

最近の照明施設

The Most Recent Lighting Equipment

高木 正*
Tadashi Takagi

内 容 梗 概

最近のビル建築の照明には、蛍光灯によるすぐれた施設が、次々と完成されつつある。これらの照明は、いずれも明視照明を重んじた合理的な内容を有し、数多くの進歩した面をもっている。本文においてはビル照明を主体として、光天井、埋込形、露出形の各種灯具につき、新しい特質を述べ、さらにこの灯具を活用した照明計画の新しい傾向を考察している。なお、ビル照明の実施例についても、その一部を紹介する。

1. 緒 言

最近の建築は、材料面の進歩とともに、建築手法の開発も急速に行われてきた。

このことは、建築と不離一体の関係にある照明の分野にも、当然見られることであり、蛍光灯の活用は、照明の質および量の点で大きな変化をもたらした。

すなわち、従来の点や線に近い小さな発光面より、広がりをもつ大きな面光源である光天井照明への移行は、新しい考え方の無装飾性を基調とした完全な建築化照明手法である。

また露出形灯具においても、できるだけ建築的空間の形を乱さないような形状の単純化と、機能的なものが要求されてきた。

一方、灯具材料面にも注目すべきものがあり、合成樹脂製透光板の著しい進歩は、灯具形状に変化をもたらした。

このような灯具形状や機能の改善とともに、照明計画などの点においても、目の感覚を考えた明視照明が重んじられてきた。

以下これらの点を主体として、ビル照明に見られる新しい照明施設の傾向につき、その要点を述べることにする。

2. 新しい照明器具

2.1 光天井照明

光天井とは、二重天井内に蛍光灯の露出した灯具を直付けし、その下の仕上げ天井面に格子状金枠を渡し、この金わくに透光板を乗せ、天井全面を光らせ、広がりをもった面光源とした施設である。

透光板“ルミパネル”を使用した光天井照明手法については、その性能、特長についてはすでに述べられているように光学的特性、機械的特性、耐薬品性、耐候性、加工性、吸音効果などにすぐれた点を備えているが、ここではそれらの点は割愛し、新しく判明した防火特性とか、新手法などについて記述する。(日立評論 Vol. 41, No. 3 参照)

2.1.1 ルミパネルの防火特性

(1) ルミパネル材の防火試験方法

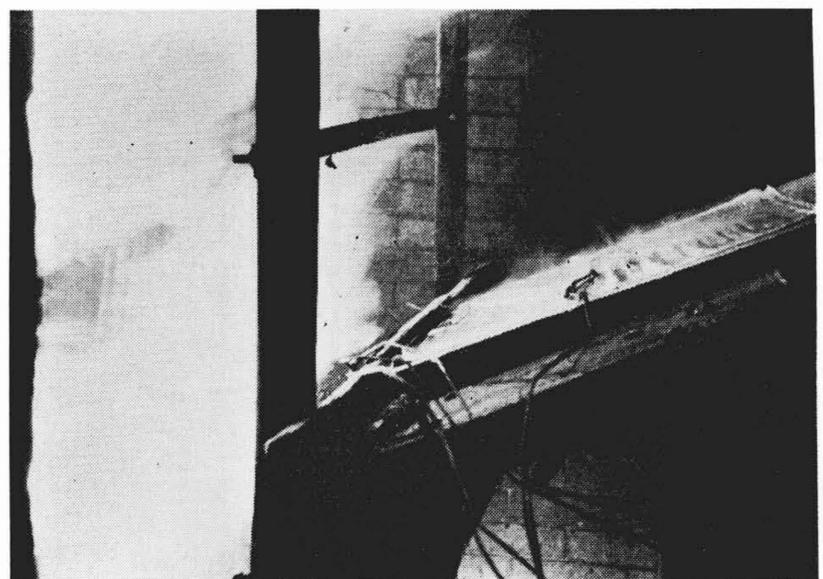
防火試験炉(幅 2.7 m 高さ 2.7 m 長さ 4.8 m)の中央に、ルミパネルを金枠にのせ水平保持し、炉壁の一面より、重油バーナー4基(容量 240 l, 使用油量 120 l/h)の火源で最大 2m の火焰を与える。この場合の炉内ルミパネル付近の温度上昇は、JISA 1301 および 1302 の規程による火災時の屋内標準加熱条件に相当する。

(第1図)

(2) 防火試験の結果⁽¹⁾

炉内温度上昇に従い順次つぎのような状態を示す。

* 日立ランプ株式会社



第1図 防火試験炉におけるわく形ルミパネルの燃焼

第1表 各種プラスチック建築材料の防火特性

項 目	強化ポリエ ステル	硬質塩化 ビニール	アクリル	スチロール	ポリエチレン
軟 化 (°C)	—	120~140	140~180	200	130
屈 曲 (°C)	—	180~220	200~240	—	—
切断滴下 (°C)	—	—	—	250	250
発 泡 (°C)	—	—	260~280	280	—
初期発煙 (°C)	200~240	200~260	—	280	—
発 煙 (°C)	300~380	—	—	—	—
黒 変 (°C)	340~400	300~320	—	—	—
引 火 (°C)	380~420	360~380	300~320	300	330
火 焰 長 (cm)	50~70	10~40	60~80	30~40	20
燃 焼 時 間* (min, sec)	1'30"~2'	10"~40"	3'~4'	全 焼	全 焼

* 燃焼時間：火源を消してより自己消火するまでの時間

90°C.....変形開始しわずかにたれ気味(約1分)

150°C金枠より一部はずれてたれ下がる(約2分)

200°C完全に床上に落下(約3.5分)

330°C床上にて発煙(約5分)

