

2019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枚以内にまとめよ。）

I－1 2015年9月の国連持続可能な開発サミットで，世界が2016年から2030年までに達成すべき17の環境や開発に関する国際目標が世界193か国が合意して採択され，我が国において様々な取組が進められている。このことを踏まえて以下の問いに答えよ。

- (1) あなたの専門分野におけるこれらの目標に関する現状について述べるとともに，目標を達成するために，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (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示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。
- (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 我が国は，温室効果ガス削減の目標として，2030年までに2013年比で26%削減するとしている。このため，あらゆる施設において温室効果ガス削減の対策が求められている。このことを踏まえて以下の問いに答えよ。

- (1) あなたの専門分野における省エネ等の温室効果ガス削減対策の現状について述べるとともに，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (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示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。
- (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。

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	
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。）

0. はじめに
2015年の国連持続可能な開発サミットにおいて、「持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択され、MDGsの後継としてSDGs（持続可能な開発目標）が提唱された。SDGsは、パリ協定等の国際的潮流を踏まえ、17のゴール169のターゲットから構成され、発展途上国のみならず先進国にも当てはまる普遍的な国際目標である。以下では、SDGsにおける目標の現状や課題・対策等について、廃棄物・エネルギー分野の観点から述べる。
1. 廃棄物・エネルギー分野における現状と課題
(1) エネルギー（ゴール7）
世界中での現代エネルギーへのアクセスを確保する目標であるが、我が国では、最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合が低い現状である。太陽光・風力・地熱・バイオマス・波力・中小規模水力等の再生可能エネルギーを積極的に導入し、政府の掲げる2030年エネルギーミックス（再生可能エネルギーの占める割合：22-24%）を達成する必要がある。このため、電力系統の空き容量不足やFIT制度の適正な運用といった取組を推進することが課題となる。
(2) 地球温暖化対策（ゴール13）
パリ協定においては、全世界で温室効果ガス排出量を2030年までに45%削減、2050年には実質ゼロとする目標が掲げられた。我が国では、エネルギー起源

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○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。)

C O 2 の 排 出 量 が 多 い 現 状 と な っ て お り 、 2 0 3 0 年 ま で に
温 室 効 果 ガ ス を 2 0 1 3 年 度 比 2 6 % 削 減 、 2 0 5 0 年 ま で に
8 0 % 削 減 す る こ と が 課 題 と な る 。 こ の た め 、 以 下 の よ
う な 部 門 別 の 取 組 を 推 進 す る こ と が 重 要 で あ る 。
・ 産 業 部 門 : 省 エ ネ 設 備 ・ F E M S の 導 入 等
・ 業 務 そ の 他 部 門 : B E M S の 導 入 、 Z E B の 構 築 等
・ 運 輸 部 門 : モ ー ダ ル シ フ ト 、 交 通 流 対 策 等
・ 家 庭 部 門 : 住 宅 の 断 熱 性 向 上 、 Z E H の 構 築 等
・ エ ネ ル ギ ー 転 換 部 門 : 火 力 発 電 所 の 高 効 率 化 等
(3) 海 洋 保 全 (ゴ ー ル 1 4)
海 洋 環 境 ・ 生 態 系 を 保 全 し 、 海 洋 資 源 の 確 保 を 目 指
す も の で あ る が 、 我 が 国 で は 魚 類 の 乱 獲 が 多 い 状 況 に
あ る 。 持 続 可 能 な 漁 獲 量 と す る と と も に 、 海 洋 プ ラ ス
チ ッ ク 問 題 へ の 対 応 と 併 せ て 海 洋 保 全 を 推 進 す る 必 要
が あ る 。
2 . 最 も 重 要 な 課 題 と そ の 解 決 策
廃 棄 物 処 理 ・ 資 源 循 環 分 野 に お い て は 、 ご み 焼 却 に
伴 っ て 生 じ る 温 室 効 果 ガ ス の 排 出 量 削 減 が 重 要 と な
る 。 以 下 に 本 課 題 へ の 解 決 策 を 述 べ る 。
(1) 焼 却 ご み 量 の 削 減
3 R の 推 進 に よ り 、 焼 却 対 象 ご み 量 を 削 減 し 、 排 ガ
ス に 含 ま れ る C O 2 の 排 出 削 減 を 図 る 。 と く に 、 化 石 燃
料 由 来 の プ ラ ス チ ッ ク の 排 出 削 減 を 図 る こ と が 重 要 で
あ る 。
(2) エ ネ ル ギ ー の 高 効 率 な 回 収

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○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。)

	施 設	の	広 域	化 ・	集 約	化	や	高 温	高 圧	ボ イ	ラ ・	低 温	エ コ											
ノ	マ	イ	ザ	等	の	高	効	率	エ	ネ	ル	ギ	一	回	収	設	備	、	省	エ	ネ	設	備	
の	導	入	に	よ	り	、	省	エ	ネ	・	創	エ	ネ	を	図	り	、	温	室	効	果	ガ	ス	
排	出	量	の	削	減	を	図	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。							
3 .	解	決	策	に	共	通	し	て	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策					
3 R	の	推	進	や	広	域	化 ・	集	約	化	を	図	る	こ	と	で	、	処	理	の				
非	効	率	化	が	生	じ	る	リ	ス	ク	が	あ	る	。	将	来	予	測	を	踏	ま	え	た	
適	切	な	施	設	規	模	を	見	込	む	と	と	も	に	、	地	域	未	利	用	バ	イ	オ	
マ	ス	の	活	用	等	を	検	討	す	べ	き	で	あ	る	。									
ま	た	、	高	効	率	な	エ	ネ	ル	ギ	一	回	収	を	実	現	す	る	こ	と	で	、		
余	剰	電	力	が	発	生	す	る	可	能	性	も	生	じ	る	。	廃	棄	物	発	電	の	ネ	
ツ	ト	ワ	ー	ク	化	や	水	素	社	会	を	見	据	え	た	エ	ネ	ル	ギ	一	の	水	素	
へ	の	転	換	、	E	V	パ	ッ	カ	ー	車	導	入	に	よ	る	夜	間	発	電	電	力	の	
蓄	電	利	用	等	に	つ	い	て	検	討	す	べ	き	で	あ	る	。							
4 .	技	術	者	倫	理	、	社	会	の	持	続	可	能	性	確	保	に	あ	た	っ	て	の	留	
意	点																							
エ	ネ	ル	ギ	一	回	収	方	策	が	先	行	す	る	あ	ま	り	、	廃	棄	物	の	衛		
生	・	安	定	処	理	に	影	響	を	与	え	る	可	能	性	が	あ	る	。	エ	ネ	ル	ギ	
一	回	収	方	策	が	衛	生	・	安	定	処	理	に	影	響	を	与	え	な	い	よ	う	、	
公	益	の	最	大	化	に	配	慮	す	る	必	要	が	あ	る	。								
ま	た	、	廃	棄	物	処	理	施	設	は	N	I	M	B	Y	の	特	徴	を	有	し	て	い	
る	。	こ	の	た	め	、	そ	の	整	備	・	運	営	の	段	階	か	ら	自	治	体	・	事	
業	者	・	住	民	が	積	極	的	に	参	画	し	、	P	I	M	B	Y	施	設	と	な	る	よ
意	識	の	変	革	を	促	す	こ	と	で	、	社	会	的	持	続	可	能	性	を	確	保	す	
る	こ	と	に	繋	が	る	。																	

