

III 光環境 1 照明の基本的考え方（教科書 pp.100～111）の一部
III 光環境 2 昼光照明と電灯照明（教科書 pp.112～122）の一部

1. 今日の目標

- 1) 光環境に関する基本となる概念を理解しよう。
- 2) 光環境の評価について知ろう。

2. 視覚（教科書 pp.100～101）

- 1) 目の構造→教科書 p.100 の図 1-1 を参照。
- 2) 順応

目は明るさの変化に対して_____する能力があり、明るい所に馴（な）れることを_____, 暗い所に馴（な）れることを_____という。_____にかかる時間は1分くらいだが、_____には30分くらいの時間がかかる。

3) 可視光線

人間が、光として目に感じるものは、波長が 380～780nm（ナノメートル＝ 10^{-9} m）の放射であり、555nm の波長を最も明るく感じる。

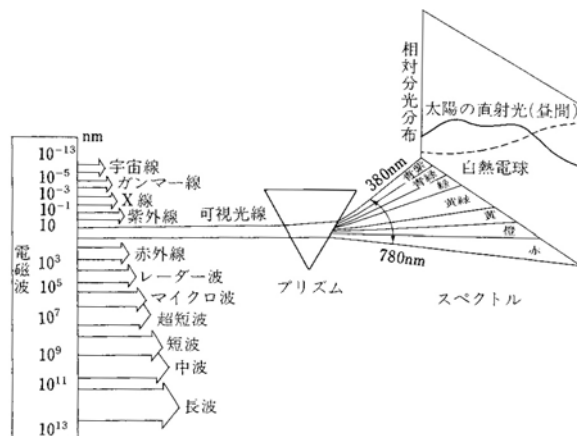


図 電磁波の中の可視光（出典：参考文献 [1], p.20）

4) 高齢者の視覚

年齢を重ねると、焦点を合わせる能力が低下する、光が水晶体を透過しにくくなる、まぶしさを感じやすくなる、などの変化がある。

3. 光の振る舞い（教科書 pp.101～106, pp.114～117）

3. 1 照度（教科書 pp.101～102）

_____とは、単位面積当たりに入射する光束（単位時間当たりの光のエネルギー量、3.3の（1）を参照）で、ある面が照らされる程度を示す指標。単位は [_____]（_____）。

照度基準については、教科書 p.102 の表 1-1 を参照のこと。比較的細かい作業を行う事務所や製図室などでは、_____lx 以上の照度が要求されている。

3. 2 輝度（教科書 pp.103～106）

_____とは、ある面の視点方向への明るさ・輝きの程度を示す指標で、目で見たまるさ感に直接的なかわりがある。単位は、 [_____]（_____）。

なお、照度と輝度には、次のような関係がある。

$$[\text{_____}] = [\text{_____}] \times [\text{_____}] \quad (1)$$

ただし、

均等（完全）拡散面：全ての方向からの _____ が同じ、理想的な面。

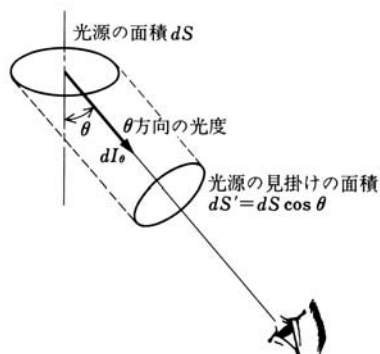


図 輝度の概念（出典：参考文献 [2], p.7）

3. 3 照度と輝度の計算（教科書 pp.114～117）

(1) 光束（配付資料 p.63 の図を参照）

- _____：単位時間あたりの、光の（目に見える領域の）総合的なエネルギー量。

単位は [_____]（_____）。

→比視感度（教科書 p.101 の図 1-3 を参照。）で補正されているため、人間の目が感知する能力にあった光の量。

→→100W の白熱電球からは 1600lm 程度の光束が射出される。

(2) 照度と光束発散度（教科書 p.115 の図 2-7 を参照，配付資料 p.63 の図を参照）

⇒ 机の上などのように光が当たる面を考えて

1) 光がある面に入射するとき

$$[\quad] = [\quad] / [\quad] \quad (2)$$

単位は [lm/m²] だが，[] () と表す。

$$E = \frac{F}{A} \quad (2)' \text{ (教科書 p.114 の (2.1) 式)}$$

ここで，

E : 照度 [lm/m²] もしくは [lx]