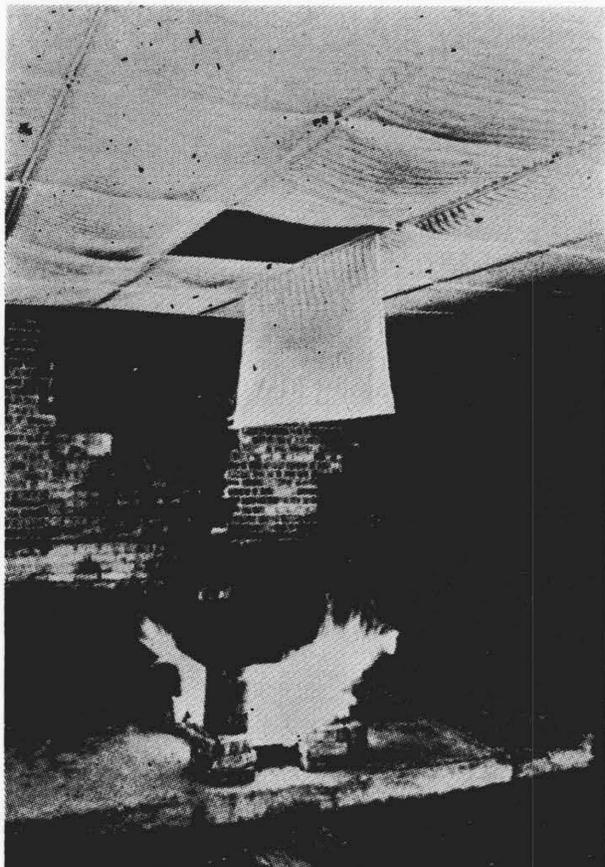
450°C着火燃焼(約6分)

火焰長は 6~10 cm で、火源を消せば 20~30 秒以内に自己消火する。

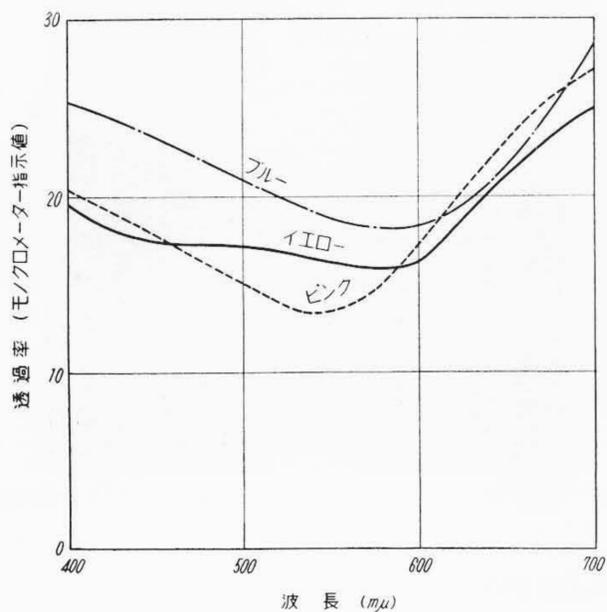
なお、参考までに各種プラスチック建材の防火特性を第1表に示す。

(3) 結果の総合判定

光天井照明は、従来の単独灯具に比べ、その構成が建築の一部



(パネル材が変形開始し、一部金わくよりはずれたれ下がる)
第2図 火災発生とパネル材落下状況の実験



第3図 カラールミパネルの分光透過率特性

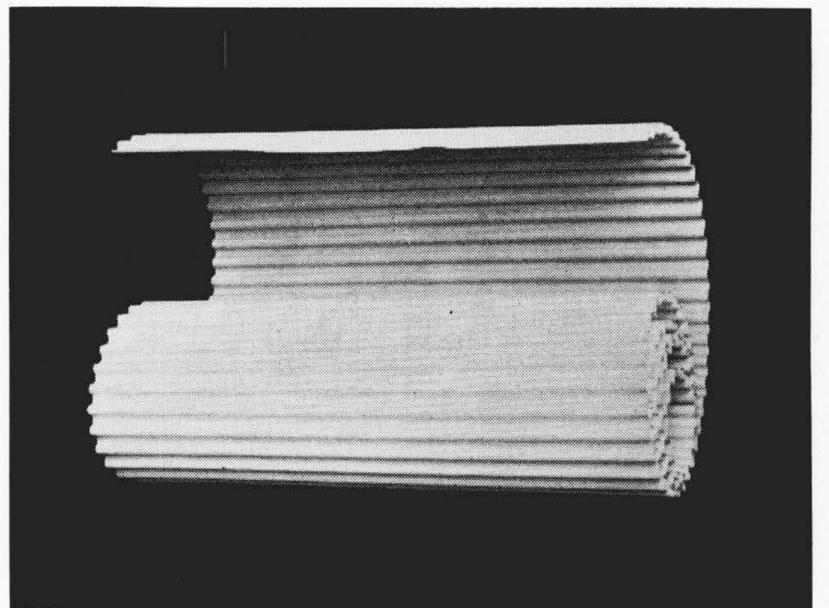
を占めるものであるため、建築材料として適切であるか否かを判定することが大切である。

- (1) 軟化温度が低いので、火災の時、比較的早期に落下して天井位置で着火することがない。
- (2) したがって、スプリンクラを天井内部に設けておいてもその動作を妨げない。
- (3) 床上に落下したルミパネルは、火源が近ければ450°Cくらいで発火するが、可燃物量は少なく短時間で消火する。この場合、450°Cになるのは火災発生より約6分後であるが、実際には床上の温度上昇はおくれて、時間は2倍の12分以上となる。
- (4) ルミパネルは軽量であり、落下による障害はガラスやほかの厚いプラスチックよりも少ない(第2図)。

