色により連想する感情等もちろん色彩心理学にいわれるところにしたがうべきである。また年中色光を用いるのは不可で

短期間に限るとか、ごく小部分に使うようにするのが良い。

動的なものは静的なものより目を惹きやすいのは当然で、ウィンドのディスプレイにも動く装置を施したものは従来より見受けられる。この場合商品自体を動かすのではなく光を動かしたり、強弱や点滅を断続的に行うことも考えられる。強弱や点滅する周期は少くともウィンドの前を人が通過する時間以内にすべきで、しかも「強」または「点」の時間が「弱」または「滅」の時間の2~3倍とする。歩行速度を毎秒1mとすればウィンドの間口3mの場合、2秒間は「強」・「点」とし次の1秒間は「弱」・「滅」としてこれを繰返すこととなる。いずれにしてもこれらは蛍光灯で行うのはむずかしく、またランプの性質上有害であるから白熱電球で行いたい。

最後にウィンドの形式として最近バック無しのタイプ(Open Backed Window)がよく採られている。つまりウィンド内の陳列を戸外から見せると同時に背景を取って店内をも見せるもので、顧客を肩託なく店内に導き入

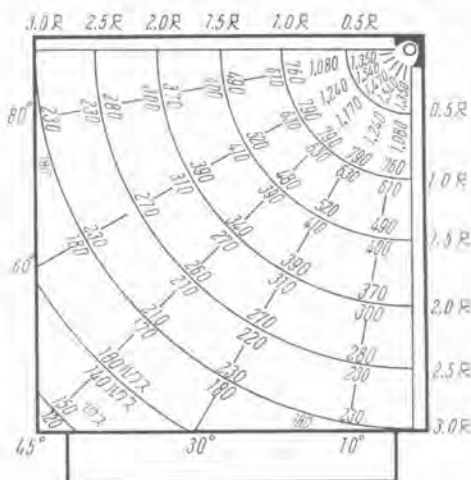
4 表 色光を当てた場合に呈する物の色

光の色	赤	青	緑	黄
物体の色				
白	明るい桃色	非常に明るい青色	非常に明るい緑色	非常に明るい黄色
黒	赤味がかった黒色	紺色	緑がかった黒色	黒だいたい色
赤	輝かしい赤色	暗い青味がかった赤色	黄味がかった赤色	冴えた赤色
明るい青	赤味がかった青色	冴えた青色	緑味がかった青色	明るい赤味がかった青色
暗い青	暗い赤味がかった紫色	輝かしい青色	暗い緑味がかった青色	明るい赤味がかった緑色
緑	オリーブ緑色	青緑色	輝かしい緑色	黄緑色
黄	赤だいたい色	明るい赤褐色	明るい緑味がかった黄色	輝かしいだいたい色
茶	赤褐色	青味がかった茶色	暗い茶オリーブ色	茶色味がかっただいたい色

5 表 陳列棚の垂直面照度 (単位 lx)

H V	40 W 冷白色蛍光ランプの場合				20 W 冷白色または 40 W デフック スランプの場合			
	0.5 尺	1.0 尺	1.5 尺	2.0 尺	0.5 尺	1.0 尺	1.5 尺	2.0 尺
尺 0.5	1,150 (800)	860 (590)	620 (460)	510 (370)	920 (640)	690 (470)	500 (380)	410 (300)
尺 1.0	430 (450)	550 (480)	510 (460)	460 (380)	340 (360)	440 (390)	410 (360)	370 (310)
尺 1.5	200 (280)	330 (360)	380 (380)	360 (340)	160 (220)	270 (290)	310 (300)	290 (270)
尺 2.0	100 (170)	190 (260)	250 (330)	270 (290)	80 (130)	150 (210)	200 (270)	220 (230)
尺 2.5	50 (100)	120 (180)	170 (260)	200 (260)	40 (80)	100 (140)	130 (210)	160 (200)
尺 3.0	40 (50)	80 (140)	120 (200)	150 (230)	30 (60)	70 (110)	100 (160)	120 (180)
尺 3.5	20 (50)	50 (110)	80 (150)	110 (190)	20 (40)	40 (80)	70 (120)	90 (150)
尺 4.0	20 (30)	40 (70)	60 (110)	80 (150)	10 (20)	30 (60)	50 (80)	70 (120)
尺 4.5	20 (30)	30 (60)	50 (90)	60 (130)	10 (20)	20 (50)	40 (70)	50 (100)
尺 5.0	10 (20)	30 (50)	40 (70)	50 (100)	10 (20)	20 (40)	30 (60)	40 (80)

6表 ショーケースの各位置の照度(ランプに対し垂直の面の照度)



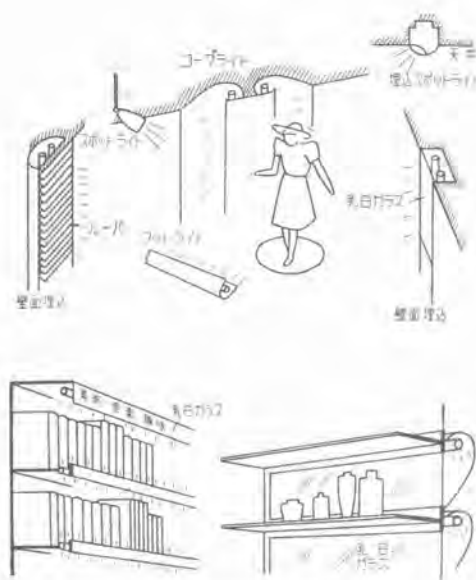
円弧の上の照度は 40W 冷白色蛍光ランプのとき
 の下の 20W 冷白色または 40W デラ
 ッタス蛍光ランプのとき

れる米国式の店頭形式である。この場合は店内は相当明るくしなければ無意味であるが、窓際の展示品の照明は主力を下の方に注いで展示品越しに店内を楽に見せるようにする。目の高さより上の方の展示品が明るいとい内部が非常に見にくい。陳列も床に近く下の方に重点が置かれるのが普通であるが、たとえ上の方にまで陳列されてあっても、上は外光のみに頼って、照射する必要のないことが多い。

陳列された商品の褪色は大きな悩みであるが、現在では有効な防止策は見出されていない。褪色させる光線は 3,300~5,500 Å 間のものでこのうち可視範囲は 4,000 Å 以上、したがってほとんどの部分であり、従来 4,000 Å 以下の非可視紫外線を除けば褪色を防ぎ得ると一般に考えられているのは実は誤りで大して効果はないものである。褪色させる光線を全部除くことは特定の可視光のみを残すこととなり光色の範囲が限られる。ただ色光で強く照らすような場合はなるべく紫や青系統を避け、5,500 Å 以上の赤や橙色が安全であることは判る。褪色は照度×時間に比例するものでいずれかを少なくすることはもちろん有効である。照明による温度は褪色には無関係であるが、品物を変質させることがありこの点から蛍光灯は白熱電球より遙かに有利であることは言を待たない。

4. 店内陳列の照明

店内の客に対するショーケース内やその他のディスプレイはちょうど戸外の客に対するショーウィンドの存在である、ただショーウィンドのように強い訴求力はあまり必要でない代りに、店内の調和を破らぬようにし、ショーウィンドよりも品物を精密に見せることは必要であろう。したがって照度も充分に演色性のよいランプが要求



21 図 陳列品の照明

Fig. 21. Suggested method of display lighting.

される。照度は店内の 2~3 倍程度とする。

5表は陳列棚や洋服吊架の垂直面照度の概略値、6表はショーケース内の各位置の照度の概略値を示したものである。

ショーケース内の照度が低いときは、ガラス面が反射して内部がほとんど見えないことがあり、またケースの前に客が立ったとき天井灯が正反射してまぶしさを感じることあり、いずれも充分注意しなければならない。

店内の天井からの光は応々水平面のみを明るくして、垂直面を暗くする欠点があり、マネキン陳列のように眼の高さで垂直面を見せる商品のためには脚壁また床からの照明も必要となってくる。光源を視野に入れずに垂直面を照らすことはむずかしいが、21図に示すようないろいろの方法が考えられている。

5. むすび

以上店内照明・ショーウィンド・店内陳列の照明を主題に概括的な事項を述べたが、これ以外になお店頭照明(看板照明・建築物照射等)が大きな問題であるが本稿では割愛する。商店はつねに時代に即応して刻々変遷進歩しなければ忽ち売上に影響するので、店舗建築自身は少くとも 10 年に 1 回は大改装が望まれ内装やディスプレイは随時改められるべきで、照明もこの例に洩れず時代に立遅れぬように時代感覚に合せて行かなければならない。要するに「よい照明」は顧客に好感を与え商品に魅力ができると同時に、買いい店とするもので、合理的な新しい時代の蛍光灯による商店照明は現在および将来に与えられた商店経営の大きな課題の一つであろう。

発変電所の理想的な照明

本社

市村 宗明*

Ideal Lighting of Power Stations and Sub-stations

Muneaki ICHIMURA

Head Office

The lighting of power stations and sub-stations has made a progress year after year by going through varied stages such as employment of the fluorescent lamp, adoption of new illuminating engineering and introduction of colour control. This article sets forth essential points of the design of ideal illumination, discussing about the advantage and disadvantage of various lighting systems. Representative examples of practical applications made by our company are also expounded with the illustration of measurements.

1. まえがき

良い発変電所照明とは所内での勤務が疲労少なく、愉快にできるようにすることであり、このためには邪魔なまぶしきはもちろん大きな輝きの差、不適当な色彩の対比、あるいは厄介な正反射などをなくすることが大切である。とくに配電盤室では計器類を正確、迅速に読み取るために高度な明視照明が要求されるし、発電機室は特殊な高天井建物としての特異性を持っていて照明のやり方も厄介であるから照明計画にあたりとくに注意しなければならない。

2. 配電盤室照明の要点

配電盤室照明の特長は水平照度よりむしろ垂直照度が重視される点にある。旧配電盤室ではしばしば計器が読みにくかったり、勤務員が眼の疲労を訴えたりすることがあるが、これらの原因としては

(1) 光った天井や輝きの高い光源と黒い配電盤または高い腰壁の暗い面などとの間の輝きの対比のはげしいこと。

(2) 勤務員の視野に入ってくる光源や窓からの直射によるまぶしさ。

(3) 配電盤計器のガラス面からの正反射によるまぶしさ、などがあげられる。

(1) の問題の解決には色彩調節の考え方が取入れられ

1 表 反射率 (%)

天 井	80
壁	50
配 電 盤	50
机	35
床	25

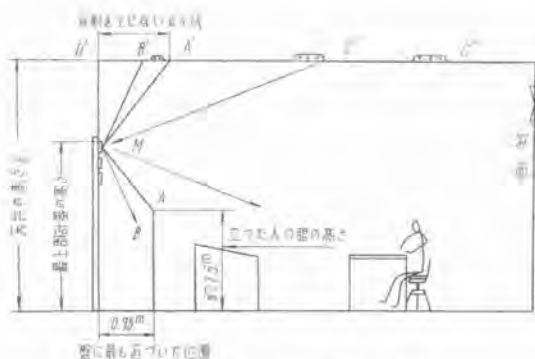
る。すなわち天井・壁・床および配電盤・机などすべての面は輝きの対比をできるだけ少くするよう適当な反射率(1表)を持った調和の良い明るい色合に仕上げる。なおこれらの面はすべてツヤのない仕上とし、強い正反射をするような仕上は避けなければならない。

また床面の反射を良くすることは照明効率の点から甚だ有効であるばかりでなく、室内の雰囲気をよくするに大いに役立つ。

(2) の問題は光源に輝きの低い蛍光灯を用い、間接照明や埋込ルーバあるいはルーバ天井など輝きの低い拡散性の大きい照明方式によって解決される。

このほか配電盤の表示ランプや配電盤越しに見える窓面なども直接まぶしさの原因となるから、その明るさを加減したり、輝きの高い窓面は視野内に入らないよう建築設計の際考慮しておかななければならない。

(3) の計器ガラス面からの反射が最も厄介な問題である。しかしこの種の反射はたといてもそれが勤務員の視野外に出る場合には問題とならないから照明器具の



1 図 光源と眼の位置の関係

- A': これより盤側は反射を感じない
B': 近よりすぎて目盛板上に影を生ずる
C': M にまぶしさを感ずるから輝きを低くする

Fig. 1. Location of direct units to avoid reflection in operator's field of vision.

取付位置を旨く選ぶことによって避けられる。

1 図において A 点を勤務員が最も配電盤に近よって計器目盛を読む場合の眼の位置とすれば、この位置に配電盤上部の計器からの反射光が来る場合を考えて、光源の位置を逆に求めると A' 点となるから、A' 点と配電盤直上の D' 点との間が正反射があっても眼に入っていない範囲すなわち照明器具取付の安全域ということになる。また一方光源があまり盤面に近寄り過ぎると、計器の目盛板上にその外箱や指針の影を生じ、目盛が読みにくくなるし、盤面の垂直照度も小さくなる欠点がある。

したがって照明器具は A'-D' 間でできるだけ配電盤から離して取付けるのが良いこととなる。

さらに監視機や操作盤照明用の器具は C' または C' のような位置に取付けられることになるから、できるだけ輝きの低い光源とすることが大切である。

この位置にくる光源の輝きが充分低く、かつ計器面の垂直照度が充分高い場合には計器目盛板の輝きが反射によるガラス面の輝きよりも高くなって、たとい反射があっても目盛を読む邪魔にならないことは注目に値する。

さらに目盛を読みやすくするためには計器自体についても次のような種々の工夫が行われている。

- (1) 計器の前面ガラスをできるだけ大きくして見やすくすると、計器全体をガラスカバーで覆う。
- (2) 計器の上面を開けて上からの光を取入れる。
- (3) 目盛板をできるだけガラス面に近づけ、前述のような外箱や指針の影を生じにくくする。
- (4) 正反射をおこさぬようケースはもちろんツヤのない仕上とする。

つぎにまた窓の問題がある。監視機から配電盤を見たとき背後の窓面を通して天空や外景が輝きの高い大きな面となって、配電盤の比較的低い位置の計器ガラス面に反射してまぶしさを生ずることがあるが、これは窓に暗い色のカーテンまたはブラインドを設けることによって防がれる。室の大きさ・監視機の位置・窓の高さおよび位置などによって異なるので照明設計に際して必ず検討し

2 表 推奨照度 (lx)

場 所	米 国	日 本
配電盤正面側の垂直照度 (床土 1.5 m)	300~500	150~300
配電盤背面リレー盤の垂直照度 ("	250	100
操 作 盤 (水平照度)	300	300
監視機 ("	300~500	300
両面盤の中 (床土 30 cm)	50	30
配電盤裏面 (垂直照度)	100	50
非 常 燈	30	30
発電機室	200	100
油遮断器、変圧器	200	100
電 池 室	50	30

ておく必要がある。

監視机上の水平照度と配電盤面の垂直照度とはあまり甚だしい差のないことが望ましい。これは勤務員が机上面の作業から頭を上げて盤面を見た場合、計器目盛が見えやすかつ眼の疲労が少くなる利点がある。

配電盤室その他の照度としては 2 表の値が推奨される。

3. 配電盤室の照明方式

配電盤室の照明方式としてはつぎのような種類があげられる。これらは室の構造・大きさ・配電盤の配置などによってそれぞれ適当なものが採用される。二つ以上の種類を適当に組合せることによって効率のより経済的な照明が実施できる。

(1) 埋込プリズムレンズ型

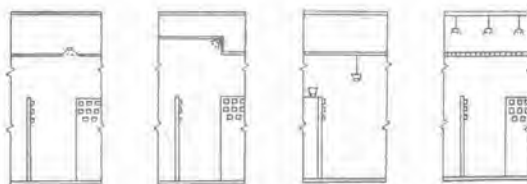
配光をレンズ作用で配電盤の方に向けるので垂直照度を上げやすい長所があるが、計器面からの反射によるまぶしさを生じやすい欠点もあるから取付位置に注意を要する。配電盤の配列が一例の場合はよいが、直交または二列配置の場合には使いにくい。監視機その他には別の器具による全般照明を実施する。(2 図 a)

(2) 埋込型

埋込型器具には下面ルーバのものまたはガラスのものが用いられる。やはり前述のように計器ガラス面からの反射が眼に入らぬよう取付位置を決定する。

ルーバは光源の輝きを下げるとともに配電盤上の照度分布を均一にする働きがある。

同じ型の器具が監視機その他の全般照明にも用いられる。うまく用いると経済的なよい方式であるが、(1)と同様配電盤の配列が一例の場合はよいが、直交配置や矩形配置の場合、一方の配電盤に都合よくすると他方の盤に邪魔な反射を生じやすい欠点がある。(2 図 a)



(a) 直接照明 (b) 段付天井 (c) 間接照明 (d) ルーバ天井
埋込型 吊下げ または光り天井
(プリズムまたはルーバ)

2 図 配電盤室照明の基本型

Fig. 2. Types of lighting systems for control rooms.

(3) 段付天井

配電盤上に反射によるまぶしさを生じないよう適当な位置に盤面照明用の器具を取付け、それより監視機側の天井を一段低くして、勤務員の位置から直接光源が見えないようにする方式で、反対側の配電盤にも反射を生ずることがなく好都合である。使用器具は反射がさ付でもルーバ付でもよい。効率よく拡散光が得られるので盤面照度を充分上げられる利点がある。この場合にも監視機その他に対しては輝きの低い埋込ルーバ器具などによる全般照明が必要となる。(2図b)

(4) 間接照明

吊下げ器具によるものと建築化照明によるものがあるが、いずれも天井面を二次光源として利用するので効率は低い。水平照度に比べ垂直照度の割合を 3:2 ぐらいまで高くできる特長がある。効率の低い欠点を補うため天井面を抛物線やコブ形にした建築化照明に吊下げルーバによる直接照明を併用して盤面照度を上げる方法が取られている。(2図c)

(5) ルーバ天井

天井のほとんど全面にわたってルーバを作り、その上に多数の光源を並べた構造で、光源の輝きが低く、しかも割合高い垂直照度が得られ、音響効果もよいのが特長である。ルーバの保護角は一般に 45 度が多い。現在実施されている照明方式としては最もよい方法であるが、費用の点と保守方法に問題がある。

この方式を実施する場合には是非ルーバ面の輝きを一樣にすることが大切である。そのためにはランプ相互間の間隔(D)とルーバ面上ランプ中心までの高さ(L)との間にはつぎの条件がある。

金属ルーバの場合 $D/L \leq 1.5$

プラスチック・ルーバの場合 $D/L \leq 2$

したがって天井面の懐寸法が充分大きくないとムラのない快的なルーバ面は得難い。(2図d)



3 図 米国における光り天井照明の一例
机上面平均水平照度 450 lx
配電盤上部での垂直照度 180 lx

Fig. 3. An installation of luminous ceiling at control room.

4 図 水銀燈 (300 W) と白熱燈 (500 W) の組合せ器具

Fig. 4. Combined luminaire of 300W mercury lamp and 500W incandescent lamp.



