

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]

- 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 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	。												

	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	ク	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																	
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
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。）

<u>3 . 新 た な リ ス ク と 対 策</u>																								
<u>(1) 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 。																								
<u>(2) 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 。																								
<u>4 . 業 務 遂 行 で の 必 要 な 要 件</u>																								
<u>(1) 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 。																								
<u>(2) 社 会 の 持 続 可 能 性</u>																								
D X 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 。																								

●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、「Goal19：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	の	課	題					
	1	)	使	用	工	ネ	ル	ギ	ー	の	削	減	(	省	工	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	で	、
			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	工	ネ	ル	ギ	ー	の	活	用	(	再	・	創	工	ネ	の	観	点)		
			省	工	ネ	対	策	の	ほ	か	、	発	電	に	お	い	て	温	室	効	果	ガ	ス	を	排		
			出	し	な	い	再	生	可	能	工	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	工	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	工	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	、	工	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。

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

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>																								
<u>(1) 省エネによる環境負荷低減 (温暖化防止の観点)</u>																								
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。																								
<u>(2) 再生可能エネルギーの活用 (脱炭素社会の観点)</u>																								
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。																								
<u>(3) 産業廃棄物の排出量抑制 (持続可能性の観点)</u>																								
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>																								
<u>(1) 最も重要と考える課題</u>																								
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。

(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、他の公的事業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												

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〕

10-2 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 分流式下水道における計画汚水量の基本数値である計画1日平均汚水量，計画1日最大汚水量及び計画時間最大汚水量について，それぞれの定義と用途について述べよ。また，算定に当たっての留意点について述べよ。

Ⅱ-1-2 下水道管路における圧送式輸送システムのリスクについて2つ挙げるとともに，それぞれのリスクについての対策について述べよ。

Ⅱ-1-3 標準活性汚泥法の下水処理施設において，最初沈殿池及び最終沈殿池の容量を決めるうえで重要な設計因子について2つ説明するとともに，それぞれの設計上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 汚泥処理における3つ以上の工程から発生する返流水について，その発生源と留意が必要な水質項目について挙げよ。また，適切に返流水を処理する場合における計画面及び維持管理面での留意点を各々述べよ。

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-1

技術部門	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。）

<u>1. 計画 1日平均汚水量</u>																								
計画 1日最大汚水量は、1日に発生する汚水量の、365日の平均値である。用途は、放流水質の算定や汚濁負荷量の算定時に使用される。算定に当たっての注意点は、1人1人当たりの汚水量原単位の設定である。井戸水と上水を併用している場合、1人1人当たりの汚水量原単位が給水実績のみではつかめないため、必要に応じて井戸水の使用状況について、ヒアリングや調査を行う。																								
<u>2. 計画 1日最大汚水量</u>																								
計画 1日最大汚水量は、1日に発生する汚水量の、年間の最大値である。用途は、処理場の設計で用いられ、最初沈殿池、最終沈殿池、反応タンク等の容量設定に使用する。算定に当たっての注意点は、変動比の設定である。設計指針で設定されている値だけでなく、給水実績や処理場流入実績等より、実績の変動比を確認した上で設定を行う。																								
<u>3. 計画時間最大計画汚水量</u>																								
計画時間最大汚水量は、計画 1日最大汚水量発生日のうち、1時間当たりの最大流入口量を24倍した汚水量である。用途は、ポンプやマンホールポンプの設計、管きよの口径及び勾配（流下能力）の設定の際に使用される。算定の際の留意点は、2同様に変動比の設定である。処理場の流入実績等より実績を確認した上で、計画 1日最大汚水量との変動比を設定する。																								

Ⅱ－1－2 下水道管路における圧送式輸送システムのリスクと対策（骨子）

リスク①：硫化水素による腐食リスク

汚水が嫌気状態になると硫化水素が発生し、管路を腐食させ、漏水や道路陥没のリスクが生じる。

対策：管路内が嫌気状態にならないよう、空気や酸素を注入したり、硫化水素の発生を抑えるためポリ硫酸第2鉄等の薬品を入れる。

リスク②：空気だまりや閉塞等の発生による圧送能力が著しく低下するリスク

圧送管路のアップダウンが激しい場合等、管路に凸形状になっている場合、凸部に空気が停滞し流路断面を疎外し抵抗となることで流量が著しく低下する。

対策：管路の凸部に空気弁を設け、空気が自動的に抜けるようにする。

受験番号	
問題番号	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) 返流水の発生源と留意する水質

1) 発生源

返流水の発生源は「濃縮」・「消化」・「脱水」等がある。

2) 留意する水質

留意する水質は、アンモニア性窒素やSS、BODである。

(2) 適切に処理するための留意点

1) 計画面

返流水による水処理への負荷を考慮し、処理場の規模や能力、運転管理方法について留意する。返流水による影響が大きく、処理場の能力を上回る場合は、単独で返流水を処理するよう検討する。

