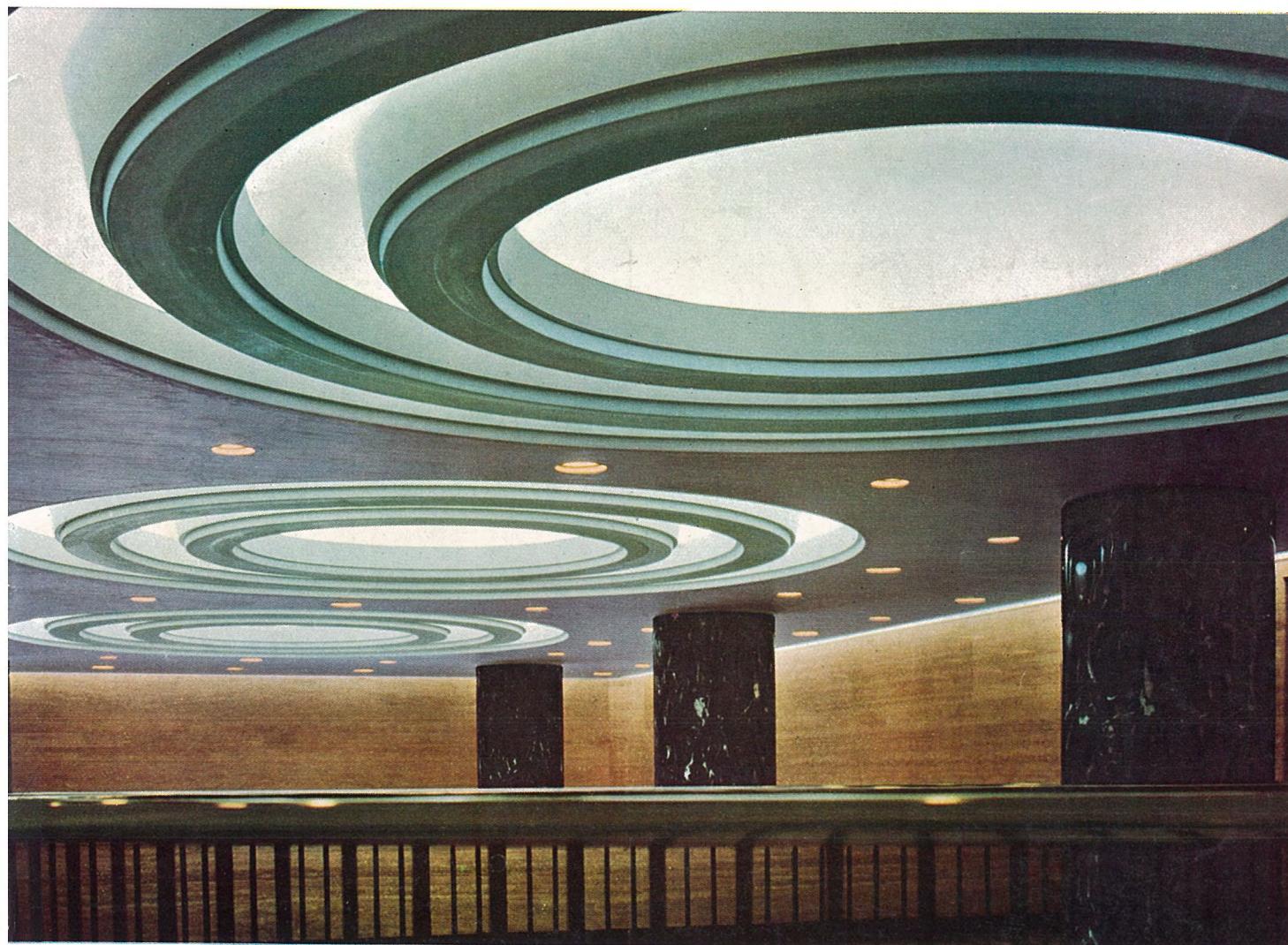


**MITSUBISHI DENKI**

# 三菱電機

照 明 特 集



中央ホールの照明（東京大手町ビルディング）

9

VOL 32 1958

# 最近の 照明施設

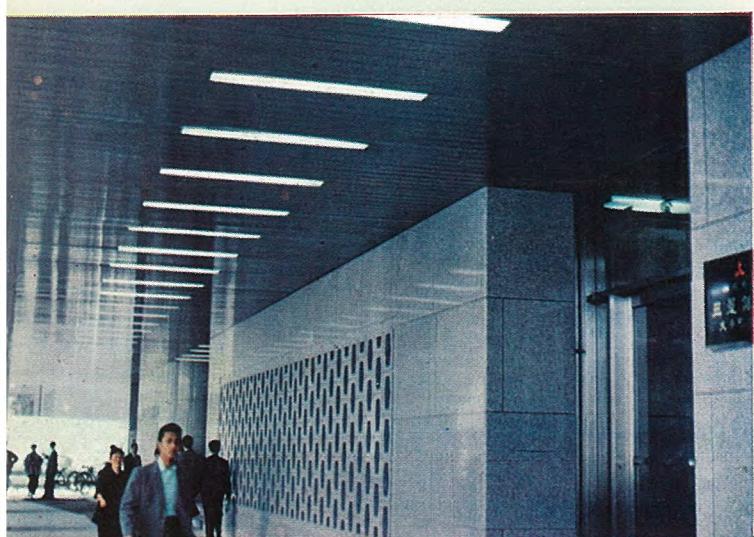
## 写真説明

### ① 大手町ビルの入口および庇下の照明

入口および庇下は FL-40W×1 灯用下面乳白色アクリライトカバーの埋込器具使用。

### ② 大手町ビルの中央通路

入口はいっての通路は建物の長手方向約 200m にわたって FL-40W×2 灯用乳白色アクリライトカバーの半埋込連続器 155 連×2 列と、庇下の天井左右の埋込間接照明は FL-40W×1 灯 173 連×2 列の連続照明である。これらの 4 本の光の帯がはるか彼方に長くのびている様は壯観である。床の平均照度は 420 lx の高照度である。



1



5



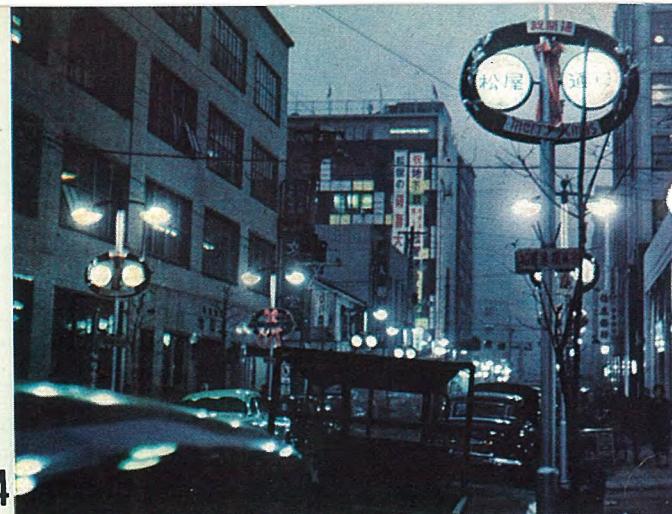
3



6



4



4

### ③ 大手町ビル内三菱銀行の営業室

同ビル入口右側の三菱銀行の営業室の照明は FL-40W×2 灯用 アクリライトカバー 21 連 8 列の半埋込器具で机上面は 500 lx の平均照度である。

### ④ 東京・銀座の松屋通りの照明

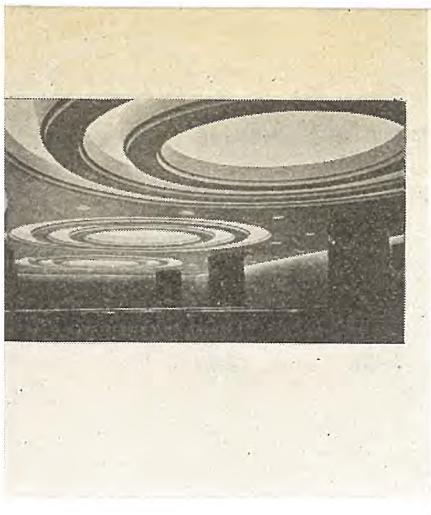
銀座通りと直角の松屋通りでは巾 10 m の道路にポール（高さ 5 m）が 15~20 m 間隔に螢光水銀灯 HF-300 D×2 灯および円形螢光灯 FCL-30W×2 灯用の街路灯 30 セット設置。灯具の直下で 100 lx、中間で 30 lx の高照度を得ている。

### ⑤ 東京・松屋百貨店の庇下の照明

百貨店の入口は街路灯のみによると暗くなるおそれがある。銀座松屋百貨店では入口の庇下に高出力ラピッドスタート螢光灯 FLR-110H-W×4 灯用 36 連全長 92 m の乳白色アクリライトカバー器具によって照明し、店頭路上で 500 lx の平均照度を得ている。なお、街路灯として松屋通りの照明④のほかに銀座通りに螢光水銀灯 HF-400DT×2 灯用が使用されている。

### ⑥ 東京・新宿・伊勢丹百貨店の照明

同百貨店のフランスモードの売場、数多くの裸の FL-40W-DL×1 灯用螢光灯のラインライトの外、数多くの白熱電球による埋込ダウンライトの配列と壁面照明の螢光灯の組合せが同売場のシックな調和をか



MITSUBISHI DENKI

# 三菱電機

## 表紙説明

本年4月10日を期して開館した東京・大手町ビルディングはその規模の広さにおいて東洋最大・世界第6位に相当する総床面積33,660坪地下3階、地上9階、塔屋3階の事務所ビルである。同ビルは単に建造物の広さを誇るだけでなく、その設備においても全館空気調節を行い、不時の停電時に備えて8台のエレベータを動かすための自動切替式自家発電装置を設備されるなど俗にマンモス・ビルと称されるにふさわしい幾多の施設を備えている。写真は中央ホールの照明で、巨大な幾つかの円形の柱に支えられた2階の天井に達する構成で、3組の三重同心円の間接照明と天井の隅をとりまく間接照明の螢光灯、その間には数多くの白熱電球100W、60Wによるダウンライトとの配列で誠に豪快な表現である。

光源は三重の同心円にはFL-20×79個、30×158個の組み合わせのほか、天井の隅の間接照明にはFL40W×30個と、とくに高出力ラビッドスタート螢光灯FLR-60H(60W)×46個が使用され、床面上の平均照度は250lxである。



## 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 兵庫県尼ヶ崎市南清水  
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  
伊丹製作所 兵庫県尼ヶ崎市南清水  
長崎製作所 長崎市平戸小屋  
無線機製作所 兵庫県尼ヶ崎市南清水  
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 福島県郡山市字境橋  
姫路工場 兵庫県姫路市千代田  
福山工場 福山市沖野上町  
中津川工場 岐阜県中津川市駒場町  
和歌山工場 和歌山市市岡町  
福岡工場 福岡市今宿青木  
静岡工場 静岡市小鹿  
家庭電器工場 名古屋市東区矢田町  
無線機製作所 東京都世田谷区池尻町  
東京工場 札幌市北二条東12  
札幌修理工場 大阪市北区堂島北町8番地1  
(電) 大阪(34) 代表 5251  
名古屋営業所 名古屋市中区広小路通  
(電) 本局(23) 代表 6231  
福岡営業所 福岡市渡辺通リ2丁目(電気ビル内)  
(電) 福岡(2) 代表 6031  
札幌営業所 札幌市大通リ西1丁目(大通ビル)  
(電) 札幌(2) 代表 7236  
仙台営業所 仙台市東一番丁63  
(電) 仙台(2) 代表 6101  
富山営業所 富山市安住町23の2  
(電) 富山 4692・5273・2550  
広島営業所 広島市袋町6(富国生命ビル)  
(電) 中(2) 2211  
高松営業所 高松市寿町1丁目(第一生命ビル)  
(電) 高松 3178・3250  
小倉出張所 小倉市京町10丁目(五十鈴ビル)  
(電) 小倉(5) 8234

昭和33年第32卷第9号

## (照明特集)

## 目次

|  |                 |     |
|--|-----------------|-----|
| 卷頭言  | 常務取締役 岸本久雄      | 2   |
| 照明10年の歩み   | 谷鹿光治            | 3   |
| アメリカにおける照明の現況雑感  | 河合 登            | 6   |
| 照明普及運動の動勢  | 吾郷侃二            | 8   |
| 螢光灯における電極加熱が発光効率に及ぼす影響                                       | 竹田俊幸・山下博典       | 12  |
| 新しい形の螢光水銀灯   | 立原芳彦・秦 阜也・栗津健三  | 21  |
| カラー螢光ランプ   | 太田重吉            | 24  |
| 光り天井照明   | 上川忠夫            | 28  |
| 高出力ラビッドスタート螢光灯の経済問題  | 小堀富次雄           | 41  |
| 工場照明の経済的計画の一方法   | 佐々木武敏           | 45  |
| 電源電圧変動に対応する螢光灯と白熱球の光束変動の比較                                   | 高島秀二・増田 裕       | 48  |
| 防爆形螢光ランプおよび照明器具  | 佐々木武敏・高島秀二・山本壮司 | 50  |
| 螢光灯の高周波振動  | 久保幸正・土井貞春       | 56  |
| 螢光水銀灯によるテニスコートの照明  | 上川忠夫・立原芳彦・栗津健三  | 63  |
| 螢光健康灯による佝偻病予防の至適照射値および全実験動物の病理解剖                             |                 |     |
| 学的の所見およびその眼に対する影響に関する実験的研究                                   |                 |     |
| 赤塚京治・宮沢寿一郎・足立 健・藤村敏行・小堀富次雄                                   | 66              |     |
| 家庭用螢光灯器具とインダストリアルデザイン  | 堀田鉄太郎           | 79  |
| 織物検査光源と螢光ランプ(第2報)  | 上川忠夫・安東 滋       | 83  |
| 照明意匠   | 小笠原善丸           | 88  |
| 技術解説   |                 |     |
| 火力発電シリーズ: AVRの問題   |                 | 96  |
| 最近の米国照明施設の展望(2)  | 小堀富次雄           | 100 |
| W社文献抄訳   |                 |     |
| 超高出力螢光ランプ・照明用電源のトランジスタ化・新しい航空機の電気系統(兵器体系による)                 |                 | 116 |
| ニュースフラッシュ  |                 |     |
| 第5回日本国際見本市のソ連およびチェコスロバキア館・四国電力加賀発電所に三菱製電気ガバナを取り付・LSH形交流気中配電箱 |                 | 118 |
| 特許と新案  |                 |     |
| (特) 列車位置表示装置 (特) 冷蔵庫   |                 | 120 |
| 最近登録された当社の特許および実用新案  |                 | 40  |
| 次号予定   |                 | 95  |



## 卷頭言

常務取締役 岸本久雄

人は皆夢を持っている。夢を持っているからにこそ、人生を楽しく、希望多くまた精進する気にもなる。夢の中には着実に具現されて生活の効用を高めているものがたくさんある。手近なところで飛行機、無線電信、映画、原子力の発明、スパートニクなどは空想の幻が実現されたものである。がしかしあまりにもかけ離れた夢、度はずれた夢であるためにこの世のものとはならない夢もまた少なくない。宗教家も政治家も、学者も、産業人も皆それぞれに、大なり小なりに夢を持っている人が多いし、これを実現するために思いを凝らしている。

螢光ランプも夢の顯示されたものである。高圧水銀灯の難点を解決せんとする努力から螢光ランプが生れた。最初から「光る管」が考えられたのではなくて、夢を実現するためには光る管になって来たのであろう。

最近、触手スイッチ (Touch Control) の応用が GE レビューの近刊誌に出ているが、他面配線のない照明器具が発売されれば、建築上からも、

保守の上からも誠に都合がよい。ローソクや石油ランプはある意味で配線のない光源であるが、配線なしでランプの点灯が経済的に実用化できればありがたいことである。

螢光放電灯にはバラストは付きものである。バラストなしにできれば誠に具合がよいし格安になる。Westinghouse 社では、すでにバラストのいらない水素ガス封入の水銀灯ができているが螢光ランプにも安定器抜きのランプが近く市場に現われるかと思う。

昨年の春、わが社は他社に先がけて高出力ランプの製造を開始した。光束の明るいこと、器具台数の節約できること、保守の簡易化、高天井照明の可能性など、かずかずの特長を持っている。広くご愛用下さるようおすすめしたい。

光の世界の夢は夢として誠にふさわしい夢物語である。考えていて何となく楽しい。一つ一つの夢に明りをつけてわれわれの環境を楽園にしたいものである。

# 照明 10 年の歩み

照明学会副会長

東京電力株式会社営業部次長

谷 鹿 光 治

## Ten Years' Course of Illumination

Vice President of the Illuminating Engineering Institute of Japan

Mitsuharu TANISHIKA

Illumination engineering has made a wonderful advance in the past ten years since the termination of war. The most marvellous is the wide spread of fluorescent lamps which are now replacing incandescent lamps in various fields. The illuminating standard established by the Illuminating Engineering Institute of Japan some twenty years ago was 75~150 lx for healthy reading, but none of offices ever practiced the luminosity exceeding 100 lx. Nowadays, 300~500 lx in office buildings and stores are not all rare, some of them going so much as 1,000 lx. This is chiefly due to the introduction of fluorescent lamps made by painstaking efforts of their principal manufacturers in the improvement of quality, efficiency and life.

戦後 10 年、日本の照明は非常な躍進をした。戦前一般にはほとんど見られなかった蛍光灯が白熱電球に置き代り、幾何級数的に普及して行ったお陰で、照明方式は一変し、照明が一般にたいへん明るくなった。今から約 20 年前、照明学会が制定した照明基準では、読書の照明としては 75~150 ルクスを推奨しているのに、戦前の事務所では 100 ルクスを越えるものはほとんどなく、盛り場の商店でも、100 ルクス以上のものはまた数えるほどしかなかった。それが蛍光灯の普及により、照明に対する一般の関心も高まり、その効率のよいことから経済的にも高い照度が実現できるようになり、最近のビルや商店では 300~500 ルクスは普通で、1,000 ルクスという商店までが現われてきている。

この照明の躍進が、蛍光灯によるものと一口にいって

しまえばそれまでであるが、実は蛍光ランプのメーカーの数が増し、主要メーカーが競って品質の向上に努力した結果、品質が向上し、効率が良くなり、寿命もいちじるしく増大したお陰であって、その努力と成果には心から敬意を表する次第である。

日本電球工業会の報告によると、図 1 に示すとおり昭和 32 年の白熱電球の生産高は 1 億 5,504 万個で、これを 23 年の実績に比べると 3,109 万個、25% の増になっているのに対し、蛍光ランプは 2,416 万個で 10 年前の 19.3 万個に対し 125 倍に激増している。そして昭和 23 年には蛍光ランプと白熱電球の割合はわずかに 1.56% に過ぎなかったが、32 年には 13.5% にまで増加しているのである。

つぎに、これを全光束数で比較すると 23 年度の 986.7 億ルーメンに対し、32 年は 1,576 億ルーメンであって、10 年間に 60% の増加を示している。この初光束ルーメン数の増加は照明が明るくなったことを物語るものではあるが、蛍光ランプの寿命がたいへん長くなり、設備灯数 1 個あたりのランプの消費量が逆比例的に少なくて済むようになったことを考えると、全体から見た照明の明るさは、この製造高から見たルーメン数の比よりはるかに明るくなっているはずである。ここではいちいちルーメン時の計算はしてみないが、蛍光ランプの JIS が制定された昭和 25 年当時には、JIS の 3,000 時間の寿命すらなかなか保持できないで、需要家の苦情も少なくなかったが、最近は 5~6,000 時間は常識的になりつつあり、印加電圧、サイクル、点灯回数などの条件がよければ 10,000 時間にも達するものもあることをもって、このいのちの裏づけとしたい。

つぎに国鉄の鉄道技術研究所の報告によると最近 5 カ年間蛍光ランプの初特性は各メーカーとも、まことにいちじるしい上昇ぶりを示している。図 2 は FL-40 W およ

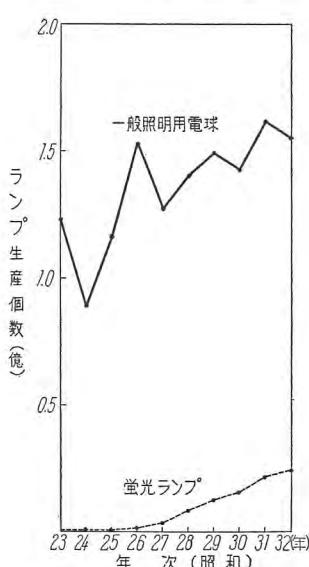


図 1 ランプ生産の推移

Fig. 1 Change of lamp production.

び FL-20 W についての 29 年以降の試験成績を示したものであるが、40 W においては 29 年度の最高値は 2,442 ルーメンであったのに対し、33 年度には 2,888 ルーメンと 18% の増加を示し、20 W については、29 年度の最高値 1,056 ルーメンに対し、33 年度は 1,172 ルーメンと 12% の増加を見せていている。図 2 の A, B, C... はメーカー名を示しているが、どのメーカーもその成績向上には見るべきものがあり、いずれもが今回改正された JIS の標準値 FL-40 W の 2,400 ルーメン、FL-20 W の 860 ルーメンをはるかに越した優秀なものであること

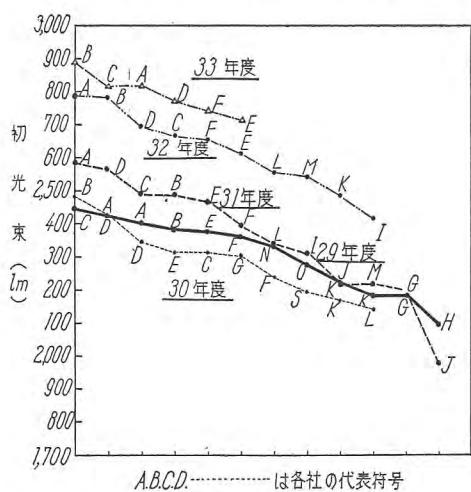


図 2 各メーカー別 FL-40 W の初特性向上推移

Fig. 2 Change of improvement in the initial characteristics of FL-40 W lamps classified according to makers.

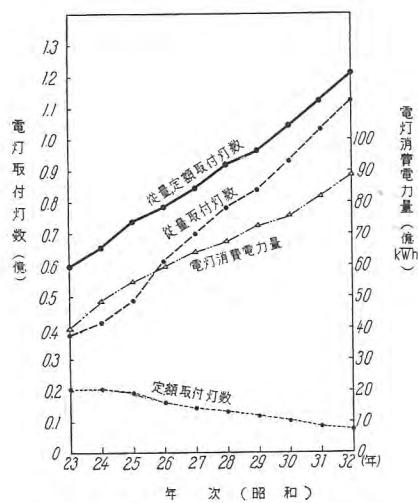


図 3 電灯灯数・消費電力量の傾向

Fig. 3 Trend of the number of lights and power consumption.

に気づくのであるが、同研究所の内田博士が「各年度を通じていえることは、各社の製造技術が年一年と飛躍的に向上しつつあることで、とくに上位級の会社の製品が、32 年度の 3,000 時間後の光束が 31 年度の初光束を上回る好成績を示していることである」と述べておられるることは、まことに結構なことである。

つぎに電力使用の面から見ると普通電灯の取付灯数は戦禍のため昭和 21 年には激減したが、その後順次増加して、26 年には戦前最高であった 19 年度の数値に追いつき、爾来建築施設の増加と国民生活の向上とによって増加の一途をたどり、図 3 に示すように、32 年度には 10 年前に比べ需要家軒数が 1.33 倍、取付け灯数 2.05 倍、電灯の消費電力量は 2.2 倍となっており、電力消費量の増加がとくに目だっている。

この使用量の中には、小形機器の使用量が含まれているが、電灯と機器の内訳がわからぬので、純電灯分の使用量の伸びが明らかでないのは残念である。しかし東京電力の最近のサンプリング調査を行っている 5,000 軒の需要家の中から、二段抽出した 653 軒について調査したもの、最近の月別使用量は表 1 に示すとおりであって、蛍光灯と機器の使用量の増加傾向が目だち、白熱電球の減ってきてることがわかる。この間のウェイトの推移を吟味したいがまだ月数があまり進んでいないし、話が細かくなり過ぎるので、ここでは省略しておく。ともかく、蛍光ランプの使用量の増加してきていること、それだけ照明の向上していることだけは明らかである。

表 1 電灯需要の月使用電力量  
(白熱灯、蛍光灯、小形機器別)

単位 kWh

| 年月    | 31/12 | 32/2 | 5    | 8    | 12   | 33/2 |
|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 白熱灯   | 28.8  | 29.6 | 24.3 | 20.9 | 25.7 | 26.8 |
| 蛍光灯   | 5.9   | 4.9  | 3.9  | 4.0  | 6.5  | 7.0  |
| 照明用計  | 34.7  | 34.5 | 28.2 | 24.9 | 32.2 | 33.8 |
| 小形機器計 | 19.8  | 22.0 | 20.9 | 19.5 | 24.4 | 28.7 |
| 従量電灯計 | 54.5  | 56.5 | 49.1 | 44.4 | 56.6 | 62.5 |

表 2 甲府市における商店の照明向上  
推移 (商店照明コンクール成績)

| 事項         | 年度 | 昭和 26 | 27   | 28  | 29  | 30  | 31  | 32 |
|------------|----|-------|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 平均照度 (lx)  | 55 | 76    | 98   | 110 | 127 | 205 | 264 |    |
| 蛍光灯使用率 (%) | 17 | 35    | 55   | 68  | 73  | 76  | 81  |    |
| 裸電球 (%)    | 22 | 18.5  | 15.3 | 7.3 | 6.7 | 1.2 | 0.1 |    |

今度は照度の実態を少し検討してみよう。

新しいビルの照明が蛍光灯の使用により断然向上している事実は、読者の目の当たり経験しておられるところで改めて取り上げる必要もないが、山梨県甲府市の商店照明の実体が逐年向上してきた跡がよく記録されているので、表 2 に掲げて参考に供することにする。この表から昭和 26 年には、蛍光灯の使用率が 17% 程度、裸電球が 22% もあったものが、関係者の指導、努力によって逐年照明が改善され、32 年には裸電球はわずかに 0.1%，蛍光灯の使用率が 81% まで向上し、コンクール参加店の平均照度は、7 年間に 55 ルクスから 264 ルクスにまで向上したことは注目に値するものであろう。裸電球の駆逐に大進歩になった一昔前を追憶すると正に雲泥の差である。

つぎに学校照明を見よう。

戦前夜間学校の照度の基準が文部省の次官通牒として決定指示されたのは昭和 14 年であるが、当時は 50 ルクスという照度さえも実現が困難であった。それが最近、東京電力が調査した夜間高等学校の照度は表 3 のとおりで、この実情は新しい照明基準に照して必ずしも十分とはいえないが、螢光灯の場合には大体 100 ルクスの照度が得られていることも結構なことである。

最近、国鉄や私鉄の新車に乗って気づくことは、すべてが螢光灯の照明であって 400~500 ルクスを示し、古い白熱電球の電車が、地下鉄を除いては 30~50 ルクスに過ぎなかったのに比べると、約 10 倍に飛躍したわけである。

表 3 夜間高等学校の照度実測値 (32 年度)

| 教室名  | 旧基準照度 (lx) | 実測照度 (lx) |        | * 均整度 |         |
|------|------------|-----------|--------|-------|---------|
|      |            | 白熱電球の場合   | 螢光灯の場合 | 平均    | 白熱電球の場合 |
| 一般教室 | 50         | 53        | 89     | 92    | 57      |
| 実験室  | 50         | 60        | 96     | 78    | 52      |
| 図書室  | 50         | 51        | 92     | 68    | 24      |
| 製図室  | 100        | 75        | 124    | 121   | 20      |
|      |            |           |        |       | 35      |

\* 均整度 =  $\frac{\text{平均照度} - \text{最低照度}}{\text{平均照度}} \times 100$

以上の数例はいずれも螢光灯によるものであるが、一方高圧水銀灯がおくればせながら、ここ 2~3 年来急速に品質の向上を見せ、螢光塗料によって色の補正された水銀灯の出現によって、銀行の営業室のような高天井の照明に利用されるまでになったことは非常な進歩であって、道路、橋梁、公園のような屋外照明はもちろん、アーケードなどまで、白熱電球の分野が高圧水銀灯に置きかえられつつあることも照明経済に立つ照度向上をもたらすものとして結構なことである。

照度という用語が、温度や湿度と同じように大衆の日常生活の中に親しまれるようになったことは、ここ数年来のことと、ルクスという理解にくかった単位が大衆から聞かれるようになったのも照明開拓者には喜ばしいことである。そして、照度の向上が大衆への照明知識の普及、国の文化の向上に起因することは明らかであるがここ数年来の照度の画期的向上は何といっても、新光源の発達普及のたまものである。

かく一般の照明水準が向上してきている時、いわゆる推奨照度はどうなっているか。昭和 15 年に照明学会が斯界の権威者を委員とし慎重審議して制定したものが、いわゆる照明調整要綱であるが、当時明視論の立場から十分な照度を要するという意見と、電力の節約という立場から、照明はそんなに明るくしないでも済むという意見が戦わされ、結局、推奨照度と最低基準の二本建で、照明基準が決定され、そして効率の良い使い方をして必要な照度を得るということで、照明調整要綱として発表したものであるが、その後戦時中、戦後の世代の変化に伴って、前述のように照明の急速の進歩発達を見たためにすでに実情はこの基準からほど遠く離れてしまったの

である。

そこで照明学会は改めて調査委員会を置いて、実情に即した照明基準の審議を進めてきたが、一方、国としてもその決定の必要に迫られ、一昨年工業技術院から照明学会に対し、照度の工業標準原案の作製の依頼があり、本年 3 月までに屋内外のすべての分野に対し検討を加え立案、新時代に即した基準を答申している。

工場、事務所、病院については近く工業技術院から JIS として発表されることになっている由であり、学校住宅、興業場、料理店、理容、商店、運動、船舶などは目下、学会の答申案に基いて検討中で年内には JIS として発表される予定と聞いている。なお車両、航空は目下学会において継続審議中である。

表 4 住宅 (集団住宅を含む) の照度基準

| 照度段階 (lx)       | 室名  | 作業種別                              |
|-----------------|---|-----------------------------------|
| aaa (1,500~700) |   | ○裁縫                               |
| aa (700~300)    |   | ○勉強 ○読書 (細字)                      |
| a (300~150)     |   | ○読書 ○洗濯 ○調理<br>○化粧 ○着付 ○食事<br>○娛樂 |
| b (150~70)      | 居間、書斎、応接室、子供室、女中室、サンルーム、広縁、食堂、浴室、台所、化粧室、作業室、家事室 |                                   |
| c (70~30)       | 玄関、入口ホール、納戸、廊下、階段、非常階段、便所、ポーチ                   |                                   |
| d (30~15)       | 寝室、車庫   |                                   |

表 5 学校照度基準

| 照度段階 (lx)       | 場所名  |
|-----------------|--|
| aaa (1,500~700) | 精密製図・精密実験・ミシン縫い  |
| aa (700~300)    | 製図室、視力の悪い生徒教室、黒板面、図書閲覧、裁縫、美術、工芸製作、精密工作                   |
| a (300~150)     | 一般教室、特別教室、図書閲覧室、書庫、実験、実務室、保健室、給食室、事務室、教職員室、会議室、講義室、屋内運動場 |
| b (150~70)      | 管理諸室、廊下、階段、洗面所、便所諸室、集会室                                  |
| c (70~30)       | 屋外非常階段   |
| d (30~15)       | 屋外運動場 (夜間使用)   |
| f (15~7)        | 構内通路 (夜間通行する部分)  |

学会の新しい照度基準は、物を見る時の明視、疲労その他の条件を加味して 200 ルクスをベースとし、これを a 級と定め、これより明るい照明を必要とする細かい視作業に対しては倍数、段階的に aa, aaa 級とし、逆に低照度でも済むものに対しては半数の b 級、さらに半数の c 級というように定めている、表 4 に住宅の照度基準を掲げておく。この級別は一般の方には当分は扱いにくいと思うが、普通の読書には 150~300 ルクスというように推奨照度に巾のあるのを一語で表わす便法として早く慣れていただくことを希望する次第である。さきに学校照明に触れたので、その新しい基準を表 5 に掲げておく。

以上照明 10 年の進歩を断片的に記述したが、新しい照明基準が JIS として発表される時を一転期として、広く改めて照明の実態を検討し、その改善、向上に努力したい。電球メーカーのいっそらのご研鑽をせつに希望します。

# アメリカにおける照明の現況雑感

大船工場長 河合登

## Miscellaneous Thoughts on Status of Illumination in America

Ofuna Factory Noboru KAWAI

Brightness of streets, shops, office buildings, factories and all other environments is, so to speak, an index of civilization. To study how such an advanced country as America in going about it is a matter of great interest. The writer has made a two month trip in the United States with an errand to acquire knowledge on this special line. His first report covers miscellaneous thoughts on the present status of illumination in America.

### 1. まえがき

今般6月8日から8月8日までの2ヶ月間社命によりニューヨークを中心にして19の都市および約20の工場の照明部門を視察した。米国の街路、ビルディング、交通機関などすべての照明の傾向を注意してながめ、必要な部門に対してはその専門家に会って打合わせをした。くわしくはそれぞれの部門に関して詳述する機会もあるかと思うので、この項では鳥瞰的に大体の米国照明の傾向といったものを、散文の形でご紹介する。

### 2. 融光灯の点灯方式



図 2.1 (a) ニューヨーク  
Fig. 2.1 (a) Street lighting of N. Y. city.



図 2.1 (b) ニューヨーク  
Fig. 2.1 (b) Street lighting of N. Y. city.

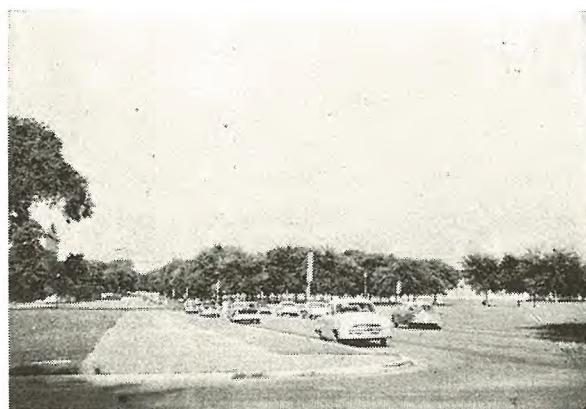


図 2.2 フィラデルフィア  
Fig. 2.2 Street lighting of Philadelphia.

現在グロー式は見当らず、一部インスタントスタート、他はほとんどラピッドスタートが主である。

またランプは、デパート、商店、事務所などに一部40W、他は96inが相当数出回っているように見受けられた。

#### 2.1 道路照明

街路照明は、現在は水銀灯を使用しているところも相當あるが、high wayにおいては、自動車が非常に高速度で走るため、点光源ではどうしても輝度が高く、照度の不平均が支障をきたし、ニューヨーク、ピッツバーグ、フィラデルフィア付近の道路においては、H. O. またはS. H. O. lampの照明に変りつつある現状である(図2.1 2.2)。

トンネル内の照明は全部、マンハッタン、ピッツバーグ隧道にても96in H. O. lampにより連続線照明が実施されている。ランプは露出形のものであり、これは保守の容易なためと思われ、高速で自動車が走る場合に

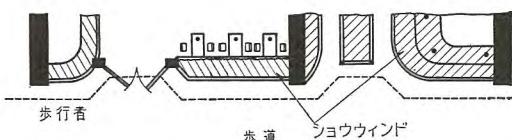


図 2.3 店頭  
Fig. 2.3 Shop.



図 2.4 ショーウィンド照明の例  
Fig. 2.4 Example of show-window lighting.

非常に運転が楽である。現在 H. O. に改修工事が実施されつつあるところもある。

以上のように輝度が低いこと、平均な照度が得られることを必要とするため、白熱球および水銀灯の照明は逐次 H. O. または S. H. O. による照明に移行しつつあり、おもな所はすでに切替えが完了している。

日本においても近き将来 H. O., S. H. O. が非常な進出をするであろうことは想像にかたくない。

海岸の照明は場所により相違があった。ニューオリアンズのような暖い場所では水銀灯が多く、シカゴなどの寒い場所は H. O. lamp が多い。

## 2.2 商店照明

つぎに商店照明であるが、ニューヨークなどのメインストリートにおいてはネオンサインを非常に効果的に使用しており、街路の照明は相当照度を下げているようである。すなわち商店のショーウィンドの内部天井面に蛍光灯を多数点灯し、前面の店名を入れた看板でシールドしているものがほとんどで、この光が街路を明るくしている。なお閉店後もウィンドの照明だけは消灯せず、通行人は見ながら歩けるようになっている。

Super Market, Thrifty Drug などの照明は、ランプ露出形、すなわち FA 形の連続 line 照明である。平均照度 500 lx 以上 (図 2.3, 2.4)。

## 2.3 ビル照明

ビルディング内の照明は、半埋込器具の連続で下面プラスチックに格子状のリブがはいったもの、または同様埋込下面プラスチックで角形のものが多い。使用ランプは 40 W の場合 4 本ないし 6 本の連のものが多い。日本では 2 灯 3 灯の連続が多いが、また 96 in の H. O. を使用している場所も相当見受けられた。

ビル事務所の場合は間仕切りで部屋を区分しているが、天井まで届いていないものが多いので、天井は 1 灯用または 2 灯用の line light として蛍光灯を天井に通して、部屋ごとに点滅できるようになっており、均一照度が出ている。つぎに Hotel の照明であるが、これはまだエレベーターホール、洗面所などに 40 W の蛍光灯が使用されている程度である。ことにミラープラケットにはミラーの両側にててに取付けられた場合がほとんどであった。

Motel においてはほとんど全館蛍光灯である。

## 2.4 工場照明

アメリカにおける照明の現況雑感・河合

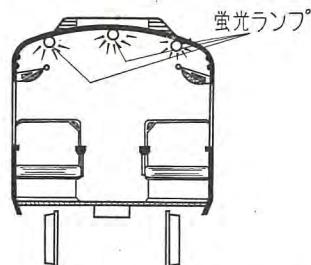


図 2.5 車両蛍光灯の配置  
Fig. 2.5 Arrangement of fluorescent lamps in a car.

工場の照明はほとんど FH 形 3 灯用程度の連続または単独 line 照明が施行されている。

## 2.5 車両照明

車両内照明としては、地下鉄には 1 灯用の下面しま模様のプラスチックでカバーした直射器具の line 照明で、中央と両側の 3 本で照明されているのが多い。

列車関係は、大体白熱球と蛍光灯が相半ばの状態で、この点日本の現状と同程度であり、漸次蛍光灯に切替えられている状態である (図 2.5)。

## 2.6 体育館照明

体育館はほとんどが映写室兼用になっており、一部水銀灯が使用されているが、大部分蛍光灯照明で調光装置が完備している。

## 2.7 家庭照明

最後に今までの渡米者が家庭にはほとんど蛍光灯は普及されていないことに対してなぜかということにあまり言及していないが、これは今回各方面で調査した結果、第一に 20 W 程度の安価な家庭用の照明器具がほとんど製作販売されていない。40 W の器具を買おうと思うと非常に高い。ほかにも事情があるかも知れないが、電力的にも照度も経済的にも非常に利点があるにもかかわらず使用されていないのは、メーカーの努力が多分に不足しているように見受けられる。一般器具において上記の状態であるので、家庭用のスタンドにおいてももちろん普及されていない。

## 2.8 ランプ

lamp の演色性に対しては、上記のように家庭であまり使用しないため非常に関心がうすく、もっぱら照度を上げることのほうに重点が置かれているように見受けられた。全般的にいって日本に比し照度は平均 2 倍ないし 3 倍となっているようである。

ラピッドスタート用ランプの点灯に際し全部シリコンアクチブコーティングをしているが、南方の高温高湿の地方では相当程度点灯困難の問題があるとのことであった。この点も日本の高湿状態と同一現象と思われた。当社でインナーコーティングを行っており、その利点を説明したところ、非常に驚いていたところもあった。

## 3. むすび

以上要するに全般的にいって、蛍光灯照明が非常に普及していること (一般家庭を除いては)、ランプは 96 in の H. O., S. H. O. に逐次移行しつつあること、ことに道路、隧道、ビル照明においてしかし。ただし、器具その物は意匠的にも効率上からもたいしたものを見られない。むしろ意匠的には日本のほうが優秀なものが多いと思われ非常に気強く感じた。

今後日本で H. O., S. H. O. は蛍光 lamp の普及が相当活発になると考えられる。

# 照明普及運動の動勢

本社 吾郷 侃二\*

## Movement on Popularization of Illumination Knowledge

Head Office Kanji AGO

The establishment of The Illumination Society dates back to 1916. Since then the movement on popularizing the illumination knowledge has made a healthy growth under the influence of activity in this line in America. The leaders of the movement in the past were mostly professors of universities and high officials of the government. Electric power companies and electric apparatus manufacturers were no less enthusiastic to help diffuse the illumination mind to people in Japan. This has brought present development in which the country takes pride.

### 1. まえがき

照明学会は遠く大正5年に創立されている。昭和31年には創立40周年を迎えて数々の記念事業が盛大に取り行われた。その間国運の隆昌、産業の発達に伴い照明学会も逐次膨張発展して、今日の盛況を見るに至った。

わが国における照明普及運動はつとにアメリカの活動なる活動の影響を過分に受けている。この点において感度の高いのは当時指導的立場にあった各大学の専任教授あるいは電気関係官庁の上層部であって、照明学会開設初期の会長にはまったくこの方面の代表者が就任されているのを見ても、照明方面への実力がしのばれる。つまり照明学会を主軸として官学界の権威者を上層に、電力会社、電気業界がこれの支持団体となって、順調なる発展を経過してきた。

照明学界誌の頁をひもとけば、年代を追って照明普及運動の経緯は或る程度展開されている。

### 2. 照明運動の濫觴

照明運動の嚆矢ともいべきものは明治15年11月東京、銀座の一角に東京電灯会社によってアーク灯が点じられたことである。実は東京電灯はこの時まだ設立されていなくて、その創立事務所の前に点灯された。2,000しょく光のランプの光には都人はまったく肝を奪われたようである。電灯の話でよく引合いに出される錦絵はこの時の情景である。この錦絵の説明がふるっているので摘録しておく。

東京銀座通、電気灯建設之図

電気灯ハ米国人ノ新発明ニシテ他ノ火ヲ点ズルニ非  
スシテ一ノエレキ器械ヲ以テ火光ヲ發シ其光明數十  
丁ノ遠キニ達シ恰モ白昼ノ如シ實に日月ヲ除ケノ外  
之ト光ヲ同スルモノナシ

前述の照明学会40周年記念事業の一つとして往時と同じ場所に1kWの高圧水銀灯による記念灯柱が設立されて、明治時代をしのぶこととなった。

銀座において近代的街路照明が点灯されたのは、大正

10年の末であって、街路照明の元祖といわれている。丸形グローブを用い、懸吊形2灯用で新橋、京橋間に148基建設されたという記録がある。これと相前後して、京都四条通りに祇園から新京極までの間にぎやかに照明された。これは頂点の上向き1灯とその下にブラケット式に4灯の器具を配して、白光さんさんとして明るい京都情緒を出したものであった。昭和になって街路灯として鈴蘭灯形といわれた照明が京都市寺町通りに初めて点灯された、昭和14年のことである。京都大学の武田五一教授の考案によるものである。この鈴蘭形はその後非常な勢で流行して全国津々浦々の道路に普及していった。

### 3. 明視運動

1931年ころから米国で唱導された明視運動の波動は、太平洋を越えて間もなくわが国にも反響を起し、昭和10年年末には明視特別委員会が学会に組織された。石原忍医学博士が委員長となり関係各方面の錚々たる権威11人が委員に選任されて、議を重ねること5年に及び、昭和16年夏、その検討の結晶として“明視論”が発表されて斯界の注目を浴びた。がしかし何分にも大戦争の最中で国民は照明どころではなく、電力の節減と空襲下の消灯騒ぎでせっかくの卓論もはなやかな脚光を浴びる暇もなかった。

大正10年ごろから始まった明視運動は、いちはやく電力会社、電灯関係メーカーの採り上げるところとなって、照明の革新的理論として喧伝された。これらは関係会社の増収ともなるものであるが、照明の正しいあり方を解説したものであるので、文部省、厚生省あたりでもこの運動には後援をおしまなかった。筆者も当時はまだ照明方面には直接関係を持っていなかったが、この影響をこうむり明視スタンドを求めて、しばらく机上にその光線の具合を何となく味わったものである。

### 4. 大正末期から昭和初期の普及運動

照明普及運動の初期の活動としては、大正15年に学

会内に照明知識普及委員会が設置された。当時の記録によれば委員会の趣旨として次のように記載されている。

照明読本、照明科学の応用的解説書の編集、科外講義、照明講座、通俗講演、展覧会の開催あるいは後援を行い、標準的照明効果ならびに高しょく増灯の促進運動に直接または間接貢献すべき適當なる各種の事業を漸次遂行せんとする。

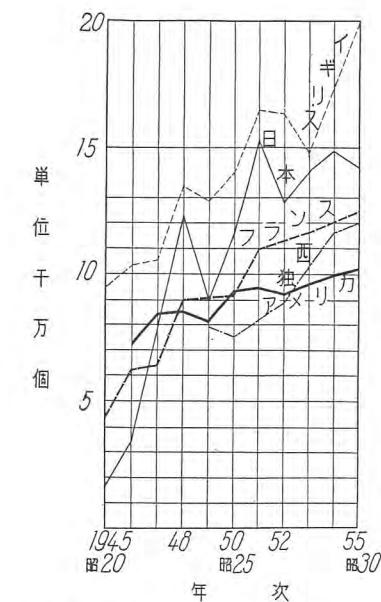
同委員会は企画、編集、講演、事業の各小委員会に分れていて、委員長は密田良太郎氏が推されている。各小委員会の主査、委員には今から見ると堂々たる顔振れの名士があげられている。この委員会は大正 15 年に発会して昭和 16 年まですなわち大東亜戦争の始まる前まで続いた。いわば国運の最も隆盛なりし時期であって、照明運動もすこぶるはなばなし時代であった。照明普及のために残された足跡はきわめて大きい。今日照明問題が広く大衆の注目をひき、照明講演会などに熱心なる聴衆の絶えないのは、このような委員会の活動とともに、各地の商工会議所、府県都市の商工課、観光課、電力会社の本支店の方々の絶えない協力によるものと思われる。

照明普及運動に言及するとき、思い出されるのはマツダ照明学校の P. R. である。この学校は昭和 2 年 7 月川崎市、東京電気株式会社(現東芝)内に設置された。G. E. のライティング、スクールをモデルとして企画されたものである。一般に広く公開され年々 15,000 人見当の参観者があり、また年 1~2 回電力会社の従業員などを対象として講習会が行われた。その他商店、工場、教室、軍関係などを主題とする講習会も開催されるなど、照明知識の普及に貢献した。終戦近く一時他の施設に転用されたようであったが、戦災にあって休校となり今日に至っているがこの種施設が常置されて社会運動の一つとして親しく大衆と結びついて科学知識の普及に役だつことは誠に望ましいことである。

ただこの機会に一言したいことは、今次大戦中空襲ようやく苛烈ならんとしたときのことである。防空演習が反復して行われ、防護団が結成されて灯火管制がきわめて厳重に実施されざるを得ない状態に立ち至ったとき、夜を日に上げて増産に従事した各工場は灯火の洩れるのを防ぐためにできるだけ電灯を暗くして暗い照明の下で苦心して作業を続けたものである。電力の不足もあって電灯はできるだけ消灯された。こうなると明視論も高照度照明もふっ飛んでしまうのである。これに反してアメリカにおける当時の状況を見ると、戦時生産の拡充のために照明技術者は大いに活躍して、道路照明こそは暗くされたようであるが、生産照明はむしろ平時よりも高く上げて照明の合理化が実施されている。空襲の実状が彼我異なるとはいながら科学に対する心意気が大分違うようと思われる。

## 5. 普及運動の現状

終戦後 2~3 年にして社会情勢も或る程度の落ち着き



備考 ① イギリスにおける一般照明用電球は 24 V 以上の熱電球の全部を含む。  
② アメリカの数字は、大形電球(ラージランプ)として標準口金 (E-26, S-22) 以上のサイズのものを全部含む。  
③ アメリカに限り単位は、1 億個とする。  
④ 独、仏、英の数字は一部推定を含む。  
⑤ 照明学会誌 40 周年記念号、安田正兼氏の資料による。

図 5.1 戦後における欧米主要各国およびわが国の一般照明用電球生産の推移を示す図表

Fig. 5.1 Graph showing the change of general purpose lamp production in Europe, America and Japan after the war.

をみせるようになってはきたが、電力事情の混乱はまだ治まらず、とかく照明の問題はないがしろにされる傾向にあるのにかんがみ、昭和 25 年 8 月学会内に照明活動の再建を企図して、照明普及委員会が設けられた。委員長には伊賀秀雄氏が選ばれた。戦災の復旧、諸産業の再建気運の活発化とともに各地電力会社、市あるいは町の商工課、商店街連合会、ランプメーカーが照明普及を目的とした講演会、展示会、コンクールなどを頻繁に催し、照明技術の向上、改善に資する点が少なくなかった。

しかるに昨 32 年学会事業の刷進運動として、照明運動の強化が提唱され、各方面の強力なる支持を得て、“照明普及会”が組成された。会長には東京電力笛森常務が推薦され、副会長、常任委員、専門委員、幹事などが専任された。また維持会員としては 9 電力会社、および主として在京の有力照明器具会社、工事会社などが加盟して事業の推進に協力することになった。

照明普及会の実務機関としては、つぎの各委員会が構成されている。

- (1) 運営委員会 普及会の各委員会の運営その他会の円滑なる機能を發揮するよう統制、企画的運営を図る。
- (2) ニュース委員会 照明に関する各種の記事、ニュース、トピックスなどを編集して、月刊“新しい照明”を発行する。

(3) テキスト委員会 “ 照明教室 ” の題名で住宅照明商店照明、光源の知識など各種の照明に関する問題を取り上げて、ライブラリ式にテキストを編集発行して、照明知識の正確にして、模範的指導書とする。

(4) スライド委員会 スライドによって正しい照明知識の普及を企画している。住宅照明、商店照明のスライドはすでに完成し、さらに工場照明、道路照明、広告サインその他を作成頒布する。

(5) 指導委員会 電気技術者、工事配線業者などの講習会の開催、研究会、見学会の開催、照明コンクール審査その他講師、審査員の派遣選考を行う。

(6) 調査委員会 標語の募集、照明施設資料の収集、螢光スタンドの調査などを行う。

(7) 照明施設賞審査委員会 照明施設賞に対する規格の再検討、施設の審査などを行う。

以上のとおり各役員、専門委員がそれぞれのスタッフとして照明普及事業のために熱心な協力をを行い、地方的には各電力会社を通じて、または会員会社の地方営業所を通じて本部と連絡して普及運動を実施している。この会は発会後まだ1年に満たないが確乎たる組織により今後の照明普及に大いなる貢献をするものと期待される。

## 6. 照度調査委員会

工業技術院の要請に基き昭和31年、32年度にわたり学会内に照度委員会を設置して工場、学校、事務所、病院に関する基準照度の案が作成答申された。この規格はJIS規格として近く公告される予定である。さらに引き

続き (a) 住宅、(b) 興業場、旅館、料飲店、美容理髪店その他 (c) 道路、公園その他 (d) 運動、競技場、(e) 商店、百貨店、(f) 航空、(g) 船舶、(h) 工場、(i) 車両の各項目に分けて基準原案が作成された。ただしこの中で (f), (h), (i) は審議未了になっている。(h) は前記のとおり一応答申済みであるが業種が多数のため一応審議未了扱いになっている。表 6.1~6.3 に答申された照度基準のうち、比較的関係深いものを摘録する。

## 7. 配電電圧について

わが国は電気の普及発達していることでは世界の一流国である。がしかし、サイクルの問題と配電電圧の問題では、鉄道の狭軌と同様、宿命的な悩みを持っている。配電電圧についていえば最も旧式な配電方式が現在でも行われていて、三流国、四流国と思っている国々の方が開発の遅れただけに、普及度使用状態においては比較にならないにしても、斬新な方式を採用している。朝鮮、台湾も長くわが国の支配下にあった関係上やはり 100/200V を使用しているが早晩わが国同様の問題に突き当たるもの遠いことではあるまい。

この悩みは電気の歴史が一番古く、最高度に発達しているアメリカでも同様であって、120/240V 単相三線式と 120/208V 三相四線式とがきわめて広く用いられている。近年電化の発達に伴って負荷の増加に応じ切れないと悩んで打開するために 277/480V 60 サイクル三相四線式に変更するよう努力しているようである。

京都大学では約 40 年前に故青柳教授がドイツから帰

[事務所] 表 6.1 照度段階

| 室 名  | 照度段階 | 標準照度 1lx | 照度範囲 1lx  |
|--|------|----------|-----------|
| 設計事務室、タイプ室、製図室、経理事務室、銀行営業事務室、カウンタ、計算事務室                | aaa  | 1,000    | 1,500~700 |
| 一般事務室、会議室、書庫、金庫室、銀行客室、調理室、電話交換室                        | aa   | 500      | 700~300   |
| 応接室、講堂、喫茶室、集会室、洗湯場、作業室、機械室、受付、玄関、食堂、手洗所、廊下、エレベータホール、階段 | a    | 200      | 300~150   |
| 非常階段、更衣室、倉庫  | b    | 100      | 150~70    |
|  | c    | 50       | 70~30     |
|  | d    | 20       | 30~15     |
|  | e    | 10       | 15~7      |
|  | f    | 5        | 7~3       |
|  | g    | 2        | 3~1.5     |

[工場]

表 6.2 照度基準(案) JIS Z9110~1958

| 機械工業                      | 照度段階 | 織維工業(棉)                       | 化学工業                          | 製鉄工業                                 | 電機工業             | 自動車工業<br>(機械工業も参照)                |
|---------------------------|------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| ○超精密作業                    | aaa  |                               |                               |                                      |                  |                                   |
| ○精密作業<br>(精密機械<br>(精密仕上)) | aa   | 検査(暗色)<br>経通し<br>自動機械         |                               |                                      | ○コイル巻および<br>絶縁処理 | ボデーの塗装<br>検査<br>組立ライン             |
| ○中作業                      | a    | 糊付(暗色)<br>検査(明色)<br>機械(暗色)    |                               | 鉄込とい(鉄滓室)<br>押湯場(インゴット)<br>混銑炉       | 試験、検査、コイルと鉄心との組立 | フレームの組立<br>ボデーの製造<br>(組立および部品の製造) |
| 粗作業                       | b    | 前筋、精織、管<br>巻、整経、梳織、<br>糊付(暗色) | 蒸気タンク<br>抽出機                  | 鍛込床(平炉)<br>鍛型抜場<br>スクラップ置場<br>焼鉄炉建家  | 絶縁材料含浸           |                                   |
|                           | c    | 開錠、混綿、打綿                      | 手動炉、煮沸槽、<br>汎過結晶槽、蒸留<br>槽、電解槽 | 平炉(材料置場)<br>鍛型置場<br>インゴット置場<br>シンダ捨場 |                  |                                   |

○印は局部照明を併用することによってこの照度を得てもよい。

表 6.3 住宅(集団住宅を含む)

商店\*

百貨店

| 照度段階 | 室 名  | 作業種別                           | 業種  | 場所名                              |
|------|--|--------------------------------|---|----------------------------------|
| aaa  |  | ○裁縫                            |   | 飾窓                               |
| aa   |  | ○免強 ○読書(細字)                    | 洋服、呉服、衣料生地、洋品、電機器、時計、貴金属、装身具  | 1 階売場                            |
| a    |  | ○読書 ○洗濯 ○調理 ○化粧<br>○着付 ○食事 ○娯楽 | 帽子、写真機、眼鏡、薬、化粧品、小間物、ふとん、靴、傘、履物、書籍、文房具、生花、瓷器、運動具、自転車、玩具、カバン、菓子、果物、食料品、茶、ミシン、家具、金物、雑貨 | 地階売場<br>2 階以上の売場<br>食堂<br>エレベータ内 |
| b    | 居間、書斎、応接室、子供室、女中室、サンルーム、広縁、食堂、浴室台所、化粧室、作業室、家事室 |                                | 肉、魚、野菜、乾物   | 階段、廊下、洗面所、便所                     |
| c    | 玄関、入口ホール、納戸、廊下、階段、非常階段、便所、ポーチ                  |                                |   |                                  |
| d    | 寝室、車庫  |                                |   |                                  |

\* 下記各所の照度は次の値を必要とする

飾窓..店内照度の 2~4 倍 窓当り陳列面..店内照度の 2~3 倍 陳列ケース、陳列だな..店内照度の 1.5~2 倍 店先..店内照度の 1~2 倍

朝すると間もなく、学内の配電電圧を万難を排してドイツ式に 220 V に改善された。爾来今日においても電灯回路も 220 V が利用されていると思う。

配電電圧の変更はすでに以前から電力会社の課題になっているようである。配電電圧をいっせいに昇圧することは国家的にも容易なことではない。しいて強行するすれば区域を限って試験的に実施するよりほかはないであろうがなかなかむずかしい。紡績工場とか炭坑などではつとに専用の 400 V ないし 500 V 級の配線を実施しているところは相当あるが、これはごく限られた範囲であって一般的に見れば問題にならない。最近特定のビルディングなどでも 242/420 V 50 サイクルを採用するところもあるが結局はしらみつぶしに一つずつ変えていくよりほかはない。東京電力、関西電力などでも熱心にこの配電方式の実現を推進されている。

当社においてもこの昇圧傾向に対し、それぞれ 50, 60 サイクル用安定器を開発して関係方面に納入している。図 7.1 は 60 サイクル用 2 灯用安定器の外形寸法図、結線図、定格表を示したものである。

電力会社としては電圧の漸進主義を考えて、100~120 ~200~240 V というように小刻みに配電電圧を変えて

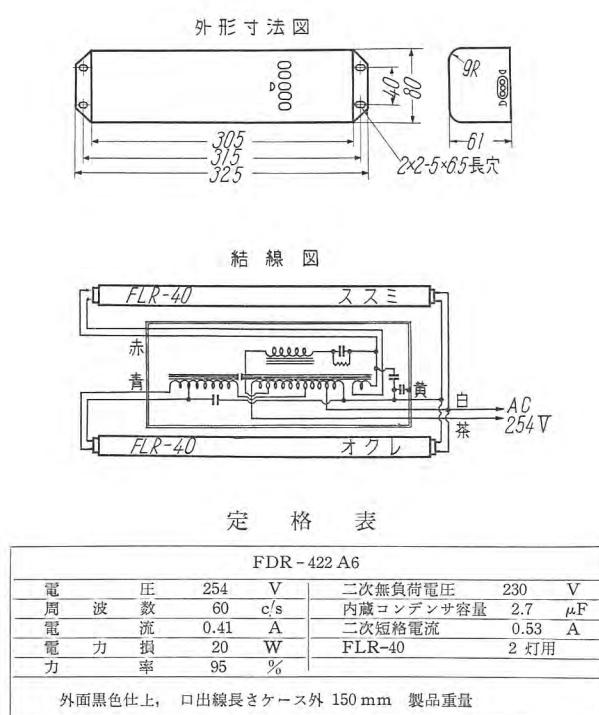


図 7.1 FDR-422A6 形ラピッドスタート安定器(245 V 用)

Fig. 7.1 Type FDR-422A6 Rapid start ballast.

いってはということを口にする人があるが、これは電力会社には好都合かも知れないが電気器具メーカーとしてはとてもたまらないことで、このための一般需要家ならびにメーカーの混乱と事故とは想像以上のものがあると思われる。最近家庭電化が急激に発達している現在ではきわめて慎重に取扱われなければならないと思う。

## 8. 日本照明委員会

照明学会は現在 2,400 名を越える会員を擁して、すこぶる活発なる運動を展開していることは誠に壯観である。アメリカの照明学会は会員数約 8,500 名で、これにはちょっと手が届きかねるが会員数においては、わが国は世界第二位である。わが国より 7 年前 (1909 年) に創立された英国の学会は会員数においてほぼ同数に近い程度である。

国際間の照明事項の連絡機関としては、国際照明委員会 (C.I.E.) がある。わが国もつとにこれに参加している。日本照明学会とは別個の機構で、日本照明委員会が国際的の照明問題の窓口となっている。各国の照明委員会から C.I.E. を通じて提示される問題に関し、それぞれ研究資料、調査報告などを入手したり、提出したりしている。

C.I.E. では照明に関する事項を 28 項目に分別して各項目について担当理事国が決められている。日本は“光の測定”を担当している。そのほか、たとえばソ連は“学校その他の照明教育”をイギリスは“街路照明”“飛行場照明”“写真、映画およびテレビ照明”の 3 項目を分担している。

国際的に見て C.I.E. で勢力のあるのは、米、英、仏、蘭の順になっているようである。わが国が照明界の松舞台にせり出すにはまだちょっと間があるようである。何分にも遠隔の地にあること、言葉の不利、国際会議に対する経験の浅いことのために、発言力は弱いようである。

C.I.E. の総会は 4 年に一度議場持回りで開催されることになっている。1955 年には Zürich で開催された。次回は 1959 年 Bruxelles, Belgium で開かれる。わが国は從来とも会議には義務づき合い程度に出席していたようである。とくに出席した例もあるが時には外遊途上の照明に縁のある旅行者に委嘱してからうじて埋合せをしている場合が多いようである。1959 年の Bruxelles 総会にはわが国からの提出論文の希望が約 10 通に上ったがそのうち、選考の結果 3 編を郵送することになっている。国際照明会議にもようやく活発に動こうとする傾向がある。

# 螢光灯における電極加熱が発光効率に及ぼす影響

研究所 竹田俊幸\*・山下博典\*\*

## Effects of Electrode Heating on Luminous Efficiency of Fluorescent Lamps

Engineering Laboratory Toshiyuki TAKEDA・Hirosuke YAMASHITA

In the rapid start type fluorescent lamp, its electrodes are kept preheated so as to lower the starting voltage, and a considerable amount of heating current remains in the circuit while the lamp is on. Then a question arises whether this heating wattage is a loss at all. The information available on this matter claims that this wattage helps improve the luminous efficiency, making the loss insignificant. The writers have made extensive studies to bring light on this subject. Though the experiments are not perfect to cover every possible case, the results obtained are sure to pave the road to progress with a number of discoveries.

### 1. まえがき

ラピッド方式と呼ばれる点灯方式では、電極加熱回路を有し、起動時に電極を加熱して起動電圧の低下をはかるのであるが、その回路構成上、ランプの点灯中も加熱電流は相当残るようになっている。すなわちランプの点灯中、放電電力以外に電極加熱電力を消費しているわけであるが、この加熱電力はまったくの損失に過ぎないのであろうか。文献<sup>(1)</sup>によれば、加熱電力は他の形で発光効率に寄与するのでその電力損失は大して問題にならないことが記されているが、具体的な数値で示されたものは、いまだ見当らない。そこで筆者などはこの問題をとりあげ、電極加熱電力が、はたして単なる損失になっていないか、どういう形で発光効率に影響を及ぼしているか、また加熱電力損失を最小ならしめるような加熱の条件といいうものが存在しないだろうかを検討して見た。ラピッド形螢光灯がめざましく普及しつつある今日、この問題を取り上げることも無益ではないと考えたからである。

さて電極加熱によって、発光効率に関連をもつ放電特性上に現われる変化としては、つぎの二つがあげられる。その一つは電極加熱による陰極降下の低下、したがってランプ電圧の低下であり、他の一つは、陰極側ランプ端部の輝度の変化である。以下そのおののについて加熱電力との関連において実験結果を述べることとする。

### 2. 電極加熱による陰極降下の低下と、それに伴う電力利得

ランプ点灯中加熱電力を増していくと、フィラメント温度は上昇し、電子放射が盛んになって陰極降下は次第に低下し、したがってランプ電圧も低下する。ランプ電流を一定にすると、ランプ電圧の低下はランプ入力（電極加熱電力を除く）の減少を意味する。一方発光光束は

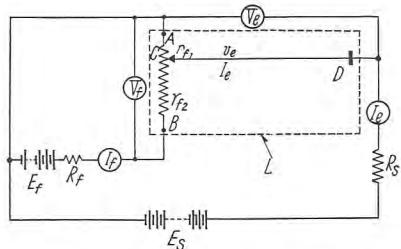


図 2.1 測定回路  
Fig. 2.1 Circuit for measurement.

管電流により決まるので、この場合光束は変わらない。(実際は管電流一定でも加熱電流によって光束に変化をきたすが、それについては後述する) すなわち発光効率は上昇したことになる。この発光効率の上昇と加熱電力との関係はどうなっているか。換言すれば、加熱電力をも含めた総合ランプ入力は、電極加熱によってどの程度変化するかを調べて見ることとする。

いま図 2.1において

- $L$  : 螢光ランプ
- $AB$  : 陰極フィラメント
- $C$  : 陰極輝点 (この点へ全放電電流が集中すると仮定する)
- $D$  : 陽極
- $E_s$  : 主電源
- $E_f$  : 電極加熱電源
- $R_s$  : 安定抵抗
- $R_f$  : 電極加熱回路抵抗 (放電流が  $C \rightarrow B$  へほとんど流れないよう大きい抵抗を入れる。これは実験結果の解析を容易にするためである。)
- $r_{f1}$  :  $AC$  間フィラメント抵抗
- $r_{f2}$  :  $BC$  間フィラメント抵抗
- $V_f$  : 陰極フィラメント両端に現われる電圧

$V_l$  : ランプ電圧

$v_l$  : DC 間電圧

$I_l$  : 放電電流

$I_f$  : フィラメント加熱電流

とし,  $V_f$ ,  $V_l$ ,  $v_l$ ,  $r_{f1}$ ,  $r_{f2}$  は電極加熱の有無により変化するので, 加熱時のこれらの符号には'をつけ,  $V'_f$ ,  $V'_l$ ,  $v'_l$ ,  $r'_{f1}$ ,  $r'_{f2}$  で表わすことにする.

まず電極加熱を行わないときは,

$$V_l = v_l + I_l r_{f1} = v_l + V_f \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

( $\because$  この場合の  $V_f$  は AC 間電圧に等しいと見なしえる)

ランプ入力を  $W$  とすると

$$W = v_l I_l + V_f I_l = V_l I_l \quad \dots \dots \dots (2.2)$$

つぎに電極加熱を加えた場合は

$$V'_l = v'_l + (I_l + I_f) r_{f1} \quad \dots \dots \dots (2.3)$$

加熱電力をも含めた総合ランプ入力

$$\begin{aligned} W' &= v'_l I_l + (I_l + I_f)^2 r_{f1} + I_f^2 r_{f2} \\ &= v'_l I_l + I_f \{ I_f r_{f2} + (I_l + I_f) r_{f1} \} + I_l (I_l + I_f) r_{f1} \\ &= V'_f I_f + I_l \{ v'_l + (I_l + I_f) r_{f1} \} \\ &= V'_f I_f + V'_l I_l \quad \dots \dots \dots (2.4) \end{aligned}$$

したがって加熱電力を加えたことによる総合ランプ入力の増加  $\Delta W$  は

$$\begin{aligned} \Delta W &= W' - W = (V'_f I_f + V'_l I_l) - V_l I_l \\ &= V'_f I_f - (V_l - V'_l) I_l \quad \dots \dots \dots (2.5) \end{aligned}$$

すなわち式 (2.5) の第 1 項が加熱電力による入力の増加であり第 2 項がランプ電圧低下による電力利得と考えられる. 実際には  $V'_f$  には  $I_l$  も関連をもち, また  $V'_l$  には  $I_f$  も関連をもつので, 正しく加熱電力とランプ電力を分離できないが, 以下の取扱いは上のように考える.  $V_f$ ,  $I_f$ ,  $V_l$ ,  $V'_l$ ,  $I_l$  は測定可能であり, これらを測定することにより, 陰極加熱によって総合ランプ入力が, どの程度増加するかを知ることができる. 式 (2.5) において,  $\Delta W$  を総合電力損失,  $V_f I_f$  を加熱電力,  $(V_l - V'_l)$

を管電圧利得,  $(V_l - V'_l) I_l$  を管電力利得と以下称することとする. 管電圧利得は, 式 (2.1) (2.3) から

$$\begin{aligned} V_l - V'_l &= v_l + I_l r_{f1} - \{ v'_l + (I_l + I_f) r_{f1} \} \\ &= (v_l - v'_l) - I_l (r_{f1}' - r_{f1}) - I_f r_{f1}' \quad \dots \dots \dots (2.6) \end{aligned}$$

この式 (2.6) から次のことが推察される.

(1) 電極加熱電流  $I_f$  は, その増加により陰極降下を低下させ ( $v_l - v'_l$ ) の増加をもたらして,  $(V_l - V'_l)$  なる管電圧利得を増大させるが, 一方  $I_f r_{f1}'$  の増加により管電力利得を減少させるという反対の作用をも有する.

(2) 管電圧利得はランプ電流  $I_l$  の関数で,  $(r_{f1}' - r_{f1}) > 0$  であるから, ランプ電流の増加により管電圧利得は減少の傾向にある. ただし管電力利得としては  $(V_l - V'_l) I_l$  となるので必ずしも  $I_l$  とともに減少しない.

(3)  $r_{f1}$ ,  $r_{f1}'$  は陰極スポットの位置により変化し, スポットの位置はランプの点灯時間とともに中央に移動し,  $r_{f1}$ ,  $r_{f1}'$  の増加をきたす. したがって管電圧利得はランプの点灯時間の関数であり点灯時間の増加とともに減少する傾向にある. また, 新しいランプでも陰極スポットの位置は個々のランプによりバラツキがあるので, 管電圧利得もランプにより多少のバラツキは免れない.

(4) 式 (2.6) から  $v_l - v'_l > V_l - V'_l$  であるから, 電極加熱による陰極降下の低下は, 測定から得られる管電圧利得より大きくその差は (1), (2), (3) に述べた各項により変化する.

以上直流の場合について述べたが, 交流の場合は, 放電電流と加熱電流の位相の問題がからみ, さらにフィラメント電圧に直流分が混入して取扱いが複雑となる. そこで以下の実験データも直流の場合について示すことにする.

## 2.1 各種電極による実験結果の検討

No. 1~No. 4 の 4 種類の電極について実験を行った. No. 1→No. 4 へと次第にフィラメント素線は太くなつ

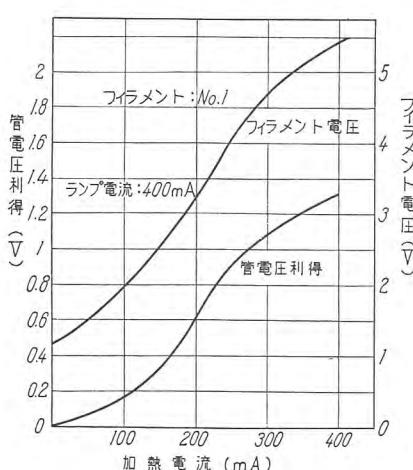


図 2.2 (a) 加熱電流と管電圧利得およびフィラメント電圧の関係(フィラメント: No. 1)  
Fig. 2.2 (a) Relation between heating current and lamp voltage gain, filament voltage (Filament: No. 1).

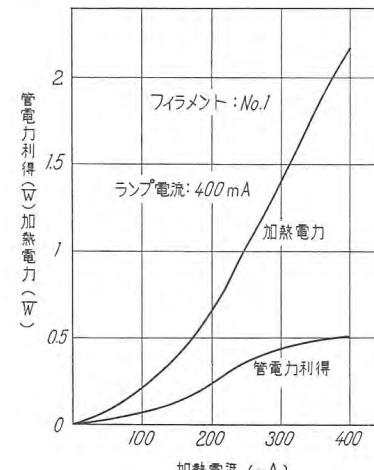


図 2.2 (b) 加熱電流と加熱電力および管電力利得の関係(フィラメント: No. 1)  
Fig. 2.2 (b) Relation between heating current and heating wattage, lamp wattage gain (Filament: No. 1).

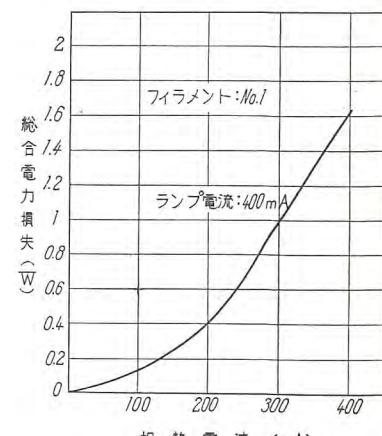


図 2.2 (c) 加熱電流と総合電力損失の関係(フィラメント: No. 1)  
Fig. 2.2 (c) Relation between heating current and overall wattage loss (Filament: No. 1).

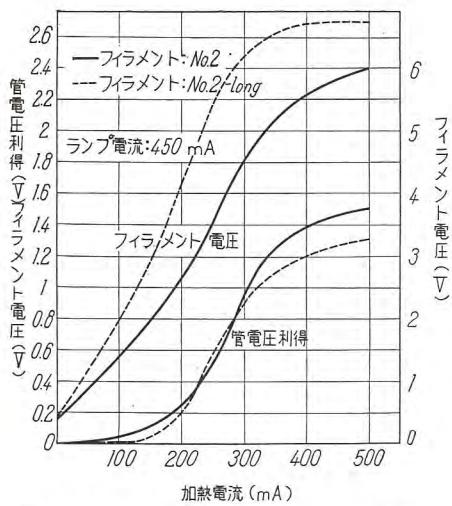


図 2.3 (a) 加熱電流と管電圧利得およびフィラメント電圧の関係  
(フィラメント: No. 2, No. 2-long)

Fig. 2.3 (a) Relation between heating current and lamp voltage gain, filament voltage.  
(Filament: No. 2, No. 2-long).

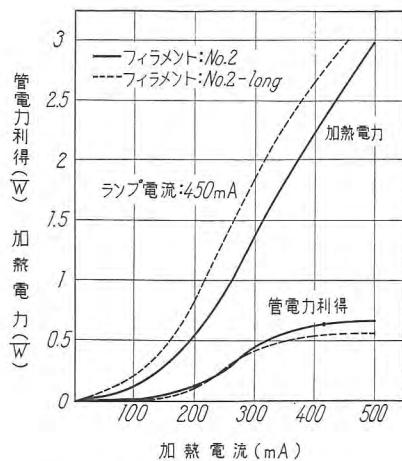


図 2.3 (b) 加熱電流と加熱電力および管電力利得の関係  
(フィラメント: No. 2, No. 2-long)

Fig. 2.3 (b) Relation between heating current and heating wattage, lamp wattage gain.  
(Filament: No. 2, No. 2-long).

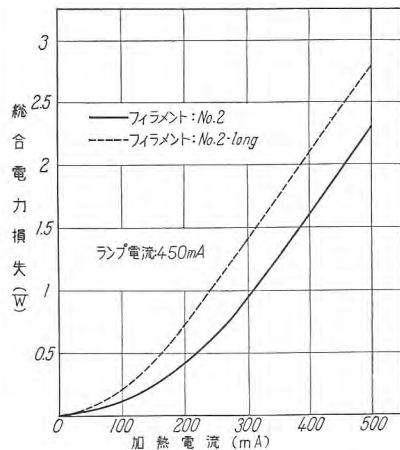


図 2.3 (c) 加熱電流と総合電力損失の関係

(フィラメント: No. 2, No. 2-long)

Fig. 2.3 (c) Relation between heating current and overall wattage loss.  
(Filament: No. 2, No. 2-long).

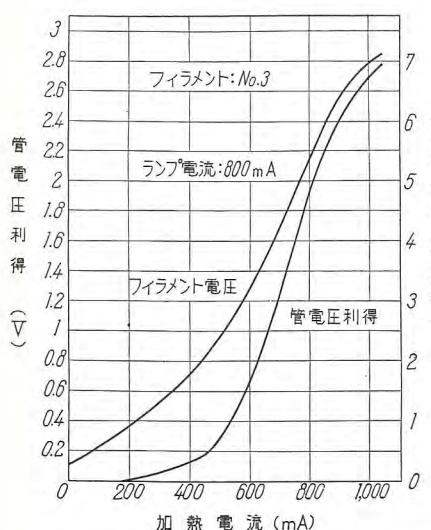


図 2.4 (a) 加熱電流と管電圧利得およびフィラメント電圧の関係  
(フィラメント: No. 3)

Fig. 2.4 (a) Relation between heating current and lamp voltage gain, filament voltage.  
(Filament: No. 3).

