

2022 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]

－ 上水道及び工業用水道 －

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 近年，デジタル化が進み，国では2021年9月1日にデジタル庁が発足するなど，デジタルトランスフォーメーション（以下「DX」という。）社会の構築として，あらゆる分野で検討が開始されている。

インフラを支える上下水道事業においても，人口減少による料金，使用料収入の減少，技術者の不足や老朽化施設の増加など様々な課題を抱える中で安定的に事業を継続させるため，今後，DXの活用について検討が求められる。

このような状況を踏まえ，下記の問いに答えよ。

- (1) 上下水道事業に共通するDXに関する状況を踏まえ，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，その課題に対してDXを活用した複数の具体的な対策を示せ。
- (3) 前問（2）の対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4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	上水道および工業用水道
出題テーマ	DX	コース	B

(1)	DX	に関する状況を踏まえての3つの課題
1)	技術者不足への対応 (ヒトの観点)	
	我が国の上水道技術者の数はピーク時から約3割、	
	下水道は約4割減少している。特に団塊の世代の一斉	
	退職により、現場経験をもつ技術者が減少している中、	
	DX技術を活用した高度な分析や省力化を行い、人材不	
	足に対応することが課題である。	
2)	老朽化施設の更新及び耐震化 (モノの観点)	
	我が国の上下水道施設は高度経済成長期に整備され	
	たものが多く一斉に更新期を迎えている一方で、首都	
	直下地震や南海トラフ大地震の発生が予見されている。	
	こういった災害時等にも上下水道差0ビスを継続し公	
	衆衛生を確保するためには、DX等の活用し、現在の老	
	朽化度合い等を定量的に把握したうえで予防保全によ	
	り長寿命化を図りつつ計画的な施設更新・耐震化を行	
	っていくことが重要な課題となっている。	
3)	財務基盤の強化 (カネの観点)	
	我が国の人口は2060年にはピーク時から約3割減	
	少するといわれており、有収水量は約59%に減少する	
	と言われている。料金収入が減少する中、DXによる省	
	力化によって運転維持管理費用を削減し財務基盤強化	
	を図ることが喫緊の課題となっている。	
(2)	抽出した中で最も重要な課題とDXによる対策	
	上下水道事業を継続するためには日ごろの運転維持	
	管理と高度な専門知識をもった人材による計画策定等	

令和4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	上水道および工業用水道
出題テーマ	DX	コース	B

が	重	要	で	あ	る	た	め	、	技	術	者	不	足	へ	の	対	応	を	最	も	重	要	な	
課	題	と	考	え	る	。	D	X	を	用	い	た	対	策	と	し	て	、	1)	A	I	に	よ
る	管	路	の	老	朽	化	予	測	、	2	)	自	動	監	視	制	御	シ	ス	テ	ム	の	導
入	、	3	)	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	ー	の	導	入	の	3	つ	を	提	案	す	る	。
1	)	<u>A I に よ る 管 路 の 老 朽 化 予 測</u>																					
	土	壌	の	腐	食	性	デ	ー	タ	、	舗	装	デ	ー	タ	、	管	路	の	漏	水	や	破	
損	な	ど	の	修	理	デ	ー	タ	な	ど	を	多	変	量	解	析	し	、	管	路	の	老	朽	
度	合	い	や	腐	食	度	合	い	を	予	測	す	る	A	I	技	術	の	導	入	を	提	案	
す	る	。	こ	れ	に	よ	り	調	査	等	の	か	か	る	省	力	化	を	行	う	こ	と	が	
で	き	る	。																					
2	)	<u>自 動 監 視 制 御 シ ス テ ム の 導 入</u>																					
	浄	水	場	や	下	水	処	理	場	、	管	路	に	お	け	る	流	量	、	水	位	、	水	
質	、	水	圧	等	を	リ	モ	ー	ト	で	監	視	し	、	弁	類	を	自	動	制	御	す	る	
シ	ス	テ	ム	の	導	入	を	提	案	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	弁	操	作	な	ど	を	
省	力	化	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	ま	た	浄	水	場	に	お	け	る	薬	品	注	
入	の	自	動	制	御	な	ど	に	よ	り	、	適	切	な	サ	ー	ビ	ス	の	確	保	に	つ	
な	が	る	こ	と	も	で	き	る	。															
3	)	<u>ス マ ー ト メ ー タ ー の 導 入</u>																					
	水	使	用	量	デ	ー	タ	を	自	動	で	送	信	し	、	検	針	業	務	の	省	力	を	
行	う	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	ー	の	導	入	を	提	案	す	る	。	特	定	の	配	水	
ブ	ロ	ッ	ク	等	へ	の	流	入	量	お	よ	び	総	使	用	量	を	比	較	す	る	こ	と	
に	よ	り	漏	水	量	調	査	な	ど	も	省	力	化	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	副	
次	的	効	果	と	し	て	使	用	量	を	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	す	る	こ	と	に	よ	り	
メ	ー	タ	ー	下	流	側	の	漏	水	を	特	定	、	修	理	を	促	す	こ	と	に	よ	り	
水	の	有	効	利	用	に	も	つ	な	が	る	。												

(1) 上下水道事業に共通する課題

① 技術者不足

少子高齢化社会が進行するなか、上下水道事業はベテラン職員の退職などで技術者が不足している。技術継承が課題であるが、新規採用者への技術継承は時間がかかることから効率性が求められている。また、働き方改革により業務作業等の合理化が必要である。

② 効率的な維持管理

1日も欠かすことのできない基本インフラである上下水道事業は、老朽化施設が増加しているが、老朽化を起因とする断水等の事故が発生しないよう、効率的なメンテナンスが必要である。

③ 投資資金の抑制

料金、使用料収入が減少傾向にあるなかで、現状の施設を全てそのまま更新することは難しい。施設の重要度などにより優先順位を設定し、施設の統廃合やダウンサイジングなどにより投資費用を削減し、施設の長寿命化を図ることが重要である。

(2)-1 最重要課題

再需要課題は、効率的な維持管理であると考えられる。

(2)-2 DXを活用した対策

① ドローンやロボットを活用した点検

これまで、人間が近づけなかった高所や水管橋、狭い場所や危険箇所など、ドローンやロボットを活用し

	て	点	検	を	行	う	。	点	検	デ	ー	タ	は	デ	ジ	タ	ル	化	さ	れ	て	い	る	た
	め	、	点	検	台	帳	に	登	録	す	る	ほ	か	、	ア	セ	ツ	ト	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト
	に	活	用	す	る	こ	と	が	で	き	る	。												
	②	振	動	セ	ン	サ	に	よ	る	機	能	診	断											
5		ポ	ン	プ	な	ど	の	運	転	状	況	を	、	振	動	セ	ン	サ	な	ど	に	よ	り	監
	視	す	る	。	ま	た	、	状	態	の	変	化	を	AI	等	に	よ	り	解	析	し	、	機	能
	診	断	を	行	う	。	診	断	結	果	は	更	新	の	目	安	と	す	る	こ	と	が	で	き
	る	。																						
	③	デ	ー	タ	の	ク	ラ	ウ	ド	化	、	プ	ラ	ツ	ト	フ	ォ	ー	ム	化				
10		現	在	、	水	道	事	業	で	は	、	水	道	情	報	活	用	シ	ス	テ	ム	が	運	用
	さ	れ	て	い	る	。	ベ	ン	ダ	ロ	ッ	ク	イ	ン	解	除	や	汎	用	品	の	活	用	、
	デ	ー	タ	形	式	や	流	通	方	法	の	標	準	化	、	ク	ラ	ウ	ド	化	、	プ	ラ	ツ
	ト	フ	ォ	ー	ム	化	の	取	り	組	み	が	始	め	ら	れ	て	い	る	。	ま	た	、	下
	水	道	事	業	に	お	い	て	も	同	様	に	進	め	ら	れ	て	い	る	。				
15		こ	れ	に	よ	り	、	広	域	的	に	一	元	化	さ	れ	た	運	転	監	視	を	実	施
	す	る	こ	と	が	で	き	る	。															
	④	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	ー															
		ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	ー	に	よ	る	検	針	が	進	め	ら	れ	て	い	る	。	ま
	た	、	管	路	内	に	設	置	さ	れ	た	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	ー	に	よ	り	、	こ
20	れ	ま	で	よ	り	緻	密	な	水	量	や	流	向	の	デ	ー	タ	が	収	集	・	解	析	さ
	れ	る	こ	と	で	、	ダ	ウ	ン	サ	イ	ジ	ン	グ	な	ど	の	計	画	が	詳	細	に	策
	定	さ	れ	る	。																			
	(3)-1		新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク												
		新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク	は	、	デ	ジ	タ	ル	技	術	の	進	展	が	早

く、新たに導入した技術が陳腐化することである。デジタル技術は、ずっと使い続けることができるものではない。ソフトウェアのバージョンアップやサポートの終了などが考えられる。またそれに合わせて新たな機材を導入する必要がある。

5

(3)-2 新たなリスクへの対策
対策は、継続的に取り組むことである。デジタル機器類を更新する予算化や、技術継承や新たな技術を学習するための仕組みを構築することである。

10

(4) 業務遂行の要件、留意点
デジタル技術の導入は、専門家に相談し、助言を受け、投資が過大とならないようにする。また、導入までの意思決定プロセスを明確化し、公平で公平な競争による導入とする。利害関係者に適切に情報を開示し

15

説明責任を果たす。
技術者自身が、最新の知見で適切な検討が行えるよう継続研鑽するほか、技術者育成を図る。
社会の持続可能性のため環境に配慮し、省エネ、脱炭素化に資するものとする。

20

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	1-1						

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.	D X	に	関	す	る	状	況	を	踏	ま	え	た	多	面	的	な	観	点	か	ら	の	課	題	
1.	1.	労	働	力	の	不	足	を	解	消	す	る	自	動	化	(	ヒ	ト	の	観	点)		
		上	下	水	道	事	業	は	少	子	高	齢	化	や	財	源	的	な	制	約	に	よ	り	
		熟	練	職	員	が	引	退	し	、	若	手	職	員	の	確	保	が	困	難	で	あ	る	
		た	、	日	常	業	務	に	追	わ	れ	て	い	る	の	が	実	情	で	あ	る	。	今	
		後	ま	す	ま	す	労	働	力	が	不	足	す	る	場	合	に	備	え	て	、	自	動	
		運	転	や	省	力	化	を	導	入	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。			
1.	2.	老	朽	化	施	設	の	更	新	(	モ	ノ	の	観	点)								
		上	下	水	道	事	業	は	、	高	度	経	済	成	長	期	以	降	に	整	備	し	た	
		設	が	更	新	時	期	を	迎	え	て	お	り	、	施	設	の	老	朽	化	が	進	行	し
		て	い	る	。	今	後	は	、	遠	隔	操	作	や	遠	隔	監	視	の	導	入	や	運	転
		管	理	が	手	動	で	あ	る	も	の	に	対	し	、	こ	れ	ら	を	解	消	す	る	施
		設	に	更	新	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。								
1.	3.	資	金	の	確	保	(	カ	ネ	の	観	点)											
		上	下	水	道	事	業	は	、	水	需	要	の	減	少	に	伴	う	給	水	収	益	や	
		使	用	料	収	入	が	減	少	し	て	お	り	、	固	定	的	な	支	出	が	多	い	上
		下	水	道	事	業	に	お	い	て	は	、	経	営	は	一	層	厳	し	さ	を	増	し	て
		い	る	。	よ	っ	て	、	資	金	を	確	保	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。
2.	最	も	重	要	な	課	題	と	D X	を	活	用	し	た	複	数	の	解	決	策				
2.	1.	最	も	重	要	な	課	題																
		抽	出	し	た	課	題	の	う	ち	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	は	、	「	労
		働	力	の	不	足	を	解	消	す	る	自	動	化	」	あ	る	。						
		今	後	、	少	子	高	齢	化	は	さ	ら	に	進	行	し	、	労	働	力	が	不	足	す
		る	。	よ	っ	て	、	自	動	化	や	省	力	化	と	い	っ	た	対	応	を	早	期	に
		取																						

