

2019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

令和元年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

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枚以内にまとめよ。）

I-1 我が国は、今後労働人口が減少する状況の下で、技術的な国際競争力を更に高めていく必要がある。このため、機械製品には高い性能と多くの機能が求められると同時に、ユーザーの使用条件に見合った製品仕様の多様化への対応などが必要となってくる。そこで、ものづくりの観点からこれを実現する1つの考え方として、従来の「擦り合わせ」を中心とした相互依存に基づく手法から、「組み合わせ」を中心とした構成要件の定義に基づく手法への転換が挙げられる。このような状況を踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 機械製品のものづくりの手法を上記の考え方に沿って転換する場合に必要な検討項目を、技術者としての立場で、多面的な観点から複数の課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。
- (4) 業務遂行において必要な要件を技術者としての倫理、社会の持続可能性の観点から述べよ。

I-2 持続可能な社会実現に近年多くの関心が寄せられている。例えば、2015年に開催された国連サミットにおいては、2030年までの国際目標SDGs（持続可能な開発目標）が提唱されている。このような社会の状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 持続可能な社会実現のための機械機器・装置のものづくりに向けて、あなたの専門分野だけでなく機械技術全体を総括する立場で、多面的な観点から複数の課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する解決策を具体的に3つ示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じるリスクとそれへの対策について述べよ。
- (4) 業務遂行において必要な要件を機械技術者としての倫理の観点から述べよ。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-1

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	機械設計（鉄道信号機器）

※

○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。）

■例とする専門分野：踏切遮断機

(1) ものづくり転換に必要な検討事項

踏切しゃ断機は、日本国内の民鉄およびJR、また国外の鉄道事業者への対応が必要となる。これまでは、旧国鉄規格であるJRSをベースとしたJR向け中心の製品設計を進めていたが、運用が細分化されている民鉄事業者へ提供するために大幅な変更が必要となっていた。そのため、JRや民鉄、海外事業者に幅広く対応できるベース仕様とオプションの組み合わせによる事業者毎の差分対応が必要となる。

(課題①) 踏切遮断機標準仕様

踏切遮断機の性能は、使用する事業者により使用する竿の長さ、風に対する列車運転規定が異なることからそれらに対応する踏切遮断機の要求性能が異なっている。そのため、列車安全、安定輸送に必要な性能を標準仕様としてまとめることが必要である。

(課題②) 鉄道事業者毎の運用違い

踏切遮断機の運用については、事業者により異なる。例えば、停電時や故障時における竿動作や通常動作における竿の動作時間など。従来は、機種を分けて対応していた。

(2) 「鉄道事業者毎の運用違い」の解決策

(解決策①) 停電時動作の共通化

停電において、竿の動作が事業者により異なる民鉄事業者では、計画的な停電があるため、上昇位置

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。）

	で	停	止	し	、	道	路	遮	断	を	防	ぐ	。	一	方	、	J	R	で	は	夜	間	の
	貨	物	輸	送	な	ど	も	考	慮	し	、	下	降	さ	せ	る	。	停	電	時	に	も	手
	動	で	ブ	レ	ー	キ	動	作	を	切	り	替	え	で	き	る	機	構	を	つ	け	る	。
	(	解	決	策	②)	動	作	時	間	の	共	通	化										
		従	来	型	踏	切	遮	断	機	で	は	、	機	構	や	制	御	が	シ	ン	プ	ル	な
	単	相	誘	導	電	動	機	を	使	用	し	て	い	た	た	め	、	動	作	時	間	制	御
	が	で	き	な	か	っ	た	が	、	細	か	な	動	作	制	御	が	可	能	な	電	子	制
	御	モ	ー	タ	(	例	え	ば	サ	ー	ボ	モ	ー	タ	)	を	使	用	し	、	複	数	の
	動	作	時	間	に	対	応	を	可	能	と	す	る	。									
	(	3)	解	決	策	に	共	通	し	た	リ	ス	ク	お	よ	び	対	策					
	(	リ	ス	ク)	複	数	機	能	対	応	に	よ	る	誤	動	作	の	懸	念				
		機	能	を	組	み	合	わ	せ	、	複	雑	化	さ	せ	る	こ	と	で	、	誤	っ	た
	使	用	や	動	作	に	よ	る	誤	動	作	が	懸	念	さ	れ	る	。					
	(	対	策)	使	用	用	途	に	応	じ	た	マ	ニ	ュ	ア	ル	の	組	合	わ	せ		
		異	な	っ	た	使	用	方	法	を	す	る	事	業	者	に	対	し	、	す	べ	て	同
	じ	マ	ニ	ュ	ア	ル	を	渡	す	の	で	は	な	く	、	使	用	方	法	に	応	じ	た
	マ	ニ	ュ	ア	ル	を	作	成	し	、	使	用	方	法	に	マ	ニ	ュ	ア	ル	を	提	供
	す	る	こ	と	で	、	誤	っ	た	読	み	込	み	に	よ	る	ご	操	作	を	防	止	し
	誤	動	作	を	防	止	す	る	。														
	(	4)	業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	要	件								
		踏	切	し	ゃ	断	機	は	、	こ	れ	ま	で	の	マ	ニ	ュ	ア	ル	で	は	使	用
	方	法	を	詳	細	に	示	し	て	な	く	、	現	場	に	お	け	る	熟	練	技	能	を
	有	し	た	作	業	者	に	よ	り	安	全	が	確	保	さ	れ	て	い	た	。	そ	の	た
	め	、	鉄	道	事	業	者	毎	に	異	な	っ	た	運	用	、	保	守	規	定	を	収	集
	し	、	差	分	を	し	っ	か	り	と	理	解	す	る	こ	と	で	異	な	る	運	用	に

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 I-1
	1枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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. 組み合わせ中心のものづくりのための課題														
(1) フロントローディング化														
課題は、品質の作り込みを下流工程に依存せず、ものづくり上流段階での設計品質を向上させるフロントローディング化である。														
我が国ではかつて、ものづくり下流工程での擦り合わせを得意とし、品質を維持してきた。しかし、昨今では、海外でも同様の品質・コスト・納期を満たす製品が製造できるため、競争力が弱まっている。このため、フロントローディングを迅速に進める必要がある。														
(2) DRの有効利用														
課題は、有効な設計審査(DR)を実施することである。DRはISOに規定されているものの、形骸化している場合が散見される。各組織の役割を確実に遂行するため、効果的な設計審査を行う必要がある。設計品質を各部署が責任を持って審査し、問題点や修正点を見つけ出し、対策の合意を得てから次工程に進まなければならない。														
(3) コンカレントエンジニアリングの実行														
課題は、コンカレントエンジニアリングの効果的な実施である。ニーズに迅速対応する要求が高まっているため、各組織が役割を認識して、同時並行してものづくり作業を進める必要がある。														
2. 重要課題と解決策														
(1) 最重要課題と問題点														

●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

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 I-1
	2枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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。

	最 重 要 課 題 は 、 フ ロ ン ト ロ ー デ ィ ン グ 化 に よ る 品 質 の 作 り 込 み で あ る 。 図 1 に 示 す よ う に 、 も の づ く り 下 流 に な る ほ ど 修 正 コ ス ト は 増 加 す る 。 上 流 で あ る 設 計 段 階 で 品 質 を 高 め る 必 要 が あ る 。 問 題 点 は 以 下 の 2 点 で あ る 。 ① 熟 練 者 不 足 我 が 国 の 生 産 年 齢 人 口 は 直 近 2 0 年 で 約 1 0 0 0 万 人 減 少 し て い る 。 今 後 も こ の 傾 向 は 続 く た め 、 擦 り 合 わ せ を 支 え て き た 熟 練 者 が 減 少 し 、 技 術 や 技 能 伝 承 が 停 滞 し て い る 問 題 点 が あ る 。 ② 不 具 合 の 再 発 過 去 の ト ラ ブ ル が 再 発 す る 事 象 が 散 見 さ れ て い る 。 擦 り 合 わ せ に よ り 解 決 し て き た ト ラ ブ ル が 再 発 し な い よ う な 工 夫 が さ れ て い な い 問 題 点 が あ る 。 (2) 解 決 策 私 の 専 門 で あ る 、 〇 〇 装 置 を 事 例 に 解 決 策 を 述 べ る 。 ① ナ レ ッ ジ ベ ー ス 化 解 決 策 は 、 熟 練 者 の 知 識 や ノ ウ ハ ウ を デ ー タ 登 録 し 、 関 係 者 が 容 易 に 検 索 で き る ナ レ ッ ジ ベ ー ス 化 を 行 う こ と で あ る 。 ② P D M へ の ト ラ ブ ル 履 歴 登 録 解 決 策 は 、 P D M に ト ラ ブ ル 履 歴 を 登 録 す る こ と で あ る 。 〇 〇 装 置 で は 約 4 0 0 0 点 の 全 部 品 に 対 し て 、	図 1 各 工 程 での 修正コスト
--	---	-----------------------

●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

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 I-1
	3枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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。

	過	去	の	ト	ラ	ブ	ル	履	歴	を	登	録	し	、	検	索	で	き	る	よ	う	に	工
	夫	し	て	い	る	。																	
3	．新 た な リ ス ク と 対 策																						
(1)	ナ	レ	ッ	ジ	ベ	ー	ス	へ	の	登	録	漏	れ										
	熟	練	者	の	知	識	や	ノ	ウ	ハ	ウ	を	完	全	に	ナ	レ	ッ	ジ	ベ	ー	ス	化
	で	き	な	け	れ	ば	、	伝	承	で	き	な	い	リ	ス	ク	が	あ	る	。	文	書	や
	面	等	で	の	表	現	が	難	し	い	場	合	は	デ	ー	タ	登	録	さ	れ	な	い	懸
	が	あ	る	。																			
	対	策	と	し	て	、	拡	張	現	実	ツ	ー	ル	を	利	用	し	て	、	熟	練	者	の
	作	業	を	記	録	・	編	集	し	て	登	録	す	る	方	法	が	好	ま	し	い	。	
(2)	P	D	M	へ	の	ト	ラ	ブ	ル	登	録	漏	れ										
	P	D	M	へ	の	ト	ラ	ブ	ル	登	録	ル	ー	ル	が	煩	雑	で	あ	る	と	、	登
	が	看	過	さ	れ	て	し	ま	う	リ	ス	ク	が	あ	る	。							
	対	策	と	し	て	、	メ	モ	や	メ	ー	ル	で	も	容	易	に	登	録	で	き	る	ル
	ー	ル	作	り	を	す	る	こ	と	で	あ	る	。	多	く	の	情	報	を	入	力	し	て
	く	こ	と	で	、	多	面	的	な	検	討	を	行	う	こ	と	が	で	き	有	効	で	あ
4	．業 務 遂 行 に 必 要 な 要 件																						
	近	年	で	は	、	品	質	デ	ー	タ	不	正	問	題	が	散	見	さ	れ	て	い	る	。
	品	質	よ	り	も	納	期	を	優	先	す	る	風	潮	を	払	拭	す	る	必	要	が	あ
	安	全	・	安	心	の	製	品	提	供	を	最	優	先	さ	せ	る	倫	理	教	育	が	必
	と	考	え	る	。	ま	た	、	高	齢	者	や	女	性	、	外	国	人	な	ど	多	様	な
	働	者	の	割	合	が	増	加	す	る	と	予	想	さ	れ	る	た	め	、	安	全	衛	生
	育	も	重	要	と	考	え	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 再現論文

受講者番号	
氏名	
問題番号	I-1
解答用紙枚数	枚

技術部門	機械
選択科目	機械設計
専門とする事項	工業用ヒータの開発設計

※

○受講者番号、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事。

(1)ものづくり手法の転換における技術的課題

私の専門とする工業用ヒータの開発は、性能評価などをすり合わせの手法を用い、試作を重ねるトライ＆エラーを繰り返し行っている。しかし多様化され高性能を要求する顧客や開発期間の短縮要望をより効果的に行うために組み合わせ手法によるものづくりにシフトすることが求められる。以下では組み合わせ手法によるものづくりの技術的な課題を抽出し分析した。

- 1)品質課題：**構成要素や技術の組み合わせによるターゲット品質を如何に実現するかが課題となる。また不具合を低減し品質の安定化を図るための設計を行うことが重要である。
- 2)コスト課題：**品質とコストのトレードオフを検証し、製品競争力を最大限に引き出すことが課題となる。
- 3)生産性課題：**組み合わせ手法によるものづくりは従来にない設計案を検討する必要がある。そのため材料や部品の調達性や生産リードタイムの検討が課題である。また製造供給を継続的に行えるビジネスモデルの検討も必要である。
- 4)安全性課題：**これまでのトラブル事例を踏まえ、予め事故や不具合対策を踏まえた開発を行うことが課題である。同時に製品寿命などの信頼性を確保する必要がある。

(2)重要な課題に対する解決策

前述した課題の中で特に重要なものは品質課題である。なぜなら製品の機能を果たすことが最低限の条件であり、それは品質で評価することが重要だからである。特に組み合わせ手法による最適解は多岐にわたる。その中で品質という明確なゴールを定め全体最適化を行うことが重要である。以下では品質課題を解決するための解決策を提示する。

- 1)タグチメソッドの活用：**タグチメソッドは、品質という目的関数に対して、設計因子や誤差因子を組み合わせバラツキの少ない設計案を評価することができる。併せて設計因子の構成要素がどの程度品質に寄与しているかという定量的な懸賞ができ設計案の検討をより効率的に行うことができる。
- 2)シミュレーションの応用：**ヒータの開発では熱伝導、熱伝達、放射熱を考慮した熱流動解析を応用することで予め定量的に品質を予測することができる。シミュレーションは設計案の有効性や妥当性を確認するために重要な解決策となる。
- 3)DfXによる開発：**設計工程という事前段階で、各部門の専門家が参画する事で多様な視点から設計案をブラッシュアップでき、製品開発をより確実なものにすることができる。

(3)解決策に生じる共通リスクとその対策

- 1)共通リスク：**以上で述べた課題の共通するリスクは、設計するための前提条件の不確実性による想定結果への影響である。例えばヒータの開発であれば、どのような環境で用いるのか、近くに他の熱源や排熱ファンがあるかなど、開発段階で想定できないような条件が昇温性能や温度分布品質に悪影響となる可能性がある。このような前提条件を抽出するのは人であるため、条件出しの誤りや抜けなどのリスクが考えられる。
- 2)リスクに対する対策：**対策は、有識者や使用環境に詳しい経験者などを交えたDRを実施することである。特に条件だしの方法としてブレインストーミングやKJ法を活用することで、タグチメソッドによる開発手法が特に有効に実施できる。

●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

(記載の注意) 文字を書き込んでいけば次のシートが生成されます。所定枚数まで書き込んでください。

技術士第二次試験 再現論文

受講者番号		技術部門	機械	※
氏名		選択科目	機械設計	
問題番号	I-1	専門とする事項	工業用ヒータの開発設計	
解答用紙枚数	枚目	枚数	枚	

○受講者番号， 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事。

(4)業務遂行における必要要件

新たなものづくり手法において以下の観点による開発業務遂行が必要である。

1)倫理的観点：製品の要求品質は性能面だけではなく、最終的にはお客様である人が扱う製品である点を考慮して安全性に配慮する。特にヒータは通電による加熱を行うため、やけどや漏電による感電などの事故が起きないように十分に配慮する。

2)社会持続性観点：組み合わせによるものづくり手法ではより効率良い設計案を事前に評価できるため、従来手法と比べ試作や無駄な材料の消費を削減することを意識する。また加熱性能の最適化によって省エネを考慮した製品で環境負荷を低減する。このような観点で開発を行うことで持続可能性社会への貢献を果たす。

? 以上—

問題 I-1

(1)

機械製品の開発から顧客先での運用までについて、それぞれの場合から課題を考察する。

①要件定義・仕様決定

- ・モジュール設計時に求められる営業戦略

組み合わせを中心とした構成要件の定義への転換にあたり、モジュール設計を導入する。顧客の求める仕様に対し、モジュール設計の手法では事前にある程度モジュール分割および仕様について検討を行い、顧客に提案できる仕様を明確にすると同時に提案型の営業を行うことが求められる。

②開発・設計

- ・モジュール設計および規格の標準化

上記営業戦略を達成するにはあらかじめモジュール設計および図面、加工、規格等の標準化を進めておくことが望ましい。さらに開発・設計にあたっては適切なモジュール設計、特にモジュール/Users/Apple/Documents/技術士/1212 安部(機械_機械設計)_問題 II-1-2.txt ル分割の粒度が課題である。

③生産・納入

- ・生産形態の決定

生産規模や求められる技術に応じてピット生産やライン生産など、適切な生産形態を決定する。

- ・梱包、運搬形態の決定

梱包、運搬についても、モジュールの組み合わせに応じて許容される最大加速度が異なるため、それぞれ検討が必要である。

④保守・点検

- ・保守、点検周期、箇所の決定

各顧客の設置、使用環境が異なるため、同じモジュールを使用した場合でも、モジュールや部品の劣化の進行が異なることが想定される。必要に応じて保守、点検周期および場所を見直すことが求められる。

(2)

最も重要と考える課題は従来の製品や機能をモジュール化するにあたってのモジュール分割の粒度と考える。

- ・粒度が細かすぎる場合

モジュール数が増えるだけでなく、モジュール間のインターフェースも増加することとなる。このインターフェース部は多くの場合、①担当者が異なる、②結合テストが開発後半で行われる③各モジュールを結合するシステムまで複雑となる、といった理由で不具合が発生しやすい。

- ・粒度が荒すぎる場合

製品仕様の多様化が困難になり、顧客の求める仕様に合致できなくなり、市場競争力を失う恐れがある。また、モジュールそのものも巨大となるため、開発の効率化を図ることが困難となる。

これらの課題に対しては以下が解決策と考えられる。

- ・早期のシミュレーションの活用

各モジュール間について、3D-CAD/CAE を用いたシミュレーションを行い、モジュールの最適な粒度やインターフェースの不具合抽出を図る。フロントローディングを行えばなお良い。

- ・コンカレントエンジニアリングを用いた早期の統合システム検討

各モジュール間を繋ぐインターフェースやシステム設計において、コンカレントエンジニアリングを用いて早期にシステム検討するのが望ましい。その際はDRを行い、モジュール間の情報や力、信号、流体等の流れについて HAZOP を用いて異常状態についても検討を行うとなお良い。

(3)

モジュール設計に対して新たに生じうるリスクは、異なる二つ以上の製品における共通モジュールについて、後から設計変更が発生した場合が考えられる。この時、往々にして設計変更する必要が生じた側の製品のみの評価が行われることがあるが、他製品への波及展開ができずにモジュール設計の思想が崩壊することが度々生じる。

このような事態を防ぐには、設計変更前に共通モジュールを使用する他製品の関係者・識者と DRBFM を行い、変更に対するリスクを洗い出し、極力多くの製品で設計変更が適用できるように検討を進めることが重要である。

(4)

これらの業務遂行においては以下の要件が必要となる。

- ・公益優先の行動

ユーザーの使用条件の把握のみならず、生産者、サービスまで含めた関係者にとって不利益のないように業務を遂行することが求められる。

- ・環境の保全

社会の持続可能性を確保するため、地球環境の保全に配慮した業務を行わなければならない。

- ・有能性の重視

各技術者は自分の力量が及ぶ範囲の業務を行う。また、各コミュニケーションを十分にとり、信頼関係を築く。

- ・秘密の保持

顧客情報や業務情報は細心の注意を払って取り扱い、正当な理由なく他に漏洩しない。

平成 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	I - 1

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料力学

※

○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。)

はじめに

「擦り合わせ」は日本の製造業における1件毎の設計であり、個別に最適化を行う手法である。一方、「組み合わせ」は標準部品をユーザーが求める結果となるように組み合わせにより実現する手法である。

(1) 転換するために必要な検討事項

「組み合わせ」型に転換する際に必要な検討事項として3点挙げる。

1点目は、「組み合わせ」のための各部品は、標準製品であるがゆえ、不要な機能を持っていることである。「擦り合わせ」では各部品が最適化されているのに対して、「組み合わせ」での不要機能が、コスト増加や、重量アップ、または不要機能に起因する故障を引き起こすことが無いかの確認が必要である。

2点目は、共通フラットフォームの最大化である。例えば訓練装置を製作する場合、PCとVR用のヘッドマウントディスプレイをフラットフォームとすれば、ソフトとインターフェイスを変えることで、様々な訓練に対応でき、より多くのユーザーで使用でき、開発コストも抑えることが可能である。

3点目は分割形状となるため、信頼性が低下して、重量が増すことである。「擦り合わせ」では各部品が最適化された形状であるのに対し、「組み合わせ」により、複数の部品で代用することで、問題が生じる可

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	機械部門
選択科目	機構ダイナミクス・制御
専門とする事項	機械力学

※

○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)	検討すべき課題
①	標準化
	組み合わせを中心とした設計では、標準化された部品を組み合わせ構成して製品とする。このため、機械を構成する各部品の標準化が求められる。
②	コスト・性能の最適化
	ユーザー仕様に合わせて、標準化された部品を組み合わせて、コストを最小化でき、且つ性能が最大化できる構成とすることが求められる。
③	対象範囲の設定
	組み合わせ設計で全ての製品仕様に対応するのは困難なため、どの仕様範囲を組み合わせ設計で対応設計可能とするか決める必要がある。
④	規格化
	社会、業界全体で各部品の主要仕様等を規格化することが求められる。これにより業界を通じて部品を共有することや製品を超えた部品共有が可能となる。
⑤	強度・安全性の確保
	標準化された各部品には十分な強度・安全性があることが求められるとともに、構成された機械製品としての強度・安全性の確保も求められる。

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	)	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	と	そ	の	解	決	策					
	検	討	す	べ	き	課	題	の	う	ち	、	最	適	化	が	最	も	重	要	と	考	え	る
そ	の	理	由	は	、	最	適	化	す	る	こ	と	が	で	き	な	け	れ	ば	、	ユ	ー	ザ
一	の	使	用	条	件	の	多	様	化	に	対	応	で	き	ず	、	擦	り	合	わ	せ	設	計
と	比	べ	て	コ	ス	ト	ア	ッ	プ	や	性	能	低	下	と	な	る	場	合	が	あ	る	か
ら	で	あ	る	。	こ	の	課	題	に	対	す	る	、	解	決	策	を	以	下	に	述	べ	る
①	解	決	策	1	:	人	口	知	能	の	活	用											
	標	準	化	し	た	部	品	を	組	み	合	わ	せ	パ	タ	ー	ン	の	最	適	化	す	る
た	め	に	、	人	口	知	能	を	活	用	し	た	コ	ス	ト	が	最	小	か	つ	性	能	が
最	大	化	す	る	部	品	の	組	み	合	わ	せ	の	探	索	を	提	案	す	る	。	ま	た
人	口	知	能	に	は	、	実	験	と	C	A	E	解	析	に	よ	り	代	表	的	な	組	み
合	わ	せ	に	お	け	る	性	能	評	価	を	行	い	、	そ	れ	を	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ
ョ	ン	モ	デ	ル	に	組	み	込	み	、	最	適	パ	タ	ー	ン	の	探	査	を	行	う	。
②	解	決	策	2	:	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	に	よ	る	性	能	把	握			
	組	み	合	わ	せ	設	計	さ	れ	た	製	品	を	最	適	化	し	た	際	に	、	そ	の
製	品	の	性	能	を	精	確	に	把	握	で	き	る	こ	と	が	重	要	と	な	る	。	そ
こ	で	、	組	み	合	わ	せ	設	計	し	た	製	品	の	性	能	を	予	測	す	る	た	め
の	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ	ン	モ	デ	ル	を	構	築	し	て	、	設	計	仕	様	毎	に
性	能	予	測	を	行	う	こ	と	を	提	案	す	る	。	ま	た	シ	ミ	ュ	レ	ー	シ	ョ
ン	に	用	い	る	各	種	解	析	モ	デ	ル	や	設	定	に	つ	い	て	は	、	各	部	品
の	単	体	試	験	や	縮	小	モ	デ	ル	の	試	験	機	お	よ	び	C	A	E	解	析	等
よ	り	そ	の	特	性	を	取	得	し	て	お	く	。	そ	れ	ら	を	用	い	て	組	み	合
わ	せ	た	場	合	の	性	能	を	把	握	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)	新	た	に	生	じ	う	る	リ	ス	ク	と	そ	の	対	策									
①	リ	ス	ク	1	:	人	口	知	能	の	出	す	設	計	案	の	信	頼	性					
	人	口	知	能	の	出	す	設	計	案	に	つ	い	て	、	そ	の	妥	当	性	を	評	価	
す	る	こ	と	が	で	き	な	い	、	あ	る	い	は	そ	の	設	計	案	を	受	け	入	れ	
る	こ	と	が	で	き	な	い	と	い	う	リ	ス	ク	が	生	じ	る	。	そ	こ	で	、	事	
前	に	実	験	や	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ	ン	を	用	い	て	、	代	表	的	な	設	計		
仕	様	に	対	す	る	設	計	案	の	信	頼	性	を	検	証	す	る	こ	と	を	対	策	と	
し	て	行	う	。																				
②	リ	ス	ク	2	:	技	術	者	の	技	術	レ	ベ	ル	の	低	下							
	人	口	知	能	を	活	用	し	て	設	計	案	を	検	討	す	る	こ	と	で	、	人	口	
知	能	に	依	存	す	る	よ	う	に	な	り	、	技	術	者	が	自	身	で	考	え	て	検	
討	す	る	機	会	が	減	る	。	こ	の	た	め	、	技	術	者	の	技	術	レ	ベ	ル	の	
低	下	の	リ	ス	ク	が	生	じ	る	。	そ	こ	で	、	定	期	的	な	勉	強	会	等	の	
開	催	に	よ	り	技	術	レ	ベ	ル	の	向	上	す	る	機	会	を	設	け	る	。			
(4)	業	務	遂	行	に	お	い	て	必	要	な	技	術	者	要	件								
	業	務	遂	行	す	る	技	術	者	に	は	、	特	定	の	技	術	分	野	に	関	す	る	
深	い	知	識	だ	け	で	な	く	、	幅	広	い	分	野	で	の	知	識	と	経	験	を	有	
す	る	こ	と	が	求	め	ら	れ	る	。	ま	た	、	単	に	理	論	的	な	こ	と	や	計	
算	の	み	で	な	く	、	現	場	、	現	物	に	つ	い	て	も	理	解	し	て	、	考	慮	
し	た	検	討	が	で	き	る	こ	と	が	必	要	で	あ	る	。								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	令和元年 - 1
答案使用枚数	2枚 枚目 3 枚中

