

2021 年度技術士第二次試験

筆記試験問題・合格答案実例集
[応用理学部門]

APEC-semi & SUKIYAKI 塾

問題Ⅰ（必須科目）

問題文およびA評価答案例

17 応用理学部門【必須科目Ⅰ】

Ⅰ 次の2問題（Ⅰ－1，Ⅰ－2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚を用いてまとめよ。）

Ⅰ－1 日本の社会・産業インフラや構築された技術などの多くは，今後老朽化や社会の変化にともない更新や再開発が必要である（参考文書参照）。あなたは専門分野の関連技術を活用してこのような更新・再開発の業務を実施することとなった。この業務の対象設定を最初に行い，以下の問いに答えよ。参考文書は，社会インフラについて述べているが，対象はプラントなどの産業インフラや構築された技術など広く捉えてよい。

- (1) プロジェクトを実施するときに，応用理学部門の技術者の立場で多面的な観点から課題を3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) すべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。
- (4) 業務遂行に当たり，技術者としての倫理，社会の持続可能性の観点から述べよ。

(2) インフラの老朽化

わが国では高度経済成長期に集中的にインフラが整備されたことから，今後，高齢化インフラの割合が加速度的に増加していく。2033年には道路橋の約63%，河川管理施設（水門等）の約62%，港湾岸壁の約58%が建設後50年以上となる見通しである。施設の老朽化の状況は立地環境や維持管理の状況等によって異なるが，建設後概ね50年以上経過すると，適切な維持管理がなされていないものは物理的に劣化していくと言われている。

2014～2018年度の間，全国ほぼすべての道路橋梁・トンネルが同一基準で点検された。その結果，橋梁の1割程度，トンネルの4割程度がⅢ（早期措置段階）・Ⅳ（緊急措置段階）判定とされており，これらは速やかに修繕する必要がある。

橋梁等のインフラの中には，適切に維持管理が行われ，100年以上使われているものもある。今後急増していく老朽化インフラをいかに計画的に，コストを抑えて維持管理，更新し，長寿命化を図っていくかが重要である。

日本経済団体連合会（2020）次期「社会資本整備重点計画」・「交通政策基本計画」に対する意見より，抜粋

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。）

安	定	解	析	や	安	定	計	算	の	方	法	、	地	盤	定	数	の	算	出	方	法	を	統
一	化	す	る	。	ま	た	、	地	下	水	位	デ	ー	タ	の	取	得	時	期	を	梅	雨	～
台	風	時	期	に	定	め	る	必	要	が	あ	る	。										
④	フ	ィ	ー	ド	バ	ッ	ク																
今	回	の	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	が	完	了	し	た	後	、	フ	ィ	ー	ド	バ	ッ	ク	を
行	い	、	ブ	ラ	ッ	シ	ユ	ア	ッ	プ	し	て	い	く	こ	と	が	求	め	ら	れ	る	。
(	3	)	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策							
①	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク														
道	路	土	工	は	コ	ン	ク	リ	ー	ト	構	造	物	と	は	違	い	、	地	盤	の	不	均
一	性	に	よ	る	地	質	リ	ス	ク	を	抱	え	て	い	る	。	適	切	な	調	査	設	計
を	行	っ	た	と	し	て	も	、	対	策	後	に	道	路	土	工	の	変	状	等	が	発	生
す	る	可	能	性	が	あ	る	。															
②	そ	の	対	策																			
1	)	専	門	委	員	会	で	リ	ス	ク	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	ー	シ	ョ	ン	で	き	る	体
制	を	つ	く	る	。																		
2	)	既	往	イ	ン	フ	ラ	の	対	策	工	事	中	に	変	状	等	が	発	生	し	て	い
な	い	か	動	態	観	測	を	実	施	す	る	。	ま	た	、	対	策	後	に	異	常	が	生
じ	て	い	な	い	か	定	期	点	検	を	実	施	す	る	。								
3	)	リ	ス	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	の	導	入	。									
対	策	後	に	変	状	等	が	発	生	し	た	場	合	は	、	変	状	等	の	発	生	要	因
と	影	響	の	大	き	さ	に	つ	い	て	検	討	を	行	う	。	リ	ス	ク	の	許	容	値
や	管	理	値	を	明	確	に	し	て	お	き	、	基	準	毎	に	対	応	を	決	め	て	い
く	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。														
(	4	)	倫	理	、	社	会	持	続	性	の	観	点	か	ら	み	た	留	意	事	項		

令和3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	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	環境地質および斜面災害地質

※

○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)	トンネル	維持管理・補修	における課題
	老朽化した	インフラの更新・再開発	業務の例として
	トンネルの	維持管理・補修	を例に述べる。この業務に
	おける課題	を観点と共に以下に述べる。	
	①	適切な地質リスクの評価	(観点：技術面)
	トンネルの	維持管理・補修	で重要となるのが、構造
	物の老朽化	と同様にトンネル地山の風化	などの経年に
	よる地質の	変化の対応である。地山が風化	すること
	新たな地質	リスクが発生する可能性があり、	いかに地
	質リスクを	適切に評価するかが課題である。	
	②	維持管理・補修の資金	(観点：コスト面)
	2014～2018	年度の間に点検されたトンネル	の4割程
	度がIII	(早期措置段階)・IV	(緊急措置段階)と評価
	されており、	これらのトンネルを全て補修	するにはか
	なりの資金	が必要である。これらのトンネル	をいかに
	経済的に	効率よく補修していくかが課題	である。
	③	トンネルに関する情報不足	(観点：管理面)
	トンネルに	関する過去の補修履歴や調査時	の地質情
	報といった	情報が不足、または、全く存在	しないとい
	った事例	がある。これらは、施工年度	が古かったり、
	県境トン	ネルのように管理者が異なる	場合に発生して
	いる。これ	らをいかに管理していくかが	課題である。
(2)	適切な地	質リスクの評価	に対する解決策
	上記の課	題の内、最も重要な課題は「適	切な地質リ
	スクの評	価」であると考える。なぜなら、	地質リスク

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和2年度 技術士第二次試験 答案用紙

○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。)

の	評	価	を	間	違	う	と	ト	ン	ネ	ル	構	造	に	重	大	な	支	障	を	与	え	る
可	能	性	が	あ	る	か	ら	で	あ	る	。	以	下	に	こ	の	課	題	に	つ	い	て	の
解	決	策	を	示	す	。																	
	①	3	次	元	地	質	モ	デ	ル	の	作	成											
	適	切	に	地	質	リ	ス	ク	を	評	価	す	る	た	め	に	は	、	地	質	リ	ス	ク
の	見	え	る	化	が	重	要	で	あ	る	と	考	え	る	。	そ	こ	で	、	ト	ン	ネ	ル
設	計	時	や	維	持	管	理	・	補	修	時	に	実	施	し	た	地	質	調	査	か	ら	3
次	元	地	質	モ	デ	ル	を	作	成	す	る	こ	と	を	提	案	す	る	。	こ	れ	に	よ
っ	て	、	ト	ン	ネ	ル	に	と	っ	て	、	リ	ス	ク	と	な	り	得	る	地	質	を	明
確	化	す	る	こ	と	が	で	き	、	適	切	に	地	質	リ	ス	ク	が	評	価	で	き	る
と	考	え	る	。																			
	②	リ	ス	ク	マ	ト	リ	ッ	ク	ス	に	よ	る	地	質	リ	ス	ク	の	評	価		
	適	切	に	地	質	リ	ス	ク	を	評	価	す	る	た	め	に	は	、	リ	ス	ク	の	定
量	評	価	が	重	要	と	な	る	。	定	性	評	価	で	は	、	専	門	技	術	者	の	技
量	に	依	存	す	る	部	分	が	大	き	く	、	適	切	な	評	価	が	で	き	な	い	可
能	性	が	あ	る	。	そ	こ	で	、	地	質	リ	ス	ク	マ	ト	リ	ッ	ク	ス	を	活	用
し	た	定	量	評	価	を	提	案	す	る	。	こ	れ	は	、	地	質	リ	ス	ク	の	程	度
を	ト	ン	ネ	ル	へ	の	影	響	度	に	地	質	リ	ス	ク	の	発	生	確	率	を	掛	け
合	わ	せ	た	も	の	で	表	現	し	た	も	の	で	あ	る	。	こ	れ	に	よ	っ	て	、
地	質	リ	ス	ク	を	数	値	化	し	、	定	量	評	価	が	で	き	る	と	考	え	る	。
(3)	新	た	な	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	対	策										
	上	記	の	解	決	策	を	実	行	し	て	も	生	じ	う	る	リ	ス	ク	に	つ	い	て
以	下	に	示	し	、	そ	の	解	決	策	を	述	べ	る	。								
	①	想	定	外	の	災	害	と	そ	れ	へ	の	対	策									
	適	切	に	地	質	リ	ス	ク	を	想	定	し	て	い	て	も	地	質	の	不	確	実	性

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。）

に	起	因	す	る	想	定	外	の	災	害	が	発	生	す	る	可	能	性	が	あ	る	。	こ
れ	に	対	し	て	は	い	か	に	災	害	発	生	予	測	精	度	を	向	上	さ	せ	る	か
が	重	要	と	な	る	。	そ	こ	で	、	A	I	を	用	い	た	災	害	予	測	を	提	案
す	る	。	例	え	ば	ト	ン	ネ	ル	坑	口	部	の	地	す	べ	り	で	あ	れ	ば	、	変
動	状	況	と	降	雨	の	情	報	を	学	習	さ	せ	、	A	I	に	よ	っ	て	、	地	す
べ	り	の	発	生	予	測	を	行	う	。													
	②	引	き	継	ぎ	不	足	と	そ	れ	へ	の	対	策									
	適	切	に	評	価	し	た	地	質	リ	ス	ク	が	今	後	の	ト	ン	ネ	ル	・	維	持
管	理	・	補	修	に	う	ま	く	引	き	継	が	れ	な	い	と	い	っ	た	リ	ス	ク	が
あ	る	。	こ	れ	に	は	、	さ	ら	な	る	地	質	リ	ス	ク	の	見	え	る	化	を	促
進	さ	せ	る	こ	と	を	提	案	す	る	。	具	体	的	に	は	リ	ス	ク	管	理	帳	を
活	用	し	た	引	き	継	ぎ	が	考	え	ら	れ	る	。	リ	ス	ク	管	理	帳	に	は	、
既	往	の	情	報	と	共	に	地	質	リ	ス	ク	を	整	理	す	る	。	こ	れ	に	よ	り
地	質	リ	ス	ク	が	明	確	化	し	、	引	き	継	ぎ	不	足	を	防	ぐ	こ	と	が	で
き	る	と	考	え	る	。																	
(	4	)	技	術	者	と	し	て	の	倫	理	・	社	会	の	持	続	可	能	性			
	業	務	を	遂	行	す	る	技	術	者	と	し	て	は	、	ま	ず	、	公	益	性	の	確
保	を	優	先	さ	せ	な	い	と	い	け	な	い	と	考	え	る	。	公	益	性	の	確	保
で	は	、	ト	ン	ネ	ル	利	用	者	の	安	全	と	地	域	住	民	の	安	全	を	優	先
さ	せ	る	。																				
	ま	た	、	自	然	環	境	を	考	え	て	業	務	を	遂	行	す	べ	き	で	あ	る	。
ト	ン	ネ	ル	の	補	修	に	お	い	て	も	周	辺	の	自	然	環	境	へ	の	影	響	を
最	小	限	に	す	る	必	要	が	あ	る	と	考	え	る	。								
																						以	上