(6) 光り天井

天井全面にプラスチックまたはガラスなどの透明拡散材料を張り、その上に光源を置く方式で垂直面・水平面ともに柔い拡散光が得られるよい方法であるが、保守と価格の点に難点がある。

(7) 傾斜ルーバ

盤面近くのルーバ器具のルーバを一部傾斜して用いる方式で盤面に光を有効に向けられる。ルーバ面にムラを生じないようその構造に注意を要する。

部分的なルーバ天井や普通の埋込ルーバ器具と組合せて使用するとよい。

以上配電盤室照明の基本的方法を列挙したが、これら方式は配電盤室の形状・大きさ・天井構造あるいは配電盤の大きさ・配置などに応じて適当に組合わせおのおのの特長を発揮させるよう工夫すべきである。

4. 発電機室の照明

発電機室は天井高が 16m 以上もある場合が多く、その照明には高燭光の水銀燈と白熱燈の組合せが推奨される。さらに蛍光燈もブラケットとして垂直面照度の改善に利用される。水銀燈はその効率がよいので燈数が少なく済み、したがって保守が容易になる利点があるが、その光色はあまり良くないから白熱燈を併用して補色されるが、その混光の割合は光束比で 1:1 とすれば充分である。

火力発電所の場合には水銀燈と白熱燈との光束比が 2:1 程度でも涼しい感じがして良いこともあるが、水力発電所では雰囲気は涼しいから前記比率 1:1 程度が望まれる。水銀燈は点燈後光束が漸増して安定するまでに約 5 ないし 10 分程度の時間がかかるので白熱燈の併用はこの意味からも必要である。また水銀燈と白熱燈との回路を分けておくことは照度の調節ができて便利だし、さらに水銀燈の点滅が配電盤室からもできるようにして置くことと監視に好都合である。

二重バルブ水銀燈のほか套管内壁に蛍光物質をぬって色修正を行っていたいわゆる蛍光水銀燈が米国で賞用されているが、わが国でも試作が完了しているから近く実用さ

れることと期待される。

水力発電所の場合天井と壁を白色に、腰壁・床その他を暖色系の色に色彩調節することがあるが、このような場合水銀燈の光束を一部上向に出して天井面を照し、下方に対しては白熱燈で充分補色してやると、光源と天井面の輝きの対比が和らげられるほか天井面は淡緑色になり、下方の暖色系の色も充分さえて見え大変面白い照明が得られる。

発電機室の天井がそれほど高くなく 10m 程度の場合には蛍光燈も皆く使用できる。天井梁に取付けたいわゆる光樋の方法がよい。蛍光燈器具の間に白熱燈を配し、これを非常燈に流用するのも意匠的に面白い方法である。高天井建物では一般に水平面照度は取りやすいが、垂直面照度が小さくなり勝なので注意を要する。

とくに発電機室内の水車やタービンの運転監視盤にはそれぞれ盤面に取付けた蛍光燈照明が必要である。

5. ボイラ室その他の照明

ボイラ室では上部の階の照明器具がまぶしくないよう、またグレーチングの下につけた光源がその上を歩くとき邪魔にならないよう注意しなければならない。

このためには小さい容量の光源を数多く用いる方がいい。いわゆる caven effect を減少できて、室内全体を広く感じさせ効果的である。

その他発電所全体としてはできるだけ広範囲に蛍光燈の使用を推奨したい。器具にはルーバ付・反射がさ付・防塵型・防湿型などを場所によって適当に選択すればよい。外燈に蛍光燈を用いる場合には冬期低温度の影響を考慮してぜひ密閉型の器具を採用する必要がある。

蛍光燈に集まる虫害の予防には窓面に虫よけの金網を張るほか発電所の周囲に 100m 程度の間隔で 20W 誘蛾燈 1 燈の割合で設置しておくといよい。

6. 非常燈

配電盤室では不意の停電にも応急処置ができるよう非常燈を設備して置かねばならない。



5 図 伏木変電所配電盤室

Fig. 5. Control room of Fushiki sub-station.

通常蛍光燈器具のなかに白熱燈を自蔵させておくのが便利であるがルーバ天井の場合には器具内に取付けず、天井面にレセプのみを取付けておき一般電球または投光型のフラッドライトの利用が経済的であり効果的である。非常燈用電源には一般に電池が用いられ、事故の場合回路が自動的に切換えられるようにしてある。

照度は配電盤では平常の約 10% 程度、その他の個所では急の場合歩行に支障ない程度あればよい。

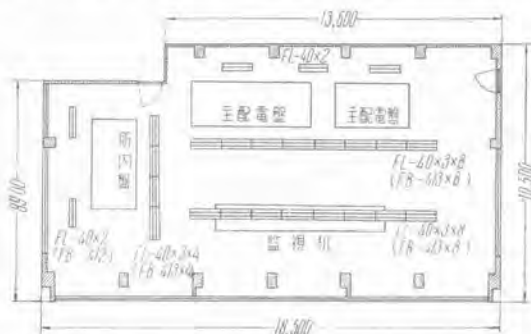
7. 実施例

以上発電所とくに配電盤室の照明設計に際し考慮すべき要点を述べたが、最近当社で納入した発電所照明のなかから前記各方式に該当する代表的なものを選び、その概要を述べる。

ア. 北陸電力伏木変電所配電盤室

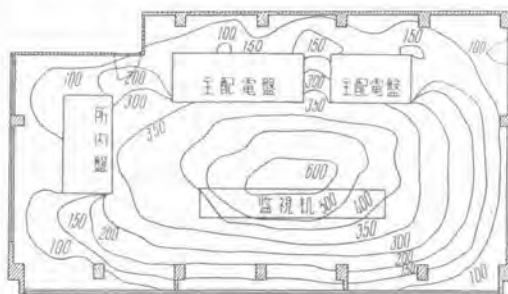
埋込ルーバ器具による照明で、使用ランプは演色性のすぐれたデラックス冷白色蛍光ランプである。標準型の冷白色ランプまたは昼光色ランプはその演色性があまりよくないため、顔色が不健康に見え、勤務者相互に疲労感を増すことになるから不適当で、配電盤室のような徹夜勤務の所にはぜひとも演色性の良いデラックス型を使用し、勤務者の疲労感を軽減するよう考慮したい。

6~7 図にそれぞれ器具の配置および約 1,000 時間点燈後の実測照度分布を示す。また各配電盤面の垂直面照度を 3 表に示してある。この表でも判るように盤面垂直照



6 図 伏木変電所配電盤室器具配置図

Fig. 6. Arrangement of lighting fixtures for control room of Fushiki sub-station.



7 図 伏木変電所配電盤室水平照度分布 (床上 0.85 m)
1,000 時間点燈後測定、電圧および温度補正済み

Fig. 7. Distribution of horizontal illumination at control room of Fushiki sub-station.
(measured after approximately 1,000 hrs. burning)

3 表 垂直面照度実測値 (lx)

場 所	床 上 2.2 m	床 上 1.5 m
主配電盤正面側	270	240
同 上 背面側	90	50
所内盤 正面側	250	200
同 上 背面側	50	35

度の高さによる差があまり著しくないことはルーバの効果である。

この場合監視机上部にある埋込ルーバが配電盤に映り、計器目盛が見えにくくなるだろうと思われる位置のあることが予想されるが、幸い本配電盤では計器目盛の間に相当の間隔があるのと、埋込ルーバが一行であるからこのルーバの反射像がちょうど計器の中間にくるようにならずに眼の位置を変えることによって避けられる。

このような場合埋込型は甚だ能率がよく、有効に垂直照度が得られるよい方法である。

配電盤室の面積 172 m^2 、天井高 3.7 m に対し 40 W ランプ 70 本を使用している。すなわち単位面積当りワット数は 16.3 W/m^2 である。

4. 東北電力柳津発電所配電盤室 (8 図)

同様埋込ルーバ型の一例である。

床面積約 100 m^2 、 40 W 48 本のほかブラケットとして 20 W 16 本が使用されており、平均水平照度約 300 lx を得ている。

ウ. 関西電力古川橋変電所給電指令室

既設のものを照明改善したので充分とはいえないが、一種の段付天井に近い効果を上げた一例としてご紹介する。9 図、10 図に見られるように系統盤はほとんど天井まで届いているので、埋込器具では盤の上部が暗くなり、また直付器具では盤面を見たとき、器具の輝きがまぶしさとして邪魔になることが明らかなので、系統盤前面の天井に溝を設け、その中に工場照明器具 (FH-412 型) を 4 組取付けた。ただし中間には梁が通っているの



8 図 柳津発電所配電盤室

Fig. 8.
Control room of Yanaizu power station.



9 図 古川橋変電所給電指令室

Fig. 9. Load dispatch room of Furukawabashi sub-station.



10 図 古川橋変電所給電指令室
系統盤照明の詳細

Fig. 10.
View of panel lighting.

で切れている。

この場合系統盤はもちろんツヤのない仕上としなければならない。監視机その他の全般照明としては埋込ルーバ器具 (FB-412 型) 9 組が梁をさけた位置に取付けられている。ランプにはいずれもデラックス冷白色蛍光灯が用いられ、盤面垂直照度約 150 lx 、机上面照度 250 lx を得ており、甚だ快的に勤務員にも喜ばれている。

エ. 関西電力打保発電所 (11 図)

(1) 配電盤室

ルーバ天井の方式で照度も相当高く取っており、柔い拡散光が多いので、計器面のまぶしさのないことはもちろん、影も柔く、上品でなかなか豪華な落付いた感じの照明である。

12 図、13 図はそれぞれ器具の配置と実測された水平照度分布を示したものである。

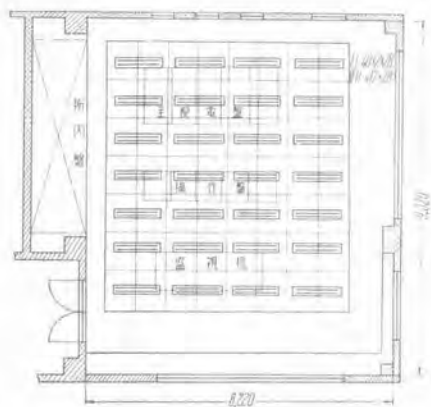
床面積 87 m^2 天井高 3.8 m で、ルーバ天井部分の寸法は $7.1 \text{ m} \times 6.5 \text{ m}$ である。

ルーバユニットの寸法は約 $1 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ で、ルーバのセルサイズは $100 \times 100 \text{ mm}$ 、その保護角は 45 度である。 40 W デラックス冷白色蛍光灯 56 本を使用している。12 図および 4 表に示すとおり相当高い水平照度ならびに垂直照度となっている。



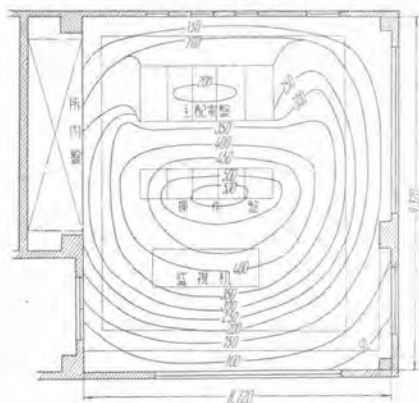
11 図 打保発電所配電盤室

Fig. 11. Control room of Utsubo power-station.



12 図 打保発電所配電盤室照明器具配置図

Fig. 12. Arrangement of lighting fixtures for control room of Utsubo power-station.



13 図 打保発電所配電盤室水平照度分布 (床上 0.85 m) 650時間点灯後測定, 電圧および温度補正済み

Fig. 13. Distribution of horizontal illumination at control room of Utsubo power-station. (measured after approximately 650 hrs. burning)

4 表 垂直面照度実測値 (lx)

場 所	床に 2.2 m	床に 1.5 m
主配電盤正面側	190	160
同 上 背面側	90	50
所内盤 正面側	165	140

単位面積当りのワット数は 25.7 W/m^2 となり、埋込型に比べるとかなり多いが、計器日盛板上のケースや指針の影が柔く、最も見やすいよい照明である。

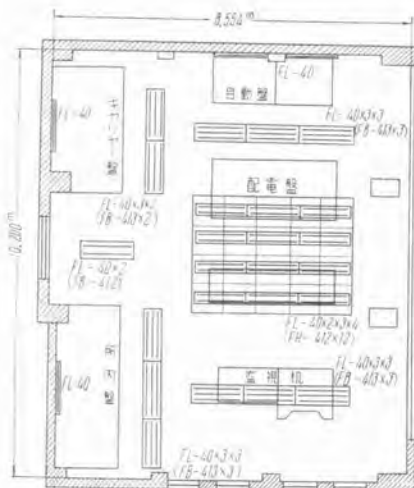
(2) 発電機室

本発電機室は据付用クレーンが屋外にあるため天井高が 6.5 m と一般よりかなり低くなっているのに、天井直付の 40 W 2 燈反射がさ付器具 (FH-412 型) 10 組と周囲の壁面に 30 度傾斜して取付けられた同型の器具 10

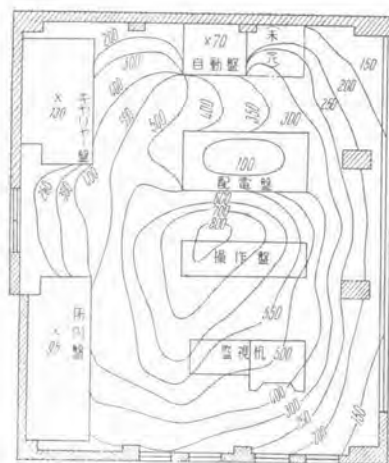


14 図 椿原発電所配電盤室

Fig. 14. Control room of Tsubakihara power-station.



15 図 椿原発電所
Fig. 15. Arrangement of lighting fixtures for control room of Tsubakihara power-station.



16 図 椿原発電所配電盤室水平照度分布 (床上 0.85 m) 500 時間点灯後測定, 電圧および温度補正済み

Fig. 16. Distribution of horizontal illumination at control room of Tsubakihara power-station. (measured after approximately 500 hrs. burning)

組によって照明せられ、水平照度約 120 lx を得ており、均斉度も甚だよい。

オ. 関西電力椿原発電所 (14 図)

(1) 配電盤室

天井構造の関係からルーバ天井の方式が採用できなかったのに、埋込ルーバ器具を主とし、一部主配電盤前面にルーバ天井の方式を採用した。

15 図、16 図にそれぞれ器具配置と水平照度分布を示す。使用ランプはやはり全部デラックス冷白色である。

5 表 垂直面照度実測値 (lx)

場 所	床上 2.2 m	床上 1.5 m
主配電盤正面(計器盤)	270	220
主配電盤背面(絶電器盤)	250	140
所 内 盤	290	230
自 動 盤	280	190

配電盤および壁などいずれも色彩調節にもとずいた塗装が施されており、利らかな気持ちの良い雰囲気を作っている。

各配電盤の垂直照度も5表に示すように相当高くなっており、主配電盤の前に立って計器を読むときも、操作盤の位置から指示を見るときも、また監視机に坐って配電盤を見ているときも、光源の反射が眼に入ることのないよう考慮されているので計器の指示はすこぶる見えやすい。

監視机背後の窓が相当高いので監視机から配電盤を見た場合主配電盤の下(床上 1.5 m 付近)に窓外の大空や太陽に輝いた外景が反映して不具合であるので窓面にブラインドを設けてこれを防いでいる。なおこのブラインドは夜間には反射面となって室内を快的にしてくれる。

(2) 発電機室

天井が 16 m もあるので 300 W 水銀燈と 500 W 白熱燈との組合せが 8 セット使用され、いずれもクレーン上から保守ができる。

このほか周囲の壁面には 20 W 2 燈用ブラケット(FV-202 型) 12 組が取付けられ、垂直面照度を増すよう工夫されている。平均水平照度は約 100 lx である。

8. むすび

以上発電所照明の主要点とくに配電盤室と発電機室の照明設計上の要点について述べ、かつ二三の実施例について照度の実測値を示したが、将来さらに多くの実例について照度および輝きの分布をも測定し、一層理想的な発電所照明の実現に進みたいと念願している。

大方諸賢のご叱正とご指導をお願いして筆を擱く。

文 献

照明学会：照明データブック

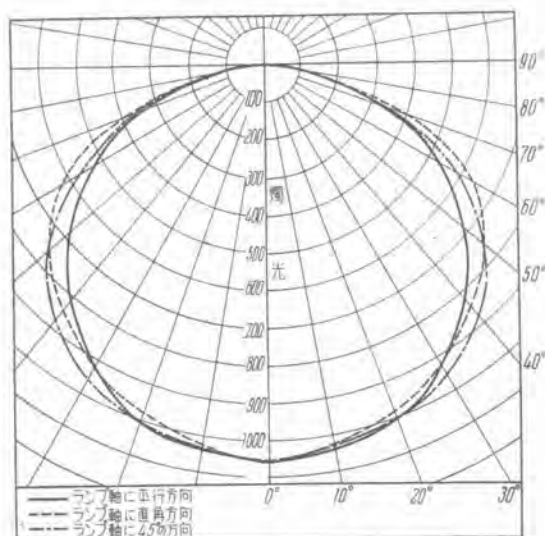
I. E. S. I. E. S. Lighting Hand-book

H. F. Carsoll & W. B. Morton. Illum. Eng. Feb. 1950

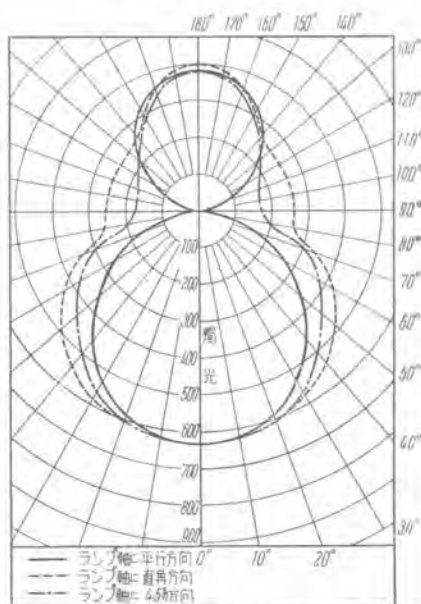
I. E. S. Committee. Illum. Eng. June 1951

照明設計資料 No. 102 配光曲線 (その 1)

FH-412 型照明器具
40W 2 燈用反射板付



FA 412 型照明器具
40W 2 燈用露出型



新 し い 生 産 照 明

本 社
市 村 宗 明*

New Technique of Industrial Lighting

Muneaki ICHIMURA

Head Office

Based on new technique of illuminating engineering, important points on the design of industrial lighting has been taken up. The fact that good lighting and color conditioning help each other to exercise their function is expounded. Difference in the general lighting between for buildings of high ceiling and for low one is discussed, and supplementary lighting that is often regarded as one of difficult problems in the factory lighting is also illustrated with tables to serve as a guidance to future planning.

