

0 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 問です。

表 0 過去問の出題傾向

		総計	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17
環境工学	用語と単位	9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	室内気候	6	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
	換気	11	1	1	1	1	1	2	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	1	2	1	1	1	1
	照明	8	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
	音響	13	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	色彩	8	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
	防寒・防暑	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	防火・防災	7	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
	環境総合	5	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
建築設備	設備用語	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	空調・冷暖房・換気設備	23	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1
	給排水設備	17	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
	電気設備	11	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
	照明設備	8	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
	防災設備	7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	輸送設備	4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	地球環境・エコ設備	7	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
	耐震	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	設備総合	5	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1

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

第 1 部 建築環境

1 室内気候

◇ 人体の温冷感覚：@P7～12 注：本テキスト内の Pxx は「全日本建築士会編：合格対策 一級建築士受験講座 学科Ⅱ」とリンクしています

- ・ 温熱要素とは@P7：人体が温冷感を決定づけるために用いる 6 つの要素、温熱要素とは気温・湿度・気流・放射・代謝量・着衣量の 6 つ
- ・ 放射@P7：周壁面温度の影響を受ける、つや消し球体に温度計を差し込んで計測することが可能（グローブ温度計）
- ・ 代謝量@P11：作業や運動などの行動別に人体が生産するエネルギー、単位は met（メット）、激しい運動をすると代謝量が上昇する
- ・ 着衣量@P11：着ている服の種類によっても温冷感覚は変化する、単位は clo（クロ）、着衣なしで 0clo、普通の事務服で 1clo



◇ 快適条件（温熱条件）：@P7～9

- 温熱指標@P7：前述の6つの温熱要素のうちのいくつかを組み合わせ、室内の温熱環境を評価（快適範囲）したもの、いくつかの指標があるが、対象とする温熱要素の数等が異なるので留意
- 有効温度系の指標：有効温度（ET）⇒修正有効温度（CET）⇒新有効温度（ET*）⇒標準新有効温度（SET*）
- ETとCET@P8：ETに放射の影響を加味したものがCET
- CETとET*@P8：CETに代謝量と着衣量を加味したものがET*
- ET*とSET*@P8：ET*を標準化、相対湿度50%・気流無し・椅子に座った状態・着衣量0.6cloを基準として評価、SET*の指標において22～26℃程度を「快適、許容可能」と定義
- PMV@P9：6つの温熱要素を数式に代入し算定、算定値が-0.5～0.5となる温熱環境が「快適」とされる

表 1-1 温熱指標とその対象とする要素@P7

	温度	湿度	気流	放射	代謝量	着衣量
有効温度（ET）	○	○	○	×	×	×
修正有効温度（CET）	○	○	○	○	×	×
新有効温度（ET*）	○	○	○	○	○	○
標準新有効温度（SET*）	○	○	○	○	○	○
PMV	○	○	○	○	○	○

◇ 空気汚染：@P17～19

- 室内の空気を汚染する各種物質の発生原因・許容値・人体への影響のチェックが必要

表 1-2 汚染物質の許容値（環境基準）@P17

汚染物質	許容値	備考
二酸化炭素（CO ₂ ）	1000ppm（0.1%）以下	室内の汚染度の代表的目安
一酸化炭素（CO）	10ppm（0.001%）以下	不完全燃焼で発生、毒性が非常に高い
浮遊粉塵	0.15mg/m ³ 以下	粒子径10μm以下の粉塵が対象
ホルムアルデヒド	0.1mg/m ³ 、0.08ppm以下	シックハウス症候群の代表的物質

表 1-3 汚染物質の発生原因@P18

汚染物質	発生場所	人体への影響
レジオネラ菌	冷却塔・土壌	劇症肺炎を引き起こす
アスベスト	断熱・防火・吸音材	塵肺や肺がんの原因となる
ホルムアルデヒド	接着剤・塗料	シックハウス症全般、炎症・発がん性
有機リン系化合物	害虫駆除材・難燃剤	シックハウス症全般、視力低下・発がん性
揮発性有機化合物（VOC）	塗料・接着剤・洗剤	シックハウス症全般、炎症・発がん性