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	I-1						

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

こ	こ	で	は	,	火	山	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	技	術	更	新	の	課	題	に	つ	い	て	
述	べ	る	。																					
(	1	)	火	山	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	技	術	更	新	の	課	題							
①	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	精	度	向	上														
	現	在	の	火	山	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	精	度	は	十	分	と	は	言	え	な	い	。	
	よ	っ	て	,	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	精	度	の	向	上	を	図	る	こ	と	が	課	題	で
	あ	る	。																					
②	デ	ー	タ	の	共	有																		
	現	在	,	火	山	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	は	国	,	研	究	機	関	,	民	間	企	業	
	が	独	自	に	実	施	し	て	い	る	ケ	ー	ス	が	多	く	,	デ	ー	タ	が	散	在	し
	て	い	る	の	が	現	状	で	あ	る	。	よ	っ	て	,	そ	れ	ら	の	デ	ー	タ	を	共
	有	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。												
③	技	術	者	の	育	成																		
	わ	が	国	に	は	1	1	1	も	の	火	山	が	存	在	す	る	に	も	関	ら	ず	,	モ
	ニ	タ	リ	ン	グ	に	係	る	技	術	者	が	不	足	し	て	い	る	。	よ	っ	て	,	技
	術	継	承	を	含	め	,	技	術	者	を	育	成	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。
(	2	)	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	精	度	向	上	に	対	す	る	解	決	策					
	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	は	,	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	精	度	向	上	で	
	あ	る	。	な	ぜ	な	ら	,	火	山	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	技	術	の	更	新	に	は	,
	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	精	度	の	向	上	が	欠	か	せ	な	い	か	ら	で	あ	る	。	
	以	下	に	課	題	を	述	べ	る	。														
①	観	測	網	の	強	化																		
	観	測	機	器	の	設	置	状	況	を	G	I	S	に	表	示	し	,	不	足	が	認	め	ら
	れ	る	地	点	に	観	測	機	器	を	設	置	す	る	。	ま	た	,	老	朽	化	が	認	め
	ら	れ	る	観	測	機	器	の	交	換	を	行	う	。										

○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	通信環境の整備
リアルタイムで観測データを収集・解析するためには、通信環境の整備が欠かせない。しかし、多くの火山は通信環境が整備されているとはいい難い。よって、通信環境が未整備な火山周辺の通信環境を整備する。	
③	4次元シミュレーションの導入
4次元モデルを作成し、時間経過に伴った被災予想を実施することによって、予想力が高まり、モニタリング精度が向上すると考える。4次元シミュレーションを導入は、モニタリング精度向上の一助となると考える。	
(3)	新たに生じうるリスクとその対策
①	データの信頼性が担保できない
データ量が膨大となり、中には信頼性が低いデータが混入し、データの信頼性が担保できないことがリスクとして挙げられる。これに対しては、AIやビッグデータを用いて信頼性が乏しいデータを抽出し、最後は技術者が判定を行う。	
③	想定外の噴火が発生する
モニタリングを実施していても、想定外の噴火が発生することがリスクとして挙げられる。これに対しては、噴火の兆候が見られたら「空振り」を覚悟で噴火に関する情報を配信し、人的被害等を最小限に留めるよう努める。	
(4)	業務を進めるための要件・留意点

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号					
問題番号	I - 1				

技術部門	応用理学 部門
選択科目	地質
専門とする事項	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

1	<p>砂防施設 の 維持管理 ・ 更新 に おける 課題</p> <p>気候変動による災害の激甚化に伴い、土砂災害のリスク高まる。砂防施設の維持管理 ・ 更新は必要。</p> <p>① 老朽化した砂防施設の更新</p> <p>老朽化すると機能不全になるので更新が必要。事後対応だとコスト高になる。</p> <p>② 災害の激甚化による性能不足への対応</p> <p>集中豪雨の発生などにより、今まで想定していた外力以上の自然現象の発生リスクがある。既存施設が現在の気象条件に適合していない場合は更新が必要である。</p> <p>③ 維持管理 ・ 更新が必要な時期が集中することへの対応</p> <p>高度経済成長期に集中的に整備された砂防施設の更新時期は集中する。維持管理や更新を進めるための技術者が不足する。これから継続的な維持管理が必要であるが、人口減少が進んでいるため、人材確保が課題となる。</p>
2	<p>維持管理 ・ 更新が必要な時期が集中することへの対応に対する解決策</p> <p>社会や気象条件の変化に合わせて継続的に維持管理 ・ 更新をしていくことが必要である。</p> <p>① 人材育成 ・ 教育</p> <p>地方自治体や官民の枠を超えた教育プログラム。テ</p>

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。）

	レ	ビ	会	議	も	利	用	。																
②	新	技	術	の	積	極	的	活	用															
	効	率	化	を	図	る	た	め	、	G	I	S	や	B	I	M	／	C	I	M	に	よ	る	
	デ	ー	タ	ベ	ー	ス	化	を	図	る	。	今	後	の	維	持	管	理	に	も	役	立	つ	
	山	中	の	砂	防	施	設	点	検	時	に	は	ド	ロ	ー	ン	を	活	用	し	、	異	常	
	が	認	め	ら	れ	た	場	合	に	直	接	点	検	す	る	な	ど	の	メ	リ	ハ	リ	を	
	つ	け	る	。																				
③	他	分	野	と	の	連	携	・	協	力														
	立	地	適	正	化	計	画	や	地	域	の	ま	ち	づ	く	り	計	画	、	道	路	計	画	、
	防	災	計	画	等	と	連	携	を	図	り	、	砂	防	施	設	の	更	新	に	対	す	る	
	優	先	度	を	設	定	し	て	、	効	果	的	な	更	新	を	図	る	。	人	命	と	ネ	
	ッ	ト	ワ	ー	ク	を	優	先	す	る	。													
3	．	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	対	策							
①	デ	ー	タ	ベ	ー	ス	化	の	初	期	コ	ス	ト											
	全	て	同	じ	レ	ベ	ル	で	デ	ー	タ	ベ	ー	ス	化	を	図	る	と	コ	ス	ト	が	
	膨	大	に	な	る	。	位	置	は	G	I	S	で	整	理	し	、	更	新	が	必	要	な	施
	設	は	B	I	M	／	C	I	M	化	を	図	る	等	メ	リ	ハ	リ	を	つ	け	る	。	
②	優	先	度	が	低	い	地	域	へ	の	対	応												
	優	先	度	が	低	い	と	判	断	さ	れ	る	地	域	で	は	、	砂	防	施	設	の	更	
	新	に	あ	る	程	度	の	期	間	を	要	す	る	。	ソ	フ	ト	対	策	を	含	め	た	
	対	応	や	、	低	コ	ス	ト	で	機	能	を	高	め	ら	れ	る	よ	う	な	技	術	開	
	発	な	ど	が	望	ま	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

I-2 全球的な気候システムの変動によって、海面水位の上昇が懸念されている。図1は、1880年～2014年の世界平均海面水位の経年変動を示したものである。

一方、気象庁(2020)※によれば日本沿岸の年平均海面水位は、21世紀末には20世紀末に比較して、4℃上昇シナリオの下では0.71m(95%信頼区間で0.46～0.97m)、2℃上昇シナリオの下では0.39m(同0.22～0.55m)上昇すると推定されている。

また、図2は地球温暖化対策を示したもので、温室効果ガスの排出削減対策(緩和策)と、気候変動の影響による被害の回避・軽減対策(適応策)は車の両輪と位置づけられている。1999年には「地球温暖化対策推進法」が、2018年には「気候変動適応法」が施行され、緩和策だけでなく適応策も推進する段階に入っている。

上記のような状況を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 応用理学部門の技術者の立場で多面的な観点から海面水位の上昇に関わる課題3つを抽出し、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。

※気象庁(2020)：日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—
(詳細版) 2020年12月 文部科学省・気象庁