令和2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。）

ら	な	い	と	こ	れ	ら	の	課	題	に	取	り	組	む	職	員	が	不	足	し	、	対			
応	が	困	難	に	な	る	可	能	性	が	あ	る	か	ら	で	あ	る	。							
2.	2.	複	数	の	解	決	策																		
①	.	A	I	の	導	入																			
	浄	水	場	や	下	水	処	理	場	の	ベ	テ	ラ	ン	職	員	に	依	存	し	て	い	た		
運	転	操	作	を	A	I	の	活	用	で	行	う	。	導	入	に	あ	た	っ	て	は	、	ベ		
テ	ラ	ン	の	暗	黙	知	を	デ	ー	タ	化	し	て	A	I	が	運	転	操	作	を	判	断		
で	き	る	よ	う	に	す	る	。																	
②	R	P	A	の	導	入																			
	料	金	請	求	業	務	な	ど	の	単	純	作	業	や	パ	タ	ー	ン	化	さ	れ	た	業		
務	に	対	し	、	R	P	A	を	導	入	し	、	職	員	の	事	務	負	担	の	軽	減	や	効	
率	化	を	行	う	。	導	入	に	よ	り	、	従	事	し	て	い	た	職	員	を	他	業	務		
や	付	加	価	値	の	高	い	業	務	に	配	置	換	え	を	行	う	こ	と	が	可	能	と		
な	る	。																							
③	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	の	導	入															
	量	水	器	に	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	を	導	入	し	、	人	に	依	存	し	て	き		
た	検	診	業	務	の	効	率	化	を	行	う	。	ス	マ	ー	ト	メ	ー	タ	を	設	置	す		
る	こ	と	で	漏	水	の	早	期	発	見	が	可	能	と	な	る	。	さ	ら	に	は	、	お		
年	寄	り	の	見	守	り	効	果	や	検	針	車	の	移	動	が	無	く	な	り	二	酸	化		
炭	素	の	排	出	削	減	と	い	っ	た	副	次	的	な	利	点	が	あ	る	。					
3.	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	対	策									
	I	o	T	を	含	め	I	C	T	を	活	用	す	る	こ	と	に	よ	り	、	不	正	ア	ク	セ
ス	が	発	生	す	る	。	個	人	情	報	や	機	密	事	項	が	漏	洩	す	る	リ	ス	ク		
が	あ	る	。	対	策	と	し	て	、	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	ソ	フ	ト	の	導	入	や	セ		
キ	ュ	リ	テ	ィ	ベ	ン	ダ	へ	の	外	部	委	託	と	い	っ	た	方	法	が	あ	る	。		

令和2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。）

セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	対	策	の	度	合	い	は	、	内	部	で	情	報	ご	と	の	重	要	
度	を	評	価	し	、	必	要	な	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	対	策	を	決	定	す	る	。		
	災	害	等	に	よ	り	通	信	障	害	が	発	生	し	た	場	合	、	自	動	運	転	が	
停	止	し	、	手	動	運	転	を	行	う	必	要	が	あ	る	リ	ス	ク	が	あ	る	。	対	
策	と	し	て	、	危	機	対	応	マ	ニ	ュ	ア	ル	の	作	成	や	、	定	期	的	に	災	
害	発	生	時	の	対	応	に	関	す	る	訓	練	を	行	う	。	作	成	し	た	マ	ニ	ュ	
ア	ル	は	形	骸	化	し	な	い	よ	う	管	理	の	責	任	部	署	を	明	確	に	し	、	
定	期	的	に	改	訂	を	行	う	よ	う	P	D	C	A	サ	イ	ク	ル	を	実	施	す	る	。
4.	業	務	を	遂	行	す	る	に	あ	た	り	必	要	と	な	る	要	件	、	留	意	点		
4.	1.	技	術	者	と	し	て	の	倫	理	の	観	点											
	説	明	責	任	を	果	た	す	こ	と	が	必	要	な	要	件	で	あ	る	。	計	画	し	
た	事	業	の	実	施	に	あ	っ	て	は	、	公	衆	の	安	全	、	健	康	お	よ	び	福	
利	の	観	点	か	ら	正	し	く	評	価	し	、	関	係	機	関	と	の	協	議	や	地	元	
設	回	を	行	い	、	合	意	形	成	を	図	る	。											
4.	2.	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点												
	費	用	縮	減	が	必	要	な	要	件	で	あ	る	。	上	下	水	道	事	業	の	設	備	
投	資	は	莫	大	な	費	用	が	発	生	す	る	。	企	業	債	を	発	行	す	れ	ば	、	
将	来	性	大	に	借	金	を	残	す	こ	と	に	な	る	た	め	、	世	代	間	で	不	公	
平	が	生	じ	ぬ	よ	う	次	世	代	も	活	用	で	き	る	設	備	を	建	設	す	る	こ	
と	が	重	要	で	あ	る	。																	
																								以
																								上

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	I - 1								
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。）

<u>1 . 課 題</u>																								
<u>(1) 執 行 体 制 の 脆 弱 化 の 観 点</u>																								
今 後 も 安 定 し た 上 下 水 道 事 業 を 進 め る た め に は 、 ノ ウ ハ ウ や 専 門 知 識 を 持 っ た 職 員 が 必 要 で あ る 。 し か し 職 員 は 減 少 傾 向 に あ り 、 団 塊 世 代 の 大 量 退 職 の 影 響 も 大 き く 技 術 継 承 に 対 す る 課 題 が あ る 。 D X を 通 じ て 少 人 数 で 対 応 で き る 体 制 が 求 め ら れ る 。																								
<u>(2) ア セ ッ ト マ ネ ジ メ ン ト の 観 点</u>																								
高 度 経 済 成 長 期 に 建 設 さ れ た 施 設 は 、 老 朽 化 が 進 ん で お り 、 一 斉 に 更 新 時 期 を む か え て い る 。 こ う し た 中 効 率 的 に 調 査 を 行 い 、 改 築 更 新 が 求 め ら れ て い る が 進 ん で い な い 課 題 が あ る 。 今 後 は 、 A I を 活 用 し た 管 路 等 の 劣 化 予 測 を 行 い 、 調 査 期 間 を 短 縮 す る 等 ア セ ッ ト マ ネ ジ メ ン ト の 強 化 が 必 要 で あ る 。																								
<u>(3) D X 導 入 が 進 み に く い 観 点</u>																								
上 下 水 道 事 業 は 、 使 用 料 収 入 が 減 少 し て お り 、 費 用 面 に お い て 導 入 が 進 み に く い 課 題 が あ る 。 ま た 、 現 場 で は 、 D X と い っ た 新 し い 取 り 組 み に 対 し て 拒 否 感 を 示 す 場 合 も あ り 、 現 場 と 導 入 し た い 側 の 温 度 差 に よ り 、 導 入 が 進 ま な い 課 題 も あ る 。																								
<u>2 . 最 も 重 要 な 課 題 と 解 決 策</u>																								
<u>2 - 1 . 最 も 重 要 な 課 題</u>																								
最 も 重 要 な 課 題 は 、 「 (1) 執 行 体 制 の 脆 弱 化 」 で あ る 。 理 由 は 、 今 後 も 職 員 の 減 少 が 続 き 、 特 に 上 下 水 道 は 他 の 事 業 に 比 べ い ち じ る し い 。 そ の た め 、 省 力 化																								

●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	
問題番号	I - 1
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。)

を 図 り な が ら 少 人 数 で 対 応 で き る 体 制 作 り が 求 め ら れ
る か ら で あ る 。

2 - 2 . 解 決 策

(1) 施 設 維 持 管 理 に お け る A I 導 入

従 来 、 浄 水 場 や 下 水 処 理 場 で は 、 ベ テ ラ ン 職 員 の 経
験 等 に 依 存 し て き た 。 今 後 は 、 運 転 管 理 業 務 を A I を
活 用 し た 運 転 操 作 や 薬 品 注 入 の 自 動 化 シ ス テ ム の 導 入
に よ り 、 品 質 を 確 保 し な が ら 省 力 化 を 図 る 。 ま た 、 A
I 導 入 で は 、 客 観 的 な デ ー タ に よ る 原 因 特 定 や 判 断 の
見 え る 化 が で き る た め 、 常 時 監 視 業 務 を 担 当 し て い た
職 員 の 配 置 転 換 が 可 能 と な る 。

(2) ス マ ー ト メ ー タ の 導 入

従 来 、 人 に 依 存 し て き た 検 針 業 務 に つ い て 量 水 器 に
ス マ ー ト メ ー タ を 導 入 す る こ と で 省 力 化 を 図 る 。 ま た 、
ス マ ー ト メ ー タ は 、 細 か い 使 用 量 デ ー タ を 自 動 計 測 で
き る た め 、 多 様 な 料 金 形 態 の 検 討 や ろ う 水 の 早 期 発 見
に よ る サ ー ビ ス 向 上 が 期 待 で き る 。 さ ら に 、 下 水 道 事
業 者 と デ ー タ を 共 用 す る こ と で 下 水 で 問 題 と な っ て い
る 不 明 水 を 把 握 す る こ と も 期 待 さ れ る 。

(3) R P A の 導 入

料 金 関 連 業 務 に 代 表 さ れ る 定 型 業 務 や 簡 易 業 務 に つ
い て は 、 R P A を 導 入 し 、 職 員 の 負 担 軽 減 や 効 率 化 に
よ り 省 力 化 を 図 る こ と が で き る 。 ま た 、 当 該 業 務 を 担
当 し て い た 職 員 の 配 置 転 換 や 付 加 価 値 の 高 い 業 務 に 注
力 す る こ と が 可 能 と な る 。

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	I - 1						
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。）

3	<u>新たなリスクと対策</u>
(1)	<u>導入時におけるコスト高</u>
	導入には、一定の投資が必要であり、投資リスクが生じることから経営への影響に留意が必要である。そのため、導入当初は必要最小限（スモールスタート）し、効果等を確認しながら必要に応じて導入を進める。
(2)	<u>セキュリティ対策</u>
	システムへの外部侵入や通信の途絶、保存データの消失等に留意が必要である。対策としては、アクセス時のパスワード設定やネットワークを外部と独立させる等がある。また、個々の通信機器が一定期間データを保存させることやデータのバックアップにより、安全性・信頼性を確保する。
4	<u>業務遂行での必要な要件</u>
(1)	<u>技術者としての倫理</u>
	既存システムへの機能追加等により、システムがブラックボックス化しないように留意し、技術者として利用者に説明責任や導入後のフォローが必要である。
(2)	<u>社会の持続可能性</u>
	DX導入後は、定期的に導入効果を検証し、投資が過大とならないことや、システムに頼り切らないように留意し、人的な維持管理に対する職員への技術継承や技術研さんに取組み、持続可能な事業の実施に努めることで社会の持続性が確保される。

令和4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	



(※ 1 枚目 / 枚中)

○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) 多面的な観点から3つの課題

課題 1 . 上下水道運営の省人化 (ヒトの観点)

少子高齢化に伴い上下水道事業に携わる職員は減少しており、異動もある中で上下水道運営を少ない人員で継続していく必要がある。

課題 2 . 施設台帳のデータベース化 (モノの観点)

上下水道施設の施設台帳及び維持管理データについて、依然として紙ベースによる管理を行っている自治体もある。適切なアセットマネジメント計画やDXを推進するうえでも資産台帳のデータベース化が求められている。

課題 3 . 官民連携の推進 (カネの観点)

人口減少に加え、昨今の節水意識の高まりにより上下水道事業は厳しい財政状況にある。コンセッションをはじめとしたPPP/PFIの活用により、DXの知見も豊富な民間活力を利用していくことが求められている。

(2) 最も重要な課題と複数の具体策

上下水道事業の運営は多くを人に依存している状況であるが、今後は人的なリソースの確保が難しい。今後は付加価値の向上を目指しながら少ない職員による事業継続が求められていることから、「1. 上下水道運営の省人化」が最も重要な課題であると考えます。

1 . 遠隔制御システムによる広域運転管理

上下水道施設の複数の運転監視システムを、同じベンダーを採用するなどにより、データ流通の共通ルール

令和4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	



(※ 2 枚目 / 枚中)

○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。

に基づき連携させ、すべての施設の運転を相互に可能にする遠隔制御システムを整備する。

2. AIを用いた管路劣化予測による調査効率化

従来の管路の老朽化診断は、パトロール等の管路点検の他、試掘結果を参考としていた。調査の前段階として、管材・使用年数・地盤条件等のデータからAIによる老朽度判定を行い、老朽度診断を効率化させる。

3. AIによる施設維持管理最適化

職員の経験等により行っていた水質データの解析と適切な薬品注入量の算定について、AIにより過去の実績に基づき適切な薬品注入量の計算を行う。

4. BIM/CIMの活用

上下水道施設は土木・建築構造物と機械・電気設備の機器が密接に関係している。BIM/CIMによるフロントローディングにより関係者間での合意形成の円滑化を図る。さらに、改築更新及び維持管理情報を付与することにより、維持管理業務の効率化にも貢献する。

(3) 新たに生じうるリスクとそれへの対策

リスク：DXの導入により、膨大なデータの管理・保護が求められる。情報セキュリティ管理が課題であり、システムの不具合、情報漏洩により上下水道サービスが停止してしまうことで、社会的に大きな影響を与えうる事態となる恐れがある。

対策：情報セキュリティポリシーの策定、組織内の利用者の認証設定、組織内の利用者への情報セキュリテ

令和4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	



(※ 3 枚目 / 枚中)