F : ある面に入射する光束 [lm]

A : ある面の面積 [m²]

2) 光がある面で反射するとき

$$[\quad] = [\quad] / [\quad] \quad (3)$$

単位は [lm/m²] のまま。

$$M_r = \frac{F_e}{A} \quad (3)' \text{ (教科書 p.115 の (2.3) 式 (少しだけ変更)}$$

ここで，

M_r : 反射光束発散度 [lm/m²]

F_e : 反射した面から出てくる光束 [lm]

A : ある面の面積 [m²]

(注意)

照度 : ある面に入射する光に注目して，面の明るさを考える

光束発散度 : ある面から発散する光に注目して，面の明るさを考える

3) 光がある面を透過するとき

$$[\text{光束}] = [\text{光度}] / [\text{立体角}] \quad (4)$$

単位は $[lm/m^2]$ のまま。

$$M_t = \frac{F_e'}{A} \quad (4)' \text{ (教科書 p.115 の (2.3) 式 (少しだけ変更))}$$

ここで、

M_t : 透過光束発散度 $[lm/m^2]$

F_e' : 透過した面から出てくる光束 $[lm]$

A : ある面の面積 $[m^2]$

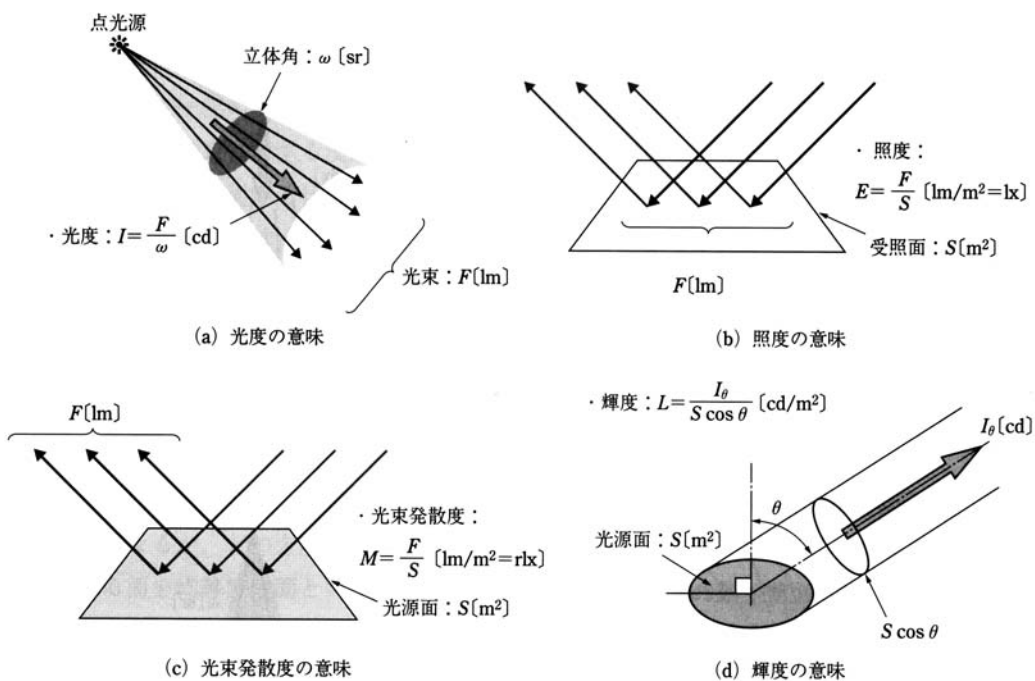


図 様々な測光量 (出典: 参考文献 [3], p.23)