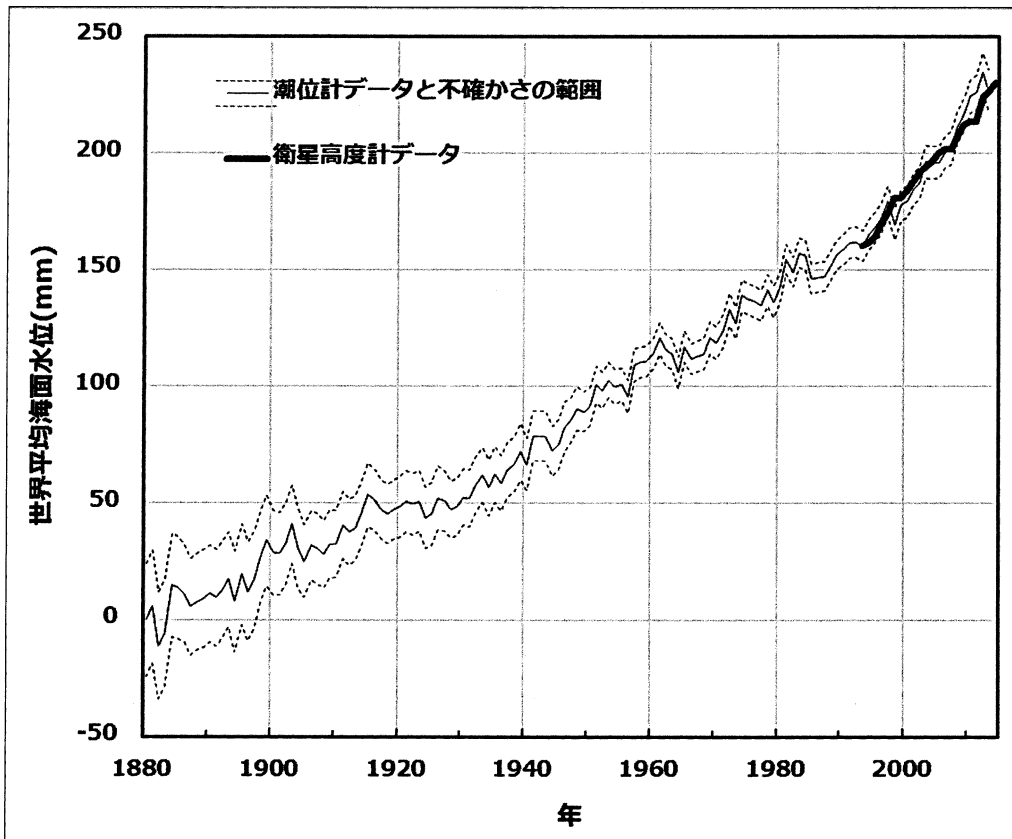


図1 世界平均海面水位（1880年～2014年）

（出典：豪州連邦科学産業研究機構(CSIRO)気候科学センター，世界平均解析値をもとに図化）

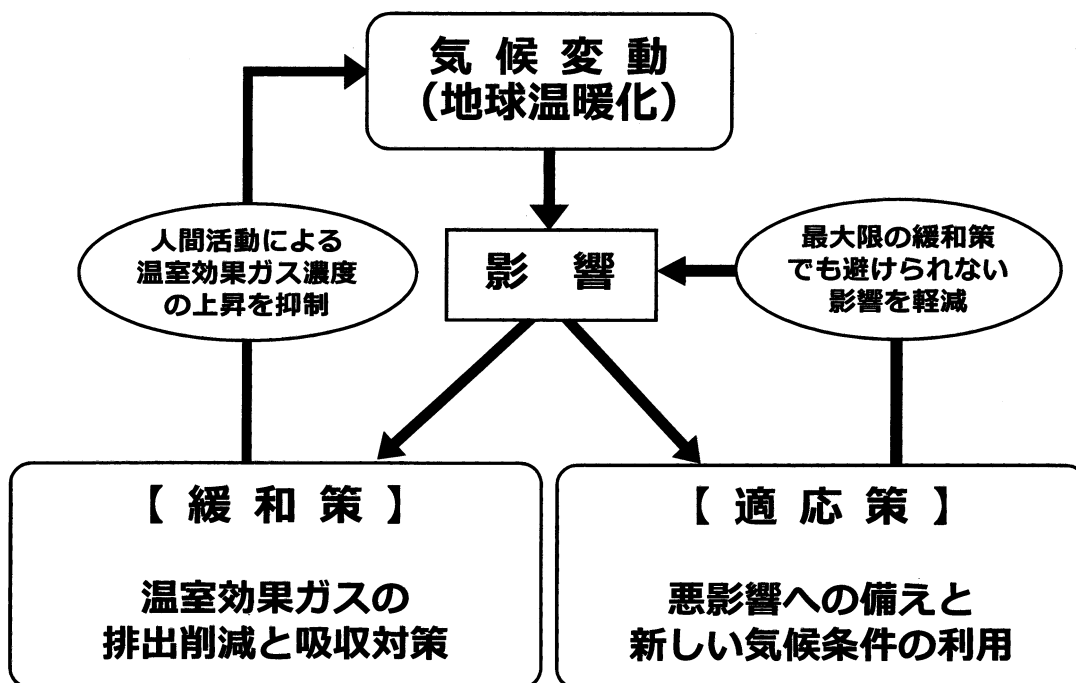


図2 気候変動と緩和策・適応策の関係

（出典：文部科学省 気象庁 環境省：気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート『日本の気候変動とその影響』（2012年度版）より引用・一部改変）

I-2：再現答案

1 1. 課題の抽出

2 多面的な観点から課題3つを抽出し、それについて
3 観点とともに以下に示す。

4 (1) 技術的および制度的な観点から、いかに事前の
5 備えを推進するかが課題となる。

6 地球温暖化による気候変動の影響で、近年の自然災
7 害は激甚化・高頻度化している。海面水位の上昇によ
8 って、台風時の高潮の被害や津波時の浸水の被害が大
9 きくなることが懸念される。被害を軽減するためには、
10 事前の備え（事前防災）が求められる。

11 (2) 技術的および社会的な観点から、いかに被害を
12 軽減するかが課題となる。

13 異常気象により水風災の被害が拡大している。今後、
14 想定を上回る災害が発生した場合に、それを完全に防
15 ぐことは困難でも、被害を軽減することが重要である。

16 (3) 社会的な観点から、いかに二酸化炭素の排出を
17 抑制するかが課題となる。

18 2050年のカーボンニュートラルに向けて、二酸化炭
19 素の排出を実質ゼロにすることが推進されている。こ
20 のような中で、排出される二酸化炭素の量を抑制して
21 いくことが求められる。

22 2. 最も重要な課題と複数の解決策

23 今後の自然災害を軽減・回避するためには事前の備
24 えが重要と考えることから、最も重要な課題として

25 「いかに事前の備えを推進するか」を取りあげ、それ

1 に対する複数の解決策を以下に示す。

2 (1) 新技術の活用

3 気象データなどの膨大なデータを解析するために A
4 I 技術を活用する。それにより、ビッグデータの解析
5 が可能となり、気象予報や災害予測の精度の向上を図
6 る。

7 (2) わかりやすい情報の発信

8 防災に関する情報はすでに発信されているが、事業
9 者や国民に広く行き渡っていないのが現状である。そ
10 のため、災害が発生した場合の被害状況について 3 次
11 元モデルや V R、A R を活用することで理解の促進を
12 図る。

13 (3) 防災意識の向上

14 地域や個人によって避難の方法や経路は多様となる。
15 そのため、個人でマイ・タイムラインを作成し、自分
16 の避難方法や経路を確認し、防災意識の向上を図る。
17 これにより、避難の迅速化が期待される。

18 3 . 生じうるリスクとそれへの対策

19 解決策を実行しても生じうるリスクを抽出し、それ
20 への対策と併せて以下に示す。

21 (1) ハード対策の遅れ

22 ソフト対策が先行することで、ハード対策が遅れる
23 可能性が懸念される。

24 それへの対策としては、ソフト対策とハード対策を
25 一体となって推進することである。ソフト対策の変更

1 に 伴 い 、 ハ ー ド 対 策 を 都 度 更 新 し て い く 。

2 (2) A I の 誤 判 断

3 A I 技 術 は 膨 大 な 教 師 デ ー タ を 用 い た デ ィ ー プ ラ ー
4 ニ ン グ に よ り 行 わ れ る 。 解 析 の 過 程 や 判 断 の 根 拠 は ブ
5 ラ ッ ク ボ ッ ク ス 化 し や す い た め 、 A I が 誤 っ た 判 断 を
6 下 し た 場 合 の 原 因 を 解 明 で き な い 可 能 性 が あ る 。

7 こ れ へ の 対 策 は 、 解 析 過 程 の 「 見 え る 化 」 で あ る 。
8 ま た 、 最 終 的 な 判 断 は 人 (専 門 技 術 者) が 行 う こ と も
9 重 要 で あ る 。

10 4 . 必 要 と な る 要 件

11 (1) 関 係 者 間 の リ ス ク コ ミ ュ ニ ケ ー シ ョ ン

12 事 前 防 災 を 推 進 し て も 、 想 定 を 上 回 る 災 害 が 発 生 す
13 る 可 能 性 は あ る 。 そ の た め 、 行 政 や 事 業 者 、 住 民 も 含
14 め た リ ス ク コ ミ ュ ニ ケ ー シ ョ ン を 確 立 し 、 共 有 す る こ
15 と が 重 要 で あ る 。

16 (2) 住 民 と の 合 意 形 成

17 ハ ー ド ・ ソ フ ト 対 策 を す べ て の 地 域 で 一 度 に 実 施 す
18 る こ と は で き な い 。 そ の た め 、 優 先 順 位 を つ け る 必 要
19 が あ る 。 対 策 を 後 回 し に し た 地 域 住 民 か ら は 反 発 の 声
20 が 挙 が る 可 能 性 が あ る た め 、 事 業 の 内 容 や 方 針 に つ い
21 て 誠 実 な 態 度 で 丁 寧 に 説 明 し 、 住 民 の 理 解 を 得 る こ と
22 が 大 切 で あ る 。 説 明 の 際 に は 、 BIM/CIM に よ る 3 次 元 モ
23 デ ル を 活 用 し 、 住 民 の 理 解 を 促 す 。 住 民 と の 合 意 形 成
24 に よ り 、 事 業 を 円 滑 に 進 め る こ と が で き る 。

25

以 上

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	I - 2						

技術部門	応用理学 部門
選択科目	地質
専門とする事項	環境地質

○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) 海面上昇に関わる課題																								
地球温暖化による海面上昇により、以下課題と考えられる。																								
① 海面上昇に伴う海岸浸食																								
海面上昇に伴い沿岸流の影響が強くなり、海岸漂砂が増加することから、海岸の堆砂・浸食が活発化する。																								
② 塩淡水境界移動に伴う植生への影響																								
海域と陸域の地下水は塩淡水境界で境されており、海面上昇により塩淡水境界が陸域へ前進することにより、淡水を必要とする農作物を含めた植生への影響が懸念される。																								
③ 塩害によるインフラ設備の損傷																								
海面上昇による越波や潮風の増加により、塩害によるインフラ設備の弱体化が生じる。																								
(2) 海岸浸食に対する解決策について																								
① 養浜																								
海岸浸食がすすんでいる箇所に土砂を浚渫し、人工的に海浜を養浜する。																								
② 離岸堤の設置																								
沿岸流により海岸浸食が発達する箇所に離岸流を設置することにより沿岸流をコントロールし、海岸の浸食場から堆積場へ変化させる。																								
③ 消波ブロックの設置																								

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。)

