

始



365-27

545
u25



東京電氣技師 內坂素夫著
株式會社

電燈及燈火照明工學

東京 廣文堂發行

6. 5. 28
購求



序

光は人生に甚だ重要なものである。晝間は太陽が、貧者富者の區別無く平等に天與の光を惠與するも、夜間は月明の時と雖も尙不充分の憾あり。猫や鼠等は暗中物體を認識することが出来る様であるが、吾人は光無くしては何物をも認識することが出来ぬ然し吾人は萬物の靈長であつて、人工の光即ち燈火を考案作製し之れが照明を利用して暗黒の世界を征服して居る。

時代は日に月に進み人事は日夜複雑の度を加へて來た。晨に露を踏で出て夕に星を載て歸ると云ふ風に只日中のみ働き夜間は静眠しては居られなくなつたと共に、燈火も日に月に面目を新にし、最近に於ける電燈の發達のみにも實に顯著なるものが生じた。暗光の燈火は實用上不便である事は明かであるが、生理上から見ても有害であり。又強光照明は燈火が元來人工のものであるから、不經濟となるのみならず輝光等の爲めに眩惑現象を生ずる虞がある。茲に於てか有効なる良照明の要求が一般から認められ又希望せらるゝ様になつた。而して燈火燈器は室内との調和即ち美觀を備ふると同時に心地よき點燈

即ち快感を興ふるものであらねばならぬが故に有効にて中康ある燈火趣味は家庭に、工場に、店舗に、事務所に、又屋外に、いづれも、活動と慰安、繁榮と快樂を齎すもので、眞に實用と趣味を兼備へたものである。

現在に於ける我國の照明強度は概して稍暗過ぎると云ふ缺點がある。従て良照光高唱の爲めには點燈燭光の増加を要し、自然經費の増加を要するのである。然し此の増加經費に對し、只漫然として外國とは富の程度が異なる位の理由に依り之れを否定し又は實行を躊躇するのは、餘りに理由が薄弱の様に思はれる。今日直に列強と同様にすると云ふ事は勿論不可能の事であるが國家が列強と比肩し優勝の位置にある今日、一般國民が低度の照明の爲めに多少なりとも其の活動が鈍る様な事の無い様にし度い、而して之れに依りて得る効果は増加經費を償ふに充分餘りあるもので、近時研究せられつゝある能率増進法の方面から論じても立證せらるゝ事である。殊に其の増加經費とて各個人に割當てゝ見れば一ヶ月間に飲酒の一二合、煙草の一二袋を節約せば優に高燭點燈に變更が出来又良照明も從て得らるゝ次第である。酒や燭草も人生慰安の一つ

であるが夫れは本人一人に止まるもので、非衛生と云はるゝ此の慰安料の一部を割愛して照明趣味に換用せらるゝ時は家族全體の慰安幸福を齎すことが出来る。然るに我國で之を顧る者の未だ少いのは、富の程度のみの問題で無く實は一般的に生理的觀念の低級なものと燈火を重要視しないのと、燈火附屬品に對する賞玩趣味が普及されて無い結果ではあるまいかと思ふので偏に世人の熟慮を熱望する所である。

本書は學會又は雜誌に、淺學不肖當らざるをも顧みず、燈火照明に關し公にせるものゝ中より拔萃せしもので、繁簡不同、前後反復不統一の小片冊に過ぎないが茲に再び識者の垂教を仰ぐと同時に照明工學に志す人士に多少資する所あらんと欲せしものである。希くは重て叱正の惠を給り得ば光榮之れに過ぎざる次第である。

大正五年十一月三日

著者 識

燈 火

蘇長公曰く「只恐夜深花睡去、故燒高燭照紅妝」是れ春の燈火なり、臘臘淡月の下燭を燒いて夜遊をなし、微風時に清香を送る、此時燈火なくんば花にあらざる人睡らざるもの稀なり。春夜の清景は淡月明灯に相須つて花影を照すにあり。夫れ夏夜に至つては、晚來驟雨一過、綠陰猶餘滴あり、時に水檻に坐して涼を納る、時に風なきも涼味掬すべし。加ふるに荷花滿地、清香自在に動くに於ては、此時月あるも可、月なきも可、擔端の紗灯微明座を照す、友と相會し清談更の盡くるを知らず、夏夜の清景は灯と相須つて始めて美あり。秋夜玲瓏、大月天に中し、清光萬里明盡の如く、纖翳皆見る、此時灯なくんば未だ月を賞するに足らず、何者の愚なるや、灯を切けて月を賞す、是れ未だ秋宵の清きを知らざるなり。三冬嚴寒、飛雪窓を打ち、朔風枯林に怒號す、此時灯下書を繙き古人と交る、永夜閑坐、活水活火以て芳茗を煮る、箇中の樂實に傳ふべからざるものあり、是れ冬夜の灯火なり。夫れ銀燭高く掲げ夜遊以て日に繼ぐは富豪の灯火なり、壁を穿ち隣燈を導き、書を讀むは好學の灯火なり、然れども是れ偷窃狗盜の嫌なき能はず、旅館寒燈獨不眠、苦心何事轉凄然、は羈旅の灯火なり、「佛凡古灯寒焰短」とは寺殿の灯火なり。」

(大 谷 光 瑞)

電燈及燈火照明工學目次

電 燈

總 論

輻射の形式種類と電燈の種類……………一

電燈と配電方式——(定電壓及び電流配電法)……………四

電燈に用ひらるゝ傳導體の特性……………八

電燈の能率……………九

電燈の光力と色彩及び其の表面光輝……………一三

電燈發達の大要……………一六

(イ)白熱電燈 (ロ)弧光燈 (ハ)蒸發氣弧光及びガイスレル管燈

固形導體の電燈……………二〇

白熱電燈纖維條の電壓電流及抵抗溫度特性……………二〇

熱電的導體の電壓、電流特性及びネルンスト燈……………二八

固形導體の光の輻射……………三一

耐熔解性と蒸發張力との關係……………三三

基礎炭素纖維と處理炭素纖維……………三五

金屬化炭素纖維及びビゼム電燈球……………三七

金屬纖維電燈球(オスミウム電燈球及タンランム電燈球)……………三八

タングステン電燈球……………三九

瓦斯封入タングステン電燈球……………四一

金屬纖維の太さと長さ……………四三

各種白熱電燈の能率と他電燈と能率との關係……………四三

白熱電燈球の球面換算率……………四六

電壓變化の關係と點火時間の關係……………四七

電燈球能率と其の構造上の關係……………五〇

〇
瓦斯導體……………五三

ガイスレル管傳導と弧光傳導の差異……………五四

ガイスレル管傳導の一般性質……………五五

ガイスレル管傳導の電氣的特性……………五六

ムーア管燈……………五八

弧光電導……………六〇

弧光の性質……………六〇

一定壓弧光……………六二

弧光の電壓、電流及電壓、弧光長特性……………六二

弧光電壓と電流及び弧光長との關係並に弧光の安定特性……………六三

弧光の併列點燈並に弧光と分路無誘導抵抗及び分路蓄電器との關係……………六八

弧光の光流電壓と端子電壓……………七〇

〇 照明工學に用ひらるゝ術語と其の關係

開放式弧光燈と閉鎖式弧光燈	七二
直列交流閉鎖式弧光燈	七四
増輝弧光燈	七六
ルミナス弧光	七七
發燐炭素弧光	七九
弧光燈の點燈裝置	八一
弧光の有効抵抗	八四
一定光束に對する弧光燈の調整	八五
弧光燈の種別と其の主なる型式	八八
高燭力と弧光率増加の關係	九〇
眞空弧光	九四
水銀蒸氣弧光燈及び其の特性	九四

燭光	九七
壽命と能率	一〇一
光力線又は光束	一〇四
照明	一〇四
室内照明	
日本建築と電氣工事	一〇六
燈火に對する時勢の要求	一〇七
我國に於ける燈火燈器の變遷大要	一〇九
照明法	一一六
晝光照明	一一八
燈火照明	一一八
照明強度と良照明の好果	一四四

照明的計算……………一四八

照明方式と其の利害……………一五四

建築と燈火趣味及び其の調和……………一六二

色彩の關係……………一六五

將來の希望……………一七三

屋外照明

屋外照明の分類……………一七四

屋外裝飾電燈……………一七五

 (一)屋外裝飾電燈の目的及び其の種類……………一七五

 (二)建築電飾……………一七七

 (三)投光器と探照燈……………一七九

 (四)屋外電飾……………一八三

電燈看板……………一八五

 一、電燈看板の目的及び夫れに對する注意……………一八五

 二、電燈看板の種類……………一八七

 三、電燈看板の認識率……………一九一

運輸交通物點燈照明……………一九八

街路點燈照明……………二〇一

 (一)連續的街燈……………二〇一

 (二)不連續的街燈……………二〇五

店舖及飾窓の燈火

店舖の燈火照明……………二〇七

小商店内の照明……………二一〇

大商店内の照明……………二一三

飾窓及陣列棚の照明……………二二三

日本室内使用材料の撒光反射係數

反射係數測定の實驗……………二二〇

白色吸墨紙の反射係數……………二二五

採用せる吸墨紙……………二二五

使用機械……………二二七

實驗の結果……………二三〇

參考……………二三一

襖の反射係數……………二三一

紙質及び大きさ……………二三三

實驗結果……………二四三

壁の反射係數……………二四四

板戸の反射係數……………二四八

障子の反射係數……………二四八

疊の反射係數……………二四九

反射係數と入角の關係……………二五〇

實驗結果……………二五七

附表……………二五九

室内の反射係數が水平々面照明に及ぼす影響の一般的實例

日本室と試驗室……………二六七

實測に使用せる電球、反射笠に關する配光狀態……………二六七

實測の要領及び其結果……………二七〇

照明計算の一般的要領……………二八一

室内反射係數と水平面照明との關係式……………二九〇

室内の反射を考へざる時の電球の高さと照明

強度の關係……………二九四

電球の高さと室内各點に於ける照明強度の關係及び其均一率……………二九八

電球の高さと壁天井等の反射に依る照明増加の關係……………三〇〇

天井の反射に依る増加照明と電球の高さの關係……………三〇〇

天井の棧の影響……………三〇二

撒光反射の特性に依る影響……………三〇五

壁のみの反射に依る増加照明と電球の高さの關係……………三〇七

天井及び壁の反射に依る照明増加と電球の高さの關係及び照明強度の均一率……………三〇九

結論……………三〇九

電燈及燈火照明工學 目次終

電燈及燈火照明工學

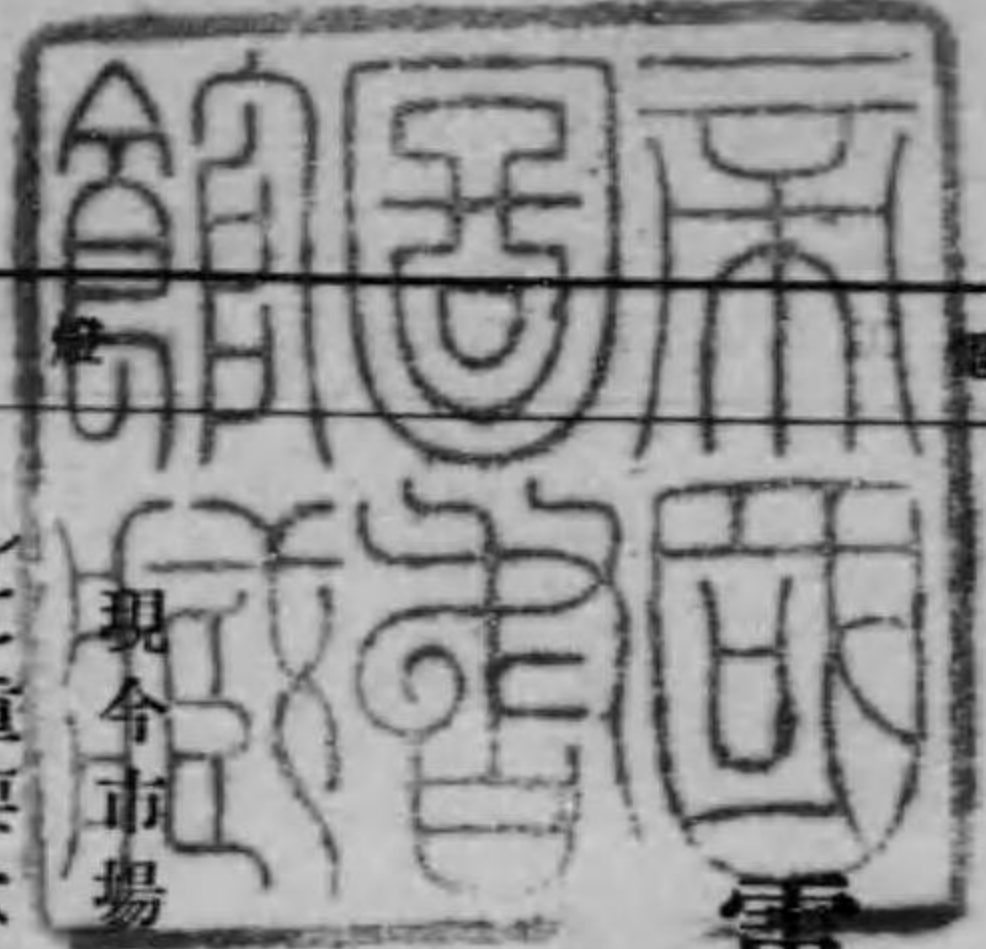
東京電氣株式會社技師 内坂素夫著

電燈

總論

輻射の形式種類と電燈の種類別

現今市場の燈火には色々種類がある。其の内最近の發達ではあるが燈火として重要な位置を占め、應用も廣く且つ高能率で將來有望に發達しつつあるものは電燈である。而して其の電燈の中にも亦色々な種類があるが、要するに皆電力を光勢力に變更せしむる一種の裝置である。電力を變じて光を發生させるには、其の電力の導體即ち光の輻射物として固體、液體又は瓦斯體、蒸發氣を



含む)の何れかの物質が使用されて居る。又其の發光の輻射には輻射物、即ち導體の白熱作用、黒色體、灰色體或は色彩體輻射の如き溫度輻射に依るものと、多少の差異はあるがルミネセンスなる輻射に電力が直接變更する結果に依るものと、の二種類がある。

電力の導體として固體が使用されて居るものは、各種の炭素纖維電燈、オスミウム、タンタラム、又はタンングステンの如き金屬纖維電燈、併にネルンスト燈等の如き各種の白熱電燈で、液體は應用困難の爲に直接導體としては用ひられて居ないが、蒸發氣の材料として水銀の如き液體は水銀電燈等に使用されて居る。次に瓦斯體及び蒸發氣は開放式閉鎖式の炭素弧光燈、發焰及びルミナス弧光燈(真空弧光を含む)等の各種の弧光燈併にムーア燈の如きガイスレル管發光體等に廣く用ひられて居る。

凡ての固形導體のもの及び普通の炭素弧光燈に於ては光は溫度輻射即ち白熱作用又換言すれば黒色體、灰色體輻射或は色彩體輻射に依るものであつて、發焰弧光、ルミナス弧光、真空弧光を含む)及びガイスレル管に於いては、ルミネセン

スが發光の主要部分を占めて居る。但し普通の炭素弧光燈に於ては全光量の約一割弱のルミネセンス輻射を含み、又他の發焰及びルミナス弧光燈に於いては、溫度輻射がルミネセンスに伴ふものである。

導體に固體を用ひ溫度輻射に依る白熱電燈中には、各種の真空白熱電燈の如く真空中にて導體が白熱せらるゝものと、ネルンスト燈の如く大氣中にて白熱せらるゝものと、瓦斯封入白熱電燈の如く、或る不活動瓦斯體中にて白熱せらるゝものとの三種がある。而して最後の瓦斯封入白熱電燈内の封入瓦斯には、窒素、アルゴン、水銀蒸氣等が使用せられて居る。之は導體の溫度輻射を有効ならしむる爲めに用ひられるので、直接發光導體としては何等の關係は無いのである。又ルミネセンスに依るものゝ中にも、ルミナス弧光燈の如く大氣中に於て兩電極子物質の蒸發氣が導體として使用せらるゝものと、ムーア燈の如く或る瓦斯が兩電極子間の空間に充填使用せらるゝものとの二種がある。上記の之等關係を表にて示す時は、大略第一表の様になる。

別種の燈電表一第

名	稱	周囲の狀態	使用	射幅
各種真空白熱電燈	炭素纖維電燈 金屬纖維電燈	真空	固體	溫度
ネルンスト燈		大氣中	瓦斯體	射幅
瓦斯封入白熱電燈	瓦斯封入タングステン纖維電燈	大氣中	瓦斯體	射幅
普通炭素弧光燈	開放式、閉鎖式	大氣中(弧光)	瓦斯體	射幅
發烟弧光燈		大氣中	瓦斯體	射幅
ルミナス弧光燈	マグネタイト弧光燈 チタニウム弧光燈	大氣中	瓦斯體	射幅
ガイスレル管燈	ムーア燈	真空管	瓦斯體	射幅
水銀蒸發弧光燈	窒素瓦斯封入 炭酸瓦斯封入	真空管	瓦斯體	射幅

電燈と配電方式(定電壓及び定電流配電法)

電力の配電法には直流交流に従ひ又其の交流の中にも單相二相三相の種類に依り種々の方式があるが、現今電燈に對する配電方式としては二種に大別することが出来る。即ち五〇ヴォルト、百ヴォルト(或は百十)又は二百ヴォルト(或は二二〇)の如き定電壓にて配電する定電壓、又は併列式配電法と稱するものに依るも

のと、一定の電流にて配電する定電流配電法に依るものとの二つである。

定電壓配電法に於ては凡ての電燈は皆兩送電幹線に併列に接続されて、一定電壓の供給を受け、而して電燈各個が要する電流は全送電々流の一部分を使用するのであつて、各個の電流を合計すると全送電々流となる。従て此の方式に使用せられる電燈は、凡て上記の如き一定電壓にて且つ此の方式の特性即ち配電の狀態に關係するのであるが、普通 1% から 5% 内外の變化する端子電壓に於て適當に點燈せらるゝ様作られたものでなければならぬ。但し此の方式に取付けらるゝ各種の電燈は上記の様に電壓が一定ならば各種夫れ夫れ異なる電流で設計する事が出来るのである。

此の定電壓配電法は實用上殆ど限り無く擴張することが出来る利益がある。勿論取付電燈數が増せば饋電線幹線等に於ける電流が増加するから大きな電線が必要となるが電壓は常に一定である、更に増燈すれば送電線の大きさに制限もある上線路損失上不經濟となるから送電所の増設が必要となるも、之等送電所は普通に高壓電氣にて發電所又は變電所から受電する變壓器又は變壓所の

様な簡単な二次的のものであるから、此の事として矢張り重大なる制限と云ふ程ではない。従て定電壓配電法は百ヴォルト又は二百ヴォルトの如き低電壓にて送電する故其の送電距離は相當制限され、此の方式に依ると不經濟となる様な特別の場合、即ち廣大の場所に電燈が散在して居る時は前記變壓器の如き二次的送電所より送電する場合には往々不便の生ずることもあるが、電燈回路としては最も都合よく現今一般に採用されて居るものである。

又街燈の様に個々の電燈が廣き場所に散在して居る時、各電燈に對し一個の低壓送電點のみにては適當の送電をなし難く、又各電燈に對し一々變壓器据付も不可能である様な場合には、定電壓配電法は不經濟で定電流配電法の方が便利である。故に歐米にては街燈回路には普通定電流配電法が一般に用ひられて居る。但し都會又は市中にて一般の需用家用配電があつて、併列式配電々線から街燈が容易に送電され得る様な場合は別である。我國では街燈は市外點燈も少く、又其の點燈數も未だ一般的に行渡つて居ないので、發電所内に兩配電方式併用の複雑を避ける爲め主に定電壓配電法が採用されて居る。

定電流即ち直列式配電法にては電燈は凡て相互直列に接続されて居る爲め受電々流は同一で、電壓は各電燈に依り消費される電壓を追次加へたものである。故に此の方式に採用される電燈は、一定電流で作られなければならないが、消費電壓は各個異つても差支ない。送電回路の電壓は絶縁、人畜への危害、火災等の障害で無限に増加する事が出来ない爲め、此の方式に於ては一回路に直列に接続さるべき點燈數が自ら制限される事となる。又現時使用中の直列式回路の電力單位は甚だ小さいもので、經濟上特に必要な場合即ち街燈回路の様な場合には稍大なる電力單位が採用されて居るが、之れも最初に發達した直列弧光點等を使用した場合であつて、普通直列式回路は4.5、6.6、又は7.5アンペアの定電流のものが使用されて居る。舊式の開放式炭素弧光燈回路には2.5アンペアの様なものもあるが、電壓は普通何れも四千ボルトより六千ボルト位である。直流の差異は白熱電燈に對しては殆どないが、弧光燈に對しては其の附屬装置等に變化がある。

電燈に用ひらる傳導體の特性

電燈は前記二配電方式の中に使用されるものであるから、凡ての電燈は特種の一定電圧か一定電流の何れかに對して設計作製せられたものでなければならぬ。而して電燈は其の發光作用が電氣傳導に依りて生ずるのであるから、従つて輻射物即ち發光體に用ひらるる傳導體の電氣的性質研究は、設計上并に使用上最も必要である。

其の導體の電氣的性質即ち特性の中、最も必要で基本的のものは電壓及電流特性と抵抗特性である。前者は導體に對する電壓と電流との相互間の關係で、後者は電壓と電流との比即ち有効抵抗と溫度との關係である。即ち電壓の極く僅かの變化に對する電流の極く僅かの變化の比が、零より大となるか等しくなるか小となるかなどの特性で、之等を式で表せば次の様な關係になる。

$$\frac{de}{di} \begin{cases} < 0 \\ = 0 \\ > 0 \end{cases} \quad \begin{cases} de = \text{電壓の極く僅かの増減} \\ di = \text{電流の極く僅かの増減} \end{cases}$$

之等に對しては後に各種電燈に就て説明することとする。尙右の外導體に對しては材料產出の多少(主に白熱電燈)製作の難易、價格、機械的性質、輻射の關係等も亦必要々件であつて、實用上其の電燈の普及に向て大に關係するものである。

電燈の能率

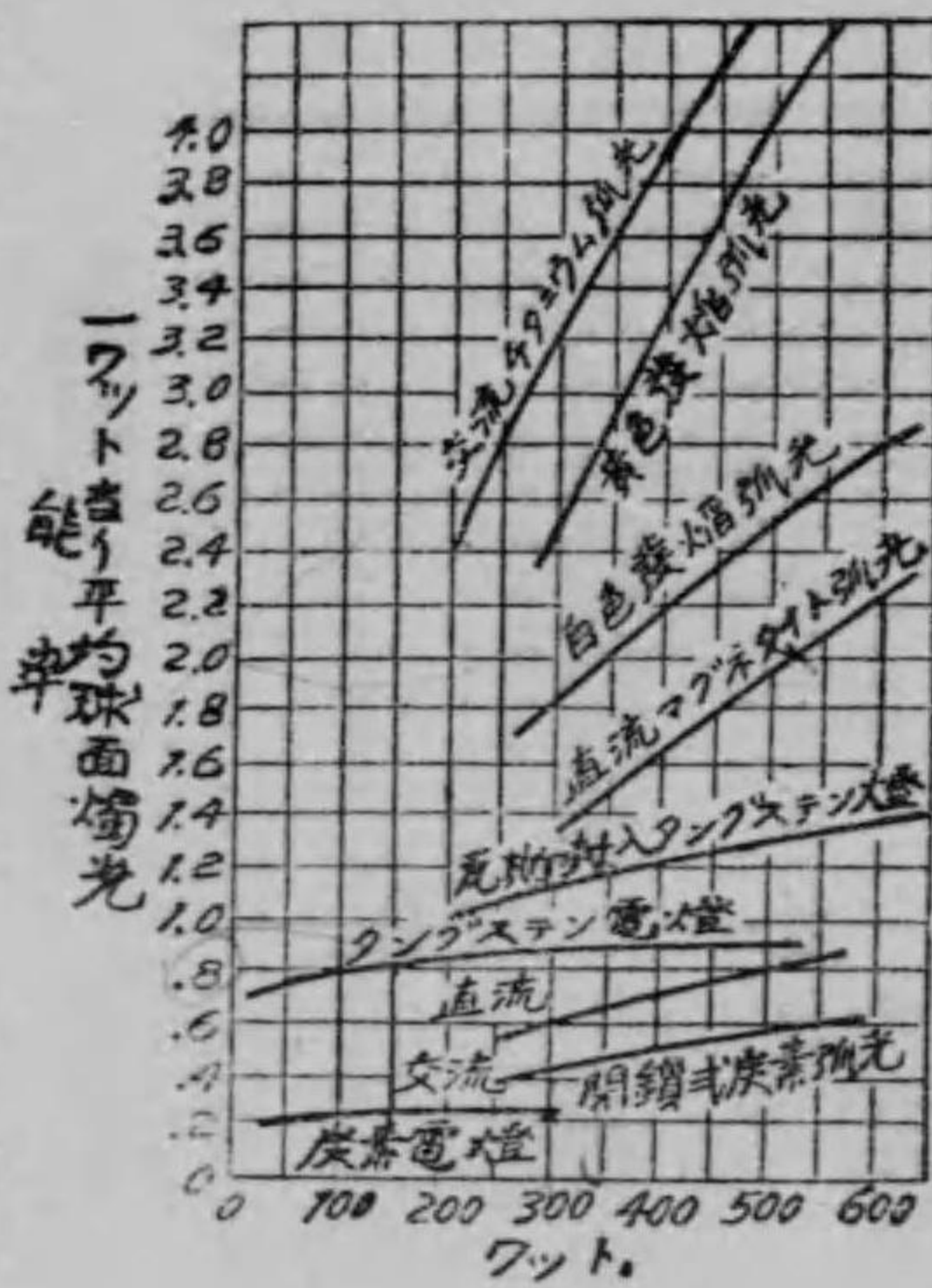
電燈の目的は照明にあるが故に、照明上から研究する事が必要である。而して室内室外に拘らず一般照明に關し最も必要の事は燈火の能率で、普通電燈の能率は其の消費電力と平均水平面燭光との比で表されてあるが電燈の配光は各種一様で無く、唯に水平面燭光が高いからとて高能率のものであると云ふ事は稍不完全であつて、光源から放射する全光束を表す平均球面燭光を基本とするが理論上正しいのである。吾々の要求する照明は多くの場合、燈火の水平面の方向よりは下半球面の部分で假に平均水平面燭光は低くとも平均球面燭光が大きければ有効の燈火として取扱ふ事が出来る。特に適當の反射笠を使用すれば其の配光は或る程度迄殆ど任意に變更することが出来るのである。

能率は假に平均水平面燭光を取るも、平均球面燭光を取るも、要するに消費電力と光力との比である。能率は照明上最も必要だが能率だけで電燈の良否を決定するには未だ不足で、光の色彩、電燈の格定(大きさ)、配光状態、輝光、燈火の固有光輝光の安定不安定、附屬機具の關係、原價、維持費、壽命、取扱の便不便等をも考慮せねばならぬのである。

勿論上記各項の缺點は能率の幾分を犠牲に供すれば、多少補ひ得るのであるから矢張能率が最も大切のものとはなるが、然し照明所要の場所に依りては、能率にては補ひ難い場合もある。即ち電燈の格定等の如く如何にルミナス弧光燈が好能率でも小室内に點燈するは、却て不利益となると云ふ様なこともある上、尙室内との調和も必要である。又白熱電燈等は壽命と能率とが密接の關係を有するものであつて、壽命を變化すれば能率は非常に上下することが出来る。故に之等各項の條件も能率を研究する時矢張相當考ふべきものと思ふ。

普通に用ひられる上記の如き能率は其の數字が小さくなればなる程高能率を示すものであつて、光勢力と消費電力の比で表したものは、其の數が大なる程

第一圖



電燈の能率の其の大小の關係圖

置く。

高能率を示すのである。後者は他の一般に用ひられる能率と同一形式である。現今市場にある電燈の能率は、一般に低く最も高能率のものでも100ワット内外で其の數字が餘り少なき爲めか、普通には此の形式で表された能率は使用されて居ない。近來照明學上能率として後者の光束と消費電力との比が段々用ひられる初めしも、現今普通には尙前者のみが用ひられて居る。従て普通に用ひられる電燈の能率は他の一般の能率とは、其の表示方が少しく異ふから一言申添へて置く。

今市場にある主な電燈の能率を表示すれば、第二表の様になる。白熱電燈は其の大きさに依り能率には大差ないが、弧光燈等は非常の差異を生ずる。而して電燈點火の實際の場合には、小燭光のものには其のまゝ使用されるものも多くは反射笠、乳色外球等を使用するか

率能の燈電表二第

名 稱	一平均球面燭光當り	一ワット當り平均
炭素纖維白熱電燈(一水平燭光當り三・一ワット)	三、九	〇、二六
金屬化炭素纖維(同二・五ワット)	三、一	〇、三二
タングステン纖維(同一・〇ワット)	一、二五	〇、八〇
瓦斯封入同上(同〇・五ワット)	〇、六二五	一、六〇
眞空にて溶解せるタングステン	〇、二八	三、六〇
白熱電燈閉鎖式炭素弧光燈		
六・六アンペア四五ワット交流直列		
同 四八〇ワット交流直列		
〇〇ワット直通高熱弧光		
白熱電燈發煙炭素弧光燈		
五〇〇ワット黄色燭(最大値)	一、〇〇	〇、八五
三〇〇ワット同(同)	〇、四〇	〇、〇〇
五〇〇ワット白色燭(同)	〇、四〇	〇、〇〇
白熱電燈マグネタイト弧光燈(直流)		
標準四アンペア三〇〇ワット	二、五〇時	
特殊同	一、五〇時	
標準六・六アンペア五〇〇ワット	一、〇〇時	
特殊同	〇、〇〇時	
白熱電燈チタニウム弧光燈(交流)		
標準二〇〇ワット	〇、四六	二、一三
試験的三五〇ワット	〇、四二	一、一八
同 五〇〇ワット	〇、二九	二、九
最大値	〇、二五	二、二
白熱電燈 水銀燈		
硝子球(最大値)	〇、〇〇	六、四七
石英球(同)	〇、〇〇	三、五
白熱電燈ムーア管	〇、〇〇	二、二〇
窒素瓦斯(最大値)	〇、〇〇	二、五〇
ネオン(同)	〇、〇〇	一、四五

ら表示した能率球よりは普通二三割減のものが實効の値となるのである。又電球の大きさと能率との關係を圖示すれば大略第一圖の様になる。圖は現今採用されて居る主なる各種電燈に就て表はしたもので消費ワットを横軸に、一ワット當り平均球面燭光を縦軸に取つてある。尙圖示電燈中には千ワット或は千ワット以上のものもあるが、茲には其の概要を示したので之等に對しては其の曲線を延長すれば略よいのである。

電燈の光力と色彩及び其の表面光輝

電燈光力の格定即ち大きさは各種一樣のものでなく、タングステン電燈の如く小燭力並に大燭力のものを作らるゝもあり、又炭素纖維電燈の如く實用上百燭光位が止りのものもあり、弧光燈ムーア管燈の如く高燭力のもののみで低燭力ものは製作困難のものもある。勿論低燭力のものも多數點燈すれば高燭力のものと同様ならしむることを得、又高燭力のものにも遮光裝置を施せば低燭力のものと同様にするには出来るが、勢ひ照明經濟上不利益となる。前項に

も一言したが其の點燈場所即ち照明所要の場所場合に應じて光力の格定及び電燈の種類を選定することは、照明上必要で且其の格定の制限は略第一圖の様である。又燈火照明の理想は夜間或は晝間光の來らざる所等をして晝間と同様の感じをなさしめる事其燈火の明暗の度配光の有様色彩の應用等を利用して晝間の所觀以上の快感を與へさす事である。從て燈火の色彩は亦照明上必要の事もある。現今市場にある電燈の色彩は濃色のものはないが、又純白のものも殆ど無く今之等を表示すれば第三表の様である。而して燈火照明理想の前者に對しては人工晝光として種々研究せられつゝあるもので、現所用ひらるる主なる装置は電燈の能率を犠牲に供し其の燈火の不足色に相當する有色の硝子などで遮光し透光、吸收光に依り燈火色彩をして純白又は純白に近きものならしむるのである。後者に對しては前者に反し却て心理作用を利用して色彩照明を應用するものであつて燈火其のまゝの色彩に依ることもあり、又色彩物面の反射、色彩透明物の透明吸收を適用せるものもある。又各種電燈の表面光輝は第四表の様である。

第三表 電燈の色彩

電燈の種類	外觀の色彩	色		
		赤(%)	綠(%)	青(%)
絶體温度度 5,000 に於ける黒色體	純白	三三、三	三三、三	三三、三
ムーア管燈(炭酸瓦斯)	白色	三一、三	三一、〇	三七、七
水銀蒸氣弧光燈	青綠色	二九、〇	三〇、四	四〇、七
直流閉鎖式弧光燈	青白色	四一、〇	三六、三	二二、七
タングステン電燈 135W.P.M.H.C.	黄色	四八、七	四〇、五	一〇、九
ネルンスト燈	黄白色	四九、二	四〇、七	一〇、一
黄色燐燐弧光燈	赤黄色	五二、〇	三七、五	一〇、五
炭素電燈	橙黄色	五一、三	四〇、四	八、三
瓦斯封入タングステン電燈球	約白色	四六、〇	四〇、〇	一四、〇

第四表 電燈の輝光面表

電燈の種類	電	燈	一平方吋當り燭光								
			電	燈							
ムーア管燈	水銀蒸氣弧光燈	閉鎖式交流弧光燈	同 直流弧光燈	炭素電燈(三、五W.P.C.)	タンタラム電燈(二、〇W.P.C.)	金屬化炭素電燈	タングステン電燈(一、二五W.P.C.)	ネルンスト燈	マグネタイト弧光燈	燐燐弧光燈	開放式弧光燈
	〇、六	一五、〇内外	七二—二〇〇(外球に依る)	一〇〇—五〇〇(同)	四〇〇、	五八〇、	七五〇、	一、〇〇〇、	三、〇〇〇、	四、〇〇〇、	五、〇〇〇、

電燈發達の概要

電燈發達の歴史は實に電燈能率の發達史にして、又一面各種の導體材料が高能率電燈の出現に對して種々研究せられた結果及び之れに對する各學者の苦心併に今日も尙之等か繰返され又進みつゝある状態を示すものである。

(イ) 白熱電燈

溫度輻射に依る白熱電燈の研究は西曆1857年のモイレン氏の發明を始めとして1845年にキング及びビスター氏、1858年にはステート氏、1865年にはワットソン氏等皆夫れ夫れ白熱電燈を研究試作せられたが何れも満足の結果を見ず終つた。其後も引續き各學者は種々の導體と方法に依り、色々の實驗を試みた結果。纖維導體に白金等の金屬線使用が試みられ、稍成功に近づきしも何分當時は純金屬線を得る事困難であつた爲め、矢張満足の結果は得られなかつたが、次で炭素線使用が實驗せられ、遂に現在行はるゝ實用的白熱電燈の最初の出現が1879年十月二十一日エヂソン氏に依り完了せられた。其の電燈の重要部分は

現今の炭素纖維電球と殆ど同一であつて、導體なる纖維は紙を炭化したるものであつた。其の能率は約7W.P.C(平均水平燭光、M.H.C)であつた。

其後我國江州八幡産の竹片を炭化したものを纖維に使用した結果能率は5.8W.P.C(M.H.C)となり、壽命も増加したが尙點火後百時間以内に燭力は二割減退したのを更に1881年に改良が加へられ、其の能率4.6W.P.C(M.H.C)となつた。其後スワン氏は1891年綿糸より炭化纖維製作の發明をした結果電燈能率は3.1より3.5W.P.C(M.H.C)となり、壽命も増加して今日に至つた。従て電燈の應用も電球の發達に伴ひ、非常に廣くなつて來たが、之れに對しては發電機等の電氣機械の進歩も亦與かつて大に力ありしこと勿論である。

次に1905年に至り上記炭素纖維を更に金屬導體と同性質を帯びさす様にせる所謂金屬化炭素電球、即ちゼム電球が發明せられ、能率3.5W.P.C(M.H.C)の電燈が作られ、之れと同時に於て白熱電燈の最初の試験に供せられし金屬線を導體に用ゑし金屬線纖維電燈が再び各種の材料に就て種々研究され、初め、1897年オムルンスト博士に依り、ネルンスト燈が、1898年ウエルスバツク博士に依り、オスミ

ウム燈等が發明され、次で1904年頃より市場にタンタラム電燈、タングステン電燈等の高能率の電球が現れた。1911年クーリツヂ博士、ホキットニ博士等に依り、強靱なる引線タングステン織條が發明せられてタングステン電燈全盛の時代となつたが、其後1913年に至り真空タングステン電燈球内に窒素等の不活時動瓦斯を封入し規定千時間の壽命を保ちて更に高能率なる0.5W.P.C.(M.H.C.)の瓦斯封入白熱電燈が作られた。本電燈とエヂソン氏最初の電球とを比較する時は、能率に於て約一と十二の比となるものにして實に三十五年間に非常の進歩を表して居る。最近には瓦斯封入電球に更に水銀の蒸發氣を封入せしもの出現して其の能率は高上し消費電力は瓦斯封入のものに比して約二分の一となる。而して今後如何なる進歩をするかは興味ある問題である。尙今迄は皆外國の發明に依るものゝみであつたが我國からも記録に残る様な發明がされたら嚙快心の事であらう。