(3) 光度と輝度（配付資料 p.63 の図を参照）

☞ 光源側のことを考えて

1) ☞ 照明器具のように光を出す点光源を考えて

どれくらいの密度で光束を発しているかを表したものが _____（空間中を伝わる光束密度）
（教科書 p.115 の図 2-8 を参照）

$$[\text{_____}] = [\text{_____}] / [\text{_____}] \quad (5)$$

単位は [_____]（_____）だが、[_____]（_____）とも表す。

$$i = \frac{F}{\omega} \quad (5)' \text{ (教科書 p.115 の (2.7) 式)}$$

ここで、

i : 光度 [lm/sr] もしくは [cd]

F : 点光源から出てくる光束 [lm]

ω : 光束が通過する空間の立体角 [sr]（ステラジアン）

注) 立体角：半径1の球を考えたときの球面上の部分面積（教科書 p.115 の図 2-9 を参照）

$$[\text{_____}] = [\text{_____}] / [\text{_____}]^2 \quad (8)$$

単位は [_____]，略して [_____]。

$$\omega = \frac{A}{r^2} \quad (8)' \text{ (教科書 p.116 の (2.8) 式)}$$

ここで、

ω : 立体角 [sr]

A : 球面上のある部分（面）の面積 [m²]

r : 半径 [m]

→ 球面全体の立体角は 4π [sr]，半球の立体角は 2π [sr] である。

参考) 弧度（平面角）：半径1の円を考えたときの円弧上の部分長さ

$$[\text{弧度}] = [\text{円弧上のある部分の長さ}] / [\text{半径}] \quad (7)$$

$$\theta = \frac{l}{r} \quad (7)'$$

ここで、 θ : 弧度（平面角）[rad] l : 円弧上のある部分の長さ [m] r : 半径 [m]

2) 点光源からの照度と光度の関係

$$[\text{照度}] = [\text{光度}] / [\text{距離}]^2 \quad (8)$$

単位は $[1\text{m}^2/\text{m}^2]$, もしくは $[1\text{x}]$ (ルクス)。

$$E = \frac{i}{r^2} \quad (8)' \text{ (教科書 p. 116 の (2.9) 式)}$$

ここで,

E : 照度 $[1\text{m}^2/\text{m}^2]$ もしくは $[1\text{x}]$

i : 光度 $[1\text{m}/\text{sr}]$ もしくは $[\text{cd}]$

r : 点光源からの距離 $[\text{m}]$

さらに入射角 θ の時の照度 (右図参照) は,

$$E = \frac{i}{r^2} \cdot \cos\theta \quad (9)$$

となる。

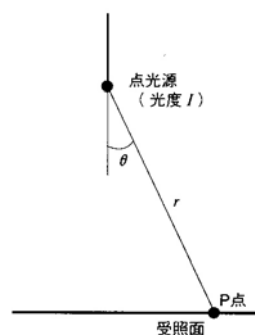


図 点光源と受照面照度

3) 照明器具のように面積をもった光源を考えて (教科書 p. 116 の図 2-10 を参照)

$$[\text{輝度}] = [\text{光度}] / [\text{面積}] \quad (10)$$

単位は $[\text{cd}/\text{m}^2]$ だが, $[\text{lx}/\text{m}^2]$ とも表す。

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos\theta_0} \quad (10)' \text{ (教科書 p. 116 の (2.10) 式)}$$

ここで,

L : 輝度 $[1\text{m}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})]$ もしくは $[\text{cd}/\text{m}^2]$