技術部門 機械	部門
選択科目 機構ダイナミクス・制御	科目
専門とする事項 ロボット工学および交通・物流機械	

○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。

動	で	変	更	す	る	(	マ	ス	カ	ス	タ	マ	イ	ゼ	ー	シ	ョ	ン	)	。	変	更	方
法	は	、	他	の	工	場	の	製	造	ラ	イ	ン	情	報	を	取	得	す	る	。	様	々	な
工	場	の	ラ	イ	ン	情	報	を	ク	ラ	ウ	ド	に	上	げ	る	。	ク	ラ	ウ	ド	上	の
機	械	学	習	モ	デ	ル	に	様	々	な	ラ	イ	ン	情	報	を	学	習	せ	せ	る	。	機
械	学	習	モ	デ	ル	は	新	し	い	組	み	合	わ	せ	に	対	し	て	、	ラ	イ	ン	情
報	を	推	論	す	る	。	推	論	結	果	を	製	造	ラ	イ	ン	が	ダ	ウ	ン	ロ	ー	ド
し	、	そ	の	結	果	に	従	っ	て	工	程	を	変	更	す	る	。						
②	モ	ジ	ュ	ー	ル	情	報	の	テ	ー	タ	バ	ー	ス	化								
	P	r	o	d	u	c	t	D	a	t	a	M	a	n	a	g	e	m	e	n	t	(	P
報	た	り	で	な	く	、	調	達	情	報	、	部	品	情	報	、	部	品	の	使	用	時	の
故	障	や	経	年	劣	化	の	情	報	な	ど	、	調	達	か	ら	廃	棄	ま	で	の	ラ	イ
フ	サ	イ	ク	ル	全	体	の	情	報	を	D	B	化	す	る	。	D	B	化	す	る	こ	と
人	間	も	組	み	立	て	自	動	判	断	シ	ス	テ	ム	も	情	報	に	ア	ク	セ	ス	し
や	す	く	な	る	。																		
③	オ	ー	プ	ン	イ	ノ	バ	ー	シ	ョ	ン	の	活	用									
	組	み	合	わ	せ	の	自	動	化	を	効	率	的	に	進	め	る	た	め	、	社	外	の
専	門	家	と	協	業	す	る	。															
(3)	解	決	策	に	共	通	し	て	生	じ	う	る	リ	ス	ク	と	対	策					
④	情	報	漏	え	い	の	リ	ス	ク	：	ク	ラ	ウ	ド	に	送	信	す	る	情	報	、	D
の	情	報	、	社	外	の	専	門	家	に	渡	し	た	情	報	が	漏	え	い	す	る	リ	ス
ク	が	あ	る	。	対	策	と	し	て	、	情	報	の	暗	号	化	、	必	要	な	情	報	の
み	ク	ラ	ウ	ド	や	D	B	に	ア	ッ	プ	す	る	、	社	外	の	専	門	家	と	秘	
持	契	約	を	結	ぶ	、	特	許	化	、	ノ	ウ	ハ	ウ	化	、	公	知	化	し	て	他	者
が	権	利	行	使	で	き	な	く	す	る	、	が	あ	る	。								
⑤	情	報	伝	達	、	ア	ク	セ	ス	し	に	く	い	リ	ス	ク							

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	令和元年 I-1
答案使用枚数	3枚 枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機構ダイナミクス・制御	科目
専門とする事項ロボット工学および交通・物流機械		

○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。

情報伝達量が、大容量通信、多数接続が可能な5Gも採用する。対策には、大容量通信、多数接続が可能な5Gも採用する。DB構造が複雑で、所望の情報にアクセスできないリスクがある。対策として、直感的にアクセスできないリスクがある。対策として、秘書などの代わりに連絡が取れないリスクがある。対策として、秘書などの代わりに連絡が取れる人に連絡する。	(4) 業務遂行において必要な要件
i. 公衆の安全を確保する	
組み合わせにより、製品から大きな振動・騒音・漏電・有害物質の流出がないことも確認する。また、組み合わせ時に環境を汚染していないかチェックする。	
ii. 働きがいと経済成長を両立させる	
オープンイノベーションの参加者すべてが活躍できるよう、役割分担を最適化する。組み合わせによる効率化で国際競争力を強化し、経済成長を実現する。	
iii. データと正直に向き合う	
組み合わせにより従来の性能が出せなくなっても、データを改ざんせず、正直に向き合う。性能向上のため工夫について上司に相談する。	
	- 以上 -

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械部門
問題番号 1-2	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 機械設計

(1) 持続可能な社会実現のための課題

(1)-1 温室効果ガス排出削減

SDGs の開発目標には、気候変動に関する項目がある。機械技術では、部品製造時や機器・装置運用時に温室効果ガスを排出する。これらの温室効果ガスは気候変動に影響を与えるという問題がある。このため、温室効果ガス排出削減が課題である。

(1)-2 プラスチックごみ削減

SDGs の開発目標には、海洋汚染や生態系保護に関する項目がある。昨今、不適切に廃棄されたプラスチックが海洋などに流出し、生態系へ悪影響を及ぼしていると問題になっている。機械技術においても、プラスチックごみ削減が課題である。

(1)-3 有害物質の削減・不使用

SDGs の開発目標には、海洋汚染、水質汚濁、土壌汚染、生態系保護に関する項目がある。機械技術においても、部品に有害物質を含んでいる場合があり、これが流出すると人を含む生態系に悪影響を及ぼすという問題がある。このため、有害物質の削減・不使用が課題である。

(2) 課題に対する解決策

(1) で抽出した課題のうち、温室効果ガス排出削減を最も重要と考え、その解決策を以下に示す。

(2)-1 省電力化

温室効果ガス排出削減の解決策として、装置・機器

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械部門
問題番号 1-2	選択科目 機械設計
答案使用枚数 2枚目 3枚中	専門とする事項 機械設計

の省電力化を挙げる。装置・機器運用時の消費電力が大きいと、発電による温室効果ガス排出量が大きくなる。具体例として、機器・装置の冷却システムを最適化し、ファンの消費電力を削減するなどが挙げられる。

(2)-2 部品点数削減

機器・装置の部品製造時には、加工作業などにより電力を消費する。電力消費により、発電時に温室効果ガス排出量が増加する。したがって、機器・装置で使用する部品点数を削減することで、温室効果ガス排出量を削減することができる。

(2)-3 リユース

機器・装置の部品製造時には、電力消費によって温室効果ガスが排出される。したがって、機器・装置を廃棄する際に部品をリユースすることで、製造する部品自体を削減し、温室効果ガス排出量を削減する。

(3) 新たに生じるリスクと対策

(3)-1 新たに生じるリスク

(2) で示した解決策に共通して生じるリスクとして、製品ライフサイクル全体での温室効果ガス排出量増加のリスクが挙げられる。装置・機器を省電力化した場合、従来よりも機能が縮小すると、顧客は常に最大出力で使用し続ける可能性がある。製品ライフサイクル全体で見ると、従来よりも温室効果ガス排出量が増加するリスクがある。また、リユース時の輸送、洗浄、検査などの作業も考慮すると、温室効果ガス排出量が

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名		機械部門
問題番号	1-2	選択科目 機械設計
答案使用枚数	3枚目 3枚中	専門とする事項 機械設計

増加するリスクがある。

(3)-2 リスクへの対策

上記のリスクへの対策として、製品ライフサイクルを考慮した設計を提案する。製造から運用、廃棄、リサイクル、リユースまでを考慮し、温室効果ガス排出量を分析、評価すべきである。この際、営業、製造、保守などの各担当部門と設計部門が連携すべきである。

(4) 業務遂行において必要な要件

業務遂行において必要な要件は、持続可能な社会実現に向けた意識の成熟とそれを実行する体制作りであると考ええる。

(4)-1 意識の成熟

機械技術者は、利益を追求するだけでなく、社会、経済、環境への影響も考慮すべきである。機械技術は、人々の生活に密着しており、社会や経済、環境に与える影響が大きいためである。

(4)-2 体制作り

持続可能な社会実現に向け、組織体制を整備すべきである。目標と計画を立案し、責任者を任命する。責任者が計画に沿って進んでいるかをチェックする。また、チェックするための組織体制も必要である。技術者倫理は、自身が持っているだけでは意味がない。他者に対しても技術者倫理に対する関心を促し、技術者倫理に反するような状況になった場合は声を上げて正さねばならない。

—以上—

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	I - 2 (2019 再現)								

技術部門	機械
選択科目	機械設計
専門とする事項	設計工学

※

現代の環境問題は、環境汚染、地球温暖化、資源の枯渇など多様化している。それらに向き合っていかなければならない機械技術者も、特定の領域だけでなく、幅広い視点から物事を見る必要がある。以下に、持続可能な社会実現のための、私の考えを述べる。

1. 持続可能な社会実現のための課題

課題①：大量生産、大量消費からの脱却

これまで私達は、大量生産・大量廃棄を前提としたものづくりを行い、人々はものを所有することに価値を見い出してきた。各種の環境問題を克服し、持続可能な社会を実現するためには、新たな価値観の創出により、大量生産・大量廃棄からの脱却が必要である。

課題②：生産性の向上

今後、少子高齢化や人口減少により、労働者不足が急速に進む。その中でも社会活動を持続していくために、生産性の向上が課題である。

課題③：3 R (Reduce/Reuse/Recycle)

資源問題や廃棄物問題の克服のため、機械開発者としては、3 R の視点で開発に取り組むことが課題である。

2. 重要課題と解決策 (3つ)

重要課題：重要課題として、3 R への取り組みをとりあげる。

解決策1：ライフサイクルアセスメント (LCA)

3 R に適切に取り組むためには、まず製品の製造～使用～廃棄といったライフサイクル全般の環境負荷を把握する必要がある。ライフサイクルの各工程で、どのような物質やエネルギーがどの位使われ、環境中に排出されたかを分析する。LCA の実施には、ライフサイクル全般に必要なデータを一元的に管理することができる、PLM システムの活用が有効である。

解決策2：形状最適化

3 R で最も重要視されるのは、Reduce である。資源や廃棄物の量を直接的に減らせるからである。そのため的手段として、CAE 構造解析を応用した、形状最適化を提案する。形状最適化は、一定の空間、荷重や拘束条件の下で、応力や重量が最適になるように外形形状を算出するものである。類似の技術に、一定の外形形状の中で、肉抜きするなど軽量化した形状を算出する、トポロジー最適化も実用化されている。これらの技術を活用し、部材の Reduce、軽量化を効率的に検討することが可能である。

解決策3：モジュール化・標準化

複数の部品の機能を統合し、機器のモジュール化を進めることで、組立や分解作業を容易にし、リサイクルや適切処理を促進することができる。また、部品やモジュールを複数の製品で統一して使用したり、規格化することで、リユースを促進することができる。

3. 新たに生じるリスク、対策

リスク：

上記解決策の後に残る、あるいは生じるリスクとしては、使用材料の持続可能性が低いことが考えられる。例えば、プラスチックは軽量化や量産化、モジュール化の際に候補になり得る材料だが、化石燃料由来であることや、海洋プラスチックごみの問題が顕在化しており、持続可能性が低い。

対策：

対策としては、持続可能性の高い材料を使用することである。具体的には、植物由来の材料である CNF を使った強化樹脂は、材料調達観点で持続可能性が高い代替材料である。

また、近年開発が進んでいる金属 AM と形状最適化技術を組み合わせることで、軽量の金属部品を設計することが可能となる。これはプラスチック部品の代替手段として期待される技術である。

4. 業務遂行において必要な要件

機械要素や材料、各種力学の知識など機械設計のための知識だけでなく、地球環境問題に対する知識、経済や社会問題に対する知識にも精通していることが求められる。これらの諸問題は相互に、複雑に関係する

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

ため、トレードオフを的確に判断するリーダーシップも求められる。技術者や企業が、社会から信用され、持続的に活動するためには、コスト第一主義ではなく、品質・安心・安全を優先する倫理観も必要である。

以上

再現論文 令和元年 必須科目

I-2

1. はじめに

SDGsが提唱されてから、民間企業に於いてもこれを踏まえた活動が始まり、起る。SDGsの17の項目を見てゆくと、地球環境保全に関する項目が目立つ。以下、地球環境保全に関して述べてゆくこととする。

2. 持続可能な社会実現のための機械機器・装置のもののづくりに向けての課題と分析

私は、光ファイバの生産設備の設計を担当している。光ファイバの生産には、莫大な電力を使い、希ガスであるHeも使用する。最終製品である光ケーブルは、金属とガラスとプラスチックから構成されており、完全分別してリサイクルすることは困難である。これらを踏まえて、持続可能な社会へ向けての課題と、以下に3点記す。

① 省エネルギー

ほとんどの機械は動力源としてエネルギーを必要とする。そして現状、エネルギーは化石燃料由来のものがほとんどである。省エネルギーを推進することは地球温暖化対策につながる。

② 限りある資源の有効活用

前述した希ガスであるHeのみならず、レアアースやリニウムなど、地球上から枯渇しつつある資源の使用量を減らす、もしくは使用しなくても済むようにする、といった取り組みが、持続可能な社会の実現に向けて必要となる。

3) 廃棄物の3R(Return)

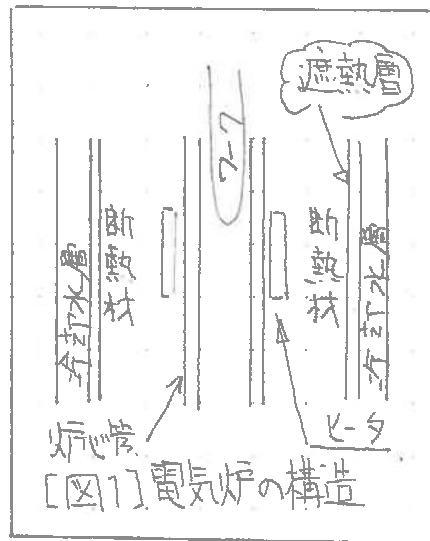
廃棄物を3R(リデュース, リユース, リサイクル)の優先順位で処理することはもちろんだが、最近はこのに加えてReturn(自然に返す)が提唱されるようになってきた。近年のマウフロプラスチックによる海洋汚染が問題視されている故である。プラスチックを用いている工業製品は殆んどなく、3Rを実現してゆくことは機械技術者の責務である。

最も重要な課題として、それに対する解決策

上記の中から「省エネルギー」を取り上げ、中でも多くの工場で行われている電気炉の省エネをテーマとして、以下に3つの解決策を提案する。

1) 遮熱による輻射熱の反射

私が担当している電気炉の構造を図1に示す。これまで省エネのために、断熱材を断熱性の良いものに交換したり、断熱材の厚さを厚くしたりといったことを主にやってきました。今後は、伝熱経路中に遮熱層を設け、輻射熱を反射するものが有効であると考えている。



2) CAEによる炉構造最適化

現存している炉の多くは、CAEがまだなかった頃の設計をベースにしたものが、多いのでは無いだろうか。CAEを用いて伝熱解析をす

ること、断熱効率や遮熱効率の最適化が可能となる。

③ 排熱の利用

工業用の電気炉からの排熱というのは、温度が高く、良質な排熱源であることが多い。これを積極的に利用して、暖房や給湯や融雪などに用いるようにする。

4. 解決策に共通して生じるリスクと対策

このように省エネの施策に対しては、投資回収できないうりリスクが発生しかねない。これに対しては地球環境保全という目的を考えたとき、投資回収年数を長く設定することを経営陣に促してゆくことも、機械技術者としての役目であると考えている。

5. 業務遂行において必要は要件

① 機械工学の知識の向上と研鑽

電気炉の省エネ設計をする上では必須となる。前述した3-①では、熱伝導と熱輻射との使い分けが重要であるし、3-②では、CAEを使いこなすことが求められる。

② 公益を優先する姿勢

地球環境保護という公益を優先する姿勢と熱意が必須となる。

③ スタークホルダーとの利害関係の調整能力

かとい、てビジネスにばらばいような設計では困る利害関係を踏まえて、公益性と経済性を高い次元で両立するよう機械技術者でなければならぬ。以上

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	I-2						

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	エジェクターの設計・解析

※

○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. 機械技術全般の持続可能な社会実現のための課題

1-1. 非化石由来材料の活用

機械技術全般においてプラスチック材料は必要不可欠である。しかし持続可能な社会実現のためには、化石由来材料からの脱却が必要である。この代替材料として、ナノセルロースファイバーやバイオマスプラがある。これら非化石由来材料を活用し製品設計していくことが課題となる。

1-2. リサイクル性の向上

どのような製品であっても、最終的には寿命を終えるときが来る。廃棄時に焼却処分をすると、CO₂の発生や資源を失うことになってしまう。持続可能な社会実現のためには、焼却処分せずにリサイクルできる設計が求められる。したがって製品のリサイクル性向上が課題となる。

1-3. 製品の長寿命化

製品のライフサイクルの中で、特に生産時と廃棄時に環境負荷が高いが、使用時は比較的小さい。したがって、製品の使用時の寿命を高め、ライフサイクルを長くすれば環境負荷低減となる。

2. 最重要課題と解決策

上記のうち、1-3の長寿命化を最重要課題とする。その理由は製品寿命が高くなれば顧客満足度が高まり、製品ブランドと企業価値向上につながる。さらに持続可能な経済的発展まで狙えるからである。以下にその解決策について述べる。

2-1. FMEAの活用

製品またはプロセスにて事前に故障モードを予測し、予防する体系的な手法のことである。設計段階で考えられる故障モードを抽出し、その方策を設計する。このことで意図せず起こった故障を防止することができる。製品の長寿命化を狙うことができる。

2-2. CAEの活用

CAEはコンピュータ上で仮想実験を行うツールである。実際のテストと比較して少ない工期で検討することができる。開発期間中での検討に工数を多くかけられる。これを活用すれば製品にかかる応力の低減など部品にかかる負荷を下げることができ、長寿命化につながる。

2-3. メンテナンス性の向上

製品自体の耐久性を向上しても、部品寿命には限りがあるため、こまめな部品交換や保守が必要である。ゆえに簡単に保守できる設計が求められる。モジュール化をすることで、部品のインターフェースの数が減ってメンテナンス性が向上する。また、インターフェースの形状を共通化すれば、部品交換などで覚える作業手順の削減となる。

3. 解決策に共通するリスク

3-1. リスク

3つの解決策を推進するには、経験と知識が不可欠である。開発期間に余裕がない場合、経験者に業務が集中してしまい、個人の負荷が大きくなってしまいうというリスクがある。

3-2. 解決策

①失敗事例の活用

初心者が陥りやすい失敗事例を作成しておく。この失敗事例はノウハウとなる。初心者は失敗事例から学ぶことで、事前にミスを防ぎ、業務への理解を深めることができる。このことで社内のスキルの平準化がなされ、経験者の業務負荷を分散させることができる。また、社内全体のスキルアップの底上げをさせることが効果が生まれる。

②標準化の推進

業務を進める上での手順やルールを作成しておく。そして、定められた手順通りに進める仕組みを作る。このことで、誰でも同一のアウトプットが期待でき、業務分散することができる。

4. 業務遂行に必要な条件

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。）

業務遂行に必要な条件として、検証と妥当性確認を挙げる。たとえばCAEの場合、メッシュ品質や境界条件の設定、収束判定などが、正しいプロセスで行われているかを検証する。また、実際に実験を行い、CAEのアウトプットが正しいかの確認をする。これらのプロセスを経ることで、正しい設計を行うことができる。

以上

技術士第二種試験 機械技術部門

受験番号	
問題番号	I-2

I-2 持続可能な社会実現に近年多くの関心が寄せられている。例えば2015年に開催された国連サミットでは、2030年までの国際目標SDGs（持続可能な開発目標）が提唱されている。このような社会の状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

(1) 持続可能な社会実現のための機械機器・装置のものづくりに向けて、あなたの専門分野だけでなく機械技術全体を総括する立場で、多面的な観点から複数の課題を抽出し分析せよ。

(2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する解決策を具体的に3つ示せ。

(3) 解決策に共通して新たに生じるリスクとそれの対策について述べよ。

(4) 業務遂行において必要な要件を機械技術者としての倫理から述べよ。

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専
○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. 持続可能な社会実現のための課題</u>																								
2015年に持続可能な社会実現に向けた目標としてSDGsが提唱された。SDGsでは、17の目標があり、日本の目標達成度は、156カ国中15位であった。教育環境の整備についてはすでに達成していると評価されたが、製造責任と使用責任、および天候変動への対処の面では、最低評価を得た。																								
このような状況において、機械技術分野における、持続可能な社会実現に対する課題を述べる。																								
<u>① 環境配慮設計の実現</u>																								
従来の大量生産・大量消費の社会システムから脱却し、製品のライフサイクルを通して3Rを推進し、環境負荷を低減する取り組みが必要である。																								
<u>② 築年数が長期化した構造物への対処</u>																								
日本の構造物の多くは、高度経済成長期に建設された。2mを超える橋は国内に40万存在し、2023年にはこれの約40%が建設後50年を経過する。																								
築年数が長期化した建築の継続的な使用には、信頼性の確認と確保が急務である。																								
<u>③ 開発リードタイムの短縮</u>																								
上記①②の実現には、人的リソースを必要とする。現状のリソースで対応する場合には、企業が主体となり、技術者への教育や、働き方を改善し、開発リードタイムの短縮を図る必要がある。																								
<u>④ 技術の伝承</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

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。）

	持 続 可 能 な 社 会 の 実 現 に は 、 ベ テ ラ ン 技 術 者 の 暗 黙
	知 を 明 確 に し 、 伝 承 し て い く 必 要 が あ る 。
<u>2 . 重 要 課 題 と 解 決 策</u>	
	前 述 の う ち 、 ② 築 年 数 が 長 期 化 し た 構 造 物 へ の 対 処
	が 特 に 重 要 な 課 題 で あ る と 考 え る 。 2 0 1 2 年 に 発 生 し
	た 笹 子 ト ン ネ ル の 天 井 落 下 事 故 な ど 、 構 造 物 の 老 朽 化
	に よ り 生 じ た 事 故 が あ る 。 従 来 の 事 後 保 全 か ら 、 事 前
	保 全 に 転 換 す る 必 要 が あ る と 考 え た た め で あ る 。
	以 下 に 、 解 決 策 を 3 つ 示 す 。
<u>① 構 造 ヘ ル ス モ ニ タ リ ン グ の 推 進</u>	
	構 造 物 に 生 じ る き 裂 な ど の 損 傷 を 、 リ ア ル タ イ ム で
	検 出 す る こ と が で き る 。 ア コ ー ス テ ィ ッ ク ・ エ ミ ッ シ
	ョ ン (A E) を 用 い た 非 破 壊 検 査 方 法 が 有 効 で あ る 。 A E
	と は 、 部 材 の 変 形 や き 裂 の 発 生 に と も な っ て 生 じ る 弾
	性 波 の こ と で あ る 。 こ れ を セ ン サ で 読 み 取 る こ と で 、
	損 傷 の 発 生 や 発 生 位 置 を 検 出 す る こ と が で き る 。
<u>② 検 査 方 法 の 自 動 化</u>	
	構 造 物 に 生 じ る き 裂 の 診 断 は 、 熟 練 技 術 者 の 目 視 確
	認 に 頼 っ て い る 。 A I に よ り 、 こ の 判 定 を 自 動 化 で き
	れ ば 、 検 査 技 術 者 の 熟 練 度 に 依 ら な い 、 安 定 し た 品 質
	で の き 裂 の 診 断 が 可 能 に な る 。
<u>③ ド ロ ー ン の 活 用</u>	
	構 造 物 が 高 所 に 建 設 さ れ て い る 場 合 や 、 視 野 が 狭 い
	場 所 に お い て 、 ド ロ ー ン を 活 用 す る こ と で 、 損 傷 部 に
	近 接 し た 診 断 が 可 能 と な る 。 ま た 、 構 造 物 の 診 断 を 遠

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。)

