

平成 29 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 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) と呼ばれる信頼性解析手法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① FMEAはシステムを構成する要素に生じる可能性のある故障を予測し、その故障によってシステムがどのような影響を受けるかを、表を使って解析を進める。
- ② 実施には、対象システムの構造、機能、使用条件、環境条件などを理解し、対象システムをどこまで分解して解析するかを決める。
- ③ 1つの要素に対して複数の故障モードが存在する場合があることも忘れずに、分解レベルの最下位要素の故障モードを抽出する。
- ④ 抽出した要素の各故障モードについて、上位のサブシステム、システム、さらにシステム外への影響というように、段階的に解析していく。
- ⑤ 列挙した要素の故障モードごとに、影響度と検出度の積である危険優先数で評価し、評価点数の高い順に設計、製造及び運用で対応する。

I-2 機械要素設計に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 標準数は、機械部品の標準化において、選びうる数値を等比級数的に増加する有限個に限定し規格化する目的で造られたものである。
- ② やまば歯車は、平歯車に比べて静かで滑らかな回転が得られるが、軸方向にスラストが発生する。
- ③ 機械部品において穴と軸の間で、すきまやしめしろが問題となる場合の両者の許容域の関係を、はめあいという。はめあいのうち、穴径より軸径を小さくするはめあいを「すきまばめ」という。
- ④ 対象物の形状、姿勢、及び位置は、寸法を与えるだけでは決まらない。これらを決めるために幾何公差が用いられる。
- ⑤ 機械部品、構造部材などの表面における除去加工の要否、表面の粗さやうねり、加工によって生じる筋目などを表面性状といい、表面性状パラメータと表面性状の図示記号により指示する。

I-3 先端に集中荷重が負荷された一様な円形断面の片持ちはりを考える。荷重条件を同じとして、はりの長さを2倍に、かつ直径を2倍にしたとき、はりの先端のたわみと、はり付け根部の最大曲げ応力は、元のはりの何倍になるか。次の記述のうち最も適切なものはどれか。

- ① たわみは1/4倍、最大曲げ応力は1/2倍
- ② たわみは1/4倍、最大曲げ応力は1/8倍
- ③ たわみは1/2倍、最大曲げ応力は1/2倍
- ④ たわみは1/2倍、最大曲げ応力は1/4倍
- ⑤ たわみは2倍、最大曲げ応力は1/4倍

I-4 長さ L の両端単純支持はり AB が、図1のようにはりの中央 C 点に集中荷重 P を受けるとき、はり AB 間に生じる曲げモーメント M の線図として、次のうち最も適切なものはどれか。ただし左の端点 A を原点とし、B 端方向を x 軸、下方を y 軸の正の方向とする。また、曲げモーメント M の正の方向は、図2に示すように y 軸方向に凸となる変形とする。

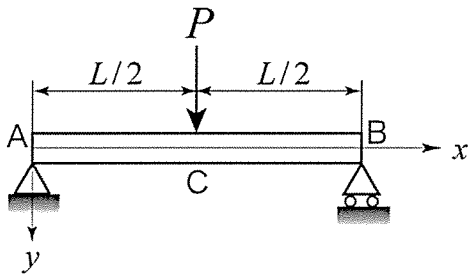


図1

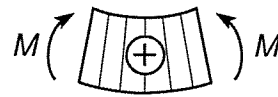
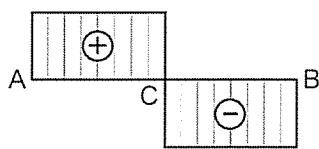
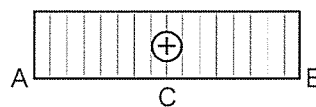


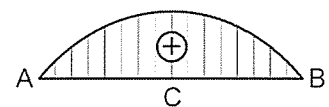
図2



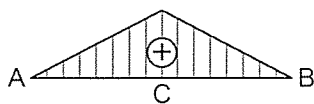
①



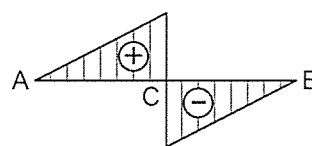
②



③

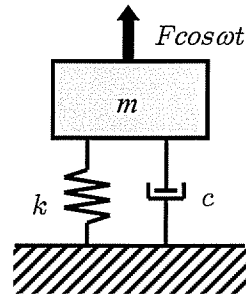


④



⑤

I-5 下図のように、質量 m の質点をばね定数 k のばねと減衰係数 c の減衰要素で支えた 1 自由度振動系に正弦加振力 $F\cos\omega t$ が作用している。ここで F は加振力の振幅、 ω は角振動数、 t は時間である。このとき振動系の減衰比は $0 < \zeta < 1$ とする。この振動系に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① m が変化すると固有角振動数は変化するが、 k を調整すれば、もとの振動系と同じ固有角振動数にすることができる。
- ② c を大きくすると、振動の振幅が最大となる ω は小さくなる。
- ③ ω を徐々に変化させて振動系の固有角振動数に近づけると、振動系の減衰が小さいとき、振動の振幅は非常に大きくなる。
- ④ 振動系の固有角振動数を超えて ω を増大させると、振動の振幅は 0 以外の一定値に近づく。
- ⑤ c が小さい振動系ほど、 ω を変化させると、振動系の固有角振動数を境にして、応答の位相角は急激に変化する。

I-6 下図に示すような入力 $R(s)$ 、出力 $Y(s)$ のフィードバック系において、 K を開ループゲイン、 $G(s)$ を伝達関数とする。ただし、 s はラプラス演算子である。

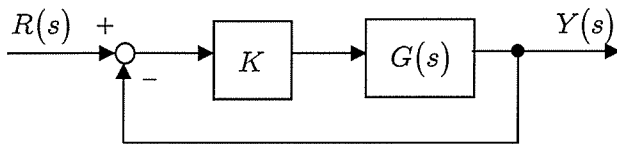
閉ループ伝達関数 $T(s)$ は

$$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{KG(s)}{1+KG(s)}$$

であり、伝達関数 $G(s)$ が s の多項式 $N(s)$ 及び $D(s)$ を用いて

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)}$$

と表されるとき、フィードバック系の特性方程式として、次のうち最も適切なものはどれか。



- ① $D(s) + KN(s) = 0$
- ② $D(s) + KN(s) = 1$
- ③ $KN(s) = -1$
- ④ $D(s) + KN(s) = -1$
- ⑤ $KN(s) = 0$

I-7 次の(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) 水車には、衝動水車と反動水車があり、フランシス水車は衝動水車に、ペルトン水車は反動水車に分類される。

(イ) 風力発電で用いられる風車には水平軸形風車と垂直軸形風車があるが、水平軸形風車にはダリウス風車、垂直軸形風車には多翼風車がある。

(ウ) オットーサイクルは、可逆断熱圧縮-可逆等積加熱-可逆断熱膨張-可逆等積冷却からなるサイクルで、火花点火機関の理論サイクルである。

(エ) 貫流ボイラは、蒸気と水の分離用のドラムがなく、高圧用に適しているが、十分に処理された水を用いる必要がある。

(オ) 蒸気タービンには、復水タービンと背圧タービンがあるが、背圧タービンは産業用で動力とともに作業用低圧蒸気を必要とする場合に用いられる。

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

I-8 LNGを燃料とし、ガスタービンの排熱を回収して蒸気タービンを駆動する複合サイクル発電プラントに関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

(ア) ガスタービン排気のエネルギーを蒸気タービンで有効利用することで、プラント熱効率が向上する。

(イ) 夏場などで大気の温度が上昇すると、それを作動流体とするガスタービンの出力は増大する。

(ウ) ガスタービンと小容量の蒸気タービンの組合せにより、大型の汽力発電所と比べ短時間での起動停止が可能である。

(エ) プラント熱効率向上に有効なガスタービンの高温化に対しては、材料、冷却、コーティングの技術改良が大きく寄与している。

(オ) ガスタービンから排出されるNO_xを低減するには、燃料ガスを瞬時に空気に噴射し、混合しないうちに燃焼させる。

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

I-9 熱の移動形態の1つである熱伝導に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

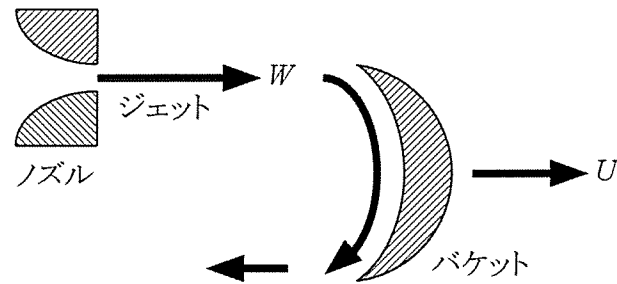
- ① 一般に純物質の熱伝導率は、固体、液体、気体の順に小さくなる。
- ② 温度差のある物体中を伝わる熱流束は、熱伝導率を比例定数として温度勾配に比例する。これをフーリエの法則という。
- ③ 断熱とは、熱の出入りを遮断することによって、管あるいは容器内の物体の温度変化を小さく保つことを目的とし、断熱のために使用される熱伝導率の小さい材料を断熱材という。
- ④ 室温付近の熱伝導率は、銀、銅、アルミニウム、ステンレス鋼、炭素鋼の順に小さくなる。
- ⑤ 液体ナトリウムは、水に比べて熱伝導率が高い。

I-10 熱力学に関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- (ア) 伝熱の基本形態には、熱伝導、熱伝達、熱放射があり、いずれの形態においても単位時間あたりに伝わる熱量は、伝熱が起こる対象間の温度差に比例する。
- (イ) 熱と仕事は本質的にエネルギーの1つの形態であり、仕事を熱に変えることができ、その逆も可能である。閉じた系では、エネルギー形態が変化しても、系の保有するエネルギーは保存される。
- (ウ) カルノーサイクルは、温度の異なる熱源の間で動作するサイクルの一種であり、等温膨張過程-断熱膨張過程-等温圧縮過程-断熱圧縮過程から構成され、全ての過程が可逆過程である。
- (エ) 逆カルノーサイクルは、可逆熱サイクルの1つである。低温熱源から熱を奪い、高温熱源へ熱を供給する。冷凍機やヒートポンプがこの原理を使用している。
- (オ) ランキンサイクルの熱効率を向上させる方法として、タービンで膨張している途中の蒸気を取り出し、ボイラへの給水を加熱する再熱サイクルが用いられている。

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

I-11 図のようなバケットで構成されたランナを持つ水車を考え、静止したノズルから噴出するジェットの流れを W [m/s]、ジェットに駆動されるランナの周速を U [m/s] とする。このとき、単位質量のジェットからランナが得る仕事 L [J/kg] を与える式として最も適切なものはどれか。ここで、ジェットはランナ周速方向と平行に流入し、ランナ内での水力損失なく転向し、ランナ周速方向と平行に流出するものとする。



- ① $L = WU$ ② $L = 2WU$ ③ $L = (2W - U)U$
 ④ $L = (W - 2U)U$ ⑤ $L = 2(W - U)U$

I-12 ターボ型のポンプ、送風機、圧縮機などを低流量域で使用すると、流量や圧力が周期的に変動し始め、安全な運転が不能になるサージングが生じることがある。このサージングに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① サージングは、管路の抵抗にさからって圧送される流体の柱がターボ機械の脈動により振動する現象である。
 ② サージングでは、数Hz程度の低い周波数の持続的振動が生じる場合がある。
 ③ ポンプのサージングは、流量-揚程曲線が右上がりになる領域で、ポンプと吐出し管路の流量調節弁の間に水槽又は空気だまりがあると生じる場合が多い。
 ④ 圧縮機のサージングは、流量-圧力比曲線が右上がりになる領域で、管路の抵抗特性にかかわらず生じ易い。
 ⑤ サージングの対策の1つに、羽根車になるべく近いところに弁を設置して流れを絞る方法がある。

I-13 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 工作機械は、JISでは、「除去加工を行う機械である」と定義されている。
- ② 横フライス盤は、平フライス削り加工を行うことができる。
- ③ ボール盤は、主に穴あけ加工を行う機械であり、平面加工も行うことができる。
- ④ 中ぐり盤は、穴の中ぐり加工とねじ切り加工を行うことができる。
- 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-14 生産管理システムの代表的なものとしてプッシュシステムとプルシステムを挙げることができる。これら2つの生産管理システムに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① プッシュシステムの特徴は、原材料供給者、部品供給者、生産者、顧客に関する情報から詳細なスケジュールを作成し、それに基づいてマテリアルフローを前進させる方式をとることにある。
- ② プルシステムの特徴は、生産のすべての段階において仕掛在庫を低減させることに主眼をおくことにある。
- ③ プッシュシステムがうまく機能するか否かは、生産スケジュールの正確性に依存する。
- ④ プルシステムの特徴は、各工程において、原材料や部品がいつごろどれだけ必要かを予測し、その時点前に必要な量の原材料や部品が到着するように計画することにある。
- ⑤ プッシュシステムにおいて、マテリアルフローをコントロールする方法としてよく知られたものの1つにMRP（Material Requirements Planning：資材所要量計画）がある。プルシステムにおいては、かんばん方式がある。

I-15 車両の走行・運動性能に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 抗力とは、走行中の車両が受ける上下方向に作用する空気力であり、車速の2乗に比例して増加する。
- ② シミーとは、摩擦クラッチや摩擦ブレーキが作動するときにスティックスリップによって発生する駆動系のねじり共振現象である。
- ③ オーバーステアとは、車両が定常円旋回中に車速を上げたとき、旋回半径が大きくなっていく特性である。
- ④ ローリングとは、車両がタイヤ接地面や横風などから横力を受け、鉛直軸周りに回転運動、又は振動する現象である。
- ⑤ ウォーターフェードとは、水たまりを走行する場合などに、ブレーキの摩擦面が水に濡れて制動力が一時的に低下する現象である。

I-16 回転数2400 rpmで一定回転する単気筒4サイクルエンジンがある。図1の振動絶縁装置で支持面に対する上下振動の力の伝達率を100分の1にしたい。装置の固有角振動数を ω_n とすると、振動数に対する力の伝達率は図2のようになる。エンジンの質量を100 kgとした場合、発生振動数 f とばね定数 k との組合せとして、最も適切なものはどれか。

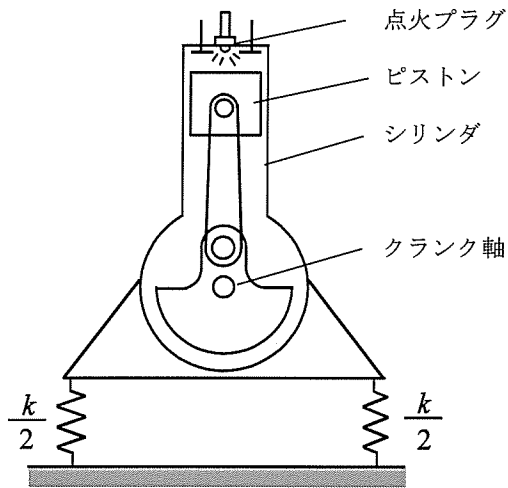


図1

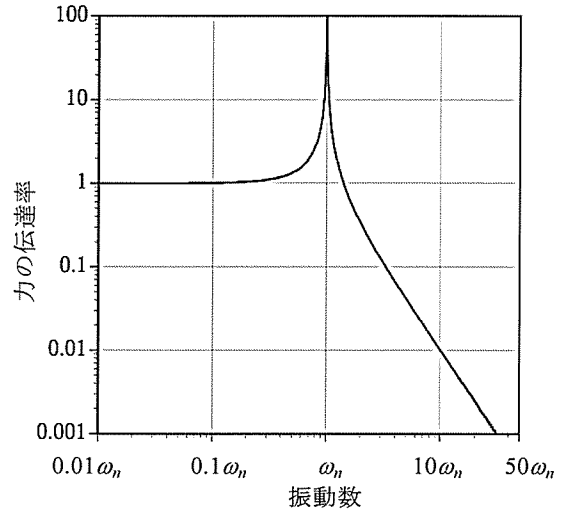
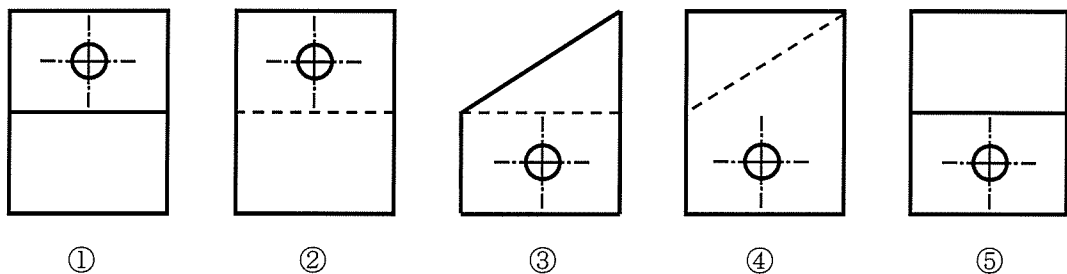
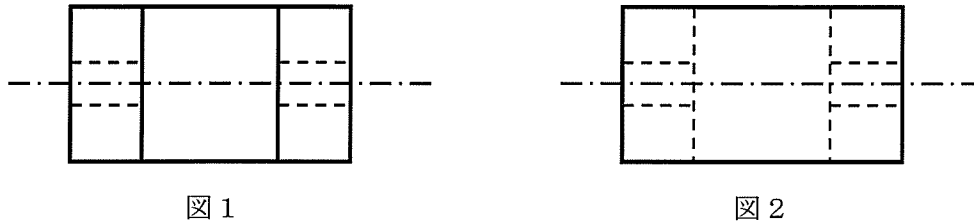


図2

- ① $f = 20\text{Hz}$ $k = 63.2\text{kN/m}$
- ② $f = 40\text{Hz}$ $k = 63.2\text{kN/m}$
- ③ $f = 10\text{Hz}$ $k = 3.94\text{kN/m}$
- ④ $f = 40\text{Hz}$ $k = 35.5\text{kN/m}$
- ⑤ $f = 20\text{Hz}$ $k = 15.8\text{kN/m}$

I-17 左右対称に穴を有し、穴部を除いた表面がすべて平面により構成された物体がある。この物体の平面図が図1、下面図が図2で表されるとき、三角法で表された側面図として最も不適切なものはどれか。ただし、この物体の側面は底面に対して垂直な平面により構成されているものとする。



I-18 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 直流サーボモータでは、鉄心に巻き線を施した電機子がい用いられており、定常状態において、発生するトルクは電流に比例し、回転速度は電圧に比例する。
- ② 交流サーボモータは、電気的な駆動回路で整流動作を行うものであり、入力電流の周波数により回転数を制御できる。
- ③ ステッピングモータはパルスモータとも呼ばれ、指令パルスの振幅を変えることにより回転数を制御できる。
- ④ 油圧アクチュエータには、シリンダに代表される直動型のほかに、ベーンモータ、ピストンモータなどの回転型のものがある。
- ⑤ 空気圧シリンダの位置決めはストッパへの当て止め方式が一般的であり、ストローク端点以外での位置決めにはブレーキ機構などと組合せて用いることが必要である。

I-19 一巡伝達関数が安定であるフィードバック制御系の安定性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。ただし j は虚数単位を表す記号である。

- ① フィードバック制御システムの閉ループの全ての特性根が複素平面の左半平面にあれば、系は安定である。
- ② 閉ループ伝達関数の特性方程式の係数がラウスの安定条件又はフルビッツの安定条件を満足すれば、系は安定である。
- ③ 閉ループ伝達関数の特性方程式の全ての解の実数部が負であれば、系は安定である。
- ④ 入力信号の角振動数 ω を 0 から ∞ まで変化させて描く一巡伝達関数のナイキスト線図が点 $(-1, j 0)$ を左に見て $\omega \rightarrow \infty$ に至れば、系は安定である。
- ⑤ ゲイン余裕 [dB] と位相余裕 [deg] が両方とも負であれば、系は安定である。

I-20 センサに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ポテンショメータは、抵抗体上を摺動する要素を有し、抵抗体両端から摺動要素までの抵抗値の比によって摺動要素の位置を求めるセンサであり、通常、D-A変換器を介して制御装置に接続される。
- ② 変位センサとして用いられる光学式リニアスケールには絶対位置を読み取るタイプのものもあり、制御に利用しやすい。
- ③ インクリメンタル方式のロータリエンコーダは、高精度な角変位検出が可能であるが、絶対位置がわからないため、さらに別の目盛りを追加することにより絶対位置を測定する機能を追加したものが開発されている。
- ④ 変位のセンシング法のうち、一般的に最も精度が高いとされているのはレーザ干渉計であるが、レーザ経路の空気の乱れの影響を受ける場合がある。
- ⑤ サーボ加速度センサは、センサ内部の質量が変位しないようにフィードバックを行い、加速度が作用した際に必要なフィードバック信号から加速度を検出するセンサであり、一般に高精度で広いダイナミックレンジでの測定が可能である。

平成29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	5
I-2	2
I-3	4
I-4	4
I-5	4
I-6	1
I-7	3
I-8	4
I-9	4
I-10	3

問題番号	正答番号
I-11	5
I-12	1
I-13	3
I-14	4
I-15	5
I-16	5
I-17	1
I-18	3
I-19	5
I-20	1

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-1 機械設計～

問題Ⅱ-1

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 VE（Value Engineering）の定義を述べるとともに，3つの実施手順を具体的に説明せよ。

Ⅱ-1-2 ISO12100（JIS B9700）は機械安全設計のためのリスクアセスメント及びリスク低減について述べている。リスク低減に対する，3ステップメソッドの手順を具体的に説明せよ。

Ⅱ-1-3 プラスチックは熱可塑性と熱硬化性に大別される。このうち熱可塑性プラスチックを製品に利用する場合，重要な効果を3つ挙げ，設計時の留意点を具体的に説明せよ。

Ⅱ-1-4 機械設計に用いられるコンピュータシミュレーションにおける検証（Verification）と妥当性確認（Validation）（V&V）の定義を述べるとともに，実施方法を具体的に説明せよ。

問題Ⅱ-2

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，多様なニーズへ応えるために，新しい製品をより短い時間で開発することが求められている。製品開発の責任者として，開発期間の半減を目標とした場合，機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

- (1) 目標達成のために活用する設計手法を３つ挙げよ。
- (2) (1)の事項のうち最も重要なものを取り上げ，開発プロセス内での使い方と開発期間の短縮を含めた期待効果を述べよ。
- (3) (2)を進める上で留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 種々の製品について軽量化が求められている。使用材料として，従来の鋼より高強度な鋼，あるいは従来の鋼より比強度の高い金属材料や複合材料の適用が進められている。製品開発の責任者として，ある製品の大幅な軽量化を進める場合，機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

- (1) 軽量化を進める製品を１つと，適用する具体的な材料を２つ挙げ，その選定理由を述べよ。
- (2) (1)の事項のうち１つの材料について，設計において検討すべき事項を述べよ。
- (3) (2)を進める上で留意すべき事項を述べよ。

近年、多様なニーズへ応えるために、新しい製品をより短い期間で開発するこが求められている。製品開発の責任者として、開発期間の半減を目標とした場合、機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

- (1) 目標達成のために活用する設計手法を3つ挙げよ。
 (2) (1)の事項のうち最も重要なものを取り上げ、開発プロセス内での使い方を開発期間の短縮を含めた期待効果を述べよ。
 (3) (2)を進める上で留意すべき事項を述べよ。

13:15-14:30

評価点：時間は目標1:10に対し、1:15確保でき最後まで書けた。反省点：(1)の導入部が後項目で展開できず不要、長すぎ。そのため、(2)が内容薄い。(3)留意点が課題の内容になってしまっている。

(1) 目標達成のための3つの設計手法

私の専門である病院向け物品搬送システムを例に挙げ記述する。本製品は、病院内で薬や検体を搬送し、40種類の機器から構成される病院付帯設備である。開発期間を短縮する設計手法を以下に記述する。