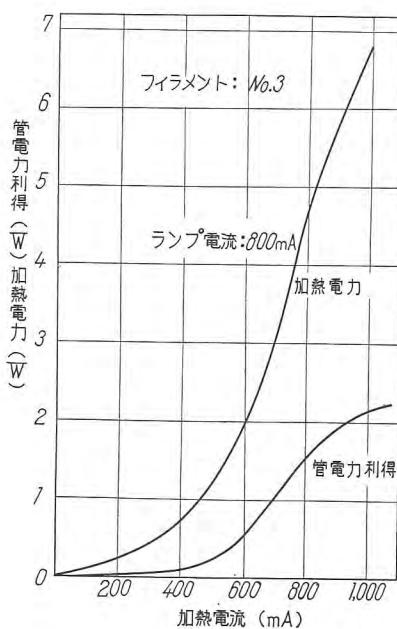


図 2.4 (b) 加熱電流と加熱電力および管電力利得の関係  
(フィラメント: No. 3)

Fig. 2.4 (b) Relation between heating current and heating wattage, lamp wattage gain.  
(Filament: No. 3).

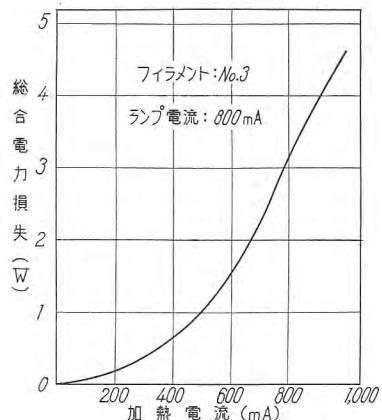


図 2.4 (c) 加熱電流と総合電力損失の関係

(フィラメント: No. 3)

Fig. 2.4 (c) Relation between heating current and overall wattage loss.  
(Filament: No. 3).

ており、現在のラピッド形点灯器の実際にかんがみ、4 V のフィラメント電圧で十分な予熱が行われるような寸法に製作した。ただし No. 2 フィラメントは比較のため 40 ワットゼネラルライランプ用フィラメントをそのまま用いた。それぞれに適当した放電電流は、No. 1: 350 mA 前後、No. 3: 800mA 前後、No. 4: 1,000mA 前後である。また、No. 2, No. 4 と同じでただフィラメントの長さを約倍にした No. 2-long, No. 4-long および

No. 1 を極端に短くした No. 1-short についても実験を行った。その結果を図 2.2~2.5 に示す。各図とも図 (a) には、フィラメント加熱電流と管電圧利得、フィラメント電圧の関係を、図 (b) には、加熱電流と加熱電力、管電力利得の関係を、また図 (c) には、加熱電流と総合電力損失の関係を示す。これらの図から次のことが観察される。

(1) 各図 (a) に見られるように、加熱電流を増していくと、始めは徐々に管電圧が低下 (管電圧利得が増加)

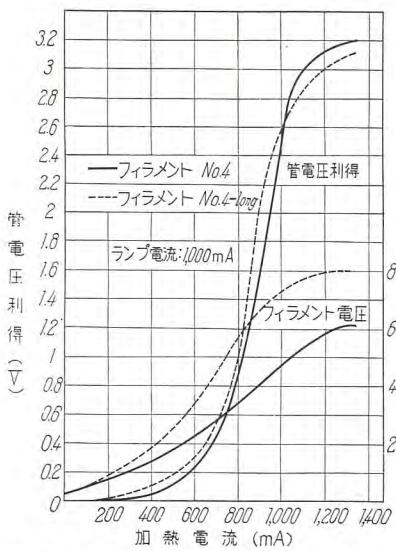


図 2.5 (a) 加熱電流と管電圧利得およびフィラメント電圧の関係  
フィラメント: No. 4, No. 4-long)

Fig. 2.5 (a) Relation between heating current and lamp voltage gain, filament voltage.  
(Filament: No. 4, No. 4-long).

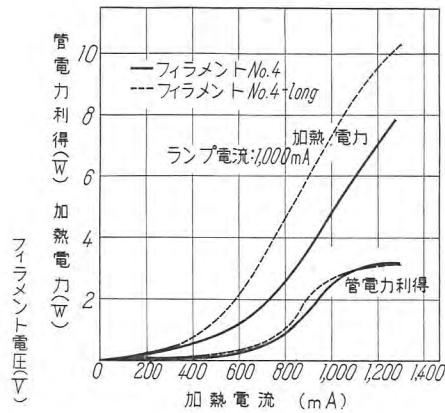


図 2.5 (b) 加熱電流と加熱電力および管電力利得の関係  
(フィラメント: No. 4, No. 4-long)

Fig. 2.5 (b) Relation between heating current and heating wattage, lamp wattage gain, (Filament: No. 4, No. 4-long).

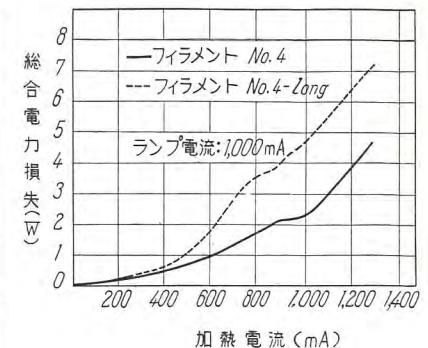


図 2.5 (c) 加熱電流と総合電力損失の関係  
(フィラメント: No. 4, No. 4-long)

Fig. 2.5 (c) Relation between heating current and overall wattage loss.  
(Filament: No. 4, No. 4-long).

し、或る電流値に達すると急に管電圧の低下率は増大し、さらに加熱電流を或る値以上に増すと、また管電圧低下率はずっと少なくなる。すなわち図 2.6 に示すようになる。図 2.6 の C 点で急に管電圧の低下が大きくなるのは、加熱電流が A の値付近から、電極からの電子放射が急に増加することを示すものであり、また同図 B 点において、管電圧の低下率が急に減少するのは次のことから説明できる。図 2.2~2.5 の加熱電流とフィラメント電圧の関係を見ると、図 2.7 に示すように、或る加熱電流値 B' の所でフィラメント電圧の曲線は傾斜がゆるやかになり、電流を増してもフィラメント電圧はあまり増加しない。(図 2.7 D') これはフィラメント加熱電流がフィラメント内をほとんど通らず、端部から端部へ放電電流として流れ出るためで、これ以上フィラメント電流を増してもフィラメント全体の温度上昇、したがってランプ電流に寄与する電子放射の増加にはならず、管電圧もあまり低下しないことになる。図 2.7 の B' と図 2.6 の B とが一致することによりこのことが裏書きされている。

(2) 図 2.3, 図 2.5 は素線の太さ、構造はまったく同じで、長さだけを異にするフィラメントについて得られた結果であって、管電圧利得、したがって管電力利得については長短にかかわらず、ほとんど変化なく、加熱電力は、もちろん長いフィラメントの方が大きいゆえ、全体的な効率からすれば、フィラメント寸法は短かい方が有利であることが示されている。しかし、このフィラメント寸法は、他の面からの制限で或る程度以上短かくすることはできない。その一つは、定格寿命を保つに十分な量の電子放射性物質を保持するためには或る程度の

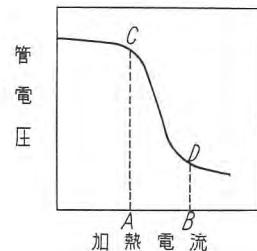


図 2.6 加熱電流と管電圧の一般的な関係

Fig. 2.6 General relation between heating current and lamp voltage.

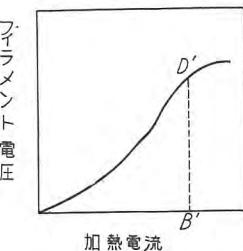


図 2.7 加熱電流とフィラメント電圧の一般的な関係

Fig. 2.7 General relation between heating current and filament voltage.

長さを必要とするということであり、他の一つは、あまりフィラメントが短かいと、フィラメント抵抗も小さくなり、端子ピンのわずかな接触抵抗の変化がきいて、フィラメント予熱電流の変化、減少をもたらし、点灯不能、あるいは寿命短縮をきたす恐れがあることである。かかる見地から現在のラピッド形点灯方式では 4 V 程度のフィラメント電圧が与えられ、この程度の電圧で十分な予熱が行えるようなフィラメント構造となっているのである。さらにまた、極端に短かいフィラメントの場合は、フィラメントを保持するリード線による端部冷却作用のため、同じ温度に加熱するに必要な電流値が増加して、同一管電圧利得を得るための加熱電流は増し、総合電力損失の点から別に有利にならないことは図 2.8 に示すとおりである。この図は、No. 1 フィラメントとそれを極端に短かくした No. 2-short フィラメントについて管電圧利得と、総合電力損失を比較したものである。要するにフィラメントの長さを短かくして総合電力損失を少な

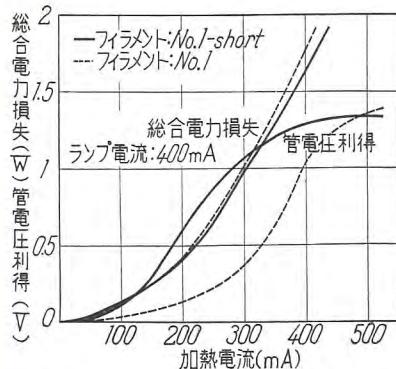


図 2.8 加熱電流と管電圧利得および総合電力損失の関係  
(フィラメント: No. 1, No. 1-short)

Fig. 2.8 Relation between heating current and lamp voltage gain, overall wattage loss.  
(Filament: No. 1, No. 1-short).

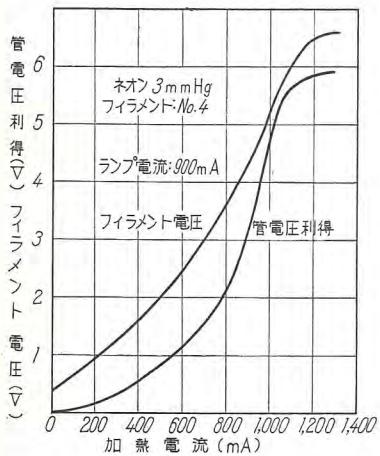


図 2.11 (a) 加熱電流と管電圧利得およびフィラメント電圧の関係  
(ネオン: 3mmHg, フィラメント: No. 4)

Fig. 2.11 (a) Relation between heating current and lamp voltage gain, filament voltage.  
(Neon: 3 mmHg, Filament: No. 4).

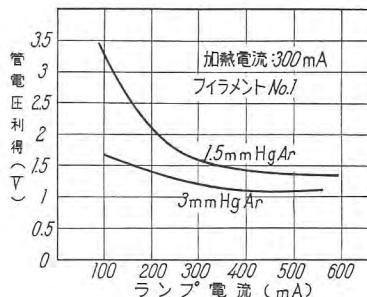


図 2.9 アルゴン封入圧力およびランプ電流による管電圧利得の変化

Fig. 2.9 Change of lamp voltage gain due to argon pressure and lamp current variation.

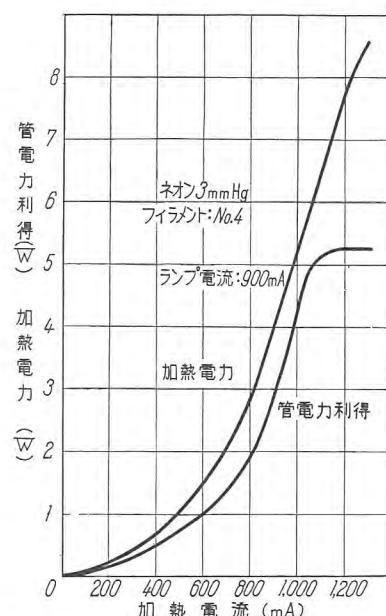


図 2.11 (b) 加熱電流と加熱電力および管電力利得の関係  
(ネオン: 3mmHg, フィラメント: No. 4)

Fig. 2.11 (b) Relation between heating current and heating wattage, lamp wattage gain.  
(Neon: 3 mmHg, Filament: No. 4).

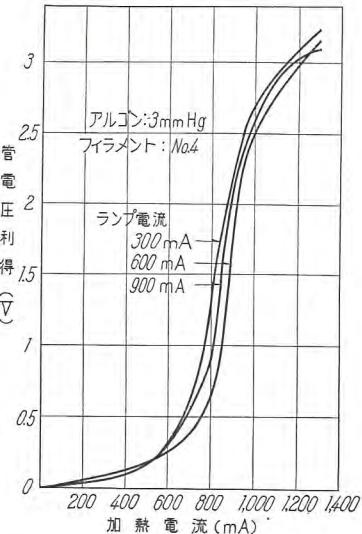


図 2.10 ランプ電流による管電圧利得特性の変化

(フィラメント: No. 4, アルゴン: 3 mmHg)

Fig. 2.10 Change of lamp voltage gain characteristics due to lamp current variation.  
(Argon: 3 mmHg, Filament: No. 4).

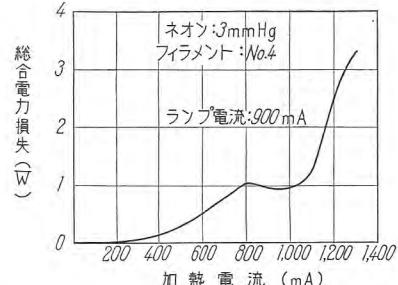


図 2.11 (c) 加熱電流と総合電力損失の関係

(ネオン: 3mmHg, フィラメント: No. 4)

Fig. 2.11 (c) Relation between heating current and overall wattage loss.  
(Neon: 3 mmHg, Filament: No. 4).

くするにはある限度があるということである。

(3) 加熱電流を増していくとある電流値以上では、管電力利得の上昇率は急に少くなり、加熱電力に対する管電力利得の比、すなわち加熱電流の利用率は小さくなるが、普通使用する範囲では、加熱電力の 30~35% 程度が、管電力利得となって有効に利用される。たとえば、点灯中のフィラメント加熱電圧を 3V に選んだとすると、No. 1 フィラメントについては図 2.2 (a) から加熱電流は 185 mA、この時の管電圧利得は 0.5 V、図 2.2 (b) から加熱電力は 0.56W、管電力利得は 0.2W となり、加熱電力の 35.7% が管電力利得となっている。

(4) 総合電力損失は加熱電流とともに単調に増加し、この点でとくに有利な加熱電流というものは存在し

ない。

## 2.2 封入ガスの種類、圧力による差異（付 ランプ電流の影響）

さきに記した実験結果は、アルゴン封入圧力 3 mmHg の場合のもので、封入圧力、封入ガスの種類が変ると、どうなるかを検討した。とくに最近ネオンを封入する VHO 融光灯<sup>(2), (3)</sup>が発表されており、この意味からネオンを封入ガスとした場合について実験を行った。

まずアルゴンについて、その圧力を変えた場合の一例は図 2.9 に示すとおりである。同図は No. 1 フィラメントに対するもので、アルゴン圧力 1.5 mmHg と 3 mmHg について、加熱電流を 300 mA に保った時の管電圧利得がランプ電流によりどう変るかを示したものであって、

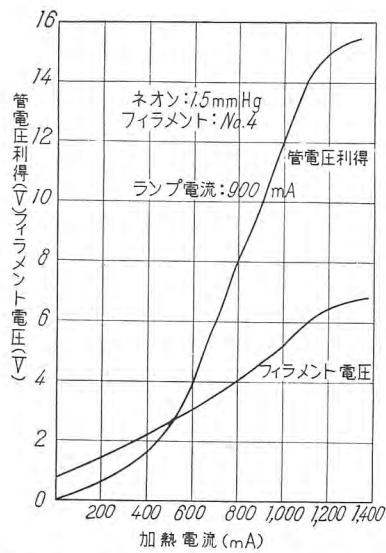


図 2.12 (a) 加熱電流と管電圧利得ならびにフィラメント電圧の関係  
(ネオン: 1.5 mmHg,  
フィラメント: No. 4)

Fig. 2.12 (a) Relation between heating current and lamp voltage gain, filament voltage.  
(Neon: 1.5 mmHg, Filament; No. 4).

圧力の影響とともにランプ電流の影響をも示している。図から、封入圧力が小さい方が管電圧利得が大きいこと、またランプ電流とともに、管電圧利得は減少する傾向にあるが、フィラメントに適した放電電流（図 2.9 の場合は 350mA 程度）付近になると、ほとんど変化しないことがわかる。アルゴン圧力の小さい方が陰極降下が大きく、またランプ電流がフィラメントの最適電流値よりずっと少ないと放電電流による自己加熱が不十分のために

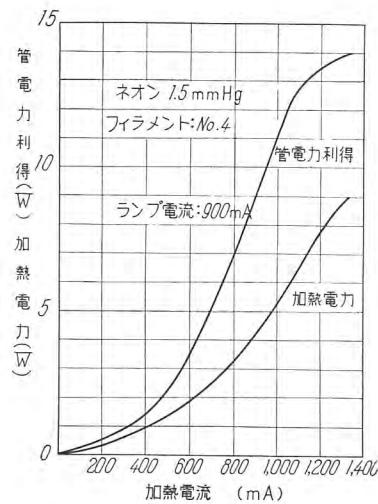


図 2.12 (b) 加熱電流と管電力利得および加熱電力の関係  
(ネオン: 1.5 mmHg,  
フィラメント: No. 4)

Fig. 2.12 (b) Relation between heating current and heating wattage, lamp wattage gain.  
(Neon: 1.5 mmHg, Filament: No. 4).

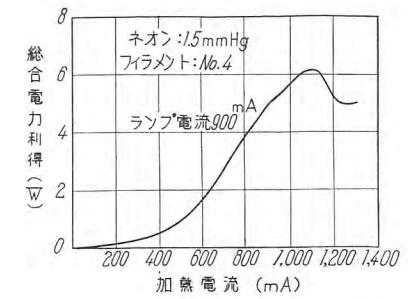


図 2.12 (c) 加熱電流と総合電力利得の関係 (ネオン: 1.5 mmHg  
フィラメント: No. 4)

Fig. 2.12 (c) Relation between heating current and overall wattage gain.  
(Neon: 1.5 mmHg, Filament: No. 4).

陰極降下が大きくなるわけで、上の結果から考えると、同じフィラメントでも、陰極降下の高い状態で使用されている場合（アルゴン圧力が小さいとか、ランプ電流が非常に小さいとか）の方が陰極加熱の効果が大きく管電圧利得が大きいように思われる。つぎに示すネオン封入の場合

もその顕著なものである。

さて次にネオンを封入ガスとした場合の実験結果を、図 2.11(a), (b), (c), 図 2.12(a), (b), (c) に示す。実験は、No. 4 フィラメントについて、封入圧力 1.5 mmHg と 3 mm Hg について行った。図からわかるようにアルゴンの場合に比べて、管電圧利得がはるかに大きく、とくに 1.5 mmHg の場合は非常に大きな管電圧利得があり、この場合、管電力利得の方が加熱電力より大きくなつてフィラメント加熱によって、かえつて総合電力は減少しているという面白い結果が得られた。図 2.12(c) の縦軸は総合電力損失でなく、総合電力利得になっているのはこのためである。また封入圧力 3 mmHg の場合は、フィラメント加熱による電力損失があるが、アルゴンの場合に比べて、ずっと少ない。たとえば、ランプ点灯中のフィラメント加熱電圧を 3 V に選んだとすると、加熱電流は図 2.11(a) から 700mA 管電圧利得は 1.6 V、加熱電力は、2.11(b) から 2.25 W、管電力利得は 1.5 W、総合電力損失は 0.75 W で、これに対応するアルゴンの場合の、図 2.5(a), (b), (c) から得られる総合電力損失 1.4 W に比べ、約半分（したがつて加熱電力の利用率からすれば約倍）である。

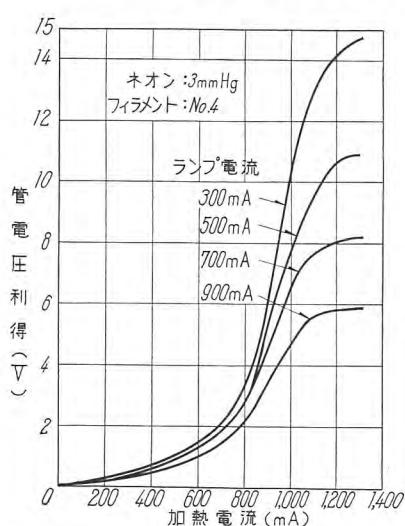


図 2.13 ランプ電流による管電圧利得特性の変化  
(ネオン: 3 mmHg, フィラメント: No. 4)

Fig. 2.13 Change of lamp voltage gain characteristics due to lamp current variation.  
(Neon: 3 mmHg, Filament: No. 4).

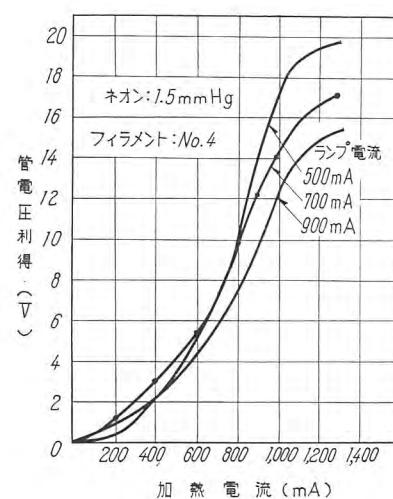


図 2.14 ランプ電流による管電圧利得特性の変化 (ネオン: 1.5 mmHg,  
フィラメント: No. 4)

Fig. 2.14 Change of lamp voltage gain characteristics due to lamp current variation.  
(Neon: 1.5 mmHg, Filament No. 4).

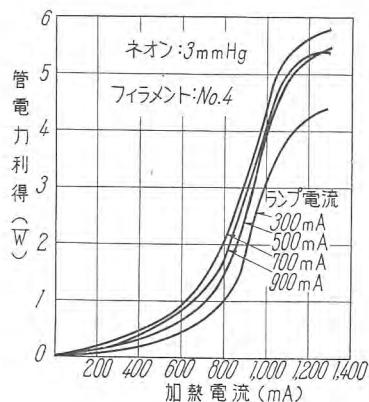


図 2.15 ランプ電流による管電力利得特性の変化  
(ネオン: 3mmHg, フィラメント: No. 4)

Fig. 2.15 Change of lamp wattage gain characteristics due to lamp current variation.  
(Neon: 3 mmHg, Filament: No. 4).

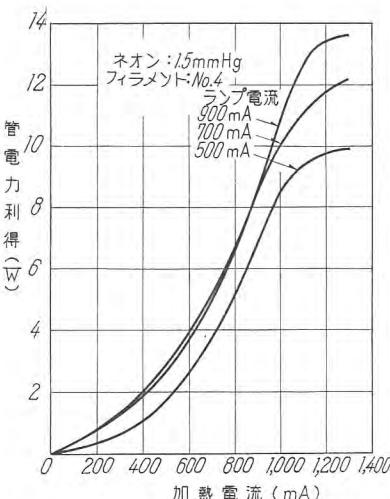


図 2.16 ランプ電流による管電力利得特性の変化 (ネオン: 1.5 mmHg, フィラメント: No. 4)

Fig. 2.16 Change of lamp wattage gain characteristics due to lamp current variation.  
(Neon: 1.5 mmHg, Filament: No. 4)

また、図 2.13, 図 2.14 に示すように、ランプ電流によって管電圧利得は非常に変化 (同一フィラメントについてアルゴン封入の場合を示した図 2.10 と比較) し、管電流が小さいほど管電圧利得はずっと大きくなる。しかし管電力利得の方は、ランプ電流との積であるから、ランプ電流によって、それほど大きな変化をしないしました管電圧利得の大きい小電流の場合の方が管電力利得が大きいとはかぎらないことは図 2.15, 2.16 に示すとおりである。

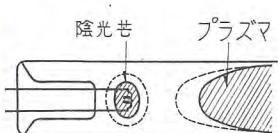


図 3.1 陰極近辺の放電状況  
Fig. 3.1 Appearance of discharge in the neighbourhood of cathode.

以上フィラメント加熱と管電圧利得、管電力利得の関係について述べたが、この点に関しては、ネオン封入の場合の方がアルゴンの場合より相当有利であることがわかる。

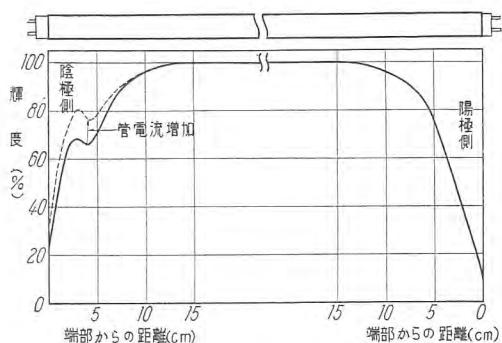


図 3.2 融光ランプの輝度分布 (直流点灯)

Fig. 3.2 Brightness distribution along the lamp bulb.  
(DC operation)

### 3. 電極加熱による光束の変化

#### 3.1 アルゴン封入ガスの場合

図 3.1 は、蛍光灯陰極付近の放電の状況を示すもので、陰極周辺には陰光柱 (negative glow) が取りまき、それから少し離れて陽光柱の端が来ている。これら、陰光柱、および陽光柱はフィラメント加熱電流を増すに従って図 3.1 点線に示すように次第に広がってゆき、この付近の明るさは増大する。すなわち、フィラメント加熱は、さきに述べた陰極降下の低下に伴う管電力の減少という形だけでなく、この端部の光束増加という形でも効率の向上に寄与するわけで、この点を検討して見た。

一般にランプの長手方向に沿っての輝度分布は図 3.2 に示すようなものであるが (ただし直流の場合)、この輝度分布は、ランプ電流によって

も変化するのであって、図 3.2 の点線に示すように、ランプ電流を増すにつれて、陰極側端部輝度の中央部輝度に対する%は増加する。さて、No. 1, No. 3 フィラメントを有するランプについて行った実験結果は、図 3.3 ～ 3.6 のとおりである。いずれも中央部の輝度を 100% とした相対的な輝度で示してある。これらの結果を通覧するに、フィラメント加熱によって、相当程度、輝度は上昇しているが、ランプ全体から見れば、部分的であるため、全光束よりする光束向上は、わずかであることは表 3.1 の計算結果に示すとおりである。表 3.1 は加熱電流による光束増加とともに、前に述べた管電圧低下に伴う管電力利得をも含めて、加熱電力のうち、どの程度が有効に利用されているかを総合的にまとめたものであるが、同表において、光束増加率は、図 3.3 ～ 3.6 の輝度分布曲線から計算によって求めたもので、加熱電流のない時の全光束を 100% として、加熱電流による光束の増加割合を示すものである。そしてこの値は管長をいくらく選ぶかによって異なることは明らかで、表に示すものは管長を 24" とした場合の値を示した。つぎに増加光束は、300mA DC における 24" ランプの光束を 950 ルーメンとして光束増加率から求めたものである。このようにして、フィラメント加熱による増加光束を知ることができたが、さて加熱電力の有効率を考慮するためには、これをワットに換算しなければならない。われわれは次の方法によってこの換算を行った。すなわち、加熱電流は流さないで、あるランプ電流値で光束を測定し、このランプ電流値付近でランプ電流を増加して管入力を 1 ワット増すことにより増加する光束増加分を測定により求め、この光束増加分に対する、加熱電流による増加光束値の比をもって、増加光束のワット換算値とした。すな

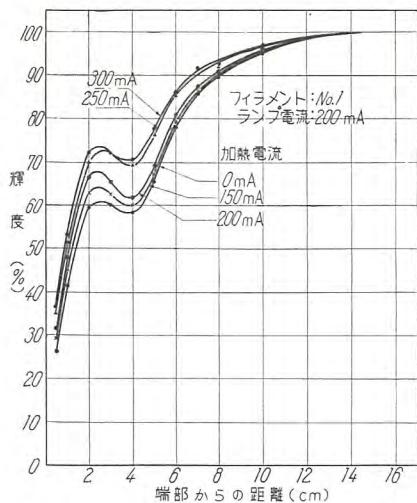


図 3.3 加熱電流による陰極側端部輝度の変化

Fig. 3.3 Brightness change at the bulb end of cathode side caused by heating current.

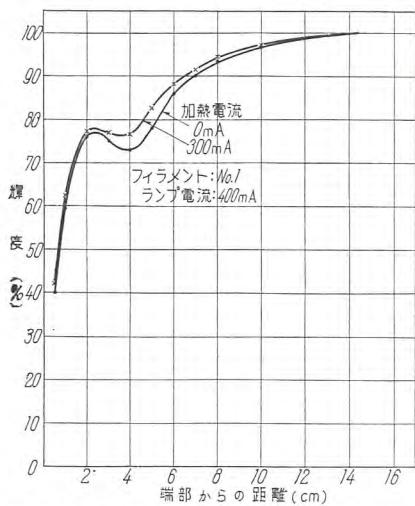


図 3.4 加熱電流による陰極側端部輝度の変化

Fig. 3.4 Brightness change at the bulb end of cathode side caused by heating current.

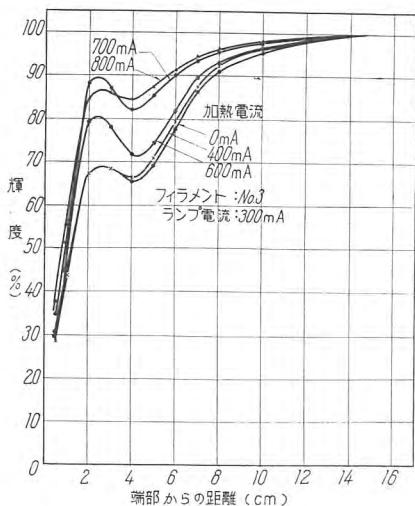


図 3.5 加熱電流による陰極側端部輝度の変化

Fig. 3.5 Brightness change at the bulb end of cathode side caused by heating current.

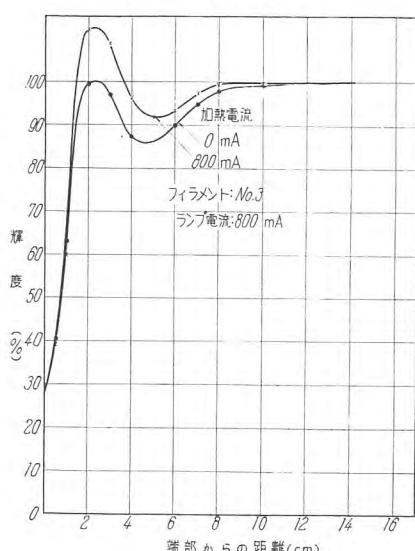


図 3.6 加熱電流による陰極側端部輝度の変化

Fig. 3.6 Brightness change at the bulb end of cathode side caused by heating current.

わちランプ入力と光束の関係を示す図 3.7 の曲線上の概当する点における切線 (たとえば A の入力に対する A' 点における切線 BC) の傾斜から 1 ワットに換算すべき光束値を求めるのである。一例を示すと、300 mA の場合ランプ入力は 18 ワットで、この時の光束を前に仮定したように 950 ルーメンとするとき、この時のランプの lm/W は 52.8 であるが、この値を使うのではなくて、この 18 ワットの入力状態で 1 ワット増すことによる光束の増加分 44.8 ルーメン (測定により求める) をもって 1 ワットに換算するのである。この方法によれば、その時のランプ電流によって 1 ワットに換算する光束の値は異なり、また最も実際に適した換算方法であると考える。表 3.1 に示された増加光束の電力換算値はかくして得られたものである。同表によれば、各フィラメントの最適ランプの電流値を考えると、加熱電力の約 10~15%

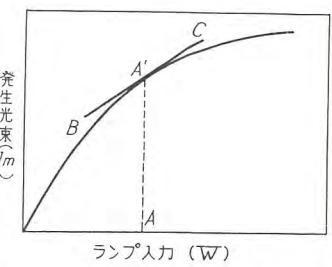


図 3.7 ランプ入力と発生光束の関係

Fig. 3.7 Relation between lamp input and lamp lumen.

表 3.1 総合結果 (アルゴン封入ガス: 3 mmHg)

| フィラメント No. | ランプ電流 (mA) | 加熱電流 (mA) | 加熱電力 W <sub>0</sub> (W) | 光束増加率 (%) | 増加光束 (lm) | 増加光束の電力換算値 W <sub>1</sub> (W) | W <sub>1</sub> × 100 / W <sub>0</sub> (%) | 管電圧低下による管電力利得 W <sub>2</sub> (W) | W <sub>2</sub> × 100 / W <sub>0</sub> (%) | 全電力利得 W <sub>1</sub> + W <sub>2</sub> (W) | W <sub>1</sub> + W <sub>2</sub> × 100 / W <sub>0</sub> (%) | 加熱電力利用率 W <sub>0</sub> / (W <sub>1</sub> + W <sub>2</sub> ) (%) | 加熱電力損失 W <sub>0</sub> - (W <sub>1</sub> + W <sub>2</sub> ) (W) |
|------------|------------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|---|----------------------------------|---|---|--|---|--|
| No. 1      | 200        | 150       | 0.29                    | 0.39      | 2.8       | 0.06                          | 20.7                                      | 0.05                             | 17.2                                      | 0.11                                      | 37.9   | 0.18  |  |
|            |            | 200       | 0.50                    | 0.72      | 5.2       | 0.11                          | 22.0                                      | 0.15                             | 30.0                                      | 0.26                                      | 52.0   | 0.24  |  |
|            |            | 250       | 0.84                    | 1.64      | 11.7      | 0.24                          | 28.6                                      | 0.28                             | 33.4                                      | 0.52                                      | 62.0   | 0.32  |  |
|            |            | 300       | 1.25                    | 1.87      | 13.3      | 0.28                          | 22.4                                      | 0.34                             | 27.2                                      | 0.62                                      | 49.6   | 0.63  |  |
|            | 400        | 150       | 0.38                    | 0.16      | 1.8       | 0.05                          | 13.2                                      | 0.12                             | 31.6                                      | 0.17                                      | 44.8   | 0.21  |  |
|            |            | 200       | 0.65                    | 0.27      | 3.0       | 0.09                          | 13.8                                      | 0.24                             | 37.0                                      | 0.33                                      | 50.8   | 0.32  |  |
|            |            | 250       | 1.01                    | 0.40      | 4.5       | 0.13                          | 12.9                                      | 0.36                             | 35.6                                      | 0.49                                      | 48.5   | 0.52  |  |
|            |            | 300       | 1.40                    | 0.44      | 4.9       | 0.14                          | 10.0                                      | 0.44                             | 31.5                                      | 0.58                                      | 41.5   | 0.82  |  |
| No. 3      | 300        | 400       | 0.59                    | 0.18      | 1.7       | 0.04                          | 6.8                                       | 0.02                             | 3.4                                       | 0.06                                      | 10.2   | 0.53  |  |
|            |            | 600       | 1.73                    | 0.92      | 8.7       | 0.27                          | 15.6                                      | 0.13                             | 7.5                                       | 0.40                                      | 23.1   | 1.33  |  |
|            |            | 700       | 2.80                    | 2.2       | 20.9      | 0.50                          | 17.9                                      | 0.31                             | 11.1                                      | 0.81                                      | 29.0   | 1.99  |  |
|            |            | 800       | 4.04                    | 2.51      | 24.8      | 0.59                          | 14.6                                      | 0.44                             | 11.0                                      | 1.03                                      | 25.6   | 3.01  |  |
|            | 800        | 400       | 0.72                    | 0.13      | 2.2       | 0.07                          | 9.7                                       | 0.10                             | 13.9                                      | 0.17                                      | 23.6   | 0.55  |  |
|            |            | 600       | 1.98                    | 0.32      | 5.5       | 0.18                          | 9.1                                       | 0.53                             | 26.8                                      | 0.71                                      | 35.9   | 1.27  |  |
|            |            | 700       | 3.0                     | 0.65      | 11.2      | 0.36                          | 12.0                                      | 1.00                             | 33.3                                      | 1.36                                      | 45.3   | 1.64  |  |
|            |            | 800       | 4.7                     | 0.87      | 15.0      | 0.48                          | 10.2                                      | 1.52                             | 32.4                                      | 2.00                                      | 42.6   | 2.7   |  |

表 3.2 総合結果 (ネオン封入ガス: 3 mmHg)

| フィラメント No. | ランプ電流 (mA) | 加熱電流 (mA) | 加熱電力 $W_0$ (W) | 光束増加率 (%) | 増加光束 (lm) | 増加光束の電力換算値 $W_1$ (W) | $W_1 \times 100 / W_0$ (%) | 管電圧低下による管電力利得 $W_2$ (W) | $W_2 \times 100 / W_0$ (%) | 全電力利得 $W_1 + W_2$ (W) | 加熱電力利用率 $(W_1 + W_2) \times 100 / W_0$ (%) | 加熱電力損失 $W_0 - (W_1 + W_2)$ (W) |
|------------|------------|-----------|----------------|-----------|-----------|----------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|
| No. 4      | 900        | 600       | 1.48           | -0.92     | -17.9     | -0.64                | -43.3                      | 0.86                    | 58.2                       | 0.22                  | 14.9                                       | 1.46                           |
|            |            | 700       | 2.02           | -1.74     | -33.9     | -1.20                | -59.4                      | 1.38                    | 68.3                       | 0.18                  | 8.9  | 1.84                           |
|            |            | 800       | 2.83           | -2.25     | -43.8     | -1.55                | -54.8                      | 1.9                     | 67.2                       | 0.35                  | 12.4                                       | 2.48                           |
|            |            | 900       | 3.93           | -3.38     | -65.9     | -2.34                | -59.6                      | 2.94                    | 75.0                       | 0.6                   | 15.4                                       | 3.33                           |
|            |            | 1,000     | 5.18           | -3.64     | -70.9     | -2.51                | -48.4                      | 4.28                    | 82.6                       | 1.77                  | 34.2                                       | 3.41                           |

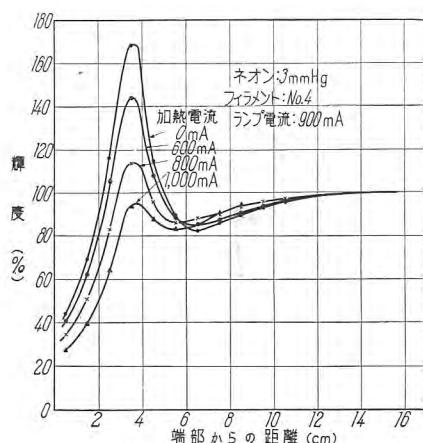


図 3.8 加熱電流による陰極側端部輝度の変化 (ネオン: 3 mmHg)

Fig. 3.8 Brightness change at the bulb end of cathode side caused by heating current.  
(Neon: 3 mmHg).

が光束向上に利用されており、ランプ電流値が最適値より小さくなればこの光束への変換率は増大することがわかる。

### 3.2 ネオン封入ガスの場合

封入ガスがネオンの場合は、アルゴンの場合とまったく異なる様相を示す。すなわち、加熱電流を流さない場合、陰極付近では高い陰極降下のため、ネオンの電離が盛んに行われ、それに伴うスペクトル線が輻射されて赤色に光る。この赤色光が、螢光膜からの発生光束に加わり、陰極付近のバルブ輝度は中央部よりも大きい。この状態でフィラメント加熱電流を増していくと陰極降下が減るとともに赤色光が次第に薄れてゆきついに肉眼では認められなくなる。それに伴って輝度の方も加熱電流とともに次第に低下していくのである。すなわち電極加熱の増加は、かえって発光光束の低下をきたすのであって、この点、アルゴンの場合とまったく逆である。実際の測定結果を図 3.8 に示す。また表 3.1 におけると同じようにして、これらの結果を総合的にまとめたのが表 3.2 であり電極加熱によって光束が相当低下することがわかる。

## 4. 総合結果

表 3.1, 3.2 を通覧して次のようにまとめて見ることができる。

### 4.1 アルゴン封入の場合

各フィラメントに対する最適ランプ電流値について検

討すると、加熱電力のうち、大体 10~15% が光束増加に役だち、30~35% が管電圧低下による管電力利得として生かされ、合わせて 40~50% 程度が有効に使われており、残りの約 50~60% が損失として無為に消費されている。

### 4.2 ネオン封入の場合

この場合管電圧低下による管電力利得が加熱電力の 70% 前後に及ぶにもかかわらず、光束の低下でその利得が打ち消され、全体としては、わずか 10~15% 程度しか有効に生かされず、残り約 85~90% が単なる損失となっている。ネオンの封入圧力が 1.5 mmHg の場合は前に記したように管電圧降下による電力利得が、加熱電力を上回るという面白い結果を得たのであるが、電極付近の黒化の進行が早く、陰極加熱の光束の関係を測定できなかったのは遺憾である。

## 5. むすび

ランプ点灯中の電極加熱電力は、まったくの損失ではなくその一部が有効に利用されていることを示したが、本文中諸数値はいずれも一例に過ぎないもので、たとえば電極構造が変れば、もちろん結果にも多少の変化はあるであろうし、封入ガス圧力が変れば異なってくることも本文中から想像されるところである。しかし大体の目安は、与えられたことと思うし、いずれにしても、加熱電力が、どういう形でランプの発光効率に関連しているかは明らかになったことと思う。

なお、われわれが実際にラピッド形螢光灯を用いるのは交流においてであり、この場合、上述の数値は、そのまま適用できないことはいうまでもない。始めにも述べたように、交流ではこの問題に関する取扱が複雑であるので、本文中から除外したが、加熱電力の利用率は上記直流の場合より下回るものと思われる。何となれば、陽極側になったときの半サイクルにおける電極加熱には、上に述べたような効果がまったくないからである。

## 参考文献

- (1) A. E. Lemmers, W. W. Brooks; "New Fluorescent Lamp and Ballast Design for Rapid Starting", I. E. Vol. 47, No. 11, p. 589 (1952).
- (2) J. F. Waymouth, Bitter Francis, and E. F. Lowry; "Factors to be Considered in the Design of High Output Fluorescent Lamps," I. E. Vol. 52, No. 5, p. 257 (1957).
- (3) W. L. Gungle, J. F. Waymouth, and H. H. Homer; "Operating Parameters of High Output Fluorescent Lamps", I. E. Vol. 52, No. 5, p. 262 (1957).

# 新しい形の螢光水銀灯

研究所

立原芳彦\*・秦 卓也\*\*・栗津健三\*\*

## Fluorescent Mercury Lamps of New Model

Engineering Laboratory Yoshihiko TACHIHARA・Takuya HATA・Kenzō AWAZU

Recent developments of fluorescent mercury lamps are one high efficiency product using fluorescent material of phosphate and the other complementary-colored product as a result of painstaking effect. The former has a high efficiency of 48 lm/W that outruns the old model with 24 lm/W. The latter has marked color rendition, though at a little sacrifice of brightness, particularly suitable when sight as close to that under the sunlight as possible is desired. They are considered to have promising future in their respective applications.

### 1. まえがき

最近照明分野における水銀灯の利用はますます増大しきつある。これはその高能率および高輝度を有する点が大いに買われているものと考えられる。一般に螢光水銀灯と称されてきたものは、色補正の目的で、その外套管内面に、赤色に発光する弗化ゲルマニウム酸マグネシウム螢光体を塗布したものである。これはある程度その目的を達しているが、水銀灯だけのときの明るさよりも幾分低いこと、および演色性についても十分とはいえないうちみがある。

現状において、この二つの要求を完全に満足させることははなはだ困難なことである。われわれはそれぞの要求に応じた二つの新しい形の螢光水銀灯を開発した。これらの種種の特長について紹介する。

### 2. 高能率螢光水銀灯

#### 2.1 従来の螢光水銀灯

弗化ゲルマニウム酸マグネシウム螢光体を用いた螢光水銀灯は、螢光体による深赤色の発光と、水銀灯の緑がかった青白色の発光が混ぜ合わされて、橙白色の感じの光を發揮する。これによれば、緑、黄、赤系統の色調があざやかに見え、水銀灯による場合の不自然さが相当緩和される。しかしこの螢光体の発光効率は比較的低く、24 lm/W であり、かつ可視部の 480 m $\mu$  まで励起帯を有するため、水銀放電による紫および青の線スペクトルの一部が吸収される。したがって適当な色合いを得るために螢光体を厚く塗布すると、ランプの全光束が低下するのを免れない。

#### 2.2 新しい螢光水銀灯

新しく開発した螢光水銀灯は、燐酸塩系螢光体を塗布したものである。この螢光体は、48 lm/W の高い能率をもち、紫外線によって橙白色の螢光を発する。図 2.1

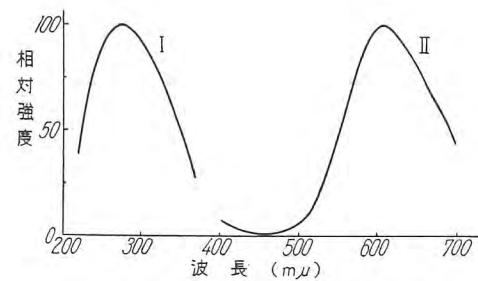


図 2.1 新螢光体の励起帯と発光帯  
I. 励起帯 II. 発光帯 (高圧水銀灯による励起) 200°C  
Fig. 2.1 Excitation zone and luminescence zone of new phosphor.

に示すように比較的広い帯の励起帯と発光帯を有し、その最大値はそれぞれ 280 m $\mu$  および 600 m $\mu$  付近にある。

#### 2.3 螢光膜の透過率

螢光体自身は白色であって可視部における吸収はほとんど見られない。400 W 形外套管に塗布した場合の、A 光源に対する透過率と、塗布量の関係を求めるところのようになり、弗化ゲルマニウム酸マグネシウムの場合と大きな差異があることがわかる。

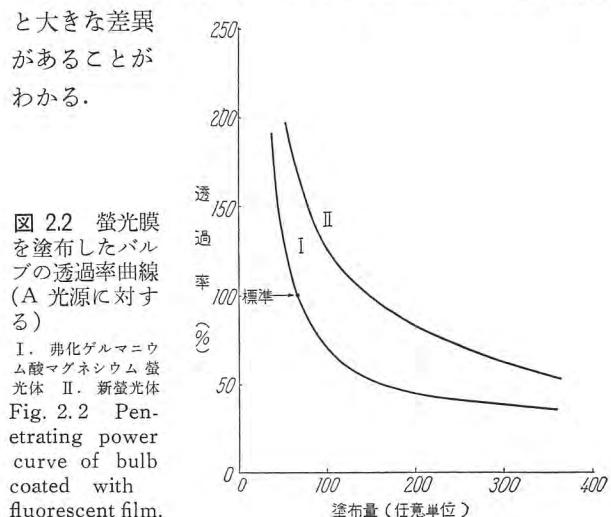


図 2.2 螢光膜を塗布したバルブの透過率曲線 (A 光源に対する)  
I. 弗化ゲルマニウム酸マグネシウム 融光体 II. 新螢光体

Fig. 2.2 Penetrating power curve of bulb coated with fluorescent film.

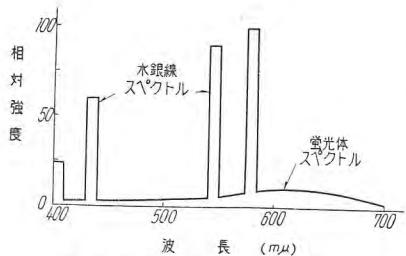


図 2.3 高能率螢光水銀灯の発光スペクトル分布

Fig. 2.3 Emission spectrum distribution of high efficiency fluorescent mercury lamp.

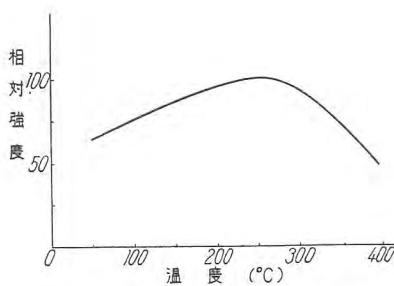


図 2.4 新螢光体の温度-輝度特性  
高圧水銀灯による励起

Fig. 2.4 Temperature-brightness characteristic of new phosphor.

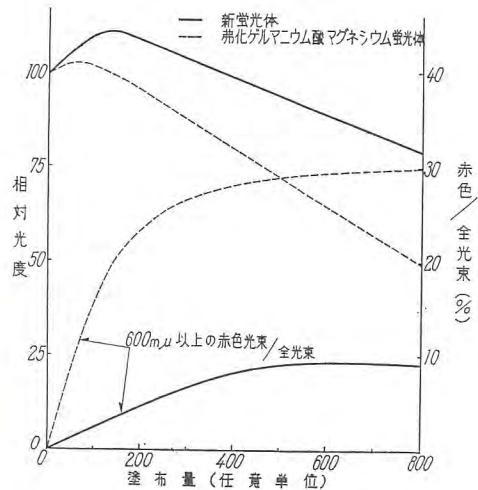


図 2.5 融光体塗布量と光度および赤色/全光束との関係

Fig. 2.5 Relation between amount of phosphor coating and luminous intensity and red color/total luminous flux.

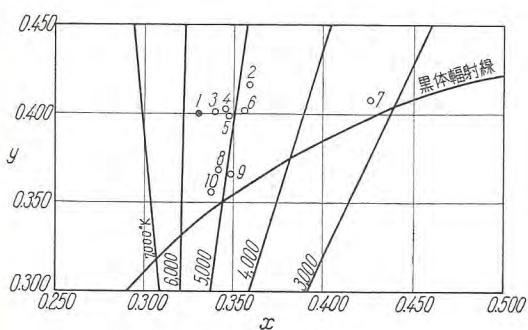


図 2.6 各螢光水銀灯の色度図

1. 400 W 高圧水銀灯
2. 400 W 融光水銀灯 (従来の)
3. ~6. 高能率螢光水銀灯 (螢光体塗布量を変えた)
7. 新螢光体だけの色度点
8. ~10. 高演色度螢光水銀灯

Fig. 2.6 Chromatocity diagram of various fluorescent mercury lamps.

#### 2.4 発光スペクトル分布および温度特性

螢光水銀灯としての発光スペクトルは、水銀放電による線スペクトルに、可視波長全域にわたって螢光体の発光スペクトルが加わっている。400 W 形螢光水銀灯において螢光膜の温度は、200~280°C に上昇する。この温度で最高の効率を発揮させるためには、その活性体濃度

に注意しなければならない。使用した螢光体の温度特性は図 2.4 に示すようにすぐれた特性をもっている。

#### 2.5 色度および明るさ

ランプ自身の発光は銀白色で清潔感がある。適当な厚みに螢光体を塗布したとき、その全光束は高圧水銀灯に比べ、約 12% 高い。ただし赤色光量は少ないので色調を問題にするときは不適当である。螢光膜の厚みを変えて全光束および赤色光束/全光束の比を求めるに図 2.5 のようである。能率の点

では従来の螢光水銀灯よりすぐれていることがわかる。

螢光膜が厚くなるに従って色温度は低いほうに向う(図 2.6)。螢光体をまったく塗布しないものからほぼ直線的に変化するが、この移動は比較的狭い範囲に限られる。参考として螢光体だけの発光をも色度図上にあらわした。これらの螢光水銀灯の色調を表現するならば、やや青緑がかった白色ということができるであろう。

#### 2.6 光度の減衰

400 W 形高能率螢光水銀灯を長時間点灯したときの光度の減衰は図 2.7 に示すようであって、これは一般の高圧水銀灯および螢光水銀灯と変わらず、4,000 時間経過後初期の明るさの 80% 以上を保つ。これによって、螢光物質としての劣化が全然問題にならないことがわかる

#### 2.7 応用

この螢光水銀灯の最大の特長は、今まで高圧水銀灯として到達し得なかった高い能率を有することである。したがってあまり色調を問題にしない交通線、発電所、工場などにおける利用に適している。従来の水銀灯と比較した場合、その諸特性は表 2.1 のようである。

### 3. 高演色性螢光水銀灯

#### 3.1 発光色と演色性

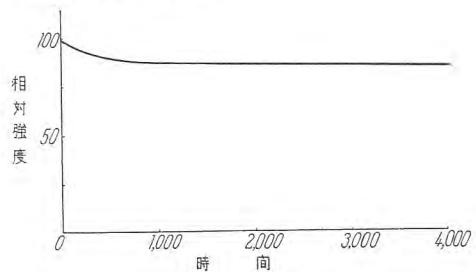


図 2.7 高能率螢光水銀灯の光度減衰曲線

Fig. 2.7 Luminous intensity attenuation curve of high efficiency fluorescent mercury lamp.

#### 表 2.1 各種水銀灯の特性

| 形名       | ランプ入力(W) | ランプ電圧(V) | ランプ電流(A) | 全光束(lm) | 600mμ 以上の赤色光束(lm) | 赤色光束/全光束(%) | 備考       |
|----------|----------|----------|----------|---------|-------------------|-------------|----------|
| H-400    | 400      | 130      | 3.3      | 21,000  | —                 | —           | 高圧水銀灯    |
| HF-400-D | 〃        | 〃        | 〃        | 19,000  | 3,500             | 18          | 従来の螢光水銀灯 |
| HF-400-X | 〃        | 〃        | 〃        | 23,000  | 1,200             | 5           | 高能率螢光水銀灯 |

蛍光水銀灯の演色性を問題にする場合、水銀放電の緑、および黄の線スペクトルが非常に強く、かつ440~540 m $\mu$ の波長域が欠けているため、蛍光放電灯のようなすぐれた演色性は望み得ない。深赤色蛍光体を塗布したものは前述のように、あるていどその目的を達しているが、これは主として550 m $\mu$ 以上の長波長域に対してであって、加えて、蛍光膜の厚さを増してゆくと、430 m $\mu$ 以下に対する吸収も無視できない。

色調が白いということは、すでに知られているように、互に補色の関係にある線スペクトルの混合によっても達せられる。しかし光源の場合、その発光スペクトルが、可視部全域にわたっていないと、その演色性はよくない。蛍光水銀灯のように、その明るさの大部分を水銀線の可視部に依存しているような場合、これに対する補色を蛍光体の発光だけに求め、かつ演色性を良好にさせることは困難である。

### 3.2 演色性改善の一方法

ここに紹介する高演色性蛍光水銀灯はこれらの点を改善したものである。光束の低下を問題にしないときは、さらによい結果を与えるが、一応高圧水銀灯の85%といいの明るさを目標とした。

すなわち600 m $\mu$ 以上の赤色部に対しては、弗化ゲルマニウム酸マグネシウム、440~540 m $\mu$ には新しく開発した紫外線によって青白色に発光するけい酸塩系の蛍光体を用いた。そしてとくに強度の大きな、緑、黄の線スペクトルに対しては、これを一部吸収するようなフィルタ膜をとおす。このフィルタは、温度および、紫外線に対して安定な、無機物質より成り、バルブ管内面に塗布されている。この透過率曲線を図3.1に示す。これは400 W形バルブ管の内部にA光源を挿入し、外部より一方向の光を波長別に測定し補正したものである。見かけはやや藤色がかった白色で、450 m $\mu$ 以下、および600 m $\mu$ 以上の光をほとんど透過し、かつ500~580 m $\mu$ に対する透過率は約80%である。

### 3.3 発光スペクトル分布

前記フィルタ膜内面に蛍光体を塗布し、400 W水銀灯内管を装着して発光スペクトル分布を測定した。この色度点は図2.6にあるように、黒体輻射線に近く、色温度は約5,000°Kである。これらの全光束は約18,000ルーメンであるが、さきに述べたようによりよい演色性を望むならば、光束の低下はさらに大きい。この付近においては実用上大体満足すべきものと考える。

### 3.4 色票の見え方

数種の色票を選び、三菱デラックス屋光色蛍光灯と高演色性蛍光水銀灯によるときの色の見え方を、Lichter形色度計によって色度点のずれを観察した(図3.3)。こ

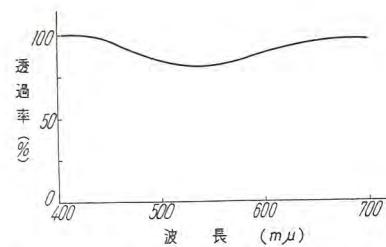


図 3.1 高演色性蛍光水銀灯に用いたフィルタ膜の透過率曲線

Fig. 3.1 Penetrating power curve of filter film used for high efficiency color rendition fluorescent mercury lamp.

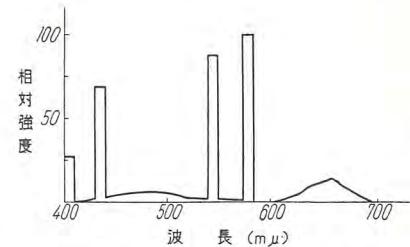


図 3.2 高演色性蛍光水銀灯の発光スペクトル分布

Fig. 3.2 Emission spectrum distribution of high color rendition fluorescent mercury lamp.

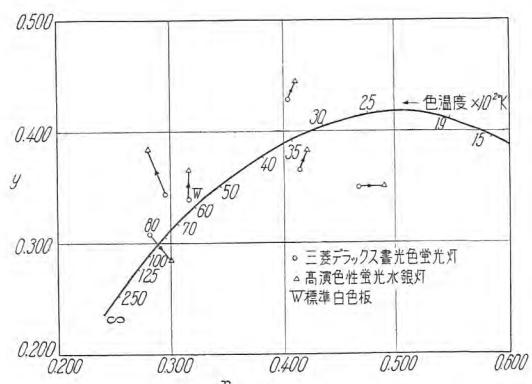


図 3.3 色票の見え方

Fig. 3.3 Sight of standard colors.

れによれば、まだ若干、赤、黄、緑色の強調性は残っているが、大体忠実にその色相を表現している。水銀灯としてはこのていどの演色性が得られるならば十分と考えられる。

## 4. む す び

新しく開発した蛍光水銀灯の種々の特性について述べた。一つは水銀灯の能率をさらに高めたものであり、他の一つは演色性を改善したものである。いずれも400 W形のものについてであるが、これはもちろん他の形、300 W, 700 W, 1 kWについても可能である、これらは将来用途に応じて種々使い分けられ、水銀灯としての応用はさらに広範囲に発展するものと信ずる。

最後に種々ご指導を賜わった無線機製作所管球部、小椋課長、大盛係長、また実験に協力された当研究室松永君に厚く御礼を申し上げる。

## 参 考 文 献

- (1) 立原・秦・粟津「三菱電機」 Vol. 31. No. 9.
- (2) D. Nickerson and D.H. Wilson, Illum, Engug. 45 (1950) 507.
- (3) Westinghouse Engineer. 17. 1. 23 (1957).
- (4) Munsell book of color.

# カラーフローランプ

大船工場 太田 重吉\*

## Color Fluorescent Lamps

Ofuna factory Jukichi OTA

Usual monochromatic fluorescent lamps are made of glass tubes the inner wall of which is coated with phosphor and visible radiation is given off from this substance excited by ultraviolet rays. However, visible radiated rays of fluorescent substance are distributed in a wide range and their color is not very vivid. To improve this performance, new color fluorescent lamps have been developed by Mitsubishi. They are built of glass tubes with a layer of pigment first coated inside and on it is next applied fluorescent substance. Fluorescent visible lights are selectively absorbed by the pigment layer, these of narrow spectrum are emitted and mercury visible lights in the range of non-penetration are also absorbed so as to make their color bright. They have also features of producing desired color with relative freedom.

### 1. まえがき

従来の単色螢光ランプはガラス管内面に塗布された螢光物質それぞれの紫外線による可視輻射の特性を利用したものであるが、一般に単一螢光体の可視輻射光は相当な範囲に広がって分布しているためにその色調は鮮麗さを欠くうらみがあり、かつ螢光ランプの本質的な水銀可視光の存在によりランプ光は混色光となり純度を低下させている欠点を持っている。

ガラス管内面に顔料層をまず形成させてさらにその内面に螢光体を塗布することにより上記欠陥を補い、従来のランプよりもさらに色純度を向上させたカラー螢光ランプを作成したのでその概要を報告する。

### 2. 種類とその構造

現在製作されているカラー螢光ランプは純赤色、純橙色、純黄色、純青色の4種類である。

そのランプの構造は図2.1に示すとおりであってその特長となる点はガラス管と螢光体層との間に顔料層を有することである。ここに用いられる顔料は螢光ランプの製造工程の各処理により退色、変質を起さないものであり、かつランプの働程間に異質ガスの放出および紫外線照射下において劣化現象を起きないものを使用すること

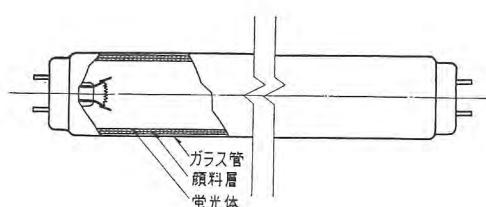


図2.1 カラー螢光ランプの構造

Fig. 2.1 The composition of color fluorescent lamp.

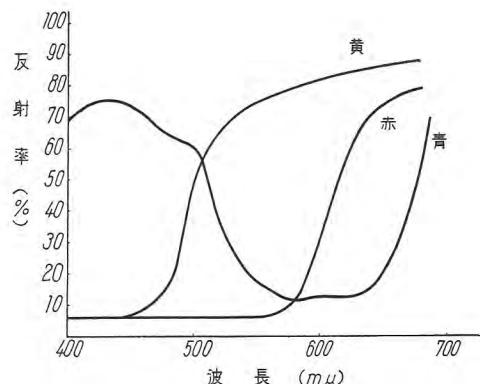


図2.2 顔料の分光反射率

Fig. 2.2 Spectro reflecting power of pigment.

が望ましい。ガラス管上に顔料を塗布するには一般に行われている醋酸ブチルおよび硝化綿による懸濁液で塗布するかまたは一次層と二次層の相溶現象を起させないように硝化綿非溶性溶剤とこれに可溶性結合剤を用いた懸濁液で塗布し、よく乾燥した後にさらにその内面に所望色のスペクトル分布を有する螢光体で塗布する、以後の工程は一般の螢光ランプと同様にして製作する。

われわれが用いた顔料は図2.2に示された分光反射率を有している。なおカラー螢光ランプ4種のうち純橙色ランプは赤顔料と黄顔料の混合により作成されている。

### 3. 特 性

表3.1にカラー螢光ランプの光束値を示す。この値は20ワット、40ワットの定格電流におけるものである。これで見られるように相当な光束を有し実用上特殊な分野には今後使用されるものと考えられる。

分光分布曲線を図3.1、3.2、3.3、3.4に示す。これによると従来の色ランプと比較してこのランプは分光分

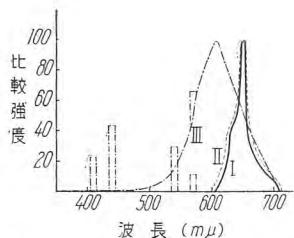


図 3.1 純赤色ランプと従来の紅色ランプとの比較 (分光分布)

I 本仕様純赤色ランプ  
II 従来の紅色ランプ A  
III 従来の紅色ランプ B

Fig. 3.1 Comparison between pure red lamps and former crimson light.

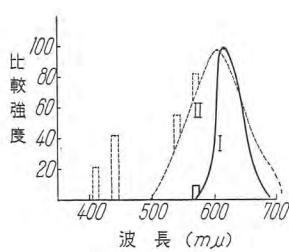


図 3.2 純橙色ランプと従来の橙色ランプとの比較 (分光分布)

I 本仕様の純橙色ランプ  
II 従来の橙色ランプ

Fig. 3.2 Comparison between pure orange lamp and former orange lamp.

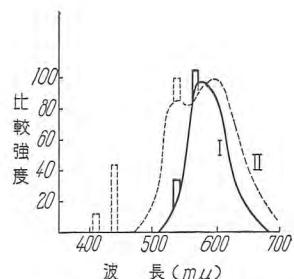


図 3.3 純黄色ランプと従来の黄色ランプとの比較 (分光分布)

I 本仕様の純黄色ランプ  
II 従来の黄色ランプ

Fig. 3.3 Comparison between pure yellow lamp and former yellow lamp.

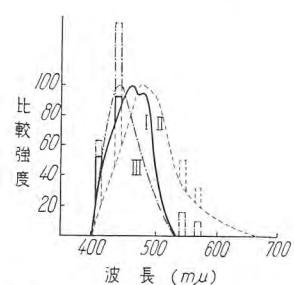


図 3.4 純青色ランプと従来の青色ランプとの比較 (分光分布)

I 本仕様の純青色ランプ  
II 従来の青色ランプ A  
III 従来の青色ランプ B

Fig. 3.4 Comparison between pure blue lamp and former blue lamp.

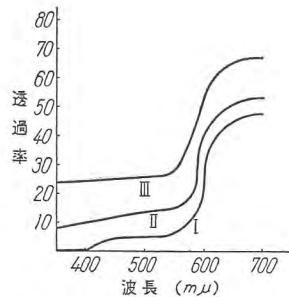


図 4.1 赤顔料層厚さによる分光透過率

Fig. 4.1 Spectrum penetrating power depending on the thickness of red pigment layer.

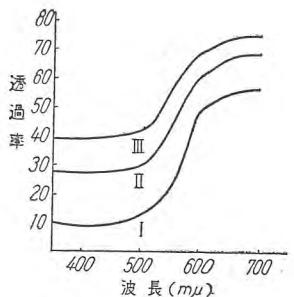


図 4.2 橙顔料層厚さによる分光透過率

Fig. 4.2 Spectrum penetrating power depending on the thickness of orange pigment layer.

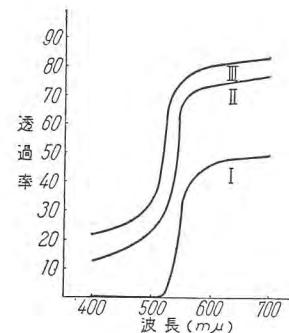


図 4.3 黄顔料層厚さによる分光透過率

Fig. 4.3 Spectrum penetrating power depending on the thickness of yellow pigment layer.

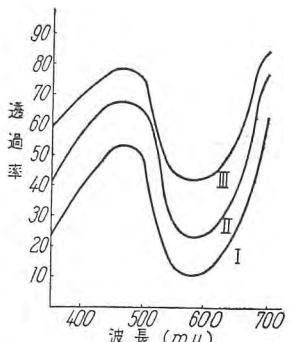


図 4.4 青顔料層厚さによる分光透過率

Fig. 4.4 Spectrum penetrating power depending on the thickness of blue pigment layer.

表 3.1 カラー蛍光ランプの光束値(lm)

| 色種  | 記号      | 20 ワット | 40 ワット |
|-----|---------|--------|--------|
| 純赤色 | FL-R-F  | 100    | 260    |
| 純橙色 | FL-OR-F | 220    | 580    |
| 純黄色 | FL-GO-F | 600    | 1,550  |
| 純青色 | FL-B-F  | 170    | 450    |

布の範囲が狭くなっている。かつ顔料層の存在により非透過範囲にある水銀可視光が全部吸収されている。このために所望色の色純度はいちじるしく改良されている。なお純度については5項に記載してある。

#### 4. 顔料層の厚さを変えた場合の膜輝度

顔料層の膜の厚さを懸濁液の固体含有率を変えることによって調整し塗布したものの上に発光用蛍光体を或る一定の厚さで塗布した試料と、用いた蛍光体だけを塗布したものを標準としてそれぞれの透過輝度を測定した。

赤、橙、黄、青の各色につきその分光透過率が図 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 のようなものを用いてベックマン分光測定器で蛍光膜面上に 2,537 Å の紫外光を照射してその透過輝度を測定した結果は表 4.1 のようになり、明らかに顔料の吸収率だけ輝度が低下しているのが判明する。ゆえに光束値においても次式のように表示される。

表 4.1 顔料層の厚みを変えた場合の透過輝度

| 色種  | 比較<br>膜厚<br>使用蛍光体 | 輝度 |    |     |
|-----|-------------------|----|----|-----|
|     |                   | I  | II | III |
| 純赤色 | 砒酸マグネシウム          | 15 | 23 | 33  |
| 純橙色 | 硅酸カルシウム           | 26 | 41 | 56  |
| 純黄色 | 磷酸カルシウム           | 24 | 47 | 76  |
| 純青色 | 磷酸カルシウム           | 37 | 57 | 69  |

$$F = 680 \int_{380}^{760} V_\lambda \cdot J_\lambda \cdot (1 - A) d\lambda$$

ここに  $V_\lambda$  は比視感度,  $J_\lambda$  は輻射束,  $\lambda$  は波長,  $A$  は吸収率(顔料)である。

なお光束値についてはルンマ測光器で測定したが結果はよく適合した。

## 5. 刺激純度<sup>(1)</sup>

このランプと従来のランプとの刺激純度を比較した場合その標準光源として C 光源を用いて計算した結果を表 5.1 に示す。このランプは Pe が 0.9 以上を示し色光源としては純度ははなはだ高い値を示している。また主宰波長も大体妥当なる色度点に位置しているものと思われる。

表 5.1 各ランプの刺激純度

| 色種 | ランプ別       | 刺載純度  |            | 主宰波長 (mμ) |
|----|------------|-------|------------|-----------|
|    |            | 純赤色   | 従来の赤色ランプ A |           |
| 赤色 | 従来の赤色ランプ B | 0.658 | —          | —         |
|    | 従来の赤色ランプ A | 0.776 | 592        | —         |
| 橙色 | 純橙色        | 1.000 | 611        | —         |
|    | 従来の橙色ランプ   | 0.832 | 585        | —         |
| 黄色 | 純黄色        | 0.999 | 582        | —         |
|    | 従来の黄色ランプ   | 0.824 | 575        | —         |
| 青色 | 純青色        | 0.918 | 472        | —         |
|    | 従来の青色ランプ A | 0.372 | 482        | —         |
|    | 従来の青色ランプ B | 0.875 | 468        | —         |

表 6.1 色票を照射した場合の色度点の移動 (U.C.S.)

| 色種 | ランプ別       | 入射光      |         | 色票     | 反射光      |         | 入射光-反射光                       |                              | L.P.D | N.B.S |
|----|------------|----------|---------|--------|----------|---------|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|
|    |            | $\alpha$ | $\beta$ |        | $\alpha$ | $\beta$ | $\Delta\alpha \times 10^{-3}$ | $\Delta\beta \times 10^{-3}$ |       |       |
| 赤色 | 純赤色        | 0.413    | 0.078   | No. 24 | 0.421    | 0.077   | -8                            | 1                            | 3     | 59    |
|    | 従来の赤色ランプ A | 0.310    | 0.045   | "      | 0.319    | 0.044   | -9                            | 1                            | 11    | 71    |
|    | 従来の赤色ランプ B | 0.168    | 0.085   | "      | 0.327    | 0.075   | -159                          | 10                           | 150   | 470   |
| 橙色 | 純橙色        | 0.337    | 0.088   | No. 2  | 0.367    | 0.084   | -30                           | 4                            | 59    | 177   |
|    | 従来の橙色ランプ   | 0.129    | 0.098   | "      | 0.300    | 0.089   | -171                          | 9                            | 368   | 483   |
| 黄色 | 純黄色        | 0.113    | 0.117   | No. 6  | 0.156    | 0.113   | -43                           | 4                            | 102   | 202   |
|    | 従来の黄色ランプ   | 0.040    | 0.110   | "      | 0.137    | 0.116   | -97                           | -6                           | 120   | 314   |
| 青色 | 純青色        | -0.091   | -0.259  | No. 15 | -0.110   | -0.248  | -19                           | 11                           | 31    | 148   |
|    | 従来の青色ランプ A | -0.073   | -0.059  | "      | -0.173   | -0.123  | -100                          | -64                          | 237   | 368   |
|    | 従来の青色ランプ B | -0.065   | -0.280  | "      | -0.060   | -0.294  | -5                            | -14                          | 36    | 179   |

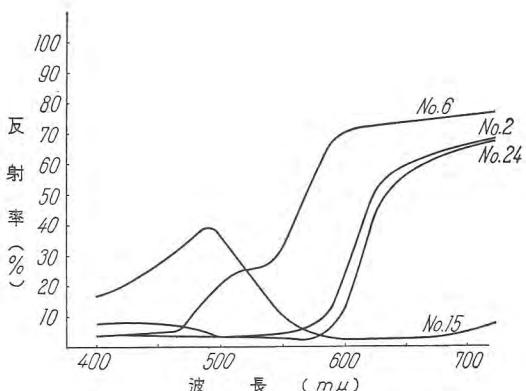


図 6.1 色票純色の分光反射率分布

Fig. 6.1 Spectrum reflecting power distribution of color chart pure color.

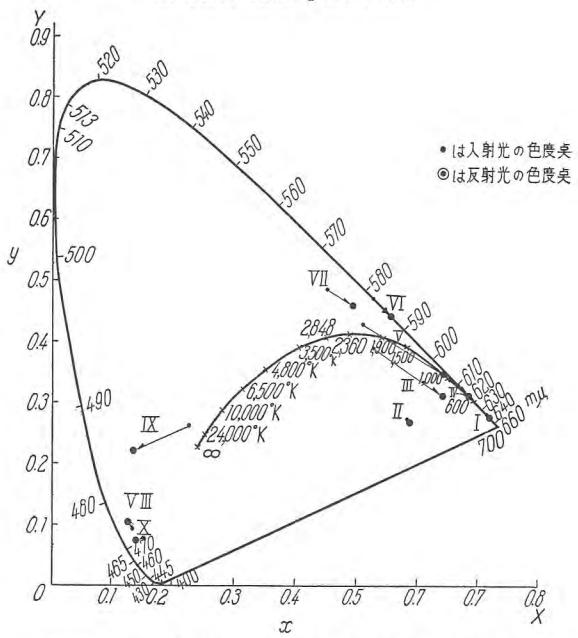


図 6.2 色票を照射した場合の入射光、反射光の色度点の移動

Fig. 6.2 Movement of chromaticity point of incident ray and reflected ray when a color chart is irradiated.

## 6. 純色色票を照射した場合の入射光と反射光の色度差の検討

この実験に用いた色紙は日本色彩研究所の純色色票から 4 種のものを選び、赤色系ランプには赤色色票 No. 24 を、黄色系ランプは黄色色票 No. 6 を、橙色系ランプには橙色色票 No. 2 を、青色系ランプには青色色票 No. 15 を用いて入射光と反射光の色度点のズレを計算すると表 6.1 に示す結果となった。なお各色紙の分光反射率を図 6.1 にあげる。

この計算に用いた式は Hunter<sup>(2)</sup> および Judd<sup>(3)</sup> の式を用い、C.I.E の  $x$ ,  $y$ ,  $Y$  を  $\alpha$ ,  $\beta$  系に変換しこれを明度を含んだ色度差を表わす次の式に代入した。

$\Delta E = f_0 \Delta c = f_0 \sqrt{(k \sqrt{Y} \cdot \Delta s)^2 + (\Delta \sqrt{Y})^2}$  上式中の $\Delta c$ を100倍した値すなわち N.B.S 単位と、これとともに L.P.D をも併記した。L.P.D は 470 m $\mu$  と 640 m $\mu$  との色度点の差を 1,500 L.P.D として計算した。

別に三色色度図表上に入射光と反射光との色度点を図示しこの間を直線で結ぶとともに入射光の色度点から反射光の色度点への方向を矢印で表わした。

これが図 6.2 であって図上の I, II, III は赤色系ランプと赤色色紙、IV, V は橙色系ランプと橙色色紙、VI, VII は黄色系ランプと黄色色紙、VIII, IX, X は青色系ランプと青色色紙を組合したもの結果である。なお I, IV, VI, VIII はこの仕様のランプで他の番号のものは従来の色ランプである。

表 4 および図 6.2 の結果からこのランプが従来のランプに比べて対応している色を照射した場合は色度差がはるかに少なくなっていることは明瞭であって特殊な色彩を強調する場合にはより効果を發揮する。

## 7. 加熱処理による顔料の分光反射特性の変化

螢光灯の製造工程において数カ所加熱処理が行われるからこのランプに使用する顔料の耐熱性の良否が重要である。各顔料すなわち赤、黄、青の少量をマッフル炉内で 2 分間規定温度で処理しこれをベックマン分光測定器で分光反射度の変化を測定した。この結果を図 7.1, 7.2, 7.3 に示す。この測定の比較標準としては加熱処理をうけてない顔料をそれぞれ用いた。

赤顔料については 550°C 付近から 600 m $\mu$  および 650 m $\mu$  の波長光が急激な吸収を起す。ゆえに赤顔料については 550°C 以内の熱処理でランプを完成する必要がある。黄顔料は 500 m $\mu$  波長光だけが特異なる吸収を示しておりこれについて詳細はまだ検討はしていないが結晶格子内の分子変化によるものと考えられる。青色顔料については 700°C までの間ほとんど変化を示さない。ゆえにこのランプを製作する時はこれらの事実を了解しながら各工程の加熱条件を押える必要がある。

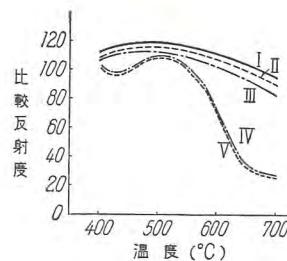


図 7.1 赤顔料の熱処理による反射度の変化

Fig. 7.1 Change of reflecting power due to heat treatment of red pigment.

