平成30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
臨時掲示板ログ
（必須科目）

平成30年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

1 機械部門【必須科目Ⅰ】

Ⅰ　次の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　機械設計に関する用語について，次の記述のうち最も不適切なものはどれか。

①　設計の目標や制約条件を満足する設計案の中で，評価基準に照合させて最良のものを選ぶことを最適設計という。

②　き裂伝播を対象とし，効果的な検査期間の設定と補修を行うことにより，耐用年数の安全運転の確保を目的とする設計を損傷許容設計という。

③　耐用年数の間，全く損傷を生じることなしに運転できることを目標とする設計を安全寿命設計という。

④　加工対象製品の形状，寸法，材質，公差などの設計情報に基づいて，適切な加工法，加工設備の設計又は選択，加工作業に必要な作業手順の作成などを行うことを工程設計という。

⑤　外力による塑性変形を少なくし，精度を維持したり振動の発生を抑える設計を剛性設計という。

Ⅰ－２　トライボロジーに関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

①　流体潤滑状態での潤滑膜特性は潤滑流体の流体力学的な作用によって決まる。潤滑膜の圧力分布を表す微分方程式をレイノルズ方程式という。

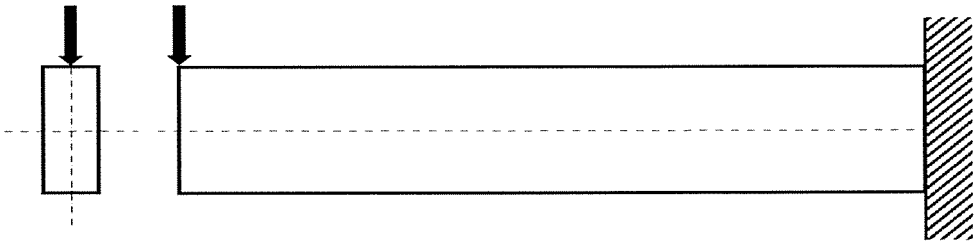
②　２固体の接触を表現するヘルツ接触モデルは，摩擦のない滑らかな二次曲面同士の接触であること，固体は等質等方性弾性体であること，などを前提条件としている。

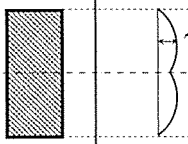
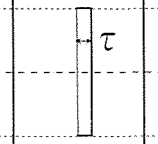
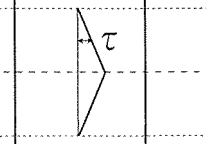
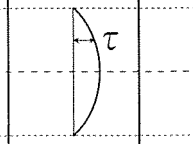
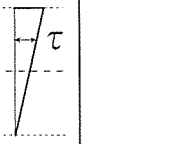
③　接触面同士が摩擦によって凝着し，固体表面から脱落したり移着したりすることによって不規則な表面が生じる機械的摩耗を凝着摩耗という。

④　接触する２物体に微小な振動的相対滑りを与えたときに生じる機械的摩耗をアブレイシブ摩耗という。

⑤　疲労摩耗によって材料粒子が欠け落ちて摩擦面に小さな穴ができる現象をピッチングといい，主として転がり軸受や歯車などで生じる。

Ⅰ－3　図に示すように，一様な長方形横断面を持つ片持ばりの先端に集中荷重が作用している。ここで，応力集中する左右両端から十分に離れた横断面におけるせん断応力τの分布図として，次の表のうち最も適切なものはどれか。なお，はりはねじられないものとする。



横断面	①	②	③	④	⑤
					

Ⅰ－4　両端が断熱剛体壁に固定され，軸方向の伸縮が拘束されている弾性真直棒がある。ここで，真直棒の温度を一様にΔT＝20K低下させた。この温度変化により，最も大きな熱応力が生じる条件として，次のうち最も適切なものはどれか。ただし，低炭素鋼のヤング率は206GPa，線膨張係数は11×10^{-6} K^{-1}，ステンレス鋼のヤング率は197GPa，線膨張係数は17×10^{-6} K^{-1}，アルミニウム合金のヤング率は69GPa，線膨張係数は24×10^{-6} K^{-1}とする。

①　低炭素鋼製で横断面積Aかつ長さl

②　低炭素鋼製で横断面積Aかつ長さ$2l$

③　低炭素鋼製で横断面積$2A$かつ長さl

④　ステンレス鋼製で横断面積Aかつ長さ$2l$

⑤　アルミニウム合金製で横断面積$2A$かつ長さl

Ⅰ－５　回転体のつり合いに関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

①　質量 m の円板の重心が回転中心から距離 r の位置にあるとき，質量 m と距離 r から求まる mr^2 を不つり合い量という。

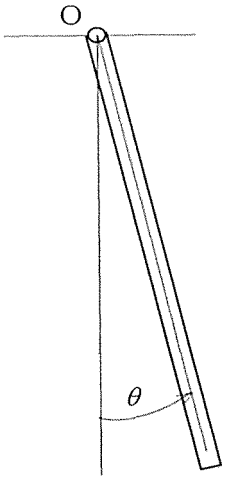
②　質量 m の円板の重心が回転中心から距離 r の位置にあり，この円板が角速度 ω で回転しているならば，円板に働く遠心力の大きさは $mr\omega^2$ である。

③　質量 m の円板の重心が回転中心から距離 r の位置にあるとき，この円板の回転中心に関して重心の反対側の距離 R のところに，質量 M のおもりを $mr=MR$ となるように取り付けると，静的につり合いがとれる。

④　円板が軸方向に複数配置しているロータにおいて，たとえ静的につり合いがとれていたとしても，回転することによりロータが振動する場合もある。

⑤　不つり合いを有する円板が軸方向に複数配置しているロータについても，適切におもりを取り付けることにより静的につり合いをとることができる。

Ⅰ－６　図に示すように，剛体と見なせる棒の一端を支持した振り子を考える。ここで，この棒は支持点Ｏまわりの１つの鉛直平面内で自由に回転し，空気抵抗は無視できるものとする。棒の質量と長さを表のように設定した４種類の振り子において，固有振動数が一致する組合せをすべて選び出した選択肢として最も適切なものはどれか。ただし，回転角 θ は微小であるとする。なお，棒の質量を m_0，長さを l_0 とすると支持点Ｏまわりの慣性モーメント I は



$$I=\frac{1}{3}m_0l_0^2$$

である。

	ア	イ	ウ	エ
質量	$m/2$	m	m	$2m$
長さ	l	l	$2l$	$2l$

①　アとイ，ウとエ

②　アとウ，イとエ

③　アとエ，イとウ

④　アとウ

⑤　イとウ

Ⅰ－7　内燃機関とその基本サイクルに関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）ガソリンのノッキングに対する抵抗性（アンチノック性）はオクタン価で表され，オクタン価が高いほどノッキングが起こりやすい。

（イ）エンジンでの燃焼において，CO，HCは，燃焼が不完全な場合に生成されるが，NOxは燃焼ガスが高温になることで生成される。

（ウ）ガスタービンでは，吸気温度が上がると最大出力が上昇する。

（エ）実際のディーゼル機関では，上死点付近で噴射された燃料は，近似的に等積燃焼を行った後，等圧燃焼を行うサバテサイクルに近いものとなる。

（オ）ガスタービンサイクルの代表的なものはブレイトンサイクルであり，断熱圧縮，等圧加熱，断熱膨張，等圧冷却から構成される。

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

Ⅰ－８　石炭利用の発電技術に関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）我が国の大型石炭火力発電所は，石炭を細かく砕いて燃焼させる微粉炭火力よりも，石炭を粉砕せずに直接燃焼させる方式が主流である。

（イ）石炭は天然ガスと比べてCO_2排出原単位［kg－CO_2／kWh］が大きいことから，燃焼ガス内のCO_2を分離回収する設備の併設が地球温暖化対策に有効と考えられている。

（ウ）流動床ボイラでは，石炭の灰分，硫黄分，水分などの制約が多く，使用できる石炭の種類は微粉炭ボイラより少なくなる。

（エ）我が国の石炭火力発電で使用されている蒸気の最高温度は，現在600℃を超えているが，さらなる高温化を実現して熱効率の向上を図る技術開発が行われている。

（オ）石炭ガス化複合発電では，固形燃料である石炭をガス化することで，ガスタービン燃料として使用できるため，通常の石炭火力よりも高い効率を達成可能である。

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

Ⅰ－９　熱力学の基本法則に関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）物体ＡとＢ及び物体ＢとＣが熱平衡の状態にあっても，物体ＡとＣが熱平衡とならないことがある。これを熱力学の第０法則と呼ぶことがある。

（イ）熱力学の第１法則はエネルギー保存則であり，熱エネルギーと力学的エネルギーはお互いに変換可能で，エネルギーの総和は常に一定であることを示す。

（ウ）外部からのエネルギー補充なしに永久に運動（仕事）を続ける第１種永久機関は，熱力学の第１法則により存在が否定されている。

（エ）熱力学の第２法則はエネルギーの変化の向きを表す法則であるが，高温物体の熱を他の変化を伴わず低温物体に移すことが不可能であることを示す。

（オ）単一成分からなる純粋物質の完全結晶のエントロピーは，絶対零度で零となる。これを熱力学の第３法則と呼ぶ。

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

Ⅰ－10　伝熱に関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。

（ア）対流伝熱は自然対流と強制対流に大別されるが，強制的な流れの速度が小さいときなどには，自然対流と強制対流が共存したような共存対流又は複合対流が発生する。

（イ）熱伝導率の低い単一物質の典型的な状態は気体であり，繊維，粒子，多孔性物質，積層板などにより，すきまに気体を含む構造とすると良好な断熱材となる。

（ウ）黒体とは，放射強度や放射流束を目盛りづける理想的な空間あるいは表面であり，いかなる実在の物質よりも小さいエネルギーを放射する放射体である。

（エ）流れによってエネルギーが輸送される対流は，流れの状態に強く影響を受ける。流れは大きく分けると層流と乱流の２形態があり，熱の輸送速度は層流では一般に非常に大きい。

（オ）熱伝導とは高温部から低温部へと熱が伝わる現象の１つであり，一般的には固体，液体，気体の順に熱伝導率の値が減少していく。

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

Ⅰ－11　まっすぐな円管内の水の流れの特性に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

① 流れのレイノルズ数は，（円管内径）×（断面平均流速）÷（動粘度）で計算される。
② 流れが層流の場合，十分に下流では，円管断面内の速度分布は回転放物型になる。
③ 十分に発達した層流では，管摩擦係数はレイノルズ数に反比例する。
④ 流れが乱流になると，円管断面内の時間平均速度分布は層流に比べて平坦化する。
⑤ 乱流における管摩擦係数は層流に比べてレイノルズ数に対する依存性が強い。

Ⅰ－12　軸流式の圧縮機に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

① 軸の回転を通じて外部から伝達されるトルクは，動翼を通じて流れ場の角運動量を変化させる。

② 動翼から流出する流れの運動エネルギーを減速して圧力として回収するために，通常，動翼下流に静翼が設置される。

③ 動翼における圧力上昇は，おもに遠心力による上昇である。

④ 遠心式や斜流式の圧縮機に比べて，流路断面積の割に大量の流体を圧送できる。

⑤ １段当たりの圧力上昇が小さいため，圧力上昇を大きくするためには多段化される。

Ⅰ－13　最近の工作機械の仕組みに関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

① 工作機械本体は，主として主要構造要素，それらを結合する結合部，駆動機構から構成される。

② 主軸受には，主として転がり軸受，静圧軸受，動圧軸受が用いられる。

③ 案内機構には，主として滑り案内，転がり案内，静圧案内が用いられる。

④ 直進駆動機構には，主として滑りねじ駆動，リニアモータ駆動が用いられる。

⑤ 周辺機器・装置には，切りくず処理装置，工具や工作物の自動交換装置がある。

Ⅰ－14　生産管理システムの代表的なものとしてプルシステムとプッシュ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置くところにある。

② プルシステムの代表例としてJIT（Just In Time）があるが，この方式ではロットサイズを大きくすることが求められる。

③ 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採るところにある。

④ 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。

⑤ プッシュシステムの代表例としてMRP（Material Requirements Planning：資材所要量計画）があるが，この方式では在庫情報を考慮しながら各部品や原材料の正味所要量と所要時期を決定する。

Ⅰ－15　CAD（Computer Aided Design）に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

① CSG（Constructive Solid Geometry）は，あらかじめ基本的な立体であるプリミティブを用意しておき，これにより複雑な形状を表現する。

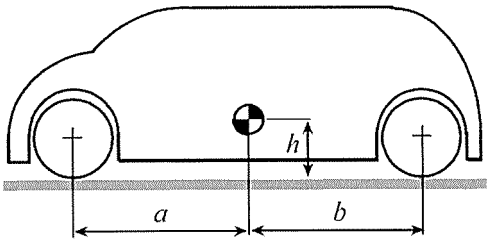
② CADには，２次元情報のみを取り扱うことができる２次元CADと，３次元情報も取り扱うことができる３次元CADがある。

③ CADとは，製品の形状，その他属性データを，コンピュータの内部にデジタルデータ化し，このデータを用いて設計作業を支援するシステムである。

④ NURBS曲面は，B-Spline基底関数を用いて表現される曲面で，３次元空間における自由曲面表現に使用されている。

⑤ ３次元CADにおいて３次元形状を表現するモデルには，ドットモデル，サーフェスモデル，ソリッドモデルの３つがある。

Ⅰ－16　質量が1500kgで，重心から前輪までの距離aが1．2m，重心から後輪までの距離bが1．8m，地上から重心までの高さhが0．7mの車両が定速直線走行している。その後，0．3gで減速するとき，前輪軸直下の路面にかかる荷重の変化として最も適切なものはどれか。ただし，重力加速度はg＝9．81m/s^{2}とする。



① 9860N増加する。

② 3090N増加する。

③ 1030N増加する。

④ 105N増加する。

⑤ 変化しない。

Ⅰ－17　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 接触センサは，対象物体に接触したかどうかを２値信号として検出するもので，物体の探索，把持確認，異常検出などにおいて論理制御のために利用されている。

② レーザレンジファインダは，物体にレーザ光を照射して物体までの距離を測定する能動的なセンサであり，反射光の到達時間を直接計測する方式や，投射光と反射光の位相差から距離を測定する方式が代表的である。

③ 超音波センサは，超音波パルス信号を発信し，その反射波の有無や反射時間によって障害物の存在や距離を測定するセンサである。凸凹面，柔らかい布など音を吸収，散乱するものは検出困難である。

