

2021年度技術士第二次試験

筆記試験問題・合格答案実例集

[建設部門]

－ 河川、砂防及び海岸・海洋 －

APEC-semi & SUKIYAKI 塾

問題Ⅰ（必須科目）

問題文およびA評価答案例

9 建設部門【必須科目Ⅰ】

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

Ⅰ－1 近年，地球環境問題がより深刻化してきており，社会の持続可能性を実現するために「低炭素社会」，「循環型社会」，「自然共生社会」の構築はすべての分野で重要な課題となっている。社会資本の整備や次世代への継承を担う建設分野においても，インフラ・設備・建築物のライフサイクルの中で，廃棄物に関する問題解決に向けた取組をより一層進め，「循環型社会」を構築していくことは，地球環境問題の克服と持続可能な社会基盤整備を実現するために必要不可欠なことである。このような状況を踏まえて以下の問いに答えよ。

- （1）建設分野において廃棄物に関する問題に対して循環型社会の構築を実現するために，技術者としての立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し，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生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。
- （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。

(1) 3つの課題抽出とその内容

1) 建設リサイクルの推進：我が国の建設廃棄物は、全産業の排出量の約2割を占め、その発生抑制、再資源化、利活用は重要課題である。「建設リサイクル法」、**「建設リサイクル推進計画」**に基づく施策により、再資源化・縮減率は97.2%まで向上しているが、排出量自体は増加傾向にある。したがって、**排出量抑制の観点**から、今後の社会資本の維持管理・更新時代に向けて、更なる建設リサイクルの推進が課題である。

2) 物流システムの拡充：建設廃棄物から得られる循環資源については、適材適所で適量を利用されることが望ましい。しかし、その物流システムが特定の地域に限定されていっては、需給バランスが保てず、非効率である。また、豪雨災害等の自然災害で発生する災害廃棄物についても、短期間での大量処理が必要なため、関係者間の連携が重要である。したがって、**廃棄物の効率的な利活用の観点**から、広域な物流ルート確保に向けた海上輸送施設の整備や関係者間の連携強化を図る物流システムの拡充が課題である。

3) グリーン材料活用の推進：我が国の建設産業の主要材料である金属やプラスチックは、製造や加工に要するエネルギーが大きく、地球環境に大きな負担を与えている。したがって、**地球環境負荷低減の観点**から、公共工事における使用材料として、木材や近年注目されているバイオプラスチック等のグリーン材料活用の

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	○-○-						

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	鉄筋コンクリート

※

○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。）

推進が課題である。

(2)最重要課題と複数の解決策

最重要課題は、「建設リサイクルの推進」である。理由は、建設廃棄物の利活用が地球環境保全への近道かつ、循環型社会の構築に繋がると考えたからである。

解決策1：建設混合廃棄物の現場分別の推進：建設混合物は、多様な材質が含まれている性質上、そのままの形で再資源化は困難であり、前処理段階で選別・分別作業が必要である。そのため、発注者による現場での分別作業の徹底及び民間活力による分別作業技術の開発・向上といった双方の取り組み強化が有効である。これは、災害廃棄物の効率的な利活用の観点からも有効な施策である。

解決策2：循環システムの構築：建設発生土の不適正処理を防止するためには、①指定処分を徹底し、建設発生土の行先を完全に把握する。②可能な限り建設発生土の工事間利用を促進する。③工事間利用後、建設発生土の場外搬出量が供給過多にある場合は、新技術を活用して、改良・無害化し、大規模な土工工事への有効活用を検討する。などの循環システムの構築が有効である。

解決策3：下水道資源の有効利用の促進：下水汚泥のエネルギー利用・肥料利用を推進するため、バイオガス利用施設、固形燃料化施設、バイオガスからの水素精製施設等の整備を支援するとともに、下水汚泥固形

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	〇-〇-

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	鉄筋コンクリート

※

○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。）

燃料のJIS規格の普及、地域バイオマスの利活用に係るガイドラインの策定、下水汚泥の肥料利用に関する事例情報の水平展開等の取組を進めることが有効である。

(3)波及効果および新たな懸念事項と対応策

1)波及効果：資源の有効活用や効率的な静脈物流システム等の運用、その技術開発等により、経済・社会活動が活性化し、環境分野への投資も活性化される。

2)懸念事項：新たな循環システムの構築により、既存の経済・流通活動や水循環システム、エネルギー供給ネットワーク等に改変を促し、その影響は面的な広がりをもたらし、かつ長期化することが懸念される。

3)対応策：関係省庁、地方自治体、NPO、企業等とも積極的に連携・協働し、地域の将来像を描いた上で、適切な施策を選択する。

(4)技術者の要件・留意点

1)技術者としての倫理：全てのハード・ソフト対策を同時に行うことは困難である。各種施策の選択と集中や予算の適正な配分において、常に公益を最優先に取り組むことが必要である。

2)社会の持続可能性：持続可能な発展目標（SDGs）の実現、地球温暖化による気候変動や防災、海洋汚染、水資源管理といった諸課題の解決も必要であることに留意し、将来世代にわたる環境に優しく強靱な社会の持続可能性を追求する。

以上

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

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

1	<u>循環型社会を實現するための課題</u>	
	社会資本整備の中でスクラップアンドビルドを繰り返した建設業界は、循環型社会實現のために果たすべき役割は大きい。社会経済の発展を持続するために必要な社会資本整備の在り方について建設分野における課題を抽出し、分析する。	
	<u>課題1：社会資本の健全性確保</u>	
	維持管理の観点として、社会資本の健全性確保を課題に挙げる。高度経済成長期に集中整備された社会資本が一斉老朽化する現状において、社会資本の健全性が確保できなければ循環型社会の實現は成しえない。	
	<u>課題2：再生資源の活用</u>	
	材料の観点として、再生資源の活用を課題に挙げる。天然資源の枯渇が叫ばれる現状において、既存ストックを巨大な貯蔵庫ととらえ、更新等の際は再生骨材として活用する。また都市ごみ焼却灰を主原料とするエコセメントなども活用する必要があると考える。	
	<u>課題3：物流機能の強化</u>	
	流通の観点として、物流機能の強化を課題に挙げる。廃棄物が都市部で集中して発生する現状において、再生資源を地方部においても循環活用するため、リサイクルネットワークの整備や、ミッシングリンクを解消する道路整備が必要と考える。	
	<u>2. 最重要課題の選定と解決策の提示</u>	
	<u>(1) 課題1を最重要課題に選定する理由</u>	

令和3年度 技術士第二次試験 復元答案

受験番号	
問題番号	I-1

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	コンクリート

※

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

(1)	<u>課題の抽出</u>	
①	<u>廃棄物発生抑制</u>	
	高度成長期に建設された社会インフラが今後20年間でその半数が建設後50年を経過すると見込まれている。大量に発生する老朽化インフラに対し、廃棄物の発生抑制を図ることが課題である。	
②	<u>廃棄物の有効利用のための技術開発</u>	
	建設の主要材料であるコンクリートの再資源化率は9割を超えるほど十分高い水準にある。しかしながら、その殆どが再生砕石として利用され、今後その需要は縮減していくことが見込まれるため、再生骨材としての再利用が望まれている。一方で、再生骨材はその品質の不安定さから一部の製品しか構造物に利用できないのが問題であり、今後新たな技術開発により、再生骨材の品質向上を図ることで利用を拡大していくことが課題である。	
③	<u>需給バランスの調整</u>	
	コンクリートの再生材などの生産は一部の都市圏に限定されており、また運搬費にコストがかかるため、その生産と地方における需要とのバランスにミスマッチが生じている。今後は建設リサイクルシステムを健全に推進していくために、廃棄物の再生利用の需要と供給の適正なバランスを保持していくための調整を図ることが循環型社会を構築していく上での課題である。	
(2)	<u>最も重要と考える課題と解決策</u>	

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

近年、地球環境問題がより深刻化してきており、社会の持続可能性を実現するために「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」の構築はすべての分野で重要な課題となっている。社会資本の整備や次世代への継承を担う建設分野においても、インフラ・設備・建築物のライフサイクルの中で、廃棄物に関する問題解決に向けた取組をより一層進め、「循環型社会」を構築していくことは、地球環境問題の克服と持続可能な社会基盤整備を実現するために必要不可欠なことである。このような状況を踏まえて以下の問いに答えよ。

- (1) 建設分野において廃棄物に関する問題に対して循環型社会の構築を実現するために、技術者としての立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、課題の内容を示せ。
- (2) (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) (2) で示したすべての解決策を実行して生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。
- (4) (1)～(3)を業務として遂行するに当たり、技術者としての倫理、社会の持続性の観点から必要となる要件、留意点を述べよ。

<u>(1) 循環型社会の構築を進める上での課題</u>									
課題 1 : 効率的な静脈物流システムの構築 [仕組み]									
東日本大震災以降の我が国のエネルギー需給構造の脆弱性の深化、世界全体での資源制約の強まりという危機を踏まえ、資源の循環利用が求められている。									
循環資源利用を強化するためには、効率的な静脈物流システムの構築が課題である。									
課題 2 : 環境施策の推進 [法整備]									
環境対策を積極的に進めるためには、人や企業が積極的に環境対策に取り組むような行動変容が必要である。									
企業が積極的に環境対策に取り組むためには、環境配慮を促すような経済施策を行う必要があるため、環境施策の推進が課題である。									
課題 3 : 環境技術による国際協力 [技術協力]									
我が国は、高度経済成長期に発生した環境問題や公害に対して、技術開発等を行い対応してきた。									
世界全体の資源制約の強まりを緩和するためには、経済発展を見せるアジア新興国の都市化に起因する環境問題の解決が求められる。これを解決するため、我が国の環境技術を提供することが望ましく、官民一体で、国際環境協力に取り組むことが課題である。									
<u>(2) 最も重要と考える課題と複数の解決策</u>									
循環型社会を持続していくためには、資源の循環利用の推進・強化が必要であるため、「効率的な静脈物									

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

<u>2 . 最も重要な課題と解決策</u>																								
<u>(1) 最重要課題</u>																								
1 - (3) 建設副産物の再資源化が最重要と考える。																								
最終処分場の残余容量には限りがあり、容量消費を																								
最小化するためにはボリュームの大きいコンクリート																								
殻や建設発生土の処分量削減が効果的なためである。																								
<u>(2) 解決策</u>																								
<u>① コンクリート殻の再資源化</u>																								
コンクリート殻を骨材として利用したコンクリート																								
二次製品を積極的に活用する。																								
これにより、コンクリート殻の廃棄物量を削減する。																								
<u>② 建設発生土の工事間融通</u>																								
我が国では依然として、盛土・埋土材の一部に新材																								
が用いられている。																								
安易な新材利用は、建設発生土の再資源化率の低下																								
を招くほか、新材採取による山肌の露出は土壌保全機																								
能や保水機能を低下させ、土砂災害等の原因となる。																								
これに対し、建設発生土の工事間マッチングシステ																								
ムを活用し、官民工事間の建設発生土の有効活用を促																								
進すること、新材採取料と最終処分量を削減する。																								
<u>③ 浚渫土を活用した干潟・浅場造成</u>																								
浚渫土を活用した干潟・浅場の造成により、アサリ																								
等の水質浄化機能を持つ生物が生息可能な環境を構築																								
する。																								
これにより、浚渫土の最終処分量を削減する。																								

○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。）

3 . 波及効果と新たな懸念事項への対応策																								
(1) 波及効果																								
近年、世界的に ESG 投資への関心が高まっております、																								
循環型社会形成の取り組みにより関連企業の資金アク																								
セスが改善され、持続可能性が向上する。																								
(2) 新たな懸念事項																								
コンクリート殻や建設発生土は六価クロムやカドミ																								
ウム等の重金属や、ダイオキシン等の有害物質を含有																								
しており、これらが環境中へ溶出した場合、濃度によ																								
っては人々の健康や生態系への悪影響が懸念される。																								
(3) 対応策																								
有害物質が溶出した場合のリスクアセスメントを実																								
施するとともに、含有量および溶出試験の徹底により、																								
土壌環境基準や水底土砂に係る環境基準に適合してい																								
ることを確認する。																								
4 . 必要となる要件・注意点																								
有害物質が溶出する恐れのある建設副産物を用いる																								
場合、利用先の周辺住民に対するリスクコミュニケー																								
ションの実施が公衆の安全確保ならびに説明責任の観																								
点から必要である。																								
また、廃棄物の輸送時は輸送効率の高い海上輸送を																								
用いることは勿論であるが、船舶の動力への燃料電池																								
の活用や水素バンカリング拠点の整備により CO2 排																								
出量の削減を図ることが、社会の持続性の観点から必																								
要である。																								
																								以上

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	XXXXXXXXXX	技術部門	建設	部門
問題番号	I-1 風水害による被害の軽減・防止	選択科目	道路	科目
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項	道路交通計画	