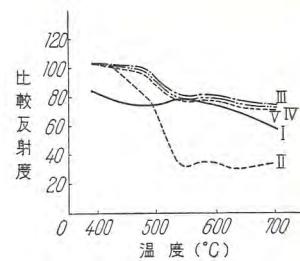
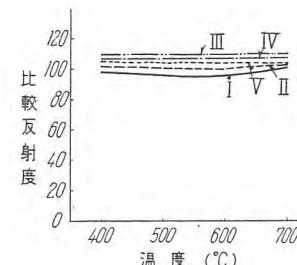


図 7.2 黄顔料の熱処理による反射度の変化

Fig. 7.2 Change of reflecting power due to heat treatment of yellow pigment.



## 8. む す び

顔料塗布単色螢光ランプにつき検討の結果従来の色ランプに比し純色度においてはるかにすぐれており、特殊な色調を利用する分野とかまたは特殊な雰囲気を要求する場合は今後その応用面が拡大されるものと考えられる。

また光源として要求される光束についてもまず実用性のある範囲にあるので色光源用ランプとして将来使用されるものと思う。終りにこの寄稿について種々助言をいただいた井手氏に謝意を表する次第であります。

## 参 考 文 献

- (1) 東: 色 (河出書房) (昭和 22)
- (2) R. S. Hunter: N. B. S. Arc. O. July (1942) 429
- (3) D. B. Judd: Color in Business, Science and Industry (1952)
- (4) 井手, 伊吹: 照学誌 40 (昭 31) 380

# 光り天井照明

本社 上川忠夫\*

## Luminous Ceiling Lighting

Head Office Tadao KAMIKAWA

With the progress of plastic industry, luminous ceiling lighting, one application of this new material to diffuse the light from its source, has come to be used in many places in foreign countries. Even in this country, the luminous ceiling is applied to power stations, office buildings, department stores, banks and factories, because this is regarded the best practice to create an agreeable illuminated atmosphere as well as meeting the increasing requirements of high luminous intensity. Architectural beautiful effect, besides the above reasons, undoubtedly popularizes this lighting, which needs more thorough study to be perfect.

### 1. まえがき

合成樹脂の進歩に伴って、これを光源の拡散材料に用いた、光り天井照明方式 (Luminous Ceiling Lighting) が、諸外国では各方面に採用されている。最近わが国でも発電所、ビル、百貨店、銀行、工場などに、この光り天井が見られるようになってきた。次第に増す高照度の要求と、快適な照明環境を得るために、光り天井照明が最も適したものといえるから、建築上の美的効果とあいまって、今後この新しい照明は広く普及を見るであろ

う。光り天井照明を計画施工する際考慮すべき事項について述べることとする。

### 2. 面光源と光り天井

照明用光源も、ろうそく、石油ランプ、ガス灯、白熱電球などの点光源から、現在の螢光灯の線光源時代に移り変わってきたが、つぎに考えられるものは、一応面光源ということになる。

面光源の一つの例に、Tomorrow's Electronic Lightとして関心を呼んだ Electroluminescence がある。ウェスチングハウス社では、1 フート角のエレクトロルミネセンスのセルを、天井、壁および食卓面に取り付けた面光源による、モデル照明室を発表した。この種のセルは、アルミニウム薄板と透明な導電膜の間に、螢光物質を入れた合成樹脂層がはさまれた形式で、これに交流電界をかけると、面全体から光を発する。これを天井に使えば、天井全体が、均一に光る美しい照明もでき、窓に使えば、夜も昼光がはいっている感じの人工窓が作られるわけである。

また原子力を直接利用した面光源も考案されている。前者と同じように、ガラス板の間に、ストロンチウム 90 ( $Sr^{90}$ ) のようなアイソトープと、螢光物質 (ZnS) をサンドイッチした形で、イットリウム ( $Y^{90}$ ) から出るベータ線のエネルギーによって、螢光を発せさせる。寿命も長く電源も不要で、理想的と思えるが、発光効率の低いことと、二次放射線の毒性防除の問題が解決しない間は、特殊な研究対象以外は実用にはほど遠い。

エレクトロルミネセンス、セルは、電源の周波数や電圧を変えることによって、光の色や、明るさが変えられるから、室内照明の雰囲気を、思うように、変化させ得ることは興味深い光源といえよう。テレビ受像にも利用されている。しかし照明用としてはその明るさは、最高のものでも  $9.1m/W$  で、螢光灯の  $70.1m/W$  に比べはる



図 1.1 美しい光り天井照明 (読売会館)

Fig. 1.1 Beautiful luminous ceiling lighting.

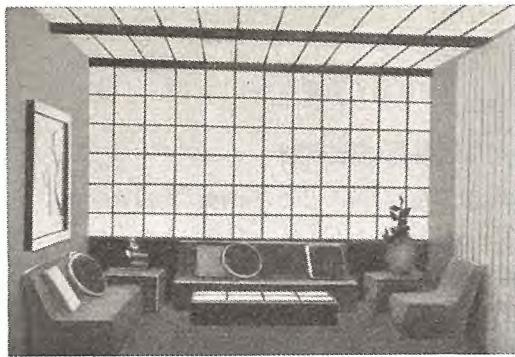


図 2.1 面光源 (Electroluminescence) で照明した部屋  
(ウェスティングハウス社モデルルーム)

Fig. 2.1 Room lighted with electroluminescence.

かに効率が低い。将来効率の高いものが必ず作られるものと期待されるが、現在のものでは、一般の使用には供しがたい。

このような面光源が、天井や壁に使えたら、昼のような快適な室内照明ができるであろう。しかしこれが実用にならない現在では、これに似た良い照明のできるのは光り天井照明である。

### 3. 良い照明と光り天井照明

光り天井照明が、なぜ各方面の照明に喜ばれるか。それについて、最近の照明理論による、「良い照明」の条件との関係を考えて見る。良い照明は、まず光の量と質および環境を考えなければならない。光の量は、照度で表わされ、照度はとかく重く見られがちであったが、新しい照明理論では、照明の質をも同様に考慮すべきことを強調している。良い照明の条件として、つぎの8項目があげられている。

1. 十分な明るさ。
2. むらのない明るさ。
3. まぶしさのないこと。
4. かけ。
5. 光源の分光分布。
6. 意匠。
7. 心理的効果。

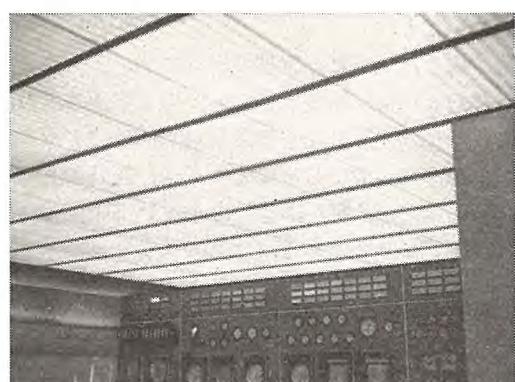


図 3.1 中央制御室 (Control Room) の光り天井  
(松山火力発電所)

Fig. 3.1 Luminous ceiling of control room.

### 8. 経済的であること。

#### (1) 十分な明るさ

文化の向上につれ、時代とともに人々の目は次第に高照度の照明を要求するようになった。たとえば、ビルの事務室でも、最初100ルクスの照度であったものが、200ルクスになり、最近では300ルクスが普通で、銀行営業室のごときは、500～1,000ルクスの要求さえ出ている。新銅発電所の中央制御室は、皆1,000ルクス以上の高照度に設計されている。今後一般の事務室も、米国始め諸外国などに、この程度の照度に引き上げられるのもさほど遠くはないであろう。

#### (2) むらのない明るさ

室内の明るさに、むらがあると見えにくくなる。これは光源の種類や、配置の不適当から起るものと、物の明るさ（光束発散度）からくるむらとによる。明るさにむらがあることは、まぶしさを生じさせから、明るさにむらがないようにすることが肝要である。

#### (3) まぶしさのないこと

光源によるまぶしさ、または反射によるものでも、まぶしさは光の損失であり、目の疲労がはなはだしく、不快な感をも与えるから、できるだけ避けなければならない。

#### (4) かけ

他の物によってできる影や、手暗がりなどは、できるだけ避けるべきで、この種の影は、光源の大きさ、および位置によって生じる。

#### (5) 心理的効果

作業照明で快適度ということが、最近大きく取り上げられてきた。いかなる環境の照明にも、心理的効果（気分）が大切である。

良い照明に必要な以上の数項目について、最近の照明を考えた場合、まず高照度の要求には多数のランプが必要となる。これに伴って、照明器具の台数も自然と増してくる。蛍光ランプも改良され、光束も次第に増加してきているので、ランプ自体が輝度が当然高くなってきた。この輝度の高いランプの照明器具を数多く使用しなければ、高照度の照明が得られないとすれば、高輝度とその輝度むらによる悪いまぶしさが当然問題になってくる。温湿度調整のため、天井高の低くなった新しいビルの建築様式にはとくにその影響ははなはだしい。

明るさだけの量的な要求は満たされても、質的な良い照明を得ることは、従来の照明方式では、次第に困難になってきた。この場合、光り天井照明であれば、高照度で、輝度が低く、影のない快適な照明が得られる。また多数の照明器具による煩雑さも免れて、建築的な美的構成もすぐれたものとすることができます。ゆえに、正しく設計施工された光り天井照明なら、この良い照明の条件を満足させる照明方式といえる。

### 4. 光り天井照明の様式

光り天井の様式としては、建物の天井または壁にラン

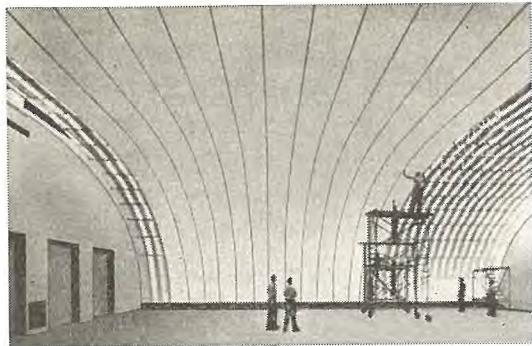


図 4.1 光り天井照明をしたショールーム  
(クライスラー自動車会社, 照度 2,400 ルクス)

Fig. 4.1 Luminous ceiling in a show room.

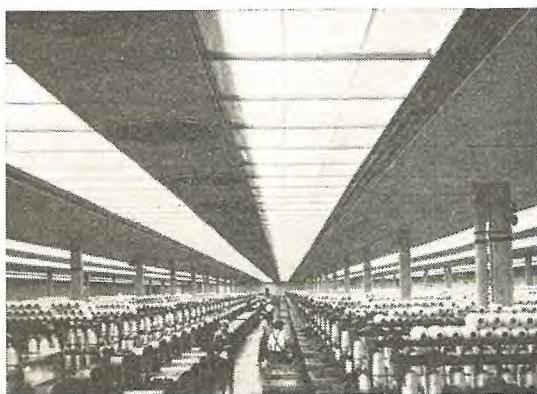


図 4.2 湿湿度調節をした精紡室の光り天井  
アクリル樹脂(アクリライトオパール)使用

Fig. 4.2 Luminous ceiling of spinning room  
with humidity control.

プを取り付けて、その前方に合成樹脂、ガラス、軽金属などの光の拡散材料で、光り天井面を作りて照明する人工光源だけの様式と、自然光と人工光源を併用した、いわゆる天窓式の二つのものが行われている。

前者の様式は、高照度の快適な照明環境を得るために、広く一般に採用されているものである。後者は、昼間は自然光を光源とし、自然光の減小した曇天や雨天には、螢光灯のような人工光源を補助とする。夜間は人工光源だけで光り天井照明を行う形式で、高層建築物の吹抜け天窓照明、学校教室照明、および工場の作業照明にも行われているものである。生産工場で、この光り天井照明が採用されるようになったのは、最近織維工場を始め、各作業場で、温湿度調節装置を設備する関係上、既設の工場建物に低い二重天井が張られ、従来の作業照明用光源としての昼光の利用がはなはだしく制約されてきた。この場合温湿度調整関係にもよく、作業照明用の自然光をとる上からも、合成樹脂板を二重天井に用いた、光り天井方式が最も適当と考えられるようになった。合成樹脂板の光り天井は全面に張るものと、のこぎり屋根からの昼光の投射有効範囲に限定して施工したものがある。曇天、雨天などで昼光の弱い時は、螢光灯、水銀灯のような人工光源で補うことができる。

光学的にすぐれた拡散性の合成樹脂を天井に用いた時

は、輝度の低い高照度の作業照明ができるから、温湿度調節装置の採用とともに、生産工場の照明方式として、今後広く採用を見るものと考えられる。

## 5. 光り天井用拡散材料

照明用の拡散材料として以前は、乳白ガラスや、すりガラスが使用されたが、拡散性の大きなものは、透過率が悪く、透過率のよいものは、光源が見えて、要求を満たし得なかった。ガラスを材料としたものでも、最近は光学的にすぐれたプリズム構成のものが作られるようになった。しかし重量、取扱いなどの点からは、合成樹脂のものが光り天井用拡散材料としては適した材料である。各方面に対する合成樹脂の発達とともに、最近は照明用として、光学的に優秀な性能をもつプラスチックデヒウザが製造されるようになった。このすぐれたプラスチックデヒウザの完成によって、光り天井照明方式が急速に普及を見た訳である。「照明用拡散材料の光学的特性」に関しては、三菱電機・Vol. 31・9号に記載したので、今回は合成樹脂だけについて下記する。

### 5.1 合成樹脂照明用拡散材料

光り天井用のプラスチック材料としては、拡散性を大にするため、乳白色のものが主として使用されている。拡散透過が大で、平行透過の小さいプラスチックパネルなら、光り天井設計が容易となり、点灯の際むらのない美しい天井面を作り出すことができる。この乳白色を得るために酸化チタンなどの白色顔料、または染料を入れるが、白度は上がっても透過率が下がって、光の効率低下をきたす場合が多い。また白色顔料を混入せず、合成行程の化学変化による白濁を生じさせたものは、透過率も高くて、相当な拡散性をもちうるものが作られている。これに少量の顔料を入れて二者の中間の白度と、透過率をもったものも使用されている。

光り天井用の乳白半透明プラスチック材料は、下記の条件を備えたものがよい。

- (イ) 全透過率は大であって、平行透過が全透過に対する比の小であるもの。
- (ロ) 強靭であること。
- (ハ) 融光ランプなど光源による着色、退色、劣化の少ないこと。

- (ニ) 成形、加工など容易であること。

拡散材料として、拡散効率の大であるべきことはいうまでもないが、光源の光束を最も効果的に使いうるためには、全透過率が大であるほどすぐれ、同時に光源のイメージの原因となる平行透過分の小さい(全透過率に対する比)ことが肝要である。プラスチックパネルは、ランプの取替えの際、移動するから相当の強靭性が必要である。耐衝撃性を向上させるため補強剤を入れることが往々あるが、このために着色、または白濁して、透過率を低下させる場合が多い。

どの種のプラスチックデヒウザも、紫外線で照射すれば大なり小なり作用を受けて、着色、その他の変質をき

表 5.1 プラスチック性能

たす。黄褐色の着色は透過率を下げる。合成樹脂の種類により、黄変の差は相当大であるから、着色の少ないプラスチックを選ばなければならない。光り天井用として使用されているプラスチックは、メタアクリル樹脂がおもで、硬質塩化ビニール、ポリスチレン、スチロールおよびそれらの共重合体なども作られている。光り天井に、これらプラスチックを使用した際、螢光灯により黄く着色をきたす年数は、メタアクリル樹脂で10年以上、他の合成樹脂で、2~3年から5年以上と報告されている。

### 5.2 プラスチックデヒウザの形状

光り天井用として使用されている形は、波形のものと絞り形のものがある。波形は3尺×4尺などの板状である。プラスチックの種類では、連続した帯状のものもある。外国製の波形は、エキスツルーダによつたものであるが、内地産は型押しのものが多い。縁は切り離しになっているから、T形支持わくまたは吸音バッフルに波形を直角に渡してささえ、長手方向に波山を重ねて敷き足していく。この際、光源に近い山の先端で継ぎ重ねると、重なりによるイメージが防げる。波形高低のゆるやかなものは、継ぎの重なりでイメージが出やすい。

プラスチックパネルを平板のまま使用すると、たれ下がることがある。絞り形で補強のリブを入れる。この絞りの形状は、補強が主目的であるが、消灯時の下面反射を少なくすることも考慮されたものが多い。中には装飾的な模様を形取つたものもあるが、点灯時にはあまり効果がないのと、光り天井は概して天井が低いため、低い天井に大きな形模様のあることは、重圧感を与えて感心しない。光り天井のあり方から、輝度と照明効果を考えた細かい模様の方がよい。絞り形のもので、周囲にフ

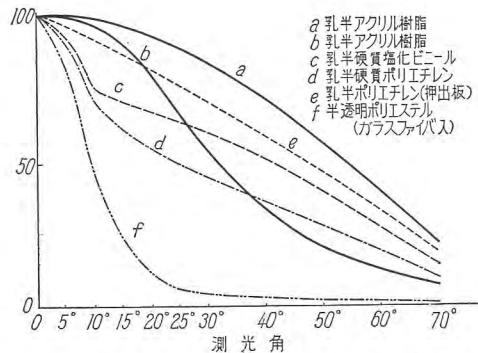


図 5.1 透過光の角度分布（配光度）

Fig. 5.1 Angle distribution of penetrated light.

表 5.2 照明用プラスチックの光学的性質

平行透過、全透過、反射率表 (試料は市販品である)

| 記号 | 合 成 樹 脂           | 平行透過 (%) | 全 透 過 (%) | 反 射 率 (%) | 厚 み (mm) |
|----|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| a  | 乳 半 ア ク リ ル 樹 脂   | 1.5      | 51.0      | 49.4      | 2.06     |
| b  | 乳 半 ア ク リ ル 樹 脂   | 2.9      | 82.2      | 10.6      | 1.83     |
| c  | 乳半硬質塩化ビニール        | 1.4      | 44.6      | 41.0      | 2.06     |
| d  | 乳半硬質ポリエチレン        | 1.4      | 45.1      | 34.4      | 2.10     |
| e  | 乳半ポリエチレン(押出板)     | 1.4      | 47.1      | 37.9      | 1.93     |
| f  | 半 透 明 ポ リ エ ス テ ル | 11.4     | 79.8      | 6.2       | 1.11     |

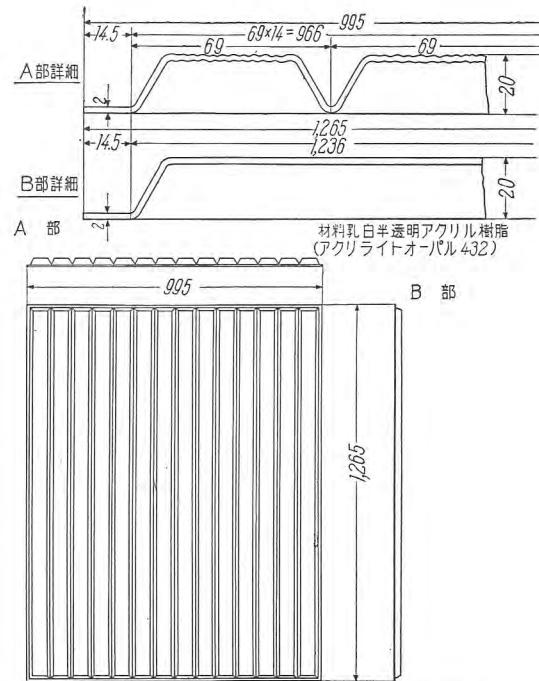


図 5.2 星野式絞りアクリライトの形状

Fig. 5.2 Shape of pressed acrylite.

ンジの作られているものが作られているが、わくに落し込めばよいので便利である。

平板のまま使用する時は、わくを小さくするか、たれ下がりのひずみをなくすよう、上方に押し出した形のものを使うようにする(図7.4参照)。

### 5.3 プラスチックデヒウザの色

光り天井用に使用されている合成樹脂は、乳白色半透明のものである。透過ができるだけ多く、拡散のよいものといえば、乳白色半透明ということになる。しかし、その乳白色にも、品種および製造法によって、多種多様な製品が作られている。光り天井用には透過率が大で、拡散のすぐれたものという矛盾した要求を満たす必要上、わずかな乳白度の差違がその効率にはなはだしく影響するから、材料の選択が大切なことである。

合成樹脂の種類によっては、衝撃力補強剤のため黄色がかったもの、あるいはねずみ色のシェードの出ているものもある。着色は光の効率を下げる所以避けるべきである。しかし水銀灯の緑色光を吸収するとか、その環境に不適当な光色を抑えるために、これを吸収させる色調のシェードのあるプラスチックを使うことは効果的である。

これら乳白色プラスチックだけの光り天井は、単純であるため、特種な環境照明には、最近、ピンク、オレンジ、ブルー、グリーンなどの、着色したプラスチックが光り天井に使用され始めている。これはショールーム、ホール、ロビー、喫茶室など変化を好む雰囲気を出すには面白い方式である。全面に着色プラスチックを使う場合も、乳白色プラスチック天井に、数種の色物を模様に飛んで、はめ込まれたものもある。

いずれの場合も、この着色プラスチックは、拡散のよ

い乳白色地に淡色に着色されたものであって、光源の見えるような透明のものや、あまり濃色で透過の悪いものを使ってはならない。

#### 5.4 帯電防止処理

プラスチックは、絶縁性のすぐれたものであるから、静電帯電によるプラスチック面への塵埃の吸着、汚損が起る。とくに、ほこりの多い場所で、この帯電防止処理をしてないものは、見苦しくよごれているのをよく見かける。

プラスチックの帯電防止に必要な表面抵抗は、 $10^{10} \sim 10^{11} \Omega$  以下とされている。帯電防止剤として、外国でも Du Pont の H-145, Aiswarth のエレクトロゾルなど、数多くのものが発表され、国産品も数種発売されたが、効果の持続するものが少なかった。最近販売されているマキノ化学研究所製のコルコート（三菱レイヨン社製）は、使用後3年以上になるが、防止の成績は良好のようである。

光り天井に使用するプラスチックパネルは、あらかじめ帯電防止処理したものを必ず使用するようにし、もし未処理の場合は、石けん水および水で十分洗浄し、帯電防止剤を塗布するようにしないと、せっかくの美しい光り天井も、間もなく醜い姿となる。

### 6. 光り天井の構造

光り天井の構造は照明の目的、場所および光源の種類、拡散材料などによっておのの異なる構造の施工となるが、最近一般に採用されているものは、蛍光灯を光源とし、合成樹脂を拡散材料として使用した、光り天井構造が多い。この光り天井の構造に、下記のようなものが採用されている。

#### 6.1 建物の天井または中天井に蛍光灯器具をじか付ける方法

この方式は、建物自身の天井、あるいは防音、温調などのための中天井と、プラスチックの拡散板との間隔が比較的小である時は、この天井に蛍光灯器具をじか付けにするもので、工事もほかの方法より簡単で、照明効率は最もすぐれている。この光源には40W 蛍光灯が用いられる場合が多く、その灯具は、必ずストリップ蛍光灯器具のKL形を使用する。

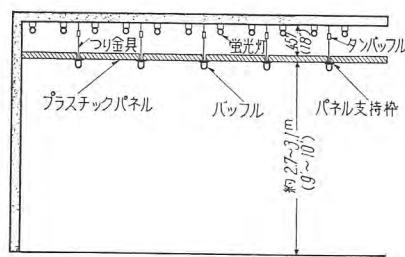


図 6.1 (1) の取付け方  
(蛍光灯を天井にじか付す。パネルの支持わくも天井からつる)

Fig. 6.1 Method of mounting of (1).

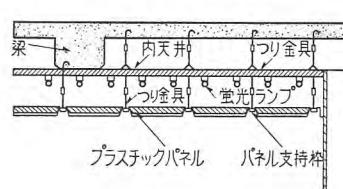


図 6.1 (2) の取付け方  
(天井にじか付。支持わくも中天井からつる)

Fig. 6.1  
Method of mounting of (2).

光り天井照明・上川

灯具の取付けは、天井の材質によって、そのままじか付けする時と、台になる材料を天井に渡して、それにじか付けする場合がある。いずれもランプのソケット間を開けず、連続器具として、光棒方式の形をとるようにする。このランプ列の間隔は、照明計算による必要ランプ数とプラスチックデヒウザまでの距離とによって決定される。

プラスチックデヒウザの取付け方は、まずこれを支持する金属わく（プラスチックを用いたものもある）を天井、あるいは天井にじか付けした灯具の台わくよりつり下げる。この支持わくは、T字形のビームを並列またはクロスした基盤目にしたものが用いられる。

もう一つの方式は、制御室（Control Room）で行われている音響調整のために、調音板（Acoustic Baffle）の取り付けわくをプラスチックデヒウザの支持わくとするもので、これを天井または灯具台からつり下げる。このバッフルが長く直線に走るため、曲らないようバッフルのつり金具の間に、スペーサを入れることと、振り止めを考えておかなければならない。ランプの取付けは、バッフルに平行の位置とする。この支持わくの上に乗せただけで、ビス止めはしない。わく間の寸法は、使用される合成樹脂の温湿度による膨張系数を計算に入れてきめておかないと、プラスチックパネルが、膨張収縮によつて曲ったり、はずれたりすることがある。プラスチックの側にも、ずり落ちないようフランジや引つかかりをつけておくのがよい。光り天井の周辺を止めるのは、ルーバーロール構造と同様、壁またはフィーリングボードに取り付けた金わくで支持する。

光り天井の高さをいくらにするかは、建物の構造、部屋の広さ、照明の目的によって異なるが、最近は温湿度調節のため、一般に天井の低い建物が多くなっているので、光り天井もそれに従って低く作られている。普通の部屋では、床上 2.7~3.1 m (9~10 フィート) 位で、プラスチックデヒウザから蛍光ランプまでの高さは 457~508 mm (18"~20") 位にとればよい。

天井裏の反射率が、光り天井照明の効率に大きく影響するから、天井はもちろん、灯具も支持金具も光沢のあ

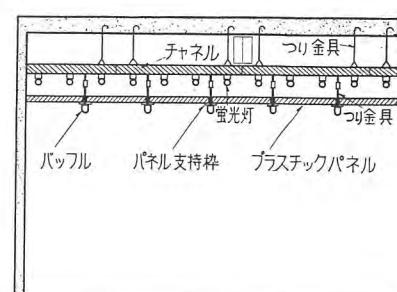


図 6.1 (3) の取付け方  
(天井からつったチャネルに蛍光灯を取り付ける。チャネルから支持わくをつる)

Fig. 6.1  
Method of mounting of (3).

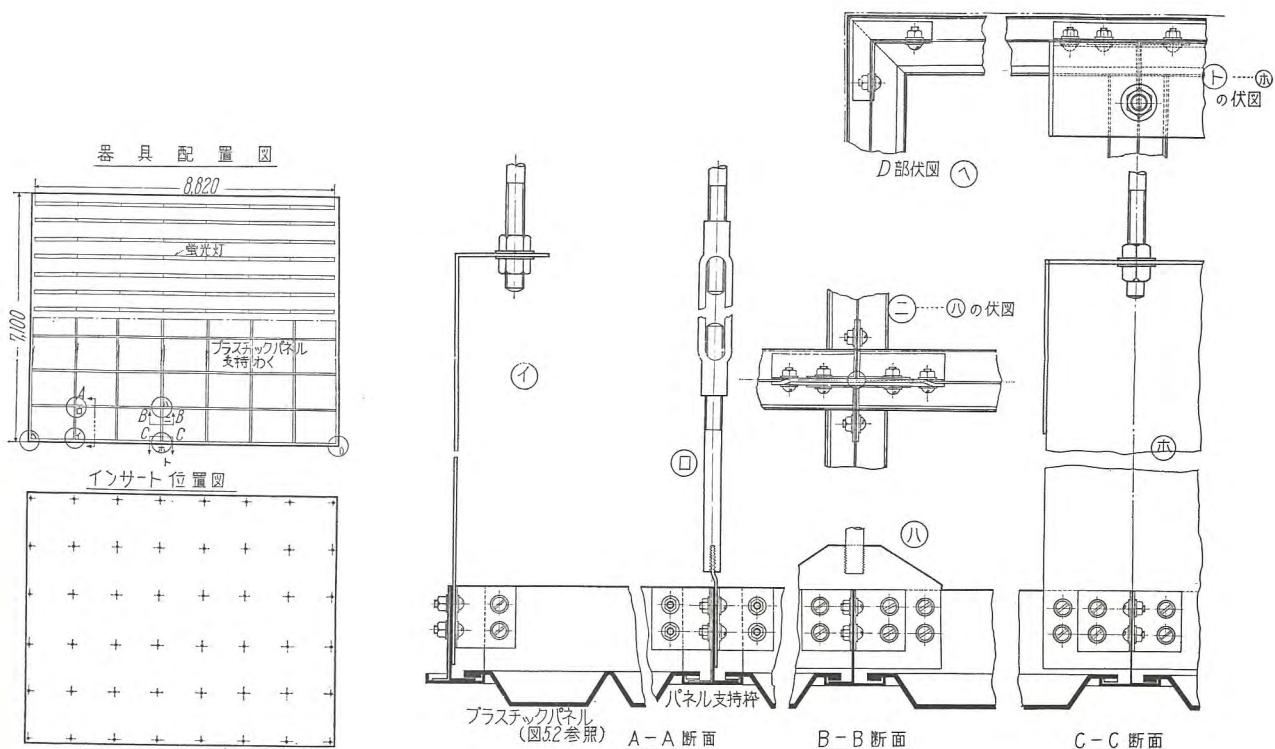
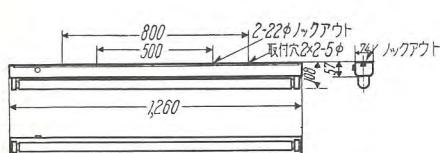


図 6.2 光り天井構造明細図  
Fig. 6.2 Construction of luminous ceiling.



KL-45. 製品重量: 3.1kg. ソケット: W-13



図 6.3 KL形 40 W 1灯用蛍光灯器具  
Fig. 6.3 Type KL 40 W fluorescent lighting fixture.

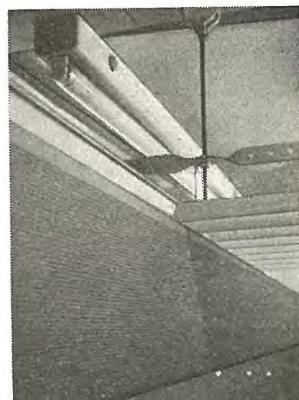


図 6.4 吸音バッフル  
およびバッフル支持わ  
くのつり方

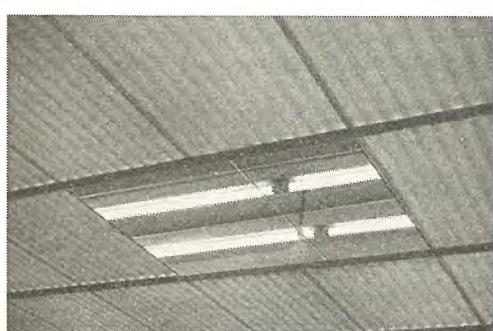


図 6.5 融光灯を天井にじか付した光り天井  
内部(パネルは波形アクリライト使用)

Fig. 6.5 Interior of luminous ceiling with flush mounted fluorescent lamps.

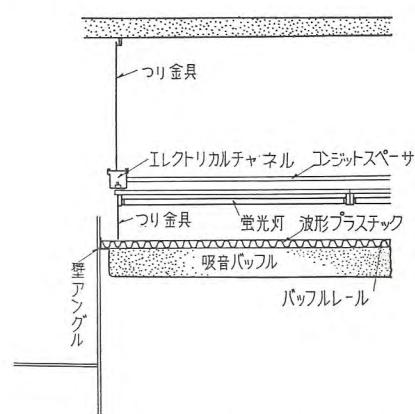


図 6.6 6.2 の灯具をつり下げる方式  
 Fig. 6.6 Method to suspend lighting fixtures of 6.2.

る純白に仕上げ、少なくとも 80% の反射率をもつよう  
にすべきである。またこの方式で、光り天井裏 (Cavity)  
に清浄な気流が通る、温調装置のあるものはよいが、さ  
もない時は、光り天井裏に塵埃がはいらないよう周囲を  
密閉しておく。光り天井内面にちりがたまると、光の効

率低下はもちろん、よごれて見苦しくなる。

## 6.2 建物の天井より灯器具をつり下げる場合

建物の関係で、天井とプラスチックデヒウザの距離が大である時は、天井から螢光灯具をつり下げる方式を取らなければならない。この方式では、まず灯具およびブ

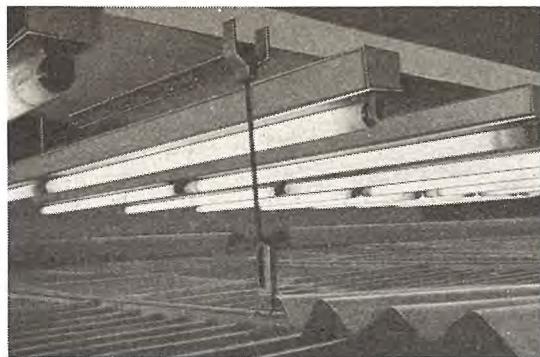


図 6.7 光り天井裏の図

Fig. 6.7 Cavity of luminous ceiling.

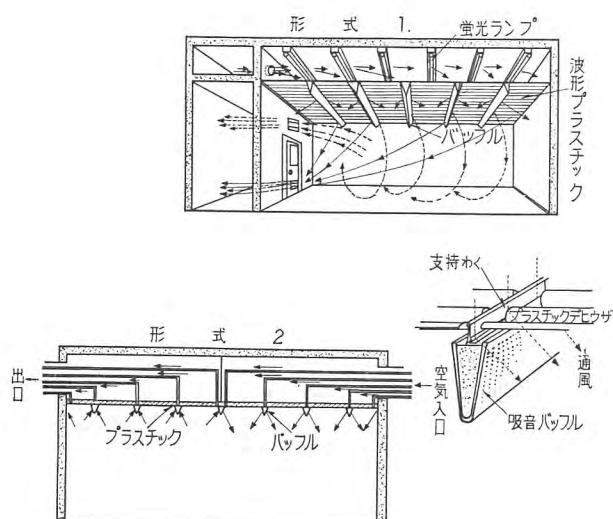


図 7.1 光り天井と温湿度調節装置  
(波形プラスチックスパネルの隙間から吹き出す方式)

Fig. 7.1 Humidity control of luminous ceiling.

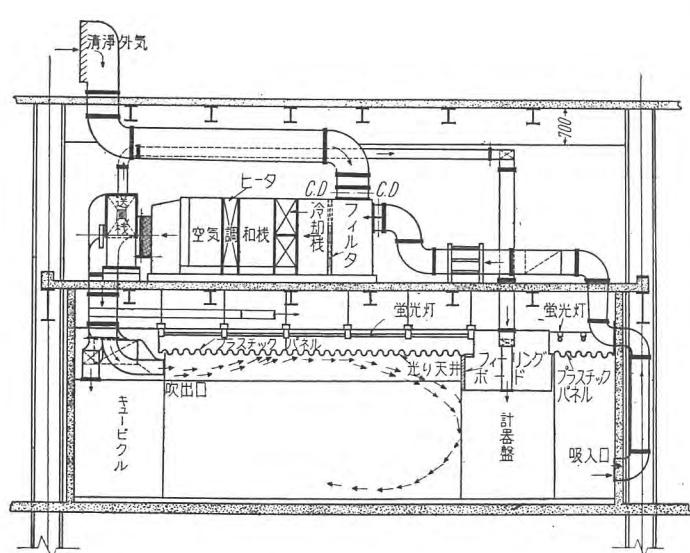


図 7.2 コントロールルームの温湿度調節装置  
(光り天井下方に吹出口を設ける方式)

Fig. 7.2 Humid control device control room.

ラスチックデヒウザ支持わくをつり下げるためのチャネル用のインサートの数と位置を計算して、建築の際、天井に用意して置かなければならない。

このインサートから、電線箱を兼用するチャネルを下げ、(つり下げが長過ぎる時は、アングルをつり、それにチャネルをつる)このチャネルに、ストリップの螢光灯灯具 KL 形を、前方式同様、ソケット間をあけないで、連続光柵式に取り付ける。またこのチャネルから、プラスチックデヒウザの支持わく、あるいは吸音バッフルをつり下げる。周囲の止め方は前方式と同形式でよいが、つり下げの距離が長く、わく組も複雑になるため、スペーサを多くして、振り止めを十分考慮した構造にする。

この方式でも、天井裏は反射率のよい白色に塗装されているから、螢光ランプ器具は、ストリップの KL 形を使うのが普通である。まれには、天井裏にダクトやパイプが多く、これらの反射率が低い時は、反射がさ付の FH 形が用いられることがある。この場合でも、1 灯用の連続器具の光柵方式にすべきで、器具間を開けないように取り付ける。

天井裏 (Cavity) の反射率は、前方式同様、80% 以上に仕上げるべきで、この方式では、深さが大きいのと、つり具支持わくも多いから、器具、チャネル、その他も真白く塗って、光の損失を最少限におさえることが肝要である。

また大きなはりが天井に出ている時は、このはりの下端より下にランプが位置するようつり下げなければ、はりの見苦しい影が光り天井面に映る。この際  $S < 1.5L$  の関係に注意しないと失敗することがある。はりが大き過ぎ、光り天井までがあまりにも浅いと考えられるところは、光り天井照明は避けた方がよい。

## 7. 温湿度調節と音響調節およびスプリンクラ装置

光り天井照明を行う場所には、温湿度調節 (Air Conditioning) が同時に施工されるのが普通である。部屋の形状によっては、光り天井に音響調節をも、あわせて考えなければならないから、この両者とスプリンクラ装置について下記する。

### 7.1 温湿度調節 (Air Conditioning)

(1) プラスチックデヒウザの隙間から空気を吹き出す方式

波形プラスチックの波形の端部と、支持わくとの小さい隙間から冷暖の空気を吹き出すもので、光り天井の温湿度調節方式として、諸外国で最も広く採用されているものである。波形端部の隙間は小さいものであるが、数が多いため、合計すれば相当の大きさの通風面積となり、光り天井全面より通風することができる。送風の方法にも、図 7.1, 7.2 のようにいろいろな形式がとられているが、いずれもごく静かな速度で、冷暖の空気を送り込むことができる。

## (2) プラスチックデヒウザの下方側壁より吹き出す方式

プラスチックデヒウザが、波形あるいは絞りのものでも支持わくとの間隙を作らず、空気は光り天井より下方側壁の通風口から室内に送り込まれるものである。

この方式では、温湿度調節の対象容積が小さくなるので、冷暖房装置の負担も多少軽くなる。部屋の構造ではダクト工事も簡単になるが、光り天井内の通風は別に考えておかなければならない。

## (3) 光り天井面にアネモを取り付ける方式

光り天井面にアネモを取り付けて吹き出すもので、この時アネモに接続されるダクトの影が、光り天井面に映って見苦しくならないよう、螢光灯の取付配置を考慮しておくことが肝要である。

せっかく美しい光り天井面に、アネモの斑模様を作るのは好ましくないから、アネモも光り天井材料と同じプラスチックで、光源を完全にシールドした通風形式のものが用意できるとよい。また、アネモの回りのプラスチックに、対流による塵埃の付着することを避けるよう、風速を考慮した形状が望ましい。

## 7.2 音響調節

最近、音響調節の問題が、温湿度調節とともに大きく取り上げられるようになった。ホール、劇場などはもちろん、一般のビルでも、新しく建築される建物には必ず音響調節が考慮されている。光り天井方式のように比較的低い天井構造では、当然音響の影響を考えなければならない。一般的の二重天井が、吸音テックスで張られているように、光り天井のプラスチックパネルに、補強や意匠上から形作られた波形や絞り模様も、音調を考慮されたものが好ましい。

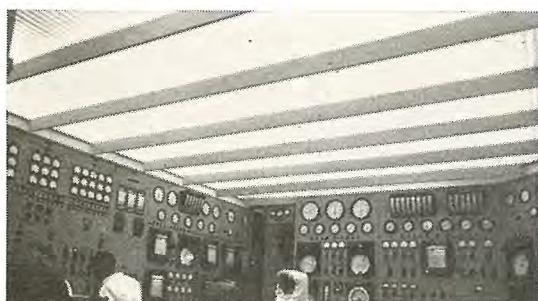


図 7.3 吸音バッフルを用いた光り天井  
(多奈川火力発電所中央制御室)

Fig. 7.3 Luminous ceiling with perforated acoustic baffle.

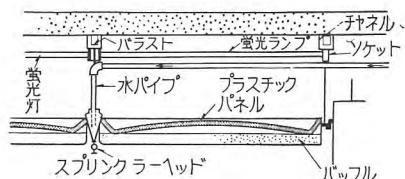


図 7.4 スプリンクラー装置  
Fig. 7.4 Sprinkler.

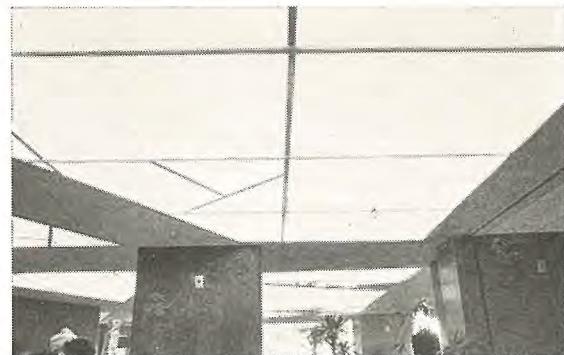


図 7.5 喫茶室の光り天井 (東京十合)

Fig. 7.5 Luminous ceiling of tea room.

また、光り天井方式の音響調節に、最も効果のあるものは音調板 (Acoustic Baffle) を用いることである。プラスチックデヒウザのつり下げ支持わくに、吸音バッフルを取り付けることが広く行われている。このバッフルは、たくさん小穴のある薄鉄板か、アルミ板、あるいは合成樹脂でとがった形に作られ、中に音をよく吸収するガラスウール、また、吸音モールドが充填されている。

## 7.3 スプリンクラ装置

光り天井の下面に防火用のスプリンクラを設置する際は、図 7.4 のように、音響調節板 (Acoustic Baffle) を利用して取り付けるか、プラスチックパネルの支持わくから下げる。給水は光り天井裏で配管する (図 1.1 および図 7.5 参照)。

## 8. 光り天井の照明設計

光り天井の照明設計には、施設される場所と用途を知ることが必要である。一般には、高照度の快適な照明環境を得て、視作業を容易にするものと考えてよいが、時には建築上の美的効果を主に計画されることもある。光り天井様式で、施工された照明施設で、プラスチックデヒウザ面上に、見苦しい光源のイメージができたものや、部屋の中央小部分だけプラスチックで張って、高輝度の不快な照明をしている例をよく見かける。視作業を対象としたものはもちろん、建築的のものでも、光り天井本来の姿を誤らないようにしたいものである。

光り天井照明の計画には、まず、

1. 必要な照度
2. 天井の輝き
3. 壁の輝き
4. 床の輝き
5. 什器備品の輝き

を知っているか、あるいはきめておくことが必要である。前述のように、光り天井照明は、間接照明に似た柔かい照明で、明るさを大きくすることができるから、壁、床、備品などの反射率を適当に選んで、おののの光束発散度の比を小さくすれば視作業が容易にでき、目も疲労しない良い照明が得られる。光り天井の計画は、光り

の拡散関係だけでなく、部屋内部全体の光束発散度、色彩などをこれに合致させて、一層効果ある照明をねらうべきである。

光り天井の拡散面を下から見た見かけの反射率, および光り天井の効率は, つきの式で示される.

$$\rho = \rho^d + \frac{\rho^C \tau^2}{1 - \rho^d \rho^C} \quad \dots \dots \dots \quad (8.1)$$

$\rho$  : 下から見た光り天井の見かけの反射率

$\rho^d$ ：光り天井の反射率

$\rho^c$ : 天井裏の反射率

$\tau$  : 光り天井の透過率

表 8.1 各種材料の反射率

| 材 料             | 反 射 率 (%) |       |
|-----------------|-----------|-------|
|                 | 正         | 拡 散   |
| 白 色 画 用 紙       |           | 75    |
| 障 子 紙           |           | 50    |
| 新 聞 紙           |           | 45~55 |
| 酸 化 マ グ ネ シ ウ ム |           | 97.5  |
| 石 材 膏           |           | 87    |
| 木 材 (白 木)       |           | 40~60 |
| 杉 赤 味 板         |           | 29    |
| し つ く い 仕 上 げ   |           | 66    |
| 白 茶 壁           |           | 60    |
| 茶 壁             |           | 5~10  |
| 赤 れ ん が         |           | 15    |
| コ ン ク リ ー ト     |           | 25    |
| 疊 リ ノ リ ウ ム     |           | 30~40 |
| 淡灰, アイボリ, 淡黄    |           | 55~60 |
| 灰, 淡 茶          |           | 25~30 |
| チョコレート, 濃茶, 暗色  |           | 5~10  |
| ホ ー ロ ー エ ナ メ ル | 4~5       | 60~70 |
| ペンキ, エナメル, その他  |           |       |
| 白               |           | 60~80 |
| アイボリ, 淡黄        |           | 65~70 |
| 青 磁             |           | 40    |
| オリーブ, 濃赤        |           | 20    |
| 黒               |           | 5     |

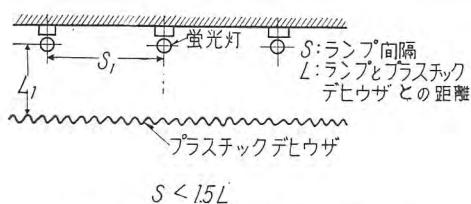


図 8.1 光り天井の螢光ランプ間隔

Fig. 8.1 Spacing between fluorescent lamps in luminous ceiling

表 8.2 光り天井の照明率  
(Coefficients of Utilization, u.)

$$\text{効率 } \eta = \frac{\tau(1+\rho^c)}{2(1-\rho^d\rho^c)} \dots \dots \dots (8.2)$$

上式に示されるように、光り天井の透過率がよく、天井裏の反射率の高いほど、光り天井の効率がよいから、天井裏の天井面、および周囲の仕上げはもちろん、すべての器材を真白く塗装して、80% 反射率にすれば、相当反射がよくなつて、光束が有効に利用できる。拡散材料はランプの数量、間隔および天井裏の深さを勘案して、拡散透過のすぐれた適当な品種を選定する。

つぎに螢光ランプの取付け位置は図8.1のとおり、ランプ間隔  $S$  は、光り天井面までの高さ  $L$  の 1.5 倍を越さないようにする。プラスチックデヒウザの中には 1.5 倍以内でもランプのイメージを感じることがあるから、そのような材料は使用しないようにする。要求照度が低い場合、ランプ数が少なくなる時は、とくにイメージの現われないよう、高さとプラスチックの材質を選ぶことが肝要である。何かの都合で、必要ランプ数が使用できないとか、天井の深さが浅くて、上記の  $S/L$  の比が取れない場合は、光り天井方式はあらためた方がよい。また光り天井の面積については、部屋の天井全体に施すのが、本来の姿である。時に、部屋の  $1/3 \sim 1/2$  位の面積の光り天井が中央部に施工されているのを見受けるが、照度に必要なランプ全数が、狭い光り天井の範囲に集合されるため、デヒウザ面の輝度が高くなる。あたかも、埋込形照明器具を用いたと同様、周囲の暗い天井面との対比があまりにもはなはだしく、まずい照明となって、光り天井照明とは似もつかない形となるから、部屋の小部分の光り天井は避けるべきである。

光り天井に必要なランプ数の算出はむずかしい方法によらなくても、普通の光束法で算出したものできしつかえない。光り天井プラスチックの下面より、作業面（床上 85 cm または作業床面）までの距離を光源の高さ  $H$  として、一般に行われている算式でまず室指数を出し、表 8.2 の照明率  $U$  と、減光補償率  $D$  から、次式でランプ数  $N$  を計算する。

$$N = \frac{D \cdot A \cdot E}{J \cdot F} \quad \dots \dots \dots \quad (8.3)$$

*A*: 部屋の面積  $\text{m}^2$

E: 所要昭度 1x

*F*： 使用ランプの光束 1m

*U*: 昭明率

*D*: 減光補償率

算出のランプ数も、灯具 (KL 形) を光樋にして配置して見て、部屋の形状によって増減する。ランプの配列は、バッフルまたはプラスチックパネルの中央から、1 列、2 列、3 列と整列さす。デヒウザ面の輝度同じにするためにも、同種のランプを同じ方向に取り付けた方がよい。また、光り天井は、天井裏の全体の相互反射効果の影響が大であるから、減光補償率は表 8.2 のように取っておかなければならぬ。

## 9. 光り天井の用途と施行例

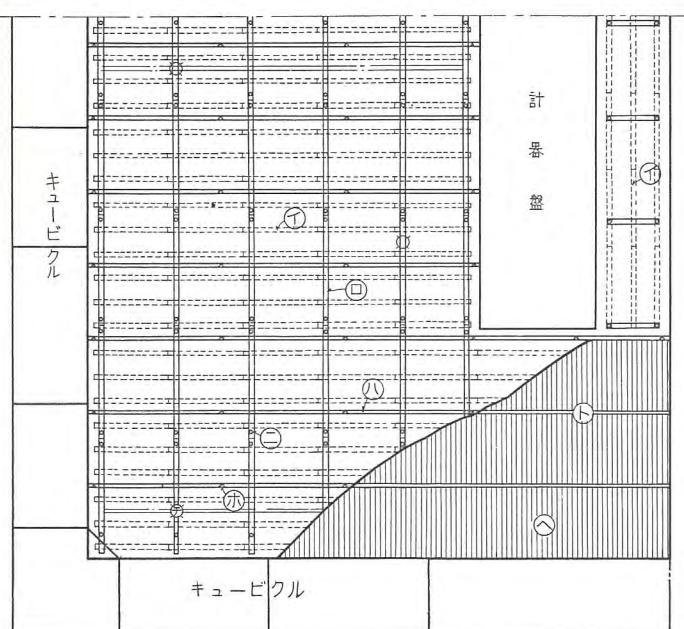
光り天井は、高照度の視作業を行う場合や、快適な照明環境を必要とする建造物には、どこにでも施工して良い照明ができるから、広い範囲に用途がある。今まで高照度を必要とした作業場で、光源の高輝度に困った所や建築意匠の必要から行った間接照明が、暗くて陰気な雰囲気になった場合などには、この光り天井は適した照明方式として採用をすすめる。その二、三の例をあげる。

### a. 発電所、変電所の中央制御室、給電指令室

現在、本格的な光り天井照明装置の施工されているのは、新銳火力発電所の中央制御室（Control Room）であって、水平面照度 1,000 ルクス、鉛直面照度 500 ルクスの照度が基準となっている。計器盤の鉛直面照度の均等化、その他効率上の問題などより、光り天井の高さは 2.7 m から 3 m 位になっている。室内の周囲が計器盤（キュービクル）でおおわれているから、その内側面積範囲だけプラスチックデヒウザの光り天井にすればよい。しかしこの様式には、必ずキュービクルと光り天井の間隙は、フィーリングボードでふさぐようにしなければならない。また周囲が金属製のキュービクルで囲われ、低天井のため細長い部屋の形状なら、吸音バッフルを用いることなど、音響調整関係を考慮しておかなければならない。

給電指令室にも、輝度の低い光り天井照明がよい。パイロットランプ、系統図など、色の識別をよくするには光り天井内の光源には、演色性のすぐれた、デラックス冷白色螢光ランプを使用すべきである。

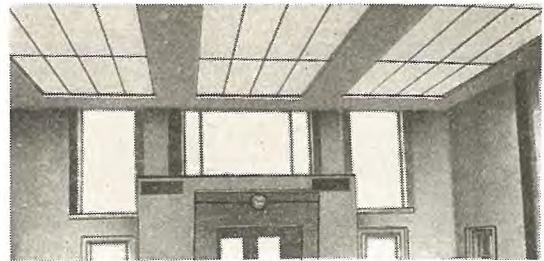
停電灯に白熱電灯が、光り天井内に用意されるが、白



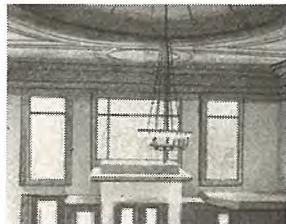
①螢光灯 ②チャネル ③プラスチック支持わく(バッフル取付わく)  
④チャネルつり位置 ⑤わくつくり位置 ⑥波形プラスチック  
⑦吸音バッフル ⑧停電灯

図 9.1 中央制御室光り天井構造図

Fig. 9.1 Construction of luminous ceiling in a control room.



改修後の光り天井



改修前のシャンデリヤ照明



図 9.3 玄関の光り天井

Fig. 9.3 Luminous ceiling at a porch.

熱電球だけでは暗い。発電所のように、AC 非常電源のある所は、全螢光灯の 1/5~1/6 位は、これに切り替えるようにしておく。AC に切り替わる数十秒のために、電池による白熱電灯も併置した方がよい。

### b. 銀行営業室、一般事務室、会議室、応接室、役員室、タイプライタ室、IBM 室、ビルの玄関ホール、エレベータホールなど

銀行営業室の照明は、最近 500 ルクス以上が要求されるようになった。これには光り天井照明がよい。古い銀行建物の営業室は、高天井で薄暗いものが多く、どこも困っている。この照明改善と、冷暖房装置による近代化には光り天井が適していて、よく採用されている。改修後の光り天井の高さが、5 m 以上で、下からランプの交換が困難な時は、天井裏に渡したアングルの足場から取り替えるよう施工する。

タイプライタ室、IBM 室などには、影のできない、反射の少ない、光り天井照明がとくに喜ばれる。ホールでは間接照明が多く使わ



図 9.4 ホールの光り天井  
Fig. 9.4 Luminous ceiling of hall.

れていたが、周囲の高照度とのバランスから、光り天井にすると一層美しい雰囲気が得られる。

c. 製図設計室、精密測定室、精密作業場、温湿度調節装置のある工場

製図室の照明は高照度が必要であるとともに、反射と手暗がりを絶対にきらうため、天井の螢光灯を斜めに並列して取り付けたり、全部間接照明にして低輝度の照明を行ったりしていたが、光り天井なら、これらを満足させることができる。精密測定室、および作業場にも、影のできない反射の少ない光り天井照明がよい。温湿度調節の工場には、プラスチックの光り天井が、昼光、人工光源ともに適している。

d. 百貨店のホール、売場、食堂、展示会場、および一般商店の売場と陳列室

百貨店では、各所に光り天井が施工されている。展示会場や、天井の低い地階にもよい。一般の商店も、ルーバーロール天井に代って普及してきた。ショーウィンドなどは、プラスチックの光り天井にすれば、まぶしさのない良い商店照明ができる。しかし売場の光り天井照明にはスポットライトや、アクセントライトの併用が必要である。

e. ホテル、劇場のロビー、ホール、大食堂、喫茶室、船舶のサロン

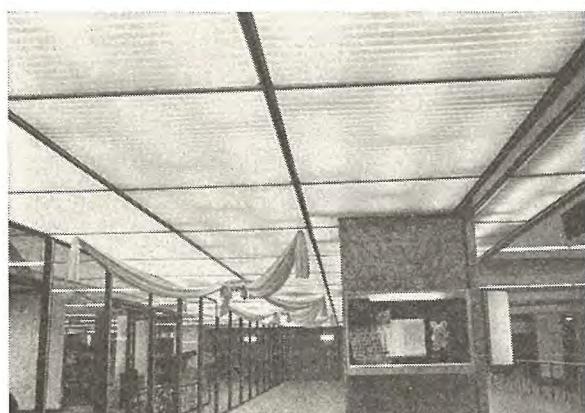


図 9.5 地階入口の光り天井照明  
Fig. 9.5 Luminous ceiling at the entrance to basement.



図 9.6 地下街入口の光り天井  
Fig. 9.6 Luminous ceiling at the entrance of underground shopping quarter.

まぶしさを避け、落付いた雰囲気を出すため、従来間接照明が主として使われていた、このような場所でも、最近は明るさを増すことが要求されてきた。光り天井なら、希望の明るさで、これらの雰囲気に適した、快適な環境を得ることができる。

f. 駅のホール、待合室、地下鉄、地下街、ビル地階（休憩室、食堂）

駅のホール、待合室など、ルーバーロール照明をしていた場所は、プラスチックの光り天井の方が快適でよい。地下鉄や、地下街などは地下の陰うつな感を与えないよう、高照度の照明が必要であるが、輝度が高くて、まぶしい感を受けて気分を悪くする。光り天井で、光源の色をよく考えれば、地下の感をなくすことができる。地下商店街の入口には光り天井照明はぜひ必要である。またビルの地階を休憩室、食堂などに利用されている時、天井を光り天井とともに、壁にプラスチックの人工照明窓を作り、植木のシルエットなどを配せば、地階の感をなくせて、気持のよい環境の場所とすることができます。

g. 美術館、画廊、学校教室、病院診療室など

絵画の展示場などには早くから光り天井照明が施工されていた。影のできない照明の必要なこれらの施設には、好適な照明方式である。しかしいずれの場合も、色の問題が伴うから、演色性のすぐれたデラックス形螢光ランプを用いることと調光できるよう装置しておく方がよい。

## 10. 保守

せっかく美しい光り天井も、よがれてしまつては何の価値もなくなる。光り天井は大きな天井裏の反射率、拡散性能の優秀なプラスチック材料、および高効率の螢光灯とを最大限に利用した照明方式であるから、そのいずれが効率低下をきたしても大きく災する。

設計施工にあたっては、その点を十分考えて、天井裏(Cavity)の仕上げ、塗装は反射率の減衰の少ないものとし、プラスチックデヒウザは着色、劣化の少ないものを選ぶことは当然である。また構造上も天井裏(Cavity)に塵埃が浸入しない方式として、プラスチックの上に塵埃がたまらないようにしておけば保守も容易となる。

光り天井裏に、温調の気流があるものは塵埃のたまることは少ないが、空気の循環のないものは、プラスチックの上に塵埃がたまる。また帶電防止処理をしないものは一層ひどくよごれる。よごれた時は、水または石けん水で洗えばきれいになる。乾布ではこすらないようにする。

光り天井内部のランプは、数本不点になつても感じないので保守は怠りがちになる。しかし全般に減衰して、照度が下がると非常に陰気な感を与えてよくない。発電所の中央制御室では1ヵ年半位で全数のランプを集団交換されている。

いずれの照明も保守は大切なことであるが、光り天井照明はとくに保守が肝要である。

## 11. む す び

以上述べたように、合成樹脂を使った光り天井は、快適な美しい高照度照明ができるから、新しい照明方式として広く各施設に採用されることをおすすめする。

光り天井工事施工にあたり、今まで述べた中からとくに注意すべき点を摘要してむすびとする。

(1) 光り天井裏 (Cavity) はすべて 80% の反射率を得られるよう真白に仕上げること、室内の壁、

床、備品もできるだけ反射率を大にする。

- (2) プラスチックパネル内面をよごさないため、天井裏 (Cavity) に塵埃がはいりこまないような建物構造とともに、通風を行う。
- (3) ランプ間隔  $S$  とプラスチックパネルまでの高さ  $L$  の関係は必ず  $S < 1.5L$  とし、ランプのイメージを現わさないようにする。
- (4) 合成樹脂は拡散透過率が大で、その上光源の透かさない材料を選び、帶電防止処理をしたもの要用いる。

## 参 考 文 献

- (1) J.N. Robertson and C.H. Hutchcroft: A Design Procedure for Luminous Ceiling Lighting, I.E. 51, 349 (1956).
- (2) W.E. Brown and P.C. Woodland and R.J. Lee: Plastics In Lighting, I.E. 51 731, (1956).
- (3) Lighting of Control Room, I.E. 46, 318 (1951).
- (4) Acusti-Luminous Ceiling Specification and Ceiling Construction, Sweet. 30a/Lu, 1955.
- (5) Westinghouse Engineer, Jan. 1958.
- (6) Westinghouse Lighting Hand Book, 1956.
- (7) 日本化学会編 化学便覧, 1958.
- (8) 照明のデーターブック, 1958.

## ===== 最近登録された当社の特許および実用新案 =====

| 区 別 | 名 称                | 特許または登録日 | 特許または登録番号 | 発 明 考 案 者       | 所 属 場 所 |
|-----|--------------------|----------|-----------|-----------------|---------|
| 特 許 | 湿式電磁除鐵器            | 33- 4-10 | 241439    | 河合 登・高島秀二・柳下儀兵衛 | 大 船     |
| "   | タップ調整装置付高圧器の並行運転装置 | 33- 4-15 | 241523    | 尾畠喜行            | 神 戸     |
| "   | 放電間隙装置             | "        | 241524    | 佐藤五郎            | 研 究 所   |
| "   | 圧縮流体開閉器            | "        | 241525    | 米沢克昌            | 伊 丹     |
| "   | 接触指片               | "        | 241526    | 松尾昭二            | 福 山     |
| "   | 放電加工装置             | 33- 4-19 | 241663    | 斎藤長男・岩村武志       | 研 究 所   |
| "   | 移動踏台の移動用連鎖装置       | "        | 241664    | 藤尾保正            | 名 古 屋   |
| "   | 遠方監視制御方式           | 33- 4-30 | 241952    | 大木欣爾            | 神 戸     |
| "   | 螢光物質               | "        | 241953    | 井手平三郎           | 大 船     |
| "   | 浮動開閉器              | 33- 5-8  | 241990    | 山県 満            | 福 岡     |
| "   | 小形電動機の固定子鉄心        | "        | 241991    | 神谷昭美            | 中 津 川   |
| "   | 内燃機関着火自動進角装置       | "        | 241992    | 大森俊郎            | 姫 路     |
| "   | 巻線形誘導電動機の速度制御装置    | "        | 241993    | 佐藤正夫・吉田太郎・高岡昭雄  | 名 古 屋   |
| "   | 偏光板                | 33- 5-21 | 242326    | 中村 弘・西 一男       | 大 船     |
| "   | 水銀開閉器              | "        | 242327    | 山県 満            | 福 岡     |
| "   | 積算無効電力計            | "        | 242328    | 武藤 正・山県 穆       | 福 山     |
| "   | 船舶航空機用レーダ          | "        | 242329    | 森川 洋・渡辺 優       | 無 線 機   |
| "   | 誘導形電気計器            | "        | 242330    | 山県 穆・立原芳彦・秦 卓也  | 福 山     |
| "   | 電子放射用物質の製法         | "        | 242331    | 渡辺 繁            | 研 究 所   |

# 高出カラピッドスタート螢光灯の経済問題

本社 小堀 富次 雄\*

## Economical Problems on High Output Rapid Start Fluorescent Lamps

Head Office Fujio KOBORI

With the progress of characteristics of light source for general illumination, the development, completion and prevalence of new light source are made every year. In the introduction of new light it is a general practice to compare it with existing ones, and much discussion is made on its total light flux, life and other technical problems. This, however, is not appropriate in studying it unless other varied conditions on the installation are taken into consideration. That is the economical viewpoint is to be taken into account to make the matter perfect. This requires study case by case and general consideration is hard to apply, strictly speaking.

### 1. まえがき

年々、一般照明用光源の特性の進歩とともに、新しい光源の発明と完成と普及がなされている。従来、一般に使用されている光源もその諸特性の向上と普及が考慮されて照明施設の具体的な整備がなされるものである。

新しい光源の普及が目標とされた場合、すでに普及している他の光源との比較が行われるのが普通である。しかし、ただ技術的にたとえば全光束とか寿命だけの比較では一般に当を得ない場合が多く、実際、施設の諸条件を十分考慮してこそ、初めてその比較も可能となる。すなわち経済面を考慮するわけである。

光源、照明器具および照明方式などから見た照明施設はその用途目的に応じて経済問題を考慮するべきで、厳密にいえば一般論はなりたたない。

高出カラピッドスタート螢光灯がわが国で完成<sup>(1)(2)</sup>してから間もないのであるがすでに昨年秋から本年にかけては百貨店、事務所、工場などの各方面の施設に大いに実施されて好成績を収めている。

ここでは工場照明について高出カラピッドスタート螢光灯と他の一般照明用光源を比較して照明設計を行い、その結果の優劣を論じて見た。

### 2. 高出カラピッドスタート螢光灯の完成

わが国で螢光灯が一般照明用光源として各施設に使用され始めて 10 年以上になるが年々生産量および需要量が増大していく傾向である。それらの螢光灯の大きさ (W) の種類はほとんど 40 W と 20 W の 2 種類といつても過言ではない。1957 年 5 月日本電球工業会の調査によれば、螢光灯の生産量は昭和 30 年度 15,804,810 個でその内訳は 20 W 55%, 40 W 28.7%, その他 16.3%, また 31 年度は生産量 21,783,621 個でその内訳は 20 W 54%, 40 W 27.5% その他が 18.5% となっている。これらの種類の螢光灯は 40 W, 20 W のほかに 10, 15, 30 W

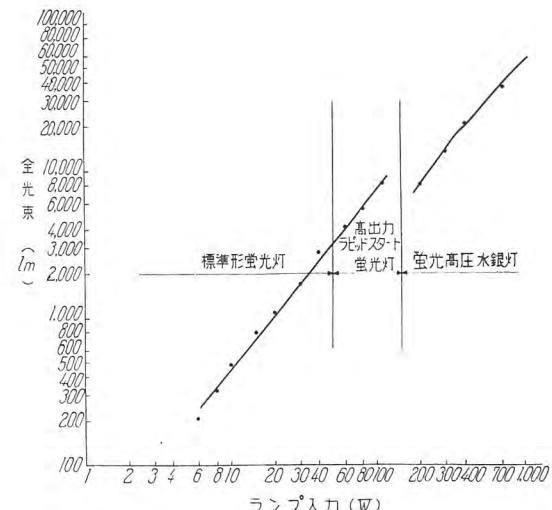


図 2.1 螢光灯と螢光高压水銀灯のランプ入力 (W) と全光束との関係 (4,500°K, 冷白色)

Fig. 2.1 Relation between the lamp input and total flux of fluorescent lamp and high pressure fluorescent lamp.

などの標準品があり、その寸法、諸特性などほとんど決定版ともいえるものであった。

一方、管の寸法、管電流の数値を従来の定格値に拘りしないで増大し、1 本のランプからいかに多くの光束が寿命、点灯特性などの実用性を考慮して得られるかの試みがなされた。

海外では英国のランプ寸法 24" T-12 管電流 880 mA の 40 W, 60" T-12 850 mA の 85 W, 冷陰極では 96" T-12 850 mA の 125 W などのランプが規格化され、米国では 60" T-17 1.55 A の 90 W (このランプは 90 W と 100 W の両定格であったが後者は前者よりランプ効率が低いので使用されていない), 33" T-12 550 mA の 25 W などのランプが規格化されている。さらに 96" T-12 の 800 mA の長尺のものまで従来のランプに比して経済的であると発表されている。

米国においてはスリムライン蛍光灯が1本のランプから出る全光束の大きいゆえをもって1953~55年がその普及の全盛期であったがこれは予熱起動形40Wまたは90W蛍光灯にとって代るものと考えられたからであるが、スリムライン蛍光灯がフィラメント構造、点灯状況、寿命などの技術面において管電流が約600mAが限度<sup>(3)(4)</sup>で現在以上の技術的向上の余裕がなくなったといわれる現在、一般照明用として将来の普及はその後に完成発表された高出力ラピッドスタート蛍光灯<sup>(5)</sup>に移りつあるものと考えられる。

全光束の比較では色温度4,500K、冷白色の場合FL-40Wは2,800lmであるが、高出力FLR-60H-W(60W)では約50%増の4,150lm、FLR-80H-W(80W)では約200%の5,500lm、FLR-110H-W(110W)では約300%の8,200lmとなっている。とくにFLR-110Hは従来

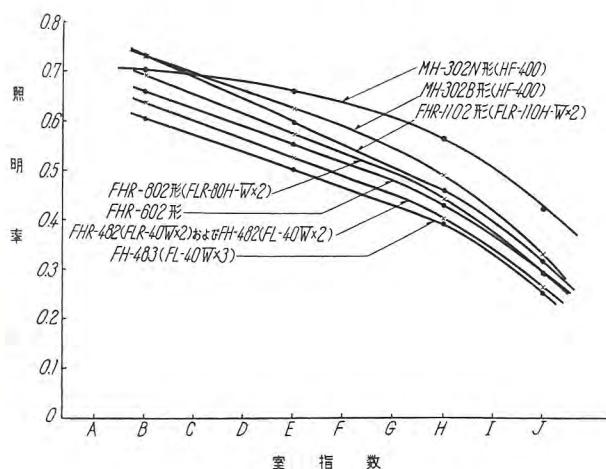


図3.1 工場用照明器具の室指数と照明率の例  
(反射率天井……50%、壁……30%)

Fig. 3.1 Example of room index and coefficient of utilization of lighting fixtures for factory.

の40Wランプの長さの2倍で全光束が3倍になるということでのこの種の高出力蛍光灯の大きな強みといえよう。図2.1は各種光源の大きさ(W)と全光束の曲線である。

### 3. 各種光源による経済比較

経済比較の方法は種々あるがここでは文献<sup>(6)</sup>によることにした。「正確な照明費の比較」として(a)光源の寿命時間中の点灯費、(b)光源の10<sup>6</sup>lm.hあたりの点灯費(c)光源の年あたりの点灯費(d)10<sup>6</sup>lm.hあたりの照明費(e)年あたりの照明費の算出方法が詳しく記載されているからここでは省略する。ただし、ランプ交換費、部品交換費、器具清掃費などの保守費は考慮した。

米国の文献<sup>(7)</sup>の比較では光源として前記のスリムライン蛍光灯F96T-12/CW予熱起動形蛍光灯F60T-17/CWおよび蛍光水銀灯400WJ-HIと高出力ラピッドスタート蛍光灯F96T-12/CW/RSを比較しているが蛍光水銀灯以外の蛍光灯はいずれもわが国ではほとんど使われていない形式の蛍光灯であるのでわが国での比較の対象としてはふさわしくない。

表3.1は本稿の経済比較に使用した光源と照明器具の表である。高出力ラピッドスタート蛍光灯60, 80, 110Wの3種類に対して標準形40Wは2灯用および3灯用照明器具を示した。なお、高天井の建物の場合も考慮して400Wの蛍光水銀灯で照明器具としては広配形と狭配形の2種類を比較の対象とした。

わが国の実状に即してランプ、照明器具付属品の価格はカタログ記載のものを選んだ。工場など大口の照明施設ではそれぞれの販売価格は引合見積によって定めるのが普通である。しかし個々の場合によって違った値を示すものであるからここではいわゆる正価で計算した。

工場の建物としては床面積600~700坪、天井の高さ6mのきわめて普通の工場の全般照明の場合とした。

表3.1 各種光源の特性と照明器具の比較

|                    | 光源の種類            | 高出力ラピッドスタート蛍光灯    |                   |                   | 標準形蛍光灯                |                       | 蛍光高圧水銀灯            |          |
|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|----------|
|                    |                  | FLR-60H-W         | FLR-80H-W         | FLR-110H-W        | FLR-40W               | FL-40W                | HF-400             |          |
| ランプ                | 大きさ(W)           | 60                | 80                | 110               | 04                    | 40                    | 400                |          |
|                    | 長さ(mm)           | 1,198             | 1,500             | 2,368             | 1,198                 | 1,198                 | 290                |          |
|                    | 管径(mm)           | 38                | 38                | 38                | 38                    | 38                    | 120                |          |
|                    | 口金(形状)           | P-35-17<br>(二重凹形) | P-35-17<br>(二重凹形) | P-35-17<br>(二重凹形) | P-35-2,7,52<br>(二本ピン) | P-35-2,7,52<br>(二本ピン) | E-39-11<br>(モーガル形) |          |
|                    | 起動方式             | 直列逐次形             | 直列逐次形             | 直列逐次形             | ラピッドスタート形<br>0.435    | 予熱起動形<br>0.435        | リアクター形<br>0.435    |          |
|                    | 管電流(A)           | 0.8               | 0.9               | 0.8               |                       |                       | 3.3                |          |
| 全光束(4,500K冷白色)(lm) |                  | 4,150             | 5,500             | 8,200             | 2,800                 | 2,800                 | 21,000             |          |
| ランプ効率(lm/W)        |                  | 69.2              | 68.8              | 74.5              | 70.0                  | 70.0                  | 52.5               |          |
| ランプ寿命(h)           |                  | 7,500             | 7,500             | 7,500             | 7,500                 | 7,500                 | 6,000              |          |
| 照明器具               | 照明器具の種類          | 工場用反射かさ付          | 工場用反射かさ付          | 工場用反射かさ付          | 工場用反射かさ付              | 工場用反射かさ付              | 工場用(広配形)           | 工場用(狭配形) |
|                    | 照明器具の形式          | FHR-602           | FHR-802           | FHR-1102          | FHR-482               | FH-482                | FH-483             | MH-302B  |
|                    | ランプ数/灯具          | 2                 | 2                 | 2                 | 2                     | 3                     | 1                  | 1        |
|                    | 安定器損失(W)         | 22                | 33                | 33                | 16                    | 24                    | 36                 | 36       |
|                    | 力率(%)            | 90                | 90                | 90                | 95                    | 96                    | 90                 | 90       |
|                    | ランプおよび安定器効率(%)   | 58.5              | 57.0              | 64.0              | 56.0                  | 58.5                  | 48.2               | 48.2     |
| 価格(円)              | 減光補償率(中)         | 1.8               | 1.8               | 1.8               | 1.8                   | 1.8                   | 1.6                | 1.6      |
|                    | ランプ(1個)          | 700               | 900               | 1,300             | 500                   | 500                   | 7,200              | 7,200    |
|                    | 照明器具(安定器含む、ランプ別) | 8,000             | 10,000            | 14,500            | 5,800                 | 4,660                 | 14,900             | 15,400   |
| 付属品                | グロースタータ(1個)      | —                 | —                 | —                 | —                     | 120                   | 120                | —        |
|                    | ハンガ(パイプつり)(1個)   | 300               | 300               | 400               | 300                   | 300                   | 600                | 600      |

比較の場合、平均水平面照度を一定にすることが大切である。各種の光源で計算の基礎となる照度が違つては比較できない。平均水平面照度としては照度基準<sup>(8)</sup>によって照度段階 a、標準照度を 200 lx とした。

同一照度の下で同系統の照明方式、照明器具を使用して単位照度あたりの照明費の比較が望ましい。

高出力ラピッドスタート螢光灯 FLR-110H を 100% とした計算結果ではまず 110H, 80H, 60H の順で経済的に有利となっているほか、螢光水銀灯の方が標準形 40W 螢光灯より有利になっている。標準形 40W の場合でも 2 灯用より 3 灯用の方が有利という結果になっている。それを棒グラフで表わしたもののが図 3.2 で各光源の年間電力費、年間全保守費、年間固定費と照度あたりの照明費の比率との関係がよくわかる。つぎに FLR-80H, 60H をそれぞれ 100% として計算して見てわかることは FHR-602 形と MH-302N 形器具および FHR-802 形と MH-302B 形器具の照度あたりの照明費の比率が非常に

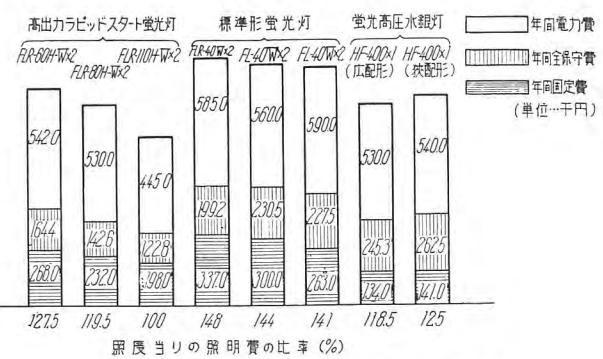


図 3.2 工場照明における各種光源の経済比較  
工場床面積 36 m × 60 m = 2,160 m<sup>2</sup> (約 655坪) 天井の高さ 6.0 m, 電源電圧 200 V, 平均水平面照度 200 lx.

Fig. 3.2 Economical comparison of various light sources in the factory lighting.

