

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	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18
環境工学	用語と単位	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	室内気候	7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	換気	11	1	1	1	1	1	1	2	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	1	2	1	1	1
	照明	8	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
	音響	14	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	色彩	8	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	防寒・防暑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	防火・防災	8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
環境総合	4	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	
建築設備	設備用語	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	空調・冷暖房・換気設備	25	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1
	給排水設備	18	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	電気設備	11	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	照明設備	9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	防災設備	7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	輸送設備	5	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	地球環境・エコ設備	8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
	耐震	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	設備総合	4	0	0	0	1	0	1	0	1	0	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

0.2 日程

- 第一回：室内気候、換気・通風、伝熱と結露
- 第二回：日照・日射、採光・照明、色彩
- 第三回：音響・振動、暖房設備・空調設備
- 第四回：給排水・衛生設備、電気設備・自動制御
- 第五回：消火設備・防災設備・防犯設備、省エネルギー・省資源・長寿命化の技術と評価システム

0.3 講義資料の構成

各単元における当該範囲の過去問（平成 10～27 年までの 18 年分）リストを別途配布いたしますのでご活用下さい



第1部 建築環境

1 室内気候

1.1 温熱要素

(A) 快適条件（温熱条件）

➤ **温熱要素：**

表 1-1 温熱指標とその対象とする要素

	温度	湿度	気流	放射	代謝量	着衣量
不快指数	○	○	×	×	×	×
作用温度	○	×	○	○	×	×
平均放射温度	○	×	○	○	×	×
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	○	○	○	○	○	○

(B) 不快指数

- 不快指数：快適環境評価の中でも最も単純な指標、対象は温度（気温）と湿度のみ、75 以上で「やや暑さを感じる」85 以上で「不快」、生活環境（国など）により快適範囲は若干異なる

(C) 作用温度

➤ **作用温度：**

➤ **平均放射温度：**

(D) 有効温度

- 有効温度（ET）：ヤグローの有効温度、温度・湿度・気流の3要素が対象、湿度100%・気流0の場合を基準にそれに相当する気温（ET 温度）を求める、ET17~20℃の範囲が快適（さらに湿度40~60%を最快適）

(E) 修正有効温度

- 修正有効温度（CET）：有効温度は、放射（周壁面温度）の影響を考慮していなかったため同温度を考慮するためにグローブ温度計を用いて温度（気温）を計測



(F) 新有効温度

- 新有効温度 (ET*) : 温熱 4 要素 + 着衣量・作業量、有効温度は湿度 100% を基準としているが ET* は湿度 50% の環境を基準としている、後述の PMV よりも幅広い温熱条件での適用が可能

(G) 標準新有効温度

- 標準新有効温度 (SET*) :

※「標準」系各種温度の相違点

- 改訂の遍歴 : 最初に示されたのが有効温度 (温度・湿度・気流の 3 要素のみが対象で実験環境も湿度 100% なんて環境だった) ⇒ 修正有効温度 (おいおい…放射の影響もちゃんと考えようよ…ってことで要素が 1 つ追加された) ⇒ 新有効温度 (温熱要素がようやく 6 つそろってなおかつ実験環境の湿度 50% の一般的な環境に近づいた) ⇒ 標準新有効温度 (異なる作業量 (代謝量)・着衣量での快適性の評価が可能になった)

(H) PMV

- PMV :

(I) 熱的快適性と局所的不快感

- 不快感 : 不快は「不安定」により生じる、一般の室内気候における不安定 : 「放射の不均一 (周壁面・天井の温度差)」「気流の乱れ」「温度差 (上下や床面)」
- 周辺からの放射 :
- 気流の乱れ :
- 室内の上下の温度 :
- 床面温度 :
- 温度変動 : 室内温度の変動の中は 1.1℃ 以内、また 1 時間あたりの変動率は 2.2℃ を超えないこと



(J) 人体からの発熱

- 顕熱：物質の変化を伴わない熱の移動が顕熱（水を温めてお湯になる）、人体における顕熱は体温上昇等の発熱で、人体からの発熱量、行動の重度とともに上昇する
- 潜熱：

(K) 作業量

- 代謝量：

(L) 着衣量

- 着衣量：

(M) 測定器具

- アスマン通風乾湿度計：感熱部に気流を与えて温度を計測
- カタ計：温度の低下の度合いから微風速を求める風速計、現在はほとんど用いられていない
- グローブ温度計：