2 換気・通風

◇ 自然換気：@P23～26

- 自然換気とは@P23：機械に頼らない換気、代表的なものは室内外の温度差による空気密度の違いを用いた温度差換気（重力換気）、風の力による風力換気の2種類
- 温度差換気@P24：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、開口部の高低差があるほど気温差が大きくなり換気量も増える
- 風力換気@P25：建物の壁面に風が当たると、風上側が正圧・風下側が負圧となり圧力差が生じる、その圧力差を用いた換気が風力換気

◇ 換気量：@P26～27

- 換気量に影響を与える要因@P24：開口条件（開口面積・流量係数）、室内外の気温差、風速・風圧係数など
- 必要換気量@P26：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 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
- 換気回数@P27：必要換気量を室の容積で除したもの、1時間あたりに室内空気を何回全取り替えをする必要があるのか？って意味



◇ 機械換気：@P28

- 機械換気とは@P28：ファンなどの動力を用いて行う換気、給気・排気の何れを機械換気とするかにより換気法が変わるので留意
- 第1種換気法@P28：給気・排気ともに機械換気、室内の圧力を任意に調整可能、換気量は非常に大きい設備費がかかる
- 第2種換気法@P28：給気のみ機械、室内の気圧を正圧に保つことができます。すきま風の流入を防げる、クリーンルーム等で用いられる、また新鮮空気の流入量も大きいので燃焼室でも採用される
- 第3種換気法@P28：排気のみ機械、室内の気圧が負圧となるので室内の汚染空気の隙間からの流出を防ぐことができる、キッチン・浴室・トイレなどの汚染物質を発生する室で採用される

3 伝熱と結露

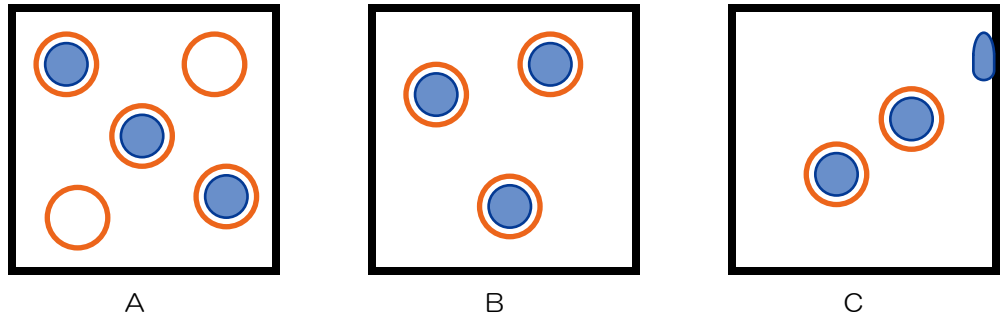
◇ 熱の伝わり方：@P39～41

- 壁体間の熱の移動（熱貫流）@P39：壁体の両側に温度差がある場合には熱の移動が生じる、壁体を固体と仮定すると気温の高い側の空気と壁体表面の熱の移動⇒壁体内の熱の移動⇒壁体から低温側の空気への熱の移動、その全過程を熱貫流
- 熱伝達@P39：壁体表面空気と壁体間の熱の移動（表面空気⇄壁体）、熱の伝わりやすさを熱伝達率で示し、風速が速い・壁体表面が粗い場合に熱の移動が激しくなる
- 熱伝導@P39：固体内の熱の伝わりやすさ、基本的には重い材料ほど熱を伝えやすい、グラスウールなどの空隙の多い物質は熱伝導率が非常に低い（ただし、水分を含むと熱を通しやすくなるので注意）



