

平成 28 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**

# 問題文と正答

(必須科目)

1 機械部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 ロバストデザインに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ロバストデザインは、各種誤差や変動による製品性能への影響を小さくする設計手法である。
- ② ロバストデザインには、実験計画法の直交表を利用したタグチメソッドがある。
- ③ ロバストデザインには、設計変数や制約条件を確定的あるいは不確定的な量として扱う方法がある。
- ④ ロバストデザインは、誤差の合理的な管理を行い、製造時の作りこみでのばらつき対策を実施できるようにする手法である。
- ⑤ ロバストデザインにより、設計の流れの中で設計変更の可能性を拡大できる。

I-2 機械要素に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ボルト・ナットの締結体の設計においては、軸力だけでなく座面の摩擦も考慮して締め付けトルクの目標値を計算する。
- ② 圧縮円筒コイルばねの設計式は、素線に作用する曲げに関する式から誘導される。
- ③ 軸の設計では、静的な強度と剛性だけでなく危険速度についても考慮する必要がある。
- ④ 転がり軸受の選定においては、使用条件に応じて適切な形式を組合せて、はめあい条件及び潤滑方法を考慮する必要がある。
- ⑤ ゴムOリングは、密封性能を維持するために、ねじれ変形が生じないように装着する必要がある。

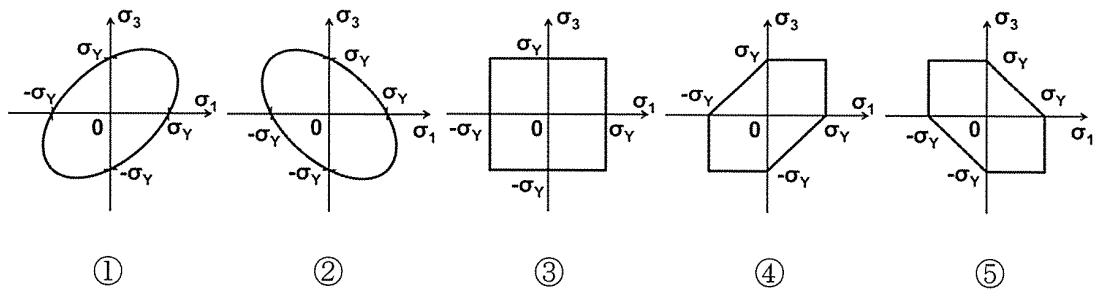
I-3 直径  $d$  の円形断面を有するはりの曲げに対する断面係数は次のうちどれか。ただし、断面係数とは、曲げモーメント  $M$  を受けるはりの断面に発生する最大応力を  $\sigma_{max}$  として、これを  $\sigma_{max} = M/Z$  と表すときの  $Z$  のことをいう。

- ①  $\frac{\pi}{16}d^3$       ②  $\frac{\pi}{32}d^3$       ③  $\frac{\pi}{16}d^4$       ④  $\frac{\pi}{32}d^4$       ⑤  $\frac{\pi}{64}d^4$

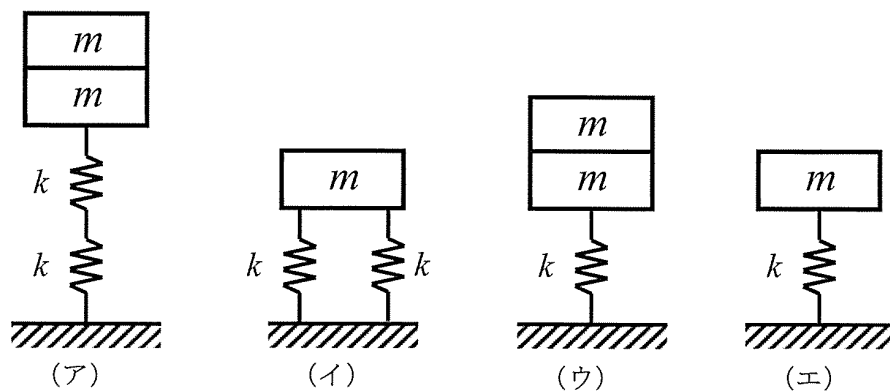
I-4 延性材料に対して広く用いられているミーゼスの降伏条件は、せん断ひずみエネルギーの値が、材料で定まるある値に達したときに破損が起こるという説に基づいている。主応力を $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ とし、単軸の降伏応力を $\sigma_Y$ とすると、その条件式は

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_Y^2$$

で表される。平面応力状態 $\sigma_2 = 0$ のとき、ミーゼスの降伏条件の降伏曲面を表す図は、次のうちどれか。



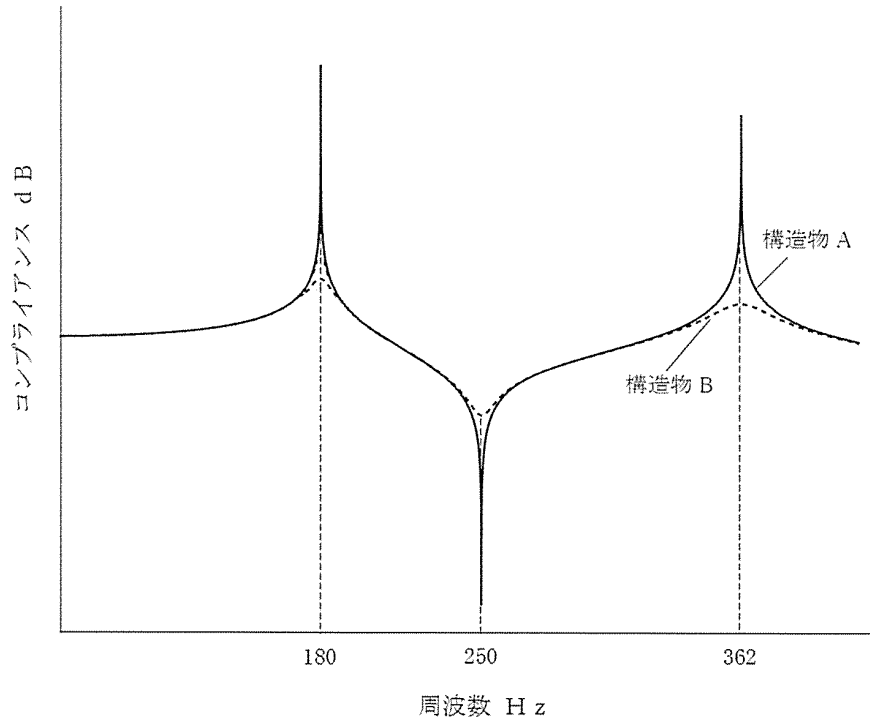
I-5 下図は、おもりがばねで支持されて、鉛直方向に振動する4種類の振動系を示している。 $m$ はおもり1個の質量、 $k$ はばね1個のばね定数である。(ア)～(エ)について、固有振動数の低い振動系から順番に並べたものは次のうちどれか。



- ① ア エ イ ウ                      ② エ ア ウ イ                      ③ ウ イ ア エ  
 ④ ア ウ エ イ                      ⑤ イ エ ウ ア



I-6 減衰性能の大きさのみが異なる構造物Aと構造物Bの振動試験を実施したところ、  
 下図のような加振点自身の周波数応答曲線を計測することができた。この実験結果に関する  
 次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① 計測された周波数範囲内で最も低い固有振動数は、いずれの構造物も約180 Hzである。
- ② 計測された周波数範囲においては、いずれの構造物も固有振動数が少なくとも2つ存在する。
- ③ 約250 Hzにある溝は反共振溝と呼ばれ、減衰性能の違いに依らず、加振周波数と異なる周波数で大きい振幅の振動が発生することを意味する。
- ④ 2つの構造物のうちで減衰性能の高い構造物は構造物Bである。
- ⑤ いずれの構造物においても、約180 Hzにある共振峰に対して適切に調整された動吸振器を付加すると、その共振峰の高さを下げることが可能となる。

I-7 燃料電池に関する（ア）～（オ）の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）燃料電池は、化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換する装置であり、熱機関におけるカルノー効率の制約を受けることなく高効率を得ることができる。

（イ）リン酸型は、燃料電池の中では発電効率が最も高く、オンサイト型コージェネレーション用として期待されている。

（ウ）アルカリ水溶液型は、純水素を燃料とし、過去に宇宙船用として利用されたことがある。

（エ）固体高分子型は、運転圧力の影響をほとんど受けない特徴があり、航空機用として期待されている。

（オ）固体酸化物型は、運転温度が約600～1,000℃と高く、燃料改質のための装置を不要とすることができる。

- ① ア イ エ            ② イ エ オ            ③ ア ウ オ  
④ ア ウ エ            ⑤ イ ウ オ

I-8 ごみ発電の発電効率向上に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

① 水冷式復水器は空冷式復水器に比べ熱貫流率が高いため、タービン排気圧力をより低減できるので発電効率は高い。

② 低温エコノマイザでは、エコノマイザの伝熱面積を大きくしてより低温まで排ガスを冷却することで、ボイラ効率の向上を図ることにより、発電効率が向上する。

③ 高温高圧ボイラでは、ボイラの主蒸気条件（圧力、温度）は、発電効率の向上には無関係である。

④ 低空気比燃焼では、理想空燃比に近づけるように燃焼空気量を低減することにより、ボイラ効率の向上を図ることで発電効率が向上する。

⑤ 抽気復水タービンでは、タービンで仕事をした蒸気の一部を抽気して給水加熱等に使用すると、発電効率が向上する。

I-9 実在気体の状態を示す蒸気線図は、状態量のうちいずれか2つを座標として表される。冷凍機器では圧力-エンタルピー線図がよく用いられるが、これに関する(ア)～(カ)の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

- (ア) 圧力一定の下で、飽和液線より温度が高い領域は、過熱蒸気域である。
- (イ) 圧力一定の下で、飽和蒸気線より温度が高い領域は、過熱蒸気域である。
- (ウ) 二相域の状態は、飽和蒸気線と飽和液線の間領域である。
- (エ) 臨界圧力を越えた領域では、二相域が存在する。
- (オ) 湿り蒸気の乾き度とは、湿り蒸気に含まれる飽和液量の割合である。
- (カ) 一般に、線図には等エントロピー線、等温線、等比容積線が示されている。

- ① イ オ カ            ② ア ウ エ            ③ イ ウ エ
- ④ ア エ オ            ⑤ イ ウ カ

I-10 熱力学の基本法則に関する(ア)～(オ)の記述のうち、正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

- (ア) 熱力学の第1法則はエネルギー保存則であり、熱エネルギーと力学的エネルギーはお互いに変換可能で、エネルギーの総和は常に一定であることを示す。
- (イ) 熱力学の第2法則はエネルギーの変化の向きを表す法則であるが、高温物体の熱を他の変化を伴わず低温物体に移すことが不可能であることを示す。
- (ウ) 単一成分からなる純粋物質の完全結晶のエントロピーは、絶対零度でゼロとなる。これを熱力学の第3法則と呼ぶ。
- (エ) 物体AとB及び物体BとCが熱平衡の状態にあっても、物体AとCが熱平衡とならないことがある。これを熱力学の第0法則と呼ぶことがある。
- (オ) 外部からのエネルギー補充なしに永久に運動(仕事)を続ける第1種永久機関は、熱力学の第1法則により存在が否定されている。

- ① ア イ オ            ② ア ウ エ            ③ イ エ オ
- ④ ア ウ オ            ⑤ イ ウ エ

I-11 管路の水撃作用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 水撃作用による圧力変化は、管路の流速変化が大きいほど、また流速変化が同じであっても管径が大きくなるほど、大きくなる。
- ② 管路系の水の圧力波の伝播速度は水中に混入した空気量に影響され、空気量が増えると空気中の音速以下になることがある。
- ③ 水撃作用により過渡的に管路内部の圧力が低下する部位については、水柱分離が発生することにより衝撃的な高圧が発生する場合もある。
- ④ 管路にサージタンクあるいは空気室を取り付けると、その容量効果によって水撃作用が緩和される。
- ⑤ 運転中のポンプの電源が瞬時に遮断された場合、ポンプ駆動軸にフライホイールが付けてあれば、水撃作用による圧力上昇や圧力降下は緩和される。

I-12 一様流中に円柱が流れに直交して置かれると、その後流にはカルマン渦列が形成され、円柱の抗力係数が幅広いレイノルズ数に対してほぼ一定の状態となる。そのような状態の流れ場の特性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① カルマン渦列の放出周波数に関する無次元数をストローハル数と呼ぶ。
- ② カルマン渦列の放出周波数は、流速と円柱の直径にほぼ比例する。
- ③ 円柱にかかる平均抗力は、流速の2乗と円柱の直径にほぼ比例する。
- ④ 円柱には、流れに直交し、かつ円柱軸に直交する方向の変動流体力が作用し、その周波数はカルマン渦列の放出周波数に等しい。
- ⑤ 円柱には、流れに直交し、かつ円柱軸に直交する方向のみでなく、流れ方向の変動流体力も作用する。

I-13 切削加工において、加工能率の指標として、単位時間当たりの切りくず排出量（除去体積）が用いられるようになっている。直径150 mm、4枚刃のフライスカッターを用いた加工において、1分間当たりの切りくず排出量を80 cm<sup>3</sup>としたい。切削速度150 m/min、切削幅80 mm、切り込み深さ2 mmの場合、1刃当たりの送り量が最も近いものは次のうちどれか。

- ① 0.1 mm    ② 0.2 mm    ③ 0.3 mm    ④ 0.4 mm    ⑤ 0.5 mm

I-14 工作機械に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 工作機械とは、除去加工を行う機械である。
- ② 横フライス盤は、平フライス削りを行うことができる。
- ③ 中ぐり盤は、中ぐりとフライス削りを行うことができる。
- ④ 平削り盤は、工具が運動する機械である。
- ⑤ 心なし研削盤は、細くて長い円筒状工作物の研削加工に適している。

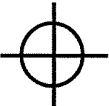




I-15 建設機械に多く使われている油圧、空気圧の機器に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 油圧と空気圧の動力伝達を比較すると、一般に空気圧は油圧に比べ応答性が劣る。
- ② 油圧の場合には、力や速度の大きさは、圧力や流量の制御により決まるため、油温に関係なく調整できる。
- ③ 油圧に使われる作動油は非圧縮性とみなすことができるため、力は確実に伝達されるが一般的に振動が発生しやすい。
- ④ 油圧の場合には配管の継手部などからの油漏れに注意が必要であるが、空気圧の場合には多少空気が漏れても良いので特に保守作業の必要はない。
- ⑤ 空気圧は気体の圧縮性にに基づき、位置決め精度が良い。

I-16 確率・統計・誤差評価に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 2地点間を往復する列車の速度が行き帰り異なる際の平均速度は、一般的に調和平均で求める。
- ② 対象としているデータの分布がどのような形でも、サンプル毎の平均値はサンプルのデータ数に関係なく正規分布となる。
- ③ 仮説に基づいてデータの検定を行う場合に、その仮説の採択か棄却を判定する基準のことを有意水準と呼ぶ。
- ④ モンテカルロシミュレーションとは、入力データを乱数で変動させ、出力結果の変動を統計的に評価する手法である。
- ⑤ 四則演算等の計算を行う際に、計算結果を有効桁で切り捨てることに起因して、計算を繰り返すにつれて結果が真値からずれる誤差を丸め誤差と呼ぶ。

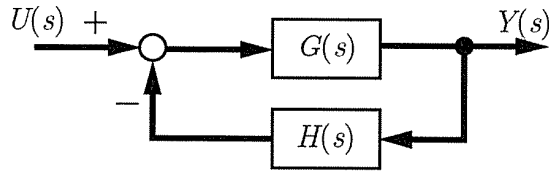
I-17 JIS B 0021に規定されている幾何公差の記号とその意味の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

- |   |   |       |   |   |                |
|---|---|-------|---|---|----------------|
| ① |  | 位置度公差 | ② |  | 同軸度公差 (軸線に対して) |
| ③ |  | 傾斜度公差 | ④ |  | 直角度公差          |
| ⑤ |  | 平面度公差 |   |   |                |

I-18 回転運動をする電気アクチュエータに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

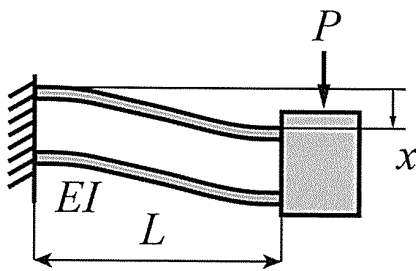
- ① 直流電流で駆動するDCモータが発生するトルクは電流にほぼ比例し、無負荷速度は電圧にほぼ比例する。
- ② ブラシレスDCモータは、DCモータのブラシと整流子の役割を半導体素子により実現しており、DCモータの基本的な性質を備えている。
- ③ 速度フィードバックを用いるアクチュエータの位置決め制御において、速度センサが無くても位置センサがあれば制御することができる。
- ④ ステッピングモータは、起動時に高い周波数の指令パルスを与えることにより高速運転を開始することができる。
- ⑤ ダイレクトドライブ用モータを用いることにより、減速機を用いた駆動系で問題となるバックラッシュやロストモーションなどを解消できる。

I-19 下図のブロック線図の伝達関数  $\frac{Y(s)}{U(s)}$  として正しい式は次のうちどれか。



- ①  $\frac{1}{1+G(s)H(s)}$       ②  $\frac{G(s)}{1-G(s)H(s)}$       ③  $\frac{G(s)}{1+G(s)H(s)}$   
 ④  $\frac{G(s)H(s)}{1-G(s)H(s)}$       ⑤  $\frac{G(s)H(s)}{1+G(s)H(s)}$

I-20 下図は位置決め要素を平行に微小変位させるための2枚平行板ばね機構のモデルである。平行板ばねを構成する1枚の板ばねの有効長さは  $L$ 、縦弾性係数は  $E$ 、断面二次モーメントは  $I$  であり、 $P$  及び  $x$  はそれぞれ微小な静的作用力及び微小な静的変位を表している。下表のように、種々の支持方法における長さ  $L$  の同じ板ばね1枚の等価剛性が知られているとき、2枚平行板ばねの等価剛性  $k=P/x$  を表す式は次のうちどれか。



はり両端の支持方法	力作用位置	等価剛性
固定-自由	自由端	$\frac{3EI}{L^3}$
単純支持-単純支持	中央	$\frac{48EI}{L^3}$
固定-固定	中央	$\frac{192EI}{L^3}$

- ①  $\frac{6EI}{L^3}$       ②  $\frac{12EI}{L^3}$       ③  $\frac{24EI}{L^3}$       ④  $\frac{48EI}{L^3}$       ⑤  $\frac{96EI}{L^3}$

平成28年度技術士第二次試験筆記試験 択一式問題の正答

1. 機械部門

問題番号	正答番号
I-1	4
I-2	2
I-3	2
I-4	1
I-5	4
I-6	3
I-7	3
I-8	3
I-9	5
I-10	4

問題番号	正答番号
I-11	1
I-12	2
I-13	4
I-14	4
I-15	1
I-16	2
I-17	3
I-18	4
I-19	3
I-20	3



# 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2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 「ISO9001 7.3設計開発プロセス」においては，設計品質確保のため，「設計検証」に加え「設計の妥当性確認」を実施することと述べられている。それぞれの違いについて述べよ。

Ⅱ-1-2 機械や設備の故障率は時間とともに変わる。時間と故障率の関係を故障曲線と呼ぶ。故障率の定義を述べ，故障曲線の特徴を述べよ。

Ⅱ-1-3 回転軸を支持する機械要素には大きく分けて，流体膜による滑り軸受と転動体を用いた転がり軸受がある。この2つの長所と短所を説明し，機械設計における使い分け方法を述べよ。

Ⅱ-1-4 コンカレント・エンジニアリング・デザイン（同時進行設計）について説明し，その期待効果について述べよ。

## 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		選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	1 枚目      1 枚中	専門とする事項	水処理システム設計	

○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	.	I	S	O	9	0	0	1	7	.	3	設	計	開	発	プ	ロ	セ	ス	に	つ	い	て	
	以	下	に	、	I	S	O	9	0	0	1	で	求	め	ら	れ	る	設	計	開	発	プ	ロ	
	セ	ス	を	示	す	。																		
	①	イ	ン	プ	ツ	ト	(	設	計	開	発	の	要	求	事	項	、	他	部	署	よ	り	)	
	②	設	計	担	当	者	の	決	定															
	③	設	計	計	画	書	の	作	成	・	承	認												
	④	設	計	作	業																			
	⑤	設	計	検	証																			
	⑥	試	作																					
	⑦	設	計	の	妥	当	性	確	認															
	⑧	ア	ウ	ト	プ	ツ	ト																	
2	.	設	計	検	証																			
	「	設	計	検	証	」	と	は	設	計	開	発	の	イ	ン	プ	ツ	ト	情	報	や	設	計	
	計	画	書	を	満	足	す	る	設	計	が	行	わ	れ	て	い	る	か	ど	う	か	を	確	認
	す	る	た	め	に	実	施	す	る	。														
	設	計	部	署	内	部	で	、	設	計	図	面	や	設	計	計	算	書	を	レ	ビ	ュ	ー	
	(	検	証	)	す	る	と	い	う	内	容	で	あ	る	。									
3	.	設	計	の	妥	当	性	確	認															
	試	作	品	な	ど	を	も	と	に	、	文	書	化	さ	れ	て	い	な	い	要	求	事	項	
	や	使	い	勝	手	な	ど	を	設	計	開	発	全	体	の	妥	当	性	を	確	認	す	る	た
	め	に	行	わ	れ	る	。																	
	設	計	担	当	部	門	は	も	ち	ろ	ん	の	こ	と	、	関	係	部	署	を	含	め	て	
	設	計	の	妥	当	性	を	確	認	す	る	こ	と	が	求	め	ら	れ	る	。			以	上

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

平成28年度 技術士第二次試験 APEC semi 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	II-1-						

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

1 . はじめに
設計検証と設計の妥当性確認の違いについて以下に述べる。
2 . 設計検証について
設計検証は、設計のインプット情報に対して設計のアウトプットが正しいかどうかを確認するものである。検証に用いられるツールとしては、強度計算書、動力計算書などである。
3 . 設計の妥当性確認について
設計の妥当性確認は、顧客の要望事項に対して製作しようとしている製品が性能を満たすことができるかを確認するものである。確認に用いられるツールとしては、信頼性を検討したFMEAや、部分要素試作の結果である。
4 . 設計検証と設計の妥当性確認の違いについて
両者の違いは、設計仕様に対してアウトプットが満たしているか、顧客要求に対してアウトプット(製品)が満たしているかの違いである。設計検証の参加メンバーは、設計部のみでも可能と考える。妥当性確認の参加メンバーについては、設計部のみでなく、営業、製造、品質管理など様々な部署が必要となる。広い視点から、要求事項に対するチェックを行う必要がある。
以上

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

平成 28 年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-2

技術部門	機械 部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	飲料製造設備の装置設計

※
---

○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。)

故障率とは、「ある時点までアイテム（機械・設備・部品など）が、引き続く単位時間内に故障を起こす割合」と定義される。故障率は、単位時間（期間）の取り方によって瞬間故障率、平均故障率があるが、一般には瞬間故障率を指す。

この瞬間故障率を縦軸、時間の経過（製品が生産されてから廃棄されるまでの製品ライフサイクル）を横軸にとったグラフを故障曲線といい、その形状からバスタブカーブと呼ばれる。

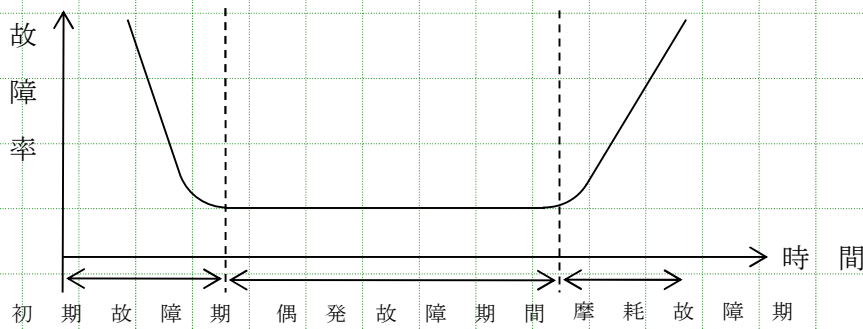


図 1 故障曲線

図 1 に示す故障の種類を説明すると、

- 1) 初期故障・・・使用開始直後に起こる故障で設計上、構造上の欠陥で発生するが、比較的小さな不具合で早期解決され、期間は短い。
- 2) 偶発故障・・・偶発的に起こる故障で想定が困難でほぼ発生しない。この期間の長さを耐用寿命という。
- 3) 摩耗故障・・・製品の各部の疲労・摩耗・老化により発生する故障。

以上から設計時より初期故障要因、摩耗故障要因を推測して改善を行い、製品を長寿命化することが機械設計者として重要であると考えられる。以上



平成28年度 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	機械設計
専門とする事項	機械要素

※

○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。)

流体膜による滑り軸受と転動体を用いた転がり軸受の長所と短所を説明し、機械設計における使い分け方法を述べる。
<u>・流体膜による滑り軸受の長所と短所</u>
長所：流体力学的には、寿命が来ない。単位投影面積当りの許容荷重がころがり軸受けより高い。
短所：流体潤滑の維持に、軸と軸受の加工精度・表面粗さ・軸受材料と潤滑油の選定などが重要
<u>・転動体を用いた転がり軸受の長所と短所</u>
長所：標準化・規格化されており、安価に精密部品を購入できる。Cr(基本動定格荷重)がカタログ化されており、荷重と速度係数で容易に寿命計算が出来る。
短所：負荷方向に合わせた適正な軸受の選択が必要。規格化されている為、設計自由度が小さい。
<b>【機械設計における使い分け】</b>
<u>・流体膜による滑り軸受</u>
重荷重や衝撃荷重を受ける高・中速回転に向く。独自設計により寸法レイアウトの自由が効き易いが、流体膜保持の為のメンテナンスや装置の設置が出来ない場合には不向きとなる。
<u>・転動体を用いた転がり軸受</u>
極低速回転部分にも使用でき、グリース封入型もあり。規格化されて容易に購入できる為、軸受自体を設計する必要がなく流通性に富むので、汎用性が高く、定期交換を前提とした設計に向く。以上

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字





平成28年度 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
選択科目	機械設計
専門とする事項	駆動システム設計

※
---

○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。)

【 す べ り 軸 受 の 長 所 と 短 所 】
す べ り 軸 受 は 真 鍮 や 複 合 材 な ど 摺 動 性 が よ い 材 質 を 筒 状 に し た も の が 多 い 。 結 果 長 所 と し て 薄 型 で 軽 量 、 ま た ロ ー コ ス ト に な る こ と が あ げ ら れ る 。
短 所 と し て 、 潤 滑 性 を 上 げ る た め に 油 膜 を 併 用 す る こ と が 多 い た め 、 グ リ ス や 潤 滑 油 が 必 要 で 給 油 な ど の メ ン テ ナ ンス も 多 く な る 。
ま た 転 が り 軸 受 と 異 な り 自 己 調 心 機 能 が な い た め 、 設 置 に は 高 精 度 な ハ ウ ジ ン グ を 用 い る か 調 心 作 業 が 必 要 と な る 。
【 転 が り 軸 受 の 長 所 と 短 所 】
転 が り 軸 受 は ボ ー ル や 針 状 の こ ろ 等 を 用 い て 内 輪 ・ 外 輪 間 を 摺 動 さ せ る 。 そ の 長 所 は ま ず 摺 動 抵 抗 が 小 さ い こ と で あ る 。 ま た す べ り 軸 受 に 比 べ て ロ ー メ ン テ ナ ンス で あ る 。 い く ら か の 自 己 調 心 機 能 も あ り 、 組 立 の 心 づ れ を 許 容 で き る 。
短 所 と し て は す べ り 軸 受 に 比 べ て 構 造 が 複 雑 な こ と か ら 高 価 で あ る こ と と 、 構 造 が 厚 く 、 重 く な る 事 で あ る
【 機 械 設 計 に お け る 使 い 分 け 】
上 記 の 特 徴 か ら す べ り 軸 受 は 摺 動 性 が 低 く て も 影 響 が 少 な い 低 回 転 で 使 用 す る 減 速 後 の 出 力 側 に 、 転 が り 軸 受 は 摺 動 性 が 効 率 に 大 き く 影 響 す る 高 回 転 の 減 速 機 の 駆 動 側 あ る い は モ ー タ ー な ど の 駆 動 源 内 部 に 適 し て い る 。 メ ン テ ナ ンス の 機 会 を シ ス テ ム 全 体 で 均 等 化 す る 意 味 で も 上 記 配 置 が 適 し て い る 。
以上

