

2023 年度技術士第二次試験

筆記試験問題・合格答案実例集
[機械部門]

APEC-semi & SUKIYAKI 塾

問題Ⅰ（必須科目）

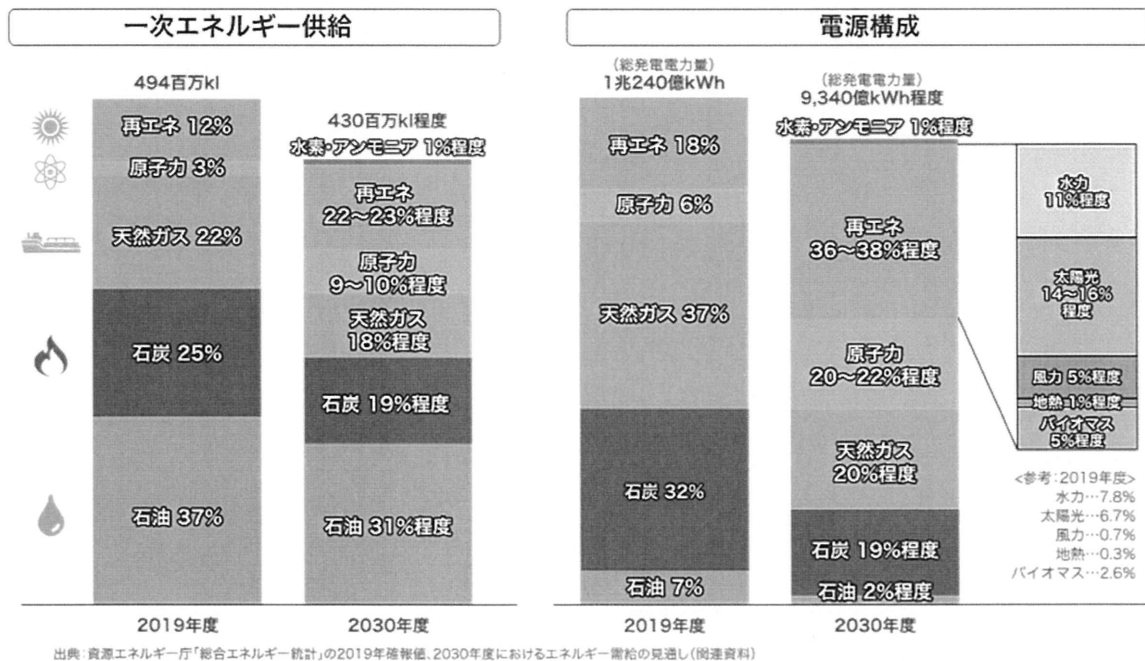
問題文およびA評価答案例

1 機械部門【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 2019年度の日本の一次エネルギーの約8割は化石燃料に依存しており，エネルギー自給率は12%程度である。化石燃料への依存を低くすることでカーボンニュートラルの実現にも貢献することができ，更にはエネルギー安全保障の観点においても，エネルギー自給率を高めることは最重要課題の1つと考えられる。そしてエネルギーの自給率を今後高めていくためには，輸入化石燃料への依存率を現在よりも低くし，下図の資源エネルギー庁から提案されているようなエネルギーミックスを検討することも1つの案と考えられる。

そこで，地球環境を考えつつ日本の経済活動を今後持続していくためには，エネルギーの入手・確保・輸送・備蓄・転換・利用について検討していくことが必要と考えられる。このような日本を取り巻くエネルギー環境を踏まえたうえで，以下の問いに答えよ。



(1) 今後日本におけるエネルギー自給率を上げるため，技術者の立場から考えた場合にどのような課題が考えられるか，多面的な観点から3つ抽出し，それぞれの観点を明確にしたうえで，それぞれの課題内容を示せ。

- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち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機械技術者として3つ示せ。
- (3) 前問(2)で示したすべての解決策を実行した結果、得られる成果とその波及効果を分析し、更に新たに生じる懸念事項への機械技術者としての対応策について述べよ。
- (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・留意点について題意に即して述べよ。

I-2 社会インフラに関連する機器・設備では、ひとたび事故が発生して稼働が停止すると、その影響は事業所内に留まらず、我々の社会生活にまで及ぶ恐れがある。その際、公益が毀損されるだけでなく、直接的若しくは間接的に公衆の安全が損なわれることも想定される。そのため、事故発生直後から稼働再開に至る各局面で、迅速かつ適切な対応が求められる。

上記の状況を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 社会インフラに関連する機器・設備において、故障や破損などに起因して公衆に影響を及ぼす重大な事故が発生した際の事故発生直後からの取組について、当該機器・設備の運用・管理を統括する技術者としての立場で、多面的な観点から3つの課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、その課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その理由を述べよ。その課題に対する複数の解決策を、機械技術者として示せ。
- (3) 前問(2)で示したすべての解決策を実行しても残存しうる若しくは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。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-1
答案使用枚数	1枚目 3 枚中

技術部門	機械部門
選択科目:	機械設計
専門とする事項:	生産設備の設計

(1)	多	面	的	な	観	点	か	ら	の	課	題	と	そ	の	内	容								
	ガ	ラ	ス	製	造	業	を	例	と	し	て	エ	ネ	ル	ギ	ー	自	給	率	上	昇	に	つ	
い	て	述	べ	る	。	ガ	ラ	ス	製	造	業	は	全	産	業	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	内	
1%	を	占	め	る	。	エ	ネ	ル	ギ	ー	多	消	費	型	産	業	で	あ	る	。	特	に	原	料
溶	融	や	化	学	強	化	，	コ	ー	ト	工	程	で	は	大	量	の	熱	・	電	力	を	消	費
費	し	て	お	り	，	大	半	が	化	石	燃	料	依	存	で	あ	る	。	エ	ネ	ル	ギ	ー	自
給	自	足	化	が	急	務	で	あ	り	，	以	下	に	課	題	を	3	つ	述	べ	る	。		
(1)	-	1.	ク	リ	ー	ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	技	術	利	活	用								
	技	術	の	観	点	か	ら	，	エ	ネ	ル	ギ	ー	生	成	か	ら	ガ	ラ	ス	生	産	ま	で
に	お	け	る	包	括	的	な	ク	リ	ー	ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	技	術	利	活	用	が		
課	題	で	あ	る	。	国	内	生	産	が	可	能	な	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	や	
水	素	，	NH ₃	は	エ	ネ	ル	ギ	ー	源	と	し	て	有	効	で	あ	る	。	自	給	率		
上	昇	に	貢	献	す	る	に	は	，	こ	れ	ら	が	高	効	率	で	生	成	・	備	蓄	・	
輸	送	・	利	用	さ	れ	る	た	め	の	技	術	浸	透	が	重	要	で	あ	る	。			
(1)	-	2.	エ	ネ	ル	ギ	ー	供	給	イ	ン	フ	ラ	投	資	コ	ス	ト	確	保				
	カ	ネ	の	観	点	か	ら	，	エ	ネ	ル	ギ	ー	供	給	イ	ン	フ	ラ	投	資	コ	ス	ト
確	保	が	課	題	で	あ	る	。	ク	リ	ー	ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	の	安	定	供	給		
の	た	め	に	は	，	蓄	電	施	設	，	パ	イ	プ	ラ	イ	ン	，	タ	ン	ク	，	ス	タ	
ン	ド	等	の	イ	ン	フ	ラ	施	設	構	築	が	重	要	で	あ	る	。						
(1)	-	3.	新	エ	ネ	ル	ギ	ー	研	究	開	発	人	材	の	確	保							
	ヒ	ト	の	観	点	か	ら	，	ク	リ	ー	ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	に	関	す	る	研	究	
開	発	人	材	確	保	が	課	題	で	あ	る	。	蓄	電	や	発	電	，	輸	送	技	術	は	
高	効	率	化	や	量	産	化	が	い	ま	だ	開	発	途	上	で	あ	り	，	早	急	な	技	
術	深	化	が	重	要	で	あ	る	。															
(2)	最	重	要	課	題	と	複	数	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

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	I-1	選択科目:	機械設計
答案使用枚数	1枚目 3 枚中	専門とする事項:	生産設備の設計

	最	重	要	課	題	は	,	製	品	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	全	体	で	の	ク	リ	ー
ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	技	術	利	活	用	と	考	え	る	.	製	造	業	代	表	と	し	て
率	先	し	て	ク	リ	ー	ン	エ	ネ	ル	ギ	ー	活	用	モ	デ	ル	を	構	築	.	共	有
し	,	社	会	全	体	の	導	入	ハ	ー	ド	ル	を	下	げ	る	こ	と	が	急	務	と	考
え	る	か	ら	で	あ	る	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
(	2	)	-	1	.	P	o	w	e	r	t	o	G	a	s	に	よ	る	蓄	電	.	.	.
『	備	蓄	』	に	お	い	て	,	水	電	解	技	術	を	用	い	て	電	気	を	水	素	に
変	換	す	る	.	太	陽	光	や	風	力	等	の	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	ー	由	来
電	力	を	蓄	電	す	る	際	,	鉛	蓄	電	等	の	従	来	技	術	を	用	い	る	と	自
己	放	電	が	あ	り	ロ	ス	も	大	き	い	.	こ	こ	で	P	o	w	e	r	t	o	G
概	念	に	よ	り	H	2	に	変	換	す	る	こ	と	で	,	自	己	放	電	も	極	小	化
で	き	高	効	率	に	蓄	電	が	可	能	に	な	る	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
(	2	)	-	2	.	水	素	吸	蔵	.	N	H	3	キ	ャ	リ	ア	等	に	よ	る	高	効
率	輸	送	.	『	輸	送	』	に	お	い	て	,	生	成	し	た	水	素	を	高	い	エ	ネ
輸	送	す	る	.	水	素	タ	ン	ク	で	は	通	常	,	-	2	5	3	d	e	g	C	で
の	液	体	水	素	管	理	や	7	0	0	b	a	r	程	度	の	気	体	高	圧	縮	管	理
が	必	要	と	な	る	.	本	手	法	は	消	費	電	力	増	大	や	タ	ン	ク	高	剛	性
化	に	繋	が	り	取	扱	い	が	困	難	で	あ	る	.	こ	こ	で	水	素	吸	蔵	合	金
や	扱	い	が	容	易	な	N	H	3	へ	の	転	換	技	術	を	利	用	し	高	効	率	で
安	全	な	輸	送	を	行	う	.	(	2	)	-	3	.	燃	料	電	池	.	水	素	エ	ン
ジ	ン	.	N	H	3	燃	料	の	有	効	活	用	.	『	使	用	』	に	お	い	て	,	工
場	や	各	サ	プ	ラ	イ	チ	ェ	ー	ン	で	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	有	効	活	用	す	る
.	溶	融	炉	は	水	素	や	N	H	3	燃	料	,	生	産	ラ	イ	ン	は	燃	料	電	池
に	よ	る	発	電	,	資	材	輸	送	で	は	燃	料	電	池	又	は	水	素	エ	ン	ジ	ン
車	両	を	用	い	る	等	で	有	効	活	用	す	る	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	I-1	選択科目:	機械設計
答案使用枚数	1枚目 3 枚中	専門とする事項:	生産設備の設計

<u>(3) 成果・波及効果と懸念事項への対応策</u>												
<u>(3)-1. 成果・波及効果</u>												
成	果	は	,	自	給	率	上	昇	及	び	カ	ー
現	で	あ	る	.	波	及	効	果	は	,	本	取
ル	ギ	ー	導	入	の	ロ	ー	ル	モ	デ	ル	が
ス	製	造	業	の	み	な	ら	ず	他	産	業	も
<u>(3)-2. 懸念事項への対応策</u>												
懸	念	事	項	は	,	製	品	品	質	悪	化	で
は	ガ	ラ	ス	生	成	で	あ	る	.	ガ	ラ	ス
り	,	炉	壁	と	の	化	学	反	応	や	ガ	ラ
量	の	変	化	等	品	質	影	響	が	発	生	す
と	し	て	,	要	素	実	験	を	重	ね	て	段
ま	ず	は	小	型	炉	に	て	混	焼	実	験	等
的	に	量	産	炉	に	展	開	し	,	専	焼	へ
<u>(4). 技術者としての要件・留意点</u>												
<u>(4)-1. 技術者倫理の観点</u>												
技	術	者	倫	理	の	『	安	全	・	健	康	・
新	エ	ネ	ル	ギ	ー	普	及	に	は	物	性	に
を	伴	う	.	関	連	事	業	者	や	一	般	市
脅	か	さ	れ	る	こ	と	な	き	よ	う	,	徹
イ	ン	フ	ラ	安	全	管	理	を	遂	行	す	る
<u>(4)-2. 社会の持続可能性の観点</u>												
S	D	G	s	の	『	エ	ネ	ル	ギ	ー	を	み
に	』	を	挙	げ	る	.	ク	リ	ー	ン	エ	ネ
供	給	と	な	ら	ぬ	よ	う	留	意	し	な	が

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○
問題番号	I-1	選択 科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。


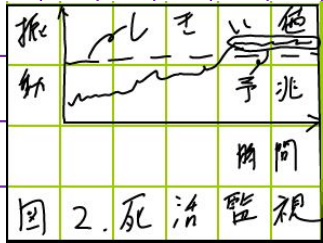
はじめに	再生可能エネルギーの活用により輸入化石燃料への依存度を減らしつつ、生産効率向上により使用エネルギーを削減して自給率を高める取り組みについて述べる。
1 エネルギー自給率を上げるための課題	
1.1 電化の促進：エネルギー内容の観点	現在、製造業の使用エネルギーの内訳は、化石燃料が62%、電力が22%である。化石燃料はほとんどが輸入に依存している状況であり、自国で調達可能な電力へシフトしていくことが自給率の上昇には必要である。このため、電化の促進が課題である。
1.2 再生可能エネルギーの活用：○○の観点	現在、電源構成のうち76%が化石燃料である。自給率を高めるには再生可能エネルギーの比率を高める必要がある。このため、再生可能エネルギーの活用が課題である。工場に太陽光パネルを設置するなど再生可能エネルギーの活用を進める。 あと一行分何かを書いている。
1.3 デジタル技術の活用：生産性の観点	再生可能エネルギーの活用とともに、エネルギー消費量を低減することで、輸入化石燃料の依存は低下する。製造業では生産過程で多くのエネルギーを使用する。IoTなどデジタル技術活用による稼働状況のモニタリングなどが生産性を向上させる。このため、デジタル技術の活用が課題である。

24文字 x 25行 = 600字

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○
問題番号	I-1	選択 科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

2	最重要課題とその解決策	
	デジタル技術の活用することは、電化の促進や再生可能エネルギーへの切り替えを容易とする。このため	
	1.3の課題「デジタル技術の活用」を最重要と考える。	
	2.1 モーションキャプチャを活用した技術伝承	
	熟練者の技術を設備に伝承して生産性を向上させるためにモーションキャプチャの活用を提案する。具体的には、熟練者の動作を繰り返し分析し、センシングと情報処理、およびアクチュエーションの領域を数値化し、ロボットアームなどに教示する。これにより、設備は熟練者と同等以上の速度で正確な動作を繰り返し、生産性の向上と品質の安定化を確保できる。	
	2.2 IoTによる状態把握	
	製造設備にIoTセンサを搭載することとを提案する。具体的には、電流センサなどIoTセンサから稼働状況や消費電力の情報を収集する。モニターによって一元的に表示することで、低効率設備を明確化する(図1)。保守や高効率設備への交換を行うことで、生産性を向上させる。	<p>図1. 見える化</p>
	2.3 AIによる死活監視	
	AIによる設備の死活監視を提案する。具体的には、設備に備えた加速度センサから振動データなどを収集する。AIによりデータを分析し、異常の兆候捉える(図2)。補	<p>図2. 死活監視</p>

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○○
問題番号	I-1	選択 科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

正	データの送信や保守員への警告により突発的な停止を回避し、稼働率の維持・向上を図る。
3	成果と波及効果、懸念事項と対応策
3.1	得られる成果
	生産性が向上し、再生可能エネルギーを活用することでエネルギー自給率が向上する。
3.2	波及効果
	デジタル技術の活用で工場のスマート化が進み、省人化によってコストダウンが可能となり、価格競争力が向上する。
3.3	新たな懸念事項と対応策
	デジタル化により設備がネットワーク接続することで、サイバー攻撃により情報流出や設備の乗っ取りが発生する懸念が発生する。対応策として、VPN（仮想専用線）によるクローズド領域でのネットワーク利用を実施する。さらに、改ざんが困難でトレース可能なブロックチェーン技術の活用も有効である。
4	必要要件
倫理	工場由省人化により突発的な異常事態への対応の遅れに留意する。工場のフェイルセーフ設計を行い、従業員や近隣住民の安全・健康・福利を確保する。
持続可能性	死活監視で故障前に交換した部品がまだ使用可能である場合は、負荷が小さな設備で再使用する。資源を有効利用することで、廃棄物や新たな資源の使用を低減し、持続可能な社会の実現に貢献する。

24文字 x 25行 = 600字

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

技術部門	機械 部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号	I	-	1
------	---	---	---

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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。
(図表を用いて解答する場合を含む。)

1.	エ	ネ	ル	ギ	一	自	給	率	を	高	め	る	た	め	の	課	題							
1.	1.	保	全	性	を	考	慮	し	た	仮	想	発	電	所	技	術	の	確	立					
		2	0	3	0	年	ま	で	に	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一	(	以	後	、	再
ネ	)	の	比	率	を	3	8	%	ま	で	高	め	て	主	力	と	す	る	。	し	か	し	、
再	エ	ネ	は	昼	夜	や	天	候	、	季	節	で	変	動	す	る	た	め	電	力	の	平	準	
化	が	不	可	欠	で	あ	る	。	ま	た	、	中	水	力	発	電	な	ど	の	小	規	模	施	
設	は	、	大	規	模	な	施	設	に	比	べ	て	保	全	の	た	め	の	コ	ス	ト	が	か	
か	る	。	具	体	的	に	は	落	ち	葉	や	小	枝	の	除	去	作	業	な	ど	で	あ	る	
し	た	が	っ	て	、	安	定	供	給	の	観	点	か	ら	保	全	性	を	考	慮	し	た	仮	
想	発	電	所	技	術	の	確	立	が	課	題	で	あ	る	。									
1.	2.	省	エ	ネ	設	備	に	よ	る	柔	軟	な	工	程	変	更	技	術	の	確	立			
		利	用	者	側	に	も	再	エ	ネ	の	変	動	に	対	し	て	柔	軟	な	対	応	が	
め	ら	れ	る	。	ま	た	、	再	エ	ネ	は	発	電	量	が	少	な	い	た	め	設	備	の	
省	エ	ネ	ル	ギ	一	化	も	必	要	で	あ	る	。	し	か	し	、	工	場	内	の			
4	0	%	を	占	め	る	旧	式	設	備	の	エ	ネ	ル	ギ	一	効	率	は	悪	く	、	省	
エ	ネ	ル	ギ	一	(	以	後	、	省	エ	ネ	)	化	が	不	可	欠	で	あ	る	。	し	た
っ	て	、	省	エ	ネ	設	備	に	よ	る	柔	軟	な	工	程	変	更	が	課	題	で	あ	る	
1.	3.	安	全	な	水	素	貯	蔵	技	術	の	確	立	。										
		安	全	性	の	観	点	で	の	課	題	を	述	べ	る	。	次	世	代	原	子	力	発	
で	は	燃	料	棒	の	安	全	貯	蔵	が	重	要	で	あ	る	。	特	に	水	素	燃	料	電	
池	自	動	車	は	水	素	が	人	体	に	近	接	す	る	た	め	、	発	電	量	は			
1	0	%	と	少	な	い	が	、	安	全	な	水	素	貯	蔵	技	術	の	確	立	が	課	題	
あ	る	。																						
2.	最	も	重	要	な	課	題																	
	産	業	部	門	の	C	O	2	排	出	量	は	全	部	門	の	4	6	%	を	占	め	る	
	産	業	部	門	の	C	O	2	排	出	量	は	全	部	門	の	4	6	%	を	占	め	る	。

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

業	部	門	の	省	エ	ネ	化	と	再	エ	ネ	の	変	動	に	柔	軟	に	対	応	さ	せ	る		
こ	と	が	最	も	重	要	で	あ	る	。	以	下	、	課	題	解	決	策	を	述	べ	る	。		
2.	1.	工	程	の	モ	ジ	ュ	ー	ル	化	に	よ	る	段	取	り	替	え	容	易	化				
		自	動	車	部	品	の	製	造	ラ	イ	ン	に	用	い	る	抵	抗	ス	ポ	ット	溶	接		
機	を	例	に	挙	げ	て	説	明	す	る	。	溶	接	機	を	前	後	の	工	程	か	ら	切		
り	離	し	て	独	立	さ	せ	、	部	品	や	仕	掛	品	の	搬	送	を	ベ	ル	ト	コン			
ベ	ア	で	は	な	く	自	律	搬	送	車	(A	M	R)	が	行	う	。	ロ	ボ	ット	の		
エ	ン	ド	エ	フ	ェ	ク	タ	(以	後	、	E	F)	は	交	換	式	に	し	て	取	り	付	
け	部	を	標	準	化	す	る	。	測	定	器	や	保	安	用	セ	ン	サ	モ	ジ	ュ	ー	ル		
な	ど	の	付	帯	設	備	は	イ	ン	タ	ー	フ	ェ	ー	ス	を	標	準	化	し	、	プ	ラ		
グ	ア	ン	ド	プ	レ	イ	で	の	動	作	を	可	能	に	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、		
段	取	り	替	え	の	工	数	を	削	減	す	る	こ	と	が	で	き	る	。						
2.	2.	セ	ン	サ	に	よ	る	稼	働	率	の	最	大	化											
		設	備	に	取	り	付	け	た	セ	ン	サ	の	情	報	を	一	元	管	理	し	、	一	台	
の	設	備	の	稼	働	率	が	最	大	に	な	る	よ	う	に	生	産	計	画	を	作	成	す		
る	。	情	報	を	基	に	生	産	実	行	シ	ス	テ	ム	(以	後	、	M	E	S)	が	リ	
ア	ル	タ	イ	ム	で	生	産	計	画	を	作	成	す	る	。	ま	た	、	セ	ン	サ	の	情		
報	を	M	T	法	を	使	っ	て	品	質	監	視	と	設	備	の	異	常	予	知	を	行	う		
こ	と	で	、	計	画	の	実	現	精	度	を	上	げ	る	。	こ	れ	ら	の	施	策	に	よ		
り	、	歩	留	ま	り	向	上	と	ダ	ウ	ン	タ	イ	ム	の	削	減	に	よ	り	、	ム	ダ		
を	抑	制	で	き	る	。																			
2.	3.	旧	式	設	備	の	省	エ	ネ	化	と	I	o	T	化										
		プ	レ	ミ	ア	ム	効	率	モ	ー	タ	や	ヒ	ー	ト	ポ	ン	プ	式	冷	却	器	な	ど	
の	省	エ	ネ	機	器	に	換	装	す	る	。	パ	ト	ラ	イ	ト	の	情	報	や	指	針	式		
の	メ	ー	タ	の	カ	メ	ラ	画	像	な	ど	を	無	線	L	A	N	で	M	E	S	に	伝	送	す

