

平成 29 年度技術士第二次試験

**筆記試験問題・合格答案実例集**  
**[衛生工学部門]**

**APEC-semi & SUKIYAKI 塾**

# 問題文と正答

(必須科目)

11 衛生工学部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 地球温暖化対策の取組に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温室効果ガスの排出を抑制することで、地球温暖化の防止を図るための施策を緩和策という。
- ② 森林の吸収作用を保全することなどで、地球温暖化がもたらす現在及び将来の気候変動の影響に対処する施策を適応策という。
- ③ 二酸化炭素の削減や環境負荷の低減に貢献するために、省エネ・低炭素型の製品やサービス、行動を賢く選択することをクールチョイスという。
- ④ 運輸部門の二酸化炭素削減の取組の1つとして、自動車から鉄道、内航船舶へ輸送モードを転換するモーダルシフトがある。
- ⑤ 再生可能エネルギーは、発電において温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、重要な低炭素の国産エネルギー源である。

I-2 放射線に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ①  $\alpha$ 線（アルファ線）はヘリウムの原子核であり、薄いゴムでも十分遮断される。
- ②  $\beta$ 線（ベータ線）は電子線であり、数mmのアルミニウム板で十分遮へいされる。
- ③ セシウム137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) の半減期は約30年である。
- ④ ベクレル (Bq) は放射能の強さを表す単位で、単位時間（1秒間）内に原子核が崩壊する数を表す。
- ⑤ シーベルト (Sv) は吸収線量のSI単位で、物質が電離放射線によってその質量1kg当たり1Jのエネルギーが与えられたときの吸収線量である。

I-3 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) に係る環境基準 (環境省告示) は、年平均値が15 μg/m<sup>3</sup>以下であり、かつ、日平均値が35 μg/m<sup>3</sup>以下である。
- ② 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) には、物の燃焼などによって直接排出されるもの (一次生成) と、環境大気中での化学反応により生成されたもの (二次生成) とがある。
- ③ 我が国の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の平成22年度から平成26年度の全測定局の年平均濃度は横ばいで推移している。
- ④ 我が国では、微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の注意喚起のための暫定的な指針となる値として、日平均値85 μg/m<sup>3</sup>と定められている。
- ⑤ 高性能な防じん (小さな粒子の吸入防止用) マスクは、微粒子の捕集効率の高いフィルターを使っており、適切に使用すれば、微粒子の吸入を減らす効果がある。

I-4 次のうち、2013年におけるエネルギー起源二酸化炭素の排出量が日本より少ない国はどれか。

- ① 中国
- ② アメリカ
- ③ インド
- ④ ドイツ
- ⑤ ロシア

I-5 次の水質検査項目のうち、水道水の水質基準項目でないものはどれか。

- ① 残留塩素
- ② 大腸菌
- ③ 亜硝酸態窒素
- ④ トリクロロ酢酸
- ⑤ 陰イオン界面活性剤

I-6 給水装置の衛生対策に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水管の口径及び受水槽などの容量は、当該施設に対して必要以上に過大にしない。
- ② 給水管は、給水装置以外の水管などの設備に直接連結させること (クロスコネクション) をしてはならない。
- ③ 水槽・プールなど、水を受ける設備への給水は、落とし込みとする。
- ④ 給水管内に停滞水が生じる場合は、配管末端部に適切な排水設備を設ける。
- ⑤ メッキを施している給水栓は、厚生労働大臣が定める浸出性能試験を行い、省令で定められた「ニッケル及びその化合物」の基準に適合しなければならない。

I-7 工場排水試験方法 (JIS K0102:2016) が2016年3月22日に改正された。これにより改正された事項に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① COD<sub>cr</sub>測定法に、ISO 15705:2002 (水質-化学的酸素要求量指数の測定 (ST-COD) -小型密閉管法) を基礎として従来の滴定法に比べて使用する試料量を1/10に軽減でき、有害物質である硫酸水銀及びニクロム酸カリウム溶液の使用量もそれぞれ1/10, 1/20に減量することができる蓋付き試験管を用いた吸光光度法を追加した。
- ② 溶存酸素の測定法に、メンテナンスが容易で腐食に強い利点がある光学式センサを用いた測定法を追加した。
- ③ 溶存酸素の測定法に、従来用いられていた水中の飽和溶存酸素量の表から、国土の平均高度における平均気圧に基づいて算出した飽和溶存酸素量の表に変更した。
- ④ 全水銀の測定における還元気化原子吸光法に、低濃度水銀測定用として試料量が従来法の1/30に低減できる高感度の水銀専用原子吸光装置を用いた方法を追加した。
- ⑤ 全水銀の測定に、感度が高く溶媒抽出操作を必要としないことから、有害物質使用量の低減につながる、加熱気化-金アマルガム捕集原子吸光法を追加した。

I-8 公共の排水処理施設等の整備・運営手法として導入されているPFI事業及びその主な事業方式に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① PFIとは、国や地方公共団体が自ら実施してきた公共事業を民間のノウハウ、資金をできる限り活用して、建設、維持管理、運営を行う手法のことである。
- ② ROとは、民間事業者が対象施設を改修した後に、その施設の維持管理及び運営を行う方式である。
- ③ BOOとは、民間事業者が対象施設を建設し、維持管理及び運営し、事業終了時に対象施設を解体・撤去する方式である。(公共側への所有権移転は無い)
- ④ BOTとは、民間事業者が対象施設を建設し、維持管理及び運営し、事業終了後に公共側に所有権を移転する方式である。
- ⑤ BTOとは、民間事業者が対象施設を建設し、施設完成直後に公共側に所有権を移転し、公共側が維持管理及び運営を行う方式である。

I-9 A清掃工場の年間稼働焼却状況が次の条件のとおりであった。次のうち、A清掃工場における年間の実発電効率に最も近い値はどれか。

[条件]

年間ごみ焼却量：120,000トン

年間発電量：53,800 MWh

年間平均ごみ低位発熱量：9,000 kJ/kg

- ① 10.0%    ② 15.0%    ③ 17.9%    ④ 19.9%    ⑤ 22.4%

I-10 平成23年に発生した東日本大震災に関する次の記述の、に入る組合せとして、最も適切なものはどれか。

被災した13道県239市町村において災害廃棄物（津波堆積物を除く）が約 A トン、6県36市町村において津波堆積物が約 B トン発生した。

- |   | <u>A</u> | <u>B</u> |
|---|----------|----------|
| ① | 5,000万   | 3,100万   |
| ② | 5,000万   | 2,100万   |
| ③ | 5,000万   | 1,100万   |
| ④ | 2,000万   | 3,100万   |
| ⑤ | 2,000万   | 1,100万   |

I-11 廃棄物の処理及び清掃に関する法律に関する次の（ア）～（ウ）の記述の、  
に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- （ア） a とは、産業廃棄物以外の廃棄物をいう。
- （イ）「産業廃棄物」とは、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃え殻、汚泥、廃油、  
 廃酸、廃アルカリ、 b その他政令で定める廃棄物をいう。
- （ウ） c とは、産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生  
 活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるも  
 のをいう。

	a	b	c
①	「一般廃棄物」	廃プラスチック類	「特別管理産業廃棄物」
②	「一般廃棄物」	廃プラスチック類	「毒性産業廃棄物」
③	「普通廃棄物」	廃水	「毒性産業廃棄物」
④	「普通廃棄物」	廃プラスチック類	「特別管理産業廃棄物」
⑤	「一般廃棄物」	廃水	「毒性産業廃棄物」

I-12 水銀に関する水俣条約の的確かつ円滑な実施を確保するため、大気汚染防止法の一  
 部を改正する法律（平成27年6月19日法律第41号）等が制定、公布された。この法律  
 に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 排出基準は、ばい煙排出規制における排出基準のように環境基準等の環境上の目標の  
 維持達成を目指す観点から設定されたものである。
- ② 現在稼働している一般廃棄物焼却炉と新設焼却炉では異なった排出基準が適用される。
- ③ 水銀には、ガス状水銀と粒子状水銀の2形態がある。全水銀の測定対象はガス状水銀  
 と粒子状水銀をそれぞれ測定し、その濃度の合計により排出基準の適合を判断する。
- ④ 測定結果の年平均が $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 以上である施設のうち、各測定結果において、水銀  
 濃度に対する粒子状水銀濃度が5%未満であり、かつ、粒子状水銀濃度が  
 $2.5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 未満という測定結果が、連続して3年間継続した場合には粒子状水銀濃  
 度測定を省略できる。
- ⑤ 大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成27年6月19日法律第41号）及びその関  
 係法令は、平成30年4月1日から施行される。ただし、水俣条約が日本国について効  
 力を生ずる日が平成30年4月1日後になる場合には、当該条約が日本国について効力  
 を生ずる日から施行される。