類似していることである。これらのこととはそれぞれの光源と器具が最初の仮定した諸条件にたまたま合致したからである。

つぎに表 3.3 のように、(A) 年間点灯時間、(B) 平均照度および (C) 室指数を変化した場合の年間照明費(%)を計算してみた。

いずれの場合も螢光灯関係では FLR-110H, 80H, 60H, FL-40W × 3, FL-40W × 2, FLR-40W × 2 の順で照明費(%)は有利である。

(A) 年間点灯時間を変化した場合、点灯時間が短いときは螢光水銀灯の照明費(%)は少ない。

(B) 平均水平面照度を変化した場合、各光源とも照明費には比較的変化がない。

(C) 室指数を変化した場合室指数が小さくなる。すなわち A → J に行くに従い A ~ H では螢光灯では若干照明費(%)が低下するがさらに J になると再び上昇しているのに対し螢光水銀灯とくに狭配形のものでは室指数が小さい方が照明費(%)は少なくなっている。

表 3.2 工場照明における各種光源の経済比較

| 光<br>源                | 1. 光源の種類   |                           | 高出力ラピッドスタート螢光灯            |                           |                           | 標準形螢光灯                      |                           | 螢光水銀灯                      |                            |         |
|-----------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
|                       | 2. 光源の形式   |                           | FLR-60H-W                 | FLR-80H-W                 | FLR-110H-W                | FLR-40W                     | FL-40W                    | HF-400                     |                            |         |
|                       | 3. 照明器具の形式   |                           | FHR-602                   | FHR-802                   | FHR-1102                  | FHR-482                     | FH-482                    | FH-483                     | MH-302B                    | MH-302N |
|                       | 4. ランプ数/灯具   | 2                         | 2                         | 2                         | 2                         | 2                           | 3                         | 1                          | 1                          |         |
| 基<br>礎<br>資<br>料      | 5. 全光束/灯具<br>6. ランプ寿命 (h)<br>7. 灯具あたりの消費電力(W)<br>8. 照明率 (室指数=B, 反射率... 50%, 30%)<br>9. 減光補償率<br>10. 灯具数<br>11. 平均水平面照度 (lx)<br>12. 電力費 (円)<br>13. 年間点灯時間 (h)   | 4,150 × 2<br>7,500<br>142 | 5,500 × 2<br>7,500<br>193 | 8,200 × 2<br>7,500<br>253 | 2,800 × 2<br>7,500<br>100 | 2,800 × 2<br>7,500<br>96    | 2,800 × 3<br>7,500<br>144 | 21,000 × 1<br>6,000<br>436 | 21,000 × 1<br>6,000<br>436 |         |
| 初<br>設<br>備<br>費      | 14. 灯具価格 (ランプ別)<br>15. 灯具あたりの付属品 (パイプ)<br>16. 灯具あたりの配線取付費<br>17. ランプ価格 (1 個)<br>18. 灯具あたりのランプ価格 (4 × 17)<br>19. 灯具あたりの価格 (14+15+16+18)<br>20. 全設備費 (10 × 19)   | 8,000<br>600              | 10,000<br>600             | 14,500<br>800             | 5,800<br>600              | 4,660<br>600                | 6,840<br>600              | 14,900<br>600              | 15,400<br>600              |         |
| 年<br>間<br>固<br>定<br>費 | 21. 灯具価格 (ランプ別)<br>22. 全施設費 (10 × 21)<br>23. 年間固定費 (22 の 15%)  | 12,600                    | 15,100                    | 20,300                    | 10,400                    | 9,260                       | 11,440                    | 19,800                     | 20,300                     |         |
| 年<br>間<br>固<br>定<br>費 | 24. 年間ランプ交換数 (4 × 10 × 13+6)<br>25. 年間ランプ交換費 (17 × 24)<br>26. 年間交換部品費 (グロースタータ)<br>27. 年間保守費 (25+26)<br>28. ランプあたり交換費<br>29. ランプ交換の全人工費 (24 × 28)<br>30. 灯具あたり消掃費<br>31. 年間消掃回数<br>32. 年間消掃費 (10 × 30 × 31)<br>33. 年間全保守人工費 (29+32)<br>34. 年間全保守費 (27+33)<br>35. 年間電力費 (7 × 10 × 12 × 13/1000)<br>36. 年間全運動費 (34+35) | 170                       | 122                       | 78                        | 260                       | 260                         | 273                       | 34                         | 35                         |         |
| 年<br>間<br>固<br>定<br>費 | 37. 年間全照明費 (23+36)<br>38. 同上比率 (%)<br>39. 照度あたりの照明費 (27+11)<br>40. 同上比率 (FLR-110H-W を 100% とする)<br>41. 同上比率 (FLR-80H-W を 100% とする)<br>42. 同上比率 (FLR-60H-W を 100% とする)  | 974,400<br>127.5<br>4,870 | 904,600<br>118<br>4570    | 765,800<br>100<br>3,820   | 1,121,200<br>146<br>5,650 | 1,090,500<br>142.5<br>5,500 | 1,080,500<br>141<br>5,400 | 909,300<br>118.5<br>4,550  | 943,530<br>123.5<br>4,780  |         |

〔注〕 1. 工場床面積 36 m × 60 m = 2,160 m<sup>2</sup>, 天井の高さ 6.0 m とした。

2. 電源電圧 200 V, 周波数 50/60 c/s とした。

3. 平均水平面照度の設計値は 200 lx とした。

4. 年間固定費は全施設費の 15% とした。

表 3.3 年間点灯時間、平均照度および室指数の変化に対する照明費(%)の比較

| 光<br>源         | 1. 光源の種類   | 高出力ラピッドスタート蛍光灯                            |                               |                             | 標準形蛍光灯                      |                             |                             | 蛍光高圧水銀灯                        |                             | 概<br>要   |  |
|----------------|--|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--|--|
|                | 2. 光源の形式   | FLR-60H-W                                 | FLR-80H-W                     | FLR-110H-W                  | FLR-40W                     | FL-40W                      |                             | HF-400                         |                             |  |  |
|                | 3. 照明器具の形式   | FHR-602                                   | FHR-802                       | FHR-1102                    | FHR-482                     | FH-482                      | FH-483                      | MH-302B                        | MH-302N                     |  |  |
|                | 4. ランプ数/灯具   | 2   | 2                             | 2                           | 2                           | 2                           | 3                           | 1                              | 1                           |  |  |
| (A)<br>年間点灯時間  | 1,200 h の場合の照明費<br>3,000 h の場合の照明費<br>4,500 h の場合の照明費<br>6,000 h の場合の照明費 | 131(%)<br>129<br>127<br>136               | 114(%)<br>113<br>119.5<br>114 | 100(%)<br>100<br>100<br>100 | 163(%)<br>152<br>148<br>145 | 153(%)<br>146<br>144<br>142 | 141(%)<br>136<br>141<br>142 | 97.5(%)<br>114<br>118.5<br>124 | 100(%)<br>114<br>125<br>129 | 1. 工場床面積 36 m × 60 m = 2,160 m <sup>2</sup><br>2. 天井の高さ 6.0 m<br>3. 平均水平面照度 200 lx<br>4. 年間点灯時間を 1,200 ~ 6,000 h に変化 |  |
| (B)<br>平均水平面照度 | 100 lx<br>200 lx<br>500 lx<br>1,000 lx                                   | 灯具数<br>照明費(%)<br>128<br>142<br>360<br>710 | 51<br>102<br>255<br>510       | 33<br>65<br>165<br>325      | 108<br>216<br>540<br>1,080  | 108<br>216<br>540<br>1,080  | 76<br>152<br>380<br>760     | 23<br>45<br>115<br>255         | 24<br>46<br>118.5<br>230    | 1. 工場床面積 (A) と同じ<br>2. 天井の高さ (A) と同じ<br>3. 平均水平面照度を 100 ~ 1,000 lx に変化した<br>4. 年間点灯時間は 4,500 h                       |  |
| (D)<br>室指数     | B=4.0<br>E=2.0<br>H=1.0<br>J=0.6   | 灯具数<br>照明費(%)<br>142<br>168<br>213<br>310 | 102<br>122<br>158<br>235      | 65<br>79<br>104<br>148      | 216<br>262<br>340<br>512    | 216<br>262<br>340<br>512    | 152<br>182<br>232<br>342    | 45<br>52<br>66<br>97           | 46<br>50<br>58<br>77        | 1. 工場床面積は (A) と同じ<br>2. 天井の高さを 6.0 ~ 30 m まで変化した<br>3. 平均水平面照度は (A) と同じ<br>4. 年間点灯時間は (B) と同じ                        |  |

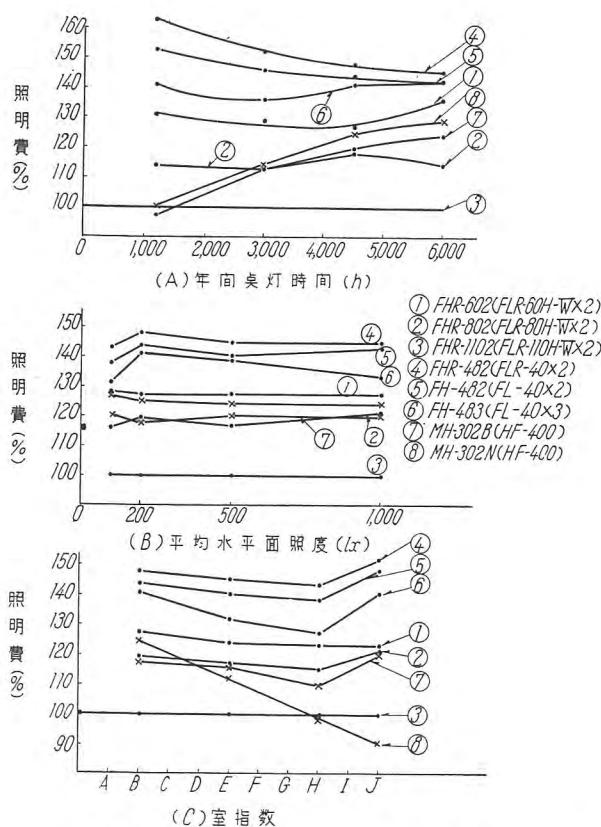


図 3.3 年間点灯時間平均照度および室指数の変化に対する照明費(%)

Fig. 3.3 Changes of yearly lighting hours, average lighting costs and room index.

#### 4. むすび

以上から工場照明にて上記の諸元の場合は高出力蛍光灯では FLR-110H, 80H, 60H の順で標準形蛍光灯に比較して非常に有利であることがわかる。また、蛍光水銀灯使用の有利な場合は室指数の小さいときであって、ここでも蛍光灯と高圧水銀灯の配光の相違が明らかにその目的用途に応じて使用場所を区別していることを物語っている。

なお、実際に経済比較をする場合はそれぞれ計画された建物についてその用途目的を考慮することはいうまでもないが、ランプ・照明器具などの価格も当然注文を受けて決定した価格で計算するべきである。以上の計算では平均水平面照度だけを照明上の条件としたが実際にはさらに明るさのむらその他の照明の質についても考慮しなければならない。しかし照度が高く光源数が多い場合は比較的照度のむらが少ないものとして計算した。

以上は工場照明の例であるが事務所・百貨店などでも大体適用できるものと思われる。これらはまた別の機会に発表することとしたいと考えている。(おわり)

#### 参考文献

- (1) 照明学会誌 Vol. 41, No. 9 (昭和 32 年) p. 33
- (2) 電設工業 昭和 32 年 Vol. 3, No. 9
- (3) 照明学会誌 Vol. 41, No. 8 (昭和 32 年) p. 45
- (4) 三菱電機照明特集号 昭和 32 年 Vol. 31, No. 9, p. 71
- (5) Illum. Eng. Sep. 1954 p. 447
- (6) 照明学会 照明のデータブック (昭和 33 年) p. 530
- (7) Illum. Eng. Dec. 1956, p. 803
- (8) 照明学会誌 Vol. 42, No. 7 (昭和 33 年) p. 257 照度基準 (JIS Z 9110-1958)

# 工場照明の経済的計画の一方法

本社 佐々木 武敏\*

## One Economical Plan of Factory Lighting

Head Office Taketoshi SASAKI

The field of illumination has made rapid progress and a variety of new light sources have appeared to ease difficulties in problems concerning light quality, efficiency and economy in lighting. On the other hand, economical selection of light sources and lighting fixtures has become more and more troublesome. In the factory, a proper selection both in the light source and fixtures have an important bearing on the cost of production as well as the effect of illumination. The writer introduces, with the above in mind, a simplified method of economical selection worked out by his theory and experience.

### 1. まえがき

戦後照明界は急速な進歩を遂げ各種の新しい光源が完成されたので、今まで困難であった計画や、光の質、効率、経済的などの諸問題の解決が非常に楽になった。しかし、その反面光源ならびに器具の経済的な選択は一層複雑となった。工場照明では照明の効果のほかに経済性は直接生産原価に影響するのできわめて重要な要素の一つである。ここに光源および照明器具の経済的な選択方法について簡単な一方法を紹介する。

### 2. 計画照度に対する器具の選定

工場照明では照明方式としては全般照明に極部照明が併用されるのが普通であるが、本文では極部照明については経済的にはあまり影響がないのでこれには触れないことにする。照明計画で第一に決定されることは作業場の平均照度であり、これは学会の推薦照度やその他の資料を参考として決定する。平均照度の算出は光束法により簡単に計算できるが、実際の設計にあたっては灯具の配置や光源の種類について、各種の点から検討を要する。そのうちで均一な照度分布を得ることはもっとも大切な事がらである。照度の均一性は作業面からの灯具の高さ、灯具の配光特性、間隔の関係によって定まる。すなわち灯具の配光が広く拡散形である場合は灯具の間隔を広く、反対に集光形の場合は狭くなることは明らかであり、灯具の高さと必要な照度にマッチした配光の灯具を使用すべきである。図2.1~2.4は水銀灯の場合上記の関係を示した図で、作業面からの灯具の高さ(H)と均一照度分布となる場合の最低照度を灯具の照明率について示した図である。Sは灯具の間隔 Hは作業面からの灯具の高さ(m)で減光補償率(M)は0.63を使用した。この図により必要照度に対する適当な反射がさの配光特性が決定される。

### 3. 反射がさの効率と経済

螢光灯のように長い拡散性光源の場合は反射がさの効率はあまり問題にならないが、水銀灯、白熱灯のような

表 2.1 産業合理化審議会管理部試案の標準照度

| 工場および作業場                      | 全般照明による場合 | 局部的補助照明による場合 |
|-------------------------------|-----------|--------------|
| 鋳物工場                          |           |              |
| 焼鉄炉                           | 50        |              |
| 洗浄場                           | 75        |              |
| 心型(細粒)                        | 150       |              |
| 〃(中粒)                         | 75        |              |
| 研磨削り                          |           |              |
| 検査(細粒)                        | 300       |              |
| 〃(中粒)                         | 200       |              |
| 型造(大物)                        | 100       |              |
| 注入操作                          | 50        |              |
| 選別                            | 150       |              |
| 貯蔵                            | 30        |              |
| 出荷、受荷                         | 100       |              |
| 溶銑炉ゆすり出し                      | 50        |              |
| 化学工場                          |           |              |
| 手動炉、煮沸槽、静止乾燥器、炉過、結晶槽、蒸留器、電解槽  | 50        |              |
| 蒸気タンク、抽出機                     | 100       |              |
| ガラス工場                         |           |              |
| 混合、炉室、プレス、ブローリング機械            | 50        |              |
| すり、切断、めっき                     | 150       |              |
| すり仕上げ、みがき、斜切り、エッチング、デコ        | 200       | 500          |
| レーチング                         | 300       | 500          |
| 検査                            |           |              |
| 機械工場                          |           |              |
| 粗作業(粗座業、粗器械)                  | 75        |              |
| 中作業(普通の自動機械粗研磨)               | 150       | 300          |
| 精密作業(精密機械、精密仕上げ)              |           | 500          |
| 超精密作業                         |           | 2000         |
| 組立作業                          |           |              |
| 粗作業                           | 75        |              |
| 中間作業                          | 150       | 300          |
| 精密作業                          | 300       | 500          |
| 超精密作業                         |           | 2000         |
| 自動車工場                         |           |              |
| 組立の線引                         | 300       |              |
| はり組立                          | 150       |              |
| 車体製造                          |           |              |
| 組立部分製造                        | 150       |              |
| 塗装、検査                         | 300       | 500          |
| 製紙工場                          |           |              |
| 脚木材、乾出機                       | 50        |              |
| 仕上げ、切断、刈込み                    | 100       |              |
| 手動計数、ウェットエンド                  | 150       |              |
| 巻取機、検査、試験                     | 200       |              |
| 巻かえ機                          | 300       |              |
| 製鉄工場                          |           |              |
| 平炉                            |           |              |
| 押入床                           | 100       |              |
| 材料置場                          | 50        |              |
| 注流おけ                          |           |              |
| 鋼溝室、操業床                       | 100       |              |
| 鋼型置場                          | 50        |              |
| 鋼塊上部                          | 100       |              |
| 〃置場                           | 50        |              |
| 操業口および投人とびら                   | 75        |              |
| 鋼塊引抜機                         | 50        |              |
| スクランプ貯蔵工場                     | 50        |              |
| 混洗炉建物                         | 75        |              |
| 電気工場                          |           |              |
| 絶縁材料合浸場                       | 150       |              |
| コイル巻き                         | 300       | 500          |
| 試験場                           | 200       |              |
| 動力室                           |           |              |
| 汽缶室、石炭および灰操作、電池室              | 30        |              |
| 補助装置、麥圧器、油遮断器、電動機、発電機、送風機、圧搾機 | 100       |              |
| 配電盤室                          | 150       |              |
| 板金工場                          |           |              |
| 粗器機操作、普通の坐業                   | 75        |              |
| プレス、シーヤ、スタンプ、スピニング            | 75        |              |
| パンチ                           | 150       |              |
| 図線画                           |           |              |
| 木工場                           |           |              |
| のこ引き(大引き坐業)                   | 100       |              |
| 型取、粗みがき、機械操作、にかわ              | 150       |              |
| 付精密な坐業(みがき仕上げ)                | 300       | 500          |

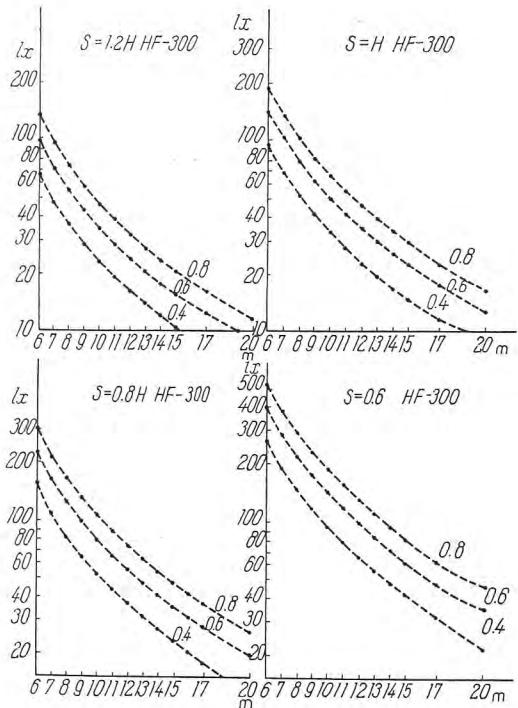


図 2.1 灯具の高さと最低均一照度  
Fig. 2.1 Height of lighting fixtures vs the min. uniform luminosity.

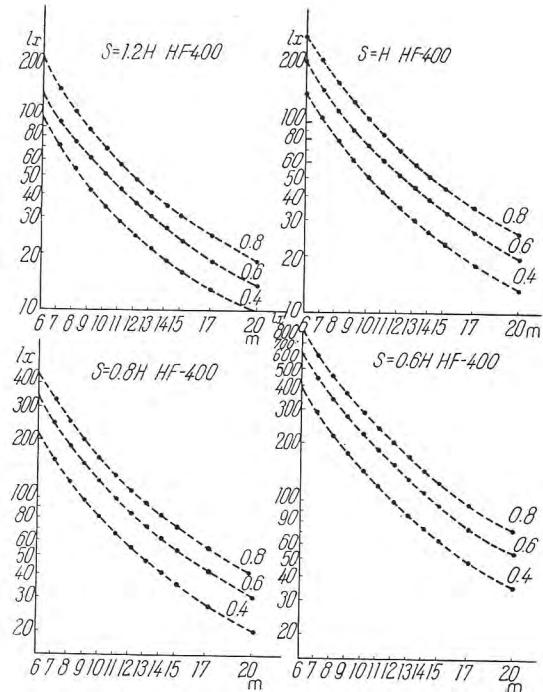


図 2.2 灯具の高さと最低均一照度  
Fig. 2.2 Height of lighting fixtures vs the min. uniform luminosity.

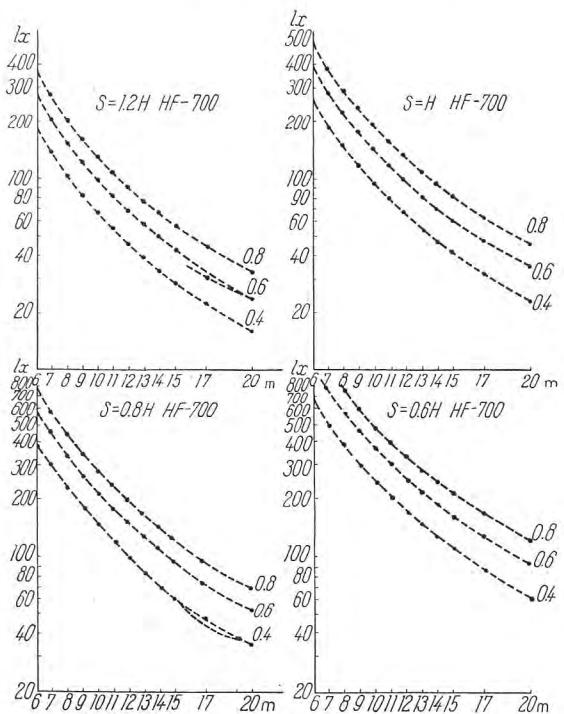


図 2.3 灯具の高さと最低均一照度  
Fig. 2.3 Height of lighting fixtures vs the min. uniform luminosity.

点光源に近いものでは、高い天井に使用される場合が多いので反射がさの効率は重要であり経費に大きく影響する。しかるに一般に光源だけに重点が置かれる向があるがこれは大きなまちがいである。光束法による平均照度の計算式は、

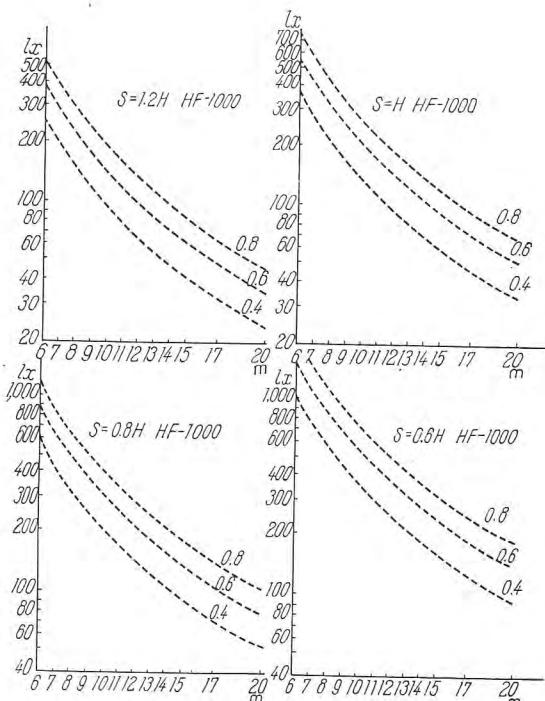


図 2.4 灯具の高さと最低均一照度  
Fig. 2.4 Height of lighting fixtures vs the min. uniform luminosity.

$$E = \frac{\Phi \times U \times M}{A} \quad \dots \dots \dots (3.1)$$

E ..... 照度

$\Phi$  ..... 全光束

U ..... 灯具の照明率

$M$ ……減光補償率 (D の逆数)

$A$ ……床面積

で表わされる。反射がさの効率は照明率  $U$  であり、ランプの効率と同様に重要である。たとえば反射率のよい電解研磨仕上げの反射がさに対し、ホーロ引のかさは良質のものでも効率で 10% 以上の差があり、一般的に出回っている安価な製品は半分近くのものが多い。今 10% 効率が低いものを使用するとすれば、同一照度を得るには 10% の灯具の増加が必要であり、経済的には高価な効率の高いものと、安価な低効率のものではいずれが有利となるかは、使用条件によって異なるので一概には申せない。

照明費の内容を分類すると一般につぎのとおりである。

$$\begin{aligned} \text{器具費} & \text{ 安定器, 反射がさ, グローブ等の灯具} \\ \text{固定費} & \begin{cases} \text{年間原価償却費 (耐用 10 年として)} & 10\% \\ \text{利子, 税金, 保険料} & 10\% \end{cases} \\ & \text{(利子 8% 税金 1~0.7% 税 1.4%)} \end{aligned}$$

運転費 ランプ, 電力料金

以上のほかに総照明費としては、配線費、灯具の保守費を含む。しかも配線費の占める割合は相当に大きいのであるが本文では簡単のためにこれを省略する。

照明器具の耐用年限は 10 年とするのが普通であり、総照明費は器具費 (10 年間の利子、税金、保険料および原価償却費) + (年間電力料金とランプ価格および年利 8% の複利の 10 年分)

これを計算すると

$$10 \text{ 年間の総照明費} = 6.2A + 15.7T \left( KB + \frac{C}{L} \right) \quad (3.2)$$

$A$ ……器具価格

$T$ ……年間の点灯時間 (h)

$K$ ……安定器損失を含むランプの電力 (kW)

$B$ ……1 kW あたりの電力料金

$C$ ……ランプの価格

$L$ ……ランプの寿命 (h)

したがって効率の高い反射がさと安価なものとの価格の差を  $x$  円効率の差を  $y\%$  とすれば同一照度を得るには低効率のものは  $y\%$  の増灯が必要であり、10 年間での費用が等しくなるための条件はつぎのとおりである。

$$\begin{aligned} 6.2(A+x) + 15.7T \left( KB + \frac{C}{L} \right) \\ = (1+y) \left\{ 6.2A + 15.7T \left( KB + \frac{C}{L} \right) \right\} \\ x = y \{ 6.2A + 15.7T \left( KB + \frac{C}{L} \right) \} \end{aligned} \quad (3.3)$$

すなわち式 (3.3) に示すように、右辺に相当する分を追加した高価なものを使用しても総照費としては同一である。以上反射がさの効率について述べたが式 (3.3) の関係はランプの効率、減光補償率についてもまったく同様である。したがって塵埃の多い場所などでは初め効率は悪くても減光補償率の高いものは最終的には経済的となる場合が多い。

#### 4. 光源の選定

照明の質の問題は別として、経済性について比較すると、ランプ、灯具の効率および減光補償率と価格の関係

であり、一概に高効率が経済的であるとはかぎらない。使用される条件 (電力料金、点灯時間など) によって異なる。したがってこれをいちいち計算するのもちょっとめんどうである。つきの式は式 (3.2) を利用して総照明費の比較に便利な形とした。(ただしこの式は同一照度としての比である)

$$10 \text{ 年間の総照明費} = k \frac{A + 2.53T \left( KB + \frac{C}{L} \right)}{\Phi UM} \quad (4.1)$$

$k$ ……常数

$A$ ……器具価格

$T$ ……年間点灯時間 (h)

$K$ ……ランプ電力 (安定器損失を含む)

$B$ ……1 kW あたり 電力料金

$C$ ……ランプ価格

$L$ ……ランプ寿命 (h)

$\Phi$ ……ランプの全光束 (lm)

$U$ ……器具効率

$M$ ……減光補償率 (D の逆数)

#### 計算例

1,000 W, 400 W 水銀灯および 1,000 W 白熱電灯につき 10 年間の総照明費の比較を行って見る。

ただし 1 日の点灯時間を 10 時間、年間 300 日、電力料金 1kWh 5 日、器具およびランプ価格 (小売価格) 次表を使用する。

|              | 安定器         | 反射がさ       | 合計          | ランプ         | 寿命         | 光束           | 備考                        |
|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|---------------------------|
| 1 kW<br>水銀灯  | 円<br>21,000 | 円<br>7,000 | 円<br>28,000 | 円<br>17,000 | h<br>5,000 | lm<br>55,000 | 水銀灯安定器は<br>200V 用<br>を使用。 |
| 400 W<br>水銀灯 | 円<br>9,500  | 円<br>4,000 | 円<br>13,500 | 円<br>7,200  | h<br>5,000 | lm<br>21,000 |                           |
| 1 kW<br>白熱電灯 | 円<br>0      | 円<br>4,000 | 円<br>4,000  | 円<br>800    | h<br>1,000 | lm<br>21,000 |                           |

式 (4.1) を使用して、

1 kW 水銀灯

$$k = \frac{28000 + 2.53 \times 3 \times 10^4 \left( 1.05 \times 5 + \frac{17000}{5000} \right)}{55000 UM} = 12.5 \frac{k}{UM}$$

400 W 水銀灯

$$k = \frac{13500 + 2.53 \times 3 \times 10^4 \left( 0.43 \times 5 + \frac{7200}{5000} \right)}{21000 UM} = 13.9 \frac{k}{UM}$$

1 kW 白熱電灯

$$k = \frac{4000 + 2.53 \times 3 \times 10^4 \left( 1 \times 5 + \frac{800}{1000} \right)}{21000 UM} = 21.2 \frac{k}{UM}$$

したがって器具の照明率、減光補償率がわかればただちに比較ができる。式 (4.1) を見るに器具価格  $A$  に対し運転費にあたる以下の分子の項がはるかに大きいことは最初の器具費が少々高くても効率の高いものを選定すべきであることがわかる。

#### 5. む す び

以上工場照明を対称とした経済的計画方法について述べたが式 (4.1) による経済比較には配線費および保守費を含まないので完全とはいえない。とくに白熱電球に対し放電灯の場合は電流値が大巾に少ないと保守費の点で放電灯の場合はもっと有利となる。しかし照明計画に際し経済的な見当をつけるには一応役だつであろう。ご参考になれば幸である。配線および保守に関しては次の機会に述べることにしたい。

# 電源電圧変動に対応する螢光灯と白熱球の光束変動の比較

大船工場 高島秀二\*・増田裕\*\*

## Comparison of Light Flux Changes between Fluorescent and Incandescent Lamps in Response to Changes of Supply Voltage

Ofuna Factory Shuji TAKASHIMA · Hiroshi MASUDA

When electric power supply on board is relied on a motor generator, sudden changes of loads on winches cause the change of voltage, which affects on lights and flicker them badly. A question arises which lamp is more susceptible to the voltage fluctuation for a short period, a fluorescent lamp or an incandescent one? No particular information available, experiments were conducted to confirm that the fluorescent lamp stood better both by instrument tests and visual observation.

### 1. まえがき

船舶でウインチを複合使用する場合などにその急激な負荷のために M-G の電源電圧が変りこれに接続された照明器具にいわゆるチラツキを生じて支障のあることがある。

このように電源に短時間の負荷がかかり電圧が変動した場合のチラツキを螢光灯と白熱球について比較実験してみた。その結果螢光灯の方が実用的にチラツキの少ないことを確め得たので以下報告する。

### 2. 電圧変動の条件

電圧変動の条件を定めるに際しこの実験の目的があくまで具体的に起るチラツキの問題を取り上げて螢光灯と白熱球を比較することであると考えたので抽象的に電圧変動とその時間的変動の組合せを連続的に変化させて各点について実験値を求める为了避免日本郵船(株)技術部と三菱横浜造船所技術部のご教示をいただき表記ウインチを複合して使用する際の電圧変動率を設定してこれに基いて実験した。なおこの場合電圧変動だけではなく周波数の変動することも考えられるがこれは一応考慮に入れなかった。

その結果照明器具の電源電圧の変動は定格値に対して 15% 下がるとし時間的には 1 秒中に 0.15 秒ないし 0.2 秒の割合で起るチラツキであることが仮定できた。よって実験は下記の二つの場合について行った。

- (1) 1 秒中 0.2 秒間電源電圧が 15% 下がった場合
- (2) 1 秒中 0.15 秒間電源電圧が 15% 下がった場合

### 3. 実験装置の大要

実験に使用した光源は 20 W ラピッドスタート螢光灯 (FLR-20) と 60 W (100 V) 白熱電球を使用した。実験装置の概要を図 3.1 および図 3.2 に示す。

図 3.1 において光源と並列に負荷抵抗を接続してカム形回転スイッチを一定速度で回転させて負荷抵抗を入れ

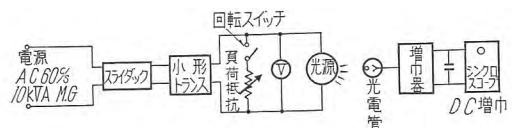


図 3.1 実験装置の概略  
Fig. 3.1 Outline of experimental device.

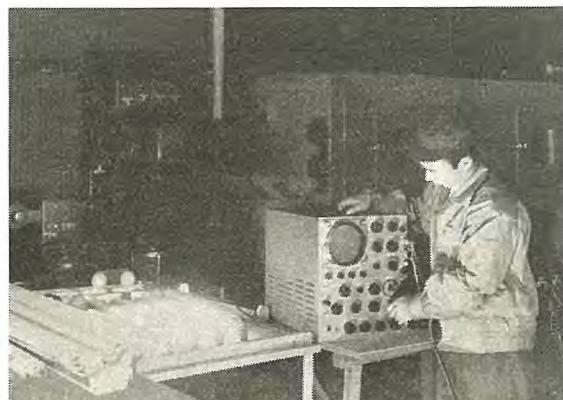


図 3.2 実験装置の写真  
Fig. 3.2 Experimental device.

たり切ったりして電圧を変動させて光束の変動を調べた。すなわち回転スイッチは 2 項 (1), (2) の条件のとおりにそれぞれ 0.2 秒あるいは 0.15 秒間電圧を下げ 0.8 秒あるいは 0.85 秒間定格電圧にする繰り返しを行わせた。シンクロスコープの掃引は約 1.5 秒で観測した。

### 4. 電圧急変試験の詳細

電圧急変試験の装置は電圧急変装置と光束変化観察装置と供試ランプ波形撮影とから構成されている。

#### 4.1 電圧急変装置

装置を図 4.1 に示す。同図において小形トランスは 200 V/100 V のものを使用し電圧計は S.P.C. 150/300 V, 0.5 級のものを使用した。また可変負荷には摺動抵抗を使い回転スイッチ機構としては速度可変の小形電動機

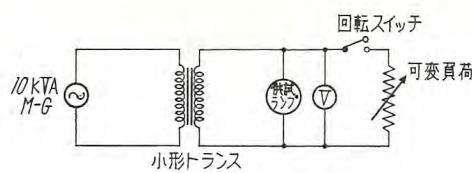


図 4.1 電圧急変装置

Fig. 4.1 Device of sudden voltage change.

の軸端にカム板を取り付けてこれでマイクロスイッチを作動させるようにした。

4.2 光束変化観察装置  
この装置の系統図は図 4.2 に示すとおりであり  
使用計器は下記のとおり  
である。

- (1) 光電管: マツダ光電管 7209A
- (2) 増巾器: 光電管増巾装置
- (3) シンクロスコープ: 岩崎通信機製 SS-1254

#### 4.3 供試ランプ波形撮影

電磁オシログラフ (Y.E.W.N-6 形) を使用して行った。

### 5. 光束変動試験結果

3 項および 4 項に示す実験装置により

- (1) 1 秒中 0.2 秒間電源電圧が 15% 下がった場合
  - (2) 1 秒中 0.15 秒間電源電圧が 15% 下がった場合
- の二つの場合における光束変動の試験結果をそれぞれ図 5.1 および図 5.2 に示す。

図 5.1 および図 5.2 の各光源の光束変動率を図上から正しく求められるために球面光束計を使用して光電池光束計により電源電圧の各値に対する光源の全光束を測定しこれとオシログラフに表われる電源電圧の変動に対する光量の変動とを比較することによって誤りないことを期している。

結論として図 5.1 の場合蛍光灯は 20% の範囲の光量低下によるチラツキしか感じさせないのに白熱球では 54% の大きなチラツキを持つことがわかる。図 5.2 の場合もほぼ同様の割合である。

### 6. 肉眼によるチラツキの実験

人間の持つ視覚その物でチラツキをいかに感じるかと いうことを調べることも面白いと考えたので 18 人の人間を選んで 3 組に分けて光源に照らされる白地に黒の活版の印刷物をながめていてもらい、光源を 1 秒中 0.15 秒間電源電圧を下げるチラツカセた状態で観察してもらった。

その結果は蛍光灯で電圧降下 10% の時のチラツキが白熱電球の電圧降下 3% のそれに相当するとの結論に一致した。

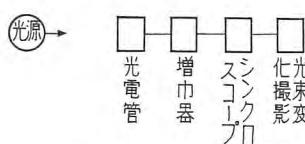
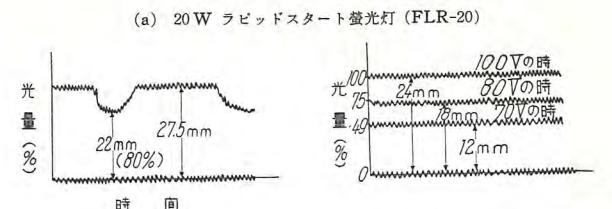
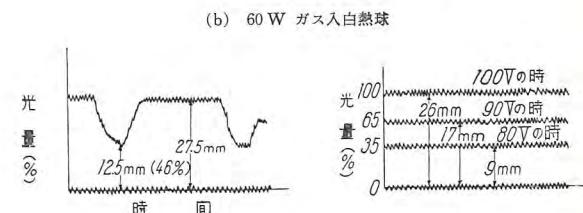


図 4.2 光束変化撮影系統図

Fig. 4.2 Block diagram of device for photographing light flux changes.



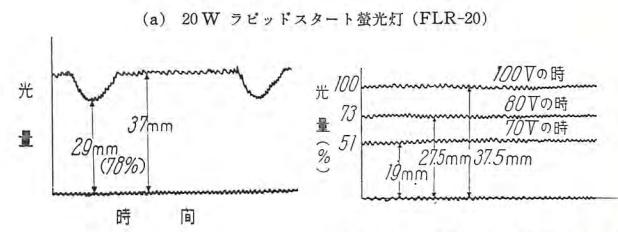
球面光束計により測光した結果、電圧 100 V のときの光束を 100% として 90 V では 87%，80 V では 74%。



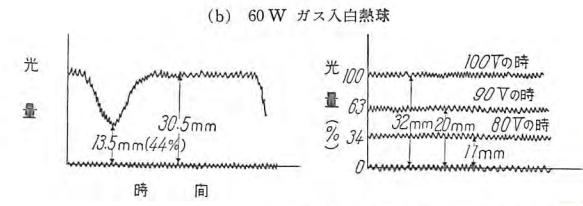
球面光束計により測光した結果、電圧 100 V のときの光束を 100% として 90 V では 66%，80 V では 42%。

図 5.1 1 秒中 0.2 秒間電源電圧が 15% 下った場合の光束変動

Fig. 5.1 Changes of light flux when supply voltage drops by 15% for 0.2 sec. in 1 sec.



球面光束計により測光した結果電圧 100 V のときの光束を 100% として 90 V では 87%，80 V では 74%。



球面光束計により測光した結果電圧 100 V のときの光束を 100% として 90 V では 66%，80 V では 42%。

図 5.2 1 秒中 0.15 秒間電源電圧が 15% 下った場合の光束変動

Fig. 5.2 Changes of light flux when supply voltage drops by 15% for 0.15 sec. in 1 sec.

### 7. む す び

電源電圧の変化による光束の変化については数多くの報告がなされている。しかしこれを具体的なチラツキの問題として取り上げて蛍光灯と白熱球の比較をした報告がないように思つたので実験をしてみた。その結果蛍光灯の方が白熱球よりも実用的にチラツキが少ないとが認められた。ここに船舶のウインチ操作の際の電源電圧変動の値を詳細にオシログラフで測定した貴重な資料をいただいた日本郵船(株)ならびに三菱横浜造船所の諸賢に謝意を表明する。

# 防爆形螢光ランプおよび照明器具

本社 佐々木 武敏\*  
大船工場 高島秀二\*\*・山本壯司\*\*\*

## Explosionproof Fluorescent Lamps and Lighting Fixtures

Head Office Taketoshi SASAKI  
Ofuna Factory Hideji TAKASHIMA・Sōji YAMAMOTO

Illumination in the pit of mine, so to speak, has been left unchanged for scores of years. In the metal mine relatively a little better lighting is found than coal mines where the existence of explosive gases refuses the use of ordinary lighting fixtures. Only lights available in the coal mine are cap lamps, which poorly lights up black surroundings of a coal face. A number of explosionproof lighting fixtures are prescribed in the JIS, but they are too expensive to be popularized. To overcome this difficulty Mitsubishi has developed new explosionproof fixtures with technical and economical advantages over the conventional ones, which no doubt enlightens the plight of the coal mine.

### 1. まえがき

鉱山の坑内照明は戦前の状態そのままで、現在ではもっとも進歩から取残された存在の一つであろう。鉱山のうちでも金属鉱山の場合は坑内に爆発性のガスがないので普通の陸上用螢光灯がそのまま使用され、その効果を認められるようになった。しかし炭坑では爆発性ガス(おもにメタンガス)があるため普通の照明器具は使用できず、ほとんど固定の照明施設はないといつても過言でない。したがってもっぱらキャップランプが使用されている状況である。しかも炭坑内の状況は、きわめて天井の低いトンネルで、天井、壁、床は黒色で反射率悪く、照明的にはもっとも悪条件の場所である。現在のキャップランプによる照明は固定照明ではなく移動照明であり一般の作業場とは大いに趣を異にしている。低照度、しかも視野内の輝度対比が大きく、とくに人と面した場合は相手の光源が眼にはいりほとんど視界を奪われるのできわめて危険である。さらに坑内作業場はきわめて危険な場所が多く、最悪の作業環境であり、とくに照明技術者としてまったく見るに忍びない状態である。これは一に坑内に適した安全でありしかも経済的な照明器具がなかったことと、従来の習慣によるなかばあきらめに起因することと思う。安全な坑内照明は作業の安全、能率の向上を初め精神的な面でも大いに貢献できることは明らかである。ところで防爆形照明器具は JIS に規定された防爆構造に準拠すべきであるが、防爆上もっとも安全といわれる耐圧防爆構造ではガスの爆圧に耐える強度の構造となるため、高価となりほとんど実用されていない。また安全増防爆構造のものは軽量安価であるが、安全性の点で全面的に使用できず、比較的安全な場所だけに限定されるので利用範囲がせまい。当社はこのたび従来の

防爆構造とまったく趣を異にした新しい方式で、強度の安全性と軽量、安価な理想的な防爆形螢光灯を完成したので紹介いたす次第である。

### 2. 照明器具の防爆構造

照明器具の防爆構造は一般の電気機器に比べやっかいである。それは機械的に光学的な面まで要求されるためで一般的な方法では透明な材料の強度が一番の難点である。

防爆構造としてはつぎの七つの方式がある。

#### 1. 耐圧防爆構造

全閉構造で、容器内で坑気の爆発が起ってもその圧力に耐え、かつ外部の坑気に引火するおそれのない構造。

#### 2. 狹隙防爆構造

容器の内外をせまいスキマによって連絡し、容器内部で坑気の爆発が起った場合、せまいスキマからガスの噴出することは許されるが、外部の坑気に引火するおそれのない構造。

#### 3. 油入防爆構造

火花またはアークの発生するおそれのある部分を油中におさめ、その部分から発生する火花または、アークを坑気と接触させないような構造。

#### 4. 油入狭隙防爆構造

油入防爆構造に狭隙防爆構造を併用し、容器内部で坑気の爆発が起っても、外部の坑気に引火するおそれのない構造。

#### 5. 内圧防爆構造

容器内部に不燃性ガスを圧入することにより容器内部に坑気の侵入するのを防止した構造。

#### 6. 安全増防爆構造

巻線、エアギャップなど常時運転中に火花、アーク

または過熱を生じてはならない部分にこれらの発生するのを防止するように構造上または温度上昇についてとくに安全度を増加した構造.

#### 7. 特殊防爆構造

1~6 以外の方法によって外部坑気への引火を防止できることを試験によって確認された構造.

上記の防爆構造で照明器具に適用されるものは 1, 2, 6, 7 であるが、2 の狭隙防爆構造は炭坑の場合、炭塵などがスキマにつまつて防爆効果をそこなうおそれがあり感心できない. したがって現在利用されている方法は 1, 6 の二者に限られている.

耐圧防爆構造はもっとも安全な方式であるが、箱体の強度が混合ガスの最大爆発圧力（メタンの場合最大圧力  $7 \text{ kg/cm}^2$ ）に耐えることが必要で、したがって製品の重量が大となり、価格が高く取扱いも不便でいまのところほとんど実用的に使用されていない.

安全増防爆構造は、軽量、高価であるが、絶対的安全度が期待できないので、坑内全般に使用できず、比較的安全な場所だけに限定されている.

したがって上記の方法では安全性と軽量、安価な防爆照明器具はきわめて製作困難である.

### 3. 引火の原因

照明器具が爆発性混合ガスの中で発火誘爆を起す原因として考えられることはつきの場合である.

1. 融光ランプおよびグロースタータの破壊.
2. 安定器の焼損.
3. ソケット接触部の電気スパーク.
4. その他導線接続部の離脱による電気スパーク.

#### (1) 融光ランプおよびグロースタータの破壊

予熱形融光灯（図 3.1 参照）を爆発性混合ガス内で点灯中破壊すると、管内の気圧が上昇するので放電は瞬間停止する. しかしグロースタータには安定器を通じて電源電圧が印加されるので、電極のフィラメントが断線していないかぎり再起動を起すがランプが放電しないのでこの起動状態を繰り返す. したがって電極は安定器短絡状態で加熱されるが、だんだん酸化して抵抗を増しついには溶断するので、その間に必ず引火爆発する. 実験によればメタンの場合（空気との混合率 10%，これはもともと引火しやすい条件）でほとんど 2~5 秒で引火した.

これはフィラメントの溶断前の着火である.

しかしに点灯後グロースタータを回路から切離した場合は融光ランプを破壊しても引火しないことを数多くの実験によって確かめることができた. ただしこの実験に使用した融光ランプは三菱 FL-20

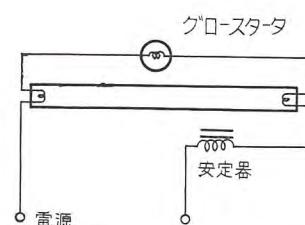


図 3.1 FL-20 の電気的配線  
Fig. 3.1 Wiring of FL-20.



図 3.2 実験タンクでガスの混合率を調整中  
Fig. 3.2 Mixture rate of gases is under adjustment in an experiment tank.

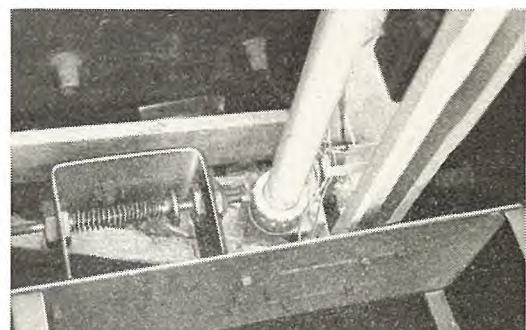


図 3.3 実験タンク内部のランプ破壊の状況  
Fig. 3.3 State of broken lamp in the experiment tank.

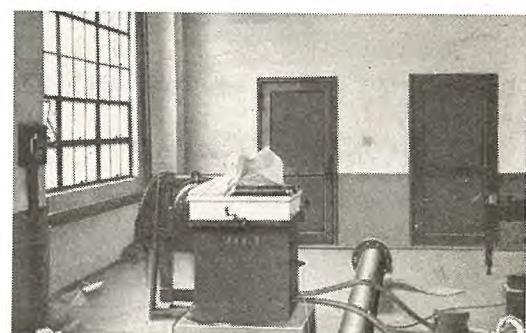


図 3.4 グロースタータを接続し爆発させた状況  
Fig. 3.4 State of explosion by the connection of glow starter.

である. 実験装置は図 3.2 のタンク ( $600 \times 600 \times 800$ ) 内に図 3.3 のように融光灯を取り付け、図の下部に設けた衝撃針で機械的にランプを破壊した. (もっとも着火しやすい場所電極の付近を破壊し、衝撃針が電極に触れないようにした) 図 3.4 はランプ破壊後グロースタータを挿着してガスに引火させた防爆の状況である.

融光ランプだけでスタータがない場合引火しない原因是、電極が放電中の最高温度点は約  $1,100^\circ\text{C}$  であり当然メタンガスの場合引火すべきと思われるが、フィラメントの熱容量が小さいこととメタンガスの着火の遅れの現象によるものと考える. ちなみに、白熱電灯の場合はフィラメントは融光灯と同様に熱容量の小さいものであるが、フィラメントの温度が高いことと、ランプ破壊後の酸化により最終的には溶断するのでこのスパークにより必ず引火することは確実でありランプ自体としてはきわ

めて危険なものである。

(2) つぎにグロースタータの場合は、接点が作動していない場合破壊されると、放電不能となるために引火の原因とはならないが、接点が接触している状態または、先の場合でも外力により接点が接触した場合はスパークを発するので引火の原因となる。しかしひグロースタータは小さいものであるから耐圧爆圧のケースに入れて使用すればよい。

### (3) 衝撃波による引火

螢光灯のような細長い管状のランプを破壊すると急激な外気の進入により衝撃波を発生し、破壊時の条件によっては相当の高温度を発生するが、実験によればメタンガスなどでは引火しないことが報告されているので本文では触れないことにする。

(4) 2~4 は一般の電気機器と同様でありとくに説明の必要もないと思う。

## 4. 特殊防爆ランプ

図4.1は陰極を金属板およびその前面を金属アミで囲い防爆効果を持たした、防爆螢光灯の陰極部である。原理は金属板、金属アミの冷却効果によるもので、効電灯としての電気特性も普通のランプと同様で変わらない。防爆作用については図4.2のような実験タンク内で陰極部を入れフィラメントが溶断するまで通電し引火しないことを確めた。

この方式を使用すればグローポイント式を初め他の種の起

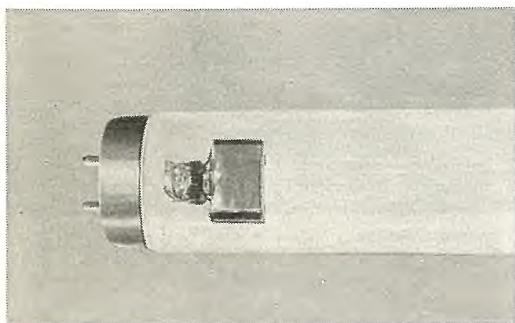


図 4.1 防爆ランプの陰極

Fig. 4.1 Cathode of explosion-proof lamp.

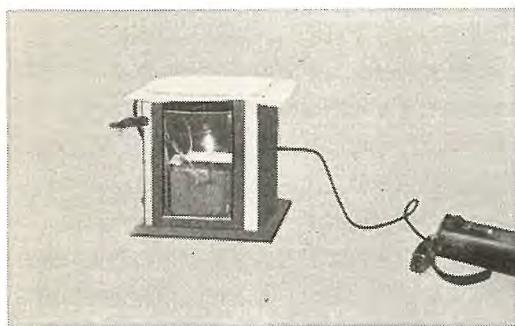


図 4.2 防爆螢光灯電極の爆発実験保護鋼の  
中部で燃焼中の状況

Fig. 4.2 Explosion-proof fluorescent lamp electrode  
burning inside of explosion test protecting steel.

動方式に対してもまったく安全である。このランプの使用によって照明器具は耐圧防爆構造の必要はなく、防塵または使用上からの要求がなければ裸のまま使用することも可能であり、安全にして軽量、安価な螢光灯が実現できる訳である。

## 5. 放電特性

防爆のため電極が遮蔽されるので、当然放電路も遮蔽されるので、放電特性は一般の螢光灯とは少々異なる点はいたし方がない。この場合、防爆の効果を高くすると放電路の遮蔽もきいてくるので放電しにくくなる。した

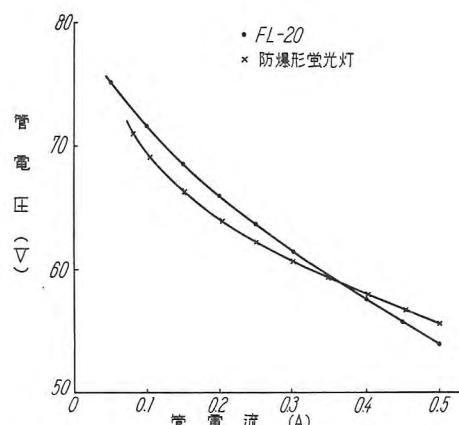


図 5.1 防爆形螢光灯と FL-20 の管電圧-管電流特性

Fig. 5.1 Tube voltage-tube current characteristic of explosionproof fluorescent lamp and FL-20.

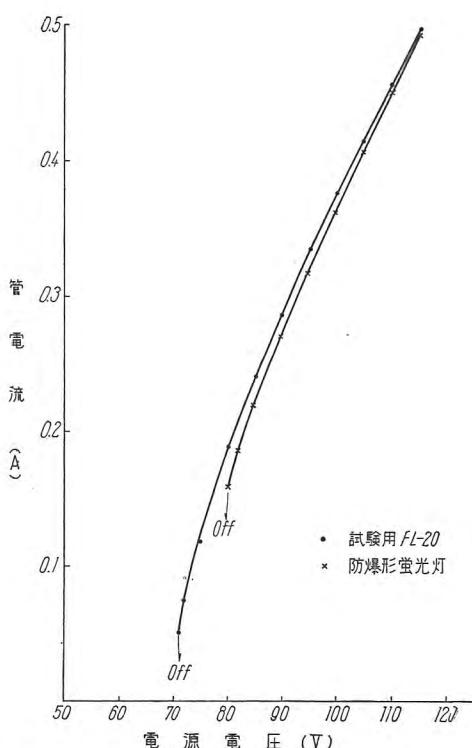


図 5.2 防爆形螢光灯と FL-20 の管電流—電源電圧測定

Fig. 5.2 Tube current-power source voltage measurement of explosionproof fluorescent lamp and FL-20.

がって実際問題としては放電をなるべく阻害せず、しかも防爆効果が十分である遮蔽構造が望ましい。

起動特性は電極遮蔽のためもっとも影響される特性で一般的の FL-20 がグロー点灯回路で約 75 V で起動するのに対して約 85 V である。図 5.1 は管電圧と管電流特性、図 5.2 は管電流と電源電圧との関係を普通の FL-20 と防爆螢光灯と比較した図でたいした違はない。また消灯電圧は FL-20 が約 70 V に対し約 80 V である。

## 6. 器 具

### 6.1 構造および作動の概要

器具の外形および内部構造を図 6.1, 6.2 および 6.3 に示す。安定器、グロースタータなどの点灯装置はがんじょうな鋼板製のケースに内臓されて反射板が 2 ヶ所でねじ止めされることによって遮蔽され、同反射板上に突出したソケット間に防爆形特殊螢光ランプをグランド・スリーブで確実に装着するようになっている。さらにラ

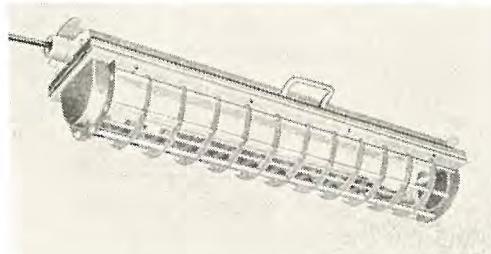


図 6.1 FP-B20 外観図

Fig. 6.1 FP-B20 fixture.

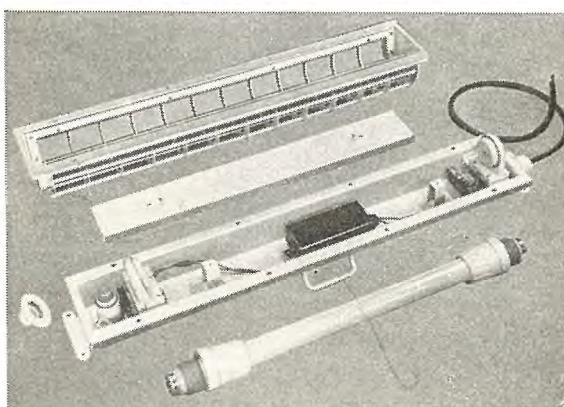


図 6.2 FP-B20 分解図

Fig. 6.2 FP-B20 Disassembled parts.

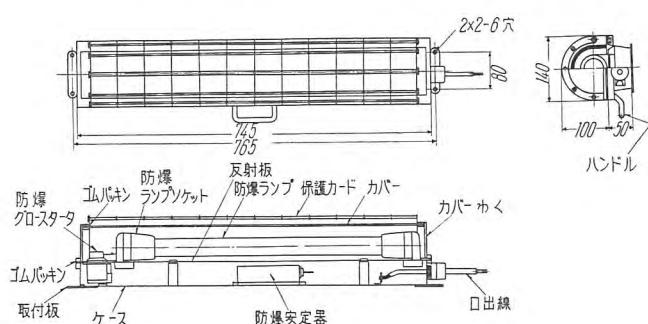


図 6.3 FP-B20 外形図

Fig. 6.3 Outline of FP-B20.

ンプを破損から防ぐために半円形の透明アクリライトと鋼製ガードからなる保護カバーをゴムパッキンを介してケースのフランジに錠締している。

炭坑用螢光灯器具としての設計の重点はつぎのような問題であった。

(1) 炭坑用特殊防爆器具として安全に規格 (JIS C 8306 および CO901) に合致する防爆性を有し安全であること。

(2) 炭坑内とくに切羽付近に使用されることを考慮して堅ろうな構造であること。

(3) 坑内は湿度の高い所があるので耐湿形であること。

(4) 簡単に持運びができる坑木などに一時的な取付けが行えるよう携帯用ハンドルおよび取付板を設けること。

(5) 照明効果が良く考えられていること。

上記 (1) 項の防爆に対する電気的な問題は図の結線図に示すように各ソケットにランプを着脱する際に働くインターロックスイッチを内臓させ、グロースタータにも同じく取替えのときに働くインターロックスイッチを設けて絶対にランプあるいはグロースタータを取替える場合に爆発の危険のあるスパークが発生することを防いでいる。

安定器は不測のレヤー・ショートなどのコイルの事故による加熱爆発を防ぐ意味で温度ヒューズを内蔵した特殊防爆防水安定器を使用している。

また内部配線のジョイントはバインド補強によるハンドル付とし電気的な部分のねじはすべてゆるめ止めを施しているのはもちろん、口出線引込部もパッキン式錠締め構造となっている。以下各部品について詳述する。

### 6.2 ランプソケット

図 6.4~6.7 に示すようにこのランプソケットはランプ着脱のため固定形とヒンジによって回る可動形各 1 個で 1 組となり、グランドスリーブはランプのフィラメント部分を保護するためランプを深くおおっている。本体、グランドともに材質は尿素樹脂成形品を母材としておりランプピンに掛かり合う穴のピッチは普通の螢光ランプとの互換性を避けるために防爆用特殊ランプの特別に広く取ったピッチに合うようになっている。

ランプを挿入する場合は図 6.7 に示すようにまずランプピンは接触片と接触し、そのちランプベース部分の面により中心の押しボタンがばねに抗して押され押しボタンの先端に設けられた接点が前記接触片の電源側につながる接点と接触し回路を閉じる。ランプを抜く場合は前述と逆になる。したがって電源が切れて後ランプピンと接触片が離脱するのでランプピン部分でスパークが発生することはなく変押しボタンの先端部分は防爆室となっているので万が一内部でスパークによる爆発が起っても火炎は逸走することなく安全である。

### 6.3 グロースタータソケット

図 6.8 および図 6.9 に示すようにこのグロースタータソケットは、全体が耐圧防爆構造 ( $10 \text{ kg/cm}^2$ ) の圧

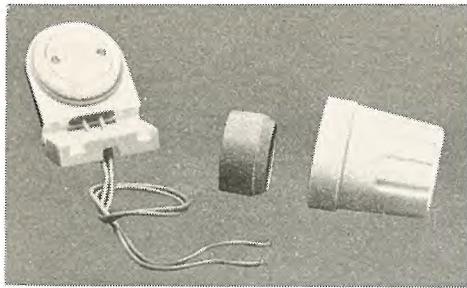


図 6.4 W-B1 ランプソケット（可動側）外形図  
Fig. 6.4 W-B1 lamp socket.



図 6.5 W-B2 ランプソケット（固定側）外形図  
Fig. 6.5 W-B2 lamp socket.

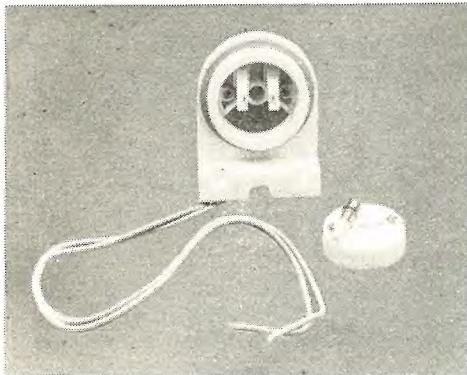


図 6.6 ランプソケットインターロック部分詳細図  
Fig. 6.6 Lamp socket interlock portion.

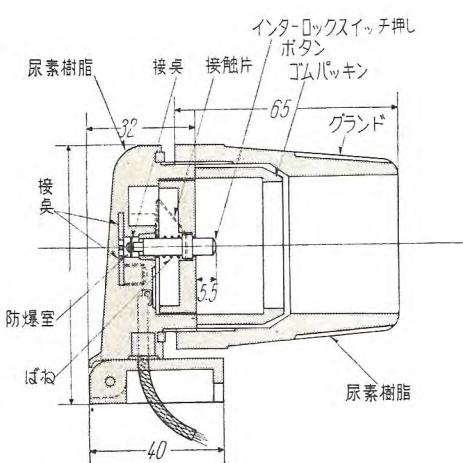


図 6.7 W-B ランプソケット断面図  
Fig. 6.7 Cross section of W-B lamp socket.

力に耐える）となっているので、内部爆発による誘爆がないとともにグロースタータ取はずしの際起るスパーク発生を防ぐため耐圧防爆構造のマイクロスイッチを付属しキャップ取はずし操作と連動して電源を切ってからグロースタータを取はずせる構造になっている。

#### 6.4 安定器

図 6.10, 6.11 に示すように温度ヒューズとグランドパッキンで錠締めされた口出線部分以外は通常の螢光灯のチョークコイルである。安定器の防爆上の問題となる点は巻線のレヤーショートによる加熱からコンパウンドが溶解し、終りにはケースを破壊して流出することによって点火源となる可能性である。

そこでこの安定器はケース内部に温度ヒューズを設けコンパウンドが一定温度に達すれば溶融切断して電源を切ることができるようにした。ただしグロースタータ回路であるから安定器の二次短絡電流 (0.53 A) 程度で溶融切断したりしないようにできていることはもちろんである。表 6.1 はこの安定器のケース表面の温度を電流をゆっくり増すことによって静かに上昇させて溶断電流を調査した表である。

#### 6.5 配光

前項に述べたとおりランプの陽光柱部分をソケットのグランドスリーブで或る程度深くおおったり保護カバーなどのために或る程度の全光束の低下はやむを得ないが反射板と透明アクリライトの採用により図 6.12 に示す

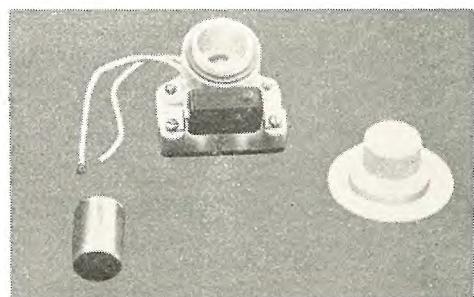


図 6.8 G-B40 グロースタータソケット外形図  
Fig. 6.8 G-B40 glow starter socket.

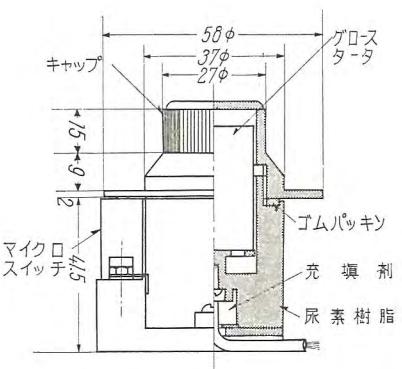


図 6.9 G-B40 グロースタータソケット断面図  
Fig. 6.9 Cross section of G-B40 glow starter socket.



図 6.10 FBC-B20 安定器外形図

Fig. 6.10 FBC-B20 ballast.

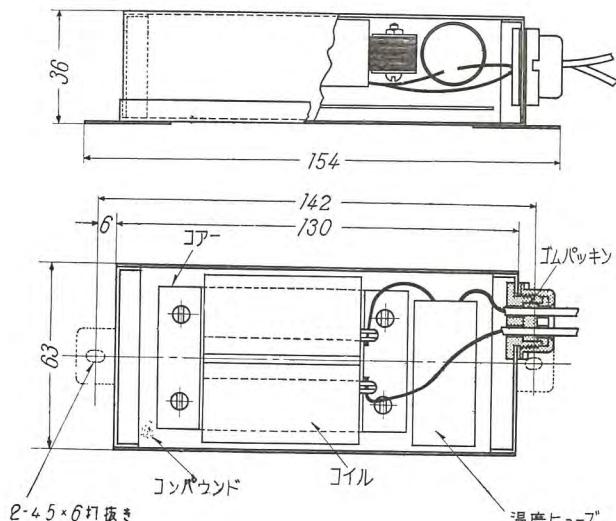


図 6.11 FBC-B20 断面図

Fig. 6.11 Cross section of FBC-B20.

表 6.1

| 経過時間<br>時 分 | ケース 温度 (°C) |      | 電 流(A) | 備 考      |
|-------------|-------------|------|--------|----------|
|             | A           | B    |        |          |
| 0           | 17          | 17   | 0.72   |          |
| 10          | 26          | 23   | "      |          |
| 20          | 33.5        | 30   | "      |          |
| 30          | 39          | 36   | "      |          |
| 40          | 44          | 41   | "      |          |
| 50          | 48          | 45   | "      |          |
| 1.15        | 55          | 50.3 | "      |          |
| 1.35        | 57          | 53   | 0.8    |          |
| 1.50        | 62          | 56   | 0.85   |          |
| 2.05        | 68          | 62   | 0.9    |          |
| 2.20        | 75          | 67   | 0.95   |          |
| 2.35        | 77          | 70   | 1.00   | ヒューズ溶断する |

ような比較的良い配光を示している。

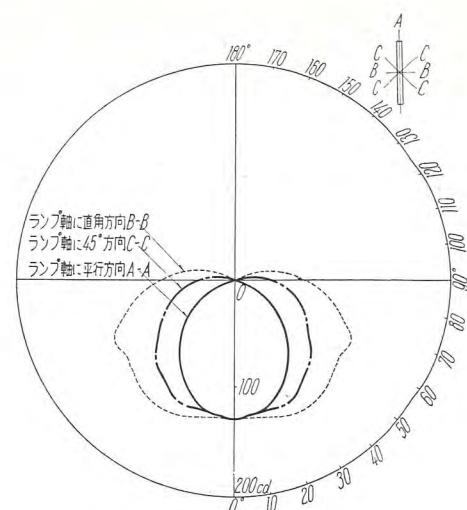


図 6.12 FP-B20 形螢光灯器具配光曲線

使用ランプ FL-B20×1 (950 lm×1)

Fig. 6.12 Light distribution curve of FP-20 fluorescent lighting fixture.

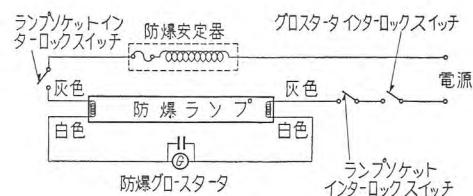


図 6.13 結線図

Fig. 6.13 Wiring diagram.

## 7. む す び

従来の防爆形照明器具は光源の破壊はすなわち引火と考えられ光源を機械的に保護する点に重点が置かれている。しかしこの案の防爆ランプはランプの破壊による引火がないため実質的には保護を必要としない画期的なランプである。

このランプを使用することによって、強度の安全性と軽量、安価な、防爆形螢光灯を完成することができた。今後坑内または爆発性ガスのある工場の照明による作業の合理化、安全に貢献できることと思う。最後に開発にあたり実験に協力下さった資源技術試験所兼平、守田技官に感謝の意を表する次第である。

# 螢光灯の高周波振動

大船工場 久保幸正\*・土井貞春\*

## High Frequency Oscillation of Fluorescent Lamps

Ofuna Factory Yukimasa KUBO · Sadaharu DOI

Countermeasures to the radio interference by high frequency oscillations of fluorescent lamps are seriously taken up in various quarters. The oscillations are of two types: anode oscillation and cathode oscillation, of which the latter has the effects predominantly on the radio communications. The cathode oscillation is divided into reignition oscillation and twin oscillation. The reignition is subdivided to first half oscillation and second half one, according to the differences of their waveforms, frequencies and effects of external conditions. The first half oscillation is due to transient phenomena of each half cycle, based on an intermittent mutual action between rapidly formed space charge layer and electron emitted from the cathode. The latter half oscillation is the same as the twin oscillation which is generated by a mutual action between mass motion of filling gas ions and space charge layer.

### 1. まえがき

近年における螢光灯の目ざましい普及発達とともに、それから発生する無線周波雑音、とくに放送波帯雑音による受信妨害が急激に増加するようになって、その妨害対策問題が各方面で取りあげられている。また一方その発生機構についての研究もさかんで、これらは螢光灯内部に発生する高周波振動の機構と対応させて研究がすすめられている。

この稿はこれらの研究成果を簡単に紹介するとともに、最近当大船工場で行った振動に関する実験結果を報告し、その機構に対する考察を加えるものである。

螢光灯の振動現象はその発生機構から陽極振動と陰極振動とに大別することができる。このうち無線周波雑音として重要なものは陰極振動によるものであって、陽極振動の寄与は非常に少ない。

陰極振動は一般に再点弧振動(reignition oscillation)と双子形振動(twin oscillation)とにわけられる。さらに再点弧振動は消弧振動(extinction oscillation)をともなう。

ところで螢光灯は水銀蒸気とアルゴンの混合気体中のアーケ放電である。したがって当然この放電過程中に発生する上記振動の機構は、それぞれに特有な放電形態として求めることができるであろう。すなわちこの種振動には放電空間中に存在する電子、水銀イオン、アルゴンイオン、その他不純物イオンあるいは、これらの励起原子、中性原子といったものが単独に、さらには相互の関連のもとに種々の形でそれぞれに関与していることは容易に想像される。しかし混合気体中の放電とくに振動源である電極部におけるこれら粒子の作用については定量的な考察に資するだけの詳細なデータがきわめて少ないので、現状では振動の定量的な解明は期しがたい。

しかしながらさらに定性的に検討をすすめる上には、

管内気体の状態を連続的に変化してみるのが一つの有効な研究手段である。たとえば周囲温度を広範囲にわたって変化する、あるいは封入希ガスの圧力を変える、さらにまた希ガスの種類を変えアルゴン以外のものを用いてみるとことなどは、より判然とした振動の像を得るのに効果がある。

この稿に示した実験結果はこのような意味のもとに、とくに点灯のままで希ガスの圧力を連続変化し、またアルゴン以外にクリプトンやネオンガスを使うことによって、おもに無線周波振動である陰極振動について検討し、それにおよぼす各種因子の影響を明確にしようとするとあるものである。

### 2. 再点弧振動

再点弧振動ならびに消弧振動は、螢光灯を交流で点灯するときに電流が反転して流れ始める半サイクルの始めと、そのサイクルの終りの部分に、すなわち放電の過渡状態においてそれぞれに発生する。この振動に関しては Culp<sup>(1)</sup>、三浦<sup>(2)</sup>、松田・大谷・板谷氏<sup>(4)</sup>などの詳細な研究報告がある。

#### 2.1 波 形

再点弧振動の発生状態は螢光灯の個々によってまた各種の条件により、さらには同一の螢光灯でもフライメント上の陰極点の状態によって異なる。したがってその波形も陰極点の特性により左右される。交流点灯における管電圧波形の立上がりの部分に見られる再点弧振動は図2.1に示すように一般に規則的な鋸歯状波形であるが、厳密には鋸歯状波形がひずんでいわゆるパルス状の波形に近づいたもの、あるいはまったく不規則なまた時間的にも不安定な fluctuation noise 形式の振動波形も観察される。螢光灯の点灯経歴にしたがい、その点灯初期、中期、そして寿命の末期によってこの振動波形はそれぞれ不規則なパルスの集団から規則的な鋸歯状波形

へと推移し、やがては消滅してしまうという経過をたどることがすでに報告されているが<sup>(4)</sup>、以下に指摘するような外部条件による影響もあって一概にいえないようであるが、大体においてこの傾向は強い。

波形から明らかなように再点弧振動は電流瞬時値の増加につれて振動の様相を異にしている。すなわち振動の始まる前半部と消滅する終りの後半部とでは周波数、振巾、さらに波形も異なる。筆者の観測結果によると、この振動のうち比較的低周波の前半部振動と高周波の後半部振動とでは外部条件による影響の受け方が明らかに異なることが認められた。これは両者が発生機構的に本質的に異なったものであることを示すものと考えられる。幸いこの後半部振動が消弧振動と対をなして生滅する実験例が報告されており<sup>(2)</sup>、さらにこの振動が双子形振動とまったく類似した性格を示すことからも、再点弧振動を前半部、後半部とそれぞれ区分して考えることは適切であると思われる。区分の境界は個々の場合で明確ではないが、一応の目安として振動波形から前半部振動は鋸歯状波に属するもの、後半部は近似的な正弦波を示すものと考えることができる。放電の過渡状態に固有な現象として再点弧振動を考える場合は、この前半部振動が本質的な振動であると思われる。

## 2.2 放電電流による影響

一定の回路インピーダンスに対して電源電圧を変化し、あるいは一定の電源電圧のもとに回路抵抗を変えて管電流を変化すると再点弧振動はその様子を変える。一例として 20W ランプで電圧波形の波頭部分をスケッチすれば図 2.2 に示すような変化を示す。まず 70mA では再点弧振動は消滅とみなし得る程度であるが 100mA では一部で振動の発生がみられるようになる。150mA になると電圧波形の立上がりの部分全体をおおう程度に発達し、200mA ではさらに陽極振動の近くまでのびてくる。この間に前半部の振動波形は電流増加とともに三角波状から鋸歯状波さらに次第に先のとがったいわゆるパルス状波形へと推移し、また周波数はやや減少の傾向を示す。

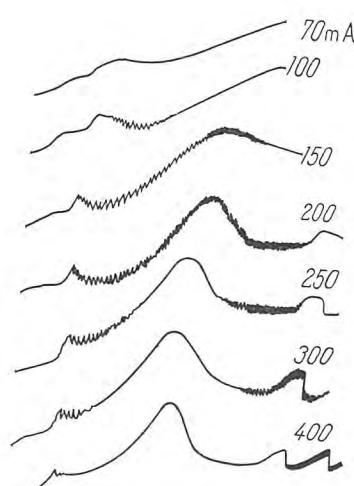


図 2.2 再点弧振動  
Fig. 2.2 Reignition oscillation.

螢光灯の高周波振動・久保・土井



図 2.1 再点弧振動波形  
Fig. 2.1 Waveform of reignition oscillation.

す。150mA で 80kc, 200mA で 60kc 程度であり、一方振動振巾は電流とともに増し、200mA で最大振巾 5V 程度である。

これに対して後半部振動は電流瞬時値の増加とともに周波数は増し、その波形も完全な正弦波に近づくが、管電流を増すにしたがい周波数、振巾ともに増加する。200mA の管電流で大体 300kc 程度である。さらに管電流を増し、250mA 近傍になると突然前半部、後半部の振動が分離し、管電流の増加にしたがい、陽極振動側へ移動し、それに重畠する。管電流とともに後半部振動の周波数は増大するのに対して前半部振動は振巾が減衰し、400mA に至るとわずかな小波を認めるにすぎなくなる。

再点弧振動の発生部分を CR 微分回路を通して観察すると前半部、後半部の性格が明了となり、250mA 以上で分離し、陽極振動側へ移行するものは、正弦波形の後半部振動に属するものだけである。分離後の状態では、後半部振動は双子形振動とまったく同一であり、またこの時の前半部振動はいくつかの単一パルスで現われる。

点灯初期の過程にある比較的新しい螢光灯で再点弧振動の前半部で random な振動を示すものの例では、この不規則不安定な部分と後半部の規則的な正弦波状のものとの間に、鋸歯状波の割に規則的な中間部が現われる場合がある。ラジオ雑音としての寄与は、後半部の正弦波状のものについてこの中間部振動が重要である。

## 2.3 端子コンデンサの影響

雑音防止用として一般に使用されているように、ランプに並列にコンデンサを挿入すると、再点弧振動は影響を受けるが、振動の前半部と後半部とではこの影響の受け方が全然異なる。すなわち適当なコンデンサ容量によって、後半部の双子振動形のものは消滅に近いほどに減衰するが、前半部の鋸歯状波振動は急激に振巾を増すが周波数は低下する。微分回路を通して観察すると、コンデンサの影響は、前半部振動に対しては有意差が認められず、ただ後半部振動に対してだけ顕著である。したがって雑音強度の点からは、後半部振動の激減から雑音抑制の効果は十分であるといえる。

コンデンサ容量を増し、0.01  $\mu$ F 程度にすると、前半部振動の振巾も小さくなる。後半部振動は完全に消失する。さらに 0.04  $\mu$ F くらいになると前半部振動もなくなりかけるが、これ以上の容量では、管電圧波形自体が顕著に変ってくるので、吟味の対象にはもはや不適当となる。

図 2.3 は端子コンデンサ容量を 0.006, 0.01, 0.045  $\mu$ F とえらんだときの振動波形の変化を示す例である。

## 2.4 磁場の影響

再点弧振動が電極の近くでランプの管軸に直角に加えた磁場により影響を受けることはすでに報告がある<sup>(4)</sup>。Culp 氏が指摘するように<sup>(1)</sup> 再点弧振動が陰極直前の過渡的な負グローの発生と関係づけられるものならば、この振動が磁場による影響を受けるのは当然であろう。

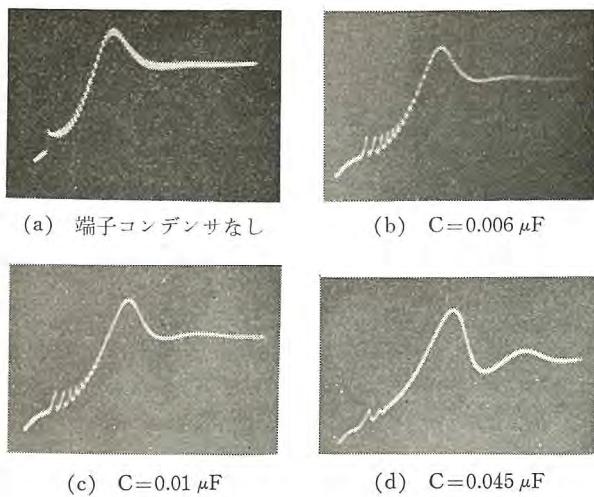


図 2.3 再点弧振動における端子コンデンサの影響

Fig. 2.3 Effect of terminal condenser in reignition oscillation.