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

る。																			
3.	す	べ	て	の	解	決	策	を	実	行	後	、	得	ら	れ	る	成	果	と
	工	場	の	省	エ	ネ	ル	ギ	一	化	と	再	エ	ネ	に	柔	軟	に	対
こ	と	で	エ	ネ	ル	ギ	一	自	給	率	向	上	に	貢	献	で	き	る	。
	波	及	効	果	と	し	て	、	顧	客	ニ	一	ズ	の	多	様	化	に	よ
量	生	産	に	も	柔	軟	に	対	応	で	き	、	企	業	競	争	力	を	向
4.	新	た	な	リ	ス	ク	と	対	応	策									
	セ	ン	サ	を	多	用	す	る	た	め	設	備	が	複	雑	化	し	、	故
や	保	全	性	悪	化	の	リ	ス	ク	が	増	す	。	ま	た	、	復	旧	作
常	作	業	の	た	め	、	従	業	員	が	危	険	に	晒	さ	れ	る	リ	ス
る	。																		
	対	応	策	と	し	て	、	セ	ン	サ	な	ど	主	要	な	部	品	を	モ
化	し	、	故	障	し	た	場	合	、	モ	ジ	ユ	一	ル	ご	と	交	換	す
定	常	作	業	時	だ	け	で	な	く	非	定	常	作	業	を	想	定	し	た
セ	ス	メ	ン	ト	と	安	全	設	計	を	行	う	。						
5.	業	務	遂	行	に	あ	た	り	必	要	な	要	件	・	留	意	点		
5.	1.	倫	理	の	観	点	：	従	業	員	と	公	衆	の	安	全	と	健	康
す	る	。	万	が	一	、	自	家	発	電	用	の	風	力	発	電	機	が	破
合	は	、	公	正	か	つ	事	実	に	基	づ	い	て	説	明	責	任	を	果
正	は	絶	対	に	行	わ	な	い	。										
5.	2.	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点	：	3	R	な	ど	の	環
計	を	徹	底	す	る	。	格	差	の	な	い	働	き	易	い	職	場	の	構
と	地	域	の	経	済	成	長	の	た	め	循	環	型	も	の	づ	く	り	経
す	。																		
以	上																		

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。 24字×25字

必須科目 T-1

技術部門：機械
選択科目：機械設計
専門とする事項：機械総合

1. 課題

(1) 太陽光発電の有効利用

2050年にカーボンニュートラルを実現するために再生可能エネルギー割合を増やす必要がある。国土の狭い日本では、太陽光発電の設置面積は世界でもトップレベルにある。カーボンニュートラルの観点で、限りある国土で太陽光発電を有効に活用することが課題である。

(2) 未利用再生可能エネルギーの活用

日本には地熱発電に利用可能な火山が数多くあるが、活用されていない。地熱を利用したバイナリー発電に利用可能な地域は国立公園にあるので利用できない。再生可能エネルギー活用の観点で、未利用再生可能エネルギーを活用することが課題である。

(3) 海外プラントによる再生可能エネルギーの生産

日本は国土が狭い。海外にプラントを建設し再生可能エネルギーを輸入する。水素を製造して船で運ぶ技術が開発されている。海外で製造した再生可能エネルギーを製造することが課題である。

2. 最も重要な課題と解決策

最も重要な課題は、太陽光発電の有効利用である。太陽光発電技術は日本の優れた技術であるため。解決策は以下のとおり。

(1) 蓄電技術の開発

余剰に発電した太陽光発電を蓄電し夜間等に使用する。最近では電解液を循環させる大容量で長寿命な蓄電技術が開発されている。これらの技術を活用する。

(2) 水素製造

蓄電しても余剰になる電力で水を分解して水素を製造する。燃料電池車に供給する。パイプラインで火力発電所に送る。水素は燃焼した時に二酸化炭素を発生しないクリーンなエネルギーである。火力発電は石炭や石油を利用するが、水素を混ぜて燃焼させる技術が開発されており脱炭素に貢献する。

(3) オンデマンドレスポンス

供給を上回る需要に対しては、オンデマンドレスポンスで需要量を減らすことが有効である。

3. 成果・波及効果・懸念事項と対応策

(1) 成果

化石燃料を減らして、再生可能エネルギーを推進するエネルギーミックスが可能である。

(2) **波及効果**

再生可能エネルギー技術を海外に輸出する。化石燃料の輸入を減らす。

(3) **新たに生じる懸念と対応策**

バッテリーや水電解ではレアメタルを使用する。産出国が限られているので地域紛争などにより入手が困難になる懸念がある。対応策として、代替材料を開発する。

4. **業務遂行上の必要な要件**

(1) **技術者倫理の観点**

公共の安全を最優先事項とすることが必要な要件である。蓄電池や燃料電池の開発ではコストやスケジュールより安全を第一とする。

(2) **社会持続性の観点**

次世代にわたって持続可能な社会の実現に努めることが必要な要件である。レアメタルを使用するので産出国の環境側面評価を行う。

以上

技術士第二次試験模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-1

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。）

エ ネ ル ギ ー 自 給 率 向 上 の た め の 課 題 と 対 策																								
1. はじめに：一次エネルギーの8割を海外からの化石燃料に頼っている我が国にとって、エネルギー自給率を向上させることは大きな課題である。ここではエネルギー自給率向上のための課題と対策を述べる。																								
2. カーボンリサイクル実現のための課題																								
2.1 再生可能エネルギーの活用（発電量の観点）：我が国は化石燃料に乏しい。また化石燃料を使用すると大量のCO ₂ を発生し環境に大きな負荷を与える。そこで再生可能エネルギーを活用することで自給率を向上できるが、現状発電量が少ない。そこで発電量の観点から再生可能エネルギーのさらなる活用が課題である。																								
2.2 エネルギー効率の高い機器の開発（使用するエネルギーの削減の観点）：自給率を向上させるためには使用する全エネルギーの削減し自給できるエネルギーを向上させればよい。そこで使用するエネルギーを削減するという観点から、エネルギーを使用する機器のエネルギー効率を高め消費電力を抑えていくことが課題である。																								
2.3 発電場所の確保（設置場所の観点）：自給するエネルギーを生産するために太陽光パネルなどの再生可能エネルギーは有効である。しかし太陽光パネルを例にとると多くは山を切り開いた斜面に設置され、非常に広い場所を必要としている。しかし我が国は海外に比べて国土が狭い。そこで設置場所の観点からこうした																								

●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

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。)

発	電	場	所	を	確	保	し	て	い	く	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。
3.	最	重	要	課	題	と	そ	の	解	策									
3.	1	最	重	要	課	題	：	上	述	2.	1	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ
を	最	重	要	課	題	と	す	る	。	こ	れ	は	自	給	率	の	向	上	と
慮	し	た	場	合	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一	の	活	用	が	必	須
か	ら	で	あ	る	。														
3.	2	課	題	解	決	策													
(	1	)	風	力	発	電	の	活	用	：	再	生	可	能	エ	ネ	ル	ギ	一
光	発	電	や	風	力	発	電	な	ど	数	多	く	の	も	の	が	あ	る	。
夜	間	わ	ず	安	定	し	て	発	電	で	き	る	も	の	は	あ	ま	り	多
そ	こ	で	こ	の	中	で	も	特	に	供	給	量	が	安	定	し	発	電	コ
い	風	力	発	電	を	電	気	エ	ネ	ル	ギ	一	と	し	て	使	う	。	
(	2	)	洋	上	発	電	に	よ	る	発	電	量	増	加	：	風	力	発	電
主	に	北	海	道	や	東	北	地	方	の	山	岳	地	帯	に	集	中	し	て
地	で	の	新	た	な	設	置	個	所	が	減	少	し	て	い	る	。	そ	こ
風	車	を	ま	わ	し	電	力	を	得	る	洋	上	発	電	を	提	案	す	る
陸	地	よ	り	も	風	力	が	強	く	大	き	な	電	力	を	得	る	こ	と
(	3	)	ス	マ	ー	ト	グ	リ	ッ	ド	の	整	備	：	風	力	発	電	は
エ	ネ	ル	ギ	一	に	比	べ	て	発	電	量	は	安	定	し	て	い	る	が
電	と	比	べ	る	と	天	候	に	左	右	さ	れ	や	す	く	安	定	性	は
の	た	め	発	電	し	た	電	力	既	存	送	電	網	を	使	い	送	る	と
電	圧	が	乱	れ	て	障	害	発	生	の	お	そ	れ	が	あ	る	。	そ	こ
ト	グ	リ	ッ	ド	を	整	備	し	、	電	力	の	需	要	供	給	に	応	じ
電	源	か	ら	電	力	を	融	通	す	る	こ	と	で	上	述	の	障	害	を
4.	解	決	策	に	よ	る	波	及	効	果	及	び	新	た	な	リ	ス	ク	と

●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。)

4.1 波及効果：風力発電は陸地では回転翼の騒音が問題となっていたが、陸地から離れた洋上発電であれば大きな影響はない。そのため回転翼を大型化し大きな電力を得ることができるので安価な電力を生み出すことができ発電効率向上と発電コスト低減が期待できる。

4.2 リスクの特定：発電効率向上のために回転翼の大型化が進むと考えられる。そのため回転翼が大きくなることで重量が増し、回転翼を支える軸受や土台の強度不足のリスクがある。

4.3 対策：回転翼の軽量化を提案する。具体的には現在回転翼に使われているガラス繊維強化プラスチック(以下 GFRP)を炭素繊維強化プラスチック(以下 CFRP)に変更する。CFRPはGFRPに比べて強度があり軽量化が期待できる。製造方法は50m以上でも製造可能なオートクレーブ法で焼き固めて製造する。

5. 業務遂行に必要な要件

5.1 倫理の観点：業務にあたっては常に社会全体における公益を確保する観点と、安全・安心な社会ストックを構築して維持管理し続ける観点を持つ必要がある。業務の各段階で常にこれらを意識するように留意する。

5.2 持続可能性の観点：業務にあたってはQCDだけでなく環境に配慮しているかについても留意する。例えば回転翼に使用するCFRPは近年リサイクルが可能になっている。そこで再生材を使用することで限りある資源を有効に活用し持続可能な社会を実現する。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5年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
------	--

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	鉄道車両用ブレーキシステム

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号	I - 2
------	-------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
○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。
(図表を用いて解答する場合を含む。)

(1)	社 会	イ ン	フ ラ	に 関	す る	機 器	の 故	障 や	破 損	に よ	り
公 衆	に 影	響 を	及 ぼ	す 事	故 が	発 生	し た	場 合	の 事	故 発	生 直
後 か	ら の	取 組	課 題								
社 会	イ ン	フ ラ	機 器	の 例	と し	て、	鉄 道	車 両	用 電	動 空	気 圧
縮 機	を 挙	げ る。	電 動	空 気	圧 縮	機 は、	大 気	中 の	空 気	を 吸	
い 込	み 圧	縮 さ	せ、	ブ レ	ー キ	を 作	用 さ	せ る	動 力	と な	る 圧
縮 空	気 を	生 成	す る	装 置	で あ	る。	こ の	圧 縮	機 が	故 障	す る
と、	鉄 道	車 両	は 走	行 で	き な	く な	る	シ ス	テ ム	と な	っ て
る。	こ の	た め、	圧 縮	機 の	運 用	・ 管	理 を	統 括	す る	技 術	者
と し	て は、	以 下	の 面	で 課	題 が	挙 げ	ら れ	る。			
①	ス ケ	ジ ュ	ー ル	面							
鉄 道	車 両	は 公	共 交	通 機	関 で	あ	る た	め、	圧 縮	機 の	故 障
よ り	走 行	で き	な く	な っ	た 場	合、	社 会	へ の	影 響	が 大	き い。
こ の	た め、	早 期	に 復	旧 す	る ま	で の	ス ケ	ジ ュ	ー ル	を 立	案
す る	課 題	が あ	る。								
②	原 因	追 及	の 面								
故 障	の 原	因 が	不 明	な 場	合、	公 衆	に 不	安 を	与 え	る 恐	れ が
あ	る。	社 会	の 安	全 ・	安 心	を 確	保 す	る た	め、	迅	速 に
を 特	定 し、	社 会	に 対	し て	説 明	す る	課 題	が あ	る。		
③	代 替	案 検	討 の	面							
社 会	へ の	影 響	を 最	小 限	と す	る た	め、	代 替	と な	る 暫	定 処
置 を	早 期	に 決	定 す	る 課	題 が	あ	る。				
(2)	最 重	要 課	題 と	そ の	理 由	及 び	解 決	策			
最 重	要 課	題 は	② 原	因 追	及 の	面 に	お け	る 課	題 と	考 え	る。
こ れ	は、	社 会	イ ン	フ ラ	機 器	の 故	障 は	社 会	へ の	影 響	が 大

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

き い こ と か ら 、 技 術 者 の 最 優 先 事 項 で あ る 「 社 会 の 安
全 ・ 安 心 の 確 保 」 を 達 成 す る た め 、 迅 速 な 原 因 究 明 が
最 も 重 要 と 考 え た た め で あ る 。 原 因 究 明 を 早 期 に 行 う
た め の 解 決 策 と し て 、 以 下 の 4 つ を 挙 げ る 。

① F T A の 実 施

故 障 し た 不 具 合 事 象 を ト ッ プ 事 象 と し て 第 1 要 因 、 第
2 要 因 … と 故 障 の 要 因 分 析 (F T A) を 行 う こ と で 早
期 に 原 因 を 特 定 す る こ と が で き る 。

② 状 態 監 視 の 実 施

圧 縮 機 に 各 種 セ ン サ (温 度 、 圧 力 、 振 動) を 取 り 付 け
る こ と で 、 正 常 / 異 常 を 判 定 で き る よ う に な り 、 異 常
値 を 示 す 物 理 量 を 把 握 す る こ と が で き る 。

③ フ ォ ル ト ト レ ラ ン ス 設 計 の 実 施

1 編 成 あ た り の 圧 縮 機 の 搭 載 台 数 が 1 台 の み の 場 合 、
故 障 時 は 圧 縮 空 気 を 供 給 す る こ と が で き な く な る た め 、
鉄 道 車 両 は 走 行 で き な い 。 そ こ で 、 小 型 容 量 の 圧 縮 機
を 2 台 搭 載 に 変 更 す る こ と で 冗 長 設 計 と し 、 1 台 故 障
時 に お い て も 、 圧 縮 空 気 を 供 給 で き る シ ス テ ム と す る
こ と が で き る 。

④ F M E A の 実 施

予 め 圧 縮 機 を 構 成 す る 各 機 器 に 対 し て 、 故 障 モ ー ド 影
響 解 析 (F M E A) を 実 施 し て お く こ と で 、 圧 縮 機 故
障 時 の 鉄 道 車 両 へ の 影 響 を 事 前 に 把 握 し 対 処 方 法 を 検
討 す る こ と が で き る 。

(3) 新 た に 生 じ う る リ ス ク と 対 策

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

早	期	に	圧	縮	機	の	故	障	原	因	が	特	定	で	き	た	と	し	て	も	、	故	障
部	位	を	交	換	す	る	こ	と	が	難	し	く	復	旧	に	時	間	を	要	す	る	リ	ス
ク	が	挙	げ	ら	れ	る	。	そ	こ	で	、	対	策	と	し	て	、	標	準	化	と	モ	ジ
ユ	ー	ル	化	が	挙	げ	ら	れ	る	。	標	準	化	は	、	多	種	多	様	な	ユ	ー	ザ
の	仕	様	を	分	析	・	整	理	し	、	共	通	仕	様	と	オ	プ	シ	ョ	ン	仕	様	に
固	変	分	離	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	共	通	仕	様	の	部	品	は	少	品	種
多	量	生	産	す	る	こ	と	で	、	調	達	リ	ー	ド	タ	イ	ム	を	短	縮	し	、	早
期	に	部	品	を	準	備	す	る	こ	と	が	で	き	る	。								
ま	た	、	標	準	化	を	行	う	際	に	、	部	品	毎	の	イ	ン	タ	ー	フ	ェ	ー	ス
を	同	形	状	と	し	、	モ	ジ	ユ	ー	ル	化	し	て	お	く	こ	と	で	、	容	易	に
部	品	交	換	で	き	る	よ	う	に	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。			
(	4	)	－	①	技	術	者	と	し	て	の	倫	理	か	ら	必	要	な	要	件	・	留	意
点																							
社	会	イ	ン	フ	ラ	機	器	は	、	故	障	時	に	社	会	へ	の	影	響	が	大	き	い
こ	と	か	ら	、	公	衆	の	安	全	・	安	心	・	健	康	・	福	利	を	最	優	先	と
し	た	上	で	、	環	境	・	文	化	・	社	会	へ	の	影	響	を	評	価	す	る	必	要
が	あ	る	。	ま	た	、	法	令	順	守	に	も	留	意	す	る	。						
(	4	)	－	②	社	会	の	持	続	可	能	性	の	観	点	か	ら	必	要	な	要	件	・
留	意	点																					
社	会	イ	ン	フ	ラ	機	器	を	設	計	す	る	際	に	は	、	地	球	環	境	の	保	全
や	次	世	代	へ	の	持	続	に	努	め	、	技	術	者	の	使	命	・	社	会	的	地	位
・	職	責	を	自	覚	し	業	務	を	遂	行	す	る	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、	業
務	を	行	う	上	で	決	め	る	決	断	は	、	自	身	の	業	務	範	囲	・	責	任	範
囲	を	明	確	に	し	た	上	で	責	任	が	伴	う	こ	と	に	留	意	す	る	。		
																							以
																							上

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	I-2	選択科目:	機械設計
答案使用枚数	枚目	枚中	専門とする事項: 濃縮精製装置の設計

(1)	事	故	発	生	直	後	か	ら	の	取	り	組	み	に	お	け	る	課	題					
	社	会	イ	ン	フ	ラ	に	関	連	す	る	機	器	・	設	備	が	、	故	障	や	破	損	
	を	生	じ	る	と	公	衆	の	安	全	が	損	な	わ	れ	る	可	能	性	が	あ	る	。	
	以	下	に	、	機	器	・	設	備	に	事	故	が	発	生	し	た	直	後	か	ら	の	取	り
	組	み	に	お	け	る	課	題	を	3	点	抽	出	す	る	。								
	①	安	全	性	の	確	保	(	公	益	性	の	観	点	)	:	機	器	や	設	備	が	事	故
	に	よ	っ	て	故	障	や	破	損	が	生	じ	た	と	し	て	も	、	人	へ	の	危	険	性
	は	回	避	す	べ	き	で	あ	る	。	公	益	性	の	観	点	か	ら	、	事	故	発	生	直
	後	か	ら	の	取	り	組	み	に	お	い	て	は	、	安	全	性	の	確	保	が	課	題	で
	あ	る	。																					
	②	迅	速	な	復	旧	対	応	(	拡	大	防	止	の	観	点	)	:	機	器	や	設	備	に
	事	故	が	発	生	し	た	際	、	被	害	は	時	間	経	過	に	よ	っ	て	拡	大	し	て
	い	く	可	能	性	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	被	害	拡	大	を	阻	止	す	る	た
	め	に	最	速	で	復	旧	の	対	応	を	す	る	必	要	が	あ	る	。	従	っ	て	、	拡
	大	防	止	の	観	点	か	ら	、	迅	速	な	復	旧	対	応	が	課	題	で	あ	る	。	
	③	再	発	防	止	(	予	防	性	の	観	点	)	:	事	故	発	生	直	後	か	ら	、	稼
	働	を	再	開	さ	せ	る	場	合	、	同	じ	事	故	が	発	生	し	な	い	よ	う	に	す
	る	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、	同	じ	レ	ベ	ル	の	事	故	が	発	生	し	た	と
	し	て	も	、	被	害	を	最	小	限	に	す	る	必	要	が	あ	る	。	従	っ	て	、	拡
	大	防	止	の	観	点	か	ら	、	再	発	の	防	止	が	課	題	で	あ	る	。			

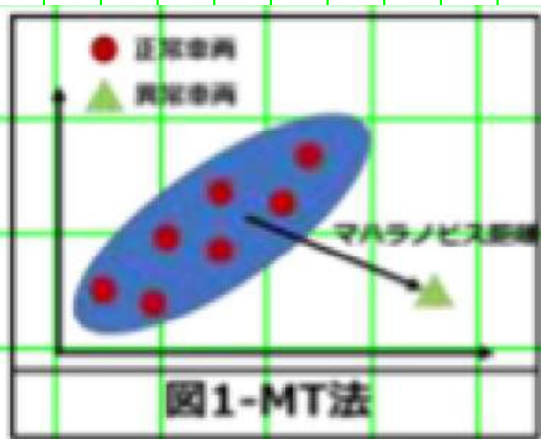
●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。 24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-2
答案使用枚数	枚目 枚中