2) 維持管理面：

下水汚泥の粘度や濃度等の性状は季節によって変化するため、返流水の急な水質変化による処理水質の悪化に留意すること。

完全に復元できていません。

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	II-1-4

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. 返流水の発生源と留意が必要な水質項目									
汚泥処理は、基本的に濃縮→消化→脱水→焼却の工程により行われる。上記の4工程のうち、濃縮、消化、脱水の工程により返流水が生じる。返流水は流入下水よりも高濃度であり、窒素、リンも含まれる。閉鎖性水域における富栄養化の主たる要因である窒素、リンは適正な処理を行ったうえで放流する必要がある。									
2. 計画面及び維持管理面での留意点									
返流水は高濃度であるため、水処理の処理能力を検討するにあたっては、返流水による負荷を含めたものとする。水処理施設への特定の系列へ返水すると該当の系列のみ負荷が増加することになり、維持管理が困難となる。流入渠や流入渠（流入水質測定点の下流）への接続を原則とし、接続箇所では空気を巻き込むような構造となる場合は、硫化水素の発生によるコンクリート躯体の劣化が懸念される。返流水の接続先は、極力ドライ化による維持管理が可能な施設が望ましい。リンの除去はアルミ、鉄イオンなどの凝集剤を添加することで凝集沈殿を行うことが考えられる。また、HAP法（高濃度リン酸イオン含有水にカルシウムイオンを添加し、リン回収する手法）やMAP法（高濃度リン酸イオン含有水にリン酸イオン、アンモニウムイオン、マグネシウムイオンを添加し、リンを析出する手法）を用いたリン除去方法もある。これらにより回収したリンは、肥料等にも活用することができる。以上									

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

令和4年度 技術士二次試験

上下水道部門-下水道

選択科目：II-1-4

1. 返流水の発生源と留意が必要な項目

返流水が発生する汚泥処理工程として、濃縮工程、消化工程、脱水工程の3つが挙げられる。留意が必要な水質項目として、以下がある。

(1) BOD・SS

生汚泥や余剰汚泥に含まれる有機分に由来し、返流水負荷の指標の一つになる。

(2) 窒素

BODやSSと同じく、返流水負荷の指標の一つである。流水中に含まれる窒素の形態として、アンモニア性窒素($N-NH_4$)や硝酸性窒素($N-NO_3$)などがある。

(3) リン

元々は汚泥中に捕捉されていたリンが、嫌気性条件下で再溶出し、返流水側に移行する。

2. 計画面及び維持管理面での留意点

- ・リンの除去を行えるよう、凝集剤の添加設備の設置を検討する。主な凝集剤の種類には、ポリ塩化アルミニウム、硫酸バンド、ポリ硫酸第二鉄などがある。あるいは、MAP法やHAP法でもリンの除去や回収が可能である。
- ・窒素除去対策として、アナモックスプロセスによる生物学的処理を検討する。
- ・反応タンクで適切に水処理を行うために、 $BOD : N : P = 100 : 5 : 1$ を目標として、運転管理を行うよう留意する。

以上

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 近年，都市化の進展等に伴う浸透面積の減少により雨水の流出量が増え，河川や下水道にかかる負荷が増加していることに加え，気候変動の影響等により大雨等が頻発し，内水氾濫が発生するリスクが増大している。また，昨年には「特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律」が施行され，流域治水の取組が法的にも加速されることとなった。

このような状況の中，ある流域において流域治水を考慮した「気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策計画の策定」をすることになった。あなたがこの業務の担当者選ばれた場合，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 A市は，下水道事業費の削減や市の脱炭素化の推進等を目的に，処理能力100,000m³/日，水処理方式は標準活性汚泥法，汚泥処理方式は重力及び機械濃縮，脱水，焼却で稼働しているA市唯一のB終末処理場を対象に汚泥消化の導入を検討することとした。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注意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

令和4年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	
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) 調査・検討すべき事項

1) 調査すべき事項

- ① 下水道関連計画 : 流総計画等の上位計画の他、下水道全体計画、事業計画等について調査する。
- ② 浸水被害 : 浸水被害の発生した日時、場所、被害戸数等の他、水防活動についても調査する。
- ③ 土地利用計画 : 土地利用計画図のほか、防災拠点についても調査する。
- ④ 他部局の計画 : 河川による堤防の進捗状況や、都市計画課による都市開発マスタープランについて調査する。
- ⑤ 浸水区域図 : シミュレーションをもとに作成された浸水ハザードマップについて調査する。
- ⑥ 要配慮者施設 : 災害時に自助による避難などが難しい市民の居住する施設位置について調査する。

2) 検討すべき事項

- ① 流域としての浸水対策の検討 : 頻発する水害に対して一自治体による対策は困難であり、国、都道府県、民間企業、市民による協働が不可欠である。関係者が一同に会する協議会を設け、協議結果は流域水害対策計画に位置付ける。
- ② 流域としての雨水貯留浸透施設の検討 : 河川管理者による沿川の保水・遊水機能を果たす土地の確保、民間企業による雨水貯留施設の確保、都市緑地の保護によるグリーンインフラの活用等について検討する。

●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4年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	
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。

(2) 業務を進める手順

① 基礎調査の整理 : (1) に示した調査事項について整理を行う。留意点は、関連部局と調査段階から綿密に調整を行うことであり、工夫点は、過年度の浸水対策計画から変更となった条件を整理することである。

