講座

分光用光源

第2講 市販分光用光源(II)

加 納 忠 男*

(昭和47年11月28日受理)

Light Sources for Spectroscopy—(2) Commercial Light Sources (II)

Tadao KANOH

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd. Lamp & Lighting Div
(72, Horikawa-cho, Saiwai-ku, Kawasaki)

1. 水銀ランプ

前稿にて水銀ランプの詳細が記述されているが、分光光源用などに使用される特殊ランプについて追記する。

1.1 スペクトル光源用水銀ランプ

分光光源用として Fig. 1a, b に示するような2種類の低圧水銀ランプがある。a. は2重のガラス構造になっ

Fig. 1a. スペクトル光源用ランプ (Hg)
Fig. 1b. H形放電管 (Hg)

たランプで、内側のガラス球が発光部分で、両電極が熱陰極になり、ガラス球内には微量のアルゴンと水銀が封入されている。外側のガラスバルブは内側を機械的に保護するばかりでなく、必要な水銀蒸気圧をえるために保温の目的もしている。スペクトル線は 577.0/9.1, 546.1, 434.7/5.8, 365.0/6.3, 334.1 nm である。これから単色光をえるためには、色ガラスフィルタあるいは干渉フィルタなどを組合せる必要があり、一例を Table 1 に示す。同構造のランプで水銀の代りにナトリウム、カドミウムを封入したランプもある。

b. は H 字状をしたガラス管に水銀を封入した H 形放電管である。この放電管は H 字の中央部が毛細管になっているので輝度が高いという特長を有している。点灯は 12,000 V 程度のネオン変圧器を使用し、ランプ電流は 20 mA 程度になる。H 形放電管には、このほかに水素、ネオン、アルゴン、ヘリウム、キセノン、クリプトンを封入したランプも市販されている。

1.2 ラマンスペクトル用水銀ランプ

ラマンスペクトル励起用光源¹⁾に低圧水銀ランプが使用される。これには水銀の線スペクトル 253.7, 435.8 nm が用いられる。Fig. 2 に示すように高分解能ラマンスペクトルをとるのに適した構造をしている。ホウケイ酸ガラスを容器とし、その外周は水冷するようになっており、電極には KOV 封止された部分に水銀プールがある。ランプの水冷管には温湯を流しランプ全体を暖めた後、220 V の直流電圧を電極間にかけて電極付近に巻き

* 東京芝浦電気株式会社 照明事業部
(川崎市幸区堀川町 72)

Table 1. スペクトル光源用水銀ランプと色ガラスフィルタとの組合せ

波 長 (nm)	色 フィ ル タ 組 合 せ	透 過 率 %	となりの波長の透過率 % 以上	備 考
253.7	UV-D25×NiSO ₄ 溶液	31	365.0 → 0.1	296.7, 302.1-2.7 312.6-3.2 は透過する 302.1-2.7, 312.7-3.2 は透過する 302.1-2.7 は透過する
296.7	UV-D25×(UV-29×2)×NiSO ₄ 溶液	25	253.7 → 0.0 365.0 → 0.1	
312.6-3.2	UV-D25×写真乾板ガラス×NiSO ₄ 溶液	6.9	296.7 → 0.0 365.0 → 0.1	
365.0-6.3	UV-D1×UV-35	38	312.6 → 0.0 404.7 → 0.1	
"	UV-D18	55	313.2 → 0.5 404.7 → 0.0	
404.7-7.8	VP1B×V-V40×(UV-39×2)	2.5	365.0 → 0.2 435.8 → 0.1	
434.7-5.8	(U-V40×2)×V-Y43	14.5	404.7 → 0.02 546.1 → 0.0	
546.1	V-052×(U-B48×4)	0.2	435.8 → 0.0 577.0 → 0.01	
"	KL-54×V-052	35	435.8 → 0.0 577.0 → 0.4	
577.0-9.0	(U-058×2)×V-B48 1.5 mm	3.8	546.1 → 0.0 1014.0 → 1	
"	V-058×2	15	546.1 → 0.0 1014.0 → 90

