

光源の進歩

Progress of Light Sources

宮尾 薫* 江川 隣之介*

内容梗概

終戦後10年余を経過した今日、各種の光源には質量ともに飛躍的な進歩を見た。本稿は一般照明用の白熱電球ならびに蛍光灯について発展の足取りを振り返つてみるとともに、最近の趨勢について記述したものである。

〔I〕 緒言

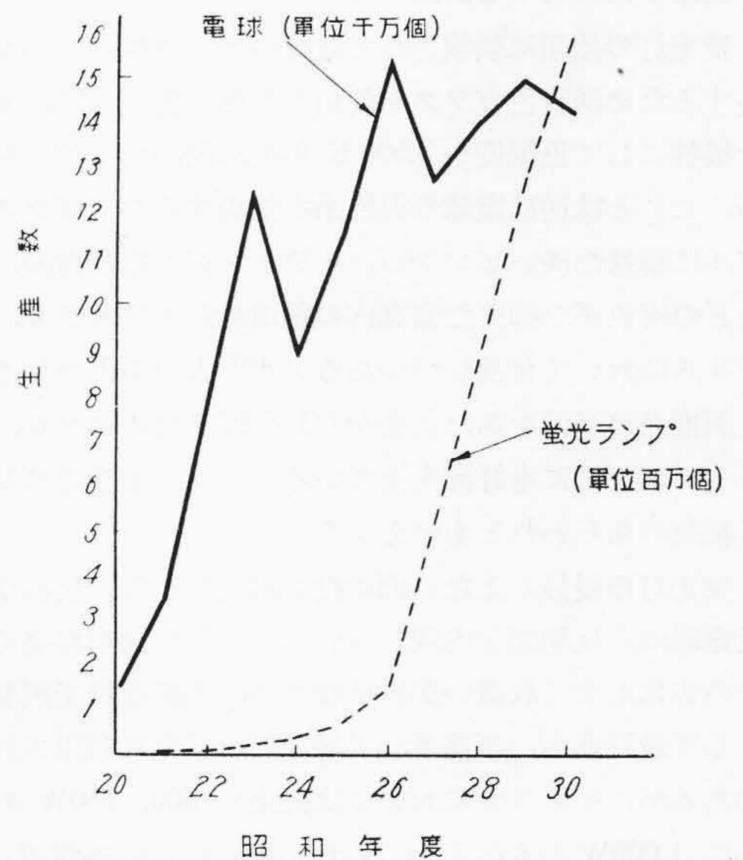
我国の照明界における過去10年間の進歩は、戦争の断層のとりもどしであることは申すまでもないが、蛍光灯の登場による変革にもとづくことも見逃しえない事実である。照明とは光の場をつくる技術であり、光の場はその中における人間の生活を前提としている以上、“実用性”が大きな条件の一つであるといえる。新しい照明は新しい光源の出現によつて可能であり、新しい光源はその“実用性”によつてはじめて照明の具たりうる。戦後の蛍光灯の普及はその実用性によるものであり、蛍光灯の出現により白熱電球の実用性が再認識されつゝあることも事実である。ここに両者について最近の進歩の姿を説明する。

〔II〕 電球の進歩

戦後の疲弊した世の中が回復するにつれ電球の生産数⁽¹⁾は第1図に示すように伸びてきたが、新しい光源として登場した蛍光ランプの増加はいちじるしく幾何級数的に上昇曲線を取り、すでに電球生産数の1割をはるかに突破し、電球の伸び方を制約するに至つている。しかしこの図における電球の進歩にも見るべきものがある。第1表は一般照明用電球に関する日本工業規格 (JIS) の推移の様態を代表品種である単コイル 60W 電球について示したものである。この表にあきらかなように終戦直後は物資節約のため効率は悪くとも寿命の長い電球が要求されたが、経済状態の回復発達にとともに、あかるくて快適な生活のため効率のよい電球へと移行している。この傾向は我国のみでなく国際的な動向であり、タングステン電球の性質上、寿命を 1,000 時間として効率を上げてゆく方が理論上も経済的といえる。アメリカにおいては 75W 以上のものは 750 時間を定格寿命としている。