技術部門	機械部門
選択科目：	機械設計
専門とする事項：濃縮精製装置の設計	

(2) 最重要課題と解決策												
最重要課題：安全性の確保とする。												
抽出理由：安全性は、人命に直結し、公益優先の原則より最重要視すべきだからである。以下に、本課題に対する解決策を3点示す。												
① ロボットの活用：事故の発生した現場での状況確認や対応作業などにロボットを活用する。人が直接現場で対応する必要がなくなるため、2次的な事故を回避できるようになる。事故発生直後の危険発生を防ぎ、安全性の確保に寄与できる。												
② ドローンとIoTの同期：ドローンを用いて複数の現場の被害規模をリアルタイムで状態監視する。更に、IoTを活用して共有することで、保全などを的確に対応できるようになる。そのため、安全性を保持することができるようになる。												
③ クラウドによる状態監視：												
機械・設備を再稼働させる際												
加速度センサーを取り付け、												
振動を高速フーリエ変換にて												
解析する。解析結果をマハラ												
ノビス・タグチシステム (MT)												
法にてマハラノビス距離 (MD2)												
を用いて以上判定を行う。MD2値が正常範囲を大きく												
外れた場合を以上と判定する。これをクラウドにて監												
視し、安全性を継続するようになる。												



●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

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	I-2	選択科目:	機械設計
答案使用枚数	枚目	枚中	専門とする事項: 濃縮精製装置の設計

(3) 残存しうる若しくは新たに生じうるリスクと対策																								
第 2 章 で 述 べ た 解 決 策 は 、 全 て 機 械 ・ 設 備 自 身 の 安																								
全 性 の 確 保 に 関 す る 内 容 で あ る 。 社 会 の 不 確 実 性 が 増																								
加 す る 中 で の 事 故 に 対 す る 安 全 性 が 確 保 で き な い リ ス																								
ク が 生 じ う る 。 本 リ ス ク へ の 対 策 と し て 、 安 全 性 確 認																								
型 の イ ン タ ー ロ ッ ク の 導 入 を 挙 げ る 。 安 全 性 が 確 認 で																								
き て は じ め て 、 機 器 ・ 設 備 が 稼 働 す る よ う に 設 計 を 行																								
う 。 特 に 稼 働 再 開 時 に お い て 、 再 び 事 故 が 発 生 し て も																								
安 全 性 を 確 保 で き る よ う に す る 。																								
(4) 業 務 遂 行 に お け る 要 件 ・ 留 意 点																								
技 術 者 と し て の 倫 理 : 公 衆 の 利 益 を 最 優 先 と す る よ																								
う 留 意 す る 。 事 故 発 生 時 に お い て は 、 人 命 を 最 優 先 と																								
な る よ う 対 応 を 進 め る 。																								
社 会 の 持 続 可 能 性 : S D G s の 目 標 の 一 つ で あ る 「 つ く																								
る 責 任 、 つ か う 責 任 」 を 念 頭 に 置 く よ う 留 意 す る 。 機																								
器 や 設 備 を 設 計 ・ 製 造 す る 時 だ け で な く 、 使 用 す る 場																								
合 を 含 め た ラ イ フ サ イ ク ル 全 体 を 踏 ま え た 対 応 を 進 め																								
る 。 人 々 の 生 活 に 機 器 や 設 備 が 浸 透 し て い る 中 で 、 安																								
全 性 が 継 続 的 に 確 保 で き る よ う に 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		技術部門	機械部門	※
問題番号	令和5年度 I - 2	選択科目	機械設計	
		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																				
		インフラに関連する機器・設備において重大事故が発生した際の事故発生直後からの取組について課題を以下に列挙する。																			
	① 公衆の安全の確保																				
		社会インフラに関連する機器・設備の重大事故が発生した場合に、従業員だけでなく周辺住民にも影響が及ぶ可能性がある。そのため安全を確保する必要がある。																			
	② 取るべき行動の優先順位付け																				
		社会インフラに関連する機器・設備の重大事故が起きた場合、事故発生個所がクローズアップされ「木を見て森を見ず」となりやすい。その結果、場当たり的な行動を取ってしまうことがよくある。システム思考の観点から全体を把握して優先順位を検討したうえで行動する必要がある。																			
	③ 関係機関への速やかな報告																				
		社会インフラに関連する機器・設備の重大事故が起きた場合、できるだけ自企業のみで対応しようとし、情報を隠そうとする傾向がある。その結果、従業員や公衆が速やかに避難できなくなるケースが発生する。被害がさらに増大し、従業員や公衆が危険にさらされる可能性がある。重大事故が起きた場合はいかに速やかに消防、自治体、関係省庁へ正確な報告をできるかが課題である。																			

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

I-2

社会インフラに関連する機器・設備の例として、自家発電用蒸気タービン発電システムの動翼破損事故を挙げる。重大な事故が発生した際の運用・管理を統括する技術者としての取り組みについて、多面的な観点から3つの課題を下に示す。

(1)-1 社会活動の継続の観点

蒸気タービン発電システムは社会活動に必要な出力を供給している。社会活動の継続の観点より、本システムの事故よりの迅速な復旧による発電再開への取り組みは重要な課題である。

(1)-2 人命保護の観点より

重大事故発生時は、タービン建屋の火災などの人命にかかわる二次被害が連鎖して発生する。人命保護の観点より、被害の拡大防止を実施し、二次被害を防ぐ。事故発生直後から人命にかかわる被害をいかに抑えるかの対応は重要な課題である。

(1)-3 法令遵守の観点より

蒸気タービン発電システムは社会インフラとしての重要性より、法令遵守は必須となる。法令遵守の観点より警察/消防/役所への連絡/報告が重要であり、いかに迅速に連絡をするかの課題がある。

(2)最も重要と考える課題を迅速な復旧による発電の再開とする。自家発電として企業活動を支えるのみならず、特に再生エネルギーの割合が増えている昨今では系統に接続してのベース電源として電力網を維持す

る役割も重要になっている。社会システムを支える発電再開は重要な課題である。

(2)-1 解決策 1

デジタルツインにより仮想システムを整備し、トラブル発生時復旧方法の検討を仮想空間上にて行うことにより作業の効率化、後戻り作業の防止、工法の安全船検討を先行して実施する。このことにより復旧工事の短縮を図る。

(2)-2 解決策 2

I O T と連動した P D M (製品情報管理) システムを用い、製品や設計に関するデータを一元管理し、事故発生後、故障部品の速やかな把握、部品の再手配/修理/再制作の情報を速やかに収集、出力し、効率的に復旧作業を進める。

(2)-3 解決策 3

F M E A (故障モード影響解析) を実施し、製品及び個々の部品の故障影響度を評価し、重大な影響があるものについて事前にシステムの多重化を進め、損傷に対して抗堪性を持たせておくことにより、システムの早期再稼働を図る。

(3) 残存しうるもしくは新たに生じるリスクと対策

(3)-1-1 新たに生じるリスク

自然災害や大規模テロによるトラブルにより、インフラやネットワークの断線が発生し、設備の安全な停止が出来なくなる恐れがある。

(3)-2-1 対応策

プラントの設計段階でフェイルセーフの考えを用い、もし、自然災害や大規模テロにより制御できなくなつたとしても、安全に停止できるような設備としておく。

(3)-2-1 残存するリスク

予期できない自然災害や大規模テロによるトラブルによる企業活動の停止のリスク。

(3)-2-2 対応策

事前にBCPの策定をすることにより、企業活動の継続を準備しておく。

(4) 要件、留意点

(4)-1 技術士としての倫理の観点。

倫理の観点より、法令の遵守が重要となる。特に事後発生後、警察/消防/所在地役場以外に、社会保険事務所や経済産業局への事故の届け出を遅れることなく実施することが重要である。

(4)-2 社会の持続可能性の観点。

システムの復旧にあたっては、地球環境に配慮し、廃材のリサイクルや廃棄物の適切な管理/廃棄が重要になってくる。以上（最後まで書いたが再現できず。）

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	R5 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) 事故発生直後からの取組における課題

私は浄水場で使用する設備の開発、設計業務に従事している。それらの機器、設備が故障や破損した場合水道水の給水が停止する可能性がある。これにより公衆に与える影響は大きい。以下にインフラ設備の事故発生直後からの取組における課題を述べる。

① 破損状況の把握（安全の観点）

迅速に設備を復旧するためには設備の破損状況を把握する必要がある。その際、設備やその周辺の破壊が進行中の場合、作業者に危害が及ぶ恐れがある。そのため、安全を確保した上で設備の破損状況を正確に把握することが課題となる。

② 復旧案の確立（公益確保の観点）

設備の破損状況が確認できた後、復旧案を確立する必要がある。水道水は家庭で使用されることに加え、病院等の命に関わる現場でも使用されるため公衆に与える影響は大きい。破損した設備の機能を満足できる代替案を迅速に確立することが課題となる。

③ 再発防止策の確立（再発防止の観点）

水道水の給水停止は公衆に与える影響が大きいため、再発は許されない。事故の真因を突き止め、効果的な対策を導入することが課題となる。

2) 最重要課題と解決策

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

○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。）

上	記	の	課	題	の	中	で	③	再	発	防	止	策	の	確	立	が	最	も	重	要	と				
考	え	る	。	日	本	の	イ	ン	フ	ラ	設	備	は	高	度	成	長	期	に	建	設	さ	れ			
た	物	が	多	く	、	事	故	が	発	生	す	る	可	能	性	は	高	い	。	2	0	2	1			
年	に	は	和	歌	山	県	で	水	道	橋	崩	落	事	故	が	発	生	し	た	。	こ	れ	は	、		
調	査	し	づ	ら	い	箇	所	の	点	検	不	足	が	原	因	の	1	つ	と	言	わ	れ	て			
い	る	。	事	故	の	再	発	防	止	策	を	確	立	で	き	れ	ば	、	既	存	の	設	備			
に	も	展	開	で	き	効	果	は	大	き	い	た	め	最	も	重	要	と	考	え	る	。				
①	原	因	分	析																						
再	発	防	止	の	た	め	に	は	事	故	の	真	因	を	特	定	し	、	効	果	的	な				
対	策	を	導	入	す	る	必	要	が	あ	る	。	そ	の	た	め	の	手	段	と	し	て	、			
故	障	の	木	解	析	(F	T	A)	が	あ	る	。	F	T	A	と	は	、	事	故	等	の	事	象
に	対	し	考	え	ら	れ	る	原	因	を	挙	げ	る	。	更	に	、	そ	れ	ら	の	原	因			
を	深	堀	り	し	て	い	く	こ	と	で	真	因	を	解	明	す	る	手	法	で	あ	る	。			
こ	れ	に	よ	り	真	因	を	特	定	し	、	効	果	的	な	対	策	を	講	じ	る	。				
②	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	方	法	の	見	直	し														
適	切	な	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	方	法	を	導	入	す	る	こ	と	で	、	事	故	の				
再	発	を	防	止	す	る	必	要	が	あ	る	。	解	決	策	と	し	て	、	ド	ロ	ー	ン			
に	よ	る	点	検	の	導	入	や	、	ア	コ	ー	ス	テ	ィ	ッ	ク	エ	ミ	ッ	シ	ョ	ン			
(A	E)	に	よ	る	き	裂	の	早	期	発	見	が	あ	る	。									
③	事	故	、	技	術	の	伝	承																		
事	故	の	再	発	防	止	の	た	め	に	は	、	後	世	の	技	術	者	が	適	切	に				
設	備	を	保	全	す	る	必	要	が	あ	る	。	事	故	の	原	因	分	析	結	果	を	書			
類	に	残	し	、	定	期	的	な	教	育	会	を	実	施	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、			
事	故	発	生	の	メ	カ	ニ	ズ	ム	も	伝	承	す	る	こ	と	で	、	保	全	の	意	味			
を	後	世	の	技	術	者	に	理	解	し	て	も	ら	う	。											

●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。）

<u>3) リスクと対策</u>																								
<u>リスク① FTAの分析不足</u>																								
FTAの際に分析不足により真因が漏れる可能性がある。対策としてFTA実施時は、設計、運営管理、製造、営業等複数部門の意見を聴取することで真因の抜け漏れを防止する。																								
<u>リスク② 新たなメンテナンス方法導入による一時的な品質低下</u>																								
導入初期は、ドローンの操作不良やAEの誤検知等の不具合が生じる可能性がある。対策として、熟練技術者による教育会の実施がある。また、導入初期は目視確認等との併用期間を設け、検出精度を高める。																								
<u>4) 必要となる要件、留意点</u>																								
<u>倫理の観点</u>																								
重大な事故発生時は、責任の所在を明らかにしようとする混乱が生じることがある。しかし、最も重要なことは安全の確保と迅速な復旧であることに留意する。要件として、冷静な分析力が求められる。																								
<u>社会の持続可能性の観点</u>																								
浄水場等のインフラ設備は稼働期間が数十年に及ぶため、高い信頼性と安全性が求められる。しかし、メンテナンス費用が高くなると持続できなくなることになり留意する。安価なメンテナンス技術の開発が要件となる。今後建設される再生エネルギーのインフラにおいては環境負荷を考慮した設計が求められる。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。

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	—	—							

技術 部門		受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

枚数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

<p>(1) 私は除振台メーカーの技術者である。ユーザである海外の液晶パネルの製造工場にも100回以上訪問し、アクティブ除振装置の調整を行ってきた。その経験を踏まえ、液晶パネル生産設備の運用・管理技術者としての立場で以下述べる。除振台の故障・暴走による液晶パネル製造工場の設備の故障や破損の事故を想定する。</p> <p>1-1) 課題1: 人命の尊重</p> <p>どんな場合でも人命の安全は機能安全を考慮しても最優先しなければならない。人命の軽視は、業界自体の信頼を損ない、働き手が敬遠する原因にもなるからである(安全の観点)。</p> <p>1-2) 課題2: 経済的損失の最小化</p> <p>社会インフラ設備の停止は、液晶パネルの供給停止につながる。スマホ、液晶ディスプレイ関連の多くの製造業、流通業、サービス業にも影響する。そして全世界的に大きな損失をもたらすからである(経済の観点)</p> <p>1-3) 課題3: 環境影響の最小化</p> <p>半導体・液晶パネルの製造で多く用いられる有毒ガスの流出は、環境にも大きな影響を及ぼす。環境への影響を最小化させるために、有毒ガスの環境への流出を防止することが必要である(環境の観点)。</p> <p>(2) 最重要課題と解決策</p> <p>最重要課題は1-1)の人命の尊重である。理由は、人</p>	
--	--

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		受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

枚数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

命の尊重は経済的損失の削減や環境影響の縮小にもつながらなければならない。

2-1) 解決策 1 : 配管の工夫

除振台の可動範囲には有毒ガスの配管の取り回しをせず、可動範囲外に配管をする。除振台除振台の異常により、配管が断裂して有毒ガスが流出し、人体に影響を与えることを防止する。

2-2) 解決策 2 : インターロック

除振台を含む装置には必ずインターロックを設ける。アクティブ除振台の位置異常信号だけでなく、コントローラの故障も想定し、リミットスイッチを設ける。異常を検知することにより位置異常時に作業者がアクセスできないようにし、作業者の安全を守る。

2-3) 解決策 3 : 除振台のすきま

15mm以上のすきまが除振台の可動部に存在すると、作業員が除振台の過浮上または着座時に指をはさむリスクがある。除振台の可動部のすきまは7mm以下とし、指が入らないようにする。指はさみによる人身事故を防止する。

(3) 残存リスクと対策

除振台上の装置でステージの繰り返し動作による空気がばねダイヤフラムの破損のリスクが考えられる。

対策は、非接触で除振性能を損なわず、かつ変位を抑制するダンパを設けることである。ステージ動作は通常水平で反力による揺れも水平方向である。したが

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		受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

枚 数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

つ	て	垂	直	と	水	平	の	ダ	イヤ	フ	ラ	ム	両	方	に	負	荷	が	か	か	る	。																																												
積	層	ゴ	ム	を	0	.	5	m	m	の	す	き	ま	で	水	平	方	向	に	用	い	て	変	位	を																																									
抑	制	す	る	た	め	、	金	属	同	士	の	衝	突	に	よ	る	振	動	の	発	生	が	な	い	。																																									
ま	た	非	接	触	で	あ	る	た	め	、	オ	イ	ル	ダ	ン	パ	や	ゴ	ム	ス	ト	ッ	パ	の	よ	う	に	除	振	性	能	を	損	な	う	こ	と	も	な	い	。																									
(4) 業務遂行要件と留意点																																																																		
公	衆	の	利	益	を	最	優	先	に	す	る	た	め	、	事	故	か	ら	の	速	や	か	な	復	旧	に	よ	り	地	域	の	安	全	、	通	常	の	社	会	生	活	へ	の	復	旧	を	心	が	け	る	。															
除	振	台	の	設	計	に	当	た	っ	て	は	S	D	G	s	の	「	つ	く	る	責	任	、	つ	か	う	責	任	」	を	念	頭	に	リ	デ	ュ	ー	ス	、	リ	ユ	ー	ス	、	リ	サ	イ	ク	ル	の	3	R	を	心	が	け	る	。								
再	利	用	や	改	造	を	し	や	す	い	設	計	と	す	る	。	耐	用	年	数	の	短	い	ゴ	ム	系	の	部	品	は	交	換	し	や	す	く	、	耐	用	年	数	の	長	い	ハ	ニ	カ	ム	定	盤	な	ど	の	部	品	は	再	利	用	し	や	す	く	す	る	。
大	学	な	ど	の	教	育	機	関	で	半	導	体	、	液	晶	パ	ネ	ル	の	製	造	に	つ	い	て	体	系	的	に	学	べ	る	機	会	が	少	な	い	。	除	振	台	や	三	次	元	測	定	機	の	業	界	も	同	様	で	あ	る	。							
大	学	と	の	交	流	、	イ	ン	タ	ー	シ	ッ	プ	の	受	け	入	れ	を	通	じ	て	、	製	造	業	に	若	手	の	人	材	が	定	着	で	き	る	よ	う	に	す	る	。																						
除	振	台	メ	ー	カ	で	あ	る	自	社	も	努	力	し	て	い	き	た	い	。																																														
																											以	上																																						

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

こ	れ	ら	を	防	ぐ	た	め	、	物	流	、	機	器	・	設	備	お	よ	び	構	造	物	に
対	す	る	レ	ジ	リ	エ	ン	ス	性	を	向	上	し	て	お	く	こ	と	が	課	題	と	な
る	。																						
2	・	1	最	重	要	課	題	と	そ	の	選	定	理	由									
課	題	①	は	課	題	②	と	課	題	③	と	比	較	し	て	、	公	衆	の	安	全	に	
直	結	す	る	も	の	で	あ	り	、	被	災	後	に	取	り	組	む	作	業	と	し	て	の
緊	急	性	が	高	い	。	し	た	が	っ	て	、	課	題	①	を	最	重	要	課	題	と	し
て	選	定	し	た	。																		
課	題	①	に	対	す	る	解	決	策														
解	決	策	i	:	S	N	S	を	用	い	た	被	害	状	況	の	推	定					
被	災	地	付	近	の	状	況	を	早	急	に	入	手	す	る	手	段	と	し	て	S	N	S
S	を	活	用	す	る	こ	と	が	有	効	で	あ	る	と	考	え	ら	れ	る	。	公	衆	に
よ	り	投	稿	さ	れ	た	S	N	S	の	文	章	や	写	真	を	解	析	し	、	被	害	が
大	き	い	箇	所	を	推	定	す	る	こ	と	が	解	決	策	の	一	つ	と	し	て	挙	げ
ら	れ	る	。																				
解	決	策	ii	:	U	A	V	を	用	い	た	被	害	状	況	の	推	定					
無	人	機	で	上	空	か	ら	被	災	地	へ	接	近	し	、	画	像	デ	ー	タ	や	動	
画	撮	影	を	駆	使	し	て	遠	隔	か	ら	被	害	状	況	を	推	定	す	る	手	法	も
有	効	で	あ	る	と	考	え	ら	れ	る	。	し	た	が	っ	て	、	U	A	V	を	用	い
た	遠	隔	操	作	に	よ	っ	て	、	被	災	状	況	を	推	定	す	る	こ	と	も	解	決
策	の	一	つ	と	し	て	挙	げ	ら	れ	る	。											
3	・	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	そ	れ	へ	の	解	決	策					
上	記	の	よ	う	な	遠	隔	地	か	ら	の	被	害	推	定	で	は	、	文	章	デ	ー	
タ	や	画	像	、	動	画	デ	ー	タ	よ	り	定	性	的	に	は	被	害	状	況	が	推	定
で	き	る	が	、	機	器	・	設	備	お	よ	び	構	造	物	に	蓄	積	し	て	い	る	損

