

2022 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 我が国は2020年10月に2050年までにカーボンニュートラル，脱炭素社会の実現を目指すことを宣言した。これを受け，経済産業省が中心となり「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定されるなどカーボンニュートラル実現に向けて様々な取組が本格化してきた。この「グリーン成長戦略」では，産業政策・エネルギー政策の両面から成長が期待される産業群として以下を挙げ，実行計画を策定している。

エネルギー関連産業

輸送・製造関連産業

家庭・オフィス関連産業

あなたは専門分野の関連技術を活用して，上記の産業群に関連したカーボンニュートラル実現に向けたプロジェクトに取り組むこととなった。上記のような状況を踏まえて，以下の問いに答えよ。

- (1) 始めにプロジェクトを設定し，そのプロジェクトにより期待されるカーボンニュートラルへの貢献を述べたうえで，プロジェクトを実施する際の課題を，技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記して，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，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及び社会の持続可能性の観点から題意に即して述べよ。

技術士第二次試験 再現論文 答案用紙

氏名	応用理学部門		
問題番号	I-1	選択科目	物理及び化学
答案使用枚数	1 枚目	3 枚中	専門とする事項 化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用

(1) 自然エネルギーによる水素製造設備の検討												
太陽光・風力等の自然エネルギーはカーボンニュートラルを實現するためには有効な手段だが、天候等によりエネルギー生産量が変動するためエネルギー需要に十分にこたえることができない。そこでこれらの自然エネルギーによる電力で水を電気分解し水素として蓄積し、必要な時に電力や燃料ガスとして供給するシステムを開発・運用するプロジェクトを設定する。抽出した課題は次の通り。												
① エネルギー変換効率が低い	電気分解による水素生成は、イオン抵抗によるジュール熱が発生するので、現状では非常に低い。											
② 設備が高額	電気分解のためには、腐食に強い貴金属電極や高価なイオン交換膜が使われるため、装置コストが高額になる。											
③ 安全性	水素は大気中に漏れると爆発の危険性があるため、安全対策が必要となる。											
(2) 重要課題： エネルギー変換効率の向上												
本システムは現状ではエネルギー変換効率が低く、これを改善しないと成立しないので、これが最大の課題と考える。対策として次の内容を挙げる。												
① イオン交換膜の改良	電気分解は、陰極で発生する水素を効率的に回収する											



技術士第二次試験 再現論文 答案用紙

氏名	応用理学部門											
問題番号	I-1				選択科目	物理及び化学						
答案使用枚数	2 枚目		3 枚中		専門とする事項	化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用						

た	め	、	水	を	通	さ	ず	イ	オ	ン	の	み	を	通	す	イ	オ	ン	交	換	膜	が	陰
極	と	陽	極	の	間	に	あ	る	。	こ	こ	を	イ	オ	ン	が	通	過	す	る	際	の	抵
抗	が	電	気	抵	抗	と	な	り	、	ジ	ュ	ー	ル	熱	発	生	の	原	因	に	な	っ	て
い	る	。	そ	こ	で	イ	オ	ン	伝	達	効	率	の	よ	い	イ	オ	ン	交	換	膜	を	開
発	し	、	発	熱	を	押	さ	え	る	こ	と	で	エ	ネ	ル	ギ	一	効	率	の	向	上	を
図	る	。																					
	②	触	媒	の	利	用																	
電	極	表	面	の	酸	化	還	元	反	応	で	発	生	す	る	熱	も	エ	ネ	ル	ギ	一	効
率	の	低	下	の	原	因	と	な	っ	て	い	る	。	こ	れ	を	改	善	す	る	た	め	、
適	切	な	触	媒	を	開	発	・	導	入	し	酸	化	還	元	の	活	性	化	エ	ネ	ル	ギ
一	を	下	げ	る	こ	と	で	、	エ	ネ	ル	ギ	一	効	率	を	向	上	す	る	。		
	③	熱	エ	ネ	ル	ギ	一	回	生														
①	、	②	の	改	善	に	は	時	間	が	か	か	る	た	め	、	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	の
初	期	段	階	で	は	効	率	向	上	が	不	十	分	で	あ	り	、	大	量	の	熱	が	発
生	す	る	と	予	想	さ	れ	る	。	そ	こ	で	当	初	は	こ	の	熱	を	、	ス	タ	一
リ	ン	グ	エ	ン	ジ	ン	な	ど	の	高	効	率	な	熱	機	関	で	回	収	し	電	力	に
戻	し	て	再	利	用	す	る	こ	と	で	、	全	体	の	効	率	を	ア	ッ	プ	す	る	。
(3)	残	る	課	題																			
	イ	オ	ン	交	換	膜	の	耐	久	性	が	不	十	分	な	可	能	性	が	あ	り	、	こ
の	場	合	は	ラ	ン	ニ	ン	グ	コ	ス	ト	が	高	額	に	な	る	。	イ	オ	ン	交	換
膜	の	官	能	基	劣	化	は	電	気	分	解	で	発	生	す	る	フ	リ	ー	ラ	ジ	カ	ル
に	よ	る	も	の	が	あ	る	の	で	、	フ	リ	ー	ラ	ジ	カ	ル	発	生	の	原	因	と
な	る	鉄	イ	オ	ン	を	、	原	料	の	不	純	物	管	理	や	ト	ラ	ッ	プ	等	で	軽
減	す	る	こ	と	で	、	耐	久	性	向	上	を	図	る	。	た	だ	し	こ	の	開	発	に
は	時	間	が	か	か	る	の	で	、	当	初	は	膜	交	換	を	容	易	に	す	る	設	計



技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

(1) プロジェクトと期待される貢献内容

カーボンニュートラル実現に向けたプロジェクトを木材バイオマス燃料の安定供給とする。木材のCO<sub>2</sub>は大気中のCO<sub>2</sub>を蓄積したものであるため、化石燃料のように新たに追加されるCO<sub>2</sub>の排出にはならない。また、木材を伐採後に植林をすることで排出分のCO<sub>2</sub>を吸収することができる。

プロジェクト実施の課題として以下を挙げる

① エネルギー変換効率の高効率化

木材バイオマス燃料のエネルギー変換効率は化石燃料などに比べると低い。エネルギー変換効率の高効率化とその安定化を実現することが、さらなる利用につながる。

② 森林の運営・管理

戦後に造林された森林が利用期を迎えている。しかし、森林の管理・運営には、林業従事者の高齢化・人員不足、道路などのインフラ未整備、木材価格の低迷などの課題が山積している。持続可能な計画的・効率的な運営・管理体制の構築が必要である。

③ エリートツリーの開発

木材バイオマスを持続的に得るためには、再造林・育成が不可欠である。成長が早いエリートツリーの開発・普及は持続的・安定的な木材バイオマスの共有に不可欠である。

(2) 最も重要と考える課題

○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。）

最も重要な課題として計画的・効率的な森林の運営・管理と考える。なぜならば、持続的な森林の運営・管理が確立できなければ、将来に渡っての安定的な木材バイオマスの供給ができないからである。

この課題を解決する方策として、①森林の詳細状況の把握、②路網等のインフラ整備、③集約化施行を挙げるとともに、航空レーザー計測などで詳細な林分状況や地形情報を把握することで、管理・施業の精度の高い計画を立てることができると考える。林分の分布状況や地形情報は効率的な路網の整備、集約化施行につながる。路網と集約化により林業機械を導入することで人員不足を補うことができ、持続的な運営につながる。

(3) 新たなリスクとその対応

林業機械や運搬車両が排出するCO2量が、木材バイオマス燃料を用いることで削減したCO2量を超えることになれば、カーボンニュートラルへの貢献につながらない。そこで、林業機械や運搬車両を動かすエネルギーにグリーンエネルギーを用いる。また、木材バイオマスの利用を森林域の周辺のエネルギー利用に使用することで運搬距離を減らすことができると考える。

木質バイオマス燃料の利用やグリーンエネルギーの生産を森林周辺地域で行うことで、エネルギーの地産地消を確立することにつながる。

(4) 業務遂行において必要な要件

業務遂行において必要な要件は、公共の安全と環境

○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。）

の保全である。木質バイオマス燃料の利用は森林伐採を行う必要がある。利用過多による森林伐採は、表土流出や土砂災害の発生など環境破壊に容易につながる。そのため、利用を計画的に行い、再造林を徹底し、森林の持つ多様な機能を損ねることなく、持続可能な森林資源の活用を行っていかねばならない。

カーボンニュートラルやSDGsの持続可能な開発目標を実現できるよう、業務を遂行して行くことが重要である。

※ 選択番号の記入を忘れたので不合格確定と思っており、作成を怠っていました。

そのため、再現論文の再現度を上げることができませんでした。

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。)

プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	と	し	て	、	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	な	街	づ	く	
り	を	設	定	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	二	酸	化	炭	素	排	出	量	の	削	減	
や	化	石	燃	料	に	依	存	し	な	い	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	活	用	・	効	率	的	利	
用	が	可	能	と	な	る	。	ま	た	、	他	地	域	に	電	気	を	融	通	す	る	こ	と	
で	広	域	的	な	温	暖	化	へ	の	貢	献	も	見	込	め	る	。							
(	1	)	課	題																				
①	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	安	定	確	保	・	利	用	効	率	化								
再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	は	天	候	な	ど	の	気	象	に	発	電	量	が	左	右	
さ	れ	る	た	め	供	給	が	制	御	で	き	ず	不	安	定	で	あ	る	と	い	う	側	面	
が	あ	る	。	こ	の	た	め	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	安	定	確	保	お	よ	び	エ	ネ	ル	
ギ	ー	消	費	量	の	削	減	や	効	率	的	な	利	用	な	ど	が	求	め	ら	れ	る	。	
②	災	害	時	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	安	定	供	給											
近	年	、	気	候	変	動	に	伴	う	激	甚	災	害	が	起	き	て	お	り	、	今	後	も	
さ	ら	な	る	災	害	の	頻	発	化	や	激	甚	化	が	予	想	さ	れ	る	。	ま	た	、	
南	海	ト	ラ	フ	地	震	や	首	都	圏	直	下	地	震	を	は	じ	め	と	し	た	地	震	
発	生	の	可	能	性	が	高	ま	っ	て	い	る	。	こ	の	た	め	、	イ	ン	フ	ラ	の	
メ	ン	テ	ナ	ン	ス	の	み	な	ら	ず	、	自	然	災	害	に	強	い	イ	ン	フ	ラ	整	
備	が	必	要	で	あ	る	。	さ	ら	に	、	災	害	発	生	時	の	早	期	復	旧	も	求	
め	ら	れ	る	。																				
③	技	術	者	不	足																			
再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	な	ど	の	利	活	用	に	よ	る	街	づ	く	り	業	務	
の	経	験	者	は	現	状	多	く	な	い	こ	と	が	予	想	さ	れ	る	。	そ	の	た	め	
経	験	の	あ	る	技	術	者	不	足	が	考	え	ら	れ	る	。	S	D	G	S	関	連	事	業
と	の	連	携	や	コ	ン	ソ	ー	シ	ア	ム	な	ど	を	活	用	す	る	必	要	が	あ	る	
(	2	)	①	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	安	定	確	保	・	利	用	効	率	化	の	解	決	策	

# 技術士第二次試験 APEC semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

①	エ	ネ	ル	ギ	一	の	安	定	供	給														
再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一	の	エ	ネ	ル	ギ	一	供	給	が	不	安	定	で	あ	る	
問	題	に	対	し	て	、	分	散	し	て	い	る	小	規	模	エ	ネ	ル	ギ	一	で	あ	る	
分	散	型	エ	ネ	ル	ギ	一	を	I	o	T	活	用	に	よ	る	高	度	な	エ	ネ	ル	ギ	
一	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	技	術	に	よ	り	束	ね	て	、	遠	隔	・	総	合	制	御	す	
る	仮	想	発	電	所	(	V	P	P	)	が	有	効	で	あ	る	。	V	P	P	に	よ	り	、
電	力	使	用	ピ	ー	ク	時	に	機	器	運	転	抑	制	や	蓄	電	設	備	か	ら	の	放	
電	し	、	電	力	余	剰	時	に	は	機	器	の	稼	働	や	蓄	電	設	備	の	充	電	を	
促	す	な	ど	最	適	な	バ	ラ	ン	ス	で	電	力	需	給	を	調	整	す	る	こ	と	が	
出	来	る	。	こ	れ	に	よ	り	エ	ネ	ル	ギ	一	の	安	定	供	給	が	可	能	と	な	
る	。																							
②	エ	ネ	ル	ギ	一	の	消	費	量	削	減													
エ	ネ	ル	ギ	一	使	用	量	を	減	ら	す	た	め	の	建	築	上	の	工	夫	(	断	熱	
性	の	高	い	壁	や	窓	な	ど	)	と	電	力	消	費	の	少	ない	省	エ	ネ	機	器		
を	駆	使	し	て	大	幅	な	省	エ	ネ	ル	ギ	一	を	実	現	し	た	上	で	、	そ	れ	
で	も	減	ら	せ	な	い	分	を	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一	に	よ	っ	て	賄	う	
Z	E	B	(	ネ	ッ	ト	・	ゼ	ロ	・	エ	ネ	ル	ギ	一	ビ	ル	)	や	Z	E	H		
(	ネ	ッ	ト	・	ゼ	ロ	・	エ	ネ	ル	ギ	一	ハ	ウ	ス	)	の	導	入	促	進	が	有	
効	で	あ	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	計	算	上	ゼ	ロ	エ	ネ	ル	ギ	一	の	建	物	
と	な	り	エ	ネ	ル	ギ	一	消	費	量	の	大	き	な	削	減	が	可	能	と	な	る	。	
③	パ	ワ	ー	エ	レ	ク	ト	ロ	ニ	ク	ス	機	器	の	開	発	促	進	に	よ	る	エ	ネ	
ル	ギ	一	の	効	率	利	用																	
交	流	一	直	流	変	換	や	電	圧	調	整	な	ど	の	電	力	変	換	時	に	は	、	大	
き	な	電	力	喪	失	が	あ	る	。	こ	の	電	力	変	換	技	術	(	パ	ワ	ー	エ	レ	
ク	ト	ロ	ニ	ク	ス	)	に	関	わ	る	機	器	を	は	じ	め	と	す	る	複	合	技	術	

技術士第二次試験 APEC semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

の	開	発	促	進	が	電	力	の	効	率	利	用	に	有	効	で	あ	る	。	電	力	喪	失
の	削	減	に	は	、	高	効	率	の	パ	ワ	一	半	導	体	が	不	可	欠	で	あ	り	、
窒	素	ガ	リ	ウ	ム	な	ど	が	あ	げ	ら	れ	、	超	省	エ	ネ	・	高	性	能	な	パ
ワ	エ	レ	と	し	て	期	待	さ	れ	て	い	る	。										
(	3	)	リ	ス	ク	に	つ	い	て														
関	連	機	器	導	入	の	コ	ス	ト	面	問	題	や	、	企	業	が	経	営	的	魅	力	を
感	じ	な	い	こ	と	か	ら	の	機	器	や	シ	ス	テ	ム	の	開	発	・	導	入	敬	遠
が	考	え	ら	れ	る	。	コ	ス	ト	面	の	問	題	に	は	各	種	支	援	制	度	や	補
助	金	の	活	用	が	有	効	で	あ	る	。	ま	た	、	電	力	売	電	価	格	に	補	助
額	を	上	乗	せ	す	る	F	I	P	制	度	導	入	は	、	各	企	業	が	利	益	拡	大
を	目	指	し	た	積	極	的	開	発	・	導	入	の	推	進	剤	と	な	る	。			
(	4	)	技	術	者	論	理	と	社	会	持	続	可	能	性								
①	論	理	の	観	点																		
公	共	の	安	全	は	コ	ス	ト	や	工	期	よ	り	も	優	先	す	る	べ	き	も	の	で
あ	る	。	例	え	ば	、	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一	施	設	の	太	陽	光	パ	ネ
ル	の	施	工	は	、	事	前	の	現	地	調	査	に	よ	る	斜	面	災	害	リ	ス	ク	検
討	が	重	要	で	あ	り	、	予	算	や	工	期	よ	り	も	優	先	さ	れ	る	べ	き	も
の	で	あ	る	た	め	実	施	を	行	う	必	要	が	あ	る	。							
②	持	続	可	能	性	の	観	点															
再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一	施	設	を	施	工	す	る	際	は	、	周	辺	環	境	へ
の	影	響	評	価	の	た	め	施	工	前	・	施	工	後	の	環	境	調	査	を	行	う	。
施	工	施	設	は	、	周	辺	環	境	に	適	合	し	た	デ	ザ	イ	ン	と	す	る	な	ど
周	辺	の	景	観	に	十	分	配	慮	を	行	う	こ	と	が	必	要	で	あ	る	。		