最近の電球における高効率へのいちじるしい傾向は二重コイル電球の改良にもあらわれている。二重コイル電球ではフィラメントの熱消失が少なくなるため単コイル電球に比し 10~15% の効率増加を期待しうるが、高いフ

ィラメントの温度に耐えうるため高度の non sag wire を用いる必要がある。タングステン材料の改良がすすんだため第2表にあるように単コイル電球と同様、効率の向上が行なわれた。二重コイル電球は単コイル電球に比し第2図のようにフィラメントコイルの構造こそ複雑であるが、その形状は直線型でありアンカが少なくて済むため機械加工性に富み量産に適している。今後の一般電球はすべて二重コイルに置きかわるものと思われる。電球使用中の効率の低下については従来省みられていなかったが、最近の JIS (1954) からは 500 時間点



第1図 電球蛍光ランプの生産数の推移
Fig. 1. Production History of Incandescent and Fluorescent Lamps

第1表 単コイル電球 60W に関する JIS の推移
Table 1. Amendment of JIS Regulations for Single-coil 60 W Lamp

規格名	制定年月	消費電力 (W)	光束 (lm)	効率 (lm/W)	寿命 (時)
JES 電気 7501	昭和21年12月	60±4.2	680±88	11.3±1.1	1500
JIS C7501(1950)	昭和25年 3月	60±3.9	730±95	12.2±1.2	1000
JIS C7501(1954)	昭和29年 5月	60±3.0	745±97	12.4±1.2	1000

* 日立製作所本社

灯後の特性を規定しその改良につとめている。

電球の封入ガスとしてはタングステン線を侵さず、その蒸発速度を減じ、電弧を発生しがたく、エネルギー損失の少ない稀有ガスとしてアルゴンが一般に使用されているが、クリプトン、クセノンは原子量がさらに大きいため一層効果的であることが認められ、ドイツでは60W, 40Wの一般照明用に⁽²⁾フランスでは自動車、鉄道車輛用電球に応用し⁽³⁾アルゴンの場合より15~20%の効率増加を示している。これら稀有ガスの利用は寿命を一定にした場合フィラメントの温度を上昇しうるるのであるから効率の改良のみならず、光の分光スペクトル分布を短波長側へ移行しうるため光は一層白色に近くなる。

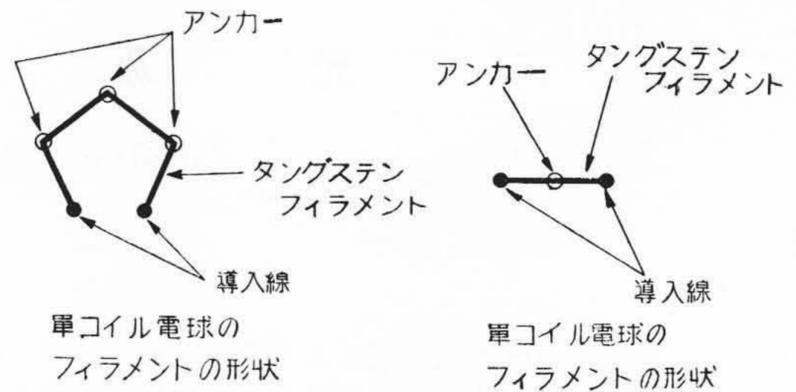
電球改良の別な方向としてバルブ径の小型化も最近の動向である。電球本来の点光源の姿に近づけ照明効果を高める一方、原価逡減をはかることが目標であり、タングステン、封入ガス、および加工技術の進歩がこの問題を可能にしてくれる訳である。原価逡減の一環として真鍮製口金をアルミニウムに置きかえることは、アメリカにおいてすでに実現されているが我国においてもアルミ口金用半田に対する研究が行われつつある。

蛍光灯の抬頭に刺戟されて電球のスペクトル分布を改良するため淡青色ガラスを使用した昼光色電球は、効率を犠牲にして色温度を3,500°K程度に高めたものであるが、これとは逆に電球の温色系を強調するためガラスバルブに特殊な淡いピンクのコーティングを施し青緑、黄などの冷色系を抑えた家庭向の電球が最近アメリカ、イギリスにおいて普及しつつある。⁽⁴⁾⁽⁵⁾人の顔色がよく見え調度品に光沢をあたえ光をやわらげるためホテル、レストランなどにも好評をえているという。蛍光灯に対する抵抗のあらわれともいえよう。