○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。

イ教育などが考えられる。また、浸水に対して安全性の確保された部屋にデータ制御に関する機器を保管しておくこと、バックアップデータを作成しておくこと、サイバーインシデントが発生した際を想定してBCPを策定することが望ましい。

(4) 倫理、社会の持続可能性の観点

・技術者としての倫理の観点

上下水道は生活に欠かせないインフラであり、利用者である市民の福利・健康を守ることと同時に、市民への説明責任を果たすことが求められる。一方で、DXを推進していくことにより上下水道運営がブラックボックスとなる懸念がある。システム構造の可視化、緊急時の対策マニュアルの整備により下水道事業の見える化を図る。

・社会の持続性の観点

世界的に持続可能な開発が求められており、DXの推進は、国連総会で採択された2030アジェンダに記載の17の目標のうち、「Goal9：産業と技術革新の基盤をつくろう」に該当する。また、AI等を用いて最適な維持管理を行うことは温室効果ガス排出抑制に繋がっており、これは「Goal13：気候変動に具体的な対策を」に該当する。昨今の働き方改革やコロナウイルスの蔓延などの社会情勢を踏まえ、上下水道事業に携わる技術職員の働き方にも、リモートワークの推進等DXの活用が有効である。

以上

1-1 デジタルトランスフォーメーション（DX）の状況を踏まえた問（骨子）

(1)課題	課題分析	(2)解決策	(3)新たなリスク	リスク対策
<p>①ヒトの観点【最も重要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人口減少に伴う上下水道職員の減少 ・上下水道拡張時代を担ってきたベテラン職員の退職 	<p>上下水道事業は施設の運転監視、管路の維持管理、水道メーターの検針、料金関連の事務手続き等、かなりの業務で人に依存しており、人員の効率化が課題</p>	<p>①-1：施設の維持管理へAIを導入 運転や薬注率設定の自動化や広域管理により人員を効率化する。</p>	<p>コンピューターウイルスやサイバーテロ等によるデータ流出・消失・改ざん、システムダウン等のリスクが新たに生じる。</p>	<p>・セキュリティ対策 セキュリティ対策を具備した外部サーバーを選択したり、テレワークPCも含めた各端末のセキュリティ対策を実施する。</p>
<p>②モノの観点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高度経済成長期以降に整備した上下水道施設の老朽化により、改築が急務 	<p>DXによる設計等の各工種の同時並行作業により工期短縮が必要</p>	<p>①-2：スマートメーターの導入 量水器にスマートメーターを導入し、検針業務の効率化を行い、人員を効率化する。また、多様な料金サービスの検討や、漏水の早期発見にも寄与する。</p>		<p>・研修 標的攻撃型メールやWEBアクセスなど、利用者へのセキュリティ研修を実施し、セキュリティ意識を向上させる。</p>
<p>③カネの観点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・将来人口の減少や水需要の減少により料金収入の減少が予測されており、経営基盤の改善が急務 	<p>DXによる業務の効率化による経費削減が課題</p>	<p>①-3：建設部門へのDX（BIM/CIM）の導入 在宅勤務等多様な働き方に対応できるようになることで、新たな担い手の確保が可能となる。</p>		
<p>(4) 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</p>				
<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル化により様々な情報を扱う事になるため、守秘義務を守る。 ・情報技術は日進月歩であるため、継続研鑽を実施するとともに、専門家の意見を聞き、定期的にシステムの導入効果を評価し、見直すことで、事業の継続性につなげる。 				

I-2 上下水道は、生活基盤を支えるインフラとして重要な役割を果たす一方で、その事業活動においては、多くの資源やエネルギーを消費し、温室効果ガスや廃棄物等を大量に排出している。このため、上下水道には、事業活動に伴う環境負荷を低減し、地球温暖化の抑制や持続可能な社会の構築に貢献していくことが求められている。

このような状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 上下水道分野において事業活動に伴う環境負荷を低減するために、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、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。
- (4) 前問(1)～(3)の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 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	上下水道	部門
問題番号	必須科目 I - 2	選択科目	上水道及び工業用水道	
答案使用枚数	1 枚目	3 枚中		
		専門とする事項		

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

1		事業活動に伴う環境負荷を低減するため課題																	
	1)	使用エネルギーの削減(省エネの観点)																	
		上下水道事業では、その事業運営のために多くの工																	
		ネルギーを消費しており、その中でもポンプ設備での																	
		ウエイトが大きく、上水道事業では、水源からの取水、																	
		導水に始まり、浄水処理から送配水、給水に至るまで、																	
		下水道事業においても、下水を処理場へ送るための揚																	
		水・圧送、水処理・汚泥処理過程などにおいて、水の																	
		移送、薬品注入などのためにポンプを運転すること、																	
		多大な電力を使用しており、この削減が課題である。																	
	2)	未利用エネルギーの活用(再・創エネの観点)																	
		省エネ対策のほか、発電において温室効果ガスを排																	
		出ししない再生可能エネルギーを活用していくことが必																	
		要不可欠であり、処理過程の位置エネルギーを活用し																	
		た小水力発電、下水汚泥の消化ガスを活用したバイオ																	
		ガス発電などの活用促進が課題である。																	
	3)	事業所などでのエネルギー消費削減(事業活動																	
		全般における観点)																	
		上下水道事業を運営する上では、浄水場や処理場の																	
		ほか、事務を行う事業所なども必要であり、多くの職																	
		員が業務に携わっている。事業所などにおける照明や																	
		空調の適正管理、ごみ排出量の抑制、ペーパーレス化																	
		の推進など間接的なものも含め、エネルギー消費削減																	
		を図っていくことも課題であり、働く一人一人の職員																	
		の意識向上も重要である。																	

●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 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	上下水道	部門
問題番号	必須科目 I - 2	選択科目	上水道及び工業用水道	
答案使用枚数	3 枚目	3 枚中		
		専門とする事項		

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

ば	確	立	さ	れ	て	い	る	場	合	、	水	源	や	処	理	場	の	位	置	が	決	ま	っ		
て	い	れ	ば	、	そ	れ	に	基	づ	い	た	整	備	(	管	口	径	等	)	が	既	に	行		
わ	れ	て	い	る	た	め	、	部	分	的	に	改	良	を	加	え	る	こ	と	が	難	し	く	、	
大	き	く	改	善	す	る	た	め	に	は	、	シ	ス	テ	ム	全	体	を	考	え	長	期	的		
に	進	め	て	い	か	な	け	れ	ば	な	ら	な	い	。	一	方	で	、	脱	炭	素	は	上		
下	水	道	事	業	の	み	な	ら	ず	、	全	世	界	全	て	の	分	野	で	の	喫	緊	の		
課	題	と	な	っ	て	い	る	。																	
	2	)	対	策																					
	ま	ず	は	、	施	設	、	資	産	等	の	状	況	を	把	握	す	る	た	め	に	ア	セ		
	ッ	ト	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	を	実	施	す	る	必	要	が	あ	る	。	そ	れ	に	よ	り	、
	施	設	の	更	新	等	に	要	す	る	総	事	業	費	、	施	設	の	老	朽	度	、	将	来	
	的	な	需	要	、	財	政	収	支	を	把	握	し	、	最	適	な	更	新	計	画	の	作	成	
	や	、	広	域	化	の	検	討	を	進	め	て	い	く	必	要	が	あ	る	。	そ	の	中	で	、
	特	に	脱	炭	素	対	策	を	早	急	に	進	め	る	た	め	、	上	下	水	道	シ	ス	テ	
	ム	各	課	程	に	お	け	る	温	室	効	果	ガ	ス	の	排	出	量	を	算	定	す	る	な	
	ど	に	よ	り	、	ど	の	部	分	の	工	ネ	ル	ギ	ー	消	費	が	大	き	い	か	を	把	
	握	し	、	そ	の	部	分	に	つ	い	て	優	先	的	に	更	新	を	進	め	て	い	く	必	
	要	が	あ	る	。																				
	4		業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件										
		分	析	、	評	価	、	計	画	、	設	計	、	施	工	、	維	持	管	理	等	、	業	務	
	遂	行	の	全	段	階	に	お	い	て	、	公	衆	の	安	全	、	健	康	及	び	福	利	を	
	最	優	先	に	す	る	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、	社	会	、	文	化	及	び	環	境	
	に	対	す	る	影	響	を	予	見	し	、	持	続	可	能	性	を	勘	案	し	て	業	務	を	
	進	め	る	必	要	が	あ	る	。	地	球	温	暖	化	対	策	に	つ	い	て	は	、	技	術	
	者	と	し	て	も	率	先	し	て	取	り	組	ん	で	い	く	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

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 環境負荷						

技術部門	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	上水道計画

※

○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)	事業に伴う環境負荷低減のための3つの課題
1)	上下水道事業の省エネルギー化
	上下水道事業は、施設型産業であり、水の浄水処理や下水処理に対して、大量のエネルギーが消費されることにより、温室効果ガスが大量に排出されている。そのため、地球温暖化対策の観点から、上下水道事業の省エネルギー化が課題になっている。
2)	再生可能エネルギーの活用
	脱炭酸社会の実現に向け、再生可能エネルギーの活用による二酸化炭素排出の抑制が求められている。上下水道事業は、その事業特性を活かし、汚泥に存在するバイオマス、水力、太陽光発電等を利用する等の再生可能エネルギーを活用することが課題になっている。
3)	省資源の推進
	水運用における浄水処理や下水処理は、大量の薬品を使用し、汚泥等の廃棄物を排出している。また、上下水道施設を整備するためには、大量の資材とエネルギーを消費する。このため、資源のリデュース、リユース、リサイクルを行う省資源の推進が課題になっている。
(2)	最重要課題に関する解決策
	近年みられる温室効果ガスによる異常気象や、海水面上昇による施設被害の観点から、「1) 上下水道事業の省エネルギー化」を最重要課題とする。解決策を以下に示す。

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号							
問題番号	I-2						

技術部門	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道送配
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	事業活動に伴う環境負荷を減少するための課題 上下水道事業者は、持続可能な社会を構築するため に様々な取り組みを行っているが、現状では以下のよう な課題がある。
	1) 汚泥等の減量（廃棄物減量の観点） 上水道事業では、浄水処理に伴って凝集沈殿やろ過 処理において汚泥を発生するため、機械にて汚泥を圧 縮して処理している。下水道事業では、下水処理に伴 って、汚泥を発生しており、ガス等により焼却して処 理している。このことから、発生汚泥を減少させるこ とで電気やガス等のエネルギーを削減する必要がある。
	2) 再生可能エネルギーの利用（再生可能エネルギー 利用の観点） 上下水道事業体では、浄水場や下水処理場等広大な 用地を有しており、未利用地を活用した太陽光発電、 送配水の水圧や下水処理水の放流エネルギーを利用し た小水力発電の活用が遅れている。このため再生可能 エネルギーを活用してCO ₂ の削減を図る必要がある。
	3) 省エネルギー対策の遅れ（省エネの観点） 上下水道事業体では、水輸送においてポンプによる 圧送で多くの電力を使用している。ポンプ設備等の電 気設備は、最新型に比べ効率が悪く多くの電力を消費 している。このため、省エネ設備等を導入することで 電力を削減する必要がある。
2	最も重要な課題と解決策

●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

令和4年度 技術士第二次試験 復元解答

1 頁 / 3 頁

受験番号	
問題番号	I-2

技術部門	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	上水道計画

※

○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。）

<u>(1) 環境負荷を低減するための課題</u>																								
① : <u>温室効果ガスの排出量削減</u>																								
上下水道事業では、浄水処理や配水システム、汚水・汚泥処理等の各過程において多くの電力を消費し温室効果ガスを排出している。そのため、計画的かつ効率的な運転管理からそれらの消費電力を削減し、更なる温室効果ガスの排出量削減へ向けた継続的な取り組みが課題である。																								
② : <u>循環型社会への対応</u>																								
上下水道事業では、水、汚泥、熱等の再生利用が可能な資源とエネルギーを多く有している。そのため、それらの有効的な利活用による省エネ・リサイクル社会の実現や地球環境の保全等に向けた循環型社会への対応が課題である。																								
③ : <u>効率的な事業運営</u>																								
上下水道事業は施設の更新や水需要の減少を踏まえた施設の統廃合等も見据えたうえで、現状システムのエネルギーロスを把握し、位置エネルギーの活用やダウンサイジング、エネルギー効率の良い施設への集約等を踏まえた、より効率的な対策の推進が課題である。																								
<u>(2) 最も重要と考える課題と解決策</u>																								
上下水道事業では、その事業過程において、温室効果ガスの排出を伴う多くの電力を消費し、地球環境に影響を与えている。このことから、「温室効果ガスの排出量削減」を上下水道事業に共通する最も重要な課																								

