

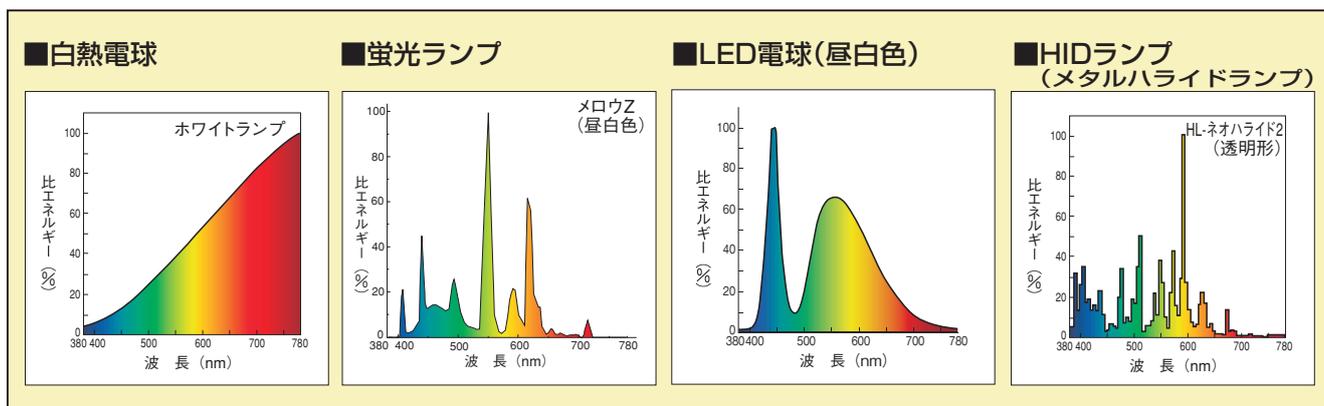
## 光源色と演色性

"光源の色"と"光源によって照らされた物の色"は、光源からでている光がもつ波長ごとの成分の割合(これは光源の分光分布という特性で表わされる)によってさまざまに変わります。下の図は、現在一般的に用いられている代表的な光源の分光分布を表わしていますが、可視波長域全体になだらかな分布をもつもの、3つの波長域に分光分布の鋭い山をもつもの、多数の鋭い分光分布の山が集まったものなど、いろいろなタイプがあることが分かります。照明された物の色の"見え方"は、ひとつにはこのような光源の分光分布の違いによって変化しますが、この現象が生じたとき演色性が変化したといえます。そして、演色を変化させる光源の特性を演色性といえます。

光源の違いによって物の色の"見え方"が変わるのは、人間の生理的、心理的な問題にも関係した複雑な原因によりますが、つぎの2つの要因が大きいと考えら

れています。すなわち、光の分光分布そのものが変化することと、照明光と照明された物の色の変化に目が慣れて、目の感度が変わることです。

われわれが物の色の変化を感じるのは、この2つの要因が合成された結果によります。一般的にこの2つの要因は互いにほぼ打ち消し合うように働いて、照明光を変えても物の色の見え方はあまり変わらないようになります。たとえば、われわれが日常接している自然の昼光は、時間や季節、天候によって分光分布が様々に変わりますが、それによって物の色の見え方が変化したとはほとんど感じません。しかし、この2つの要因が完全に打ち消し合えないような照明光と物体とが組合さったとき演色性の不自然さを感じて、演色性が良くないというように表現されます。



(当社製品データによる)

図1 光源の分光分布

光源の光に青紫(短波長の光)から赤(長波長の光)までの光が、どのような割合で含まれているかを表わしたものが分光分布です。

### 1 光源の色(色温度と色順応)

光源の色(光色)は色温度によって表わします。色温度という言葉は"色"と"温度"が結びついた分かりにくい言葉ですが、例えば、びっくりして顔色が青白くなるとか、怒りに満ちて顔色が真赤になるなどというように、人の感情を顔色で表現することとやや似ています。物体は温度を上げていきますと、その色が赤から黄

赤へ、そして白、青色へと変化していきます。この色が黒体という物体をある温度に熱したときの色に等しい場合、黒体の温度でその色を表わして、それを色温度と呼ぶのです。このときの表わし方は、例えば色温度5,000Kと表わします。

色温度を用いれば、黒体の分光分布とは全く違った人工光源の光色も表わすことができます。色温度が高い光色は青白い光、色温度が低い光色は赤みの光というように、ランプの光色を感覚的な色の変化に近い形で表わすことができます。なお、光色が黒体の色と完全には等しくない場合には、その光色に最も近い黒体の温度で表わし、その場合には色温度ではなく「相関色温度」という言葉を用います。

人間の目は、色温度の違った光の中に入っても、その光の色に“慣れて”、白いものが白く見えるように変化する性質があります。この性質は“色順応”といいますが、物の色の見え方に大きな影響を及ぼします。

例えば、昼間、窓からさし込む約6,000Kの自然昼光でうす青の色紙が照らされているのを見る場合と、同じうす青の色紙を約2,800Kの電球色で照明して、その光に十分なれた目で見える場合を考えてみましょう。

昼光はすべての色が満遍なく含まれた光であるのに対して、電球色は青色の光の成分が少なく、赤色成分が多く含まれた光です。したがって、同じうす青の色紙を照明した場合には、色紙から反射してくる光の分光分布は全く異なっています。しかし、目の赤、緑、青に対する感度の比がこれを補正するように働いて、どちらの光の場合にもうす青の色紙の見え方はほとんど変わらないようになります。実際に、分光分布が自然昼光や電球色に近い光源では、その色温度が相当に違ったものでも、ほとんどの物の色は少なくとも違和感がなく、自然らしく見えていることはだれでも経験しています。この現象は色彩恒常とよばれています。

## 2 光源による色

### 演色性

一般に、照明する光源の分光分布を変えると照明された物の色の見え方が変化します。このような照明光による物の色の見え方に及ぼす光源の特性を演色性といいます。

歴史的なお話をしますと、光源の演色性が大切なものと考えられるようになったのは、1938年に蛍光ランプが出現してからです。その理由は、人工光源として白熱電球のように分光分布が滑らかなものしかなかった時代には、前述したような色彩恒常が成り立って、物の色の見え方に大きな違いが感じられず、演色性に対する問題が生じなかったからです。しかし、その後、蛍光ランプのように発光物質の蛍光体の組合せによって、様々な光色や分光分布のものが自由自在に作れる光源が出現して、照明された物の色の見え方に変

化が感じられるようになり、演色性の問題がクローズアップされるようになりました。

ところが蛍光ランプが使われはじめた初期の時代、例えばわが国で法隆寺の壁画を模写するための光源として蛍光ランプ(1940年、(株)東芝製)が使用された頃には、蛍光ランプはできる限り自然昼光で照明された物の色の見え方に近似する、いわゆる高演色光源であると考えられていました。その後、蛍光ランプに使用される蛍光物質の効率が飛躍的に改善され、できるだけ明るい蛍光ランプが用いられるようになり、しだいに演色性の問題が取り上げられてきました。その理由は、効率を重視した蛍光ランプは赤色成分の光が不足していたため、物の色の見え方の違いをはっきりと感じるようになったからです。

### 光源の演色性の評価

光源の演色性は、普通見慣れている肌色より“血色が悪く見える”とか、“布地の色がいつもと違ってくすんで見える”のように表現されますが、このように物の色の見え方の判断は、意識的にも無意識的にも何かの基準と比較しています。その場合、基準を何に