超	波	に	よ	る	海	岸	浸	食	を	防	止	す	る	た	め	、	消	波	ブ	ロ	ッ	
ク	を	設	置	す	る																	
(3)	解	決	策	を	実	行	し	て	も	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	対	応
に	つ	い	て																			
①	養	浜	に	よ	る	濁	り	の	発	生												
養	浜	に	用	い	る	材	料	に	山	砂	な	ど	シ	ル	ト	な	ど	細	粒	な	成	分
を	含	む	土	砂	を	使	用	し	た	場	合	は	海	浜	に	濁	り	が	生	じ	る	場
合	が	あ	る	。	よ	っ	て	、	シ	ル	ト	な	ど	濁	り	を	生	じ	さ	せ	る	細
粒	成	分	の	含	有	が	少	な	い	、	淘	汰	の	良	い	砂	材	料	を	使	用	す
る	必	要	が	あ	る	。																
②	沿	岸	流	に	よ	る	養	浜	サ	イ	ク	ル	の	復	元							
海	岸	浸	食	対	策	の	た	め	養	浜	を	実	施	し	た	場	合	、	沿	岸	流	
に	よ	り	海	岸	の	砂	は	移	動	し	て	し	ま	う	た	め	、	同	一	箇	所	
に	お	い	て	継	続	的	に	養	浜	を	実	施	す	る	必	要	が	あ	る	。	そ	
の	場	合	、	半	永	久	的	に	養	浜	を	継	続	す	る	必	要	が	あ	る	こ	
と	か	ら	、	持	続	的	な	養	浜	サ	イ	ク	ル	復	元	の	た	め	、	河	川	
か	ら	の	砂	供	給	量	を	増	加	さ	せ	て	、	自	然	に	海	浜	が	成	長	
す	る	シ	ス	テ	ム	を	作	る	必	要	が	あ	る	。								
③	浚	渫	の	抑	制																	
河	川	か	ら	発	生	し	た	土	砂	は	沿	岸	流	に	よ	り	海	岸	を	形	成	
し	て	い	く	。	河	口	で	の	土	砂	浚	渫	や	沿	岸	流	で	流	さ	れ	た	
漂	砂	を	港	湾	施	設	で	浚	渫	し	た	場	合	は	移	動	す	る	漂	砂	が	
減	少	す	る	こ	と	か	ら	、	浚	渫	し	た	土	砂	を	沿	岸	流	の	流	れ	
に	沿	っ	て	戻	す	こ	と	が	必	要	と	な	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。）

(4)業務遂行にあたり技術者としての倫理、社会の持																									
続性可能性の観点から必要となる要件・留意点																									
① 相対的海水準変動への対応																									
太平洋沿岸を中心にプレートによる地殻変動に伴																									
い、北海道東部では年1cm以上の沈降が起きるこ																									
とから、地球温暖化による海面上昇とは別に相対																									
的に海面が上昇している。地殻変動は地震をトリ																									
ガーとして沈降から隆起に変わるなど地域によっ																									
て異なることから、地域の段丘形成史など確認し、																									
地殻変動による相対的海水準変動も検討する必要																									
がある。																									
② 沿岸流による漂砂の復元																									
離岸堤や消波ブロック設置により沿岸流や超波に																									
よる浸食を防止し、堆砂を促進する効果が期待で																									
きる。一方、これら施設は沿岸流による漂砂を阻																									
害する要因となることから、河口からの漂砂が十																									
分供給された場合は既存施設を撤去し、自然に海																									
岸が沿岸漂砂により形成されることが望ましい。																									

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

問 題 文

(選択科目)

～17-1 物理及び化学～

令和3年度技術士第二次試験問題〔応用理学部門〕

17-1 物理及び化学【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 材料内部の微視的組織の3次元情報を取得する方法の例を2つ挙げ，それぞれの方法について，原理と特徴を含めて説明せよ。

Ⅱ-1-2 光の干渉効果を利用した計測装置を2つ挙げ，それぞれについて，計測対象と計測の原理及び特徴について説明せよ。

Ⅱ-1-3 フーリエ変換を利用した分光測定法を1つ挙げ，その原理と特徴，代表的な分析化学への応用例を述べよ。

Ⅱ-1-4 触媒について，均一系触媒と不均一系触媒の代表的な例を1つずつ挙げ，それぞれの特徴を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ あなたの会社の分析部門に，放射性同位体（RI）を用いた分析システムを新たに構築することになり，あなたはその設置担当責任者となった。業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- （１）調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）業務を進める手順を列挙して，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 自社工場で生産しているある製品の歩留まりを向上させるために，生産ラインのモニタリングシステムを導入することになった。あなたがその担当責任者として業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- （１）調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）業務を進める手順を列挙して，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。

17-1 物理及び化学【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 自動運転車は，運転者の負担を軽減するだけでなく，自律分散型社会におけるインフラとして位置づけられており，完全自動運転の実現が求められている。このような状況を考慮し，以下の問いに答えよ。

- (1) 完全自動運転を実現するに当たって，技術者としての立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) すべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ-2 世界人口の増加に伴い，将来の食糧不足が指摘されている。食に関する問題は「持続可能な開発目標（SDGs）」でも指摘され，最近でも，科学技術振興機構（JST）が共催した「2050年の食卓」と題した集会が開催されるなど，食の未来と科学技術の関わりについての議論が活発化している。このような状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) 将来における食糧不足の問題への対策を実施するに当たって，技術者としての立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を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。

問 題 文

(選択科目)

～17-2 地球物理及び地球化学～

17-2 地球物理及び地球化学【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 地震に伴って津波の発生が危惧されるのはどのような場合か。津波が発生する仕組みに基づいて説明せよ。また，津波の発生を予測するための手順について概要を説明せよ。

Ⅱ-1-2 海面の波は，その場の水深と波長の関係によって波の速さが異なる。波長に比べて水深が大きい場合と，逆に波長に比べて水深が小さい場合について，それぞれ波が一般にどのように呼ばれるか，また波の速さと波長，水深の関係を説明せよ。さらに，これらの特徴を踏まえて，水深千mを超える外洋で風波が伝搬するときの特性，及び風波が遠浅の海岸に進入した場合どのように変化するかを述べよ。

Ⅱ-1-3 ある地点の標高はジオイドを用いて求められる。ジオイドとはどのようなものか説明しながらジオイドを用いて標高を求める手法を示せ。その際，標高を求めるときに併せて一般的に用いられる準拠楕円体についても説明せよ。

Ⅱ-1-4 地球化学的手法による地下構造の調査（例えば，地下水利用，資源探査，地熱探査，地層処分など）について，代表的手法を2つ挙げ，それぞれの目的，測定方法・原理，適用事例，並びに留意点を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案用紙に解答設問番号を明記し，答案用紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 大規模な工事や資源開発を行うときに生じる環境問題について検討が必要となった。あなたの関連する技術を活用して，このような課題に対応するとき下記の問いに答えよ。

- (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 あなたが専門とする技術分野で必要とされるデータを高精度かつ膨大に取得することを目指して，最新のスマートセンシング技術を活用し，従来の測定効率を大幅に改善できる新たな測定システムを開発することとなった。あなたがこの測定システムの開発責任者に選ばれた場合を想定して，下記の内容について記述せよ。

- (1) 新たな測定システムを開発するに当たりあらかじめ調査・検討すべき事項として，従来の測定システムの概要と問題点について説明せよ。その際，測定対象を明記せよ。
- (2) 最新の技術を利用した測定システムの概要とそのメリットを述べよ。さらに開発を進める手順を列挙し，項目ごとに留意すべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (3) 開発担当責任者として業務を効率的・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。

17-2 地球物理及び地球化学【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。)

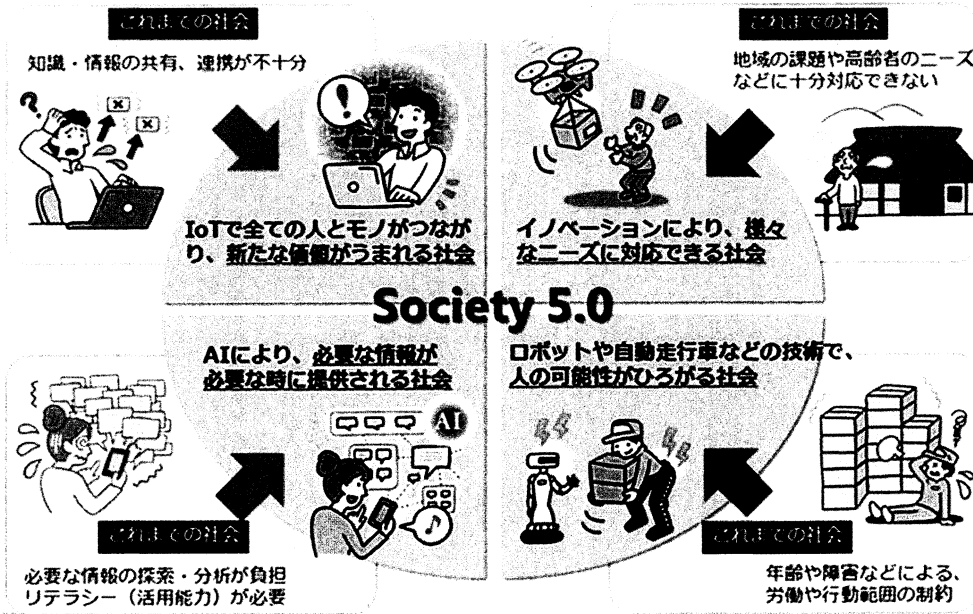
Ⅲ-1 第5期科学技術基本計画において、人間中心の社会Society 5.0が提唱された(参考資料)。そこでは防災が、Society 5.0による新たな価値の事例の1つとして取り上げられている。近年、台風や豪雨による被害が激甚化しつつあり、また南海トラフ地震など大規模地震が予想されている中で、自然災害に対する防災・減災の分野においても、科学技術イノベーションに基づいた高度化によって、人的・経済的被害を軽減することが求められている。

上記の状況を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 自然災害による人的・経済的被害の軽減のために必要とされる対策について、技術者としての立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し、その内容を観点とともに示せ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、Society 5.0が基盤とするような新たな技術の進展を踏まえて、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述べよ。

参考資料：Society 5.0で実現する社会

Society 5.0で実現する社会は、IoT (Internet of Things) で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これらの課題や困難を克服します。また、人工知能 (AI) により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されます。社会の変革 (イノベーション) を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合あえる社会、一人一人が快適で活躍できる社会となります。



