

2021年度技術士第二次試験

# 筆記試験問題・合格答案実例集

## [上下水道部門]

### － 下水道 －

APEC-semi & SUKIYAKI 塾

# 問題Ⅰ（必須科目）

問題文およびA評価答案例

10 上下水道部門【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 日本の将来人口は、減少していくと予測されている。この人口減少により上下水道事業では、将来水需要の減少に伴う料金収入の減収や職員数の減少が見込まれている。一方、多くの施設は、老朽化が進行しており、更新時期を迎えつつある。このため、今後も安定して事業を継続していくためには、厳しい財政状況の下で執行体制の省力化を図りながら事業が進められるように上下水道事業の基盤強化を着実に進めていくことが求められている。

- (1) 上下水道事業に共通する事業基盤強化に関して、技術者として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) 抽出した課題のうち最も重要と考える上下水道に共通する課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して生じうる新たな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) 業務遂行において必要な要件を技術者としての倫理、社会の持続可能性の観点から述べよ。

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	上下水道 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	.	上	下	水	道	事	業	に	共	通	す	る	課	題	
(	1	)	施	設	の	老	朽	化	対	策					
	上	下	水	道	施	設	は	、	高	度	経	済	成	長	期
	に	多	く	の	施	設	を	整	備	し	一	斉	に	更	新
	時	期	を	迎	え	老	朽	化	が	進	ん	で	い	る	が
	、	施	設	の	更	新	が	進	ん	で	い	な	い	。	こ
	れ	に	よ	り	、	上	水	道	で	は	年	間	約	2	万
	件	の	漏	水	事	故	、	下	水	道	で	は	約	3	千
	件	の	道	路	陥	没	事	故	が	発	生	し	、	住	民
	生	活	や	道	路	交	通	に	支	障	を	き	た	し	て
	い	る	。	し	た	が	っ	て	、	施	設	の	老	朽	化
	対	策	が	課	題	で	あ	る	。						
(	2	)	財	政	基	盤	の	強	化						
	上	下	水	道	事	業	は	、	一	般	家	庭	に	よ	る
	節	水	機	器	(	風	呂	、	ト	イ	レ	、	洗	濯	機
	等	)	の	普	及	に	伴	い	、	上	水	道	で	は	2
	0	0	0	年	頃	を	ピ	ー	ク	に	一	人	当	た	り
	の	水	使	用	量	が	減	少	し	、	2	0	5	0	年
	に	は	3	分	の	2	ま	で	減	少	が	予	想	さ	れ
	、	下	水	道	に	お	い	て	も	下	水	処	理	が	現
	在	7	8	%	で	僅	か	に	増	加	し	て	い	る	も
	の	の	今	後	料	金	収	入	の	減	少	が	見	込	ま
	れ	る	。	ま	た	、	上	水	道	事	業	で	は	給	
	水	原	価	が	供	給	単	価	を	上	回	る	事	業	体
	が	約	3	分	の	1	あり	、	下	水	道	事	業	に	
	お	い	て	も	汚	水	処	理	原	価	が	使	用	料	
	単	価	を	上	回	る	事	業	体	が	約	4	分	の	
	3	と	な	っ	て	お	り	、	特	に	人	口	減		
	少	が	著	し	い	小	規	模	事	業	体	で	は	財	
	政	状	況	が	厳	し	い	。	し	た	が	っ	て	、	
	財	政	基	盤	の	強	化	が	課	題	で	あ	る	。	
(	3	)	技	術	者	減	少	に	伴	う	技	術	継	承	喪
	失														
	施	設	の	運	転	保	守	管	理	に	従	事	す	る	
	技	術	職	員	は	、	団	塊	世	代	の	退	職	や	
	経	営	合	理	化	に	伴	う	職	員	不	補	充	に	
	よ	り	、	ピ	ー	ク	時	の	約	3	分	の	2	ま	
	で	減	少	し	て	い	る	。	そ	の	た	め	、	ベ	
	テ	ラ	ン	職	員	の	大	量	退	職	に	伴	い	設	
	備	の	更	新	・	修	繕	対	応	、	自				

# 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。）

然	災	害	・	事	故	対	応	の	技	術	継	承	が	不	十	分	と	な	っ	て	い	る	。	
<u>2 . 最 も 重 要 と 考 え る 課 題 の 解 決 策</u>																								
	私	は	、	近	年	の	風	水	害	や	地	震	等	の	自	然	災	害	発	生	を	踏	ま	
え	、	住	民	が	快	適	で	衛	生	的	な	生	活	を	送	る	上	で	計	画	的	な	更	
新	を	行	う	た	め	の	費	用	確	保	が	重	要	で	あ	り	、	『	財	政	基	盤	の	
強	化	』	が	最	も	重	要	と	考	え	る	。	以	下	に	課	題	解	決	策	を	示	す	。
(	1	)	ア	セ	ツ	ト	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	手	法	の	導	入							
	高	度	経	済	成	長	期	に	整	備	し	た	施	設	は	、	一	斉	に	更	新	時	期	
を	迎	え	る	。	ア	セ	ツ	ト	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	手	法	を	活	用	し	、	既	存	
施	設	の	点	検	・	診	断	等	に	よ	り	健	全	性	を	適	切	に	評	価	し	、	将	
来	の	更	新	需	要	の	規	模	・	ピ	ー	ク	時	期	を	把	握	す	る	。	更	に	施	
設	の	重	要	度	・	優	先	度	を	踏	ま	え	更	新	時	期	の	最	適	化	検	討	に	
よ	り	投	資	の	平	準	化	を	図	る	。	ま	た	、	中	長	期	的	な	更	新	需	要	
や	財	政	収	支	の	見	通	し	を	立	て	、	必	要	な	資	金	確	保	に	努	め	る	。
(	2	)	広	域	連	携	へ	の	取	組	み													
	特	に	小	規	模	事	業	体	は	、	資	金	も	人	材	も	不	足	し	施	設	の	更	
新	は	不	十	分	な	状	況	で	あ	る	。	こ	の	た	め	、	ス	ケ	ー	ル	メ	リ	ッ	
ト	を	生	か	し	経	営	基	盤	、	技	術	基	盤	の	強	化	を	図	る	た	め	、	事	
業	統	合	、	経	営	一	体	化	、	管	理	一	体	化	、	施	設	共	同	化	を	事	業	
体	の	状	況	に	応	じ	て	採	用	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	余	剰	な	施	設	
を	統	廃	合	し	ダ	ウ	ン	サ	イ	ジ	ン	グ	に	よ	る	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	コ	
ス	ト	の	低	減	化	を	図	り	更	新	費	用	を	捻	出	す	る	。						
(	3	)	官	民	連	携	の	推	進															
	官	民	連	携	は	、	民	間	企	業	の	優	れ	た	技	術	、	経	営	ノ	ウ	ハ	ウ	、
資	金	、	人	材	を	活	用	す	る	こ	と	が	可	能	で	あ	る	。	最	新	の	技	術	

# 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。)

を	取	り	入	れ	る	と	と	も	に	、	P	F	I	や	コ	ン	セ	ツ	シ	ヨ	ン	を	活	用		
し	民	間	の	資	金	調	達	に	よ	り	企	業	債	借	入	れ	を	抑	制	し	、	更	新			
費	用	等	の	財	政	支	出	の	抑	制	を	図	る	。												
<u>3</u>	<u>.</u>	<u>解</u>	<u>決</u>	<u>策</u>	<u>に</u>	<u>共</u>	<u>通</u>	<u>し</u>	<u>て</u>	<u>新</u>	<u>た</u>	<u>に</u>	<u>生</u>	<u>じ</u>	<u>う</u>	<u>る</u>	<u>リ</u>	<u>ス</u>	<u>ク</u>	<u>と</u>	<u>対</u>	<u>策</u>				
(	1	)	リ	ス	ク																					
	特	に	都	市	部	か	ら	離	れ	た	地	域	は	、	広	域	化	や	官	民	連	携	に			
伴	い	サ	ー	ビ	ス	が	低	下	す	る	の	で	は	な	い	か	、	民	間	経	営	が	加			
わ	る	こ	と	に	よ	り	料	金	値	上	げ	と	な	ら	な	い	か	危	惧	さ	れ	、	広			
域	化	や	官	民	連	携	が	進	ま	な	い	可	能	性	が	あ	る	。								
(	2	)	対	策																						
	広	域	化	に	あ	た	っ	て	は	協	議	会	を	設	置	し	、	業	務	指	標	を	用			
い	る	等	、	合	意	形	成	に	努	め	る	。	ま	た	、	住	民	に	対	し	て	も	、			
説	明	会	を	開	催	し	、	施	設	更	新	、	広	域	化	、	官	民	連	携	等	の	意			
義	に	つ	い	て	、	メ	リ	ッ	ト	、	デ	メ	リ	ッ	ト	を	示	し	分	か	り	易	く			
説	明	し	理	解	を	得	る	必	要	が	あ	る	。													
<u>4</u>	<u>.</u>	<u>技</u>	<u>術</u>	<u>者</u>	<u>と</u>	<u>し</u>	<u>て</u>	<u>の</u>	<u>倫</u>	<u>理</u>	<u>、</u>	<u>社</u>	<u>会</u>	<u>の</u>	<u>持</u>	<u>続</u>	<u>性</u>									
(	1	)	技	術	者	倫	理																			
	技	術	者	と	し	て	、	法	令	に	基	づ	き	業	務	を	行	い	公	衆	の	安	全			
確	保	は	勿	論	、	住	民	等	か	ら	の	理	解	を	得	る	に	は	信	頼	関	係	が			
第	一	で	あ	り	リ	ス	ク	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	ー	シ	ヨ	ン	を	十	分	に	図	る	。			
(	2	)	社	会	の	持	続	可	能	性																
	技	術	者	と	し	て	、	地	球	環	境	保	全	の	た	め	、	政	府	が	目	指	す			
2	0	5	0	年	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	を	念	頭	に	、	省	エ	ネ	・	創		
エ	ネ	を	常	に	意	識	し	社	会	の	持	続	可	能	性	に	取	り	組	む	必	要	が			
あ	る	。																								

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	上下水道部門
問題番号	I-1	選択科目	上水道及び工業水道
答案使用枚数	1 枚目      3枚中	専門とする事項	送配水

○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。

(	1	)	上下水道に共通する基盤強化に関する課題																
上下水道事業は、市民生活において無くてはならない																			
社会資本である。その役割は昨今のコロナ禍において、																			
うがいやトイレなど公衆衛生の観点からも増大してお																			
り、止めることが困難である。また、水道法が平成3																			
0年12月に改正され、関係者である国・県・市およ																			
び水道事業者の責任の明記と、さらなる基盤強化が求																			
められている。ヒト、モノ、カネを観点とし、課題を																			
挙げる。																			
課題1：モノ																			
高度成長期に整備された上下水道施設が一斉に更新																			
期を迎える。																			
課題2：ヒト																			
経験豊かな職員が退職することによって技術力の空洞化、																			
技術力の低下、職員数が減少し、1人当たり約300																			
0人の給水人口を担う。																			
課題3：カネ																			
人口減少、使用水量減少、料金収入減少、コロナ禍																			
においてさらに上下水道料金を減額・免除を求められ																			
ている。また、企業債が増大。厳しい財政状況である。																			
(2) 最も重要な課題とその解決策																			
課題1：高度成長期に整備された施設が一斉に更新期																			
を迎えるとともに施設の老朽化が進んでいることが最																			
も重要な課題と考える。																			

●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	上下水道部門
問題番号	I-1	選択科目	上水道及び工業水道
答案使用枚数	2 枚目      3枚中	専門とする事項	送配水

○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。

理	由	と	し	て	は	、	将	来	に	向	け	上	下	水	道	事	業	は	止	め	る	こ	と	
の	で	き	な	い	重	要	な	シ	ス	テ	ム	で	あ	り	維	持	し	て	い	く	た	め	に	
は	こ	の	課	題	が	避	け	て	は	通	れ	な	い	。										
解	決	策	①	：	広	域	化																	
広	域	化	す	る	こ	と	で	、	ス	ケ	ー	ル	メ	リ	ッ	ト	を	生	か	す	。			
具	体	的	に	は	、																			
上	水	道	で	は	浄	水	場	や	水	源	の	統	廃	合	、	配	水	区	域	の	統	合	を	
行	う	。																						
下	水	道	で	は	処	理	場	の	統	廃	合	、	処	理	区	域	の	見	直	し	。	こ	れ	
ら	効	率	の	悪	い	施	設	を	統	廃	合	す	る	こ	と	で	今	後	の	更	新	費	用	
を	削	減	す	る	こ	と	で	、	今	後	の	更	新	費	用	を	削	減	す	る	こ	と	が	
可	能	と	な	る	。	効	率	か	つ	効	果	的	な	見	直	し	を	行	い	ラ	イ	フ	サ	
イ	ク	ル	コ	ス	ト	の	最	小	化	を	図	る	。											
	ま	た	、	施	設	の	維	持	管	理	に	お	い	て	常	駐	か	ら	巡	回	に	変	更	
し	、	遠	隔	監	視	や	遠	隔	操	作	で	可	能	と	な	る	よ	う	な	シ	ス	テ	ム	
の	導	入	を	図	る	。																		
解	決	策	②	：	官	民	連	携																
	P	F	I	や	コ	ン	セ	ッ	シ	ョ	ン	方	式	な	ど	民	間	力	の	活	用	を	お	こ
な	う	。	民	間	の	資	金	力	を	活	用	す	る	。	民	間	の	経	営	ノ	ウ	ハ	ウ	
を	得	る	こ	と	が	で	き	る	。	経	費	を	削	減	で	き	る	。	コ	ン	セ	ッ	シ	
ョ	ン	方	式	に	お	い	て	は	、	運	営	権	と	し	て	民	か	ら	官	へ	資	金	が	
入	る	。	ま	た	、	運	営	権	を	抵	当	権	と	し	て	資	金	調	達	が	可	能	と	
な	り	、	自	由	度	も	広	が	る	。														
(	3	)	解	決	策	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策							

