

平成 26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 次の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の化学成分のうち、最も含有率が少ないものはどれか。

- ① 硫酸塩 ② 塩化物 ③ 硝酸塩 ④ 有機炭素 ⑤ 元素状炭素

I-2 次のうち、大気汚染物質の処理技術、発生抑制技術と汚染物質の組合せとして最も不適切なものはどれか。

- ① 二段燃焼法 …… 窒素酸化物
② 石灰スラリー吸収法 …… 硫黄酸化物
③ アンモニア接触還元法 …… 一酸化炭素
④ 活性炭吸着 …… ダイオキシン類
⑤ バグフィルター …… ばいじん

I-3 次のうち、大気汚染防止法施行令において、揮発性有機化合物 (VOC) から除く物質とされているものはどれか。

- ① エタノール ② トルエン ③ ジクロロメタン
④ ベンゼン ⑤ クロロジフルオロメタン

I-4 2010年における日本のエネルギー起源二酸化炭素の排出量は、世界の排出量の3.8%である。日本は国別で何番目の排出国か。

- ① 3番目 ② 4番目 ③ 5番目 ④ 6番目 ⑤ 7番目

I-5 水の薬品処理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アルカリ廃液の中和処理には、一般に硫酸が用いられる。
- ② 凝集剤として硫酸アルミニウムを原水に添加すると水酸化物が生成し、アルカリ度が減少する。
- ③ 水の軟化処理ではpH10以上の環境で、炭酸カルシウムあるいは水酸化マグネシウムの形で析出させることができる。
- ④ ポリアクリルアミド系の合成高分子凝集剤については、浄水処理への使用が不許可となっている。
- ⑤ 富栄養化した水源の水の凝集処理を行うと、藻類が原因で凝集阻害が起きることがある。

I-6 次のうち、河川における人の健康の保護に関する環境基準の項目として設定されていないものはどれか。

- ① ふっ素 ② 砒素 ③ カドミウム ④ 全シアン ⑤ ホルムアルデヒド

I-7 水中の微生物などに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① クリプトスポリジウムは、腸管内に寄生する原生動物で環境中では増殖しない。
- ② 放線菌には糸状の形態をなし、水にカビ臭をつけるものもある。
- ③ 硝化細菌は、硝酸塩を用いてエネルギーを獲得する化学合成細菌の総称である。
- ④ 大腸菌は、温血動物の腸管内に常在し、糞便汚染のない所で検出されることはまれである。
- ⑤ ウイルスは、DNA若しくはRNAのどちらかを持ち、感染した細胞の中でないと増殖できない。

I-8 次のうち、浄水処理技術と関連の深い除去対象物質の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ① 生物処理 …… アンモニア態窒素
- ② 活性炭処理 …… 非イオン界面活性剤
- ③ 急速ろ過 …… 懸濁物質
- ④ 紫外線処理 …… クリプトスポリジウム
- ⑤ 限外ろ過 …… 2-メチルイソボルネオール

I-9 生ごみの低位発熱量を以下の条件より求めた結果として、最も適切なものはどれか。

【条件】

* ごみ質 : 可燃分55%, 水分40%, 灰分5%

* 可燃分の低位発熱量 : 20,000 kJ/kg

* 水の蒸発潜熱 : 2,500 kJ/kg

① 8,000 kJ/kg ② 9,000 kJ/kg ③ 10,000 kJ/kg

④ 11,000 kJ/kg ⑤ 12,000 kJ/kg

I-10 次のうち、廃棄物最終処分場等の浸出水処理施設の計画、設計に関する用語として、最も不適切なものはどれか。

① 降水量 ② 合理式 ③ 凝集沈殿法

④ 間隙水圧 ⑤ キレート吸着法

I-11 次のうち、有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関する条約の略称として、最も適切なものはどれか。

① ウィーン条約 ② バーゼル条約 ③ ロンドン条約

④ ラムサール条約 ⑤ ワシントン条約

I-12 次のうち、労働安全衛生法施行令において石綿（アスベスト）とされていないものはどれか。

① ゼオライト ② トレモライト ③ クリソタイル

④ アモサイト ⑤ クロシドライト

I-13 中央方式の空気調和設備におけるビル管理システム・自動制御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 インテリア系統とペリメータ系統に対し空調機を分けて設置する場合、冬期にインテリアが冷房状態であつペリメータが暖房状態のときに、ペリメータの設定温度をインテリアより低めに設定することにより、混合ロスを抑制することができる。
- ② VAV空調システムでは、温風吹出時において風量が低下した場合に上下温度差が大きくなりやすく、一般的にペリメータでは、天井付き温度センサーで適切に制御することは困難である。
- ③ BACnetとは、ASHRAE（米国暖房・冷凍空調学会）で標準化された通信プロトコルである。
- ④ 二次ポンプをインバータによる変流量制御とする場合は、一般に吐出圧力一定制御の方が、末端差圧一定制御より省エネルギー効果が高い。
- ⑤ 熱源の台数制御においては、負荷熱量に応じた運転台数とすることが基本であるが、制御の安定性などの点から、負荷流量や送水温度などの条件を組み合わせる判断するのが一般的である。

I-14 次のうち、温熱環境に関する略号とその日本語表記の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ① PMV …… 予測平均温冷感申告
- ② MRT …… 平均放射温度
- ③ PPD …… 予測不満足率
- ④ IAQ …… 室内温熱環境
- ⑤ SET* …… 標準有効温度

I-15 次のうち、建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令で定める空気環境の基準値の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

<u>用語</u>	<u>基準値</u>
① ホルムアルデヒドの量	…… 空気 1 m ³ につき0.01 mg以下
② 浮遊粉じんの量	…… 空気 1 m ³ につき0.15 mg以下
③ 温度	…… 17度以上 28度以下
④ 一酸化炭素の含有率	…… 10/100万以下
⑤ 気流	…… 0.5 m/秒以下

I-16 空気線図に示される湿り空気に関する説明として、最も不適切なものはどれか。

- ① 乾き空気 1 kg (DA) 当たり x [kg] の水蒸気が含まれているとき、 x [kg/kg (DA)] を絶対湿度という。
- ② 湿り空気の絶対湿度の、同じ温度における飽和空気の絶対湿度に対する割合を百分率で示したものを相対湿度という。
- ③ 湿り空気の比エンタルピーは、乾き空気 1 kg (DA) を含む湿り空気のエンタルピーとして定義され、0℃の乾き空気を基準としている。
- ④ 湿り空気の温度を下げていくと、ある温度で飽和状態に達し（相対湿度100%）、さらに温度を下げると水蒸気の一部が凝縮して露を生じる。この時の温度を露点温度という。
- ⑤ 単位体積当たりの質量を密度といい、単位質量当たりの体積を比容積という。

I-17 次のうち、給排水衛生設備に関する語句の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- ① ヘーゼン-ウィリアムスの式
 - ② ウォッベ指数
 - ③ マニングの公式
 - ④ 待ち行列理論
 - ⑤ 器具給水負荷単位法
- 給水管の管径決定
…… ガスの入熱量を表現する指数
…… 広大な敷地の雨水流出量の算定
…… 衛生器具の適正個数の算定
…… 瞬時最大給水流量の算定

I-18 建物の給水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 水道直結増圧方式は受水槽を必要としない方式である。
- ② 水道直結直圧方式は、水質汚染の可能性が少ない方式である。
- ③ 圧力水槽方式は、給水圧力の変化が多い方式である。
- ④ 高置水槽方式は、水質汚染の可能性が多い方式である。
- ⑤ ポンプ直送方式は、受水槽を必要としない方式である。

I-19 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 給湯循環ポンプの揚程は循環経路における直管部摩擦抵抗と局部抵抗による圧力損失で決定される。
- ② 大便器洗浄弁用バキュームブレーカには、圧力式が用いられる。
- ③ ウォーターハンマは、管内の流速が早くなりすぎた場合や水栓等を急閉鎖した場合などに発生しやすい。
- ④ 排水管に設置される通気弁は、排水管内の負圧の緩和に対して有効である。
- ⑤ 間接排水管の末端は、洗面器・調理用流しなどへ開口させてはならない。