I. ま え が き

生産照明の目的は安全な作業環境を作り、作業が能率よく愉快にできるようにすることであり、同時に作業者の視力低下、体力の消耗を防ぐことにある。

照明改善による利益としては作業能率の向上、生産の増加、不良品の減少などが主として数え上げられるが、これら評価しやすい事項のみにとらわれることなく、安全とか作業環境の改善、規律の向上、あるいは視力の保護など数値的には評価しがたいが大きな効果であることを忘れてはならない。

工場内の作業は業種によって異なり全く千差万別であるが、照明に要求される条件も区々であるが、その中の基本的共通事項について述べる。

II. 見え方と照明

物をはっきり見分けるにはまず明るさが必要であり、この明るさは物が受ける照度とその物の反射率とで定まる輝きのことである。物の見え方はこの明るさのほか、視角で表わされる物の大きさ、物と周囲との対比および見るに要する時間などの条件が大いに関係することはよく知られている処である。その他周囲の状況や見る人の状態、照明の方法などが見え方に影響する。

物のおかれている場所と、それを見る位置が決まれば、視角および対比は定まるから、照明として変え得るものは輝きと輝きの分布となり、ここに照度と照明の方法の適否が大きな問題となってくる。

一般に視力は年とともに減退するもので老年者の瞳は

* 照明技術課長

20代の人のそれに比べ小さくなっているため光の損失が多く、したがって一層高い照度を必要とする。また眼の調節作用も年齢とともに低下するから照明の改善は視力の衰えた老年者にとって一層大切なことである。1図は年齢による視力の相違を示したものである。

III. 良い照明の条件

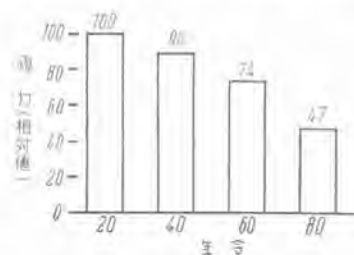
良い照明にはいろいろの条件が含まれるが、大別して光の量と質の問題および環境の影響が考えられる。

1. 光の量……照度

必要な照度は作業の種類によって異なり、要求される精度・対象物の大きさ・色・反射率および周囲の状況などによって変わってくる。明るさが増せば増すほど容易に、早く、正確に、仕事できることが判っており、その結果適当な明るさにはほとんど限度はない。明るさを制限するものはただ経済である。1表は照明学会で定めた工場の推奨照度であり、また2表は1952年米国照明学会の工場照明委員会で決められた業種別推奨照度の一部を示す。この表を利用して照度を決めるにはわが国の経済事情その他を充分考慮すべきで、中にはほとんど同一値をとって良い業種もあるが、大体6~7割程度が適当と考

1図 年齢による視力の変化

Fig. 1. Variation of visual activity with age.



1 表 工場の推奨照度 (1953 年, 照明学会)

作 業 の 種 類		局部, 全般 照明併用による 場合	全般照明 のみによる 場合
精粗	作 業 の 例	局部照明 による作 業個所の 照度 (lx)	推奨照度 (lx)
超精密	機械 (超精密機械操作と細工台上) 時計, 精密彫刻, 蒔絵 織物 (刺繍に関する作業) 検査 (超精密)	5,000 ~1,000	100~50
	機械 (精密機械操作と作業台) 金属 (板検査) 印刷 (植字, 文撰) 暗色布地 (切断, 検査, 裁縫) 検査 (精密)	1,000 ~300	80~40
精密	塗装 (精密手塗仕上) 飛行機 (組立, 修繕) 紡績 (暗色物)		200~100
	機械 (操作, 削磨, 研磨, 普通加工) 鋳造 (型造) 溶接 明色布地 (切断, 検査, 裁縫)	300~100	60~30
普通	金属 (熱処理) 製薬, 製紙 化学 (濾過, 蒸溜, 結晶) 塗装 (吹付塗塗) 紡績 (明色物)		100~50
	大工 (荒切)	100~50	40~20
粗	金属 (炉)		50~20
	化学 (炉釜) 鋳造 (鋳込作業)		

えられる。

2. 光の質

光の質に関する事項としてはまぶしさ・拡散度・方向・均斉度・色彩・輝きの分布・輝きの対比などがあり, これらの良否が見え方に大いに影響する。光の質が極端に悪いと大変不愉快で時には危険さえ感ぜられるが, わずかの欠点はなかなか目く見付けられないので, わずかのまぶしい状態が重なって, 材料の大きな損失や作業員の疲労を招く結果ともなるからとくに注意を要する。

ア. 光源によるまぶしさ

まぶしさとは視野内にあって見え方を妨げ, 眼の疲労を起すような高い輝きをいい, この状態が光源によって起される場合を光源によるまぶしさといっている。

これを軽減するには, つぎのような方法をとる。

- (1) 光源または照明器具の輝きを低くする
- (2) まぶしさを生ずる高い輝きの面を小さくする
- (3) まぶしさを生ずる光源と視線との間に角度を持たせる
- (4) まぶしさを生ずる光源の周囲の輝きを増す

このほかまぶしさの大きな原因に窓がある。日覆のない窓からは直接太陽が見えたり, 輝きの高い大空や隣接の光った建物が見えて, 視野内に輝きの高い大きな面を作り, まぶしさの原因となるからブラインドやルーバを用いて調節しなければならない。周囲に対しあまり輝きの高い照明器具もやはりまぶしさの原因となるからルー

新しい生産照明・市村

2 表 米国における各種工場業種別推奨照度

1. 数字は床上 30 インチの高さでの照度をルクスで表わす
2. * 印は補助照明を併用する

鋳 物 工 場

旋鈍 (炉)	100
清掃	200
心型作り (精)	500
〃 (普)	250
研磨, はつり	300*
検査 (精)	1,000
〃 (普)	300
型作り (中型)	500
〃 (大型)	300
鋳込み	100
選別	100
貯蔵	100
出荷・入荷	300
溶鈍炉	100
振り落し	100

化 学 工 場

手動操作炉, 煮沸槽, 固定乾燥器, 結晶槽	50
機械操作炉, 発生器, 蒸溜器, 機械乾燥器, 蒸発器, 濾過器, 漂白	100
蒸煮タンク, 抽出器, 浸出器, 硝化器, 電解槽	200

ガ ラ ス 工 場

混合室, 溶解炉室, プレス, ガラス吹機	100
摺り, 切断, 銀鏡	300
仕上研磨, みがき, 斜面切り, 腐食, デコレーチング	500
検査	1,000

機 械 工 場

粗作業	200
普通作業, (普通の自動機, 荒研磨, パフ作業, つや出し)	500
精密作業, (精密自動機, 中研磨, 精密仕上)	1,000
超精密作業	2,000*

組 立 作 業

粗作業	200
普通作業	500
精密作業	1,000
超精密作業	2,000*

ゴ ム (部 品) 工 場

原料ゴム準備	
素練, 混合, バンバリ混合	200
カレンダー	300
織布準備	
裁断, ホース織機	300
成型, 硫化	500
エクストルuder	300
検査	1,000
包装	200
倉庫	50

2 表 米国における各種工場業種別推奨照度

製 紙 工 場	
ビータ, グラインダ, カレンダ	100
仕上, 裁断, 縁切断	200
ウェットエンド	300
巻取機, 検査, 研究室	500
巻換機	1,000
倉庫	50

製粉工場

粉碎, 篩, 製粉	400
包裝	300
製品檢查	400
篩的清理, 昇降機, 通路, 廊下, 採集袋檢查	200

纖維工場(綿)

開俵，混綿，打綿	150
梳綿，鯨篠	250
始紡，粗紡，精紡，管卷，莖經，糊付	200
原反	200
仕上反	500
検査	
原反（手送り）	500
仕上反（早送り）	1,000*
自動経継ギ機	1,000
経直し（手動）	1,000*
織機上	500

織 維 工 場 (絹, 人絹)

製造工程	
下漬け, 仮染め, 調整, 撚止め	100
巻取, 撚糸, 巻換え, コーン巻, 緯管巻, 棚付け,	
明色物	300
暗色物	700
整経 (綿または絹方式)	
クリール上, 走端上, 枠上, ビーム上	500
経通し	
掛糸上, 綾竹上	1,000
おさ上	1,000
織機	
掛糸とおさ上	100
織機台後	200
織前	300

纖維工場（紡毛，梳毛）

開俄，混毛	150
選別	1,000*
ビックニング	150
カージング，コーミング，再コーミング，ギル	350
前紡（白）	250
〃（色物）	500
精紡（フレーム）（白）	250
〃 〃（色物）	500
精紡（ミュール）（白）	200
〃 〃（色物）	400
撚糸（白）	250

繰返 (白)	200
ク (色物)	400
整経機 (白)	200
ク (白) おき	750*
ク (色物)	400
ク (色物) おき	750*
織機 (白)	400
ク (色物)	800
生地室	
節取り	1,000*
補修	2,000*
折畳み	400
湿式仕上	
縮絨, 洗絨, 煮絨, 乾燥	250
反染め	1,000*
乾式仕上	
起毛, 蒸絨, プレス, 折畳み	400
剪毛	1,000*
検査	3,000

電 氣 工 場

絶縁含浸	300
巻線	1,000
試験場	500

動力室、エンジン室、ボイラ室

ボイラ室、電池室	50
補助装置、油遮断器、変圧器、エンジン、発電機、送風機、圧搾機	200
配電盤	300

塗 裝 工 場

ドブ浜、簡単な吹付、焼付、荒磨き、手塗り、	
仕上、型板吹付、	200
精密な手塗り、仕上	500
超精密手塗りと仕上（自動車、ピアノケース等）	1,000*

板 金 工 場

組機械作業，手作業	200
プレス，シヤー，スタンプ，スピニング	200
パンチ	250
けがき	1,000*

木 工 場

荒びき、普通作業	300
型取り、鉋かけ、荒みがき、普通機械作業、接着、合板	500
精密な機械作業および坐作業、精密みがき、精密仕上	1,000

事務室

困難な視作業	
経理, I. B. M 操作, 複写, 設計, 製図	500
普通視作業	
一般事務, 会議室, 文書室	300
その他簡単な視作業	
応接室, 階段, 化粧室	100
廊下, 通路	50



2 図 工場照明用蛍光燈器具 FH-412

Fig. 2. Fluorescent luminaire for industrial area type FH-412.



(a) 輝きの低い光源による適当な照明の場合
Under large low brightness source.



(b) 一般工場照明用白熱燈による照明の場合
Under a typical general system of industrial reflectors.

3 図 反射のまぶしさによる見え方の相異

Fig. 3. Appearance of micrometer when viewed under different sources.

ばや反射がさを用いて光源と視線の間に角度を持たせてやる。この角度がいわゆる保護角で事務所や工場で用いる照明器具の保護角は 45 度が理想だが、効率や保守の点も考慮してやや小さくしている。たとえば現在普及している工場照明用蛍光燈器具では約 15 度である。

イ. 反射によるまぶしさ

磨かれた金属材料やツヤのある机の面あるいは壁などに輝きの高い光源が映ってまぶしさを生じ、対象物を見えにくくすることがある。この反射によるまぶしさは視線の近くにでき目が避けられないため光源によるまぶしさより一層厄介である。この状態を極力少くするためつぎの方法が試みられる。

(1) 窓面には適当な覆を設け、光源には輝きの低いものを用い、器具には適当な遮蔽物や拡散材料を使って反

新しい生産照明・市村

射像の輝きを極力下げる。

(2) 光源や作業台の位置を選び、反射像が眼に入らないようにする。

(3) 正反射やまぶしさを生ずる面をツヤのない仕上とする。

(4) 反射像の輝きが決っている場合には全般の照度を上げることによって影響を軽減できる。

ウ. 影（陰影）…配光と拡散性

影は光源から出る光の方向と拡散性によって左右される。適当な影は対象物の奥行きや立体感を出すに好ましいが、ドギツイ影は避けなければならない。影は物の表面の最も明るい部分と最も暗い部分との輝きの比で表わされ、これが 1:1 では平板過ぎるし、10:1 ではドギツクなる。およそ 2:1 ないし 6:1 がちょうどよい。配光の広い拡散光源を多く用いた場合影は柔くなる。

エ. 光源の色

照度が同一の場合光源の色の質的違いは物を見る速さや正確さには影響しない。しかし色の区別や色合せの大切な作業ではその色合せや識別に適した光源を選ばねばならぬ。

オ. 輝きの対比とその分布

物の細部を見分ける能力はその物と背景との輝きの対比によるもので、輝きの対比が大きいほど見分けやすい。しかし眼の作用は周囲の他の物との輝きが一樣な時に最も快くであり能率的である。輝きの対比が大きすぎると作業者の視野が変わるごとに眼はその輝きに順応して応調を繰返えすこととなって、疲労の原因となり好ましくない。

すなわち輝きの対比とその分布が問題となってくる。種々の実験の結果輝きの対比は 3 表の範囲内にあることが理想的だといわれている。

しかし生産工場の種類によっては軽作業や事務所などと同様な理想的な輝きの分布を取れないものがある。

たとえば鋳物工場のような明け放たれた所では光を反射するような壁面がないから希望するような輝きの対比を持つことはほとんど不可能である。結局大部分の工場はこれらの中間にあることとなるが、つねに輝きの分布をできるだけ理想的な状態に近づけるような工夫が大切である。

(1) 一般に工場内では相当な大きさの面について輝きの対比を 3 表の範囲内とする。

(2) これらの対比は最大として推奨されており、一般に小さいほどよい。また周囲よりも対象物の方を明るく

3 表 輝きの対比の推奨範囲

場 所	工 場	事務所、学校
作業対象物とその周辺部分との間で	5:1	3:1
作業対象物とそれより離れた周囲との間で	20:1	10:1
燈器や窓とその周辺部との間で	40:1	20:1
作業者の周囲で最も対比の大きい面と面の間で	80:1	40:1

するのがよい。

4 表 推奨反射率

(3) 推奨された輝きの対比をうまく実現するには室内各部の反射率を適当に選び、その場所に適した輝きの光源や適当な配光の器具を用いる必要がある。

3. 環境の影響

上述の輝きの対比や分布をうまく調節するには作業対象物の反射率は決まっているから、その背景をなす室内各部や機械その他を適当な反射率に仕上げる必要があると becoming くる。

ア. 室内仕上

室内各部すなわち天井・壁・床および内部の設備などの色彩や反射率は輝きの分布を決定するとともに環境の一部として視作業に影響するので、その反射率には 4 表の値が推奨される。この点近來盛んに叫ばれている色彩調節の考え方は照明の立場ともよく一致する。

イ. 機械とその周辺の色

天井・壁などの反射率は高い方がよいことは前述のとおりで輝きの分布を良くし、光の利用率を高め、さらに室内の雰囲気を一層快くする効果がある。

機械の塗色はもちろん室の色彩との調和をよく考えなければならぬし、視作業の背景となるから作業対象物よりもやや暗い色が望ましい。また機械の静止部分と回転部分とは反対色にするとよい。これは注意を引きやすく危険防止に役立つ。

一般に色彩は環境を一層快くするものだが、そのうちクリーム・アイボリーなど暖色系の色は温い気分を感じさせるとともに室が小さくなったように感じさせる。

反対に青・青緑・緑など寒色系の色は室内を涼しく、また大きいように感じさせる性質を持っている。

IV. 光源の用い方

照明は単に明るいだけでは良い照明とはいえない。良い照明とは照度が充分で、光の質がその作業目的によく適していなければならない。さらに室内および機械などが適当に塗装されてよい環境を作ることによって一層その効果が発揮される。

一般に照明の手法はその光源の位置によって全般照明、局部的全般照明あるいは補助照明などに分けられている。

1. 全般照明

所要照度があまり高くない場合には作業場全般にわたってほぼ一様に照明することができるので、光源は作業面よりかなり高い所に規則的に配置される。これが全般照明で工場の規模に応じて次のように実施される。

ア. 高天井の狭い工場

作業面を有効に照明するためには狭い配光を持った集照型の器具が狭い間隔で用いられる。広い配光を持った器具では壁や窓に光を吸収されることが多く効率がよくない。一方これらの器具のみでは垂直面照度が小さくなったり、天井面が暗くなって対比が大きくなりすぎたりするから、この欠点を補うには側壁または柱の上部に角照型の器具を併用したり、5~10% の上向光束を有する反射がさを使用するとよい。



4 図 蛍光水銀燈
Fig. 4. Mercury fluorescent lamp.

この種の工場では通常高効率の大型白熱燈あるいは高圧水銀燈が単独または組合わせて用いられる。高圧水銀燈はその光色があり良くないが効率がよいので取付数が少なく済み、保守が容易になる利点がある。また白熱燈を併用すれば効率は幾分低くなるが、水銀燈に不足する赤色部のエネルギーを補い演色性が改善される。

その混光割合は光束比で 1:1 とするか、あるいは水銀燈の方を 2 倍とするのが普通であるが、白熱燈の光束が水銀燈の光束の 6 割を越すと経済的利点は少くなるといわれている。なお最近二重バルブ水銀燈の外套管内壁に螢光物質を塗付して色修正を試みたいいわゆる螢光水銀燈が完成され、高天井工場への普及が期待されている。

工場への普及が期待されている。

イ. 高天井の広い工場

この場合には強照型の器具をやや狭い間隔で用いる。また建物の幅や長さが大きいので広い配光を持った器具も有効に利用できる。この場合には各器具からの光が重なり合うので影が柔くなり、垂直面照度も大きくなる利点がある。全反射を起しやすい材料を取扱う工場ではとくに輝きの低い螢光燈がよく、クレーンなどのような保守の便のある場合には 10m 以上の高さにも取付けることができる。工場の幅が取付高さの 5 倍にも達するような場合にはとくに螢光燈が有利である。

最近の米国ではこのような場合 90 W や 100 W などの大きい容量の螢光燈が使用される傾向にある。

ウ. 低天井の工場

低天井の広い工場では器具の取付位置も低くなるので均一な照度を得るためにはもちろん広い配光の器具が適している。螢光燈器具としては簡単な反射がさ付器具(当社 FH 型)が最適である。

螢光燈は輝きが低く、熱を感ずることが少ないのでとくに取付高さの低い場合に適している。

高照度の照明には螢光燈の連続式取付が行われ、その列間隔は所要照度と均斉度の関係から決定される。また格子型の配置は高い照度が得られるし、影が少なく、輝きも適当で機械の細部まで良く見えて好都合である。

床や機械の反射がよい場合には天井面も明るくなり、光源とその背景をなす天井との輝きの対比が柔らげられるほか、著しく物が見やすくなり、室全体の雰囲気も良くなるものである。したがってある程度(約 10%)の上向光束を持った器具(たとえば当社 FH-412-B 型)の採用は一層この効果を期待できる。

2. 局部的全般照明

多くの工場では種々の機械があり、全工場に対して均一な照度を必要とするわけではないから、とくに明るさを必要とする個所に高い照度を得るように器具を配置し、同時に通路その他を充分必要な程度に照らすようにしたものを局部的全般照明といい、比較的低い天井の工場に応用せられ、経済的見地をも含めたよい方法である。

3. 補助照明



5 図 紡績工場の照明例

Fig. 5. Lighting at cotton spinning factory.



6 図 機械工場の照明例

Fig. 6. Lighting at machine shop.

困難な視作業では全般照明のみでは得られないような高い照度を要求されるが、このような狭い限られた部分にとくに高い照度を得るため補助照明が用いられる。

あるいはまたとくに輝きを与えたり、色を強調したりすることにも用いられる。

補助照明の実施にあたってはまずその視作業の本質を正しく認識する必要がある。物の見え方の改善は結局明視の四条件——明るさ・対比・大きさ・時間——の中の一つまたはそれらの組み合わせを良くすることである。また補助照明の設計に当ってそれを利用する人が楽に見えることはもちろん、その周囲の人々にもまぶしさを与えないよう、充分考慮しなければならない。輝きの対比も過度にならないよう、また視野外の輝きの分布も3表の輝きの対比の範囲内にあることが大切で、このためには補助照明による照度の $1/5 \sim 1/10$ 程度の全般照明が必要である。

ア. 補助照明器具

補助照明用の器具はその配光と輝きの程度によって、5表の5種に大別される。

イ. 困難な視作業の照明

種々の困難な視作業にそれぞれ適した補助照明のやり方やまた器具の選び方の手引を6表に示す。

また9図には補助照明器具の配置例を示してある。

実際問題では何種類の視作業が同時に含まれているので照明方法もいろいろな組合せを必要とする。この表の使用に当ってはその視作業の本質をよく考え、適当に組

新しい生産照明・市村

7 図 局部的全般照明の例

正確な色彩を必要とするので演色性のよいデラックス冷白色ランプが使用されている。

Fig. 7. Localized general lighting in printing shop.



