

1.1 照明用語と単位

1.1.1 光と放射

関連資料
JIS Z 8113: 照明用語
(1998)

ISO/CIE 11664-1: CIE
standard colorimetric
observers(2019)

◆可視放射(visible radiation)

人の目に入って、直接に視覚を起すことのできる放射のことをいいます。

一般に、波長域380 ~ 780(nm)

◆赤外放射(infrared radiation)

波長域が可視光よりも長く1(mm)程度までの放射のことをいいます。

IR-A 780 ~ 1,400(nm)

IR-B 1.4 ~ 3(μ m)

IR-C 3(μ m) ~ 1(mm)

◆紫外放射(ultraviolet radiation)

波長域が可視光よりも短く、100(nm)程度までの放射のことをいいます。

UV-A 315 ~ 400(nm)

UV-B 280 ~ 315(nm)

UV-C 100 ~ 280(nm)

◆分光分布(spectral distribution)

波長 λ を中心とする微小波長幅内に含まれる放射量の波長に対する分布のことをいいます。一般的には、5(nm)間隔の相対値で表されます。

◆CIE標準比視感度(spectral luminous efficiency)

比視感度とは、特定の観察条件において、ある波長 λ の単色放射が比較の基準とする放射と等しい明るさであると判断されたときの、波長 λ の単色放射の放射輝度の相対値の逆数で通常、最大値が1となるように基準化したものをいいます。標準比視感度とは、CIE(国際照明委員会)で合意された値(図1.1)のことです。

V(λ): 明所視における標準比視感度(最大視感度:555(nm) 683(lm/W))

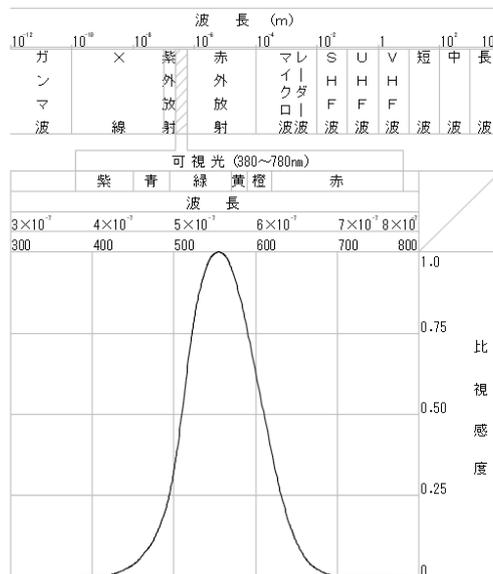


図1.1 光・放射と視感度

(参考文献 ISO/CIE 11664-1: CIE standard colorimetric observers(2019))

◆視感効率(luminous efficiency)

放射束に対する、その放射束をCIE標準比視感度で重み付けした量の比をいいます。一般に、光源の発光効率と呼ばれています。

◆光束(luminous flux)

放射束を、CIE標準比視感度に基づいて評価した量をいいます。一般に、光の量を表します。

単位:ルーメン(lm)

◆光度(luminous intensity)

光源からあらゆる方向に向かう光束の単位立体角当たりの光束(図1.2)のことをいい、光の強さを表します。単位:カンデラ(cd)

また立体角 ω について、単位球(半径1m)の表面積は、立体角 ω では、 4π (sr)になります。

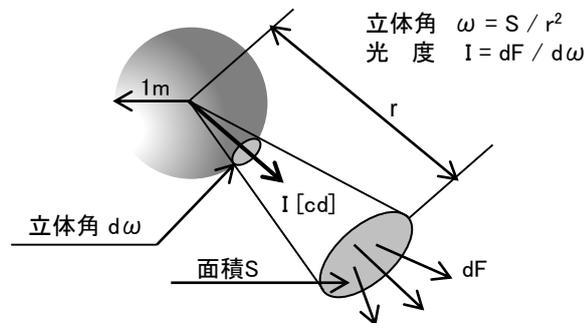


図1.2 立体角と光度

◆配光(distribution of luminous intensity)

光源の各方向への光度分布のことをいいます。

◆輝度(luminance)

ある方向に向かう光度の、その方向に垂直な面の単位面積当たりの割合のことをいいます。一般に、発光(反射、透過)面の明るさの程度を表します。単位:(cd/m²)