1) モジュール設計

機器は40種類と部品点数が多いため、設計・評価時間が多くかかる。モジュール設計を活用し、部品標準化をすることで、新規設計・評価時間を削減することができ開発期間の短縮を図る。

2) 品質機能展開手法(QFD)

新しい製品は要求仕様漏れや間違いにより、設計手戻りにより開発遅れが発生しやすい。QFD手法を活用し、顧客・生産工程の要求を抽出し、定量的、具体的な設計仕様を決定する。これにより、設計手戻りを防止し開発期間の短縮を図る。

3) コンカレントエンジニアリング(CE)

従来の機器設計が完了してから、製造、検査、保守などの後工程を検討する方法は開発期間がかかる。CEを活用し、開発初期段階から生産、販売、保守など関係者が参画し同時並行作業により、生産設計など準備を早期に行い開発期間の短縮を図る。

(2) 開発内での使い方と期待効果

設計段階で設計する部品を低減する「モジュール設計」が開発期間短縮に効果が大きいいため取り上げる。

II-2-1 近年、多様なニーズへ応えるために、新しい製品をより短い時間で開発することが求められている。製品開発の責任者として、開発期間の半減を目標とした場合、機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

技術士 第二級

受験番号	
問題番号	H29 II-2-1
答案使用枚数	1 枚目

- (1) 目標達成のために活用する設計手法を3つ挙げよ。
- (2) (1) の事項のうち最も重要なものを取り上げ、開発プロセス内での使い方と開発期間の短縮を含めた期待効果を述べよ。
- (3) (2) を進める上で留意すべき事項を述べよ。

○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。

	開	発	期	間	の	半	減	を	目	標	に	、	製	品	開	発	者	の	責	任	者	と	し	
	て	す	る	べ	き	こ	と	に	つ	い	て	考	え	る	。									
	(	1	)	活	用	す	る	設	計	手	法													
	①	Q	F	D	(	品	質	機	能	展	開)												
	顧	客	の	ニ	ー	ズ	と	目	指	す	機	能	の	現	状	を	整	理	す	る	た	め	の	
	ツ	ー	ル	で	あ	る	。	顧	客	の	ニ	ー	ズ	に	応	え	な	が	ら	技	術	課	題	を
	早	期	に	抽	出	す	る	こ	と	で	、	開	発	期	間	の	短	縮	に	つ	な	げ	る	。
	α	T	R	I	Z																			
	膨	大	な	特	許	情	報	を	分	析	し	た	結	果	か	ら	作	ら	れ	た	、	発	明	の
	ア	イ	デ	ア	を	出	す	た	め	の	ツ	ー	ル	で	あ	る	。	試	行	錯	誤	の	末	に
	得	ら	れ	る	ア	イ	デ	ア	を	、	試	行	の	数	を	削	減	す	る	こ	と	が	で	き
	る	た	め	、	開	発	期	間	の	短	縮	が	期	待	で	き	る	。						
	β	タ	グ	チ	メ	ソ	ッ	ド																
	パ	ラ	メ	ー	タ	ー	設	計	、	工	程	管	理	、	M	T	シ	ス	テ	ム	を	通	し	て
	バ	ラ	ツ	キ	の	少	な	い	製	品	を	少	な	い	実	験	回	数	で	効	率	的	に	開
	発	す	る	技	法	で	あ	る	。	効	率	化	に	よ	っ	て	開	発	期	間	の	短	縮	が
	期	待	で	き	る	。																		
	(	2	)	検	討	す	べ	き	事	項														
	(	1	)	で	挙	げ	た	設	計	手	法	の	中	か	ら	、	Q	F	D	に	つ	い	て	考
	る	こ	と	と	す	る	。	(	1	)	で	は	開	発	の	流	れ	に	沿	っ	て	設	計	手
	を	挙	げ	た	が	、	開	発	期	間	の	短	縮	に	は	、	よ	り	初	期	段	階	に	近
	い	ほ	ど	重	要	で	あ	る	と	考	え	た	か	ら	で	あ	る	。						
	(	2	)	-	1	開	発	プ	ロ	セ	ス	内	で	の	使	い	方							
	①	顧	客	の	ニ	ー	ズ	(	原	始	デ	ー	タ	)	を	洗	い	出	す	。	顧	客	の	立
	場	で	顧	客	の	そ	の	ま	ま	の	表	現	で	記	録	す	る	こ	と	が	重	要	で	あ

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

Ⅱ-2-1 近年、多様なニーズへ応えるために、新しい製品をより短い時間で開発することが求められている。製品開発の責任者として、開発期間の半減を目標とした場合、機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

- (1) 目標達成のために活用する設計手法を3つ挙げよ。
- (2) (1) の事項のうち最も重要なものを取り上げ、開発プロセス内での使い方と開発期間の短縮を含めた期待効果を述べよ。
- (3) (2) を進める上で留意すべき事項を述べよ。

1 . 短納期開発目標達成のための設計手法3つ

(1) ロバストデザイン

製品開発の多くは0からの新規設計ではなく、過去の製品を元にした外観変更・機能追加・性能改善のような仕様変更が多い。ロバストデザインはこのような製品の仕様変更の際に、変更する数値が性能に及ぼす影響を管理することができるため、設計方針を決定する際や、性能評価の際に指針として利用でき、意思決定の時間短縮に活用できる。

(2) コンカレントエンジニアリング

製品の開発は、機構設計者だけでなく電気やソフトウェア設計者、さらには営業・製造・保守部門など多彩な関係者との共同作業である。従来は機械設計が先行して製品設計を進め、製品イメージができたらから各部門などが開発を着手するため時間差が発生していた。設計の初期段階から情報を共有することで各部門が参画して同時進行で設計を進めることで、設計期間の短縮化を達成する。

(3) CAE活用、詳細は以下に述べる。

2 . 最も重要な設計手法、使い方、期待効果

(1) 最も重要な設計手法はCAEの活用と考える。現在主流になりつつある3次元CADでの設計は、コンピュータ内の仮想3次元空間上で製品を再現することができる、そのデータを利用したCAEと呼ばれる各種シミュレーションを活用することで、設計

II-2-1 近年、多様なニーズへ応えるために、新しい製品をより短い時間で開発することが求められている。製品開発の責任者として、開発期間の半減を目標とした場合、機械設計の観点から下記の内容について記述せよ。

- (1) 目標達成のために活用する設計手法を3つ挙げよ。
- (2) (1) の事項のうち最も重要なものを取り上げ、開発プロセス内での使い方と開発期間の短縮を含めた期待効果を述べよ。
- (3) (2) を進める上で留意すべき事項を述べよ。

期間短縮化に大きく貢献することが可能である。

(2) 使い方としては、従来の試作の代替である。従来は開発製品の試作を行い、各種評価を行っていた。CAEを活用することで、強度解析・熱伝導解析・振動解析などが試作を行わなくともコンピュータ上で短期間に実施することができる。

(3) 期待効果は設計期間短縮、開発費用削減、環境負荷低減・性能向上があげられる。試作の代わりにCAEを利用するため、試作を行う時間と費用が削減でき、生産と廃棄を減らせるため環境負荷も低減できる。さらに、通常は人の目には見えない力学的な応力分布や熱の移動・振動振幅などがコンピュータ上で可視化できるため、最適設計を行うことで性能向上も期待できる。

3. 留意点

CAEシミュレーションを利用する際のデータ化に留意が必要である。解析対象を緻密にモデル化すると計算に多大な時間を要することになるが、逆に単純化しすぎると結果が荒くなりすぎて使用できない。またシミュレーションする際の条件についても留意が必要で、入力条件を誤ると出力結果も誤りとなる。過去の類似製品のシミュレーション結果と比較する、最終的には施策を行い確認するなど、CAE頼りになりすぎない事が重要である。

以上

問題Ⅲ

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 サステナビリティ（Sustainability）という、広く環境・社会・経済の3つの観点からこの世の中を持続可能にしていくという考え方にに基づき、環境・社会・経済の面で企業価値を上げていく取組が始まっている。製品開発の上でも同様の環境・社会・経済を意識する必要がある。このような背景において、機械設計の立場から以下の問いに答えよ。

- (1) 開発する製品例を1つ挙げ、環境・社会・経済の観点をそれぞれ1つ入れた開発方針を述べよ。
- (2) (1) で述べた環境・社会・経済の観点の中から1つを選び、それに関する技術的な課題と具体的解決提案を述べよ。
- (3) (2) の提案により生じ得る留意点について説明し、その対処方法を述べよ。

Ⅲ-2 近年、豊富な経験およびノウハウを有する技術者の高齢化が進む一方で、後継者不足や生産拠点の海外移転に伴う人材空洞化等により、我が国のものづくりに関わる高度な研究・開発や設計・製造に関する技術を伝承することが困難になっている。そこで、先人のノウハウや知識を組織的に継承して技術力を維持・向上する仕組みの構築が求められている。このような社会的状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) ものづくりに関わる高度な研究・開発や設計・製造に関する技術を効率的にかつ早期に伝承するために実施されている仕組みや方法を3つ挙げ、それぞれについて特長と問題点を述べよ。
- (2) (1) で挙げた技術を伝承するための仕組みや方法の中で、最も効果的と考えるものを1つ選び、その問題点を解決するための提案を示せ。
- (3) (2) で挙げた提案がもたらす効果と留意点を具体的に述べよ。

H29 I I I - 1 3 枚
 サテ ナ ビ リ テ イ と い う 広 く 環 境 ・ 社 会 ・ 経 済 の 観 点 を そ
 点 か、 環 境 の 世 界 中 の 能 力 に 業 し 企 業 の 観 点 を そ
 が、 始 意 立 (1) 開 発 製 品 例 を 1 つ 挙 げ、 環 境 ・ 社 会 ・ 経 済 の 観 点 を そ
 の (1) (2) (3) 方 法

15:00-16:50
 評価点：最初に構成作成ができ、バランスよく書けた。
 反省点：(1) LCCにランニングコスト抜けた、非正規という表現は不適切

(1) 開発製品例と開発方針																								
1) 環境の観点：エネルギー低減																								
2) 社会の観点：操作性向上																								
3) 経済の観点：ライフサイクルコスト(LCC)の低減																								
(2) 技術的な課題と具体的解決提案																								
1) 技術的な課題																								
a. 部品のコスト低減																								
b. 施工工数の低減																								
c. 保守工数の低減																								
2) 具体的解決提案																								
a. モジュール化の導入																								
b. コンカレントエンジニアリング(CE)の導入																								
c. 自動点検方法の導入																								
(3) 留意点と対処方法																								
1) モジュール設計の導入																								
2) CEの導入																								
3) 自動点検方法の導入																								
<u>上記は構成を記載したものです。</u>																								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

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

技術 部門	機械部門	受験申込書に記入した専門とする事項 設計工学
選択 科目	機械設計科目	

枚 数
枚目
枚中

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

(1) 開発製品例と開発方針																								
私の専門である病院向け物品搬送システムを開発製品例に挙げる。本製品は、看護師の代わりに薬、検体を24時間搬送し、建築付帯設備であるため40年と長期使用継続をする。以下に3つの開発方針を述べる。																								
1) 環境の観点：エネルギー低減																								
病院は、公共設備の中で電力使用量が高いと言われており、エネルギー低減への取り組みが求められている。本製品は、24時間稼働・40年間の長期使用し影響が大きいいため、エネルギー低減を開発方針とする。																								
2) 社会の観点：操作性向上																								
病院は、人手不足により看護師の業務は多忙であり、看護業務以外是非正規の人の増加などさまざまな人による業務が増加している。本製品では、操作ミスにより搬送先を間違えると医療ミスにつながる。そのため搬送物のセットや操作パネルの視認性など、操作性の向上を開発方針とする。																								
3) 経済の観点：ライフサイクルコスト(LCC)の低減																								
病院は、薬価差益改定などにより収益が悪化し経営の見直しが求められている。本製品のLCCは、設備導入時のイニシャルコストと40年間の設備維持管理する保守費用の合計からなる。病院は投資効果があるか判断し購入検討するためLCCの低減を開発方針とする。																								
(2) 技術的な課題と具体的解決提案																								
本製品の競争力を上げ、導入・拡販を容易にするため																								

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

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

技術部門	機械部門	受験申込書に記入した専門とする事項 設計工学
選択科目	機械設計科目	

枚数
枚目
枚中

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

に	「	LCC	の	低減	」	を	挙	げ	る	。																																																																										
1) 技術的な課題																																																																																				
a. 部品のコスト低減																																																																																				
本	製	品	は	、	40	種	類	の	機	器	か	ら	構	成	さ	れ	、	駆	動	す	る	機	器	は	駆	動	モ	ー	タ	、	制	御	基	板	、	電	源	容	量	な	ど	仕	様	が	そ	れ	ぞ	れ	異	な	り	、	部	品	点	数	が	多	く	部	品	の	コ	ス	ト	低	減	が	課	題	で	あ	る	。										
b. 施工工数の低減																																																																																				
機	器	の	設	計	者	は	、	建	築	方	法	や	建	築	ル	ー	ル	の	知	識	が	不	十	分	で	施	工	時	の	位	置	ズ	レ	や	施	工	誤	差	な	ど	施	工	不	備	に	よ	り	手	戻	り	が	発	生	し	、	施	工	の	工	数	低	減	が	課	題	で	あ	る	。															
c. 保守工数の低減																																																																																				
本	製	品	を	構	成	す	る	機	器	は	、	大	半	が	天	井	裏	に	設	置	さ	れ	、	機	器	の	ズ	レ	や	摩	耗	な	ど	の	点	検	を	す	る	ス	ペ	ー	ス	や	ア	ク	セ	ス	性	が	悪	く	工	数	が	か	か	る	た	め	保	守	工	数	低	減	が	課	題	で	あ	る	。											
2) 具体的解決提案																																																																																				
a. モジュール化の導入																																																																																				
モ	ジ	ュ	ー	ル	化	は	、	部	品	を	共	通	化	し	他	製	品	や	次	世	代	製	品	へ	利	用	範	囲	を	拡	大	し	、	量	産	効	果	に	よ	り	コ	ス	ト	低	減	を	図	る	。	例	え	ば	、	モ	ー	タ	、	制	御	基	盤	な	ど	共	通	利	用	す	る	。														
b. コンカレントエンジニアリング(CE)の導入																																																																																				
設	計	初	期	段	階	か	ら	、	各	工	程	の	専	門	家	を	参	画	さ	せ	同	時	並	行	的	に	作	業	を	行	う	。	設	計	時	に	施	工	の	注	意	点	を	確	認	す	る	た	め	、	施	工	不	備	が	減	少	し	施	工	工	数	の	低	減	を	図	る	。															

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

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

技術部門	機械部門	受験申込書に記入した専門とする事項 設計工学
選択科目	機械設計科目	

枚数
枚目
枚中

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

C. 自動点検方法の導入																								
搬送物を搬送する台車にカメラ、段差測定センサを取り付け搬送と同時に点検データを取得する。これにより点検の効率化ができ保守工数の低減を図る。																								
(3) 留意点と対処方法																								
1) モジュール設計の導入																								
a. 留意点 ：モジュール部品に不具合が発生した場合、他製品にも流用しているため損害が大きくなるため品質確保重要である。																								
b. 対処方法 ：CAE解析や耐久試験などにより検証を十分に実施、過去のトラブル情報の反映を行い、品質向上を図る。																								
2) CE の導入																								
a. 留意点 ：人によるばらつきやトルクレンチなど工具の不備により施工誤差が発生し機器のズレなど不具合につながる可能性がある。																								
b. 対処方法 ：施工要領書を作成し、教育を実施し技術力向上、工具は定期的に校正を行い、バラツキの低減を図る。																								
3) 自動点検方法の導入																								
a. 留意点 ：カメラ、センサの不備や精度により実際の点検結果と異なる可能性がある。																								
b. 対処方法 ：取得データの点検、カメラ、センサの校正を定期的に実施しバラツキの低減を図る。以上																								

Ⅲ-1

(1)-1: 製品例

郵便物を宛先ごとに自動的に区分する郵便機械を製品例にして以下述べる。

(1)-2: 環境観点の開発方針

地球環境の観点で持続可能なモノづくりをするためには、製品のライフサイクル全般にわたって検討する必要がある。使用する材料に有害物質が含まれていないこと、生産時や稼働時の省エネルギー化、製品の長寿命化、製品廃棄時のリサイクルなどを検討する。

(1)-2: 社会観点の開発方針

郵便機械をはじめとした物流業界は深刻な人手不足が課題となっている。一方でeコマースの進展により郵便物の種類が多様化し、従来の機械では処理できない郵便物が増加してきている。これらの背景から、多種多様な郵便物の処理が可能な新製品を開発することが開発方針となる。

(1)-3: 経済観点の開発方針

郵便機械は受注のたびに製品の仕様が異なり、ベースとなる装置はあるもが都度カスタム設計が発生する。また、1度の受注で生産する郵便機械の台数は1~20台程度と少ないため装置原価を下げにくい。一方で郵便機械を開発する企業は日本のみならず海外にも存在し、競争力のある製品にするためには原価低減が必要となる。そのため、開発期間の短縮化、

部品共通化、サプライチェーンマネジメントなどにより原価低減を進めることが開発方針となる。

(2)-1: 環境観点の技術的課題

郵便機械の耐用年数は10～15年と設定している。これはセンサやモータ、コンピュータなどの寿命や生産中止を考慮して設定されている。しかし郵便機械を構成するフレームやローラ、宛先ごとに郵便物を格納する200～300からなる区分口は、適切なメンテナンスを実施していれば耐用年数を迎えた後も問題なく使用できる。これらの部品を廃棄せずに使用することが環境観 points の課題となる。

(2)-2: 解決提案

装置のオーバホールによる延命化。寿命を迎えるセンサやモータを交換し、その他の使用できる部品を再利用することで、装置をすべて廃棄して新規で生産することと比較して、大幅に廃棄物の量を削減することができる。

(3)-1: 留意点

オーバホール対象となる装置のコンディションは装置によって異なることに留意する事。装置のコンディションは稼働時間やメンテナンスの仕方、環境により左右される。特に郵便機械は海外にも出荷するため環境やメンテナンスの仕方には十分注意が必要である。例えば定期的に注油が必要な軸受について適切にメンテナンスがされていない場合、軸や軸受けの摩耗が進み、オーバホールで交換する必要がある。

(3)-2: 対処方法

基本的にはオーバホールの対象となる製品について、コンディションを事前に個別調査し、オーバホールの内容を顧客と合意する必要がある。

しかし前述したとおり郵便機械は海外にも輸出しているため、個別対応が困難な場合も想定される。そこでIoT技術を導入し、装置の稼働時間をインターネット経由により日本で集中監視することで、ある程度の装置コンディションを想定することが出来る。さらに深く情報を入手するためには、装置のセンサ情報やモータの負荷率をIoT技術によりインターネット経由により日本集中管理すれば精度の高い情報を収集できるだけでなく、機械の予防保守のため情報をメンテナンス部門に通知することも可能である。

以上

Ⅲ-2 近年、豊富な経験およびノウハウを有する技術者の高齢化が進む一方で、後継者不足や生産拠点の海外移転に伴う人材空洞化等により、我が国のものづくりに関する高度な研究・開発や設計・製造に関する技術を伝承することが困難になっている。そこで、先人のノウハウや知識を組織的に継承して技術力を維持・向上する仕組みの構築が求められている。このような社会的状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) ものづくりに関する高度な研究・開発や設計・製造に関する技術を効率的にかつ早期に伝承するために実施されている仕組みや方法を3つ挙げ、それぞれについて特長と問題点を述べよ。
- (2) (1) で挙げた技術を伝承するための仕組みや方法の中で、最も効果的と考えるものを1つ選び、その問題点を解決するための提案を示せ。
- (3) (2) で挙げた提案がもたらす効果と留意点を具体的に述べよ。

答案使用枚数	1 枚目	1 枚中	専門とする事項
--------	------	------	---------

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

	豊富な経験及びノウハウを有する技術者の高齢化や
	生産拠点の海外移転に伴う人材空洞化により、技術の
	伝承が重要になっている。技術力の維持向上のために、
	私が考えを以下に述べる。
	<u>(1) 技術伝承の方法、特徴及び問題点</u>
	<u>① コンテスト、認証試験</u>
	技能オリンピックや資格試験（国家資格、自社資格）等が例として挙げられる。それらの目標に訓練や学習をすることで、必要な技術を身に着けることができる。
	若手技術者が受け身にならず主体的に取り組むことができる。しかし、暗黙知など一般化されていない技術を身に着けることは困難である。
	<u>② データベース化</u>
	熟練者のノウハウを数値化したり、作業動画や手順書をデータベース化したりすることで、形に残すことができる。習得に時間を要していた暗黙知に関しても、従来よりも早く習得することが期待できる。しかし、ノウハウが形に残ることによって情報流出のリスクが高くなることが問題である。
	<u>③ OJT (On the Job Training)</u>
	熟練者と実作業を一緒にしながら、必要な技術を習得する教育方法である。実務の中で学習したことは、すぐに実務に活かせることが多いため成果がすぐに確認できる。問題点としては下記の3点が挙げられる。

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	部門
問題番号	H29 III-2	選択科目	科目
答案使用枚数	3 枚目 1枚中	専門とする事項	

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

	指	導	者	向	け	の	研	修	を	実	施	す	る	こ	と	で	、	熟	練	者	に	指	導	
	の	ノ	ウ	ハ	ウ	を	身	に	着	け	て	も	ら	う	。	そ	れ	に	よ	っ	て	指	導	力
	の	強	化	以	外	に	、	組	織	と	し	て	画	一	的	な	指	導	を	実	現	す	る	こ
	と	も	期	待	で	き	る	。																
③	物	理	的	な	問	題																		
	テ	レ	ビ	電	話	等	の	イ	ン	タ	ー	ネ	ッ	ト	技	術	を	駆	使	す	る	こ	と	で
	指	導	者	が	遠	く	離	れ	た	と	こ	ろ	に	い	て	も	、	指	導	す	る	こ	と	が
	で	き	る	。																				
(3)	効	果	と	留	意	点																		
(2)	で	挙	げ	た	解	決	策	は	、	そ	れ	ぞ	れ	の	問	題	に	対	し	て	効	果		
	が	あ	る	と	思	わ	れ	る	。	た	だ	し	、	ど	れ	に	お	い	て	も	コ	ス	ト	と
	ト	レ	ー	ド	オ	フ	の	関	係	が	あ	り	、	特	に	人	件	費	は	多	く	コ	ス	ト
	が	か	か	る	た	め	、	多	面	的	に	検	討	し	た	う	え	で	丁	度	よ	い	落	と
	し	ど	こ	ろ	を	決	め	る	こ	と	が	重	要	で	あ	る	。	落	と	し	ど	こ	ろ	を
	決	め	る	上	で	、	O	J	T	を	一	つ	の	サ	ー	ビ	ス	と	と	ら	え	て	、	Q
	F	D	を	活	用	す	る	こ	と	も	有	効	と	思	わ	れ	る	。						
	現	在	、	私	は	指	導	す	る	側	、	さ	れ	る	側	両	方	の	立	場	に	あ	る	
	た	め	、	両	方	の	気	持	ち	が	理	解	で	き	る	。	組	織	的	に	技	術	の	継
	承	を	進	め	て	い	く	う	え	で	ど	の	よ	う	に	す	れ	ば	よ	い	か	、	積	極
	的	に	提	案	実	行	し	て	い	け	る	よ	う	に	し	て	い	き	た	い	。			
																								以
																								上

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-2 材料力学～

問題Ⅱ-1

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 工業製品のライフサイクルを述べ、ある製品を想定して材料力学の視点からライフサイクルを通しての留意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 金属材料の破面形態を2つ挙げ、それぞれの特徴とそれが形成されるメカニズムを述べよ。

Ⅱ-1-3 ひずみ速度依存性についてその概要を材料力学的視点から説明し、機械構造物を設計・製造する際の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 金属材料の衝撃試験を1つ挙げ、その試験法の特徴と、材料開発及び強度設計への活用法を述べよ。