するかが問題となりますが、一般的には人間が長い間慣れ親しんできた自然昼光のようなものを基準の光として、それと比較して評価します。

基準の光と比較して光源の演色性を評価する方法を考える場合、どれだけ基準の光の下と色が同じように見えるかを評価するものと、色の見え方に対し

表1 蛍光ランプの演色性・光色による区分

演色性の種類	光源色	色温度 (K)	全光束 (lm)	平均演色 評価数 (Ra)	特 長
3波長域 発光形 (メロウライン)	昼光色 (EX-D)	6,700	3,160	84	高効率と高演色性を実現させた3波長形蛍光ランプです。やや青味のある光色ですっきりとした白さを表現し、洗練したイメージが得られます。
	昼白色 (EX-N)	5,000	3,360	84	高効率と高演色性を実現させた3波長形蛍光ランプです。当社蛍光ランプの中で特に明るく、食品、食器、衣類など物の色が美しく自然に見えます。
	白色 (W)	4,200	3,360	84	高効率と高演色性を実現させた3波長形蛍光ランプです。相関色温度が4,000Kですから、照明空間を明るく、活気のある雰囲気満たします。
	温白色 (EX-WW)	3,500	3,360	84	高効率と高演色性を実現させた3波長形蛍光ランプです。相関色温度が3,500Kですから、照明空間を明るくかつ落ち着いた柔らかな雰囲気満たします。
	電球色 (EX-L)	3,000	3,360	84	高効率と高演色性を実現させた3波長形蛍光ランプです。自然電球のようなあたたかい光色が得られ、落ち着きと安らぎのある雰囲気をつくります。
普通形 (スタータ形)	昼光色 (D)	6,500	2,700	74	3波長域発光形に比べ演色性が劣りますが経済性を重視した設計です。
	白色 (W)	4,200	3,100	61	
	温白色 (WW)	3,000	3,010	60	

※3波長域発光形としては、その代表としてHfメロウラインFHF32、普通形としては、40Wスタータ形としてFL40SSの特性値を示します。

て好ましさも含めて評価するものの2つの考え方があります。

しかし、色の好み問題は非常に複雑であるのと、ほとんどの人工光源は自然光の演色性に比べて好ましさの点で及ばなかったため、光源の演色性評価方法を国際的に検討していたCIE (国際照明委員会) では、基準の光の演色性と相対的に比較する評価方法を採用することにしました。

この方法は、全ての物体が基準の光の下と同じ色に見えるときに100の評価を与え、基準の光のもとの色とずれて見える色があれば、そのずれが好ましい方向にあるか否かには関係なく、そのずれの大きさに応じて評価点を下げるものです。すなわちこの方法は基準の光の演色性をどれだけ忠実に再現するかという忠実演色性の評価です。

前に述べましたように、光源を変えたときに物の色の見え方が変化するの、次の2つの現象が大きな原因になっています。

(1) 光源の分光分布が変わると、それで照明された物体から反射して目に入ってくる光の分光分布が変わり、網膜を刺激する光の色刺激が変化します。これを照明光による色刺激値のずれといいます。

(2) 光源の光色が変わると目がそれになれて色の見

え方に対する目の働きが変化し、その変化は色の見え方のずれを補正するように作用します。これを順応による色刺激値のずれといいます。

光源による演色の変化は、この照明光による色刺激値のずれと、順応による色刺激値のずれを総合したもので、これを演色による色刺激値のずれといいます。

このうち(1)は、光源の分光分布と物体の分光反射率とがわかれば計算によって簡単に知ることができます。(2)は、目の色順応によるもので多くの研究がなされていますがまだ完全に予測できる方法はありません。

そこで任意の光源の演色性を評価するときに、その光色に近い色度をもつ基準光と演色を比較すれば目の順応による影響をほとんど無視できるので、問題はずっとやさしくなります。このように色度が等しいか、または近似する基準の光と比較して、演色性を知りたい試料光源の演色性を評価する方法を相対演色評価といいます。これに対して基準の光としては、常に一つの理想的な光源 (たとえば平均昼光、あるいはその代表として特定の標準の光) だけを考えて、試料光源の演色性を評価する方法を絶対演色評価といいます。

## CIEの演色性評価方法

光源の演色性を評価する方法が研究され始めたのは、蛍光ランプが開発された直後の1938年頃ですが、

これまでにいくつもの評価方法が研究されてきました。光源の分光分布を可視域のいくつかの波長帯に分けて各々の波長帯ごとに基準光と比較して評価す

るスペクトルバンド方法と、複数の試験色の見え方を評価する試験色方法が代表的なものです。

CIEでは1959年に演色技術委員会を発足させ、その研究成果を集積して1965年に光源の演色性評価方法(第1版)を出版しました。その後、1974年に色順応補正を改良した第2版、1995年に計算ソフトが付加された第3版が出版されていますが、基本的な方法は第1版と変わっていません。

CIEの演色評価方法は試験色方法によるものです。この方法はいろいろな物体色の代表となるような試験用の物体色(これを試験色といいます)を特別に定めて、これを基準の光と試料光源で照明したときの色差から演色評価数を求める方法です。

試験色方法では試験色の選定が問題となりますが、CIE方法では試験色として図1に示すNo.1からNo.14までの14種類の試験色を用いています。図2はこれら14種類の試験色と、後述するJISの方法で用いている試験色(No.15)の分光反射率曲線です。試験色のNo.1からNo.8までの8色は、その1つ1つの試験色の色の見え方の変化よりも、それらを基準光で照明したときと、試料光源で照明したときとの間の色ずれの平均値が、われわれのまわりにあるあらゆる物体の色ずれの平均値を代表できるように選ばれたものです。これらは平均演色評価数(Ra)の計算に用いられます。また、CIE試験色No.9、10、11、12は心理的な4つの基本色、赤、黄、緑、青に対応したあざやかな色、No.13は西洋人の平均的な肌色、No.14は木の葉の緑色をそれぞれ表わしています。これらNo.9～No.14の試験色は特殊演色評価数の計算に用いられます。

基準の光には、試料光源の色度に近似するものを完全放射体または後述するCIE昼光の中から選びます。これは光源の光色の違いで生ずる目の順応の影響を最小限にするためです。つまり、まだ色順応による色の見え方の変化を数量的に扱うことができないので、色温度の広い範囲にわたって細かく基準の光を定めているのです。基準の光として完全放射体を用いられる理由は、とくに演色性を論ずる必要がない光源や装飾用のカラーランプを除いて、自然の光や多くの人工光源の光色が色度図上で黒体軌跡からあまり離れない範囲に入っているため、基準の光に試料光源と色

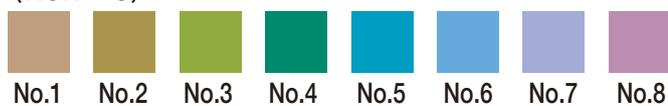
度が近似する完全放射体を用いるのが最適であると考えられたからです。完全放射体はその温度を与えればその相対分光分布は計算で求めることができ、相対分光分布が決まれば色度と演色性に関する性質も決まるので、基準の光として便利です。

CIE方法では、色温度が5,000K以下の試料光源に対しては完全放射体を、5,000Kを越えるときはCIE昼光を用いますが、試料光源と基準光との色差は5ミレッド(色温度の逆数の10の6乗した数値)以内のものを選ぶなければなりません。図3に色温度ごとの基準光の分光分布を示します。2,300Kから4,500Kは完全放射体の光、5,000K以上はCIE昼光の分光分布です。

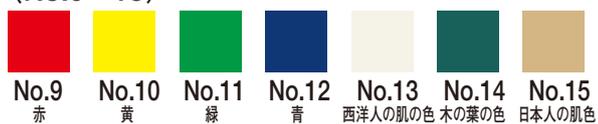
なお光源の演色性は平均演色評価数Raだけでは表わすことができないので、多くの場合、平均演色評価数に加えて、R<sub>9</sub>(赤)、やR<sub>15</sub>(日本人の肌色)など複数の特殊演色評価数を合わせて用いることが推奨されます。

また、CIEでは忠実性だけでなく好ましさや鮮やかさなどの演色性評価方法に関する議論が継続されています。2017年には、技術報告書CIE 224「正確な科学的用途のためのCIE 2017色忠実度指数」が出版され、忠実性に関する新しい指標R<sub>f</sub>の計算方法が記載されています。R<sub>f</sub>は新しい色差式や試験色を99色に増やすなど従来の方法から改良され、高い精度で忠実性を評価できる指標ですが、産業界で実用化するためにはまだ解決すべき課題が残されているとして、Raを置き換えるには至りませんでした。