④ 視覚センサは，光源から発せられ物体表面で反射された光を検出する受動的なセンサであり，撮像素子を１次元あるいは２次元に配列したイメージセンサや，物体の発する赤外光を計測するものなどがある。

⑤ タコジェネレータは，直流発電機の一種で，回転位置の検出に用いられる。センサとしては駆動系の速度制御や速度フィードバック用に用いられる。

Ⅰ－18　公差に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。

① 普通公差は寸法公差のみに用いられ，図面の中でJISの規格番号とその公差等級を指示すれば，その範囲内の公差は指定しなくてもよい。

② 幾何公差は，形体の形状，姿勢，位置及び振れを規制する特性を表し，平行度，直角度などがその例である。

③ 穴（内側形体）と軸（外側形体）の間で，すきま又はしめしろが問題となる場合，両者の許容域の関係をはめあいという。

④ 呼び寸法が等しい軸と穴のはめあいには，はめあいの等級によって，すきまばめ，中間ばめ，しまりばめの３つがある。

⑤ はめあいでは穴基準，軸基準の両方の公差が規格化されているが，軸に比べて穴のほうが加工や測定が難しく，穴基準を用いる場合が多い。

Ⅰ－19　図１に示すような長さL，縦弾性係数E，断面二次モーメントIの一様な一端固定－他端自由のはりの自由端に，荷重W又はモーメントMが作用したときの自由端の曲げ変位及び傾きは表のように計算できる。これを踏まえて，図２のように直角な角を持つ一端固定－他端自由の一様はりの自由端に荷重Pを作用させてばねとして用いたときの等価剛性P/δとして，次のうち最も適切なものはどれか。

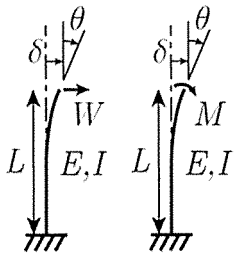


図１

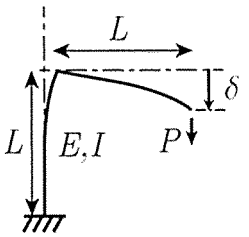


図２

荷重W	変位δ	$\frac{WL^3}{3EI}$
	傾きθ	$\frac{WL^2}{2EI}$
モーメントM	変位δ	$\frac{ML^2}{2EI}$
	傾きθ	$\frac{ML}{EI}$

①　$\frac{3EI}{5L^3}$　　②　$\frac{3EI}{4L^3}$　　③　$\frac{EI}{L^3}$　　④　$\frac{3EI}{2L^3}$　　⑤　$\frac{3EI}{L^3}$

Ⅰ－20　出力$Y(s)$を目標信号$R(s)$に追従させる基本的なサーボ系のブロック線図は，図１のように表すことができる。図１において，sはラプラス演算子，$G(s)$は制御対象の伝達関数，$C(s)$は制御器の伝達関数である。また，$E(s)=R(s)-Y(s)$は目標信号$R(s)$に対する出力$Y(s)$の追従誤差である。この系を図２のように目標信号$R(s)$から追従誤差$E(s)$までの伝達関数$S(s)$に変換したとき，$S(s)$の式として最も適切なものは次のうちどれか。

①　$S(s)=G(s)+C(s)$

②　$S(s)=1+G(s)C(s)$

③　$S(s)=\frac{G(s)C(s)}{1+G(s)C(s)}$

④　$S(s)=\frac{1}{1+G(s)C(s)}$

⑤　$S(s)=\frac{1+G(s)C(s)}{G(s)C(s)}$

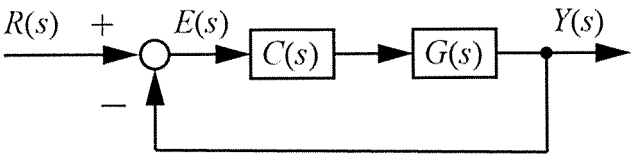


図１

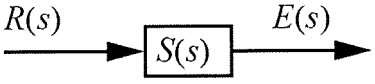


図２

平成30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	4
Ⅰ－3	4
Ⅰ－4	4
Ⅰ－5	1
Ⅰ－6	1
Ⅰ－7	4
Ⅰ－8	4
Ⅰ－9	2
Ⅰ－10	1

問題番号	正答番号
Ⅰ－11	5
Ⅰ－12	3
Ⅰ－13	4
Ⅰ－14	2
Ⅰ－15	5
Ⅰ－16	3
Ⅰ－17	5
Ⅰ－18	1
Ⅰ－19	2
Ⅰ－20	4

機械部門択一問題　正解を語る掲示板

[20] **01**　Name : APEC　Date : 2018/07/19(木) 00:05　[返信]

I-1 機械設計に関する用語について、次の記述のうち最も不適切なものはどれか。
① 設計の目標や制約条件を満足する設計案の中で，評価基準に照合させて最良のものを選ぶことを最適設計という。
② き裂伝播を対象とし，効果的な検査期間の設定と補修を行うことにより，耐用年数の安全運転の確保を目的とする設計を損傷許容設計という。
③ 耐用年数の間，全く損傷を生じることなしに運転できることを目標とする設計を安全寿命設計という。
④ 加工対象製品の形状，寸法，材質，公差などの設計情報に基づいて，適切な加工法，加工設備の設計又は選択加工作業に必要な作業手順の作成などを行うことを工程設計という。
⑤ 外力による塑町山くし精度を維持山振動の発生を抑える設計を剛性設計という。

[21] **RE:01**　Name : hhh　Date : 2018/07/19(木) 00:48

5

[22] **RE:01**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:25

⑤　×外力による塑性変形⇒〇外力による弾性変形

[19] **02**　Name : APEC　Date : 2018/07/19(木) 00:04　[返信]

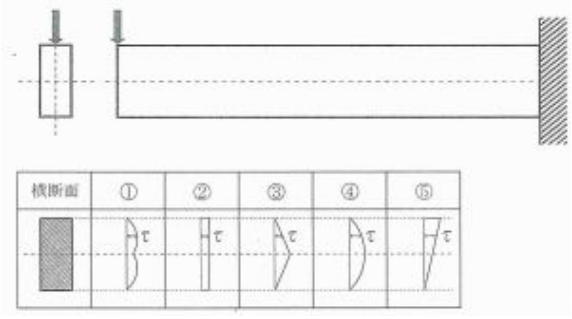
I-2 トライボロジーに関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。
① 流体潤滑状態での潤滑膜特性は潤滑流体の流体力学的な作用によって決まる。潤滑膜の圧力分布を表す微分方程式をレイノルズ方程式という。
② 2固体の接触を表現するヘルツ接触モデルは，摩擦のない滑らかな二次曲面同士の接触であること，固体は等質等方性弾性体であること，などを前提条件としている。
③ 接触面同士が摩擦によって凝着し，固体表面から脱落したり移着したりすることによって不規則な表面が生じる機械的摩耗を凝着摩耗という。
④ 接触する2物体に微小な振動的相対滑りを与えたときに生じる機械的摩耗をアプレイシブ摩耗という。
⑤ 疲労摩耗によって材料粒子が欠け落ちて摩擦面に小さな穴ができる現象をピッチングといい，主として転がり軸受や歯車などで生じる。

[38] **RE:02**　Name : 雲のジュウザ　Date : 2018/07/19(木) 11:27

④ フレッティング摩耗

[18] **03**　Name : APEC　Date : 2018/07/19(木) 00:03　[返信]

I-3 図に示すように，一様な長方形横断面を持つ片持ばりの先端に集中荷重が作用している。ここで，応力集中する左右両端から十分に離れた横断面におけるせん断応力τの分布図として，次の表のうち最も適切なものはどれか。なお、はりはねじられないものとする。



[46] **RE:03**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 21:15

②ではないでしょうか？

[52] **RE:03**　Name : Samed　Date : 2018/07/20(金) 10:11

4です。
構造力学の理論上の仮定では断面内均一ですが、実際は断面内で変化して、両端部で0、中央部でmaxになります。従って4

[56] **RE:03**　Name : Samed　Date : 2018/07/20(金) 14:13

参考資料URLです。
http://wwwra.meijo-u.ac.jp/labs/ra007/murata/pdf/textbook/hari_6.pdf

[17] **04**　Name : APEC　Date : 2018/07/19(木) 00:02　[返信]

I-4 両端が断熱剛体壁に固定され軸方向の伸縮が拘束されている弾性真直棒がある。ここで，真直棒の温度を一様にΔT=20K低下させた。この温度変化により，最も大きな熱応力が生じる条件として，次のうち最も適切なものはどれか。ただし、低炭素銅のヤング率は206GPa，線膨張係数は11×10-6K-1，ステンレス鋼のヤング率は197GPa，線膨張係数は17×10-6K一1，アルミニウム合金のヤング率は69GPa，線膨張係数は24×10-6K-1とする。
① 低炭素銅製で横断面積Aかつ長さL
② 低炭素銅製で横断面積Aかつ長さ2L
③ 低炭素銅製で横断面積2Aかつ長さL
④ ステンレス銅製で横断面積Aかつ長さ2L
⑤ アルミニウム合金製で横断面積2Aかつ長さL

[23] **RE:04**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:27

④　σ＝εE　ヤング率×線膨張係数の最大
横断面積と長さは無関係

[16] **05**　Name : APEC　Date : 2018/07/19(木) 00:01　[返信]

I-5 回転体のつり合し1にこ関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。
① 質量mの円盤の重心が回転中心から距離rの位置にあるとき、質量mと距離rから求まるmr2を不つり合い量という。
② 質量mの円板の重心が回転中心から距離rの位置にあり、この円板が角速度ωで回転しているならば、円板に働く遠心力の大きさはmrω2である。
③ 質量mの円板の重心が回転中心から距離rの位置にあるとき，この円板の回転中心に関して重心の反対側の距離Rのところに、質量Mのおもりをmr=MRとなるように取り付けると，静的につり合いがとれる。
④ 円板が軸方向に複数配置しているロータにおいて，たとえ静的につり合いがとれていたとしても，回転することによりロータが振動する場合もある。
⑤ 不つり合いを有する円板が軸方向に複数配置しているロータについても，適切におもりを取り付けることにより静的につり合いをとることができる。

[24] **RE:05**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:28

①　×不釣り合い量mr2⇒〇不釣り合い量mr

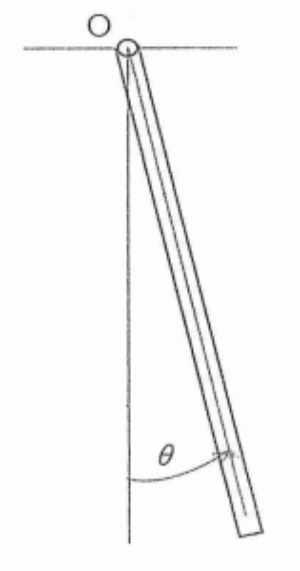
[15] **06**　Name : APEC　Date : 2018/07/19(木) 00:01　[返信]

I-6 図に示すように，剛体と見なせる棒の一端を支持した振り子を考える。ここで，この棒は支持点Oまわりの1つの鉛直平面内で自由に回転し、空気抵抗は無視できるものとする。棒の質量と長さを表のように設定した4種類の振り子において，固有振動数が一致する組合せをすべて選び出した選択肢として最も適切なものはどれか。ただし，回転角θは微小であるとする。なお，棒の質量をmo，長さをLoとすると支持点Oまわりの慣性モーメントIはI=1/3moLo^2である。

	ア	イ	ウ	エ
質量	m/2	m	m	2m
長さ	L	L	2L	2L

① アとイ，ウとエ
② アとウ，イとエ

③ アとエ，イとウ
④ アとウ
⑤ イとウ



[25] **RE:06**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:30

①　f=1/2π√(g/l)　長さのみに依存、質量は無関係

---

[14] **07**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:59　[返信]

I-7 内燃機関とその基本サイクルに関する（ア）～（オ）の記述のうち、正しい内容のせとして最も適切なものはどれか。
（ア）ガソリンのノッキングに対する抵抗性（アンチノック性）はオクタン価で表され，オクタン価が高いほどノッキングが起こりやすい。
（イ）エンジンでの燃焼において， CO, HCは、燃焼が不完全な場合に生成されるが，NOxは燃焼ガスが高温になることで生成される。
（ウ）ガスタービンでは，吸気温度が上がると最大出力が上昇する。
（エ）実際のデ、イーゼル機関では、上死点付近で噴射された燃料は，近似的に等積燃焼を行った後，等圧燃焼を行うサバテサイクルに近いものとなる。
（オ）ガスタービンサイクルの代表的なものはプレイトンサイクルであり、断熱圧縮，等圧加熱，断熱膨張，等圧冷却から構成される。
① アイウ
② アイエ
③ アウオ
④ イエオ
⑤ ウエオ

[26] **RE:07**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:31

④　アとウが間違い
　　ア：オクタン価が低いほどノッキングが起こりやすい
　　ウ：吸気温度が上がると最大出力が低下する

---

[13] **08**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:58　[返信]

I-8 石炭利用の発電技術に関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。
（ア）我が国の大型石炭火力発電所は，石炭を細かく砕いて燃焼させる微粉炭火力よりも，石炭を粉砕せずに直接燃焼させる方式が主流である。
（イ）石炭は天然ガスと比べてCO2排出原単位【ｋｇ－CO2／kWh】が大きいことから，燃焼ガス内のCO2を分離回収する設備の併設

が地球温暖化対策に有効と考えられている。
（ウ）流動床ボイラでは，石炭の灰分、硫黄分，水分などの制約が多く，使用できる石炭の種類は微粉炭ボイラより少なくなる。
（エ）我が国の石炭火力発電で使用されている蒸気の最高温度は，現在600℃を超えているが，さらなる高温化を実現して熱効率の向上を図る技術開発が行われている。
（オ）石炭ガス化複合発電では，固形燃料である石炭をガス化することで，ガスタービン燃料として使用できるため，通常の石炭火力よりも高い効率を達成可能である。
① アイウ
② アイエ
③ アウオ
④ イエオ
⑤ ウエオ

[27] **RE:08**　Name：イチロー　Date：2018/07/19(木) 06:34

④　アとウが間違い
ア：微粉炭火力が主流
ウ：流動床ボイラの方が多い

[12] **09**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:57　[返信]