8 図 電線工場の例

Fig. 8. Lighting at wire manufacturing shop.

5 表 補助照明器具の種類

種類	特 長	例
S-I 型	集 照 型	反射型投光電球、レンズ付器具 集照型反射がさ付白熱燈器具 集照型反射がさ付で遮光のよい 蛍光燈器具
S-II 型	配光広く、輝き大	深型拡散反射がさ付白熱燈器具 (拡散カバーなし) ポーセレン強照型反射がさ付白 熱燈器具
S-III 型	配光広く、輝き中	拡散反射がさ付蛍光燈器具
S-IV 型	輝き低く、一様	光源を拡散板の背後に置いた器 具
S-V 型	輝き低く、一様 拡散板にすじ付	S-IV 型の拡散板に縞目や基盤 目の不透明なすじを付けた器具

合せ応用して頂きたい。

たとえばドリル作業での視作業は金属板上のパンチマークを識別することであるが、これは拡散性の暗い背景の下で反射性の細部を見ることになるから、6表ではA-3bの分類となり、S-II または S-III 型の器具が推奨されることとなる。

ウ. 特殊効果とその使い方

(1) 色彩の利用

視作業の一部としての色彩は対比の改善に大いに有効に利用される。黒白は読書のような連続の視作業の場合により組合せであるが、黒と黄の組合せがもっとも注意をひき、以下白と緑・白と赤・白と青・白と黒の順に見えやすい。

また色彩光はある特定の色を強調したり、沈ませたり

6 表 視作業と照明方法 (その 1) 平面の場合 (I. E. S. Lighting Handbook より)

視作業の種類		例		照 明 方 法	
一 般 特 性		種 類	照 明 上 の 要 求	照 明 器 具	光 源 の 位 置
(A) 不 透 明 体	1. 対象物、背景共に拡散性の場合 (a) 表面滑かなもの	新聞の校正	快くしかもよく見えること	S-III または S-II	直射によるまぶしさや影のないこと (9 図 a)
	(b) 表面粗なもの	素焼タイル表面のカキ傷	表面の凹凸を強調する	S-I	表面に斜に光を当てる (9 図 c)
	2. 対象物背景共に全反射する場合 (a) 表面滑かなもの	凹み、ヒズミ、平でない面	凹凸を強調する	S-V	光源の像が反射して目に入るようにする (9 図 d)
	(b) 表面粗なもの	カキ傷、けがき、ボンチマーク	反射面とカキ傷の輝きの対比を大きくする	S-III	暗い背景に対し細部が浮出するようにする
	(c) 全反射する背景に全反射する被膜	下地メッキ上の仕上メッキ検査	覆われていない面を目立たせる	光沢のあるもの場合には S-IV または S-V	光源の像が反射して目に入り、凹凸部が暗く見えるようにする (9 図 d)
	3. 全反射する面と拡散性面の組合せ (a) 背景が拡散性で明るく対象物が全反射する場合	くすんだ紙上のインクや鉛筆による光ったマーク	光ったマークからの反射のまぶしさを感じることなく輝き対比を大きくする	S-III または S-IV	光源の像が反射して目に入り、凹凸部が暗く見えるようにする (9 図 d)
	(b) 背景が拡散性で暗く対象物が全反射する場合	曇った金属板上のボンチマークやカキ傷	対象物が反射し光るようにする	S-II または S-III	反射光が視角内に入らないようにする (9 図 a)
	(c) 背景が全反射して明るく対象物が拡散性の場合	金属スケール上の目盛	反射性の背景が輝き低く一様に光るようにする	S-IV または S-III	対象物からの反射光が視角内に入るようにする (9 図 b)
	(d) 背景が全反射して暗く対象物が拡散性の場合	自動車の車体上のワックスマーク	暗い背景に対し細部を高い輝きに光らせる	S-III または S-II	光源の反射像が視角と一致するようにする (9 図 b または d)
	(B) 1. 表面が拡散性のもの	スリガラス、腐食ガラス、プラスチック、織物、メリヤス	表面の細部がよく見えること 材料の中が細部までよく見えること	不透明な拡散面と同様に取扱う (A-1 参照) S-III, または S-IV 型光源による材料の背後からの透過光線を用いる (9 図 c)	
	2. 表面が全反射するもの	オパールガラスやプラスチック表面のカキ傷	表面が細部までよく見えること 材料の中が細部までよく見えること	不透明な反射面と同様に取扱う (A-2 参照) S-II, S-III または S-IV 型光源による材料の背後からの透過光線を用いる (9 図 c)	
	(C) 表面が全反射する透明体	板ガラス	泡のように材料の中にあるものやカキ傷のように表面にあるものも見えやすくする	S-V および S-I	S-V 型光源の前を動かしまた S-I 型で斜に照しながら黒い背景の前を動かす。この場合 S-I 型による反射のまぶしさを生じない方向を選ぶ
(D) 不 透 明 体 上 の 透 明 体	1. 拡散性の不透明体を背景とした透明体	計器盤	目盛や指針が反射によるまぶしさをしによく見えること	S-I	光源からの反射が視角内に入らないようにする (9 図 a)
		ニス仕上した机の面	透明体の表面、中味および拡散性背景の表面が細部までよく見えること 表面の凹凸を強調する		光源の像が反射して眼に入るようにする (9 図 a)
	2. 反射性の不透明体を背景とした透明体	ガラス鏡	透明な材料の表面や中味が細部までよく見えること	S-I	光源の反射が視角内に入らないこと。鏡は黒い背景を反射するようにする (9 図 a)
			全反射する背景の表面が細部までよく見えること	S-V	光源の像や形が反射して眼に入るようにする (9 図 d)

6 表 視作業と照明方法 (その 2) 立体の場合

視 作 業 の 種 類		例		照 明 方 法	
一 般 特 性		種 類	照 明 上 の 要 求	照 明 器 具	光 源 の 位 置
(A) 不 透 明 体	1. 対象物、背景共に拡散性の場合	鋳物上の砂や鋳物の巣	対比をハゲシクしないで細部を強調する	S-III または S-II S-I 対象物に蛍光物質をぬりブラックライトで照す S-II または S-III	直射によるまぶしさを防せぬ (9 図 a) ハイライトや影をつくる方法で細部を強調する (9 図 b, c) 検査しようとする各点に紫外線を照射して確める
	2. 対象物、背景ともに全反射する場合 (a) 表面の細部	銀製品表面のくぼみ	表面の凹凸を強調する	S-V	光源の反射像が目に入るようにする (9 図 d)
		下地メッキ上に施された仕上メッキの検査	メッキの不適當な個所を見つける	S-IV に適当な色彩光を用いる	
	(b) 表面にこびりついた細部	時計ケース上のカキ傷	表面凹凸を強調する	S-IV	
	3. 全反射する面と拡散性面との組合せ (a) 背景が拡散性で対象物が反射性の場合	鋳物表面のけがき	にぶい背景に対し線を光らせる	S-III または S-II	最もよく見える位置に光源を動かせるようにしておく光源の反射像が目に入るよう頭上におく (9 図 b, d)
	(b) 背景が反射性で対象物が拡散性の場合	マイクロメータの目盛	目盛のマークが高い対比で見られるように背景を光らせる	S-IV または S-III	
(B) 半 透 明 体	1. 拡散性表面	ランプのかさ	くすんだ不純物に対し石炭を光らす	S-I S-II	直射によるまぶしさを避ける (9 図 b)
	2. 全反射性表面	乳白ガラス製グローブ	材料の中の欠点が見られること	S-II	材料の背後又は中に入れた光源からの透過光線で照らす (9 図 e)
			表面の不規則性を強調する	S-V	光源の反射像が目に入るよう頭上におく (9 図 d)
(C) 透 明 体			均一性を確める	S-II	材料の背後または中に入れた光源からの透過光線で照らす (9 図 e)
	表面が全反射する透明体	ピン、ガラス器具、空または透明な液体の入ったもの	表面の不規則性を強調すること	S-I	斜に光線をあてる
			ヒビ、カケ、異物を見やすくする	S-IV または S-V	背後から透過光線で照らす、また対象物を動かすとよい (9 図 e)

して、その視作業に対比を増すことに利用される。一つの色を強調するにはその色を多く含んだ光源を用い、反対にある色を沈ませるには、その色に対して光源の出力が少いものを用いる。

たとえばニッケルメッキの上に施されたクロームメッキの検査には昼光色蛍光灯のような青味がかかった光源を用いるとよい。

(2) その他の方法

(a) 紫外線に照らされた蛍光物質の光ることを利用して、対比を増す方法が金属やプラスチック、陶器などの部品の表面にあるキズの検出に用いられる。

(b) 偏光照明

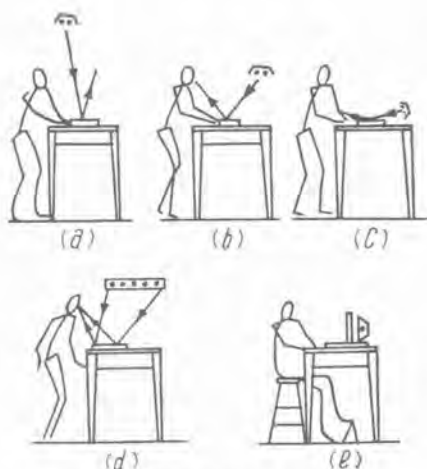
ガラス製品やプラスチックなどの内部ヒズミの検出には偏光光線が利用される。ひずんだ部分からの不均一な分光透過は縞模様を作るので容易に検出できる。難しい

構造物や機械部分の使用状態でのヒズミが透明なプラスチックの模型に偏光照明を利用することによって容易に見られるようになった。

その他ごく小さい部品や超精密工作には拡大されたシルエットが利用されている。その代表的なものに歯車検査装置がある。

V. 保 守

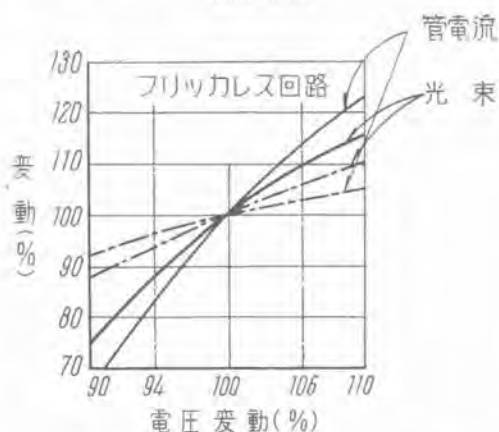
計画された明るさや効率を維持し、よい外観を保持して行くためには照明器具はもちろん室内の各部も定期的によく清掃しなければならない。工場照明の場合よほど保守が行届いていても、平均照度は初光度の 25~35% 減が普通で、もし保守が悪いと 50% 以下になることも珍らしくない。保守が悪いために照明の全系統を低効率で働かせるよりも保守をよくやって効率よく働かせる方



9 図 補助照明器具の配置例

- (a) 反射によるまぶしさを防ぐ取付位置
- (b) 反射光が視角内に入るような取付位置
- (c) 作業面に対し光の入射角を小さくした取付位置
——表面の凸凹を強調する方法——
- (d) 面積の大きい光源でその像が反射して目に入るような取付位置
- (e) 拡散光源による透過照明の方法

Fig. 9. Examples of placement of supplementary luminaires.



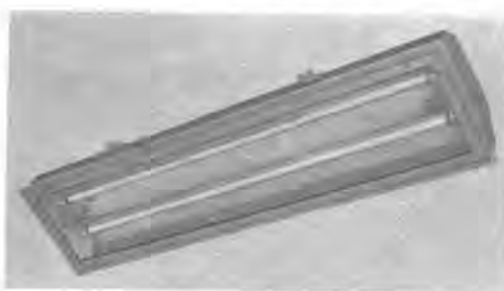
10 図 電圧変動と管電流および光束の関係
実線：遅れ回路 点線：進み回路
——：lag circuit ———：lead circuit

Fig. 10. Operating characteristics of two-lamp ballasts.

が遙かに経済的である。

1. 照度の減少

照度の減少は光源の出力低下と、ゴミの集積による器具効率の低下が主なる原因である。器具の効率低下の割合は空気中のゴミの状態や、照明方式によって異なるので、適当な保守計画を立てる簡単でよい方法は、まず照度計でときどき照度を測定し、その照度が前回清掃後の 2/3 に減少した時再び器具を清掃するというやり方である。大抵の場合少くとも、年 2 回徹底的な清掃が望まれるし、ゴミの多い処では普通年 4 回の清掃が必要である。すべての光源は使用中次第にその出力を低下して行くものであるが、これが全く不点となつてから箇々に新品と交換して行く方法を箇別交換といい、平均寿命時間の 70~100% 経過したとき一斉に交換する方法を集団交換といっている。最近の米国では高照度の維持とか運営経費の点などから集団交換が推奨されているが、いずれの



11 図 防塵型蛍光灯器具

Fig. 11. Dust proof luminaire.

方法が適当かはランプ交換に要する人件費、ランプ価格、電力費などによって決定される問題である。

つぎに電源電圧の問題がある。蛍光灯では白熱燈に比べると電圧の変化による光束の変化は小さいが、それでも電圧変動によって 10 図に示されるように光束が増減し、とくに遅れ回路で甚だしい。しかも蛍光灯の場合電圧の変動はランプ寿命にも大いに影響することを考え合わせれば、規定電圧の保持は保守上相当重要な要素であることが判る。

2. ゴミの集積

器具の選択に当り考慮すべき問題にゴミの集積割合と清掃の難易の問題がある。底面開放型の器具はゴミのたまりやすい底面がないという利点がある。

とくにゴミの多い場所に用いられるいわゆる防塵型はランプや反射板にゴミのたまりぬよう密閉されているのであるが、ランプ交換の際旨くバックンを締めて置かぬとかえつてゴミの集積を多くするから注意を要する (11 図)。

前述の反射板の一部に上向光束を出すよう穴を開けた型式の器具では空気の流動のためランプや反射板へのゴミの集積がかえつて少ないことはとくに注目し得る。

以上のようなランプの交換や器具の清掃を楽にするためには容易に器具に近づく方法を考えおかねばならない。とくに高天井の場合に重要である。クレーンからの保守を考えるほか、伸びる梯子や運搬に便利なキャットなどの用意をしておかねばならない。

VI. むすび

以上最近の新しい考え方による生産照明の在り方について原則的な事項を述べたが、実際の照明実施に際しては工場建物の状態、作業の種類、対象物の性質などによって種々変化があるので、よくその視作業の本質を考慮し、前述の原則に照して不都合のないよう充分検討をして頂ければ必ずや良好な照明が得られ、環境改善に、ひいては生産性の向上に大いに役立つものと確信する。

文 献

- 照明学会：照明データブック
- I. E. S. : I. E. S. Lighting Hand-book (2nd).
- I. E. S. : American Standard Practice of Industrial Lighting.
- Westinghouse : Lighting Hand-book.
- Illum. Eng. 46. 11: Recommended Practice for Supplementary Lighting
- Moon & Spencer : Lighting Design. (1948.)
- 黒沢 : 色彩調節講座 No. 3 (日本科学技術連盟)

照明を効果的にする Color Conditioning

本 社
二 星 潤*

Color Conditioning Adding Effect to Illumination

Jun NIBOSHI

Head Office

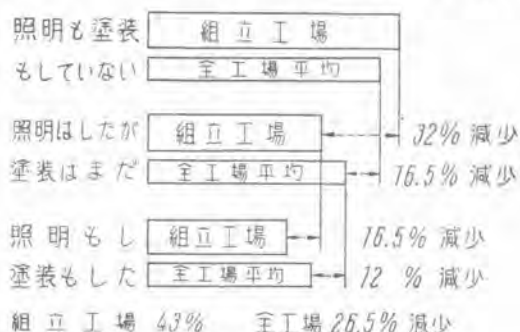
Not a few people consider that the color conditioning now in vogue is just to bedaub the factory and the office with paint recommended by paint manufacturers, but it is far from the truth and careful consideration based on illuminating engineering is required in this matter. In this article is discussed about the fundamental mission of the color conditioning, and also the close relation of the color with the illumination. The method of executing it is further explained with an example applied to power stations and substations.

1. Color Conditioning (色彩調節) は果して必要か

戦後米国よりいろいろな新しいものが入ってきた。それは PR, 品質管理, TWI, MTP などであるが、その一つに color conditioning がある。これらはあたかも米国のあらゆる工場、事務所などで実施されているかのように宣伝され、うのみのまま真似を行っている向も少くない。

color conditioning とか color dynamics とか聞けば、ああ、あれは米国の真似で工場にペンキを塗ることか、ペイント会社の宣伝さ、と軽く考えられて本来の使命もかえりみられない向があり、実施に当たっても米国のペイント会社のカタログを少し日本式に変えた程度で大体米国式に行ったところが多く、失敗の例も少なくなかった。

どのような新輸入技術もそうであるが、日本と米国とは大きな条件の差があり色彩においても 1 図に示す GE

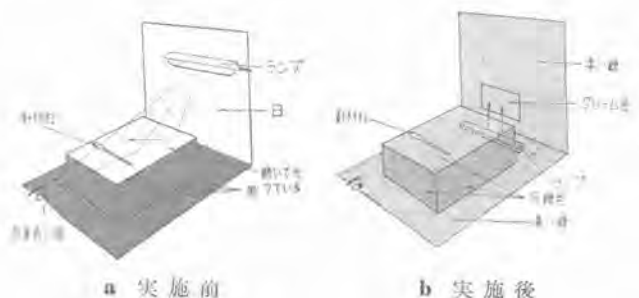


1 図 事故発生度

Fig. 1. Frequency of accidents.

社発表のような効果を示すには、道遠いことである。わが国の color conditioning は米国のようにペイントを塗るのみでは成功できない。某変電所の配電盤室の照明基準が最近まで平均照度 15 lx 盤面照度 25 lx (米国では平均 300 lx) というような例もあった位であるから、まず米国の工場の方式はそのままでは通用しない。日本と米国との条件差の解決を行わずして実施しようものなら、ペイント会社の宣伝といわれても致し方ないであろう。

では color conditioning は果して必要なのか？この問題についてはつぎの小さな例がその必要性を示してくれる。2 図に示す作業は、針状材料の歪取作業であるが、従来作業者は真白な壁を背景とした真黒な作業台に向い、その前壁に取付けられたチューブランプの直射光線をたよりに、作業台の上の針をすかしてみて針が歪んでいればハンマでたたいて伸ばしていた。黒と白の強烈な対比、チューブランプの直射光線によるまぶしさ、などのために作業者は 5 分から 10 分毎に頭を上げて休息



2 図 針材歪取作業における改良例

Fig. 2. An example of color conditioning.