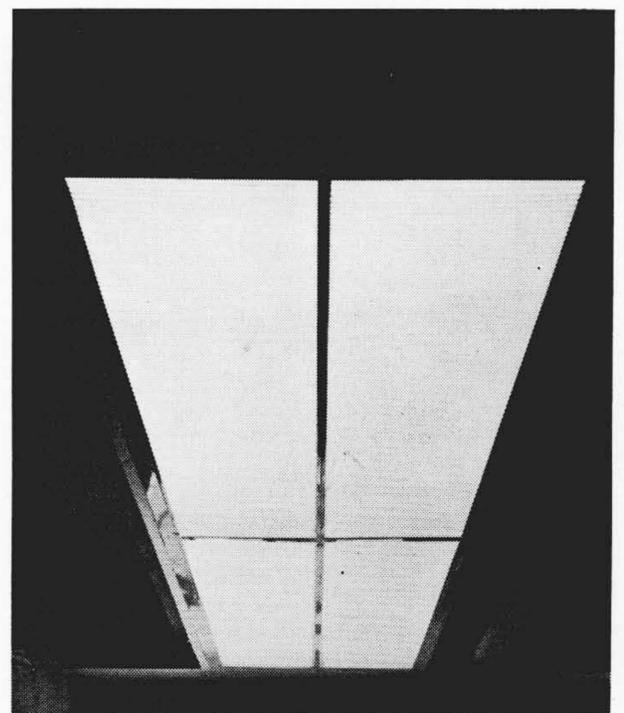
2.1.2 カラールミパネル

従来の乳白色ルミパネルの生産に続いて、新しい建築様式に合わせて、いっそうデラックス化したカラールミパネルの完成をみた。

ピンク、ブルー、イエローの3色をそろえ、いずれも淡く快い



(幅 909 mm × 長さ 3,636 mm 定尺品で、図示のように巻くことができる)
第4図 エンドレスルミパネルの巻き付けられた外観



(909 mm × 3,636 mm)
第5図 エンドレスルミパネルを使用した光天井の一部

色調を備えており、乳白色ルミパネルとの組み合わせ照明は、天井面に色彩をそえ、快適な照明ふんいきが得られる。

第3図の分光透過率が示すように、各色ともその色の分光成分をわずかに強調し、効率低下することなく、美しい色調をうるることができるものである。

2.1.3 波形ルミパネルの連続加工品

従来の波形ルミパネルは、909 mm × 1,212 mm 定尺品で、これをささえる金わくは縦ビームのみであった。

したがって施工には、定尺品を長手方向に並べ、波形ルミパネルの両端末を重ね合わせて連結していた。

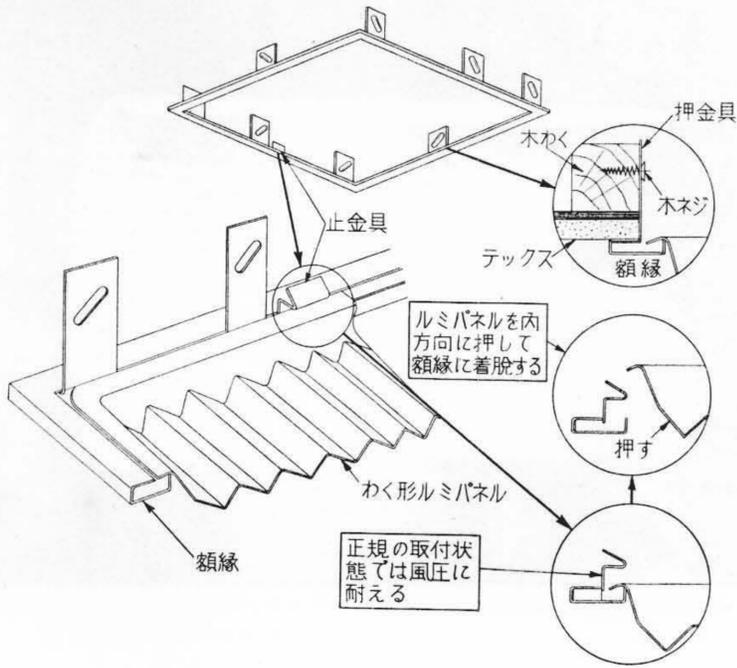
これでは連結部分が二重のパネルとなり、かつその部分が下から見えるので、美観の点でもまた取扱からも多少の難点が考えられた。

新たに完成した連続加工品のエンドレスルミパネルは、第4図に示すように、909 mm × 3,636 mm 定尺品として加工されたものであり、この難点を解決することができた。

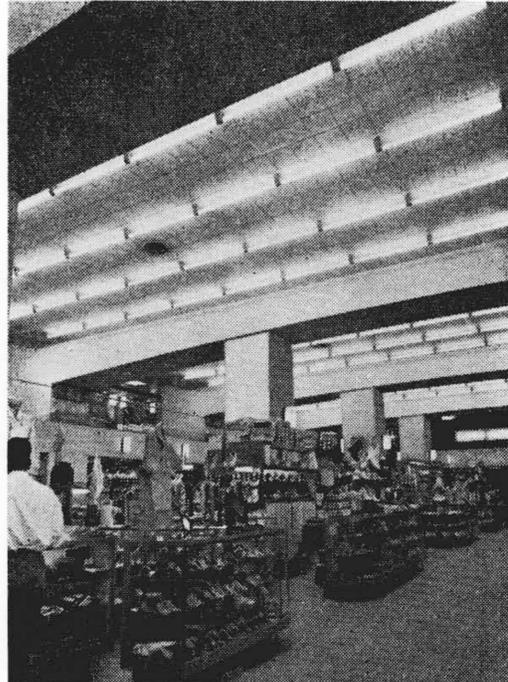
第5図は、エンドレスルミパネル4枚組み合わせによる光天井照明の一例である。パネル面に継ぎ合わせ部分の暗さがなく、しかも3,636 mm おきに横ビームを取付け、パネル末端をおおっており、一段とすぐれた光天井を具現したものといえよう。

2.1.4 風圧に耐えるルミパネル

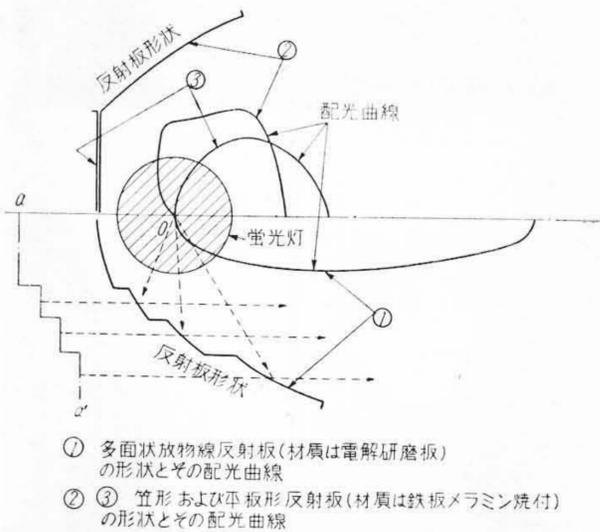
角形、わく形ルミパネルは、従来より風防装置が取り付けられてい



第 6 図 わく形ルミパネルの風防構造



第 8 図 露出形灯具を長く取付けた照明手法



第 7 図 反射板形状と配光曲線との関係例



第 9 図 露出形パイプつり下灯具を長く取付けた照明手法

たが、風防用つまみがビーム下面に露出していた。新たに考案した風防用ストッパは、第 6 図のように、薄板であるルミパネルの弾力性を活用した構造で、動作は確実で、取扱が簡便であるとともに美観上も良いといえる。