I-9 熱力学の基本法則に関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。
（ア）物体AとB及び物体BとCが熱平衡の状態にあっても、物体AとCが熱平衡とならないことがある。これを熱力学の第０法則と呼ぶことがある。
（イ）熱力学の第１法則はエネルギー保存則であり，熱エネルギーと力学的エネルギーはお互いに変換可能で，エネルギーの総和は常に一定であることを示す。
（ウ）外部からのエネルギー補充なしに永久に運動（仕事）を続ける第１種永久機関は，熱力学の第1法則により存在が否定されている。
（エ）熱力学の第２法則はエネルギーの変化の向きを表す法則であるが、高温物体の熱を他の変化を伴わず低温物体に移すことが不可能であることを示す。
（オ）単一成分からなる純粋物質の完全結晶のエントロピーは，絶対零度で零となる。これを熱力学の第３法則と呼ぶ。
① イウエ
② イウオ
③ アウエ
④ アイオ
⑤ アエオ

[28] **RE:09**　Name：イチロー　Date：2018/07/19(木) 06:35

②　アとエが間違い
ア：物体AとCは熱平衡になる
エ：高温物体のエネルギーを低温物体に移すのは可能

[11] **10**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:57　[返信]

I-10 伝熱に関する（ア）～（オ）の記述のうち，正しい内容の組合せとして最も適切なものはどれか。
（ア）対流伝熱は自然対流と強制対流に大別されるが，強制的な流れの速度が小さいときなどには，自然対流と強制対流が共存したような共存対流文は複合対流が発生する。
（イ）熱伝導率の低い単一物質の典型的な状態は気体であり、繊維，粒子，多孔性物質，積層板などにより，すきまに気体を含む構造とすると良好な断熱材となる。
（ウ）黒体とは，放射強度や放射流束を目盛りづける理想的な空間あるいは表面であり，いかなる実在の物質よりも小さいエネルギーを放射する放射体である。
（エ）流れによってエネルギーが輸送される対流は流れの状態に強く影響を受ける。流れは大きく分けると層流と乱流の２形態があり，熱の輸送速度は層流では一般に非常に大きい。
（オ）熱伝導とは高温部から低温部へと熱が伝わる現象の1つであり， 一般的には固体，液体，気体の順に熱伝導率の値が減少していく。
① アイオ
② アウエ

③ イウエ
④ イウオ
⑤ イエオ

[29] **RE:10**　Name：イチロー　Date：2018/07/19(木) 06:36

①

---

[10] **11**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:56　[返信]

I-11 まっすぐな円管内の水の流れの特性に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。
① 流れのレイノルズ数は，（円管内径）×（断面平均流速）÷（動粘度）で計算される。
② 流れが層流の場合、十分に下流では，円管断面内の速度分布は回転放物型になる。
③ 十分に発達した層流では，管摩擦係数はレイノルズ数に反比例する。
④ 流れが乱流山と円管断面内の時間平均速度分布は聞いて平坦化する。
⑤ 乱流における管摩擦係数は層流に比べてレイノルズ、数に対する依存性が強い。

[30] **RE:11**　Name：イチロー　Date：2018/07/19(木) 06:37

④

[48] **RE:11**　Name：へ　Date：2018/07/19(木) 21:38

乱流は管の表面荒さに依存。層流がレイノルズ数に依存だったような。

[49] **RE:11**　Name：おい　Date：2018/07/19(木) 23:31

⑤

管摩擦係数の式から見ると、

層流の管摩擦係数の式には、Reをそのままつかってる

乱流の管摩擦係数の式には、Re^-25としてる

[51] **RE:11**　Name：たぶんさん　Date：2018/07/20(金) 09:11

⑤と思います。

平成27年度の過去問で、乱流について管摩擦係数は円管内面の相対粗さに依存する　と書かれている。

※乱流における円管断面内の時間平均速度分布は、先端が平坦化しています。

---

[9] **12**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:55　[返信]

I-12 軸流式の圧縮機に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。
① 軸の回転を通じて外部から伝達されるトルクは，動翼を通じて流れ場の角運動量を変化させる。
② 動翼から流出する流れの運動エネルギーを減速して圧力として回収するために，通常，動翼下流に静翼が設置される。
③ 動翼における圧力上昇は，おもに遠心力による上昇である。
④ 遠心式や斜流式の圧縮機に比べて，流路断面積の割に大量の流体を圧送できる。
⑤ １段当たりの圧力上昇が小さいため、圧力上昇を大きくするためには多段化される。

[37] **RE:12**　Name：雲のジュウザ　Date：2018/07/19(木) 11:26

② 遠心力による圧力上昇は遠心式圧縮機

[45] **RE:12**　Name：hhh　Date：2018/07/19(木) 18:31

3

雲のジャウザさんの説明は3に対するもの？

[47] **RE:12**　Name : 雲のジュウザ　Date : 2018/07/19(木) 21:21

そうでした。 ③です。(; ^ω^)

---

[8] **13**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:54　[返信]

I-13 最近の工作機械の仕組みに関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。
① 工作機械本体は，主として主要構造要素，それらを結合する結合部、駆動機構から構成される。
② 主軸受には，主として転がり軸受，静圧軸受，動圧軸受が用いられる。
③ 案内機構には，主として滑り案内，転がり案内，静圧案内が用いられる。
④ 直進駆動機構には，主として滑りねじ駆動， リニアモータ駆動が用いられる。
⑤ 周辺機器．装置には，切りくず処理装置、工具や工作物の自動交換装置がある。

[36] **RE:13**　Name : kami　Date : 2018/07/19(木) 10:08

④
×滑りねじ駆動　→　○ボールねじ駆動など

[55] **RE:13**　Name : 雲のジュウザ　Date : 2018/07/20(金) 12:50

④は不適切ですが②も違和感があります。

---

[7] **14**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:54　[返信]

I-14 生産管理システムの代表的なものとしてプルシステムとプッシュ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置くところにある。j
② プルシステムの代表例としてJIT (Just In Time）があるが，この方式ではロットサイズを大きくすることが求められる。
③ 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採るところにある。
④ 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。
⑤ プッシュシステムの代表例としてMRP (Material Requirements Planning ：資材所要量計画）があるがこの方式では在庫情報を考慮しながら各部品や原材料の正味所要量と所要時期を決定する。

[31] **RE:14**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:38

①　プルシステムは、すべての段階において仕掛在庫を低減するものではない

[40] **RE:14**　Name : 雲のジュウザ　Date : 2018/07/19(木) 12:15

② プルシステムのジャストインタイム方式では小ロット化を提唱している。

[42] **RE:14**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 16:49

すいません。
間違いでした。
②です。

---

[6] **15**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:53　[返信]

I-15 CAD（Computer Aided Design）に関する次の記述のうち最も不適切なものはどれか。

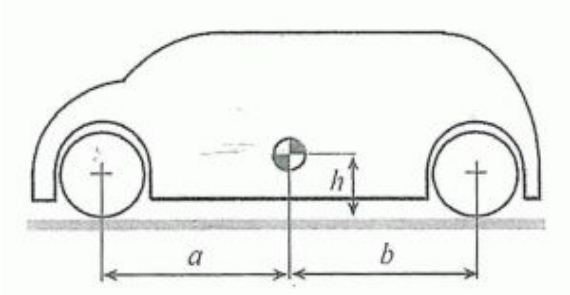
① CSG (Constructive Solid Geometry）は，あらかじめ基本的な立体であるプリミティブを用意しておき，これにより複雑な形状を表現する。
② CADには，2次元情報のみを取り扱うことができる2次元CADと，３次元情報も取り扱うことができる３次元CADがある。
③ CADとは，製品の形状2 その他属性データを，コンピュータの内部にデジタルデータ化し，このデータを用いて設計作業を支援するシステムである。
④ NURBS曲面は， B-Spline基底関数を用いて表現される曲面で， ３次元空間における自由曲面表現に使用されている。
⑤ ３次元CADにおいて3次元形状を表現するモデルには， ドットモデル，サーフェスモデル、ソリッドモデルの３つがある。

[32] **RE:15**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:39

⑤　×ドットモデル⇒〇ワイヤーモデル

[5] **16**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:52　[返信]

I-16 質量が1500kgで、重心から前輪までの距離aが1.2m，重心から後輪までの距離bが1.8m，地上から重心までの高さhが0.7mの車両が定速直線走行している。その後，0. 3gで減速するとき，前輪軸直下の路面にかかる荷重の変化として最も適切なものはどれか。ただし，重力加速度はg=9. 81m/s2とする。
① 9860N増加する。
② 3090N増加する。
③ 1030N増加する。
④ 105N増加する。
⑤ 変化しない。



[43] **RE:16**　Name : お　Date : 2018/07/19(木) 17:08

③

1500kg×9.81=14715N

14715N×0.3g=4414.5N

(4414.5N×0.7mm)/(1.2mm+1.8mm)=1030.05N

よって、1030N増加する

[50] **RE:16**　Name : お　Date : 2018/07/20(金) 09:05

①でした

自動車工学の減速時にかかるタイヤの計算式を使うと、9860Nになりました。

ごめんなさい。

[53] **RE:16**　Name : Samed　Date : 2018/07/20(金) 10:22

3
増加量を問う問題なので、モーメントを受ける単純梁の計算
Ra=M/(a+b)より1030N増加。
したがって3
(軸重を問う問題なら1です。)

[59] **RE:16**　Name：本当　Date：2018/07/21(土) 16:03

本当に③なのか？

③なら嬉しい

[4] **17**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:51　[返信]

I-17 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 接触センサは，対象物体に接触したかどうかを2値信号として検出するもので，物体の探索，把持確認，異常検出などにおいて論理制御のために利用されている。
② レーザレンジファインダは，物体にレーザ光を照射して物体までの距離を測定する能動的なセンサであり，反射光の到達時間を直接計測する方式や，投射光と反射光の位相差から距離を測定する方式が代表的である。
③ 超音波センサは，超音波パルス信号を発信し，その反射波の有無や反射時間によって障害物の存在や距離を測定するセンサである。反射面への入射角が小さい場合や凸凹面，柔らかい布など音を吸収，散乱するものは検出困難である。
④ 視覚センサは，光源から発せられ物体表面で反射された光を検出する受動的なセンサであり，撮像素子を1次元あるいは2次元に配列したイメージセンサや，物体の発する赤外光を計測するものなどがある。
⑤ タコジェネレータは、直流発電機の一種で、回転位置の検出に用いられる。センサとしては駆動系の速度制御や速度フィードバック用に用いられる。

[39] **RE:17**　Name：雲のジュウザ　Date：2018/07/19(木) 11:32

① 接触センサーは2値信号とは限らない。

[41] **RE:17**　Name：ねこみみ ^^　Date：2018/07/19(木) 12:56

⑤タコジェネは回転位置ではなく回転速度だと思ったのですが…

[44] **RE:17**　Name：雲のジュウザ　Date：2018/07/19(木) 17:30

ねこみみさま そうですね。タコが速度の意味でした。後ろの文章に引っ掛かったようです。

[3] **18**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:51　[返信]

I-18 公差に関する次の記述のうち，最も不適切なものはどれか。
① 普通公差は寸法公差のみに用いられ，図面の中でJISの規格記号とその公差等級を指示すれば，その範囲内の公差は指定しなくてもよい。
② 幾何公差は，形体の形状，姿勢，位置及び振れを規制する特性を表し、平行度，直角度などがその例である。
③ 穴（内側形体）と軸（外側形体）の間で，すきま又はしめしろが問題となる場合，両者の許容域の関係をはめあいという。
④ 呼び寸法が等しい軸と穴のはめあいには，はめあいの等級によって，すきまばめ，中間ばめ，しまりばめの３つがある。
⑤ はめあいでは穴基準，軸基準の両方の公差が規格化されているが，軸に比べて穴のほうが加工や測定が難しく、穴基準を用いる場合が多い。

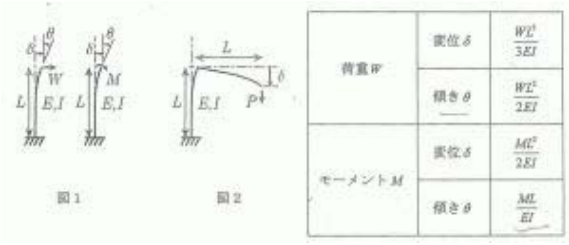
[33] **RE:18**　Name：イチロー　Date：2018/07/19(木) 06:40

①　×寸法公差のみ⇒〇寸法公差、角度公差

[2] **19**　Name：APEC　Date：2018/07/18(水) 23:50　[返信]

I-19 図１に示すような長さL，縦弾性係数E，断面二次モーメントIの一様な一端固定一他端自由のはりの自由端に，荷重WまたはモーメントM が作用したときの自由端の曲げ変位及び傾きは表のように計算できる。これを踏まえて，図２のように直角な角を持つ一端固定一他端自由の一様はりの自由端に荷重Pを作用させてばねとして用いたときの等価剛性P／δとして，次のうち最も適切なものはどれか。
① 3EI／5L2
② 3EI／4L2

③ EI／L2
④ 3EI／2L2
⑤ 3EI／L2



[35] **RE:19**　Name : kami　Date : 2018/07/19(木) 10:04

②

[57] **RE:19**　Name : Samed　Date : 2018/07/20(金) 14:41

2
縦部分はモーメントを受ける柱で、たわみ量は近似的にδ1=θL=PL^3/EI
これと表にある片持ち梁のたわみδ2=PL^3/3EIと重ね合わせる。

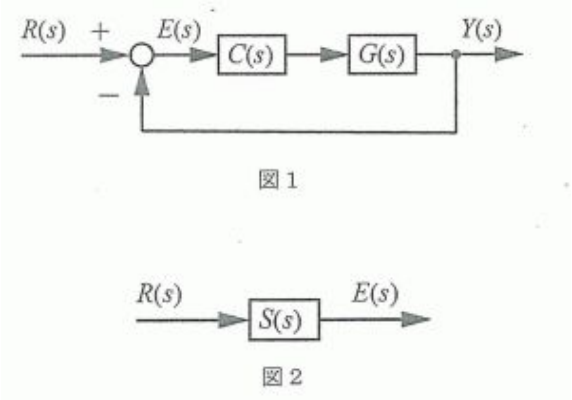
[58] **RE:19**　Name : Samed　Date : 2018/07/20(金) 21:42

回答選択肢の次数間違ってますね。
Lに掛かるのは3次です。

[1] **20**　Name : APEC　Date : 2018/07/18(水) 23:49　[返信]

I-20 出力Y（ｓ）を目標信号R（ｓ）に追従させる基本的なサーボ系のブロック線図は図１のように表すことができる。図１において， sはラプラス演算子， G(s）は制御対象の伝達関数， C(s）は制御器の伝達関数である。また， E(s)=R(s)-Y(s）は目標信号R(s）に対する出力Y(s）の追従誤差である。この系を図２のように目標信号R(s）から追従誤差E(s)までの伝達関数S(s)に変換したとき，S(s)の式として最も適切なものは次のうちどれか。