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

①	風水害による被害を防止・軽減するための課題		
①	： いか	に	想定外の風水害に対応するか（技術面）
	日本は山と海の距離が近く、雨が一度に川を伝い海へ流れ出やすい地形となっている。また、太平洋に接しており南方の海上で発生した台風による被害を受けやすい環境である。そのような状況の中、地球温暖化等の影響により災害が激甚化・頻発化する傾向があるため、いかに想定外の風水害に対応かが技術面から示す課題である。		
②	： いか	に	日頃から維持管理を行うか（維持管理面）
	高度経済成長期に構築された社会資本ストックは多くが更新時期を迎えているが、数が多く同時に更新を実施することが困難である。その一方で、風水害はいつ・どこで発生するがわからないが、被災を最小限で食い止める、社会資本ストックの機能を確保する必要がある。そのため、いかに日頃から維持管理を行うかが維持管理面から示す課題である。		
③	： いか	に	技術者を確保するか（人材面）
	日本の少子高齢社会に伴う人口減少により、将来的に維持管理を行う技術者が不足する懸念がある。さらに、維持管理を行うストック数が膨大で、必要な対策も莫大な数になることから、人材面からいかに維持管理を行う技術者を確保するかが課題である。		
②	重要と考える課題と複数の解決策		
課題	： いか	に	想定外の風水害に対応するか（技術面）

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	I-1						

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境
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. 循環型社会の構築を実現する上での課題																								
1-1. 既存ストックの活用																								
我が国のインフラ・設備等の多くは、高度経済成長期以降に建設され、一斉に老朽化を迎えつつある。これらのインフラ・設備等の全てを同時に更新するのは、社会・自然環境や経済面等の観点から困難な状況となっている。																								
したがって、既存のインフラ・設備をストックとして活用し、長寿命化していくことが課題である。																								
1-2. 計画段階のリサイクル計画策定																								
従来 of 建設事業では、事業初期の計画・設計段階において、維持管理や更新段階の廃棄物の検討が含まれていない場合が多かった。そのため、今後に一斉に更新時期を迎えるインフラ・設備から発生する廃棄物が大量に発生し、処理が困難になるおそれがある。																								
したがって、各事業の計画段階において、リサイクル計画策定を進めることが課題である。																								
1-3. 混合副産物の分別																								
建設分野における廃棄物は、コンクリート塊等を含めて90%以上の高いリサイクル率を近年では維持している。しかし、建設現場では、廃プラスチックを含めた混合副産物の分別が進んでおらず、依然として低いリサイクル率となっている。																								
したがって、混合副産物の分別を進めることが課題である。																								

令和3年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

2. 最重要課題と複数 of 解決策																								
2-1. 最重要課題																								
最重要課題は、「既存ストックの活用」であるとするは考える。その理由は、対応が早いほど効果が表れる課題であり、最も早急な対応が必要な緊迫した課題であるためである。																								
2-2. 複数 of 解決策																								
2-2-1. 予防保全型維持管理への転換																								
従来のインフラ・施設等の維持管理は事後保全型となっており、補修等が計画的に行われずに機能低下の進行を招いている。したがって、予防保全型の維持管理に転換し、補修等を計画的に行って施設機能の低下を遅らせ、インフラ・施設の長寿命化を進めることが解決策である。																								
2-2-2. アセットマネジメントの活用																								
従来のインフラ・施設等が膨大で、全てを同時に更新することは困難で、体系的な維持管理が行われていない状況にある。したがって、アセットマネジメントを活用して、インフラ・施設等のライフサイクルコストや健全度を踏まえ、利用状況等に応じて優先順位を付けて、体系的な維持管理を進めていくことが解決策である。																								
2-2-3. メンテナンスサイクルの推進																								
インフラ・施設等の維持管理は、メンテナンスサイクルが適切に実施されていない場合があり、老朽化の																								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R3 I-1
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境科目
専門とする事項	自然環境調査結果の分析・評価

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

<u>(1) 循環型社会の構築を実現するための課題</u>														
<u>課題①：建設廃棄物発生の抑制</u>														
我が国のインフラは、多くが高度経済成長期に整備	されたので、近年、一斉に更新時期を迎えている。今	までのインフラの更新は、使用不能後に解体・新設す	る事後保全にて行われてきた。しかし多数の老朽化し	たインフラを、全て事後保全にて更新すると多量のガ	レキ等の産廃が発生し、処分場が満杯になる等の自然	環境への影響が生じる恐れがある。	循環型社会構築のため、インフラの老朽化対策に伴	う建設廃棄物の抑制を、どの様に行うかが課題である。						
<u>課題②：建設発生土のリサイクル推進</u>														
建設事業にて発生する廃棄物のリサイクル率のうち、	コンクリート塊、アスファルト、木材はほぼ100%で	ある。しかし建設発生土は受入先、利用先が少なく、	またリサイクル施設が少ないために80%程度である。	循環型社会構築のためには建設発生土のリサイクル	向上が必要であるが、具体的にどのような方法でリサ	イクルを推進するかが課題である。								
<u>課題③：不法投棄の抑制</u>														
建設事業にて発生する廃棄物の不法投棄量は、全産	廃の40%を占め、全産業において最大である。最大の	一因は、建設事業の廃棄物処理工程・追跡や処理業者	を示すマニユフェストの多くが紙媒体であること、廃	棄物の処理を下請け業者に行わせる当の処理システム										

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R3 I-1
答案使用枚数	3 枚目 3枚中

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境科目
専門とする事項	自然環境調査結果の分析・評価

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

(3)	- 2.	懸念事項と対応策	
			我が国のインフラ老朽化対策及び産廃抑制対策は、建設分野の技術者が担っている。しかし近年は、団塊世代の大量退職、若手の離職等により技術者が減少傾向なので、対策の実施が困難となる恐れがある
			対応策は、以下の通りである。
			・ 少ない技術者でも点検が実施できるよう、ICTを活用した点検ロボット、産廃の選別機、AI等を採用する。
			・ 早期に技術者を確保するため、退職した技術者の再雇用、外国人技術者の登用を実施する。
			(4) 業務として遂行するに当たり必要となる要件
			(1) から (3) で述べた循環型社会構築に向けた対策を、我々技術者が国民の立場に立って行うに当たり必要なのは、「公衆の利益優先」と「社会の持続可能性の確保」である。業務において建設分野の利益を重視し、インフラ等の品質確保等を軽視すると、これらの品質、安全性が低下し、最終的に国民の生命、財産が脅かされる。また業務中での無計画な地盤掘削、樹木伐採や重機からの騒音・振動に対する未配慮等により、現在及び将来の国民に残すべき自然環境・生態系、事業地周辺の住民生活の低下を招く。
			以上の行為は国民の技術者、業界に対する不信を招き、信用失墜につながる。よって技術者は、常に技術者倫理に則って事業を行わなくてはならない。以上

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

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	建設部門
選択科目	建設環境
専門とする事項	建設事業における自然環境保全・創出・影響評価

※

○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) 廃棄物に関する問題に対して循環型社会の構築を
 実現するための課題

(1)-1 再資源化の観点から、いかに質の高いリサイクル
 ルを推進するか

1990年台は約60%の再資源化率であったが、近年はコ
 ンクリート塊、コンクリート・アスファルト塊におい
 ては再資源化率が約95%以上である。このことから、
 今後は高い再資源化の維持、質の向上が重要である。

(1)-2 廃棄物量の観点から、いかにインフラ建造物の
 長寿命化を推進するか

道路や橋等の大型建造物の廃棄にあたり、大量の建設
 混合廃棄物が発生する。このため、建造物の長寿命化
 により、廃棄物量を根本的に減らすことが重要である。

(1)-3 生産性向上の観点から、いかに再資源化の各工
 程を効果的・効率的に実施するか

廃棄物の再資源化には、調査、計画、施工、分析、解
 体、搬出入、処理、再利用等の複数工程が含まれる。
 このため、各工程における生産性向上による循環型社
 会の形成が求められる。

※ ここまでにもう1工程の分量があった。

(2) 最も重要な課題と解決策

(2)-1 最も重要な課題

いかに質の高いリサイクルを推進するか

建設リサイクル推進計画 2020のサブテーマでも

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。)

また、建設発生土の排出元と移動先でのトレーサビリティを確保することで、不法投棄を抑制する。

(3)-1 波及効果；生物の生育生息地の減少抑制

再資源化率・縮減率の向上により最終処分量が減少し、埋立場の面積が減少する。最終処分場は海岸や森林を広範囲で改変することから、最終処分量の減少は、生物の生育生息地の減少抑制に寄与する。

(3)-2 リスク；資源化施設の増設・改築の増加による

自然環境及び生活環境への影響

(3)-3 対応策；自主的な環境アセスメントの実施検討

資源化施設の増設・改築による環境影響が懸念される。これに対して、法律や条令で指定される規模以上であれば環境影響評価を適正に実施し、法律や条令で指定の規模以下であれば自主的な環境アセスメントの実施を検討する。

※ここまでの分量があった。

(4) 技術者倫理及び持続可能性に必要な要件・留意点

事業の予算や利益を追求するのではなく、常に公営季を最優先して遂行する。特に循環型社会はSDGsと関連が強いため、ESD教育を念頭に置いて、地域住民や地元教育機関と連携しての取組を意識する。

I-2 近年、災害が激甚化・頻発化し、特に、梅雨や台風時期の風水害（降雨、強風、高潮・波浪による災害）が毎年のように発生しており、全国各地の陸海域で、土木施設、交通施設や住民の生活基盤に甚大な被害をもたらしている。こうした状況の下、国民の命と暮らし、経済活動を守るためには、これまで以上に、新たな取組を加えた幅広い対策を行うことが急務となっている。

- (1) 災害が激甚化・頻発化する中で、風水害による被害を、新たな取組を加えた幅広い対策により防止又は軽減するために、技術者としての立場で多面的な観点から3つ課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 前問(2)で示したすべての解決策を実行しても新たに生じうるリスクとそれへの対応策について、専門技術を踏まえた考えを示せ。
- (4) 前問(1)～(3)を業務として遂行するに当たり、技術者としての倫理、社会の持続性の観点から必要となる要件・留意点を述べよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	2021年度 問題I-2						

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
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. 風水害による被害を防止又は軽減するための課題									
(1) 観点：技術面、想定を超える自然災害への対応									
・近年、施設能力を超過する風水害が多発している。また、インフラ施設の老朽化が進行しているため、被害の増大が懸念されている。こうした状況に技術的にどう対応するかが課題である。									
(2) 観点：制度面、被災しない住まい方									
・土砂災害警戒区域の指定エリアにおける土砂災害が多発している。警戒区域では各種規制を行っているが、こうしたエリアの居住者の移転が進まない。 ・現行制度では、立地適正化計画や各種規制を実施しているが、対応できていないのが課題である。									
(3) 観点：人材面、災害対策を担い手、技術者、業者の不足									
・人口減少、少子高齢化により建設業従事者も減少している。また、新たな入職者も少ない状況である。 ・今後、高齢化した技術者、技能者の離職も想定されるため、将来にわたる担い手の確保が課題である。									
2. 最も重要な課題及び解決策									
(1) 最重要課題									
・想定を超える災害にいかにして対応するか									
(2) 理由									
・大雨の頻度の増加や降水量の増大など、強大化する風水害による災害から、何としても国民の生命、財産を守る事が最も重要であると考えます。									

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

<u>(3) 解決策</u>																								
<u>1) 激甚化する風水害への対策</u>																								
<u>① 流域治水の推進</u>																								
・ 堤防、護岸の嵩上げ、砂防や海岸保全施設の整備、利水ダム容量の有効活用、遊水池や霞堤の機能の保全、市街地内の排水施設の整備等を進めていく。																								
<u>② 強靱なネットワークの形成</u>																								
・ 救援ルートや経済活動を停滞させないため、ネットワーク機能のリダンダンシーを確保する。高規格道路と直轄国道とのWネットワーク、法面補強等を進める。																								
<u>2) 予防保全に転換するための老朽化対策</u>																								
<u>① 構造物の補修、補強</u>																								
・ 老朽化するインフラ施設について、施設の重要度やストック効果をふまえた優先順位を設定し、集中した老朽化対策を実施する。																								
・ 過疎化が進行する地域については、集約についても検討していく。																								
<u>② 予防保全による維持管理と施設の長寿命化の推進</u>																								
・ 事後保全から予防保全に転換し、メンテナンスサイクルを回していく。																								
・ 点検→診断→措置→記録という一連のプロセスで施設を良好に維持管理し、長寿命化を図る。																								
<u>3) 施策を効率的に実施するためのデジタル化推進</u>																								
<u>① 国土強靱化に向けたデジタル施策の推進</u>																								
・ ICTやAIを活用した業務の支援、新技術の開発																								