1.2 湿り空気と湿り空気線図

1.2.1 湿り空気の性質

(A) 湿り空気

- 湿り空気：水蒸気を混合している空気のこと（⇔水蒸気を混合していない空気は乾き空気）

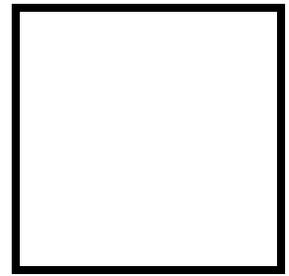
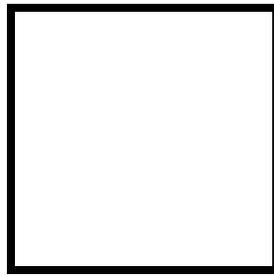
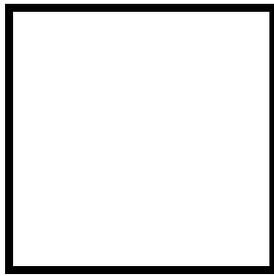
(B) 絶対湿度

- 飽和絶対湿度：

(C) 相対湿度

- 相対湿度：





A

B

C

気 温	高い	中	低い
絶 対 湿 度			
飽和水蒸気圧			
湿 度			

- 飽和水蒸気量：空気は貯めこむことの出来る水蒸気量が決まっている、温度の高い空気はたくさん、温度の低い空気は少ししか水蒸気を貯めこむことができない
- 相対湿度と気温変動：温度の高い空気は水蒸気をたくさん貯めこむことができる（結構余裕がある）ので、相対湿度は低くなる

(D) 乾球温度・湿球温度

- 乾球温度：通常の温度計にて計測した温度（気温）
- 湿球温度：検温部を湿らせた温度計で計測した温度、まわりの空気が乾燥している場合には湿気の蒸発（気化）が激しくなり、通常の温度計よりも温度が低下する（湿気が高い場合には気化が生じないので気温低下は生じない）
- 湿度と乾球温度・湿球温度：まわりの空気の湿度により、乾球温度と湿球温度には差が生じる、湿度が低い環境ではその差は大きく、湿度の高い空間では差は小さい、その関係より湿度を予想することが可能

(E) 露点温度

- **露点温度**：

(F) 比エンタルピー

- エンタルピー：空気はエネルギー（熱量）を持っているのです！その熱量は気温の熱と水蒸気の持っているエネルギーに大別される

(G) 顕熱および潜熱

- 顕熱：物体の状態変化をともしない温度の変化に要するエネルギー（例：水の温度を 15℃から 30℃に変化させるために必要な熱量）
- **潜熱**：



1.2.2 湿り空気線図

(A) 湿り空気線図の原理

- 湿り空気線図：湿り空気の熱的状態を示したもの、空気の状態変化の確認や空調の負荷計算で用いる
- 空気線図の読み方：乾球温度・湿球温度・絶対湿度・相対湿度・エンタルピーが示されており、1つの点をプロットするとその5条件の値を読み取ることが可能、

(B) 空気の状態変化

- 状態変化の確認方法：空気線図上に比較する2条件をプロットし、両条件間の前述5条件の変化を確認
- 加熱・加湿：加熱は水蒸気量が増えない温度変化なので相対湿度は低下、加湿は水噴霧方式では気温の上昇は無く湿度のみ上昇、蒸気噴霧方式は高温蒸気を用いるので気温・湿度ともに上昇
- 冷却・除湿：冷却時には空気中の水分を除去するものと、水蒸気を除去しないもの（気温低下とともに湿度は上昇する）がある

1.2.3 湿り空気と結露

- 詳しくは「3 伝熱と結露」にて！

1.3 空気汚染、・室内環境に関連した物質

(A) 居住者の呼吸による室内空気の汚染

- 人体から発生する汚染物質：呼吸による二酸化炭素、発汗による水蒸気、臭気など

(B) 各種汚染物質の許容値

表 1-2 汚染物質の許容値（環境基準）

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

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

2.1 自然換気と機械換気

- 換気：建物内の汚染空気（粉じん・有毒ガス・細菌・熱・水蒸気・臭気）と屋外の新鮮空気を入れ替えて、室内の空気の快適性を保つこと、自然の力を用いる「自然換気」と機械の補助を受ける「機械換気」がある