このように、ルミパネルは軽量であるにもかかわらず、風圧による脱落の心配がない。

上述のような光天井照明に対するかずかずの改良は、光天井の施工を、今後いっそう手近かなものとする上に、きわめて有意義なものといえる。

2.2 埋込形照明器具

2.2.1 額縁の構造

埋込形灯具を天井に取付けた場合、灯具の額縁部分は天井面に露出する。

この額縁は、蛍光灯を交換する際、回転して開くが、回転開き機構として露出ちょうつがい式が多く採用されていた。しかし、この機構は露出ちょうつがいのため外観をそこねるので、最近では隠しちょうつがい式に切替ってきた。

新しいデザインは、無装飾性を基調とした単純化への傾向であり、この意味において、隠しちょうつがい式は有用なものといえよう。

2.2.2 新しい透光カバー材料

従来の灯具用透光カバー材としては、ガラスまたはアクリル樹脂使用が、その大半を占めていた。

アクリル樹脂のすぐれた光学特性、加工性は透光板として適し

ているが、高価なことが難点とされていた。

しかし最近の各種合成樹脂の進歩は急速であり、この難点をも解決し、アクリル樹脂より新材料スチロール樹脂、塩化ビニール樹脂、尿素樹脂、ポリエチレン樹脂などに切替えられつつある。これらの材料は十分の信頼性をもち、今後大いに期待しうるものである。

2.2.3 反射板形状と配光

灯具形状は、デザインの優秀さとともに、適切な配光特性をうることが設計上の要点である。

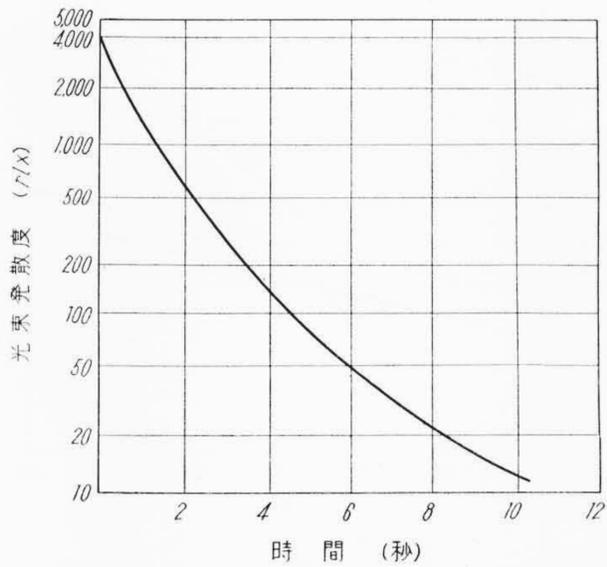
配光の良否は、蛍光灯の光束を有効に配分するということにあり、その要点として反射板形状の設計が考えられる。

そこで反射板の反射光を調節し、光に指向性をもたせる目的で次のような基礎実験を行った。

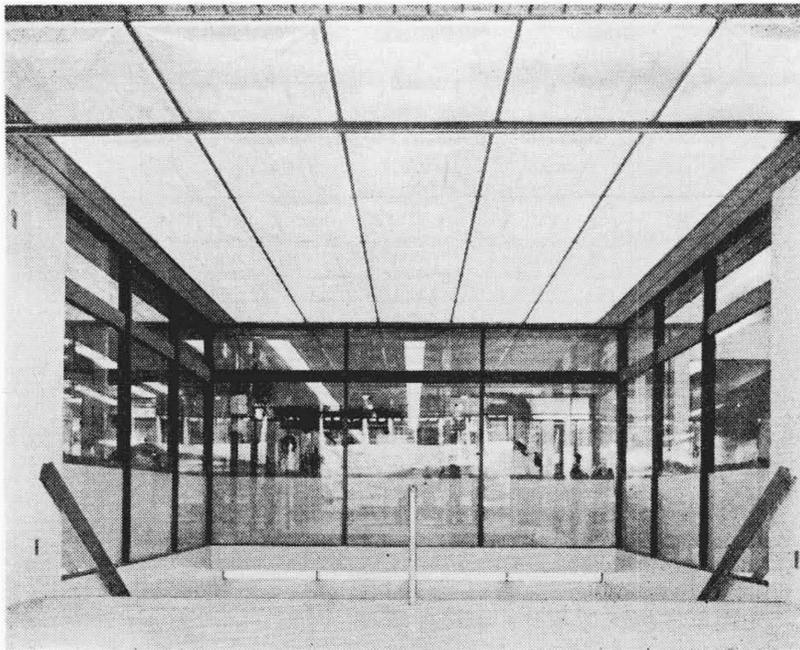
第 7 図はアルミニウム電解研磨板を使用し、蛍光灯の中心 O を焦点とし、準線 aa' を順次移動することにより描かれた多面状放物線反射板①である。

このような設計により、割合小さな反射板面積で光に強力な指向性をもたせうることがわかった。これは光のコントロールの一例であるが、このように灯具形状も配光を考慮して、当然決定すべきものである。

以上は埋込灯具につき新しく着目すべき要点をあげたものであり、順次すぐれたデザインの灯具が生産されつつある現状である。



(5,000 rlx に順応した目が視力を1.0~0.75に保持しつつ暗くしうる限界)
第10図 光束発散度の変化と順応時間



第11図 角形ルミパネルを使用した光天井によるビル入口の緩和照明

2.3 つり下げ形照明器具

前述の光天井や埋込形が建築化照明であるのに比べ、つり下げ形は露出して建築的空間を占めるので、デザインは一段とむずかしい。

この分野でも従来の装飾品的性格より脱皮し、形状の単純化が進められている。

さらに最近の高照度計画の要求は、必然的に取付手法にも変化をもたらしようになった。すなわち、従来の灯具配置は単独取付けを多く用いたが、新しい傾向として連続取付けが多くなされてきた。