蛍光灯の侵蝕しえない面に投光照明がある。反射型投光電球は、反射面を内蔵しているため反射効率が高く、その劣化も少く取扱いが容易なため、手軽な投光照明用として最近商店、事務所、工場などに活発に利用されつつあるが、アメリカにおいては従来の500, 750Wのほか1,000Wのものもつくられ工場照明、屋外照明、そのほか保守の困難な場所に使用されている⁽⁶⁾。これらの電球や投光器用の大型電球に共通して、見られる進歩として、バルブガラスを硬質ガラスとしたり口金接着剤を改良して、多少無理な使い方にも耐えうる構造としたことは注目に値する。

〔III〕 蛍光灯の進歩

照明界に一紀元を画した蛍光ランプは第1図に見るよう急激な発展を遂げた。終戦直後食糧増産の目的で作られた青色蛍光ランプによる誘蛾灯がいわば戦後の濫觴



第2図 一般照明用電球のフィラメントの形状
Fig. 2. Shape of Filament of Lamps for General Lighting Purpose

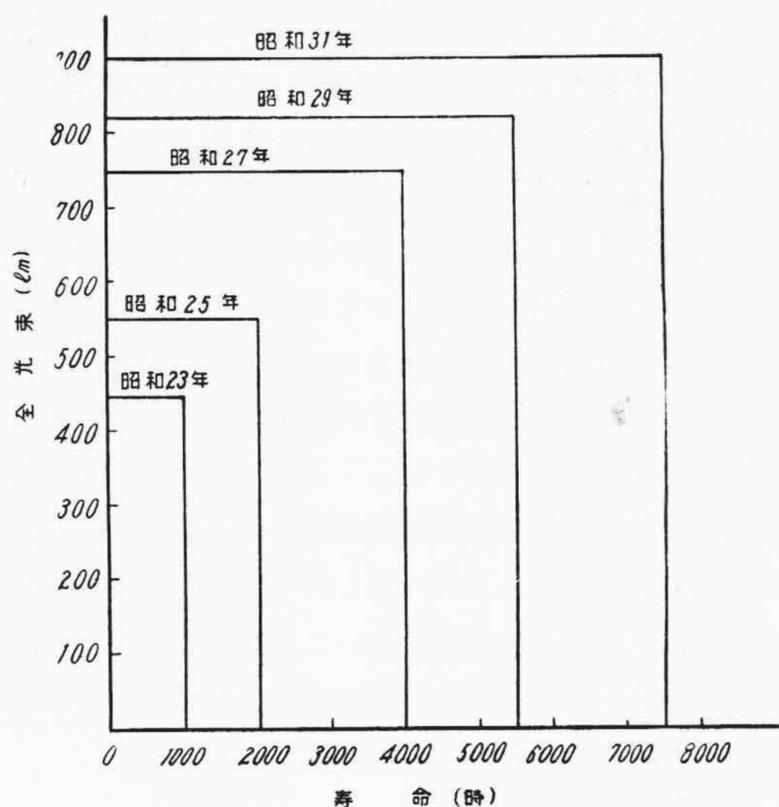
第2表 2重コイル60W電球に関するJISの推移
Table 2. Amendment of JIS Regulations for Double Coil 60 W Lamp

規格名	制定年月	消費電力 (W)	光束 (lm)	効率 (lm/W)	寿命 (時)
JES 電気 7501	昭和21年12月	60±4.8	780±120	13.0±1.6	1500
JIS C7501(1950)	昭和25年 3月	60±4.5	800±120	13.4±1.6	1000
JIS C7517(1954)	昭和29年 5月	60±3.0	810± 97	13.5±1.4	1000

