

2023 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Ⅰ（必須科目）

問題文およびA評価答案例

11 衛生工学部門【必須科目I】

I 次の2問題（I-1，I-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枚を用いてまとめよ。）

I-1 我が国において働き方改革が推進される中，衛生工学分野においても雇用形態や勤務形態の多様化が図られてきている。このため，技術力の維持・継承の重要性が以前よりも増している。このような状況を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 雇用形態や勤務形態の多様化が進む中においても着実に技術力の維持・継承していくために，衛生工学分野において多面的な観点から3つの課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を，衛生工学部門の専門技術用語を交えて示せ。
- (3) すべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。
- (4) 上記事項を業務として遂行するに当たり，技術者としての倫理・社会の持続可能性の観点から必要となる要件・留意点を述べよ。

I-2 2050年カーボンニュートラル実現を目指して，水素エネルギーによる脱炭素化が推進されている。これは，エネルギー政策に求められるエネルギー安定供給，経済効率性，環境適合性に加えて安全性を確保する3E+Sの実現を適える方策でもある。

- (1) 再生可能エネルギーによる水素エネルギー製造・供給・利用を達成するための課題を，衛生工学分野の技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要だと考えられるものを1つ挙げて，その課題に対する複数の解決策を，衛生工学部門の専門技術用語を交えて示せ。
- (3) すべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。
- (4) 上記事項を業務として遂行するに当たり，技術者としての倫理，社会の持続可能性の観点から必要となる要件・留意点を述べよ。

令和5年度技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	I - 1

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

(1)	雇用形態や勤務状態の多様化が進む中で技術力の維持・継承していくための観点と課題
	雇用形態や勤務状態の多様化が進む中で技術力の維持・継承していくための観点を挙げると次のようになる。
職員数減少の観点	――課題①業務の見直し
	――課題②情報技術の活用
業務形態の変化の観点	――課題③委託化・広域化
課題①業務の見直しの内容	
衛生管理部門に従事する職員数は1980年頃から減少しており現在も減少している。そのような中で、技術力の維持・継承するためには、本当に必要な業務(コア業務)以外の業務を整理する必要がある。そのため業務の見直しが課題となる。	
課題②情報技術の活用	
近年、目覚ましく発達している情報技術を活用し、職員数の減少を補うことが課題となる。例として、IoT技術を用いた設備の管理や、ドローンで撮影した画像の修理対象の可否をAIによる判断で行うことが挙げられる。	
課題③委託化・広域化	
水道業界においては、職員数減少の問題の他に、収入減という問題がある。これは、人口減少や、家電の節水機能の向上による。事業の継続が厳しい場合は、委託化・広域化を行うことにより、技術力の維持・継	

●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

○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。）

承が可能となる。委託化とは、民間の経営ノウハウを活かして財政的な問題を解決することである。広域化では、大きい事業体と共同事業化することで技術力の維持・継承が可能となる。

(2) 最も重要と官掛ける課題と解決策

最も重要と官掛ける課題は、課題①業務の見直しである。理由は、上下水道事業において需要者の関心が高いのは水道水の水質であり、業務を見直すことで直営を維持することが好ましいと考えるからである。

課題に対する解決策を以下に示す。

解決策①分析体制の見直し

水道水の水質管理において、測定項目・回数、分析方法の見直しを行う。水質基準項目については、検出頻度（年に何回など）、検出値（基準値の10分の1など）によって測定回数を減ずることが出来る。また、水質管理目標設定項目の農薬類の測定項目は地域の実情のよって事業者が選定することとされている。水道水質検査計画策定時に、本当に必要な項目を測定するよう検討する必要がある。

解決策②分析体制の見直し

水質の分析は公定法により行うが、項目によっては複数の方法が定められている。分析機器と測定項目のバランスを考え、効率的な分析をするようにする。

一部の項目について委託化することも検討する。例えば、放射性物質や、クリプトスポリジウム等の検査

●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

○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。）

を委託化することが考えられる。

解決策③水安全計画

水安全計画は、危害と重要管理点により水道水の安全を確保するというものである。水道水に対する危害が発生したときに、その都度対応するのは非効率であるため、水安全計画を策定・実行することで業務を効率化する。水安全計画は、マニュアルの作成が要求される。マニュアルの整備は技術力の維持・継承に有効である。

(3)すべての解決策を実行しても生じるリスクとそれへの対策

水質基準項目等は逐次追加または削除され、また公定法についても改定があるため、法令改正に対応しない場合、解決策①分析体制の見直し及び解決策②分析体制の見直し

において業務が非効率化するというリスクがある。

解決策③水安全計画についても、法令改正に対応しないと非有効化するリスクがある。

(4)業務を遂行するに当たり技術者としての倫理・社会の持続可能性の観点から必要となる要件・留意点

業務の見直し自体が目的でなく、技術力の維持・継承により水道水質の安全性を確保することが重要であることを意識することが、公衆の安全、技術者としての倫理・社会の持続可能性の観点から必要となる要件・留意点となる。