① S(s)=G(s)+C(s)
② S(s)=I +G(s)C(s)
③ S(s)=G(s)C(s)／（I +G(s)C(s)）
④ S(s)=1／（1十G(s)C(s)）
⑤ S(s)=（1＋ G(s)C(s)）／G(s)C(s)



[34] **RE:20**　Name : イチロー　Date : 2018/07/19(木) 06:41

④　E=R-Y、Y=ECG、E=RSより求められる

問題文とＡ評価答案例

（選択科目）

～01-1 機械設計～

平成30年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

１－１ 機械設計【選択科目Ⅱ】

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

Ⅱ－１　次の４設問（Ⅱ－１－１～Ⅱ－１－４）のうち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　多品種少量化が進むなか，適切な標準化を行い設計・生産の効率化を図ることが重要である。あなたの専門とする製品分野・技術分野において標準化の推進方法について述べ，標準化を推進する際の阻害要因と，その解決方法について説明せよ。

Ⅱ－１－２　FMEA（failure mode and effect analysis）とFTA（fault tree analysis）について，それぞれの特徴を示し，その違いを比較せよ。また，機械設計に適用する際の留意点について説明せよ。

Ⅱ－１－３　回転軸の支持機構に転がり軸受を用いた場合に，軸受寿命に影響を与える要因を２つ挙げ，設計において留意すべき点について説明せよ。

Ⅱ－１－４　アルミニウム合金を製品に利用する場合，軽量以外の重要な特徴を挙げて，その効果と留意点を具体的に説明せよ。

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－１－１
答案使用枚数	１ 枚目　　１　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

１．製品分野と標準化の推進方法について

（１）製品分野

私は、水処理プラント設計の中でも、浄水（飲用水）を専門にしている。ここでは、その中の「浄水膜ろ過装置」について述べる。

（２）標準化の推進方法

民間向上向けの場合、短納期、低コストが求められ、これに対応するため、標準化としてユニット化して対応を行っている。

２．標準化を推進するための阻害要因と解決方法

（１）阻害要因

①水量の違い

求められる処理水量により、膜モジュールの本数が異なり、装置の大きさが固定できない。

②水質の違い

原水の水質により、必要に応じて、前処理が必要になり、処理フローが一定でない。

（２）解決方法

①水量の違い

ある程度の水量パターンをあらかじめ設定し、数段階をラインナップし、標準化を行う。

②水質の違い

必要に応じて、前処理ろ過機をオプション設定で付属する。前処理ろ過機の大きさも処理水量に応じて数段階ラインナップし、標準化する。以上

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

平成 30 年度技術士第二次試験　記述問題再現答案

Ⅱ－１－１　多品種少量化が進むなか，適切な標準化を行い設計・生産の効率化を図ることが重要である。あなたの専門とする製品分野・技術分野において標準化の推進方法について述べ，標準化を推進する際の阻害要因と，その解決方法について説明せよ。

私が専門とするプラスチックバルブの JIS 規格化の推進方法について述べる。バルブ分野において金属バルブは JIS 規格にて寸法、材料、設計指針などが細かく規定されている。一方、樹脂バルブには JIS で定められた規格はない。欧州ではプラスチックバルブが ISO で規格化され、標準寸法やクリープ強度によるバルブ寿命の考え方などが詳細に決められている。ISO 規格化により欧州のメーカーは同業者間で材料や部品を共同で調達でき、コストの削減や納期の短縮を実現している。またユーザーはどこのメーカーからも保証された品質の製品を入手できる。プラスチックバルブの JIS 規格化を推進するために、協会を作る方法がある。しかしながら JIS 規格化に向けて同業メーカーとの足並みが揃わないことがある。この理由は同業メーカーが競合であり、お互いのメーカーがもつ設計指針や実績を共有することはノウハウの流出になるおそれがあるため、けん制し合って前に進まないのである。解決方法としては、お互いの利害ではなくユーザーが満足し、社会がよりよくなるという広い視点で標準化を進めることである。またトップシェアをもつメーカーは率先して標準化を推進し、巻き込んでいくリーダーシップが求められる。業界全体が大きくなり、同業者の売り上げアップが見込めるようになれば参加する同業者も増え、ますます標準化が加速するものと考える。

機械設計 Ⅱ―1―1

Ⅱ－１－１　多品種少量化が進むなか，適切な標準化を行い設計・生産の効率化を図ることが重要である。あなたの専門とする製品分野・技術分野において標準化の推進方法について述べ，標準化を推進する際の阻害要因と，その解決方法について説明せよ。

1. 標準化の推進方法

・洗濯機を例に挙げ、標準化について述べる。

・外郭フレーム、洗濯槽、蓋、モーター、操作部などの機能ブロック毎にモジュールとして定義する。

・モジュール間の組み付け寸法などのインターフェースを共通化。

・モジュール毎に3DCADデータ、CAEモデルなどから成るマスターモデルを構築する。

2. 標準化を推進する際の阻害要因

・設計ノウハウ等が属人化し暗黙知化しているため、特定の設計者にしかマスターモデルを作成できない。

3. 解決方法

・モジュールおよび製品のマスターモデルを作成する際に、暗黙知化した設計ノウハウ等をパラメータや仕様書、設計検討書などとしてマスターモデルに含めた形式知として保管し、設計変更時に活用できるようにする。

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－１－２
答案使用枚数	２ 枚目　　１　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

１．ＦＭＥＡについて

（１）特　徴

・ボトムアップ型の故障解析

・部品ごとに故障を列挙

・故障の発生頻度、重要度、危険度の積でランク付

・ランク付けに応じて対策を実施

（２）機械設計に適用する際の留意点

・未知の不具合には適用できない。

・発生頻度は各部品の既知データを活用する。

・発生頻度が不明の際は製造者に問い合わせを行う。

２．ＦＴＡについて

（１）特　徴

・トップダウン型の故障解析

・トップ事象を設定し、それに到る原因を各部品の故障の確立と合わせて表現していく。

・事故やトラブルの解析に有効。

（２）機械設計に適用する際の留意点

・設計開発時は、ＦＭＥＡが馴染むといわれているが、ＦＴＡは過去の不具合等を活用し、設計製品のチェックに適用できる。

３．ＦＭＥＡとＦＴＡの違い

・ボトムアップ型かトップダウン型かの違い

・ＦＭＥＡは設計開発時に有効である。ＦＴＡは事故、トラブル時に有効である。扱う製品によっては、ＦＴＡも設計開発時にも有効である。

以上

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

技術士第二次試験 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	機械設計
専門とする事項	電器製品の機構設計

※

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

１．ＦＭＥＡ

設計構想段階で、「起こる可能性のある品質問題を事前に予測して、不具合を未然に防止する事前管理の手法」のことをいう。故障モードの発生頻度・影響度・検出難易度などの評価項目と評価基準に基づき重要度を明らかにし、設計段階で使用時に発生する問題を明らかにして解決する手法である。

特徴：不具合発生前に、不具合を予測するためのツール

２．ＦＴＡ

ＦＴＡとは、信頼性や安全性の視点で発生して欲しくない不具合（動作不良やシステムダウン、エラーなど）に対して、可能性のある要因を洗い出して、論理記号を用いて発生確率の高いものを選び出し原因を究明する手法をいう。

特徴：不具合発生後に、不具合発生の原因を究明するためのツール

３．機械設計に適用する際の留意点

ＦＭＥＡとＦＴＡはともに、発生し得る事象は実施メンバーが行う。すなわち、そこで抽出できなかった事象については防護策を取ることができない。実施時には、対象とする機械装置の構成、材料、等を熟知している専門家をメンバーに加えて実施することが必要である。

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

Ⅱ－１－４　アルミニウム合金を製品に利用する場合，軽量以外の重要な特徴を挙げて，その効果と留意点を具体的に説明せよ。

アルミニウム合金の特徴には以下の 3 点がある。

① 鋳造しやすい。

アルミニウム合金は鋳鉄よりも溶融温度が低い。一般的な砂型による鋳造から金型を使ったダイキャストによる連続成形も可能である。よって少量多品種から多量少品種な製品まで幅広く応用することができる。留意点としては鋳造時のボイドや冷却時の残留応力による割れなどに注意する。

② 被切削性が優れる。

ステンレス鋼や鉄鋼材料に比べて切削抵抗が小さく、被切削性に優れている。留意点としては剛性がステンレス鋼や鉄鋼材料よりも低いため、加工時のチャッキングによる変形が起こらないように注意する。

③ 耐食性がよい。

アルミニウムは空気中の酸素と反応し、酸化被膜を生成するため、金属材料の中では錆びにくい特徴がある。しかしながら、アルミニウムは酸とアルカリの両方に反応するため、薬品との接触には特に注意する必要がある。

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

Ⅱ－２－１　機械製品には材質の異なる材料を接合，接着，締結などで組合せた構造が用いられることがある。製品開発を取りまとめる立場として，このような構造設計を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

（１）開発する製品例１つと構成する材料を挙げ，材料が異なることによる製品への影響を２つ挙げよ。

（２）（１）で挙げた製品への影響を１つ選びその留意点と対策を述べよ。

（３）（２）で挙げた対策が適切なものであるか検証する方法を述べよ。

Ⅱ－２－２　近年，大量の設計データの統合管理による設計期間の短縮と品質向上を目的として，PDM（product data management）システムの活用が進んでいる。あなたが新製品開発チームの担当責任者としてPDMシステム活用を推進するに当たり，以下の問いに答えよ。

（１）製品例を１つ挙げ，その新製品開発にPDMシステムを有効に活用するために検討すべき項目を３つ挙げよ。

（２）上記で挙げた３項目のうち１つについて，具体的な取組内容と期待する効果を述べよ。

（３）（２）で挙げた取組を進める際に留意すべき事項を述べよ。

平成 30 年度技術士第二次試験　記述問題再現答案

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　機械製品には材質の異なる材料を接合，接着，締結などで組合せた構造が用いられることがある。製品開発を取りまとめる立場として，このような構造設計を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

（１）開発する製品例１つと構成する材料を挙げ，材料が異なることによる製品への影響を２つ挙げよ。

（２）（１）で挙げた製品への影響を１つ選びその留意点と対策を述べよ。

（３）（２）で挙げた対策が適切なものであるか検証する方法を述べよ。

(1) 弁箱に金属をインサート成形したプラスチックバルブの開発例について述べる。一般的にプラスチックは強度が低いため、バルブなどの圧力容器は通常向かない。しかしながら、バルブに耐食性を求めるニーズは多く、高強度なプラスチックバルブが求められてきた。プラスチックと金属の材料の違いによる影響として以下の 2 つが考えられる。

① プラスチック成形後に後収縮によって生じる残留応力の影響

② 製品を高温と低温のヒートサイクル条件下で使用した時の熱応力による疲労破損の影響

(2) ②製品を高温と低温のヒートサイクル条件下で使用した時の熱応力による疲労破損の影響について述べる。プラスチックは線膨張係数が金属よりも約 10 倍大きい。この違いによってヒートサイクル時に熱応力が発生し、破損にいたると推測される。これらの破損対策を 3 つ示した。

1) 応力集中の箇所をなくす。通常、製品は応力が集中する部分に亀裂が生じ、力が加わり続けることで破断にいたる。応力が集中しやすいエッジや穴周辺にはできるだけ大きな R をとる必要がある。必要な R の大きさは肉厚と R の関係から一般的に決められているためこちらを参考にする。

2) プラスチックの厚みを十分にとる。製品の強度は肉厚に比例するため、インサートされる金属の厚みとプラスチックの厚みのバランスを考慮して設計する。金属部品の厚みが増すと、製品強度は上がるものの、プラスチック部分に亀裂が生じやすくなる。一方、金属部品の厚みが薄いと製品強度が不足するので注意が必要である。

3) 疲労に強い材料を使う。疲労に強い材料とは単に引張強度が高い材料ではなく、ゴムのようにポアソン比が大きい材料である。このような材料は外部からのエネルギーをより吸収するため、硬くてもろい材料に比べて粘りがある。このため、繰り返しの熱応力が生じたときに長期的に耐えうる材料となる。

プラスチックバルブに使われる材料の特性を下表に示した。

	ポリ塩化ビニル	ポリプロピレン
引張強度(MPa)	49~54MPa	29~34MPa
ポアソン比	0.37	0.44

上表からポリ塩化ビニルよりもポリプロピレンの方が、インサート成形に適した材料といえる。

(3) 対策が適切なのかを検証する方法として 3DCAD による CAE シミュレーション解析を活用するのがよい。CAE シミュレーションを使えば、発生する応力値や応力集中箇所を実物に近い形で調べることができる。解析による応力値が材料の許容応力以下であることを確認する。CAE シミュレーションで形状が絞り込めたら、必ず試作品にて評価試験を行う。このときひずみゲージにて応力値を実測し、シミュレーション結果と照らし合わせておく。

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	１ 枚目　　２　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

１．製品例

・下水処理場向け樹脂製ゲートの開発

２．ＰＤＭシステムの有効活用のための検討項目

（１）取扱う部署について

設計部門以外にどの部門まで対象とし、ＰＤＭシステムを導入するかを検討する必要がある。

（２）運用のルールについて

設計部門以外の部門にもわかりやすく、見やすくするために、データの整理方法の統一など、運用のルール設定を検討する必要がある。

（３）他の開発製品・既存製品との関連について

他の開発製品や既存製品とＰＤＭシステムをどのように関連付けるか検討する必要がある。他の開発製品や既存製品で発生したトラブルや市場からのクレーム等、活用できる項目を検討する。

３．具体的な取組内容と期待する効果

（１）具体的な取組内容

製品の寿命や品質の向上を加味して、営業部門～保守部門までを対象にする。すなわち、「営業部門、設計開発部門、製造部門、工事据付部門、保守部門」の全ての部門を対象とし、ＰＤＭシステムを導入する。

（２）期待する効果

関連する全ての部署に導入することで、コンカレントエンジニアリングが期待できる。

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

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	2 枚目　　2　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