2021 年度技術士第二次試験 答案用紙

受験番号							
問題番号	I - 2 風水害被害の防止軽減						

技術部門	建設部門
選択科目	鋼構造及びコンクリート
専門とする事項	鋼構造建築物の施工

※

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

<u>(1) 風水害被害の防止、軽減に関する課題</u>																								
課題①：風水害対策の加速化・深化																								
近年の風水害は全国で毎年のように発生しており、その被害規模は過去に経験したことがないようなものが多い。このため、風水害対策が遅れてしまえば、国民の生命・財産や経済・生活を守る事は難しい状況である。したがって、 <u>技術面の観点</u> から、風水害対策の加速化・深化が課題である。																								
課題②：予防保全による構造物の耐力低下防止																								
全国には風水害対策用の防災インフラが多数あり、老朽化に伴い維持管理コストが膨大にかかる。予算不足の中で、老朽化対策が遅れ構造物の耐力低下に気づけず、被災後の復旧に長期間を要した場合は社会経済活動に大きな影響を与える。したがって、 <u>コスト縮減の観点</u> から、予防保全への確実な転換が課題である。																								
課題③：風水害対策を担う人材の確保																								
堤防の決壊に伴う復旧や風水害対策工事は、短期間での復旧や施工ヤードが十分に確保できない状況の中で、工事が多く技術的難易度が高い。一方で、高い技術力を有した技能者の確保は処遇改善が遅れているため難しい。したがって、 <u>担い手確保の観点</u> から、C C U S の普及促進により処遇改善を行う事が課題である。																								
<u>(2) 最重要課題と複数の解決策</u>																								
最重要課題：上述の課題①を挙げる。																								
課題遂行のために、外力の制御、被害対象の減少、																								

令和 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	建設部門
選択科目	都市及び地方計画
専門とする事項	都市計画

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

1. 風水害の被害にかかるとの防止・軽減対策の課題																								
1.1 都市型水害の被害の観点																								
気候変動で風水害が頻発化・激甚化する中、限りある予算や超過外力への構造限界があり、堤防等治水ハード施設のみに安全を確保できない。このため、ハード・ソフトベストミックスが必要である。コンパクトシティ連携の防災・減災を推進する。																								
1.2 土砂災害の被害の観点																								
中山間地域等では、農林産業の衰退や過疎化等に伴い里地里山が荒廃すると、森林等の保水機能が低下し、土砂災害や風倒木災害が甚大化していく。このため、暮らしと農林業の維持により、荒廃する里地里山の再生が必要である。砂防や道路等の整備では、大区画化・汎用化と六次化を含む農村整備、混交林化・長伐期施業への転換、スマート林業化等に配慮して進める。																								
1.3 インフラ施設の被害の観点																								
インフラ施設が被災した場合、国民生活や経済活動への影響が大きい。道路・交通施設は通行不能になると、避難や移動・輸送の遮断や迂回路を強いる。また、電力施設はブラックアウトなど大規模停電が生じるリスクがある。このため、冗長性が高く被災後も早期復旧が可能な災害に強いインフラ施設が必要である。道路は耐災害性や代替輸送・路線など冗長性を強化する。電力施設は、都市コンパクト化で再生可能エネルギー電力源を多数確保し、スマートグリッドで需要側と最																								

○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。

適 接 続 し て 仮 想 発 電 所 を 形 成 し 、 独 立 分 散 型 電 源 を 確
保 し て 冗 長 性 を 高 め て 停 電 を 防 止 ・ 抑 制 す る 。

2. 最 重 要 課 題 と 解 決 策

1. 1 は 、 被 災 エ リ ア が 広 範 囲 で 人 的 ・ 経 済 的 な 被 害
が 甚 大 と な る た め 最 重 要 で あ る 。 以 下 解 決 策 を 述 べ る 。

2. 1 コ ン パ ク ト シ テ ィ と 連 携 し た 防 災 ・ 減 災

(1) コ ン パ ク ト シ テ ィ に よ る 居 住 誘 導 ・ 集 約

コ ン パ ク ト シ テ ィ に よ り 、 守 る べ き エ リ ア を 集 約 す
る と と も に 、 高 密 度 な 生 活 の も と 、 避 難 場 所 へ の 道 程
を 短 く し 避 難 も 迅 速 に で き る よ う に す る 。

(2) 災 害 リ ス ク が 低 い 地 域 へ の 立 地 誘 導

災 害 リ ス ク が 高 い エ リ ア を 含 め る と 被 災 リ ス ク が 低
減 し な い た め 、 災 害 ハ ザ ー ド エ リ ア を 指 定 し 、 災 害 リ
ス ク が 低 い 地 域 へ 立 地 誘 導 す る 。 災 害 レ ッ ド ゾ ー ン は 、
立 地 適 正 化 計 画 の 居 住 誘 導 区 域 か ら 原 則 除 外 と し 、 開
発 の 原 則 禁 止 、 開 発 等 に 対 す る 勧 告 や 公 表 、 移 転 の 促
進 を 図 る 。 イ エ ロ ー ゾ ー ン は 開 発 許 可 を 厳 格 化 す る 。

2. 2 災 害 時 要 援 護 者 の 避 難 ・ 居 住 誘 導 対 策

(1) 避 難 誘 導 対 策

高 齢 者 等 災 害 時 要 援 護 者 は 、 自 足 歩 行 な ど 自 助 は 難
し い た め 、 共 助 と 公 助 で 避 難 誘 導 を 行 う 。 共 助 は 地 域
で 自 主 防 災 組 織 を 編 成 し 、 早 期 避 難 体 制 を つ く る 。 公
助 は 行 政 で 各 地 域 の 自 主 防 災 組 織 を 束 ね て 、 講 習 や 情
報 交 換 、 訓 練 の 場 な ど を 提 供 し て 組 織 維 持 を 支 援 す る 。

(2) 高 齢 者 マ ン シ ョ ン や 複 合 施 設 へ の 居 住 誘 導

R3 年度 I - 2 災害対策

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	2 枚目 枚中

技術部門	建設	部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋	科目
専門とする事項	治水計画	

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

2. 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とその理由

私は、人命を守ることを最優先と考え、「風水害被害による人的被害の防止」が最も重要と考える。以下に解決策を示す

(2) 危機管理ハード対策（解決策 1）

解決策は、住民が避難するためのリードタイムを確保する危機管理ハード対策の実施である。具体的には、①堤防の天端にアスファルトを施工し、雨水等の堤防への浸透を防止する。併せて、越流時に堤防の法肩部の崩壊を遅らせる。②堤防法尻部にブロック等を施工し、越流時の深掘れを防止し、堤防の決壊を遅らせる。結果、住民が避難するためのリードタイムの確保が出来、人的被害の防止が可能となる。

(3) マイタイムライン等による避難（解決策 2）

解決策は、一人一人の事前防災行動計画である「マイタイムライン」等による避難の実施である。具体的には、大規模災害時には行政による「公助」は困難である。このため住民は、自らの命は自らが守る、「自助」という意識を持つ必要がある。そのうえで、自治会単位や住民一人一人が的確なタイミングで避難を実施するため、「コミュニティタイムライン」や「マイタイムライン」を作成する。併せて、避難訓練や机上訓練等を実施する。結果、マイタイムライン等により、円滑な避難が実施でき、人的被害の防止が可能となる。

●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

R3 年度 I - 2 災害対策

受験番号											
問題番号											
答案使用枚数	3 枚目					枚中					

技術部門	建設	部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋	科目
専門とする事項	治水計画	

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

<u>3. 解決策に共通したリスクと対応策</u>											
<u>(3) 二次被害の発生（リスク）</u>											
リスクは、住民が避難中に洪水や土砂災害により被災する、二次災害の発生である。理由は、近年の災害では、住民が避難行動中に、①洪水に流される、②土砂災害などに巻き込まれる等の二次災害で被災するケースが見られるからである。											
<u>(2) 避難確保ハード対策の実施（解決策）</u>											
対策は、二次災害防止のための避難確保ハード対策の実施である。具体的には、代替のない避難路や避難場所の災害を防止するために、①砂防堰堤の建設、②強靱ワイヤーネットによる法面の保護を実施する。											
<u>4. 業務遂行にあたり必要な要件</u>											
<u>(1) 技術者倫理の観点</u>											
私は技術者倫理の観点から、公衆の安全が最も重要であると考え。そのためにも、「人的被害ゼロ」を最優先に考え、ハード・ソフト対策による多重防御を実施し、逃げ遅れ防止対策の充実を図る。											
<u>(2) 持続可能性の観点</u>											
私は持続可能性の観点から、環境の保全が重要であると考え。理由は、自然環境は一度破壊されると回復までに時間を要する。ハード整備に際しては、①3Rに配慮した材料の選定、②グリーン調達品の採用を実施し、環境に配慮する。結果、SDGS開発目標11の「住み続けられるまちづくり」に貢献可能となる。											

●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	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。）

<p>1 . 多面的な観点からの課題</p> <p>(1) 既存の施設能力を上回る規模の災害への対応</p> <p>近年、従来 of 想定を上回る規模 of 風水害が毎年 of ように発生している。また、気候変動 of 影響により、今後更に頻発・激甚化していく恐れがある。</p> <p>これらの災害を既存 of インフラ施設 of みで防ぐことは困難であり、ハード・ソフト of 両面から防災・減災能力を向上していく必要がある。</p> <p>(2) 防災・減災対策を担う人材不足の対応</p> <p>建設産業は他産業と比較して担い手 of 高齢化が進んでおり、また新規入職者不足といった問題も抱えている。よって、今後労働力不足により防災・減災対策 of 推進に支障をきたす恐れがある。</p> <p>そこで、働き方改革や処遇改善を通じ、幅広い担い手 of 確保を図る必要がある。また、ICT of 活用や業務効率化により、労働力不足に代わる生産性向上を図る必要がある。</p> <p>(3) 施設の老朽化への対応</p> <p>我が国においては、まもなく建設後 50 年を迎えるインフラ施設が多数存在する。施設が老朽化すると、所定 of 機能を発揮せず、自然災害発生時に被害が拡大する恐れがある。</p> <p>そこで、本格的に予防保全型維持管理への転換を図り、メンテナンスサイクルを適切に回すことで施設の長寿命化を図る必要がある。また、既に著しく老朽化</p>																								
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

○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。）

施設に対しては、施設の利用状況や想定される被害規模に応じて優先順位付けを行った上で、早急に機能回復を図る必要がある。

2. 最も重要と考える課題と複数の解決策

(1) 最も重要と考える課題

1 - 1 既存の施設能力を上回る規模の災害への対応が最重要課題と考える。

理由は、頻発・激甚化する自然災害に対し、早期に防災・減災力向上を図らなければ、甚大な人的・経済的被害が発生する恐れがあるためである。

(2) 複数の解決策

① 流域治水の推進

流域全体において治水対策を実施する。具体的には、河床掘削や堤防整備により河道の流下能力を向上・維持する。また、堤防に関しては、裏法尻部の洗堀対策や、法面の吸出し防止により、万一越流が発生した場合の決壊を防ぎ、浸水量が増大しないようにする。また、遊水地や貯留浸透施設の整備、既存のダムや農業水利施設の改良・活用により、雨水の貯留機能を総合的に拡大する。

② 災害リスクの高いエリアからの移転の促進

災害リスクの高い地域にできるだけ人々が住まないまちづくりを進める。具体的には、土地利用規制による新規立地を抑制する。また、市町村が行う移転先の住宅団地整備等に対する国の補助や、個人の移転に対

技術士第二次試験 解答事例

受験番号		技術部門	建設 部門
問題番号	I - 2	選択科目	電力土木 科目
答案使用枚数	枚目 枚中	専門とする事項	電源開発計画

○受験番号，問題番号，答案使用枚数，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。

1	<u>風水害の防止・軽減するための課題</u>
	<u>(1) 広域なハード対策とソフト対策の併用</u>
	近年，災害により多くの防災インフラが被災し，逃げ遅れによる人的被害が多く発生している。想定外外力にはハード対策のみでは対応できない。また，一部の地域のみの対策では対応できず，流域全体の広域な範囲での対策が不可欠である。このため，ひとりでも多くの人命を守る観点から，広域なハード対策とソフト対策の併用が課題である。
	<u>(2) 都市構造の再編</u>
	高度成長期以降，人口増加に合わせて，郊外部に住居や商業施設が立地され，都市が拡散している。ハザードエリア内人口は約7割であり，災害により被災する懸念がある。このため，行政機関や住居等について，高台等の安全なエリアで移転させることが不可欠である。このため，安心・安全な生活確保の観点から，都市構造の再編が課題である。
	<u>(3) 予防保全型維持管理への転換</u>
	インフラの老朽化により機能低下が顕在化している。従来の事後保全型維持管理では，機能低下が著しく，災害により防災インフラが損傷し，地域住民に甚大な被害を及ぼすほか，最大復旧の遅れ，社会経済が衰退する懸念がある。このため，インフラの防災機能維持の観点から，インフラの事後保全型から予防保全型維持管理への転換が課題である。

技術士第二次試験 解答事例

受験番号		技術部門	建設 部門
問題番号	I-2	選択科目	電力土木 科目
答案使用枚数	枚目 枚中	専門とする事項	電源開発計画

○受験番号，問題番号，答案使用枚数，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。

<u>2. 最も重要な課題と解決策</u>			
甚大化・頻発化する災害に対して，ひとりでも多くの人命を守ることが不可欠である。このため，広域なハード対策とソフト対策の併用を重要課題とした。			
<u>(1) 既設インフラの有効活用</u>			
防災インフラの構築には膨大な時間と費用を要する。このため，既設インフラを活用して防災機能の向上を図る。例えば，異常出水には，ダム嵩上げや利水容量を活用し，事前放流により洪水調節機能の強化を図る。また，高潮・波浪に対しては，防波堤や防潮堤のほか，公園や道路の減衰効果を活用して多重防御を図る。			
<u>(2) 粘り強い構造の防災施設整備</u>			
防災施設は想定外外力により倒壊して被害が甚大となる懸念がある。このため，全壊に至る時間を延ばす粘り強い構造とし，住民が避難する時間を確保する。例えば，堤防では裏法尻強化や堤防天端保護，防波堤では基礎マウンドの嵩上げ，マウンド保護等を講じる。			
<u>(3) 有効なハザードマップの提供・普及</u>			
既存ハザードマップの認知度や理解度が低く，災害時に活かされていない。このため，地方自治体と住民が連携し，地域毎にマイ・ハザードマップを作成し理解度の向上を図る。またスマートフォンへSNS等を利用し，住民のほか，観光客等へ広く提供する。			
<u>(4) マイ・タイムラインの普及</u>			
避難情報が発表されても，適切に避難が行われない。			

