

照明 (1)

《電磁波と光》

放射：電磁波が空間を伝達する現象

可視光：波長360~830[nm]の放射

放射束[W]：ある面を通過する電磁波の1秒当たりのエネルギーの大きさ

視感度[lm/W]：人間の目が放射束を明るさとして感じる程度 (放射束と光束の比)

放射束の大きさ[W]が同じでも、波長によって変わる。例) 黄・緑 > 赤・紫

光束[lm]：明るさを感じる程度によって補正された放射束

※放射束[W] × 視感度[lm/W] = 光束[lm]

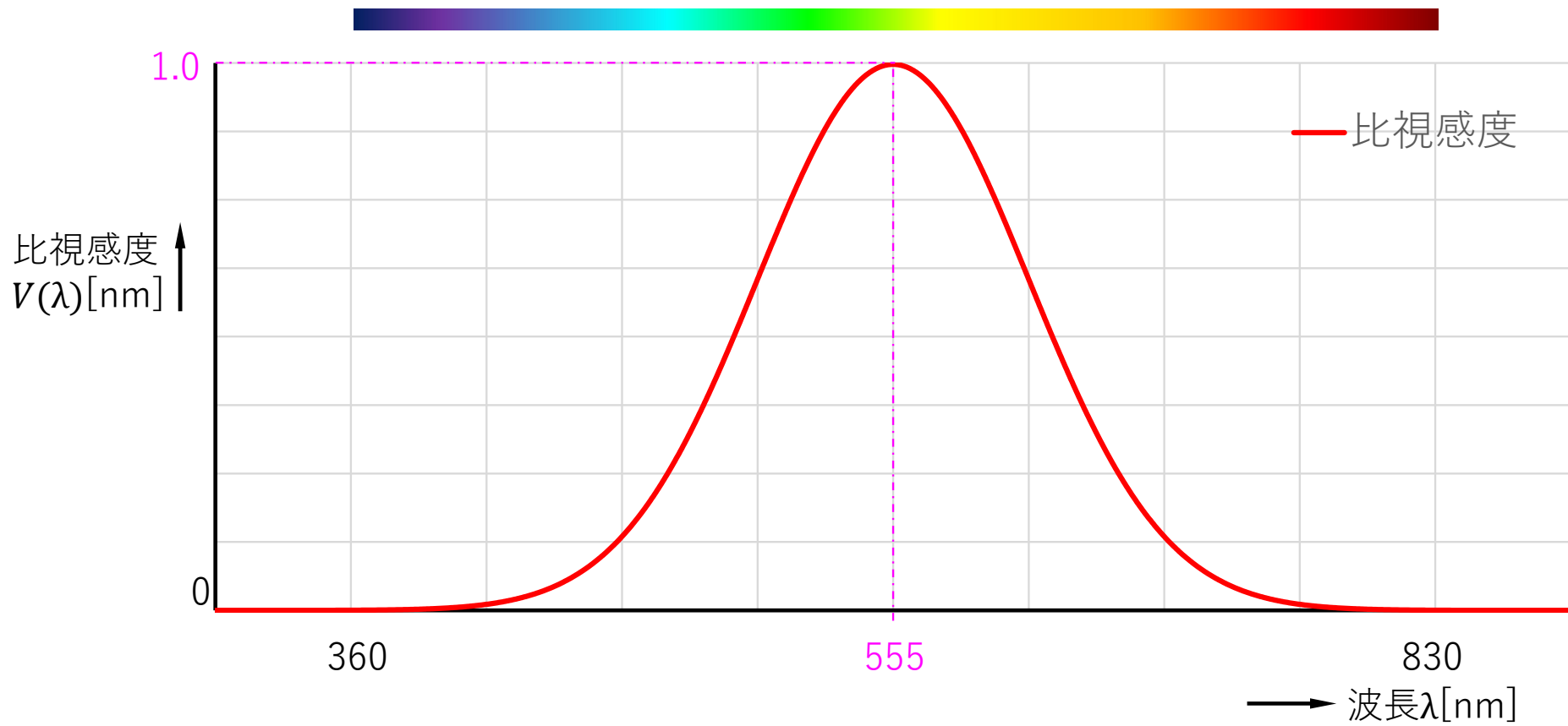
波長	周波数	呼び名	用途
1km	300kHz	長波(LF)	船舶通信 AM放送 FM放送 デジタルTV放送 携帯電話通信 レーダー
100m	3MHz	中波(MF)	
10m	30MHz	短波(HF)	
1m	300MHz	超短波(VHF)	
10cm	3GHz	極超短波(UHF)	
1cm	30GHz	マイクロ波(SHF)	
1mm	300GHz	ミリ波(EHF)	
		サブミリ波	電波望遠鏡
		遠赤外	赤外線
		中間赤外	
		近赤外	
		赤・橙	可視光
		黄・緑	
		青・紫	
		近紫外	
		衛星紫外	紫外線
		エックス線	
		ガンマ線	放射線