平均演色評価用  
(No.1~8)



(No.9~15)



※印刷の都合により実際の色票とは若干異なります。

演色評価数には平均演色評価数 (Ra) と特殊演色評価数 (R1~R15) があり、演色評価のための試験色は図1の様な色票が用いられます。平均演色評価数 (Ra) は試験色No.1~8の演色評価数の平均値として表わされます。

図2 演色評価色票

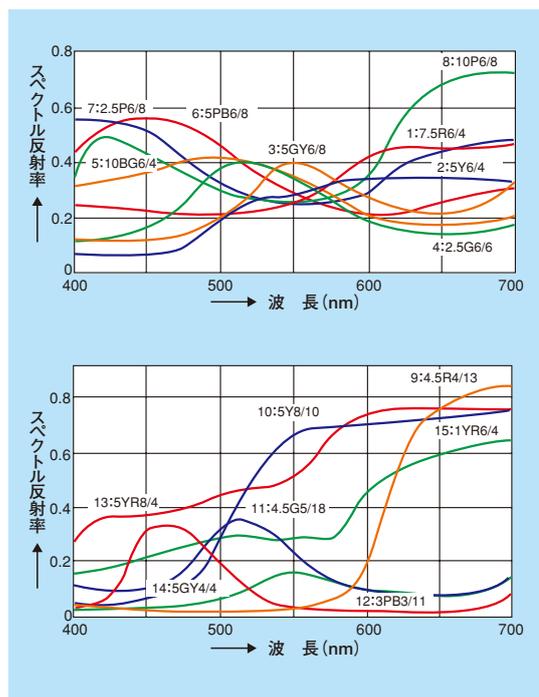


図3 演色評価数計算用の試験色のスペクトル反射率

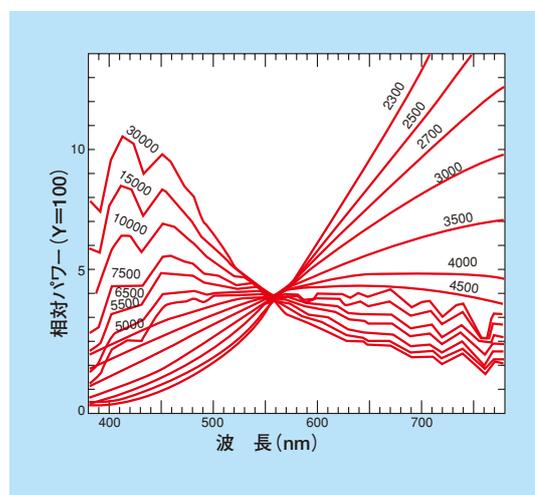


図4 演色性評価用の基準の光

## CIE昼光

自然昼光の分光分布は、日の出から日没、そして季節の変化と時々刻々に変化します。CIEは多くの自然昼光の分光分布を実測して、それらを統計的に解析することによって、任意の相関色温度の昼光の相対分光分布を計算で求める方法を見出しました。これを"CIE昼光"といいます。基礎となった自然昼光の分光分布は、主にロチェスター(米)、エンフィールド(英)、オタワ(カナダ)における測定データです。自然昼光の分光分布を計算だけで求めることができるのは、時々刻々変化する自然昼光の分光分布が無秩序な変化ではなく、かなり統計的な性質をもっていることによります。なお、わが国でも尼崎と長岡で昼光の分光分布が実測されましたが、CIE昼光の分光分布と、わずかな差はありますが、その差はほとんど問題にならないことが分かっています。

## JISの方法

日本で用いられているJIS演色評価方法もCIE方法と同じ方法を用いていますが、1つだけ異なる点があります。CIE方法と大きく異なるのは、JISでは特殊演色評価数の試験色としてNo.15を新しく追加したことです。試験色No.15は、平均的な日本人の肌(頬)の分光反射率から決められました。これを追加したのは、試験色No.13が西洋人の肌色を対象にしたものであったことにもよりますが、肌色の色紙の演色よりも、血液やメラニン色素の吸収特性を持った肌色そのものに対する演色の方が大切であると考えたからです。

JIS Z 9112:2019では、蛍光ランプの演色性区分は、光色(昼光色、昼白色、白色、温白色、電球色)ごとに、普通形、演色A、演色AA、演色AAAに区分され、演色評価数の最低値が表2のように決められています。このようなクラス分けは、光源の分光分布が比較的なだらかな形の広帯域発光形蛍光ランプに適用されます。3波長形蛍光ランプのような狭帯域発光形

蛍光ランプについては演色性の区分はなく、RaとR15および3波長域放射束比の最低値が決められています(表3)。

一方、高演色のLED製品が市場に普及し始めたことから、LEDの演色性の区分が細分化されました。LEDは普通形、高演色形クラス1~4の5種類に区分され、高演色形の用途に応じてRaおよびRiの最低値が定められています(表4、表5)。

表2 広帯域発光形蛍光ランプの演色性の最低値

演色性の種類	光源色の種類	記号	演色評価数の最低値							
			R <sub>a</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>
普通形	昼光色	D	69	—	—	—	—	—	—	—
	昼白色	N	67	—	—	—	—	—	—	—
	白色	W	57	—	—	—	—	—	—	—
	温白色	WW	54	—	—	—	—	—	—	—
演色 A	昼白色	N-DL	75	—	—	—	—	—	—	65
	電球色	L-DL	65	—	—	—	—	—	—	50
演色 AA	昼光色	D-SDL	88	76	—	—	—	—	—	88
	昼白色	N-SDL	86	72	—	—	—	—	—	86
	白色	W-SDL	84	68	—	—	—	—	—	84
	温白色	WW-SDL	82	64	—	—	—	—	—	82
演色 AAA	昼光色	D-EDL	95	88	88	93	88	93	93	93
	昼白色	N-EDL	95	88	88	93	90	93	93	93
	電球色	L-EDL	90	80	78	85	78	85	90	88

出典: 日本工業規格 JIS Z 9112:2019 蛍光ランプ・LEDの光源色及び演色性による区分より抜粋

表3 狭帯域発光形蛍光ランプの演色評価数及び3波長域放射束比の最低値

演色性の種類	光源色の種類	記号	演色評価数の最低値及び3波長域放射束比の最低値		
			R <sub>a</sub>	R <sub>15</sub>	r <sub>t</sub>
3波長域発光形	昼光色	EX-D,ED	80	85	50
	昼白色	EX-N,EN			
	白色	EX-W,EW			
	温白色	EX-WW,EWW			
	電球色	EX-L,EL			

出典: 日本工業規格 JIS Z 9112:2019 蛍光ランプ・LEDの光源色及び演色性による区分より抜粋

表4 LEDの演色性の区分

演色性の種類	推奨される用途など
普通形	屋外での電気・機械設備の点検、修理、取付けなどの細かい作業を行う場合、屋内又は屋外でスポーツを行う場合、屋内で普通の視作業、やや粗い視作業、粗い視作業を行う場合などに推奨される。
高演色形クラス1	事務所などにおける事務作業、工場における組立作業又は検査、学校における授業、住宅における勉強又は家事などの屋内でのやや精密な視作業を行う場合などに推奨される。
高演色形クラス2	事務所、住宅などで色を用いたコミュニケーション又は顔を見てのコミュニケーションを伴う作業、工場における色が重要な組立作業又は検査、医療機関などにおける診察、店舗などで商品、顔などの色の見えが重要視される販売又はサービス提供を行う場合などに推奨される。
高演色形クラス3	美術館、博物館などで美術品を展示、鑑賞する場合などに推奨される。美術館又は博物館において照射光による展示物の損傷が懸念される場合には、白色(W)、温白色(WW)又は電球色(L)を用いることが望ましい。
高演色形クラス4	色比較用ブースを用いて表面色の色検査を行う場合など、特に色再現の忠実性が求められる場合に推奨される。塗装物、染色物、印刷物などの物体の表面色を視感によって比較する場合には、昼光色(D)又は昼白色(N)を用いることが望ましい。