平成29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-1-2

技術部門	機械部門
選択科目	材料力学
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。）

金属破面の形態を2つ説明する。

(1) 延性破壊の断面(図1)

・ 平板の剪断や丸棒のカップアンドコーン

・ 破面は滑りを生じた断面

(メカニズム)

隣り合う金属の組織のずれが連なって起こる。

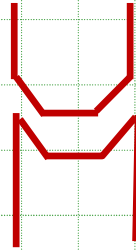


図1 カップ・アンド・コーン

(2) 疲労破壊のストライエーション(図2)

ある点を起点に波が広がるように見える貝殻のような模様。

(メカニズム)

繰り返し応力がかかるたびに少しずつ亀裂が進展するため起こる。パリス則 $da/dN = C \Delta K^m$ (a: 亀裂サイズ、N: 回数、K: 応力拡大係数、C, m: 材料係数) により、一回あたりに進展する亀裂の量が示される。

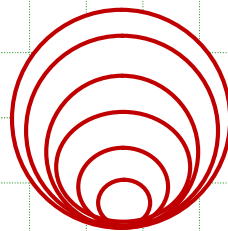


図2 ストライエーション

平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

受験番号	
問題番号	1 - 2

技術部門	機械部門
選択科目	材料力学
専門とする事項	構造解析

※

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

<u>1. カップアンドコーン</u>									
引張試験において、円柱のダンベル形状の試験片を破断させると、									
カップアンドコーンの破断面となる。									
カップアンドコーンの破断面では、破断面の外周側は45°の傾									
きの面、中央では荒れた面が生じる。									
せん断強度は引張強度の8割									
程である。そのため、引っ張った際に最も弱い45°の									
傾きでクラックが生じた。また、試験片の中央付近では、									
負荷によってポイドが連結し、荒れた面が生じた。									
外周側と内側の破断面がつながった結果、試験片はカ									
ップアンドコーン型で破断した。									
<u>2. ストライエーション</u>									
疲労破壊が生じた際、破断面にストライエーションと呼ばれる縞模様が生じる。									
応力変動を受けて徐々に進展し、破断に至る。この亀裂が進展する際に生じる模様がストライエーションである。									
ストライエーションの縞模様から、疲労破壊の開始位置を予測や、余寿命評価を行うことができる。									
なお、破断面に目視で確認出来る模様はビーチマークであり、疲労破壊を示すものではない。									
ストライエーションの確認には、顕微鏡で拡大して確認する必要がある。									
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

II-1-2

金属材料の破面形態を2つ挙げ、それぞれの特徴とそれが形成されるメカニズムを述べよ。

<はじめに>

金属が何らかしらの問題で損傷を受けた時、その破面を確認すれば事故状態を知ることができる為、その破面の状況と知ることは大変重要である。ここでは、代表的な破面形態として、「テンプル」、「ストライエーション」について述べたいと思う。

<代表的な破面>

テンプル：延性破壊が生じた時に発生する亀裂形態である。この破壊形態は、大きな塑性破壊を伴っておきるものであり破面が引き延ばされたような様子を示す。この破壊形態は、純金属ではない第二相粒子が存在している延性材料で発生する。発生メカニズムとしては、結晶粒界にボイドが発生。それがいくつもの結晶粒界でも発生、増殖をする。最終的には、このボイドの生成により断面の減少が生じ破断へと至るものである。

ストライエーション：疲労破壊が生じたときに発生する亀裂形態である。基本的なメカニズムとしては、荷重方向に対して45°方向に発生するすべりにより表面上に入り込み、突き出しが発生しそれを起点に疲労亀裂が発生する。第一段階と呼ばれる初期では、45°方向に亀裂が進展するが、やがて第二段階と呼ばれる荷重方向に対して垂直方向に亀裂が進展するモードへと変化する。これは引張、圧縮の繰り返しによるものでありこの時にストライエーションは形成される。

以上

平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

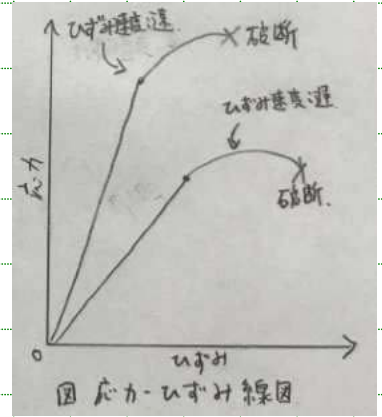
受験番号	
問題番号	1 - 3

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

<p><u>1. ひずみ速度の依存性について</u></p> <p>ひずみ速度が速い程、弾性率・引張強度は大きくなる。これは、ひずみ速度が速い程、材料の結晶の結びつきが強くなるためである。一般的に記載されている材料特性は、最大でも30MPa/sの応力変化率で測定されたものである。</p> <p><u>2. 設計・製造時の留意点について</u></p> <p>設計におけるひずみ速度の留意点について述べる。ひずみ速度によつて、弾性率、引張強度等は異なる。そこで、実現象を加味してひずみ速度を考慮した設計を行う必要がある。例えば、棒状の試験片に変位を与えた場合、$\sigma = E \varepsilon$ (σ: 応力、E: 弾性率、ε: ひずみ)となる。ひずみ速度が速い場合、弾性率が大きくなるので、応力が大きくなる。また、引張強度も大きい。そのため、ひずみ速度毎で破壊有無を評価する必要がある。</p> <p>製造におけるひずみ速度の留意点について述べる。例えば、円筒部材に円柱部材を圧入する際、ひずみ速度が速いと弾性率は高い挙動を示す。その結果、引張強度は高い傾向を示すため、治具寿命の改善に繋がる。ただし、本現象は荷重が付加された場合に限る。</p> <p>以上</p>																								
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



受験番号	
問題番号	II-1-4

技術部門	機械部門
選択科目	材料力学
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) 試験 : シャルピー衝撃試験

(2) 特徴 : 図1のよう

に試験用重りを回転軸を中心
 に回転させる。ある高さから試験用重
 りを落下させ、試験対象物を破壊しな
 がら試験機下部を通過させる。反対側
 に振り上がる状態を計測して、材料の
 靱性を測定する。

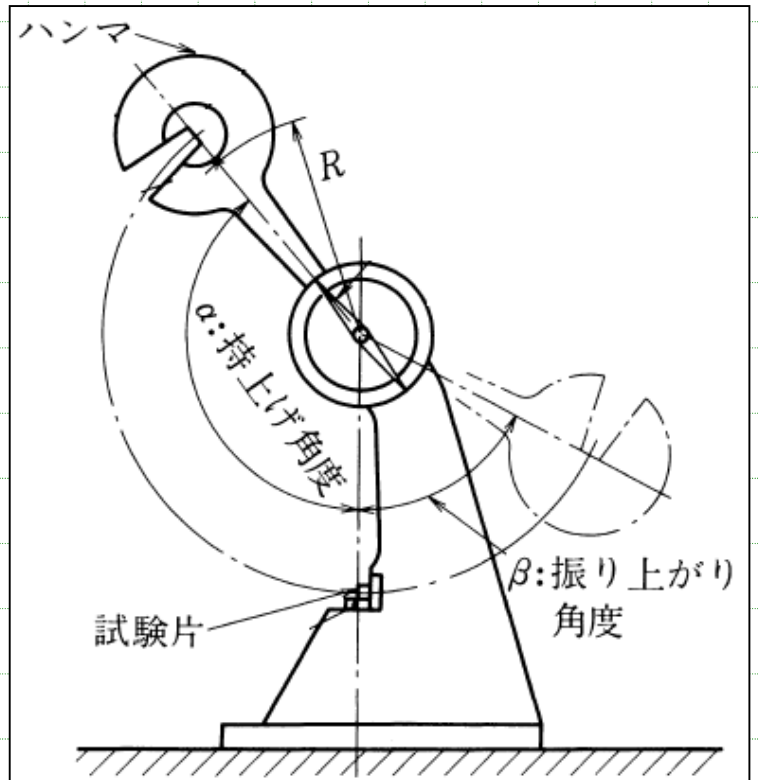


図 1 シャルピー衝撃試験

(3) 材料開発及び強度設計への活用

構造物が予期せず脆性破壊を起こすと重大な事故となる。新しい材料等を開発する際、その材料の靱性を把握しておくとは必要である。

延性材料も(溶接などで)延性-脆性遷移温度が上昇することもあるため、脆性破壊を起こす温度を把握しておくことも重要である。

II-1-4

金属材料の衝撃試験を1つ挙げ、その試験法の特徴と、材料開発及び強度設計への活用法を述べよ。

<はじめに>

衝撃試験とは、材料の靱性を評価する場合などに用いられ衝撃に対する強さを評価する指標となる。自動車の足回り部品などは、衝撃を多く受ける部品についてはこの衝撃に対する評価が非常に重要となる。

<取り上げる衝撃試験>

ここでは、シャルピー衝撃試験を取り上げる。シャルピー衝撃試験とは、振り子に取り付けられたハンマーを基準高さより落下させて、その跳ね返り高さと比較することにより試験体の衝撃に対する強度を評価するものである。また、この試験は主に相対評価としてではあるが低温ぜい性評価としても使用することが可能である。材料は、一般的に低温環境化になれば靱性が損なわれる傾向にある。使用環境に合わせて材料には低温での靱性が求められる為、温度違いにシャルピー衝撃試験を行うことにより低温ぜい性評価が可能となり材料開発に役立てられる。

以上

問題Ⅱ-2

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 機械構造物に荷重や変形が繰返し負荷されると，疲労き裂が発生，進展して破壊に至ることがある。この疲労破壊を防止するに当たり，以下の問いに答えよ。

- (１) 疲労破壊を防止しなくてはならない機械構造物の部位を挙げ，その理由を述べよ。
- (２) (１) で想定した部位が供用期間において疲労破壊が起きないようにするための対策について，技術的提案を述べよ。
- (３) (２) の技術的提案の効果と想定されるリスクについて述べよ。

Ⅱ－２－２ 機械構造物は溶接や接合によって組み立てられることが多い。溶接構造物や接合構造物を製造，運転するに当たり，以下の問いに答えよ。

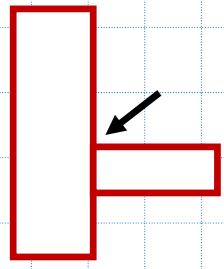
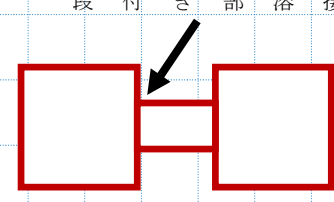
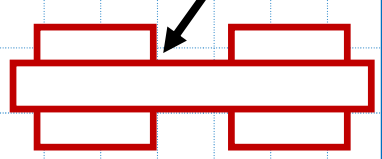
- (１) 溶接法や接合法として広く用いられている手法を３つ挙げ，それぞれの概要と特徴を述べよ。
- (２) 溶接部や接合部の機械的特性に及ぼす要因を３つ挙げ，その特徴を説明せよ。
- (３) (２) で挙げた要因のうち，１つについてその機械的特性を改善させる方法を述べよ。

受験番号	
問題番号	II-2-1

技術部門	機械部門
選択科目	材料力学
専門とする事項	構造設計

※

○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。)

<p><u>(1) 機械構造物の部位</u></p> <p>クランクのフィレット部 (図 1)</p> <p>軸の段付き部 (図 2)</p> <p><u>理由</u> : これらは回転機の動力を伝達する要素であり、破壊するとシステム全体に影響を与える可能性がある。溶接や段付きなどにより亀裂が進展しやすい傾向があるため。</p>	 <p>図 1 フィレット部</p>
<p><u>(2) 破壊防止の対策</u></p> <p><u>形状面での対策</u> : R を大きくする。流線形プロファイル、二重曲率プロファイルにする。段付きをなくす (図 3)。</p> <p>これらにより、応力集中や切欠き係数を小さくする効果がある。</p>	<p>段付き部溶接</p>  <p>図 2 段付き軸</p>
<p><u>表面処理での対策</u> : ショットピーニング、表面圧延加工、高周波焼入れを行う。これにより圧縮の残留応力を発生させるので、疲労強度が向上する。</p>	<p>軸の貫通</p>  <p>図 3 貫通軸</p>
<p><u>加工面での対策</u> : 工具に配慮し表面粗さを低減する。表面に傷があるとそれが起点となって亀裂が進展し、破壊靱性値 K_{IC} を超えると急速に破断する。</p> <p>$\sigma \sqrt{\pi a} > K_{IC}$ (σ : 基準応力、a : 亀裂サイズ)</p> <p>よって、表面をできるだけ平滑に維持する。</p>	

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

(3) 技術的提案の効果とリスク

上記の対策により疲労破壊を低減できるが、材料内部に亀裂が存在し進展することは完全には防止できない。よって、整備計画と共に疲労破壊事故を防止する損傷許容設計という設計思想を提案する。

< 損傷許容設計 >

a) まず、非破壊検査で見える亀裂サイズを「初期欠陥」とする。

b) 次に、破壊力学から急速に破壊に至る亀裂を「限界亀裂サイズ」とする。 $a = 1 / \pi (K_c / \sigma)^2$ (a: 亀裂サイズ、 K_c : 破壊靱性値、 σ : 基準応力) から求める。

c) 実験やパリス則により初期欠陥から限界亀裂サイズに至る期間を求める。パリス則 $N = \int (1 / C \Delta K^m) da$ (N: 回数、C, m: 材料係数、K: 応力拡大係数、a: 亀裂サイズ) を活用する。

d) その期間内に最低2回以上は非破壊検査を実施するよう整備計画を立てる。

e) 検査によって問題が発見された場合は、該当部品の補強や交換を行う。

このように、設計段階だけでなく、運用や整備計画も含めて、システム全体で疲労破壊を防止できるよう取り組むことが重要と考える。重大な事故を回避できる機械構造物を開発し、安全安心な社会となるよう貢献していきたい。

以上

平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

受験番号	
問題番号	2-1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

1. ブラシレスDCモータにおける疲労破壊																																																																																																																																																																																																																															
ア	ウ	タ	ー	ロ	ー	タ	ー	タ	イ	プ	の	ブ	ラ	シ	レ	ス																																																																																																																																																																																																															
D	C	モ	ー	タ	に	つ	い	て	、	以	下	解	答	す	る	。	こ	の	回	転	子	は	、	プ	レ	ス	鋼	板	製	の	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	に	マ	グ	ネ	ッ	ト	と	回	転	軸	が	取	り	付	け	ら	れ	て	い	る	。	回	転	子	が	駆	動	し	た	際	、	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	が	拡	径	し	、	マ	グ	ネ	ッ	ト	が	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	に	追	従	す	る	よ	う	に	変	形	す	る	。	そ	し	て	、	モ	ー	タ	の	起	動	・	停	止	が	繰	り	返	さ	れ	る	こ	と	で	、	マ	グ	ネ	ッ	ト	が	疲	労	破	壊	す	る	。	マ	グ	ネ	ッ	ト	が	疲	労	破	壊	し	て	飛	散	す	る	と	、	周	囲	の	電	子	部	品	と	の	接	触	、	発	火	が	懸	念	さ	れ	る	。	こ	の	よ	う	な	危	険	防	止	や	経	済	的	損	失	を	防	ぐ	た	め	、	マ	グ	ネ	ッ	ト	の	疲	労	破	壊	を	防	止	し	な	く	て	は	な	ら	な	い	。
2. マグネットの疲労破壊対策																																																																																																																																																																																																																															
マ	グ	ネ	ッ	ト	は	、	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	が	拡	径	す	る	こ	と	で	疲	労	破	壊	に	至	る	。	そ	の	た	め	、	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	の	拡	径	を	抑	制	す	る	こ	と	が	、	マ	グ	ネ	ッ	ト	の	疲	労	破	壊	対	策	と	な	る	。	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	の	拡	径	を	小	さ	く	す	る	た	め	に	、	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	の	開	口	側	の	外	周	に	フ	ラ	ン	ジ	を	設	け	る	。	フ	ラ	ン	ジ	を	設	け	る	こ	と	で	、	剛	性	が	向	上	し	、	マ	グ	ネ	ッ	ト	の	変	形	を	抑	制	す	る	こ	と	が	出	来	る	。	な	お	、	単	純	に	板	厚	を	大	き	く	し	た	り	、	環	状	部	品	を	バ	ッ	ク	ヨ	ー	ク	外	周	側	に	圧	入	す	る	方	法	も	挙	げ	ら	れ	る	が	コ	ス	ト	や	工	数	の	関	係	で	フ	ラ	ン	ジ	の	追	加	を	実	施	す	る	。								

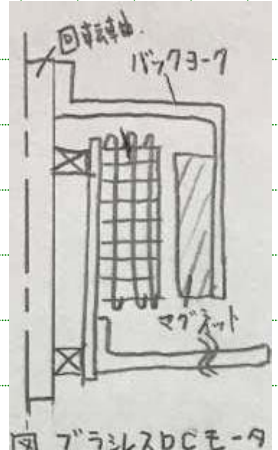


図 ブラシレスDCモータ

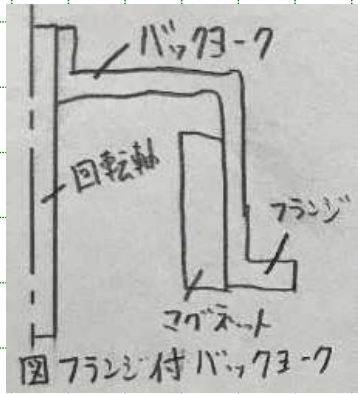


図 フランジ付バックヨーク

II-2-1 機械構造物に荷重や変形が繰り返し負荷されると、疲労亀裂が発生、進展して破壊に至ることがある。この疲労破壊を防止するに当たり、以下の問いに答えよ。

- (1) 疲労破壊を防止しなくてはならない機械構造物の部位を挙げ、その理由を述べよ。
- (2) (1)で想定した部位が使用期間において疲労破壊が起きないようにするための対策について、技術的提案を述べよ。
- (3) (2)の技術的提案の効果と想定されるリスクについて述べよ。

II-2-1-(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、自動車の足回り部品という環境の為、繰り返し荷重を受ける部位であることと共にひとたび疲労破壊が発生すれば大きな大事故へとつながる重要保安部品である為、取り上げる。

II-2-1-(2)

疲労破壊防止の対策としては、大きく1. 応力集中の緩和、2. 外力の正確な把握、3. 疲労強度の高い材料の使用が挙げられる。

1. 応力集中の緩和：応力集中とは、孔や溝、製造上のバリなどの形状急変部や、剛性差異、内力の急変部などに発生するものでありそれらが無い時に比べて応力が高くなる為、疲労破壊に対して注意を要する。これらの対策としては、応力集中部位を極力減らすこと、特に固定端など高応力が発生しそうな部位については注意することである。これらの対策については、試行錯誤が必要なことからCAEなどシミュレーションを用いて形状検討を行うことが有効であると考えられる。
2. 外力の正確な把握：疲労破壊は、荷重の性質、向き、種類によって影響が異なる。よって、実働応力を正確に把握することが極めて重要である。サスペンションアームの場合は、実機である自動車による荷重の把握等が必要である。センサー等を取り付けて実働荷重を測定することが有効であるが、動的であるものに対しては対応が厳しい場合もある為、車両のシミュレーションなどを通して実働荷重を把握することも友好的である。
3. 疲労強度の高い材料の使用：一般的に、引張強さと疲労強度には相関があるとされており引張強さが大きければ疲労強度が高いといえるが実際に疲労破壊には、切欠感度、残留応力、温度による疲労強度低下など材料強度を低下させる因子があり注意が必要である。切欠感度については、一般的に引張強度が高いとされるハイテン材等では、切り欠きに対する疲労強度の低下が大きく切欠きなどの応力集中部位などがあれば疲労強度を大きくできないという問題がある。また、溶接部位や塑性加工など引張りの残留応力が発生する部位については疲労強度が悪化することも注意が必要である。温度による影響もあり、材料にもよるがアルミなどは高温環境では疲労強度が一般的に低下する。よって、これらの影響を踏まえて材料の選定及び疲労強度の評価をするこ

とが必要となる。評価の具体的な方法としては、荷重に対する検討と複合的にはなるが耐久限度線図の利用や、累積故障損傷則などを用いて評価することが効果的である。外力については、CAEなどのシミュレーションを用いて評価を行っても問題ないが実機でも同様の検証を行い十分なコリレーションを取ることが極めて重要である。

II-2-1-(3)

<効果>

応力集中を極力なくし、外力を正確に把握、材料の疲労強度について正確に見積もることができれば疲労破壊について防止が可能となる。

<想定されるリスク>

本件については、疲労破壊について中心に述べたが、繰り返し荷重のみだけでなく実際には縁石乗り上げなどの衝撃荷重なども想定される。これらが発生するとサスペンションアームは大きな塑性変形を発生し疲労破壊に対する荷重の向きが変わる可能性がある。よって、実際は疲労破壊だけでなく種々の荷重があることを十分に理解し冗長的な評価を行う必要がある。また、どのような環境でも想定外ということはしばしば起こり得る。その為、過去不具合をしっかりと把握し、FMEAなどを適切に行う必要がある。

以上

問題Ⅲ

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 工業製品の信頼性が，予期せぬ変形や破壊によって損なわれ，不具合が生じることがある。この場合，原因を特定する必要があると同時に，同じ不具合が生じないようにするための対策も併せて必要になる。あなたが，不具合を対策する材料強度分野の責任者であるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な工業製品を1つ想定し，不具合の原因となる事象を系統的に細分化して，原因を特定する手法について多面的に述べよ。
- (2) 破壊により信頼性を損なう事例を1つ想定し，(1)で示した手法のうち1つを用いて，原因の特定と再発防止策について提案せよ。
- (3) (2)で示した原因の特定と再発防止策について，技術的な限界を説明せよ。

Ⅲ-2 安心・安全が強く求められる社会になっている。そのため，社会インフラとしての構造物の老朽化や汚染への対応が急務となっており，構造物や機械を対象とした構造ヘルスマモニタリング技術が開発されている。このような状況を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) 構造ヘルスマモニタリング技術を適用するために必要となる技術について，材料力学的な視点から多面的に述べよ。
- (2) (1)で述べた技術のうち，具体的な構造物や機械を1つ想定し，必要とされる技術を2つ選んでその技術的課題について述べよ。
- (3) (1)で述べた構造ヘルスマモニタリングを適用することによって期待される効果，及び想定されるリスクについて述べよ。

受験番号	
問題番号	Ⅲ-1

技術部門	機械部門
選択科目	材料力学
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。）

はじめに、安全・安心が強く求められる社会において工業製品が予期せず破壊しては、技術の信頼性が大きく損なわれることになる。破壊の原因を追究し、再発しないよう取り組む必要がある。

(1) 不具合の細分化と原因特定手法

A) 工業製品

現在私が担当する※装置取付用の「架台」を挙げる。

b) 不具合原因の細分化と特定手法

不具合の事象を①形状面、②加工法、③経時的変化に分類して下記に述べる。

1. 形状面：形状に関して更に、応力集中、座屈、薄肉構造に細分化できる。応力集中は、切欠き部や溶接部などで形状の断面急変があるところであるため、図面の確認や破壊部材の形状を確認することで把握できる。応力集中は $\sigma = \sigma_0 (1 + 2(\sqrt{a/\rho}))$ (σ_0 : 基準応力、 a : 切欠き孔半径、 ρ : 切欠き先端曲率) や、座屈 $\sigma = \pi^2 \times EI / (K \cdot L^2)$ (E : 縦弾性係数、 I : 断面二次モーメント、 K : 座屈係数、 L : 長さ) を用いて計算可能である。

2. 加工法：加工法に関して更に、溶接、表面粗さなどに細分化できる。

溶接は、海外では手作業であることも多く加工不良が見られる。また、溶接で延性-脆性遷移温度が上昇することもある。表面粗さでは亀裂の起点となる可能性があり、切欠き部で塑性拘束が起これば脆性破壊を招くこともある。シャルピー衝撃試験等を行い、材料