(ロ) 弧光燈

最も早く電氣弧光を研究し且つ其の結果を發表したのはデービー氏で1808年

木炭片を電極子として實驗した。其後1843年フーコー氏は瓦斯レット中に附屬せる炭素より電極子用炭素棒を作り、次でライト氏の弧光燈ワレリス氏の弧光燈其他のものが出現したが、當時發電機の不完全の爲めに皆充分の効果を納めることが出来なかつたが、其後1876年にジャブローコフ燈、1878年にブラシユ弧光燈が作られた。之れは最近迄用ひられた直列式弧光燈の基を開いたものでトムソン及ハウストン氏に依り更に改良せられた。之等は皆實用に供せられたもので開放式直列弧光燈である。其後マックス氏に依り電極の壽命を延長せし閉鎖式弧光燈が作られ、次で1899年ブレームン氏に依り發焰弧光燈が發明せられ、又一方高能率のマグネタイト燈、タニウム燈の如きルミナス弧光燈も市場に現れて今日に至つた。而して又最近にはタングステン弧光燈が出現した。

(ハ) 蒸發氣弧光燈及びガイスレル管燈

水銀蒸發氣弧光燈は凡そ1860年頃より研究せられたもので其内稍成功せるものは1892年のアロン氏の發明なりしも尙實用上には未だ成功を得ずに終り

次で1900年クーバー、ヒュイット氏に依り實用的の水銀蒸發氣燈が作られ、次で1907年高氣壓の石英管電燈が作られた。

又弧光とは其の性質が大分異なるが、ガイスレル管内放電のムーア管燈がムーア氏に依り1907年に發明せられた。

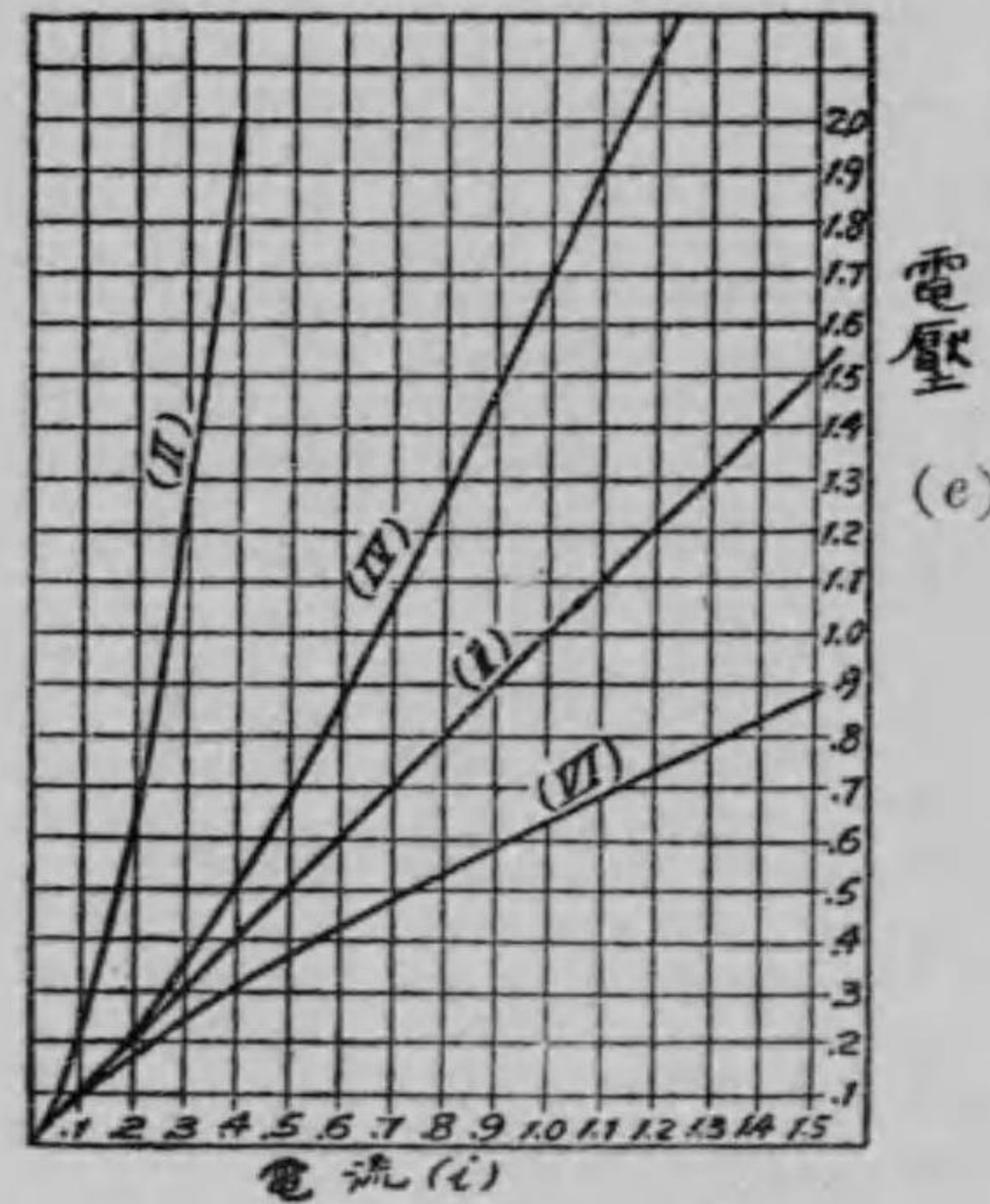
此の種の電燈は未だ研究中に屬するものゝ様であるが光が冷光であるから、將來は此の種の電燈に依り電燈界が大に改良せられ、次で螢光の如き冷光の光源が作られて好能率の電燈が市場に現れることかと考へる。

固形導體の電燈

白熱電燈織條の電壓電流及び抵抗溫度特性

固形導體の電燈即ち白熱電燈の導體織條は一種の電氣抵抗にして、一定の溫度の時は常に一定のものなれども、一般には其の導體の抵抗は電流又は電壓に對し直接比例するものではない。

圖 二 第



白熱電燈織條の電壓電流特性曲線圖

線にて表はされる而してかくの如き導體の關係式は

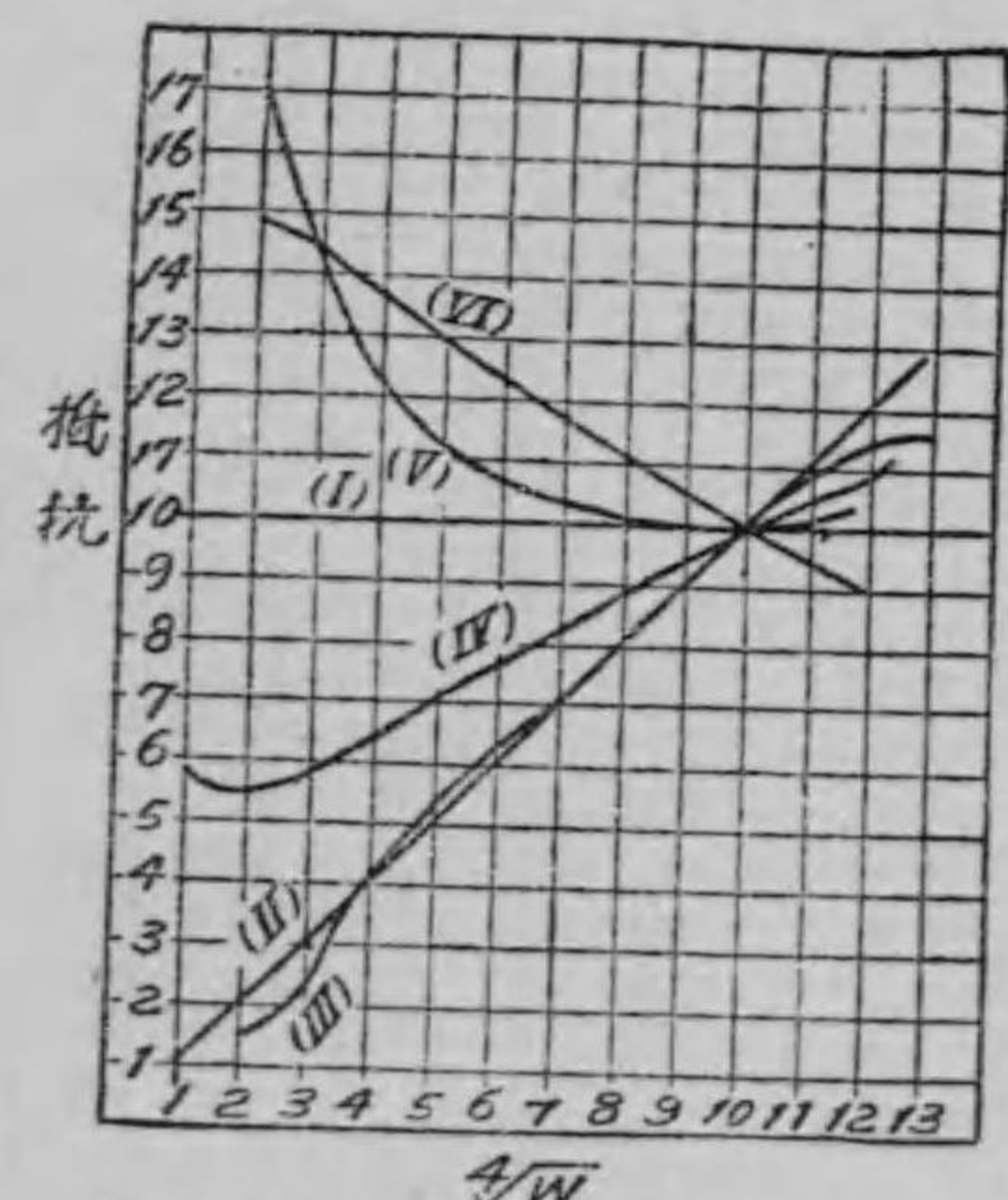
而して若しも溫度の變化に對し變化があるとするればどうなるかと云へば、溫度の増加に反して其の抵抗が減少する所謂負溫度係數のものゝ場合には溫度の増加に對する抵抗の減少は溫度の増加を生ぜしむる電流の増加より小さく、從て $e = ir$ 、 $e = 電壓$ 、 $i = 電流$ 、 $r = 抵抗$ の式に依り電流の増加はターミナル電壓の増加を起す。故にかくの如き導體は次の關係式にて表すことが出来る即ち、

$$\frac{de}{di} > 0$$

e は電壓 i は電流。 d は極小の變化を表す。

又若しも抵抗が常に一定のもの即ち溫度係數が零のものなれば電壓は電流に比例し、電壓電流特性は第二圖の (I) 如き直線となり又其の抵抗特性は第三圖の (I) の如き水平直

圖三第



温度—抵抗の條織燈熱白
圖線曲性特

其の關係式は負温度係數の時と同様

$$\frac{de}{dt} > 0$$

$$\frac{de}{dt} = 0$$

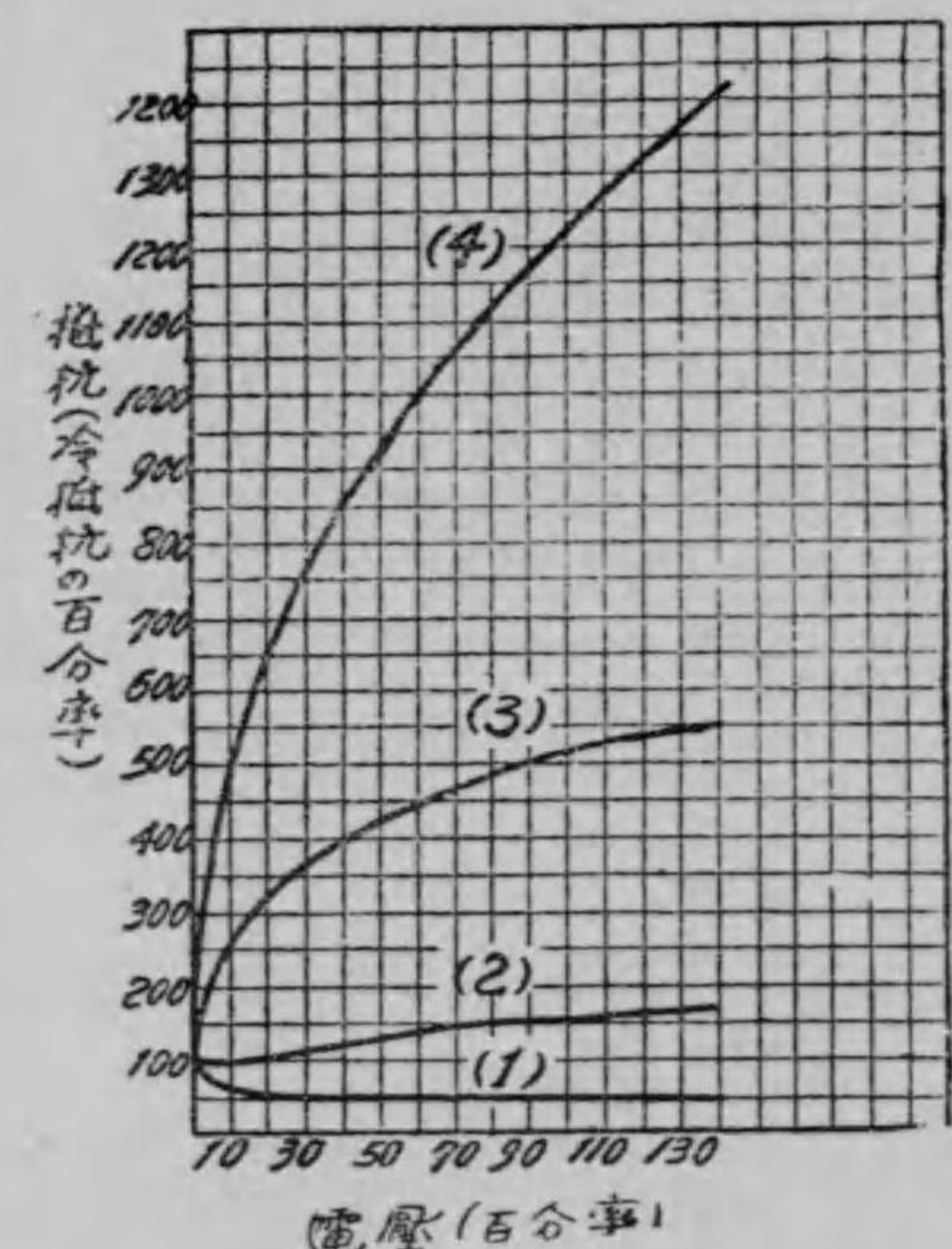
となる。然し温度の或る限られし一定範圍外の一般に向つて零温度係數を有する導體は今日殆ど一個も現存して居ないのである。

次に温度係數が正で温度の増加に對し抵抗が増加するものなれば電壓は電流の増加以上に増加するものである。即ち電流の増加は温度の増加を生じ從て抵抗の増加を起し、次で

$$e = iR$$

の式に依り電壓の増加を爲さしむるもので、其の増加割合は第二圖及び第三圖の(II)より(IV)迄の曲線にて示せる様に電流の増加の比例以上であつて

圖四第



圖線曲性特抗抵度温の條織燈熱白種各
(寸示にて半百分電壓は度温)

となる。

而して又温度の増加を爲さしむる電流の増加に對し抵抗減少する負温度係數のものでも電壓はたとへ電流の増加の割合以下ではあるが、第二圖第三圖の(V)及(VI)曲線の如く電流の増加に對し矢張増加するものである。第二圖は各種

圖の横軸は $\frac{4}{W}$ が温度の代りに用ひられてあるが、ステハン、ボルツマン輻射の法

白熱電燈の導體即ち織條の電壓流特性を示し、第二圖は之等の温度抵抗特性を表せるもので、第二圖の縦軸は凡ての曲線が45度の傾斜線を基本とする様に取り、第三圖の縦軸は10の點が電燈の使用温度の點である様な割合にせるものである。尙第三

則に依り黒色體輻射の場合其の輻射勢力は絶體温度の四乗に比例するものであり又真空中にては入力にて導體の輻射勢力を計算することが略出来るものであるから、 W の横軸は W がワットを表すると絶體温度の比例を表すこととなるものである。而して圖中

- (I) 定抵抗の理想的導體
- (II) タングステン電燈織條
- (III) オスミウム電燈織條
- (IV) 金屬化炭素線即ちゼムランプ織條
- (V) トリイテット、カーボン即ち3I.W.P.C.炭素電燈織條
- (VI) アントリイテット、カーボン即ち基礎炭素織條

又第四圖は第三圖と同様カーボン、ゼム、タンタラム及びタングステン電燈球の温度の變化に對する織條の抵抗曲線圖にして、縦軸に冷抵抗の百分率(100%)を取り横軸には温度を表す電壓の百分率を取りしものにして圖中

- (1) 炭素電燈織條
- (2) ゼム電燈織條
- (3) タンタラム電燈織條

(4) タングステン電燈織條

を示すのである。

要するに $\frac{de}{dt} > 0$

の式を満足させる上記の如き導體は定電壓回路並に定電流回路にも故障無く使用されるものにして、又其の抵抗は回路の定電壓又は定電流にて規定電力を消費する様に出來て居る。即ち定電壓回路に於ては電流及び電流に依り導體內に消費される電力は供給電壓に適應する様制限され、又定電流回路にてはタミナル電壓及び電壓に依り導體內に消費される電力は供給電流に適應する様制限されるものである。

白熱電燈の織條導體と電壓及び電流との關係

白熱電燈の導體である織條の抵抗は一定温度に於ては常に一定にて、電壓又は電流に對する關係はオーム氏の法則に従ふものである、即ち

$$R = \frac{E}{I}$$

現象の電圧、電流、抵抗の關係をハッキリと示す。

Rは一定温度に於ける抵抗 Eは電壓 C電流
であつて又纖維の温度輻射に依り生ずる光力の最大値(導體に對し直角の方向)
は

$$I_0 = \frac{F}{\pi^2}$$

I₀は最大値光力 Fは全光束

又其の導體の表面積は普通圓錐形であるから

$$A = \pi DL$$

其の投影面積は

$$A' = DL$$

Aは表面積 A'は投影面積 Dは直径 Lは長

表面光輝Bは從て

$$B = \frac{F}{2A'} = \frac{\pi^2 I_0}{2DL}$$

依て最大値光力は

$$I_0 = \frac{2D.L.B}{\pi^2}$$

ともなる抵抗は一般に

$$R = \frac{4\rho.L}{\pi D^2}$$

ρ = 一定温度に於ける比抵抗
であるから之を書換へると

$$R = \frac{E}{C} = \frac{\epsilon I_0}{C^2} = \frac{\epsilon \times \frac{2D.L.B}{\pi^2}}{C^2} = \frac{4\rho.L}{\pi D^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\epsilon = \text{能率} = \frac{W}{I_0} \quad W = \text{ワット}$$

上式から電流と纖維の直径との關係

$$C^2 = \frac{\epsilon B D^2}{2\rho\pi}$$

一定能率の時は一定温度にてB及び ρ も亦一定であるが故に

$$C = KD^{\frac{2}{3}} \quad K = \text{常数} \dots\dots\dots (2)$$

となる。但しKは纖維の物質表面光輝能率、比抵抗に依り異なるものである。

又電壓電流と纖維との關係は(1)及び(2)式より

の式が求められる但し K_1, K_2 は K と同様に或る常數である
 又同様に

$$E = \frac{K_1 L}{\sqrt{D}} = K_2 \frac{L}{\sqrt{D}} \dots \dots \dots (3)$$

$$L = K_3 \sqrt{I_0 E^2}$$

$$D = K_4 \sqrt{\frac{I_0^2}{E^2}}$$

$$\frac{I_0}{L} = K_5 D \quad I_0 = K_6 \frac{D}{L}$$

$$\frac{E}{I_0} = K_7 \frac{1}{\sqrt{D^2}} \quad \frac{I_0}{E} = K_8 \sqrt{D^2}$$

等の數式の關係式が求められる而して假令同一能率としても低光力の白熱電燈の纖條は其の直徑光力に比較して割合に小となるから機械的脆弱となる恐がある。

熱電的導體の電壓、電流特性及びネルンスト燈

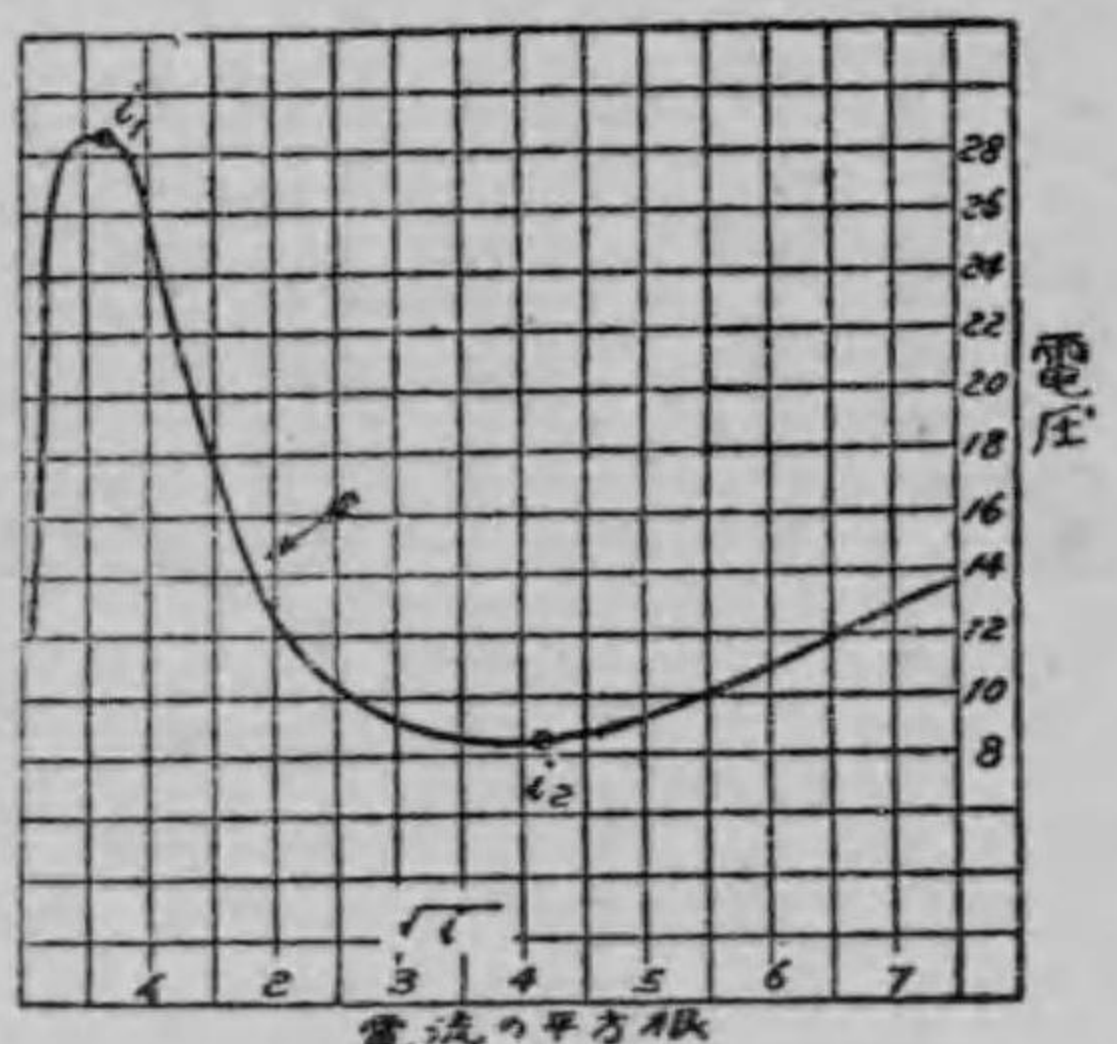
ネルンスト電燈の導體即ちグローアは前記の白熱電燈纖條とは餘程異なり熱電體と稱する中に屬するものにて、溫度の或る範圍内に於て其溫度係數は電流の増加に對し端子電壓が減少する様な非常の負性を有して居る。即ち之れは溫度の増加に對し抵抗は溫度上昇に要せし電流の増加の割合以上に急減し、電壓は結局 $e = iR$ の式に依り i の増加に對し減少する故に此の範圍内に於て此の種の導體は

$$\frac{de}{di} < 0$$

の式にて表される。

斯の如き熱電的導體は多くの酸化金屬、硫酸鹽、硫化物等で、今見本として磁鐵礦の電壓、電

第五圖



低抵抗熱電體の電壓—電流特性の線圖

流特性を示せば第五圖の様になる。圖は横軸に i を縦軸に端子電壓を取りしものにて、圖に示す通り $i=0$ より $i=i_1$ 迄は $de/di > 0$ 、 $i=i_1$ 迄は $de/di < 0$ 而して又 i から先は再び $de/di > 0$ となる。一般に多くの熱電物に於ては、この點の尖

電壓は非常に高く普通に應用せらるゝ電壓にては超過し難いものであるが然し人工加熱用物體として多く採用せられて居る。而して r_1 以下の抵抗は非常に高く又 r_1 に近づけば普通に熔解作用を生ずるものにて尙之れを超越するものは普通の電氣分解物である。

ネルンストグローアの點火使用點は r_1 と r_2 の間即ち $r_{el}/r_1 < V_0$ 範圍の内である。

$r_{el}/r_1 > V_0$ の關係式で表さるゝ導體は定電流供給回路には使用さるゝも定電壓回路には直に使用されない。即ち第四圖の r_1 から r_2 の間は一定の端子電壓では不安定となる何となれば定電壓の供給では送電と共に電流の爲に溫度上昇し、電流増加し、導體内に消費さるゝ電壓を低くし、更に電流と電量とを増加し、又更に電壓を低下して電流量を増加し、追次遂に導體自身が熔解するに至る。又反對に些少の電流減少すれば導體に要せし電壓を高め、更に電流の減少電壓の増加を來し遂に定電壓回路には不適當のものとなり、導體か開路即ち滅火するに至る。

故に斯の如き導體は定電壓回路に其のまゝ使用すれば、開路又は短路の何れか

を取る爲に安定抵抗と稱する充分なる抵抗又はリアクタンス(交流用を熱電導體と直列に備へて定電壓回路に使用するを要す、即ち熱電體のグローアに依り消費さるゝ電壓と電流増加に對し増加する安定抵抗の電壓の和が $r_{el}/r_1 < V_0$ の式の様になりて、定電壓供給の使用状態を満足させるものとならねばならぬ。

従てネルンスト電燈にはグローアと直列に安定抵抗がある、而して此の抵抗を成るべく少くして電氣損失を減ずる爲に鐵線が用られて居る。鐵の溫度係數は此の溫度の範圍で水素又は真空中に使用すれば非常に高いので電流 i の増加に對し抵抗 r も急増するから $r \sim i$ 、即ち e の電壓は非常に急増する。結局使用し得るものではあるけれど他の白熱電燈球に比較し種々不便がある爲にネルンスト燈は遂に充分な發達をなさずに終つたのである。

固形導體の光の輻射

白熱電燈の如きは輻射物なる固形導體の溫度輻射に依つて光が発生するのである、即ち導體抵抗の爲め電力 $i^2 R$ が熱に變ぜられ溫度上昇を起し輻射を生ず

るのである。

各種の炭素纖維電燈がよく類似して居る様な黒色體灰色體輻射の正規溫度輻射は餘り能率よき發光體ではない。最も發光體の能率は溫度上昇に對して増加して行くが各種の固體に實際使用されてある最高溫度は未だ低きものである。又色彩體の撰擇的輻射は發光の最高能率を與ふる熱線の場所に於ける輻射勢力に於て不足して居る。金屬纖維の或る種類のもの及びネルンスト電燈のグローアの輻射は上記の如き色彩體輻射であつて、從て輻射物の溫度相當以上の高能率の發光を撰擇的輻射に依り行ふも其の撰擇性は溫度上昇に對し減少する様である。即ち溫度上昇と共に輻射物は次第に灰色體に近似する様に見へる。假令ばネルンスト燈のグローアは低溫度に於ては著しく撰擇性を帯びて輻射するも、其の使用溫度に於ける輻射線は非常に平となり、從て金屬纖維の一部及びネルンスト燈グローアに於ける能率の利益は正規溫度輻射に依つて得らるゝもの以上餘り多く發光能率を高める様には見えなから、彩色體輻射に依り非常の高能率が得られると云ふ事は認められないのである。

耐熔解性と蒸發張力との關係

電燈の能率は其の導體の發光能率の高低に隨ふ。白熱電燈の發光は導體の溫度輻射に依るものにして其の溫度輻射は溫度の高くなる程發光能率の好値が得られるから、熔解點の最も高き物質が白熱電燈の輻射物即ち導體として最も適すると云ふ事になる。現今普通に知らるゝ最も耐熔解性のものは炭素、タングステン、オスミニウム、タンタラム等であるが然し導體としては耐熔解性のみが唯一の要求ではなく、蒸氣張力即ち熔解點以下にて物質が蒸發する割合も亦等しく必要々件になる。從て高き耐熔解性のものを選び夫れを輻射物として使用する時如何にして其の溫度を熔解點に近けるかが問題となるのである。炭素は最も熔解點の高きもので最初實用上に成効したまゝ、今日も尙炭素纖維電燈として市場に採用されて居るも、熔解點以下で比較的容易に蒸發々散する缺點がある爲、炭素纖維の使用溫度に制限され其の高熔解點の利益を充分に應用する事が出來ない。即ち炭素の熔解點は 3750°C もあるが白熱電燈の纖維と

すると1800°Cの使用溫度即ち31.W.P.C.の能率で壽命500時間の間に其の原始燭力が二割も減少する。尤も此の燭力減退は纖維の蒸發の爲め硝子球が黒變して光力を遮ると纖維自身が瘦小して抵抗が増加すると二つの原因に依るのである。而してタングステンの如き金屬線は其の熔解點は約3300°C程で炭素に比し多少遜色はあるが高溫度で使用する事が出来る爲却て高能率のものが得らるゝので又窒素等の不活動瓦斯を電球内に封入し其の蒸發張力を防ぎし瓦斯封入電燈に於ては、更に其のタングステン纖維を高能率にて點火する事が出来る爲一層好能率の電燈となすことが出来る。今各種纖維の熔解溫度と使用溫度との表を擧げると第五表の様である。

第五表 熔解溫度と使用溫度表

物	質	熔解溫度(攝氏)	使用溫度(攝氏)
炭		3750	1800
タングステン	(真空内)	2700	2000
タングステン	(不活動瓦斯體中)	3200	2300
タングステン	(不活動瓦斯體中)	3200	2700

基礎炭素纖維と處理炭素纖維

所謂實用的となつた炭素電球の最初の纖維は紙片竹片の炭化纖維であつたが均一性質のものを得難き缺點があつた。後間もなく前者より一様に製作せらるゝ、壓出線が出来て凡て代用せるゝ様になつた。夫れは鹽化鹽中に綿の如きものが熔解せる纖維素の溶液又は氷醋酸中に於けるニトロセルロースの溶液を細孔を通じて固液體に壓出せしめたもので、鹽化鹽液にはアルコール、ニトロセルロースには水を用ひる。出来た纖維を水洗し所要の形に作り普通は大な圓筒形の上に巻付け乾燥すると、外見が丁度角質と同様な不規則纖維素のものとなる但しニトロセルロースの場合には纖維素に還元してから行ふ。之れを更に電燈纖維の形に所要の電量に應じて成形し高溫度にて瓦斯爐中で炭化する所謂基礎炭素纖維が出来る。而て今日では此の線上に更に炭素の良質を沈澱せしめ電球纖維とするので、之は単に一種の基礎物として使用せらるゝ爲此名稱が生じて來たのである。

基礎炭素纖維は最初の白熱電熱球には之れのみが使用されたが此の纖維は高温度では甚だ安定のものでなく其特性は第二圖第三圖にある様に抵抗高く又著しい負温度係数を有するので従て之を使用した最初の電球は比較的能率のものであつた。

其後處理炭素纖維が作られ電球の能率が著しく改良せられ今日見る如き普通の炭素電球となつた。其製法は基礎炭素纖維をガソリン等の炭化水素と共に電熱すると炭素の或る異種の層が沈澱して異種の炭素纖維となり纖維の品質及抵抗をも均一にする。此炭素層は高温度に對し非常に安定の性質を有する爲め電球が高温度で點火使用され従て高能率が得られる。而して此の炭層は比較的抵抗である爲此の處理炭素纖維使用の電球では電流の比較的大部分が此の層中を流れ内心即ち基礎部分には少しく流れると云ふ現象を生ずる。此の炭層の温度係数は矢張負であつて温度増加に對し抵抗減少するも最後には上昇し始める正負兩性の複性を有して居る。(第三圖參照)

金屬化炭素纖維及びゼム電燈球

數年前前記の所謂處理炭素纖維より一層高温度に對し安定の性質を有する炭素の一種即ち金屬化炭素纖維が發明され所謂ゼム電燈球の出現となつて電燈球製作上に一段の進歩改良が施された。上記處理炭素纖維の炭層を更に電氣爐中で高熱すると其の炭層は殆ど金屬と同様の性質を有する一變質物に變化し却て或る種の金屬よりは低き抵抗のものとなり又其の温度係数は假令へ純金屬のものよりは低位ではあるが金屬と同様正温度係数となる。(第二圖第三圖參照)

ゼム電燈球の製作は先づ基礎炭素線を取り其の凡ての不純物を除く爲めに電爐中に加熱した後ガソリン蒸發中で處理して適當の炭層を其上に沈澱させ更に電爐中で高度に加熱したものを導線に接続し硝子球内に封し排氣すると約二六WPCの能率の電球となる。

従て此の纖維は高温度で炭素線の安定率最秀のものであり温度係数は正常

溫度抵抗の低く又溫度係數の高き事が高溫度に於て安定ならしめた故に、炭素線であり乍ら斯く高能率のものが得られたのであるが、最近更に高能率の各種金屬纖維を使用せる電燈球が發達出現した爲めに大なる需用無くして終りを告げたと云ふてもよき様な有様である。

金屬纖維電燈球

(オスミウム電燈球及びタンタラム電燈球)

電氣工業も最初は交流にて發達し初め、後直流電氣隆興の時代となり、再び近年に至り交流電氣の發展となりて電燈電力が大に普及せる様に電燈球に於ても最初の實驗時代に用ひられし金屬纖維電球が再び近年發達して來て一時全盛であつた炭素纖維と着々其位地を換ふるに至つた。

新らしき金屬纖維電球の中第一に發達したものは能率一九WPCを出すオスミウム電球であつたが、オスミウムは稀金屬で其の產量甚だ少量一般の需用を充す能はざるため、充分の發展をなすことなしに第二に現れたタンタラム電球が之に代る事になつた。タンタラムは柔軟性の金屬でオスミウム線が炭素

線と同様に一種の壓出方法で作られ脆弱のものなりしと異り、引線タンタラム線が作らるゝ爲、タンタラム電球は硝子の支持物上に引線タンタラム纖維を容易に繼續せらるゝ利益ある上、タンタラムも稀金屬とは云へ其の產出量多く、最も有望視せられたが、其の能率は約二〇WPCでゼム電燈球より少し高い位に過ぎず、オスミウム電球より低位で且つ交流回路に使用する時は直流回路點火の時に比し壽命悪くなる缺點がある。即ち交流電氣の爲めに引線纖維は其の柔軟性を失ひ、漸次分子間の集合力を減じて遂に非常に小さき短片に碎斷し、又夫れが互に鍛接せらるゝに至る。従て一二五WPCの如き更に高能率を有するのみならず、其の他の點も優つて居るタングステン電燈球が出現した後は次第と其の需用が無くなり、今日では金屬纖維白熱電燈球と云へば直にタングステン電球を指すことの様になつた。然し引線金屬線で作られた白熱電燈球はタンタラム電燈球が初めである。

タングステン電燈球

タングステン金属は稀金属中のものであるが重石等の内に普通存在する金属でオスミウム、タンタラム等より其熔解點は高いのである。然し纖維として最も必要なる純金属纖維を得ると云ふ事が中々困難であつた。一般に合金の熔解點は原金属に比し低きものなると又タングステンは假に〇・三%の炭素を含むと約一〇%の炭化タングステン (W_2O_6) の不純物を生ずる性質を有し且つ柔軟性の纖維を作ることが困難な爲、纖維製作に對し種々の研究と多くの方法が行はれた。今其の製法に依り纖維を區別すれば壓出纖維と引線纖維の二つになり、又其の製法にも種々あるか主なるものは次の四法で今其の製造方法の順序を挙げると大略次の如し。