I-13 一段圧縮冷凍サイクルにおける計算式のうち、最も不適切なものはどれか。

図-1 モリエル（又はモリエ）線図上の各点A, B, C, Dにおいて、冷媒のもっている比エンタルピー [kJ/kg] をそれぞれ $h_A, h_B, h_C, h_D$ とする。また、 $t_k, t_0$ はそれぞれ凝縮温度 [°C] 並びに蒸発温度 [°C] である。

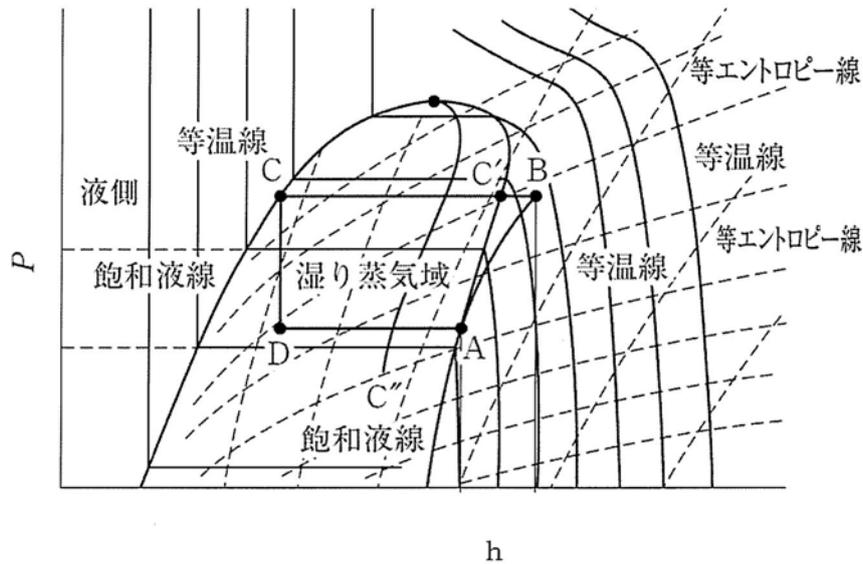


図-1 モリエル（又はモリエ）線図上に描いた冷凍サイクル

- ① 蒸発器で冷媒 1 kgがくみ上げた熱量 $q_0$  [kJ/kg] は、次の通りである。  

$$q_0 = h_A - h_D$$
- ② 凝縮器での放熱量 $q_{k0}$  [kJ/kg] は、次の通りである。  

$$q_{k0} = h_B - h_C$$
- ③ 冷凍機としての理論成績係数 $\varepsilon_0$ は、次の通りである。  

$$\varepsilon_0 = (h_B - h_C) / (h_B - h_A)$$
- ④ 冷凍機の理論成績係数を $\varepsilon_0$ とすると、ヒートポンプとしての理論成績係数 $\varepsilon_{h0}$ は、次の通りである。  

$$\varepsilon_{h0} = \varepsilon_0 + 1$$
- ⑤ サイクル効率 $\varepsilon_c$ は、次の通りである。  

$$\varepsilon_c = (273.15 + t_0) / (t_k - t_0)$$

I-14 事務室の換気設計に関連する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

〈条件〉

- ・対象とする事務室Aの気積は $V_0$  [ $\text{m}^3$ ] とし、ある汚染物質Bが発生している。
- ・汚染物質Bの発生量は $M$  [ $\text{ml/h}$ ] とし、発生前の事務室Aにおける汚染物質Bの濃度は $0$  [ $\text{ml/m}^3$ ] とする。
- ・事務室Aの換気量は $Q_0$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] とし、外気に汚染物質Bは含まれていない。
- ・事務室A内の室内気流は完全混合状態にある。
- ・汚染物質Bは事務室Aにおいて瞬時一様に拡散するものとし、壁面への沈着及び重力による落下の影響は無視する。

- ① 事務室Aにおける定常に至った後の汚染物質Bの濃度 $C_1$  [ $\text{ml/m}^3$ ] は $M/Q_0$ である。
- ② 事務室Aの気積が $V_1$  [ $\text{m}^3$ ] となった場合 ( $V_1 > V_0$ )、定常に至った後の汚染物質Bの濃度 $C_2$  [ $\text{ml/m}^3$ ] は $C_1$  [ $\text{ml/m}^3$ ] よりも低くなる。
- ③ 事務室Aの換気量が $Q_1$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] となった場合 ( $Q_1 > Q_0$ )、汚染物質Bの濃度が定常に至るまでの時間は換気量が $Q_0$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] であった場合よりも短くなる。
- ④ 事務室Aの換気回数は $Q_0/V_0$ である。また、その逆数である $V_0/Q_0$ の値を名目換気時間と呼ぶことがある。
- ⑤ 事務室Aにおける汚染物質Bのある時刻における濃度を $C$ とした場合、事務室Aにおける汚染物質Bの質量収支は  $(M - Q_0C) dt = V_0 dC$  で表される。

I-15 流体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ベルヌーイの式は、流線上にエネルギー保存の法則を適用したものであり、以下のような式で表わすことができる。  
圧力ヘッド+速度ヘッド+位置ヘッド=全ヘッド=一定
- ② レイノルズ数は分子に粘性力、分母に慣性力をもつ比として表せる。流動様式の相違はレイノルズ数の大小で決定される。
- ③ フルード数は慣性力と重力の比を表わす。自由表面のある流れでは重要な無次元パラメータとなる。
- ④ 一般に円形ダクトの直管部分に空気が流れるときの圧力損失は、ダルシー・ワイズバッハの式で示される。層流の範囲では、管摩擦損失は、レイノルズ数の関数である。
- ⑤ 一般に円形ダクトの直管部分に空気が流れるときの圧力損失は、ダルシー・ワイズバッハの式で示される。完全な乱流域では、管摩擦損失は、レイノルズ数とは関係なく管壁の表面粗さの関数である。

I-16 燃料の高位発熱量と低位発熱量に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高位発熱量は、燃料を完全燃焼させたときに生成する水蒸気の凝縮潜熱を含めた発熱量である。
- ② 吸収式冷凍機のJIS規格に規定されている成績係数は、低位発熱量を用いて算出される。
- ③ 都市ガスを燃料とするときには、低位発熱量基準の方が高位発熱量基準より約1割程度熱効率が大きく表示される。
- ④ 高位発熱量は真発熱量を意味し、低位発熱量は正味発熱量を意味している。
- ⑤ 低位発熱量基準で示されるボイラ効率は100%を超えることがある。

I-17 流体に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ゲージ圧力とは、大気圧を基準とした圧力表示である。
- ② レイノルズ数は、層流域より乱流域の方が大きい。
- ③ 水の密度は、1気圧のとき0℃で最大になる。
- ④ 水の粘度は、温度が高くなると小さくなる。
- ⑤ 液体の表面張力は、温度上昇とともに減少し、臨界温度で0となる。

I-18 給排水衛生設備に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高層建築における給水圧力は、高さ100 mごとにゾーニングして調整する。
- ② 給水ポンプの回転数制御を行う場合、吐出量はポンプの回転数に比例する。
- ③ 排水トラップの封水の深さは50 mm以上100 mm以下である。
- ④ 排水管は、立て管及び横管のいずれも排水の流下方向に管径を縮小してはならない。
- ⑤ 大便器洗浄弁には、バキュームブレーカーを設ける。

I-19 配管材料の腐食に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 給水管用樹脂ライニング鋼管の継手接続部で発生する異種金属接触腐食
- ② ステンレス鋼管の現場溶接部での不完全な不動態化に伴う孔食
- ③ 給湯用銅管での過大流速による潰食（かいしょく）
- ④ 埋設配管の外表面ライニング鋼管の養生不良や躯体との電氣的接触による全面腐食
- ⑤ 厨房（ちゅうぼう）系排水鋼管のグリス付着面の孔食

I-20 吸音に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ヘルムホルツ型共鳴器は、共鳴周波数でピークを示す鋭い山型の吸音特性になる。
- ② ポリエチレンなどの薄膜で多孔質材料の表面を被覆すると、かなり高音域まで吸音率は低下する。
- ③ 背後に空気層を持った板状材料の吸音は、主として板振動によるものである。
- ④ 吊り下げ吸音体は、設置の間隔や配列などが吸音効果に影響を及ぼす。
- ⑤ グラスウールボードで（厚さ）×（密度）が一定となる条件下では、一般に周波数が1,500 Hz程度以下では（厚さ）が大きいほど吸音率も大きくなる。