であることはまだ記憶に生々しいところである。

青白蛍光ランプのさわやかな光が白熱電球にくらべ約3分の1の電力で3倍の誘蛾率を示したことは蛍光灯が迎えられた理由であるが、益虫も捕えられることなどの理由により現在はあまり用いられない。戦争の幕をとりぞいて見てはじめてわかつた海外とくにアメリカの蛍光ランプの発達状況に刺戟され、我国におけるその後の蛍光ランプの進歩には目ざましいものがある。20W昼光色の例では第3図に見るようこの7年間に光束が2倍、寿命が7倍に改良されている。効率は当初の20W昼光色が23 lm/Wでありこれを最近の日立蛍光ランプに比較するに40W温白色では2,700 lm, 68 lm/Wであるゆえその比率は1:3に向上したことがわかる。これら光束の改善は蛍光体の進歩によりもたらされた。以前に使用されていた珪酸塩系の蛍光物質を脱却し、昭和26年以降一種で白色光を出す磷酸塩系の物質へと進み光束ならびに価格の面で画期的変革をあたえた。さらに日立製作所独自の純国産蛍光体ハロ磷酸カルシウムカドミウムの発明⁽⁷⁾は蛍光ランプの光束劣化をきわめて少くし、国際的水準を凌駕するまでに至った。

蛍光ランプの種類においても色温度6,500°Kの昼光色のみであつた所から出発し、色温度4,500°Kの白色を生み、演色性を改良した天然白色、天然昼光色を追加してきたが、さらに色温度3,500°Kの暖か味のある高効率な温白色を新製品として業界にさきんじて完成し、また天然温白色を加えて品種を増してきた。ここに至つて色温度の系列は3種となり使用者各方面の要求に応じてきたしだいである。(第3表) 第4図に見られるようにアメリ



第3図 蛍光灯の進歩(20W昼光色の場合)
Fig. 3. Progress of Fluorescent Lamps

第3表 日立蛍光灯の色の種類
Table 3. Color Classification of Hitachi Fluorescent Lamps

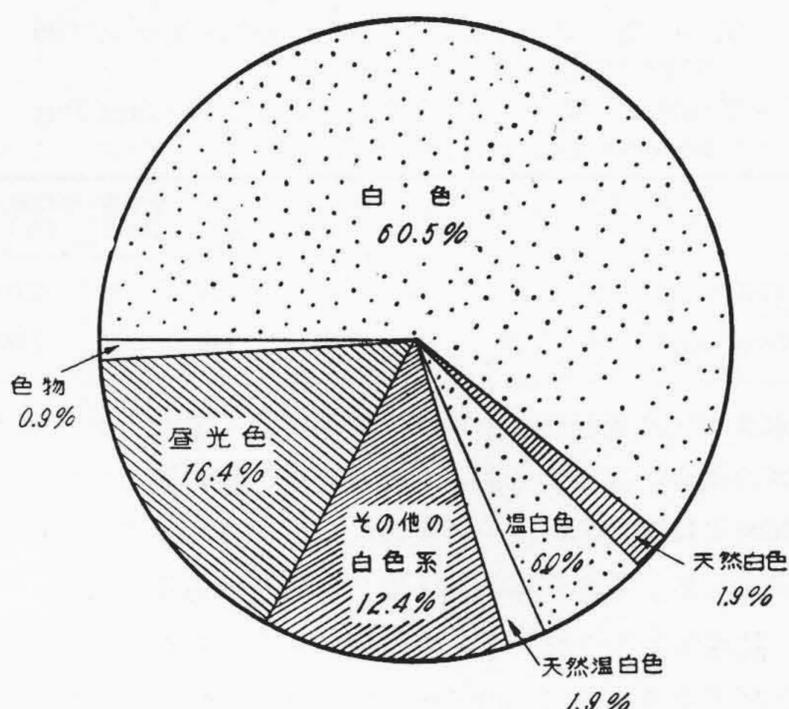
色温度	6,500°K	4,500°K	3,500°K
演色性			
可(標準)	昼光色	白色	温白色
良(デラックス)	天然昼光色	天然白色	天然温白色
優(スーパーデラックス)	純天然昼光色	純天然白色	—

カにおいては白色，昼光色につづいて温白色が相当な普及率を示している。温白色系は効率をもつとも多くやわらか味のある色で，グレヤを感じがたいためである。

蛍光灯の普及につれて演色性に対する高度の要求が増えてきたため，従来の天然色型をさらに発展させた純天然色型の二種の蛍光灯，日立スーパーデラックス昼光色ならびに白色を完成した。この純天然色型蛍光灯は微妙な色調の変化を問題にするむきにも満足な結果をあたえ好評を博している。ここにおいて日立蛍光灯の種類は第3表に見るように8種の多きにのぼった。