2.2 自然換気

(A) 自然換気の概要

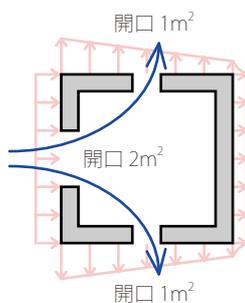
- 機械に頼らない換気、代表的なものは室内外の温度差による空気密度の違いを用いた温度差換気（重力換気）、風の力による風力換気の2種類、室の換気を自然換気のみによって行う場合は開口部の面積を床面積の1/20以上とする必要がある
- **換気量の算定：**
- **開口面積の算定：**

(B) 透気と漏気と高気密

- 透気と漏気：透気：隙間からの空気の流入、漏気：空気の漏れのこと、両者ともすきま風と呼ばれ空調の負荷となる、高気密化で負荷を低減させる

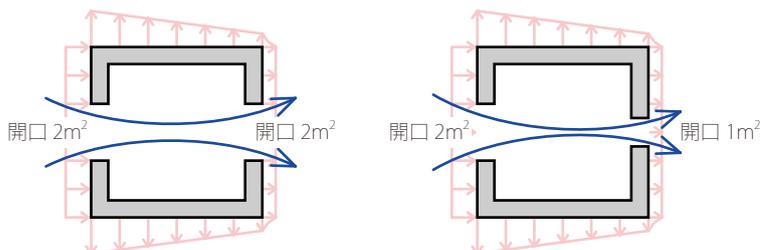
(C) 並列開口による開口部面積の合計

- **並列開口の面積算定：**



(D) 直列開口による開口部面積の合計

- **直列開口の面積算定：**



(E) 温度差による換気

- 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）、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

- 温度差換気による換気量：

- 煙突効果：

- 中性帯：

(F) 圧力差による換気

- 圧力差による換気量算定：

(G) 風圧力による換気

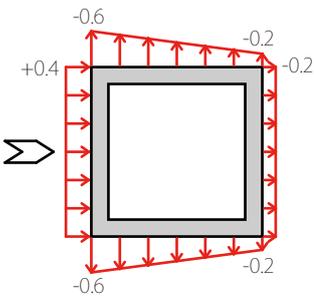
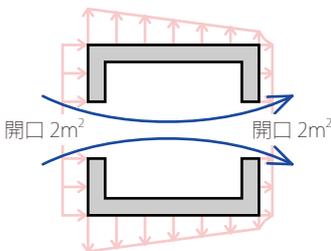
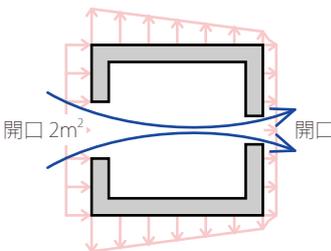
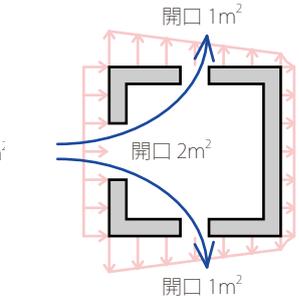
- 風力による換気量：



(H) 風圧係数

- 風圧係数：

- 風力換気による換気量算定：

	A	B	C
			
開口面積			
風圧係数			
通風量			

2.3 換気量と換気回数の計算

(A) 呼気によるCO₂の増加と必要換気量

- 必要換気量：

- 二酸化炭素の必要換気量：

(B) 換気回数とすきま風

- 必要換気回数：

(C) 燃焼に必要な空気量と排ガス量

- 開放型燃焼器具：ガスコンロ・反射型石油ストーブなど、給排気を設けて換気することが不可欠、理論排ガス量の40倍以上の給気が必要
- 半密閉型燃焼器具：
- 密閉型燃焼器具：

2.4 機械換気

(A) 機械換気の種類

- 機械換気：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

	第1種換気法	第2種換気法	第3種換気法
排気			
給気			
室内圧			
隙間風			
用途等			

(B) 全般換気と局所換気

- 全般換気：
- 局所換気：汚染物質の発生箇所を集中的に換気し、汚染物質の排出を主眼とする



(C) 必要換気量

- 温湿度の許限度を基準とするもの：
$$Q = \frac{H}{0.28(t_1 - t_o)}$$

(D) ディスプレイスメント・ベンチレーション（置換換気）

- 置換換気：

(E) 高気密・高断熱建築の普及

- 高気密化・好断熱化の弊害：すきま風等による換気量が低下により、建築材料からの揮発性の高い化学物質の室内滞留量が増加する傾向にある
- 天井裏からの流入：
- 換気設備の設置義務：

