

二級建築士 学科本科生

【学科本科生 無料体験入学用】

わかって合格^{うか}る

二級建築士 基本テキスト 計画テキスト (抜粋版)

〔計画第1回(計画1～3)・計画第2回(計画4～6)講義分〕

学科 I

建築計画



学科I 建築計画

第1編 環境工学

第1章 室内環境

第1節 温熱要素

- ① 環境側の要素 2
- ② 人体側の要素 3
- ③ PMV（予測平均温冷感申告） 3

第2節 空気線図（湿り空気線図）

- ① 湿り空気 4
- ② 絶対湿度 4
- ③ 飽和水蒸気量 4
- ④ 相対湿度 4
- ⑤ 湿度の測定 5

第3節 空気線図の使い方

- ① 加熱・冷却 6
- ② 加湿・減湿 6
- ③ 混合 6
- ④ 結露 7
- ⑤ 乾球温度と湿球温度 8

第4節 空気汚染物質の種類

- ① 一酸化炭素(CO) 8
- ② 二酸化炭素(CO₂) 8
- ③ 浮遊粉じん 9
- ④ 化学物質 9

第5節 換気設備の設置

- ① 換気設備の設置 10

第2章 換気

第1節 自然換気の原因

- ① 風力による換気 11
- ② 温度差による換気 11

第2節 機械換気的方式

- ① 機械換気的方式 13

第3節 全般換気・局所換気

- ① 全般換気 13
- ② 局所換気 14

第4節 換気設計

- ① 計画換気 14
- ② 空気齢 14

第5節 室内汚染質濃度

- ① 必要換気量の基準 15
- ② 室容積と必要換気量 15
- ③ ガスコンロの有効換気量 15
- ④ 換気回数 16

第6節 必要換気量・換気回数の計算

- ① 必要換気量・換気回数の計算 17

第3章 伝熱・結露

第1節 熱の移動

- ① 伝導（熱伝導） 18
- ② 対流（熱対流） 18
- ③ 放射（熱放射） 19

第2節 壁体の伝熱

- ① 熱伝達率(α) 19
- ② 熱伝導率(λ) 20
- ③ 熱貫流率(U) 21

第3節 換気による熱損失量の計算

- ① 換気による熱損失量の計算 24

第4節 結露

- ① 結露の防止対策 26
- ② その他の結露 28

第5節 断熱性

- ① 空気層の厚さと気密性 28
- ② 反射材料の挿入 29

第6節 熱容量

- ① 熱容量 29
- ② 外断熱と内断熱 30

第4章 日照・日射・採光

第1節 日照

- ① 太陽の軌道と日照 32
- ② 日照率 33
- ③ 南北隣棟間隔と日照時間 34
- ④ 日影 34

第2節 日射

- ① 太陽光の成分 35
- ② 透明ガラスの透過率 36
- ③ 日射量 36
- ④ 大気透過率 37
- ⑤ 地表面放射と大気放射 37
- ⑥ 壁面・水平面の終日日射量 38
- ⑦ 日射調整 38

第3節 採光

- ① 明るさと順応 41
- ② 視感度 42
- ③ ブルキンエ(Purkinje)現象 42
- ④ 明視の4条件 43
- ⑤ 測光量 43
- ⑥ 昼光 44
- ⑦ 昼光率 45
- ⑧ 採光設計 46

第5章 色彩

第1節 光源色

- ① 光源色 49
- ② 混色 49

第2節 色彩の表示

- ① マンセル表色系 50
- ② 色彩の心理効果 52

第6章 音響

第1節 音波

- ① 音波の性質 55
- ② 音の物理量 56
- ③ 音の感覚的な性質 58

第2節 室内音響

- ① 吸音 59
- ② 吸音率 59
- ③ 吸音構造 59
- ④ 遮音 60
- ⑤ 床衝撃音の対策 63

第3節 音響計画

- ① 残響 63
- ② 最適残響時間 64

- ③ 反響(エコー) 64

第4節 騒音

- ① 騒音の大きさ 65
- ② 騒音の基準 66

第2編 建築設備

第1章 建築設備と環境

第1節 建築設備と環境

- ① 海風・陸風 68
- ② 風配図 68
- ③ 気温と湿度 68

第2節 地球環境

- ① 地球環境の指標 71

第3節 省エネルギー

- ① 省エネルギー手法 75

第4節 省エネルギー基準

- ① 非住宅建築物の省エネルギー基準 77
- ② 住宅の省エネルギー基準 78
- ③ 建築物省エネ法に基づく届出 80

第2章 空気調和設備

第1節 空気調和設備の計画

- ① 空気調和設備の機能と構成 81
- ② 空調負荷 82
- ③ 空気調和設備におけるゾーニング 83

第2節 各部の計画

- ① 熱源設備 84
- ② 温熱源 84
- ③ 冷熱源 85
- ④ ヒートポンプ 87
- ⑤ 成績係数(COP) 88
- ⑥ 空気調和機 88
- ⑦ ポンプ・配管 90
- ⑧ 熱交換器 91
- ⑨ 蓄熱システム 92
- ⑩ 自動制御 92

第3節 空調方式の種類

- ① 代表的な空調方式 94

② 省エネルギー空調方式	98
③ 外気との温度差を利用する方式	100
④ その他の省エネルギー空調方式	100
⑤ 暖房設備	101

第3章 給排水衛生設備

第1節 給水・給湯設備

① 給水設備計画	103
② 受水槽の構造と設置方法	105
③ 設計用給水量	106
④ 給水圧力	106
⑤ 給水配管	107
⑥ ウォーターハンマー	107
⑦ 給水方式	108
⑧ 給湯設備計画	110
⑨ 燃焼用ガスの種類	113

第2節 排水・衛生設備

① 排水の種類	113
② 排水方式	114
③ 排水配管	115
④ 機器・配管材料	117
⑤ 通気管	120

第3節 衛生器具の種類と特徴

① 大便器の種類と特徴	123
② 小便器の種類と特徴	125
③ 水栓類	125
④ 設備ユニット	125

第4節 環境対策

① 排水再利用設備	126
② 水質汚濁を評価する指標	126
③ 雨水利用設備	127

第4章 照明設備

第1節 照明設計

① 照明方式	128
② 照明基準	129
③ 照明計算	129
④ 各種の自動制御システム	131

第2節 照明の光源

① 光源の特徴	132
---------	-----

② 各種の光源の性質	132
------------	-----

第5章 電気・輸送設備

第1節 電気設備

① 電気の基本要素	133
② 交流電力の特性	134
③ 電気設備の構成	135
④ 電気方式	137
⑤ 配線方式	138
⑥ 電線・ケーブル	138
⑦ 負荷設備	140
⑧ 接地工事の種類	140
⑨ 避雷設備	141
⑩ 情報通信設備	141
⑪ 太陽光発電装置(太陽電池)	142

第2節 輸送設備

① エレベーター	143
② エスカレーター	145

第6章 防災・消防設備

第1節 防火・防災計画

① 火災の性状	146
② 避難計画	147

第2節 消火設備

① 消火の基礎知識	148
② 消防用設備の種類	149
③ 消火設備の概要	150
④ 消防隊による消火活動に必要な設備	153

第3節 警報設備・避難設備等

① 警報設備	154
② 避難・誘導設備	155
③ 非常用の照明装置	157
④ 非常電源(予備電源)	157
⑤ 消火活動の支援設備	157

第3編 建築計画

第1章 住宅建築

第1節 住宅

① 配置計画	160
② 住宅の構成	161

③ 動線計画	161
④ 食寝分離	161
⑤ 就寝分離	162
⑥ ライフサイクルへの対応	162
⑦ 誘導居住面積水準	162
⑧ 寝室	162
⑨ 居間・食事室	163
⑩ 台所	164
⑪ 家事室(ユーティリティ)	164
⑫ 浴室・洗面脱衣室	165
⑬ 押入れ・納戸等	165
⑭ 玄関	165
⑮ 防犯対策	166

第2節 集合住宅

① 集合住宅の形式	166
② 高さによる分類	168
③ 通路形式	169
④ 住戸形式	172
⑤ 各部計画に対する配慮	172

第2章 商業建築

第1節 事務所

① 貸事務所の構成	174
② 貸事務所の賃貸形式	174
③ レンタブル比	175
④ 平面計画等	175
⑤ その他の計画	177
⑥ コアプラン	178

第2節 ホテル

① ホテルの構成	179
② 面積配分	179
③ 客室の計画	179
④ その他の計画	180

第3節 劇場

① 舞台の基本形状	181
② ジャンルによる分類	182
③ 舞台と客席の関係による分類	183
④ 客席の計画	184
⑤ その他の計画	185

第4節 店舗

① 物品販売店	185
② 飲食店	187

第3章 公共建築

第1節 学校

① 学校の運営方式	188
② 学習の多様化	189
③ 各部の計画	189
④ その他の計画	190

第2節 幼稚園・保育所

① 保育所の保育室等の面積	191
② 各部の計画	191

第3節 図書館

① 開架式と閉架式	191
② 平面計画	192
③ 各部の計画	192

第4節 美術館・博物館

① 展示部門	194
② 収蔵部門	195
③ 教育・普及・情報部門	195
④ 調査・研究部門	195
⑤ 共用・管理部門	195
⑥ その他	196

第5節 病院・診療所

① 診療所	196
② 病院	196

第6節 高齢者施設

① 高齢者施設の種類	198
② 高齢者施設の設計手法	199
③ 高齢者のための住宅	199

第7節 公共サービス施設その他

① コミュニティ施設	200
② 障がい者福祉施設	200

第4章 各論一般

第1節 モデラーコーディネーション

① 寸法の体系	201
② 住宅等の生産	202
③ 木造の工法	203

環境工学

利用者にとって快適な環境を提供することが、建築物の重要な役割のひとつです。ここでは、どのような温度、湿度、光、色彩、音などが快適であるのかを学びます。

第1章 室内環境

第2章 換気

第3章 伝熱・結露

第4章 日照・日射・採光

第5章 色彩

第6章 音響

④ 設計・生産手法 ……204

第2節 面積算定・寸法設計の概要

- ① 階段・傾斜路 ……204
- ② 便所・浴室 ……206
- ③ 台所 ……208
- ④ 食卓 ……208
- ⑤ その他の寸法 ……208

第3節 バリアフリー設計

- ① 各部の計画 ……209
- ② 出入口 ……210
- ③ 玄関等 ……210
- ④ 廊下 ……211
- ⑤ 階段・傾斜路 ……213
- ⑥ 便所 ……215
- ⑦ 車椅子利用者への配慮 ……215
- ⑧ 高齢者への配慮 ……217
- ⑨ 避難設備 ……217
- ⑩ エレベーター ……217
- ⑪ カームダウン・クールダウンスペース 218
- ⑫ 案内用図記号（ピクトグラム）…219

第4節 駐車場の計画

- ① 駐車スペース ……219
- ② 車路等の計画 ……221
- ③ 立体駐車場 ……221
- ④ 駐輪場等の計画 ……222

第5節 各部の設計

- ① 窓 ……222
- ② 扉 ……224
- ③ シャッター ……224
- ④ カーテンウォール ……225
- ⑤ 屋根 ……225

第4編 都市計画・建築史

第1章 都市計画

第1節 都市計画

- ① 住宅地計画 ……228
- ② 住宅地の計画単位 ……229
- ③ 交通計画 ……230
- ④ 都市計画に係る法令・事業 ……232
- ⑤ 市街地再開発事業 ……232

第2節 まちづくり

- ① まちづくりのための制度等 ……233
- ② 総合設計制度 ……233
- ③ 共同建替・協調建替 ……234
- ④ 登録有形文化財 ……234
- ⑤ 都市計画の理論等 ……234