隔操作にすること、作業者の安全を確保できる。

3. 解決策に生じるリスクと対策

解決策に生じるリスクと、対処法について示す。

① リスク：導入コストが高い

構造ヘルスマモニタリングなどの導入にはコストが掛かる。特に大規模な構造物への導入は、多額のコストが必要になると考えられる。

対策：導入コストの明確化

事前に導入コストを見積りしておき、コストに対するリスク評価を実施する。リスクが許容可能である場合には、国や企業と協業して、実行に移す。

② リスク：検査の形式化

構造ヘルスマモニタリングの導入や、き裂診断の自動化は、検査業務が形式化し、担当技術者の技術力向上機会を損なう可能性がある。

対処法：講習会の開催

熟練技術者や、外部講師による講習会を開催し、若手社員の技術力向上や、安全への意識付けを支援する。

4. 業務遂行の要件

築年数が長期化した構造物への対処には、以下に示す2点の要件があると考えられる。

① リスクマネジメント：リスクの発生率と影響度を定量化し、対策の可否を判断できる能力。

② コミュニケーション：現場では混乱が生じることもある。これを解消し、方向性を導く能力。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

氏名	
問題番号	I - 2
答案使用枚数	/ 枚目 3 枚中

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料強度 信頼性

○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. 持続可能な社会実現のものづくりにおける課題	
① 環境における課題 (CO ₂ 削減)	
地球温暖化の主な要因とされる大気中のCO ₂ 濃度の上昇を挙げると、自動車の排ガスや火力発電所から排出されるCO ₂ が主な上昇要因とされる。一方、CO ₂ 吸収に有効と考える緑地が開発により減少している。CO ₂ の効果的な削減が課題である。	
② 3Rにおける課題 (CFRPの3R)	
Reduce (使用量削減), Reuse (再利用), Recycle (再資源化) を3Rと呼ぶ。前段で活用する程、資源利用に及ぼす環境負荷が小さい。しかしCFRP (炭素繊維強化プラスチック) は、これらが適用できず廃棄時は埋立処分となっている。対策としてCFRP (熱可塑性炭素繊維強化プラスチック) が開発されているが、引張強度などの機械的性能の面でCFRPに及ばない。CFRPなどの3R対応と強度確保が課題である。	
③ エネルギーにおける課題 (エネルギーの地産地消)	
エネルギー基本計画に記されている様に、今後、再生可能エネルギーを増加する方針がある。太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、自然エネルギーゆえに出力変動が大きい。不足する電力を火力発電で補っているが、火力の負荷変動は設備を疲労させる。突然の故障などにより必要な電力を確保できない恐れがある。大型発電所に依存するのではなく、DR (デマンド	

氏名	
問題番号	I - 2
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中

技術部門
選択科目
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。

トレスポンス)などの地産地消の電力網を構築し、事故や故障に強い設備を確立する必要がある。また実証段階であるため、早期普及が課題である。

2. 重要とする課題(環境)と解決策

重要課題として環境への課題を挙げる。特にCO₂削減は地球環境の改善に早急な対策が必要とされる。以下に解決策を示す。

① EVシェアリングサービスの拡充

レンタカーの延長でB to Cでのカーシェアリングが始まっている。一方、個人所有の自動車も貸し出すC to Cサービスは利用者が少ない状況である。シェアリングサービスの拡充により所有からシェアへの流れが加速し、所有自動車数の減少に伴うCO₂の削減が見込める。一方、シェアに利用される車両は利用頻度が多くなるためEV車両をベースとし、CO₂排出量を削減する。同時に複数人の運転操作性の向上や事故防止策として、回転半径の小径化、ミラーの拡大、クセルペグルの踏み間違いの防止装置の付加などを行う。

② EV自動運転バスの導入

地方では交通網が脆弱であり、自家用自動車を必要とする世帯が多い。なお、電車やバスなどの公共交通機関は主要な市町村の接続となることが多く、自宅までの距離が離れるためである。また採算性や運転手不足により、便数が少ないことも自動車が必要となる要因となっている。そこで自動運転のEVバス導入を模

氏名	
問題番号	I - 2
答案使用枚数	3 枚目 3 枚中

技術部門
選択科目
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。

討する。自動運転とすることで運転手の確保から開放されるときも、路線数や便数を増加できる。さらにEVバスとすることでCO₂削減にも効果が見込める。

③CCSシステムの運用
 CCSシステム(CO₂の分離・回収・貯蔵)を早期運用する。本システムは現在、苫小牧にて実証試験中である。運用コストが課題であるが、火力発電所から排出されるCO₂ガスの大幅な削減が見込める。

3. 共通した新たなリスクと対策
 ①新たなリスク：製造過程でのCO₂増加
 いづれも新たな設備の導入であることから、工場製作に伴い電力を使用する。電力の使用はCO₂発生量を増加させる可能性がある。

②対策：再生可能エネルギー一発電によるCO₂抑制
 エネルギー基本計画にも記載されているが、今後の再生可能の発電量を増加させる。CO₂の発生を伴わない電力を活用することで、製造時に関するCO₂の発生量を抑えることができる。

4. 必要となる技術者倫理要件
 ①自身の判断根拠の説明責任
 利害関係や感情に左右されることがなく、適切と思う判断を論理的、倫理的に第三者に説明できること。

②経営者への十分な説明
 経営者は法令拡大などに走りかかっているため、品質を確保する事の重要性を十分説明する必要がある。以上

令和元年度 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	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。)

<u>1. 持続可能な社会実現のための課題</u>																								
持続可能な社会実現のためのものづくりに向けての課題は、次の3点である。①地球環境負荷の軽減、②生産性の向上、③全ての人々への教育充実である。																								
①：地球温暖化を原因とする海水面の上昇で、通常 の社会生活を営むことが困難となりつつある地域がある。我が国においても、巨大台風やゲリラ豪雨による被害が頻繁に起こっている。地球環境負荷を軽減し、地球温暖化を抑止することが課題である。																								
②：顧客ニーズが多様化し、製品開発スピードの向上も要求される一方、労働生産人口が減少している。限られたリソースで対応するためには、生産性の向上を図ることが課題である。																								
③：世界には貧困等の理由により十分な教育を受けられない子供達が多数存在する。技術革新を生むためには、多種多様な考え方を持つ人材を育成することが有効であるため、ICT技術を利用し、全ての人々へ十分な教育を施すことが課題である。																								
<u>2. 最も重要と考える課題と解決策</u>																								
最も重要な課題は、1.項①であると考えられる。なぜなら、①は地球上で生活する全ての人々に関する課題であるためである。現時点で地球温暖化を食い止めなければ、通常 の社会生活を送ることが困難となる可能性が高い。																								
上記の課題に対する解決策は次の3点であると考え																								

令和元年度 技術士第二次試験 答案用紙

(R1 機械部門 必須科目 I-2)

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

る。㉠再生可能エネルギーの普及促進、㉡3R
(Reuse、Reduce、Recycle)の促進、㉢環境負荷の無
い、又は小さい製品を社会に供給することである。
㉣は、太陽光、風力、水力、地熱等の無くなる心配
のないエネルギー源による電力の割合を増やす取組で
ある。我が国は、主たるエネルギー源を化石燃料に頼
る比率が大きい。再生可能エネルギーの普及を促進し
地球環境負荷を軽減する必要がある。例えば、我が国
は豊富な海洋環境を有するため、洋上風力発電の普及
等が有効であると考える。
㉤は、製品の廃棄や素材の調達を行う場合に生じる
地球環境負荷を軽減するための取組である。
㉥について、自動車は世界中の人々の生活に不可欠
となっており、今や自動車を無くすことは不可能であ
る。一方、自動車の排気ガスは地球温暖化への寄与が
大きい。このため、電気自動車や燃料電池車を社会へ
供給し、地球環境負荷を軽減することが有効であると
考える。
3. 解決策共通のリスクと対策
㉠～㉥を現状技術で十分に達成するのは困難である。
例えば、風力発電により、火力発電と同等の高効率で
電力を得ることは難しい。電気自動車や燃料電池車の
性能は向上しつつあるが、ガソリン車と同等性能には
至っていない。このため、㉠～㉥を達成するためには
技術革新が必要である。しかしながら、技術革新には

平成 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。)

発	電	に	お	い	て	は	F	I	T	買	取	時	効	と	な	り	、	今	後	の	拡	大	に
懸	念	が	生	じ	る	。																	
3	.	自	動	車	の	ゼ	ロ	エ	ミ	ッ	シ	ョ	ン	に	お	け	る	課	題	解	決	策	
(	1	)	E	V	及	び	P	-	H	E	V	の	拡	大									
E	V	や	P	-	H	E	V	普	及	に	は	充	電	ス	テ	ー	シ	ョ	ン	の	イ	ン	フ
ラ	整	備	が	必	要	で	あ	り	、	都	市	部	や	高	速	道	路	な	ど	の	主	要	部
に	は	設	置	が	拡	大	し	て	い	る	が	、	特	に	地	方	で	は	早	期	に	拡	充
す	る	必	要	が	あ	る	。																
(	1	)	内	燃	機	関	自	動	車	の	排	ガ	ス	対	策								
内	燃	機	関	自	動	車	の	排	ガ	ス	に	は	N	o	x	や	S	o	x	な	ど	の	有
害	物	質	が	含	ま	れ	て	お	り	、	先	進	国	で	は	排	ガ	ス	浄	化	装	置	の
装	着	が	義	務	付	け	ら	れ	て	い	る	が	、	発	展	途	上	国	で	は	古	い	車
が	使	用	さ	れ	て	お	り	、	安	価	で	装	着	が	容	易	に	行	え	る	排	ガ	ス
浄	化	装	置	の	開	発	が	必	要	で	あ	る	。										
(	2	)	代	替	燃	料	の	活	用														
化	石	燃	料	の	代	替	燃	料	と	し	て	、	水	素	燃	料	に	よ	る	水	素	ガ	ス
自	動	車	の	拡	大	が	必	要	で	あ	る	。	但	し	水	素	ガ	ス	自	動	車	の	開
発	と	し	て	燃	料	ボ	ン	ベ	や	水	素	の	高	圧	縮	化	、	水	素	ス	テ	ー	シ
ョ	ン	の	不	足	な	ど	課	題	も	山	積	し	て	い	る	。							
4	.	課	題	解	決	策	の	共	通	リ	ス	ク	と	対	策								
(	1	)	発	展	途	上	国	と	の	技	術	格	差	に	よ	る	リ	ス	ク				
発	展	途	上	国	で	は	、	生	活	レ	ベ	ル	や	教	育	レ	ベ	ル	に	先	進	国	と
格	差	が	あ	る	。																		
先	進	国	か	ら	発	展	途	上	国	へ	最	先	端	技	術	を	普	及	す	る	上	で	、
自	国	へ	の	活	用	及	び	応	用	が	出	来	な	い	。								

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号

問題番号

答案使用枚数

I-2

1枚目 3枚中

技術部門 機械

部門

選択科目 熱・動力工不正用機器具

科目

専門とする事項

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

(1) 課題の抽出と分析

① CO₂ 排出量削減

CO₂ と始めとする温室効果ガスによる地球温暖化問題は世界的に深刻な問題となっており、その削減が喫緊の課題となっている。一方で、省エネルギー行為はCO₂ 排出量が最少限となるよう努めなければならぬ。

② 省資源化

我々の豊かな生活を支える、木材や石油由来のプラスチック等の資源には限りがあるため、省資源化の取り組みが課題である。近年問題の深刻化による改善効果も大きいことから、取り組む意義は大きい。

③ 省コスト化

世界全人口が豊かな生活を享受するためには、高コストな技術ばかりでは持続しない。そのため必要な技術要素は残しつつ、省コスト化を図ることが課題である。日進月歩する科学技術を省コスト化して省くことができることは、持続可能な社会実現の鍵である。

(2) 最も重要と考える課題とその解決策

(1) で挙げた課題のうち「① CO₂ 排出量削減」は国内外で具体的な目標値が定められていることを鑑み、最も重要な課題として解決策を以下示す。

A: 次世代火力発電技術の確立

経済産業省が次世代火力発電に係るロードマップで

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号

問題番号

答案使用枚数

E-2

2枚 枚目 3 枚中

技術部門

機械

部門

選択科目

熱・動カエネルギー機器

科目

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。

は、2025年頃の石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)の技術確立により、CO₂排出量を従来比30%削減できるとしている。

B: 高効率ヒートポンプの導入

ヒートポンプは投入する仕事よりも大きな仕事を取り出せる特長がある。そのため空調や給湯に高効率ヒートポンプを採用することにより、CO₂排出量の削減が期待できる。

C: 排熱利用

ものづくりの過程で発生する熱を、その温度帯に合わせてカスケード利用することで、新たなCO₂の発生を抑制できる。具体的にはハイブリッド発電等がある。(3)共通して新たに生じるリスクとその対策

a: 開発段階のための実用化まで時間がかかるリスク

実証中、もしくはより効率的な技術を開発中の段階にあるため、実用化されるのが数年先になってしまうというリスクがある。この対策として、現状の技術の中で、最大限の効率が発揮できる運用をする等により、CO₂削減に努めなければならぬ。

b: コスト増加により経済性が成り立たないリスク

既存の技術から改良するための開発費や、実用化する際の設備費等、これらの解決策の実施にはコストがかかる。経済性が成り立たないリスクがある。この対策として、過剰なスペックを必要としない技術者として様々な知見から判断しコスト削減を図る必要がある。

実際の回答と異なります。

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	熱・動力工とエネルギー機器	科目
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。

C: 運用の複雑化のリスク

新しい技術は得てして複雑になる傾向があり、運用が複雑になるリスクがある。これにより使用者の敬遠や事故がないう、易しく明瞭なことを作り等の対策を講じる必要がある。

(4) 業務遂行において必要な技術者倫理要件

I. 公衆の安全、健康、福利の尊重
 技術者は業務の遂行にあたり、公衆の安全、健康、福利を最優先に考慮しなければならない。機械技術者として、他人に良い技術であってこれら冒すことは、公益の優先に反す。

II. 法令遵守
 ものづとりにかいては、国内外の諸法令を把握し、これを遵守する技術者でなくてはならない。これを冒すことにより技術者としての信用失墜にもつながる。

III. 業務範囲と責任を明確化しその責任を果たす
 自らの業務範囲と責任について明確にし、そしてその責任を果たす必要がある。機械技術者として自身の業務と適切に把握し、技術力をもって職務を任うること求められる。他者の業務範囲について理解し、相互協力あることで自身の業務遂行につながるため、理解が重要である。

— 以上 —

このようにした!

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	機械	受験申込書に記入した専門とする事項 熱交換器
選択 科目	熱・動力エネルギー機器	

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) 持続可能な社会実現のための機械機器・装置のものづくりに向けた課題抽出と分析</p> <p>課題① ; CO2削減</p> <p>(分析)日本は気象変動要因となっているCO2の排出について、2013年比で2030年に26%減、2050年に80%減という目標を設定している。国内のCO2排出量は現在約12億トンであり、その内訳は発電部門約40%、産業部門約30%、輸送部門約18%、業務家庭部門約12%となっており、ものづくり全体としてCO2の削減に取り組む必要がある。</p> <p>課題② ; 少子高齢化による労働人口減少への対応</p> <p>(分析)日本は生産労働人口が減少していくなかで、生活水準やGDP(国内総生産)を維持していく必要がある。IoT技術やAI学習を活用した取り組みが重要である。生産設備の自動化や人口知能ロボットを活用した取り組みが進められている。</p> <p>課題③ ; 地域活性化と自然災害に強い街づくり</p> <p>(分析)日本は近年豪雨など想定を超える自然災害に高い頻度で直面している。減災、縮災といった観点からものづくりに取り組んでいくことが必要である。また、地域への分散化電源の設置などにも取り組んでいく必要がある。</p>	
<p>(2) 最も重要と考える課題と解決策</p> <p>(2)-1 重要と考える課題</p> <p>・ CO2削減が最も重要な課題と考える。(課題①)</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	機械	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	熱・動力エネルギー機器	熱交換器

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。

(2) - 2 課題に対する具体的な解決策																								
解決策①；再生可能エネルギーの主力電源化																								
<p>・太陽光発電や風力発電は設備導入時にCO₂排出を伴うものの、発電段階ではCO₂の排出が非常に少ない電源であり、再エネの主力電源化はCO₂削減に対して有効である。</p> <p>・現在一次エネルギーの約9割を海外からの化石燃料に依存している状況であり、導入が進んだ太陽光発電や、今後導入拡大が見込まれる大型洋上風力発電を最大限活用していくことがCO₂削減に有効である。</p>																								
解決策②；電力平準化技術の高度化																								
<p>・再エネ電源は日照・気象条件で出力が変動するため、エネルギーの供給と需要を調整する平準化技術を高度化することが必要である。</p> <p>・瞬時変動にはNAS電池やリチウムイオン電池といった蓄電池で対応し、時間周期の変動には火力発電と揚水式風力で対応する。</p>																								
解決策③；水素社会の拡大																								
<p>・国内の一次エネルギーに対する最終消費エネルギーの比率は約68%であり、さらに効率的なエネルギー活用が求められる。</p> <p>・水素は電気、熱と同じエネルギー利用の二次媒体として、SOFCの熱電併給、水素発電、モビリティ分野での利用など様々な用途で効率的な利用が期待できる。</p>																								
(3) 共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策																								

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	機械	受験申込書に記入した専門とする事項 熱交換器
選択 科目	熱・動力エネルギー機器	

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><u>リスク①；エネルギーコストの高騰</u></p> <p>対策；新規設備の導入には新規投資が必要であり、エネルギーコストの高騰が伴う。既存設備を最大限使用して、各産業分野で電化促進を図ることが有効である。（現在の電化率約30%→目標約70%）</p> <p><u>リスク②；火力発電設備からのCO2排出</u></p> <p>対策；日本の再エネの導入ポテンシャルは海外と比較しても高くない。長期的にも火力発電設備の一定量の維持が現実的あり、火力発電設備の効率化、水素発電の導入、CO2回収、利用の取組みが重要である。</p> <p><u>(4)業務遂行において必要な要件(倫理の観点)</u></p> <p><u>要件①；LCA評価による環境負荷の確認</u></p> <p>・公衆の安全や環境など、持続可能な社会に向けて、技術者は製品の経済性や消費段階の環境負荷だけでなく、製品の資源採掘から設計、製造、提供、運転、保守、廃棄までのすべてのプロセスにおける環境負荷を分析し、適切に認識する必要がある。</p> <p><u>要件②；法規への適応と新たなリスクへの対応</u></p> <p>・現在社会全体がものづくりの転換期にあり、必要な、法規や条例の整備が追いついていない分野もある。</p> <p>・技術者は、製品が安全に社会に普及するようにルールづくりに参画していくことも必要であり、官民一体となってよりよい社会の波及を目指すことが必要である。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-1 機械設計～

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 品質工学（田口メソッドを含む）の基本的な考え方とパラメータ設計（ロバスト設計）について説明せよ。

Ⅱ-1-2 日本産業規格（旧：日本工業規格）の製図に関する規格に述べられているサイズ公差と幾何公差について，その違いを説明せよ。

Ⅱ-1-3 フェイルセーフ（fail safe）設計について，具体的な適用例を示して，その考え方と留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 「設計審査（design review）」，「設計検証（design verification）」，「設計の妥当性確認（design validation）」の違いが分かるようにそれぞれを説明せよ。

技術士第二次試験 再現論文

受講者番号		技術部門	機械部門	※
氏名		専門科目	機械設計	
問題番号	II-1-1	専門とする事項	工業用ヒータの開発設計	
受験科目	科目			

(1) 品質工学の基本的考え方

品質工学とは、SN 比で定義する目的関数を最大化し、結果の最適化を行う考え方である。SN 比とは入力条件による結果とそのばらつきの比を対数で表す評価指標である。品質工学では設計因子や誤差因子といった各条件を定量的なパラメータとして抽出し、それらの条件が目的関数に与える影響を実験計画法によって効率的に最適化していく。品質工学における最適化は 2 段階あり、1 段階目で SN 比を最大化してロバスト化し、2 段階目で目的関数を目的にあったターゲットに調整する。最終的に実機にてその性能が想定通りの結果を示すか確認試験を行い、設計妥当性を評価する。

(2) パラメータ設計について

パラメータ設計は工業用ヒータを例に説明する。工業用ヒータの性能項目の温度分布を最適化したい場合、目的関数はヒータ加熱面の温度偏差で、望小特性 SN 比で定義する。設計因子では、ヒータ発熱パターン、定格出力、保温材厚みなど設計で調整可能なパラメータを選定する。次にヒータを使う環境などの外乱条件として、排気ファンの有無、室温、取り付け向きなどを誤差因子で選定する。これらのパラメータの組み合わせを実験計画法に基づく直交表に割付け、その組み合わせで実験を行う。得られた結果を用いて SN 比が最大になる最適条件を抽出し確認試験を行い、設計妥当性を評価することがパラメータ設計である。-以上-

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	II-1-1								

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	エジェクターの設計・解析

※

○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. 品質工学の基本的な考え方とロバスト設計

品質工学は品質を負の特性として捉え、s n比と感度と呼ばれる2つのパラメータで評価する手法である。

s n比はこの数値が大きいほどノイズ（外乱）が生じても安定した結果を出す。感度は入力に対する応答の高さを示す。この、ノイズに対して強い設計をすることをロバスト設計という。

2. 手順

①設計者がコントロールできる制御因子、入力因子n、誤差因子m（ノイズ）を選び出す。②直交表を使い、制御因子を割り付けて組み合わせを作る。これをn×mの数用意し、実験またはCAEを行う。③得られた結果からs n比と感度を算出し、最もs n比の高い制御因子の組み合わせを選択し、再度実験を行う。④得られた結果が予想通りになっているかを確認する。⑤この条件から微調整をし、感度の高い設計条件を見つける。

3. 具体例

私の担当しているエジェクターを例に挙げる。この場合入力因子nは上流圧や温度などとなる。誤差因子mは部品公差や組立公差が考えられる。制御因子はエジェクターのノズル径、スロート径、ディフューザ角度などである。これを一般的な直交表のL18に割り付ける。n、mがそれぞれ2通りあるとする場合、 $18 \times 2 \times 2 = 72$ パターンを作成し、実験をする。

問題 II-1-2

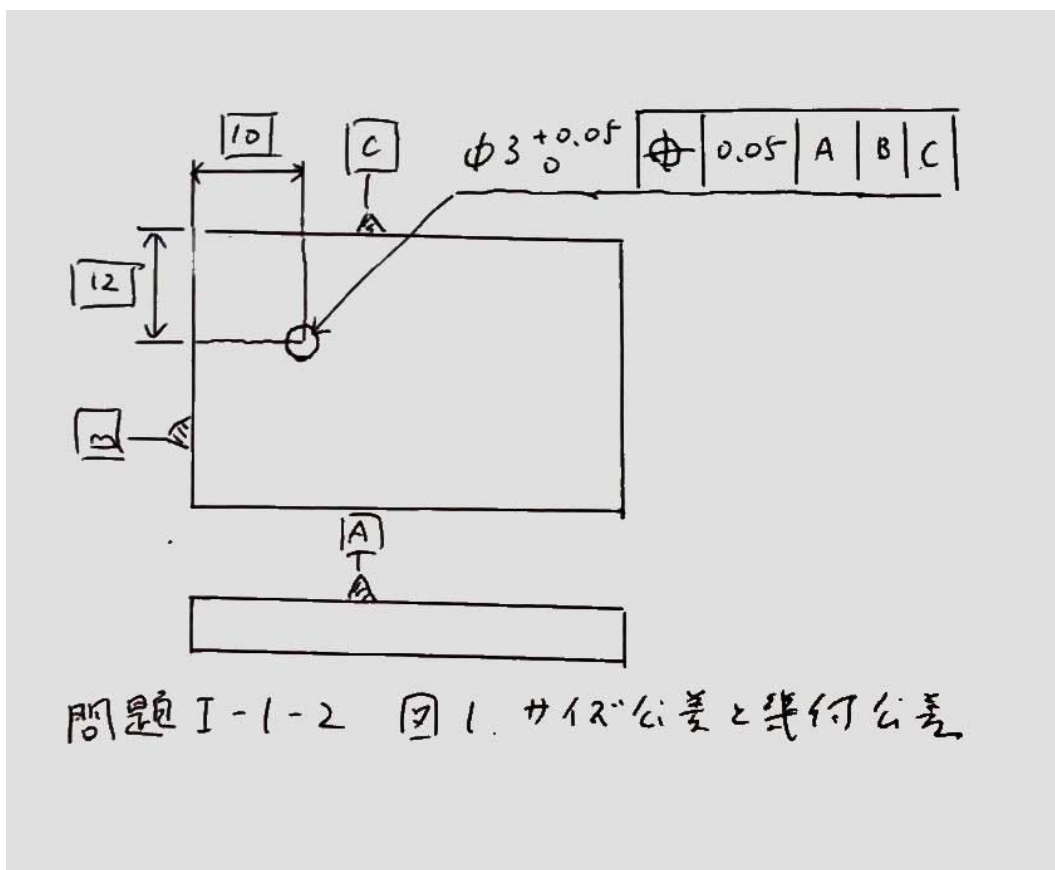
・サイズ公差

サイズ形体の大きさを表す許容サイズの上限と下限、もしくはそれらの差のことをサイズ公差と呼ぶ。

・幾何公差

円筒および相対する平行二平面の二つのサイズ形体に対して適用され、これらのサイズ形体の位置や姿勢に対して許容される誤差のことを幾何公差と呼ぶ。

下図1を例として示す。図1において $\Phi 3^{+0.05}/0$ について、 $+0.05$ および 0 は穴というサイズ形体の許容サイズの上限と下限を表しており、サイズ公差である。一方、 Φ (位置度) $0.05A B C$ は形体 $\Phi 3$ のデータム A, B, C に対する理論的に正しい寸法 (TED) からの位置の許容誤差を示しており、これは幾何公差となる。