I : ある面から出てくる光度 $[1\text{m}/\text{sr}]$ もしくは $[\text{cd}]$

A : ある面の面積 $[\text{m}^2]$

θ_0 : 面の法線に対する角度 $[^\circ]$ もしくは $[\text{rad}]$

4. 光環境の評価（教科書 pp.102～106, pp.112～114）

4. 1 昼光率（教科書 pp.102～103）

_____は、室内のある点における昼光の取り入れやすさを示す指標である。

$$\{ \quad \} = \{ \quad \} / \{ \quad \} \times 100 [\%] \quad (11)$$

_____：その点を取り囲むすべての障害を取り除いたときの直射日光を除いた全天空による照度。基準昼光率（教科書 p.103 の表 1-2 を参照）を計算する場合は、_____lx とする。

←直射日光は、常時期待できない。

_____：天空から地表に到達する昼光のうち、天空で散乱され、あるいは、雲を通過、または反射されて地表面に到達する直射日光以外の昼光による照度。

→天空光照度は、同じ太陽高度でも_____に高くなる。_____には、大気中の水蒸気量が多く、太陽からの光が散乱されやすいからである。また、曇天時には、雲が空を一様に覆っているため、地表で得られる光は天空光だけである。かなり分厚い雲が空を覆っているような曇天時の天空光照度は晴天時の天空光照度よりかなり_____。

昼光率には、_____の大きさや形、位置などのほか_____の状態や室内の_____なども影響を与える。

4. 2 照度分布（教科書 p.103, pp.112～114）

_____：照度分布の指標。_____が低い（＝照度分布にムラがある）と目が疲れやすい。

$$\{ \quad \} = \{ \quad \} / \{ \quad \} \quad (12)$$

$$\text{もしくは} \{ \quad \} = \{ \quad \} / \{ \quad \} \quad (12)'$$

室内の照度分布には、窓の位置や窓の材料が影響を与える。

→教科書 p.113 の図 2-2 と図 2-3 も参照のこと。

- ・側窓（そくそう）の場合は， _____位置にあるものほど，また _____に長いものほど照度分布を均一にする。
- ・また， _____よりも _____の方が照度分布を均一にする。
- ・ _____や _____を設置することも照度分布を均一にする効果がある。
- ・窓に透明なガラスを用いた場合に比べて，光の _____の高いガラスを用いた場合の方が，一般に昼光による室内の照度分布を均一にする効果が高い。

4. 3 輝度対比とグレア（教科書 pp.103～106）

輝度対比：明るさの対比に関する指標

→視対象より周囲の輝度が低い場合には視力がそれほど低下しないが，高い場合には著しく低下する。


$$C = \frac{L_b - L_d}{L_b} \quad (L_b > L_d) \quad (13) \quad (\text{教科書 p.104 の (1.1) 式})$$

ここで，

C ：輝度対比 [N.D.]

L_b ：明るい方の面の輝度 [$\text{lm}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})$] もしくは [cd/m^2]

L_d ：暗い方の面の輝度 [$\text{lm}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})$] もしくは [cd/m^2]

_____：視野内の高輝度の点・面あるいは極端な輝度対比などにより引き起こされた視力低下や，目の疲労・不快感のこと（教科書 p.105 の  1-8 を参照）。

***** メモ *****

5. 参考文献（〔〕内は、熊本県立大学附属図書館所蔵情報）

- [1] 『建築設備学教科書 新訂版』（建築設備学教科書研究会編著，彰国社，2002年4月，
¥3,600+税，ISBN：4-395-00614-0）〔開架2，528||Ke 41，0000275623〕
- [2] 『大学課程 照明工学（新版）』（照明学会編，オーム社，1997年1月，¥2,800+税，ISBN：
4-274-13080-0）〔開架2，545||Sh 96，0000308267〕
- [3] 『初学者の建築講座 建築環境工学』（倉淵隆，市ヶ谷出版社，2006年10月，¥2,700+税，
ISBN：4-87071-198-2）〔開架2，525.1||Ku 51，0000308131〕

6. 参考 URL

- [1] 講義資料のダウンロード
<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/genron.html/setubigen.html>

▽次回の講義予定

- | | | |
|---------|---|------------------------------|
| III 光環境 | 1 | 照明の基本的考え方（教科書 pp.100～111）の一部 |
| III 光環境 | 2 | 昼光照明と電灯照明（教科書 pp.112～122）の一部 |
| III 光環境 | 3 | 色彩計画の基本（教科書 pp.123～128） |