第一の法はタングステン金属粉を一種の粘着劑で膠狀に作り、ダイヤモンド型を通して金属纖維に壓出し、後適當なる瓦斯中に電熱し其の粘着劑を燃焼して作るもの。

第二の法は一種の還元劑を用ひてタングステン酸化物の纖維を壓出して後加熱還元し、更に相當氣壓の適當瓦斯中に電熱して還元劑及び不純物を取除くも

の。

第三の法は一種のタングステン合金の線を壓出し、更に電熱して合金々屬を蒸發せしめ、タングステンのみを泉華せしむるもの。

第四の法はタングステン粉末より純金属棒を作り、加熱泉華、綁型打せしものを加熱し乍ら型を通して延伸する。

右の内一より三迄の方法に依りたるものは壓出纖維に屬するもので、何れも炭素線オスミウム纖維の如く柔軟性乏しく多少脆弱にして、品質一様の長線を得る事が出来なかつたが、第四法に依り作られたるものは所謂引線纖維にして其性質強靱直徑〇・〇〇一五吋のもの一平方吋當り五十萬封度の扯斷力を有し、細き長線を得られる様になり、白熱電燈球中最好能率の優良品が作らるゝ様になつた。従て今日に於ては壓出纖維の電燈球は最早市場に影を認めることが出来なくなつたのである。

瓦斯封入タングステン電燈球

最近に至りタンゲステン電燈球に向て更に改良が加へられて、瓦斯封入タンゲステン電燈球が作られた。今迄の白熱電燈球は真空硝子球内に織條が封入せられたものであつたが、本電燈球は一旦排氣した上更に不活動瓦斯を封入したものである。使用瓦斯は現在では主に窒素であるが爲此の電燈球の事を一名窒素電燈球とも言ふ、アルゴン、水銀蒸發氣等も使用されて居る。窒素よりアルゴンの方が其の採取には稍困難であるが、成績は良好で低燭光のものに用ひられて居る。又水銀蒸發氣は成績更に好良であるが未だ實用上取扱等に對して試験時代である。

真空の代りに不活動瓦斯を封入致すると織條の蒸發張力が更に防止せらるゝ爲其の使用温度を高める事が出來、電球の能率を一層向上する事が出來たのである。能率が高くなり使用温度も高まると自然發光々色も純白に近い來又之れと同時に對流傳導の關係が生ずる爲め電球構造上にも變化を生じ、織條は小さな密な螺旋狀に捲線されて熱の損失を防ぎ、織條より生ずる硝子球の黒變場所を發光に差支無き口金の方に沈澱せしむる様工夫されて居る。

金屬織條の太さと長さ

炭素織條は百ボルト定電壓回線用のものでも途中一卷位で足りるが、一般に金屬織條は前者に比し低抵抗である上、又好能率である爲、同一供給電壓に對し同一光束を出すに少量で足りるから、勢ひ其の織條は非常に細く又非常に長さものとなる。壓出線のものには五六本のループ織條が直列に接続せられ、又引線織條の時は支持物上に取付けられし上下參差の支持線上に長さ織條が捲線せらるることとなる。金屬化炭素織條は矢張低抵抗であるが基礎織條が高抵抗の爲餘り心配はない。又螺旋捲線を要するものや焦點型燈の如き捲線を要するものは金屬線の方が却て利益であり夫れが各種の場合に應用せられてある。

各種白熱電燈の能率と他電燈の能率との關係

白熱電燈球の能率及び他電燈の能率との關係の大略は總論の内に述べたが、我遞信省の電氣事業法にも亦外國の例に依つても、商用上の白熱電燈の燭力格

定には平均水平燭光で指示さるゝ事になつて居るから其の能率即ち此消費電力は普通に平均水平燭光當り電力で表される、從て實際の放射全光束を求めるには球面換算率が必要となる。今兩者を比較して表にすれば第六表の様に
る。但し此の表は球面換算率〇・七八の時のものである。

第六表

品名	能率平均球面燭光當り	平均水平面燭光當り
基礎炭素織條(現在使用せず)	五	三、一
處理炭素織條(普通の炭素線)	四	二、六
金屬化炭素織條(ゼム電球)	三、三	二、〇
タンダラム	二、六	一、五
オスミウム	一、九	一、五
タングステン(真空)	一、五	一、五
タングステン(瓦斯封入)	〇、六二五	〇、五
ネルンスト燈		

特に近來瓦斯封入電燈球出現し、其の球面換算率は〇・九内外もある上に段々弧光燈代用に使われ出したから、水平燭光に依る能率は意味も段々薄弱と

なつて來て近來は燭力本位で云ふ代りに電量即ちワット本位で電球の大きさを表す様になつて居る而して白熱電燈球は其の電球の太さに依り能率に多少の差はあるが、大體に於て殆ど同一で第一圖参照假令ば百ワット回線には小は五燭光より大は數千燭光迄出る。然し其の能率は第一圖に示せる様に白熱電燈中最も高能率の瓦斯封入タングステン電球でも普通炭素弧光燈よりは高能率であるが發焰弧光燈ルミナス弧光燈よりは低位で、其の消費電力は高値であるから一般から言へば良好ではないが、弧光燈は消費電力を減ずと其の能率は著しく減退するけれど、白熱燈は其の能率大差無く唯電燈球のみを所要のものと取代ればよいのであるから、百ワット以下の小電燈球を用ふる室内燈等に對しては實に各種電燈中の白眉である。

又街燈等に於ても最初の建設費が少き事、取扱が便利なる事、炭素棒の取換等の手數無き事の外、前記の瓦斯封入電燈球は其の能率も亦他弧光燈に此し甚しく遜色無く、其の配光も任意に得られる特點がある爲、室外に於ても亦重要視せられ居る。

白熱電燈球の球面換算率

炭素織條金屬織條(但し瓦斯封入又螺線捲織條を除く)の白熱電燈内に於ける捲線形状は何れも同一ではない、大體硝子球の尖端を下部にして取り付けて見ると、織條は垂直線又は之れに近きものとなつて居る。

今光源が垂直線の時は其の全光束Fは

$F = I_0 \pi^2$ 但 I_0 は最大光力(直線に垂直の方向)

従て其の最大光力 I_0 は又次の様に書く事が出来る。即ち

$$I_0 = \frac{F}{\pi^2}$$

而して平均光力 I_n は $I_n = \frac{\pi^2 I_0}{4\pi} = \frac{1}{4} \pi I_0$

となる。電燈球の球面換算率とは其平均水平面燭光と平均球面燭光との比であるから織條が垂直線の時なれば理論上

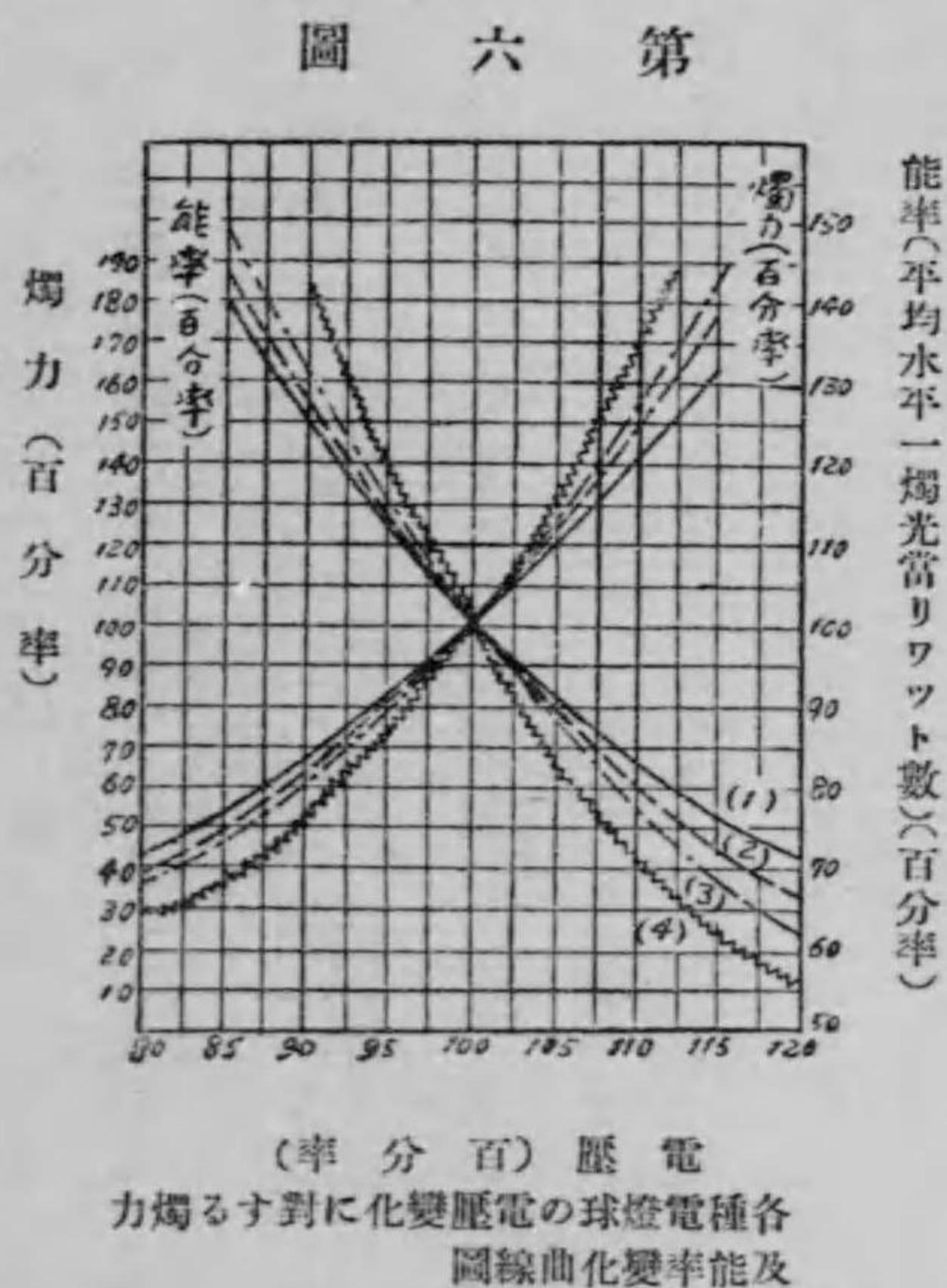
$$\frac{I_n}{I_0} = \frac{1}{4} \pi = 0.785$$

となる。實際の電燈球の織條は單一なる直線でないが大體には上記數の近似値

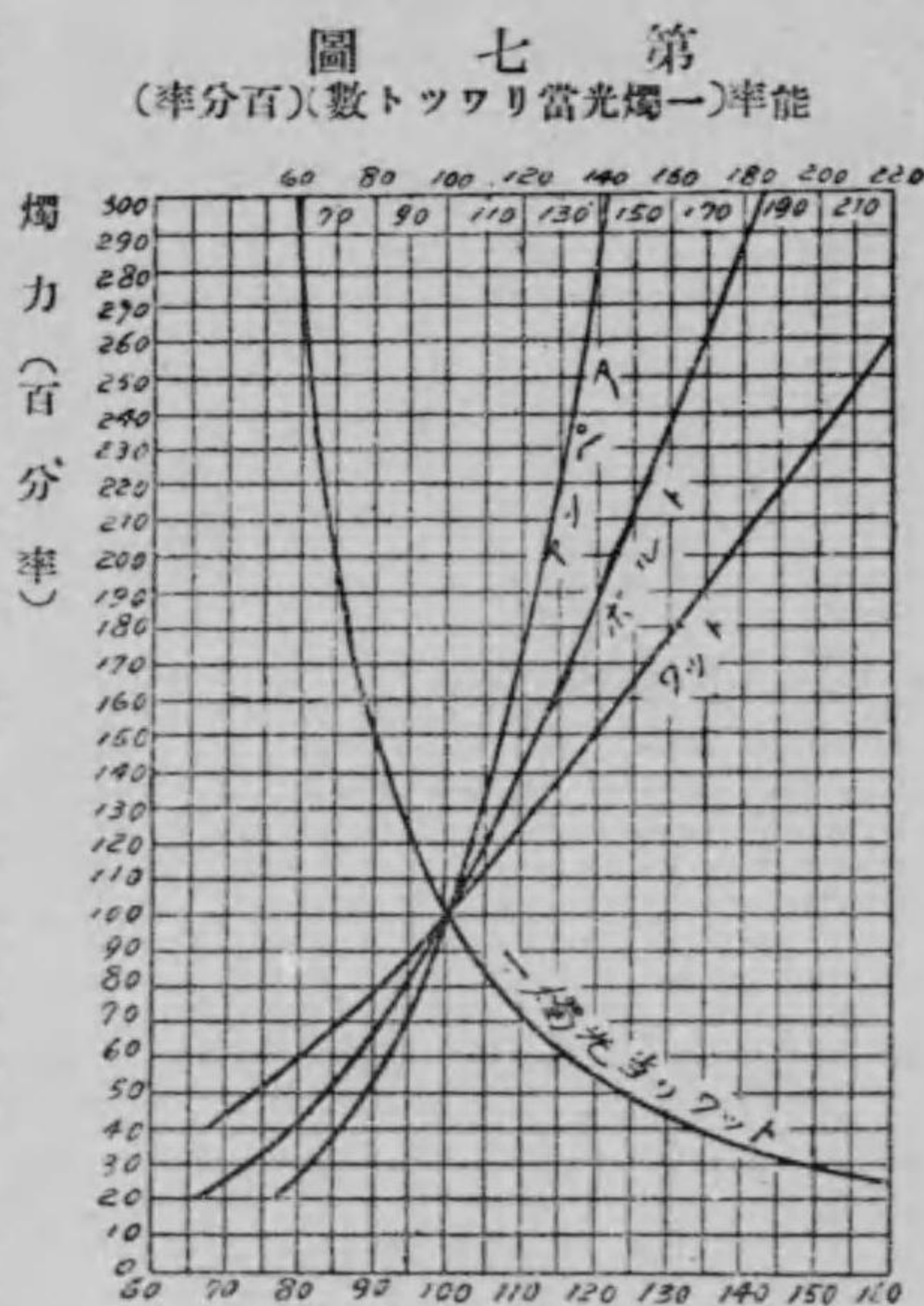
○七五—○八の内外である。又瓦斯封入タングステン電燈球は其の織條が螺線型にて且つ點光源に近きものであるから、少し大きくなつて○九内外となるのみならず其捲線方法に依りては却て一以上にすることが容易に出来る。若し光源一點の時は $I_n = I_0$ にて $\frac{I_n}{I_0} = 1$ である。

電壓變化の關係と點火時間の關係

同一の電球でも供給電壓を變化すれば能率が變化するのみならず燭力ワット、アンペア等も變化す、能率が變化すれば壽命も長短するを以て電壓を變化すれば種々の變化が生ずることとなる。又一定電壓で點火しても時間が段々長くなる、矢張燭力ワット、アンペア等が變化して壽命が段々短くなつて来る。時間の關係を別として電壓と他の各項との關係を電球の特性と言ふ、今各種電燈球の其の關係を圖示せば第六圖の様になる、圖中(1)タングステン電燈球、(2)タムラム電燈球、(3)ゼマ電燈球、(4)炭素電燈球である。第七圖はマツダ、タングステン電球のみの關係圖である。又時間の入りし關係を電球の働程(バアフォーマンス)



と言つて之れを圖示すれば第八圖の様になる。
第六圖は横軸に電壓の百分率を取り、縦軸に燭力及び能率(一燭光當リワット)の百分率を取りしもので第七圖は縦軸に燭力の百分率を取り、横軸に電壓、電流、電量、能率の百分率を取りしもので、
電量、能率の百分率を取りしもので、
燭力を基本として各種の關係が見らるゝ様になつて居る。兩圖共一〇〇の處が規定の場合である。今第七圖に於て電壓が一割増しの時(二〇〇ボルトの時は一〇〇ボルトとなる)は燭力は約四割増しとなり、電流は五分増し、電量は一割六分増しとなるのである。又第八圖は横軸に有效壽命單位時を取り、縦軸に原始の燭力、電量、能率の百分率を取りしもので、之れに依り點火時間に伴ふ各種の關係が求められるのである。

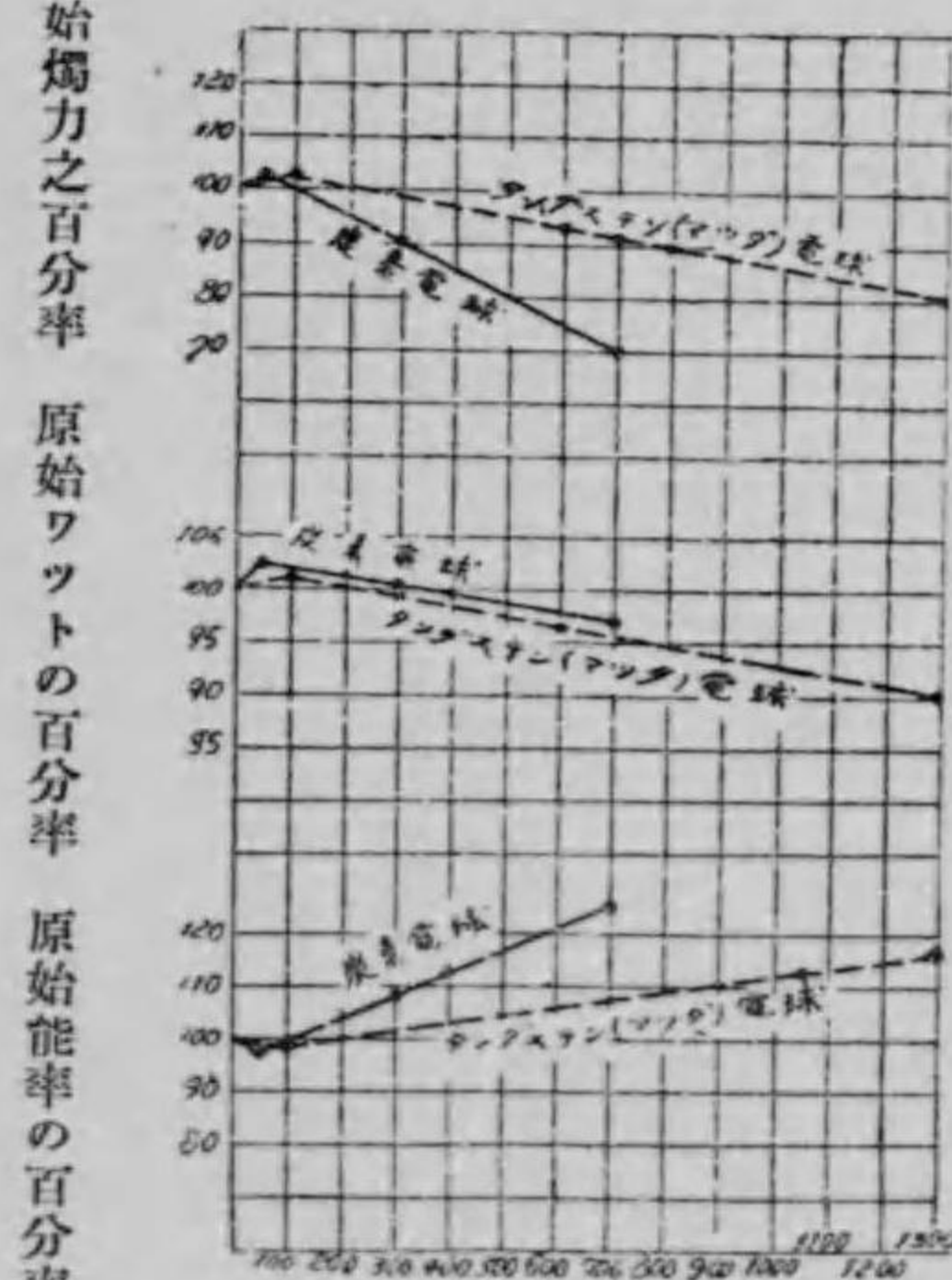


兩圖に依り明かである様に金屬纖維電燈球は炭素纖維電燈球に比し電壓變化に對する他の關係の變化少く、又一定電壓供給の回路に於ては凡ての關係が平定である。從てタングステン電球の如き金屬纖維電燈球は能率以外に於ても電燈球として優良である事が知られる。
又電球の壽命には二種類あり、即ち斷線して使用に耐へざる迄に至る時間と、未だ使用し得らるゝも其の燭力が指示燭力の八割以下に下りし迄の時間との二つで、前者を全壽命と稱し、後者を有效壽命と稱へる。逓信省の電氣事業法にも電燈事業者は電燈球が指示燭力の八割以下に下りし時、請求があれば新電球と取換へる義務あることが明記してあるが一般に電燈球の壽命とは主に後者を指す。

電燈球能率と其の構造上の關係

白熱電燈球の能率は其の壽命と聯關して居るもので、壽命に無關係で只能率

圖 八 第
炭素電燈及グンタス電燈の性能比較
グラフ



(時位單)命壽効有

のみを好良にしたからとて好良の電球とは云はれない。從て壽命を無視しての能率は無意味となる。而して白熱電燈球の能率即ち其の特性は理論上其の發光量に比例するもので、直徑大きく長き纖維のものは其の消費電力も大きく、其の發光量も大であるが、直徑小さく短き纖維のものも同一温度にて點燈する時は發光量は小さく消費電力も小なる爲能率は同一となる。故に白熱電燈球は能率を同一にして種々の大きさのものが作られる。但し前に記した様に直徑と長

さと電壓燭力等の關係より多少の差異は生ずる。且つ百ヴォルトの如き定電壓回路に於て小電燈球は其の纖維甚だしく微小となり製作上困難であり、又使用上機械的に脆弱となる爲め餘り小さきものは同一能率では出來難くなる。一般に小電球には能率を多少悪くして作られるものにて百ヴォルト定電壓用のものには相當制限が生ずる。規定能率の制限は炭素纖維電燈球では百ヴォルト用のものは三五ワット即ち平均水平燭光十燭光が最小で夫れ以下のもは低能率のものとなる。而して電壓を高低すれば、同一能率で其發光量は變じられる。即ち五〇ヴォルト用のものは八燭光二百ヴォルト用のものは三十二燭光が最低となる、而して金屬纖維電燈球は此の傾が更に大きい。又電壓を變更せし低電壓電球には其最小電量の制限は無くなりて四、五ヴォルト用のものは一、二ワット位の電球が百ヴォルト用のものと同一能率にて作られる。之に反して電球の大きさにも又相當の制限が生じ、假令ば炭素纖維電燈球の有効壽命は硝子球内面の炭素沈澱に依る硝子球黒變の爲めに硝子球の大きさに制限がある。從て硝子球の表面積は電燈

第七表

ワット	瓦斯封入電球		タンゲステン電球		炭素電球	
	能率 W.P. MHO	型稱 (直徑吋)	能率 W.P. MHO	型稱 (直徑吋)	能率 W.P. MHO	型稱 (直徑吋)
1500	0.60	S-156	0.60	G-16		
1000	0.60	S-152	0.60	G-16		
750	0.60	S-148	0.60	G-16		
500	0.60	S-144	0.60	G-16		
300	0.60	S-140	0.60	G-16		
200	0.60	S-136	0.60	G-16		
100	0.60	S-132	0.60	G-16		
100	0.60	S-128	0.60	G-16		
100	0.60	S-124	0.60	G-16		
100	0.60	S-120	0.60	G-16		
100	0.60	S-116	0.60	G-16		
100	0.60	S-112	0.60	G-16		
100	0.60	S-108	0.60	G-16		
100	0.60	S-104	0.60	G-16		
100	0.60	S-100	0.60	G-16		
100	0.60	S-96	0.60	G-16		
100	0.60	S-92	0.60	G-16		
100	0.60	S-88	0.60	G-16		
100	0.60	S-84	0.60	G-16		
100	0.60	S-80	0.60	G-16		
100	0.60	S-76	0.60	G-16		
100	0.60	S-72	0.60	G-16		
100	0.60	S-68	0.60	G-16		
100	0.60	S-64	0.60	G-16		
100	0.60	S-60	0.60	G-16		
100	0.60	S-56	0.60	G-16		
100	0.60	S-52	0.60	G-16		
100	0.60	S-48	0.60	G-16		
100	0.60	S-44	0.60	G-16		
100	0.60	S-40	0.60	G-16		
100	0.60	S-36	0.60	G-16		
100	0.60	S-32	0.60	G-16		
100	0.60	S-28	0.60	G-16		
100	0.60	S-24	0.60	G-16		
100	0.60	S-20	0.60	G-16		
100	0.60	S-16	0.60	G-16		
100	0.60	S-12	0.60	G-16		
100	0.60	S-8	0.60	G-16		
100	0.60	S-4	0.60	G-16		

球の消費電力に比例して同一黒變が生ずる様相當の大きにしなければならぬから、大きな電球には實用上不便な非常に大なる硝子球が必要となる。又其れにも拘らず小硝子球を使用すれば勢ひ壽命は短くなる傾を生ずる。

金屬纖維電燈球は其の蒸發張力少き爲め其の制限は少が尙消費電力に比例して大なる電球には大なる硝子球を要する。炭素纖維電球は三〇〇ワットのものが實用上最大のもので、タンゲステン電球は千ワットが最大となる。又瓦斯封入電燈球は此等の心配更に無く數千ワットのもの迄が作られる。但し此の電球には硝子球内の對流を應用して黒變の場所を發光に差支無き口金の近くに移し、且つ熱損失の基となる傳熱面積を小ならしむる爲め眞空電燈球の形と比較すれば全體の形は少なくなるが長さは直徑に比較して多少長味である。

現今市場にある白熱電燈球の各種の消費電力と能率及び硝子球の大きを表にすれば第七表の様になる。

瓦斯導體

ガイスレル管傳道と弧光傳導の差異

瓦斯又は蒸發氣の傳導には二種類あり、(一)裂開即ち斷續又はガイスレル管傳導(二)連續即ち弧光傳導である。其の區別は前者は空間を満たせる瓦斯が導體となるものにて、後者は電極蒸發氣の氣流に依り傳導が生ずるものである。而して瓦斯又は蒸發氣傳導には導體のルミネセンスが伴ひ光發生に用ひられる。ガイスレル管傳導では光力及びスペクトラは主として兩電極の空間に填充せらるゝ、瓦斯にのみ關係して電極物質に關係無く、弧光傳導に於ては空間の瓦斯には關係なく電極物質のみに依るのである。

之等瓦斯導體は炭素弧光、發焰弧光及び多くのルミナス弧光の如く大氣壓中にも置かれ、又ガイスレル管及び真空弧光の如く真空中にも使用される。而して後者に對し現時工業上必要のものとしてはガイスレル管ではムーア管燈、真空弧光では水銀弧光燈のみの様であるが今後、於ける電燈の發展は勢此等の瓦斯導體の應用にあらうと思ふ。

ガイスレル管傳導

ガイスレル管傳導の一般性質

瓦斯導體の章にも記した通り、ガイスレル管傳導は靜電的放電と同作用のものであるから、或る一定電壓以下には電流は流れず、電壓が其の制限を超越すると始めて電流が流れるもので、其の電壓を裂開電壓と稱へる。

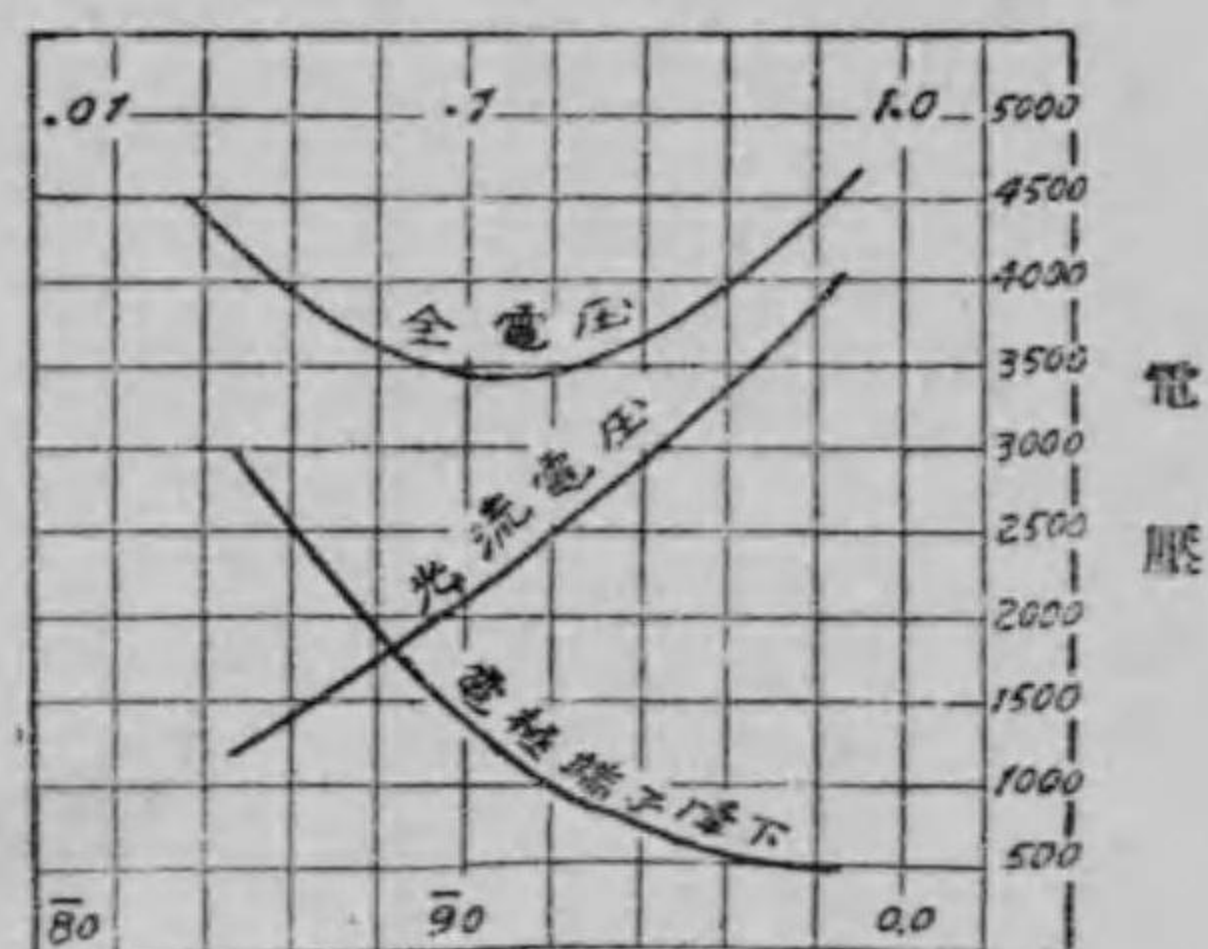
隨て此の傳導はオーム法の法則に従はず、裂開電壓以下では電流は零である。而して端子電壓は溫度、瓦斯壓等が一定の時、殆んど電流に無關係である。又電流はガイスレル管或は放光空隙間のインピーダンスと供給電力に關係する。故にガイスレル管は無制限電力の定電壓供給回路には直接使用されなくて、電流制限のインピーダンスを管と直列にするから制限電力の電源が必要である。裂開電壓は兩電極の空間に填充さるゝ、瓦斯の壓力、化學的性質及其溫度に關係する、瓦斯壓力が増す程電壓は増加し、又氣壓が減ずる程電壓は減ず、百分の一

氣壓以下になると其電壓の減じ方が少くなり、水銀壓力で一耗から〇一耗位が最低で、夫から却て増加し來て完全真空になると無窮大即ち傳導を生じなくなる。又電極間の距離と電壓の關係は大氣中には針端間一種に對し四千ヴォルト位である瓦斯壓力を減ずると消費電壓も減じ、窒素瓦斯封入の良好なるガイスレル管になると端子降下の電壓二千ヴォルト内外となり、光流電壓即距離に關係する電壓は一種當り二ヴォルト位となつて距離は全電壓に對し餘り影響しない。

ガイスレル管傳導の電氣的特性

電燈としてのガイスレル管傳導の電氣的特性は餘り世間に知られて居ず、且つ此の種屬中市場にある電燈は只ムーア管燈一つのみである。而して夫れは一定温度にて又一定の瓦斯壓力にて點燈せられ、ガイスレル管に消費される電壓は殆ど一定で電流には無關係であるから、 $V_{el} = I \cdot R$ の關係式で表される様である。隨てイガイスレル管の電壓電流特性は水平の一直線となり、第二圖參照、其の結果 $V_{el} = I \cdot R$ の關係式を満足させる様な安定抵抗又はレアクタンスを加へなければ

第九圖
(體導氣空)圖線曲性特壓氣壓電の管ルスイガ
(mm) 力 壓 銀 水

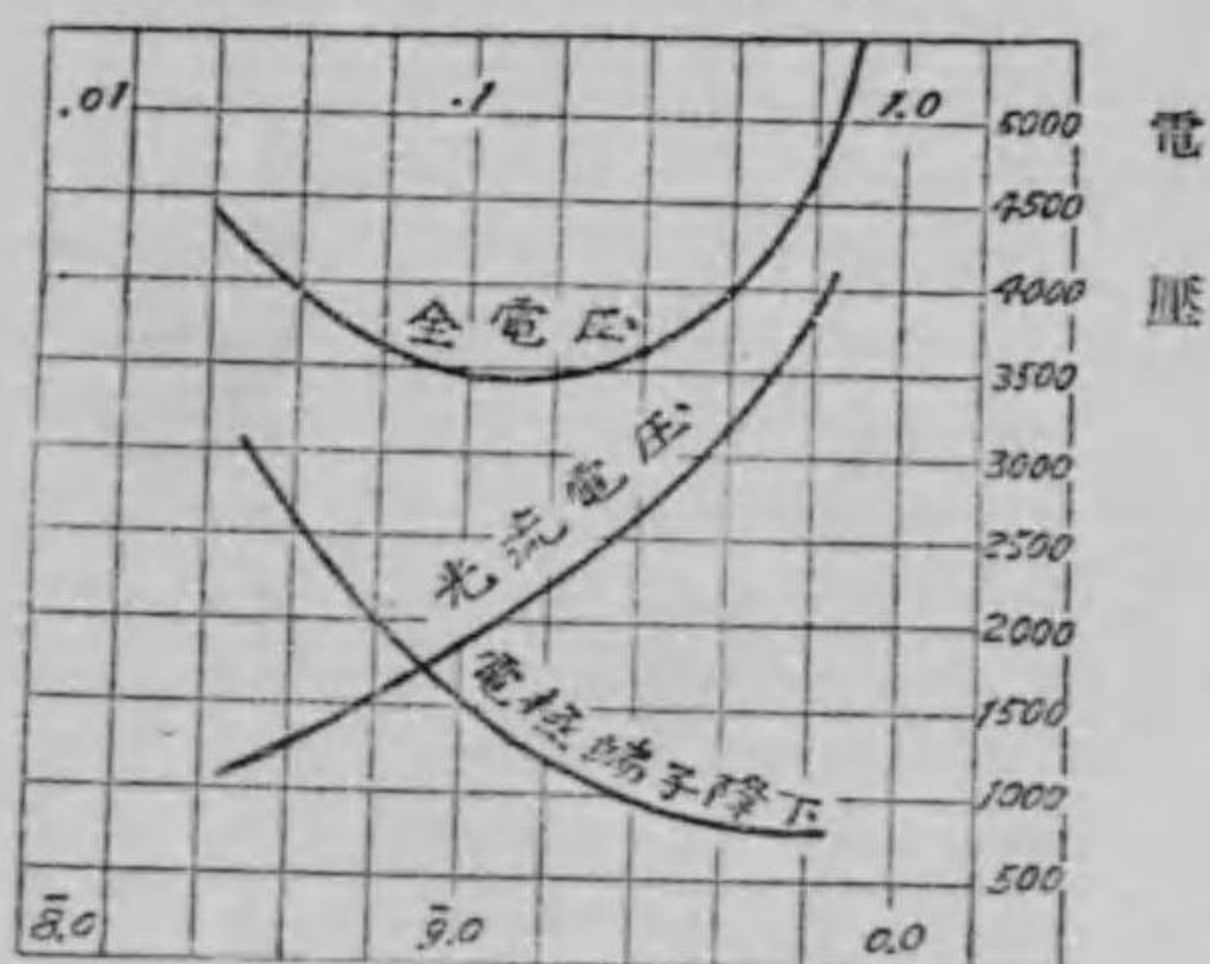


數對の壓氣

れば定電壓回路に使用出來ない事となり、ムーア管には遞昇變壓器のレアクタンスが此目的に用ひられて居る。
ガイスレル管に消費される電壓は電極端子に於ける電壓降下即ち電極の端子降下とルミナセンス光流又は放電光流に費される光流電壓との二つから成るもので、後者は管の長さ按比例するものであり、兩者とも瓦斯の壓力と大關係があり、二者相互に反對の方向に瓦斯の壓力變化に對し變化する、即ち瓦斯の壓力を増すると端子降下は減少し、光流電壓は増加するから管に消費される全電壓は或る一定の瓦斯壓力の時最小となる。尤も此の最小氣壓は管の長さに關係するもので長管程最小全電壓に相當する氣壓は低くなる。第九圖は直徑一三厘長さ二〇〇厘のガイスレル管が空

氣を導體として○・一及び○・〇五アンペアの一定電流の場合の電壓氣壓特性曲線圖で、第十圖は水銀蒸發氣を導體とせる同一管の特性曲線圖である。圖に依りて端子降下及光流電壓の二分電壓の關係は明かに了解する、事と思ふ、尙水銀蒸發氣を導體としたガイスレル管に於ける之等の各電壓は空氣を導體としたものと餘り大差はないが真空水銀弧光の端子降下と光流電壓とは其スペクトラは等しく水銀スペクトラではあるが全く異つて居る。而し兩圖とも横軸には電流電壓を讀取りし時マツクレ