## 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-1-3	選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	1 枚目 枚中	専門とする事項	機械要素	

○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.	すべり軸受け																		
	すべり軸受けは回転軸と軸受けの間に流体や固体を																		
	介在させ、すべり摩擦により支持する。																		
①	長所																		
	長所は、油など粘度を変化させることで摩擦係数が																		
	変化させることができ、汎用性がある。																		
②	短所																		
	短所は、高速回転させると油切れがおき焼きつく可																		
	能性がある。使い方を十分に留意しなければならぬ。																		
2.	ころがり軸受け																		
	ころがり軸受けは回転軸を玉やころなどの転動体を																		
	用いて、ころがり摩擦により指示する。																		
①	長所																		
	② 長所は、種類が豊富であるためスラスト荷重や																		
	ラジアル荷重などあらゆる場所に使用が可能である。																		
③	短所																		
	短所は、種類が豊富であるために用途を考えたと選択																		
	が必要である。また取り付けの際は圧入や焼ばめなど																		
	が必要である。																		
3.	使い分け方法																		
	すべり軸受けは、高荷重、低回転に有効である。																		
	ころがり軸受けは、転動体に潤滑のためのグリース																		
	などがあらかじめ入っているものあり、保守が簡単で																		
	ある。高速回転に有効である。																		

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。



# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号		選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	1 枚目      1 枚中	専門とする事項	水処理システム設計	

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

1	<u>コンカレント・エンジニアリング・デザイン</u>
	市場のグローバル化、コストダウン、短納期要求等
	製品開発をめぐる環境は厳しさを増している。
	コンカレント・エンジニアリング・デザイン（以下
	CEとする。）は、設計・製造・品質・営業等が新製
	品開発を同時進行で進めていく手法である。
	従来は、設計が完了した時点で、製造担当者や品質
	管理担当者に引き継ぎていたが、これを同時に進めて
	いくという進め方である。
	同時進行していくため、設計・製造・品質・営業等
	が統括したデータのもとに進めていく必要があり、P
	DM（プロダクト・データ・マネジメント）の考え方
	が重要になる。
2	<u>CEの期待効果</u>
	設計・製造・品質・営業等が製品開発を同時進行し
	ていくことで、設計完了から製品発売までの期間が従
	来に比べ大幅に短縮できる。
	同時進行していくことで、製造上の不具合や品質上
	の問題点を早期に見出すことが可能であり、手戻り
	が少なくなる。これにより、コストダウンも図ること
	ができる。
	部署の垣根を越えて、製品開発を行うことで、社内
	の一体感や連帯感が生まれる。
	以上

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

平成28年度 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	機械要素

※
---

○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。）

コ	ン	カ	レ	ン	ト	・	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	・	デ	ザ	イ	ン	（	同	時	
進	行	設	計	）	に	つ	い	て	説	明	し	、	そ	の	期	待	効	果	に	つ	い	て	述
べ	る	。																					
【	コ	ン	カ	レ	ン	ト	・	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	・	デ	ザ	イ	ン	と	は	】
製	品	の	開	発	プ	ロ	セ	ス	を	構	成	す	る	複	数	の	工	程	を	同	時	並	
行	で	進	め	こ	と	で	あ	る	。														
各	部	門	間	で	の	同	時	並	行	の	内	容	と	し	て	は	、	情	報	共	有	や	
共	同	作	業	を	行	な	う	こ	と	で	あ	る	。										
具	体	的	に	は	、	設	計	・	試	作	・	生	産	な	ど	の	各	工	程	を	担	当	
す	る	部	門	が	情	報	を	共	有	し	、	前	工	程	の	完	了	を	待	た	ず	に	並
列	に	業	務	を	進	め	る	こ	と	を	指	す	。										
【	期	待	効	果	に	つ	い	て	】														
開	発	・	設	計	期	間	の	短	縮	や	コ	ス	ト	の	削	減	が	期	待	で	き	る	。
プ	ロ	ダ	ク	ト	デ	ー	タ	マ	ネ	ー	ジ	メ	ン	ト	（	P	D	M	）	を	実	施	す
る	事	に	よ	り	、	開	発	・	設	計	段	階	の	情	報	が	そ	の	後	工	程	へ	効
率	良	く	情	報	共	有	が	で	き	る	。												
後	工	程	の	知	見	を	初	期	工	程	へ	フ	ィ	ー	ド	バ	ッ	ク	す	る	事	が	
容	易	に	な	り	、	下	記	の	効	果	が	得	ら	れ	る	。							
①	開	発	・	設	計	手	直	し	費	用	や	工	数	の	削	減	が	可	能	に	な	る	
②	量	産	を	考	慮	し	た	開	発	・	設	計	を	初	期	工	程	か	ら	出	来	る	
③	全	体	最	適	や	全	体	を	通	じ	た	コ	ス	ト	の	削	減	が	出	来	る		
さ	ら	に	、	開	発	・	設	計	期	間	の	短	縮	が	可	能	と	な	る	こ	と	か	
ら	、	リ	ソ	ー	ス	を	製	品	開	発	・	設	計	の	初	期	工	程	に	投	入	出	来
る	。	フ	ロ	ン	ト	ロ	ー	デ	ィ	ン	グ	と	す	る	事	で	、	他	社	競	争	力	の
向	上	へ	と	繋	が	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

平成 28 年度 技術士第二次試験 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	飲料製造設備の装置設計

※
---

○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。)

	コ	ン	カ	レ	ン	ト	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	(	C	E	)	と	は	,	設	計
か	ら	製	造	ま	で	の	業	務	に	加	え	て	,	資	材	・	経	理	・	営	業	に	至
る	業	務	を	同	時	並	行	的	に	処	理	す	る	こ	と	で	,	開	発	期	間	の	短
縮	や	コ	ス	ト	ダ	ウ	ン	な	ど	を	実	現	す	る	た	め	の	手	法	で	あ	る	。
	C	E	の	期	待	効	果	に	つ	い	て	述	べ	る	。	業	務	を	同	時	並	行	に
進	め	る	こ	と	で	,																	
1	)	営	業	と	の	連	携	に	よ	り	客	先	ニ	ー	ズ	・	仕	様	を	設	計	段	階
	で	把	握	で	き	る	。																
2	)	経	理	と	の	連	携	に	よ	り	コ	ス	ト	状	況	を	設	計	段	階	で	適	宜
	把	握	で	き	る	。																	
3	)	下	流	部	門	(	資	材	,	製	造	,	組	立	)	が	,	製	品	開	発	の	早
	い	時	期	に	製	品	を	理	解	し	,	多	面	的	に	問	題	点	や	リ	ス	ク	の
	抽	出	が	で	き	る	。																
以	上	に	よ	り	,	開	発	の	早	い	段	階	で	仕	様	の	食	い	違	い	,	コ	ス
ト	状	況	把	握	,	問	題	点	抽	出	が	で	き	る	た	め	,	設	計	時	に	対	応
で	き	,	後	戻	り	作	業	が	少	な	く	な	り	,	コ	ス	ト	ダ	ウ	ン	や	開	発
期	間	の	短	縮	が	可	能	と	な	る	。												
	一	方	で	C	E	は	,	設	計	に	負	荷	が	か	か	る	た	め	,	設	計	時	間
や	設	計	人	数	が	増	え	る	こ	と	に	な	り	,	コ	ス	ト	の	悪	化	要	因	と
な	っ	た	り	,	開	発	期	間	の	超	過	要	因	と	な	っ	た	り	し	て	し	ま	う
可	能	性	が	あ	る	。	こ	の	た	め	,	関	連	部	門	側	も	単	な	る	問	題	点
の	抽	出	や	指	摘	だ	け	で	は	な	く	,	設	計	と	協	力	し	て	全	体	最	適
と	な	る	解	決	策	を	考	え	て	い	く	こ	と	が	重	要	と	な	る	。			
																							以
																							上



平成28年度 技術士第二次試験 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	機械システム設計

※

○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	、	コ	ン	カ	レ	ン	ト	・	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	・	デ	ザ	イ	ン	(	以	
降	、	コ	ン	カ	レ	ン	ト	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	)	に	つ	い	て				
コ	ン	カ	レ	ン	ト	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	は	、	部	署	の	枠	を	超	え	て	、
同	時	進	行	的	に	設	計	に	関	わ	る	こ	と	を	言	う	。	従	来	は	設	計	部	
門	、	生	産	部	門	、	検	査	部	門	、	販	売	部	門	と	い	っ	た	よ	う	な	各	
部	門	が	、	そ	れ	ぞ	れ	別	々	に	業	務	を	行	っ	て	い	た	。	コ	ン	カ	レ	
ン	ト	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	で	は	、	設	計	段	階	か	ら	他	部	署	が	積	
極	的	に	関	与	す	る	も	の	で	あ	る	。												
2	、	コ	ン	カ	レ	ン	ト	エ	ン	ジ	ニ	ア	リ	ン	グ	の	期	待	効	果	に	つ	い	
て	、	以	下	に	列	挙	す	る	。															
①	手	戻	り	の	削	減	効	果																
	製	品	に	問	題	が	あ	る	こ	と	が	分	か	っ	た	場	合	、	下	流	に	行	く	
ほ	ど	対	策	に	コ	ス	ト	が	か	か	る	。	他	部	署	の	チ	ェ	ッ	ク	が	入	る	
こ	と	で	、	設	計	の	問	題	点	が	早	い	段	階	で	明	ら	か	に	な	る	た	め	
手	戻	り	が	減	り	、	リ	ー	ド	タ	イ	ム	が	短	縮	さ	れ	る	。					
②	気	付	き	に	く	い	設	計	ミ	ス	の	削	減	効	果									
	た	と	え	ば	設	計	の	部	署	で	は	気	付	き	に	く	い	生	産	に	関	連	す	
る	問	題	や	、	外	観	デ	ザ	イ	ン	の	良	し	悪	し	な	ど	に	つ	い	て	指	摘	
さ	れ	る	こ	と	で	製	品	品	質	の	向	上	が	期	待	で	き	る	。					
③	教	育	的	効	果																			
	様	々	な	部	署	の	関	係	者	が	設	計	に	関	わ	る	こ	と	で	、	普	段	は	
関	わ	り	の	な	い	他	部	署	の	業	務	に	つ	い	て	深	く	知	る	こ	と	に	な	
る	た	め	、	幅	広	い	知	識	を	得	る	こ	と	が	で	き	る	。						
④	コ	ス	ト	削	減	効	果	。															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 近年「モデルベース開発手法」が注目されている。これは，設計段階において，システムの各部品を物理モデルで表し，さらにそれらを結合し計算機シミュレーションによって性能設計を進め，上流段階での品質を確保しようとするものである。あなたが責任者として，ある製品をモデルベースで開発を進めることになったとし，下記の内容について記述せよ。

- (1) 開発する製品例を１つ挙げ，その技術的課題と，そこで用いる物理モデルを２つ挙げよ。
- (2) (1) の２つの物理モデル計算によって確認されるであろう製品の性能や品質を述べよ。
- (3) (1) の物理モデル計算によっても評価できない製品の性能や品質とその対策について述べよ。

Ⅱ－２－２ 様々な機械製品について，軽量化を目的に繊維強化プラスチック（FRP）活用の動きが活発化している。FRPを活用した製品開発の責任者として，機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

- (1) 開発する製品例を１つ挙げ，FRPの特性を考慮して，設計において検討すべき事項を多面的に述べよ。
- (2) (1) の事項のうち１つについて，具体的に業務を進める手順を述べよ。
- (3) (2) の業務を進める上で留意すべき事項を述べよ。

平成 28 年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	機械 部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	飲料製造設備の装置設計

※
---

○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 . はじめに</u>																								
近年の製品はメカトロニクス化が進み、従来の機械設計中心から制御設計中心へと移行している。このため、機械設計が完成した後に制御設計を行うと、機械が制御に適合せず、機械の再設計が必要となり手戻りが増加する。そのため、最近では設計段階で仕様を物理モデルで表し、機械と制御を同時にシミュレーションして検証を進めていく、モデルベース開発 (M B D) 手法を用いて開発されている。																								
以下で私が専門とする飲料製造装置の例をあげ、説明する。																								
<u>2 . 技術課題及び物理モデル</u>																								
飲料製造設備には、飲料を充填するための装置があり、装置内には飲料を容器に充填するための充填バルブが必要能力に応じた数だけ装備される。充填は、バルブを開閉して水道の蛇口のように行われる。炭酸飲料を容器に精度良く、規定量充填するためには、充填中の泡立ちを抑えることが技術的課題となり、泡立ちは充填バルブの性能によって大きく左右される。																								
泡立ちにかかわる物理モデルは、以下2点となる。																								
1) 充填バルブ内の流路形状及び出口ノズル形状																								
課題：充填バルブのノズル出口の噴流の整流化 (流速分布の均一化)																								
2) 充填中の最適な流量制御																								
課題：充填中の容器内の泡立ちを最小にする最適流																								

○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。)

				量	制	御	(	バル	ブ	の	開	閉	量	制	御	)							
3	.	計	算	に	よ	っ	て	確	認	さ	れ	る	製	品	の	性	能	や	品	質			
	2	項	で	述	べ	た	2	つ	の	物	理	モ	デ	ル	を	用	い	て	充	填	シ	ミュ	
レ	ー	シ	ョ	ン	を	行	う	こ	と	で	,												
1	)	充	填	バル	ブ	か	ら	排	出	さ	れ	る	噴	流	の	流	速	分	布	が	均	一	
化	し	,	噴	流	と	容	器	内	の	飲	料	と	の	衝	突	で	生	じ	る	泡	の	発	
を	最	小	化	で	き	る	最	適	な	流	路	形	状	及	び	ノ	ズ	ル	形	状	を	見	
す	こ	と	が	で	き	る	。																
2	)	充	填	バル	ブ	出	口	の	噴	流	と	容	器	内	の	飲	料	と	の	衝	突	で	
生	じ	る	泡	の	発	生	を	最	小	化	で	き	る	最	適	な	流	量	制	御	を	見	
す	こ	と	が	で	き	る	。																
	上	記	の	結	果	,	充	填	バル	ブ	1	本	当	た	り	の	充	填	能	力	が	向	
上	し	,	充	填	装	置	の	バル	ブ	数	を	低	減	で	き	,	装	置	の	コ	ス	ト	
が	下	が	る	。	ま	た	,	容	器	へ	の	充	填	量	の	精	度	が	あ	が	り	,	
留	り	向	上	な	ど	使	用	者	に	と	っ	て	も	メ	リ	ッ	ト	が	生	じ	る	。	
3	.	評	価	で	き	な	い	性	能														
	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ	ン	は	,	初	期	条	件	や	拘	束	条	件	に	よ	り	結	
果	が	変	わ	る	の	で	,	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ	ン	開	始	時	は	試	作	を	し	
て	検	証	す	る	必	要	が	あ	る	。	た	だ	し	,	シ	ミュ	レ	ー	シ	ョ	ン	と	
試	作	検	証	を	繰	り	返	し	,	差	異	を	補	正	し	て	い	け	ば	,	い	ず	
試	作	レ	ス	を	実	現	で	き	る	と	考	え	る	。									
4	.	お	わ	り	に																		
	M	B	D	の	活	用	は	最	終	的	に	試	作	レ	ス	が	可	能	と	な	り	,	
エ	ネ	・	省	資	源	・	コ	ス	ト	低	減	に	つ	な	が	る	と	考	え	る	。	製	
競	争	力	も	あ	が	る	た	め	今	後	積	極	的	に	活	用	し	て	い	く	。	以	

## 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		選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	1 枚目      2 枚中	専門とする事項	水処理システム設計	

○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	.	F	R	P	製	品	と	設	計	に	お	い	て	検	討	す	べ	き	事	項												
<p>( 1 ) 開発製品</p> <p>・FRP製止水ゲート</p> <p>下水処理場等で用いられるゲートは、鋳鉄製である。しかし、腐食が原因で機能しない場合があり、その対策としてFRP製の止水ゲートを開発することを検討する。私は製品開発の責任者として、機械設計の観点から以下について述べる。</p> <p>( 2 ) 設計について検討すべき事項</p> <p>FRPの特性を考慮して、検討すべき事項を下表にまとめる。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 30%;">FRPの特性</td> <td>本製品で検討すべき事項</td> </tr> <tr> <td>軽量</td> <td>止水性・水圧に対する強度</td> </tr> <tr> <td>耐光性</td> <td>使用環境により紫外線劣化の可能性</td> </tr> <tr> <td>耐食性</td> <td>使用環境や揮発ガスに対する腐食性</td> </tr> <tr> <td>臭い</td> <td>水に臭いが移る可能性</td> </tr> </table>																							FRPの特性	本製品で検討すべき事項	軽量	止水性・水圧に対する強度	耐光性	使用環境により紫外線劣化の可能性	耐食性	使用環境や揮発ガスに対する腐食性	臭い	水に臭いが移る可能性
FRPの特性	本製品で検討すべき事項																															
軽量	止水性・水圧に対する強度																															
耐光性	使用環境により紫外線劣化の可能性																															
耐食性	使用環境や揮発ガスに対する腐食性																															
臭い	水に臭いが移る可能性																															
<p>2 . 具体的に業務を進める手順</p> <p>上記に示した検討すべき事項のうち、「止水性・水圧に対する強度」について具体的に業務を示す手順を①～⑨で示す。</p> <p>① 製品要求事項の調査</p> <p>本件は、鋳鉄製ゲートの代替を考えているため、止水性や水圧に対する強度要求が鋳鉄製と同じであるかを確認する。また、マーケットインの視点から顧客とコミュニケーションをとり、その他の要</p>																																

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号		選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	2 枚目      2 枚中	専門とする事項	水処理システム設計	

○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。

		求	事	項	な	ど	が	な	い	か	を	確	認	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。	
	②	要	求	仕	様	の	決	定																	
		①	を	基	に	要	求	仕	様	を	確	定	す	る	。	こ	の	際	、	品	質	表	や		
			チ	ェ	ッ	ク	リ	ス	ト	を	活	用	す	る	。										
	③	基	本	設	計																				
		②	を	基	に	基	本	設	計	を	行	う	。												
	④	ミ	ニ	チ	ュ	ア	試	作																	
		3	D	プ	リ	ン	タ	を	用	い	て	、	ミ	ニ	チ	ュ	ア	を	試	作	す	る	。		
	⑤	実	施	設	計																				
		3	D	C	A	D	を	用	い	て	作	図	す	る	。										
	⑥	シ	ュ	ミ	レ	ー	シ	ョ	ン																
		⑤	を	も	と	に	流	体	中	の	状	態	を	解	析	す	る	。							
	⑦	試	作																						
		試	作	を	行	う	。																		
	⑧	テ	ス	ト																					
		テ	ス	ト	水	槽	を	用	い	て	実	機	テ	ス	ト	を	行	う	。						
	⑨	製	造	・	製	品	化																		
		製	造	開	始	し	、	製	品	化	す	る	。												
3	.	業	務	を	進	め	る	上	で	留	意	す	べ	き	事	項									
		上	記	の	手	順	毎	に	デ	ザ	イ	ン	・	レ	ビ	ュ	ー	を	行	う	こ	と	が	重	
		要	で	あ	る	。	デ	ザ	イ	ン	レ	ビ	ュ	ー	は	、	設	計	・	製	造	・	品	質	担
		当	者	に	加	え	、	本	件	で	は	ゲ	ー	ト	の	据	付	工	事	が	必	要	な	こ	
		か	ら	工	事	ノ	ウ	ハ	ウ	を	持	つ	者	も	加	え	る	こ	と	が	重	要	で	あ	
		ま	た	、	フ	ロ	ン	ト	ロ	ー	デ	イ	ン	グ	の	視	点	か	ら	手	順	初	期	に	
		中	し	て	検	討	を	重	ね	る	こ	と	が	大	切	で	あ	る	。				以	上	

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

平成28年度 技術士第二次試験 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	機械設計
専門とする事項	機械システム設計

※
---

○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	々	な	機	械	製	品	に	つ	い	て	、	軽	量	化	を	目	的	に	織	維	強	化		
プ	ラ	ス	チ	ック	(	F	R	P	)	活	用	の	動	き	が	活	発	化	し	て	い	る	。	
F	R	P	を	活	用	し	た	製	品	開	発	の	責	任	者	と	し	て	、	機	械	設	計	
の	観	点	か	ら	述	べ	る	。																
1	、	開	発	す	る	製	品	と	設	計	に	お	い	て	検	討	す	べ	き	事	項			
開	発	す	る	製	品	と	し	て	、	G	F	R	P	製	レ	ジ	ャ	ー	用	ボ	ー	ト	の	
開	発	を	挙	げ	る	。																		
F	R	P	は	グ	ラ	ス	フ	ァ	イ	バ	ー	な	ど	の	織	維	に	プ	ラ	ス	チ	ック		
を	含	漬	し	て	硬	化	さ	せ	、	強	度	を	改	善	す	る	も	の	で	あ	る	。	そ	
の	た	め	、	F	R	P	の	特	性	と	し	て	、	材	料	強	度	の	異	方	性	が	あ	
る	。	材	料	力	学	は	均	質	等	方	弾	性	体	に	適	用	さ	れ	る	も	の	で	あ	
る	の	で	、	F	R	P	を	用	い	た	設	計	に	お	い	て	は	、	従	来	の	材	料	
力	学	の	範	囲	を	超	え	た	検	討	が	必	要	と	な	る	。	ま	た	、	F	R	P	
は	板	材	な	ど	規	格	で	市	販	さ	れ	て	い	る	わ	け	で	な	く	、	現	場	で	
型	に	合	わ	せ	て	、	グ	ラ	ス	フ	ァ	イ	バ	ー	に	プ	ラ	ス	チ	ック	を	塗		
っ	て	硬	化	さ	せ	る	作	業	と	な	る	た	め	、	強	度	な	ど	に	バ	ラ	ツ	キ	
が	出	る	こ	と	を	考	慮	し	な	く	て	は	な	ら	な	い	。	そ	の	他	、	プ	ラ	
ス	チ	ック	材	料	は	金	属	材	料	ほ	ど	の	耐	久	性	を	有	し	て	お	ら	ず	、	
太	陽	光	の	紫	外	線	な	ど	に	よ	り	劣	化	す	る	こ	と	や	経	年	劣	化	す	
る	こ	と	も	考	慮	し	な	く	て	は	な	ら	な	い	。	ま	た	、	ボ	ー	ト	で	あ	
る	の	で	、	波	に	よ	る	船	体	変	形	の	見	積	り	を	ど	の	よ	う	に	行	う	
か	な	ど	検	討	課	題	が	あ	る	。														
2	、	上	記	の	業	務	を	具	体	的	に	進	め	る	手	順	に	つ	い	て				
	上	記	の	業	務	の	う	ち	、	F	E	M	構	造	解	析	に	つ	い	て	、	具	体	
的	に	業	務	を	進	め	る	手	順	を	以	下	に	列	挙	す	る	。						

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

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。)

①	モデル化																
②	外力の設定	:	波	に	よ	る	外	力	や	荷	物	な	ど	の	荷	重	
③	メッシング																
⑤	解析の実行																
④	結果の検討																
	材料の強度	に	つ	い	て	は	、	実	際	の	作	業	条	件	を	再	現
	試験片	を	作	成	し	て	引	っ	張	り	試	験	な	ど	行	っ	て
	また、様々	な	条	件	で	の	試	験	結	果	を	デ	ー	タ	ベ	ー	ス
	ておき	利	用	す	る	。	F	E	M	構	造	解	析	に	つ	い	て
	性材料	の	解	析	が	可	能	な	機	能	を	有	す	る	も	の	も
	活用	す	る	。													
3	、上記	の	業	務	を	進	め	る	上	で	の	留	意	事	項		
	結果の	検	討	に	つ	い	て	は	、	船	体	の	部	分	的	な	モ
	成し、	外	力	を	加	え	て	変	形	を	測	定	し	て	、	F	E
	析結果	の	妥	当	性	を	検	討	す	る	。	ま	た	、	実	際	に
	船体	に	つ	い	て	、	外	力	を	加	え	て	歪	を	測	定	す
	構造	に	は	船	体	と	板	を	接	合	し	た	構	造	に	な	
	もあり、	グ	ラ	ス	フ	ァ	イ	バ	ー	が	有	効	に	強	度	を	
	いるか、	な	ど	は	実	測	が	必	要	で	あ	る	。	解	析	を	
	の	モ	デ	ル	妥	当	性	と	結	果	の	検	証	が	重	要	で
4	、	お	わ	り	に												
	F E M	構	造	解	析	は	、	強	度	や	変	形	を	解	析	す	る
	段	で	あ	り	、	G	F	R	P	構	造	物	の	設	計	に	あ
	一	タ	な	ど	を	含	め	て	多	面	的	に	検	討	し	な	

●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



平成28年度 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
選択科目	機械設計
専門とする事項	駆動システム設計

※
---

○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。)

【 F R P を用いて開発する製品 】
開発する製品として、電動アシスト自転車の駆動ユニットを挙げる。
理由として、ひとつに電動アシスト自転車はその重量が大きく後続距離やハンドリング性といった基本性能に大きく影響するため、FRPによる軽量化が大きな付加価値を生むためである。
ヨーロッパではE-BIKEと呼ばれ、環境性と健康への貢献から自動車やオートバイに代わる交通手段として急速に普及しつつあり、社会に与える影響が大きい製品であることが2つ目の理由である。
なお以下では設計の自由度および生産性の面から実用性の高い射出成型品の繊維強化品について説明する。
【 設計において検討すべき項目 】
軽量化を目的としているのであれば、用途は現在アルミや鉄材で作られている駆動ユニットの筐体および歯車の代替材である。
まず検討すべきは強度面、具体的には破断強度、剛性、耐摩耗性、耐衝撃性といった機械特性である。
また駆動ユニットではモーターやインバーターの発熱が大きいことからシステムの放熱性を十分確保することも必要である。
他にも筐体を金属からFRPに置き替える場合、電子基板のEMC性能を確保する必要がある。金属の場合、その導電性から外部から受ける電磁ノイズ、および

●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



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。)