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

傷	の	具	合	に	対	し	て	は	、	定	量	的	な	被	災	状	況	の	把	握	が	難	し		
い	。	さ	ら	に	、	現	場	と	現	物	を	直	接	確	認	で	き	な	い	こ	と	が	リ		
ス	ク	と	し	て	存	在	す	る	。	損	害	具	合	を	定	量	化	す	る	た	め	の	対		
策	と	し	て	、	超	音	波	探	傷	器	を	U	A	V	に	装	着	す	る	こ	と	で	、		
機	器	・	設	備	や	構	造	物	に	発	生	し	て	い	る	損	害	を	定	量	化	す	る		
こ	と	が	対	策	案	の	一	つ	と	し	て	考	え	ら	れ	る	。	ま	た	、	現	場	・		
現	物	を	直	接	把	握	で	き	な	い	懸	念	に	対	し	て	は	、	必	要	に	応	じ		
て	人	的	リ	ソ	ー	ス	を	併	用	す	る	こ	と	が	有	効	な	手	段	に	な	る	と		
考	え	ら	れ	る	。																				
4	:	業	務	遂	行	に	必	要	な	条	件														
(1)	:	技	術	者	倫	理	の	観	点	:	業	務	を	行	う	上	で	は	常	に	公	衆	
の	安	全	を	最	優	先	事	項	と	す	る	。	ま	た	、	災	害	復	旧	に	当	た	っ		
て	、	機	器	・	設	備	や	構	造	物	の	修	理	や	補	強	を	行	う	際	に	は	、		
フ	ェ	ー	ル	セ	ー	フ	の	考	え	を	適	用	す	る	こ	と	に	よ	っ	て	人	命	が		
脅	か	さ	れ	る	こ	と	の	な	い	よ	う	に	留	意	す	る	。								
(2)	:	持	続	可	能	性	の	観	点	:	災	害	が	発	生	し	た	後	に	は	、	上	
記	で	も	述	べ	た	通	り	、	物	流	が	完	全	に	ス	ト	ッ	プ	し	な	い	よ	う		
留	意	す	る	必	要	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	サ	プ	ラ	イ	チ	ェ	ー	ン	を		
分	割	す	る	な	ど	、	物	流	の	レ	ジ	リ	エ	ン	ス	性	の	向	上	を	図	る	必		
要	が	あ	る	。	以	上																			

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械	部門
問題番号	令和5年度-I-2	選択科目 加工・生産システム・産業機械	
答案使用枚数	1枚目 3枚中	専門とする事項	

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

	<u>社会インフラ関連機器・設備の事故発生後の対応</u>																		
社会インフラ関連機器・設備の運用・管理を統括する																			
技術者として、当該機器・設備の事故が発生した場合、																			
事故の状況の確認、関係各所への通達、早期復旧を迅速に行う必要がある。																			
(1) 重大事故の発生直後からの取組の課題																			
(1)-1. 事故の状況の正確な把握 (真実性の観点)																			
事故の状況の正確な把握が課題である。事故の状況を正しく把握してから、関係各所へ通達を行いたい。しかし、事故の状況を正確に把握するのに時間がかかってしまうと、関係各所への通達が遅くなってしまう。場合によっては、事故の状況を正確に把握できず、関係各所に通達しなければならなくなる。																			
(1)-2. 関係各所への通達の仕方 (情報伝達の観点)																			
関係各所への通達の仕方が課題である。事故の社会への影響を考えると、事業所外の政府関係者などの関係各所へ、事故の状況を通達する必要が出てくる。ただ、理解するのに高い専門性が必要な情報や不確かな情報を、どのレベルまで話すかなども考慮しなければならぬ。事故の情報への通達の仕方に工夫を要する。																			
(1)-3. 早期復旧 (レジリエントの観点)																			
当該機器・設備の早期復旧が課題である。他事業所の機器・設備を使用するなど代替の手段もある。しかし、事故の発生を考慮して、他事業所の機器・設備のキャパに余裕を作っていないと、それも難しい。社会イン																			

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械 部門
問題番号	令和5年度-I-2	選択科目 加工・生産システム・産業機械
答案使用枚数	2枚目 3枚中	専門とする事項

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

フ	ラ	の	状	態	を	元	に	戻	す	た	め	、	当	該	機	器	・	設	備	の	早	期	復	
旧	を	目	指	す	必	要	が	あ	る	と	考	え	る	。	ま	た	、	早	期	復	旧	に	は	、
他	専	門	家	の	協	力	も	必	要	に	な	る	場	合	が	あ	る	。						
<u>(2) 最も重要と考える課題と解決策</u>																								
<u>(2)-1. 最重要課題：関係各所への通達の仕方</u>																								
関	係	各	所	へ	の	通	達	の	仕	方	が	最	も	重	要	な	課	題	で	あ	る	。	関	
係	各	所	か	ら	一	般	の	人	々	に	情	報	が	伝	達	し	た	と	き	に	、	一	般	
の	人	々	が	事	故	の	影	響	を	軽	く	見	て	し	ま	う	と	、	一	般	の	人	々	
へ	の	安	全	が	損	な	わ	れ	て	し	ま	う	恐	れ	が	あ	る	。	逆	に	、	重	く	
見	て	し	ま	う	と	風	評	被	害	が	発	生	し	て	し	ま	う	お	そ	れ	が	あ	る	。
<u>(2)-2. 解決策</u>																								
<u>解決策① リスク評価</u>																								
事	故	発	生	後	の	関	係	各	所	へ	の	通	達	に	当	た	り	、	事	故	の	影	響	
に	つ	い	て	、	あ	ら	か	じ	め	リ	ス	ク	評	価	を	行	う	。	そ	の	た	め	に	、
事	故	の	影	響	の	リ	ス	ク	評	価	の	評	価	基	準	を	事	前	に	取	り	決	め	
る	。	リ	ス	ク	評	価	で	は	、	事	故	の	影	響	の	大	き	さ	、	頻	度	な	ど	
の	評	価	項	目	を	用	い	て	、	定	量	的	に	評	価	で	き	る	よ	う	に	す	る	。
<u>解決策② 事前検討</u>																								
事	故	の	発	生	を	見	越	し	て	、	関	係	各	所	へ	の	通	達	の	事	前	検	討	
を	行	う	。	事	前	検	討	で	は	、	当	該	設	備	・	機	器	に	対	し	て	専	門	
知	識	を	有	し	て	い	る	人	だ	け	で	な	く	、	有	し	て	い	な	い	人	も	チ	
一	ム	に	加	え	、	検	討	を	行	う	。													
<u>解決策③ 事業所外の専門家の協力</u>																								
事	故	の	発	生	を	見	越	し	て	、	事	業	所	外	の	専	門	家	の	協	力	を	得	
て	、	通	達	の	仕	方	に	つ	い	て	、	事	前	に	研	修	を	受	け	る	。	通	達	

●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

R5 技術士二次試験問題 必修 I-2

(機械部門-加工・生産システム・産業機械)

「社会インフラトラブル対応業務のDX化」

インフラが充実している現代社会において、公衆が安全且つ快適な生産活動を維持するための技術者人手不足が社会問題となっている。このため、現地現物の作業からリモート化する取組が急務である。本稿では電車の信号機トラブルを事例にして事故発生直後から稼働再開に至るリードタイムを短縮する取組について論ずる。

1. 統括技術者の視点で多面的な課題抽出

1-1. 設備・機器の現地確認内容のデジタル化

設備・機器の健全性確認は三現主義の観点から、現場対応を緻密にデジタル化していくことが課題である。なぜなら、日常点検には目視確認の項目が少なからず残されており人に依存した作業が存在し続けている。このため、現地現物の対応をリモート化するためには人が行っている点検項目を洗い出し、定量的に評価できる基準作りが必要条件となる。

1-2. 現地作業内容のデータベース構築

トラブル対応リードタイム短縮の観点から誰でも遠隔地から現地作業内容を確認できる仕組み作りが課題である。そして過去トラブルを蓄積したデータベースにするで、トラブル対応者はいつかある対応方法から最善の手段を最短で選択できるメリットが生まれる。

1-3. デジタルデータの利活用能力向上

デジタル技術定着化の観点から IT の急速な進歩に併せてメンバの能力を向上する必要がある。特に現場の経験者はデジタルデータよりも勘やコツに頼る習慣があるため配慮が必要である。

2. 最重要課題とその課題に対する解決策

設備・機器の原理原則や機械技術のノウハウが求められる観点から設備・機器の現地確認内容のデジタル化を最重要課題と判断する。以下、解決策を実行することで技術者人手不足を解消する。

2-1. 設備・機器の健全性確認のデジタル化

例えば、信号機の電磁開閉器は絶縁抵抗値が経年劣化により低下するため、定期点検で抵抗値を計測している。しかし積雪による凍結等の予期せぬ事態が起こった場合、突発故障が発生する。対応策として、絶縁抵抗器の上流と下流に電力センサーを取り付け常時監視する。そして信号機 LED 光量も色彩カメラで検出する。両者の電力と光量の現場データを蓄積し、設置環境との因果関係を分析することにより健全性をリアルタイムで遠隔監視できる仕組みを構築する。

2-2. 点検内容の定量評価の推進

目視確認は人により判断基準がばらつくため、現場では限度見本を作成し対応している。また五感による確認手段も残っており、これらの対応はデジタル化する必要がある。そのために

は生成 AI へ設備データを取り込み、その結果が発散・収束する発生条件を層別していくことで定量評価の取組に繋げていく。

3. 新たに生じるリスクとそれへの対応策

トラブル対応業務の DX 化を推進することで悪意ある人物からサイバー攻撃を受けるリスクが高まる。そこで二重化認証機能や管理外端末からのアクセス制限による設備乗っ取りを防止する。結果、セキュリティ強化できデータベース使用環境の信頼性も向上する。

また、DX 化により新人作業者は、現地での対応力が低下する懸念がある。そこで、設備・機器の原理原則を学べる実習の場を設け、さらにデータベースから得られるユースケースと連携することで教育そのものを次世代への技術継承に活用する。

4. 業務遂行上の必要要件と留意点

4-1. 技術者倫理

公衆の安全確保の観点から AI 活用にはデータの信頼性が担保されていないデメリットが存在するため、技術者は根拠に基づいた情報提供をインフラの使用者に開示することが必要要件となる。またインフラのリモート操作の場面で誤った操作を遠隔地で行った場合、現場作業者が不安全な環境にさらされることに留意しなければならない。このため、信号受信側から遠隔地へ指令を送り非常停止できるインターフェースとフェール設計を計画・設計する。

4-2. 社会持続可能性

トラブル復旧を待っている設備は待機動力を消費している。このため、稼働再開までのリードタイムを短縮する取組は平均復旧時間 (MTTR) や平均故障時間 (MTBF) を改善する取り組みが同時にエネルギーロスの削減に紐付く。このように技術者は取組成果をエネルギー換算した場合、どの程度の省エネ効果があるのか理解・分析して CO2 排出量で数値化することも求められる。

..... 以上

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-1 機械設計～

令和5年度技術士第二次試験問題【機械部門】

1-1 機械設計【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 塑性加工は、金属材料の加工方法として物質の塑性変形を利用し目的の形状を得る方法である。以下の塑性加工方法から3つを選択し、その特徴を述べよ。更に適用される部品の例や加工上の注意点を述べよ。

鍛造加工、圧延加工、引抜き加工、押出し加工、せん断加工、曲げ加工、絞り加工

Ⅱ-1-2 2つの部品を締結するための手法に、ねじ締結がある。ねじ締結体を設計するうえで初期締付け時にねじ部に加わる荷重と、外力が負荷されたときのねじ部の荷重を見積もることが重要である。ねじ締結体の設計で用いられる内力係数（内力比又は内外力比）を説明し、初期締付け時にねじ部に加わる荷重と、ねじ締付け軸方向に引張外力が負荷される時にねじに加わる荷重の求め方を、内力係数を用いて説明せよ。なお、変位とねじ軸力との関係を表す図などを用いて説明してもよい。

Ⅱ-1-3 機械構造物の動作制御や経年変化を継続的に測定するため、変位計が使用される。以下の変位計から2つを選択し、①測定の原理、②用途、③使用上の注意点を述べよ。

差動トランス変位計、ひずみゲージ変位計、渦電流変位計、静電容量変位計、
光ファイバ変位計、レーザ変位計、超音波変位計

Ⅱ-1-4 DRBFM (Design Review Based Failure Mode) について、その手法の概要と特徴をFMEA (Failure Mode and Effects Analysis) と比較して述べよ。そのうえで、実施する際に考慮すべき事項を3点挙げてその理由を説明せよ。

II-1-1

・鍛造加工・圧延加工・曲げ加工を選択する。

(1)-1 鍛造加工 特徴

加熱した鋼をハンマー/金型等でプレスすることにより、内部欠陥がない、任意の形状の部品が得られる。

(1)-2 鍛造加工部品の例

クランク軸

(1)-3 鍛造加工上の注意点

加工方法上、寸法精度が低いため、追加で切削加工が必要になる。

(2)-1 圧延加工 特徴

加熱した鋼をロールにて圧縮することにより、内部欠陥をなくし、均一な厚みの厚板を得られる。

(2)-2 圧延加工部品の例

圧延鋼板(自動車鋼板用)

(2)-3 圧延加工上の注意点

加工方法上、表面に酸化膜が発生する。

(3)-1 曲げ加工 特徴

配管や薄板に金型などで外力を加え塑性加工することにより容易に実施可能な加工法となる。

(3)-2 曲げ加工部品の例

配管部品、板金製品

(3)-3 曲げ加工

寸法精度が低いため、要すれば追加で機械加工が必要になる。表面に割れが発生することがあり、曲げ量に注意が必要である。 以上

令和5年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
------	--

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	鉄道車両用ブレーキシステム

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号 II-1-	4
------------	---

← 解答する問題番号（1から4）を点線の枠内に必ず記入すること。
 ○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。
 （図表を用いて解答する場合を含む。）

<u>(1) D R B F M の手法の概要と特徴</u>																								
D R B F M とは、不具合の起こりやすい設計変更点や新規設計箇所に着目した故障モード影響解析である。																								
D R B F M では、設計者の心配事項も記述するようになり、変更点が故障した際、製品への影響、客への影響について検討する。検討結果は、設計以外の他部門（営業、工作、品証、サービス）ともレビューを行い、漏れがないか確認する。影響度は小中大で評価を行い、影響があるものに対して対策を検討する。																								
一方、F M E A は全部品に対して故障モード影響解析を行い、製品への影響、客への影響を評価する。このため、D R B F M の方が F M E A より、設計変更点に対して不具合未然防止を図ることが出来る。																								
<u>(2) 実施する際に考慮すべき事項とその理由</u>																								
<u>① 設計変更点、新設計項目は全て書き出すこと</u>																								
これは、D R B F M は設計変更点に着目した F M E A であるため、網羅的に書き出すことが重要である。																								
<u>② 設計者の懸念事項を全て書き出すこと</u>																								
これは、設計者が想定する懸念事項が発生した際の影響も評価するため、書き出すことが重要である。																								
<u>③ 設計以外の他部門（営業、工作、品証、調達、サービス）のレビューを行うこと</u>																								
これは、変更点に対する分析はできるだけ多くの視点でレビューし不具合発生の可能性有無を評価することが重要である。																								
以上																								

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	II-1-4	選択科目:	機械設計
答案使用枚数	枚目	枚中	専門とする事項: 濃縮精製装置の設計

1. DRBFM の概要と特徴												
DRBFM は、デザインレビューをもとに対象の変更点における不具合を解析し、未然防止するためのツールである。FMEA は、対象全体における故障モードの影響を解析する。一方で、DRBFM は、デザインレビューを実施した上で、「変更点」に重点を置いた解析を実施する。そのため、対象の改造やモジュール部からの変更点に関する不具合の解析については、FMEA よりも効率的に実施することができる。												
2. DRBFM を実施する際に考慮すべき事項												
以下に、DRBFM を実施する際に考慮すべき事項について3点説明する。												
① リスク洗い出しの十分性 ：変更によって発生するリスクの洗い出しが十分でないと、思慮不足による不具合発生を防止することが出来ない。そのため、リスクを十分に洗い出したか考慮することは重要である。												
② リスク算定の妥当性 ：不具合による被害規模と発生確率からリスクを算定する。この時、リスク算定の妥当性が十分でないと、低減措置の優先順位が不十分になり不具合を回避できなくなる。従って、デザインレビューにてリスク算定の妥当性を考慮すべきである。												
③ 低減措置の妥当性 ：故障モードに対する低減措置が妥当でないと、リスク低減をすることが出来ない。そのため、不具合の未然防止のために低減措置の妥当性を考慮するべきである。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

1. DRBFMの概要と特徴

- ・変更にかかる心配点と工夫点を設計者が書き出してデザインレビューする。
- ・FMEAと異なり範囲を限定しているため、早くて効率的なデザインレビューが可能である。

2. 考慮すべき事項

(1) 対象とする変更点

設計上の変更点以外に、製造・使用条件・環境もあることに留意する。

(2) レビュー者の関与

変更点が抜け漏れないように関係者によりレビューする。ベテランが心配点と工夫点をレビューして改善に関わるのが重要である。

(3) FMEAがあること

DRBFMは、FMEAがある製品に対して適用すること。変更点を評価の対象としているからである。

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 機械設計を行ううえで，競合する複数の目的を最小化（若しくは最大化）する多目的最適設計が有効であることが多い。あなたは製品開発のリーダーとして，機械製品を対象にした多目的最適設計を行い，要求される機能を満たす製品の設計をまとめることになった。業務を進めるに当たって，下記の問いに答えよ。

- (1) これまで開発に携わった製品（若しくは部品）を具体的に１つ挙げ，①多目的最適設計として考える必要性，②多目的最適設計における評価項目（評価関数）や守るべき条件（制約条件）等について述べよ。
- (2) 設計上変更できるパラメータである設計変数を明らかにし，その選定理由を述べよ。また，多目的最適設計の設計解を求めるための具体的な方法や留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 多目的最適設計では，最終的にいくつかの設計解の候補を絞り込まなければならない。デザインレビュー（DR）以外に，どのようにして設計解の候補を絞り込んだのか，関係者との調整方法も含め，多目的最適設計の特性を踏まえて述べよ。

Ⅱ－２－２ あなたは新製品開発のリーダーとして開発全般を取りまとめながら開発を進め，新製品の試作品が完成した。試作品の試験（運転試験，耐久試験，型式試験など）を実施したところ製品を構成する機械要素（歯車，軸，軸受，軸継手，ばね，ダンパ，ねじ・リベット等の締結要素，シール，カム・プリー・ワイヤロープ・チェーン等の動力伝達要素，他）の１つで不具合が発生した。あなたは発生した不具合を調査して原因を究明し，製品を完成させるための対策の指揮を取ることとなった。下記の内容について記述せよ。

- (1) 試作した新製品の概要を述べ，不具合が生じた機械要素とその不具合を説明せよ。そして，不具合要因の因果関係を整理して分析する手法などを用いて，要因を究明するために調査，検討すべき事項を挙げよ。
- (2) 調査，検討すべき事項の中から要因と判断した項目の調査結果と判断した理由を述べ，その対策を立案するに当たり留意すべき点，工夫すべき点を述べよ。
- (3) 不具合に対する対策内容を説明せよ。また，対策を決定する際の関係者との調整方法について述べよ。

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙


受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

技術部門	機械 部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
 ○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。
 （図表を用いて解答する場合を含む。）

問題番号	Ⅱ-2-	1
------	------	---

1.	多目的最適化	
	図1に示す多関節ロボットを多目的最適化を使って開発する。エンドエフェクタ（以後、EF）とアーム、外製化するモータや制御器で構成する。	
	図1 多関節ロボット	
1.1	必要性と制約条件	
	必要性：アームの軽量化と強度確保の両立	
	評価項目1：アームの根元の発生応力が許容応力以下であること。基準強さは引張強さとし、ワークを置いたときの衝撃荷重を想定し、安全率は10以上と大きくする。	
	評価項目2：アームの回転モーメントが関節モータの定格トルク以下であること。	
2.	設計変数と具体的な方法、留意・工夫点	
2.1.	設計変数	
	・材料：引張強度や比重などの材料定数が発生応力や質量に影響するため。	
	・断面形状：剛性や質量に影響するため。	
2.2.	多目的最適化の手順	
1)	実験計画法に従い、設計変数を直交表に割り付けて各水準の組み合わせでの発生応力を計算する。計算にはCAEを用いる。	
2)	要因効果図から許容応力を満足する設計変数の組み	

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

合	わ	せ	を	見	付	け	る	。	応	力	へ	の	影	響	が	小	さ	い	変	数	は	軽	量	
化	の	方	向	に	値	を	変	え	る	。														
3)	設	計	変	数	と	応	力	の	関	係	に	非	線	形	性	や	交	互	作	用	が	あ	っ	
た	り	、	よ	り	多	く	の	目	的	を	扱	う	場	合	は	、	応	答	局	面	法	と	遺	
伝	ア	ル	ゴ	リ	ズ	ム	を	用	い	て	局	所	解	に	陥	る	こ	と	を	防	ぐ	工	夫	
を	行	う	。																					
4)	最	適	解	は	実	際	に	実	験	を	行	っ	て	い	な	い	推	定	値	で	あ	る	こ	
と	に	留	意	す	る	。	確	認	実	験	を	行	い	、	最	適	解	の	妥	当	性	を	確	
認	す	る	。																					
3.	最	適	解	の	候	補	を	絞	り	込	む	た	め	の	関	係	者	と	の	調	整	方	策	
・	多	目	的	の	解	は	ト	レ	ー	ド	オ	フ	の	関	係	が	あ	る	た	め	、	結	果	
を	パ	レ	ー	ト	図	で	表	し	、	重	み	付	け	や	優	先	度	を	可	視	化	す	る	。
・	解	析	の	目	標	を	明	確	に	定	め	る	こ	と	が	そ	の	後	の	手	戻	り	を	
防	ぐ	う	え	で	重	要	で	あ	る	。	ま	ず	、	顧	客	の	要	望	を	調	査	し	、	
設	計	品	質	に	落	と	し	込	む	。	そ	れ	に	対	し	て	最	適	化	が	必	要	な	
設	計	品	質	を	目	標	に	設	定	す	る	。	こ	の	プ	ロ	セ	ス	に	は	品	質	機	
能	展	開	を	用	い	る	。																	
以	上																							