I-20 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 NC曲線は、各周波数帯域の音圧レベルの許容値を示したものである。
- ② 一般事務室の許容騒音のNC値は、NC40～50程度である。
- ③ マスキングとは、ある音を聞こうとするとき、他の音が同時に存在すると、聞きづらくなる現象をいう。
- ④ 人間の音に対する感覚の大小は、音圧の平方根に比例することがウェーバー・フェヒナーの法則からいえる。
- ⑤ 残響時間は、室容積に比例し、室内の総吸音力（平均吸音率×室内表面積）に反比例することをセービンの残響式は示している。

平成26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	3
I-3	5
I-4	3
I-5	4
I-6	5
I-7	3
I-8	5
I-9	3
I-10	4

問題番号	正答番号
I-11	2
I-12	1
I-13	4
I-14	4
I-15	1
I-16	2
I-17	3
I-18	5
I-19	2
I-20	4

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 大気汚染に係る環境基準が定まっている物質のうち、有害大気汚染物質を除く主要大気汚染物質について、環境基準による大気の汚染状況の評価方法を短期的評価、長期的評価の観点から述べよ。

Ⅱ-1-2 化石燃料燃焼に伴って発生する窒素酸化物（NO_x）の2つの生成機構について説明し、それらに基づくNO_x生成抑制の原理を2つ挙げて、その原理を適用したNO_x抑制技術の特徴と留意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 人間活動に伴って放出・生成される粒子状物質（エアロゾル）の発生源と気候（地球温暖化）への関与の仕方について、二酸化炭素との相違点も含めて述べよ。

Ⅱ-1-4 風速の高さ方向の分布を表す方法として「べき乗則」がある。「べき乗則」を式で示し、物理的、実用的な観点から説明するとともに、べき指数がどのような条件によって変化するかを述べよ。

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号		技術部門	衛生工学	部門
問題番号	II-1-1	選択科目	大気管理	科目
答案使用枚数	1 枚目 1 枚中	専門とする事項 生活及び作業環境に係る 空気質の改善及び管理に関する試験		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

環境基準における大気汚染状況の評価方法

二酸化硫黄・一酸化炭素・浮遊粒子状物質・二酸化窒素及びPM_{2.5}等の主要大気汚染物質には、「人の健康の保護」の視点から環境基準が設けられている。

環境基準による大気汚染状況の評価方法についてPM_{2.5}を例にとり、短期的評価、長期的評価の観点について述べる。

PM_{2.5}の健康影響については、国内外からさまざまな知見が報告されており、その環境基準は以下の2項からなる。

(1) 1年平均値が15 μ g/m³以下であり、

(2) かつ1日平均値が35 μ g/m³以下であること。

長期暴露と短期暴露による健康影響の報告があることを踏まえ、暴露濃度分布全体を低減する意味での長期的評価の観点から1年平均値を設定した。一方、高濃度領域の濃度出現を減少する意味での短期的評価の観点から1日平均値が設定された。

有害大気汚染物質は、自動車や焼却炉などの固定発生源から排出される煙、気象条件、地形等の影響を受け、さまざまに濃度変化をす。

一般的に低層の大気は、風や日射、地面から熱が奪われて起こる放射冷却などの影響を受ける。大気汚染物質の濃度は、上記影響を受けて発生する逆転層等の出現により、汚染物質の拡散が抑えられ、上空の濃い排ガスが地表面に落ちてくる状況となる。以上

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 居住空間における室内空気汚染に関して，厚生労働省により室内濃度指針値が定められた13種類以外の揮発性有機化合物（VOC），準揮発性有機化合物（SVOC）とともに微小粒子（PM_{2.5}）の汚染実態と発生源調査を，健康影響の視点から行うことになった。このような状況において，下記の内容について記述せよ。

- （１）一般家庭を対象に上記13種類以外のVOC，SVOCや微小粒子汚染に関する実態や発生源調査を実施するに当たって事前に検討すべき事項
- （２）VOC，SVOC及び微小粒子の汚染実態調査の手順
- （３）調査を進めるに当たって予想される問題点や留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 2011年の環境影響評価法の改正に伴い，2013年から計画段階環境配慮書の作成が求められるようになった。都市部の臨海地域に大規模固定煙源を有する事業の計画段階環境配慮に当たって，大気環境保全の観点から下記の内容について記述せよ。

- （１）重大な環境影響を及ぼす要因と大気汚染物質の抽出
- （２）環境配慮のための複数案の設定
- （３）大気汚染に係わる地域特性とそれを考慮した環境保全措置

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 UNEPとWMOによれば，地球温暖化に対する緩和策として，CO₂を始めとする長寿命の温室効果ガスの削減に加えて，温暖化作用を有する短寿命気候汚染物質（SLCPs，Short-Lived Climate Pollutants）の削減も効果的であること，SLCPsは大気汚染物質でもあることから気候と大気浄化のコベネフィットになることが報告されている。SLCPsの主要物質はメタン，対流圏オゾン，及び黒色炭素粒子（スス）であり，これらの削減による地球温暖化緩和策は大きな関心を呼んでいる。こうした状況を考慮して以下の問いに答えよ。

- (1) SLCPsの削減が地球温暖化と大気汚染対策のコベネフィットになる理由について述べよ。
- (2) 発展途上国で急増するSLCPs及びその前駆物質の発生源と，途上国の実情に即した排出源対策の技術的提案を2つ示せ。
- (3) (2) で挙げた技術的提案の実現のための課題とその対応策について述べよ。

Ⅲ-2 大気汚染の予測方法は大きく，現地観測，室内実験，計算の3つに分けることができる。それぞれ，予測性能や実施のしやすさなどで特徴がある。また，3つの予測方法は，例えば計算であれば，電卓から高性能のコンピュータを用いるものまで，各々様々なレベルがある。このことを踏まえて以下の問いに答えよ。

- (1) 3つの予測方法の内容を具体的に説明せよ。
- (2) 大気中における汚染物質の輸送と拡散を再現する（大気との相似）という観点から3つの予測方法の適用性について評価せよ。
- (3) 住民の関心が高く，大気環境への負荷が大きい事業が計画されている山間部で大気汚染を予測する場合に，どのような方法を用いたらよいと考えるか，理由をつけて論述せよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	衛生工学	部門
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	大気管理	科目
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項 生活及び作業環境に係る 空気質の改善及び管理に関する試験		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

大	気	汚	染	の	予	測	手	法																						
(1)	3	つ	の	予	測	手	法	の	具	体	的	内	容															
	①	現	地	観	測																									
	こ	れ	は	、	さ	ま	ざ	ま	な	大	気	汚	染	物	質	の	将	来	濃	度	を	予	測							
す	る	際	に	、	現	地	観	測	(	現	地	調	査	)	を	実	施	す	る	こ	と	に	よ					
っ	て	現	況	を	把	握	す	る	目	的	で	実	施	さ	れ	る	。	実	際	に	事	業	計							
画	に	沿	っ	て	調	査	事	項	を	検	討	し	、	実	施	す	る	こ	と	と	な	る	。							
	自	動	測	定	機	に	よ	る	手	法	の	他	、	試	料	採	取	を	実	施	し	た	後							
持	ち	帰	り	分	析	を	行	う	も	の	等	も	あ	る	。	実	施	に	測	定	し	た	結							
果	は	事	業	計	画	を	す	る	際	の	パ	ッ	ク	グ	ラ	ウ	ン	ド	濃	度	と	な	っ							
た	り	、	現	地	調	査	の	基	礎	資	料	と	な	る	。	得	ら	れ	た	結	果	に	、							
事	業	計	画	に	あ	る	固	定	発	生	源	の	情	報	等	を	考	慮	し	て	予	測	結							
果	を	整	理	す	る	。																								
	②	室	内	実	験																									
	こ	れ	は	、	現	地	観	測	を	実	施	で	き	な	い	場	合	に	お	い	て	、	模							
型	を	作	成	し	た	り	、	風	洞	実	験	等	を	実	施	し	て	、	状	況	を	確	認							
す	る	も	の	で	あ	る	。	現	地	調	査	結	果	の	確	認	や	裏	付	け	の	た	め							
等	に	実	施	す	る	こ	と	も	あ	る	。																			
	③	計	算																											
	こ	れ	も	②	と	同	様	に	現	地	観	測	の	実	施	で	き	な	い	場	合	等	に							
文	献	や	資	料	等	か	ら	現	地	の	状	況	を	収	集	し	、	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ							
ン	タ	ー	ネ	ッ	ト	や	専	門	図	書	等	か	ら	信	用	性	の	あ	る	諸	言	を	得							
て	、	計	算	結	果	を	ま	と	め	る	。																			
(	2	)	3	つ	の	予	測	方	法	の	適	用	性	評	価													