外	部	へ	放	出	す	る	ノ	イ	ズ	を	カ	ッ	ト	し	て	く	れ	る	が	、	F	R	P	
に	置	き	替	え	る	場	合	は	注	意	が	必	要	で	あ	る	。							
【	具	体	的	に	業	務	を	進	め	る	手	順	】											
ま	ず	強	度	面	で	は	必	要	な	強	度	基	準	を	明	確	に	す	る	こ	と	で	あ	
る	。	金	属	代	替	の	場	合	、	金	属	で	あ	れ	ば	明	確	に	強	度	余	裕	が	
あ	る	た	め	基	準	が	存	在	し	な	い	場	合	で	も	、	F	R	P	で	あ	れ	ば	
強	度	基	準	を	作	成	し	て	細	か	く	強	度	設	計	す	る	必	要	が	あ	る	。	
次	に	必	要	な	強	度	が	確	保	さ	れ	る	か	を	有	限	要	素	法	(	F	E		
M	)	で	解	析	す	る	。	F	E	M	の	場	合	、	解	析	結	果	と	実	際	の	強	
度	が	あ	っ	て	い	る	か	の	検	証	を	試	作	機	な	ど	で	十	分	行	う	。		
次	に	射	出	成	型	の	流	動	解	析	を	行	っ	て	成	型	性	の	検	証	を	行	っ	
て	か	ら	金	型	を	起	工	す	る	。														
ま	た	E	M	C	対	策	と	し	て	、	外	部	へ	の	・	外	部	か	ら	の	電	磁	ノ	
イ	ズ	が	自	転	車	フ	レ	ー	ム	を	介	し	て	グ	ラ	ウ	ン	ド	接	続	さ	れ	る	
よ	う	に	配	慮	し	て	構	造	を	決	め	る	。											
【	業	務	を	進	め	る	上	で	留	意	す	べ	き	項	目	】								
射	出	成	型	F	R	P	の	場	合	、	F	E	M	の	計	算	通	り	に	強	度	が	出	
な	い	こ	と	が	あ	る	。	成	型	時	の	ウ	ェ	ル	ド	や	繊	維	の	配	向	性	が	
原	因	で	あ	る	。	流	動	解	析	結	果	と	F	E	M	結	果	を	参	照	し	て	応	
力	集	中	部	分	に	ウ	ェ	ル	ド	や	繊	維	の	偏	向	が	生	じ	な	い	よ	う	に	
流	動	条	件	を	決	め	る	こ	と	が	必	要	で	あ	る	。	歯	車	の	場	合	は	表	
面	繊	維	が	相	手	歯	車	を	摩	耗	さ	せ	る	こ	と	が	あ	る	事	に	留	意	す	
る	。	長	繊	維	を	配	合	し	た	F	R	P	の	場	合	は	、	成	型	機	の	ス	ク	
リ	ュ	ー	で	繊	維	を	切	断	す	る	こ	と	で	強	度	低	下	を	起	こ	し	て	い	
な	い	か	検	証	す	る	。																以	

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	II-2-2	選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	1 枚目      2枚中	専門とする事項	機械要素	

○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.	FRP の背景																			
	FRP の特徴は、金属や非金属に比べ、比重が軽いことである。近年、技術に進化により強度が高い、新素材も開発されている。しかし、使用する際には十分な検討が必要である。																			
2.	開発する製品例																			
	ソーラーカーのボディに活用されている。ソーラーカーは太陽エネルギーを用いて走る車であり、自然エネルギーを活用した環境にやさしい車である。しかし、ガソリンエンジンなどの従来からあるエンジンには、出力が劣るため、車自体の重量を軽くする必要がある。車のボディは重量があるため、FRP を用いたボディの開発が進んでいる。																			
3.	検討すべき事項																			
①	安全性																			
	安全性を高める際には、事故による変形を考慮しなければならぬ。より安全に変形するように形状には十分に留意する必要がある。また、素材の種類にも留意する必要がある。																			
②	環境問題																			
	FRP は製造段階で型を用いる。その型を無駄がないように製作する必要がある。また、その製作段階において電気などエネルギーが必要になる。エネルギーの使用をなるべく抑えた製造をしなければならぬ。																			





○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。)

合	で	き	る	よ	う	に	締	結	位	置	を	検	討	す	る	。	特	に	炭	素	繊	維	は
引	張	り	に	は	強	い	が	、	せん	断	に	は	弱	い	た	め	注	意	が	必	要	と	な
る	。																						
②	製	作	性	の	確	認																	
CFRP	は	繊	維	を	積	層	し	て	樹	脂	で	固	め	て	成	型	す	る	。	使			
用	す	る	樹	脂	は	エ	ポ	キ	シ	な	ど	の	熱	硬	化	性	樹	脂	を	用	い	る	こ
と	が	多	い	た	め	加	熱	炉	が	必	要	と	な	る	。	加	熱	炉	の	大	き	さ	も
考	慮	し	て	部	品	の	サイ	ズ	、	分	割	位	置	を	検	討	す	る	必	要	が	あ	る
る	。																						
③	接	合	方	法	の	検	討																
金	属	と	FRP	の	接	合	に	は	ボ	ルト	や	リ	ベ	ット	止	め	が	用	い				
ら	れ	る	こ	と	が	多	い	が	、	ロ	ボ	ット	ア	ーム	に	用	い	る	場	合	、		
軽	量	化	の	意	味	か	ら	も	接	着	に	よ	る	接	合	を	用	い	る	こ	と	も	考
え	ら	れ	る	。																			
4	．	業	務	を	進	め	る	上	で	留	意	す	べ	き	事	項							
①	検	査	方	法	の	確	立																
接	着	強	度	自	体	は	接	着	時	の	表	面	状	態	な	ど	種	々	条	件	に	よ	っ
て	強	度	が	変	わ	る	。	ま	た	接	着	面	が	き	ち	ん	と	確	保	で	き	て	
い	る	か	な	ど	の	検	査	が	必	要	と	な	る	。	X	線	を	用	い	た	非	破	壊
検	査	な	ど	を	用	い	た	検	査	手	法	を	確	立	し	て	お	く	必	要	が	あ	る
。																							
②	要	素	試	験	の	実	施																
部	分	的	に	要	素	試	作	を	行	い	接	合	部	の	破	壊	試	験	を	行	っ	て	、
設	計	上	の	性	能	が	確	保	で	き	て	い	る	か	の	確	認	を	行	う	こ	と	で
接	着	の	信	頼	性	を	確	保	す	る	必	要	が	あ	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 「失敗学」では，起こってしまった失敗に対し，物理的・人為的な直接原因と，背景・環境・組織を含む根本原因を究明する。それらの原因分析から教訓を得て，同じような失敗を繰り返さないように対策を講じる。また，得られた知識を社内の他部門や公共に対して公開することで水平展開をはかる。すなわち，①原因究明，②失敗防止，③知識配布が「失敗学」の核となる。既存製品に不具合が発生し，あなたが原因究明と再発防止の責任者であるとして，次の設問に答えよ。

- (1) 強度不足など製品不具合の直接原因の例を1つ挙げ，それに至る根本原因として考えられるものを多面的に述べよ。
- (2) (1) で述べた根本原因のうち，あなたが重要と考えるものを1つ挙げ，再発防止をはかるための提案を示せ。
- (3) (2) の提案だけでは，防止しきれないリスクあるいは限界について説明せよ。

Ⅲ-2 近年，人工知能（AI:Artificial Intelligence）を活用したサービスが実用化されたというニュースや，人工知能が将棋や囲碁の棋士を破ったというニュースが報道されるようになった。このように人工知能が実用化レベルに達してきた要因として，インターネット等により膨大なデータの収集が容易にできるようになったことや，機械学習と呼ばれる人工知能の技術を用いることにより，収集したデータからコンピュータ自体が学習し，正確な判断が可能となってきたことが挙げられる。例えば，汎用AIと呼ばれるシステムが開発され，目標や入出力データを与えるだけで使えるようになっている。

今後，人工知能は「ものづくり分野」や我々の生活を支える多くの製品に応用されていくことが予想される。しかし，そのためには人工知能の研究開発に加え，人工知能が正しい判断を行えるようにするための周辺技術の向上なども必要であると考えられる。

あなたが機械設計において人工知能を活用する立場であるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 現段階において，人工知能を活用することが有効と考えられる機械設計プロセスを1つ挙げ，そこで重要となる技術的課題を述べよ。
- (2) (1) で挙げた技術的課題を解決するための方策を述べよ。
- (3) (2) の方策に潜むリスクについて述べよ。

平成 28 年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ- 1

技術部門	機械 部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	飲料製造設備の装置設計

※
---

○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 . はじめに

近年の団塊世代の大量退職に伴い、熟練者から若手技術者に十分に技術伝承が行われておらず、不具合を発生する場合が多発している。そこで「失敗学」などの手法を用いて不具合の原因究明を行い、再発防止を図り、知識を共有することは重要である。

次に私の専門である飲料製造設備の不具合について事例を述べる。

2 . 不具合事例

炭酸飲料は、味覚に関わるガスポリュームと呼ばれる数値を管理する。ガスポリュームとは、一定容積の飲料中に炭酸ガスが占める容積割合を示す。

今回の事例は、当社で設計・製作した充填装置によってペットボトルに充填した炭酸飲料のガスポリューム値が、実際は適性値であったのに小さいと勘違いしてしまい、原因調査に時間がかかり、客先の製造を遅らせてしまったという不具合である。

本不具合の直接原因は、実務担当がガスポリューム値の測定方法を理解しておらず、当社の充填装置によってガスポリューム値を低下させていると勘違いしてしまったことである。

3 . 根本原因

本不具合に至った根本原因を4M（人・機械・メディア・マネジメント）分析すると以下の通りである。

1 ) 人 ( m a n )



平成 28 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。)

a )	関	係	者	の	中	に	ガ	ス	ボ	リ	ュ	ー	ム	値	の	測	定	を	経	験	し	た		
者	が	い	な	か	っ	た	。																	
2 )	機	械	(	m	a	c	h	i	n	e	)													
a )	充	填	す	る	装	置	が	新	型	で	,	担	当	者	が	充	填	装	置	に	起	因		
し	て	い	る	と	思	い	こ	ん	で	し	ま	っ	た	。										
b )	製	品	液	が	泡	立	ち	の	激	し	い	新	液	種	で	あ	っ	た	が	,	こ	れ		
ま	で	と	同	じ	測	定	で	よ	い	と	思	い	こ	ん	で	し	ま	っ	た	。				
3 )	メ	デ	ィ	ア																				
a )	ガ	ス	ボ	リ	ュ	ー	ム	の	変	動	が	な	い	こ	と	は	,	当	社	の	充	填		
装	置	の	性	能	を	示	す	も	の	で	あ	っ	た	が	,	客	先	の	製	品	規	格	で	
あ	る	た	め	,	客	先	が	管	理	・	測	定	す	る	も	の	と	し	て	し	ま	い	,	
検	証	項	目	に	上	げ	ら	れ	て	い	な	か	っ	た	。									
4 )	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	(	m	a	n	a	g	e	m	e	n	t	)						
a )	不	具	合	発	生	時	,	即	座	に	知	見	者	を	交	え	た	協	議	が	な	さ		
れ	な	か	っ	た	。																			
4 .	重	要	と	考	え	る	根	本	原	因														
3	項	3	)	a	)	に	示	し	た	,	ガ	ス	ボ	リ	ュ	ー	ム	値	の	変	動	が		
充	填	装	置	の	性	能	を	示	す	も	の	で	あ	る	に	も	関	わ	ら	ず	客	先	任	
せ	に	し	て	し	ま	っ	た	こ	と	を	最	重	要	と	考	え	る	。						
当	社	で	ガ	ス	ボ	リ	ュ	ー	ム	値	を	測	定	す	る	こ	と	に	な	っ	て	い		
れ	ば	,	経	験	の	な	い	担	当	者	で	あ	っ	て	も	ガ	ス	ボ	リ	ュ	ー	ム	の	
測	定	方	法	を	勉	強	し	て	い	る	の	で	,	不	具	合	要	因	を	幅	広	く	考	
え	,	装	置	の	不	具	合	だ	と	思	い	込	む	こ	と	は	な	か	っ	た	は	ず	で	
あ	る	。	つ	ま	り	,	3	項	3	)	a	)	が	,	今	回	の	不	具	合	の	根	本	
で	あ	る	と	考	え	る	。																	



平成 28 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。)

<u>5 . 再 発 防 止 策</u>																								
以下に再発防止策を示す。																								
1 ) 不具合が発生するごとに追加できる一覧表 (不具合詳細) を作成し, 今回の不具合内容・対策を追加する。また必ず発生した不具合は, 一覧表に加える。																								
2 ) 一覧表は社内ネットワークなどを用いて誰もが見える環境を構築し, 設計開始時や不具合発生時には必ずみる規則とする。																								
<u>6 . 防 止 し き れ な い リ ス ク</u>																								
5項のような再発防止策を行ったとしても, 暫くすると不具合は忘れられ, 資料も風化してしまうことが多い。このことを防止するには, 文書だけに頼るのではなく, 常日頃から社内のコミュニケーションをよくし, 生の言葉で若手技術者に情報が伝わるようにすることが重要であると考ええる。																								
<u>7 . お わ り に</u>																								
再発を防止することは, 不要なコストの発生を抑えるだけでなく, 資源の無駄使いも防止でき, 非常に重要である。不具合を発生させないことはもとより, 発生してしまったときは「失敗学」を積極的に取り入れ, 不具合防止に努め, 無駄を排除していきたい。																								
																								以上

## 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	1 枚目      3 枚中	専門とする事項	設計工学	

○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。

自	動	車	ガ	ソ	リ	ン	エ	ン	ジ	ン	は	、	数	多	く	の	部	品	で	構	成	さ	れ	
て	い	る	。	そ	の	部	品	の	中	で	の	不	具	合	の	直	接	原	因	お	よ	び	そ	
れ	に	至	る	根	本	原	因	を	以	下	に	述	べ	る	。									
<u>1. 不具合の直接原因とそれに至る根本原因について</u>																								
<u>1. 1 不具合の直接原因について</u>																								
エ	ン	ジ	ン	構	成	部	品	の	中	で	排	気	部	品	に	使	用	さ	れ	て	い	る	エ	
キ	ゾ	ー	ス	ト	マ	ニ	ホ	ー	ル	ド	(	エ	キ	マ	ニ	)	は	、	エ	キ	マ	ニ	ブ	ラ
ケ	ツ	ト	に	よ	り	支	持	さ	れ	て	い	る	。	し	か	し	、	エ	キ	マ	ニ	の	重	
量	に	耐	え	る	こ	と	が	で	き	ず	エ	キ	マ	ニ	ブ	ラ	ケ	ツ	ト	が	破	損	す	
る	不	具	合	が	生	じ	た	。	こ	の	直	接	原	因	と	し	て	、	エ	ン	ジ	ン	開	
発	中	に	エ	キ	マ	ニ	単	体	部	品	の	重	量	が	変	更	し	て	い	た	こ	と	が	
直	接	の	原	因	で	あ	っ	た	。															
<u>1. 2 根本原因について</u>																								
こ	の	エ	キ	マ	ニ	ブ	ラ	ケ	ツ	ト	破	損	の	根	本	原	因	と	し	て	考	え	ら	
れ	る	こ	と	を	以	下	に	示	す	。														
<u>1. 2. 1 FMEA を実施していない</u>																								
設	計	段	階	で	は	、	事	前	に	故	障	と	な	り	う	る	事	象	を	予	測	し	そ	
の	対	象	を	設	計	に	織	り	込	む	こ	と	に	よ	り	故	障	を	未	然	に	防	ぐ	
こ	と	が	重	要	で	あ	る	。	具	体	的	に	は	、	故	障	モ	ー	ド	の	発	生	頻	
度	、	影	響	度	、	検	出	度	か	ら	危	険	優	先	数	を	算	出	す	る	こ	と	で	
対	策	の	優	先	付	け	を	行	う	こ	と	が	で	き	る	。	こ	の	F	M	A	E	を	実
施	し	て	い	れ	ば	、	エ	キ	マ	ニ	ブ	ラ	ケ	ツ	ト	の	破	損	を	防	止	す	る	
こ	と	が	で	き	た	と	考	え	る	。														
<u>1. 2. 2 DR を実施していない</u>																								
D	R	は	、	設	計	の	各	段	階	に	お	い	て	、	設	計	部	門	お	よ	び	関	係	

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械	部門
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	機械設計	科目
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項	設計工学	

○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。

者	の	責	任	者	が	出	席	し	て	設	計	を	審	査	す	る	活	動	で	あ	る	。	D	R	
を	実	施	し	て	い	れ	ば	、	エ	キ	マ	ニ	の	設	計	変	更	を	共	有	化	す	る		
こ	と	が	で	き	た	の	で	エ	キ	マ	ニ	ブ	ラ	ケ	ツ	ト	の	破	損	を	防	止	で		
き	た	と	考	え	る	。																			
1.	2.	3	情	報	の	共	有	化	が	で	き	て	い	な	い										
情	報	が	各	部	門	に	分	散	し	、	極	端	な	場	合	は	個	人	が	管	理	し	て		
い	る	可	能	性	が	あ	る	。	こ	の	た	め	、	日	々	の	最	新	情	報	を	共	有		
化	で	き	て	い	な	い	こ	と	が	多	く	な	り	、	設	計	変	更	な	ど	の	情	報		
を	知	ら	な	い	状	態	で	開	発	を	進	め	て	し	ま	う	可	能	性	が	高	く	な		
る	。	こ	の	こ	と	が	、	不	具	合	発	生	の	要	因	に	つ	な	が	る	。				
2.	1	重	要	と	考	え	る	根	本	原	因	と	再	発	防	止	の	提	案						
2.	1.	1	重	要	と	考	え	る	根	本	原	因													
製	品	の	開	発	に	は	数	多	く	の	部	門	お	よ	び	関	係	者	が	携	わ	っ	て		
い	る	。	開	発	段	階	で	は	、	日	々	設	計	変	更	が	行	わ	れ	る	た	め	各		
部	門	の	コ	ミ	ュ	ニ	ケ	ー	シ	ョ	ン	が	重	要	で	あ	る	。	こ	の	た	め	、		
情	報	の	共	有	化	が	で	き	て	い	な	い	こ	と	が	重	要	な	根	本	原	因	と		
考	え	る	。																						
2.	1.	2	再	発	防	止	の	提	案																
日	々	の	設	計	変	更	情	報	を	共	有	化	す	る	た	め	に	は	、	P	D	M	を	活	
用	す	る	こ	と	が	有	効	で	あ	り	、	再	発	防	止	に	つ	な	が	る	と	考	え		
る	。	こ	の	P	D	M	は	、	製	品	の	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	全	体	を	通	し	て	、
製	品	関	連	情	報	を	一	元	管	理	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	以	下	に	特		
徴	を	示	す	。																					
1)	製	品	デ	ー	タ	の	管	理	権	限	は	、	あ	る	関	係	者	の	み	に	ア	ク	セ		
セ	ス	で	き	る	よ	う	に	制	限	す	る	こ	と	が	で	き	る	た	め	ミ	ス	を	抑		

●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。)

呑みにするのではなく、分析結果に至った過程を理解する知識を身に着ける事である。なぜなら問題発言で即座に利用停止となったMicrosoftのAI「Tay」のようAIは完璧ではないからである。

さらに、インターネットが一般化し、PDM化されだCADデータなどをクラウドで簡単に情報にアクセス出来るたり、専用端末でなくとも簡易のCAE解析が出来るほど、IT化・デジタル化は急速に発展している。

このような背景を考えると、機械設計者のAI技術の対応が技術課題となる。

**(2) 技術課題を解決する為の方策**

AIの導き出した分析結果を鵜呑みにしない事やIoTを始めとしたIndustry 4.0に対応した機械設計技術者となるには、デジタル人材となる事が不可欠である。

しかし、一般的に機械技術者にとってITや通信技術など業務で携わらない知識の修得には二の足を踏んでしまう。

私の業務の一つに「メカトロニクス人材」の若手技術者育成を行っている。機械的要素と電気制御やロボット制御などが主な内容である。機械設計者は普段業務でやっていないエレクトロニクス部分に抵抗をもっており、取っ掛かりにくい分野である。

私は、このような若手機械設計者に対し座学で理論を教育した後、研修用のミニ設備を使い難易度を段階的に上げていく課題を与え実際に体験しながら学習で











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。)

	現	在	、	機	械	部	品	の	図	面	の	多	く	は	3	D	－	C	A	D	で	描	か
れ	て	い	る	の	で	、	人	工	知	能	に	取	り	込	み	易	い	と	思	わ	れ	る	。
設	計	デ	ー	タ	を	集	め	て	デ	ー	タ	ベ	ー	ス	化	し	、	人	工	知	能	に	学
習	さ	せ	る	。																			
4	、	上	記	の	方	策	に	潜	む	リ	ス	ク	に	つ	い	て							
①	設	計	結	果	を	見	落	と	す	リ	ス	ク											
	人	工	知	能	が	出	し	て	き	た	複	数	の	似	か	よ	っ	た	設	計	案	を	最
後	は	人	間	が	確	認	す	る	必	要	が	あ	る	が	、	短	時	間	で	多	数	の	設
計	案	が	で	き	る	場	合	は	、	チ	ェ	ツ	ク	が	間	に	合	わ	ず	、	結	果	を
信	用	し	す	ぎ	て	誤	り	を	見	落	と	す	可	能	性	が	あ	る	。				
②	(	結	果	の	検	討	か	何	か	書	い	た	の	で	す	が	忘	れ	ま	し	た	)	
③	情	報	漏	え	い	な	ど	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	リ	ス	ク						
現	在	は	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	が	高	速	化	し	て	お	り	、	デ	ー	タ	量	が	大
き	く	て	も	短	時	間	で	流	出	し	て	し	ま	う	リ	ス	ク	が	あ	る	。	コ	ン
ピ	ュ	ー	タ	ウ	ィ	ル	ス	や	意	図	的	な	デ	ー	タ	持	ち	出	し	な	ど	に	対
策	が	必	要	と	な	る	。																
④	技	術	の	伝	承	が	行	わ	れ	な	い	リ	ス	ク									
	人	工	知	能	が	修	正	設	計	な	ど	を	行	う	た	め	、	新	人	の	教	育	機
会	が	失	わ	れ	る	た	め	、	技	術	の	伝	承	が	行	わ	れ	ず	、	設	計	技	術
が	失	わ	れ	る	可	能	性	が	あ	る	。												
5	、	お	わ	り	に																		
現	在	の	人	工	知	能	は	、	様	々	な	応	用	が	可	能	な	汎	用	人	工	知	能
と	い	え	る	状	況	で	は	な	く	、	将	棋	や	囲	碁	の	た	め	の	専	用	人	工
知	能	で	あ	る	。	過	度	に	期	待	せ	ず	、	能	力	に	応	じ	た	活	用	法	を
考	え	る	必	要	が	あ	る	。															以
																							上



平成28年度 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
選択科目	機械設計
専門とする事項	駆動システム設計

※
---

○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。）

【人工知能活用が有効とされる機械設計プロセス】
人工知能（AI）が有効とされる機械プロセスとして
人間が非常に心地よいと感じるクリック感を持つスイ
ッチの設計を挙げる。
人間の感性は非常に複雑でクリック時の荷重や変位だ
けでなく、音や触感や周囲環境などにも非常に影響を
受ける。どう設計すればよいのかは未だ確立されてい
ない。なぜならばスイッチ側の力学特性が人間にイン
プットされた後に脳内でどういう処理がされたかがブ
ラックボックスになっており、なぜ人間が心地よいと
感じるかが不明だからである。
現在は統計的手法をベースにした感性工学や品質工学
の手法を用いて力学的パラメータと人間の感性を結び
つける手法はあるが、入力パラメータや出力結果が技
術者の選択に依存しているため限界がある。
AIは大量のデータから特徴量を抽出することを得意
とするため、従来の手法に比べてはるかに精度の高い
感性パラメータを導き出せる可能性がある。
【重要技術的課題】
重要な技術的課題はAIに入力するデータをどう選定
するかである。
入力すべきデータは人間にインプットされるスイッチ
の力学特性と、人間がスイッチ操作を脳内で処理し、
どう感じたかのアウトプットである。
これらのインプットとアウトプットの情報をできる限

●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

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。）

り	膨	大	に	集	め	、	A	I	に	入	力	す	る	こ	と	が	本	設	計	プ	ロ	セ	ス
の	要	と	な	る	。																		
【	技	術	的	課	題	を	解	決	す	る	方	策	】										
人	間	に	対	し	イ	ン	プ	ツ	ト	す	る	ス	イ	ツ	チ	の	力	学	情	報	は	比	較
的	用	意	に	集	め	る	こ	と	が	で	き	る	。										
ス	イ	ツ	チ	操	作	時	の	力	と	荷	重	は	荷	重	試	験	機	で	測	定	可	能	で
あ	る	。	ま	た	操	作	時	の	音	は	人	間	の	感	性	に	大	き	く	影	響	を	与
え	る	こ	と	が	わ	か	っ	て	い	る	の	で	こ	れ	も	音	の	波	形	を	マ	イ	ク
で	測	定	し	て	収	集	可	能	で	あ	る	。											
よ	り	難	し	い	の	は	人	間	が	感	じ	た	結	果	を	A	I	に	入	力	す	る	方
法	で	あ	る	。																			
ひ	と	つ	は	現	在	で	も	使	わ	れ	て	い	る	、	S	D	法	と	い	う	手	法	に
よ	っ	て	被	験	者	が	ど	う	感	じ	た	か	を	複	数	の	ワ	ー	ド	で	数	字	化
す	る	方	法	で	あ	る	。	例	え	ば	「	心	地	よ	く	感	じ	た	」	と	い	う	質
問	に	1	か	ら	5	ま	で	の	点	数	で	回	答	を	し	て	い	た	だ	く			
S	D	法	の	メ	リ	ツ	ト	は	計	測	設	備	な	ど	を	必	要	と	せ	ず	、	気	軽
に	測	定	で	き	る	こ	と	、	そ	れ	に	よ	り	被	験	者	数	を	集	め	や	す	い
と	い	う	こ	と	で	あ	る	。	イ	ン	タ	ー	ネ	ッ	ト	を	活	用	し	て	実	験	者
が	被	験	者	の	前	に	い	な	く	と	も	デ	ー	タ	収	集	が	可	能	で	あ	る	。
も	う	ひ	と	つ	の	方	法	は	被	験	者	の	生	体	情	報	を	計	測	す	る	こ	と
で	あ	る	。																				
近	年	で	は	人	間	の	内	部	の	情	報	を	計	測	し	て	工	学	的	に	活	用	す
る	こ	と	が	盛	ん	に	な	っ	て	き	て	い	る	。									
具	体	的	な	測	定	項	目	例	と	し	て	、	脳	波	や	脳	活	動	、	筋	電	位	な
ど	が	あ	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。)

脳	波	は	比	較	的	安	価	か	つ	小	型	の	装	置	で	測	定	可	能	に	な	っ	て
お	り	、	人	間	の	緊	張	具	合	な	ど	を	評	価	す	る	手	法	の	ひ	と	つ	と
し	て	既	に	活	用	さ	れ	て	い	る	。	筋	電	位	は	古	く	か	ら	筋	肉	の	活
動	量	を	表	す	指	標	と	し	て	ス	ポ	ー	ツ	科	学	な	ど	で	使	わ	れ	て	お
り	、	こ	れ	も	ス	イ	ッ	チ	操	作	時	の	緊	張	な	ど	を	出	力	す	る	結	果
と	し	て	有	用	な	可	能	性	が	あ	る	。	薬	物	と	M	R	I	を	組	み	合	わ
せ	て	脳	内	の	ど	の	部	分	が	活	発	に	活	動	し	て	い	る	か	を	調	べ	る
f	M	R	I	と	い	う	手	法	も	有	用	で	あ	る	が	、	装	置	が	大	が	か	り
な	こ	と	と	被	験	者	へ	の	侵	襲	性	の	面	が	難	点	で	あ	る	。			
【	上	記	方	策	に	潜	む	リ	ス	ク	】												
S	D	法	の	リ	ス	ク	は	、	被	験	者	が	各	ワ	ー	ド	に	対	し	て	正	確	に
回	答	し	き	れ	な	い	点	で	あ	る	。	気	分	や	体	調	で	も	変	わ	り		
、	回	答	の	再	現	性	は	低	い	。	同	人	物	に	よ	る	、	複	数	ス	イ	ッ	チ
の	搜	査	結	果	を	順	位	付	け	し	て	相	対	評	価	す	る	こ	と	で	、	再	現
性	の	低	さ	を	フ	ォ	ロ	ー	す	る	こ	と	が	望	ま	し	い	。					
生	体	計	測	の	結	果	を	用	い	る	方	法	の	リ	ス	ク	は	、	非	常	に	ノ	イ
ズ	が	大	き	い	事	で	あ	る	。	脳	波	や	筋	電	位	と	い	っ	た	も	の	は	測
定	事	態	が	ノ	イ	ズ	を	大	き	く	含	む	も	の	で	あ	り	、	は	っ	き	り	と
差	異	が	な	い	と	ス	イ	ッ	チ	の	操	作	感	に	よ	る	反	応	か	通	常	の	脳
活	動	か	判	定	で	き	な	い	可	能	性	が	あ	る	。	入	力	方	法	に	よ	っ	て
は	、	A	I	が	ノ	イ	ズ	に	よ	る	誤	っ	た	結	果	を	特	徴	量	と	し	て	と
ら	え	て	し	ま	う	可	能	性	が	あ	る	。	こ	ち	ら	も	波	形	の	絶	対	値	を
用	い	る	の	で	は	な	く	、	同	人	物	に	よ	る	複	数	ス	イ	ッ	チ	を	操	作
し	た	結	果	の	相	対	比	較	に	よ	っ	て	ノ	イ	ズ	の	入	る	余	地	を	減	ら
す	こ	と	が	有	用	で	あ	る	。														以

















# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-2 材料力学～

平成28年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-2 材料力学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 工業製品では残留応力が無視できない場合がある。残留応力が発生する事例を3つ挙げ、そのうち1つの事例について発生原因，測定法，制御方法と対策をそれぞれ述べよ。

Ⅱ-1-2 ボルトや溶接などに代表される締結部について，材料強度上注意すべき事項を3つ挙げ，そのうち1つの事項について信頼性を確保するために必要な方法を述べよ。

Ⅱ-1-3 応力集中についてその概要を説明し，機械・構造物の強度におよぼす影響と設計・製造上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 熱応力が発生する原因と影響因子を述べよ。また，熱応力について強度設計上，注意すべきことを述べよ。

## II-1-2

ボルトや溶接などに代表される締結部について、材料強度上注意すべき事項を3つ挙げそのうちの1つのことについて信頼性を確保するために必要な方法を述べよ。

### <はじめに>

締結部は同種部材や異種部材を接合する為多く用いられる。しかしながら、それゆえ注意を要する。具体的な例としては、溶接等による残留応力の影響、ボルトのゆるみ、形状急変による応力集中の影響などが挙げられる。

### <信頼性を確保するためにとる方策>

ここでは、ボルトのゆるみについて取り上げる。ボルトが緩むとフレッチング摩耗の発生、ボルトへの想定外の荷重発生など影響がある。フレッチング摩耗は、ボルトが緩んだ状態で繰り返し荷重が加わるとボルトと被締結物との間で高頻度の接触が発生しそれが摩耗してやがて疲労亀裂として進行するものである。また、ボルトは被締結物を遊離させないように締結するもので、基本的な強度設計として曲げなどの応力はボルトに発生させるのではなく被締結物と分担して受け持つことが望ましい。しかしながらボルトのゆるみが発生するとボルトに直接外力が発生することになる。これらを防止する為には、ゆるみ防止機構を持ったボルトを採用することも効果的ではあるが基本的には定期的なメンテナンスが重要となる。具体的には、ゆるみがわかるようにナットと被締結物にマークすることや定期的に打音確認すること、トルクチェックをすることなどが挙げられる。

以上

## II-1-3

応力集中についてその概要を説明し、機械・構造物の強度におよぼす影響と設計・製造上の留意点を述べよ

### <はじめに>

応力集中とは、形状の急変部、剛性の差異、内力の急変があると局部的に応力が集中する。これを応力集中という。応力集中は、疲労強度やぜい性破壊等の原因となるため強度という観点で重要な項目である。

#### ・ぜい性破壊への影響

切欠等での引張残留応力の発生、荷重負荷速度、遷移温度以下の低温温度の条件が重なると延性材料あってもぜい性破壊が発生する可能性がある。有名な事故に、リバティ一船の沈没事故がある。

#### ・疲労破壊への影響

切欠部は平滑部に対して平均応力が高くなるため、疲労強度が低下する。また、その影響は一般的に高強度材の方が大きいので使用する時に切欠等の応力集中があると静強度が高くても疲労強度は向上しないことも考えられる。

### <設計上の留意点>

形状面や材料の組み合わせ等を工夫して応力集中の発生を抑制する必要がある。また、万が一発生しても応力集中部が高応力部に発生しないように留意する必要がある。

### <製造上の留意点>

表面の粗さや R 部などの加工精度は、疲労強度を悪化させる因子と成り得る。具体的には、鍛造時や溶接のバリなどがあげられる。溶接部や鍛造のバリはきれいにグラインダ処理をするなどして表面の粗さを一定に保つ必要がある。表面の粗さや R 部の加工精度は、しっかりした設備により加工をすることはもちろんのこと実際に求められる形状や表面状態できれいに仕上がっていることを確認する検査工程も非常に大切である。

以上



Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（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 機械構造物の機能損失を防ぐために，供用期間中に定期的な検査を実施することが重要である。あなたが強度的な観点から検査業務を進めるとした場合，以下の問いに答えよ。

- (1) 損傷の種類を３つ挙げ，それぞれに対応した検査方法について述べよ。
- (2) (1) で挙げた検査方法のうち１つについて，強度的な観点から検査の間隔を決定する方法について述べよ。
- (3) 検査の結果，合格基準を満足しなかった場合にとり得る方法について述べよ。

Ⅱ－２－２ 工業製品の商品化には，適切な材料や物質を選択し，構成部品の製作と組み立てが必要である。工業製品の設計・製造・保守にあたり，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な工業製品を１つ挙げ，材料選択の要点を述べよ。
- (2) (1) の想定される使用法から破損・破壊する事例をいくつか挙げよ。
- (3) (2) の対策と効果について材料力学的観点から多面的に述べよ。

II-2-2 工業製品の商品化には、適切な材料や物質を選択し、構成部品の製作と組み立てが必要である。工業製品の設計・製造・保守にあたり、以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な製品を挙げ、材料選択の留意点を述べよ。
- (2) (1)の想定される使用法から破損・破壊する事例をいくつか挙げよ。
- (3) (2)の対策と効果について材料力学的観点から多面的に述べよ。

#### II-2-2-(1)

事例について、自動車の足回り部品であるサスペンションアームを挙げる。これらについては、自動車の足回りという特性上疲労強度や衝撃強度をはじめ、剛性、耐食性、軽量化、コストといった視点で材料選択をすることが必要である。

#### II-2-2-(2)

このサスペンションアームを使用するにあたり、繰り返し荷重における疲労破壊、自動車の衝突や縁石乗り上げ時の大変形及び破断、腐食に伴う腐食疲労などが考えられる。

#### II-2-2-(3)

##### <疲労破壊への対策>

疲労破壊から破損、破断を防ぐ方法は、発生外力の把握、発生応力の把握、材料の疲労特性の観点から考えることが大切である。まず外力の把握については、実車試験等における確認が必要である。発生応力は、外力を元にした解析や台上試験での検討及び確認が必要である。最後に材料であるが、疲労強度の確認が必要であるが、切欠に対する影響や表面粗さ、温度による影響、腐食を考慮した疲労強度の算出が必要である。これらを、組み合わせて耐久限度線図や累積故障損傷則の観点から評価し十分な安全率を検討する必要がある。また、万が一事故が起きた場合、被害を最小限にする工夫も必要である。具体的には、最弱部を規定するなど亀裂が発生する場所を規定する必要がある。サスペンションアームの場合は、タイヤ側の部分を最弱とするとタイヤ離脱が発生し危険となる。車両側 2 点、タイヤ側 1 点の三点指示構造なので、車両側に最弱部を持っていくことによりタイヤの離脱ということは防げる。

##### <自動車衝突時等の大変形及び破断への対策>

自動車の衝突等衝撃に対して破断、破損を防ぐ為には製品として第一に吸収エネルギーを高める工夫が必要である。具体的には、材料面、形状面での工夫が必要である。材料面では、吸収エネルギーに優れた材料の選択が必要である。ぜい性材料などは、吸収エネルギーが低く適切ではない。また、形状面では荷重を一部の部位に集中させてしまうとその部分から早期に破壊されてしまうので荷重吸収という観点でふさわしくない。滑らかな形状にするなど全体で荷重を受け持つ形状が必要である。

##### <効果>

これらに対する効果としては、第一に製品サイクルにおいて安全な運用が可能となる。サスペンションアームは、自動車の足回り部品であり破壊や破損が起きるとすぐに大事故

へとつながる重要保安部品である。その為、設計や実機での評価を担保することはもちろんのこと万が一発生してしまった場合でも危険側にならないように配慮することも大切である。よって、今回の対策をすればタイヤが離脱するというような大事故は防ぐことが可能であると考ええる。

以上

1-2 材料力学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（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 グローバル市場の拡大に伴い，製造業においても国際分業や地産地消体制への対応が進み，国境を越えた生産活動が盛んに行われている。開発，設計，製造の工程の一部若しくはそのすべてが，それぞれ異なる国や地域で行われる場合も少なくない。このような生産体制では，1つの地域で発生した品質の問題が，グローバルに拡大し，社会に大きな影響を及ぼす場合も考えられる。このような状況を考慮し，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な機械を想定し，グローバルな生産体制における品質を確保していく上での課題を，材料力学的な視点で多面的に述べよ。
- (2) (1) で述べた課題のうち，重要と考えるものを1つ選び，それを解決するための具体的な技術的提案を述べよ。
- (3) (2) の提案の効果及び想定されるリスクについて述べよ。

Ⅲ-2 失敗学とは，起こってしまった失敗に対し，物理的・個人的な直接原因と背景的・組織的な根幹原因を究明する学問のことをいう。具体的には，客観的に失敗を分析し理解した上で，同じ誤りを繰り返さないようにするにはどうすれば良いかを考えることである。あなたが製品開発における強度設計の責任者であったとして，次の設問に答えよ。

- (1) 製品開発における失敗経験をもとに再発防止のためにとるべき対策について，多面的に述べよ。
- (2) (1) で述べた対策のうち，製品を設定してあなたが最も重要と考えるものを1つ選び，製品開発における実務に生かすために有効な技術的提案を示せ。
- (3) (2) の提案により生じ得る技術上と経営上のリスクについて説明し，その対処方法を述べよ。

### 選択科目Ⅲ－２

失敗学とは、起こってしまった失敗に対し、物理的・個人的な直接原因と背景的・組織的な根幹原因を究明する学問のことをいう。具体的には、客観的に失敗を分析し理解した上で、同じ誤りを繰り返さないようにするにはどうすれば良いかを考えることである。

- (1) 製品開発における失敗経験をもとに再発防止のためにとるべき対策について、多面的に述べよ。
- (2) (1)で述べた対策のうち、製品を設定してあなたが最も重要と考えるものを１つ選び、製品開発における実務に生かすために有効な技術的提案を示せ。
- (3) (2)の提案により生じ得る技術上と経営上のリスクについて説明し、その対処法を述べよ。

#### Ⅲ-2-(1)

現代まで、人類はさまざまな失敗を経験しそれを克服することで科学技術が進化してきた。そのため、その先人の貴重な失敗経験を製品開発に生かすことは、技術の蓄積という観点、製品品質向上の観点から非常に重要である。私は、この発生した失敗を有効に生かし再発防止を図る為には、各人の失敗に対する知識の向上、失敗の検索のしやすさ、失敗の有効利用が重要であると考え。よって、その観点から以下三項目が失敗の有効活用（再発防止策）に必要であると考え。

1. 失敗に対する知識の共有化
2. 失敗のデータベース化
3. FMEAへの失敗の反映

1. の「失敗に対する知識の共有化」については、第一に失敗に対する原因追及の勉強会等が有効であると考え。各人が失敗に対する理解を深めその影響の大きさを理解することが目的である。2. の「失敗のデータベース化」は失敗を誰でも簡単に調査できるようにする必要があると考え。失敗に対して触れ合う機会がなければそもそも失敗を知る機会がない。3. の「FMEAへの失敗の反映」製品設計時の品質確認ツールであるFMEAへの反映をすることにより失敗を有効活用する仕組みが必要であると考えた。

#### Ⅲ-2-(2)

ここでは、トラック用のホイールについて言及をする。トラック用のホイールは、重要保安部品であり一度事故にあえば影響が大きく会社としての信用に大きく関わる。過去には、ホイールリム内水侵入による腐食疲労の発生や高応力部での応力集中による疲労破壊など様々な痛い不具合を経験してきた。様々なユーザに使用される自動車という性質上、市場の使われ方を正確に判断することは設計の段階では難しく市場での実力値をしっかりと調査して把握することは非常に大きな財産となる。そこでこれら失敗や不具合を設計時に有効に利用する為、過去失敗を把握し設計段階で利用できる枠組みが大切である。そのような観点から（1）で上げた項目の中ではFMEAへの失敗の反映が最も重要であると考え。FMEAは、会社の様々なノウハウ、材料力学等一般的な知識、そして失敗等

市場不具合を盛り込む。このFMEAは、様々な分野の有識者に参加してもらい質を高め  
ていく必要がある。技術的提案として、私はFMEAのデータベース化を提案する。FM  
EAの質は各人のスキルレベルに大きく依存している。スキルレベルが高い人ならばよい  
かもしれないが経験の浅い若手など検討漏れが生じる可能性がある。そこで、誰でも製品  
検討時に品質確認漏れを発生しないように前述したとおり質を高めたFMEAをデータベ  
ース化し有効活用することが必要である。またこのFMEAはどんな小さな設計変更等  
でもアウトプットとしても必ず必要のように義務化をすることが重要である。このような小  
さなことも大切にする姿勢が製品品質向上に有効である。

### III-2-(3)

#### <技術上のリスクと対処法について>

FMEAのデータベース化することにより若手など経験の浅い人の成長が阻害される可  
能性がある。FMEAの検討の幅は各人のスキルレベルである。本来ならば、じっくり悩  
んで過去文献や不具合リストを確認しながら検討していくことで技術レベルが向上される  
が誰でも扱えるようにデータベース化することによりこの経験が得られなくなるリスクが  
ある。そこで、私は、(急ぎの案件の時は別だが)若手など経験が浅い人には日ごろから自  
らの力でFMEAの作成をするように練習をするように指導する。そのことにより自ら考  
え幅広い知識の習得につながると考える。

#### <経営上のリスクと対処法>

設計において、前述のFMEAの実施を義務化すれば開発期間は余分に必要となる。会  
社は、開発において人件費や開発費など多額の投資をしている。そのため、経営上の観点  
から考えれば一刻も早く製品を世の中に送り出したいと考える。しかしながら、過去の失  
敗例を分析すると開発期間が十分にとれなかったが為に確認が漏れており不具合になった  
ケースも多々ある。一度、大きな失敗を犯すと社会からの信用は落ち結果として経営に大  
きなダメージをもたらすこととなる。そのことを十分に理解して、設計面及び経営面を合  
わせた幅広い視野での検討が必要となると考える。

以上

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-3 機械力学・制御～

1-3 機械力学・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2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 機械や構造の固有振動数や減衰などの振動特性を，実験により明らかにする方法の1つに実験モード解析法がある。

- (1) この実験モード解析法の概要とその原理を述べよ。
- (2) 打撃加振により実験する場合に留意すべき点とその対策について述べよ。

Ⅱ-1-2 定格回転数で運転される回転機械の振動に関する異常診断を考える。ただし，ここでは具体的な回転機械を1つ想定して解答せよ。

- (1) 発生する振動現象が異なる異常原因を2つ挙げ，それぞれに対して発生する現象と発生メカニズムの概要を述べよ。
- (2) (1) で挙げた異常原因のうちの1つに対し，発生する振動現象の特徴をとらえるために適切と思われる測定方法と分析方法を述べよ。

Ⅱ-1-3 比較的柔軟な架台に種々の回転数で運転されるモーターが設置されている。モーターを運転させると架台全体が振動するので，その振動を抑制するためにフィードバック制御系を設計することとした。

- (1) フィードバック制御系の基本的な考え方を述べよ。
- (2) この架台全体の振動を抑制する問題に対して，フィードバック制御系を適用する場合に留意すべき点を2点挙げて，それぞれについて述べよ。

Ⅱ-1-4 機械部品や構造物を構造解析するために利用される汎用の有限要素法ソフトウェアは強力なツールの1つである。

- (1) 有限要素解析法の概要とその原理を述べよ。
- (2) 実際に汎用のソフトウェアを使って構造解析する場合に留意すべき点とその対策について述べよ。



氏名		技術部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項	問題番号	H28後元 Ⅱ-1-1
受講番号		選択科目	機械力学 制御 科目	計測制御	枚数	(枚目/ 枚中)

○受講番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び枚数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

### (1) 実験モード解析法の概要と原理

機械、機械構造物の振動特性把握のための実験モード解析法について述べる。

①概要：測定対象物の測定に加速度センサを設置し、加振点に加振入力を加える。入力と測定点の振動加速度応答を記録する。得られたデータを用いて入力に対する周波数応答関数を計算することにより、ゲイン、位相を評価し、共振点、共振ピークの先鋭度等の振動伝達特性を得ることが出来る。

②原理：一般的に構造物は複数の固有振動数を有する。実験モード解析では、その固有振動モードを励振する必要がある。その加振入力として、周波数スペクトルが一樣なランダム波、またはインパルス入力を用いられる。加振入力と応答加速度を計測した後、相互相関関数と自己相関を計算することにより、伝達関数が求まる。

### (2) 打撃加振により実験する場合の留意点と対策

打撃加振法の留意点と対策を以下に3点述べる。

①2度叩きの防止：2度叩きの場合、一樣な加振入力スペクトルとならず、データの信頼性が低下するので、分析データから除外する。

②振動モードの考慮：振動の節と変位部位を加振しても、その振動モードの応答は得られないため、測定点を複数配置する。

③漏れ誤差の防止：インパルス波形の高周波へのエネルギーが漏れ誤差防止のため、入力に力窓を掛ける。以上

氏名	技術部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 計測・制御	問題番号	II-1-3
				受験番号	枚数
	選択科目	機械力学 制御 科目			

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び枚数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

(1) フィードバック制御系の基本的な考え方																								
フィードバック制御系とフィードワード制御系を比較し、基本的な考え方を述べる。																								
① フィードワード制御系：制御入力のみに基づいて、制御出力する。状態観測を必要としないため、簡易に構成することができ、速応性に優れる。一方、外乱に対し遅延性があり、目標応答への追従性に劣る。																								
② フィードバック制御系：制御対象の状態に基づいて、制御入力を補正する。状態観測を必要とするため、各種センサ、または状態推定器を構成する必要がある。外乱に対しロバストで、外乱抑圧性、目標追従性に優れる。一方、フィードワード系と異なり、速応性に劣る。																								
(2) フィードバック制御系を適用する場合の留意点																								
架台全体振動を抑制するための留意点を2点述べる。																								
① 状態観測器：架台全体の振動抑制を目的とし、加振入力となるモータの回転数も種々あることから、1点のみの加速度センサでは、振動モードを捉えきれない。従って、センサの複数設置、またはラグバを構成し、架台全体の振動を促してフィードバックする。																								
② 制御則：フィードバック制御のみを用いた場合、速応性に劣る問題がある。従って、フィードワード系と組み合わせる2自由度制御系とし、速応性と目標値追従性の両立を図る。ラグバのモデル化誤差が問題となる場合は、フィードバック制御系をH <sub>∞</sub> 制御とし、ロバスト安定化を図る。																								
																								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 ある工作機械を用いて機械部品の大量生産を行っている機械工場がある。ただ，実際の生産においては有害な振動発生により不良品が発生していることから，将来を見据えた根本的な改善のための検討チームが結成され，あなたはその検討チームのリーダーを任されることとなった。このような状況において，次の各問いに解答せよ。ただし，ここでは具体的な工作機械を１つ想定して解答せよ。

- (1) 有害な振動を低減するために検討すべき事柄を多面的な観点から述べよ。
- (2) 有害な振動発生事例を１つ挙げて，それを解決するための技術的提案を述べよ。
- (3) (2)で提案した技術的提案の効果，評価，問題点等について述べよ。

Ⅱ－２－２ あなたが所属している会社において，部品をある場所から別の場所へ移動させるためのフレキシブルロボットアームの設計を行うこととなり，あなたが設計の責任者となった。設計に対する要求事項は，軽量化，高速化，高精度化である。

- (1) 軽量化，高速化の設計要求を実現するため，フレキシブルロボットアームの構造設計及び機構設計を行う際に検討すべき項目をそれぞれ１点ずつ挙げて述べよ。
- (2) 高速化，高精度化の設計要求を実現するため，フレキシブルロボットアームの制御設計及び軌道設計を行う際に検討すべき項目をそれぞれ１点ずつ挙げて述べよ。
- (3) 構造設計，機構設計，制御設計，軌道設計の相互関係を考慮して実際に設計する場合，あなたが留意すべき点とその対処の仕方について述べよ。

氏名		技術部門	機械 科目	受験申込書に記入した専門とする事項	問題番号	H29年度 Ⅱ-2-1
受験番号		選択科目	機械工学 科目	計測・制御	页数	1 頁目 / 2 頁目

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び页数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

### (1) 振動低減のための検討事項

大量生産製品の不良品の発生、流出は、経済的損失のみならず、お客様の信用失墜に与りかねない。不良振動を2度と発生しないため、以下の検討を行う。異種の手工作機械として、切削回転機械を挙げよ。

①振動要因の調査：機械工場に於ける振動発生要因は大きく分けて2つあり、内的要因と外的要因である。内的要因については、機械の振動特性調査、外的要因については、隣接機の振動特性等を調査する。

②振動の解決：①の調査結果に基づき、発生要因に応じて、剛性向上による耐振対策、減衰付与による制振、固有他の臨界周波数による防振等の解決を行う。

③振動の未然防止：一度解決した有害振動を2度と起こさぬよう、機械の状態監視、異常振動の検出策とその対応を検討する。

### (2) 有害な振動低減のための技術的解決策

有害な振動の発生事例に対する技術的解決策を3点挙げよ。

①不釣り合い振動：回転軸と重心のずれを修正するための釣り合いを取す。次に動釣り合いを取り、振動低減する。

②びびり振動：びびり振動には、張力びびりと再生びびりがある。張力びびりの場合、機械内部の部品の振動による影響が厚さ方向のため、部品の厚み優先によるガタ等がある部品交換を行う。再生びびりの場合、



氏名		技術部門	機械 部門	受験申込書に記入した専門とする事項 計測・制御	問題番号	H28年度 Ⅴ-2-1
受験番号		選択科目	機械力学 制御		頁数	2頁中/2頁中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び枚数の欄は必ず記入すること。(24字×25行=600字)

前加工面の凹凸が加工時の切削力変動に影響を与え、  
ため、前工程の機械の振動不具合を対策する。

③強制振動：内的要因として、回転速度と危険速度の  
一致による共振の場合、回転速度を危険速度範囲外と  
する。共振が避けられない場合は、減振付きにする物  
振を行う。外的要因として、隣接機の振動影響を受け  
る場合は、機械基礎の防振、隣接機を離す等の工程づ  
り毎の改善を行う。

### (3) 技術的提案の効果・評価・留意点

本技術的解決策により、振動低減し、不良品の発生  
頻度が下がり、歩留まりが向上する。これにより製品の  
コスト削減にも繋がる効果が得られる。一方、対策  
色は効果が得られるが、持続的に効果を維持できな  
い問題がある。したがって以下の未然防止策を提案す  
る。

### IoTを用いた機械の状態監視、維持・管理

大規模な工場では、工場が並行して機械加工が  
行われるため、前工程の異常振動が、後工程の加工に  
与える影響が大きい。そこで、各機械の振動状態をセン  
トワークで集中監視すること、異常がある場合に  
運転を停止し、不良品の流出を防止することなどができ  
る。

機械と人との双方向通信を行うこと、機械の  
振動を即時監視し、異常に至る傾向をAI等を用いて判  
別すること、メンテナンスを促す等、振動異常を未  
然に防止する。

以上

1-3 機械力学・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 ガソリン・ディーゼルエンジンなどの内燃機関自動車の技術開発には長い歴史があり，すでに世の中に広く普及している意味から成熟した技術と考えることもできるが，今後まだ技術革新すべき点も多く取り残されている。一方，電気自動車は内燃機関自動車の本質的な問題を克服するために開発されてきており，蓄電池自体の開発が全体の技術開発の大きなキーにはなっているものの，蓄電池の開発だけですべての技術問題が解決されるわけではない。

このように，それぞれの自動車技術における現状の成熟度を考慮すると，今後のそれぞれの自動車開発における技術革新のあり方は大きく異なっていくものと想像できる。そこで，このような状況を踏まえて，以下の各問いに答えよ。

- (1) 内燃機関自動車と電気自動車の技術革新において，今後，重要と考えられる技術課題を，それぞれの自動車技術について多面的な観点から述べよ。
- (2) 今後の両自動車の技術革新において，共通的な技術課題を具体的に1つ挙げて，それぞれの技術革新の立場からそれらを解決するための技術的提案をそれぞれ述べよ。
- (3) (2) で述べたそれぞれの技術的提案を実施する場合，それぞれの自動車の技術革新における効果とリスクを述べよ。

Ⅲ－２ 近年、人工知能を活用した機械が実用化されたニュースや、人工知能が将棋や囲碁の棋士を破ったというニュースが報道されている。このように人工知能が、いくつかの分野では実用のレベルに達してきた要因としては、インターネット等により膨大なデータの収集が容易にできるようになったことや、機械学習と呼ばれる学習アルゴリズムによって、収集したデータからコンピュータ自身が学習し、状況に応じた的確な判断が可能になってきたことなどが挙げられる。今後、人工知能の技術は設計製造現場や我々の生活を支える多くの製品に応用されていくことが予想される。このような背景において、次の各問いに答えよ。

- (1) 今後、人工知能を導入することが有効であると考えられる設計製造現場又は製品（機械、装置、システムなど）を1つ挙げ、人工知能の技術を導入することによって生じると考えられる新しい課題について多面的に述べよ。
- (2) (1) の課題から技術的な課題を1つ選び、機械技術者としてそれを解決するための技術的提案を述べよ。
- (3) (2) の提案を実施する場合のリスクとその対策を述べよ。



氏名		試験科目	機械	部門	受験申込書に記載した専門とする事項 計測・制御	問題番号	H28 慣性 E-1
受験番号		選択科目	機械工学 制御	科目		時間	100/30分

○受験番号、問題番号、試験科目、選択科目、受験申込書に記載した専門とする事項及び枚数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

(1) 内燃機関自動車と電気自動車の重要課題

電気自動車(EV)の本格的な普及にともない、内燃機関自動車(ICE)との垣根は、下がってきた。しかし、取組むべき重要な課題も残されており、それぞれの自動車について、3つ挙げる。

a) 内燃機関自動車の課題

① 環境負荷低減

内燃機関自動車の排ガスには、 $NO_x$ 、 $SO_x$ 等の有害物質が含まれている。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、新興国では、10年以上前の旧車両が使われ続け、環境負荷低減が課題である。

② 高効率化・軽量化

従来から低燃費化の技術開発が行われてきたが、原油価格の高さにもよる、省エネルギー化の社会的背景から、さらなる高効率エンジン、シフトの軽量化が求められるであろう課題である。

③ 安全性と快適性の両立

近年の高齢化社会の背景から、誤操作や運転蓄積による誤認識を原因とした事故が後を絶たない問題があり、安全性と快適性の両立が課題である。

b) 電気自動車の課題

① 航続距離の延伸

都市部では、充電設備が整いつつあり、不自由を感じさせないインフラがある。一方、郊外では、都市部に比べ走行距離が長く、航続距離延伸が課題である。



氏名		技術部門	機械	部門	受験申込書に記入した専門とする事項 計測・制御	問題番号	H28 Ⅷ Ⅷ-1
受験番号		選択科目	機械力学 制御	科目		頁数	2頁中/ 3頁中

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項及び頁数の欄は必ず記入すること。(24字×25字=600字)

## ② 高効率化・軽量化

EVは、モータ駆動電流を直接駆動トルクに交換する  
ため、ICEに比べ高効率であり。しかし、エネルギー回  
収制御や駆動力制御など、制御ロジックが効率に影響  
を与えている。また、電流を含めたシマの軽量化も課題で  
ある。

## ③ 安全性と快適性の両立

本課題は、ICE、EVに依らず交通的課題である。

### (2) 交通的課題と技術的解決策

誤認識、誤操作による事故の防止、及び快適性を向  
上させるため、自動運転を導入した技術的解決策を3  
点提案する。

#### ① 認識技術の適用

LiDARやカメラを用いて、障害物や死角の認識を行  
い、人間の誤認識による判断ミスを防ぐ。人工知  
能を応用することで、歩行者や他車両を認識し、リス  
クレベルに応じて、警報または回避指令を行う。

