

○ はじめに

0.1 学科Ⅱ（環境設備）出題傾向

以下に過去 10 年分の出題リストを示します。大きな偏りも無くまんべんなく出題されている傾向にあると思われます。ただし、設備分野は単元も少なく、同一分野から複数の出題があります。また、近年の問題は環境設備に限らず過去問と全く同じ問題は少なくなっている傾向にあります。なお、H20 以前は環境設備は学科Ⅰ（計画）分野に含まれており、出題数は 14 問となっています。

表 0 過去問の出題傾向

|      |             | 総計 | H25 | H24 | H23 | H22 | H21 | H20 | H19 | H18 | H17 | H16 |
|------|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 環境工学 | 用語と単位       | 8  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   |
|      | 室内気候        | 6  | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   |
|      | 換気          | 11 | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 伝熱・結露       | 10 | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 日照・日射・採光    | 11 | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 照明          | 8  | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 音響          | 12 | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 色彩          | 8  | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 防寒・防暑       | 2  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   |
|      | 防火・防災       | 6  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |
|      | 環境総合        | 5  | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   |
| 建築設備 | 設備用語        | 3  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   |
|      | 空調・冷暖房・換気設備 | 22 | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   |
|      | 給排水設備       | 16 | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 電気設備        | 11 | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
|      | 照明設備        | 7  | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   |
|      | 防災設備        | 7  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   |
|      | 輸送設備        | 4  | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
|      | 環境・エコ設備     | 7  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   |
|      | 設備総合        | 5  | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   |

注：H20 以前は改定前のため、環境設備は学科Ⅰ計画に統合されていました



## 1 環境

### 1.1 室内気候

【平成 18 年】室内の温熱環境に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

1. 着衣による断熱性能は、一般に、クロ[clo]という単位が用いられる。
2. SET\*（標準新有効温度）が 24℃ の場合、温冷感は「快適、許容できる」の範囲内とされている。
3. 気流の乱れの強さが大きいと、平均風速が低くても不快に感じることもある。
4. 平均放射温度は、グローブ温度・空気温度および気流速度から求められる。
5. 作用温度は、空気温度・放射温度および湿度から求められる。

#### ■ 着衣量

- 着ている服の種類による断熱性能を示す、着衣無しで 0clo、通常の事務服で 1clo、新有効温度では 0.6clo の場合を想定する

#### ■ SET\*（標準新有効温度）

- 異なる作業量・着衣量でもそれぞれの快適度を比較することが可能、22～26℃程度を「快適、許容可能」と定義

#### ■ 気流

- 冬期は 0.15m/s、夏季は 0.25m/s 以下とする、特に冬期の冷風による気流の乱れをコールドドラフトと呼ぶ、乱れが大きいと不快に感じる

#### ■ 放射

- 途中の媒質（室内では空気に相当）の温度の変化をもたらし、熱が移動する現象、わかりやすく言うと…黒い服を着ている人は白い服を着ている人よりもちょっと暑い、建築的には周壁面温度なんて定義する場合もあり

#### ■ 平均放射温度

- 壁や床・天井などの周面各部の温度の平均であるが、グローブ温度計（放射熱を測る温度計）・通常の温度計・気流計より求めることが実用的

#### ■ 作用温度

- 効果温度とも呼ばれる、人体に対する温熱環境を評価する指標の一つ、実用的には気温と平均放射温度より近似可能（湿度は無関係）



## 1.2 換気

【平成 22 年】換気に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

1. 上下に大きさの異なる二つの開口部がある室において、無風の条件で温度差換気を行う場合、大きな開口部における内外圧力差は、小さな開口部に比べて小さい。
2. ディスプレイスメント・ベンチレーション（置換換気）は、室内の設定温度よりもやや低温の空気を室下部から供給し、室内の発熱を利用して空気を暖めて上昇させて、室上部から排出する換気手法である。
3. 建築物の気密化を図ることは、一般に、必要換気量を安定的に確保し、換気経路を明確にすることができる。
4. 空気齢は、時間の単位をもつ換気効率に関する指標であり、その値が小さいほど発生した汚染空気を速やかに排出できることを意味する。