設計部門の進捗や検討状況を随時確認することができ、次のステップでの検討を同時に行うことが可能となる。このため、設計期間の短縮効果が期待できる。

また、設計以外の考え方を取り入れることができ、フロントローディング開発が期待でき、品質向上が得られる。

4．留意すべき事項

①客先要求事項との相違

関連する全ての部署にPDMシステムを導入することで、客先要求事項と相違する品質となってしまう可能性がある。

このため、QFD（品質機能展開）を活用し、客先要求事項や市場が求める性能について、整理して対応することが求められる。

②セキュリティ対策

関連する部署が増えることで、システムにアクセスできる人数が増えることになる。

その場合、情報流出やウィルスの侵入などのリスクが増加する。

それらの対策も必要である。

以上

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

機械設計 Ⅱ―2―2

Ⅱ－２－２　近年，大量の設計データの統合管理による設計期間の短縮と品質向上を目的として，PDM（product data management）システムの活用が進んでいる。あなたが新製品開発チームの担当責任者としてPDMシステム活用を推進するに当たり，以下の問いに答えよ。

（１）製品例を１つ挙げ，その新製品開発にPDMシステムを有効に活用するために検討すべき項目を３つ挙げよ。

（２）上記で挙げた３項目のうち１つについて，具体的な取組内容と期待する効果を述べよ。

（３）（２）で挙げた取組を進める際に留意すべき事項を述べよ。

製品例として私が設計開発リーダーとして担当していた電気湯沸かし器を例に挙げ、PDMシステムの活用推進について以下に述べる。

(1)PDMシステムを活用するために検討すべき項目

①構成部品表

・構成部品、ユニット等の原価情報なども紐付けて保管。

・部品コード、材料コード体系を他の製品群とも共通化。

②DR実施記録

・新規点、変更点に基づき抽出した想定課題と、その対策の記録を保管。

・過去の機種も含めて、部品またはユニット毎の課題を検索しまとめて抽出できるようにする。

③設計データ管理

・2D図面データ、3Dデータ、部品・ユニットの仕様書を保管する。

・各構成要素の設計意図などが分かるように、設計検討資料等を共に保管する。

(2)具体的な取組内容と期待する効果

③設計データ管理

取組内容

・ 3DCADデータの管理の場合、構成部品表と紐付けてユニット単位でブロック化したツリー構造のデータとして機種毎に保管。

・設計データをPDM上で設計部署以外の関連部署から参照可能とする。

効果
・新機種の設計開始時に、ベースとなる機種のデータを流用することで、新規、変更部品等を作成するだけで、製品全体モデルを完成させることができる。例えば、電器湯沸かし器の場合、新規機種で蓋ユニットを共用する場合、ベース機種より蓋モデルを流用し、新機種に配置する。
・設計部署以外の部署からも設計データを参照できるようにすることで、試作品を作ることなく、設計と並行してコンカレントにDRを実施し、早期に課題を抽出することが可能となる。

(3)取組を進める際に留意すべき項目
・3DCADデータの作成において、作成手順をルール化し、一部設計変更などの流用設計をし易いようにする。
・設計変更データも共に保管し、現物とデータが一致するようにする。

平成30年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

１－１ 機械設計【選択科目Ⅲ】

Ⅲ　次の２問題（Ⅲ－１，Ⅲ－２）のうち１問題を選び解答せよ。（**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　地球環境に優しく安全性に優れる製品のロードマップとそれを実現するための技術ロードマップを作成することになった。あなたがその責任者であるとして，以下の問いに答えよ。

（１）ある製品について2020年から５年ごとの製品の到達目標を15年にわたり設定し，各到達目標を達成するための技術ロードマップを提示してその内容を述べよ。

（２）（１）で述べた技術ロードマップを実現するための課題を挙げて解決策を提案せよ。

（３）（２）で提案した解決策に潜むリスクについて述べよ。

Ⅲ－２　機械設計において，平面図などの２次元環境から3D－CADを中心とした３次元環境への適用が拡大している。3D－CADデータはCAM，CAEとの連携が進み適用範囲が拡大するとともに，3Dプリンタ（積層造形）やVR（仮想現実）などの近年進歩が著しい3D技術についても適用が進められている。あなたが3D環境での新たな設計技術の導入と適用を３年計画で企画し推進する立場にあるとして，以下の問いに答えよ。

（１）対象となる製品を１つ挙げ，3D技術の適用内容と予想される効果を３年計画以降の将来像も含めて述べよ。

（２）（１）で挙げた3D技術を適用の際に最も重要となる技術的課題を示し，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について述べよ。

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ－１
答案使用枚数	１ 枚目　　３　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

１．製品名と用途・目的

（１）製品名（２０３５年発売目標）

再生して何度でも利用可能なストロー型浄水器

（２）用途・目的

災害時や発展途上国のような安全な飲用水が確保できない状況においても、泥水や河川水、海水に本製品を挿入し、ストローを吸うだけで安全な水を得ることが出来、製品自体も地球環境に優しく、安全性にも優れている製品を実現する。

２．５年後の製品到達目標と技術ロードマップ

（１）２０２５年の到達目標

①製品

低圧で処理できる浄水装置

②技術ロードマップ

低圧下で処理できる膜の開発が必要である。

（２）２０３０年の到達目標

①製品

高頻度の薬品洗浄に耐える浄水装置

②技術ロードマップ

膜の目詰まりを除去するため、薬品での洗浄が必須である。薬品に強い膜の開発が必要である。

（３）２０３５年の到達目標

①製品

再生して何度でも利用可能なストロー型浄水器

②技術ロードマップ

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

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	2 枚目　　3　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

膜を納めるケーシングの小型化、軽量化が必要である。

3．技術ロードマップを実現するための課題と解決策

（1）低圧下で処理できる膜の開発

①課題

求められる原水水質（泥水、河川水、海水等）を処理するためには、様々な物質の除去が必要である。

現状、各物質の除去に最も優れた方法として、「逆浸透膜」という方法が一般的であるが、これは原水を　４０～１００MPa 程度の高圧で供給する必要がある。一方、「正浸透膜」という技術が研究段階にあり、これを活用すると低圧で処理が可能である。

②解決策

研究中の「正浸透膜」を利用し、膜モジュールを開発する。

（2）薬品に強い膜の開発

①課題

繰り返す膜を使うには、薬品洗浄が必要である。現状の「逆浸透膜」は、材質にポリアミドや酢酸セルロースが用いられており、これらの材質は強酸や強アルカリに弱い。このため、薬品洗浄を繰り返すと膜を劣化されてしまうことになる。また、研究中の「正浸透膜」についても同様である。

②解決策

薬品に強い材質（例えば、ポリフッ化ビニルデン

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

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	
答案使用枚数	3 枚目　　3　枚中

技術部門	機械	部門
選択科目	機械設計	科目
専門とする事項　水処理プラント設計		

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

等）を用いた「正浸透膜」を開発する。

（３）ケーシングの小型化・軽量化

①課題

膜をストロー状にし、機能を発揮するためには、小型化・軽量化する必要がある。

②解決策

樹脂部材を用いて軽量化を図る。小型化には、他業種の知識を活用する。

４．提案した解決策に潜むリスク

（１）低圧下で処理できる膜の開発

開発には、膜モジュール製造メーカーの協力が必要である。そのため、パートナーとなる膜メーカーが経済的理由等により撤退する可能性も考えられる。

（２）薬品に強い膜の開発

上述した（１）と同様のリスクが考えられる。また、薬品に強すぎる膜を開発してしまうと、薬品洗浄に際して、人の安全や環境に付加を与える可能性も考えられる。そのため、どの程度まで薬品に強くするかという程度のバランスをとる必要がある。

（３）ケーシングの小型化・軽量化

樹脂化して、小型化・軽量化が進むと、使い捨てしてしまう可能性がある。マイクロプラスチックの海洋汚染の問題等も鑑みて、回収できる仕組みを構築する必要がある。また、他業者との協力の場合、情報流失の懸念もあり、対策が必要である。

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

技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ－2

技術部門	機械部門
選択科目	機械設計
専門とする事項	電器製品の機構設計

※

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

１．はじめに

対象商品として洗濯機を例に挙げ、３Ｄ環境での新たな設計技術の導入と適用の３年計画と以降の将来像について以下に述べる。

２．３Ｄ技術の適用内容と予想効果３年計画と将来像

①初年度の計画と予想効果（自動設計）

洗濯機は縦型とドラム型の方式があり、それぞれ洗濯容量（ｋｇ）により製品の主要諸元寸法が段階的に変化し機種展開する製品である。３ＤＣＡＤによる設計は出来ており、親機種の３Ｄ設計データを基に、洗濯容量により展開する展開機種の３Ｄデータを、主要寸法の変化にひも付けてパラメトリックに部品およびユニットの寸法が自動駆動する自動設計を推進する。これにより、親機種の設計が完了すると同時に展開機種の３Ｄデータが生成され、設計リードタイムを短縮することができる。

また、ベースモデルから一部設計変更する展開モデルについても、ベースモデルにおいて設計変更を加えると容量展開モデルが生成できるので、設計リードタイムの短縮と、設計工数の削減をすることができる。

②２年目の計画と予想効果（強度評価）

洗濯機は脱水時に洗濯ドラムが高速で回転する製品である。そのため、ドラムを支持する回転軸とその軸受部に大きな荷重がかかり、軸受部周辺の強度設計が重要である。親機種において３Ｄ設計と同時に、３Ｄ設

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

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

計データとひも付いた該当部分の強度解析マスターモデルを作成する。そして、容量展開３Ｄモデルを自動設計展開すると同時に、３Ｄ設計データとひも付いた強度解析モデルも自動更新するようにする。これにより、各展開モデルでの強度解析評価を自動設計と同時に実施することが可能となり、設計リードタイムの短縮と、設計品質の向上を実現することができる。

③３年目の計画と予想効果（共振周波数解析）

洗濯機は回転機械であるので、内蔵するドラムが回転する事に伴う製品本体の振動が主要な課題である。自動設計された３Ｄ設計データとひも付く製品全体の解析モデルを用いて、親機種および容量などによる展開機種の製品全体での固有解析を設計と並行して実施し、設計リードタイムの短縮と、設計品質の向上を実現することができる。

④３年計画以降の将来像（運転も含めた振動解析）

洗濯機の主要な設計課題である振動問題は、ドラムが高速回転する脱水時が特に課題である。親機種、展開機種の３Ｄモデルから振動解析モデルを自動生成し、ドラムを支持するバネ、ダンパーなど制振要素の検討を併せて実施することで、試作品を作る前に制振構成の検討を実施することができるようになる。

３．重要となる技術的課題と具体的解決策

振動解析を実施するためには、３Ｄデータから構築した振動解析モデルと、バネ、ダンパーなど振動系を

○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。）

構成する要素の特性データが必要である。特にダンパーの特性はダンパー単体での測定により特性データを取得することが必要である。また、金属部品の錆、ゴム部品のヘタリ等による物性劣化等も考慮する必要がある。３Ｄモデルのみでの特性予測が不可能であり、現物での耐久試験評価等により、劣化後の性能を評価するなど、現物での評価と３Ｄモデルでの評価の住み分けも必要となる。

４．解決策に潜むリスク

振動解析モデルを作成するには、振動系を支配する物理法則を理解し、適切な運動方程式などで特性を表現する必要があり、高度なスキルとノウハウが必要である。マスターモデルを作成できるのは一部の技術者に限られるため、ノウハウの伝承が非常に難しいというリスクがあり、人材の育成が重要となる。

５．おわりに

計算機の進化により３Ｄ環境で可能な設計評価技術の限界も変化していく。３Ｄ環境の進歩と共に、常に新しい設計評価手法を構築していくことで、設計技術の発展に貢献していきたい。

以上

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

問題文とＡ評価答案例

（選択科目）

～01-2 材料力学～

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　金属材料の代表的な熱処理法を２つ挙げ，それぞれの具体的な方法と機械的特性に及ぼす影響について述べよ。

Ⅱ－１－２　等方性の弾性体でできた片持ばりを曲げるよう，自由端に所定の集中荷重が作用している。この材料を用い，発生する最大たわみと応力について仕様値を満たしながら，軽量化を図る方策を２つ挙げ，その具体的な内容を述べよ。ただし，片持ちばりの長さや支持条件は変えないとする。

Ⅱ－１－３　機械や構造物の強度に影響を及ぼす欠陥の種類を２つ挙げ，それぞれに対応した非破壊検査方法と特徴を述べよ。

Ⅱ－１－４　ひずみの測定について異なる原理に基づく手法を２つ挙げ，それぞれの測定原理と特徴を述べよ。

選択問題Ⅱ－１－１

【設問】

金属材料の代表的な熱処理法を２つ挙げ、それぞれの具体的な方法と機械的特性に及ぼす影響について述べよ。

【解答】

１）高周波焼入れ

①具体的な方法

高周波焼入れとは、鉄鋼をコイルに通して1～500kHz程度の高周波電流を通じ、その誘導電流によって表面層のみ加熱させ、焼入れ温度に達した後、適当な方法で急冷させる熱処理方法のことをいう。鉄鋼材料の焼入れは、オーステナイト化温度から急冷してマルテンサイト組織を得ることによって硬化する操作である。マルテンサイト組織を得るためには、臨海冷却速度異常の速度で冷却することが必要である。

②機械的特性に及ぼす影響

急冷加熱冷却に基づく表面層の材質改善と、それに伴って発生する残留応力により鉄鋼の疲労強度が向上する。

２）浸炭焼入れ

①具体的な方法

浸炭焼入れとは、炭素量の少ない鋼材（約0.25%以下）の表面に炭素を拡散浸透させる処理で、浸炭後は焼入れを行って表面を効果させる処理である。浸炭処理には代表的なものとして、固定浸炭法や液体浸炭法、ガス浸炭法などがある。

②機械的特性に及ぼす影響

焼入れによる材料表面の材質改善と、残留応力による疲労強度改善の効果が得られる点は上述の高周波焼入れと同様である。それに加え浸炭焼入れは炭素量の少ない鉄鋼材料を使用することにより、じん性に富む心部を両立させることができ、より高い疲労強度改善効果が得られる。

以上

選択問題Ⅱ－１－4

１）電気抵抗ひずみゲージ

①測定原理

抵抗体をフォトエッチングなどでグリッド状に加工して、物体の表面に接着してひずみを測定する方法である。物体が変形すると、その変形に追随して変形するひずみゲージが変形しその電気抵抗が変化する。その微小な変化量をホイートストーンブリッジを組込んだ測定器により増幅して読み取り、ひずみを測定する。

②特徴

精度も良く、安価で取扱いが容易であるメリットがあるが、抵抗変化を捉えるためにはある程度のゲージ長が必要になるというデメリットがある。

２）光ファイバひずみセンサ

①測定原理

光ファイバの光学的特性を利用する。光ファイバの一部を物体に貼りつけた場合、物体の変形に追随してゲージ部の長さや屈折率が変化する。この屈折率の変化を検出することによりゲージ部のひずみを測定する。