照明（1） 《電磁波と光》

最大視感度：波長555[nm]の光において683[lm/W]

比視感度：任意の波長 λ の視感度と最大視感度の比



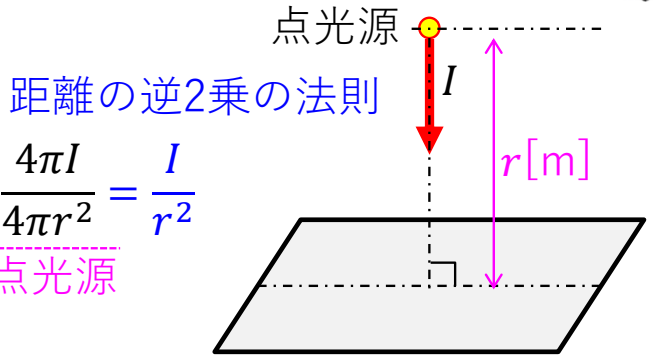
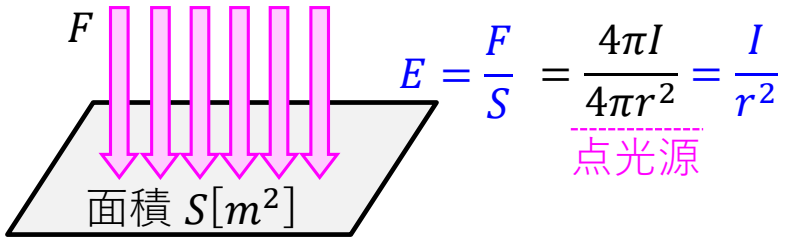
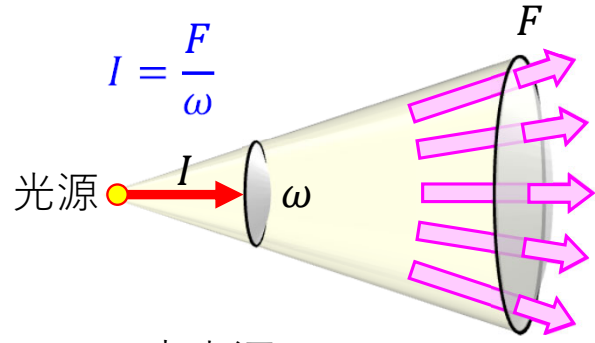
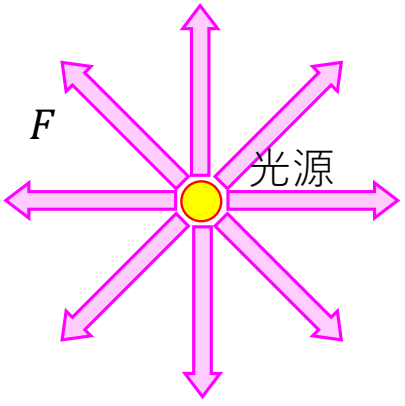
照明 (1) 《用語》

光束 : F 光の量
[lm]

光度 : I 光源の強さ
[cd] (1[sr]当りの光束)

点光源 : $I = \frac{F}{4\pi} \rightarrow F = 4\pi I$

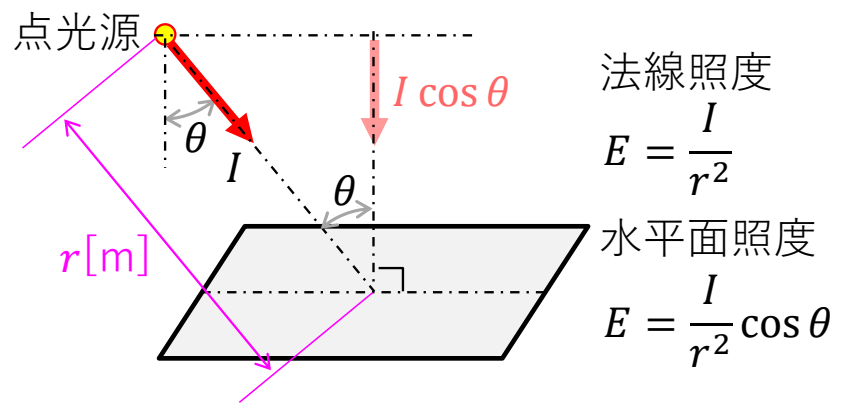
照度 : E 受光面の明るさ
[lx] (1[m²]当りの光束)