する状態であった。そこで2図bのように改善した。作業台、作業壁面の柔かい緑と作業台の下より針の見えるところだけに行く柔かい光（作業者には直射光線は入らない）、壁面の針を見るべき透視部分のみ塗られたクリーム色、その中で曲った針が柔らかに浮き出るようになった。

このような改善は誰しも判りきったことであるが、照明と色を機能的に活用し、その作業内容によく調和した作業環境を完成した例である。そのために作業は約倍能率を増し、作業者の気分は爽快となった。

大きな機械工場も多くの計器を監視する配電盤室も、同様改善すべき多くの問題をもっている。色の機械的な応用は、適切な照明設計と照度、作業動作に適した色の利用法、色の心理的影響など、総合的な研究によって効果をあげ、高度の工業生産能率を上げる絶好な視覚環境を作り、作業員の視力と健康を守るものであり、これはいまや近代経営の一部門となった。

2. Color Conditioning の目的と効果

色彩調節の概要については多くのパンフレット、出版物に述べられているのでここでは簡単に述べる。

color conditioning には二つの目的がある。すなわち

- (1) 照明効果をよくして明視に一番よい環境を与える。
- (2) 色のもつ対比を利用して危険物、通路などに注意を喚起する。

前者は天井、壁、机、機械、備品、床などを明視の条件に合致するように塗ることであり、後者は危険物、注意すべきものなど突発事故に対して注意を喚起するように、黄色と黒の強い対比や、オレンジ色などの強い色を必要個所に塗ることである。

そしてその効果はつぎのとおりである。

- (1) 出勤率が向上する。
- (2) 作業能率を増す。
- (3) 明るくなり、作業者の士気が向上する。
- (4) 不意の事故を減少する（これは大きい）。
- (5) 機械設備、備品などの使用、維持状態がよくなる。
- (6) 工場内の整頓がよくなる。

3. 照明理論上よりきまる Color Conditioning の根本原理

暗いところでどのような色を塗っても始まらない。わが国と米国との条件差の一番大きい点はこれである。ベイント会社がいろいろ塗って明るく、というがまず必要照明の改善、照度の向上なのである。多く行われている color conditioning の宣伝にはわが国の照度不足を忘れ勝ちであるばかりか、照明理論上よりの検討が余りいわれていないようである。ここに照明の8原則を挙げ、照明+色彩調節に必要な条件について述べる。

1表 天井の壁の色と照明の関係

種別	場所	色	反射率 (%)	所要電力量 (W)	指数
A	天井壁	暗い灰	10	1,530	100
		暗い灰	10		
B	天井壁	白	81	990	65
		暗い灰	10		
C	天井壁	白	81	960	59
		明るい灰	26		
D	天井壁	白	81	495	33
		クリーム	75		

ア. 照度

本誌別項記事にもあるように、物の見え方は視野内の明るさが一様である限り、明るければ明るいほど物はよく見えるとされている。別表（62頁市村氏論文2表）のごとく作業環境によってそれぞれ適当な理想照度が推奨されている。このためには室内面の反射率はできるだけ高い程よく（1表）、照度もできるだけむらの少ない方がよい。また垂直面照度に対する水平面照度の比は1/3~3でなければならない。

イ. 輝きの分布

視野内の輝きはもちろん一様であるのが理想であるが、通常作業対称物の輝きとそれと同時に視野内に入る周辺部分との輝きの対比が3:1以下とする。したがって天井・壁・床・家具・作業面を color conditioning で補わなくてはならない。

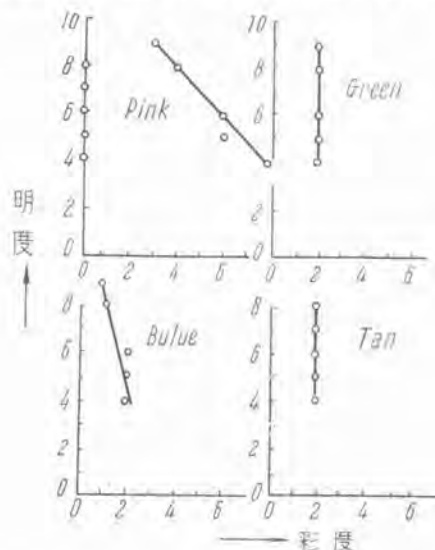
ウ. 正反対のないこと

前述の針材料作業の例のように視野内の作業対象物につやがあったり、つやのないものでも角度によっては正反射を伴う場合や、また光源の輝きが高すぎるとまぶしさを生ずるので、光源の輝きを低くするとか、作業面につやのないものを塗るとか、局部照明であれば光源の位置を加減するとかしくはならない。

エ. 柔かい陰影

陰影は明度差の一種で、ドグツイかげは視作業の邪魔となる。したがってできるだけ明度差を少なくするように光源からの直射光のみでなく、相互反射による十分な

3図 同一色相における調和 (Munsell)
Fig. 3. Plane of constant hue Munsell color-space.



拡散光を得るようにすべきである。

オ. スペクトル分布

光源の色は別記事記載のごとく室内の塗色に大きく影響する。ことに水銀灯照明などの場合いやな色に見えないよう演色性を考慮すべきである。

カ. 心理効果

以上の条件を満足してもなお気分が悪い場合がある。これはまだはっきり計測できない分野があるが、人間が日常接している屋外の自然の感じを手本にすればよい効果が上げられる。

キ. 美 観

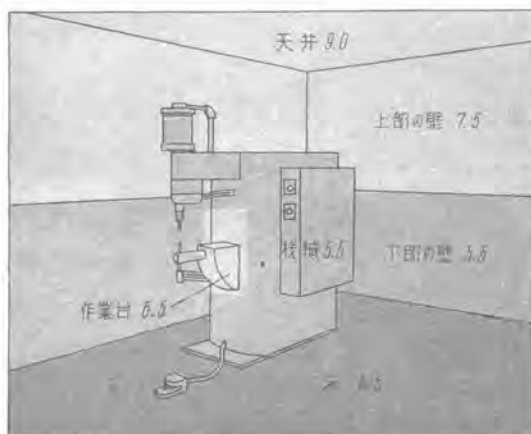
照明よりの要求は工場などでは照明施設は簡単な幾何学的な形に配列するのがよい。色についていえば、室内面は色が調和するように選ぶ。その最も簡単な、かつ安全な方法は色を同一とし、その明度のみ変えて使う方法で秩序ある使い方となる。快適な環境を作らねばならぬ。

ク. 経 済

照明上よりは光源、照明器具、照明施設などすべてにわたって効率のよいのが望ましい。室内面の反射率をよくすることは相互反射の利用という面で役割は大きい (color conditioning の役割は大きい。)

以上は照明の 8 原則であるが環境色に対する color conditioning の基本的な法則はこれより生れる。

- (1) 天井、上壁(床より 2m 以上の色)は白とし反射率 75% 以上。
- (2) 壁 反射率は 50~55% 色は淡くする。
- (3) 腰壁・机・機械 反射率 25~35%。
- (4) 床 反射率 30% 以上を理想とするが、維持、材料の関係もあって 15% 以上とする。(4 図)
- (5) 色の彩度(クロマ)も輝きの分布が一様なのが喜ばれるように刺激値の弱い 2 以下とするとよい。(米国ではクロマ 4 以下といわれているが、日本人の好みとしてクロマ 2 以下が適当であろう)。
- (6) まぶしきや正反射を少なくするために、作業面その他で金属光沢があり、ぎらぎらするものにはできる



4 図 環境色の明度 (数値は Munsell)

Fig. 4. Munsell value of color conditioning.

だけ柔かい色を塗り、眼の疲労を少なくする。

(7) 余り多くの色を使ってはならない。落ちついた環境を作るよう一色の明度対比を使用し、作業の焦点となるところだけ別の色を使って明度差ではなく color contrast で眼がそちらに行くように工夫し動作の能率を上げるべきである。

4. 注意喚起をさせる色は

環境色はすでに述べたとおり、できるだけ眼に柔かい感じを与え、明るい気分にさせるものでなければならないが、反対にとくに注意を喚起させねばならぬものえは、刺激性があり強い対比の色彩が必要である。すなわち、工場においては通路、突き当りやすい柱、階段、コンベアや、クレーン、ホイスト、あるいは機械の歯車、ベルトの部分など作業者の注意を自然にひくようにして置かね

2 表 米国某社推奨 Color Conditioning とその批判

	天 井 壁		羽目板, 柱	筆者の感じ	
事務所 A	N8.5 (78%)	2.5Y8.5/5 (73%)	5YR7/4 (34%)	強烈すぎて日本では不向き	
	B	N8.5 (78%)	5B8/0.5 (62%)	涼しい日本向—紡績工場など	
	C	N8.5 (78%)	7.5GY8.5/3 (63%)	米国人好みの色彩で日本に不向	
	D	N8.5 (78%)	5G8/0.5 (58%)	涼しい日本向	
	E	N8.5 (78%)	7.5GY8.5/3 (63%)	10GY6.5/2 (30%)	壁の彩度を2にすれば日本向
	F	N8.5 (78%)	10BG7.5/1.5 (52%)	10BG6.5/2 (30%)	日本で快適
	G	N8.5 (78%)	7.5YR8/2 (53%)	7.5YR7/1.5 (41%)	暖い日本で快適
工場	H	N9.5 (87%)	7.5GY8.5/3 (63%)	7.5G4.5/4 (6%)	色彩が強烈すぎて日本には不向
	I	N9.5 (87%)	7.5GY8.5/3 (63%)	10GY6.5/2 (30%)	壁の彩度を2以下にすれば快適
	J	N9.5 (87%)	5G7.5/1.5 (51%)	9.6BG4.82/0.8 (5.3%)	快適
	K	N9.5 (87%)	N9.5 (87%)	9.6BG4.82/0.8 (5.3%)	特殊工場(倉庫など)
	L	N9.5 (87%)	7.5YR8/2 (53%)	7.5YR6.5/4 (31%)	日本向快適
	M	10G9/0.5 (73%)	10G6.5/4 (30.2%)	5B3.5/4 (6.7%)	色彩が強烈で不向
食堂	N	N8.5 (78%)	7.5R7.5/8 (41%)	5YR7/4 (34%)	日本でも快適
便所	O	N9.5 (87%)	同 左	5B6/0.5 (37%)	日本向
	P	N8.5 (78%)	2.5Y9/0.5 (73%)	7.5YR7/1.5 (41%)	日本向

ばならない。これは色彩調節の理論確立以前はいろいろな形と色とで無差別に塗っていたので、単なる“狼の叫び声”で少しの注意を与えていたに止っていた。

これらを分類整理して、おのおのその目的のために特有の色ではっきり区分し、その対比を有効に生かすことを考えて米国の Du Pont 社が安全基準の色を開発し、わが国でも JIS に制定されて広く使用されるようになった。(5 図)

ただこれらの使用に当っては本当に注意を要する処のみに限定し面積も適切な大きさにすべきである。その塗る面積が不必要に大きくその数も多いと作業者に落ちつきを失わせ逆効果となるから充分注意せねばならない。それでもなお危険色、注意色の多すぎるならばそれは、color conditioning の問題ではなく設備の改善を行わなければならないことを意味している。

5. 発電所への応用と色の乱用その他諸問題

以上は color conditioning の概略であるがなおこれらの実施に当って当面する諸問題について例を発電所への応用にとって検討して見よう。

Welter B. Morton 氏が発表した「最近の配電盤室設計—Color Conditioning された配電盤」Etc. Wld Sep 24 1951 は配電盤室の color conditioning に興味ある問題を提供しておりその論旨はつぎのとおりである。

近代的な発電所の配電盤は非常に複雑となってきた。ボイラ、タービンそれらの補助機器が大抵の場合 1 人か 2 人によって制御されるという集中制御方法をとっているために、数百の計器、文字どおり数千のコントロールスイッチ、指示燈が一つの部屋に一緒になるというまでになってきた。このような状態では、事故のときにも計器を早くそして容易に読めることがとくに必要であるが、このたび配電盤の色別標識、まぶしきのない照明、注意深い計器類の設計によって、作業者の仕事を容易にすることができるようになった。その行ったことは、

- (1) 計器の枠は最大の光の量を入れる設計にした。
- (2) 照明は正反射のない計器の読み易い設計にした。
- (3) 計器のダイヤルは白地に黒文字で記入した。

従来行っていなかったこととしては

- (4) 配電盤を明るい色に塗り、計器、コントロールスイッチをつぎのように色別表示した。

電流計とそのスイッチ — 赤
電圧計 — 黄
同期検定器 — オレンジ
電力計 — 濃い青
無効電力計 — 緑
種々の継電器 — 明るい青
その他の器具 — 灰褐色

以上に色別することによって未熟練な作業者は故障突発の際も迅速に操作ができるといっている。

この Morton の報告についてつぎのように考える。

- (1) 配電盤上の計器の枠を大きくして光を多く入れ読みやすくすることは賛成であり、すでに当社でも実施している。

当社の開発した計器は埋込角型と 6 図に示すように目



5 図 広角型継電器

Fig. 5. Wide angle type meters.

盛長が長く、指針の幅が広くて読みやすく、目盛の分割線は斜面に刻んであり、光線がどの方向から入っても影ができない。また計器正面から 65° の範囲内で 6 m 離れたところから、正確によむことができるようになった。

- (2) 照明についても別項市村氏論文(25 頁)記述のようにまぶしきのない照明を実施している。

- (3) 配電盤の明るさは Color Conditioning の理論により一種の壁と考へ明るくしている。

しかし計器の枠を 1 箇 1 箇色別することは賛成できない。むしろ戦後米国ペイント会社のカタログで color conditioning した二、三の会社が危険な所はオレンジ、注意すべき所、ハンドル、回転部分は黄色ということをするのみにして実施してオモチャ箱をひっくり返したようになったが、それと同じく盤面が余りにも雑然となって作業者の落ちつきをなくする。むしろ故障のとき迅速に操作しなければならないメインスイッチだけを色別してあわてていてもすぐに判るようにすべきである。また実際このような配電盤を製作すれば cost も高いものになるであろう。

ア. 色の乱用は避けるべきである

同様に危険な所はオレンジを塗るべきだといえ、発電所の機械室などはオレンジの波となる。したがってその作業場にマッチした塗装を行うべきである。

イ. 作業にマッチした Color Conditioning であること

変電所の作業分析を行えば、前述の計器の枠に色別はどうしても採用できないであろう。計器の種類を色別によって区別するよりも枠が配電盤と調和し落ちついて監視できることが必要なのである。

よく工場などでこの作業研究がたりぬために、不必要に大きい焦点色を塗ったり、手も届かぬ回転部分に注意色を塗っているのを見受けることがあるがこれは全く行きすぎである

変電所の作業分析

作業場所	労働内容	労働時間	その他の特長
当直勤務	配電盤室 (機械運動、監視、神往労働)	終日終夜	① 絶対に誤操作を避けねばならない ② 常時注意力をもつていなければならない ③ 事故に際しては冷静な処置 ④ 高い熟練度を要する
保検・保守・点検	機械室 (機械の分解修理、肉体労働)	昼間 (8 時間勤務)	① 感電等よりの安全に留意 ② 熟練度を要する ③ かならずしも速度を要しない



6 図 色彩のもつ暖冷感
Fig. 6. Psychological effect of the color.

ウ. 色彩の心理的影響力を用いること

一つの部屋では色相ができるだけ少ない方が落ち着く。天井が黄色系統、壁が緑、ある機械が青、別の機械がねずみ、床が赤などとなる場合、そのおのおの調和が特別によい場合は別であるが通常の作業環境ではこの方法は失敗する危険がある。

また、暖色、寒色など見て暖く感じさせたり冷く感じさせたりする色があるが、東北の山の中の地下の水車発電機に濃い青を塗り、鉄柱も黒くしてあればその発電機室はますます寒く感ずるであろう。このような場合は暖色を用いるべきである。逆に乾燥室や、湿気の多いむしろ暑い場所には水色系統の涼しく感ずる配色にすべきである。(6 図)

実例については口絵原色版に示し、その仕様は 3~5 表に示す。

6. むすび

以上断片的であるが色彩調節と照明との関係、色彩調節実施上のとくに注意を要する問題などについて述べたが、当社においては照明工事施工の場合、あるいは当社より納入する電機機械類の塗色の決定などについては充分これらの点を研究し、6 表のごとく color conditioning と合致した標準色も設定し納入後再塗装の必要のないよう考慮している。

3 表 変電所建物内部標準色(国鉄)

	A	B	C
天井	N9/0	N9/0	N9/0
壁	7.5GY8/2	2.5G8/2	2.5Y8/2
腰壁	7.5GY6/3	2.5G6/3	7.5YR6/3
幅木	7.5GY4/2	2.5G4/2	7.5YR4/2

4 表 建物外部標準色

壁	窓	枠
7.5YR7~8/1	N4/0	または 5B4/1~2
2.5Y7~8/1		?
2.5G7~8.1		5BG4/3
N7~8.0		?

扉は窓枠と同一色相とし明度は 6、彩度は 1~2 とし調和を保つようにしている。

5 表 変電所機器標準色(国鉄)

標準色	マンセル記号色名	目 的
No. 1	7.5BG6/1.5 淡灰色	配電盤面等屋内機器一般
No. 2	7.5BG4/1.5 青灰色	計器、継電器等枠
No. 3	N6/0 明灰色	屋外機器一般
No. 4	2.5YR4/5 茶色	操作ハンドルなどフェノールレジンを材料とするもの
No. 5	2.5Y8.5/3 クリーム	焦点色 注意を表示するもの
No. 6	1YR5.5/13 オレンジ色	標識色 危険を表示するもの

また許容誤差は No.1, No.2, No.5, No.6 についてのみ色相 ± 1 、明度 ± 0.25 、彩度(クロマ) ± 0.5 と定めることにした。

6 表 三菱電機製品標準色適用表

このシートは別紙色見本の適用を示し製品に何色を塗るかの標準を示したもので数字は別紙記入の呼び番号である。太字はマスコプロ製品の本標準色とする。

大分類	製 品 名	標 準 色	大分類	製 品 名	標 準 色
回転重電機器	タービン発電機	60. 61. 63. 64	重電応用機器	天井	91. 93. 83
	水車発電機	60. 63. 53. 54		排気	40. 52. 54
	その他交流発電機	60. 61. 62. 63		工業用電熱器	40. 42. 43. 54
	同期電動機	60. 61. 62. 63. 64		ホイス	60. 62. 63
	誘導電動機	50. 60. 61. 62. 63. 64		電動工具機	60. 62
	減速電動機	60. 61. 10. 51		溶接機	40. 60. 61. 62. 63
	小型電動機	60. 61. 62. 63. 64	軽電機	積算電力計	10. 40
	直流電動機	60. 61. 62. 63. 64		その他の計器	10. 42
	回転変流機	60. 61. 62. 63. 64	無線機	無線通信用機	50. 60. 61. 62. 63
	その他の回転機	60. 61. 62. 63. 64		無線応用機	50. 60. 61. 62. 63
静止重電機器	計器用変成器	40. 42. 62. 10	車両用機器	電気機関車	40. 41. 42. 43
	標準型変圧器	40. 60. 62. 10. 51		車両用回転機	40. 41. 42. 43
	誘導電圧調整器	40. 60. 62		車両用制御装置	60. 62. 64
	誘導電圧調整器	40. 60. 62		集電装置	62. 10
	整流器	60. 62. 63		空気制動装置	60. 62. 64
	避雷器	60. 62. 63		内燃機関電装品	60. 40. 10
	電力用蓄電池	40. 60. 62. 63	産業機器	空気圧縮機	60. 61. 63. 51. 52
	標準管制御器	62. 10. 42. 61. 60		送風機	60. 61. 63. 51. 52
	特殊管制御器	62. 10. 42. 60		ボイラ	60. 61. 63. 51. 52
	配電盤内配線	60. 61. 62. 63. 64		電動巻上機	60. 61. 63
	同配電盤用計器	10. 42		船舶用電動補機	60. 61. 62. 63. 51. 52
	遮断器	40. 60. 62. 63		昇降機用機器	60. 61. 63. 62
	船舶用配電盤	40. 60		(意匠部分を除く)	
	同配電盤内	71. 72. 73		冷凍機	33. 60. 61. 63
		90. 93. 94		その他産業機器	60. 61. 63

螢光燈照明の経済と保守について

本社

宇都宮 偉*

Economy of Fluorescent Lighting and its maintenance

Ohi UTSUNOMIYA

Head Office

The high cost of lighting fixtures or lamps often misleads the public to conclude that the fluorescent lighting is less economical than the incandescent lighting without going over the lighting cost or taking consideration of the economical value. However, the right conception on the lighting economy will only be available after careful studies on the merits and demerits of both the lights in the term of cost calculation of their effects. This article deals with various matters concerning direct and indirect advantages of good lighting equipment together with the calculation of costs and problems of the maintenance which has important bearing on the economy.