蛍光灯の寿命の向上も第3図にあるとおりで，平均寿命ならびに偏差の改良は蛍光灯を今日の信頼性あるものに築き上げたのである。

40W蛍光灯はおもに工場，商店，事務所などに使用されるが，20Wはそのほか家庭用にきわめて多く利用されるため全国生産数に対して前者が約25~30%を占めるに比し後者は60~55%を占めている。アメリカにおいては⁽⁸⁾この数字と逆に40Wが約50%に対し，20Wはわずか10%に過ぎない。家庭に蛍光灯が普及するにつれて両者の中間に相当する30Wが作られるようになったが，その特長とするところは管電流を20Wの150%



第4図 アメリカにおける蛍光灯の色の種類の比率 (1955)

Fig. 4. Ratio of Fluorescent Lamps of Various Colors Used in America

に増して高電流密度とし，管電圧を下げて一般家庭用の100V配電に適合するようにして器具の原価引下げを行ったことにある。

点灯管を利用した回路は蛍光灯のもつとも簡便な点灯方式であるが，いくつかの欠点を残している。その欠点を改良した新しい点灯方式として数年前にアメリカGEにおいて完成したラピッドスタート式蛍光灯は画期的で最近はいよいよこの方式にかわりつつある。日立製作所ではこれとほぼ同様の回路を用いさらに特色ある方式のスーパーラピッド蛍光灯を昨年発売した。本蛍光灯用安全器にはフィラメント加熱用の独立した巻線があり蛍光灯を低電圧で点灯する工夫を施してあるが，蛍光灯自体にも管内壁を透明導電層に特殊加工を行うことにより種々な条件のもとにも確実に点灯しうるように作られている。この種のランプとしては世界的なものであり，器具構造も簡単にでき，取扱いが容易で，ラジオ聴取障害も少く，湿度に影響されず確実に点灯しうる長所をそなえている。40W用スーパーラピッド蛍光灯に続いて60Wの新品種も完成をみた。これはいわゆる72吋T12型蛍光灯に相当する外形寸法を有したもので口金はバイピン(2本ピン)型であり，安定器を含めた総合効率において同種のスリムライン型蛍光灯をはるかに凌駕した特性を持っている。60W蛍光灯はランプを多く使用したり，高照度を要求する場所に使用して保守が容易で経済的である利点がある。

電球におけると同様蛍光灯にはアルゴンガスを使用しているのが現状であるが，アメリカにおいてはクリプトンガスを用いて電流密度を増すことにより効率を高め出力を増した高光度蛍光灯を製作している⁽⁶⁾⁽⁹⁾。

第4表 アメリカにおける高光度蛍光ランプ96 T12の定格

Table 4. Ratings of American High Out Put Fluorescent Lamp, 96 T 12

	光色	全長 (吋)	管径	管電力 (W)	管電流 (A)	管電圧 (V)	全光束 (lm)	平均寿命 (h)
GE	白色	96	T12	100	0.80	135	68	7500
Sylv	白色	96	T12	100	0.815	140	70	7500

本ランプは低温度においても効率が高くまたランプサイズの割合に高出力であるため屋外用に特に適している。96吋T12型100Wはその代表的な例でラピッドスタート式である。その定格は第4表のとおりである。

特殊な蛍光ランプとして最近アメリカのシルバニアおよびイギリスの二三のメーカーでは反射型蛍光ランプを発売した⁽¹⁰⁾。その構造は管内面の3分の2円周にわたって酸化チタンの反射面を作り残り3分の1円周より集中的に光を投げようとするもので、従来のランプのように管上面に対する塵埃堆積による光束減退がなく、反射笠を必要とせぬ利点を有しているが、口金は方向性のない1本ピンのものでのみがつくられているという。またGEにおいてもパワーグループ⁽¹¹⁾⁽¹²⁾と称して蛍光ランプのガラス管に局部的な凹みを付し、管内容積の割合に管表面の発光面積を増大して従来のランプの2倍の効率を有するようにした特殊なランプを発表した。このように蛍光ランプの最近の動向は電流密度を増して同一サイズながらも高い光束を有する方向へと向っている。