立体角[sr]: $\omega = \frac{S}{r^2}$

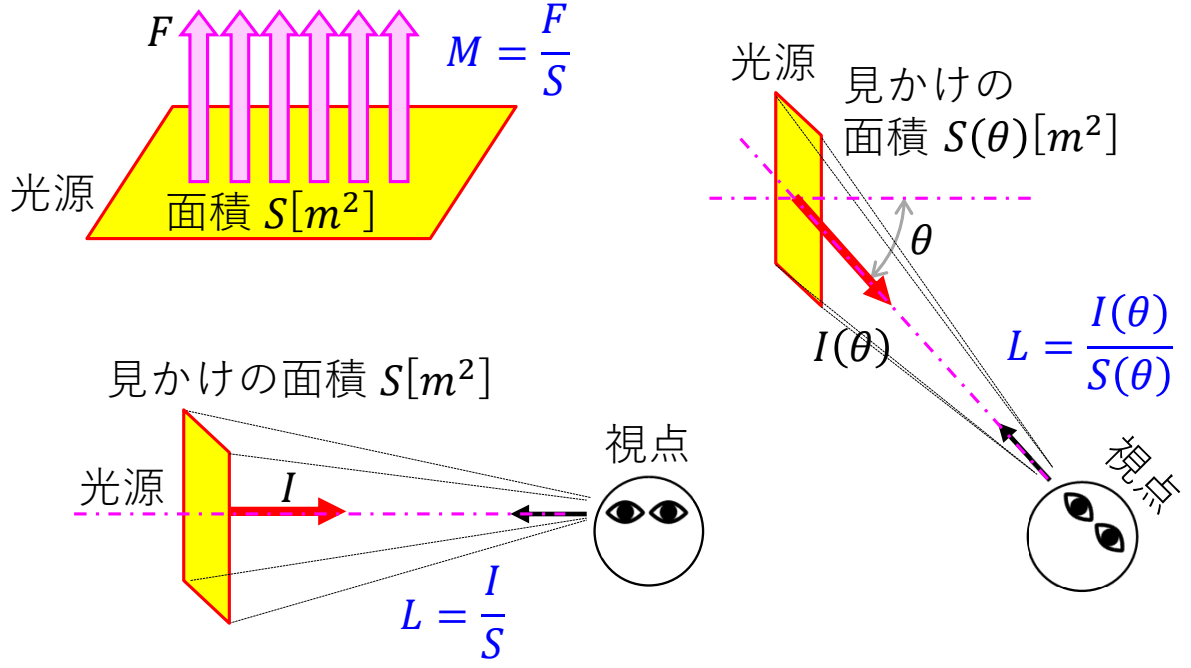
球 $\omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$

半球 $\omega = 2\pi$



照明（１） 《用語》

- 光束： F [lm] 光の量
- 光度： I [cd] 光源の強さ (1[sr]当りの光束)
- 照度： E [lx] 受光面の明るさ (1[m²] 当りの光束)
- 光束発散度： M [lm/m²] 発光面の明るさ (1[m²] 当りの光束)
- 輝度： L [cd/m²] 見た目のまぶしさ (見かけの1[m²] 当りの光度)