この場合、磁場の方向に対してフィラメント上陰極点の方位が問題になる。表 2.1 は実験結果の一例で、紙面に反対方向の放電電流 (I) に対してフィラメント上陰極点 (S) の位置と磁場の方向および強さ (H) の組合せを、種々にした場合に、再点弧振動の前半部振動と後半部振動とが分離する限界の電流値を表わすものである。磁場がないときの分離限界電流が 300 mA であったのに対し、磁場をかけることによってそれぞれ限界電流値は増している。フィラメントが二重コイル構造のものであるから、陰極点の形成状態も複雑で、この結果だけから一義的な結論は望めないが、実験範囲では、磁場により振動の発生は助長されるのがみられる。すなわち磁場により前半部振動はあまり変わらないが、後半部振動は振巾増大の傾向があり、また振動周波数は前半部、後半部振動ともに幾分増加した。

磁場が強くなると波形が変化し、後半部振動の正弦波形のものが鋸歯状波形に、また前半部振動の鋸歯状波は

表 2.1 電極近傍磁場による影響

| 磁場方位 | 100 gauss |    | 300 gauss |     |
|------|-----------|----|-----------|-----|
|      | 分離限界電流    | 波形 | 分離限界電流    | 波形  |
|      | 400 mA    |    | 520 mA    | ひずみ |
|      | 360       |    | 480       | 〃   |
|      | 360       |    | 480       | 〃   |
|      | 400       |    | 490       | 〃   |
| 磁場なし | 300       |    |           |     |

表 2.2 再点弧振動の温度特性

| 槽内温度 (°C) | 前段部振動    |        | 中段部振動    |        | 後段部振動    |        | 前後半部分離電流 (mA) |
|-----------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|---------------|
|           | 周波数 (kc) | 振巾 (V) | 周波数 (kc) | 振巾 (V) | 周波数 (kc) | 振巾 (V) |               |
| 26        | 21       | 4.2    | 40       | 5.0    | 300      | 2.0    | 330           |
| 20        | 21       | 5.2    | 44       | 4.6    | 〃        | 〃      | 380           |
| 15        | 46       | 5.4    | 56       | 4.1    | 〃        | 〃      | 480           |
| 10        | 56       | 4.4    | 100      | 2.8    | 〃        | 〃      | 700以上         |
| 5         | 67       | 4.2    | 100      | 2.8    | 〃        | 〃      | 〃             |
| 0         | 100      | 4.2    | 100      | 2.4    | 〃        | 〃      | 〃             |
| -5        | 100      | 4.0    | 100      | 2.4    | 〃        | 〃      | 〃             |

小突起のあるひずみ波形となつた。

## 2.5 周囲温度の影響

蛍光灯を  $-20^{\circ}\text{C}$  まで可変の恒温槽で点灯し、再点弧振動の温度特性を観測し

た。表 2.2 は結果の一例で、ブラウン管上の管電圧波頭部分に便宜上、前、中、後段の観測点をつけ、その点における再点弧振動の模様を読みとったもので、管電流は 300 mA 一定の場合である。

温度を  $0^{\circ}\text{C}$  以下に下げるとき管電圧波形自体に顕著な変化がみられる。したがって再点弧振動の特性を検討する上には不都合となるので、測定は  $-5^{\circ}\text{C}$  でとどめた。前段部、中段部の振動は鋸歯状波形で、周囲温度の低下とともに振動周波数は高くなる。とくに前段部振動の周波数増加率は低温になるほど大きく、 $0^{\circ}\text{C}$  近くでは、中段部振動周波数と同じ程度になる。振動振巾は温度低下で幾分減少する傾向を示すが、 $-5^{\circ}\text{C}$  まで消滅することはない。後段部振動は正弦波形で、温度変化に対しては振動周波数、振巾ともに変化を受けない。これは後述するように双子形振動の温度特性を示すものである。鋸歯状波形の前半部振動と正弦波形の後半部振動とが分離する限界電流値は温度低下とともに増す。また  $10^{\circ}\text{C}$  以下の低温では、100~270 mA の電流範囲で前段部、中段部の鋸歯状波形が変化する。

## 2.6 封入ガス圧の影響

蛍光灯に封入するアルゴンガスの圧力を、ランプの点灯中に連続的に変化し再点弧振動を観察した。アルゴン圧力を 1.5~7 mm Hg の範囲で変化したとき、圧力の増加とともに前半鋸歯状波振動の発生する位相範囲が狭くなり、また周波数が増す。すなわち、振動はあたかも波頭部のより前段に押し縮められたような様子を示す。5 mm Hg 以上では波形も変り、次第に不規則な Fluctuation noise 形の振動に変るのが認められ、振動振巾も急速に減衰する。後半部振動に対するガス圧変化の影響は後述の双子形振動の特性とまったく一致する。図 2.4 は実測結果の一部である。

## 2.7 他の封入ガスの場合

封入ガスとしてアルゴンの代りにクリプトン、ネオンを用いた場合についても、同様に再点弧振動が観察される。

### (1) クリプトン封入の場合

再点弧振動が鋸歯状波形の前半部振動と正弦波形の後

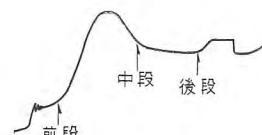


表 2.2 付図

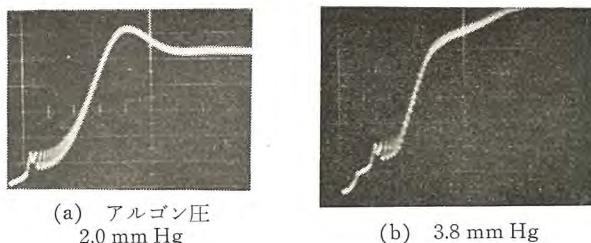
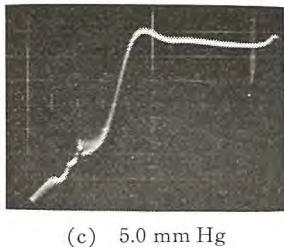


図 2.4  
再点弧振動における  
アルゴン圧の影響

Fig. 2.4  
Effect of argon pressure in  
reignition oscillation.



(c) 5.0 mm Hg

半部振動とに区分されることは、アルゴンの場合とまったく同様であり、その他、放電電流に対する振動の諸特性や振動波形もアルゴンのそれと大差はない。ただ特長的なことは、図2.5のスケッチ図で示すように、圧力を下げたときに、振動の発生が波頭波形の“断層”<sup>(4)</sup>から位相的な遅れをもってみられることである。しかしながら圧力を増していくれば、この遅れも次第に小さくなり、また振動周波数も増していく。

## (2) ネオン封入の場合

ネオン封入の場合も、振動の傾向はアルゴン、クリプトンの場合と同一である。図2.6はこの場合の振動模様の一例で、図2.7は前半部、後半部振動が分離した後のそれぞれの様子を示す。ネオン封入の場合に特有なことは、この振動が、点灯後の比較的短時間のうちに変化することである。とくに後半部の高周波振動は、ほとんど自然消滅する。これは、ネオン封入管に特有な陰極グローの形成過程と関係があると考えられる。振動の消滅したものは一たん消灯して電極部を冷やして後再点灯すれば、ふたたび振動の発生が容易に観察される。

## 2.8 再点弧振動に対する考察

再点弧振動について以上おもに電流、端子コンデンサ、磁場、周囲温度、封入希ガスについて各因子の影響を観察した。これらの結果から明らかとなつたことは、各因子によるまったく対照的な影響の受け方から、再点弧振動をその振動波形から大別して鋸歯状波形で代表される前半部振動と正弦波形の後半部振動とにわけて考え、また、両者の発生機構も全然別の形に求めるべきであるということである。

後半部振動は、管電流に対してその発生する位相の関係から、また周囲温度、封入ガス圧の影響などから双子形振動と同一であるとみなして十分であり、その発生機構も同じ模型が考えられるであろう。

前半部振動が、いわゆる放電の過渡現象に基く振動であろう。Culp 氏はストロボおよび回転鏡を使用して観察し、再点弧振動を負グローの発生と関係づけた。すなわち電流が反転した直後に陰極前に負グローが発生し、

図 2.5  
再点弧振動に対するクリプトン封入圧の影響

Fig. 2.5  
Effect of krypton pressure to reignition oscillation.

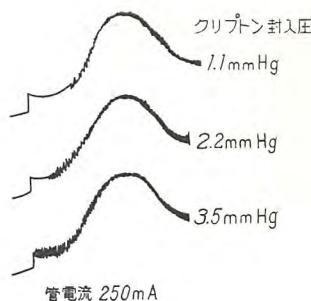
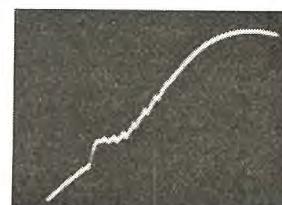
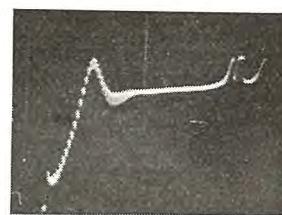
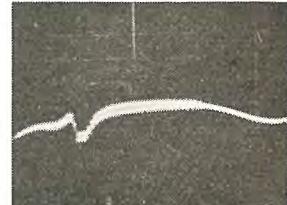


図 2.6 ネオン封入ランプの再点弧振動

Fig. 2.6 Reignition oscillation of neon filled lamp.



(a) 前半部振動



(b) 後半部振動

図 2.7 ネオン封入ランプの再点弧振動  
Fig. 2.7 Reignition oscillation of neon filled lamp.

これが陰極と接触するとき再点弧振動が発生するのがみられたことから、各半サイクルの始めの急激な空間電荷層の形成をもって再点弧振動の原因とした。

陰極前面にできた過渡的な電位の谷に空間電荷層が形成され、これが陰極からの放射電子の作用と相関連して時間的、空間的に間歇的な変化をするであろう。したがって振動波形を決定するものとして、空間電荷層の形成過程と、陰極の電子放射の時間的空間的な相互作用とが考えられる。振動の温度特性とガス圧の効果から、空間電荷層の形成にあずかるものは、水銀あるいはアルゴンといった単粒子ではなく、それらの共存された状態であろう。或る外部条件において、たとえば周囲温度を低温にしたときに、おもに前半部、後半部振動の中間部に小突起のある不規則波形がみられる場合がある。この小突起であらわれる特殊部分が、ガスイオンあるいは陰極物質からの飛散金属イオンなどの単粒子の作用によるものであろう。

## 3. 双子形振動

双子形振動は半サイクル中にその中心に对称的な位置に對になって発生し、この振動があらわれるときの雑音出力がとくに放送波帶においてきわめて大きくなることが、まず Steele 氏によって報告された<sup>(3)</sup>。

双子形振動は、前の再点弧振動ほどには一般的ではなく、概して新しいランプよりも長時間点灯したものが多いといわれているが、陰極フィラメントの構造や封入ガ

ス圧その他によって人為的に振動発生を容易にすることができる。

また振動の発生するランプについては、その生起に対して管電流に限界領域がある。この領域はフィラメント上陰極輝点の性能並びに封入ガス圧によって決まる。図3.1はアルゴン封入圧力と放電電流に対して振動の発生する所在を示す。閉曲線の内部が振動の存在する領域であり、閉曲線上が振動の発生消滅の限界を示す。ランプ個々により、また陰極点の性能に対応してこの閉曲線の形が異なり、閉曲線に囲まれた面積の大きいランプほど、振動の発生が容易である。

図3.1に示された電流値の条件からわかるように、交流波形ではランプ個々によって、また電源電圧の変化により、半サイクル中に発生する振動の様相が変り、対称的な一対の振動が半サイクルの中央で重なり合ったもの、上述の再点弧振動の後半部振動としてあらわれるもの、あるいは全半サイクルにわたって発生するものなどいろいろの場合がみられる。

この双子形振動は電流の増加とともに周波数を増し、その波形は正弦波に近く規則的である。

また双子形振動は直流点灯の場合には高周波振動としてあらわれ、その特性は交流点灯の場合と同じである。直流点灯すれば再点弧振動が除かれ、陽極振動とこの高周波振動との二振動になる。陽極振動は、この高周波振動を変調するので高周波振動特性の観測には、誤差をつくる原因として介入するので、適当な防止法<sup>(5)</sup>で除去すれば、あとは高周波振動だけとなって、その特性の探究にはきわめてつどうがよい。

以下は、上の意味から、おもに直流点灯による高周波振動について検討し、これをもって双子形振動の解析とする。

### 3.1 周波数強度特性

直流点灯でみられる双子形振動は放電電流で決まる単

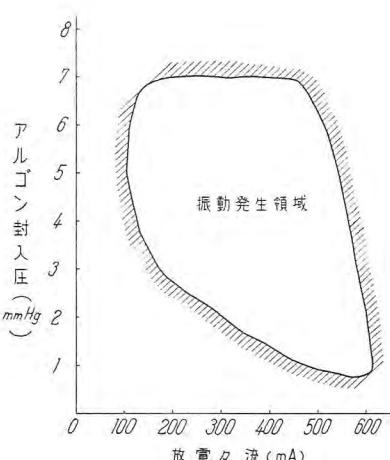


図3.1 放電電流およびアルゴン封入圧に対する振動の所在

Fig. 3.1 Oscillation region for discharge current and argon filling pressure.

一周波数の振動であり、その振動波形は近似的な正弦波である。

周波数特性は図3.2に示すように、両対数グラフで勾配がほぼ1/2の直線となる。すなわち、振動周波数は放電電流の1/2乗に比例する。この関係はプラズマイオン振動と定性的には合致する。

振動強度は、放電電流の増加とともに最初増加するが、ある電流値以上ではかえって減少し、そこに一つの山をつくる。ランプの管軸に沿って数ヵ所に挿入された探針により測定すれば、陰極部、陽光柱、および陽極部のすべての放電空間において振動強度は変わらないことがわかる。

### 3.2 振動の発生条件

高周波振動の発生条件と考えられる因子を以下に列挙してみる。

#### (1) 陰極前面の加速電界

振動の生起には、陰極輝点が結ばれるフィラメント上の位置が問題で、その場所のいかにより振動は発生したり、しなかったりする。このような陰極輝点の状態が振動を完全に支配する事実を説明するに振動発生の必要条件として、陰極点での局部的な加速電界の存在がひき出される<sup>(4)(5)</sup>。加速電界が形成される可能性は、つぎのように考えられる。すなわち、フィラメント上酸化物被膜の消散やフィラメントの幾何学的構造によって電極表面に作られた大小さまざまの穴(hollow)や隙間(pore)が、電界をひずませ、そこに局部電界をつくる。また強い正イオン衝撃は局部的に酸化物に化学的変化を与え、その仕事関数の差による接触電位差をつくり、これがまた局部電界(patch)を生ずる。このようにしてできた局部電界が電子に対する加速電界として作用する。

こうして準備された加速電界は高速電子を生み、この電子が振動発生に重要な役割を果すものであると考えられるが、実験でも、振動が発生している場合にこの高速電子が存在することは、陰極近傍での探針特性の測定から確められる。また傍熱形陰極のような陰極前面が弱電界のものでは振動の発生がみられないという報告<sup>(4)</sup>や、ランプの高周波インピーダンス特性の測定から加速電界の存在が確認されたという報告もなされている<sup>(6)</sup>。またとくに局部電界を作りやすい構造のフィラメントを使用すれば、振動の発生が容易にみられる実験例も、すべて上の考えを支持している。

#### (2) アルゴン封入圧の影響

ランプを点灯しながら連続的にアルゴンガス圧を変化し、放電電流との間に振動の所在を調べた。図3.3にみるように、振動の発生には、アルゴン圧に上限値、下限

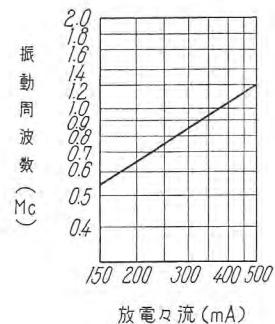


図3.2 周波数特性

Fig. 3.2 Frequency characteristic.

値がそれぞれ 7~8 mm Hg および 1 mm Hg 付近にあるが、この近傍では、すでに放電自体が不安定である。ガス圧に対するこの閉曲線の関係は多分に再現性がある。

振動発生領域の限界値は、ガス圧の上昇とともに、放電電流の小さい方へ移動している。図 3.3 に記した A, B, C, D のような放電電流とガス圧の上限、下限の限界領域近傍では、例外であるが、図 3.4 に示すように振動の発生消滅の境界点は、放電電流  $I_c$  と気圧  $P$  との間に

$$I_c \propto 1/P$$

なる関係をもって変化している。

図 3.3 の限界領域内部に示した等高度曲線は、振動強度をブラウン管の振れから測定して等強度曲線としてあらわしたものである。これに対応した周波数特性は、図 3.5 に示される。

### (3) 温度特性

表 2.2 で再点弧振動の後半部振動が、温度の変化に無関係であることを示した。さらに、広範囲に  $-40^{\circ}\text{C}$  まで温度を下げる、振動の周波数特性は平らである。 $-30^{\circ}\text{C}$  以下の水銀の蒸気圧は  $10^{-5}$  mm Hg 以下であるから、この状態では、放電はおもにアルゴンに基く。それにもかかわらず、振動特性が変化しないという事実

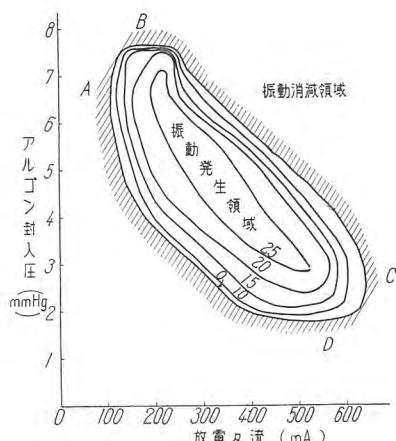


図 3.3 アルゴン封入圧の影響

Fig. 3.3 Effect of argon filling pressure.

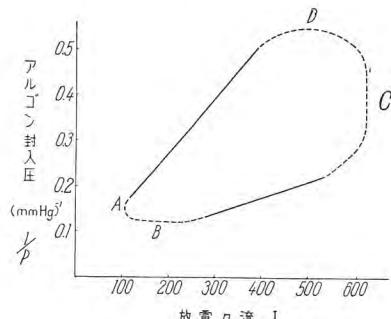


図 3.4 振動発生限界曲線におけるアルゴン封入圧と放電電流との関係

Fig. 3.4 Relation between argon filling pressure and discharge current on limit curve of oscillation generation.

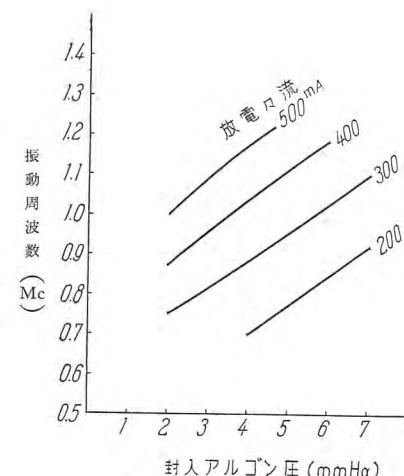


図 3.5 周波数特性

Fig. 3.5 Frequency characteristic.

は、この振動にはアルゴンが重要な役を果している証拠を提供するものと考えられる<sup>(5)</sup>。

### (4) プラズマ境界

高周波振動に対するプラズマ境界の問題を扱った研究も多い。松田氏など<sup>(4)</sup>は、図 3.6 の回路で実験を行い興味ある結果をだしている。すなわち、陰極とその付近のランプ外壁に巻いた外部導体とを直接または容量で接続すれば振動を助長し、インダクタンスで接続すれば抑制する。またランプの高周波インピーダンスを測定して振動の発生するランプに特有なインピーダンス特性があることも報告されている。

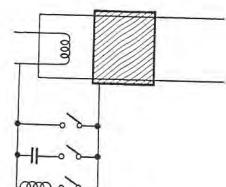


図 3.6  
外部導体の実験回路

Fig. 3.6  
Test circuit of exterior conductor.

### 3.3 他の封入ガスの場合

#### (1) クリプトン封入の場合

アルゴンの代りに、クリプトンガスを封入したランプについて、同様に振動を観測した場合もまったくアルゴンの場合と類似し、両者の間には測定精度内での有意差は認められなかった。図 3.7 は周波数特性の一例で、図 3.8 はガス圧、放電電流に対する振動の所在および強度の関係を示すものである。

#### (2) ネオン封入の場合

ネオンガス封入ランプを交流点灯した場合には、図 3.9 に示すように双子形振動の発生が認められた。その振動波形は正弦波で、アルゴン、クリプトンの場合と異なるところはない。ところが、直流点灯では、この振動の発生はみられなかった。また、交流点灯の場合でも、点灯後比較的短時間のうちに、この振動は自然消滅してしまう。これらは、ネオン封入ランプに特有な現象である。おそらく、アルゴン、クリプトンに比較して、非常に高い陰極降下のために、陰極点周囲にできるイオン化やが安定な厚いものとなって、これが振動の伝播を遮蔽し、減衰させるものと考えられる。直流点灯ではとくに

この遮蔽効果が強く、外部的な振動の検出を妨げているものと思われる。

### 3.4 分光特性

アルゴン、クリプトン、ネオンのそれぞれの封入ランプについて、振動の有無の場合に留意して、スペクトル写真を撮った。解析の結果、明らかとなつた事項は、

(1) アルゴン、クリプトンとともに、振動の有無に対して顕著な特性は認められなかつた。

(2) アルゴン、クリプトン、ネオン入りランプのそれぞれに共通して  $3,932\text{ \AA}$ ,  $3,968\text{ \AA}$  のスペクトル線が認められた。これは陰極酸化物のアルカリ金属イオンの線と思われる。

(3) したがつてスペクトル写真解析から、振動発生の媒体として希ガスイオンと断定するのは疑問である。

### 3.5 双子形振動に関する考察

双子形振動に対する封入ガスの影響が、以上の検討で明確になつた。振動の発生には、封入ガスイオンが重要な役割をつとめていることがわかる。しかしながら、封入ガスの種類によってはこの振動特性は有意差が認められなかつたことは興味ある事実である。すなわち、振動の発生には封入ガスの作用が不可欠であつても、それから伝播されて実測にかかる振動は、もはやガス自体の特質には無関係である。このことは、プラズマ境界の問題とあわせ考えるべきであることを示唆するものである。

双子形振動の発生機構は、イオン運動と放電空間電荷層のこのような相互作用に求められると思われる。ネオン封入ランプでの振動特性は、またこの考え方を支持すると考えられる。

## 4. む す び

以上螢光灯雑音の原因である再点弧振動と双子形振動について、それぞれの振動に影響をおよぼす各種因子を検討し、その発生機構の考察に触れた。

発生機構の模型としては、定性的につぎのように考えられる。

(1) 再点弧振動は、各半サイクル始めに急激に形成された空間電荷層と、陰極からの放射電子の相互作用である。空間電荷層の形成は、単独な電荷粒子のふるまいによるものではなく、各種粒子の共存により行われる。

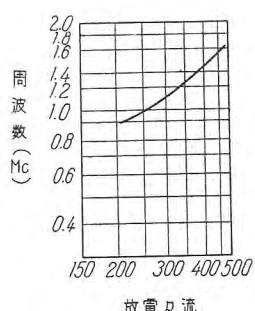


図 3.7 周波数特性  
Fig. 3.7 Frequency characteristic.

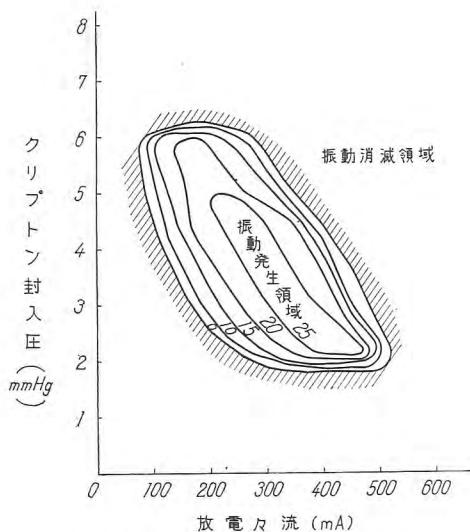
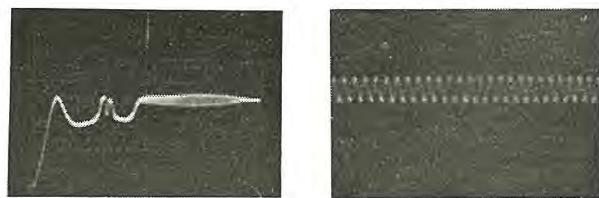


図 3.8 クリプトン封入圧の影響  
Fig. 3.8 Effect of krypton filled pressure.



(a)



(b) (a) の拡大図

図 3.9 ネオン封入ランプにおける双子形振動  
Fig. 3.9 Twin oscillation of neon filled lamp.

(2) 双子形振動は、封入ガスのイオン運動と放電空間電荷層との相互作用に基く。

しかしながら、以上の検討はあくまで定性的な領域に終止している。振動の発生機構は、まさしく混合気体放電の本質に触れるものであることをここに痛感する。捲土重來して、定量的な検討にすすみたいと思う。

筆をおくにあたり、参考にさせていただいた文献の著者に深甚の謝意を表する。また、たえずご指導をたまわった山本管球課長、実験にご協力下さった米倉氏に深く謝意を表するしだいである。

## 参 考 文 献

- (1) J. W. Culp: Ill Eng. 46 (1952) 37.
- (2) 三浦: 照学誌 38 (昭 29) 395.
- (3) H. L. Steele: Ill Eng. 49 (1954) 349.
- (4) 松田・大谷・板谷: 照学誌 40 502 (昭 31).
- (5) 坊・土井・竹山: 照学誌 42 61 (昭 33).
- (6) 大谷・板谷・南・小山: 昭 33 電連大予稿.

# 螢光水銀灯によるテニスコートの照明

本社 上川忠夫\*  
研究所 立原芳彦\*\*・栗津健三\*\*\*

## Lighting a Tennis Court with Fluorescent Mercury Lamps

Head Office  
Engineering Laboratory

Tadao KAMIKAWA  
Yoshihiko TACHIHARA・Kenzō AWAZU

Lighting for base ball ground—popularly called nighter arrangement—has been accomplished by the use of large capacity incandescent lamps. The advent of mercury lamps is now changing the technique of such illumination as for playground, but these new light sources has demerits as well as merits. Mitsubishi HF-1000-A fluorescent mercury lamps have been, for the first time, applied to the lighting of tennis court and marked success has been achieved. Sixteen units are employed and average horizontal luminous intensity of 340lx is available with color of light favorable to the players.

### 1. まえがき

当社伊丹製作所および名古屋製作所付属テニスコートの照明に螢光水銀灯を使用することを試みた。スポーツのナイト照明に水銀灯を使用することは、野球場において白熱電球と併用した例はよく知られており、またプールの水中照明には久留米市プールおよびオリンピックプールにおいて、反射形の水銀灯が用いられている。テニスコートは従来白熱電球による場合がほとんどであり、螢光水銀灯を用いたのはこれが最初と思う。

伊丹製作所における例はすでに一部紹介したが、本年4月完成された名古屋製作所における例について詳しく述べる。

### 2. 光 源

水銀灯が普及する以前、スポーツのナイトは、すべて大容量の白熱電球が使用されていた。白熱電球では、いかにも夜の感じが強く、夏期はとくに暑苦しいため、最近の野球場では、水銀灯を併用する傾向にある。しかしこの場合、その光度、光柱角などをうまく調整しないと見苦しい光色の斑ができる。光色の良好な水銀灯ならばそれだけを使用した方がよい。

普通の水銀灯（高圧水銀灯）で照明すると、その青緑がかかった光色のために、プレーヤの肌色がきたなく見え好ましくないから、必ず螢光体で色補正した螢光水銀灯を使うべきである。

三菱 HF-1000-A 形螢光水銀灯の色調はプレーヤおよび観客の感じもよく、白熱電球の約3倍の高能率を有するところから、少ない消費電力で高い照度が得られた。また長寿命であるから維持費も少なくてすむなどいろいろの利点がある。ただ一つの問題はフリッカの点であるが、これは三相配線方式を探ることにより完全に解決さ

表 2.1 三菱螢光水銀灯 HF-1000-A の定格

| ランプ力    | ランプ電圧 | ランプ電流 | 全光束      | ランプ効率  | 点灯方向 | 平均寿命    |
|---------|-------|-------|----------|--------|------|---------|
| 1,000 W | 130 V | 8.2 A | 55,000lm | 55lm/W | 任意   | 6,000時間 |

れた。そして夕方から夜に移行するときほとんど意識せずに快適なプレーが続けられる。

### 3. 照明器具

テニスコート用の投光器は、水銀灯も白熱電球と同様に光柱角の広いものが望ましい。光源からの被照距離も短かく、ポールも 10m 前後と低いため、ビームの開きが 100 度以上のオープンタイプの投光器が使用されている。前面をガラスでおおったエンクローズタイプの投光器 (GP 形) を使用するときも、もっともビーム角度の大きい 70~100 度のものを使用する。

今回は諸種の事情から、MH-1001 形器具 (図 3.1) を使用したが、ランプ直下付近の照度を押え、遠方を広く明るくするためには、図 3.2 のような配光曲線を有するものが望ましい。

いずれの場合でも反射面はアルミニウム電解研磨のすぐれた反射効率を持った

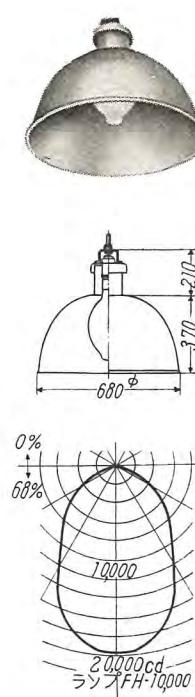


図 3.1 MH-1001 形器具および配光曲線  
Fig. 3.1 Type MH-1001 lighting fixture and light distribution curve.

ものでなくてはならぬ  
防全完はトッケソ。い  
水としスプリング形の  
ものがよい。

このようにオープン  
タイプの投光器を使用  
するときは、雨水のか  
かることがあるから、  
ランプは硬質ガラス製  
のアウターバルブのもの  
で、安定器も屋外用  
を使用する。

#### 4. ランプの配置と 数量

コートはアンツーカ

2面で正規のもの。一方はコンクリート塀、2方は金網  
で他の一方は開放されている。ランプの配置は両側に8m  
ポール4本をおき、各3個、前後の中心に10mポール  
2本に各2個の、HF-1000-Aを取り付けた。図4.1に  
ランプの取付け角および個数が詳細に示してある。

両側に重点をおいたのは、ポールのスピードが速く、  
変化の多いボレーをしやすいように、また前後のポール  
をやや高くして、ロブまたはスマッシュの際、光が眼に  
はいりにくくないようにした。

NEMAの推奨方式は図4.2のようである。ただし  
これは1,500Wの白熱電球を光源としたもので、1kW  
蛍光水銀灯を使用すると、この1/3の容量で十分である。

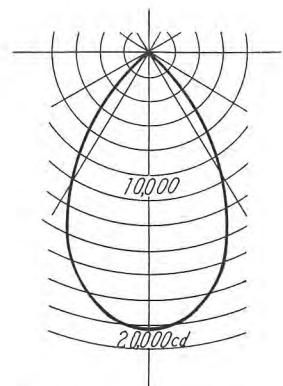
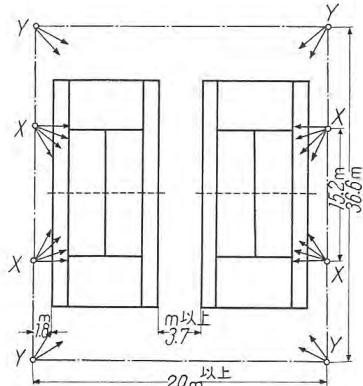


図3.2 テニスコート用として望ましい器具の配光曲線  
Fig. 3.2 Light distribution curve desirable for tennis court lighting.



| クラス | ポール数 | 投光器 |        | ポール高さ(m) | ポール別ランプ数 |   | ランプ形(kW) | 所要電力(kW) |
|-----|------|-----|--------|----------|----------|---|----------|----------|
|     |      | 形   | 開き角(度) |          | X        | Y |          |          |
| 中級  | 8    | 密閉  | 70~100 | 10       | 4        | 2 | 24       | 1.5 36   |
|     |      | 開放  | 100以上  |          | 5        | 3 | 32       | 1.5 48   |

図4.2 NEMA 推奨の白熱灯によるテニスコート照明  
Fig. 4.2 Lighting for tennis court with incandescent lamps recommended by NEMA.

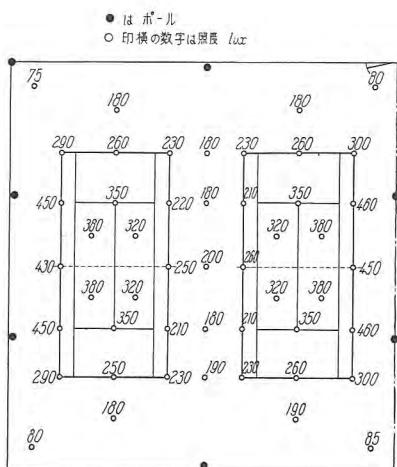


図5.1 名古屋製作所テニスコートの照度分布(実測値)  
Fig. 5.1 Luminous intensity distribution of tennis court at Nagoya Works.

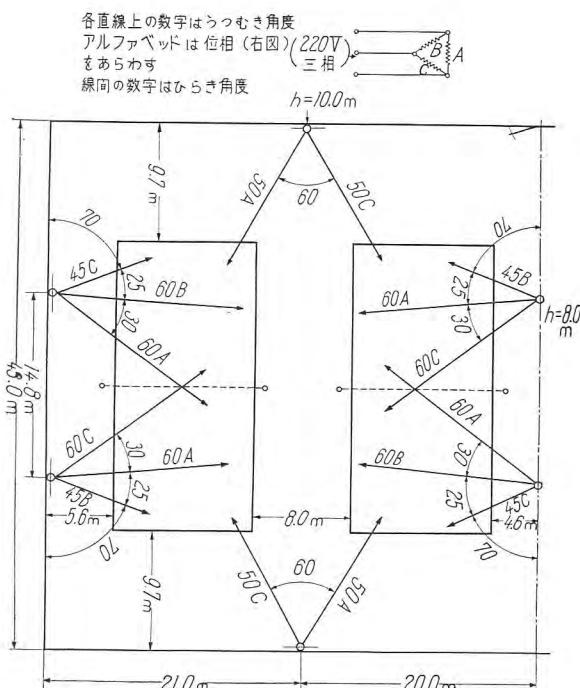


図4.1 テニスコート(2面) 照明設計図 (1kW 融光水銀灯 16灯)

Fig. 4.1 Tennis court illumination design.

#### 5. 照度

テニスコートの照度は、クラブで200lx、リクリエーションで100lxがNEMAで規定されているが、最近野球場が次第に照度を上げ800~1,000lxといじりをしているように、テニスにおいても最低200lxは確保したい。またコート面においては水平照度として現われるが、プレーヤが必要なのは鉛直面照度であるため、投光器の指向に留意すべきである。コート面照度の実測値を図5.1に示す。照度分布は最大照度対最小照度の比が3:1をこえないことが望ましいとされている。コート内における値は460lx対210lxで約2.2:1となっており、適当であることがわかる。このことは図5.2の全景写真によっても大体の見当はつく。プレーヤにはコート内での明るさの差は全然感じられない。

## 正 誤 表

Vol. 32 No. 9 「照明特集号」のうち誤を下記のように訂正いたします。

| ページ | 行        | 誤          | 正          |
|-----|----------|------------|------------|
| 64  | 左側上から2行目 | 防全完はトッケソ・い | い・ソケットは完全防 |



図 5.2 テニスコート全面  
Fig. 5.2 Whole view of tennis court.



図 5.3 コート背面より  
Fig. 5.3 Court viewed from the back.



図 5.4 コート側面より  
Fig. 5.4 Court viewed from the side.

螢光水銀灯を用いたことは別の意味でも好ましい効果を与えていている。すなわち、アンツーカの赤褐色と、周囲の樹木の緑色がはえ、コートの白いライン、プレーヤーの白いユニフォームとの対比が美しい。

## 6. フリッカの問題

螢光水銀灯は、その光束の大部分を水銀放電に依存しているため、フリッカを避け得られない。プレーヤーはほとんどの場合、ボールの進行方向に位置しているためそれほど意識しないが、速い打球に対しては判断を誤ることがある。

この点に関して電源を 220 V, 三相配線方式を採り大体同一の被照面に対しては、必ず別の位相の光が届くようとした。(図 4.1 参照) これによって横位置から見てもフリッカはまったく感じられず快適にプレーができる。

## 7. む す び

螢光水銀灯を用いたテニスコートナイト設備の実施例を従来の白熱電球を用いた場合と比較して述べた。要約すると

1. 消費電力が少なく高い照度が得られる。
2. 色調が美しい。
3. ランプ数が少ないため、ポールおよび反射がさが少なくてすむ。(ただし別に安定器は必要である)。
4. フリッカは三相配線方式により完全に解決された。



図 5.5 コートの一部およびポール  
Fig. 5.5 Part of court and pole.

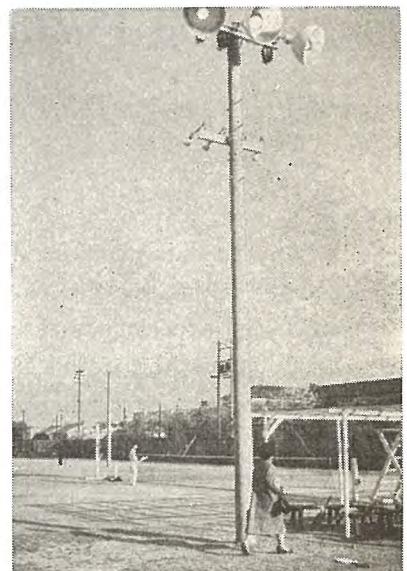


図 5.6 ポール(側面)およびランプ  
Fig. 5.6 Pole and lamps.

今回実施したものは社内のリクリエーションを対象としたものであり、いろいろの事情から、必ずしも十分とはいえないが、プレーヤーとしては快適なテニスが楽しめる。また、明るさの点では一流の選手が使用されても満足していただけるものと信ずる次第である。

終りにテニスコートナイト設備の実現にご尽力いただいた名古屋製作所、小倉総務部長、金子品質管理課長、山守工程係長の各位に厚く御礼申し上げる。

## 参 考 文 献

- (1) 照明学会雑誌 Vol. 40, 1 (1957).
- (2) 照明のデータブック。
- (3) Westinghouse Lighting Hand Book (1957).
- (4) I. E. S. Current Recommended Practice for Sports Lighting (1952).

# 螢光健康灯による佝僂病予防の至適照射値および全実験動物の病理解剖学的所見およびその眼に対する影響に関する実験的研究

東京医科大学衛生学公衆衛生学教室 赤塚京治\*・宮沢寿一郎\*\*・足立 健\*\*\*・藤村敏行\*\*\*  
三菱電機株式会社本社 小堀富次雄\*\*\*

## Experimental Studies on the Fluorescent Sun Lamp in View of Determination of the Optimum Irradiation Value for the Prevention of Rickets with Special Reference to Pathological Findings and Its Effect on the Eyes.

Tokyo Medical College

Keiji AKATSUKA・Juichiro MIYAZAWA・

Head Office

Ken ADACHI・Toshiyuki FUJIMURA

Fujio KOBORI

Experiments made on the prevention and treatment of rickets by the irradiation of fluorescent sun lamps revealed excellent results, of which a report was made public in Vol. 30, No. 3, 1956. The experiments resumed thereafter to find out the optimum irradiation value of the lamp on white rats, the period extending over a number of weeks. As a result, it has been verified that the optimum irradiation is approximately one hour a day at the distance of 5 meters or 20 minutes a day at the distance of 2.5 meters. Ill effects on the eyes of animals were proved none in the experiment conducted on rabbits with the irradiation to the extent described above.

### 1. まえがき

さきに螢光健康灯による佝僂病の予防および治療に関する実験的研究を行いそのすぐれた効果につき本誌Vol. 30, No. 3 に発表したが、今回はその実際使用上の至適照射値に関する実験的研究を前実験同様白兎を用いて昭和 31 年 5 月より同 32 年 12 月まで実施し、認むべき成績を得たのでここに報告する。実験は前後 3 回に分け、第 3 実験は昭和 31 年 5 月 10 日より 8 週間にわたりて飼育実験しておもに至適照射の概略値を求めた。(注 前報告の分を第 1, 第 2 実験とする。Vol. 30 No. 3 参照) 第 4, 第 5 実験はそれぞれ昭和 32 年 1 月 26 日より 8 週間と、昭和 32 年 10 月 22 日より 8 週間にわたりて飼育実験して詳細な至適照射値を求めた。さらに総括として今回の実験および前回の実験に用いた白兎の病理解剖学的所見をまとめて報告し、終りに家兔を用いて実験した眼に対する影響をあわせ記した。

なお、実験に使用した螢光灯は三菱デラックス冷白色 FL-20W-DL, 螢光健康灯は FL-20E でいずれも 20W のものである。

### 2. 第 3 実験

生後約 30 日体重 30 g 前後の幼若白兎 40 匹を用い約 2 週間の準備飼育期間を経て本実験に移った。

#### 2.1 飼育場所

暗室 2 部屋を使用し第 1 暗室、第 2 暗室と名付けた。第 1 暗室は縦 1.5 間、横 3.5 間、高さ 1.5 間の大きさで、図 2.1 に示すようにその一隅に健康灯および螢光灯をつ

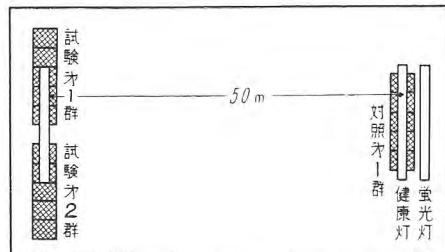


図 2.1 (a) 第 1 暗室平面図  
Fig. 2.1 (a) Plan of No. 1 dark room.

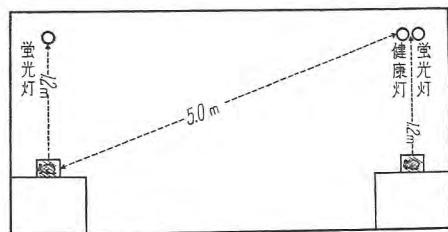


図 2.1 (b) 同上立体図  
Fig. 2.1 (b) Elevation.

るし、その直下に前回実験と同じく中を五つに仕切った金網巣籠をおいて各仕切に 1 匹ずつ白兎を入れ照度がちょうど 100 lx 平均に白兎の背部に当るようにした。さらに健康灯より 5 m の所に同形の巣籠を四つおきその真上約 1.2 m の所に螢光灯をつるして、巣籠内の白兎の背部まで平均 100 lx の照度を保たせた。また前回実験に使用した小暗室を第 2 暗室と名付け、その一方の部屋に螢光灯の真下 1.2 m の所に同形巣籠 2 個を置いて照

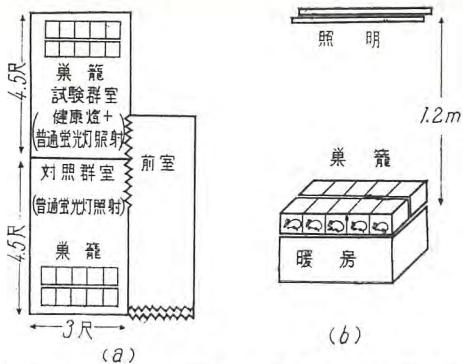


図 2.2 (a) 実験暗室平面図

Fig. 2.2 (a) Plan of dark room.

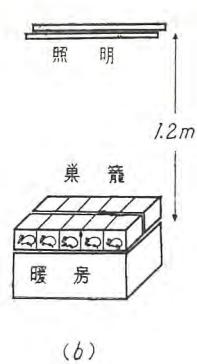


図 2.2 (b) 照明見取図

Fig. 2.2 (b) State of lighting on specimen.

表 2.1 照射方法

- A 試験第1群...距離—健康灯より 5m. 照射—1日 1時間  
試験第2群...距離—同上. 照射—1日 30分
- B 対照第1群...距離—健康灯より 1.2m. 照射—1日 8時間  
対照第2群...距離—螢光灯より 1.2m. 照射—1日 8時間
- C 飼料...マッカラム 3143 号食  
使用器具...三菱製健康灯 FL-20E および螢光灯 FL-20W-DL

度が平均 100lx 白朮に当るようにした。(図 2.2 参照)

## 2.2 照射方法 (表 2.1 参照)

被検白朮を 10 匹ずつの 4 群に分けた。前回実験の試験照射条件たる健康灯より 1.2m の距離で 1 日 8 時間の照射量を 1 としてその約 1/128 すなわち健康灯より 5.0m の距離で 1 日 1 時間照射する群を試験第 1 群とし、また約 1/256 すなわち同距離で 1 日 30 分間照射する群を試験第 2 群とした。対照群としては前回実験と同じく健康灯より 1.2m の距離で 1 日 8 時間照射する対照第 1 群と第 2 暗室において螢光灯のみ 1.2m の距離で 1 日 8 時間照射する対照第 2 群とをおいた。前回実験成績に従ると対照第 1 群においては佝偻病が予防され、対照第 2 群においては佝偻病罹患が証明されるはずである。

## 2.3 飼料

前回実験と同じくマッカラム 3143 号食を 1 日 1 匹あたり 15~20g 与えた。このほかに水分は十分に補給した。

## 2.4 実験成績の判定方法

実験の判定は次の方法によった。

(1) 飼育状態の観察

(2) レントゲン写真による両後肢骨の観察

(3) 骨灰分測定による観察

(4) 病理組織標本による観察

以上の方法で総合判定を行ったが、そのうち病理組織標本による観察は前回実験の成績と一括して本報告末尾に発表する。

## 2.5 実験成績

(1) 飼育状態の観察所見

各群白朮の平均体重増加率曲線は図 2.3 に示すごとくである。第 3 週ころより試験第 1 群および対照第 1 群と試験第 2 群および対照第 2 群との間に徐々に差が現われ始めたが、全体に体重増加率の低いのは、高温多湿などの条件に左右されたためと思われる。実験第 6 週ころか

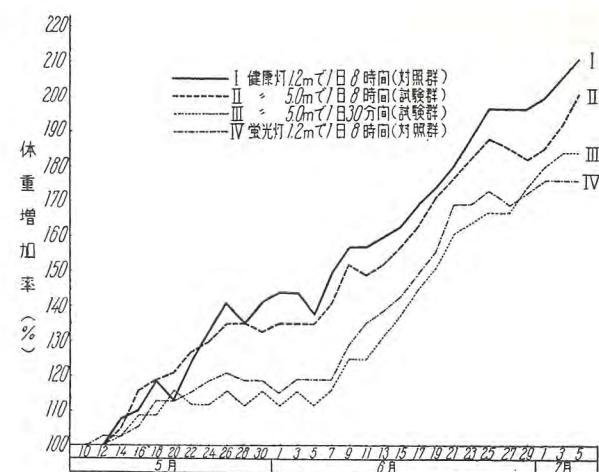


図 2.3 実験全期間中白朮平均体重曲線

Fig. 2.3 Average weight curves of white rats during experiment.

らは紫外線照射量の多い試験第 1 群および対照第 1 群は食慾元気ともに良好で、毛艶も良く、運動も活発のように観察されたが、両群の間に差はほとんど認められなかった。また試験第 2 群および対照第 2 群では前 2 群に比して食慾元気ともに中等度で、毛艶も悪く、運動も鈍いように見受けられ、ことに対照第 2 群のほうがその程度がひどいようであった。また高温多湿のためか下痢をおこした白朮が多かったが、これは実験開始 3 週間くらいまで各群一様に罹患した。前回実験で見られた体毛の黄色着色は今回は各群ともにほとんど見られなかった。また軽症結膜炎をおこした白朮が対照第 2 群において 2 回第 4 週と第 6 週に見られたが数日にして治癒し後遺症を残すことはなかった。

### (2) レントゲン写真による両後肢骨の観察所見

前回実験と同じく実験前と実験終了時の 2 回、ソフテックス超軟レ線装置によって撮影し、その代表的なものをおのの説明を付してここに掲載したが、全体としての所見は実験第 1 群では、骨端部間隙狭少で、骨陰影も濃く、石灰沈着良好なることを示しており、正常化骨機転を遂げていたものと見られた。他方試験第 2 群では、これに反して骨端部間隙拡大し、揆状に拡がり、骨陰影も淡く、石灰沈着不良で、類骨組織の増殖著明などを示しており、佝偻病罹患骨の所見である。対照群では前回実験同様対照第 1 群は正常骨像を示しており、対照第 2 群では佝偻病骨像を示している。

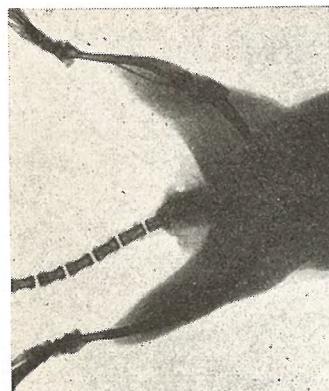
### (3) 骨灰分測定法による観察所見

表 2.2 に示すように、佝偻病系数が試験第 1 群では平均 1.18 で正常であるが、試験第 2 群においては平均 0.61

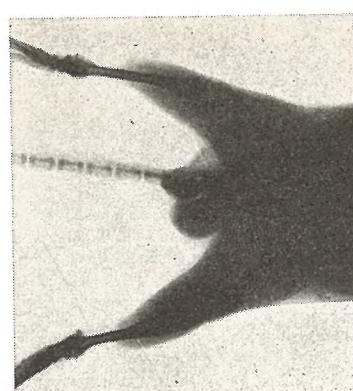
表 2.2 実験終了時骨灰分測定値

|     | 番号    | 照射方法               | 数 | 平均脱脂骨重 | 平均灰分重  | 平均灰分比 | 判定 |
|-----|-------|--------------------|---|--------|--------|-------|----|
| 試験群 | 第 1 群 | 5.0m 1 日 8 時間 健康灯  | 4 | 0.1762 | 0.0954 | 1.18  | 健  |
|     | 第 2 群 | 5.0m 1 日 30 分間 健康灯 | 3 | 0.1560 | 0.0593 | 0.61  | 患  |
| 対照群 | 第 1 群 | 1.2m 1 日 8 時間 健康灯  | 3 | 0.1827 | 0.1022 | 1.25  | 健  |
|     | 第 2 群 | 1.2m 1 日 8 時間 螢光灯  | 3 | 0.1567 | 0.0540 | 0.53  | 患  |

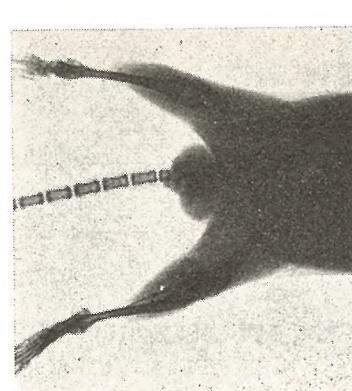
### 実験その(3)



703

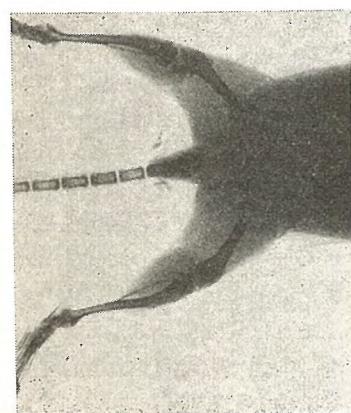


706

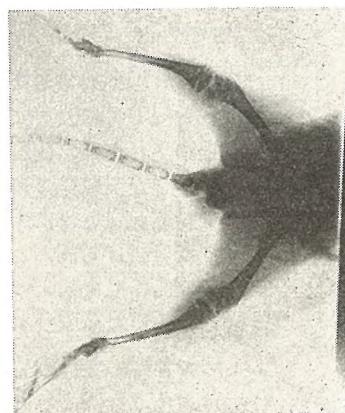


707

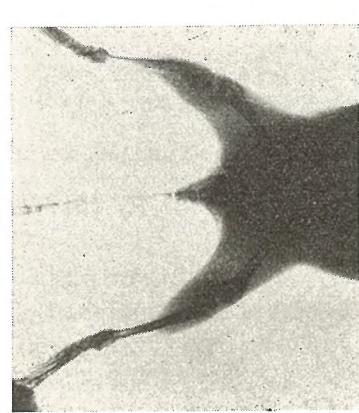
対照第1群  
骨端部間隙狭く  
陰影濃し、石灰  
沈着良好、正常  
骨影像



402

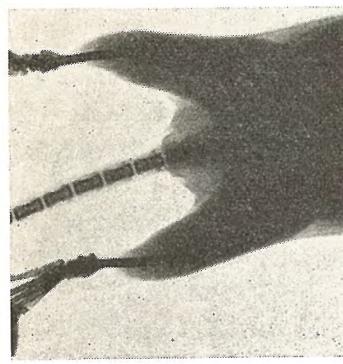


404

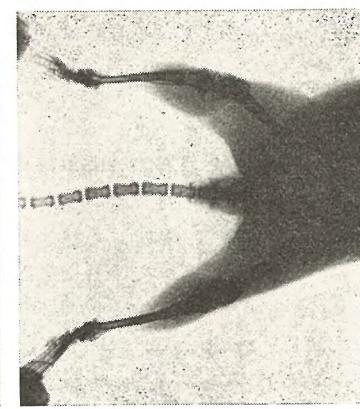


407

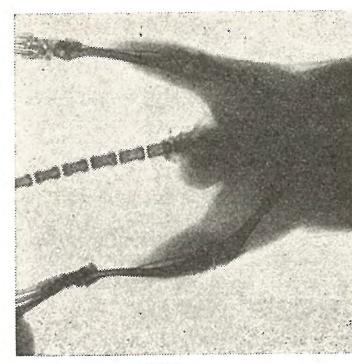
対照第2群  
骨端部間隙広く  
陰影淡い、石灰  
沈着不良、佝僂  
病骨影像



502

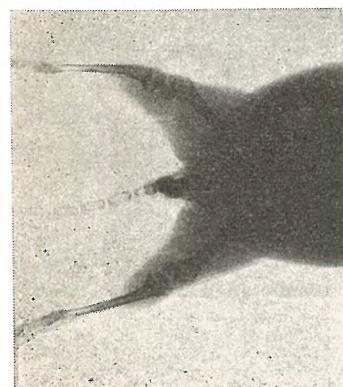


505

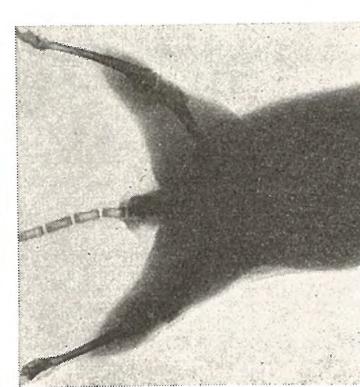


508

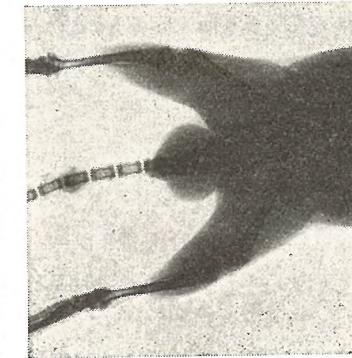
試験第1群  
骨端部間隙狭く  
陰影濃い、石灰  
沈着良好、正常  
骨影像



602



605



609

試験第2群  
骨端部間隙広く  
陰影淡い、石灰  
沈着不良、佝僂  
病骨影像

で佝僂病罹患値を示している。対照群においては第1群は平均1.25で正常、第2群では平均0.53で佝僂病罹患値である。

## 2.6 第3実験の総括

以上の飼育状態観察所見、レントゲン写真による両後肢骨観察所見、骨灰分測定法による所見などを総合すると次のように判定される。

試験第1群…(健康灯より5mの距離)…佝僂病予防  
で1日1時間照射

試験第2群…(健康灯より5mの距離)…佝僂病罹患  
で1日30分間照射

対照第1群…(健康灯より1.2mの距離)…佝僂病予防  
で1日8時間照射

対照第2群…(蛍光灯より1.2mの距離)…佝僂病罹患  
で1日8時間照射

よって至適照射値の概略値としては

| 被検白兎群 | 照射値の倍率 | 照射量(E-Viton·h·cm <sup>-2</sup> ) | 成績    |
|-------|--------|----------------------------------|-------|
| 対照第1群 | 1      | 100%                             | 佝僂病予防 |
| 試験第1群 | 1/128  | 0.78%                            | 佝僂病予防 |
| 試験第2群 | 1/256  | 0.39%                            | 佝僂病罹患 |

以上の成績が、わかったのでその病理組織標本による究明を続けるとともに第4実験に移った。

## 3. 第4実験

(飼育期間自昭和32年1月26日至同3月21日)

第3実験において佝僂病予防の至適照射値の概略値を求め得たので、第4実験ではこれを基にしてさらに詳しい至適照射値を求める目的で、7群の白兎につき適宜の照射量倍率で実験を行った。白兎は第1実験となるべく条件の同じものを35匹選び約2週間の準備期間を経て使用した。

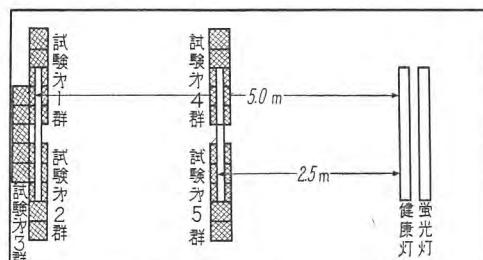


図3.1(a) 第1暗室平面図

Fig. 3.1 (a) Plan of No. 1 dark room.

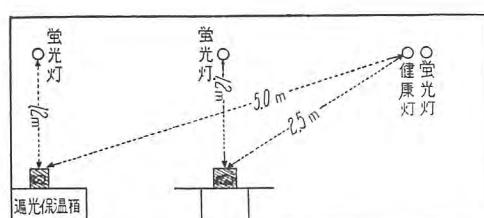


図3.1(b) 同上立体図

Fig. 3.1 (b) Elevation.

表3.1 照射方法

|   |  |
|---|--|
| A | 試験第1群、距離…健康灯より5m、照射—1日1時間<br>試験第2群、距離…同上、照射—1日30分間<br>試験第3群、距離…同上、照射—1日15分間<br>試験第4群、距離…健康灯より2.5m、照射—1日20分間<br>試験第5群、距離…同上、照射—1日10分間 |
| B | 対照第1群、距離…健康灯より1.2m、照射—1日8時間<br>対照第2群、距離…蛍光灯より1.2m、照射—1日8時間   |
| C | 飼料—マッカラム3143号食<br>使用器具—三菱健康灯FL-20Eおよび蛍光灯FL-20W-DL  |

## 3.1 飼育場所(図3.1参照)

第3実験と同じ暗室を使用し、第1暗室では第1実験とまったく同じ位置に健康灯をつるし、その位置から2.5mの距離に第1実験と同形の金網巣籠を2個、5.0mの距離に同形巣籠を3個置き、そのおののの直上1.2mの距離に蛍光灯をつるして、巣籠の白兎の背部の照度が平均100lxになるようにした。そして照射を終った白兎を収容するため暗室内に遮光保温箱を作った。暗室は白兎の生存に必要な温度を得るために電熱器を装置した。第2暗室は2部屋を用い一方には蛍光灯のみを、他方には健康灯と蛍光灯を天井よりつるし、その直下1.2mの距離に同じく金網巣籠を2個ずつ配置し電気コタツで暖房した(図2.2参照)。

## 3.2 照射方法(表3.1参照)

被検白兎を5匹ずつの5試験群と2対照群とに分け、第3実験と同様健康灯より1.2mの距離で1日8時間の照射量を1とし、その約1/128すなわち健康灯より5mの距離で1日1時間照射する群を試験第1群とし、約1/256すなわち同上距離で1日30分間照射する群を試験第2群、約1/512すなわち同上距離で1日15分間照射する群を試験第3群とした。さらに約1/96すなわち健康灯より2.5mの距離で1日20分間照射する群を試験第4群、約1/192すなわち同上距離で1日10分間照射する群を試験第5群とした。対照群は第3実験とまったく同じ条件で対照第1群、対照第2群を置いた。以上の照射方法を簡略に表記すれば表3.1のごとくである。第1実験において佝僂病罹患が証明された照射量倍率1/256よりさらに低い、倍率たる約1/512の試験第3群をことさらに加えた理由は第1実験で5mの距離では反射がさるために紫外線が被検白兎まで予期量到達しなかった場合も考えられるので、今回は反射がさを上方へ折り曲げた上効果を見るためである。

## 3.3 飼料

第3実験と同じ。

## 3.4 実験成績の判定方法

第3実験と同じ。

## 3.5 実験成績

### (1) 飼育状態の観察所見

各群白兎の平均体重増加率曲線は図3.2に示すごとくであるが、試験群、対照群とともにその差が少ないと、および全体に体重増加率の低いのは暗室の広いため暖房がむずかしく、したがって温湿度の動きが多く、ために

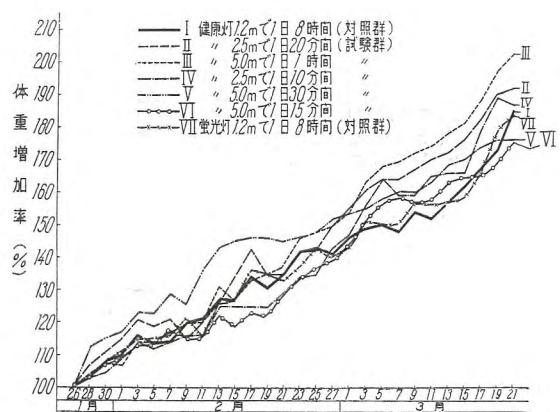


図 3.2 実験全期間中白鼠平均体重曲線  
Fig. 3.2 Average weight curves of white rats during experiment.

発育不良、下痢を起こす白鼠もあり、これが原因と思われる。しかし実験終末時ころにはやはり紫外線照射量の多い試験第1群、第4群および対照第1群の白鼠は元気良く、毛艶も良く、運動活発のように思われた。しかしながら前記各群相互にはとくに異なった所見を認めることはできなかった。他方試験第2群、第3群、第5群および対照第2群では、前者に比して元気も中等度で、毛艶も悪く、動作が鈍いように思われ、ことと対照第2群では程度がひどいように思われたが、試験各群相互間で

はとくに異なる点を認めることができなかった。また副作用として試験第3群および対照第1群に軽症結膜炎をおこすものが1匹ずつあったが、間もなく治癒し、なんらの後遺症も残さなかった。

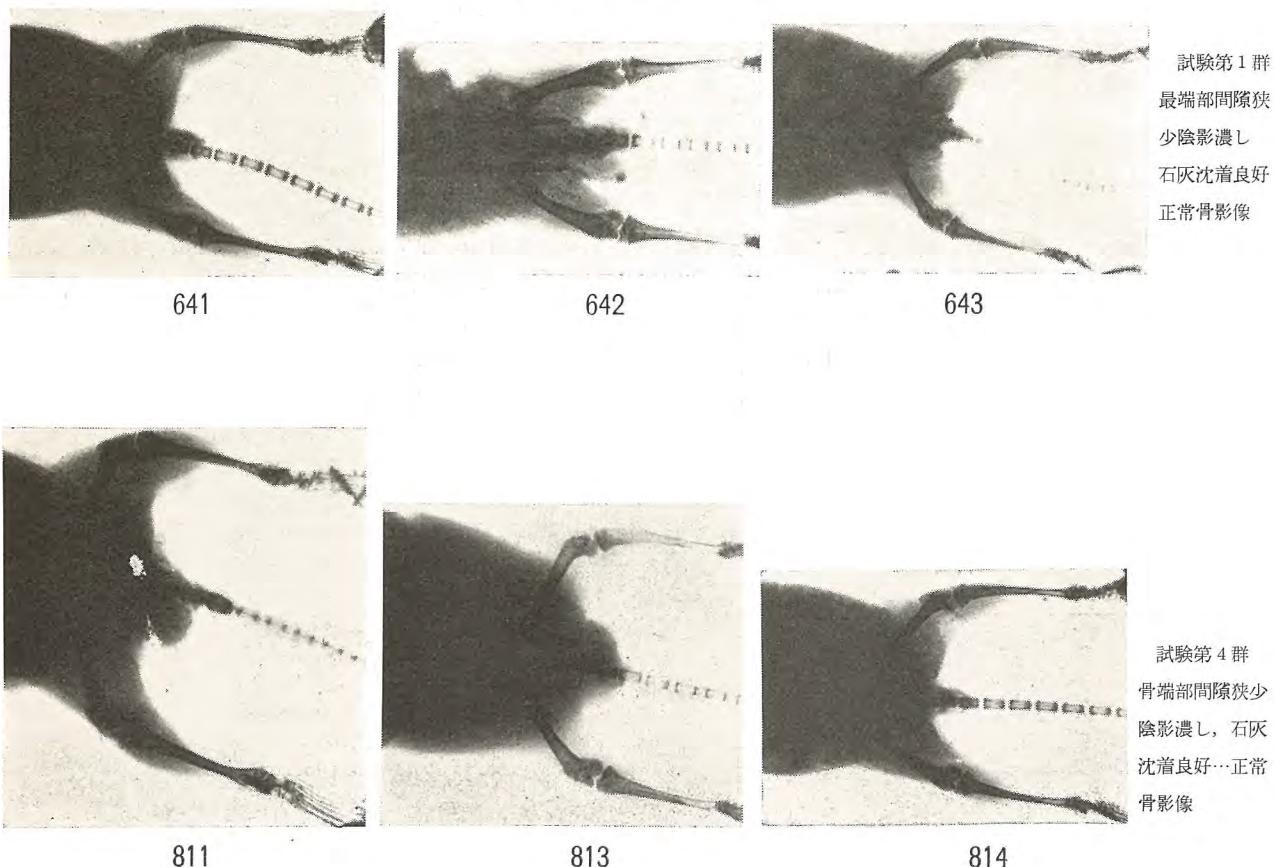
### (2) レントゲン写真による両後肢骨観察所見

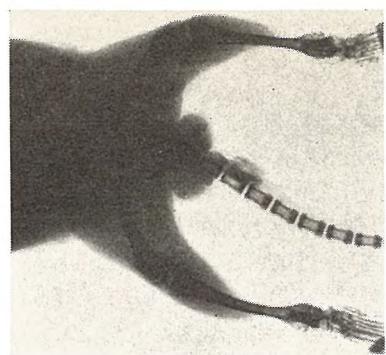
第3実験と同じく実験前と実験終了時の2回、ソフテックス装置で撮影し、その代表的なものを説明を付して掲載したが、とくに各群特異の特長がうかがわれるのは下記のものである。

試験第1群 の 641号  
試験第2群 の 631号  
試験第3群 の 622号  
試験第4群 の 814号  
試験第5群 の 800号

全体としての所見は、紫外線量の多い試験第1群、試験第4群および対照第1群は骨端部間隙狭少で、骨陰影も濃く、石灰沈着良好だが、試験第1群は他の2群ほどその程度がいちじるしくないようである。他方試験第2群、試験第3群、試験第5群および対照第2群では骨端部間隙拡大し骨陰影も淡く、佝偻病骨像を示しているが、試験第5群は800号を除いては比較的その程度が軽いように見えるが、各群の差はあまり判然とはしていなかった。

### 実験その(4)

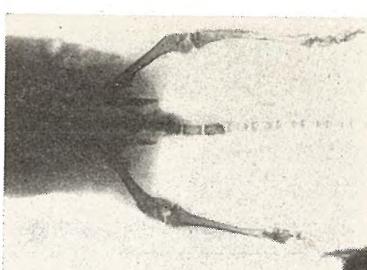




81

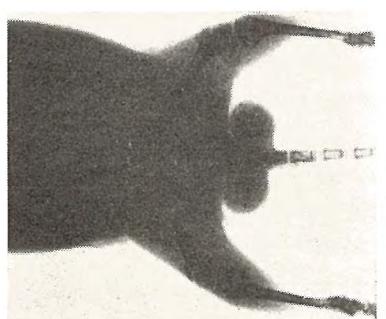


83



86

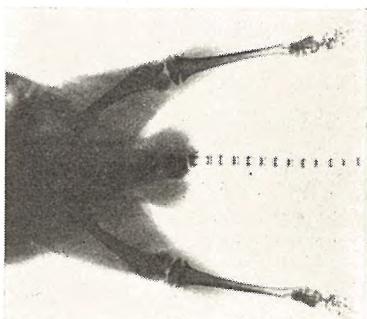
对照第1群  
骨端部間隙  
狭少, 隱影  
濃し, 石灰  
沈着良好…  
正常骨影像



631

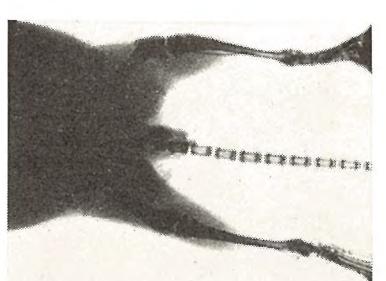


633

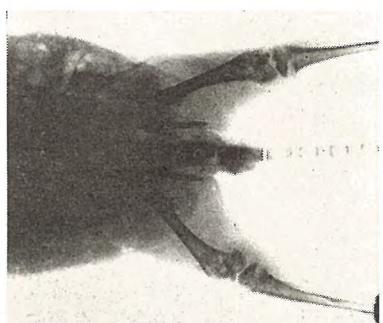


634

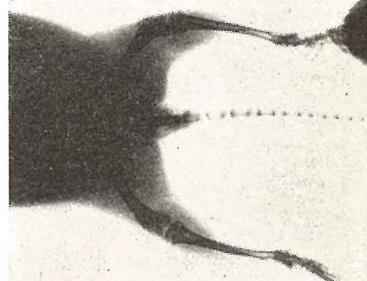
試験第2群  
骨端部間隙  
広く, 隱影  
淡し, 石灰  
沈着不良…  
佝僂病骨影  
像



620

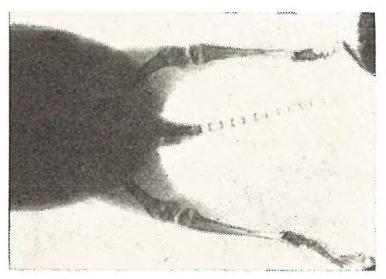


622

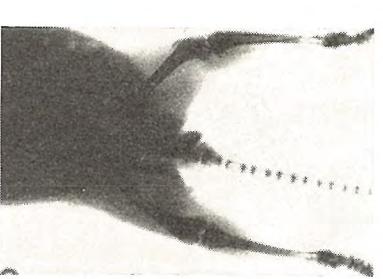


623

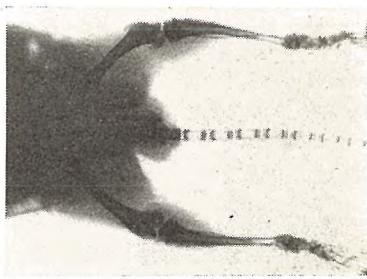
試験第3群  
骨端部間隙  
広く, 隱影  
淡し, 石灰  
沈着不良…  
佝僂病骨影  
像



800

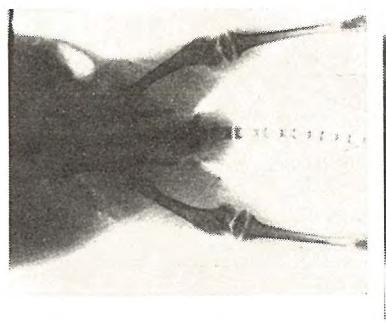


802

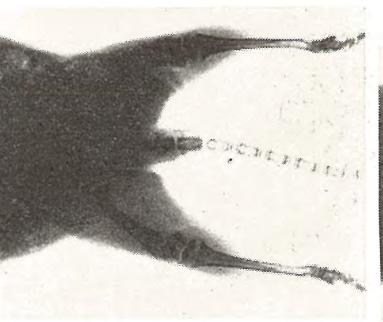


804

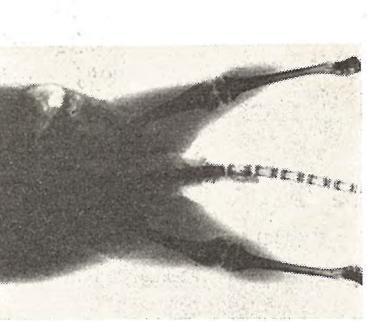
試験第5群  
骨端部間隙  
広く, 隱影  
淡し, 石灰  
沈着不良…  
佝僂病骨影  
像



72



75



76

对照第2群  
骨端部間隙  
広く, 隱影  
淡し, 石灰  
沈着不良…  
佝僂病骨影  
像

### (3) 骨灰分測定による観察所見

表 3.2 に示すように佝僂病系数が試験第 1 群は平均 1.07 で正常に近く、試験第 4 群は平均 1.17 で正常だが試験第 2 群では平均 0.69 同第 3 群では平均 0.68、同第 5 群では平均 0.72 でともに佝僂病罹患値を示している。対照群では第 1 群は平均 1.22 で平常であり、第 2 群では平均 0.60 で佝僂病罹患値を示している。

表 3.2 実験終了時骨灰分測定値

| 試験群   | 番号                  | 照射方法               | 数      | 平均脱脂骨重 | 平均灰分重  | 平均灰分比 | 判定 |
|-------|---------------------|--------------------|--------|--------|--------|-------|----|
| 第 1 群 | 5.0 m 1 日 1 時間 健康灯  | 3                  | 0.1590 | 0.0820 | 1.07   | 健     |    |
| 第 2 群 | 5.0 m 1 日 30 分間 健康灯 | 3                  | 0.1664 | 0.0679 | 0.69   | 患     |    |
| 第 3 群 | 5.0 m 1 日 15 分間 健康灯 | 3                  | 0.1551 | 0.0631 | 0.68   | 患     |    |
| 第 4 群 | 2.5 m 1 日 20 分間 健康灯 | 3                  | 0.1748 | 0.0942 | 1.17   | 健     |    |
| 第 5 群 | 2.5 m 1 日 10 分間 健康灯 | 3                  | 0.1389 | 0.0580 | 0.72   | 患     |    |
| 対照群   | 第 1 群               | 1.2 m 1 日 8 時間 健康灯 | 3      | 0.1378 | 0.0758 | 1.22  | 健  |
|       | 第 2 群               | 1.2 m 1 日 8 時間 融光灯 | 3      | 0.1508 | 0.0566 | 0.60  | 患  |

### 3.6 第 4 実験の総括

以上の飼育状態観察所見、レントゲン写真による両後肢骨観察所見、骨灰分測定法による所見などを総合判定すると次のような結果となった。

試験第 1 群…(健康灯より 5 m の距離)…佝僂病予防(で 1 日 1 時間照射)…に近い

試験第 2 群…(健康灯より 5 m の距離)…佝僂病罹患(で 1 日 30 分間照射)

試験第 3 群…(健康灯より 5 m の距離)…佝僂病罹患(で 1 日 15 分間照射)

試験第 4 群…(健康灯より 2.5 m の距離)…佝僂病予防(で 1 日 20 分間照射)

試験第 5 群…(健康灯より 2.5 m の距離)…佝僂病罹患(で 1 日 10 分間照射)

対照第 1 群…(健康灯より 1.2 m の距離)…佝僂病予防(で 1 日 8 時間照射)

対照第 2 群…(融光灯より 1.2 m の距離)…佝僂病罹患(で 1 日 8 時間照射)

よって至適照射値としては、

| 被検白両群   | 照射値の倍率 | 照射量 (E-Viton·h·cm <sup>-2</sup> ) | 成績            |
|---------|--------|-----------------------------------|---------------|
| 対照第 1 群 | 1      | 100%                              | …佝僂病予防        |
| 試験第 4 群 | 1/96   | 1.04%                             | …佝僂病予防        |
| 試験第 1 群 | 1/128  | 0.78%                             | …佝僂病予防<br>に近い |
| 試験第 5 群 | 1/192  | 0.52%                             | …佝僂病罹患        |
| 試験第 2 群 | 1/256  | 0.39%                             | …佝僂病罹患        |
| 試験第 3 群 | 1/512  | 0.195%                            | …佝僂病罹患        |

である。

## 4. 第 5 実験

(飼育期間自昭和 32 年 10 月 22 日至同年 12 月 17 日)

第 5 実験は大体第 4 実験の追試の意味で行い、したがって照射方法も第 4 実験と同じである。白両も前実験となるべく同じ条件のものを 20 匹選び約 2 週間の準備期

間を経て使用した。

### 4.1 飼育場所

前実験と同じ第 1 暗室を使用し、健康灯より 2.5 m の位置に金網巣籠を 3 個、5.0 m の位置に金網巣籠を 1 個置き、それぞれの真上 1.2 m の所に普通螢光灯を装置して白両の背部の位置で照度が平均 100 lx になるようにした。そして照射を終った白両を収容する遮光保温箱および電熱器などすべて第 4 実験と条件を同じにして実験した。

### 4.2 照射方法

被検白両を 5 匹ずつの 5 試験群に分け対照群はとくに置かなかった。そして前回同様健康灯より 1.2 m の距離で 1 日 8 時間の照射量を 1 とし、その約 1/128 すなわち健康灯より 5 m の距離で 1 日 1 時間照射する群を試験第 1 群とし、約 1/192 すなわち健康灯より 2.5 m の距離で 1 日 10 分間照射する群を試験第 2 群、約 1/96 すなわち同上距離で 1 日 20 分間照射する群を試験第 3 群、約 1/64 すなわち同上距離で 1 日 30 分間照射する群を試験第 4 群として実験した。(表 4.1)

表 4.1 照射方法

|                                     |
|-------------------------------------|
| 試験第 1 群…健康灯より 5.0 m —— 1 日 1 時間     |
| 試験第 2 群…健康灯より 2.5 m —— 1 日 10 分間    |
| 試験第 3 群…同上 —— 1 日 20 分間             |
| 試験第 4 群…同上 —— 1 日 30 分間             |
| 使用器具…三菱製健康灯 FL-20E および螢光灯 FL-20W-DL |

### 4.3 飼料

前実験とすべて同じ。

### 4.4 実験成績の判定方法

前実験とすべて同じ。

### 4.5 実験成績

#### (1) 飼育状態の観察所見

各群白両の平均体重増加率曲線は図 4.1 に示すごとくであるが、各群の健康灯照射率による体重差および成長状態の差異は概して著明でなかった。これは暖房のむずかしいこと、および実験開始時の各群の体重平均が一定の準備期間中に前回と比べて 8~10 g も増加していた事実などあわせ考えるとき至適照射実験においては多少の差はあっても各群が健康灯の照射を受けるので体重差に

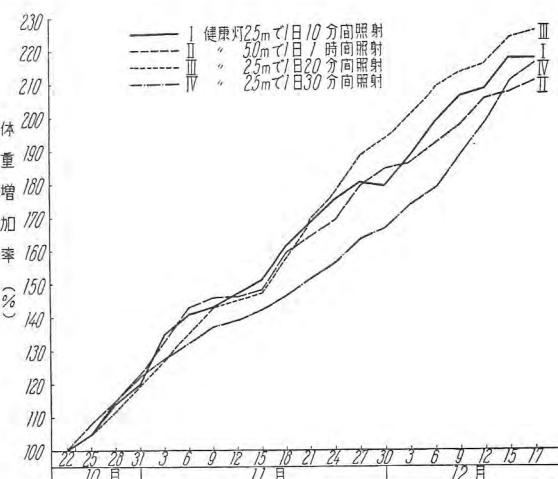


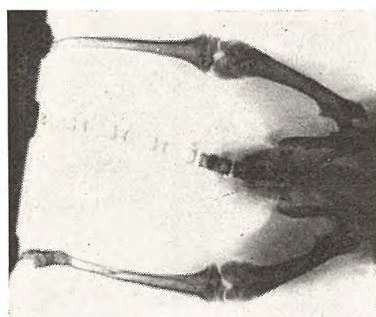
図 4.1 実験全期間中白両平均体重曲線  
Fig. 4.1 Average weight curves of white rats during experiment.