●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 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	I-1								

技術部門	衛生工学部門
選択科目	廃棄物・資源循環
専門とする事項	廃棄物・資源循環に係る中間処理

※

○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	. 技術力の維持・継承における課題	
	昨今の社会背景、廃棄物処理業務の事業形態、廃棄物そのものの特性から、それぞれ課題を挙げる。	
	<u>(1) 次期技術者の確保</u>	
	近年の少子高齢化により、生産年齢人口が減少していく中で、衛生工学分野においても継承すべき技術者が減少しており、如何に次世代の技術者を確保していくかが課題となっている。	
	<u>(2) 安定的な雇用の確保</u>	
	廃棄物処理の責務を担う地方自治体が廃棄物処理に係る運転管理業務を委託する場合、単年度での業務委託が基本となる。このため、長期的な技術力の蓄積や継承が困難となるため、如何に長期的な雇用の確保により技術力を蓄積・継承するかが課題となる。	
	<u>(3) 継承すべき技術の統一化</u>	
	廃棄物の特性上、その発生量やごみ質が地域毎に異なり、廃棄物に起因する不具合等の事象が独自のものとなり、必要な技術力も固有のものとなり易い。このため、如何に必要となる技術力を均一にするかが課題となる。	
2	. 最重要課題と解決策	
	<u>(1) 最重要課題</u>	
	社会問題でもある少子高齢化への対応が急務となるため、「次期技術者の確保」を最重要課題とする。	
	<u>(2) 解決策</u>	

I-2

○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。)

水 素 エ ネ ル ギ ー に よ る 脱 炭 素 化																								
(1) 再 生 可 能 エ ネ ル ギ ー に よ る 水 素 利 用 の 課 題																								
1) 水 素 エ ネ ル ギ ー の 総 合 シ ス テ ム 効 率 の 向 上																								
再生可能エネルギーにより生成した水素は、燃料電池により電力と排熱を発生させる。電力は、平日のピークカットとして利用することができ、排熱が有効に使いきれないことには、水素利用の総合効率が上がらず脱炭素化は難しい。そこで機能面の観点で、水素エネルギー利用における総合システムの効率を向上させることが重要な課題と考え検討を行う。																								
2) 製 造 水 素 量 を 増 大 す る 太 陽 光 発 電 容 量 の 拡 充																								
水素を再生可能エネルギーで生成するには太陽光発電の余剰電力利用が有効である。しかし都心部などの建物では平日に余剰電力が発生せず、水素製造を行うことができないため採用が進まない。そこで再生可能エネルギー拡充の観点から、太陽光発電の設置スペース拡充を行う。具体的には、開発の進む道路発電や外壁利用発電の導入を行い、更なる再生可能エネルギーによる水素利用拡充も重要な課題と言える。																								
3) 水 素 シ ス テ ム の 導 入 に 対 す る 法 整 備																								
水素利用においては、高圧ガス保安法の規制以外にも水素利用の新たな規制を設け、安全な水素供給のルール化が必要である。しかし水素を製造・供給・利用する過程の中で特に供給部分である配管の規制が不明確であり導入が進まない現状がある。そこで法規制の																								

●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

○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。)

観 点 で 、 自 身 の プ ロ ジ ェ ク ト に お い て 水 素 導 入 を 積 極
 的 に 行 い 、 規 制 が 未 整 備 の 部 分 は 官 ・ 民 が 一 体 と な っ
 て 法 整 備 を 行 っ て い く こ と も 重 要 な 課 題 で あ る 。

(2) 最 も 重 要 と 考 え る 課 題

脱 炭 素 化 の た め に 水 素 利 用 を 拡 充 さ せ る た め に は 、
 水 素 利 用 の 高 効 率 化 が 必 要 で あ る 。 そ こ で 、 「 水 素 エ
 ネ ル ギ ー の 総 合 シ ス テ ム 効 率 の 向 上 」 に よ り 脱 炭 素 化
 に 向 け た 水 素 利 用 の 拡 充 が 最 も 重 要 な 課 題 で あ る 。

1) 水 素 排 熱 の 空 調 エ ネ ル ギ ー 利 用

燃 料 電 池 の 排 熱 を 冬 期 の 空 調 エ ネ ル ギ ー と し て 利 用
 す る こ と は 有 効 で あ る 。 し か し 夏 場 に お い て は 排 熱 が
 有 効 利 用 で き な い 問 題 が あ る 。 そ こ で 排 熱 を 夏 期 に お
 い て も 有 効 利 用 で き る 手 法 を 考 え る 。 具 体 的 に は 、 冷
 房 熱 源 に 燃 料 電 池 の 排 熱 を 利 用 し た 排 熱 投 入 型 冷 温 水
 発 生 機 を 採 用 し 、 夏 期 に お い て も 空 調 冷 房 利 用 す る こ
 と で 排 熱 の 有 効 利 用 を 図 る 。