どの方向から見ても輝度の等しい面を完全拡散面という。

完全拡散面から成る光源（点光源等）では $M = \pi L$ が成立する。

$$L = \frac{I}{\pi r^2} \quad I = \pi r^2 L$$

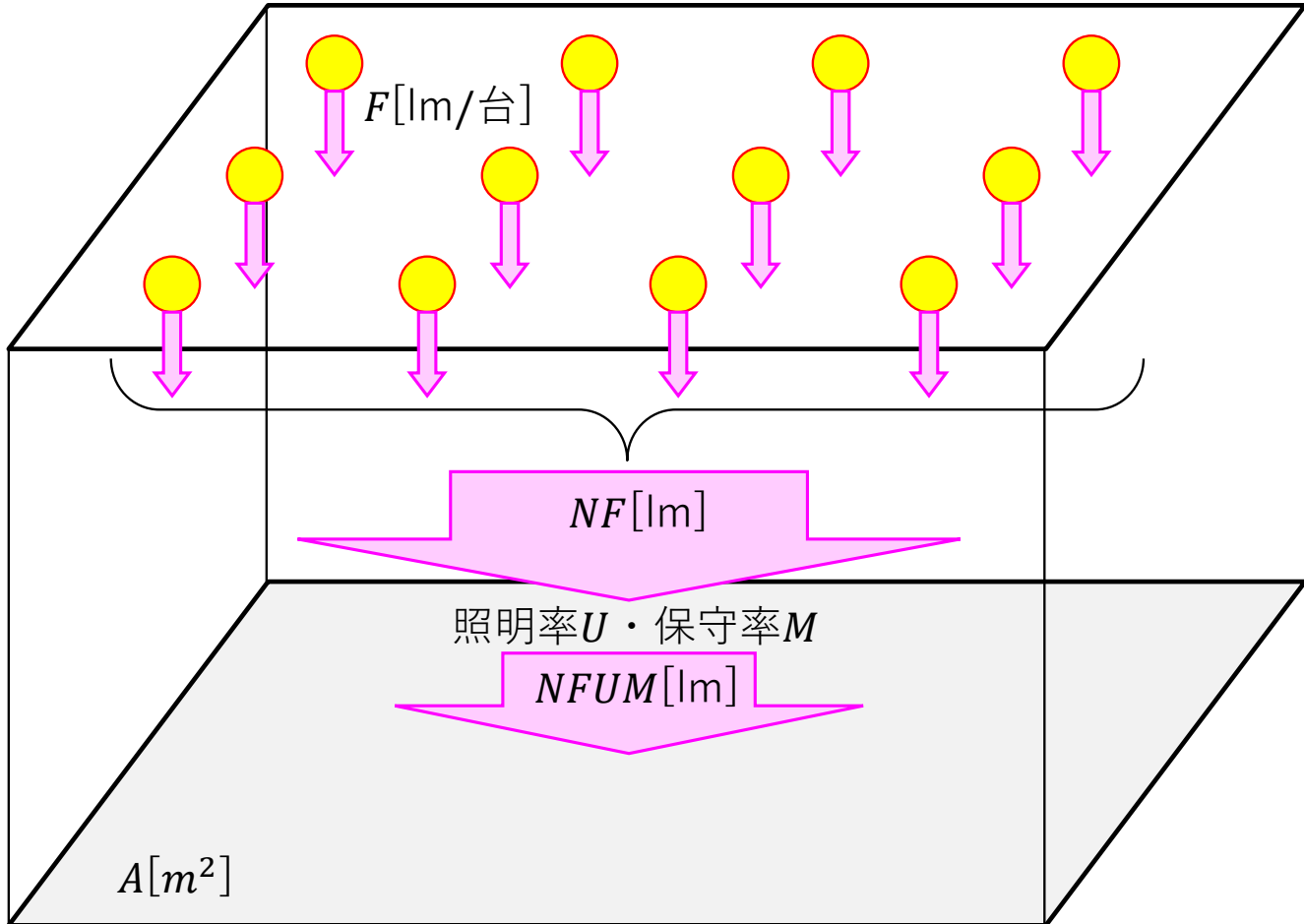
πr^2 球の見た目の面積

$$M = \frac{F}{S} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2} = \frac{\pi r^2 L}{r^2} = \pi L$$