#### ② 操作技術の適用

(2) ①の回避指令または、操作指令を受け取り、操  
船・制御動力を制御する。LiDARやカメラなどを搭載  
し、運転者の操作に依らず、リスクレベルが高まると、  
予め設定されたレベルが予測される際に自動で、安全な状態  
に戻すアクションを行う。

#### ③ IoTの適用

インターネットとの接続により、予め器面入力がある経



# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-4 動力エネルギー～

平成28年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-4 動力エネルギー【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2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 中間冷却ガスタービンサイクルで出力が増加する理由を説明し、中間冷却により燃料消費量はどのようになるかを説明せよ。

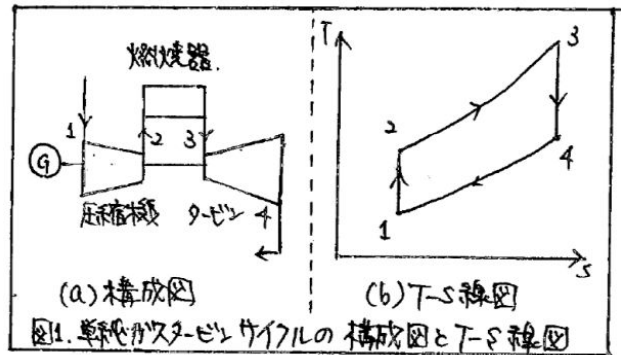
Ⅱ-1-2 蒸気タービンの基本となるランキンサイクルについて、T-S線図上に蒸気の飽和線と共に図示し、サイクルを構成する各プロセスの概要（プロセスが行われる機器、変化の種類、前後の状態等）を説明せよ。またサイクルの理論熱効率を表す式を示せ。

Ⅱ-1-3 我が国のエネルギー需給構造を考慮して、再生可能エネルギーを導入する意義について多面的に述べよ。

Ⅱ-1-4 比較的小型の発電設備で用いられる「パワーコンディショナー」の概要、適用される発電技術、必要とされる機能等を述べよ。

1. 単純ガスタービンサイクルについて

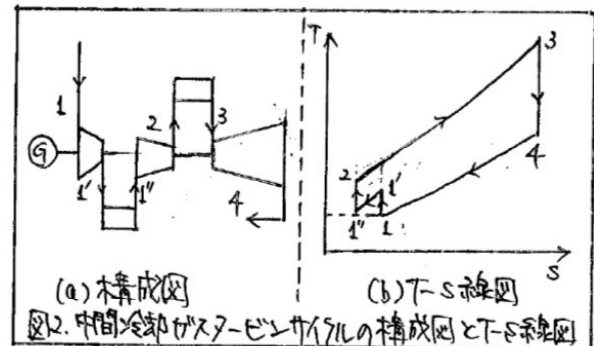
単純ガスタービンサイクルの構成図と T-S 図を図 1 に示す。圧縮機、燃焼器、タービンから構成される。圧縮機で空気を圧縮し、燃料と混合され燃焼器で燃焼



される。その後、燃焼ガスはタービンで回転エネルギーに変換される。圧縮機はタービンと直結しており、タービンの回転により駆動する。そのため、出力はタービン仕事から圧縮機仕事を差し引いた量となる。

2. 中間冷却ガスタービンサイクルについて

中間冷却ガスタービンサイクルの構成図と T-S 線図を図 2 に示す。単純ガスタービンサイクルに中間冷却器が追加された構成となっている。圧縮機中段の空気を冷却することにより等温変化に近付け、圧縮仕事を減少させる。上述の通り、タービン仕事が変わらずに、



圧縮仕事が増加することにより、出力を増加させることができる。

中間冷却ガスタービンサイクルは単純ガスタービンサイクルと比較して、同じ燃料量で出力が増加するため、燃料使用量を削減することができる。以上

## II-1-1

中間冷却ガスタービンのフロー図（図；略）および T-S 線図（図；略）を示した。出力が増加するのは、空気の冷却により燃焼器に入る空気の量が増え、圧縮比が上がるからである。また、空気量の増大に伴い、タービン入口温度を維持するために、燃料消費量は増えることになる。したがって、効率は低下するため、再熱サイクルや再生サイクルと組み合わせる方法が提案されている。

以上

平成28年度 技術士第二次試験 APEG semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-2

技術部門	機械部門
選択科目	動力エネルギー
専門とする事項	水車発電機

※
---

○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. T-S線図とサイクルのプロセス概要	
	1 → 2 : 給水ポンプで加圧して 節炭器で過熱する。 (断熱圧縮・等圧加熱)
	↑ 等積変化の間違い
	2 → 3 : ボイラーで飽和蒸気を作る。 (等温加熱)
	↑ 等温膨張変化
	3 → 4 : 過熱器で過熱蒸気を作る。 (等圧加熱)
	↑ 加熱膨張変化
図. T-S線図	
4 → 5 : 蒸気タービンで断熱膨張により回転力を作る。	
5 → 6 : 復水器で飽和蒸気を水に戻す。 (等温放熱)	
↑ 等温等圧凝結変化	
2. サイクルの理論効率を表す式	
面積 ABCDEFA	面積 OABCDEFGO - 面積 OAFGO
$\eta = \frac{\text{面積 ABCDEFA}}{\text{面積 OABCDEFGO}}$	$= \frac{\text{面積 OABCDEFGO} - \text{面積 OAFGO}}{\text{面積 OABCDEFGO}}$
	以上

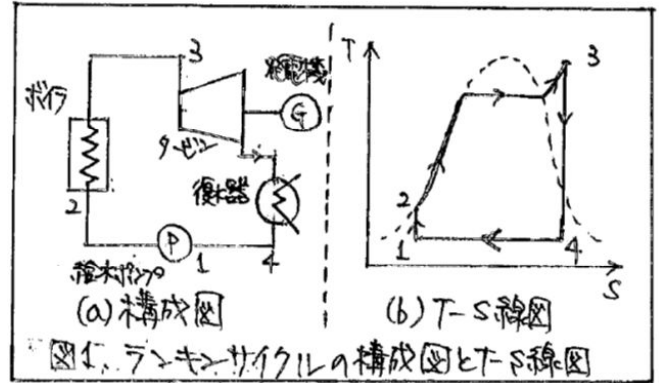
●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

1. ランキンサイクルについて

ランキンサイクルの構成図とT-S線図を図1に示す。給水ポンプ、ボイラ、タービン、復水器から構成されている。それぞれのプロセスについて下記に示す。



① 1 ⇒ 2 : 断熱圧縮

復水を給水ポンプで昇圧してボイラに送る。最新プラントではポンプ吐出圧力が30[MPa.g]程度である。

② 2 ⇒ 3 : 等圧加熱

ボイラに送られた給水は燃焼ガスにより加熱されて蒸発し、過熱器でさらに熱交換を行い過熱蒸気になる。最新プラントでは主蒸気温度が約620℃程度である。

③ 3 ⇒ 4 : 断熱膨張

過熱蒸気はタービンに流入し、運動エネルギーから回転エネルギーに変換され、湿り度を増して流出する。

④ 4 ⇒ 1 : 等圧凝縮

タービンから排出された蒸気は復水器で凝縮され水に戻る。

2. ランキンサイクルの理論熱効率について

各状態でのエンタルピをhで示すと、ランキンサイクルの理論熱効率は次式で表すことができる。

$$\text{理論熱効率} = \frac{(h_3 - h_4) - (h_2 - h_1)}{(h_3 - h_2)}$$

以上





## II-1-3

3 E+S の観点で述べる。

- ・S (安全性) : 再生可能エネルギーは原発のリスクである放射能や、火力発電所のリスクである爆発などの心配がない点で、安全なエネルギーであるといえる。
- ・E (経済合理性) : 現在の再生可能エネルギーのコストは、火力発電と比較し高いが、将来的に、化石燃料が枯渇してくるような状況になれば、コスト面で優位になる場合も考えられる。
- ・E (環境性) : CO<sub>2</sub> を排出しない点で環境に優しい。COP21 では日本は 2013 年比 26% の CO<sub>2</sub> 削減することを提案しており、CO<sub>2</sub> の削減は急務である。
- ・E (安定供給) : 基本的に国産のエネルギーのため、化石燃料のように世界情勢の影響を受けにくい。また、再生可能エネルギーの中でも、地熱、風力、海洋エネルギーは、比較的変動が少なく安定的に電力を供給できるエネルギー源として期待される。

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 近年，再生可能エネルギーによる発電も含めた熱利用システムの導入が全国で検討されている。月曜日の12時から金曜日の12時まで操業している工場から200℃程度の廃熱と，隣接する温浴施設から100℃程度の源泉が利用できる場合，両者を利用して，あなたはどのような発電システムを計画するか，プロジェクト計画の責任者として以下の内容について記述せよ。

- (1) 廃熱利用及び源泉利用の留意点
- (2) 計画策定にあたって収集すべき情報
- (3) あなたが計画する発電システムの内容

Ⅱ－２－２ 設置された分散型発電設備の出力が出なくなる（あるいは低下する）トラブルが発生した。運転保守の責任者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 想定する発電設備の種類と内容，トラブル発生時の運転状況。
- (2) トラブルの原因特定を進める手順として，具体的チェック項目を3点以上挙げ，それぞれでの判断基準を示せ。
- (3) トラブルの原因特定を進めるにあたって留意すべき事項を述べよ。

## H28 II-2-1 工場廃熱と源泉の熱利用による発電システムの計画

エネルギー資源の乏しい日本においては、再生可能エネルギーによる発電の利用が重要である。工場廃熱と源泉の温度を利用した発電システムについて以下に説明する。

### 1. 廃熱利用及び源泉利用の留意点

#### ・ 工場廃熱を利用する際の留意点

##### ① 廃熱の形態について

廃熱の形態に合わせて、そのまま排気を利用するか、媒体を使用し熱交換を行って利用するか検討する。

##### ② 工場廃熱の変動について

時期や日時、工場負荷によって、廃熱量が変動する可能性があるため、調査を行う。

#### ・ 源泉を利用する際の留意点

##### ① 源泉の流量・温度の変動について

季節や日時によって、流量・温度が変動する可能性があるため、調査を行う。また、採掘できる流量・年数についても予測する必要がある。

##### ② 源泉の性状について

腐食性のある源泉の場合、耐腐食性の材料を採用する必要があるため、性状を調査する必要がある。

### 2. 計画策定にあたって収集すべき情報

本発電システム導入計画の策定にあたって、収集すべき情報を下記に示す。

#### ① 発電量・給電範囲

本システムによる電力を供給する範囲と電力量を調

H28 II-2-1 工場廃熱と源泉の熱利用による発電システムの計画

査し、最適な出力の設備を選定する。

② 設置スペース

熱源に近い方が配管布設長を短くできるだけでなく、圧力損失の低減に繋がるため、工場及び源泉に近い場所に発電設備を設置する必要がある。

③ 経済性

購入する電力料金と、本システムの導入費用および運用費用を比較し、経済性が成立するか検討を行う。

④ 源泉の二次利用

発電に利用した後の源泉を給湯や熱利用の計画がないか確認を行い、利用可能な熱量を把握する。

3. 今回計画する発電システムの内容

計画したバイナリー発電システムを図1に示す。工場廃熱及び源泉と熱交換を行い蒸気を発生させて、蒸気タービンを駆動し発電を行う。タービン排気は凝縮器で凝縮し再度熱交換に送られる。

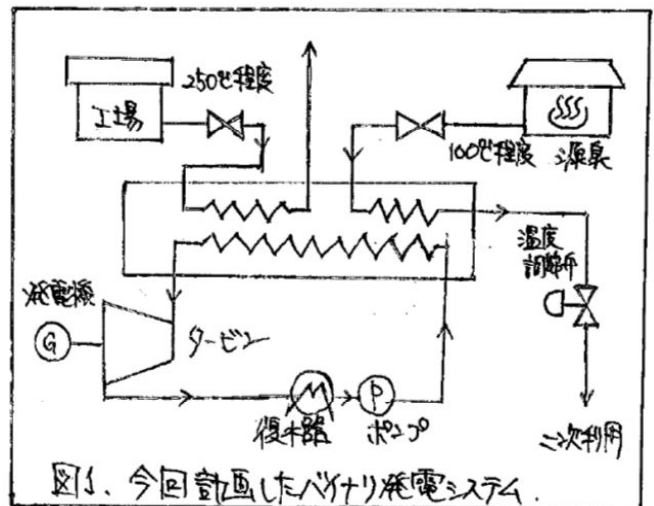


図1. 今回計画したバイナリー発電システム.

低温側の源泉との熱交換を先に行い、高温側の熱交換を後に実施することで熱交換効率を向上させている。また、源泉を給湯や熱利用といった二次利用する場合に適した温度調整を行うため、温度調節弁を設置している系統構成が本計画の特徴である。以上

## II-2-2

- (1) SOFC システム（フロー図を図示；略）を想定し、具体的には、給湯利用するコージェネレーションシステム、電気出力 5kW、発電効率 52%LHV の機器とする。トラブルは定格発電中の効率低下とし、外部環境（気温、燃料ガス条件など）は正常とする。
- (2) まず、SOFC スタックの電流・電圧が正常値であるかを確認する。これが正常であれば、パワコンの故障である可能性が高い。次に、燃料ガス・空気・改質水の各種流量が正常範囲であるかを確認する。これが正常でない場合、ブロワ類、流量計類などの補機類が故障している可能性が高い。続いて、前述の補機類に異常がない場合、SOFC スタック温度を確認する。温度が高すぎる場合は、SOFC で内部リークが発生している可能性が疑われ、低すぎる場合は、内部改質が進行していることが示唆される。内部改質が進行する理由としては、脱硫器やイオン交換樹脂の破過による、改質器の劣化が考えられる。
- (3) トラブルの原因特定を進める際に留意すべき点を 3 つ挙げる。
  - 一つ目は、1 つのデータのみで判断しないことである。センサー類自体が故障することも念頭に置くべきである。
  - 二つ目は、原因が 1 つだと思いきまないことである。複数の原因で故障が引き起こされている可能性もある。
  - 三つめは、根本の原因を突き止めることである。例えば、ある機器が故障した際、なぜそれが故障したかを徹底的に調査することで再発防止を図ることができる。

以上

平成28年度 技術士第二次試験 APEG 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	動力エネルギー
専門とする事項	水車発電機

※
---

○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 .	想定する発電設備の種類と内容、トラブル発生時の運転状況
(1)	想定する発電設備の種類と内容
	想定する発電設備の種類は、水力発電設備とし、出力規模は、500kW程度とする。発電設備の内容は、水車発電機、入口弁、调速機、制御装置、及び付帯補機とする。
(2)	トラブル発生時の運転状況
	フル出力で運転していたが、出力が無負荷運転付近まで低下する状況となった。
2 .	トラブル原因特定のチェック項目と判断基準
(1)	出水量は確保出来ているか？
	取水口に塵芥が詰り、取水できない場合には、出力が低下する。判断基準としては、取水口を確認し取水が確保できているかをチェックする。また、水槽の水位計データで水が入っているかを確認したり、鉄管水圧が出ているかも判断基準となる。
(2)	水位計のトラブル(破損又は故障)
	水槽の水位計データの異常により、水位が取れない場合、出力を絞り込むケースがある。流れ込み式の発電所では、流れ込んで来る水の量に合わせて出力を調整する制御が一般的に使われている。これは、水槽水位が高ければ、出力をとり、低ければ出力を下げる制御であり、水槽水位とガイドベーン(以下GV)開度が、水位垂下率特性で制御する仕組みである。

●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





1-4 動力エネルギー【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 平成26年にエネルギー基本計画が政府から発表されているが，その中で「我が国が目指すべきエネルギー政策は，①徹底した省エネルギー社会の実現，②再生可能エネルギーの導入加速化，③石炭火力や天然ガス火力の発電効率の向上，④蓄電池・燃料電池技術等による分散型エネルギーシステムの普及拡大，⑤メタンハイドレート等非在来型資源の開発，⑥放射性廃棄物の減容化・有害度低減など，あらゆる課題に向けて具体的な開発成果を導き出せるような政策でなければならない。」とされている。あなたは，動力エネルギーの専門家として，以下について答えよ。

- (1) ①～⑥の中から，あなたが重要と考える課題を2つ選び，その課題解決のための技術的提案をそれぞれ1つ示せ。
- (2) 上記の課題のうちの1つを選び，その課題についてあなたの技術的提案を踏まえて，日本が置かれている現状を考慮しつつ将来展望を述べよ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす課題解決において，そこに潜むリスクを述べよ。

Ⅲ-2 製品開発に関わる技術者にとって，製品が市場でどのような競争力を持っているかは重要な問題である。常に製品競争力の向上に努めないと，たとえ現時点では市場で優位性を持っていても，いずれ競争力を失ってしまう。このような状況を考慮して，動力エネルギー機器の開発や設計に携わる技術者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とする動力エネルギー機器を1つ選び，その機器の製品競争力を決定する要因は何かについて多面的に複数を挙げ，それらの現在における国際的なレベルを説明せよ。
- (2) あなたが上で挙げた要因の中から，重要であると考えた要因を1つ選び，それについて製品競争力を高めるための技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果及びその理由を具体的に示すとともに，実行する際リスクと課題について論述せよ。

### III-2

- (1) 対象機器として燃料電池システムを挙げる。本機器の製品競争力を決定する要因としては、発電効率および総合効率、耐久性、コスト、サイズを挙げる。

発電効率の面では、Solid Power 社（イタリア）が 60%LHV の効率を有する SOFC（固体酸化物型形燃料電池）システムを実証試験中である。また GE 社が SOFC とガスエンジンと組み合わせた 65%LHV の機器を開発中である。既に商品化されているものとしては、アイシン社の家庭用 SOFC システム(700W)の 52%LHV、ブルームエナジー社（米国）の業務用 SOFC システム(200-250kW)の 52-55%LHV が高い効率を有する機器として挙げられる。なお、総合効率としては、概ね 85-90%LHV が実現されている。耐久性の面では、固体高分子形燃料電池（PEFC）システムではほぼ 10 年が見通されている。SOFC でも見通しが立ちつつあるが、コストとの両立が課題となっている。

コスト面では、現段階では、補助金なしに投資回収できるまで機器コストが下がっていない。NEDO のロードマップでは、業務用燃料電池システムにおいて 2020 年に 100 万円/kW、2030 年に 40 万円/kW とすることが目標として定められている。

サイズ面では、特に家庭用分野において日本が先行しており、マンションにも設置可能な家庭用燃料電池システムも販売されている。

- (2) 上記要因の内、特に発電効率が重要であると考え。そこで、製品競争力を高めるための技術的提案として、SOFC のアノードオフガスを再び発電に用いるアノードリサイクル技術を提案する。通常の SOFC システム（図 1；略）では、SOFC のアノードガスは発電の反応に伴い H<sub>2</sub>O および CO<sub>2</sub> が発生し、燃料が薄まっていくために、燃料利用率は 70%程度に留まる。一方、本提案のアノードリサイクルを用いた SOFC システム（図 2；略）では、アノードオフガスを改質器の手前に戻すことにより、燃料利用率を向上させることができる。また、リサイクルガスに含まれる水蒸気で改質反応を進行させることができるため、改質水の気化に用いる熱が不要になる。

- (3) 本技術的提案がもたらす効果としては、一番に発電効率の向上が挙げられる。例えば、燃料利用率 70%のシステムの発電効率が 52%とすると、これをアノードリサイクル技術により 90%まで高めることができれば、 $67\% (= 52\% \times 90/70)$ まで発電効率を向上させることができる。これは 1700°C級のコンバインドサイクルの効率（65%LHV）より高い値である。また、改質水系が不要になることで、コストダウンや信頼性向上にも寄与することが期待される。

次に実行する際のリスクと課題について 3つ挙げる。一つ目は、サイズ・重量が増加することである。燃料利用率を上げると、従来よりも燃焼熱が少なくなるため、SOFC モジュールの中で発生する熱で改質反応などに必要な熱を賄う熱自立が難しくなり、断熱材や熱交換器が追加される可能性があるためである。したがって、高性能断熱材の適用や熱交換器の小型化、高性能化が課題となる。

二つ目はコストアップである。前述の熱交換器が要素機器として追加されるのに加え、

特にアノードオフガスのリサイクルブロワが高温で使用されるため、現状では高価である。したがって、特に高温耐性(100℃以上)の耐久性のある低コストブロワの開発が課題となる。

三つめは、制御の複雑化である。特に出力変動時における燃料ガスと水蒸気の比率(S/C)の制御が課題となる。

以上

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-5 熱工学～

1-5 熱工学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 微粉炭焚ボイラを用いた発電技術において、燃焼効率を算出するために必要な項目とその算出方法を示し、燃焼効率を低下させる原因を説明せよ。また、システム全体を運用するうえで環境に対して考慮すべき項目を説明せよ。

Ⅱ-1-2 高温媒体から蒸気を生成する伝熱管は多くの熱システムに採用されている。伝熱管における伝熱形態として熱伝導、対流熱伝達を考慮する場合、伝熱管での熱移動を示す図を記載し、高温媒体から蒸気への熱流束全体の求め方を説明せよ。また、この伝熱管が使用される具体的な熱システム例を挙げ、その概要、特長、課題を述べよ。

Ⅱ-1-3 ヒートポンプは、家庭用や事務所ビル用の空調設備に近年多用されている。ヒートポンプの機器構成と圧力 $P$ -エンタルピー $h$ 線図を示し、作動原理の概要を説明せよ。また、ヒートポンプの成績係数（COP）の定義と現状の数値について述べよ。

Ⅱ-1-4 超臨界圧で作動するランキンサイクルについて温度 $T$ -エントロピー $s$ 線図を示し、その作動原理を説明せよ。また、発電プラントで採用されている再熱再生サイクルの概要と特長を述べよ。

## II-1-2 高温媒体からの蒸気発生

高温熱媒から蒸気を発生させる熱交換器について以下に述べる。

### 1. 熱の移動

図1に高温の熱媒体から蒸気を発生させる熱交換器断面の伝熱モデルを示す。

各部の状態を以下の記号とする。

高温側の熱媒温度： $\theta_h$  (K)

高温側媒体での熱伝達率： $\alpha_h$  (W/(m<sup>2</sup>・K))

低温側の熱媒温度： $\theta_c$  (K)

低温側媒体での熱伝達率： $\alpha_c$  (W/(m<sup>2</sup>・K))

熱交換器伝熱管の熱伝導率： $\lambda$  (W/(m・K))

熱交換器伝熱管の厚さ： $\ell$  (mm)

熱流束： $q$  (W/m<sup>2</sup>)

熱流束の計算式は次式で示される。

$$q = (\theta_h - \theta_c) / (1/\alpha_h + \ell/\lambda + 1/\alpha_c)$$

すなわち、高温流体側の対流熱抵抗と、熱交換器の金属壁の伝導熱抵抗と、低温流体側の対流熱抵抗の3つの合成熱抵抗の逆数、すなわち熱のコンダクティビティとその両端の温度差の積によって熱流束を示すことができる。

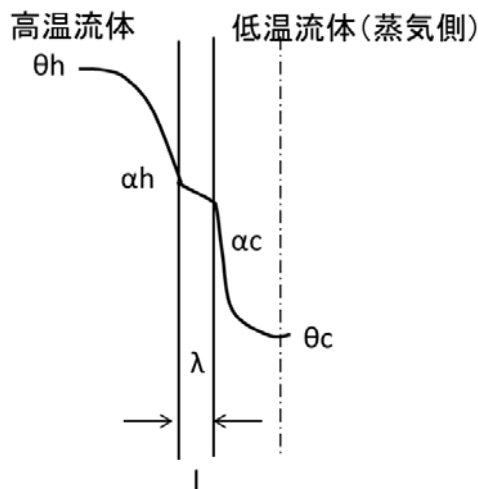


図1 伝熱管における伝熱モデル

### 2. 具体例

この具体例として、加圧水型原子炉の蒸気発生器がある。原子炉圧力容器の一次側には高圧(15MPa)がかけられ沸騰を抑えた高温水となり、熱交換器を介して二次側の水が蒸気(6MPa)となり蒸気タービンへ送られる。課題としては応力腐食割れの防止、熱移動を阻害するファウリングの防止、伝熱促進による熱交換器のコンパクト化が挙げられる。

(482文字+図1)

受験番号	
問題番号	II-1-2 (再現)

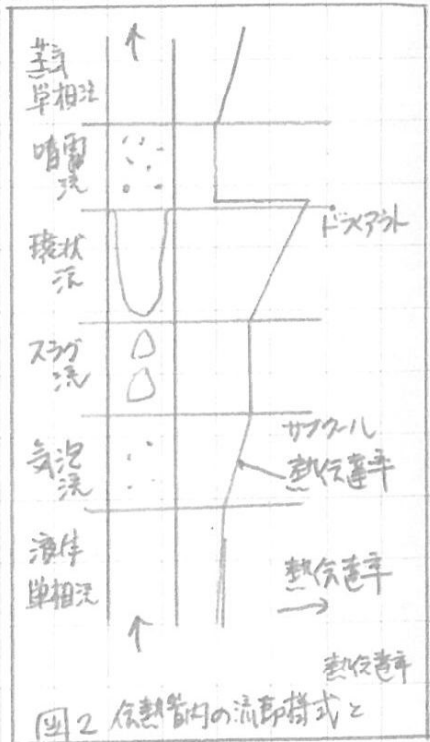
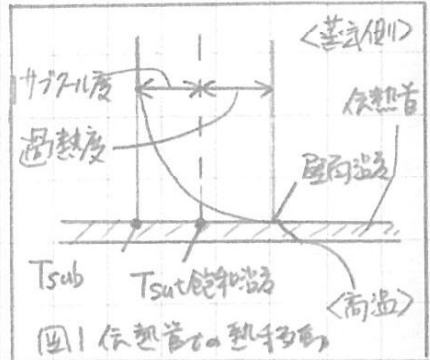
技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

1. 高温媒体から蒸気への熱伝束

高温媒体により、伝熱管内の液体が加熱されて蒸気になる。高温媒体により、熱伝導、并流熱伝達により蒸気側への熱移動を図1に示す。液体温が飽和温度以下の場合、サブクールであり、液体温が飽和温度より上昇すると過熱度で表わされる。伝熱管内の流動様式と熱伝達率の関係を図2に示す。伝熱管内で液体から蒸気に変化する流動様式の状態により、熱伝達率は大きく変化する。高温媒体から蒸気への熱伝束全体の求め方を式1に示す。



式1 高温媒体から蒸気への熱伝束

$$Q = U (T_1 - T_2) [W/m^2]$$

熱伝束  $T_1$ : 高温媒体の温度  $T_2$ : 蒸気の温度  $U$ : 熱伝達率 [W/m<sup>2</sup>K]

高温媒体と蒸気の平均温度と、経験的に求める熱伝達率を用いて計算できる。

2. 伝熱管の使用例と概要、特長、課題

現在、ほとんどのボイラーが貫流ボイラーであり、伝熱管が使用されている。超臨界(218気圧, 374℃)状態まで加熱されている。課題は、超臨界圧伝熱劣化により、伝熱が阻害される場合がある。

### II-1-3 ヒートポンプ

ヒートポンプについて以下に示す。

#### (1) 構成機器と P-h 線図

図 1 にヒートポンプの P-h 線図を示す。この図を用いて動作原理と構成機器を説明する。まず、2 から 3 において、冷媒の蒸気は圧縮機により断熱圧縮され、高温高压状態となる。次いで、3 から 4 では凝縮器により等圧で冷却され外部に熱を放出して液化される。4 から 1 では減圧弁を介して減圧される。1 から 2 では蒸発器により液相から気相に相変化し、外部から熱を奪う。2 では完全に気化した状態であり、再び圧縮機に入りサイクルを繰り返すことになる。