出典：日本工業規格 JIS Z 9112:2019 蛍光ランプ・LEDの光源色及び演色性による区分より抜粋

表5 LEDの演色性の最低値

演色性の種類	演色性の記号	光源色の種類	記号	演色評価数の最低値							
				R <sub>a</sub>	R <sub>9</sub>	R <sub>10</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	R <sub>15</sub>
普通形	0	昼光色	D	60	-	-	-	-	-	-	-
		昼白色	N								
		白色	W								
		温白色	WW								
		電球色	L								
高演色形クラス1	1	昼光色	D	80	-	-	-	-	-	-	-
		昼白色	N								
		白色	W								
		温白色	WW								
		電球色	L								
高演色形クラス2	2	昼光色	D	90	-	-	-	-	-	-	85
		昼白色	N								
		白色	W								
		温白色	WW								
		電球色	L								
高演色形クラス3	3	昼光色	D	95	75	-	-	-	-	-	-
		昼白色	N								
		白色	W								
		温白色	WW								
		電球色	L								
高演色形クラス4	4	昼光色	D	95	85	85	85	85	85	85	85
		昼白色	N								
		白色	W								
		温白色	WW								
		電球色	L								

出典：日本工業規格 JIS Z 9112:2019 蛍光ランプ・LEDの光源色及び演色性による区分より抜粋

## 演色性と明るさ感

光源の演色性に違いがあると、物の色の見え方が変化するとともに、照明された室内全体の雰囲気も変化するような、より複雑な心理効果にも変化が生じます。その1つが、演色性の違いによる室内全体の明るさの感じ(明るさ感)の変化です。

この効果を確認するために、次のような実験をしました。部屋の大きさ、室内の内装などを全く同じにした2つの部屋を用意して、一方を平均演色評価数Ra63の白色蛍光ランプで、もう一方を高演色ランプで照明して、2つの部屋の明るさの感じを比べてみました。実験では、照度を一定に保った白色蛍光ランプで照明された部屋に対して、もう一方の部屋の照度をどの位にしたときに、2つの部屋の明るさ感が同じになるかを調べました。実験の結果は図5のようになり、高演色ランプで照明された部屋は、より少ない照度でも白色蛍光ランプで照明された部屋と同じ明るさ感が得られることが分かりました。LEDにおいても、約4,750Kの白色LED (Ra58)と、同じ相関色温度でRaが90となるように出力を調整した白色LED+赤、緑、青色LEDの混光を用いて同様の実験をしたところ、白色LEDの0.74倍の明るさで同じ明るさ感が得られました。

この効果の原因については、まだ十分に解明されていませんが、図6のように高演色ランプはRaが低いランプに比べて基準の光に近い演色性をもっているため、物の色がより彩やかに見えるからであると考えられています。

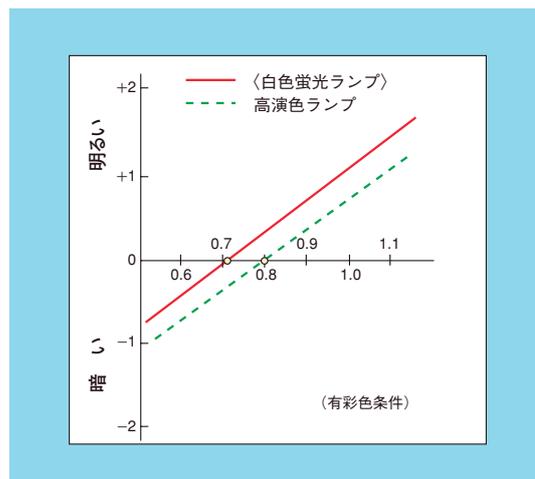


図5 白色蛍光ランプに対する明るさ

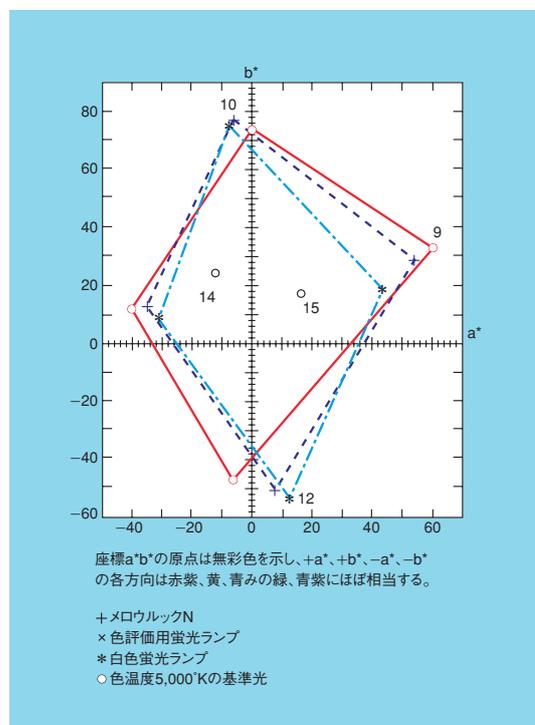


図6 演色評価用試験色の各種光源下における均等色空間座標

## 3

## 色温度と演色性

### 色温度

光源の光色は、色温度で表わされます。本来、完全放射体の色度は、図7の完全放射体軌跡上にあり、色温度によって表現できます。一般の照明光源は、完全放射体ではありませんが、その色度は多くの場合完全放射体軌跡の近くにあるので、最も近い色温度で表わしています。軌跡からはずれているときには、最も近い等色温度線から読みとります。

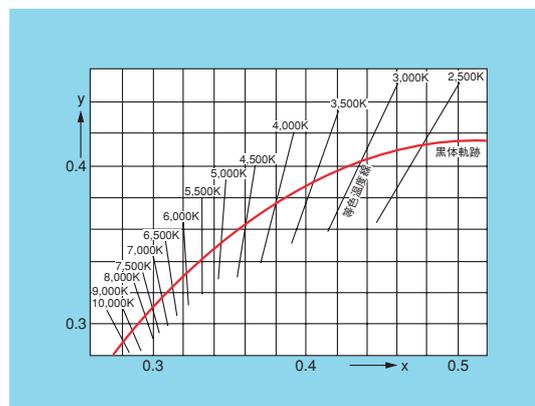


図7 完全放射体軌跡と等色温度線

## 光源の光色と雰囲気

一般に色温度の低い光は暖かく、色温度の高い光は、涼しい雰囲気が得られます。色温度からこのような暖涼感を推定するときの大まかな目安として、表6が利用できます。

また、照明設計では、室の雰囲気に見合った光の色温度を選ぶとともに照明レベルと光色をマッチさせることが大切です。実験的結果によれば、照度の低いレベルでは、色温度の低い暖かみのある光が好まれ、照度が高くなるにつれ、白っぽい光が好まれる傾向があります。図8は、A.H.Willoughby(1974)によるものです。照度レベルの高い照明施設に低色温度の光を使用すると暑苦しい感じになり、低照度の環境で色温度の高いランプを使用すると青白く陰うつな雰囲気になることを示しています。

## 演色と好ましさ

現在の演色性評価方法では、基準の光に対する物の色の見え方のずれだけを評価していて、それが好ましい方向であるかといった、“色の好ましさ”の考慮はなされていません。しかし、例えばレストランで食事をする場面を考えてみても、味だけではなく“色を味わう”ともいわれていますように、忠実な色再現よりも、より美しく、より好ましく見えることの方が大切な場合も、日常生活には多くあります。

このような色の好ましさを考えた演色性の評価方法もいくつか研究されています。

### ① Flattery Index

Juddは色の好ましさを含めて演色性を数量化する方法としてFlattery Indexを提案しました。CIE演色性評価方法と関連をもたせるため、試験色としてCIE方法と同じNo.1～No.8、No.13、No.14の合計10色を用いて、それぞれについて基準光よりも好ましい演色を得るための色ずれの方向と大きさを図9のように決めました。