Fig. 2. ラマンスペクトル用光源

つけた金属箔（アルミ）にテスラコイルを当てると放電を生じる。放電開始後、温湯を冷水にかえ、放電電流を徐々に増加させ 20~30 A にて使用する。このランプによって幅の狭い強力なスペクトル線がえられる。

1.3 クレフト水銀ランプ

1937 年に K. H. Krefft らによって開発された高圧水銀ランプは、クレフトランプと呼ばれ、中紫外および近紫外の標準ランプとして使用されている²⁾。放電の陽光柱の電位傾度とランプ電流を一定にすれば放射特性の再現性のよいランプがえられるというもので、波長 365.0/366.3 nm の線スペクトルを基準にして他の線スペクトル

Fig. 3. Krefft ランプの構造寸法図

Table 2. Krefft 標準ランプの輝線スペクトルの相対放射強度と放射照度の検定値の例

波 長 (nm)	相 対 放 射 強 度
264.0/5.2	24.5
269.9	4.6
275.2/6.0	3.6
280.4	11.1
289.4	5.8
296.7	16.0
302.2/2.6	27.6
312.6/3.2	62.5
334.1	7.2
365.0/6.3	100
404.7/7.8	42.6
435.8	71.0
546.1	85.3
577.0/9.0	76.2

放射照度の検定値の例

ランプから 1 m の距離における 365.0/6.3 nm による放射照度

No. 695 : $57.3 \pm 2.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

No. 383 : $58.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

No. 392 : $64.3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

ルの相対強度を示し、検定値としては 365.0/366.3 nm についてのみ値付けすることにより標準としている。

Table 2 に相対放射強度分布と検定値の例を示す、Krefft が設計したランプの構造を Fig. 3 に示す。点灯は安定性を良くするため直流点灯方式とし、封入された

水銀は完全に気化し、その圧力は1.5気圧になっている、ランプ電圧120～130 V、ランプ電流2 Aでランプ電力は250 Wになる。周囲の影響を防ぎ一定の測定条件をえるために、ランプは円筒状（直径10 cm）の内面を黒色塗装したランプハウス（前面に3×10 cmの窓がある）の中で点灯される。

1.4 蛍光ランプ

水銀放電によって放射される253.7 nmの紫外線を蛍光物質にあてて励起させ、所要のスペクトルをえることができる、蛍光ランプは代表的なものであるが、紫外用光源として300 nm付近を放射する健康線用蛍光ランプ、360 nmにピークをもたせたケミカルランプ、ブラックライト蛍光ランプがある、夫々の分光エネルギー分布を、Fig. 4に示す。ブラックライト蛍光ランプは濃青色の特

Fig. 4. 各種蛍光ランプの分光エネルギー分布

殊フィルタガラスを用い、可視光は放射しないので蛍光を調らべるのに適している。また、同様な原理により蛍光体を選らぶことにより、比較的容易に緑・青・赤などの光をえることができる。

1.5 メタルハイドランプ⁸⁾

最近、高圧あるいは超高圧水銀ランプに各種の金属ハロゲン化物を添加することにより、その金属特有の発光スペクトルを利用するメタルハイドランプが盛んに開発されている。高圧水銀アークは6000°K前後の比較的高温の熱平衡状態にあり、ボルツマンの法則からえられるように励起エネルギー単位 V_K に励起される元素の密度 n_K は、

$$n_K \propto n_0 \exp(-eV_K/kT)$$

k ; ボルツマン常数

T ; アーク温度

にて与えられる。従って、必要なスペクトル線を放射し励起電圧が低く、蒸気密度の高い元素を高圧水銀アーク中に選択添加することによって、目的に適った高効率のランプをえることができる。一般に水銀以外の金属は、蒸気圧が低かったり、あるいはアルカリ金属のように放