第2章 建築史

第1節 日本建築史

- ① 住宅建築 ……236
- ② 神社建築 ……238
- ③ 仏寺建築等 ……241

第2節 西洋建築史

- ① 古代の建築 ……245
- ② 中世の建築 ……246
- ③ 近世の建築 ……249

第3節 近代建築史

- ① 西洋の近代建築 ……251
- ② わが国の近代建築と現代建築 ……256

第4節 歴史的建造物の保存、改修、再生、活用

- ① 歴史的建造物の保存、改修、再生、活用 ……260

第1章 室内環境

ここでは、「温度」と「湿度」の関係をしっかり理解することがポイントです。両者の関係を表にした「空気線図」を読むようにするとともに、様々な単位や用語にも慣れるようにしましょう。

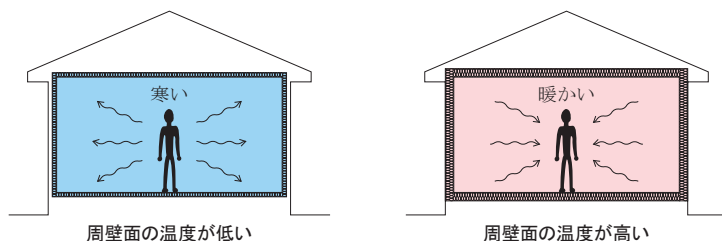
第1節 温熱要素

人間が感じる暑さ・寒さの感覚を温熱感覚（温冷感）といい、温熱感覚に影響を与える要因を温熱要素といいます。こうした**温熱要素**は、環境側の**4つ**の要素と、人体側の**2つ**の要素に分けられます。

1 環境側の要素

環境側の要素には、気温、湿度、気流、放射の4つがあり、温熱4要素といいます。

環境側の温熱4要素		
①	気 温	気温の高低は人体からの熱放散に影響を与える
②	湿 度	湿度が高いと汗の蒸発が遅くなるため不快感が増す
③	気 流	気流が大きいと汗の蒸発を促進し、体温を低下させる
④	放 射	赤外線により伝わる熱の移動で、人体と周囲の壁面などとの間では放射による熱の授受が行われている



2 人体側の要素

人体側の要素には、代謝量と着衣量とがあり、環境側の4要素と合わせて温熱6要素といいます。

人体側の温熱要素		
①	代謝量	人体の発熱量を 代謝量 といい、椅座安静時には体表面積1㎡当たり約58Wとなり、この値を基本単位 1 met (メット) という <small>H29</small>
②	着衣量	着衣量 は衣服の断熱性能で、気温21℃、相対湿度50%、風速1.0m/sのときに、暑くも寒くもないと感じる衣服の熱抵抗は約0.155㎡・K/Wであり、この値を基本単位 1 clo (クロ) という <small>R1</small>

3 PMV（予測平均温冷感申告）

PMVとは、温熱6要素をすべて加味した温熱環境指標です。快適方程式という計算式に、そのときの温熱要素の値を代入して求めた数値で表します。一般には、「+3：暑い」から、「-3：寒い」までの7段階で示され、0は暑くも寒くもない中立の状態を表します。ISO（国際標準化機構）では、 $-0.5 < PMV < +0.5$ を快適範囲として推奨しています。

また、PMVに関連する指標には、**PPD**（予測不満足者率）もあります。PPDは温熱環境の評価を不満足と感じる人の割合で示します。

PMVはPredicted（予測）Mean（平均）Vote（申告）、**PPD**はPredicted（予測）Percentage（割合）of Dissatisfied（不満足者）の略語です。似た用語の**MRT**はMean（平均）Radiant（放射）Temperature（温度）で、周囲の壁天井などから受ける熱放射の平均値を温度表示したものです。



第2節 空気線図（湿り空気線図）

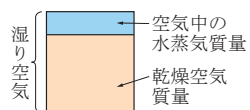
空気線図は、「乾球温度」「湿球温度」「相対湿度」「絶対湿度（水蒸気分圧）」など複数の要素の相互関係を1つの図にまとめたグラフです。2つの要素の値から残りの要素の値をすべて読み取ることができる特長があります。

1 湿り空気

水蒸気を含む空気を湿り空気といいます。湿り空気は、乾燥空気と水蒸気の質量の和として表され、また、乾燥空気の圧力と水蒸気の圧力（水蒸気分圧 [KPa]）の和としても表されます。

2 絶対湿度

乾燥空気 1 kgと混合している水蒸気の質量を絶対湿度といい、単位はkg/kg (DA) です。また、絶対湿度は水蒸気分圧（湿り空気中の水蒸気のみで、湿り空気が占めている容積を占有したときの水蒸気の圧力）としても表され、その単位はkPaです。



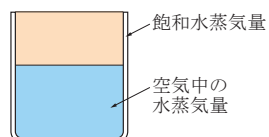
$$\text{絶対湿度 [kg/kg (DA)]} = \frac{\text{空気中の水蒸気質量}}{\text{乾燥空気質量}}$$

3 飽和水蒸気量

空気が最大限含むことのできる水蒸気の量を飽和水蒸気量といいます。空気の温度が上がると飽和水蒸気量は大きくなり、温度が下がると飽和水蒸気量は小さくなります。

4 相対湿度

相対湿度とは、湿り空気に含まれる水蒸気量（絶対湿度）と、同じ温度における飽和水蒸気量（飽和絶対湿度）との比で表され、100%を超えると結露が生じます。

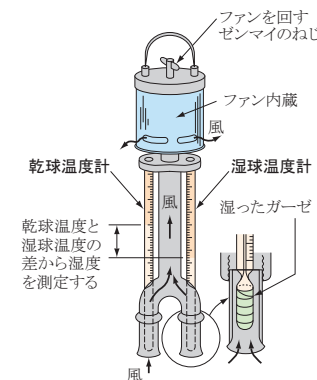


$$\text{相対湿度 [\%]} = \frac{\text{空気中の水蒸気量}}{\text{飽和水蒸気量}} \times 100$$

5 湿度の測定

湿度は、アスマン通風乾湿計などを用い、乾球温度と湿球温度の差から求めることができます。

湿球温度は、湿ったガーゼをまいた温度計による温度で、湿度が低ければ、ガーゼの水分の蒸発で温度が低くなるため、乾球温度との差が大きくなります。湿球温度は、乾球温度よりも高くなることはありません。



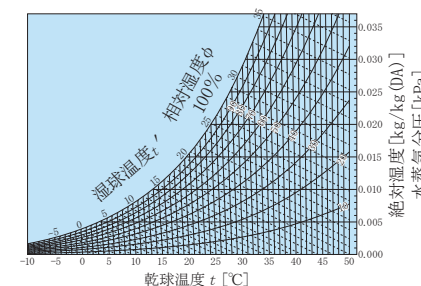
アスマン通風乾湿計

図のアスマン通風乾湿計はゼンマイ式ですが、電動式のものや、近年はデジタル式の便利なものもあります。



第3節 空気線図の使い方

空気線図は、横軸に乾球温度、縦軸に絶対湿度（水蒸気分圧）をとり、湿球温度を斜め線で相対湿度を曲線で表しています。



空気線図〔乾球温度、湿球温度、相対湿度、絶対湿度（水蒸気分圧）を抜粋〕

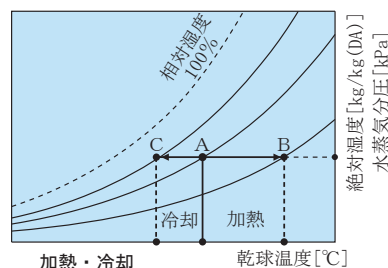
1 加熱・冷却

横軸の乾球温度（気温）がAからBに移ると加熱、AからCに移ると冷却になります。

空気の加熱、冷却で相対湿度は変化しますが、絶対湿度は変化しませ

ん。

R3

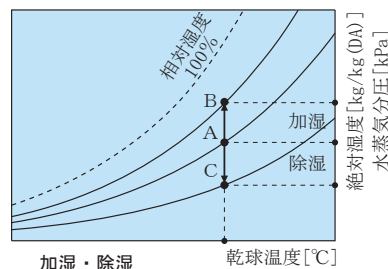


2 加湿・減湿

縦軸の絶対湿度（水蒸気分圧）を高くすることが加湿（A → B）、低くすることが減湿（A → C）です。

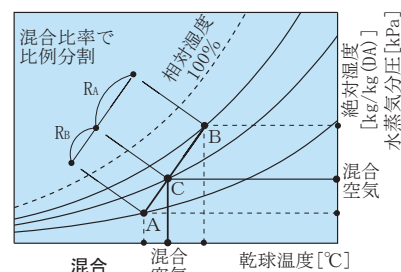
相対湿度は、加湿すると上昇し、減湿すると低下します。

R1・2



3 混合

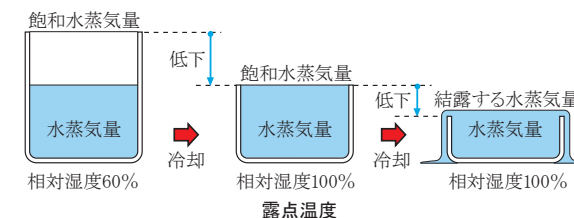
乾球温度と絶対湿度の異なる2つの空気を一定の比率で混合する場合、空気線図上では、それぞれの空気の乾球温度と絶対湿度を表す点（A、B）を線で結び、その線分を混合比率で比例分割した点（C）が、混合空気の乾球温度と絶対湿度を示す点になります。同じ量の空気を混合する場合、それぞれの値は中間値になります。



4 結露

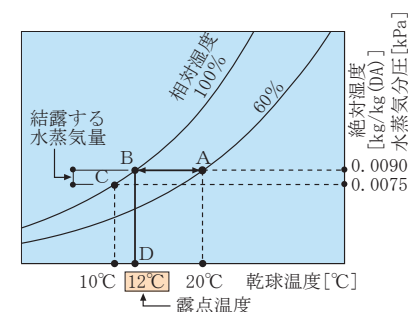
ある温度の空気を徐々に冷却すると、空気中の水蒸気量は変わらぬまま、飽和水蒸気量の値が小さくなっていきます。飽和状態（相対湿度100%）に達したときの温度を露点温度といいます。湿り空気が、露点温度以下の物体に触れると、水蒸気水滴に変わりますが、この現象を結露といいます。

R1・2・4



例

乾球温度20℃、絶対湿度0.009kg/kg (DA)、相対湿度60%の空気を冷却し、相対湿度100%になったときの乾球温度12℃が、この空気の露点温度であることがわかります。



さらに10℃まで冷却すると、絶対湿度は0.0075kg/kg (DA) に低下し、0.0015kg/kg (DA) の水蒸気は水滴に変わり、結露していることになります。

このように、絶対湿度が同じであれば、空気を加熱又は冷却しても、その空気の露点温度は変化しない点に注意しましょう。

R1・3・7

5 乾球温度と湿球温度

乾球温度と湿球温度の交点から、相対湿度と絶対湿度を読み取ることができます。乾球温度が同じであれば、乾球温度と湿球温度との差が大きいほうが相対湿度は低くなることをグラフで読み取っておきましょう。

R1・3・7

空気線図の読み取りはよく出題されます。過去問を見て慣れておきましょう。



第4節 空気汚染物質の種類

室内で発生する主な汚染物質には、一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粉じん、化学物質、臭気などがあります。

1 一酸化炭素 (CO)

開放型燃焼器具の不完全燃焼、喫煙、屋外から侵入する自動車の排気ガスなどが発生原因となり、濃度1%を超えると人体に有毒となります。

2 二酸化炭素 (CO₂)