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

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

<u>1、上下水道分野での環境負荷低減に向けた課題</u>																								
(1) 省エネによる環境負荷低減 (温暖化防止の観点)																								
上下水道事業は水輸送や処理過程において、大量の電力を利用する、エネルギー消費産業である。よって																								
今後は「省エネ」による使用電力の削減によって、環境負荷低減に寄与することが求められる。																								
(2) 再生可能エネルギーの活用 (脱炭素社会の観点)																								
現在、上下水道事業体の多くが、CO ₂ 排出を促す化石燃料を使用した発電システムにより、施設を稼働している。よって今後は、地域特性に応じた再生可能エネルギーを施設の稼働に活用し、温出効果ガスの排出削減に取り組むことが求められる。																								
(3) 産業廃棄物の排出量抑制 (持続可能性の観点)																								
上下水道事業は、浄水及び下水処理過程で不可避に発生する汚泥や、事業活動で発生する産業廃棄物の処理過程において温出効果ガスの排出を促している。よって今後は、廃棄物の排出量の抑制や再生資源化の促進によって、産業廃棄物の減量化に取り組むことが求められている。																								
<u>2、最も重要な課題とその解決策</u>																								
(1) 最も重要と考える課題																								
私は「省エネによる環境負荷低減」が最も重要と考える。なぜならば、地球温暖化に起因した異常気象で利用可能な水が減少する中、水によって存続する上下水道事業が省エネにより温室効果ガス排出抑制に積極																								

●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		技術部門	部門
問題番号		選択科目	科目
答案使用枚数	枚目 枚中	専門とする事項	

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

的に関与することは責務と考えるからである。	
(2) 上下水道分野が取り組むべき省エネ対策	
① 自然流下域拡大による省エネ	
上下水道施設の再編等に伴い、位置エネルギーに優れた水源からの優先取水や排水管ネットワーク化等よって、自然流下による水輸送を可能にし、ポンプ稼働の低減をもつて使用電力の削減につなげる。	
② 上下水道設備の高機能化による省エネ	
水需要が減少する中、過大容量となった配・排水ポンプにインバーター制御システムを導入し、ポンプ稼働率の最適化によって使用電力の削減を図る。	
③ 再生可能エネルギーの流用による省エネ	
太陽光や風力、小水力発電、また下水資源エネルギーなどの再生可能エネルギー発電を活用し、施設電力への流用によって、消費電力の削減を図る。	
3、解決策の実行によるリスクとその対応	
(2) 自然流下域の拡大に伴うリスクの解消	
(リスク) → 自然流下域拡大に伴う施設の再編に伴い、給・排水予備力や非常時対応力の低下、また一時的な水質・水圧変化など新たなリスク対応が必要となる。	
(対応策) → 私は、配・排水区域の需要特性を十分に把握した上で、配・排水ブロックの見直しと並行して、管網ループ化や流量計の増設などの制御システムの整備を進め、給・排水の安定供給や事故対応力の強化をもつて、リスク低減に努めることが重要と考える。	

●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 答案用紙

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

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

(2) 施設の高機能化を支える技術力不足									
<p>(リスク) → 上下水道施設は多岐にわたり、その施設管理には専門的技術者が不可欠である。しかし、中小事業体では専門技術力が脆弱で、施設の高機能化に十分に対応できない可能性がある。</p> <p>(対応策) → 私は、広域化や官民連携などの新たな制度を導入し、技術者を確保するとともに、技術継承システム等を導入し、施設の高機能化にも対応できる技術者を育成することが重要と考える。</p>									
(3) 再生可能エネルギー発電推進に対する説明責任									
<p>(リスク) → 再生可能エネルギー発電推進には、多くの時間と費用が必要であることから、利害関係者への説明責任が必要となる。</p> <p>(対応策) → 私は、上下水道事業の環境負荷低減に向けた取り組みの必要性を定量的に示し、利害関係者への説明を果たすことで理解を得ることが重要と考える。</p>									
4. 業務遂行における必要要件									
(1) 倫理要件									
<p>効率的な事業運営と環境保全は、相反関係となる場合も多い。しかし「公益確保の優先」の観点から、今後も環境保全を最優先に施策を遂行する。</p>									
(2) 持続可能性要件									
<p>世界中で地球温暖化への関心が高まる中、上下水道分野が持つ、質の高いインフラ整備技術や再エネ・省エネ技術を国際的に展開する。</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

技術士第二次試験 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。）

<u>(1) 上下水道の事業活動に伴う環境負荷低減の課題</u>																								
上下水道事業は、「水をつくる、送る、処理する」																								
工程において大量の電力と薬品を消費している。それ																								
らの消費により温室効果ガスを排出し、環境に負荷を																								
与えている。また、上下水道事業は、事業の特性上、																								
豊富な資源を有しており、持続可能な社会を構築する																								
ための高いポテンシャルを有している。																								
<u>1) 課題と観点</u>																								
観点は、「エネルギー消費」・「省資源」・「資源																								
循環」である。以下に課題を述べる。																								
<u>① 省エネルギー化（エネルギー消費）</u>																								
省エネルギー化を進め、温室効果ガスの排出量を削																								
減することが課題である。上下水道事業が排出する温																								
室効果ガスの最大の要因は、電力の消費である。上水																								
道では約9割（出典：厚労省ホームページ）、下水道で																								
は約6割（出典：国交省ホームページ）の温室効果ガス																								
が電力の消費により排出されている。																								
<u>② 省資源化（省資源）</u>																								
省資源化により温室効果ガスの排出量を削減するこ																								
とが課題である。大量に消費される薬品については、																								
薬品の製造時に温室効果ガスが排出される。また、大																								
量に搬出される上下水道の汚泥は、汚泥の処理時に温																								
室効果ガスが排出される。使用する薬品の節約と汚泥																								
の発生量を抑制することで温室効果ガスの排出量を削																								
減することが必要である。																								

●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 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) 再生可能エネルギーの利用（資源循環）

上下水道事業が有する資源を有効活用することが課題である。上下水道事業には、水、広大な敷地、下水汚泥に含まれる有機物等、資源が豊富である。しかし、それらの利用率は低い。上水道における小水力発電は約2.5%（出典：水道統計）、下水道における汚泥のエネルギー利用率は約27%（出典：国交省ホームページ）しかない。

(2) 重要な課題と解決策

重要な課題は。③再生可能エネルギーの利用である。再生可能エネルギーの利用は、地球温暖化と持続可能な社会の構築の両方に効果があるため、最も重要な課題と考えた。以下に解決策を述べる。

1) 上水道における再生可能エネルギーの利用

小水力発電と太陽光発電の導入である。小水力発電では、貯水池と浄水場の高低差の利用や配水池入り口の余剰圧力を利用した発電を行う。太陽光発電では、施設の統廃合も併せて検討する。廃止となる施設の敷地残地に太陽光発電の設備を設置し、発電量の増量にも取り組む。

2) 下水道における再生可能エネルギーの利用

消化ガス発電と固形燃料化の導入である。消化工程にて発生するメタンガスを利用した発電を行う。固形燃料化では、炭化汚泥と乾燥汚泥を製造し、石炭の代替燃料とすることで、温室効果ガスの排出量を削減す

技術士第二次試験 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。）

ることができる。なお、汚泥の集約化も検討し、地域全体で最適な汚泥処理と資源循環を構築する。

(3) 新たなリスクと対応策

1) 手戻り・再工事（リスク）：施工不良による破損や品質低下により手戻り工事や再工事となるリスクがある。原因は、担当者の勘違い、受注業者間の引継ぎ誤り等様々である。

2) 品質保証体制の構築（対応策）：「品質は工程で確立すること」から、施工時において品質保証体制を構築する。具体的には BIM/CIM の導入である。三次元モデルを作成し、三次元モデルを活用した施工を行う。その結果、施工ミスの減少や関係者間の認識誤りが解消され、品質が保証される。

(4) 技術者倫理と社会の持続可能性

1) 地球環境の保全（技術者倫理）：(2)の解決策の導入と併せて ICT/IoT を活用した運転管理システムも導入する。機械設備の最適な稼働による電力消費の抑制を図る。その結果、電力消費に伴う温室効果ガスの排出量を削減し、地球環境の保全に貢献することである。

2) SDGS ゴール 7 の実現（社会の持続可能性）：エネルギー自給率の低い日本こそ再生可能エネルギーの導入を進めるべきである。エネルギー自給率を向上することで、SDGS ゴール 7 「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」を実現させ、社会の持続可能性に貢献することである。

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	I-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. 事業活動に伴う環境負荷を低減するための課題																								
(1) 事業実施体制の構築 (ヒトの観点)																								
上下水道事業の環境負荷を低減するためには、省エネ及び創エネの実施が必要である。しかし、上下水道事業は整備の終盤を迎えているため、職員は減少傾向であり、ベテラン職員も大量に退職している状況である。そのため、事業に必要なマンパワー及びノウハウの確保が困難である。ノウハウを確保し、少人数体制で事業を実施できる体制の構築が課題である。																								
(2) 効率的な省エネ及び創エネ (モノの観点)																								
上下水道事業は、他の公的事业と比較してエネルギー消費量の割合が大きい事業であり、従来から省エネ及び創エネの実施が求められている。一方で、省エネ及び創エネの実施が進んでいない状況である。限られた資金の中で、効率的に省エネ及び創エネを実施することが課題である。																								
(3) 事業費の確保 (カネの観点)																								
省エネ及び創エネ事業を行うためには、事業費の確保が必要となる。一方で、近年では人口減少に伴い使用料収入が減少し、厳しい財政状況が続いているため、事業費の確保が困難である。今後の中長期的な財政収支の見通しを立て、適切な使用料の見直しを行い、事業に必要な資金を確保することが課題である。																								

○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。)

2.	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	と	そ	の	課	題	に	対	す	る	対	策		
(	1	)	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題										
	2	0	3	0	年	ま	で	に	温	室	効	果	ガ	ス	を	4	6	%	削	減	(	2
比	)	に	目	標	が	引	き	上	げ	ら	れ	た	こ	と	を	受	け	、	今	後	は	一
省	エ	ネ	及	び	創	エ	ネ	を	実	施	す	る	必	要	が	あ	る	。	以	上	よ	り	
「	効	率	的	な	省	エ	ネ	及	び	創	エ	ネ	(	モ	ノ	の	観	点	)	」	が	最
重	要	な	課	題	で	あ	る	。															
(	2	)	複	数	の	対	策	案														
a)	省	エ	ネ	機	器	導	入	の	優	先	順	位	付	け									
	上	下	水	道	施	設	で	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	が	大	き	い	機	器	
ポ	ン	プ	及	び	送	風	機	で	あ	る	。	そ	の	た	め	、	ポ	ン	プ	及	び	送	
機	を	優	先	的	に	、	省	エ	ネ	型	機	器	の	も	の	へ	入	れ	替	え	を	行	
入	れ	替	え	の	ス	ケ	ジ	ュ	ー	ル	は	ス	ト	ッ	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	計	
と	の	整	合	を	図	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	老	朽	化	対	策	も	実	施	で	
効	率	的	な	機	器	の	省	エ	ネ	が	可	能	で	あ	る	。							
b)	運	転	管	理	に	よ	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	の	削	減					
	小	規	模	施	設	等	で	、	省	エ	ネ	機	器	の	入	れ	替	え	優	先	順	位	
低	く	、	入	れ	替	え	ま	で	に	時	間	を	要	す	る	施	設	に	つ	い	て	は	
運	転	管	理	に	よ	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	の	削	減	を	行	う	。	浄	
場	や	配	水	施	設	で	は	、	ポ	ン	プ	運	転	の	調	整	(	回	転	制	御	
水	位	運	転	)	や	末	端	圧	力	の	調	整	な	ど	を	行	う	。	処	理	場	
い	て	は	、	ポ	ン	プ	運	転	の	調	整	や	送	風	機	の	風	量	の	適	正	化	
休	止	運	転	な	ど	を	行	う	。														
c)	ス	ケ	ー	ル	メ	リ	ッ	ト	を	活	か	し	た	創	エ	ネ							
	創	エ	ネ	が	進	ま	な	い	要	因	の	一	つ	に	、	費	用	対	効	果	が	小	

○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。)

いことが挙げられる。そのため、施設の統廃合を実施し、スケールメリットを活かした創エネの実施を行う。省エネの具体的なメニューは、小水力発電、下水熱の利用、汚泥の消化発電等が挙げられる。施設を統廃合することで、施設そのもののエネルギー消費量を削減できる効果もある。

3. 新たに生じうるリスクとそれへの対策

新たに生じうるリスクは、水質悪化である。対策 a では、省エネ機器入れ替え時の運転切り替え時、対策 b は運転調整時、対策 c は統廃合による水量増加時や汚泥消化実施による返流水の高度化によりリスクが生じる。対策として、省エネ機器の導入や運転切り替えの実施は系列ごとに行う等、段階的に実施する。また、継続的なモニタリングを実施し、水質が悪化しないよう運転調整を行う。ICTを導入し、水質データの蓄積やAIによる運転調整を行うことで、ノウハウやマンパワーの補完も行う。