②特徴

物体にファイバを一定間隔で張り巡らせることで各部のひずみを 3 次元的に捉えることができ、3 次元 CAD との整合性を比較し易い。近年のモデルベース開発の要求により解析結果と実機応力とのコリレーション作業が益々重要になってきている中、期待されている測定手法である。なお、上述の電気抵抗ひずみゲージだと測定点数に応じたゲージ数、回路数が必要となるため、3 次元的な応力測定は現実的には難しい。

以上

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

Ⅱ－２－１　機械や構造物を構成する部品の設計・製造を行っている。その素材を海外から調達するとして，以下の問いに答えよ。

（１）機械や構造物を構成する部品の設計条件を具体的に挙げ，海外の調達先から納入される素材について，強度の観点から検討すべき重要な項目を多面的に述べよ。

（２）（１）で述べた項目のうち最も重要と思われる項目を挙げ，品質管理の観点から必要な技術的提案を述べよ。

（３）（２）の技術的提案の想定される効果と懸念されるリスクについて述べよ。

Ⅱ－２－２　材質が異なる材料から構成される機械や構造物を具体的に１つ想定し，以下の問いに答えよ。

（１）想定した機械や構造物の用途について説明し，構成する材料の組合せを述べよ。

（２）（１）について，その材料の組合せを選択した理由を強度設計の観点から述べよ。

（３）（１）について，その機械や構造物を運用する上で留意すべき点を述べよ。

選択問題Ⅱ－２－１

【設問】
機械や構造物を構成する部品の設計・製造を行っている。その素材を海外から調達するとして、以下の問いに答えよ。
１）機械や構造物を構成する部品の設計条件を具体的に挙げ、海外の調達先から納入される素材について、強度の観点から検討すべき重要な項目を多面的に述べよ。
【解答】
１）①機械部品の設計条件
　具体的な機械部品として、自動車用ステアリングシステムのラックとピニオンを想定する。本部品は、運転者によるメインシャフトの回転運動をタイヤに繋がるタイロッド軸方向の直動運動に変換させる機能を有する。停車時の据え切り時には、タイヤからの入力によりタイロッド軸上には数千 N の荷重が発生するため、これに対する強度保証が必要な設計条件である。また、エンジンルーム内での限られたスペースにギヤ Assy を配置するにあたり、レイアウト上の制約を受ける。例えば、ラック径やピニオン傾斜角が制限されることになる。
１）②海外品について強度の観点から検討すべき事項
　ステアリングシステムは重要保安部品に該当するため、上述したように強度要件を満足するか否かについては重要な確認事項になる。具体的には最大応力発生箇所となるラック・ピニオンの歯元応力が許容応力を満足するものになっているか、最大面圧発生部位である噛合い部で異常摩耗が発生することはないか等について検討する。

【設問】
２）１）で述べた項目のうち最も重要と思われる項目を挙げ、品質管理の観点から必要な技術的提案を述べよ。
【解答】
２）①最も重要な検討事項
　上述したようにステアリングギヤは、強度面からの要求とレイアウト上の要求を両立させるため、ラックとピニオン歯部には熱処理が施されており、通常高周波焼入れによる処理が施されている。熱処理が適正に処理されていない場合、強度性能に及ぼす影響は大となるため、特に重要な確認事項となる。
２）②品質管理の観点からの技術的提案
　具体的には、海外品と日本品において、ラックやピニオンの歯部において表面硬度や硬化層の深さ・焼入れパターンが同等となっているか確認し、仮に差異がある場合には、特に熱処理条件の違いに着目した要因調査を行う。熱処理条件としては、焼入れコイルの仕様や大きさ・冷却方法等に違いに着目する。

【設問】

３）２）の技術的提案の想定される効果と懸念されるリスクについて述べよ。

【解答】

３）技術的提案の想定される効果と懸念されるリスク

海外品との間に差異を見いだせれば、市場での故障を未然に防止することができる。懸念されるリスクとしては、評価漏れによる不具合品の市場流出がある。これを防止するためには、N 数を考慮してばらつきを含めた強度見極めを統計的に把握する必要がある。

以上

１－２ 材料力学【選択科目Ⅲ】

Ⅲ　次の２問題（Ⅲ－１，Ⅲ－２）のうち１問題を選び解答せよ。（**解答問題番号**を明記し，答案用紙３枚以内にまとめよ。）

Ⅲ－１　品質関連の不正（素材品質データ改竄，製造時の図面指示厚さ不足）が相次いでいる。あなたが，製品メーカの強度設計の責任者であったとして，以下の問いに答えよ。

（１）量産品を製造した後，出荷前に素材メーカから強度が要求仕様をわずかに満足しないとの報告があった。最終製品を具体的に提示し，契約上の要求仕様に満たない品質の材料を特別に採用する可否を判断するため，材料強度の観点から検討すべき重要な項目を３つ挙げ，それらの検討プロセスについて具体的提案を述べよ。

（２）出荷後に板厚が設計仕様を満足していないことが判明した。最終製品を具体的に提示し，製品の継続使用の可能性を評価するため，材料強度の観点から検討すべき重要な項目を３つ挙げ，それらの検討プロセスについて具体的提案を述べよ。

（３）（１）あるいは（２）に対して，想定される効果と課題について，リスク及びコストの観点を含めて述べよ。

Ⅲ－２　現在，地球環境の保全が大きな問題となっており，機械や構造物の設計開発においても環境に及ぼす影響を考慮する必要が生じている。一方で，機械はこれまで人間社会をさまざまな意味で豊かにしてきたことも事実である。あなたが，機械や構造物の強度設計の責任者であったとして，以下の問いに答えよ。

（１）機械や構造物，あるいはそれらを用いたシステムを具体的に提示し，そのライフサイクルを通じて環境に及ぼす悪い影響を多面的に述べよ。

（２）（１）で述べた事項のうち，重要と考えるものを１つ選び，それを材料や強度の観点から解決するための具体的な技術的提案を述べよ。

（３）（２）の提案の想定される効果及び懸念されるリスクについて述べよ。

問　題　文

（選択科目）

～01-3 機械力学・制御～

１－３ 機械力学・制御【選択科目Ⅱ】

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

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

Ⅱ－１－１　機械・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，精度良く計測するためには窓関数（ウインド関数）の選択が重要となる。実験モード解析における窓関数について，以下の問いに答えよ。

（１）インパルス応答による実験モード解析を行う際にどのような窓関数を用いるべきか，留意すべき点も含めてその理由を述べよ。

（２）（１）で挙げた窓関数以外の代表的な窓関数を２つ挙げ，それぞれの概要と特徴を述べよ。

Ⅱ－１－２　機械・構造物が振動する際，系の非線形性に起因して非線形振動が発生することが少なくない。この非線形振動について，以下の問いに答えよ。

（１）振動系を非線形にする要因を２つ挙げ，その概要をそれぞれ述べよ。

（２）非線形自由振動及び非線形強制振動の特徴を，線形振動の場合と比較しながら，それぞれ１つ述べよ。

Ⅱ－１－３　回転機械における軸又は軸受には各種の振動現象が現れることがある。これらの振動現象について，以下の問いに答えよ。

（１）考えられる振動現象を２つ挙げ，発生要因を比較しながら，それぞれの特徴を述べよ。

（２）（１）で挙げた振動現象から１つ選び，その測定方法並びに振動を抑制する対策を述べよ。

Ⅱ－１－４　制御方式は，その方式によりフィードバック制御とフィードフォワード制御に大きく分けることができる。このフィードバック制御とフィードフォワード制御について，以下の問いに答えよ。

（１）フィードバック制御とフィードフォワード制御の概要をそれぞれ述べよ。

（２）制御問題の具体例を１つ挙げ，その問題にフィードバック制御とフィードフォワード制御をそれぞれ用いた場合，それぞれの制御特性の特徴と注意点を比較しながら述べよ。

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　複合化・高機能化が進められ，構造が複雑になった工作機械を工場に導入した結果，導入した工作機械に振動問題が生じた。そこで，あなたが責任者としてこの振動問題を解決することとなった。このような状況において，以下の問いに答えよ。

（１）考えられる振動問題を２つ挙げ，それぞれの振動問題について，調査方法を含めてその発生要因を述べよ。

（２）（１）で挙げた振動問題から１つ選び，その振動対策方法を具体的に述べよ。

（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　ここ数年，自動車の自動運転技術の実際の普及には目を見張るものがある。そして，現在実装されている自動運転システムの多くは，運転者の様々なミスを事前に検知し，それを自動的に安全側の運転に補正するものが大半を占めている。このような背景から，次世代自動運転システム開発のための開発チームが新たに結成され，あなたがその責任者を務めることとなった。あなたが新たな開発を進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

（１）今後の新たな自動運転システムを１つ具体的に提案し，それを実現するために解決すべき課題点を，今後の社会変化を踏まえて，多面的に述べよ。

（２）（１）で挙げた課題から１つ選び，それを解決するための技術的提案を述べよ。

（３）（２）の技術的提案を進める際に留意すべき事柄を述べよ。

平成30年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

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　近年，AI（人工知能）を活用した技術革新について様々な分野において注目が集まっている。そして，製造現場においてこのAI技術を活用した場合，これまでその実現が難しかった問題をより効率的に解決できる可能性がある。

このように，AI技術の活用により，今後の機械製造における各種技術のあり方は大きく異なっていくものと考えられる。そのような背景の中，あなたが新たにこのAI技術を活用した機械オペレーションの高度化・効率化を検討する責任者となった。このような状況において，次の各問いに答えよ。

（１）実際の機械オペレーションの例を１つ挙げて，機械技術者として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）の技術的提案について想定される効果及びリスクについて述べよ。

Ⅲ－２　現代社会は気候変動，化石燃料の枯渇，大都市への人口集中など様々な問題を抱えている。このような社会において，持続可能な社会づくりのため科学的研究や技術開発を進めることは重要である。そして，例えば都市部における公共交通としての交通機械の技術開発は持続可能な社会づくりのキーワードの１つとなり得ると考えられる。

そのような背景の中，あなたが新たにこの交通機械の開発を検討する責任者になった。このような状況において，次の各問いに答えよ。

（１）公共交通としての交通機械の例を１つ挙げ，その技術開発について，機械技術者として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）の技術的提案について想定される効果及びリスクについて述べよ。

問題文とＡ評価答案例

（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　地球温暖化防止の観点から火力発電設備の高効率化が求められているが，石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）について，設備構成及びそれらの役割，特徴，効果，技術課題，技術確立時期について述べよ。

Ⅱ－１－２　蒸気タービン内部で発生する不可逆変化による損失を３種類挙げて，それぞれについて発生原因と低減策を説明せよ。

Ⅱ－１－３　太陽光発電システムの機器構成を示し，電源としての特徴を説明せよ。また，更なる普及のための技術課題について述べよ。

Ⅱ－１－４　再生ブレイトンサイクルの構成を概説し，熱効率を改善できる理由を述べるとともに，空気標準の再生ブレイトンサイクルの熱効率η_{th}を圧力比ϕ，最高温度比τを用いて示せ。

平成 30 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-1-1

技術部門	機械
選択科目	動力エネルギー
専門とする事項	ボイラに関する事項

※

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

Ⅱ-1-1 石炭ガス化燃料電池複合発電 IGFC

1．IGFCの構成・役割・特徴

IGFCとは，IGCCのトッピングに燃料電池を設置して，熱のカスケード利用をすることにより，効率を向上させる発電システムである。

①ガス化炉，②ガス精製装置 ③燃料電池，④ガスタービン、⑤蒸気タービンから主に構成される。（図1参照）

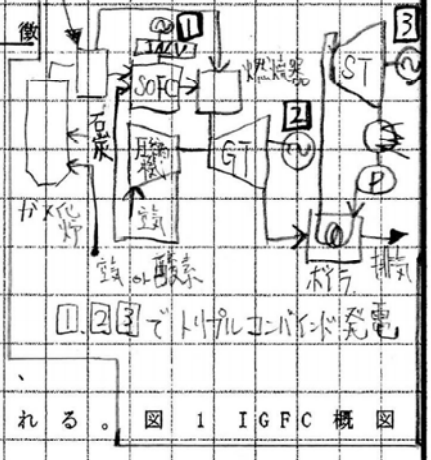


図1 IGFC概図

2．設備の効果

IGFCは、トリプルコンバインド発電で熱を有効利用するため、発電効率は55%（HHV送電端）を達成できる。また，温室効果ガスGHGの排出は，0.59kgCO2/kWhとUSC(0.82kgCO2/kWh)に比べて約3割削減できる。さらに，酸素吹きとすることで、排ガス中のCO2濃度を高めることができCCSに効果的である。

3．設備の課題・確立時期

①固体酸化物型燃料電池（SOFC）の性能・信頼性が十分でなく，システム構築が現状ではできない。

②既存電源と比較してコストが高い。

SOFCの性能向上とともに，CCSと組合せてコストメリットを出すことで2030年度頃には技術を確立する。

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

平成 30 年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-4

技術部門	機械
選択科目	動力エネルギー
専門とする事項	ボイラに関する事項

※

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

Ⅱ 1-4 再生ブレイトンサイクル

1．再生ブレイトンサイクルの構成

再生ブレイトンサイクルは主に，①圧縮機，②燃焼器，③ガスタービン，④再生器で構成されている。ブレイトンサイクルに再生器を追設した構造である（図1参照）。

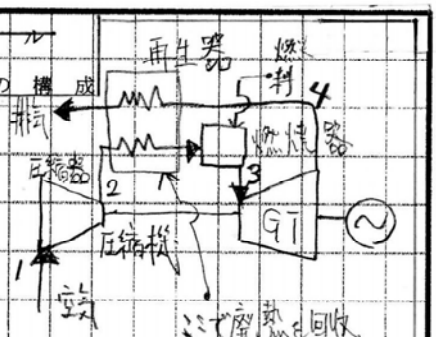


図1 再生の概略図

2．熱効率を改善できる理由

単純ブレトンサイクルでは排気してしまう熱を再生器で回収し、燃焼用空気を加熱することで効率を改善することができる。

図2に再生ブレイトンサイクルのT-S線図を示す。本図で2-2'部分が廃熱から回収できる熱を示している。

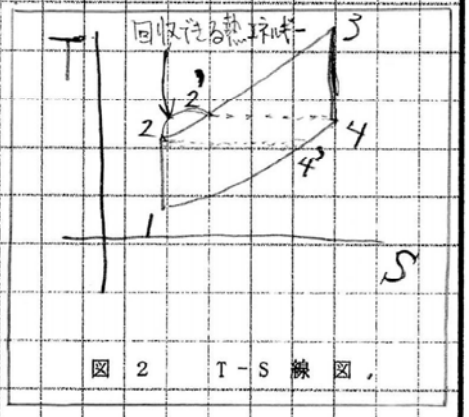


図2 T-S線図，

3．再生ブレイトンサイクルの熱効率式

再生ブレイトンサイクルの熱効率は以下の式にて示すことができる。

再生ブレイトンサイクルの熱効率式

$$\eta th = 1 - \left[\phi^{\{(\kappa-1)/\kappa\}} / \tau \right]$$

κ：比熱比 Cp/Cv　φ：圧力比，τ：最高温度比

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

Ⅱ－２－１　あなたがエネルギー責任者を務める工場では，都市ガスを燃料とするボイラで蒸気を製造し，外部から購入した電力とともに生産現場に供給している。自然災害を含む大規模災害に備え，被害や影響を最小限とするため，設備の安全性・保全性の強化を行う防災計画を作成することとなった。そこで，防災計画の作成責任者として以下の問いに答えよ。