(内閣府 科学技術政策 Society 5.0)

Ⅲ－２ 近年世界中で流行している新型コロナウイルスの影響により、各種プロジェクトの実施も大きな影響を受けている。地球物理及び地球化学の技術者が関わるものも例外ではなく、感染症の拡大防止など新たに配慮すべき事項の出現により、従来とは異なる取組が求められている。あなたは当該プロジェクトを統括する立場であり、その実施場所はあなたの執務場所から遠隔地にある。

上記のような状況下において専門技術を踏まえながら以下の問いに答えよ。

- (1) 新型コロナウイルスの影響に伴い出現した新たに配慮すべき事項に対処するため、技術者としての立場で取り組むべき課題について、具体的な地球物理又は地球化学に関わるプロジェクトを想定しながら多面的な観点から3つ課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題への解決策を複数示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について考えを示せ。

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～17-3 地質～

17-3 地質【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 地すべり斜面の動態観測のうち，地中変動を観測するための計器を2つ挙げ，それぞれの原理と使用上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 原理の異なる2種類の孔隙率（間隙率）測定法を挙げ，それぞれの測定原理を説明し，その特色と留意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 現時点で適用可能な地下水年代評価手法を2種類挙げ，それぞれの原理と対象とする時間スケールを示せ。さらに，その中から1種類の手法に関して，年代評価に当たり留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ-1-4 地形調査に用いられる航空レーザ測量の基本原理と適用上の留意点を述べよ。また，航空レーザ測量成果の活用例について，本手法を用いる優位性を示しながら説明せよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-1

技術部門	応用理学 部門
選択科目	地質
専門とする事項	環境地質

○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。

	地すべり斜面の動態観測のうち、地中観測に用いる計器は以下の通りである。
①	パイプひずみ計 パイプに設置した各深度のひずみゲージを用いて、地すべり変異に伴うゲージの伸び・縮みを電気抵抗値（ストレイン）として、観測する。地すべり方向が分かっている場合は1方向、分からない場合は2方向にひずみゲージを設置する。各深度の地すべり変異を経時的に観測出来るが、変異は電気抵抗変化のストレインで表されることから、変位量は概ねの推定でしか表現できない。
②	孔内傾斜計 ボーリング孔内にガイドパイプを設置して、地すべり移動に伴う各深度の傾斜量について傾斜計を用いて観測する。孔内ひずみ計より変位量の大きな地すべりでも適用出来る特色を持つが、観測は前回計測と今回計測の傾斜量の差を用いることから、時系列な経時変化は把握できない。

●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-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。）

地すべり斜面の動態観測のうち、地中変動を観測する ための計器の原理と使用上の留意点を述べる。
(1) 孔内傾斜計
(Ⅰ) 原理
ボーリング孔内にアルミガイド管を挿入し、セメント ミルク等で固定する。その後、定期的にガイド管内に 傾斜計を挿入し、各深度での傾斜の方向と程度を計測 する。
(Ⅱ) 留意点
① 地すべり測線方向と、ガイド管の溝の方向を合わ せる。
② ボーリング孔は孔曲りが無いよう、高品質ボーリン グを用いる。また、必要に応じて孔曲り測定を実施す る。
③ 計測機器による測定誤差が無いよう、同一メーカ ー・同一種の傾斜計を用いる。
(2) 多層移動量計
(Ⅰ) 原理
ボーリング孔の所定の深度にセンサー付きの棒を挿入 し、当該深度の傾斜方向と程度を計測する。
(Ⅱ) 留意点
・挿入可能な棒の本数が限られるため、挿入深度は慎 重に検討を行う。

技術士第二次試験 APEC-semi 答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-1

技術部門	応用理学 部門
選択科目	地質
専門とする事項	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

1	<p>地すべり斜面における地中変動観測計器 すべり面深度を把握できるのはパイプ歪計と挿入式 孔内傾斜計</p>
2	<p>パイプ歪計の原理と使用上の留意点 <原理> 塩ビパイプに1m等の間隔で歪ゲージ張り付 けられた歪パイプを調査孔に挿入し、その塩ビパイ プが地すべり変動によって曲げられたときの、歪ゲ ージが変形による歪量を計測する。 <使用上の留意点> 水位観測孔と併用されることがあ り、その場合砂充填となる。充填不足だとノイズ拾 いやすい。耐用年数が5年程度であり、それ以上の 長期観測には適さない。</p>
3	<p>挿入式孔内傾斜計の原理と使用上の留意点 <原理> 4方向のみぞが付いたガイドケーシングに車 輪のついたプローブを挿入し、50cm間隔で引き上 げ各深度の傾斜量を測定する。傾斜量から各深度の 移動量を算出することができる。 <使用上の留意点> 経時データの取得や積雪地での冬 期間の計測には適さない。変動量の大きな地すべり 地ではケーシングが変形してそれ以深の計測ができ なくなるので、固定式孔内傾斜計の設置等の対応が 必要となる。</p>

II-1-4 : 再現答案

1 1 . 基本 原理

2 航空機に乗せたレーザ発射装置から地表に向かって
3 レーザを発射し、樹木や建物、地表面で反射した反射
4 波を受信する。一般的には水中を透過することができ
5 ないため、グリーンレーザによる測定が併用されてい
6 る。

7 2 . 適用 上 の 留意 点

8 得られたままのデータは樹木や建物のデータも含ま
9 れており、地表面のみのデータではない。そこで、フ
10 ィルタリング処理を行うことにより、樹木や建物の影
11 響を取り除くことができる。このようにして得られた
12 データはグラウンドデータと呼ばれ、DEM（数値標
13 高地図）として提供されている。DEMはメッシュで
14 区切られた標高データであり、メッシュの大きさと精
15 度が異なる。

16 3 . 活 用 例

17 活用例として「斜面の微地形」を取り挙げる。

18 斜面の微地形はこれまで空中写真や地形図を判読し
19 て抽出していたが、樹木や影の影響でうまく抽出でき
20 ない場合があった。航空レーザ測量による地形図は、
21 標高で10～15cm程度の精度をもつことから、微地形を
22 抽出することができる。重力変形の進行により深層崩
23 壊が懸念される斜面は、先駆的に線状凹地や小崖が現
24 れる。航空レーザ測量の活用により、斜面崩壊の可能
25 性を評価することができる。 以上

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（青色の答案紙に解答設問番号を明記し，答案紙２枚を用いてまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 放射性廃棄物の地層処分を適切に実施するためには，将来の地形変化を予測することが重要であり，長期的な隆起量の把握が必要である。海成段丘が発達する日本列島の沿岸域において，過去10万年程度の隆起量を評価するための調査を実施するに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 調査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 トンネル工事では高圧で多量の湧水が突然生じることがあり，坑内では切羽等の崩壊や土砂流出を引き起こすことがあり，また地表では湧水が生じる等の大きな影響を及ぼす場合がある。このような事象の発生に対応するため，施工前から施工後に実施する水文調査は重要である。

一般的なトンネル工事において実施される水文調査に関して，以下の問いに答えよ。

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

問題番号: II-2-1

(1)調査検討すべき事項とその内容

①海成段丘面の把握

海成段丘は海岸に沿って発達する平坦面からなり、段丘面はその時代の海面を表していることから、地形図や空中写真判読により海成段丘区分を行う。

②海成段丘の標高と年代把握

海成段丘から求められる隆起量は海面からの標高と年代より求めることが出来ることから、段丘面の標高を把握するとともに、段丘を形成する地層の年代を求める。

③隆起量計算

その時代の海面を表す段丘の標高および年代と現在の海面標高と年代の差分より、隆起量を計算する。現在の海面標高に対して海成段丘面が高い場合は隆起、低い場合は沈降していると考えられる。

(2)調査手順および留意する点、工夫を要する点

①既往資料の収集・整理

海成段丘は調査地域一帯に発達している場合が多いことから、既往資料より調査地周辺の海成段丘区分および年代について把握する。

②地形区分図の作成

空中写真や地形図を用いて、地形(段丘)区分図を作成する。海岸地形は人工改変による影響を強く受けることから、必要に応じて人工改変前の空中写真や地形図より地形区分を行う。

③海成段丘の高さ測量

海成段丘面の標高を地形図もしくは測量により把握する。海成段丘は緩く海側へ傾斜する場合が多いが地殻変動により逆傾斜になる場合もある。

④海成段丘を構成する地層の年代測定

海成段丘を構成する植物や生物遺骸を用いた放射性炭素炭素年代測定法(C14年代測定法)により海成段丘の年代を把握する。ただし、C14年代測定は過去5万年程度までしか測定出来ないことから、さらに古い年代測定は火山灰のジルコンを使ったK-Ar年代測定法などを用いる。また海成段丘には上記の従来方法で年代測定可能な試料が採取出来ないことが多い。その場合、砂に含まれる石英など鉱物に含まれる放射線量を測定する光ルミネッセンス法を用いると年代測定が可能な場合がある。

⑤海成段丘を構成する地層の年代指標となる火山灰分析

海成段丘に挟在する火山灰を火山ガラスの屈折率や鉱物組成等を用いた測定により火山灰を同定し、年代が分かっている広域テフラ等と比較して、年代の指標とする。

⑥隆起量計算

段丘の標高および年代と現在の海面標高と年代の差分より、隆起量を計算する。隆起の原因は地殻変動による地域ごとの隆起と氷床の凍結融解による凡世界的海面変動に区分さ

れる。海成段丘の標高と年代に対して、凡世界的海面変動曲線(Haq カーブ等)と比較し、凡世界的海面変動に対して地域固有の地殻変動も影響しているか検討する必要がある。

(3)関係機関との調整方策

海成段丘の調査は地形、地質など各分野の専門技術者によって作業する必要がある。例えば火山灰が海成堆積物中に挟在していても、その試料採取位置が一次堆積物ではなく、波浪等による二次堆積した地層の可能性もある。よって、採取した試料が適正なものかは露頭による観察を相互が確認し、室内試験分析者が目的に応じた分析をする必要がある。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