② 優先順位の設定 : 浸水対策として都市機能の集積している区域、重要な輸送道路が配置する区域など、重要度に応じて優先順位を設定する。工夫点は、要配慮者施設は安全なエリアへ施設自体を移動させることも視野に入れて検討を行うことである。

③ 浸水対策の検討 : 流域全体として浸水対策を検討する。工夫点は、都市機能が集積し自治体単独による対策が困難とされる場合、「浸水被害対策区域」として民間企業へ雨水貯留施設の設置を義務付ける制度を活用することである。留意点は、民間企業にとって利益のある内容となるよう、税制優遇、けんぺい率の優遇等、補助制度を充実させることである。

(3) 関係者との調整方策

① 河川管理者との連携 : 流域治水の観点から河川管理者と綿密に調整することが不可欠である。利水ダムの事前放流、豪雨時における樋門のゲート操作方法等について、河川管理者との調整が必要である。

② 住民への事業の見える化 : 浸水対策は住民にとっても関心意識の高い事項であり、HP等を通して事業の進捗状況等について見える化を図る。以上

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	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。）

<u>1. 調査・検討すべき事項</u>																								
(1) 調査すべき事項																								
調査すべき事項は、降雨実績、浸水実績（浸水箇所、放流先の状況、浸水要因）、都市機能・住宅の集積度合、浸水対策の実施状況である。浸水の被害状況及び対策の実施状況を把握する必要がある。																								
(2) 検討すべき事項																								
検討すべき事項は、①整備基準（降雨強度）、②重点対策箇所の選定、③既存施設的能力評価、④段階的整備計画の策定である。気候変動の影響に伴い、豪雨の激甚化及び頻発化を考慮した整備基準の見直しと、効率的な対策の立案を行う必要がある。																								
<u>2. 業務を進める手順と留意点及び工夫点</u>																								
(1) 基礎調査																								
浸水実績は、住民からの報告やヒアリング結果から整理されているため、全てを網羅できていないことに留意する。近年では、SNSへ投稿されていることもあるため、それらの情報を活用し、浸水実績情報を多く収集できるよう工夫する。																								
(2) 整備基準（降雨強度）の見直し																								
降雨データのとり方で、降雨強度は変化する。マニュアル等を参考にしつつ、近年の降雨実態を反映できる降雨データの抽出を行うよう留意する。降雨データは気象庁HPより入手可能であるが、処理場など排水区の近くに降雨計測器がある場合は、それを活用し、																								

○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。)

地	域	に	あ	っ	た	降	雨	強	度	を	設	定	で	き	る	よ	う	工	夫	す	る	。	
(	3	)	重	点	対	策	箇	所	の	選	定											
人	命	を	最	優	先	と	し	た	優	先	順	位	の	設	定	を	行	う	よ	う	留	意	
す	る	。	住	民	や	他	部	局	へ	の	ア	ン	ケ	ー	ト	を	行	い	、	異	な	る	
場	か	ら	の	意	見	を	集	め	、	反	映	で	き	る	よ	う	工	夫	す	る	。		
(	4	)	既	存	施	設	の	能	力	評	価											
合	理	式	の	み	の	評	価	で	は	、	ピ	ー	ク	流	量	時	の	評	価	の	み	と	
な	り	、	過	大	な	評	価	と	な	る	た	め	、	既	存	施	設	の	能	力	を	最	大
現	に	発	揮	さ	せ	る	視	点	よ	り	、	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	に	よ	る	評
価	も	合	わ	せ	て	検	討	す	る	よ	う	留	意	す	る	。	水	位	情	報	な	ど	の
デ	ー	タ	が	あ	る	場	合	は	、	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	の	パ	ラ	メ	ー	タ
の	調	整	等	に	活	用	し	、	実	態	に	合	っ	た	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	モ
デ	ル	を	構	築	で	き	る	よ	う	工	夫	す	る	。									
(	5	)	段	階	的	整	備	計	画	の	策	定										
ハ	ー	ド	対	策	だ	け	で	な	く	ソ	フ	ト	対	策	を	組	み	合	わ	せ	た	対	
策	と	な	る	よ	う	留	意	す	る	。	ソ	フ	ト	対	策	(	特	に	自	助	・	共
助)	の	効	力	を	上	げ	る	た	め	、	住	民	参	加	型	の	訓	練	を	実	施	す
る	な	ど	工	夫	す	る	。																
<u>3. 関係者との調整方策</u>																							
放	流	先	(	河	川	等	)	の	計	画	と	整	合	を	図	る	為	、	協	議	及	び
情	報	を	共	有	し	な	が	ら	業	務	を	進	め	る	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、
雨	水	対	策	は	ハ	ー	ド	対	策	だ	け	で	な	く	、	自	助	・	共	助	に	よ	る
ソ	フ	ト	対	策	も	重	要	と	な	る	た	め	、	住	民	へ	の	協	力	を	依	頼	し
合	意	形	成	を	図	る	こ	と	が	必	要	で	あ	る	。								