◇ 結露対策：P46～48

- 結露とは@P46：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



	A	B	C
気 温	高い	中	低い
絶 対 湿 度	3	3	2
飽和水蒸気圧	5	3	2
湿 度	$3/5 \times 100 = 60\%$	$3/3 \times 100 = 100\%$	$2/2 \times 100 = 100\%$

- 結露の防止策@P47：気温低下を防ぐ、水蒸気を増やさない（壁体内部への水蒸気の流入を防ぐ）の2つが重要

4 日照・日射

◇ 日射：@P56～57

- 日射とは@P56：太陽からの熱エネルギー、大気を透過して地表に到達する直達日射と雲やちりなどで反射をしながら地表に達する天空放射に分類される（両者の合計を全天日射量）
- 壁の方位と日射量@P56：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・時刻ごとに化する（入射角が90°の際に日射量が最大となる）、夏至の南面は太陽高度が高いため日射量はさほど大きくない

◇ 日照：@P58～63

- 日照とは@P58：太陽光による明るさなど、太陽光からの日照は波長により作用が異なる（可視光線：明るさ、赤外線：熱、紫外線：殺菌）
- 日照率@P58：日照時間（日の出から日の入りまでの時間）で日照時間（実際に日が照っていた時間）を除いた百分率（パーセンテージ）、晴天率が高い地域ほど日照率は高くなる
- 日影の影響@P59：日時ごとの日影の方向・長さ倍率を示した日影曲線を用いて、各種建物の日影の様子を図示することが可能、時刻別日影図（時間日影図）：任意の時刻の日影の様子を図示したもの、等時間日影図：1日のうちで何時間日影が生じるのかを時間ごとに示したもの



5 採光・照明

◇ 視覚：@P69

- 人体の視感覚@P69：人体が光として感じることができる波長（波の間隔）は 380～780nm、波長の短い順に紫（400nm 近傍）⇒青⇒緑⇒黄⇒赤（700nm 近傍）の順、波長の中でも明所では 555nm 程度、暗所では 500nm 程度の光に対する感度が最も高い（比視感度）

◇ 光の単位：@P70～72

- 光束@P70：光に関する各単位は光源からの光の矢の本数を基準に算定される、光束は光の単位の中でも最も基本となるもので光の矢の本数を表す、波長ごとの視感度補正が加味されている、単位は lm（ルーメン）
- 光度@P70：光源から発散する光のエネルギーの強さを示す、単位立体角あたり 1 lm の光束を放射する光源の強さを 1 cd とする、単位は cd（カンデラ）
- 照度@P71：単位面積あたりに入射する光束量を示す、単位は lx（ルクス）、この単位のみ受光面に関する値
- 光束発散度@P71：光源・反射面・透過面の全てから出射する単位立体角あたりの光束、単位は rlx（ラドルクス）
- 輝度@P71：人体の感じる明るさを示す、光源や反射面・透過面などから観測者に向かって発する光の強さ、単位面積（目を想定）あたりに入射する光束、単位は cd/cm^2

◇ 採光：@P72～76

- 採光設計@P72：採光計画に求められる各要素、適度な照度であること（昼光率）、一様な分布であること（均斉度）
- 昼光率とは@P73：屋外の明るさ（全天空照度）のうち、何%を明るさとして取り入れる必要があるのか？各室用途に必要なとする昼光率が設定されている、開口部の位置や用いるガラスの透過率等により変化する
- 均斉度とは@P74：同一室内における最も明るい箇所の照度と最も暗い箇所の照度の比、自然採光の場合、均斉度 1/10 以上を確保することが望ましい

◇ 照明種類：@P80～82

表 5-1 各照明器具の特徴@P81

	白熱灯	蛍光灯	LED	水銀灯
光束	1,500lm	3,000lm	500-1,000lm	20,000lm
効率	15-20lm/W	60-90lm/W	60-100lm/W	40-60lm/W
寿命	1,000-1,500h	7,500-10,000h	40,000h	12,000h
平均演色評価数	100	60-85	75-90	23-50