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名		衛生工学部門
問題番号	2019 I-1.開発サミット	選択科目 廃棄物・資源循環
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項 廃棄物計画

(1) 持続可能な開発目標に関する現状と課題									
2015年の国連サミットでは、貧困や飢餓をなくす他、健康的な生活の確保といった17の持続可能な開発目標(SDGs)が採択された。SDGsは環境・経済・社会の3側面のバランスが取れた社会を目指す世界共通の目標である。我が国の第5次環境基本計画では、この3側面の統合的向上を具体的に進めるよう、地域の魅力を最大限に発揮し、相互補完によりお互いを支え合う「地域循環共生圏の形成」を新たなまちづくりの方向性として示している。SGDsの目標に対し、私の専門である廃棄物分野に関連する現状と課題を述べる。									
① 飢餓をゼロ～住民への食品ロスの削減・促進									
SDGsでは世界人口の増加に対し食料資源の安定的な供給を目標とする。我が国の食品廃棄物等は約2,800万tで、その約20%は食品ロスであった。再生利用実施率は、製造業等よりも外食産業等の住民レベルで低いことから、食べきり運動の推進等を事業者や自治体、住民・消費者が連携して取り組む必要がある。									
② 気候変動への具体的な対策～可燃ごみの発生・抑制									
温室効果ガスは気候変動を引き起こす要因と考えられ(ICPP評価報告書)、大幅な排出削減が求められる。我が国におけるごみの焼却など廃棄物分野でのCO2排出量は全体の約2.9%を示す。可燃ごみについて、特に精製・生産の過程でもCO2を発生する石油由来のプラスチックごみの削減を優先的に進める必要がある。									

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名		衛生工学部門
問題番号	2019 I-1.開発サミット	選択科目 廃棄物・資源循環
答案使用枚数	3 枚目 3 枚中	専門とする事項 廃棄物計画

③ 持続可能なエネルギーの推進 ⇒ 最も重要と考える。

エネルギー起源の温室効果ガス・CO₂の排出量について、我が国は世界第5位と全体で約4%の割合を示す。その4割は電気部門が占めており、太陽光や風力などの自然エネルギーの利用の他、廃棄物分野では生ごみのバイオマスやごみ焼却のエネルギーを回収し、電気や熱供給などに有効利用することが望まれる。

④ 海の豊かさを守ろう～プラスチックの発生・抑制

我が国のプラスチック製品の消費量は980万tで、その10%が自然界に流出していると想定される。プラスチックは自然界では分解されず、環境ホルモンなど海洋生態系への影響が世界的に問題となっている。プラスチック資源循環戦略によるレジ袋有料化・義務化やバイオマスプラスチックへの転換等を推進する。

(2) 重要と考える課題等～③ 持続可能なエネルギー

③ 持続可能なエネルギーの推進は、廃棄物処理システムにおける効率的な回収と利活用の推進といった廃棄物処理施設整備計画の重点施策と大きく関連する。

① エネルギー効率の向上～発電技術の発展など

発電施設を持つごみ焼却施設における発電効率は約13%と他の発電方式より低い。廃棄物エネルギーの推進に向けて、発電技術の発展、並びに送電端での送電電力の増強など発電効率の向上・検討は必須である。

② 施設規模の大規模化～広域連携と施設の集約化

我が国では発電効率に不利な100t/日未満の施設

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名				衛生工学部門
問題番号	2019	I-1.開発サミット	選択科目	廃棄物・資源循環
答案使用枚数	4 枚目	3 枚中	専門とする事項	廃棄物計画

が	半	分	以	上	を	占	め	る	。	効	率	的	に	有	利	な	施	設	規	模	の	大	規	
模	化	に	向	け	て	、	広	域	ブ	ロ	ック	に	お	け	る	連	携	処	理	と	施	設		
の	集	約	化	を	検	討	す	る	必	要	が	あ	る	。										
③	ご	み	の	量	と	質	の	安	定	化	～	収	集	シ	ス	テ	ム	の	維	持				
	ご	み	焼	却	エ	ネ	ル	ギ	ー	に	お	け	る	安	定	的	な	電	気	・	熱	等	の	
供	給	は	、	十	分	な	ご	み	量	・	質	の	下	、	4	M	P	a	、	4	0	0	°	C
温	で	発	電	に	有	利	な	蒸	気	条	件	の	上	に	成	り	立	つ	。	量	・	質	の	
確	保	に	向	け	、	廃	棄	物	収	集	シ	ス	テ	ム	を	適	正	に	維	持	す	る	。	
(3)	解	決	策	に	関	す	る	リ	ス	ク	と	対	策											
	今	後	、	我	が	国	で	は	人	口	減	少	と	高	齢	化	社	会	を	迎	え	る	こ	
と	か	ら	、	上	記	の	解	決	策	を	進	め	る	に	あ	た	っ	て	は	、	ご	み	量	
の	減	少	の	他	、	水	分	が	多	い	紙	お	む	つ	の	増	加	(	ご	み	質	の	変
化)	等	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	効	率	・	低	下	の	リ	ス	ク	が	懸	念	さ	れ	る	。
	社	会	的	な	変	化	を	確	実	に	計	画	づ	く	り	に	反	映	す	る	よ	う	、	
P	D	C	A	サ	イ	ク	ル	に	よ	る	点	検	、	評	価	、	見	直	し	の	実	施	な	ど
フ	ォ	ロ	ー	ア	ッ	プ	す	る	仕	組	み	を	検	討	す	る	必	要	が	あ	る	。		
(4)	技	術	者	倫	理	・	持	続	性	か	ら	必	要	と	な	る	要	件	・	留	意	点		
	廃	棄	物	処	理	の	広	域	連	携	と	施	設	の	集	約	化	は	、	自	区	内	処	
理	の	原	則	や	迷	惑	施	設	と	い	っ	た	意	見	も	多	く	、	合	意	形	成	に	
至	ら	な	い	ケ	ー	ス	が	多	い	。	住	民	へ	の	理	解	・	協	力	に	向	け	て	、
中	立	・	公	平	な	立	場	で	環	境	や	防	災	面	な	ど	多	様	な	価	値	を	評	
価	・	数	値	化	す	る	こ	と	に	留	意	す	る	。	ま	た	持	続	可	能	な	社	会	
の	構	築	に	向	け	て	、	地	域	で	排	出	し	た	ご	み	を	燃	料	や	電	気	と	
し	て	地	域	に	還	元	す	る	(	地	産	地	消	)	等	、	新	た	な	価	値	・	魅
力	を	創	造	す	る	役	割	を	担	う	施	設	づ	く	り	に	留	意	す	る	。			

令和元年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-2

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	冷房・暖房

○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. 専門分野における温室効果ガス削減対策の現状

地球温暖化は世界的な問題である。2015年開催されたパリ協定(COP21)では今世紀末までに温室効果ガスの排出量の収支をゼロとする目標を掲げている。我が国は、温室効果ガスの削減量を2030年までに2013年比26%削減するとしている。私が専門とする空気調和分野では、省エネの促進により、業務部門、民生部門で一次エネルギー消費量を40%削減する目標を掲げている。課題は以下の3点があげられる。