無色、無味無臭で空気より重く、CO₂の増加にともない、酸素の減少やその他の汚染物質の増加が生じるため、一酸化炭素同様に法律で次のように規制されています。

一酸化炭素 (CO) → 6ppm (100万分の6) 以下
二酸化炭素 (CO₂) → 1,000ppm (1000分の1) 以下

H29・30・R1・4

3 浮遊粉じん

建築材料に用いられてきた石綿（アスベスト繊維）の飛散による呼吸器障害が問題となり、浮遊粉じんは0.15mg/m³以下（単位は [mg/m³]）と規制されます。

4 化学物質

接着剤等から発生するホルムアルデヒドや揮発性有機化合物（VOC）^{R6}、木材保存剤等に用いられるクロルピリホスなどが、シックハウス症候群などの原因として、規制されています。特にホルムアルデヒド発散建築材料は、発散量に応じて、4種類に分類され、それぞれ下表のように制限を受けます。

区 分	発散量*	表示記号*	制 限
第1種ホルムアルデヒド発散建築材料	0.12mg/hを超える	表示なし	使用禁止
第2種ホルムアルデヒド発散建築材料	0.02mg/hを超え 0.12mg/h以下	F☆☆	使用面積の制限
第3種ホルムアルデヒド発散建築材料	0.005mg/hを超え 0.02mg/h以下	F☆☆☆	使用面積の制限
規制対象外	0.005mg/h以下	F☆☆☆☆	制限なし

※ 発散量とは、夏期に表面積1㎡につき発散するホルムアルデヒド量のことをいう。なお、☆（スターマーク）は数が多いほどホルムアルデヒドの発散量が少ないことを表す。

H29・R2

居室を有する建築物には、クロルピリホスを添加した建築材料の使用が禁止されています。



第2章 換気

換気については、空気の流れと圧力の関係を押さえることが重要です。機械換気方式は本試験でも頻出ですから、確実に理解するようにしましょう。また換気計算は、実際に問題を解きながらマスターしてください。

第5節 換気設備の設置

1 換気設備の設置

ホルムアルデヒドを発散する建築材料を使用しない場合でも、家具からの発散があるため、原則としてすべての建築物の居室に、次のいずれかの換気設備の設置が義務付けられています。

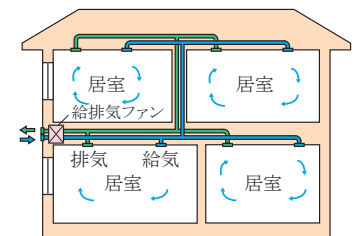
① 機械換気設備(24時間換気システム等)

シックハウス対策のために、住宅に機械換気設備(24時間換気システム等)を設ける場合、換気回数は0.5回/h以上とします。

② 空気浄化方式の機械換気設備

③ 中央管理方式の空気調和設備

天井裏などからの汚染物質の流入を抑制するためには、常時、居室内を正圧にする第2種換気(機械給気+自然排気)とすることが有効です。



24時間換気システムの例

2003年以降に建てられた住宅の居室には、24時間換気システムの設置が義務付けられています。

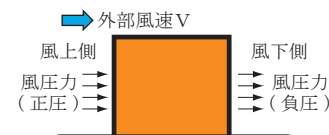


第1節 自然換気の原理

窓を開けるなどして行う自然換気は、風力や温度差による気圧の差を利用しています。

1 風力による換気

建築物に風が当たると、風上側の壁面には圧縮力(正圧)が、風下側の壁面には引張力(負圧)が作用します。こうした風圧力の異なる2つの壁面に開口部を設けると、正圧の壁面開口部から屋外の空気が流入し、負圧の壁面開口部から室内の空気が流出します。風圧力による換気量は、「流量係数」、「開口部面積」、「外部風速」、「風圧係数の差の平方根」に比例します。

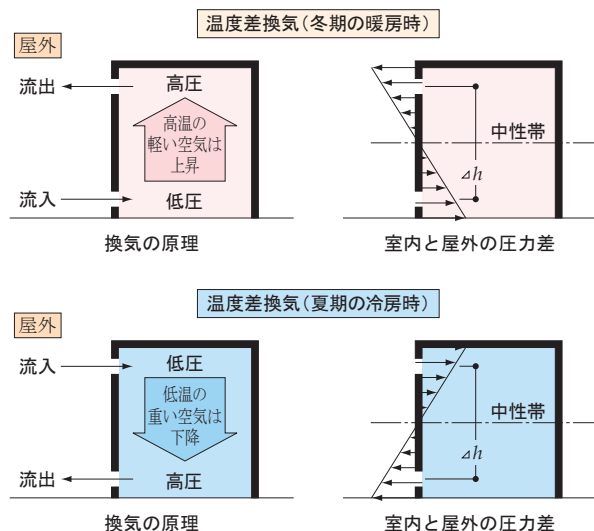


「風圧係数」とは建物表面の特定の地点に作用する風の圧力の度合いを示す値で、局所的な風圧力を計算するときに用いられる係数です。一方「風力係数」は、建物全体の構造設計を行うときに用いられる係数です。



2 温度差による換気

冬の暖房時は、暖められた軽い空気は上昇し、室の上部では外側に向かう圧力が、室の下部では内側に向かう圧力が生じるため、外気は下の開口部から流入し、室内空気は上の開口部から流出します。一方、夏の冷房時は圧力の関係が逆転するため、外気は上の開口部から流入し、室内空気は下の開口部から流出します。



いずれの場合も室の中間部では、圧力差が0となる点が生じ、これを中性帯といい、空気の流入と流出はこの中性帯を挟んだ上下の開口部で生じます。

《温度差による換気量》

- 開口部の面積が大きいほど大きくなる
- 上下の開口部の高低差が大きいほど大きくなる (距離の平方根に比例) R2
- 室内外の温度差が大きいほど大きくなる (温度差の平方根に比例) R6
- 中性帯は、開口部の面積が大きいほうに近づく R6



第2節 機械換気的方式

1 機械換気的方式

機械換気は強制換気ともいい、送風機（ファン）と換気口との組合せにより、第1種から第3種までの3種類の方式に分けられます。

	方式	特徴	イメージ
第1種	給気 機械	劇場・映画館などの大空間居室や地下空間などに適し、室内を正圧にすることも、負圧にすることもできる	<p>第1種 機械換気方式</p>
	排気 機械		
第2種	給気 機械	室内は正圧になるため、半導体工場のクリーンルーム、病院の手術室、ボイラー室などに適する <small>R1・4</small>	<p>第2種 機械換気方式</p>
	排気 自然		
第3種	給気 自然	室内は負圧になるため、臭気、水蒸気などの汚染空気の流出を防ぎたい便所、浴室、厨房などに適する <small>H30・R2・3・5・7</small>	<p>第3種 機械換気方式</p>
	排気 機械		

第3節 全般換気・局所換気

1 全般換気

全般換気（希釈換気）は、外部の新鮮空気で室内全体の換気を行い、汚染空気を希釈（薄めること）・拡散させ、汚染質の濃度を低下させながら屋外に排出する方式のことです。

H29・R5



空気齢は、給気から排気までの時間ではない点に注意してください。

第5節 室内汚染質濃度

1 必要換気量の基準

室内の汚染質濃度を許容濃度以下に保つために必要な最小の換気量を、**必要換気量**といいます。**必要換気量は、二酸化炭素を基準とすることが多く**、その場合の1人当たりの必要換気量は30m³/h程度とされています。
H29・R1・5

必要換気量Q [m³/h] は、下式により求められます。

$$Q = \frac{M}{C_a - C_o}$$

C_a : 室内の汚染質許容濃度

C_o : 大気中の汚染質濃度

M : 汚染質発生量 [m³/h]
R6

必要換気量は、室内の汚染質許容濃度と新鮮空気中の汚染質濃度との差に**反比例**し、室内の汚染質発生量に**比例**します。

2 室容積と必要換気量

汚染質が発生している室の必要換気量は、その室の容積の大小に左右されません。室容積が大きい場合、一定の汚染質濃度に達するまでの時間はかかりますが、**汚染質の発生量が一定であれば必要換気量は、室の容積にかかわらず、一定になります**。
H30・R4・7

3 ガスコンロの有効換気量

ガスコンロ（開放型燃焼器具）を使用する台所に設ける換気扇の**必要換気量**は、**燃料（ガス）消費量に対する理論廃ガス量**（完全燃焼を仮定した廃ガス量

2 局所換気

局所換気は、局所的に発生する汚染質を直接排出する方式で、全般換気よりも換気量を小さくできます。

厨房のレンジフードや、実験室に設置されるドラフトチャンバーなどがその例で、厨房の排気フードは、一般に、火源からフード下端までの高さが**1 m以下**となるようにします。



第4節 換気設計

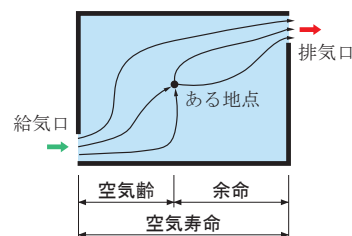
1 計画換気

計画換気とは、外気の入入れから排出までの**換気経路**を明確にし、各室に**必要換気量**を確保することで、効果的な計画換気を行うためには、建築物の気密化を図り、すき間風などの把握しにくい自然換気を減らすことが必要です。

2 空気齢

空気齢とは、**給気口から入った新鮮空気が、室内のある地点に到達するまでに要する時間**です。R2・5また、室内のある地点の空気が排気口から排出されるまでの時間を**余命**といい、空気齢と余命を合計した時間を**空気寿命**といいます。

空気齢が小さいほど、その地点の空気の新鮮度が高いと考えられ、余命が小さいほど、発生した汚染質を速やかに排出できることを表します。
R7



で、0.93とされます) の40倍です。
R1・4・7

4 換気回数

換気回数とは、単位時間当たりの換気量を室容積で割った値で、室の換気の状態を表すのに用いられます。

$$\text{換気回数 [回/h]} = \frac{\text{換気量 [m}^3/\text{h}]}{\text{室容積 [m}^3\text{]}}$$

H30・R6

必要換気量から算定される換気回数を必要換気回数といいます。建築基準法では、室の用途に応じた基準値が規定され、住宅の居室では0.5回/h以上とされています。これは、2時間で室の容積と同じ量の新鮮な空気の供給が必要という事を表します。

第6節 必要換気量・換気回数の計算

1 必要換気量・換気回数の計算



例題

イ～ホの条件の室において、必要な換気回数を求めなさい。
R3・5

《条件》

イ. 室容積：100m³

ロ. 在室者数：6人

ハ. 1人当たりの呼吸による二酸化炭素の発生量：0.02m³/h

ニ. 室内の二酸化炭素の許容濃度：0.10%

ホ. 外気の二酸化炭素の濃度：0.04%

解答

i 必要換気量を計算し、次に換気回数を計算する。

ii 必要換気量は、次の式で求める。

$$\begin{aligned} \text{必要換気量 } Q &= \frac{M : \text{室内の汚染質発生量 [m}^3/\text{h}]}{C_a (\text{室内の汚染質許容濃度}) - C_o (\text{大気中の汚染質濃度})} \\ Q &= \frac{6 \times 0.02 \text{ [m}^3/\text{h}]}{\frac{0.10}{100} - \frac{0.04}{100}} = \frac{6 \times 0.02 \times 100 \text{ [m}^3/\text{h}]}{0.06} = 200 \text{ [m}^3/\text{h}] \end{aligned}$$

C_a : 室内の汚染質許容濃度：0.10% = 0.1/100

C_o : 大気中の汚染質濃度：0.04% = 0.04/100

M : 汚染質発生量：6人 × 0.02 [m³/h]

iii 必要換気回数は、必要換気量を室容積で割って求める。

$$\text{必要換気回数 } N = \frac{\text{必要換気量}}{\text{室容積}} = \frac{200 \text{ [m}^3/\text{h}]}{100 \text{ [m}^3\text{]}} = 2.0 \text{ [回/h]}$$