(図1.サイズ公差と幾何公差に関する図)

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-1-4

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	機械設計（鉄道信号機器）

※

○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。）

図 1 に示す開発の V モデルを用いて説明する。

■ 設計審査

顧客要求、製品仕様、詳細設計、検証結果の各フェーズにて、前段階のフェーズで決定した内容が反映されていることを確認する場を言う。図 1 に示す四角で示された項目の前後の確認。

■ 設計検証

製造施策した部品や装置が図面や製品仕様に示した値の寸法、性能になっているか確認する。設計検証では、仕様書や図面で示した条件、入力を模擬試験装置で再現し、その環境下で出力する性能で判断する。

■ 設計の妥当性検証

設計段階で仕様書や図面で示された性能を満足した状態で出荷した製品を顧客が使用する環境、使用する装置に接続し、顧客による操作で実施されるフィールド試験を示す。実環境下での試験音ため、複合的な要因や想定外の入力があるため、実使用に対する性能・機能に対する確認が実施される。

以上

答案用紙

受験番号	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td><td style="width: 5%;"> </td> </tr> </table>																				
問題番号	R1 II-1-4																				
	1枚目 1枚中																				

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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. 設計審査 (DR)																				
設計審査とは、製品設計段階での性能・機能などの	設計品質を関係者で審査して、改善を図る行為である。	品質面だけでなく、価格や納期を考慮し、製品ライフ	サイクル全体にわたる多面的な審査が要求される。	製品設計の各段階で関係者が集まって設計審査を実	施することにより、次の段階に進む合意を得ることが	重要である。														
2. 設計検証																				
設計検証とは、客観的証拠を提示して、規定の要求	を満たしているか確認する行為である。	つまり、設計段階のアウトプットが、インプットで	与えられている条件を満たしているかを確認する必要	がある。																
3. 設計の妥当性確認																				
設計の妥当性確認とは、客観的証拠を提示して、意	図された用途を満たしているかを確認する行為である。	つまり、設計の結果である製品がユーザニーズ通り	に機能するかを確認する必要がある。	妥当性確認では、要求仕様で明記されていない潜在	的ニーズについても、あわせて確認しておくことが好	ましい。														

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械設計		
問題番号	II-1-4	選択科目	機械設計
答案使用枚数	1枚目	1枚中	専門とする事項 機械設計

(1) 設計審査

設計審査とは、設計の各段階において、設計の適切性、妥当性、有効性を審査するものである。設計審査では、問題点を明らかにし、必要な処置を提案する。

設計審査では、その判定する技術に精通した有識者が判定を行う。

(2) 設計検証

設計検証とは、設計インプットに対して、要求事項を満たす設計アウトプットがなされているかを客観的証拠に基づいて確認することである。例えば、試作品の評価結果が仕様を満たすか確認することなどである。

(3) 設計の妥当性確認

設計の妥当性確認とは、製品が顧客ニーズを満たしているかを、客観的証拠に基づいて確認することである。例えば、製品が顧客の使用環境において、顧客が要求するニーズを満たすか確認することなどである。

設計検証と設計の妥当性確認の関係は、図1の通りである。

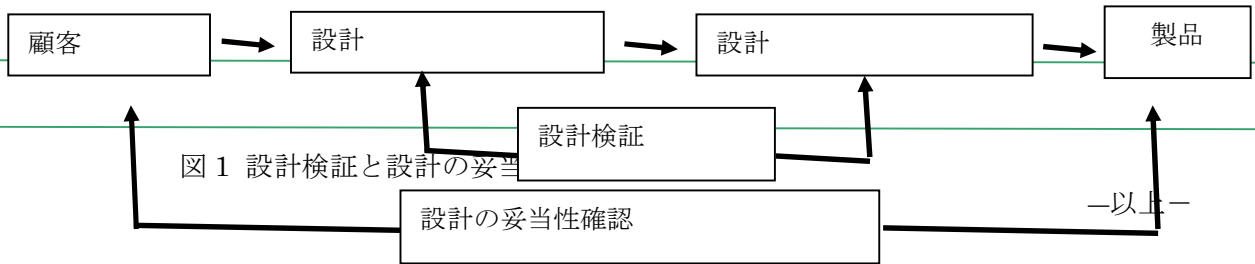


図1 設計検証と設計の妥当性確認

—以上—

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	※
問題番号	II - 1 - 4 (2019 再現)	選択科目	機械設計	
		専門とする事項	設計工学	

○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. ISO9001 7.3 開発設計プロセス

ISO9001 の中では、開発設計プロセスとして、以下の項目の実施が求められている。

- ・インプット ・設計計画書の作成
- ・設計作業 ・設計審査 ・設計検証
- ・試作 ・設計の妥当性確認 ・アウトプット

2. 設計審査

開発設計工程の節目で、関係各部門の多面的な視点から、設計に問題点がないかレビューすることである。

3. 設計検証

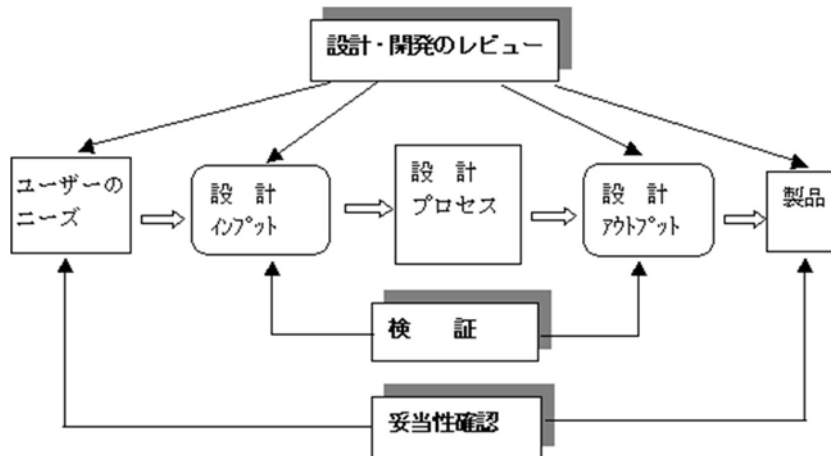
インプットで与えられた要求仕様を、アウトプットが満たしていることを、客観的なデータで数値的に確認することである。

4. 設計の妥当性確認

製品が要求された用途を満たしているかを、試作機の実験などを通して確認することである。

5. それぞれの違いと関係

以下に図示する。



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。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 多くの製品には様々な機械要素が組み込まれており，目的に応じた設計が行われなければならない。２種類以上の機械要素が組み込まれた製品の開発を取りまとめる設計者として，下記の内容について記述せよ。

- (1) 開発製品を具体的に１つ示し，組み込まれる２種類以上の機械要素に関して，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について，留意すべき点，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。

Ⅱ－２－２ あなたは製品設計部のリーダーとして仕事を進めてきた。今回，新製品開発プロジェクトメンバーに選ばれて，設計審査（design review）を通じて製品開発のマネジメントを遂行することになった。プロジェクトを進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 全体的な製品開発の進め方に関して，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 製品設計部門で業務を進める手順について，留意すべき点，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。

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 II-2-1
	1枚目 2枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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. 開発製品と調査、検討事項											
(1)	開	発	製	品	と	機	械	要	素		
	図	1	に	示	す	〇	〇	装	置	を	開
	と	す	る	。	本	装	置	で	の	主	要
	素	は	以	下	で	あ	る				
①	配	管	要	素							
		装	置	本	体	と	真	空	ポ	ン	プ
		す	る	真	空	配	管	で	あ	る	。
②	密	封	要	素							
		装	置	の	真	空	を	維	持	す	る
		ン	グ	で	あ	る	。				
(2)	調	査	、	検	討	事	項				
	上	述	し	た	①	②	共	通	の	調	査
	一	ン	の	拡	大	で	あ	る	。	な	ぜ
	ア	地	域	が	主	流	と	な	っ	て	い
	れ	る	部	品	を	選	定	し	、	品	質
	化	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る
	J	I	S	や	I	S	0	な	ど	多	数
	決	め	て	設	計	の	効	率	化	も	同
2. 業務手順と留意点、工夫点											
(1)	使	用	規	格	の	統	一				
	グ	ロ	ー	バ	ル	に	入	手	可	能	な
	ン	プ	や	装	置	本	体	の	配	管	取
	サ	プ	ラ	イ	ヤ	ー	の	品	質	、	価
	格	品	を	決	め	る	。	具	体	的	に

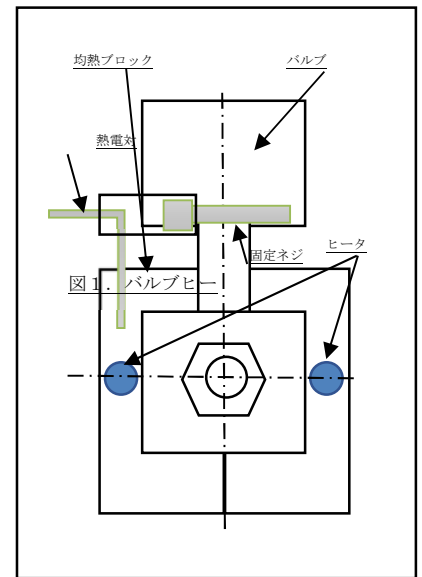
図 1 〇〇装置の概要

受講者番号		技術部門	機械部門	※
氏名		専門科	機械設計	
問題番号	II-2-1	専門とする事項	工業用ヒータの開発設計	
解答用紙	枚数			

(1) バルブヒータの機械要素の調査・検討事項

開発製品として半導体ガス流体制御バルブに取り付けるバルブヒータを例にあげ、その構造を図1に記す。バルブヒータは、バルブを 150~200℃に加熱し流体を所定の温度に保つ。以下ではバルブヒータに組み込まれる機械要素と、その調査・検討事項を述べる。

- 1) 温度伝達要素：熱源となるヒータから加熱対象となるバルブに効率良く熱を伝えるために均熱ブロックがある。均熱ブロックを適切に設計するためには、ヒータの配置位置、厚みと熱拡散性、重量とコストトレードについて検討する。
- 2) 締結要素：ブロック同士をバルブに挟み込み、ネジで締結する。ネジが多いと均熱性が低下するためサイズや本数を適切に検討することが必要である。
- 3) 制御要素：ヒータの出力を安定して制御するためには図1で示す熱電対を用いる。制御性を検討するためには熱電対の太さやヒータからの位置に応じて、温度応答性が変動したり、温度分布にも影響するため性能影響を調査して検討する必要がある。



(2) 設計業務手順における留意点と工夫を要する点

以上の機械要素を踏まえバルブヒータを設計する場合、以下の設計工程の留意点や工夫をする点を示す。

- 1) 基本設計工程：ブロック外形とヒータスペックを検討する際にはヒータが製作可能な発熱線パターンに留意する必要がある。また、ブロック形状はトポロジー解析などで工夫することで、より競争力が高い製品設計を行うことができる。
- 2) 詳細設計工程：ブロック締結力に応じ、接触熱抵抗の変化や熱応力が生じる点に留意する。熱伝導解析などの手法からネジの本数やヒータの制御位置の最適化などで温度挙動や温度分布の最適化を図る工夫が重要である。
- 3) 評価工程：設計妥当性を確認するために試作による実験で性能を評価する。実験時には計測や施工、環境変化による誤差に留意する。性能評価時にはデータを統計学的手法などによって定量的に分析する工夫も必要である。

(3) 効果的な業務遂行のための調整方策

- 1) 製造担当：生産性を加味し、加工効率を意識した形状設計によって歩留まりを考慮する。また切削加工などでは廃棄量が少ない設計を予め調整する。
- 2) 調達担当：部材の流通性やリードタイム短縮を考慮するために、量産品の流用設計などで調整をする。
- 3) 品質保証担当：設計段階では、過去に起きたトラブルの評価結果や対策が応用できないかなど、未然防止作を設計に反映できるように調整する。 -以上-

問題 II-2-1

(1) 開発製品として 1~2nm の画像分解能を達成するための電子顕微鏡について、電子線を磁場や電場を用いて位置制御する鏡筒部を考える。これに組み込まれる機械要素と調査すべき事柄・内容は以下である。

①締結要素

主にネジが用いられる。1~2nm の画像分解能を得るためには、鏡筒部の固有振動を極力低減することが重要である。このためネジの本数や径、締め付けトルクを検討する。また、鏡筒内部には 10^{-4} Pa 台の真空が求められるためガス抜き穴の要不要や、磁場で制御される場合は非磁性材料の使用を検討する。

②可動要素

真空封止のためにバルブが用いられる。可動方式(エア、電磁)や寿命、異物発生量、また、動作時の安全確保のためのインターロック用センサ(電気信号)出力について検討する。

③案内要素

観察試料が載るステージ部について、位置決め精度、再現性、寿命、異物発生量について検討を要する。また、これについても真空中での動作となるため、使用するグリッドにおいて発生するガスの低減、非磁性材料の使用が求められることがある。

(2) 業務を進める手順として、コンカレントエンジニアリングを採用する。これにより開発後半での後戻りの防止による開発期間短縮を狙う。振動解析や熱設計に CAE を用い、試作回数を減らすよう工夫を行う。

留意する点として、設計担当者間のコミュニケーションが挙げられる。上記の通り、電子顕微鏡鏡筒の設計は機械分野に限らず、電気・ソフト・熱設計等様々な分野と関係するので、これらの担当者との情報のやり取りが重要である。本課題については FEMA、DR(DRBFM)を活用し、進捗や設計変更などの情報共有を図る。

(3) 上で述べた DR や DRBFM を行うほか、オンラインでのチャットツールやファイル共有などを統合したビジネスコミュニケーションツールを用い、打ち合わせ回数の削減や業務効率化を図る。

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号					
問題番号	II-2-1				

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	エジェクターの設計・解析

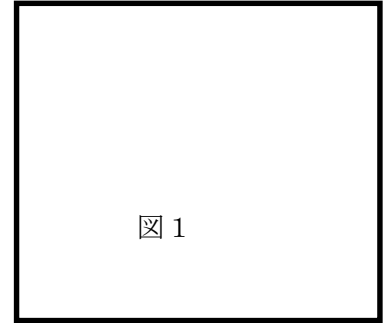
※

○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. 具体的な開発製品と検討すべき事項

1-1. 具体的開発製品

気液分離器を例に挙げる。これは入口から入る気液混合流体を気体と液体に分離する目的で用いる。図1にその概略を示す。出入口ポートとふたで構成される。ふたはガスケットでシールされ、インサートナットを用い、ボルトで締結している。



1-2. 調査、検討すべき事項

ふたと本体の間で漏れのない設計が求められる。

①ガスケットの検討事項

シール可能なつぶし率や劣化による影響、寿命と交換時期がある。

②ボルトの検討事項

シール反力を発生させる軸力や座面へたり、ゆるみ、工具CLなどが検討項目である。

2. 留意点、工夫点

2-1. 検討初期の工数削減の工夫点

シール性の検討やボルト軸力の検討には、最初にあたりづけを行い狙い値を定める。このことで、少ない工数で見通しの有無を判断することができる。あたりづけには表計算ソフトを使うか、条件を簡易化したCAEによって行う。

2-2. CAE利用の際の留意点、工夫点

物性値として入力する値にカタログ値を用いる場合、参考値だということに留意する。プラスチックの場合は実際の値と異なるケースがある。このような場合、テストピースで応力-ひずみ線図を取って、これをCAEへインポートすると良い。

2-3. 図面指示の明確化

シール溝の寸法には厳しい交差が求められる。ここを普通の寸法公差にすると、基準が明確でないことや姿勢が定義できないため、漏れる恐れがある。そのため、幾何公差を活用し、データムの位置を定義しておくことで設計意図を明確化することができる。

3. 効率的業務のための調整方策

3-1. ノウハウ書の作成

初心者が陥りやすい失敗事例を作成しておく。初心者は失敗事例から学ぶことで、事前にミスを防止でき、業務への理解を深めることができる。このことで社内スキルの平準化がなされ、経験者の業務負担を分散させることができる。また、社内全体のスキルアップの底上げをさせることが期待できる。

3-2. CAEの実行ファイルの作成

CAEの操作は経験的な部分が多く暗黙知化されている側面がある。そのため、作業者の技量によって結果が異なってしまう。操作の実行が自動で行われる実行ファイルを作成しておけば、CAEの結果が経験によることなく、複数人で効率的に推進できる。以上

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械設計
問題番号 II-2-2	選択科目 機械設計
答案使用枚数 1枚目 2枚中	専門とする事項 機械設計

(1) 製品開発の進め方

製品開発を進めるに当たり、調査、検討すべき事項とその内容について以下に述べる。

(1)-1 顧客ニーズ調査

開発を進めるに当たり、顧客ニーズの調査をする必要がある。顧客ニーズに合致した製品でなければ利益を得ることはできない。この際、設計担当者の主観で判断するのではなく、展示会のアンケート調査結果などをもとに調査すべきである。

(1)-2 特許調査

開発を進めるに当たり、他社の特許取得状況などを調査すべきである。他社の特許を侵害しているとライセンス料の支払いが発生する。最悪の場合、裁判にまで発展する可能性がある。

(1)-3 コスト調査

開発を進めるに当たり、まずコスト調査を実施すべきである。コスト調査により、開発スタート時に定めたコスト目標を達成できるか見込みを確認する。場合によっては、一部の機能を採用しないなどの決断をする必要がある。

(2) 業務を進める手順と留意点・工夫点

(2)-1 業務手順

まず、仕様・ニーズの整理を実施する。次に、仕様に従って、構想設計や機能設計といった基本設計を進める。さらに、製造図を作成する詳細設計を実施する。

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械設計		
問題番号	II-2-2	選択科目	機械設計
答案使用枚数	2枚目	2枚中	専門とする事項 機械設計

次に、実機による評価を実施する。

(2)-2 留意点・工夫点

業務を進める上でフロントローディングの考えに従った、設計段階での品質作りこみに留意すべきである。後工程になるほど後戻り作業が困難になるためである。

(3) 業務を効率的、効果的に進めるための調整方策

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としてコンカレントエンジニアリングを挙げる。コンカレントエンジニアリングとは、営業、設計、調達、製造、保守といった各部門が同時並行で作業を進めるという考えである。コンカレントエンジニアリングの実施には、PLMを使用するとよい。PLMは、製品ライフサイクルに関わる情報を一元管理する手法である。例えば、設計資料を一元管理することで、調達部門担当者は部品を調達する業者選定を事前に進めることができる。また、製造部門は設計資料を見て事前に製造工程を検討し、必要な人員を確保することができる。このよう、PLMを利用することで、関係者と業務を効率的、効果的に進めることができる。しかし、PLMは、大量の情報を扱うため、それぞれ情報がどのように関係しているかわからなくなる恐れがある。管理する情報に管理番号を付け、関係性がわかるように管理すべきである。

以上

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	II-2-2 (2019 再現)						

技術部門	機械
選択科目	機械設計
専門とする事項	設計工学

※

○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. 全体的な開発の進め方で検討する事項

①データの共有

新製品の開発には、設計部門だけではなく、企画、調達、製造、品質管理、保守といった様々な部門のメンバーが協力して取り組む。効率的に業務を進めるため、各部門で使用するデータを、部門を越えて一元的に共有・管理することができる、PDMシステムの活用を検討する。

②コンカレントエンジニアリング (CE)

従来は、設計イメージが完成してから、下流工程の業務に取りかかるのが一般的であった。設計の完了を待たずに、下流工程の複数の業務も、同時並行的に進める方法をCEという。CEにより、開発工程の短縮効果が期待できる。上記PDMシステムや、3D-CAD、シミュレーション等のデジタル技術を活用し、CEによって開発を進めることを検討する。

③製造配慮設計 (DfM)

設計審査 (DR) 等を通して、設計段階から製造や保守部門の意見を取り入れ、後工程に配慮した設計を行う。これにより、新しい着想による製品品質の向上や、後工程での不具合・後戻りによる再設計の削減による工程短縮、コストダウンの効果が期待できる。

2. 設計部門の業務手順について留意・工夫点

設計部門の業務の進め方としては、構想設計、基本設計、量産設計などの各節目でDRを実施し、各部門の合意を得て、次工程に進む。DRは参加メンバーも多く、複数回に渡り実施するため、効率的に実施する必要がある。設計部門内の工夫としては、例えば、DRの前に部門内で事前審査を実施する。懸念事項や、設計の実績がある事項を洗い出しておくことで、DR当日の進行を効率的、効果的に行うことができる。

3. 関係者との調整方策

①DRの事前準備

DRを効率的に実施するためには、関係者との事前調整も重要である。例えば、DRで使用される資料はFMEAやFTAといった信頼性に関する資料が代表的だが、この他にもDRのステップごとに必要な資料が異なる。事前に関係者間で、必要資料や、審査項目、次工程への移行条件などを明確にし、チェックリストを作成しておくことで、DRの効率化が図れる。

②DRの進め方

DRでは図面を使った説明が欠かせないが、図面を見慣れていない関係者がいることもある。ただ図面を配布したり、プロジェクトに写すのではなく、3DモデルやCAEの結果を用いて、全ての参加者に解り易い説明を意識する。また、前述のPDMシステムを活用し、最新のモデルを参加者に事前にレビューしておいてもらうなどすると、さらに効率的、効果的にDRを実施できると考える。

以上

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。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 我が国では，2010年から2025年までの15年間で，社会全体の高齢化率（65歳以上人口の割合）が23%から30%に大幅に上昇すると予想されている。2025年時点で介護職員は34万人不足する見込みである。このような状況の中で，高齢者の移動，入浴，排泄，他の支援の際に，介護者の負担を軽減するための介護機器，歩行等を補助する介護機器，認知症の人を見守る介護機器などが開発されている。新たな介護機器を開発し，普及させるには，介護される高齢者と介護者の双方のニーズを把握し，それに応じた機器を開発することが必要である。今後もこのような介護機器の役割はますます重要になると考えられ，その開発には最新のロボット技術や情報処理技術などの活用が期待されている。

- (1) 介護機器の開発・設計・導入・普及に関して，具体的な介護機器の例を1つ挙げ，機械設計の技術者としての立場で，多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 工業製品の設計・生産・販売のグローバル化の進展に伴い，国際標準化に関する取組の重要性が増している。例えば，JISや社内規格等の国内規格をそのまま使い続けることがビジネス上のリスクとなる可能性があり，国際規格との整合を考慮して国内規格を新たに整備あるいは更新することが必要になる場合も考えられる。このような状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な製品の例を1つ挙げ，機械設計技術者としての立場で多面的な観点から国際標準化に関する課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 III-1
	1枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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. 対象機器と課題														
(1) 対象機器														
高齢者や脚力が低下した人が着用する歩行アシスト														
機器を対象とする、														
(2) 課題														
① 開発での課題														
ユーザニーズを明確にして、製品企画することが														
課題である。QFD等を利用して、必要な機能や部品														
を決定する必要がある。														
② 設計での課題														
確実な安全設計が課題である。本質安全設計を念														
頭にした設計を行い、安全・安心な製品を供給する														
必要がある。														
③ 導入への課題														
コスト低減が課題である。高機能な製品を安価に														
供給する必要がある。国や自治体の予算の圧迫を最														
小限にする。														
④ 普及への課題														
脱着性の向上が課題である。着用者への負荷を低														
減し、普及拡大を図る必要がある。着脱性はQFDな														
どにより事前に検討されていなければならぬ。														
2. 重要課題と解決策														
(1) 最重要課題と問題点														
最重要課題は、着脱性の向上による普及拡大である。														
なぜなら、普及が進まなければ安全性やコストで優れ														

●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

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 III-1
	2枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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。

て	い	て	も	市	場	拡	大	が	見	込	め	な	い	か	ら	で	あ	る	。	開	発	段	階	
で	の	QFD	で	も	普	及	対	策	を	検	討	し	て	お	く	必	要	が	あ	る	。	着		
脱	性	の	向	上	に	は	、	機	器	の	軽	量	化	が	有	効	で	あ	る	。				
	軽	量	化	の	問	題	点	は	、	試	作	・	評	価	時	間	が	必	要	な	こ	と	で	
あ	る	。	よ	り	迅	速	に	軽	量	化	設	計	を	進	め	な	け	れ	ば	ニ	ー	ズ	に	
応	え	ら	れ	な	い	。																		
(2)	解	決	策																					
	そ	こ	で	、	デ	ジ	タ	ル	ツ	ー	ル	を	有	効	利	用	す	れ	ば	、	軽	量	化	
設	計	・	製	作	の	期	間	短	縮	が	で	き	る	と	考	え	た	。	我	が	国	の	生	
産	年	齢	人	口	は	、	直	近	の	20	年	間	で	約	1000	万	人	減	少	し	て			
い	る	。	こ	の	た	め	、	デ	ジ	タ	ル	ツ	ー	ル	を	活	用	し	た	製	造	の	効	
率	化	を	進	め	な	け	れ	ば	、	短	期	で	の	製	品	開	発	は	困	難	で	あ	る	
	解	決	策	と	し	て	以	下	の	2	点	を	提	案	す	る	。							
①	ト	ポ	ロ	ジ	ー	最	適	化	ツ	ー	ル	利	用	に	よ	る	軽	量	化					
	ト	ポ	ロ	ジ	ー	最	適	化	と	は	、	3D	モ	デ	ル	に	境	界	条	件	を			
	与	え	、	CAE	解	析	を	行	い	、	必	要	な	強	度	や	剛	性	を	維	持	し		
	た	ま	ま	、	材	料	分	布	を	最	適	化	す	る	軽	量	化	手	法	で	あ	る	。	
	近	年	、	3D-CAD	へ	の	搭	載	が	進	み	利	便	性	が	増	し	て	い	る	。			
	ト	ポ	ロ	ジ	ー	最	適	化	ツ	ー	ル	を	利	用	す	る	と	歩	行	ア	シ	ス		
	ト	機	器	重	量	は	半	減	で	き	る	と	予	想	さ	れ	る	。						
②	3D	プ	リ	ン	タ	利	用	に	よ	る	砂	型	鑄	造	に	よ	る	製	作					
	機	器	に	ア	ル	ミ	ニ	ウ	ム	合	金	等	の	軽	金	属	を	利	用	す	る	場		
	合	、	金	属	3D	プ	リ	ン	タ	で	は	造	形	サ	イ	ズ	や	材	質	に	依	然		
	制	限	が	あ	る	。	そ	こ	で	、	3D	プ	リ	ン	タ	で	砂	型	を	直	接	造		
	形	し	て	鑄	造	す	る	製	造	方	法	を	提	案	す	る	。	熟	練	者	に	依	存	