冷房の場合は 1-2 の蒸発器が室内に、3-4 の凝縮器が室外となる。一方、暖房の場合は四方弁の切り替えにより、3-4 の凝縮器が室内に、1-2 の蒸発器が室外機となる。

#### (2) 成績係数 COP

冷房及び暖房の COP は次式で示される。

- $COP_c = (h_2 - h_1) / (h_3 - h_2)$
- $COP_h = (h_3 - h_4) / (h_3 - h_2)$

すなわち、COP は入力したエネルギーに対して何倍の熱エネルギーを奪えるのか、供給できるのかを示す指標である。

CO<sub>2</sub> を冷媒としたエコキュートの COP<sub>h</sub> は、現状約 5 程度であり、省エネに貢献している。

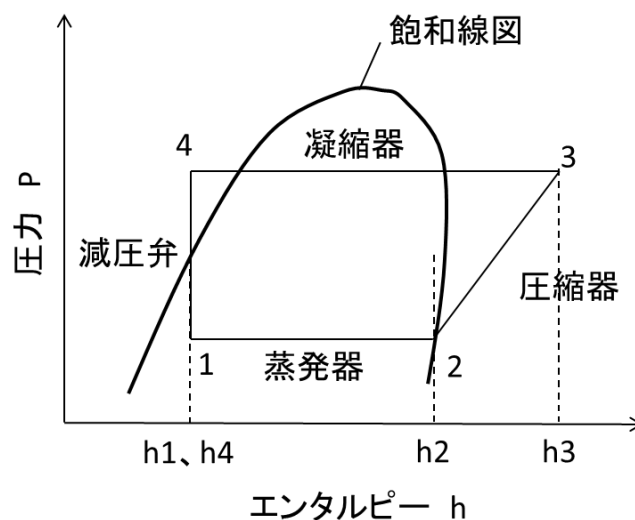


図 1 ヒートポンプの P-h 線図

(42 文字+図 1)



受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-3 (再現)

技術部門	機械
選択科目	熱工学
専門とする事項	加熱・冷却

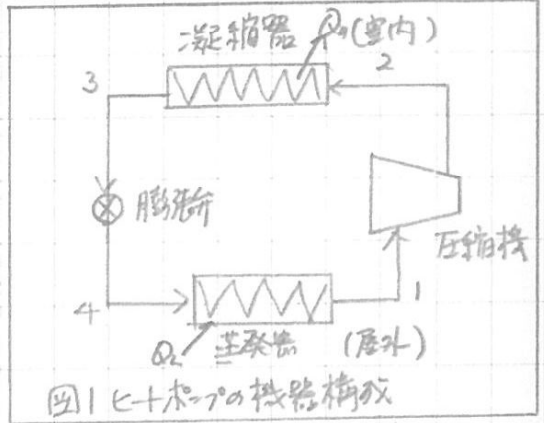
※
---

○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. ヒートポンプの概要

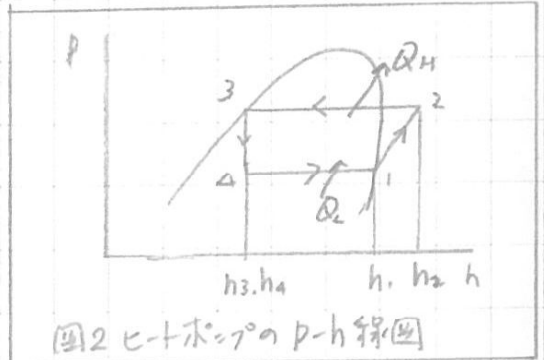
1.1 ヒートポンプの機器構成

ヒートポンプは、冷空間から汲み上げた熱を高温空間に移動させる仕組みである。図1に機器構成を示す。



1.2 p-h線図

図1の番号に対応するp-h線図を図2に示す。作動原理の概要を説明する。



1 → 2 : 圧縮機による断熱圧縮  
 2 → 3 : 凝縮機による等圧での凝縮

3 → 4 : 膨張弁により、等エントルピーでの減圧過程  
 4 → 1 : 蒸発器による等圧での蒸発  
 以上により、冷媒の蒸発潜熱により、低温側から高温側へ熱を移動させる。

2. COPの定義と現状

ヒートポンプのCOPを、図2の番号に対応づけて式1に示す。1 → 2での仕事と2 → 3での熱量の比で表わされる。

式1 ヒートポンプの定義

$$COP = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}$$

現状のCOPは、3 ~ 7程度である。但し、外気温度と室内温度差の影響を受けやすい。例えば、外気温度が高くなると、COPは高くなる。

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 化学薬品を製造する工場において，200-300℃の排ガスが生じている。この排熱を有効利用することが企業方針として決定した。この排熱利用において，工場全体の熱システム責任者の立場から以下の問いに答えよ。

- (1) 200-300℃の排ガスの排熱を有効利用するうえで，考えられるシステムを複数挙げ，それらの概要を説明せよ。
- (2) (1) で挙げたシステムのうち１つを選び，排熱利用システムを採用するうえで，コストの観点からのメリット，デメリットを多面的に説明せよ。
- (3) この工場における排熱利用において，将来有望と考えられる新技術についてその内容と実用化に向けた課題を述べよ。

Ⅱ－２－２ レストラン・売店等の商業施設とオフィスが入る大規模ビルに，熱電併給コージェネシステムを新設するプロジェクトにおいて，熱設計の責任者として参画することになった。コージェネ設備の計画について，以下の問いに答えよ。

- (1) 採用可能な熱電併給コージェネシステムを複数挙げ，それらの概要を説明せよ。
- (2) (1) で挙げたシステムのうち１つを選び，業務を進める手順を説明せよ。
- (3) エネルギー有効利用の観点から考慮すべき項目と，システムの信頼性確保のための方策について，多面的に説明せよ。

## II-2-2 コージェネ設備の計画

コージェネレーションシステムの計画について以下に示す。

### 1. システム例

- (1) GT吸収式冷凍機：GTにより電力を供給し、排熱により臭化リチウムを用いた吸収式冷凍機により冷暖房を運転する。
- (2) ガスエンジン-吸収式冷凍機：ガスエンジンにより電力を供給し、上記と同様に収式冷凍機により冷暖房を運転する。
- (3) 燃料電池-吸収式冷凍機：燃料電池により電力を供給し、上記と同様に収式冷凍機により冷暖房を運転する。

### 2. 代表的システムと業務手順

GT吸収式冷凍機のシステムを対象にその計画の業務手順を示す。

#### (1) 電力と熱の需要パターンを把握

1日のうちの電力（動力、照明等）と熱（冷暖房、給湯等）の需要パターン、1週間の需要パターン及び季節に対応した月別パターンを調査し、システム構成、容量を決めるためのデータを取得する。

#### (2) 外部との関係

系統連系と系統分離を検討する。すなわち、外部からの電力の供給や余剰電力の送電を可能とするか、完全に系統を分離して独立した系統にするか検討する。

また、燃焼器の排ガス規制も考慮して排ガス処理設備の要否も検討する。

#### (3) 経済性

図1に示すLCA（Life Cycle Assessment）を考慮する。今までの電力料金に対する新規コージェネを導入した場合の設備費用とランニングコストを示し、その交点がペイバックポイントとなる。この点の運転年数が設備の耐用年数とどの位置関係にあるかによって導入可否の評価ができる。すなわち、耐用年数がペイバックポイントを上回る場合はメリットがあり、それより短い場合は設備投資金額を回収できないことになる。

#### (4) 機種を選定

電力と熱の需要パターンから、どのような発電設備が適切であるか、また、どのような排熱利用システムが有効であるか検討して機種を選定し容量を決定する。このシステムの設備コストとランニングコストを試算し、LCAを評価する。上記のペイバックポイントを短くするために、設備費用やランニングコストを低減し、耐用年数を長くする方策を検討し、メリットが出せるシステムを構築する。

### 3. 考慮すべき項目と信頼性向上

#### (1) 考慮すべき項目

上記2. の項目となる。

#### (2) 信頼性向上

##### a. 外部との系統連系

コジェネレーションシステムが故障した場合に外部との系統連系をもつことにより、リクス回避につなげることができる。

b. 複数台数の設備導入

複数台数のコジェネレーションシステムで構成することにより、もし故障しても完全にシステムが停止してしまうことはなく、信頼性向上に寄与することができる。

c. IoT技術の導入

IoT技術を導入することにより、異常現象を察知し、トラブルを未然に防ぐことができる。また、修理する場合でも事前に部品調達を進め、短時間の停止修理期間とし、影響を最小に抑えて信頼性向上に貢献できる。

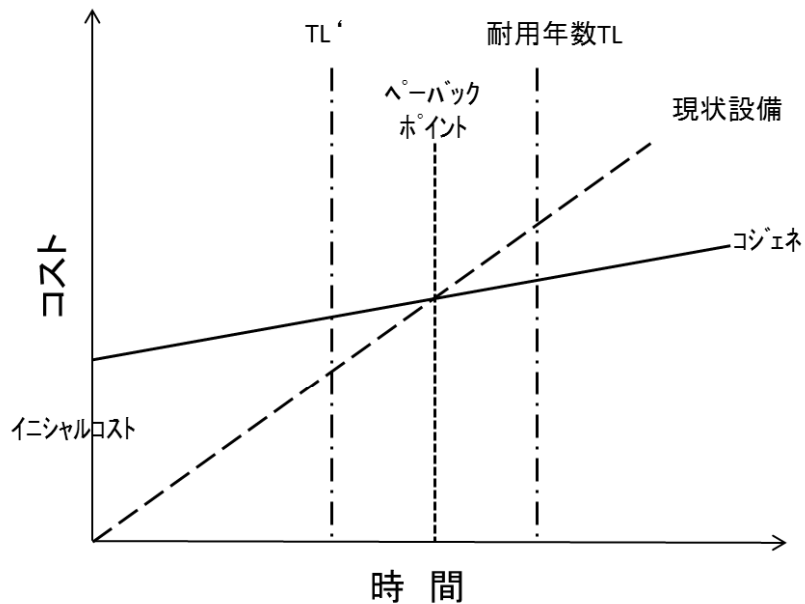


図1 コジェネレーションシステムのLCA

(1128 文字+図 1)

受験番号	
問題番号	II-2-2 (再掲)

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

オフィスの熱電併給コージェネの計画

1. 採用可能な熱電併給コージェネシステム

オフィスの熱電併給コージェネシステムとして採用可能な例を代表的なシステムから3つ取り上げて、表1に示す。	表1 採用可能なコージェネシステム			
		①ガスタービン	②ガスエンジン	③燃料電池
	概要	システムの稼働が長い 高温廃熱が伴う	発電効率が比較的高い	発電効率が最も高い。 60~100℃の廃熱
	発電効率	30%	40%	50~60%
	総合効率*	~80%	~80%	~90%
	*総合効率は、発電効率と熱効率の合計。燃料電池はSOFCとFC			

①ガスタービン  
 発電設備にガスタービンを採用した安定性の高いシステムである。発電割合は必ずしも高くはないが、廃熱が高温で利用しやすい。

②ガスエンジン  
 最も普及しているコージェネシステムで、発電割合がタービンよりも高い。

③燃料電池  
 固体高分子型(PEFC)と固体酸化物型(SOFC)があるが、発電効率が高く、高温廃熱が得られるSOFCを取り上げる。

いずれのシステムでも、発電所のガスタービンコンバインドサイクルの最新型の効率57%(送電端, HHV)より高く、コージェネとしての利点がある。

2. 業務を進める手順

受験番号	
問題番号	II-2-

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

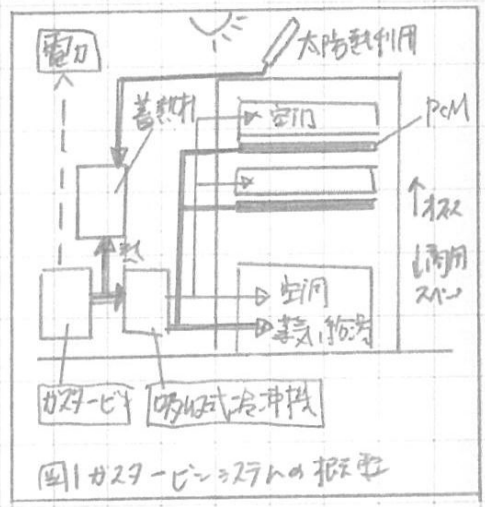
業務を進めるために、以下の3つのステップで進む。

2.1 候補から選定するステップ

商業システムを併設することから、熱利用の割合が高いと想定される。熱電割合の詳細調査を行う。今回は、①ガスタービンを選定する。

2.2 熱利用システムの検討ステップ

熱利用システムの検討・選定を行う。図1にシステムの例を示す。ガスタービンからの廃熱を利用して、吸収式冷凍機で冷熱を得る。また、2種類の蓄熱材により、熱を蓄えることで、出力変動を急激に変えらぬようにガスタービン対策とある。



2.3 両生可能エネルギーの活用検討ステップ

EBが推奨されていることから、太陽熱利用等を組み入れたシステムを検討する。

3. エネルギー有効利用と信頼性確保の方策

エネルギー有効利用のために、プロジェクトビルのエネルギー需要の当初からの変動に併せているシステムとある。熱の面的利用で、周辺施設との連携も進む。

システムの信頼性確保のために、設備の二重化を検討する。しかし、コスト検討し難い場合は、IoT活用の監視システムや熱の面的利用との地域協力を検討する。

検討。以上

1-5 熱工学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（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年発表のエネルギー白書によると，我が国のエネルギー自給率は6.0%に過ぎず，化石エネルギーのほとんどを海外からの長距離船舶輸送に頼っている。このため輸送・貯蔵・利用の効率向上やコスト削減のために，エネルギーキャリア（エネルギーの輸送・貯蔵のための担体）の開発が我が国にとって重要である。また最近の世界的動向として，石炭消費を制限する傾向や脱原発への動き等があり，海外の一次エネルギー源も大きく変化していくことを想定しなければならない。我が国も再生エネルギー活用等によるエネルギー自給率向上を目指しているが，今後も海外エネルギーに依存せざるを得ない。このようなエネルギー状況を背景として，海外からのエネルギー輸送について，以下の問いに答えよ。

- (1) 化石エネルギーの海外からの輸入に関し，どのような輸送性能向上のための開発（燃料改質を含む）が行われてきたか，また今後求められる改良点は何か，説明せよ。
- (2) 我が国の今後の一次エネルギーを確保するうえで，従来の化石エネルギーに代わり得る海外の新エネルギー源として何があるか，その考えを述べよ。
- (3) 海外の再生可能エネルギーを我が国へ輸入する場合のエネルギーキャリアについて，貯蔵・環境対策も含めて論述せよ。

Ⅲ-2 熱システムは空調や発電など多岐に亘る分野で活用されており，その市場もグローバル化されている。製品開発に関わる技術者にとって，製品が世界市場でどのような競争力を持っているかは重要な問題である。常に製品力の向上に努めないと，たとえ現時点では市場で優位性を持っていても，いずれ競争力を失ってしまう。このような状況を考慮して，熱システム設計者として以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とする熱システムを選び，その熱システムの製品競争力を決定する要因は何かについて，多面的な観点から記述せよ（最低3つの要因を挙げること）。
- (2) (1) で挙げた要因のうち1つを選び，製品競争力を強化するための提案を示せ。
- (3) (2) の提案の効果と想定されるリスクについて論述せよ。

### 問題Ⅲ-1 エネルギー輸送

海外からのエネルギーの輸送について以下に示す。

#### 1. 化石エネルギーの海外からの輸送性能

化石燃料の海外からの輸入に関しては、各燃料において輸送性能向上に向けた工夫がなされている。

(1) 石炭：石炭輸送には太陽熱等により揮発成分が発生し、一部酸化しながら蓄熱され発火する可能性があり、太陽光の遮断や放熱、換気を行ってきた。

(2) 石油：タンカーの事故による原油流出を避けるために船底の二重構造が取られている。また揮発分はベントガスとして大気に放出している。

(3) LNG：液化天然ガスは輸送時のボイルオフを少なくするために優れた断熱材と構造が採用されている。

いずれも少ないエネルギーで環境負荷を抑え、安全に輸送することが要求されている。

#### 2. 新エネルギー

今後のエネルギーは地球温暖化防止のために、化石エネルギーから CO<sub>2</sub> フリーの水素社会への移行が望まれている。最終的には再生可能エネルギーから電気分解等で水素を得、その水素で燃料電池やその熱を利用したコージェネレーションシステムへの展開が期待されている。しかしながら、再生可能エネルギーから水素を得る方法は開発途上であり、現状技術面やコスト面での課題が残り、化石燃料からの水素に頼らざるを得ない。

環境に配慮した化石燃料からの水素の発生方法について説明する。この技術は、我が国保有の世界に誇れる石炭ガス化技術とアミン系吸収液を用いた CCS (CO<sub>2</sub> Capture and Storage) 技術を駆使することにより実現することができる。すなわち、微粉炭、水蒸気、酸素（空気）で一酸化炭素と水素を得、さらに一酸化炭素と水蒸気からシフト反応で水素を得ることができる。ここで発生する二酸化炭素は CCS により地下に貯蔵する。特に褐炭のような若い石炭は揮発しやすいことから輸送ができず、褐炭を多く埋蔵する豪州においては有効に活用できない状態にあった。この褐炭を用いて現地にて石炭ガス化装置を稼働させれば、褐炭から水素を取り出すことができ、なおかつ地球温暖化の原因の二酸化炭素は CCS で固定することができる。以上のこのから輸出できない褐炭を保有する国と、石炭ガス化技術と CCS の技術を保有する国が協力すれば WIN-WIN の関係で環境に考慮した化石燃料から水素の取り出しが可能となる。ただし、得られた水素の輸送方法がポイントとなる。

#### 3. 水素輸送について

水素を輸送するには大きくは次の 3 つが挙げられる。

##### (1) 圧縮水素

タンク容量に制約、強度の関係で大きくできないことや、金属の場合は水素脆化の問題がある。

##### (2) 液化水素



圧縮して $-253^{\circ}\text{C}$ のまで低温化する必要がある、そのためのエネルギーが大きい、ボイルオフを防止するための高度な断熱性が要求される等の問題で残る。

(3) 有機ケミカルハイドレイド

例えば、図 1 に示す通りトルエンを媒体に用いれば、水素を反応させてメチルシクロヘキサンとして水素を輸送することができる。この場合は、常温常圧で従来のケミカルタンカーで輸送が可能となる。

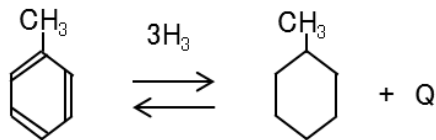


図 1 トルエンをキャリアとした水素輸送

メチルシクロヘキサンから水素を脱離させるには、図 2 に示した通り、メチルシクロヘキサンを気化させた後加熱  $300^{\circ}\text{C}$  から  $350^{\circ}\text{C}$  に加熱し Pt 系触媒を通過させることによって水素とトルエンに分解することができ、それを冷却することにより水素ガスと液体トルエンに戻すことができる。トルエンは再び水素のキャリアとして利用することができる。

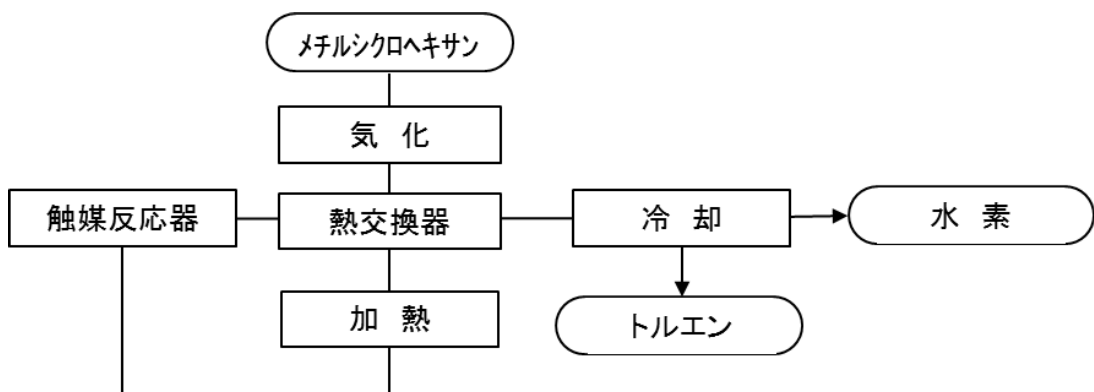


図 2 メチルシクロヘキサンからの水素の取り出し

水素のキャリアとしては、トルエン以外にベンゼンやナフタレンも同様の機能をもっているがいずれも発がん性があり特化物に指定されており、キャリアとして使用すべきでない。

メチルシクロヘキサンからの水素の脱離に用いる触媒は劣化を伴うが、これに関しては環境を配慮した触媒再生技術も検討されている。

(1519 文字+図 1)

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	Ⅲ-2	選択科目	熱工学	科目
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項	熱移動	

○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。

LED用ヒートパイプ製品の提案									
1. ヒートパイプの製品競走カテゴリー									
半導体は多岐に渡り使用されるおり、シリコン系からSiCなどへ移行することにより発熱密度が増大している。半導体は自身の発する熱によるジャンクション温度が規定温度を超えると焼損に至る恐れがある。半導体を連続かつ長期駆動する点、放熱は重要な役割を担う。半導体が高密度に配置されることで生じるヒートスポットを解消するためヒートパイプを用いることは有効な手段である。ヒートパイプとは、金属管中に純水などの冷媒を真空封入したもので、銅の数十倍以上の等価熱伝導率を有する良導体である。ヒートパイプはLED投光器などによく用いられるおり、LEDの焼損防止や長寿命化を実現する働きを担う(LED基板からフィンへ伝熱し、周囲空気へ放熱する)。LED用ヒートパイプユニットは海外メーカーも取り組んでおり、①最大熱輸送量( $Q_{max}$ )、②低熱抵抗化、③長寿命化、④姿勢依存性などの要因による製品競走力が決定される。LEDの価値は輝度や寿命などにより見出され、いずれも熱システムの熱特性に依存する。また、LEDは冷却ファンを使用しない自然空冷方式にも用いられることが多く、用途上、様々な姿勢と存在。自然空冷においてはその姿勢が変動することで熱伝達率が変化し、LEDの温度上昇が異なる。放熱特性の低下はLED温度上昇へつながり、温度ば									

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字



# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号		選択科目	科目
答案使用枚数	2 枚目 3 枚中	専門とする事項	

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

りつきによつてLEIの寿命低下に至る場合がある。この姿勢変動について次に示した。

2. 製品競走力強化策

一般的なヒートパイプ構造を図1に示した。ヒートパイプは管内部にウィックが設けられ、毛管現象によつて冷媒を帰還させる構造を有している。但し、重力の影響を受け易い姿勢によつては帰還量が減少し、熱輸送限界が訪れる場合がある。したがつて、この姿勢依存性を解消するに際してLEIが姿勢変動してもLEIの温度ばらつきを抑え、LEIの輝度や寿命を維持することが可能となり、製品競走力を高めることができる。この姿勢依存性を解消するものとして、「自励振動式ヒートパイプ」と、「ウィック式ヒートパイプ」を組み合わせた製品を図2に示す。

図1. 一般的ヒートパイプ構造(ウィック式)

この構造を有している。但し、重力の影響を受け易い姿勢によつては帰還量が減少し、熱輸送限界が訪れる場合がある。したがつて、この姿勢依存性を解消するに際してLEIが姿勢変動してもLEIの温度ばらつきを抑え、LEIの輝度や寿命を維持することが可能となり、製品競走力を高めることができる。この姿勢依存性を解消するものとして、「自励振動式ヒートパイプ」と、「ウィック式ヒートパイプ」を組み合わせた製品を図2に示す。

図2. 複合型ヒートパイプユニット

この製品は、加熱部がLEIに固定され、冷却部が不固定である。自励振動式により、冷却部で発生した気泡が、重力の影響を受けずに加熱部へと移動し、蒸発させることができる。これにより、姿勢変動による帰還量の減少を防ぎ、熱輸送能力を向上させることができる。また、LEIの温度ばらつきを抑えることができ、寿命を延長させることができる。このように、自励振動式とウィック式を組み合わせた製品は、姿勢依存性を解消し、製品競走力を高めることができる。

3. 提案製品の効果とリスク

自励振動式ヒートパイプは内部にウィックを有することなく、連続した流路内の圧力変動によつて冷媒を振動させることにより熱を輸送させることができる。この





平成28年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2 (再現)

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

**廃棄物溶融炉の製品競争力強化の提案**

1. 対象とする熱システムの製品競争力の決定要因

1.1 対象とする熱システム

廃棄物の焼却灰、焼却飛灰の溶融炉を取り上げる。焼却灰、焼却飛灰を、化石燃料を用いて高温で溶融することで、再資源化することを目的とする装置である。埋立れ分地の延命化の役割も担っている。

1.2 製品競争力の決定要因

廃棄物溶融炉の製品競争力を決定すると考える要因を以下に挙げる。

① 燃費の低減

廃棄物溶融炉は、静脈産業でありながら、比較的大量の化石燃料を消費する。燃料使用量の低減は不可欠な要因である。

② 温室効果ガスの削減

CO<sub>2</sub>削減では、温室効果ガスの削減15%等の目標が示された。JCM(=国間クレジット)の活用のためにも、CO<sub>2</sub>の削減は不可欠である。

③ コスト低減

設備費用を低減やメンテナンスコストを低減することで、価格競争力を強化する必要がある。

④ 品質の向上

①~③を達成しつつ、溶融スラグを建材の敷しい基準を満たす必要がある。

⑤ 安全性

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

廃棄物溶融炉は過去に重大な事故を各地で起こしている。本質的安全性、安定操業は重要な要因である。  
2. 要因の選定と競争力強化の提案

2.1 要因の選定

温室効果ガスの削減を取り挙げる。理由は、COP21では途上国にも削減目標を設定された。国際競争力の強化に不可欠と考えるからである。

2.2 提案

廃棄物溶融炉では、通常はA重油や灯油等の液体燃料を用いている。液体燃料は、伝熱の三形態のうち熱伝導、熱伝達の割合が多く、放射(放射)の割合は低い。このため、炉内温度を1400~1450℃に維持することで、溶融スラッグの品質を確保している。A重油の一部を微粉炭に代替することで、放射割合が増加し、炉内温度が1350℃程度でも、溶融スラッグの品質は基準を満足できる。筆者らの研究で、A重油の10%を微粉炭とすることで、投入熱量を15%削減できる。微粉炭の排出係数はA重油より高いが、合計でCO<sub>2</sub>を削減可能である。

3. 提案の効果と想定されるリスク

3.1 効果の試算

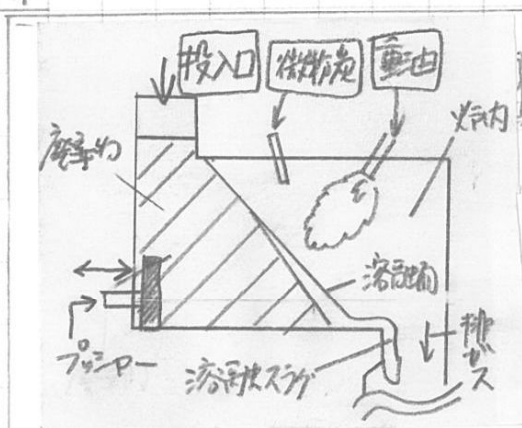


図1 廃棄物溶融炉の概略図

表1 温室効果ガスの削減試算

- ・ 廃棄物100tあたりA重油E 20kL  
↳ 燃焼10%を微粉炭で、  
全熱量を△15%削減
- ・ 石油と石炭のCO<sub>2</sub>排出量  
石油=石炭 = 85=10
- ・ 石油05tの排出係数 2.71kg-CO<sub>2</sub>/kg
- ・ CO<sub>2</sub>排出量(削減)  
A重油 90×0.85 = 765  
微粉炭 10×0.85×1.33 = 11.3 (t)  
↳ 12.2%削減 ← 828