蛍光ランプの応用範囲はあらゆる分野に達し、鉄道車輛にも広く利用されつつあるが、我国では120サイクルの発電機を用いた高周波点灯式が一般化され、日立製作所においても多くの使用実績をえている。大型バスの照明用にパイブレータを用い400サイクル程度を出して蛍光灯を使用する方式もある。高周波にするとランプ効率が上り光のチラツキがなく、安定器も小型軽量化しうる利点があるが、電源装置に費用がかかるため車輛、船舶航空機などの特殊用途以外には一般性がないのが実状である。

蛍光灯の直流点灯についても別稿(90頁参照)にて報告されているが、車輛のような直流電源を有する施設の照明にはもつとも好適な方式で各種の試みが行われてきた。日立製作所では独自の簡易な点灯方式と一般蛍光ランプに改良を施した直流用蛍光ランプの組合せにより、高性能な蛍光灯を完成した。その使用実績は関東関西の多くの電鉄におよび乗客に対するサービスの向上に実効を上げつつある。

蛍光ランプの発達にともなう誕生した各種の照明器具は枚挙にいとまがないのであるが、遮光材料ないし拡散材料としてあるいはランプの大きな形状を包み込む工

夫のあらわれとして、ルーバならびに各種型押ガラス、プラスチック類が重大な役割をはたしている。建築化照明に使用されるため多灯用器具を多数連結して用いることも最近の傾向といえよう。一般用器具の発達に対して家庭用器具の進歩もきわめてさかんである。木造で8畳、6畳、4.5畳の組合せよりなつた日本家屋の構造にとつては蛍光灯の取付が非常に簡易であるため、海外には例を見ぬ日本独特の家庭用蛍光灯の発達を見たものである。20W 1灯あるいは2灯を付してプルスイッチのついた軽便な吊下型器具はここ数年来急激な進歩を見せ、意匠、使用材料においても工夫のあとがみられる。日本家屋用としてはランプの全長の大きいことは好ましくないため光束の割合に管長の短い前記の30W 蛍光ランプも専ら家庭用の向きに使われている。

[IV] 結 言

一般照明用光源としての電球ならびに蛍光ランプの最近の進歩について概説したが、電球は点光源、蛍光ランプは線光源であつて光源としては質を異にしたそれぞれ典型的なものである。両者は発光の原理をも異にするため、その長短を一概に論ずることは誤りであり、蛍光ランプの登場により電球はそれに地歩を譲つた分野も大きい。かえつてその価値を認められた点も少くないのであり、最近両者の併用によつて一層すぐれた照明効果をあげている向きが多い。今後とも両々相俟つて進歩発展を遂ぐべきことは当然である。最近水銀灯が急激な発達を遂げてきているが、前二者にくらべると利用分野に制限がありこれについては稿を改めて記したい。光源の形状から見て電球、蛍光灯の点線光源よりさらに発展した面光源としてアメリカのシルバニアにおいてはパネライトの研究が盛んである。これはエレクトロルミネッセンスにより平面状の蛍光体層を発光さすまつたく新しい原理に基いたものであるが、まだ研究の段階を脱していない。しかしながら過去十年間の光源の進歩の足取りを振りかえつて見るとき、これら新しい光源はかならずや将来にあかるい希望をあたえるものであろう。

参 考 文 献

- (1) 日本電球協会報 No. 37 (1956)
- (2) Light-Technik 5 1 (1953)
- (3) 第13回国際照明会議提出論文 Code F-P: R. Penon, France (1955)
- (4) G. E. Rev. 59 1 (1956)
- (5) Light & Lighting 49 4 & 5 (1956)
- (6) Ill. Eng. 51 2 (1956)
- (7) 日立評論 38 3 (1956)
- (8) Ill. Eng. 51 1 (1956)
- (9) Ill. Eng. 47 11 (1952)
- (10) Light & Lighting 49 2 (1956)
- (11) Ill. Eng. 51 6 P. 38 A (1956)
- (12) Light & Lighting 49 7 (1956)