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

の靱性を把握することで確認する。

3. 経時変化：経時変化は、クリープ破壊、応力腐食割れ、疲労破壊に細分化できる。クリープ破壊は、使用状況が高温（融点の6割程度）で時間経過に伴って塑性変形が進む。環境温度を把握し、LMPなどから使用期間に問題がなかったかを確認する。応力腐食割れは、環境に溶存酸素やCl等があり引張りの残留応力がなかったか確認する。疲労破壊は破断面の様相から判断することも可能である。

(2) 原因の特定と再発防止策

a) 信頼性を損なう事例：※装置取付架台と杭の勘合部のピン(図1)

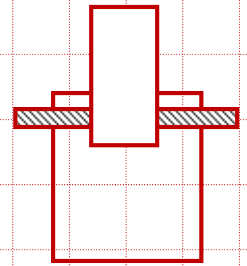


図1 勘合部ピン

b) 原因特定の手法：疲労破壊について述べる。破断面を観察すると図2のようになり貝がら模様(ストライエーション)が見える。これは繰返し応力によって応力がかかるたびに発生する起点から亀裂が進展し破壊に至った跡である。

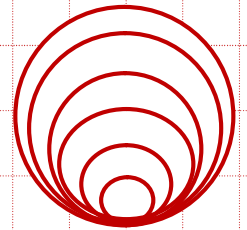


図2 ストライエーション

c) 再発防止策：損傷許容設計整備計画も含めた疲労破壊の防止策として損傷許容設計という対策を提案する。

非破壊検査で見える亀裂サイズを初期欠陥とし、破壊力学から急速に破壊に至る亀裂を限界亀裂サイズ

$a = (Kc / \sigma)^2 / \pi$ (a: 亀裂サイズ、Kc: 破壊靱性値、 σ : 基準応力) とする。初期欠陥から限界破壊サイズにい

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

た	る	期	間	を	試	験	や	パ	リ	ス	則	$N = \int (1/C \triangle K^m) da$	(N:回												
数	、	C	・	m	:	材	料	係	数	、	K	:	応	力	拡	大	係	数)	か	ら	求	め	て	、
そ	の	間	に	最	低	2	回	は	検	査	を	行	う	よ	う	整	備	計	画	を	立	て	る	。	
(3) 上記提案の技術的境界																									
上	記	提	案	は	設	計	部	門	だ	け	で	は	な	く	運	用	者	や	設	備	計	画			
部	門	も	含	め	て	シ	ス	テ	ム	全	体	で	破	壊	を	防	止	す	る	思	想	で	は		
あ	る	が	、	完	全	に	破	壊	を	防	止	で	き	る	わ	け	で	は	な	い	。				
非	破	壊	検	査	の	精	度	を	上	げ	、	よ	り	小	さ	な	亀	裂	を	発	見	す			
る	こ	と	が	必	要	。	破	壊	靱	性	値	の	精	度	を	上	げ	て	、	限	界	亀	裂		
サ	イ	ズ	の	計	算	精	度	の	向	上	が	必	要	。	破	壊	に	至	る	期	間	の	予		
測	に	つ	い	て	は	、	試	験	の	テ	ー	タ	数	を	増	や	し	、	パ	リ	ス	則	の	精	
度	を	向	上	す	る	こ	と	が	必	要	。	ま	た	、	必	要	な	時	に	確	実	に	検		
査	を	行	え	る	よ	う	整	備	計	画	が	必	要	。	検	査	の	精	度	を	上	げ	る		
た	め	、	試	験	人	の	人	材	育	成	が	必	要	。	試	験	中	に	破	壊	等	の	事		
故	が	あ	っ	て	は	な	ら	な	い	た	め	、	遠	隔	か	ら	簡	易	的	に	あ	る	程		
度	疲	労	の	状	況	を	把	握	で	き	る	シ	ス	テ	ム	も	必	要	と	考	え	る	。		
こ	れ	ら	の	全	て	を	行	う	こ	と	は	も	ち	ろ	ん	経	済	的	で	は	な	い	。		
上	記	の	中	か	ら	最	低	限	必	要	な	項	目	を	抽	出	し	、	適	切	な	タ	イ		
ミ	ン	グ	で	実	施	対	応	す	る	べ	き	で	あ	る	。										
経	済	的	か	つ	安	全	安	心	な	社	会	と	な	る	よ	う	工	業	製	品	を	開			
発	し	、	社	会	に	貢	献	し	て	い	き	た	い	。											
																							以	上	

平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

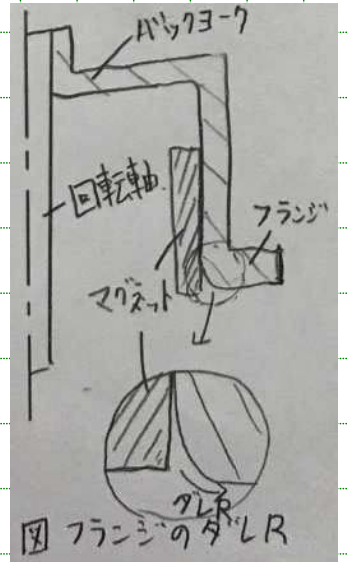
受験番号	
問題番号	2 - 1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

<p><u>3. フランジの追加による効果</u></p> <p>フランジを追加することによって、バックヨークの剛性が向上する。結果、遠心力によるバックヨークの拡張が抑制される。バックヨークの拡張が抑制されると、マグネットの変形量が小さくなるので、マグネットの疲労破壊が防止できる。</p>																								
<p>4. フランジの追加によるリスク</p> <p>バックヨークは、プレス成型される。フランジを成型するためには、フランジ部分に肉を寄せるひつようがある。フランジ部に肉を寄せると、バックヨークの内径側にダレRが生じ易い。フランジによってロータの拡張量が小さくなったとしても、ダレRが生じると、ダレRに沿ってマグネットが変形してしまう。よって、フランジを追加しても疲労破壊の改善にはならないので注意が必要である。</p> <p>リスクの回避として、ダレRが小さくなるようにプレス成型条件を見出す。また、重要寸法として、ダレR部分を管理する方法が挙げられる。また、マグネットを閉口側に移動させて、マグネットをダレRから避ける設計変更が良いと考えられる。以上</p>																								



平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

受験番号	
問題番号	3 - 2

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

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

<u>1. はじめに</u>																								
第4次産業革命（インダストリー4.0）では、IoT																								
を活用した構造ヘルスマモニタリング技術が用いられて																								
いる。例えば、センサーで情報を入手・処理すること																								
によって、疲労寿命を予測し、適切な時期にメンテナ																								
ンスを行うことが出来る。																								
<u>2. 求められる技術</u>																								
・ データのデジタル化																								
センサーからの情報はデジタルデータのほうが、変																								
換等の処理をし易い。そのため、デジタルで取得でき																								
るセンサーの選択を行う。																								
・ 取り付け位置の最適化																								
ひずみで疲労評価を行う際、疲労破壊が生じる位置																								
や、ひずみ方向を考慮して取り付け位置を検討しなく																								
てはならない。実測の確認でも良いが、傾向の把握で																								
あれば、FEMでひずみ方向を可視化して確認すること																								
も有効である。なお、若干のずれは補正して使用する																								
こともできる。																								
・ 疲労寿命の予測																								
人や自然による負荷は、一様ではない。そのため、																								
複雑な負荷から疲労寿命を予測する方法を検討しなく																								
てはならない。例えば、実測で負荷変動を取得し、最																								
大負荷が印加され続けた場合のように、最悪条件での																								
見積もりを行うと、安全側の設計を行うことが出来る。																								

●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

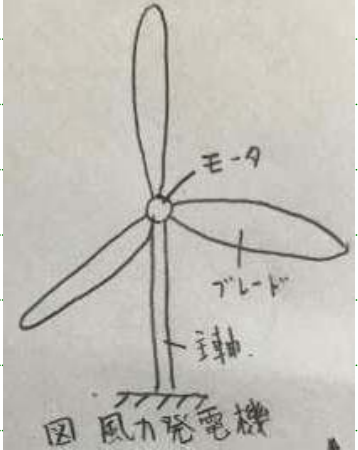
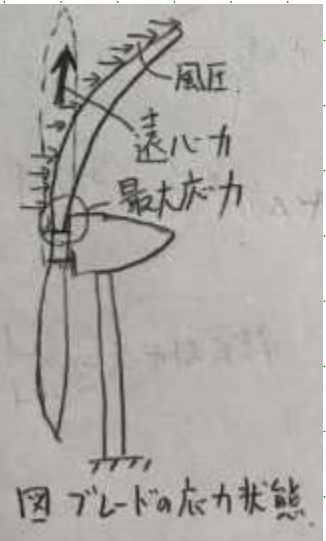
平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

受験番号	
問題番号	3-2

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。)

<p><u>3. 風力発電機における搭載方法</u></p> <p>私が取り扱うモータを用いる大型の風力発電機について、以下解答する。風力発電機は、ブレードの疲労破壊が起こると周囲に危険が及ぶ。そのため、ブレードの疲労破壊を防ぐべく、ブレードにひずみゲージを取り付けることで、構造ヘルスマモニタリング技術を実現する。そして、ブレードの疲労寿命を予測する。</p> <p><u>3-1) 取り付け位置の最適化</u></p> <p>ブレードは、遠心力によって根本にて最大応力が生じる。また、ブレードのねじれに沿って曲げ変形が生じる。よって、疲労破壊は引張応力が最大となるブレードの根本にて生じる。ただし、ブレードのねじれによって、ひずみ方向は単純な径方向に沿わない。そこで、FEMを用いて、風圧・遠心力付加時の応力解析を行い、ひずみの向きを把握する。</p> <p><u>3-2) 疲労寿命の予測</u></p> <p>実際にブレードへ負荷される風圧は、一様ではない。そのため、ブレードに生じる引張や曲げ応力も不規則に変動する。そこで、累積損傷則を用いて疲労を予測する。</p>																								
																								

平成29年度 技術士第二次試験 再現論文

受験番号									
問題番号	—								

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。)

$n_1 / N_1 + n_2 / N_2 + n_3 / N_3 \cdots \cdots n_i / N_i > 1$ (n_i : ある応力変動の印加回数、 N_i : ある応力変動での疲労寿命)となる際、疲労破壊すると考える。また、応力の変動回数のカウントには、レインフロー法を用いると良い。

4. 効果とリスク

効果 ① メンテナンス費の削減

適切なタイミングでメンテナンスを行うことで、過度なメンテナンスを削減することが出来、メンテナンス費用の削減に繋がる。

効果 ② 動作時間の増加

メンテナンスによる動作停止の時間が無くなるので、稼働時間が増加する。

リスク ① 部品費用の増加

センサーの追加によって部品費用の増加につながる。この部品費増が、メンテナンス費の削除や安全性の向上によって相殺できるようにする。

リスク ② 情報のセキュリティ向上

センサーからの情報で疲労寿命を予測する。そのため、情報のセキュリティを確立させなくてはならない。

5. おわりに

構造ヘルスマモニタリング技術によって、容易に効果的なメンテナンスを行えるようになった。私の取り扱うモータにおいても、構造ヘルスマモニタリング技術を用いることで、より安全で快適な生活の実現に貢献する。以上

選択科目Ⅲ－２

工業製品の信頼性が、予期せぬ変形や破壊によって損なわれ、不具合が生じることがある。この場合、原因を特定する必要があると同時に、同じ不具合が生じないようにするための対策も併せて必要になる。あなたが不具合を対策する材料強度部職やの責任者であるとして、以下の問いに答えよ。

- (1) 具体的な工業製品を１つ想定し、不具合の原因となる事象を系統的に細分化して、原因を特定する手法について多面的に述べよ。
- (2) 破壊により信頼性を損なう事例と１つ想定し、(1)でしました手法のうち１つを用いて、原因の特定と再発防止について提案せよ。
- (3) (2)で示した原因の特定と再発防止策について、技術的限界を説明せよ。

Ⅲ-1-(1)

ここでは、自動車用のホイールを例に挙げ、見解を述べる。自動車用ホイールは、路面の凹凸などにより繰り返し荷重や衝撃荷重を受ける構造物である。破壊など不具合につながる故障としては、１．材料的因子、２．外力的因子、３．製造的因子、４．設計的因子がある。１．材料的因子では、材料が想定より強度がでていない、内部欠陥があるなどが想定される。よって、原因を特定する方法としては、成分分析や、組織観察、対象物（特に亀裂近傍）の機械的性質の把握が必要である。２．外力的因子では、想定を超える外力が発生していないかが重要となる。荷重の向きや予想をはるかに超える衝撃荷重があれば破壊へとつながるリスクがある。どのような荷重形態で故障したかということ进行调查する為には、フラクトグラフィを用いる。これにより故障につながる破壊モード、荷重の向き、種類、故障時間などが見えてくる。ホイールの場合、自動車にドライブレコーダがついており運転記録が残っているケースがある。その場合は、運転記録などにより実働荷重を把握することも有効である。３．製造的因子について、現品確認を行い強度上有害になるバリ等が発生していないか確認することになる。また、１とも重複するが部位によって強度がでていなかったりしたら別LOTを調査するなど製造上の瑕疵がないか確認する必要がある。４．設計的因子は、そもそも適切な安全率が用いられていないこと、応力評価を間違えていないことを確認する。１、や２の項目と比較して優先度は低いが他の因子で問題点が見つからなかった場合など確認する必要がある。例としては、FEM解析をして構造物の強度評価する場合などは応力集中部位に対して適切なメッシュ長で評価できているか当該故障部位の応力部位を見逃していないかなどをチェックする。

Ⅲ-1-(2)

ここでは、信頼性を損なう事例としてホイール応力集中部位での疲労破壊を想定しフラクトグラフィでの原因特定および再発防止を試みる。まずは、肉眼で亀裂部位の同定及び近傍の様子を確認し、次にマクロ顕微鏡にて破面の観察を行う。この観察では、破壊の形態を始め、曲げやねじりといった荷重の種類、荷重の大きさなど大まかに把握できる。さ

らに、細かな寿命把握の為にマイクロ観察を行いストライエーションの間隔を測定することにより荷重の大きさが求まり全体の亀裂長さなどを把握できればどれくらいの期間で破壊まで至ったのか把握することが可能となる。この観察で推定される荷重と材料による切欠係数の影響等を考慮した応力解析の値を比較することにより想定外の問題が発生していないかを確認することが可能となる。この応力集中により破壊に至ったことが確実になれば、この応力集中の見直しやどうしても応力集中を設けなければいけない場合はもっと応力集中の低い場所に移動できないか検討を行う。解析と実機での十分なコリレーションが取れば、解析の検討で必要十分な再発防止の指針を示すことが可能となる。

III-1-(3)

(2)で述べた再発防止対策としては、実働荷重と解析のコリレーションを十分に取り、設計段階で応力集中による疲労破壊を未然に防止するというものである。しかしながら実際は、想定されるケースにより荷重の種類が異なっておりこのコリレーションについては、常に状況に合わせて見直していく必要がある。例えば、実働荷重は縁石などに乗り上げた際の衝撃荷重により塑性変形が発生した後に繰り返し荷重が発生し疲労破壊に至るケースなどがある。これらは、衝撃荷重の程度により塑性変形の程度も異なり、それに伴い繰り返し荷重を受ける荷重の向きも異なる可能性がある。これに対して解析上で推定を行うならば、衝撃荷重を想定した後に、繰り返し荷重を付与することで再現はできなくはないが述べた通り、衝撃荷重等の程度の問題があり対策として100%問題ないといえる検討を行うことは非常に難しい。

以上

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-3 機械力学・制御～

問題Ⅱ-1

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・機械構造物の動特性を把握するために、実験モード解析がよく用いられるが、加振方法や供試体の支持方法の選択が重要となる。

- (1) 代表的な加振方法を2つ挙げ、それぞれの長所を述べよ。
- (2) 供試体を自由支持して実験モード解析を行う際に留意すべき点とその対策を述べよ。

Ⅱ-1-2 機械・機械構造物に自励振動と呼ばれる振動が発生することがある。

- (1) 自励振動の発生要因と特徴を、1自由度系に発生する自励振動と、2自由度系に発生する自励振動を比較して述べよ。
- (2) 自励振動の具体的な例を1つ挙げ、発生要因、生じる現象、抑制する対策を述べよ。

Ⅱ-1-3 粘弾性材料と鋼板などの機械構造材料を積層した制振材料は、大きく非拘束型制振材料と拘束型制振材料の2種類に分類される。

- (1) 非拘束型制振材料と拘束型制振材料の違いを、構造と制振メカニズムの観点から述べよ。
- (2) 非拘束型制振材料や拘束型制振材料を用いて作製された平板の減衰効果を上げる際に留意すべき点を、それぞれの平板について述べよ。

Ⅱ-1-4 現実の制御問題では、十分なロバスト性を有する制御系を設計することが要求される。

- (1) 制御系のロバスト性の意味と、制御系においてロバスト性を考慮することの重要性を述べよ。
- (2) ロバスト性を有する制御系を設計する際に留意すべき点とその対策を述べよ。

選択科目Ⅱ-1-1

【問題文】

機械・機械構造物の動特性を把握するために、実験モード解析がよく用いられるが、加振方法や供試体の支持方法の選択が重要となる。

1) 代表的な加振方法を2つ挙げ、それぞれの長所を述べよ。

★回答★

インパルス加振と正弦波加振について述べる。

インパルス加振は、装置の手配が容易であり、かつ減衰が小さく、線形に近い構造系に対し非常に有効な点、長所である。一方、非線形性が大きい構造系に対しては不利である。

正弦波加振は、変形モードが視覚的にとらえやすく、ノイズが入りにくい為、共振の判定が容易であることが長所として挙げられる。

2) 供試体を自由支持して、実験モード解析を行う際に留意すべき点とその対策について述べよ。

★回答★

対象物を自由支持し、モード解析を行うと、周波数毎に異なるモードの振動が発生する。留意すべき点としては、加振源が1箇所の場合や、振動の測定位置が1地点であると、正確に振動モードを測定することができない。

偶然にも変位がゼロの箇所、つまり振動している場所を測定できない可能性があるからである。

その為、複数のポイントで加振を行い、かつ複数の位置で振動値をピックアップする必要がある。

選択科目Ⅱ-1-2

【問題文】

機械・機械構造物に自励振動と呼ばれる振動が発生することがある。

1) 自励振動の発生要因と特徴を、1自由度系に発生する自励振動と、2自由度系に発生する振動を比較して述べよ

★回答★

1自由度系の振動は、振動エネルギーが系内部で成長するが、2自由度系の自励振動は、振動エネルギーが2つの系を往復しつつ、振動エネルギーが成長していく特徴を持つ。

2) 自励振動の具体的な例を1つ上げ、発生要因、生じる現象、抑制する対策を述べよ。

★回答★

工作機械の再生びびり振動を例として挙げる。

発生要因は、切削幅が大きいこと、切削速度が速い、バイト歯先が欠けている状態で運転することである。

この状態で加工を行うと、閉ループ系での運転となり制御が遅れ、加工面に再生マークが現れる。

抑制する為には、切削速度を常時変動させる、バイトを新しくする。振動低減の為、ダンパを組み込む等が挙げられる。

問題Ⅱ-2

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 工場内で運転中の大型の回転機械がある。しかし，異常振動に関する状態監視及び診断のシステムが十分には備えられていないため，新たにそのようなシステムを追加することになった。あなたが，導入するシステム設計の担当責任者として業務を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

- (1) 既設の回転機械に追加することを念頭において，状態監視及び診断のシステムを設計するに当たり，調査・検討すべき項目を具体的に３点述べよ。
- (2) (1) で述べた項目から１点を挙げ，調査・検討内容を具体的に述べよ。
- (3) (2) の業務を実際に進める際に留意すべき事柄を述べよ。

Ⅱ－２－２ 機械部品を大量に生産する工場において，ロボットアームの利用は不可欠である。今回，生産プロセスにロボットアームを導入することになり，作業チームを結成して，まず作業効率の向上について検討することになった。以下の問いに答えよ。

- (1) 作業効率の向上を踏まえて，調査・検討すべき項目を具体的に３点述べよ。
- (2) (1) で述べた項目から１点を挙げ，調査・検討内容を具体的に述べよ。
- (3) (2) の業務を実際に進める際に留意すべき事柄を述べよ。

選択科目Ⅱ-2-1

【問題文】

工場内で運転中の大型の回転機械がある。しかし、異常振動に関する状態監視及び診断のシステムが十分には備えられていない為、新たにそのようなシステムを追加することになった。

あなたが、導入するシステム設計の担当責任者として業務を進めるに当たり、以下の問いに答えよ。"

既設の回転機械に追加することを念頭に置いて、状態監視及び診断のシステムを設計するに当たり、調査・検討すべき項目を3点述べよ。

- 1) 既設の回転機械に追加することを念頭に置いて、状態監視及び診断のシステムを設計するに当たり、調査・検討すべき項目を3点述べよ。

★回答★

①振動測定の把握、②計測センサの検討、③過去のトラブル実績の3点について述べる。

① 振動特製の把握

既設の回転機械が、どのような振動特製であるか調査を行う。例えば、共振現象の把握や、対象となる回転機械が、xyz どの方向によく振動するのか、振動は速度、変位、加速度等の指標の中で、何が顕著であるか等を把握する必要がある。これにより、診断システムの構築を行う上で監視する振動現象の基準を明確にすることができ、システムの設計に反映することができる。

② 計測センサの検討

測定位置や種類（変位、速度、加速度）など何を監視するか、測定したい振動データに対する分解能（サンプリングする間隔、精度）を決定することで、計測センサの種類やシステムを選択することができる。異常振動による損傷を防ぐことが目的であるので、その損傷を防ぐために、どのような仕組み（センサ）で測定することが適しているかを検討する。

③ 過去のトラブル実績

これまでの異常診断トラブル実績を調査することで、どのような振動現象が設備に影響を与えたのかが判る。具体的には、トラブルが突発的なものか、継時的なものかでモニタリング方法のシステム設計やインターロックの設計に反映できる。また、異常診断による装置の変形や、駆動機械の摩耗など頻発する要因が特定できる場合は、その要因に適した診断システムを優先度高く構築することができる。

- 2) 1) で述べた項目から1点を挙げ、調査・検討内容を具体的に述べよ。

★回答★

前述した①振動特性の把握について具体的に述べる。

既設の回転機械を前提として考える。振動特性を把握する為、例えばローラーなどの回転機器に対しては、レーリーの近似式、ハウジングや周辺の架台に対しては、バネマス系で簡易的にモデル化し微分方程式を立式し、固有方程式を解く形で共振点を求める。

構造が複雑であり、モデル化が困難な場合は、コンピュータにより有限要素法でモデル化しで共振点を求める。また変形モードを求めることにより、どのような方向に振動しやすいかを可視化する事が考えられる。

- 3) の業務を実際に進め際に留意すべき事柄を述べよ。

★回答★

計算結果と実測値の整合性を必ず確認する。実測値は、計算により予測した後で、実際に回転試験を行い、共振点の実測を行うこと、またハンマリングによる加振実験で測定することができる。

コンピュータによる解析（計算）は非常に有効ではあるが、一方でモデル化が正しくできていない場合、誤った解析結果を根拠に改善した設計が、逆効果になる場合がある。その為、必ず実測により計算の妥当性、整合性を確認する必要がある。

問題Ⅲ

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 鉄道、道路、橋梁及び港湾設備などの社会インフラや、高層ビルなどの大型建造物については、老朽化した設備の維持・改修に加えて、新規設備の建設も検討されている。新規設備の建設に当たっては、設計段階で地震に対する対策を十分に考える必要がある。あなたは、機械力学・制御の専門家として、地震対策を考慮した設計に中心的に携わることになった。このような状況において、以下の問いに答えよ。