第8,9図はその一例であり、蛍光灯を露出したままの長連続取付方式は、室内照度分布を均一にするとともに、近代建築に調和した照明施設であるといえる。

さらに露出形灯具は、反射形蛍光灯の採用や連続取付けの場合、灯具背面に金属ダクト配線をほどこすなどの点が、今後研究されるべきで、これからの進歩が期待される。

3. ビル照明手法の新しい要点

3.1 良い照明の条件

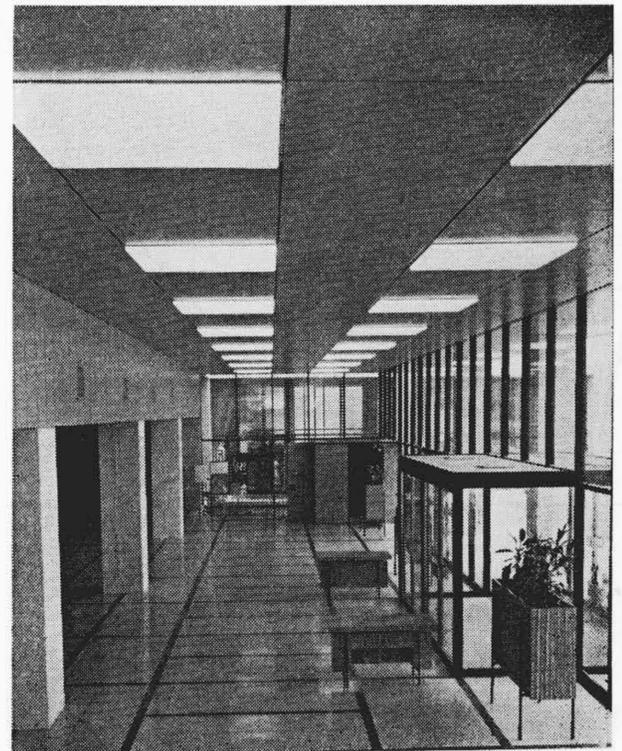
照明すべき場所を、仕事をする場所と休息の場所の二つに分ける考え方があり、ビル照明は前者に属する。

ビル照明の要点として考えられる場所は、入口ホール、事務室、廊下階段、湿気や爆発発生ガスの存在する特殊場所などがあげられよう。

このような箇所の照明は、疲労を感じないで仕事の能率をあげるよう、合理的な照明計画が望まれている。



第12図 エンドレスルミパネルを使用した光天井によるビル入口の緩和照明



第13図 1,212 mm 角透光カバー付埋込灯具を使用したビル入口の緩和照明

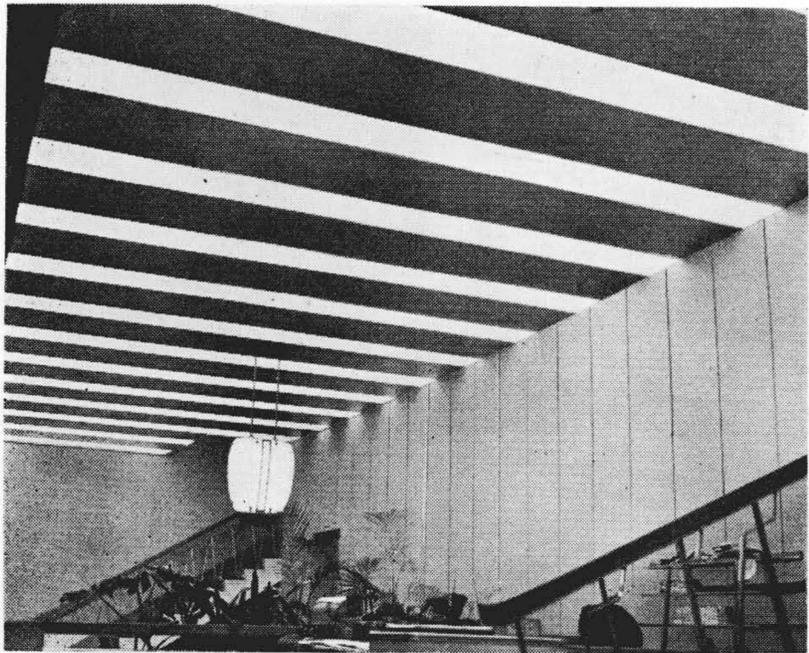
仕事をする場所の照明設計の要点を下記する。

- (1) 十分に高い照度が与えられること
- (2) 視野内の照度分布の差が少ないこと
- (3) 手暗がりの生じないこと
- (4) まぶしさを感じさせないこと
- (5) 被照面よりの反射光がやわらかいこと
- (6) 照明器具が建築物に調和すること
- (7) 保守が容易なこと

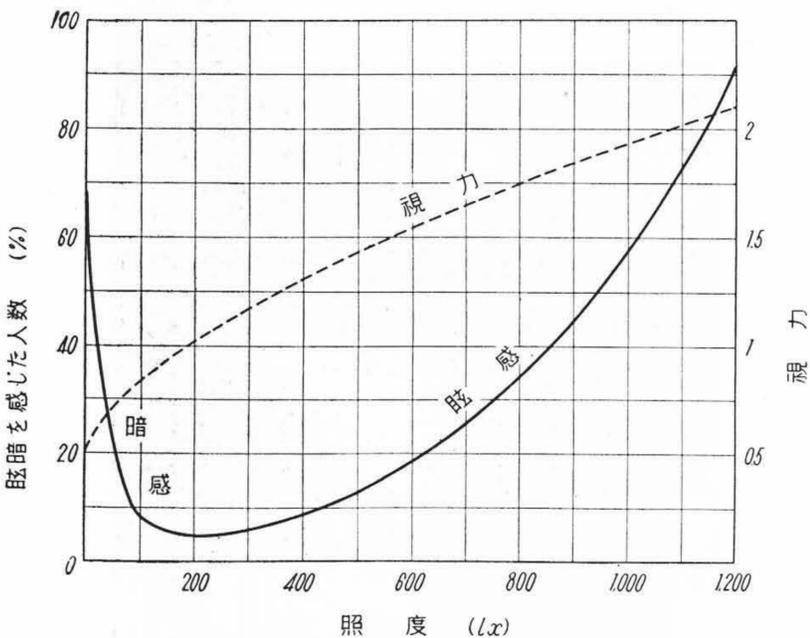
以上の諸条件が満足されてこそはじめて視覚的にも快適なふんい気となるものである。以下このような条件が満足されることを前提として、新しく着目すべき点につき、照明場所別に検討を加えてみる。

3.2 ビル入口ホールの照明

ビル入口は従来、豪華荘重を主体とした建築様式が多く、照明の点からは陰気になりがちであった。これに反し最近では、まったく趣を異にし、街路の延長とも見られる開放的、機能的なものとなってきた。したがって、照明の要点もこの辺に考慮がなされ計画されるべきである。