●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 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。）

<b>1 . 事業基盤強化に関する課題</b>																								
<b>( 1 ) 人材育成の強化 ( ヒトの観点 )</b>																								
今後も安定して事業を継続していくには、専門知識とノウハウを有する職員が必要である。																								
しかし、職員数は減少傾向で、団塊世代の大量退職の影響も多く、技術継承が難しい状況にある。																								
労働人口の低下等の影響もあり、今後職員の大規模な増加は難しい状況であるため、OJTに加え、OFF-JTを組合せた体系的な教育の実施による人材育成の強化が課題である。																								
<b>( 2 ) 施設の老朽化対策の推進 (モノの観点)</b>																								
上下水道施設は、高度経済成長期に集中的に整備されてきた。これらの施設が法定耐用年数を超過するなど老朽化している。また、更新率も低いため、ますます老朽化が進行している。さらに、管路の老朽化に伴い道路陥没等の二次災害も発生している。このため、より効率的な施設更新手法の推進などによる施設の老朽化対策の推進が課題である。																								
<b>( 3 ) 財源確保の強化 (カネの観点)</b>																								
事業を運営するには、その資金が必要である。																								
上下水道事業は、地方公営企業法に基づき、原則独立採算制である。人口減少傾向に伴い、水需要は減少傾向であり、料金収入も減少傾向であり、厳しい経営環境にある。このため、料金体系の見直しや、料金の値上げなどによる資金確保の強化が課題である。																								

●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





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	上下水道	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	上下水道事業の事業基盤強化に関する課題									
	1)	財政収支の悪化								
		全国的に人口減少に伴う水需要の減少、料金収入の低迷が継続しており、上下水道の財政収支は悪化している。特に小規模な事業体で進んでおり、大きな課題となっている。								
	2)	施設老朽化と自然災害対策								
		昭和40年代前後に施設整備のひとつのピークがあり、それら施設が老朽化しており、漏水や道路陥没による修繕、事故対応が頻発していることが課題となっている。また、大規模地震、風水害などの自然災害対策も課題である。								
	3)	職員の技術力の向上								
		多くの事業体では、財政収支の悪化対策で職員数の削減を行っている。これにより若年層の減少、高齢化が進んでおり、技術の継承、災害時などの非常時対応に支障となっている。特に、小規模事業体では例えば土木職の職員が機械、化学などの業務を兼務しており、それぞれの業務の技術的探求や改善を行う時間がない。								
2	最重要課題とそれへの解決策									
	最重要課題は「施設老朽化と自然災害対策」である。									
	1)	更新需要の把握と財源確保								

# 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。）

		今	後	の	更	新	需	要	を	把	握	し	、	財	源	の	確	保	に	取	り				
		組	む	こ	と	が	重	要	で	あ	り	、	ア	セ	ツ	ト	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト			
		の	実	践	が	必	須	で	あ	る	。														
	2	)	施	設	統	合	と	広	域	化															
			人	口	の	減	少	に	よ	り	、	事	業	体	の	各	施	設	の	能	力	は			
			過	大	と	な	っ	て	お	り	、	近	隣	の	施	設	を	統	合	し	効	率	化		
			を	図	る	検	討	が	必	要	で	あ	る	。	ま	た	、	市	町	村	内	の	統		
			合	だ	け	で	な	く	、	事	業	統	合	に	よ	る	広	域	化	を	行	う	こ		
			と	で	、	さ	ら	に	効	率	化	を	進	め	る	こ	と	が	で	き	る	。			
	3	)	公	民	連	携	の	推	進																
			P	F	I	法	や	水	道	法	の	改	正	に	よ	り	、	公	民	連	携	の	新	し	
			い	手	法	が	取	り	組	み	可	能	と	な	っ	た	。	特	に	、	P	F	I	や	
			D	B	O	を	性	能	発	注	で	行	う	こ	と	に	よ	り	、	企	業	の	参	加	意
			欲	の	向	上	、	参	加	企	業	の	増	加	に	よ	る	競	争	原	理	に	よ	り	技
			術	改	善	や	価	格	の	低	下	に	よ	る	財	政	上	の	効	率	化				
			が	期	待	で	き	る	。																
	3		新	た	な	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	対	策										
			冗	長	性	の	低	下	を	新	た	な	リ	ス	ク	と	し	て	挙	げ	る	。	そ		
			れ	へ	の	対	策	を	以	下	の	と	お	り	提	案	す	る	。						
			施	設	統	合	に	伴	う	、	事	故	時	の	影	響	範	囲	の	拡	大	へ			
			の	対	策	と	し	て	、	バ	ッ	ク	ア	ッ	プ	施	設	の	整	備	を	挙	げ		
			る	。	例	え	ば	、	予	備	水	源	の	整	備	、	配	水	池	間	や	処	理		
			場	間	の	融	通	管	の	整	備	。	ま	た	、	民	間	委	託	が	長	期	間		
			と	な	る	と	、	職	員	の	技	術	不	足	が	問	題	と	な	る	。	対	策		

# 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。）

		と	し	て	、	委	託	企	業	へ	の	職	員	の	出	向	に	よ	る	技	術	習	
		得	が	あ	る	。																	
4		業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件									
	1	)	技	術	者	倫	理																
		公	衆	の	利	益		そ	の	た	め	の	意	見	聴	取		丁	寧	な	説	明	
	2	)	社	会	の	持	続	可	能	性													
		次	世	代	へ	上	下	水	道	施	設	や	運	営	基	盤	を	継	承	す	る	た	め
		新	し	い	技	術	の	開	発	、	導	入	の	検	討		継	続	研	鑽			

受験番号	
問題番号	<del>I-2</del> I-1

技術部門	基盤強化
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。）

<b>(1) 基盤強化の課題</b>																								
<b>課題①：老朽化施設の更新の遅れ</b>																								
上下水道施設は、高度経済成長期に整備された施設が多く、施設の老朽化による管路破損など、様々な事故が多発している。																								
下水道管路は、法定耐用年数50年を超えた管路が約5%、上水道管路においては、法定耐用年数40年を超えた管路が約15%を老朽化が進んでいる状況である。																								
よって、基盤強化に行うための持続可能な更新計画の策定が必要である。																								
<b>課題②：技術力の確保</b>																								
上下水道事業は、様々な危険リスクに対応するための技術やノウハウ（現場作業でのカン・コツなど）を有した団塊の世代の大量退職により、技術の空洞化が問題となっている。このため、上下水道施設の適切な維持管理を行うための技術力の確保、技術継承に向けた様々な方策を検討する必要がある。																								
<b>課題③：事業経営の脆弱化</b>																								
上下水道事業は、将来的な人口減少や普及率の頭打ちにより、料金収入は減少し、経営基盤が脆弱な状況となることが予測される。このため、更新事業費及び維持管理費の抑制を行うための施設や経営の効率化など、上下水道事業の基盤強化に向けた様々な方策を検討する必要がある。																								

●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

○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。)

**(2) 最も重要と考える課題**

私は、上述した課題①老朽化施設の更新の遅れが最も重要と考える。

**解決策①：優先順位の検討**

上下水道施設の更新計画においては、地域の自然的・社会的な条件、事業規模、施設状況や財政状況をよく俯瞰した上で策定する。

下記に具体的な更新計画を述べる。

- a 基幹施設・管路を優先した更新
- b 重要給水施設へ供給する管路、緊急輸送路下の埋設された管路、重要な幹線管路を優先した更新
- c 復旧が困難な施設・管路を優先した更新
- d 液状化地域に整備された施設・管路を優先した更新

**解決策②：ダウンサイジングの実施**

上下水道施設は、高度経済成長期に整備された施設が多く、近年の人口減少や節水型機器の普及、汚水量の減少に伴い、施設規模に余裕があると想定される。

このため、将来的な水需要慮や汚水量を予測し、施設の予備力を確保した上で、施設の更新時には、適宜ダウンサイジングを行う。

**解決策③：統廃合の実施**

上下水道施設の中に余剰施設がある場合、維持管理負担の増大、エネルギー浪費が懸念される。

このため、更新時には、施設を存続させるデメリットと廃止により損なわれるリスク分散性の評価・分析

○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。）

を行い、上下水道施設の統廃合を実施する。  
また、統廃合の実施時には、系統間と連絡管の整備  
と併せて、ループ化・ネットワーク化を図る。

### (3)新たに生じるリスクとそれへの対応

大規模な施設や広域な管路を更新・再構築には、財  
源が必要であるが、特に小規模事業体においては、現  
状の財政状況を勘案すると一度に多額の更新費を確保  
することが困難な状態である。

このため、将来増加していくと予測される更新需要  
に対して、中長期的な財政収支と事業費の平準化の検  
討を行うアセットマネジメントを実践し、上下水道事  
業の現状をよく俯瞰した上で、多面的な専門家の多様  
な意見を参考に効率的・効果的な更新計画を策定する。

また、PDCAサイクルを活用し、評価・改善・見直  
しを行い、安全な水の供給と適切な雨汚水を処理する  
上で、十分な上下水道システムとなっているかどうか  
の確認と改善に努める。

### (4)業務遂行に必要な要件

基本計画・実施計画・施工計画等、業務遂行の各段  
階において、公衆の安全、健康及び福利が最優先であ  
ることを認識し、事業を進めることが必要である。

上下水道事業は、住民生活に直結するインフラ施設  
の整備を行う重要な役割を担うため、多面的な社会情  
勢の変化に適切な対応が出来るよう、継続研鑽に努め  
る必要がある。

**(1)多面的な観点から課題を3つ抽出**

**①施設の老朽化対策と自然災害対策の遅れ**

高度経済成長期に建設された上下水道施設の多くが現在更新時期を迎えており、その更新需要への対策が課題である。また、それらの施設の多くが耐震性や激甚化する集中豪雨への対策が不足しておりその対策が課題である。

**②水需要減少に伴う料金収入の減収**

日本の将来人口は減少していくと予測されており、また、節水機器の普及や節水意識の向上により、水需要減少に伴う料金収入の減収が見込まれる。これにより、大量に迎える施設の更新需要へ対応が困難になることや、上下水道事業の財政収支の悪化が見込まれることが課題である。

**③職員数の減少**

給水人口の減少に伴い職員数が減少することや、技術やノウハウを有した熟練職員の大量定年退職により、技術継承がされないことが課題である。また、大量に迎える施設の更新需要に対して、対応する職員の数が不足していることが課題である。

**(2)最も重要な課題と複数の解決策**

**①最も重要な課題**

(1)①の、施設の老朽化対策と自然災害対策の遅れが最も重要な課題である。なぜなら、施設の老朽化や自然災害による施設の破損事故により断水を引き起こし

た場合、市民生活に甚大な影響を及ぼすからである。

## ② 複数の解決策

### a. アセットマネジメントの実施

アセットマネジメントを実施し、中長期的な視点で適切な更新需要を把握し、それへ対応していくことが解決策である。

アセットマネジメントの効果としては、適切な更新需要や財政収支が把握できること、財源の裏付けを有した更新計画を策定できること、施設のライフサイクルコストを低減できること、根拠のあるデータに基づき議会や需要者といったステークホルダーへ説明責任を果たせることがある。

アセットマネジメントの進め方は、必要情報の整備（資産台帳、施設台帳、財務台帳、維持管理台帳、施設診断データ、苦情データ等）、ミクロマネジメントの実施、マクロマネジメントの実施、更新計画策定の順で進める。更新計画は、地域水道ビジョン等へ反映させる。

アセットマネジメントを実施することにより、適切な更新需要を把握でき、それに応じた支出の平準化が可能となる。

### b. 広域連携

広域連携することにより、他事業体と、ヒト、モノ、カネといった経営資源の共有化を図れる。これにより、大量に迎える施設の更新需要に対応できる。更新に合

わせ、施設に耐震性を持たせたり、浸水対策等を施すことで、自然災害対策にもなる。また、非常時対応力も向上することで、事故発生時の早急な対応も可能となる。

### c.官民連携

民間企業の経営ノウハウ、資金、人材、技術等を活用し、インセンティブを働かせることで、大量に迎える更新需要に対応する。

### (3)新たなリスクとそれへの対策

#### ①新たなリスク

職員のマネジメント能力不足がリスクとなる。

#### ②対策

ICTやAIを導入し、担当職員の負担を軽減させることで当該業務に専念させる。また、リモート会議やチャット形式のコミュニケーションツールを活用することも負担の軽減につながる。

### (4)必要な要件

技術者としての倫理の観点からは、公平公正な立場で業務を遂行することが必要な要件である。社会の持続可能性の観点からは、最新の技術や知見を駆使して施設の効率化や省エネルギー化を図り、技術としても継続研鑽していくことが業務遂行において必要な要件である。以上。

令和3年度 技術士第二次試験 復元論文 (必須科目: 3枚)