- (1) 新規設備を具体的に1つ想定して、地震対策を考慮する上で重要となる課題を多面的に述べよ。
- (2) (1) で挙げた課題からあなたが重要と思うものを1つ選び、機械力学・制御の観点から、課題解決のための具体的な技術的提案を述べよ。
- (3) (2) の技術的提案の効果及び想定されるリスクについて述べよ。

Ⅲ-2 生産現場でロボットが重要な役割を果たしていることは言うまでもないが、最近ではサービスロボットや介護ロボットなど、人間生活に深く関わる「人と共存するロボット」も、注目を浴びている。

- (1) 「人と共存するロボット」を具体的に想定し、人間社会に受け入れられるために検討すべき課題を多面的に述べよ。
- (2) (1) で挙げた課題からあなたが重要と思うものを1つ選び、機械力学・制御の観点から、課題解決のための具体的な技術的提案を述べよ。
- (3) (2) の技術的提案の効果及び想定されるリスクについて述べよ。

選択科目Ⅱ-2-1

【問題文】

鉄道、道路、橋梁及び湾口設備などの社会インフラや、高層ビルなどの大型建造物については、老朽化した設備の維持・監修に加えて、新規設備の建設も検討されている。新規設備の建設に当たっては、設計段階で地震に対する対策を十分に考える必要がある。あなたは、機械力学・制御の専門家として、地震対策を考慮した設計に中心的に携わることになった。このような状況において、以下の問いに答えよ。

1) 新規設備を具体的に1つ想定して、地震対策を考慮する上で重要となる課題を多面的に述べよ。

★回答★

新規の化学プラント建設を想定する。

課題を①プロセスの設計、②保全管理方法、③安全性の3つの観点から述べる。

① プロセス（建屋、設備）の設計

建屋は設置される機器の荷重に対して設計される。設備も運転条件（製品を作り出す）を基準とした設計である。その為、地震を想定した設計、例えば、地震により発生するより大きな荷重に対して強度を見直す必要がある。

② 保全管理方法の検討

通常の保全方法では、建屋の壁面などに多少の亀裂があっても、耐用年数までは使用したりする。通常の保全計画ではなく、短いスパンで定期的に修繕の優先度を見直す仕組みを取り入れ、計画保全の手法を対地震向けに対応させていく。仕組みとしてはFMEAを使用し、リスクと頻度で優先順位を見直す。

③ 安全性の検討

いくら地震に対する対策を練っても、想定以上の地震が起き、その際は予期せぬ事態となる。その為、リスクアセスメントにより、地震発生時の事象（危険源や想定される事故）を抽出し設計に反映させる。例えば、引火性や爆発時の危険が高い機器の周辺は、人の導線は避ける等、レイアウト計画に組み込む。

2) 1) で挙げた課題からあなたが重要と思うものを1つ選び、機械力学・制御の観点から、課題解決のための具体的提案を述べよ。

★回答★

① プロセス（建屋、設備）の設計について2つ具体的提案を行う。

a) CAE技術の応用

⇒ 建屋の設計を行う際に、実物の設計を想定したモデルに対し、様々な荷重条件を加えることができる。複数のケーススタディが比較的容易に行うことができ、モード解析を行うことで、変形モードが可視的に捉えることができるので、補強策を検討する際には、非常に有効である。

b) 振動を想定した機器、システム的设计

⇒ 配管は曲り部を意図的に設ける。フレキシホースやエキスパンションジョイントなどで接続し、振動を吸収できるように設計する。
ポンプや回転軸などの振動源を持つタンクなどは、防振ゴムや当て板を設置し、振動時の損傷を防ぐ。振動を検知し警報を出すことや、最悪の場合、プロセスを立ち下げるシステムを構築する等が考えられる。

3) 2) の技術的提案の効果及び想定されるリスクについて述べよ。

★回答★

前項で述べた a) CAE 解析について効果とリスクを述べる。

効果

⇒ 設計初期（上流）で行うことで、設計全般のリードタイムを短縮することができる。
変形モードが可視化（見える化）できる為、設計者以外の関係者含め、設計根拠として扱うことができる。

リスク

⇒ 計算モデルと実測が合せられておらず、実際の現象とは異なった解析を行っている場合、リスクとなる。
例えばそれは、地震の想定がヨコタテ波で異なる場合で、ヨコ波（横方向の荷重）に対し設計したが、地震が縦波（垂直荷重）で発生した場合、計算による補強効果が逆効果となることが考えられる。

問 題 文

(選択科目)

～01-4 動力エネルギー～

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 ガスタービン燃料電池複合発電（GTFC）について，設備構成及びそれらの役割，特徴，効果について多面的に述べよ。

Ⅱ-1-2 蒸気タービンは，用途によって復水タービン，背圧タービン，抽気タービン，混圧タービンなどが使い分けられている。上記4種類のタービンについて，それぞれの構成上の特徴と，どのような場合に使用されるかを説明せよ。

Ⅱ-1-3 直接噴射式圧縮点火機関における排出物対策技術に関し，燃焼技術及び後処理技術について主要な技術をそれぞれ1つ以上挙げて解説せよ。

Ⅱ-1-4 ガスタービンの基本サイクルであるブレイトンサイクルの圧力 p - 比容積 v 線図，温度 T - 比エントロピー s 線図を示すとともに，各過程を説明し，作動流体を理想気体として，タービン及びコンプレッサで等エントロピー変化を仮定するとき，圧力比と比熱比を用いて熱効率を示せ。

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 再生可能エネルギーの利用拡大が政策として取り上げられ，再生可能エネルギー発電設備の導入が検討されている。あなたは，新規坑井掘削を伴う小規模地熱発電としてバイナリー発電の導入検討を行う技術責任者に任命されたとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 導入検討の際に調査すべき内容は何かについて述べよ。
- (2) あなたが選んだバイナリー発電の仕組と設備の概要について述べよ。
- (3) 地熱開発によって想定される影響項目について述べよ。

Ⅱ－２－２ 主要産業が農業・林業である地域の工場で，木質系バイオマス利用による直接燃焼発電プロジェクトを実施することになり，あなたはその計画責任者になった。そこで，計画責任者として，以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが計画した直接燃焼発電プロジェクトの計画策定に先立ち調査すべき項目を述べよ。
- (2) あなたが計画した直接燃焼発電に用いられるボイラに求められる技術的要件と現在普及している水管ボイラの特徴を述べよ。
- (3) 環境保全対策として留意すべき事項を述べよ。

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 2016年11月に発効したパリ協定（2020年以降の温暖化対策に関する国際枠組み）を受け，日本では2016年にエネルギー革新戦略及びエネルギー・環境イノベーション戦略が発表され，中期及び長期に向けての革新的技術の開発と世界への普及を目指した取組が示された。このうち後者の戦略は，2050年頃という長期的視点に立つものであり，その有望分野として，エネルギーシステム統合技術（ICT，デマンドレスポンス，AI，ビッグデータ，IoT等を活用した，システム全体の最適化技術），システムを構成するコア技術（次世代パワエレ，革新的センサー，多目的超伝導），分野別革新技術（①革新的生産プロセス，②超軽量・耐熱構造材料，③次世代蓄電池，④水素等製造・貯蔵・利用，⑤次世代太陽光発電，⑥次世代地熱発電，⑦CO₂固定化・有効利用）が挙げられている。このような国内外の取組を受け，次の問いに答えよ。

- (1) 上に示した分野別革新技術（①～⑦）の中から，動力エネルギーの専門家として，あなたが寄与できる革新技術を1つ選び，対象とするシステムと現在の技術水準を記した上で，その期待される効果について，今後の社会と産業の動向，周辺技術の進歩を踏まえた上で述べよ。
- (2) (1) で挙げた革新技術を実現するための主要な技術課題を提示し，その具体的な解決策を提案せよ。
- (3) (2) で提案した解決策に潜むリスクや実施上の不確定要素について述べよ。

Ⅲ－２ 多くの動力エネルギー設備は、産業やライフラインを支えるなど重要な役割を担い、高い信頼性が求められている。その一方で、設置から長期間が経過し、老朽化が進行している設備も数多く存在すると考えられる。

あなたが知る動力エネルギー設備を1つ選択し、当該設備の信頼性を長期に亘り維持することを目的に、老朽化対策を立案する責任者に任命されたとして、以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが選択した設備の概要（機器名、代表的仕様、経過年数）を示せ。また老朽化対策の立案に先立って、設備に関して調査・評価すべき項目を説明せよ。
- (2) あなたが選択した設備において将来発生する可能性のある不具合を複数挙げ、その主原因と相対的な影響の大きさを推定せよ。それらを踏まえた上で、当該設備の信頼性を長期的に維持するための具体的な対策を提案せよ。
- (3) (2) で記した提案に関し、その効果と課題について、リスクやライフサイクルコストの観点を含め考察せよ。

問題文とA評価答案例

(選択科目)

～01-5 熱工学～

問題Ⅱ-1

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 微粉炭焚きボイラは、火力発電プラントの構成機器や、発電以外の工業用蒸気供給機器などとして利用されている。この微粉炭焚きボイラに関し、熱損失法によるボイラ熱効率の算出に必要な項目について数式を挙げて説明せよ。また、ボイラ熱効率を向上する方法を伝熱の観点から示せ。

Ⅱ-1-2 物体からの放射伝熱は多くの熱システムにおいて重要な役割を果たす。高温物体1から低温物体2への放射伝熱量 Q の求め方を説明せよ。また、放射伝熱が重要とな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 大気中の二酸化炭素、メタン、フロン類などの温室効果ガスが増加して、地球の気温が上昇するといわれている。そのメカニズムについて、ガスによる温室効果の相違を含めて説明するとともに、考えられる地球温暖化対策技術を3つ挙げ、現状を踏まえて述べよ。

Ⅱ-1-4 冷凍機は、物体を冷やす装置であり、産業界で広く用いられている。代表的な冷凍機の種類とその冷媒を説明せよ。また、冷凍サイクルの1例について、冷媒の状態変化を説明するとともに、その特徴について述べよ。

1-5 熱工学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ-1-2

(1) 放射伝熱量の求め方

$q = \varepsilon T^4$ ここで、 q : 熱流束
 ε : ステファン・ボルツマン定数
 T : 絶対温度

であることから、 T_A を物体Aの表面温度、 T_B を物体Bの表面温度として、放射面物体Aの表面積を A_A 、受熱面物体Bの表面積を A_B としたとき

$Q = \varepsilon A_A A_B (T_A^4 - T_B^4)$
で表される。

(2) 熱システム

① 太陽熱温水システム

② 概要

図1に示すシステムを屋根の上部に配置して用いる。集熱板の上部に沸き上げた湯水を貯湯するタンクを有しており、そこから給湯配管を通じ給湯する構成である。

③ 特長

水の強制循環に用いるポンプの消費電力などを除いて沸き上げに一切の電気や燃料を消費しないことから高い1次エネルギー効率を有する機器である。

④ 課題

以下のような課題を有する

- ・天候や季節変動に発熱量が大きく依存し熱源機器としての安定性を欠く
- ・通年で日射量を確保できる立地制約
- ・補助熱源が必要な場合のイニシャルコストの上昇

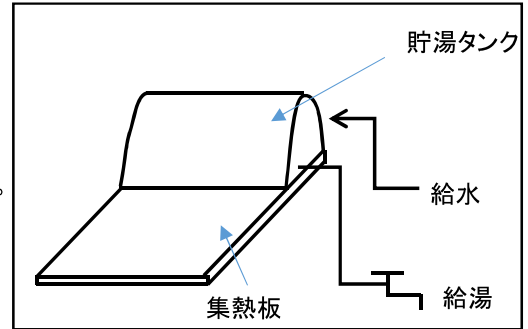


図1：太陽光発電システムの装置概

1-5 熱工学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ-1-4

(1) 機器の名称と冷媒

機器の名称: 空気調和器

冷媒の名称: R32

図1に冷房サイクル時の機器構成概略を示す。
ヒートポンプの原理で空気を冷却する装置である。
HFC冷媒の1種であるR32冷媒を用いる。

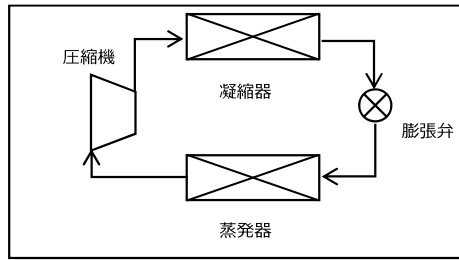


図1: 冷凍サイクルの構成概略

(2) 冷凍サイクルの例: 冷房サイクル

① 冷房サイクルの冷媒の状態

図2にp-h線図を用いて、冷凍サイクル中の冷媒の状態を示す。

1→2: 過熱蒸気を吸入し、圧縮機内部で断熱圧縮され高温高圧の気体となり吐出される。

2→3: 凝縮器内で2相混合状態を経て凝縮し過冷却液となり凝縮器を出る。

3→4: 膨張弁で絞り膨張し低温低圧の気液混合状態となる。

4→1: 蒸発器内で蒸発し過熱蒸気となりサイクルを1巡する。

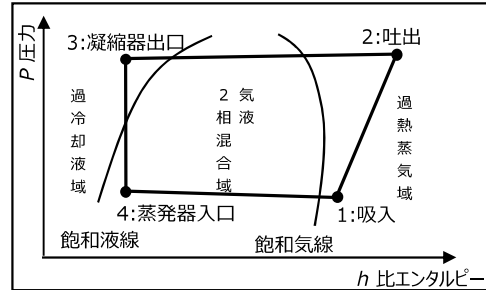


図2: 冷媒の状態を表すp-h線図

② 特徴

メリット: ・ヒートポンプの原理により高い熱効率を有する

デメリット: ・高GWP係数を持つHFC冷媒の漏洩による地球温暖化の影響

・都市部での集中的な運転によるヒートアイランド現象

問題Ⅱ-2

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 太陽熱利用システムは，再生可能エネルギーを利用するシステムの１つであるが，広く普及しているとは言い難い状況にある。太陽熱利用システムについて，以下の問いに答えよ。

- (1) 太陽熱利用システムを３つ挙げて説明せよ。
- (2) (1) で挙げた太陽熱利用システムの普及状況を示し，更なる普及のための技術的解決策をそれぞれ１つ挙げて説明せよ。
- (3) 太陽熱利用システムのうち太陽熱発電システムについて，電力安定供給に貢献するシステム構成を１つ挙げて説明せよ。

Ⅱ－２－２ 情報化社会の到来により，データセンタの重要性は日々高くなっている。データセンタは多くのコンピュータを使用する性格上，その発熱に対応するため空調設備などが強化されている。また，災害などの不測の事態にもサービスの提供に極力支障が出ないように，電源の多重化などの多くの対策が施されている。このようなデータセンタの特徴を踏まえ，熱システム設計者としてデータセンタを設計及び運用するうえで，以下の問いに答えよ。

- (1) データセンタを効率よく運用するうえで，省エネルギー化につながる技術を３つ挙げて説明せよ。
- (2) (1) で挙げた技術に関し，データセンタを安定運用するうえで，コストの観点からそれぞれのメリット，デメリットを多面的に説明せよ。
- (3) データセンタにおいて，将来有望と考えられる新技術を１つ挙げ，その内容と実用化に向けた技術的課題を述べよ。

1-5 熱工学【選択科目Ⅱ】

Ⅱ-2-2

(1) データセンター運用の省エネルギー化技術

- ・放熱機器の効率的配置(ホットアイル・コールドアイル)
熱源となる精密機器の放熱ファンからの排熱気流のショートサーキットによる局所的過熱が生じさせないことが重要である。そこで、高温気流の通り道としてホットアイル、冷却気流の通り道としてコールドアイルとして、冷却気流の上流/下流をそれぞれ分割する方式が取られる。
- ・アイルキャッピング
上記ホットアイル・コールドアイルの熱漏洩をさらに低減させる方式である。機器配置による気流の通路を形成させるだけでなく、コールドアイルを屋根や扉により完全に区切ることで更にショートサーキットを防止し、冷却機器の熱効率を上昇させる。
- ・低圧縮比の冷凍サイクル制御
一般的な家庭用空調と異なり、人の呼気や外気流入による潜熱負荷が少ないため、冷房負荷の大半がデータセンターの電子部品の発熱であり、顕熱比が極めて大きい特徴を有する。除湿の必要性がないことから、低圧を圧縮機信頼性の足る限り上昇させ、圧縮比の低い高COPの運転が可能となる。

(2) アイルキャッピングの特徴

- メリット
 - ・ショートサーキット防止効果による冷却機器の熱効率の上昇
 - ・局所過熱防止による冷却機器の負荷分散で機器の信頼性向上
- デメリット
 - ・気流分離のための建築物導入によるイニシャルコストの増大
 - ・避難経路の複雑化による、非常事態時の保守点検員の避難困難性の増大

(3) データセンターにおける将来技術

技術

AIによるリアルタイム冷凍機器マネジメント

内容

リアルタイムの需要変動データからAIによる精密機器の発熱予測を行い、冷凍機器の負荷急変を抑える制御構築。

課題

- ・制御構築に当たり、実装可能なパラメータの選別
 - ・正しい教師データの取得
 - ・現場の保守教育
- 以上のような技術的課題を有すると考える

問題Ⅲ

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 エネルギー自給率が低い日本においては、特定のエネルギー源への依存を過大としないことが求められており、地球温暖化対策と合わせて再生可能エネルギーに一定の期待がされている。このような現状を背景として、技術的観点から、以下の問いに答えよ。

- (1) エネルギーセキュリティ向上及び地球温暖化対策のためには、国産の再生可能エネルギー利用促進が期待されるが、どのような国産の再生可能エネルギーが考えられるか、3つ挙げて説明せよ。
- (2) 日本において、エネルギー源の一定量を海外から導入する場合、地球温暖化対策を考慮して何が将来のエネルギー源となるか考えを述べよ。
- (3) (2) のエネルギー源を使用した発電システムを1つ挙げ、その構成例と特徴及び課題について述べよ。

Ⅲ-2 熱システムは空調や発電など多岐に渡る分野で活用されており、近代社会の基盤を支えてきた。一方、市場のグローバル化や製品の多様化に伴い、従来の熱工学に基づくシステムと、通信技術・人工知能・バイオテクノロジーなどの異分野の技術を融合し、新たな価値を生む製品開発が積極的に行われてきている。異分野技術の融合による製品力の向上に努めないと、いずれ競争力を失ってしまう可能性がある。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) 最新の異分野技術融合が行われている熱システムを1つ選び、その熱システムにおいて生み出される新たな価値を3つ挙げ、その内容を多面的な観点から説明せよ。
- (2) (1) で挙げた価値のうち1つを選び、製品競争力をさらに強化するために、熱システム設計者として、将来必要になると考える異分野技術融合の提案を示せ。
- (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。

1-5 熱工学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ-1

(1) 国産の再生可能エネルギー

1. 太陽光発電

光電効果による太陽光をエネルギー源とした発電装置である。石油燃料を利用せず、エネルギーセキュリティ向上に資する発電方式。安定的な運用に当たっては、通年で十分な日射量が確保できることが必要である。大きな発電容量を確保するためには大きな敷設面積が求められ、国土の多くが森林・山脈であり平地に十分な敷設面積の確保が困難な我が国にあっては、近年洋上での発電設備設置の検討が進められている。

2. 風力発電

風力によって風車を回すことで発電を行う発電装置である。発電時の騒音問題や大きな敷地面積を要することから、住宅から離れた場所として、また安定的に風を受けるため、多くは山の尾根筋に沿って設置されることが多い。台風など極度に大きな風速を有する風は好ましくなく、構造物の強度が求められコストアップの要因となる。近年、洋上で浮体設備としての検討が進められている。

3. 潮力発電

潮の流れを利用してタービンを回す発電方式。風力や太陽光などと比較して、通年で安定した発電を見込むことができる一方、貝や海藻などの生物付着を除去する維持管理コストが課題。四方を海に囲まれ豊富な海洋領地を有する我が国の固有のエネルギー源として期待されている。

(2) 将来のエネルギー源

エネルギー源: 液化水素ガス

海外からエネルギー源を輸入する際に必要な要件は以下のものがある。

- ・安定供給 資源国及び輸入経路に地政学的リスクが小さい
- ・価格安定性 政治不安のない資源国であること
- ・採掘可能年数が長いこと

上記の要件を満たすエネルギー源として液化水素ガスが期待されており、その特徴として以下のメリット・デメリットをそれぞれ示す。

メリット 利用時に燃やしてもCO₂が出ず、地球温暖化対策として適当

- ・水素インフラが整った際には、エネルギー需要家でのオンサイト発電が可能であることで、送電ロス低減が可能

デメリット 気体そのものが極めて拡散しやすく、可燃性であることから爆発の危険性を有する

- ・水素分子は小さく、水素脆性を引き起こす要因となるため貯蔵する金属容器には特別の配慮が必要であること

(3) 水素を利用した発電システム

1. システム名

燃料電池

2. 構成例

家庭用燃料電池システムの構成例を図1に示す。改質器では燃料ガスの脱硫を行い、反応器で水素と酸素の反応により電気を取り出す。併せて反応熱を熱交換器を通じて給湯利用する。

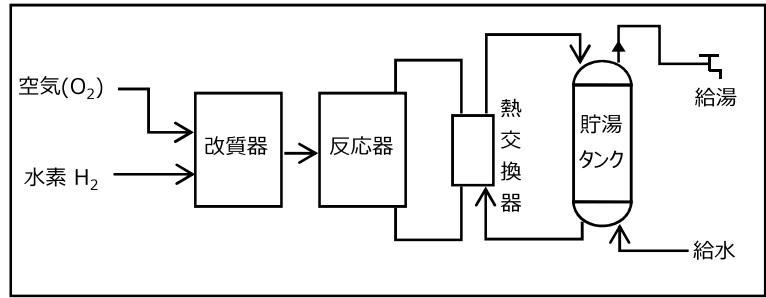


図1：燃料電池システムの構成例

3. 特徴

メリットとデメリットをそれぞれ示す。

- メリット
- ・1種のコジェネシステムであり、熱効率が70～90%と高い
 - ・エネルギー需要家のオンサイト発電が可能であり、送電ロスが少ない
 - ・エネルギーセキュリティの観点で、日本で採掘可能と見込まれているメタンハイドレートとの親和性が高い

デメリット・水素インフラが未整備

- ・燃料電池システム自体の構成要素が多く、他熱源の給湯システムと比較して高額なイニシャルコストである

上記メリット/デメリットに加え、3E+Sを前提としたエネルギー施策が必要であり、今後課題の解決が必要だと考える。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ - 1
答案使用枚数	1 頁 枚目 3 枚中

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

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

(1) 国産の再生可能エネルギーについて																								
① 太陽光発電システム																								
太陽光は地球に降り注ぐエネルギーであり、地球表面																								
において大体 20 kW/m^2 程度であるが、太陽光発電シ																								
ステムの効率が $10 \sim 20\%$ としても 4 kW/m^2 程度の発電が																								
可能である。自身大国である日本の災害復旧を想定し																								
たとき、送電線やガス管に頼らない独立したエネルギ																								
ーインフラの重要性は高い。																								
② 風力発電システム																								
風は観血的ではあるが、全国的に見れば安定して風																								
力が得られる地域もあるエネルギーである。福島県の																								
海上では、 7 MW 級の浮体式大規模海上風力発電システ																								
ムが稼働しており、今後の効率的な運用の検討が期待																								
される。日本は国土の四方が海で囲まれており、成果																								
の横展開が期待される。																								
③ 木質バイオマス																								
日本は国土のほとんどが山であるため、林業は盛ん																								
であった。高度経済成長期の人件費の上昇により、木																								
材は輸入材がコスト的に有利になり、国内の林業は衰																								
退してしまっている。せめて、間伐材を地産地消でき																								
ないかとのことで、間伐材を木質ペレットにし、ペレ																								
ットストーブでの利活用が行われている。特に、秋田																								
県など東北地方で推進され、環境省においても補助の																								
メニューの一つになっている。カーボンフリーのため																								
CO_2 排出量がゼロであり、温暖化対策としても注目さ																								