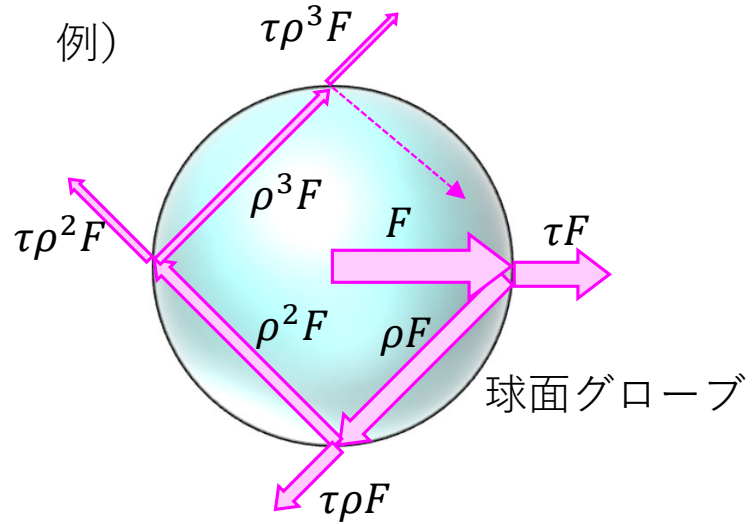
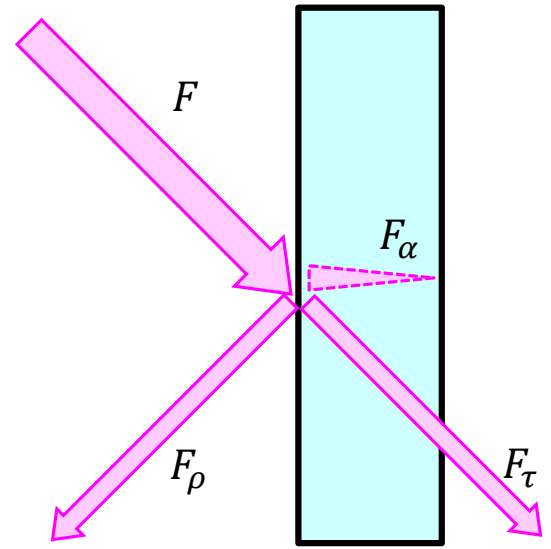
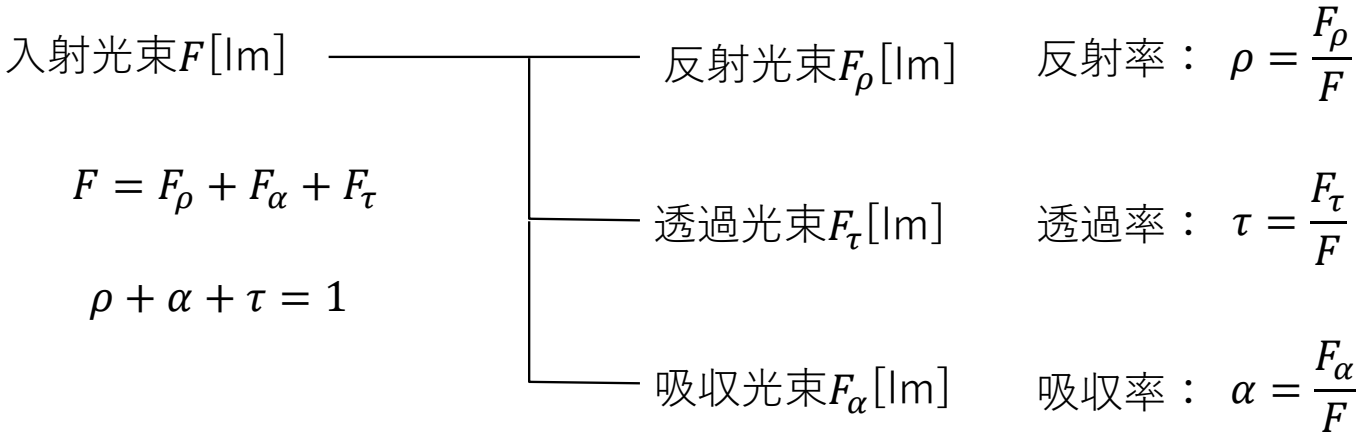
照明 (1) 《照明計画》

- N : 照明具台数 [台]
- F : 照明器具1台当たりの光束[lm]
- 全照明器具による総光束 : NF [lm]
- U : 使用器具の照明率 [0~1.0]
- M : 保守率 [0~1.0]
- 照明率・保守率を考慮した総光束 : $NFUM$ [lm]
- A : 使用場所の面積 [m^2]

使用場所の平均照度 : $E = \frac{NFUM}{A}$ [lx]