### ■ 温度差換気

- 気温が高い空気は密度が小さい（膨張しているので）、逆に気温が低い空気は重くなり両者の間に圧力差が生じる、換気量は開口面積に比例、内外の温度差・中性帯と開口部の高低差の平方根に比例し換気量が増える、また上下二つの窓（上方は排気・下方は給気）からの換気量は等しくなることから、開口部の大きな窓のほうが内外圧力差は小さくなる

### ■ ディスプレイスメント・ベンチレーション（置換換気）

- 室内設定温度よりも低温（ $-2^{\circ}\text{C}$ から $-3^{\circ}\text{C}$ 程度）の空気を室下部より流入させ、室内の発熱（人体や設備機器からの）による上昇気流を利用して空気を循環させる換気法、気流を生じさせない静穏で比較的快適な換気法、動力を用いないことからエコな換気法でもある

### ■ 必要換気量

- 室内の汚染物質を許容値以下に保つために必要な新鮮空気の量、1 時間あたりの容量  $\text{m}^3$  で示す、室内で発生する汚染物質の量が増える・屋外の新鮮空気が汚れているほど必要換気量は増す

### ■ 気密性

- 室内空気の密閉度、室内空気が外にもれない、もしくは屋外の空気が隙間から侵入しないこと、気密性が高いと特定の給排気口から効率よく換気ができる、また冷暖房負荷も低減可能

### ■ 空気齢

- 給気口から室内の任意の点までに到達するのに要する時間、値が小さいほどその空間の空気の新鮮度は高い

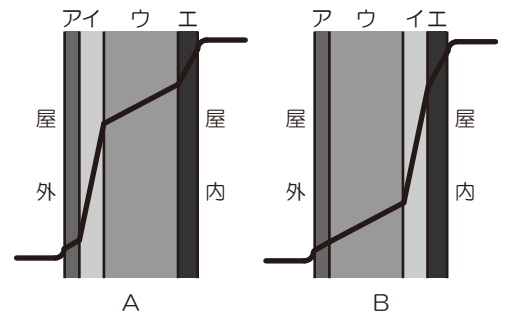
### ■ 空気余命

- 汚染空気の排出効率を示す、室内のある地点から排気口までの空気の到達時間



### 1.3 伝熱・結露

【平成 24 年】図は、冬季において、定常状態にある外壁 A・B の内部における温度分布を示したものである。次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。ただし、図中の A・B を構成する部材ア～エの各材料とその厚さ、室内外の温度、対流、熱放射等の条件は、それぞれ同じものとする。



1. イは、ウに比べて熱伝導率が小さい。
2. ウの熱容量が大きい場合、B は、A に比べて、冷房を開始してから設定温度に達するまでに時間を要する。
3. A と B の熱貫流率は、等しい。
4. 冬季における内部結露を防ぐための防湿層を設ける場合、A・B ともに、イより室内側に設ける必要がある。

#### ■ 対流

- 流体（空気とか水とか…）内において温度差が生じた場合に、その流体の移動による熱の移動

#### ■ 熱放射

- 途中の媒質（室内では空気に相当）の温度の変化をもたらさずに熱が移動する現象、わかりやすく言うと…黒い服を着ている人は白い服を着ている人よりちょっと暑い、建築的には周壁面温度なんて定義する場合もあり

#### ■ 熱伝導率

- 熱伝導とは「均質な部材内の熱の移動」と定義され、簡単に言うと「固体内の熱の移動」、熱伝導率は熱伝導のしやすさ（＝固体内の熱の伝わりやすさ）、壁体内の温度差分布の図においては、壁体両面の温度差が大きい（壁体内の温度分布の勾配が大きい）ほど、熱伝導率は大きい