第 14 図 連続埋込形灯具による劇場入口の高照度緩和照明



第 15 図 照度と視力との関係曲線

屋間の街路は、強烈な太陽光線により数万ルクスの照度を有し、歩行者が急にビルにはいると、そこには数十あるいは数百ルクスの入口ホール照明施設しか計画されていない場合が多かった。

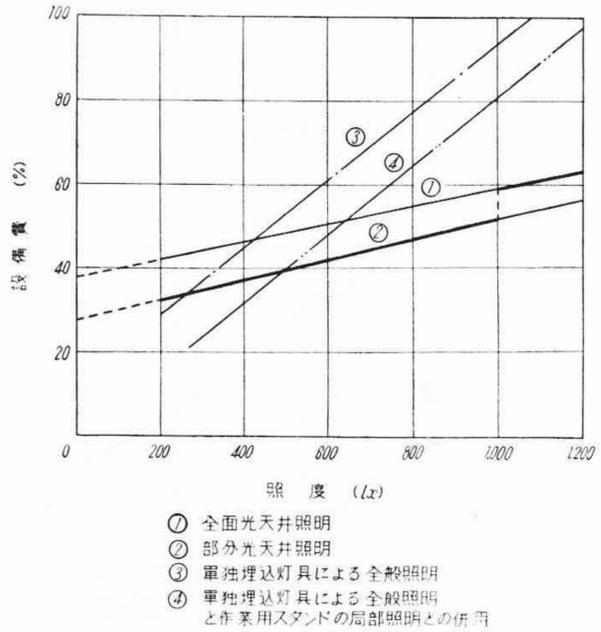
これではとても目の順応が追いつけず、極端な場合は一時的な失明状態ともなる訳である。この意味から、入口照明は街路とビル内部の照度差をとりもつ緩和的な意味をもつ照明であることが必要である。

目の順応時間は、一般に暗やみに完全になれるために網膜の光化学的变化によるかんまんな経過をたどるので約 5 分、逆に明るさの順応は約 1 分ともいわれている。しかし実際には、神経作用順応で急速にある程度までは順応する。

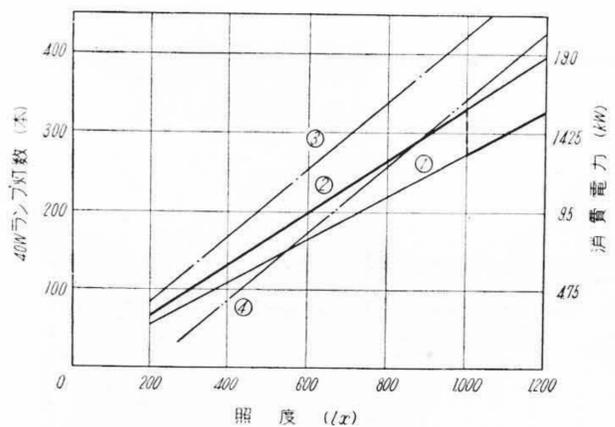
この点に関し生理学的基礎実験の報告⁽²⁾によれば、第 10 図のような限界曲線が示されている。すなわち、仮に入口ホール照度 100 ルクスで、室内反射率 30% とすれば、光束発散度は 30 ラドルクスとなる。したがって街路を 5,000 ラドルクスとすれば、目の順応時間は 7 秒を要する。

仮に歩行者の速度を 2 m/s とすれば、理論上は入口より 14 m 奥は 100 ルクスでもよいが、それまでの間は照度不足といえよう。ただしこの場合は入口とびらより屋外光がビル内部に照射しないと仮定したものであり、入口構造により差異はあるが、実際には多少は照らされるものである。

たとえば、入口ホールに照射光をさえぎるものがない構造の場合、



第 16 図 各種照明手法による照度変化と設備費との関係



第 17 図 各種照明手法による照度変化と消費電力との関係

屋外光線量は次式で与えられる⁽³⁾。

$$E = \frac{B}{2} \left(\tan^{-1} \frac{x}{z} - \frac{z}{\sqrt{z^2 + y^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{z^2 + y^2}} \right) \dots (1)$$

E : ビル入口より z (m) 距離における照度 (lx)

B : ビル入口の輝き (cd/m^2)

x, y : ビル入口の高さおよび間口 (m)

仮に $B=5,000 \text{ rlx}$, $x=3 \text{ m}$, $y=7 \text{ m}$ とすれば、 $z=14 \text{ m}$ の距離において、照度 $E \approx 25$ ルクス(ただし窓の透過率を 80% とする)となる。ゆえにこの場合 14 m 奥における人工照明は、その差の 75 ルクスの追加が必要となる。

このような考えで、入口部分とはびらに近いほど明るくし、順次照度を低下させて行くことが大切である。

第 11 図は有楽町フードセンター入口の照明である。このように入口部分の高照度緩和照明には、光天井手法などが適しているといえよう。(第 12, 13, 14 図)

3.3 事務室の照明

目は明暗に対する順応性があるが、事務能率向上を計るためにできるだけ高照度のよいことは第 15 図に示すとおりである。

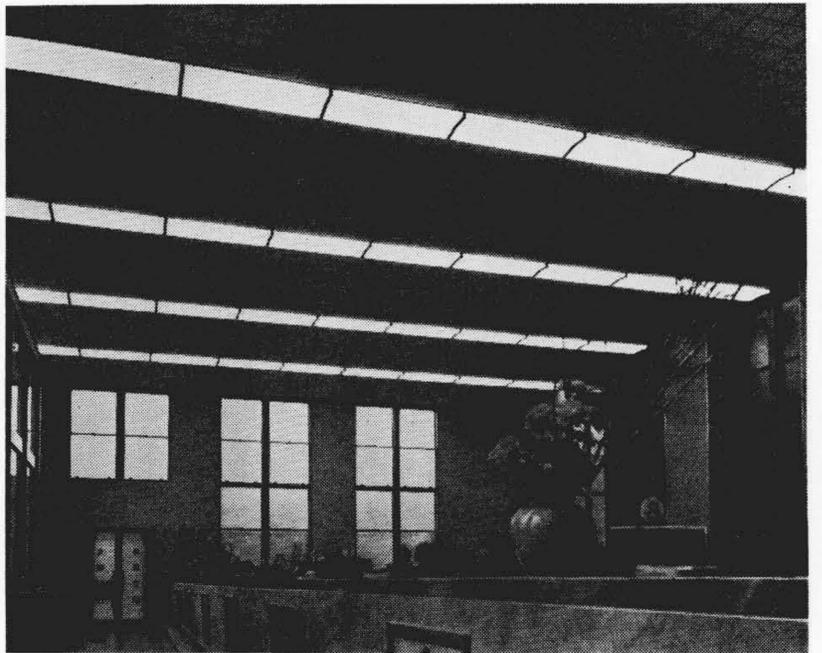
高照度をうるには、蛍光灯露出形が効率よく適しているわけであるが、この手法は視野内に輝度の高い蛍光灯が入りやすく、室内照度分布にもむらが生じる恐れがあり、良い照明とはいえない。