1. ま え が き

最近の照明界は照明といえはまず螢光燈といわれるほど螢光燈はいよいよ本格的な普及時代に飛躍してきた。新改築のビルや工場はもちろん既設の照明改善にしてもその規模の大小にかかわらず設計者も施主もほとんど全部が螢光燈を推奨採用し、75年の伝統を持つ白熱燈も、この照明第一線ではわずかに付帯施設の照明か、特殊な意匠や局部照明用に限られる程度で、照明文化の進歩発展とはいえ誠に今昔の感がある。これは螢光燈の技術的な諸問題がほとんど解決されその真価がいよいよ認識されたためわが国照明文化向上のため誠に喜ばしい次第である。しかしながらここになお残された問題がある。その一つは電源電圧の低下で、これは必要に応じ電圧調整器の整備で防止することもできるが、根本的には国家と各電力会社の周到な配電計画の実施や電源開発の積極的な計画と早急な完成による解決を期待するほかなく、われわれ電力消費者としては、たとえば照明における螢光燈の使用のような電力使用の合理化を計って貴重な電力を節約する必要も一層起る訳である。今一つは螢光照明が果して経済的であるか、どうかの問題である。これはしばしば白熱燈照明との照明費その他の比較で螢光燈が有利な事が例示されているが、ややとすれば不経済

であるかのような錯覚を起しやすい傾向がある。本文はこの問題を中心として、螢光燈照明経済の正しい考え方と併せて照明経済にもっとも関係の深い保守の一端について述べることにする。

2. 照明経済の正しい考え方

螢光燈照明は、ランプやとくに器具費が高いという理由から経済的に、白熱燈よりも不利、よいかとされているが、これは照明経済の本質を忘れ、設備費に捉われすぎた皮相的な考え方といわねばならない。

照明経済の優劣を決める正しい考え方としては、

1. 光源の持つ長所.
 2. 原価分析的な照明費.
 3. 照明効果から得られる直接、間接の経済利益.
 4. 良い照明がもたらす文化的な恩恵や人道的な意義.
- などを比較総合して判断することがもっとも大切なことである。

ア. 螢光ランプの主なる特長

螢光ランプがすぐれた長所を持つことは周知であるが、白熱ランプを中心とした両者の比較を 1~4 表および 1~3 図に纏めて経済問題を検討するための参考資料とする。

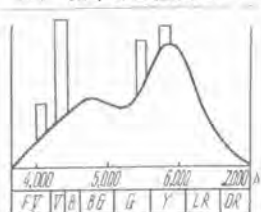
1 表 一般照明用蛍光ランプの主たる特長

特 長	備 考
効率が非常に高い	白熱ランプの3倍以上で電力を1/2に節約した照明でもなお白熱ランプの1.5倍の明るさが得られる。電力不足の日本には誠に向きの光源である。(2表参照)
寿命が非常に長い	白熱ランプの3倍以上である。(2表参照) 点滅回数や電圧変動の少ない状態では6倍以上もてる。ランプの取扱手数も少ない。
輝きが小さく、まぶしさが少ない	白熱ランプとは比較にならないほど小さい。(3表参照) 一般照明で探ランプにしても白熱ランプのようにまぶしくないから体感を考えなければ簡易器具で一層経済的にやれる。
柔い拡散光で気分がよく、かがげが容易にできる	白熱ランプは形も小さく、グローブで拡散光にしてもかがげが容易で、蛍光ランプは点とくにすぐれていて、全般照明や局部的全般照明に好都合であり、局部照明にもいろいろ工夫できる。
明るさ、演色性、雰囲気などそれぞれの目的に合った白色光が得られる	白熱ランプや白熱昼光ランプは各一種類の白色光であるが、蛍光ランプには標準型とデフラクツ型があって色温度はほかの6,500°K、4,500°K、3,500°K、3,000°Kなどそれぞれ用途別に都合のよい白色光が得られる。(1図参照)
放射熱が非常に少ない	放射熱は同容量の白熱ランプの約2/3、同一照度のときは約1/4.5で冷光とさえいわれる理想光である。(4表2-3図参照)

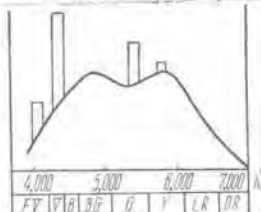
2 表 一般照明用の主たる蛍光ランプと白熱ランプの光束、効率および寿命の比較

光 源 種 類	型 式 お よ び 種 別	全光束 効 率 平均寿命		
		(lm)	(lm/W)	(h)
昼光色蛍光ランプ	100 V 17 W	610	36	3,000
冷白色蛍光ランプ	100 V 17 W	680	40	3,000
昼光色蛍光ランプ	100 V 20 W	750	39	3,000
冷白色蛍光ランプ	100 V 20 W	840	43	3,000
デフラクツ冷白色蛍光ランプ	100 V 20 W	700	35	3,000
白熱ランプ	100 V 20 W 真空単コイル	175	8.7	1,500
白熱ランプ	100 V 30 W ガス入単コイル ガス入二重コイル	280 320	9.3 10.7	1,200 1,200
昼光色蛍光ランプ	200 V 40 W	1,850	47	3,000
冷白色蛍光ランプ	200 V 40 W	2,100	53	3,000
デフラクツ冷白色蛍光ランプ	200 V 40 W	1,700	43	3,000
白熱昼光ランプ	100 V 40 W ガス入単コイル	265	6.6	1,000
白熱ランプ	100 V 40 W ガス入単コイル ガス入二重コイル	428 480	10.7 12	1,000 1,000
白熱ランプ	200 V 40 W 真空単コイル	324	8.1	1,500
白熱昼光ランプ	100 V 60 W ガス入単コイル	475	7.9	1,000
白熱ランプ	100 V 60 W ガス入単コイル ガス入二重コイル	745 810	12.4 13.5	1,000 1,000
白熱ランプ	200 V 60 W ガス入単コイル	580	9.7	1,000
白熱昼光ランプ	100 V 100 W ガス入単コイル	900	9.0	1,000
白熱ランプ	100 V 100 W ガス入単コイル	1,460	14.6	1,000
白熱ランプ	200 V 100 W ガス入単コイル	1,150	11.5	1,000
白熱ランプ	100 V 150 W ガス入単コイル	2,420	16.1	1,000
白熱ランプ	200 V 150 W ガス入単コイル	1,910	12.7	1,000
白熱ランプ	100 V 200 W ガス入単コイル	3,400	17	1,000
白熱ランプ	200 V 200 W ガス入単コイル	2,800	14	1,000
白熱ランプ	100 V 300 W ガス入単コイル	5,460	18.2	1,000
白熱ランプ	100 V 500 W ガス入単コイル	9,800	19.6	1,000
白熱ランプ	100 V 1,000 W ガス入単コイル	21,000	21	1,000

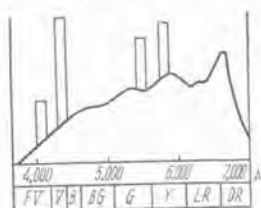
(1) 標準冷白色蛍光ランプ



(2) 標準昼光色蛍光ランプ



(3) 三菱デフラクツ冷白色蛍光ランプ

1 図 蛍光ランプ白熱ランプおよび日光のスペクトルエネルギー分布
Fig. 1. The spectro energy distribution of fluorescent lamp, incandescent lamp and sun light.

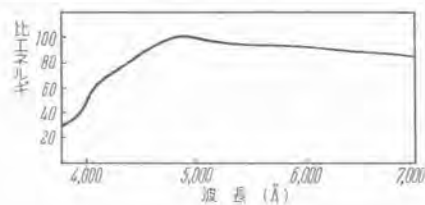
3 表 各種光源の輝きの比較

光 源	最大の輝き cd/cm ²
まぶしくない光源	0.5 以下
天井にある太陽(地表にて測定)	165,000
地平線にある太陽()	600
満 月 ()	0.26
青 空	0.8
曇 天	0.22 以下
ローソクの炎	0.5
アセチレンの炎	8
白熱ランプ (100 V, 60 W ガス入二重コイル)	251
〃 (100 V, 100 W ガス入単コイル)	652
〃 (100 V, 200 W)	858
〃 (100 V, 500 W)	1,083
〃 (100 V, 60 W 内面ツヤ消, ガス入二重コイル)	19
〃 (100 V, 100 W 内面ツヤ消, ガス入単コイル)	32
昼光色蛍光ランプ (100 V, 20 W)	0.48
冷白色 〃 ()	0.53
昼光色 〃 (100 V, 40 W)	0.54
冷白色 〃 ()	0.61
デフラクツ冷白色蛍光ランプ (100 V, 40 W)	0.50

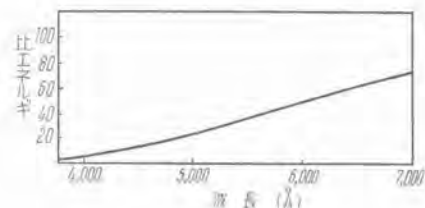
4 表 各種光源による1 lx 当りの放射エネルギー

光 源	放射エネルギー		冷たさ の比較
	$\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{lx}$	比率	
5550 Å の単色放射	0.16	1.0	100
ホテル	0.19	1.2	84
6500°K の昼光光源	0.45	2.75	36
正午の太陽光(真夏)	0.84	5.2	19
40 W 冷白色蛍光ランプ	0.74	4.6	22
40 W 昼光色蛍光ランプ	0.93	5.8	17
60 W 白熱ランプ	5.1	32.0	3
100 W 白熱ランプ	4.2	26.0	3.8
200 W 白熱ランプ	3.7	23.0	4.3

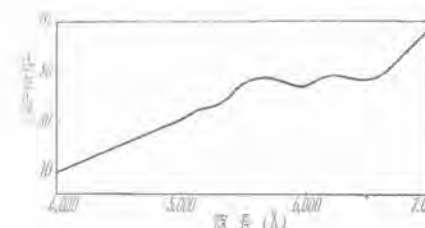
(4) 日 光



(5) 300W 一般照明用白熱ランプ



(6) 100 W 白熱昼光ランプ





2 図 40 W 冷白色蛍光ランプの入力エネルギー分布

Fig. 2. The energy distribution within a 40 W fluorescent lamp.



3 図 40 W 白熱ランプ (ガス入単コイル) の入力エネルギー分布

Fig. 3. The energy distribution within a 40 W incandescent lamp. (gas filled, single filament)

4. 照明費の計算方法

照明費は照明施設の年間固定費とこれとを操作する年間運転費との総合について算出し、さらにこれを平均照度で除したルクス年当りの照明費として比較検討するのが正しく、5 表はその代表的な原価分析方式を示したものである。

備考

* (1) コンジット・電線・取付部品などの全配線部品材料ならびに配線、器具取付の労務費など全部を含む。また配電盤、饋電線、変圧器および電圧調整器なども必要に応じて本項目の費用に加算する。

* (2) 全施設費年当りの償却率は事業の性質に関係する。一般に器具の型式や意匠あるいは配置などに変更の少ない業種では低く、器具の消耗が早い業種は大きくとられる。またデパートや店舗の場合は器具の消耗は少ないが流行や競争による器具の取換えや改善が多いから自然償却率も大きくするのが普通である。たとえば米国では一般工場は 10 % 以下であるが、消耗の早い特殊工場では 20 % 程度にされている。日本では一般会社の照明設備耐用年数は 15 年間とされているからこれにしたがえば、一般的には 6.7 % 程度が年間償却ということになる。

* (3) 利子は施設当事者の借入能力や一般経済市況で変化し、諸税や保険料は資産評価、所在地域あるいは事業の種類に関係する。米国の例ではこれらの合計は一般に年 5 ~ 10 % とされている。

* (4) ガラス・プラスチック・安定器・グローあるいはソケットなどの部品補修や置換費が挙げられる。

* (5) 天井・壁などの清掃や塗換の費用は保守費に含めない。これらは反射率を良くする大事な保守費ではあるが、室内美観を優先として建物の保守費に入れる。

5 表 代表的な照明費の原価分析方式

費目	要素 No.	分 析 要 素	計 算 式 (数字は要素 No. を示す)	照 明 方 式
固 定 費	1	器具の台数		#1
	2	器具の概算単価 (ランプ抜)		#2
	3	付属品の概算単価		#3
	4	* (1) 器具当りの配線見積単価	2+3+4	
	5	器具当りの全施設費	1×5	
	6	全施設費	6×x%	
	7	* (2) 年間の減価償却	6×y%	
	8	* (3) 年間の利子、諸税および保険料		
	計 9	年間の総固定費	7+8	
運 転 費	10	器具当りのランプ数		
	11	最初の取付ランプ総数	10×1	
	12	ランプの定格寿命時間		
	13	ランプの年間総点灯時間		
	14	ランプの単価		
	15	ランプ当りの取換労務費	14+15	
	16	ランプ当りの取換費	(11×13)/12	
	17	年間のランプ取換総数		
	小計 18	年間のランプ総取換費	16×17	
	19	年間の器具清掃回数		
保 守 費	20	器具当り一回の清掃費		
	21	年間の全器具清掃費	1×19×20	
	22	* (4) 年間の補修および置換最低費		
	小計 23	年間の総保守費	21+22	
	24	器具当りの電力 (補助器具のワットを含む) (W)		
	25	年間の総電力量 (kWh)	(24×1×13)/1,000	
	小計 26	年間の総電力費	25×@ kWh	
	計 27	年間の総運転費	18+23+26	
	28	年間の総照明費	9+27	
	29	平均照度 (lx)		
	30	ルクス年当りの照明費	28/29	

* (6) 空気調節の場合、光源からの放射熱量の多寡は室温に影響するから調節設備の増減やこれに伴う運転費の増減が考えられるが、大規模施設のほかに照明費の要素としては考慮されない。

以上述べた計算方式はいずれの照明施設にも適用され、他の種々な照明方式との照明費の優劣が比較されると共に量的にはもっとも信頼のできる適当な光源と器具とを決定することができる。またその事業における他の生産費との比較検討もできて照明改善の指針ともなる。ただここに注意しなければならないことは、直接照明と間接照明のような類似しない照明方式の間では照明の質が異なるから、照明費だけでただちに経済的な優劣を評価することはできない。一般に照明費は類似の照明方式と同程度の照度を基準として計算比較することが望ましい。

ウ. 蛍光灯と白熱灯との照明費の比較

6 表は白熱灯と蛍光灯 (三菱標準型器具, FA-412, FO-412 および FH-412) で店舗、事務所および工場を新設照明する場合の各照明費を比較計算したものである。

以上 6 表の各計算過程が示すように、年間総照明費は、問題の器具やランプの価格よりも、年間総電力費に大きく影響されて結局ルクス年当りの照明費はいずれの場合でも蛍光灯照明が白熱灯の場合よりはるかに安くつくことが判る。(店舗のデラックスを使用した場合は演色性に重点を置いたために照明費としてはわずかに高いが問題にする程のことはなく他の利益がこれを補って余りがある。

る)。

この計算例では器具清掃費やランプ取換労務費、一般補修費の見積は省略したが、これらは両照明に差がないからルクス年当りの照明比率に左程影響するものではない。問題になりやすい最初の器具設備費は店舗、事務

所照明の例が示すように、光の質や器具の優雅さとこれに伴う照明効果を多少犠牲にして、FO-412 を FA-412 に変更すれば（また配線、取付等もできるだけ簡略にする）相当安くすることもできる。

FA-412 の利点としては、

6 表 蛍光灯と白熱燈の照明費の比較計算の例

照 明 場 所		光 源 の 種 類	店 舗 の 例			事 務 所 の 例 (2 階建)		電 気 機 器 工 場 の 例			
			強 光 フラップ 冷 白 色 40 W () 内 デ フ ラ ク ス	白 熱 フラップ 200 W	強 光 フラップ 冷 白 色 40 W	白 熱 フラップ 200 W	強 光 フラップ 冷 白 色 40 W	白 熱 フラップ 200 W			
器 具 の 種 類		FA-412 100 V, 2 燈 用 フ リ ッ カ レ ス	FO-412 100 V, 2 燈 用 フ リ ッ カ レ ス	乳 白 色 ガ ラ ス グ ロ ー ブ 罩 付 金 具	FA-412 100 V, 2 燈 用 フ リ ッ カ レ ス	FO-412 100 V, 2 燈 用 フ リ ッ カ レ ス	乳 白 色 ガ ラ ス グ ロ ー ブ 付 罩 付 金 具	FH-412 200 V, 2 燈 用	工 場 向 の ホ ー ロ 引 セ ー ド 付		
要 素											
照 明 設 計 要 素	間 口	(m)	5.5	5.5	5.5	12	12	12	34.5	34.5	
	奥 行	(m)	9.1	9.1	9.1	18	18	18	81	81	
	面 積	(m ²)	50	50	50	216	216	216	2,795	2,795	
	天井の高さ	(m)	3.6	3.6	3.6	3	3	3	陸壁高さ 4.7	陸壁高さ 4.7	
	器具の高さ (ショーケース、机、作業台上)	(m)	2.3	2.3	2.3	2.1	2.1	2.1	2.5	2.5	
	室指数	F	F	F	C	C	C	A	A	A	
	天井反射率	(%)	75	75	75	75	75	75	50	50	
	壁反射率	(%)	30	30	30	50	50	50	30	30	
	照明率		0.43	0.40	0.36	0.60	0.53	0.52	0.71	0.68	
	減光補償率		1.6	1.6	1.4	1.6	1.6	1.4	1.8	1.5	
全光束	(lm)	2,100 (1,700)	2,100 (1,700)	3,400	2,100	2,100	3,400	2,100	3,400		
ランプ数	(本)	16	16	8	48	48	24	648	324		
器具数	(台)	8	8	8	24	24	24	324	324		
平均照度	(lx)	180 (146)	168 (136)	140	175	154	140	192	179		
照 明 費 要 素	固 定 費	器具単価(ランプ、グロー付)	(円)	8,460	12,260	2,000	8,460	12,260	2,500	5,660	500
		器具当りの配線、取付費一切	(円)	2,500	2,500	2,500	6,000	6,000	6,000	4,000	4,000
		全施設費	(円)	87,680	118,080	36,000	347,040	438,240	204,000	3,129,840	1,458,000
		年間の減価償却率	(%)	12.5	12.5	12.5	7	7	7	7	7
		年間の利子、課税および保険料	(%)	7.5	7.5	7.5	8	8	8	7	7
		年間の総固定費	(円)	17,536	23,616	7,200	52,056	65,736	30,600	438,178	204,120
	ラン プ 運 転 費	ランプの年間点燈時間	(h)	2,880	2,880	2,880	2,400	2,400	2,400	1,200	1,200
		ランプの定格寿命時間	(h)	3,000	3,000	1,000	3,000	3,000	1,000	3,000	1,000
		年間のランプ総取換数	(本)	15	15	23	38	38	58	259	689
		ランプの単価	(円)	650	650	180	650	650	180	650	180
		年間のランプ総取換費	(円)	9,750	9,750	4,140	24,700	24,700	10,440	168,350	124,020
		年間のグロー総置換数	(本)	30	30	—	76	76	—	518	—
	電 力 費	器具当りの電力	(W)	105	105	200	105	105	200	97	200
		年間の総電力量	(kWh)	2,519	2,519	4,608	6,048	6,048	11,520	37,716	77,760
		年間の総電力費	(円)	28,373	28,373	53,844	54,635	54,635	106,593	220,385	454,388
		年間の総運転費	(円)	41,723	41,723	57,984	88,455	88,455	117,033	450,895	578,408
		年間の総照明費	(円)	59,259	65,239	65,184	140,551	154,191	147,633	889,073	882,528
		ルクス年当りの照明費	(円)	329 (406)	389 (480)	466	803	1,001	1,069	4,630	4,930
同上比率	(%)	71 (87)	83 (103)	100	76	94	100	93	100		
備 考	項 目	店 舗 の 場 合			事 務 所 の 場 合			電 気 機 器 工 場 の 場 合			
	器具の配列	8 燈を 4 燈ずつ 2 列配列			2 階に白熱燈 1 階に蛍光燈 6 m×6 m の単位小間に 4 燈配列			11.5 m×9 m の単位小間に 12 燈 (3×4) 配列			
	配線と取付	分岐回路と器具の配線はガイ子引いんべい配線とし、器具はパイプ吊下げとして配線、取付部品および工事一切を含めて 1 燈当たり ¥2,500 と見積る			分岐回路と器具の配線は金属管埋込配線とし、器具はパイプ吊下げとして配線、取付部品および工事費一切を含めて 1 燈当たり ¥6,000 と見積る			分岐回路と器具の配線は金属管配線として山形鋼吊梁に取付ける。器具は山形鋼吊梁に直付けとして配線、取付部品および工事費一切を含めて 1 燈当たり ¥4,000 と見積る			
	電力消費と割当	従量電燈			大口電燈 10 kW 新設として実績割当がないものとする			大口電力 600 kW 同 左			
	電力費の計算	東京電力の計算法により早取計算 点燈時間 1 日 8 時間、月 30 日とする			同 左 点燈時間 1 日 8 時間、月 25 日とする			同 左 点燈時間 1 日 4 時間、月 25 日とする なお全工場として月平均 105,000 kWh 使用するものとする			
	種 別	電 力 量 割 当 計 算 の 基 礎				最終超過電力量の計算基礎(頭打計算)					
大口電燈	契約電力 66 kW の割当量(月) 夏 60 kWh×0.70×0.95 冬 60 kWh×0.70×0.80				夏 超過電力量×0.35 冬 r ×0.50						
大口電力 (ただし一般機械工場の場合)	r 夏 80 kWh×0.70×0.95 冬 80 kWh×0.70×0.80				夏 超過電力量×0.15 冬 r ×0.30						