●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

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	衛生工学	部門
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	大気管理	科目
答案使用枚数	3 枚目 3 枚中	専門とする事項 生活及び作業環境に係る 空気質の改善及び管理に関する試験		

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

室	内	実	験	の	よ	う	に	、	実	測	や	確	認	裏	付	け	を	通	じ	て	得	る	こ		
と	が	で	き	た	も	の	は	よ	い	評	価	と	な	り	、	現	地	状	況	を	反	映	し		
に	く	い	計	算	結	果	だ	け	で	適	用	性	を	判	断	す	る	③	は	低	い	も	の		
と	な	っ	た																						
(	3	)	大	気	環	境	負	荷	の	大	き	な	山	間	部	で	の	事	業	に	お	け	る		
大	気	汚	染	予	測	の	検	討																	
	こ	の	ケ	ー	ス	は	、	住	民	の	関	心	が	高	く	、	大	気	環	境	へ	の	負		
荷	が	大	き	い	事	業	を	山	間	部	で	想	定	し	て	い	る	。	現	地	が	山	深		
い	地	区	の	場	合	、	大	型	の	測	定	機	材	の	搬	入	は	方	法	を	よ	く	検		
討	し	な	い	と	い	け	な	い	。	ま	た	、	現	地	調	査	を	行	う	場	合	に	電		
源	を	供	給	で	き	る	か	ど	う	か	も	重	要	な	項	目	と	な	る	。					
	山	間	部	で	あ	る	た	め	、	現	地	の	風	向	風	速	等	は	地	上	風	と	上		
空	風	で	平	坦	な	場	所	と	は	異	な	っ	た	も	の	と	な	り	、	汚	染	物	質		
の	拡	散	に	は	地	形	を	考	慮	し	た	も	の	が	望	ま	し	く	な	る	。				
	ま	た	、	実	際	に	模	型	を	作	成	し	た	実	証	実	験	が	、	可	能	か	ど		
う	か	検	討	す	る	必	要	も	あ	る	。														
	し	た	が	っ	て	具	体	的	に	は	、	住	民	の	関	心	が	高	く	、	汚	染	物		
質	の	バ	ッ	ク	グ	ラ	ウ	ン	ド	濃	度	を	把	握	す	る	こ	と	が	で	き	る	た		
め	、	現	地	観	測	を	行	う	か	も	し	く	は	、	室	内	実	験	等	を	通	じ	同		
様	に	地	形	を	考	慮	し	た	方	法	を	と	る	こ	と	が	よ	い	が	、	ど	ち	ら		
も	で	き	な	い	場	合	は	、	現	地	踏	査	等	を	十	分	に	実	施	し	て	計	算		
に	よ	り	大	気	汚	染	を	予	測	す	る	こ	と	と	な	る	。						以	上	

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。ただし、Aグループ及びBグループからそれぞれ1設問を選ぶこと。（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。）

Aグループ

Ⅱ-1-1 浄水処理に用いる以下の消毒方法について、その各々の特徴を述べ、3者を比較せよ。

(1) 塩素消毒 (2) オゾン処理 (3) 紫外線処理

Ⅱ-1-2 浄水場において原水水質異常の有無を常時監視するための生物・微生物を用いた方法について、その使用の意義を述べよ。さらに、異なる測定原理を用いた方法を2種類示し、各々を説明せよ。

Bグループ

Ⅱ-1-3 水質測定に用いられるDO計とMLSS計について、測定原理が異なるものをそれぞれ2つずつ挙げ、その原理・特徴を述べるとともに、これらの計器をばっ気槽に設置し自動測定を行う場合の維持管理上の留意事項を述べよ。

Ⅱ-1-4 リン除去法として浄化槽で採用されている凝集沈殿法と鉄電解法について、その原理・特徴及び維持管理上の留意事項を述べよ。

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。）

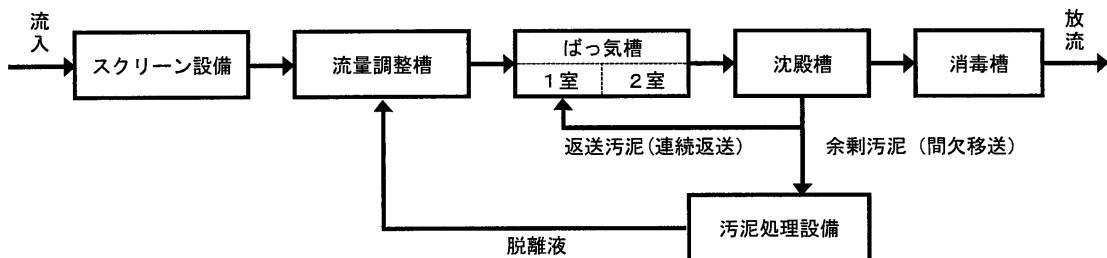
Ⅱ－２－１ 河川表流水を原水とする急速ろ過浄水場の水源で，集中豪雨による高濁水の流下が見込まれた。浄水場への濁水の到達前から到達後まで，水質管理上必要な措置について以下の問いに答えよ。

- (１) 濁水の到着前に準備する水質管理上の措置を説明せよ。
- (２) 原水濁度が通常の管理状況を超えた場合の措置を説明せよ。
- (３) さらに，原水濁度が浄水場での処理の上限を超えた場合の措置を説明せよ。

Ⅱ－２－２ 下図に示すフローの処理対象人員1,000人の長時間ばっ気方式の生活排水処理施設（処理目標水質BOD20 mg/L）がある。

流入汚水量は，夏期の３ヶ月間は設計値の1.2倍程度，他の期間は設計値の7割程度である。流入BOD濃度は1年を通じて大きな変化はなく，設計値の8割程度である。ばっ気槽内の水温は，夏期には25℃以上に上昇するが，冬期には10℃を下回る場合が認められる。

以上の条件を前提として，以下の問いに答えよ。



- (１) 1年のある時期において，処理水のBODが目標水質を超える場合が認められる。水質が悪化する時期とその原因として考えられるものを，それぞれ2つ示せ。
- (２) 1年を通じて安定的な水質を確保するための維持管理上の留意事項について，複数の観点から述べよ。
- (３) この施設の改善を行う場合，考えられる改善方法について述べよ。

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 内閣府による「事業継続ガイドライン」は，平成25年8月に幅広い危機に対応するための考え方を盛り込んだ改訂を行った。一方，同年の厚生労働省による「新水道ビジョン」では，自然災害からテロ，設備・管路・水質事故，渇水など多岐にわたる危機に迅速に対応するため，あらかじめ体制と対応マニュアルの整備が必要であるとしている。

そこで，水質管理の観点から，あなたの専門とする分野で発生することが想定されるさまざまな危機的事態のうち2種類について，以下の問いに答えよ。

- (1) 整備すべき対応体制を説明せよ。
- (2) 対応マニュアルに掲載すべき事柄について説明せよ。
- (3) 留意すべき事柄について説明せよ。

Ⅲ-2 我が国の小規模分散型の生活排水処理技術を海外に普及させる業務を行うに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 対象国において，事前に調査すべき事項を複数挙げ，それぞれ簡単に説明せよ。
- (2) 普及させるに当たって留意すべき事項を複数挙げ，それぞれ説明せよ。
- (3) 今後の普及のあり方について，あなたの考えを述べよ。

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 廃棄物処理施設を整備する上で重要な技術的検討項目を2つ挙げ説明し、それぞれ検討を進める上での留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 廃棄物焼却施設における白煙防止について、排ガスの乾式処理と湿式処理における対応策を説明し、その必要性についてあなたの考えを述べよ。

Ⅱ-1-3 事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理等に当たって、留意すべき事項を、あなたの専門の立場（計画，調査，設計，施工，運搬，処理，処分のいずれか1つ）から述べよ。