1) クリーンエネルギーへの転換

温室効果ガスの8割を占める二酸化炭素は化石燃料の使用により排出される。化石燃料由来のエネルギーを削減し、再生可能エネルギーや未利用エネルギーなどのクリーンエネルギーへの転換が課題である。

2) ZEBの実現

ZEBは建築的手法と設備的手法により、建築物の基準一次消費エネルギーを50%以上削減する建築物である。政府は一次エネルギー消費量削減に向け、2030年までに一般建築物の平均でZEBを目指すとしている。新築建物および既設建物でのZEBの実現が課題である。

3) 省エネ建築物の普及

ZEBなどの省エネ建築物を普及させることが課題である。オーナーやユーザーに対し、低炭素化など環境への認識を高める事が課題である。

2. 最も重要と考える課題に対する解決策

令和元年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○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。）

	業	務	部	門	、	民	生	部	門	で	一	次	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	を				
4	0	%	削	減	す	る	た	め	に	は	Z	E	B	の	実	現	が	欠	か	せ	な	い	。	最	も
重	要	な	課	題	で	あ	る	と	考	え	、	解	決	策	を	以	下	に	述	べ	る	。			
1	)		自	然	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	活	用													
自	然	換	気	シ	ス	テ	ム	、	ク	ー	ル	ヒ	ー	ト	ピ	ツ	ト	、	地	中	熱	利			
用	な	ど	、	自	然	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	活	用	す	る	こ	と	で	、	搬	送	動	力	、	
熱	源	を	停	止	す	る	こ	と	が	可	能	と	な	り	、	一	次	エ	ネ	ル	ギ	ー	消		
費	量	を	削	減	す	る	こ	と	が	可	能	で	あ	る	。										
2	)		省	エ	ネ	ル	ギ	ー	機	器	の	導	入												
熱	源	設	備	に	高	効	率	タ	ー	ボ	冷	凍	機	を	使	用	す	る	こ	と	で	、			
部	分	負	荷	特	性	に	優	れ	、	高	C	O	P	を	発	揮	す	る	。	ま	た	、	執	務	
室	に	シ	ー	リ	ン	グ	フ	ァ	ン	を	設	け	る	事	で	室	内	設	定	温	度	を	高		
く	し	て	も	、	省	電	力	で	快	適	な	空	間	の	創	造	が	可	能	で	あ	る	。		
3	)		省	エ	ネ	ル	ギ	ー	シ	ス	テ	ム	の	導	入										
二	次	側	冷	水	の	変	流	量	シ	ス	テ	ム	や	熱	源	機	器	の	台	数	制	御	、		
外	調	機	の	C	O	2	濃	度	制	御	、	ナ	イ	ト	パ	ー	ジ	な	ど	省	エ	ネ	ル	ギ	
ー	シ	ス	テ	ム	を	導	入	す	る	こ	と	で	、	一	次	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量		
を	削	減	し	Z	E	B	を	実	現	す	る	。													
3	.		解	決	策	に	共	通	す	る	新	た	な	リ	ス	ク	と	対	策						
1	)		初	期	投	資	が	過	大																
自	然	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	活	用	や	省	エ	ネ	ル	ギ	ー	設	備	の	導	入	は			
初	期	投	資	が	多	額	と	な	る	。	ラ	ン	ニ	ン	グ	コ	ス	ト	の	低	減	に	よ		
る	回	収	年	を	算	出	し	て	お	く	。	ま	た	、	C	A	S	B	E	E	や	B	E	L	S
っ	た	省	エ	ネ	ル	ギ	ー	性	能	評	価	シ	ス	テ	ム	を	利	用	し	E	S	G	投	資	
を	呼	び	込	む	。																				

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-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)	
	民生部門の消費エネルギー増加しており、そのうち40%は空調による消費である。空調分野の温室効果ガス削減対策は重要であり、課題は下記の通り。 1. 設計段階の課題は、高効率機器の導入が不十分である点と、空調負荷想定で余裕を取り過ぎていているなど、実際の施設利用形態に十分沿った設計ではない点。 2. 施工段階の課題は、空調設備の高効率運用には制御が非常に重要であるが、設計意図に即した施工になっていないケースがある。 3. 運用段階の課題は、空調設備を実負荷に即した最適化を行っておらず、使用形態を分析した運用改善ができていない。 4. 現在の熱源機に封入されている冷媒は温暖化係数GWPが高いため大気に漏洩しない管理が必要であるが、管理に課題がある。機器のメンテナンスが不十分で運用中に冷媒漏洩していたり、機器の撤去時における冷媒回収が徹底されていないため、大気中に冷媒が漏洩している。
(2)	
	空調設備の低効率運用に最も課題があると考ええる。運用改善が重要であり、対策としては下記の通り。 1. BEMS導入によりエネルギー消費の見える化を図る 2. 空調設備のコミッショニングを行うことで、設計

●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

○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。）

思	想	を	運	用	に	反	映	す	る	こ	と	と	、	負	荷	の	実	態	に	合	わ	せ	た	
運	用	改	善	を	こ	な	う																	
3	・	リ	ニ	ュ	ー	ア	ル	時	に	は	施	設	の	使	用	実	態	に	合	わ	せ	て	設	
計	し	、	高	効	率	設	備	を	導	入	す	る	こ	と										
4	・	冷	媒	漏	洩	に	よ	る	温	暖	化	が	進	ま	な	い	よ	う	に	、	漏	洩	し	
て	も	問	題	な	い	低	G	W	P	冷	媒	を	使	用	す	る	熱	源	機	器	の	開	発	を
行	う	。	ま	た	、	現	在	使	用	中	の	危	機	に	つ	い	て	は	冷	媒	漏	洩	管	
理	を	徹	底	す	る	こ	と	。																
(	3)																						
高	効	率	機	器	の	導	入	に	は	導	入	コ	ス	ト	の	増	加	、	き	め	細	や	か	
な	運	用	管	理	を	行	う	た	め	に	は	人	件	費	の	増	加	が	生	じ	、	コ	ス	
ト	ア	ッ	プ	が	避	け	ら	れ	な	い	。	ま	た	、	コ	ミ	ッ	シ	ョ	ニ	ン	グ	や	
最	適	運	転	の	実	現	に	は	熟	練	し	た	技	術	者	が	多	く	必	要	で	あ	る	
た	め	、	人	材	不	足	が	お	こ	る	。	以	上	が	リ	ス	ク	と	考	え	ま	す	。	
対	策	と	し	て	は	以	下	の	通	り	。													
1	・	運	用	管	理	の	人	件	費	削	減	に	つ	い	て	I	O	T	技	術	導	入	が	有
効	で	あ	る	と	考	え	る	。	ま	た	、	デ	ー	タ	を	ク	ラ	ウ	ド	な	ど	に	蓄	
積	す	る	こ	と	で	運	用	改	善	の	技	術	者	と	デ	ー	タ	共	有	を	簡	単	に	
行	う	こ	と	が	で	き	、	運	用	改	善	の	コ	ス	ト	削	減	に	も	つ	な	が		
る	。																							
2	・	多	数	の	施	設	の	空	調	設	備	を	I	O	T	技	術	の	活	用	に	よ	り	集
中	管	理	す	る	こ	と	で	、	熟	練	し	た	技	術	者	が	多	く	の	設	備	の	効	
率	的	に	運	用	改	善	で	き	る	た	め	、	人	材	の	有	効	活	用	が	で	き	、	
人	材	不	足	を	緩	和	で	き	る	。														