(1) 調査、検討すべき事項とその内容
以下に、調査・検討すべき事項を述べる。
① 段丘の分布状況
調査対象地の段丘堆積物の分布状況（低位、中位、高位等）を明らかにし、それぞれの段丘面の分布範囲や層厚を明らかにする。
② 段丘の形成年代
それぞれの段丘面の形成年代を明らかにする。
(2) 業務の手順
① 地形判読
地形図や空中写真を用いた地形判読を実施する。地形が人口改変されている可能性があるため、地形図や空中写真は作成年代や撮影年代が異なるものを用いるよう留意する。また、現行地形図に判読結果をプロットしたものを電子化し、現地で活用できるよう工夫する。
③ 地表踏査
地形判読結果に基づき地表踏査を実施し、段丘堆積物の分布状況を明らかにする。踏査は、植生の少なく得られる情報が多い春季や晩秋から初冬にかけて実施するよう留意する。また、各段丘面の分布範囲をマーキングし、一目で判別できるよう工夫する。
③ トレンチ調査
より多くの段丘面が確認できる地点で、トレンチ調査を実施し調査の精度向上を図る。この際、各段丘面

○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。）

に	火	山	灰	や	化	石	な	ど	の	年	代	を	同	定	で	き	る	も	の	が	含	ま	れ
て	い	れ	ば	年	代	測	定	を	実	施	し	,	各	段	丘	面	の	形	成	年	代	を	特
定	す	る	こ	と	で	,	隆	起	速	度	を	評	価	す	る	こ	と	に	留	意	す	る	。
(	3	)	関	係	者	と	の	調	整	方	策												
①	発	注	者	と	の	調	整																
	業	務	を	効	果	的	に	進	め	る	た	め	に	,	発	注	者	と	コ	ミ	ュ	ニ	ケ
一	シ	ョ	ン	を	密	に	と	り	,	後	戻	り	の	な	い	よ	う	心	掛	け	る	。	ま
た	,	不	測	の	事	態	に	遭	遇	し	た	ら	,	有	識	者	を	交	え	た	委	員	会
等	を	組	織	し	,	有	識	者	の	助	言	を	活	用	し	業	務	を	進	め	る	よ	う
に	す	る	。																				
②	地	権	者	と	の	調	整																
	業	務	を	効	率	的	に	進	め	る	た	め	に	は	,	地	権	者	の	理	解	・	同
意	が	不	可	欠	で	あ	る	。	こ	れ	に	対	し	て	は	,	事	業	の	必	要	性	を
粘	り	強	く	説	明	し	,	普	段	か	ら	リ	ス	ク	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	一	シ	ョ	ン
を	と	る	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	応用理学
選択科目	地質
専門とする事項	

※

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

(1)	調 査 、 検 討 す べ き 事 項
①	検 討 す べ き 事 項
1)	地 質 ・ 水 理 特 性 の 把 握
	地 質 構 造 や 帯 水 層 、 地 下 水 の 流 動 方 向 に つ い て 把 握 す
	る 必 要 が あ る 。 特 に ト ン ネ ル ル ー ト に 影 響 す る 断 層 の
	有 無 に つ い て 注 視 す る 必 要 が あ る 。
2)	施 工 前 ～ 施 工 後 の モ ニ タ リ ン グ 調 査
	ト ン ネ ル 施 工 に よ っ て 周 辺 井 戸 の 水 位 低 下 、 河 川 ・ た
	め 池 の 流 量 低 下 が 起 こ り 得 る た め 、 施 工 中 ～ 施 工 後 の
	モ ニ タ リ ン グ 調 査 を 行 う 必 要 が あ る 。
②	調 査 す べ き 事 項
1)	河 川 ・ た め 池 の 流 量 調 査 、 井 戸 水 位 調 査
	河 川 ・ た め 池 の 流 量 調 査 や 井 戸 水 位 調 査 を 行 い 、 季 節
	性 の 変 化 や 取 水 に よ る 人 為 的 な 変 化 、 施 工 に よ る 変 化
	を 把 握 す る 。
2)	空 中 写 真 や 地 形 判 読 を 行 い 、 断 層 の 有 無 を 把 握 す
	る 。 ま た 地 質 図 か ら 地 質 構 造 を 把 握 す る 。
(2)	業 務 を 進 め る 手 順 と 留 意 す べ き 点 、 工 夫 を 要 す
	る 点
①	ト ン ネ ル ル ー ト の 流 域 範 囲 を 調 べ 、 主 要 な 沢 ・ 河 川
	を 把 握 す る 。 こ の と き 、 下 流 域 で 沢 ・ 河 川 の 水 利 用 が
	な い か 確 認 す る 必 要 が あ る 。
②	流 域 内 の 井 戸 の 分 布 状 況 を 調 査 す る 。 こ の と き 、 井
	戸 の 使 用 状 況 や 、 井 戸 の 形 式 、 取 水 層 に つ い て 聞 き 取
	り 調 査 を 行 い 、 カ ル テ 形 式 に 記 録 す る 。

令和3年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

③	井戸水位調査、河川・ため池の流量調査を実施する。
調査は、少なくとも施工する1年以上前に開始し、年間を通じて地域の水利特性を把握する。施工中は、必要に応じて調査頻度を増やし、詳細にデータを収集する必要がある。トンネル工事では、長期にわたって地下水に影響を与え、施工後も水文調査を継続し、新たな変化が無いかモニタリングする必要がある。	
(3)	業務を効率的、効果的に進めるための関係者との調整方策について
①	説明会の実施
事業を立ち上げた段階で、水利組合や河川管理者、自治体に対し、事前の説明会を実施する。トンネル施工による周辺環境の影響について、事前に説明することが肝心である。	
②	データの公開
事業を進めていく上で利害関係者との信頼関係を構築することが重要である。施工中は、水文調査で得たデータをすみやかに公開する。また地元住民などの利害関係者が参加する討論会を開催し、利害関係者が疑問や不安に感じることを解消する場を設けたいと考える。	
①、②	を実施すること、関係者との信頼関係が築け、事業を円滑に進めることができると考える。

Ⅱ-2-2：再現答案

1 1. 調査、検討すべき事項

2 (1) 地質構造の把握

3 トンネル測線上の地質構造を把握することが重要で
4 ある。火山地帯では溶岩の間に火山灰やテフラを挟む
5 ため、地下水の分布の変化が懸念される。また、花崗
6 岩地帯では表層風化によりマサ化が進む。風化の程度
7 により透水性が変化するため注意が必要である。

8 (2) 断層破碎帯や変質帯の分布

9 断層破碎帯や変質帯の存在により、地下水の分布が
10 変化する。トンネル施工時にその前後を通過した場合、
11 突発湧水や切羽の崩壊が懸念されるため、その位置を
12 正確に把握しておく必要がある。

13 (3) 地下水の分布

14 地下水の分布は地形や地質の影響を受けるため、そ
15 れらを踏まえて推定する必要がある。また、トンネル
16 施工によって地下水の低下により地域住民に影響を与
17 える可能性があることも念頭に置くことが重要である。

18 2. 手順と留意点・工夫点

19 (1) 資料調査

20 既存の文献や資料を収集し、地質の成り立ちを整理
21 する。また、土地分類図や地下水マップも収集し、地
22 下水の分布状況を推定する際の参考にする。

23 (2) 地形調査

24 空中写真や地形図を判読し、地すべりなどの留意す
25 べき地形を抽出する。トンネル測線上に分布する集水

1 地形は注視する。

2 (3) 地質調査

3 地表踏査と弾性波探査を先行して実施する。それに
4 より、トンネル測線上の地質構造の全体像を把握する。
5 それから、重要な地点においてボーリング調査や湧水
6 圧試験を行う。さらに、測線上で電気探査を実施し、
7 地下水の分布を推定する。

8 (4) 総合的な分析・評価

9 1～3の結果を踏まえ、トンネル工事による地質的
10 な問題点とそれへの対策を分析・評価する。トンネル
11 施工時に突発湧水や切羽崩壊が懸念される箇所には目
12 印をつけて明確にする。

13 3. 関係者との調整方策

14 (1) 関係者間のリスクコミュニケーション

15 トンネル工事後も湧水が定常的（恒常湧水）に発生
16 することで、地表での減渴水の問題が発生する。それ
17 により、地域住民へ被害を与えてしまう。事業関係者
18 や住民とリスクコミュニケーションを確立し、情報を
19 共有することが重要である。

20 (2) 住民との合意形成

21 工事中の突発湧水により減渴水問題が生じる可能性
22 があるため、工事による利点・欠点（リスク）を住民
23 に説明し理解を得ることが必要である。説明責任を果
24 たすことで、住民との合意形成を図る。

25 以上

令和3年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	環境地質および斜面災害地質

※

○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)	水文調査における検討事項とその内容
	トンネル工事における水文調査と検討すべき事項、その内容を以下に示す。
	調査：水文地質調査
	検討事項：トンネル周辺の集水地形、地質、地質構造などを把握する。
	調査：影響調査
	検討事項：トンネル工事による影響範囲を透水係数などの水理学的手法を用いて設定し、影響範囲を検討する。
	調査：湧水量調査
	検討事項：トンネルの地質調査に合わせて、湧水量試験を実施し、トンネル周辺に分布する地質の透水係数や湧水量を把握する。
	調査：水利用調査
	検討事項：トンネル周辺の河川、ため池、井戸などの水利用状況を把握し、定期観測箇所を選定する。
	調査：水質、水量調査
	検討事項：トンネル工事の施行前、施工中、施工後の河川、ため池、井戸などの水質、水量調査を行い、工事影響の有無を検討する。
(2)	業務を進める手順、留意点および工夫点
	業務を進める手順は、①地形判読、地表地質踏査、②調査範囲設定、③水利用調査、④定期観測箇所の設定・観測、⑤工事影響評価である。

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。)