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・検討すべき事項とその内容</u>									
<u>1) 基礎調査</u>									
以下の項目について資料収集を行う。									
① 下水道施設の状況：整備率、普及率、流入量、発生汚泥量、汚泥処分費、改築更新計画									
② 温室効果ガスの発生状況：温室効果ガスの発生量、温室効果ガス発生の主な要因									
③ B処理場の敷地残地									
④ 地域バイオマスの状況：地域バイオマス処理施設の経過年数、稼働状況等									
<u>2) 処理工程への影響</u>									
汚泥消化工程の導入による水処理工程や汚泥処理工程への影響を検討する。汚泥消化の導入により返流水の水質や汚泥性状（粘度・濃度等）が変わるため、各工程に影響がないか検討する。									
<u>3) 消化ガスの利用方法の検討</u>									
汚泥消化工程の導入に伴い、新たに発生する消化ガスの利用方法について検討する。自己消費とするのか、外部へ売電するのか検討する。									
<u>(2) 業務を進める手順と注意すべき点、工夫する点</u>									
<u>1) 基礎調査</u> ：(1).1)の内容を行う。情報収集を効率化するために、A市にある脱炭素に関する計画があれば参考にしよう工夫する。									
<u>2) 効果の事前検証</u> ：汚泥消化工程の導入における効果検証を事前に簡易的に行う。効果検証を簡素化する									

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和4年度 技術士二次試験

上下水道部門-下水道

選択科目：  II-2-2

1. 調査、検討すべき事項

(1) 現行設備の能力

現行の水処理・汚泥処理設備の処理量、処理方式、稼働率を調査する。また、残り耐用年数についても併せて確認する。

(2) 流入水・汚泥の性状

流入水や汚泥の量や質を把握する。将来的な推移、外部からのバイオマスの受け入れ可能性についても事前調査する。

(3) 関連法規

設備の増設・新設、消化汚泥のエネルギー利用にあたり、関連のある法規について調べる。具体的には、下水道法、電気事業法、高圧ガス保安法、水質汚濁防止法などが挙げられる。

2. 業務を進める手順、注意すべき点、工夫する点

(1) 消化設備の仕様検討

消化タンクの容量、消化段数、消化温度について検討する。

消化設備は消化タンクやガスタンクなど、大型の設備が多いため、スケールメリットが最大限に発揮できる仕様となるよう留意する。攪拌方式の選定に際しては、省エネ型攪拌機を導入するよう工夫する。

(2) 資源の有効利用方法の検討

消化ガスの有効利用方法として、都市ガス、燃料電池、自動車用燃料、バイオガス発電、水素精製などを

令和4年度 技術士二次試験

上下水道部門-下水道

選択科目：  II-2-2

検討する。

消化ガス中には硫化水素やシロキサンが含まれており、プラントの配管や発電機内部を腐食する可能性があるため留意する。それら対策例として、硫化水素は脱硫塔、シロキサンは活性炭吸着により除去するよう工夫する。

(3) 事業性の判断

建設費（イニシャルコスト）や維持管理費（ランニングコスト）より、事業性について総合的な評価を行う。

LCCやLCCO₂を基準として、中長期的な観点でメリットが見出せるよう留意する。FITによる売電も考慮し、試算を行うよう工夫する。

3. 関係者との調整方法

(1) 運転管理者との調整

下水処理場の運転管理者より、現状の課題についてヒアリングを行い、要望・意見を反映させる。今後、運転方法や監視項目が変わる場合には、あらかじめ情報を共有する。

(2) 需要者との調整

エネルギーの需要者より、希望するエネルギー形態やその特性についてヒアリングを行う。その他、関連業者や業界で類似のニーズがあるか確認する。

以上

Ⅱ－２－２ 汚泥消化の導入検討（骨子）

(1) 調査・検討すべき事項 その内容	(2) 業務を進める手順 項目毎の留意点・工夫	(3) 関係者との調整方策
<p>①上位計画や関連計画の確認 流域別総合整備計画、広域化計画、汚泥有効利用計画、ストックマネジメント計画等との整合性を検討する。</p> <p>②現状の運転状況や維持管理状況の把握 汚泥性状や脱水・焼却炉等の汚泥処理の運転状況、返流水等や水処理の運転状況を把握する。</p> <p>③地域のバイオマスの発生状況や消化ガス利用のニーズを把握し、利用方法を想定する。</p> <p>④汚泥消化の構成の検討 濃縮、消化槽、脱水、焼却の規模や返流水施設の要否を検討し、施設構成を決定する。</p>	<p>前述の①→②→③→④の順番に進め、注意すべき点や工夫を要する点は以下の通り</p> <p>①守るべき放流水質、ストックマネジメント計画による施設の改築スケジュール、広域化計画等と連携した、効率的な導入に注意を払う。</p> <p>②現状の脱水性能や返流水が水処理に与えている影響に注意する。</p> <p>③バイオマスが不足する場合は、地域のバイオマスを活用する。また、FIT制度や発電事業者のニーズに留意する。</p> <p>④消化槽導入時の返流水（特に窒素、リン）の影響、消化汚泥に適した脱水機の選定、汚泥性状の変化による焼却炉への影響等に注意する必要がある。</p>	<p>地域のバイオマスを活用する場合は、バイオマスの管理者、産業廃棄物関係部局、地域住民等とできるだけ早い段階から情報を共有し、調整を実施する事が重要である。</p> <p>消化ガスの利用については、発電事業者や施設設置者のニーズをよくヒアリングし、意見交換しながら検討を進める事が重要である。</p>