氏名		部門	上下水道
問題番号	I-1	選択科目	下水道
出題テーマ	人口減少		

(1) 課題の抽出															
1) 維持管理体制の脆弱さ															
人口減少により、職員数が減少する。また、団塊の世代のベテラン職員が大量退職で、技術継承の減少、技術力の低下となる。この様な中で、大量の維持管理すべき上下水道施設がある。特に、上下水道管路の劣化による漏水が原因で発生する道路陥没により、道路交通に危険を与える。以上のことから維持管理体制の脆弱さが、課題である															
2) 大量の維持管理すべき上下水道施設															
高度経済成長期に大量に集中的に建設された、上下水道施設が、耐用年数を迎え、更新時期がくる。これらの施設を少人数の職員で、技術力が低下する中、効率的・効果的に維持管理することが課題である。															
3) 資金不足															
人口減少による使用回収料の不足、使用回収率の低下、税収の不足する中、大量で集中的に発生する維持管理すべき上下水道施設に対する資金が、不足する。															
(2) 最も重要な課題の抽出と解決策															
1) 最も重要な課題															
(1)の2) 大量の維持管理すべき上下水道施設を挙げる。技術的な工夫をすれば、解決できる項目と判断したからである。															
2) 解決策															



令和3年度 技術士第二次試験 復元論文 (必須科目：3枚)

氏名		部門	上下水道
問題番号	I-1	選択科目	下水道
出題テーマ	人口減少		

ストックマネジメント等に対して、CAPDによるスパイラルアップを行う。また、ベテラン職員による技術継承、研修を行う。

(4) 必要な要件

1) 技術者としての倫理

上下水道事業の職員として、公益の確保に努め、下水道であれば、浸水対策、下水処理水の汚濁防止に努め、このための技術研鑽、技術継承に努める。

2) 社会の持続可能性の観点

上下水道事業の職員として、持続可能な社会の形成のため、施設の再構築を広域化・共同化を考慮しながら推進する。 以上

技術士第二次試験 ° ミロ・ユサキ 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	五	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、・マスにつき・文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

1	・上下水道事業に共通する課題									
①	老朽施設の更新と財源不足の観点									
	高度経済成長期を中心に急速に整備された上下水道施設は老朽化が進行しており、大規模な更新時期を迎えている。施設の老朽化は、日常における事故発生のリスクを増大するとともに、大規模災害発生時に甚大な被害を及ぼすことになる。一方で、水需要の減少に伴い収益が減少しているため、ライフサイクルコストの最小化を図って、効率的に更新する必要がある。									
②	自然災害対策の観点									
	近い将来に発生が予想されている東海地震や首都直下型地震等の大規模地震に備えた耐震化が必要となっている。また、地球温暖化に伴う集中豪雨が頻発していることから、浸水対策や土砂流入対策なども実施する必要がある。									
③	職員の不足の観点									
	ベテラン職員の退職により、職員が不足している。施設の老朽化に伴い、きめ細かな維持管理が必要なことから、省人化や省力化を図る必要がある。									
2	・最も重要と考える課題と解決策									
	重要課題：施設老朽化と財源不足									
①	アセットマネジメントの実施：資産台帳や点検・診断結果等に基づき、施設の重要度・老朽度・耐震性等を考慮した更新需要を算出し、財政収支見通しを試算すること、その妥当性を確認する。長期的な視点で									

●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。

黒字×鶴字

○解答欄の記入は、・マスにつき・文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

予算の平準化や優先順位を考慮した更新計画を作成する。また、実現可能な計画とするために維持管理情報等を活用した計画とする必要がある。  
 ② 施設の統廃合及びダウンサイジング：地域別の水需要予測を実施し、将来の水需給の不均衡を考慮した施設の統廃合及びダウンサイジングを実施する。統廃合施設の検討に当たっては、近隣事業体との広域化を検討する。ダウンサイジングは、上水道では漏水、下水道は雨天時侵入水による能力不足とならないように留意する。また、災害時における代替手段としてネットワーク管の整備等の災害対応力の強化も検討する。  
 ③ 官民連携手法の導入：民間企業の経営・技術ノウハウ。人材を活用することで、民間の競争力によるインセンティブを向上させ、効率的な更新事業を実施する。  
 3・解決策に共通して新たに生じうるリスクと対策  
 ① リスク：将来、人口減少下においては、官民双方において担い手となる人材が不足することが新たなリスクである。  
 ② 対策：ランフ技術を活用して執行体制の省力化を図る。具体的にはカメラ付きロボットやドローンを点検・調査等への活用した維持管理情報等の収集効率化。ルミを  
 活用したマンホール位置の把握による施設台帳整備の効率化。これらの施設情報、維持管理情報等をデータベースシステムを構築して蓄積することによる情報の電子化。ラを活用した施設運転の補助・自動化、



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。)

1	)	上	下	水	道	事	業	の	経	営	基	盤	強	化	に	関	す	る	課	題					
		上	下	水	道	事	業	に	お	い	て	、	質	の	良	い	サ	ー	ビ	ス	を	提	供	し	
続	け	て	い	く	た	め	に	は	、	サ	ー	ビ	ス	レ	ベ	ル	の	維	持	に	必	要	と		
な	る	経	営	資	源	(	ヒ	ト	・	モ	ノ	・	カ	ネ	)	の	確	保	が	重	要	で	あ		
る	と	考	え	る	。	そ	の	た	め	に	求	め	ら	れ	る	課	題	を	以	下	に	示	す	。	
(	1	)	ヒ	ト	の	課	題																		
		人	口	減	少	に	伴	い	事	業	に	携	わ	る	人	的	資	源	(	ヒ	ト	)	も	併	
せ	て	減	少	し	て	い	く	と	考	え	ら	れ	、	事	業	の	継	続	に	必	要	な	人		
員	を	安	定	し	て	確	保	す	る	こ	と	が	求	め	ら	れ	る	。							
(	2	)	モ	ノ	の	課	題																		
		こ	れ	ま	で	に	構	築	し	て	き	た	上	下	水	道	の	膨	大	な	ス	ト	ッ	ク	
は	年	々	老	朽	化	の	進	行	と	と	も	に	施	設	の	不	具	合	や	経	年	劣	化		
に	よ	る	破	損	事	故	等	が	増	加	し	て	お	り	、	適	切	な	改	築	、	更	新		
を	含	め	た	維	持	管	理	が	求	め	ら	れ	て	い	る	。									
(	3	)	カ	ネ	の	課	題																		
		人	口	減	少	に	伴	い	、	使	用	水	量	の	減	少	に	よ	る	使	用	料	収	入	
の	減	少	か	ら	上	下	水	道	事	業	の	持	続	に	必	要	な	財	源	が	逼	迫	す		
る	こ	と	が	懸	念	さ	れ	て	お	り	、	十	分	な	財	源	を	確	保	す	る	こ	と		
が	求	め	ら	れ	て	い	る	。																	
2	)	重	要	課	題	と	解	決	策																
		私	は	先	述	し	た	3	つ	の	課	題	の	う	ち	、	上	下	水	道	利	用	者	へ	
の	サ	ー	ビ	ス	レ	ベ	ル	に	直	結	し	、	場	合	に	よ	っ	て	は	利	用	者	の		
生	命	、	財	産	に	危	害	が	及	ぶ	お	そ	れ	も	あ	る	と	い	う	観	点	か	ら	、	
『	モ	ノ	の	課	題	』	が	最	も	重	要	で	あ	る	と	考	え	る	。	特	に	、	今		
後	上	下	水	道	事	業	の	サ	ー	ビ	ス	レ	ベ	ル	を	維	持	す	る	た	め	に	は		

○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。)

限	ら	れ	た	予	算	、	人	員	の	中	で	事	業	を	遂	行	し	て	い	く	必	要	が	
あ	り	、	各	業	務	を	効	率	化	す	る	こ	と	が	非	常	に	重	要	で	あ	る	。	
そ	こ	で	、	モ	ノ	の	課	題	に	つ	い	て	の	解	決	策	を	以	下	に	示	す	。	
(	1	)	事	業	の	効	率	化																
膨	大	な	上	下	水	道	施	設	の	ス	ト	ッ	ク	を	管	理	し	て	い	く	に	あ	り	
た	り	、	例	え	ば	管	路	施	設	の	場	合	、	管	口	カ	メ	ラ	や	地	上	か	ら	の
の	超	音	波	探	査	等	に	よ	る	ス	ク	リ	ー	ニ	ン	グ	技	術	を	活	用	し	調	
査	業	務	の	効	率	化	を	図	り	、	不	具	合	箇	所	を	効	率	的	に	発	見	し	、
重	点	的	に	改	築	、	更	新	を	実	施	す	る	。	ま	た	、	老	朽	化	対	策	と	耐
耐	震	化	、	下	水	道	事	業	の	場	合	は	浸	水	対	策	業	務	等	複	数	の	事	
業	を	可	能	な	限	り	一	本	化	し	、	同	時	に	改	築	、	更	新	事	業	を	推	
進	す	る	こ	と	で	事	業	全	体	の	最	適	化	、	効	率	化	を	図	る	。			
(	2	)	人	口	減	少	に	合	わ	せ	た	ダ	ウ	ン	サ	イ	ジ	ン	グ					
処	理	場	、	浄	水	場	な	ど	の	施	設	は	人	口	が	増	加	す	る	こ	と	を	前	
提	と	し	て	計	画	さ	れ	て	お	り	、	今	後	人	口	減	少	に	伴	う	需	要	の	
減	少	と	と	も	に	オ	ー	バ	ー	ス	ペ	ッ	ク	と	な	る	こ	と	が	想	定	さ	れ	
る	。	そ	こ	で	、	稼	働	す	る	槽	数	を	減	ら	ず	、	改	築	の	際	は	需	要	
の	減	少	を	踏	ま	え	た	計	画	と	す	る	な	ど	、	施	設	を	ダ	ウ	ン	サ	イ	
ジ	ン	グ	し	て	適	切	な	規	模	で	事	業	を	運	営	す	る	。						
(	3	)	施	設	の	統	廃	合	に	よ	る	広	域	管	理									
過	疎	化	の	進	ん	だ	自	治	体	等	に	お	い	て	、	既	存	の	管	理	区	分	に	
と	ら	わ	れ	ず	水	処	理	施	設	や	水	源	池	な	ど	を	統	廃	合	し	、	広	域	
的	に	管	理	す	る	こ	と	で	設	備	や	人	員	を	集	約	し	、	事	業	全	体	の	
効	率	化	を	図	る	。																		
3	)	解	決	策	に	生	じ	る	新	た	な	リ	ス	ク	と	対	策							

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。)

	こ	れ	ら	の	解	決	策	を	推	進	す	る	に	あ	た	り	新	た	に	生	じ	う	る		
	リ	ス	ク	と	し	て	、	新	技	術	の	導	入	や	一	本	化	し	た	大	型	事	業	の	
	推	進	、	施	設	の	改	築	や	統	廃	合	に	よ	り	、	新	た	な	人	員	や	コ	ス	
	ト	が	必	要	と	な	る	こ	と	で	あ	る	。	そ	の	対	策	を	以	下	に	示	す	。	
	(	1	)	I	C	T	の	活	用	に	よ	る	情	報	の	集	約								
	管	路	内	の	水	位	や	使	用	水	量	、	施	設	の	稼	働	状	況	な	ど	を	常		
	時	監	視	す	る	シ	ス	テ	ム	を	構	築	し	状	況	を	リ	ア	ル	タ	イ	ム	で	把	
	握	し	、	集	中	管	理	す	る	こ	と	で	維	持	管	理	業	務	の	効	率	化	を	図	
	り	新	た	に	必	要	と	な	る	人	員	や	コ	ス	ト	の	増	加	を	抑	え	る	こ	と	
	が	で	き	る	。																				
	(	2	)	P	P	P	/	P	F	I	活	用	に	よ	る	民	間	資	金	の	導	入			
	例	え	ば	水	処	理	施	設	の	管	理	業	務	や	水	質	検	査	業	務	な	ど	に		
	P	P	P	/	P	F	I	の	導	入	に	よ	る	民	間	の	資	金	、	ノ	ウ	ハ	ウ	を	
	導	入	す	る	こ	と	で	、	資	金	調	達	、	業	務	の	効	率	化	を	図	る	。		
	4	)	業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件										
	確	保	で	き	る	財	源	、	人	員	が	縮	小	し	逼	迫	し	て	い	く	中	で	サ		
	一	ビ	ス	レ	ベ	ル	を	維	持	向	上	す	る	必	要	が	あ	る	中	で	、	技	術	者	
	倫	理	的	な	観	点	か	ら	、	公	共	の	利	益	を	最	優	先	と	し	て	こ	れ	ら	
	の	業	務	を	遂	行	し	て	い	く	べ	き	で	あ	る	と	考	え	る	。	ま	た	、	そ	
	の	観	点	を	踏	ま	え	、	水	質	改	善	や	C	O	2	削	減	、	健	全	な	水	循	
	環	の	構	築	な	ど	利	用	者	や	環	境	に	配	慮	し	た	事	業	執	行	や	、	災	
	害	に	対	す	る	リ	ス	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	を	実	行	し	て	い	く	こ	と	で	
	社	会	の	持	続	可	能	性	に	寄	与	す	る	こ	と	が	で	き	る	と	考	え	る	。	
	以	上	。																						



令和 年度 技術士第二次試験 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。)