平成29年度技術士第二次試験筆記試験 択一式問題の正答

11. 衛生工学部門

問題番号	正答番号
I-1	2
I-2	5
I-3	4
I-4	4
I-5	1
I-6	5
I-7	3
I-8	5
I-9	3
I-10	5

問題番号	正答番号
I-11	1
I-12	1
I-13	3
I-14	2
I-15	2
I-16	4
I-17	3
I-18	1
I-19	4
I-20	2

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～11-1 大気管理～

11-1 大気管理【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 大気環境中のPM<sub>2.5</sub>濃度の測定方法について、標準法による測定方法について説明するとともに、満たすべき基本的条件を3つ以上挙げよ。また、PM<sub>2.5</sub>濃度の自動測定機について粒子状物質の質量濃度の測定原理を2つ以上挙げ、そのうち1つを取り上げて自動測定機の測定原理と測定方法を説明するとともに、標準法と等価であると言う評価はどのようにしてなされるのか簡潔に述べよ。

Ⅱ-1-2 大気管理上、煙突からの排ガスの拡散を予測するために必要な気象要素を列挙し、各気象要素について排ガス拡散との関係を述べよ。

Ⅱ-1-3 ガスタービンの排ガス対策について、大気汚染物質の発生メカニズムを考慮して、燃料、燃焼方法、排ガス処理の観点から述べよ。

Ⅱ-1-4 2016年9月に大気汚染防止法施行令が公布され、水俣条約の対象である5つの水銀排出施設以外に、2つの要排出抑制施設が指定された。2つの施設名と、要排出抑制施設とされた理由について、我が国における水銀の排出状況を踏まえて述べよ。また、要排出抑制施設ごとにどのような過程で水銀が発生するかを説明するとともに、要排出抑制施設の設置者が行うべきと考えられる対策内容について述べよ。



平成28年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-3

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

ガスタービンで使用される燃料はガスであり、石炭や重油といった燃料と比べてクリーンな燃料と言える。石炭や重油はボイラーのバーナーでの燃焼により大気汚染物質としてダスト、硫黄酸化物、窒素酸化物等が発生する。ダストは集じん機により排ガス中から除去される。硫黄酸化物は脱硫装置により回収され、セメントなどに再利用される。窒素酸化物は脱硝装置によりアンモニアと反応され、窒素と水に分解、無害化される。

ガスタービンではガスが燃焼され、タービンを回し電気へと変換される。ガス燃焼によるダストの発生はわずかである。従って集じん機が不要、または簡易な集じん機で十分である。ガスは燃料中に硫黄分を含まないため、燃焼によって硫黄酸化物の発生が無い。そのため脱硫装置は不要である。ガスの燃料中には窒素分も少ない。窒素酸化物( $NO_x$ )は燃料由来の窒素から発生するフューエル $NO_x$ と高温燃焼により発生するサーマル $NO_x$ がある。フューエル $NO_x$ はほぼ無いがサーマル $NO_x$ は発生する。そのため窒素酸化物を無害化する脱硝装置は必要となる。ただ、ガスは燃焼によるダストや硫黄酸化物の発生が無い又は少ない為、脱硝触媒の劣化は石炭や重油燃料の発電設備に比べて緩やかである。

ガスはメタンハイドレート等からの供給も期待でき、水銀も含まないため、将来に渡り重要な燃料である。

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 面的な造成工事を伴う建設工事において，造成工事中において影響を及ぼす恐れのある地域に居住する人への大気汚染の影響を予測・評価するに当たり，次の問いに答えよ。

- （１）対象となる大気汚染物質の項目，発生源となる機材等からの排出量の算定方法，影響の予測方法，大気汚染の影響の評価方法について述べよ。
- （２）裸地からの粉じん等の影響のような定量化できにくい大気汚染項目について，影響の予測や評価の方法について述べよ。
- （３）（２）で述べた事項について，工事実施中の環境保全対策や，事後監視の考え方について述べよ。

Ⅱ－２－２ 大都市近くの人工島に大規模なレジャー施設の計画が決まったばかりとする。事業者は「低炭素社会の実現」をスローガンに計画を進めることにした。あなたが事業者の大気環境部門の責任者として，施設の計画を進めるとき，下記について記述せよ。

- （１）施設のエネルギー源，熱源の導入に関して，調査すべき内容
- （２）業務を進めるに当たって，事業者内外の組織との連携
- （３）低炭素社会の実現に向けての工夫

平成28年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

(1) 施設のエネルギー源、熱源の導入に関して、調査すべき内容は、まずどの程度の電力需要が発生するか、である。電力消費量は変動するため、どの時間帯がピークタイムなのかも重要である。必要となる電力が太陽光発電で賄えるのかを調べる必要がある。太陽光発電で賄えない場合はガス発電機等に頼らざるを得ない。外部の電力会社に頼る場合は、電力自由化による選択肢の中から低炭素による発電に積極的な電力会社をパートナーに選ぶ。

(2) 業務を進めるにあたって、事業者内外の組織との連携としては人工島のインフラ面が挙げられる。都市部と人工島施設をつなぐルートにはモノレールなどの電化移動手段の提供が望ましい。人工島施設内の移動は電気自動車の活用が有効と考えられる。電気自動車は自動運転を取入れ、必要であれば自動運転についての特区申請のような官庁の認可を得ることを検討する。これらのインフラ面では専門メーカーとの連携が必要となるが、メーカーとユーザーという関係だけでなく、「スポンサー」、「次世代技術開発の場の提供」という相互連携関係とする。レジャー施設は未来的低炭素への試みをPRすめ集客の看板を得られ、メーカーは未来的低炭素製品の提供の商業効果を得られる。結果、win-winの関係を得られる。

(3) 低炭素社会の実現に向けての工夫としては、一般的には既に認知されている太陽光発電だけでなく、壁



11-1 大気管理【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 環境省によると、平成27年度の微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の環境基準達成率は、一般環境大気測定局で70%、自動車排出ガス測定局で50%をともに超え、前年度と比べて大幅に改善された。このような状況を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 我が国で環境基準が定められている主な大気汚染物質について、大気汚染の現況と課題を述べよ。
- (2) PM<sub>2.5</sub>のように近隣諸国からの越境汚染の影響が大きい大気汚染物質について、改善を図るための方策を提案せよ。
- (3) あなたが提案する方策の有効性を示すとともに、そこに潜むリスクについても述べよ。

Ⅲ-2 粒径が50 nm（ナノメートル）又は100 nm以下の大気環境中の超微小粒子（ナノ粒子）について、次の問いに答えよ。

- (1) 大気環境中のナノ粒子の現状について述べるとともに、環境中のどのような場所において濃度が高いかについて理由も含めて述べよ。また、ナノ粒子が人の健康にどのような影響を及ぼすのかについて、ナノ粒子の特性を踏まえて考察せよ。
- (2) 大気環境中のナノ粒子の主たる発生源（人為的な発生源）について述べるとともに、その発生の要因について検討し、削減対策を2つ以上挙げるとともに、その問題点について述べよ。
- (3) 大気環境中のナノ粒子の濃度低減のための排出規制について、必要性の有無や対策も含めて検討・助言する立場から、上記（1）及び（2）で挙げた事項も考慮して、リスクマネジメント（リスクアセスメントとリスク対策）の視点に基づいて考察せよ。また、リスクアセスメントでの検討を踏まえ、環境濃度の測定、人への健康影響の把握等における現状の課題とその解決方策についても考察せよ。

# 問 題 文

(選択科目)

～11-2 水質管理～

11-2 水質管理【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

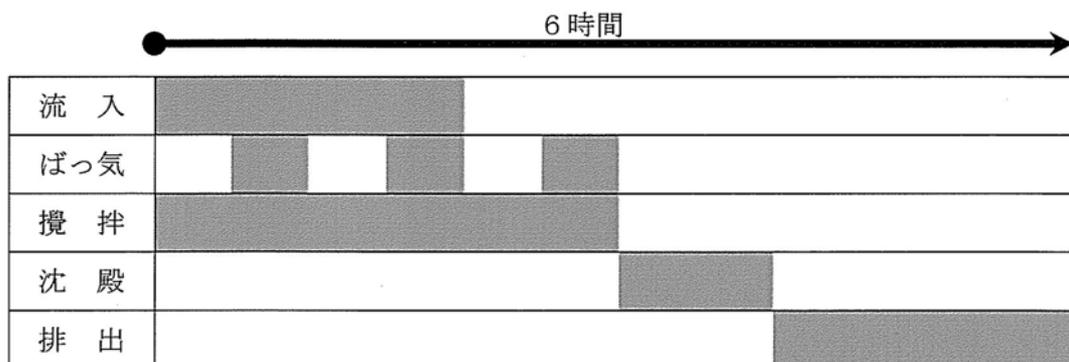
Ⅱ-1-1 水道水質検査方法の妥当性評価に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 真度の定義を説明したうえで、真度に関する妥当性評価の方法を述べよ。
- (2) 精度の定義とともに、併行精度と室内精度の違いを説明したうえで、精度に関する妥当性評価の方法を述べよ。
- (3) 定量下限の定義を説明したうえで、定量下限に関する妥当性評価の方法を述べよ。