◆光束発散度(luminous exitance)

微小面からすべての方向に発散する光束の、単位面積当たりの割合のことをいいます。

◆照度(illuminance)

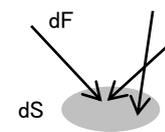
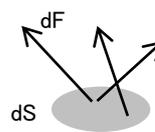
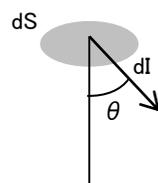
微小面にすべての方向から入射する光束の、単位面積当たりの割合のことをいいます。

照度(ℓ_x)は単位面積当たりの入射光束、光束発散度($\ell_x = \text{lm}/\text{m}^2$)は単位面積当たりの発散光束、輝度(cd/m²)は単位面積当たりの光度であり方向性をもちます(図1.3)。

輝度 $L = dI / (dS \cdot \cos \theta)$

光束発散度 $M = dF / dS$

照度 $E = dF / dS$



dI-----ある方向の微小光度
dS-----微小面積
dF-----微小面積から入射もしくは発散する光束

図1.3 輝度・光束発散度と照度

◆光量(quantity of light)

光束を時間について積分した量のことをいいます。単位:ルーメン秒(lm・s)

1.1.2 目と視覚

関連資料
JIS Z 8113: 照明用語
(1998)

視力 (visual acuity)

目が物の形の細部を見分ける能力。あるいは、2個の点または線を分離して見分け得る最小視角(分)の逆数(図1.4)のことをいいます。

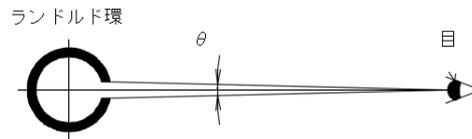


図1.4 視角と視力

◆中心視 (central vision)

対象物の像を網膜の中心のくぼみに結像して見ることをいいます。

中心のくぼみ(中心窩:約1分)には、錐体(cones)と呼ばれる視細胞が密に分布していて、色の識別力および視力が最も良い部分です。

◆周辺視 (peripheral vision)

中心のくぼみより外の網膜(retina)の周辺部で見ることをいいます。杆体(rods)と呼ばれる視細胞が多く分布していて、微弱な光やその変化および動きを検出する能力が高い部分です。

◆明所視 (photopic vision)

数(cd/m^2)以上の輝度に視覚系が順応していて、主に錐体が働いているときの視覚の状態をいいます。

◆暗所視 (scotopic vision)

百分の数(cd/m^2)以下の輝度に視覚系が順応していて、主に杆体が働いているときの視覚の状態をいいます。

◆薄明視 (mesopic vision)

明所視と暗所視の中間の輝度に視覚系が順応していて、主に錐体と杆体の両方が働いているときの視覚の状態をいいます。

◆グレア (glare)

視野の中に不適当な輝度分布があるか、輝度の範囲が広すぎるか、または過度の輝度対比があるために、視野内の細部や物体を見る能力の減少もしくは不快感のどちらか、または両方を生じさせる視覚の条件または状態をいいます。

◆直接グレア (direct glare)

視野内、特に視線に近い方向にある輝度の大きい面によって生じるグレアのことをいいます。

◆反射グレア (glare by reflection)

反射像が観察する物体と同じか、または近い方向にあるような正反射によって生じるグレアのことをいいます。

◆不快グレア (discomfort glare)

必ずしも物が見分けにくくはありませんが、不快感を伴うグレアのことをいいます。

◆減能グレア (disability glare)

必ずしも不快感を伴うことはありませんが、物が見分けにくくなるグレアのことをいいます。

◆光幕反射 (veiling reflection)

見るものと重なって、輝度対比を低下させることによって物体の細部を部分的または全面的に見分けにくくする正反対、または指向性が強い拡散反射のことをいいます。

◆等価光幕輝度 (equivalent veiling luminance)

高輝度の光が目に入射すると屈折、拡散し眼球内をほぼ一様な輝度で輝かせます。これは、レースのカーテンを通してものを見るとときと同様の効果を生じ、コントラストの低下により視覚機能を低下させます。このときに眼球内に生じる一様な輝度を「等価光幕輝度」と呼びます。

◆フリッカ (flicker)

輝度または色が時間的に変化する光が目に入るとき、定常な光刺激として感じられない現象をいいます。

◆輝度刺激閾 (luminance threshold)