第十圖
ガイスレル管の電壓氣壓特性曲線圖
(水銀蒸發氣を導體としたもの)
水銀電壓 (mm)



氣壓の對數

オドゲージにて測定した瓦斯壓力の對數が用ひられてあるのである。

ムーア管燈

第九圖及び第十圖に示した様にガイスレル管の端子降下の電壓値は中々高いものである上に之は、光の發生には役にたぬものであるから、發光能率を高めるには、端子降下の電壓を同電壓の一小部分になる様長管を使用する事が必要となる。爲にムーア管は非常に長く又大な光量單位のものとなりて經濟的に分割する事が出来なくなつて居る。而して之れには普通に管の電極端子に附屬して取付けられてある遮昇變壓器に依り發生する高壓交流電氣が用ひられる。間歇直流も同様に使用せらるゝが連續直流を用ひるとガイスレル管傳導が弧光傳導に急變し、且つ非常に低電壓が必要となる爲めに導線が短絡を生ずる虞があるから不適當である。

ガイスレル管は其の電極端が使用中極く僅かではあるが次第に分離崩散する而して瓦斯壓力は分離電極物質に依る瓦斯の吸收の爲に可なり急減するものであるから電燈に用ひるガイスレル管は管内に間歇的に瓦斯を供給しなければならぬのでムーア管には自働辨が供へられて居る。現在知られて居る中で電燈として最も能率よきガイスレル管導體はネオン瓦斯であるが之はまだ

試験中の様である。次は窒素瓦斯で之れは帯赤黄色の光で能率は餘り良好でなく、非常に長管のものになると W.P.C. 以下にもなりタムラム電燈球以上であるが發煙ルミナス弧光燈よりは尙低位である。炭酸瓦斯(CO₂)も導體として用ゐられ白色を出す能率は更に悪くなる。又水銀蒸發氣は綠色を出す能率は矢張低いのである。

ムーア管の利益は表面光輝(一平方吋當り)燭光が低き事と管の發熱低き事(窒素瓦斯體のものは攝氏50度炭酸瓦斯體のもの攝氏30度位壽命長き事(二萬時間位)と炭酸瓦斯管は殆ど純白色光を放射する事等であつて、不利とする所は一部分の點燈不可能である事、硝子の長管である事、又一部破損しても全部に對し改作を要する事等である。

弧光電導

弧光の性質

電氣弧光に於ける電流は兩電極間即ち弧光端子間の空間を電極蒸發氣の氣流に従つて流れる。而して其の蒸發氣は負極端子の一點所謂負極點から一秒時當り數千呎の速度の如き非常の高速にて放發されるのであつて、若しも負極端子が流體であれば其の流體の性質に依りて多少の差はあるが兎に角に急速に負極端子は凹陷を起す。又弧光傳導が行はれるには先ず氣流が生じ而して弧光が發するのであるが故に初め兩電極を接觸して後に分離させるか、高壓放電か、又は假令ば白熱纖維條の如きものにて兩電極子間の空間を熱するかして兩電極子間に弧光傳導を發生させるのである。

又弧光流は其の光流の方内(のみに對し導體となるもので、或る物體が弧光流に接觸された時其の場所が若しも正の電極であれば夫れが導體的に接觸される、若し負の電極であると導體的接觸が出来ない、弧光はかくの如く單方性導體であるが此の特性が利用されて近來交流電氣の變流に廣く用ひられ初た。

弧光は上記の様に單方性導體である爲めに普通に交流電氣には行はれない、即ち各交番波形の半波徑の終りに氣流消滅し、次の半波徑の初めには反對の方

向に新らしき氣流が起らなければならぬ爲であるが若しも各半波徑毎に新弧光が発生される状態の下に置かれた場合には交流弧光も行はれるもので、夫れは回線電壓が各半波徑毎に空隙を通じて不連続の放電光が送らるゝ様な充分高き場合であるか或は弧光温度が弧光を發起さすに足るだけに相當に高き時即ち炭素弧光の場合かである。

工業上に應用せられて居る弧光を區別すれば一定氣壓弧光と不定氣壓弧光の二つに分けられる。前者は普通の各種弧光燈に應用せられてある様な大氣中に於ける弧光であり、後者は普通に真空なる一の密閉器内に於ける弧光にして其器内に於て瓦斯又は蒸發氣が電流と變化するもので、現在では此種に屬して工業上に用ひられて居るものは水銀弧光一つである。

一定壓弧光

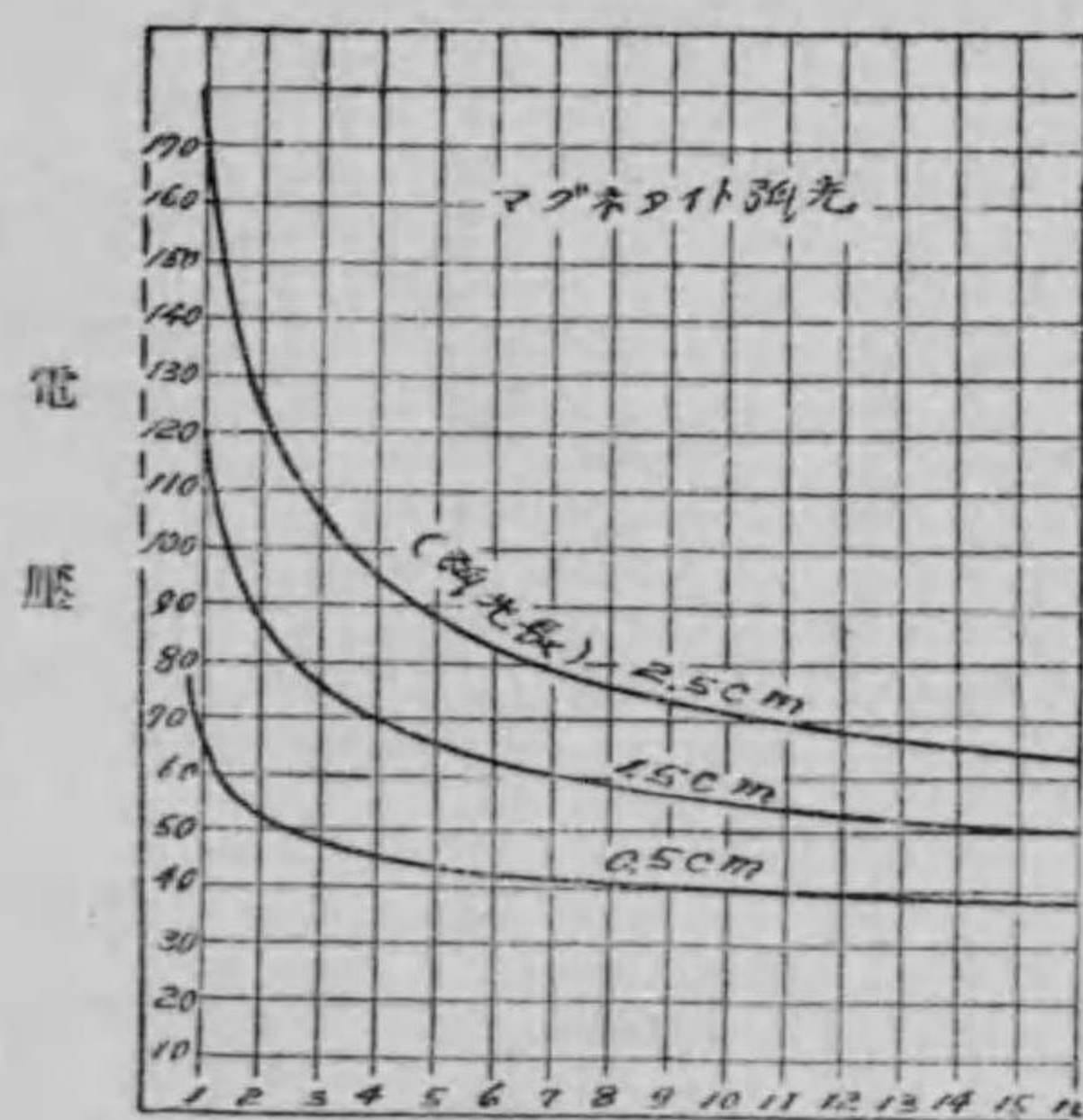
弧光の電壓電流及電壓弧光長特性

導體としての弧光の特性は全範圍を通じて電壓は電流増加に對して減少するもの即ち $\frac{V}{I}$ の式で表せられるものである。従て弧光の電壓電流特性は第十一圖に掲げた弧光長 0.51.5 及 2.5 種のマグネタイト弧光の特性曲線の如き曲線の形である。電流増加に對し弧光電壓は漸次減少して遂に一定制限値に近づく。其の制限値はマグネタイト弧光は略 30 ヴォルト、炭素弧光は 35 ヴォルト、水銀弧光は 100 ヴォルト等弧光に依り其の値は一定ではない、又反對に電流減少に對しては電壓は増加して無窮大の方に進むが尙適切に言へば靜電的火花即ち弧光空隙間を放電するガイスレル管傳導をなす電壓に達するものである。又一一定電流にて弧光長を増加すると弧光電壓は殆ど弧光長に比例して増加する。従て弧光の電壓弧光長の特性曲線は 24.0.10 アンペアのマグネタイト弧光の關係を表した第十二圖の曲線圖の様に殆ど直線である。

弧光電壓と電流及び弧光長との關係

並に弧光の安定特性

圖一十第
圖線曲性特流電壓電の光弧トイタネグマ



電壓が此の式以上に高くなる時を除く。

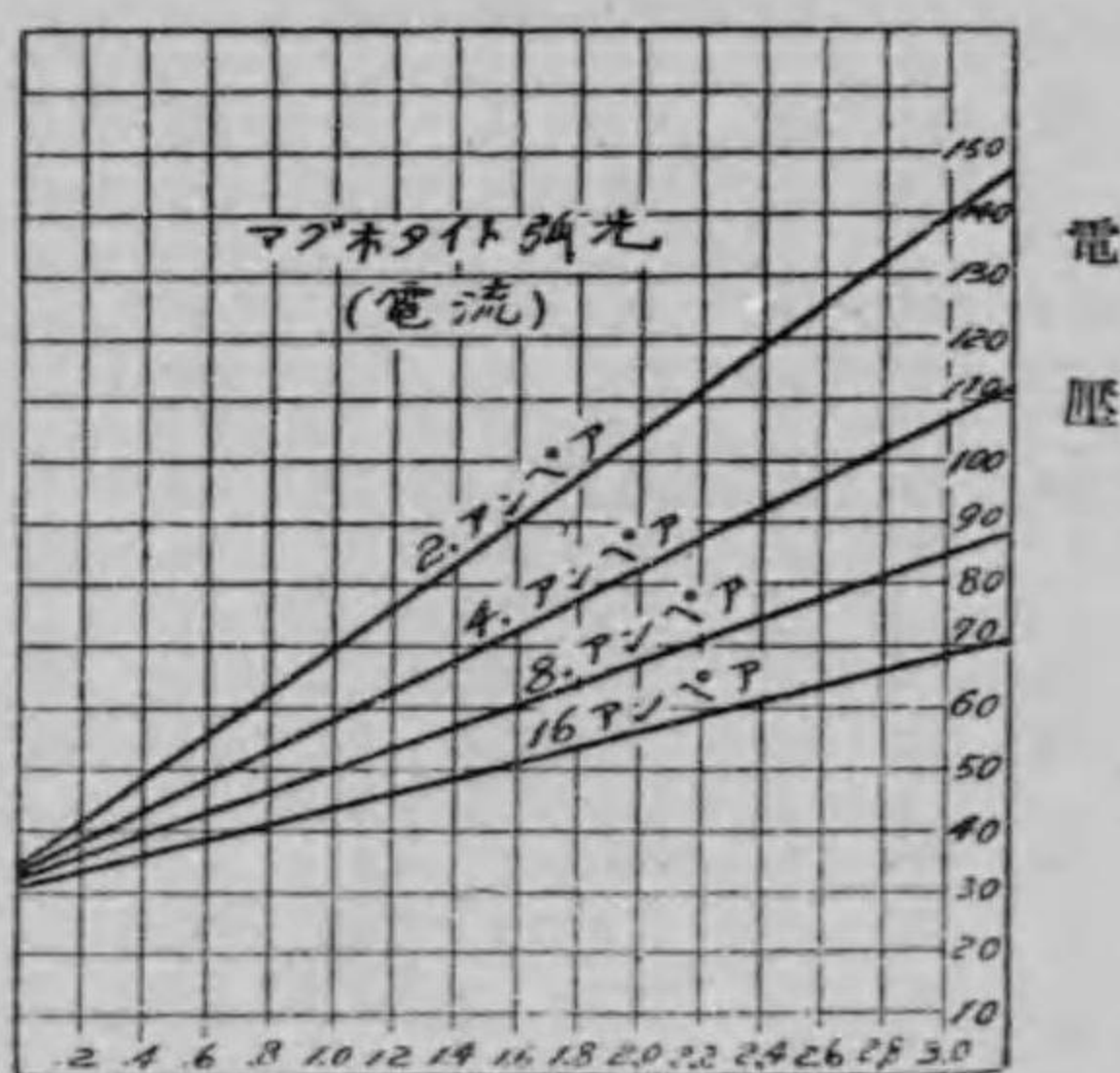
$$e = e_0 + \frac{c(l+\delta)}{\sqrt{i}}$$

e = 電圧 i = 電流 l = 弧光長 e_0, c, δ = 常數

電燈の導體として用ひられる弧光に付ては大體其の性質を説明したが、前章に述べた固形導體の如く二個の主要特性を有するものと餘程差異がある即ち

(イ) 固形導體に於ては電壓(e)電流(i)間の關係は一定にして電流に依り定まるが、又反對に電流が電壓に依り定まるのであるが、弧光に於ては二個の獨立變數があつて電壓、電流及び弧光長の關係となる、即ち電壓は電流と弧光長との函數となり、稍精密に次の公式で表すことが出来る。(但し電流が非常に小となり

圖二十第
線曲性特長弧光弧電光弧トイタネグマ



(電)長 弧光

常數は電極物質に關係し、特に負電極に最も關係する、但し炭素弧光は炭素の物理的性質の結果弧光長が短くなりたる場合は上記の公式と少しく差があり、電壓は急減して零に近づく傾がある。

(ロ) 弧光に於ては電壓電流變化の比は常に $\frac{de}{di} < 0$ の式で表せられるが、白熱電燈纖維に於ては其關係式は $\frac{de}{di} > 0$ である。

故に弧光は不安定であつて定電壓回路に使用されない、即ち弧光端子にて一定電壓を保つ様にすれば弧光抵抗の僅少の瞬間的增加も更に高き電壓を要する爲に電流を減じ、從て更に所要電壓を増加せしめんとて遂に弧光が滅火する。又弧光抵抗の僅少の瞬間的減少の場合には電流を増加し電壓を低め更に電流を増加し弧光電壓を低下する傾を生じ、遂に弧光が短絡する。然し定電流回路

には安定である。従て弧光は定電流の現象物であるが故に定電流回路には安定に使用され定電壓回路には附屬物を必要とする。即ち抵抗又はリアクタンス（交流弧光を弧光と直列に入れなければならぬ而して挿入せる其安定抵抗は夫れと弧光に消費される全電壓が $\frac{de}{di} \wedge 0$ になる様相當のものを要するのである。

第十三圖の下部の曲線は一五種のマグネタイト弧光の電壓電流特性曲線であるが此の弧光を定電壓回路に使用するには更に高電壓を要し安定使用を爲さしめるには其の供給電壓は同圖の上部曲線以上のものでなくてはならぬ。而して高い程安定となる。此の上部の曲線を弧光の安定曲線と稱し安定抵抗の最小限值から計算したものである。

今之れを計算すると安定抵抗は弧光に消費される全電壓の $\frac{de}{di} > 0$ を $\frac{de}{di} < 0$ にさすものであるから其の最小限值は

$$\frac{de}{di} + r = 0 \quad \text{又は} \quad \frac{de}{di} = -r$$

$r =$ 安定抵抗

の式となる。而して弧光の電壓 e は前項中に掲げた式に依り

$$e = e_0 + \frac{c(l+\delta)}{\sqrt{i}}$$

であり、 $\frac{de}{di}$ は

$$\frac{de}{di} = \frac{d[e(c l + \delta) i^{-\frac{1}{2}}]}{di} = -\frac{1}{2} \frac{c(l+\delta)}{i\sqrt{i}}$$

故に安定抵抗は $r = \frac{c(l+\delta)}{2i\sqrt{i}}$

となる。今弧光と安定抵抗が直列にされた端子に加へられる電壓を E とすれば

$$E = e + ir$$

$$= e_0 + \frac{c(l+\delta)}{\sqrt{i}} + \frac{c(l+\delta)}{2i\sqrt{i}} \times i = e_0 + 1.5 \frac{c(l+\delta)}{\sqrt{i}}$$

である。而して弧光に要する電壓は弧光氣流中に消費される電壓と負極より氣流を出す爲めと正極端子を熱する爲めに要する電壓の和であつて、後者は常數 e_0 に相當するから弧光流中に消費される電壓 e_1 は

$$e_1 = e - e_0$$

にして、尙弧光長及び電流との關係式は

であり、Eは又書き換へられて

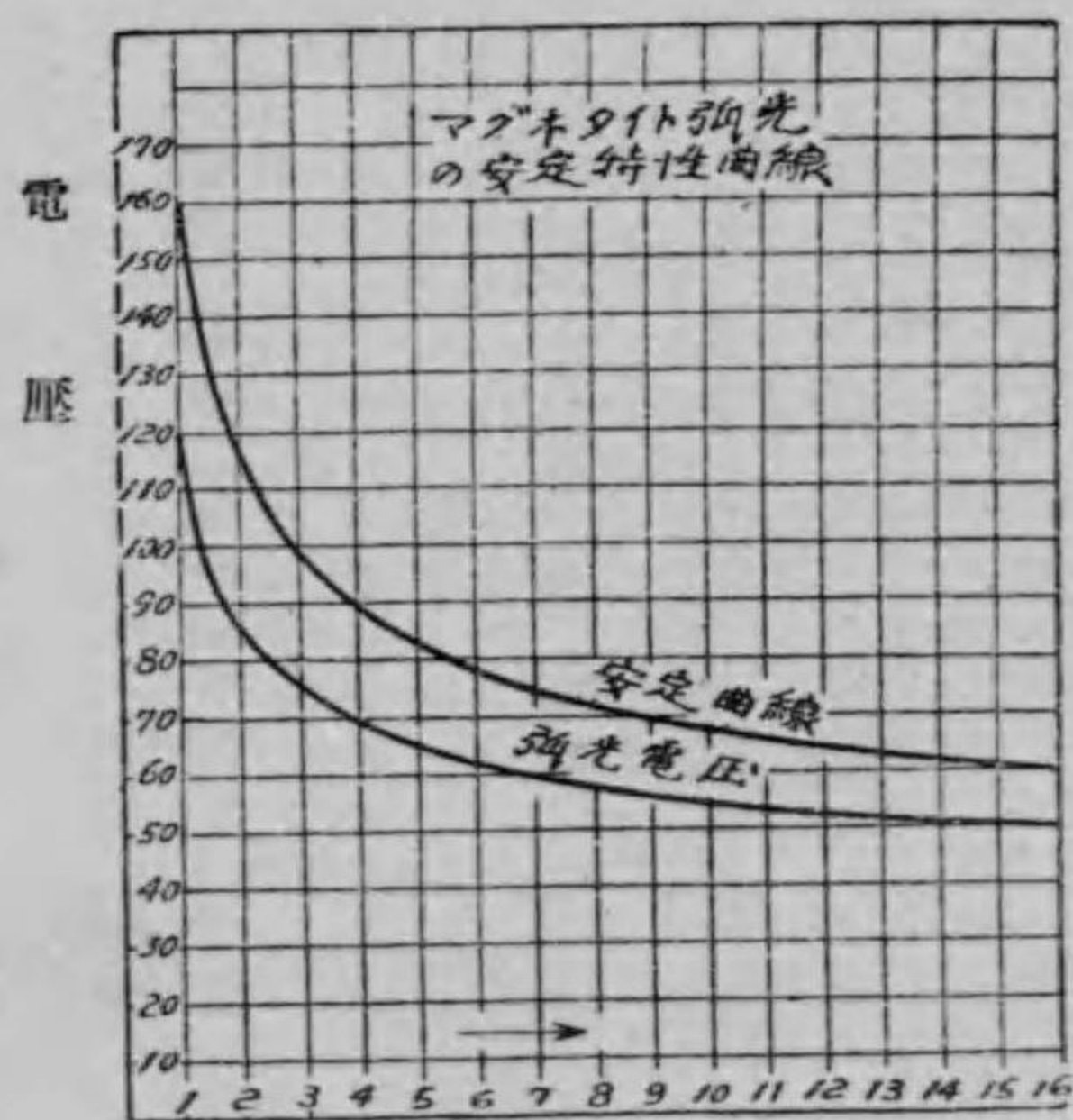
$$E = \frac{cV + S}{\sqrt{1 + S^2}}$$
 となる。依て安定曲線の電圧は弧光電圧に弧光氣流中に消費さる電圧のものが加へられたものとなるのである。

弧光の併列點燈竝に弧光と分路無誘
 等抵抗及び分路蓄電器との關係

光の特性は屢述べた通り $\frac{cV}{S} \propto \frac{1}{S}$ の關係を有するもの故又次の結果を生ずる。
 定電壓回路に弧光を用ひる時の様に充分なる安定抵抗又は安定リアクタンスを各弧光に取付けざれば數多の弧光を併列點火することは出来ない。若し夫れを取り付けずに行へば凡ての弧光は滅火して只一個残る事となる。
 又弧光を無誘導抵抗にて分路すれば其の安定率は減ず、又抵抗を減じ、或る一

圖三十第

圖線曲定安の光弧のトイタネグマの種五一長光弧



定値に達しさせると弧光は不安定となりて滅火する。從て弧光の安定率は弧光を分路せる無誘導抵抗中の電流にて測定することも出来る。
 次に蓄電器が分路に入られると弧光は不安定となりて中斷する、即ち今弧光抵抗が瞬間的增加すると弧光電壓の増加を生じ、蓄電器に依り瞬間的に分路電流の増加を來して弧光電流の減少をなさしめる、而して更に弧路電流の増加を生ず、弧光に小さな蓄電器でも分路に入れると弧光は滅火される。又若し供給電圧が弧光を起すに 足る程充分高きものである時には蓄電器に依り滅火
 された後蓄電器にて分路された弧光は斷續器として働き、急に稍一定の周波度數にて連續した回路の斷續を起す。弧光の安定率の低きもの程急速に斷續致

するのでもので水銀弧光の如き低温度の弧光は從て非常に急速の斷續をなす。之に反し若しも蓄電器の容量が小さく且つ水素とか稀薄の炭化水素とかの瓦斯が周圍に満たされ、弧光氣流の絶縁耐力の低きものは全く消滅せざる前に残留弧光蒸気を通じて再び發生し、弧光電流は脈動を生じ所謂歌唱弧光となるのである。

孤光の光流電壓と端子電壓

先に安定抵抗計算の時一言した通り、光に要する電壓即ち電力は、弧光氣流と弧光端子の二つに消費され、弧光氣流に消費される電力は多少の差はあるが、直接輻射の形に變ぜられるもので、若しも此の輻射の大部分が見える範圍内であればチタニウム、カルシウム又は水銀蒸發氣を導體とせる場合の如く、弧光氣流が發光體として用ひられ、又其の輻射の小部分が見える範圍内であれば炭素蒸發氣を導體とした場合の様に、弧光氣流は電燈より發せられる光に對し殆ど貢獻しないのである。

電極に消費される電力は一部分蒸發の潜熱と、弧光導體である蒸發氣流を動かすカイネック、エネルギーとなり、大部分は熱的に正極端子に於てに變化する。若しも弧光端子が相當に小さくして熱傳導の爲めに其の消去少く又高温度に對し充分耐熔性物質のものであれば何れも光發生の輻射物として用ひらる。然る時は其の輻射は白熱即ち温度輻射に依りて生ずるものであつて、普通炭素弧光電燈の場合等である、

純炭素が弧光電燈の電極として使用される時は、弧光氣流は極少量の光で然かも不必要の紫光を出す、非常の熱が正電極に發生する。而して若しも其の炭素棒端が非常な高温即ち炭素の溶解點に達することが出来る様な餘り大きなものでない時は、温度輻射即ち普通に黒體輻射に依り光を發生する。從て普通炭素弧光は丁度白熱炭素纖維條電燈の如く、白熱に依り光が發生されるもので、弧光氣流は單に輻射物即ち正電極の尖端を高温度に高める一種の加熱器となり、炭素纖維條に比し輻射の能率良く、光色白きは之が温度高き爲めである。かくの如く炭素弧光は其の輻射能率は黒體輻射に依りて達し得らる殆ど最高の

ものであり乍ら、弧光氣流のルミネセンスに依る能率は非常に低きものである。炭素弧光の正極端子に於ける發熱は矢張一部の明白熱輻射に用ひられ其他の部分は空氣其他の爲に電極を通じて無益に傳導損失される。而して此損失を減ずる爲に小電極を用ひれば高能率は得られるが、反對に大きな電極を用ひると熱傳導が多くなるから能率は減ずる。即ち炭素弧光電燈の能率は電極の大小に關係し、電極を小さくすると能率は増加する。然し小さくすると電極の燃焼消費が増して炭素棒の取換が多くなり、結局維持費の増大を來すのである。

開放式弧光燈と閉鎖式弧光燈

最初に市場に作り出された炭素弧光燈は定電流回路に於て電流は大きくして10アンペアも要したもので、其の電極は電流に比較して割合に小さきものであつた。爲めに能率は好良にて一燭光當り一ワット位であつた。然し之れでは電極の消費が中々大きく電燈内に差支無きだけ最長のものを用ひても數時間位しか保たなかつたから、双炭素電燈が設計されて廣く用ひらるる様になつた。

此の種の電燈は炭素電極が空中に其まゝある爲めに開放式弧光燈と稱へられ又日々電極の炭素棒を取り換へる爲めに短燒弧光電燈とも云れて、其の點燈費は電力以外に炭素電極の取換代が含まれ高きものであつたが、次で閉鎖式弧燈が作られた。

此の種の電燈は弧光が殆ど防空の小硝子球所謂内球に包まれしものにて電極の消費率が非常に小となり電極の壽命を長くすることが出来た爲めに之れを前者に對し一名長燒弧光電燈とも稱した。電極の消費が減ぜられた爲めに其の形を扁平形となし又弧光長を増して負電極の陰影の爲めに正電極より放射する光が遮らるゝ事も減ずることが出来た。又此の電燈は同一消費電力にするには電流が減じる爲めに高き弧光電壓が必要となり、開放式弧光にては10アンペア回線にて100-125ヴォルトのものが、閉鎖式弧光にては50又は75アンペア回線にて10-125ヴォルトを要する。

閉鎖式弧光は開放弧光に比して同一の電極を用ひても又は大さを増しても長壽命を得る爲めに電流及び夫れに依る電極の發光面積が減じて熱損失が増

加するから従て能率は低位となる。能率は低位となつても開放式弧光燈は日々電極を取換へなければならぬのが閉鎖式弧光燈は毎週一回にて済むと云ふ利益の爲めに前者が餘り廣く用ひられなかつたにも拘らず後者は廣く採用されたのである。

直列交流閉鎖式弧光燈

配電上閉鎖式弧光燈は高壓及び低電流なること。定電流の同一最大電壓にては電力容量小なること等が開放式弧光燈に優つて居る點であるが、之れが又經濟上不利益となりて直流閉鎖式炭素弧光燈は小さき弧光發電機が各回線に要せられる爲めに發光の能率本位の場所のみに其の使用が限られ、街燈等に普通で使用されるものは定電流直列交流閉鎖式炭素弧光燈である。之れは定電流壓器が用ひられる爲めに小回線は餘り不便とならなかつたからである。多數の小機械を要すると云ふ經濟上の不利益は直流弧光燈に取つては中々の打撃であつたが其後定電流變壓器から直流弧光回線が得らるゝ水銀整流機の發

展に依り取除かれた。然し直流炭素弧光燈の發展に對しては之れは時機既に遅く、餘り効能がなかつたが次で發達したルミナス弧光燈に對しては大に利益となつたのである。

交流炭素弧光燈の能率は直流弧光燈より更に低位で、即ち交流弧光燈に於ては傳導及び對流に對する熱損失が一樣であるとしても兩電極は交番周波に應じて交互に正極となり、半周波間主として發熱し且つ其の間電流が最も高きものであるから電極よりの熱損失は二倍以上となる理である。

斯様に交流炭素弧光燈は兩電極より發するが故に尤も反射笠にて配光は調整さるゝも其の發光能率は非常に低く、標準直列交流弧光燈は60及75ワット、ンペアの定電流回線にて一燈當り100ワットを要し又其の能率は一燭光當り100ワットにて最高のもので、白熱金屬線電燈球の能率以下である。非常に低能率であるにも拘らず街燈等には定電流變壓器にて交流回路に用ひられると云ふ利益の爲めに歐米にては他の燈火より街燈には普通に多く交流閉鎖式炭素弧燈が用ひられたが然し今日にては好能率の白熱燈や直流弧光燈

が出現した爲めに段々市場から見捨てられつゝある。

増輝弧光燈

閉鎖式弧光燈は其後タンダステン白熱電燈及びマグネタイト弧光燈の爲めに街燈界より又同上白熱電燈球の爲めに室内燈界よりも次第と驅逐せられた。室内燈としてはルミナス弧光燈や發焰弧光燈は其の光力餘り大き過ぎるのと煙又は瓦斯發生の爲めに餘り用ひられなかつたからタンダステン電燈球が之れの競争者で之れに對し閉鎖式炭素弧光燈は増輝弧光燈となつて戦つた様な形であつた。炭素弧光燈の能率は其の電極炭素棒の大を小さく増加されるものであるから閉鎖式弧光燈に非常に小さき炭素棒を用ひると略一燭光當り一ワット位となる。斯様にしたものを増輝弧光燈と稱して直流交流何れにも用ひられる。増輝弧燈は其の電極の壽命は他の閉鎖式弧光燈に比し非常に短きものであるが之れは主に室内用で普通に毎日數時間位しか點燈し無い所であるから壽命短く毎日の電極取換も餘り苦情とならず、高燭力を要する所にはタ

ンダステン電球よりは能率よく又白色光であると云ふ利益を持つて居た。然しタンダステン電球は次第に進歩改良して高燭力のものが高能率にて作られる様になつたのみならず、更に瓦斯封入タンダステン電燈球の如きものが出現した爲めに遂に室内からも全く驅逐されて終つたのである。

ルミナス弧光

炭素弧光は固體輻射物が用ひらる、電燈にして其の光の發生は白熱輻射に依るもので白熱電燈と同様であるが、他の弧光はルミナセンスが主要部にして光の全部又は大部分は蒸發氣導體となるる弧光燐から發せられる。而してルミナセンスの弧光は二つに分けられ、ルミナス弧光と發焰弧光となる。

ルミナス弧光にてはルミナセンスの物質は弧光導體として用ひられてある所の負極より電氣傳導に依りて弧光氣流中に發生されるものであつて、此の種類中の標準形弧光燈はマグネタイト弧光燈と水銀弧光燈とである。

發焰弧光にてはルミナセンスの物質は高熱の正極端子より又は兩端子より

發蒸發に依りて弧光氣流中に發生されるものである。從て兩者の特性には差異がある。即ちルミナス弧光に於ては電極の溫度は能率に直接關係ないから電極は消費の非常に少なき様低溫度にて置かれるとが出来る。故にルミナス弧光は自然と長燒弧光燈即ち電極を屢々取換へずに済む電燈となる。而して電極の大きさは外球を掃除することや其他の注意をすること無く百から二百時間の壽命が得られ得る様に普通作られてある。ルミナス弧光の正極の物質は弧光に對しては全く無關係物であつて普通に熱の高く消費率の少きもの即ち數千時間の壽命がある様な金屬にて作られてある。然し同時に又ルミナス弧光に用ひられる物質は發焰弧光に對するよりは安定點燈を爲さしめると云ふ設計の困難に對して相當の制限が生じる。而してルミナス弧光燈は交流回線に對しては不成功にてまだ實用に供せられたものはない。弧直流回線に對してはマグネタイト弧光燈時には酸化金屬弧光燈或は酸化鐵チタニウム弧光燈とも稱へられて居るものとなりて成功して居る。之れは負電極が鐵チタニウム、クロニウム(マグネタイト、イルメナイト、ルタイル、クロマイト)の酸化物の混合にて

作られ普通に鐵の薄管にて包まれて居る。正極は電燈の永久物である。マグネタイト弧光燈はコアンペアの直流定電流回路に使用され、電壓は一燈當り略シツォルトにて一般に水銀弧光整流機を通じて定電流變壓器を用ひて其の回線が作られてある。

發焰炭素弧光

發焰弧光に於きましてはルミネセンスの物質は正電極の高溫度が主要部であるが、電極の高溫度の熱蒸發に依り弧光氣流内に發生するもので電極の大き即ち溫度と能率の間に炭素弧光と同様の關係がある。炭素棒が常に主な電極物質にして炭素は元々熱弧光にて安定弧光を出すものであるから炭素弧光の安定が容易に發焰炭素弧光燈の發展を作りしものにして、其の進歩はルミナス弧光よりも早く且つ此の弧光は直流交流併用が出来る便宜を有して居る。然し炭素は容易に消費さるゝものであり又電極の大きさは能率の損失を考へずに無闇と大きくすることが出来ないから從て發焰炭素弧光燈は主に短燃弧光にし

て日々電極を取換へなくてはならない事となる。故に米國等では此の弧光燈は普通街燈には餘り用ひられずに主に裝飾點燈用のみに用ひられ居る。

もし長燃發焰弧光燈を作らうとするには普通炭素弧光等の閉鎖式のものと同様に空氣の流通を防ぐ閉鎖式としなければならぬ。然し電極の消費の爲めにルミネセンスの物質が煙となりて殘留するから循環方法を以て外球に沈澱して發光に差支へない様に或る場所に液澱する方法を取らなければならぬのである。

斯様な長燃發焰弧光が色々設計されたが、多分電燈外部の裝置に關係するものであらうがまだ一つも實用に供せられたものは無い様である、而して光の黄色、燭力が大きなこと、電極の經費大なること、安定の不足等が此の電燈の缺點である。

又發焰炭素弧光にルミネセンス物として弗化物、硼酸鹽、磷酸鹽、タンダステン酸鹽等のカルシウム屬のものが用ひられる、之等は能率は非常に良好であるが光は矢張黄色であり、而して黄色發焰炭素の能率と比較し得らる様な白色發焰

炭素はまだ出現しない。

現在發焰弧光はルミナス弧光と普通炭素弧光の中間に位して居る、即ち普通炭素弧光は電極の自熱のみに依り光が發生せられ、ルミナス弧光は弧光氣流のルミネセンスに依りてのみ光が發生せられるも發焰炭素弧光は光の大部分が弧光氣流のルミネセンスに依り發せられ、又一部分の光は正極炭素端子の自熱に依り發生される。而して、此處に面白き事は弧光にて好良の發光能率を出すものは現在發見されてあるもの、中に只三物質があるのみで夫れはチタニウム、カルシウム、及び水銀であつて、高燭力のものに作れば一ワット當り三四燭光も出る。チタニウムは白色光を出し、マグネタイト弧光燈に用ひられ、カルシウムは黄光を出して發焰弧光燈に用ひられ、又水銀は綠色にして真空弧光燈に用ひられて居る。

弧光燈の點燈裝置

前に縷説した通り、弧光の性質上、弧光を實用點燈に供せる凡ての弧光燈には

何れも點燈装置が必要となる。

弧光は自然的に發生するものでないから第一に要するものは弧光の發生装置であつて、之れは最初兩電極を接觸せしめて兩者間に回線を作り後之れを分離して弧光を發生せしむる装置である。

次に弧光氣流の瓦斯導體を送る爲めに多少の差はあるが電極が消費するかから電極の供給装置が必要となる、弧光の長さを常に一定に保つ様電極を漸次動かす装置である。

又定電壓回路用のもの即ち併列式電燈のものには弧光は定電壓回路には不安定のものであるから弧光の安定装置が必要である。之れは直流には抵抗交流にはリアクタンスが弧光と直列に接続され而して常に供給電壓に適する様電壓の多少の差に對し電燈が都合よく點燈さるゝ様調整出来る装置である。

又定電流回路用のもの即ち直列式電燈のものには電極の破損又は消費に依り回線が開路することを防ぐ爲めに其の破損又は消費弧光燈を短絡する分路装置が必要である。

之れは普通にシャント抵抗を電壓捲線磁石にて電燈の端子間に接続さるゝ様になつて居る。

尙右の外弧光を滅火させない適當の程度にて緩漫に各種装置が動き、又急劇に供給装置等が働き過ぎると云ふ様な事を避ける爲めにダッシュポット或は他の減動装置が必要である。

凡ての點燈装置は電磁石即ちソレノイドにて行動せられ、時には重さを併用したもの或は稀にスプリングを應用したのもあるが、之等併用應用の分は連續點燈に對して普通好結果を示して居ない。