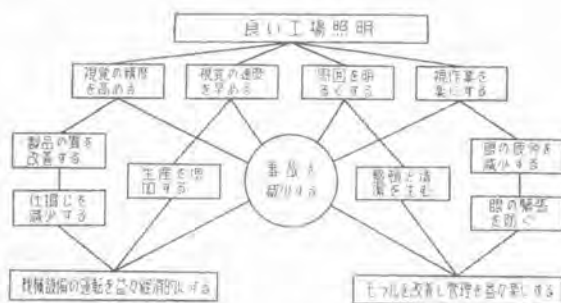
器具の構造上照明率が良く減光補償率も小さくてすむから同数器具で平均照度は上りルクス年当り照明費も一層安くついている。またルーバや側板（ガラスやプラスチック）がないため保守が楽になり施設の大きさによっては清掃やランプ取換の労務費が幾分安くつく利益もある。

FO-412 の利点としては、

ルーバや側板ガラスがあるので光は一層拡散されて柔らかくなり、視角が遮蔽されてまぶしさはるかに小さく、狭い室や天井の低い事務室、店舗などにも具合よく使える。また器具の意匠がすぐれているので灯具としての優雅さがあり室の雰囲気や美しさが一段と高まるので高級な事務室や店舗にも適している。

3. 照明効果から得られる直接 間接の利益

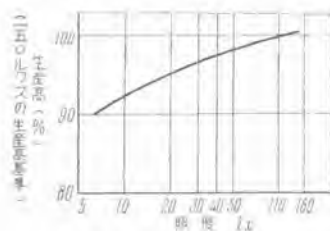
良い蛍光灯照明は照明の第一義である明視を満足させることはいふまでもないが、さらにその照明効果から得られる経済的な直接、間接その他の利益があり、これはとくに生産照明や商業照明にあっては、照明費の利益よりも大きく評価されねばならないもので、むしろこれが照明のねらいである。4 図は良い工場照明が視作業と作業場の環境に及ぼす効果とそれから得られる多数の恩恵について相互の関聯性を図示したものである。



4 図 よい工場照明の利益

Fig. 4. Benefits of good industrial lighting.

製品の質の改善、仕損じの減少、生産の増加、あるいは機械設備をフルに運転できること等は直接の経済利益で、事故を減少することは経済的にも間接的な恩恵である。また従業員の眼の疲労や事故の減少は経済問題を離れて、工場経営者が当然考えねばならない人道的な問題である。労働省令第9号の労働安全衛生規則(昭和22年発令)は、



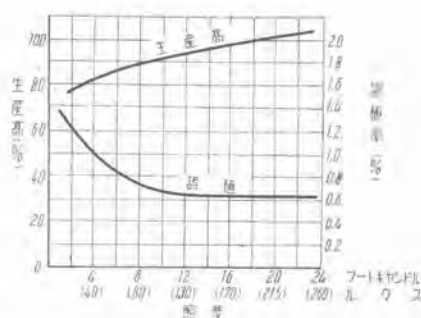
5 図 瓦のプレス作業

Fig. 5. Effect of illumination on efficiency of rough work-tile pressing. (S. Adams)

照明の重要さと改善の必要を法文として初めて国が認めたもので、工場等における最低の照度基準やまぶしさなどが制定されているのは、照明を通じての人権尊重である。

6 図 植字作業 (手作業における照度と能率および誤植の関係)

Fig. 6. Relation between output, errors and illumination when typesetting by hand. (H. C. Weston and A. K. Taylor)



ア. 照明改善による生産能率の向上や不良減少の例

1. 簡単な粗作業 (5 図)

これは一般簡易作業では、視作業に対する照度それ自身の影響よりも明るくなった雰囲気の快適さから生れる心理的效果の影響が大きいから、本例のような照度を要しないと思われる簡易粗作業でも照明改善の必要性があることを示したものである。

2. 植字作業 (手作業)

3. 毛織工場

これは米国の照明学会と機械学会から成る繊維工業照明委員会が数年にわたって毛織工場照明の種々の点について研究調査した資料の一部である。

7 表 紡毛作業

作業名 比較項目	紡毛作業	
	改善前	改善後
光源	白熱燈	蛍光灯
照度 (lx)	120	450
生産率 (%)	100	109.6
不良率 (%)	100	88.5

8 表 織布作業

作業名 比較項目	A 自動車用織布作業		B 男子用綿毛交織布作業	
	改善前	改善後	改善前	改善後
光源	白熱燈	蛍光灯	白熱燈	蛍光灯
照度 (lx)	150~180	340	340	560
織布能率 (%)	100	103.7	100	121
補修率 (%)	100	78	100	86

8 表 A の蛍光灯 340 lx の明るさは改善前の白熱燈で 150~180 lx を出すに要する電力よりも少なくて出せる範囲の電力であることは注目し値する。

4. その他の作業 (9 表)

9 表 各種作業における照度改善と生産増加の例

作業名	照度 (lx)		生産の増加率 (%)
	改善前	改善後	
鋳物作業	27	75	7.5
組立作業	538	1076	21
旋盤作業	129	215	12
郵便物配達区域別け作業	32	96	20
伸線作業	32	97	17
ローバヤリシグ製造作業	54	215	12.5

5. 照明改善による事故減少の例 (7 図)

7 図 照明および塗装改善による事故減少

Fig. 7.
Reduction of accidents resulted by improvement for lighting and painting in the factory.



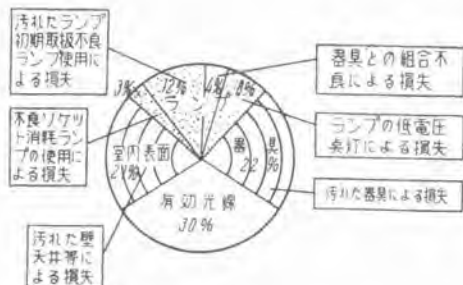
これは照明改善と同時に塗装改善も事故減少に大きな効果のあることを示したもので、製造部門における事故の 32% が照明の改善で減少したことは照明の効果の間接利益としてとくに注目しなければならない。

4. 照明施設の保守

ア. 保守の重要性

照明施設は使用に伴い次第に照度を低下し、照明効果を減殺することはいまだ申すまでもないが、これを防止する保守は一般に軽視放任されやすい慣習がある。いかに立派な照明施設も保守不良では照明経済は無意義に終ることを知らねばならない。

8 図は保守の怠慢が、高価といわれる器具やランプと



8 図 保守を怠った照明器具の光の損失
Fig. 8. Loss of light from maintenance neglect.

10 表 保守管理七項目

項目 (Item)	要 綱 (Outline)	備 考 (Remarks)
1. 定期的な照度検査	必ず照度計を使用する。定期的に定時、定位置で測定したデータはグラフや表にする。照度の異状で、故障の原因が早く発見できて対策に便利である。天候、温度、湿度の記録は参考になる。	照度計はときどき校正する。照度の目標は判断を誤りやすい。また徐々に落ちる照度は毎日見られると気にしなくなる。
2. 室内表面の定期的な清掃と塗替え(天井、壁)	天井や壁は、塵埃で汚れるほかその表面材料自身の変色もあり、表面積が大きいから反射率の減少に大きくひびく。上向きや配光の広い器具の室はとくに影響が大きい。塗替えは室内美観を主としてやれば大抵差支えない。	表面仕上がり、白色や淡色であつても汚れて 80% 以上の光が吸収される場合がよくある。
3. 器具やランプの定期的な清掃	器具の反射面の汚れは光の損失を大きくするが非常に見のがしやすい。ランプの汚れは光の透過率を減少することを忘れてはならない。大規模照明は子ども定表で定期的実施する必要がある。(9~10 図、11-13 表参照)	ランプは寿命が長いからとくに上部の汚れを注意して清掃する。
4. 消耗ランプの定期的な検査	エンドブラックの状態、ランプ台板、一項目からの判定で消耗ランプは早く取換える。一般に個別交換でよいが、大規模施設では集団交換の可否を検討して見る。(14 表参照)	寿命に近いランプは早く取換える方が経済的であり器具を痛めない。寿命が正規分布する量産、良質ランプを使用すること、これはまた保守を楽にする。
5. 電源電圧の定格維持	なるべく定格電圧 $\pm 6\%$ 維持に努める。これはランプ寿命の低下防止と順調な照度維持に効果がある。	大規模施設では自動電圧調整器を備える。
6. 部品や消耗品のストック	円滑な補給のため、規格、採用品の品質に応じて適当にストックする。台帳を作り、器具に番号を入れ、ランプにレッテルを貼り、前年年月日を記入すれば、統計的にいろいろ利益がある。	大規模施設では、安定器、コンデンサ、ソケットなども一部ストックする方がよい。
7. 保守方法の確立と設備、用具類の整備工夫	保守が能率的になり間接的に怠慢を防止する。安全と労力節約を旨とした設備用具を整備工夫する。(11-13 表 9 図参照)	保守責任者を必ず指定する。

貴重な電力から得る光をいかに無駄にするかを示した一例である。

4. 保守管理に必要な項目

保守管理には種々あるが 10 表はランプ、器具を中心とする必要な項目を示したものである。

11 表 器具類保守用の設備、用具類ならびに清掃の方法

設 備 お よ び 用 具					用 具 お よ び 清 掃 剤	備 考
種 別 (9 図参照)	高さに応じた用方 器具の高さ (m)					
	3.5 以下	3.5~ 5.5	5.5~9	9 以上		
ランプ取換棒	0	0			はたき	1. 保守は一般に高い所で作業するから梯子類は安定感を与えるものがよい。 2. 非常に高く取付けられる器具は始めから保安の点を考えておく。 (上部の床にマンホールを設けるとか、二重天井の内側から作業できるように。 3. 器具のブラケットは空拭きでは滑電して埃を吸引しやすい場合もあるから、湿布か水洗法がよい。また仕上に「ミッドロール K」の溶剤を塗布すると滑電防止に効果があるといわれている。
きょうたつ	0				綿布類	
梯 子		0			ホース	
移動踏台			0		スポンジ	
鳥の巣梯子			0		ブラシ	
昇降台		0	0		中性石鹸	
モノレール、カー			0	0	洗剤石鹸	
クレーン(既設)			0	0	水	
携帯用ブロー	0					
箱 車		部品、消耗品、用具、清掃材等運搬用				
清 掃 の 方 法						
1. はたき払い 2. ブローワの使用(携帯用、またはエアーコンプレッサもよい) 3. 空拭き 4. 湿布拭き 5. 洗 浄						

12 表 器具の汚れの種類と清掃方法による効果の比較例

汚 れ の 種 類	拭いた場合の照度増加(平均%)	洗った場合の照度増加(平均%)
塵埃または乾いた汚れ	77.7	78.4
油じみた汚れ	84.7	174.0
塗料、スツール類の汚れ	37.2	67.2

9 図 照明施設の部品交換および清掃用の設備、用具の例
Fig. 9. Rod for replacing lamps.

(1)
ランプ取換棒



(2)
きょうたつおよび梯子





(3) 移動式踏台



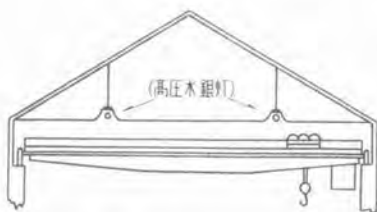
(4) 鳥の巣梯子



(5) 昇降台



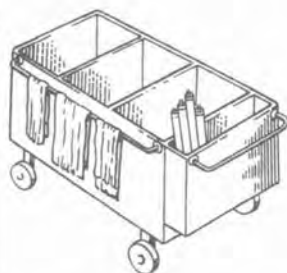
(6) モノレールカー



(7) クレーン



(8) 携帯式除塵ブローワ



(9) 箱車

ウ. 燈具類の清掃

これはもっとも大事な保守項目で、清掃用の設備、用具、用材および清掃の方法は、灯具の汚れ具合を始め照明方式、規模、器具の構造あるいはその材料などによって定められる。つぎの 11, 12 表および 9 図はこれらの参考資料として示したものである。

エ. 燈具の清掃間隔

これは実施しやすく経済的でかつ充分な効果のある定期的な間隔が望ましく、間隔の定め方には Moon および Spencer 氏等の方法を始め種々あるが、参考としてつぎの二方法を挙げて見る。

1. 計算式を使わない方法

日本では 13 表のような推奨間隔の一例がある。

13 表 定期的に行う一般的な清掃間隔

場 所	清掃の仕方	空拭	水洗	備 考
塵埃の多い場所	1 週間	4 週間		これは国鉄の推奨基準であるから一般では他の条件を考え実施しやすい適当な間隔を検討することが必要である
塵埃の少ない場所	2 週間	8 週間		
塵埃の極めて多い場所	4 週間	16 週間		

2. ゲッチェンス氏の方法

これは $t^2 + 2 \frac{C_c}{C_b} t - 2 \frac{C_c}{C_b R} = 0$ (近似式 $t = \sqrt{2 C_c / C_b R}$) の式、

ただし C_b …… 清掃費を除いた照明費

C_c …… 1 回の清掃費

R …… 汚れのみによる 1 箇月当りの照度低下率

t …… 清掃間隔(単位月)

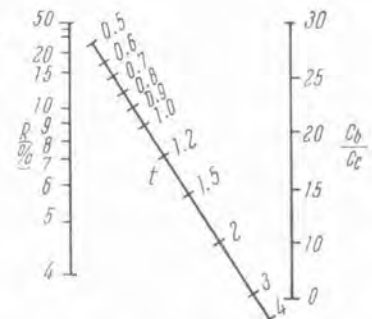
あるいはこれを図表にした 10 図から、もっとも経済的な間隔 t を求めるものである。

10 図 もっとも経済的な清掃間隔の図表

$$\left(t^2 + 2 \frac{C_c}{C_b} t - 2 \frac{C_c}{C_b R} \right) = 0$$

のノモグラム

Fig. 10. Nomogram of most economical cleaning times for luminaire.