Flattery Indexでは、特にすべての試験色に対して完全に好ましい色へずらせる光源についてだけ評価数は100となり、基準光と全く同じ分光分布をもつ光源では90となるよう定めています。試験色No.2、No.13、No.14は、特に日常生活の上で重要な色であるバターの色、肌色、木の葉色に対応づけて他の試験色より大きく重み付けをしています。

表6 光源の光色の見え方

色温度	光色の見え方
>5,000K	涼しい(青味がかった白)
3,300~5,000K	中間(白)
<3,300K	暖かい(赤味がかった白)

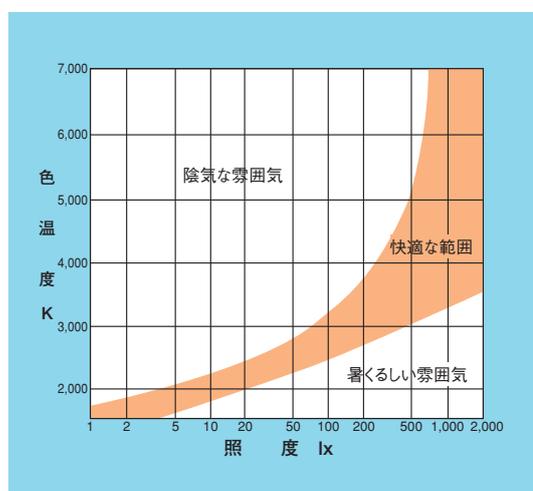


図8 照度、色温度と部屋の雰囲気

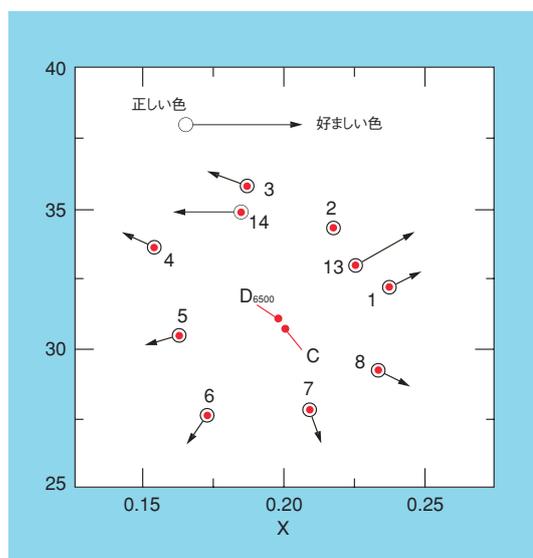


図9 Juddのflattery indexにおける試験色の好ましい色ずれ(矢印の先)

## ②Acceptability Index

Pracejusはいろいろなランプで照明した室内の快適性を主観評価実験した結果が、CIE方法のNo.1～No.8の試験色のCIE1960UCS色度を結んで得られる8角形の面積と関係するという事を見出し、次のような式から計算されるAcceptability Indexを提案しました。

$$I_a = C_a \cdot A_s / A_{ee}$$

ここで、 $A_s$ 、 $A_{ee}$ は試験色No.1～No.8によるCIE1960UCS色度図における8角形の面積で、 $A_s$ が試料光源による場合、 $A_{ee}$ が等エネルギー白色光による面積です。また $C_a$ はacceptability factorといい、評価指数と実験結果とを合わせるために、光源の色温度に対して図10のように定めた係数です。

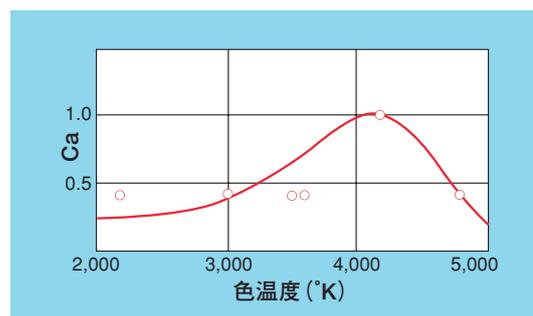


図10 Pracejusのacceptability factor

## 演色と色の高品位化

### ①色評価用蛍光ランプ（生産完了品）

一般に、演色性が良い、すなわち多くの物の色の見え方を自然昼光の下で見るのと同じように見せる光源であっても、物の色を比較検査するために自然昼光の代用として使えるとは限りません。

その理由は、分光分布に起伏が多い光源では、個々の物の色について色ずれの量は小さくても、それぞれの色ずれの方向が異なって、基準の光の下では全く等しい色に見える2つの物体色の間にも、無視できないような色の違い(色差)を生ずることがあるからです。そのようなことから演色性の良い光源でも分光分布の形によっては、物体色の比較検査や美術品の鑑賞用などには適していない場合があります。

厳密な色の比較検査の目的のためには、特別に開発された色温度5,000Kの色評価用蛍光ランプがあります。このランプはその優れた演色性から、印刷物の色の評価ばかりでなく、色を精密に扱う様々な場所の照明に推奨できるものです(ただし、蛍光を発する物体の色検査には使えません)。

### ②色比較・検査用D65蛍光ランプ（生産完了品）

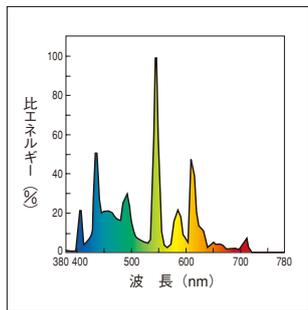
物の色の表示に用いる最も基本的な照明光には、標準の光D65を用いることが国際的に決められています。これは蛍光を発する物体の色の表示にも用いるため、紫外線も含む300～830nmの波長域の分光分布の値で規定されていますが、現在のところその分光分布と完全に一致する光源はありません。それに近似する光源(常用光源)として、JISキセノン標準白色光源などがありますが、その性能は必ずしも十分ではなく、扱いにくいことなどからあまり普及していません。ところが、蛍光ランプによって標準の光D65用の光源として用いることができるものが、世界で初めて開発されました(当社、色比較・検査用D65蛍光ランプ)。このランプは、蛍光色を含むあらゆる物体の色の厳密な色比較、検査に最も適しています。

#### 参考文献

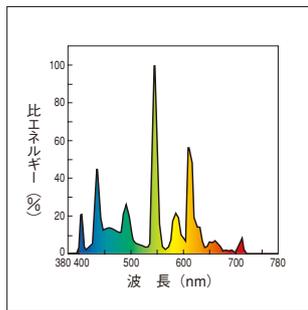
- 1) 東、森：CIE演色性評価方法第2版 日本照明委員会資料(昭48)
- 2) JIS Z8726-1967 解説
- 3) 森：測色と色彩心理、第9章 照明と色彩効果  
テレビジョン学会編(昭和48)
- 4) 色彩科学ハンドブック、第14章 演色性、東大出版(昭和55)
- 5) 淵田ほか：照学誌Vol65, No10, pp.526-533 (昭和56)
- 6) 小谷：色見え方を考慮したLED照明の分光分布、  
東芝レビュー Vol.65.No.4 pp.68-71(2010)