Ⅱ-1-4 汚泥の助燃剤化に用いられる高効率脱水技術を2つ挙げ、その技術的特徴と採用に当たっての留意事項を説明するとともに、汚泥の助燃剤化利用が地域のエネルギー削減に資する理由を述べよ。

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 平成25年5月に閣議決定された「廃棄物処理施設整備計画」において、「強靱な一般廃棄物処理システムの確保」が計画の基本理念の1つとされている。このことを踏まえて，あなたが某市の一般廃棄物処理の担当者として施設整備計画策定業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定する廃棄物処理施設とその強靱化の必要性
- (2) 計画策定に当たって強靱化のために調査・収集すべき主な事項
- (3) 業務を進めるに当たって留意すべき事項

Ⅱ－２－２ 廃棄物の搬出，処理に伴って，廃棄物の中に有害廃棄物があることが分かった。あなたが，廃棄物管理の担当者として有害廃棄物の適正な処理を進めるに当たって，下記の内容に関して必要とされる事項を記述せよ。なお，有害廃棄物の種類は，石綿，PCB，ダイオキシン類，水銀の中から1つ選んで，具体的に解答すること。

- (1) 搬出，処理に当たって，あらかじめ調査すべき事項
- (2) 搬出，処理の計画作成手順
- (3) 搬出，処理に当たって留意すべき事項

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 廃棄物については、概して、リサイクルに比べ、リデュース、リユースの2Rの取組に遅れがある。あなたが、廃棄物の2Rを推進する立場にあるとして、以下の問いに答えよ。なお、問いには、あなたが、地域、業界、企業、工場・建設現場等の廃棄物排出現場、廃棄物処理施設のいずれか1つの立場で、2Rを推進するとして答えよ。

- (1) 2R推進のために検討しなければならない課題について、全体的な資源循環の現状やあなたの専門とする立場の現状を踏まえた上で、技術や仕組み等の面から多面的に述べよ。
- (2) 上述した検討すべき課題について、あなたが重要で解決可能と考える課題を1つ挙げ、解決するための提案を示せ。
- (3) あなたの提案がもたらす効果と、実施上の不確定要素を述べよ。

Ⅲ-2 我が国では、廃棄物処理施設の長寿命化を図り、そのライフサイクルコストを低減することを通じ、効率的な更新整備や保全管理を充実するストックマネジメントの導入が推進されている。このような状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 廃棄物処理施設におけるストックマネジメントの導入に関し、長寿命化計画（施設保全計画、延命化計画）の作成において、検討しなければならない項目を多方面に述べよ。
- (2) 上述した検討すべき項目に対して、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) あなたの技術提案がもたらす効果やメリットを具体的に示すとともに、そこに潜むリスクやデメリットについても論述せよ。

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 スマートシティについて説明せよ。また、スマートシティが対象とする分野の中で環境・エネルギー分野についての対応策を述べ、さらに、今後の課題を記述せよ。

Ⅱ-1-2 地中熱利用システムの概要と特徴を説明し、地中熱利用システムの具体的な利用例を3つ挙げ、その概要を説明せよ。

Ⅱ-1-3 低温外気を利用した省エネルギーシステムとして、フリークーリングシステムがある。このシステムの概要と効果を説明せよ。さらに、課題を3つ挙げ、その解決策を述べよ。

Ⅱ-1-4 空気調和設備ではエネルギー消費量の算出に一次エネルギー換算値が用いられる。どのような場合に一次エネルギー換算が必要となるかの例を示し、一次エネルギー換算を行う目的及びその課題について説明せよ。

II-1-2

地中熱利用とは、地表面から深さ10m～200mの地中の温度が年平均の外気とほぼ同じである性質を利用するものである。図1に示すように、外気と地中の温度差である再生可能エネルギー活用により、省エネルギーとなる。

利用システムの方式と概要について以下に述べる。

① 地中熱ヒートポンプシステム型

恒温となる地中を対象にヒートポンプのヒートシンクとヒートソースとして利用することで、機器の成績係数が向上する。 $COP_h = T_h / (T_h - T_c)$ ←この値が小さいほどCOPが大

② 熱伝導型

図-2に示すように床スラブと地中の間の熱伝導を利用するもので、夏は放熱し、冬は採熱することで、省エネルギーを図る。

③ 空気循環型

図-3に示すように、地中内のクールピットやトレンチを経由し、夏は低温、冬は高温となった空気を取り入れることで省エネルギーを図る。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

枚数
枚目
枚中

受験番号									
問題番号	II-1-3								

技術 部門	部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

1.	フリークーリングシステムの概要と効果
	フリークーリングシステムとは、外気湿球温度が低い、中間期、冬季に、冷却塔の運転で得られる冷却水を冷水利用する省エネ手法である。
	その効果は、フリークーリング期間は、冷凍機を停止できるので、大きな省エネルギーが期待できることである。フリークーリングのCOP(成績係数)は、一般に20程度である。
2.	課題
1)	運転切替の判断基準の確立
	当方式は、外気湿球温度により冷凍機で冷水を製造するか、フリークーリングにするかを判断する。そのため、外気の変動等により適切な冷水温度が選られない場合がある。外気と負荷の状況により適切な運転切替時期、判断基準を確立する。
2)	費用対効果
	当方式は、冷水配管の腐食等を防止するために、密閉型の冷却塔か、熱交換器を介して利用される。これらに費用が回収できるかが課題である。適切に、投資回収年等を算出し、採用を検討する。
3)	フリークーリング期間の延長
	冷却塔の出口温度は理論的には外気湿球温度まで下がる(実際はアプローチが存在する)。中間期・冬季は、除湿の必要性はないので、冷水温度設定を上げることですフリークーリング期間が延び、より省エネができる。

II-1-3

フリークーリングとは、図-1に示すように、中間期～冬期の外気低湿球温度時に冷凍機を運転せずに冷却塔のみで冷却した冷水を負荷側に熱交換器を介して供給するシステムのことである。冷凍機を運転しないことから、省エネルギーとなる。

課題とその対策3つを下記に述べる。

① 湿度制御

外気湿球温度が変動し安定しないことから、冷却した冷水温度が高くなり、除湿できない恐れがある。対策としては、出来るだけ空調機コイル列数を多くし、室内湿度条件の緩和をする。湿度調整が必要な場合は、フリークーリングでの冷水は予冷とし、直列に接続した冷凍機で除湿可能な温度まで冷却する。

② 凍結防止

出来るだけフリークーリングで冷却する時間を多くして、省エネルギーを図ることが重要であるが、冬期に凍結する恐れがある。対策としては冷却水をブラインとし、開放型の場合は飛散による周囲への影響に注意する。

③ 運転の切替え

変動する外気湿球温度により、フリークーリング運転の弁等の切り替えが問題となる。出来るだけ省エネルギーとするためには、フリークーリング時間の長化が必要である。運転可能な外気湿球温度条件の場合に自動で切り替える制御とする。

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 地方の中核都市の中心部に建つ複合用途建物〔延床面積：約50,000 m²，用途：低層部（商業施設）・中層部（事務所施設）・高層部（ホテル施設）〕の空気調和設備の基本計画策定業務を行うこととなった。あなたがこの業務の主担当者に選ばれた場合，計画を進める上で，以下の問いに答えよ。

- (1) 計画策定に当たって事前に調査すべき事項を４項目挙げて説明せよ。
- (2) 基本計画策定業務を進める上で重要なものを４項目挙げて説明せよ。
- (3) 複合用途建物の中央熱源式空気調和設備計画を進める際に，留意すべき事項を４項目挙げて説明せよ。

Ⅱ－２－２ 環境配慮型高齢者福祉施設の設計プロジェクトに，空気調和設備の担当責任者として参画することとなった。計画を進める上で，以下の問いに答えよ。

- (1) 計画する上で考慮すべき事項を４項目挙げて説明せよ。
- (2) (1) で挙げた考慮すべき４項目に対し，具体的な解決策を述べよ。
- (3) 地球環境配慮の観点から，空気調和設備の担当責任者として工夫すべき項目を４つ記述せよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