	以	下	に	そ	れ	ぞ	れ	の	項	目	ご	と	の	留	意	点	、	工	夫	点	を	述	べ	
	る	。																						
	①	地	形	判	読	、	地	表	地	質	踏	査	：	地	形	判	読	、	地	表	地	質	踏	
査	で	は	水	ミ	チ	と	な	り	得	る	リ	ニ	ア	メ	ン	ト	や	断	層	を	抽	出	す	
る	こ	と	に	留	意	が	必	要	で	あ	る	。	航	空	レ	ー	ザ	測	量	を	活	用	し	
て	作	成	し	た	微	地	形	表	現	図	を	作	成	し	、	地	形	判	読	を	行	う	こ	
と	で	よ	り	詳	細	な	情	報	を	得	る	工	夫	を	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	
	②	調	査	範	囲	設	定	：	透	水	係	数	な	ど	の	水	理	学	的	手	法	を	用	
い	た	範	囲	設	定	を	行	う	こ	と	に	留	意	す	る	。	ま	た	、	リ	ニ	ア	メ	
ン	ト	や	断	層	を	考	慮	し	た	範	囲	設	定	を	行	う	な	ど	工	夫	す	る	。	
	③	水	利	用	調	査	：	水	利	用	調	査	で	は	、	工	事	影	響	範	囲	の	下	
流	域	ま	で	調	査	す	る	こ	と	に	留	意	す	る	必	要	が	あ	る	。				
	④	観	測	箇	所	の	設	定	・	観	測	：	観	測	箇	所	の	設	定	・	観	測	で	
は	、	施	行	前	、	施	工	中	、	施	工	後	の	段	階	で	比	較	で	き	る	よ	う	
に	観	測	す	る	こ	と	に	留	意	す	る	。												
工	夫	点	と	し	て	は	、	影	響	範	囲	外	の	観	測	箇	所	も	観	測	す	る	こ	
と	で	影	響	を	評	価	す	る	。															
	⑤	影	響	評	価	：	①	～	④	を	総	合	的	に	検	討	し	て	、	影	響	評	価	
す	る	こ	と	に	留	意	す	る	。															
(4)	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	は	、	リ	ス	ク	マ	
ネ	ジ	メ	ン	ト	が	重	要	と	な	る	。	そ	こ	で	、	事	業	関	係	者	に	よ	る	
組	織	を	作	る	。	ま	た	、	影	響	が	出	た	場	合	に	は	関	係	す	る	自	治	
体	、	地	元	住	民	へ	の	説	明	を	行	い	合	意	形	成	を	図	る	こ	と	が	重	
要	で	あ	る	。																			以	
																							上	

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	応用理学 部門
選択科目	地質
専門とする事項	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

(	”	ト	ン	ネ	ル	工	事	”	と	あ	っ	た	の	で	、	調	査	・	設	計	済	み	と
捉	え	て	解	答	し	ま	し	た	。)													
1	.	調	査	・	検	討	す	べ	き	事	項	と	内	容									
①	地	表	水	の	分	布																	
	ト	ン	ネ	ル	計	画	箇	所	周	辺	の	河	川	水	、	沢	、	沼	、	池	等	の	地
	表	水	の	分	布	を	調	べ	る	。	ま	た	、	流	量	、	水	位	、	水	質	も	調
	べ	て	お	く	。																		
②	地	表	水	及	び	地	下	水	の	利	用	状	況	の	把	握							
	生	活	用	水	、	農	業	用	水	な	ど	へ	の	利	用	状	況	を	調	べ	る	。	必
	要	に	応	じ	て	利	用	量	や	水	質	も	調	べ	て	お	く	。					
③	地	質	分	布	状	況	や	既	往	文	献	調	査										
	既	往	の	地	質	図	や	地	質	調	査	結	果	よ	り	、	地	質	分	布	状	況	や
	地	質	構	造	に	つ	い	て	調	べ	る	。	地	表	踏	査	も	実	施	。	地	質	調
	査	時	の	孔	内	水	位	に	よ	り	、	被	圧	地	下	水	の	存	在	に	つ	い	て
	も	確	認	す	る	。																	
④	断	層	や	地	す	べ	り	の	有	無													
	正	断	層	が	あ	る	と	突	発	湧	水	が	認	め	ら	れ	る	こ	と	が	あ	る	。
	地	す	べ	り	地	で	は	地	下	水	を	多	く	有	す	る	。	既	往	文	献	や	地
	表	踏	査	な	ど	に	よ	り	、	そ	れ	ら	の	存	在	を	確	認	す	る	。		
2	.	業	務	遂	行	手	順	と	留	意	・	工	夫	す	る	点							
①	地	表	水	及	び	地	下	水	の	モ	ニ	タ	リ	ン	グ								
	対	策	工	施	工	前	か	ら	施	工	後	ま	で	、	ト	ン	ネ	ル	計	画	周	辺	及
	び	そ	の	下	流	域	の	地	表	及	び	地	下	水	の	流	量	、	水	位	、	水	質
	な	ど	を	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	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

17-3 地質【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 土木施設や建築物の工事等で設計とは異なる地盤状況が確認され，工事の中断あるいはやり直しが必要になることがある。

- (1) このような事態を招かないために検討すべき課題を，地質技術者の立場で多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 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残りうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

Ⅲ-2 日本は世界でも有数の火山国で，世界の活火山のうち7%を占める111の活火山が分布している。これらの火山がもたらす災害に対し，平成27年に改正された活動火山対策特別措置法などに基づいて，火山活動の特徴を踏まえた総合的な火山防災が進められている。

上記のような状況を踏まえて，以下の問いに答えよ。

- (1) 火山がもたらす災害の軽減において，地質技術者の立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を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残り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。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	応用理学
選択科目	地質
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)	設計と異なる地盤状況とならないための検討すべき課題
①	調査内容の適切性
	地質調査が適切に計画・実施されているかについて検討する必要がある。たとえば、地盤状況を把握するのに必要な調査数量が不足していることや、技術者が地質リスクに気が付かず、必要な調査項目を行っていない場合である。第三者による照査を行って、調査内容の漏れをなくす必要がある。
②	地質技術者の人材育成
	少子高齢化が進み、若い技術者の入職が減少している。また、育成する側であるベテラン技術者が退職し、熟練した技術者が減少している。OJTやoff-JTを組み合わせ、地質技術者の人材育成を行う必要がある。
③	地盤の不均一性による地質リスク
	地盤はコンクリートとは異なり不均一のため、調査を十分に行ったとしても必ず不確実性が伴う。不確実性による地質リスクを理解した上で、調査・設計を行い、リスクマネジメントを行う必要がある。
(2)	最も重要と考える課題と解決策
①	最も重要と考える課題
	「地盤の不均一性による地質リスク」が最も重要と考える。
②	解決策
1)	合同会議の開催

平成28年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

発	注	者	や	調	査	会	社	、	設	計	会	社	、	施	工	会	社	に	よ	る	合	同	会	
議	を	行	い	、	地	質	リ	ス	ク	に	つ	い	て	の	情	報	共	有	を	行	う	。	合	
同	会	議	を	通	じ	て	、	設	計	技	術	者	や	施	工	技	術	者	は	、	地	盤	の	
不	確	実	性	を	理	解	し	な	が	ら	、	地	盤	定	数	や	地	質	断	面	図	を	取	
り	扱	う	必	要	が	あ	る	。	一	方	、	地	質	技	術	者	は	地	質	リ	ス	ク	を	
盛	り	込	ん	だ	資	料	作	成	や	説	明	を	行	う	必	要	が	あ	る	。				
2	)	施	工	段	階	で	、	地	質	リ	ス	ク	を	解	消	す	る	た	め	の	調	査	の
実	施																							
調	査	段	階	で	、	す	べ	て	の	地	盤	の	不	確	実	性	を	解	消	し	よ	う	と	
す	る	と	多	大	な	コ	ス	ト	と	工	期	が	必	要	と	な	る	。	こ	の	た	め	、	
地	質	リ	ス	ク	は	初	期	の	段	階	で	す	べ	て	解	消	す	る	必	要	は	な	く	
調	査	・	設	計	・	施	工	段	階	に	応	じ	て	、	効	率	的	に	行	う	こ	と	が	
重	要	で	あ	る	。	地	質	技	術	者	は	、	地	質	リ	ス	ク	の	存	在	と	施	工	
時	に	確	認	す	べ	き	ポ	イ	ン	ト	に	つ	い	て	設	計	・	施	工	会	社	に	引	
継	ぎ	を	行	う	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。											
3	)	フ	ロ	ン	ト	ロ	ー	デ	ィ	ン	グ	の	導	入									
フ	ロ	ン	ト	ロ	ー	デ	ィ	ン	グ	を	導	入	し	、	調	査	段	階	に	お	い	て	、	
設	計	を	進	め	て	い	く	。	こ	う	す	る	こ	と	で	、	把	握	す	べ	き	地	盤	
情	報	が	明	確	に	な	る	と	と	も	に	、	気	付	き	に	く	か	っ	た	地	質	リ	
ス	ク	を	事	前	に	発	見	す	る	こ	と	が	で	き	る	と	考	え	ら	れ	る	。		
(	3	)	残	り	う	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策									
①	残	り	う	る	リ	ス	ク																	
調	査	・	設	計	・	施	工	の	技	術	者	は	、	そ	れ	ぞ	れ	専	門	が	違	う	た	
め	、	頭	の	中	で	イ	メ	ー	ジ	し	た	内	容	に	認	識	の	ズ	レ	が	生	じ	て	

平成28年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

し	ま	う	。	地	質	リ	ス	ク	に	関	し	て	も	認	識	の	ズ	レ	を	解	消	す	る
必	要	が	あ	る	。																		
②	そ	の	対	策																			
B	I	M	/	C	I	M	に	よ	る	3	次	元	の	地	質	デ	ー	タ	を	作	成	し	、
視	覚	的																					
に	理	解	し	や	す	い	成	果	を	作	成	す	る	。									
地	質	断	面	図	を	3	次	元	化	す	る	だ	け	で	な	く	、	地	盤	情	報	や	設
計	・	施	工	時	の	留	意	事	項	を	属	性	情	報	と	し	て	付	与	す	る	こ	と
に	よ	り	、	分	か	り	や	す	い	成	果	に	な	る	と	考	え	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

令和3年度 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	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	環境地質および斜面災害地質

※

○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)	土木施設や建築物の工事等の設計段階での課題
	土木施設や建築物の工事等で設計と異なる地盤状況
	が出現するのは、設計段階で以下の課題を検討する必要
	がある。以下にこの課題を観点と共に示す。
	①適切な調査、調査技術不足（観点：技術面）
	施工段階において、設計で想定した地盤と異なるもの
	が確認されるのは、適切な調査が行えていなかった
	り、調査結果の解釈が間違っているなどの技術力不足
	が原因と考えられる。このように、いかに適切な調査
	の実施と調査技術不足を補うかが課題である。
	②地盤リスク評価する体制（観点：社会面）
	土木事業では、各段階において、様々な専門技術者が
	が事業に係るが、その段階ごとに適切に地盤リスクを
	行う必要がある。適切に地盤リスクを評価するためには、
	各段階の技術者が連携できる体制づくりが課題となる。
	③限られた資金での効率的な調査（観点：資金面）
	調査精度を向上させれば、地盤の想定はより正確になる
	が、調査・設計段階では、限られた資金で地質調査
	を行う必要がある。このように、いかに限られた資金
	で、効果的な調査を行えるかが画題である。
(2)	適切な調査、調査技術不足に対する解決策
	施工段階で設計段階と異なる地盤状況が確認される
	のは、地質・地盤の不確実性によるものと考えられる。
	これは、自然的要素と人為的要素に起因する。地