より各群の比較は困難であると思われる。前回実験において佝偻病を予防されなかった第2群の白兎においても食欲元気はあまり他の群と異ならず、とくに他の照射群では各群の差異はまったく認められなかった。運動状態も第2群がやや緩慢と思われる外は差はなく毛艶も同じである。全経過を通じて肺炎および下痢腸炎を起して斃死するものが数匹いたが各群一様であり佝偻病合併症とは思われなかった。また軽症結膜炎を起したものが第2群と第3群におのの1匹ずついたが1週間くらいで治癒した。

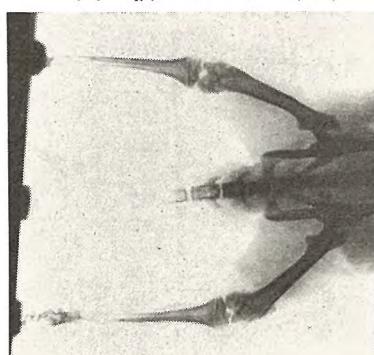
(2) レントゲン写真による両後肢骨観察所見

前回と同じく実験前と実験終了時の2回、ソフテックス装置で撮影しその主なるものを掲載したが試験第2群において前回実験ほど著明ではないが骨陰影やや淡く骨端部の間隙もやや拡大し佝偻病が完全には予防されてないことを示している外は各群とも骨陰影も濃く骨端部間隙狭少で石灰沈着良好なることを示し正常骨影像と診断される。

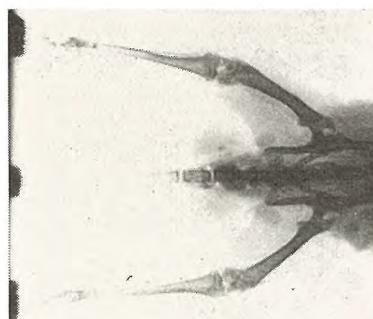
### 実験その(5)



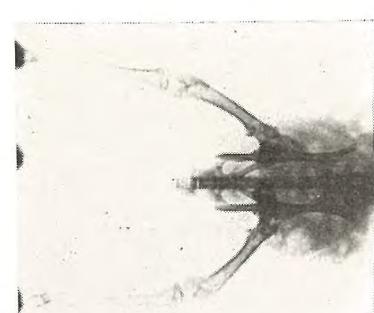
1002



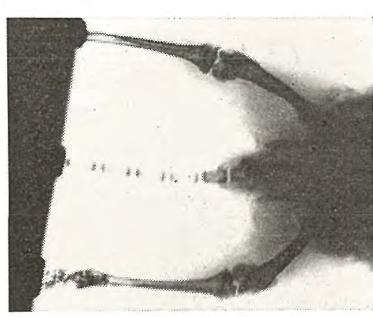
1003



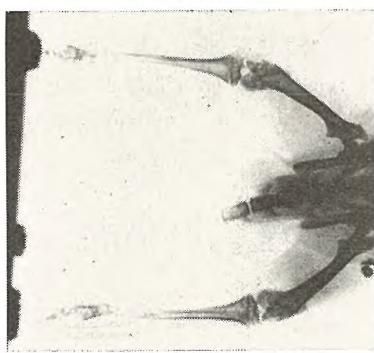
1022



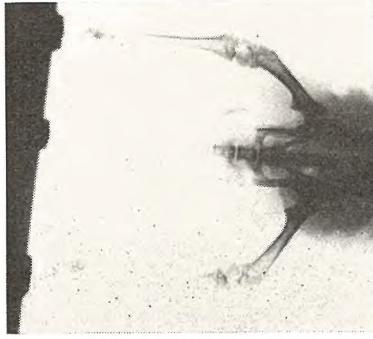
1024



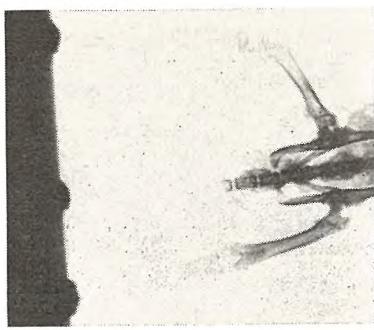
1009



1010



1011



1014

#### 試験第2群

骨端間隙大体狭く、骨陰影はやや淡い、石灰沈着おむね良好…佝偻病予防に近い

#### 試験第1群

骨端部間隙狭少で骨陰影濃し、石灰沈着良好…正常骨影像

#### 試験第3群

骨端部間隙狭少で骨陰影濃し、石灰沈着良好…正常骨影像

#### 試験第4群

骨端部間隙狭少で骨陰影濃し、石灰沈着良好…正常骨影像

表 4.2 実験終了時骨灰分測定値

| 種類    | 照射方法            | 数 | 平均脱脂骨乾重 | 平均灰分重  | 平均灰分比 | 判定 |
|-------|-----------------|---|---------|--------|-------|----|
| 試験第1群 | 5.0m 1日 1時間 健康灯 | 4 | 0.2362  | 0.1281 | 1.19  | 健  |
| 試験第2群 | 2.5m 1日 10分 健康灯 | 4 | 0.2616  | 0.1269 | 0.94  | 患  |
| 試験第3群 | 2.5m 1日 20分 健康灯 | 4 | 0.2462  | 0.1357 | 1.23  | 健  |
| 試験第4群 | 2.5m 1日 30分 健康灯 | 4 | 0.2799  | 0.1613 | 1.36  | 健  |

## (3) 骨灰分測定による観察所見

表 4.2 に示すように佝偻病系数が試験第1群は平均1.19で大体健康と思われ、試験第2群は平均0.94でやや佝偻病傾向を帯びており試験第3群および試験第4群はそれぞれ1.23, 1.36でともに健康値を示しており前回実験とほぼ同様な成績であった。

## 4.6 第5実験の総括

以上の飼育状態観察所見、レントゲン写真による両後肢骨の観察所見、骨灰分測定法による観察所見などを総合判定すると次のとくである。

|                          |              |             |
|--------------------------|--------------|-------------|
| 試験第1群…(健康灯より 5m の距離で)…   | …(1日 1時間照射)  | …(佝偻病予防に近い) |
| 試験第2群…(健康灯より 2.5m の距離で)… | …(1日 10分間照射) | …(佝偻病罹患傾向)  |
| 試験第3群…(同上距離で)            | …(1日 20分間照射) | …(佝偻病予防)    |
| 試験第4群…(同上距離で)            | …(1日 30分間照射) | …(佝偻病予防)    |

表 5.1 骨の顕微鏡所見

F……大腿骨 W……尾骨

| 種類 | 番号  | 部位  | 幅軟骨の増厚成 | 帯軟骨の増厚成 | 況石予の灰鰐不の石全沈灰鰐状の | 沈化類着骨不帶全石組灰鰐 | の軟骨乱細胞 | 毛細管 | 界軟骨増成凹凸 | 部肋骨の骨接合 |
|----|-----|-----|---------|---------|-----------------|--------------|--------|-----|---------|---------|
| A組 | 10号 | W   | (+)     | (#)     | (#)             | (+)          | (+)    | (+) | (+)     | (+)     |
|    | F   | (+) | (#)     | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (#) | (#)     | (#)     |
| B組 | 5号  | W   | (+)     | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (#) | (#)     | (#)     |
|    | F   | (+) | (#)     | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (#) | (#)     | (#)     |
| C組 | 1号  | W   | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (+)     |
|    | F   | (+) | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
| D組 | 19号 | W   | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
|    | F   | (-) | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
| C組 | 2号  | W   | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
|    | F   | (-) | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
| D組 | 12号 | W   | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
|    | F   | (-) | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
| D組 | 18号 | W   | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
|    | F   | (-) | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
| D組 | 15号 | W   | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |
|    | F   | (-) | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     | (-)     |

注 1 A組…引き続き 14 週間蛍光灯だけ、佝偻病罹患…罹患

B組…10 週間で 佝偻病に罹患させたのち 4 週間健康灯を照射…治療

C組…引き続き 14 週間健康灯だけ…正常

D組…10 週間健康灯照射後 4 週間蛍光灯のみで 佝偻病に罹患させようとした…正常

注 2

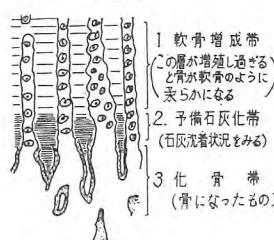


表 5.2 骨の顕微鏡所見

F……大腿骨 W……尾骨

| 番号     | 部位   | 帯軟骨の増厚成 | 帯軟骨の増厚成 | の石予の灰鰐不の石全沈灰鰐状の | 沈化類着骨不帶全石組灰鰐 | の軟骨乱細胞 | 毛細管 | 界軟骨増成凹凸 |
|--------|------|---------|---------|-----------------|--------------|--------|-----|---------|
| 試験第1群  | 641号 | W       | (±)     | (-)             | (±)          | (±)    | (±) | (±)     |
|        | F    | (±)     | (-)     | (±)             | (±)          | (±)    | (±) | (±)     |
| 試験第2群  | 643号 | W       | (-)     | (-)             | (±)          | (±)    | (-) | (±)     |
|        | F    | (-)     | (-)     | (±)             | (±)          | (-)    | (-) | (-)     |
| 試験第3群  | 631号 | W       | (+)     | (+)             | (+)          | (+)    | (+) | (+)     |
|        | F    | (+)     | (+)     | (+)             | (+)          | (+)    | (+) | (+)     |
| 試験第4群  | 633号 | W       | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (#) | (#)     |
|        | F    | (#)     | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (#) | (#)     |
| 試験第5群  | 620号 | W       | (±)     | (±)             | (±)          | (+)    | (±) | (±)     |
|        | F    | (±)     | (±)     | (±)             | (±)          | (+)    | (±) | (±)     |
| 試験第6群  | 622号 | W       | (+)     | (+)             | (+)          | (+)    | (+) | (+)     |
|        | F    | (+)     | (+)     | (+)             | (+)          | (+)    | (+) | (+)     |
| 試験第7群  | 813号 | W       | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     |
|        | F    | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     |
| 試験第8群  | 814号 | W       | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     |
|        | F    | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     |
| 試験第9群  | 800号 | W       | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (+) | (#)     |
|        | F    | (#)     | (#)     | (#)             | (#)          | (+)    | (+) | (#)     |
| 試験第10群 | 802号 | W       | (+)     | (±)             | (±)          | (+)    | (±) | (-)     |
|        | F    | (±)     | (±)     | (+)             | (+)          | (+)    | (±) | (-)     |
| 対照群    | 81号  | W       | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (±) | (-)     |
|        | F    | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     |
| 対照群    | 86号  | W       | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (±) | (-)     |
|        | F    | (-)     | (-)     | (-)             | (-)          | (-)    | (-) | (-)     |
| 対照群    | 72号  | W       | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (+) | (+)     |
|        | F    | (#)     | (#)     | (#)             | (#)          | (+)    | (+) | (+)     |
| 対照群    | 75号  | W       | (#)     | (#)             | (#)          | (#)    | (+) | (+)     |
|        | F    | (#)     | (#)     | (#)             | (#)          | (+)    | (+) | (+)     |

## 5. 融光健康灯による全実験動物の病理解剖学的所見

さきに実験報告した本誌 (Vol. 30. No. 3. 2 P.) 健康灯による佝偻病の予防および治療に関する実験的研究および今回報告する至適照射値に関する実験的研究に際し用いた白丸を各実験の各群より 2~3 匹ずつ取出し フォルマリン固定後、骨は脱灰して後各臓器とともに脱水、かたのよう組織標本を作製し、ヘマトキシリソエオジン染色を施しその所見を観察した。内臓標本においては一部に肺炎、腸炎等の所見があったが、これは飼育時の温湿度や飼料の関係もあわせ考えねばならないし佝偻病に特有な所見としてはあまり重要な意味がないので追求はせずもっぱら骨標本によって各群の差異を求めた。骨所見としては表 5.1, 5.2 に示すように各項目に分けその病変の度を (±) (+) (-) (+) の 4 種類で表現した。これを説明すれば

## 5.1 第1実験 (表 5.1)……前回発表

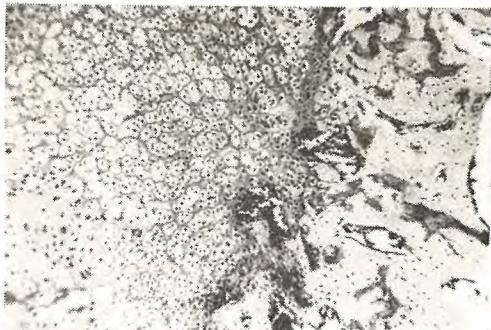
A組……肋骨、大腿骨、尾骨のいずれも強度の佝偻病に罹患し類骨組織の増殖も激しく佝偻病念珠も存在し (+)~(+) が多い。(図 5.1 (a) 参照)

B組……健康灯による治療照射の結果各部位骨いずれも治癒傾向を示し (-)~(-) が多い。

C組……各部位骨はすべて正常発育を遂げておらずほとんど (-) である(図 5.1 (b) 参照)

D組……これもほとんど (-) ばかりで正常であり成熟白丸を佝偻病に罹患させるのはむずかしいことである。

以上の組織所見のほか、骨外観の変形短縮など著明なものを選んで図 5.2 (a) (b) (c) (d) に示したが肋骨



(a) 健常骨組織標本

A 組 (引続き 14 週間螢光灯だけ照射…罹患)



説明 略図のように柔かい軟骨増生帯の類骨様組織ばかり増殖してなかなか堅い骨にならざしたがって骨も軟骨のようになる



(b) 佝僂病骨組織標本

C 組 (引続き 14 週間健康灯だけ照射…健常)



説明 略図のように柔かい軟骨増生帯の巾は短くたゞちに化骨帯に移行し健康な堅い骨になっていく

図 5.1 第 1 および第 2 実験における骨組織標本比較例 (大腿骨……第 1～第 2 実験)

Fig. 5.1 Comparison of bone structure specimen in No. 1 and No. 2 experiments.

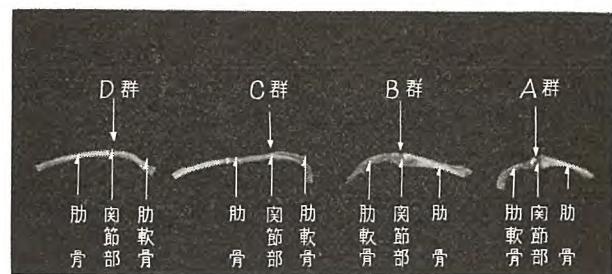
においては A 組の佝僂病念珠 (骨軟骨接合部の膨隆……佝僂病の特長) が著明であり脛腓骨および上脛骨においては A 組の短縮、変形が著明で B 組がこれに次ぎ C 組 D 組は正常な骨外観を示している。

#### 5.2 第 4 実験 (至適照射値実験) (表 5.2 参照)

第 3 実験は第 4 実験の予備実験であり、かつその病理解剖学的所見も一致しているので割愛した。

試験第 1 群……大体予防に近いが予備石灰帯類骨組織などの項目に (±) が多い。

試験第 2 群……巾、厚さ、類骨組織、各細胞の乱れ、な

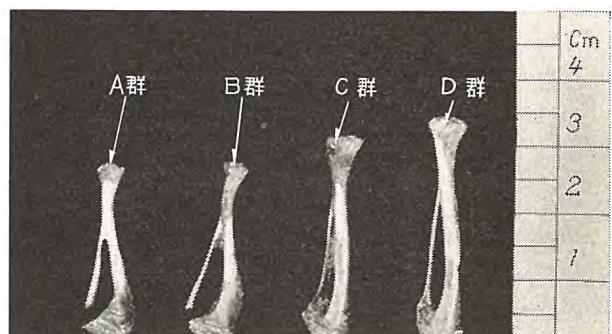


照射方法 A 群 引続き 14 週間螢光灯のみ照射で佝僂病にしたもの  
B 群 10 週間螢光灯照射のみで佝僂病に罹患させた後 4 週間健康灯照射によって治療せんとしたもの。  
C 群 引続き 14 週間健康灯照射。  
D 群 健康灯 10 週間照射後 4 週間螢光灯照射のみで佝僂病に罹患せんとしたもの

説明 A 群 肋軟骨との関節部は腫大著明 病的。  
B 群 肋軟骨との関節部はやや腫大 正常に近い。  
C 群 肋軟骨との関節部は腫大せず 正常。  
D 群 肋軟骨との関節部は腫大せず 正常。

図 5.2 (a) 第 1 および第 2 実験における右第 5 肋骨像

Fig. 5.2 (a) Right 5th ribbed bones.



照射方法 A 群 引続き 14 週間螢光灯のみ照射で佝僂病にしたもの。  
B 群 10 週間螢光灯照射のみで佝僂病に罹患させた後 4 週間健康灯照射によって治療せんとしたもの。  
C 群 引続き 14 週間健康灯照射。  
D 群 健康灯 10 週間照射後 4 週間螢光灯照射のみで佝僂病に罹患せんとしたもの。

説明 A 群 長さも短縮し彎曲変形もあり関節部は軟らかくもろい 病的。  
B 群 長さおよび彎曲は A 群に似るも関節部は堅い 正常に近い。  
C 群 長さも正常、彎曲もなく関節部は堅い 正常。  
D 群 同上

図 5.2 (b) 第 1 および第 2 実験における各群脛腓骨比較

Fig. 5.2 (b) Comparison of Tibia and Fibula.

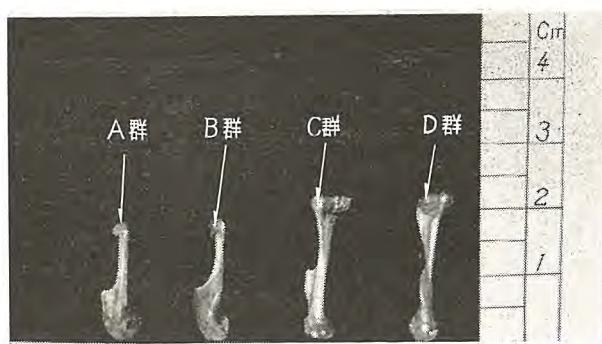


照射方法 A 群 引続き 14 週間螢光灯のみ照射で佝僂病にしたもの。  
射によって治療せんとしたもの。  
C 群 引続き 14 週間健康灯照射。

説明 A 群 肋軟骨との関節部が腫大し肋骨の腫大部を横から見るとちょうど念珠のように見える 病的。  
C 群 肋軟骨との関節部は各肋骨とも腫大せず 正常。

図 5.2 (c) 佝僂病念珠形成像

Fig. 5.2 (c) Rachitic beads.



照射方法 A群 引続き 14 週間螢光灯のみ照射で佝僂病にしたもの。  
B群 10 週間螢光灯照射のみで佝僂病に罹患させた後 4 週間健康灯照射によって治療せんとしたもの。  
C群 引続き 14 週間健康灯照射。  
D群 健康灯 10 週間照射後 4 週間螢光灯照射のみで佝僂病に罹患せんとしたもの。

説明 A群 長さも短縮し彎曲もあり関節部は軟らかくもろい 病的。  
B群 長さは稍左より長く彎曲もやや少く関節部も堅くなる正常に近い  
C群 長さ正常彎曲もなく関節部も堅い 正常。  
D群 同左 正常。

図 5.2 (d) 第 1 および第 2 実験における各群前肢骨比較  
Fig. 5.2 (d) Comparison of a group of forelimb bones.

どの項目に (++)～(+) が多く佝僂病罹患骨の様相を呈している。

試験第 3 群……第 2 群と同様佝僂病罹患骨であり (++)～(+) が多い。

試験第 4 群……全部 (−) でまったく佝僂病は予防されている。

試験第 5 群……全体に (++)～(+) が多く佝僂病罹患骨である。

対照第 1 群……完全に正常である。

対照第 2 群……佝僂病に罹患している。

以上の成績はレントゲン写真および骨灰分測定値と大体一致した所見を示している。

### 5.3 第 5 実験

これも第 4 実験と同じ所見であるが試験第 1 群で (±) が比較的少なく試験第 2 群では (++) より (++)～(±) が多いのが特長で佝僂病罹患度は前回ほど著明でないようである。

## 6. 健康灯による眼障害の有無に関する実験的研究

さきに三菱製健康灯の佝僂病予防および治療効力などに関する実験、至適照射値に関する実験的研究を種々行った結果、その効力の顕著なることを確めたが、これの実用に関してはさらにその眼障害有無に関する実験を行うことが肝要であるので、家兎を用いて種々の角度から観察した結果をここに報告する。

### 6.1 実験動物および飼料

今回の実験にはその眼観察を容易にするために白色雄性家兎 (6 匹) を用いた。飼料は普通食とし飼育場所も照射時間以外は普通巣箱に収容した。(33 年 2 月 19 日～至同年 3 月 3 日)

### 6.2 実験方法

この実験は先の健康灯至適照射値実験で求め得た 5 m で 1 時間、2.5 m では 1 日 20 分、すなわち 1.2 m で 1 日 8 時間照射量の最大 1/128 量の 21 倍～512 倍といふ極大照射を行ってその眼障害の有無を検した。

#### (1) 実験判定方法

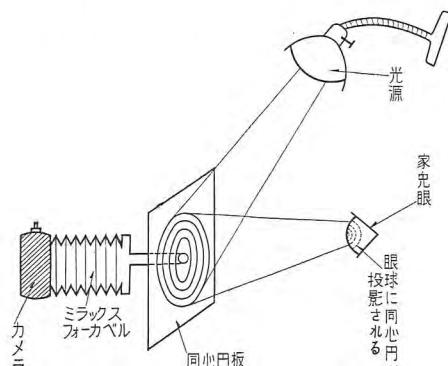
- 角膜同心円投影写真
- フルオレスチン点眼後観察所見
- 眼網膜写真所見

以上の方により総合判定を行った。実験は暗室を用い健康灯より一定距離の位置に固定器に入れた兎を置き開眼器を用いて開眼させ照明時間中は眼乾燥を防ぐため生理的食塩水を 10 秒ごとに点眼し照射直前直後照射 3～4 時間後の 3 回にわたってフルオレスチン点眼後観察し同時に角膜同心円投影写真も撮影した。とくに極大量照射の 3 匹を実験前、実験終了後の 2 回眼科学教室に依頼して網膜撮影を行い眼底所見を調べた。

### 6.3 実験成績

#### (1) 角膜同心円投影写真

図 6.1 のような方法でミラックスフォーカベル装置キャノンで撮影した。判定は投影された同心円が正円ならば陰性すなわち正常、ゆがんだり線が乱れたときは陽性すなわち角膜に潰瘍が存しているものとして診断した。結果は表 6.1 に示すように 15 cm の距離で 10～



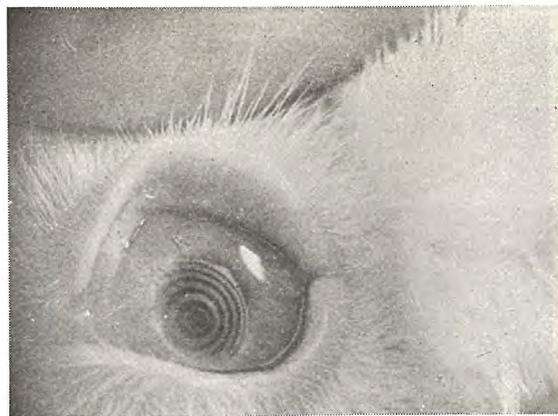
説明 光源よりの光を同心円を画いた板に反射させて家兎眼に同心円を投影する。そして同心円板中心をくり抜いてその穴から写真機のレンズをのぞかせミラックスフォーカベル装置によつて焦点を合せて、カメラが撮影するのである。

図 6.1 角膜同心円投影写真装置略図

Fig. 6.1 Keratograph.

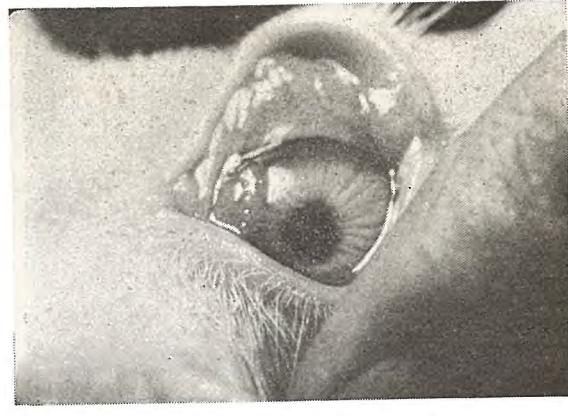
表 6.1 家兎角膜同心円投影写真成績

|    | 2月21日  | 2月24日 | 2月28日 | 3月3日 | 照射方法       |
|----|--------|-------|-------|------|------------|
| 1号 | 右 (±)  | (±)   | (+)   | ---  | 15 cm～10 分 |
|    | 左      | ---   | (+)   | (±)  | 15 cm～10 分 |
| 2号 | 右 (++) | (±)   | (±)   | ---  | 15 cm～20 分 |
|    | 左 (++) | (+)   | (+)   | ---  | 15 cm～30 分 |
| 3号 | 右 (−)  | (−)   | (−)   | ---  | 30 cm～7 分  |
|    | 左 (−)  | (−)   | (−)   | ---  | 15 cm～5 分  |
| 4号 | 右 (+?) | (−)   | (±)   | ---  | 15 cm～5 分  |
|    | 左 (−)  | (−)   | (−)   | ---  | 15 cm～10 分 |
| 5号 | 左      | ---   | (−)   | (−)  | 15 cm～5 分  |
| 6号 | 左      | ---   | (−)   | (−)  | 15 cm～3 分  |



(a) 30 cm で 1 日 5 分照射連続 1 週後——正常  
(同心円が規則正しく撮っている) 正常

(a) Irradiation for 5 min. a day at a distance of 30 cm on 7 successive days showed no ill effect.



(b) 15 cm で 1 日 30 分照射連続日後潰瘍あり  
(同心円が上方において駆合して不規則である) 病的

(b) Irradiation for 30 min. a day at a distance of 15 cm on 3 successive days resulted in ulcers of cornea.

図 6.2 家兎角膜同心円投影写真例

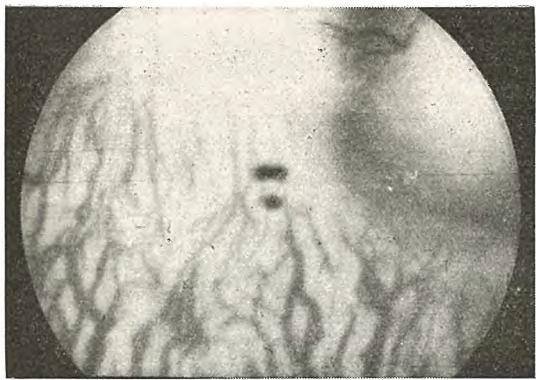
Fig. 6.2 Keratographic findings of cornea of rabbits extremely irradiated.

表 6.2 健康灯による家兎眼障害有無実験フルオレスチン液染後観察所見

| 月日            | 左右眼別                          | 2月                                     | 21日                                     | 22日  | 23日  | 24日                 | 25日   | 26日   | 27日  | 28日  | 3月  | 1日   | 2日  | 3日  |
|---------------|-------------------------------|--|---|--|--|---------------------|---|---|--|--|---|--|---|-----|
| 家兎番号          | 右<br>15cm-10分                 | 充血(+)..<br>角結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) | 充血(++)..<br>角結膜<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-) | 充血(+)..<br>角結膜<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-)   | 同左   | 同左                  | 症状激しき<br>ため照射休<br>止   | 照射休む<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-)                            | 照射休む<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) | 照射休む<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-)                             | 同左  | 同左   | 同左  | 同左  |
|               |                               |  |   |  | 充血(+)..<br>角結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-)                                     |                     | 充血(++)..<br>角結膜<br>浮腫(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-)                                  | 同左  | 同左   | 同左   | 症状激しき<br>ため照射休<br>止                                   | 照射休む<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-) | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) | 同左  |
| 1号            | 左<br>15cm-10分                 |  |   |  |  |                     |   |   |  |  | 症状激しき<br>ため照射休<br>止                                   | 照射休む<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-) | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) | 同左  |
|               |                               |  |   |  |  |                     |   |   |  |  | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) |  |   |     |
| 2号            | 右<br>15cm-20分                 | 充血(+)..<br>角結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) | 充血(++)..<br>角結膜<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-) | 充血(++)..<br>角結膜<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-)  | 元気なし<br>充血(+)..<br>角結膜<br>上眼瞼結膜<br>出血斑(+)<br>浮腫(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(+) | 症状激しき<br>ため照射休<br>止 | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>上眼瞼結膜<br>出血斑(+)<br>浮腫(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(+) | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>上眼瞼結膜<br>出血斑(+)<br>浮腫(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(+) | 同左   | 同左   | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) | 同左   | 同左  | 同左  |
|               |                               |  |   |  |  |                     |   |   |  |  | 照射休<br>充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(-) |  |   |     |
| 左<br>15cm-30分 |                               | 充血(+)..<br>角結膜<br>眼脂(-)<br>フルオ染<br>(+) | 充血(++)..<br>上眼瞼<br>著明出血斑<br>(+)         | 元気なく照<br>射後と痛<br>がってあ<br>れる<br>充血(++)..<br>浮腫(+)<br>出血斑(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(+) | 同左   | 症状激しき<br>ため照射休<br>止 | 照射休<br>充血(+)..<br>主に結膜<br>浮腫(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-)                           | 照射休<br>同左   | 照射休<br>同左  | 照射休<br>充血(+)..<br>上眼瞼結膜<br>肥厚出血斑<br>褪色<br>充血(+)..<br>浮腫(+)<br>眼脂(+)<br>フルオ染<br>(-) | 同左  | 同左   | 同左  | 同左  |
|               |                               |  |   |  |  |                     |   |   |  |  |   |  |   |     |
| 3号            | 右<br>30cm-7分<br>左<br>30cm-5分  | 所見(-)                                  | (-)                                     | (-)  | (-)  | (-)                 | (-)   | (-)   | (-)  | (-)  | (-)   | (-)  | (-)   | (-) |
|               |                               | 所見(-)                                  | (-)                                     | (-)  | (-)  | (-)                 | (-)   | (-)   | (-)  | (-)  | (-)   | (-)  | (-)   | (-) |
| 4号            | 右<br>15cm-5分<br>左<br>30cm-10分 | 所見(-)                                  | 充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>その他所見<br>(-)  | 同左   | ほとんど所<br>見(-)  | 同左                  | 同左  | 同左  | (-)  | (-)  | (-)   | (-)  | (-)   | (-) |
|               |                               | 所見(-)                                  | 充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>その他所見<br>(-)  | 同左   | ほとんど所<br>見(-)  | 同左                  | 同左  | 同左  | (-)  | (-)  | (-)   | (-)  | (-)   | (-) |
| 5号            | 左<br>15cm-5分                  | 所見(-)                                  | 充血(+)..<br>主に上眼瞼<br>結膜<br>眼脂(+)         | 充血(±)<br>眼脂(+)   | 充血(+)..<br>眼脂(+)   | 同左                  | 同左  | 充血(±)<br>眼脂(-)  | 同左   | 同左   | 同左  | 同左   | 同左  | 同左  |
| 6号            | 左<br>15cm-3分                  |  |   |  |  | 所見(-)               | (-)   | (-)   | (-)  | (-)  | (-)   | (-)  | (-)   | (-) |

① フルオ染....フルオレスチン液染

② 以上の判定は照射直後および4~5時間後の総合



(a) 右眼, 実験前, 正常網膜像

(a) Normal retina before experiment, right eye.



(b) 左眼, 実験前, 正常網膜像

(b) Normal retina before experiment, left eye.



(c) 右眼, 実験後, 正常網膜像

(c) Normal retina after experiment, right eye.



(d) 左眼, 実験後, 正常網膜像

(d) Normal retina after experiment, left eye.

図 6.3 家兎眼底写真  
Fig. 6.3 Fundus photograph of rabbits' eyes.

30 分照射した 1 号右左, 2 号右左においては 3~4 時間後陽性のもの, 連続 2~3 日間陽性のものが出現したがそれより照射倍率の少ない 3 号右左, 4 号右左, 5 号右左などはいずれも陰性でこれらはさらに連日照射 1 週間後も 4 号右眼の(±)を除いては陰性であることがわかった。ゆえにこの方法によると至適照射量の 85 倍以内ならば潰瘍の危険はないことがわかった。

図 6.2(a)(b) は陽性のものと陰性のものとを示す。

(2) フルオレスチン点眼後観察所見

実験直前, 直後および 3~4 時間後のフルオレスチン点眼による角結膜所見は大体角膜同心円写真の成績と同じであるが, 結膜充血, 眼脂状態などの軽度障害は表 6.2 に見るように 30 cm で 10 分照射の至適照射量の 43 倍以上に充血などの所見が現われたが照射に慣れてからは 1 週間連続照射後も充血の出現しないものもあった。ゆえに本法によると至適照射量の 43 倍以内ならば特記すべき眼障害は出現しないことがわかった。

(3) 眼網膜写真

これは極大量の 512 倍連続 1 週間照射後の家兎眼の

網膜写真を実験前のものと対比して載せたものであるが眼底所見はいずれも陰性であった。(図 6.3. (a)(b)(c)(d) 参照)

#### (4) 小括

以上の成績からわかるとおり健康灯の眼障害を惹起する量はその至適照射量の約 40 倍以上であって, すなわち 5 m の距離の場合には約 2 日間連続照射したときの量に匹敵することになり, 普通考えられる実用照射量ではなんらの障害もないことがわかった。

## 7. むすび

三菱電機製螢光健康灯による佝偻病予防の至適照射値すなわち紫外線量の過不足なく, しかも副作用も予測されず予防効果のある凡そその値は螢光健康灯 FL-20 より 5 m 離れたときは 1 日 1 時間, 2.5 m では 1 日 20 分間の照射であることがわかった。

終りに臨み今実験にあたり援助下さった東京医大病理学教室佐々助教授, 眼科学教室松尾助教授に深甚な感謝をささげる。

# 家庭用螢光灯器具とインダストリアルデザイン

本社 堀田鉢太郎\*

## Fluorescent Lighting Fixtures for Home Use and Industrial Design

Head Office Kōtarō HOTTA

Fluorescent lamps have made a remarkable diffusion to home recently. Difficulties met with at first with their poor color rendition have been gradually cleared by untiring effort of engineers. Mitsubishi De-Luxe fluorescent lamps are one of the achievements contributing to this advancement. Furthermore, manifold designs so as to match individual buildings have been prepared by manufacturers. Mitsubishi has developed 60 kinds of fluorescent lighting fixtures for the past 5 years as standard products. If special fixtures of particular designs are taken into consideration, the number will be multiplied, which tells some of trends with this new lighting.

### 1. まえがき

近時螢光灯の家庭への進出は実にめざましいものがある。開発当初の螢光ランプは演色性に幾分難があったが、その欠点を改良した三菱デラックスランプが完成されて以来、大いなる自信をもって、家庭用器具の意匠開発に邁進できることは誠にさいわいといわねばならない。

最近リビングデザインの問題がクローズアップされて螢光灯照明もその重要な一環として取上げられ、洗練された意匠が生れてきている。照明器具は元来建築の付帯工事ないしは設備に属するものであるから、各部屋にマッチした器具をその都度設計することが理想的である。しかし一般には経済的に行われにくいことであって、メーカから発売する市販器具を適宜選択購入して使用することになる。

当社においては家庭用器具を本格的に生産するようになってから約5ヵ年間に、市場へ60種に及ぶ器具を提供し、一般の需要に応じてきた。これは10Wから30Wまでの標準形家庭用器具だけであって、40W器具および特殊設計のものを加えると、それに数倍するものと思われる。単一機種において、このように多数の新形が開発された例は他にはまったく見当らない。これは比較的低価格の品物であるとともに、市場における競争の激しさを示すものであろう。このように多くの新形を開発しているため、意匠の様式も多種多様のものが生れてきている。そこでこの意匠の様式または傾向を回顧検討することにより、螢光灯器具の意匠の現状の一端を紹介し、かつ参考に供したいと考える次第である。

### 2. 意匠の様式

市場の激しい流れに対応して、新製品を次から次へ開発しているのであるが、意匠には機能上の制約、工作技

術上の制約、原価上の制約があり、その上に流行とか、一般の趣味嗜好に対する配慮、それにデザイナの個性といった感覚的な要素が複雑微妙な状態でからみあって成立している。とくに工業意匠においては、アピアランスデザインを単にパターンとしてのみ処理することは根本的に許されるものではないが、現在あるいは過去の製品を改めて回顧してみると、正統派の意匠、ふんい気ムードをねらった情緒派、それに実質派といった大体の傾向があるように思われる。もちろんどの製品も截然と仕別けできるわけではなく、それらの中間的なものがある。数からいえばむしろその方が多いといえよう。しかし、一応この分類に従って2、3の例をあげて紹介し、それに付随する意匠上の問題点を思いつくまま付記することにする。

#### 2.1 正統派

当社の製品は開発の基準として、ケレン味のない意匠、いつまでも飽きのこない形に主眼をおいて、設計を進めてきたので、傾向としては、この派に属する意匠がもっとも多い。

##### (1) FF-10, FF-14, FF-19 10W スタンド

FF-10は最初に開発した10Wスタンドである。も



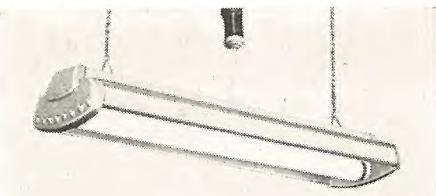
FF-10



FF-14



FF-19



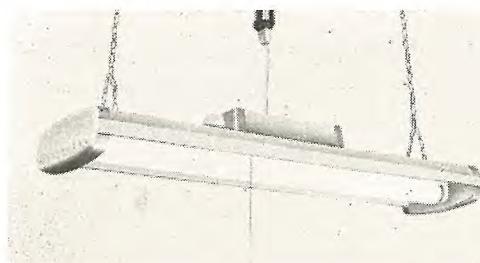
FK-22

激せず、おもしろい意匠効果をあげた例である。

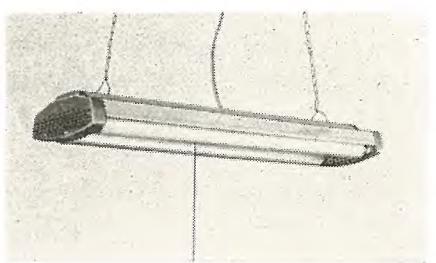
(4) FK-30 30 W-1 灯用 つり下器具

FK-282 20 W-2 灯用 "

オール銅板製で堅固な点からいえば実質的であり、家



FK-30

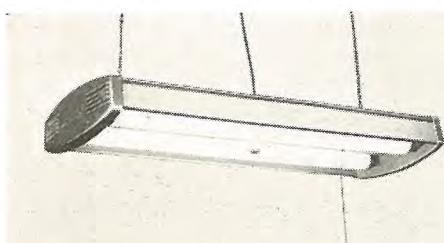


FK-282

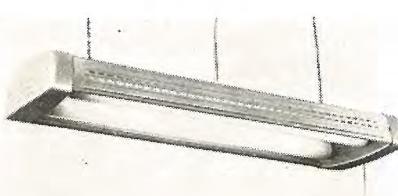
つともむだのない機能的な意匠を主眼としており、美と機能が無理なく一体となった顕著な例である。以後今日までこの形を基本として約10種の新製品が出ていている。FF-14, 19は最近の例である。

(2) FK-222 FW-202 20 W-2 灯用 つり下器具

市場においてディスプレイ効果をあげることは商品として必要な要素である。そのためスケールの大小が問題になったことがある。また量感が商品の価値をある程度左右するものであって、この点からもサイズは大きいほど



FK-222



FW-202

うを好まれる傾向がある。本品はそれを解決して好評を得た。

(3) FK-22 20 W-1 灯用 つり下器具

FK-22は端板意匠のアクセントになっている漏光穴が意匠的に工夫されていて、点灯時、眼をいたずらに刺

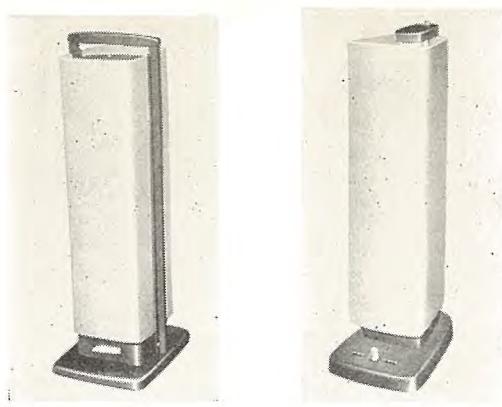
庭向標準器具として意匠的に良くまとまっている。典型的正統派である。

## 2.2 情緒派

この派に属するものとしては、まず普通和風器具と称しているものがあげられる。その他シェードにプラスチックスなどを使って、特殊な効果をかもしだしているものがある。ときに奇をねらいすぎて、ギブアップの憂目をみるのはこの派に多い。しかし蛍光灯の一般家庭への進出度が高くなるに従い、和風様式は重要なモードになってきており、今後相当持続するものと思われる。また日本の伝統的な意匠様式が最近の欧米のデザイン界に大きな影響を与えていた事実は、この趨勢に拍車をかけることと思われる。

(1) FR-10, FR-11 10 W 立て形スタンド

なじみ深い行灯形からヒントを得て、デザインしたものである。乳白色のプラスチックを大胆に応用して構成されており、洗練された単純な形の美しさは、照明効率およびスタビリティの良さとともに出色である。なおこの形は同時に2種類の意匠のものを発売して、市場に強く印象づけるよう計画した例である。典型的な和風器具である。



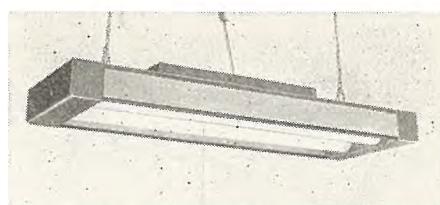
FR-10

FR-11

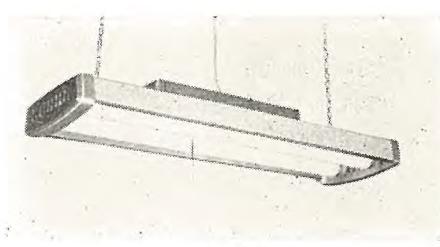
## (2) FK-232, FK-242, FK-252

## 20 W-2 灯用 つり下器具

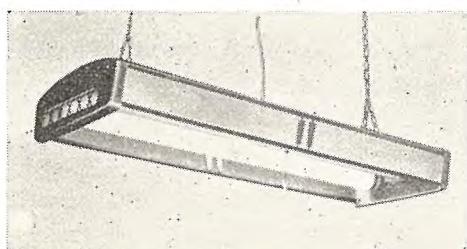
形式は先にあげた FK-222 と同一であるが、オーナメントが相違しているのである。本品はいずれも和風器具として、伝統的な様式の内からエレメントを摂取咀嚼している。この種の意匠は往々にして悪趣味なものになる。それは伝統的な様式によりかかることにより、安易な態度になり、創意を忘れるところから起る。この点はデザインは十分自戒しなくてはならない。その意味でむずかしい仕事といえる。本品の塗色は濃茶、濃緑、黒など濃い色を使って成功した。



FK-232



FK-242



FK-252

## (3) FF-21 20 W スタンド (コスモライト)

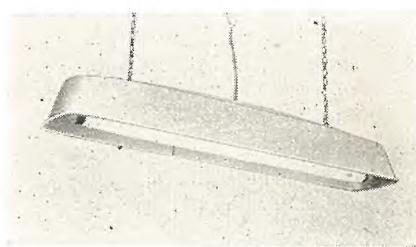
当社が家庭用器具の本格的生産に乘出す魁として開発した器具である。かさおよび支柱をオールプラスチックで構成することは、当時実施例がなく、先駆的な作品であった。現在でもプラスチックを金属に代る構造材として使用するのはコスト的に無理があるが、本形はそれをあえて行い、まず斬新な意匠を世に問へ成功した例である。乳白色セードから散乱する柔い光、透明な支柱に透過反射する光のムードは、文字どおり情緒派の雄である。



FF-21

## (4) FX-20 20 W-1 灯 つり下器具

器具全体をプラスチック成型したもので、柔い光が器具の全面から散出して、部屋中を明るいふんい気に包むことをねらってデザインされている。今後プラスチックは強度、価格、成型技術の改善進歩とともに、いっそう活用されるものと考える。それは光を透過すること、透明半透明など適当に調整できることなど、金属にはないすぐれた特性をもっているからである。

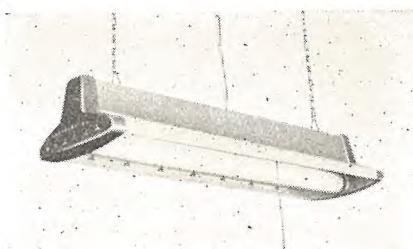


FX-20

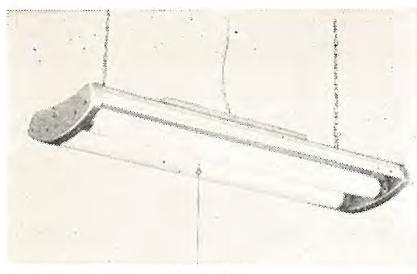
## (5) FK-25 20 W-1 灯用 つり下器具

## FK-262 20 W-2 灯用 "

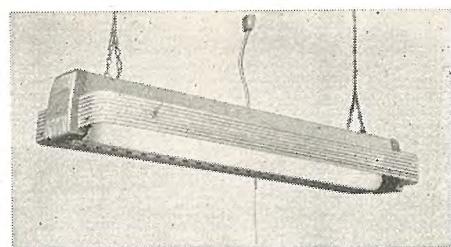
この器具はオール鋼板製であるが、ピトレスクな形状により、独特的のスタイルを打出している。FK-25 形は高さを強調し、塗色はツートンカラーを採用してバランスをとっている。FK-262 形は逆に高さを極力低くして、



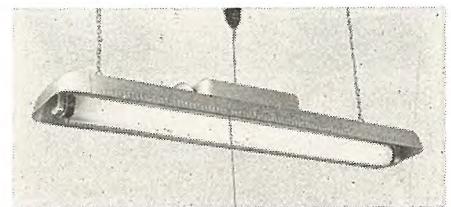
FK-25



FK-262



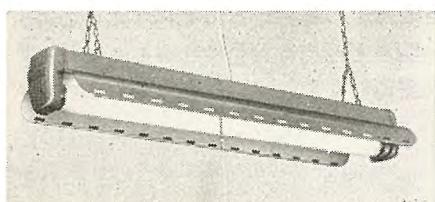
FK-24



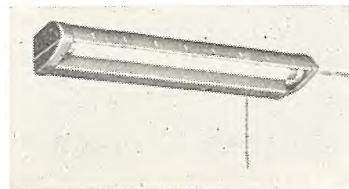
FZ-21



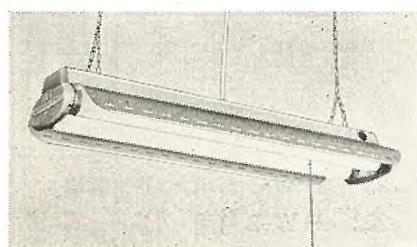
FF-15



FH-26



FV-11



FH-26

### 3. む す び

以上当社における家庭用器具の意匠の様式について、その傾向を分類検討したのであるが、もちろんこれすべてを語っているわけではない。ここで取りあげた分類は意匠の様式の面に限定しているから、ほかにいろいろな見方があるので、まず象の鼻をなでた程度であろう。

# 織物検査光源と螢光ランプ (第2報)

本社 上川忠夫\*  
研究所 安東 滋\*\*

## Light Sources for Fabric Inspection and Fluorescent Lamps (2)

Head Office Tadao KAMIKAWA  
Engineering Laboratory Shigeru ANDŌ

It is a regular routine of the factory to inspect white silk crape before the shipment. But a big quantity of the fabric arouses the problem of efficiency in the inspection. The old process simply relied on natural light which is greatly affected by weather and season. Tests were, then, conducted to see whether the fluorescent lamp would help improve the efficiency of inspection. The results were very satisfactory. However, consideration must be given to the kind of fluorescent lamps, degree of diffusion of light, luminous intensity and arrangement of the lamps. In addition, tests were made with dichrome eye glasses to be used as an auxiliary tool to do inspection through natural light.

### 1. まえがき

織物検査の光源に螢光ランプを使用することについて、丹後縮緬白生地を対象とし、自然光に代る螢光ランプによる人工光源検査とブラックライトによる紫外線照射検査法を三菱電機 Vol. 30 (照明特集号) すでに説明した。これは最終品質検査をおもな対象としたものであるが今回はいわゆる輪転検査機の上を流れる縮緬白生地の全数連続検査用人工光源について述べる。

従来の北窓からの自然光による検査方法では時刻、天候に左右されはなはだ非能率的であったが、この検査の効果、能率は直接生産に影響するところが大きい。従来は季節によっては午前 10 時から午後 3 時頃までしか検査できなかったものである。今回丹後織物工業協同組合からの依頼により、専用検査光源の予備実験を行い、その結果製作納入した光源によってかなりの成果をあげることができたので以下報告したい。

### 2. 縮緬白生地の検査法

縮緬白生地の品質検査には 3 種の検査法がとられている。

- (1) 輪転検査機による検査 (北窓自然光)
- (2) 最終品質検査 (光源は北窓自然光の斜入射)
- (3) 紫外線照射検査 (ブラックライト直射)

(2) に対してはさきに製作納入した照明器具を使用中で、優秀な成績をあげている。北窓の自然光を斜めに照射する従来の検査法に代るものとして、色温度 6,500°K の 40 W デラックス昼光色螢光ランプ 12 本を一つのバンクに入れ、検査面水平照度 800~1,000 ルクスを得られるようにしてある。

(3) は、絹織物の中に、化織糸、木綿糸の混入を発見するもので、従来は水銀太陽灯が使用されていた。この装置は光線の妨害、設備保守の煩雑などで困っていたも

のである。螢光物質を使ったブラックライトランプは、この検査目的には最も適したものといえる。ブラックライト BLB30 (30 W) および BLB-15 を水銀太陽灯の代りに使用したが非常に成績がよい。化織糸の発見はもちろん、漂白をこまかした螢光染料使用なども歴然とその存在が判明する。

### 3. 輪転検査機による検査

図 3.1 は輪転検査機で実際に白生地の検査を行っているところを示す。向って左側に巻きとられてある白生地が検査員の前の傾斜黒板の上を流れて下に落ちる。検査員背後の北窓からの散光で傷を発見するが、自生地の流れはレバーにより自由に逆転、変速が可能で、疑わしい点が出てくれば自由に確認することができる。白生地流れの平均速度は 300~400 mm/s 程度で、検査員は 1 時間検査後 1 時間休養し、これをくり返す。反射の強い白生地の流れをみつめるために疲労はなはだしく、検査員には若い人が多い。



図 3.1 輪転検査機による検査  
Fig. 3.1 Inspection with rotary inspecting machines.

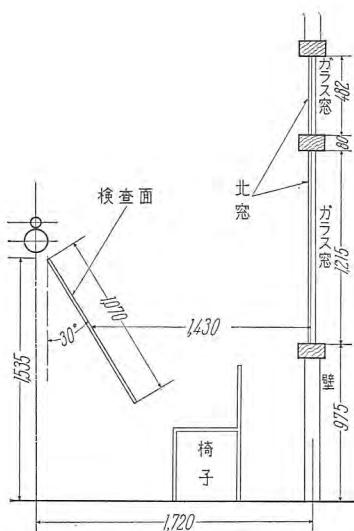


図 3.2 自然光による検査の場合の北窓と検査面の位置関係

Fig. 3.2 Relation of positions of inspecting surface and north window in the inspections by natural light.

前の報告にも述べてあるとおり、実際に北窓からはいってくる散光は天候、時刻によって色温度が相当変化し、晴天の午後には  $5,000^{\circ}\text{K}$  近くまで下がり、曇天の日は  $7,000^{\circ}\text{K}$  近くまで上がっていると思われる。あとに述べるとおり、油、石けんかすによる汚染は自然光よりもデラックス昼光色螢光灯による方がはるかによく判別できたが、これは当日の自然光(8月下旬、午後3時ごろ、晴天)の色温度が低く、デラックス昼光色螢光灯( $6,500^{\circ}\text{K}$ )による方が対比がすぐれていたためと解釈できる。

さらに着目すべきことは、図3.1でわかるように検査員背後の窓がかなり広く、しかも北向であり、したがって検査面にはあらゆる方向からの光がはいり、いわゆる“拡散がきいている”状態にあることである。実測の結果、検査可能な照度範囲が  $300\sim1,000\text{lx}$  と人工光源の場合に比べてかなり大きかったのも、拡散性によるものと思われる。あとに述べる縮緬の傷の複雑多様性から、このような拡散性光源による検査の適否は非常にむずかしい問題であるが、この研究を進めるにあたって重要なことは、この方法が永年の経験を経て確立されたものであり、検査員もこの方法に熟練しているという点であった。北窓と同じ面積、輝度の面光源を準備すればよいといふ考え方も成り立つが、経済性の点でまったく不可能であり、簡単な螢光灯照明器具の配置、拡散性、配光、色温度などを適当に選ぶことにより検査員の従来の経験を十分生かして検査可能な条件を見出したいと考えた。

#### 4. 縮緬の傷

縮緬の傷にはわれわれしろうとも明らかに判別できるものから、専門家でなければ判別できないものまで種類が多く、あとで述べるものはきわめて典型的なもので、実際にはこのようにはっきり分類できるものばかりではない。しろうとにはわからないものならば傷とはいえないのではないかとの疑問が起るかも知れないが、要は染

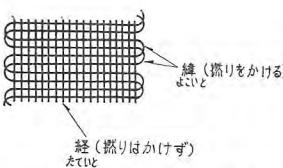


図 4.1 一越縮緬の構成

Fig. 4.1 Composition of silk crepe.

色後の問題であって白生地のままでは一見無傷のように見えるものでも染色すると傷の表われる場合があり、そのような傷でさえも白生地のうちに発見できることが検査員には要求される。

縮緬の中では一越縮緬といわれるものが最も有名であり、全生産量の大部分を占め、検査上の問題も主としてこの種類に限られるので、この種類に見出される傷について述べる。図4.1は一越縮緬の糸の構成を示したもので、撚りのないたていと(経)と撚られたよこいと(緯)からなり、たていとは無数にあるが、よいことは2本しかない。

#### 4.1 緯 難

縮緬特有のしづ(皺)はよこいとの撚りによってできるが、織る途中で撚り加減が適当でなかった場合、しづが周囲と異なる部分ができる。よこいとに沿って端から端まで走る巾  $5\sim10\text{ mm}$  程度の傷となる。発見の難易は中程度で染色するとはっきりしてくる。

#### 4.2 撥斑とかんばし

多くの場合よこいとがあらく隙間のあるような感じの傷である。よこいとに沿って巾  $5\sim10\text{ mm}$  反物の全巾にわたる傷で非常に発見しにくく、染色後ははっきりする。別に撚糸 1~2 本がひどく撚りすぎて太くなったものを「かんばし」といい、これは容易に発見できる。

#### 4.3 織 難

撚斑とよく似たものがあるが、よこいと方向のしまのように見える。しまの巾は  $40\sim50\text{ mm}$  にも及ぶので、発見は撚斑ほどはむずかしくなく、染色後はやはりはっきりする。

#### 4.4 経 しま

これは割合少ない傷であるが、たていと方向に走るしまである。白生地が検査面を走る方向に沿っているため発見は比較的容易で染色後もあまりはっきり出ない。

#### 4.5 瑕 痘

巾  $1\text{ mm}$ 、長さ  $5\sim20\text{ mm}$  の小さな傷をいう。発見は容易で、染色後は目だたなくなり、あまり問題にされない。

#### 4.6 汚 染

油汚染、さび汚染などあり、糸である間に油、さびが付着したものである。発見は容易で、さび汚染のはなはだしいものは染色後もはっきり表われる。

#### 4.7 石けんかす

石けんかすによるよごれで、目につきやすい。

以上7種に分類できるが、老練な検査員の間でもいざれに属するか意見の分れるような傷もあり、分類は非常にむずかしい。要はある傷が染色後、ないしは衣装として完成されたのちに、商品価値に対してどの程度の影響を及ぼすかを瞬時に見分けるかんにたよって検査してい

るというのが実情であろう。したがって、従来の照明条件に近い条件を再現し、それに若干の改良を加えるという線で妥協せざるを得なかった。

## 5. 予備的な実験

図 5.1 に示すような実験装置を用いて、主として面光源の大きさの検査難易に及ぼす影響を観察する実験を行った。実際に検査光源を配置する場合には検査員の背後に白生地の流れる方向と直角に蛍光灯を配置することを予想して、蛍光灯間隔、蛍光灯と拡散板（アクリライト #422）の距離を変えられる蛍光灯バンクを用い、拡散板を巾の変えられる面光源として利用した。蛍光灯、反射板の移動により面光源の輝度を変え、面光源の面積を大きくした場合には輝度を下げ、小さくした場合には輝度を上げて絶えず検査面の照度を 450 lx に保った。また、光源と検査面のなす角と眼の位置を図の範囲で移動させ観察したが、これも実際の検査の状態を想定して選んだものである。

図 5.1 の (1) (2) について緯難を観察したところ、(1) で見る場合にはしばによる陰影で見分けることができ、(2) で見る場合には白生地からの正反射方向に近い位置から、反射の強さの強弱で見分けることができた。(1)(2) を比較すると (2) の方がやや容易に発見できるようであった。

撲斑は (1)(2) いずれの場合も、白生地からの正反射方向をかなり大きくはずし、白生地面を視線に直角に近くして、検査面黒板を見透かすような感じで見分けられた。(1)(2) を比較すると (1) の方が見やすいうように思われた。

繊難、経しまについては (2) によって比較的正反射に

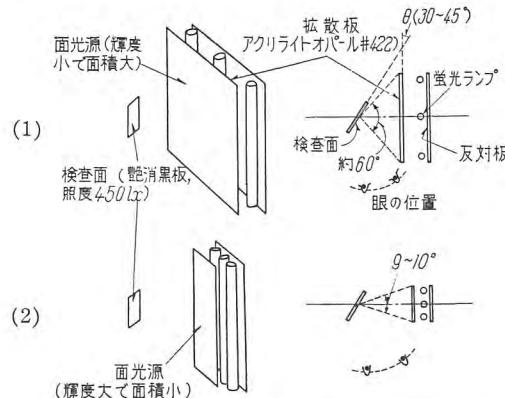


図 5.1 面光源の大きさの影響をみる実験

Fig. 5.1 Test to examine the effect of the size of light source.

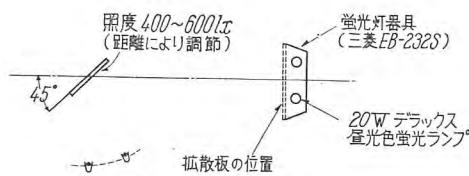


図 5.2 拡散板の効果をみる実験

Fig. 5.2 Test to examine the effect of diffusion board.

繊物検査光源と蛍光ランプ（第 2 報）・上川・安東

近い位置から見ると見やすいうように思われた。

かんばし、瑕疵などは判別容易でいずれでも問題なくよく見分けられる。

油汚染、さび汚染、石けんかすは (1) の方がよく見分けられるが (2) でも十分見分けられ、むしろ蛍光灯の色温度が問題で、冷白色よりは昼光色というように色温度の高い方が見分けやすい。他の傷は色温度が変っても別に判別の難易は変わらなかった。

照度について注目すべきことは、(1) では 300~800 lx の間で検査可能と思われるのに対して、(2) では 400~600 lx の範囲しか検査できないように感じられたことである。

(1) の状態は従来の北窓自然光による検査の場合とほとんど同じと思われる。実際に検査光源を作るとすれば (2) のようなものしかできないと思われるの (1) (2) の比較を行ったわけである。その結果 (2) の方法でも何とか検査できるのではないかと思われるの実際的方法として図 5.2 のような配置で実験した。光線の角度関係は (2) の状態とほとんど同一である。これによって白生地の傷を観察したところ、拡散板（アクリライト #422 板）がない場合は傷の見え方は (2) と相当異なり、とくに反射を利用して発見される緯難、繊難などが見分けにくく目が疲れるような感じであり、拡散板を用いて始めて (2) と同じように見えた。これにより光源はできるだけ輝度の一様なものが望ましいことがわかった。

## 6. 検査用照明器具

上記の試験研究の結果、この白生地検査用光源の照明器具としては次の条件を満たし得るように設計製作した。

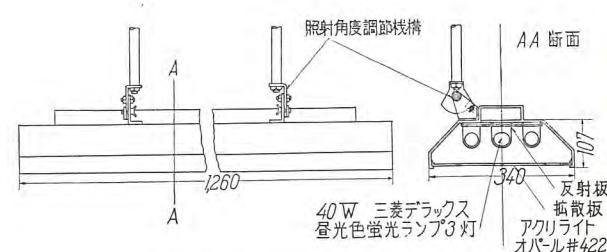


図 6.1 検査用照明器具（蛍光灯）

Fig. 6.1 Lighting fixtures for inspection.

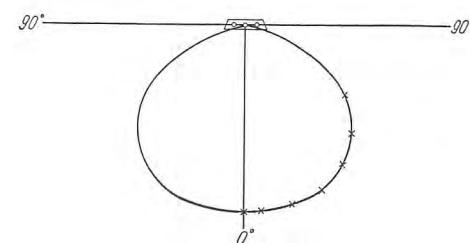


図 6.2 検査用照明器具の配光曲線（ランプ軸に直角で器具中央をきる平面内のもの）

Fig. 6.2 Light distribution curve of lighting fixture for inspection.

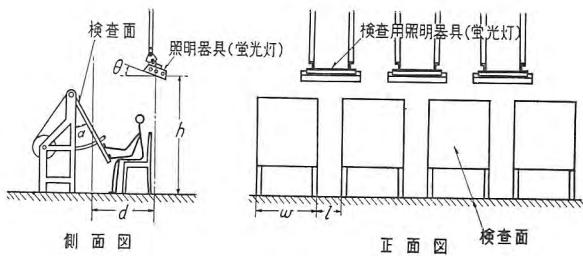


図 6.3 検査用照明器具の配置

Fig 6.3 Arrangement of lighting fixtures for inspection.

- (1) 検査板上でできるだけ一様の照度が得られ、その値が 400~600 lx であること。
- (2) 輝度が一様なであること。
- (3) 照射角度を変えて取り付けられること。
- (4) フリッカを少なくすること。
- (5) 値格が低廉なこと。

以上を満たすものとして工場用蛍光灯器具 FH 形と同形式の効率の高い反射板および拡散効果の高いアクリライトオパール #422 拡散板 (2 mm 厚) を使用した 40 W 3 灯用密閉器具を用い、必要な照度およびその一様性を得るために下げ位置と照射角度を変えて調節できるようにした。(図 6.1) その配光曲線は図 6.2 に示す。安定器は FBC-40 3 個を使用して 200 V 三相三線に接続

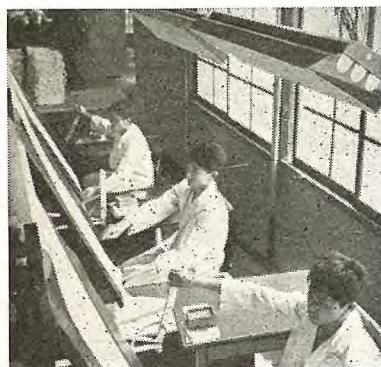


図 7.1 各種の蛍光灯器具を用いて比較試験した輪転検査

(丹後織物工業協同組合峰山検査所)

Fig 7.1 Comparative rotating tests by the use of various kinds of fluorescent lights.

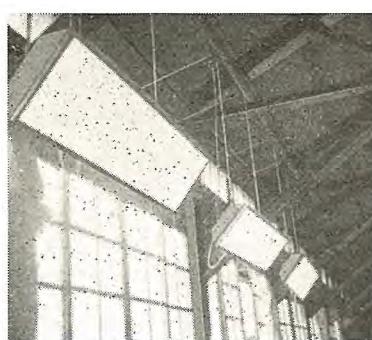


図 7.2 アクリライトを使った検査用蛍光灯照明器具

Fig 7.2 Fluorescent lighting fixtures using Acrylite.

しフリッカを少なくするように努めた。40 W 昼光色蛍光灯をこのように接続した場合、フリッカは約 7% であってほとんど白熱電球と変わらない。

輪転検査機を配置した検査場における照明器具の配置は図 6.3 に示したとおりである。一検査場に 3 台の照明器具を使用し、図の中央 2 台の検査台を主として使用し、左右の検査台も条件によっては使用できた。

照明器具の傾斜角  $\theta$ 、検査面の傾斜角  $\alpha$ 、距離  $d, h$  などははっきりとした一定の値にしなければならないということではなく、検査員の個人差による最適条件の差異などにより実用の際必ずしも一定していないが、あとで示す検査例でわかるように大体の標準値は決定できる。

## 7. 検査用照明器具使用成績

この検査用照明器具を丹後織物工業協同組合の検査所 3 カ所に納入したが、丹後縮緬白生地検査に対する使用成績は良好である。

以下各表に示した検査結果は、専門の検査員が同一の縮緬白生地を検査用照明器具を用いて検査した場合と、自然光で検査した場合との各種傷の発見回数を比較したものである。

表 7.1 A 検査場の場合、



図 7.3 検査用蛍光灯照明器具による輪転検査

Fig 7.3 Rotating test with a fluorescent lighting fixtures for the test use.

表 7.1 A 検査場における検査結果

| 傷の種類  | 検査用照明器具の場合(蛍光灯) | 自然光の場合 |
|-------|-----------------|--------|
| 縫 難   | 40              | 5      |
| 瑕 痘   | 7               | 9      |
| 経しま   | 11              | 13     |
| 捺 斑   | 11              | 1      |
| 汚 染   | 10              | 4      |
| 石けんかす | 11              | 1      |

試験点数 75 反,  $\theta=15$  度,  $\alpha=30$  度,  $h=1,850$ ,  $d=800$ ,  $w=850$ ,  $l=550$

表 7.2 B 検査場における検査結果

| 傷の種類  | 検査用照明器具の場合(蛍光灯) | 自然光の場合(照度 650~700 lx) |
|-------|-----------------|-----------------------|
| 縫 難   | 47(21)          | 40(20)                |
| 瑕 痘   | 32(15)          | 30(15)                |
| 経しま   | 6(3)            | 6(3)                  |
| 捺 斑   | 6(3)            | 10(5)                 |
| 汚 染   | 14(6)           | 10(5)                 |
| 石けんかす | 2(1)            | 0(0)                  |
| 緯 難   | 33(10)          | 16(8)                 |

試験点数 80 反, ( ) 内は 40 反の場合,  $\theta=45$  度,  $\alpha=30$  度,  $h=2,000$ ,  $d=1,500$ ,  $w=1,500$ ,  $l=860$

表 7.3 C 検査場における検査結果

| 傷の種類 | 検査用照明器具の場合(蛍光灯) | 自然光の場合(照度 400~800 lx) |
|------|-----------------|-----------------------|
| 縫 難  | 1(1)            | 1(1)                  |
| 瑕 痘  | 2(0)            | 2(0)                  |
| 経しま  | 1(0)            | 1(0)                  |
| 捺 斑  | 0(5)            | 0(2)                  |
| 汚 染  | 0(1)            | 1(3)                  |
| 緯 難  | 0(0)            | 0(0)                  |

試験点数 35 反 ( ) 内は 26 反の場合  $\theta=60$  度,  $\alpha=25$  度,  $h=1,950$ ,  $d=750$ ,  $w=1,500$ ,  $l=900$

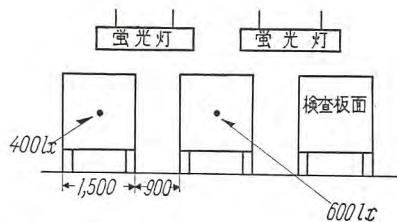


図 7.4 C 検査場における照明器具配置

Fig. 7.4 Arrangement of lighting fixtures at C inspection room.

検査台は中央 2 台を使用して検査した。この場合検査面中心の照度は 500lx であった。ここで右端の照明器具だけを  $\theta=45$  度として使用すると右端の検査面中心で 400lx の照度が得られ、撲斑だけはこの方がよく判別できることと報告された。

表 7.2 B 検査場の場合、照明器具を図 6.3 の位置から左へ約 400 mm ずらして使用している。したがって検査面中心の照度は中央右側の検査面が 800lx、中央左側が 650lx、左端が 400lx であった。表の数字は中央 2 面を使用した場合を示し、( ) 内は左端の検査面を使用した場合を示す。この場合、撲斑だけが成績悪く、左端の検査面でもやはり撲斑が見分けにくくことを示している。また検査員の所感として、石けんかす、汚染などは照度 800lx 程度で最も見分けやすく、撲斑は照度 400 ~ 500lx 程度がよく、結局 600 ~ 650lx 付近が最適と感じられたと報告されている。

C 検査場においては検査用照明器具を 2 台使用しているのでその配置を図 7.4 のようにしてある。その検査結果を表 7.3 に示したが、ここでは白生地 35 反を中央の検査面で検査した場合を示し、別の白生地 26 反を左端の検査面で検査した場合の結果を ( ) 内に示してある。ここでは検査員の所感として撲斑が自然光の場合より照明器具を使用した場合の方がよく見分けられると報告された。

以上の結果は概して検査用照明器具の使用成績が良好であることを示しているが、なお注意すべき点が見受けられる。各検査場はおののの検査員の好みに応じてまちまちの条件で検査しており、成績も一様ではない。いずれ近い将来に検査用照明器具の標準配置、標準照度などが決められ、検査の安定性、信頼性が確保されるようになることと思われる。検査面の照度の一様性という点からは、照明器具の配光曲線を考慮に入れると A 検査場の配置が最もよく、C 検査場の  $\theta=60$  度は過大であるように思われる。

## 8. ダイクロームの利用

当社製品のダイクロームメガネは反射光のまぶしさによる障害を除く場合にも用いられる。その原理は図 8.1 のように反射光が反射面に平行な偏光になることを利用してこれを直角方向の偏光板で除去するものであることはいまさら説明するまでもないが、とくに自然光による

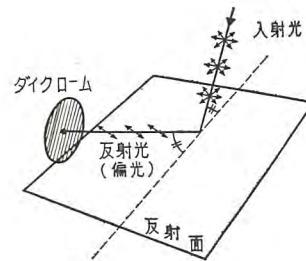


図 8.1 ダイクロームによる反射光の減衰

Fig. 8.1 Attenuation of reflected light due to dichrome.



図 8.2 ダイクローム眼鏡 (当社製品)

Fig. 8.2 Dichrome eye glasses.

縮緬白生地の検査に役立つことがわかった。検査場によつては西日がはいって白生地が反射のためにまぶしくて検査不可能になる場合があるが、ダイクロームメガネ(図 8.2) 使用によって、検査可能になることがわかった。

また白生地に限らず、正反射を利用して行う輝度の高い面の検査には、ダイクロームメガネを使用すれば、目の疲労を少なくし、能率を上げ得ることも考えられる。これについては、まだ検討を要する種々の問題もあるので、稿を改めて報告したい。

## 9. む す び

製作納入した検査用照明器具を、各織物検査所で実際に使用された結果、動く白生地の検査にも、蛍光ランプを用いた人工光源が、自然光に劣らない成績をあげ得られることがわかった。前に述べたとおり、検査用照明器具の標準使用法が、確立されるならば、なお一層効果をあげられると思う。しかし投射角の不適当、照度の過不足など、不完全な使い方をすると、ある種の傷を、全部見のがすといふことも起りうる。あたかも自然光の不安定性からくる、検査不良と同じ結果を生じるおそれもある。

ゆえに織物検査用光源として蛍光灯を用いる際は、正しい使用法と、つねに照度を保持する保守を励行すれば、信頼すべき安定した光源として、自然光に代わることができるであろう。

稿を終るにあたって、始終ご熱心にご援助ご指示を賜わった丹後織物工業協同組合織物検査所長田宮正治氏、同峰山加工場長寺田直之氏、同秘書課長伊藤春之氏、同京都出張所長多賀野重男氏の四氏に厚く感謝の意を表する次第である。

# 照 明 意 匠

大船工場 小笠原善丸\*

## Illumination Design

Ofuna Factory Yoshimaru OGASAWARA

Artistic design is so indispensable to illumination that brightness combined with it is a final goal true to the name of good lighting. Nevertheless, very little has been kept in the records of successful installations, for it is next to impossible to make a concrete description or to have independent discussion with it. Before the determination of final illumination design, very many correlated problems must be made. If the design alone is made with little consideration to other factors, the results will be a complete failure. It may well be said that it is a creation comprising art, plan and technique.