参考 蛍光ランプ（生産完了品含む） 分光分布図

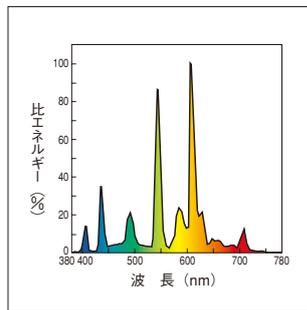
3波長形昼光色：EX-D



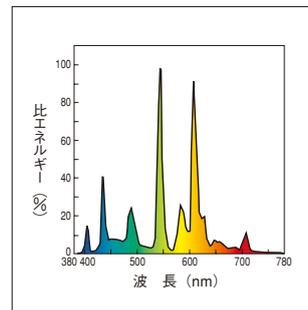
3波長形昼白色：EX-N



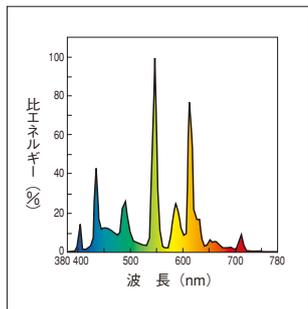
3波長形電球色：EX-L



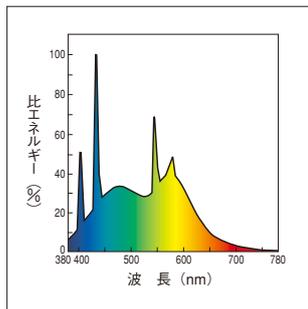
3波長形温白色：EX-WW



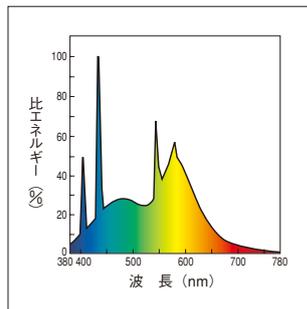
3波長形白色：EX-W



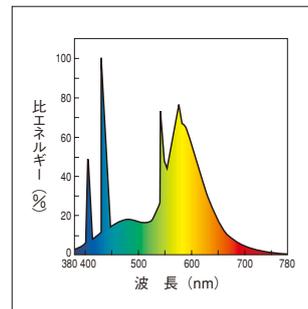
昼光色：D



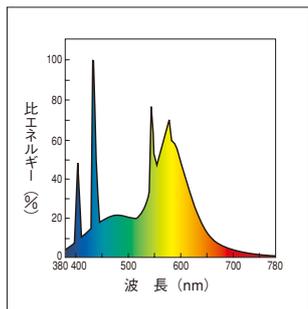
昼白色：N



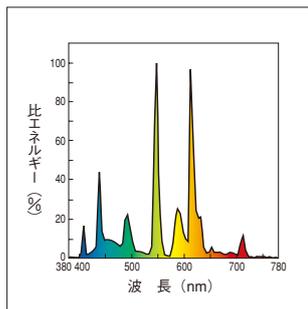
温光色：WW



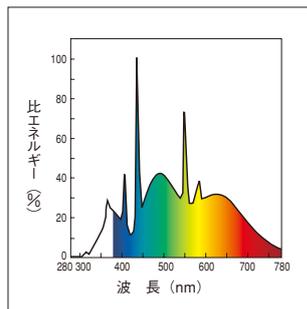
白色：W



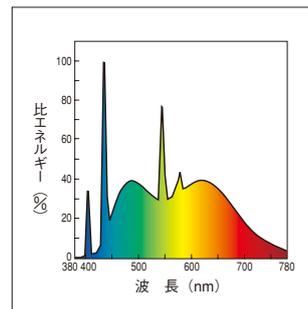
あかり御膳 温白色：EWW



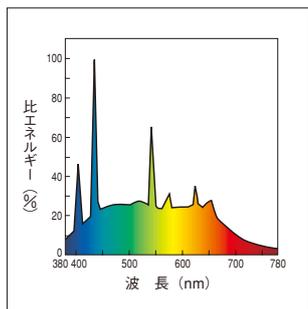
(演色AAA) 昼光色：D-EDL-D65



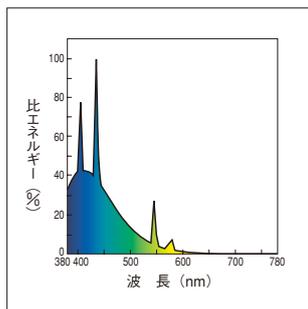
(演色AAA) 昼白色：N-EDL



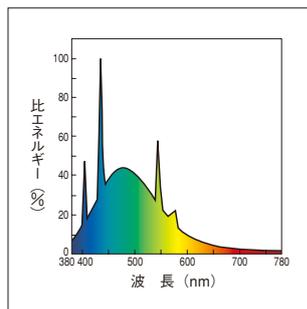
(演色AA) 昼光色：D-SDL



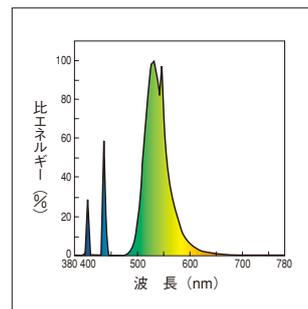
青色：B



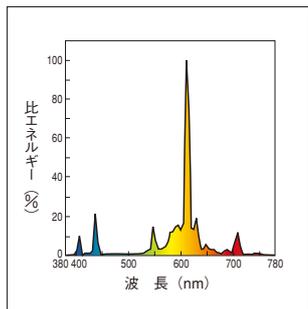
青白色：BW



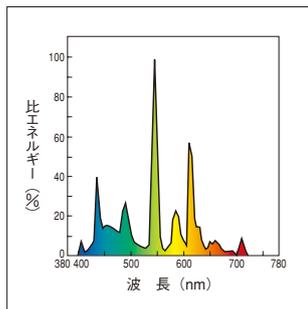
橙色：G



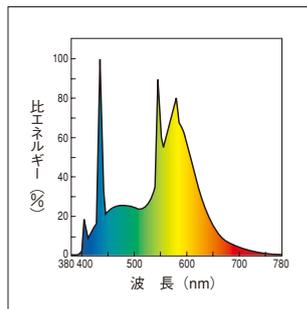
桃色：PK



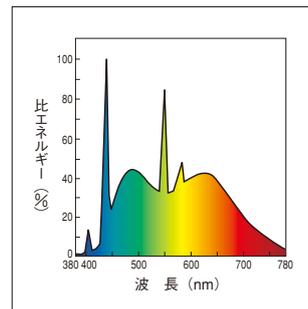
紫外線吸収膜付  
3波長形昼白色：EX-N・NU



紫外線吸収膜付  
白色：W・NU



紫外線吸収膜付  
(演色AAA) 昼白色：N-EDL・NU

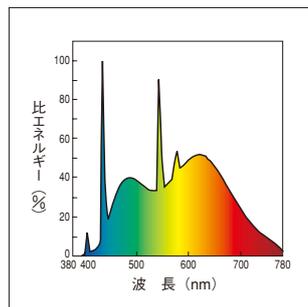


(当社製品データによる)