Fig. 5. 金属およびその化合物の蒸気圧曲線

電管材料である石英ガラスと化学反応を起すが、ハロゲン化合物を利用することによってランプに充分適合することができるようになる。Fig.5 に金属とそのハロゲン化合物の蒸気圧例を示す。ハロゲン化合物は放電管管壁の最冷部の温度によって定まる飽和蒸気圧で蒸発し、水銀アーク中で金属元素とハロゲン元素に分解し、管壁付近で

は再び結合するという循環作用が見られる。このため連続点灯可能で長寿命のランプをえることができる。

紫外部の放射に適した元素としては、Bi(306.7 nm), Co(345.4/6.6 nm), Ga(403, 417 nm) などがある。また、可視部には In(451, 410 nm), Tl(535 nm), Na(589 nm), Li(671 nm) などがある。ハロゲンとしては

Fig. 6. 各種メタルハライドランプの分光エネルギー分布

主にヨウ素が用いられるが、シュウ素・塩素の報告もある。このほかに、連続スペクトルを放射するスズのハロゲン化物⁷⁾、線スペクトルを多数放射するスカンジウム、トリウム、ジスプロシウムなどがある。

400 W 高圧水銀ランプに金属ハロゲン化物を添加したランプの分光エネルギー分布の代表例を Fig. 5a~e に示す。実際に応用される光源は、1 種類の添加ばかりでなく 2 種類以上のハロゲン化物の組合せにより目的を達成させることが行われている。

超高圧水銀ランプにハロゲン化物を添加する場合に、ナトリウム、タリウム、ガリウム、アルミニウム、インジウムなどの元素が使用されているが、高い電流密度と蒸気圧のためかなり連続スペクトルのバックグラウンドがえられる。

用途としては、照明用のほかに複写機などの産業用、塗料の硬化・塩素化反応などの光化学、動植物などの育成用があるが、その特性から考えて分光光源への利用も大いに考えられる。

2. キセノンランプ

2.1 一般的性質

キセノンランプは空気中に千万分 1 の程度に含有されるキセノンガス中での放電を利用した光源で、その特性は人工光源のうちで最も自然日光に近似した連続スペクトルから構成される紫外部から可視部の放射と近赤外部に強力な放射がえられる。また、気体放電灯の特長であり点灯と同時に光学特性が安定した瞬時点灯が可能という特性を有している。

キセノンランプには、数気圧～数十気圧の高い封入圧力でアーク光の比較的短い電極安定型放電で、点光源として使用させるショートアークランプと、数十～数百 Torr の比較的封入圧力が低く管形状の細長い管壁安定型放電のロングアークランプとに大別される。

2.2 ショートアークランプ⁵⁾

ショートアークランプは電極間隔が小さいので発光面積全体が小さいが、特にキセノンランプの場合には輝き分布が陰極の近くに鋭いピークを持つため、この部分を利用すれば非常に小さな点光源がえられる。Fig. 7 に示すように球状または楕円球状の透明石英バルブ中に高純度のキセノンガスが数気圧封入され、両端には数 mm 程度の狭い間隔で陽極と陰極の 2 電極が封じ込まれている。(交流点灯の場合には陽極、陰極の区別はないが、一般に直流点灯で用いられる場合が多い。) 陽陰は点灯中頭部温度が 2000°C を越す高温になるため融点が高い良質のタングステンの塊りが使われている。陰

Fig. 7. キセノンランプ XS500

極は放電を容易にするために電子放射の良い物質を使用する必要があり、通常、比較的多量のトリウムを含むトリエテッドタングステンが使用される。電極の形状は放電の安定性に関するため材質と共に種々の考慮が払われている。

ランプは通常直流で点灯されるが、放電間隔が短いこともありランプ電圧が低く電流は大きい。その代表的な回路例を Fig. 8 に示す。電流制限装置としての安定

Fig. 8. キセノンランプの点灯回路例

器は、おのののランプの定格に応じたものを使わなければならない。整流素子はランプ電流が十分とれる容量のものであれば何を使用してもよいが、脈流が多いと電極の損傷が激しく寿命が短くなるので、整流された電流は平滑回路で通常 17% 以下の脈動率 $= (I_{\max} - I_{\min}) / I_{\max} \times 100\%$ (Fig. 9) の電流にする。ランプ中のキセノンガス圧が高いため起動電圧 15~50 kV を必要とするので、安定器のほかに起動装置を必要とする。