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1
答案使用枚数	37 枚目 3 枚中

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

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

果	ガスの影響がないため、環境負荷は小さい。
(3)	発電システム
	オフィスビルにおける排熱利用型固体酸化物型燃料電池システム(SOFC)について説明する。
①	構成例
	固体酸化物型燃料電池システムとその排熱をカスケード利用する排熱ボイラおよび給湯蓄熱システムを考
	える。
②	特徴
	SOFCは水素以外にも天然ガス等の燃料も使用でき
	発電効率は50~60%と他の燃料電池と比較しても高い。
	また、排熱温度が700~1,000℃と高いため、熱のカ
	スケード利用による総合効率向上が見込める。排熱ボ
	イラによる複合発電や蒸気利用、また給湯蓄熱システ
	ムを使うことでオフィスの空調利用も可能になる。
③	課題
	コスト面：イニシャルコストもランニングコストもほ
	かの燃料電池と比較して高い。
	運用面：総合効率向上のため、多数の機器がぶら下が
	っており、システムが複雑である。緊急時のシャット
	ダウンが化学変化の余熱の影響により、困難である。

●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。

問 題 文

(選択科目)

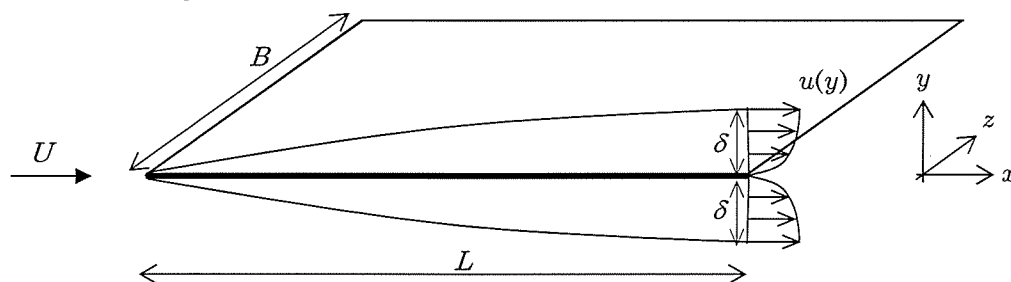
～01-6 流体工学～

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 流速 U 、密度 ρ 、粘度 μ の一様流の中に、長さ L 、幅 B の薄い平板が流れに平行に置かれている。この平板にかかる流れ方向の力 D を、平板の長さ L を基準にしたレイノルズ数 $Re = \rho UL / \mu$ を含む関数として表せ。ここで図のように、二次元流れを仮定し、 D は平板後縁における乱流境界層内の速度分布の運動量欠損のみから求められ、そこでの速度分布は $1/7$ 乗則 $u(y)/U = (y/\delta)^{1/7}$ で与えられるものとする。また δ は平板後縁における乱流境界層厚さであり、 Re を用いて $\delta = 0.37L / Re^{1/5}$ で表されるものとする。



Ⅱ-1-2 羽根車外径1.80 [m] のターボポンプAの、吐出し量400 [m³/min]、所要軸動力340 [kW]、回転数120 [min⁻¹]の時の全揚程は4.50 [m]である。水の密度を1000 [kg/m³]、重力加速度を9.81 [m/s²]として、以下の問いに有効数字3桁で答えよ。

- (1) ターボポンプAの効率を求めよ。
- (2) ターボポンプAと幾何学的かつ力学的に相似で、羽根車外径2.20 [m]、全揚程4.00 [m]となるターボポンプBを設計する。ターボポンプBの吐出し量、回転数、所要軸動力を求めよ。但し、レイノルズ数の影響は無視してよい。

Ⅱ-1-3 乱流の数値計算手法として、直接数値シミュレーション (direct numerical simulation), LES (large eddy simulation), RANSモデル (Reynolds averaged Navier-Stokesモデル) が使われている。これらの中から1つ選び、原理、特徴、解析上の注意を説明せよ。

Ⅱ－１－４ 水力機械である渦巻ポンプの圧力脈動は、羽根車出口流れと渦巻きケーシング巻き始め部（舌部）との干渉によるものである。その特徴とそれにより生じる問題を述べ、さらにポンプ自身に施されている低減策を必要とあれば図を用いて２つ述べよ。

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 流体機械の性能改善を、CFDを活用してこれまでよりも短期間・低コストで実施できるようになってきている。あなたがCFDと模型試験を用いて現有の流体機械の効率を改善するプロジェクトの技術リーダーになったと仮定して、対象とする流体機械を１つ選定し、以下の問いに答えよ。

- (1) 選定した流体機械とその特徴について述べよ。
- (2) 検討すべき技術事項とその理由、及び技術検討を進める手順について述べよ。
- (3) 技術検討をする上で留意すべき事項について述べよ。

Ⅱ－２－２ ターボ機械の設計では形式数（比速度ともいう）の選択が重要であり、使用条件に応じて適切とされる形式数の範囲がある。しかし、使用環境や顧客の要求によっては、その範囲を超えた形式数が選択される場合もある。またその範囲内でもメリット、デメリットを考慮して高い値が選択される場合や低い値が選択される場合もある。あなたが担当しているターボ機械について顧客より形式数の選択に関して助言を求められた。担当責任者として顧客に説明する立場に立って以下の問いに答えよ。

- (1) あなたが担当するターボ機械を特定し、形式数の決め方又は決まり方を説明し、高い形式数を選択した場合と低い形式数を選択した場合の両者についてメリットとデメリットを説明せよ。
- (2) 異なる形式数を選択することにより顧客にメリットを提供できる場合は、どのような場合が考えられるか具体的な例を挙げて説明せよ。なお異なる形式数とは前述の適切とされる範囲の外の形式数のみでなく、その範囲内の別の形式数を推奨する場合も含む。
- (3) (2) で挙げた例について、異なる形式数を選択した場合に発生する問題点とその対処方法について説明せよ。

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 我が国の製造業は国内市場、海外市場を問わず、厳しい競争にさらされている。そうした状況では、製品や部品などのハードウェアの売り切りだけでなく、運用、保守・管理などの製品ライフサイクル全般にわたるアフターサービスにより、新たな顧客価値を提供することが重要である。近年のIoT（internet of things）技術の進歩により、実際に稼働している製品の運転状況のデータを取得、処理（モニタリング）することが可能となってきた。そのような背景を受け、あなたの担当する流体機械について、長期モニタリングによる保守運用サービスを提供する新規ビジネスを立ち上げる。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、長期モニタリングによる保守運用サービスを具体的に提案し、それがもたらす顧客価値を述べよ。
- (2) (1) で提案した長期モニタリングによる保守運用サービスを実現する上での課題とそれを解決するための技術的提案を具体的に述べよ。
- (3) (2) で述べた技術的提案に潜むリスクと対策を述べよ。

Ⅲ-2 製造業では、製品のコストダウンや開発期間の短縮などのために、標準化が重要視されている。あなたが担当している流体機械について、その設計の標準化を進める社内プロジェクトのリーダーを任じられた。流体機械の設計者として以下の問いに答えよ。

- (1) 設計の標準化の対象とする流体機械を1つ選び、標準化の目的とともに、どのような設計の標準化が考えられるかを説明せよ。
- (2) (1) で考えた標準化を進めるにあたり、解決すべき技術的課題の中から重要と考えるものを3つ選び、それらに対する解決策を提示せよ。
- (3) (2) で提示した3つの解決策に潜むリスクと対策を述べよ。

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～

問題Ⅱ-1

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 機械加工法に非接触加工法がある。非接触加工法に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 非接触加工法の名称を3つ挙げよ。

(2) (1)で挙げた非接触加工法のうち2つを選び、それぞれの加工原理を説明せよ。
ただし、図を用いて説明しても構わない。

(3) (2)で説明した非接触加工法のそれぞれについて、利用における技術的課題を2つずつ示せ。

Ⅱ-1-2 工作機械には多くの力が作用し、加工精度、加工能率に影響を及ぼしている。これらの力に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 工作機械に作用する力は、静的なものと動的なものに分類できる。それらの力の特性について説明せよ。

(2) (1)で分類した2つの力それぞれについて、具体的な力の例を2つずつ示せ。

(3) (2)で示した具体的な力のうち1つを選んで、その力が加工性能や工作機械にどのような影響を及ぼすかについて述べよ。

Ⅱ-1-3 サプライチェーンにおいて、見込み生産と注文生産の切り替え点、すなわちサプライチェーンプロセス中の分岐点をデカップリングポイントと呼ぶ。このデカップリングポイントは、一般に在庫を注文に引き当てる点となる。以下の問いに答えよ。

(1) 任意の業界において、デカップリングポイントの具体的な例を1つ挙げて説明せよ。

(2) デカップリングポイントがサプライチェーンの上流あるいは下流にある場合それぞれについて、デカップリングポイントと在庫の関係を説明せよ。

(3) (2)と同様の場合について、デカップリングポイントと機会損失（欠品）の関係を説明せよ。

Ⅱ－１－４ 生産を実施する準備段階において、生産計画を詳細に立案しても、時間の経過とともに実際の生産実績と生産計画との間に差異が生じる。そのため、日々の生産作業の状況を把握しながら、できるだけ生産計画に近づけるために調整することを、生産統制と呼ぶ。生産統制について、以下の問いに答えよ。

- (1) 生産統制を行う上で重要な作業として進捗管理がある。進捗管理の内容を具体的に説明せよ。
- (2) 生産統制において進捗管理以外に実行すべき作業を2つ挙げて、それらの作業の内容をそれぞれ説明せよ。
- (3) 生産実績が生産計画より遅れる場合に必要な短期的及び中長期的対策を、それぞれ1つずつ挙げてその内容を説明せよ。

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	Ⅱ-1-1	選択科目	加工・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	1 枚目 1 枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

	<u>(1) 非接触加工法の名称 (3つ)</u>														
①	L	S	W	(レーザースタクリューウエルディング)											
②	エッチング (ドライ/ウエットエッチング)														
③	電子ビーム加工														
	<u>(2) 非接触加工法の加工原理 (2例)</u>														
①	L S W の加工原理														
	L S W とはレーザー加工の一種であり、トヨタ自動車で行われている加工法である。以前行われていたスポット溶接と線レーザー溶接の代わりに、遠くからレーザー光を照射させ、円形状に溶接する技術であり、溶接ピッチを短くでき、かつ、円形状に溶接するため強度が以前より格段と向上するメリットがある。														
②	エッチングの加工原理														
	エッチングの加工原理は表面に化学的な腐食を起こして加工するというもので、リソグラフィ工程でレジストに露光、現像してレジストが残った部分以外を腐食させ、加工することによって形状を作り出す。														
	<u>(3) 非接触加工法の技術的課題 (2例)</u>														
①	L S W の技術的課題														
	L S W の課題としては、設備コストがまだまだ高いことおよびレーザーの安定性が良くなく品質がレーザー安定性に左右されるところが課題といえる。														
②	エッチングの技術的課題														
	エッチングは等方性エッチングになりやすく、配線パターン等が細くなってしまう等の課題がある。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

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-1-2	選択科目	加工・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	1 枚目 1 枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

	(1) 工作機械に作用する力の特性		
	① 静的に作用する力の特性		
	静的な力の特性としては筐体のたわみが挙げられる。		
筐	体のたわみは、内部にある加工ユニットのモータの		
移	動量と実際の移動量にたわみ量分差異が発生する。		
	② 動的に作用する力の特性		
	動的な力の特性としては振動が挙げられる。振動は		
加	工点で被加工物に対し工具の位置が定まらないとい		
う	特性がある。		
	(2) 2つの力の具体的な例(2例ずつ)		
	① 静的に作用する力(2例)		
	静的に作用する力としては①自重による力と②内蔵		
さ	れている加工ユニットの加重による力がある。		
	② 動的に作用する力(2例)		
	① 動的に作用する力は自励ビビリ振動による加振力		
と	② 強制ビビリ振動による加振力がある。		
	(3) 自励ビビリ振動が及ぼす影響		
	自励ビビリ振動は、自分自身に振動源を持つ共振現		
象	の一つであり、外部に振動源がある強制ビビリ振動		
と	比較して、共振を抑えるのは難しい。		
	自励ビビリ振動が加工性能に及ぼす影響としては、		
寸	法公差や幾何公差、はめあい等が規格内に入らない		
と	いった不具合が発生すること、また工作機械に及ぼ		
す	影響としては、工具が折れたり、機械自体が噛みこ		
み	等で破損するといった影響が考えられる。以上		

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

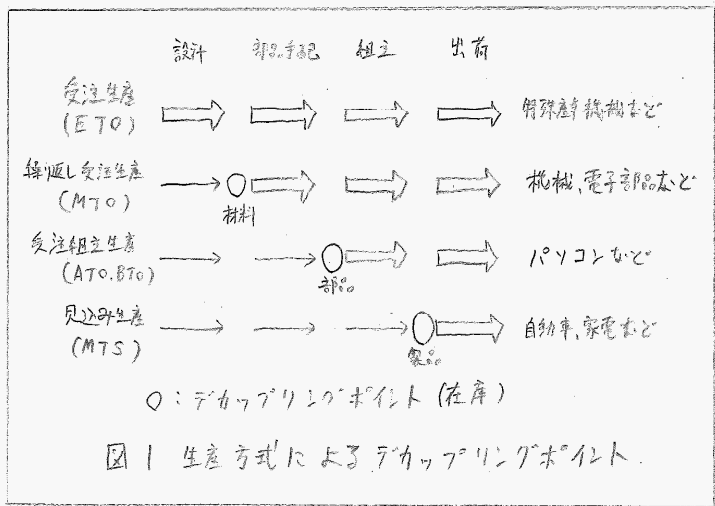
24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号									
問題番号	H29								
答案使用枚数	1枚目				1枚中				

技術部門： 機械部門
選択科目：加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械
専門とする事項：

II	- 1 - 3	1 .	デ	カ	ッ	プ	リ	ン	グ	ポ	イ	ン	ト	の	具	体	的	な	例			
			パ	ソ	コ	ン	な	ど	で	は	、	A	T	O	方	式	が	用	い	ら		
			レ	キ	ン	な	ど	で	は	、	A	T	O	方	式	が	用	い	ら	れ	て	
			い	る	。	顧	客	は	好	み	の	部	品	を	選	択	し	発	注	す	る	
			。	メ	ー	カ	ー	は	こ	の	発	注	を	受	け	部	品	を	選	択	し	
			最	終	製	品	を	組	み	立	て	る	。									
2 .			デ	カ	ッ	プ	リ	ン	グ	ポ	イ	ン	ト	と	在	庫	の	関	係			
			図	1	に	各	生	産	方	式	に	よ	る	デ	カ	ッ	プ	リ	ン	グ	ポ	
			イ	ン	ト	を																
			示	す	。	E	T	O	は	特	殊	機	械									
			な	ど	で	発	注	を	受	け	て	か										
			ら	設	計	し	、	在	庫	を	持	た										
			な	い	。	M	T	O	は	電	子	部	品									
			な	ど	で	設	計	は	決	定	し	て										
			お	り	、	発	注	を	受	け	て	部										
			品	を	調	達	し	生	産	す	る	。										
			在	庫	は	な	い	か	、	あ	っ	て										
			も	少	な	い	。	A	T	O	は	ア	セ	ン	ブ	リ	部	品	を	在	庫	
			み	立	て	る	。	モ	ジ	ュ	ー	ル	部	品	を	在	庫	す	る	。	M	
			自	動	車	な	ど	で	、	最	終	製	品	を	在	庫	す	る	。			
3 .			デ	カ	ッ	プ	リ	ン	グ	ポ	イ	ン	ト	と	欠	品	の	関	係			
			M	T	S	で	は	最	終	製	品	を	在	庫	し	、	欠	品	は	少	な	
			い	。	A	T	O	で	は	部	品	組	み	立	て	の	リ	ー	ド	タ	イ	
			ム	が	必	要	と	な	る	。	E	T	O	や								
			M	T	O	で	は	生	産	リ	ー	ド	タ	イ	ム	を	考	慮	し	て	発	
			あ	る	。																	



平成29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-1-3

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	産業機械

※

○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) デカップリングポイントについて

デカップリングポイントの具体的な例として、自動車メーカーが挙げられる。ある車種を考えると、全グレード共通であるボディ及びシャーシ等の組立までは、見込みで生産し在庫とする。顧客のニーズに合わせた、グレードやオプション等の工程は注文生産となり、在庫を引き当てる。この間がデカップリングポイントとなる。

(2) デカップリングポイントと在庫の関係について

まずデカップリングポイントが下流にある場合、在庫は、見込み生産が多くなることより、仕掛が多くなるため、在庫は多くなる。反対に、デカップリングポイントが上流にある場合は、在庫は少なくなる。

(1) デカップリングポイントと機会損失の関係について

デカップリングポイントが下流にある場合と上流にある場合と比較すると、下流にある場合は、リードタイムが短くなり、反対に上流にある場合は、リードタイムが長くなる。そのため、デカップリングポイントが上流にある方が、顧客満足度が下がる可能性が高くなり、機会損失が増えることになる。

しかしながら、デカップリングポイントが上流にある方が、在庫が少なくて済むため、戦略として、両者の適切なバランスをとることが大切である。

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-1-4

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) 進捗管理について、私の専門である半導体製造装置の製造を例に挙げて記載する。
年々リードタイムの短縮が要求され、進捗管理の重要性は高まっているが、進捗を乱す外乱として、トラブルや仕様変更、部品の納期遅延などが挙げられる。
また、製造途中での仕様変更の発生も予想される。これらの外乱に対し、予定と実績の差異に目をむけ、各工程に対して設備、人員のリソース移動を行い、変動を吸収することが必要となる。
2) 上記進捗管理に際し、物流面での前工程の調達部門、工程面での後工程の検査または出荷部門との調整が必要となる。変動吸収のためにアレンジされた工程に合致するように必要部品を調達可能なように、調達部門と連携して工程を作成する。
3) 短期的な対策については、主にラインの設備、作業者などのリソースの集中が挙げられる。24時間対応なども、これに含まれる。しかしこれらは一時的なパワー配分の変更であり、恒久的な対応とはならない。これに対し、中長期的な対応としては、SCMの考えによる調達経路の作りこみが挙げられる。全社に目を向けた上で、受注、開発、調達、生産、さらには部品のサプライヤや協力企業まで情報を共有し、予見される受注情報と生産能力の情報を共有して計画を立てることが有用である。
以上

平成29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	加工・FA及び産業機械
専門とする事項	産業機械

※

○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)	進 捗 管 理 に つ い て
進 捗 管 理 の 内 容 と し て は 、 進 捗 を 把 握 し 、 生 産 実 績 と 生 産 計 画 の 差 異 を 確 認 す る こ と で あ る 。 次 に 、 実 績 と 計 画 に 差 異 が あ る 場 合 は 、 差 異 が な く な る よ う に ス ケ ジ ュ ー ル 調 整 を 行 う 。 又 遅 れ て い る 場 合 は 、 遅 れ の 原 因 を つ き と め 、 対 策 を 立 て 実 行 す る こ と も 必 要 で あ る 。	
(2)	生 産 統 制 に お け る 作 業 内 容
生 産 統 制 に お け る 進 捗 管 理 以 外 の 作 業 内 容 と し て は 、 原 材 料 、 仕 掛 品 、 生 産 し た 製 品 等 の 保 管 と 数 量 を 管 理 す る こ と で あ る 。 さ ら に 、 手 持 ち 資 産 で あ る 、 人 、 技 能 、 情 報 、 整 備 の 余 力 を 管 理 し 、 そ れ ら を 最 適 に 活 用 す る 方 法 を 検 討 す る こ と が 挙 げ ら れ る 。	
(3)	生 産 実 績 が 生 産 計 画 よ り 遅 れ る 場 合 の 対 策 に つ い て
生 産 実 績 が 生 産 計 画 よ り も 遅 れ る 場 合 の 対 策 と し て 、 短 期 的 な 対 策 と し て は 、 作 業 者 の ス ケ ジ ュ ー ル 調 整 に よ る 方 法 が あ る 。 た と え ば 作 業 者 に 残 業 も し く は 休 日 出 勤 等 を 指 示 す る 、 応 援 等 に よ り 遅 れ て い る 工 程 の 作 業 者 を 増 や す 等 に よ り 遅 れ を 取 り 戻 す 方 法 が あ る 。 中 長 期 対 策 と し て は 、 遅 れ の 原 因 を 突 き 止 め 対 策 を 実 施 す る こ と で あ る 。 た と え ば 、 遅 れ の 原 因 が 歩 留 り の 悪 化 で あ れ ば 、 歩 留 り の 悪 化 の 原 因 を 突 き 止 め 、 改 善 対 策 を 実 施 す る こ と に よ り 、 生 産 実 績 の 遅 れ が 発 生 し な い よ う に す る こ と が 挙 げ ら れ る 。	

問題Ⅱ-2

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, 多くの熱源が存在し, 加工精度や機械精度などに影響を及ぼしている。これらの熱源を特定して, その対策を行う場合について, 以下の問いに答えよ。

- (1) これらの熱源を効率的に特定するための3つの手順を示し, それぞれの狙いについて述べよ。
- (2) (1) で挙げた3つの手順それぞれについて, 特定される熱源を1つずつ挙げて, その熱源が加工精度や機械精度にどのような影響を及ぼすかについて説明せよ。
- (3) (2) で挙げた熱源のうち, 2つの熱源を選び, それぞれに対してその影響をできる限り小さくするための対策について述べよ。

Ⅱ-2-2 製品の開発プロセスを構成する複数の工程, 例えば, 製品設計, 生産設計, 物流企画, 販売企画などを協調しながら並行で進めるアプローチは, コンカレントエンジニアリングと呼ばれている。以下の問いに答えよ。

- (1) コンカレントエンジニアリングの目的を, 3つ挙げて説明せよ。
- (2) コンカレントエンジニアリングを実施する際の課題を, 2つ挙げて説明せよ。
- (3) (2) で挙げた2つの課題を解決するための対策を, それぞれ述べよ。

細に立案しても, 時間の経過。そのため, 日々の生産作

めに調整することを, 生産

進捗管理の内容を具体的に

挙げて, それらの作業の内

中長期的対策を, それぞれ

を選び解答せよ。(解答設問

Ⅱ-2-1 工作機械には, 多くの熱源が存在し, 加工精度や機械精度などに影響を及ぼしている。これらの熱源を特定して, その対策を行う場合について, 以下の問いに答えよ。