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

1. 多目的最適設計の必要性

設計を行う製品例としてサイレンサーを取り上げる。サイレンサーは空調システムの構成要素で送風機の騒音を低減する目的で使用する。

サイレンサーの断面図を記載

①**最適設計の必要性**：減音性能を最大化して圧力損失を最小化するように設計する。減音性能は、圧力損失とトレードオフの関係にあるため、最適設計が必要である。

②**評価項目**：構造の固有振動数である。
構造がファン回転数と共振すると騒音発生源となり得るため。

2. 設計変数と選定理由

設計変数は内部流速と構造の振動数である。

・**選定理由**：内部流速が速いと流体騒音が発生するため。固有振動数がファン回転周期と近いと共振し騒音源となるため。

・**留意点**：CAE解析による振動評価を行い、固有振動数がファンの回転周期と一致しないことに留意する。サイレンサー内部で騒音を発生させないように流路が狭すぎないこと。また、渦の発生がないように設計する。

・**工夫点**：構造とファン回転数の共振を避けるために、必要性によりサイレンサー構造の剛性を上げる。

3. 関係者との調整方法

制作試験を実施する前に設計担当者、試験担当者にて打ち合わせする。トラブルシュートを想定し追加計測すべき項目や準備について調整する。

以上

令和5年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
------	--

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	鉄道車両用ブレーキシステム

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
 ○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。
 （図表を用いて解答する場合を含む。）

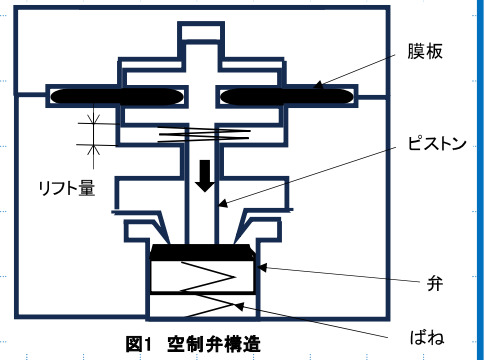
問題番号	Ⅱ-2-	2
------	------	---

(1) ① 試作した新製品として、鉄道車両用車体傾斜電磁弁装置を挙げ、概要について述べる。

本装置は、鉄道車両が高速で曲線を通過できるように車体を傾斜させるための装置である。試作品は従来機よりも小型・軽量化を図るため、構成機器の1つである空制弁の小型化を行った。

(1) ② 不具合が生じた機械要素と不具合内容

空制弁は図1に示すように、ピストン、膜板（ゴム）、弁ばねの機械要素で構成されている。耐久試験を実施した結果、ゴム部品である膜板に亀裂が発生した。



(1) ③ 原因を究明するための調査、検討事項

調査事項としては、FTA分析を実施し、膜板の破損事象をトップ事象として、第1要因、第2要因…と要因分析を行った。また、要因分析には、試作品の従来機からの変更点管理状況の調査項目も組み込んだ。FTA分析において検討すべき事項としては、寸法の異常有無、ゴム材質の変更有無、従来機からの変更箇所有無について検討を行った。

(2) ① 要因と判断した項目の調査結果及び理由

FTA分析で検討した項目の潰しこみを実施した結果、従来機からの変更点有無の調査において、空制弁の小型化を実施した結果、各部品の寸法を小さくしたにもかかわらず、車体傾斜時の応答性は低下させないよう

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

に	す	る	た	め	、	弁	の	リ	フ	ト	量	は	従	来	機	仕	様	と	し	て	い	る	こ	
と	が	分	か	っ	た	。	こ	れ	に	よ	り	、	弁	リ	フ	ト	時	に	膜	板	（	ゴ	ム	部
品	）	が	引	っ	張	ら	れ	、	従	来	機	よ	り	も	膜	板	の	変	形	量	が	大	き	
く	な	っ	た	た	め	、	亀	裂	が	発	生	し	た	こ	と	が	わ	か	っ	た	。			
<u>（ 2 ） ② 対策を立案する際の留意点、工夫すべき点</u>																								
対	策	を	検	討	す	る	に	あ	た	り	、	試	作	品	は	従	来	機	よ	り	小	型	・	軽
量	化	を	図	る	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、	車	体	傾	斜	時	の	応	答	性		
は	変	更	で	き	な	い	た	め	、	弁	の	リ	フ	ト	量	は	小	さ	く	で	き	な	い	
こ	と	に	留	意	が	必	要	で	あ	っ	た	。												
そ	こ	で	、	対	策	と	し	て	は	膜	板	（	ゴ	ム	部	品	）	の	材	質	変	更	や	
構	造	の	見	直	し	、	膜	板	以	外	の	代	替	案	を	検	討	す	る	等	の	視	点	
で	工	夫	す	る	べ	き	で	あ	る	。														
<u>（ 3 ） ① 不具合に対する対策内容</u>																								
弁	の	リ	フ	ト	量	を	変	更	せ	ず	、	膜	板	（	ゴ	ム	部	品	）	が	引	っ	張	
ら	れ	な	い	構	造	と	す	る	た	め	、	膜	板	を	廃	止	し	、	M	Y	パ	ッ	キ	
ン	に	よ	る	受	圧	方	式	に	変	更	し	、	耐	久	性	を	満	足	さ	せ	た	。		
<u>（ 3 ） ② 対策を決定する際の関係者との調整方法</u>																								
対	策	品	の	有	効	性	を	検	証	す	る	た	め	、	試	作	・	検	証	を	行	う	必	
要	が	あ	る	。	そ	こ	で	、	I	S	O	9	0	0	1	に	基	づ	き	、	設	計	審	
査	を	行	っ	た	。	具	体	的	に	は	、	設	計	変	更	点	リ	ス	ト	を	作	成	し	、
設	計	検	証	・	設	計	の	妥	当	性	確	認	を	行	う	方	法	・	タ	イ	ミ	ン		
グ	・	実	施	者	を	決	め	る	た	め	、	関	係	者	を	集	め	、	デ	ザ	イ	ン	レ	
ビ	ュ	ー	（	D	R	）	を	開	催	し	た	。	D	R	に	て	、	変	更	点	に	対	し	
て	不	具	合	要	因	が	な	い	か	複	数	の	視	点	で	評	価	し	、	検	証	を	進	
め	る	こ	と	で	、	手	戻	り	な	く	対	策	品	を	決	定	し	た	。					以
																								上

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○
問題番号	II-2-2	選択科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

作では数量が少なく、15kg程度で実施していた。これにより、めっき厚さが数十μm厚くなり、めねじとの隙間がなくなつた。縮緩時に発生した摩耗粉が狭い隙間で焼き付き、固着が発生した。

2.2 対策立案にあたる留意点、工夫点

① 図面による対策：めっき処理後の有効径の公差域指示を変更することでねじ間の隙間を確保する(図)。めっき処理のみで隙間の確保を図ると、めっきがはがれて素地が露出して錆び、新たな問題が発生することにより留意する。ねじのブランク径を20μm程度細くすることで、めっき厚さを保ちつつ隙間を確保する工夫を行う。

② 加工時の対策：納入仕様書によって25±1kgでめっき処理を実施するように取り交わしを行う。発注数量によっては質量が不足することに留意する。不足時にはダミープレートを入れて表面積を25kg時と同等になるよう工夫を行う。

3 対策内容と関係者との調整方策

3.1 対策内容：上記の両対策を実施する。

3.2 調整方策

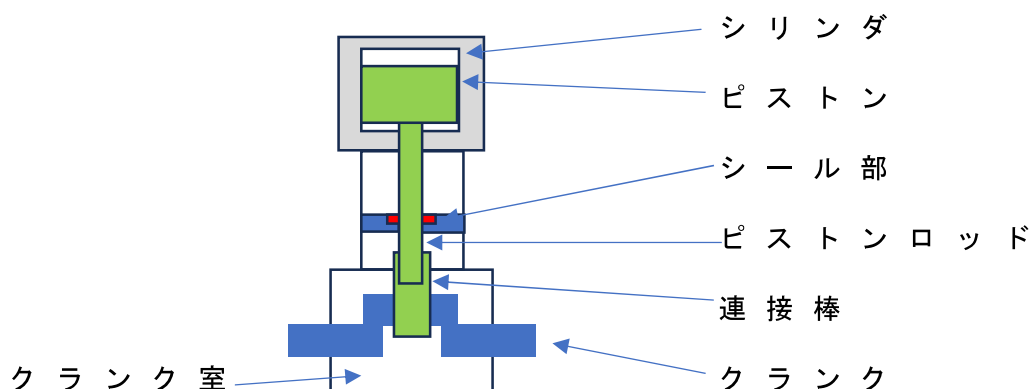
① 社内関係者：初期流動期間にめっき厚さをバレル毎に測定し、品質保証部門と協力してデータ分析を行う。安定した厚さを確保できると判断できるまで実施する。

II-2-2

(1)-1 試作した新製品の概要

新製品は縦型往復動圧縮機とする。

往復動圧縮機は電動機等による回転運動をクランク軸と接続棒を用いピストンの上下運動に変更し、ピストンによりシリンダ室内の気体を圧縮し昇圧させる製品である。下に図を示す。



(1)-2 不具合が生じた機械要素とその不具合説明

縦型往復動圧縮には、上下運動するピストンとクランク室内をシールし、クランク室内の潤滑油がピストン側に混入しないようにする目的でシールリング部品がある。シールリングに異常摩耗が発生し、クランク室内より潤滑油漏れが発生した。

(1)-3 調査、検討すべき事項

自動車業界で主に使用されている「なぜなぜ分析」の手法を用い、不具合の真因の検討を実施した。

「なぜなぜ分析」の結果下の調査、検討すべき事項を絞り込んだ。

(1)-3-1 設計選定 / 現物のピストンロッド速度の問題

(1)-3-2 設計選定 / 現物 / 組立上のシールリングの問題

(1)-3-2 設計選定 / 加工上のピストンロッドの問題
が考えられる。

(2)-1 調査結果と判断した理由

(1)-3-1/2 につき現物主義にのっとり、
現物の運転状態 / 寸法を調査し、加えてシールリングを
交換しての再運転を実施した。併せて過去の実績事
例を調査 / 部品のすることによりピストンロッド速度
やシールリングの問題でないことを確認した。

(1)-3-3 につき、ピストンロッドの外径は問題なか
った。一方、面仕上げが類似機実績品と比較し粗かっ
た。・類似機 Ra0.2 ・現品 Ra1.6 このことより、
ピストンロッドの面粗度の問題と判明した。加工業者
への聞き取りにより、図面上、面粗度が明確に指定さ
れておらず、加工方法の指示もなかった為、旋盤によ
る切削加工において粗めに加工されたことが原因と判
明した。

(2)-2 対策を立案時留意すべき点、工夫すべき点。

図面指示を明確化し、また加工方法を見直し、加工業
者 / 作業者の違いによる誤差が出ないようにする点。

(3)-1 不具合に対する対策内容

ピストンロッド表面仕上げ加工を切削加工ではなく、
研削加工に指定し、表面粗さ Ra0.2 以下を明確とする。

(3)-2 関係者との調整方法

関係者の利害を上手く調整して取りまとめるリーダ
シップを発揮して関係者との調整を実施した。以上

令和5年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-1 機械設計【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 部品の入手から製品の配送にいたるまで，モノづくりにはサプライチェーンを通じた物流が不可欠である。しかし，物流が二酸化炭素排出量全体に占める割合は大きく，環境の側面から輸送効率の向上に向けた対策が急務である。これに対応し，モーダルシフトなど環境負荷の低い輸送手段への切り替え，例えば，輸送車両の大型化や低燃費車両の導入などが試みられているが，製品を設計する観点からも多面的なアプローチが考えられる。

- (1) 担当する製品を具体的に1つ示し，購入部品や製品の輸送効率を向上する事を目的として，設計段階で重要になる課題を機械技術者としての立場で多面的な観点から3つ抽出せよ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，重要と考えた理由とその課題に対する複数の具体的な解決策を示せ。
- (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。

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
------	--

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	鉄道車両用ブレーキシステム

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号	Ⅲ- 1
------	------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
 ○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。
 （図表を用いて解答する場合を含む。）

(1) ① 担当する製品例として、鉄道車両用ブレーキ制御装置を挙げる。
(1) ② 購入部品や製品の輸送効率を向上することを目的として設計段階で重要になる課題
(a) 部品の点数の観点
部品点数が多い場合、部品を製作するサプライヤの数も増え、輸送する部品点数も増加する。これにより、輸送時にトラック等からの二酸化炭素排出量が増加する。従って、部品点数の削減が課題である。
(b) 部品の大きさの観点
部品や装置が大きい場合、1度に少量しか輸送できない。従って、部品や装置は小型化し、輸送しやすくすることが課題である。
(c) 部品の種類の観点
部品の種類が多い場合、都度、製作・納品のための輸送が必要となり非効率となる。そこで、標準化とオプション化の組み合わせにより装置を構成することで、標準部品はまとめ生産、一括輸送が可能となる。従って、部品の種類を削減し、標準化とオプション化が課題である。
(2) ① 最重要と考える課題は (c) 部品の種類の削減である。これは、部品や装置の種類を削減するためには、類似品を統合し、標準化を進める必要がある。標準化を検討する際、(a) 部品点数の削減や (b) 部品の小型化は考慮しながら検討を進めることで実現

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

可	能	で	あ	る	が	、	(	c	)	部	品	の	種	類	の	削	減	は	、	様	々	な	ユ
ー	ザ	の	仕	様	を	網	羅	で	き	る	よ	う	、	全	体	を	俯	瞰	し	な	が	ら	、	
標	準	仕	様	と	オ	プ	シ	ョ	ン	仕	様	に	分	け	、	部	品	の	種	類	を	決	め	
る	必	要	が	あ	る	。	ま	た	、	部	品	の	種	類	を	削	減	し	、	標	準	化	と	
オ	プ	シ	ョ	ン	化	を	取	り	入	れ	る	こ	と	に	よ	り	、	輸	送	効	率	を	向	
上	さ	せ	る	だ	け	で	な	く	、	コ	ス	ト	競	争	力	の	強	化	、	不	具	合	発	
生	時	の	代	替	品	供	給	ま	で	の	納	期	短	縮	な	ど	の	効	果	も	期	待	で	
き	る	か	ら	で	あ	る	。																	
(2)	②	最	重	要	課	題	に	対	す	る	複	数	の	解	決	策						
(a)	共	通	化	と	オ	プ	シ	ョ	ン	化												
様	々	な	ユ	ー	ザ	の	仕	様	を	整	理	す	る	こ	と	で	、	共	通	仕	様	と	オ	
プ	シ	ョ	ン	仕	様	に	固	変	分	離	す	る	。	こ	れ	ら	の	組	み	合	わ	せ	で	
客	先	仕	様	に	対	応	で	き	る	よ	う	に	す	る	こ	と	で	、	標	準	化	に	よ	
り	部	品	の	種	類	を	削	減	し	、	大	量	生	産	に	よ	る	輸	送	効	率	化	が	
可	能	に	な	る	。																			
(b)	イ	ン	タ	ー	フ	ェ	ー	ス	の	共	通	化										
オ	プ	シ	ョ	ン	仕	様	は	複	数	パ	タ	ー	ン	に	分	か	れ	る	と	想	定	さ	れ	
る	。	オ	プ	シ	ョ	ン	仕	様	や	標	準	仕	様	の	イ	ン	タ	ー	フ	ェ	ー	ス	は	
共	通	化	し	て	お	き	、	そ	の	イ	ン	タ	ー	フ	ェ	ー	ス	は	国	際	規	格	に	
合	わ	せ	る	こ	と	で	、	参	入	メ	ー	カ	が	増	加	し	、	近	隣	の	メ	ー	カ	
で	生	産	が	可	能	と	な	り	、	輸	送	時	間	の	低	減	が	可	能	で	あ	る	。	
(c)	構	成	部	品	の	モ	ジ	ュ	ー	ル	化											
構	成	部	品	同	士	は	特	殊	形	状	で	は	な	く	、	輸	送	し	や	す	い	よ	う	
モ	ジ	ュ	ー	ル	化	す	る	。	こ	れ	に	よ	り	、	一	度	に	多	量	の	輸	送	が	
可	能	に	な	る	。																			

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

<u>(3) 新たに生じるリスクと対策</u>																								
<u>① 模倣品の流通</u>																								
イ	ン	タ	ー	フ	ェ	ー	ス	を	国	際	規	格	に	合	わ	せ	る	こ	と	で	、	参	入	
メ	ー	カ	が	増	え	、	近	隣	の	メ	ー	カ	で	生	産	が	可	能	と	な	り	、	輸	
送	時	間	の	低	減	が	期	待	で	き	る	が	、	模	倣	品	が	流	通	し	、	価	格	
破	壊	や	自	社	製	品	が	売	れ	な	い	等	の	リ	ス	ク	が	新	た	に	発	生	す	
る	。																							
そ	こ	で	対	策	と	し	て	は	、	国	際	規	格	に	合	わ	せ	る	際	は	、	イ	ン	
タ	ー	フ	ェ	ー	ス	部	分	の	み	と	し	、	重	要	技	術	は	ブ	ラ	ッ	ク	ボ	ッ	
ク	ス	化	す	る	こ	と	や	、	特	許	化	し	ラ	イ	セ	ン	ス	料	を	徴	収	す	る	
方	法	が	挙	げ	ら	れ	る	。																
<u>② 3Dプリンタの活用</u>																								
上	記	解	決	策	で	は	い	ず	れ	も	輸	送	自	体	を	廃	止	す	る	こ	と	は	で	
き	な	い	た	め	、	二	酸	化	炭	素	排	出	量	は	ゼ	ロ	と	な	ら	な	い	リ	ス	
ク	が	あ	る	。																				
そ	こ	で	対	策	と	し	て	は	、	3	D	プ	リ	ン	タ	の	技	術	を	活	用	し	、	
3	D	プ	リ	ン	タ	で	製	作	で	き	る	も	の	は	、	現	地	に	3	D	プ	リ	ン	
タ	を	設	置	し	、	現	地	で	製	作	す	る	方	法	が	挙	げ	ら	れ	る	。	こ	れ	
に	よ	り	、	輸	送	が	不	要	と	な	る	た	め	、	二	酸	化	炭	素	排	出	量	は	
ゼ	ロ	と	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	し	か	し	な	が	ら	、	現	地	に	3	D	
デ	ー	タ	を	送	付	す	る	必	要	が	あ	る	こ	と	や	、	製	造	に	関	す	る	ノ	
ウ	ハ	ウ	や	技	術	情	報	を	開	示	す	る	こ	と	と	な	る	た	め	、	パ	ス	ワ	
ー	ド	を	用	い	て	3	D	デ	ー	タ	を	暗	号	化	す	る	こ	と	や	、	メ	ー	カ	
か	ら	遠	隔	で	3	D	プ	リ	ン	タ	を	操	作	す	る	な	ど	の	工	夫	が	必	要	
で	あ	る	。																					
																								以
																								上

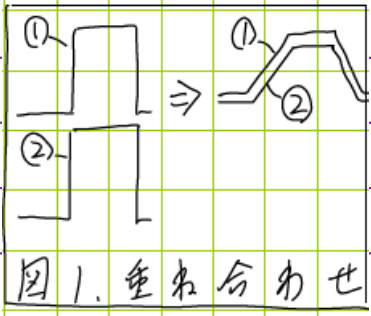
●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○
問題番号	III-1	選択 科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

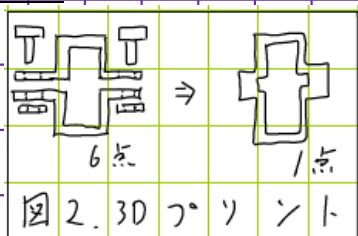
はじめに	製品は○○○○○○○○○○(○○)とする。○○は全国に○○○○○○設置し、仕様統一により北海道から沖縄までの輸送を考慮した効率的な輸送の実現が求められている。
1 輸送効率を向上させるための課題	
1.1 重ね入れ可能な形状化	
	<p>○○は製品のみならず、破損のリスクがあり交換が必要となる外装カバーのみでの輸送も検討されている。重ねて容積を減少できない形状であれば、空気を運ぶような状態となり、輸送の効率は悪い。このため、重ね入れ可能な形状化が課題である。カバーの勾配を変更によって重ね入れが可能となる(図1)。</p>
1.2 梱包資材の頑強化	
	<p>輸送や倉庫保管時の効率向上には、制限高さ限度(コンテナの場合は2.5m)まで積み上げることが重要となる。梱包箱の強度が不足している場合、積圧によって箱はたわみ、内部の製品に荷重が加わることが問題となる。このため、梱包資材の頑強化が課題である。段ボール箱からプラスチック製の輸送箱に変更することで頑強性を確保するとともに、繰り返し使用が可能なため省資源化にも貢献する。</p>
1.3 製品の軽量化	
	<p>1箱あたりの質量が大きい場合、作業者の積み上げ下ろし作業時の負担は大きくなる。質量から1箱あた</p>

24文字 x 25行 = 600字

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○
問題番号	III-1	選択 科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

<p>りの入り数に制限がかかり、最大限に容積を活用でき ないことが問題である。このため、製品の軽量化が 課題である。</p> <p>2 最重要課題とその解決策</p> <p>軽量化は輸送効率の向上とともに、材料低減による 省資源化や工事作業時の取扱性向上など波及効果が大き い。このため、1.3の課題「製品の軽量化」を最重要 と考える。</p> <p>2.1 3Dプリンタ活用による部品点数削減</p> <p>部品点数削減により軽量化を図る ため、3Dプリンタの活用を提案する。</p> <p>3Dプリンタでは中空形状など従来の 除去加工では困難であった形状の実 現が可能である。複数の部品の構成によって作製して いた形状を1部品で実現が可能である（図2）。部品 点数削減による軽量化とともに、組立工数削減による 生産性の向上にも貢献する。</p> <p>2.2 ジェネレーティブデザインの活用</p> <p>設計時にジェネレーティブデザインを活用すること を提案する。ジェネレーティブデザインは、材料・加 工方法・荷重・結合位置などの条件を入力することで AIが最適形状を複数生成するものである。設計者は生 成された形状から選択し、最終形状に仕上げることで 軽量で強度が確保された部品を短期間で得ることが可 能となる。</p>	
--	--