問 題 文

(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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 道路などで湧出している水が水道水か否かを判定する方法とその留意点について，4種類の方法を挙げて説明せよ。

Ⅱ-1-2 水道における水質基準，水質管理目標設定項目及び要検討項目についてそれぞれ説明するとともに，水質管理目標設定項目のうちの農薬類について，総農薬方式を説明せよ。

Ⅱ-1-3 大腸菌群の検査における特定酵素基質培地法（MMO-MUG法）の検出原理と特徴を説明せよ。

Ⅱ-1-4 紫外線消毒における微生物の不活化の原理と特徴について説明せよ。

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 水道の水質検査において，精度管理や機器の整備及び技術者の確保などの面から各水道事業者が独自で水質検査を行うことが困難になっている状況などを背景に，近年，複数の水道事業者が共同で水質試験室を１か所に整備して，検査可能な水質項目に関しては共同で水質検査を実施する事例が増えている。このような観点から，次の問いに答えよ。

- (1) 水質検査の共同化を進めるに当たり，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 共同化の業務を進める手順について，留意すべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (3) 共同化の業務を効率的，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 ばっ気槽が等量で直列に二室区分され，汚泥濃縮槽及び汚泥貯留槽を有する長時間ばっ気方式の生活排水処理施設に窒素除去機能の向上を図るため，間欠ばっ気運転による処理方法（連続流入間欠ばっ気方式及び回分式活性汚泥方式）に改造するに当たり，下記の内容について記述せよ。なお，膜分離装置は採用せず，施設の単位装置や機器類の老朽化については考慮しないものとする。

- (1) 連続流入間欠ばっ気方式と回分式活性汚泥方式について，それらに改造する上で調査，検討すべき点を述べよ。
- (2) 改造計画の立案から実施までを統括する立場として，それぞれの方式に改造し，運転を進めるまでの業務手順と留意すべき点を述べよ。
- (3) 業務を効率的・効果的に進めるために関係者と調整を要する事項について述べよ。

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。（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 近年，気候変動による水道原水水質への影響の1つとして，突発的な集中豪雨に伴う高濁度原水の問題が懸念されている。河川水を原水として急速ろ過方式を採用している水道施設を対象に，高濁度原水への対応に関して，次の問いに答えよ。

- (1) 水質管理の技術者としての立場で，高濁度原水に起因する水道施設への影響について，多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (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示せ。
- (3) 解決策に共通して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 浄化槽台帳の整備・活用が遅れている自治体があるが，浄化槽により生活排水対策を進める上で，このような状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) 浄化槽の設置整備において，技術者としての立場で自治体における浄化槽台帳の整備の意義及び台帳の整備・活用を進める上での課題において，多面的な観点から抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考えられる課題のうち情報の更新や精度確保について，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) (2)に掲示した解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 廃棄物系バイオマスの資源化技術としてのメタンガス化について，原理，処理方式（発酵槽内の固形物濃度，温度条件）別の特徴及び資源化の例について述べよ。

Ⅱ-1-2 大気汚染における二酸化いおうや二酸化窒素等の環境基準の目標値設定の考え方について述べよ。

Ⅱ-1-3 廃棄物焼却施設における排ガス中のダイオキシン類排出抑制対策について述べよ。

Ⅱ-1-4 廃棄物の最終処分場の遮水工について，技術上必要となる主要な構造について述べよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-1

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。（英数字及び図表を除く。）

メタンガス化とは、微生物の嫌気性発酵反応を利用してバイオマスからメタンを取り出す技術である。カーボンニュートラルといった特徴を有するバイオマスをリサイクルすることで、温室効果ガス排出量削減に寄与し、地球温暖化対策に貢献できる。また、処理において発生する発酵液は液肥として農地利用が可能であり、循環型社会や地域循環共生圏への形成にも貢献すると考えられる。メタンガス化には、湿式処理と乾式処理の2つの処理方式が存在する。以下では、各方式の特徴及び資源化の例について示す。

表 1 : 各処理方式の特徴及び資源化の例

	湿式処理	乾式処理
固形分濃度	10 - 20 %	25 - 40 %
温度条件	中温 (30℃)、高温 (55℃)	高温 (55℃)
特徴	【中温】 ① 微生物種が幅広く、発酵に安定性がある。 ② 高温に比して発酵速度が遅い。	① 病原性微生物致死率が高い。 ② 加水分解性が高く、高負荷を實現できる。 ③ 発酵速度が中温に比して速い。 ④ 微生物種が少なく、阻害が生じやすい。 ⑤ 加温に熱エネルギーが必要。 ⑥ 設備稼働部が多く、電力が必要。
資源化の例	・ 生ごみ ・ 下水汚泥 ・ 尿し ・ 畜産糞尿	・ 生ごみ ・ 草木類

廃棄物系バイオマスの資源化技術としてのメタンガス化について、原理、処理方式（発酵槽内の固形物濃度、温度条件）別の特徴及び資源化の例について述べよ。

1.メタンガス化の原理																																																																																																																																																																								
メ	タ	ン	ガ	ス	化	と	は	、	生	ご	み	、	し	尿	等	の	廃	棄	・	有	機	物																																																																																																																																																		
を	酸	素	の	無	い	状	態	（	嫌	気	性	）	と	し	、	微	生	物	に	よ	り	メ	タ																																																																																																																																																	
ン	ガ	ス	と	C	O	2	に	分	解	す	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	回	収	技	術	で	あ	る	。																																																																																																																																																
2.メタンガス化の処理方式別の特徴																																																																																																																																																																								
固	形	分	濃	度	の	違	い	で	湿	式	と	乾	式	に	、	ま	た	メ	タ	ン	生	成	菌	の	発	酵	温	度	で	中	温	方	式	と	高	温	方	式	に	分	類	さ	れ	る	。																																																																																																																											
固	形	分	濃	度	に	つ	い	て	、	湿	式	は	1	0	%	程	度	、	乾	式	は	1	5	～	4	0	%	に	調	整	す	る	。	湿	式	は	コ	ス	ト	的	に	有	利	で	実	績	も	多	い	。	処	理	残	渣	は	少	な	い	が	排	水	処	理	量	が	多	く	下	水	処	理	場	と	の	連	携	が	求	め	ら	れ	る	。	乾	式	は	処	理	残	渣	が	多	く	処	理	物	の	流	動	性	が	低	い	の	で	、	槽	内	の	微	生	物	を	均	一	的	に	混	合	さ	せ	る	等	の	運	転	管	理	が	複	雑	で	電	力	消	費	も	割	高	と	な	る	。																									
メ	タ	ン	生	成	菌	の	活	性	化	温	度	に	つ	い	て	、	中	温	方	式	は	3	5	℃	付	近	、	高	温	方	式	は	5	5	℃	付	近	で	発	酵	す	る	。	中	温	は	負	荷	変	動	や	ア	ン	モ	ニ	ア	阻	害	に	強	い	一	方	、	微	生	物	の	増	殖	速	度	が	遅	い	の	で	発	酵	に	多	く	の	日	数	を	要	し	、	メ	タ	ン	発	酵	槽	の	容	量	が	大	き	く	な	る	。	一	方	、	高	温	は	増	殖	速	度	が	速	く	発	酵	槽	の	容	量	を	小	さ	く	で	き	る	が	、	熱	量	が	多	く	ア	ン	モ	ニ	ア	阻	害	等	に	弱	い	こ	と	か	ら	、	維	持	管	理	に	細	心	の	注	意	を	要	す	。
3.メタンガス化の資源化の例																																																																																																																																																																								
施	設	内	の	暖	房	や	温	水	な	ど	熱	供	給	の	他	、	ガ	ス	タ	ー	ビ	ン	に	よ	る	電	気	利	用	等	が	あ	り	、	発	酵	残	渣	は	堆	肥	と	し	て	農	地	等	に	利	用	さ	れ	る	。	メ	タ	ン	ガ	ス	化	は	、	ご	み	発	電	が	困	難	な	小	規	模	施	設	に	お	い	て	も	エ	ネ	ル	ギ	ー	利	用	が	期	待	で	き	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 近年自然災害が多発している。特に地震立国である我が国はいつ東日本大震災のような巨大地震が起きても不思議ではない。自然災害発生を防ぐことは不可能であるが，発災後の廃棄物処理は環境衛生面から重大な事柄である。