技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受付番号	
氏名	

問題番号	R4 応用理学 (地質) I-1
枚数	3

	エ	ネ	ル	ギ	ー	関	連	産	業	で	、	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	(	以	
下	、	C	N	)	実	現	に	向	け	た	重	要	な	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	は	、	「	再	
能	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	普	及	促	進	」	と	考	え	る	。								
	そ	の	理	由	は	、	我	が	国	で	C	O	2	排	出	量	の	4	割	を	占	め	る	
力	発	電	を	、	ク	リ	ー	ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	に	転	換	す	る	こ	と	が	出	来	
る	た	め	で	あ	る	。	以	下	、	本	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	の	課	題	を	挙	げ	る	。
(	1	)	課	題																				
1)	太	陽	光	発	電	に	伴	う	大	規	模	な	盛	土	造	成	地	の	安	定	性	確	保	
●	今	後	、	我	が	国	で	は	、	コ	ン	パ	ク	ト	シ	テ	ィ	化	が	進	行	す	る	。
	山	岳	地	等	で	の	空	き	家	や	耕	作	放	棄	地	は	、	よ	り	増	加	す	る	。
●	そ	の	よ	う	な	土	地	の	活	用	は	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	地	産	地	消	を	
	促	す	。	一	方	、	懸	念	事	項	と	し	て	、	盛	土	地	の	不	安	定	化	に	
	起	因	す	る	土	砂	災	害	の	発	生	が	挙	げ	ら	れ	る	。						
●	盛	土	地	の	安	定	性	確	保	は	、	地	域	の	環	境	を	保	全	す	る	観	点	
	で	、	重	要	な	課	題	で	あ	る	。													
2)	地	熱	掘	削	技	術	者	の	育	成														
●	我	が	国	の	地	熱	エ	ネ	ル	ギ	ー	は	、	世	界	有	数	の	ポ	テ	ン	シ	ャ	
	ル	を	秘	め	て	い	る	。	し	か	し	、	そ	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	有	効	利	
	用	率	は	、	2	%	と	限	り	な	く	小	さ	く	推	移	し	て	き	た	。			
●	そ	の	間	、	技	術	者	の	高	齢	化	が	進	み	、	熟	練	技	術	者	の	技	術	
	が	継	承	さ	れ	ず	、	廃	れ	始	め	て	い	る	。									
●	人	材	育	成	の	観	点	に	お	い	て	、	地	熱	掘	削	技	術	者	等	の	育	成	
	お	よ	び	、	適	切	な	賃	金	確	保	が	課	題	で	あ	る	。						
3)	風	力	発	電	の	イ	ニ	シ	ャ	ル	コ	ス	ト	削	減									
●	我	が	国	に	お	け	る	風	力	発	電	は	、	適	地	も	多	く	、	夜	間	に	発	

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受付番号	
氏名	

問題番号	R4 応用理学 (地質) I-1
枚数	3

	電  で  き  る  等  、  メ  リ  ッ  ト  も  多  く  あ  る 。
●	し  か  し  、  そ の  イ  ニ  シ  ャ  ル  コ  ス  ト  は  高  く  、  主  要  技  術  ・
	資  機  材  の  海  外  依  存  度  も  高  い 。
●	そ の  点  を  、  国  内  の  技  術  革  新  等  で  、  如  何  に  コ  ス  ト  ダ  ウ
	ン  を  図  れ  る  か  が  、  技  術  的  観  点  に  お  け  る  課  題  で  あ  る 。
(2)	<u>最  重  要  課  題  へ  の  解  決  策</u>
	今  後  、  進  行  す  る  コ  ン  パ  ク  ト  シ  テ  イ  化  お  よ  び  、  激  甚  化
す	る  大  規  模  災  害  へ  の  対  応  を  踏  ま  え  2) の  課  題  を  、  最  重
要	課  題  に  設  定  し  た 。
	以  下  に  、  そ の  解  決  策  を  提  言  す  る 。
1)	<u>小  口  径  の  地  下  水  観  測  孔  設  置  と  そ の  継  続  観  測</u>
●	造  成  盛  土  の  安  定  性  を  把  握  す  る  上  で  、  地  下  水  位  (  間  隙
	水  圧  )  は  非  常  に  重  要  で  あ  る 。
●	そ の  測  定  に  、  チ  ェ  ッ  ク  ボ ー  リ  ン  グ  を  兼  ね  た  小  口  径  の
	ラ  ム  サ  ウ ン  デ  ィ  ン  グ  試  験  を  実  施  す  る 。
	経  済  的  な  地  下
	水  観  測  孔  を  設  置  す  る  こ と が  で  き  る 。
2)	<u>確  実  に  機  能  す  る  暗  渠  排  水  設  備  の  設  計  ・  施  工  管  理</u>
●	盛  土  施  工  時  に  お  け  る  地  下  排  水  工  の  整  備  も  、  盛  土  の  安
	定  を  図  る  た  め  に  、  重  要  で  あ  る 。
●	暗  渠  等  の  排  水  設  備  の  閉  塞  に  起  因  し  た  土  砂  災  害  の  事  例
	な  ど  も  報  告  さ  れ  て  い  る 。
●	対  策  と  し  て  、  メ  ッ  シ  ュ  シ ー  ト  等  の  敷  設  や  、  定  期  的  な
	管  内  カ  メ  ラ  に  よ  る  点  検  な  ど の  実  施  ・  管  理  が  あ  る 。
3)	<u>G I S  に  よ  る  既  往  造  成  盛  土  地  の  安  定  性  評  価</u>
●	こ  れ  ま  で の  巨  大  地  震  に  よ  る  盛  土  崩  壊  の  統  計  デ ー  タ  か
	ら  は  、  盛  土  の  幅  / 厚  さ  比  が  8 ~ 10 を  し  き  い  値  に  、  そ  れ

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受付番号	
氏名	

問題番号	R4 応用理学（地質）I-1
枚数	3

	<p>以上で崩壊することが検証されている。</p>
●	<p>このデータから、盛土の安定性の検討（二次スクリーニング）をDEMデータおよび、GISソフトによる机上調査で経済的に実施する。</p>
	<p><u>(3)新たに生じるリスクへの対応</u></p>
	<p><u>1)施設の維持管理コストの上昇</u></p>
●	<p>リスクの低減策：LPWAの省電力・低コストのばら撒き型センサーの配置や、近赤外線センサーなどによる流量計測など無人化・機械化を進める。</p>
	<p><u>2)膨大なGISデータの解析による過重労働の発生</u></p>
●	<p>リスクの低減策：地形判読アルゴリズムを活用し、インハウス・エンジニアの負担を軽減する。</p>
	<p><u>(4)技術者倫理と社会の持続可能性</u></p>
	<p><u>1)技術者倫理</u></p>
●	<p>コスト削減や省力化は、人口減少社会における技術者であれば、目指すべき事項であるが、「省略」や「改ざん」はあってはいけない。</p>
●	<p>その点は、技術者の倫理観に依存する。従って、その考え方をもち続けることが、必要要件となる。</p>
	<p><u>2)社会の持続可能性</u></p>
●	<p>本課題の解決は、SDGs：7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」等の達成にも繋がる。</p>
●	<p>我々応用理学の技術士には、その基礎となる地質や環境に関与し、有益な技術を提供することで、SDGsの達成に貢献する視点や視座が求められる。以上</p>

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	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。）

プロジェクトとして、新たなエネルギー開発を設定し、カーボンニュートラルへの貢献として、温室効果ガス（GHG）の排出低減を挙げる。

**1. 多面的な課題とその内容**

**(1). エネルギー開発による低炭素化（技術的観点）**

我が国のエネルギー構造は化石燃料が中心であり、それらは地球温暖化に直結する温室効果ガス（GHG）排出などの環境問題の主要因となっている。

そこで、温室効果ガス（GHG）排出の8割以上を占めるエネルギー分野での低炭素化やカーボンニュートラルへの取組みが課題である。

**(2). ゼロカーボンシティの推進（経済的観点）**

カーボンニュートラル、脱炭素化には、地方自治体の取組みも重要であり、ゼロカーボンシティが推進されているが、参加表明の自治体は全体の3割程に留まっている。これは地方自治体毎の産業の特性と経済活動の両立などの問題が背景にある。

そのため、今後のゼロカーボンシティの推進には、政府の持続的な経済的支援を通して、地域の産官学の一連携を進めていくことが求められる。

**(3). 技術開発を支える人材確保（人材的観点）**

化石燃料に変わる新たなエネルギー源の開発が進められているが、それらの領域に対応したスキルを持つエンジニアが不足している。それらは、人口減少・少子高齢化に伴う労働者人口の減少が一因にある。

○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。)

そこで今後は、オープンイノベーションによる幅広い人材確保により、分野横断的な連携・取組みを中長期化させていくことが求められる。

**2. 最も重要と考える課題に対する解決策**

上記に挙げた課題のなかで、カーボンニュートラル、に最も影響力が大きいと考えられる(1).エネルギー開発による低炭素化を最重要課題と位置付ける。

**(1). 再生可能エネルギーの主力電源化**

太陽光・風力・地熱・バイオマス発電等の再生可能エネルギーの開発・普及・拡大を推進する。その際、地域の立地や地盤特性、賦存するエネルギー資源を有効活用するなど、地域特性に応じた複数の再生可能エネルギーを組み合わせ、自立・分散型のエネルギーシステムの構築により電力の安定供給を図る。併せてVPPにより、小規模の再生可能エネルギーを管理・制御するシステムを導入する。

**(2). 水素サプライチェーンの構築**

再生可能エネルギー由来のグリーン水素やCCSなどで処分したブルー水素を活用し、水素をエネルギー源とした電力供給システムを構築する。具体例として、余剰再生エネルギーを活用し、水の電気分解による水素製造から燃料電池や電気自動車へ電源供給を行うなど、発電量の需要と供給に応じて水素を有効活用する。

**(3). 地下資源によるエネルギー開発**

メタンハイドレートなどの国内地下資源から石油・

○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。)

石	炭	に	代	わ	る	エ	ネ	ル	ギ	一	開	発	を	推	進	す	る	。	特	に	メ	タ	ン	
ハ	イ	ド	レ	ー	ト	は	、	水	素	原	料	と	し	て	の	利	用	を	視	野	に	し	て	
お	り	、	水	素	社	会	、	カ	ー	ボ	ン	ニ	ュ	ー	ト	ラ	ル	に	貢	献	可	能	で	
あ	り	、	引	き	続	き	社	会	実	装	に	向	け	て	開	発	を	推	進	し	て	い	く	。
<b>3 . 解 決 策 を 実 行 し て も 新 た に 生 じ る リ ス ク と 対 策</b>																								
	複	数	の	技	術	分	野	を	単	独	で	進	め	る	と	、	分	野	間	で	必	要	な	
デ	ー	タ	共	有	が	な	さ	れ	ず	、	エ	ネ	ル	ギ	一	の	安	定	供	給	に	影	響	
を	与	え	る	リ	ス	ク	が	生	じ	る	。													
	対	策	と	し	て	、	官	民	が	連	携	し	て	様	々	な	デ	ー	タ	を	分	野	横	
断	的	に	収	集	・	整	理	・	提	供	を	行	う	た	め	の	プ	ラ	ツ	ト	フ	ォ	ー	
ム	を	整	備	す	る	こ	と	で	、	情	報	の	一	元	管	理	を	行	い	、	ビ	ッ	グ	
デ	ー	タ	を	共	有	す	る	。	更	に	は	A	I	を	活	用	し	、	エ	ネ	ル	ギ	一	
の	発	電	側	と	需	要	側	を	双	方	向	す	る	社	会	基	盤	シ	ス	テ	ム	を	情	
報	通	信	技	術	に	よ	っ	て	高	度	化	さ	せ	る	。									
<b>4 . 技 術 者 倫 理 と 社 会 の 持 続 性 に つ い て</b>																								
	倫	理	に	関	し	て	は	、	常	に	公	益	性	確	保	の	も	と	、	公	共	の	安	
全	確	保	を	最	優	先	に	考	慮	す	る	。	具	体	例	と	し	て	、	対	象	施	設	
の	地	盤	評	価	、	将	来	的	な	安	全	性	へ	の	予	測	・	評	価	を	科	学	的	
根	拠	に	基	づ	き	間	違	い	な	く	行	い	、	安	全	・	安	心	な	社	会	資	本	
ス	ト	ツ	ク	の	構	築	・	維	持	に	繋	げ	る	。										
	社	会	の	持	続	性	に	関	し	て	は	、	環	境	の	保	全	に	配	慮	し	た	事	
業	推	進	の	取	組	み	を	行	う	。	具	体	例	と	し	て	、	施	設	整	備	に	お	
け	る	生	態	系	や	景	観	へ	の	影	響	を	最	小	限	に	留	め	る	よ	う	配	慮	
す	る	。	ま	た	、	地	域	循	環	共	生	圏	を	通	じ	て	持	続	可	能	な	循	環	
共	生	型	社	会	を	構	築	し	、	S	D	G	s	の	取	組	み	に	繋	げ	て	い	く	。

令和4年 応用理学：地質  
必須科目

I-1

(1) 取り組むプロジェクトと課題

1) 取り組むプロジェクト

再生可能エネルギー産業の小水力の新規開発プロジェクトとする。日本は世界有数の陸水が豊富な国で、再生可能エネルギーの増加は、CO<sub>2</sub> 排出量の大きい火力発電の減少に繋がり、カーボンニュートラルに貢献出来るためである。

2) 長期的に安定した適地の選定 (技術面・課題 A)

水力発電は、古くから産業化され、発電量の大きい所は既に開発されている。地球温暖化の影響により、山間部の土砂災害の頻度が増えている。このような中、地形を分析し、長期的に安定した適地を選定する必要がある。

3) 環境と調和した開発 (環境面・課題 B)

送電ルートは、鉄塔が降雨を集水する影響で侵食が進み、小崩壊が発生し、裸地化することがある。山間部の森林は、CO<sub>2</sub> の吸収源のため、森林崩壊の防止を防ぐ。このため、風化層やゼロ次谷の分布を検討し、森林保全を図っていく必要がある。

4) 周辺の影響を考慮した開発 (持続性・課題 C)

発電には、河川流量の使用が欠かせない。一方、河川水は、農業、漁業等と地元生活と密着している。長期的に安定した出力を保ち、カーボンニュートラルに貢献するために、季節変動等を考慮した使用状況をモニタリングし、影響度評価をしておく必要がある。

(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

長期的な社会の発展には、安定して CO<sub>2</sub> 排出量の少ない発電を継続することが欠かせない。このため課題 A を選択する。

2) 広域スクリーニング (解決策 1)

適地選定のために、空中写真判読に加えて、高密度 DEM や SAR 画像を使用する。DEM 解析を行い、凸型地形等の不安定化が進んだ微地形を抽出する。また、SAR 解析では、2 時期の比較分析を行い、変動斜面の抽出を行う。これらの、新技術による可視化を通じて、長期的に安定した斜面の評価を行う。

3) 高品質な調査・試験 (解決策 2)

近年の豪雨頻度の増加や地震動により、古い地すべり移動体が再滑動する報告がある。古い移動体は一般的なボーリングですべり面の判定が難しいので、高品質ボーリングを行い、破碎の程度に着目した評価を行う。また、高密度のジオトモグラフィーを行い、地盤の緩み域の検討を行う。これらの調査検討を通じて緩み域の分析を行い、長期安定地盤の評価に繋げる。

4) BIM/CIM の活用 (解決策 3)

建設対象地点に避けられない弱層面が出現することがあり、この評価には、設計者や施工者等の多数の視点で議論することが重要である。この時、イメージの相違を無くすために、

3次元モデルを作成し、活用する。そして、理学や工学を融合した客観的評価から、リスク回避を図る。この3次元モデルを活用した議論から、安定した適地の選定に繋げる。

### (3) 新たに生じるリスクと対策

#### 1) 新たに生じるリスク

高密度のスクリーニング、調査の高品質化、モデルの高精度化を図っても、調査数は限られているので、地質リスクをゼロにすることは出来ない。地球温暖化で豪雨頻度が増大し、南海トラフ地震の活動時期が近づいているので、斜面崩壊等のリスクは増大している。

#### 2) リスク対策

リスクを予め取り入れたリスクコミュニケーションが望まれる。また、斜面のモニタリングを行い、斜面崩壊等による障害を早期に把握することで、甚大なリスク回避を図る。更に、将来の岩盤劣化等を予測したパラメトリックスタディも効果的と考える。