この計算問題も何度か出題されていますので、慣れておきましょう。

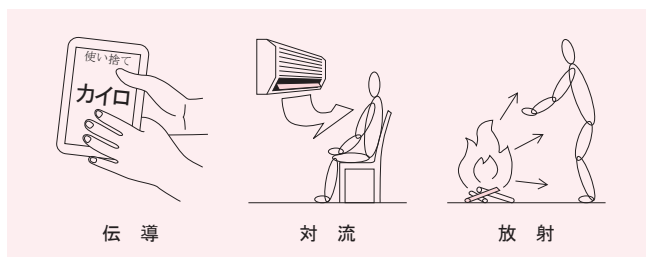


第3章 伝熱・結露

本試験では、伝熱か結露のどちらか1問が必ず出題されます。伝熱では、基本用語と単位を押さえ、対流熱伝達と熱伝導率を理解しましょう。結露では、発生メカニズムを理解して、防止対策をマスターしてください。

第1節 熱の移動

水が高所から低所に流れるように、熱は常に高温側から低温側に移動し、逆には流れません。熱が移動するプロセスには、次の3種があります。



1 伝導（熱伝導）

伝導は、熱が物質を伝わって、高温側から低温側へ移動する現象です。一般に、密度の高い物質ほど熱を伝えやすく、稠密（隙間なく密集している）な固体や静止した流体では、伝導、対流、放射のうち伝導のみが生じます。

2 対流（熱対流）

対流は、熱が気体や液体など、流体の循環によって移動する現象です。温度差により、浮力が生じることで流体は移動しますが、この流れが自然対流です。送風機・ポンプなど、外部の力による流れを強制対流といい、強制対流のほうが熱は多く伝わります。

3 放射（熱放射）

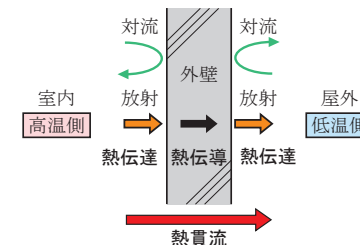
放射は、熱が物体から他の物体へ直接、電磁波の形で移動する現象です。太陽の発する熱（日射）が、空気のない大気圏外を通過して地球に届くように、熱放射は真空中においても生じます。

放射の強さは、「物体の温度」と、「物体の表面の状態」で決まり、物体の温度が上がると、熱放射量は増加します。

第2節 壁体の伝熱

環境工学では、建築物の壁体などでの熱移動を、熱伝達、熱伝導、熱貫流という3つの過程として考えます。熱伝達（壁表面の熱の移動）は対流と放射によって行われ、このうち、壁面と壁面に接する流体（空気）との間で熱が移動する現象を対流熱伝達といいます。

熱伝達	空間と壁面の間の熱移動
熱伝導	材料の内部を熱が移動する現象
熱貫流	壁体の高温側から低温側への熱移動 熱伝達 + 熱伝導 + 熱伝達



1 熱伝達率（α）

熱伝達率は、熱伝達のしやすさで、値が大きいほど熱が伝わりやすいことを表します。単位は $[W/(m^2 \cdot K)]$ で、温度差1K（ケルビン）当たり、壁の表面積1㎡当たり、1秒間当たりの熱量W（ワット）で表します。

【1】熱伝達率の特性

壁の表面に当たる風速が大きいほど、強制対流で熱伝達率が大きくなるため、一般に、熱伝達率は風速の大きい屋外のほうが室内よりも大きくなります。

【2】熱伝達抵抗 ($\frac{1}{\alpha}$)

熱伝達率 (α) の逆数で、値が大きいほど熱が伝わりにくいことを表します。単位は、熱伝達率の分母と分子を入れ換えた [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$] となり、**熱伝達抵抗**は、**屋外のほうが室内よりも小さく**なります。
R1

2 熱伝導率 (λ)

熱伝導率は、**熱伝導のしやすさ**を示し、値が大きいほど熱が伝わりやすいことを表します。単位は [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$] で、厚さ1mの壁の両端に1Kの温度差があるとき、その壁の1 m^2 を通して、1秒間に流れる熱量(W)です。
R3・4

【1】熱伝導率の値

熱伝導率は一般にかさ比重(みかけの密度)が大きいほど大きくなり、「金属>コンクリート>水>せっこうボード>グラスウール」という大小関係になります。また、木材の熱伝導率は、グラスウールの3~4倍です。
R6・7

【2】グラスウールの熱伝導率

- ① グラスウールなどの繊維系の断熱材は、通常とは逆に、**かさ比重が大きいほど熱伝導率が小さく**なります。これは、内部に生じる空気の流動がかさ比重が大きいほど小さくなるためです。
- ② グラスウールなどの繊維系の断熱材が、熱伝導率の大きな**水湿分を吸収**すると熱伝導率が大きくなり、**断熱性能が大きく低下**します。
H30・R5・7

グラスウールは、かさ比重が大きいと内部の空気がより細分化されるため、熱伝導率が小さくなる、つまり断熱性能が高くなります。

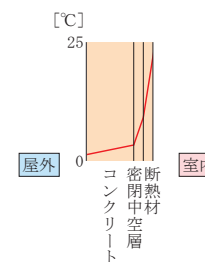


【3】熱伝導抵抗 ($\frac{d}{\lambda}$)

熱伝導率 (λ)の逆数に材料の厚さ(d)を掛けた値で、値が大きいほど熱が伝わりにくいことを表します。材料の厚さを含むため、単位は熱伝達抵抗と同じ [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$] です。

【4】壁体内部の温度分布

壁体内部の温度分布に着目すると、部材の内外面の温度差が「小さい」場合、「熱がよく伝わっている」=「**熱伝導率**が大きい」部材となります。逆に、内外面の温度差が「大きい」場合、「熱があまり伝わっていない」=「**熱伝導率**が小さい」、つまり、**断熱性が高い部材**ということになります。



3 熱貫流率 (U)

熱貫流率は、熱伝達と熱伝導を総合した「**壁全体の熱の伝わりやすさ**」を示すもので、**値が大きいほど熱が伝わりやすい**ことを表します。単位は [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] で、壁の両側の気温差1K当たり、壁の表面積1 m^2 当たり、1秒間あたりに壁を通過する熱量(W)で表します。熱貫流率は、**壁表面の熱伝達と構成材料の熱伝導の総計**として求めますので、構成材料とその厚さが同じであれば、**断熱材を躯体の室内側に配置にしても屋外側に配置しても、熱貫流率は等しく**なります。
R5・7

【1】熱貫流率 (U) の求め方

熱貫流率 (U) は、熱貫流抵抗 (R_t) の**逆数**として求めます。

$$\text{熱貫流率 } (U) = \frac{1}{R_t}$$

【2】熱貫流抵抗 (R_t)

熱貫流抵抗 (R_t) は、壁体の熱貫流すべての過程(高温側空間から壁表面への熱伝達、壁の構成材料ごとの熱伝導、壁表面から低温側空間への熱伝達)の**抵抗の総和**として次式で求めます。

$$\text{熱貫流抵抗 } (R_t) = \frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_o}$$

α_i : 室内側の熱伝達率 [W/ (m²・K)]

α_o : 室外側の熱伝達率 [W/ (m²・K)]

d : 壁材料の厚さ [m]

λ : 壁材料の熱伝導率 [W/ (m・K)]

熱貫流量は、室内外の気温差、壁体の面積、壁体の熱貫流率の値に比例します。また、時間が長くなれば伝わる熱量も増加しますので、熱量は「時間」にも比例します。一方、壁の熱伝導のみに着目した場合、熱量は、壁厚に反比例することになります。



例題

次の条件により、厚さ15cmのコンクリートの壁体の熱貫流率を求めなさい。

《条件》

イ. コンクリートの熱伝導率 $\lambda = 1.4 \text{ W/ (m・K)}$

ロ. 屋外側の熱伝達率 $\alpha_o = 23 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$

ハ. 室内側の熱伝達率 $\alpha_i = 9 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$

解答

はじめに熱貫流抵抗を求め、その逆数を計算する。

$$\text{熱貫流抵抗 } R_t = \frac{1}{23} + \frac{0.15}{1.4} + \frac{1}{9} \div 0.26 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$\text{熱貫流率 } U = \frac{1}{0.26} \div 3.8 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}$$

【3】熱貫流量 (Q) の計算

① 熱貫流量 (Q)

熱貫流量とは、1秒間に熱貫流によって壁体を通過する熱量です。単位は[W (ワット)]で、次式で求めることができます。

$$\text{熱貫流量 } Q = UA (t_i - t_o)$$

U : 熱貫流率 [W/ (m²・K)]

A : 壁体の面積 [m²]

$t_i \cdot t_o$: 室内、屋外の気温 [K]

第3節 換気による熱損失量の計算

1 換気による熱損失量の計算

換気・漏気による熱損失量 Q は、次式で表されます。

$$Q = \text{室内外温度差 } 1^{\circ}\text{C 当たりの換気による熱損失} \times \text{室内外温度差}$$



例題

イ～ヘの条件に示す室の熱損失の合計値を求めなさい。

《条件》

- イ. 屋根（天井）：面積 20m^2 、熱貫流率 $0.1\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- ロ. 外壁（窓を除く）：面積 50m^2 、熱貫流率 $0.2\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- ハ. 窓：面積 4m^2 、熱貫流率 $2.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- ニ. 室内外温度差 1°C 当たりの換気による熱損失： 20.0W/K
- ホ. 外気温： 0°C
- ヘ. 室温： 20°C

解答

熱損失は、屋根と外壁（窓を除く）部分と窓部分の熱貫流量及び換気による熱損失を各々計算し、それを合計することで全体の熱損失が求められる。

$$\begin{aligned} \text{熱貫流量} & Q = UA (t_i - t_o) \\ \text{屋根の熱貫流量} & Q_1 = 0.1 \times 20 \times 20 = 40\text{W} \\ \text{外壁の熱貫流量} & Q_2 = 0.2 \times 50 \times 20 = 200\text{W} \\ \text{窓の熱貫流量} & Q_3 = 2.0 \times 4 \times 20 = 160\text{W} \\ \text{換気による熱損失量} & Q_4 = 20.0 \times 20 = 400\text{W} \\ \text{熱損失の合計値} & Q = 40 + 200 + 160 + 400 = 800\text{W} \end{aligned}$$

第4節 結露

結露は、温度が低下した壁体各部に触れた空気が冷却され、**露点温度**以下になったときに、空気中の水蒸気が凝縮して水滴になる現象です

結露は、発生する部位により、外壁や窓ガラスの表面に発生する**表面結露**と、壁体や材料の内部に発生する**内部結露**とに分けられます。

表面結露	断熱性能が劣る壁やアルミサッシのガラス面やアルミ枠など、 表面温度が他より低下する部位で発生	<p>表面結露の例</p>
内部結露	断熱材を入れた場合、 コンクリートの室内側表面は外気温に近づく 。室内に湿気が多い場合、水蒸気圧差が生じ、断熱材の裏面まで 湿気が移動し （透過）、露点温度以下に冷やされることで 内部結露が発生	<p>内部結露の例</p>

1 結露の防止対策

【1】表面結露の防止

表面結露防止の原則は、「湿度を下げる」と、「壁体各部の温度を下げない」ことの2つに集約され、次のような対策があります。

- ① 室内での水蒸気の発生を抑制し、局所排気を用いて拡散を防ぐ
- ② 換気によって室内の湿度を低下させる
- ③ 壁体の断熱を強化して、室内側表面温度を下げない^{H30・R5・6}
- ④ 直接加熱や気流の促進によって室内側表面温度を上げる^{H30}



冬期における窓ガラス面での結露防止対策としては、窓ガラスの断熱性能を高める、放熱器を窓の下に設置する、雨戸を閉める等が有効です。また、窓ガラスの屋内側にカーテンを設けることは、効果的ではありません。