2) 水 素 排 熱 の 空 調 予 熱 へ の 転 換

脱 炭 素 化 に 向 け て 省 エ ネ を 図 る に は 、 放 射 空 調 と 潜
 頭 分 離 空 調 が 有 効 で あ る 。 し か し 、 潜 頭 分 離 空 調 機 の
 温 熱 源 に ボ イ ラ 一 等 を 利 用 す る こ と は 脱 炭 素 化 に お い
 て 有 効 で は な い 。 そ こ で 再 熱 熱 源 に 水 素 排 熱 の 利 用 を
 考 え る 。 具 体 的 に は 、 潜 頭 分 離 空 調 と し て 、 省 エ ネ な
 デ シ カ ン ト 外 調 機 を 採 用 し 、 そ の 再 熱 に 燃 料 電 池 排 熱
 を 利 用 す る こ と で 、 よ り 省 エ ネ に 配 慮 し た 計 画 と す る 。

3) 水 素 排 熱 の 給 湯 エ ネ ル ギ ー へ の 利 用

●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

○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。)

給湯エネルギーとして、潜熱回収型ガス給湯器の利用が有効である。しかし脱炭素化に向けては更なる効率化が求められる。そこで高効率電気給湯器の採用を検討する。具体的には、高効率な電気式エコキュートと貯湯槽を採用し、貯湯槽の予熱に水素排熱を利用することで更なる排熱の有効利用を図る。

(3) 新たに生じうるリスクとそれへの対策

1) **新たに生じうるリスク** 管理者(高齢者)が水素を利用した高度な最新技術への理解が追いつかず、水素システムを最適に制御できないリスクがある。

2) **リスクへの対策** 管理者に対し、動画やわかりやすいマニュアルを通じて、水素利用の知識を伝達し技術力向上を図る。更に遠隔の熟練指導者の指導が受けられるよう、IoTによるARによる遠隔指導も導入し、同じものを見ながら知識向上を図ることも有効である。

(4) 技術者としての倫理、社会の持続性

1) **技術者としての倫理** 水素利用においては、公益の確保を優先し活用を行う。水素利用の安全性が確認できていない状況で利用し住民に危険が及ぶことがないよう常に安全性の確認に留意し、継続した研鑽で高い倫理観を熟成し対応を行っていく。

2) **社会の持続性** 水素利用においては、環境の保全を優先して考える。水素利用による脱炭素化やZEBの更なる推進で、地球環境への負荷を低減し、カーボンニュートラルへの推進をより強化していく。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

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～11-1 水質管理～

11-1 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1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 水道の給水管に鉛管が使われている場合の水質管理上での課題と，その解決方法について述べよ。

Ⅱ-1-2 火山の噴火による降灰が，浄水施設や浄水処理へどのような影響を及ぼすかについて，水質管理上の課題と，その対応方法について述べよ。

Ⅱ-1-3 T-P規制がある生活排水処理において，T-Pの分析方法を説明し，加えて，実用化されているT-Pの処理方法について2つ述べよ。

Ⅱ-1-4 活性汚泥の管理指標にSV（汚泥沈殿率）がある。この測定方法と活用方法について述べよ。

令和5年度技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-1

技術部門	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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

給水管に鉛管が使われている場合、水が滞留すると鉛が溶出する。鉛の溶出は鉛管の延長が長いほど顕著になる。水質管理上の課題は、「鉛管内で水が滞留すると、水質基準項目である鉛及びその化合物が検出される」ことである。

解決方法は、滞留した水を排水することによって鉛の影響がなくなることから、利用者に、「朝一番に水を使う場合は飲用せずに、トイレを1回流すか、トイレ1回分の水を飲用以外の用途に使う」ことをお願いすることである。ただし、居住部屋をオフィスに変えた場合など、水を使用する量が極端に減った場合や、鉛管の延長が長い場合は、水が入れ替わるまで排水する必要があるため注意が必要である。

浄水処理による解決策も考えられる。具体的には、ランゲリア指数やpH値の管理が挙げられる。ランゲリア指数は値が低いほど溶出しやすい。pH値は、値が高くて低くても溶出しやすくなるが、通常は高いときの溶出が問題になる。しかしながら、鉛及びその化合物は、流水の状態を使うと鉛管を使っていたとしても検出されないため、利用者に鉛管の容積分の滞留した水を捨てたうえで流水の状態でもらうことが簡単で現実的である。

抜本的な解決方法として鉛管の布設替えが挙げられる。鉛管の布設替えは、付近で配水管の更新が行われる場合に、同時に行うと効率的である。

●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。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 急速砂ろ過池を用いた浄水施設において，時々，ろ過水濁度が上昇する現象が生じている。施設を管理する者として対応の検討に当たり，下記の内容について記述せよ。