光刺激の存在がやっと知覚できるときの輝度に関する刺激閾のことをいいます。

◆視認性(visibility)

対象物の存在または形状の見えやすさの程度をいいます。

◆可読性(legibility)

文字または記号の読みやすさの程度をいいます。

1.1.3 色

関連資料

JIS Z 8113: 照明用語 (1998)

JIS Z 8720: 測色用の標準イルミネント(標準の光)及び標準光源 (2012)

IES: Lighting Handbook (2000)

◆CIE標準の光(CIE standard illuminants)

CIE(国際照明委員会)が相対分光分布によって規定した測色に用いる光(図1.5)をいいます。

標準光源A : 温度2856(K)の黒体が発する光。白熱電球を代表します。

C : 相関色温度6774(K) 平均的な昼光の可視波長域を代表します。

D65: 相関色温度6504(K) 昼光の可視・紫外波長域を代表します。補助標準光としてD50、D55、D75及びBが定められています。

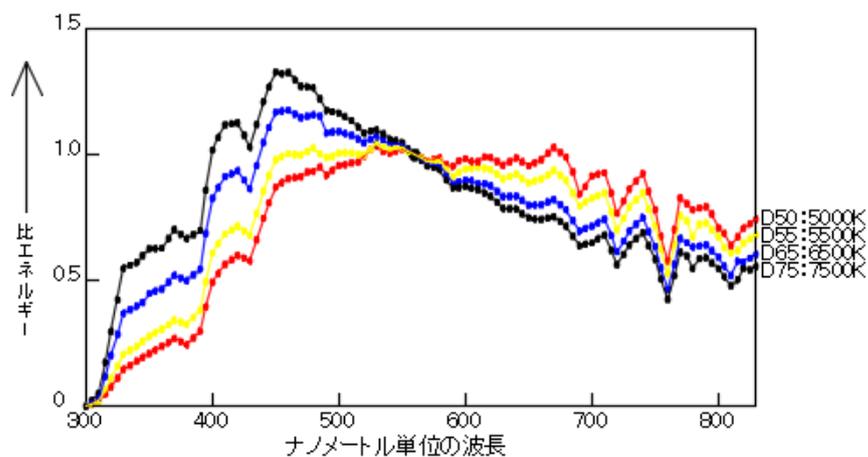


図1.5 CIE合成昼光

(参考文献 JIS Z 8720: 測色用の標準イルミネント(標準の光)及び標準光源(2012))

◆演色(color rendering)

照明光が物体の色の見え方に及ぼす影響のことです。光源の特性と考えたときは、演色性といえます。演色評価数(color rendering index)は、試料光源で照明したある物体の色刺激値(心理物理色)が、その色順応状態を適切に考慮した上で、基準イルミネント(照明光)で照明した同じ物体の心理物理色と一致する度合いを示す値のことです。JISでは、色ずれのない(完全に合っている)状態を100としています。

特殊演色評価数(special color rendering index: Ri): 試験色1~15個々の値。

平均演色評価数(general color rendering index: Ra): 試験色1~8の平均値。

◆黒体(blackbody)

黒体放射を発する熱放射体のことです。熱放射体から発散する放射が、外部から入射する放射とすべての波長、方向および偏光成分について平衡状態にあるとき、その放射を黒体放射といいます。黒体放射は温度だけに依存し、その大きさはプランクの放射則によって与えられます(図1.6)。