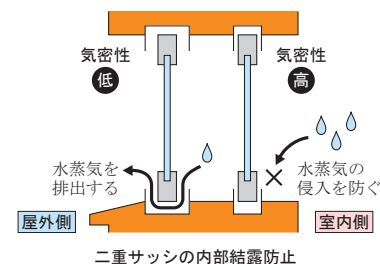
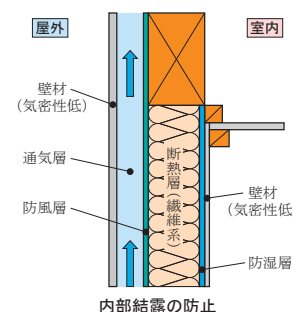
開放型石油ストーブを用いて暖房すると、室内に水蒸気を含んだ燃焼ガスが発生するため、結露が発生しやすくなります。

また、断熱性を高めた住宅であっても、非暖房室は暖房室より温度が下がるため、湿気を含んだ空気が非暖房室に流入すると、表面結露が生じます。^{R6}

【2】内部結露の防止

内部結露防止には、「壁体内に水蒸気を侵入させない」と、「壁体内の水蒸気を屋外に排出する」ことが最も重要で、次のような対策があります。

- ① 温度が高い断熱層の室内側に、防湿層を設置する^{H30・R3}
- ② 壁体内部の水蒸気を屋外に逃がすため、断熱層の屋外側に通気層を設ける通気構法を採用する
- ③ 繊維系の断熱材を用いた外壁の通気層と断熱材の間に防風層を設けて断熱層の気密化を図る^{H30}
- ④ 二重サッシの室内側は気密性を高くして水蒸気の侵入を防ぎ、屋外側は反対に気密性を低くして水蒸気を排出する^{R6}



なお、外壁の断熱材を厚くすると、表面結露対策には有効ですが、断熱材屋外側の温度が低下するため、内部結露対策として有効ではありません。

また、断熱材に防湿層を設けると、内部結露対策には有効ですが、壁の表面温度に変化がないため、表面結露対策として有効ではありません。

表面結露対策と内部結露対策は、きちんと区別して理解しておきましょう。



2 その他の結露

【1】床下結露

床下結露は、室内から侵入した水蒸気や、地盤からの水蒸気が非暖房室の冷たい床板に触れて結露する現象です。床下結露を防止するためには、床板の室内側と地盤面側に防湿シート^{R3}を貼るなどしたうえで、床下内部の換気を十分に行うことが有効です。

【2】小屋裏の結露

小屋裏結露を防止するためには、天井面での防湿を行い、小屋裏換気を促進するために十分な換気口を確保することが有効です。^{R3・6}

【3】夏型結露

高温多湿の空気が低温の空間に流れ込み、相対湿度を上昇させることによって発生する夏型結露があります。この現象は地下室や比較的熱容量が大きく、断熱性能の高い建築物で生じることが多く、換気を行うと湿度の高い空気の流入が増加して結露がひどくなる^{R3・6}ことがあります。

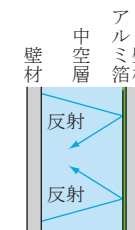
第5節 断熱性

1 空気層の厚さと気密性

空気は熱伝導率が小さく、熱を伝えにくいので、壁体内に空気層を有効に設けると建築物の断熱性能が著しく向上します。ただし、空気層の熱抵抗は2～3 cm程度までは厚いほど増加しますが、それを超えるとあまり変化せず、少しずつ減少する傾向がみられます。これは、空気層内で、対流による伝熱が大きくなるためです。^{H30}

2 反射材料の挿入

アルミ箔などの反射性の高い材料は、表面が熱線を反射して、放射による熱の移動を遮ることができます。このため、壁体の表面や壁体内の中空層に面した面にアルミ箔を張ることにより、放射による伝熱量を少なくすることができます。



建築物省エネ法によるいわゆる省エネ適判が2025年から小規模の住宅にも適用されることになり、住宅の断熱性等は今後さらに進むことになります。

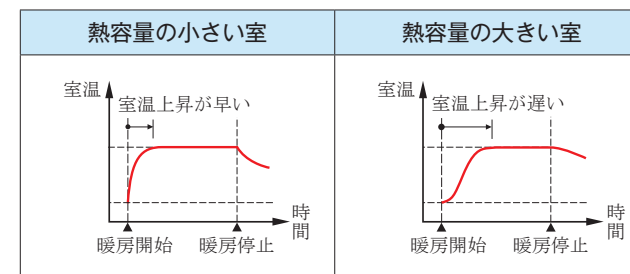


第6節 熱容量

1 熱容量

1 kgの材料を1℃上昇させるのに必要な熱量を比熱^{R2} [単位：J / (kg・K) またはkJ / (kg・K)] といいます。比熱に質量を掛けた値を熱容量 [単位：J/K] といい、建物の蓄熱の特性を表します。

熱容量が大きくなると、熱の吸収による温度上昇と放出による温度降下が遅くなり、蓄熱という現象が生じます。この時間の遅れを効果的に利用することで、室内気温の変動を小さくすることができます。^{R2}



2 外断熱と内断熱

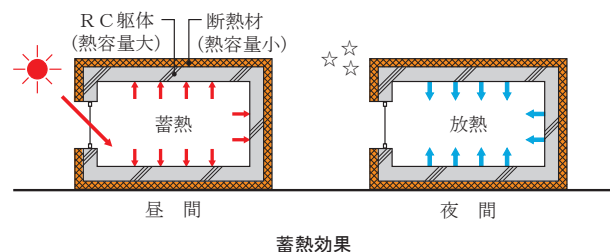
断熱材を、構造躯体の屋外側に設置する構法を**外断熱**、室内側に設置する構法を**内断熱**といいます。外断熱には次のような利点があります。

【1】暖房効率の向上

外断熱を熱容量の大きなRC造などの構造躯体で行うと**室内気温の変動を抑制**し、蓄熱効果によって暖房効率を向上させることができます。外断熱は内断熱に比べて室内気温の変動は穏やかになり、暖房停止後の室温の低下は小さくなります。

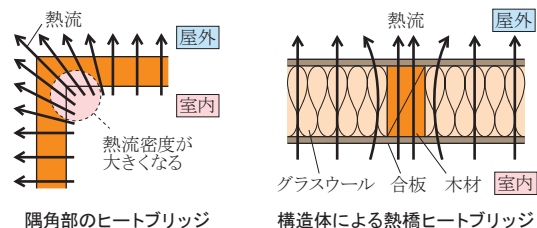
【2】蓄熱効果

日中に日射を直接室内に取り込んで蓄熱し、夜間に放熱することによって室内を暖房する方式を**ダイレクトゲイン方式**といい、パッシブソーラーハウスなどに用いられます。ダイレクトゲイン方式では、室内の熱容量を大きくしたほうが蓄熱効果が高く、冬期における太陽熱の利用効果は高くなります。

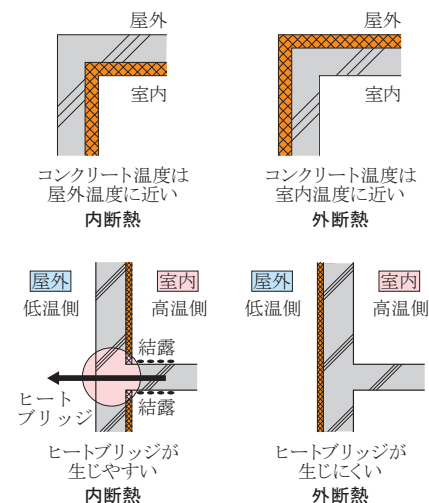


【3】ヒートブリッジの減少

建築物の出隅部分は、屋外側の表面積が大きいいため、一般の壁面より熱が逃げやすくなります。また、グラスウールを充填した木造建築物の壁の場合、木材の箇所は熱が集中して通るため、結露が発生しやすくなります。この



ような箇所を**ヒートブリッジ（熱橋）**といい、外断熱を行うことで、このヒートブリッジとなる部分の数を減らすことができます。



【4】内部結露の防止

冬期に、内断熱では、断熱材の屋外側で温度が大きく低下しますが、外断熱では、壁体内部の温度が高く保たれるため、**内部結露が発生しにく**くなります。

結露は、カビやダニの発生にもかわるため、住宅自体の寿命だけでなく、住人の健康にも悪影響を及ぼすおそれがあります。



第4章 日照・日射・採光

日照・日射については季節ごとにどう変化するのか、採光については昼光率がどんなものなのかを理解するようにしましょう。日射量、大気放射、Low-Eガラス、日射遮蔽係数などの頻出の用語を覚えることも大切です。

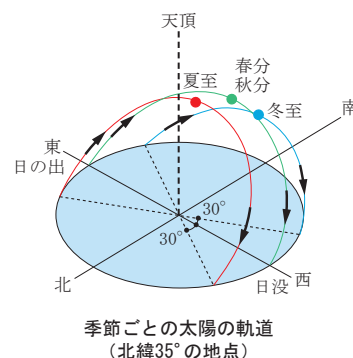
第1節 日照

地上に届く太陽光（太陽放射）が及ぼす影響のうち、明るさなどの**光効果**を**日照**、暖かさなどの**熱効果**を**日射**といいます。

1 太陽の軌道と日照

【1】季節ごとの太陽の軌道

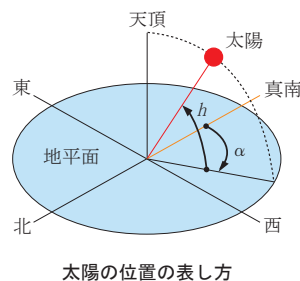
春分・秋分には、太陽は**真東から出て真西に沈み**、夏には、**真東より北側から出て、真西より北側に沈みます**。また、冬には、**真東より南側から出て、真西より南側に沈みます**。



【2】南中時の太陽高度

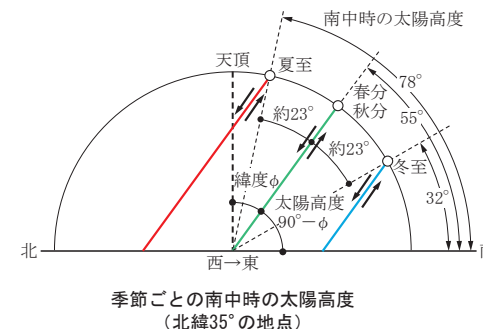
太陽が真南にある時刻を**南中時**といい、**北緯35°の地点の南中時の太陽高度**は、**春分・秋分は55°**、**夏至は約78°**、**冬至は約32°**です。南中時の太陽高度は**緯度の違いで決まり**、経度には関係しません。

また、冬至と夏至の日の南中時の**高度の差は地軸の傾きによるもの**なので、緯度の違いでは決まりません。



【3】季節ごとの壁面の日照・日射

建築物の**南側壁面**には一年を通して**日照（日射）**があり、その**可照時間**は、**春分・秋分が12時間で最長**となり、**冬至がこれに次ぎ、夏至が最短**となります。このことから、南向きの室は夏涼しく、冬暖かといわれます。一方、**北側壁面**は、**春分から秋分までの約6か月間、日の出以降と日没以前に日照があるのみ**です。

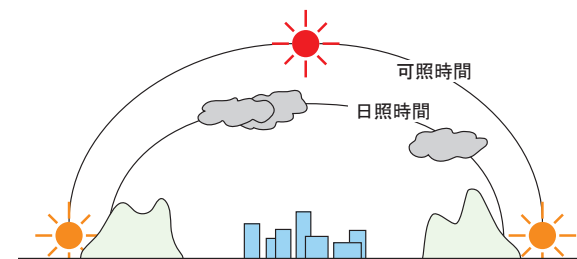


2 日照率

日照率は、**可照時間に対する日照時間の割合**で計算され、その土地の気象条件を表しています。例えば、冬期には、東京の日照率は60%程度に達しますが、東北地方の日本海側では15%程度です。

$$\text{日照率} = \frac{\text{日照時間}}{\text{可照時間}} \times 100 [\%]$$

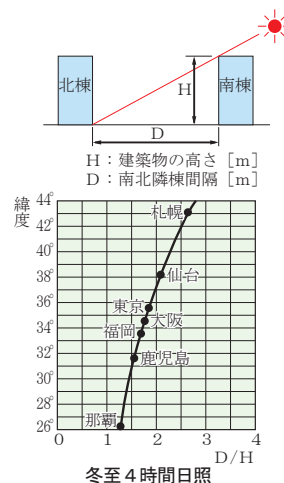
可照時間とは、その土地の緯度によって決まる太陽の軌道にもとづく「**理論上、日が当たる時間**」で、天候や障害物の影響を受けません。一方、日照時間とは、天候や地形の影響で「**実際に日が当たる時間**」です。