- （１）この対応に向けて，調査，検討すべき事項とその内容を説明せよ。
- （２）業務を進める手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 流量調整槽がある接触ばっ気方式の污水处理施設において，異常な流入水の混入や水槽・機器に故障等がない状態で，沈殿槽越流水のBODが処理目標値の20mg/Lを超えるケースがたびたびあった。

- （１）この対応に向けて，調査，検討すべき事項とその内容を説明せよ。
- （２）業務を進める手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- （３）業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

令和5年度技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-2-1

技術部門	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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

(1)	調査・検討すべき事項とその内容
	<u>調査すべき事項とその内容</u>
●	ろ過水濁度上昇の状況（上昇する時間帯、頻度、季節、上昇の仕方（パターン））
●	ろ過処理前後の濁度の差（ろ過未処理水の濁度とろ過水濁度に相関があるか調べる）
●	濁度以外の項目（濁度と連動する項目があるかどうか調べる）
	<u>検討すべき事項とその内容</u>
●	浄水処理の強化（pH値、アルカリ度が凝集剤の適正範囲であることの徹底）
●	クリプトスポリジウム等対策指針の確認（ろ過水濁度が0.1度を超えると対応をする必要がある）
(2)	業務を進める手順と、留意すべき点、工夫を要する点
	ろ過水濁度が上昇する原因として、次の3つが考えられる。
	①凝集不良
	②洗浄（逆洗頻度）が適切でない
	③生物漏出
	①→②→③の順に従って調査・対応する。留意すべき点、工夫を要する点を以下に述べる。
①	凝集不良について
	凝集剤には、適切なpH値とアルカリ度の範囲があるので、確認する。

●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

○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。)

留意する点	は、夏は水の粘度の関係で、凝集不良が
起きたとき	ろ過水濁度が上昇しやすい点である。工夫
を要する点	は、障害生物により凝集不良が起きること
があるので、	夏季は特に検鏡をすることである。前塩
処理を行うと	障害生物が原因で凝集不良が起きること
がある。	
② 洗浄（逆洗）	頻度の検討
洗浄（逆洗）の	タイミングと、ろ過水濁度上昇のタ
イミングに	相関があれば、洗浄方法が原因でろ過水濁
度の上昇が	起きている可能性がある。
留意する点	は損失水頭の上昇である。工夫する点
障害生物により	ろ過閉塞が起きることがあるので検鏡
により	確かめることである。
③ 生物漏出	
障害生物が	ろ過地を抜けることにより、ろ過水濁度
が	上昇することがある。留意する点
障害生物は	漏出しやすいという点である。工夫を要す
る点	は、覆蓋で改善しないか確かめる点である。
(3) 業務を	効率的、効果的に進めるための関係者と
の調整	方策
同じ水源を	もつ浄水場がある場合、同様の事例が発
生している	ことがある。業務を効率的、効果的に進め
るための	関係者との調整方策として、連絡体制、情報
共有体制を	整えておくことが挙げられる。

●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

11-1 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。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 厚生労働省が行っている水質汚染事故による水道の被害状況の調査によると，水道事業者等が通常予測できない水道原水の水質変化により，水道水を供給するに当たって問題が生じ，対応を図った水道事業者等が，200前後あると報告されている。その中で最も発生事例の多い，水道水源における油流出による水質汚染事故が発生した場合について，水質管理責任者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) 水源水域における油による水質汚染事故に関して，技術者の立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考えられる課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策について，専門技術用語を交えて示せ。
- (3) 前問（2）で示したすべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ-2 農林水産省から肥料制度の見直しがあり，2020年12月及び2021年12月の2回に渡り施行され，2022年度もその改正の経緯や内容についての説明会が数回開催されている。こうした状況の下，浄化槽汚泥や農業集落排水汚泥を原料とした汚泥肥料が，汚泥再生処理センターや農業集落排水施設等で生産されており，生産された汚泥肥料を農地還元することが求められている。

- (1) この汚泥肥料の農地還元を進めていく技術者としての立場で，多面的な観点から3つの課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考えられる課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策について，専門技術用語を交えて示せ。
- (3) 前問（2）で示したすべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～11-2 廃棄物・資源循環～

11-2 廃棄物・資源循環【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1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 廃棄物焼却施設の廃熱ボイラに付着する灰の付着要因と影響，稼働時の除去方法と特徴について3つ以上述べよ。