24文字 x 25行 = 600字

技術士 第二次試験 答案用紙

受験番号	| | | | | | | |	技術部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 ○○
問題番号	III-1	選択科目	械設設計 科目	

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

2.3 軽量材料の活用																								
比重が小さい軽量材料の活用を提案する。具体的には、○○内部の○○の一部を比重8.94の銅から2.7のアルミニウム合金に変更する。電圧供給のみで高い伝導率が不要な箇所をアルミニウム合金に変更することで軽量化が可能となる。ただし、銅との接合箇所では電位差によるガルバニック腐食の発生や酸化被膜による絶縁に留意する。錫やニッケルなどのめっきを施しこれらの問題の発生を防ぐ工夫を行う。																								
3 新たに生じるリスクと対策																								
3.1 組立、検査ミスによる品質低下																								
部品形状などが変わることで組立工程や検査方法が変更となる。初めて・変更・久しぶりの3Hはミスの発生などにより品質が低下するリスクが発生する。対策としてコンカレントエンジニアリングを推進する。設計初期段階からPDMシステムにより製造技術などとデータを共有し、情報交換しながら相互理解を深める。製品設計と同時並行的に工程設計や検査方法を検討することで対策を織り込み、品質向上を図る。																								
3.2 安全性の低下																								
部品や材料を変更することで、従来から安全性が低下するリスクが生じる。対策としてリスクアセスメントを実施する。3ステップメソッドにより本質的安設計方策などにより危険を許容可能な程度まで下げること、安全性の向上を図る。以上																								

24文字 x 25行 = 600字

Ⅲ－２ 少子高齢化により人手不足・熟練従業員退職が進展する中，設計現場・製造現場での属人化排除・実技継承が大きな問題となっている。また，地球温暖化対策に加え，エネルギーコストが上昇する中，省エネルギーやカーボンニュートラルへの対応が求められている。

一方，デジタル化による生産性変革やコスト削減，働き方改革が叫ばれる中，効率化，自動化，省人化を図るため，サイバーフィジカルシステム（CPS）を活用したデジタルツインによる対応が進んでいる。

このような状況において，現場における属人化排除のための紙やデータによるマニュアル化は進められているが，日本のお家芸である「カイゼン」と呼ばれるような製造現場が自主的に行う改善活動・現場の知識を，データとしてCPSへ取り込み，デジタルツインを精緻化することで，グローバル競争優位性を確保していくことが急務となっている。

- (1) 担当する機械製品や製造ラインを具体的に示し，技術者の立場で，「現場の知識」をデジタルツインに導入するための具体的な課題を多面的な観点から3つを抽出し，それぞれの観点を明記したうえで，課題の内容を示せ。
- (2) 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，最も重要と考えた理由と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。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	Ⅲ —2 —								

技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	機械設計 科目	生産設備の設計

枚 数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(1) デジタルツイン精緻化の多面的課題とその内容																								
<p>車載ガラス製造ラインを例としデジタルツイン精緻化を述べる。本ラインでは、原料溶融・成形・印刷・コーティング等複数工程で複雑な条件調整を要する。現状は大半を人のカンコツに依存しており、デジタルツイン精緻化は急務である。以下に課題を3つ述べる。</p>																								
(1)-1. 精緻化のベースとなるツインモデル構築																								
<p>技術の観点から、デジタルツイン精緻化に向けてベースとなるモデルの構築が課題である。印刷やコーティング工程では、インクジェット吐出やスプレー飛散等の複雑な物理現象を人が現場で判断・微調整し、出力確認を行っている。この現場フローがデジタルツイン上でも現物同様に行える必要がある。</p>																								
(1)-2. 暗黙知の形式化																								
<p>情報の観点から、デジタルツインに知識導入するための暗黙知の形式知化が課題である。カンコツに依存する繊細な条件調整や保守方法を定量化し、デジタルツインモデルに組み込むための情報整理が重要である。</p>																								
(1)-3. 精緻化のための投資コスト確保																								
<p>カネの観点から、デジタルツイン精緻化のための投資コスト確保が課題である。現実の複雑な物理現象をデジタル上で扱うには、システム投資費用や物理制御モデル構築のためのシミュレーションソフト費用等、大規模投資が必要である。</p>																								
(2) 最重要課題とその解決策																								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	Ⅲ —2 —								

技術 部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	機械設計 科目	生産設備の設計

枚 数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

	最	重	要	課	題	は	、	精	緻	化	の	た	め	の	ベ	ー	ス	モ	デ	ル	構	築	と	
	考	え	る	.	精	緻	化	に	向	け	ま	ず	は	暗	黙	知	を	正	確	に	入	れ	こ	む
	た	め	の	ベ	ー	ス	モ	デ	ル	構	築	が	急	務	と	考	え	る	か	ら	で	あ	る	.
	解	決	策	に	つ	い	て	、	順	に	複	数	述	べ	る	.								
	(	2	)	-	1	.	ヒ	ア	リ	ン	グ	・	セ	ン	シ	ン	グ	に	よ	る	事	象	整	理
	現	場	作	業	員	の	詳	細	作	業	フ	ロ	ー	を	吸	い	上	げ	、	物	理	事	象	
	を	整	理	す	る	.	現	場	判	断	→	入	力	→	物	理	変	化	→	出	力	の	順	に
	各	工	程	で	ど	の	よ	う	な	作	業	を	行	う	か	を	ヒ	ア	リ	ン	グ	す	る	.
	併	せ	て	物	理	変	化	に	関	し	て	は	各	種	セ	ン	シ	ン	グ	を	用	い	て	デ
	ー	タ	を	吸	い	上	げ	る	.	例	え	ば	、	成	形	工	程	で	は	放	射	温	度	計
	や	サ	ー	モ	カ	メ	ラ	を	用	い	て	成	形	中	製	品	の	温	度	分	布	や	形	状
	を	セ	ン	シ	ン	グ	し	現	場	作	業	フ	ロ	ー	と	の	相	関	性	を	整	理	す	る
	(	2	)	-	2	.	各	工	程	の	物	理	制	御	モ	デ	ル	構	築					
	整	理	し	た	事	象	を	基	に	、	物	理	制	御	モ	デ	ル	を	構	築	す	る	.	
	特	に	粘	性	流	体	の	複	雑	事	象	が	起	き	る	成	形	や	印	刷	、	コ	ー	ト
	工	程	に	つ	い	て	は	熱	力	学	や	流	体	力	学	を	用	い	物	理	現	象	を	モ
	デ	ル	に	落	と	し	込	む	.	ヒ	ア	リ	ン	グ	・	セ	ン	シ	ン	グ	し	た	パ	ラ
	メ	ー	タ	が	漏	れ	な	く	関	連	づ	い	て	い	る	こ	と	も	確	認	す	る	.	
	(	2	)	-	3	.	モ	デ	ル	実	行	に	よ	る	現	物	再	現	性	確	認			
	構	築	モ	デ	ル	が	現	場	作	業	フ	ロ	ー	を	再	現	で	き	る	か	確	認	す	る
	る	.	結	果	に	相	違	が	あ	っ	た	際	は	再	度	見	直	し	を	行	い	、	モ	デ
	ル	の	現	物	再	現	性	を	高	め	る	.	例	え	ば	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	上	の
	形	状	と	現	物	に	相	違	が	あ	っ	た	場	合	、	見	落	と	し	て	い	る	現	場
	パ	ラ	メ	ー	タ	が	な	い	か	確	認	し	、	現	物	と	極	力	1	:1	に	な	る	
	よ	う	修	正	を	繰	り	返	し	行	う	.												

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	Ⅲ —2 —								

技術 部門	機械	部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	機械設計	科目	生産設備の設計

枚 数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(3) 新 リ ス ク と 対 策																								
(3) - 1 . 新 リ ス ク																								
新 リ ス ク を 2 つ 挙 げ る . 1 つ 目 は 異 常 発 生 時 の 対 応 遅 れ で あ る . デ ジ タ ル ツ イ ン の 精 緻 化 が 進 む と 従 来 現 場 作 業 者 が 自 主 的 に 対 応 し て い た 作 業 が 全 て 遠 隔 で 実 施 で き る よ う に な る . 一 方 で 人 不 在 と な る 故 , 災 害 や 大 規 模 停 電 発 生 時 等 の 異 常 発 生 時 へ の 復 旧 対 応 が 遅 れ る リ ス ク が あ る . 2 つ 目 は 現 場 改 造 の デ ジ タ ル ツ イ ン へ 反 映 漏 れ の リ ス ク が あ る . 精 緻 化 の た め に は 現 物 と デ ジ タ ル ツ イ ン モ デ ル が 一 致 し て い る こ と が 最 低 条 件 で あ る . 突 発 改 造 が 入 っ た 場 合 デ ジ タ ル ツ イ ン 上 で の 再 現 性 確 認 を 怠 る と , 遠 隔 で の 結 果 と 現 物 結 果 が 乖 離 し 不 良 品 発 生 や 災 害 を 起 こ す 可 能 性 が あ る .																								
(3) - 2 . 対 策																								
異 常 発 生 時 対 応 遅 れ に つ い て は , 設 計 時 に 3 ス テ ッ プ メ ソ ッ ド に 基 づ い て 設 計 リ ス ク ア セ ス メ ン ト や F M E A を 漏 れ な く 行 う . 本 対 策 に よ り 異 常 時 の リ ス ク を 最 小 限 に し , 復 旧 の た め の 保 全 作 業 員 到 着 が 遅 れ て も 最 小 限 の 復 旧 で 対 応 で き る よ う に 設 計 を 行 う . ま た 現 場 改 造 の デ ジ タ ル ツ イ ン 反 映 漏 れ に つ い て は , ド ロ ー ン や カ メ ラ に よ る 設 備 常 時 監 視 を 行 い , A I 画 像 処 理 判 断 シ ス テ ム を 適 用 す る . 現 物 と デ ジ タ ル ツ イ ン モ デ ル に 乖 離 が あ っ た 場 合 は A I 自 動 判 断 に よ り ア ラ ー ト を 発 報 し , デ ジ タ ル ツ イ ン 側 で の 入 力 操 作 が 行 え な い よ う に す る .																								
以上																								

令和 年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	
専門とする事項		

●受験番号、技術部門、選択科目、専門とする事項及び問題番号の欄は必ず記入すること。

問題番号	Ⅲ- 2
------	------

← 解答する問題番号（1又は2）を点線の枠内に必ず記入すること。
 ○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。
 （図表を用いて解答する場合を含む。）

1.	現	場	の	知	識	の	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	化	の	た	め	の	課	題				
	自	動	車	部	品	の	生	産	設	備	を	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	化	す	る	そ	の	
	た	め	の	課	題	を	述	べ	る	。														
1.	1.	3	D	デ	ー	タ	の	活	用	技	術	の	確	立										
	設	備	の	3	D	モ	デ	ル	を	P	C	上	で	再	現	し	、	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	
	化	を	行	う	。	し	か	し	、	3	D	C	A	D	の	デ	ー	タ	は	重	く	、	設	備
	き	を	リ	ア	ル	タ	イ	ム	で	再	現	す	る	こ	と	は	困	難	で	あ	る	。	ま	た
	旧	式	設	備	に	は	3	D	モ	デ	ル	化	さ	れ	て	い	な	い	も	の	も	含	ま	れ
	る	。	こ	の	よ	う	な	観	点	か	ら	3	D	デ	ー	タ	の	活	用	技	術	の	確	立
	が	課	題	で	あ	る	。																	
1.	2.	現	場	知	識	の	効	果	的	な	仕	分	け	に	よ	る	形	式	知	化				
	現	場	の	知	識	を	形	式	知	化	し	て	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	に	反	映	さ	
	せ	る	。	し	か	し	、	膨	大	な	量	の	現	場	知	識	を	階	層	的	に	分	類	
	る	の	が	困	難	で	あ	る	。	ま	た	、	形	式	知	化	が	難	し	く	、	人	か	ら
	人	へ	の	伝	承	が	必	要	な	知	識	も	含	ま	れ	る	。	こ	の	よ	う	な	観	点
	か	ら	現	場	知	識	の	効	果	的	な	仕	分	け	と	形	式	知	化	が	課	題	で	あ
	る	。																						
1.	3.	低	コ	ス	ト	セ	ン	サ	活	用	技	術	の	確	立									
	設	備	に	取	り	付	け	た	セ	ン	サ	の	情	報	を	基	に	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	
	ン	化	す	る	。	し	か	し	、	工	場	の	I	o	T	化	に	は	膨	大	な	設	備	
	の	た	め	の	コ	ス	ト	が	必	要	で	、	か	つ	効	果	が	見	え	づ	ら	い	。	し
	た	が	っ	て	、	低	コ	ス	ト	セ	ン	サ	活	用	技	術	の	確	立	が	課	題	で	あ
	る	。																						
2.	最	も	重	要	な	課	題	：	低	コ	ス	ト	セ	ン	サ	活	用	技	術	の	確	立		
	設	備	の	状	態	を	セ	ン	サ	で	取	得	し	、	P	C	上	に	再	現	す	る	こ	

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

と	が	デ	ジ	タ	ル	ツ	イ	ン	化	を	実	現	す	る	た	め	の	根	幹	技	術	で	あ	
る	。	よ	っ	て	最	重	要	課	題	と	し	た	。											
2.	1.	機	能	性	評	価	に	よ	る	セ	ン	サ	の	適	材	適	所							
		必	要	な	セ	ン	サ	を	峻	別	し	、	適	材	適	所	に	設	置	す	る	こ	と	で
導	入	コ	ス	ト	を	抑	え	る	。	抵	抗	ス	ポ	ット	溶	接	機	を	例	に	挙	げ		
て	説	明	す	る	。	溶	接	電	流	や	圧	力	な	ど	の	制	御	因	子	と	、	周	圍	
温	度	な	ど	の	誤	差	因	子	を	測	定	器	で	測	定	し	、	出	力	で	あ	る	ナ	
ゲ	ット	径	と	の	関	係	性	を	要	因	効	果	図	で	示	す	。	2	段	階	設	計		
に	よ	り	バ	ラ	ツ	キ	に	強	い	制	御	因	子	の	組	み	合	わ	せ	を	見	付	け	
る	。	こ	の	プ	ロ	セ	ス	を	経	る	こ	と	で	、	必	要	な	セ	ン	サ	と	必	要	
な	分	解	能	を	把	握	で	き	る	。														
2.	2.	フ	ィ	ル	タ	処	理	に	よ	る	人	の	感	覚	の	デ	ジ	タ	ル	化				
		現	場	知	識	の	判	断	基	準	に	は	音	や	振	動	と	い	っ	た	、	人	の	感
覚	に	相	当	す	る	情	報	も	含	ま	れ	る	。	し	か	し	、	高	価	な	測	定	機	
に	比	べ	て	セ	ン	サ	に	は	ノ	イ	ズ	や	不	要	な	成	分	が	含	ま	れ	る	。	
対	策	と	し	て	、	F	F	T	や	オ	ク	タ	ー	ブ	バ	ン	ド	解	析	な	ど	の	フ	ィ
ル	タ	処	理	に	よ	り	特	徴	量	を	抽	出	す	る	。									
2.	3.	M	T	法	を	使	っ	た	品	質	と	設	備	の	異	常	判	定						
		現	場	で	行	っ	て	き	た	品	質	や	設	備	の	異	常	判	定	を	M	T	法	で
行	う	。	M	T	法	は	良	品	デ	ー	タ	の	み	で	異	常	判	定	が	で	き	る	た	
め	、	A	I	に	比	べ	て	学	習	コ	ス	ト	を	抑	え	る	こ	と	で	き	る	。	具	
体	的	に	は	基	準	空	間	か	ら	の	マ	ハ	ラ	ノ	ビ	ス	距	離	で	異	常	を	判	
定	す	る	。	ま	た	、	処	理	が	軽	い	た	め	、	P	L	C	な	ど	の	エ	ッ	ジ	コ
ン	ピ	ュ	ー	タ	へ	の	実	装	が	可	能	で	あ	る	。	さ	ら	に	、	2	水	準	直	
交	表	を	用	い	る	こ	と	で	異	常	の	原	因	究	明	が	可	能	で	、	A	I	に	

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

技術士第二次試験模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-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>デジタルツイン導入のための課題と対策</u>																								
<u>1. はじめに</u>																								
少子高齢化による人手不足や熟練従業員の退職によりデジタルツインの導入によるグローバル競争優位性の確保が叫ばれている。ここでは自動車部品設計を例に挙げて、デジタルツイン導入のための課題と対策を述べる。																								
<u>2. デジタルツイン導入のための課題</u>																								
<u>2.1 設計知識の整備（デジタルデータ作成の観点）</u>																								
自動車部品設計では流用設計も多い。そのためデジタルツインを実現するには既存製品の設計情報が定量化されデジタル化出来る状態にする必要がある。既存の設計資料の中には明確な設計根拠がある一方で設計者の勘や経験といった曖昧でデジタル化出来ないものがある。そこで設計知識の整備が課題となる。																								
<u>2.2 デジタル人材の育成（人材の観点）</u>																								
CAEを例に考えると近年教育の場ではソフトを中心としたバーチャルな実習が増え、実物による実習の機会が減っている。このためCAEソフトの操作は出来ても設計者にとって必要な工学的知識が不足している者が多くCAE結果の妥当性が判断出来ていない。このためデジタル技術とデジタル技術で得られた結果を価値のあるもの出来るデジタル人材の育成が課題である。																								
<u>2.3 コンカレントな業務の実現（業務効率化の観点）</u>																								
自動車は設計、生産、組立、検査といった多くの工																								

●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。）

程を経て1台の車になる。デジタルツインを全社で導入するためには各工程における3Dデータや技術情報の形式や名称が統一されたものでないと、データの変換に時間を要したり、意思疎通を誤ってしまうおそれがある。そこで設計部門を含めた関連部門でデジタル技術を活用するための作業をコンカレントに行うことが課題である。

3. 最重要課題とその解決策

3.1 最重要課題

最重要課題として2.1設計知識の整備を挙げる。これはデジタルツインではデジタル技術を使うために設計知識の定量化が必要不可欠だからである。

3.2 設計知識整備のための解決策

(1) 過去の設計情報の収集

熟練技術者と若手設計者で、過去に設計した製品を使用目的ごとに分類し、最終形状に至った経緯や保守、不具合とその対策等の情報を収集する。例えば過去の不具合対策が何故適切であったのか経緯や根拠を熟練技術者に確認する。

(2) 設計知識の論理化

収集した情報の中には技術者の経験や勘に基づいているものもある。そこで情報が論理的に正しいことを確認する必要がある。例えば、過去金属ブラケットの強度不足の対策でリブを追加したケースがあった。不具合は起こっていないものの、対策として正しいかは

●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。)

不明である。そのためブラケットの三次元データを作成してCAE解析を行い、対策が妥当であったのか評価を行う。さらに現物で試験できればCAE結果と併せて対策の妥当性確認を行い、論理的に正しいことを確認していく。

(3) 設計知識の定量化

上述の(2)で論理的に正しいと判断出来た情報を定量化する。定量化によって情報のデジタル化出来るためデジタル技術を活用した設計が可能になる。具体的にはPLMを活用して各部門が必要な設計根拠や不具合対策といった正確な情報がすぐに抽出出来るようになるため、限られた工数で手戻りのない業務が可能となる。

4. 解決策に共通した新たなリスク

4.1 情報漏洩のリスク

設計情報のデジタル化で業務の効率化が期待できる。その一方で設計情報のデジタル化で設計情報が社外に持ち出しやすい形になってしまうため、情報の社外への漏洩のリスクがある。

4.2 情報漏洩対策

データに対するセキュリティ対策を行う。例えばデータベースにアクセスするための顔認証システムを設けることで第三者による不正アクセスを防止する。またUSBメモリ等は情報漏洩の経路となりやすいため原則使用禁止とし情報漏洩防止を図る。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

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-2 材料強度・信頼性～

令和5年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-2 材料強度・信頼性【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 鋼を加熱・冷却することにより機械的特性を調整する熱処理手法を2つ挙げ，それぞれの熱処理の方法及び効果について説明するとともに，材料強度・信頼性の観点から留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 亀裂を有する鋼構造物の時間に依存しない3つの破壊形態について，材料特性及び評価法と結びつけて述べよ。

Ⅱ-1-3 安全寿命設計及び損傷許容設計について，それぞれの概念，手法の概要及び適用上の技術的留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 高分子材料は大きく分けて熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂がある。それぞれの種類に対して高分子鎖の結合の状態を説明し，この違いが破壊形態に及ぼす影響とその評価方法について述べよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-

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><u>① 焼入れ</u></p> <p>熱処理の方法及び効果：鋼などの炭素（C）を一定量含んだ金属を加熱し、急冷すると材料の硬度が向上する。このような熱処理を焼入れという。体心立法構造（BCC）の鋼はCを0.02%程度しか固溶できないが、一定温度以上になると面心立法構造（FCC）となり、Cを0.2%程度固溶できるようになる。この状態から、水や油で急冷すると硬い組織であるマルテンサイト組織が得られる。この温度はC含有量により異なり、亜共析鋼ではA₃線、共析、過共析鋼ではA_{cm}線から30～50℃以上高い温度まで加熱する必要がある。</p> <p>留意点：マルテンサイト組織は硬いが靱性が低いことに留意する。通常はA₁線以下に加熱、保持する焼き戻し処理を行う。硬度は落ちるが靱性が回復する。</p> <p><u>② 焼きなまし</u></p> <p>熱処理の方法及び効果：鋼は圧延、引き抜き、機械加工、溶接等の製造工程で成分の偏析、組織の変形、残留応力の発生等様々な不具合を生じる。これらの不具合を解消する熱処理が焼きなましである。応力除去焼きなましでは、A₁線以下の500～700℃程度に加熱し、2～6時間程度保持し徐冷する。</p> <p>留意点：材料温度を均一にする必要があることに留意する。加熱時は大型の部材では内部温度が上がるまでに時間が掛かるため、部材の大きさによって保持時間を変える必要がある。以上</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