電燈が直捲電磁石のみ使用せられてある時は之れを直捲電燈と稱へ、分捲電磁石のみが使用せらるゝ時は分捲電燈と云ひ、直捲分捲電磁石が用ひられてあるものは差働捲電燈と稱する。直捲電燈は電燈内にて定電流に對し調整するから多數の電燈が直列に接続さるゝ場所には不適當であり、分捲電燈は定電壓に對し調整して電流には不關係である。又差働捲電燈は電流及び電壓の一定關係を調整するもので此の種のものが現今最も普通に採用されて居る。

弧光電燈の點燈装置の色々異つたものは各製造者に依り色々あつて各文書等にて發表されて居るから之等に依り研究すべきで之等は製造者には必要な事であるが茲には只重なる事のみを擧げて置く事とする。

弧光の有効抵抗

弧光の抵抗は連續して居るが時々急に變化したり又幾分脈動したりして一定のものではない。弧光導體は周圍の空氣よりは非常に高き温度の蒸發氣流であるから能く空氣の流通を防ぎしものでも多少空氣の流通換氣等の爲に影響を受ける。普通炭素弧光燈は熱せられた端子が輻射物であり、弧光氣流に消費さるゝ電壓は發光に對し消耗物であつて、弧光長は電極の陰影の爲に遮光され無い程度に出来るだけ短くされてあるから弧光抵抗の變化は中位である。然し發焰弧光やルミナス弧光では光は弧光氣流に依り發せられ而して端子に於ける電壓降下は大なる消耗電力であつて能率よくするには長弧光長のものが必要とする爲に空氣流通の影響は著しくなり、爲に弧光抵抗の變化は大となる。

る、特に小燭力燈に伴ふ小電流の場合には更に甚しくなる。

弧光電燈設計上の問題は點燈装置の方法であつて弧光燈から出来るだけの光の一定發生をする様に調整すること、同時に現在の配電法に對し弧光燈の採用及び其の經濟的點燈法に關することの二つが主要のものとなる。

一定光束に對する弧光燈の調整

普通弧光燈の發光は電流に關係して弧光長は電極の陰を最小にするだけで直接關係致さないから、一定光束に對する調整は電流を一定にする事に對し調整すればよいのである、故に一定電流を保つ様弧光長を變化させる、直捲電磁石のものは定電壓電燈に對しては最良のものである、然し定電流電燈に對しては電極の影をなるべく少なくする弧光長を保つ様餘り短からずなし、又消耗電力が増すから又餘り長からずに單に置く事となる。斯く弧光長は光に直接關係しないから調整の浮動方法が採用されて現今のものには何れも之が用ひられて居る。即ち炭素棒の一方又は兩方が分捲及び直捲電磁石或は直捲電磁石と

重量の引力に依り浮動的に保持されてあつて、弧光抵抗の上下變化に對し弧光長を調整する爲絶えず動かされてある。定電流弧光燈の端子電壓は極く僅かの變化のみである。而してルミナス弧光の場合には前者炭素弧光燈とは餘程差異ありて、此の電燈の光束は電流と弧光長の兩方に比例する爲に浮動方法の調整法に依ると弧光長の或る變化も直に光束の變化に關係するから不適當である。又弧光抵抗の變化は光輝の變化を伴ふ、即ち弧光抵抗の増加は一定弧光長の場合には弧光電壓を高め普通に光輝の減少を來し延いて光束の減少を生ず、從て光束を一定に調整するには弧光抵抗の増加の爲に生ずる弧光電壓の増加に對し弧光長の増加が必要となるのである。浮動方法の調整は弧光電壓の増加に對し弧光長を短くする傾きの物に付き、斯の如き場合に對する調整法としては反對のものであつて、光束の變化を更に増すこととなりて光束の適當なる調整をなさしむるには反て弧光長を一定に保つ方がよい事となる。故にルミナス弧光燈に於ては常に定弧光長に對する調整が出来るだけ用ひられて居る。即ち此の電燈では弧光端子は一定距離の場所に占め付けられ時々炭素棒の消

費率に應じて其の距離は弧光を通じて調整さるゝ様になつて居る。此の弧光長を定める調整法は弧光抵抗に伴ひて端子電壓に甚だしき變化を與へるも、定電流回路では直列に接続されてある多數の電燈の電壓變化が相互に重り合つて全電壓に影響する爲に餘り差支とはならない。又併列式即ち定電壓電燈に於ては弧光電壓の變化は點燈の障害となるから電流を安定にする爲に弧光に直列に非常に大なインダクタンスを用ひるか或は浮動式の調整方法を用ひて、定光束調整に對しては多少の變化は致方無いとあきらめる事となり、其の結果併列式ルミナス弧光燈は直列弧光燈より稍安定を缺く事となる。發焰弧光燈に於ては普通に大電流と長弧光が採用されて不鋭敏の浮動装置が用ひられて居る。若しも夫が適當な中邊の範圍のみで働作する様制限されてあればさう不適當のものではないが、兎に角此電燈の光束は普通の炭素弧光燈よりは稍安定を缺く、而して發焰弧光の主なる不利益の一は光束の安定が下級のものと云ふことである。

弧光燈の種別と其の主なる型式

現在市場に在る各種の弧光燈を種別すれば次の様になる。

發光の性質から區別すると、(一)普通炭素弧光、(二)發焰弧光、(三)ルミナス弧光此の内には真空弧光の水銀弧光も含む)となる。

又電極の壽命から區別すると、(一)短燃弧光、(二)長燃弧光となる。前者は電流及び電極の大きさに依り差異ありと雖電極の壽命は八—二〇時間て後者は五〇—二五〇時間、水銀弧光は更に長い。

又空氣に對する弧光の保安から言へば、(一)開放式弧光、(二)閉鎖式弧光の二つになる。

供給電路の性質上から區別すると、(一)定電壓即ち併列式弧光燈、(二)定電流即ち直列式弧光燈となり。

電極の配置から言へば、(一)垂直弧光と(二)水平弧光の二つになる。前者は電極が互に垂直に置かれ最大光束は水平の方向に發光せられる、但し直流普通炭素

弧光は輻射物である上部の正電極から最大光束は下部に向つて發光され後者の水平弧光では電極が下の方に集められてあつて最大光束は下方に向つて發光される。次に弧光燈の主なるものを擧げると

開放式普通炭素弧光燈 短燃弧光であつて九、六アンペアの定電流回路に用ひらるゝもので、現今餘り用ひられて居ない。

閉鎖式普通炭素弧光燈 長燃弧光であつて併列直列交流直流何れにも用ひられる、但し其の構造は異つて居る。而して現今用ひられて居る此電燈の主なるものは六、六アンペア及び七、五アンペアの定電流回路用の直列交流閉鎖式炭素弧光燈であるが能率が低位の爲に續々廢燈されつゝある。

増輝弧光燈 閉鎖式普通炭素弧光であつて半長燃で電極の小さきものを用ひて好能率を得て居るもので、主として白色光の好能率室内燈として用ひられ、定電壓で直流交流の兩回線に用ひられる。然し之れも段々用ひられ無くなつた。

黄色發焰弧光燈 普通のものには開放式短燃弧光であつて光の下方配光する

様に炭素棒が集められて居て、主に室外裝飾點燈用に用ひられるが室内燈にも用ひられ、其の缺點は光が黄色である事である。
 マグネタイト弧光燈 主に街燈として四アンペア又は六、六アンペアの直流定電流回線に用ひられるもので開放式長燃弧光である。
 水銀弧光燈 眞空弧光燈であつて主に好能率の安定なる室内燈として用ひられ、此の缺點は光の綠色なる事である。

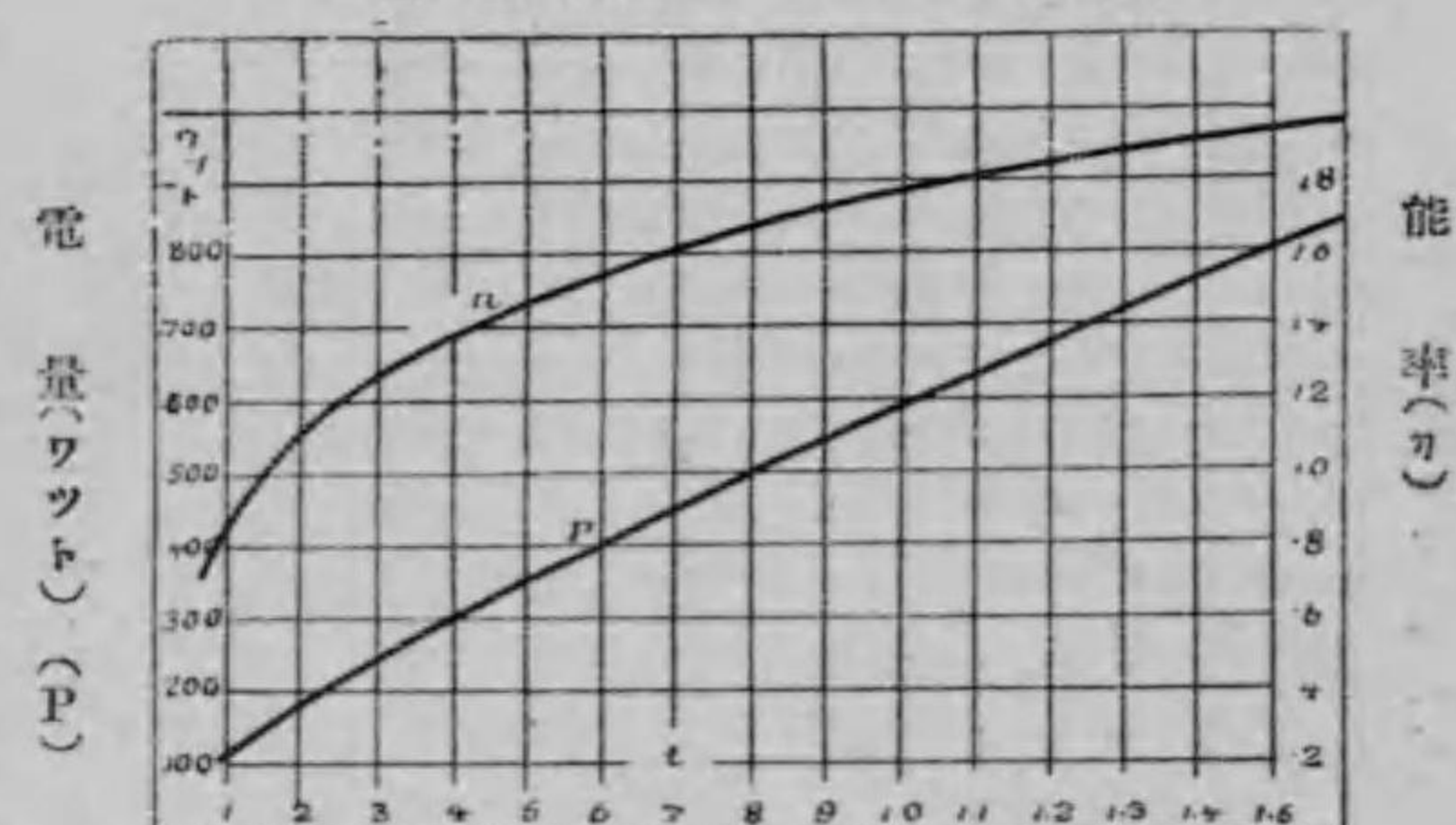
高燭力と弧光能率増加の關係

白熱電燈は光の大小に關せず廣き範圍に對し發光能率は殆ど一樣であるが、弧光燈の能率は電力消費に伴ひ増加す、即ち高燭力のもの程増加し、低燭力のものには低下する。従て弧光燈は何れも高燭力のものには現今白熱電燈では及ぶ事が出来ない程高能率であるが、低燭力のものには却て白熱電燈に劣つて居る。弧光に依る發光能率と電力消費の關係は稍概算ではあるが、ルミナス弧光等では計算することが出来る。今假に直列直流のマグネタイト弧光を取ると其の弧

光電壓の關係式は大凡そ

$$e = 30 + \frac{1231 + 0.5}{\sqrt{i}}$$

圖 四 十 第
 圖線曲性特光弧トイタネグマ時七・〇



(i) ア ベ ン ア 流 電

線の様になり、圖は電流(i)が四アンペアの時である。兩圖に示されたる如く定

の式で表される、弧光長は時、又平均球面燭光に於ける光束Fは

$$F = 1507i$$

で表される、光束は弧光長と電流に比例すと假定す

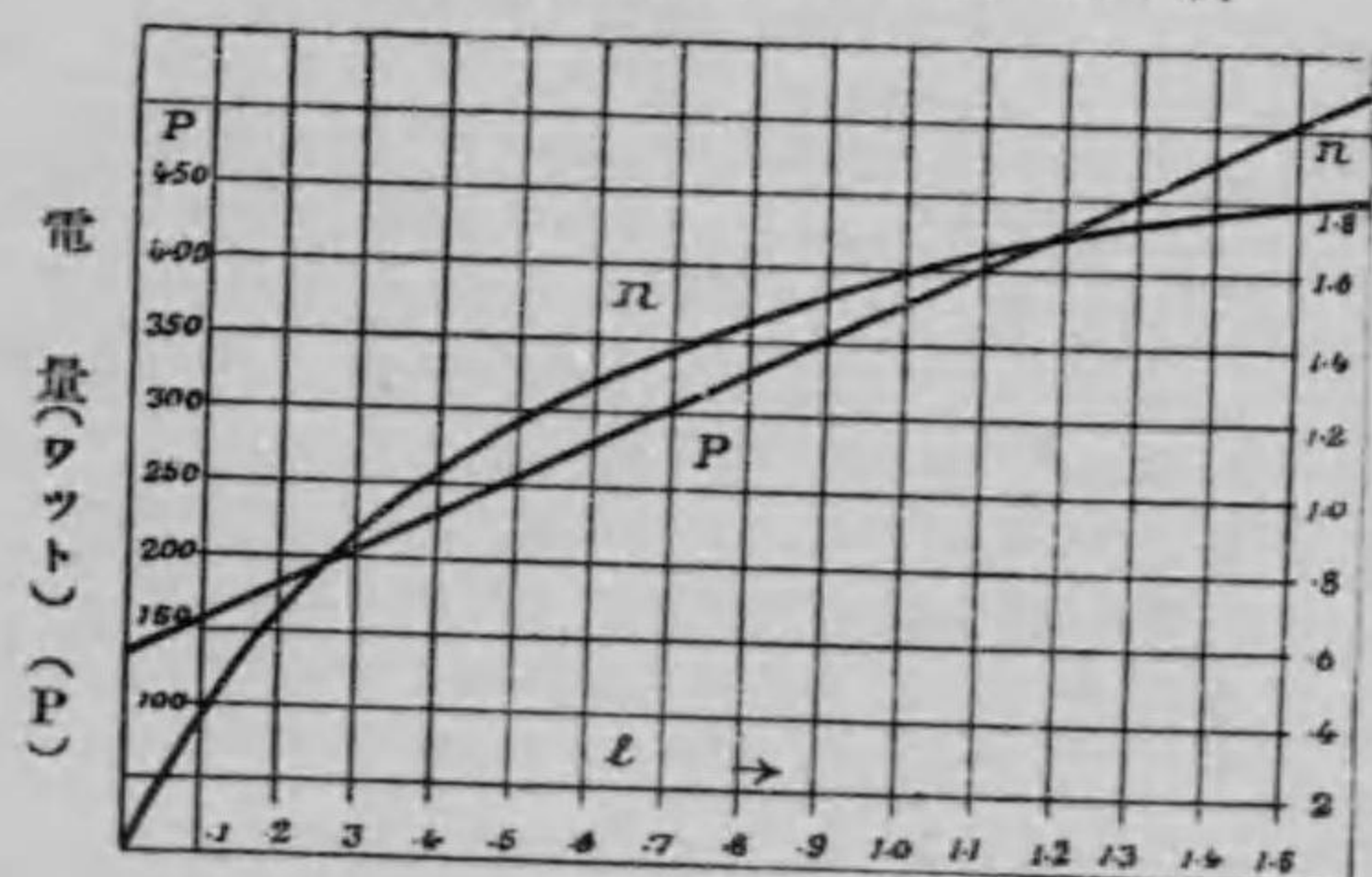
然る時は兩式より一定弧光長の場合には消費電力(P)及び能率(η)と電流(i)の色々變化したものの關係は第十四圖の様になり、圖の曲線は弧光長(λ)が〇・七吋の場合である。

又電流を一定にして弧光長を變化せし時の消費電力及び能率の關係は第十五圖の曲

弧光長の時電流を増し又定電流の時弧光長を増すと能率は良好となるが消費電力は何れも増加する。

能率(%) 一ワット當り觸光

圖 五 十 第
圖線曲性特光弧トイタネグマアベンア四



(1) 時長 光 弧

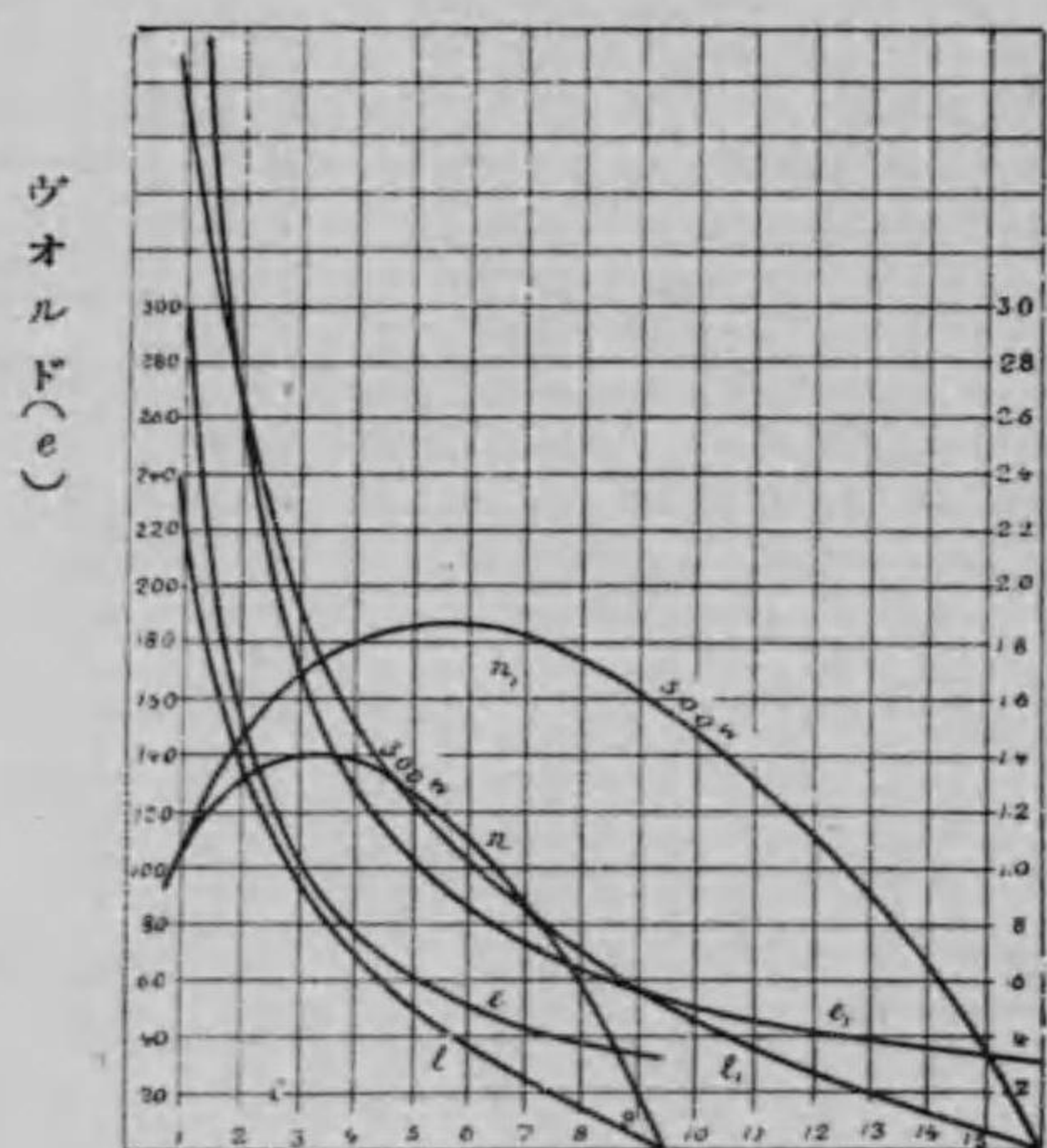
次に消費電力(ワット)を一定にした時の弧光長、弧光電圧及び能率は矢張前記兩式から出すことが出来、今弧光に於て三〇〇ワット五〇〇ワットの消費電力の場合の関係を電流が變化するものとして圖示すれば第十六圖の様になる。

圖に示すが如く一定消費電力の場合に電流を増加すれば能率は或る最高點迄進み夫れから又下り初める、其の最高點は三百ワットの時より五百ワットの時の方が高くなつて居る。

次に弧光の消費電力と其最大能率の關係を見れば第十七圖の様になる、即ち

圖 六 十 第

トイタネグマ、トツワ百五び及トツワ百三
圖線曲性特光弧



(i) ア ベ ン ア

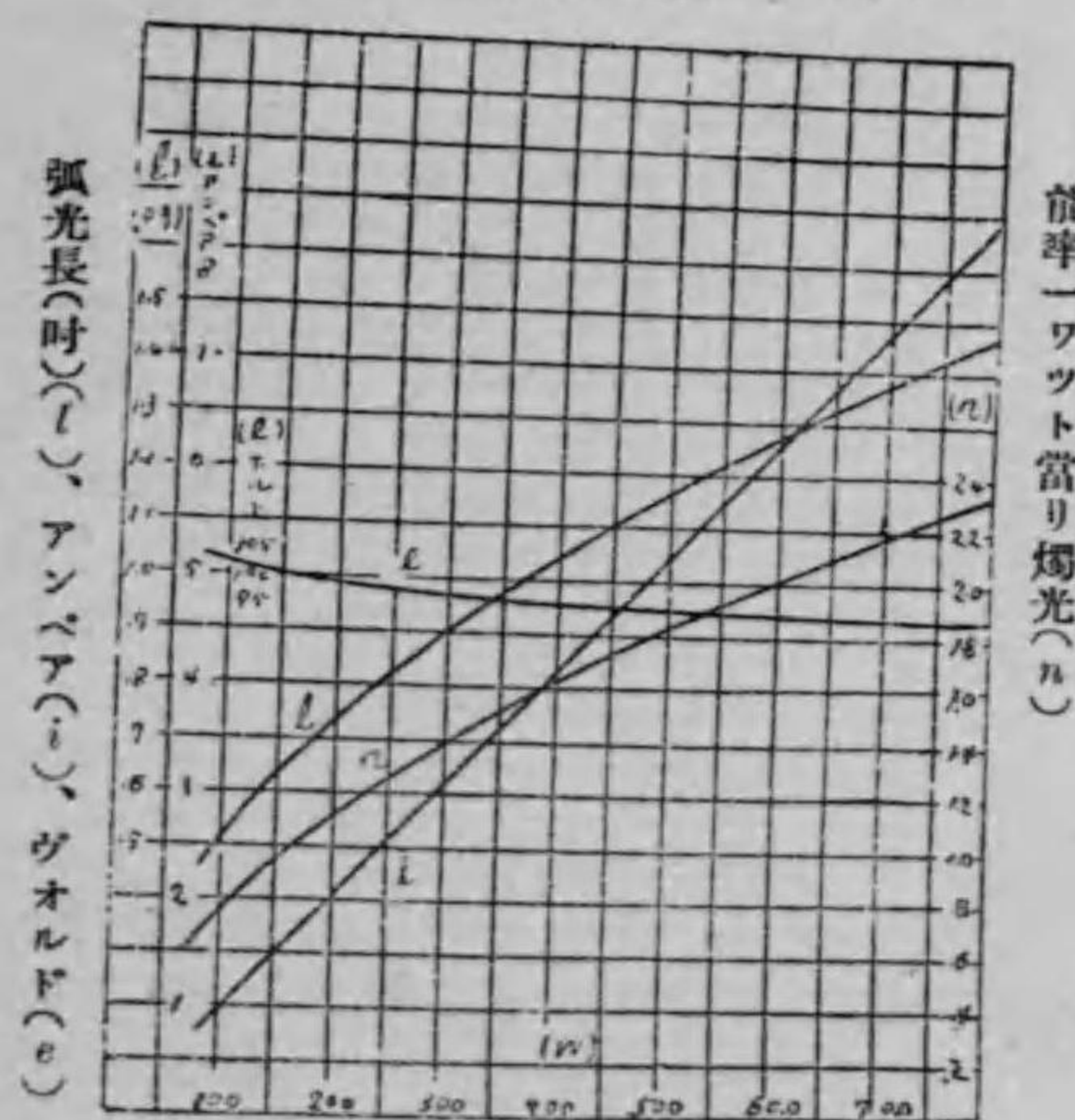
能率(%) 弧光長(L)

消費電力を増して最大能率にて點燈するには電流及び弧光長が増加して只電壓が稍一定にて残る計りである。消費電力を増せば能率は急に良好になつて来る。而して第十七圖と第一表に依りタングステン電燈の能率は百ワットの時一致し、瓦斯封入のものは四百ワットの時一致する。之れは單に電力消費の能率から見たものであるが弧光燈には此外電極取換代及び其の工費を要するから、結局點燈費としては上記のワット以

上のものゝ所に於て一致することゝなり、從て之が弧光燈の漸次白熱電燈球に置換へられつゝある原因となるのである。

圖七十第

圖線曲性特率能大最の光弧トイタネグマ



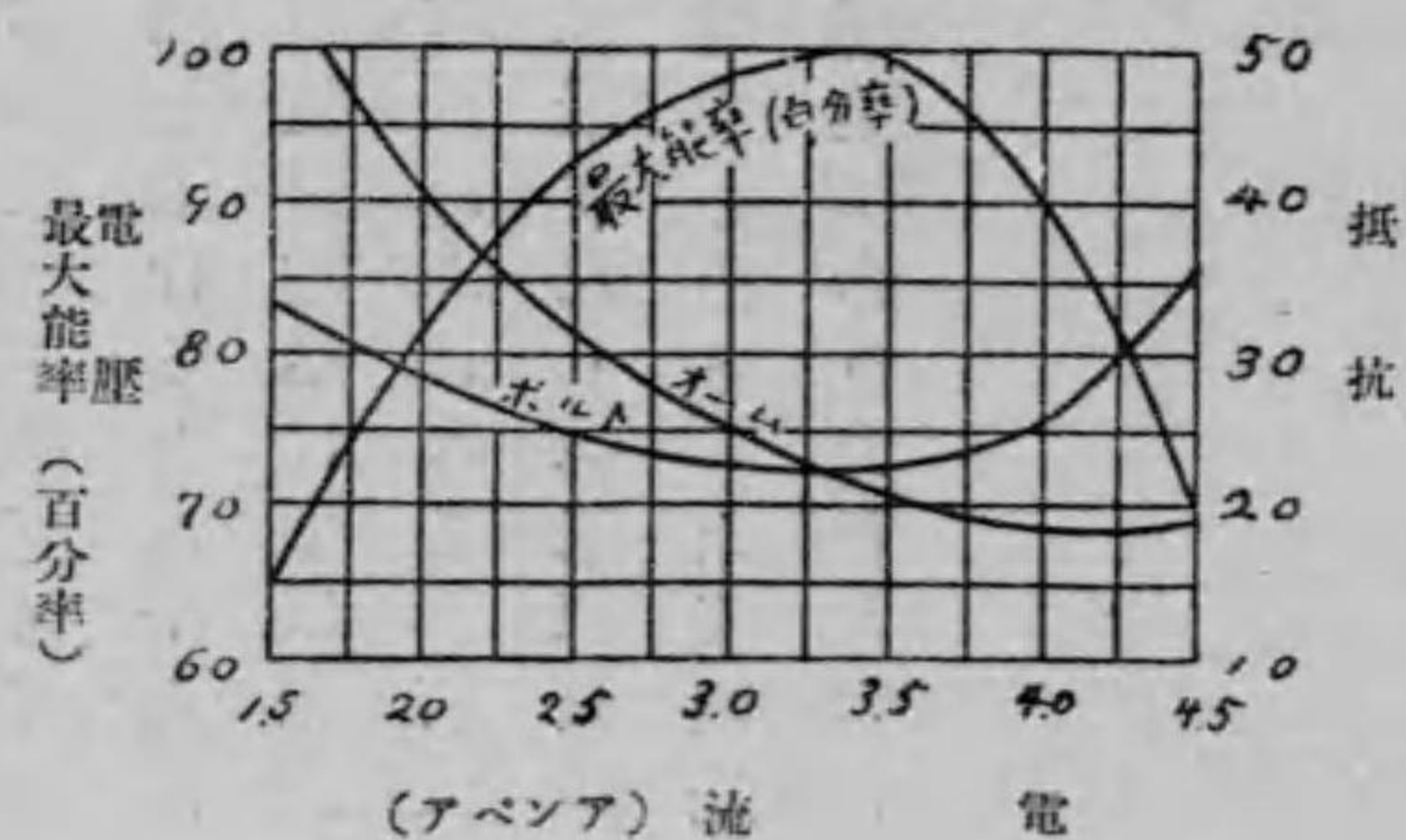
真空弧光

水銀蒸氣弧光燈及び其の特性

真空弧光燈中實用に供せられて居るものは今日の處水銀蒸氣弧光一つであつて低氣壓水銀弧光燈は硝子管内に點燈せられ高氣壓水銀弧光燈は石英管内に點燈せられる。水銀弧光燈の端子電壓降下は殆ど一定であつて略十二ヴォルト程であり氣流電壓は弧光長、弧光管の大きさ及び蒸發氣壓に關係し電流には或る範圍内は無關係である。氣流電壓は管の直徑を

圖八十第

圖線曲性特流電壓電の光弧銀水



光を生ずるのである。

小さくすると増加し又蒸發氣壓を増加すると直徑約二種の弧光管にて真空良好のものは一種當り〇五ヴォルト程の低いものとなるが管の直徑を一種とし

水銀蒸發氣壓を大氣と殆ど一樣にすれば、一種當り八ヴォルトから十ヴォルトに登る。

水銀弧光はルミナス弧光の一種であつて炭素弧光は熱弧光であるが、水銀弧光は冷弧光であつて硝子管内の低氣壓水銀弧光では弧光氣流の溫度は略攝氏二〇〇度から二五〇度程である。

水銀弧光も他の弧光と同様に弧光の發生裝置が必要であつて其の裝置は重力に依り負電極の所に歸り集まる様に出て居り、凝縮部に水銀蒸發氣が凝縮し、之れが電氣の爲めに弧

水銀弧光の重要な特性は他の弧光よりは小燭力のもの即ち八十ワット百ワット等の如きものでも好能率で作らるゝと云ふ事である。而して今其の特性曲線圖を挙げると第十八圖の様になる、硝子管水銀弧光にて真空良好のものは普通の使用電壓にては弧光長は割合に長くして百十ゾォルト回線用のものは長さ三尺以上になるが石英管水銀弧光のものは高氣壓の爲めに同一電壓では他の弧光に比し弧光線長は短くなりて二百二十ゾォルト回線用のもので弧光長八吋位である。水銀弧光の利益は光が非常に安定で高能率なることであるが不利益は赤色光が非常に不足した倫歪色なる綠色であることである。

照明工學に用ひらるゝ術語と 其の關係

照明工學に關係のある術語は澤山あるが、其中重なるものに付て述べる事にする。

燭光

燭光は光力の單位であつて、我國では電氣事業法施行規則第五十二條に規定してある。其の條文は、

電燈の光力を表示するには燭光を單位とす。

一燭光とは氣壓七百六十ミリメートルの時一立方メートルに付き八リットルの水蒸氣を含有する空氣中に燃燒するハーコート氏十燭光ペンテーン燭の光力の十分の一とす。

之は萬國標準單位と同様であつて米國英國佛國も之と同様の單位を用ひて居る。只獨逸のヘルネル單位は萬國標準單位の0.7であるから、ヘルネル單位を以て燭光を表せらるゝものは萬國標準單位に換算する必要がある。

又同規則五十三條には、

光力を以て契約する電燈供給に使用する白熱電燈球には燭光及び電壓を指示すべし。前項の指定燭光數は平均水平燭光を以て表示し其の百分の十を超過せざることを要す。

とある。随つて現今各電燈會社では燭光本位の制度を採用して居る處が多數あるが、電球製造業は日進月歩の勢で發達して居るから、歐米各國では以前カーボン電球時代には燭光本位であつたのを、皆ワット本位に変更した。新莊理學士も亦同じ意見を以て居られて盛んにワット本位制度に就て主張して居られるが、ワット本位に変更されたならば我國の電燈事業は更らに一段の發達をする事と思ふ。然し之は燭光と云ふ單位を止めると云ふ理由ではないのでワット本位の方が燭光本位制度より便利で都合がよいと云ふのである。今擧げた

規則の中で、指示燭光數は平均水平燭光を以て表示す云々とあるが、其の平均水平燭光と云ふのは電球を直立に立て其の縱條の中心を通る水平面に於て、各角度に放射配光する光力の平均の燭光を云ふのである。又之れに對して平均球面燭光と云ふのがある。之れは發光體を中心として八方の各方面に配光する光力の平均を表はしたものである。又平均上半球面燭光と云ふのは光源の中心を通る水平面上から上半球面に向つての平均光力を燭光で表はしたもので、平均下半球面燭光と云ふのは、其の下半球面に向つての平均光力を燭光で表はしたものである。

一般に平均球面燭光は平均水平燭光よりも小く此二つの燭光の比を球面換算率と云ひて、普通白熱電球で0.7より0.8位である。それを式にて表すと、

$$I_0 = \sqrt{I}$$

I_0 = 平均球面燭光

I = 平均水平燭光

$\sqrt{\quad}$ = 球面換算率

となる。

或る電球の燭光電壓電流量能率等の昇降の關係を表はした曲線を其の電球の特性曲線 (characteristic curve) と云ひ、壽命などの時間が這入つて居る曲線をブアイホアマンズ曲線 (performance curve) と稱する。

又電球の電壓と其の燭光との昇降關係を式で示すと、

$$I = I_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^n$$

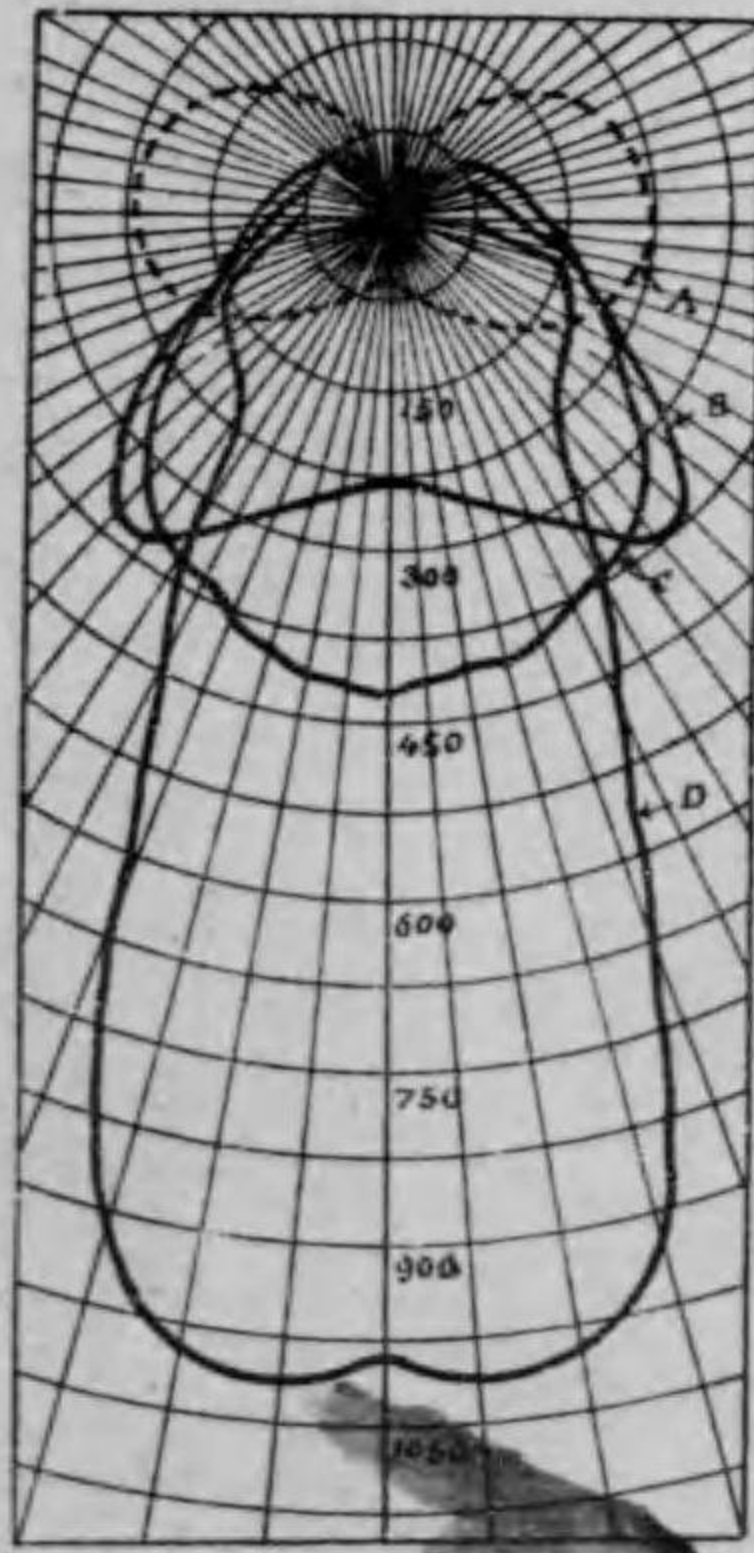
此の式の中で、 I は V ヲヴォルトの時の燭光で、 I_0 は V_0 ヲヴォルトの時の燭光、 K を常數とする。タング