平成28年度 技術士第二次試験答案用紙

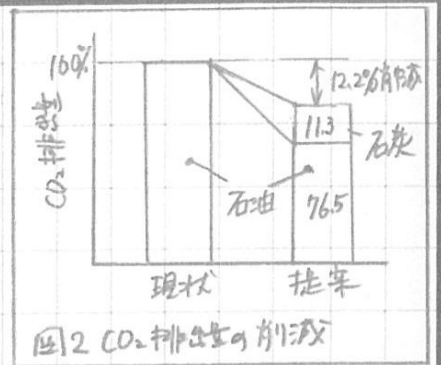
受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

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

提案によるCO<sub>2</sub>の排出量の削減効果を式1にて試算する。12.2%のCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能であると計算された。図2に可視化する。石油からの排出係数は、2.71kg-CO<sub>2</sub>/kLであるため、廃棄物100tあたりで、6t程度のCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能である。



3.2 想定されるリスク

提案を実施することに伴って発生するリスクと、競争力低下の点でのリスクを挙げる。

① 提案によるリスク

微粉炭を燃料として追加することによって、設備が増加する。コスト増加による競争力低下の可能性がある。微粉炭は、取扱が難しく、発火や閉塞等の安全面でのリスクがある。設備の信頼性の向上と運転員の教育を強化する必要がある。

② 競争力衰退リスク

提案の実施により10%以上の温室効果ガスの削減は可能である。しかし、COP21では今世紀末までに実質的な温室効果ガスの排出を無くするという目標を示した。廃棄物溶融炉の将来性を考慮すると、十分な数値とはいえず、長期では衰退リスクがある。

廃棄物自身の熱量で自然溶融の研究や、太陽熱などの再生可能エネルギーと組み合わせ、太陽光のある時間帯の稼働する等の取組みが必要である。以上

# 問 題 文

(選択科目)

～01-6 流体工学～



1-6 流体力学【選択科目Ⅱ】

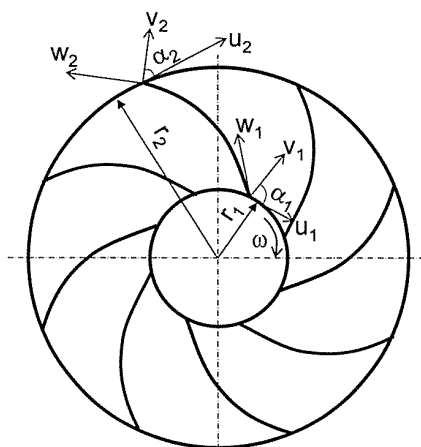
Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 流量測定は流体力学における基盤技術の1つであり，異なる原理に基づく測定装置が開発されている。よく用いられている流量計である，絞り流量計，層流流量計，電磁流量計，超音波流量計の中から2つ選び，その測定原理と特徴を説明せよ。

Ⅱ-1-2 流体機械の開発・設計に用いられるCFD（Computational Fluid Dynamics）について，解析結果の妥当性・信頼性を評価する方法としてV&V技術（Verification & Validation技術）が提案されている。このV&V技術について，背景，特徴，方法を説明せよ。

Ⅱ-1-3 ターボ機械に関する基本理論としてオイラーの式がある。どのような理論に基づき導かれた式かを説明し，下図の遠心ポンプの羽根車の回転軸回りのトルク  $M$  [N・m]，羽根車の動力  $P$  [W]，理論揚程  $H_{th}$  [m] を与える式を導け。また，オイラーの式が実際の設計でどのように使用されるかについても説明せよ。ここで， $v$  [m/s] は静止座標系から見た速度， $w$  [m/s] は羽根車と共に回転する座標系から見た速度， $u$  [m/s] は羽根車の周速度， $\omega$  [rad/s] は羽根車の回転角速度，添字1，2は羽根車の入口，出口を示す。また，重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>]，流体の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] とし，羽根車を通過する体積流量を  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] とする。



Ⅱ－１－４ 遠心送風機のうち、圧力上昇が小さいものを遠心ファンと呼ぶ。遠心ファンには、羽根出口角度が回転の逆方向を向く”後向き羽根ファン”の他に、羽根出口角度が回転方向を向く前向き羽根を持つ”多翼ファン”（シロッコファン）と、羽根出口角度がほぼ半径方向の”ラジアルファン”の３種類がある。その３種類の中から、”後向き羽根ファン”と”多翼ファン”の特徴について、構造、性能、適用の観点から比較し、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 新設した流体機械の試運転において大きな騒音が発生した。流体機械における騒音発生原因は、大きく分けて、機械力学的な発生源と流体力学的な発生源がある。今回の騒音の発生源が流体力学的な発生源として以下の問いに答えよ。

- (1) 流体機械における騒音の流体力学的な発生源として一般的に知られているものを、その発生機構により５つに分類し、各発生機構の説明とそれらが発生する場所の１例を述べよ。
- (2) 今回騒音が発生した流体機械を特定し、その騒音発生原因の詳細を把握するための調査・分析の手順及び留意すべき内容を述べよ。
- (3) (2) で実施した調査・分析結果を基に想定される発生原因を２つ挙げ、各々に対する改善案を述べよ。

Ⅱ－２－２ 近年、流体機械を定格負荷よりも低い負荷（部分負荷）で運用するケースが多くなっている。あなたが担当している流体機械について、従来より格段に低い部分負荷で運用することの要請を受けた。そのような部分負荷運転に伴う性能や信頼性に関する問題に対処する技術責任者として下記の内容について記述せよ。

- (1) あなたが担当する流体機械を特定し、求められる部分負荷を仮定して、その部分負荷時における問題点（効率や信頼性等）を述べよ。
- (2) (1) で述べた問題点の中から１つを選び、それを回避する方法を具体的に述べよ。
- (3) (2) で提案した方法を実機に適用する際に留意すべき点を述べよ。

1-6 流体工学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（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 製品開発に関わる技術者にとって，製品が市場でどのような競争力を持っているかは重要な問題である。常に製品競争力の向上に努めないと，たとえ現時点では市場で優位性を持っていても，いずれ競争力を失ってしまう。このような状況を考慮して流体機械の設計者として以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とする流体機械を選び，その流体機械の製品競争力を決定する要因を多面的な観点から記述せよ。（3つ以上の要因を挙げること。）
- (2) あなたが挙げた要因の中から，流体機械の設計者として貢献できると考える要因を1つ選び，それに関する技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに，実行する際のリスクと課題について論述せよ。

Ⅲ-2 IoT (Internet of Things) とは，様々なものに通信機能を付与し，インターネットに接続したり，相互に通信したりすることにより，自動認識，自動制御，モニタリング等を行うことを意味している。流体機械の性能や信頼性等の向上にIoTを利用することを考え，以下の問いに答えよ。

- (1) 流体機械へのIoT導入時に留意すべき課題を3つ挙げ，その内容を述べよ。
- (2) (1) で挙げた3つの課題から1つを選び，それを解決するための具体的な技術的提案を示せ。
- (3) (2) の提案により生じるリスクについて説明し，その対処法を述べよ。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-7 加工FA及び産業機械～

1-7 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械【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2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 切削加工を高精度，高能率に行うために，各種の工具材料が開発されている。切削加工を行う際は，適切な特性を持った工具材料を選定する必要がある。切削工具に使用される工具材料について，以下の問いに答えよ。

- (1) 工具材料に要求される特性を4つ示せ。
- (2) 工具材料を5種類挙げよ。
- (3) 上記(2)で挙げた工具材料のうち2種類に対して，上記(1)で挙げた特性と関係付けて，それぞれの特徴を述べよ。

Ⅱ-1-2 NC工作機械の高精度化にCNC装置の機能向上が欠かせない。開発が進むCNC装置に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) CNC装置の操作に関する基本機能を2つ挙げ，それぞれ説明せよ。
- (2) 上記(1)で挙げた基本機能を実現するために，パソコン等に使用されている汎用OSがCNC装置に使われている。その利点を説明せよ。
- (3) 近年，3次元ソリッドシステムを搭載しているCNC装置が開発されている。その利用法を説明せよ。

Ⅱ-1-3 生産ラインの構築における産業用ロボットの導入に関して，以下の問いに答えよ。

- (1) 産業用ロボットの技術的概要を述べよ。
- (2) 産業用ロボットの導入目的を述べよ。
- (3) 産業用ロボットの導入の課題を述べよ。

Ⅱ-1-4 サプライチェーンにおける鞭効果（ブルウィップ効果）について，以下の問いに答えよ。

- (1) 鞭効果とはどのような現象かを説明せよ。
- (2) 鞭効果が起こる理由を説明せよ。
- (3) 鞭効果を低減するための対策を述べよ。



# 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-1-3	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1 枚中	専門とする事項	射出成形加工法

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

<u>1. 産業用ロボットの技術的概要</u>																								
手	と	し	て	の	マ	ニ	ピ	ュ	レ	ー	タ	、	駆	動	機	構	と	な	る	ア	ク	チ		
ユ	エ	ー	タ	、	速	度	・	位	置	検	出	す	る	セ	ン	サ	、	一	連	の	動	作	を	
制	御	す	る	コ	ン	ト	ロ	ー	ラ	で	構	成	さ	れ	、	生	産	ラ	イ	ン	中	で	プ	
ロ	グ	ラ	ム	に	従	っ	て	工	程	間	の	移	動	や	組	立	作	業	・	溶	接	作	業	
な	ど	の	各	種	作	業	を	行	う	ロ	ボ	ッ	ト	で	あ	る	。							
<u>2. 産業用ロボットの導入目的</u>																								
<u>① 人件費の抑制</u>																								
人	件	費	の	安	価	な	中	国	や	ア	ジ	ア	諸	国	と	競	争	す	る	た	め	に		
産	業	用	ロ	ボ	ッ	ト	を	導	入	し	人	件	費	を	抑	制	す	る	。					
<u>② 品質向上</u>																								
人	間	は	疲	労	し	や	す	く	不	注	意	な	ミ	ス	を	犯	し	や	す	い	と	い		
う	弱	点	を	持	っ	て	い	る	。	そ	の	た	め	、	産	業	用	ロ	ボ	ッ	ト	を	導	
入	し	人	間	に	よ	る	ミ	ス	を	排	除	す	る	。										
<u>3. 産業用ロボットの導入課題</u>																								
<u>① 人件費抑制する上での課題</u>																								
産	業	用	ロ	ボ	ッ	ト	は	設	備	投	資	額	が	大	き	い	と	い	う	短	所	が		
あ	る	。	そ	の	た	め	設	備	の	投	資	対	効	果	を	高	め	る	こ	と	が	課	題	
で	あ	る	。	夜	間	、	土	日	も	フ	ル	生	産	し	生	産	量	を	増	や	す	こ	と	
に	よ	り	投	資	対	効	果	を	高	め	る	こ	と	が	で	き	る	。						
<u>② 品質向上する上での課題</u>																								
機	械	設	備	は	必	ず	故	障	す	る	。	そ	の	た	め	、	ロ	ボ	ッ	ト	の	故		
障	を	無	く	す	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。	ロ	ボ	ッ	ト	に	セ	ン	サ	を	取	
付	け	稼	動	状	態	を	監	視	す	る	こ	と	で	事	前	に	故	障	を	予	測	し	、	
保	全	実	施	に	よ	り	故	障	を	な	く	す	こ	と	が	で	き	る	。				以	上

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	II-1-4	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1枚中	専門とする事項	射出成形加工法

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

<u>1. 鞭 効 果 の 現 象 説 明</u>																							
サ	プ	ラ	イ	チ	ェ	ー	ン	下	流	で	の	情	報	誤	差	が	上	流	へ	行	く	ほ	
ど	増	大	す	る	現	象	。	具	体	的	に	は	完	成	品	メ	ー	カ	が	必	要	数	に
余	裕	率	を	か	け	て	部	品	を	発	注	し	、	そ	こ	か	ら	各	部	品	メ	ー	カ
は	さ	ら	に	余	裕	率	を	か	け	る	た	め	に	安	全	在	庫	が	膨	ら	む	現	象
<u>2. 鞭 効 果 が 起 こ る 理 由</u>																							
完	成	品	メ	ー	カ	の	ラ	イ	ン	停	止	を	防	ぐ	た	め	に	、	各	メ	ー	カ	
は	下	記	現	象	に	備	え	安	全	在	庫	を	持	つ	。	こ	れ	に	よ	り	鞭	効	果
が	発	生	す	る	。																		
①	需	要	予	測	と	実	績	と	の	差	異	が	大	き	い								
②	設	備	故	障	に	よ	る	生	産	能	力	の	低	下									
③	品	質	不	良	に	よ	る	生	産	能	力	の	低	下									
④	災	害	に	よ	る	歩	留	ま	り	低	下												
<u>3. 鞭 効 果 を 低 減 す る た め の 対 策</u>																							
<u>① 需 要 予 測 の 精 度 向 上</u>																							
サ	プ	ラ	イ	チ	ェ	ー	ン	マ	ネ	ジ	メ	ン	ト	(	S	C	M	)	を	構	築	し	、
顧	客	の	需	要	情	報	や	資	材	・	仕	掛	り	在	庫	情	報	が	リ	ア	ル	タ	イ
ム	で	入	手	で	き	る	よ	う	に	す	る	。											
<u>② 設 備 故 障 の 低 減</u>																							
各	種	生	産	設	備	に	セ	ン	サ	を	取	り	付	け	、	予	防	保	全	に	よ	り	
故	障	す	る	前	に	保	全	を	実	施	す	る	。										
<u>③ 製 品 歩 留 ま り の 向 上</u>																							
ラ	イ	ン	カ	メ	ラ	設	置	な	ど	に	よ	り	全	品	検	査	を	行	い	、	不	良	
品	を	後	工	程	へ	流	さ	な	い	よ	う	に	す	る	。								
																							以
																							上

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。



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 工作機械には，多くの振動要因が存在し，加工性能や機械性能に大きな影響を及ぼしている。これらの振動要因を特定し，対策を行う場合について，以下の問いに答えよ。

- （１）振動が加工性能や機械性能に及ぼす影響について述べよ。
- （２）振動要因を効率的に絞り込んでいくための手順とその目的を述べよ。
- （３）上記（２）の各手順における具体的な振動要因を挙げて，それぞれに対する対策を述べよ。

Ⅱ－２－２ 生産システムにおいて一層の省エネルギー化が求められている。あなたが生産システムの省エネルギー化を担当する部署のリーダーになったと仮定して，以下の問いに答えよ。

- （１）省エネルギー化が求められる理由について，３つ挙げ，説明せよ。
- （２）省エネルギー化を行いつつも，生産性を維持する上で，考えられる課題を３つ述べよ。
- （３）上記（２）の課題から２つ選び，それぞれについて解決方法を述べよ。

平成 年度 技術士第二次試験 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	加工・FA 及び産業機械
専門とする事項	半導体製造装置

※
---

○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	)	省エネルギー化の求められる理由について、専門とする半導体製造装置の観点から下記に述べる。
①		資源の消費と廃棄を最小限に抑えるため半導体製造装置の製造には、多くの薬液が使用される。これらの使用は環境への負荷が大きいことあり、環境面においても重要である。その際、Reduce, Reuse, Recycle という手段が主要となる
②		稼動コストの削減 クリーンルームはその性質上、常に工場内の空気を天井に一面に設置されたフィルタで清浄化し、気流のダウンフローを発生させている。清浄度とは引き換えになってしまいが、運転状態を間引いている例などが見受けられる。
③		設備の維持 生産設備では、薬液や圧空・真空・空気フィルタ・各種ガスなどの用力も使用しており、常時運転の場合、それに伴いポンプやコンプレッサの寿命が短くなってしまう。これらの寿命を延ばすため、遊休状態での運転が少なくなるよう断続的な運転が必要である。
2	)	省エネルギーによる物質的制限と生産性は、どうしてもトレードオフの関係になる。下記に半導体製造装置における例を示す。
①		薬液使用量や濃度の低減は、薬液の効果低下につながる。特に、洗浄能力の低下は致命的である。



## 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-2-2	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1枚中	専門とする事項	射出成形加工法

○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。

<b>1.</b>	<u>省エネルギー化が求められる理由 3つ</u>	
<b>①</b>	<u>エネルギーコスト高騰</u>	
	震災以降、発電用燃料の輸入増加により電気料金が約3割上昇し、製造業の収益を圧迫している。	
<b>②</b>	<u>地球温暖化対策</u>	
	原発の稼働停止により火力発電の比率が上昇した。温室効果ガス排出量の約9割がエネルギー起源のCO <sub>2</sub> であり、火力発電は原発の約40倍CO <sub>2</sub> を排出する。	
<b>③</b>	<u>持続可能性社会の追求</u>	
	火力発電で使用している化石燃料は、いつかは尽きてしまう『限りある資源』である。石油は推定埋蔵量から50年後に枯渇すると予想されている。	
<b>2.</b>	<u>省エネルギー化と生産性を両立する課題 3つ</u>	
<b>①</b>	<u>生産設備の高効率化</u>	
	生産設備はモータなどの駆動源を動かすために生産量に応じてエネルギーを消費する。そのため、生産設備を高効率化することが課題である。	
<b>②</b>	<u>放熱の抑制</u>	
	生産設備の原料溶融などで熱エネルギーが使用される。その放熱は、効率低下だけでなく工場内室温を上昇させるため、室温管理が必要な精密加工では空調用のエネルギーがさらに必要となる。そのため、生産設備からの放熱を抑制することが課題である。	
<b>③</b>	<u>生産方法の最適化</u>	
	従来からの方法を見直し、工程削減や工法変更によ	

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	II-2-2	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1枚中	専門とする事項	射出成形加工法

○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。

り	エ	ネ	ル	ギ	一	消	費	を	大	幅	に	削	減	で	き	る	。	そ	の	た	め	、	生		
産	方	法	を	最	適	化	す	る	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。								
<b>3. 課題の解決方法 2つ</b>																									
	日	常	品	や	自	動	車	部	品	の	樹	脂	製	品	の	加	工	法	と	し	て	代	表		
的	な	射	出	成	形	加	工	法	の	事	例	で	記	述	す	る	。								
<b>① 生産設備を高効率化する解決方法</b>																									
	生	産	設	備	の	中	で	消	費	電	力	の	大	き	い	工	程	を	見	付	け	出	し		
そ	の	工	程	を	高	効	率	化	す	る	。	具	体	的	に	は	、	油	圧	式	射	出	成		
形	機	で	は	全	体	の	約	40%	が	ス	ク	リ	ュ	回	転	に	よ	る	溶	融	樹				
脂	の	計	量	工	程	と	な	る	。	そ	の	動	作	で	使	用	さ	れ	る	油	圧	モ	ー		
タ	は	、	小	型	で	大	トル	ク	が	得	ら	れ	る	一	方	で	圧	力	・	回	転	数			
の	増	加	に	伴	い	効	率	が	70%	程	度	ま	で	低	下	す	る	と	い	う	デ				
メ	リ	ット	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	ス	ク	リ	ュ	回	転	用	の	油	圧	モ	ー		
ー	タ	を	高	効	率	な	電	気	モ	ー	タ	へ	交	換	す	る	こ	と	に	よ	り	消	費		
エ	ネ	ル	ギ	一	を	削	減	で	き	る	。														
<b>② 生産設備の放熱を抑制する解決方法</b>																									
	生	産	設	備	の	中	で	表	面	温	度	が	高	い	箇	所	ほ	ど	放	熱	が	大	き		
い	た	め	、	そ	の	箇	所	に	断	熱	材	を	巻	き	放	熱	を	抑	制	す	る	。	具		
体	的	に	は	、	射	出	成	形	機	で	は	約	250℃	で	樹	脂	を	溶	融	す	る				
加	熱	シ	リ	ン	ダ	、	約	100℃	で	温	調	す	る	金	型	表	面	に	断	熱	材				
を	巻	く	。	断	熱	材	を	巻	く	と	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	が	や	り	に	く	く	な		
る	た	め	、	そ	れ	を	考	慮	す	る	必	要	が	あ	る	。	高	性	能	の	断	熱	材		
を	使	用	す	れ	ば	断	熱	材	の	厚	み	が	薄	く	す	る	こ	と	が	で	き	る	。		
<b>4. おわりに</b> : 生産性追求と同時に、地球温暖化対策																									
や	持	続	性	社	会	の	構	築	は	技	術	者	と	し	て	責	務	で	あ	る	。	以	上		

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

平成28年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1-7 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械【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 少子高齢化に伴い，労働人口が減少している。また，製造現場での高齢化が進みつつある。その一方で，高齢社会白書（平成24年版）では，「65歳以降も働きたい人は多いが，60歳代後半の就業率は4割弱に留まっている。」とされている。そのため，製造現場における高齢者の一層の活躍推進方法が課題となってきた。高齢化社会における製造現場について，以下の問いに答えよ。

- (1) 高齢者を製造現場において一層の活躍を推進する上での課題を3つ挙げ，それぞれについて説明せよ。
- (2) 上記(1)で挙げた3つの課題の中から2つの課題を選び，それぞれについて技術的解決方法を説明せよ。
- (3) 上記(2)で挙げた2つの技術的解決方法について，それぞれを実現する上での問題点について説明せよ。

Ⅲ-2 サプライチェーンにおいて，複数企業あるいは1つの企業の複数部門で，販売，製造，調達，物流などの機能をそれぞれ受け持つことによって，材料を完成品に変換し，消費者に届ける活動が行われる。それぞれの機能単位が個別の最適を追及すると，サプライチェーン全体で最適にならないことがある。

- (1) サプライチェーンにおいて，個別最適が全体最適にならない例を2つ挙げて説明せよ。
- (2) 上記(1)で挙げた2つの例について，要因として考えられることをそれぞれ1つ挙げて説明せよ。
- (3) 上記(2)で挙げた2つの要因それぞれについて，その対策方法を挙げて説明せよ。

平成28年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	機械部門
選択科目	加工・FA
専門とする事項	生産システム

※
---

○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。)

高 齢 化 社 会 に お け る 製 造 現 場 に つ い て																								
少 子 高 齢 化 に 伴 い 、 製 造 現 場 で の 作 業 者 も 高 齢 化 が 進 ん で い る 。 自 動 車 部 品 の 生 産 ラ イ ン を 想 定 し て 、 高 齢 作 業 者 の 雇 用 問 題 を 記 述 す る 。																								
1、高 齢 者 を 製 造 現 場 に お い て 一 層 の 活 躍 を 推 進 す る 上 で の 課 題																								
Q C D の 観 点 か ら 、 課 題 を 検 討 し て 以 下 に 記 述 す る 。																								
1-1、品 質 保 証 ・ 品 質 確 保																								
高 齢 作 業 者 に つ い て も 2 通 り の パ タ ー ン が あ る 。 1 通 り 目 は 、 作 業 経 験 豊 富 な 熟 練 工 ・ 多 能 工 で あ る 。 も う 1 通 り は 、 現 場 経 験 の 浅 い 作 業 者 が あ る 。 両 者 が と も に 共 存 し 、 作 業 ス キ ル に よ っ て 生 産 品 質 の 不 安 定 が 発 生 し な い 設 備 、 品 質 管 理 体 制 を 構 築 す る こ と が 課 題 と な る 。																								
1-2、作 業 者 の 習 熟 問 題																								
新 規 設 備 導 入 時 に は 、 新 技 術 ・ 新 手 法 を 多 く 採 用 す る こ と が あ る 。 そ の た め 、 導 入 時 に は 習 熟 内 容 が 多 く な り 、 高 齢 作 業 者 は 難 色 を 示 す 傾 向 が 見 ら れ る 。 高 齢 作 業 者 の 教 育 の 負 荷 を 軽 減 さ せ 、 習 熟 内 容 を 簡 素 化 せ る こ と が 課 題 と な る 。																								
1-3、納 期 管 理 ・ ス ケ ジ ュ ー リ ン グ																								
製 造 現 場 に は 、 高 齢 作 業 者 の み で は な く 若 年 作 業 者 も 共 存 す る 。 製 造 現 場 に お い て 、 部 品 供 給 と 製 品 排 出 ・ 目 視 検 査 を 作 業 者 に よ る 手 動 作 業 に 頼 る ケ ー ス が 多 く 存 在 す る 。 高 齢 作 業 者 と 、 若 年 作 業 者 と は 作 業 速																								



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。）

度	に	差	が	生	じ	る	。	そ	の	た	め	、	人	員	の	配	置	等	に	よ	っ	て	生
産	数	に	差	が	生	じ	る	恐	れ	が	あ	り	、	最	悪	は	製	品	の	納	期	遅	れ
に	発	展	す	る	こ	と	も	考	え	ら	れ	る	。	そ	の	こ	と	か	ら	、	作	業	者
の	作	業	速	度	を	考	慮	し	、	最	適	人	員	配	置	に	て	納	期	管	理	・	ス
ケ	ジ	ュ	ー	リ	ン	グ	を	実	施	す	る	こ	と	が	課	題	と	な	る	。			
2	、	高	齢	者	を	製	造	現	場	に	お	い	て	一	層	の	活	躍	を	推	進	す	る
上																							
で	の	解	決	策																			
2	-	1	、	品	質	保	証	・	品	質	確	保	の	解	決	策							
ト	レ	ー	サ	ビ	リ	テ	ィ	ー	シ	ス	テ	ム	（	以	下	ト	レ	サ	）	の	構	築	
	生	産	ラ	イ	ン	を	、	測	定	・	検	査	を	含	め	て	自	動	化	対	応	と	す
る	。	加	工	・	組	立	・	修	正	・	測	定	・	検	査	な	ど	か	ら	構	成	さ	れ
る	生	産	ラ	イ	ン	の	上	流	工	程	で	、	製	品	全	数	に	2	D	コ	ー	ド	の
印	字	を	行	う	。	各	工	程	は	、	作	業	開	始	前	に	カ	メ	ラ	に	て	2	D
コ	ー	ド	を	読	取	り	工	程	終	了	時	に	、	設	備	に	設	置	し	て	い	る	プ
ロ	グ	ラ	ム	ロ	ジ	ッ	ク	コ	ン	ト	ロ	ー	ラ	（	以	下	P	L	C	）	か	ら	ト
レ	サ	に	、	工	程	履	歴	と	製	品	ス	テ	ー	タ	ス	を	送	信	す	る	。	製	品
ス	テ	ー	タ	ス	と	し	て	、	組	立	管	理	値	、	加	工	寸	法	、	測	定	・	検
査	値	を	ト	レ	サ	に	て	製	品	全	数	分	の	一	括	管	理	を	行	う	こ	と	で
品	質	保	証	・	品	質	確	保	へ	繋	が	る	。										
2	-	2	、	作	業	者	の	習	熟	問	題	の	解	決	策								
直	感	的	に	使	用	可	能	な	設	備	構	築											
	製	造	現	場	に	お	け	る	生	産	設	備	は	、	各	工	程	に	操	作	パ	ネ	ル
が	設	置	さ	れ	て	い	る	。	操	作	パ	ネ	ル	に	は	、	各	工	程	共	通	の	タ
ッ	チ	パ	ネ	ル	（	以	下	T	P	）	を	使	用	し	、	操	作	パ	ネ	ル	レ	イ	ア
ウ	ト	も	共	通	化	す	る	。	各	工	程	、	作	業	が	異	な	る	た	め	操	作	方