技術士第二次試験 解答事例

受験番号		技術部門	建設 部門
問題番号	I - 2	選択科目	電力土木 科目
答案使用枚数	枚目 枚中	専門とする事項	電源開発計画

○受験番号，問題番号，答案使用枚数，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。

<p>このため，住民自身がとるべき避難行動を時系列に整理したマイ・タイムラインを作成する。これにより，災害発生時に活用し，「逃げ遅れゼロ」に寄与できる。</p> <p><u>3. 解決策に共通したリスクと対策</u></p> <p><u>(1) 避難所の感染症拡大</u></p> <p>避難者に事前に決められた避難所に入ってもらうことは難しく，許容を超える避難者を受け入れた場合，感染症などが拡大するリスクがある。リスク対策は，アプリやSNSを通じたリアルタイムな情報発信を行い，避難者人数の偏りの軽減を図る。</p> <p><u>(2) 情報過多による避難行動の妨げ</u></p> <p>行政は多くの情報を発信し，避難に資する取組を行っているが，逆に情報過多になり，住民が適切に判断できないリスクがある。リスク対策は，住民習線の情報発信を行う。例えば，webカメラによる河川の上昇水位や災害状況を可視化し，避難レベルを分かりやすく伝える工夫を行う。</p> <p><u>4. 業務遂行に必要な要件</u></p> <p><u>4.1 倫理の観点：</u>防災・減災対策は，地域住民の理解が不可欠である。平時より住民説明会を行い，理解促進を図る。技術者は公衆の安全確保が要件となる。</p> <p><u>4.2 社会の持続可能性の観点：</u>今後，少子高齢化，人口減少が進行する。担い手不足や財政圧迫の中で，着実な防災・減災対策を実行するに留意する。このため，コンパクトシティの形成が要件となる。以上</p>

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I - 2

技術部門	建設
選択科目	施工計画、施工設備及び積算
専門とする事項	施工計画

※

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

(1) - 1.	ハード整備とソフト対策による災害防止対策
	近年の災害は東日本大震災のように、激甚化・集中化・局所化している。このような災害に対して、防災施設を整備するには、規模的、財政的にも困難である。よって、効率的な防災整備の観点から、ハードとソフト対策により、少なくとも命を守ることが課題である。
(1) - 2.	災害発生後における速やかな復旧
	災害発生後の速やかな復旧は、災害の被害の持続拡大を防ぐために重要と考える。そのためには、緊急輸送道路を含めたサプライチェーンの確保、避難路の冗長性の確保が必要である。しかし、ミッシングリンクは解消しておらず、緊急輸送道路の多重性や耐震補強などを行う必要がある。よって、災害後の被害拡大防止の観点より、災害後の速やかな復旧が課題である。
(1) - 3.	防災意識の向上
	近年の災害発生時に被害が拡大しているのは地区防災の脆弱性によるものと考えられる。また、災害時に避難が遅れるのは、地域住民は長らく正常性の思い込みによるものと、平成30年7月豪雨から判断できる。よって、人命確保の観点から、防災意識の向上が課題である。
(2)	最も重要と考える課題
	ハード対策とソフト対策により、災害時の早期復旧が可能になり、ソフト対策により防災意識が向上し、少なくとも命を守ることもできるため最も重要と考える。

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士第二次試験 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。）

以下に対策を述べる。

① 避難時間を稼ぐ粘り強い構造への改修

課題を分析すると、災害発生時の住民の避難時間がたりないと考える。これを解決するため、災害の激甚化による河川の超水した時のハード対策として、堤防天端のアスファルト舗装、堤防裏法尻の補強を行う。これにより、住民の避難時間を稼ぐ効果がある。

② 地区防災計画と連携した防災施設の整備

課題を分析すると、激甚化した土砂災害により、避難路がふさがれ、地区防災計画が有効に機能していないと考える。これを解決するため、住民の避難路の補強や雨水排水路を整備する。これにより、地区防災計画が有効に活用できる。

③ ICTを活用したソフト対策

課題を分析すると、激甚化した災害の流量等の被害状況が把握できていないと考える。これを解決するため、河川に簡易水位計やウェブカメラを設置し、情報をリアルタイムで発しんする新技術を導入する。さらに、X-RAIN やスマホなどを活用した「プッシュ型」、TV・ラジオ・CATV等の「ブロードキャスト型」、河川のWebsite、SNSの「プル型」などメディアと連携した情報発しんをする。これにより、災害情報がリアルタイムで把握でき、有効な避難が実施できる。

(3) 新たに生じうるリスクと対策

① 避難途中での二次災害

技術士第二次試験 APEC-semi 再現答案用紙

受験番号	
問題番号	I-2

技術部門	建設部門
選択科目	建設環境
専門とする事項	建設事業における自然環境保全

※

○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. 風水害被害防止又は軽減のための課題

(1) ソフト対策の強化 (技術・ソフト面の観点)

ソフト対策として従来からハザードマップや防災計画が策定されているが、最新の土地利用状況やシミュレーションを踏まえて情報を更新する必要がある。

(2) 粘り強い破壊の構造 (技術・ハード面の観点)

構造物設計における風水害の想定数値を超えた場合に、避難時間を確保する必要がある。そのため、施設が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くするとともに全壊に至る可能性が低い構造とする必要がある。

(3) 危険地域及び居住不可地域の指定 (制度面の観点)

海岸や河川近くの低地など風水害被害リスクが高い場所には可能な限り居住しないようにする必要がある。そのため、地方自治体が危険地域及び居住不可地域等を指定できるような制度を設ける必要がある。

2. 最も重要と考える課題と解決策

最も重要と考える課題は「(1) ソフト対策の強化」である。その理由は、他の課題と比較して費用対効果が最も大きく、短期間での実施が可能と考えられるためである。この課題の解決策を以下に述べる。

(1) ハザードマップの更新、周知

都道府県や地方自治体では、既にハザードマップを作成し公表している。しかし、作成からかなりの年数が経過している場合、土地利用状況や地形の変化、住民の居住状況の変化が考えられる。また、近年は風水

○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。）

害のシミュレーション技術が向上し、影響予測の精度も格段に向上していることから、ハザードマップを更新する。また、更新したハザードマップの周知も必要である。住民の各世代に対して有効な媒体やメディアを活用して周知を図る。例えば、高齢者層には新聞広告や市町村便り、中年～若年層にはテレビ・ラジオ・SNS等を活用する。

(2) 地域社会のつながり強化

風水害の発生時または発生が予測される場合に、高齢者や身体障害者などの災害弱者は避難の遅れや避難行動ができないおそれがある。そのため、平常時から地域社会のつながりを強化する。具体的には、地域の自治体等による高齢者、障害者と地域住民をつなげる機会の創出（季節行事やボランティア活動、集会の実施等）や、各地域が抱える課題を解決する専門人材の育成、確保が挙げられる。

(3) 避難訓練、シミュレーション

風水害の発生時や避難指示が出された場合に備えて、各地域の自治体や企業等で避難訓練や災害発生を想定したシミュレーションを行う。より具体的な災害発生想定の下で避難訓練やシミュレーションを実施することと、避難行動の改善点や不足物資等を把握し、人的被害の低減につながる。

3. 新たに生じるリスクと対応策

(1) リスク

技術士第二次試験 APEC-semi 再現答案用紙

○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。)

近年の災害激甚化により、従来想定されていない地域での風水害発生や構造物の倒壊・完全流出などの被害が生じるおそれがある。
(2) 対応策
従来想定されていない規模の風水害についても対策を行う。具体的には、「風速50m以上の超大型台風の本州直撃」などのケースを想定したシミュレーションを実施し、被害の規模等を予測する。その予測を踏まえて、現状の防災計画や防災設備等について改善策を検討する。
4. 技術者倫理、社会持続性の観点から必要な要件・留意点
(1) 必要な要件
業務を遂行するにあたっては、「公共安全」と「環境の保全」を最優先する。
(2) 留意点
業務の各段階で上記の「公共安全」と「環境の保全」の最優先および「SDGsへの貢献」にも留意し業務を遂行する。
以上

問題Ⅱ-1（選択科目）

問題文およびA評価答案例

令和3年度技術士第二次試験問題〔建設部門〕

9-4 河川、砂防及び海岸・海洋【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 河川堤防（土堤）への流水や雨水の浸透によって生じるすべり破壊とパイピング破壊それぞれについて，発生プロセスを説明せよ。また，すべり破壊とパイピング破壊に対する土堤の強化工法をそれぞれ1つ以上挙げ，その基本的な原理を説明せよ。

Ⅱ-1-2 ダムの治水機能を増強するダム再生の技術的な方策を2つ挙げ，それぞれについて説明せよ。また，各方策を実施するうえでの技術的な留意点を説明せよ。

Ⅱ-1-3 土石流を捕捉するための砂防堰堤について，水通し部の型式から透過型及び不透過型に分類し，それぞれの特徴と採用に当たっての留意点を述べよ。また，2つのうち1つの型式を選択し，高さ15m未満の砂防堰堤における越流部の安定計算に用いる設計外力の考え方及び留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 海岸保全施設の設計のために波浪観測を実施する際の地点選定の留意点として，水深に応じた波浪の変化に関するものを2つ挙げて説明せよ。また，波浪観測の結果からゼロアップクロス法によって有義波高と有義波周期を求める方法を説明せよ。

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-1

技術部門	部門
選択科目	
専門とする事項	

※

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

(1) 発生プロセス

① すべり破壊

- ・流水や雨水の浸透により土堤内の水位が上昇
- ・河川水が土堤内に浸透
- ・土堤内の水位が更に上昇し堤防が弱くなりすべり面が形成される。
- ・すべり面に沿って堤防が崩壊する。

② パイピング破壊

- ・地盤内に雨水や流水が浸透し、パイプ状の水みちができる。
- ・放置すると水みちが広がり堤防がすべり始める。
- ・堤防が掘られやすくなり、破堤に至る。

(2) 土堤の強化方法

① すべり破壊

すべり破壊に対する土堤の強化工法は「断面拡大法」である。断面拡大工法は、土堤の断面を大きくすることですべり面の形成を抑制し、すべり破壊を防止するものである。

② パイピング破壊

パイピング破壊に対する土堤の強化工法は「表面被覆工法」である。表面被覆工法は、堤防の表面にシート等を被覆することによって、河川水や雨水等が土堤内に浸透することを防ぎ、堤防内の水位上昇を抑制し、土堤の破壊を防止するものである。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	建設	※
問題番号	II-1-1 (R3)	選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋	
		専門とする事項	河川構造物	

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

<u>1-1. 滑り破壊の発生プロセス</u>																								
降雨等による水位上昇後、水位が急激に低下することにより、堤防内に水が残留し、緩んだ堤防が土圧バランスを崩し、破壊することである。																								
<u>1-2. パイピング破壊の発生プロセス</u>																								
堤内地の表層に砂質土の被覆土が分布する場合、堤外地の水位上昇時に堤内地盤が水圧に耐えられなくなり、堤内地土砂と地下水が噴出する。																								
<u>2-1. 滑り破壊の強化方法と基本的な原理</u>																								
川表のり尻に杭式地盤改良や止水矢板等を設置する強化方法が挙げられる。																								
この強化方法により、堤体斜面の滑動力を地盤改良や止水矢板で抑止し、滑り破壊を抑制する。																								
また、川表河床部に根固工等を設置すること、堤体斜面の活動力を重石効果で抑止することも効果的である。																								
<u>2-2. パイピング破壊の強化方法と基本的な原理</u>																								
堤体の川裏のり尻を透水性の大きい材料で置き換え、堤体に浸透した水を速やかに排水し、堤体内浸潤面上昇を抑制し、堤体のせん断抵抗力の低下を抑制する。																								
のり尻部をせん断強度の大きいドレーン材料で置き換えるため、安定性が増加する。																								
- 以上 -																								

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-2

技術部門	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	

※

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

1	<u>ダム再生の技術的方策</u>
①	<u>利水容量の活用</u>
	多目的ダムや利水ダムにおいて、台風等の大雨が予想される場合に、利水容量の一部を事前に放流し、洪水調節のための治水容量とすることである。これにより、ダムの改良等の費用を発生させず、ダムの治水機能の増強が可能となる。
②	<u>ダムのかさ上げ</u>
	ダムの堤体の高さを上げることで、ダム全体の貯水容量を増加させ、増加した容量を治水容量として活用する方法である。既存のダムを活用することで、新たなダム建設より費用を抑えることができる。
2	<u>技術的留意点</u>
①	<u>利水容量の活用</u>
	利水容量を事前に放流するため、気象の予測が十分にできないと、利水事業者に大きな損害を与えることに留意する必要がある。よって、高性能の気象レーダーやダムコンピューターの改良等により、気象予測の精度を向上することが重要である。
②	<u>ダムのかさ上げ</u>
	ダム堤体をかさ上げした場合、貯水位が上がるため、ダム堤体の安定性の照査を行う必要がある。その結果によっては、堤体への腹付け等が必要となり、想定以上の費用となることがある。また、ダム上流の水位があがることによる影響を調査することに留意する。以上