3 南北隣棟間隔と日照時間

住宅団地のように、東西方向に長い形状の建築物を連続して平行に配置される計画では、居室の日照時間の目安として、建築物の高さHに対する、**隣棟間隔**（隣接する棟の外壁面間の距離）Dの比率 D/H を検討します。同じ高さの建物の場合、緯度が低い地域ほど**隣棟間隔を小さく**できます。

冬至の4時間日照を確保するための D/H の最低限度は、東京（北緯35°付近）では1.8程度、緯度の高い札幌ではこれより大きい値2.6程度、緯度の低い那覇では小さい値1.3程度になります。



隣棟間隔は日照のみならず、視界、採光の確保、火災などの災害に関する安全性、プライバシーの確保など様々な事柄に影響します。



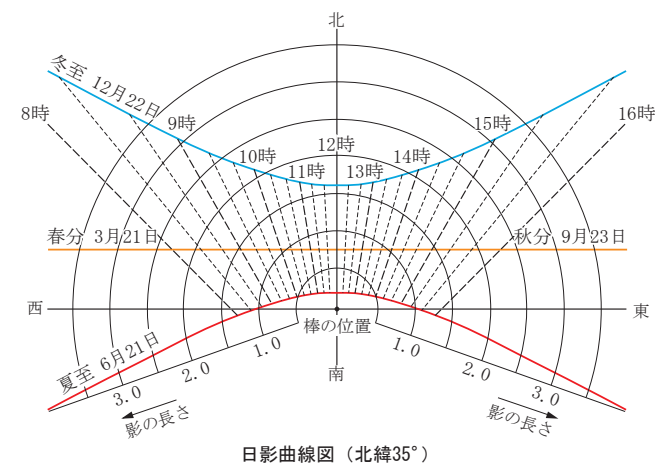
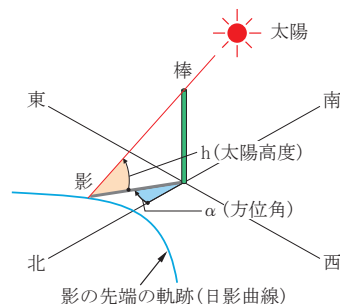
4 日影

平行光線である太陽の直射光が建物に遮られ、遮蔽された部分は日影になります。中高層建築物の計画では、その周囲に発生する日影の形状を予測し、周辺環境への影響を検討することが求められます。

【1】日影曲線図

① 日影曲線

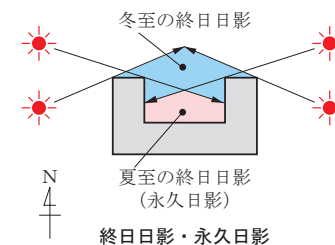
地上に垂直に立てた棒は、太陽の位置から180°の方向に影を落とし、影の長さは棒の長さ h と太陽高度から決まります。太陽の運行とともに日差しは刻々と変わり、それに伴って棒の影も方向と長さを変化します。このとき、**棒の影の先端が描く曲線を日影曲線**といいます。



【2】日影時間図

① 終日日影・永久日影

1日中日影になる部分を終日日影といいます。また、最も日照条件が良い夏至の日に終日日影となる部分は年間をとおして日照がないことになり、これを永久日影といいます。



第2節 日射

1 太陽光の成分

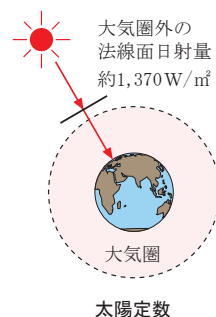
太陽は、幅広い波長の電磁波を放出していますが、**日射の内訳**は、おおむね、紫外線が1割、残りは可視光線と赤外線が各々半分ずつです。紫外線は、細菌の殺菌や、建築物の内外装の退色などの劣化をもたらす原因になります。

2 透明ガラスの透過率

窓に透明ガラスを用いた場合、短波長赤外線は室内に透過しやすく、内部の床面などの温度を上昇させます。温度が高くなった床面からは長波長赤外線が放射されますが、透明ガラスはこれを透過しづらいため、室内の温度が上昇することになります。窓にLow-Eガラスを用いると、短波長赤外線が室内に透過しにくくなるため、省エネルギーに有効です。

3 日射量

太陽からの放射エネルギーの量を測定したものを日射量といい、単位は $[W/m^2]$ で、単位面積当たり・単位時間当たりの日射エネルギー量で表されます。また、大気圏外で、法線面（太陽光線の進む方向に直交する面）が受ける熱エネルギー量（日射量）は、年間で平均すると約 $1,370 W/m^2$ で、これを太陽定数といいます。



【1】日射量の分類

地上に達する日射には直達日射と天空日射があり、日射量も直達日射量と天空日射量に分けられます。

① 直達日射量

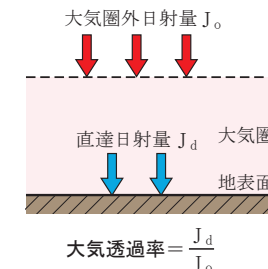
大気圏内に入って散乱・吸収されたものを除き、地上に直接達する日射量を直達日射量といいます。

② 天空日射量

大気中の空気分子や水蒸気粒子（雲）などによって散乱された後に、地上に達するものを天空日射量といいます。

4 大気透過率

大気透過率は、太陽が直上から照らすときの直達日射量を大気圏外の日射量で割った値で、大気透過率が高くなるほど大気の透明度が高く、散乱・吸収される日射量が少いため、直達日射量が大きくなり、天空日射量が小さくなります。大気透過率は、一般に夏期より冬期の方が高くなります。



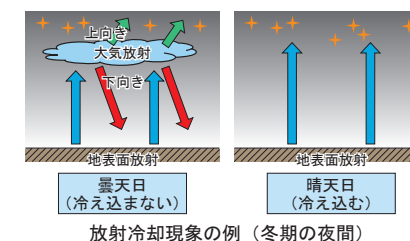
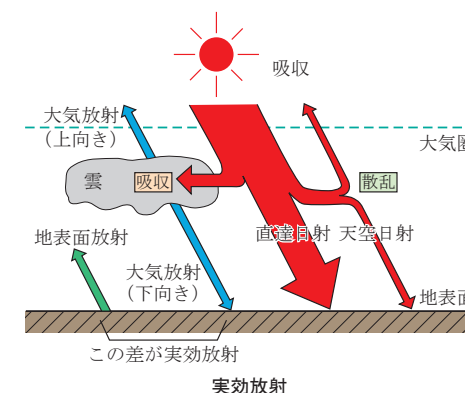
5 地表面放射と大気放射

日射を受けて温度が上昇した地表面は、大気に向かってその温度に応じた強さの放射を行っており、これを地表面放射といいます。一方、大気も水蒸気などが日射に暖められた結果、放射を行っており、これを大気放射といいます。

地表面放射と、地表面に向かう下向きの大気放射との差を実効放射といい、地表付近で行われる熱交換の収支を表しています。

実効放射は日射のない夜間にも行われ、夜間における実効放射を夜間放射といいます。冬期の快晴日の夜間は夜間放射の影響により、地表面の温度が大きく低下します（放射冷却）。

また、建築物の表面温度は、鉛直面よりも水平面のほうが低くなります。



放射冷却現象の例（冬期の夜間）

6 壁面・水平面の終日日射量

建物の各面が受ける1日の日射量を合計した値を**終日日射量**又は積算日射量といいます。図は、水平面、南向き鉛直面、東又は西向き鉛直面、北向き鉛直面での終日日射量の季節ごとの変化を示しています。

夏至、春分・秋分、冬至における各面の終日日射量の大小関係は次のようになります。

夏至：水平面＞東・西面＞**南面**（＞北面）
R1・5・7

春・秋分：水平面＞**南面**＞東・西面

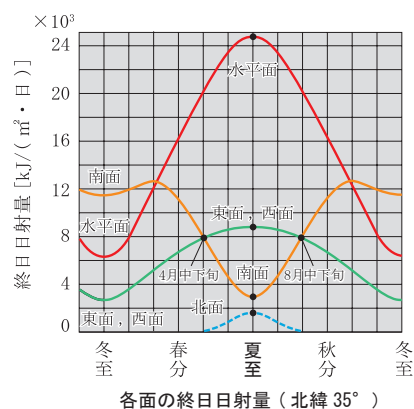
冬至：**南面**＞水平面＞東・西面
R2・7

水平面は、終日日射量が**夏至に最も大きくなり**、**冬至に最も小さくなります**。

南面は、**夏至に最小となり**、**冬期に大きくなります**。

東面、西面は、冬至から夏至にかけて、**夏至をピーク**として大きくなっていき、夏至を過ぎるとまた減少していきます。

北面は、夏至をはさんで**春分から秋分にかけてのみ**終日日射量があります。



南向きの住宅が夏に涼しくて冬に暖かいのは、この終日日射量によります。



7 日射調整

【1】建築物の日射調整

建築物における夏期の日射調整には以下の方法があります。

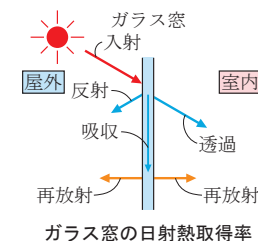
- ① 南側開口部の上部に軒、庇、バルコニーなどを設ける。

- ② 外壁仕上げに日射吸収率の低い白色系塗装を施す。
- ③ 外壁内部の断熱層を厚くする。
- ④ 外壁内部の屋外側に通気層を設け、通気をして熱を排出する。
- ⑤ 外壁内部の中空層にアルミ箔などの反射材を張り、熱を遮断する。
- ⑥ 夏は葉が繁って日射を遮り、冬は葉が落ちて日差しを通す**落葉樹**を植える。

【2】窓の日射調整

① 窓ガラスの日射熱取得率

窓ガラスにあたる日射は、「ガラス面で反射されるもの」「ガラスを透過するもの」「ガラスに吸収された後に屋外と室内に放射されるもの」に分けられ、**日射熱取得率**は、以下で示されます。



$$\text{日射熱取得率} = \frac{(\text{透過した日射量}) + (\text{室内側に再放射した熱量})}{\text{入射した日射量}}$$

② 窓ガラスの日射遮蔽係数

日射遮蔽係数は、窓ガラスの日射の**遮蔽性能を表す指標**で、空調負荷計算などに用いられます。対象となる窓ガラスの日射熱取得率が、3mm厚の普通透明ガラスの日射熱取得率の何倍になるかで示され、**値が小さいほど、日射遮蔽効果が大きい**ことを表します。

$$\text{日射遮蔽係数} = \frac{\text{当該ガラスの日射熱取得率}}{\text{3 mm 厚の普通透明ガラスの日射熱取得率}}$$

【3】日射調整のための窓ガラス

日射調整を目的とした窓ガラスには、熱線吸収ガラス、熱線反射ガラス、Low-Eガラスなどがあります。

① 熱線吸収ガラス・熱線反射ガラス

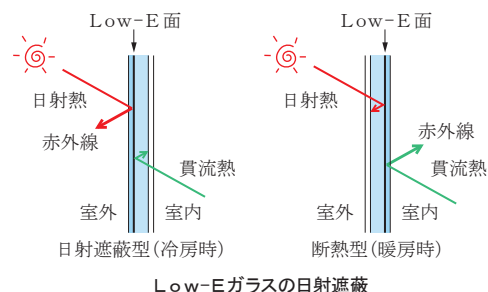
熱線吸収ガラスは、日射の長波長成分（赤外線など）を吸収しやすい鉄・コバルトなどの金属を添加して日射の吸収率を高めたものです。また、熱線反