### (4) 業務遂行に必要な要件

再生可能エネルギー産業は、公益性が高いので、優先して取り組む必要がある。技術者は、取得したデータは全て正確に取扱い、先端技術の習得に努める必要がある。また、本産業は、地元の協力なしでは成り立たないので、地元住民と円滑な関係構築に努める。取得したデータは、守秘義務の範囲内で地元が発信し、理解を得ることも応用理学技術者として重要な役割と考える。以上



I-2 コロナ禍によって社会情勢の変化が加速し、国土強靱化に係る科学技術・イノベーションを活用した総合的な取組の重要性が増している。Society 5.0の実現に向け、いつでもどこでも誰でも安心してデータやAIを活用できるようにすることは、喫緊の課題の1つとされている。このような状況を踏まえて、資料1, 2を参考に、以下の問いに答えよ。

- (1) あなたは、応用理学分野に関連し、ビッグデータやICT, AI等の先端技術に立脚するあるプロジェクトを担当することとなった。プロジェクトの内容を述べ、それを達成するための課題を、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、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られる課題を1つ挙げ、その課題に関する複数の解決策を、専門技術用語を交えて示せ。
- (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必要となる要件・留意点を題意に即して述べよ。

(資料1)

Society 5.0の実現に向け、サイバー空間とフィジカル空間を融合し、新たな価値を創出することが可能となるよう、質の高い多種多様なデータによるデジタルツインをサイバー空間に構築し、それを基にAIを積極的に用いながらフィジカル空間を変化させ、その結果をサイバー空間へ再現するという、常に変化し続けるダイナミックな好循環を生み出す社会へと改革することを目指す。

このため、デジタル社会を実現する司令塔と国家戦略の下、必要な規制の見直しを図りつつ、この新たな社会システム基盤を構築、徹底的に活用し、グローバルな課題と国内のシステム改革に挑むことで、国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会を実現する。また、戦略からインフラや人材に至る全体的なアーキテクチャに基づく合理的なサイバー空間の構築と、その活用を前提としたフィジカル空間における業務改革や産業構造の不断の変革が必要である。

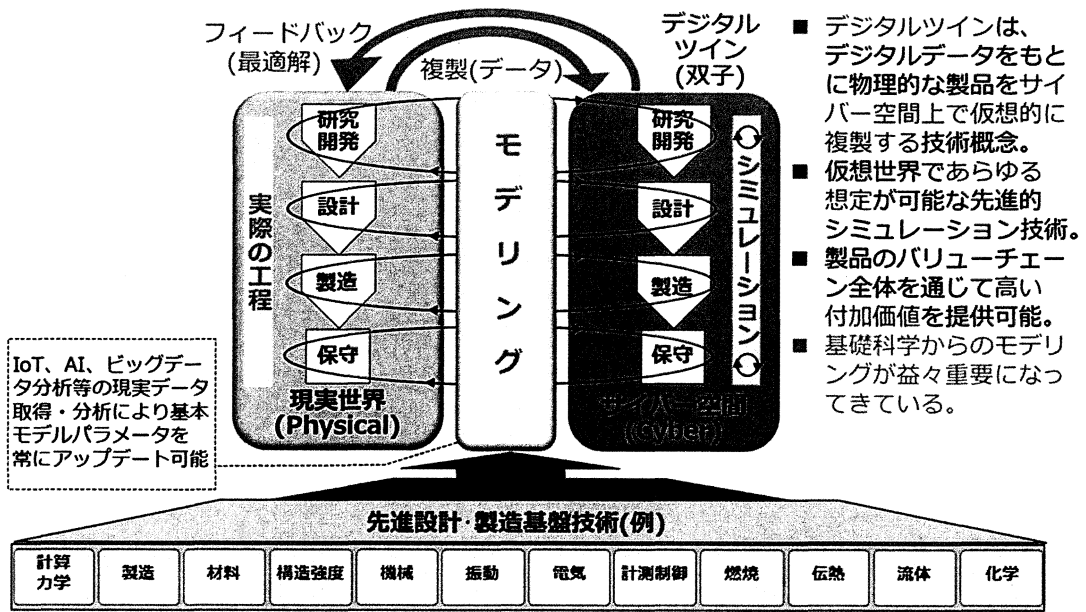
このような社会を支えるのは、人材と社会インフラである。「数理・データサイエンス・AI」に関する素養を備え、社会のあらゆる分野で活躍する人材を大量に育成する。また、全国津々浦々まで次世代のインフラが整備された環境において、データやAIを活用する技術を実装する。これらを通じて、いつでも、どこでも、誰でも、データやAIを活用し、これまで実現できなかったようなサービスを次々と創出できる基盤を構築する。

また、行政機関が「データホルダー・プラットフォーム」としての役割を担い、ベース・レジストリの整備や、行政サービスに関連したデータの標準化と民間への開放を進めるとともに、教育、医療、防災等の分野に関しては、国が整備する安全・安心で信頼できるデータプラットフォームを官・民が一体となって活用することで、あらゆるモノやサービスに関する多種多様なデータを基にしたデジタルツインをサイバー空間に構築する。

さらに、信頼性のあるデータ流通環境の整備、セキュリティやプライバシーの確保、公正なルール等の整備を図ることで、企業によるデータの相互提供・活用、様々な分野で開発・提供される国民の利便性と安全な暮らしを支える利便性の高いサービスを活性化するとともに、データやAIの社会実装に伴う負の面や倫理的課題等にも対応し、多様な人々の社会参画が促され、国内外の社会の発展が加速する。

(「科学技術・イノベーション基本計画(令和3年3月閣議決定)」より抜粋)

(資料 2)



(出典：戦略プロポーザル 革新的デジタルツイン，国立研究開発法人科学技術振興機構，2018)

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	I - 2						

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

( 1 )	担	当	す	る	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	は	、	土	石	流	被	災	地	の	復	興			
工	事	と	す	る	。	二	次	災	害	に	よ	る	作	業	員	の	危	険	を	防	ぐ	た	め	
I	C	T	土	木	を	採	用	し	、	測	量	、	現	地	確	認	、	整	地	作	業	等	を	極
力	無	人	・	遠	隔	操	作	工	事	で	実	施	す	る	。									
	ま	た	、	土	石	流	と	し	て	移	動	堆	積	し	た	土	砂	の	量	は	、	A		
	を	用	い	た	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ヨ	ン	で	算	定	を	行	い	、	本	工	事	に	よ
	り	発	生	す	る	排	土	の	量	に	つ	い	て	は	、	ド	ロ	ー	ン	に	よ	る	測	量
	値	を	も	と	に	3	次	元	モ	デ	ル	化	し	排	土	量	計	算	を	行	う	。		
		こ	れ	ら	を	達	成	す	る	た	め	の	課	題	を	以	下	に	示	す	。			
1	・	デ	ー	タ	の	品	質	保	持															
	I	C	T	土	木	は	、	I	o	T	に	よ	り	各	機	器	の	操	作	や	解	析	が	高
	化	、	大	容	量	化	、	簡	易	化	さ	れ	利	点	が	多	い	一	方	、	シ	ス	テ	ム
	へ	の	依	存	度	が	増	し	、	ミ	ス	や	エ	ラ	ー	が	見	過	ご	さ	れ	る	危	険
	性	も	増	え	る	と	考	え	ら	れ	る	。												
		ま	た	、	扱	う	デ	ー	タ	が	膨	大	で	自	動	処	理	部	分	が	複	雑	化	し
		て	い	る	た	め	、	エ	ラ	ー	の	原	因	特	定	は	容	易	で	は	な	い	。	
		デ	ー	タ	の	信	頼	性	の	観	点	か	ら	、	監	視	チ	ェ	ツ	ク	体	制	の	整
		備	に	よ	る	デ	ー	タ	の	品	質	保	持	が	課	題	で	あ	る	。				
2	・	シ	ス	テ	ム	の	故	障	・	不	具	合	時	の	対	応	策							
	I	o	T	で	全	て	が	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	と	繋	が	っ	て	い	る	た	め	、	自
	然	災	害	時	や	ウ	ィ	ル	ス	侵	入	、	人	為	ミ	ス	な	ど	に	よ	り	、	シ	ス
	テ	ム	に	不	具	合	が	生	じ	る	危	険	性	が	考	え	ら	れ	る	。				
		装	置	の	自	動	化	や	無	人	化	、	遠	隔	操	作	が	進	む	と	、	不	具	合
		が	生	じ	た	場	合	の	危	険	度	、	損	害	も	大	き	く	、	ト	ラ	ブ	ル	回
		対	策	が	必	要	で	あ	る	。														

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	全	性	の	観	点	か	ら	、	故	障	・	不	具	合	発	生	時	の	対	応	、	リ	
ス	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	が	課	題	で	あ	る	。										
3	.	サ	イ	バ	ー	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ													
	サ	イ	バ	ー	空	間	と	フ	ィ	ジ	カ	ル	空	間	が	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	で	接	
続	さ	れ	る	た	め	、	情	報	交	換	が	快	適	に	な	る	反	面	、	サ	イ	バ	ー	
攻	撃	の	対	象	と	し	て	、	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	弱	い	個	人	P	C	な	ど	
か	ら	狙	わ	れ	る	危	険	性	が	あ	る	。												
	被	害	に	遭	っ	た	場	合	、	業	務	情	報	だ	け	で	な	く	、	企	業	情	報	
や	個	人	情	報	ま	で	漏	え	い	す	る	危	険	性	も	高	い	。						
	情	報	管	理	の	観	点	か	ら	、	サ	イ	バ	ー	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	強	化	
が	課	題	で	あ	る	。																		
	(	2	)	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	対	策	に	つ	い	て									
1	.	C	P	S	F	(	サ	イ	バ	ー	フ	ィ	ジ	カ	ル	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	ー	対	策
レ	ー	ム	ワ	ー	ク	)																		
	経	済	産	業	省	は	、	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	環	境	の	変	化	に	伴	う	サ	イ	
バ	ー	攻	撃	の	増	大	に	対	応	す	る	た	め	、	C	P	S	F	を	策	定	し	た	。
	こ	れ	は	、	産	業	界	が	自	ら	の	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	対	策	に	活	用	で	
き	る	よ	う	、	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	対	策	モ	デ	ル	の	構	築	や	、	対	策	事	
例	な	ど	を	示	し	た	も	の	で	あ	る	。												
2	.	企	業	内	で	の	専	門	部	署	の	設	置											
	サ	イ	バ	ー	攻	撃	も	高	度	化	・	複	雑	化	し	て	い	る	た	め	、	企	業	
内	に	情	報	シ	ス	テ	ム	課	な	ど	を	設	置	し	、	専	任	人	員	を	配	置	す	
る	。	上	記	C	P	S	F	を	活	用	し	、	自	社	内	で	起	こ	り	う	る	リ	ス	
を	洗	い	出	し	、	対	応	策	を	提	示	、	実	行	す	る	。							
	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	ソ	フ	ト	の	最	新	化	、	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	利	用	者	

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。）

の	制	限	、	パ	ス	ワ	ー	ド	設	定	、	定	期	的	な	バ	ッ	ク	ア	ッ	プ	な	ど	
の	実	施	に	加	え	、	従	業	員	へ	の	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	教	育	も	必	要	で	
あ	る	。																						
<u>3</u>	<u>.</u>	<u>個</u>	<u>人</u>	<u>の</u>	<u>セ</u>	<u>キ</u>	<u>ュ</u>	<u>リ</u>	<u>テ</u>	<u>ィ</u>	<u>意</u>	<u>識</u>	<u>の</u>	<u>向</u>	<u>上</u>									
	個	人	は	、	P	C	の	暗	証	番	号	、	パ	ス	ワ	ー	ド	の	設	定	、	メ	ー	
ル	添	付	デ	ー	タ	の	開	封	時	に	注	意	す	る	、	不	審	な	サ	イ	ト	に	入	
ら	な	い	な	ど	、	基	本	的	な	対	策	を	徹	底	す	る	。	定	期	的	な	社	内	
教	育	に	よ	り	、	危	機	意	識	を	持	続	さ	せ	る	。								
<u>(</u>	<u>3</u>	<u>)</u>	<u>新</u>	<u>た</u>	<u>に</u>	<u>生</u>	<u>じ</u>	<u>う</u>	<u>る</u>	<u>リ</u>	<u>ス</u>	<u>ク</u>												
	被	害	を	最	小	限	に	抑	え	る	た	め	、	被	害	に	遭	っ	た	場	合	の	早	
急	な	対	応	、	情	報	公	開	、	公	表	は	企	業	の	義	務	で	あ	る	。			
	し	か	し	、	被	害	に	遭	っ	た	場	合	、	企	業	イ	メ	ー	ジ	に	マ	イ	ナ	
ス	に	な	る	こ	と	を	恐	れ	、	公	表	せ	ず	に	処	理	し	か	ね	な	い	。		
	企	業	側	に	は	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	ポ	リ	シ	ー	の	策	定	と	、	被	害	に	
遭	っ	た	場	合	の	ア	ク	シ	ョ	ン	、	共	有	・	報	告	・	公	表	の	徹	底	も	
課	せ	ら	れ	る	。	相	互	助	け	合	い	の	意	識	が	必	要	で	あ	る	。			
<u>(</u>	<u>4</u>	<u>)</u>	<u>業</u>	<u>務</u>	<u>遂</u>	<u>行</u>	<u>に</u>	<u>あ</u>	<u>た</u>	<u>り</u>	、	経	済	性	よ	り	安	全	性	を	優	先	し	
サ	イ	バ	ー	攻	撃	に	対	す	る	脆	弱	性	を	排	除	し	た	う	え	で	業	務	の	
実	施	を	行	う	。																			
	ま	た	、	ス	テ	ー	ク	ホ	ル	ダ	ー	の	保	有	す	る	安	全	、	財	産	、	情	
報	を	守	り	、	工	事	を	円	滑	に	実	施	す	る	。									
	技	術	者	倫	理	と	し	て	、	デ	ー	タ	改	ざ	ん	は	決	し	て	行	わ	ず	、	
業	務	で	知	り	得	た	情	報	の	守	秘	義	務	を	守	る	。							
	持	続	可	能	性	を	考	慮	し	、	周	辺	環	境	の	維	持	に	務	め	る	。		
以	上	。																						

二次試験答案用紙

氏 名

問題番号	1枚目
R4(2022) I-2	3枚中

(1)	プロジェクト内容と達成のための課題
<	プロジェクト内容>
こ	れまで公共機関・施設・団体で実施されたボーリン
グ	調査結果を全て統合し、現状での最新の全国版土木
地	質図を作成する。加えて、柱状図や土質試験結果、
各	種物理試験結果等をデータベース化するとともに、
主	要地点において三次元地質モデルや地質断面図を作
成	する。また、これらの成果をデジタル化し、インタ
ー	ネットを介して一般公開する体制を整備する。
<	課題①：技術者判断の差異>
同	じ地域に分布する同じ地層の調査結果に対し、技術
者	によって異なる考察がなされ、それらを統合して成
果	をまとめようとする際に、整合性を図ることが困難
と	なる。
<	課題②：学術研究成果との整合>
土	木地質学的性状は、地層の形成された時代や成因と
密	接な係わりがある。工学的な特徴だけでなく、最新
の	学術研究成果についても収集を行い、成果に反映す
る	必要がある。
<	課題③：各機関との連携>
膨	大な量の地質情報を迅速に収集するため、国・都道
府	県・市町村等の関係機関の連携が求められる。また、
成	果に対して、大学を始めとする各種研究機関の意見
を	積極的に求めることも必要である。
(2)	最も重要と考えられる課題と解決策

## 二次試験答案用紙

氏名	問題番号	2枚目
	R4(2022) I-2	3枚中

最も重要な課題：①技術者判断の差異															
＜解決策①：学術研究結果の活用＞															
限られた地域で確認された地質に対して、狭い視野で土木地質学的性状のみを頼りにその性状や分布範囲を検討するのではなく、学術研究成果を活用し、広域的な分布状況や形成年代、成因といった広い視野で検討を行う。															
＜解決策②：検証組織の設置＞															
技術者判断の差異といった問題の解決や、プロジェクトとして統一の見解をまとめるため、大学をはじめとする研究機関にも積極的に協力を依頼し、専属の検証機関を設置する。															
＜解決策③：再調査の実施＞															
現状で得られている調査結果では結論が出せないと判断される場合は、ボーリング調査や原位置試験、各種物理探査等の追加調査を必要十分かつ最低限の数量で実施する。															
(3)新たに生じうるリスクとそれへの対策															
技術者判断の差異により整合性が取れなくなる事態は、大小含めて数多く発生することが予想される。特に、貫入マグマや接触変成帯、断層やその影響域等、異なる時代・成因の地層が重なる場所では、地層の分布状況や性状が複雑化しやすく、追加調査の実施等も必要となり、プロジェクトが長期化するリスクがある。															
解決策として、AI技術の活用が挙げられる。上記のよ															