問題Ⅲ（選択科目）

問題文およびA評価答案例

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 D県A市（人口約60万人）の単独公共下水道B処理区（合流区域（汚水・雨水），分流区域（汚水））のC処理場は，供用開始から50年以上経過し，更新時期を迎えている。人口減少に伴い，厳しい財政状況の中，施設の耐震化や合流式下水道の改善，高度処理の導入などの機能の高度化や処理区の不明水対策も進んでいなかった。そこで，単独公共下水道B処理区に隣接しているD県流域下水道E処理区（分流式（汚水））のF処理場に編入することとなった。

こうした状況を踏まえ，単独公共下水道処理区を流域下水道処理区に編入する技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 単独公共下水道処理区を流域下水道処理区に編入するに当たって，技術者としての立場で多面的な観点から課題を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について示せ。

受験番号							
問題番号	Ⅲ-1						

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

<u>(1) 流域下水道処理区に編入するに当たっての課題</u>									
流域下水道処理区に編入するに当たり、F処理場の流入量が増加する。そのため、流入量と流入水の水質に影響がある。また、C処理場はすでに更新期を迎えているため、不要な更新を避けるために早急な流域下水道処理区への編入が必要である。									
<u>1) 課題と観点</u>									
観点は、「時期」・「水質」・「水量」である。課題は以下である。									
<u>① 計画的な編入計画（時期）</u>									
計画的に編入を進めていくことが課題である。C処理場は供用開始から50年が経過し、すでに更新期を迎えている。機械設備等が故障し、いつ機能を失ってもおかしくはない。計画的な編入を進め、B処理区の汚水処理機能を継続することが必要である。									
<u>② F処理場への影響（水質）</u>									
編入によるF処理場への影響を抑えることが課題である。F処理場には新たに合流式下水道が加わるため、流入水の水質変化（汚濁負荷量の増加等）が想定される。流入水の水質変化による処理水の水質低下は防止する必要がある。									
<u>③ 不明水対策（水量）</u>									
不明水対策を進め、F処理場への影響を抑えることが課題である。B処理区は不明水対策を実施していなかったため、相当程度の不明水が発生していると想定									

○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。)

さ	れ	る	。	ま	た	、	供	用	開	始	か	ら	5	0	年	が	経	過	し	て	い	る	た
め	、	老	朽	化	も	進	ん	で	い	る	こ	と	が	想	定	さ	れ	る	。	不	明	水	対
策	と	老	朽	化	対	策	を	同	時	に	進	め	、	F	処	理	場	へ	の	影	響	を	抑
え	る	こ	と	が	必	要	で	あ	る	。													
(	2	)	重	要	な	課	題	と	解	決	策												
	重	要	な	課	題	は	、	「	③	不	明	水	対	策	」	で	あ	る	。	不	明	水	の
増	加	は	F	処	理	場	へ	の	影	響	と	処	理	費	用	の	無	駄	に	つ	な	が	る
そ	の	た	め	、	F	処	理	場	へ	の	影	響	を	抑	え	つ	つ	、	財	政	状	況	の
改	善	に	効	果	が	あ	る	不	明	水	対	策	が	最	も	重	要	と	考	え	た	。	
	以	下	に	解	決	策	を	述	べ	る	。												
	1	)	ス	ク	リ	ー	ニ	ン	グ	調	査												
	ス	ク	リ	ー	ニ	ン	グ	調	査	に	よ	り	効	果	的	に	不	明	水	の	発	生	地
区	を	絞	り	込	む	こ	と	で	あ	る	。	全	て	の	下	水	道	管	を	調	査	し	て
い	て	は	時	間	と	費	用	が	膨	大	に	必	要	と	な	る	。	そ	の	た	め	、	ス
ク	リ	ー	ニ	ン	グ	調	査	に	よ	り	簡	易	的	に	全	管	渠	を	調	査	し	、	詳
細	調	査	を	行	う	管	渠	を	絞	り	込	む	こ	と	で	あ	る	。	時	間	と	費	用
が	大	幅	に	削	減	で	き	る	。	ス	ク	リ	ー	ニ	ン	グ	調	査	方	法	は	、	展
開	カ	メ	ラ	調	査	、	管	口	カ	メ	ラ	調	査	、	画	像	認	識	カ	メ	ラ	調	査
が	あ	る	。																				
	2	)	包	括	的	民	間	委	託														
	管	路	の	包	括	的	民	間	委	託	に	よ	り	不	明	水	調	査	を	効	果	的	に
進	め	る	こ	と	で	あ	る	。	点	検	調	査	を	一	括	し	た	業	務	と	し	て	発
注	を	行	う	。	ま	た	、	複	数	の	業	務	を	一	括	発	注	と	す	る	こ	と	で
ス	ケ	ー	ル	メ	リ	ット	を	生	か	し	て	コ	ス	ト	の	削	減	も	図	る	。		
	3	)	D	B	方	式	に	よ	る	管	更	新	等										