●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

答案用紙

受験番号	
問題番号	R1 III-1
	3枚目 3枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項	〇〇装置	

○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。

	し	て	い	る	木	型	の	製	作	が	不	要	に	な	る	た	め	、	品	質	の	安	定
	化	と	納	期	短	縮	が	実	現	で	き	る	。	ま	た	鑄	造	現	場	で	顕	在	化
	し	て	い	る	人	材	不	足	対	策	に	も	貢	献	で	き	る	。					
3	.	新	た	な	リ	ス	ク	と	対	策													
(1)	新	た	に	生	じ	る	リ	ス	ク														
	上	述	し	た	課	題	に	共	通	す	る	リ	ス	ク	と	し	て	、	技	術	伝	承	の
漏	れ	が	挙	げ	ら	れ	る	。															
	ト	ポ	ロ	ジ	ー	最	適	化	で	は	、	境	界	条	件	の	入	力	ミ	ス	が	リ	ス
ク	と	な	る	。	知	識	や	経	験	が	豊	富	な	熟	練	者	か	ら	の	技	術	伝	承
が	不	可	欠	で	あ	る	。																
	3	D	プ	リ	ン	タ	利	用	に	よ	る	砂	型	鑄	造	で	は	、	鑄	造	形	状	に
よ	っ	て	は	鑄	造	欠	陥	を	発	生	さ	せ	る	リ	ス	ク	が	あ	る	。	同	様	に
熟	練	者	に	よ	る	、	ノ	ウ	ハ	ウ	の	伝	承	が	重	要	で	あ	る	。			
	対	策	と	し	て	、	ナ	レ	ッ	ジ	ベ	ー	ス	を	構	築	し	て	、	熟	練	者	の
持	つ	知	識	や	ノ	ウ	ハ	ウ	を	デ	ー	タ	ベ	ー	ス	化	し	、	関	係	者	が	自
由	に	検	索	で	き	る	よ	う	な	シ	ス	テ	ム	構	築	を	提	案	す	る	。	デ	ー
タ	ベ	ー	ス	化	に	は	拡	張	現	実	ツ	ー	ル	が	有	効	利	用	で	き	る	と	考
え	る	。																					
4	.	お	わ	り	に																		
	デ	ジ	タ	ル	ツ	ー	ル	を	有	効	利	用	し	た	、	軽	量	化	設	計	・	製	造
は	、	介	護	機	器	の	普	及	拡	大	に	繋	が	る	。	私	の	専	門	分	野	で	も
こ	の	よ	う	な	手	法	で	軽	量	化	設	計	を	進	め	て	、	競	争	力	強	化	を
し	て	ゆ	く	所	存	で	あ	る	。	以	上												

受講者番号		技術部門	機械部門	※
氏名		専門科	機械設計	
問題番号	Ⅲ-1	専門とする事項	工業用ヒータの開発設計	
解答用紙枚数	1			

(1)介護機器の開発から普及における技術的課題

私の専門は工業用ヒータだが、加熱や保温技術を応用し、ウェアラブルウォーマーの開発を例に挙げる。高齢者は一般的に血流が低下しやすい状態が多く、それに伴い冷えや痛みを抱えている。ウェアラブルウォーマー(以下ウォーマ)は体に装着し局所的に加温する目的の介護機器である。また介護者は、ウォーマを安心して利用でき、併せて脱着が容易であることを望む。これらの点を踏まえ、以下にウォーマの開発、設計、導入、普及における技術的課題を分析する。

- 1)品質的課題：ウォーマはすぐに使用できる昇温性能と、均一に加熱できる温度分布性能が求められる。熱素子はニクロム線や金属箔、カーボン糸を織り込んだ絶縁材を検討し、製品実現性を高める。
- 2)コスト課題：必要なときにすぐに手が届く価格を検討する。そのためには材料や部品などの生産効率や市場流通性を考慮する必要がある。
- 3)安全性課題：ウォーマは体を加熱するため、低温やけどや通電時の感電などを起こさないように安全面に十二分に留意して検討する必要がある。
- 4)耐久性課題：製品は繰り返しの脱着や、人の体型に応じた伸縮性を加味した形状変形で壊れない構造を検討する必要がある。
- 5)適用性課題：製品は腕や足、首、こしなど様々な部位に適用できるものが望まれる。

(2)最重要課題の解決策

ウォーマの開発で最も重要な課題は安全性課題である。なぜなら人が直接扱う介護機器のため、利用者が安心して使用できないものは開発してはならないからである。特に危険性のある要素は全て解決し開発を行う必要がある。以下に安全性課題を解決するための解決策を示す。

1)CAEの応用：ウォーマの基本構造を図1に示す。CAEを応用してウォーマの加熱特性を把握し、安全に使用できる条件をシミュレートする。熱素子は、熱伝導、熱伝達、輻射熱を考慮した熱流動解析で検証できる。ただし各部位の凹凸やウォーマの締め付け加減等によって熱接触抵抗の影響で性能にばらつきがある。試作や実験などの評価とシミュレートモデルの整合性を評価して検証の妥当性を確認することが重要である。

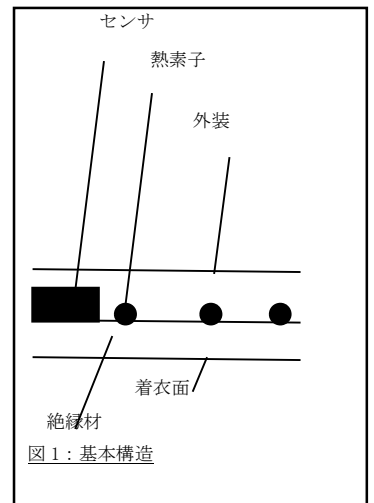


図1：基本構造

2)タグチメソッドの活用：製品の使用環境は利用時に大きく異なる。そのため性能のばらつきは最小限にするためにタグチメソッドを活用する。使用環境は、夏や冬などの季節による気温や湿度、布団の中や衣類の上から装着するなど様々である。タグチメソッドはこのような環境による変化を誤差要因として、熱素子や材質など設計可能なものを設計因子として、それらの組み合わせから性能のばらつきが少ない条件を定量的に評価することができる。また、ばらつきに寄与しにくい設計因子を調整して安全性を確保しつつ評価をすすめることも可能である。

(3)解決策に共通するリスクとその対策

1)共通リスク：ウォーマの使用環境などの条件抽出は人が行うため抽出時の漏れや抜けが伴うリスクがある。

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。
(このシートは、マスマイクがいっぱいになったら自動的に次ページが開きます)

技術士第二次試験 再現論文

受講者番号		技術部門	機械部門	※
氏名		専門科目	機械設計	
問題番号	Ⅲ-1	専門とする事項	工業用ヒータの開発設計	
受験科目	科目			

また、温度は人によって感じ方が異なってくる。特に冒頭で述べたように高齢者は温度変化に対する感覚が鈍くなっていることが多く、検証結果にはより多くの誤差やばらつきが出てしまうリスクがある。

2)対策：対策としては、使用環境や利用者の年齢、性別、体型などの属性情報、利用頻度などの定性的要因や定量的要因を漏れなく抽出することである。具体的には有識者や試作体験者など多くの意見を取り込むDRの実施や、ブレインストーミングやKJ法などの手法を用いてより幅広い条件出しを行う。これらの対策でよりいっそうタグチメソッドを有効活用することができ、ウォーマの開発実現性を高めることができる。以上のように、高齢者と介護者双方のニーズを考慮して製品開発を行うことで、高齢化社会に対して貢献していくとともに、より利用者が安心して使える製品を提供していく責任を果たしていきたい。

? 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 (2019 再現)								

技術部門	機械
選択科目	機械設計
専門とする事項	設計工学

※

○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。)

日本国内では、高齢化の進行や働き方改革への取り組みによって、介護対象となる高齢者が増加する一方、介護者となる労働者人口は減少している。そのような状況の中、介護機器や介護ロボットの利活用への期待は大きくなっている。機械技術者として、介護機器の開発への取り組みについて、私の考えを以下に述べる。

1. 介護機器の例と課題

(1) 介護機器の例：パワーアシストスーツ

介護機器の例として、介護者が身に付け、介護対象者を介護する際、足や腰の動きを補助するアシストスーツを挙げる。

(2) 課題：

信頼性：本製品は、要介護者の介護を目的としたものであり、故障はその人のけがや人命に関わる可能性がある。よって高い信頼性の実現が課題である。

安全性：信頼性と同様に、介護対象者、使用者両方の安全を確保することが課題である。

ユニバーサルデザイン：普及のためには、身長の高低や力の強弱に関わらず、誰もが使用し易くすることが重要である。

感性設計：本製品は、介護者が長時間に渡って日常的に装着・使用することが想定されるため、装着して違和感や不快感を感じなくすることが求められる。また介護対象者から見ても、恐怖心を感じないような外観に配慮するなど、感性設計の視点を取り入れることが課題である。

駆動時間：小型・軽量化、駆動要素の効率化を図りつつ、十分なバッテリー容量、駆動時間を確保することが課題である。

コスト：普及の促進のためには、量産化と共に十分なコストダウンが求められる。

2. 最重要課題と解決策

最重要課題：信頼性の確保

前項で挙げた課題のうち、最も重要な課題として信頼性の確保をとりあげる。理由は、本製品が直接人の補助や介護に使用される機器であり、トラブルがけがや人命に直接影響する可能性があると考えたためである。

解決策1：FMEA

FMEAは、構成部品ごとに故障モードを列挙し、それぞれの故障モードが製品全体に与える影響を調査する信頼性解析手法である。発生頻度・検出度・影響度から、各故障モードの重大度を求める。これにより、事前に重大な故障モードについて対策を講じることができ、信頼性を向上することができる。

解決策2：FTA

FTAは、事故等をトップ事象とし、その原因を逐次下位にたどっていくことで、トラブルと原因の関係を定性的・定量的に表す手法である。これにより、製品全体の信頼性の弱点を大局的につかむことが可能であり、対策を検討することができる。

解決策3：タグチメソッド

使用や製造のばらつき、内部部品の劣化などをノイズと言う。できるだけノイズの影響を受けないような製品を設計することをロバスト設計と呼ぶ。その手法としてタグチメソッドが広く知られており、実験計画法で用いられる直交表を活用することで、少ない実験回数で効率的にロバスト性の高い製品仕様を算出することができる。これにより、ノイズの影響を受け難い、信頼性の高い製品を設計できる。

3. 新たに生じるリスク、対策

リスク：解決策の後に生じるリスクとしては、信頼性を優先するあまり、安全性がおろそかになってしまいうことが懸念される。例えば、冗長性を優先して、無理に運転を継続した結果、事故を引き起こしてしまうことなどが考えられる。

対策①：リスクアセスメントの実施

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。)

対策としては、リスクアセスメントをしっかりと実施することである。FMEAと併せて取り組むことで、危険源の同定を効率的に行える。

対策②： フォールトトレランス設計

要素が故障した時に、停止するなど、常に安全側に制御する。場合によっては、信頼性を犠牲にしても、安全第一の設計を心がけることが重要である。

以上

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械設計
問題番号 Ⅲ-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 機械設計

(1) 介護機器と課題

具体的な介護機器の例としてパワードスーツを挙げ、下記に課題を述べる。パワードスーツとは、使用者の動きを補助する機器である。

(1)-1 安全性

パワードスーツは金属部品などを使用しているため重量が大きい。故障や事故により、機器の荷重が使用者に加わるとケガを招くという問題がある。また、モータの駆動部や発熱部に使用者が触れてケガをする恐れがある。これらの故障や事故から、使用者の安全性を確保することが課題である。

(1)-2 騒音

パワードスーツでは、駆動部にモータを使用している。このモータの駆動音が原因で、使用者に不快感を与えるだけでなく、使用者に障がいを負わせる可能性がある。騒音を発生させない、もしくは問題のないレベルに抑えることが課題である。

(1)-3 コスト

パワードスーツの導入には多大なコストがかかる。導入を検討する介護施設や病院が、コスト負担により導入を見送るという問題がある。コストを抑え、使用者が入手しやすい価格にすることが課題である。

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械設計		
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	機械設計
答案使用枚数	2枚目	3枚中	専門とする事項 機械設計

(2) 課題に対する解決策

(1) で抽出した課題のうち、安全性の確保が最も重要であると考え、その課題に対する解決策を下記に示す。

(2)-1 FMEA

安全性確保のための解決策として FMEA の実施を挙げる。FMEA とは、故障モード影響解析である。機器を最小単位の構成にまで分解して考え、各構成ごとにリスク影響度を算出することで、対策を検討する手法である。

(2)-2 フェールセーフ

安全性確保のために、フェールセーフの導入を挙げる。フェールセーフとは、機器に故障や事故が発生した場合でも、安全となるような仕組みにすることである。パワードスーツに故障や事故が発生した際に、ロック機構で機器の荷重を支え、使用者に荷重が加わらないような仕組みが挙げられる。

(2)-3 安全の3ステップメソッド

安全性確保のために、安全の3ステップメソッドの考えに従った設計を挙げる。安全の3ステップメソッドとは、本質的安全設計、安全防護、使用上注意の表示である。本質的安全設計では、モータを使用しないようにする。安全防護では、使用者がモータに触れられないようにカバーをする。使用上の注意では、モータ部に警告表示をするなどが挙げられる。。

技術士第二次試験 筆記試験対策 練習問題 答案用紙

氏名	機械設計		
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	機械設計
答案使用枚数	3枚目	3枚中	専門とする事項 機械設計

(3) 解決策に共通して生じるリスクと対策

(3)-1 生じるリスク

解決策に共通して生じるリスクとして、想定外の事故が挙げられる。(2)で述べた解決策は全て設計者が想定した故障や事故に対して検討した対策である。しかし、FMEAでは、故障モードの洗い出しが漏れると、その項目については全く検討されないままになる。

(3)-2 対策

想定外の事故への対策として、ライフサイクル法とシナリオライティング法による FMEA を提案する。

ライフサイクル法とは、製品ライフサイクル全体を想定して FMEA を実施する手法である。製造から輸送、運用、保守、廃棄に至るまでを想定して検討することで、故障モードを抽出するものである。製品ライフサイクル全体を想定するため、故障モードの洗い出し漏れを防ぐことができる。

シナリオライティング法とは、使用者が実際にどのように機器を使用するか、使用者の視点で考えて FMEA を実施する手法である。介護機器は判断力や筋力が低下した者が使用する場合がある。そのような場合、設計者が想定しないような使われ方をする恐れがある。使用者の目線で考えることで、想定外の使用方法に対する故障モードの洗い出し漏れを防ぐことができる。

—以上—

III

1. はじめに、
私は、介護の現場での業務経験はないのだが、町を歩いていると、車椅子に乗る高齢者を良く見かけるように、てきた。介護者の苦勞は想像に難くない。そこで、歩行補助用の介護機器について以下に記す。
- 具体的な介護機器の例と、課題の抽出、分析。
高齢者が一人で歩きたり所に行けるようになるには、介護者の苦勞は軽減される。今回は、電動車椅子を事例として、以下に課題の抽出と分析を行う。
- ① 段差を乗り越えることができること。
介護者がいれば、車椅子を傾けて乗り越えることができるような段差を、介護者なしでも乗り越えることができるようになるには、ていなければならぬ。
- ② 小回りがきくこと。
この場で180°回転して、向きを変えることができる。これらの小回りが求められる。
手押しの車椅子では容易にできるような。
- ③ 交通安全対策。
公道を走るのであれば、交通事故に遭わないような安全対策が求められる。手押しの車椅子でも同じことが言えるのだが、介護者がいない分、事故時の対応が困難になるなど、問題がより顕著になる。
- ④ バッテリーの持続性。
外出先でバッテリーが切れた場合に帰宅できなければならぬ。クラッチを切れば、手動運転できるくらい。

配慮が必要となる。

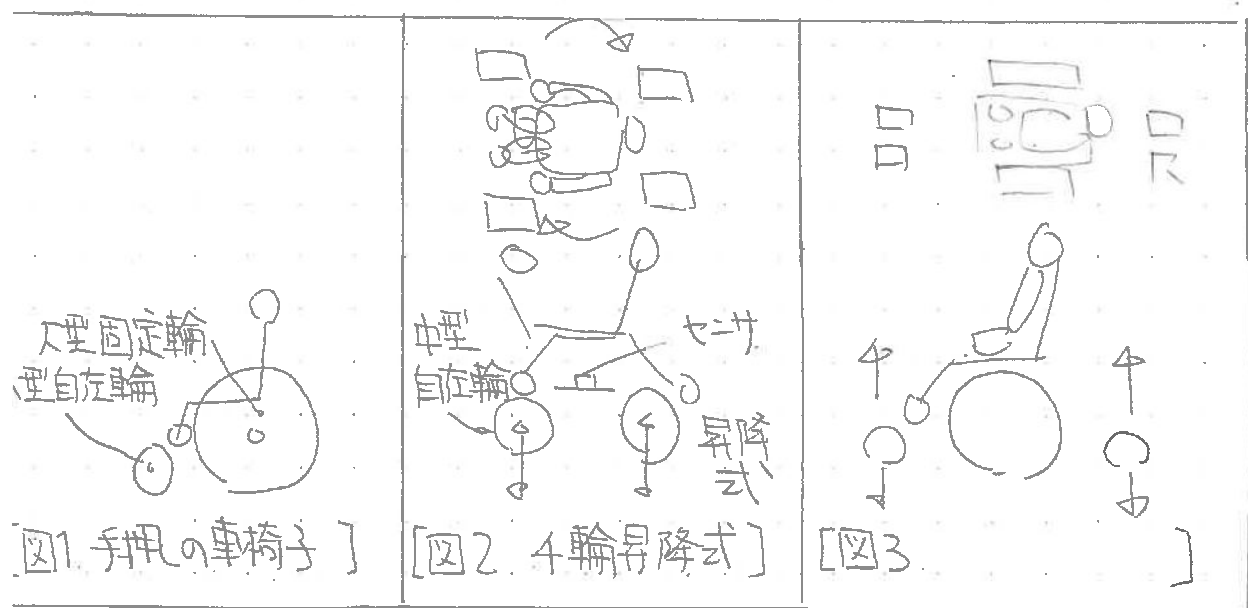
① 傾斜で転倒しないこと

一般的に公道というのは、雨を側溝に排水するため、傾斜が設けられており、このような傾斜で転倒しないようにせねばならない。手押しの車椅子にも同じことが言えるのだが、介護者がいない分、問題としては顕在化する。

② 最も重要と考える課題と 解決策

上記のうち、①の段差を乗り越えることができることに取り上げ、解決策を示す。

① 図2に示す。4つの自在輪すべてを昇降式にする。まずは前輪で段差に乗り上げる。すると椅子が傾くので、センサが反応して、後輪で椅子を持ち上げる。



その後椅子を180°旋回させて重心を移動し、(軽くは
った後輪を乗り越えて、乗り越え完了となる。

b) 車輪を進行方向に3列配置させる案である。まずは
前輪を持ち上げて段差の上に載せ、次に後輪で
椅子を持ち上げる。この時点で、2つの大型固定輪
は宙に浮いた型となるが、前後輪の4輪で前進する
ことで、椅子が段差の上に載る。図3に示す。

図みに、A案では上述した⑤と、B案では同じく③-②と
それぞれ同時に解決することができると期待している。

4. 解決策に共通して生じうるリスクと対策

まずは、重量の増加が挙げられる。但し、昨今のモ
ーターは小型化しているもので、これに期待している。

もう一つ、コストの増加が挙げられる。量産できれ
ばコストは下がるとは思うが、初期段階では難し

い。20年前に発売された初代のハイブリットカーに於
いては、利益をこの次にして、庶民でも手が届くよう
な価格設定がなされた。このような勢をメーカーに

戦略的な期待している。もちろん機械技術者とし
てもコストダウンに注力し、コストと性能とを高り次
元で両立させるような機械設計をしなければなら

以上

Ⅲ-1 復元論文

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	2019年Ⅲ-1
答題用枚数	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: エジェクターの設計・解析

1.	介護機器の例と課題
	歩行等を補助する介護機器を例に挙げる。
1-1.	意匠性の向上
	歩行等を補助する介護機器（以下、歩行アシスト機器とする。）は、服や靴のように身につけて用いるものである。したがって、ユーザーが身につけたいと思うような意匠性とすることが普及につながる。たとえばおしゃれであったり、身につけても目立たないようなデザインが求められる。
1-2.	安全性の向上
	歩行アシスト機器の購入層は高齢者である。高齢者は筋力や骨が弱っているため、転倒が重大な事故を引き起こす。したがって安全性の向上が課題となる。
1-3.	着脱性の向上
	歩行アシスト機器は一日に何度も着脱することが想定される。着脱がシンプルに小さい力で行えれば、利便性が向上され、ユーザーに対して訴求力となる。したがって着脱性の向上が課題となる。
1-4.	軽量化・小型化
	室内に入る時など、歩行アシスト機器を手を持つことと想定される。このとき軽量で小型であれば、ユーザーへの負担が軽減される。また、介助を行う者にとっても、これと複数本持つことが想定される。介助者への負担も柔けることができる。
2.	最重要課題と解決策

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	2019年 Ⅱ-1
答題時間枚数	2 枚目 3 枚中

技術部門
選考科目:
専門とする事項:

1-2の安全性の向上を最重要課題とする。理由は先述のとおり転倒が大きな事故を引き起こすこと。またそれを防止することが企業の社会的責任と考えるからである。
2-1. モジュール化の導入
歩行アシスト機器を使う高齢者は、どちらの足が不自由なのかは人によって異なる。このことは、人によって最適な形状が異なることと意味している。よってバネユニットをモジュール化し、最適な組合せを選択できるようにする。これは個人で選択するのではなく、医師や理学療法士などと相談して決めるとようにする。
2-2. CAEの活用
CAEはコンピュータ上で仮想実験と行えるツールである。実際のテストと比較して少ない工期で検討することができる。そのため、複数案を検討でき、トライアンドエラーを重ねることができ、安全性の向上に期待できる。具体的には、歩行アシスト機器のバネや、筐体の応力解析の検討に用いる。
2-3. FMEAの活用
FMEAは製品開始前に故障モードを抽出し、それによって引き起こされる影響を予測する。そして、必要な対策を考へるという手法である。これを活用することで、製品の安全性を高めることができる。具体例として、歩行アシスト機器と左右逆に履いてしまう事象を挙げると、この場合、転倒のリスクが考えられる。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	2019年 Ⅱ-1								
答題用枚数	3 枚目			3 枚中					

技術部門
選択科目:
専門とする事項:

これに対する方策として、リールの形状を変更して、反対に履けないようにする。これはフールプルーフと呼ばれる設計思想である。誤った行為をしようにして、もてきないようにして、安全性を高めることを目的としている。

3. リスクと解決策

3-1. リスク

3つの解決策は知識を持って正しく活用することが出来る。そのため、知識を持っている人に業務負荷が集中してしまうというリスクがある。

3-2. 解決策

① ノウハウ書の活用

ノウハウ書を作成し、活用できるような仕組みを作る。このことで業務する上で必要なスキルが標準化される。すると、経験者の業務負荷を分散させることができる。また、社内全体のスキルアップの底上げをさせることも出来る。誰でもアクセスできるように、データベースにアップしておく。

② 標準化の推進

業務を進める上での手順やルールを作成しておく。そして、定めた手順通りに進める仕組みを作る。このことで、誰でも同一のアウトプットが期待でき、業務分散させることができる。CAEは一連の手順をコマンド実行ファイルとして作っておく。誰でもこれを用いれば、属人化を排した同一の結果が得られる。以上

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	機械設計（鉄道信号機器）

※

○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。）

■ 具体例とする製品：踏切遮断機

踏切遮断機は、鉄道の踏切において列車接近時に付属する竿（さお）を動作させ踏切道を遮断し、人や車を線路内に侵入させないための装置である。

(1) 踏切遮断機の国際化に関する課題

(課題①) 現存する踏切遮断機国際規格の把握

鉄道信号機器海外輸出に際して、問題視されているのが、設計根拠である規格による各国における認証である。踏切遮断機については、旧国鉄規格（JRS）を基にしており、現在は存在しない。そのため、世界各国に存在する踏切遮断機に対する規格を把握し、すべてを包括できる国内規格の制定が必要となる。