二次試験答案用紙

氏 名

問題番号	3 枚目
R4(2022) I-2	3 枚中

うな複雑な地質に対しては、従来通り技術者の判断が必要となるが、もっと単純な地層の分布域に対してはAI技術により自動的に地層区分や分布状況の判断を行い、プロジェクト期間の大幅な短縮を図る。ただし、現状、そのような取り組みはほとんど行われておらず、技術の構築が待たれる。

(4) 業務遂行に当たり必要となる要件・留意点  
 土木地質学は経験工学である。長期的なプロジェクトを継続的に実施し、成功させるためには、若手の技術者の育成が必須である。知識・経験を積んだ技術者が単独で業務を進めていくのではなく、若手技術者を業務に積極的に携わらせ、経験・知識を伝承していくことが求められる。若手技術者が業務に係ることで、新たな視野・視点が切り開かれ、知識・経験を積んだ技術者の更なる成長にも繋がる。  
 また、自分の技術力を過信せず、不得意分野や経験・知識が乏しい内容については経験豊富な技術者や学術研究者だけでなく、若手技術者にも積極的に意見を求め、相談を行うことも必要である。一以上一

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-2

技術部門	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	情報地質

※
---

○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) 道路防災点検事業のデジタルトランスフォーメーション化の課題

ビッグデータやICT、AI等の技術に立脚するプロジェクトとして、「道路防災点検事業のデジタルトランスフォーメーション化（以下、DX化）」について述べる。

道路防災点検事業では、道路斜面の効率的・効果的な維持・管理が必要であり、ICTやAI等を活用したDX化が求められている。道路防災点検事業のDX化を達成するための課題を以下に述べる。

① 産官学の連携（観点：社会面）

道路防災点検のDX化にはデータプラットフォームの整備やICT技術の開発などが必要であり、道路を管理する行政機関のみでのDX化は困難である。このことから、いかに産官学が連携できる社会体制を整備するかが課題である。

② DX化のためのコスト低減（観点：コスト面）

DX化のためにはシステム開発などの膨大なコストが必要である。このように、DX化のためのコストを以下に低減するかが課題である。

③ 多様な災害要因の抽出（観点：技術面）

斜面災害には落石、崩壊、土石流といった多様な災害があり、道路防災点検では、これらの対策を検討する必要がある。このことから、いかに多様な災害要因を精度良く抽出するかが課題である。

令和4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)	多	様	な	災	害	要	因	の	抽	出	に	対	す	る	解	決	策						
	上	記	の	課	題	の	う	ち	最	も	重	要	な	課	題	は	、	「	多	様	な	災	害
の	抽	出	」	で	あ	る	と	考	え	る	。	な	ぜ	な	ら	、	多	様	な	災	害	を	抽
出	し	、	対	策	を	行	う	こ	と	で	、	最	優	先	す	べ	き	国	民	の	安	心	・
安	全	を	確	保	で	き	る	か	ら	で	あ	る	。	以	下	に	こ	の	課	題	に	対	す
る	解	決	策	を	示	す	。																
	①	精	度	の	高	い	航	空	レ	ー	ザ	測	量	デ	ー	タ	の	活	用				
	従	来	、	災	害	要	因	の	抽	出	に	は	、	地	形	図	や	空	中	写	真	に	よ
る	地	形	判	読	が	用	い	ら	れ	て	き	た	が	、	精	度	の	低	い	地	形	図	や
樹	木	に	よ	っ	て	判	読	が	困	難	な	空	中	写	真	で	は	、	精	度	の	良	い
地	形	判	読	が	困	難	で	あ	っ	た	。	そ	こ	で	、	精	度	の	高	い	航	空	レ
ー	ザ	測	量	デ	ー	タ	の	活	用	を	解	決	策	と	し	て	提	案	す	る	。	例	え
ば	、	航	空	レ	ー	ザ	測	量	デ	ー	タ	を	地	理	情	報	シ	ス	テ	ム	に	よ	っ
て	地	形	解	析	す	る	こ	と	で	、	微	地	形	表	現	図	を	作	成	す	る	こ	と
で	、	こ	れ	を	用	い	た	高	精	度	な	地	形	判	読	が	可	能	と	な	る	と	考
え	る	。																					
	②	A	I	に	よ	る	災	害	要	因	の	抽	出										
	災	害	要	因	の	抽	出	に	は	、	精	度	向	上	や	抽	出	漏	れ	を	防	ぐ	こ
と	が	重	要	と	な	る	。	そ	こ	で	、	A	I	に	よ	る	災	害	要	因	の	抽	出
を	提	案	す	る	。	こ	れ	に	よ	っ	て	、	抽	出	技	術	者	の	技	量	に	依	存
し	な	い	災	害	要	因	の	抽	出	が	可	能	に	な	る	。	A	I	に	学	習	さ	せ
る	教	師	デ	ー	タ	と	し	て	は	、	例	え	ば	、	落	石	な	ど	の	重	力	系	災
害	に	は	傾	斜	量	図	を	、	土	石	流	な	ど	の	豪	雨	系	災	害	に	は	C	S
立	体	図	を	用	い	る	こ	と	で	、	多	様	な	災	害	要	因	の	抽	出	に	対	応
で	き	る	と	考	え	る	。																

令和4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。）

(3)	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策					
	高	精	度	に	多	様	な	災	害	要	因	を	抽	出	し	た	と	し	て
定	外	の	災	害	の	発	生	」	と	い	っ	た	リ	ス	ク	が	あ	る	。
質	の	不	確	実	性	や	気	候	変	動	に	伴	う	豪	雨	災	害	の	
因	す	る	。	こ	の	リ	ス	ク	に	対	し	て	は	、	災	害	予	測	
が	対	策	と	な	る	と	考	え	る	。	そ	こ	で	、	A	I	技	術	
一	シ	ョ	ン	技	術	を	組	み	合	わ	せ	た	高	精	度	災	害	予	
る	。	こ	れ	に	よ	っ	て	、	教	師	デ	ー	タ	が	少	な	い	場	
大	な	条	件	の	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ	ン	結	果	を	教	師	デ		
A	I	に	学	習	さ	せ	る	こ	と	で	、	高	精	度	な	災	害		
な	る	と	考	え	る	。	例	え	ば	、	落	石	災	害	で	あ	れ		
形	、	降	雨	な	ど	の	条	件	で	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ	ン	を		
結	果	を	A	I	に	学	習	さ	せ	対	象	地	で	災	害	が			
す	る	こ	と	が	可	能	と	な	る	。									
(4)	業	務	遂	行	上	の	必	要	と	な	る	要	件	・	留	意	点		
	業	務	を	遂	行	す	る	技	術	者	に	必	要	と	な	る	要	件	
益	性	の	確	保	が	あ	る	。	道	路	防	災	点	検	事	業	に	お	
の	確	保	で	は	、	D	X	化	に	よ	る	国	民	の	安	心	・	安	
最	優	先	に	留	意	す	べ	き	で	あ	る	と	考	え	る	。			
	ま	た	、	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点	か	ら	は	、	
の	激	甚	化	は	、	環	境	破	壊	に	よ	る	気	候	変	動	も		
と	か	ら	、	自	然	環	境	の	保	全	に	も	留	意	が	必	要		
る	。																		
																		以	
																		上	

## 問題 I -2

(1) Society5.0 とは、現実空間と仮想空間の融合により、国民一人ひとりの well-being を目指す人間中心の社会を目指すものである。仮想空間を構築する要素の一つとして、AI 技術に着目し、応用理学部門での AI 技術の利用頻度の向上を目的とする。

### 課題①：調査頻度の観点

現在、応用理学部門における AI 技術の活用方法として、トンネル切羽の岩判定や、高速地質構造解析などがあるが、いずれも調査ボーリングによる調査データが主となる。調査ボーリングは点的な調査であり、面的な広範の調査では推定に頼る部分が多くなるという課題がある。

### 課題②：解析精度の観点

AI による解析には、過去の調査データなどの教師データを多く利用する必要がある。現在、教師データが不足していることにより、解析の精度が補償されていないという課題がある。

### 課題③：情報セキュリティの観点

現在、様々な分野の情報のデータ化が進んでいる。AI 技術を用いるにあたり、非常に多くのデータを使用する必要がある。伴って、データの流出やハッキング、不正利用などのリスクも高まるという課題がある。

(2) 前問で抽出した課題の内、最も重要な課題は①であると考えます。課題①に対する解決策を以下に示す。

#### 解決策 I

既存資料や地史を確認し、詳細な資料調査を行う。地域の特性や、被災履歴などを確認し、解析用のデータに加える。

#### 解決策 II

専門技術者の目により、詳細な現地踏査を行い、局所的な変状や露頭状況などを整理する。整理した内容で解析結果に必要なに応じた修正を行う。

#### 解決策 III

調査ボーリングは、地中の資料を直接目視確認できるという利点がある反面、ピンポイントでの調査結果しか得ることができないため、物理探査やサウンディングを追加提案するなど、適切な調査計画を立案する。

(3) 前問で示した解決策を全て実行したとしても、調査地点間の推定部すべてを網羅することはできない。調査段階での不確定要素により引き起こされるリスクに大小をつけて評価・整理する。小さなリスクについては、自段階である設計段階、施工段階へ留意事項、申し送り事項として引継ぎを行う。

(4) プロジェクトを遂行するにあたり、倫理、社会持続性の観点から必要な要件・留意点を以下に示す。

#### 倫理

取り扱う情報がデータという形式であるため、データの改ざん、不正の隠ぺいには留意が必要である。また、AI による判断は倫理的な観点が欠如している可能性があり、専門技術者による確認、修正が必要となる。

#### 社会持続性

AI などの新技術の普及が進行し、解析プロセスがブラックボックス化する可能性がある。プロセス部分を理解できる専門技術者による確認・修正を行う必要がある。併せて、業界の高齢化が進み、若手技術者への技術の伝承が急務とされている。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～17-1 物理及び化学～

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 カルノーサイクルは，高温と低温の2つの熱浴間で動作する熱機関の熱力学サイクルの一種である。どのような熱力学サイクルか説明せよ。また，カルノーサイクルは，理想的な熱力学サイクルであると言われるが，どのような点で理想的か説明せよ。

Ⅱ-1-2 不純物が一様に添加された半導体の多数キャリア密度を測定する方法を1つ挙げ，測定の原理及び特徴について説明せよ。

Ⅱ-1-3 質量分析を行うための装置の例を1つ挙げ，測定対象と測定の原理及び特徴について説明せよ。

Ⅱ-1-4 ルイス酸とルイス塩基の反応性を理解するには，「硬い，軟らかい」の考え方を取り入れたHSAB（Hard and Soft Acids and Bases）則が有用である。HSAB則とは何か，具体的な例を示しつつ説明せよ。



技術士第二次試験 再現論文 答案用紙

氏名				応用理学部門
問題番号	II-1			選択科目 物理及び化学
答案使用枚数	1 枚目	1 枚中		専門とする事項 化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用

II-1-3	MALDI-TOF型質量分析装置について												
[測定対象]													
MALDI-TOF分析装置は、タンパク等の高分子化合物													
主な測定対象である。													
[原理]													
高分子化合物に、金属とグリセリンの混合物等のマ													
トリックスを加え、レーザーを照射ることにより試料を													
イオン化する。こうすることで、試料を直接加熱しな													
いため、高分子化合物を壊すことなく元の構造を保つ													
たままイオン化することができる。イオン化された試													
料は電界のかかった真空中に導入され、電界に引かれ													
て真空中を飛行し、一定時間後電極到達する。このイ													
オンの電荷を電極で捕集し電子回路で検出する。飛行													
時間は試料の分子量をイオン価数で割った値 ( $m/z$ )													
の関数となるので、飛行時間を既知のライブラリを参													
照すること成分の同定が可能となり、信号強度から													
定量を行うことができる。													
[特長]													
MALDI-TOFは高分子を破壊することなく分子量を													
計測できるため、タンパク等の生体高分子の定性分析													
に有用である。また質量の分解能が $1/1000$ [Da]オーダ													
の高分解能であり、同じ分子量となる別の化合物と識													
別することが可能。さらに検出信号を真空中で二次電													
子増倍を行うことで、高感度に検出することが可能で													
あるので、プロテオミクス等の分野で多用されている。													

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（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 自社の研究部門でなされた基礎的な発見を，新たな製品開発・製造につなげるためのプロジェクトが立ち上がり，あなたはその責任者として業務を担当することになった。発見の内容と開発・製造する製品を具体的に特定したうえで，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 あなたの所属する化学会社の自社工場において，工場周辺の環境管理のためのモニタリング部門を設置することになり，あなたはその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。

技術士第二次試験 筆記試験対策 再現論文 答案用紙

氏名				応用理学
問題番号	II-2-1	選択科目	物理及び化学	
答案使用枚数	1 枚目	2 枚中	専門とする事項	化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用

[イオン分析用サプレッサの事業化]																							
水	を	電	気	分	解	す	る	系	で	電	解	水	の	流	路	に	イ	オ	ン	交	換		
樹	脂	を	導	入	す	る	こ	と	で	電	解	電	圧	を	低	下	さ	せ	、	低	い	電	圧
で	高	効	率	の	電	気	分	解	が	で	き	る	こ	と	が	見	出	さ	れ	た	。	そ	こ
で	こ	の	技	術	を	イ	オ	ン	ク	ロ	マ	ト	グ	ラ	フ	装	置	に	用	い	る	イ	オ
ン	サ	プ	レ	ッ	サ	に	応	用	し	製	品	化	す	る	こ	と	に	な	っ	た	。	こ	の
プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	を	想	定	す	る	。												
(1) 調査・検討すべき内容																							
①	製	品	の	市	場	性																	
	イ	オ	ン	サ	プ	レ	ッ	サ	は	水	質	分	析	や	化	学	工	業	等	に	使	用	
さ	れ	る	が	、	開	発	投	資	に	見	合	っ	た	市	場	規	模	が	あ	り	、	売	り
上	げ	が	期	待	で	き	る	か	を	ま	ず	確	認	す	る	必	要	が	あ	る	。		
②	製	品	の	コ	ス	ト	予	測															
	イ	オ	ン	交	換	基	を	導	入	す	る	た	め	製	品	コ	ス	ト	は	上	昇	す	
る	。	性	能	向	上	に	見	合	っ	た	コ	ス	ト	で	製	造	で	き	る	か	試	算	を
行	う	。																					
③	耐	久	性																				
新	技	術	を	用	い	た	デ	バ	イ	ス	の	特	性	を	実	験	室	で	確	認	す	る	だ
け	で	な	く	、	実	用	に	耐	え	る	耐	久	性	が	あ	る	こ	と	を	、	加	速	試
験	等	で	確	認	し	て	お	く	。														
	こ	れ	ら	を	確	認	し	た	の	ち	、	研	究	部	門	か	ら	事	業	部	門	に	技
術	移	管	を	行	い	、	製	品	開	発	を	開	始	す	る	。							
(2) 業務を進める手順と各項目の留意点、工夫																							
(i) 製品化のフェーズビリティスタディー																							
	本	技	術	が	製	品	と	し	て	実	際	に	開	発	・	製	造	可	能	か	、	材	料

技術士第二次試験 筆記試験対策 再現論文 答案用紙

氏名				応用理学
問題番号	II-2-1	選択科目	物理及び化学	
答案使用枚数	2 枚目	2 枚中	専門とする事項	化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用