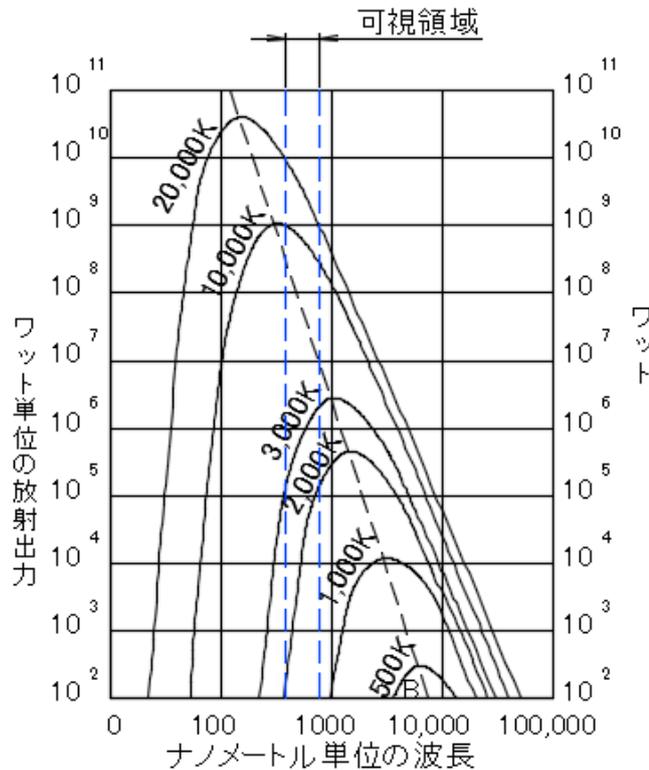


図1.6 黒体放射と色温度
(参考文献 IES: Lighting Handbook(2000))

◆色温度(color temperature)

色温度は、与えられた放射の色度と等しい色度を持つ黒体の温度のことをいいます。相関色温度(correlated color temperature)は与えられた放射の色度が黒体放射軌跡上にない場合に、分布温度(distribution temperature)は相対分光分布が黒体放射に近似できる場合に用います。単位：ケルビン(K)

◆逆相関色温度(reciprocal correlated color temperature)

相関色温度の逆数のことをいい、知覚に関して等間隔性が高いとされます。単位：毎メガケルビン(MK⁻¹)

1.1.4 材料の光学特性

関連資料
JIS Z 8113: 照明用語
(1998)

平山ほか: 建築学大系
22, 室内環境計画
(1969)

◆反射率(reflectance)

物体に入射した放射束、または光束に対する反射した放射束、または光束の比(ρ)のことをいいます。特に光束に対しては、視感反射率(luminous reflectance: ρ_v)として区別される場合があります。

◆正反射率(regular reflectance: ρ_r)

正反射した放射束または光束の比をいいます。

◆拡散反射率(diffuse reflectance: ρ_d)

拡散反射した放射束または光束の比をいいます。(図1.7)。また、光束の比は下の式で表されます。

$$\rho = \rho_r + \rho_d$$

おもな材料の反射率を表1.11に示します。

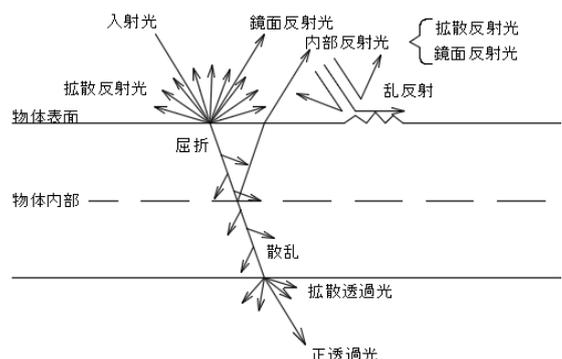


図1.7 反射・透過モデル

表1.1 材料の反射率(主として45°入射の全反射率)(%)