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ－ 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。）

1	<u>課題</u>																		
	<u>(1) F 処理場の能力不足に関する課題</u>																		
		B 処理区では、合流と分流を抱えており、E 処理区は分流式下水道である。雨天時には、B 処理区の不明水（雨天時浸入水）が見込まれ、さらに合流地区からの雨水の流入することから、雨天時に F 処理場の能力が不足する可能性がある。そのため、F 処理場において雨天時に処理能力を超えないことが求められる。																	
	<u>(2) 公平性に関する課題</u>																		
		単独公共下水道を流域下水道に編入する場合は、公共下水道に既に入っている市町村との公正性に関する課題がある。特に F 処理場では、機能の高度化や不明水対策を行っておらず、編入したことによる不明水増加分や今まで計画的に更新等を行ってきた市町村と料金を均等にするかの問題が発生する。既に加入している市町村や後に加入する市町村を公平にあつかうか、料金に差別化を図るか等の検討が必要となる。																	
	<u>(3) 汚泥有効利用の課題</u>																		
		C 処理場が F 処理場に編入する場合は、汚泥発生量が増加する。現在に日本では、脱炭素化の動きが加速しており、編入により増加した汚泥を有効利用することが求められる。しかし、汚泥有効利用は、積極的に進んでいない課題がある。今回の編入では、汚泥量の増加が見込まれるため、スケールメリットを活かした汚泥有効利用が求められる。																	

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	Ⅲ－						
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>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) F 処理場の能力不足に関する課題」である。理由は、雨天時に処理能力が超えた場合は、処理場の水没だけでなく、市街地での溢水被害や宅地内逆流が発生し、下水道目的である公衆衛生を守ることができなくなる。また、不明水の増加で晴天時でも被害が発生する可能性もある。																								
<u>2 - 2 . 解決策</u>																								
<u>(1) 不明水調査の実施</u>																								
B 処理区だけでなく、F 処理場において分流式下水道に対して不明水調査を実施する。調査を行い、原因が分かった場合は、対策を行う。不明水の放置は、処理場の能力不足に加え、処理施設の過大な増設につながり、下水道経営の観点から放置はできない。																								
<u>(2) 処理能力の増強</u>																								
C 処理場が編入した後に能力が超えるか検討し、足りない場合は、MBR等を導入し、処理能力の増強を図る。また、雨天時には、合流地区からの雨水が見込まれるため、高速下水処理システムや3W等の導入も検討する。																								
<u>(3) 処理施設の増設</u>																								
(1) ~ (2) を実行した場合でも処理能力が不足する場合は、F 処理場の空き用地を活用した処理施設の増設がある。大都市以外の処理場は、将来増設分の																								

●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 答案用紙

受験番号							
問題番号	Ⅲ-1						

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. 流域下水道処理区に編入するに当たっての課題																								
(1) F処理場の水質悪化を防いだ編入																								
現状でB処理区をE処理区へ編入した場合、雨天時の増水により、F処理場では処理能力以上の下水が流入し、放流水質が悪化する。B処理区を編入するためには、合流地区を分流化し、雨天時浸入水量を減少させる必要があるが、時間を要する。一方で、C処理場は更新時期を迎えている。C処理場の施設状況を踏まえて、F処理場の水質悪化を防ぎながら編入を行うことが課題である。																								
(2) 建設費及びノウハウの確保																								
A市は人口約60万人であり、E処理区へ編入をした場合、編入に必要な接続管渠やF処理場の増設など、建設が大掛かりとなり、建設費及びノウハウの確保が必要である。一方で、近年の下水道事業は、職員は減少傾向であり、下水道使用料も人口減少に伴い収入が縮小している。民間企業の活用し、効率的な資金運用及びノウハウの補完を行うことが課題である。																								
(3) E処理区の住民の合意形成																								
B処理区をE処理区へ編入した場合、建設費や維持管理費等により、下水道使用料が変更となることが想定される。E処理区は複数市町村で編成されているため、編入に対して合意形成を図ることが難航する場合がある。できる限りスムーズに調整を行い、E処理区内で住民の合意形成を図ることが課題である。																								