（１）大規模地震のあと津波が襲来するという災害を想定し，工場の主要設備に生じる恐れのあるリスク（被災内容と影響）を列挙せよ。

（２）防災計画の作成に先立ち，工場設備に関して調査，検討すべき事柄を述べよ。

（３）あなたが提案する防災計画の内容（主要項目）と，計画を実行する上で留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２　再生可能エネルギーの利用拡大が注目を集める中，バイオマスや風力等，種々の再生可能エネルギー発電設備の導入が検討されている。あなたは風力発電事業の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について述べよ。

（２）風力発電の仕組みと設備の概要について述べよ。

（３）風力発電設備導入の際に考慮しなければならない社会条件について述べよ。

平成30年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-2-2

技術部門	機械
選択科目	動力エネルギー
専門とする事項	ボイラに関する事項

※

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

~~Ⅱ-2-2 風力発電事業検討の技術責任者~~

1．はじめに

わが国の風力発電導入量は2016年現在約330万kW，基数は2,200基である。電源構成比は約0.5%であり，エネルギーミックスの目標値1.7%を達成するためには，さらなる導入促進を実施していく必要がある。

ここでは、風力発電について，以下意見を述べる。

2．導入検討の際に調査すべき内容

調査すべき内容は以下のとおり。

①風況：風力発電に適した風を得ることができるかを確認する。最低でも6m/s程度が必要。季節変化などの変動についても調査が必要。

②土地条件：計画地へのアクセスは容易か。大型重機・機材の搬入はできるか。電気・水などのユーティリティは確保できるか。災害起き易くないか，断層が近くにないか。

③法規制：計画地に係る法規制を整理する。またその規制に対応できるか，どう対応していくかを検討。

④送電網：売電時に必要な送電網は近くにあるか。空き容量は残されている状況か。負担金が生じるかどうかも事前に確認しておく。

⑤周辺状況：周辺に民家はないか。自然環境はどれほど豊かな土地なのか等を確認し，その後の計画に生かしていく。

3．風力発電の仕組みと設備の概要

●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30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。）

風力発電には様ざまな方式があるが，ここでは大型機で採用の多いプロペラタイプについて述べる。

まず始めに風の力はブレードにて回転運動に変換される。この回転運動をナセル内のギアで増速し，発電機・インバータで電気に変換する仕組みである。近年は，ギアレス，インバータレスが可能な油圧ドライブトレイン方式（油圧ポンプ，同期発電機使用）を採用する事例も出てきている。

設備は①風力を回転運動に変えるブレード。②回転運動を電気に変えるギア・発電機③電気を特別高圧に昇圧しロスを減らして送電する変電設備が主な要素。

4．導入時に考慮が必要な社会条件

① 周辺住民との協調：法令を遵守しているからOKということではない。周辺住民との合意形成を早い段階から図り，事前説明なし，コミュニケーションが足りないことで反対運動が生じ，計画撤回にならないように対応する。

② 自然環境・生活環境の保全：事業により豊かな自然を破壊しないよう留意する。また，騒音や景観の問題等の生活環境を害しないように注意して計画を進める必要あり。

③ 系統の不安定化：変動再エネである風力発電を設置することにより，系統が不安定になる危険性がある。出力変動緩和対策等を講じることで系統の安定化に留意する。

以上

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

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　日本はこれまで多くの動力エネルギー設備を世界中に輸出してきたが，近年は中国をはじめとする国々が低コストを武器に動力エネルギー設備の輸出で脅威となっており，国際競争が激化している。このような状況に対処するためには，コストを下げることはもちろんのこと，技術的優位性を維持していくことが重要である。そこで，あなたが知る動力エネルギー設備を１つ選択し，国際競争力を維持するための施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（設備名，代表的仕様）を示し，現状の技術について競合国の技術との比較も含め説明せよ。

（２）あなたが選択した設備において，競合国の技術を凌駕し，技術的優位性を保つための技術を複数挙げ，それらの課題及び対応策を具体的に説明せよ。

（３）（２）で記した技術に関し，優位性を維持していくシナリオについて述べよ。

Ⅲ－２　将来の脱炭素社会を見据えたエネルギーシステムには大きな改革が求められており，現在政府では，あらゆる選択肢の可能性を追求する野心的な複線シナリオとした取組を進めている。資源の少ない日本にとっては，今後も技術力で世界をリードし，エネルギー選択の多様性を確保することが，この問題に関するリスクを最小化し，工業先進国として生き残る道であると考えられる。このことから，革新的なエネルギーシステムや要素技術が，今後一層求められているといえる。これらを踏まえて，以下の問いに答えよ。

（１）動力エネルギー技術分野（内燃機関，水車，ボイラ，発電機，蒸気タービン，ガスタービン，風力発電，太陽光発電，燃料電池，及びこれらの複合システム）の中で，あなたが今後重要と考えるシステムを１つ挙げ，2020年から10年ごとの到達目標を設定した2040年までのロードマップを示せ。また，各到達目標を達成するための技術課題を提示してその内容を述べよ。

（２）（１）のロードマップを実現する上で，あなたが重要と考える技術課題を１つ挙げ，それを解決する方策を提案せよ。

（３）あなたの技術的提案がもたらす効果を示すとともに，提案の実施において発生する可能性のあるリスクと課題について述べよ。

技術士　第二次試験　模擬答案用紙

受験番号		技術部門　機械　部門
問題番号	Ⅲ―2	選択科目　動力エネルギー　科目
	2　枚目　枚中	専門とする事項　ボイラ

（1）動力エネルギー技術分野の中から複合発電システムに着目し、2020年から10年毎の到達目標を設定し、2040年までのロードマップと技術課題を提示する。

① 2020年の到達目標

技術：石炭ガス化複合発電技術（IGCC）

課題として以下がある。

・石炭ガスを連続かつ安定して生成する技術

・GTCC設備の高温化に伴う発電効率の向上

・石炭ガスに対応可能なガスタービン燃焼器

・従来の超臨界ボイラ設備と同等の負荷変化率

② 2030年の到達目標

技術：石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）

課題として以下がある。

・燃料電池（SOFC）の信頼性の向上

・石炭ガスのカロリー変動の対応（SOFC）

・発電コストの低減

③ 2040年の到達目標

技術：IGFC＋CO2回収貯留（CCS）

課題として以下がある。

・二酸化炭素の回収コストの低減

現状、化学吸収法が採用されている。コスト低減には、物理吸収法、膜分離法の技術確立が必要である。

・CO2の輸送方法の確立

・貯留場所の確保と地域との共生

・貯留を実施場所の環境影響評価

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	動力エネルギー	科目
	3　枚目　枚中	専門とする事項	ボイラ	

（2）ロードマップを実現する上で石炭ガス化複合発電を選択し、「・石炭ガスを連続かつ安定して生成する技術」に着目して解決する方策を提案する。

解決案：2室2段噴流床ガス火炉の適用

石炭をガス化するには、溶融スラグを安定して排出する技術、溶融した灰が伝熱面への付着を防止する技術及び石炭ガスのカロリー確保が重要となる。2室2段噴流床ガス火炉を図1に示す。

ガス火炉下部では、石炭を50%、空気100%を投入する。燃焼反応を主体とし、ガス温度を石炭溶融温度以上まで上昇させる。溶融したスラグはガス火炉下部のホッパより連続的に排出される。ガス火炉上部では、石炭50%を投入し、空気不足によるガス化反応を促進させる。ガス化反応は吸熱反応であるため、ガス温度を低減でき伝熱面への灰の付着を防止する。噴流床は固定床や流動床と比較して反応速度が早いことも大きな利点である。ガス化剤として酸素も利用できる。酸素の利用により褐青炭の利用も可能となる。

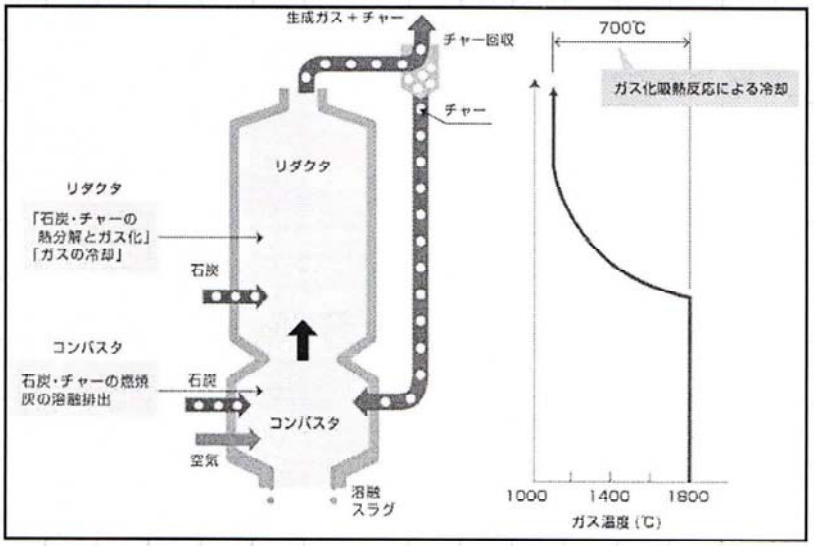


図1．2室2段噴流床ガス火炉

●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	動力エネルギー	科目
	4　枚目　　枚中	専門とする事項	ボイラ	

（３）技術的提案がもたらす効果と発生する可能性のあるリスクと課題

１）技術的提案がもたらす効果

石炭ガス化複合発電の利用が可能となる。その結果以下の効果が生まれる。

１）－①発電効率の向上

従来の超臨界火力ボイラのユニット効率は４２％であるが、ＩＧＣＣにより４８％まで向上する。

１）－②環境負荷の低減

Ｃ０２の排出量を約１０％以上低減できる。また発電効率の向上により、ＮＯＸ，ＳＯＸ，灰分の排出も低減する。

１）－③エネルギーセキュリテイの向上

利用の難しかった灰融点の低い石炭の利用が可能となる。石炭の選択が広がる。

２）可能性のあるリスクと課題

２）－①再エネの大量導入への対応

再エネの大量導入される。部分負荷効率・負荷変化率の向上が課題である。

２）－②設備故障リスクと運用の複雑化

ＩＧＣＣは従来の超臨界火力ボイラの約２倍の構成機器となる。設備数が増えるこおで故障リスクが増加、運用も複雑となる。石炭ガス生成時のＨ２Ｓも腐食の要因となる。

２）－③将来の炭素税導入のリスク

発電コストに上乗せされ経済性リスクとなる。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

問題文とＡ評価答案例

（選択科目）

～01-5 熱工学～

１－５ 熱工学【選択科目Ⅱ】

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

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

Ⅱ－１－１　熱機関における熱移動現象を把握する上で必要となる測定法について，実用化されている技術を２つ挙げ，その概要と特徴を述べた上で，測定法の将来動向を解説せよ。

Ⅱ－１－２　物質の相変化とその際に授受される熱について説明し，相変化を利用したシステムの具体例を１つ挙げて解説せよ。

Ⅱ－１－３　伝熱の基本原理を利用したシステムを１つ挙げて，そのメカニズムとシステムをコンパクト化する方法について解説せよ。

Ⅱ－１－４　冷凍機と熱機関に関し，その類似点と差異点を述べた上で，冷凍機に特徴的な技術を１つ挙げて解説せよ。

平成　　年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-2

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱交換機器

※

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

1．相変化を熱の授受

相変化を伴わない場合、高温物質または流体は低温物質または低温物質と接触していることで、温度差により熱伝導または熱伝達により熱を伝える。このとき高温物質は温度が低下し、一方低温物質は温度が上昇して熱平衡状態となる。つまり、温度変化を伴うものである。

相変化を伴う場合、熱を伝える媒体は蒸発または凝縮により熱を伝える。このとき熱媒体は蒸発潜熱または凝縮潜熱を利用して熱を伝えるため、温度変化しない。相変化を伴い熱を伝える潜熱を利用した伝熱方式は、温度変化を伴う顕熱と区別される。

2．相変化を利用したシステム

相変化を利用したシステムであるヒートポンプシステムの概要を図１に示す。凝縮器では、凝縮潜熱により空気に熱を伝える。一方蒸発器では、蒸発潜熱により空気から熱を奪う。したがってヒートポンプシステムは、相変化を伴う凝縮器および蒸発器によって熱需要に対して熱を供給するシステムである。

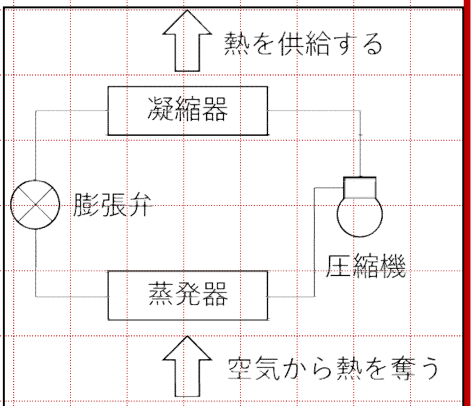


図1　ヒートポンプシステム

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

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

受講番号		技術部門	機械　部門
氏　名		選択科目	熱工学　科目
問題番号	Ⅱ－1－2	専門とする事項	熱システムの熱交換器に関する研究
枚　数	1枚目 ／ 1枚中		

○受講番号、氏名、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項 の欄は必ず記入すること。

物質の相変化とその際に授受される熱について

1. 物質の相変化とその際に授受される熱；私は水の凝縮と沸騰を相変化の例に挙げ説明する。図1は伝熱管表面の水滴の凝縮を示した図である。伝熱管表面を介し、凝縮潜熱が伝熱管内の冷水に移動する。図2はプール沸騰を示した図である。発熱体からの熱流束がある値に達すると伝熱管表面から気泡が発生する。