市販されているランプは 100 W 程度から 5 kW まで

Table 3. ショートアークキセノンランプの特性例

形 名	構 造 寸 法 (mm)						点 灯 方 向	特 性					
	長 さ	最大径	光中心 距 離	電極間 距 離	口金径	口突出部 長		電源電圧 (VDC)	ランプ 電力電 (W)	ランプ 電圧電 (VDC)	ランプ 電流 (ADC)	全 光 束 (lm)	水 平 度 (cd)
X D 150	125	20	58	2.5	10	13以下	垂直	65以上	150	20	8.0以下	3,200	320
X D 300 B	155	25	70	3.0	14	5以下	垂直	65以上	300	17	17以下	6,200	620
X S 500	210	30	97	4.0	20	18以下	垂直	65以上	500	21.5	23以下	13,500	1,280
X D 1000	275	40	125	5.0	25	20以下	垂直	65以上	1,000	22	45以下	30,000	3,100
X D 2000	320	53	145	6.0	25	20以下	垂直	65以上	2,000	26	80以下	70,000	7,500
X D 3000	360	55	165	7.0	30	25以下	垂直	65以上	3,000	30	100以下	100,000	10,000
X D 3600	360	55	165	7.0	28	24以下	垂直	75以上	3,600	30	120以下	120,000	13,000
X D 5000 C	380	60	171	7.0	28	24以下	垂直	75以下	5,000	30	160以上	200,000	20,000

Fig. 9. 電 流 波 形

あるが、特殊な用途には40kW 程度まで開発されている。それらの代表的な特性例を Table 3 に示す。ランプの点灯方向は陽極の上方に鉛直であるが、アークの曲りを磁界で矯正することによって水平にすることが可能なランプもある。ランプの点灯直後、水銀ランプのような蒸気放電ランプは封入物が蒸発して適当な蒸気圧になるまでにかかりの時間がかかるが、キセノンランプは定格値に達するまでの時間が短いことが一つの特長である。Fig. 10 の 500 W ランプの輝き分布に見られる通り陰極付近には陰極輝点といわれる鋭い最高輝度点があり、それから陽極に向かって下降している。この輝き分布は、電極間距離・ガス圧および入力の関係として表わされている⁶⁾。キセノンガス圧は高いほど高輝度がえられるが、点灯中は冷却時の3倍程度になるため数気圧程度に限定されている。しかし、ランプの破裂の危険があるため必ず密閉の器具が使用される。

キセノンランプの最大の特長は、分光エネルギー分布が Fig. 11 に示すように自然日光によく似ていることで

Fig. 10. キセノンランプ X D 500 B の輝度分布

Fig. 11. キセノンランプの分光エネルギー分布

ある。450~490 nm, 690 nm 近辺および近赤外部に多少の線スペクトル群が重っているほかは、紫外部から近赤外部にわたって連続スペクトルとなっている。ま

た、電流変化に対しても安定な分光エネルギー分布をもっている。この特長のために、物体色の比較および測定用光源としてキセノンランプが日本工業規格に標準白色光源として規定されている⁷⁾。分光エネルギー分布から電極の発光スペクトルの影響を除くために、一般のランプと比較して大形の寸法の電極が使用され、500 W ランプの場合には陽極は直径 10 mm、長さ 20 mm のロッド状タングステン電極と指定されている。また、寸法および電気特性も裕度を狭くしてある。使用するフィルタは JIS R 3202 に規定するミガキ板ガラスで、波長 334.1 nm における相対分光透過率が $21.0 \pm 5\%$ と定められている。