枚 数

枚目

枚中

受験番号									
問題番号	II-2-1								

技術部門		部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目		科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(1)	事前に調査すべき事項																		
1)	インフラの状態																		
	熱源等のエネルギー源を選定するために、立地地域の電気、都市ガス、上水道、下水道等のインフラの設置状況を調査する。																		
2)	法規制																		
	立地地域の法規制を調査する。当建物の延床面積は50000 m ² が予測されているので、地域によっては地域冷暖房等の検討が義務付けられているからである。																		
3)	工期																		
	商業施設等は、一般にオープン時期等が決められている。施主が工事スケジュール等をどのように考えているのか等を確認する。																		
4)	周辺環境																		
	当建物は、高層が予想される。周辺地域環境を調査し、クレーンの設置等が可能かを調査する。また、工事騒音等の配慮がどの程度必要かも確認する。																		
(2)	基本計画業務上の重要事項																		
1)	空調システム方式の決定																		
	当建物は、複合建築物で、用途、熱負荷特性、使用時間等が異なる。それぞれの用途に最適な空調システムの方法を決定する。																		
2)	熱源システム方式の決定																		
	上述の空調システム方式、及びインフラ、バックアップの有無等を勘案して、熱源システムの方法を決定																		

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

枚 数

枚目

枚中

受験番号									
問題番号	II-2-1								

技術部門		部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目		科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

す	る	。																															
3	)	建	築	計	画	と	の	整	合	性	確	認																					
建	築	計	画	へ	の	影	響	が	大	き	い	、	給	排	気	計	画	、	配	管	・	ダ											
ク	ト	等	の	設	備	シ	ャ	フ	ト	、	機	械	室	等	の	配	置	を	決	定	し	、	建										
築	計	画	と	の	整	合	性	を	確	認	す	る	。																				
4	)	概	算	予	算	の	算	出																									
選	定	し	た	、	空	調	・	熱	源	シ	ス	テ	ム	の	坪	単	価	に	、	特	殊	条											
件	等	を	加	味	し	て	、	当	計	画	の	概	算	工	事	費	を	算	出	し	、	予	算										
計	画	か	ら	大	き	く	か	い	離	し	て	い	な	い	こ	と	を	確	認	す	る	。											
(	3	)	中	央	熱	源	空	調	計	画	上	の	留	意	点																		
1	)	省	エ	ネ	ル	ギ	ー																										
運	用	後	の	光	熱	水	費	削	減	に	留	意	し	、	高	効	率	機	器	の	採	用	、										
未	利	用	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	利	用	、	自	然	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	利	用	等	の										
省	エ	ネ	手	法	の	採	用	を	検	討	す	る	。																				
2	)	B	C	P	(	事	業	継	続	計	画)																					
B	C	P	に	留	意	し	、	適	切	な	耐	震	性	の	附	設	、	2	系	統	受	電	、										
コ	ー	ジ	エ	ネ	レ	ー	シ	ョ	ン	シ	ス	テ	ム	の	採	用	等	を	検	討	す	る	。										
3	)	L	C	C	(	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	コ	ス	ト	)	の	縮	減														
初	期	投	資	だ	け	で	な	く	、	L	C	C	を	算	出	し	、	保	守	要	素	の	少										
な	い	設	備	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	効	率	の	高	い	設	備	、	高	耐	久	性	設	備										
等	の	採	用	を	検	討	す	る	。																								
4	)	快	適	性	・	利	便	性	の	確	保																						
当	建	物	は	、	複	合	建	物	で	階	ご	と	に	用	途	、	使	用	時	間	、	減											
負	荷	等	が	異	な	る	。	そ	れ	ぞ	れ	の	要	求	事	項	に	留	意	し	、	適	切										
な	快	適	性	、	利	便	性	を	確	保	す	る	。																				
																								以	上								

II-2-2

環境を考慮した高齢者の老健施とするために以下に4つの項目に対し課題と対策を述べる。

① 院内感染

高齢者であることから、院内に感染する恐れがあることから、空気の流れが重要となる。

このためには、空気清浄度に対しての空調ゾーニングが必要となる。

保菌者に対しては室内を陰圧にし、他室に流れないようにするなどの対策を図る。

② 室内環境

高齢者であることから、湿度管理が重要となる。

快適な空調システムとするために、放射空調と湿度調整のために顕熱潜熱分離空調システムを採用する。

③ 省エネルギー

環境負荷低減のためには省エネルギーシステムの構築が必要となる。

よって、高効率空調システムである地中熱ヒートポンプを採用する。

また、自然換気システムも導入する。

④ 省資源・エコマテリアル

環境を考慮した建物とするにはサステナブルなビルの構築が必要となる。

配管材等はオフサイトプレハブ化し、機器等はユニット化により、端材を少なくし廃材の抑制を図る。

配管等は出来るだけ単一素材を採用し、再利用および再使用化に努める。

機器・配管の予備スペースや搬出入のルートを確保するなど、設備更新を考慮する。

サステナブルビル構築のためには、コミッショニングによるシステムの検証が欠かせない。

継続的なコミッショニングにより省エネルギーに努める。

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 我が国でも，公共サービスの提供に際して公共施設が必要な場合に，民間資金や民間の技術を活用して，民間に施設整備と公共サービスの提供を委託するPFI（Private Finance Initiative）制度が定着してきた。PFIについて以下の問いに答えよ。

- （1）PFIにおける発注者側の利点と事業者側の利点をそれぞれ説明し，さらに，このPFIを成功に導く重要な事項を3つ挙げ，項目ごとに説明せよ。
- （2）PFIで事業者側として応札する際に，空気調和設備の担当責任者として留意すべき事項を3つ挙げ，項目ごとに説明せよ。
- （3）PFIに潜むリスクを空気調和設備の範囲で2つ挙げ，その内容と対応策について述べよ。

Ⅲ-2 民生部門の業務用建築物におけるエネルギー消費量は増加傾向が続き，炭酸ガス排出量も増加している。このエネルギー起因の炭酸ガス排出量を削減するために，ZEBの推進が期待されている。このような状況の中で，事務所ビルのZEB化の実現について以下の問いに答えよ。

- （1）一般的な事務所ビルの年間一次エネルギー消費量の原単位を示せ。
- （2）一次エネルギー消費量削減効果の大きい項目を，建築関連で2項目，空気調和設備で3項目，その他の設備で2項目を挙げて説明せよ。
- （3）建築関連，空気調和設備，その他の設備について，それぞれの建物全体に対する概略の一次エネルギー消費量の削減率を示せ。
- （4）現状におけるZEBの実現可能性及び課題をそれぞれ述べ，さらに，将来の展望について記述せよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

枚 数

枚目

枚中

受験番号									
問題番号	Ⅲ-2								

技術部門		部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目		科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(1)	事	務	所	ビ	ル	の	年	間	一	次	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	原	単	位		
	一	般	的	な	事	務	所	ビ	ル	の	年	間	位	置	に	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費
	の	原	単	位	は	、	約	1	8	0	0	M	J	/	m ²	・	年	で	あ	る	。	
(2)	一	次	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	削	減	効	果	の	大	き	い	項	目		
(2)	ー	1 .	建	築	関	連																
	(2)	ー	1	ー	1 .	外	皮	性	能	の	向	上										
	建	物	外	皮	負	荷	は	、	建	物	全	熱	負	荷	の	3	0	%	程	度	を	占
	め	る	。	高	性	能	ガ	ラ	ス	、	高	断	熱	性	外	壁	等	を	採	用	す	る
	。	ま	た	、	中	庇	を	採	用	す	る	こ	と	で	、	日	射	遮	蔽	と	昼	光
	利	用	の	両	方	の	省	エ	ネ	手	法	が	可	能	と	な	る	。				
	(2)	ー	1	ー	2 .	窓	ガ	ラ	ス	の	開	閉	化									
	窓	ガ	ラ	ス	を	開	閉	可	能	と	す	る	こ	と	で	、	自	然	換	気	等	が
	可	能	と	な	り	、	フ	ァ	ン	動	力	の	削	減	及	び	熱	負	荷	の	削	減
	が	可	能	と	な	る	。															
(2)	ー	2 .	空	気	調	和	設	備														
	(2)	ー	2	ー	1 .	搬	送	系	制	御	の	イン	バー	タ	化							
	フ	ァ	ン	や	ポ	ン	プ	の	流	量	制	御	を	イン	バー	タ	に	よ	る	回	転	
	数	制	御	に	す	る	こ	と	で	、	流	量	削	減	分	の	3	乗	に	比	例	し
	て	動	力	が	削	減	で	き	る	。												
	(2)	ー	2	ー	2 .	C	O	2	濃	度	に	よ	る	外	気	取	入	量	制	御		
	運	用	時	の	人	員	密	度	は	、	設	計	与	条	件	(	0	.	2	人	/	
	m ²)	に	少	な	い	。	そ	の	た	め	、	C	O	2	濃	度	に	よ	り	適	切	に
	外	気	取	入	量	を	制	御	す	る	こ	と	で	、	外	気	負	荷	に	係	る	熱
	源	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	を	削	減	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	
	(2)	ー	2	ー	3 .	高	効	率	熱	源	設	備	の	採	用							

