

1.1 照明用語と単位

1-1

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、視感覚を起こすことのできる放射のことです。
一般に、可視放射の波長限界は 380 nm から 780 nm。
- ◆**赤外放射(infrared radiation)**
波長が可視放射よりも長く、1 mm 程度までの放射のことです。
IR-A 780 nm ～ 1,400 nm
IR-B 1.4 μm ～ 3 μm
IR-C 3 μm ～ 1 mm
- ◆**紫外放射(ultraviolet radiation)**
波長が可視光よりも短く、100 nm 程度までの放射のことです。
UV-A 315 nm ～ 400 nm
UV-B 280 nm ～ 315 nm
UV-C 100 nm ～ 280 nm
- ◆**光(light)**
視覚系に生じる明るさ及び色の知覚・感覚のことです。可視放射。可視域以外の光放射に対して用いられることもあります、この用法は推奨されていません。
- ◆**分光分布(spectral distribution)**
分光密度 $X_{e,\lambda}$ の波長 λ に対する分布のことです。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 $V(\lambda)$ (spectral luminous efficiency)**
標準的な分光視感効率として、CIE(国際照明委員会)において合意された値。明所視における標準分光視感効率と暗所視における標準分光視感効率との二つがあります。明所視の分光視感効率曲線は、555 nm の光に対する感度を1とし、他の波長の光に対する感度を図1.1のように表します。

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

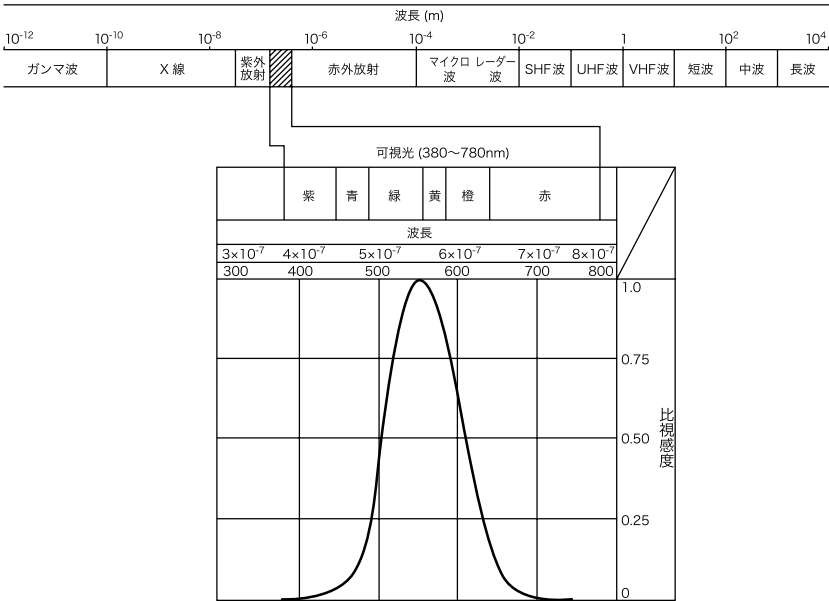


図1.1 光・放射と視感度

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

- ◆**視感効率 V (luminous efficiency)**
(CIE) 標準分光視感効率 $V(\lambda)$ によって重み付けられた放射束の、対応する放射束に対する比。
一般に、光源の発光効率と呼ばれています。

- ◆**光束Φ (luminous flux)**
放射束を、(CIE) 標準分光視感効率と最大視感効果度に基づいて評価した量の事です。一般に、光の量を表します。
単位: ルーメン ℓm
- ◆**光度I (luminous intensity)**
光源からある方向に向かう光束の単位立体角当たりの割合のことで、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1 m)の表面積は、立体角ωでは、 4π sr になります。
※ sr : ステラジアン、立体角の単位

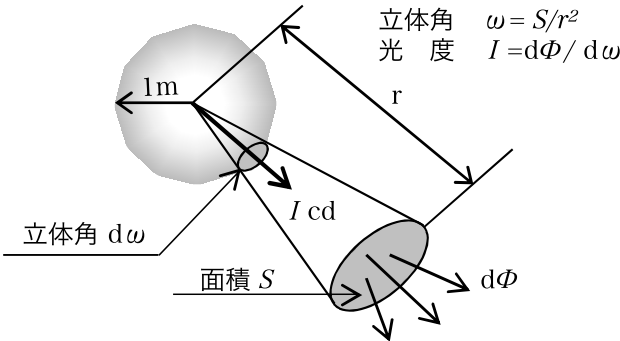
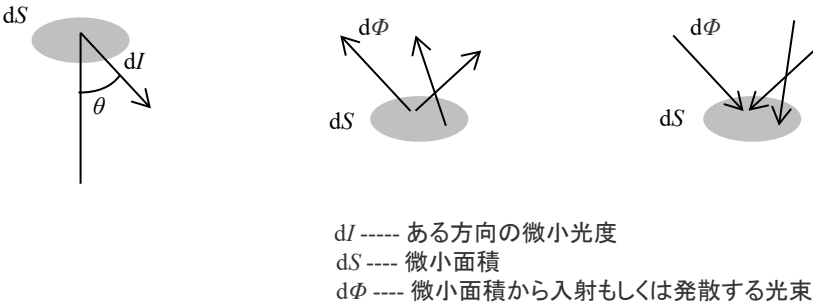