蛍光灯に透光カバーを付け、やわらかい拡散光とすることも解決策の一つではあるが、効率低下と高価になるので、施工面に制約がある。

ここに前述の光天井照明手法を取り入れる意義が大いにある訳である。ややもすれば光天井照明は高価であるかのように考えやすいが、照度基準の上昇と、光天井施工による建築面でのテックス仕上げ不用などを総合的にみた時、必ずしも高価とはいえない。



第18図 1,212 mm 角アクリルカバー付埋込による
営業室の照明



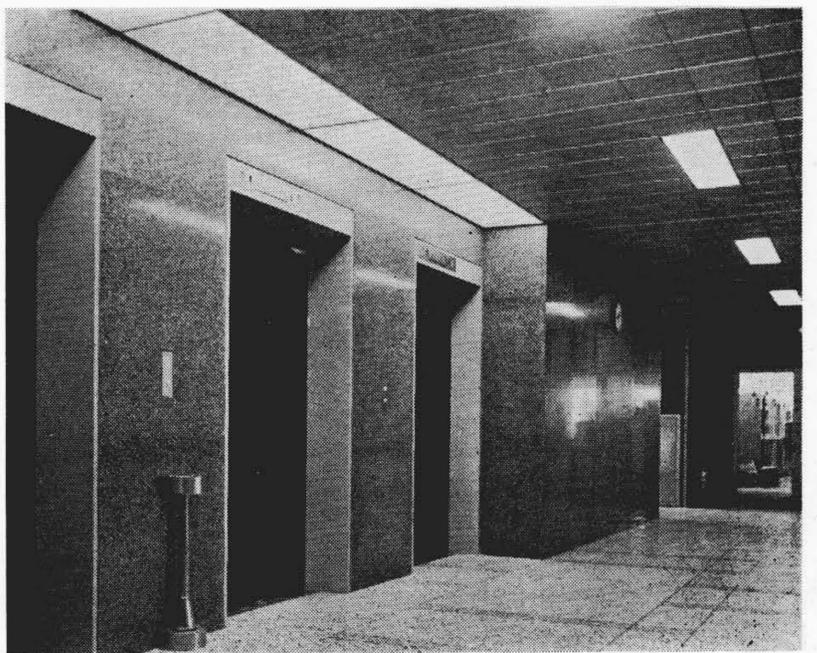
第20図 透光カバー付連続埋込形灯具による
営業室の照明



第19図 わく形ルミパネルを多数使用した光天井による
売場の照明



第21図 30W リングライト半埋込形灯具による
廊下の照明



第22図 埋込形灯具によるエレベーターホールと
廊下の照明

以下光天井照明とほかの照明手法につき、その経済性を考察してみた。

仮に 18m 四方のテックス張り事務室 (約 100 坪) を種々の手法で照明した際、その施工費と将来の電力量の関係を算出してみる。

その結果が第 16, 17 図で示され、次のことが結論づけられる。

(1) 照度 250 ルクス以上の計画では、単独埋込照明手法 (形式 TP4203-F 灯具使用) より、部分光天井照明手法 (角形ルミパネル 8 枚 1 組として総数 18 組) のほうが安価となりすぐれている。

(2) 照度 500 ルクス以上では、単独埋込全般照明と作業用スタンド (20W 1 灯スタンドを総数 67 台) による局部照明との併用手法より、部分光天井手法はすぐれている。

(3) 照度 1,000 ルクス以上では、部分光天井照明手法より、全面光天井照明 (角形ルミパネルを総数 300 枚) に切り替えたほうがよい。

(4) 将来の保守、電力費を考慮すれば、全面光天井手法が 500 ルクス以上ではよい。

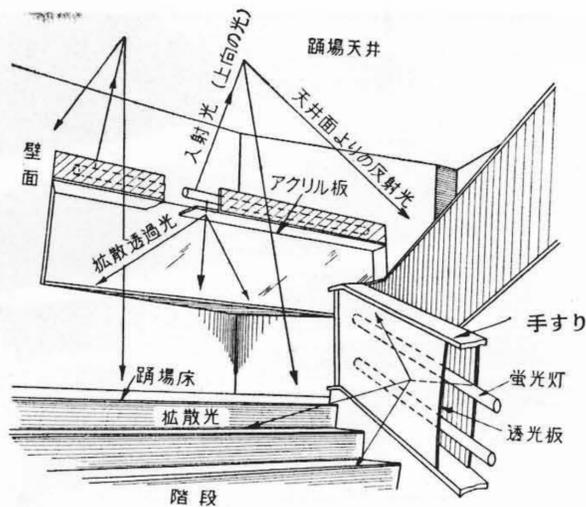
上述の比較はその一例にすぎないが、近來の高照度計画への傾向は、光天井手法が経済的に有利となる。

このように、光天井は経済的であるとともに、前述の良い照明の条件をすべて満足するものであり、これからの事務室照明のホープといえる。

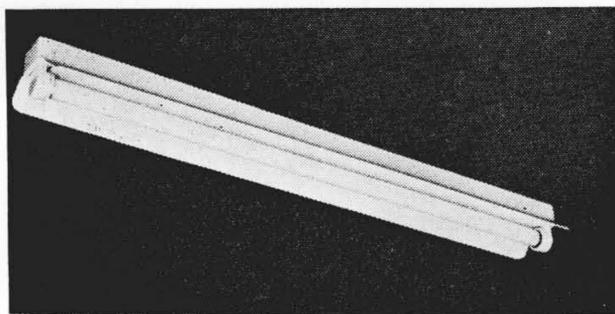
第 18 図は銀行営業室の照明に、1,212 mm 角のアクリルカバー付 40W 10 灯用埋込器具による照明の実例である。このように建築化照明による高照度化計画は、この種場所における最もすぐれた照明手法といえよう。(第 19, 20 図)