2	.	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	と	そ	の	解	決	策									
		最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	は	「	ヒ	ト	」	の	課	題	で	あ	る	。	上		
		下	水	道	事	業	は	、	私	た	ち	の	日	常	生	活	で	な	く	て	は	な	ら	な		
		エ	ッ	セ	ン	シ	ャ	ル	ワ	ー	カ	ー	で	あ	り	、	公	共	の	利	益	の	優	先		
		行	う	た	め	に	は	、	執	行	体	制	を	強	化	す	る	必	要	が	あ	る	。	解		
		策	を	以	下	に	示	す	。																	
		a	)	施	設	及	び	事	業	の	統	廃	合													
		施	設	の	統	廃	合	で	は	、	浄	化	槽	、	配	水	池	、	終	末	処	理	場	等		
		が	挙	げ	ら	れ	る	。	統	廃	合	を	行	う	こ	と	に	よ	り	、	維	持	管	理	に	
		よ	る	す	る	マ	ン	パ	ワ	ー	の	削	減	が	可	能	と	な	る	。	事	業	の	統	廃	
		合	で	は	、	簡	易	水	道	事	業	を	統	合	す	る	等	が	挙	げ	ら	れ	る	。	事	
		業	の	統	廃	合	を	こ	と	に	よ	り	、	小	規	模	自	治	体	に	お	け	る	執	行	
		体	制	の	確	保	及	び	ノ	ウ	ハ	ウ	の	共	有	に	寄	与	す	る	。	自	治	体	を	
		越	え	た	検	討	を	行	う	際	に	は	、	役	割	分	担	、	費	用	分	担	、	リ	ス	
		ク	分	担	を	十	分	協	議	す	る	必	要	が	あ	る	。									
		b	)	I	C	T	を	活	用	し	た	施	設	の	広	域	集	中	監	視						
		山	間	部	や	離	島	等	、	統	廃	合	が	困	難	な	施	設	に	つ	い	て	は	、		
		I	C	T	を	活	用	し	広	域	集	中	管	理	を	行	う	。	こ	れ	に	よ	り	、	常	駐
		管	理	か	ら	巡	視	管	理	に	切	り	替	え	る	こ	と	が	で	き	る	た	め	、	マ	
		ン	パ	ワ	ー	の	削	減	に	寄	与	す	る	。												
		c	)	I	C	T	を	活	用	し	た	点	検	調	査	の	省	力	化							
		セ	ン	サ	ー	や	水	位	計	を	用	い	て	、	施	設	の	水	量	、	振	動	デ	ー		
		タ	を	蓄	積	し	、	常	時	監	視	す	る	こ	と	に	よ	っ	て	、	巡	回	点	検	の	
		作	業	を	省	力	化	す	る	こ	と	が	可	能	で	あ	る	。	ま	た	、	異	常	時	の	
		感	知	を	早	急	に	で	き	る	た	め	、	す	ば	や	く	対	応	す	る	こ	と	が	で	

●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

令和 年度 技術士第二次試験 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。）

き、サービスの向上に寄与する。

3. 共通して生じる新たなリスクとその対応策

共通して生じる新たなリスクとして、対策に時間がかかるため、効果がなかなか発現しないことが挙げられる。統廃合については協議に時間がかかり、ICTについてはシステムの構築や職員の教育に時間を要する。対応策として、統廃合については協議会を設置し、合意形成を図りやすい環境を作る。ICTについては、モデルスタートより段階的にシステムを構築していくことで、効果を発現しつつ、システムの構築及び職員の教育を行う。

4. 業務遂行において必要な要件

(1) 技術士としての倫理  
「公共の利益の優先」の観点より平常時だけでなく、災害時における業務の効率化及び省力化を考慮して検討を進め、サービスの向上を目指す。

「継続研鑽」の観点より、ICTについて最新技術を対策に反映する。

(2) 社会持続可能性の観点  
SDGs17の目標のうち「働きがいも経済成長も」の観点より、ICTによる業務の効率化・省力化を図り、長時間労働の解消に寄与

一部詳細が思い出せないため原稿用紙が余っていますが、提出した論文はすべて埋めております。  
また、試験当日に書いた論文の大まかな流れはつかめていると思います。

I-2 平成30年7月豪雨や北海道胆振東部地震などの被害を受け、平成30年12月14日に閣議決定された「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」が平成30年度から令和2年度に進められ、さらに令和3年度からは「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」が進められている。この状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 社会の重要な機能を維持するため重要なインフラである上下水道が国土強靱化に資するため、対策すべき課題について、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と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の具体的な対策を示せ。
- (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。

受験番号	
問題番号	I-2
答案使用枚数	1 枚目 枚中

技術部門 上下水道	部門
選択科目	科目
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。

<u>1. 上下水道の国土強靱化の課題</u>												
<u>1.1. 豪雨対策</u>												
近	年	、	地	球	環	境	の	変	化	に	伴	い
が	頻	発	し	て	発	生	し	て	い	る	。	豪
石	流	や	浸	水	な	ど	施	設	の	直	接	的
で	は	、	雨	水	排	除	不	能	に	よ	る	内
の	越	流	な	ど	公	共	水	域	の	水	質	悪
上	水	道	で	は	、	高	濁	度	原	水	等	に
不	全	が	発	生	す	る	。	こ	の	た	め	、
1.	2.	地	震	対	策							
我	が	国	は	、	世	界	の	地	震	の	2	割
て	い	る	地	震	大	国	で	あ	る	。	ま	た
ラ	フ	地	震	や	首	都	直	下	型	地	震	の
る	。	こ	の	た	め	、	地	震	対	策	が	必
施	設	や	基	幹	管	路	は	、	依	然	と	し
い	。	こ	の	た	め	、	地	震	対	策	の	加
1.	3.	そ	の	他	災	害	・	事	故	対	策	
上	下	水	道	は	、	落	雷	、	火	災	、	火
の	拡	大	、	水	質	事	故	な	ど	多	く	の
る	。	特	に	新	型	コ	ロ	ナ	ウ	ィ	ル	ス
大	き	な	影	響	を	与	え	て	い	る	。	上
対	し	て	水	供	給	を	止	め	る	こ	と	が
ド	対	策	が	必	要	で	あ	る	。			
<u>2. 最重要課題と解決策</u>												
<u>2.1 重要課題：豪雨対策</u>												

●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

受験番号	
問題番号	I-2
答案使用枚数	2 枚目 枚中

技術部門 上下水道	部門
選択科目	科目
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。

	重	要	な	課	題	に	、	1.	1	豪	雨	対	策	を	挙	げ	る	。	理	由	は	、	豪
雨	災	害	は	、	気	象	予	測	等	に	よ	り	発	生	が	予	測	し	や	す	く	、	対
策	に	よ	る	被	害	の	減	少	効	果	が	大	き	い	と	考	え	る	た	め	で	あ	
る	。	以	下	に	、	解	決	策	を	挙	げ	る	。										
2.	2.	上	下	水	道	共	通	の	施	設	対	策											
	上	下	水	道	の	共	通	の	施	設	対	策	と	し	て	、	ハ	ザ	ー	ド	エ	リ	ア
内	の	施	設	や	脆	弱	な	施	設	は	統	廃	合	に	よ	り	健	全	な	施	設	と	統
廃	合	を	図	る	。	浸	水	被	害	を	防	止	す	る	た	め	、	高	台	へ	の	移	
転	、	浸	水	壁	、	窓	の	高	層	化	、	防	水	扉	の	設	置	を	図	る	。	ま	た
停	電	対	策	と	し	て	、	非	常	用	発	電	機	の	設	置	、	2	系	統	受	電	、
無	停	電	装	置	の	設	置	を	図	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	豪	雨	災	害	の	被
害	抑	制	が	図	ら	れ	る	。															
2.	3.	上	水	道	・	下	水	道	対	策													
①	下	水	道	の	対	策	と	し	て	、	下	水	等	は	浸	水	被	害	を	抑	制	す	る
対	策	を	行	う	。	具	体	的	に	は	、	雨	水	ポ	ン	プ	の	増	強	、	管	き	よ
の	増	径	、	公	園	・	校	庭	貯	留	の	設	置	、	雨	水	貯	水	槽	の	設	置	を
図	る	。																					
②	上	水	道	の	対	策	と	し	て	、	豪	雨	災	害	な	ど	水	質	悪	化	に	よ	る
浄	水	不	能	の	抑	制	を	図	る	。	具	体	的	に	は	、	ピ	ー	ク	カ	ッ	ト	の
実	施	、	P	H	調	整	剤	、	凝	集	補	助	剤	、	高	塩	基	度	P	A	C	の	注
二	段	凝	集	な	ど	運	転	強	化	を	図	る	。	ま	た	、	原	水	貯	水	槽	の	整
備	や	薬	品	注	入	ポ	ン	プ	の	増	強	に	よ	る	施	設	整	備	を	図	る	。	
2.	4	災	害	発	生	時	の	対	応	力	の	強	化										
	イ	ン	フ	ラ	施	設	整	備	で	、	全	て	の	豪	雨	被	害	を	抑	制	す	る	こ
と	は	で	き	な	い	た	め	、	災	害	時	発	生	時	の	対	応	力	の	強	化	を	図

●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

受験番号	
問題番号	I-2
答案使用枚数	3枚目 枚中

技術部門 上下水道	部門
選択科目	科目
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。

る。	具	体	的	に	は	、	B	C	P	を	策	定	し	非	常	用	資	機	材	の	確	保	、	
緊	急	連	絡	網	の	整	備	、	人	員	の	確	保	、	優	先	業	務	を	定	め	る	。	
ま	た	、	策	定	後	は	関	係	者	と	の	合	同	訓	練	や	災	害	協	定	締	結	に	
基	づ	き	訓	練	を	実	施	し	P	D	C	A	に	よ	る	改	善	を	図	る	。			
<u>3. 新たなリスクにと解決策</u>																								
<u>3.1 新たなリスク：想定外の災害の発生</u>																								
	新	た	な	リ	ス	ク	に	、	解	決	策	は	多	大	な	時	間	と	費	用	を	要	す	
る	こ	と	か	ら	、	解	決	策	途	中	で	地	球	環	境	の	変	化	に	よ	り	想	定	
外	の	災	害	発	生	が	考	え	ら	れ	る	。												
	対	策	と	し	て	以	下	を	行	う	。													
	・	あ	ら	ゆ	る	災	害	に	対	応	で	き	る	対	策	を	優	先	し	進	め	る	。	具
体	的	に	は	、	広	域	連	携	に	よ	る	相	互	連	絡	管	の	整	備	、	人	員	の	
相	互	応	援	を	行	う	。																	
	・	解	決	策	を	効	果	、	時	間	、	費	用	な	ど	多	方	面	か	ら	評	価	し	、
効	果	的	な	対	策	を	優	先	し	て	進	め	る	。										
<u>4. 業務遂行要件</u>																								
<u>4.1 持続：市民の防災意識の向上</u>																								
	官	に	よ	る	対	策	で	全	て	の	災	害	を	抑	制	す	る	こ	と	は	で	き	な	
い	た	め	、	市	民	の	防	災	意	識	を	向	上	し	自	助	・	共	助	の	促	進	を	
図	る	。	具	体	的	に	は	、	災	害	の	想	定	被	害	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	
の	公	表	、	平	常	時	よ	り	関	係	者	と	合	同	訓	練	の	実	施	を	行	う	。	
<u>4.2 倫理：市民安全の優先</u>																								
	イ	ン	フ	ラ	施	設	整	備	を	行	う	際	は	、	法	令	を	遵	守	し	市	民	の	
安	全	面	を	最	優	先	に	行	う	。	無	理	な	工	期	設	定	は	、	安	全	面	や	
品	質	の	低	下	を	招	く	。	そ	の	た	め	、	発	注	時	の	平	準	化	を	図	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

## 令和2年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	1 - 2
答案使用枚数	枚目      枚中

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.	国土強靱化に資するための対策すべき課題
課題①	老朽化施設の効率的な更新、耐震化の実施
	高度経済成長期に多くの上下水道施設が整備され、近年法定耐用年数を超過し、老朽化している。老朽化施設は今後も増加し、問題である。また、老朽化すること耐震性も低下し、令和2年度の調査では浄水場、処理場の約3-4割が耐震性を有していない。しかし、施設の更新率は低く、特に管路の更新率は約1%であり、問題である。そのため、老朽化施設の効率的な更新、耐震化を実施することが課題である。
課題②	激甚化する災害への対応
	近年、台風や地震、洪水等の発生による被害が全国各地で起きている。また、100年降雨確率の観測や内水氾濫、土砂崩れ等が頻発化、激甚化している。そのため、既存施設能力では対応できない問題や災害からの逃げ遅れ等の二次災害も問題である。そのため、国土強靱化を行うためには、激甚化する災害に対応することが課題である。
課題③	人材不足、技術継承
	上下水道職員は高齢化しており、近年退職に伴い人材が減少している。特に30-40代の人材が不足しており、次世代を担い人材への技術継承も問題である。また、中小事業体では、担当者の不在も場合もあり、執行体制が維持できない。そのため、担い手の確保や技術継承が課題である。

●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。

令和2年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号							
問題番号	I-2						
答案使用枚数	枚目		枚中				

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。）

2. 最も重要な課題と解決策																								
最も重要な課題は、「課題①老朽化施設の効率的な更新、耐震化の実施」である。理由は、施設の更新需要は増加し、厳しい財政状況下で実施するので、抜本的な解決が必要だからである。																								
解決策①アセットマネジメントの実施																								
効率的な更新、耐震化を実施するためには、中長期的な計画を策定する必要がある。施設の維持管理歴や台帳等を基に施設の状態等を把握し、施設の重要度や更新優先度を設定し、今後の更新需要を整理する。更新需要が中長期的な財政収支計画の予算内に収まるように各年度の施設更新の先送り等を実施することで効率的な計画を策定する。重要度や更新優先度は、基幹施設や管路等を優先する等により行うことが重要である。																								
解決策②耐震化対策の実施																								
老朽化施設が増加し、耐震性が低下しているため、耐震化対策を実施することが重要である。例えば、耐震計算を行い、耐震管の布設や構造物へのせん断補強や増し打ち杭の実施等適切な耐震化対策を行う。																								
解決策③施設の統廃合、ダウンサイジングの実施																								
効率的な更新、耐震化の実施のために施設整備量を削減する。今後の水利用や人口分布を考慮し、浄水場や処理場等の統廃合や配水池や管路等の施設規模の縮小を実施する。その際、災害等の非常時を想定し、バ																								