表 2-1 ホルムアルデヒド発散建材の等級

建築材料の区分	表示記号	発散速度	内装仕上げの使用制限
建築基準法規制対象外	F☆☆☆☆	0.005mg/(m ² h)以下	使用制限なし
第3種発散建材	F☆☆☆	0.005~0.02mg/(m ² h)以下	使用面積が規制
第2種発散建材	F☆☆	0.02~0.12mg/(m ² h)以下	使用面積が規制
第1種発散建材	表示なし	0.12mg/(m ² h)を超える	使用禁止

(F) 空気浄化

- エアフィルタ：粉塵除去用のエアフィルタの粒子捕集率の測定法には、計数法・比色法・質量法の表示方法がある

(G) 排煙設備

- 排気設備：火災時の煙が避難経路に侵入することを防ぐために外部へ煙を逃がすための設備、消防法にて各用途・床面積ごとに設置義務が課されている

(H) 換気設備の留意点

- 空気齢：

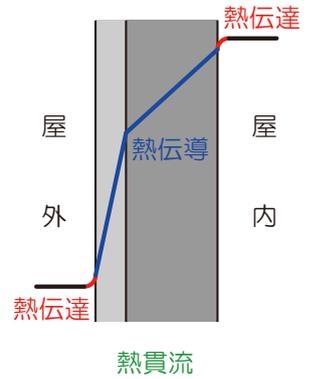


3 伝熱と結露

3.1 伝熱と結露

(A) 熱の伝わり方

- 壁体間の熱の移動（熱貫流）：



(B) 熱伝達

- 熱伝達：壁体表面空気と壁体間の熱の移動（表面空気⇄壁体）

- 熱伝達率と熱伝達抵抗：

- 伝達熱量：

(C) 熱伝導と熱伝導率

- 熱伝導：均質な部材内の熱の移動

- 熱伝導率と熱伝導比抵抗：

- 伝導熱量：

- 各種材料の熱伝導率：

- かさ比重と熱伝導率：

- 発泡剤の熱伝導率：

- 断熱材内部の含水率の影響：

- 中空層の伝熱：



(D) 熱貫流

- 熱貫流：壁体を介した総合的な熱の伝わりやすさ
- 熱貫流率と熱貫流抵抗：熱貫流率の逆数が熱貫流抵抗
- **熱貫流抵抗**：

- **熱貫流率の計算**：

(E) 熱貫流量

- **熱貫流量**：

(F) 平均熱貫流率

- 平均熱貫流率：部分的に熱貫流率が異なる場合には、それぞれの部分ごとの熱貫流率に面積をかけて合算

(G) 定常状態と不定常状態

- 定常状態と不定常状態：定常状態は外気温・室温が一定で日射の影響を無視した場合、不定常状態はそれらの変化を忠実に再現した場合、一般的には定常状態における検討のみでOK

(H) 壁体内部の温度分布の計算

- 温度分布の計算：熱貫流計算により、各部の温度分布を詳細に把握することができるが…、建築士試験ではそこまで細かい計算は出題されたこ：ありません

(I) 熱貫流抵抗と表面温度の関係

- **表面温度の推移**：

(J) 長波長放射率

- 長波長放射率：物体の表面から熱が放射される割合、値が高いほど放射の効率が高い。一般に、金属は長波長放射率が低く、熱の放出が少ないため、室内への熱の侵入を防ぐことができない。

(K) 熱容量

- **熱容量**：



- 熱容量と温度変化：

(L) 基礎断熱工法

- 基礎断熱工法：

(M) 建物の断熱

- 熱損失係数：

3.2 結露対策

(A) 透湿と湿気貫流

- 物体間の湿気の移動：水蒸気の一部は高湿度側で物質に吸着され低湿度側へ放出される、物質間の湿気の移動のし難さを湿気伝導抵抗と呼びアルミ箔などは値が高く防湿剤として用いられる（とにかく湿気を吸収しにくそうなものほど値が高い）

(B) 結露とその一般的な対策

- 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

(C) 表面結露とその防止方法

- 表面結露の防止方法：

(D) 内部結露とその防止方法

- 内部結露とその防止方法：

(E) 熱橋（ヒートブリッジ）

- 熱橋：

(F) 出隅・入隅部分

- 出隅・入隅部分の留意点：