#### ■ 熱容量

- 比熱に物体の容量をかけたもので、値が大きいほど暖まりにくく冷めにくい物質

#### ■ 熱貫流率

- 熱貫流とは壁体を介した総合的な熱の伝わりやすさ、熱貫流率はその熱の伝わりやすさの割合、複数の部材で構成されている壁体の場合は各部材の熱貫流率を単純に合算すれば壁全体の熱貫流率となる

#### ■ 結露

- 空気は温度が下がるほどに貯めこむことのできる水蒸気量が低下する、空気中に溜め込んだ水蒸気が気温低下により許容量を超えてしまい排出される現象、空気中に含まれる水蒸気が多いほど・気温低下が激しいほど結露が生じやすくなる

#### ■ 内部結露

- 壁体内部に発生する結露を内部結露と呼び、壁体内の温度低下を防ぎ（温度の低い側に断熱材）、壁体内の水蒸気の量を少なく（高温側に防湿材）することで防止する



## 1.4 日照・日射・採光

【平成 24 年】日照・日射・採光に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

1. ライトシェルフは、室内照度の均斉度を高めるとともに、直射日光を遮蔽しながら眺望を妨げない窓システムである。
2. 春分の日と秋分の日において、水平面上に立てた鉛直棒の直射日光による影の先端の軌跡は、ほぼ直線となる。
3. 窓面における日照・日射の調整について、一般に、水平ルーバーは西向き窓に、垂直ルーバーは南向き窓面に設置すると効果的である。
4. 高所において、鉛直や鉛直に近い向きで設置される窓を頂側窓といい、特に北側採光にすると安定した光環境が得られる。

### ■ ライトシェルフ

- 採光窓付近に取り付けられた反射材、室の奥まで昼光を導くことが可能で室内照度の均斉度を高める

### ■ 均斉度

- 室内において最も照度が高い点の照度と最も低い位置での照度の比、均斉度が高い場合には室内における照度分布が均一であることを指す

### ■ 日影曲線図

- 各日における水平面上に立てた鉛直棒の直射日光による影の先端の軌跡を描いたもの、日時ごとの日影の方向・長さ倍率を読み取ることが可能

### ■ 日照・日射の調整

- 日射量は、壁面（もしくは水平面）に入射する太陽光の角度により、季節・時刻ごとに変化する、南面からの日射は太陽高度が高いため水平ルーバーで遮蔽可能、ただし東西面からの日射は太陽高度が低くなるのでルーバーは垂直にする

### ■ 頂側窓

- 高所に鉛直方向に設置される窓（ノコギリ屋根を想像すると…）、北側採光に安定した光環境が得られる



## 1.5 照明

【平成 22 年】照明に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

1. 均等拡散面上における輝度は、照度と反射率との積に比例する
2. 演色性は、色温度が同じ光源であっても異なる場合がある。
3. モデリングは、物の色の見え方に関わる照明光の性質である。
4. 光束は、ある面を単位時間に通過する光の放射エネルギーの量を、視感度で補正した値である。

### ■ 光の単位

- 光束：光のエネルギー（光の矢のイメージ）が円錐底部の面を通過する量を比視感度（光の色ごとに人体の感度は異なる、詳しくは「色彩」にて）で補正した値、あらゆる光の単位の中で基本となるもの、単位は lm（ルーメン）
- 光度：点光源から特定の方向に放射された単位立体角あたりの光の明るさ（光束量）を示す、単位立体角あたり 1lm の光束を放射する光源の強さを 1cd とする、光束量を元に行っているため人体の視覚の補正（視感度補正）がかかっている、単位は cd（カンデラ）
- 照度：受照面の単位面積あたりに入射する光束量、受照面  $1\text{m}^2$  に 1lm の光束が入射する場合を 1lx とする、唯一受照面側の単位、単位は lx（ルクス）
- 光束発散度：光源・反射面・透過面から出射する単位面積当たりの光束量、単位は rlx（ラドルクス）
- 輝度：以下参照