●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。



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	上下水道
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	送配水

※
---

○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 . 上下水道事業に共通する課題

1) 耐災害性強化 (災害対策の観点)

気候変動の影響により激甚化・頻発化する気象災害や切迫する首都直下地震や南海トラフ地震等の発生が懸念されている。しかし、災害への備えが不足しているのが現状である。したがって、いかに防災・減災し、耐災害性強化を図るかが課題である。

2) 更新時期の平準化 (老朽化対策の観点)

高度経済成長期以降に整備された莫大な量の施設が一斉に更新需要を迎えている。しかし、施設更新が集中すると、人員や予算面で対応が追いつかず、上下水道の運営に支障を来す。したがって、予防保全型維持管理への転換による更新時期の平準化が課題である。

3) IoT / GPS の活用 (省力化の観点)

災害対策や老朽化対策には多大な人員が必要であるが人口減少社会を迎えて、上下水道事業を担う職員が不足している。その対策として、自らDX化を推進し、省力化を図る組織となることが不可欠である。したがって、IoT / GPS の積極的な活用が課題である。

2 . 最も重要と考える課題と複数の解決策

私は、「更新時期の平準化」を最重要課題と考える。理由は、施設の老朽化による給水の減断水や下水処理の停止等は、国民生活・社会経済活動に極めて大きな影響を与えるためである。以下にこの課題に対する複数の解決策を示す。

# 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。）

1)	アセットマネジメント（AM）の推進
	AMは個別施設毎の長寿命化計画を核としたメンテナンスサイクルを構築し、トータルコストの縮減や更新需要の平準化を図るために有効な手法である。
	施設台帳や点検・診断結果等に基づき、施設の重要度・老朽度・耐震性等を考慮した更新需要を算出し、財政収支見通しを試算すること、その妥当性を確認する。30～40年間程度の中長期的な視点に立って、技術的・財政的に裏付けを持った更新計画を策定する。
2)	施設の再配置・統廃合及び施設規模の適正化
	地域別の水需要予測を実施し、将来の水需要の不均衡を考慮した施設の再配置・統廃合及び施設規模の適正化を実施すること、施設更新量の抑制を図る。適正化は、水質・水量の両面から水供給の安定性確保、災害対応能力確保、経済性の観点からバランスの取れた最適なものとし、事業の持続可能性を考慮する。
3)	適切かつ効率的な点検・診断技術の活用
	前述した2つの提案の実効性を高めるためには点検・診断技術の向上が不可欠である。
①	ICTの活用：センサーやドローンによる施設点検、施設台帳の電子化、サイバー空間に集積したビッグデータ等のAI解析による劣化予測技術等
②	目視困難な構造物への非破壊検査の活用
3.	解決策に新たに生じるリスクと対策
1)	リスク：上下水道事業者の多くが小規模経営の中で

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。)

リ	ソ	ー	ス	が	不	足	し	て	い	る	。	特	に	小	規	模	事	業	体	で	は	数	名	
で	運	営	し	て	い	る	た	め	、	単	独	で	の	提	案	実	施	が	困	難	で	あ	る	。
2)	対	策	：	連	携	に	よ	る	事	業	基	盤	(	経	営	基	盤	及	び	技	術	基	盤	
)	の	強	化	を	図	る	。	具	体	的	な	対	策	を	以	下	に	示	す	。				
①	広	域	連	携	の	推	進	(	事	業	統	合	、	経	営	の	一	体	化	等	)			
	施	設	や	経	営	の	効	率	化	・	基	盤	強	化	を	図	る	観	点	か	ら	有	効	
で	、	地	域	の	実	情	を	踏	ま	え	つ	つ	、	職	員	確	保	、	技	術	継	承	、	
経	営	面	で	の	ス	ケ	ー	ル	メ	リ	ッ	ト	創	出	や	災	害	対	応	能	力	の	確	
保	に	も	つ	な	が	る	。	研	修	・	訓	練	の	共	同	実	施	も	有	効	。			
②	官	民	連	携	の	推	進	(	コ	ン	セ	ッ	シ	ョ	ン	方	式	等	)					
	上	下	水	道	施	設	の	維	持	管	理	や	事	業	運	営	等	の	向	上	は	も	と	
よ	り	、	事	業	を	支	え	る	人	材	の	確	保	や	官	民	双	方	の	技	術	水	準	
の	向	上	に	資	す	る	。	ま	た	、	中	小	規	模	の	上	下	水	道	事	業	体	は	
広	域	化	等	の	事	業	規	模	確	保	に	留	意	す	る	。								
4	。	業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件										
1)	倫	理	の	観	点	か	ら	公	共	の	安	全	を	最	優	先	と	す	る	。	例	え	ば	
	イ	ン	フ	ラ	整	備	に	お	い	て	、	予	算	や	工	期	の	制	限	が	あ	る	よ	
う	な	場	合	で	も	機	能	確	保	を	優	先	す	る	。	仮	に	コ	ス	ト	や	工	期	
等	の	要	求	を	優	先	す	る	と	改	ざ	ん	隠	蔽	等	に	繋	が	る	。				
2)	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点	か	ら	環	境	へ	の	影	響	を	最	小	化	
す	る	。	例	え	ば	、	イ	ン	フ	ラ	整	備	に	お	い	て	、	エ	ネ	ル	ギ	一	消	
費	を	抑	制	す	る	こ	と	で	温	室	効	果	ガ	ス	の	削	減	に	よ	る	低	炭	素	
社	会	の	実	現	や	汚	水	の	適	正	処	理	に	よ	る	水	質	汚	濁	防	止	、	騒	
音	振	動	の	抑	制	に	よ	る	環	境	負	荷	の	低	減	等	を	図	り	、	社	会	の	
持	続	可	能	性	に	貢	献	す	る	。														

# 問題Ⅱ-1（選択科目）

問題文およびA評価答案例

令和3年度技術士第二次試験問題〔上下水道部門〕

10-2 下水道【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 処理場・ポンプ場における内水及び外水に係る耐水化と防水化について，内水及び外水に係る対象外力を述べよ。また，耐水化と防水化を対比して説明し，各々の具体的な対策手法を述べよ。

Ⅱ-1-2 分流式下水道における雨天時浸入水に起因する事象について，その発生原因を2つ挙げるとともに，管路施設での対策を述べよ。

Ⅱ-1-3 標準活性汚泥法において採用される，水中攪拌式以外のエアレーション方式について2つ説明せよ。また，これらの方式に採用する複数の散気装置を挙げるとともに，採用に当たっての留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 下水汚泥のエネルギー利活用の目的を説明し，下水汚泥の固形燃料化と汚泥消化の特徴及び導入における留意点を述べよ。



# 技術士第二次試験 APEC-semi 答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-3

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。

準活性汚泥法において採用されるエアレーション方式  
 水中攪拌式以外のエアレーション法として表面曝気方  
 式と水中曝気方式が挙げられる。  
 表面曝気方式は曝気槽の水面部に単独または複数のエ  
 アレーターを設置し、空中の空気を強制的に水中へと  
 取り込むものである。空気供給配管やブロワなどの付  
 帯設備が不要のため、初期投資費が低いという長所が  
 ある。一方で機器効率が悪く、電気代が高くなるとい  
 う短所がある。  
 水中曝気方式は曝気槽の底部に散気装置を設置し、そ  
 の散気装置に対してブロワから空気を配管にて供給す  
 るものである。散気装置は散気管、散気筒、散気板な  
 どがある。散気管は単価が安いのが、一本当たりの吐出  
 空気量少ないため多数の設置が必要となり設置費も高  
 くなる可能性もある。散気板は、単価は高いが必要数  
 が少なくできる。また散気管に比べて散気板は酸素溶  
 解効率が高い傾向にあるため、電気代も安価になりや  
 すい。採用検討においてはLCCも考慮する必要がある。  
 表面曝気方式は水中曝気方式に比べて初期投資は低い  
 ものの、運転費が高くなる傾向にある。日本ではほと  
 んどの大規模下水処理場では水中曝気方式を採用して  
 いるが、一部の小・中規模下水処理場で表面曝気方式  
 を採用している事例もある

●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

# 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	<b>I</b> II-1-4

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	<p>下水汚泥エネルギー一活用 の 目的</p> <p>下水汚泥は有機分を80%含んでいるが、その大半は建設資材としての活用である。下水道事業は電力使用量が多く、温室効果ガス排出量が多い。そのため、省エネや下水汚泥のエネルギーポテンシャルの活用が求められている。</p>
2	<p>固形燃料化技術の特徴及び導入における留意点</p> <p>① 特徴：無酸素状態で加熱することにより生成される。その温度によって高温・中温・低温に分類される。高温では、補助燃料が少なく済むが、利用時における発熱量は小さい。低温はその逆である。</p> <p>② 導入における留意点：固形燃料化は施設規模を比較的大規模を必要とするため、設置スペースを考慮することや、近隣市町村との連携や地域バイオマスの受け入れを検討する必要がある。</p>
3	<p>汚泥消化技術の特徴及び導入における留意点</p> <p>① 特徴：消化槽を嫌気状態に保つこと、有機物を低分子化、ガス化、液化させることによって、減容化、質の安定性等が図られる。原理としては酸性発酵期、酸性減退期、アルカリ性発酵期を経て消化される。発生するバイオガスは、ガス発電や水素利用、消化槽の加温に利用される。近年、高温消化や高濃度消化の導入事例がある。</p> <p>② 導入における留意点：返流水が水処理に及ぼす影響を考慮して一段消化や前処理施設等の検討をする。</p>

●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



### 1. 下水汚泥のエネルギー利活用の目的

下水道事業は、国内の総電力の約1%弱を利用する産業である。そのため、地球環境対策や省エネルギー対策の観点から、下水汚泥の再利用エネルギーへの活用や省電力などのエネルギー対策を行うことが求められているのが目的である。

### 2. 汚泥の固形燃料化の特徴と導入の留意点

下水汚泥の固形燃料化技術としては、炭化、乾燥化がある。

固形燃料化技術は JIS 規格化されており、導入が容易であるのが特徴である。

導入にあたっては、汚泥に重金属などの有害物質が含まれていないか、また、再利用するにあたってエネルギー収支を試算し、全体のライフサイクルコストを勘案して効果があるのかを検証することに留意する必要がある。

### 3. 汚泥消化の特徴と導入の留意点

消化の際に発生するガスをバイオガスとして利用する方法である。

スカムが発生する箇所で有効利用するのが効率的である。スラッジ溶融施設などが隣接する場合に再利用するのが効率的である。他の離れた施設で利用する場合は、その輸送方法を検討する必要がある、またガスが悪臭を放つため、苦情が発生しないように留意する。

以上

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-4

技術部門	上下水道部門
選択科目	下水道
専門とする事項	下水道計画

※
---

○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	下水汚泥のエネルギー利活用の目的
	近年、地球温暖化の影響より、温室効果ガスの削減が求められている。また、発電は主に火力発電となっており、燃料である石炭についてはほとんど輸入している。下水汚泥はバイオマスエネルギーであり、温室効果ガス削減に寄与する。また、下水汚泥は質・量ともに安定したバイオマスであるため、エネルギー自立へも寄与する。温室効果ガスの削減及びエネルギーの確保を目的として利用する。
2	固形燃料化及び下水消化の特徴及び留意点
(1)	固形燃料
	炭化汚泥と乾燥汚泥に分けられる。炭化汚泥は無酸素状態で下水汚泥を蒸し焼きにしたものであり、安定性がよく、臭気が少ない。乾燥汚泥は高温等により水分を蒸発させたものであり、臭気はあるが、石炭の約7割程度の熱量を持っている。導入における留意点として、保存について消防法の規定を遵守し、高温や爆発に十分注意する。
(2)	下水消化
	嫌気条件下において、嫌気性微生物により下水汚泥を分解、液化、ガス化し、メタンガスを利用する。汚泥の有機物含有量、消化温度等により、ガス発生量が異なる。導入における留意点として、季節等によりガス発生量が変動するため、貯留施設を設置する等、安定的に供給できる環境を構築する。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Ⅱ-2（選択科目）

問題文およびA評価答案例

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。（青色の答案紙に解答設問番号を明記し，答案紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 大規模な地震時においても下水道が有すべき機能を維持するため，既存の下水道施設への地震対策が必要である。そこで，重要な下水道施設の耐震化を図る「防災」と被災を想定して被害の最小化を図る「減災」を組合せた下水道総合地震対策を計画することになった。あなたが業務責任者として選任された場合，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 地方のある中核都市A市は，全体計画では処理施設を高度処理と位置付けているものの，現在まで標準活性汚泥法で運転を行ってきた。近年，建設当初と比べて下水道普及率の向上等により水量・水質が変化しており，また機械・電気設備の老朽化が進行していることから，標準法として供用中の施設において，部分的な施設・設備の改造や運転管理の工夫により，早期かつ安価に高度処理化を図る「段階的高度処理」へと移行するための更新計画を立案し，実行に移すこととなった。一方，財政難，運転管理職員の減少等，下水道事業環境は厳しい状況にある。あなたが本更新計画の業務責任者として選任された場合，下記について記述せよ。

- (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。

問題文 II-2-1 大規模な地震時においても下水道が有すべき機能を維持するため、既存の下水道施設への地震対策が必要である。そこで、重要な下水道施設の耐震化を図る「防災」と被災を想定して被害の最小化を図る「減災」を組合せた下水道総合地震対策を計画することになった。あなたが業務責任者として選任された場合、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針について述べよ。

作成日 2021.7.24

課題年 2021/R3

問題番号 II-2-(1)