なお R は普通 1 箇月当り 4~20 %, C_b/C_c は米国の条件で 25 程度といわれ、もっとも経済的な清掃間隔 t は 10 図から約 1 箇月となり、この方法で従来の 18 % 照度低下が 4 % に防止できたといわれている。また最近の米国における照明費計算報告では、清掃間隔は 3~4 箇月とされているが、労務費が高く、塵埃対策の進んでいる米国では、この程度が一般に適度であるかも知れない。日本においても、少くともこの程度には実行すべきであろう。

オ. ランプの取換方法

1. 簡別交換 …… 駄目なランプを簡別に取り換える。
2. 簡別式集団交換 …… 同時に点燈し始めたランプを一

定時間経過した後一斉に全部を取換えるがその間に出る短寿命ランプは個別に取換える。

3. 集団交換……(2)の場合と異なる所は短寿命ランプは個別に取換えず一斉取換まで放任しておく。

なお一定時間とは一般に定格平均寿命時間の70~100%に達する時間を選び、これは最初につけた全ランプ数に対して、生残ランプ数が80~50%になった時に該当する。

カ. ランプ取換費用の計算法

上記の3交換法のいずれが良いかの一般比較は困難であるが経済的には毎燈年当りの取換費用をつぎの計算式により算出比較することができる。

- 計算式
1. 個別交換の場合……… $\frac{T_B}{L}(P+ic)$
 2. 個別式集団交換の場合……… $\frac{T_B}{T_A}(P+gc + PKL' + Kic)$
 3. 集団交換の場合……… $\frac{T_B}{T_A}(P+gc)$

ただし、

T_B ……1年間の点燈時間、

L ……ランプの定格平均寿命時間、

P ……ランプの正味の単価、

ic ……個別交換の場合の1燈当りの取換費用、

T_A ……取換から次の取換迄の点燈時間、

gc ……集団交換の場合の1燈当りの取換費用、

K ……集団交換を行う以前に寿命を終るランプ数の割合、(生残率曲線から求められる)。

L' ……短寿命のランプによる追加費用の割合、

なお(2)、(3)の集団交換を考慮して良い場合は一般に、 $ic > P/2$ であつ $gc \ll ic$ のような条件の時である。集団法は日本では余り用いられないが、米国では実施されている。寿命は来ても、まだついているランプを取換えることは不経済に考えられ、ことに集団交換では短寿命のランプが一斉取換迄放任されるため、照度の低下や不体裁に心配があるが、大規模施設では燈数が多く、個別交換法より平均4~5%の照度低下で、清掃不良や電圧低下などの影響に比べれば問題外であるといわれている。作業の性質や取換労務費、ランプ代などの関係によっては経済的に有利な方法といえるであろう。しかしながら集団交換法は量産方式で製造された正規分布の寿命を持つ良質のラン

プを採用することが必要な条件であることも忘れてはならない。

キ. 蛍光灯の異状や故障とその原因ならびに対策

最近の蛍光灯は材料や量産加工技術などの著しい進歩で一段とその品質を向上しているが、精巧な機構、電源変動などによって多少の故障はまぬがれないから、14表に稀に起る故障や、故障と考えやすい異状などの現象、原因ならびにその対策を挙げて保守の参考とする。

5. む す び

以上種々述べたように蛍光灯照明は、ルクス年当りの照明費と、その照明効果による直接、間接の経済利益そ

14 表 燈具およびランプの主なる異状または故障とその原因ならびに対策

異 状 や 故 障 の 現 象	主 なる 原 因	対 策
1. ランプ、グロー共に点燈しない	電源電圧が低すぎる ランプの接触が悪い 電極の断線、グロー不良等	(1t), テスターで調べる。変圧器の調整、自動電圧調整器を考慮する (2t), ランプの排蓋を確実にする。ソケットの取付けを直す (3t), ランプを取換える (4t), グローを取換える
2. グローは動いてもランプが点燈しない	ランプ不良 ランプの接触不良 電源電圧が低すぎる 冬期等非常に低温のとき	3tと同じ 2t 1t ガラスやプラスチックカバーに付する。その他の保温策をとる
3. グローを外した瞬間に点燈する	電源電圧が低すぎる グロー不良	1t 4t
4. ランプの両端だけ明るくなる	電源電圧が低すぎる ランプ不良	1t 3t
5. ランプは点燈するが明るくならない。あるいは点滅を繰り返す	電源電圧が低すぎる ランプ不良、周囲温度が低すぎる	1t 3t
6. ランプが点燈したはずみに消える	器具またはグロー短絡	器具を取換える
7. 2燈組で片方の点燈おくれが相当長い	電源電圧が低すぎる	1t
8. ランプの光がうねる(らせん、うずまき、うねり状などいろいろある)	製造直後の枯れないランプによく起る。点燈して長くたつても直らないものは排気不良。あるいは電圧過大、安定器不適当	一般に点燈しておけば自然に直る。ランプを取換えても直らないときは安定器を取換える
9. ランプが比較的早く、褐色の環や黒点を生ずる(一端または両端の口金から2~3cm または4~5cmの所)	起動が不適当 電圧の過大または安定器の定格外れ	この種の褐色の環や黒点はランプの寿命に大きな影響はない ランプは一般にそのままでよい 定格外れの安定器は取換える
10. ランプ端部の黒色粒子状斑点あるいはルーバ接触面のランプ下面に軸方向に数ヶ所起る斑点	いずれも本銀の腐蝕 ルーバ付近は冷却の關係で冬には多いこともある	いずれも寿命その他の性能に影響はないから放置して差支えない ランプを180度回転して取付ければ一応は消える
11. ランプの一端または両端の濃い黒化(口金から5~8cmの所まで)やがて両端がうす赤くばかばかして駄目になる	ランプの寿命が順調にきた場合の現象である 短時間に出るときはランプ、安定器の不良、または点滅頻繁による	ランプを早く取換える 安定器不良は取換える 点滅回数を少なくする 一回の点燈時間は3~4時間以上がよい
12. ランプは黒化しないが割合に早くついたり、消えたりして両端がうす赤くなる	急に寿命がきた場合 とくに電極が急に腐んだ場合	3t
13. 定格寿命を持つランプが少い	点滅が普通取扱であつても短寿命ランプが多い場合は、ランプ不良、安定器不良 電圧および周波数低下	定格寿命は平均の寿命であるから多少の短寿命ランプはまぬがれない 電源の変動対策をとる
14. ランプ光色の不揃	集団交換法以外のランプ交換法では多少起る。同一系統のランプでも製造会社の差で起る	なるべく同一製造会社品に纏める
15. ランプの演色性が悪い。(色が歪んで見える。とくに橙、赤、赤紫系統の色に多い)	一般照明用ランプは明るさが主目的で、とくに演色性をよくするための蛍光物質を使っていないためである	ランプは必ず用途別に使用する 演色性が大事な所には三菱デラックス型ランプとくに4,500°K 冷白色が良い
16. ちらつき(早く動いたり、回転するものを見る時にちらつく)	電極を白熱させる発光でないから交流現象が多少あらわれる	普通の作業には感じない 必要に応じてフリッカレスまたは多相回路点燈にすれば差支えない
17. スイッチを切つてもランプが微光放電する	200V 電源で片線接地のときに片切スイッチが接地側に付けられた場合に起る	片切スイッチを非接地側に付けるかまたは両切スイッチを使用する

の他を考えるならば、白熱燈よりもはるかに経済的であることが判る。問題になりやすい器具やランプの生産コストは量産と材料および加工技術の進歩で逐次低下されているし、これにつれて照明費も今後ますます安いものになるであろう。しかしながら計算上の照明経済がいかに有利であっても、保守の良否によってその効果が非常に左右されるから理解ある保守を忘れてはならない。終りにわが国蛍光ランプの生産は、戦後の立ち上りにもかかわらず、昨年末早くも先進米国の年産 8,000 万本に対して 1,200 万本を示し、また一般白熱ランプとの生産比率は、米国とほぼ同一の 10% に達してなお上昇の一途を辿る現状である。これは蛍光燈照明の経済的優秀さを裏

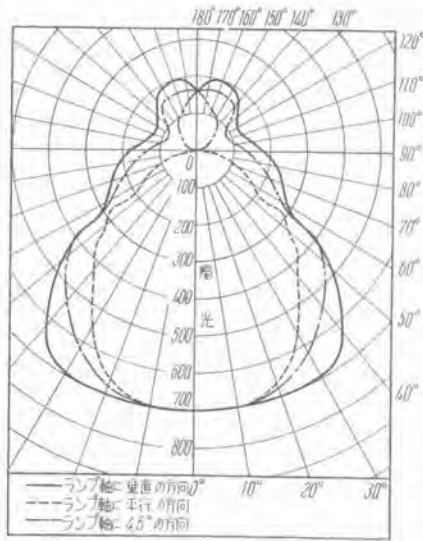
書するものでその将来性のきわめて大きいことを暗示するものといわねばならない。

文 献

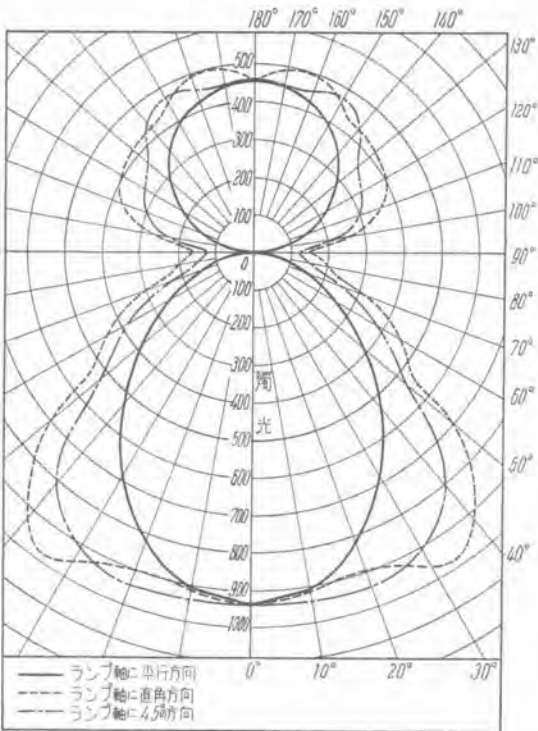
1. Westinghouse: Lighting Handbook.
2. IES: Lighting Handbook.
3. Amick: Fluorescent Lighting Manual.
4. Stevens: Principles of Lighting.
5. Moon and Spencer: Lighting Design.
6. Ill. Eng.: 1949, No. 6, 1948, No. 8 1953, No. 4.
7. 黒澤: 色彩調節工学講座 No. 3. (日本科学技術連盟)
8. 照明學會: 照明のデータブック.

照明設計資料 No. 103 配光曲線 (その 2)

FO-412 型照明器具
40W 2 燈用下面ルーバ
側面モールスリガラス付



FO-403 型照明器具
40W 3 燈用下面ルーバ
側面プラスチック付





ニエスフラスコ

照明用水銀燈

工場あるいは屋外の照明には従来ほとんど白熱電燈が使用されていたが、工場照明には近年螢光燈が相当に進出している。しかし非常に大きな建物、とくに高天井の場合には非常に沢山の燈数を必要とし、設備費が高価となるばかりでなくランプの保守に不都合な場合が多い。このような場合には高燭光、高能率しかも長寿命のランプを燈数少く使用することが望ましい。これには高圧水銀燈が現在のところ最適であるが、その条件に応じて最適のものを選定すべきである。

演色性が左程主要でない場合は高圧水銀燈：BL-3,500, BL-1,000, DH-400-S が高能率で良く、演色性が重要な場合には螢光水銀燈 FH-300 が良い。螢光水銀燈は冷白色の螢光燈と大体同じ色調で、発光能率は白熱電球の約2倍である。高圧水銀燈は青白色の色調であるが、螢光水銀燈より約10% 能率が良い。DH-400-S, FH-300 は二重管型で内管が石英製である。

工場照明の場合にその天井の高さ(ランプ取付の高さ)で適応する型が異なる。すなわち15m以上ではBL-3,500, 8-15mではBL-1,000, 5-8mではFH-300あるいはDH-400-Sが望ましく、低い天井の場合は螢光燈あるいは白熱電燈が良いと思われる。

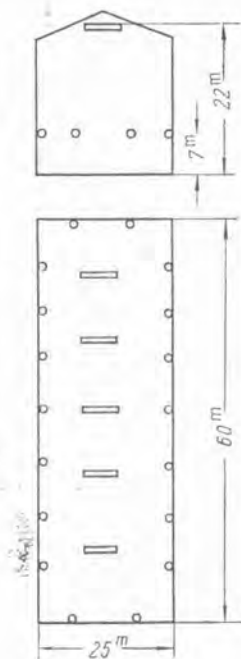
街路あるいは屋外照明には特別な場合を除いてはFH-300, DH-400-SあるいはBL-1,000を推奨する。



高圧水銀燈照明器具 OS-3,500
(BL-3,500 を取付たもの)



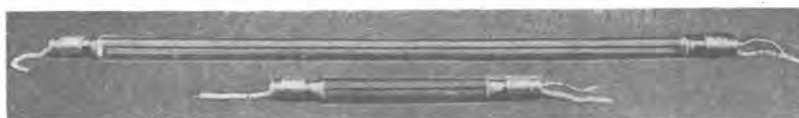
高圧水銀燈照明器具 OS-1,000
(BL-1,000 を取付たもの)



工場照明に高圧水銀燈を使用した一例

建物 60 m × 25 m 高 25 m
使用ランプ
高圧水銀燈 BL 3,500
5 燈 □ 印
白熱電燈 300 W
18 燈 ○ 印
床上照度
200-240 lx





高圧水銀燈 BL-3,500 (長い方)
BL-1,000 (短い方)

照明用高圧水銀燈の定格

	BL-3,500	BL-1,000	DH-400-S	(蛍光水銀燈) FH-300
ランプ入力 (W)	3,200	920	400	300
全光束 (L)	110,000	32,000	18,000	12,000
発光効率 (L/W)	35	35	45	40
ランプ全長 (mm)	1,350	515	280	280
ランプ径 (mm)	45	45	max. 117	max. 117
発光長 (mm)	1,150	300	—	—
水銀蒸気圧 (気圧)	0.8	0.8	2.5	2.5
管電流(起動時) (A)	15	12	5	4
〃 (安定時) (A)	10	8	3.2	2.4
管電圧(安定時) (V)	350	125	135	135
起動より安定迄の時間 (min)	20	20	6	6
再点燈処要時間 (min)	15	15	6	6
電 調	青白	青白	青白	冷白
寿 命 (h)	1,500	1,500	3,000 以上	3,000 以上



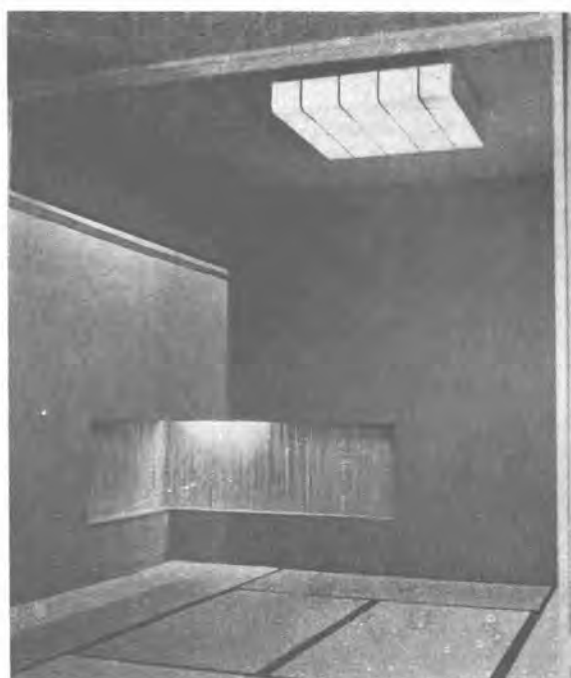
蛍光水銀燈
FH-300
高圧水銀燈
DH-400-S

和 室 の 照 明

8 畳間に 20 W デラックス蛍光ランプ 4 本を用いた天井直付器具と、壁際上下に同じく 20 W ランプ各 1 本による壁面照明を行っておりやわらかい雰囲気を出している。

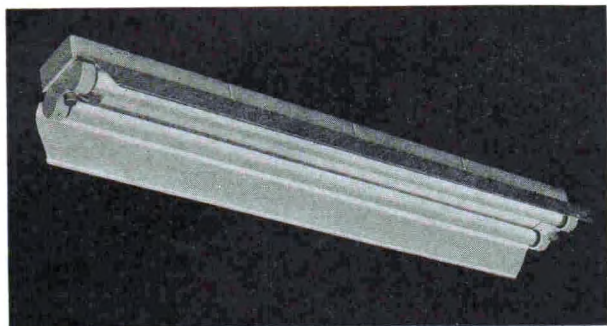
天井直付器具の側板材料は天井板材と同一とし、器具の隅には補強枠が使っていないので、きわめて軽快な感じを出している。器具に張った和紙の効果と相俟って和室に良くマッチしている。

和室では壁の色が暗いので壁面照明である程度の輝きを与えてやるのは良い方法である。

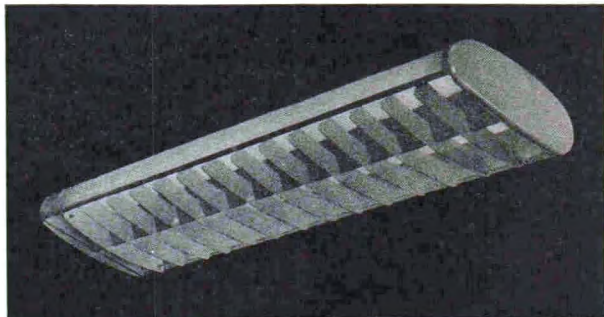


三菱蛍光灯標準照明器具

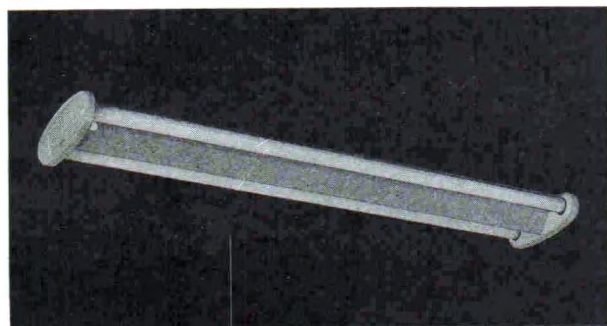
優美な意匠、堅固な構造をもった三菱蛍光灯照明器具は工場、事務所、デパート、商店などに広くご採用を頂いています。写真は標準型器具の一部を示しますが、このほか各種意匠の標準器具やご注文による特殊器具も多数製作いたしております。



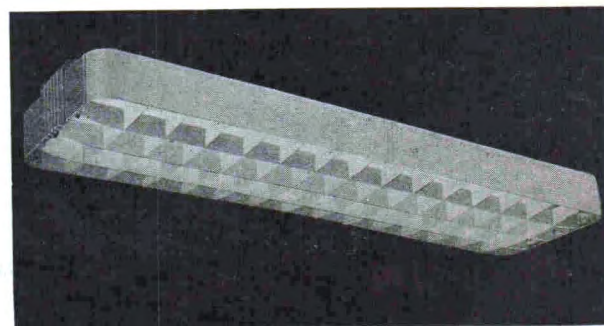
40 W 2 燈 反 射 が さ 付 器 具
FH-412 型



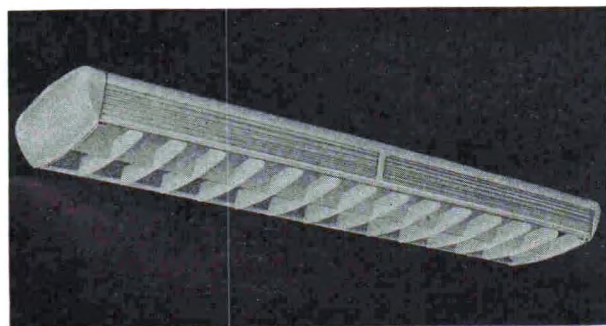
40 W 2 燈 ル ー バ 付 器 具
(側面曲ガラス)
FO-432 型



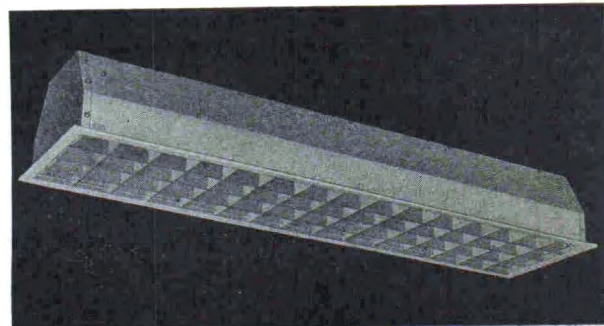
40 W 2 燈 露 出 型 器 具
FA-412 型



40 W 3 燈 ル ー バ 付 器 具
(側面プラスチック)
FO-403 型



40 W 2 燈 ル ー バ 付 器 具
(側面モールスリガラス)
FO-402 型



40 W 2 燈 ル ー バ 付 埋 込 器 具
FB-412 型

昭和 29 年 6 月 20 日 印刷

昭和 29 年 6 月 25 日 発行

「禁無断転載」 定価 1 部金 60 円 (送料別)

「三菱電機」編集委員会

委員長 岸本久雄
委員 浅井徳次郎 荒井 潔 石橋英樹 石黒克己
市吉惟浩 伊東祐義 市村宗明 大久保貞郎
岡屋精二 金内幸三郎 川田勝利 小林治一郎
進藤貞和 渋谷進一 田宮利彦 松田新市
毎熊秀雄 前田幸夫 松尾米太郎 松岡 治
宗村 平 森 範 馬場文夫
幹事 吾郷侃二 成富公一 (以上 50 音順)

編集兼発行人 東京都千代田区丸の内 2 丁目 3 番地 吾郷侃二
印刷所 東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 大日本印刷株式会社
印刷者 東京都新宿区市谷加賀町 1 丁目 長久保慶一
発行所 三菱電機株式会社内「三菱電機」編集部
電話和田倉 (20) 1631
日本出版協会会員番号 213013