ステンランプの時は K は 300 から 3000 内外で能率に依つて變化する。電球の光はホトメーターで測るのであつて、

照明は發光體の光力の距離自乗に反比例する。

と云ふ事を基として標準電球の光力と比較して電球を試験するのであつて、機

圖九十第



械其の他の事はこゝには省略する。次に配光曲線に就て言ふと、之は電球より發光する光力を各角度に對して圖解したものであつて、主に發光體の中心を貫し水平面上又は垂直平面上に示さるゝものである。第十九圖は垂直面の時のもので、電球に笠を取付けた時と笠の無い時又は笠の形によつて變化するものである。

點線は笠の無い時、實線はホロヘン笠エキステンシーブ型を取付けたもので、笠が光のエネルギーを吸収しない時には、形は變化しても光束數は同一な譯である。而して照明の計算には此の曲線圖は必要なものである。

壽命と能率

電球の能率と云ふのは使はれるエネルギーと光となつて出て來るエネルギー平均水平一燭光當りの比であるが普通にワットと平均水平燭光との比を以つて表し、又は略して $W.P.C.$ で表す。又時には一ワット當り光束即ち電球より發散する光力線とワットとの比で示す事もある普通のタングステンランプ

は能率 (W.P.C.) に依つて變化するが其の數は $\frac{1}{10}$ 内外であつて平均水平燭光に十を掛けると全光力線の近似値が出る。電球の種類に依り變化し、光束とワットとを以て照明の計算をする時に必要がある。又普通に云ふ電球の能率は其の數が少ない程よくなるのである。又全勢力と光に變つた勢力との比で言ふと、其の比が多ければ多い程其の能率がよくなるので、普通タングステン電球では 5% 乃至 10% 位でナイトロゼンランプでも 30% 以下であつて、他の發電機や變壓器などの電氣機械に比較すると非常に差があるから、今後大に電球製造業に改良の餘地がある事だらうと思ふ。之一つはエネルギーの目に見へる波長の部分が少ないからにも因るのである。

電氣事業法施行規則第五十四條に、

電氣事業者が白熱電燈球を提供して電燈を供給する場合に於て其の光力取付後の使用に依り指示電壓に於て指示燭光數の百分の八十以下に減少し且つ需要者の請求ある時は電氣事業者は新なる電球の取換を爲すべし。と提供してある。即ち電球の壽命には二種ありて、前に言つた様に或る電球を

點けて居ても其壽命が盡きたと認める事が出来る場合には其の壽命を有效壽命と云ひ、全く破損或は斷線にて使ふ事が出来ない様になつた時の壽命を破損壽命と言ふ。普通電球の壽命と云ふ場合には主として有効壽命を指すのである。同じ種類の電球では能率を悪くすると壽命は長くなり、能率を好くすると壽命は短くなる。取附電球に就いては特性曲線によつて見ると、電壓を高めると能率は好くなるが壽命は短くなり、又電壓を下げると能率が悪くなると同時に燭光が非常に減るから壽命は前述の入割減に近づくから却て又非常に短くなる。随つて導線の電壓を始終一定して、最初から能率を定めて電球を點火するのが最も利益であるし又必要の事である。

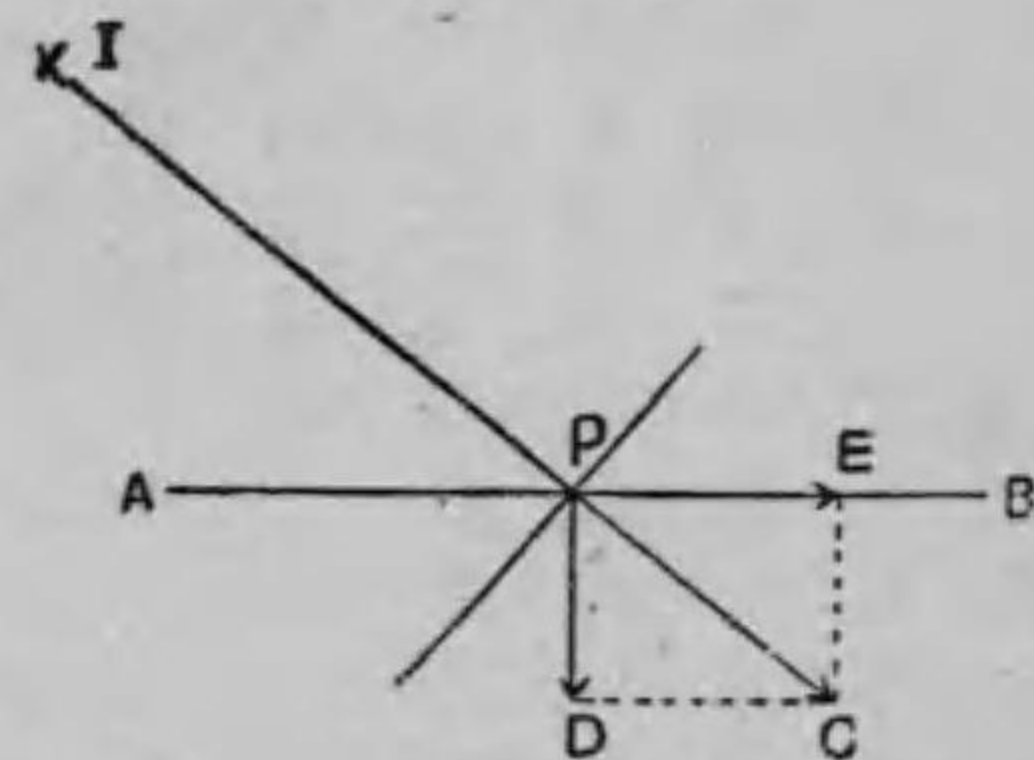
タングステンランプの壽命は普通千時間を適當の時間と定めてある。之は有効壽命の事であつて不良ランプを除き何れのランプも必ず一千時間であると云ふ事ではなくて、各ランプの壽命が千時間内外で其の平均が千時間であると云ふ事である。現に電球製造者は壽命を千時間位に一定し能率の改良と云ふ事に力を盡して電球の進歩を計つて居る。

光力線又は光束

光力線又は光束と云ふのは光源から發散する眼に見える輻射であつて、一つの光源から八方に發散する者である。之は丁度磁力線が磁石の一極から八方に發散すると同様で、其單位をルーメンと言ふ、一燭光の光源と云ふのは其の發光體から一尺の距離の處で一方一平方呎の面積球面の一部となるに一光力線即ち一ルーメン通過するものと云ふ事が出来る。光力即ち光の強さは發光體の表面に於ての光力線の密度を云ふものであつて、其の燭光は立體角度で其の立體角度内の光力線を割つたものである。實際上照明の計算には電球などは光源が一點のものとして居るが、天井や壁の撒光反射を計算すると、天井や壁が一種の光源となるものであつて、其の時の光力線は下半球面にばかり發射する事となり、其の面積や光力線の密度即ち表面光輝等が關係して來るのである。

照 明

圖 十 二 第



照明と云ふのは照らされて居る物體から反射された光力線の密度であつて、之に依りて吾々は物體を認識するのであるが、普通云ふ照明の強さとは照らされて居る物體には無關係で、其處に來る光束線の密度を云ふのである。其單位を呎燭光で表す。即ち單位面積なる一平方呎に一本の光力線が來ることを意味するものである。今第二十圖に於てIと云ふ發光體がAB平面上に光を送つて居ると假定すれば、AB面上のP點に於ては三個の照明が出来る、一はPI線に直角な平面上の照明で之を光體に向つての平面上の照明又は全照明と云ひPC²がある。又之を分解するとPDとPEとになる。AB面上を照す照明PDを水平面照明と云ひ、垂直面を照すPEを垂直面照明と云ひ、後の方は壁などの側面を照す照明で繪畫陳列所等に必要であり、又前の方は床の面を照らすもので一般には之が必要である。

室内照明

日本建築と電気工事

電気は最近に發達して來た學科であるから其應用も亦最近の事であるが今日に於いては種々應用さるゝ様になり、建築上に於いても抗打から、コンクリート練を始め色々の作業に用ひられて居る。又住宅に於いても電燈電話電鈴を始め電扇電気割烹其他色々の電燈應用の設備が出來従つて今後の建築物には電線の布線されない家は殆ど無い様になることと思ふ。電気はかく便利であるが又多少危険も伴ふ爲めに、遞信省では電気事業法を制定して工事を一々監督して居る。故に建築物は建設の始めより電気布線に對して適當の設計が必要であつて、電気の仕事は電気業者の仕事であるからとて、別にして設計すると折角の建築物を後から破壊する様の事も出來るし、又電気工事に於いても非常に不便困難を來たし經費が嵩むと云ふ様な實例も少なく無いかと思ふ。

特に日本建築にては室内の電燈取付等の電線引出口は、座敷の周圍が天井壁柱、襖障子等であるから天井以外には先づ柱に付けるより外はない。而して柱に後から孔を開けるのは面白く無い様に思ふ事も多いものである。然し始めより設計がしてあれば其の憂も無く、又土壁にも取付けることが出来る上、其の座敷に適應した器具をも取付けられるのである。

電話電鈴は別であるが電燈布線が適當に出來て又開閉器引出口等が都合よく設計されてあれば他の電気設備も思ふ様に應用さるゝものであるから、今電燈を主として話しをするに就て一言申添へた次第である。

燈火に對する時勢の要求

人間の生活には昔から衣食住の三要素が必要と云はれて居るが、光と空氣とは前述の三要素同様必要のものである。昔の人は空氣と云ふ事に對しては餘り注意しなかつた様に、光に對しても多く考へるものが少なかつた様であつて日中は天與の光たる太陽の光で仕事をし、日が暮れると何事もせず静眠安息

して居つた様である。而して天與の光に對しては神様として拜禮して居つた。僅か百年前獨逸ですら雜誌々上(千八十六年三月二十六日ケルニツシエツァイング)に燈火撲滅論と云ふ論文が掲載せられ當時は研究せられた様である。之れは街燈の事であつたが、日が暮れてから街頭に燈火を點けるのは甚だよくない事であると云ふのは、神學上からも法律上からも又醫學上の見地からも道上から国民經濟上から考へても又世間一般の人々から云ふても不都合である。と云ふ事が例を擧げて説明せられてある。が事實は之れと反對に燈火は非常に發達して來た、自爲の要求と時勢の趨向に依り次第に燈火の效果並に其の必要及び其れに對する研究が世人一般から認められて來たのである。我國に於いても同様に徳川時代には、江戸の市街すら燈火は行燈位で非常に暗かつた。而して當時東海道五十三次の道中に一ヶ月近くも掛かつたのが、今では汽車で一日と云ふ様な時代になつた。従つて昔の様に日中だけ作業して夜は靜安に眠ることを許さず、晝夜兼行の工場も出來、翌日の活動に對する下調べや、各種の會合も夜行はるゝ様になり、家庭の和樂も夕飯後燈火の下で一家團

樂の中に求めらるゝ様になつた。特に中流以下の家庭にては主人の住宅は夜だけであると云ふてもよい様になつたが爲に晝間明るい氣持のよい部屋を望む様に夜間に於ては燈火が非常に必要となり、單に燈火が必要となつたのみならず、善美なる燈火と其の氣持ちよき適當の點方迄が必要となつて來たのである。其の結果、燈火は舊來餘り重きを置かなかつたものであるにも拘らず、今日では空氣に對する換氣法と同様に照明法が建築設計上必要條件の一つとなつて來た事と思ふ。特に晝間のみ使用する建築物なら先づ差支はないが、晝も夜も使用する住宅、店舗、事務所等の建築物には之が採光と裝飾を兼備するものであるから一層必要の度が増す譯である。而して世人は晝間の時も夜間の時に對しても心地よき建築物を要求することとなつたから、燈火に對する時勢の要求も從て重大となつたと考へられるのである。

我國に於ける燈火燈器の變遷大要

過去に於ける燈火燈器の有様は今日の照明法と直接關係は殆どないが、建築

と燈器とは色々關係があるから、茲には一寸其の變遷の大略を述べる。
燈火燈器の變遷に對しては豊臣氏亡びて徳川氏立つと云ふ様に確然區別することは出来ないが、今は一般の歴史の分け方に従つて言はうと思ふ。

(イ) 神代及太古時代

紀元前時代より紀元五六三年迄
神代——開化天皇

此の時代には建築の方は神明造り、大社造等の様式が既にあつたが、燈火の方は木材を材料とする松明と籠火とのみの様である。

當時の家屋には土又は他の不燃燒物の竈があるし又血足と稱へられる煙出もあるから室内で物を煮燃し尙之れにて夜間には燈火照明が行はれたかと思はれる。

尙此の外に祝辭式に「火瓮なす光」の句がある、一般に火瓮は火邊の當て字と云はれてあるが、博物館の關先生は火瓮は一種の燈器と解するが正當であるとの御説であるが、記録が見當らないから品物は不明である。然し後世の結燈臺も重要部分は一箇の素燒皿であるから一種の皿形土器かと思はれる。

(ロ) 三韓交通時代

紀元五六四年——一〇九九年
崇神天皇——宣化天皇

建築の方も進んで来て伊勢内外宮、住吉神社等が出来た時代で、燈火の方は關野工學博士の研究された朝鮮高句麗の東洋最古の壁畫等に依り油火が僅かに用ひられしならんと認めらるゝ外別に言ふべきものは無かつた様である。

(ハ) 推古時代

紀元一二〇〇年——一三〇〇年
欽明天皇——舒明天皇

佛教傳來後の時代にて、百般の文物が凡て面目を改め、佛寺の建築等が盛になつた時である。燈器の方も又進歩して燈心を有せる油火が使用せられ、彼の法隆寺高燈臺等が此の時代の遺物と傳へられて居る。從て他の結燈臺等も行はれたと認められる。

燈器は此時代から一種獨立せる器具の體裁を備へて來たことは注目すべき點である。

(ニ) 寧樂時代 紀元一三〇一年——一一四六九年

(三) 寧樂時代 皇極天皇——天城天皇

此の時代には金燈樓石燈樓が出現した、大和當麻寺の石燈樓、奈良東大寺の銅燈樓は此の時代のもので、又我國最大のもので傳へられて居る。従て遺物はないが、木燈樓も存在したと思はれる。

室内燈器の方は餘り變化はなかつた様である。

(ホ) 平安時代

紀元一四七〇年——一八四四年
嵯峨天皇——安徳天皇

諸工藝が日本化せられた時代で、室内燈器には菊燈臺の如き時代的型のものが出来、寢殿作りの棟先に鈎燈籠が段々用ひられ初めた時である。

(ヘ) 鎌倉時代

紀元一八四五年——一九九九年
後鳥羽天皇——後醍醐天皇

建築に武家造が出来た時で、其の型式が質素であるが如く此の時代は萬事に質素であつた爲めに燈器には弘辨作の如き特種のものであるが、一般から言ふと殆ど變化が無かつた様で、たゞ神社佛閣への奉納燈は増加して居る。又盆燈

籠が用ひられ初めた様である。

(ト) 室町時代

紀元二〇〇〇年——二二三九年
後村上天皇——正親町天皇(永録)

寢殿作が書院造となり、一般文物にも色々變化が生じたが、要するに後世徳川時代の文物の根本となつた時代であるから、従て燈器も亦其の傾があつて此の時代には變遷も亦多くあつたが、今其の大要を擧げると

石燈籠が庭園に用ひられ形式に變化を生ぜし事

便殿燈の如き燈臺の裸火に蔽をなせるもの出来せし事

行燈が携帯用燈火として使用され初めし事

提灯の根元をなす籠提灯が出現せる事

燭臺が佛具として用ひられ初めし事

等である。

(チ) 桃山時代

紀元二二三〇年——二二五五年
正親町天皇(元龜)——後陽成天皇(文錄)

意匠上には多少變化がある様であるが、燈火器其のものに就ては前時代と大差無い様である。

(リ) 江戸時代 紀元二二五六年——二五二七年
後陽成天皇(慶長)——孝明天皇

前時代迄は凡ての工藝文物が主に上流のみに限れて居たものが、此の時代には一般的に行渡る様になり、燈火器に對しても同様である。同時に國民の階級が嚴重になりし爲め所謂士と町人と云ふ様な間には自然と趣味を異にせるものが生じた様である。

行燈が室内燈となつて燭臺と共に一般に行渡り、夜提燈が松明と代つて之れ又一般に使用され、特に提燈は便利のものであつた爲めに携帯用燈火として使用せられた外に店飾、劇場内、涼舟、祭禮、其の他の裝飾用に用ひられ初めて燈火照明の氣運が次第々々と發展して來た。

(ヌ) 明治時代 紀元二五二八年——二五七一年
明治天皇

維新の大業と歐米文物傳來の爲めに諸制度は勿論凡ての文物に大變化を來たした時代で、建築上洋風建築の輸入も甚しきものであつたが、燈火燈器は更に著しき變化を受けて、殆ど根本的に改革されたと言つても不當で無い位である。即ち行燈等の種油火は石油火に一變し、而して其の石油火の洋燈も亦瓦斯燈及び電燈の爲めに再び其位地を奪はれ、在來の燈器としては提燈が僅かに残つて居る位で殆ど全廢されて了つた。而して電燈が便利で都合のよい燈火であるが爲めに非常の勢を以て一般に使用される様になつたのである。

此處に注意しなければならぬ事は在來の燈火器は箆筒長持其他の室内器具と同様一種のフアーニチアアであつたが瓦斯燈又は電燈は在來の燈火器とは其取付方が全く異り、鉛管又は電線にて一定の場所に取付らるゝのであるから、從て其取付場所及び取付器其と建築物との間には密接の關係を生じ、夜ばかりでなく晝間の美觀に對しても考へなければならぬ次第となつた事である。

(ル) 大正時代 紀元二五七二年
今上天皇

本時代は歲月がまだ少いから充分の事は言へないが燈火は短日月にも拘らず急速の進歩を致しつゝある。即ち同じ電球とは言乍ら明治時代は炭素線電球であつたが本時代は好能率の金屬線電球となり更に瓦斯封入電球が發達して來て品質に非常に變化を示して居る。

而して稍極端に言へば燈火は單に點燈すればよいと云ふ様な考から何處も千遍一律の方式で點燈せられたものが明治時代の末期から物理生理心理經濟と云ふ様な各方面から色々考へられ如何にせば最も適當なる點方であるかと云ふ事が研究せられ初めたので之が夜間の採光法又は照明法となつたのである。夫れには點燈費が廉價となつたのと前述の様に燈火が發展して來たのと燈火趣味が一般に普及せられた結果である。

照明法

前にも言つた通り光は人生の生活上甚だ大切のもので、光がない時は私等は何物も認識することは出來ない。而して其の光を大別すると(一)天然の光、(二)人

工の光の二種類になるが、天然の光に依る照明は晝光照明であつて人工の光に依る照明は所謂燈火照明である。

天然の光は太陽でも大陰でも貧富の區別無く一様に私等に光を與へてくれるから晝光照明の善惡は主として建築の設計如何に關係するが燈火照明の方は晝光が充分に來ない所や時に於いて晝間と同様に心地よく仕事が出来て、又精確に物體の形狀及び其の色彩を認めることが出来る様にするのが理想である。之れは建築上の事の外に燈火と云ふ事が加はるのであるから問題は複雑となつて來る。從て燈火照明の一般關係を言ふと自無晝光照明の關係も含有することゝなるが、茲に燈火照明を主として言ふのである。

經濟上の事は勿論凡ての事に對して節儉と云ふ事は必要であるが之れは單に支出をしないと云ふ事では無く適當に又有効に支出するといふ意味である。燈火は天與のものと異り人工のもので、相當費用を要するものであるから特に有効に點燈すると云ふ事が必要であつて、衣食住に對して人々に依り適當と云ふ事が必要であるのと同様である。從て燈火は只點燈すればよいと云ふので

無く、暗過ぎるは無論不可であるが徒に明る過ぎるも無駄となる計りで無く却て有害となることもある。

依て照明法には先づ如何なるものを考ふべきかと言ふと、大體次の五つであらう。即ち

- 一、善良なる燈火を使用すること
- 二、物體及び其の色彩を明確に認識する様にすること
- 三、目を害しない様にすること
- 四、燈火燈器は建築及び室内裝飾と調和して快感を與へる様にすること
- 五、經濟的なること

等である。
場所に依つて多少の不同はあるけれど、之等を眼目として相互に適當する様設計すれば善いであらう。

晝光照明

晝光照明の事は前にも言つた通り建築上の事に關係するのであるから、改めて説明する必要は無い様であるけれど、燈火照明の基本であるが故に其の大概を述べる。

光源が太陽であるから室内に來る光線は窓椽先等からである。日本室に對しては一寸可笑しいが用語を簡單にする爲めに光線の室内に入る場所を凡て窓と茲では名付ける。而して其の窓と床面積との比は大約工場等では一と五、事務所では一と七、小學校では一と四位と言はれるが、晝光室内照明は窓の太さ計で無く次の様な事が關係する。即ち

- 一、窓の太さ
- 二、窓の位置、方位
- 三、窓の構造、硝子障子紙の性質
- 四、天然光の強度
- 五、天空の光輝
- 六、天空に對する角度

表 八 第

試験月日	場所	糸 國 紐 育 市	備考
千九百八年九月九日及び十日	糸國紐育市		
日出月	九月九日午前五時三十三分		
日没月	九月九日午後六時十九分		
満月	十日午前七時四十五分		
時間	照明燭光		
	水平面、光體に對する正直面		
午前			
3-30	0.0008		温度華氏44° 湿度67.5%
3-45	0.0011		少しく霧あり
4-45	0.0063		温度 61°F 湿度 64.5%
4-50	0.0250		
5-00	0.1160		
5-20	7.5000		温度 60°F 湿度 77%
5-25	16.4000		日出午前五時三十三分
5-40	77.8000		太陽を見得
5-50	140.0000	150.00°0	
6-06	207.0000	401.0000	
6-30	516.0000	1060.0000	
7-00	1190.0000	2630.0000	
7-30	1390.0000	3000.0000	
8-02	2340.0000	4370.0000	
8-30	2860.0000	4980.0000	
9-00	3500.0000	5190.0000	
9-20	4240.0000	7200.0000	
10-00	4760.0000	7600.0000	温度 72° 湿度 48%
10-20	5820.0000	8680.0000	
11-00	3900.0000	5990.0000	濃霧
11-30	6210.0000	9630.0000	
12-00	7070.0000	10000.0000	
午後			
12-30	8990.0000	11780.0000	
12-45	8990.0000	12420.0000	
1-45	4620.0000	6640.0000	濃霧
2-00	5300.0000	6760.0000	霧減ず 湿度 40%
3-00	3280.0000	5790.0000	
4-10	1820.0000	4470.0000	
5-00	862.0000	2220.0000	
5-30	385.0000	768.0000	
6-15	92.6000		日没午後六時十九分
6-30	55.7000		月出湿度 60%
6-45	11.0000		
7-45	.0044	.0140	
8-10	.0069	.0182	
9-00	.0137	.0264	温度 64.5°F 湿度 61%
10-00	.0163	.0307	
11-00	.0159	.0254	
翌日午前			
12-20	.0183	.0380	
1-00	.0154	.0320	
2-00	.0130	.0269	
3-00	.0072	.0240	温度 61° 湿度 67%

七街路隣家隣室よりの撒光反射等である。

以上の内窓の太さは直接に關係するものであつて、同じ太さの窓でも床に近き時天井に近き時又は東西南北の方位に依つても多少の差は生じ次に窓の構造に依りても異つて來る。只の透明硝子にても光線の入射角に依り室内に入る光線の量が異ふ。30°の時には100%位の損失であるが角度が大きくなると30%位も損失になる。

其の上實際には撒光線入射の時でもプリズム硝子板等を用ひないと光が室内一様に配光は爲惡いものである。障子紙は入射光線が直角に來た時新らしきものでも約30%位損失する。

天然光の強度

天然光の強度は先年米國紐育市電氣試驗室椽上にて實驗された結果を擧げると第八表の様になる。

次表に依ると晝光は午前八時より午後四時迄は2000呎燭光から5000呎燭光

で夜は無月の時約0.001呎燭光月光の照明は0.014呎燭光である。かく差異があつても目に甚だしき差支を生じないのは目の自働調整と瞳子の調節に依るので、寫真でも取つて見れば其の差の著しいのが明かだらうと思ふ。而して之等の光が分解散光となつて室内に應用せらるゝのである。

天空の光輝。

一般に光源は一次光源と二次光源と分けることが出来る而して普通室内には二次光源である天空光輝より生ずる散光が應用さるゝのである。一次光源の太陽も朝晝夕に依り其の光輝は變化するものであつて大約次の様である。

天頂の時	1平方呎當り燭光	600,000 (六十萬燭光)
30°の時	"	500,000
水平の時	"	200,000
從て一次光に依り其の光輝に差を生じ、二次光にも變化があるが、大體曇天	1平方寸當り燭光	1.39 (一燭光三九)
無雲晴天	"	2.15
盛蒼 雲は卷雲の時	"	3.00

同 積雲の時 " " " 4.00
位である。

天空に對する角度

之れは窓を含む垂直線と隣家屋根の頂點と窓の底邊とを連結せし線とにてなす角度であつて天空が認めらるる角度である。此の大小は室内照明に影響あるものにて、假令ば二階と階下にては同じ窓でも室内に差が生ずるのである。

周囲の散光反射

周囲の造營物及び街路よりの反射に依り一般に室内照明は増加するもので、其の距離の狀況に依りて變化あること勿論であるが、白色等にて反射率高き時は50%以上も増加するものである。

次に晝光照明の強度は幾何位が適當であるかと言ふと、人々に依り多少の差異はあるが、小學校の晝光照明に就き英國の照明工師學會よりの提案(1913)を見ると、其の中に

一、教室は何處でもダイヤモンド型活字(我が振假名活字位のもの)にて印刷さ

れし文書が半メートル(30")の距離にて普通の兒童に樂に讀まること。
 二、教室の最も暗き机はレデュースドスケヤードエグリの見へ得る天空より直接受くる照明と同値であるか又は遮り無き全半球面天空よりの照明の0.5%以下ならざる事。

三、窓は生徒の左側の壁に設けられ硝子は、コーニス柱又は裝飾等にて遮られる事無く天井迄張る事。

四、教室の机上より窓硝子の頂部迄の高さの二倍以上壁より離たざる事。

五、天井は白色とし窓に面せる壁、兒童背面の壁は机上三十吋より上を淡着色となし黒板の後壁及び周圍の壁は他の部分より多少暗くすること。

六、凡ての什器机室の下部表面は穩なる色彩仕上として黒影及び黒を避けること 以上。

といふ事が擧げてある。それに依れば晝光照明に對する全體の見積は付く事と思ふ。而して今照明強度に付て言ふと、即ち曇天の時の天空光輝は一平方呎當り二百燭光であるから $50 \text{ ft} \cdot \text{D} = 0.0153$ ステラデアンであつて、最少の場合にて

∞ 呎燭光以上となる。又第一表から午後五時の水平面照明強度は 853 呎燭光であるから $\frac{1}{200}$ まで 4 呎燭光以上となる。依て晝光照明は最も暗い時でも ∞ 呎燭光以上が私等の目には必要であると云ふ事になるのである。又學者中には 2.5 呎燭光又 2.0 呎燭光以上でよいと云ふ説を立てるものもあるやうである。

計算

天體の事であるから色々面倒であるが大略次の様に計算することが出来る。

今 a = 室内の任意の一點より見る天空の面積

B = 天空光輝 (一平方呎當り燭光)

θ = 一點より天空に對する高さに向つての平均角度

d = 平面と天空との距離

ω = 一點より a を含む立體角

EH = 任意の一點に於ける水平面照明

然る時は

$$EH = \frac{Ba}{d^2} \sin^2 \theta,$$

a と d は一吋計り難きものであるから之れを書き換へると
 $EH = B \times \omega \times \sin \theta$

而して

$$1 \text{ 平方度 (square degree)} = \left(\frac{\pi}{180} \right)^2 = 0.0002046 \text{ ステラディアン (steradian)}$$

即ち $4\pi = 41,200$ 平方度 $= 125,665$ ステラディアン

である。尙略式にして立體角の代りに reduced square degree を用ひると

$$EH = B \times R$$

$R = \text{reduced square degree}$

$$R = 3283 \times \frac{A \times H \times M \times O}{(M^2 + N^2 \times O^2)^2}$$

（第二十一圖參照）

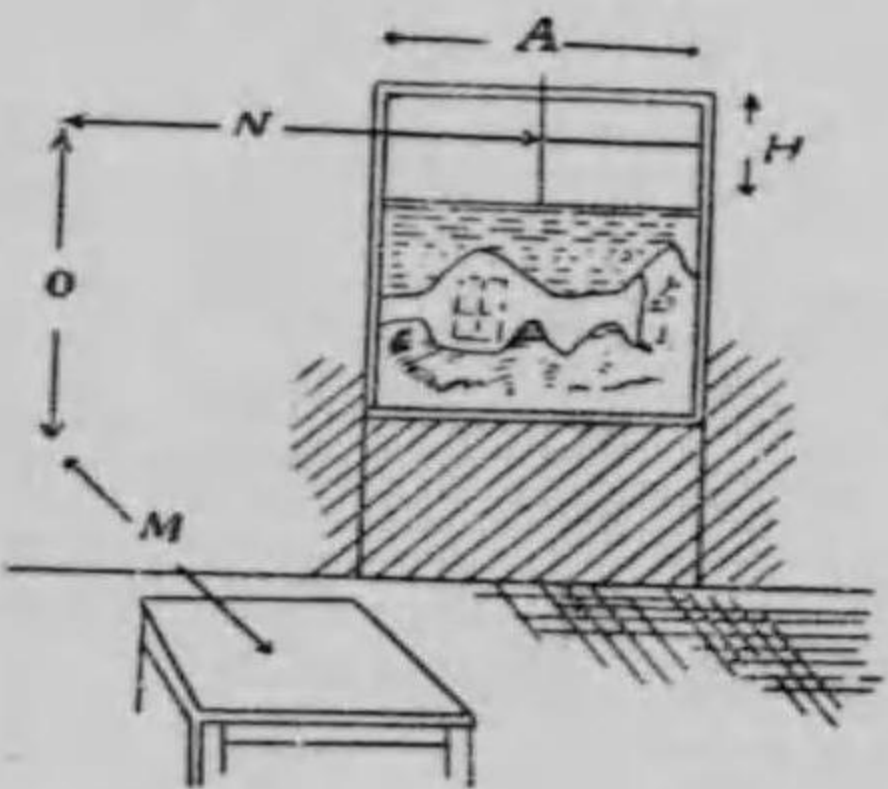
$A = \text{窓の幅}$ $H = \text{窓の見入得る天空に對$

する高さ。

$M = \text{机上所粟の一點より壁迄の距離。}$

$N = \text{壁の平面に於て一點よりの投射と窓の見入得る天空の中心に至$

圖一十二第



る 水平距離。

$O = \text{壁の平面に於て一點よりの投射と窓の見入得る天空の中心に至る垂直距離。}$

$$R = 3283 \times \frac{A \times H \times M \times O}{(M^2 + N^2 + O^2)^2} = \frac{41,250}{4\pi} \times \frac{A \times H \times \cos \alpha \times \cos \beta}{y^2} \times \sin \theta$$

$$X^2 = M^2 + N^2 \quad Y^2 = O^2 + X^2 = O^2 + M^2 + N^2$$

$$\cos \alpha = \frac{M}{\sqrt{M^2 + N^2}} \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{M^2 + N^2}}{\sqrt{M^2 + N^2 + O^2}} \quad \sin \theta = \frac{O}{\sqrt{M^2 + N^2 + O^2}}$$

41,250 square degree $= 4\pi = 12,5665$ steradian

燈火照明

室内照明法に就て大體の關係は既に述べたが、更に燈火照明設計に關し今少しく言ふと、其の注意すべき事項は大略次の諸件である。即ち、

- 一、燈火照明をなさんとする場所、室内の構造、作業の目的
- 二、燈火の種類 三、光の色彩
- 四、配光の種類 五、照明の強度

六、照明の方式

八、附屬品

十、反照

十二、陰影

十四、經濟及び照明能率

等である。今其各項に付て説明を試みやう。

(一) 單に室内と言つても工場、事務所、店舗、住宅、劇場等夫れ夫れ異り、又同じ住宅でも客間、書齋、臺所各其趣が異ふ。室内の構造も洋館、日本室の別は勿論、廣間、小座敷、天井の高き所、低き所、又其の室の使用建築材料、壁襖の色彩、其の品質に依りても差がある。尙同一構造に於いても作業の種類、即ち細かき仕事をする時と大まかの仕事をする時とは差があるのである。

(二) 前にも言つた通り、善良の燈火を使用すべきであるが之れには如何なるものを備ふべきやと言ふと、

(イ) 有害の瓦斯等の出でざるもの。

七、燈火の位置

九、輝光の關係

十一、明照の對照

十三、室内の調和並美學の關係

(ロ) 爆發の危険、火災の心配無く、自動的に引火發火すること無きもの。

(ハ) 無臭無響風の爲めに動搖滅火すること無きもの。

(ニ) 發熱の割合少く、多量の光を出すこと。

(ホ) 點滅の容易なること。

(ヘ) 晝光と成るべく等しき事。

(ト) 目に眩惑疲勞等を感じしめざるもの。

(チ) 光力安定のもの。

(リ) 種々の光力のことを容易に置換せらるゝもの。

(ス) 移動に便にして又任意の所に取り付けられ任意の場所で之れを點滅し得るものなること。

(ル) 使用法簡單にして光力の配光の具合良く且つ其變更容易なること。

(オ) 費用低廉なる事。

(ワ) 裝飾的のものにして室内と調和するもの。

等の全部を具備するものを理想とする。而して現在では電燈が最も善良の燈

火であつて従て電燈の需用が非常の勢で發達應用せられる所以である。

同じ電燈と言つても炭素線電球、タングステン電球、窒素電球等あり、炭素線電球の代價は廉價であるが、光力も悪しく消費電力もタングステン電球の三倍も要する不經濟のもので、今日では前時代の遺物と認めらるゝものである。窒素電球は最も進歩したものであるが今日の所小燭光のものがまだ製作されないから廣間用には最も適したものはあるが住宅専用にはまだ不向である。タングステン電球は一般的の需用に對して代價も高からず能率もよく一番都合よい電球であらう。

(三) 光力の色彩は晝光の如き白光が理想であるが現今市場にある各種の燈火は濃色のものはない、又純白色のものも無い様である。特に繪畫、色彩印刷等の様に没色作用を虞れる様では一層其の關係は必要であり、又心理上等の關係から色彩燈火を要する事もある。電燈は晝光に近き光を出す上容易なる裝置で純白色も又任意の色彩をも出し得られる特色を有つて居る。

(四) 光の種類とは光が光源より直射されて來るものと反射透過に依り撒光

となつて來るものとの二種類ある。後者は光が軟で穩で陰影等少く、室内が晝光照明の場合の如く都合よくなるが、光の能率は前者に劣るもので、之等は尙輝光明、陰影等の問題と密接關係を持つものである。

(五) 大體は晝光照明の室内に於ける強度を標準にすれば可いものであるが、燈光が人工に依り作られるものであるのと夜は周圍が暗黒であるから多少變化がある。外國の例を取つて直に應用することは出來難い事もあるが、日本にはまだ決定發表されて無い様であるから、參考迄に米國に於ける標準的の表を擧げると第九表の様になる。