(課題②) 異なる電源条件に適用した標準化方策

海外輸出でネックとなるのが踏切遮断機の駆動電源の違いである。日本国内では、DC24V、AC105Vが一般的であるが、例えばニュージーランドではDC12Vなど、国によって異なる。そのため、これらの異なる電源電圧に対して、適用するために対応すべき変換インターフェースを作り標準化することが必要である。

(課題③) 効率的なメンテナンス性

踏切遮断機は、保守区のある駅周辺だけではなく、駅間にも存在する。海外では、駅間が数10kmのところも存在し、その区間にあるすべての踏切遮断機

●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。)

を	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	す	る	必	要	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	効	率	の	
良	い	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	性	が	求	め	ら	れ	る	。								
(2) 「 <u>効率的なメンテナンス性</u> 」の解決策																							
(解決策①) <u>CBM化の実施</u>																							
	踏	切	遮	断	機	を	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	化	し	、	状	態	監	視	す	る	こ	
	と	で	CBM	を	実	施	す	る	。	CBM	で	は	モ	ー	タ	の							
	動	作	電	流	波	形	を	モ	ニ	タ	し	、	通	常	と	異	な	る					
	波	形	が	見	ら	れ	た	場	合	、	故	障	ま	で	の	時	間	を					
	予	測	し	、	計	画	的	に	人	を	派	遣	す	る	こ	と	で						
	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	を	実	施	す	る	。											
(解決策②) <u>内部機構部品のユニット化</u>																							
	定	期	的	な	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	で	は	、	機	器	の	正	常	稼	働	の	確	
	認	や	給	油	な	ど	が	通	常	考	え	ら	れ	る	が	、	台	数	が	多	い	こ	と
	や	人	員	不	足	で	あ	る	こ	と	か	ら	、	1	台	に	か	か	る	メ	ン	テ	ナ
	ン	ス	時	間	の	削	減	が	必	要	と	な	る	。	そ	の	た	め	、	定	期	的	に
	交	換	す	る	部	品	を	決	め	て	、	本	体	ケ	ー	ス	以	外	の	内	部	機	構
	部	品	を	な	る	べ	く	簡	単	に	交	換	で	き	る	ユ	ニ	ッ	ト	構	造	と	す
	る	。	な	お	、	交	換	部	品	は	メ	ー	カ	に	送	り	返	す	こ	と	で		
	CBM	に	て	得	た	情	報	と	照	ら	し	合	わ	せ	、	不	具	合	解	析	へ	役	
	立	て	る	。																			
(解決策③) <u>交換部品のコストダウン</u>																							
	定	期	的	な	ユ	ニ	ッ	ト	交	換	と	な	る	と	、	ユ	ニ	ッ	ト	費	用	が	
	か	か	る	た	め	、	ユ	ニ	ッ	ト	部	品	の	コ	ス	ト	ダ	ウ	ン	が	必	要	と
	な	る	。	交	換	し	た	部	品	は	リ	マ	ニ	ュ	フ	ァ	ク	チ	ュ	ア	リ	ン	グ
	に	よ	り	再	生	し	、	次	回	の	交	換	部	品	に	当	て	る	こ	と	で	コ	ス

モーター
動作電
流波形
の図

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。)

トダウンが可能である。なお、再生は設置国での実施が望ましい。

(3) 解決策に共通したリスクと対策について

(リスク) 保守作業員技術力低下による故障発見遅延
 故障発生時の無条件部品交換により
 現場作業員の技術力低下が懸念される。

(対策) 故障内容詳細のフィードバック
 CBMで故障予知を検知したユニットや定期点検で交換したユニットの分解調査結果と現地で発生していたと想定される事象をデータサーバーへフィードバックし蓄積すること、ユーザーが現地で発生している事象をデータサーバーへ入力し検索すること、現場で発生している事象から故障と想定される予兆をハックすることができ、実際に故障が発生するまでの時間を把握し、計画的に保守作業員を現場に派遣させることが可能である。

■最後に

踏切遮断機は開かずの踏切による渋滞対策により高架化が進められており廃止されている。しかし、それに対し地方の踏切遮断機の設置されていない第3種、第4種踏切への踏切遮断機の新設が進められていることから踏切遮断機は大幅に減少していない。また、海外含め、踏切遮断機の設置されていない踏切における死亡事故が発生されており、問題視されている。踏切遮断機の安定動作により踏切事故を防止し、鉄道の安全、

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-2 材料強度・信頼性～

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 複雑な構造物の力学的挙動を予測する手法を2つ挙げ，それぞれの特徴と留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 炭素繊維強化プラスチック積層板について，材料強度の観点から留意すべき点を2つ挙げ，その内容とともに対処方法を説明せよ。

Ⅱ-1-3 金属製部品の疲労強度を向上するために利用される表面処理方法を2つ挙げ，それぞれについて具体的な方法を説明し，原理及び特徴について述べよ。

Ⅱ-1-4 金属材料の延性脆性遷移温度とそれを評価するための試験方法を説明し，設計時の留意点を述べよ。

令和元年度 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	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。）

	炭素繊維強化プラスチック積層板（CFRP）について、
	材料強度の観点からの留意点と対処方法を以下に示す。
	<u>1. 層間剥離による強度低下</u>
	内容：CFRP積層板に、製造時に生じた層間剥離や
	衝撃損傷により生じた層間剥離が存在する場合、大きな
	強度低下が生じる。特に圧縮強度の低下が大きい。
	対処方法：CFRP積層板の製造時欠陥や、CFRP積層
	板の使用中に衝撃損傷が生じる可能性を完全に排除す
	ることは困難である。このため、層間剥離による強度
	低下を加味した設計を行う必要がある。CFRP積層板
	のCAI（衝撃後圧縮）試験を実施し、層間剥離が存在
	する場合の圧縮強度の低下率を把握する。この低下率
	を考慮して、設計で用いる圧縮許容歪を設定すれば、
	層間剥離による強度低下に対処可能である。
	<u>2. 環境影響による強度低下</u>
	内容：CFRP積層板は、高温・吸湿条件下で大きな
	強度低下が生じる。特に樹脂強度に依存する圧縮強度
	の低下が大きい。
	対処方法：CFRP積層板の使用環境が高温高湿条件
	である場合、環境影響による強度低下を加味した設計
	を行う必要がある。常温と高温・吸湿の2種類の環境
	条件下で圧縮強度試験を実施し、環境影響による強度
	低下率を把握する。この強度低下率を考慮して、設計
	で用いる圧縮許容歪を設定すれば、環境影響による強
	度低下に対処可能である。
	以上

II-1-3 金属製部品の疲労強度を向上するために利用される表面処理方法を2つ挙げ、それぞれについて具体的な方法を説明し、原理および特徴について述べよ。

受験番号	
問題番号	II-1-3

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専
 ○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. 疲労強度について	
部材が一度の荷重負荷では破壊に至らなくとも、繰り返し何度も与えることで部材は簡単に破壊することがある。このような破壊形態を疲労破壊という。	
右図に示すように、鉄鋼材料では、無限の繰り返し負荷に耐える応力振幅の下限値が存在し、これを疲労強度という。疲労強度は、寸法効果、切り欠き効果、残留応力など、種々の影響因子がある。疲労強度を向上するための表面処理法を以下に2つ示す。	
① ショットピーニング	
部材の表面にガラスなどのメディアを噴射する事で、部材表面にエンボス状の加工を施し、部材の表面に圧縮応力を残す工法である。圧縮の残留応力は、繰り返し荷重で破壊への影響が大きい、引張応力成分の影響を吸収または低減することができ、これにより、部材の疲労強度を向上させることができる。	
② バレル研磨	
部品とメディアをバレルに入れ、バレルを回すことで部品の全周を研磨する工法である。プレス加工部品では、バリ部に引張の残留応力が生じている。引張の残留応力は、繰り返し荷重の引張応力成分の影響を増幅し、き裂の発生を助長する。バレル加工でバリを取り除くことで、引張の残留応力を除去し、部材の疲労強度を向上させることができる。	

●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

氏名	
問題番号	II - 1 - 3
答案使用枚数	/ 枚目 / 枚中

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度、信頼性
専門とする事項	材料強度、信頼性

○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. 金属製部品の疲労強度を向上させる表面処理 ショットピーニング
具体的な方法：直径数ミリの鋼球を空気圧などにより投射して被加工物にぶつけることを行う。
原理及び特徴：鋼球の衝突により、被加工物は凹み押し伸ばされるが、周囲の非変形部により拘束されたため、圧縮残留応力が生じる。この圧縮残留応力の付与により、疲労強度が向上する。採用例として、ばね・歯車などがある。
2. 高周波焼入れ
具体的な方法：鋼に高周波の電磁波による電磁誘導を起し、表面を過熱させて焼入れを行う。
原理及び特徴：電磁誘導により磁力が発生すると同時に金属内に渦電流が発生する。この渦電流は表皮効果により金属表面にのみ集まるため、表面が加熱される。表面のみを熱伸びが、熱伸びの少ない内部によって拘束されたため、圧縮残留応力が生じる。なお、高周波焼入れしたままではじん性が低いため、焼戻しを行う。採用例として車軸、歯車、軸受けなどがある。
疲労破壊の過程はき裂の発生と進展に大別される。圧縮の残留応力はき裂を開口させ、き裂の進展を抑制して疲労強度を向上させる。これらの表面処理方法を適用し、製品寿命の向上を図ることが出来る。
以上

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-1-3

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料力学

※

○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>高周波焼き入れ</u></p> <p>炭素鋼において、A1変態点以上、A3変態点以下の温度に加熱後、油冷又は水冷で急冷し、オーステナイト状態からマルテンサイト変態を起こさせ、硬い組織とする。硬さの調整のために焼き戻しを行う。表面に圧縮の残留応力が残るため、疲労破壊が生じにくい。</p> <p>・ <u>ショットピーニング</u></p> <p>ブラストと呼ばれる金属小球を高速でぶつけることで、表面を加工硬化させる方法。炭素鋼以外の金属にも適用できる。鋳造品については砂落とし、バリ取りのために実施する際に一連の作業として実施できる。</p> <p>・ <u>両者の共通点</u></p> <p>いずれも材料内部は柔らかく韌性に富みながら、表面は固く、疲労強度の高い2つの機械的性質を兼ね備えた部品となる。</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

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 長年使用した機械構造物の保守担当責任者として，構造強度的な観点から継続使用の可否を判断する場合，下記の内容について記述せよ。

- （１）調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）検討を進める業務手順について，留意すべき点，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。

Ⅱ－２－２ 機械製品は供用開始後に故障が発生，さらには破損に至ることも想定される。このため，使用環境及び稼働状況に基づいた多くの配慮の他，適切な材料の選定が設計段階で必要である。機械製品の設計要求及び性能を確保するため，あなたが材料強度の技術責任者であったとして，下記の内容について記述せよ。

- （１）機械製品を選定，その概要を示すとともに，設計に当たり「荷重」と「材料の強度」等には不確かさが存在することに関連して，調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- （２）検討を進める業務手順について，留意すべき点，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。

氏名	
問題番号	Ⅱ - 2 - 1
答案使用枚数	/ 枚目 2 枚中

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度、信頼性
専門とする事項	材料強度、信頼性

○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. はじめに

火力発電所の老朽ボイラを例にあげる。長年に渡り起動停止や自然エネルギー調整役としての負荷変動など、ボイラは疲労や摩耗の進展が予想されこの状況で継続使用の可否判断手法を以下に述べる。

2. 調査・検討すべき事項と内容

① き裂の有無 — ボイラは起動停止に伴う低サイクル疲労と振動による高サイクル疲労を同時に受けたり、き裂が発生し易い。き裂の調査には磁粉探傷検査や浸透探傷検査の適用を検討する。

② 組織の劣化 — クリープ疲労により、金属組織の粒界ポイドが成長し、き裂を発生させる。組織のレプリア力を採取し、健全部と比較することで劣化状況を確認できる。

③ 残肉厚の測定 — ボイラチューブなどの高圧管は設計上最小肉厚が定められている。超音波厚さ計などにより残肉厚を測定し、十分な肉厚があることを確認する。

④ 溶接部検査 — 建設時には検出できなかった内部欠陥が長年の運転で成長し、割れに進展するところがある。超音波探傷検査などにより、内部欠陥の有無を確認する。

3. 検討を進めよう業務手順

① 点検の必要性

過去の点検記録や運転データを参照する。これらと

氏名	
問題番号	Ⅱ - 2 - 1
答案使用枚数	2 枚目 2 枚中

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料強度・信頼性

○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。

精査することによって現状の劣化・磨耗の進展程度を測定する。次回点検までの健全性が確保できない箇所を抽出し、点検が必要な箇所を絞り込む。疲労の進展には、累積損傷法やラインフロア法を活用できる。

②点検箇所の決定

①項の箇所は点検対象とする。但し、以下の条件により、点検範囲の拡大を検討する。

- ・劣化進展速度により、次回点検対象を決定となり、今回対象箇所の近傍の場合など。
- ・高所や狭所など損傷時の事後保全に多大な労力を必要とする箇所など。

これらは、点検時に仮設備を共用することが多いため、同時に点検し、コスト低下を図る。

③修繕の決定

点検の結果、次回までの健全性が確保できない場合は補修や取替を行う。

4業務を効率的に進めるための関係者との調整方策

①仕様書・要領書等の書類確認

要求事項や実施事項を書面で確認することによって、関係者と同じ認識を持つ。これにより後戻り作業を排除できる。

②検査員の確保や省人化

非破壊検査員などの技術者も担い手不足により確保が難しい。点検時期の調整や検査ロボットの導入により、検査員の確保や省人化を図る。以上

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	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料力学

※

○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																								
継 続 使 用 可 否 を 判 断 す る に あ た り 、 調 査 、 検 討 す べ き 事 項 を 3 点 挙 げ る 。																								
1 点 目 は 機 械 構 造 物 か ら 発 生 す る 振 動 ・ 騒 音 の 大 き さ な ら び に そ の 周 波 数 で あ る 。																								
劣 化 に 伴 い 、 振 動 ・ 騒 音 は 一 般 的 に 増 加 し 、 ま た そ れ ら の 周 波 数 も 変 化 す る た め で あ る 。																								
2 点 目 は 亀 裂 の 発 生 の 有 無 で あ る 。 亀 裂 は そ の 他 の 変 形 と 比 べ 急 速 に 進 展 す る た め 、 そ の 有 無 な ら び に 、 存 在 す る 場 合 、 そ の サ イ ズ を 確 認 す る 。																								
3 点 目 は 、 腐 食 ・ 減 肉 ・ 孔 食 の 発 生 の 有 無 で あ る 。 設 置 環 境 や 、 使 用 す る 化 学 薬 品 、 流 体 機 械 の 場 合 に は 流 速 等 の 影 響 で 、 腐 食 や 減 肉 ・ 孔 食 が 発 生 し 、 そ れ ら が 進 展 し て い く た め で あ る 。																								
(2) 留 意 す べ き 点 、 工 夫 を 要 す る 点																								
振 動 、 騒 音 に つ い て は 、 構 造 体 自 身 の 経 年 に よ る 相 対 比 較 と な る 。 正 常 時 の デ ー タ を 取 得 し 、 予 め 閾 値 を 定 め る 必 要 が あ る 。																								
亀 裂 に つ い て 、 表 面 部 分 は 目 視 、 浸 透 探 傷 法 、 内 部 は 超 音 波 探 傷 法 、 磁 気 探 傷 法 を 用 い る 。 検 出 能 力 は 検 査 者 の 技 能 と 測 定 器 の 能 力 に よ る 。 検 出 で き る 最 小 の き 裂 サ イ ズ と 許 容 さ れ る サ イ ズ で 、 パ リ ス 則 に よ り 、 余 寿 命 を 予 測 す る 。																								
腐 食 や 減 肉 、 孔 食 は 内 部 に 発 生 す る こ と か ら 、 見 え																								

●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

受験番号	
問題番号	II-2-2

II-2-2 機械部品は教養開始後に故障が発生、さらには破損に至ることも想定される。このため、使用環境及び稼働状況に基づいた多くの配慮の他、適切な材料の選定が設計段階で必要である。機械部品の設計要求及び性能を確保するため、あなたが材料強度の技術責任者であったとして、下記の内容について記述せよ。

- (1) 機械製品を選定、その概要を示すとともに、設計にあたり「荷重」と「材料の強度」等には不確かさが存在することに関連して、調査、検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 検討を進める業務手順について、留意すべき点、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。

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専
○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. 板ばね設計の要件									
リニアモータに搭載される板ばねの設計を例に挙げる。リニアモータは、右図に示すように、ばね・マス系の共振点を利用して、少ないエネルギーで高速・高出力の振動振幅を得ることができ、アクチュエータである。電動シェーバのカッター一部や、電動歯ブラシのブラシ駆動に採用されることが多い。リニアモータの構成部品で特に重要なのは板ばねである。板ばねは、狭小なスペースに置いて十分な反力を提示する必要がある。また、リニア駆動による繰り返し負荷に耐える疲労強度を備えている必要がある。以下に、板ばね設計における検討事項を示す。									
① 板ばね疲労強度の実測									
板ばねの材料は、疲労強度の規格が参考値として記載されている場合がある。しかし、実際の疲労強度は、板ばねの加工時や組立によって変動する。このため、実測にて実際の疲労強度を確認する必要がある。									
② 安全率の設定									
板ばねの疲労強度を実測したら、実使用環境の負荷を加味して安全率を設定する。また、板ばねには高強度の材料を採用するため、プレス加工が難しくなるので、設計の初期段階からプレス技術者と協議する。									
③ 要求仕様の確認									
要求仕様を確認し、設計している板ばねが、要求仕									

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。）

様を満足できているかを確認する。また、要求仕様に変更がある場合には、都度確認する必要がある。 <u>2. 検討手順</u> 前述の①、②については、①疲労強度の実測→②安全率の設定の順序で検討するのが、手戻りの可能性が少なく、効率的と考える。 また、板ばねの材料には、狭小なスペースで十分な反力を提示するために、高強度の材料が採用される。高強度の材料は、プレス性が悪くなるので、設計の初期段階からプレス技術者と協議し、製造性について評価を行う必要がある。 ③要求仕様の確認は、製品開発期間中において、定期的に確認する必要がある。デザインレビューの各フェーズでチェックリストを準備することで、抜け漏れを防止できると考える。 <u>3. 業務を効率的・効果的に進める方策</u> ①疲労強度の実測と②安全率の設定について 設計段階の初期から、関連部門と開発進捗を確認できる会議体を開催する。他部門から意見をもらうことで、板ばねプレス性の対処法など、設計部門だけでは気付きにくい問題を発見でき、製品開発のフロントローディング化に寄与できる。 ③要求仕様の確認について 最新の仕様書を、オンライン上に保管し、これを更新していくことで、常に最新の仕様書を確認できる。

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和元年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。）

<u>1. 製品の選定及び概要と調査・検討すべき事項</u>																								
<u>1.1 製品の選定及び概要</u>																								
私が専門とする戦闘機タイプの小型航空機を選定する。小型航空機の機体構造は、セミモノコック構造であり、バルクヘッド（隔壁）、フレーム、縦通材等の骨格構造と、それらを覆う外板から構成される。構造設計上、静強度だけでなく疲労強度も検討され、各種強度試験により強度が保証される。																								
<u>1.2 設計にあたり調査・検討すべき事項</u>																								
材料強度のばらつきにより、疲労き裂の発生や進展速度もばらつきが生じるため、必要十分な安全率を考慮した疲労強度設計を行う必要がある。																								
運用機体の構造健全性を評価するには、航空自衛隊での機体運用状況を確認し、オーバーGの発生有無や荷重頻度を確認する必要がある。設計想定を超える大荷重の発生や、厳しい機体運用が継続されている場合、疲労強度や損傷許容性への影響を確認する必要がある。																								
<u>2. 検討を進める業務手順</u>																								
航空機の構造設計では、必要以上の安全率を考慮すると、構造重量が増加し、性能悪化につながるため、疲労強度設計においては安全率2を使用することが一般的である。即ち、想定する運用期間の2倍の期間、飛行安全を脅かす疲労破壊が生じないように、各部材に対して累積損傷則を用いた疲労強度設計を行う。																								
航空機を長期間運用するにあたり、使用環境や荷重																								

●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

令和元年度 技術士第二次試験 答案用紙

(R1 機械部門 材料強度・信頼性 II-2-2)

○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。)

条件が異なることにより疲労損傷の進行度も異なる。
そのため、運用機体の構造健全性評価には、各機体に
対して目視点検やNDIを定期的に実施し、損傷箇所・
範囲の特定を行う必要がある。必要に応じて、余
寿命評価や修理要否の検討を個別に行う。

3. 業務を効率的・効果的に進めるための調整方策

航空機は、運用期間が40年程度と極めて長いこと
が特徴である。このため、運用中の機体構造健全性を
評価する業務を効率的・効果的に進める必要がある。

運用機体の構造健全性を評価する業務を効率的に進
めるためには、近年研究開発が進む構造ヘルスマニタ
リングシステム(SHM)の活用やICT技術の活用
が効果的である。これらにより、従来の目視検査等で
は発見が難しかった部位も含め、機体構造の損傷度合
をタイムリに把握することが可能となる。このため、
機体構造の余寿命評価等は、検討が必要な部位を絞り
込むことができ、効率的・効果的に業務を進めること
ができる。

SHMやICT技術の機体適用には、機体重量増加
等の悪影響も生じるため、運用者である防衛省関係者
との調整が必須である。上記システムの機体適用を認
めてもらうには、利点を定量的に示す必要がある。こ
のため、SHMにより機体構造の損傷度合を適切に評
価できるデータを蓄積し、これらを提示しながら調整
を進める必要があると考える。 以上

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。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 機械システムでは局所的な破壊が大規模な構造破壊に発展し，大事故に至ることがある。このような状況を踏まえて，以下の問いに答えよ。

- (1) 局所破壊から大規模破壊に至る可能性のある事象を具体的に設定してその概要を示すとともに，大事故を防止あるいは被害を軽減するため，技術者の立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 機械構造物の設計においては，顧客の多様なニーズに応えるために基本型から多くの型式の製品を派生させて対応することがある。このような製品の強度設計を担当する技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な製品を選定してその概要を示すとともに，時代とともに変化する社会の要請を踏まえつつ，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ- 1

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料力学

※

○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)	想定する事象と事故防止、軽減策
想定事例：	ガスタービンのブレード破損
局所破壊から大規模破壊に至る事象として、発電用ガスタービンのブレード破損を想定する。タービンは高温、高速運転であり、その中でタービンブレードは高温ガスに晒され、熱応力、遠心力・振動など過酷な条件に晒される。	
ブレードは数十枚で段を構成し、数段でタービンを構成している。ブレードが破壊した場合、遠心力で飛散するが、周辺のブレードも連鎖的に破壊される。また、飛散したブレードがケーシングを破損した場合、人的な被害、また供給ガス配管を破損した場合、火災のリスクがある。	
事故防止ならびに被害軽減のための課題	
事故防止、被害軽減策を3点挙げる。	
1点目は破壊の予兆を検知して早期に停止し、大規模破壊に至らないようにすることである。	
2点目はブレードの破壊が局所的なものとなるよう設計する。	
3点目はブレードが飛散してもケーシング内で収まるように強度を持たせる。	
(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、早期に破壊の予兆を検知し、停止することである。これに対する解決策を3点	

令和元年度 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	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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. 大規模事故の防止・被害軽減のための課題																								
1.1 局所破壊から大規模事故に至る可能性のある事象																								
私が専門とする航空機の機体構造において、局所破壊から大規模事故に至る可能性のある事象は、冗長性の無い構造又は一次構造部材に疲労き裂が発生・進展する場合である。この場合、主たる荷重伝達経路を失うため、大規模事故に至る可能性がある。具体例としては、米軍戦闘機において発生した胴体縦通材の疲労破壊による墜落事故や、JAL 123便において発生した隔壁の疲労破壊による墜落事故が挙げられる。いずれも疲労破壊を原因とする大規模事故の実例である。																								
1.2 疲労破壊による事故防止・被害軽減の課題																								
次の3点が課題であると考ええる。①設計方針・手法の転換、②機体運用中の構造健全性リアルタイム把握、③部品の安全重要度の規定と個別管理である。以下に①～③の分析を示す。																								
①は疲労強度への耐久性を優先する設計方針・手法へ転換することである。局所的な破壊が生じた場合でも、大規模破壊に至らないような冗長度の高い機体構造を設計する方針を採用するべきである。																								
②は、現状は飛行前後の目視点検により機体構造健全性を確認しているため、構造ヘルスマモニタリングシステムを導入し、構造健全性をリアルタイムで把握できるようにすることである。目視点検では確認困難な部位の構造健全性も把握できるようにすべきである。																								

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和元年度 技術士第二次試験 答案用紙

(R1 機械部門 材料強度・信頼性 III-1)