Ⅱ-1-2 平成27年3月に厚生労働省により設定された「浄水処理対応困難物質」に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 「浄水処理対応困難物質」が設定されるに至った背景について説明せよ。
- (2) 「浄水処理対応困難物質」の対象物質の要件について説明せよ。
- (3) 設定されている「浄水処理対応困難物質」は、どのような浄水処理によって、どのような物質を生成するものであるかを3つに分けて説明せよ。

Ⅱ-1-3 計画どおりの流入負荷で所期の性能が発揮されている窒素除去性能を有する回分式活性汚泥方式の生活排水処理施設の回分槽で、1槽、1サイクル当たりの運転を下図のスケジュールで行っている場合、流入の開始から攪拌の終了時までの $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、ORP、DOの変化及びその測定値が変化する理由を述べよ。



(1サイクル：6時間)

Ⅱ－１－４ 窒素除去性能を有する連続流入間欠ばっ気（活性汚泥方式）のばっ気槽の保守点検に関する留意事項を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ WHO（世界保健機関）の飲料水水質ガイドラインにおいては，水安全計画（Water Safety Plan）の策定と運用が提唱されている。ある水道事業者から受託した水道管理業務において，初めて水安全計画を策定することになった。この計画策定のリーダーとして業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- （１）水安全計画の目的と期待される効果
- （２）水安全計画の策定方法と内容

Ⅱ－２－２ 国土交通省では，今後の河川水質管理の指標等について検討を進め，現在では「新しい水質指標（河川）」による調査が行われるようになった。

このような新しい水質指標が必要とされてきた背景（これまでの河川水質管理の課題）について考えられる事項を述べよ。

また，この調査は「① 人と河川の豊かなふれあいの確保のための水質管理 ② 豊かな生態系の確保のための水質管理 ③ 利用しやすい水質の確保のための水質管理 ④ 下流域や滞留水域に影響の少ない水質の確保のための水質管理」といった４つ視点による調査が行われている。これらうち①，②，③の視点について，それぞれの視点における評価の目的及び評価項目と評価レベルの概要を述べよ。

11-2 水質管理【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 生活の質に関する消費者ニーズを背景に、水道事業においても、水質基準に適合する水道水を供給するだけでなく、より高品質でおいしい水を需要者に提供する必要性が増大している。そのため、河川表流水を原水として急速ろ過方式を採用している浄水施設においては、より高度な浄水処理工程の増設が行われる場合がある。この状況を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 水道水の異臭味又はカルキ臭に関わる物質を3つ挙げ、それらの物質が原水中に含まれる原因について述べよ。
- (2) 上述の3つの物質をすべて低減させるための浄水処理フローについて、2種類以上の工程での組合せで提案し、それらの設計を行う上での水質面からみた留意点について述べよ。
- (3) 上述の浄水処理フローの維持に関する水質管理上の課題とその対策について述べよ。

Ⅲ-2 現在、少子高齢化・人口減少や大規模災害の発生が予測される中、生活排水処理についても、これらの要素などを見据えた処理計画の策定、実施が求められている。

このような中、平成26年10月より10回にわたり、汚水処理を取り巻く昨今の環境変化を踏まえた今後の浄化槽の在り方に関する懇談会が開催された。その提案「浄化槽が輝く未来へ（果たし得る役割を実現するために必要な取り組み）」の「各役割を実現するために求められる具体的な取り組み」として（1）持続可能で信頼される汚水処理サービスの提供主体になるための取り組み、（2）災害時にも被害が最小化され、迅速に復旧できる汚水処理システムであるための取り組み、及び地域に根ざしたソーシャルサービスとして、地域の課題に地域の手で応え、地域循環ビジネスとして地域経済を支えるための取り組み、（3）浄化槽普及戦略の検討、（4）浄化槽システムの信頼性の向上に関する具体的な提案等が示されている。

この提案を踏まえ、技術士として考えられる浄化槽整備における上記（1）、（2）、（3）及び（4）に関する今後の取り組みを述べよ。

# 問 題 文

(選択科目)

～11-3 廃棄物管理～

11-3 廃棄物管理【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 廃棄物処理施設におけるリン回収技術について，原理，概要と導入に際しての留意点について述べよ。

Ⅱ-1-2 廃棄物処理法に基づく「廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針」が平成28年1月に変更された。この中で新たに設けられた目標あるいは新たに追加された取組目標を2つ挙げ，それぞれの趣旨と内容について述べよ。

Ⅱ-1-3 廃棄物分野における更なる温暖化対策推進を目的として，環境省にて「高効率ごみ発電施設整備マニュアル」などが示されている。この中でエネルギー回収向上のために白煙防止装置の運用停止があるが，白煙防止装置の方式と運用停止に当たっての留意点について述べよ。

Ⅱ-1-4 平成28年1月に発覚した食品廃棄物の不適正な転売事案の概要と課題及び環境省が打ち出した対策について述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 廃棄物系バイオマスの利活用は，循環型社会の形成だけでなく，温室効果ガスの排出抑制による地球温暖化の防止にも資するものであり，国は廃棄物処理施設の整備に際し地域特性を踏まえて推進するものとして，ごみ飼料化施設，ごみ堆肥化施設，バイオディーゼル燃料化施設及びメタンを高効率に回収する施設等を挙げている。あなたの専門とする分野において，あなたが廃棄物管理の担当者としていずれかの資源化施設の導入を検討するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定する資源化施設の内容とその理由
- (2) 事前に調査，収集すべき事項
- (3) 検討の手順及び内容
- (4) 検討に際し留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 廃棄物処理施設は，施設全体として耐用年数が短いと見なされている。経済的観点から延命化対策を実施することが求められている。施設整備担当者として施設の長寿命化計画を進めるに当たって下記の内容について記述せよ。

- (1) 計画策定に当たって留意すべき事項
- (2) 施設保全計画策定の手順
- (3) 延命化計画策定の手順

11-3 廃棄物管理【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 廃棄物処理施設整備に当たり、施設立地に関する住民合意形成は特に重要であり、そのための信頼確保の方策や資源、エネルギーの利活用による地域社会への貢献といった方策が求められている。このような状況を考慮して以下の問いに答えよ。

- (1) 廃棄物処理施設整備に際して、資源、エネルギー利活用による地域社会への貢献方策を提案する上で検討しなければならない項目について、あなたの専門とする処理施設の現状を踏まえ、多様な視点から述べよ。
- (2) 上述の検討すべき項目について、あなたが最も大きな技術的課題と考えるものを1つ挙げ、それを解決するための方策を示せ。
- (3) あなたが示した提案がもたらす効果を具体的に示すとともに、そこに潜むリスク（負の効果）について論述せよ。

Ⅲ-2 廃棄物処理施設では、労働災害の発生が他産業に比べて突出して高い状況にある。労働災害が起こる大きな原因の1つに「ヒューマンエラー」があり、また、可燃性物質や有害性のある化学物質に起因する廃棄物処理施設特有の労働災害もある。このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 廃棄物処理施設での労働災害の発生状況について概説し、さらに災害を防止するために検討しなければならない事項について、ハード面、ソフト面から簡潔に述べよ。
- (2) 上述した検討すべき事項について、あなたが最も大きな技術的課題と考えるものを1つ挙げ、それを解決するための技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに、実行する際のリスクや課題について論述せよ。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～11-4 空気調和～

11-4 空気調和【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題(Ⅱ-1, Ⅱ-2)について解答せよ。(問題ごとに答案用紙を替えること。)

Ⅱ-1 次の4設問(Ⅱ-1-1~Ⅱ-1-4)のうち2設問を選び解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。)

Ⅱ-1-1 温水を熱源とする冷凍機の1つに吸着式冷凍機がある。吸着式冷凍機は近年、各社において実用化されている。この吸着式冷凍機について、概要及び冷凍の原理を説明せよ。また、この機器のメリット・デメリットを述べよ。