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

枚 数

枚目

枚中

受験番号									
問題番号	III-2								

技術部門		部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目		科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

熱源が建物全エネルギー消費の30%を占め、最もエネルギー消費を大きい機器である。ここに高効率機器を採用することにより、大きな省エネルギーが期待できる。

(2) - 3. その他の設備

(2) - 3 - 1. LED照明の採用

照明負荷は、建物全エネルギー消費の20%を占める。LEDは蛍光灯に比べ、40%程度エネルギー消費が少ない。また、その分の機器発熱負荷も軽減できる。

(2) - 3 - 2. 太陽光発電の採用

太陽光発電を採用することで、系統電力消費を削減することができる。

(3) 概略一次エネルギー消費削減率

(2)の省エネ手法の建物全体に対する概略の一次エネルギー消費量の削減率を表1に示す。

表1. 各設備の省エネ手法による一次エネルギー消費削減率

	項目	計算根拠	一次エネルギー消費削減率
建築関係	外皮性能の向上	外皮負荷 50%削減。照明負荷 20%削減。	10.5%
	窓ガラスの開閉化	ファン動力 15%削減。熱負荷 10%削減	4.5%
空調設備	搬送系制御のインバータ化	ポンプ/ファン動力 50%削減	6%
	CO2濃度による外気取入量制御	人員密度 0.067人/m ² で試算	6%
	高効率熱源設備の採用	システム COP 4.5→6.0	10%
その他の	LED照明の採用	照明負荷：40%減、照明発熱負荷：40%減	10%
設備	太陽光発電の採用	3F建て。屋上面積の2/3に交換効率20%太陽光発電を設置	14%

(4) 現状におけるZEBの実現可能性及び課題

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	Ⅲ-2								

技術部門	部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択科目	科目	

枚数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(4)-1.	ZEBの実現可能性
	現状技術においても5年程度の投資回収技術で50%の省エネルギーが可能である。日本のZEBの定義では、オフサイトでの再生可能エネルギーの利用を含めていない。現状でZEB化を達成するにはグリーン電力の購入等のオフサイトでの取組を含めるのが現実的である。
(4)-1.	課題
(4)-1-2.	環境不動産の発展
	日本では、環境配慮等が適切に不動産の付加価値に反映されていないために、ZEB化への投資が進展していない。エネルギー消費等のラベリングやベンチマークを適切に設定し、環境配慮等に価値をつけることで、環境不動産としてZEB化が進展する。
(4)-1-2.	初期投資の削減
	高効率機器等は高価で、投資回収年等が長期化する。そのため、大多数を占める中小ビル等は与信等の関係により投資できない場合が多い。適切に補助金やESCO事業を利用することで初期投資を削減することができる。また、まずは初期投資の少ない運用改善から取り組むことが重要である。
(4)-3.	将来の展望
	建築関係のエネルギー消費は世界的に増加が著しい。世界に先駆けてZEBを達成することにより省エネ技術の輸出による経済の発展、温暖化抑制による国際貢献が可能となる。
	以上

Ⅲ-2

(1) 2,000MJ/m²・年

(2)

A.建築関連

① 高断熱化

ZEB 実現のためには、まずは空調負荷の削減が重要であることから、外壁面の高断熱化が必要となる。ファサードは一般的に眺望のためにガラス面が大きくなるが、本来出来るだけ小さい方が熱負荷が少なく省エネルギーである。

眺望を優先してファサードはダブルスキンとする。図-1に示すように、外気給排気口を冬期は閉じ集熱効果を得、夏季と中間期は外気給排気口を開き、クールピットやトレンチを経由した低温の空気を通すことにより、熱負荷を削減する。ペリメータレス空調が可能となる。

② 自然換気

中間期～冬期に掛け冷涼な外気による自然換気をおこなう。ダブルスキンの給排気口を開くことで、換気動力不要となり、省エネルギーである。

自然エネルギーである外気を出来るだけ多く利用することが省エネルギーにつながるが、外気状態が変化することから、室内環境の温湿度条件緩和が必要である。

B.空気調和設備

① 高効率空調器

年間を通して再生エネルギーである地中熱の温度差利用と高効率なインバーターターボ冷凍機の組み合わせにより省エネルギーを図る。

温度差が小さいほど成績係数が大きい。

② 外気冷房

高断熱化した事務所の室内は、熱の逃げ場が少なくなり、冷房負荷が増大する。

中間期～冬期に掛け冷涼な外気を利用して、冷房することにより、冷熱負荷の削減につながる。

出来るだけ自然エネルギーを活用するために、室内条件の緩和が必要である。

③ 大温度差搬送 (VAV・VWV)

空調空気と冷温水の往還り温度の差を大きくすることで、搬送動力が削減できる。

流量が半分とした場合、ダクトと配管サイズがそのままであれば、理論上 1/8 になる。

圧力設定確認は必要。

C.その他設備

①BEMS

BEMS を導入し、エネルギーの見える化や機器等の自動制御を可能とする。

マクロ診断やミクロ診断により不具合を発見し、省エネルギーを図ることが出来る。

③ LED 照明

LED 照明にすることで、蛍光灯の半分の消費エネルギーとなる。

LED 照明は色調可変も可能であり、また、照明による空調負荷の削減にもつながる。

(3)

A 建築関連

① ▲6% (▲20%×0.31)

② ▲2% (▲8%×0.31)

B. 空気調和設備

① ▲12% (▲40%×0.31)

② ▲5% (▲15%×0.31)

③ ▲2% (▲20%×0.12)

C. その他設備

① ▲8% (▲8%×1.0)

② ▲10% (▲50%×0.42×0.5)

(4) ZEB の実現の可能性と課題と将来性について

政府としては 2020 年に ZEB の実現、2030 年に全てのビルで ZEB 化を計画している。

家はすでに実現済みであるがビルとしては未だである。

課題としては、創エネルギーとなる太陽光発電と太陽熱エネルギーの効率が悪いことから、大きな設置面積が必要となり、実現が困難となっている。

また、自然エネルギーを利用することから不安定であることもある。

将来性としては、太陽光発電の技術革新による高効率化と蓄電や蓄熱設備との組み合わせで対応する。また、空調機器に対してもさらなる技術革新による高効率化が必要となる。

さらに、自然エネルギーの活用も欠かせない。省エネルギーのためには導入時間の長化が必要となるが、このためには、室内環境における法規制緩和も必要と考える。

Ⅲ－２ 民生部門の業務用建築物におけるエネルギー消費量は増加傾向が続き、炭酸ガス排出量も増加している。このエネルギー起因の炭酸ガス排出量を削減するために、ZEBの推進が期待されている。このような状況の中で、事務所ビルのZEB化の実現について以下の問いに答えよ。

(以下問題分は省略)

(1) 1750 MJ/m²・年

(2) 一次エネルギー消費量削減効果の大きい項目としては以下の項目がある。

(建築関連)

- ・ペリメーターに庇を設ける、高効率ガラスを採用するなどし外皮からの冷暖房負荷の抑制を図る。
- ・トップライトやライトシェルフを用いることで昼光利用を図り照明用電力消費量を抑制する。

(空気調和設備)

- ・中間期の冷涼な外気を直接室内に取り込む等により空調熱源の運転を必要とせず冷房が行える。
- ・室内を居住域(タスク域)とそれ以外のエリア(アンビエント域)に分けて空調し非居住域の温湿度条件を緩和することに空調消費エネルギーを抑制できる。
- ・空調用冷温水を空調負荷によって冷温水変流量制御とすることにより搬送動力が削減できる。

(その他の設備)