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

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	Ⅱ-1-2					

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

<u>(1) ダムの治水機能を増強する技術的な方策</u>																								
① ダム堤体の嵩上げ																								
ダムの堤体を嵩上げすることにより、洪水調節容量を増強する。																								
② 事前放流のための放流施設の整備																								
利水ダムにおける利水容量の一部を洪水調節容量として活用するため、降水量予測に基づき事前放流を行うための放流施設を整備する。ダムの放流路のみならず、ダム下流における河川において、計画放水量に対して必要に応じた施設整備を行う。																								
<u>(2) 各方策を実施するうえでの技術的な留意点</u>																								
① について																								
ダムの堤体嵩上げにより、自重や作用する水圧等が増加するため、本体の安定度を損なわないことを照査を行う必要がある。																								
② について																								
事前放流によりダム下流域の安全度が低下することがないように、また利水容量が過度に減少しないように、放流路の高さの設定には慎重な検討を要する。同一水系で複数のダムにて事前放流を行う場合は、河川管理者および各ダム管理者の連携が必要である。またダム下流の流域関係者に対して、事前放流に関する情報を周知・共有するようになければならない。																								
以上																								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 建設部門
問題番号	Ⅱ-1-2	選択科目： 河川、砂防及び海岸・海洋
答案使用枚数	1枚目 1枚中	専門とする事項：

1.	ダムの治水機能を増強するダム再生の方策
(1)	ダム容量を確保する方策
①	ダムの嵩上げによる方策
	ダム堰堤を嵩上げすることによって、貯水容量を増やし、洪水調節容量を増やす。
②	ダムのしゅんせつや貯水池掘削による方策
	異常堆積した土砂のしゅんせつや、貯水池内を掘削することによって、治水能力を向上させる。
③	放流設備の改修による方策
	最低水位以下の死水域を活用するため、放流設備の改修を行い、貯水容量を増やす。
(2)	ダム運用による方策
①	事前放流や弾力的運用による方策
	利水容量の事前放流や気象予報の高度化による弾力的運用により、貯水容量を確保する。
②	ダム連携による方策
	流域内の複数のダム連携により、治水容量の水融通を行い、洪水機能を強化する。
2	技術的な留意点
	ダムの掘削などの工事を行う際には、自然環境に配慮する必要がある。
	また、水利関係者や漁協関係者をはじめとする、関係者との十分な調整が必要である。
	以上

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-2

技術部門	建設
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	砂防

※

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

<u>1. ダムの治水機能を増強する方策</u>																								
<u>(1) 貯水池の堆積土砂撤去</u>																								
貯水池に堆積した土砂を撤去し、ダムの貯水量を増加させることで洪水調節能力を増強する。																								
<u>(2) 利水容量の事前放流</u>																								
多目的ダムにおいて、豪雨が想定される場合に、利水管理者の許可を得て利水容量を事前放流し、洪水調節容量を確保する。																								
<u>2. 各方策を実施するうえでの技術的留意点</u>																								
<u>(1) 貯水池の堆積土砂撤去について</u>																								
<u>1) 貯砂ダム</u>																								
ダム本堤に近い場所では水中掘削の割合が大きくなり非効率となる為、土砂流入量が多い場合には上流に貯砂ダムを設け、効果的に掘削を行う。																								
<u>2) 掘削土砂の流用</u>																								
掘削により発生した土砂について、下流域において土砂供給不足による悪影響（海岸浸食等）が発生している場合は、粒径に注意しつつ養浜材等に流用する。																								
<u>(2) 利水容量の事前放流について</u>																								
<u>1) 降雨予測精度の向上と損失補償について</u>																								
利水容量の事前放流を行った場合、予測される雨が降らなければ利水容量が回復せず、利水管理者に損害が出る恐れがある。この為、降雨の予測精度の向上に努めると共に、損害が発生した場合の損失補償について事前に検討する。																								
																								以上

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和3年度 技術士第二次試験 勘介 cafe 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-3

技術部門	建設
選択科目	河川砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	砂防その他河川に関する項目

※

○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. 透過型堰堤と不透過型堰堤の特徴と採用に当たっ
ての留意点

(1) 透過型堰堤 透過型堰堤は水通し部が文字通り「透過」構造となっている。鋼管を用いたスリット構造となっており、常時の土砂及び流水はスリットの隙間を流下し、土石流時にはアーチアクション効果で巨礫が堆積し、土砂及び流木も堆積させる。これにより、土石流を防ぐ。

設置位置としては、上流、下流、谷出口等全ての箇所
 で設置を推奨されているが、前述の構造上、中小出水時に土砂の流下が懸念されることから、人家の直上流は設置を避けるべきである。

(2) 不透過型堰堤 不透過型堰堤は水通し部が文字通り「不透過」となっている。水通し(洪水を流下させる導水部)の下部は主にコンクリートにより塞がれており、常時土砂が堆積していく。

土石流時、堰堤が未満砂であれば、未満砂部分に土砂が堆積し、満砂していれば、緩くなった堆砂勾配(平常時堆砂勾配)に土砂が堆積していく。

この時、流木は水通しから流下してしまう事が近年問題となり、透過型堰堤の使用範囲が広がっている。

2. 不透過型堰堤の越流部安定計算に必要な設計外力

不透過型堰堤の越流部安定計算に必要な設計外力には静水圧と堆砂圧がある。この他に土石流流体力をかける以上。

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

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	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	治水及び河川構造物の設計

※

○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	透過型堰堤と不透過型堰堤の特徴
	不透過型堰堤は、土砂が水通し高まで堆砂してから効果が発揮される。平常時の堆砂空間が存在するため、透過型堰堤と比べ補足量を得られない。透過型堰堤は堤高が低くても補足量が多く得られる。
2	採用に当たっての留意点
	不透過型堰堤は、上下流と落差が生まれてしまうため、生態系への影響を考える必要がある。透過型堰堤は、スリッド部は鋼製部材であるため、PHが5以下の酸性の強い区間では、防錆加工する必要がある。また、直下流に保全対象がある際に採用する場合は十分に注意すること。
3	不透過型堰堤の越流部安定計算での設計外力の考え方及び留意点
	設計外力として、「洪水時」と「土石流時」の検討を行い、それぞれで転倒・滑動・許容支持力の照査を行う。「洪水時」では、設計水深での水深を与えるが、「土石流時」は、土石流ピーク流量に対する水深を上流断面から算定する。整備率100%溪流の最下流堰堤か、そうでないかによって設計水深の求め方が異なる。100%溪流の最下流堰堤である場合は、水のみ流量で決まる。そうでない場合は、さらに土石流ピーク流量時の水深や最大礫径と3つを比較し、最大値を使用し設計水深を定める。

問題Ⅱ-2（選択科目）

問題文およびA評価答案例

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

Ⅱ－２－１ 我が国のインフラは，その多くが高度経済成長期以降に整備されており，今後，建設から50年以上経過する施設の割合は加速度的に増加する見込みである。このため，国民の安全・安心や社会経済活動の基盤となるインフラの維持管理・更新を計画的に進めていく必要がある。あなたが，施設の老朽化（長寿命化）対策に関する計画策定の業務を担当することとなった場合，河川，砂防及び海岸・海洋のいずれかの分野を対象として，以下の問いに答えよ。

- (1) 業務着手に当たって収集・整理すべき資料や情報について述べよ。併せて，それらの目的や内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について述べよ。併せて，それらに関し，留意すべき点や工夫を要する点について説明せよ。
- (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 近年，発生している大規模な水害・土砂災害を踏まえると，そのリスクを関係機関や住民と共有し，生命・財産を守る取組につなげることが重要である。このため，洪水，高潮，土砂災害の被害を受ける区域をあらかじめ想定しておくことが不可欠である。あなたが，気象を要因とする洪水，高潮，土砂災害の被害想定区域の設定に関する調査・検討の業務を担当することとなった場合，河川，砂防及び海岸・海洋のいずれかの分野を対象として，以下の問いに答えよ。

- (1) 業務着手に当たって収集・整理すべき資料や情報について述べよ。併せて，それらの目的や内容を説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について述べよ。併せて，それらに関し，留意すべき点や工夫を要する点について説明せよ。
- (3) 業務の成果が効率的・効果的に活用されるための関係者との調整内容について述べよ。

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ - 2 - 1

技術部門	部門
選択科目	
専門とする事項	

※

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

	河川分野について述べる。
1.	収集・整理すべき資料や情報
①	施設における既往資料・完成図書
	河川管理施設（堤防等）の施設は長大であることから、既往成果や完成図書等を収集し、建設時の形状を把握する。
②	現在の施設の状態、既往の補修補強履歴
	現状の施設状態を評価するために現在の施設の状況を把握する。加えて、既往の補修補強履歴を参考にその施設の特性を把握する。
③	適用基準
	河川管理施設は多岐にわたるため、対象に適応した基準を収集する。また、河川管理施設点検調査評価要領が近年改訂されたことを踏まえ、最新の適用基準を収集する。
④	施設の補修、補強、更新費用（単価）
	ライフサイクルコストの算出のため、施設の補修、補強、更新に必要な単価を収集する。
2.	業務を進める手順、留意点・工夫
①	現地踏査・施設管理者への聞き取り
	実施計画書作成のため現地踏査及び施設管理者への聞き取りを実施する。実際の調査において問題となる箇所を注視して現地踏査を実施することに留意する。
②	現地調査
	現在の施設の状態を把握するために現地調査を実施

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	建設 部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	設計

※

○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	
1.1 河川管理台帳	
計画策定するために基本条件を調査する。したがって、基本となる河川管理台帳を調査する。	
1.2 河川図面	
河川の流量確認、各種検討に必要な横断図、縦断図を収集・整理する。	
1.3 河川占用構造物	
河川占用物は、河川計画のコントロールポイントになりうる。例えば、固定堰などは、河川縦断が固定される。したがって、河川の専用構造物を調査せる。う。	
1.4 河川環境	
河川堤防の重要度を決定するため、堤内地の住宅の有無、密集地域など調査する。また、河川環境も調査し、各種工事により、影響の有無を検討する。	
2. 業務遂行手順と留意点、工夫点	
2.1 調査資料による基本条件検討	
前述の調査結果を踏まえて、基本条件を検討する。この際に、地元の要望に留意して検討する。	
2.2 計画区間の選定	
重点的に進める計画区間を選定する。選定は河川の重要度に留意して判断する。	
2.3 長寿命化の工法検討	
構造物の維持管理更新は、トータルコストに留意した長寿命化を計画する。この長寿命化の工法は、新工	

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	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	治水及び河川構造物の設計

※

○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	計画策定に必要な資料収集・整理すべき資料
	インフラの維持管理・更新を計画的に進めていくためには、点検資料の収集が必要となる。堰堤や護岸などの健全度評価の結果を分析し、アセットマネジメントを行うことで効率的な管理が行うことができる。また、分析を行うために、紙ベースでの資料をデータに起こす必要がある。
2	業務を進める手順
	老朽化するインフラの増加に対応するために、生産性の向上が不可欠である。そのために、インフラデータプラットフォーム構築を目指す。実現することで効率的な維持管理・更新が可能になる。これにより老朽化と同時に少子高齢化による担い手不足にも対応することが可能である。調査・設計・施工・維持管理の各段階での方針を以下にまとめる。
	(1) 測量・調査
	ドローンを活用した三次元測量を行う。河川である場合、グリーンレーザを活用することで水中の状況も把握することができる。従来の技術では、定期横断レベルの200mピッチ等でしか把握できなかったが、面的に水中部のモニタリングが可能となる。局所洗掘や河床変化区間の詳細な把握が期待できるため、早めに損傷を把握でき予防保全が可能となる。
	(2) 設計
	BIM / CIMによる三次元設計を行う。また、三

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-2-1

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	<p>収集整理すべき資料や情報</p> <p>以降、河川分野（例としてダム）について述べる。</p> <p>(1) 図面：対象施設の構造図や地質図を収集し、施設の構造を把握する。</p> <p>(2) 竣工図書：対象施設の仕様や諸元、機能や設備構成などを把握する。また、設計時の思想や検討結果を把握する。</p> <p>(3) 関連資料（河川の諸量など）：河道の特性、流況、洪水量、利水者の情報など水理諸量を把握する。</p> <p>(4) 整備・改修履歴：建設当時から現在に至るまでの改修・整備の履歴・内容を把握する。被災したことがある場合は被災履歴も収集する。ダムの場合、堆砂の進行なども把握する。</p> <p>(5) 対象施設の現況：現地調査を行い、対象施設の劣化・損傷の進行を把握し、実際の状態を把握する。</p>
2	<p>業務を進める手順、留意点・工夫点</p> <p>(1) 手順</p> <p>① 資料収集整理：上記(1)～(4)の資料を収集する。</p> <p>② 現地調査：上記(5)の内容を調査し、施設の現状を把握する。</p> <p>③ 分析・検討：①資料収集整理および②現地調査の結果を踏まえて、施設の劣化損傷の状態を整理・分析し、維持管理（長寿命化）計画について検討する。</p> <p>④ 維持管理計画の策定：上記の分析・検討結果を踏まえて、設備の維持管理計画を立案する。</p>