Ⅱ-1-2 近年、多くの建物用途において空気熱源ビル用マルチエアコンが多用されている。その設計や性能評価について以下の質問に答えよ。

(1) 機器能力の算出において、時刻別熱負荷の算出結果に対して補正すべき事項を箇条書きで8つ挙げよ。

(2) 空気熱源ビル用マルチエアコンの屋外機選定・配置に関する設計上の主な留意点について箇条書きで8つ挙げ、簡潔に説明せよ。

(3) ビル用マルチエアコンの運転状態における処理熱量計測方法を2つ挙げ、その概要、評価に必要なデータ、長所・短所について簡潔に説明せよ。

Ⅱ-1-3 空調システムを構成する加湿装置において、その原理の違いにより3つの方式に大別される。この3つの方式を挙げ、それぞれの特徴を簡潔に説明せよ。また、3つの方式について、代表的な加湿器を各々2つ挙げ、その特徴を簡潔に述べよ。

Ⅱ-1-4 空調機による室内温度制御としてPID制御がよく使用されている。

PID制御により冷水二方弁を操作させる場合について以下の質問に答えよ。

(1) 冷水二方弁の選定の時に使用されるCvの定義について述べよ。

(2) PID調節器の偏差 $e$ と出力である操作量 $m$ の関係式を記せ。また、比例動作、微分動作、積分動作について説明せよ。

ただし、 $m$  : 操作量       $m_0$  : 操作量 $m$ の基準値       $e$  : 偏差       $K_p$  : 比例ゲイン  
 $T_i$  : 積分時間       $T_d$  : 微分時間      とする。

## 【Ⅱ－1－2】

## &lt;問題&gt;

近年、多くの建物用途において空気熱源ビル用マルチエアコンが多用されている。その設計や性能評価について以下の質問に答えよ。

(1) 機器能力の算出において、時刻別熱負荷の算出結果に対して補正すべき事項を箇条書きで8つ挙げよ。

- 1.経年劣化による能力補正
- 2.安全率および余裕率による補正
- 3.配管長による能力低下に係る補正
- 4.室内外機高低差による能力低下に係る補正
- 5.SHFによる潜熱処理能力を減じた室外機必要容量の割増補正
- 6.室内機同時使用率による室外機必要容量の低減補正
- 7.
- 8.

(2) 空気熱源ビル用マルチエアコンの屋外機選定・配置に関する設計上の主な留意点について8つ挙げ、簡潔に説明せよ。

- 1.騒音：内蔵圧縮機やファンの稼働に伴い発生する騒音による周囲への影響
- 3.振動：内蔵圧縮機の稼働に伴い発生する振動による周囲への影響
- 3.高調波対策：インバーター機による周囲建物への電氣的影響
- 4.外気温度：屋外機吸込温度の上昇に伴う能力低下や高圧カット
- 5.デフロスト：暖房運転時の霜取り運転による室内機からの冷風送風
- 6.雪害：降雪に伴う室外機からの排気障害
- 7.ショートサーキット：室外機からの排気を吸込み冷暖房能力が減少する
- 8.塩害対策：臨海部の海風による室外機腐食に留意する

(3) ビル用マルチエアコンの運転状態における処理熱量計測方法を2つ挙げ、その概要、評価に必要なデータ、長所・短所について簡潔に説明せよ。

## 1.エンタルピー法

長所：機器内制御データに基づく計測であり、値の精度が高い

短所：メーカー技術に依存し、簡便に計測できない。

## 2.吹き出し空気の熱量計測

長所：室内機吹出と吸込み空気温度差と風量の計測に基づき簡便に計測できる

短所：測定風量値のバラツキが生じやすく不正確で計測処理熱量の精度が低い

【Ⅱ－1－3】

<問題>

空調システムを構成する加湿装置において、その原理の違いにより3つの方式に大別される。この3つの方式を挙げ、それぞれの特徴を簡潔に説明せよ。また、3つの方式について、代表的な加湿器を各々2つ挙げ、その特徴を簡潔に述べよ。

1.蒸気式

空調機内で蒸気を供給して、送風空気の湿度を高める方式である。加湿効率が高く概ね100%である。

代表的な加湿器

蒸気スプレー型加湿器：微細蒸気を空気中に吹出して加湿する。

パン型加湿器：パン内の水を電熱器で加温して蒸発させて、送風空気に蒸気を供給する。

2.水噴霧式

空調機内で微細水を供給して、送風空気の湿度を高める方式である。加湿効率は低く概ね40%である。加湿に伴い送風空気の潜熱が奪われ給気温度が下がる。

給水内の不純物が、水分とともに送風空気に含まれてしまう。

代表的な加湿器

水スプレー加湿器：加湿器の微細ノズルから水をスプレーして、送風空気の湿分を供給する。

滴下加湿器：供給空気に水を垂らして送風空気に湿分を供給する。

3.気化式

水分を含んだエレメントに送風空気を接触させて、加湿する。効率は40～80%で幅がある。加湿に伴い送風空気の潜熱が奪われ給気温度が下がる。給水中の不純物は、エレメントに残り、送風空気には入らない。

滴下気化加湿器：水を流した加湿エレメントに送風空気を接触させて、湿分を供給する。

透水膜加湿器：水を含ませた加湿エレメントに送風空気を接触させて、湿分を供給する。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 近年の都市開発は施設用途が複合化されるに伴い，都市機能の集約化を図るため一棟のタワーで構成されることが多い。ここに延床面積220,000 m<sup>2</sup>，地上50階，地下4階，建物高さ230 mの複合施設（主な用途の内訳は下表に示す。）における，中央供給式の熱源設備の基本計画を行うことになった。この計画立案に対し，下記の問いに答えよ。ただし，オフィスは本社機能を有し，住宅については個別熱源も含むものとする。また，熱源設備及び空調設備の運転管理は同一事業者で行うものとする。

表：主な用途の規模

階数	用途	専有面積 (m <sup>2</sup> )	階高 (m)	備考
43～50階	ホテル（宴会場含む）	25,000	3.6	客室数160室
37～42階	住宅（賃貸，分譲）	20,000	3.6	住戸数170戸
36階	機械室他	—	—	
6～35階	オフィス	100,000	4.3	貸事務所，本社機能含む
4～5階	貸会議室，ホール	6,000	5.0	ホールは500人収容
1～4階	店舗（物販，飲食）	5,000	5.0	
地下1階	店舗（飲食），駐車場	7,000	5.0	
地下4～地下2階	駐車場，機械室	25,000	7.0	

- (1) この基本計画を行うに当たって考慮すべき事項とその対応策をそれぞれ3つ述べよ。
- (2) この基本計画を進める手順を述べよ。
- (3) (1)の事項を反映した熱源システム1例を示し，考慮した点を説明せよ。

Ⅱ－２－２ 医薬品固形製剤工場の建設に当たり、空気調和設備の設計を担当することになった。その中で、空調ゾーニングにおいて、内部発熱の異なる３室の製造室を同一系統の空調機で空調する。室内条件は３室とも同一であり、次の通りである。

- ・室内面積：40 m<sup>2</sup>，天井高さ 3 m
- ・室内温湿度：24℃± 2℃，50%±10%
- ・清浄度：JIS B 9920による清浄度クラス 7（Fed.Std.209Eクラス10000）
- ・製造時間：24時間対応（非製造時あり）

医薬品製造施設特有の留意事項に配慮し、次の問いに答えよ。

- (1) 製造室の清浄度を維持し、医薬品の汚染を防止するための室圧制御において、影響を与える要因を 6 項目挙げよ。
- (2) 3室の製造室系統の空調ダクトフローシートを簡潔に図示せよ。図には、コイル、加湿器、フィルター、温湿度センサー、室圧制御関連装置など必要なものを記せ。ただし、3室とも交叉汚染に配慮し開口部を設けることはできない。
- (3) 本計画特有の空調設備に関わる省エネルギー対策を 3 項目挙げ、簡潔に説明せよ。
- (4) 空気調和設備の予測的バリデーションにおける適格性評価（クオリフィケーション）を 4 項目挙げ、それぞれの実施事項を簡潔に述べよ。

【Ⅱ－2－1】

<問題>

近年の都市開発は施設用途が複合化されるに伴い、都市機能の集約化を図るため一棟のタワーで構成されることが多い。ここに延床面積220,000m<sup>2</sup>、地上50階、地下4階、建物高さ230mの複合施設（主な用途の内訳は下表に示す。）における、中央供給式の熱源設備の基本計画を行うことになった。この計画立案に対し、下記の問いに答えよ。ただし、オフィスは本社機能を有し、住宅については個別熱源も含むものとする。また、熱源設備及び空調設備の運転管理は同一業者で行うものとする。