4. 業務遂行において必要な条件

(1) 技術者としての倫理
消費エネルギー及び飲み水や処理水の水質は相反する関係である。公衆の利益の最優先の観点より、水質基準を厳守することを前提に業務を実施する。

(2) 社会の持続可能性の観点
2050年カーボンニュートラルを達成するため、ロードマップを作成し、着実に対策を進める。

令和4年度 技術士二次試験

上下水道部門-下水道

必須科目 : I-2

向	け	た	取	り	組	み	の	中	で	、	上	下	水	道	事	業	が	果	た	す	べ	き	役	
割	は	大	き	く	、	そ	れ	ら	対	策	に	よ	っ	て	上	下	水	道	の	プ	レ	ゼ	ン	
ス	向	上	に	も	つ	な	が	る	た	め	で	あ	る	。	課	題	の	解	決	策	と	し	て	
以	下	を	挙	げ	る	。																		
(	1	)	創	エ	ネ	機	器	・	シ	ス	テ	ム	の	導	入									
	上	水	道	分	野	で	は	送	液	ポ	ン	プ	に	お	け	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	
量	が	多	い	。	対	策	と	し	て	、	高	効	率	モ	ー	タ	の	使	用	、	イ	ン	バ	
一	タ	に	よ	る	回	転	数	制	御	な	ど	が	あ	る	。	下	水	道	分	野	で	は	、	
水	処	理	系	で	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	多	く	使	用	し	て	い	る	。	そ	の	た	め	、
メ	ン	ブ	レ	ン	式	散	気	装	置	や	磁	気	浮	上	式	単	段	ブ	ロ	ワ	の	使	用	、
ア	ン	モ	ニ	ア	セ	ン	サ	ー	に	よ	る	曝	気	量	制	御	な	ど	が	あ	る	。		
(	2	)	未	活	用	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	利	用											
	消	化	工	程	よ	り	得	ら	れ	る	バ	イ	オ	ガ	ス	は	、	バ	イ	オ	ガ	ス	発	
電	、	都	市	ガ	ス	、	燃	料	電	池	、	水	素	製	造	な	ど	に	用	い	ら	れ	る	。
乾	燥	・	炭	化	工	程	よ	り	得	ら	れ	る	炭	化	物	は	、	石	炭	と	一	部	混	
合	し	て	火	力	発	電	所	用	の	燃	料	に	使	用	で	き	る	。	ま	た	、	下	水	
熱	は	熱	交	換	器	や	ヒ	ー	ト	ポ	ン	プ	と	組	み	合	わ	せ	る	こ	と	で	、	
省	エ	ネ	ル	ギ	ー	化	に	貢	献	す	る	。												
(	3	)	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	利	用										
	浄	水	場	や	下	水	処	理	場	は	広	大	な	敷	地	面	積	を	有	す	る	こ	と	
よ	り	、	太	陽	光	パ	ネ	ル	の	設	置	に	よ	る	太	陽	光	発	電	が	見	込	ま	
れ	る	。	ま	た	、	放	流	落	差	を	利	用	し	た	小	水	力	発	電	も	候	補	と	
な	り	得	る	。																				
3	・	新	た	な	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	対	策										
(	1	)	技	術	者	の	専	門	性	の	不	足												

令和4年度 技術士二次試験

上下水道部門-下水道

必須科目：I-2

	下	水	道	担	当	者	が	最	新	の	技	術	に	乏	し	い	場	合	、	上	記	の	対				
策	を	講	じ	し	て	も	効	果	的	・	効	率	的	に	利	用	で	き	な	い	可	能	性				
が	あ	る	。	あ	る	い	は	、	ス	ケ	ジ	ュ	ー	ル	の	実	施	に	あ	た	り	、	遅				
延	化	も	懸	念	さ	れ	る	。																			
	対	策	と	し	て	、	官	民	連	携	が	挙	げ	ら	れ	る	。	包	括	的	民	間	委				
託	、	D	B	・	D	B	O	方	式	、	P	F	I	方	式	、	コ	ン	セ	ッ	シ	ョ	ン	方	式	な	
ど	を	活	用	す	る	こ	と	で	、	民	間	企	業	の	技	術	力	や	ノ	ウ	ハ	ウ	を				
活	か	す	こ	と	が	で	き	る	。																		
(2)	温	室	効	果	ガ	ス	削	減	量	の	把	握													
	温	暖	化	対	策	を	実	施	し	て	も	、	そ	れ	ら	の	効	果	を	見	え	る	化				
で	き	な	け	れ	ば	十	分	な	計	画	を	立	て	ら	れ	な	い	。									
	対	策	と	し	て	、	I	C	T	の	導	入	が	挙	げ	ら	れ	る	。	こ	れ	に	よ	り	、		
各	セ	ン	シ	ン	グ	技	術	を	用	い	て	ビ	ッ	グ	デ	ー	タ	を	適	切	に	管	理				
す	る	こ	と	が	で	き	る	ほ	か	、	他	の	自	治	体	に	そ	れ	ら	デ	ー	タ	を				
水	平	展	開	で	き	る	こ	と	も	利	点	で	あ	る	。												
4	・	業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件													
(1)	技	術	者	倫	理																				
	住	民	に	対	し	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	対	策	の	導	入	効	果	や	リ	ス	ク	に				
関	し	て	説	明	責	任	を	果	た	し	つ	つ	、	公	益	の	確	保	を	最	優	先	で				
考	え	る	。																								
(	2	)	社	会	の	持	続	可	能	性																
	中	長	期	的	な	観	点	で	評	価	を	行	う	た	め	、	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル				
ア	セ	ス	メ	ン	ト	お	よ	び	C	O	²	(	L	C	A	・	L	C	C	O	₂)	を	試	算	す	る
																										以	上

問題Ⅱ-1（選択科目）

問題文およびA評価答案例

令和4年度技術士第二次試験問題〔上下水道部門〕

10-1 上水道及び工業用水道【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 浄水処理に用いる凝集剤を2種類以上挙げ，それぞれについて特徴及び使用に際しての留意点について述べよ。

Ⅱ-1-2 表流水を原水とする浄水場に膜ろ過を導入する場合に，膜処理の前段に組み合わせられる一般的な前処理設備を1つ以上挙げ，それぞれの期待される効果及び水処理上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 管路のダウンサイジングによる効果と留意点についてそれぞれ1つ以上述べよ。

Ⅱ-1-4 水道管の布設工事における，開削工法と非開削工法の，それぞれの概要と特徴について述べよ。

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。）

<u>凝集剤の使用目的</u>																								
急速ろ過方式では、原水が低濁度であっても、クリプトスポリジウムを含めたコロイド・懸濁物資の除去のために、必ず凝集剤を用いる。一方、緩速ろ過方式でも、原水濁度が30度以上になると沈殿後の濁度が高くなり、ろ過閉塞を起こすため凝集沈殿処理が必要である。																								
<u>凝集剤の特徴と留意点</u>																								
凝集剤には、硫酸アルミニウム、ポリ塩化アルミニウム、塩化第二鉄およびポリシリカ鉄がある。硫酸アルミニウムは、硫酸バンドと呼ばれ、液体と固体があるが取り扱いの容易さからほとんど液体で用いられる。液体の場合、酸化アルミニウム換算値濃度が高いと結晶が析出し、送液管を詰まらせる場合もあるため、適切な濃度（8.0～8.2%）で使用する。水温が10°前後を下回るとフロックの形成が著しく悪くなり、高濁度時、低水温時に凝集補助剤が必要となる。																								
ポリ塩化アルミニウムは、PACと呼ばれ硫酸アルミニウムに比べ優れた凝集性を示し、適用pH値が広く、アルカリ度の低下量も少ないなどの特徴がある。ポリ塩化アルミニウムは、酸化アルミニウム換算値濃度が10.0～11.0%が最も安定し、貯蔵・注入に適している。しかしながら、希釈すると加水分解により懸濁し配管等に影響を及ぼす。																								
																								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

2-1-3

(1) 管路のダウンサイジングによる効果

- ① より小口径の管路を用いるため、更新費用や維持管理費用が削減できる。
- ② 流速が増加することにより、水の滞留時間が短くなるので、停滞水の発生による残留塩素の低下及びトリハロメタンの生成が少なくなる。
- ③ 流速が増加することによる管の低部における沈殿物の蓄積が減る。

(2) 管路のダウンサイジングにおける留意点

- ① 管内の摩擦損失が増加するため、ポンプ能力や高低差や給水栓分岐部にて確保すべき最小動水圧に留意する必要がある。
- ② 安全でおいしい水づくりのために、直結直圧給水の普及を進めている場合は、必要となる最小動水圧に留意する。
- ③ 消火用水確保の観点から、必要となる水圧や消火栓分岐管の口径等、あらかじめ消防によって決められている場合があるため、消防署と調整が必要な点に注意する。
- ④ 最大静水圧と最小動水圧の水圧差が大きい場合は、管の破裂や漏水が増加するため、管材の選定の際には留意する。

令和4年度 技術士第二次試験 復元解答

1頁 / 1頁

受験番号	
問題番号	Ⅱ－1－3

技術部門	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	上水道計画

※

○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。）

<u>(1) 管路のダウンサイジングによる効果</u>	
①	： 安全な水道水の安定供給には、水質、水量、水圧の一元管理が重要となる。そのため、ダウンサイジングにより、最適な配水ブロックを構築することで、水需要に対して適正な水量配分が可能となる。
②	： 人口減少に伴う水需要の減少から施設の効率性が低下する。そのため、ダウンサイジングにより必要とされる適正な口径の管路へ再編することで、施設の効率性向上が図れ、ランニングコストの低減へ繋がる。一方で、滞留水の減少から水質の向上が期待できる。
<u>(2) 管路のダウンサイジングの留意点</u>	
①	： ダウンサイジングを計画する場合は、将来的な水需要予測を適切実施することが非常に重要である。特に、給水区域における大規模な開発や緊急時の応急給水拠点、病院等への供給管路の口径設定には留意する。
②	： ダウンサイジングにより、流速が大きくなる変化する幹線については、濁水等の水質障害が発生する可能性がある。そのため、管内の堆積物の状態や劣化状況を管内カメラ調査等により確認する。
③	： ダウンサイジングに伴い、配水ブロック全体の見直しを行い、急激な水圧変動や水質劣化（残留塩素濃度の低下等）が発生しない最適な配水ブロックの構築に留意する。
— 以上 —	

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	選択科目Ⅱ－１－４	選択科目	上水道及び工業用水道	
答案使用枚数	１枚目 １枚中	専門とする事項		

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

1	開削工法																		
	1) 概要																		
	施工区間の全体を、管の布設に必要な深さまで、バックホウ等により掘削し、管を布設した後、砂や良質土、在来土等により地盤面まで埋め戻し、転圧、完了させる工法である。																		
	2) 特徴																		
	比較的単純で安価な工法であり、一般的に広く採用されている。現場周辺の状況や埋設深さ、管の規模（口径）にもよるが、日進量も比較的確保しやすい。一定の深さ以上に掘削する場合等は、土留め工を要する。																		
2	非開削工法																		
	1) 概要																		
	施工区間全体を掘削せず、施工区間の起点、終点等にライナープレート等を使用し立坑を設置、一般的には、発進立坑から到達立坑まで外とう管等を推進機により圧入により布設し、その中に管を挿入する工法である。																		
	2) 特徴																		
	開削工法よりもコストがかかる場合がほとんどであり、また、施工前には現地の詳細な事前調査が必要であるが、縦断的な掘削が不要のため、交通量の多い道路や鉄道横断等が必要な場所に管を布設する際に適した工法である。																		

●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

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 水道水は，水質基準を満足するよう，原水の水質に応じた水道システムを整備・管理することにより安全性が確保されているが，水道水へのさまざまなリスクが存在し，水質汚染事故や異臭味被害が発生している。

水道をとりまくこのような状況の中で，水道水の安全性を一層高め，今後とも利用者が安心して飲める水道水を安定的に供給していくためには，水源から給水栓に至る統合的な水質管理を実現することが重要である。

このためには，水源から給水栓に至る各段階で危害評価と危害管理を行い，安全な水の供給を確実にする水道システムを構築する「水安全計画」（Water Safety Plan：WSP）の策定が提唱されている。あなたが，この「水安全計画」を新たに策定する業務を進めるに当たり，以下の内容について記述せよ。

- (1) 水道システムの把握と危害分析について，調査検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 管理措置と対応方法の設定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) 「水安全計画」の運用も含め，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 南海トラフ地震による地震危険度が高い地域に位置する中核都市において，水道の地震対策を効率的に実施するために，計画を策定することになった。あなたがこ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) 水道の地震被害想定を行うに当たり，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，主な検討項目の留意すべき点，工夫すべき点を述べよ。
- (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。