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-1 (R3)

技術部門	建設
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	河川構造物

※

○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。)

	私は、河川事業に従事する技術者として施設の長寿命 命化対策に関する問いに答える。
	<u>1. 業務着手に当たり収集、整理すべき資料や情報</u>
	(1) 既設構造物の設計図及び竣工図
	補修・補強が必要となった場合、補修方法の基礎資 料とすることを目的として、対象となる構造物の設計 図および竣工図を収集する。
	併せて当時使用されていたコンクリートや骨材等の 情報収集も行う。
	(2) 標準設計の入手
	築造年が古い場合、現在と配筋要領や設計手法が異 なる場合があるため、過去の標準設計を収集し、対応 構造物との設計年代を整理する。
	<u>2. 業務を進める手順</u>
	(1) 対象構造物の現状把握
	収集及び整理した構造図や竣工図をもとに対象構造 物の配筋要領や構造物性を把握し、検討への基礎資料と する。
	収集した資料で現状把握が不十分な場合は、必要に 応じて鉄筋探査や健全度調査を実施する。調査の際は 極力既設構造物を損傷させないよう留意し、最小限の はつり等を行う等工夫をして、構造物の状況及び健全 度を把握する。
	(2) 検討及び補修・補強設計
	(1) で得られた情報をもとに、現在の設計要領に

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-2-1

技術部門	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	河川維持管理

※

○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。）

	河川分野について以下に示す。
(1)	調査、検討すべき事項と内容
①	管理施設の状態
	河川管理施設の状態を調査し、健全度、重要度に応じ、計画対象とする施設を検討する。具体的には、河川改修の進捗状況、施設の健全度、点検、補修等の履歴、被災履歴等を収集、整理する。
②	河川周辺の地域特性
	河川周辺における自然環境や歴史、社会的背景等の地域特性を調査し、地域に適した施設の運用方針を検討する。具体的には、地勢的特徴、周囲景観、生態系、住民の利用状況等を収集、整理する。
(2)	業務の手順（以下の①～④の順に行う）
①	管理施設の現況調査
	河川管理施設や地域特性等を調査、分析し、安全性、経済性等の観点から、計画的な維持管理が必要な施設とその運用方針を検討する。留意点としては、膨大な管理施設の更新や人口減少による労働力不足に備えて、施設の健全度や重要度に応じた統廃合も検討する。
②	管理目標と管理体制の設定
	調査、検討結果に基づき、治水、利水、環境等の各施設機能を維持するための管理目標を設定する。管理体制としては、予防保全型を原則としたメンテナンスサイクルを構築する。その結果、施設の延命化、LCの縮減を図ることが出来る。留意点として、将来へ

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	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
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。）

河川分野を対象として、以下に述べる。
<u>1. 収集・整理すべき資料や情報</u>
<u>① 過去の浸水実績</u>
対象地域において、氾濫想定シミュレーションの結果以外の浸水実績が過去に発生していないか、歴史に関する書類等で調べる。もし、そのような浸水実績が過去にあった場合には、その内容も浸水想定区域に設定する。
<u>② ハード施設の整備状況</u>
氾濫シミュレーションにおいて、堤防から越水したり、破堤等して浸水が発生するため、現在のハード施設の整備状況を調査する。そして、これらの情報をシミュレーションの際に、再現するよう入力する。
<u>③ 河床の構成材料</u>
氾濫シミュレーションにおいて、河川の流速等をなるべく正確に再現できるように、河床の構成材料に関する情報を整理する。そして、この情報から河床の粗度係数を設定した上でシミュレーションを行う。
<u>④ 降雨に関する情報</u>
氾濫シミュレーションにおいて、想定する降雨に関する条件を設定する必要があるため、降雨に関する情報を整理する。
<u>2. 業務を進める手順及び留意点・工夫点</u>
<u>① 氾濫シミュレーションの実施</u>
事前に収集・整理した資料や情報を利用して、氾濫

令和3年度 技術士第二次試験 勘介 cafe 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	建設
選択科目	河川砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	砂防その他河川に関する項目

※

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

<u>土砂災害の被害想定区域の設定に関する調査、設計手法</u>																								
<u>1. 収集、整理すべき資料や情報とそれらの目的、内容</u>																								
地形状況を調査する。地形図より扇状地が多い地形か、急峻な山地が多い地形か等を把握する。																								
溪流の本数や急斜面の状況を把握し、設置してある施設（堰堤や待受け式擁壁）の基数等を調査する。人家戸数や災害弱者関連施設がどこにあるかも併せて調査する。																								
地質状況も現地調査及び既存資料より把握に努める。																								
気象状況を調査する。日最大降雨量や既往最大雨量等を調査する。																								
土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域に指定されているかを調査する。指定が終了しているか、1巡目が終了しているのか、2巡目が終了しているのか等を調査する。																								
指定されている場合、指定の問題点は何かを把握しておく。例えば、災害弱者関連施設が土砂災害特別警戒区域内にある。等である。																								
<u>2. 業務を進める手順及び留意点、工夫点</u>																								
上記調査により収集した資料及び現地調査により、区域設定を進めていく。土砂災害警戒区域の2巡目設定では、既存施設の変更による設定の見直しが業務の主の部分となる事が多い。																								

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	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。)

河川を対象として、氾濫推定区域の設定について、
以下に述べる。
<u>(1) 収集・整理すべき資料・情報</u>
① 対象河川の選定
沿川の家屋分布、避難関連施設や道路の有無を調査、
確認の上で選定する。
② 測量データ
河道の縦横断測量データおよび氾濫原の地形測量デ
ータについて、既存データを確認し、不足があれば航
空レーザ測量やUAV写真測量、グリーンレーザ等を用
いて補測を行う。
③ 河道および氾濫原の粗度係数の設定
河道状況や土地利用区分に応じて設定する。
④ 検討対象流量の設定
検討対象流量は、過去の降雨量データおよび降雨波
形を用いて設定する。
⑤ 氾濫形態の分類
地形状況等を考慮して、流化型氾濫、貯留型氾濫、
拡散型氾濫の3タイプに分類する。
⑥ 氾濫解析手法の選定
氾濫形態への適用性、氾濫流の再現性等の項目に対
する適合性を総合的に判断して選定する。
<u>(2) 業務を進める手順と留意点、工夫点</u>
業務は下記フローに沿って進める。
① 河道および氾濫原に関するデータ整理

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。）

			↓																					
		②	検	討	対	象	流	量	の	設	定													
			↓																					
		③	汜	濫	解	析	条	件	の	設	定													
			↓							↑	解	析	結	果	が	過	小	と	評	価				
		④	汜	濫	解	析	・	評	価															
			↓	解	析	結	果	が	妥	当	と	評	価											
		⑤	現	況	確	認	に	よ	る	照	査													
			↓																					
		⑥	汜	濫	推	定	図	の	表	示	・	提	供	・	保	管								
留	意	す	る	点	は	、	汜	濫	推	定	図	の	表	示	色	に	つ	い	て	は	、	色		
覚	障	害	者	へ	の	配	慮	や	、	他	の	防	災	情	報	の	危	険	度	表	示	と	の	
整	合	性	を	含	め	て	定	め	ら	れ	た	配	色	を	使	用	す	る	。					
工	夫	を	要	す	る	点	は	、	汜	濫	解	析	に	お	い	て	無	破	堤	条	件	で		
の	解	析	結	果	を	評	価	し	、	過	小	と	判	断	さ	れ	る	場	合	は	破	堤	条	
件	に	改	め	て	解	析	を	行	う	こ	と	で	あ	る	。									
(	3	)	関	係	者	と	の	調	整	方	策													
汜	濫	推	定	図	の	作	成	に	先	立	ち	、	関	係	自	治	体	に	対	象	河	川		
や	作	成	期	間	に	つ	い	て	情	報	提	示	を	行	う	と	と	も	に	、	測	量	デ	
一	タ	や	汜	濫	事	績	等	の	情	報	提	供	を	依	頼	す	る	。	作	成	後	に	は	
汜	濫	推	定	図	を	反	映	し	た	洪	水	ハ	ザ	ー	ド	マ	ッ	プ	の	作	成	お	よ	
び	住	民	へ	の	周	知	を	支	援	・	促	進	す	る	。								以	上

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	砂防

※

○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。）

「砂防分野（土砂災害）」について、記述する。

1. 収集・整理すべき資料や情報

(1) 地形情報：土砂災害が発生しうる地形を判読する為
 に収集する。地形データについては、高精度なLPデータ
 やDEMデータが望ましい。

(2) 砂防関係施設等：区域設定に施設効果を反映させる
 為、砂防・急傾斜、治山等の施設諸元を調査する。

(3) 保全対象：区域設定後の警戒避難体制構築の為、
 住家、防災拠点、要配慮者利用施設、道路・鉄道等の
 情報を収集・整理する。

(4) 災害・地質・土砂堆積：区域設定にあたり土砂災
 害の外力算定の為、災害履歴や地質、溪流の土砂堆積
 状況を収集・整理する。

2. 業務手順及び留意点・工夫点

業務手順については、以下の(1)～(4)の順で進める。
 留意点・工夫点を含めて述べる。

(1) 地形・保全対象等の情報のとりまとめ

収集・整理した地形、保全対象、砂防関係施設等の
 情報を取りまとめる。この際、警戒避難体制構築に重
 要な防災拠点や避難所、要配慮施設等を漏れなく取り
 まとめることに留意し、GIS（地理情報システム）を
 用いて効果的に整理する工夫を行う。

(2) 砂防関係施設等の効果判定

既存の砂防関係施設等について、土砂災害に対する
 防災効果を有しているか判定する。この際、施設の損

○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。）

傷や変状を見極めて防災効果を判定することに留意し、既存の点検結果等を活用する等工夫する。

(3) 区域設定（土砂災害警戒区域の設定）

収集した地形データを判読し、土砂災害警戒区域を設定する。この際、LPデータ等高精度な地形図を用いて箇所の抽出漏れが無いよう留意すし、氾濫域の地形変化を見極め区域の形を設定するよう工夫する。

(4) 区域内の保全対象整理

設定した区域に基づき、区域内の保全対象を帳票等に整理する。この際、(1)と同様に警戒避難体制構築の上で重要な避難所や要配慮者利用施設等を漏れなく抽出するとともに、図面などで色分けを行い目立つように工夫する。

3. 関係者との調整内容

(1) 市町村の防災担当者

災害時に警戒避難体制構築を行う市町村の防災担当者に説明を行う。区域の範囲や意味を十分説明すると共に、警戒避難で重要な避難所・要配慮者利用施設について、色分けをした図面等を用いて説明を行う。また、防災情報（土砂災害警戒情報）の意味についても認識を共有し、有効な避難情報発令に繋げる。

(2) 地域の住民

区域設定を機会と捉え、地域住民の防災意識向上を図る為、対話を重視したワークショップ形式での説明会を開催する。

以上

問題Ⅲ（選択科目）

問題文およびA評価答案例

9-4 河川、砂防及び海岸・海洋【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 コロナ禍の影響もあって急速に進む社会変容により，社会の様々な分野で解決策としてのSociety5.0の取組が進んでいる。水防災分野でも，危険性，狭隘性，あるいは立地の辺すう性によるアクセス困難な特性を有する施設が多数あることから，施設の調査・計画から設計・施工，供用，点検・維持管理に至る建設生産プロセス全体にわたり，作業の遠隔化の取組を推進することが求められている。

- (1) 水防災分野での遠隔化の取組を推進していくうえでの課題を，水防災対策施設の有する特性を踏まえて，技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 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，その課題の解決策を3つ示せ。
- (3) 前問（2）で示したすべての解決策を実行したうえで生じる波及効果と専門技術を踏まえた懸念事項への対応策を示せ。

Ⅲ-2 近年，南海トラフ地震等の巨大地震に備えた法整備や，国土・防災情報の高度化が進められている。巨大地震に伴う強い揺れ，液状化・地盤沈下，斜面の滑動崩落，巨大な津波等の発生により，水防災対策施設を含む社会資本全般に，広域で被害が多発することが予想されている。近年の地震災害及びその教訓を踏まえ，的確な緊急時対応に向け，事前想定及び即時推定の結果に基づいて，様々なセンシング情報の活用を図っていく必要がある。

- (1) 地震及び津波による，水防災対策施設の被災状況把握のため，事前想定及び即時推定の結果に基づいて，多様なセンシング情報を効果的に組合せていくことが必要と考えられる取組について，技術者としての立場で多面的な課題を3つ抽出し，それぞれの課題について内容を示せ。
- (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）で抽出した課題の解決策に共通して生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

令和3年度 技術士第二次試験 勘介 cafe 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	建設
選択科目	河川砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	砂防その他河川に関する事項