<表：主な用途の規模>

43～50階	ホテル（宴会場含む）	25,000m <sup>2</sup>	階高3.6m	客室数160戸
37～42階	住宅（賃貸、分譲）	20,000m <sup>2</sup>	階高3.6m	住戸数170戸
36階	機械室他			
6～35階	オフィス	100,000m <sup>2</sup>	階高4.3m	貸事務所、本社機能含む
4～5階	貸会議室、ホール	6,000m <sup>2</sup>	階高5.0m	ホールは500人収容
1～4階	店舗（物販、飲食）	5,000m <sup>2</sup>	階高5.0m	
地下1階	店舗（飲食）、駐車場	7,000m <sup>2</sup>	階高 5.0m	
地下4～地下2階	駐車場、機械室	25,000m <sup>2</sup>	階高 7.0m	

（1）この基本計画を行うに当たって考慮すべき事項とその対応策をそれぞれ3つ述べよ

- 1.複合用途建物の空調熱源計画：ホテル、オフィス、各用途別にゾーニングを適切に行い、各々の空調に応じた熱源機器や空調機器を計画する。また、用途間での空調時間の違い等も考慮して熱源機の統合も計画する。
- 2.超高層建物の空調熱源計画：高さ方向の区分分けを行い、熱源設備を分散設置を計画する。垂直方向シャフト内の配管やダクト、その他の設備の配置計画や建物平面・断面計画と調整について考慮する。空調ダクト等による階高への影響を抑えることも考慮する。
- 3.省エネ設備計画：大規模建物であり空調用にエネルギーを大量に消費することを踏まえ、高効率機器の採用や搬送動力低減策を計画する。
- 4.オフィスの事業継続性計画：本社機能を有するオフィスについて、災害時においても空調を可能とするべく、災害レベルとその時に要する空調を計画して空調設備に関するBCPを策定する。

（2）この基本計画を進める手順を述べよ。

1. 与件の整理：建物の全体の使用方法や各用途の建物使用時間、空調条件、特殊空調が必要な室とその内容、空調設備グレード、法的条件、インフラ等の調査、計画条件を整理する。

2. 概略計画：計画条件に基づき、空調熱源設備の大枠のモデルを複数計画して比較検討ののち、基本的な空調システムを決定する。

3. 空調設備以外の建物計画との調整：建物構造・意匠計画、電気設備計画等とのシャフト、空調設備用電源設備容量の調整、非常用発電機からの電源供給ルート、制御方法を調整・計画する。

(3) (1) の事項を反映した熱源システム1例を示し、考慮した点を説明せよ。

熱源機器構成は、電気式モジュールチラーおよび吸収式冷温水発生器の複合熱源システムとする。

搬送システムは、インバーターによる可変流量・送水圧可変制御による二次ポンプ方式とする。

配管システムは、年間を通じて冷暖房を随時切り替えたり、再熱処理も可能とする4管式とする。

本熱源システムの計画に際し、以下3点について考慮した。

#### 1.熱源エネルギー源の多様化

災害に伴うインフラ途絶時においても、オフィス部や電気室等の重要機器用空調用冷温水を供給するため、電気式だけでなく、化石燃料により稼働できる機器を組み合わせた熱源システムとする。

#### 2.熱源機の冗長化

モジュールチラーの採用により、機器故障時や保守・点検・修理時においても、二次側に冷温水の供給を継続できる熱源システムとする。

#### 3.省エネルギー化

モジュールチラーの台数制御や圧縮機のインバーター制御による部分負荷時の効率が高い熱源システムとする。

また、必要流量・送水圧に適したポンプ制御によりポンプ動力も低減できる搬送システムとする。

11-4 空気調和【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 民生部門（業務・家庭部門）のエネルギー消費は、年々増加傾向にあり、最近では日本の全消費エネルギー量の35%程度を占めている。そのため、政府では、建物のZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）化を推進するために、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEB化することを目標としている。この目標を達成するために、ZEBロードマップ検討委員会が2015年に設置された。このような背景において以下の質問に答えよ。

- (1) ZEBロードマップ検討委員会では、ZEBを普及させるためにZEBを3段階に分けて定義した。その定量的な定義についてそれぞれ概要を述べよ。
- (2) ZEBを計画・設計するときの手順や考え方について述べよ。
- (3) ZEBを実現し、普及させるための課題とその解決策について述べよ。
- (4) ZEBを運用していく上で考慮すべきことを述べよ。

Ⅲ-2 近年、建築物の環境性能の表示制度が普及しつつある。これに関連し、次の質問に答えよ。

- (1) BELS（建築物省エネルギー性能表示制度）について、その指針値であるBEIの定義を含めて解説せよ。
- (2) BELSのような社会制度を円滑に普及させる上で留意すべきと考えられる事項について述べよ。
- (3) BELS等の制度普及とは別に、実際に建物が稼働した後のエネルギー性能については十分な評価方法が確立していない。例えば事務所ビルについて、その運用後のエネルギー消費量の評価方法における現状の課題とその対応策について述べよ。
- (4) 近年、不動産投資家の間で、環境（Environment）、社会（Social）、ガバナンス（Governance）の頭文字を取ったESG投資が注目されつつある。ESG投資が普及しつつある理由と、建築物の性能表示制度がESG投資普及に果たす役割について述べよ。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～11-5 建築環境～

11-5 建築環境【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 給水設備に用いられる配管を鋼管・金属管・合成樹脂ライニング管で2種類，合成樹脂管で2種類ずつ挙げ，それらの接続方法，使用温度，耐食性などそれぞれの配管種類の特徴と留意点について述べよ。

Ⅱ-1-2 オフィスビルの汚水排水槽を計画・設計する際の構造及び維持管理上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 集合住宅の給湯設備において省エネルギー化を図るための方法を3つ挙げ，それらの概要と計画・設計上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 屋内での照明設備に関して，基本用語として，照度，色温度，グレア，順応の4種類について用語の意味を説明し，次に，照明設計に必要な要件を5項目挙げ，各々の要件について解説せよ。なお，計算式が設けられている要件では計算式を示し解説せよ。

題名		建築環境(選択科目Ⅱ-1)復元論文 口答試験資料	2017/7/17	1/1
キ ー ポ イ ン ト	Key word	答案用紙1枚以内にまとめよ。		
<p>Ⅱ-1-1 給水設備に用いられる配管を鋼管・金属管・合成樹脂ライニング管で2種類、合成樹脂管で2種類ずつ挙げ、それらの接続方法、使用温度、耐食性などそれぞれの配管種類の特徴と留意点について述べよ。</p> <p>(記述内容)</p> <p>(1) SUS鋼管と塩化ビニルライニング鋼管について述べる。</p> <p>(1)-1) SUS鋼管</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接続方法はフランジ接合、溶接接合、ねじ込み接合がある。</li> <li>・使用温度は高温での使用可能である。</li> <li>・耐食性は良好であるが、接続先が鋼管の場合、鋼管側の腐食防止用絶縁継手が必要。</li> <li>・留意点は断熱材等の使用環境により外面応力腐食割れが生じることがある。</li> </ul> <p>(1)-2) 塩化ビニルライニング鋼管</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接続方法はねじフランジ接合、溶接フランジ接合、ねじ込み接合がある。</li> <li>・使用温度は80℃まで使用可能である。</li> <li>・耐食性は良好であるが、接続部が鋼管のため、腐食防止用絶縁継手が必要。</li> <li>・留意点は屋内仕様で内面塩化ビニルライニング鋼管、埋設仕様で内外面塩化ビニルライニング鋼管の使用区分がある。</li> </ul> <p>(2) ポリエチレン樹脂管とポリプロピレン樹脂管について述べる。</p> <p>(2)-1) ポリエチレン樹脂管</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接続方法は融着接合、専用金具接合がある。</li> <li>・使用温度は60℃まで使用可能であるが、架橋ポリエチレン樹脂管で80℃まで使用可能。</li> <li>・耐食性は良好である。</li> <li>・留意点は界面活性剤、粘着ビニルテープに弱い。また、さや管ヘッダー工法で使用され、スラブ上ころがし配管での床仕上げ釘うちによる破損に注意する。</li> </ul> <p>(2)-2) ポリプロピレン樹脂管</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接続方法は融着接合、専用金具接合がある。</li> <li>・使用温度は60℃まで使用可能である。</li> <li>・耐食性は良好である。</li> <li>・留意点はベンゼン、トルエン、エチレン、粘着ビニルテープに弱い。また、さや管ヘッダー工法で使用され、スラブ上ころがし配管での床仕上げ釘うちによる破損に注意する。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>				
備考				