添削履歴

部門 上下水道

専門科目 下水道

## (1) 調査、すべき事項と内容

① 上位計画、関連計画の調査・整理：下水道処理区を所管する地域防災計画、都市計画、総合治水計画など、関連する計画を調査し、整理する。

② 下水道施設諸元の調査、整理：下水道処理施設、ポンプ場、管きよなどの施設諸元を整理し、耐震化状況を調査する。必要によっては耐震診断を実施し耐震性を判定する。

③ 被害想定 of 検討：市町村によっては地域防災計画の想定地震が複数存在することがあるため、想定地震動を調査する。そのうえで、想定地震による下水道施設の被害想定について検討する。

## (2) 業務手順と留意点・工夫点

地震対策はBCP（業務継続計画）を策定したうえで実施することが望ましい。

以下、事前対策と事後対策に分けて業務手順を述べる。

### ① 事前対策（防災）

施設の耐震化を行う。具体的には、管きよ人孔部の耐震化、処理場建屋の耐震化、監視制御設備にかかる回線の二重化、機械・電気設備の自家発電設備の設置などを行う。財政上の制約から一斉に耐震化や更新を行うことが困難であるため、優先度を評価して、順次耐震化を実施することが留意点である。

### ② 事後対策（減災）

BCP に基づき、災害発生後の段階に応じた対応を行い、おおむね RTO（目標復旧時間）内に復旧できるようにする。RTO は発災後おおむね 1 ヶ月後と定める場合が多いが、下水道施設の被害想定や影響範囲、住民アンケートなどによって決定するのが望ましい。被害想定を基に、他都市や業者、自衛隊などからの応援受け入れ状況を調査したうえで、RTO 内に復旧するために必要な体制を検討する。

発災後の対応のため、予め施設復旧用の資機材や処理薬品の調達状況などサプライチェーンの調査や、必要な資機材の備蓄を行っておく。必要に応じて災害時応援協定を締結し、迅速に資機材を調達できるようにしておく。また、災害後の事業の対応力向上のため、災害対策訓練を実施する。

災害時の情報連絡を円滑に進めるため、予め情報連絡に用いる報告様式を定めておくのが望ましい。

### (3) 関係者との調整方策

災害後の対応力向上のため、平常時より、応援自治体・業者や自衛隊などの関係者との災害訓練を定期的に実施する。

また、耐震化事業の実施にあたっては費用が必要であるため、その必要性や耐震化を実施しなかった場合のリスクについて、財政部局や住民に説明するリスクコミュニケーションを図ることが必要である。

以上

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。)

1	)	調	査	、	検	討	す	べ	き	事	項	と	内	容	
		下	水	道	施	設	に	つ	い	て	『	防	災	』	
		及	び	『	減	災	』	の	観	点	か				
		ら	対	策	を	行	う	に	あ	た	り	、	下	水	
		道	総	合	地	震	対	策	に	必	要	と			
		な	る	検	討	事	項	と	そ	の	内	容	は	以	
				下	の	通	り	で	あ	る	。				
	(	1	)	施	設	の	現	状	把	握					
		下	水	道	施	設	の	既	存	資	料	収	集	や	
		現	地	調	査	を	行	い	、	既	存				
		施	設	の	状	況	を	整	理	、	把	握	す	る	
		。													
	(	2	)	被	害	規	模	の	予	測	と	整	理		
		被	災	し	た	場	合	に	生	じ	う	る	被	害	
		規	模	と	リ	ス	ク	を	想	定	し	、			
		整	備	対	象	区	域	内	の	重	要	度	を	整	
		理	す	る	。										
	(	3	)	総	合	地	震	対	策	の	策	定			
		防	災	、	減	災	の	観	点	か	ら	整	備		
		内	容	や	優	先	順	位	付	け	、	ス			
		ケ	ジ	ュ	ー	ル	、	必	要	な	費	用	等		
		を	整	理	し	総	合	地	震	対	策	計	画		
		を	策	定	す	る	。								
	2	)	業	務	の	手	順	と	留	意	事	項			
	(	1	)	資	料	収	集	整	理	と	調	査			
		下	水	道	施	設	の	現	状	を	把	握	す		
		る	た	め	、	下	水	道	台	帳	や	竣			
		工	図	書	、	既	設	管	調	査	補	修			
		履	歴	等	の	既	存	資	料	を	収	集			
		、	整	理	し	不	明	な	箇	所	に	つ			
		い	て	は	調	査	を	行	う	。	そ	の			
		際	、	調	査	量	の	軽	減	、	効	率			
		化	を	図	る	た	め	既	存	資	料	を			
		活	用	す	る	と	と								
		も	に	、	ス	ク	リ	ー	ニ	ン	グ	技			
		術	を	導	入	し	広	範	囲	を	速	や			
		か	に	調	査	し	問	題	点	の	抽	出			
		が	可	能	な	方	法	を	活	用	す	る			
		。													
	(	2	)	リ	ス	ク	の	想	定	と	分	類			
		発	災	時	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク			
		を	想	定	し	た	上	で	重	要	度	の			
		高													
	い	施	設	を	抽	出	し	、	防	災	の	観			
		点	か	ら	整	備	が	必	要	な	施	設			





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。)

等	を	検	討	す	る	。	反	応	タ	ン	ク	に	隔	壁	を	設	置	し	て	、	反	応	タ
ン	ク	前	段	を	嫌	気	(	無	酸	素	)	状	態	と	し	、	返	送	汚	泥	ポ	ン	プ
か	ら	の	返	送	汚	泥	量	を	増	加	さ	せ	る	こ	と	で	、	返	送	汚	泥	に	含
ま	れ	る	硝	酸	性	窒	素	及	び	亜	硝	酸	性	窒	素	が	ガ	ス	化	さ	れ	窒	素
と	し	て	放	出	す	る	。	リ	ン	の	同	様	に	嫌	気	状	態	で	放	出	し	た	以
上	の	リ	ン	を	好	気	槽	で	取	り	込	む	、	リ	ン	の	過	剰	摂	取	現	象	を
利	用	し	て	リ	ン	を	除	去	す	る	。	こ	の	よ	う	な	原	理	を	理	解	し	た
上	で	運	転	管	理	が	必	要	な	点	に	留	意	す	る	。	ま	た	余	剰	汚	泥	が
嫌	気	状	態	に	な	る	と	リ	ン	を	再	放	出	す	る	た	め	、	時	間	管	理	を
工	夫	す	る	。																			
②	一	二	：	部	分	的	な	施	設	・	設	備	の	更	新								
	隔	壁	の	設	置	、	M	L	S	S	計	、	D	O	計	、	O	R	P	計	等	の	設
置	、	高	効	率	型	散	気	装	置	へ	の	更	新	、	機	械	設	備	の	能	力	増	強
送	風	機	の	能	力	増	強	等	に	よ	る	対	策	を	検	討	す	る					
③	能	力	評	価	：	検	討	し	た	対	策	に	つ	い	て	、	二	軸	管	理	手	法	を
活	用	し	て	処	理	水	質	と	消	費	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	面	か	ら	評	価	す	る
工	夫	す	る	点	と	し	て	、	既	存	施	設	へ	の	影	響	を	考	慮	し	て	、	一
部	施	設	で	の	実	証	実	験	等	を	行	う	。										
3	・	関	係	者	と	の	調	整															
①	維	持	管	理	部	門	と	の	調	整	：	汚	泥	処	理	施	設	へ	の	影	響	の	恐
れ	が	あ	る	た	め	、	運	転	方	法	に	つ	い	て	維	持	管	理	部	門	と	調	整
す	る	。																					
②	財	政	部	門	と	の	調	整	：	コ	ス	ト	面	か	ら	段	階	的	な	整	備	に	つ
い	て	検	討	す	る	。																	

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	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) 「段階的 高度処理」へと移行するための調査・検討すべき事項とその内容

① 既存処理設備の運転状態の調査  
 現状の機器の仕様、運転状況、更新時期をリスト化する。本リストを機器の転用などの検討の際のベースとする。本リスト化は単独処理場だけでなく、保有する全ての処理場に実施することにより幅広い転用の検討が可能となる。

② 既存処理設備の水量、流入・流出水質の確認  
 A市は下水道普及率の向上等により水量・水質が変化している、とのことから、各処理場の処理水量、ピーク係数などを確認する。また現状の流入・流出水の水質の経時変化、季節変動などを確認する。特にA市の設備はこれまで標準活性汚泥法にて運転してきているため、新たに処理対象となるT-N、T-Pのデータを確認する必要がある。また将来の人口増減予想や当該エリアの工業用地での誘致計画情報を入手し、将来の水量・水質を予測しておく必要もある。

③ 既設設備の設計要素と実際の運転状況の算出  
 設備容量、流入水量、流入水質などを元に設備要素を算出し、設計時のものと比較する。具体的には曝気槽のSRT、滞留時間、沈殿槽の水面積負荷、汚泥返送率などである。

(2) 業務を進める手順

○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 計 画 、 予 算 化
(1) の 調 査 を も と に 、 実 施 の 優 先 順 位 を 決 定 す る 。
そ の 際 に 予 算 低 減 化 を 目 的 に 広 域 化 や 機 器 の 共 通 化 、
既 設 機 器 の 転 用 な ど を 検 討 す る 。
② 基 本 設 計
水 量 ・ 水 質 条 件 を 元 に 必 要 な 水 槽 容 量 、 機 器 仕 様 を
決 定 す る 。 必 要 な 水 槽 容 量 の 決 定 に あ た っ て は 、 基
本 的 に は 「 高 度 下 水 道 マ ニ ュ ア ル 」 や 他 サ イ ト の 設
備 要 素 の 値 を 参 考 に す る 。
③ 詳 細 設 計
水 槽 周 り の 配 管 ル ー ト や 運 転 方 案 を 決 定 す る 。 既 設
と の 取 り 合 い な ど も 考 慮 し た 設 計 を す る こ と を 心 掛
け る 。
④ 施 工 ・ 試 運 転
試 運 転 時 に は デ ー タ を 整 理 し 、 設 計 時 と の 差 異 が な
い か 確 認 す る 。 本 デ ー タ を 基 に I S O 9 0 0 1 に 則 り P D
C A を 実 施 し 横 展 開 に 活 用 す 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 法
本 業 務 の よ う な 大 規 模 な 更 新 計 画 を 進 め る た め に は 、
下 水 道 部 長 な ど の ト ッ プ ダ ウ ン の 指 示 に よ り 、 関 係
者 が 一 体 と な っ た 取 り 組 み が 必 要 で あ る 。 ま た 技 術
者 同 士 が 自 分 の 経 験 や 知 識 を 共 有 し あ い な が ら 進 め
る 必 要 が あ る 。



# 技術士第二次試験

II-2-2 地方のある中核都市A市は、全体計画では処理施設を高度処理と位置付けているものの、現在まで標準活性汚泥法で運転を行ってきた。近年、建設当初と比べて下水道普及率の向上等により水量・水質が変化しており、また機械・電気設備の老朽化が進行していることから、標準法として供用中の施設において、部分的な施設・設備の改造や運転管理の工夫により、早期かつ安価に高度処理化を図る「段階的処理」へと移行するための更新計画を立案し、実行に移すこととなった。一方、財政難、運転管理職員の減少等、下水道事業環境は厳しい状況にある。あなたが本更新計画の業務責任者として選任された場合、下記について記述せよ。

- (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。

氏名	
問題番号	
答案使用枚数	枚目 枚中

工夫点	:	既設水処理施設で実証実験や、季節別運転の実
施し、段階的		高度処理として可能か確認を行う。
② 容量計算の検討	:	選定した段階的処理法での容量
量計算を行い、段階的		高度処理法での能力を把握する。
留意点	:	硝化促進により、供給空気量が増加するため、
既存送風設備で過不足		を確認し、改築更新計画に留意
する。		
工夫点	:	処理状況の把握や流入水量の変動に対応する
ために、溶存酸素計等		の計測器を反応タンクに設置し、
流入水量に応じて自動		で送風量を調整する自動システム
を導入し、効率的で省エ		ネルギー化に努める。
(3) 関係者との調整方策		
① 都道府県または国との		協議 : 事業計画の策定・変更
に向けた申請書類の作成		および協議を実施する。
② 関係法令 : 下水道法、		都市計画法をはじめとする関
係法令許可の取得や、		関係省庁との協議・調整を行
う。		
③ 放流先の事業者 : 放流水		質が変更となるため、養殖
等を行っている放流先の		事業者に対して、説明を行い、
合意を得る。		
④ 維持管理者 : 処理方法		が変更となるため、その事業
時期や、維持・運転管理		方法について協議・調整を行
う。		以上

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-2-2

技術部門	上下水道部門
選択科目	下水道
専門とする事項	下水道計画

※
---

○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	調査、検討すべき事項
(1)	流入実績の調査と計画諸元の検討
	流入水量、BOD、窒素、リン等の流入状況を調査する。全体計画の計画フレーム及び諸元が適切であるか調査し、計画諸元の設定を行う。また、放流水質についても調査する。
(2)	計画放流水質の調査及び処理方式の検討
	計画放流水質の調査を行い、放流先の基準を満たす処理方式の検討を行う。
(3)	施設の調査及び改造・運転改善の検討
	隔壁の有無、ステップ流入の有無等の土木躯体、送風機の運転状況等の調査を行い、改造・運転改善の内容及び手順を検討する。施設の配置検討の際には処理場平面図より施設の配置状況及び敷地の余裕を調査する。改築スケジュールの検討の際にはストックマネジメント計画及び総合地震対策より、改築更新の時期及び耐震化の予定を調査し、スケジュール検討へ反映する。
(4)	運用実施体制の検討
	段階的高度処理の運転は不安定になりやすく、ノウハウを要する。自治体の体制状況を踏まえ、官民連携の実施等、運用体制の構築について検討を行う。
2	業務を進める手順と留意点及び工夫点
(1)	計画諸元及び処理方式の選定
	各地域の人口減少状況、統廃合計画、汚泥の集約計