- (1) これらの熱源を効率的に特定するための3つの手順を示し, それぞれの狙いについ

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-2-1

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)	リ	ー	ド	タ	イ	ム	の	短	縮	・	・	・	フ	ロ	ン	ト	ロ	ー	デ	ィ	ン	グ	の	
考	え	方	に	よ	り	、	開	発	～	出	荷	ま	で	の	期	間	を	短	縮	す	る	こ	と	
が	で	き	る	。	前	工	程	か	ら	シ	ー	ケ	ン	シ	ャ	ル	に	進	め	て	ゆ	く	場	
合	と	比	較	し	て	、	大	幅	な	時	間	短	縮	が	可	能	と	な	る	。				
生	産	性	・	メ	ン	テ	ナ	ン	ス	性	向	上	・	・	・	出	図	ま	で	の	設	計	段	
階	で	、	製	造	部	門	の	持	つ	要	求	や	情	報	を	反	映	で	き	る	。	設	計	
変	更	と	違	い	、	出	図	前	に	製	造	か	ら	の	見	地	を	盛	り	込	む	こ	と	
で	、	時	間	の	短	縮	も	可	能	に	な	る	。											
調	達	計	画	の	最	適	化	・	・	・	S	C	M	の	考	え	に	基	づ	き	、	生	産	能
力	だ	け	で	な	く	調	達	計	画	も	す	り	合	わ	せ	た	上	で	の	、	よ	り	現	
実	に	則	し	た	計	画	立	案	が	可	能	に	な	る	。									
2)	部	門	間	障	壁	・	・	・	異	部	門	、	特	に	隣	接	す	る	部	門	間	で	の	
都	合	、	利	害	関	係	に	よ	る	差	か	ら	心	理	的	な	障	壁	が	生	ま	れ	る	
こ	と	が	現	実	で	は	し	ば	し	ば	あ	る	。	結	果	、	部	門	単	位	で	の	個	
別	最	適	の	せ	め	ぎ	あ	い	の	構	図	と	な	っ	て	し	ま	う	こ	と	が	あ	る	。
デ	ー	タ	の	管	理	上	の	問	題	・	・	・	協	力	企	業	や	サ	プ	ラ	イ	ヤ	ま	
で	情	報	共	有	し	て	生	産	計	画	を	立	案	す	る	場	合	、	機	密	デ	ー	タ	
の	保	持	に	つ	い	て	慎	重	に	な	る	必	要	が	あ	る	。							
3)	・	部	門	間	障	壁	に	対	し	て	・	・	・	製	造	に	お	い	て	製	品	情	報	
の	前	工	程	で	あ	る	設	計	部	門	と	、	物	流	の	前	工	程	で	あ	る	調	達	
部	門	に	着	目	し	て	記	載	す	る	。	設	計	部	門	と	の	連	携	に	際	し	て	
は	、	生	産	性	や	コ	ス	ト	等	、	合	理	的	な	デ	ー	タ	を	示	し	、	全	社	
と	し	て	プ	ラ	ス	に	な	る	こ	と	を	証	明	し	た	上	で	合	意	を	得	て	、	
社	ま	た	は	プ	ロ	ジ	ェ	ク	ト	全	体	の	意	思	と	し	て	設	計	や	工	程	に	

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

反映することが重要である。設計部門との連携を例に挙げると、標準化により得られる工数の削減と、そのための設計にかかる工数で利儀の不一致が生じる場合を考える。この場合、製造の個別最適ではなく全体最適であることを数字で示すことが重要となる。標準化によって得られる組立工数の削減と、標準化設計・評価にかかる工数を比較することで明確化が可能になる。

・データの管理上の問題に対して・・・社員・協力企業・サプライヤによって、社外秘などにセキュリティの階層を設けた上で、情報の共有を図らなければならぬ。情報の共有と制限は相反する要素であるが、セキュリティ面での権限を必要最低限に絞る必要がある。そのためには、たとえば生産工程初期で必要になる部品など、優先順位のみを情報を、調達部門を介してサプライヤに開示する等の対応などが対応策として挙げられる。

以上

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
答案使用枚数	2枚目 2枚中

技術部門： 機械部門
選択科目：加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械
専門とする事項：

て	い	た	と	し	て	も	、	品	質	管	理	や	購	買	部	門	で	は	製	品	の	開	発			
に	対	し	意	見	し	た	い	場	合	も	あ	り	、	各	部	門	が	集	ま	っ	て	審	査			
を	行	う	場	を	設	け	る	必	要	が	あ	る	。													
3	.	課	題	を	解	決	す	る	対	策																
(	1	)	P	D	M	の	活	用																
	P	D	M	は	、	3	D	C	A	D	を	ベ	ー	ス	に	材	料	、	製	造	、	購	買	な	ど	の
情	報	を	一	元	管	理	す	る	。	P	D	M	を	導	入	し	各	部	門	で	参	照	す	る		
こ	と	で	情	報	共	有	を	実	現	で	き	る	。	全	部	門	で	導	入	を	進	め	る			
と	大	が	か	り	に	な	り	す	ぎ	る	の	で	、	ま	ず	設	計	部	門	と	製	造	部			
門	か	ら	導	入	を	進	め	る	方	法	が	あ	る	。												
(	2	)	D	R	の	活	用																	
	D	R	は	各	部	門	が	集	ま	っ	て	実	施	す	る	審	査	で	あ	る	。	各	部			
門	は	そ	れ	ぞ	れ	の	知	見	や	F	M	E	A	な	ど	の	情	報	を	持	ち	寄	っ	て		
製	品	の	開	発	状	況	に	対	し	て	審	査	を	行	う	。	次	の	ス	テ	ッ	プ	の			
移	行	可	否	を	決	定	す	る	。																	
4	.	お	わ	り	に																					
	C	E	を	実	施	し	、	製	造	開	始	の	リ	ー	ド	タ	イ	ム	短	縮	を	実	現			
し	日	本	の	製	造	業	の	発	展	に	寄	与	し	た	い	。										
																							以	上		
	再	現	率	8	割	程	度																			

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・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	1 枚目 2 枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

	(1)	コンカレントエンジニアリングの目的 (3 例)									
	①	全行程の製品開発に対する意識統一									
		まず、コンカレントエンジニアリングの導入目的として、全行程に製品開発に対する意識統一を図ることが挙げられる。製品開発は製品設計や生産設計が主体と考えられがちだが、物流企画や販売企画も参加して全体でよりよいものを作るという意識が必要である。									
	②	PDMを使った情報共有 (プロダクトデータ M)									
		CAD (3D CAD がより良い) による製品情報や生産設備情報を全体で共有することが重要である。これらのデータにエンドユーザーの需要を販売企画等の部署が反映させることで製品がより良くなる。									
	③	各プロセスにおける最善策を全体認識できる									
		3D CAD による製品データおよび製作過程を全体で把握する場合、どこがボトルネックになっているのか全工程で認識し、そこを集中的に改善する対応策を各工程の目線で考え、対応策を議論していくことで、品質×コスト×納期の面で最善策を打ち出すことができるのも導入の目的である。									
	(2)	コンカレントエンジニアリングの課題 (2 例)									
	①	PDM 導入コスト									
		コンカレントエンジニアリングを行っていくにあたり、やはり製品仕様や製品製作工程等を把握するためには、CAD データ等のデータ共有をできるようにしなければならぬが、設計部門のみがデータ共有する									

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号		技術部門	機械部門
問題番号	Ⅱ-2-2	選択科目	加工・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	2 枚目 2 枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

よ	り	も	数	段	コ	ス	ト	が	か	か	っ	て	し	ま	う	こ	と	が	課	題	で	あ	る	。	
	②	新	し	い	技	術	の	修	得																
	3	D	C	A	D	等	の	新	し	い	技	術	は	物	流	企	画	や	販	売	企	画	と		
い	っ	た	部	門	は	扱	い	な	れ	て	お	ら	ず	、	ま	た	、	高	度	な	ス	キ	ル		
が	要	求	さ	れ	る	た	め	、	全	行	程	の	人	が	そ	れ	ほ	ど	簡	単	に	修	得		
で	き	な	い	難	し	い	課	題	で	あ	る	。													
	(3)	課	題	解	決	策	(2	例)																
	①	P	D	M	導	入	コ	ス	ト	の	課	題	解	決	策										
ま	ず	は	、	C	A	D	等	の	導	入	に	際	し	、	ど	の	程	度	ラ	イ	セ	ン			
ス	が	必	要	か	を	リ	サ	ー	チ	し	、	必	要	な	ラ	イ	セ	ン	ス	数	を	管	理		
す	る	サ	ー	バ	ー	の	集	合	ラ	イ	セ	ン	ス	を	使	う	こ	と	で	必	要	最	小		
限	の	ラ	イ	セ	ン	ス	の	み	で	効	果	を	発	揮	す	る	よ	う	に	す	る	。			
	ま	た	、	ラ	イ	セ	ン	ス	が	切	れ	で	見	れ	な	い	よ	う	な	こ	と	が	起		
こ	っ	た	時	の	た	め	に	、	3	D	P	D	F	等	の	誰	で	も	見	る	こ	と	が		
で	き	る	デ	ー	タ	も	代	替	で	用	意	す	れ	ば	、	導	入	コ	ス	ト	を	抑	え		
る	こ	と	が	可	能	で	あ	る	。																
	②	新	し	い	技	術	の	修	得	の	課	題	解	決	策										
	3	D	C	A	D	は	操	作	性	が	難	し	い	が	、	エ	ン	ド	ユ	ー	ザ	ー	に		
近	い	販	売	企	画	が	仕	様	を	引	き	出	し	、	3	D	C	A	D	に	反	映	さ		
せ	れ	ば	間	違	い	な	く	品	質	×	コ	ス	ト	×	納	期	の	最	善	策	に	な	る	。	
	最	近	は	V	R	技	術	や	遠	隔	操	作	技	術	が	進	ん	で	お	り	、	3	D		
C	A	D	の	操	作	も	V	R	ゴ	ー	グ	ル	等	と	遠	隔	操	作	を	使	い	、	製		
品	設	計	者	等	が	操	作	し	た	内	容	を	一	緒	に	体	験	す	る	こ	と	に	よ		
り	、	今	ま	で	製	品	設	計	者	等	が	地	道	に	修	得	し	て	き	た	操	作	方		
法	を	初	心	者	で	も	修	得	す	る	こ	と	が	可	能	と	な	る	。				以	上	

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

問題Ⅲ

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 身の回りのあらゆるものがインターネットにつながるIoTは、自動車や鉄道などの交通機関分野、物流分野、医療分野など、様々な日常生活分野で活用されるようになってきた。この流れは、ものづくり現場にも及び、ものづくりに大変革を起こすべく、IoT化が世界レベルで推進されている。ものづくり現場にIoTを導入するに当たって、以下の問いに答えよ。

- (1) IoTを導入するに当たり、どのような効果が期待されているか、その主なものを3つ挙げ、それぞれの内容を説明せよ。
- (2) (1) で挙げた効果を得るためには、どのような課題があるか2つ挙げて、それぞれの内容を説明せよ。
- (3) (2) で挙げた課題に対して、それぞれの解決策を述べよ。

Ⅲ-2 材料生産から加工、組立、搬送を経て製品が消費者に届けられ、消費者による利用の後、最終的にリサイクルあるいは廃棄されるまでのライフサイクルを分析すること（Life Cycle Assessment : LCA）が重要になっている。ライフサイクル分析に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 二酸化炭素排出やエネルギー消費などの環境負荷に関して、ライフサイクルを分析しなければいけない理由を述べるとともに、必要性を具体的に示す例を挙げよ。
- (2) 環境負荷について、ライフサイクル分析を行う上での課題を2つ挙げて、その内容を説明せよ。
- (3) (2) で挙げた課題に対して、それぞれ解決策を述べよ。

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	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	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) ・ 物流面においてのトレーサビリティ向上・・・インターネット上で、部品のトラッキング状況をリアルタイムで管理することにより、調達・生産上の管理能力が向上する。さらに、従来のように作業者がバーコードでスキニングを行いリストで管理するのではなく、RFIDなどの非接触素子を使用して大量の部品を一度にすばやく処理することで、大量のデータがスキニング忘れなどのミス無しに管理することも可能となる。さらに、アクティブタイプのRFIDやビーコンをしようすることで、目的の部品が今どこにあるかといった座標情報も把握可能となり、部品の検索時間の短縮、紛失などのトラブル防止にも有効である。

・ 製造機能の自律化・・・数量、トルク、寸法などの生産工程内でのデータを取得し、サーバ上に送信、蓄積することで、生産状況についても自動で管理することが可能になる。近年では、組立や加工ロボットが、部品やワークに対してトルクや圧力などの物性を取得しクラウド上にフィードバック、自律的に作業を行うことも可能になっている。また、インターネットを利用していることから、監視対象の工程でトラブル等があれば、担当者にメールなどで連絡することも可能である。

・ 工程の最適化、生産計画・・・生産能力について、リソース状況と部品の調達状況をデータ化することで、受注とその要求リードタイムに対応する工程計画の最

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	H29 III-1
答案使用枚数	1枚目 3枚中

技術部門：	機械部門
選択科目：	加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械
専門とする事項：	

1	<p>はじめに、ものづくりのIoT化の例として、ドイツ政府が主導するインダストリー4.0がある。これはスマート工場の実現を目指し、最終的には顧客の要求する製品を少量から短時間で生産するマスカスタマイゼーションを実現する。また、ものづくり白書によると、IoT化の推進により、製造業が「もの」づくりから「こと」を販売する業態へ変革するといわれている。エアコンプレッサメーカーの圧縮エアへの課金ビジネスがひとつの例である。</p>
2	<p>IOT導入の効果</p> <p>(1) 高度技術の伝承 熟練技術者の高度な技術は暗黙知となっていることが多く、他の技術者への伝承が課題となっている。そこでIoTを活用し、例えば切削加工であれば加工時の加工条件、加工物の温度、切削音の解析などを行いデータとしてまとめることで、他の技術者でも理解が可能となる。さらに熟練技術者にスマートグラスを着用してもらい、熟練技術者の視線をビデオに撮影し、解説してもらいながら皆でビデオを見るなどの方法がある。</p> <p>(2) 在庫管理の自動化 POPシステムを活用することで、在庫や仕掛在庫の位置を把握する。これにより、棚卸のため生産ラインを止める必要がなくなる。また、常備品管理方式によ</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	
問題番号	H29 III-1
答案使用枚数	2枚目 3枚中

技術部門：	機械部門
選択科目：	加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械
専門とする事項：	

り	管	理	し	て	い	る	在	庫	品	で	あ	れ	ば	、	I	o	T	に	よ	り	在	庫	が	な		
く	な	る	と	自	動	発	注	す	る	シ	ス	テ	ム	を	構	築	で	き	、	管	理	の	手			
間	を	省	く	こ	と	が	で	き	る	。																
(	3	)	セ	ル	生	産	の	高	度	化														
	I	o	T	に	よ	り	デ	ジ	タ	ル	セ	ル	生	産	を	実	現	す	る	。	3	D	C	A	D	と
D	M	U	か	ら	、	設	計	段	階	で	つ	く	り	や	す	さ	を	考	慮	し	た	デ	ジ	タ		
ル	マ	ニ	ュ	ア	ル	の	8	0	%	を	作	成	す	る	こ	と	が	で	き	る	。	ド	ラ			
イ	バ	の	ト	ル	ク	を	P	C	に	取	り	込	み	、	合	否	判	定	を	す	る	こ	と			
で	品	質	向	上	や	ト	レ	ー	サ	ビ	リ	テ	ィ	を	実	現	す	る	。	作	業	者	の			
デ	ジ	タ	ル	マ	ニ	ュ	ア	ル	を	切	り	換	え	る	速	さ	か	ら	ス	キ	ル	レ	ベ			
ル	を	判	断	で	き	、	作	業	者	の	育	成	や	生	産	の	平	準	化	に	活	用	す			
る	こ	と	が	で	き	る	。																			
3	.	効	果	を	得	る	た	め	の	課	題															
(1)	既	存	設	備	の	I	o	T	化	の	コ	ス	ト	が	高	い								
	例	え	ば	技	術	伝	承	の	た	め	工	作	機	械	な	ど	が	I	o	T	に	対	応			
し	て	い	る	必	要	が	あ	る	が	、	既	存	の	設	備	は	I	o	T	に	対	応	し			
て	い	な	い	場	合	が	多	く	、	設	備	更	新	を	行	う	と	数	千	万	円	単	位			
の	コ	ス	ト	が	必	要	と	な	る	。																
(	2	)	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	リ	ス	ク													
	在	庫	管	理	の	自	動	化	な	ど	で	は	、	様	々	な	P	C	や	デ	バ	ィ	ス			
が	つ	な	が	り	、	ま	た	工	場	外	と	も	イ	ン	タ	ー	ネ	ッ	ト	で	つ	な	が			
る	必	要	が	あ	る	。	イ	ラ	ン	の	原	子	力	発	電	所	で	は	、	ウ	ィ	ル	ス			
に	感	染	し	た	U	S	B	メ	モ	リ	が	持	ち	込	ま	れ	、	発	電	所	の	ウ	ラ			
ン	濃	縮	機	が	停	止	す	る	事	態	が	発	生	し	た	。	同	様	に	工	場	稼	働			
デ	ー	タ	が	外	部	に	流	出	す	る	リ	ス	ク	も	高	ま	っ	て	い	る	。					

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

技術士 第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	H29 III-1
答案使用枚数	3枚目 3枚中

技術部門：	機械部門
選択科目：	加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械
専門とする事項：	

4	.	課題の解決策																	
(1)		既存設備のIoT化のコストを低減する解決策																	
		まず、設備周辺のセンサ類のデータを取り込み、インターネット上に送るため、シングルボードコンピュータを活用する。代表的なラズベリーパイは、1万円以下で購入できる。安価な光センサを購入し、設備のパターンに取り付け、運転中や停止の情報を得る。近接センサでストローク動作する設備の動作回数をカウントする。サーバは高価なので、データの収集にクラウドを活用する。PCや表示装置を購入しなくても、タブレットに情報を表示することで安価にIoT化を進めることができる。																	
(2)		セキュリティリスクの解決策																	
		工場内にPCを導入する際はウイルスチェックを行う。必要のないUSBメモリやPCの工場内への持ち込みを禁止する。リモートメンテナンスなどは、必要時のみ回線を接続し、終了したら回線を切断する。工場のPCのパスワードは初期設定から変更し管理する。パスワードのメモなどをPCに貼り付けない。これらを工場内や立入りする作業者に周知し、セキュリティの徹底を図る。																	
5		おわりに																	
		IoT化は高齢化が進む日本の製造業にとって重要な要素と考えられ、IoT化の推進により日本の製造業の発展に寄与したい。	以上																

平成29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。)

工	し	た	時	間	や	ト	ル	ク	を	測	定	し	モ	ニ	タ	リ	ン	グ	す	る	こ	と	に
よ	り	、	通	常	と	異	な	る	値	が	出	た	場	合	に	、	不	良	品	の	発	生	を
す	ぐ	に	検	知	で	き	、	対	策	を	う	つ	こ	と	が	可	能	と	な	る	。	さ	ら
に	加	工	後	の	検	査	工	程	の	結	果	を	確	認	す	る	こ	と	に	よ	り	、	品
質	の	確	保	や	、	歩	留	り	の	向	上	に	役	立	て	る	こ	と	が	で	き	る	。
又	、	こ	の	デ	ー	タ	は	、	製	品	の	ト	レ	ー	サ	ビ	リ	テ	ィ	に	も	活	用
で	き	、	よ	り	高	い	品	質	の	製	品	を	製	造	す	る	こ	と	が	可	能	と	な
る	。																						
③	生	産	計	画	の	変	更	に	つ	い	て	で	あ	る	が	、	近	年	の	顧	客	ニ	ー
ズ	の	多	様	化	に	よ	り	、	製	品	の	需	要	の	変	化	は	ま	す	ま	す	激	し
い	も	の	に	な	っ	て	い	る	。	そ	こ	で	、	I	o	T	導	入	に	よ	り	、	工
場	の	生	産	設	備	に	、	タ	イ	ム	リ	ー	に	生	産	計	画	の	変	更	指	示	が
出	せ	る	よ	う	に	な	る	。	こ	の	こ	と	に	よ	り	、	よ	り	す	ば	や	い	生
産	変	更	が	可	能	と	な	り	、	よ	り	高	い	精	度	で	市	場	の	ニ	ー	ズ	に
対	応	で	き	る	よ	う	に	な	る	。													
(	2	)	上	記	効	果	を	得	る	た	め	の	I	o	T	導	入	へ	の	課	題		
上	記	に	述	べ	た	効	果	を	得	る	た	め	の	I	o	T	導	入	の	課	題	と	し
て	は	、	常	時	、	様	々	な	生	産	設	備	の	様	々	な	箇	所	の	デ	ー	タ	を
採	取	す	る	こ	と	に	よ	り	、	デ	ー	タ	が	非	常	に	膨	大	に	な	る	こ	と
が	考	え	ら	れ	る	。	そ	の	た	め	、	そ	れ	ら	の	ビ	ッ	ク	デ	ー	タ	を	有
効	に	活	用	で	き	な	い	と	い	う	課	題	が	挙	げ	ら	れ	る	。				
又	、	も	う	一	つ	の	課	題	と	し	て	は	、	I	o	T	導	入	に	よ	り	生	産
設	備	を	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	に	つ	な	ぐ	こ	と	に	よ	り	、	生	産	設	備	の
セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	問	題	が	考	え	ら	れ	る	。	外	部	か	ら	の	悪	意	の
あ	る	侵	入	に	よ	っ	て	、	企	業	秘	密	で	あ	る	ノ	ウ	ハ	ウ	、	デ	ー	タ

●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29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。)

顧	客	情	報	等	の	機	密	漏	え	い	や	、	場	合	に	よ	っ	て	は	、	生	産	設	
備	の	誤	動	作	に	よ	り	不	良	品	が	発	生	す	る	可	能	性	も	あ	る	。	又	
サ	イ	バ	ー	攻	撃	等	も	考	え	ら	れ	る	。											
(	3	)	上	記	の	課	題	に	対	す	る	解	決	策										
I	o	T	導	入	に	よ	り	、	採	取	し	た	デ	ー	タ	が	非	常	に	膨	大	に	な	
り	、	デ	ー	タ	が	有	効	に	活	用	で	き	な	い	と	い	う	課	題	に	対	し	て	
は	、	デ	ー	タ	を	効	果	的	に	処	理	し	、	有	用	な	デ	ー	タ	を	抽	出	す	
る	ソ	フ	ト	の	開	発	が	重	要	と	な	る	。	ま	た	、	デ	ー	タ	の	記	録	が	
膨	大	に	な	り	す	ぎ	る	場	合	は	、	デ	ー	タ	を	保	管	す	る	前	に	分	析	
す	る	よ	う	な	工	夫	も	有	効	で	あ	る	。	さ	ら	に	そ	の	デ	ー	タ	を	実	
際	の	生	産	作	業	の	判	断	に	活	用	で	き	る	よ	う	な	ノ	ウ	ハ	ウ	の	蓄	
積	も	大	切	で	あ	る	。																	
	次	に	I	o	T	を	導	入	し	た	設	備	の	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	の	課	題		
で	あ	る	が	、	方	法	と	し	て	、	可	能	で	あ	れ	ば	、	生	産	設	備	の	ネ	
ッ	ト	ワ	ー	ク	を	外	部	ネ	ッ	ト	ワ	ー	ク	か	ら	切	り	離	し	て	運	用	す	
る	こ	と	も	有	効	で	あ	る	。	又	、	I	o	T	導	入	に	あ	た	っ	て	は	、	
セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	シ	ス	テ	ム	を	常	に	最	新	の	も	の	に	維	持	す	る	こ	
と	、	セ	キ	ュ	リ	テ	ィ	に	か	か	わ	る	人	材	育	成	も	大	切	で	あ	る	と	
考	え	る	。																					
	お	わ	り	に																				
も	の	づ	く	り	に	お	け	る	I	o	T	は	、	今	後	ま	す	ま	す	重	要	に	な	
っ	て	く	る	こ	と	が	予	想	さ	れ	、	私	自	身	、	顧	客	に	よ	り	効	果	的	
な	I	o	T	シ	ス	テ	ム	の	導	入	を	提	案	で	き	る	よ	う	精	進	し	た	い	。

平成29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	機械部門
選択科目	加工・FA 及び産業機械
専門とする事項	フィルム・シート製造設備の保全技術

※

○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。)

0 . はじめに

近年、地球環境保護の観点から、生産、出荷、消費、廃棄に至るまでの二酸化炭素の排出を低減することが重要になってきている。以下に設問について記述する。

1 . ライフサイクルを分析しなければならない理由および必要性

感覚的な理解では、実際の二酸化炭素排出量やエネルギー消費量に違いが生じる可能性があるためである。例として、ガラスびんとペットボトルのライフサイクルについて比較する。ガラスびんは、再利用という観点から、製造にかかわる二酸化炭素排出量やエネルギー消費量はペットボトルより低い。輸送の観点からみると、重量の軽いペットボトルの方が二酸化炭素排出量やエネルギー消費量は少ないためである。

このように、一般的にはガラスびんの方がエコと感じられるが、実際は、生産から出荷、消費までの分析をしなければ、どちらが環境負荷が低いかわからないために、ライフサイクルの分析が必要である。