Ⅱ-1-2 一般廃棄物焼却施設の維持管理の技術上の基準について述べよ。

Ⅱ-1-3 生物学的脱窒素処理において低負荷条件で汚水処理を行う場合，運転管理上の留意点を多角的に説明するとともに対応策を述べよ。

Ⅱ-1-4 汚泥再生処理センターにおいて汚泥の堆肥化を計画するに当たり，検討すべき点を多角的に述べよ。

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。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 2050年カーボンニュートラルの実現に向け廃棄物発電は分散型エネルギーとしてもその必要性は今後も継続される。またプラスチックに係る資源循環の促進などにより廃棄物発電の熱エネルギーの変動も推定される。こうした新たな発電設備を備えた廃棄物処理施設における発電の安定化を目指した設備の整備計画策定の担当者として下記の内容について記述せよ。

- (1) 調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙して，その項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 近年の景気低迷，人口減少等による財政悪化により，地方自治体では職員の削減が進み，特に技術系職員の不足が深刻化している。この状況下にあっても一般廃棄物処理施設は常に安定した機能を発揮させなければならず，一般廃棄物処理施設の運営を民間事業者に包括的に委託することが主流となりつつある。こうした中，一般廃棄物処理施設の運営において包括的民間委託を導入するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 包括的民間委託を導入するに当たり，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙して，その項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

11-2 廃棄物・資源循環【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。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 廃棄物処理施設における労働災害，並びに有毒ガスや薬剤漏洩等の環境事故の防止に向けた取組は重要である。これを踏まえて以下の問いに答えよ。

- (1) 廃棄物処理施設において重大な事故を引き起こす要因・課題を，技術職の立場から多面的に3つ抽出し，それぞれの観点とともに示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した要因・課題のうち最も重要と考えるものを1つ挙げ，その要因・課題に対する複数の解決策を，専門用語を交えて具体的に示せ。
- (3) 前問（2）で示した解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 厳しい財政状況，人口減少，担い手・技術者不足等による廃棄物処理の非効率化が懸念されている。この状況下にあつて，将来にわたり持続可能な適正処理を確保していくためには，社会情勢等を踏まえ，中長期的な視点で安定的・効率的な廃棄物処理体制の在り方を検討することが重要であり，国の施策として廃棄物処理の広域化，廃棄物処理施設の集約化・大規模化が推進されている。

- (1) 廃棄物処理施設の集約化を検討するに当たり，技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考えるものを1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を，専門用語を交えて具体的に示せ。
- (3) 前問（2）で示した解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ—2

技術部門	衛生工学部門
選択科目	廃棄物・資源循環
専門とする事項	廃棄物・資源循環に係る中間処理

※

○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	施設集約化における課題
	廃棄物・資源循環の技術者の観点から、非常時対応、合意形成、基本条件・仕様の検討の観点から、それぞれ課題を挙げる。
	<u>(1) 施設の強靱化の実現</u>
	近年、地球温暖化等に伴い、大規模な自然災害が頻発している。災害等の非常時においても、廃棄物処理施設の早期復旧によるごみ処理継続が重要となる。また、施設の集約化に伴う施設数の減少により、非常時のバックアップ施設が無くなり、ごみ処理継続に支障をきたす懸念がある。これらを踏まえ、如何に施設の強靱化を実現して、非常時のごみ処理を継続していくかが課題となる。
	<u>(2) 集約施設の立地選定</u>
	施設の集約化を検討する際、広域化の場合には複数の自治体から施設の設置場所を選定する必要がある。廃棄物処理施設は迷惑施設と捉えられることが多いだけでなく、ごみ収集車両の増加による周辺環境への影響も懸念される。これらより、立地選定においては不公平感が生じ易く、合意形成が困難となり易い傾向がある。これらを踏まえ、如何に集約施設の立地選定を行うかが課題となる。
	<u>(3) 施設整備の条件・仕様の検討</u>
	広域処理を検討する場合、自治体毎に分別区分が異なる可能性が高いだけでなく、ごみ質も異なる。また、

●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

○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。）

将来人口の増減傾向も異なり、ごみ量予測・施設規模
設定が困難となる。安定処理が可能な施設設計のため、
計画対象ごみ、ごみ質、施設規模等の最適な設計諸条件
の設定を如何に行うかが課題となる。
2．最重要課題と解決策
(1) 最重要課題
昨今の災害発生状況を鑑み、「施設の強靱化の実現」を最重要課題として設定する。
(2) 解決策
① 施設の耐震化・耐水性・耐浪性の向上
エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアルへの適合を計画する。耐震性に関しては、重要度係数1.25を採用した耐震設計を行う。耐水性に関しては、ハザードマップ等を基にした造成盛土高の設定、電気室等を2階以上に設置する等の配置検討を行う。耐浪性に関しては、ごみ受入が継続可能となるようにプラットホーム出入口に防潮壁を設置する。
② ユーティリティの確保
非常時においてもごみ処理を継続するためには、電気・用水・燃料等のユーティリティが必要となる。非常時で外部から補給が困難となる可能性に備え、施設内での保管等を計画する。具体的には、外部からのユーティリティ補給が可能となるまでの間にごみ処理が継続可能となる非常用発電機容量の設定、災害用井戸の設置の検討、雨水貯留・利用の検討、都市ガスの中