図1.2 立体角と光度

- ◆**配光(distribution of luminous intensity)**
光源及び照明器具の光度の、角度に対する変化又は分布の事です。
- ◆**輝度L (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事です。
一般に、発光 (反射、透過) 面の明るさの程度を表します。
単位: カンデラ毎平方メートル cd/m²
- ◆**光束発散度M (luminous exitance)**
微小面から全ての方向に発散する光束の、単位面積当たりの割合の事です。
単位: ルーメン毎平方メートル ℓm/m²
- ◆**照度E (illuminance)**
微小面に全ての方向から入射する光束の、単位面積当たりの割合の事です。
単位: ルクス ℓx、ルーメン毎平方メートル ℓm/m²
照度は単位面積当たりの入射光束、光束発散度は単位面積当たりの発散光束、輝度は単位面積当たりの光度であり方向性もちます(図1.3)。
輝度 $L = dI / (dS \cdot \cos\theta)$ 光束発散度 $M = d\Phi / dS$ 照度 $E = d\Phi / dS$



dI ----- ある方向の微小光度
dS ----- 微小面積
dΦ ----- 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Q_v (quantity of light)**
光束を時間について積分した量の事です。
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)

対象物をどれだけ細部まで見分けられるかの能力。

2個の点又は線を分離して見分けることができる最小の視角(単位: 分)の逆数(図1.4)です。

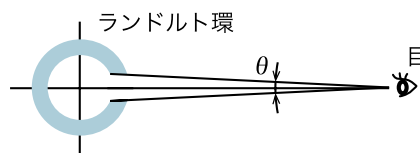


図1.4 視角と視力

◆中心視(central vision)

対象物の像を網膜の中心窩に結像して見ることです。

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、色の識別力や視力が最もよい部分です。

◆周辺視(peripheral vision)

網膜の周辺部で見る。桿体(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及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 以上の輝度レベルに視覚系が順応しているときの、正常眼による視覚のことです。

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 未満の輝度レベルに視覚系が順応しているときの、正常眼による視覚のことです。

主に桿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視覚のことです。

錐体と桿体の両方が機能しているときの視覚の状態をいいます。

◆プルキンエ現象(purkinje phenomenon)

明所視から薄明視又は暗所視へと、暗くなるにつれて短波長成分が多い青いものが明るく見え、逆に短波長成分が少ない赤いものが暗く見える現象のことです。

◆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、又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、又は両方を生じさせる視覚の条件又は状態のことです。

◆直接グレア(direct glare)

視野内の、特に視線の近くに位置する輝度の大きい面によって生じるグレアのことです。

◆反射グレア(glare by reflection)

(光源など輝度が高い物体の)反射像が、観察する物体と同じ方向であることによって生じるグレアのことです。

◆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です。

◆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です。

◆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見えにくくする鏡面反射のことです。

◆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。

◆ちらつき(flickering)

輝度又は分光分布が時間的に揺らぐ光刺激のことです。

◆フリッカ(flicker)

輝度又は分光分布が時間的に変化する光刺激によって誘導される、視感覚の不安定な現象のことです。

◆視認性(visibility)

対象物の存在又は形状の見えやすさの程度のことです。

◆可読性(legibility)

文字又は記号の読みやすさの程度のことです。

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
イルミナント(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)のことです。

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。

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C(平均的な昼光の可視波長域)が定められています。

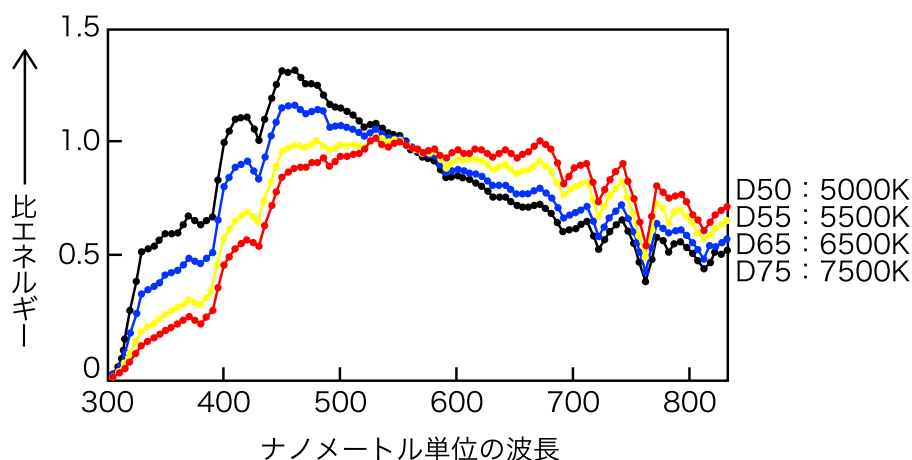


図1.5 CIE合成昼光

(参考文献 JIS Z 8720: 測色用の標準イルミナント(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、演色性といいます。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うえで、基準イルミナント(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)**
入射する全ての放射を完全に吸収する理想的な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全ての波長、方向及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)。