- ・受変電設備に超高効率トランスを採用し損失を低減する。
- ・照明器具にLED照明を採用し照明用電力消費量を削減する。

(3) 建築関連：10%

空気調和設備：8%

その他の設備：5%

(4) エネルギー消費量をゼロにするのは困難。オンサイトで大規模太陽光発電を設け、ネットゼロエネルギービルとすることは理論的には可能であるが、事務所の場合、立地的な制約が多く不可能に近い。今後の課題としてはZEBの定義の明確化が不可欠であると思われる。将来設備機器のハード面、ビル利用者の環境意識の向上が十分行われた上で排出権取引や他の場所での再生可能エネルギーの創出等のカーボンオフセットの考え方を考慮したZEBの実現は可能であると思われる。事務所単体ではなく、複数棟まとめて、あるいは一街区でZEB化を目指す視点も必要となってくる。

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 逆サイホン作用について，具体的現象例も含めて説明せよ。

Ⅱ-1-2 給湯設備における給湯システムに関して，① ガス瞬間湯沸器方式（連結方式を含む。）と② 電動ヒートポンプ方式（中央方式を含む。），の2つの加熱方式のそれぞれの長所・短所を比較し，さらに，ホテル・旅館用途に導入した場合の留意点について述べよ。

Ⅱ-1-3 排水トラップの封水損失現象について述べよ。

Ⅱ-1-4 アクティブ消音技術について，その動作原理，機構，特徴及び使用する上での留意点を述べよ。

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 観光立国という政府の方針や2020年のオリンピック開催を控えて，大型ホテルの計画が予測されている。その状況を踏まえて，都市部に建設される事務所＋シティホテルの複合施設の計画における給水設備（水利用計画を含む。）に関する以下の(1)～(3)の内容について記述せよ。

(1) 給水量の予測

- a) 最大稼働時の給水負荷
- b) 平均稼働時の給水負荷

(2) 排水再利用計画（水利用計画）

- a) 水バランスの検討とフロー
- b) ちゅう房除害設備の処理方式，処理量と計画上の留意点
- c) 排水再利用設備の処理方式，処理量と計画の留意点

(3) 給水設備計画（ゾーニング・給水方式等）

【条件】

① 延べ床面積：120,000 m²

② 基準階面積：2,200 m²

③ 階数：地下3階，地上38階

地下3階：中央機械室，駐車場

地下2階～地下1階：駐車場

1階：エントランス階（ホテルエントランス，
事務所エントランス）

2階～4階：ホテル宴会場，商業ゾーン

5階～22階：オフィス階

23階：配管展開階

24階～29階：ホテルロビー，宴会，
レストラン他

30階：設備階

31階～37階：客室階

38階：展望レストラン

塔屋階：機械置場

階	階高さ	用途
PH	8.0m	塔屋階
38	3.6m	レストラン階
37	3.6m	客室階
36		
35		
34		
33		
32		
31		
30	5.0m	設備階
29	4.0m	ホテルロビー、宴会、 レストラン他
28		
27		
26		
25		
24		
23			3.5m	配管展開階
22	4.3m	事務所階
21		
20		
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4	5.0m	ホテル宴会場、商業ゾーン
3		
2		
1	▽GL	エントランス階
B1	5.5m	駐車場
B2		
B3			機械室、駐車場

④ 事務所ゾーン

・事務所階：レンタル比75% 在室人員0.15人/m²

⑤ ホテルゾーン

・客室：全室ツイン，34室/階×7階=238室

・宴会場：3,300 m² 人員密度：0.5人/m²，回転数：1.5回/日，単位給水量：30 L/人

・宴会場厨房：対象人は宴会場使用人員，単位給水量：40 L/人

・レストラン：700 m² 人員密度：0.25人/m²，回転数：3回/日

・従業員食堂：全従業員を対象，回転数：1.5回/日

・従業員：650人（商業ゾーン従業員も含む。）

⑥ 商業ゾーン

・店舗：2,000 m² 人員密度：0.1人/m²，回転数：3回/日，単位給水量：10 L/人

・レストラン：1,500 m² 0.6人/m² 5回/日

⑦ その他

敷地は，都心にあり，上水道，下水道等のインフラは，確保されている。

屋根面を利用した雨水利用が計画されていて，貯留することにより30 m³/日の利用が可能とする。

井水の利用は不可である。

ホテルの平均稼働率は，70%とする。

④～⑥で設定されていない単位給水量は，各自適切に設定すること。

Ⅱ－２－２ 設備の長寿命化が求められている。長寿命化の必要性及び建築環境科目における長寿命化技術について、設計・施工、維持管理の観点から述べよ。また、長寿命化技術の今後の課題について述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	II-2-2	選択科目	科目
答案使用枚数	1枚目 2枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

設備の長寿命化の必要性と長寿命化技術																								
1. 設備の長寿命化の必要性																								
近年、スクラップビルドの考え方から、 ストップ&リノベーション の考え方が多くなってきた。省資源化、3R、省エネ化、LCCなど多面的に考慮して地球環境への影響を考えていかななくてはならない。																								
(1) 省資源化																								
a) リデュース（発生抑制）：① 搬入資機材の梱包レス化を推進する。② 工場加工化、ユニット化を取入れ、現場発生廃棄物の削減を図る。③ 紙スリーブを実管スリーブで施工する計画をする。																								
b) リユース（再使用）：① 仮設給水配管は、本設利用する計画とし、配管材料を配管用炭素鋼鋼管 SGP-VB フランジ接合で計画した。② 空調更新計画で、既存の冷媒配管、ドレン配管を再使用できるリニューアル機で計画を行った。③ 既存撤去のダクトを内部状況の調査をし、清掃を行い再使用することにした。																								
c) リサイクル（再利用）：① 現場で発生するゴミを分別回収しリサイクル化の推進を行う。② 計画時点でマテリアルリサイクルに有利な材質（SUS、銅など）を採用する。③ リサイクル VP、高炉セメント利用の基礎計画、エコマーク商品（塩ビ類、水栓類など）を積極的に採用する。																								

●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

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	Ⅱ-2-2	選択科目	科目
答案使用枚数	2 枚目 2枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

2.	<u>長寿命化技術</u>
	<u>(1) 腐食に強い材料選定</u>
	機器類、配管は、ステンレス材、ライニング材、樹脂材を設置場所、運転状況に応じて適宜選定をする。ビニルライニング鋼管を使用する場合は、管端防食継手（コア内蔵）を使用する。屋外、多湿個所に使用する金物類はステンレス材、溶融亜鉛メッキ材を採用する。
	<u>(2) メンテナンス・更新性</u>
	機器、配管の点検、更新が容易にできるようなスペースを確保する。PS内の配管は予備スリーブを設け、機器は増設、更新を考慮して、設置スペースを1.5倍確保する。
	<u>(3) 中長期保全計画書の作成</u>
	今後の修繕、更新工事の計画を行い、中長期保全計画書を作成する。各工事の概算工事費を作成し、年度ごとの予算を把握し、確実に予防保全、更新ができるようにする。
	<u>(4) 機器のバックアップ化</u>
	点検、更新時の機器の停止を防止するために、機器を複数台で計画する。給水ポンプ等では、複数台小型化し、小水量時の効率を高めることができ、長寿命化と省エネ化をすることができる。以上