○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。）

法	が	共	通	と	は	な	ら	な	い	が	、	T	P	レ	イ	ア	ウ	ト	を	共	通	化	す	
る	た	め	の	フ	ォ	ー	マ	ツ	ト	を	作	成	す	る	。	そ	の	こ	と	に	よ	り	、	
ペ	ー	ジ	の	送	り	、	画	面	の	切	替	え	を	共	通	化	す	る	こ	と	が	可	能	
と	な	る	。	共	通	レ	イ	ア	ウ	ト	に	て	作	り	こ	ま	れ	た	操	作	パ	ネ	ル	
は	見	た	目	か	ら	、	操	作	に	対	し	て	の	難	色	を	示	し	に	く	い	。	そ	
の	こ	と	か	ら	、	作	業	者	の	習	熟	時	の	負	荷	軽	減	に	繋	が	り	、	直	
感	的	に	使	用	可	能	な	設	備	と	す	る	こ	と	で	解	決	す	る	。				
3	、	高	齢	者	を	製	造	現	場	に	お	い	て	一	層	の	活	躍	を	推	進	す	る	上
で	の	問	題	点																				
3	-	1	、	品	質	保	証	・	品	質	確	保	の	実	現	す	る	上	で	の	問	題	点	
ト	レ	サ	構	築	の	た	め	の	配	線	増													
	生	産	ラ	イ	ン	は	複	数	の	設	備	か	ら	構	成	さ	れ	、	ト	レ	サ	構	築	
は	専	用	の	ト	レ	サ	サ	ー	バ	ー	を	設	け	、	各	設	備	に	設	置	さ	れ	て	
い	る	P	L	C	と	通	信	を	行	う	必	要	が	あ	る	。	そ	の	た	め	、	全	工	
程	か	ら	の	P	L	C	と	ト	レ	サ	サ	ー	バ	ー	を	L	A	N	ケ	ー	ブ	ル	に	
て	接	続	す	る	必	要	が	あ	り	、	配	線	の	増	大	と	配	線	経	路	確	保	が	
問	題	と	し	て	挙	が	る	。																
3	-	2	、	作	業	者	の	習	熟	問	題	を	実	現	す	る	上	で	の	問	題	点		
専	任	技	術	者	の	確	保																	
	操	作	パ	ネ	ル	T	P	の	共	通	フ	ォ	ー	マ	ツ	ト	の	使	用	は	、	設	備	
ご	と	に	独	自	の	手	法	で	の	作	り	こ	み	を	避	け	る	必	要	が	あ	り	、	
全	工	程	の	操	作	パ	ネ	ル	部	分	に	関	し	て	取	り	ま	と	め	る	専	任	技	
術	者	が	必	要	と	な	る	。	そ	の	た	め	人	材	の	確	保	と	人	件	費	増	に	
よ	る	費	用	圧	縮	が	問	題	と	し	て	挙	が	る	。									
																								以
																								上

# 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	III-1	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1 枚中	専門とする事項	射出成形加工法

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

<u>1. はじめに</u>																								
少子高齢化に伴い労働人口が減少している。そのため																								
労働者を確保するためには高齢者の活用が必要である。																								
しかし、実際は60歳代後半の就業率は4割弱に																								
留まっている。そこで高齢者を製造現場で活躍推進す																								
る上での課題、その解決方法、また実現する上での問																								
題点について以下に記述する。																								
<u>2. 高齢者を製造現場で活躍推進する課題 3 つ</u>																								
<u>2-1. 高齢者は重労働ができない</u>																								
高齢者にとって重労働作業は肉体的な負担が大きく、																								
そのため製造現場の中で重労働作業があると高齢者は																								
活躍できない。そこで、製造現場から重労働作業を排																								
除することが課題である。																								
<u>2-2. 高齢者の技能伝承は困難</u>																								
工作機械のデジタル化により最新設備を導入すれば																								
アジア諸国でも高品質製品の生産が可能となった。そ																								
のため高齢者が持つ技能を若手労働者へ伝承し、その																								
技能を付加価値として製造過程で加えることにより差																								
別化ができる。しかし高齢者の技能は暗黙知であり、																								
若手へ伝承するのが困難である。そこで、高齢者の技																								
能を伝承することが課題である。																								
<u>2-3. 最新設備の操作が困難</u>																								
従来生産設備は油圧バルブの調整ネジやタイマーな																								
どを直接操作した。しかし、近年の最新設備はタッチ																								
パネルで一括操作する方式がほとんどであり、高齢者																								

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1 枚中	専門とする事項	射出成形加工法

○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	そ	の	し	く	み	に	慣	れ	て	い	な	い	。	そ	こ	で	、	操	作	方	法	の	簡	
素	化	が	課	題	で	あ	る	。																
<b><u>3. 2 つの課題の技術的解決方法</u></b>																								
	上	記	の	う	ち	、	特	に	効	果	が	大	き	い	と	考	え	る	2	つ	の	課	題	
	に	つ	い	て	、	身	の	回	り	の	生	活	品	や	自	動	車	な	ど	の	樹	脂	部	品
	の	加	工	法	と	し	て	代	表	的	な	射	出	成	形	加	工	法	の	事	例	で	記	述
	す	る	。																					
<b><u>3-1. 重労働作業の排除</u></b>																								
	射	出	成	形	加	工	の	生	産	工	程	に	は	、	成	形	加	工	、	組	立	、	段	
	取	り	替	え	、	運	搬	な	ど	が	あ	る	。	そ	の	中	で	最	も	重	労	働	な	作
	業	は	、	段	取	り	替	え	で	必	要	な	金	型	交	換	作	業	で	あ	る	。	金	型
	交	換	作	業	は	①	数	t o n	の	金	型	を	ク	レ	ー	ン	操	作	、	②	狭	い	成	
	形	機	内	へ	金	型	を	挿	入	、	③	数	k g	の	固	定	治	具	で	金	型	を	成	
	形	機	へ	固	定	、	の	重	労	働	作	業	が	あ	る	。	そ	の	作	業	を	製	造	現
	場	か	ら	排	除	す	る	に	は	、	①	大	量	生	産	製	品	に	集	約	し	金	型	交
	換	を	最	小	限	と	す	る	、	②	金	型	交	換	作	業	を	自	動	化	す	る	、	方
	法	が	考	え	ら	れ	る	。	し	か	し	、	大	量	生	産	製	品	へ	の	集	約	は	近
	年	の	市	場	要	求	の	多	様	化	、	競	争	力	向	上	に	対	応	す	る	こ	と	が
	で	き	な	い	。	そ	の	た	め	、	解	決	策	は	金	型	交	換	作	業	を	自	動	化
	す	る	こ	と	で	あ	る	。	金	型	自	動	搬	送	装	置	と	金	型	自	動	脱	着	装
	置	を	導	入	す	る	こ	と	で	、	製	造	現	場	か	ら	金	型	交	換	作	業	を	排
	除	し	、	高	齢	者	の	活	躍	推	進	が	可	能	と	な	る	。						
<b><u>3-2. 高齢者の技能伝承</u></b>																								
	射	出	成	形	加	工	の	技	能	に	は	、	樹	脂	、	金	型	、	設	備	、	加	工	
	法	の	知	識	が	必	要	と	な	る	。	高	齢	者	が	持	つ	そ	れ	ら	暗	黙	知	の

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

# 技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	Ⅲ-1	選択科目	加工 F A
答案使用枚数	1枚目 1 枚中	専門とする事項	射出成形加工法

○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。

知識を若手作業者に伝承するには、① O F F J T による体系的な教育の併用、② 高齢者の持つ技能の定量化、する方法がある。しかし、O F F J T は現場で必要な知識習得とは乖離することが多く効率が悪い。そのため解決策は、高齢者の持つ技能を定量化することである。具体的に、金型に温度センサと圧力センサを埋め込み、射出成形現象を定量化し高齢者の持つ技能を定量化する。

## 4. 実現する上での問題点

### 4-1. 金型交換作業を自動化する問題点

その問題点は、設備導入費が高いことである。そのため、工場内設備で優先順位を決めて自動化設備を導入する。具体的には、金型交換を工場内の一部の設備の集約し、その設備に自動化設備を導入する。

### 4-2. 高齢者の持つ技能を定量化する問題点

その問題点は、時間的、費用的制約がありすべての金型に圧力センサや温度センサを埋め込めないため、たくさん成形現象を経験できないことである。そのため、流動解析 ( C A E ) を活用する。コンピュータ上で成形現象を定量化することにより、時間と費用をかけずに数多く成形現象を経験できる。

## 5. おわりに

私は自動化による製造現場から重労働作業の排除や高齢者の持つ技能の形式知化により製造現場での高齢者の活躍を推進していく所存である。以上

平成 年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号						
問題番号	Ⅲ	—	2			

技術部門	機械部門
選択科目	加工・FA および産業機械
専門とする事項	半導体製造装置

※
---

○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) サプライチェーンにおいて、個別最適が全体最適にならない例を、設計部門と製造部門について下記に列挙する。

まず、半導体業界において、デリバリーまでの時間の短さはますますコアコンピタンスとなっている。そのような状況の中で、設計部門と製造部門の調和によるリードタイムの短縮は、非常に重要な課題である。しかし、ここで問題が発生することがある。

① 設計部門としては、開発にマンパワーを取られて製造部門の調達・部品発注に貢献するための標準化に割ける余力がない。よって、開発に注力して、半製品化を見越した設計の熟成がますます行われないようになる。

② 一方、製造部門としては在庫低減をひとつの最適と置き、半製品をストックせず、都度の発注によって資材調達を行っている。この状況により、ユニット・モジュールの半製品を確保して受注から調達、生産までのタイムリーな反応ができなくなっている。

2) 上記の状態は、SCM(Supply Chain Management)がなされていないといえる。この場合、調達連鎖の中のひとつのチェーンである設計・製造間が繋がっていない。

① の要因

開発に力を取られる状況で、標準化を行う指針となるべき情報のやり取りが行われていないことが大きい。これが悪循環となり、







# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-8 交通・物流機械及び建設機械～



1-8 交通・物流機械及び建設機械【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2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 電動機には同期式と誘導式がある。それぞれの方式の動作原理とその特長を生かした効率的な運用方法を述べよ。

Ⅱ-1-2 CO<sub>2</sub>排出量が少なく動力性能に優れるクリーンディーゼルエンジンは、環境技術の1つとして挙げられる。これまでにディーゼルエンジン排出ガス規制に適合するために開発されてきた代表的な技術を3つ挙げ、それぞれについて解説せよ。

Ⅱ-1-3 交通・物流機械及び建設機械において日々の点検で行っている目視点検や打音検査は、非破壊検査の代表的な手法である。目視点検と打音検査以外の非破壊検査法を3つ挙げ、欠陥の検出原理と特徴を述べよ。

Ⅱ-1-4 鉄鋼材料を用いる際にはその力学的特性を調整するために各種熱処理を施す。そこで構造用炭素鋼の熱処理手法を3種類挙げ、その手法と期待される力学的特性について説明せよ。

平成 28 年度技術士第二次試験 筆記試験 再現論文

受験地：広島県

技術部門：機械部門

選択科目：交通・物流機会及び建設機械

専門とする事項：物流機械

## 1. 選択科目Ⅱ

### 1-8 交通・物流機械及び建設機械

#### Ⅱ-1

#### Ⅱ-1-3 非破壊検査法について

非破壊検査法として、浸透探傷試験（PT）、磁粉探傷試験（MT）、超音波探傷試験（UT）について論述する。

##### 浸透探傷試験（PT）

###### 欠陥の検出原理

赤色の浸透液を検査対称面になじませ、十分時間が経過した後、白色の探傷材をふりかける。表面に欠陥・亀裂がある場合は浸透液が入り込んでおり、探傷材により赤色の浸透液がにじみ出る形となる。これにより欠陥・亀裂の有無が確認できる。

###### 特徴

物体表面の欠陥・亀裂を検出することが可能。また必要な機材が少なく容易に実施することができる。

##### 磁粉探傷試験（MT）

###### 欠陥の検出原理

磁粉の探傷材を検査面にふりかけ、その後、探知機を検査面にあてる。欠陥・亀裂がある場合は磁粉の探傷材が模様となった現れるため、欠陥・亀裂の有無が確認できる。

###### 特徴

物体表面の欠陥・亀裂を検出することが可能、また表層から 2～3mm 程度深さの位置までの欠陥・亀裂を検出できる。

##### 超音波探傷試験（UT）

###### 欠陥の検出原理

探触子を対象物体にあて、超音波を発生させる。欠陥・亀裂がある場合は超音波が欠陥・亀裂の場所で跳ね返ってくるため、波形により、欠陥・亀裂の有無が確認できる。

###### 特徴

物体内部の欠陥・亀裂を検出することが可能。

## II-1-4 熱処理手法について

熱処理手法として、高周波焼き入れ、浸炭焼き入れ、ずぶ焼き入れについて論述する。

### 高周波焼き入れ

#### 手法

物体表面にコイルを近づけ、コイルに電流を流すことで加熱し焼き入れ、その後冷却による焼き戻しを行うことで、表面を硬化させることができる。物体の形状にあわせたコイルを製作し円周面を一気に焼き入れする方法と、コイルに対して物体側を一周回転させて焼き入れる回転焼き入れ法がある。

#### 期待される力学的特性

炭素鋼の表面硬度を上昇させることができ、耐久性、耐摩耗性を向上させることができる。

### 浸炭焼き入れ

#### 手法

材料に浸炭材を溶け込ませ、焼き入れ焼き戻しを行うことで表面硬度を上昇させる。歯車、ギヤ等の表面焼き入れに用いられることが多い。

#### 期待される力学的特性

炭素鋼の表面硬度を上昇させることができ、耐久性、耐摩耗性を向上させることができる。

### ずぶ焼き入れ

#### 手法

材料全体を加熱し焼き入れ、その後水浴や油浴により品物全体の焼き戻しを行う。

#### 期待される力学的特性

全体を焼き入れ硬い組織とするため、表層だけでなく深部まで硬化することが可能。硬化深さが少ないと表面の硬化層が剥離する問題が生じやすいが、深部まで硬化しているためこの問題を回避することができる。

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 自動車や鉄道等の交通機械の製造技術が成熟してくると，付加価値により製品訴求力を補強するために快適性を生み出す技術が重視されてきた。交通機械の快適性を実現する業務を推進するに当たり，以下の問いに答えよ。

- （１）具体的な交通機械を１つ挙げ，騒音・振動の低減以外で快適性向上に当たって検討すべき事項を３つ述べよ。
- （２）（１）で挙げた事項から１点挙げ具体的に進める技術提案を述べよ。
- （３）（２）の取組を進める際に留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 近年，交通・物流機械及び建設機械において，自動運転システムの技術開発が盛んに行われている。このような状況において，以下の問いに答えよ。

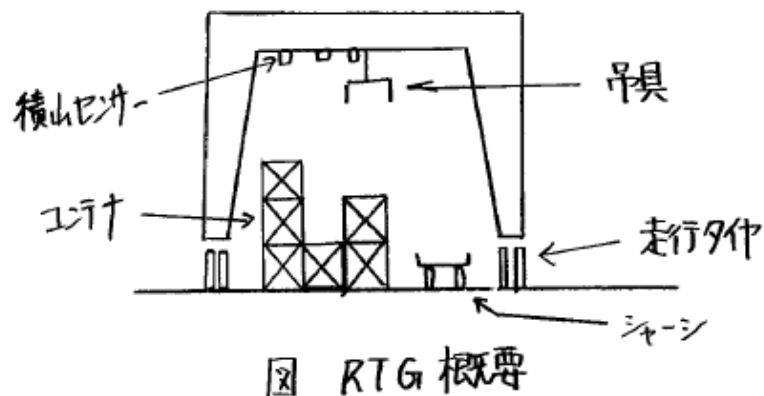
- （１）自動運転システムに用いられるセンシング技術を３つ挙げ，それぞれの用途を述べよ。
- （２）自動運転システムにおける安全性を向上させる手法を述べよ。
- （３）自動運転システムを適用する際のリスクと留意事項を述べよ。

Ⅱ－２

Ⅱ－２－２を選択して回答した。

### Ⅱ－２－２ 自動運転システムの技術開発について

港湾に荷役に用いられるタイヤ式門型クレーン（以下RTGと記載）を例にして論述を行う。RTGの概要については、図を参照のこと。



#### (1) 自動運転システムに用いられるセンシング技術

##### ①画像処理

地上のコンテナに対して、吊具を自動で真上に移動させる際に位置微調整が必要である。これを行うため、吊具の4隅に画像認識カメラが設置されている。吊具を下げながらこのカメラがコンテナの四隅を写し、位置情報として認識、この情報により吊具の位置を自動で微動、調整する。

##### ②マグネット検知

RTGの走行位置を認識、あるいは指定地点にまで移動させるため、地上に埋め込んだ磁石をRTG側のセンサーで検知する。検知した情報が位置情報となり、RTGの走行位置を自動制御することができる。

##### ③レーザ検知

地上のコンテナの段数を認識するため、クレーン上の積山センサーからレーザを発信し、跳ね返ってきた情報で、コンテナの段数を把握する。これにより、吊具とコンテナ積み山が衝突しない経路を決定し、自動運転させることが可能。また、RTG間もレーザセンサを設置しており、RTG同士が接近したか認識することが可能。

#### (2) 自動運転システムにおける安全性を向上させる手法

##### ①機械的対策

万一走行しているRTG同士が衝突しても機器の破損に至らないよう、ゴムバッファを設置する等、機械的な予防策を適用する。

#### ②電氣的、制御的対策

リスクを想定の上、インターロックを作成、制御ソフトに反映する。例えば、自動センサーからの情報が帰ってこない場合はクレーンの動作を緊急停止する、というようなインターロックを設けることで、事故、損傷を防止する。

安全性を向上させるには、機械的、電氣的、制御的、トータルで対策を施すことが重要である。

### (3) 自動運転システムを適用する際のリスクと留意事項

#### ①入手性

自動運転には多岐に渡るセンサーが利用されるが、特殊品であるがため手配納期が長い場合が多い。また、型式変更に伴い現行品の生産が中止になるケースもある。これに対する留意事項としては、センサー類を予備で保管することが重要である。また、現行品の生産が中止になる場合、新型式品との製品の互換性があるか、都度確認を行うことも留意すべき点である。

#### ②外乱

天気、直射日光によりセンサーの感度に影響を受ける場合がある。センサー類にカバーを設け風雨にさらされても容易に劣化しない、直射日光を防ぐ、という対策を施すことが必要である。

また、GPSを制御機器として使用している場合は、一般の他周波数帯との干渉により影響を受ける場合がある。この場合、近傍に近い周波数帯が存在していないか調査することも留意すべき点である。

1－8 交通・物流機械及び建設機械【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 機構部品と制御装置を融合させることにより，高機能・高性能が得られ，高付加価値の製品となる。具体的な制御装置は，アナログとデジタル半導体デバイスが混在する電子回路で，その上で動作するソフトウェアにより機能が実現されている。このような製品の改修や新規開発を行う場合，担当者にはハードウェア及びソフトウェアにおける幅広い知識と技術が要求される。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- (1) 機構に制御装置を組合せ，機能・性能・精度等を向上させる製品を1つ挙げ，検討すべき項目を多様な観点から3つ挙げ，その内容について述べよ。
- (2) (1) に示した中で重要な技術課題を選び，解決するための技術提案を示せ。
- (3) (2) の提案のもたらす効果を具体的に示すとともに，それに潜むリスクについて述べよ。

Ⅲ－2 製品開発に係わる技術者にとって，製品がどのような競争力を持っているかは重要である。常に製品競争力の向上を務めないと，たとえ現時点では市場で優位性を持っていても，いずれ競争力を失ってしまう。このような状況を考慮して交通・物流及び建設機械の設計者として，以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とする機器を選び，その製品競争力を決定する要因は何かについて多面的な観点から記述せよ。
- (2) (1) に示した中で重要な要因を1つ選び，それに関する技術提案を示せ。
- (3) (2) の提案のもたらす効果を具体的に示すとともに，それに潜むリスクについて述べよ。

# 問 題 文

(選択科目)

～01-9 ロボット～



1-9 ロボット【選択科目Ⅱ】

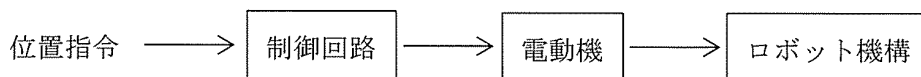
Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

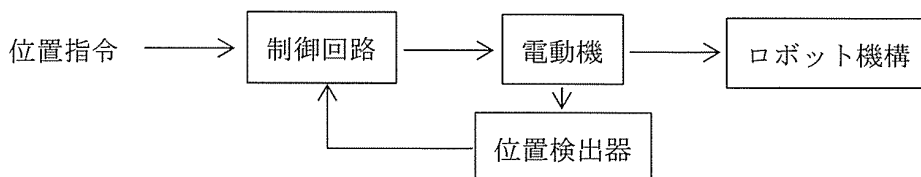
Ⅱ-1-1 産業用ロボットではティーチング・プレイバック方式が広く用いられている。産業用ロボットのティーチングに採用されている方式を3つ以上挙げ、それぞれの特徴（長所と短所）を述べよ。

Ⅱ-1-2 搬送ロボットや災害対応ロボット等のように作業空間内を移動するロボットに用いられる移動機構を3種類以上挙げ、それぞれの特徴（長所と短所）を述べよ。

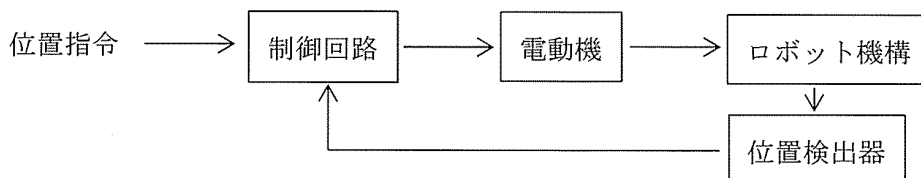
Ⅱ-1-3 次の3つのブロック図で示されるロボットの位置決め制御方式の各々について、その特徴（長所と短所）及び利用事例などについて述べよ。



1) オープン・ループ方式



2) セミ・クローズド・ループ方式



3) フル・クローズド・ループ方式

Ⅱ-1-4 ロボットの回転関節の位置制御に用いられる回転位置検出センサについて代表的なものを2つ挙げ、それぞれの検出原理及び特徴（長所と短所）を述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（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 人が装着するパワーアシスト方式のリハビリ・ロボットを設計することになった。その際に留意すべき事項について，以下の問いに答えよ。

- (1) 装着型ロボットの利点を３つ以上挙げよ。
- (2) 人の手足を拘束する装着型ロボットの危険性を２つ以上挙げよ。
- (3) (2) で挙げた危険性を回避するためにどのような技術的な方策があるかを述べよ。

Ⅱ－２－２ 物品の搬送を行うための水平多関節型ロボットを設計することになった。各関節の駆動には，ロボットの台座（ベース）部に電動モータを配置して用いることとした。この際，駆動系の設計において留意すべき事項について，以下の問いに答えよ。

- (1) 電動モータの仕様を決定する際に考慮すべき点について述べよ。
- (2) 候補となる減速機の種類を２つ以上挙げ，その中から１つを選定する際に考慮すべき点について述べよ。
- (3) 候補となる動力伝達機構の種類を２つ以上挙げ，その中から１つを選定する際に考慮すべき点について述べよ。

1-9 ロボット【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，人工知能（AI:Artificial Intelligence）を活用したサービスが実用化されたというニュースや，人工知能が将棋や囲碁の棋士を破ったという報道を見聞きすることが多くなってきた。人工知能が実用化レベルに達してきた要因としては，インターネット等により膨大なデータの収集が容易にできるようになったことや，機械学習と呼ばれる技術を用いることにより，収集したデータをコンピュータが学習し，正確な判断が可能となってきたことなどが挙げられる。例えば，多くの音声データを機械学習することにより音声認識の機能が飛躍的に向上し，スマートフォン等に用いられるようになっている。

今後，人工知能は「ものづくり分野」や我々の生活を支える多くの製品に応用されていくことが予想される。しかし，そのためには人工知能の研究開発に加え，人工知能が正しい判断を行えるようにするための周辺技術の向上なども必要であると考えられる。

あなたが，人工知能を応用した製品を開発する立場であるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 人工知能を応用することが有効と考える製品（機械，装置，システムなど）を3つ挙げ，有効と考える理由をそれぞれ述べよ。
- (2) (1) で挙げた製品のうち1つを選び，人工知能応用のために必要となる機械関連技術，及び人工知能の応用を成功させるための技術課題を述べよ。
- (3) (2) で挙げた技術課題を解決するための方策，及びその方策に潜むデメリットについて述べよ。

Ⅲ-2 グローバル市場の拡大に伴い，産業用ロボットメーカーも開発，設計及び製造の工程を市場が広がりつつある発展途上国等の海外で行う動きがある。その理由として現地の規格やニーズに合わせたカスタマイズが行い易いこと，日本国内に比べ製造コストの低減が期待できることなどが挙げられる。このような状況を考慮し，以下の問いに答えよ。

- (1) 産業用ロボットを海外で製造する上での課題を3つ以上挙げ，課題として挙げた理由を述べよ。
- (2) (1) で挙げた課題のうち，最も重要と考えるものを1つ選び，それを解決するための具体的な提案を述べよ。
- (3) (2) の提案の効果及び想定されるリスクについて述べよ。

# 問 題 文

(選択科目)

～01-10 情報・精密機器～

1-10 情報・精密機器【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2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 情報・精密機器に用いられている高速運動と精密位置決めを繰り返す機構において、その位置決め精度向上のため考慮すべき主な要因を2つ挙げ、それぞれの要因の対策で採用候補となる機構や装置の特徴を説明せよ。

Ⅱ-1-2 機器の使用者マニュアルを作成するに当たって、情報・精密機器で特に注意すべき点を2つ選び、それぞれについて具体的に説明せよ。

Ⅱ-1-3 情報・精密機器において共振が問題となるとき、その要因を3つ挙げ、それぞれの要因に対して具体的な対策法を示せ。

Ⅱ-1-4 情報・精密機器の長期間にわたる性能維持のための保守を困難にしている主な要因を2つ挙げ、それぞれの要因に対して具体的な対策法を示せ。

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 製品開発においてユーザーニーズ主導の製品開発（マーケットイン）と技術シーズ主導の製品開発（プロダクトアウト）のどちらを採用すべきか，という議論がしばしばなされている。マーケットインを志向すべきという意見が強いが，「消費者は自分の欲しいものを知らない」といった意見もあり，情報・精密機器ではプロダクトアウトによる提案型の製品が消費者に受け入れられる場合もある。あなたが主にプロダクトアウトの立場から製品の飛躍的な性能向上をセールスポイントとした新たな機器の開発を統括する立場にあるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 開発において特に注意すべき項目を３点，理由とともに挙げよ。
- (2) (1) で挙げた３項目のそれぞれに対して，対応・解決するための方法を挙げよ。
- (3) (2) の業務を実際に進める際に留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 情報・精密機器の開発において，初期の量産過程で不良率が高止まりし，歩留まりが向上しない場合がある。あなたがこの不良率改善の技術的対策を統括する立場にあるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 不良率改善の技術的対策をするために，調査・検討すべき項目を３点述べよ。
- (2) (1) で挙げた項目から，最も重要であると考えられる項目を１点挙げ，それによって明らかとなる不良の原因の例と対策を具体的に述べよ。
- (3) (2) の業務を実際に進める際に留意すべき事項を述べよ。

1-10 情報・精密機器【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 製品開発に携わる技術者にとって，製品が市場でどのような競争力を持っているかは重要な問題である。常に製品競争力の向上に努めないと，たとえ現時点では市場で優位性を持っていても，いずれ競争力を失ってしまう。このような状況を考慮して情報・精密機器の開発責任者として以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とする情報・精密機器を1つ選択し，その機器の製品競争力を決定する主な要因を多面的な観点から3つ記述せよ。
- (2) (1) で挙げた3つの要因の中から，最も重要と考える要因を1つ選び，それに関する革新的な技術的提案とその効果を示せ。
- (3) (2) の提案により生じるリスクについて説明し，その対処法を述べよ。

Ⅲ-2 IoT (Internet of Things) が普及する前段階として，社会に存在する多くの機器が広義の情報機器となり，M2M (Machine to Machine) のコンセプトに基づいて機器間通信が一般的になり，多くの機器が統合的に機能するようになると予測されている。M2Mにより情報化した機器を例に，以下の問いに答えよ。

- (1) これまでにない新たな機器へのM2M導入時に留意すべき課題を多面的な観点から3つ挙げ，その内容を述べよ。
- (2) (1) で挙げた3つの課題から，最も重要と考える課題を1つ選び，それを解決するための具体的な技術的提案とその効果を示せ。
- (3) (2) の提案により生じるリスクについて説明し，その対処法を述べよ。