2.3 ロングアークランプ

ロングアークランプは電極間隔が小さいものでも数百 mm あり、ショートアークランプの電極安定型放電と異なり、管壁安定型放電である。しかし、分光エネルギー分布は Fig. 11 に示したショートアークランプとほぼ同一で、紫外から可視部にかけて自然日光に非常に近い連続スペクトルを放出する。しかし、効率は低く 20~50 lm/W 程度である。水銀ランプはキセノンランプに比べ紫外出力は多いが、そのスペクトルは水銀の線スペクトルに限定されるため任意の波長を利用できない欠点があり、キセノンランプが各種分光測定の光源として多く利用されている。また、自然日光に近似していることから褪色試験用（ウェザーメーター用）としても広く使用されている。

ロングアークランプは紫外標準としても検討されている。380 nm 以下の紫外域について連続スペクトルを持つ放射標準としてハロゲン電球があるが、紫外が可視・赤外に比べて非常に少なく、電流変動に敏感であるなどの実用上の難点がある。ショートアークランプは輝点の移動などアークの安定性に問題があるが、ロングアークランプは紫外の相対エネルギーが大きく、取扱いが簡便で、アークの安定性もよく、更に分光エネルギー分布の電流への依存性が少ないなど、紫外標準としての利点も多い。

ロングアークランプには自然空冷型と水冷型の 2 種類があり、自然空冷型は照明用として数十 kW の大電力のものもある。水冷型は発光管をガラスの水冷用ジャケットに納め、その間を水冷するもので、単位長さ当りの入力が大きく、したがって輝度も高い。

点灯はショートアークランプと同様に高電圧のパルスによって始動を行い、直流点灯のものと交流点灯のものがある。安定器は一般には必要であるが、ランプの電圧・電流がランプの寸法、キセノン封入ガス圧力、電気特

性などのある領域で正特性がえられるため、照明用大電力のランプではバラストレス点灯のものもある⁸⁾。

2.4 パルスキセノンランプ

パルスキセノンランプは、交流電源の半サイクル毎にフラッシュ点灯することによって高出力・高効率をえることを目的としたものである。石英ガラスから出きた放電管には直管形とらせん形があり、500 W から 10 kW までのランプ電力のものが使されている。直管形で 25 lm/W の効率であり、らせん形では 30 lm/W がえられる。外観の代表例を Fig. 12 に示す。

(a) X P 2500 L (製版用)

(b) X P 2500 S (製版用)

Fig. 12. パルスキセノンランプの外観

点灯は 10~15 kV のパルス変圧器あるいはトライアックを使用したスイッチングにより、コンデンサに充電されたエネルギーをピーク電流 20~70 A、フラッシュ時間 2~5 ms で放電する。

用途はカラーあるいは単色の印刷製版などに使われる。

3. フラッシュランプ

フラッシュランプは、コンデンサに充電されたエネルギーを瞬時に大出力の光にて放射する光源である。ラン

ブには、キセノン、クリプトン、アルゴンなどの希ガスや水素、チツ素などを封入するが、一般には紫外から赤外領域までもっとも効率のよいキセノンガスが用いられ、キセノンフラッシュランプと云われる。

高負荷のランプには石英ガラスが使用されるが、通常はホウケイ酸ガラスが使われる。高電流密度で、エネルギーを集中化するために小さい径の管が使用され、その形状も直管形、U字形、らせん形など種々ある。ランプの特性（光出力、せん光時間、寿命など）には、管径・電極・構造・ガス圧などが関係する。ガス圧は一般には数十 torr から 200 torr であるが、短い極間のランプでは 1~2 気圧が封入されている。Fig. 13 はランプの例である。

このようなランプは蛍光分光分析用光源、写真撮影用光源などその用途は広いが、その特性によって (a) 光化学、空港照明用の高出力形、(b) 産業用、写真用の中出力で適当に短い閃光形、(c) 科学用の $\mu\cdot\text{sec}$ 閃光形、(d) レーザ用のショートアークの高負荷形、(e) 回転形などに使われる低負荷の高周波形、などに分けら