○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	は、	部品	毎に	飛行	安全	に	関す	る	重要	度	を	クラ	ス	分
け	し	て	個	別	管	理	す	る	も	の	で	あ	る	。
重	要	部	品	に	対	し	て	は、	飛	行	毎	の	健	全
た	り、	製	造	時	許	容	欠	陥	サ	イ	ズ	を	厳	し
ク	ラ	ス	に	応	じ	た	管	理	を	実	施	す	る	等、
2.	最	も	重	要	と	考	え	る	課	題	と	解	決	策
1.	2	項	①	が	最	も	重	要	な	課	題	で	あ	る
課	題	は、	機	体	構	造	製	造	時	ま	た	は	機	体
題	で	あ	り、	事	後	の	対	応	策	で	あ	る	。	そ
課	題	を	達	成	し、	局	所	破	壊	か	ら	大	規	模
体	構	造	を	設	計	す	る	こ	と	が	先	決	で	あ
え	る	。												
①	の	課	題	を	達	成	す	る	た	め	の	解	決	策
②	損	傷	許	容	設	計	の	適	用	に	よ	る	破	壊
冗	長	度	の	向	上									
③	多	荷	重	伝	達	構	造	の	採	用	に	よ	る	機
上														
④	通	常	の	安	全	率	に	更	に	特	別	係	数	を
ば、	安	全	率	1.	5	に	更	に	特	別	係	数	1.	15
⑤	部	材	形	状	の	急	変	を	避	け、	応	力	集	中
以	上	の	解	決	策	を	実	施	す	る	こ	と	に	よ
じ	に	く	い、	又	は	疲	労	き	裂	が	生	じ	た	と
に	発	展	し	な	い	冗	長	な	機	体	構	造	を	設
な	る	。												
3.	解	決	策	に	共	通	す	る	新	た	な	リ	ス	ク

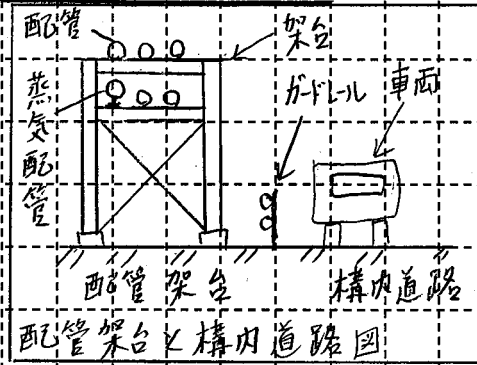
氏名	
問題番号	Ⅲ - 1
答案使用枚数	/ 枚目 3 枚中

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	材料強度・信頼性

○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. 大規模破壊に至る被害を軽減するための課題

概要：火力発電所における蒸気（圧力 25 MPa、温度 400℃）配管が上架せられてゐる配管架台を設け、蒸気配管は高温により熱伸びを伴う。この熱伸びにより配管架台には、鉛直荷重に加え水平荷重も加わります。また、この架台は発電所構内の主要道路と隣接されてゐる。この様な状況において、局所破壊として、この蒸気配管が疲労などにより破壊したと仮定する。配管に内包する高温高圧の蒸気が漏洩し、一気に噴出す。管の直角方向への噴出しは、隣接する配管に高圧蒸気流による切欠きを与え、これを破断させる。また、高圧蒸気流の噴出しによる水平方向の反力が配管サポート部を介して架台へ水平荷重として付与される。この荷重が架台の柱や梁の引張強度および座屈強度を超えた場合、架台が倒壊に至る。構内道路側への倒壊は、主要道路の封鎖を招き、発電所員の退避経路を遮断することとなる。以下に架台の倒壊に至る被害を軽減するための課題を述べらる。



① 蒸気配管破断時の早期遮断

被害軽減に対しては、ここでさるだけ事象の上流側での架台が有効と考へる。今回の場合では、架台を倒壊させた高圧蒸気流を、架台倒壊に至るまでに遮断することである。従って蒸気配管が破壊された時に、早急に

氏名	
問題番号	Ⅲ - 1
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中

技術部門	
選択科目	
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。

蒸気を遮断する方法確立が課題である。

②配管架台の倒壊を誘導する部材・箇所選定

架台が構内道路側に倒壊したことにより、道路封鎖を伴う大規模破壊となった。このため、倒壊荷重が架台に付加された時に、道路側へ倒れぬ対策が必要と考える。柱や梁などの一部に引張や圧屈強度の低い部材をあえて選定する。この部材を優先的に破壊させることで全体の倒壊を防止する。この部材を優先的に破壊させることで、倒壊方向を誘導する。この方策に際して、使用可能な部材や適用可能な箇所の選定方法が課題である。

③蒸気配管のルート設定

架台に上架された蒸気配管の破壊が起点である。そこでこの配管を地上部布設することで、配管単独破壊まじりに留めることが可能である。しかし、この蒸気配管の地上部は、発電所員の動線から隔離する必要がある。存在する蒸気配管破壊時には、内包する高圧蒸気が噴出し、近傍に人がいた場合、被災するためである。そこで、動線から離れた配管布設計画を実施するが、コンパイクル発電所では配管ルートに自由度が乏しいことがある。動線近傍では防護壁を設置する必要がある。この配管を含まない配管ルート計画が課題である。

2. 最も重要と考える課題：蒸気配管の早期遮断

①遮断弁と安全弁の設置（現地自動遮断）

蒸気配管には圧力・温度などを計測するセンサが付与されており、これを利用する。配管破断に至れば、

氏名	
問題番号	Ⅲ - 1
答案使用枚数	3 枚目 3 枚中

技術部門	
選択科目	
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。

内包より高圧蒸気が漏洩するため圧力が低下する。この遮断弁により、噴出する蒸気は弁以降の容量まで減少する。この蒸気による荷重に対して架台を安性側へ倒す設計を行うことで、被害を軽減できる。尚、遮断弁の上流側は、急激な遮断に伴う内圧上昇による破壊を防止するために安全弁も設置する。

② 中央操作室からの遮断（中央自動遮断）

前述のセンサは中央操作室へ連携されている。そこで前述と同様の遮断弁・安全弁を設置し、中央操作室から自動操作する。遮断開始は少し遅くなるが、プラント全体への連携も自動で行うことで、安全停止操作を自動で行うことが出来る。

3. 新たなりすく対策

① りすく

安全弁は蒸気遮断時などに突然高圧蒸気を排出する。排出先に人や設備がある場合には、二次災害へ発展することなる。

② 対策

安全弁の排出側と人の動線や設備から離すとともに立入禁止柵を設ける。これにより二次災害を防止する。

4. おわりに

この様な安全対策が未対応である発電所も多い。私は本対策を実行し、安心安全な電カインフラを支えたい。社会の発展に貢献したい。以上

受験番号	
問題番号	III-2

III- 機械構造物の設計においては、顧客の多様なニーズに応えるために基本型から多くの形式の製品を派生させて対応することがある。このような製品の強度設計を担当する技術者として、以下の問いに答えよ。

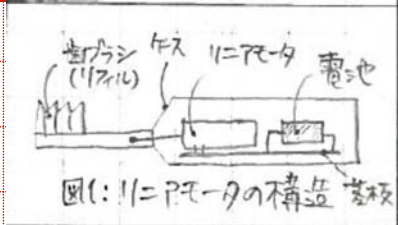
(1) 具体的な製品を選定してその概要を示すとともに、自体とともに変化する社会の要請を踏まえつつ、技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。

(2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する複数の解決策を示せ。

(3) 解決策に共通して新たに生じるリスクとそれの対策について述べよ。

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専
 ○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 . 電 動 歯 ブ ラ シ 開 発 の 課 題</u>									
電 動 歯 ブ ラ シ の 開 発 を 例 に 挙 げ る 。									
電 動 歯 ブ ラ シ の 構 造 は 、 右 図 に 示 す									
よ う に 大 き く 分 け て ① リ フ ィ ル 、 ② リ									
ニ ア モ ー タ 、 ③ 電 池 、 ④ 基 板 、 ⑤ ハ ウ ジ ン グ で 構 成 さ									
れ て い る 。 過 去 1 0 年 に お い て 、 従 来 の D C モ ー タ に									
よ る 駆 動 形 式 か ら 、 よ り 高 出 力 な 駆 動 を 求 め て 、 リ ニ									
ア モ ー タ へ の 置 き 換 え が 進 め ら れ て き た 。 特 に 、 基 板									
に 搭 載 す る ソ フ ト ウ ェ ア の 機 能 に バ リ エ ー シ ョ ン を 持									
た せ て 、 派 生 機 種 を 展 開 す る メ ー カ が 多 い 。 電 動 歯 ブ									
ラ シ の 開 発 に お い て 、 以 下 に 示 す 課 題 が あ る 。									
<u>I . 環 境 配 慮 設 計 の 実 現</u>									
電 動 歯 ブ ラ シ は 、 構 成 部 品 に リ フ ィ ル や 電 池 な ど の									
消 耗 品 が あ る 。 消 耗 品 の 存 在 は 、 大 量 生 産 ・ 大 量 消 費									
の 社 会 シ ス テ ム を 助 長 し 、 環 境 負 荷 の 低 減 の た め に は 、									
消 耗 品 の 影 響 を 削 減 す る 必 要 が あ る 。									
<u>II . 新 た な 付 加 価 値 の 創 出</u>									
中 国 市 場 で は 、 同 等 の 機 能 を 持 つ 電 動 歯 ブ ラ シ が 、									
よ り 安 価 な 価 格 で 販 売 さ れ て い る 。 こ の よ う な 状 況 に									
お い て 、 市 場 の 競 争 力 を 維 持 す る に は 、 電 動 歯 ブ ラ シ									
に 対 し て 、 新 た な 付 加 価 値 の 創 出 が 必 要 で あ る 。									
<u>III . 電 動 歯 ブ ラ シ の コ ス ト 低 減</u>									
図 1 で 示 し た よ う に 、 電 動 歯 ブ ラ シ は リ フ ィ ル 、 リ									
ニ ア モ ー タ な ど の 部 品 で 構 成 さ れ て い る 。 こ れ ら の 部									
品 の 開 発 は 、 成 熟 を 迎 え て お り 、 コ ス ト ダ ウ ン が 難 し									



技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。）

い 実 情 が あ る 。

2 . 電 動 歯 ブ ラ シ 開 発 の 重 要 課 題 と 解 決 策

前 述 の う ち 、 I . 環 境 配 慮 設 計 の 実 現 が 、 特 に 重 要
 な 課 題 で あ る と 考 え た 。 電 動 歯 ブ ラ シ は 、 日 々 の 歯 ブ
 ラ シ 作 業 を 自 動 化 す る こ と で 、 人 々 の 暮 ら し の 効 率 化
 に 貢 献 す る デ バ イ ス で あ る 。 こ の ま ま 市 場 が 拡 大 す る
 と 、 従 来 の 大 量 生 産 ・ 大 量 消 費 の 社 会 シ ス テ ム を 継 続
 す る こ と に な り 、 製 品 の ラ イ フ サ イ ク ル を 通 し て 、 環
 境 負 荷 の 低 減 が 必 要 と 考 え た た め で あ る 。

以 下 に 、 環 境 負 荷 を 低 減 す る 解 決 策 を 4 つ 示 す 。

① リ フ ィ ル の 体 積 減 少

リ フ ィ ル は 電 動 歯 ブ ラ シ の 消 耗 品 で あ る 。 リ フ ィ ル
 の 体 積 を 減 少 さ せ る こ と で 、 環 境 負 荷 の 低 減 が 図 れ る
 と 考 え る 。 具 体 的 に は 、 リ フ ィ ル を リ ニ ア モ ー タ に 直
 結 で き る 構 造 (ダ イ レ ク ト ・ ド ラ イ ブ 化) を 採 用 す る
 こ と で 、 リ フ ィ ル の 簡 素 化 を 実 現 で き 、 リ フ ィ ル の 体
 積 減 少 に 寄 与 で き る と 考 え る 。

② リ ニ ア モ ー タ の 長 寿 命 化

リ ニ ア モ ー タ の 長 寿 命 化 は 、 電 動 歯 ブ ラ シ の 長 寿 命
 化 に 直 結 す る 。 リ ニ ア モ ー タ の 長 寿 命 化 の 実 現 に 向 け
 て 、 板 ば ね の プ レ ス 加 工 に お け る 残 留 応 力 の 低 減 や 、
 疲 勞 強 度 の 確 保 を 目 的 に し た シ ョ ッ ト ピ ー ニ ン グ の
 導 入 な ど で 、 板 ば ね の 長 寿 命 化 に 取 組 む 必 要 が あ る 。

③ 再 生 材 の 使 用 (樹 脂 部 品)

家 電 の 多 く は 、 美 的 な 外 観 を 求 め て 再 生 材 を 使 用 し

●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-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料強度・信頼性
専門とする事項	構造解析・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。）

づ	ら	い	側	面	が	あ	る	。	強	度	や	衛	生	面	の	影	響	が	低	い	部	位	に	
お	い	て	は	、	外	装	で	あ	っ	て	も	再	生	材	を	積	極	的	に	採	用	す	る	
こ	と	で	、	環	境	負	荷	の	低	減	が	実	現	で	き	る	と	考	え	る	。			
④	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	性	の	確	率														
	電	動	歯	ブ	ラ	シ	は	、	1	つ	で	も	部	品	が	故	障	す	れ	ば	、	適	切	
な	動	作	の	維	持	が	難	し	く	な	る	。	部	品	が	故	障	し	て	も	、	そ	の	
部	品	を	交	換	で	き	る	構	造	に	し	て	、	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	性	を	確	保	
す	る	こ	と	で	、	電	動	歯	ブ	ラ	シ	の	高	寿	命	化	を	実	現	で	き	る	。	
3	。	解	決	策	に	生	じ	る	新	た	な	リ	ス	ク	と	対	策							
	前	述	の	解	決	策	に	生	じ	る	リ	ス	ク	と	対	策	を	述	べ	る	。			
①	リ	ス	ク	：	電	動	歯	ブ	ラ	シ	の	価	格	上	昇									
	リ	フ	ィ	ル	の	体	積	減	少	や	、	リ	ニ	ア	モ	ー	タ	の	高	寿	命	化	の	
検	討	に	は	、	新	た	な	開	発	工	数	が	必	要	で	あ	る	。	開	発	工	数	が	
肥	大	化	す	る	と	、	電	動	歯	ブ	ラ	シ	の	価	格	u	p	を	招	く	。			
	対	処	法	：	追	加	リ	ソ	ー	ス	の	見	積	り										
	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	ア	セ	ス	メ	ン	ト	に	よ	り	、	必	要	な	費	用	を	
明	確	に	す	る	。	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	ア	セ	ス	メ	ン	ト	は	、	企	業	が	
主	体	し	て	検	討	を	す	る	。															
②	リ	ス	ク	：	販	売	数	量	減	少														
電	動	歯	ブ	ラ	シ	の	高	寿	命	化	は	、	電	動	歯	ブ	ラ	シ	の	買	い	換	え	
期	間	を	長	期	化	し	、	販	売	機	会	の	減	少	に	つ	な	が	る	。	企	業	存	
続	の	適	正	利	益	を	確	保	で	き	な	い	リ	ス	ク	が	あ	る	。					
	対	処	法	：	リ	ス	ク	の	定	量	化													
	リ	ス	ク	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	で	リ	ス	ク	を	明	確	化	す	る	。	リ	ス	ク	
が	許	容	で	き	る	場	合	に	は	、	企	業	主	体	で	判	断	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

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 位置決めシステムに用いられるPID制御について，概要及び定常偏差と応答性を踏まえた特性について述べよ。

Ⅱ-1-2 オイルダンパの原理，特徴及び使用上の留意点について述べよ。

Ⅱ-1-3 振動計測に用いられる代表的な振動検出器を2つ挙げ，それぞれの原理，特徴及び使用上の留意点について述べよ。

Ⅱ-1-4 遊星歯車機構の原理，特徴及び入力と出力が同方向に回転する条件での各要素の動作について述べよ。

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-1-3

技術部門	機械部門
選択科目	機構ダイナミクス・制御
専門とする事項	機械力学

※

○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	)	圧電型	加速度	センサ																
<u>① 原理</u>																							
センサに圧電素子が内蔵されており、加速度がかかると加速度に比例した電荷を生じるという圧電素子の特性を利用し、加速度を測定する。																							
<u>② 特徴</u>																							
・サイズが小型である																							
・マグネットなどで簡単に取り付けが可能																							
・センサ自体の固有振動数が数 10 kHz 以上であり、高い周波数までの振動加速度が測定可能である。																							
<u>③ 使用上の留意点</u>																							
・センサのケーブルが揺れるとノイズを生じる																							
・温度の影響を受けるため、高温環境では使えない。																							
(2)						渦電流変位センサ					
<u>① 原理</u>																							
センサと測定対象の間に磁界を発生させ、センサと測定対象間の距離に比例して流れる電流の大きさが変わる特性を利用して、測定対象の振動変位を測定する。																							
<u>② 特徴</u>																							
・測定対象とセンサ間のギャップの測定が可能。																							
・センサと測定対象の間に油などの液滴があっても測定が可能。																							
<u>③ 使用上の留意点</u>																							
測定対象表面の電気特性が不均一であると、その影響を受ける。																							

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

令和 年度 技術士第二次試験 答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-3

技術部門	機械部門
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. 加速度ピックアップ</u>																								
(1) 原理と特徴																								
加速度計本体の内部に圧電素子を用いて、信号を出力し、アンプ内蔵型と電荷型により出力信号が異なる。特徴として、直接対象物に接着し測定するため精度が高い。																								
(2) 使用上の留意点																								
センサは有線接続のためノイズの影響を受けやすいため注意が必要。また、センサを直接対象物に取り付けるため、センサ自体の重さも加わるので対象物 1/10 以下の重量のセンサを選定する必要がある。接続については測定する周波数や振動周波数に応じて接着剤、ワックス、マグネットなど選定する。																								
<u>2. ドップラー型レーザ加速度計</u>																								
(1) 原理と特徴																								
対象物に赤外線レーザを照射し、反射したレーザの周波数の変化により、対象物の速度や加速度へ信号を変換し出力する。特徴として、レーザで対象物を測定するため対象物が小型軽量なものでも測定が可能である。																								
(2) 使用上の留意点																								
照射しているレーザ自体が振動すると、振動の周波数が測定に影響を与えるため、振動絶縁等によりレーザを設置する必要がある。																								
																								以上

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 実験装置の老朽化，出力不足に対応するために新たに高出力の動力制御機械装置を導入することになった。設立当初の近隣環境は田園地帯であったが，最近では，すっかり住宅地化し振動・騒音に対する要求も厳しくなっている。あなたがこの高出力の動力制御機械装置を導入するプロジェクトの総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) 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・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。

Ⅱ－２－２ 交通機械，産業機械，情報機器，家電機器などの各種機械製品において，当該機械製品より火災が発生することは様々な問題を引き起こす。あなたが機械製品の開発責任者として業務を進めるに当たり，これらの機械製品からの火災発生リスクに関して，下記の内容について記述せよ。

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

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	機械部門
選択科目	機構ダイナミクス・制御
専門とする事項	機械力学

※

○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>調査・検討すべき事項とその内容</u>	
	①	<u>機械の仕様</u>	
		今後の試験で求められる出力、機能および既存機種の問題点や不足する機能を確認して、機械の仕様に反映する。	
	②	<u>設置場所、周辺環境の調査</u>	
		機械を据え付ける基礎、地盤の振動特性、周辺に振動発生源となる機械はないか、機械を入れる建屋の構造など音響特性、および敷地境界線からの距離などを調査する。また周囲住環境の状況について調査する。	
	③	<u>機械の振動・騒音評価</u>	
		新しい機械の振動、騒音が法令や条例の基準値を下回っているかについて、計算する。	
	④	<u>振動対策</u>	
		振動、騒音が基準値を上回る場合には、構造見直しや耐震設計、制振、免振などを取り入れる。騒音に対しては、消音器や建屋構造の見直し等を検討する。	
	⑤	<u>振動確認テスト</u>	
		新しい機械の設置後、試運転を行い、振動・騒音を測定して、法令の基準値以下であるか調査する。	
	⑥	<u>法的手続き</u>	
		振動騒音規制法等の法、条例に該当する場合には、遅滞なきよう、行政へ届け出を行う。	

●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。)

(2) 業 務 を 進 め る 手 順 と 留 意 ・ 工 夫 を 要 す る 点																								
● 手 順																								
① 仕 様 検 討 → ② 機 械 設 計 → ③ 振 動 ・ 騒 音 評 価 →																								
④ 基 準 値 以 上 で あ れ ば 、 対 策 実 施 し て 、 ③ に 戻 る 。																								
→ ④ 基 準 値 以 下 で あ れ ば 、 製 作 、 据 え 付 け → ⑤ 振 動																								
確 認 テ ス ト → 基 準 値 以 上 で あ れ ば 対 策 を 実 施 す る 。																								
下 記 2 点 に つ い て 留 意 ・ 工 夫 す る 点 を 述 べ る																								
● 留 意 ・ 工 夫 点 1 : 設 置 場 所 、 周 辺 環 境 の 調 査																								
既 存 機 の 実 験 モ ー ド 解 析 を 行 い 、 機 械 の 固 有 振 動																								
数 、 減 衰 比 を 確 認 す る 。 既 存 機 の 運 転 時 の 騒 音 デ ー																								
タ を 機 側 、 建 屋 外 、 敷 地 境 界 線 な ど で 収 集 す る 。 建																								
屋 の 構 造 、 据 え 付 け 場 所 、 地 盤 状 況 を 確 認 し て お く 。																								
● 留 意 ・ 工 夫 点 2 : 機 械 の 振 動 ・ 騒 音 の 対 策																								
対 策 案 の 妥 当 性 の 検 証 に 、 F E M 解 析 モ デ ル を 用																								
い る と 良 い 。 た だ し 、 F E M 解 析 モ デ ル の 作 成 に は																								
工 夫 が 必 要 で あ る 。 既 存 機 の 実 験 モ ー ド 解 析 の 結 果																								
を も と に 、 解 析 で 用 い る 境 界 条 件 や 、 周 波 数 応 答 解																								
析 で 用 い る モ ー ド 減 衰 比 を 決 定 す る と 良 い 。																								
(3) 効 率 的 に 進 め る た め の 関 係 者 と の 調 整 方 法																								
製 造 、 設 計 な ど 関 連 す る 部 署 の す べ て の 工 程 を 一																								
つ の 工 程 表 に 整 理 し て 、 関 係 者 間 で 工 程 を 共 有 す る 。																								
さ ら に 、 月 1 回 の 進 捗 確 認 会 議 を 行 い 、 進 捗 の 確 認 と																								
問 題 点 の 共 有 を 行 う 。 さ ら に は 、 問 題 解 決 に 向 け た 方																								
策 を 検 討 す る 場 と す る 。																								

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-

技術部門	機械部門
選択科目	
専門とする事項	

※

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

1	<u>調査・検討について</u>
	(1) 振動特性の把握
	異常振動は大きく分けて2種類あり、強制振動とじれ
	振動である。この2種類の振動は発生要因が異なっ
	ており、この2種類の振動の切り分けを行うことは問題
	解決に有効となる。
	(2) センサの選定
	測定位置や種類（変位、速度、加速度）などの何を監
	視するか、振動データに対する分解能（サンプリン
	グする間隔、精度）を決定することで計測センサの種
	類やシステムを検討することが出来る。
	(3) I o Tによる監視
	対象とする機械の周辺に多くの機械が並んだり、前工
	程の異常振動が後工程の加工に影響するなど各機械の
	振動状態をネットワークで集中監視することで異常に
	至る要因解析にも有効である。
	2. <u>業務手順の留意点</u>
	(1) CAE解析、FEMの活用
	機械振動を測定した結果の整合性や対策の検討として
	CAE解析やFEM解析などで構造の振れ回りを確認
	し、異常振動の把握や対策案を効率良く実施すること
	が可能となる。
	(2) 過去トラブルの確認
	異常診断トラブル実績を調査することで振動現象が発
	生するメカニズムや設備、その他地盤などに影響を与

●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

1-3 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。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 我々の社会は実に多くの機械に支えられている。特に電力や上下水道等のライフライン維持や医療現場等に使われている機械は、健全に稼働し続けることが求められ、予期せずに機能不全を起こすことは人命や我々の生活に大きな影響を直接与えてしまうことになる。そして、このような製品開発においては、その利用目的に合わせて特化した対応・対策が必要不可欠となってくる。このような背景を考慮して、次の各問に答えよ。

- (1) 健全に稼働することが求められ、機能不全を起こすことが許されない機械機器・装置の製品開発に向けて、機械技術者の立場で多面的な観点から複数の課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する解決策を3つ示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 コンピュータ・ソフトウェアと機械が融合したシステムの高度化が進行している。その一形態として、自動車、鉄道、ロボットなどでは、人と協働して動作する協働システムが活用されている。しかしながら、これらの協働システムでは、人間がシステム内に介在するという基本構成のために、安全性の面で様々なリスクが想定される。このような背景を考慮して、次の各問に答えよ。

- (1) 人間がシステム内に介在して動作する協働システムの安全性について、技術者としての立場で多面的な観点から複数の課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ、その課題に対する解決策を3つ示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じるリスクとそれへの対策について述べよ。

問題文とA評価答案例

(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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 冷凍機における成績係数（COP）について，その定義を説明せよ。また，代表的な冷凍機の種類を3種類挙げ，それぞれの機構，冷媒，COPの特徴を述べよ。

Ⅱ-1-2 先進超々臨界圧火力発電（A-USC）の特徴，効果，技術課題について述べよ。

Ⅱ-1-3 燃料と空気の燃焼時に発生する窒素酸化物の生成について，その機構を述べよ。また，その抑制手法を1つ挙げ，原理を説明せよ。

Ⅱ-1-4 作動流体を理想気体としたブレイトンサイクルにおいて，タービン及びコンプレッサで等エントロピー変化と仮定した場合のサイクル熱効率を，圧力比と比熱比を用いて示せ。また，再熱ブレイトンサイクルの各過程を説明せよ。

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	熱・動力エネルギー機器	科目
答案使用枚数	1枚目 1枚中	専門とする事項		