1. 正反射性材料 (垂直入射)		3. 塗料		7. 石材及び壁素材	
銀面	93	白色ペイント、エナメル、珪礫	80 ~ 85	白色タイル	70 ~ 80
アルミ特殊合金電解研磨面	90 ~ 95	単色ペイント一般	30 ~ 70	淡色タイル	50 ~ 70
ガラス鏡面 (アルミ合金)	80 ~ 85	濃色ペイント一般	15 ~ 40	白色大理石	50 ~ 60
水銀、アルミ	70 ~ 75	4. 紙類 (壁紙、襖紙、その他)			
金、クローム、ニッケル、白金、すす	60 ~ 70	白紙：拳書	85 ~ 91	淡色人造石	30 ~ 50
銅、銅、タンクステン	50 ~ 60	白紙：吸取紙、ケント、鳥の子	70 ~ 80	淡色煉瓦 (新)	30 ~ 40
すす箔、銀箔、アルミ箔	20 ~ 30	白アート紙	60 ~ 65	石材一般	25 ~ 50
透明ガラス	10 ~ 12	白紙粗製 (障子紙)	30 ~ 50	赤煉瓦 (新)	25 ~ 35
黒色ガラス	5	トレーシングペーパー	20 ~ 25	コンクリート、セメント瓦、単色スレート	20 ~ 30
水面	2	新聞紙	40 ~ 50	濃色タイル、濃色人造石、同瓦、同スレート	10 ~ 20
2. 拡散性材料		淡色壁紙、襖紙一般	40 ~ 70	ねずみ色鉄平石	5 ~ 15
1. 金属およびガラス		濃色壁紙、襖紙一般	20 ~ 40	赤煉瓦 (古)	5 ~ 10
炭酸マグネシウム (特性、反射率基準)	98	ハトロン紙	25 ~ 35	白漆喰壁 (新)	75 ~ 85
硫酸バリウム	93	黒紙	5 ~ 10	黄大津壁	70 ~ 75
酸化アルミ	80 ~ 85	黒紙 (色票用)	1 ~ 5	白壁一般	55 ~ 75
アルミラッカー	60 ~ 70	5. 布類			
つや消しアルミ	60 ~ 80	白布：フランネル、富士絹	60 ~ 70	茶大津、淡色壁一般	40 ~ 60
粗面クローム	50 ~ 60	白紙：木綿、麻	40 ~ 70	和風砂壁 (茶他淡色)	20 ~ 40
亜鉛引鉄板 (新)	30 ~ 40	淡色カーテン	30 ~ 50	濃色壁一般	15 ~ 25
乳色ガラス (全乳)	60 ~ 70	トレーシングクロス	25 ~ 30	和風砂壁 (緑他濃色)	5 ~ 15
スキカケガラス	30 ~ 40	濃色トレーシングクロス	20 ~ 30	8. 床素材	
摺ガラス、型板ガラス	30 ~ 40	黒布：服地	7 ~ 15	畳 (新)	50 ~ 60
2. 純色色票 (マンセル)		黒布：木綿、シユス	2 ~ 3	淡色ビニタイル、アスタイル	40 ~ 70
赤 5R 4/14	13	黒布：ピロード	0.4 ~ 3	濃色同	10 ~ 20
黄 5Y 8/12	56	6. 木材及び建築木部			
緑 5G 5/8	19	桐 (新)	65 ~ 75	9. 地表面	
青 5B 4/8	11	檜 (新)	55 ~ 65	新雪	80 ~ 98
紫 5P 4/12	13	杉 (新)	30 ~ 50	古雪	40 ~ 70
		杉赤目板 (新)	25 ~ 35	白砂利	20 ~ 40
		クリヤラッカー-明色仕上面	40 ~ 60	砂利、コンクリート、舗石	15 ~ 30
		色付ラッカー、ニス	20 ~ 40	アスファルト舗装	15 ~ 20
		外壁板張 (新)	40 ~ 55	枯草原	10 ~ 30
		外壁板張 (古)	10 ~ 30	砂原	10 ~ 20
		外壁板張 (オイルステイン)	10 ~ 20	草原、田圃値平均	5 ~ 15
				都会地平均	5 ~ 10
				濡土、樹林地平均	3 ~ 7

(参考文献 平山ほか：建築学大系22, 室内環境計画(1969))

◆光沢(gloss)

正反射光成分の大小や反射光指向性の鋭さなどに関係し、物体表面に他の輝いている物体や光源が映り込む程度によって生じる、物体表面についての視知覚の現れ方のことをいいます。正反射光の割合や、拡散反射光の方向成分などに注目して、物体の光沢の程度を一次的に表したものを光沢度(glossiness)といいます。

◆ランベルトの余弦法則(Lambert's law)

注目する面を取囲む半球内のすべての方向に対して、放射輝度または輝度が等しいような面素について、任意の方向の放射輝度または光度 $I(\theta)$ を、法線方向の放射輝度または光度 I_n および法線と注目する方向とがなす角 θ から、次式のように与える法則のことをいいます。

$$I(\theta) = I_n \cos \theta$$

◆均等拡散面(Lambertian surface)

どの方向から見ても輝度が一樣となる理想的な面のことをいいます。均等拡散反射面(uniform reflecting diffuser)、均等拡散透過面(uniform transmitting diffuser)等があります。

$$M = \pi \cdot L \quad (M: \text{光束発散度})$$

注目する波長で反射率や透過率が1であるものを完全拡散反射面(perfect reflecting diffuser)、完全拡散透過面(perfect transmitting diffuser)といいます。