(a) FT40 (写真用)

(b) FT400P (航空用)

Fig. 13. フラッシュランプの外観

Fig. 14. フラッシュランプの点灯回路例

れる。

点灯方式は用途によって種々あるが、もっとも基本的な回路例を Fig. 14 に示す。基本的には直流電源から抵抗 R を通してコンデンサに充電されたエネルギーを、動作電圧がランプの自己放電以下であるので、トリガーパルスをランプに印加することにより瞬時に放電させるものである。したがって、ランプの入力エネルギーは一般の放電灯と異り、ランプ自身の特性で決らずコンデンサの電圧とその容量によって決まる。すなわち、ランプ入力

$$E = \frac{1}{2} CV^2$$

E ; コンデンサ入力 ($\text{W}\cdot\text{sec}$)

C ; コンデンサ容量 (F)

V ; コンデンサ電圧 (V)

によって与えられる。通常、 C は $0.1\sim 500\ \mu\text{F}$ で、 V は $0.5\sim 3\ \text{kV}$ である。また、トリガー電圧は約 $5\ \text{mJ}$ で約 $40\ \text{kHz}$ の $4\sim 16\ \text{kV}$ を必要とする。閃光時間 t_f は、

$$t_f = \frac{1}{2} R_f C$$

によって与えられ、 R_f は極間に比例し動作電圧の $2/3$ 乗に逆比例するアークの実効抵抗である。閃光当りのピーク入力 E_i は

$$E_i = E/t_f$$

にて与えられる。また、充電抵抗 R は電流制限の役目のほかに C が放電した時にランプが点灯を持続しないような役目もしている。この時の時定数は次の関係で与えられる。

$$1/fRC \approx 4$$

f ; 最大周期 (1 秒当りの閃光)

フラッシュランプの分光エネルギー分布は、主に封入するガスの種類と圧力による。キセノンフラッシュランプの場合には直流点灯のショートアークランプと類似した 7000°K の色温度になり (Fig. 15)、水素を添加した場合には 40000°K にも達する⁹⁾。ランプの光出力の典型的な例を Fig. 16 に示す。閃光時間 t_f は数 $\mu\cdot\text{sec}$

Fig. 15. キセノンフラッシュランプの分光エネルギー分布

Fig. 16. フラッシュランプの光出力曲線

から 10 ms 程度になる。ランプの寿命は一般に 5,000 ~ 50,000 閃光である。

4. ハロゲンランプ

4.1 一般的性質¹⁰⁾

一般白熱電球は、点灯中フィラメント表面から蒸発したタングステンがバルブ壁に付着するため黒化現象がおき、光を吸収し光束の低下を招く。ハロゲンランプは、形成されるタングステン化合物の蒸着が起らない程度の温度とタングステン化合物が熱解離しない温度が保たれていれば、この黒化を防止抑制できる。

1959 年に完成されたハロゲンランプは、開発当初は主により素が用いられ、その名もよう素電球と称していた。しかし、いわゆるハロゲンサイクルをおこすためにバルブの管壁を 400°C 以上に保持する必要があった。また、よう素の蒸気が吸収するため発光色がピンク色がかかる欠点を伴ない、設計・製造技術的にも制約が多かった。

しかし、最近では製造技術の進歩と封入ハロゲン材料の

研究により、より小さく短いハロゲンランプの製作が可能になった。すなわち、最近ではハロゲン再生材料として、活性度の高いシウ素あるいは塩素を用いると共に、ハロゲンサイクルに制御作用をもたせるため、これを有機化合物として封入することにより、ランプ点灯時のバルブ管壁温度を約 200°C まで低くすることができるようになった。