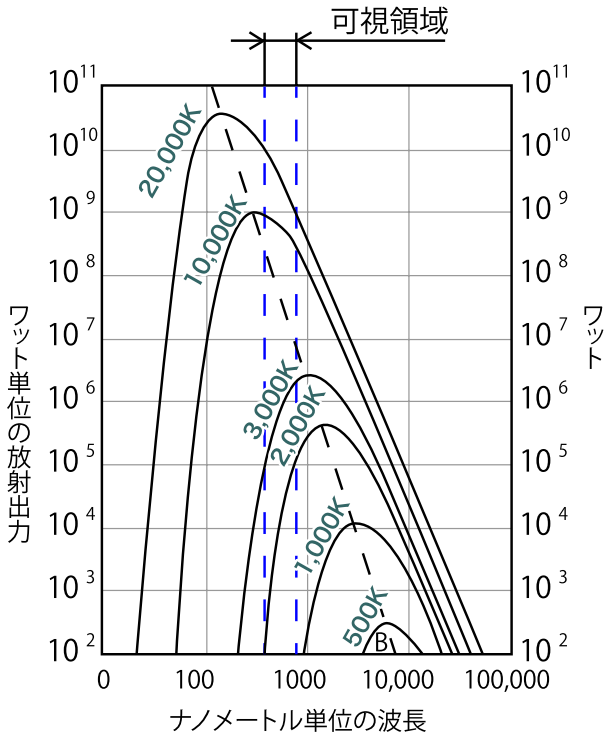


図1.6 黒体放射と色温度
(参考文献 IES:Lighting Handbook(2000))

- ◆**色温度 T_c (color temperature)**
色温度は、与えられた放射の色度と等しい色度を発する黒体の温度のことです。
単位：ケルビン K
- ◆**相関色温度 T_{cp} (correlated color temperature)**
光源の色度が黒体軌跡上にない場合に適用され、最も近似する黒体の温度のことです。
単位：ケルビン K
- ◆**逆数相関色温度 T_{cp}^{-1} (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
(1957)

- ◆**反射率(reflectance)**
物体に入射した放射束又は光束に対する反射した放射束又は光束の比(ρ)のことです。
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)**
正反射した放射束又は光束の比のことです。
- ◆**拡散反射率(diffuse reflectance: ρ_d)**
拡散反射した放射束又は光束の比のことです(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1.1に示します。

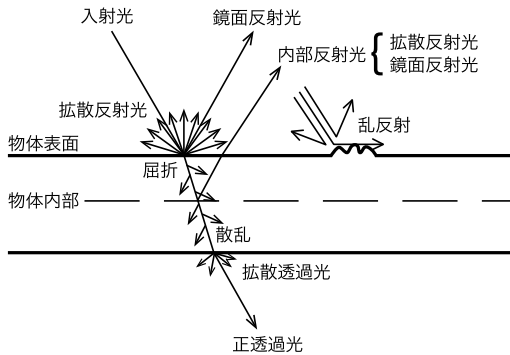


図1.7 反射・透過モデル

表1.1 材料の反射率(主として45° 入射時の全反射率)

単位: %

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

(参考文献 平山ほか:建築学大系, 室内環境計画22 (1957))

◆光沢(gloss)

表面の方向選択特性のために、諸物体の反射ハイライトが、その表面に写り込んで見えるような見えのモードのことです。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。

◆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です。均等拡散反射面(uniform reflecting diffuser)、均等拡散透過面(uniform transmitting diffuser)などがあります。

$M=\pi \cdot L$ (M: 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。

◆ランベルトの余弦法則(Cosine law ; Lambert’s law)

ある角度をもって光が受光面に入射したときの受光面の照度又は放射照度は、入射角の余弦に比例するという法則のことです。均等拡散面では、法線方向の光度 dI_n と θ 方向光度 dI_θ との間には下記の関係が成り立ちます。

$dI_\theta=dI_n \cdot \cos \theta$

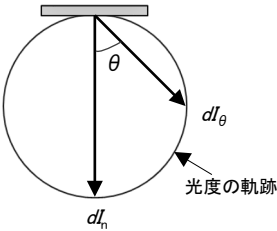


図1.8 ランベルトの余弦法則