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。)

質	・	地	盤	の	不	確	実	性	は	、	人	為	的	要	素	に	起	因	す	る	事	例	が
多	い	。	そ	の	た	め	、	人	為	的	要	素	で	あ	る	適	切	な	調	査	、	調	査
技	術	不	足	が	最	も	重	要	な	課	題	で	あ	る	と	考	え	ら	れ	る	。	以	下
に	こ	の	課	題	に	対	す	る	解	決	策	を	示	す	。								
	①	高	精	度	調	査	技	術	の	活	用												
	調	査	技	術	を	補	う	た	め	に	は	、	調	査	精	度	を	向	上	さ	せ	る	こ
と	が	重	要	と	な	る	。	そ	こ	で	、	高	精	度	調	査	技	術	の	活	用	を	提
案	し	た	い	。	例	え	ば	、	ボ	ー	リ	ン	グ	調	査	で	は	、	高	品	質	ボ	ー
リ	ン	グ	を	実	施	し	て	、	亀	裂	の	評	価	や	断	層	破	砕	帯	の	位	置	の
特	定	な	ど	を	行	い	や	す	く	す	る	こ	と	が	考	え	ら	れ	る	。	ま	た	、
航	空	レ	ー	ザ	測	量	成	果	を	活	用	し	た	微	地	形	表	現	図	を	用	い	た
地	形	判	読	に	よ	っ	て	、	詳	細	な	情	報	で	の	地	形	判	読	が	で	き	る
と	考	え	る	。	こ	れ	ら	に	よ	っ	て	、	結	果	的	に	適	切	な	調	査	へ	と
つ	な	が	る	と	考	え	る	。															
	②	3	次	元	地	盤	モ	デ	ル	の	作	成											
	調	査	を	行	え	な	い	箇	所	や	地	盤	評	価	の	間	違	い	を	防	ぐ	た	め
の	解	決	策	と	し	て	、	3	次	元	地	盤	モ	デ	ル	の	作	成	を	提	案	し	た
い	。	こ	れ	に	よ	っ	て	、	3	次	元	モ	デ	ル	で	の	地	盤	の	推	定	が	で
き	、	見	え	る	化	に	よ	る	正	し	い	評	価	が	で	き	る	よ	う	に	な	る	と
考	え	る	。																				
	③	ミ	ス	防	止	の	た	め	の	事	例	集	作	成									
	調	査	結	果	の	解	釈	の	間	違	い	を	防	ぐ	解	決	策	と	し	て	、	ミ	ス
防	止	事	例	集	の	作	成	が	考	え	れ	る	。	間	違	い	や	す	い	ミ	ス	な	ど
を	事	例	集	に	整	理	す	る	こ	と	で	、	地	盤	の	解	釈	間	違	い	を	防	ぐ
こ	と	が	で	き	る	と	考	え	る	。													

技術士第二次試験 APEC-semi 答案用紙

受験番号							
問題番号	Ⅲ-1						

技術部門	応用理学 部門
選択科目	地質
専門とする事項	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。

1	.	地質	リスク	による	工事	への	影響	の	課題																
①	調	査	不	足	に	よ	る	地	質	構	造	の	把	握	不	十	分								
②	調	査	結	果	と	異	な	る	土	質	強	度	に	よ	る	施	工	時	の	強	度	不	足		
③	風	化	・	変	質	の	程	度																	
	変	質	の	分	布	は	重	金	属	の	含	入	量	に	も	関	与	す	る	が	、	そ	の		
	範	囲	を	正	確	に	と	ら	え	る	こ	と	は	難	し	い	。								
2	.	課	題	へ	の	解	決	策																	
	上	記	①	へ	の	解	決	策	を	述	べ	る	。												
①	既	往	調	査	結	果	の	有	効	活	用														
	地	盤	情	報	シ	ス	テ	ム	へ	の	登	録	及	び	活	用	を	進	め	る	。	都	市		
	部	で	は	3	次	元	地	質	モ	デ	ル	の	構	築	も	進	め	ら	れ	て	い	る	。		
②	余	裕	を	持	っ	た	調	査	深	度															
	既	往	調	査	結	果	の	少	な	い	と	こ	ろ	で	は	、	数	本	の	調	査	ポ	ー		
	リ	ン	グ	で	深	め	に	調	査	す	る	。													
3	.	残	り	う	る	リ	ス	ク	と	対	策														
①	広	域	三	次	元	地	質	構	造	の	検	討													
	既	存	資	料	を	収	集	し	た	と	し	て	も	、	地	質	リ	ス	ク	を	無	く	す		
	こ	と	は	出	来	な	い	。	し	か	し	、	地	質	構	造	の	三	次	元	的	分	布		
	が	あ	る	程	度	把	握	さ	れ	て	い	れ	ば	、	課	題	と	な	る	地	質	や	そ		
	の	分	布	を	想	定	す	る	こ	と	が	で	き	、	調	査	不	足	と	な	る	事	例		
	を	減	ら	す	こ	と	が	で	き	る	と	期	待	。											
②	大	事	業	で	の	大	深	度	調	査															
	数	本	の	調	査	ポ	ー	リ	ン	グ	で	深	め	に	掘	っ	た	と	し	て	も	、	全		

Ⅲ-2：再現答案

1 1. 課題の抽出

2 多面的な観点から3つ課題を抽出し、その内容につ
3 いて観点とともに以下に示す。

4 (1) 技術的および制度的な観点から、いかに事前防
5 災を推進するかが課題となる。

6 近年の火山噴火の影響を受けて、火山防災の必要性
7 が向上している。さらに、大規模噴火に向けた対策を
8 今後進めていく必要がある。火山噴火による影響を軽
9 減するためには、事前の備えが重要である。

10 (2) 社会的な観点から、いかに火山防災に対する意
11 識を向上させるかが課題となる。

12 日本は世界有数の火山国ではあるが、火山防災に対
13 する意識はそれほど高くはない。火山周辺の住民と比
14 較して、その周囲で火山の影響が小さい地域に住む住
15 民の防災意識は低い。そのため、国民一人一人の防災
16 意識を向上させることが求められる。

17 (3) インフラ的な観点から、いかにハード対策を推
18 進するかが課題となる。

19 活火山周辺には火砕流やラホールを防止する砂防や、
20 火山灰や噴石から身を守る防護ドームが設置されてい
21 る。将来的な大規模噴火に備えて、ハード対策の推進
22 が求められる。

23 2. 最も重要と考える課題と複数の解決策

24 火山噴火に対して事前に備えることで、被害を軽減
25 することが期待できるため、最も重要な課題として

1 「いかに事前防災を推進するか」を取りあげ、それに
2 対する複数の解決策を以下に示す。

3 (1) 新技術の導入

4 火山噴火の影響を評価するために、降灰シミュレー
5 ションが実施される。噴火で放出される火山灰やラピ
6 リ、風向などをパラメータとして入力し解析される。
7 過去に世界の火山で発生した噴火記録をパラメータ化
8 し、それをAI技術で解析することで、降灰シミュレ
9 ーションの予測精度の向上を図る。

10 (2) 地域防災力の向上

11 火山噴火による被害は地域や個人によって異なる。
12 そのため、自分に合った避難方法を知るためにマイ・
13 ハザードマップの作成を行い、安全・安心な避難が実
14 施できるようにする。

15 また、防災教育を実施することで、住民の防災リテ
16 ラシーの向上を図る。

17 (3) 安心・安全な住まいと避難

18 火砕流やラハールは火山体周辺に影響を及ぼす。そ
19 のため、その影響が大きい場所に住む住民に対しては
20 移動を促し、住まい方を工夫する。

21 また、感染症対策のために十分な換気機能を有した
22 避難施設の設置や、避難場所を多数設けるなどして密
23 を回避する。

24 3 . 残りうるリスクとそれへの対策

25 解決策を実行しても残りうるリスクを抽出し、それ

1 への対策を併せて以下に示す。

2 (1) 二次災害の発生

3 火山災害は噴火で終わりではなく、その後の降雨に
4 よってラハールが発生することで大きな被害が発生す
5 る。ラハールは流動性があるため、より広域に被害が
6 生じる。

7 これへの対策は、ラハールの危険性について地域住
8 民とリスクコミュニケーションを確立し、共有するこ
9 とである。また、避難経路の確認や避難訓練の実施も
10 重要である。

11 (2) 想定を上回る被害の発生

12 想定を上回る噴火が発生した場合、想定外の被害が
13 発生する可能性がある。それにより、被害の把握状況
14 の遅れや、救助活動の遅れが生じることになる。

15 これへの対策は、まずドローンによって被害状況を
16 早急に把握することである。人による確認の場合、二
17 次災害の発生で新たな人災が発生することが懸念され
18 る。ドローンであればより広範囲の被害状況を効率的
19 に把握することが可能である。その次に、リモート
20 化・無人化した重機を導入して救助活動を行う。無人
21 化することで、救助活動による人災を防止することが
22 できる。もちろん、自衛隊や救助犬などによる救助活
23 動と共同して実施することが重要である。

24 以上

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

(1) 火山災害軽減のための課題

以下に、火山債が軽減のための課題を述べる。

① ハザードマップの整備

火山噴火発生時や噴火が予想されたときに、避難の指針となるのはハザードマップである。よって、ハザードマップを整備することが課題である。

② 観測機器の整備

現時点において、観測機器が十分に整備されているとは言えない。よって、火山噴火を精度よく予想するために、観測機器を整備（増設、更新）することが課題である。

③ 技術者の育成

日本には111もの活火山が存在するにも関わらず、火山に携わる技術者が少ない。よって、ベテラン技術者からの技術継承を含め、減災に携わる技術者を育成することが課題である。

(2) 最も重要と考える課題とその解決策

最も重要と考える課題は、ハザードマップの整備である。なぜなら、ハザードマップは避難時の指針となり、火山災害軽減に直結するからである。

① 予想被災範囲の明確化

火山噴火は、噴火の種類（火砕流、噴石、降下火山灰等）により、被災範囲や規模が異なることが特徴である。よって、各噴火の種類ごとに被災予想範囲や予想被災規模を記載したハザードマップを作成し、迅速