之れは照明平面が床上二尺五寸(30")の所に普通取つてあるが、椅子テーブル使用の場所は夫れでよろしきも、敷疊の所は疊上一尺五寸位に變更する必要がある。

要するに良照明と云ふ事は照明強度に最も關係多きものであるが、良照明の効果と併て後に述べることにする。

(六) 照明方式及び其の點方は建築上とは深き關係があるから其の利害を併

表 九 第
(會協燈電國米) (光 燭 呎) 表度強明照的經濟

摘 要	呎燭光	摘 要	呎燭光	摘 要	呎燭光
兵器製作所	3.0	洗濯所	2.0	停車場プラットホーム	2.0
美術品陳列所		圖書館		速記者室	5.0
白色彫像	2.5	書籍室	1.5	ステロ室	4.0
青銅色彫像	7.0	閱覽室(局部照明なき時)	3.5	倉庫	1.5
繪畫	5.0	全上(局部照明ある時)	0.7	商店	
集會室	3.5	機械工場		美術品商	4.0
聴衆席	2.0	粗き仕事	1.0	食麵商	3.0
自働車陳列室	5.0	普通の仕事	2.0	書籍商	3.5
自働車(内部)	1.0	精密なる仕事	4.0	小料理	3.5
銀行	3.0	市場	3.0	瀬戸物商	2.5
酒場	3.0	活動寫眞館	1.5	呉服商	5.0
散髪所	2.5	博物館	3.0	巻煙草商	3.0
鍛工店(銀治屋)	3.0	事務所(一般照明のみ)	4.0	洋服店	5.0
板看板	8.0	木型工場	4.0	菓子商	3.0
玉突室(一般照明)	0.8	動力室	3.0	室内裝飾商	3.0
玉突臺	5.0	郵便局	7.0	藥種商	4.0
球場(ボウリングアレー)		市街の交叉點にある地方又は小公園等	0.8	雜貨商	4.0
大石彈	1.5	讀書面(普通の印刷物)	2.0	花商	3.0
標的	4.0	同上(細き印刷物)	2.5	家具商	4.5
喫茶店	2.5	住宅		毛皮商	5.0
裁判所法廷	2.5	車寄せ	0.2	乾物商	3.0
木工場	4.0	廊下(入口)	0.7	金物商	4.5
教會堂	2.0	應接室	1.5	帽子商	4.0
俱樂部(旅館住宅等を見よ)		居間	1.5	寶石商	4.5
舞蹈室	2.0	書齋	2.0	レース商	3.0
鐵道待合室	1.5	食堂	1.5	皮革商	3.5
机上	4.0	臺所	2.0	食料品商	3.5
製圖室	8.0	廊下(階上)	0.5	男子小間物商	3.5

て之れも後に述べることにする。

(七) 燈火の位置は反射撒光應用の時は最初建築上との關係に依り位置を定めて適當の反射を行はしむる様設計せねばならぬが、作業に對しては一々餘り心配する事はない。然し直接照明の場合には大に考ふべき事で、普通には左前側に置くべきである。陳列物等には上前から照らすがいのであるが、光線が一方より來る時は兎角品物が扁平に見へる恐れがあるから彫刻物等には補助燈を加へる必要がある。さうすれば品物が浮出す様に見えて美的になる。特に同一の顔の彫刻等は燈火の位置に依り喜怒哀憂の異つた印象を觀者に與へることがある。(第二十二圖參照)

(八) 附屬品とは取附點燈器具一式を指すので照明學上最も必要のものは反射燈であつて配光上光が有効に使用せらるゝや否やは主に之に關係する。即ち一般に電球のみの時は其の下場は暗いもので、その電球の側面が一番明るいものであるから是非共笠を用ひて配光の具合を變更しなければならぬ、而して笠の名稱や形は色々あるが其目的は

圖 二 十 二 第



光線真上より合場るれ来

光線前上より合場るれ来

に依り種々あるが、配光の具合から分類するが最も合理的と思ふ。此れには直射、吸收、反射、撒光、廻折、屈折等の光の現象が色々生ずるが大體を別けると、
廣照型、強照型、集照型、撒光形、角照型

(イ) 笠内側の反射作用に依り所要場所の照明を高め配光を適當ならしむる事。

- (ロ) 直射光線の光輝を遮り目に向つて光源の表面光輝を適當にし又輝光の生ずることを防ぐ事。
 - (ハ) 透過光の撒光及び廻折光に依り源光の配光を適當なしむること。
 - (ニ) 有効光力の能率を好良ならしむる事。
 - (ホ) 室内及び室内裝飾と調和すること。
 - (ヘ) 廉價にて實用的なること。
- を要する。而して笠の種類は上記の目的用途

彫刻室	10.0	寢室	1.5	婦人帽商	4.0
工場		浴室	2.0	樂器商	3.5
一般照明(個々の機械及仕事臺には局部照明を行ふ時)	1.5	納戸	0.7	荒物商	3.0
仕事臺上の局部照明	4.0	物置	0.6	ピアノ商	4.0
一般照明のみによる時	4.0	洗濯室	1.5	靴商	3.5
消防署(變時)	3.0	學校		文房具商	3.5
全上(常時)	1.0	教室	2.5	洋服裁縫商	4.0
鑄造所	3.0	講堂	2.0	煙草商	3.0
自働車庫	2.0	外套帽子置き室	0.8	街路商業地道路(陳列窓及電氣看板等による光を含まず)	0.5
屋内體操室	2.5	廊下	0.8	住宅地道路	0.1
病院		手工室	3.0	宅地道路(高貴の人達の住む)	0.2
廊下	0.5	製圖室	5.0	田舎の道路	0.05
病室(局部照明のなき時)	1.5	裁縫室		寫真屋	4.0
全上(局部照明を行ふ時)	0.5	白色の布片	4.0	水泳用水槽	2.0
手術臺	12.5	黒色の布片	8.0	電話交換室	3.0
旅館		荷造室	2.0	劇場	
廊下	0.6	商店陳列窓		控室	3.0
寢室	1.5	明るき商品	7.0	觀覽席	2.0
控室	2.0	中等度商品	15.0	列車々庫	1.0
食堂	2.0	黒色商品	20.0	植字室	8.0
旅館 談話室	3.0	看板	8.0	埠頭	1.0
		廊	1.0		

の五通りになる。(第二十三圖第二十四圖參照)配光は笠の形や使用物質にも勿論關係するが形狀物質同一にても仕上に依り配光は變化するもので同一球形で同一硝子でも其の外側の角稜の切方で配光は變化する。尙此の外に形狀に依る區別品質に依る區別用途に依る區別もあり使用電球の太さに依り形に大小あることは勿論である。

其の他の附屬器具は主に室内との調和に關係するもので室内の構造型式色彩其の用途に適應するものを撰ぶ必要がある。從來洋室にては一の裝飾物として随分考へられた様であるが配光などの實用方面をも考の中に入れて日本室にも妙工夫がほしいものである。今日住宅等では居間も建築上から言ふと餘程趣き異なるけれど電燈器具は普通に殆ど一樣である。而して新案になると勢ひ實費が嵩む爲め實用に困難となり、自然現状のまゝになるので大正四年の春東京府で和室用燈火器具の懸賞募集があつたが之等も製造者に於て建築美術電燈業に關係の人々の意見に従ひ何か標準形のもの數種でも出來たら至極結構と思ふ。

(ハ) 鋭き陰影を作らざること。

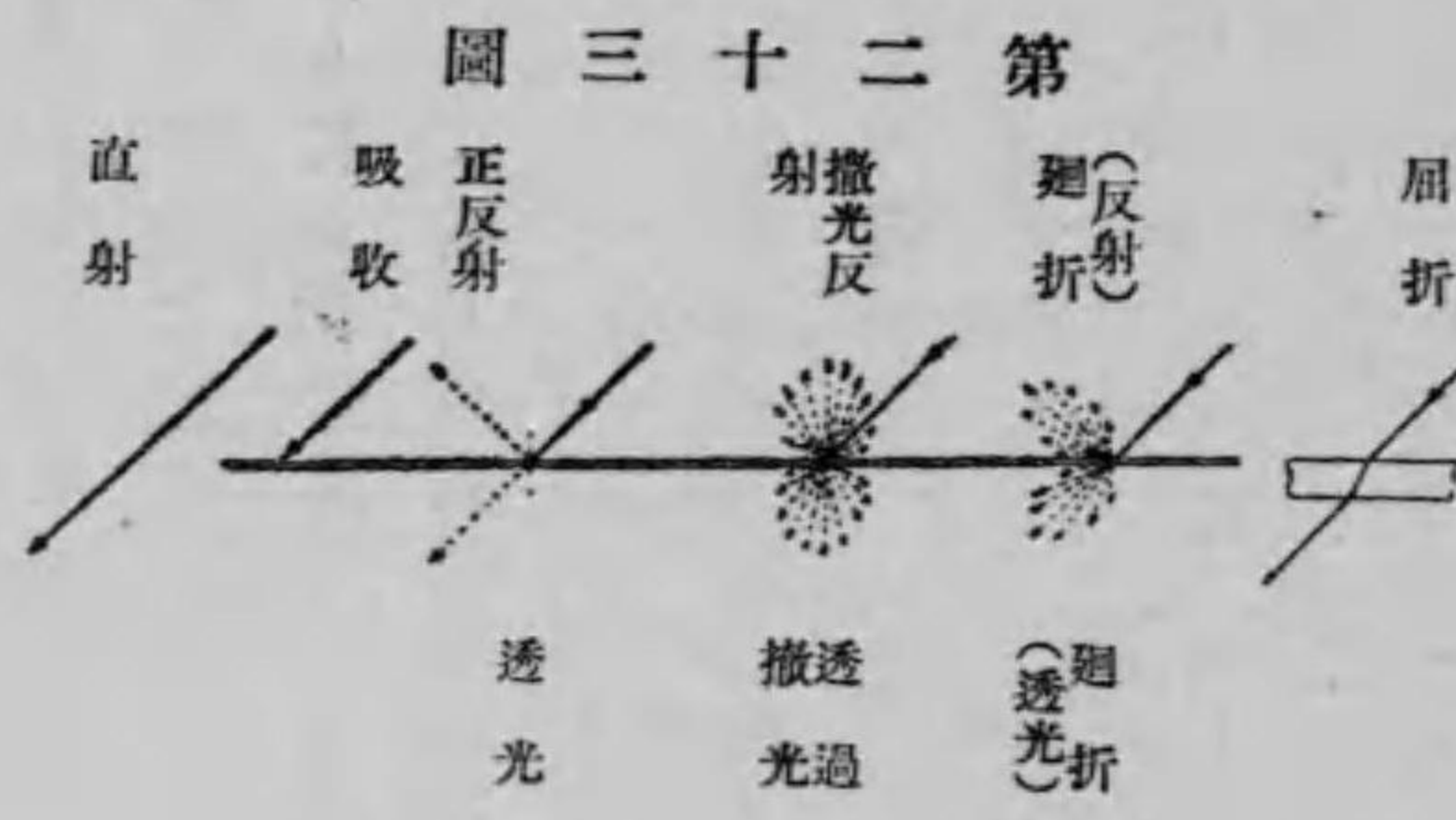


圖 三 十 二 第



圖 四 十 二 第

圖 線 曲 光 配

球電 型照廣 型照強 型照集 型光散 型照角

(九) 輝光とは(イ)眼が光輝高き物體を認める場合又は物體或は光源の光輝は

非常に高からざるも周圍の光輝度に比し其の差の甚しき時(ロ)或る照明強度より他の照明強度に移る際等に目の自動調節作用が伴はぬ爲目の眩惑疲労等の現象を生ずるものを指すのである。

- (イ) 視界内に光輝高き光源を置かぬ事
- (ロ) 室内裝飾及び器具什器には光澤あるものゝ使用を避け

(二) 室内照明に於て光線の照明面に來る直射光の入射角をなるべく大きくして撒光と直射光とを適當に併用すること。
 等がある。要するに燈火照明は晝光照明に比し目が兎角疲れ易きものであるから注意を要するので穩かなる變化にて室内の或る場所に少しく暗みの所を作り目を休める様にするがよろしい。
 目に對して安全なる表面光輝の値は學者に依り色々説があるが、普通蠟燭の

表 十 第
 (T of I, E, S 1914.9501 Cravatb)

一	石油燈	一平方吋當り燭光(約)九〇
二	ウエルスバツハマントル	三一〇
三	アセチリン	五〇〇
四	タングステンランプ	一〇〇〇
五	カーボンランプ	三七五〇
六	艶消タングステンランプ	四〇〇
七	一〇〇時の乳色グロップにて包みし時	〇・六

燈位を極限とすれば宜しいので一平方吋五燭光以上の光源を長く視る様な事は有害である。今各種燈火の表面光輝の表を挙げると第十表の様になる。故に五燭光ランプでも目に近く直接點火するは不可であつて遮光装置をなすべきである。又降雪後目を害することがある様に餘り反射の強ひのもよくないから閃光を出す金屬板鏡洋紙等を取扱ふ處は必ず光源を撒光にすべきである。

而して燈火照明に於ては必ず光線は物體の上に来りて目に直接來らざる様にするは忘るべからざる事である。

(十) 室内の反射は撒光反射照明採用の場合には特に必要であるが直接照明の時でも天井、壁襖等に依る反射は照明平面の照明強度に餘程影響するもので新らしきものと古きものとの差はあるが、大言ふと第十一表の様である。而して此の第十一表は室は八疊座敷で天井の高さは約疊上九尺、燈火はタングステンランプ百燭光にホロヘン擴照型笠を付けし時及び笠無き時のものを天井の中央にコードにて釣下げ疊上六尺の場所に取付けた場合の實驗表である。

率射反の紙襖 表二十第

黒 鐵 標 藍 鼠 茶 水 薄 鶯 澁 黄 白 白	色 彩 紙 質	鳥 の 子 紙	撒 光 反 射 系 數 (百分率)
(淺 黄) 色 色 色 色 鼠 色 茶 茶			
五 七 一〇 一〇 二九 四二 七一 八〇			
		間 似 合	
		獨 逸 製 片 艶	
		吸 墨 紙	
			七 七 一 八 九

る依に紙襖の店商原棒

而して室内の反射は反射率高き程好良の様に見えるが餘り高きもの計りに

表 一 十 第

試験室—八疊敷和室
電 球—マツダランプ百燭光 光束 1000

No. 1. 四周黒の場合
No. 2. 壁の反射係數を變化せる時
No. 3. 壁及び天井の反射係數を變化せる時
No. 4. 四周黒にて反射笠を使用せざる時
No. 5. 壁及び天井を白色として反射笠を使用せざる時
A—反射係數 0.77 の白色吸墨紙を用ひし時
B—反射係數 0.41 の茶色壁紙を用ひし時

	No. 1.	No. 2.		No. 3.		No. 4.	No. 5.
		A.	B.	A.	B.		
平均照明強度(呎燭光)	2.29	3.31	2.75	3.86	3.08	1.24	3.46
有効光束	330.	476.	396.	556.	443.	178.	498.
有効光束の能率(百分率)	33.	47.6	39.6	55.6	44.3	17.8	49.8
No. 1 を 100 として能率の比較	100.0	144.5	120.0	168.4	134.0	54.0	151.0
一ワット當り有効光束	2.87	4.13	3.13	4.84	3.83	1.54	4.3

而して第十二表は襖紙、第十三表は土壁、第十四表は板戸及び障紙の反射率である。

率射反の壁土 表三十第

壁番號	反射系數		備考
	と吸墨紙を せる一〇〇物	絕對值	
一一〇	九	七	壁
一〇九	九	五	壁
一〇八	九	四	壁
一〇七	九	三	壁
一〇六	九	二	壁
一〇五	九	一	壁
一〇四	九	〇	壁
一〇三	九	〇	壁
一〇二	九	〇	壁
一〇一	九	〇	壁

すると前項に述べた様に却て目によくないのみならず趣味の上から云ふても面白くないのである。

(十一) 明暗の度は九項にも言つた通り穩の變化が少しくあるのは却てよろ

率射反の子障及戸板 表四十第

番號	品名	反射系數	
		と吸墨紙を せる一〇〇物	絕對值
一一	無節檜	七三	五六
一二	神代(模造)板	一八	一四
一三	無節杉	四五	三五
一四	並杉	三八	二九
一五	障子	六〇	四六
一六	細骨	五八	四四、五

しいが著しき差は必ず避くべき事で、目を疲らし不愉快を感じるものである。物理上及び經濟上のみより考へ光を有効に使用する爲め第二十五圖の様に燈火を取付け天井壁襖を暗くして疊の上ばかり明るくすると其室に入ると直ぐ不愉快の心持になるから、必要の様ではあるが天井にも襖壁にも相當の光が行く様に工夫する必要がある。

(十二) 強き陰を作ると所謂手暗りが出来て仕事に差支を生じ又明暗の差を

著しく作る不便が生ずる。故に理想としては晝光の様に成るべく強銳の陰影を室内何處にも作らざる様にする必要である、

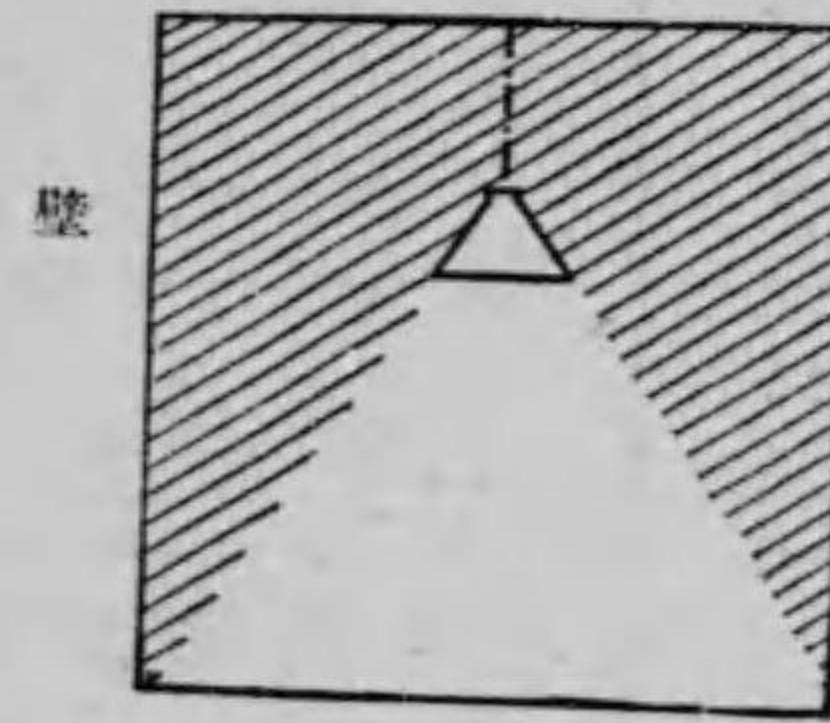
(十三) (八)項にも申したが人々に依り趣味の差があつて一様には行かぬが、和室に洋式のサンデリヤ等を取り付けて室内の調和が全く破壊された様に感ずることもある。

(十四) 本項には最初の取付費と經常費とがある。取付費は電燈器具代及工事費であつて、經常費は電力費、電球取換代及び修繕費である。電力費は使用電球に依り差があるから能率よき電球を撰ぶ事が必要で、又其の場所に依り照明強度を異にして電力費を加減すべきである。

之は建築の續く間續くものであるから最初より相當の注意を要すべき事である。

照明強度と良照明の好果

第二十五圖
天井



壁

壁

照明強度の單位は普通呎燭光を用ひ、メートル單位の時はラツクス(Lux)にして大略呎燭光の十倍一燭光の光源が一呎の距離に於て一平方呎面積を照らす明の強さを云ふのである。

各種の場合に於ける表は第九表に擧げたが大體之れに依れば適當かと思ふ。吾人が物體を認識すると云ふことは光源より散出された光が物體の上を照すと、其の物體が一種の二次光源となり光を反射して目に來るものであるから、其の反射の光が目にも適當である様にすべきもので之れを基とするが理想かと思ふが今日普通には其の物體の上に來る光の密度を單位として居る。故に黒いものと白いものとに對し與へる光即ち照明強度が異なる様になつて居るのである。

我國の工場法にはまだ燈火照明迄明記してないが米國のウイスコニン州の工場法に依ると、床面積四平方呎に床上十呎の高さに一燭光の燈火の割合が必要と定められてある。タングステンランプを使用すれば一平方呎に對し約〇三ワットの電力を要する。今之れを疊一枚に換算すると疊一枚は十八平方

呎であるから、五四ワットの電力を要する。依て

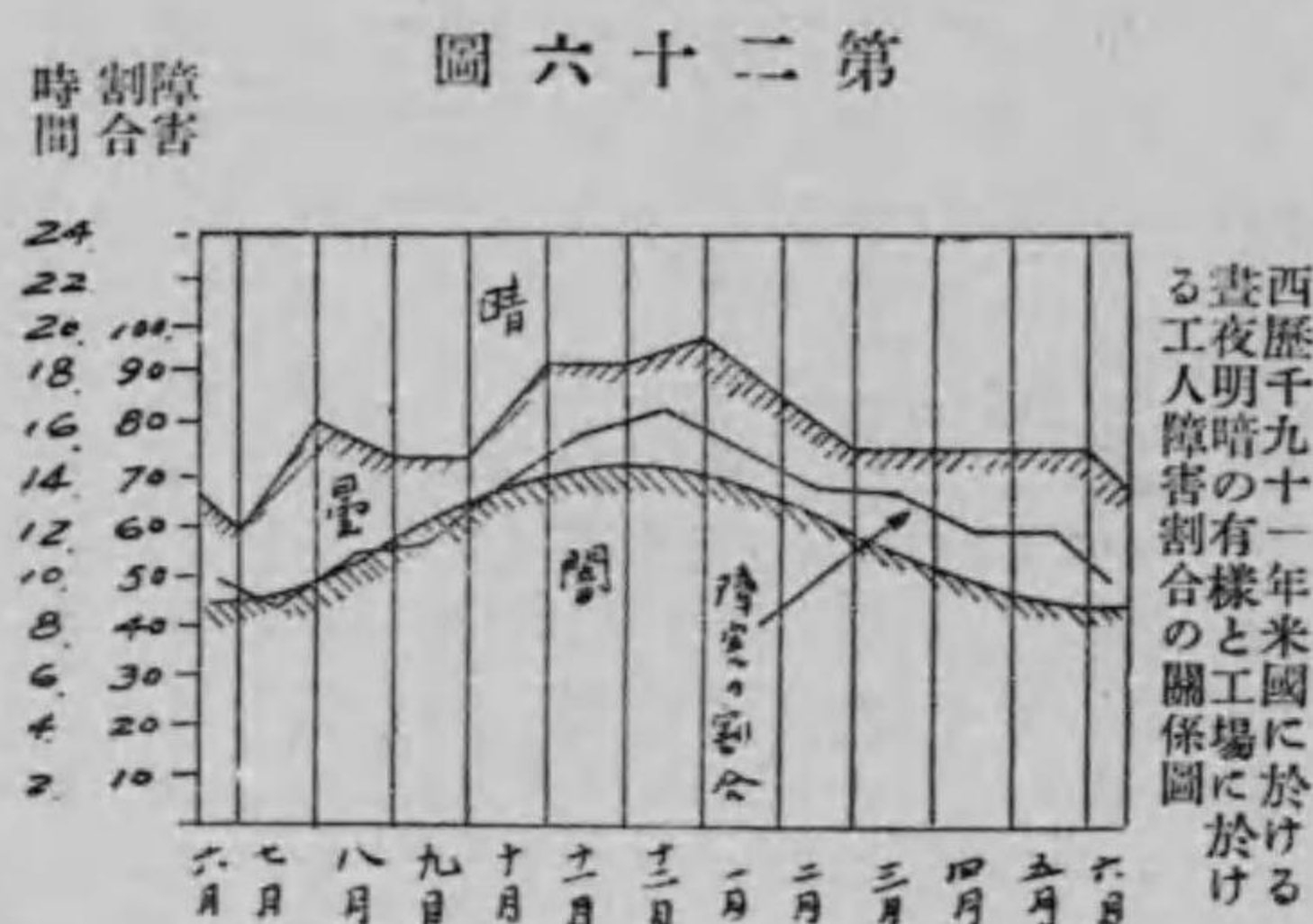
六疊三坪	三二四ワット	大約	三〇燭光
八疊四坪	四三二ワット	”	四〇燭光

となり、これが工場に於ける最低限度である。

住宅等では六疊の座敷に四〇ワット、八疊に六〇ワット、タングステン電球點燈が適當かと思ふ。

八疊の座敷を八疊座敷として取扱はず隅の方だけで仕事する時即ち小さな座敷と同様に取扱ふ場合は別であるが、現在の普通の取付燈と此の最小限度とを比較して見ると大變差がある様であるが實際夜仕事するには幾何の光力が必要であるかと考へると大抵電球をコードにて引下げ仕事をする。今ある乳色笠付十燭光電球を手元二尺の所に引上げると、手元の照明強度は約四呎燭光位である。識らず知らずの間に行はるのであるが、實際此の位の明さが必要であると云ふ事が明かである。而して今言つた様にすれば八疊の座敷でも十燭光電球で濟む譯であるが、電球が目近にあつて有害である上、八疊の座敷であ

り乍ら小さな座敷と同様になり且つ一燈一人と云ふ様な結果を生じて了ふ。次に良照明の効果に付て大略述べて見ると、



工場等に於いて光を有効に利用する時は工人の怪我数が減じ、製産額が増加し併せて不良率が減じる結果、製品單位が節約出来る。(第二十六圖参照東京電氣會社工場に於いて之れを認めるのみならず富士瓦斯紡績會社川崎工場にても之れを實驗の上承認せられ、現時程谷の新築工場の燈火照明は全部改良せらるゝ設計である。

又家庭に於いては陰氣の氣分が無くなるから一家族揃ふて愉快に樂み又仕事も出來近視等も減ぜらるゝことと思ふ。高木醫學博士の説に依れば各種直轄學校學生の近視患者數は中々の多數で、年齢に依りては約三分の一に達すと云ふ事である。近視は本人の體質其他の事情によるが壹寸角の文

字が五號六號と云ふ活字文書に更り、尙夜間も相當勉強を要する時代となつたので、暗き所を避け適當の燈火の下で讀書すると云ふ事になれば大に之れを減少することが出来ると思ふのである。

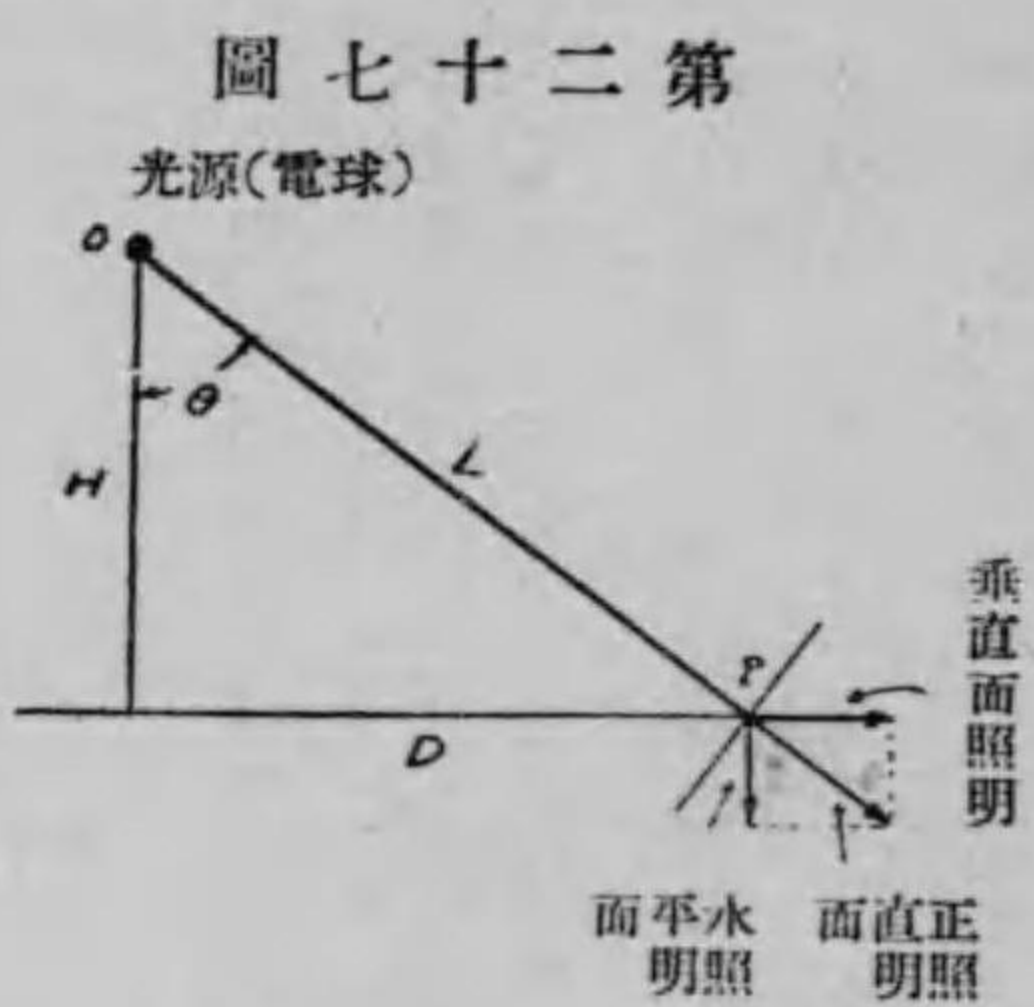
暗くして置くより明るくする方は多少電力費が多く要するが、日々に割當てれば僅少の事であるから父兄は子弟の爲めに一考を要する事である。

又商店等に於て陳列品に對し適當に明るくすること又近隣の店より明るくすると云ふ事は、顧客に對し品物の判別を容易ならしむる外店が陽氣となり又廣告にもなつて繁榮を來す。然し飾窓等に於ては燈火の廣告でないから燈火は見へ無い様にして品物の上を充分明るくして品物を浮き出す様に點燈すべきものである。

而して上に言つた例は只明るくすればよいと云ふ譯であるが點燈方に對し注意すべき事は勿論である。

照明の計算

床面又は床面と平行の水平面を照らすを水平面照明と稱し、又側面又は壁面を照らすを垂直面照明と言ひ、一般には前者が必要であるが陳列場等にては後者が必要である。



光源一點の場合には第二十七圖の様であつて其の計算式は

- I = 電球のθ角に對する燭光
- II = 電球の高さ、O = 電球の位置
- P = 照明を要する點
- D = 電球の直下とP點迄の距離
- L = 光源とP點との距離
- θ = 電球よりの垂直線とOP線となす角度

E_H = 水平面照明
 E_V = 垂直面照明
 E = 正直面照明又は全照明

とすると

$$E = \frac{I}{(L)^2} = \frac{I \cos^2 \theta}{H^2}$$

$$E_H = E \times \cos \theta = \frac{I \cos^3 \theta}{H^2}$$

$$E_v = E \times \sin \theta = \frac{I \cos^2 \theta \sin \theta}{H^2} = \frac{I \sin^3 \theta}{D^2}$$

此の公式を用ひれば計算は出来るが實際の場合には天井壁襖の反射率も加はり又數燈點火の時座敷内各點を計算するは中々複雑であるから略式を用ゆる方が便利である。尤も點燈後の室内は照明測定器で測定すれば任意の點の照明強度は求められるのである。

其の略式の計算法も種々あるが、私は一平方呎當り電力より計算するが都合よい様に思ふ。

即ち $W = \frac{A \times E_H (Fl-o)}{K}$

$W =$ 全電量

$E_H (Fl-o) =$ 所要照明強度: 單位呎燭光にして第九表より求む

A = 室内面積

K = 常數—ワット當り有効光束數

K = 有効光束能率百分率 × 電球の一ワット當り光束數

電球の一ワット當り光束數はタングステン電球使用の場合其の電球の大きさと指示能率に依り變化するが大略八—九位である。

而して此のKなる常數は(イ)使用電球の能率(ロ)反射笠の配光能率(ハ)室内の構造(ニ)天井壁襖の反射率(ホ)電球の取付位置(ヘ)電球の數等に依り變化するものであるが、タングステン電球にホロヘン反射笠を用ひた時の常數(一ワット當り有効光束能率百分率)の割合は第十一表にあるから参照されたい。西洋室にては大略第十五表の様に取れば普通の様である。(Rowe氏表)

日本室ではタングステン電球を用ひれば一般の場合に常數を(3.5—4.0)間位に取ればよいかと思ふ。餘程室内色彩の明い室晝間の明暗にあらずで能率よき笠が取付られた時は4.0以上である。

又上の式を書き換へると

Wが求められるればnとW'を建築に應じて適當に取捨すればよいのである。
次に大室内に多數電球を取付ける場合には、所要室内を成るべく正方形に近き規形にて四分するとか九分するとか云ふ様に室内を區分し、其の中央の天井に電球を取付けるのがよいので、電球の数は其の正分數と同數となるから電球

となる。住宅では E_{H} は $1.5/l_c$ より $2.0/l_c$ 位に取れば先づ充分であるから、Kが定まれば ω も定まる。而して ω は0.4—0.5に取ればタングステンランプ使用の時はよい様である。
左様すると又逆に

$$\frac{W}{A} K = E_{H} (Fl-o)$$

$$\omega K = E_{H}$$

$$\frac{W}{A} = \omega = \frac{1}{A} \text{平方呎當り電力}$$

$$\omega \times A = W$$

$$W = n \times W'$$

$$W' = \text{電球のワット}$$

表 五 十 第
表東光效有り當トツワー

(1.18 W.P.C. 8.4 L.P.W). プランテスグッタ

燈	天 井	明	明	中	明	中	中	暗
	壁	明	中	明	暗	中	暗	暗
透明三角稜硝子笠(茶碗形)		5.0	4.5	4.4	4.0	4.0	3.8	3.4
瀬戸引鋼笠 (,,)		4.0	3.9	4.0	3.7	3.8	3.7	3.7
乳 色 (,,)		4.2	3.8	3.7	3.5	3.6	3.4	3.1
白 硝 子 (,,)		4.0	3.7	3.6	3.4	3.4	3.0	2.8
間接半間接照明方式		2.6	2.4	1.8	2.1	1.6	1.4	0.8
無 笠 電 球		3.4	2.9	2.8	2.5	2.5	2.1	1.8

表 六 十 第
類 種 の 彩 色

明	中 間 色	暗 色	黒
グ リ ー ム 色	淡 紅 色	青 色	黒 板
淡 淺 黃 色	黃色ペンキ塗	青 綠 色	窓
蒼 白 黃 色	黃 色 壁 紙	紫 色	群 青
薄 淡 綠 色	淡 綠 色	黃色ペンキ塗	濃キ暗茶色
白 色 紙	淡 灰 色	(汚レアルモノ)	
石 膏 敷	綠 黃 色	青 塗 紙	
	淺 黃 色		

の太さは前に云ふた一平方呎當り電力に區分された面積平方呎を算しても求められるし又全電量を室の區分數にて除しても求められる而して太さと數は室の構造或は使用目的等に依り參酌すべきものである。

又雷球の高さと照明平面上より凡て言ふが故に洋室では床上より言へば普通二尺五寸から三尺を減ずる事となる電球間の距離は取付けられた反射笠の配光の具合に依り變化するが普通の笠は擴照形又は強照形が多いので尤も各製造所に依り多少の變差はあるけれ共一般に距離を高さの一倍半位に定めれば適當かと思ふ。

照明方式と其の利害

室内燈火の點け方には上部より照らすもの側部或は底部より照らすものもあるが方式上から大別すると、

- (一) 一般照明
- (二) 局部照明

(三) 一般及び局部の併用照明

(四) 局部的一般照明

の四様になる。

(一)は假令ば大な建物等に言ふと其の大廣間全體を一樣に照らす方式であつて普通に高燭光のものを使用し、其の燈器の位置及建物の部屋全體に渡つて等距離又は均齊にして高く取付け、反射笠又は外球を用ひて配光の具合を平均せしむるものである。小さな座敷にて天井に一燈取付け室全體を照らす方式も此の種の内に屬するものである。

(二)は書齋にて机の上のみを照らすとか又は或る仕事をなす其の場所のみを照らすとか云ふ様に、一部分の處のみを照らす方式であつて普通に小燭光の電球を使用する。

(三)は(一)と(二)の併用であつて天井には座敷全體を照らす燈火を付け、机の上にはスタンドを使用すると云ふ様な方式である。

(四)は住宅の様に大廣間の無い所では餘り必要はないが工場の様に大な廣間

にて作業の種類が異なる様な所には最も有効利益ある方式で、同一光力の電球を等距離に配置する代りに其の作業の種類細粗に應じて電球の太さ又は配置距離を變更して其の場所のみに於ては矢張成るべく均齊なる様にする照明強度を適當ならしめ局部照明を全廢したものである。但し管内の仕事の様な特殊の場合の時は局部照明をも併用するのである。

今之等方式の利害を言へば、大廣間の場合と小さな座敷の場合とは稍趣も異なるが大體に於いて

(一)の利害

- (イ) 燈数が少なくて済む事
 - (ロ) 電線工事費を節約せらるゝ事
 - (ハ) 室内が一樣に照らされて何處にても仕事に差支無く出来る事
 - (ニ) 室内の體裁良き事
 - (ホ) 作業が愉快敏活にされる事
- 又其不利益は