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	選択科目Ⅱ-2-1	選択科目	上水道及び工業用水道	
答案使用枚数	1枚目 2枚中	専門とする事項		

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

1	調査、検討すべき事項とその内容
	水安全計画は、水源から給水栓に至る水道システム
	に存在する危害を抽出・特定し、それらを継続的に監
	視・制御することにより、安全な水の供給を実現する
	ものである。水道システムについて、①事業形態、②
	水源の種別、③水源水域の特徴、④浄水処理方法、⑤
	配水・給水施設の規模と特徴、⑥給水区域の特徴等に
	ついて調査する。さらに、水源から給水区域までの流
	達時間、水質検査の採水地点、監視装置の種類と地点
	等を記したフローチャートを作成し、現状について評
	価・検討する。
2	留意すべき点、工夫を要する点
	まずは危害分析を行う必要がある。危害原因事象は、
	水道の安全に影響を及ぼすものである。水源から
	給水までの各プロセスで想定されるものを抽出する。
	水源における恒常的な汚染源、浄水処理プロセス、施
	設の維持管理のほか、気象、事故等も配慮することが
	重要である。抽出した危害原因事象は、発生頻度と発
	生時の影響によりリスクレベルを設定する。リスクレ
	ベルに依じて、そのリスクを防止・軽減するための対
	策（管理措置）の方法と水準を検討し、その必要性、
	優先度を判断する。
	1) 管理措置の設定
	リスクを防止・軽減するため、水道を構成する水源
	から給配水までの全段階で管理措置を設定する。具体

●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	選択科目Ⅱ-2-1	選択科目	上水道及び工業用水道	
答案使用枚数	2枚目	2枚中	専門とする事項	

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

的	に	は	、	計	装	設	備	、	測	定	機	器	、	目	視	等	に	よ	り	水	質	、	水	
圧	及	び	水	量	を	監	視	す	る	。	さ	ら	に	、	監	視	結	果	を	評	価	す	る	
た	め	、	水	質	基	準	等	を	心	ま	え	て	管	理	基	準	を	設	定	す	る	。		
	2	)	対	応	方	法																	
	管	理	基	準	値	を	逸	脱	し	た	時	の	対	応	方	法	と	し	て	、	①	施		
設	・	設	備	の	確	認	点	検	、	②	浄	水	処	理	の	強	化	、	③	修	復	・	改	
善	、	④	取	水	停	止	、	⑤	関	係	機	関	へ	の	連	絡	・	働	き	か	け	等	の	
対	応	を	明	確	に	す	る	。	リ	ス	ク	の	処	理	・	発	生	の	予	防	を	行	う	
た	め	、	必	要	に	応	じ	て	、	新	た	な	設	備	・	機	器	を	導	入	す	る	。	
	監	視	結	果	が	管	理	基	準	か	ら	逸	脱	し	た	場	合	の	対	応	、	管	理	
基	準	か	ら	の	大	幅	な	逸	脱	や	突	発	的	な	事	故	の	対	応	に	つ	い	て	
も	明	確	に	し	、	こ	う	し	た	内	容	を	マ	ニ	ュ	ア	ル	化	す	る	必	要	が	
あ	る	。	監	視	結	果	や	対	応	に	つ	い	て	記	録	し	、	こ	れ	を	保	管	す	
る	体	制	を	整	え	る	。	水	安	全	計	画	は	、	事	業	体	の	実	態	に	合	わ	
せ	て	作	成	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。	ま	た	、	妥	当	性	の	確	認	
及	び	実	施	状	況	の	検	証	を	実	施	し	、	計	画	の	導	入	後	も	P	D	C	
A	サ	イ	ク	ル	に	よ	り	継	続	的	に	レ	ベ	ル	ア	ッ	プ	を	図	る	こ	と	が	
重	要	で	あ	る	。																			
	3	)	関	係	者	と	の	調	整	方	策												
	全	体	の	総	括	、	実	際	の	運	転	、	水	質	面	・	施	設	面	な	ど	各	専	
門	の	ス	タ	ッ	フ	な	ど	に	よ	り	策	定	・	推	進	チ	ー	ム	を	編	成	し	、	
会	議	や	文	書	等	の	方	法	を	通	じ	て	、	明	確	か	つ	効	果	的	な	意	思	
疎	通	を	行	う	と	と	も	に	、	現	場	の	実	態	を	マ	ニ	ュ	ア	ル	等	に	反	
映	す	る	必	要	が	あ	る	。	関	係	者	が	相	互	に	信	頼	し	、	相	手	の	立	
場	を	尊	重	し	て	、	業	務	の	調	整	を	円	滑	に	行	う	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

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	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	上水道計画

※

○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)	水	道	シ	ス	テ	ム	と	危	害	分	析	の	調	査	事	項	と	そ	の	内	容		
1)	水	道	シ	ス	テ	ム	の	把	握	の	調	査	事	項	と	そ	の	内	容				
	水	道	シ	ス	テ	ム	の	把	握	は	、	①	推	進	・	管	理	チ	ー	ム	の	確	認
②	水	道	事	業	概	要	の	確	認	、	③	水	源	水	質	の	確	認	、	④	浄	水	フ
ロ	ー	の	確	認	に	つ	い	て	調	査	を	行	う	。	①	推	進	・	管	理	チ	ー	ム
の	確	認	で	は	、	リ	ー	ダ	ー	と	メ	ン	バ	ー	を	決	め	て	、	役	割	や	連
絡	先	、	責	任	の	所	在	等	を	明	確	に	す	る	。	②	水	道	事	業	概	要	の
確	認	で	は	、	水	道	事	業	の	沿	革	や	、	現	在	の	計	画	給	水	人	口	、
計	画	一	日	最	大	給	水	量	等	の	概	要	を	整	理	す	る	。	③	水	源	の	確
認	で	は	、	取	水	し	て	い	る	水	源	地	の	高	濁	度	発	生	状	況	や	、	カ
ビ	臭	の	発	生	状	況	等	の	水	質	事	故	に	つ	い	て	調	査	す	る	。	ま	た
取	水	場	の	近	辺	に	お	け	る	水	質	汚	濁	の	可	能	性	が	あ	る	水	質	汚
濁	源	を	整	理	す	る	。	具	体	的	に	は	、	下	水	処	理	場	、	廃	棄	物	処
理	施	設	、	特	定	事	業	場	、	P	R	T	R	事	業	所	、	農	業	や	ゴ	ル	フ
場	で	の	農	薬	使	用	状	況	、	畜	産	業	に	お	け	る	廃	棄	物	処	理	等	が
挙	げ	ら	れ	る	。	④	浄	水	フ	ロ	ー	の	確	認	で	は	、	取	水	地	点	か	ら
給	水	全	に	至	る	ま	で	の	浄	水	処	理	フ	ロ	ー	を	整	理	す	る	。	ま	た
浄	水	処	理	に	お	け	る	薬	品	の	種	類	や	注	入	地	点	、	監	視	項	目	や
監	視	方	法	・	監	視	場	所	等	の	調	査	を	行	う	。							
2)	危	害	分	析	の	調	査	事	項	と	そ	の	内	容									
	危	害	分	析	は	、	①	危	害	事	象	の	確	認	、	②	発	生	頻	度	の	確	認
③	影	響	程	度	の	確	認	、	④	リ	ス	ク	レ	ベ	ル	の	設	定	を	行	う	。	①
で	は	、	前	述	し	た	浄	水	フ	ロ	ー	や	水	質	汚	濁	源	等	の	情	報	か	ら
想	定	さ	れ	う	る	危	害	事	象	を	整	理	す	る	。	②	で	は	、	①	で	整	理
し	た	危	害	事	象	に	つ	い	て	、	そ	れ	ぞ	れ	発	生	す	る	頻	度	を	決	定

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。）

し	、	1	～	5	ま	で	の	レ	ベ	ル	に	分	け	る	。	③	で	は	、	①	で	整	理	
し	た	危	害	事	象	が	発	生	し	た	場	合	に	周	囲	に	及	ぼ	す	影	響	の	程	
度	を	1	～	5	ま	で	の	レ	ベ	ル	に	分	け	る	。	④	で	は	、	②	と	③	で	
設	定	し	た	各	レ	ベ	ル	に	つ	い	て	、	マ	ト	リ	ク	ス	状	に	組	み	合	わ	
せ	、	総	合	的	な	リ	ス	ク	レ	ベ	ル	を	設	定	す	る	。							
(	2	)	管	理	措	置	と	対	応	方	法	の	設	定	手	順	及	び	留	意	点		
	管	理	措	置	と	対	応	方	法	の	設	定	手	順	は	、	①	リ	ス	ク	レ	ベ	ル	
の	高	い	危	害	事	象	の	抽	出	、	②	監	視	・	浄	水	方	法	の	確	認	、	③	
目	標	値	の	設	定	、	④	維	持	管	理	マ	ニ	ュ	ア	ル	の	策	定	の	手	順	で	
実	施	す	る	。	①	で	は	、	レ	ベ	ル	4	以	上	の	リ	ス	ク	が	高	い	危	害	
事	象	を	抽	出	す	る	。	②	で	は	、	①	で	抽	出	し	た	危	害	事	象	に	対	
し	て	、	想	定	さ	れ	る	水	質	事	故	の	水	質	(	濁	度	、	色	度	、	残	留
塩	素	等	)	に	対	し	て	浄	水	方	法	や	監	視	方	法	を	整	理	す	る	。	③
で	は	、	②	で	挙	げ	た	水	質	に	対	し	て	、	維	持	管	理	す	る	う	え	で	
の	上	限	と	下	限	を	設	定	し	た	目	標	値	を	設	定	す	る	。	④	で	は	、	
通	常	の	運	転	管	理	を	す	る	う	え	で	の	手	順	、	注	意	事	項	を	ま	と	
め	る	。	さ	ら	に	、	③	で	設	定	し	た	目	標	値	を	逸	脱	し	た	場	合	に	
お	い	て	の	対	策	も	記	載	す	る	。													
(	3	)	効	率	的	・	効	果	的	な	関	係	者	と	の	調	整	方	策				
	関	係	者	間	で	の	対	面	協	議	に	加	え	、	メ	ー	ル	審	議	や	リ	モ	ー	
ト	会	議	を	実	施	す	る	。	成	果	物	へ	の	要	求	事	項	、	追	加	・	削	減	
す	る	べ	き	作	業	等	に	つ	い	て	明	確	か	つ	効	果	的	な	意	思	疎	通	を	
行	い	、	関	係	者	の	利	害	を	調	整	し	な	が	ら	業	務	を	進	め	る	。		

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	上下水道部門
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	<p>調査・検討すべき事項とその内容</p> <p>1) 基本情報の調査</p> <p>(1) 水源、取水情報</p> <p>流域・水源については、特定事業所、河川水質、地下水水質、水質事故等に関する情報、農薬の使用状況、下水処理等に関する情報を調査する。</p> <p>取水・導水施設については、取水方式、導水方式、規模、構造、事故履歴等に関する情報を調査する。</p> <p>(2) 浄水場から給水栓までの情報</p> <p>浄水処理工程、配水処理工程、施設概要（水量、規模、構造、配管系統等）、薬品（種類、注入率等）、水質、管路（管径、管種、布設年度、配管図等）、配水池（材質、規模、構造、滞留時間等）、給水区域、水質等に関する情報を調査する。</p> <p>2) 危害原因事象と対応の検討</p> <p>発生が予測される危害原因事象について、発生頻度と影響程度、対応を検討する。</p> <p>3) 管理目標値の検討</p> <p>水質管理上の管理目標を定めるとともに、管理目標値を逸脱した場合を想定し、異常の認識と判断や対応措置について検討する。</p>
2	<p>業務を進める手順と留意点・工夫点</p> <p>① 基本情報の収集</p> <p>近隣の水道事業者と情報の共有を図ることが望ましい。水源情報は施設位置等をGIS上で整理し水源流</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

○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。)