### 1. まえがき

戦前と戦後の建築で大きく変化した点の一つに設備関係の充実発展がある。これは構造力学と施工技術の進歩によって、建築主体工事が非常に経済的にできるようになって、設備関係に投する費用に余力を生じたことと、建築の本来の目的である快的な居住性への欲求によるもので、一口にいえば住生活の向上であろう。

ここに照明も生活環境改善の一環として大きく取り上げられつつある。照明は他の住生活を形成する要素、室内気候、音響、生活道具、色彩、衛生、その他各種の分野と密接な関係を保ち有機的に働くものである。つまりわれわれが生活する時に住居のふん囲気を全体として受けとることが多い。商店で買物をした人、映画を見てきた人、食堂で食事をしてきた人にどんな照明がなされていたかを聞いても、とくに暗いとか、特殊な光色による照明とかではないかぎりほとんどの人は記憶していない。これらの人々は全般的なふん囲気を感じているのであって、そのふん囲気のほうはほとんどの人の印象に残っているものである。このことはここで述べる意匠が単独に行動すべきものではなく、つねにいろいろな条件を十分加味されたものでなければならないことを立証している。

### 2. 明るさと意匠

照明について従来多くの研究、論議がなされているがその最終目的を要約すれば、視覚的な“明るさ”と心理的な“意匠”であるとよくいわれる。この両者につねに付随して“道具としての機能”と“経済”がある。

明るさと意匠とは前述のとおり他の種々の分野と関連を持つと同時に、この両者自身が実地の照明設計にあって非常に緊密でなければならないことは、一度照明設計をした人ならば誰しも感じるだろう。両者の基礎研究

は別個に行われても、応用されるときは一体として取り扱われなければならないもので、どちらかをあまりにも重視し過ぎて失敗した例がときどき見られる。もちろん照明する場所の使用目的によって両者の比重の大小はあっても、いずれか一方をまったく無視できるケースはほとんどない。

実際の例をあげるとつぎのようなことがしばしば体験される。照明設計をするのは普通のばあい照明技術家（多くは電気技術者）か建築家であるが、その結果照明技術家の行ったものには明るさは理想的であるが意匠が不備である例が多く、建築家のばあいはこの逆になる例が多い。前者のばあいは最終需要家である住居者に醜態を押しつけ、後者のばあいは不便を押しつける。照明設計者自身はたいていのばあいその迷惑をこうむらないし、また時には他人に迷惑をかけているのを知らずにいることもある。

ある商店で理想的意匠をねらって蛍光灯の間接照明が施された。ところが当初から暗さが問題になったが2~3年後にはどうにもがまんができないほど暗くなってしまったので、やむを得ず直接照明の器具を多数取り付けた。もちろん始めの意匠的意図はすっかりこわされ不調和なものになってしまった。間接照明では100lx程度さえ出すのに非常に困難であるという常識的なことを、意匠のために忘れ去られたのである。またある車両で蛍光灯照明が行われた。照度規準と照度分布があまりにも神経質に考えられた結果、でき上った客室の天井はシマウマのような光の模様がついてしまった。照明によって乗客は何と乗心地の悪い車両であろうと判断している。

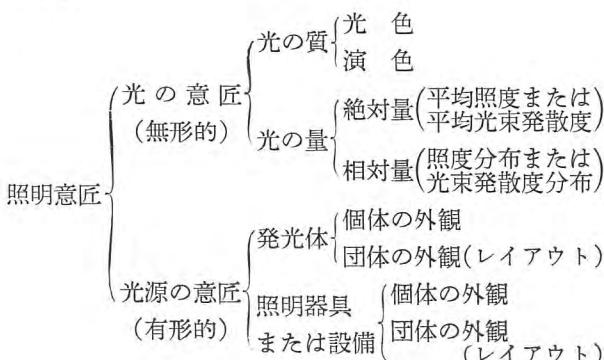
したがって建築家は建築を最初にプランニングするときにすでに照明のことも十分考慮に入れ、使用者に不便のないように心がけなければならないし、照明技術家は照明する建築の用途、各室の構成、スタイルなど建築の性格をよく理解した上でデザインしなければならない。よ

く見受けられることであるが、建築家は照明技術家に建物の平面図や簡単な断面図だけを渡して照明のデザインを依頼し、照明技術家も建物について内容をよく聞かずにつれだけの図面で平気でデザインしている。その結果何年間、何十年間も迷惑を受けるのは建物の使用者である。要するに各専門家は自己のからの中にはまり込んで他を顧みないことに注意すべきであろう。

### 3. 照明意匠

意匠は数値的でなく——とくに現代人は数字をありがたがるのであるが——良否の規準が決めていく。また簡単明確に説明できるものではないから、この方面的記述は抽象的となるか、具体的にはある特定のばあいの説明しか与えられていない。Aがもっともよいだろうとはいっても、Aが最良であるとか、なぜAでなければならないかという理由を述べるのは、はなはだ困難である。このことについて建築家清家清氏がおもしろく表現している。「……また、たまたま現代的な建築家の設計した建築が家相の秘伝に合致することもありうる。しかし、そうなったからといって、家相が現代の建築学によって裏付けされたとはいえない。鬼門に便所をつけなかったのは家相によってではなくて、ひょっとすると建築家にとってその位置に便所をつけるとエレベーションが悪くなるというような“単なる”理由があったかも知れない。しかしそんなエレベーションが悪くなるというような“専門的”な“抽象的”な言辞でごまかされるほど近ごろのクライアントは甘くないから、建築家は“鬼門に便所をつけるのはよくないのでこちらのほうへ便所を移しました”とクライアントを説得する。」(建築雑誌 Vol. 73 No. 858)このような“説得”は専門家自身としては不愉快なものである。そこで少しでもまともな“説得”をするためにつぎのようなことを考えてみた。

実際に照明の意匠を案出したり決定するときに、その内容を分類して、その分類の個々について検討し満足するものができればつぎに総合的に検討し、不満な点があればさらに元の個々の分類について修正する。これを繰り返してより良いデザインを作ることが比較的イージイで誤りを侵しにくい方法であろう。もちろんこれら各段階では照明と関連のあることがらをつねに考えに入れていく必要がある。照明意匠を分類してみるとつぎのようになる。



さらにつけ加えたいことは、照明意匠では照明の施設が完成した当初の意匠だけを考えてはならないことである。当初にいくらよいくらいであっても長い間に嫌悪をきたすようでは本当によいできではない。照明設計にたずさわる人は既往の照明の実態をよく把握して、何年か後に生ずる状態をあらかじめ想定する必要がある。当初のよい姿を長く保つには当然維持管理の容易さもよく配慮すべきであろう。

### 4. 光の意匠

光の意匠は光源の意匠よりも照明される場所のふん囲気を左右することが大きく、このふん囲気が前述のとおり居住者に強く印象を与えるのである。したがって照明をデザインするときに非常に大切で、照明意匠といえば光源の意匠のみを考えるのは大きな誤りである。

まず光の質については画一的に自然光に近いものがよいと見なされ勝ちであるが、よい照明とするにはやはり種々のばあいにそれに適したように考える必要がある。たとえば居住者の年令層別には、幼少年は色温度の低い光を、青壮年は色温度の高い光を、老年になるとふたたび色温度の低い光を一般に好む。性別では男性は色温度の高い光を、女性は低い光を求める傾向がある。長時間在室するばあいには目を疲れさせない落ちついた光がよいが、食堂、娯楽室からさらに劇場、庭園、建造物外面などで特殊なふん囲気を必要とするばあいは光の質が一そう問題となる(図4.1, 4.2)。幸い戦後は螢光灯の普及によりわれわれは種々の光を簡単に使用できるようになつたので、意匠的な解決も割合楽になった。

光の量については、いわゆる技術的に算出される明るさ以外に意匠上からも明るさの検討が必要である。技術的に算出される明るさは、単に見るための機能的な明るさであり、意匠的に考慮される明るさは、明るさにより室のふん囲気をいろいろに変化させることを問題とする。たとえば照明学会で昨年作られた照度基準案では、事務所内の応接室は70~150lxの照度範囲が示されている。これは機能的に考えられた明るさの範囲である。70lxの応接室と150lxの応接室ではそこに飾られる額の絵もテーブルクロスの色も明るさに調和するものがあり、対談する人数、話題にもそれに応じたものがある。換言すればインテリアデザインによって当然適当な明るさが決められる(図4.3, 4.4)。

明るさの分布も活動的な仕事をする室では、自然光下のように一様な分布が望ましいが娯楽、休息、あるいは特殊なふん囲気を出すときはいろいろな方法がとられている(図4.5, 4.6)。ほかよりも明るいことは人を誘引する作用をもっており、これを応用して商店では奥をとくに明るくした照明がある。また頭上が明るく下方に従つて暗くなるばあいは落ちつき、安定などの自然感を与える、側方、下方が明るくなったときは動的、軽量、劇的などの感じを与えるものである。出入口や床の間などでは標識的意味と意匠効果をねらって明るさの分布を考え

られることが多い(図4.7)。看板や表示灯の文字類を表わすときは文字自体を発生体とすれば視速度が早くなり標識的効果が大きく、逆にバックを発光体とすれば深みを増し意匠的効果が上がるのが普通であるから、それぞれ適当な選択を要する。また光の分布により陰影を巧みに扱って立体感、奥行、クローズアップの表現に役立たせることは從来ショーウィンド、舞台照明などでは常識とされていたが、さらに広く活用することによって意匠効果を上げることができる。(図4.8)。



図 4.1 白熱電灯と螢光灯の光を交錯させたデパート売場  
Department store counter with incandescent light and fluorescent light.

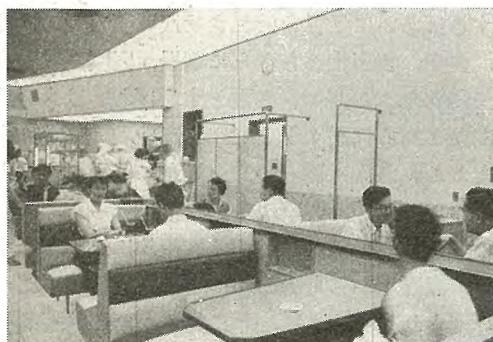


図 4.2 3,500°K ランプによる喫茶室の照明  
Lighting of tea room with 3,500°K lamps.



図 4.3 適度に照度を下げた応接室  
Drawing room with properly reduced luminosity.



図 4.4 非常に明るい応接室  
Very bright drawing room.



図 4.5 照度分布に変化をつけたホテルロビー  
Hotel lobby with changes in the distribution of luminous intensity.

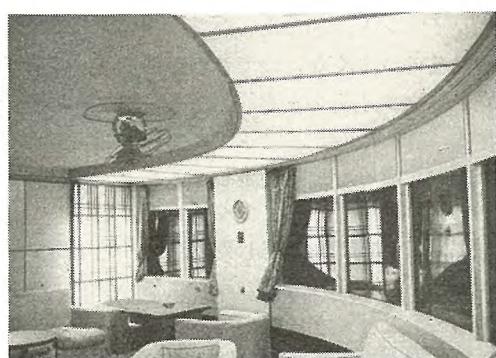


図 4.6 光壁のある客船一等船室  
First class cabin with illuminated walls.



図 4.7 観客席入口付近を明るくした映画館ロビー  
Movie house lobby with the entrance to the pit made bright.



図 4.8 シルエット的な美しさをねらった喫茶室壁面  
Walls of tea room aiming at silhouette-like beauty.

## 5. 光源の意匠

現在照明に使用されている実用的な発光体としては白熱電球、螢光ランプ、水銀ランプおよびネオンサインがある。これらはそれぞれの外形と光色の制限があり、意匠としてもこれらの中から選ばざるを得ない。つまり棒状か球状でそれぞれの大きさもほぼ一定している。このような制約のためネオンサイン以外は、多くランプを適当なカバーつまり照明器具によって外観を整え、意匠的な欲求を満たしている。しかし光源の種類によりおのずから照明器具の意匠も限定されるから、光源そのものを意匠上から選択をあやまらないようにしなければならない(図 5.1)。

照明器具の意匠については古くから考えられていたが

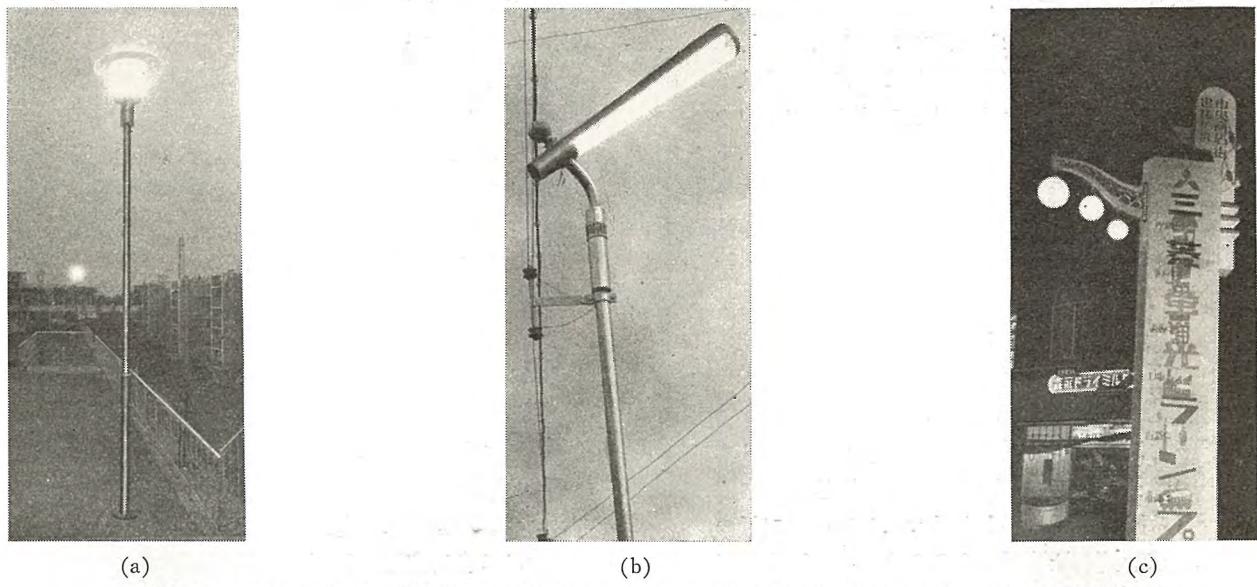


図 5.1 ランプ選択により街路灯の意匠も変化する。左から高圧水銀灯、40 W 融光ランプ、白熱電灯  
Design of street lighting changes with the selection of lamps. (From left to right: high pressure mercury lamp, 40 W fluorescent lamp and incandescent lamp).

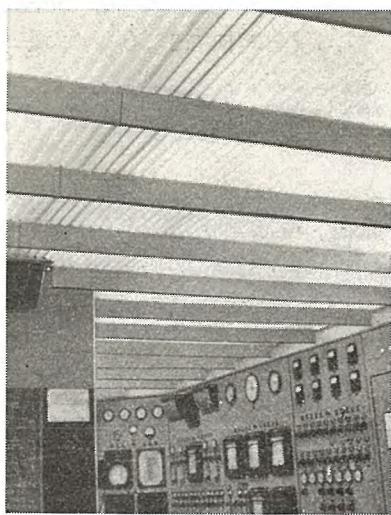


図 5.2 吸音棧のある配電盤室の光天井  
Illuminated ceiling with sound absorption holes



図 5.3 屋間は天空光を入れ、夜は埋込まれた螢光灯  
で照明するプラスチックの天井  
Plastic ceiling using sky light in the daytime  
and fluorescent light at night.

最近では器具個々の意匠ではなく、今まで述べたように金般的なことを考慮して総合的に照明計画をして行かなければならぬという観念に変りつつある。したがって照明器具ないし照明設備は建築物中に融けこんで、建築物と一体となって働いていなければならぬ。これは家具類が次第に造り付けの方向に進んでいるのと同じ意味である。人々は照明器具を買ってきて取りつけるのではなく照明器具の付いている家を求めるのである。間仕切壁の代りに家具を用いたとも考えられるし、家具をなくして間仕切壁を家具化したとも考えられる建築が多くなって来た。同様に天井を省いて光天井にすることがある。それは照明のための天井であり、ハリヤダクト類を隠すための天井でもあり、また防音や遮熱の役目を果す天井もある(図5.2, 5.3)。ここまで徹底しなくとも、今日非常に多く使われている天井埋込器具は天井の一部を照明器具化したものといえよう。

しかしここに逆の流れがある。それは近ごろよくいわれるデザインのヒューマナインズである。壁にブラケットをつけ、天井面に蛍光灯以外にダウンライトを配したりする例である。ブラケットは元来その取り付けてある付近の照明のためであり、ダウンライトは天井から床面の

一局部を強烈に照射するためのものである。これが次第に照明意匠のヒューマナインズとして利用されつつある。つまり快適な照明にさらにうるおいを与えるため、積極的に作用するもとして取り扱われる。ここに照明器具や設備のレイアウトの重要さが生じてくる。

なお照明器具メーカーとしては以上のほかに市販品として量産、発売する品物がある。このばあいは上記の考え方とむじゅんするようであるが、これは上記の線に到達するまでの過程か、または居住費が経済的に制約されているときの解決手段である。この商品にも建築物を対象に作られているものと、消費者の嗜好に重きを置いて作られているものがある。前者は当然多くの建築物に共通的に使用されるような意匠であり、後者は流行がある程度折り込み、大衆のよい意味のセンスに合ったものにすべきである。(これについては本誌に別稿が記述されているので省略する)

## 6. 最近の照明例

以上照明意匠について大ざっぱな記述をしたが、つぎに最近の照明例を紹介して説明不足な部分の補いとしたい。

事務室 (Office)



図 6.1

間取りを簡単に変更できるスクリーン間仕切の事務室でいろいろな室の配置に対応できる照明である。そのため照度分布の均齊や、細長い光源の方向性を少なくすることが考えられている。平均 500lx。(日本ナショナル金銭登録機)

サービスエリヤ (Service Area)



図 6.3

大ビルディングの玄関ホールで、威容を強調した大胆な意匠である。間接照明による明るさの不足を補なうためにも三重のコートは必要である。ダウンライトの配置は重要な意匠構成の要素となっている。(大手町ビル)



図 6.2

ランプの外形を巧みに利用した照明器具である。器具の清掃もほとんど要しない利点があるがインテリアデザインとの調和がむずかしいのとランプ補充の際、集団交換でないと光色をそろえにくい難点がある。(梅田ビル)

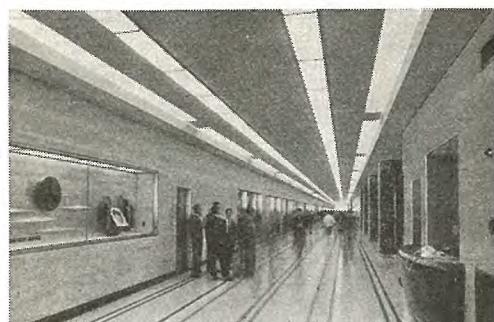


図 6.4

巾の広い混雑する1階の廊下で 420lx. の高い照度にされている。明るい戸外からはいって来たときの眼の順応がこのばあいの最大の課題である。また人の流れを誘うようなレイアウトも必要となってくる。(大手町ビル)

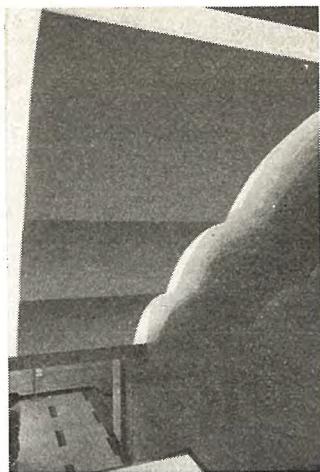


図 6.5

間接照明による階段。最近のビルではエレベータの利用度がふえ階段は次第に補助的なものになりつつある。したがって本来は明るくあるべき階段が廊下に比べて多少暗くてもさしつかえないとも考えられる。

(大手町ビル)

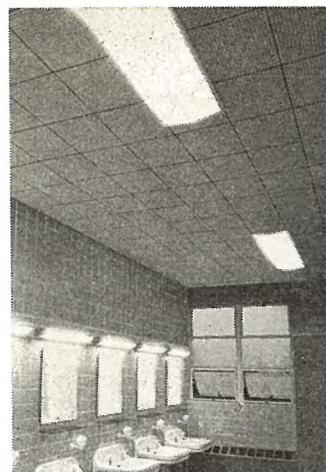


図 6.6

手洗所は清潔感を与えることが第一でそのため高い照度が推奨される。それとともに照明のシンプルさが欲しい、これは良い照明例である。(日本ナショナル金銭登録機)

## 発電所 (Electric Powerhouse)

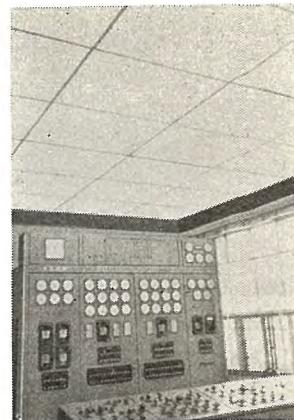


図 6.9

配電盤室の光天井。従来配電盤室にはルーバーロール全盛期ともいえるときがあったが最近ではほとんど光天井となった。いろいろの理由もあるが意匠的にも進歩したと見られる。光天井については本誌別稿参照。

(中島発電所)

## 工 場 (Factory)



図 6.7

工場照明も最近意匠的配慮がなされてきたことは喜ばしい。それは直接作業者の心理に影響し能率を左右するからである。写真のような整然さは緊張感に結びつく、局部照明もなく陰もできない照明である。平均 400lx。(日本ナショナル金銭登録機)



図 6.10

天井の高い発電機室に 300W リフレクタ形白熱球と 400W 融光高圧水銀灯を 1 組にして照明されている。高天井のため光源の色温度の差は苦にならない。(常盤火力発電所)

## 商 店 (Shops & Markets)

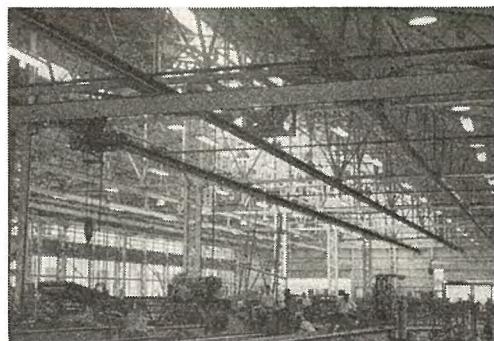


図 6.8

400W 融光高圧水銀灯と 40W 2 灯蛍光灯を交互に配置した工場照明。現状ではまだ融光高圧水銀灯だけでは演色性が不完全で、色物を扱わない工場でも作業心理上からはおもしろくない。色温度が高い白熱灯を用い蛍光灯と組み合わせたことがこの工場では成功している。(樺本チエーン)



図 6.11

従来から一般に行われていたルーバー器具を天井に取り付けた照明であるが安定器具部分を天井に埋込み、できるだけ器具を平たくしてある。平均 300lx。(伊勢丹)



図 6.12

大デパートの1階中央吹抜で、店内の豪華さを示すもっとも重要な部分である。これだけ大きな空間に置かれるおののの照明器具を建物にいかに調和させるかは非常にむずかしい問題である。(伊勢丹)



図 6.13

駅に直結する商店街、最近繁華街の狭隘によってこの種の商店街が急増したが单调で通路化しないこと、逆に個々の店舗が勝手な照明により乱雑化しないことが大切であろう(名古屋地下鉄伏見町駅)



図 6.14

すっきりと整理されるとともに明視の機能的にもよくできた理髪室の照明で作業範囲の水平照度 500 lx 垂直照度 350 lx である。(伊勢丹)

### 食 堂 (Dining Room)



図 6.15

段状になった天井の隅角部に器具を取りつけまとまりよくできており、一種のリズム的な感じがある。一度に多人数を収容するこの大食堂では照度の均一もよく考えられている。(日本ナショナル金銭登録機)

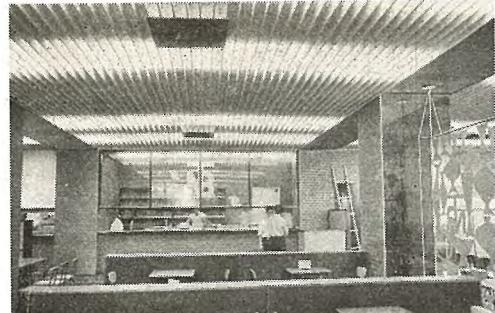


図 6.16

ピヤホールでちょっとした家庭的な親近感を与えている。ルーバー状の天井内に螢光灯を2本ずつ連続に取りつけガラスでカバーしてある。(ニュートーキョー)

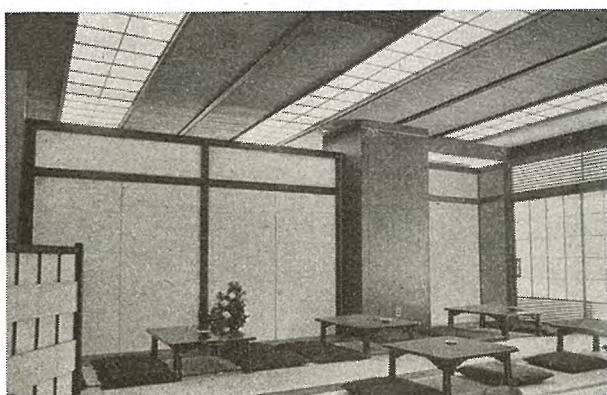


図 6.17

和風座敷の食堂照明。木製ワクにすりガラスをはめ込んである。和風食堂では適当な落ちつきが欲しいがこのように多人数を同室に収容するには、いわゆる趣向的な照明よりある程度機能的な照明手法によるほうが賢明であるかも知れない。(ニュートーキョー)



図 6.18

和風の小食堂で前者のはあいと対照的である。相当思い切った照度分布や光源の配置が歓迎される。(伊勢丹)

### そ の 他 (Miscellaneous)



図 6.19

画廊照明ではふん囲気とともに演色性がもっとも重要である。これは螢光灯と白熱灯とを併用して台上で 500 lx を出している。ランプが目にはいらないようルーバーは傾斜したものとなっている。(伊勢丹)

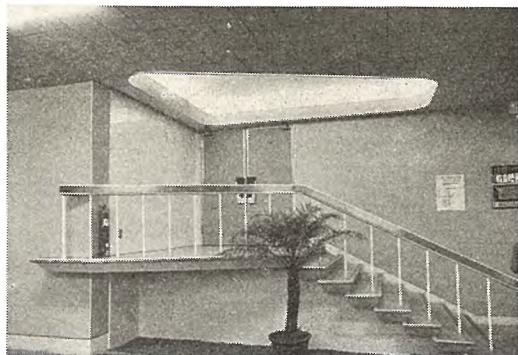


図 6.20

映画の観覧席入口で非常に美しい局部的な室内構成が目を楽しませてくれる。この階段上の天井に普通の照明器具が取り付けであるとこのデザインは台なしとなってしまう。(伊勢丹)



図 6.21

屋内プールに青白色光の高圧水銀灯でプールサイドから水中照明をしたものである。青くすみ切った水を水銀灯の光がいっそう魅惑的なものにしている。(東京都体育馆)

## 7. む す び

以上記述したことと要約すれば照明意匠はそれだけを



図 6.22

大都市郊外の田園地帯に高圧水銀灯で美しく照らし出された工場が列車の窓から眺められオトギの竜宮を思わせる。照明は美を生む(日本ナショナル金銭登録機)

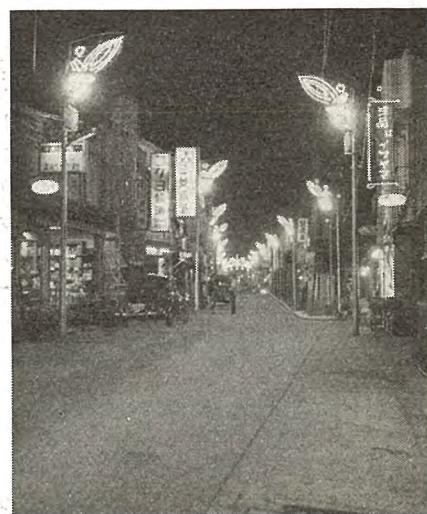


図 6.23

螢光高圧水銀灯とネオンサインによる街路照明。商店街では路面の明るさと同時に光源そのものを見せることによって繁華を示す必要がある。しかし繁華も無駄なものでなく品のよいものであります。(北品川中央商店街)

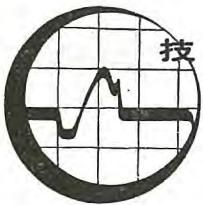
とり出してデザインすると必ず失敗するということである。意匠は総合的なデザイン——この言葉は Art, Planning, Engineering を含んだ Creating を意味する——を同時に考えなければならない。そしてこの考えは今後の照明にますます大きくとり入れられることと思う。

## 次 号 予 定

三菱電機 Vol. 32 No. 9 臨時増刊

### 建築と電気特集

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| ○名鉄ビルのオートセレクトパタンオートエレベータの実態調査 | ○MC形高速多気筒冷凍機および凝縮装置 |
| ○エレベータ塗装とその品質管理               | ○ビルの空気調和            |
| ○最近の三菱エレベータの標準とその適用           | ○ワインデヤ              |
| ○非常用小形交流発電機と制御装置              | ○自動扉                |
| ○三菱トラベータ                      | ○洗浄管走行形クリネヤ         |
| ○新構造のビル用変電設備                  | ○技術解説:火力発電シリーズ      |



## 技術解説

### AVR の問題 (1)

火力発電シリーズ (10)

電力系統における AVR の機能はこれを二つに大別することができる。一つは負荷の投入、遮断などの系統の擾乱時にも一定電圧を維持することであり、他の一つは火力発電所の進相運転時の安定度の維持のように、不安定ないしは安定の悪い系統の安定化である。

#### 1. AVR の構成

系統に擾乱が発生すると、発電機の電圧は規定値より上昇または下降する。このとき、AVR は規定値よりの偏差によって動作し、励磁電圧を加減して発電機電圧を規定値にもどす。

BJ 形自動電圧調整器、SR 形自動電圧調整器は励磁回路の抵抗を変化して励磁機電圧を加減する抵抗器形自動電圧調整器 (Rheostatic Voltage Regulator) であり、Rototrol<sup>(1)</sup>、Magamp<sup>(2)</sup><sup>(3)</sup> 形の電圧調整器は規定値よりの偏差を Rototrol といふ回転増幅器あるいは磁気増幅器によって増幅し、これを励磁機に加えてその電圧を加減する動的自動電圧調整器 (Dynamic Voltage Regulator) である。AVR は閉ループの制御系であるから、その構成要素は発電機電圧の規定値からの偏差を検出する検出部、偏差値を増幅する増幅部、制御系を安定化するための制動回路などからなる。また、並列運転を行う場合には、横流補償装置が必要であるが、並列機間に小さい方の容量の機器の kVA ベースで 6% 以上のインピーダンスがあれば省略してもさしつかえない。不足励磁制限回路 (underexcitation limit) は低励磁の防止および発電機の端部加熱の防止のために必要であるが、これについては 5 節において説明する。

図 1.1, 1.2, 1.3 に BJ 形、Rototrol 形、Magamp 形の AVR の大略の構成を示してある。その動作は次のとおりである。

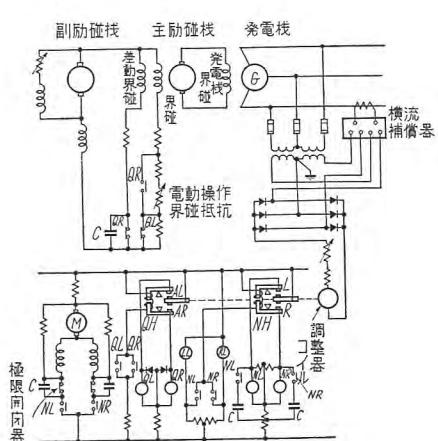


図 1.1 BJ 形自動電圧調整器

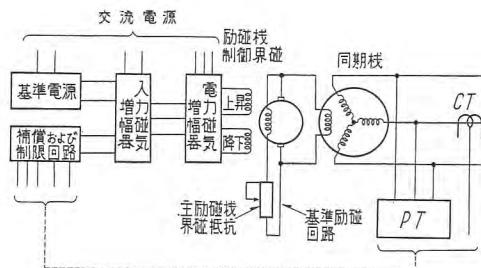


図 1.2 Magamp 形 AVR

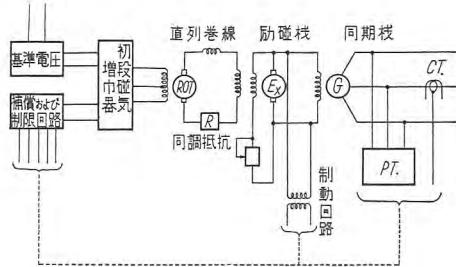


図 1.3 Rototrol 形 AVR

#### BJ 形の制御動作

主電圧制御要素には R, L の制御接触部と AR, AL の速応接触部の 2 種類の接触部があり、いずれも発電機電圧の規定値からの偏差によって動作する。R または L は補助継電器 NR または NL を励磁して、接点 NR または NL によって電動界磁調整器を所望の方向に動作させる。とくに機圧の変動の大きい時は AR または AL が動作し、速応電磁接触器 QR または QL を付勢して励磁機界磁回路の抵抗群を短絡、投入することによって電圧を調整する。NH および QH はそれぞれ、乱調防止装置のコイルで制御系の安定化をはかるものである。

#### Rototrol 形 AVR の制御動作

Rototrol 形 AVR では発電機電圧より三相整流によって機圧に比例した直流電圧を得、これをロトロールの電圧巻線に導き、規定値との偏差をロトロールで増幅する。ロトロールの増幅作用はその直列巻線と同調抵抗との作用によって行われる。ロトロールによって増幅された出力は、励磁機に加えられて電圧調整の作用を行う。ロトロールにはこの他制御系を安定化させるための制動巻線、不足励磁制限を行うための巻線を有する。

#### Magamp 形 AVR の制御動作

Magamp 形 AVR では発電機電圧より三相整流によって機圧に比例した直流電圧を得。これを入力磁気増幅器 (Input Magamp) に導き、規定値 (Reference) と比較しさらに電力磁気増幅器 (Power Magamp) で電力増幅しその出力で励磁機の励磁の調整を行うものである。ロトロール形の AVR と

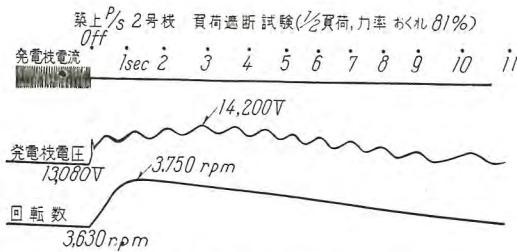


図 1.4 BJ 形 AVR の動作

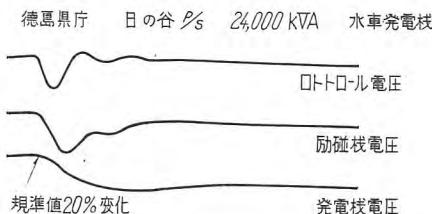


図 1.5 Rototrol 形 AVR の動作

同じく不足励磁制限回路を有することはいうまでもない。

図 1.4, 1.5 はそれぞれ BJ 形および Rototrol 形の AVR の実際の動作状況を示すオシログラムである.

## 2. 速応比、頂上電圧の定義と決定

AVR は励磁機の電圧を加減することによって発電機電圧を規定値に保たんとするものであるから、励磁機電圧の増減の割合が問題となる。速応比 (Response Ratio) は、励磁機電圧の増減の割合を数量的に表現したものであって 0.5 秒間の励磁機の電圧変化率  $V/S$  を公称スリップリング電圧で除したもので、図 2.1 において  $slope/oa$  で与えられる。0.5 秒という時間は平均的に電力系統の電力動搖周期の約半分に相当するもので、系統の過渡安定度に及ぼす励磁機の効果はこの期間において決定されるから採用されたものである。頂上電圧 (Ceiling voltage) は励磁機の到達する最高電圧をいう。

抵抗器形の AVR に対しては、以上の定義を適用して、図 2.2 に示す方法によって速応比を測定決定することができる。



図 2.1 速応比の定義図  
(面積  $abc$  - 面積  $abde$ )

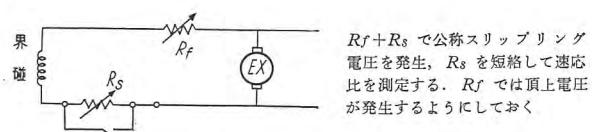


図 2.2 抵抗器形 AVR の速応比の測定回路

動的な AVR (Dynamic voltage Regulator) に対しては上の定義を適用するには AVR の応答を定める必要がある。その一つの提案<sup>(4)</sup>としては AVR の入力を規定値から急に規定値の 80% に変化させた時の応答を定め、これを図 2, 3 に示すよ

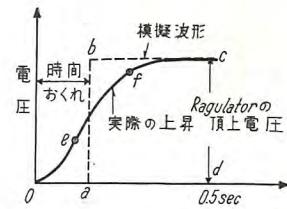


図 2.3 動的AVRの応答曲線  
面積  $oefcd =$  面積  $abcd$

うな Delayed Step Function で模擬するものである。この Delayed Step Function は容易に発生しうるものであるから、これを励磁機に加えて速応比を定めることができる。この方法は簡単であるが、安定化回路などの影響が考慮されず、電圧調整系としての応答の得られないという恨みがある。他の提案<sup>(5)(6)</sup>は実際の運転状態と同じ接続において検出回路に外部より電圧を印加して応答を見、速応比を決定するものであり、外部より印加される電圧の大きさとしては規定値の 10% を探っている。

普通、速応比は1~2程度であり、また、頂上電圧は励磁機の定格電圧の120~135%であり、公称スリップリング電圧は定格電圧の72~95%である。

### 3. 負荷遮断時の機圧上昇

負荷を遮断した場合には、発電機の電圧は図3.1に示すように最初は負荷遮断直前の負荷状態と発電機の定数とによって定まる値だけ急激に上昇する。しかし後に始めてAVRの効果が表われてきて、機圧は規定値にまで落ち着くのである。この場合の発電機電圧の時間的変化の計算にはアナログコンピュータを使用するのが便利であって、なかんずく、飽和を考慮するときにしかりである。図3.2に参考のためにコンピュータで計算するときのブロック図を示してある。

図3.3に示すような回路で負荷遮断をしたときの機圧は、機器の飽和を無視し発電機の次過渡効果を考えなければつぎの式で与えられる。

$$V_t = |ABC| \frac{T_{d_0}p+1}{T_{d_2}p+1} [G(p)\Delta E_{fad} + E_{fad} - \{x_d - x_d(p)\}i_{d_0}] \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3.1)$$

ただし、

$$A = x_q + X/(x_d + X)(x_q + X) + (r + R)^2$$

$$B = \sqrt{1 + \left( \frac{R+r}{x_q+X} \right)^2}$$

$$C = \sqrt{X^2 + R^2}$$

$$T_{dz'} = T_{d_0'} \frac{(r+R)^2 + (x_{d'}+X)(x_q+X)}{(r+R)^2 + (x_d+X)(x_q+X)}$$

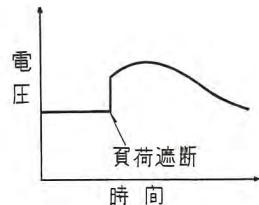


図 3.1 機圧の時間的変化

## 技術解説

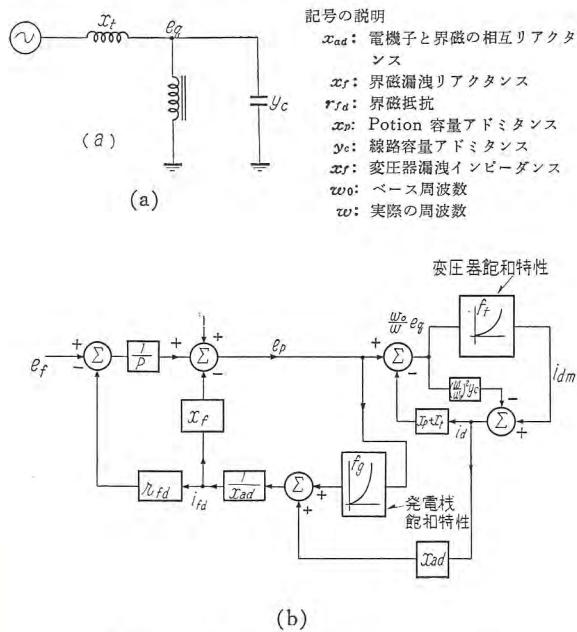
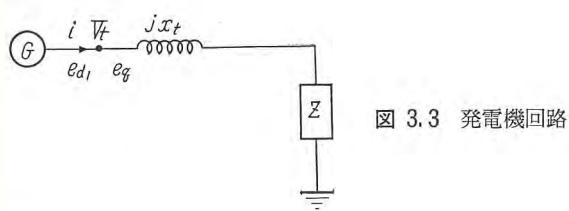


図 3.2 負荷遮断時の機圧計算ブロック図



### 記号の説明:

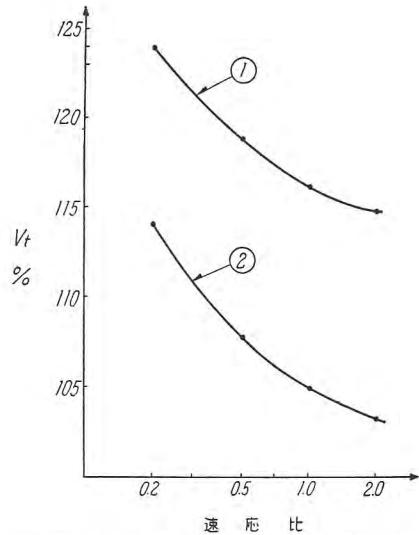
- $x_d$ : 発電機の直軸リアクタンス
- $x_d'$ : 直軸過渡リアクタンス
- $x_q$ : 横軸リアクタンス (タービン発電機では  $x_d = x_q$ )
- $r$ : 発電機の抵抗分
- $E_{fd}$ : 遮断直前の界磁電圧
- $\Delta E_{fd}$ : 界磁電圧の変化分
- $i_{d_0}$ : 遮断直前の電流の直軸分
- $T_{d_0}$ : 閉路時界磁時定数
- $R$ : 外部回路の抵抗分
- $X$ : 外部回路のリアクタンス

遮断後の回路が容量性であるときは外部回路のリアクタンス分  $X$  が負となるので、機圧  $V_t$  は大となることがあるので注意を要する。

発電機の出口で負荷を遮断したときの機圧  $V_t$  は

$$V_t = G(p) \Delta E_{fd} + E_{fd} - \{x_d - x_d(p)\} i_{d_0} \quad \dots \quad (3.2)$$

で与えられる。一例としてタービン発電機が 90% および 80% の遅れ力率で per unit kVA の負荷を遮断したときの機圧の最大値と速応比との関係を図 3.4 に示す。この図より見るように速応比は 1.0 以上あればまず十分であろう。負荷の急激な変化その他の擾乱に対しても上記と同じ方法で計算することがで



タービン発電機定数  $x_d = x_q = 110\%$   $x_d' = 23\%$   $T_{d_0} = 5.6$  秒  
 曲線 ① 遮断前の負荷 1.0 per unit MVA 力率 80% 遅れ  
 ② 遮断前の負荷 1.0 per unit MVA 力率 90% 遅れ  
 備考 この計算には速度上昇は考慮していない。タービン発電機では一般に速度上昇は少なく数 % 程度である。速度上昇を考えるときには図の値に速度上昇分を乘すべきである。

図 3.4 負荷遮断時の端子電圧

きる。

## 4. AVR と安定度

タービン発電機はその冷却方式の進歩によって寸法は小さくなり短絡比は低くなってきた。一方、系統には常時投入のコンデンサの増加などによって、軽負荷時には発電機は低励磁で進み力率の運転となり、本質的に定態安定度は低下してきた。このような場合には不感帶および死時間のない Rototrol または Magamp 式の最新形の AVR を用いることによって安定度を向上しましたはその裕度を増すことができる。このように AVR によって手動制御のときの安定限度を越えて安定な運転が可能となるのがいわゆる動態安定度 (Dynamic Stability) である<sup>(7)(8)</sup>。

タービン発電機においては、AVR のないときの定態安定極限はつぎの式で与えられる。

$$\left( \frac{Px_q}{e_t^2} \right)^2 + \left( \frac{Qx_q}{e_t^2} - \frac{1}{2} \frac{x_q - x_e}{x_e} \right)^2 = \left( \frac{x_q + x_e}{2x_e} \right)^2 \quad \dots \quad (4.1)$$

$P$ : 発電機の有効出力

$Q$ : 発電機の無効出力

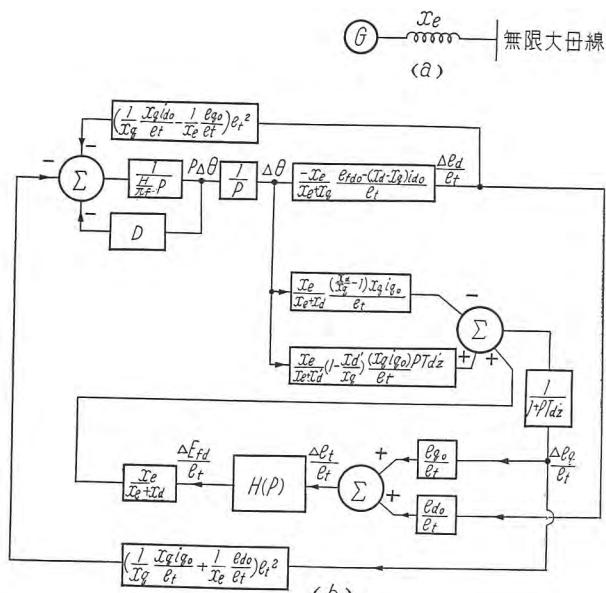
$x_q$ : 発電機の横軸リアクタンス (タービン発電機では直軸リアクタンスに等しい)

$x_e$ : 等価外部リアクタンス

AVR による安定度の向上は、機器の動作点の付近の微少変動を考え、発電機、回路の次過渡効果を無視することによって図 4.1 に示すブロック図に従って計算することができるが、それには電子管式のアナログコンピュータを用いるのが便利である。

それらの研究結果から次のことがいえる。

(1) 最新形の AVR を有するタービン発電機は、その短絡比が手動の発電機の 1/2 であってもほぼ同じ安定限度を有する。



$x_d$ : 発電機直軸リアクタンス  
 $x_q$ : 同上 横軸  
 $x_d'$ : 同上 直軸過渡リアクタンス  
 $T_{d0}' = \frac{x_d + x_d'}{x_d + x_d} T_{d0}$   $T_{d0}$ : 開路時定数  
 $x_e$ : 外部リアクタンス  
 $H(p)$ : AVR の伝達関数

図 4.1 動的変圧器の計算ブロック図

(2) 動態安定度は、発電機の慣性定数  $H$ 、開路時定数  $T_{d0}'$  にはあまり関係しない。また、機械の過渡リアクタンス  $x_d'$  の影響も少ない。

(3) 極限電力は発電機の端子電圧  $e_t$  の自乗に比例する。

一例として、新設計画中の大容量火力発電所の発電機に Magamp 形の AVR を適用した場合の安定限度を計算した結果を図 4.2 に示してある。図 4.2 において曲線 1 は AVR なしの場合の安定極限で式 (4.1) によって計算されるところである。曲線 2 は同じ発電機において最新形の Magamp 形の AVR を付したものであって安定極限の増大は顕著である。曲線 3 は短絡比が 2 倍であるが AVR なしのものの安定極限であって曲線 (2) に近く上述の (1) の事項を裏書きしているものである。

図 1.2 に見るように、AVR の作用によって定態安定度はいちじるしく増すが、実際には安定度の裕度あるいは端部加熱を考えて、低励磁制限を設ける。安定度の裕度は制限曲線と AVR なしの安定極限との裕度がほぼ  $1/x_q$  の 15% に等しくとなることが提案されている。端部加熱によるものは、個々の機械についての検討を要するが、最近の発電機では、制限線は進み零力率で定格 kVA の 60% の点と定格 kVA、進み力率 95% の点とを結んだものである。

AVR の果すべき役割は、電圧の調整と系統の安定化の二つである。

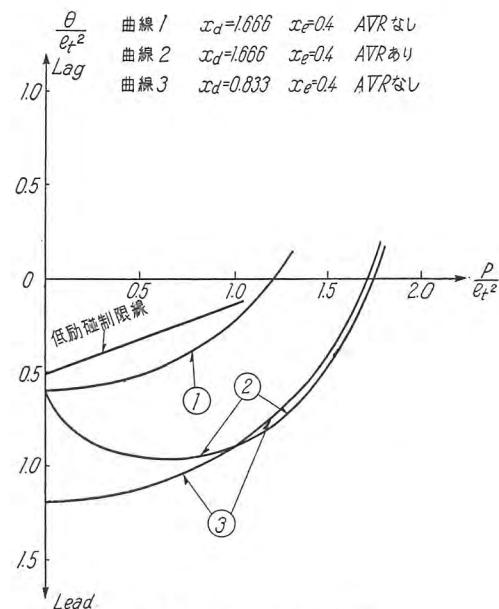


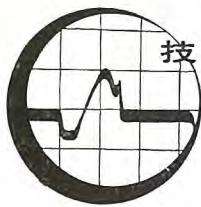
図 4.2 安定度限界曲線

AVR の適用にあたっては、系統の構成をよく考え、最も経済的にして、技術的要件を満足する方式を決定すべきである。

(研究所 馬場準一)

## 参考文献

- (1) たとえば、増巾器形自動電圧調整器 新谷保次 The Transient Behavior of the Two-Stage Rototrol Main Exciter Voltage Regulating System as Determined by Electrical Analogy. J. T. Carleton TAIEE Vol 68, Part I. p. 59~63, 1949
- (2) Magamp Regulation for Synchronous Machines. J. E. Barkle, C. E. Valentine, J. T. Carleton. W. H. Engineer, Vol. 12, p. 204~7, Nov. 1952
- (3) A New Regulator and Excitation System. J. T. Carleton, P. O. Bobo, W. F. Horton TAIEE Vol. 72, Part III. p. 175~81, 1953
- (4) Excitation Voltage Response Definition. Tech. Paper 56-995
- (5) Excitation System Response. Tech. Paper 56-996
- (6) Field Tests of Response of Excitation System. Tech. Paper 55-524
- (7) Steady State Stability of Synchronous Generators as Affected by Regulators and Governors. H. K. Messerle, PIEEE 1955 June p. 24~34
- (8) The Effect of Generator Voltage Regulators on Stability and Line Charging Capacity. F. S. Rothe CIGRE 1954 321



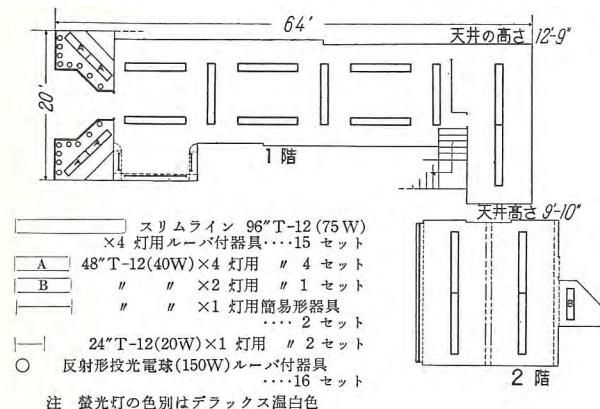
## 最近の米国照明施設の展望 (2)

本社 小堀 富次雄\*

## 5. 各照明施設

## (A) 商店、百貨店の照明 (つづき)

図30はボストン・エジソン会社設計の中級商店照明の例<sup>(21)</sup>であるが、建坪 100 m<sup>2</sup> (約 30 坪)、一階店頭より見て左右両側のショーウィンドウ内は螢光灯 48T-12 40 W×4 灯用 2 連 (計 8 本) のデラックス温白色ランプと反射形白熱電球 150 W×8 ケで照度も 1,500~2,000 lx、店内は全般照明として天井じか付のスリムライン螢光灯 96T-12 75 W×4 灯用が一階だけで 11 セット (44 本) 使用され、店内の平均照度は 400 lx (初期 750 lx 位) である。なお壁の棚の上部にも螢光灯 40 W および 20 W がそれぞれ 2 セットずつ使用されている。螢光灯の色は全部デラックス温白色に統一してある。図中に示した照明器具は同設計図に添付のカタログ<sup>(22)</sup>から筆者が参考に抜粋して記載したものである。



注 螢光灯の色別はデラックス温白色

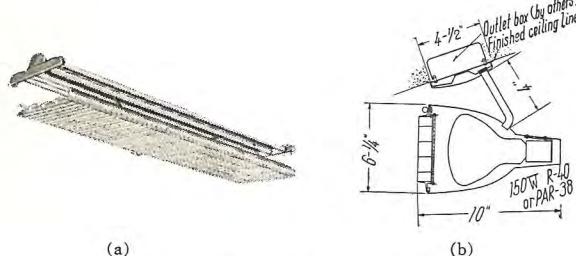


図 30 商店照明の照明器具配置図

さて商店、とくに百貨店の照明ほど多くの異なる効果を現わすものも少ない。商品の量感を示すとともに顧客を引き付ける重要な要素の一つである。また、すぐれた特色あるディスプレイもその店の個性を示すのに役だつものである。さらによく計画された照明は店員達を快活な、ていねいな応待をさせる。このことは顧客を満足させ、売上げを増し、さらに大きな利益をもたらすものである。

百貨店照明の設計技術は多くの要素を含んでいる。全般照明としては螢光灯、白熱電球およびそれらの組合せからなるが、



図 31 百貨店の雰囲気照明の例 (靴の売場)

表 4 百貨店の推奨照度 (lx)

|            | 低級品<br>(セルフサービス) | 中級品<br>(セミサービス) | 高級品            |
|------------|------------------|-----------------|----------------|
| 通路         | 200~250          | 150~200         | 100~150        |
| 各商品        | 600~750          | 400~600         | 300~500        |
| ショーケース、陳列棚 | 1,000~1,250      | 750~1,000       | 500~750        |
| 特色展示       | 2,000~2,500      | 1,500~2,000     | 1,000~1,500    |
| 商品の例       | 小間物、見切品、安い商品     | 既製品(衣料)、織物、家具   | 注文服、毛皮、宝石、高級家具 |

全般照明の最も効果的な方法としてはルーバ天井、光り天井が考えられる。アクセント照明は商品を魅力的にするために必要である。この中にはショーケース、壁面の棚の照明がはいる。とくに季節にふさわしい照明とかディスプレイ、カウンタの照明にスポットライトがよい。雰囲気照明は店内の壁の凹部、周辺の間接照明、フラッドおよびスポット照明による装飾も含んでいる。特別な照明効果と照明方法はその店独特の雰囲気と個性を現わすのに役だつものである。(図 31)

表3には商店の商品別およびショーウィンドウの所要照度表を示したが、百貨店照明として表4はその推奨照度の例<sup>(23)</sup>を示している。小間物、見切品の低級品から中級・高級品の毛皮・宝石類、高級家具になるに従って推奨照度も低下している。また各種売場の通路、各商品陳列面、ショーケース、展示品などに細かく区別している点はおもしろい。ここでも当然上述のアクセント照明、雰囲気照明の効果が強調されるわけである。

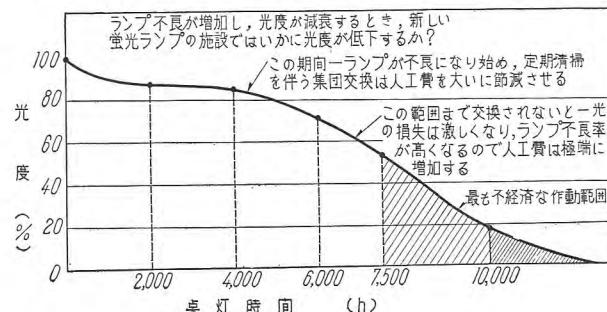


図 32 百貨店の螢光灯施設の点灯時間と光度減衰との関係

以上の照明効果を上げるために光源の保守の問題は重要である。図32はこれらの螢光灯施設における点灯時間と光度減衰との関係<sup>(24)</sup>を示しているが、螢光ランプだけでなく、照明施設全体として定期清掃を行う集団交換では人件費が非常に節約されて点灯時間4,000~6,000時間が最も有効な期間であることを示している。6,000~7,000時間の範囲ではランプ交換がされないとランプ不良率が高くなるので人件費は極端に増加し、7,500~10,000時間以上では点灯していても最も不経済な範囲となっている。

百貨店照明では保守を含めて照明経済の問題はとくに店内の装飾・美観の点からも十分考慮し、定期清掃と集団交換が望ましい。

#### (B) 道路の照明

米国ではわが国で見受けられるような螢光灯20W×(1~3)灯の装飾を主とした街路灯またはネオンサインを併用した照明のないことは上述した。ここでは高速道路の照明、市街地の街路灯または自動車の駐車場の照明について述べる。

米国では現代は鉄道にかわって自動車交通の時代といわれ、道路の整備は米国の繁栄をもたらすものとされている。それは自動車交通のもつ迅速性、便宜性、積載の伸縮性、低廉性、快適性などが広く認識されてきたためである。したがって自動車の台数の増加とともに鋪装道路の完備、道路照明の研究も盛んで、これらの施設には学ぶべきものが多い。

最近の道路学界において決定した定義によれば、高速道路とは「上り下り各二車線以上、中央に分離帯を設けて高速で走る、

表5 米国その他の鋪装道路の状況

| 国名   | 鋪装道路(%) | 人口10万人に対する鋪装密度(km) |
|------|---------|--------------------|
| 米国   | 60.38   | 2,119              |
| 英國   | 100.00  | 587                |
| 西ドイツ | 100.00  | —                  |
| フランス | 75.90   | 1,503              |
| イタリア | 39.0    | 46                 |
| 日本   | 1.24    | 12                 |

かつ一定の場所以外での出入は制限され、また交差は全部立体交差で平面交差がない<sup>(25)</sup>とのことである。

米国その他、各国の鋪装道路の状況は<sup>(26)(27)</sup>表5のようである。米国の道路総延長は約545万kmで、幹線道路は約61万km、そのうち、全部あるいは部分的に立体交差設備をもつ高速道路は8,260kmに達している(うち、有料道路は約3,000km、無料高速道路は5,260km)。なお1956年米国議会は「道路整備13ヵ年計画」(総額510億ドル)を承認した。この計画では今後13年間に64,000kmにおよぶ無料高速道路の建設により各州および主要都市の大部分を結びつけるほか、地方道路の整備を行う空前の大土木工事である。

図33,34は米国の高速道路の偉観を示す4層式立体交差の夜景と高速道路から市街道路に連結する状況<sup>(27)</sup>を示したものである。

文献“Street Lighting—Then and Now”<sup>(28)</sup>によると、米国の街路灯数は推定4,500~5,000万灯であり、さらに1966年までに2倍の10,000万灯に増加の見込とのことである。光源の内訳は白熱電球が大半で、高圧水銀灯は約40万灯、螢光灯はトンネル、地下道、橋梁、高架道に使用されているものを除い

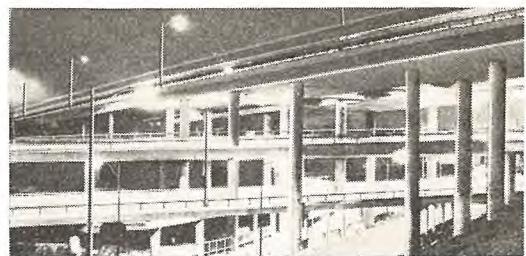


図33 ロサンゼルス市の4層式立体交差の夜景



図34 ロサンゼルス市内の高速道路と市街道路との連結する状況

表6 街路照明用電灯の変遷(放電灯関係のみ抜粋)

| 光源の種類          | 年    | 定格寿命(h) | 初効率(lm/W) |
|----------------|------|---------|-----------|
| 水銀灯            |      |         |           |
| Cooper-Hewitt  | 1901 | 不定      | 13        |
| H400-A1(旧A-H1) | 1934 | 1,500   | 35        |
|                | 1952 | 6,000   | 38        |
| H400-E1(旧E-H1) | 1947 | 3,000   | 50        |
|                | 1952 | 5,000   | 50        |
| ソデウム灯(ナトリウム灯)  | 1934 | 1,350   | 50        |
| NA-4(10,000lm) | 1935 | 2,000   | 56        |
| NA-9(10,000lm) | 1952 | 4,000   | 55        |
| 螢光灯            |      |         |           |
| F100T-12/CW/RS | 1952 | 7,500   | 52        |

て10,000~12,000灯位と見られている。さらに今後10年間に街路照明に使われる光束から見て少なくとも半ば程度までは高圧水銀灯か螢光灯かいずれかの放電灯形のものとなると予想されている。なお各種放電灯が使用されてからの変遷を見ると表6のようである。

1947年E-H1形水銀灯の完成と共に適した照明器具の製作とともにこの水銀灯を街路灯に使用する傾向が急速に全米に普及し、1952年にはA-H1, E-H1形の水銀灯の寿命が増加したため、その傾向はますます多くなった。街路照明に白熱電球、螢光灯または水銀灯を使用する場合、ランプと照明器具の価格、保守費などから経済的にいざれがより推奨されるべきかは道路の用途目的その他によって当然違ってくるが、図35は道路巾60ft路上の平均照度16lxの照明経済計算の比較<sup>(29)</sup>であって1マイルあたりの照明費の割合では400W水銀灯の100%に対して700W水銀灯が第2位で103%となっている。街路灯としては250~400Wまたは700Wは道路の規模の大小に応じて使用されるわけである。高出力ラピッドスタート螢光灯72T-12(95W)×4灯用がW社でも街路灯の標準形となっていたが、この形の光源の低温特性の優秀性が効果あるものとして将来が注目されている。

街路照明の料金の問題については表7<sup>(31)</sup>が参考になると思う。ランプの寸法としてその大きさをWで表わさず、800~

## 技術角解説

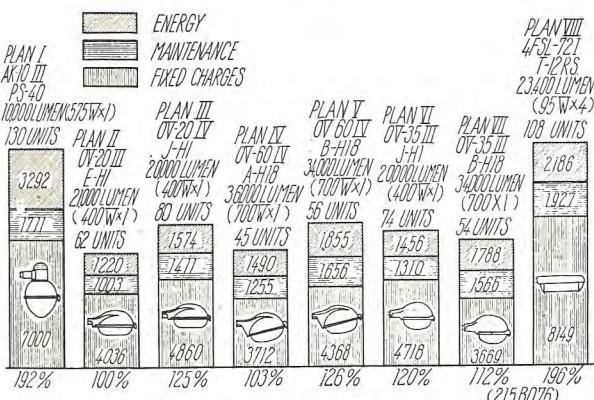


図 35 各種光源による街路照明の経済比較  
巾 60 ft の商業街路で道路面照度 16 lx を  
出す長さ 1 マイル当たりの経済比較である。

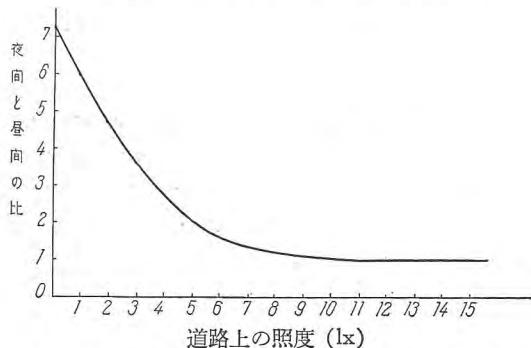


図 36 各照度における夜間と昼間の死傷件数の比

20,000 lm のように全光束 (lm) で示しているのも興味がある。

つぎに昼間と同様、夜間の自動車運転を安全にさせるための道路照明としては、夜間は見通しが悪くなるのでそのため生ずる交通事故を減少させるためには昼間の視野を夜間まで延長することが望ましいが、経済的にも実行不可能であるから、最小限度の照明の標準が必要となる<sup>(32)</sup>。

図 36 は夜間照明の場合と昼間における交通事故の関係を決定するため各地で実験し、その結果を総合したもので、夜間照明を明るくすると交通事故は減少するが、その減少の割合は照度が大体 10 lx に達するまで著しい。交通の最大限度の安全だけでなく、他の要素すなわち自動車交通量および歩行者交通量を考慮し、さらに舗道の反射率をも考慮して、同一交通量でも反射率が大なるときは路面の照度を低下してその値を決定している(表 8)。

以下、高圧水銀灯、螢光灯などによる道路照明の例を写真によって説明する(図 37~46)。

道路照明のうちでとくに目立つものは高圧水銀灯による照明である。高速道路、市街地、商店街に高圧水銀灯の獨得の青白い光、螢光水銀灯のやや緑がかった冷白色は整然と等間隔に配列されたこれらの照明器具によって交通を容易なものにしている。ランプ入力も道路巾の大小、交通量に応じて 250 または 400 W が多いが、小さい道路には 100 または 175 W が適し、さらに 700 W, 1,000 W の大きさのものもこれらの道路照明に漸次使用される気運にある。

表 7 街路照明の料金の例

| STREET LIGHTING RATE E  |                    |  |                               |                                   |           |          |
|---|--------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------|
| Available for Street and Fire-Alarm Lighting Service.   |                    |  |                               |                                   |           |          |
| Rate :  |                    |  |                               |                                   |           |          |
| STREET LIGHTING SERVICE   |                    |  |                               |                                   |           |          |
| Size of Lamp<br>(Rating)<br>(Mfr's)<br>Lumens   | Luminaires<br>Type | Unit Charge per Year for<br>Standard 4000-hour Lighting Schedule | Overhead-Connected<br>Class I | Underground-Connected<br>Class II | Class III | Class IV |
| INCANDESCENT LAMPS  | Class V            | Lighting<br>Adjustment<br>Per Hour                               |                               |                                   |           |          |
| 800* Open   | \$ 21.60           | —  | —                             | \$ 31.80                          | —         | \$ .0014 |
| 1,000 Open  | 22.80              | \$ 31.80   | \$ 42.60                      | 33.00                             | \$ 56.40  | .0015    |
| 2,500 Open  | 32.40              | 41.40  | 52.20                         | 42.00                             | 66.00     | .0023    |
| 2,500 Enclosed  | 36.00              | 45.00  | 55.80                         | 45.60                             | 69.00     | .0023    |
| 4,000 Enclosed  | 46.20              | 55.20  | 66.00                         | 58.20                             | 79.80     | .0030    |
| 6,000 Enclosed  | 57.00              | 66.00  | 81.00                         | 72.00                             | 90.00     | .0040    |
| 10,000 Enclosed   | 79.20              | 88.20  | 103.20                        | 90.00                             | 109.80    | .0055    |
| 15,000 Enclosed   | 102.00             | 111.00   | 126.00                        | 108.00                            | 132.00    | .0075    |
| 2-10,000 Enclosed, Twin Unit  | —                  | —  | —                             | 150.00                            | 174.00    | .0110    |
| 2-15,000 Enclosed, Twin Unit  | —                  | —  | —                             | 174.00                            | 216.00    | .0150    |
| * Lamps of this size will not be supplied hereunder for new installations, but only for the replacement of this size.   |                    |  |                               |                                   |           |          |
| MERCURY VAPOR LAMPS   |                    |  |                               |                                   |           |          |
| 15,000 Enclosed   | 78.60              | 87.60  | 102.60                        | 99.60                             | 119.40    | .0060    |
| 20,000 Enclosed   | 98.40              | 107.40   | 134.20                        | 131.40                            | 151.20    | .0095    |
| 2-15,000 Enclosed, Twin Unit  | —                  | —  | —                             | —                                 | 188.40    | .0120    |
| 2-20,000 Enclosed, Twin Unit  | —                  | —  | —                             | —                                 | 231.60    | .0190    |
| Note: The above charges are based on the use of the Company's standard bracket of not over 6 feet in length. A standard twelve foot bracket will be supplied, where requested by the Customer, at an additional annual charge of \$3.60 per year. |                    |  |                               |                                   |           |          |
| OVERHEAD-CONNECTED STREET LIGHTING UNITS  |                    |  |                               |                                   |           |          |
| Class I. All overhead-connected lighting units except those in Classes II or III.   |                    |  |                               |                                   |           |          |
| Class II. Lighting units installed on and after March 1, 1950 with non-line poles, and existing lighting units with non-line poles whenever on or after March 1, 1950 such non-line poles are replaced in whole or in part at Company expense.    |                    |  |                               |                                   |           |          |
| Class III. Lighting units installed on and after March 1, 1950 with lampposts, and existing lighting units with lampposts whenever on or after March 1, 1950 such lampposts are replaced in whole or in part at Company expense.                  |                    |  |                               |                                   |           |          |
| (Continued on Sheet 11a)  |                    |  |                               |                                   |           |          |
| Filed in compliance with D.P.U. #8944 Dated July 24, 1951.  |                    |  |                               |                                   |           |          |

表 8 推奨する平均水平面照度 (lx)

| 舗反<br>道射<br>の率<br>(%) | 歩行者交通量       | 自動車交通区分 (夜間 1 時間に両方向通過する台数) |           |            |                       |
|-----------------------|--------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------------------|
|                       |              | 非 常 に<br>少 ない               | 少 ない      | 中 程 度      | 非 常 に<br>多 い<br>(最 大) |
|                       |              | 150 台以下                     | 150~500 台 | 500~1200 台 | 1200 台以上              |
| 3                     | 非 常 に<br>多 い | 10                          | 13        | 16         | 19.5                  |
|                       | 中 程 度        | 6.5                         | 10        | 13         | 16                    |
|                       | 少 な い        | 3                           | 6.5       | 10         | 13                    |
| 10                    | 非 常 に<br>多 い | 6.5                         | 8.5       | 11         | 13                    |
|                       | 中 程 度        | 4.5                         | 6.5       | 8.5        | 11                    |
|                       | 少 な い        | 2                           | 4.5       | 6.5        | 8.5                   |
| 20                    | 非 常 に<br>多 い | 5.5                         | 6.5       | 8.5        | 11                    |
|                       | 中 程 度        | 3                           | 5.5       | 6.5        | 8.5                   |
|                       | 少 な い        | 2                           | 4.5       | 5.5        | 6.5                   |

(注) 歩行者交通量 非常に多い.... 主要商業街路、中程度.... 二流商業街路  
少ない.... 住宅街

図 37 はシカゴの高速道路照明で水銀灯は 4 列となっている。  
図 38 は同じくシカゴの道路照明でミシガン通りの交差路であるが、交差部分は 2 灯用、その他は 1 灯となっている。また、交通信号の数の多いことと光源の高さの低いことも自動車および通行人に目につきやすいためと思われる。

図 39 はハワイ・ホノルル市のカラカワ通りの水銀灯照明、  
図 40 は同じくハワイの高速道路の水銀灯照明で 6 路線の中央  
の分離帯に 2 灯用水銀灯が設置してある。

以上の高圧水銀灯の普及の反面、地方へのびて行く高速道路  
の支線では立体交差でしかも一定方向、一定速度のためか照明

施設のほとんどないところもある。

市街地における高出力ラピッドスタート螢光灯の進出も漸次活発となっている。

図41はニューヨークのダウンタウンで見かけたもので標準形72" T-12×4灯用が使用されている。また、図42はニューヨークのマンハッタン3番通りの照明でW社製高出力ランプ(72" T-12, 100W)4灯用750セットの街路灯は1956年7月に設置されたが、幅70ftの大通りの両側に100ftの間隔で千鳥形に配置され、長さ7.5マイルの長い道路照明として世界的に有名である。また、96" T-12 100W×12灯用柱の高さ約12mの街路灯2セットがサンフランシスコのマーケット通りに設置<sup>(30)</sup>してあったが、これは試験用とのことで路上の照度も20lx以上あった。図43は同じく高出力ランプによる橋の照明で72" T-12×4灯用のもの、以上はいずれも高出力螢光灯の低温における点灯特性のよいため街路照明として採用され、将来ますます普及の傾向にあるわけである。

なお、高出力螢光灯の起動方式が直列逐次起動方式のため、この種の街路灯のランプ本数はいずれも偶数であるのが普通である。

一方、地方都市の商店街——たとえばウイルキスバーグでは図44のような白熱電球のグローブ入りのものである。ただし、このランプは車道のためのもので、歩道は



図37 シカゴの高速道路の水銀灯照明



図41 ニューヨーク・ダウンタウンの高出力形螢光灯による街路照明

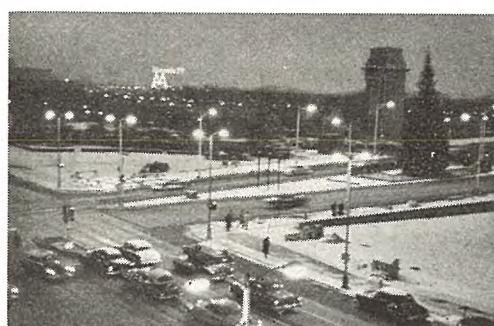


図38 シカゴミシガン通りの水銀灯照明



図42 ニューヨーク・マンハッタン3番通りの高出力形螢光灯による街路照明

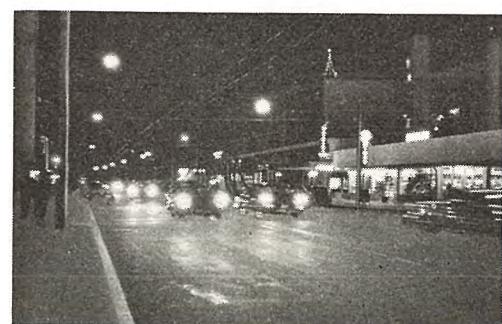


図39 ハワイ・ホノルル市カラカワ通りの水銀灯照明



図43 フェアモント市の橋梁の照明  
(高出力ラピッドスタート螢光灯  
72" T-12×4灯付街路灯)

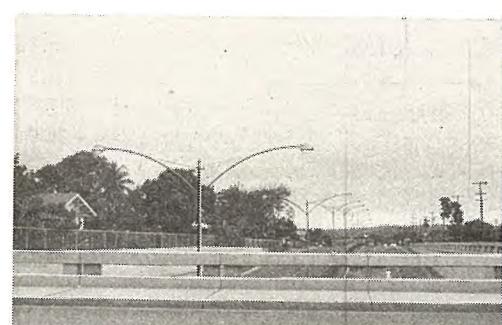


図40 ハワイの高速道路の水銀灯照明



図44 ウィルキスバーグの商店街の照明  
(グローブ入りの白熱電球)

## 技術解説

各商店からの光で照らされて明るい。このような照明も地方では非常に多い。図45はロサンゼルスの繁華街の水銀灯照明である。

図46はトンネル内の照明で96" T-12 融光灯2列のライン照明である。

図47~49はガソリンスタンドの照明である。96" T-12 スリムライン4灯用が多く使われている。広場を照明するための反射形投光電球も多く使われ、またこの分野でも水銀灯が多く使用されている。一般に広場は100lx, ポンプスタンドは500lx ほどの高照度である。

自動車駐車場の照明も照度として50~100lx程度である。図50は地下の駐車場の例で96" T-12 スリムライン2灯用器具。図51は地上の例である。駐車場ではその設備に応じて白熱電球、融光灯使用であるが、防爆形でも極く簡単な構造のものが多かった。図52はローチェスターで見かけた市営の駐車場ビルである。8階建のビルで2台のエレベーターで自動車を各階に駐車させる。図53はエレベーターに車を入れる光景である。ここでは照明は白熱電球のグローブ金網付の器具であるが各地の駐車場で融光灯による照明を数多く見かけた。

### (C) 事務所、学校の照明

事務所および学校の照明は明視照明の代表的なものといえよう。高照度でしかもまぶしくない、むらのない、陰の出ない照明が事務処理・タイプなどの事務作業を能率的に行わせる。また学校でも教室、講堂、黒板面の照明、または実験室、製図室の照明などは上述と同様の考え方でいかに目的のためによい照明を行うかということである。以上のよい照明の諸条件を十分満足させるためにルーバ天井、光り天井がある。いずれも大規模