廃棄物処理技術者として，災害廃棄物処理に当たり早期被災地復旧の視点から，下記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) 調査を進める手順について，留意すべき点，工夫を要する点を含め述べよ。
- (３) 被災地復旧を効率的，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 廃プラスチックについては，中国による輸入規制等を受けて，国内でのリサイクルや資源化を進めることが喫緊の課題になっている。あなたが，プラスチックのリサイクル，資源化を進めるための業務の担当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) 調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (２) 業務を進める手順について，留意すべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (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。

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-2-1

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。（英数字及び図表を除く。）

0.	はじめに
	近年、地球温暖化の影響もあり、我が国における災害が頻発化・激甚化している。こうした状況において、災害廃棄物の処理や早期の被災地復旧を実現するには、災害廃棄物対策指針や地域の特性を考慮した災害廃棄物処理計画（以下、処理計画と呼ぶ）を策定することが重要である。処理計画を基に、図上訓練等を行うことで、災害廃棄物処理対応における課題を抽出し、フィードバックすることで、処理計画の実効性を向上する。これにより、円滑かつ適正な災害廃棄物処理を実施でき、被災地の早期復旧に貢献できる。このため、以下では処理計画の作成において調査・検討すべき事項等を述べる。
1.	処理計画策定にあたって調査・検討すべき事項
(1)	災害廃棄物の適正な処理
	災害廃棄物には、片付けごみや解体家屋、土砂・生活ごみ等が含まれ多様であり、それらが混合して排出されることもある。このため、ごみ種別に発生時期（初動対応期、応急対策期、復旧・復興期）や発生場所、収集運搬方法や処理・処分先やその方法を調査・検討し、適正な処理を行うことが重要である。
(2)	処理システムの強靱化、資機材備蓄
	仮置場候補地の確保やその運用方法、処理施設の強靱化方策、収集運搬車両の拡充等について調査・検討し、処理システムの強靱化を図る必要がある。また、

○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。)

仮設トイレ等の資機材の備蓄についても調査・検討する。

(3) 関係主体との協力

国や地域ブロック、都道府県、周辺市町村、民間事業者等と平時から協力体制を構築しておくことが重要である。

2. 調査を進める手順と留意点

調査を進める手順とその概要、留意点について、以下の表1に示す。

表1：調査を進める手順・概要と留意点

手順	概要	留意点
計画策定主体の 計画検討	● 周辺自治体等 とも広域処 理の考慮し 画策定する 計を	● 平時の処 理域化 方法(集 約考 討)を 検 査す る。
計画の作成	● 発生量推計、 処生理可 補、仮置 等、地の 対画調査 に 方 記 載	● 災害廃棄物 対策指 針防 災他 の整 合 す る。
計画の実効性 向上・承認	● 訓練の認 公 行 練一行 実す 的う 。 やしい 行 る な 。 シヨ、 性 承 認 を ユ等 画 確 を	● 訓練は治 事、 が と 上 に、 体 関 参 実 に お 周 や 業 係 画 行 資 い 辺 民 者 主 す 性 す
関係主体への 情報共有	● 策定画係 計関知 す の 主 る 。 た 内 体 処 容 へ 理 を 周	● 計画等に 周 知 が 見 つ 続 す 望 直 的 的 ま

平成28年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○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。）

3. 効率的・効果的に被災地復旧するための関係者との調整方策

以下の表2に關係主体別に効率的・効果的に被災地復旧するための調整方策を示す。

表2：効率的・効果的に被災地復旧するための調整方策

關係主体	調整方策	關係主体	調整方策
国・都道府 府・県・自治 体	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域協議・参加 ● 広域連携 ● 訓練災害処理の 	住民	<ul style="list-style-type: none"> ● 避難所の ● 避難支置の ● 避難所ごとの
民間事業 者	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害の ● 被害の ● 復旧の 	その他	<ul style="list-style-type: none"> ● ボランティア ● ボランティア ● ボランティア

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名				衛生工学部門
問題番号	2019-II-2-1 (災害廃棄物)			選択科目 廃棄物・資源循環
答案使用枚数	2 枚目	3 枚中		専門とする事項 廃棄物計画

(1) 調査・検討すべき事項・内容										
① 災害廃棄物の発生量の推計										
市町村は、	平時の一般	廃棄物処理	に加えて、	都道府	県等との	広域連携	の下、	区内で	発生する	災害廃棄物の
処理・処分	を行う必要	がある。	被害予測	に基づく	災害廃棄物	の発生量	を種類別	に調査・	推計する。	
② 施設の増設の必要性の検討										
発生量を	踏まえ、	既往の	処理施設	における	能力の	増設・	必要性を	検討する。	なお	既往施設
について	は、	災害等	で稼働	不能と	ならない	よう、	事前に	耐震	診断を	実施
して	煙突や	躯体等	の安全	性を	確認	すると	共に、	施設	の耐震	化、地盤
改良、	耐水	対策等	の必要	性を	検討	する。				
③ 仮置場と一時保管場所の確保、候補地の検討										
早期復旧	と環境	衛生の	確保に	向けて、	災害	ごみを	適切	に分別	し処理・	処分を
迅速・	効率的	に行う	よう、	十分	な広さ	の仮置	場と一	時保管	場所を	確保
する必	要があ	る。②	の増設	・必要	性と合	わせて	候補	地を	検討	する。
④ 災害廃棄物処理計画の策定										
①～③	を整理	した中	で、平	時、災	害応急	対応	時、復	旧・復	興時	など各
段階に	おける	災害	廃棄物	への	対処・	実効	性を	確保	すべ	き災害
廃棄物	処理	計画	を	策定	する。					
(2) 留意・工夫すべき点										
調査手	順の①	～④	で留意	すべ	き点	を以	下に	示す。		
① 上位関連計画の把握										
区内の	災害	廃棄物	の発生	量は、	都道	府県	の	処理	計	

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名				衛生工学部門
問題番号	2019-II-2-1 (災害廃棄物)			選択科目 廃棄物・資源循環
答案使用枚数	3 枚目	3 枚中		専門とする事項 廃棄物計画