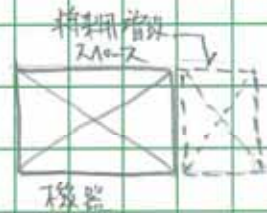


図1 設置スペース

●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。

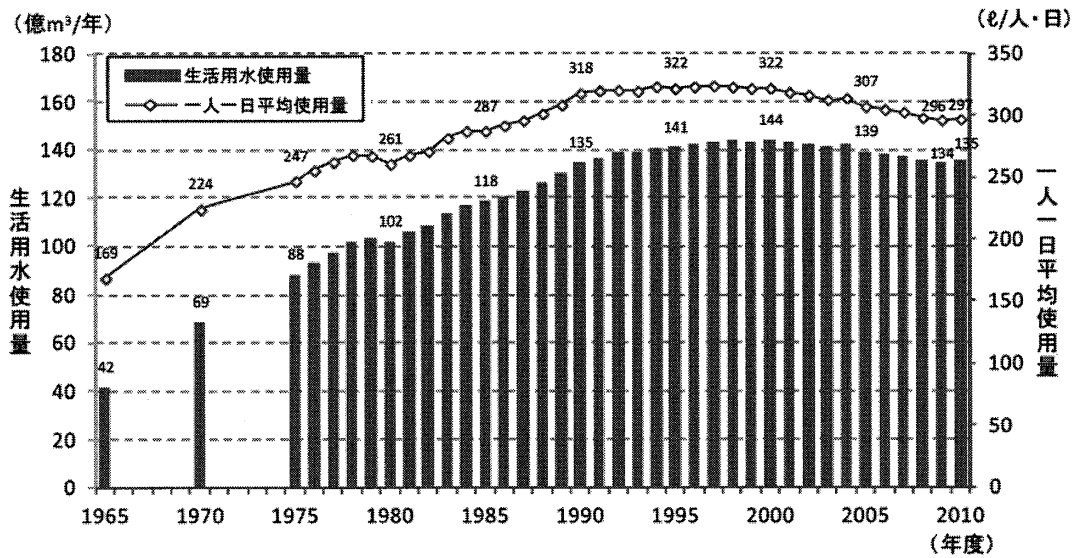
24字×25字

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。）

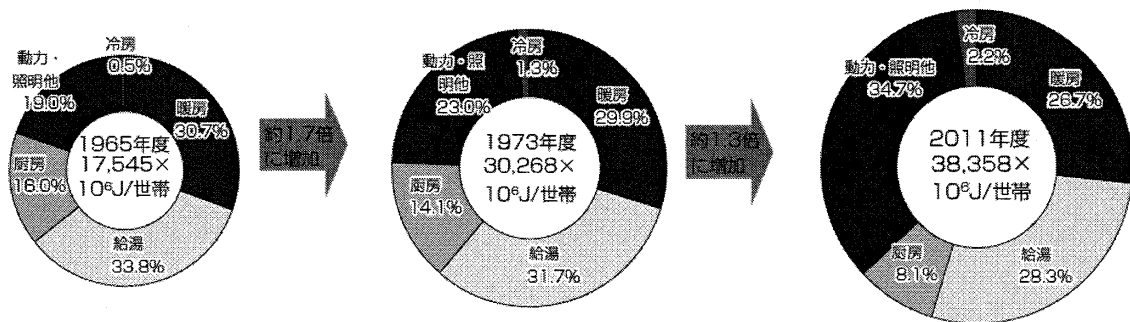
Ⅲ-1 省エネルギー，省資源，省CO₂の社会的な要請は，給排水の分野にも影響し節水型社会への対応が迫られている。図1の生活用水使用量の推移（国土交通省：平成25年度版日本の水資源）と図2の世帯当たりのエネルギー消費原単位と用途別エネルギー消費の推移（資源エネルギー庁：平成24年度エネルギーに関する年次報告）の2つの図から以下の問いに答えよ。

- (1) 生活用水使用量の近年の穏やかな減少傾向の要因について述べよ。
- (2) 世帯における給湯エネルギー使用量の変化の要因について述べよ。
- (3) (1) で述べた要因の中で，リスクが想定される項目に対する対応策を述べよ。
- (4) 省エネルギー，省資源，省CO₂の観点から，節水型社会に向けての展望を述べよ。



(注) 1.国土交通省水資源部作成
 2.1975年以降は国土交通省水資源部調べ
 3.1965年及び1970年の値については、厚生労働省「水道統計」による。
 4.有効水量ベースである。

図1 生活用水使用量の推移



(注1) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
 (注2) 構成比は端数処理 (四捨五入) の関係で合計が 100% とならないことがある。
 (出所) (一財) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」をもとに作成

図2 世帯当たりのエネルギー消費原単位と用途別エネルギー消費の推移

Ⅲ-2 給排水衛生設備において衛生性・安全性の保持は重要である。そこで、以下の問いに答えよ。

- (1) 衛生性・安全性の保持のために、給水設備・給湯設備・排水通気設備それぞれにおいて、検討すべき項目を挙げよ。
- (2) 上述した検討すべき項目について、その対応策を列挙せよ。
- (3) 今後の給排水衛生設備における衛生性・安全性の課題について述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1
答案使用枚数	1枚目 3枚中

技術部門	衛生工学	部門
選択科目	建築環境	科目
専門とする事項	給排水衛生設備設計	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

	<u>給排水設備計画の節水社会への対応</u>	
1.	<u>生活用水使用料の減少傾向の要因</u>	
	<u>(1) 器具の節水化</u>	
	近年、節水型器具の普及により、1回あたりの水の 使用量が大幅に減少している。1970年の大便器洗浄 水は、13L/回であったが、最近では5L/回未満の製品も ある。節水型器具として、節水型便器、泡沫水栓、節 水コマ水栓、先止式シャワー水栓などがある。その他、 擬音装置、自動水栓などもある。	
	<u>(2) 雨水利用システム</u>	
	一般家庭でも、屋根の降雨を貯留して車の洗車や植 栽の散水用などの雑用水として利用することが多くな ってきた。一般建物では、雨水を貯留して便所の洗浄 水等に利用する雨水利用システムの採用が多くなっ てきた。	
	<u>(3) 利用者の意識</u>	
	近年、節水化の 意識や関心が大 きくなり、利用 者が水の無駄使 いをしないよう になってきた。	
	(一般家庭)	(一般ビル)
	図-1 雨水利用システム	

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	科目
答案使用枚数	2枚目 3枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

2.	給湯エネルギー使用量の変化の要因
	円グラフによると、給湯のエネルギー使用量の割合
	いが減少している。一般に世帯で使用する給湯は、風呂、
	台所であるが、1965年、1973年と比べて給湯使用
	量は変化していないと考える。そこで、給湯効率が
	向上していると考えた。高効率給湯器の特徴を記す。
a)	潜熱回収型ガス給湯器：①排ガスの潜熱を利用して
	給水を余熱する。②給湯効率が80%から95%に向上
	した。③CO ₂ 排出量が13%削減した。
b)	空冷ヒートポンプ給湯器：①電気温水器と比べ、消費
	電力が1/3になった。②深夜電力を利用して運転費
	が経済的になった。③排気ガスを出さない。
c)	燃料電池給湯システム：①都市ガス中の水素を利用
	して、発電する際の廃熱を利用して給湯する。
3.	生活用水使用量の減少傾向のリスクと対応策
(1)	器具の節水化
a)	リスクの抽出：器具の節水化により、排水管内に固
	形物が滞留して配管が詰まる可能性がある。
b)	対応策：排水横主管に
	接続する器具を、大便器
	は下流側へ、風呂の排水
	は上流側へ接続する計画
	をして、固形物が滞留し
	ないようなルートを考え
	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

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	科目
答案使用枚数	3 枚目 3枚中	専門とする事項	

○受験番号、答案使用枚数、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

(2) 雨水利用システム																								
a) リスクの抽出：①上水と雑用水配管の施工中、改修																								
修繕時の誤配管によるクロスコネクションの可能性。																								
②雨水槽内の雑菌の繁殖の可能性。③散水用水栓の誤																								
飲の可能性。																								
b) 対応策：①上水と雑用水配管は、配管種別を分け外																								
観上明確に識別できるようにする。例えば、上水配管																								
は水質に対する信頼性の高いステンレス配管とし、雑																								
用水はリサイクル性に有利なポリ紛体ライニング鋼管																								
とする。また、保温外装の色分けや表示を確実におこ																								
なう。②雨水槽は塩素滅菌を行い、末端水栓での遊離																								
残留塩素濃度を 0.1 mg/L とするよう管理する。一																								
般家庭では、定期的に水替えを行う。③散水用水栓は																								
「飲料不可」の表示を行い、水栓はキ一式水栓として																								
管理を行う。																								
4. 節水型社会に向けての展望																								
近年、節水型器具の普及で瞬時最大給水量の計算値																								
が、実状の使用水量より大きくなっている。給水ポン																								
プ、配管口径も過大となっていてしまっている。省エネル																								
ギ一、省資源、省 CO ₂ の観点から、実状の使用水量																								
に合わせた水利計算を行うことが重要な課題である。																								
建物の用途、規模毎に実測データを収集し、適切																								
な瞬時最大給水量を考えなければならない。以上																								

●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