※

○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. 水防災分野での遠隔化を推進する為の課題

(1) ICT機器活用の推進で遠隔化

水防災分野の現場は山間部や遠隔地である事が多く、また、山間部故、電波状態が悪く、情報機器の使用が制限されていた。

いかにして、水防災分野の現場状況を考慮しながら、ICT機器を活用し、遠隔化を推進していくかが課題である。

(2) 情報の蓄積推進で遠隔化

水防災分野の現場では技術者が直接現場に行き、現場を目視しないと作業が行えない事が多くある。

これを、国土交通データプラットフォーム等に情報の蓄積を行い、必要なデータをプラットフォームから取り出す事で、技術者が現地で直接目視しなくても良くなる機会を増やし、遠隔化を推進させる。

いかにして、データの蓄積を推進させる事で、遠隔化を推進させるかが課題である。

(3) 有効的な新工法の積極的採用で遠隔化

ICT機器の活用機会を増やす事は遠隔化の推進に繋がるが、ICT機器を活用した新工法は実績が少ない等の理由で敬遠されがちである。いかにして、有効的な新工法を積極的に採用できるかが、遠隔化の課題である。

2. 最も重要な課題とその解決策

最も重要な課題は (1) ICT機器活用の推進 である。

令和3年度 技術士第二次試験 勘介 cafe 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。）

理由は、ICT活用が軌道に乗れば、その遠隔化範囲は他の課題の遠隔化を大きく上回るからである。

(1) 電波中継ドローンを使った山間部ドローン調査

従来は山間部で携帯電波が届かないような場所ではドローンは使えなかったが、電波を中継するドローンを1機飛ばす事でこの問題を解決し、レベル3（無人地帯目視外飛行）飛行を可能にした。

これにより、水防災分野の調査、測量、災害時等にドローンを使う事ができるようになり、技術者の現地踏査機会を軽減させ、遠隔化が向上する。

(2) ICT土工建機を5G活用で遠隔地から操作

ICT建機の重機オペレーターは建機の近くに（現場に）いなければいけなかったが、5Gを活用する事で50km離れた現場事務所等から監視、操作を行えるようになり、移動時間短縮、遠隔化の向上へと繋がる。

(3) VR, MRを用いて会議や検査を遠隔臨場で行う

VRを用いて完成モデルを表現する。MRを用いて現場に完成部材を表現する。

これらを現場技術者のヘルメットに付けた360度カメラで撮影し、ZOOM等のweb会議で共有（遠隔臨場）する事で関係者相互の意思疎通、手戻り回避、移動時間の短縮を行い、遠隔化となる。

3. すべての解決策を実行した上で生じる波及効果と新たな懸案事項への対策

(1) 波及効果

令和3年度 技術士第二次試験 勘介 cafe 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

こ	れ	ら	の	I	C	T	技	術	の	活	用	が	推	進	さ	れ	る	事	で	、	I	C	T	機		
器	の	性	能	の	向	上	か	ら	、	他	分	野	(	例	え	ば	イ	ン	フ	ラ	メ	ン	テ	ナ	
ン	ス)	で	の	I	C	T	機	器	の	活	用	も	で	き	る	よ	う	に	な	る	。				
ま	た	、	作	業	の	少	人	数	化	、	省	力	化	が	進	行	し	、	生	産	性	向				
上	、	業	務	収	益	増	加	、	技	術	者	の	労	働	環	境	改	善	へ	と	繋	が	り	、		
技	術	者	不	足	の	解	消	へ	も	波	及	す	る	。												
(	2	)	新	た	な	懸	念	事	項															
こ	れ	ら	I	C	T	機	器	は	成	長	段	階	の	技	術	で	あ	り	、	技	術	は	日			
進	月	歩	で	進	化	し	て	い	く	事	か	ら	、	機	械	の	進	歩	に	技	術	者	の			
技	術	が	追	い	付	い	て	い	か	な	い	事	が	懸	念	さ	れ	る	。							
ま	た	、	こ	れ	ら	I	C	T	機	器	の	技	術	の	習	得	機	会	は	主	に	購	入			
し	た	メ	ー	カ	ー	に	頼	っ	て	い	る	側	面	が	あ	る	。	別	途	技	術	習	得			
を	可	能	と	す	る	機	会	が	必	要	で	あ	る	。												
(	3	)	新	た	な	懸	念	事	項	へ	の	対	策											
i	-	C	o	n	s	t	r	u	c	t	i	o	n	コ	ン	ソ	ー	シ	ア	ム	等	に	参	加	し	、
で	報	告	さ	れ	て	い	る	様	々	な	取	組	に	つ	い	て	参	考	と	し	、	技	術	力		
力	の	向	上	を	行	う	。																			
ま	た	、	自	治	体	等	で	も	D	X	推	進	室	、	D	X	セ	ン	タ	ー	の	よ	う			
な	I	C	T	技	術	の	推	進	の	為	の	講	習	会	、	研	修	会	が	行	え	る	施	設		
が	誕	生	し	て	き	て	い	る	。																	
こ	れ	ら	の	施	設	で	行	わ	れ	て	い	る	講	習	会	、	研	修	会	を	積	極				
的	に	活	用	す	る	事	で	、	技	術	の	習	得	を	行	い	、	I	C	T	機	器	使	用		
の	推	進	、	生	産	性	の	向	上	を	行	う	。													
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- 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) 水防災分野で遠隔化を推進するうえでの課題

① 測量における遠隔化

河川分野においては、氾濫想定図作成等のために広域な地形測量データが必要となるケースが少なくない。よって、航空レーザ測量成果やUAV写真測量の活用が有効である。また河道の縦横断測量では水中部の測量は、効率が悪く危険も伴う。よってグリーンレーザの活用が有効である。

② 点検・維持管理における遠隔化

ダム(point inspection)の点検は高所作業を伴うため危険性が高い。よって、UAVを利用することで遠隔での点検により安全性の確保が可能となる。河川の高水敷や堤防の伐採においては、定量的な管理・検査が難しい。よって、ICT機械による無人化施工を用いて、そのデータによる管理を行うことで、遠隔での定量的な管理が可能となる。

③ 施工における遠隔化

河川土工工事は、河床掘削や築堤盛土等、作業が複雑でない工種が多いため、ICT土工(無人化施工)との親和性が高い。また河川区域内の施工は非出水期等の制約が設けられる場合が多く、工期に偏りがある。よってICT土工を活用し、省人化することが有効である。

(2) 最も重要な課題とその解決策

最も重要な課題として、③ 施工における遠隔化を挙

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。）

げ	る	。	理	由	は	、	人	口	減	少	、	少	子	高	齢	化	の	進	行	に	伴	い	建	
設	業	者	に	お	け	る	人	手	不	足	は	深	刻	で	あ	り	、	そ	の	対	策	と	し	
て	も	有	効	で	あ	る	と	考	え	る	か	ら	で	あ	る	。								
	解	決	策	を	以	下	に	3	点	述	べ	る	。											
①	遠	隔	化	技	術	を	使	い	こ	な	せ	る	人	材	の	育	成							
	遠	隔	化	技	術	を	使	い	こ	な	す	人	間	に	も	、	相	応	の	技	術	が	必	要
要	と	な	る	。	ま	た	、	民	間	業	者	の	み	で	は	な	く	発	注	者	側	も	こ	
れ	を	使	い	こ	な	せ	な	け	れ	ば	な	ら	な	い	。	よ	っ	て	、	官	民	が	連	
携	し	た	研	修	会	の	開	催	す	る	等	の	教	育	機	会	の	充	実	が	必	要	で	
あ	る	。																						
②	イン	セン	テイ	プ	の	付	与																	
	遠	隔	化	技	術	は	利	便	性	が	高	い	一	方	で	、	操	作	へ	の	不	安	や	
イ	ニ	シ	ヤ	ル	コ	ス	ト	の	高	さ	が	導	入	の	障	壁	に	な	っ	て	い	る	。	
よ	っ	て	、	活	用	し	た	場	合	は	評	価	点	を	向	上	さ	せ	る	等	の	イン		
セン	テイ	プ	を	付	与	す	る	。																
③	優	良	事	例	の	水	平	展	開															
	遠	隔	化	技	術	を	用	い	て	施	工	を	行	っ	た	優	良	事	例	を	集	積	し	
ア	ー	カ	イ	ブ	す	る	。																	
(	あ	と	3	行	分	ほ	ど	書	い	た)													
(	3	)	波	及	効	果	と	懸	念	事	項	へ	の	対	応	策								
	波	及	効	果	と	し	て	は	、	遠	隔	化	は	非	接	触	で	業	務	を	遂	行	で	
き	る	た	め	、	新	型	コ	ロ	ナ	ウ	イ	ル	ス	を	は	じ	め	と	す	る	感	染	症	
対	策	と	し	て	も	有	効	で	あ	る	。	ま	た	、	テ	レ	ワ	ー	ク	等	の	多		

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。)

様	な	働	き	方	も	可	能	に	な	る	。													
懸	念	事	項	と	し	て	は	、	技	術	の	空	洞	化	が	挙	げ	ら	れ	る	。			
・	ブ	ラ	ッ	ク	ボ	ッ	ク	ス	化	し	て	し	ま	う										
・	全	て	を	機	械	に	託	す	の	で	は	な	く	、	人	間	の	作	業	と	使	い	分	
け	る	必	要	が	あ	る																		
(	上	記	の	よ	う	な	こ	と	を	も	う	少	し	書	い	て	、	3	枚	目	の	半	分	
ま	で	を	埋	め	た)																		

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ－ 1

技術部門	部門
選択科目	
専門とする事項	

※

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

1.	課 題		
(1)		施設の規模が長大で全体の把握が困難 河川管理施設（堤防等）の施設は長大であり、監視 カメラを特定の位置に設置し遠隔で監視する場合、一 部の監視は可能だが、全体の状況を把握するのは困難 である。	
(2)		遠隔化の取組を推進できる河川砂防技術者の不足 近年、少子高齢化が深刻化しており建設業界でも高 齢化が深刻化している。そのため、河川砂防に関する 豊富な技術、知識・経験を有した技術者は存在するが、 ドローン等の遠隔化の取組を推進できる技術者が不足 している。特に地方の建設業界はその状況が著しく、 遠隔化の取組が進んでいない状況である。	
(3)		遠隔化を行うための基盤ができていない 施設の調査・計画から設計、施工、供用、点検・維持 管理に至る建設生産プロセス全体を遠隔化するため の基盤ができていない。例えば、河川管理施設の設計 成果や完成図書等は現在紙ベースのものがほとんどで あり、データ化されていない。またその量は膨大であ る。加えて、河川管理施設は複数の管理者（国、都道 府県、市町村）で構成されており、管理者ごとに維持 管理データや点検様式が異なることから、資料を一つ の場所に格納するのは様式の統一、紙からデータ化を 行う必要があり時間と費用がかかるため困難である。	
2.	重要な課題とその解決策		

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

令和 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。)

最も重要な課題は(3)遠隔化を行うための基盤ができていないであると考え、解決策を以下に示す。

(1) データの補充

現在、紙ベースで保管されている過年度成果や完成図書等をデータベース化し、遠隔化を行うための基礎資料とする。また、データベース化することで管理が容易になり作業の効率化を図ることができ、

(2) 新技術の活用

遠隔化を行うために新技術を活用する。例えば、新規施設を計画するにあたり計画地がアクセス困難な場所である場合、ドローン等を用いて遠隔で現場確認を行うことで、安全で効率的に作業が実施できる。また、三次元データが出力可能なドローンやレーザ一機器で現地測量を行うことにより、データ基盤構築のための基礎資料を確保することができる。

(3) インフラメンテナンステナンス2.0の推進

インフラメンテナンステナンス2.0は河川管理施設における調査・設計、施工、供用、点検・維持管理の建設生産プロセスをデータ活用型インフラメンテナンステナンスとするものである。施設の既往資料のデータや各管理者でことなる点検様式等を統一し、データ化したものを一つの場所に集約することでインフラデータプラットフォームの構築が可能となる。このようなデータ基盤を構築することで施設管理を遠隔化で実施することができる。また、AIを活用しデータを含めた多くの情報の分析、

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号						
問題番号	III-1					

技術部門	建設 部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	設計

※

○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. 水防災分野での遠隔化の取組を推進する課題																								
1.1 担い手の確保																								
<p>現在の建設業における技能労働者は、10代が10%、50代が33%である。間もなくこの50代が大量離職となる。しかし、労働環境の悪さから新規参入者が少ない。したがって、水防分野での遠隔化を取り組むためには、労働環境を改善し、新規参入者を増加させる「担い手の確保」が課題である。</p>																								
1.2 適切な維持管理																								
<p>我が国のインフラ施設は、高度経済成長期に建設されたものが多く、建設後50年を経過しており、更新時期が集通している。これら多くのインフラを予算不足の中で適切に維持管理を行わなければならない。このような状況から、人件費のコストを下げ、ドローンなどの遠隔による調査を推進し、適切な維持管理を行うことが課題である。</p>																								
1.3 適切な新技術による遠隔化																								
<p>我が国の必要とする河川施設は膨大な量となる。これらすべての施設を適切に維持管理更新まで行うには、多く人手と時間がかかる。したがって、各段階で、遠隔化を行い、適切な新技術を活用することが課題である。</p>																								
2. 最も重要と考える課題と対応策																								
<p>前述の課題の内、最も重要と考える課題は、適切な新技術による遠隔化である。なぜなら、技術の発展に</p>																								