の	入	手	性	や	要	求	さ	れ	る	加	工	精	度	の	実	現	可	否	、	製	造	設	備	
の	確	保	等	を	検	討	す	る	。	加	え	て	採	算	性	等	に	つ	い	て	も	検	討	
し	、	事	業	と	し	て	成	立	す	る	と	判	断	で	き	た	ら	事	業	化	を	決	定	
す	る	。	工	夫	す	べ	き	点	と	し	て	、	素	材	に	新	規	の	物	で	あ	れ	ば	
供	給	業	者	の	製	造	能	力	・	製	造	設	備	・	納	期	等	も	業	者	に	よ	る	
確	認	す	る	必	要	が	あ	る	。															
(i i)	開	発	・	生	産	リ	ソ	ー	ス	の	確	保												
	量	産	に	対	応	す	る	設	計	と	検	証	、	製	造	工	程	の	整	備	、	品	質	
保	証	、	販	売	資	料	や	ト	レ	ー	ニ	ン	グ	等	の	製	品	化	に	必	要	な	人	
的	物	的	リ	ソ	ー	ス	の	確	保	を	行	う	。											
(i i i)	要	素	技	術	開	発																		
	基	礎	研	究	で	確	立	し	た	技	術	要	素	に	つ	い	て	、	量	産	を	前	提	
と	し	た	設	計	を	行	い	、	安	定	し	た	品	質	の	確	保	や	コ	ス	ト	面	の	
目	途	を	つ	け	る	。	工	夫	点	と	し	て	量	産	や	実	使	用	を	想	定	し	た	
リ	ス	ク	抽	出	を	行	い	、	予	想	さ	れ	る	問	題	を	こ	の	段	階	で	潰	す	。
(i v)	製	品	化																					
	要	素	技	術	の	目	途	が	立	っ	た	ら	、	製	造	、	品	質	保	証	、	販	売	、
ア	プ	リ	ケ	ー	シ	ョ	ン	サ	ポ	ー	ト	等	の	部	門	で	共	同	し	て	、	本	技	
術	を	商	品	と	し	て	販	売	可	能	な	状	態	に	す	る	た	め	の	体	制	を	準	
備	す	る	。	各	部	門	の	連	携	が	重	要	で	あ	る	。								
(3)	業	務	を	効	率	的	効	果	的	に	進	め	る	関	係	者	と	の	調	整	方	策		
	新	技	術	は	量	産	や	実	運	用	で	思	わ	ぬ	問	題	が	生	じ	る	場	合	が	
あ	る	た	め	、	研	究	開	発	終	了	後	も	研	究	部	門	と	の	関	係	を	維	持	
し	、	問	題	が	発	生	し	た	ら	す	ぐ	に	調	査	・	対	策	の	協	力	が	得	ら	
れ	る	よ	う	な	体	制	を	取	り	続	け	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。			

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 社会のICT化が進み，様々なサービスが電子化される中で，個人認証の重要性がますます高まっている。特に近年では，幅広い分野で生体認証が用いられるようになった。このような状況を考慮し，以下の問いに答えよ。

- (1) 生体認証が普及するに当たって，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，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 化学品，紙・パルプ，ガラス，セメントなどに関する素材産業は，我が国のリーディングインダストリーの1つである。中でも液晶ディスプレイに用いられる様々な機能性材料は，それぞれで高い世界シェアと競争力を確保している。このような状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) モバイル端末用液晶ディスプレイのカバーガラスとしての利用を想定した素材を，新たに開発することに対して，その素材が克服すべき課題を3つ，技術者としての立場で多面的な観点から抽出し，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。

技術士第二次試験 筆記試験対策 再現論文 答案用紙

氏名				応用理学
問題番号	III-1	選択科目	物理及び化学	
答案使用枚数	1 枚目	3 枚中	専門とする事項	化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用

(1) 生体認証の課題														
生体認証には、指紋認証、虹彩（アイリス）認証、声紋認証、顔認証など各種方式があり、方式により認識率やコスト等のメリットデメリットが存在する。これを踏まえて、以下の①～③の観点で課題を抽出する。														
① 誤認識により不利益が発生するという観点														
生体認証の誤認識率は、指紋認証で約 1 / 10000、虹彩認証ではさらに 1桁程度低いとはなく、誤認識が起これると、「本人が本人だと認識されない」「他人が本人であると誤認識される」という問題が起こる可能性がある。前者では必要な場合に認証できず、後者では他人が本人になりすまして認証することが可能になり、いずれも不利益を生じる。														
② 認識デバイスが高額になるという観点														
生体認証を行うには、指紋や虹彩などの生体情報を読み取るセンサが必要であるが、高い認識率を得るためのセンサは高解像度の画像センサや等を使用するため、高額になりがちである。近年はスマートフォンに組み込むような用途が増えており、コストの低減が課題となる。														
③ データの登録の手間がかかるという観点														
生体認証は、あらかじめ記憶された本人の生体情報と、認証時に採取された情報を照合するものであるため、事前に生体情報を採取し登録する必要がある、この登録作業に時間とコストがかかる。														

## 技術士第二次試験 筆記試験対策 再現論文 答案用紙

氏名	<b>応用理学</b>
問題番号 <b>III-1</b>	選択科目 <b>物理及び化学</b>
答案使用枚数 <b>2 枚目 3 枚中</b>	専門とする事項 <b>化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用</b>

(2) 課題 「認識率の低さ」 についての解決策													
①	情報量の多い高性能センサの使用												
例え、画像系のセンサであれば、近年のデバイス技術の進歩を利用し、画素数の多いセンサを使用することで、認識精度を向上することができると、認識精度を向上することができると。													
②	これまで利用してこなかった情報の活用												
画像系のセンサであつても、たとえば光の波長方向の情報（可視光ではない近赤外波長等）を利用することで、誤認識を減らすと同時に、情報の詐称リスクを低減することができる。													
③	AIの活用												
認証時のセンサデータは外光や汗などの外乱の影響で不完全な場合が多く、画像系の場合には近年はマスクを着用する場合があります。これらは誤認識の原因となる。このような場合にAIによる分析を組み合わせたことで、不完全なデータに対して「尤もらしい」判断を行い、認識率を向上できる可能性がある。													
④	複数のセンサの組み合わせによる判定												
指紋、虹彩、顔画像等単一の判定では認識率が低い場合、これらを組み合わせることで、認識率を向上できる可能性がある。近年の計算機の進歩により、総合的な判断が可能となっている。													
(3) 新たに生じるリスクと対策													
これらの対策で誤認識率が低下しても、誤認識を0にすることは難しい。また新たなリスクとして、顔や													

技術士第二次試験 筆記試験対策 再現論文 答案用紙

氏名	応用理学													
問題番号	Ⅲ-1				選択科目	物理及び化学								
答案使用枚数	3 枚目			3 枚中			専門とする事項	化学分析機器の設計に関する物理化学的計測応用						

指紋など	の	生	体	情	報	は	時	間	の	経	過	と	と	も	に	少	し	づ	つ	変
化	し	て	い	く	た	め	、	基	準	と	な	る	生	体	デ	ー	タ	が	採	取
日	か	ら	時	間	が	経	過	す	る	と	、	同	じ	人	の	デ	ー	タ	で	あ
デ	ー	タ	に	乖	離	が	生	じ	、	誤	認	識	が	増	加	す	る	と	い	う
生	じ	る	こ	と	が	考	え	ら	れ	る	。									
	こ	れ	ら	の	問	題	の	根	本	的	な	原	因	は	、	生	体	か	ら	正
報	を	取	得	す	る	こ	の	困	難	に	帰	着	さ	れ	る	。	1	つ	の	解
と	し	て	、	生	体	に	ID	チ	ッ	プ	を	埋	め	込	み	、	時	間	と	と
変	化	す	る	こ	と	が	な	い	ユ	ニ	ー	ク	な	デ	ィ	ジ	タ	ル	情	報
で	き	る	よ	う	に	す	る	こ	と	で	あ	る	。	埋	め	込	み	時	の	手
課	題	は	あ	る	が	、	誤	認	識	率	の	向	上	、	経	年	変	化	が	
く	、	認	識	機	器	の	簡	易	化	等	メ	リ	ッ	ト	は	大	き	い	。	
と	外	部	機	器	と	の	通	信	は	、	よ	く	用	い	ら	れ	る	電		
た	方	法	の	他	、	生	体	を	透	過	す	る	近	赤	外	線	を	用		
考	え	ら	れ	る	。															



# 問題文とA評価答案例

(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 東日本大震災後に気象庁によって制定された長周期地震動階級について以下の手順で説明せよ。長周期地震動とは何か，どのような被害が想定されるか，それはなぜか。また，長周期地震動階級とは何か。その評価法も述べよ。

Ⅱ-1-2 コリオリ力が働く仕組みを，北半球中緯度の水平面内における質点の南北方向の運動について，数式を使わずに説明せよ。また，コリオリ力が大気の大規模な運動に及ぼす影響を述べよ。

Ⅱ-1-3 GNSS等による測量を実施する際に，地殻変動により時間とともに増大する基準点の位置の歪みの影響を補正するために我が国で行われている補正の名称を記し，その概要を述べよ。

Ⅱ-1-4 岩石，水やガスなどに含有される元素の同位体組成は，それらの起源特定などの地球化学的解析に適用されている。こうした同位体組成を用いた解析事例について2つ挙げ，それぞれの目的，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 2021年7月3日に熱海市伊豆山地区で発生した土石流は，27名の死者と1名の行方不明者を生む災害をもたらした。こうした災害の発生には，それをもたらす自然現象だけでなく，その地域特有の様々な要因が考えられる。これらの自然災害への対策の1つとして，ある地方行政機関より発生が予想される地域を特定するハザードマップを作成する業務が与えられた。あなたがその調査チームの責任者になったとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とする自然災害の種類を挙げて，その災害が発生する可能性のある地域を特定するために調査・検討すべき事項を挙げ，その内容について説明せよ。
- (2) その調査を進めるうえでの手順を挙げるとともに，それぞれの項目において留意すべき点及び工夫を要する点を述べよ。
- (3) 調査を効率的かつ効果的に進めるために，関係者との間で必要な調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 放射性廃棄物の地層処分候補地の近傍に，破砕帯を伴う断層が存在している。断層は活断層ではなく，また処分施設の敷地外に分布する。放射性廃棄物から漏洩した核種が地下水によって人間環境へ運ばれること（地下水シナリオ）を考慮し，この断層に関わる地下水の調査について以下の問いに答えよ。

- (1) 地下水シナリオの観点からボーリング調査の前に既存井を用いた調査，検討しておくべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) (1)に関わり既存井や新規ボーリング孔を用いた調査手順を列挙して，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) 調査業務を効率的，効果的にするための調査結果の不確実性の低減も考慮しつつ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 我が国の都市化が進んだ沿岸地域では，地表が手狭となり，交通インフラやライフラインなどを中心に様々な構造物の地下化が図られている。地下構造物の立地に関わる技術者の立場で以下の問いに答えよ。

- (1) このような沿岸地域の地下利用において考慮すべき災害や環境に関わる課題を多面的な観点から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。なお，課題は災害と環境の両方から1つ以上抽出し，合計3つとする。
- (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，その課題に対する解決策を専門技術用語を交えて複数示せ。
- (3) 上記の解決策を実行したうえで生じるリスク並びに解決策を示せ。

Ⅲ-2 地球物理又は地球化学の専門技術者は，野外での調査や工事に関わる機会が少ない。こうした業務においては，時に労働災害に遭遇することがあり，同災害抑止に向けて，現場では様々な安全衛生対策が講じられている。地球物理又は地球化学の専門技術者の立場を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な調査や工事を選定し，同現場での安全衛生対応について，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，その課題に対する解決策を複数示せ。
- (3) 上記の解決策を実行したうえで生じる波及効果，並びに，専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

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	
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) 沿岸地域の地下利用において考慮すべき災害や環境にかかわる課題

地下利用において課題を以下に挙げる。

① 塩害対策

沿岸地域では、地下水に塩分が含まれる。この塩分により、地下構造物はサビ発生や劣化の進行が早くなる。適切な塩害対策を行う必要がある。

② 浸水リスク

沿岸地域は低海拔地域が多くを占める。大雨による河川氾濫などによる浸水だけでなく、高潮による浸水リスクも高い。洪水や高潮による浸水が発生した際、地下であれば、水が引くまでに時間がかかることも予想される。

③ 地震による液状化

沿岸地域の特に埋立地では、地震発生時に液状化が発生する可能性が高い。液状化による地盤の変動（上昇や流動化）により、地下構造物の切断や破壊が生じるおそれがある。

(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、浸水リスクと考える。日本において、殆どの沿岸地域には大きな河川が存在する。また、台風は毎年必ず発生する。河川の氾濫や高潮による浸水が発生する確率は高く、またその被害は広範囲に及ぶため、防災・減災対策は喫緊の課題である。

○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。)

浸水リスクへの対策のために、詳細地形情報の整備と防災インフラ整備を挙げる。

現在の詳細な地形モデルを作成するとともに、土地の成り立ちを示す自然地形分類を整備することで、より災害に脆弱な地域を抽出することができる。浸水しやすく、浸水が長引く場所の設備に対して、的確に対策を講じることができる。

また、浸水が起こらないようにするための堤防や防潮堤などの防砂インフラを整備することで、浸水発生リスクを下げる必要がある。この整備にあたっては、地形モデルや地域の状況を把握し、リスクの高い場所やリスクを下げるために効率の良い整備を検討し、実施していくことが重要である。

### (3) 新たなリスクとその解決策

気候変動の影響により、海水面が上昇し、低海拔地域の多くが海面以下になることが考えられる。この場合、同じ規模の高潮が発生した場合でも、排水が困難になり、地下施設への影響が大きくなる。また、大雨や台風の激甚化により、災害が拡大することも考えられる。

対策としては、防災インフラ整備のさらなる強化が必要となる。ただし、すべての災害が防げるわけではない。そのため、各地下構造物への減災・防災対策を徹底するだけでなく、一部が災害にあっても全体としては機能できるようにBCPの作成・実施体制を構築し

○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。）

ておく。完全破壊が起きさず、地域全体の被害を小さくするようになん種な対策を連動・連携させておくことも重要である。

さらに、より浸水しやすい地域については、土地利用に制限をかけ、新たな構造物の設置の禁止やすでにある地下構造物や施設の移転を検討・実施することも考えられる。沿岸地域における人々の生活や経済活動が継続できるように、地域の地形特性に合わせた的確な対策を、効果的に進めることが重要である。

# 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 テフラを用いた地層の対比原理について述べよ。またテフラの同定に用いる記載岩石学的手法を2つ挙げ，それぞれの特徴と留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 岩盤分類の定義とその目的を説明せよ。また，対象構造物を明示したうえで岩盤を分類する手法を具体的に述べよ。

Ⅱ-1-3 トンネル掘削に際して発現する地質リスクを1つ設定し，それを施工前に把握するための物理探査手法を2つ挙げ，その特徴と適用上の留意点を示せ。

Ⅱ-1-4 低透水性岩石試料の透水係数を評価するための測定原理が異なる室内試験手法を2種類挙げ，それぞれの測定方法を説明し，その特色と留意点を述べよ。

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受付番号	
氏名	

問題番号	R4 応用理学 (地質) II-1-2
枚数	3

(1)	岩盤分類の定義とその目的
●	岩盤分類とは、一定の基準に従って、岩盤をグルーピング、かつランク付けすることである。
●	その目的は、土木構造物の適切な設計・施工を行うにあたり、岩盤の耐荷性や遮水性等工学的性状を評価する基準を統一することにある。
●	岩盤の工学的性質を、岩石の風化変質程度や、岩盤の不均質性・不連続性などに変換し、現場で、観察・計測しやすくなるための物差しといえる。
(2)	岩盤を分類する手法
	対象構造物として、ダムを設定する。
●	ダムの基礎岩盤の分類方法として、田中の方法(電研式)がある。この方法は、岩盤を、造岩鉱物の変質や、割れ目の状態、ハンマーの打撃による岩盤の応答などに基づいて区分するものである。
●	具体的には、岩盤の硬さ・割れ目の頻度・割れ目の介在状態の三要素で区分する。
●	例えば、ハンマーで金属音がなる程硬質であれば硬さ「B」と評価する。50cm以上の棒状コアを呈する程、割れ目の頻度が少ない場合。コア形状「I」と記載する。割れ目が密着している状態である場合は「a」とする。
●	これらを組み合わせ、この岩盤を「BIa」と評価する。各現場でその組合せに見合った岩級を設定し、ランク分けしていく。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-1-3								