域	図	を	作	成	す	る	。	ま	た	、	情	報	を	利	用	し	や	す	く	す	る	た	め	
に	、	各	情	報	の	図	化	や	フ	ォ	ー	マ	ツ	ト	で	の	整	理	を	行	う	。		
	②	危	害	原	因	事	象	と	対	応	の	検	討											
	各	プ	ロ	セ	ス	で	発	生	が	想	定	さ	れ	る	危	害	原	因	事	象	を	検	討	
特	定	す	る	。	発	生	頻	度	が	小	さ	く	て	も	影	響	程	度	が	大	き	い	危	
害	原	因	事	象	は	重	要	と	考	え	る	べ	き	で	あ	る	。							
	③	水	質	管	理	目	標	の	検	討														
	管	理	基	準	を	逸	脱	し	た	場	合	に	対	し	て	、	あ	ら	か	じ	め	対	応	
を	設	定	し	て	お	く	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、	管	理	基	準	か	ら	の	大	
幅	な	逸	脱	や	予	測	で	き	な	い	事	故	等	に	よ	る	緊	急	事	態	が	起	こ	
っ	た	場	合	の	対	応	に	つ	い	て	も	設	定	し	て	お	く	必	要	が	あ	る	。	
3	.	関	係	者	と	の	調	整	方	策														
	業	務	を	効	率	的	・	効	果	的	に	進	め	る	た	め	に	、	水	質	管	理	者	
運	転	管	理	者	、	施	設	管	理	者	等	を	含	め	た	検	討	会	を	立	ち	上	げ	
情	報	を	共	有	す	る	。	検	討	会	で	は	、	対	面	で	の	協	議	を	主	体	に	
口	頭	や	文	章	等	に	よ	り	関	係	者	間	で	明	確	か	つ	効	果	的	な	意	思	
疎	通	を	図	る	。	ま	た	、	検	討	会	で	議	論	す	る	こ	と	で	、	お	互	い	
の	利	害	を	調	整	し	、	速	や	か	な	合	意	形	成	を	図	り	業	務	を	進	め	
る	こ	と	が	で	き	る	。																	
	ま	た	、	水	安	全	計	画	を	実	施	す	る	上	で	、	関	係	者	と	の	情	報	
共	有	や	連	絡	を	密	に	行	う	。														

令和 4 年度 技術士第二次試験 復元解答

1 頁 / 2 頁

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	上水道計画

※

○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。)

<u>(1) 調 査 ・ 検 討 内 容</u>																																																																																																																																																																																																																																																																									
取	①	事	業	形	態	、	②	水	源	の	種	別	、	③	水	源	地	域	の	特	徴	、	④	配	水	・	給	水	施	設	の	規	模	と	特	徴	、	⑥	給	水	区	域	の	特	徴	等	を	調	査	し	現	状	を	把	握	す	る	。	そ	れ	ら	を	踏	ま	え	、	水	源	か	ら	給	水	栓	の	各	段	階	に	潜	在	す	る	「	安	全	な	水	道	品	質	の	確	保	」	に	重	大	な	影	響	を	与	え	う	る	リ	ス	ク	を	抽	出	し	、	対	応	策	や	行	動	手	順	を	検	討	す	る	。	ま	た	、	水	源	か	ら	給	水	地	域	ま	で	の	流	達	時	間	や	水	質	検	査	試	料	の	採	水	地	点	、	水	質	監	視	装	置	の	種	類	と	地	点	等	を	明	確	に	し	た	フ	ロ	ー	シ	ー	ト	を	作	成	し	、	水	道	シ	ス	テ	ム	全	体	の	危	機	耐	性	を	考	慮	し	た	配	水	ブ	ロ	ッ	ク	の	最	適	化	と	水	質	管	理	体	制	の	強	化	対	策	に	つ	い	て	検	討	す	る	。	<u>(2) 業 務 の 手 順 と 留 意 点 ・ 工 夫 点</u>																											
業	務	の	手	順	は	、	以	下	の	①	～	③	の	手	順	で	実	施	す	る	。	そ	れ	ぞ	れ	の	手	順	に	お	け	る	留	意	点	や	工	夫	点	を	以	下	に	述	べ	る	。	①	：	現	状	シ	ス	テ	ム	の	評	価	と	影	響	分	析	調	査	・	検	討	し	た	結	果	を	踏	ま	え	、	現	状	シ	ス	テ	ム	の	評	価	と	抽	出	し	た	リ	ス	ク	の	影	響	分	析	を	行	う	。	な	お	、	水	源	の	恒	常	的	な	汚	染	源	や	浄	水	処	理	プ	ロ	セ	ス	、	施	設	の	維	持	管	理	の	ほ	か	、	気	候	変	動	や	事	故	等	へ	の	配	慮	も	重	要	と	な	る	。	ま	た	、	リ	ス	ク	レ	ベ	ル	に	応	じ	て	、	危	害	を	防	止	・	軽	減	す	る	対	策	と	水	準	を	検	討	し	、	必	要	性	や	優	先	度	を	判	断	す	る	。	②	：	管	理	基	準	と	管	理	措	置	の	設	定	水	源	か	ら	給	水	栓	の	各	段	階	で	抽	出	し	た	リ	ス	ク	に	対	し	て	、	危	害	を	防	止	・	軽	減	す	る	た	め	測	定	機	器	や	監	視	設	備	の	測	定

令和4年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名		部門	上下水道
問題番号	Ⅱ-2-2	選択科目	上水道及び工業用水道
出題テーマ	地震対策	コース	B

(1)	地震被害想定を行う上で調査・検討すべき事項
1)	想定地震動レベルの設定
	確保すべき耐震性能は想定地震動レベルと施設の重要度によって決まるため、南海トラフ地震を含め、想定地震動レベルを設定する。
	レベル1地震動：供用中に発生する可能性が高いもの
	レベル2地震動：想定する中で最大のもの
2)	既存システムの調査
	既存施設の構造や形式、容量、建設年度、耐震化状況等を調査する。耐震化優先度を決定するためにはバックアップ施設があるかどうかも考慮して検討するため調査する。
3)	自然条件や社会条件
	地盤や土壌の状況などについて調査を行う。また、地震時には給水停止だけではなく、管の抜け出しによる浸水なども想定されるため、被害想定箇所の土地利用等も調査しておく。
(2)	調査を進める手順と留意・工夫すべき点
1)	基本情報の収集
	上記の情報について収集を行う。
2)	目標年次、目標耐震化率の設定
	目標年次とその時点における目標耐震化率を決定する。全施設を目標年までに耐震化するのには現実的ではないので耐震化により対応が不可能な場合は応急給水、他事業との連絡管などの活用を検討する。

令和4年度 技術士第二次試験 復元論文

氏名		部門	上下水道
問題番号	Ⅱ-2-2	選択科目	上水道及び工業用水道
出題テーマ	地震対策	コース	B

3	) 被害想定区域の分析、耐震化優先施設の決定
	基本情報を基に被害想定区域の分析を行う。加えて、被害区域が最小となるよう優先して耐震化すべき施設の決定を行う。すでに耐震化措置がなされているかどうかとも調査したうえで検討をおこなう。
4	) 耐震化計画の策定
	上記を基に耐震化計画、スケジュールを策定する。業務を進めるにあたってはアセットマネジメントや再構築計画など他の計画との整合が必要である点に留意する。また、病院や応急給水拠点の耐震化は優先して進めていくこととする。
(3)	) 業務を効率的に進めるための調整方策
	耐震化の過渡期において発生した地震被害への対応は緊急連絡管等による水の融通や応急給水が主となるため、応援協定等を近隣の自治体と結んでおく。
	また、水の備蓄や応急給水拠点の場所などは住民に周知しておく必要があるので日ごろよりコミュニケーションをとっておく。
	加えて、耐震化計画策定においては他の計画との整合やスケジュール調整が必要となるため他の計画部門と調整を行う。
	— 以上 —

技術士 第二次試験 答案用紙

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

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

<u>1、地震被害想定に向けた調査・検討すべき事項</u>																			
<u>(1) 現有施設情報の整理</u>																			
施設管理台帳等に基づき、現有施設の位置や標高、構造また主要管路の延長や口径、継手形状などの管路諸元等の情報を収集し、被害想定の基本データとする。																			
<u>(2) 耐震化の現状</u>																			
水道施設の耐震性能調査記録や、管路の耐震適合率などの耐震化の現状を確認する。また、過去の災害発生記録などの情報を確認する。																			
<u>(3) 周辺環境の確認</u>																			
周辺の土地利用状況や災害復旧拠点となる庁舎や病院などの有無など、重要施設の有無や2次被害の発生の危険性につながる情報を確認する。																			
<u>(4) 地域防災計画の確認</u>																			
地域防災計画などをもとに、その地域の発生が予想される災害の種類や規模の想定し、断水範囲や時間、また交通障害発生の有無など、対象地域への被害予測を行う。																			
<u>2、地震対策策定の手順と留意点</u>																			
<u>(1) 地震対策策定の手順</u>																			
地震対策策定の手順は、上記調査検討結果を踏まえた防災計画の目標設定→防災計画の立案→防災計画の検証の手順で進める。																			
<u>(2) 地震対策策定における留意点</u>																			
<u>① 防災計画の目標設定について</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

技術士 第二次試験 答案用紙

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

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

	発	災	時	の	被	害	想	定	や	事	業	体	の	非	常	時	対	応	準	備	状	況	な	
	ど	を	踏	ま	え	、	実	現	可	能	な	防	災	対	策	の	実	施	目	標	を	定	め	る
	そ	の	際	、	対	応	期	間	の	設	定	や	業	務	量	の	把	握	、	ま	た	応	援	依
	頼	の	必	要	性	に	つ	い	て	も	検	討	す	る	。									
	②	防	災	計	画	の	立	案	に	つ	い	て												
		設	定	さ	れ	た	実	施	目	標	が	達	成	で	き	る	最	適	な	水	道	施	設	や
	管	路	の	耐	震	化	更	新	計	画	を	策	定	す	る	。	そ	の	際	、	水	需	要	に
	応	じ	た	施	設	統	合	や	被	害	状	況	に	応	じ	た	応	援	体	制	計	画	を	盛
	り	込	む	必	要	が	あ	る	。															
	(3)	防	災	計	画	の	検	証	に	つ	い	て												
		防	災	計	画	に	基	づ	く	耐	震	化	更	新	や	防	災	訓	練	等	の	実	践	を
	通	じ	、	防	災	計	画	の	問	題	点	を	抽	出	し	、	継	続	的	な	マ	ニ	ュ	ア
	ル	改	善	を	行	う	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。									
	3	、	業	務	を	効	率	的	に	進	め	る	た	め	の	調	整	方	法					
	(1)	各	種	インフラ	管	理	者	と	の	調	整													
		既	成	市	街	地	で	は	、	ガ	ス	や	電	力	、	通	信	な	ど	の	各	種	イン	
	フ	ラ	が	重	複	す	る	た	め	、	道	路	管	理	者	を	は	じ	め	各	イン	フ	ラ	
	管	理	者	の	防	災	計	画	と	の	整	合	を	取	り	な	が	ら	、	水	道	施	設	の
	地	震	対	策	を	計	画	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。						
	(2)	水	道	利	用	者	と	の	協	力	体	制												
		激	甚	化	す	る	災	害	に	対	し	、	公	助	・	共	助	・	自	助	の	考	え	方
	の	も	と	、	様	々	な	主	体	が	連	携	し	て	地	域	防	災	活	動	を	実	践	す
	る	こ	と	が	重	要	で	あ	り	、	水	道	事	業	で	は	、	住	民	参	加	型	の	応
	急	給	水	訓	練	の	実	施	な	ど	を	行	う	こ	と	が	重	要	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。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	| | | | | | | | | |
問題番号	Ⅱ - 2 - 2

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

<u>1. 調査・検討すべき事項</u>																								
調査すべき事項																								
調査すべき事項として、水道事業の概要、各水道施設の諸元、給水計画、財政計画、耐震診断結果、都市開発の上位計画、地質情報、社会的重要施設、事故率、苦情率、管種、布設年度、修繕記録、ハザードマップ、液状化マップ等について資料の有無、整備レベル、電子化の状況について調査する。																								
検討すべき事項																								
検討すべき事項として、調査した内容を踏まえて、整備方針、耐震化計画（補強による耐震化または施設更新）、広域連携や官民連携の可否、水道施設の統廃合の可否を検討する。																								
<u>2. 手順・工夫点・留意点</u>																								
<u>手順</u>																								
① 収集した基本情報の整理、② 耐震化計画の策定、③ 応急対策の策定、④ 評価とりまとめの順に行う。																								
<u>工夫点及び留意点</u>																								
① 収集した基本情報の整理は、電子化することによって、将来行う別の業務や、他部署で活用できよう役に立てる。																								
② 耐震化計画の策定では、施設の整備方針と社会的重要施設を考慮して計画を立案する。施設担当者の意見を取り入れることで、より現況に即した整備方針を検討する。また、調査結果を点数化することで客観性																								

問題Ⅲ（選択科目）

問題文およびA評価答案例

10-1 上水道及び工業用水道【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 我が国の水道事業においては、人口減少等に伴う水需要の減少や施設の老朽化に伴う更新需要の増大など、経営環境が厳しさを増している。このような中で、将来にわたり安定した事業経営を継続するため、抜本的な改革等の取組を通じ、経営基盤の強化と財政マネジメントの向上を図ることが求められている。

収支を維持することが厳しい事業環境の水道事業体において経営戦略の改定を検討するとともに、持続可能な水道事業の運営を担う技術者として、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、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を、中長期的な視点を踏まえて示せ。