●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

○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。）

圧化、油貯留容量の検討、薬剤貯留容量の検討を行う。

③ 事業継続計画（BCP）の作成

災害等が発生した場合に、ごみ処理事業が継続可能となるように、事前にBCPを策定しておくことが効果的である。BCP策定においては、自治体で策定するBCPも考慮して、ユーティリティの補給再開がいつ頃になるか、被災後の設備・機器の損傷等をどのように確認し復旧するか、運転体制をどのように構築するか等を定め、実効性の高い計画とすることが重要となる。

3. 新たなリスクと対応策

(1) 事業費増大

施設の強靱化設計に伴い、事業費は増加する。上位の災害廃棄物処理計画等も踏まえ、過度な設備設計となっていないかの精査を行った上で、広域処理による事業費用の分担・スケールメリットを活かした費用削減、PFI・PPP等の民間活力の導入による事業費の縮減の他、循環型社会形成推進交付金を活用した一般財源の縮減等、財源計画上の工夫により対応が可能となる。

(2) 適切な運転管理員の確保

施設の強靱化に伴い、運転・維持管理が高度化する。民間の技術力や資格者を活用したPPP手法、自治体による先進施設の視察・勉強会の実施、資格取得助成制度の導入、ウェビナー・講習会による技術研鑽等により、運転・維持管理への対応が可能となる。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

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～11-3 建築物環境衛生管理～

11-3 建築物環境衛生管理【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1設問を選び解答せよ。（緑色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙1枚にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 クリーンルームの代表的なシステムのうち，非一方向流方式及び垂直一方向流方式の2つについて，概要・清浄度クラス・気流（吹出口・吸込口の配置），等の違いを述べよ。

Ⅱ-1-2 大規模音楽ホールの客席部分の空調設備を設計する際のシステム概要と留意点について述べよ。

Ⅱ-1-3 温泉旅館などの浴槽循環ろ過システムの計画・設計を行う場合，浴槽水の衛生管理の観点から留意すべき点について説明せよ。

Ⅱ-1-4 半導体製造時の装置からの排気について，その種類と処理方法を説明し，留意点を述べよ。

令和5年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

技術部門	衛生工学	部門
選択科目	建築物環境衛生管理	
専門とする事項	空気調和設備の背系	

問題番号	II-1-2
------	--------

← 解答する問題番号(1から4)を点線の枠内に必ず記入すること。
○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

大規模音楽ホールの空調設備									
(1) システム概要									
大規模音楽ホールは、高天井の大空間なため、中央式の単一ダクト空調方式を採用する。又高天井のため暖房効率が悪いことから居住域空調の採用を検討する。又、省エネルギーへの配慮として、外気冷房や外気導入のCO2制御の採用も検討する。音楽ホールの特性から快適性や騒音に配慮して計画を行う。									
(2) 留意点									
① 暖房効率の向上 音楽ホールは高天井で構成されることに留意し居住域空調を採用する。吹出口は「椅子」の背面から噴き出す方式を採用する。									
② 快適性への配慮 快適性への配慮として「椅子」からの吹出口はドラフトのない微気流とする。又空調吹出温度を19～20℃で設定し、音楽ホールに来場する高齢者や女性に対し快適性の維持に留意する。									
③ 騒音への配慮 音楽ホールの室内騒音設定はNC-15～20程度に設定される。そこで空調機からの二次側ダクト内流速を抑えると共に、空調機からのダクト消音対策を確実に行う点に留意する。また椅子からの吹出口からの流速も抑え低騒音化することにも配慮する。									
④ 省エネへの配慮 音楽ホールは外気量が大きくなるため、外気冷房の導入や、CO2センサーにより外気量を制御することで、ファンインバーター調整により省エネを図る。									

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 延床面積9,500㎡，地上7階，地下1階の市庁舎新築計画において，空気調和設備設計担当責任者として参画することになった。本施設において，令和4年10月1日施行された建築物省エネ法が示す事務所等の誘導基準のBEI値を達成し，かつ地震や洪水等の災害時にそれぞれの公共インフラ（電力，上水道，下水道，都市ガス）機能が停止したときに最低3日間事業継続対象エリアの空調が可能となる空調システムを計画するに当たり，下記の内容について記述せよ。なお，施設内容は下表のとおりとする。

表：施設内容

階数	主要室	床面積（㎡）
7階	市長室 ^{※1} ，副市長室 ^{※1} ，会議室等 ^{※1}	1,000
3～6階	事務室 ^{※1}	4,000(=1,000×4)
2階	電気室，設備機械室，非常用発電機室 ^{※2}	1,500
1階	エントランスホール，管理事務室 ^{※1} 等	1,000
	イベントホール（400㎡） ^{※1} ，控室等	500
地下1階	駐車場	1,500