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。）

ト	ン	ネ	ル	掘	削	に	際	し	て	発	現	す	る	地	質	リ	ス	ク	を	地	す	べ	り	
と	設	定	す	る	。																			
1	)	物	理	探	査	手	法	お	よ	び	特	徴	と	留	意	点								
	①	弾	性	波	探	査																		
特	徴	:	地	表	付	近	で	発	破	な	ど	に	よ	っ	て	人	工	的	に	弾	性	波	(	P
波	ま	た	は	s	波	)	を	発	生	さ	せ	、	地	下	の	速	度	の	異	な	る	地	層	
境	界	で	屈	折	し	て	戻	っ	て	い	た	屈	折	波	を	地	表	に	設	置	し	た	測	
定	装	置	で	観	測	し	、	地	下	の	速	度	構	造	を	求	め	る	こ	と	で	地	質	
構	造	や	地	山	の	状	況	を	把	握	す	る	こ	と	が	出	来	る	探	査	方	法	。	
留	意	点	:	解	析	上	、	深	部	へ	行	く	ほ	ど	高	速	度	と	な	る	こ	と	を	
仮	定	し	て	い	る	。	こ	の	た	め	、	上	部	に	溶	岩	の	よ	う	な	下	の	地	
層	よ	り	も	高	速	度	な	地	層	が	存	在	す	る	速	度	逆	転	層	に	は	、	対	
応	で	き	な	い	。	な	お	、	側	線	長	は	探	査	深	度	の	7	~	8	倍	以	上	
が	必	要	で	あ	る	。																		
	②	電	気	探	査	(	二	次	元	比	抵	抗	探	査	法	)								
特	徴	:	側	線	上	に	多	数	の	電	極	を	設	置	し	、	電	極	切	替	装	置	に	
よ	り	、	送	受	信	の	電	極	を	選	択	し	な	が	ら	電	流	電	極	間	に	電	流	
を	送	信	し	、	電	位	電	極	間	の	電	位	を	測	定	し	地	中	の	二	次	元	的	
な	比	抵	抗	分	布	を	求	め	る	。	地	中	の	電	気	比	抵	抗	値	は	、	構	成	
す	る	鉱	物	粒	子	、	間	隙	率	、	含	水	率	、	水	質	・	温	度	に	よ	っ	て	
異	な	る	こ	と	か	ら	、	地	質	構	造	や	地	下	水	を	胚	胎	す	る	帯	水	層	
の	位	置	を	推	定	す	る	こ	と	が	で	き	る	。										
留	意	点	:	解	析	側	線	上	に	鉄	塔	な	ど	の	導	電	性	が	高	い	も	の	が	
あ	る	際	は	、	鉄	塔	を	避	け	る	か	、	側	線	を	鉄	塔	に	対	し	て	直	交	
と	す	る	な	ど	の	対	応	が	必	要	と	な	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-1-3

技術部門	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	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。）

トンネル掘削に際して発現するリスクを断層破砕帯の存在による突発的湧水に設定する。

1. 施工前に把握するための物理探査手法

(1). 弾性波探査（屈折法地震探査）

① 特徴と適用上の留意点

地表付近での発破などによって人工的に弾性波を発生させ、地盤構造を弾性波が伝わる速度の差異を捉える手法である。下位に向かって密度が高くなる事を前提に、屈折波として到達したP波の時間を測定し、地すべりや断層破砕帯等の脆弱部は、低速度帯として検出される。

低速度帯が中間に分布する場合、その下位の地山速度の解析は不正確になるなど、試験結果の適用には注意が必要である。

(2). 電気探査（比抵抗法）

① 特徴と適用上の留意点

地表に設置した一対の電流電極から電流(I)を流し、別の一対の電位電極間の電位差(V)を測定することによって、各電極の位置或いは間隔における比抵抗値( $\rho_a$ )を求め、その値の解析から地下の比抵抗構造を推定する。

地形形状や地質構造が解析結果に大きな影響を与えるため、その影響を少なくする為に、側線はなるべく平坦な地形を選び、地質構造に直交させることに留意する。

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	Ⅱ—1—3

技術部門	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	情報地質

※
---

○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。）

ト	ン	ネ	ル	掘	削	に	際	し	て	発	現	す	る	地	質	リ	ス	ク	と	し	て		
「	断	層	破	碎	帯	」	の	出	現	を	例	に	述	べ	る	。	こ	の	リ	ス	ク	を	
施	工	前	に	把	握	す	る	物	理	探	査	と	し	て	、	屈	折	法	弾	性	波	探	
査	と	空	中	電	磁	探	査	が	あ	る	。	そ	れ	ぞ	れ	の	特	徴	と	適	用	上	
の	留	意	点	を	以	下	に	述	べ	る	。												
1)	屈	折	法	弾	性	波	探	査	の	特	徴	と	適	用	上	の	留	意	点				
	屈	折	法	弾	性	波	探	査	は	、	人	工	的	な	起	振	源	か	ら	発	せ	ら	
れ	た	直	接	波	と	屈	折	波	を	地	表	に	設	置	し	た	受	振	器	で	観	測	
し	、	走	時	曲	線	を	作	成	す	る	こ	と	で	、	そ	こ	か	ら	弾	性	波	速	
度	構	造	を	読	み	取	る	こ	と	が	で	き	る	。	対	象	と	な	る	断	層	破	
碎	帯	は	低	速	度	帯	と	し	て	検	出	さ	れ	る	。								
	適	用	上	の	留	意	点	と	し	て	は	、	下	層	に	な	る	ほ	ど	速	度	が	
速	く	な	る	と	い	う	解	析	の	前	提	条	件	が	あ	る	た	め	、	速	度	の	
速	い	層	の	下	層	に	断	層	破	碎	帯	が	あ	る	場	合	は	検	出	さ	れ	な	
い	こ	と	が	あ	る	。																	
2)	空	中	電	磁	探	査	の	特	徴	と	適	用	上	の	留	意	点						
	空	中	電	磁	探	査	は	、	航	空	機	に	搭	載	し	た	発	信	ル	ー	プ	か	
ら	電	磁	波	を	流	し	、	発	生	す	る	2	次	磁	場	を	磁	気	セ	ン	サ	ー	
で	観	測	す	る	こ	と	で	、	地	下	の	比	抵	抗	分	布	を	推	定	で	き	る	
。	対	象	の	断	層	破	碎	帯	の	よ	う	に	水	ミ	チ	と	な	り	、	水	を	含	
ん	で	い	る	場	合	は	低	比	抵	抗	部	と	し	て	検	出	さ	れ	る	。			
	適	用	上	の	留	意	点	と	し	て	は	、	電	磁	波	を	の	ノ	イ	ズ	と	し	て
観	測	し	て	し	ま	う	た	め	、	ト	ン	ネ	ル	ル	ー	ト	付	近	に	高	圧	電	
線	な	ど	が	あ	る	と	ノ	イ	ズ	を	観	測	し	て	し	ま	う	点	が	挙	げ	ら	
る	。																						
																						以	
																						上	

### 問題Ⅱ-1-3

トンネル施工時に発現するリスクとして断層の出現が挙げられる。以下に、断層の存在について施工前に確認することができる物理探査手法について示す。

#### 物理探査手法①：重力探査

重力探査は活断層の有無や堆積層の層厚を調べることができる概査法である。地中の土質や岩盤の密度分布を測定し、層区分を行う。

測定を行った地点の緯度・経度・標高に応じて、高さ補正、フリーエア補正、ブーゲー補正を行う必要がある。堆積層の層厚が厚い場合に断層の検出精度が低下する。

#### 物理探査手法②：弾性波探査

弾性波探査はハンマ打撃や発破により生じさせた地震波の伝達速度により、層区分を行う。一般に、硬い層は高速度帯、軟らかい層は定速度帯として検出される。断層は、周囲の健全な岩盤よりも比較的高速度を示す。

地震波の伝達速度で層区分をするため、岩種の変化に対応できない。また、薄い低速度帯が検出されづらいなどの留意点がある。

※いずれの探査手法も広範囲を調査できるという利点がある反面、推定に頼る割合が大きい。このため、目視で地中の状況を確認することができる調査ボーリングや、トレンチ調査などを併用し、結果の対比を行う等の対応を取らなければ高精度のモデル作成ができないという点に留意が必要である。

## R4 応用理学（地質）

### Ⅱ-1-3

#### （1）トンネル掘削で発現する地質リスク

地質リスクとして、トンネル地山中に蛇紋岩が出現することが分かったこととする。

#### （2）物理探査手法2つ

##### 1）空中電磁探査（1つ目）

蛇紋岩は、帯磁率が大きい特徴があるので、広域分布調査で空中電磁探査を用いる。空中電磁探査は、地盤中の磁界の大きさを計測し、周辺の地山と比べて帯磁率が異なる範囲を抽出する。航空機を用いるので、広い範囲を効率的に調査できる利点がある。ただし、周辺にも蛇紋岩のように帯磁率の大きい岩体が分布している場合は、その分布域の抽出は、不明瞭となるので、地表地質踏査で、地質分布を予め確認しておく必要がある。

##### 2）弾性波トモグラフィー（2つ目）

蛇紋岩は亀裂が発達し、緩み岩盤を形成する特徴があるので、弾性波トモグラフィーによりトンネル切羽前方の分布状況を調査する。弾性波トモグラフィーでは、地山を伝わる弾性波初動の走時特性から、物質の硬軟や緩み範囲の分析を行い、空中電磁探査に比べて、切羽前方と狭い範囲となる。蛇紋岩は境界周辺部の劣化が進む場合があるので、劣化進行箇所や地すべり発生地盤では、抽出が難しい。周辺の地質状況と斜面変動等の緩み状況を予め調査して検討する必要がある。…………… 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 内陸における活断層の活動履歴や変位量に関する知見は，将来的に大規模な地震が発生する場所，規模及び時期を評価するうえで必要となる。ただし，陸域の活断層における活動間隔はおよそ1,000年又はそれ以上と考えられているため，特定の活断層の活動履歴を歴史資料のみから評価することは困難な場合が多い。陸域において活断層の活動履歴に関する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 ある斜面において地すべりが発生し，斜面上部を横断する道路が地すべり変状により通行不能となった。迂回路による通行確保や地すべり監視態勢構築等の応急対策は既に実施され，地すべり斜面の安定化と道路の復旧を目的とした恒久対策を行うこととなった。この地すべり恒久対策を検討する業務において，地質技術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，留意すべき点，工夫を要する点を複数述べよ。
- (3) 業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

技術士第二次試験 APEC semi 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	II-2-2								

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 )	調	査	、	検	討	す	べ	き	事	項	と	そ	の	内	容					
1 )	地	す	べ	り	の	3	次	元	状	況	(	形	状	・	規	模	)			
地	形	判	読	や	空	中	写	真	判	読	に	よ	り	、	地	す	べ	り	の	
規	模	や	形	状	を	推	定	す	る	。	次	に	、	現	地	調	査	に	よ	
り	、	微	地	形	や	地	質	・	地	質	構	造	、	湧	水	状	況	な	ど	
を	調	べ	る	。	さ	ら	に	、	ポ	ー	リ	ン	グ	や	物	理	探	査	を	
併	用	し	て	、	地	質	や	地	下	水	の	状	況	を	把	握	す	る	。	
2 )	地	す	べ	り	の	活	動	状	況											
地	盤	伸	縮	計	や	孔	内	傾	斜	計	、	パイ	プ	歪	計	な	ど	の	動	
態	観	測	手	法	を	用	い	て	、	地	す	べ	り	の	活	動	状	況	を	
把	握	す	る	。																
3 )	地	す	べ	り	の	発	生	要	因											
地	下	水	、	地	質	・	地	質	構	造	、	断	層	、	流	れ	盤	な	ど	
の	地	す	べ	り	発	生	要	因	を	把	握	す	る	。						
( 2 )	業	務	手	順	、	留	意	す	べ	き	点	、	工	夫	点					
業	務	手	順	：	①	資	料	収	集	・	整	理	、	②	空	中	写	真	判	
読	、	③	現	場	踏	査	、	④	物	理	探	査	・	室	内	土	質	試	験	
・	原	位	置	試	験	、	⑤	動	態	観	測	、	⑥	地	す	べ	り	機	構	
解	析	、	⑦	対	策	工	設	計	・	施	工	留	意	す	べ	き	点	：	・	
物	理	探	査	の	逆	転	層	の	対	応	不	可	や	ポ	ー	リ	ン	グ	調	
査	の	部	分	的	な	地	質	な	ど	、	探	査	や	調	査	に	は	短	所	が
存	在	す	る	こ	と	を	留	意	す	る	必	要	が	あ	る	。	こ	の	こ	と
か	ら	、	す	べ	り	面	深	度	の	把	握	は	様	々	な	調	査	お	よ	び
試	験	結	果	を	総	合	し	て	判	断	す	る	必	要	が	あ	る	。		
・	地	下	水	分	布	の	把	握	に	は	、	ポ	ー	リ	ン	グ	に	よ	る	地
下	水	観	測	に	加	え	て	、	水	文	調	査	や	物	理	探	査	に	よ	る
面	的	な	地	下	水	把	握	が	重	要	で	あ	る	。	こ	れ	に	よ	り	、
ポ	ー	リ	ン	グ	に	よ	る	地												

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。)

下	水	観	測	孔	の	不	具	合	な	ど	の	発	見	に	も	繋	が	る	。					
・	室	内	土	質	試	験	(	三	軸	圧	縮	試	験	)	は	、	乱	れ	の	少	な	い	試	
料	を	用	い	る	必	要	が	あ	り	、	潜	在	キ	レ	ツ	が	存	在	す	る	と	試	験	
結	果	に	大	き	な	影	響	を	及	ぼ	す	為	、	注	意	が	必	要	で	あ	る	。		
工	夫	点	：	・	航	空	写	真	に	よ	る	空	中	写	真	判	読	に	加	え	て	高	精	
度	D	E	M	に	よ	る	地	形	図	を	用	い	て	地	す	べ	り	地	形	の	判	読	精	
度	向	上	を	図	る	。																		
・	対	策	中	の	動	態	観	測	用	い	て	リ	ス	ク	管	理	を	行	う	。	例	え	ば	、
伸	縮	計	や	そ	の	他	計	器	の	変	動	量	を	事	前	に	決	め	て	お	く	な	ど	
が	あ	る	。																					
(	3	)	関	係	者	と	の	調	整	方	策													
発	注	者	・	調	査	担	当	者	・	設	計	者	・	施	工	者	が	集	ま	り	、	関	係	
者	で	協	議	に	よ	り	リ	ス	ク	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	ー	シ	ョ	ン	を	行	う	必	要	
が	あ	る	。	ま	た	、	問	題	が	難	解	な	場	合	は	大	学	や	学	術	研	究	機	
関	な	ど	の	学	識	経	験	者	の	意	見	を	求	め	る	こ	と	も	重	要	で	あ	る	。
さ	ら	に	、	想	定	外	の	問	題	が	発	生	し	た	際	の	対	応	マ	ニ	ュ	ア	ル	
な	ど	を	事	前	に	準	備	す	る	な	ど	、	関	係	者	間	で	話	し	合	い	を	行	
い	共	有	し	て	お	く	こ	と	が	効	率	的	に	業	務	を	進	め	る	上	で	求	め	
ら	れ	る	。	な	お	、	事	態	が	深	刻	で	周	辺	環	境	に	影	響	を	与	え	る	
可	能	性	が	あ	る	場	合	は	、	業	務	関	係	者	以	外	の	地	域	住	民	や	地	
元	行	政	者	な	ど	を	含	め	た	協	議	や	説	明	を	行	い	、	理	解	を	得	る	
こ	と	が	求	め	ら	れ	る	。	こ	の	よ	う	に	業	務	に	あ	た	っ	て	は	、	リ	
ス	ク	分	析	は	も	ち	ろ	ん	リ	ス	ク	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	ー	シ	ョ	ン	を	重	視	
し	、	関	係	者	間	に	お	い	て	常	に	合	意	形	成	を	行	っ	て	い	く	こ	重	
要	で	あ	る	。																				

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受付番号	
氏名	

問題番号	R4 応用理学 (地質) II-2
枚数	2

(1)	調査・検討するべき事項とその内容	
●	応急対策後に調査・検討するべき事項として、ボーリング調査や動態観測、すべり面の特定、土質定数の設定、安定解析等がある。	
●	その目的は、恒久対策工の検討のためであるが、特に、ボーリング調査によるすべり面の特定や、動態観測による地下水位の決定、三次元モデルを用いた安定解析などが重要となる。	
(2)	業務を進める手順、留意点、工夫点	
●	手順：本業務は、資料調査、概要調査、詳細調査・室内試験、地質解析、安定解析、対策工の設計の順で進める。	
●	留意点 1：ボーリング調査では、なるべく高品質コア仕様で本孔を掘削する。本孔で得られた高品質コアを用いて、すべり面判定の精度を向上させる。それとともに、X線CTやハイパースペクトル解析等を実施し、低密度箇所や酸化フロントなど、多面的な情報を組み合わせることも有効である。	
●	留意点 2：地下水位は、重要なファクターである。そのため、無水掘削で自然水位を確認することを基本とする。その後は、試錐日報解析などで、孔内水位と掘進状況を確認し、被圧帯水層の有無等を確認する。	
●	留意点 3：地表踏査は、概要調査段階で実施するが、詳細調査終了後にも実施する。詳細調査の情報量を	