Ⅲ-2 2019年10月1日に施行された改正水道法において、水道事業者等は水道施設を良好な状態に保つため、その維持・修繕を行わなければならないこととされた。

また、改正法の施行に伴い、法に定める基準として、水道法施行規則が改正され、水道施設の点検方法や頻度と範囲、点検により異状を確認した際の維持・修繕の措置、コンクリート構造物における点検及び修繕の記録等の基準が定められた。

上記の状況を踏まえ、水道分野の技術者として以下の問いに答えよ。

- (1) コンクリート構造物の水道施設を良好な状態に保つために、技術者として多面的な観点から検討すべき課題を3つ抽出し、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) 抽出した課題から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対応策を示せ。
- (3) 対応策によって新たに生じるリスクと解決策について、専門技術を踏まえた考えを示せ。

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	選択科目Ⅲ-1	選択科目	上水道及び工業用水道	
答案使用枚数	1枚目	3枚中	専門とする事項	

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

1	多面的な観点からの3つの課題	
1)	職員数の減少と技術継承（人の観点）	
長年、水道事業に従事してきたベテラン職員の大量退職による職員数の減少、またその際、技術継承がスムーズに行われないことによる技術力の低下などが問題となっている。技術者の確保、組織力の強化が課題となっている。		
2)	施設の余剰化と老朽化（物の観点）	
人口減少による水需要の減少により、既存施設の能力が過大となってきた。耐用年数を超える施設の増加や耐震性能が無い施設も多く、様々なリスクが高まっている。適切な施設の維持管理・更新が課題となっている。		
3)	収入の減少と支出の増加（金の観点）	
水需要の減少により料金収入が減となる一方、更新需要は増加傾向にあり、また、更新に必要な資材費、労務費も上昇傾向にあることで、財政状況が厳しくなってきた。また、水利権確保のため、過去にダム参画をした場合、権利が余剰となる一方、維持管理等に係る負担金が財政を圧迫している。事業維持に必要な財源確保が課題となっている。		
2	最も重要と考える課題と複数の解決策	
上記3つの課題は、相互に関係しているため、全て重要であるが、経営戦略の改定ということから、金の観点に係るものが最も重要な課題と考え、以下にその		

●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

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。）

て	、	重	要	度	や	優	先	順	位	を	考	慮	し	た	う	え	で	、	各	水	道	施	設
の	更	新	基	準	年	数	を	定	め	る	。	そ	れ	を	も	と	に	、	事	業	費	の	平
準	化	を	行	い	、	長	期	的	な	更	新	計	画	を	作	成	す	る	。				
2	)	統	廃	合	と	ダ	ウ	ン	サ	イ	ジ	ン	グ	の	推	進							
	給	水	区	域	が	隣	接	す	る	場	合	、	浄	水	場	間	を	連	絡	管	に	よ	り
統	合	す	る	こ	と	で	、	施	設	の	統	廃	合	が	可	能	で	あ	る	。	統	廃	合
に	よ	り	、	廃	止	す	る	施	設	の	更	新	費	用	や	維	持	管	理	費	を	削	減
で	き	る	。	ま	た	、	給	水	区	域	に	お	い	て	、	人	口	減	少	傾	向	に	あ
る	場	合	、	施	設	の	ダ	ウ	ン	サ	イ	ジ	ン	グ	を	行	う	こ	と	で	、	更	新
費	用	や	維	持	管	理	費	用	を	削	減	で	き	る	。								
3	)	広	域	連	携	の	推	進															
	給	水	区	域	内	だ	け	で	な	く	、	隣	接	す	る	水	道	事	業	体	間	で	の
施	設	の	統	廃	合	を	検	討	す	る	。	ま	た	、	広	域	連	携	し	た	場	合	、
水	質	試	験	室	の	共	同	利	用	や	、	薬	品	の	一	括	発	注	に	よ	る	薬	品
費	の	低	減	等	、	様	々	な	費	用	削	減	が	期	待	で	き	る	。				
(	3	)	解	決	策	に	よ	り	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策				
	前	述	の	解	決	策	を	実	行	す	る	こ	と	で	、	水	道	施	設	の	更	新	を
適	切	に	実	施	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	し	か	し	な	が	ら	、	こ	れ	に
は	膨	大	な	費	用	と	期	間	が	必	要	で	あ	り	、	中	小	事	業	体	で	は	、
実	現	で	き	な	い	可	能	性	が	あ	る	。	こ	の	た	め	、	将	来	的	な	財	政
収	支	と	必	要	な	事	業	費	を	長	期	的	に	算	出	し	、	実	際	的	な	事	業
計	画	を	策	定	す	る	。	そ	の	上	で	、	P	D	C	A	サ	イ	ク	ル	に	よ	り
継	続	的	に	改	善	し	、	持	続	可	能	な	事	業	計	画	を	策	定	す	る	必	要
が	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。）

<u>2 . 最 も 重 要 と 考 え る 課 題 と 解 決 策</u>																								
1) <u>最 も 重 要 と 考 え る 課 題</u>																								
水道施設は、重要な社会インフラであり、老朽化に よる事故等により施設が破損することで給水や下水処 理が継続できなくなれば、住民生活に大きな支障を及 ぼすため「老朽化の進行」が最も重要な課題と考える。																								
2) <u>解 決 策</u>																								
事後保全から予防保全型インフラメンテナンスへ転 換すること、施設の長寿命化を図る。																								
(1) <u>個 別 施 設 計 画 の 策 定</u>																								
厳しい財政状況の中で、今後見込まれる膨大な老朽 施設の更新や維持管理等を効率的に進め、トータルコ ストの縮減・平準化を図るために個別施設計画を策定 する。具体的には、事業期間、事業費、対象施設（土 木施設、建築施設、機械施設、電気施設）、施設毎の 目標耐用年数を設定し、施設毎の優先順位を検討し、 事業費が平準化するよう計画を策定する。																								
(2) <u>点 検 ・ 診 断 、 修 繕 ・ 更 新</u>																								
① <u>点 検 ・ 診 断</u>																								
ポンプ等の機械設備にIoTセンサーを取り付け、巡 視点検の自動化を図り、点検結果のデータベース化を 行うことでAIを活用した健全度診断を行う。 また、管路情報、土質情報、地理情報、苦情情報等 をデータベース化することで、AIを活用した管路劣 化診断を行う。																								

令和 4 年度 技術士第二次試験 復元解答

1 頁 / 3 頁

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	上下水道部門
選択科目	上水道及び工業用水道
専門とする事項	上水道計画

※

○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。)

<u>(1) 持続可能な事業運営への課題</u>																								
① : 人口減少等に伴う収益の確保 (経営基盤の強化)																								
上水道事業の料金収入は、人口減少社会の到来や節水型社会への移行等から、今後も減少傾向が見込まれる。それにより、経営状況の悪化から更に多くの中小事業体で経営基盤の脆弱な状況が予想される。そのため、事業の持続可能性確保に繋がる堅実な経営基盤の強化が課題である。																								
② : 計画的な施設更新 (危機耐性の向上)																								
近年における上水道施設の耐震化率は、基幹管路が 40.7%、浄水場が 38.0%、配水池が 60.8% である。そのうち、高度経済成長期に布設された管路の経年劣化が全国的に進行している。その結果、年間約 2 万件を超える漏水・破損・事故が全国各地で発生している。そのことから、危機耐性の向上を踏まえた計画的な施設更新が課題である。																								
③ : 収支バランスを維持した健全な事業運営																								
上水道事業の給水収益は、事業収入の大部分を占めている。そのため、給水収益の大幅な減少は経営に大きな影響を与える。そのことから、事業収入の急速な減少に対応しながら、事業の持続可能性確保に向け収支バランスを維持した健全な事業運営が課題である。																								
<u>(2) 最も重要と考える課題と解決策</u>																								
事業の持続可能性確保のために必要な運営基盤を確保し、上水道インフラを計画的に維持・管理・更新し																								

●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4年度 技術士第二次試験 復元解答

DATE：2022年11月3日

2頁 / 3頁

○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。）

て	い	く	こ	と	が	必	要	不	可	欠	と	な	る	。	こ	の	こ	と	か	ら	、	「	人	
口	減	少	等	に	伴	う	収	益	の	確	保	（	経	営	基	盤	の	強	化	）	」	を	上	
水	道	事	業	に	お	け	る	最	も	重	要	な	課	題	と	し	て	、	以	下	に	解	決	
策	を	示	す	。																				
①	：	事	業	の	効	率	化	に	効	果	的	で	あ	る	広	域	化	を	早	期	に	実	現	
し	、	施	設	の	統	廃	合	や	経	営	の	一	体	化	を	図	る	。	ま	た	、	よ	り	
効	率	的	で	安	定	し	た	事	業	経	営	を	推	進	し	、	上	水	道	事	業	の	持	
続	可	能	性	と	収	益	の	確	保	に	取	組	む	。										
②	：	料	金	収	入	の	減	少	に	対	応	し	た	効	率	的	な	事	業	運	営	を	図	
る	た	め	、	保	有	資	産	の	状	況	を	適	切	に	把	握	・	評	価	す	る	。	そ	
の	う	え	で	、	中	長	期	的	な	視	点	か	ら	事	業	の	平	準	化	を	考	慮	し	
た	事	業	計	画	と	財	政	計	画	の	見	直	し	を	行	う	。	そ	れ	ら	を	も	と	
に	、	効	率	的	で	安	定	性	の	あ	る	経	営	戦	略	を	策	定	し	事	業	に	必	
要	な	財	源	の	確	保	に	取	組	む	。													
③	：	人	口	減	少	等	に	伴	う	水	需	要	の	減	少	か	ら	施	設	の	効	率	性	
が	低	下	す	る	。	そ	の	た	め	、	広	域	化	に	よ	る	ダ	ウ	ン	サ	イ	ジ	ン	
グ	と	管	理	の	一	体	化	及	び	リ	ス	ク	分	散	を	検	討	し	た	施	設	の	再	
構	築	等	に	よ	り	、	施	設	の	効	率	性	向	上	と	収	益	確	保	に	取	組	む	。
④	：	料	金	の	適	正	化	に	向	け	、	水	道	事	業	を	取	巻	く	多	様	な	関	
係	者	と	明	確	か	つ	効	果	的	な	意	思	疎	通	を	行	い	、	関	係	者	の	利	
害	を	調	整	し	な	が	ら	、	こ	れ	ま	で	以	上	に	相	互	理	解	を	深	め	る	。
ま	た	、	広	域	化	の	早	期	実	現	に	よ	る	施	設	の	集	約	等	か	ら	ラ	ン	
ニ	ン	グ	コ	ス	ト	の	低	減	や	運	営	の	一	体	化	を	図	り	料	金	収	入	の	
安	定	化	に	取	組	む	。																	
(	3	)	新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク	と	対	策								

(2)-2 抜本的な改革の取り組みによる対策

① 官民連携

効率的に膨大な量の事業を進めるために、官民連携を進める。DBやDBOといった手法を取り入れ、工事時期の調整等を行い、効率的な更新を行う。

また、コンセッション方式による再編も検討する。

② IoT,ICTの活用

IOTなどを活用し、業務の効率化を図る。デジタル機器を活用し、リモートでの工事監理などを進め、業務を合理化する。また、DX化を図り、紙の書類での決裁をデジタル化するなどにより、作業量の削減につなげる。

③ 広域連携

人口減少による水需要が減少するなかで、全ての施設を同じ規模で更新することは効率的ではない。水道施設の統廃合、ダウンサイジングによる最適化を進める必要がある。広域連携のなかで水道システムの再編を検討することにより効率的なものとすることができ。また、官民連携やIoT活用も、広域的に取り組むことでスケールメリットを得られる。

(3)-1 新たに生じるリスク

新たに生じるリスクは、合意に時間がかかることである。

(3)-2 中長期的な解決策

5

10

15

20

① 適切な情報開示

水道法改正の際に混乱があったのは、水道利用者へ

情報が適切に伝わっていなかったからと考えられる。

また、コンセッション方式では、一般的に20年以上の

期間が設定されるが、リスク配分に問題があり、民間

側の合意を得ることができなかつた件もあった。

ステークホルダーである住民に、公平な情報開示を

行い、丁寧に説明すること、合意を進めることが重

要となる。また、合意を重ねていくことで、広域連携

を深化させることにつなげる。

② 指標によるモニタリング

業務指標（PI）や経営指標を使い、水道事業の現状

の立ち位置や、今後進むべき方向、実際の推移などを

定量的に表現して、水道事業の運営が適切に行われて

いるかモニタリングする。

経営基盤の強化と財政マネジメントを進めるにあた

り、料金改定の必要がある。このために、水道事業審

議会等において、PIや経営指標を用いて説明すること

で、適正な水道料金の検討を進めることができる。