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 熱荷重と地震荷重が作用する容器を設計することとなった。まず，容器に作用する熱荷重と地震荷重に対して既存の設計規格を用いた健全性評価を実施したところ，それぞれの荷重に対して同時に許容値を満足する厚さを設定することができなかった。そこで，破損確率評価を用いて容器の厚さを定めることとなった。この容器の設計責任者の立場から以下の問いに答えよ。

- (1) 破損確率評価を用いた容器設計に当たり，あらかじめ調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 設計業務の手順を列挙して，それぞれの項目ごとに留意すべき点，工夫すべき点を述べよ。
- (3) 容器設計責任者として業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 長年使用している工場生産設備において，定期的な点検や補修は行われていたものの，経年使用による劣化や損傷が各所に見られ，安全上の懸念が高まっている。そこで，改修工事を順次計画的に実施することとなった。限られた財源の中で優先順位を付け，効率的かつ効果的な工事を進めることが必要である。あなたが本工事の計画担当責任者として業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

なお，特定の設備や個別の機器や部品に限定せず，一般論として解答すること。

- (1) 当該計画立案に向けて，設備の材料強度・信頼性技術の観点から，主として調査，検討すべき事項と内容を説明せよ。
- (2) 業務を進める手順を列挙し，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法について述べよ。

1-2 材料強度・信頼性【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 近年，幅広い製品分野において高性能化，高機能化の要望が高くなっている。例えば，自動車や航空機といった輸送機器などでは，機械的強度を向上しつつ軽量化するといった，設計上相反する仕様が求められている。これらの仕様を満たすため，最適化設計を活用した製品開発が進められている。

- (1) 具体的な機器，又は製品を想定して，最適化設計を行ううえでの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，その課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち，材料強度・信頼性の分野において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3つ示せ。
- (3) 前問(2)で提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。

Ⅲ-2 近年，機械・構造物の設計だけでなく研究開発においても，応力解析の手法として有限要素法が広く用いられている。ここで，ある装置の部品の設計に対して，有限要素法による応力解析を用いることを想定する。応力解析の結果から仕様を満足する形状を設計し，その形状で部品を製造した。しかし，実際の運用時にはこの部品が設計寿命以前に破損したため，この部品の再設計が必要となった。

- (1) 破損した部品の再設計に応力解析を用いる際の課題を多面的な観点から3つ抽出し，そ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，材料強度・信頼性分野において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)で提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。

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-3 機構ダイナミクス・制御～

1-3 機構ダイナミクス・制御【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 重さ約3 kg，長さ約0.5 m，鋼製で一様断面の中実丸棒試験体の自由支持条件下での曲げ一次モードの固有振動数をできるだけ精度よく測定したい。試験体が与えられてから固有振動数を決定するまでの一連の作業を具体的に説明せよ。

Ⅱ-1-2 フィードバック制御される装置の実例を1つ挙げ，その例においてフィードバック制御を用いることの利点を示せ。さらに，その装置のフィードバック制御における入出力（操作量と制御量）とコントローラの動作，及びそれを実現するハードウェア構成について具体的に説明せよ。

Ⅱ-1-3 インボリュート歯車の特徴及び利点を示し，この利点が得られる理由を，かみ合い回転するときの接触点の移動に関連して説明せよ。また，この歯車において，軸間距離を変えずに，歯車形状により歯の曲げ強度を高めるための歯形設計における方法を1つ説明せよ。

Ⅱ-1-4 交流電動機のベクトル制御の原理を説明せよ。また，交流電動機の制御にベクトル制御を採用することの利点を2つ挙げよ。

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	部門	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

枚数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

(1) フィードバック制御の実例と利点

空気ばねとボイスコイルモータを用いたアクティブ除振装置について説明する。図1にパッシブ除振装置とアクティブ除振装置の振動伝達率を示す。パッシブ除振装置では、床振動を増幅する固有振動数があるが、アクティブ除振装置には床振動を増幅する振動数がない。

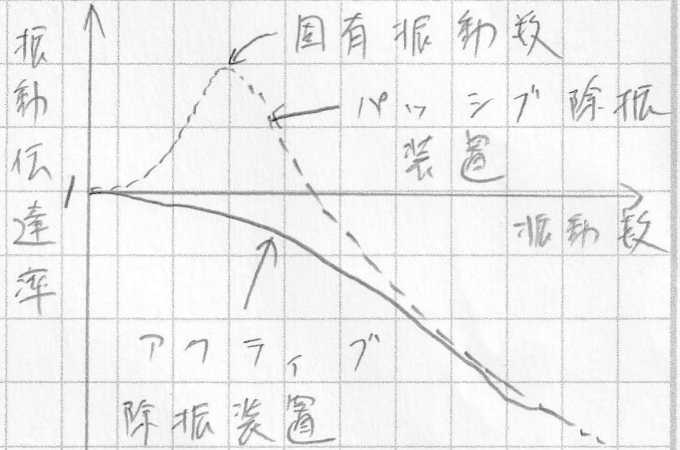


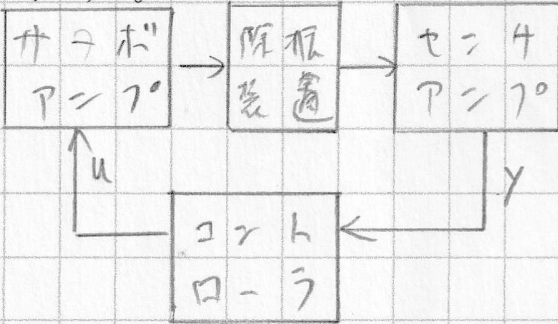
図1. パッシブ除振装置とアクティブ除振装置の除振性能

(2) 入出力とコントローラの動作、ハードウェア

図2に制御ブロック図を示す。

操作量 u : サーボアンプへの指令電圧

制御量 y : アクティブ除振装置上の振動



パワーアンプは入力電圧に比例した電流をボイスコイルモータに流す。センサアンプは振動増幅と特性補償を行う。コントローラの操作量 $u = -Fy$ で、 F はフィードバックゲインである。

図2. アクティブ除振装置の制御ブロック図

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 工作機械を使って機械部品の大量生産を行っている機械工場がある。そして工作機械を用いた機械加工において不良品が多数発生しており，その発生原因が加工時に発生する有害振動によるものである可能性が高いことが明らかとなった。そこで，この有害振動を抑制して不良品発生を低減するため，あなたは振動の専門家としてプロジェクトチームに参加することとなった。このような状況において，下記の内容について記述せよ。なお，解答に当たっては，不良品が発生している製品の加工設備を設定し，最初に明記すること。

- (1) この有害振動の詳細な原因分析とその対策案策定のために検討すべき内容について述べよ。
- (2) 前問(1)の原因分析とその対応策策定に必要な手順と，それぞれの段階において留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) 振動低減対策の責任者として，業務を効率的，効果的に進めるに当たり，共に業務を実施する関係部署・関係者との調整方策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 地球環境保護や温暖化防止を目指して，エネルギー消費量の抑制・削減のため，「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（いわゆる省エネ法）が制定され，さらに，エネルギー消費効率の向上と普及促進を目的として，「トップランナー方式」が導入されている。あなたは「トップランナー方式」に則り，省エネモータを選定し，既存設備の三相モータを省エネモータにリプレースする業務の推進責任者として，以下の内容について記述せよ。

- (1) リプレース対象となる三相モータを具備する具体的な既存設備を示し，その既存の三相モータの省エネモータへのリプレースを行うに当たって，購入する省エネモータの特性の観点で調査，検討すべき事項を３つ挙げ，その内容について説明せよ。
- (2) 省エネモータへのリプレースの業務を進める手順を列挙して，その業務で留意すべき点，工夫を要する点を述べよ。
- (3) この業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方法について述べよ。

1-3 機構ダイナミクス・制御【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 半導体ICを用いた電気電子機器と組み合わせた機械や製品は普及して久しい。製品を製造する工場におけるサーボモーターをはじめとしたFA機器や，自動車などの輸送機器，家電製品からPCやスマートフォンなどの情報機器まで多岐にわたる。一方で，災害，戦争，セキュリティ，世界的な疫病や，市場で求められる製品の需要の急激な変化から半導体ICの供給不安が突然に発生する。このとき，入手可能な代替の半導体ICを用いて，それを用いるメカトロニクス製品の生産の継続を図るに当たり，この業務を推進する技術者として以下の問いに答えよ。

- (1) メカトロニクス製品を1つ想定して，代替の半導体ICを採用するうえでの課題を，設計や評価や製造に関する従来からの変更点を挙げることで，技術者として多面的な観点から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) 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，これを最も重要とした理由を述べよ。その課題に対する複数の解決策を，設計・評価・製造へ反映すべき項目として，専門技術用語を交えて示せ。
- (3) 前問（2）で示した解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項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 セキュリティと利便性の向上を目的に生体認証を組み込んだ機器・設備が普及してきている。認証に利用される生体情報としては、指紋、顔、虹彩、音声などがあり、スマートフォンのようなインターネット接続機器の認証に利用される便利な技術となっている。一方、生体認証に利用される認証情報は、改正個人情報保護法に定められた個人情報（個人識別符号）であり、情報の取り扱いには配慮が必要である。

生体認証で利用者を特定することにより利便性を向上させる新しい製品を開発することとなった。その製品開発に携わる機械技術者の立場で、以下の問いに答えよ。

- (1) 生体認証を新たに組み込む製品を1つ想定し、生体認証を組み込むことによる利便性を説明したうえで、生体認証を組み込むうえでの課題を多面的に3つ抽出して各課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した3つの課題の中で最も重要と考える課題を1つ選択し、専門技術用語を用い課題に対する複数の具体的な解決策を示せ。
- (3) 前問(2)で示したすべての解決策を実行した後に、新たに生じ得る懸念事項を事前に予想し、そ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

受験番号	|	|	|	|	|	|	|	|	|
問題番号	—	—							

技術 部門		受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

枚 数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

C	D	な	ど	の	光	ピ	ック	ア	ッ	プ	レ	ン	ズ	の	金	型	加	工	機	を	想	定	す	る	。
<p>(1) <u>原因分析と対策案策定のための検討内容</u></p> <p>加工不良の発生する原因をボトムアップ式のFMEAもしくはトップダウン式のFTAで分析する。特性要因図を用いてもよい。有害振動発生要因の因果関係を探る。</p> <p>考えられる要因は工具のびびり振動、ワーク保持部の振動、床の剛性が低い場合に加工機から床に伝わる振動によって床が振動するなどが挙げられる。</p> <p>(2) <u>原因分析と対応策の手順と、工夫点、留意点</u></p> <p>加工時間が長く、加工品に筋が発生する時間帯があるとする。</p> <p>① <u>加工不良の形状から、有害振動数を推定</u></p> <p>加工品の不良の形状から、原因となっている有害な振動数を特定する。</p> <p>留意点は工具の回転数やワークの送り速度を把握することである。</p> <p>工夫点は加工不良分析のために画像処理、マイクロメータ、ノギス、三次元測定機などの検査方法と測定器を適切に選択することである。</p> <p>② <u>加工具の振動、床振動、ワークの振動の測定</u></p> <p>加工具、床振動、ワークの振動のそれぞれの時間測定ログを記録する。</p> <p>留意点は、周波数レンジ、振動レンジを適切に設定</p>																									

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		受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	科目	

枚 数
枚目
枚中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び受験申込書の記入した専門とする事項は各用紙とも必ず記入すること。

す	る	こ	と	で	あ	る	。																																																		
工	夫	点	は	、	長	時	間	デ	ー	タ	を	取	る	た	め	、	メ	モ	リ	の	オ	ー	バ	フ	ロ	ー	防	止	の	た	め	に	デ	ー	タ	セ	ー	ブ	の	タ	イ	ミ	ン	グ	を	工	夫	す	る	こ	と	で	あ	る	。		
③ 有害振動の特定と対策																																																									
原	因	が	工	具	の	び	び	り	振	動	で	あ	っ	た	と	仮	定	す	る	。	対	策	と	し	て	、	工	具	支	持	部	の	設	計	見	直	し	を	工	作	機	メ	ー	カ	に	依	頼	す	る	。							
留	意	点	は	、	有	害	振	動	数	と	必	要	な	剛	性	を	正	確	に	伝	え	る	こ	と	で	あ	る	。																													
工	夫	点	は	、	工	具	支	持	部	の	有	限	要	素	法	解	析	を	行	い	、	メ	ー	カ	に	改	善	案	を	提	示	す	る	こ	と	で	あ	る	。																		
(3) 関係者との調整方策																																																									
3-1) 現場作業																																																									
加	工	不	良	の	お	き	る	時	間	帯	や	加	工	部	品	に	つ	い	て	聞	き	取	り	を	行	う	。	ま	た	加	工	機	の	改	造	に	よ	り	、	作	業	が	で	き	な	い	期	間	の	業	務	を	調	整	す	る	。
3-2) 工作機械メーカー																																																									
加	工	機	の	現	場	、	加	工	状	態	、	加	工	不	良	品	を	実	際	に	見	て	も	ら	い	、	現	状	把	握	と	対	策	が	ス	ム	ー	ズ	に	進	む	よ	う	に	す	る	。										
工	作	機	械	メ	ー	カ	に	適	切	な	仕	様	を	提	示	す	る	。																																							
3-3) プロジェクトリーダー																																																									
ガ	ン	ト	チャ	ート	を	用	い	て	進	行	状	況	を	逐	次	報	告	す	る	。																																					
特	に	復	旧	見	込	み	日	程	の	変	化	に	つ	い	て	は	即	日	に	報	告	す	る	よ	う	に	す	る	。																												
																										以	上																														

問 題 文

(選択科目)

～01-4 熱・動力エネルギー機器～

1-4 熱・動力エネルギー機器【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 次世代の動力機関として燃料電池の開発が盛んに進められている。作動温度の異なる燃料電池の種類を2種類以上挙げ，それらの特徴を説明せよ。さらに水素とメタン（天然ガス）を燃料とした燃料電池単体の発電効率を前述の燃料電池の特徴とともに定量的に説明せよ。

Ⅱ-1-2 水素製造装置からの水素（7気圧，常温）を車載用の水素ポンペに700気圧で急速充填するために必要な機器を設定し，その機能を，必要とする理由とともに説明せよ。なお，構成機器には配管部材を含まないものとする。

Ⅱ-1-3 家庭で10℃の水を加温して45℃のお湯を300リットル得るために，燃料ガスを起点とした（ア）～（ウ）の3つの方法を考える。なお，お湯からの放熱は無視してよい。

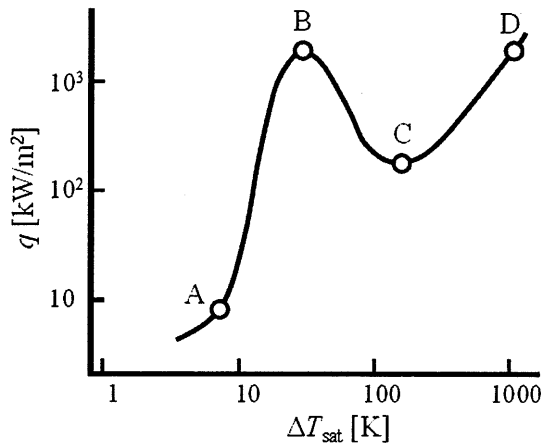
（ア）家庭の燃料ガス焚きの給湯器を用いる方法

（イ）遠方の燃料ガス焚き最新鋭火力発電による電力で電気温水器を用いる方法

（ウ）遠方の燃料ガス焚き最新鋭火力発電による電力駆動のヒートポンプ式温水器を用いる方法

燃料ガスは，0℃，1 atmの状態での標準発熱量（総発熱量）を42.5MJ/m³，標準炭素排出係数を13.9 g-C/MJとする。（ア）～（ウ）の3つの方法におけるCO₂排出量 [kg] を，機器それぞれの妥当な数値を仮定して算出せよ。

Ⅱ-1-4 大気圧下でビーカーに満たした水中に白金細線を張って通電加熱し，細線周りに生じる沸騰現象を測定した結果を，熱流束 q と表面過熱度 ΔT_{sat} との関係として，両対数グラフで示した沸騰曲線を次頁に示す。大気圧下の水のプール沸騰現象を，図中に示した各点A，B，C，及び各点間の領域A-B，B-C，C-Dの呼称を用いて説明せよ。



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 業務用水熱源圧縮式ヒートポンプ給湯機を運用している。給湯温度は設定条件を満たしているが，成績係数が低下していることが判明したことから原因調査と対策を検討することとなった。この業務を担当責任者として進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 成績係数の原因調査及び対策において，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進めるために必要な手順を示し，責任者としてどのようにマネジメントを行うか，留意点を含めて述べよ。
- (3) 効率的，効果的な業務遂行のために調整が必要となる関係者を列挙し，それぞれの関係者との連携・調整について述べよ。

Ⅱ-2-2 ベースロード運用として計画された経年石炭火力発電設備において，再生可能エネルギー電源の増加に伴い，調整電源として頻繁な負荷変動や長時間の低負荷運転を含む運用に対応する必要があるが出てきた。これに対応すべく，あなたは発電設備の所有者の立場の責任者として任命され，現有技術のみならず将来技術も含めた設備・機器の改造や追設に関する計画案をまとめることとなった。

- (1) 目的に沿うために改造や追設する設備・機器を取り上げ，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 留意すべき点，工夫を要する点を含めて業務を進める手順について述べよ。
- (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法について述べよ。

1-4 熱・動力エネルギー機器【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 カーボンニュートラル化に向けて，調整電源として期待される火力発電は，バイオマス，水素，アンモニア燃料の利用に加えて，化石燃料を利用する場合においても，燃焼排出ガスからの二酸化炭素の分離回収と貯留によるカーボンニュートラル化が必要とされる。この実施に際して，熱・動力エネルギー分野の技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 火力発電の燃焼排ガスからの二酸化炭素の分離回収システムを説明し，これを実施するうえでの課題を，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。

Ⅲ-2 十分な湯量の温度70～95℃の源泉を持つ日帰り温泉施設がある。施設では軽油焚きボイラと系統電力を用いて空調や給湯の熱需要に対応している。この度，環境負荷も勘案し，軽油焚きボイラを廃止し，高い源泉温度を活用した発電と熱供給を検討することとなった。あなたがエネルギー技術者として本検討に加わるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが考えるシステムを簡単に図示し，構成要素を説明するとともに，本システムを実現するうえでの課題を，技術者として多面的な観点から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，これを最も重要とした理由を述べよ。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新たに生じうるリスクとそれへの対策について，専門技術を踏まえた考えを示せ。

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-5 流体機器～

令和5年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-5 流体機器【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 二次元極座標における定常・非圧縮性・軸対称流れにおいて，半径 r_1 の位置（ただし $r_1 \neq 0$ ）における半径方向流速が V_{r1} ，周方向流速が $V_{\theta 1}$ であったとする。流体の損失は無視できるものとして，半径 r_2 の位置（ただし $r_2 \neq 0$ ）における半径方向流速と周方向流速を，それぞれ求めよ。また，この流れの流線の数式を求め，それがどのような形状であるかを説明せよ。

Ⅱ-1-2 トリップングワイヤの目的と作用を説明せよ。

Ⅱ-1-3 ポンプのNPSH_A（有効 NPSH），NPSH_R（必要 NPSH）に関して，それぞれの意味，算出あるいは決定法，使用法（対応策を含む）について説明せよ。

Ⅱ-1-4 配管内の流量を測定する方法の1つとしてオリフィス流量計がある。その測定原理について説明せよ。なお，配管は円形断面とし，水平に置かれているとする。

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 コンピュータの進歩に伴い，大規模かつ大量の数値解析実施が可能となり，その結果が設計根拠として扱われるようになってきた。今回，自部門の新製品開発に流体解析，連成解析を最大限取り入れる決定がなされ，あなたは解析の担当責任者として，それらの解析全体の実施とりまとめとデータの統合管理を進めることになった。下記の内容について説明せよ。

- (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法について述べよ。

Ⅱ－２－２ コストや設置面積等の要請から，流体機器の更新時に機器のサイズを既存の機器より小さくすることを求められることがある。あなたは，自社製品の流体機器更新の開発担当責任者として，占有体積を従来の７割以下にした機器を開発することになった。ただし流体機器の性能は従来と同じに保つことが条件である。対象とする流体機器を挙げ，下記の内容について説明せよ。なお原動機，電動機など流体機器に直接関係しない機器・部品については小型化を考えなくてもよいものとする。

- (1) 対象とする機器について簡潔に説明するとともに，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について，留意するべき点，工夫を要する点を含めて述べよ。
- (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。

1-5 流体機器【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 流体機器における振動は，流体の影響が支配的になるため，現象は複雑で，関連する要因が多岐にわたることも多い。その結果，いったん振動が発生すると，その原因究明や対策には膨大な時間と費用を要する。したがって，流体機器の計画，開発の段階から，様々な振動を予測して対応するとともに，シミュレーション・試験・据付などの要所において，その予想・対応の妥当性を確認し，さらには想定外の振動の有無を確かめながら進めることが重要である。このような状況を踏まえて，流体機器分野の専門技術者としての立場で，以下の問いに答えよ。