### ■ 輝度

- 光源・反射面・透過面から特定の方向に出射する単位面積当たり・単位立体角当たりの光束、「特定の方向」とあるので目に入射する光束の評価（光源の眩しさ）に用いられる、照度と反射率との積に比例する

### ■ 演色性

- 光をあてた対象の色の見え方に及ぼす光源の影響、光源から発せられる光の特性により視対象物の見え方（色等）が変化する

### ■ モデリング

- 視対象物に光を当てた場合の陰影による立体感や質感を表現する（物体の色ではない）際の光源の能力、光源種により立体感・質感は異なる、指向性の強い照明を用いると陰影が際立ち立体感が強くなる



## 1.6 音響

【平成 22 年】音響に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

1. 人の可聴周波数の範囲はおよそ 20Hz から 20kHz であり、対応する波長の範囲は十数 mm から十数 m である。
2. 内壁の音響性能について、吸音率が高くて遮音性能が高いとは限らない。
3. 単一材料からなる壁体の遮音性能について、質量則によれば、壁の面密度が大きいほど、また周波数が低いほど、壁の透過損失は大きくなる。
4. セービンの残響式によれば、室容積が大きいほど、また室内の等価吸音面積が小さいほど、残響時間は長くなる。

### ■ 可聴周波数

- 音の周波数によって高低が決まる、周波数が大きいほど高い音、人体の聴感の周波数ごとに感度が異なり（耳に聞こえる周波数範囲はおよそ 20Hz から 20kHz）、4,000Hz 程度が最も感度が高い（同じエネルギーでも最も「大きく」聞こえる、等ラウドネス曲線）

### ■ 吸音と遮音

- 遮音：音を透過させないこと（反射＋透過）
- 吸音：「材料が音を吸収すること・音のエネルギーを他のエネルギーに置換することによって低減する」って教科書ではないのですが…本来は「音を反射させないこと」って定義のほうが正しいと思われます

### ■ 透過損失

- 入射音と透過音のエネルギーの比を dB 化したもの＝入射音のレベル (dB)－透過音のレベル (dB)、遮音の性能を表す、以下の質量則が成り立つ

### ■ 残響時間

- 音源が停止後に 60dB 低下するまでに要する時間、室の容積に比例・吸音力に反比例、各室の用途により異なる、音楽を聞く用途では残響時間は長め、講話等の人の話がメインの空間では短めに設定する



## 1.7 色彩

【平成 22 年】色彩に関する次の記述のうち、最も不適当なものはどれか。

1. マンセル表色系では、無彩色以外の色彩を 2PB3/5 のように表現し、2PB が色相、3 が彩度、5 が明度を示す。
2. ある面からの放射エネルギーが同じ場合、人の目（明所視）には、赤色よりも緑色のほうが強く感じる。
3. 一般に、色見本で見るよりも実際に壁に塗ったほうが、明度・彩度ともに高く見える。
4. 高齢者の色覚は、低照度条件下で色彩の分別能力が低下する傾向があるので、微細な色の違いを取り入れたデザインは有効に機能しない場合がある。

### ■ マンセル表色系

- アメリカ人の画家であったマンセルが考案した表色系、アメリカ光学会によって改良されて現在日本の JIS で採用されている、色相（赤・黄・緑・青・紫など）、明度（色の明るさ、反射率の逆数で決定、0～10 の 11 段階で示す、0 が黒）、彩度（色の鮮やかさ、値が大きいほど鮮やか、値の範囲は色により異なる、ただし純色の彩度は全色で等しい）の順に示される

### ■ 比視感度

- 人体は明るいところでは、黄緑色（555nm 近傍）を最も強く感じる

### ■ 面積効果

- 塗られた面積が小さいほど（色見本など）低明度・低彩度（明るく鮮やか）に見える、面積が大きい（天井・カーテンなど）ほど派手（高明度・高彩度）に見えるので注意

### ■ 高齢者の色覚

- 加齢とともに低照度下において色彩の分別能力が低下し微細な色の違いが見分けにくくなる