<p>題名</p>	<p>建築環境(選択科目Ⅱ-1)復元論文 口答試験資料</p>	<p>2017/7/17</p>	<p>1/1</p>
<p>キー ポイント</p>	<p>Key word 答案用紙1枚以内にまとめよ。</p>		
<p>Ⅱ-1-2 オフィスビルの汚水排水槽を計画・設計する際の構造及び維持管理上の留意点を述べよ。</p> <p>(1)構造上の留意点 排水構造図を図-1に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排水槽底部勾配は1/15以上1/10以下とする。</li> <li>・排水槽通気は外部まで単独通気とし、管径は50以上とする。</li> <li>・排水槽内面は防水仕上げとする。</li> <li>・マンホールは600φ以上とし、2箇所設置とする。</li> <li>・排水槽容量は1日排水流入量の1週間分貯留可能とする。</li> <li>・排水槽底部に階段を設置し、清掃の安全性を確保する。</li> <li>・排水槽ポンプピットはポンプ周囲200mm以上確保する。</li> </ul> <p>(2)維持管理上の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポンプは非常時を考慮し、2台設置とする。またカッター付汚物ポンプとする。</li> <li>・排水槽清掃時、専門資格を有する管理者の指示に従い作業を行なう。</li> <li>・排水槽清掃時、酸素濃度8%以上、硫化水素20PPM以下とする。</li> <li>・排水槽内汚水の長時間滞留による腐敗防止措置として、ばっきポンプによるエアレーションを計画する。</li> <li>・排水槽清掃は、年1回以上とする。</li> <li>・建築基準法による定期検査が行なわれる。</li> </ul> <p style="text-align: right;">以上</p>			
<p>備考</p>			

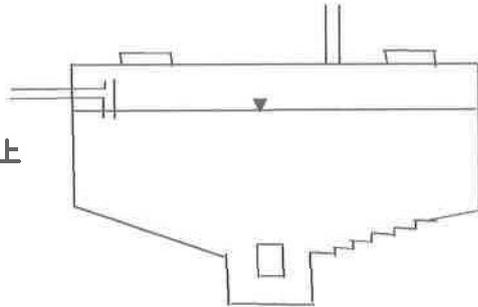


図-1 排水槽構造図

Ⅱ-2 次の2設問(Ⅱ-2-1, Ⅱ-2-2)のうち1設問を選び解答せよ。(解答設問番号を明記し, 答案用紙2枚以内にまとめよ。)

Ⅱ-2-1 大都市に計画される事務所と商業からなる複合施設における給排水衛生設備の基本計画策定業務を行うことになった。発注者からは, ①環境性, ②長寿命化・フレキシビリティ, ③BCP対応が要望されている。以下の問いに対して①～③の要望を踏まえて回答せよ。なお, 計画地域は地域冷暖房供給エリアであるため, 空調設備の冷却塔の補給水は給水計画において見込む必要はない。

#### 概要

延床面積 : 60,000 m<sup>2</sup>  
基準階床面積 : 2,700 m<sup>2</sup>  
階数 : 地下2階, 地上20階  
構造 : SRC造, RC造, S造  
各階の構成 : 20階 レストラン, バー (600 m<sup>2</sup>)  
19階～4階 事務所  
3階～2階 商業(物販)施設  
1階ロビー  
地下1階 飲食店舗 (800 m<sup>2</sup>)  
地下2階 駐車場, 設備諸室  
大規模災害時の 上下水道は3日間程度外部供給が途絶  
想定と対応 災害当日の事務所内在籍率70%  
災害発生後2～3日は事務所内の人員は通常30%程度  
事務所階以外は全て閉鎖, 周辺地域の避難や帰宅困難者の受け入れは行わない。

- (1) 環境性を念頭に省資源, 省エネルギーについて配慮すべき事項を述べるとともに計画給水量を算定せよ。
- (2) 長寿命化フレキシビリティの観点より再利用設備を含む概略の機器仕様及び使用配管材料について述べるとともに概略水利用計画図(再利用の水バランスを示すもの)を示せ。
- (3) BCP対応として配慮すべき事項と具体的な方法を述べよ。

Ⅱ－２－２ 30階建ての既設の鉄骨造ホテルにおいて、改修時に、29階に新たにジャクジー風呂を併設したフィットネスクラブが設けられた。工事完了後に、フィットネスクラブの直下に位置する客室より、突発的に水の流れる音や泡が弾けるような音が聞こえるとの指摘があり、騒音対策が必要となった。客室上部にはジャクジー風呂が設置されており、ジャクジー風呂の排水管は客室上部天井内を横引き、廊下側に設けられたパイプシャフトにて立て管に接続されている。

これらの要件を基に、次の問いに答えよ。

- (1) 指摘内容を解決するまでの手順について、調査・測定を含めフロー図で示し、各手順の内容を具体的に説明せよ。
- (2) 指摘されている音について、想定される発生源を全て述べよ。
- (3) 各発生源の中から主要因の発生源を挙げ、その選定理由を説明せよ。
- (4) 主要因の発生源から伝搬している客室内の騒音を低減させるための、具体的な対策方法について述べよ。

題名		建築環境(選択科目Ⅱ-2)復元論文 口答試験資料	2017/7/17	1/2
キー ポ イ ン ト	Key word	答案用紙2枚以内にまとめよ。		
<p>Ⅱ-2-2 30階建ての既設の鉄骨造ホテルにおいて、改修時に、29階に新たにジャグジー風呂を併設したフィットネスクラブの直下に位置する客室より、突発的に水の流れる音や泡が弾けるような音が聞こえるとの指摘があり、騒音対策が必要となった。客室上部にはジャグジー風呂が設置されており、ジャグジー風呂の排水管は客室上部天井内を横引き、廊下側に設けられたパイプシャフトにて立て管に接続されている。</p> <p>これらの要件を基に、次の問いに答えよ。</p> <p>(1) 指摘内容を解決するまでの手順について、調査・測定を含めフロー図で示し、各手順の内容を具体的に説明せよ。</p> <p>(2) 指摘されている音について、想定される発生源を全て述べよ。</p> <p>(3) 各発生源の中から主要因の発生源を挙げ、その選定理由を説明せよ。</p> <p>(4) 主要因の発生源から伝搬している客室内の騒音を低減させるための、具体的な対策方法について述べよ。</p> <p>(記述内容)</p> <p>(1) 指摘内容を解決するまでの手順フローを図-1に示す。</p>				
 <pre> graph LR     A[① 対象騒音の把握] --&gt; B[② 騒音測定計画]     B --&gt; C[③ 騒音測定実施]     C --&gt; D[④ 測定結果検討]     D --&gt; E[⑤ 騒音対策]   </pre> <p>図-1 指摘内容を解決するまでの手順フロー</p>				
<p>(2)-1) 対象騒音の把握</p> <p>振動が躯体を伝搬し、振動騒音を発生する固体伝搬音経路の想定を行なう。</p> <p>騒音源が空気を伝搬し、騒音を発生する空気伝搬音経路の想定を行なう。</p> <p>(2)-2) 騒音測定計画</p> <p>騒音源室と受音室の騒音測定の実施。</p> <p>騒音源室ジャグジー循環機器の振動騒音測定の実施及びこの時の各室音圧レベル測定の実施。</p> <p>騒音源室での模擬音発生による振動騒音測定の実施及びこの時の各室音圧レベル測定の実施。</p> <p>(2)-3) 騒音測定実施</p> <p>騒音源室と受音室にマイクロフォンを数点設置し、周波数分析機能付騒音分析計で騒音測定する。</p> <p>騒音源室ジャグジー循環機器の基礎、防振架台に数点、振動計を設置し振動騒音を測定する。</p> <p>また、同時に騒音源室と受音室にマイクロフォンを数点設置し、周波数分析機能付騒音分析計で音圧レベル測定する。</p>				
備考				

題名		建築環境(選択科目Ⅱ-2)復元論文 口答試験資料	2017/7/17	2/2
キー ポ イ ン ト	Key word			
<p>騒音源室に周波数毎の模擬音を発生させ、騒音源室と受音室にマイクフォンを数点設置し、周波数分析機能付騒音分析計で音圧レベル測定する。</p> <p>(2)-4) 測定結果検討 低周波数領域での音圧レベルの大きさを検討する。 低周波数領域での振動数の大きさを検討する。</p> <p>(2)-5) 騒音対策 低周波数領域での音圧レベルが高い場合、空気伝搬音の抑制対策を実施する。 低周波数領域での振動数が高い場合、固体伝搬音の抑制対策を実施する。</p> <p>(3) 指摘されている音について、想定される発生源を述べる ①ジャグジーの流水打撃音 ②配管内の泡による騒音 ③ジャグジー循環ポンプのキャビテーション騒音 ④オーバーフロー排水騒音 ⑤客室上部排水横引管騒音などが想定される。</p> <p>(4) 各発生源の中から主要因の発生源を挙げ、その選定理由を述べる 主要因の発生源として客室上部排水横引管騒音を挙げる。 選定理由として、突発的に水の流れる音や泡が弾ける音が指摘されており、客室上部排水横引管よりの固体伝搬音と空気伝搬音によるものと推定される。</p> <p>(5) 主要因の発生源から伝搬している客室内の騒音を低減させるための、具体的な対策方法 ①排水管の床スラブ貫通部分の防音・防振措置として、排水管を制振材出巻き貫通部周囲すき間をロックウール等で充填する。 ②排水管材を厚みのある金属管にとりかえる。 ③循環機器の防音・防振措置の実施。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>				
備考				