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	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。）

<b>1. 調査・検討すべき事項とその内容</b>																								
<b>(1) 地質リスクの把握</b>																								
地すべりを含む斜面の不安定化要素としての広域的な地質リスクを検討する。具体的には、地すべりの位置・範囲・層厚、地盤の透水性・固結度、断層や変質帯の有無、受け盤・流れ盤構造、地下水位、風化・変質状況等の大局的な斜面性状を調査する。																								
<b>(2) 施工時に問題となる事象と対策工検討</b>																								
施工時に問題となる事象の検討として、上載荷重の除荷、応力開放等に伴う、地すべり再滑動や潜在的な地すべり誘発による斜面不安定化などの調査を行い、上記(1)の地質リスクを踏まえた対策工の検討を行う。																								
<b>2. 業務を進める手順と留意点・工夫点</b>																								
<b>(1) 既往資料調査による情報収集</b>																								
過去の災害履歴、近傍のボーリング調査結果、地質調査データ、既往文献等から地形・地質・水文上の問題点を把握する。																								
なお、地域により保存資料が無い又は少ない場合がある。その際はインターネット上の文献データベース活用するなど、より多くの情報を得ることに留意する。																								
<b>(2) 地形判読による地形・地質リスクの抽出</b>																								
空中写真から地形判読を行い、地すべり地形、断層・リニアメント等の地形や範囲を抽出する。																								
なお、LPデータ、UAVによる3Dレーザー測量を活用した詳細な地形図より、二重山稜の重力変形地形や																								

○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。)

連	続	的	な	段	差	等	、	微	地	形	と	し	て	の	地	質	リ	ス	ク	を	把	握	す	
る	工	夫	を	行	う	。																		
<b>(3)</b>	<b>地</b>	<b>質</b>	<b>調</b>	<b>査</b>	<b>に</b>	<b>よ</b>	<b>る</b>	<b>地</b>	<b>盤</b>	<b>・</b>	<b>岩</b>	<b>盤</b>	<b>状</b>	<b>況</b>	<b>の</b>	<b>把</b>	<b>握</b>							
既	往	資	料	調	査	や	地	形	判	読	か	ら	得	ら	れ	た	情	報	を	中	心	と		
し	て	、	地	表	地	質	踏	査	に	よ	り	広	域	的	な	表	層	・	基	盤	地	質	の	
分	布	・	性	状	を	把	握	す	る	。	次	に	弾	性	波	探	査	か	ら	風	化	層	の	
厚	さ	、	地	す	べ	り	面	、	地	下	水	位	面	な	ど	の	低	速	度	帯	な	ど	の	
概	略	把	握	を	行	う	。	ポ	ー	リ	ン	グ	調	査	で	は	、	地	質	構	成	と	分	
布	、	風	化	・	変	質	・	地	下	水	状	況	、	す	べ	り	面	の	性	状	等	の	詳	
細	を	明	ら	か	に	す	る	共	に	標	準	貫	入	試	験	に	よ	り	地	盤	の	N	値	
を	把	握	す	る	。	な	お	、	ポ	ー	リ	ン	グ	調	査	は	、	地	す	べ	り	斜	面	
の	両	端	な	ど	、	複	数	地	点	で	行	う	こ	と	に	留	意	す	る	。				
地	質	調	査	後	は	、	地	質	断	面	図	を	作	成	し	、	斜	面	安	定	解	析		
か	ら	目	標	安	全	率	を	満	足	す	る	抑	制	工	・	抑	止	工	あ	る	い	は	そ	
の	併	用	を	検	討	し	、	設	計	・	施	工	に	繋	げ	る	。							
<b>3</b>	<b>効</b>	<b>率</b>	<b>的</b>	<b>・</b>	<b>効</b>	<b>果</b>	<b>的</b>	<b>な</b>	<b>関</b>	<b>係</b>	<b>者</b>	<b>と</b>	<b>の</b>	<b>調</b>	<b>整</b>	<b>方</b>	<b>法</b>							
業	務	を	効	率	的	・	効	果	的	に	行	う	上	で	、	発	注	者	、	調	査	及		
び	設	計	者	、	施	工	の	3	者	協	議	に	よ	り	、	工	事	に	伴	う	地	質	リ	
ス	ク	を	共	有	・	検	討	し	、	手	戻	り	防	止	や	品	質	向	上	に	努	め	る	
そ	の	際	、	B	I	M	/	C	I	M	に	よ	る	3	次	元	モ	デ	ル	を	活	用	し	
者	間	の	迅	速	な	情	報	共	有	や	事	業	全	体	の	効	率	化	を	図	る	。		
ま	た	、	地	権	者	や	関	係	行	政	機	関	と	の	利	害	関	係	調	整	を	入		
念	に	行	う	。	具	体	例	と	し	て	、	地	質	調	査	時	の	用	地	外	へ	の	立	
入	や	周	辺	住	民	の	不	安	解	消	な	ど	の	リ	ス	ク	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	ー	シ	
ョ	ン	を	図	り	、	定	量	的	で	分	か	り	易	い	説	明	に	留	意	す	る	。		



二次試験答案用紙

氏名

問題番号	1枚目
R4(2022) II-2-2	2枚中

(1) 調査、検討すべき事項とその内容
先ずは、地すべり対策範囲の決定のため、地すべりブロックの範囲決定と発生・運動機構の推定が必要となる。調査内容としては、地形判読・既存資料の収集整理を主とする机上調査や周辺の現地踏査、ボーリング調査をはじめ、必要に応じて地表伸縮計・孔内傾斜計・地下水位観測孔等を用いた地すべりの動態観測を実施する。その後、調査結果や推定地質断面図を基に地盤モデルを作成し、地すべり対策工実施後の安定性評価のため、安定解析を実施する。
(2) 業務を進める手順と留意点・工夫を要する点
<① 予備調査>
地形判読にあたっては、地形図や航空写真だけでなく、航空レーザ計測データや赤色立体図を活用し、微地形を丁寧に判読する。
<② 現地踏査>
地すべりによる変状発生範囲だけでなく、周辺を含めた広範囲の調査を行うことで、より大きな地すべりブロックや、連動して滑動する可能性がある地すべりブロックが存在していないか確認する。
<③ ボーリング調査>
すべり面と思われる粘土層や破碎帯確認直後に掘進を終了するのではなく、新鮮な岩盤等、確実な不動層確認後に掘進を終了する。
<④ 動態観測>



二次試験答案用紙

氏 名

問題番号	2 枚目
R4(2022) II-2-2	2 枚中

降水量など、時期的な変化に伴い、地すべりの変動量も変化する可能性が高い。できる限り早期に観測を開始し、年間を通した変動状況を確認することが望ましい。

< ⑤ 安定性評価 >

安定解析に用いる水位は、地下水位観測結果や降水量の観測結果をもとに、豊水期における最高水位を適用する。

(3) 業務を効率的、効果的に進めるための調整方策

発注者と調査業者の間だけでなく、設計業者・施工業者対しても調査結果を共有するとともに、問題のある地質状況が確認された場合は、斜面の安定性、施工性、経済性、事業期間等の様々な観点から解決策を検討することが必要である。なお、調査業者は施工開始後に業務を終了するのではなく、開始後にも積極的に状況確認を行い、問題発生時には即座に施工を中断し、問題解決策の検討を行うことが求められる。

また、地元住民に対しては、事業開始前より丁寧で分かりやすい事業説明を行うと共に、事業開始後も聞き取り調査等を通して積極的にコミュニケーションをとったり、事業の状況を定期的に説明したりすることで、事業そのものに対する理解や円滑な事業推進を図る。

— 以上 —

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-2-2

技術部門	応用理学部門
選択科目	地質
専門とする事項	情報地質

※
---

○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)	地すべり対策工検討業務の調査、検討すべき事項
	地すべり対策工を検討する業務において、調査、検討すべき事項を以下に示す。
①	地形：地すべりの頭部、末端部、側部などの変状を調査し、地すべりブロックを検討する。
②	地下水位：地すべりブロック内の地下水位変動状況を調査し、最高水位を検討する。
③	変動状況：地すべりの変動状況を調査し、現況の安定度を検討する。
④	すべり面：ボーリング調査や動態観測によって、地すべりのすべり面深度を検討する。
⑤	地質：ボーリング調査によって、地質や地質構造を把握し、地すべりの素因を検討する。
⑥	安定解析：地すべりの安定解析によって、対策工検討のための必要抑止力を検討する。
(2)	業務を進める手順、留意点・工夫点
	業務を進める手順は、①文献資料調査、地形判読、②地表地質踏査、③地質調査、④地すべり観測、⑤対策工検討である。以下にそれぞれの留意すべき点、工夫を要する点を述べる。
①	文献資料調査、地形判読：この調査では、地すべりの範囲や地質を把握するが、文献や地形判読に用いる地形図などの精度に留意する。工夫点としては、航空レーザ測量データを地形解析した微地形表現図を用いた地形判読を行うことで、精度の高い判読ができる



## R4 応用理学（地質）

### Ⅱ-2-2

#### （１）調査、検討すべき事項とその内容

##### １）調査すべき事項

①地すべり範囲と活動性：恒久対策を行う地すべり範囲とその活動性、降雨等との関連性について調査する。

②影響範囲：万一地すべりが滑落した場合の影響範囲の住居や重要設備等について調査する。

##### ２）検討すべき事項

①機構解析、安定性評価、恒久対策の検討：調査①の内容を踏まえて、地すべり機構解析を行う。現状と計画安全率を検討し、安定解析から必要抑止力を算出する。また、恒久対策工法を検討する。

②避難体制の検討：万一滑落した場合に備えて閾値の検討を行う。また、地元住民の避難場所、地元住民と通行者への連絡方法、避難体制について検討する。

#### （２）業務を進める手順と留意点、工夫点

##### １）机上調査

空中写真判読で、地すべり移動体の抽出を行う。また、公表資料を用いて、地質や地すべり地形分布状況を効率よく取得する。地すべり移動体の抽出では、背後に別の地すべり地形が分布して無いか留意する。また、DEMを用いて、不安定範囲を抽出する工夫をする。

##### ２）現地調査と観測

机上検討範囲について、地表地質調査で詳細を確認する。ボーリング調査と地すべり観測では、移動体の規模と活動状況を調べる。また、地下水位観測も行う。すべり面の認定では、コアの破碎状況に着目する。そして、周辺に井戸や沢等が分布する場合は、カルテを作成し、地下水分布の検討に活用する。

##### ３）地すべり解析、安定性検討化

降雨等の関連、規模等を取りまとめる機構解析を行う。変動状況から現状と計画安全率を設定し、地すべり安定性解析を行い、必要抑止力を求める。安定解析では、2次すべりを漏れなく抽出する。また、地形変状が発生した場合の安定性を素早く検討するために、地形を3Dスキャナーで取得する。

##### ４）恒久対策の検討

必要抑止力を踏まえて、地盤状況と土地利用状況を考慮して、最適な恒久対策工法の検討を行う。地盤状況により、対策工間を土塊が中抜けする場合があるので、地盤状況に留意する。また、地下水排除工では、新規沢水ホースの敷設など地元実情に配慮する。

#### （３）関係者との調整方策

発注者とは、地すべりが滑動することなく、安全に恒久対策工が施工出来るように協議を重ねる。施工者とは、変状発生時の体制、措置等について事前に決めておく。また、地

元の人が安全に生活・避難出来るように無理のない避難体制、連絡方法について協議しておく。変位が累積し、想定以上となった場合は、有識者会議を設置し、専門意見を踏まえて、安全に対策出来るよう努める。……………以上

## 問題Ⅱ-2-2

### (1) 調査・検討すべき内容を以下に示す。

- ・発生済みの地すべりを含むさらに大きなすべりが分布しているか。斜面の抑え部分が先にすべり、無くなったことによる後退すべりが誘発される可能性がある。
- ・調査ボーリングにより対象地の地質状況を把握する。試料の目視確認により新たなすべり面を介在していないかの確認を行う。
- ・調査ボーリング孔を利用して地下水の連続観測を行う。水位の変動や最高水位を揭示変化とともに把握する。

### (2) 手順の列挙

#### ・概略調査

資料調査により局所的な変状、分布している地質、被災履歴などを調査する。現地踏査を行い、現地でしか得られない情報を確認する。

工夫点：雨天時の調査に注意が必要。降雨時の湧水情報などは聞き取りを行う。

#### ・詳細調査

調査ボーリングなどの調査を行う。

留意点：必要に応じて物理探査、サウンディングを追加して併用する。

### (3) 調整方法

調整先として、地元住民、自治体、設計業者、施工業者が挙げられる。地元説明会の実施、情報共有ツールの導入、観測のWEB監視体制、3者協議への参画により、情報共有を行うことで、効率的、効果的に業務を行うことができる。

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 我が国では，1991年に「資源の有効な利用の促進に関する法律」を，そして2000年に「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」をそれぞれ制定するなど，建設工事における資材の再資源化等の取組を行っている。その結果，2018年度の統計では建設廃棄物<sup>※1</sup>の再資源化・縮減率<sup>※2</sup>は97.2%に達するなど，成果を挙げている。一方，図1に示すように，建設工事に伴い副次的に発生する土砂（建設発生土）の有効利用率は79.8%に留まっている。

- (1) 建設発生土の有効利用における阻害要因について，技術者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) 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。

※1 建設廃棄物：アスファルト・コンクリート塊，コンクリート塊，建設発生木材，建設汚泥及び建設混合廃棄物をいう。

※2 再資源化・縮減率：建設廃棄物として排出された量に対する再資源化及び縮減された量と工事間利用された量の合計の割合をいう。

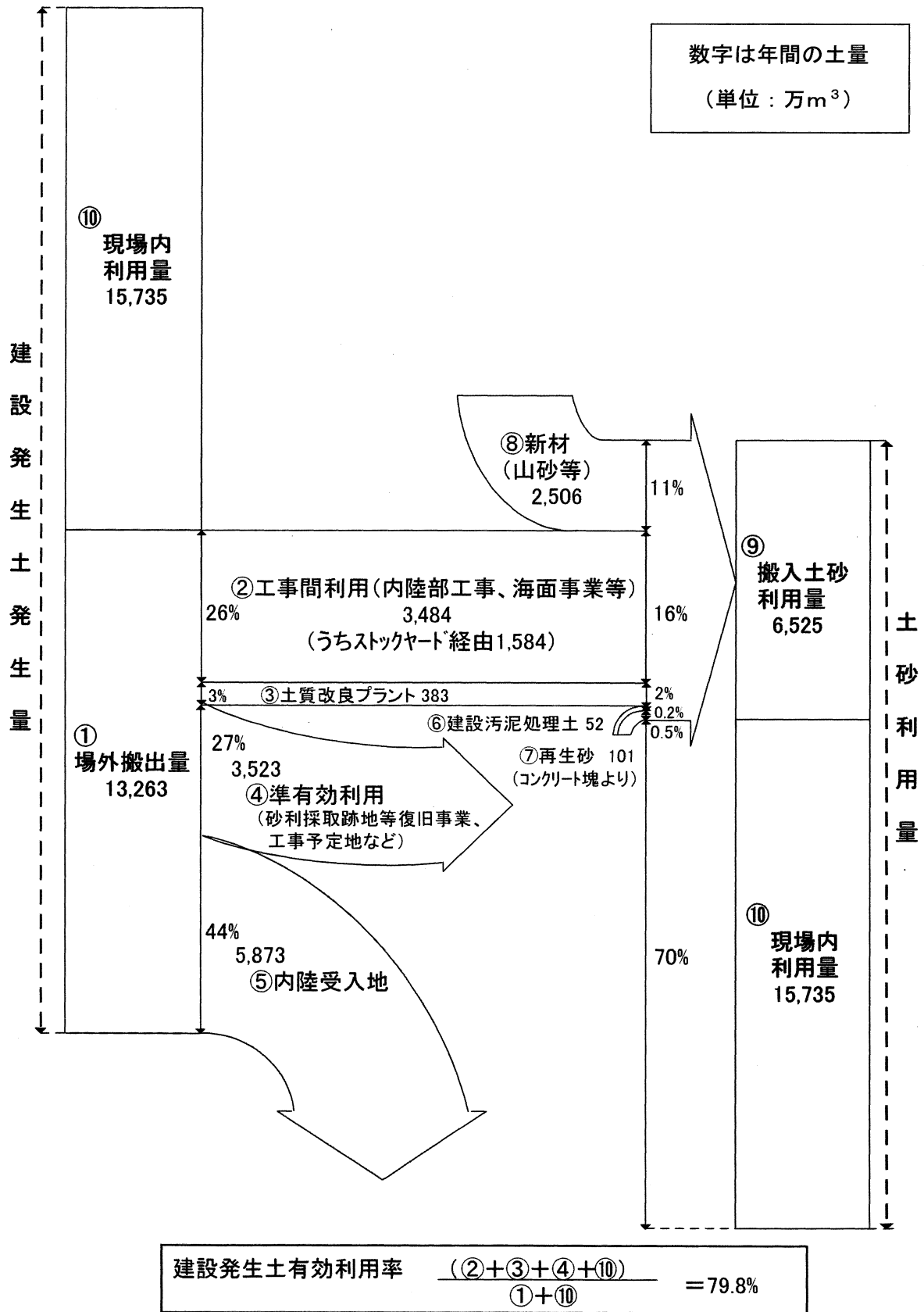


図1：我が国における2018年度の建設発生土のフロー  
(出典：建設リサイクル推進計画2020(案)，国土交通省 に加筆)