令和 年度 技術士第二次試験 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。)

画	を	反	映	す	る	よ	う	留	意	す	る	。	処	理	方	式	の	選	定	に	つ	い	て	、		
同	規	模	の	参	考	と	な	る	事	例	を	収	集	し	、	実	現	可	能	な	計	画	と			
な	る	よ	う	工	夫	す	る	。																		
(	2	)	必	要	容	量	の	確	認	と	改	造	・	運	転	改	善	の	検	討						
各	施	設	の	処	理	能	力	を	確	認	す	る	た	め	容	量	計	算	を	行	う	。				
段	階	的	高	度	処	理	は	運	転	時	に	不	安	定	に	な	り	や	す	い	た	め	、			
余	裕	を	考	慮	し	て	確	認	を	行	う	等	工	夫	す	る	。	無	酸	素	空	間	を			
確	保	す	る	場	合	、	O	R	P	計	や	p	H	計	等	の	計	測	機	器	を	設	置	す		
る	よ	う	留	意	す	る	。	送	風	機	は	高	効	率	型	を	導	入	し	、	エ	ネ	ル			
ギ	一	消	費	量	を	削	減	で	き	る	よ	う	工	夫	す	る	。	各	改	造	段	階	で	、		
計	画	放	流	水	質	を	守	れ	て	い	る	か	確	認	す	る	た	め	、	容	量	計	算			
及	び	固	形	物	収	支	の	計	算	を	行	う	。													
(	3	)	更	新	ス	ケ	ジ	ュ	ー	ル	の	検	討													
お	そ	ら	く	、	リ	ス	ク	評	価	に	基	づ	い	て	段	階	的	な	ス	ケ	ジ	ュ				
ー	ル	を	構	築	す	る	と	い	っ	た	内	容	を	書	い	た	と	思	い	ま	す	。				
(	4	)	発	注	体	制	の	検	討																	
自	治	体	の	状	況	を	踏	ま	え	て	、	官	民	連	携	の	有	無	を	検	討	す				
る	。	競	争	性	・	公	平	性	を	担	保	す	る	よ	う	留	意	す	る	。	地	元	企			
業	が	参	入	し	や	す	い	仕	様	と	な	る	よ	う	工	夫	す	る	。							
3	・	関	係	者	と	の	調	整	方	策																
維	持	管	理	業	者	に	運	転	状	況	の	ヒ	ア	リ	ン	グ	を	行	う	。	ま	た	、			
段	階	的	高	度	処	理	に	つ	い	て	、	現	場	サ	イ	ド	の	留	意	点	、	工	事			
中	の	対	応	等	に	つ	い	て	協	議	を	行	う	。	そ	の	他	、	下	水	道	法	事			
業	計	画	の	申	請	等	、	必	要	な	手	続	き	を	行	う	。	以	上							

# 問題Ⅲ（選択科目）

問題文およびA評価答案例

令和3年度技術士第二次試験問題〔上下水道部門〕

10-2 下水道【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 海域と1級河川とに面した低平地及び丘陵地からなるB市（市域面積約7,000ha，人口約40万人）は，分流式で下水道の整備が概成しており，洪水や高潮，津波被害と比べ，内水被害に対する危機意識は低い状況であった。

B市に降った雨水は，ポンプ場や排水樋管から海域や河川に排除されているが，近年の気候変動の影響による降雨状況の変化に伴い，内水被害が頻発化・激甚化してきており，市民の内水被害への危機意識も高まり，内水ハザードマップを作成することとなった。

こうした状況を踏まえ，内水ハザードマップを作成する技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 内水ハザードマップを作成するに当たり，技術者としての立場で多面的な観点から課題を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) 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 下水道事業は、人口減少による使用料収入の減少、老朽化施設の増加などの背景からより効率的な事業実施が求められており、また、降雨の局地化・集中化・激甚化に対する新たな防災・減災のあり方を検討する必要がある。さらに、人口減少社会における汚水処理の最適化、エネルギー・地球温暖化問題への対応なども求められている。

これら様々な課題に対して、持続的かつ質の高い下水道事業の展開を実現するために、ICTの活用が推進されており、下水道事業の質・効率性の向上や情報の見える化を進める責任者の立場として、以下の問いに答えよ。

- (1) ICTの活用を推進して対応すべき課題について、技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し、その内容を観点とともに示せ。
- (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示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じ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。

令和3年度 技術士第二次試験 復元論文（選択科目Ⅲ：3枚）

氏名		部門	上下水道
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	下水道
出題テーマ	ICTの活用		

(1) ICTの活用を推進して対応すべき課題			
① 効率的、効果的な維持管理			
人口減少による職員の減少、団塊世代のベテラン職員の大量退職による技術継承不足で技術力が低下している。この様な中で、大量に発生する更新時期を迎えた下水道施設を維持管理していかなければならない。また、人口減少による下水道使用料の減少、料金回収率の低下、税収の減少により、資金が不足している。この様な状況の中で、効率的・効果的な維持管理を行うことが課題であり、このために、ICTを推進して対応すべきである。			
② 降雨の局地化・集中化・激甚化に対するあり方			
異常気象、都市化の推進、降雨強度や流出係数の変化により、見直しが必要となっている。簡易計算のみでは、現在の現象を再現できず、その適切な対策を提示できない。管きょや人孔、降雨データ等大量のデータを解析、分析して、実現象を提示し、その対策の効果を提示するために、ICTを推進すべきである。			
③ 汚水処理の最適化			
広域化・共同化により、余剰となる施設や集約施設を計画時に、望ましいネットワークを計画するには、隣接する都市のデータを含め大量のデータを扱い解析、分析する必要がある。このため、ICTを推進すべきである。			
(2) 最も重要な課題と解決策			
1) 最も重要な課題			



令和3年度 技術士第二次試験 復元論文（選択科目Ⅲ：3枚）

氏名		部門	上下水道
問題番号	Ⅲ-2	選択科目	下水道
出題テーマ	ICTの活用		

① スtockマネジメントにより、従来までの事後保全から予防保全への転換や不慣れなシステムを活用するため、使用当初はエラーが発生する可能性がらある。

② ICT活用や民間活用によるブラックボックス化で技術力が低下する。

2) 解決策

① Stockマネジメントや民間活用等の新しいシステムをCADによるスパイラルアップにより、見直しを行い、最適なシステムとなる様にする。

② ベテラン職員による技術継承、研修を行う。また、ベテラン職員によるナレッジをシステム化する。また、人力で作業を行って見て、ICTの結果と照合してみる。 以上

# 技術士第二次試験 APEC-semi 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2

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) ICT の活用を推進して対応すべき課題																								
① 人口減少とそれに伴う財源悪化																								
近年の人口減少と少子高齢化により、税収が減少し、それに伴い下水道事業の財政が悪化している。																								
また、下水道事業の管理自体も若手社員の減少、熟練管理者の高齢化によりノウハウを十分に継承できないという問題がある。																								
② 老朽化設備への投資の困難さ																								
高度経済成長期に設置された施設は老朽化が進み、使用寿命に近づいている設備も多い。																								
一方で財政の悪化により全設備に対して更新を実施することは困難な状況である。しかし、低効率な機器の運転により、運転コストが高くなっている場合もあり、早急な対応が必要になる。																								
③ 気候変動に対する対策																								
近年、集中豪雨により地下街への浸水、住宅地への越水などが問題になり、人々の社会生活へも大きな影響を与えている。また処理場へ一時的に処理容量以上の流量が流入し、未処理のまま公共用水域に放流されることで自然環境の悪化、生態系への悪影響を及ぼす可能性もある。																								
(2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題																								
老朽化への投資の困難さが最も重要と考える。数十年稼働している機器は更新時期が近づいており、事																								

# 令和 年度 技術士第二次試験 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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

故	の	発	生	を	未	然	に	防	ぐ	た	め	、	適	時	更	新	を	実	施	す	る	必	
要	が	あ	る	か	ら	で	あ	る	。														
解	決	策	①		ア	セ	ツ	ト	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	シ	ス	テ	ム	の	構	築		
既	設	機	器	の	仕	様	・	運	転	状	態	・	更	新	時	期	な	ど	を	リ	ス	ト	
化	し	、	そ	れ	を	経	営	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	シ	ス	テ	ム	に	反	映	さ	せ	
る	。	経	営	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	シ	ス	テ	ム	で	は	そ	れ	ぞ	れ	の	更	新	
必	要	な	時	期	を	基	に	予	算	化	し	、	円	滑	な	投	資	計	画	を	策	定	
す	る	。																					
解	決	策	②		広	域	化	の	推	進	と	、	そ	の	た	め	の	監	視	シ	ス	テ	
ム	の	導	入																				
複	数	の	下	水	道	施	設	に	対	し	て	広	域	化	を	実	施	し	、	更	新	対	
象	機	器	の	低	減	を	図	る	。	ま	た	運	転	の	遠	隔	制	御	、	お	よ	び	
巡	回	監	視	の	み	の	実	施	に	す	る	こ	と	で	省	人	化	を	実	施	、	こ	
れ	ま	で	の	運	転	情	報	か	ら	最	適	運	転	を	実	施	す	る	A	I	制	御	
を	行	う	こ	と	で	薬	品	代	や	電	気	代	な	ど	の	運	転	管	理	費	の	低	
減	を	行	う	。	こ	れ	ら	の	低	減	分	の	コ	ス	ト	を	機	器	更	新	の	費	
用	に	あ	て	る	こ	と	が	で	き	る	。	具	体	的	に	は	リ	ン	濃	度	に	よ	
る	凝	集	剤	転	嫁	率	の	制	御	や	ア	ン	モ	ニ	ア	濃	度	に	よ	る	ブ	ロ	
ワ	の	風	量	制	御	な	ど	で	あ	る	。												
解	決	策	③		施	設	の	常	時	モ	ニ	タ	リ	ン	グ								
そ	れ	ぞ	れ	の	機	器	の	運	転	状	態	を	常	時	監	視	し	、	最	適	な	運	
転	状	態	の	維	持	及	び	機	器	更	新	時	期	の	予	知	な	ど	を	実	施	す	
る	。	具	体	的	に	ポ	ン	プ	の	流	量	、	圧	力	、	電	圧	値	、	電	流	値	、
振	動	な	ど	を	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	す	る	。										
(3)	解	決	策	に	共	通	し	て	新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	

●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





Ⅲ-2 下水道事業は、人口減少による使用料収入の減少、老朽化施設の増加などの背景からより効率的な事業実施が求められており、また、降雨の局地化・集中化・激甚化に対する新たな防災・減災のあり方を検討する必要がある。さらに、人口減少社会における汚水処理の最適化、エネルギー・地球温暖化問題への対応なども求められている。

験

答案用紙

これら様々な課題に対して、持続的かつ質の高い下水道事業の展開を実現するために、ICTの活用が推進されており、下水道事業の質・効率性の向上や情報の見える化を進める責任者の立場として、以下の問いに答えよ。

- (1) ICTの活用を推進して対応すべき課題について、技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し、その内容を観点とともに示せ。
- (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示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じ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。

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

果	た	し	、	安	定	し	継	続	し	た	サ	ー	ビ	ス	提	供	の	た	め	に	運	営	基
盤	の	強	化	が	求	め	ら	れ	る	。													
(	2	)	先	に	述	べ	た	課	題	は	い	ず	れ	も	解	決	す	べ	き	問	題	で	は
あ	る	が	、	下	水	道	施	設	は	人	々	の	生	活	に	欠	か	せ	な	い	イ	ン	フ
ラ	で	あ	る	た	め	、	「	モ	ノ	」	が	最	も	重	要	な	課	題	と	考	え	る	。
解	決	策	①	ス	ト	ツ	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	計	画	の	策	定	：	膨	大	な	老
朽	化	し	た	施	設	に	お	い	て	、	健	全	度	と	重	要	度	の	積	で	あ	る	優
先	度	よ	り	設	定	す	る	。	優	先	度	の	高	い	順	に	更	新	す	る	ス	ト	ツ
ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	計	画	を	策	定	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	施	設	全
体	の	老	朽	化	状	態	を	見	え	る	化	が	可	能	と	な	り	、	利	用	者	や	議
会	等	に	対	し	て	、	更	新	計	画	の	裏	付	け	と	し	て	説	明	責	任	を	果
た	す	こ	と	が	で	き	る	。	施	設	に	IC	タ	グ	を	つ	け	て	、	現	場	で	タ
ブ	レ	ッ	ト	端	末	に	よ	り	、	基	本	情	報	を	取	得	す	る	だ	け	で	は	な
く	、	診	断	や	点	検	結	果	の	情	報	を	追	加	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、
ス	ト	ツ	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	に	お	け	る	健	全	度	の	評	価	を	自	動	的
に	算	出	で	き	、	常	に	ス	ト	ツ	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	計	画	の	最	新	化
が	で	き	る	。	ス	ト	ツ	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	計	画	に	よ	る	改	築	更	新
が	進	む	こ	と	で	、	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	コ	ス	ト	の	低	減	、	故	障	に
よ	る	機	能	不	全	や	災	害	時	の	被	害	増	大	の	リ	ス	ク	を	軽	減	す	る
こ	と	が	で	き	る	。																	
解	決	策	②	情	報	提	供	：	計	画	水	量	ま	で	は	従	来	と	お	り	雨	水	ポ
ン	プ	場	や	貯	留	管	等	の	ハ	ー	ド	対	策	を	起	こ	っ	て	い	く	が	、	計
画	を	超	え	る	よ	う	な	レ	ベ	ル	2	降	雨	に	対	し	て	は	、	ソ	フ	ト	対
策	に	重	点	を	お	い	て	行	う	。	ハ	ザ	ー	ド	マ	ッ	プ	に	よ	る	災	害	リ
ス	ク	の	周	知	、	河	川	の	水	位	情	報	や	降	雨	量	の	情	報	を	イ	ン	タ