11-5 建築環境【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 建築関連5団体は、今日の地球環境問題と建築との係わりの認識に基づき、「地球環境・建築憲章」を制定し、持続可能な循環型社会の実現にむかって、連携して取り組むことを宣言している。先ず、その骨子となる5つの方針とその概要を述べよ。次に、各自の専門領域において、その方針を実現するための技術を3つ提案し、それらの概要と実現に向けての方法と課題を具体的に述べよ。

Ⅲ-2 我が国の環境政策として第4次環境基本計画が設けられており、同計画において、政府が目指すべき持続可能な社会を実現するためには、今日の社会が地球規模での環境問題に関して様々な危機に直面しており、それらの危機から脱却するための1つとして「自然共生社会」を構築することが必要であるとされている。

この自然共生社会の形成に向けた取組の推進では、「健全な水循環の確保等の推進」が課題の1つとして挙げられており、この課題に示されている次の内容について述べよ。

- (1) 多様な水源の確保を進めるための具体的な方法
- (2) 官庁施設における、雨水利用・排水再利用システムの具体的な内容
- (3) 下水道整備により水環境改善するための方法

題名	建築環境(選択科目Ⅲ)口頭用修正論文 口答試験資料	2017/9/3	1/3
----	------------------------------	----------	-----

キ  
ー  
ポ  
イ  
ン  
ト

Key word 答案用紙3枚以内にまとめよ。

Ⅲ-2 我が国の環境政策として第4次環境基本計画が設けられており、同計画において、政府が目指すべき持続可能な社会を実現するためには、今日の社会が地球規模での環境問題に関して様々な危機に直面しており、それらの危機から脱却するための1つとして「自然共生社会」を構築することが必要であるとされている。

この自然共生社会の形成に向けた取組の推進では、「健全な水循環の確保等の推進」が課題の1つとして挙げられており、この課題に示されている次の内容について述べよ。

- (1) 多様な水源の確保を進めるための具体的な方法
- (2) 官庁施設における、雨水利用・排水再利用システムの具体的な内容
- (3) 下水道整備により水環境改善するための方法

(修正回答)

(1) 多様な水源の確保を進めるための具体的な方法

(1)-1) 地下水利用について以下にのべる。 図-1に採水システムフローを示す。

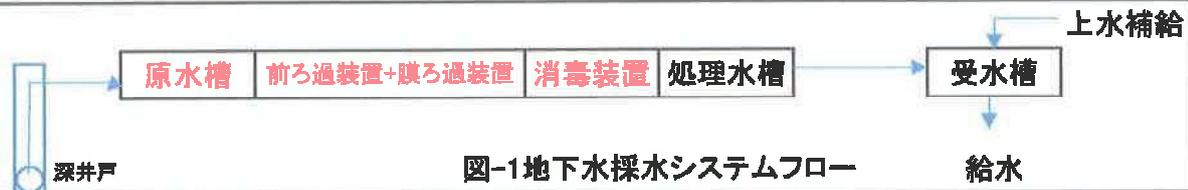


図-1 地下水採水システムフロー

(1)-2) 地下水利用用途

① 地下水(専用水道)と上水(水道事業)の混合給水について

地下水採水装置のメンテナンス時等に受水槽が枯渇しない様に上水補給を行なう。

ただし、配管内の上水は滞留したままであるため、滞留水と地下水が混入することは非衛生である。このため、上水補給水系統端末に水栓を設置しドレンさせる。

また、上水利用が過大となり、地域利用の障害となることを避けるため水道事業との情報共有が重要となる。

② ろ過膜洗浄用の上水利用について

定期的な、ろ過膜洗浄は重要である。洗浄水に水質品質のよい上水を利用することでコスト削減を図る。

(1)-3) 地下水保全について

地下水保全の課題として①地盤沈下 ②塩水化 ③汚染の問題がある。

これらの問題について、敷地所有者は地下水は私権の一部と考えており、共有の問題として対応することは困難である。対応策として、専用水道所有者の地下水消費量の把握と地下水利用安全性のための水質検査報告、維持管理状況を、不特定多数利用者のために情報公開することが重要であるとする。

備  
考

題名	建築環境(選択科目Ⅲ)復元解答論文 口答試験資料	2017/9/3	2/3
----	-----------------------------	----------	-----

キー ポイント	Key word	答案用紙3枚以内にまとめよ。

また、地下水の地域利用共通課題対策として地下水採水量及び水質の長期調査とデータ蓄積・分析評価が重要である。

(2)官庁施設における、雨水利用システムの具体的な内容について

(2)-1)雨水利用について以下にのべる。 図-2に雨水利用システムフローを示す。

	雨水原水清浄度	建設費	設置スペース	維持管理	造水コスト		評価
NO1	清浄	○	○	○	△		○
NO2	あまり汚れてない	△	△	○	△		△
NO3	汚れている	×	△	△	△		×

○優(100以下) △良(100) ×可(100以上)

NO1システム:スクリーン~沈砂槽~**雨水貯留槽**~消毒槽~処理水槽~供給

NO2システム:スクリーン~沈砂槽~沈殿槽~**雨水貯留槽**~消毒槽~処理水槽~供給

NO3システム:スクリーン~沈砂槽~沈殿槽~**雨水貯留槽**~ろ過装置~消毒槽~処理水槽~供給

図-2 雨水利用システムフローと評価

(2)-2)雨水利用システム評価について

非常時使用を考慮し、散水系統への給水利用としている。非常時雑排水だけでなく他用途給水への仕様拡大させるために、雨水原水が汚れていても飲用レベル使用を目的とするNO3システムを評価した。

(2)-3)雨水利用の留意点

雨水貯留容量は使用水量の10日から20日分もしくは、採水面積の1/10から1/20とする。

補給水は上水使用とし、雨水処理水配管と上水配管とのクロス接続に留意することが重要である。

(3)官庁施設における、排水再利用システムの具体的な内容について

(3)-1)排水再利用について以下にのべる。 図-3に排水再利用システムフローを示す。

	排水原水	建設費	設置スペース	維持管理	造水コスト		評価
NO1	洗面・便所	△	△	△	△		△
NO2	洗面・便所	△	△	△	△		△
NO3	洗面・便所	×	○	○	×		△

○優(100以下) △良(100) ×可(100以上)

NO1システム:スクリーン~調整槽~活性汚泥処理槽~沈殿槽~**ろ過槽**~消毒槽~処理水槽~供給

NO2システム:スクリーン~調整槽~**生物処理槽**~沈殿槽~**生物処理槽**~沈殿槽~**ろ過槽**~消毒槽~処理水槽~供給

NO3システム:スクリーン~調整槽~膜分離活性汚泥処理装置~消毒槽~処理水槽~供給

図-3 排水再利用システムフローと評価

備考

題名		建築環境(選択科目Ⅲ)復元解答論文 口答試験資料	2017/9/3	3/3
キ ー ポ イ ン ト	Key word	答案用紙3枚以内にまとめよ。		
<p>(3)-2)排水再利用システム評価について 排水再利用原水は、官庁施設による安定水量として洗面・便所排水を原水とし、排水再利用も便所排水のみを考慮し、NO1システムを評価した。</p> <p>(3)-3)排水再利用の留意点 補給水は上水使用とし、排水処理水配管と上水配管とのクロスコネクションに留意することが重要である。</p> <p>(4)下水道整備により水環境改善するための方法について 公共下水道普及率は80%、浄化槽10%、その他10%である。 都市化の気候変動による雨水溢水(いっすい)防止方法として、雨水透水舗装・雨水透水樹 雨水抑制槽等があるが、これらは一部地下水保全(涵養)に有用であり、公共下水道流入負荷抑制にも活用されている。 また、下水道整備にAI、ICTを活用することにより、雨水・地下水・下水排水動向を予測し、地下水地域保全のための課題解決策に有用なデータが短期に得られると考える。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> <p>追記) 地下水採水動向予測手法について 透過性の強い宇宙線(ミュオン)を用いた、ミュオグラフィ可視化技術により地中埋設部分の監視に活用する。</p>				
備考				