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	土木地質

※
---

○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 )	建設発生土の有効利用における阻害要因を以下
に示す。	
1.	地質材料の不均質性
	山体や地盤を掘削して生じる岩石礫や土砂、土壌などは人工材料と異なり物性が均質でなく、場所による変化も大きい。
	物性評価の基準化が容易でないことに加え、掘削により組織が崩壊し、自然状態より体積が増加し、強度も低下するなどの変化も伴う。
	地質の不確実性、不均質性の観点から、物性の均質化が課題である。
2.	酸化による有害物質の発生
	我が国は海に囲まれ、平野部は海沿いに多い。海成堆積物に含まれることの多い黄鉄鉱などは、地中では外気と遮断されているため安定しているが、掘削などにより外気に触れると酸化が促進され、硫酸塩鉱物に変化し、硫酸などの有害物質を発生する事象が起こる。
	また、塩分を含んだ海砂などは、コンクリートの骨材に使用すると、固化を妨げるなどの問題もあることから、再利用に制限がかかることもある。
	環境管理の観点から、これら有害物質への対策を実施することが課題である。
3.	風化・変質による膨潤性粘土
	土木工事などで掘削される箇所は、地表に近い表層

令和4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。）

部	で	あ	る	こ	と	も	多	く	、	風	化	・	変	質	に	よ	り	粘	土	化	し	、	膨	
潤	性	を	有	す	る	も	の	が	あ	り	、	扱	い	が	困	難	で	あ	る	。				
	再	利	用	の	観	点	か	ら	、	膨	潤	性	粘	土	の	利	用	対	象	の	選	定	が	
課	題	で	あ	る	。																			
(	2	)	最	も	重	要	な	課	題	は	、	酸	化	に	よ	る	有	害	物	質	発	生	へ	
の	対	策	で	あ	る	。	解	決	策	は	以	下	に	示	す	。								
1	.	空	気	を	遮	断	す	る																
	掘	削	土	の	保	管	お	よ	び	再	利	用	に	際	し	、	酸	化	に	よ	る	有	害	
化	を	防	止	す	る	た	め	、	可	能	な	限	り	空	気	に	触	れ	な	い	工	夫	を	
施	す	。	排	水	対	策	も	必	要	で	あ	る	。											
	施	工	時	に	圧	縮	し	空	気	を	抜	き	、	表	面	部	は	カ	バ	ー	や	酸	化	
の	影	響	の	少	な	い	素	材	で	覆	う	な	ど	の	養	生	を	し	、	外	気	と	触	
れ	る	機	会	を	無	く	す	。																
2	.	薬	剤	で	の	無	害	化																
	酸	化	防	止	を	目	的	と	し	て	、	薬	剤	を	混	合	し	て	中	性	化	し	、	
改	良	土	と	し	て	再	利	用	す	る	方	法	も	有	効	で	あ	る	。	炭	酸	カ	ル	
シ	ウ	ム	な	ど	が	挙	げ	ら	れ	る	。													
3	.	施	工	後	の	モ	ニ	タ	リ	ン	グ													
	上	記	の	施	策	を	行	い	再	利	用	さ	れ	た	場	所	で	は	、	外	部	に	有	
害	物	質	が	流	出	し	て	い	な	い	か	、	地	下	水	な	ど	の	モ	ニ	タ	リ	ン	
グ	を	一	定	期	間	実	施	す	る	必	要	が	あ	る	。									
(	3	)	対	策	し	て	も	残	り	う	る	リ	ス	ク										
	嫌	気	環	境	で	の	保	管	や	改	良	土	化	に	は	別	途	広	大	な	場	所	と	
作	業	が	必	要	で	あ	る	た	め	、	大	幅	に	コ	ス	ト	が	か	か	る	。			
	さ	ら	に	長	期	の	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	を	実	施	す	る	場	合	は	、	多	く	



Ⅲ－２ 自然災害の予測や地下水流動解析におけるモデル構築等において、「不確実性」の評価は不可欠な要素である。不確実性は大きく分けて、対象となるシステムや集団に関して観測される値に本来的に存在している差異や変動に起因する不確実性と、予測に用いられるモデルあるいはパラメータに関する知識又は情報の不足による不確実性の２種類に分類される。上記を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 各種予測解析やシミュレーション等を行うに当たり、地質技術者としての立場で多面的な観点から不確実性に関係する課題を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) 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、専門技術用語を交えて示せ。
- (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 模擬答案用紙

受付番号	
氏名	

問題番号	R4 応用理学（地質）I-1
枚数	3

(1)	地盤モデル構築等に伴う不確実性の課題				
1)	地盤自体が持つ不均質性（技術の観点）				
●	地盤は、自然由来の不均質なものである。事業が進む段階で、当初よりも深い風化変質帯の分布や、未確認の破碎帯の分布などが確認される場合がある。				
●	技術的な観点では、そのような地盤自体が持つ不確実性を、早期に分析・評価し、如何に可視化するかが課題となる。				
2)	調査数量の不足に伴う不確実性（コストの観点）				
●	緊縮財政下では、事業予算の制約等によって、調査数量を十分確保できない場合が多い。				
●	適切な調査数量を確保する場合、費用対効果の閾値を見極める手法や、費用対効果を適切に評価する観点の統一が、コスト管理の観点における課題となる。				
3)	技術提案やコミュニケーションの不足に伴う不確実性（人材育成の観点）				
●	地盤の不確実性が顕在化した事例の多くに、調査と設計技術者間における認識の相違が存在している。特に、留意点の伝達不足が主原因に挙げられている。				
●	上記した情報共有は、技術者自身が、効果的かつ経済的な技術判断をする必要があり、個々の技術者のスキルに大きく依存する。				
●	従って、リーダーシップやコミュニケーション能力を含め、技術者を社会全体で育成するシステムの構築が、人材育成の観点における課題と考える。				





二次試験答案用紙

氏 名

問題番号	1 枚目
R4(2022) III-2	3 枚中

( 1 )	不	確	実	性	に	関	係	す	る	課	題	と	そ	の	内	容					
<	課	題	①	:	技	術	者	判	断	の	不	確	実	性	>						
土	木	地	質	学	は	経	験	工	学	で	あ	る	。	同	じ	地	域	に	分	布	す
る	同	じ	地	層	を	対	象	に	行	わ	れ	た	調	査	結	果	で	あ	っ	て	も
、	技	術	者	に	よ	っ	て	異	な	る	考	察	が	行	わ	れ	て	し	ま	う	可
能	性	が	あ	る	。	ま	た	、	技	術	者	の	知	識	・	経	験	不	足	か	ら
、	重	要	な	要	素	を	見	落	と	し	た	り	、	誤	っ	た	判	断	が	下	さ
れ	た	り	す	る	可	能	性	が	あ	る	。										
<	課	題	②	:	地	質	の	不	確	実	性	>									
地	質	調	査	や	地	下	水	調	査	で	は	、	限	定	さ	れ	た	範	囲	・	地
点	で	得	ら	れ	た	調	査	結	果	を	基	に	、	広	範	囲	の	地	層	分	布
状	況	や	地	下	水	流	動	状	況	を	判	断	す	る	。	そ	の	た	め	、	推
定	さ	れ	る	分	布	状	況	や	そ	の	性	状	に	不	確	実	性	が	発	生	す
る	。	例	え	ば	、	貫	入	マ	グ	マ	や	接	触	変	成	帯	、	断	層	や	そ
の	影	響	域	等	、	異	な	る	時	代	・	成	因	の	地	層	が	重	な	る	よ
う	な	場	所	で	は	、	地	層	の	分	布	状	況	が	複	雑	化	し	、	特	に
不	確	実	性	が	発	生	し	や	す	い	と	考	え	ら	れ	る	。				
<	課	題	③	:	推	定	値	・	仮	定	値	の	不	確	実	性	>				
斜	面	の	安	定	解	析	や	地	下	水	趣	味	レ	ー	シ	ョ	ン	で	は	、	推
定	値	が	多	用	さ	れ	る	。	こ	れ	ら	の	数	値	は	、	特	定	の	条	件
下	で	得	ら	れ	た	既	存	調	査	結	果	を	基	に	設	置	さ	れ	て	い	る
こ	と	が	多	く	、	推	定	値	・	仮	定	値	が	実	際	の	値	と	大	き	く
食	い	違	う	可	能	性	が	あ	る	。											
( 3 )	最	も	重	要	な	課	題	と	そ	の	解	決	策								
最	も	重	要	な	課	題	:	①	技	術	者	判	断	の	不	確	実	性			



二次試験答案用紙

氏 名

問題番号	2 枚目
R4(2022) III-2	3 枚中

< 解決策①：多角的かつ広い視野 >  
 技術者は自分の判断のみを信じるのではなく、自分よりも知識・経験が豊富な技術者や大学の研究者等に積極的に意見を求めたり、既存調査結果や学術研究成果を利活用したりすることで調査結果を多角的、かつ広い視野で考察しなければならない。例えば、斜面崩壊や地すべりが発生する可能性を予測する際、同じ地質・地形的特徴を持つ別地域の調査結果を参考にする等である。

< 解決策②：追加調査の積極的提案 >  
 現状の調査結果や資料だけでは結論を出せないと判断されれば、不確実性や問題の解決に向け、追加の調査実施を積極的に提案する。例えば、地下水の流動特性に時期的な差異が推定される場合、揚水量や地下水賦存量が大きく変化する可能性があるため、年間を通じた観測・調査の実施を提案する。

< 解決策③：条件の異なる複数の解析実施 >  
 災害の予測や地下水流動特性の解析・シミュレーションを行う際、考え得る条件をできる限り多く拾い出し、各条件下で解析を行い、最も現状に近い結果を採用する。

(3) 残り得るリスクとそれへの対策  
 近年、異常気象や線形降水帯の発生を背景に、予想外時期に大量の降雨が発生している。これにより、想定外の規模・範囲で斜面崩壊や土石流等の自然災害や、

二次試験答案用紙

氏 名

問題番号	3 枚目
R4(2022) III-2	3 枚中

地下水揚水量や流動特性に大きな変化が発生するリスクがある。

対策としては、豊水期・渇水期に予想される最高・最低の降水量・地下水位を推定し、解析・シミュレーションに用いることが挙げられる。例えば、水源開発で地下水揚水量を推定する際、年間を通じた地下水位観測結果より、タンクモデルを用いて豊水期・渇水期における地下水位の変動傾向を再現し、得られた最低・最高の地下水位を揚水量の試算に用いる。

※時間が不足し、途中で記入が終わっています。

## R4 応用理学（地質）

### Ⅲ-2

#### （1）不確実性に関する課題

##### 1）調査計画精度の向上（調査前の技術面・課題 A）

地盤は不均質なので、地形発達史を考慮して、計画する必要がある。また、地すべり等の災害を受け、対策工を行うためには、地盤モデルの構築だけでなく、その地盤物性として、物理特性や強度特性が必要となる場合がある。これらを事前に想定して、調査計画を立案する必要がある。

##### 2）データ取得方法（調査時の知識面・課題 B）

自然災害の地すべりの解析モデル構築においては、その滑動性を評価するために、地盤伸縮計や孔内傾斜計等の地すべり観測が行われる。それぞれ観測特性が異なるので、モデル構築にあたっては、適切にデータ特性を理解する必要がある。また、遠隔観測の適否もあり、解析モデルの高品質化には、これらの理解が必要である。

##### 3）検討条件の整理（評価時の条件整理・課題 C）

地すべりの安定性評価では、水位変動の影響が大きい。一方、水位変動には、季節変化や人的変化があり、例えば、豪雨時やダム水位変動がある。地すべり変位急増時のモデル化検討においては、これらの変位発生条件を整理し、対策工の選定や道路通行止め等、適切なシミュレーションが行えるようにする必要がある。

#### （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

事前の不確実の影響が、後の検討評価に与える影響が大きいので、課題 A を重要課題として選定する。

##### 2）事前照査（解決策 1）

自然災害の予測調査に対する高度化のためには、調査位置、深度を経験的に推測したり、対策工の候補工法に必要な地盤物性を予め想定して、試験を選定することが重要である。これには、経験や知識等が必要となるので、立案した調査計画を照査することで、不確実性を減らし、高品質化を図っていくことが重要である。

##### 3）新技術を用いた可視化（解決策 2）

これまでの自然災害の判読等では、個人差があったので、DEM や SAR 画像を用いた地形解析や 2 時期の比較等で、自然災害等の不安定部や活動度を評価し、地質調査の高度化を図る必要がある。これらの新技術は目で見て分かるので、調査計画の詳細な議論に繋がる。この議論等を通じて、不確実性を減らし、高品質化を図っていくことが重要である。

##### 4）3次元モデルの活用（解決策 3）

調査立案においては、3次元モデルを活用し、調査者、発注者等の複数人からの視点で意見交換を行う。この3次元モデルは、それぞれ立場の違う人のイメージの相違を無くすのに効果的である。また、想定する地質リスクに対し、適切な調査配置が出来るので、調査後のモデルの高度化が図れる。この3次元モデルの活用を通じて、不確実性の減少と高

品質なモデル化を実現する。

### (3) 残りうるリスクと対策

#### 1) 残りうるリスク

事前照査、可視化、3次元化を図っても、調査数量は限られているので、地質リスクをゼロにすることは出来ない。また、豪雨の頻度増加等の自然条件が大きく変化することによる、新規自然災害の発生等の新たな不確実性も考えられる。

#### 2) リスクへの対策

地質リスクをゼロにすることは出来ないので、予めリスクを取り入れたリスクコミュニケーションが重要である。また、アセットマネジメントの考えを取り入れた岩盤劣化等を想定することで、リスクの軽減が図れると考える。また、高リスク箇所では、モニタリング観測を行い、地盤モデル領域の不確実性や滑動状況の不確実性、影響範囲の不確実性等を減らす試みが効果的と考える。そして、予測解析へ展開し、解析結果の高度化へ繋げる。これらの取り組みを通じて、新たなリスクの軽減を図る。また、自然災害時の適切な避難や認知に向けて、守秘義務の範囲内で情報発信することも地質技術者の役割としてリスク対策に重要と考える。以上

## 問題Ⅲ-2

(1)

- ・データ数の観点

ボーリングではピンポイントの調査、他調査との併用

全体を把握できず、地盤定数などが局所的なものを代表地として利用してしまう。

自然災害の予測のためのデータ数

- ・ソフトのプロセスのブラックボックス化の観点

途中段階を理解していないことによるパラメータの重要性、用途に関する知識の不足。

知識不足による値の取り扱い方。

地下水などの連続観測で、場所の特性に合った観測条件が設定されていない場合

(5分ごとの変動が考えられる地点で1時間ごとの観測を設定するなど)

- ・手法に伴う差異の観点

レーザーによる危険斜面の抽出のように実際と異なる結果となる場合がある。

イエローゾーンの抽出などで、樹木による地表面のエラーなど

(落石や危険斜面の有無が現地状況と整合しない場合がある)

(2)

最重要課題はブラックボックス化

- ・専門技術者の照査・照査基準のマニュアル化

チェックする項目を明確にし、作業の意味を理解する

- ・プロセスのマニュアル化

AIの利用やシステム化された作業のプロセスを技術者の目で評価できるようにプロセスを明確にする。

- ・使用する値の意味、重要性など

値の使用目的、対象となる検討内容を理解する必要がある。

(3)

残りうるリスク：担い手不足による管理体制の継続困難

対策：業界の活性化による担い手確保

業界紹介や、パワーツなどの導入による業界に対するマイナスイメージの払拭  
後進の育成など