- 平均演色評価数（Ra）：自然光（太陽光）を基準にした人工照明の色の再現度、値が高いほど幅広い波長の光を含んでおり再現度が高い



6 色彩

◇ 表色系（色彩）：@P95～99

- 色の三要素とは@P95：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）
- マンセル表色系@P95：「色相(H) 明度(V)/彩度(C)」の順で示される最もメジャー、無彩色（白から黒）は N○で示される
- XYZ表色系@P97：赤感度（X）・緑感度（Y）・青感度（Z）の 3 刺激から色度を求め、xy の座標軸に落とし込んだもの（x の値が大きいほど赤、y の値が大きいほど緑にマッピングされる）、光源色の評価にも用いられる（その場合は Y の値に測光量も加味）

◇ 色彩感覚：@P99～101

- 心理効果@P99：暖色（赤系）⇄寒色（青系）、膨張（明るい・赤系）⇄収縮（暗い・寒色系）、重い（低明度・低彩度）⇄軽い（高明度・高彩度）
- 面積効果@P100：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

7 音響・振動

◇ 音の要素（音の属性）：P107・108

- 音の三要素（属性）とは@P107：強さ・高さ・音色
- 音の強さと大きさ@P108：強さとは純粋な音の物理量（エネルギー）、大きさとは人体の聴感上のボリューム、聴覚は非常に広い範囲の音の強さを感知することが可能（ $10^{-12} \sim 1\text{W/m}^2$ ）そのままの数値で表記するとわかりづらいので、対数尺度（log 尺度）を用いて示している、さらに人体の感覚は刺激のべき乗に比例する（スティーブンのべき乗の法則）ってことも対数尺で表す際に好都合
- 音の高低と周波数@P108：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、人体の聴感周波数ごとに感度が異なっており 4,000Hz 程度が最も感度が高い（等ラウドネス曲線）
- 音色とは@P108：一般的な音は様々な周波数の音が混合している、純粋な 1 つの波形のみで構成される音を純音と呼ぶ



◇ 騒音：@P111～114

- ・ 騒音レベル@P111：人体の聴感には周波数ごとに異なるので留意、人体の聴感に合わせた補正を加えた回路（A 特性）で行われた実測結果を騒音レベルと呼ぶ、また騒音は時間的に変動するものもあり、騒音源の時間的特性も加味した評価も必要（等価騒音レベル L_{Aeq} など）
- ・ 騒音の許容値@P111～114：外部騒音に係わる環境基準（教科書：表 7.3）や、室内音環境の基準（教科書：図 7.5、NC 曲線）などがある

◇ 壁体への音の入射：@P115・116

- ・ 音のエネルギー経路@P115：壁体を介する音の透過においては、入射音の一部は「反射」、残りが壁体に侵入、侵入した音の一部は壁体内で「吸収」され消滅、残りが反対側へ「透過」、遮音とは音を透過させないこと（反射＋透過）、吸音とは音を反射させないこと（吸収＋透過）

◇ 遮音（防音と遮音）：@P116～118

- ・ 透過損失（TL）@116：壁体等の遮音性能を表す指標、入射音のレベル－透過音のレベル、一般に重い材料ほど透過損失が大きい（質量則）がコインシデンス効果等には留意

◇ 吸音：@P119～122

- ・ 吸音率@P119：入射音のエネルギーと反射されなかったエネルギー（吸収＋透過）の比率、値が大きいほど吸音効果が高い、吸音率に壁の面積をかけたものを吸音力と呼ぶ
- ・ 残響時間@P122：室内で音源停止後に音の響きが残る現象、音源停止後に 60dB 下がるまでの時間（秒）で示される、吸音力が大きい空間や室容積が小さい空間では残響時間は短くなる

8 環境工学融合問題