# 技術士第二次試験 復元答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-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) 課題を技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し、その内容を観点とともに示せ。**

① 災害時を含めた執行体制の確保  
 少子高齢化の影響により、下水道事業の人員は減少し、高齢化の割合が高くなると予測されている。限られた人員の中で対応する施設の維持管理や現場において、効率的な維持管理や災害時の適切な情報管理を行う執行体制の確保が課題である。

② 厳しい財政状況の拡大  
 近年の人口減少に伴い、使用料収入の減少や税収低下により、厳しい財政状況にある。効率的な経営分析によるマネジメント不足が課題である。

③ 施設の老朽化  
 高度成長期を中心に急速に整備された施設が老朽化し、大規模な更新時期を迎えている。施設の劣化状況や運転状況の把握とそれらの情報が蓄積されていないことが、老朽化に伴う突発的な事故の頻発化や地震・洪水発生時の被害の深刻化を招く恐れがある。効果的・効率的な維持管理情報の活用等が出来ていないことが課題である。

**(2) 最も重要と考える課題とその解決策**

人口減少に伴い、人員が減少した脆弱化した体制では、対策が遅れ、突発的な事故の頻発化、災害時の被害の深刻化を招く恐れがあるため、①執行体制の確保を最も重要な課題と考え、以下に解決策を述べる。



○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。）

技	術	を	取	り	入	れ	、	省	力	化	、	自	動	化	に	よ	り	効	率	的	な	更		
新	・	維	持	管	理	を	行	い	、	コ	ス	ト	縮	減	を	図	る	。	近	年	の	I	C	T
技	術	の	普	及	拡	大	は	著	し	く	、	ハ	ー	ド	面	の	コ	ス	ト	も	低	減	傾	
向	に	あ	る	こ	と	か	ら	、	予	算	へ	の	影	響	も	軽	減	さ	れ	て	い	る	。	
②	I	C	T	技	術	の	導	入	に	よ	る	技	術	力	の	低	下							
I	C	T	技	術	に	頼	り	す	ぎ	、	技	術	力	の	低	下	が	懸	念	さ	れ	る	。	対
策	と	し	て	は	、	施	設	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	等	の	人	的	な	運	転	管	理	が	
出	来	る	よ	う	に	O	J	T	等	に	よ	り	技	術	の	継	承	に	努	め	る	。	特	
に	I	C	T	故	障	時	の	緊	急	対	応	に	つ	い	て	マ	ニ	ュ	ア	ル	作	成	等	
を	進	め	対	応	で	き	る	よ	う	に	し	て	お	く	。									
③	外	部	か	ら	の	侵	入	、	保	存	デ	ー	タ	の	消	失								
I	C	T	シ	ス	テ	ム	へ	の	外	部	か	ら	の	侵	入	や	通	信	の	停	止	、	保	存
デ	ー	タ	の	消	失	等	が	懸	念	さ	れ	る	。	対	策	と	し	て	、	セ	キ	ュ	リ	
テ	ィ	面	の	強	化	と	バ	ッ	ク	ア	ッ	プ	を	検	討	し	、	安	全	性	と	信	頼	
性	の	確	保	に	努	め	る	。																
(	4	)	業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件									
有	能	性	重	視	の	観	点	か	ら	I	C	T	に	関	す	る	専	門	外	の	技	術		
的	詳	細	内	容	に	つ	い	て	検	討	す	る	場	合	は	、	専	門	分	野	の	適	切	
な	助	力	を	求	め	な	が	ら	公	益	の	確	保	を	行	う	必	要	が	あ	る	。	高	
度	化	し	た	I	C	T	技	術	の	導	入	、	A	I	の	活	用	に	よ	り	、	省	人	
化	・	自	動	化	な	ど	の	生	産	性	の	効	率	化	を	進	め	、	テ	レ	ワ	ー	ク	
普	及	に	よ	る	働	き	方	改	革	も	含	め	、	人	材	不	足	や	財	源	不	足	を	
解	消	し	、	持	続	可	能	な	業	務	の	遂	行	が	必	要	で	あ	る	。				

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2

技術部門	上下水道部門
選択科目	下水道
専門とする事項	下水道計画

※
---

○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	.	I C T の 活 用 を 推 進 し て 対 応 す べ き 課 題
( 1 )		老 朽 化 施 設 の 観 点
		下 水 道 は 高 度 経 済 成 長 期 後 半 か ら 平 成 の 初 期 に か け
		て 急 速 に 整 備 が 進 ん だ 。 今 後 、 改 築 更 新 需 要 が 増 大 す
		る こ と が 考 え ら れ る 。 改 築 需 要 を 平 準 化 し 、 計 画 的 な
		維 持 管 理 及 び 改 築 更 新 を 行 う た め に は 、 技 術 的 根 拠 に
		基 づ い た リ ス ク 評 価 が 必 要 で あ る 。 一 方 、 下 水 道 施 設
		の 膨 大 な ス ト ッ ク に つ い て 適 切 な リ ス ク 評 価 を 実 施 で
		き て い な い 状 況 で あ る 。 維 持 管 理 デ ー タ を 蓄 積 し 、 適
		切 に 解 析 及 び 施 設 状 況 の 見 え る 化 を 行 う こ と が 課 題 で
		あ る 。
( 2 )		防 災 ・ 減 災 の 観 点
		近 年 、 豪 雨 の 頻 発 に よ り 、 貯 留 施 設 等 の ハ ー ド 面 と
		ハ ザ ー ド マ ッ プ 等 の ソ フ ト 面 を 組 み 合 わ せ て 対 策 す る
		こ と が 求 め ら れ て い る 。 管 き よ 内 の 水 位 情 報 は 、 自
		助 ・ 共 助 の 支 援 及 び シ ミ ュ レ ー シ ョ ン レ ベ ル の 向 上 に
		寄 与 す る 。 ま た 、 施 設 の 遠 隔 操 作 等 に よ り 、 確 実 な 施
		設 の 運 転 及 び 職 員 の 安 全 管 理 に 寄 与 す る 。 水 位 情 報 の
		蓄 積 及 び 施 設 の 遠 隔 操 作 を 行 う シ ス テ ム の 構 築 を 行 う
		こ と が 課 題 で あ る 。
( 3 )		汚 水 処 理 の 最 適 化 及 び エ ネ ル ギ ー の 観 点
		近 年 汚 水 量 の 減 少 に よ り 、 各 施 設 の 稼 働 率 が 低 下 し
		て い る 。 ま た 、 高 度 処 理 の 実 施 に よ り エ ネ ル ギ ー 消 費
		量 が 増 大 し て い る 。 処 理 場 の 運 転 改 善 を 行 う た め に は 、
		運 転 実 績 デ ー タ が 必 要 で あ る が 、 デ ー タ が 膨 大 で あ り 、

令和 年度 技術士第二次試験 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。)

データ測定 の 自動化 及び データ解析 の 省力化 が 課題 である。

2. 最も重要 と 考える 課題 と その 解決策

最も重要 と 考える 課題 は、「老朽化施設」の観点の課題である。老朽化施設を計画的に維持管理・点検調査を行うことは、施設の停止及び陥没事故等のリスク低減となり、住民の生活及び安全に大きく影響する。解決策を以下に示す。

a) タブレットを用いた点検調査

施設情報をクラウドに保存し、タブレットより点検調査結果を直接入力する。これによって、点検調査結果の整理における省力化を図ることが可能である。また、故障の回数や維持管理の履歴をその場で確認することが可能であり、ノウハウの共有に寄与する。

b) 自動解析システムの活用

点検・調査で蓄積したデータを自動で解析するシステムを活用する。データ処理の省力化に寄与する。具体的な方法として①各施設の故障や修繕履歴を踏まえてリスク評価を行い、対策施設の優先順位を設定する、②設備のチェーンの伸びや摩耗より健全度予測式を自動でかき、故障時期の予測を行う等が挙げられる。

c) センサーの活用

施設の振動や水位データをセンサーによって計測し、クラウド上で管理する。巡回点検の省力化を図ることができ、遠方より施設の確認ができるため、異常発

令和 年度 技術士第二次試験 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。)

生時に早急な対応が可能であるためサービスレベルの向上に寄与する。

3. 新たに生じるリスクとそれへの対応

新たに生じるリスクとして、「システムの障害」が挙げられる。具体的に、①外部からの不正アクセス、②データの損失、③通信の切断が挙げられる。対応策を以下に示す。

a) セキュリティ対策

ウイルス対策及びパスワードによりログインするシステムの構築を行う。

b) データのバックアップ

自治体で管理が難しい場合は、民間企業へデータ管理を委託する。

c) 通信の二重回線

バックアップ回線

一部詳細が思い出せないため  
原稿用紙が余っていますが、  
提出した論文はすべて埋めており  
ます。  
また、試験当日に書いた論文の大  
まかな流れはつかめていると思  
います。







問題文 III-2 下水道事業は、人口減少による使用料収入の減少、老朽化施設の増加などの背景からより効率的な事業実施が求められており、また、降雨の局地化・集中化・激甚化に対する新たな防災・減災のあり方を検討する必要がある。さらに、人口減少社会における汚水処理の最適化、エネルギー・地球温暖化問題への対応なども求められている。

これら様々な課題に対して、持続的かつ質の高い下水道事業の展開を実現するために ICT の活用が推進されており、下水道事業の質・効率性の向上や情報の見える化を進める 責任者の立場として、以下の問いに答えよ。

(1)ICT の活用を推進して対応すべき課題について、技術者としての立場で多面的な観点から 3 つ抽出し、その内容を観点とともに示せ。

(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示せ。

(3)解決策に共通して新たに生じ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。

作成日 2021.7.24

課題年 2021/R3

問題番号 III-2

添削履歴

部門 上下水道

専門科目 下水道

## (1) ICT を活用して解決すべき課題

### ① 施設老朽化、耐震化への対応

国内の多くの下水道施設が、高度経済成長期の拡張期に建設されたものであり、老朽化を迎えている。また、いまだに耐震化されていない下水道施設も多く存在する。

老朽化に対応し維持管理費用を低減させるため、ストックマネジメント手法などの導入が課題である。

### ② 技術者の減少への対応

下水道に携わる官民の技術者は 40～50 歳代が多く、また、技術者数は減少の一途をたどっている。

そのため、ナレッジマネジメントなどにより技術の継承と技術力向上を図ることが課題である。

### ③ 財政収支の悪化への対応

人口減少に伴う使用料収入が減少する一方で、今後の施設更新費用や維持管理費用が増大する可能性があり、財政収支の悪化が懸念される。

更新費用の平準化、維持管理費用などライフサイクルコストの削減、覆域簿記などの公営企業会計の導入によって、健全な財政収支を確保することが課題である。

## (2) 最も重要と考える課題と複数の解決策

最も重要な課題は前述の「(1)- ① 施設老朽化、耐震化への対応」である。下水道事業は国見が健康的に生活するためにはなくてはならないインフラ施設であり、

処理を停止させると大きな影響が発生するからである。

複数の解決策について次のとおり述べる。

#### ① ICT 活用によるストックマネジメントの推進

GIS や設備台帳システムを活用し、管きよ（布設位置、管種、建設年度など）や設備（建設年度、設備種類など）を収集整理する。管きよが埋設されている道路の重要度や処理停止による影響度を加味し、各施設のリスク評価を実施する。リスク評価結果に基づき、優先的に対応すべき施設に対して、スクリーニングを行う。管口カメラ調査などで劣化が進行している施設については、さらなる詳細な調査として、自走式カメラや UAV などを用いて目視調査を行い、劣化度を判断する。必要な箇所の修繕や改築・維持管理についてストックマネジメント計画を策定し、実施する。

#### ② 施設の監視制御設備導入による効率化

特に多くのポンプ場や設備を抱える場合、監視制御を集約する監視制御システムを導入することが解決策である。これにより施設の状況を把握し、エネルギー効率を考慮した取り替えを行う。広域化や共同化を行う際もスムーズに移行でき、施設老朽化に対応できる。

#### ③ 浸水シミュレーションの精緻化

近年の ICT 技術の発展はめざましく、特にコンピュータの処理性能が向上している。そのため、分散モデルの採用など雨水流下シミュレーションの精緻化が可能となり、大雨時の照査降雨による浸水シミュレーシ

ョンが実施でき、防災対策や耐震化の向上が図れる。

#### ④ 施工自動化

CIM を用いた施設工事の施工自動化を採用することで、施設更新、耐震化の迅速化を図る。

#### ⑤ 技術の継承

ナレッジマネジメントシステムの採用により、技術継承にあたってのベテラン職員の暗黙知の形式知化や、e-ラーニングシステムによる研修による技術力向上を図る。

#### (3) 新たに応じるリスクと対策

サイバーテロが新たに応じるリスクの1つである。これによって関連システムが停止すると、下水処理自体が停止し、大きな影響が発生する可能性がある。

そのため、サイバーテロに対する情報セキュリティの強化、ISMSに基づく下水道技術者への教育訓練を図る。また ICT が使えない場合でも非常時優先業務が実施できるよう、BCP の対象事象にサイバーテロを追加する。

さらに、ICT 導入によりベンダーロックとなり、今後の維持管理費用が増大する恐れがある。そのため、データやシステム仕様の標準化などの対策を図る。

以上