射ガラスは、表面にアルミなどの金属を焼き付け日射の反射率を高めたもので、ハーフミラーともいいます。

② Low-Eガラス（低放射率ガラス）

Low-Eガラスは、可視光線を透過しやすく、赤外線（特殊金属による皮膜）の反射が大きい低放射膜を表面に形成し、採光量や透明感を損なうことなく、断熱性・日射遮断性を向上させたものです。

主に透明ガラスと組み合わせた複層ガラスの素材に用いられ、皮膜面は保護のため中空層側に向けられます。夏期の冷房時に日射遮蔽性能を重視する場合は、皮膜面を中空層の室外側に設け、冬期の暖房時に断熱性能を重視する場合は、皮膜面を中空層の室内側に設けると効果的です。



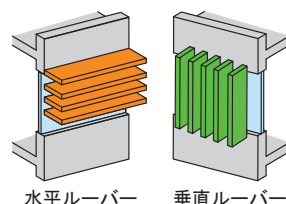
例えば、南向きの窓に遮熱タイプのLow-Eガラスを設置すると、せっかくの太陽熱をカットしてしまい、暖かさを感じにくくなります。



【4】 庇・ルーバー

南側の窓では、庇や水平ルーバーを設けることにより、太陽高度の高い夏期には日射を遮蔽し、太陽高度の低い冬期には室内に日射を取得することができます。

東・西側の窓では、日射を受ける時間帯の太陽高度が低く、庇や水平ルーバーよりも、適切な角度の垂直ルーバーのほうが効果的です。

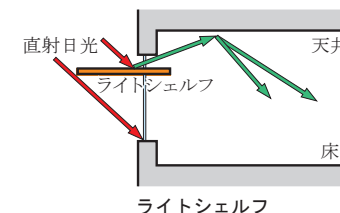


【5】 ブラインド

ブラインドは、室内側より屋外側に設けるほうが日射遮蔽効果が高く、また、暗色より明色のほうが反射率が高いため、遮蔽効果は向上します。

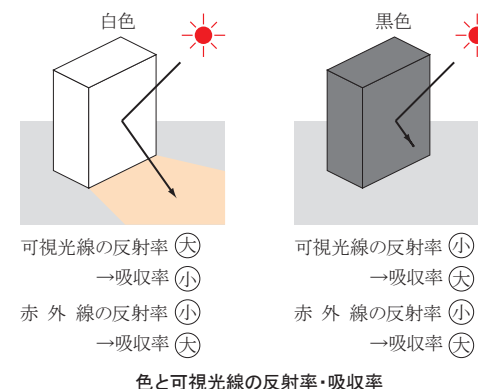
【6】 ライトシェルフ

ライトシェルフは、昼光を室内でも有効に活用する方法のひとつで、その上面で反射した昼光を室内の天井部に反射させることにより、直射日光を遮蔽しながら室内の奥まで光を誘導します。それにより室内照度の均斉度（一般に、 $\frac{\text{最小照度}}{\text{平均照度}}$ ）を高めることができます。



【7】 壁体への日射

白色ペイント塗りの壁では、可視光線が反射されて地面が明るくなることからわかるように、「可視光線などの短波長域」の反射率が高く、吸収率は低くなります。一方、赤外線などの長波長の放射については、表面色の違いによる影響は小さく、一般に吸収率が高く、反射率は低いです。

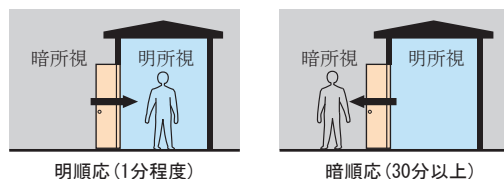


第3節 採光

1 明るさと順応

人間の目は、周囲の明るさに合わせ、明るい所での視覚を明所視、暗い所での視覚を暗所視といいます。目は周囲の明るさが急に変わると、働く視細胞を

交替させ、明るさに慣れようとする「順応」を行います。暗所視から明所視に変わる場合を**明順応**といい、**数分程度**の時間で終わりますが、明所視から暗所視に変わる**暗順応**には、**30分程度**が必要となります。

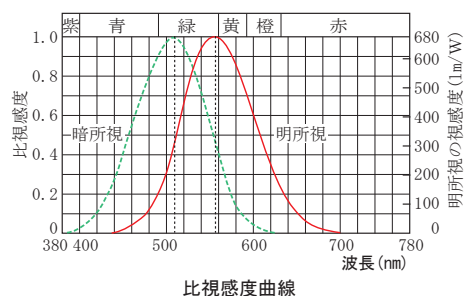


高速道路のトンネルでは入り口付近は明るく、奥へ行くほど照明が暗くなります。これは目が少しずつ暗さに順応できるようにした配慮です。



2 視感度

人間の視覚は、可視光線全体を等しい強さで感じるのではなく、波長によって異なります。この感覚の度合いを**視感度**といい、緑色（555nm）が最も高くなります。この最も良く見える色を基準とした比率を**比視感度**といいます。



3 プルキンエ (Purkinje) 現象

明るいとき（明所視）には同じ明るさ（明度）に見える「赤」と「緑や青」が、**暗くなる**（暗所視）と赤が暗く（明度が低く）沈んで見え、**緑や青が明るく**（明度が高く）浮き上がって見えるようになります。暗所視では、明所視の場合よりも波長の短い光で比視感度が最も高くなることからこの現象が生じ、これを**プルキンエ現象**といいます。

4 明視の4条件

視対象を正確に認識するための条件として次の4つが挙げられます。

- ① 明るさ → 視対象の**輝度**が高いこと
- ② 対比 → 視対象と背景との**輝度対比**が大きいこと
- ③ 大きさ → 視対象の**視角**が大きい（視野に占める範囲が広い）こと
- ④ 動き（時間） → 視対象の**動き**が遅く、長い時間見られること



5 測光量

明るさを表す尺度である「測光量」には**光束・光度・照度・輝度**などがあり、目的に応じて使い分けられます。

概要	単位	イメージ
光束 ある面を単位時間（1秒間）に通過する光が放射するエネルギーを人間の目の感度特性（視感度）で重みづけしたもの	lm ルーメン R2・3・4	
光度 点光源から特定の方向に出射する、単位立体角（1ステラジアン）当たりの光束	cd カンデラ	点光源 単位立体角 [1sr] 出射光束 光度 [lm/sr = cd]
輝度 光を発する面から特定の方向に出射する、単位投影面積（光の出射方向に垂直に投影した面積）当たり、単位立体角当たりの光束	cd/m ² R4	単位立体角 [1sr] 単位投影面積 [1m ²] 輝度 [cd/m ²]
照度 受照面（光を受ける面）に入射する、単位面積当たりの光束	lm/m ² lx ルクス H29・R1・3・7	入射光束 単位面積 [1m ²] 照度 [lm/m ² = lx]

光束は光のパワーを人間の感覚で補正したもので単位はルーメン、その光束を受ける面の明るさが照度でルクスです。一方、光度は点光源の明るさでカンデラ、輝度は面光源の明るさというイメージでカンデラ/m²です。



6 昼光

【1】昼光照明

自然光によって室内の明るさを維持することを昼光照明といいます。消費エネルギーを節減でき、特に大空間においては省エネルギー効果が高いですが、計画に当たっては、次の点に留意する必要があります。

- ① 方位や天候により、明るさの変動が大きくなります。
- ② 過剰な明るさやまぶしさをもたらすことがあります。
- ③ 日射熱の侵入により、空調負荷が増加することがあります。

【2】全天空照度

昼光は、大気圏外から直接地上に到達する直接光と、大気中で散乱した後に地上へ到達する天空光に分けられます。このうち、直接光は変動が大きいことなどから、採光設計では、直接光を除いた天空光のみを対象とします。

周囲に障害物がない屋外での、天空光による水平面照度を全天空照度といい、全天空照度は、うす曇り日が最も高く、快晴日は天空光が少ないため低い値になります。

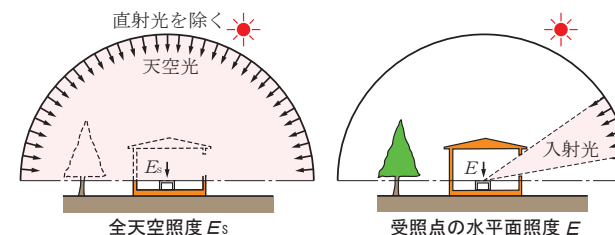
7 昼光率

【1】昼光率の定義

室内のある点（受照点）の水平面照度と、全天空照度との比率を求め、採光による明るさの指標としたものが昼光率です。

$$\text{昼光率} = \frac{\text{室内のある点の水平照度 } E}{\text{全天空照度 } E_s} \times 100 [\%]$$

昼光率は、天空全体の発する光束のうち、室内のある点に入射する光束の割合です。そのため、全天空照度の変化（増減）にかかわらず、室内の同じ点での昼光率は常に一定の値になります。



【2】反射光の影響

昼光率は、窓からの直接光による直接昼光率と、壁や天井などで反射した後の反射光による間接昼光率の合計です。このため昼光率は、天井・壁仕上の反射の影響を受けます。

【3】窓の採光量の影響

室内での受照点の位置が窓から離れるほど、入射光が減少するため、昼光率の値は小さくなります。また、受照点から窓を通して見える屋外の建築物や樹木の状態によっても左右されます。

その他、ガラスなど窓材料の透過率、窓面の保守率（汚れの程度を表す比率）、窓面積有効率（枠や棧などを除いた実際に光を透過する部分の比率）などが影響します。

【4】立体角投射率

窓の位置が昼光率に与える影響は、窓の立体角投射率（単位は [%]）で計算することができます。窓（面積：S）のある室内において、水平面に点Pを中心とする半球（半径：1）を想定し、球面上に投影された窓の影S'（窓の立体角に相当する）を、さらに水平面に垂直に投影します。半球の底円の面積 π と、これによって生じた影の面積S'との比率を立体角投射率といいます。

$$\text{立体角投射率} U = \frac{S'}{\pi} \times 100 \text{ [%]}$$

8 採光設計

【1】明るさの基準

採光設計に用いられる標準的な天候ごとの全天空照度の値が、表に示す設計用全天空照度です。薄曇のときが最も値が大きく、快晴の青空の5倍程度になります。

【設計用全天空照度】

条 件	全天空照度 (lx)
特に明るい日（薄曇）	50,000
普通の日	15,000
快晴の青空	10,000

【2】均斉度

室内全体での明るさの差が大きいと、多人数が同一の視作業を行う室では障害となります。そこで、室内の照度分布の均一さの目安として均斉度があり、一般に、室内の平均照度に対する最小照度の比率で表します。その数値が1に近いほど照度分布は均一であり、最低照度が同じであれば最高照度が高いほど均斉度は低くなります。

$$\text{均斉度} = \frac{\text{室内の最小照度}}{\text{室内の平均照度}}$$

【3】窓の形と位置

① 窓の高さ

同じ形の窓を壁面に設ける場合、高い位置ほど均斉度は高くなります。低い位置に設けると、窓付近の床面の照度は大きくても、室の奥は暗くなります。

② 窓の材料

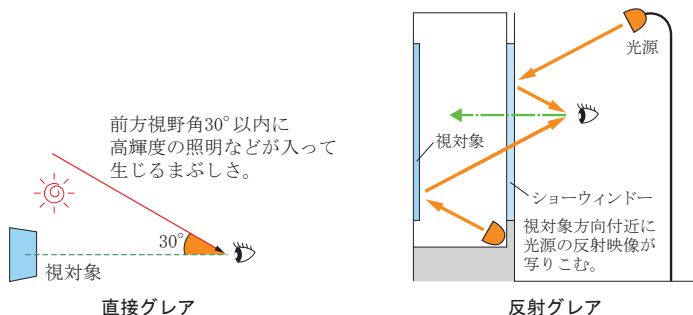
すりガラスやガラスブロックなどの、光の拡散性の高い材料を用いると、採光量は減少しますが、均斉度は高くなります。