3.4 廊下、階段の照明

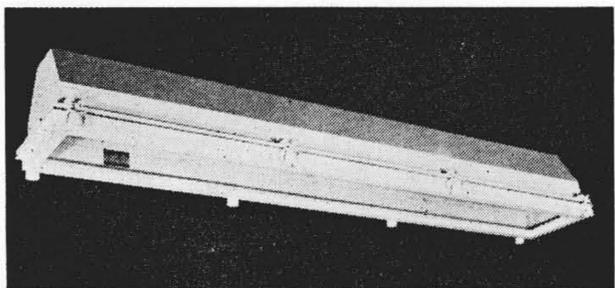
最近の廊下照明は、昼間も不断に点灯するので蛍光灯が有利である。壁面からくる固さを和らげ、歩行者の目ざわりとならぬよう器



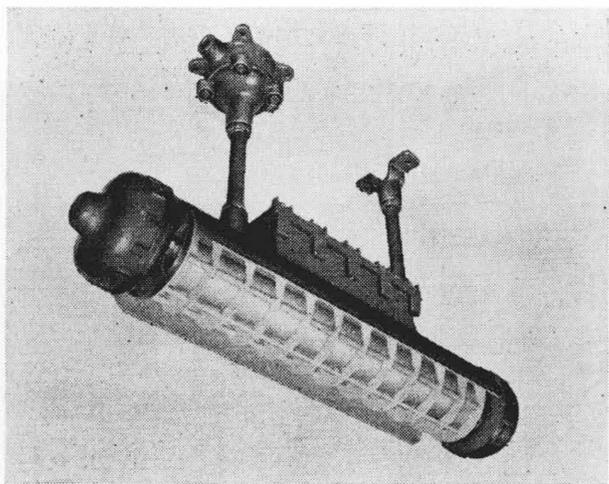
第 23 図 手すり部分に照明装置を組み込んだ階段照明(案)



第 24 図 40W 1 灯笠付第 2 種防湿形灯具



第 25 図 40W 1 灯透明プラスチックカバー付埋込形第 2 種防湿形灯具



第 26 図 20W 1 灯耐圧防爆形灯具

具は透光カバー付埋込形がよい。(第 22 図)

灯具配置計画にあたり、直管形蛍光灯の灯具は矩形状なので、この矩形状灯具を廊下の天井中央に、ある間隔で取り付けの際、ランプ軸を廊下の中心線に平行にすべきか、垂直にすべきかが問題となる。

これを順応光束発散度の点から考察すると、(2)式に示すように、平行に取り付けたほうがまぶしさが少なくよいことになる⁽⁴⁾。

$$H = 31.6 E / \theta^2 \dots\dots\dots (2)$$

θ : 視線からの角で、この場合は両手法とも同一値

E : 目が受ける照度で、平行取付の手法が小さい。

H : 順応光束発散度で、平行取付の手法が小さい。

しかし実際には、建築との調和や施工上の難易などを総合して、取付手法は決められることが多い。

第 21 図の廊下照明は、30W リングライトを使い、303 mm 角正方形埋込形灯具としたものであり、これは上述のような位置を考慮

第 2 表 日立防湿形灯具の種別表

種 別	湿度の 状 態	使用灯具	灯具仕様要点
第 1 種 使用場所	湿度が常時 80% 以下で1 時的 (1日12時間以内)に 90% になる	第1種防湿 形 灯 具	一般器具に防湿塗装を 施し吸湿性の少ない絶縁 材料を使用
第 2 種 使用場所	湿度が常時 90% 以下で1 時的 (1日6時間以内)に 露を結び水滴を発生する	第2種防湿 形 灯 具	露出形 主要部品は防湿形を使用 し局部密閉構造 密閉形 部品は一般器具と同一 品を使用し器具の外周は 一重密閉構造
第 3 種 使用場所	湿度が常時 95% 以下で1 時的 (1日12時間以内)に 露を結び水滴を発生する	第3種防湿 形 灯 具	主要部品は防湿形を使用 し局部密閉としさらに器 具外周を密閉した二重密 閉構造

しなくともよい。

廊下照明に正方形や円形状灯具を計画することが最近の流行となり、この計画はデザイン面のみならず、配光の上からも良い手法である。

階段照明もエレベータの完備により、この部分の照明は忘れられがちである。一般には踊場天井面に灯具を取付け、階段壁面にブラケットを計画する程度であるが、このような手法では階段昇降の際、背光による足もとの暗さや、階段上に不規則な影を生じやすく、理想的照明とはいいいにくい。

たとえば第 23 図のように手すり部分に灯具を連続取り付け、蛍光灯の前面に透光カバーを付けることも一案であり、拡散された光が階段全般に照射され、理想的な照明である。

3.5 特殊箇所の照明

ここではビル照明の中で、特殊仕様条件が考えられる場所の照明につき検討してみる。

外壁灯、厨房、湯沸室、ガレージ、重油機械室などがあげられ、これらの照明には防湿形、防爆形の灯具が計画される。

3.5.1 防湿形灯具

湿度のある場所に適用される日立防湿形灯具には第 2 表の 3 種類が用意されており、湿度の程度により適切なものを選ぶことが大切である。

第 24 図は 40 W 1 灯かさ付第 2 種防湿形灯具の外観を示す。防湿仕様として、主要部品である安定器、コンデンサ、ソケット類は防湿形を使用し、局部密閉構造である。

第 25 図は 40W 1 灯透明プラスチックカバー付埋込形第 2 種防湿形灯具の外観を示す。

防湿仕様として部品は一般灯具と同一品を使用するが、カバーをゴムパッキンを介して額縁に固定し、額縁は締付金具で本体に取り付けられ器具外周は一重密閉構造である。

4. 結 言

新しい照明器具の二、三につき、性能、機構の要点を述べ、これらを活用した照明計画において考慮すべきことを簡単に概説してみた。

これにより最近の新しい考え方の内容を、多少とも参考としていただき、蛍光灯照明計画の資料となるならば幸甚である。

参 考 文 献

- (1) 星野昌一：東大生産技術研究所 透光天井材の防火試験報告
- (2) 蒲山久夫：昭和 34 年照明学会講演論文集 視覚の生理とトンネル照明
- (3) 黒沢涼之助：照明理論入門 長方形光源による照度
- (4) L. L. Holladay：照明のデータブック まぶしさの実験値