4.2 一般用ハロゲンランプ¹¹⁾

ハロゲンランプの構造・特性は用途に応じて種々ある。最初、よう素を封入した両端子形の 500~1500 W が投光照明用として実用化された。この種の構造ではランプ内の温度分布が著しく不均一になると、不活性ガスとハロゲンが熱拡散分離をおこすため、点灯方向は水平に制約される。よう素は比較的活性度が低く、投光照明用のような寿命 2000 時間以上の品種に適用されるが、よう素蒸気が 580 nm 付近の光を吸収するためバルブ径が大きくなると光束が低下する。

最近では、よう素に代る活性な封入ハロゲンの検討、構造上の改良、製造技術の開発によりシウ素、塩素の化合物を封入した映写用・光学機器用・自動車用・スタジオ用等 20 W~3 kW、寿命 15~2000 時間の片端子形ランプが開発され、急激に普及してきた。シウ素・塩素等の活性なハロゲンの黒化防止作用のため従来のランプよ

(a) 照明用ハロゲンランプ (両口金)

(b) 照明用ハロゲンランプ (片口金)

Fig. 17. ハロゲンランプの外形例

Table 4. 標準光源用ハロゲンランプの特性

型 名	電 圧 (V)	電 力 (W)	全 光 束 (lm)	色 温 度 (°K)	効 率 (lm/W)
JPD-100-500CS	100	500±30	12500±1250	3200	25±2

り小形化され、高負荷になっており、封入ガス圧が高く
なり、定格寿命効率が高くなっている。

一般照明用に開発された 100~500 W は 2,000 時間
の寿命を有しており、任意の方向で点灯が可能で、働程
特性がきわめてよい。小形高出力で高輝度がえられるた
め各種の光学機器の光源としての用途も多く、ベースレ
スタイプで扁平コイルの 50~250 W や二重コイルで集
光性のよい 500~650 W のものが製品化されている。
これらは色温度が、3,200~3,400°K であり、寿命末期
でほとんど変化しない。Fig. 17 に代表的ランプ例の写
真を示す。

4.3 標準光源用ハロゲンランプ¹²⁾

Fig. 18 に示すように黒体放射のスペクトル分布は温
度によって変化するが、ハロゲンランプはタングステ
ンフィラメントの色温度を一般の白熱電球よりも高くす
ることができる。このため紫外領域の分光放射照度を比較
的大きくをることが可能であり、近紫外 (250 nm) から
近赤外 (2500 nm) 域にわたる分光放射照度の二次標準用
標準電球として使用できる。

Fig. 18. 黒体放射の分光エネルギー分布

Fig. 19. ハロゲンランプの分光放射照度例

一般に単位面積・単位波長巾当りに入射する放射束、
すなわち分光放射照度を測定するときには分光放射照度
の標準電球と比較するのが便利である。分光放射測定用
ハロゲンランプは、両端子形の構造でその特性は Table
4 の通りである。また、ランプから 50 cm 離れた面に
おける分光放射照度の例を Fig. 19 に示した。有効寿命
は 70~100 時間で、この間の放射強度の変化は 0.5%
以下である。

文 献

- 1) 藤岡由夫：分光学（昭42）講談社。
- 2) 河本，白石：実用紫外線測定研究会報告（昭46）
照明学会。
- 3) Reiling, G. H.: J. Opt. Soc. Am., **54** (1964) 532.
- 4) 野村ほか：東芝レビュー，**22**, 10 (1967) 1207.
- 5) 谷林，島津，光行：東芝レビュー，**20**, 12 (1965)
1127.
- 6) Rovinskii, R. E.: Svetotekhnika, **4**, 8 (1958) 5
~10.
- 7) JIS Z 8902 (1965): キセノン標準白色光源。
- 8) Marshak, I. S., et al.: Svetotekhnika, **7**, 4 (1961)
8.
- 9) S. T. Henderson and A. M. Marsden: *Lamps
and Lighting* (1972) Edward Arnold.
- 10) Zubler, E. G. and Mosby, F. A.: Illum. Eng.,
54, 12 (1959) 734.
- 11) 染谷，平野，米本：東芝レビュー，**27**, 9 (1972),
801.
- 12) サイエンス（日経）：11月号（昭和47）（ウシオ電
機）