事務所等で一人殘業するにも高燭光のものを點ずると云ふ不利益ある事位である。

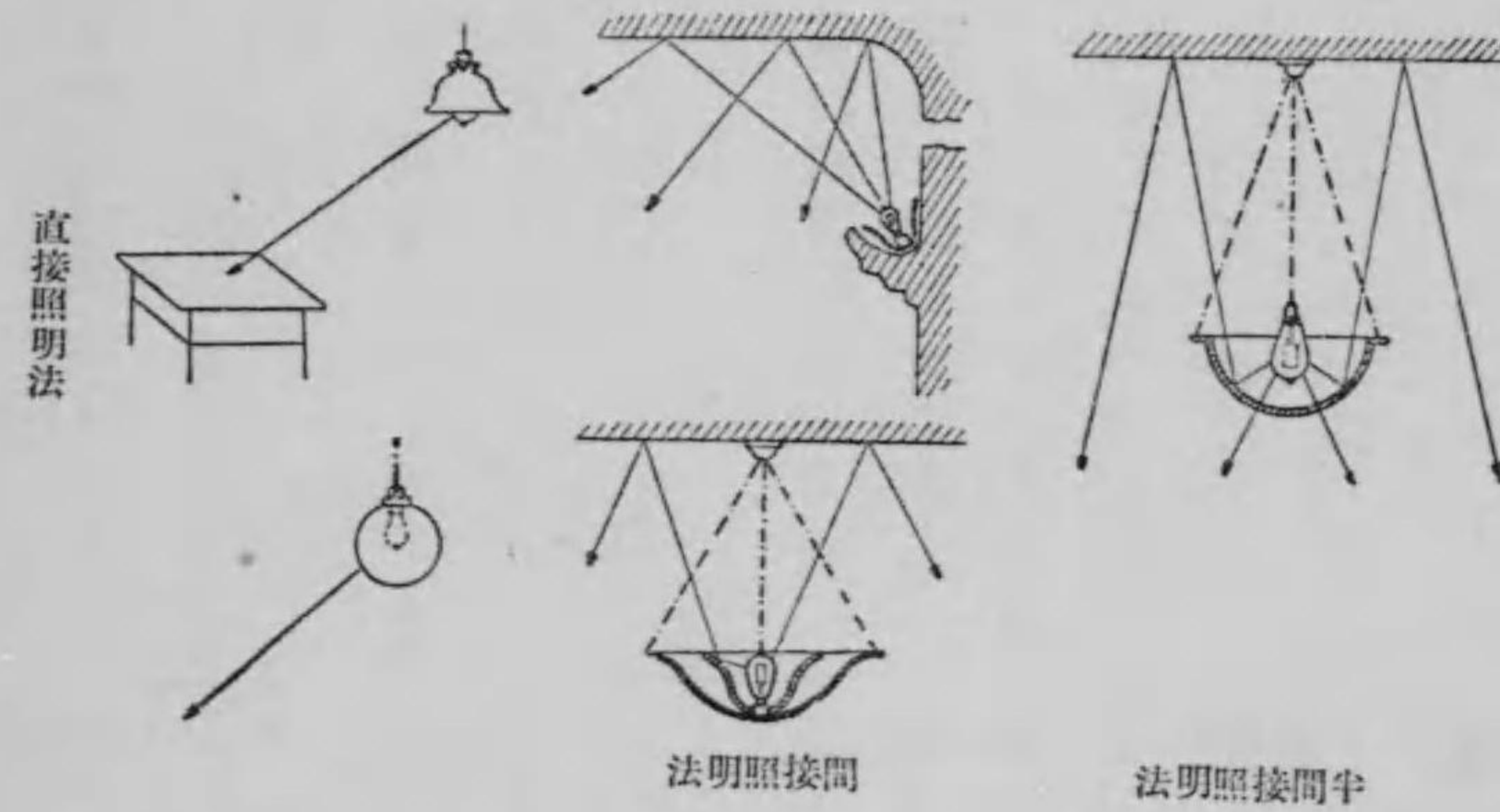
(二)の利害

之れは今日普通の様であるが實際は特殊の方式であるから書見又は特殊の作業には適するが(三)の併用式で無く此の方式のみにて室内照明を行ふ事は不完全のものである。

不利益は

- (イ) 事務所等で机の上へ一々コードを引上げることあれども體裁悪しく、又机の位置が變更する度に電球の位置を變ぜざるべからず。
- (ロ) 一燈一人の傾ありて却て不經濟なること。
- (ハ) 電線工費が増加すること。
- (ニ) 電球及附屬品の破損多き事。
- (ホ) 電球低燭力の爲め勢目先に持來たす様になる從て目に對し有害なること。

圖八十二第



(一) 目に對し遮光装置を施すと室内の照明不完全となる事。
而して其利益は特殊の作業に便利であると云ふ外はない。

(三)は(一)(二)の併用式であるが都合よきもので(四)は(三)を更に變更して(二)を除きしものにして工場又は大廣間に適し最も有効で又經濟的である。座敷の中央に一燈取付けしのみにては床間に影が出来るから壁の裏に補助燈を附すとか或は長押に補助燈を付けるとか云ふものも此の種のもので面白き方式である。

従て最も普通で重要なものは一般照明

法と其の變化したものである。而して此の一般照明法には又

(甲) 直接照明法

(乙) 間接照明法

(丙) 半間接照明法

の三方法がある。(第二十八圖参照)

(甲)は光源より出づる光線が直接に照明平面に來るものであつて之れを細別すると

(い) 直射光直接照明

(ろ) 撒光直接照明

の二つになる。甲の(い)は笠無きもの笠有るもの或は金屬板製の笠使用の時硝子製の笠使用の時とに依り照明面に來る光線の具合は差異があつて中には一部光線が天井や壁に行き反射されて照明平面に追加することもあるが、照明方式は凡べて同一と認める。要するに光源よりの主要光線が直接に照明平面に來るものである、甲の(ろ)は光線を乳色等の外球にて包みしもの或はシーリング

ライトの様に天井面に艶消し半外球にて包みし等を云ふので、光線は撒光となるが矢張光源より出づる光線は直接に照明平面に來るものである。

乙は光源よりの光線が直接に照明平面に來ること無く、一旦天井又は壁に至り反射されて照明平面に來るものである。

丙は光源よりの光線が大部分乙と同様天井壁に反射されて照明平面に來り、一部分は乳色硝子等の如き半透明の物質を通して直接に照明平面に來るものである。故に丙は乙に(甲)の(ろ)を添付した様なものとなる。

而して今之等三方式の利害を比較するに

甲の(イ)

利益

(イ) 照明面に對し光線の利用最も有効なること。

(ロ) 塵等の爲めに有効率減退少き事。

不利益

(イ) 光の配光稍不完全の傾あること。

(ロ) 輝光を生ずる慮多き事。

甲の(ろ)

(イ)に比し利益不利益共に稍中和するものである。

(乙)

利益

(イ) 光が全く一様に配光せらるゝ事。

(ロ) 視界に高度の表面光輝ある光源無き事。

(ハ) 光が軟かにして濃き陰影無き事。

(ニ) 輝光を生ぜざること。

(ホ) 快感を與へ光が目に適すること。

不利益

(イ) 天井壁が白色に近き好反射率のものなること。

(ロ) 同一照明強度に對し消費電力多く、甲に比し約二倍を要すること。

(ハ) 壁等の爲めに有効能率減少多き事。

丙 (二) 掃除を絶へず注意せざるべからざること。

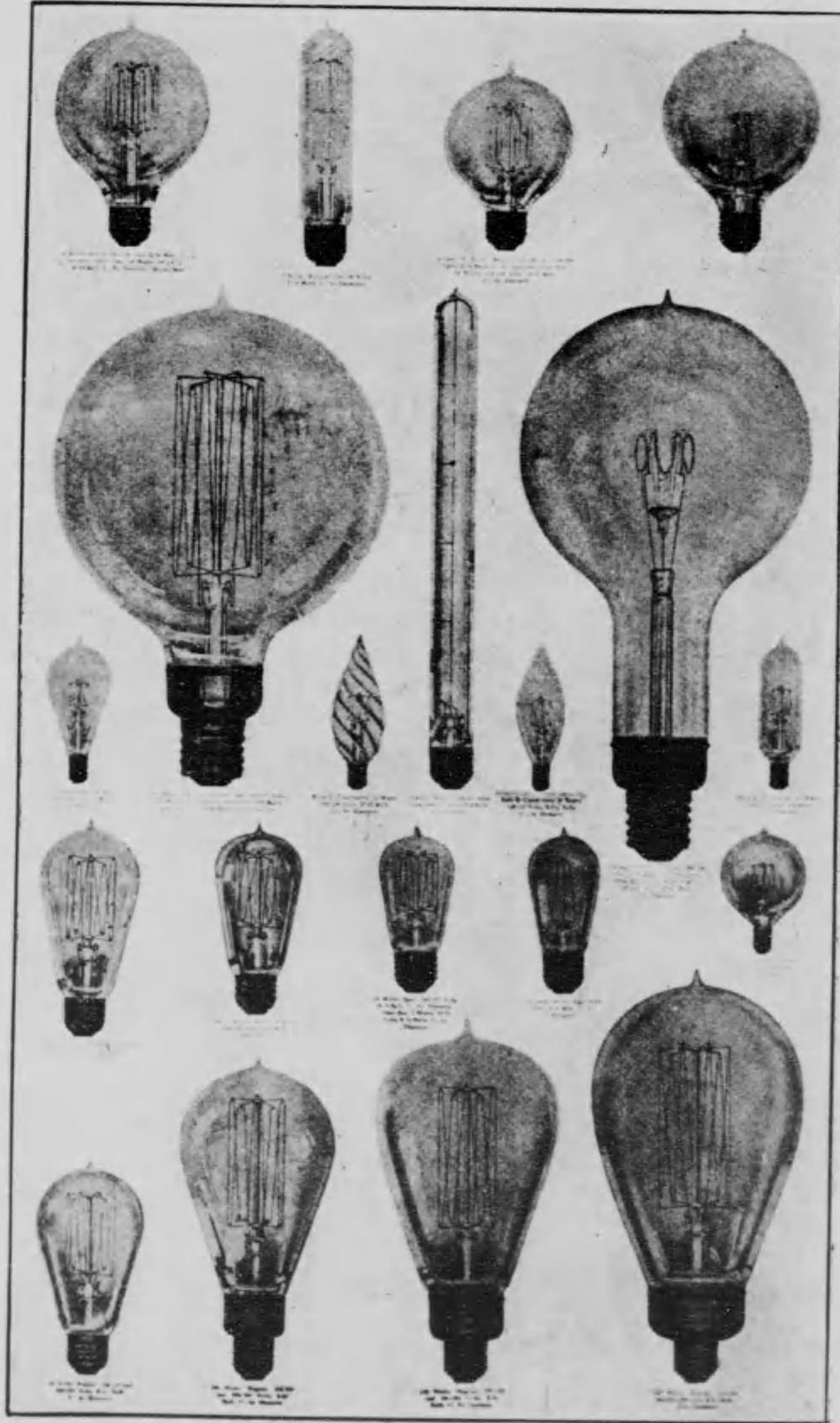
甲乙の併用なれば利害も少しく中和する譯である。

建築と燈火趣味及び其の調和

理想の家庭は完全なる住宅に依り始めて得らるべきものであつて、夫れは良材を用ひたとか金錢を多く費したかとか云ふ事でも無く趣味と調和が必要なのである。現今貧家建の小さき家にも皆床間が作られてあつて、此處に先哲の遺訓山水花鳥の軸が掲げられ、挿花置物が備へらるのであるが、此處に於て雨露を凌ぐと云ふ事以上に趣味を表すので又衣服に於ても暖を得ると云ふ事以外に柄模様依り其の人の人格を知ることが出来る。

燈火は前にも述べた様に從來直接に家庭及建物との關係が深くなかつた。然るに最近に至り密接の關係を生じたが爲めに室内裝飾と實用とを兼備するものでありながら、燈火燈器に對する趣味は餘り普及されて無い様に認められ

圖 燈 電 圖 九 十 二 第
(用路圖トルオヴ百)

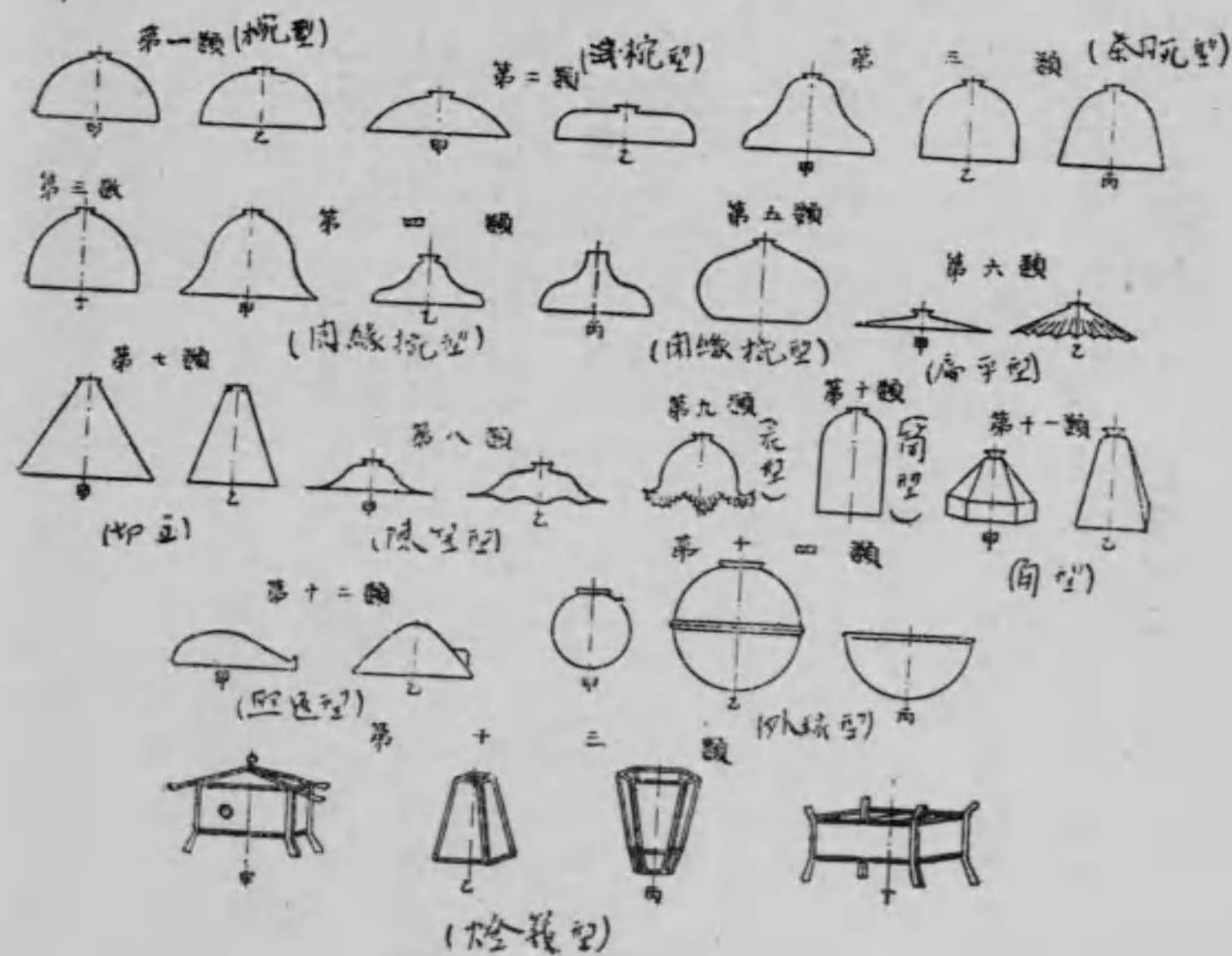


る。特に夏期電扇等の爲めに晝間送電を行はれる時には終日點燈して居る家も見當る有様で、國家經濟上電力の損耗のみならず、晝行燈以上の無趣味を表するものである。不用の時點燈して有用の時には却て有効に點燈し無い事もあ
る位であるから従て燈器に對する趣味も高くない。電燈附屬品に付ては前に
一言したが、電氣が最近科學の產物であつて燈火燈器は科學的研究を必要とす
ると同時に其の趣味が一般に普及さるゝ様になれば大に斯界の發達を助くる
譯で燈火は單に點燈すればよいと云ふ時代は早過去のものであると云ふ事を
望むのである。

外國では玄關、客間、食堂、寢室等夫れ器具の形式點燈の方式及び光の種類等も
段々研究せられて居る様だが、我國の中流以下にては各室が兼用せらるゝ所が
多いから一概に申されないが之等も段々研究せらるゝことと思ふ。又北向の
室には温みある色彩の燈火を用ひ、南向の室には冷光の燈火を用ひて氣分を平
均させ様とした處、却て不結果を來し却て北向には冷光南向には温光の方が好
良であつたと云ふ様な事も聞いて居る。

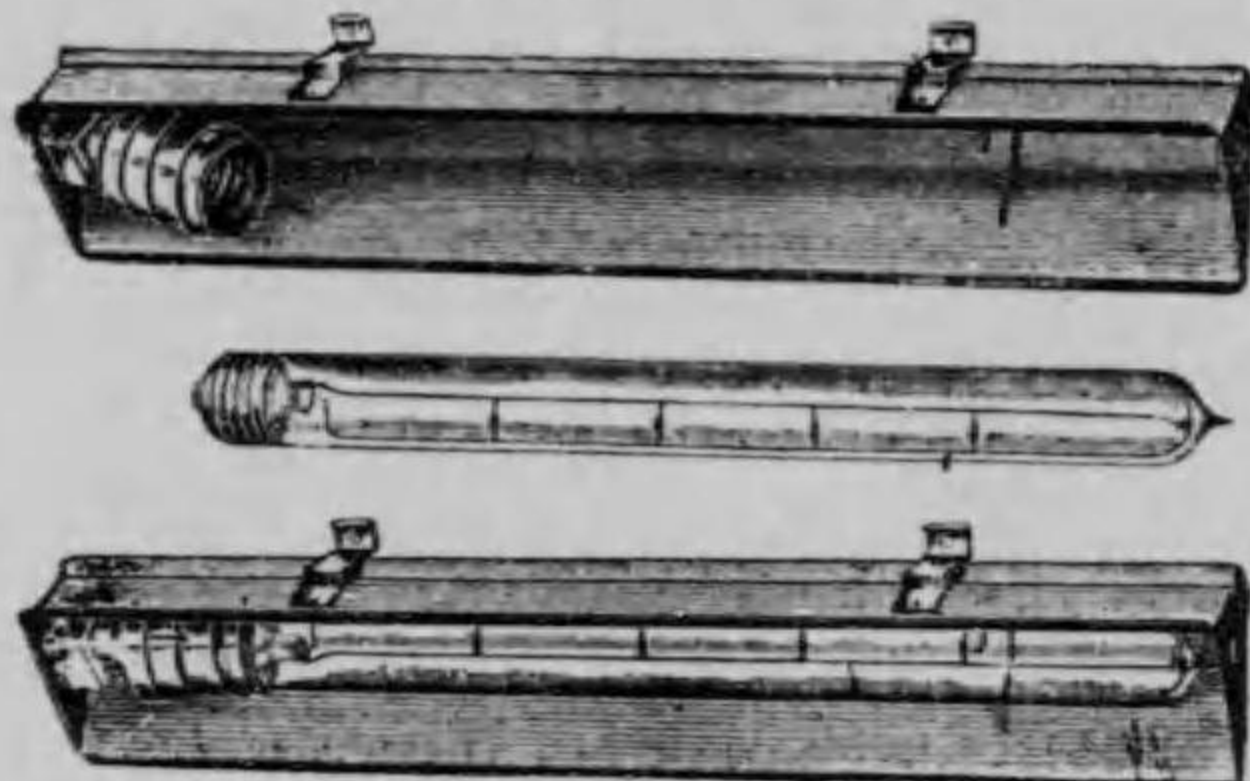
- | | | | |
|-------------------|-------------|------------|-------------|
| 百ワット丸型
(集點纖維型) | 十五ワット 豆 | 十五ワット 豆 | 二百五十ワット 茄子型 |
| 四十ワット 丸型 | 千ワット 瓦斯封入丸型 | 十五ワット 豆 | カイン型 |
| 二十五ワット 管型 | 四十ワット 管型 | 十五ワット 豆 | 十ワット 茄子型 |
| 六十ワット 丸型 | 五百ワット 丸型 | 十五ワット 豆 | 二十ワット 茄子型 |
| | | 二十五ワット 豆 | 百ワット 茄子型 |
| | | 二十五ワット 茄子型 | 六十ワット 茄子型 |

笠球電圖十三第



要するに趣味は人々に依り異り其の人の美意識に基くものであるから他人の移し難き事であるが趣味ある點方が行はるゝ様になり、建築と調和するやうになることが必要と思ふ。
現在用ひられる電球及電燈器具の主なるものは第二十九圖より第三十七圖に示したものがそれである。

笠用列陳 圖一十三第



色彩の關係

洋室には色彩が色々研究應用せられて居るが日本室には從來色彩は餘り重き置かれて無かつたが近時段々應用せらるゝ様になり、色彩が應用せらるゝと共に燈火と色彩の關係は重大なるものとなりて來た。
視覚は色彩光に依り色々の作用を受け、青綠色は寒光と呼ばれ目を疲らす事少く、赤橙色光は熱光と稱へられ目を疲らす事が多いものであるから、心理上の作用と併用されて書齋等には綠色光が適するが又一方に赤黄色の如き長波徑のものに對しては目の瞳孔の自働的調節は佳良であるが青紫色の如き短波徑のものに對しては其の調節不完全のものであるが爲め、水銀電燈の様な短波徑にて強光の燈火を長く見る様な事は目に有害である。強光のものを

表 八 十 第
率 收 吸 の 子 硝 種 各

硝 子 の 種 類	吸 收 率 (百分率)	能 率 (百分率)
透 明 硝 子	5-12	88-95
薄 艶 消 シ 硝 子	10-20	80-90
ア ラ バ ス タ ー	10-20	80-90
カ ナ リ ヤ 色 硝 子	15-20	90-85
淡 青 色 ア ラ バ ス タ ー	15-25	75-85
濃 青 色 ア ラ バ ス タ ー	20-30	70-80
磨 硝 子	20-30	70-80
薄 度 の 乳 色 硝 子	15-40	60-85
中 度 "	25-40	60-75
濃 度 "	30-60	40-70
緑 色 硝 子	80-90	10-20
紅 色 硝 子	85-90	10-15
青 色 硝 子	90-95	5-10

見るには多く赤硝子を用ゆるのも此の理に因るのである。
尙此の外に心理上各種の色彩又其の照對配合等に依り色色感情聯想に差を

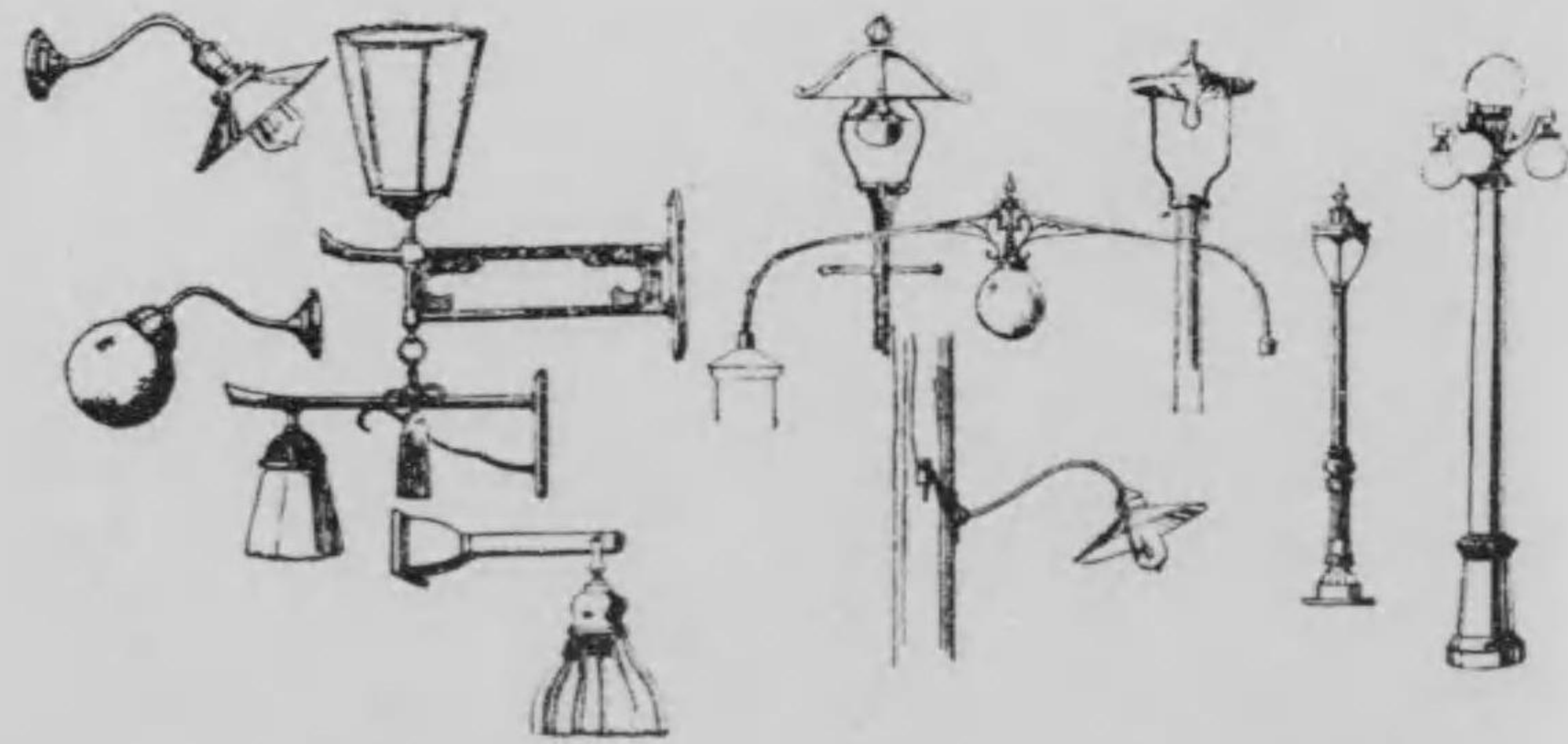
表 七 十 第
彩 色 の 源 光

光 源	感 度		
	赤	綠	青
絶對温度五千度の黑體	33.3	33.3	33.2
青 空	32.0	32.8	25.8
無水炭酸瓦斯管アーム管	31.3	31.0	37.7
午後の晝光	37.7	37.3	25.0
水銀蒸氣弧光	29.0	30.4	40.7
直流弧光	41.0	36.3	22.7
ウエルスバツグ、マントル、(1/2ベルセントのセリニウム入り)	42.5	40.8	16.7
全上 1/2ベルセントのセリニウム入り	45.5	42.0	12.5
全上(1/2ベルセントのセリニウム入り)	47.2	41.8	11.0
タングステン1.25ワツト、バー、カンドル	48.7	40.5	10.9
ネルンストランプ	49.2	49.7	10.1
アセチレン	49.1	40.5	10.5
黄色發焰弧光	52.0	37.5	10.5
カーボン、ランプ	51.3	40.4	8.3
ヘフネル燈	55.0	38.8	6.2



燈下吊内室 (乙)

アリデンヤシ (甲)

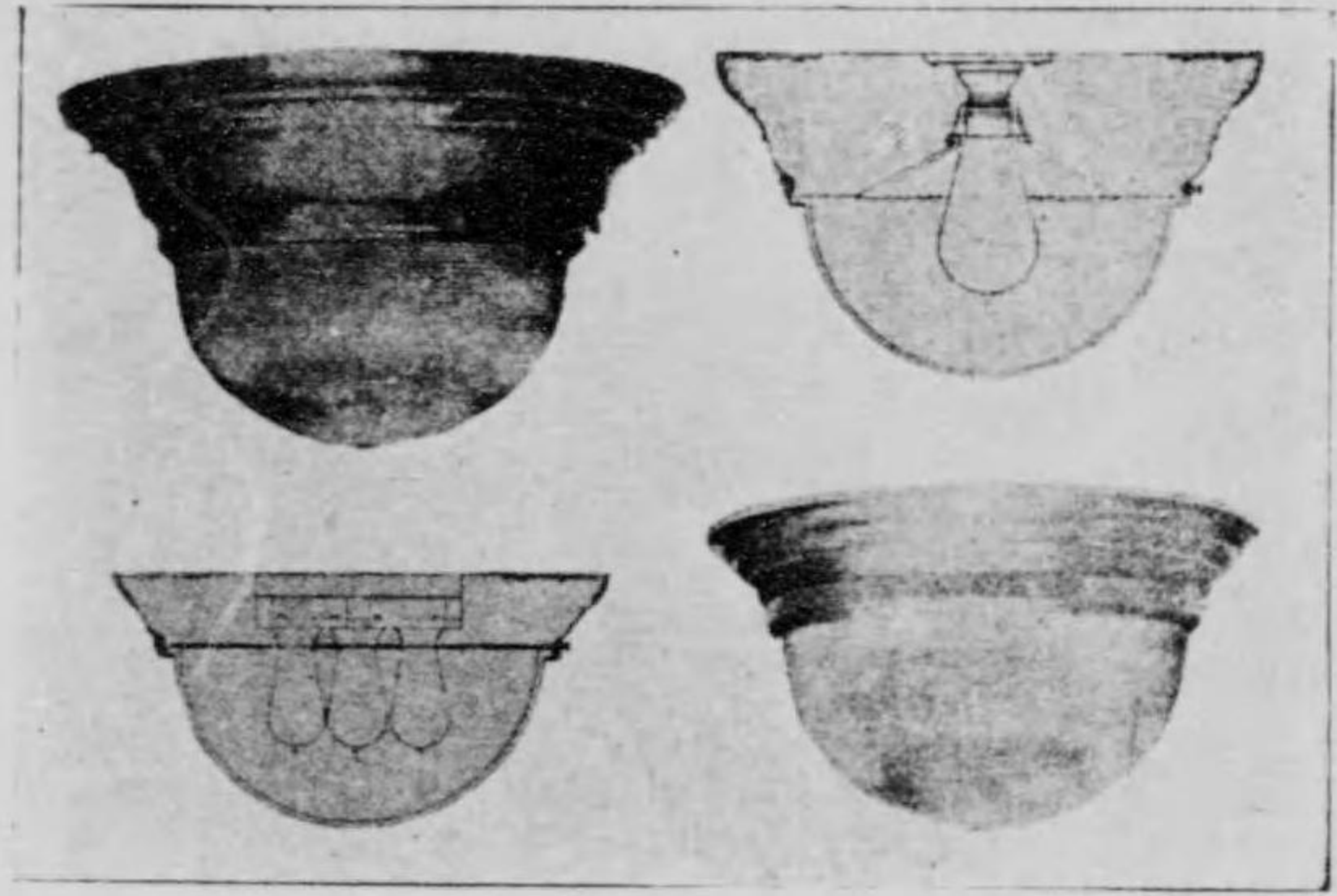


トツケツラブ (丁)

燈街 (丙)

表九十第
化變の彩色く基に光投

原 色	赤 色 光	橙 色 光	黄 色 光
黑白赤橙黄 薄濃薄濃 インデゴ青 董	帶紫黑色 赤色色 濃樺橙 帶赤鼠 帶赤黑 帶董紫 紫	濃栗色 橙色色 濃赤色 黄橙色 黄鎖綠 橙鼠 橙栗 赤栗	微橙黄色 橙黄色 黄橙黄色 橙黄绿色 帶同 綠橙黄色 暗橙栗 黄栗
原 色	綠 色 光	青 色 光	蓝 色 光
黑白赤橙黄 薄濃薄濃 インデゴ青 董	帶綠褐色 褐色 薄帶綠黄 帶黄綠 濃綠同 綠青 暗青、綠	青黑色 青董 董褐色 綠緣 青綠青 濃青同 暗青、綠	薄董黑色 帶赤董 薄赤 褐薄紫 薄青灰 帶青董 薄青董 濃青董 濃董



第三十三圖
シロリン
グ燈



第三十六圖
半間接照
明器具



第三十四圖
間接照
明器具



第三十七圖
間接照
明器具



第三十五圖
撒光直
射照
明器具

生ずるものであるが、茲には主として色彩と照明の關係を言ふのである。

(イ) 現在燈火の色彩

之れを表に示すと第十七表の様になる。

(ロ) 色彩と反射率及透光率

反射率及び透過率は物質に依り變化するものであるが、同一物質にしても色彩に依りて又變化する。

第十二表は襖紙の反射率の表であつて同一紙でも色に依り變化する。第八表は硝子の透過率で理想的の透明硝子を100とせるものである。

(ハ) 色彩ある光源の照明

光源が色彩を帯びる時は物體の色彩を晝光にて見た時(白光の時)と變化させる。之れを表にすると第十九表である。従て現在の燈火にて照明を行ふ時は第二十表の様になる。之れ夜間燈火にて認めし色彩の印象が晝間と差を生ずること往々ある理由である。

(ニ) 色彩照明

第二十表 投光の色彩と其の結果

燈火の種類	燈火の外見	原色				
		赤	緑	青	褐	黄
平均撒光晝光	純白	標準的赤色	標準的緑色	標準的青色	褐色	黄色
白色ムリア燈	純白	同	同	同	同	同
マグネタイト弧光	帶青白色	薄赤色に變ず	緑色	薄青色に變ず	同	薄黄色に變ず
弧密閉光	同	著しき薄赤色に變ず	帶黄緑色に變ず	著しき薄き青色に變ず	薄褐色に變ず	同
タングステンランプ	帶黄白色	薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同
ネルンスト	濃レモン黄色	薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同
炭素白熱燈	樺色	薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同
水銀蒸氣燈	帶青緑色	薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同
ウエルスバツハ	帶緑黄色	薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同
マントル	蒼黄色	薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同
魚尾形火口の瓦斯燭		薄赤色の赤色に變ず	同	同	同	同

白光晝光の時は距離の自乗に反比例すると云ふ法則に従ふものであるが色彩光線の時は少しく變化するものと云はれて居る。即ち、長波徑の黄色光は自乗より少しく大きく、短波徑の青緑色光は稍、小さい。

此頃人工照明と云ふ事が段々研究せられて來たが、これは電燈經費が廉價となつたのと、電球が進歩したのと、燈火趣味が發達して來た結果である。

即ち 1.25 W.P.C タングステンランプに硝子のスクリーンを用ひて晝光色とすると能率は不良で 8 W.P.C となる。タングステン電球より更に能率よく白色光に近き窒素電球は 0.6 W.P.C のものが 2 W.P.C 位になる。(炭素線電球は 3.1 W.P.C であるから能率は尙好良である。)

而して一般に言ふと住宅室内燈火の色彩は稍赤黄色の加味せるものが、室内に温みと愉快味の氣分を帯びさすもので最も適當の様に思ふ。青緑色の光力は静寂を帯びずして不愉快の氣分を帯びさせる。瓦斯は熱や取扱等の問題を別にして其の光力は電球に比較して稍青緑色であるが爲め近時外國では瓦斯マントル硝酸セリウムを加へて特許を得たアンバーマントルが賣出された

そうであるが、代價が高き爲め一般には行き渡つて居ないと云ふ事を聞及んで居る。

(ホ) 色彩照明の應用

白光照明が理想であるけれど、心理上其他の關係から特に色彩光明が必要の事がある。其の例を挙げると劇場の如くよく燈火を應用する時は晝間以上の快感を引起すものである。尙之等を區分すると、

- (イ) 物體又は場所も晝間見る時と同様にすることを要する場合
- (ロ) 或る場所に對し時間(朝晝、夕等)の觀念を與へさす場合
- (ハ) 或る場所に對し四季の氣分又は氣候の感を與へさす場合
- (ニ) 熱寒の感を與へさす場合
- (ホ) 悲喜の感を助けさす場合
- (ヘ) 執務或は作業に便利ならしむる場合
- (ト) 物體の特色を發揮せしむる場合
- (チ) 晝間見るよりも夫れ以上の美感を與へさせんとする場合

(リ) 人の注意力を引かしむる場合
 (ル) 生理上の應用さるゝ場合
 等である。
 之等は電球を燈火として使用すれば容易に取扱ひ應用することが出来るものである。

將來の希望

燈火は益々必要のものとなつて來たので外國では、電氣、瓦斯、建築、醫術、物理等の各専門家が集り照明學會等が作られて居るが我國ではまだ其の運に至らないのは遺憾である。要するに建築設計又は監督の場合に燈火に對しても電燈會社又は電氣取付業者と多少協議の上建築物をして晝も夜も同様に心地よきものならしむる様木工、石工、塗工と一所に電工をも加へて斯業の發展に資するやうあり度いものである。近時標準建築仕様書が制定され電氣の事も記入すると云ふ事は至極結構の事と思ふ。

屋外照明

屋外照明の分類

屋外照明とは意味が何となく漠然として居るが要するに室内照明に對して屋外の點燈照明を指すのであつて今電燈本位にて之れを大別すると、

- 一、屋外裝飾電燈
 - (甲) 建築電飾
 - (乙) 一般屋外電飾
- 二、電燈看板
- 三、運輸交通物點燈照明
- 四、街路點燈照明
 - (甲) 連續的街燈
 - (乙) 不連續的街燈

等に分けることが出來、其の點燈の目的が各自同一でないから是等に對する設計思考にも自ら多少の差異を生ずる。

即ち第一は裝飾が本來の目的であり、第二は廣告が主要々件であり、第三は室内と同様照明が必要のものであるが運輸的のものであるから電力の制限、電壓の制限併に周圍の状態、公衆乗客に對する關係等に依り多少趣きが異なる。又第四は屋外照明の代表的のものにして照明上の計算其他最も多くの研究を要する照明本位のものであるが外界が廣い爲に經濟上室内とは差がある。特に(乙)として挙げた中には郊外の街燈の如く低燭力のものにて照明度の低いものや公園又は庭園内のもの、如く裝飾的のもの等もある。然し何れも電燈の發達に隨ひ其の點燈照明法は益々隆盛の運に向ひつゝあるが茲には其の概要を記すこととする。

屋外裝飾電燈

(一) 屋外裝飾電燈の目的及び其の種類

屋外裝飾電燈は所謂イルミネーションと稱へられ一般に知らるゝもので、本