2 . ライフサイクル分析を行う上での課題2つ

課題1 : エネルギー消費量の積算

対象となる製品のエネルギー消費量をどのように積算するかが課題と考える。「原料生産から加工、組立、出荷、消費、リサイクルあるいは廃棄まで」のそれぞれについて、多種多様なエネルギーが消費されている。例えば、加工、組立を例に挙げると、大きく2つのエ

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

エネルギーに分かれる。「生産に直結するエネルギー」と「生産に直結しないエネルギー」である。「生産に直結するエネルギー」には、主に次の4つが挙げられる。①生産設備の稼働電力、②蒸気、③圧縮空気、④工業用水である。「生産に直結しないエネルギー」は、工場事務所ににかかわるエネルギー等が挙げられる。

課題2：製品の行き先の把握

対象となる製品がどこに出荷されて、どこで使用されて、どこで廃棄あるいはリサイクルされているかを把握することが課題と考える。輸送、配送にかかわるエネルギーを把握するためである。この調査結果によっては、工場や倉庫の配置を見直すことにつながる可能性を含んでいると考える。

3. 課題の解決策

課題1：エネルギー消費量の積算

I o T を利用する。具体的には、各元電源への電力積算計の取付や、蒸気配管や空気配管等に流量計を取り付けて、対象製品の生産中に電力積算計や流量計が稼働(積算)するようなシステムを構築する。これにより、対象となる製品のエネルギー消費量が精度高く積算できる。

この解決策に対して、配慮すべき事項を2つ示す。ひとつは「歩留まりの把握」、もう一つは「スループットの把握」である。歩留まりが高くなると、製品1個当たりのエネルギー消費量が下がるし、スループット

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	加工・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	1 枚目 3 枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

	(1)	ライフサイクル分析しなければならない理由と	
<u>必要性の具体例</u>			
現在、世界的に SDGs (Sustainable Development Goals) が叫ばれているが、環境保全もその一翼を担っており、全世界の共通課題となっている。			
故に、今までは各工場や各企業単位でしかエネルギー消費量や二酸化炭素排出量は管理していなかったが、			
今後は、材料生産～廃棄に至る全ての企業が協力して 3R (リデュース、リユース、リサイクル) を含めた総合的なライフサイクル分析を行うことで、共通課題の解決に近づく。			
さらには、日本で排出される二酸化炭素排出量は 12 億 7 0 0 0 万トン／年であり、2 0 1 3 年からは減少傾向にあるが、全世界で見れば 3 0 0 億トンを超えて排出されており、地球温暖化を含めた課題は二国間クレジット等を利用して、他国の排出量の削減も考える必要がある。そのためには、国内の排出量も正確に把握する必要がある。ライフサイクル分析の必要性が高まっている。			
	(2)	ライフサイクル分析を行う上での課題 (2 例)	
<u>① 会社間の壁 (機密事項の壁)</u>			
やはり、ライフサイクル分析の壁は会社間の機密事項の壁が大きい。例えば自動車などの開発コードや生産コードは他社に漏れると思想が盗まれる危険性があり、機密を守りたいところだが、何をどれだけ生産し			

●裏面は使用しないで下さい。 ●裏面に記載された解答は無効とします。

24 字×25 字

技術士 第二次試験 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	加工・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	2 枚目 3枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

た	時	に	、	ど	れ	だ	け	の	エ	ネ	ル	ギ	ー	と	二	酸	化	炭	素	排	出	し	た
の	か	等	を	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	で	分	析	す	る	為	に	は	、	開	示	し	な
け	れ	ば	な	ら	ず	、	そ	れ	が	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	分	析	を	妨	害	す	る
要	因	と	な	っ	て	い	る	。															
	②	消	費	者	に	よ	る	利	用	と	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	利	用				
	消	費	者	の	利	用	に	よ	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	や	二	酸	化	炭	素
排	出	量	を	分	析	す	る	の	は	困	難	で	あ	る	。	例	え	ば	テ	レ	ビ	の	よ
う	に	点	け	る	、	消	す	と	い	っ	た	も	の	で	あ	れ	ば	良	い	が	、	自	動
車	の	よ	う	に	、	消	費	者	の	使	用	の	仕	方	に	よ	り	大	き	く	変	わ	る
燃	費	に	よ	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	や	二	酸	化	炭	素	の	排	出	量	を	算
定	す	る	の	は	困	難	を	極	め	る	。												
	ま	た	、	リ	サ	イ	ク	ル	も	リ	サ	イ	ク	ル	し	易	い	車	種	や	し	難	い
車	種	等	が	あ	る	の	で	、	リ	サ	イ	ク	ル	量	も	変	動	す	る	た	め	リ	サ
イ	ク	ル	に	お	け	る	エ	ネ	ル	ギ	ー	と	二	酸	化	炭	素	排	出	量	を	正	確
に	分	析	す	る	こ	と	は	難	し	い	。												
	(2)	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	分	析	の	課	題	解	決	策	(	2	例)			
	①	会	社	間	の	壁	(	機	密	事	項	の	壁	)	の	解	決	策					
	会	社	間	の	壁	(	機	密	事	項	の	壁	)	に	対	す	る	課	題	解	決	策	は
ま	ず	は	、	機	密	保	持	契	約	を	結	ぶ	こ	と	で	あ	る	。	た	だ	し	、	材
料	生	産	～	廃	棄	に	至	る	全	て	の	企	業	に	対	し	て	機	密	保	持	契	約
を	す	る	た	め	に	は	、	I	o	T	が	必	要	と	な	る	。						
	さ	ら	に	は	、	共	通	サ	ー	バ	を	設	け	、	そ	の	中	に	ラ	イ	フ	サ	イ
ク	ル	分	析	フ	ァ	イ	ル	を	導	入	す	る	。	各	会	社	は	自	社	の	エ	ネ	ル
ギ	ー	消	費	に	関	す	る	情	報	や	二	酸	化	炭	素	排	出	量	に	関	す	る	デ
一	タ	を	入	力	し	、	そ	の	フ	ァ	イ	ル	を	完	成	に	近	づ	け	て	い	く	。

●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-2	選択科目	加工・FA 及び産業機械科目
答案使用枚数	3 枚目 3枚中	専門とする事項	工場設備計画

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

	ま	た	、	本	当	に	重	要	な	機	密	事	項	に	つ	い	て	は	、	暗	号	化	し	、		
持	出	し	不	可	の	状	態	に	す	れ	ば	機	密	事	項	も	守	れ	る	。						
	②	消	費	者	に	よ	る	利	用	と	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	利	用	の	解	決	策			
	ま	ず	は	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	や	二	酸	化	炭	素	排	出	量	を	集			
計	す	る	。	そ	の	後	、	テ	レ	ビ	の	場	合	は	、	ア	プ	リ	を	導	入	し	て	、		
そ	の	情	報	を	転	送	で	き	る	よ	う	に	し	、	L	A	N	ケ	ー	ブ	ル	等	を			
つ	な	ぎ	、	自	動	で	共	通	サ	ー	バ	に	あ	る	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	分	析			
表	に	反	映	さ	せ	る	よ	う	に	す	る	。														
	自	動	車	の	場	合	も	同	じ	で	、	エ	ネ	ル	ギ	ー	消	費	量	や	二	酸	化			
炭	素	排	出	量	を	集	計	す	る	ア	プ	リ	の	導	入	を	す	る	が	、	走	行	中			
に	常	時	ア	ッ	プ	ロ	ー	ド	と	い	う	の	は	難	し	い	の	で	、	自	宅	の	無			
線	L	A	N	等	を	活	用	し	、	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	分	析	表	に	反	映	す			
る	よ	う	に	す	る	。																				
	リ	サ	イ	ク	ル	装	置	に	関	し	て	も	同	様	で	、	ア	プ	リ	を	使	っ	て			
ア	ッ	プ	ロ	ー	ド	す	る	よ	う	に	す	れ	ば	、	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	分	析			
は	よ	り	正	確	な	も	の	に	な	る	。															
	〈	今	後	の	展	望	に	つ	い	て	〉															
	上	述	し	た	内	容	は	I	o	T	を	利	用	し	た	ラ	イ	フ	サ	イ	ク	ル	分			
析	で	あ	る	が	、	自	動	車	や	液	晶	テ	レ	ビ	等	も	W	i	n	d	o	w	s	の	O	S
に	標	準	的	に	対	応	で	き	る	よ	う	に	な	っ	て	お	り	、	ま	た	設	備	の			
シ	ス	テ	ム	も	W	i	n	d	o	w	s	で	汎	用	化	が	進	ん	で	お	り	そ	れ	ら	を	使
う	こ	と	で	可	能	な	技	術	で	あ	る	。														
	今	後	、	私	は	こ	う	い	っ	た	I	o	T	を	使	っ	た	S	I	(	シ	ス	テ		
ム	イ	ン	テ	グ	レ	ー	ト	)	を	行	っ	て	い	き	、	地	球	環	境	の	保	全	に		
真	剣	に	取	り	組	ん	で	い	く	所	存	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

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～

問題Ⅱ-1

平成29年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

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 繊維強化複合材料を構造材料として用いる際に，設計上注意すべき力学的特性について3種類挙げ，それぞれの特徴を述べよ。

Ⅱ-1-2 振動を伴う音源が閉空間にある場合，伝搬経路に着目した騒音対策法を3つ挙げ，それぞれの特徴を述べよ。

Ⅱ-1-3 歯車は回転軸によって並行軸，交差軸及び食違い軸に分類される。各分類で代表的な歯車を挙げその特徴を述べよ。

Ⅱ-1-4 一般的なガソリンエンジンとディーゼルエンジンとの違いを，燃焼（点火）方式，構造・仕組み，性能等の観点から述べよ。

問題Ⅱ-2

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 省エネルギーの増進とともにエネルギー源に対しても再生可能原料の利用が検討されている。再生可能原料であるバイオマスは「再生可能な，生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」であり，各種の応用の検討が進められている。このような状況において，以下の問いに答えよ。

- (1) バイオマスから抽出したバイオ燃料を３種類列挙せよ。
- (2) (1) で挙げた項目から１種類を選択し，具体的な内容を説明し，その活用を進める技術的手法を述べよ。
- (3) (2) の手法において遂行する際に留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 近年，交通・物流及び建設機械において，消費エネルギーの削減あるいはランニングコストの抑制等のため，製品の軽量化は重要である。軽量化を実現する際に，構造の最適設計が求められている。このような状況において以下の問いに答えよ。

- (1) 軽量化につながる構造の最適設計技術の活用方法について述べよ。
- (2) 具体的な機器を設定し，その最適設計手法を用いた設計手順を述べよ。
- (3) (2) における留意事項について述べよ。

II-2-2

はじめに

- ・近年、国土交通省を中心として **i-Construction** の普及が進んでいる
- ・3次元測量やICT建機を利用した作業の効率化が目的
- ・建設機械の自動化が期待されている

(1) 活用方法

マニピュレータの軽量化

- ・建設機械は大きな力を必要とし、反力を得るためにある程度の重量が必要
- ・本体ではなく、マニピュレータを軽量化することが有効

(2) 機器の選定と設計手順

選定：ドリルジャンボのガイドシエル

- ・ドリフタと呼ばれる削岩機を搭載し、ガイドの役目
- ・軽量化により、ガイドシエルを支えるブーム、稼働させる油圧シリンダの小型化

手順：

①必要強度の算定

ドリフタの重量、仕様・性能により、ガイドシエルに必要な強度を算定する

②最適重量の算定

ブーム・油圧シリンダの仕様・性能よりガイドシエルの最適な重量を算定する

③ガイドシエルの設計

①②を考慮し、ガイドシエルの設計を行う

(3) 留意事項

①リスクアセスメント

- ・新たな材料や構造により設計した場合には、**FMEA** や **FTA** といった手法によりリスクアセスメントを実施する
- ・**FMEA**：例えば「破損」といった故障モードより解析する
- ・**FTA**：起こしてはいけない事象を拾い出し、**FT** 図を使って解析する

②安全設計

- ・危険除去、冗長設計といった手法を取入れ、安全設計を実施する

おわりに

- ・建設機械の自動運転化が期待されている
- ・製品の軽量化は不可欠
- ・私も技術開発に積極的に参加し、建設機械の発展に貢献していきたい。

以上

問題Ⅲ

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 交通・物流及び建設機械における日本の技術は，海外で高く評価されている。特に自動車産業では，既に日本からの輸出と合わせ現地生産体制が確立している。今後も，日本の技術を国際展開することにより，市場の拡大が見込まれる分野があるが，異なる文化を持つ国や地域に合わせた製品や，現地で生産を行うためには様々な状況に対応する必要がある。このような状況において，あなたが国際展開を図る担当者になったと想定し，以下の問いに答えよ。

- (1) 交通・物流及び建設機械において国際展開が見込める製品を1つ挙げ，国内外の状況と今後の見通しを述べよ。
- (2) (1) で挙げた製品を現地で生産する場合に，製品の品質を確保するための検討項目を多面的に述べよ。
- (3) (2) の現地生産を図る際の課題の解決法とリスクを述べよ。

Ⅲ－2 近年，産業現場においてもIT技術の導入が進んでおり，M2M，ビッグデータの活用等のネット環境を用いた情報利用が各産業界で注目をされてきている，多量の情報を広範囲に収集，解析することで，従来では考えられなかったような技術展開が可能となってきた。このような状況下で交通・物流分野でもクラウド技術の導入の可能性があると考えられる。この課題に対して，以下の問いに答えよ。

- (1) 交通・物流機械及び建設機械分野へのクラウド技術導入の可能性のある具体的事例を1つ挙げ，検討すべき項目や導入の利点について多様な観点から述べよ。
- (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) の提案のもたらすリスクについて述べよ。

平成29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	
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。)

はじめに
近年、建設業では、作業員不足と熟練技術者の高齢化が問題となっている。その対策として、国土交通省を中心として、i-Constructionの普及を進めている。3次元測量やICT建機を利用した作業の効率化が目的である。この技術では多量のデータを扱う必要があり、クラウド技術の導入は不可欠となる。以下に、私の専門とする建設機械について、私の考えを述べる。
(1) 具体的事例と検討すべき項目・導入の利点
具体的事例として、建設機械の自動運転化を挙げる。検討すべき項目と導入の利点を以下に挙げる。
① 操縦の定量化
建設機械を自動運転化するためには、操縦を定量化する必要がある。これが実現できれば、熟練技術者と同じ操縦を自動運転化で実現できるという利点が挙げられる。
② データ量
建設機械を自動化するためには、多量のデータを扱う必要がある。クラウド技術を導入することにより、多量のデータを扱うことができるようになるという利点がある。
③ 安全対策
従来、建設機械を操縦する作業員が安全を確認し、

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。）

ク	ラ	ウ	ド	と	通	信	す	る	た	め	の	機	器	を	取	付	け	る	に	は	多	額	の						
費	用	が	か	か	る	。	ま	た	、	、	自	動	運	転	技	術	の	開	発	を	行	う	た						
め	の	人	件	費	も	必	要	と	な	る	。																		
	対	策	と	し	て	、	で	き	る	だ	け	汎	用	品	を	応	用	す	る	。	例	え	ば						
自	動	車	の	自	動	運	転	技	術	は	、	建	設	機	械	よ	り	も	か	な	り	進	ん						
で	お	り	、	そ	の	技	術	を	利	用	す	る	こ	と	で	コ	ス	ト	を	抑	え	る	こ						
と	が	で	き	る	と	考	え	る	。																				
③	責	任																											
	建	設	機	械	は	重	量	が	重	く	、	ま	た	、	油	圧	に	よ	り	増	幅	し	た						
力	に	よ	り	作	業	を	行	っ	て	い	る	た	め	、	万	が	一	、	事	故	が	発	生						
し	た	場	合	に	は	、	死	亡	事	故	等	の	重	大	事	故	に	繋	が	る	可	能	性						
が	高	い	。	そ	の	時	に	自	動	運	転	を	行	っ	て	い	た	場	合	の	責	任	の						
考	え	方	が	整	っ	て	い	な	い	。																			
	対	策	と	し	て	、	フ	ェ	ー	ル	セ	ー	フ	・	フ	ー	ル	プ	ル	ー	フ	・	冗						
長	性	と	い	っ	た	安	全	設	計	を	行	う	こ	と	。	併	せ	て	、	自	動	運	転						
が	普	及	す	る	ま	で	に	、	法	や	ル	ー	ル	を	整	備	し	て	お	く	べ	き	と						
考	え	る	。																										
お	わ	り	に																										
	建	設	機	械	の	自	動	運	転	化	は	、	1	9	9	1	年	の	雲	仙	普	賢	岳						
害	の	復	旧	事	業	に	よ	り	急	速	に	発	展	し	た	が	、	そ	の	後	、	目	立						
っ	た	動	き	は	な	か	っ	た	。	近	年	の	I	T	技	術	の	発	展	や	、	国	土						
交	通	省	の	i	-	C	o	n	s	t	r	u	c	t	i	o	n	の	普	及	事	業	は	、	建	設	機	械	の
自	動	運	転	技	術	が	進	展	す	る	良	い	機	会	で	あ	る	。	私	も	業	務	を						
通	じ	て	技	術	開	発	に	積	極	的	に	取	り	組	み	、	建	設	機	械	の	発	展						
に	貢	献	し	て	い	き	た	い	。	以	上																		

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 移動ロボットの位置検出方式として，基本原理が異なるものを3種類挙げ，それぞれの特徴（長所と短所）を述べよ。

Ⅱ-1-2 多自由度マニピュレータの特異姿勢について，その特徴を述べ，特異姿勢に関して生じる問題を回避する方法を2つ挙げよ。

Ⅱ-1-3 ロボットの制御方式として，PTP制御方式，CP制御方式と呼ばれる2つの方法がある。それぞれの特徴（長所と短所）と適した用途について述べよ。

Ⅱ-1-4 ロボットが動作する際には，重力や他の自由度の動作に伴って生ずる力など，さまざまな外力が作用し運動特性が変化する。ロボットの駆動系において，このような力の影響を軽減又は補償する方法を2つ挙げ，それぞれの特徴（長所と短所）について述べよ。

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 工場の生産現場において，ベルトコンベアにより搬入される異種混合部品に対して，ロボットを用いてピック・アンド・プレース作業を行うシステムを新たに設計することになった。各部品を選別し，部品ごとの異なるパレットに整列して搭載する。この作業に必要なセンサの選定に当たって留意すべき事項について，以下の問いに答えよ。

- (1) ピック・アンド・プレース作業の内容（条件，仕様など）の中で，センサの選定に際して重要と考える項目を２つ挙げよ。
- (2) (1) で挙げた項目を考慮して，センサを選定する場合の手順，方法について説明せよ。
- (3) (2) の手順，方法に基づき選定したセンサを用いて，このシステムを設計する場合に，留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２ 近年，製造現場のみならず，公共の場や家庭内などで使用されるロボットについても実用化が進んでおり，人間と共存するロボットが現実のものとなっている。このようなロボット・システムを構築するに当たって留意すべき事項について，以下の問いに答えよ。

- (1) 人とロボットが作業空間を共有して同時に動作するシステムを，製造現場と非製造現場それぞれで１つずつ挙げ，その利点を述べよ。
- (2) (1) で挙げたシステムの１つを選び，そのシステムに潜む危険性を２つ挙げよ。
- (3) (2) で挙げた危険性を回避又は低減するために，それぞれどのような対策が考えられるかを述べよ。

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 我が国は、高齢社会と言われるようになって久しい。人は高齢になるに伴って運動能力や認知能力などの身体機能が衰える。これを補完する手段として、ロボットに代表される機械技術やICT技術の活用による支援機器の実現が期待される。あなたがロボット技術を応用した支援機器を開発する立場であるとして、以下の問いに答えよ。

- (1) ロボット技術を応用することが有効と考える支援機器（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) で挙げた支援機器のうち1つを選び、その概要を説明するとともに、ロボット技術（機構、センシング、制御、知能など）として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リスクについて述べよ。

Ⅲ－２ 近年、交通事故の低減、高齢者等の移動支援、交通渋滞の緩和、及び環境負荷の低減等を目的とした、自動車の自動運転技術が注目を集めている。下表に自動運転レベルの定義を示す。自動ブレーキ等のレベル1を実現した自動車は広く販売されており、レベル2を搭載した自動車も国内外で販売が始まっている。日本政府は東京オリンピックが開催される2020年を目途に、自動運転レベル3の実現を目標として掲げており、今後開発の進展が予想される。レベル3が実用化された時点で、あなたがレベル4の自動運転技術を開発する立場であるとして、以下の問いに答えよ。

表 自動運転レベル及びそれを実現する自動走行システム・運転支援システムの定義

自動運転レベル	分類	概要
レベル1	単独型	加速・操舵・制動のいずれかをシステムが行う状態
レベル2	システムの複合化	加速・操舵・制動のうち複数の操作をシステムが行う状態
レベル3	システムの高度化	加速・操舵・制動を全てシステムが行い、システムが要請したときはドライバーが対応する状態
レベル4	完全自動走行	加速・操舵・制動を全てドライバー以外が行い、ドライバーが全く関与しない状態

出典：「内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP），2016年」より抜粋

- (1) レベル4の自動運転を実現する上での課題を3つ挙げ、それぞれ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 3Dプリンタの方式を1つ選択し，その方式の3Dプリンタを製造装置として利用するメリットとデメリットを述べ，実用例を1つ挙げて解説せよ。

Ⅱ-1-2 ユニバーサルデザインについて説明し，具体的な事例を3つ挙げて解説せよ。

Ⅱ-1-3 個々の顧客のニーズに応じて柔軟に製品やサービスを提供する「マスカスタマイゼーション」について具体的な例を1つ挙げて解説せよ。

Ⅱ-1-4 ライフサイクルを通して環境負荷が少なく，環境保全に役立つ商品（製品及びサービス）に認められる「エコマーク」の認証時に評価を行う6つのライフステージを上げるとともに主な4つの環境評価項目について説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（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 複写機，ファクシミリなど事務所に置かれる機器では，対人設計の観点から発生する騒音をできるだけ小さくする必要がある。あなたが，このような低騒音化設計をする立場にあるとして，以下の問いに答えよ。

- (1) このような機器設計のために考慮すべき項目を３つ挙げ解説せよ。
- (2) (1) で挙げた３項目について，課題を解決するために検討すべき方法，内容を挙げよ。
- (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 近年，風力発電，太陽光発電などの再生可能エネルギーはクリーンな次世代エネルギーとして注目されており，国内外において色々な取組が行われている。あなたが次世代エネルギーを導入する立場になったとして，以下の問いに答えよ。

- (1) 次世代エネルギー導入に際し調査・検討すべき項目を理由とともに３つ挙げよ。
- (2) (1) で挙げた項目から１点を選び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 製品開発に当たっては、要求仕様の満足や性能評価に用いられるベンチマークテストでの高評価獲得が重要視される。しかし、要求仕様やベンチマークテストは製品性能の一面に過ぎないため、要求仕様満足やベンチマークテストでの高評価獲得のみを目的として特別なハードウェアやソフトウェアを採用してしまうと、通常の使用状態や多面的な評価では高性能とは言えない製品を製造・販売してしまうことになる。このような製品は消費者や社会の期待を裏切るものであり、近年では損害賠償の対象となる事例も見受けられる。これを踏まえて、以下の問いに答えよ。

- (1) 要求仕様満足やベンチマークでの高評価が難しい製品の開発に当たっては、社会に許容される範囲で仕様満足やベンチマークテストに特化した製品を開発する必要がある。情報・精密機器において、そのような製品が社会に許容されるための条件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つの条件から、最も満足が困難と考える条件を1つ選び、それを満たすための具体的な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 製品の信頼性は性能・価格と同様に製品の価値を定める重要な要素であり、信頼性の低い製品は市場から継続的な支持を得られない。そのため、製品開発に従事する者は信頼性向上を常に念頭に置いて設計変更や新材料の採用などを行っているが、新原理に基づいた革新的な技術の採用により飛躍的に信頼性を高めることができる場合も多い。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、その機器の信頼性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。