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

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	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

1	課題と観点	
	(1) 技術面から、水防災分野の建設プロセス全体に遠隔技術を導入すること	
	水防災分野の業務では、施設の調査・計画、設計・施工、供用、点検・維持管理と建設プロセスが多岐にわたる。データ化やデジタル化を推進し、一連の業務プロセスを遠隔技術により進めていくためには、遠隔技術を建設プロセス全体に広く普及させる必要があり、課題となる。	
	(2) 品質面から、遠隔技術の成果品質を確保する方法	
	従来の検収では、現場での直接確認や紙の設計書を用いたアナログな成果確認方法が主体である。今後、遠隔技術を推進していくにあたり、遠隔での成果品質の担保方法や成果確認方法について検証し、体制を構築する必要がある。	
	(3) 制度面から、主体が多岐にわたる水防災分野の業務に遠隔技術を広く普及させること	
	水防災分野の業務では主体が多岐にわたっており、国や地方自治体などの施設管理者のほか、利水関係者やその他関係機関とも調整を行いながら業務を進めていく必要がある。そのため、多様な主体間に遠隔技術を普及させ、業務を円滑に進められるようにすることが課題となる。	
2	最も重要な課題と解決策	
	上記課題のうち、水防災分野の業務の遠隔化を推進	

●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

○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。)

することを踏まえると、課題1「水防災分野の建設プロセス全体に遠隔技術を導入すること」が最も重要な課題であると考えられる。以降に解決策を示す。

(1) ICT技術の活用推進

調査：衛星を活用した被災箇所の把握などを行い非接触で状態を把握する。また、得られた情報を計画立案に活用する。

設計・施工：3次元モデルを活用したBIM/CIMモデルを構築し、設計を高度化・効率化し、設計から施工までを共通のデータ基盤で管理する。施行においては、ICT施工を導入し、自律走行や自動施工を行う。また、監督・施工管理においても、省人化・非接触化を推進し、例えば映像を活用して遠隔監督や施工管理を行い、供用へ移る。

点検・維持管理：点検では点検ロボットやAIを活用し、異常の自動検知や判断の補助を推進する。危険箇所等をドローンで点検し、水中ロボットを活用し自動化することが挙げられる。維持管理においては、IoTセンサーを活用したデータの自動取得・送信により、遠隔で状態把握ができるようにする。

(2) 遠隔化に寄与する技術の開発・導入推進

遠隔化に寄与する技術の開発や導入を積極的に進める。例えば、維持管理業務の手法の選定にあたっては、メンテナンスNETISを活用することが挙げられる。遠隔技術の開発・導入にあたっては、少ない投資で

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

令和3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。）

大きな効果を得るための工夫や広く普及することを考慮した開発を行っていくことが重要であり、賢い投資を行う必要がある。

(3) 遠隔化技術の基盤となるデータ活用環境の整備
ICT施行の普及を推進するため、国家座標（地殻変動を考慮した座標系）を整備する。構造物およびインフラの3次元データと点検・診断データを位置情報で関連付け、一元管理するデータプラットフォームを構築する。他にも、仮想空間と現実空間を対にして管理するデジタルツインによる高度な管理の推進などが挙げられる。

3. 波及効果と懸念事項

(1) 波及効果
デジタル化が進むことで、業務の効率化・高度化や生産性および安全性の向上が期待できる。また、感染症などのトラブル下においても事業を円滑に進めることができるようになる。

(2) 懸念事項と対応策
遠隔化が進むと技術者が現場を見て考え技術的な判断を下す機会が減少するため、技術者の技術力低下が懸念される。
対策として、教育制度や資格制度を設け、技術力の向上や技術者の質の確保を図ることが考えられる。

以上

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	建設部門
問題番号	III-1	選択科目： 河川、砂防及び海岸・海洋	
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項：	

1	.	課題の抽出																				
		水防災分野での遠隔化の取組を推進していくうえで																				
		の必要な課題を3つ述べる。																				
	1.	1 戦略的メンテナンスの課題																				
		高度計経済成長期以降から整備された大量の河川構																				
		造物が急速に老朽化を迎える。また、点検・補修の担																				
		い手が必要であるが、建設市場の縮小により、建設就																				
		労者は減少し、さらに、建設就労環境の悪化等により、																				
		若年入職者が減少し、高齢化が進行している。特に、																				
		点検や補修などの特殊作業を伴う、熟練技術者の担い																				
		手の確保が課題である。河川構造物は、ひとたび壊れ																				
		れば、被害が大きいため、コスト、人材の観点から、																				
		いかに、戦略的メンテナンスを行うかが課題である。																				
	1.	2 中小企業の経営																				
		建設市場の縮小により、競争が激化したことにより、																				
		中小企業は利益が少なく、厳しい経営状況である。こ																				
		のようなか、遠隔化に伴い機械の導入などの新たなコ																				
		ストが増えれば、経営に影響を及ぼす恐れがある。																				
		中小企業のコスト負担を支援するため、いかに、制																				
		度を検討するかが課題である。																				
	1.	2 基準やマニュアル整備が課題																				
		点検から施工に至るまで、基準やマニュアルの整備																				
		が必要である。遠隔化の導入に当たっては、インフラ																				
		メンテナンスを機能させる上で、施設の規模、設置状																				
		況、利用状況を勘案した点検、補修、更新等の基準を																				

●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	Ⅲ-1 (R3)

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. 水防災分野で遠隔化取組みを推進するうえでの課題																								
(1) 調査・計画の観点からの課題																								
水防災対策施設は、河川や海岸等水に接している箇所																								
に多く設置されており、これまでの調査は危険が伴																								
う作業であった。																								
作業員の危険性を回避し、安全に調査を行うには、																								
いかにリモート技術を駆使し、正確に調査できるかが																								
課題である。																								
また、得られた調査結果を計画の基礎資料とするた																								
め、限られた人員で計画を立案できる分かりやすい調																								
査成果をあげることも課題である。																								
(2) 設計・施工の観点からの課題																								
これまでの設計は、知識や情報が十分に共有されず、																								
分野横断的な連携が不十分であった。																								
課題は、いかにあふれる情報から必要な情報を迅速																								
に見つけ、効率的に設計に反映させるかである。																								
また、近年労働者の高齢化や入職者の減少に伴い、																								
施工業者の人員確保に支障をきたしていた。																								
課題は、危険かつ狭隘箇所に位置する建築物をいかに																								
安全に施工するかも課題である。																								
(3) 供用・点検・維持管理の観点からの課題																								
供用後、点検・維持管理を行っていく上で個々の情																								
報が効率よく取りまとめられておらず、確実な河川維																								
持管理に必要とされる業務体系が構築されていなかった。																								

○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。)

課題は、いかに精度よく点検・維持管理を行い、戦略的な河川維持管理を行っていくかである。

2. 最も重要と考える課題と解決策

私が最も重要と考える課題は (2) 設計・施工の観点 からの課題である。

以下にその解決策を述べる

(1) 設計段階において

- 設計情報のデータプラットフォーム化
これまで蓄積してきたフィジカル空間での設計成果や技術情報は、Society 5.0を駆使し、実績データ(サイバー空間)とデータプラットフォーム化(サイバー空間を)を高度に融合さえ、限られた人材で最大限の設計成果を作成する。

(2) 施工段階において

- i コンストラクションや建設DXの積極的導入
設計段階で得られた成果を基に、AI(人工知能)や5G、VR(仮想現実)などのデジタル技術を駆使し、人手不足が続く建設業界でも限られた人員で遠隔操作を行うことで、生産性の向上を図ることができる。

- 施工の各段階で定例会議の実施
WEB会議等を実施し、現場作業者とリモート作業者の意思疎通を図る。

これまでの施工に支障や問題点がないか、今後の施工方法について、方向性や調整を図り、効率的に作用を進める基礎資料とする。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

<u>3.波及効果と懸念事項への対策</u>																								
(1) 波及効果																								
これまで人海戦術で行ってきた作業が、限られた人員で効率的かつ効果的、安全に事業を遂行できることができると考える。																								
また、これまで3Kと言われた建設業のイメージ回復に伴い、新たな入職者が期待できると考える。																								
一方、これまで従事していた技術者のQOL向上にも寄与できると考える。																								
(2) 懸念事項																								
上記の解決策を実行した際、特定の大手企業のみが取り組むことができるという事が懸念される。これらを解消するため、国等が助成金や補助制度などを制定し、中小企業を支援することで、対策に取り組みやすい環境を整備する。																								
また、データがブロックボックス化され、戦略的な河川維持管理システムを行えないことも懸念される。																								
得られた情報はPDCAサイクルを実施し、情報のみえる化を行い、精度高いシステムを築造する必要がある。																								
誰もがICTを駆使した建設業に従事できるよう、産官学が連携して、講習会の開催、専門技術者の派遣および指導を行うことで専門技術者の高度化を図ることも重要である。-以上-																								

技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	R3-III-1

技術部門	建設部門
選択科目	河川、砂防及び海岸・海洋
専門とする事項	砂防

※

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

<u>1. 水防災分野での遠隔化の取組の課題</u>																								
<u>(1) 遠隔化による点検・診断の効果向上</u>																								
水防災対策施設であるダムや河川堤防・砂防えん堤などは、山間地に位置する事が多く、施設規模も大きい ため、安全性・効率性の観点から近年ではUAV（ドローン） を活用した遠隔での点検が進んでいる。しかし、ドローンによる 点検は、写真撮影や形状計測等が主流であり、効果が限定的 である。従って、遠隔化による点検に診断を加えた一連のプロ セスで効果向上することが課題である。																								
<u>(2) 遠隔施工機械による施工の効率化</u>																								
水防災対策施設の整備は、急峻な崖地や災害復旧現場等で行 われることが多く、作業の安全性から遠隔無人掘削重機が活用 されている。しかし、土工現場では、掘削の他に、積込や運搬等 様々な作業が複雑に組合わされており、遠隔でオペレーターが 操作する場合には周囲の確認が必要で非効率となる。従って、 3次元モデルや位置測位等により、遠隔施工機械による施工の 効率化を図ることが課題である。																								
<u>(3) 遠隔調査・施工機器の導入コスト抑制</u>																								
水防災対策施設は、山間地など起伏に富んだ場所に位置する ことが多い。この為、遠隔調査・施工機器等は地形条件等に対 応するなど特殊な仕様が必要となり導入コストが大きくなる 場合がある。従って、機器の共同購入等の仕組み作りによって、																								

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

遠隔調査・施工機器の導入コストを抑制することが課題である。

2. 最重要課題とその解決策

「遠隔化による点検・診断の効果向上」を最重要課題と考える。維持管理の分野で、ドローンの活用が進んでおり早急に対応すべきと考える。以下、解決策。

(1) 高性能カメラによる点検・診断

ドローンによる点検では、撮影された画像データから変状や損傷を把握する。しかし、打音調査等が出来ない為、損傷の度合いが判別しづらい懸念がされる。

この解決策として、高性能カメラによる点検・診断が有効と考える。具体的には、ドローンに赤外線サーモグラフィカメラを装着し、河川護岸等を撮影する。これにより、温度変化によって空洞化等の損傷を早期に発見でき、効果的な診断に繋がると考える。

(2) 施設データプラットフォームによるAI画像診断

遠隔化による点検により、多くのデータが取得可能となるが、取得データが膨大である為に、診断時において損傷の見落としが発生する懸念がされる。

この解決策として、施設データプラットフォームによるAI画像診断が有効と考える。具体的には、点検データを施設データプラットフォームに登録し、画像診断を得意とするAIの特性を活かして、他の損傷データ等と整合して、効果的に損傷を発見する。

(3) クラウド技術を活用したデータの直接転送

○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。）

遠隔化によって大量に得られたデータは調査者のパソコン等で整理された後、診断を行う。しかし、点検データが膨大であることから、整理に時間を要し診断に至るまでに多く時間を要する。
この解決策として、クラウド技術を活用したデータの直接転送が有効と考える。具体的には、クラウド技術を用いて観測機器から直接データプラットフォーム等にデータ転送し、事前に登録している河川堤防や砂防施設等の分類に応じて、データを整理して保存する。これにより、診断を早急に実施でき、効果的である。
<u>3. 解決策による波及効果と懸念事項への対応策</u>
<u>(1) 波及効果</u>
解決策を全て実行することにより、点検から診断をまでを速やかかつ効果的に実施できる。これにより、診断から評価・適切な時期での修繕に繋がり、メンテナンスサイクルの確立に寄与できると考える。
<u>(2) 懸案事項：新技術である為の技術者不足</u>
解決策の取組みは従来の技術からさらに進んだ新技術である。その為、技術を扱える技術者が不足することが懸念される。
<u>(3) 対策：産官学が連携した技術者の育成</u>
この対策として、産官学が連携した技術者の育成が有効と考える。具体的には、実際に調査を行う調査者・研究者・企業等が連携した勉強会等を開催し、効果的に技術者を育成していく。
以上

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字