- (1) 流体機器を1つ挙げ，発生が予想される流体に関係した振動に関する課題を，技術者としての多面的な観点から3つ抽出し，その内容を観点とともに示せ。
- (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，重要と考えた理由を述べ，その課題の解決策を複数示せ。
- (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懸念事項への専門技術を踏まえた対応策と，生じる波及効果を示せ。

Ⅲ-2 近年の持続可能な開発目標（SDGs）の達成を鑑みて，流体機器の環境負荷を低減するための1つの方策として長寿命化が進められている。このような状況を踏まえて，流体機器分野の専門技術者としての立場で，以下の問いに答えよ。

- (1) 対象となる流体機器を1つ挙げ，長寿命化を進めるうえでの課題を技術者としての多目的な観点から3つ抽出し，その内容を観点とともに示せ。
- (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，重要と考えた理由を述べ，その課題の解決策を複数示せ。
- (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懸念事項に対する専門技術を踏まえた対応策と，生じる波及効果を示せ。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

ン	ネ	ル	本	坑	内	に	近	い	箇	所	に	換	気	装	置	が	設	置	さ	れ	て	い	る																																																																																																	
場	合	、	列	車	が	枝	坑	分	岐	部	を	通	過	し	た	際	に	こ	の	流	れ	に	よ	る																																																																																																
荷	重	に	よ	っ	て	換	気	装	置	が	故	障	す	る	可	能	性	が	あ	る	。																																																																																																			
<u>2.1 最重要課題と専決理由</u>																																																																																																																								
将	来	的	に	、	新	幹	線	の	速	度	は	さ	ら	に	向	上	す	る	こ	と	が	計	画	さ	れ	て	い	る	。	こ	の	場	合	、	圧	縮	波	の	伝	播	過	程	で	作	用	す	る	非	線	形	効	果	は	顕	著	に	な	る	こ	と	が	予	想	さ	れ	る	。	列	車	高	速	化	を	図	る	た	め	に	解	決	す	べ	き	課	題	2	を	解	決	す	る	こ	と	が	不	可	欠	で	あ	る	た	め	、	課	題	2	を	最	重	要	課	題	と	し	て	専	決	す	る	。
<u>2.2 課題2の解決策</u>																																																																																																																								
<u>解決策1：換気装置部材の変更</u>																																																																																																																								
ト	ン	ネ	ル	内	を	伝	播	す	る	圧	縮	波	の	周	波	数	成	分	を	数	値	解	析	や	理	論	解	析	に	よ	っ	て	調	査	し	、	枝	坑	内	を	多	重	反	射	す	る	段	階	で	ど	こ	ま	で	の	周	波	数	帯	が	支	配	的	と	な	る	か	を	確	認	す	る	。	そ	し	て	、	換	気	装	置	の	固	有	振	動	数	が	こ	の	周	波	数	帯	と	一	致	し	な	い	よ	う	に	、	換	気	装	置	の	部	材	を	変	更	す	る	。				
<u>解決策2：換気装置部へのダンパーの設置</u>																																																																																																																								
換	気	装	置	に	振	動	を	吸	収	す	る	機	構	を	設	け	て	お	く	こ	と	も	有	効	で	あ	る	。	そ	の	た	め	、	換	気	装	置	に	ダ	ン	パ	ー	を	設	置	す	る	こ	と	に	よ	り	、	圧	縮	波	に	よ	る	加	振	を	減	衰	さ	せ	る	こ	と	も	重	要	で	あ	る	と	考	え	ら	れ	る	。																																						
<u>解決策3：トンネル内への共鳴器の設置</u>																																																																																																																								
ト	ン	ネ	ル	内	に	へ	ル	ム	ホ	ル	ツ	共	鳴	器	を	設	置	し	た	場	合	、	特	定	の	周	波	数	の	音	波	が	共	鳴	側	へ	伝	わ	り	、	共	振	が	発	生	す																																																																										

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

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。なお、英字・数字は1マスに2文字を目安とする。（図表を用いて解答する場合を含む。）

る。そのため、圧縮波がトンネル内を長距離伝播した場合でも、高周波成分は共鳴器により減衰されるため、非線形効果による高周波成分の重畳を軽減することが期待できる。

3.1 解決策を実行したうえで生じる懸念事項

前述の解決策をすべて実行した場合、費用面と保守面での懸念事項が生じる。特に、解決策3の共鳴器をトンネルの数十キロメートルにわたって等間隔で配置するには膨大な費用を要し、保守対応を行うのは非常に難しい。

3.2 対応策と生じる波及効果

トンネル前長にわたって共鳴器を設置するのではなく、換気装置が設置されている枝坑部付近に局所的に配置することにより費用面と保守面での課題は解決できる。共鳴器の設置は、圧縮波の波面圧力勾配を緩やかにする効果も有する。そのため、トンネル微気圧波等のトンネルから放射される騒音を低減につながるという波及効果がある。以上

●答案用紙の解答欄の枠内に記載した解答のみ採点対象とします。

24字×25字

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-6 加工・生産システム・産業機械～

令和5年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-6 加工・生産システム・産業機械【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 フライス加工では断続切削となる場合が多く，工具にはその機械的特性に加え，切れ刃とその周辺形状，及び保持・固定方法等に工夫が求められる。長時間安定した寸法精度で加工を行うための工夫を3つの異なる観点から述べよ。

Ⅱ-1-2 工業製品の生産に用いる鍛造の定義を述べ，代表的な2つの鍛造方法とそれぞれの特徴について述べよ。

Ⅱ-1-3 品質管理で用いられる工程能力指数について，その定義を説明し，2つの計算方法とそれらの使い方を示せ。

Ⅱ-1-4 工場内の搬送設備について自動搬送車（AGV）を含めて3種類挙げ説明し，AGVを導入する際の留意点について記述せよ。

R5 技術士二次試験問題 選択II-1-4

(機械部門-加工・生産システム・産業機械)

1. 無人搬送車 (以下 AGV)

AGV は設計した経路を有軌道で走行する搬送設備である。このため、ワーク受け取りから受け渡しまでの経路を最短距離で設計でき搬送ロスを低減できる。しかし、有軌道であるがゆえに搬送経路上の障害物を追い越すことができないデメリットが存在する。導入時の留意点として、近年磁気テープによる経路設定ではなく壁を検知して現在位置を判別できる SLAM センサーを搭載した AGV が市場に出回っている。このため、稼働後のレイアウト変更等を見据えた AGV の機種選定を行うことが重要になる。

2. 自律搬送台車 (以下 AMR)

AMRは無軌道で制御コントローラが経路を自動設計する特徴がある。このため、搬送経路の組合せが日々の生産計画によって変動する工場に適している。また、対向車等の障害物を自律的に避けて走行できる機能も保有する。デメリットは搬送経路がAGVと比較すると遠回りになるため搬送ロスが発生することである。留意点は 1.5ton 以上の重量物を搬送できる AMR が市場に出回っていないため、搬送対象のワーク可搬重量を考慮した設備導入を計画→設計→事前評価するプロセスが必要である。

3. ローラーコンベア

設備間をローラーで移載する搬送設備である。AGV や AMR に比べて搬送トラブルが少なく搬送中ワークの仕掛量も目視確認できる。また汎用性が高く工場でも多く普及している搬送設備である。 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 切削加工プロセスに関連する様々なデータを収集・分析することで，プロセス状態の監視から改善までを行うことができる。切削工具の仕様を変更したところ寸法にばらつきが生じてしまうようになった。あなたがこの業務の改善担当者選ばれたとして，下記の内容について記述せよ。

- (1) 収集データを含め調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進めるための手順を列挙して，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 設備機器の新規導入，レイアウトの変更，作業方法の改善などを検討する際にシミュレーションソフトを使用して，機械稼働率，リードタイム，平均在庫量などのシステム性能を事前評価することができるようになった。あなたが，そのようなソフトウェアを使用して新規の製造ラインを検討する業務を担当する場合，下記の内容について記述せよ。

- (1) 主として調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 留意すべき点，工夫を要する点を含めて業務を進める手順について述べよ。
- (3) 効率的，効果的な業務遂行のために調査が必要となる関係者を列記し，それぞれの関係者との連携・調整について述べよ。

R5 技術士二次試験問題 選択II-2-2

(機械部門-加工・生産システム・産業機械)

「シミュレーションを活用した検討業務効率化」

シミュレーションソフトは、現実空間での試作ライン構築を仮想空間で設計できるため、生産準備効率化への期待が高まっている。一方、仮想空間には不確実な要素が含まれるため、活用方法の明確化が担当者に求められる。

1. 調査・検討事項とその内容

1-1. シミュレーションの事前パラメータ調査

シミュレーションはあくまでも計算ツールとして活用すべきで入力と出力の機能設計が事前に必要である。例えば、ライン構成要素の何が入力因子となるかを調査し、出力は出来高といったパラメータを設定しておく。このとき、作業習熟度やチョコ停といった検討要素はノイズとして捉えて入力と出力の比例式が崩れない機能設計に留意する。 **図1：入出力の比例式**

1-2. シミュレーションの運用パラメータ検討

次に運用パラメータの検討を行う。例えば、品種数や段取りを含んだ生産計画が該当する。図1の比例式に基づき、検討開始前に実運用を想定したパラメータを関係者とのブレインストーミングで洗い出すことが取組の手戻り削減に繋がる。

2. 業務遂行手順とその留意・工夫点

手順①：仮想空間における試作ラインモデルを設計する。このとき、製品仕様や予想出荷台数だけでなく市場需要や製品マイナーチェンジを見据えてラインモデルの柔軟性確保に留意する。

手順②：複数の組み合わせをシミュレーションで計算する。このとき、設備タクトタイムのばらつきを含めて時系列で評価できる利点を活用して、図2のような組み合わせを同時計算する工夫を施す。 **図2：複雑な組み合わせを彷彿したラインポンチ絵…機械稼働率・リードタイム・平均在庫**

3. 関係者との連携・調整による業務遂行

3-1. 現場部門との初期連携

製品設計部門だけでなく、現場部門を巻き込んだ連携が仮想から現実への実現可能性を高める。理由は間接部門には見えていない現場パラメータとして設備裏の点検スペースといった知見を現場部門の関係者は持ち合わせているためである。

3-2. 品質管理部門との事前調査

設備減価償却の観点から過剰スペックな設備計画を避けなければならない。しかし、安価な設備を採用すると製造品質の低下リスクがあり、コストと品質にはトレードオフの関係性がある。この相反する製造課題を解決するために品質部門と連携して、例えば仮想モデルへ試作品不良率の生データをシミュレーションへ入力する。これにより、検討精度が向上してトレードオフの中央値を事前計算し設備投資への妥当性を評価できる。

以上

1-6 加工・生産システム・産業機械【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 CO₂排出量低減の取組の中で自動車などの軽量化のため、高強度材、軽量化材の技術開発や適用が進んでいる。高張力鋼板や軽金属の塑性加工、熱可塑性CFRPの成形、異種材料の接合などは注目されている技術である。これらを導入する生産技術者の立場で以下の問いに答えよ。

- (1) 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、これを最も重要とした理由を述べよ。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 次世代のものづくりとして「デジタルツインを用いたものづくり」は、製造業に革新をもたらすと言われている。しかし、実際の製造現場においてはデジタルで想定した通りとはならない様々な現象が発生することが考えられ、コスト低減や生産性向上、環境負荷低減などの効果を十分に達成するには、計画段階から導入後の運用中の改善を含め多くの課題を解決する必要がある。このような状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) デジタルツインを推進する生産技術者としての立場で多面的な観点から3つの課題を抽出し、それぞれの観点を明記したうえで、その課題の内容を示せ。
- (2) 前問(1)で抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対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 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械	部門
問題番号	令和5年度-Ⅲ-1	選択科目 加工・生産システム・産業機械	
答案使用枚数	1枚目 3枚中	専門とする事項	

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

軽	量	化	の	た	め	の	マ	ル	チ	マ	テ	リ	ア	ル	(	以	後	、	M	M	)	導	入	
(0) 接合技術の発展																								
接合技術の発展で異種材料結合が可能となった。摩擦攪拌結合(FSW)で鉄やアルミなどを結合できる。金属の表面に微小な凹凸をつけ、そこに樹脂を流入し、固めることで、アンカー効果を得られ、金属と樹脂を強固に結合できる。これらの接合技術は、実用に耐えうる強度があると報告されている。																								
(1) マルチマテリアル導入に関する課題																								
(1)-1. 許容範囲の明確化(トレードオフの観点)																								
MM導入による構造の軽量化には、トレードオフが発生する。トレードオフは、強度、剛性、コスト、加工性、組立性、リサイクル性、製造時のCO2排出量などである。これらの許容範囲を明確にしなければ、軽量化の際に、手戻りが発生してしまうおそれがある。																								
(1)-2. 構造の検討(軽量化の観点)																								
MM導入により、材料選択の幅が広がり、軽量化効果を得やすくなった。しかし、設計自由度が高まったため、検討が難しくなった。軽量化を果たすためには、MMが重要だが、加工性や組立性を考慮して構造を検討する必要がある。構造の検討に工夫を要する。																								
(1)-3. 腐食(耐環境性の観点)																								
異種金属が接触すると、ガルバニック腐食が発生し、片方の金属が腐食しやすくなる。ガルバニック腐食は、金属と熱可塑性CFRPとの接触でも発生する。腐食対																								

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械	部門
問題番号	令和5年度-Ⅲ-1	選択科目 加工・生産システム・産業機械	
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項	

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

策として、塗装等の表面処理が必要になる場合がある。
<u>(2) 最重要課題と解決策</u>
<u>(2)-1. 最重要課題：構造の検討</u>
構造の検討が最重要課題と考える。構造の設計にあたり、加工性や組立性などを考慮する必要がある。しかし、設計技術者だけでは、MM導入による加工性や組立性を顧慮した設計が難しくなった。生産技術者が、加工性、組立性についてのアドバイスをするなど、構造の検討に関わる必要が出てくる。
<u>(2)-2. 解決策</u>
<u>解決策① トポロジー最適化</u>
構造体の骨組みについて、トポロジー最適化を用いて検討する。トポロジー最適化は、骨組みの基本形状を設定すると、強度や剛性を考慮した肉抜き後の形状を提案する。この形状を基に、加工可能、組立可能な形状に修正して、骨組みを検討する。
<u>解決策② サロゲートモデル</u>
構造体のボディの検討で、空気の流体解析をサロゲートモデルと呼ばれるAIを使用して行う。サロゲートモデルは通常の流体解析と比べて、短時間で結果が出るので、検討時間を短くできる。検討後のボディに対して、高張力鋼板や熱可塑性CFRPなどの組合せの際の加工性、成形性を考慮して、ボディを検討する。
<u>解決策③ CAE解析と試作による加工性の確認</u>
検討した構造に対し、CAE解析を行い、加工性の確認

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門 機械 部門
問題番号	令和5年度-Ⅲ-1	選択科目 加工・生産システム・産業機械
答案使用枚数	3 枚目 3 枚中	専門とする事項

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

を	行	う	。	ま	た	、	C	A	E	解	析	で	検	討	し	た	構	造	に	対	し	て	も	、																																																																																																				
実	際	に	試	作	を	行	い	、	加	工	性	の	確	認	を	行	う	。	C	A	E	解	析	と																																																																																																				
試	作	で	の	評	価	を	E	ビ	デ	ン	ス	と	し	て	、	最	終	的	な	構	造	を	決	定	す	る	。																																																																																																	
<u>(3) 新たに生じるリスクとそれへの対策</u>																																																																																																																												
<u>(3)-1. 非磁性体の着磁不可</u> (着磁の意味を間違えた)																																																																																																																												
ア	ル	ミ	ニ	ウ	ム	や	熱	可	塑	性	樹	脂	な	ど	は	比	磁	性	体	で	あ	る	た	め	、	マ	グ	ネ	ット	に	く	っ	付	か	な	い	。	そ	の	た	め	、	組	立	工	程	な	ど	に	お	い	て	、	ワ	ー	ク	の	マ	グ	ネ	ット	を	用	い	た	把	持	が	出	来	な	い	。	<u>対策)</u>	真	空	吸	引	パ	ッド	や	ロ	ボ	ット	ハ	ン	ド	な	ど	用	い	て	、	ワ	ー	ク	の	把	持	を	行	う	。																					
<u>(3)-2. CAE解析結果のコリレーション</u>																																																																																																																												
C	A	E	解	析	結	果	と	試	作	で	の	評	価	に	乖	離	が	発	生	し	て	し	ま	う	、	コ	リ	レ	ー	シ	ョ	ン	が	発	生	す	る	お	そ	れ	が	あ	る	。	コ	リ	レ	ー	シ	ョ	ン	が	発	生	す	る	と	C	A	E	解	析	で	の	評	価	が	怪	し	く	な	る	。	<u>対</u>																																																		
<u>策)</u>	引	張	試	験	な	ど	の	物	性	値	を	求	め	る	試	験	を	行	う	。	そ	の	物	性	値	を	C	A	E	解	析	に	用	い	、	C	A	E	解	析	精	度	を	高	め	て	、	コ	リ	レ	ー	シ	ョ	ン	を	防	ぐ	。																																																																		
<u>(3)-3. 情報共有での認識のズレ</u>																																																																																																																												
設	計	技	術	者	と	生	産	技	術	者	な	ど	が	協	力	し	て	、	M	M	導	入	を	行	う	こ	と	に	な	る	。	そ	れ	ぞ	れ	の	専	門	分	野	が	異	な	る	た	め	、	認	識	の	ズ	レ	が	生	じ	る	お	そ	れ	が	あ	る	。	認	識	の	ズ	レ	に	よ	っ	て	、	業	務	に	手	戻	り	が	発	生	す	る	場	合	が	あ	る	。	<u>対策)</u>	そ	れ	ぞ	れ	の	専	門	知	識	に	つ	い	て	、	勉	強	会	を	行	い	、	認	識	の	ズ	レ	を	小	さ	く	す	る	。

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

R5 技術士二次試験問題 選択Ⅲ-2

(機械部門-加工・生産システム・産業機械)

「デジタルツインを用いたものづくり改革」

デジタルツインは現実空間を仮想区間で再現する取組であるが、現実と仮想には様々なギャップが存在している。本稿ではギャップ要因と解決策に関して、エアコン製造ライン立ち上げ業務を取り上げて論述する。

1. 生産技術者の立場で3つの課題抽出

1-1. デジタルツインの要件定義

前問Ⅱ-2-2 で論述したシミュレーションに続き、設備配置や人員配置といったライン構成を決定するための生産シミュレーションの役割を定義する。製造ラインには需要と供給のバランスが崩れるボトルネックが存在し机上計算でボトルネックを見つけ、それを改善することが設備総合効率（OEE）の向上に繋がる。

1-2. 生産シミュレーション適用範囲の拡大

生産シミュレーションは新しいデジタル化技術であるため、現場情報をフィードバックして精度向上していくことで活用できるツールにする必要がある。

1-3. 現場をシミュレーションで技術支援

生産活動をシミュレーションで技術支援するために製造実行システム（MES）等の上位システムが持つ生産計画情報を取り込むことが課題である。生産シミュレーションと上位システムの孤立を解消するために通信インターフェース確立とシステム連携が支援環境を実現する。

2. 最重要課題とそれに対する解決策

現場情報の収集方法とフィードバックの仕組み作りは機械技術の知見が欠かせないため生産シミュレーション拡大を最重要課題と判断する。以下、その解決策を3つ示す。

2-1. 生産イベントデータの収集・分析

フィードバックの仕組みを作る前段で 4M+E のノイズを捉えたイベントデータを収集することが重要になる。このときの人加工機へのワーク出し入れを行う工程を想定すると作業開始・終了のイベントデータをタイムリー（表.1）に収集することが必要となる。そして、多変量解析を織り交ぜることでフィードバックデータの層別を行う。**表1. 秒-作業 分-設備 時間-稼働**

2-2. 設備情報センシング技術の機器開発

エアコン製造ラインは既設コンベアを採用している傾向があり、モータ動力や振動のデータ収集をする際にセンサー設置スペースがネックなる。このため、ラズパイを活用した小型の新しいセンサーを開発することで必要な設備情報を収集できる。人の作業に関しては超広帯域無線通信（UWB）のセンシング技術にて人作業の XYZ 座標データを収集し高精度な分析への応用を計画する。

2-3. モデル化と海外工場技術支援への応用

海外工場へのラインモデルの共有を行うことで、エアコン製造工場の国際協力を強化するこ

とが可能になる。海外作業者の多様性を取り入れた生産ラインへ適用することで人間中心型の生産ラインの設計・導入・妥当性の評価に国内でも貢献できるようになる。

3. 新たに生ずるリスクとそれへの対応策

デジタルツインが加速することで、海外工場立ち上げの場面で国内からの技術支援の実現可能性が高まった。一方、生産拠点の分散によりサプライチェーン寸断等の生産停止リスク低減の効果も得られる側面もあるが、需要変動による労働集約によりチャイナ・プラスワンや国内回帰といった製造拠点変更の迅速な対応が生産技術者には求められる。このとき、機械技術者は製造工場や生産ラインのモジュール設計の思想をライン構想段階で採用して、工場移管等のフレキシブルな工場計画を立案・推進する。

また、人的リソースの観点からデジタルツインの波に取り残された企業は、企業競争に負けてしまい工場収益の2極化が進むリスクがある。このため、デジタルツインの取組を教育コンテンツに落とし込み、安価なオンライン教育サービスで生産技術力のボトムアップに挑戦する。

4. 将来展望

私はエアコン→自動車→食品工場のライン設計から工場計画を通して機械技術の専門力を向上に努めてきた。これからは製造コンサルタントとして現場の多様なニーズを捉えて、人・機械・システムが共存する工場を目指して科学技術の向上に質する。そして脱炭素や労働人口不足の社会問題に対しても誠実に向き合うことで公益を確保し国民経済の発展に尽力する。

以上