画	に	お	け	る	推	計	値	が	参	考	と	な	る	。	地	域	ブ	ロ	ッ	ク	で	取	り		
組	む	方	針	と	合	わ	せ	て	把	握	す	る	こ	と	に	留	意	す	る	。					
②	広	域	処	理	と	施	設	の	集	約	化	の	検	討											
	焼	却	施	設	は	、	大	規	模	災	害	時	に	お	け	る	自	立	分	散	型	の	電		
	力	・	熱	供	給	等	の	役	割	が	期	待	さ	れ	る	(	廃	棄	物	処	理	施	設	整
	備	計	画	)	。	ご	み	発	電	を	効	率	的	に	稼	働	で	き	る	必	要	最	低	限
	規	模	7	0	t	/	日	以	上	の	確	保	に	向	け	、	近	隣	と	の	連	携	・	広	
	域	化	等	、	施	設	の	統	合	と	処	理	・	集	約	の	可	能	性	を	検	討	す	る	。
③	仮	置	場	な	ど	の	評	価	・	優	先	度	の	設	定										
	仮	置	場	や	一	時	保	管	場	所	は	単	に	候	補	地	を	検	討	す	る	の			
	で	は	な	く	、	利	用	時	に	お	け	る	混	乱	の	無	い	よ	う	、	広	さ	や	ア	
	ク	セ	ス	性	、	ま	た	工	作	物	等	が	無	く	そ	の	ま	ま	使	用	で	き	る	か	
	と	い	っ	た	評	価	を	行	い	、	優	先	度	を	決	め	る	こ	と	に	留	意	す	る	。
④	処	理	計	画	の	実	効	性	の	確	保														
	処	理	計	画	を	策	定	済	み	に	も	関	わ	ら	ず	、	災	害	規	模	が	想	定		
	以	上	で	使	用	で	き	な	か	っ	た	例	が	多	い	。	被	災	後	の	業	務	、	役	
	割	分	担	、	資	源	の	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	等	を	災	害	の	規	模	・	種	類	別	
	に	時	系	列	で	整	理	す	る	等	、	処	理	計	画	の	実	効	性	を	高	め	る	。	
(3)	関	係	者	と	の	調	整	方	策																
	災	害	廃	棄	物	の	形	状	は	処	理	も	含	め	て	産	業	廃	棄	物	に	似			
	て	い	る	こ	と	か	ら	、	協	定	締	結	を	前	提	と	し	た	協	議	が	有	効	で	
	あ	る	。	ま	た	地	域	住	民	と	の	連	携	と	リ	ー	ダ	ー	の	育	成	を	図	る	
	よ	う	、	災	害	発	生	と	廃	棄	物	処	理	を	イ	メ	ー	ジ	し	た	訓	練	・	講	
	習	を	定	期	的	に	行	う	。	そ	の	際	、	D	.	W	a	s	t	e	-	N	e	t	
	知	し	、	被	災	情	報	等	を	共	有	化	す	る	の	が	効	果	的	で	あ	る	。		

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。（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 第五次環境基本計画（平成30年4月17日閣議決定）において，各地域が自立・分散型の社会を形成し，地域資源等を補完し支え合う「地域循環共生圏」の創造を目指すとされた。

- (1) 廃棄物処理を核とする「地域循環共生圏」を構築するに当たって，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) (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示せ。
- (3) (2) で示した解決策に共通して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 我が国では総人口が減少する中で高齢者が増加し，高齢化率が上昇を続けている。このため，廃棄物処理においても高齢化社会に対応したシステムを構築していく必要がある。高齢化社会に対応した廃棄物処理システムの構築に向けて，廃棄物・資源循環の技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 現状の廃棄物処理システムが，将来の超高齢化社会にそのまま移行された場合に想定される課題について，あなたの専門とする分野から複数抽出せよ。
- (2) (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示せ。
- (3) (2) で示した解決策に共通して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-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。（英数字及び図表を除く。）

0. 地域循環共生圏

地域循環共生圏とは、地域に偏在する資源を種類ごとに適正な範囲で広域的に循環させることで、相互に補完しあう自立・分散型社会を形成するものである。これにより、循環型社会・低炭素社会・自然共生社会の形成に寄与し、SDGsに示す経済・社会・環境の統合的向上を実現することが可能である。以下では、地域循環共生圏構築のための課題や対策等について述べる。

1. 地域循環共生圏構築のための課題

(1) 持続可能な適正処理

我が国では、少子高齢化による人口減少によって、廃棄物処理業の担い手不足や処理の非効率化が発生しつつある。また、廃棄物焼却施設においては老朽化が進んでおり、廃棄物処理のための自治体財政負担の増大が生じている。地域循環共生圏の構築にあたっては、これらの課題を解決し、持続可能な適正処理を推進する必要がある。

(2) 地球温暖化対策

パリ協定やSDGsの取組を踏まえ、廃棄物・資源循環分野においても温室効果ガスの削減を推進することが重要である。廃棄物発電施設においては、施設の広域化・集約化や高効率エネルギー回収設備（高温高圧ボイラ等）、省エネ設備の導入を図り、省エネ・創エネを推進し、温室効果ガス削減を図る。これにより、廃

○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。)

棄	物	発	電	施	設	に	地	域	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	セ	ン	タ	ー	と	し	て	の	機	
能	が	備	わ	れ	ば	、	地	域	へ	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	供	給	・	循	環	が	可	能	
と	な	り	、	ひ	い	て	は	我	が	国	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	供	給	不	安	解	消	に	
寄	与	す	る	。																				
(	3	)	災	害	へ	の	対	応															
近	年	、	災	害	が	頻	発	化	・	激	甚	化	し	て	き	て	い	る	。	地	域	循	環	
共	生	圏	の	核	と	な	る	廃	棄	物	処	理	シ	ス	テ	ム	が	被	災	す	る	こ	と	
で	、	災	害	時	の	地	域	循	環	が	確	保	さ	れ	な	い	こ	と	が	課	題	と	な	
る	こ	と	か	ら	、	強	靱	化	等	を	実	施	し	て	い	く	必	要	が	あ	る	。		
(	4	)	資	源	循	環	・	バ	イ	オ	マ	ス	利	用									
我	が	国	に	は	、	有	用	金	属	を	含	む	廃	棄	物	や	地	域	未	利	用	資	源	
が	偏	在	し	て	い	る	。	こ	れ	ら	を	循	環	の	輪	に	取	り	込	め	る	こ	と	
で	、	資	源	供	給	の	安	定	化	や	我	が	国	の	資	源	制	約	の	解	消	に	繋	
が	る	。																						
(	5	)	地	域	の	活	性	化															
上	記	の	よ	う	な	エ	ネ	ル	ギ	ー	供	給	・	資	源	循	環	を	通	し	て	、	地	
域	の	産	業	振	興	や	新	し	い	産	業	を	創	出	す	る	こ	と	で	、	地	域	に	
お	け	る	雇	用	の	創	出	等	に	よ	る	地	域	活	性	化	が	期	待	さ	れ	る	。	
2.	最	も	重	要	な	課	題	と	解	決	策													
廃	棄	物	発	電	施	設	に	お	い	て	は	、	災	害	へ	の	対	応	と	し	て	、	被	
災	の	抑	制	・	軽	減	の	た	め	の	強	靱	化	や	災	害	時	の	安	定	的	な	エ	
ネ	ル	ギ	ー	供	給	を	行	う	必	要	が	あ	る	。	こ	の	た	め	、	地	域	の	防	
災	拠	点	機	能	の	確	立	と	い	う	点	に	課	題	が	あ	る	。	以	下	に	防	災	
拠	点	機	能	確	保	の	た	め	の	解	決	策	を	示	す	。								