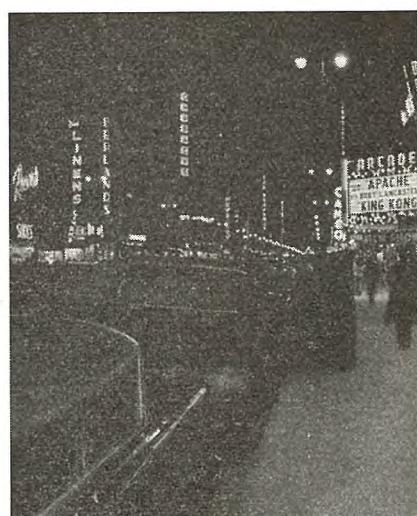


図45 ロサンゼルスの繁華街の水銀灯照明

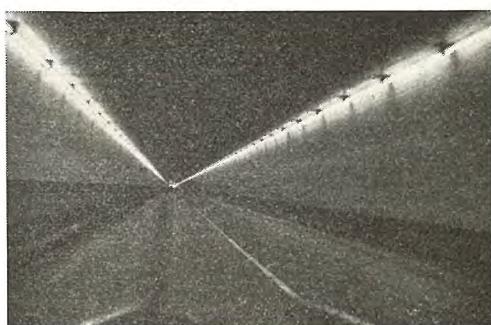


図46 ピットバーグ付近のトンネル内の蛍光灯照明



図47 ガソリンスタンドの蛍光灯、投光電球による照明



図48 ガソリンスタンドの水銀灯照明



図49 ガソリンスタンドの蛍光灯照明



図50 ロサンゼルスの地下駐車場の蛍光灯照明（地下3~4階）

の施設の場合が多いが、新築、大改造の場合のはかは必ずしもこのような光り天井の採用が一般的なものではない。このような施設では保守が十分考慮されないと照明上、照度の確保とか美観の点から不整合を生じやすい。そのためにも、空気調整が全館に行われ、プラスチック板に防音のバッファを取り付け、バッファ内にガラスウールを入れて空気調整用の穴を開けたバッファによって室内の空気調整を計ると同時に光り天井面のよごれを防ぐ方法がとられている。

図54はクリーブランドの工科大学事務室の光り天井で、強制通風の穴付バッファのもので机上面照度600lxの十分拡散されたよい照明のものである。

図55は米国照明学会事務所内の光り天井で、机上面の平均

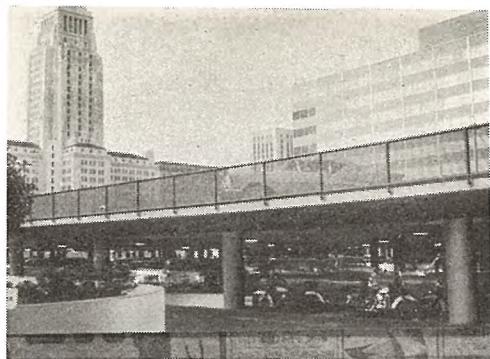


図 51 ロサンゼルスの駐車場

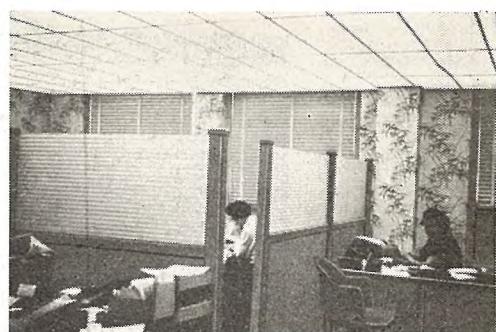


図 55 米国照明学会(ニューヨーク)事務室の光り天井



図 52 ロチェスター市経営の駐車場専用の8階建ビル  
(240 台格納)

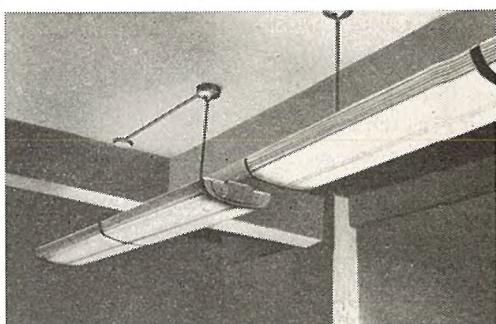


図 56 同事務室内廊下の照明

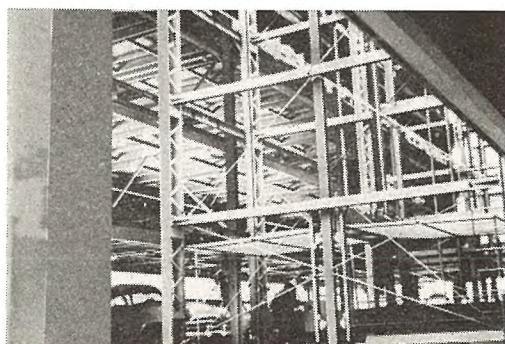


図 53 同ビルでエレベータに車を入れる光景  
(各階の天井に金網付グローブ入り白熱電球の  
灯具がついている)



図 57 フィラデルフィア電力会社設計室の光り天井

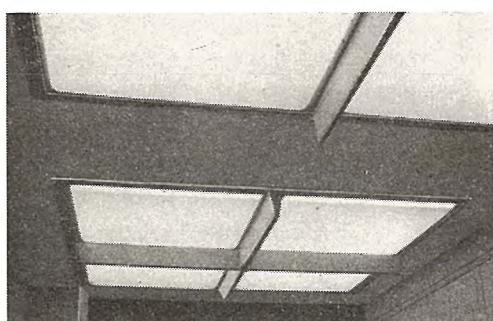


図 54 クリーブランド工科大学事務室の光り天井

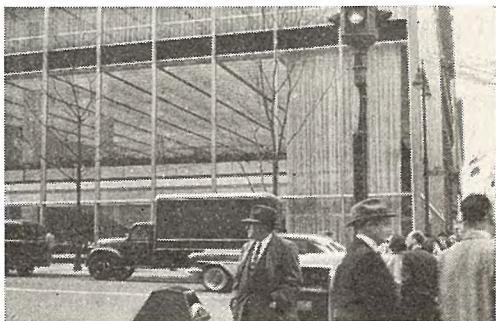


図 58 ニューヨークの信託銀行の光り天井

## 技術解説

照度 1,500 lx, 融光灯によるもので、昼間でも屋外の光はシャッタで遮断して室内の人工照明によって執務していた。図 56 は同学会事務所内廊下の照明で、乳白ガラスカバーのパイプつり下げ形のもの。光り天井の他の例としてはフィラデルフィア電力会社の設計室の光り天井<sup>(33)</sup>では 96" T-12 温白色スリムライン融光灯による照明(図 57)，で平均 1,450 lx であるが顧客に対するモデル照明の由。Crown Cork & Seal Co. の事務所は約 40 m × 40 m の光り天井で照度も 800～1,000 lx，図 58 は信託銀行の光り天井である。光り天井でなくても平均照度向上のためライン照明では 800～1,000 lx の照度を得ることは容易である。照明器具のメーカーとしてわが国にも知られているカーチスライティング会社(シカゴ)の事務所照明が図 59 であるが、これらの照明器具はよく見ると下面のガラスが各種(Curved Lens Panel, Fota-Lite, Alba-Lite, Flat-Lens Panel など)で商品見本を兼ねているように見受けた(図 60)。

映画 TV 技術者協会(SMPTE)の事務室は図 61 のように融光灯照明であるが、スリムライン 96" T-12 × 4 灯用パイプつりのもので、机上面の照度も 400～500 lx である。図 62 はハワイのホノルルのホノルル・ガス器具会社の営業室兼展示室であるが、スリムライン融光灯 96" T-12 × 6 灯用が 2 連または 3 連器具のじか付で、照度も 1,000～1,500 lx という高照度でダウンライト併用である<sup>(30)</sup>。事務所の玄関ホールの光り天井としては図 63 のアルコア・ビル(ピツツバーグのダウンタウン所在)の光り天井はみごとなものである。400～500 坪もある天井一杯の光り天井は細かい穴



図 59 カーチスライティング会社の融光灯ライン照明(シカゴ)

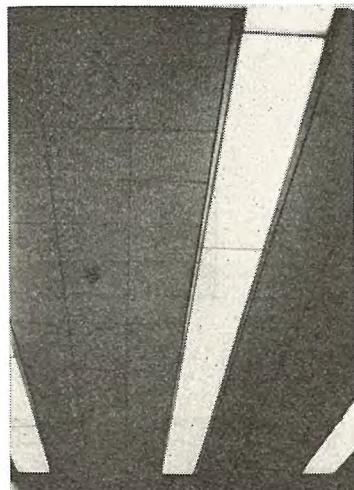


図 60 同所の照明器具の各種下面ガラス



図 61 映画 TV 技術者協会の事務室の照明(ニューヨーク)

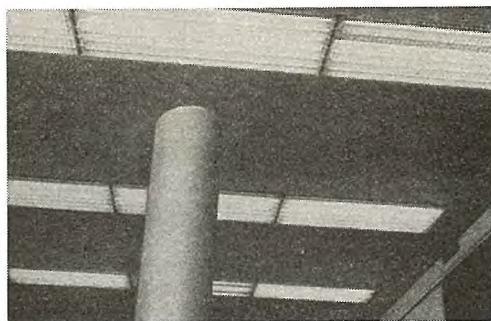


図 62 ハワイ・ホノルル市のガス器具会社の営業室兼展示室の照明

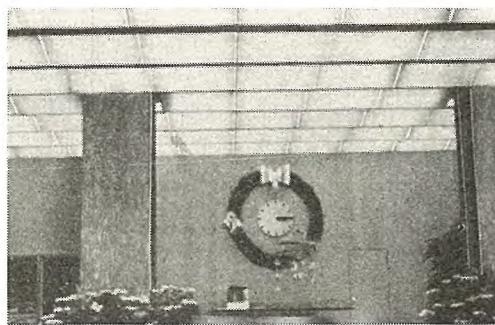


図 63 アルコア・ビルの玄関ホールの波形光り天井玄関入口は白熱電球によるダウントライト使用(ピツツバーグ)



図 64 照度 5,500 lx の事務室照明

の打抜金属板の波形の構造物の上に乳白色の硬質塩化ビニール板をおき、光源としてはスリムライン融光灯 96T-12 が多数使用されている。照度も 1,000 lx 以上はあり快適な照明である。図 64 は普通の執務作業に対して 5,500 lx<sup>(20)</sup> の照度が与えられているといわれる事務室照明である。

学校の照明としては上記クリーブランドの工科大学、マサチューセッツ工科大学、ロチェスター大学など見学したのであるが、ここではこれらの照明施設のおもなものについて説明する。

クリーブランド工科大学<sup>(34)(45)</sup>の照明としては図 65～72 など普通教室、実験室、玄関ホール、廊下、講堂など約 100 室は照明方式も各種で、13 の会社より 29 種類の照明器具(ラピッドスタート、スリムライン、低輝度融光灯および白熱電球)が

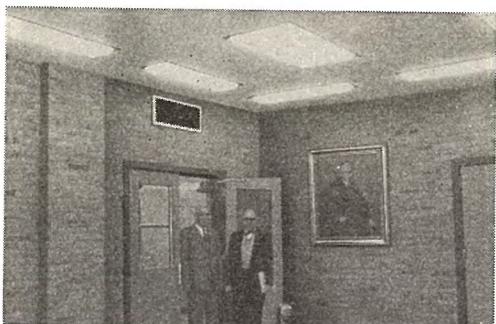


図 65 クリーブランド工科大学の玄関ロビーの照明で半埋込プラスチックカバー照明器具



図 66 一般教室の螢光灯埋込器具による照明で平均照度 550 lx



図 67 廊下およびロッカのルーバ付螢光灯のライン照明

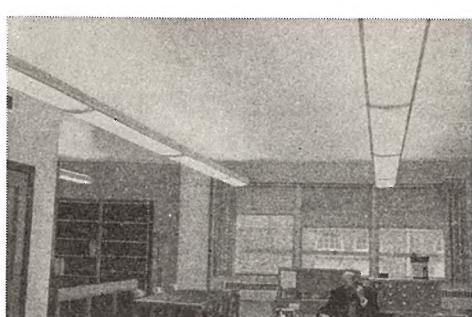


図 68 図書室のスリムライン 96" T-12×2 灯用パイプつり下器具で平均 650 lx の照度

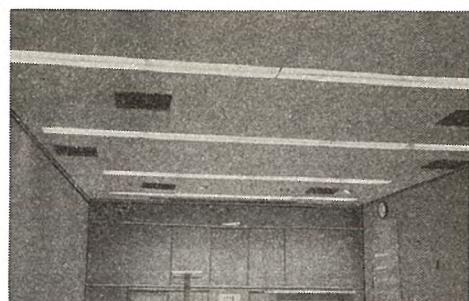


図 69 講堂の照明でサイラトロン・コントロール方式の螢光灯調光装置。黒板の照明は天井埋込形スポットライトによる

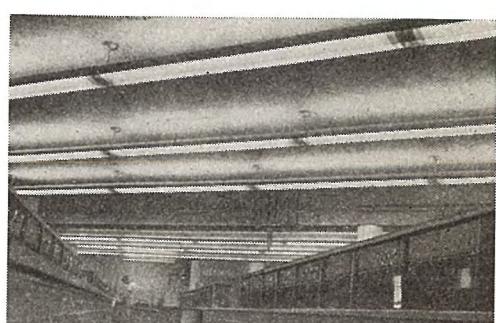


図 70 化学実験室の螢光灯ルーバつり下照明器具による照明

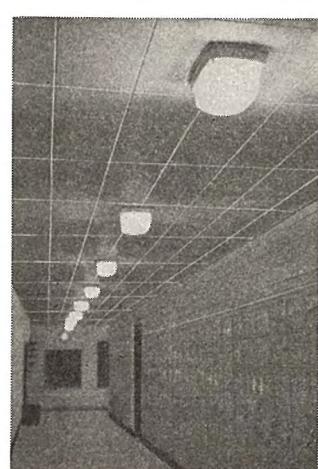


図 71 レンズ・ガラスを使用した白熱電球による廊下の照明



図 72 円形ルーバ付シルバード・ボール白熱電球による実験室の照明

## 技術解説

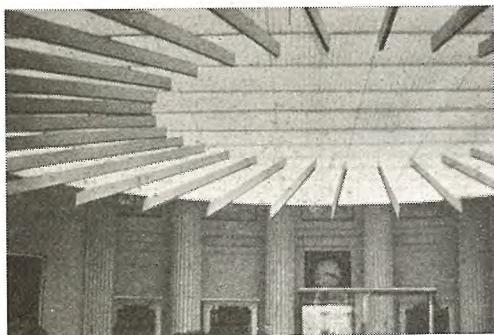


図 73 マサチューセッツ工科大学 5 階図書室 (ボストン) の円形光り天井



図 74 同大学 1 階図書室の円形ルーバ付シルバードボール白熱電球の照明

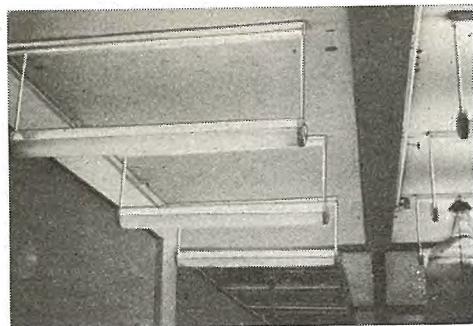


図 75 同大学化学実験室のプラスチックカバー密閉形蛍光灯による照明

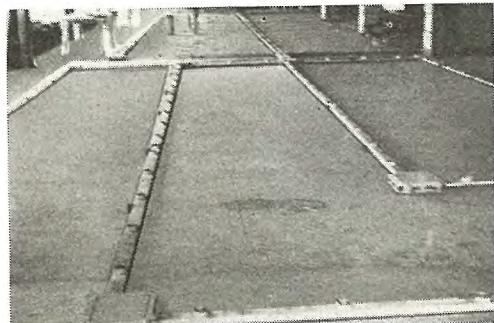


図 76 工事現場におけるフロアダクトの例

使用されている。マサチューセッツ工科大学 (ボストン) の照明としては、5 階図書室の円形光り天井<sup>(30)</sup> (図 73) と 1 階の図書室のシルバードボール白熱電球による円形ルーバ器具 (図 74) を示す。図 75 は化学実験室の密閉形蛍光灯の取付状況を示すものである。

図 76 はニューヨークの事務所の工事現場で見たフロアダクトの例である。

### (D) 工場、試験所、研究所などの照明

新設の工場では全般照明の光源として蛍光灯、高圧水銀灯が使用されている。白熱電球は非常灯とか補助照明に使用されている。一般に作業場の全般照明の平均照度はきわめて高く 500 ~ 1,000 lx もあり、むらの少ないこと、これはスリムライン 96" T-12 × 2 灯用の工場用反射がさ器具が全般照明として配列されている点からもうなづける。高天井の例としてはピッターベーグのウ社のターボ発電機の検査工場 (図 77) では、巾 106 ft, 奥行 895 ft, 天井の高さ 83 ft に C-H-12 (1,000 W 蛍光水銀灯—golden white) × 150 セットと 1,500 W 白熱電球併用使用、床上の平均照度は 500 lx となっている。隣接のスイッチギヤー工場でも大体同様の施設である。Heintz Mfg. Co. (フィラデルフィア) のテレビのキャビネット (金属箱)、罐詰の容器の製作工場では天井の高さ 10 m 以上もあったが、全般照明として 3 kW の高圧水銀灯を使用し、照度も 300 ~ 500 lx。同じく Crow Cork & Seal Co. では金属板の色印刷の工場であるが、蛍光灯 40 W × 4 灯用が天井全面に配列され、照度も 1,000 lx 位であった。Seiberling Rubber Co. (オハイオ州) はゴム製造



図 77 ウ社ターボ発電機の検査工場の蛍光水銀灯による照明 (ピッターベーグ)

会社であるが、この工場照明では 60" T-17 90 W 予熱形 × 2 灯用反射がさ付器具が大半であったが、不点灯のものが多かった。集団交換途中のものとも思われるが、結局集団点灯の際はラビッドスタート蛍光灯の方が有利であるとの例とも思われた。図 78 はアクリロン発電所の機械室の補助照明である。

図 79 はアンダーライタ研究所 (U.L) (シカゴ) の研究室の一部で、96" T-12 × 2 灯 × 3 連 ~ 4 連器具の全般照明の下で各種の研究が行われている。図 80 は同研究所の蛍光灯 20 W 器具の温度上昇試験の状況である。

図 81~83 は電気試験所(ニューヨーク)<sup>(36)(37)</sup>の螢光灯関係の試験状況を示すものである。螢光灯の試験では 40 W の各種の光色(昼光色、冷白色、白色)のもの各社(W社、GE、シルベニヤなど)それぞれ 3 本ずつ標準品として保管していた(光色および全光束の標準品として)。照明器具の配光曲線の測定には大形の鏡が巧みに利用されていた。48~96" T-12 の長尺の器具の配光測定には、器具を固定させて鏡によって各角度の測定を行い測定者が定位置より観察する方法をとっていた。また、計器の読みにも鏡を数個使用して反射光によって目盛の指示を読みとる方法がとられていた。そのためには鏡は測定に十分な大きさとその表面の平滑さが最も重要なものといえよう。

試験所全般の照明としては事務室、試験室ともほとんど螢光灯施設である。

#### (E) ホテル、家庭の照明

渡米中 20 カ所のホテルで宿泊したので参考に室の大きさと使用光源の種類、大きさ、数などを記録して来た。その結果、室の大きさは大体 10 坪平均で、最小 5.5 坪、最大で 20 坪ほどもあったが、一室大体 20 斤の部屋が多かった。光源も入口すぐはいった所の天井、天井灯、卓上スタンド、床ランプ、ベッドランプ、浴室に分けると、入口は 40 W、60 W が多いがないところもあり、天井灯は 40~60 W、75 W、100 W、または 60 W×2 灯、75 W×2 灯のところもあったが、逆に天井灯はなく、卓上スタンド、床ランプ、ブラケットランプで照明しているところもあった。卓上スタンドは 60 W×2 灯が多く、螢光灯スタンドのところもあった。ベッドランプも 40~60 W、バスルームは 60 W 平均であった。床ランプでは (50—100—150) W 切替電球のところもあり、螢光灯は少ないが若干見受けた。電灯も 1 室に 5~8 個位使用しているのが普通である。新しいホテルでは螢光灯化もめざましく、

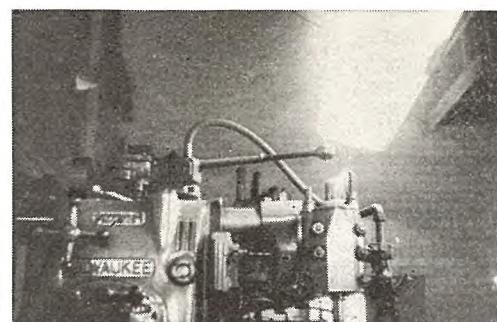


図 78 機械室の補助照明で螢光灯 40 W×2 灯用反射かき付のもの



図 79 アンダーライタ研究所(シカゴ)の研究室の照明

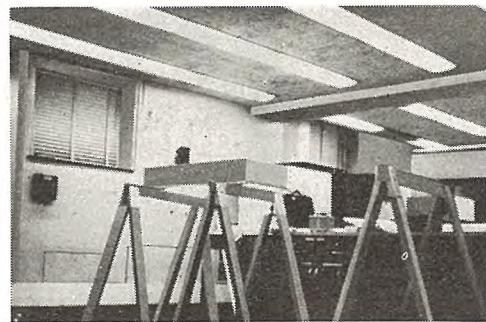


図 80 同研究所の螢光灯照明器具の温度上昇試験状況

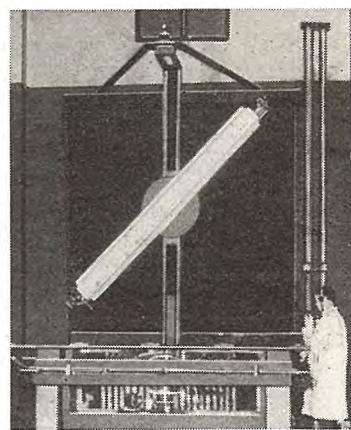


図 81 長尺の螢光灯照明器具の自記記録配光測定装置

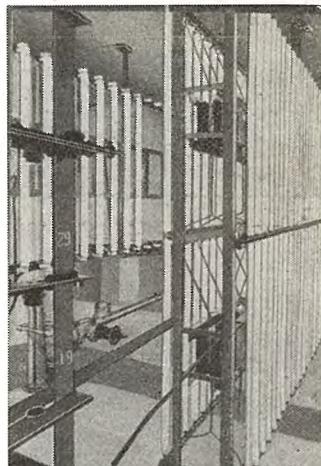


図 82 融光灯の寿命試験台

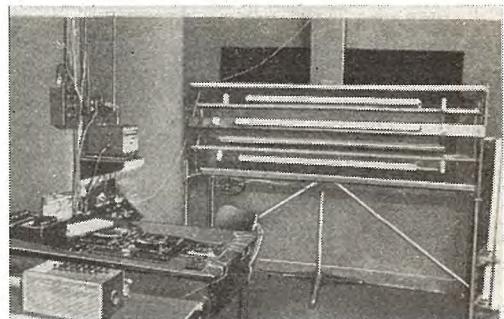


図 83 標準螢光灯は測光研究に重要なもの、図は光束および色測定装置である

玄関入口から螢光灯によるライン照明もあった。図 84 はロスアンゼルスのスタラ・ホテルの玄関入口である。このホテルは廊下も螢光灯による間接照明であり、浴室内も螢光灯のプラスチックカバーの器具を使用している最新式の近代的ホテルと米国でも定評のあるものである。

## 技術解説



図 84 ホテルの玄関・入口付近の螢光灯照明  
(ロスアンゼルス)



図 85 ホテルの玄関・車寄せのルーバ付埋込  
シルバード・ポール白熱電球の照明  
(ワシントン)



図 86 ロビーおよび売店の照明 (ワシントン)

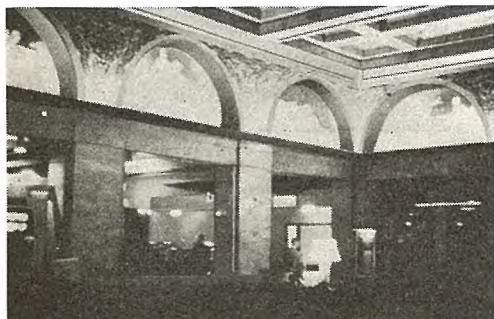


図 87 玄関ホールの螢光灯による間接照明 (シカゴ)

表 9 ホテル個室の照明設備状況  
(白熱電球の W と数, FL は螢光灯)

| 項目 | 入口 | 天井   | 卓上                | 床 上                | ベッド                | 浴 室     | 摘要                               |
|----|----|------|-------------------|--------------------|--------------------|---------|----------------------------------|
| 1  | 20 | 75   | 40×3              | —                  | 25×2               | 40      |                                  |
| 2  | —  | 75   | 60×2              | 60                 | 75×2               | 75      | FL-15×2                          |
| 3  | 60 | 100  | 60                | 60                 | 60×2               | 40×2    |                                  |
| 4  | —  | 100  | 40, 60            | 40×2               | 40×2<br>40×2       | 60, 100 | 2 室横きの個室                         |
| 5  | 40 | 100  | 60                | 40×2               | —                  | 40      |                                  |
| 6  | —  | 100  | 25×3              | 60                 | 40×2               | 60      | 室の大きさ 約 3.5×5 (約 5.3坪)<br>m m    |
| 7  | —  | 60   | 40×3              | 60                 | 40                 | 60      | 3.5×8 (〃 8.5〃)                   |
| 8  | —  | 40×2 | —                 | 60                 | 60×2               | 60      | 4×4 (〃 4.9〃)                     |
| 9  | —  | 60×2 | 60                | 25×3               | 40×2               | —       | 4×5 (〃 6.0〃)                     |
| 10 | —  | —    | 60                | 100                | 60                 | 60      | 4×6.5 (〃 8.0〃)                   |
| 11 | —  | 60   | 75                | 200-300-400        | —                  | 50      | 6×4 (〃 7.3〃)                     |
| 12 | —  | 60×2 | 60×2              | (50-100-150)<br>×4 | 60, 40             | 60×2    | (ロッカー 60W) 次室付<br>6×10 (〃 18.0〃) |
| 13 | —  | 60   | 100               | 50-100-150         | 60                 | 60      | 室の大きさ 6.5×4.5 (〃 8.8〃)           |
| 14 | —  | 60×2 | 60                | 60                 | 60                 | 40      | 〃 4×4.5 (〃 5.5〃)                 |
| 15 | —  | 75×2 | 60×2<br>FL-14, 15 | 75×2<br>60         | 15                 | FL-14×2 | 台所 FL-20×4, FL-15                |
| 16 | —  | 60   | —                 | 60                 | 100                | 100     | 室の大きさ 約 4×4.5 (〃 5.5〃)           |
| 17 | —  | 60×3 | 100               | —                  | 60×2               | 100×2   | —                                |
| 18 | —  | 60×3 | —                 | 50-100-150         | 75×2               | 60, 60  | 〃 7×5.5 (〃 11.7〃)                |
| 19 | —  | —    | 60                | —                  | 50-100-150<br>50×2 | 60×2    | 台所 60W 管球                        |
| 20 | —  | —    | 100               | 100                | 60, 60×2           | FL-20×2 | 室の大きさ 4.5×7.5 (〃 10.3〃)          |
| 平均 | 40 | 100  | 85                | 80                 | 50                 | 75      | 430W/室 (約 10坪)                   |

- 注 1 入口とはドアをはいたすぐの天井の個所の照明  
2. 天井はグローブ入りものは推定のものもある  
3. 卓上, 床上はスタンド形のもの。()内はスタンド 1 個の W  
4. ベッドランプはシングルベッドごとにランプのあるものと, ツインベッドでは灯具が 1 個で  
ランプ 2 個のものが多い  
5. 浴室は化粧室, 便所, 浴槽が同じ部屋内にある



図 88 個室の照明

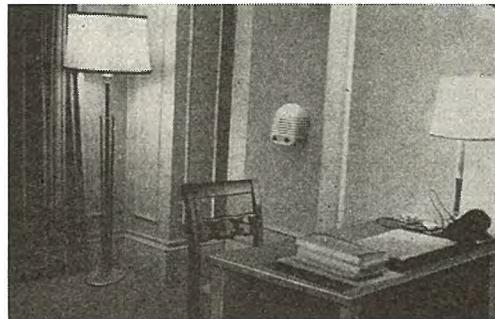


図 89 個室の照明 (シカゴ)

図 85~92 はホテルの玄関ロビー、廊下、個室などの照明を中心とした写真であって、一般にいわれるよう蛍光灯はほとんど使用されないというほどのこともないが、ホテルの照明でも家庭の照明とともに事務所、工場などに比べて現在は非常に少ないと実事である。家庭では従来、白熱電球だけで蛍光灯は余り使用されていないとの説はしばしば耳にしていたので、筆者は米国の家庭で何故蛍光灯が使用されないかとの問題に多くの関心をもって各関係者に盛んに質問した<sup>(30)</sup>。その結果、職場ではきわめて高照度の下で作業とか執務しているので、家庭では余り明るくない方が落付いてよいとの回答が多くあった。したがって蛍光灯の使い方も効率本位ではなく、雰囲気照明としての効果を上げるための方法がとられているわけである。その照明技法としては各電力会社、各メーカーの指導で落ち付いたなごやかな雰囲気を重要視した照明として居間、応接間に白熱電球による天井つり下げの照明器具、卓上または床上のランプのほか、蛍光灯(デラックス冷白色、デラックス温白色)を間接照明としてはりの裏側、カーテンさえの上部に入れる方法を推奨している<sup>(30)</sup>。家庭で効率本位に使用される場所—台所・バスルームなどが蛍光灯化される第1歩となつている。図 93~96 はそれらの場所の照明である。家庭では着色電球が一



図 90 ホテルの廊下の照明 (ワシントン)  
3 コの白熱電球による間接照明



図 93 台所の照明で蛍光灯によるプラスチックカバー天井灯、流し台の蛍光灯と食卓上のつり下器具



図 91 ホテル個室内ソファー際のスタンド照明 (シカゴ)

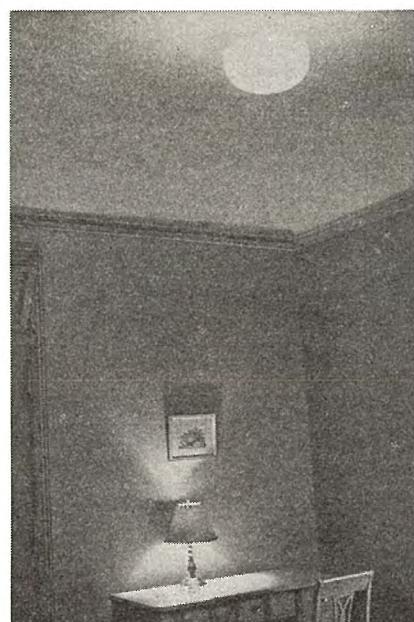


図 92 個室の天井灯と卓上スタンド



図 94 台所の照明



図 95 家庭の応接間の照明 (ウィルキンスパークリスマスストリーの色電球、星、玉、ステッキなどの飾り付と床ランプ)



図 96 ブラケット形照明器具併用の電動ミシンの照明

## 技術解説

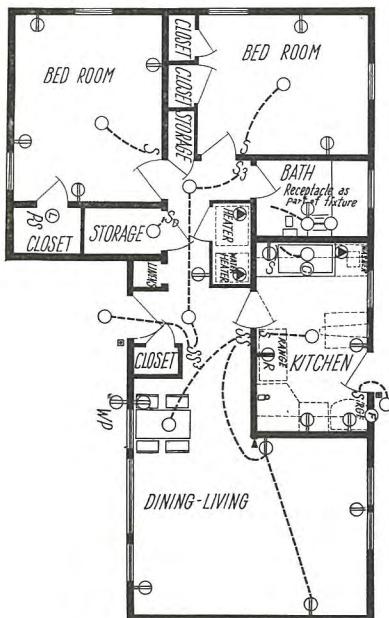


図 97 家庭各部屋の配置コンセント、スイッチ類の位置を示す例

表 10 家庭電気品のワット別の表

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| Automatic Toaster              | 1100Watts    |
| Coffee Maker                   | Up to 1000 " |
| Waffle Iron or Sandwich Grill  | Up to 1000 " |
| Mixer                          | 100 "        |
| Radio                          | 100 "        |
| Television                     | 300 "        |
| Built-in Ventilating Fan       | 100 "        |
| Electric Roaster               | 1650 "       |
| Refrigerator                   | 150 "        |
| Automatic Hand Iron            | 1000 "       |
| Ironer                         | 1650 "       |
| Floor Lamps (Each)             | 150—300 "    |
| Table Lamps (Each)             | 50—150 "     |
| Fluorescent Lights (Each Tube) | 15—40 "      |
| Vacuum Cleaner                 | 125 "        |
| Portable Heater                | 1000 "       |
| Portable Electric Fan          | 100 "        |
| Electric Bed Cover             | 200 "        |



図 98 食卓用のつり下照明器具



図 99 組立式ブラケット器具

表 11 家庭の各部屋の照明、コンセントおよびスイッチ類の最少必要数

|  | CONVENIENCE OUTLETS  | SPECIAL OUTLETS  | PERMANENT LIGHTING   | SWITCHES   |
|--|--|--|--|--|
| LIVING ROOM, BEDROOMS and GENERAL LIVING AREAS | 1, at least, every 12 feet, placed so that no point along floor line of usable wall space is more than 6 ft. from an outlet. | Required for FM Radio Television   | 1 Ceiling Light (2 in long, narrow rooms)<br>Wall, cove or valance lighting may be substituted |  |
| DINING AREAS                                   | 1 for each 20 feet of usable wall space, with one located near hostess' chair.   |  | 1 Ceiling Light over table   |  |
| KITCHEN  | 1 for each 4 feet of work counter<br>1 for refrigerator  | Required for Electric Range Dishwasher-Disposer Home Freezer Clock Ventilating Fan | 1 Ceiling Light<br>1 over sink<br>Others over work counters as needed                          | 1 on latch side of each frequently used doorway                                    |
| LAUNDRY  | 1 at washing area<br>1 at ironing area<br>1 for hot-plate  | Required for Automatic Washer Electric Drier                                       | 1 at washing area<br>1 at ironing area   | Rooms with entrances more than 10 feet apart should have multiple control switches |
| UTILITY ROOM                                   | 1 at workbench<br>1 near furnace   | Required for Fuel-fired Heating Equipment Electric Water Heater                    | 1 for each enclosed space<br>1 at workbench<br>1 near furnace                                  |  |
| BATHROOMS                                      | 1 adjacent to mirror   | Required for Built-in Heater   | 1 on each side of mirror<br>1 in enclosed shower compartment                                   |  |
| ENTRANCES                                      | 1 weatherproof near front entrance   |  | 1 at front<br>1 at rear  | 1 inside front<br>1 inside rear  |
| HALLWAYS                                       | 1 for each 15 feet of hallway  |  | 1 at least: 2 in long halls<br>1 each at head and foot   |  |
| STAIRWAYS                                      |  |  | 1 for each closet over 3 ft. deep  | 1 each at head and foot  |
| CLOSETS  |  |  | 1 for each 150 sq. ft. of enclosed porch   |  |
| PORCHES, TERRACES, PATIOS                      | 1 weatherproof for each 15 feet of usable outside wall   |  |  |  |

## 技術解説

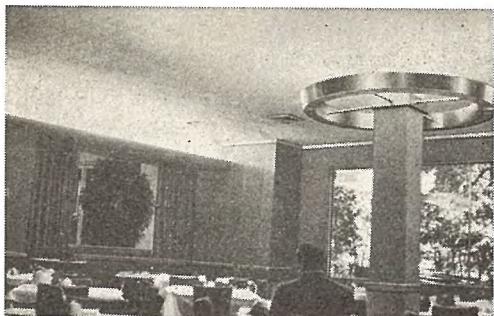


図 100 レストランの螢光灯による間接照明(フェアモント)  
壁の画面の背後には螢光灯が入れてある



図 101 白熱電球のシャンデリヤ、ブラケット、卓上スタンドなどの照明 (クリーブランド)



図 102 レストランの照明—白熱電球による埋込器具と柱壁のろうそく形ブラケット器具 (ニューヨーク)



図 103 レストランの照明 (ウイルキンスバーグ)

般照明用として普及し始めている。図 96 はミシンランプ付電動ミシンと白熱電球のブラケット形照明器具によるミシン台面の照明。図 98 は食卓の照明で天井からつり下げられた反射かさ付照明器具で食卓面に光が集中するように器具の下面のハンドルで上下できるものである。図 99 は白熱電球によるブラケット器具であるが机上の箱入の組立セットの部品でわかるような組立式のものである。しかし、わが国でもこれらの海外の影響を受け、ホテル、家庭でもよい照明では以上説明したような雰囲気照明を採用している場合も少なくないことを補足しておく。表 10 は家庭で使用している電気品のワット別の表、図 97 は家庭の各部屋の配置とコンセント、スイッチ類の位置を示す例、表 11 はそれらの位置と個数の表である<sup>(40)</sup>。



図 104 コーヒーショップ (ニューヨーク)



図 105 コーヒーショップ (ワシントン)  
3 個の白熱電球による間接照明と螢光灯ブラケット

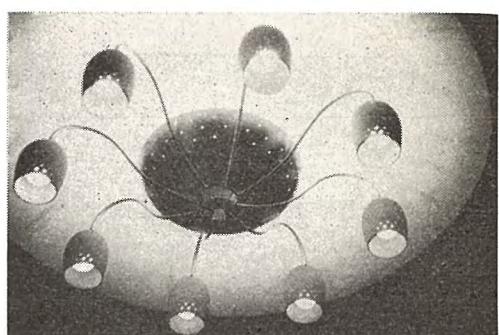


図 106 レストランの入口、ロビーの照明器具 (アクロン)  
8 個の釣鐘形の白熱電球とそれらのさざえる大きな椀形の間接照明によるシャンデリヤ風の器具一天井面の団みも照明器具の一部となっている



図 107 ガラス食器類の展示で陳列棚の上下からの蛍光灯照明（コーニングガラスセンタ）



図 108 シカゴ電力会社のショールーム（シカゴ）  
96T-12 スリムライン 2 灯用ルーバー器具による連続照明



図 109 アクロロン電力会社のショールーム（アクロロン）  
天井の照明器具は蛍光灯で器具の中央に換気装置がある。白熱電球をアクセントとして商品の陳列効果を出している

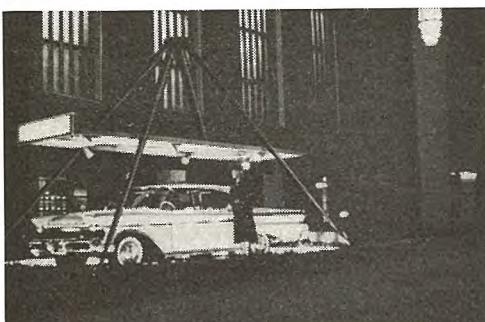


図 110 ユニオン停車場の新形自動車の展示照明（ワシントン）  
車体の上部および下部より数個のスポットライトで照射している。大きな円形展示台は回転する

（F） レストランの照明

レストランの客室の所要照度は 100 lx となっているが、実際にはブラックストア、コーヒーショップなどの大衆店はきわめて明るく営業上、客の回転を早くする手段とも思われるよう、蛍光灯 96" T-12×2 灯用など無難作に取り下げるか、白熱電球のグローブ入りなどが使用されているものが多い。高級な店ではシャンデリヤ器具とか、卓上のスタンド、壁、天井の色彩など配慮されているところも少なくない。このような店では蛍光灯を間接照明としてきわめて目だたないように霧囲気照明として使用していた。わが国のレストランの照明のように蛍光灯を間接、半間接照明で全般照明を行い、白熱電球をダウンライトで



図 111 空港の新形自動車展示照明（デトロイト空港）  
白熱電球によるダウンライト照明で車体の光沢を強調している。車内の円形蛍光灯は車内の構造調度などを見せるためのもの



図 112 科学産業館の展示照明（シカゴ）



図 113 ナイアガラ電力会社のショールームの間接照明（ナイアガラ）

## 技術解説

としてアクセントをつけている照明手法などは一寸見られなかつたが、この方がいわゆるアメリカ式と錯覚を起しそうな気がする<sup>(38)</sup>。

図 100~106 はそれらの例である。図 100 は全螢光灯化されたレストランであるが、その使い方としてはすべて間接照明である(図 106)。また高級店で卓上ランプの光源にろうそくを使用していたところも幾つか見受けた。

### (G) 展示場の照明

ここでは各電力会社のショールーム、自動車の展示などの説明をする。図 102~111 はそれぞれ展示される対照物に対して各方式の照明技法により、その展示品をより効果的に表わしている。



図 114 ナイアガラ電力会社のショールーム(ナイアガラ)

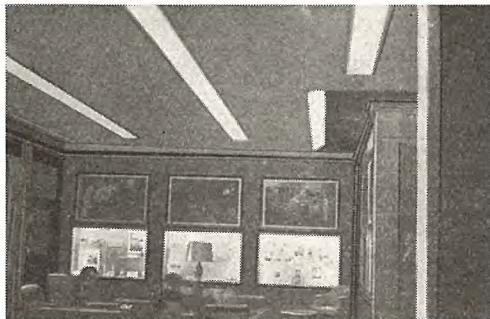


図 115 コダック研究所の展示室の照明(ロチエスター)  
螢光灯の埋込器具によるライン照明と壁面照明には埋込器具を斜めに取付けてある



図 116 フォード会社の新形自動車の展示(ニューヨーク)

## 6. むすび

以上、一般照明用光源、照明器具および照明方式を説明の上各分野の照明施設を説明した。各施設の項目別では或る面では

資料が豊富であるが他の面では不足の個所もあり、同じレベルの解説ができない面もあったが、大体の傾向はつかみ得たと思う。

なお、照明を通じて見た印象、感想などの紀行文的なものは文献(41)に追加して記載しておいたから参照されたい。

(おわり)

## 参考文献

- (21) Lighting Service Recommendations.....Boston Edison Co.
- (22) Smithcraft および Pittsburgh Reflector Co. のカタログ。
- (23) Some hows and whys of modern department store lighting, p. 5.....Sylvania.
- (24) Some hows and whys of modern department store lighting, p. 13.....Syloania
- (25) 「名古屋—神戸 高速道路の構想」p. 9, 日本道路公団
- (26) 「道路整備を急ぐわけ」p. 3, 日本道路公団 昭和 32 年 6 月。
- (27) 「アメリカの道路」p. 1 および p. 2 日本道路公団。
- (28) Illum. Eng. 51, 1 (1956), p. 87 および p. 96.
- (29) W 社で入手した街路照明の資料  
"Cost of Lighting Analysis for Typical Business Street CA-5607S" (Sept. 1956).
- (30) 三菱電機(照明特集) 昭和 32 年 9 月号, No. 9, Vol. 31, 1957 (最近の米国照明施設—表紙 2 および 3 のカラー写真)。
- (31) Street Lighting Rate (Data Effective, Jan. 1952).  
Boston Edison Co. で入手した資料。
- (32) Westinghouse Street Lighting Engineering Guide, Westinghouse Elec. Corp. 1952.
- (33) Illum. Eng. 1957, April, p. 233.
- (34) Illum. Eng. Feb. 1956, p. 159~165.
- (35) The William E. Wickenden Elec. Eng. Bldg. (Case Institute of Technology).
- (36) A Listing of Services and Facilities for Testing, Applied Research Engineering Analyses at ETL.
- (37) Laboratory Testing Inspection and Associated Services Electrical Testing Lab. Inc.
- (38) 照明方式と照明施設の近代化—最近のアメリカの照明との比較—電気計算 Vol. 26, No. 6 p. 34~46.
- (39) 照明学会誌 31, 8 (昭和 32 年) ライトミッショント集 p. 382.
- (40) Getting the most from your home's electric system.  
(The National Adequate Wiring Bureau.)
- (41) 電機の三菱(非売品)  
32 年 10 月号 アメリカ明りめぐり 働くところの照明—その 7.  
" 11 月号 " 一下—その 8.  
" 12 月号 クリスマス風景と照明—その 9.  
33 年 1 月号家庭の電化と照明 —その 10.

## 超 出 力 融 光 ラ ン プ

Super-Hi Fluorescent Lamps. (Westinghouse Engineer, Vol. 18, No. 1, Jan. 1958, p. 24)

新しく開発された超出現力蛍光ランプ (Super-Hi or SHO) は従来のラピッドスタートランプと比較して、2倍半の光を出すことができる。この新形ランプは希ガスを適度に混合させることによって、電極の放電電流ないし蛍光物質を通過するエネルギーをいちじるしく増加させることができる。ランプ効率を上げるには、適当なガス圧を保持することが大切である。ランプのワッテージが大きくなると、圧力も高くなるのでランプの両端には冷却部が設けられて高能率に適した圧力を越えないようにしてある。

最初高天井あるいは中程度の高さの工場照明とか、屋外照明のために開発されたもので、この種の目的には経済的な器具である。現在では下記寸法のものが製造されている。初光束はそれぞれ下表のとおりである。 (大船工場 久保幸正訳)

| SHO<br>ランプ | 管長 (in) | 初光束 (lm) |
|------------|---------|----------|
|            | 48      | 6,000    |
|            | 72      | 9,300    |
|            | 96      | 13,000   |

## 照 明 用 電 源 の ト ラ ニ ジ ス タ 化

Transistorized Power Source for Lighting Systems (Westinghouse Engineer, Vol. 18, No. 3, May, 1958, p. 93)

照明用高周波電源として初めてトランジスタ化された装置が近く実現されるはこびになったが、このものは高周波照明を室内および戸外に実用する上に技術的ならびに経済的な支障となっていた諸点を解決するものと期待されている。

装置はまず商用三相交流配電を diode bridge で整流し、この直流電圧を 2組の power transistor に印加し補助回路を使って周波数変換し、交流 150 V peak の出力を得、波形をく形波にするか、正弦波にするかは最終段の回路によりきめている。半導体装置を使うことによって広い範囲の負荷と入力電圧の変化に対し、周波数の安定と高能率を維持することができた。この周波数変換装置は連続無負荷運転で損失は 50 W 以下である。この回路を少し変えることにより可聴範囲において周波数を事实上任意の値に固定することができる。

上記の高周波装置は従来から問題とされている高周波照明を容易に実現させることになろう。このもととも効果的な用途としては、もちろん蛍光灯に対するもので電源周波数の増加とともにその発光効率は上昇し、しかも安定器の大きさ、重量および電力損失がいちじるしく減少することは周知のことである。たとえば 40 W ラピッド・スタート蛍光灯の効率は 1,500 サイクルでは 60 サイクルの場合より 7% 増加し、60 サ

イクルで重量 4 ポンド、容積 42 立方インチ、損失 16 W の安定器がそれぞれ約 7 オンス、6 立方インチならびに 4 W に減少するのである。

したがって高周波照明に変えて同一照度を得るようにする場合は、消費電力および安定器の熱損失が減少し、室の天井空間を小さくとることができ、また灯具を支持する構造物を節約できる。

以上のような高周波照明による一般的な利益のほかにこのトランジスタ化した電線を用いる利益は実に大きいと考えられる。そのおもなものとして周波数変換装置を照明負荷の近くに設けることができるので長い高周波配線がいらないこと、他の変換装置と異なり大きいおおいなどがいらないので室の利用率を低下させないこと、新建築にでも既設の建物にでも適用できること、信頼性が高く維持費のきわめて小さいこと、無音響ならびに 90% 以上の動作効率をもつ点などがあげられる。

(研究所 山下博典訳)

新 し い 航 空 機 の 電 気 系 統  
(兵 器 体 系 に よ る)

J. D. Miner: Weapons Systems Philosophy Dictates Aircraft Electric Systems. (Westinghouse Engineer, Vol. 17, No. 6, Nov. 1957, p. 181~184)

米国では 1955 年以降の戦闘機 DC-7 より現在に至るジェット旅客機はすべて三相交流電源方式である。W社としては B-36 が同方式では最初のものでつづつに系統の自動化、ブラシのない発電機の開発、およびその静止形制御器の採用と進んできている。

電気系統の設計上の問題としては航空機の高速化による加熱、振動、衝撃の点、乗員を最小にする自動化、各飛行条件による電源容量の選定、周波数と電圧の変動を最小にする方式などがあり、全体を通じてもっとも重要なことは、信頼度の 100% の確保である。

上記のうち、飛行条件を見ても V-Tol, S-Tol, (垂直離着陸航空機) の高度 0、速度 0 のものから B-52 旅客機、F-102~105 の JET 戦闘機、B-58 超音速旅客機、ICBM アトラスに至る多種におよんでおり、設計者は速度 15,000 マイル/時 (24,000 km/時) 飛行高度は 50 マイル (約 26 万フィート) を考慮している。

## 発電機の趨勢

従来は直流直結発電機が用いられてきたが現在は別表のように、ごく特殊のものを除き三相交流発電機により、容量も数 kVA から 60 kVA に至ります大容量のものに移行している。

元来航空機は高度の高いところでのみ高速が出しうるので高速化に伴いブラシの摩耗が問題となり、無ブラシの発電機が用いられてきた。また小形軽量のために空気または油冷却の方式をとり B-58 では 150°C (発電機入口の油温) の油による

40 kVA のもの 3 台使用している。

交流電源方式では並列運転の場合いろいろの困難が伴い、一時はこの点で直流電源方式に劣るとされたが B-36 の長期間の試験により実用上も信頼度の点でも直流方式よりすぐれていることが立証された。

つぎに定速に駆動させるすなわち定周波数を得る方法として流体駆動方式が(流体継手のようなものか?)用いられきわめて周波数変動率を少なく、たとえば  $\pm 0.25\%$ (399 c/s~401 c/s)に保ちうる。これには膨大な開発費を要した“Isochronous Governor”が用いられている。

#### 制御器の趨勢

従来のカーボンパイル式電圧調整器の欠点は摩耗のほかに機体の高速化に伴う振動による誤動作がある。これらはいわゆる“静止形電圧調整器”すなわちマグアンプ方式に置きかえられてきた。この方式はさらに大電力シリコン整流器と高音トランジスタを採用することにより従来の 25~30% の軽量化に成功している。

また半導体の進歩に伴い全然繼電器のない“Computer Panel”による総括制御の方向に進んで行くであろう。

供電方法も交流化により容易に改善され B-36 はリング方式と称する各発電機は母線の遮断器を通して結合されいずれの母線または発電機に故障があっても、ほかの回路から供電される

ようになっている。

#### 将来の問題

つぎの開発の目標はエンジンの回転速度に無関係に所要の周波数を得ることである。この概略の原理は広範囲に周波数の変化する交流を一度直流に整流し必要に応じて所要の周波数を得る方法で、これは小容量のものでは実用されているが全電力をこの方式にすることが考えられ不可能なことではないと思われる。

つぎに容量の点では従来の油圧空気、電力などの二次出力はますます増大の傾向にあり、これらはほぼ速度の自乗に比例すると考えられる。したがって電力もますます増え、ここ 10~20 年の間に総計数千馬力になると推定される。

さてこの電力をいかにして発電するか? 在來の回転動力による場合は流体駆動の交流機による場合と前述の静止形の周波数変換方式が解決すると直流機が考えられる。しかし直流機では大型化は困難であろう。

一方原子力による動力も当然考えられこの場合その輻射熱により約 800°F (427°C) 以上の熱にさらされることを予想しなければならない。一方交流発電機によると非常に広範囲の速度変化をいかにするかの困難な問題も残る。

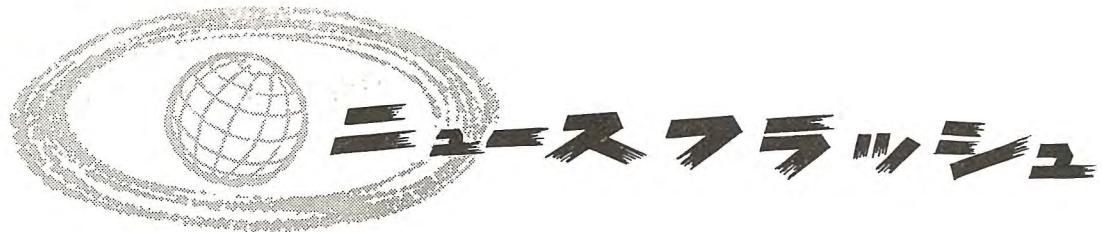
上記より、さらに将来は回転機による発電は行き詰まり、化学反応によるか直接原子の放射能による発電がこれにとてかわるものと想像される。

(名古屋製作所・戸谷利雄訳)

駆動方式と動力系統一覧表 (W 社の計画による)

| 機体名         | 製造会社     | 並列 | 直列 | 駆動方式               | 発電機 (kVA) | 調整器 | 制御および保護形式 |    |    |    |       |    |    |    |    |    | 自動 | 非自動 | 備考 |           |  |
|-------------|----------|----|----|--------------------|-----------|-----|-----------|----|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----------|--|
|             |          |    |    |                    |           |     | OV        | UV | OE | UE | US/UF | AP | PS | OP | DP | NS | EC | GCR | FR |           |  |
| B-36        | コンベア     | ●  |    | Sundstrand         | 4-40      | CP  |           |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| B-47        | ボイシング    | ●  |    | Engine             | 2-20      | CP  | ●         |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| B-47E       | ボイシング    | ●  |    | Sundstrand         | 2-40      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  | 自動 (第1回)  |  |
| B-52        | ボイシング    | ●  |    | Thompson & GE. ATM | 4-60      | CP  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| B-58        | コンベア     | ●  |    | Sundstrand         | 3-40      | MA  | ●         | ●  |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| F-102       | コンベア     | ●  |    | ATM                | 1-26      | MA  | ●         | ●  |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  | 油冷却、無ブラシ  |  |
| F-103       | リバブリック   | ●  |    | Air ATM            | 1-20      | MA  | ●         | ●  |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  | 油冷却、無ブラシ  |  |
| F-105       | リバブリック   | ●  |    | Air ATM            | 1-30      | MA  | ●         | ●  |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| C-130       | ロッキード    | ●  |    | Engine             | 2-40      | CP  | ●         |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| KC-135      | ボイシング    | ●  |    | Sundstrand         | 3-40      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| CL-28       | カナデヤ     | ●  |    | "                  | 4-40      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  | W 社標準     |  |
| P5M         | マーチン     | ●  |    | "                  | 3-40      | CP  | ●         |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| XP6M        | マーチン     | ●  |    | "                  | 3-40      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| ZPG-3W      | グッドイヤ    | ●  |    | "                  | 2-40      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  | B-47 と同じ  |  |
| A3J         | ノースアメリカン | ●  |    | "                  | 2-30      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  | 油冷却       |  |
| 707 (40kVA) | ボイシング    | ●  |    | "                  | 4-40      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  | 空気冷却、静止励磁 |  |
| 707 (30kVA) | ボイシング    | ●  |    | "                  | 4-30      | MA  | ●         | ●  | ●  | ●  | ●     | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●  | ●   | ●  | "         |  |
| F-27        | フェヤチャイルド | ●  |    | Engine             | 2-15      | CP  | ●         | ●  |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  | "         |  |
| T-38        | ノースロップ   | ●  |    | Engine (Gear Box)  | 2-8       | MA  | ●         | ●  |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  | "         |  |
| SM-62       | ノースロップ   | ●  |    | Sundstrand         | 1-60      | MA  |           |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  |    |     |    | ミサイル式用    |  |
| WV-2        | ロッキード    | ●  |    | Engine             | 2-30      | CP  | ●         |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |
| RC-121      | ロッキード    | ●  |    | Engine             | 2-30      | CP  | ●         |    |    |    |       |    |    |    |    | ●  | ●  | ●   | ●  |           |  |

記号 CP: カーボンパイル電圧調整器 MA: マグアンプ電圧調整器 OV: 過電圧保護 UV: 低電圧保護 OE: 過励保護 UE: 低励保護 US: 低速保護 UF: 低周波数保護 AP: 自動並列 PS: 位相保護 OP: オープンフェース保護 EC: Excitor Ceiling 保護 DP: Differential 電流保護 NS: 負逆相保護 GCR: 発電機保護リレー T-R: Control Power Transformer-Rectifier ATM: Air Turbine Motor



## ■ 第5回日本国際見本市のソ連およびチェコスロバキア館

本年も日本国際見本市が4月12~27日の間、大阪で華かに開催されたが同港会場には今回始めてソ連が参加し人気を集めていた。ソ連の照明事情についてはあまり情報が入手できず、とくに螢光灯関係はまったく不明であったが、たまたま、外科手術台の無影灯として図1(a) (b)のよう、灯具を見つけた。螢光灯で径25mm(T-8)くらい、長さは30cmくらいのランプが外周に6本、内側に4本計10本が集中して径約60cmの大きな反射かさ内に取付けて2セット手術台にとり付けてあった。構造上、照明効率はきわめて悪い使い方であるがこの手術用無影灯のほかに小形の白熱電球による反射かさ付の灯具が数個補助的に使用されていた。



図1 (a) ソ連館出品の外科手術台の螢光灯による無影灯

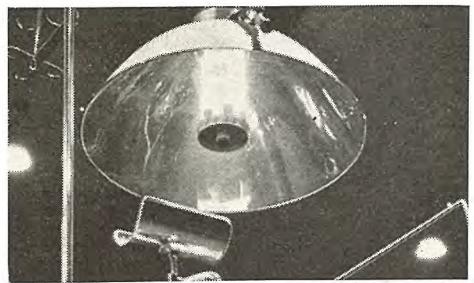


図1 (b) 螢光灯による無影灯

図2はシャトウラ水力発電所の制御盤室の照明で壁面(写真)を複写したものである。鉄骨を組んだ高天井面からつり下がられた白熱電球によるシャンデリヤ器具2セットだけで、とくに制御盤の局部または補助照明は見当らなかった。壁面の写真とか鎌とハンマーのマークもソ連らしく、また1956年の文字が見えるところからそう古いものでもないらしい。

なおソ連館自身にはソ連製の投光形白熱電球が多数使用されていた由である。

また、チェコスロバキア館の照明は図3のようなボヘミアンガラス製の優雅なもので同館に8セットほどそれぞれ異なるデザインのシャンデリヤが人目を引いていた。光源は白熱電球でローソク形のものを周辺に10個近くあしらって、さらにきらびやかなカットグラスの飾りをちりばめたクラシックなものである。

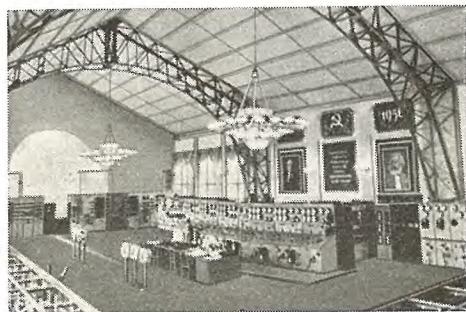


図2 ソ連館の壁面となっていたシャトウラ水力発電所の制御盤室の照明



図3 チェコスロバキア館のシャンデリヤによる天井

## ■ 四国電力加枝発電所に三菱製電気ガバナを取付け

四国電力の加枝発電所に昭和15年ごろに水車発電機を2台納入している。その定格は

水車定格 5,150 kW 落差 38 m フランシス水車

発電機定格 6,000 kVA 電圧 6,600 V 回転数 300 rpm

周波数 60 c/s

これに今回電気ガバナを取付け去る6月中旬から試験運転を始めた。

図1は電気ガバナ用アクチュエータを収めたキャビネットの内部で四区画に区切られ上部左室にはコントロールユニットを収め、前面計器盤には油圧計サーボモータ位置指示計などを取付けてある。上部右室には負荷還用抵抗器、負荷制限電動機、調速機錠ソレノイドなどの電機品をとりつけてある。下部は

機械室で左室には調速機サーボモータ、配圧弁を收め右室にはこれらに与えられる圧油のストレーナを取付けてある。

図2はこのキャビネットの後部をみたもので水車案内羽根、



図1 キャビネット内部

サーボモータの配圧弁を收めてある。

図3は水車室に設けた調速機制御盤で周波数偏差検出部などを収めた主制御要素および保護継電器、調整継電器などを取付けてある。

図4は配電盤室に設けた制御盤で、速度調整、負荷調整、速度調定率などの制御を行うことができる。

図5は水車発電機の本体で頂上に永久磁石発電機を取り付けてある。

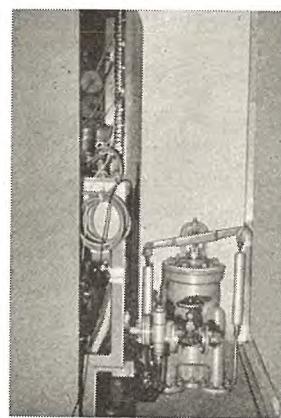


図2 キャビネット後部

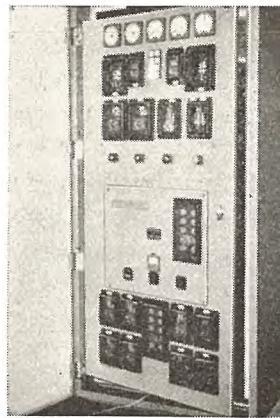


図3 調速機制御盤

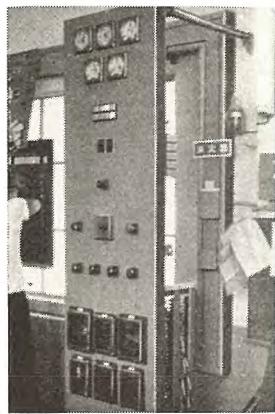


図4 制御盤



図5 本体

## ■ LSH 形交流気中配電箱

交流配電箱に使用される開閉器は保安上、取扱上の点から従来の油入式から気中式へと移りつつある。当社では気中式で電磁操作の定格電流 100 A、遮断容量 25M VA の LSH 形交流気中配電箱を完成した。

LSH 形交流気中配電箱は一般工場動力用三相カゴ形誘導電動機のじか入れ起動器や、巻線形誘導電動機の一次開閉器としてはもちろん、使用回数のひんぱんな各種用途の電動機運転に好適であり、また変圧器の一次開閉器としても使用できるものである。その定格、取付器具および特長はつぎのとおりである。

| 形 式    | LSH                          |
|--------|------------------------------|
| 定格電圧   | 3,450 V                      |
| 定格電流   | 100 A                        |
| 遮断容量   | 25 MVA                       |
| 開閉容量   | A 級 500 HP                   |
| 操作回路電圧 | 220 V-60 c/s<br>200 V-50 c/s |

その他盤面に押しボタンスイッチ、交流電圧計を取付けることもできる。

### 特長

LSH 形交流気中配電箱は主接触器として SH-105 形高圧電磁接触器を使用しているので、小電流から大電流まで確実に遮断でき、ひんぱんな開閉を行う用途にも耐え、しかも長い寿命をもっている。

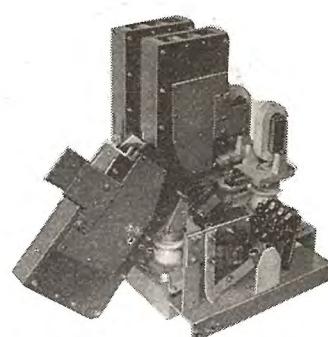
SH-105 形高圧電磁接触器は写真に見られるように電源側負荷側の各極に支持がいしが設けてあり、電源側には回定接触子、磁気吹消しコイルおよび鉄心を取り付け、負荷側には消弧箱の一端を支える支点があり、この支点を中心で消弧箱を回転することができる。接触子部分および消弧箱内部の点検が容易にできる。消弧箱の外周および相間にかかる隔壁板はフェノールレジン板を使用しており、支持がいしとともに各部の絶縁を完全にしている。

可動部分はアーケを水平に発生させる構造としてあるからアーケはアーケ熱により上昇して、特殊磁器で作られている消弧室にはいって引き伸ばされ消弧する。したがって誘導性(リアクトル)負荷の小電流でも確実に遮断し、また磁気吹消しコイルはアーケが発生すると同時に強力な磁界を生ずるから、大電流遮断の場合にはすみやかにアーケを消弧室に引き入れて消弧する。

接点には耐アーケ性、耐溶着性にすぐれ、電導度の良好な銀-タンゲステンを使用しているので消耗が少ない。



LSH-155 形交流気中配電箱 (積算電力計、押しボタンスイッチ付)

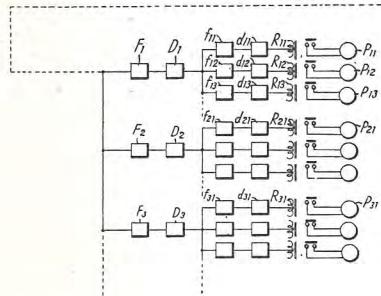
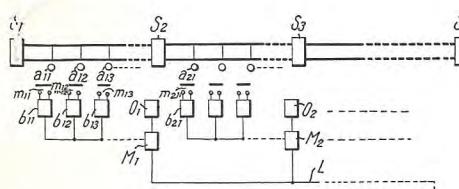


SH-105 形高圧電磁接触器

## 列車位置表示装置

発明者 杉田重雄

鉄道などで列車の位置を中央指令所でつねに監視する装置として、従来から線路の各区間にごとに設けられた自動信号機内の繼電器に中央指令所への接点を設け、列車が或る区間にいると自動信号機の繼電器が動作し、中央指令所の線路模型の列車の位置に相当する点の表示灯を点灯させる方式が使用されてきた。ただしこのような方式は各信号機ごとにそれぞれ一本の電線を必要とし、ばくだいな電線を要し経済的で



なかった。

この発明ではこの点を改良し、所要電線数を最少限に抑え、きわめて経済的な装置を得ようとしたものである。図から明らかなように列車位置を表示しようとする区間  $s_1 s_9$  間を、たとえば主要駅  $s_1, s_2, s_3, \dots$  により数グループに分け、各グループごとにそれぞれ周波数を異なる搬送波発振器  $o_1, o_2, \dots$  を設け、それぞれのグループ内の各信号機  $a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots$  には、列車の進入により閉じる继電器接点  $m_{11}, m_{12}, m_{13}, \dots$  の閉成により動作する低周波発振器  $b_{11}, b_{12}, b_{13}, \dots$  を設け、これら低周波発振器の周波数は同グループ内においてはそれぞれ異なるようにし、これらをグループごとに変調器  $M_1, M_2, \dots$  に接続し、各搬送波発振器  $o_1, o_2, \dots$  からの搬送波を各信号機からの低周波信号により群変調する。この変調信号は一对の電線  $L$  により中央指令所に送られ、搬送波済波器  $F_1, F_2, F_3, \dots$  検波器  $D_1, D_2, D_3, \dots$  低周波済波器  $f_{11}, f_{12}, f_{13}, \dots$  低周波済波増幅器  $d_{11}, d_{12}, d_{13}, \dots$  を経て各表示灯  $P_{11}, P_{12}, P_{13}, \dots$  点灯用继電器  $R_{11}, R_{12}, R_{13}, \dots$  を付勢し、列車進入個所に対応する表示灯を点灯しようとするものである。

このようにすると電線の数が非常に節約され、また各低周波発振器の周波数は1グループ内においてだけ異なるようにすればよいから、低周波発振器の他のグループとの互換性にも富んでおり、きわめて経済的である。(特許第 231110 号)

(葛野記)

## 冷蔵庫

発明者 石川嘉孝・木下忠男

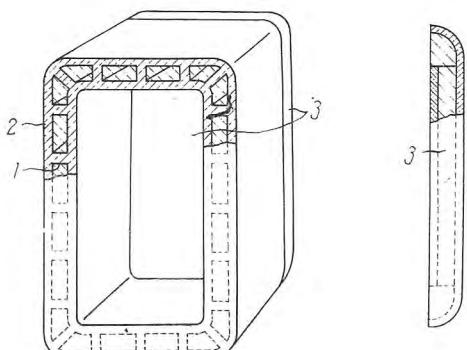
この発明は、合成樹脂の塑成によってつくられた冷蔵庫箱に関するもので、リブ(1)によつて連結された二重筒状(れんこん状)の胴部(2)の後面開口を、同じく合成樹脂の塑成によってつくられた後面板(3)で閉塞したものである。

したがつて、従来の金属製冷蔵庫に比して重量がいちじるしく軽減され運搬移動が容易である。また製造工程が短縮され、かつ冷蔵箱を構成する部品も少なくなるのではるかに安価に提供できる。

以上のはかにこの発明は塗装の必要がないので剥離たい色のおそれがない。

また、内箱外箱はリブで互に連結され一体になされているので永年使用しても変形するおそれがあつてない、などの実益がある。(特許第 236168 号)

(鈴木記)



# 最近の 照明施設

## 写真説明

- ⑦ 東京・数寄屋橋・ニュートーキョーの照明  
螢光灯 FL-40W×2 灯用の直付器具でラインライトであるが、下面の打抜金属板をもった深い乳白色アクリライトカバーが、同ビル内レストランおよび劇場の入口にマッチしている。
- ⑧ 名古屋・三菱電機名古屋製作所新館  
同新館の事務室には高出力ラビッドスタート螢光灯FLR-60H-W×2 灯用の事務所向器具がパイプ吊りで数多く配列されているが机上の平均照度は約 350 lx で高出力形螢光灯の効果を表わしている。
- ⑨ 中部電力・名古屋火力発電所の事務室  
FL-40W×3 灯用器具の直付で机上の平均照度は 350lx である。室内調節のダクト下を利用して器具の取付は室内の照度の平均を均一にするのに役立っている。
- ⑩ 東京・都屋内プールの水中照明  
第3回アジア競技大会に備えて完成した屋内プールの場内照明はすべて螢光水銀灯であるがとくに演色性を考慮したものが使用されている。プールの水中照明としては、競泳用プールは 50m のプール壁面に強配光 HR-300NT 耐水形投光形水銀灯各 18 灯計 36 灯、飛込プールの壁面には 2 灯が使用されている。平均照度はスタートラインで 1,200lx 各コース上で 700~1,000lx の高照度である。



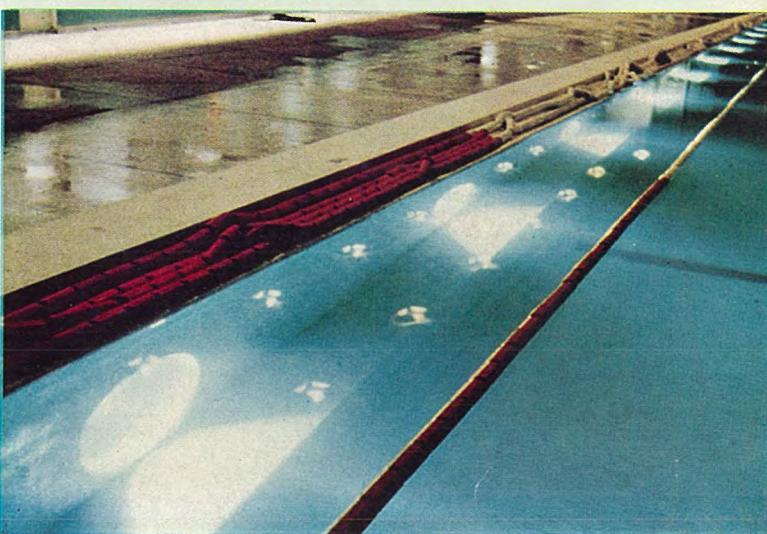
7



9



8



10

昭和 33 年 9 月 27 日 印刷 昭和 33 年 9 月 29 日 発行

「禁無断転載」 定価 1 部 金 100 円 (送料別)

## 雑誌「三菱電機」編集委員会

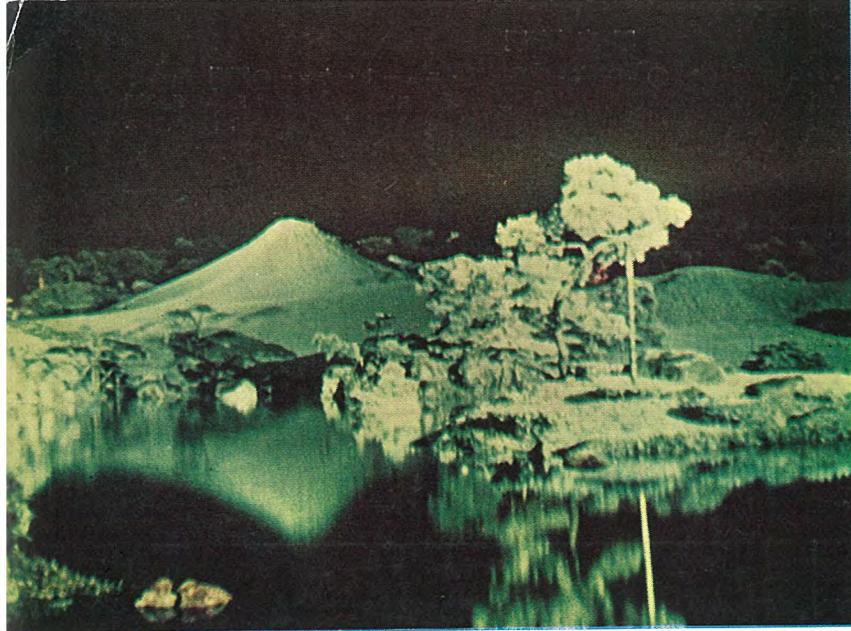
|      |       |      |       |      |
|------|-------|------|-------|------|
| 委員長  | 大久保 謙 | 常任委員 | 宗岡 進  | 平二和彦 |
| 副委員長 | 石川辰次  | 委員   | 藤原内村尾 | 一隆一  |
| 常任委員 | 石井徳潔  | 精貞芳真 | 村屋    | 又    |
| "    | 二雄    | 立竹津松 | 藤原    |      |
| "    | 安武雄   | 松    | 内村    |      |
| "    | 木村富次  | 上村   | 尾     |      |
| "    | 小堀雄   | 上村   | 八宗    |      |
| "    | 高井得一  | 井市   | 郎明    |      |
| "    | 野田雄   | 市    |       |      |
| "    | 文新    |      |       |      |
| "    | 田市    |      |       |      |
| "    | 新     |      |       |      |
| "    | 岸     |      |       |      |

|        |                      |                              |
|--------|----------------------|------------------------------|
| 編集兼発行人 | 東京都千代田区丸の内 2 丁目 3 番地 | 市 村 宗 明                      |
| 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             |
| 発売元    | 日本出版協会会員番号 213013    |                              |
|        | 東京都千代田区神田錦町 3 の 1    | 株式会社オーム社書店                   |
|        |                      | 電話 (29) 0915・0916 振替東京 20018 |

# 最近の 照明施設

## 螢光水銀灯の新しい分野

従来の水銀灯は色が青白色であるため白熱電球に比べ高い効率でありながら特殊の用途だけに使用されていましたが、新しくできた螢光水銀灯はほとんど同じ効率で演色性もよいので工場を始めとして街路、スポーツ、広告照明などに使用されるようになったが、新しい分野として庭園やさらに商店街の照明にも利用されだした。とくに庭園照明では光の色調がグリーンとマッチしいそら美である。



1 水前寺公園（熊本市）

水銀灯投光器（HF-400 広角）（H-400-狭角）をそれぞれ適当に樹間にかくし配置し、昼間に見られぬ夜の一大美観を呈している。



3

西郷隆盛の像（鹿児島市）

本像竣工後丸 20 年目に図のような螢光水銀灯による照明がなされ夜の観光客を喜ばしている。HF-400, H-400 各 1 基を使用しているが、図はその前に行なった実験で（3）は昼間（4）は H-400（5）は HF-400 を使用した場合であり演色性の比較ができる。



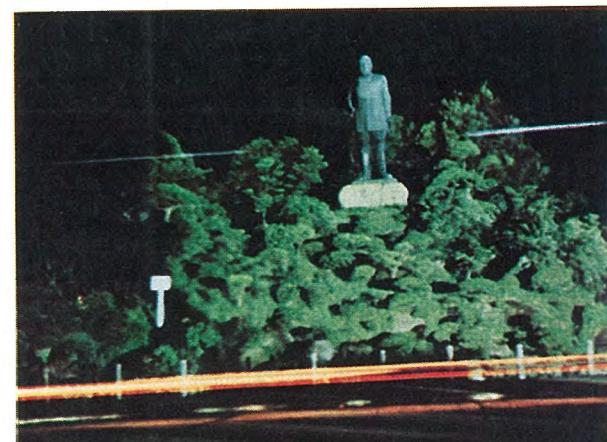
2

照波園（別府市）

水銀灯投光器（HF-400）2 基を使用して約 1,000 坪の庭園を十分に明るくしている。



4



5