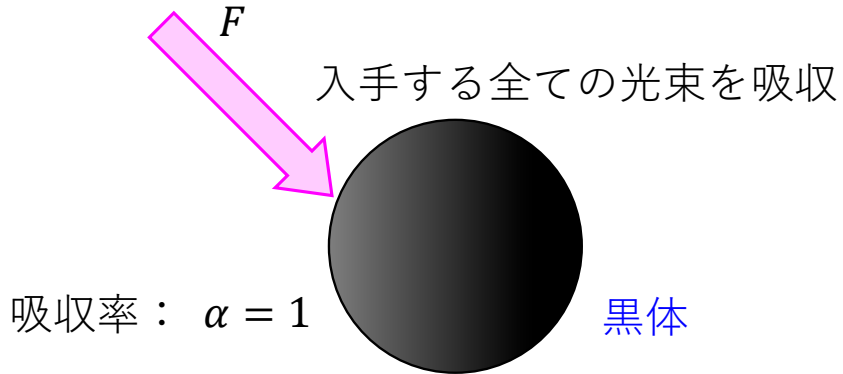
照明 (1) 《反射・透過・吸収》



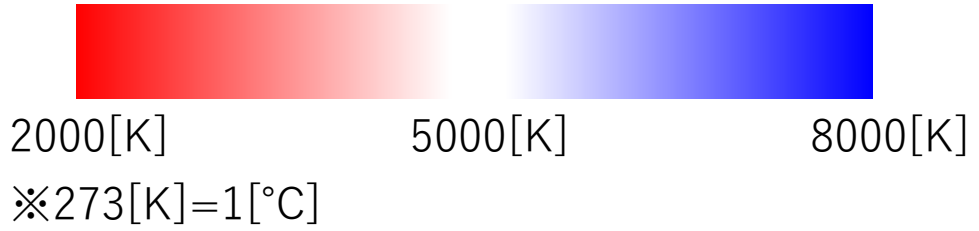
グローブから出る光束: $F_0 = \tau F + \tau \rho F + \tau \rho^2 F + \tau \rho^3 F + \dots$
 $= \tau F (1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots) = \frac{\tau F}{1 - \rho}$

$x = 1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots$ と置くと、
 $\rho x = \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots$
 $x - \rho x = 1 \quad x(1 - \rho) = 1 \quad \therefore x = \frac{1}{1 - \rho}$

照明 (1) 《黒体》



黒体の温度放射 (熱放射)



色温度: ある光色が、温度放射によって黒体が発する光色に等しいときの、黒体の温度

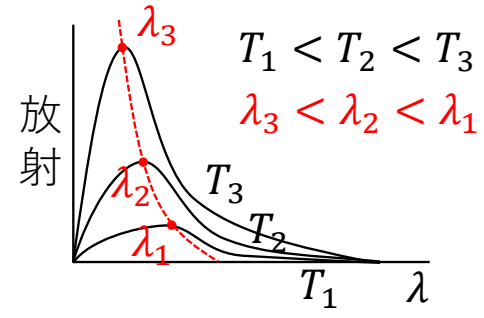
放射発散度 [W/ m²]: 放射源から単位時間に発散する単位面積当りのエネルギー

黒体の放射発散度 J [W/ m²] は、温度 T [K] の4乗に比例する。(ステファン・ボルツマンの法則)

$$J = \delta T^4 \quad \text{※ステファン・ボルツマン定数 } \delta = 5.6724 \times 10^{-12} \text{ [W/cm}^2 \cdot \text{K}^4]$$

黒体が最大放射を生じる波長 λ_m は、温度 T [K] に逆比例する。(ウィーンの変異則)

$$\lambda_m T = 2.986$$



照明（1） 付録：《用語（電磁波一般）》

放射束 [W]：放射エネルギーが単位時間にある面を通過する量（光束 F に対応）

放射の強さ [W/sr]：放射源の単位立体角当りの放射束（光度 I に対応）

放射照度 [W/ m^2]：放射束がある面に入射したときの放射束密度（照度 E に対応）

放射輝度 [W/sr · m^2]：放射の強さを見かけの面積で除したもの（輝度 L に対応）

放射発散度 [W/ m^2]：放射源から単位時間に発散する単位面積当りのエネルギー（光束発散度 M に対応）

黒体の放射発散度 J [W/ m^2]は、黒体の温度 T [K]の4乗に比例する。（ステファン・ボルツマンの法則）

$$J = \delta T^4 \quad ※ステファン・ボルツマン定数 \quad \delta = 5.6724 \times 10^{-12} \text{ [W/cm}^2 \cdot \text{K}^4]$$

黒体が最大放射を生じる波長 λ_m は、温度 T [K]に逆比例する。（ウィーンの変異則）

$$\lambda_m T = 2.986$$