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

(1) ブレイト=サイクルのサイクル熱効率

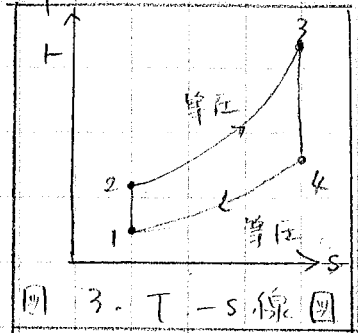
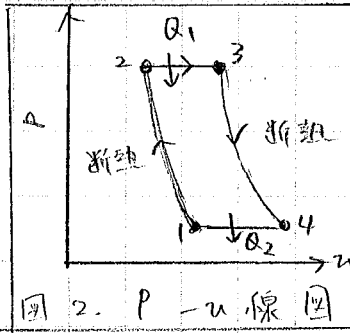
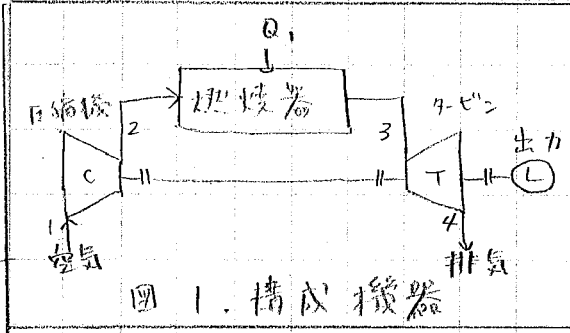
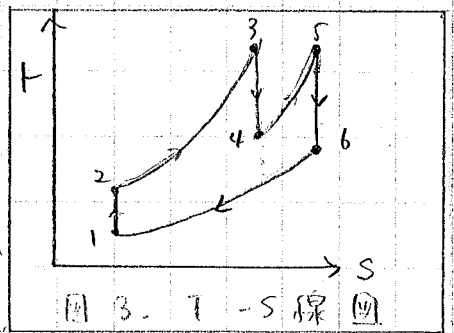
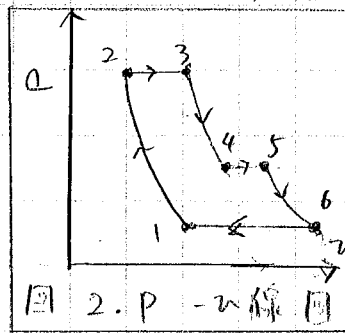
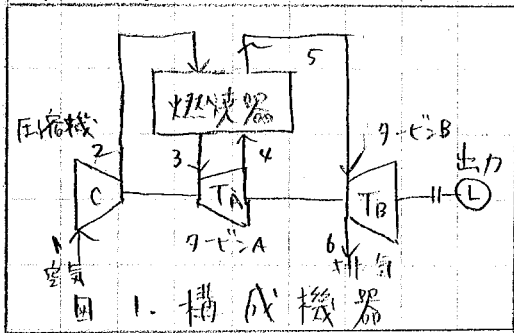


図1にブレイト=サイクルの構成機器、図2にP-v線図、図3にT-s線図を示す。圧縮機で断熱圧縮された空気は燃焼器で等圧加熱され高温高圧ガスとなり、これかタービンで断熱膨張することにより仕事を得る。圧力比 $\gamma = P_2 / P_1$ 、比熱比 $k = C_p / C_v$ (C_p は定圧比熱、 C_v は定積比熱) とすると、サイクル熱効率 $\eta_{th} = 1 - (1/\gamma)^{(k-1)}$ で表せる。

(2) 再熱ブレイト=サイクルの各過程



過程1→2で圧縮機で断熱圧縮された空気か、過程2→3で等圧加熱され高温高圧ガスとなる。過程3→4でタービンAで断熱膨張するか、過程4→5で膨張途中のガスを再度燃焼器で加熱して、タービンBに入らる(過程5→6)。タービン出力仕事は減るか熱効率を向上できる特徴がある。

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

逆。正しくは熱効率で仕事量、

中間冷却ブレイト=と書いてしまった...

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 石油化学工場で，石油精製工程から得られた副生ガス（主成分：水素，副成分：一酸化炭素）を利用した発電設備導入を計画している。技術責任者として，本工場で使用する発電システム選定も含めた設備導入の計画業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 導入する発電システムを１つ選定し，業務を進める手順について，留意すべき点，エネルギーの有効利用の観点から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。

Ⅱ－２－２ あなたは，25年前に設置された精密機器部品製造工場の冷暖房空調設備に関して，電力使用量削減のために省エネルギーシステム導入の担当責任者となり，冷暖房空調設備を更新することになった。設備更新業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- (1) 調査，検討すべき事項とその内容について説明せよ。
- (2) 業務を進める手順について，留意すべき点，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。

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-2-1	選択科目	熱・動力エネルギー機器	科目
答案使用枚数	1 枚目 2 枚中	専門とする事項		

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

(1) 調査、検討すべき事項とその内容を3つ述べる。

① ガス性状

副生ガス中に含まれる成分は微量であっても導入
する発電設備の阻害や損傷につながる可能性がある。
そのためガス性状を正確に調査する必要がある。例え
ば硫化水素成分がある場合は、耐腐食材質を検討する。

② 温度

副生ガスの温度を調査し、複数ある発電設備の中か
ら温度帯が合致するものを検討する。また発電設備の
排熱を工場内で利用できる可能性もあるため、工場全
体の各工程での温度を調査し、利用用途を検討する。

③ スペース・場所

補機を含めた発電設備に必要な機器を運べるスパー
スを調査する。広さが十分あるだけでなく、副生ガス
取后からの距離や、水・薬品・排水・電気等、必要な
ユーティリティの場所も確認し、実現可能な配置であ
ることとを検討する必要がある。

(2) 燃料電池(FC)発電システムを選定し、業務を進め
る手順について3つ述べる。

手順1: 使用するFCの種類を選定

FCには様々な種類があるが、発電するための温度帯
が異なることに留意する必要がある。副生ガスの温度
帯エネルギーを有効利用できるFCの種類を選定するよ
う工夫を要する。

手順2: プロセス設計

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-2-1	選択科目	熱・動力エネルギー機器	科目
答案使用枚数	2 枚目 2 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。

副生がス中の水素を原料として発電するために、必要な機器選定や物質収支・熱収支計算等によりプロセス設計を行う。使用するFCの種類により、有毒物質を前処理除去する機器が必要なことに留意する。

手順3: 配置計画

手順1、2で検討した発電設備を、候補地に配置計画する。熱の有効利用の観点から、直近配置等の工夫が必要である。また日当たり等の制約がある機器もあることを留意し、自然条件を把握するのが望ましい。

(3) 業務を効率的、効果的に進めるための関係者との調整策について、二点挙げ述べる。

a. 説明会の開催

新規設備導入のためには、本工場に係る従業員、経営者、周辺住民等周囲の理解を促すことは業務円滑に深めることにつながる。そのため説明会を開催することにより、設備の概要・期間・各人への影響等を理解を深め、かつ効率的で効果的である。

b. 運転員からのヒアリング

本工場の石油精製工程に従事する運転員から、運転スリジューセルや日常・定期メンテナンス頻度・内容、危険箇所等を予めヒアリングすることの有効性がある。これにより、発電設備のメンテナンス内容で重複するものを同時実施する合理化や、プロセス上注意が必要な内容が明確になる等、業務を効率的に進められる。

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。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 近年の技術革新速度は目を見張るものがあり，技術の枠組みや人々の行動様式が一変してしまうような技術的及び社会的変革が起こる時代となってきた。製品開発に関わる技術者にとって，既存技術の特徴を踏まえつつ，革新技術を迅速に製品へ活用することが，世界市場で競争力を維持するための重要な課題となっている。このような状況を考慮して，エネルギー機器に関する技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 技術的及び社会的変革が起こりうる技術を具体的に挙げて，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 2018年7月に発表された第5次エネルギー基本計画では，将来的な脱炭素化に向けた2050年エネルギーシナリオとともに，2030年エネルギーミックスの確実な実現を目指すことが示されている。この2030年度目標である，2013年度比で温室効果ガス26%削減の実現に対しては，インフラや設備更新のタイミング，実用化から普及までに要する期間を考慮した上で，現実的で実効性のある対応が重要である。このような状況を考慮して，エネルギー機器に関する技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 2030年度目標の実現のために重要と考える技術分野を1つ挙げ，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考える課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ - 2
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	熱・動力エネルギー機器	科目
専門とする事項		

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

(1) 技術分野及び課題と分析

水素を用いた燃料電池 (FC) は、発電の過程で二酸化炭素を排出しないため、脱炭素化に向け非常に重要な技術分野である。FC は既に燃料電池自動車 (FCV) や工場のエネルギーにも使用される実用技術であり、現実的で実効性もある。この FC の課題を三点抽出し分析する。

① FC が高額

FC は普及の段階にあるため、量産化に至らず現状高価であることが課題である。また FC の中でよく使われる固体高分子型は、電極触媒に白金を使用していることから、より FC が高価な印象を与え普及しない一因にもなっている。

② インフラが未整備

FC の実用例として最も身近な FCV の場合、燃料となる水素を供給するための水素ステーションが、現状国内で約 110 ヶ所と未整備であることが課題である。またその所在地が首都圏に偏っているという問題もある。FC は軽量化と移動に適していることから、FCV が普及の鍵でありインフラ整備が重要である。

③ 安全性

FC の燃料となる水素は、常温で爆発するため安全性に十分に配慮しなければならないことが課題である。常温で気体であるため、圧力容器で輸送・貯蔵するものが一般的だが、漏えいリスクもあるため、慎重に扱わなければならない。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号

問題番号

答案使用枚数

Ⅱ - 2

2枚目 3枚中

技術部門

機械

部門

選択科目

熱・動力機器

科目

専門とする事項

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

(2) 最も重要と考へる課題とその解決策

(1) で挙げた水素を用いた燃料電池(FC)の課題のうち、③安全性が最も重要と考へる。よかに良い技術で炭素化に資する技術であっても、人々の生命を脅かす技術であってはならないのが大原則であるからである。安全性は釘する解決策を三点挙げて示す。

A: 規格・規制の整備

日本の水素に関する規格は、海外のこれに比べて非常に厳格であるといわれている。人々の安全を守る上で過剰になり過ぎる必要もないことから、適切な規格・規制に見直し、FC先進国として安全かつ標準的な国際基準の整備を行う必要がある。

B: 液化したによる輸送

有機ケミカルハイドライド法により水素を液化し、爆発する危険性をなくした上で輸送する方法が考へられる。この方法は2020年より実証予定であり、成功すれば海外からの水素の輸入も安全に可能となる。液化形態では気体の水素に比べ体積が約1/7になるという点でも、設備規模を小さくでき安全性が向上する。

C: パイプライン輸送

水素漏えい時の爆発が安全上最も懸念されることから、水素をパイプラインにて輸送する。これにより水素を供給元から直接運ぶことができれば、初し替える際の漏えいリスクが低減し、安全性が大幅に向上する。

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 - 2	選択科目 熱・動カエネルギー機器	科目
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。

(3) 共通して新たに生じうるリスクとその対策
 (2) で挙げた A～C の解決策に共通して新たに生じ
 うるリスクとこれへの対策を三点挙げ述べる。

a. 新規のこたか為いの影響評価がしづらいうるリスク
 A～Cで挙げた解決策は、いずれも新しい試みであること
 から、効果の有無の判断基準や、付随して生じうる環
 境影響等の評価が適切にできず、リスクがある。これに
 対しては、例えば天然ガスのような類似性のある流体
 での基準や、危険物の環境影響項目も参考にすべき
 等として、漏れの少ない影響評価を行っていく必要があ
 る。

b. 費用が高額となり経済損失が発生するリスク
 いずれの対策も、安全性を向上させるための新規対策
 であることから、十分な検討が必要であり、費用が高
 額となり経済損失が発生するリスクがある。この対策
 として、aと同様に類似ケースを参考にした上で、
 仕様等が高スや、こたかならないうち十分に検討して決
 定していく必要がある。

c. 公衆に浸透しないリスク
 十分に検討を行って、良い物を提供したとしても、現
 在使用していないため抵抗を示し、公衆に浸透しない
 リスクがある。この対策として、公明なりや、こたかなら
 ない明瞭な規制の策定により、浸透を図っていく必要
 がある。

— 以上 —

この
は
手
間
が
多
う
か
ら
い
と
思
わ
れ
ま
す
と
思
い
ま
す

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	受験申込書に記入した専門とする事項 熱交換器
選択 科目	熱・動力エネルギー機器	

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)	2030	年度	目標	実現	のために	重要	と	考える	技術	分野
と多面的な観点からの課題抽出、分析										
(1)	-	1	重要と考える技術分野							
・火力発電技術(LNG火力、石炭火力)										
(1)	-	2	CO2削減目標実現のための課題と分析							
課題①；再エネ主力電源化のための調整力向上										
・太陽光発電や風力発電は出力変動電源であり、日照・気象条件の影響を受けるため、エネルギーの需要と供給をバランスさせるための調整力(出力負荷変動率、最低負荷帯での安定運転)が重要となる。										
・瞬時的な変動はNAS電池やリチウムイオン電池などの蓄電池で対応、時間別、日別の短中期的な変動への対応は火力発電と揚水式水力が担う。										
課題②；CO2削減のための発電効率化(従来 USC 以上)										
・2030年に想定される電源構成は、再エネ22%、原子力22%、石油3%、LNG27%、石炭26%であり、全体の約56%を火力発電が占めている。										
・日本国内のCO2総排出量の約38%を占める火力発電でのCO2削減は重要である。										
課題③；水素発電技術の実証										
・長期的に火力発電は一定量の維持が現実的であり、CO2を排出しない電源になることが求められる。										
・現在、水素混焼、専焼ガスタービン用燃焼器の開発、実証が進められている。逆火防止、NOX排出抑制と効										

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	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	熱・動力エネルギー機器	熱交換器

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>率を両立する技術が確立されつつある。</p> <p>(2)最も重要と考える課題と課題に対する解決策</p> <p>(2)-1重要と考える課題</p> <p>a.課題；再エネ主力電源化のための調整力向上(前項①)</p> <p>b.理由；現在、再エネの導入は約15%まで進んでいるが、出力抑制や系統未接続の電源も多数存在する。短期、長期の両方の視点からも、既存の再エネを有効活用し、今後普及拡大を進める上で火力発電設備の調整力の向上が重要と考える。</p> <p>(2)-2課題に対する解決策</p> <p>解決策①；高効率GTCC(GT複合発電)の適用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来USCの負荷変化率約1~3%/min.に対して、高効率GTCCの負荷変化率は約5~8%/min.であり、電力需要応答性(DR)に対して有効である。 ・また、従来USCのCO₂排出量が約800g/kwhに対して高効率GTCCのCO₂排出量は約350g/kwhであり、CO₂排出量の削減という視点からも有効である。 <p>解決策②；酸素吹きIGCCの適用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーの安定供給という視点からLNG火力にのみ頼るのではなく、世界に広く賦存する石炭での対応も必要である。 ・現在実証中の酸素吹きIGCCは、負荷変化率約15%/min.での安定運転が確認されており、調整力として有効と考える。 <p>解決策③；従来USCでのタービンバイパス運用</p>
--

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	受験申込書に記入した専門とする事項
選択 科目	熱・動力エネルギー機器	熱交換器

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。

・	従来 USC はボイラ給炭機 の特性から、急激に燃料供給量を変化させる対応が難しく、ボイラへ一定量の給水を循環させる必要がある。
・	本運用の対応として、タービンバイパス設備を設置し、ボイラからの蒸気供給を復水器を介して循環させ、全体サイクルの安定運転を図ることが有効と考える。
(3) 共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策	
リスク①；変動運転による機器の損傷	
対策 ；	I o T 技術を適用し、機器損傷を監視する。具体的には機器に監視計器を追設し、機器の損傷に発展する事象や判断基準を明確化する。原子力発電の再稼働準備期間においては火力発電はベース電源としての役割も担っており、安定稼働は重要である。
リスク②；火力発電設備からの CO2 排出	
対策 ；	長期的にも火力発電設備の一定量の維持が現実的あることから、火力発電設備からの排出される CO2 に対して、CCS、CCU など CO2 回収、貯蔵、利用技術を適用することが必要である。CO2 回収エネルギーコスト低減、CO2 貯留地評価手法の確立、CO2 利用用途の拡大等の課題には継続的に取り組む必要がある。
リスク③；大規模集中電源の被災	
対策 ；	分散化電源や BCP (事業継続計画) を整備し、想定を超える災害に直面した場合の減災、縮災の視点からの取り組みが重要である。分散化電源についてはモビリティ分野 (EV、FCV) を活用することも有効と考える。

問 題 文

(選択科目)

～01-5 流体機器～

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 ターボ形流体機械のサージングの特徴を説明せよ。また，サージングの防止方法に関する運用上や設計上の基本的な考え方を複数挙げて説明せよ。

Ⅱ-1-2 気流などの流れの光学的可視化方法として，シャドウグラフ法，シュリーレン法，マッハツェンダ干渉計がある。これら3つの中から2つを選び，その方法と特徴を説明せよ。なお，説明には図を用いてもよい。

Ⅱ-1-3 数値流体解析において，乱流解析で用いられるレイノルズ方程式について，ナビエ・ストークス方程式からの導出方法と，レイノルズ方程式を解くために用いる乱流モデルについて説明せよ。

Ⅱ-1-4 流体中で球体が落下して一定速度 V （終端速度）に達している状態を考える。この V に関する物理量は球体の直径 d と質量 m ，重力加速度 g ，流体の密度 ρ と粘度 μ の5つである。この現象は， V も含めたこれら6つの物理量の中のいくつかを組合せた互いに比例関係に無い3つの無次元量 π_1 ， π_2 ， π_3 の関数 $f(\pi_1, \pi_2, \pi_3)=0$ で表すことができることを，次元解析により説明せよ。また，この3つの無次元量のうち「レイノルズ数」及び「球体と流体の密度比」の2つを決めた。残りの無次元量は下記の式になるとして，[]に入る式を求めよ。ただし，[]の式に使われる物理量は2つとする。

$$\frac{[\quad]}{V}$$

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ ある海外発展途上国の閑静な観光地近くで使われる流体機器の更新において，現行機よりも大幅な静粛化が要求されている。現在稼働中の流体機器の騒音は，流体力学的な要因で発生していると考えられるが，その流体機器の流体力学的発生源は特定されていない。あなたが，その流体機器更新の担当責任者として，流体力学的騒音発生源の特定とその対策及び現地検証試験を進めるに当たり，対象とする流体機器を挙げ，下記の内容について記述せよ。機械力学的騒音発生源は考えなくてよい。

- (1) 対象とする流体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。

Ⅱ－２－２ 流体機器の設計・開発では，実機スケールの試験を実施することが困難なため，スケールを変えた模型試験によりデータを取得する場合がある。あなたが，スケールを変えた模型試験を計画・実施する担当責任者として業務を進めるに当たり，対象とする模型試験を挙げ，下記の内容について記述せよ。

- (1) 対象とする模型試験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。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 2015年末のCOP21においてパリ協定が採択され，温室効果ガス排出量の削減に向けた再生可能エネルギー利用等による取組がより一層強く求められている。再生可能エネルギー利用にかかる流体機器の技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 再生可能エネルギー利用の取組で，流体機器が主機として用いられるシステムを具体的に1つ挙げ，技術者としての立場で多面的な観点から課題を複数抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち最も重要と考えられる課題を1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 人工知能（AI）の技術の応用が多方面で実用化されつつある。流体を扱う様々な機器システムに対しても，「設計」や「計測」，「制御」，「運転監視」の目的に，機械学習を使った人工知能（AI）を応用することで，従来の限界を超えるブレイクスルーになることが期待される。この応用方法を考案する技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な流体機器若しくは流体機器を主機としたシステムを1つ挙げ，その目的を上記の4つの中から1つ選び，技術者としての立場で多面的な観点から課題を抽出し分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうちあなたが最も重要と考える課題を1つ選択し，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) 解決策に共通して新たに生じうるリスクとそれへの対策について述べよ。

問 題 文

(選択科目)

～01-6 加工・生産システム・産業機械～

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 工作機械の性能に大きな影響を及ぼす基本特性は4つある。そのうちの3つを挙げて説明せよ。さらに，そのうちの1つを挙げ，その基本特性を向上するための基本原理を3項目以上挙げて，その内容について説明せよ。

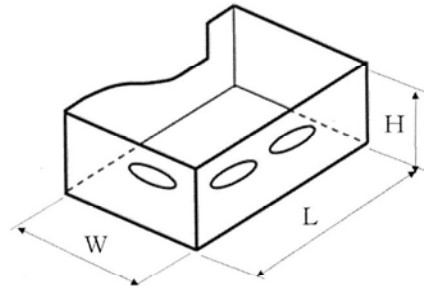
Ⅱ-1-2 金属板材を必要な形状，寸法に加工する方法に曲げ加工がある。これは塑性加工法と言われ，汎用的な加工法の1つである。この塑性加工法とは，どのような加工か説明し，曲げ加工以外で原理が異なる代表的な塑性加工法の名称を3種類挙げよ。また，曲げ加工の様式について1種類の名称を挙げ，その加工原理について絞り加工との違いを含めて説明せよ。

Ⅱ-1-3 機械部品の製造工程（素材受入れから，機械部品として組立工程に出荷するまでの工程）を想定して，その生産リードタイムの定義を説明し，これを構成する時間を4種類挙げよ。また，その時間ごとにそれぞれを短縮する方策とその具体的な技術的事例について説明せよ。

Ⅱ-1-4 MRP（material requirements planning）システムにおける基本情報を3つ挙げ，内容を説明せよ。また，独立需要品目と従属需要品目について説明するとともに，これらの生産計画を基本情報に基づいて策定する手順を説明せよ。

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。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 様々な板金加工設備が整っている加工会社の下図のような製品の製作依頼が入った。W100mm×L150mm×H50mmで肉厚は2mm，材質は金属，直線と曲線が混ざった縁形状をもち，３ヶ所に楕円状の穴をもつ貯水を目的とした器状の製品である。ロットは300個の単発もので，希望納期は今から10日後である。Hに要求されている寸法精度は±0.15mmである。これに関し，下記の内容について記述せよ。



図

- (1) この製品を受注する上で事前に発注側へ調査すべき事項を2つ，受注側で検討すべき事項を3つ挙げ，それぞれその内容について説明せよ。
- (2) この製品の加工を行うに当たっての一連の工程と，その中で使用する加工機械を2つ挙げてそれぞれの選定理由を説明せよ。また加工工程全体での留意すべき点，工夫を要する点を2つ挙げて説明せよ。
- (3) 受注から納品までの業務を効率的，効果的に進めるための関係者との調整方法について2つ挙げて説明せよ。

Ⅱ－２－２ JIT (just in time) 生産の考え方が広く適用されている。JIT生産においては、最終組立ライン（後工程）が必要な部品を必要なときに必要な量だけ前工程から引き取り、前工程が後工程に引き取られた分の部品を作る。このJIT生産方式では、「かんばん」を用いて生産プロセス全体の「もの」の流れを制御することが行われている。JIT生産方式は自動車などの最終製品の組立に活用され、注文情報に基づいて複数品種の製品の受注生産を行う組立ラインが構築されている。ここでは、需要の増加などに対応するために、最終製品の新たな組立ラインをJIT生産方式に基づいて構築することを考える。この組立ラインを立ち上げ、運用する場合に関し、下記の内容について記述せよ。

- (1) 組立ラインの配置及び組立ラインでの生産プロセスが満たすべき条件を3つ以上挙げて説明せよ。また、組立ライン、部品の生産拠点、サプライヤー及びロジスティックなどに関して調査、検討すべき事項を挙げて、その内容について説明せよ。
- (2) 「かんばん」を用いて生産プロセス内における「もの」の流れの制御を行う場合に留意すべき点、工夫を要する点を3つ挙げて説明せよ。
- (3) JIT生産方式による生産を効率的、効果的に進めるための関係者との調整方法について説明せよ。

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。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 「ものづくり」の革新的な高効率化を実現するとともに，新たなビジネスモデルを創出し，これまでにない製品を生み出そうとする第4次産業革命を実現するための取り組みが世界中で行われている。この中で，共通して取り組まれているのは，「ものづくり」のデジタル化とIoT（Internet of Things）の有効活用である。この「ものづくり」のデジタル化に関連して，以下の問いに答えよ。

- (1) 「ものづくり」とは，単なる製造プロセスを指すものではないことを具体的に説明せよ。さらに，その「ものづくり」の1プロセスである製造プロセスのデジタル化における課題を多面的な観点から3つ以上抽出し，分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち，最も重要と考えるものを1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) デジタル化における課題に対する解決策に共通して新たに生ずるリスクを2つ以上挙げて，それへの対策について述べよ。

Ⅲ-2 自動車産業は，内燃機関を原動機に100年の歴史を重ねてきたが，CO₂削減などのドラスティックな目標を達成するため，グローバルにEV（Electric Vehicle）化の波が押し寄せている。これによって，自動車部品，ユニットの構成は大きな変換が求められ，それに伴い産業構造の変革も求められる。このような状況を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) EVを普及させるに当たっての課題を生産技術者の立場で多面的な観点から抽出し，分析せよ。
- (2) 抽出した課題のうち，最も重要と考えるものを1つ挙げ，その課題に対する複数の解決策を示せ。
- (3) EVを普及させるに当たっての課題に対する解決策に共通して新たに生ずるリスクを挙げて，それへの対策について述べよ。