参考 蛍光ランプ (生産完了品含む) 分光分布図

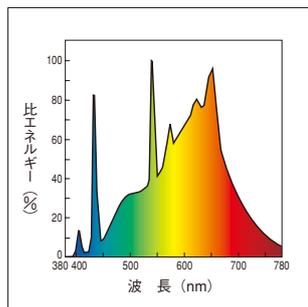
紫外線吸収膜付

(演色AAA) 白色: W-EDL・NU



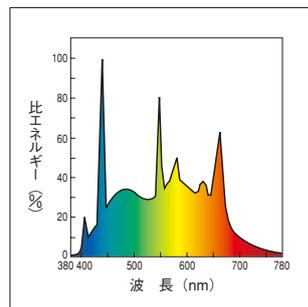
紫外線吸収膜付

(演色AAA) 電球色: L-EDL・NU

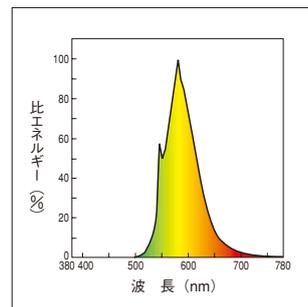


紫外線吸収膜付

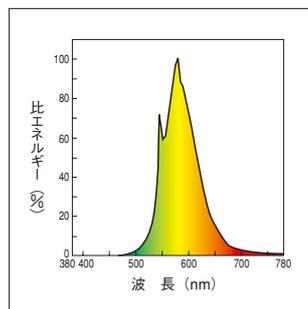
(演色AA) 昼白色: N-SDL・NU



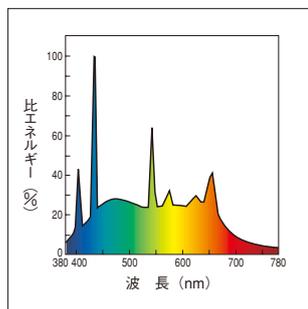
クリーンルーム用 青色: Y



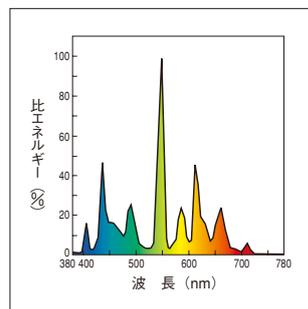
低調虫 黄色: Y



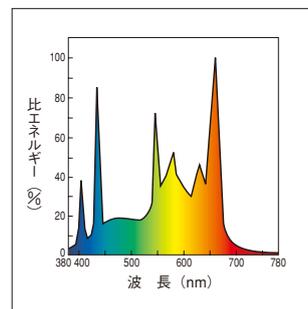
写真撮影用



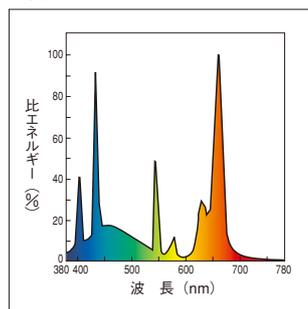
生鮮食品用 昼白色



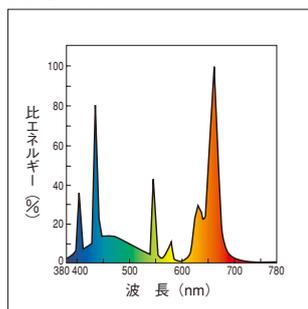
食肉展示用 温白色



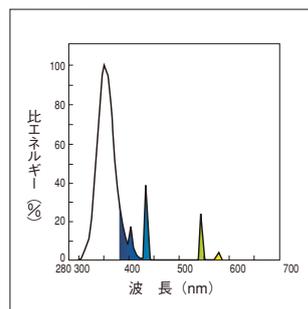
観賞魚用



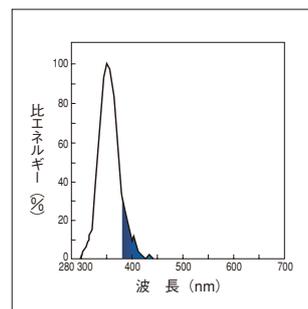
植物育成用



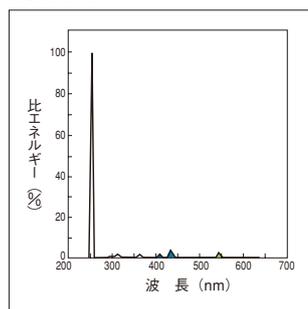
捕虫器用



ブラックライト



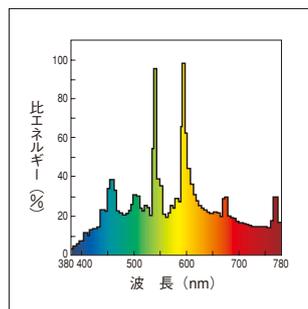
殺菌ランプ



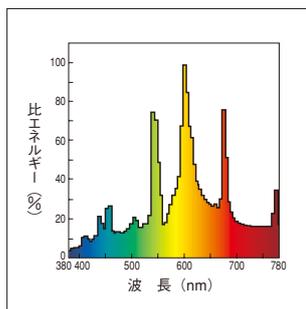
(当社製品データによる)

参考 HIDランプ (生産完了品含む) 分光分布図

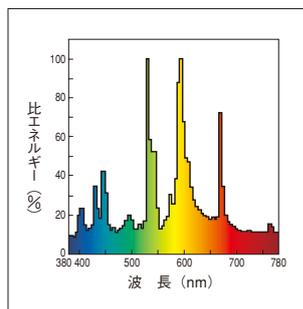
ネオアーク(N)



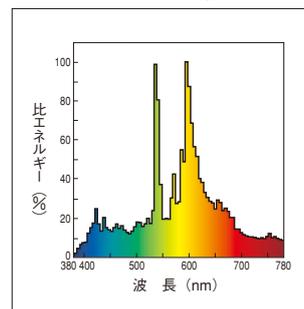
ネオアーク(W)



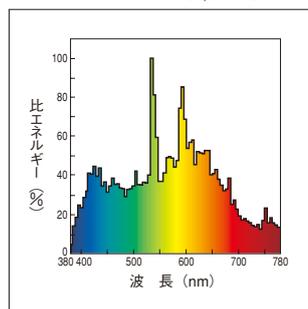
ネオアーク(WW)



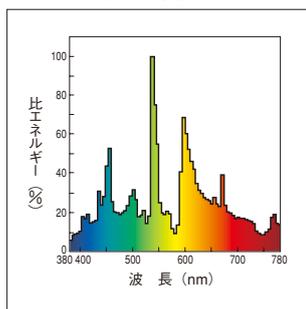
マスターカラー-CDM (3,000K)



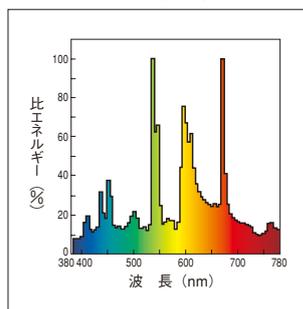
マスターカラー-CDM (4,200K)



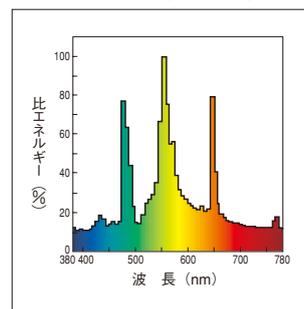
ネオアークビーム (N)



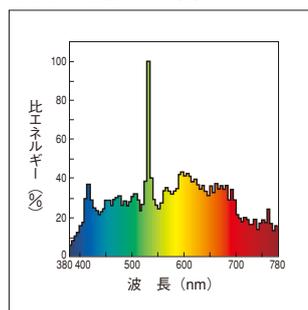
ネオアークビーム (WW)



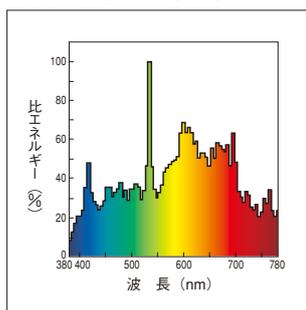
ネオアークビーム (屋外兼用)



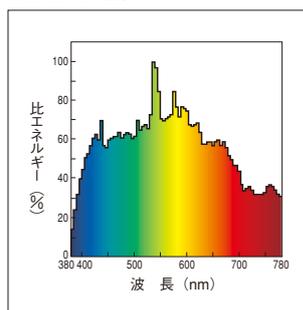
ネオアークEベース (N)



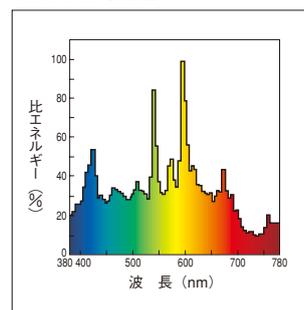
ネオアークEベース (WW)



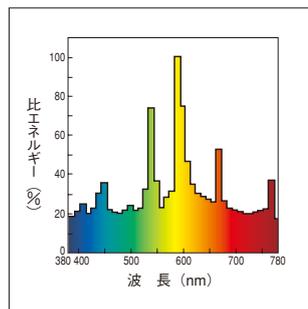
HQIランプ (D)



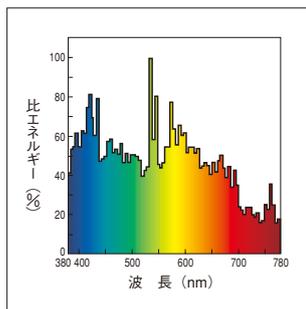
HQIランプ (NDL)



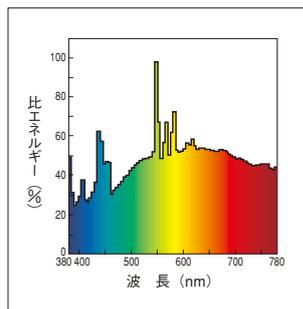
HQIランプ (WDL)