※1 災害時に事業継続として空調・換気が必要な室。1階イベントホールは天井高5mにて，災害時に帰宅困難者受入スペースとして利用

※2 災害時に必要な電源は，非常用発電機の運転にて確保

- (1) 建築物省エネ法の誘導基準のBEI値達成に向けて，空気調和設備において調査，検討すべき事項を3つ以上挙げ，その内容について具体的に説明せよ。
- (2) 1階イベントホールの空気調和設備を計画するまでの手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための内外の関係者との調整方策について述べよ。

II-2-1

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

(1) B E I 達成に向けた調査・検討事項																							
1) 敷地周辺環境の調査																							
誘導基準の B E I を達成するため敷地周辺環境を調査する。特に未利用エネルギーの調査に加え、敷地周辺の風向風速を調査し自然換気の採用を検討する。また屋上機器からの排熱や騒音が周囲環境に影響がないことを調査すると共に、法規制で敷地境界線の規制値がないかも合わせて確認を行い、その結果で屋上機器の配置や設備システムの検討を行う。																							
2) 最新機種動向の調査とシステム検討																							
誘導基準の変動に伴い、Z E B 化に向け各メーカーが日進月歩で高効率機器を開発している。各メーカーにヒアリングの上、C O P を調査の上システム検討を行う。また事業継続性について求められていることから電気とガスの熱源についても調査を行う。																							
3) 空調諸元の設定																							
B E I 誘導基準の達成に向け、特に空調エネルギーが大きい事務室部分の照明・コンセントの諸元を設定する。昨今の L E D 化照明や省電力なノートパソコンの普及により、照明は、500 L x で 6 W / m ² 、コンセントは実績から 10 ~ 15 W / m ² 程度で設定することで空調機器の消費電力低減を検討する。																							
(2) 空調設備の手順・留意点・工夫点																							
1) 災害に備えた空調システム設計																							
① 留意点																							

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24 字×25 字

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

災害時に空調利用を継続するため、非常用発電機により稼働する高効率電気空調機の他、中圧ガスが引き込める場合にはガス式空調機の採用で二重化を図る。

② 工夫点

事業継続時間後でも継続して空調稼働ができるよう、地中熱利用を用いた空調方式検討し、省エネとレジリエンス向上に対する工夫を図る。

2) 省エネ空調システムの構築

① 留意点

ホールは高天井であることから暖房効率を高めることに留意し、居住域空調の採用を検討する。

② 工夫点

空調は床スラブに冷温水パイプを埋設した床放射空調システムを導入し居住域空調で省エネを図る。また熱源水には井水熱を利用し、採水した井水を熱交換後、中温空調として利用することで省エネ化の工夫を行う。

(3) 関係差との調整方策

① 建築主との調整

建築主は付加価値向上とコスト低減を求める。省エネ技術の採用によるランニングコストを試算の上初期投資コストと比較し、システム決定を早期に建築主と合意する。

② 諸官庁との調整

BEI値算出で利用するWEBプログラムの算出方法を事前に諸官庁と十分協議する。省エネ適判時の指摘によりBEI値が悪化し、基準が未達とならないよう十分双方で協議・確認を行う。以上

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

Ⅱ－２－２ 市街地に計画される市庁舎の給排水衛生設備の基本設計策定業務を行うことになった。雨水利用システムの計画を進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

計画概要

- ・延べ面積 35,000㎡ 地上10階建て
- ・敷地面積 10,000㎡
- ・敷地内は駐車場のほか、市民の憩いの場として広場や緑地が計画されている。
- ・下水道普及地域であるが、都市型集中豪雨対策として最大限の雨水流出抑制が求められている。
- ・大規模災害時には防災拠点となる他、地域住民や帰宅困難者の避難施設としての機能も求められている。
- ・構造計画は耐震性を考慮し基礎免震工法を採用している。
- ・清掃頻度が少なく簡易な雨水システムの提案が求められている。

- (1) 雨水貯留により流出抑制を行う場合、貯留した雨水の活用を図るために調査、検討すべき事項と内容について3つの観点から説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について、雨水を利用する場合の留意点や工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的、効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

11-3 建築物環境衛生管理【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。（赤色の答案用紙に解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅲ-1 建築物において，その利用者の健康の観点から衛生的環境の確保とともに，快適で，ウェルビーイング（身体的，精神的，社会的に良好であること）につながる空間を作り出すことが重要である。建築物環境に課せられた役割は大きく，室内環境の計画だけではなく，その制御を適切に行うことが必要となっている。このような状況を踏まえて，建築物環境衛生の技術者として，建築設備の計画・運用に関して以下の問いに答えよ。