○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) 施設の強靱化策																								
・耐震化：官庁施設の総合耐震計画基準に沿った建築、伸縮継手等の設置																								
・耐浸水化：電気系統等主要設備の被災浸水深以上への設置、防水壁の設置、地盤の嵩上げ等																								
(2) エネルギー供給安定策																								
・被災時にインフラの供給停止が生じると、廃棄物の安定処理自体も困難となる。このため、以下のような対策を実施する。																								
① 電気：非常用発電機の設置																								
② 水道：高置水槽の設置																								
③ ガス：ガス貯留設備の設置																								
3. 解決策に共通して生じるリスクとその対策																								
上記の各種対策を講じることによって、災害時も安定的な地域循環共生圏の創出を行うことが可能となる。一方、厳重な対策を見込むことで、平時の処理が非効率化したり、自治体の財政負担増大に繋がる。このため、平時の安定処理への影響を少なくし、平時から使用可能な設備とする方策が挙げられる。																								
例えば、非常用発電機としてガスタービン発電機を導入する場合、ごみ量によって発電電力量が左右されやすい廃棄物発電施設の補助電源として平時から利用することが望ましい。これにより、平時からの地域への安定的な電力供給が可能となる。																								

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名				衛生工学部門
問題番号	2019	III-1.地域循環共生圏	選択科目	廃棄物・資源循環
答案使用枚数	2 枚目	3 枚中	専門とする事項	廃棄物計画

(1) 地域循環共生圏の構築に向けた課題				
第五次環境基本計画に示す地域循環共生圏とは、2015年の国連サミットで採択された17の持続可能な開発目標（SDGs）の三側面の統合的向上の具体化であり、地域活力・魅力の最大限の発揮と相互補完によりお互いを支え合う地域の創造を目指すものである。				
環境基本計画で示される三側面（環境・経済・社会）の課題に対し、廃棄物分野の技術者の立場で多面的な課題を抽出・分析する。				
① 環境の課題～温室効果ガスの大幅な削減				
我が国のごみ処理は焼却処分が多く、廃棄物処理分野での温室効果ガスの排出量は全体の約2.9%を占める。特に精製・生産の過程でもCO2を発生する石油由来のプラスチックごみの削減を進める必要がある。				
② 環境の課題～資源の有効利用				
我が国のエネルギー自給率はわずかに10%弱の低い水準で、その供給を他国に委ねている。廃棄物分野ではごみ焼却を電気に利用する等、エネルギーを如何に地域に還元し、自給率を高めるかが課題である。				
③ 社会の課題～少子高齢化・人口減少への対応				
少子高齢化・人口減少を背景に、労働力不足が深刻的となっている。廃棄物分野でもごみの収集・分別や処理・処分などの担い手不足が懸念され、持続可能な廃棄物処理システムを如何に維持するかが課題である。				
④ 社会の課題～大規模災害への備え				

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名		衛生工学部門
問題番号	2019 III-1.地域循環共生圏	選択科目 廃棄物・資源循環
答案使用枚数	3 枚目 3 枚中	専門とする事項 廃棄物計画

わが国では毎年のように豪雨・地震等の大規模災害が発生する。災害廃棄物の迅速かつ適正な分別・処分に向けて、施設の耐震化や余裕のある処理能力の維持など、強靱性を以下に確保するかが課題である。
④ 経済の課題～ AI、IoT等の技術革新への対応
新興国との国際競争や地域活力の疲弊等、我が国の経済情勢は著しく悪化している。経済活動の基盤となる労働力の確保に向けて、AIやIoT等の技術を如何に廃棄物処理システムに反映するかが課題である。
(2) 重要と考える課題～ ② 資源の有効利用
「廃棄物処理施設整備計画」では、ごみの収集・処理の過程で発生した廃棄物を地域の資源・エネルギーとして有効利用することを重点施策として掲げている。ごみエネルギーの利用は、地域で排出したごみが燃料や電気となって還元される等、地産地消を通じた地域循環共生圏の創生と活性化に有意義と考える。
解決策①；施設の大規模化に向けた広域処理の検討
発電設備は規模が大きい程、効率的に有利であり、ごみ焼却施設では70t/日程度未満だと設置自体が困難とある。我が国では100t/日未満の小規模焼却施設が全体の半数を占め、エネルギーの供給体制に十分とはは言えない。施設規模の大規模化に向けて、ごみ処理の広域化、並びに施設の集約化を検討する。
② 発電効率の向上
発電施設を持つごみ焼却施設における発電効率は

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名				衛生工学部門
問題番号	2019	III-1.地域循環共生圏	選択科目	廃棄物・資源循環
答案使用枚数	4 枚目	3 枚中	専門とする事項	廃棄物計画

約	13%	(H27年度時点)	と、	火力や水力、	自然エネルギー	一等、	他の発電方式より	低く、	過去10年前	との比較	で	2%弱の	微増である。	発電技術の	発展、	並びに	送電	端での	送電電力の	増強など	発電効率の	向上・	検討と	共に、	4MPa、	400℃	と	高圧高温	で	白煙防止	装置が	無い等、	発電	効率に	有利な	蒸気条件	を	確保する	必要が	ある。																																																																																															
③ 地域での利用など地産地消の推進																																																																																																																																							
ご	み	の	焼	却	で	回	収	し	た	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	利	活	用	を	み	る	と、	FIT	制	度	を	背	景	と	し	た	電	力	会	社	へ	の	単	独	的	な	売	電	の	他、	近	隣	の	プ	ー	ル	や	温	浴	施	設	等	へ	の	熱	供	給	な	ど、	限	ら	れ	た	ケ	ー	ス	が	多	い。	ハ	ウ	ス	園	芸	等	の	農	地	利	用	や	工	業	団	地	へ	の	熱	供	給、	環	境	教	育	プ	ロ	グ	ラ	ム	の	実	施	な	ど、	地	域	特	性	を	踏	ま	え	た	様	々	な	利	用	を	検	討	す	る。							
(3) 新たに生じるリスクとそれへの対策																																																																																																																																							
施	設	の	広	域	化	・	大	規	模	化、	並	び	に	発	電	効	率	の	向	上	と	地	域	全	体	に	お	け	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	利	用	の	推	進	は、	自	立	分	散	型	の	供	給	・	利	用	体	制	の	構	築	が	期	待	で	き	る。	一	方、	一	元	的	・	包	括	的	な	管	理	体	制	は、	北	海	道	胆	振	東	部	地	震	に	お	け	る	大	規	模	停	電	等	の	リ	ス	ク	を	伴	う	こ	と	か	ら、	他	エ	ネ	ル	ギ	ー	と	の	代	替	性	及	び	多	重	性	の	確	保	等、	対	策	が	必	要	で	あ	る。
ま	た	人	口	減	少	(ご	み	量	の	減	少)	や、	高	齢	者	に	よ	る	水	分	が	多	い	紙	お	む	つ	の	増	加	(ご	み	質	の	変	化)	な	ど、	効	率	低	下	の	リ	ス	ク	が	懸	念	さ	れ	る。	社	会	的	変	化	を	確	実	に	反	映	す	る	よ	う、	P	D	C	A	サ	イ	ク	ル	に	よ	る	点	検	・	評	価	・	見	直	し	の	実	施	な	ど、	フ	ォ	ロ	ー	ア	ッ	プ	す	る	対	策	が	必	要	で	あ	る。																								