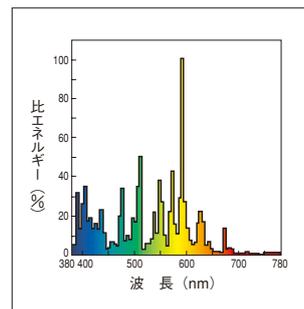
ダイナビーム2



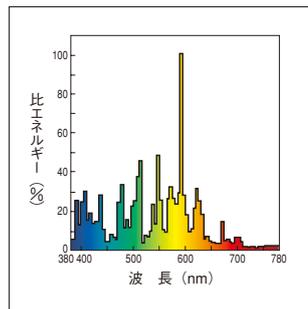
陽光ランプ



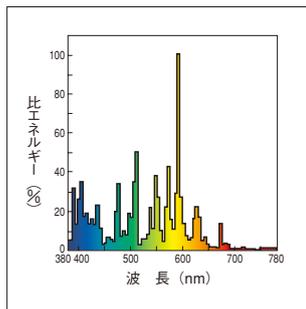
HL-ネオハライド2 (透明形)



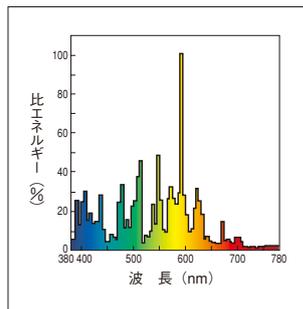
HL-ネオハライド2 (拡散形)



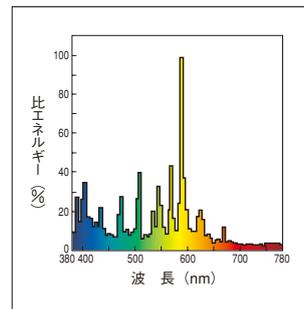
HL-ネオハライド (透明形)



HL-ネオハライド (拡散形)



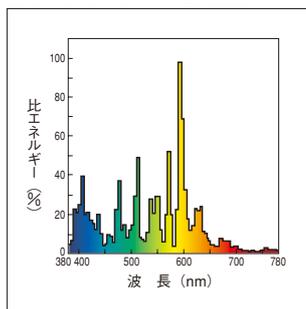
ネオハライドランプ (透明形)



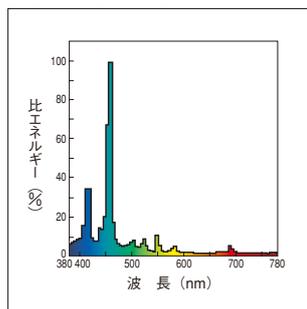
(当社製品データによる)

参考 HIDランプ (生産完了品含む) 分光分布図

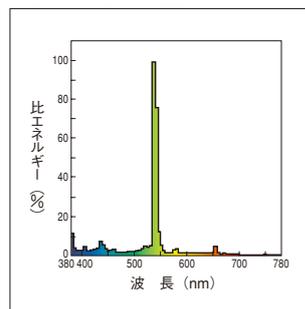
ネオハイドランプ (拡散形)



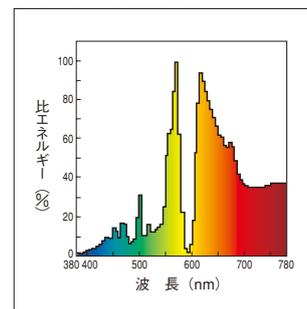
カラーHIDランプ (B)



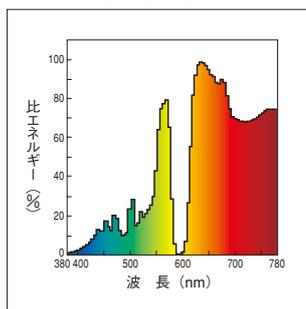
カラーHIDランプ (G)



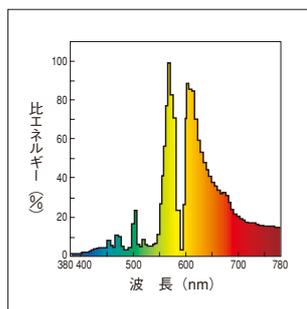
ネオカラー (高演色形)



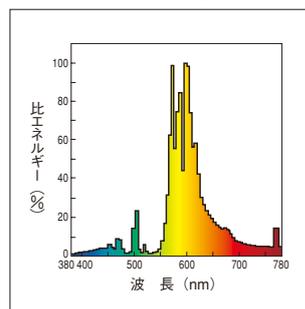
ネオカラー (高彩度形)



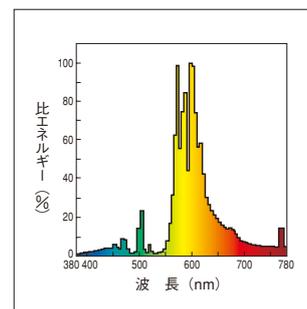
HL-ネオルックスD



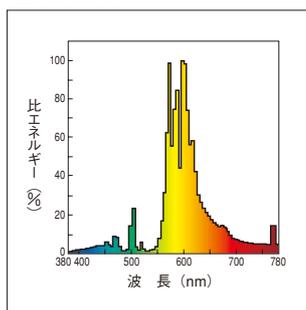
ツイン・ネオルックス・L



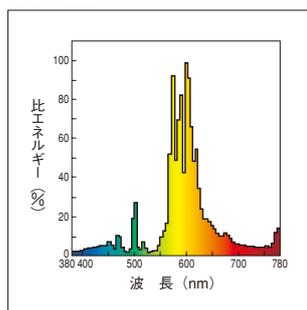
ツイン・ネオルックス



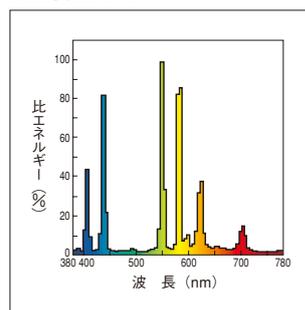
HL-ネオルックス



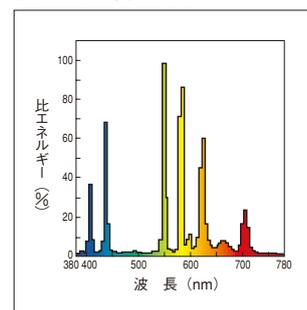
ネオルックス



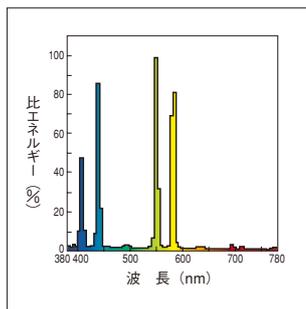
蛍光水銀ランプ



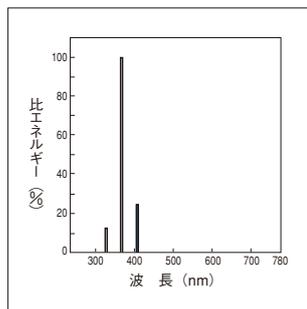
白熱色蛍光水銀ランプ



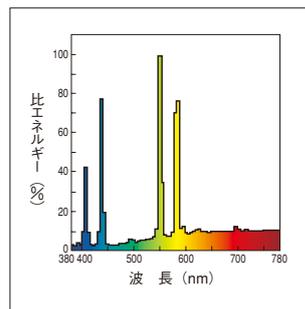
透明水銀ランプ



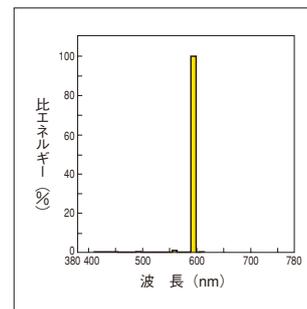
ブラックライト水銀ランプ



チョークレス水銀ランプ



低圧ナトリウムランプ



(当社製品データによる)