●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

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	課	題	に	対	す	る	対	策			
(	1	)	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題												
	公	衆	の	利	益	の	最	優	先	(	特	に	人	体	へ	の	影	響	)	の	観	点	よ	
	り	、	「	F	処	理	場	の	水	質	悪	化	を	防	い	だ	編	入	」	が	最	も	重	要
	な	課	題	で	あ	る	。																	
(	2	)	複	数	の	対	策	案																
a)	段	階	的	な	区	域	の	編	入															
	合	流	地	区	を	接	続	し	た	場	合	、	雨	水	も	F	処	理	場	へ	流	入	す	る
	た	め	、	合	流	地	区	の	分	流	化	が	必	要	で	あ	る	。	し	か	し	、	合	流
	地	区	の	分	流	化	は	、	時	間	を	要	す	る	た	め	、	分	流	地	区	か	ら	優
	先	的	に	編	入	す	る	。	分	流	地	区	を	編	入	し	て	い	る	間	に	合	流	地
	区	の	分	流	化	を	図	る	こ	と	で	、	効	率	的	な	区	域	編	入	を	実	施	す
	る	こ	と	が	可	能	で	あ	る	。	合	流	地	区	の	分	流	化	は	、	合	流	管	渠
	、	側	溝	、	農	業	用	排	水	路	等	、	既	存	ス	ト	ッ	ク	を	活	用	し	な	
	が	ら	進	め	て	い	く	。																
b)	分	流	地	区	の	編	入	優	先	順	位	付	け											
	分	流	地	区	の	雨	天	時	浸	入	水	対	策	で	は	、	発	生	源	対	策	を	行	う
	こ	と	が	重	要	で	あ	る	が	、	発	生	源	対	策	に	よ	る	雨	天	時	浸	入	水
	量	の	減	少	は	時	間	を	要	す	る	。	そ	こ	で	、	①	簡	易	水	位	計	に	よ
	る	浸	入	箇	所	の	絞	り	こ	み	の	実	施	、	②	雨	天	時	浸	入	水	量	と	対
	策	必	要	箇	所	を	踏	ま	え	た	編	入	地	区	の	優	先	順	位	付	け	を	行	う
	。	雨	天	時	浸	入	水	量	が	少	ない	又	は	対	策	量	が	少	ない	地	区			
	を	優	先	的	に	E	処	理	区	へ	編	入	す	る	。									
c)	F	処	理	場	側	の	運	転	管	理	に	よ	る	調	整									
	発	生	源	対	策	の	み	で	雨	天	時	浸	入	水	対	策	を	行	う	こ	と	は	、	

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。）

時間面及び費用面で困難であるため、F処理場側の運転管理による雨天時浸入水対策も実施する。対策の具体的な内容として、凝集剤の添加や送風機の能力アップ、流入汚水をステップ流入させる雨天時活性汚泥法の実施などがある。また、F処理場で高度処理を行っている場合、雨天時には有機物濃度の低下や溶存酸素の持ち込み等が懸念されるため、有機物の添加や嫌気・無酸素タンクの開口部の最小化などの対策を行う。

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、B処理区内で不平等が生じることである。不平等の例として、下水道使用料が異なることや、編入の優先順位が低い地区では、C処理場の施設老朽化による停止リスクがあることである。対策として、段階的に編入を行うことについて、住民へ説明を行うため、協議会や意見交換会を実施する。住民に理解を得て、合意形成を図ることが必要である。また、処理場停止のリスクについては、既存ストックを活用した汚水の一時貯留の実施やトイレの確保（BCP）により対応を行う。

時間が足りず、焦って書いたこともあり、大まかな内容は再現できていますが、詳細部分は正確に再現できていないところがあります。（解答はすべて埋めております。）

Ⅲ－1 単独公共下水道処理区を流域下水道処理区に編入する技術者としての問 (骨子)

課題	課題分析	解決策	新たなリスク	リスク対策
<p>①A市からの観点</p> <p>不明水処理対策と合流区域の切り離し 【F処理場の運営に大きく影響することから最も重要な課題と考える。】</p>	<p>F処理場は分流式(汚水)であるため、合流式の処理場を編入させるためには、雨水を切り離し、汚水のみを送る必要がある。また、F処理場が分流式であることから、不明水対策もしっかりと進める必要がある。</p>	<p>①-1：B処理区の合流区域をA市(又はD県)の他の合流式の処理場へ編入させる。</p>	<p>昨今の降雨の激甚化により、局所的豪雨や雨の降り方によっては、想定以上の不明水や雨水がB処理区を通じてF処理場に流入する事が新たなリスクとなる。</p>	<p>C処理場を不明水や雨水の一次貯留施設として改造する。</p>
<p>②D県からの観点</p> <p>施設の余力等を考慮した受け入れ時期の検討</p>	<p>人口減少等による処理能力の余力やストックマネジメント計画の改築計画等から受け入れ時期を検討する</p>	<p>①-2：合流区域の幹線に越流堰を設け、越流した雨水を他の処理場または雨水排水ポンプ場へ送り、汚水相当分のみをF処理場へ送る。</p>		<p>F処理場に不明水の一次貯留施設を建設する。(但し、費用はA市が負担するなどの調整が必要)</p>
<p>③D県E処理区の構成地町村の観点</p> <p>費用負担に係る合意形成が必要</p>	<p>F処理場の建設はB処理区の処理を想定していないため、F処理場の資本費も含めた費用面での合意形成が必要。</p>	<p>①-3：B処理区の不 明水対策を進める。 (管更生による不明水の流入防止や、煙による汚水・雨水の誤接筒所の発見と是正等)</p>		<p>B処理区の幹線での貯留施設や、雨水の越流堰高を変えたり、幹線分岐部にオリフィスを儲け、オリフィス径を変更する方法等も考えられる。</p>

Ⅲ－２ A町（人口1万人未満）の汚水処理人口普及率は80%を超えており、公共下水道（オキシデーションディッチ法）による処理がほとんどであるが、一部、浄化槽での処理とし尿汲み取りを行っている。浄化槽汚泥とし尿は、し尿処理施設で処理を行っているがし尿処理施設は老朽化が進んでおり、今後人口が減少していくと予想される中で将来的にし尿処理施設を廃止し、下水処理場で共同処理する計画であり、浄化槽汚泥とし尿を水処理施設へ投入して処理することとしている。