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 地域冷暖房の導入効果について，省エネルギーの観点から，供給側の効果を3項目挙げ説明せよ。また，需要家側が冷水・温水の受け入れに際して，熱交換器を介さずに直接受入方式とする場合のシステム上の留意点を述べよ。ただし，水質管理に関する事項を除くものとする。

Ⅱ-1-2 空気調和設備における排気設備に用いられる排ガス処理設備の方式を3つ挙げ，それぞれの概要と注意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 ウォータハンマ現象について述べるとともに，その原因を2つ挙げ，防止方法について説明せよ。

Ⅱ-1-4 商業施設が入居するビルについて，フロンによるオゾン層破壊や地球温暖化の影響軽減を可能な限り図る観点から，法規制対象となる機器類を挙げるとともに，その1つについて，導入，運用管理，廃棄の各段階についての対策とその留意点について述べよ。

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 近年の都心における都市開発において，交通機能との関係を含めた都市機能の集約化を図る複合用途建物の計画が多数みられる。鉄道ターミナル駅に近接し，周辺に建物高さ約200mの超高層建物が複数存在する立地条件の中，延床面積200,000m²，地上40階，地下4階，建物高さ190mの複合施設（主な用途の内訳は下表に示す。）の空調設備の設計担当責任者として参画することになった。中央供給式の空調熱源システムを採用することを前提とした上で，省エネルギーと災害時の事業継続に配慮した計画に当たり，下記の内容について記述せよ。

表：主な用途の規模

階数	用途	専有面積 (m ²)	階高 (m)	備考
4～40階	オフィス	130,000	4.4	貸事務所
3階	電気室，発電機室他	6,000	8.0	
1～2階	店舗（物販，飲食）	8,000	5.0	物販70%，飲食30%
地下1階	店舗（飲食）	8,000	5.0	
地下4～地下2階	駐車場，熱源機械室等	25,000	7.0	

- (1) 空調熱源システムの計画を行うに当たって事前に調査及び検討すべき事項とその内容をそれぞれ3つ述べよ。
- (2) 空調熱源システムの計画を進める手順について，留意すべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (3) (2)の事項を反映した空調熱源システムを1例示した上で，システム決定を効率的，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 高さ200mの超高層ホテルの建設プロジェクトに給排水衛生設備の設計担当責任者として参画することになった。ホテルの給水衛生設備を計画するに当たり，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) 業務を進める手順について，留意すべき点及び省資源の観点から工夫を要する点を含めて述べよ。
- (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。（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 ZEBとは1次エネルギー換算でバウンダリー（敷地境界あるいは建築面積）における1年間のエネルギー消費量と再生可能エネルギー生産量が正味でバランスする建物（net Zero Energy Building）である。ZEBの定義と実現可能性については、グローバルな視点から見ると様々な議論が存在する。これらを考慮した上で、次の設問に答えよ。

- (1) 技術者としての立場で多面的な観点から、新築・改修計画及び運用段階を問わず、ZEBの実現における課題を抽出し分析せよ。
- (2) 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示せ。
- (3) 解決策に共通して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 2019年1月に神戸でレジオネラ属菌の院内感染により入院患者が1名死亡するなど、レジオネラ属菌による被害は決して減少してはいない。建築設備におけるレジオネラ属菌対策はきわめて重要である。これに関連して以下の問いに答えよ。

- (1) 建物内のレジオネラ属菌感染予防のために、技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (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示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

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	冷房・暖房

※

○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. ZEB 実現における課題

ZEB の定義はグローバルな視点から見ると様々な議論が存在するが、我が国においては、パリ協定(COP21)の採択を受け、2030年までに2013年比でCO₂排出量を23%削減するとしている。そこで政府は2020年までに公共建築物で、2030年までに全ての建築物の平均でZEBを目指すとしている。ZEB 実現に向けZEB, Nearly ZEB, ZEB Ready の3段階に分け定義された。(図1)

図1. ZEBチャート

ZEB 実現における課題を以下の観点あげる。

1). 再生可能エネルギーがオンサイトに限定

ZEB の定義として再生可能エネルギーは敷地内(オンサイト)に限定される。再生可能エネルギーは主に太陽光発電が利用されている。しかし、高層建築物等は電力需要が少なく、需要に見合った太陽光パネルの設置可能面積には限度がある。オフサイトでの運用について議論することが課題である。

2). ZEB 設計に高度な技術が必要

ZEB の設計には高度な省エネルギー技術を要し、また、それらを組み合わせる必要がある。事業所によってはノウハウが無くZEB の実現が困難である。ノウハウをまとめたZEB パラメータ制度の普及が課題である。

○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。)

3). 運用時の不効率運転

設計・施工にてZEBを実現しても、運用時に不効率運転を行うことで、ZEB化が実現しない可能性がある。運用時も適切な運転を継続させることが課題である、
2. 最も重要と考える課題に対する解決策

建築物のLC CO₂のうち運用段階におけるCO₂排出量は約半分を占める。運用段階の不効率運転を改善することが最も重要な課題であると考える。運用段階の不効率運転は、設備管理者の省エネルギー技術に対する知識不足と労働人口減少による技術者不足が主要因と考える。そこで以下の解決策を3点述べる。

1). BIMを活用したマニュアル作成

BIMとは壁や梁、床及び設備機器、配管、ダクトの3Dデータに情報を入力し、建築物の設計、施工に利用するシステムである。運用段階でも利用し、機器の情報や操作が必要なバルブの場所等を設備管理者にビジュアル的に取扱い説明を行い活用する。

2). BEMS利用による運用管理

BEMSとは機器の状態や、部屋、配管、ダクト等の温度、湿度、圧力等をセンサーにより中央監視にて一括監視、運用するシステムである。各種情報をグラフ化することで分かりやすく運用状況を把握し、不効率運転の改善により最適運転の実現を可能にする。また、機器の状態を常時監視することで、状態保全による予防保全が可能となる。それにより、長寿命化が実現し

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-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。（英数字及び図表を除く。）

(1)
ZEBの実現について大きく「省エネ」と「再エネ」の面について課題がある。
まず、省エネの側面では以下の通り。
1. 高効率機器の採用コストが高く費用対効果が低い
2. ZEBを実現するには省エネルギー運転が必須であるが、最適運転については自動化はまだされておらず、熟練の人材を雇用するためには人件費が高い
次に再エネについては以下の通り。
1. 導入可能な再生可能エネルギー源は太陽光発電が多いが、国土が狭い日本では導入量に限度がある。さらに都心の超高層ビルでは、ZEBを実現するような容量を導入することは不可能。
2. 再エネは出力が不安であるため、エネルギー需要と発電量のバランスをとるためには蓄電池のようなバッファ機能が必要となるが、費用が高い。
(2)
最も重要と考える課題は「再エネ導入量の限界」の限界である。解決策は以下の通り。
1. 制度を変更し、遠隔地に設置した再生可能エネルギーの利用もZEBにおいて認めること。ただし電力を直接配電することは現実的ではなく、系統ネットワークを利用することになるためZEB施設での電力利用はバーチャルになるが、エネルギー生産側とエネルギー

●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