【4】グレア

グレアは、視野内に輝度の高い点がある場合や、輝度の差（輝度対比）が極端に大きい場合などに、まぶしさで視対象が見えにくくなる現象で、次のような種類に分けられます。

① 光源と受け取る人間の関係性による分類

- 直接グレア……光源からの直接光によるグレアで、視対象の輝度より周囲の輝度のほうが高い場合に生じます。
- 反射グレア……反射光によるグレアで、視対象そのものや視対象の方向のショーウィンドーなどに、輝度の高い部分が正反射して生じます。



② 受け取る人間の感じ方や影響による分類

- 減能グレア……周りがよく見えず、視力が低下し、視界が把握できない状態です。
- 不快グレア……不快感を引き起こすもので、長時間この状態が続くと、目の痛み等の障害が発生することがあります。

R2

グレアの解消法は、輝度の差を減少させることにあります。そのため、間接照明にしたり、照明器具にカバーやルーバーを取り付けたりします。

H29



第5章 色彩

ここでは、色の表し方の体系として、マンセル表色系を理解し、色相、明度、彩度のちがいがわかるようにしましょう。光源の3原色である赤 (R) 緑 (G) 青 (B) も頻出ですので、必ず覚えるようにしてください。

第1節 光源色

1 光源色

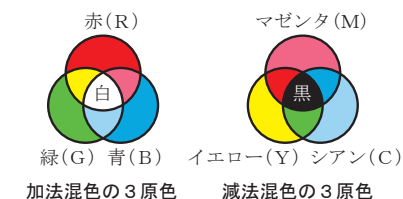
色彩は、物理的には**光源色**と**物体色**（表面色）に分けられます。

光源色は光源が放つ光の色で、物体色は、光源から出た後に物体の表面で反射した光が人間の目に入って感じられるものです。

2 混色

混色とは、色を混ぜて別の色をつくることで、**光源色**に見られる**加法混色**と、絵具のような**光を吸収する材料**に見られる**減法混色**とがあります。

色	3原色	混色
光	赤 (R)・緑 (G)・青 (B)	加法混色 (白色) R5~7
物体	シアン (C)・マゼンタ (M)・イエロー (Y)	減法混色 (黒色)



第2節 色彩の表示

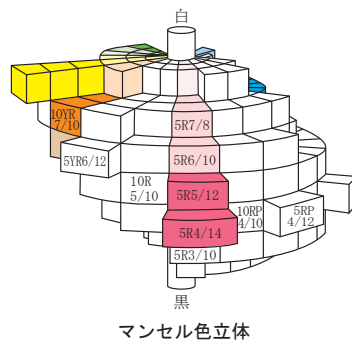
何色かを正確に指し示すための記号規則を表色系といいます。

1 マンセル表色系

1 色の3属性

マンセル表色系では、**色相**（マンセルヒュー）・**明度**（マンセルバリュー）・**彩度**（マンセルクロマ）という3属性の組合せで1つの色を表します。色相は色合い、明度は明るさ、彩度は鮮やかさを示します。

この3属性を基準に、代表的な色を**立体的**に並べたものが色立体です。



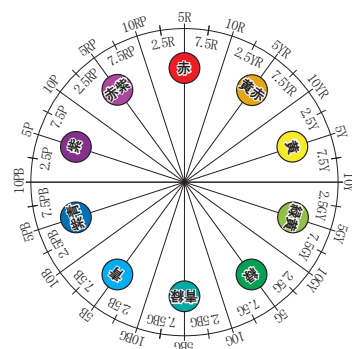
マンセル色立体

国際的な色の表示方法のひとつで、JISの「色の表示方法・三属性による表示」は、マンセル表色系に基づいて規格されています。



【1】色相（マンセルヒュー）

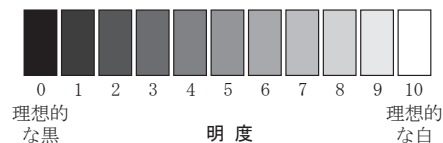
色相は、**色合い**を表し、基本となるR（赤）、Y（黄）、G（緑）、B（青）、P（紫）の5色に、その中間の5色を加えた10色相で示し、それを円環状に配置したものを**マンセル色相環**といいます。



マンセル色相環

【2】明度（マンセルバリュー）

明度は、**色の明るさ**を表し、光の反射率の度合いで変化し、理想的な**黒を0**、理想的な**白を10**として段階的に数値で表します。



明度の値をVとすると、反射率Y [%] は、次の計算式で近似的に求められます。

$$Y \div V \times (V - 1) [\%]$$

例

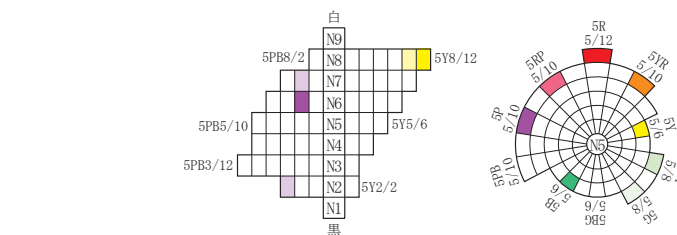
明度5のときの反射率は、 $Y \div 5 (5 - 1) = 20$ により、20%になります。

R1・6

【3】彩度（マンセルクロマ）

彩度は、**色の鮮やかさ**を表し、黒や灰色など彩度のない色を無彩色といい、無彩色を0として鮮やかさが増すほど値が大きくなります。

最も彩度が高い色を純色といい、その**彩度の高さは色相や明度によって異なります**。例えば、明度が5のとき、5R（赤）は12までありますが、5BG（青緑）では6までしかありません。そのため、色立体は不規則な形になります。



垂直断面（色相：5PB-5Y）

水平断面（明度：N5）

マンセル色立体

2 有彩色・無彩色と補色

色相・明度・彩度の3属性をもつ色を**有彩色**といい、色相と彩度がなく、明度だけをもつ色を**無彩色**（白・灰色・黒）といいます。

また、混色を行うと**無彩色になる2色の関係を補色**といい、この2色はマンセル表色系の色相環では対極（向かい側）に位置します。

R6

【1】色の表示規則

マンセル表色系の色の表示規則は、有彩色と無彩色とで異なります。

① 有彩色の場合

色相、明度、彩度の順に記号を並べます。

R1・4・7

例

色相が5 YR、明度が7、彩度が15の色（鮮やかなオレンジ色）は、5 YR 7/15と表示します。

② 無彩色の場合

Nという記号の後に明度の数値を記します。

例

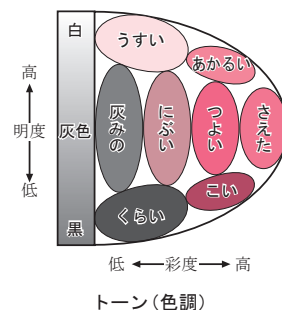
N9は白、N5は灰色、N1は黒を表します。

Nは、中性、中立を意味するNeutralの頭文字です。



【2】色調（トーン）

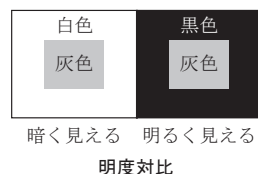
「あかるい」「こい」や「さえた」「にぶい」などの明度・彩度の関係による色の印象を表したものを色調（トーン）^{R7}といいます。



2 色彩の心理効果

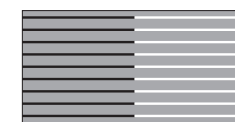
1 対比

2つの色が影響しあって、その違いが強調される現象を対比（対比効果）^{R4}といいます。対比は、主に面積の大きな背景色が、面積の小さい図色に影響を及ぼす効果で、「明度対比」「彩度対比」「色相対比」「補色対比」などがあります。



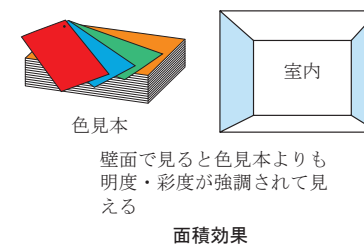
2 同化

同化は対比と反対に、囲まれた色や挟まれた色が、周囲の色に近づいて見える現象^{R4}です。対比と同様に色相同化・明度同化・彩度同化の3つがあり、周囲の色が細かく、線が細く、囲まれた色と似ているときに生じます。



3 面積効果（面積対比）

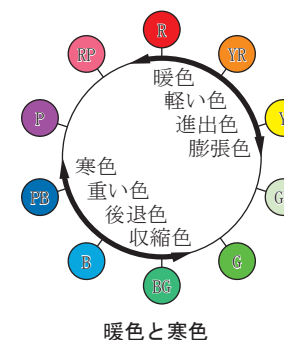
同じ色でも、小さな面積のものより、大きな面積のもの^{R1・5}のほうが、明度・彩度が強調されます。小さな色見本で選ぶと、実際の壁面では、明度・彩度の低いものはより低く、高いものはより高くなるので注意が必要です。



4 物理的な感覚の連想・記憶

【1】温度感覚

色相のうち、赤・黄赤・黄は、暖かく感じられるため「暖色」とよばれ、青緑・青・紫青は、冷たく感じられるため「寒色」とよばれます。



【2】重量感覚

明度が低く暗い色は、「重い感じ」を受け、明度が高く明るい色は、「軽い感じ」を受けます。室内の配色では、天井を明度の高い色、壁を中間の明度、床を明度の低い色にして安定感を与えることができます。^{R4}

【3】距離・大きさ感覚

暖色系の色や明るい色は、実際よりも近く見える「進出色」^{R3・6}になり、寒色系の色や暗い色は、遠く見える「後退色」になります。また、明るい色は、同じ面積でも大きく見える「膨張色」になり、暗い色は、小さく見える「収縮色」

になります。色相では黄色が最も膨張して見えます。

5 安全色

公共施設や交通機関、工場などの安全標識は、JIS（日本産業規格）による安全色（赤、黄赤、黄、緑、青、赤紫の6色）の規則によります。

「標識」の場合には、安全色と、基本となる単純な図形とを組み合わせることにより直感的な意味を表現しています。例えば、禁止事項を表すには、赤色で斜め線が入った形を用いるなどです。

【一般材料における安全色及び対比色】

色の種類		参考色	意 味
安全色	赤	8.75R5/12	防火・禁止・停止・危険
	黄赤	5YR6.5/14	注意警告・明示
	黄	7.5Y8/12	注意警告・明示
	緑	5G5.5/10	安全状態・進行
	青	2.5PB4.5/10	指示・誘導
	赤紫	10P4/10	放射能・極度の危険
対比色	白	N9.3	—
	黒	N1.5	—

特に緑と青の意味合いの違いに注意してください。



6 配色

複数の色を組み合わせることを配色といい、基調色・配合色・強調色の3つを要素とします。基調色は、固定した大面積を占める「天井・壁・床」などの色で、彩度の低い色が多く採用されます。天井面の明度は高く、床面の明度は低くします。

配合色は、それに次いで大きな面積を占める「移動の少ない家具」などの色で、基調色に従属して組み合わせられます。

強調色は、全体の調子に変化をつけ、基調色を引き締めるアクセント効果を果たす「いす」などの色で、一般に、小面積で彩度の高い色を用います。

TAC