- (1) 技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，その課題の内容を示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を，専門技術用語を交えて示せ。
- (3) 前問（2）で示した解決策に共通した新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ-2 脱炭素社会実現のためにはインフラへの負荷低減も重要な課題であり，上下水道への負荷低減の観点から建物と敷地内での水量の収支を総合的にゼロとするゼロ・ウォーター・ビル（ZWB：Zero Water Buildings）への関心が高まっている。ZWBを実現するための手法に関して，建築衛生技術者の視点から，以下の問いに答えよ。

- (1) 技術者としての立場で多面的な観点から，ZWBの計画・設計において，3つの課題を抽出し，それぞれの観点と課題の内容を示せ。
- (2) 前問（1）で抽出した課題のうち最も重要と考えられる課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を，専門技術用語を交えて示せ。
- (3) 前問（2）で示した解決策に共通した新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ－1

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

健康と快適な空間づくりのための施設計画																							
(1) ウェルビーイングを高める新たな温熱環境の提供																							
執務者の健康とウェルビーイングにつながる空間づくりが求められている。現状の執務室の温熱環境にあっても快適性は高いが、今後ウェルビーイングの確保と働き方改革による業務効率を高めるためには今までにない新たな空調制御の構築が重要である。よって、機能面の観点から、今までの設定温度を満足する空調制御から、温度の可変性や気流感、温度むらを含めた空調制御を行っていくことも重要な課題である。																							
(2) 管理技術者への技術指導																							
管理技術者が空調設備を適切に制御することが重要であるが、適正な制御がなされなければ本来の機能が発揮できない。そこで教育の観点から技術指導を図る。具体的には、動画やマニュアルの整備と指導により理解の促進を図ると共に、遠隔にいる習熟技能者の指導が受けられるようIoTを用いたARによる遠隔指導で、現地の同じものを見ながら共通の認識の上指導を行い、更なる技術力向上を図ることも重要な課題である。																							
(3) 快適性システムの初期導入コストの低減																							
快適性やウェルビーイングを達成する設備システムは付加機能となり初期導入コストが増加する。コストの高騰化により建築主は採用を見送ることもある。そこでコストの観点から、空調制御の導入により業務効率の向上と省エネ化による削減コストを試算する。そ																							

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

の 結 果 と 初 期 導 入 コ ス ト の 比 較 で 、 建 築 主 と の 合 意 形 成 を 早 期 に 図 り 、 導 入 を 促 す こ と も 重 要 な 課 題 で あ る 。

(2) 最 も 重 要 と 考 え る 課 題

健 康 と 快 適 性 を 高 め る た め に 、 「 ウ ェ ル ビ ー イ ン グ を 高 め る 新 た な 温 熱 環 境 」 を 最 重 要 課 題 に 設 定 す る 。

1) 健 康 と 快 適 性 を 高 め る 温 熱 環 境 の 提 供

快 適 性 を 維 持 す る た め に は 、 執 務 室 内 温 度 が 一 定 に 維 持 さ れ て い る こ と が 有 効 で あ る 。 し か し 一 般 空 調 で は 気 流 感 や 空 間 の 温 度 ム ラ が 発 生 し 快 適 性 や 健 康 が 損 な わ れ る こ と が あ る 。 そ こ で 気 流 感 や 温 度 ム ラ の な い 空 調 方 式 で 機 能 向 上 を 図 る 。 具 体 的 に は 天 井 面 ス ラ ブ に 冷 温 水 パ イ プ を 打 込 む 軀 体 放 射 冷 暖 房 シ ス テ ム (T A B S) を 導 入 す る 。 T A B S は 直 天 井 で 構 成 さ れ 空 間 の 広 が り を 与 え る と 共 に 、 冷 え た ス ラ ブ の 放 射 効 果 を 利 用 す る た め 、 気 流 感 や 温 度 ム ラ の な い 環 境 を 実 現 す る 。 気 流 が な い た め 粉 塵 や ウ ィ ル ス の 巻 き 上 げ が な く 、 健 康 増 進 と 快 適 性 を 両 立 し た 空 間 を 提 供 で き る 。

2) 1℃ の 変 化 が 快 適 性 と 生 産 性 向 上 を 生 む

室 内 温 度 を 26℃ に 維 持 す る こ と は 通 常 の 執 務 環 境 と し て 問 題 は な い 。 し か し 働 き 方 改 革 に 向 け た 業 務 効 率 向 上 と 健 康 維 持 の た め に は 、 新 た な 空 調 制 御 手 法 が 必 要 と な る 。 そ こ で 空 調 温 度 を 可 変 さ せ 体 内 リ ズ ム を 整 え る こ と で 機 能 向 上 を 図 る 。 具 体 的 に は 出 勤 時 と 昼 食 後 、 温 度 を 1℃ 下 げ 覚 醒 さ せ る と 共 に 、 帰 宅 時 に は 温 度 を 1℃ 上 げ る こ と で 体 内 リ ズ ム を 整 え 帰 宅 を 促 す 。

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