こうした状況を踏まえ、浄化槽汚泥とし尿を下水処理場で共同処理を行うに当たり、技術者の立場として以下の問いに答えよ。

- (1) 浄化槽汚泥とし尿を受け入れるに当たり、下水処理場における影響を検討することとなった。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、その課題の内容について述べよ。
- (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を示すとともに、それらへの対策を述べよ。

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	Ⅲ-2

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) 多面的な観点からの3つの課題

1 . 広域化・共同化の範囲検討（事業効率性の観点）

公共下水道への浄化槽汚泥、し尿の受け入れにより、処理施設及び維持管理は下水処理場へ集約されることになる。その他、職員の事務作業などソフト面における広域化・共同化の可能性について検討を行い、事業全体としてより効率的なものとすることが求められる。

2 . 返流水の水処理への影響対策検討（水質の観点）

浄化槽汚泥、し尿は一般的に流入下水よりも高濃度であり、汚泥の返流水により、水処理の負荷が現況よりも大きくなることが想定される。浄化槽汚泥、し尿を受け入れ後についても現況と同程度の放流水質を確保するために、処理水量、処理水質の変化について把握し、適切な対策を講じる必要がある。

3 . 汚泥性状の変容に対する対策（汚泥処理の観点）

現況の公共下水道が単独で汚泥処理を行っていることを想定すると、現況の汚泥処理に浄化槽汚泥、し尿を投入することで、再利用または最終処分する際の汚泥の質が変わってしまうことが考えられる。特に再利用している場合、品質の確保が重要であり、受入先の確保が困難にならないような対策を行う必要がある。

(2) 最も重要な課題と複数の解決策

下水道事業の重要な役割の1つとして、公共用水域の水質保全が挙げられる。閉鎖性水域における富栄養化の主たる要因は窒素、リンによるものであり、浄化槽

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	Ⅲ-2

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。

汚泥、し尿の投入により水処理への負荷が増大すること
 とで、既設水処理では窒素、リンの除去が不十分とな
 る懸念がある。したがって、「課題2. 返流水の水処
 理への影響対策検討」が最も重要であると考え
解決策1. 運転管理の工夫
 エアレーション量を増加させる等、運転管理の工夫に
 より処理水質の向上を図る。既設水処理はオキシデー
 ションディッチ法が採用されている。本処理方式は
 SRTが長く、比較的エアレーション量が多い処理方式
 である。したがって、エアレーション量を増加させる
 等の対応を検討する際は、運転管理の検討に当たって
 二軸管理（横軸：消費電力量原単位、縦軸：処理水質
 のグラフを作成し、時系列的な傾向を把握する。グラ
 フ作成により、他事例との比較も行うことができる。）
 の視点を導入する。浄化槽汚泥、し尿はバキューム車
 により運搬されることが想定されるが、汚泥の投入は
 連続的ではなく断続的なものである。エアレーション
 量を増加させるタイミングを浄化槽汚泥、し尿の投入
 のタイミングに合わせる等、間欠運転を含めた適切な
 運転手法について立案する。
解決策2. 高度処理施設の検討
 急速ろ過施設等の高度処理施設を既設水処理の後段に
 設けることが考えられる。採用に当たっては、上位計
 画の変更も伴うことに留意が必要である。なお、建設
 する敷地面積に余裕があることが前提である。

●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4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	
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。

<u>解決策 3 . 凝集剤、薬剤等の投入による水質改善</u>																							
オキシデーションディッチ法は SRT が長く、比較的硝化促進運転が容易であり、窒素除去は硝化を促進させることにより対応を行う。リン除去はアルミ、鉄イオンなどの凝集剤を添加することで凝集沈殿を行うことが考えられる。また、HAP 法（カルシウムイオンを添加し、リン回収する手法）や MAP 法（リン酸イオン、アンモニウムイオン、マグネシウムイオンを添加し、リンを析出する手法）を用いたリン除去方法もある。																							
<u>(3) リスクとそれらへの対策</u>																							
<u>リスク 1 . 汚泥輸送に関する住民反対</u> : 浄化槽、し尿の受け入れにあたり、汚泥輸送路の近隣に居住する住民から、悪臭などに関する苦情が懸念される。																							
<u>対策 1 . 事業意義に関する住民説明</u> : 浄化槽、し尿の受け入れの意義について、経済的な観点を含めて説明する。その際、下水道事業の運営状況を踏まえ、定量的な説明とすることが望ましい。																							
<u>リスク 2 . 汚泥性状の変容に起因する利活用先の汚泥受け入れ拒否</u> : 汚泥の利活用には汚泥の品質が重要であるため、汚泥性状が変わることにより、利活用先の受け入れが難しくなる可能性がある。																							
<u>対策 2 . 新しい汚泥利用先の検討</u> : 浄化槽汚泥、し尿投入後の汚泥性状を踏まえ、利活用先について再検討する。消化ガスなど、新しい汚泥処理工程による利活用も含めて再検討する。																							
以上																							

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