2. システムの具体例；私は暖房運転時のエアコンのヒートポンプサイクルを例として挙げる。図3に示すように、圧縮機で圧縮した冷媒は凝縮器で凝縮し、熱を放熱する。膨張弁を流通した冷媒は蒸発器に流入する。冷媒は減圧されているため、冬季の外気温でも蒸発させることができる。蒸発器で冷媒が気化（蒸発）し、外気から熱を奪う。この一連のサイクルの繰り返しにより、熱を移動する。以上

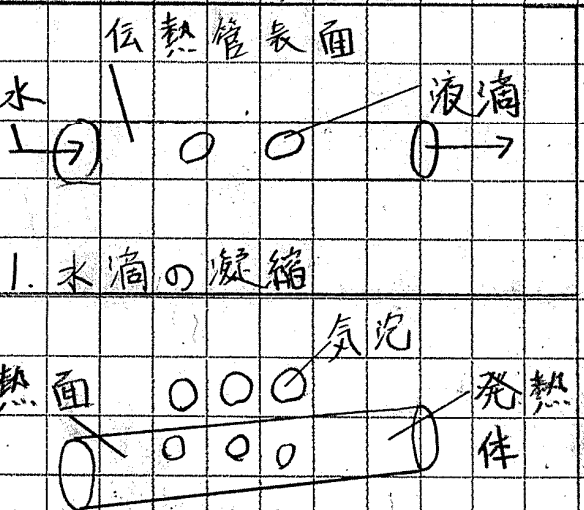


図1. 水滴の凝縮　　図2. プール沸騰

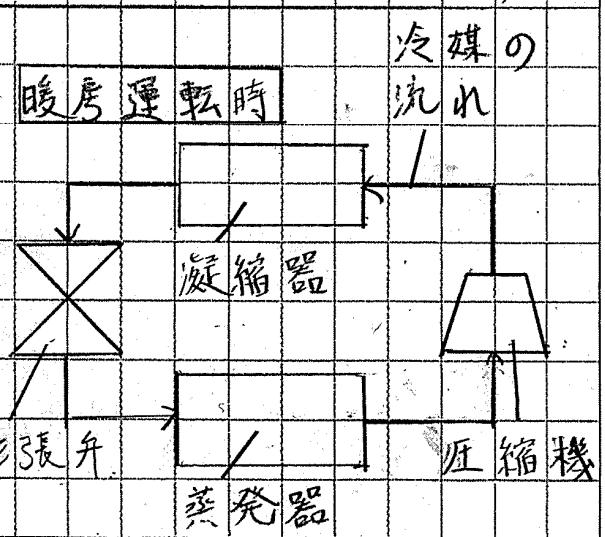


図3 ヒートポンプサイクル

24字×25字＝600字

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－1－3

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱工学

※

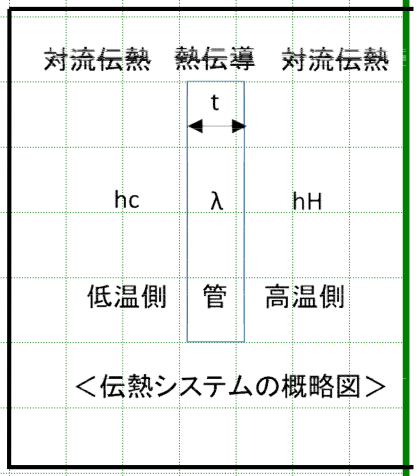
○受験番号，問題番号，技術部門，選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。
○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

伝熱の基本原理として、熱伝導、対流伝熱、放射伝熱が挙げられる。この内、主に熱伝導と対流伝熱を利用したシステムとして多管式熱交換器を説明する。多管式熱交換器はシェル（胴）の中に多数のチューブ（管）が挿入された構造であり、管の内部と外部の流体が管表面で熱交換するシステムである。また、以下の式により熱交熱量Qが算出される。

Q＝U×A×LMTD … ①

U＝1/((1/hH)+(t/λ)+(1/hc)) … ②

ここでQ＝熱交換量、A＝伝熱面積、LMTD＝対数平均温度差、U＝総括伝熱係数、hH＝高温側境膜伝熱係数、hc＝低温側境膜伝熱係数、t＝管肉厚、λ＝管の熱伝導率である。



＜伝熱システムの概略図＞

また、①式よりU値又はLMTDを向上させることで多管式熱交換器をコンパクト化することが可能である。

U値を向上させるためには②式より管肉厚tを薄くする、管の熱伝導率λが大きい材料を選定する、熱交換器内の流速を上げる等で境膜伝熱係数hを大きくすることが有効である。また、LMTDを向上させるためには高温側の流体温度を上げる又は低温側の流体温度を下げることで高温側と低温側の温度差を広げることが有効である。また、流体流れを並流から向流に変更することでLMTDを向上させることが可能である。

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

Ⅱ-1-3　伝熱の基本原理を利用したシステムを１つ挙げて、そのメカニズムとシステムをコンパクト化する方法について解説せよ。

１．システム例

伝熱の基本原理を利用したシステムとして水管ボイラーが挙げられる。

１－１．メカニズム

多管の配管内に水を流通し、管の外部から燃料を燃焼したガスを接触させることによって、強制対流伝熱によって熱がガスから水に伝わる。

これによって、水が水蒸気に状態変化し、生成した水蒸気と、熱交換の完了したガスが水管ボイラーから排出される。

１－２．コンパクト化の方法

多管内へ水を流通する前に図１で示すようなエコノマイザーを導入する方法が考えられる。

燃焼排ガスによって、水を予め熱交換によって予熱することで水温を上昇し、ボイラー内部での熱交換量を低減する。

これによって、システム全体での熱効率を大幅に向上することが可能となり、ボイラー内部での伝熱面積を削減できるため、コンパクト化を実現することができる。

平成　　年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-1-3

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱交換機器

※

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

1．ヒートポンプシステムの伝熱メカニズム

ヒートポンプの凝縮器を例に伝熱メカニズムを示すと、高温の冷媒は伝熱管に熱を伝える。伝熱管では管内外面温度差から熱伝導により熱を伝える。一方空気は、流体粒子の運動や熱伝導によって熱を伝える。この流体における熱の移動を熱伝導と区別して熱伝達と呼ぶ。

2．ヒートポンプシステムのコンパクト化技術

（1）微細管の採用

従来は直径　4～7ｍｍの伝熱管が主流であったが、水力相当直径　1ｍｍ以下の微細管の利用が効果的である。微細管を利用することは、単位体積当たりの伝熱面積を飛躍的に増大させることができる。

（2）扁平管の採用

扁平管の採用により、空気側の通風抵抗低減につながる。この結果、空気側下流域まで良好な伝熱特性を維持することが可能となる。

（1）、（2）の採用により、凝縮器および蒸発器はコンパクトになるため、結果的にヒートポンプシステムのコンパクト化につながる。

以上

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

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

受講番号		技術部門	機械　部門
氏　名		選択科目	熱工学　科目
問題番号	Ⅱ－1－3	専門とする事項	熱システムの熱交換器に関する研究
枚　数	1枚目 ／ 1枚中		

○受講番号、氏名、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項 の欄は必ず記入すること。

伝熱の基本原理を利用したシステムについて

1. 伝熱の基本原理を利用したシステム：私は「吸収式冷凍機」を具体例として挙げる。「吸収式冷凍機」は蒸発器で冷媒を気化し、冷熱を生成する。気化した冷媒（蒸気）を吸収液で吸収し、薄くなった吸収液を再生器に送り、元の濃さになった吸収液を吸収器に戻す。生成した蒸気を凝縮器で凝縮し、蒸発器に戻す。この一連のサイクルにより冷熱を連続的に取り出す。

2. コンパクト化する方法

①高性能熱交換器の採用：図1に示すように内面溝付きの熱交換器を採用し、熱伝達率を向上させ、蒸発器と凝縮器のコンパクト化を図る。

②二重効用化：図2に示すように、高温再生器の追加により成績係数（COP）の4割向上が可能であり、これによりシステムをコンパクト化する。以上

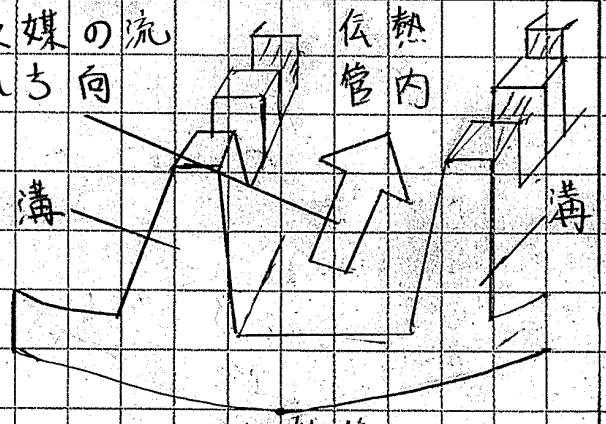


図1. 高性能伝熱管の例

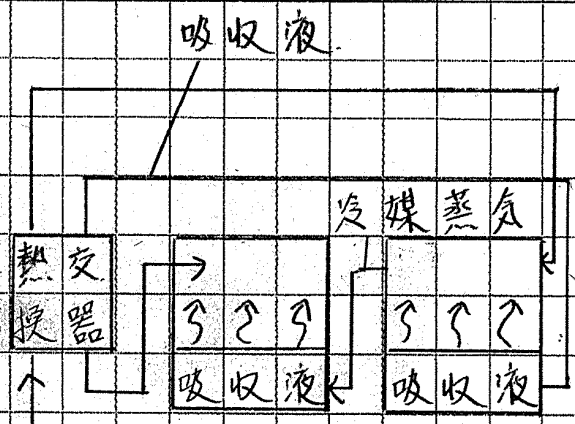


図2. 二重効用化の構成

24字×25字＝600字

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	熱工学
専門とする事項	熱工学

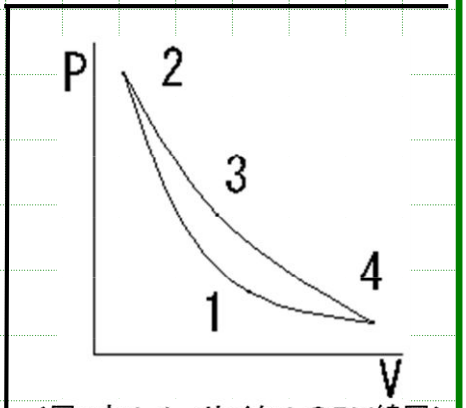
※

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

熱機関の理想システムはカルノーサイクルであり、高温の熱源から低温の熱源に熱移動する際にエネルギーを取り出すことが可能である。一方、冷凍機の理想システムは逆カルノーサイクルであり、外部からエネルギーを加えることで低温の熱源から高温の熱源に熱を移動させることが可能である。

ここでカルノーサイクルのPV線図を図1に示す。

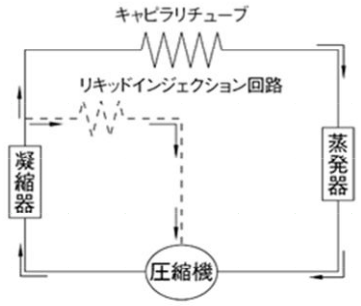
1→2：断熱圧縮
2→3：等温膨張
3→4：断熱膨張
4→1：等温圧縮



<図1.カルノーサイクルのPV線図>

逆カルノーサイクルはカルノーサイクルの逆サイクルであり、熱システムとしては冷凍機と熱機関は類似している。一方で、熱機関は高温熱源以上のエネルギーを取り出すことはできないが、冷凍機は外部からエネルギーを加えることで、加えたエネルギー以上の熱を得ることができる点が異なる。

また、冷凍機に特徴的な技術としてインジェクションシステム回路を挙げる。インジェクション回路は圧縮機に凝縮器で冷却された冷媒を圧縮機に戻すことで、圧縮機の冷却・保護を行うシステムである。



<図2.冷凍機のインジェクション回路>

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-1-4　冷凍機と熱機関に関し、その類似点と差異点を述べたうえで、冷凍機に特徴的な技術を１つ挙げて解説せよ。

１．冷凍機と熱機関の類似点と差異点

１－１．類似点

熱機関としては主にエアコンが挙げられる。

冷凍機、エアコン共に、カルノーサイクルを活用し、系外への放熱と受熱を行うことで、冷媒を状態変化させて潜熱を活用して目標とする温度を作り出す点が類似である。

１－２．差異点

冷凍機は逆カルノーサイクルを利用しており、圧縮方式の場合、圧縮、凝縮、低圧、蒸発の工程を経て、目標となる低温を作り出す。

エアコンでは、圧縮方式は同じであるが、サイクル循環を逆にすることで、高温と低温の両方を作り出すことができる点が差異点である。

２．冷凍機に特徴的な技術

特徴的な技術としては、吸収式冷凍機が挙げられる。

冷媒として、水、吸収液としては臭化リチウムを主に用いる。蒸発、吸収、再生、凝縮の工程が存在する。

蒸発：冷媒を蒸発する。

吸収：吸収液に冷媒を吸収する。

再生：吸収液に溶解した冷媒を加熱して再生する。

凝縮：冷媒を凝縮し、低温を作り出す。

凝縮時に低温が発生し、冷凍機として用いることができる。

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

Ⅱ－２－１　地球温暖化抑制策として，熱機関の効率向上や省エネルギーの取組に関心が高まっており，その中で，未利用熱エネルギーを活かすことも求められている。広域に低質な状態で分散している未利用熱エネルギーの利用には，蓄熱，熱マネジメント，熱回収技術などが重要である。これについて，以下の問いに答えよ。

（１）未利用熱エネルギーを１つ挙げ，その特徴を説明せよ。

（２）（１）で挙げた特徴を考慮した未利用熱エネルギー利用システムを１つ挙げ，構成機器とそれらの役割について説明せよ。

（３）（２）の未利用熱エネルギー利用システムを普及させるための技術的方策について述べよ。

Ⅱ－２－２　ヒートポンプは，熱媒体や半導体などを用いて低温部分から高温部分へ熱を移動させる技術である。ヒートポンプは，その特長から多くの産業分野で活用されている。ヒートポンプの特長を踏まえ，以下の問いに答えよ。

（１）高温側の熱を利用する場合において，ヒートポンプの特長を他の技術と比較して説明せよ。

（２）（１）の観点からヒートポンプが利用されているシステムを１つ挙げ，その普及状況を示すとともに，更なる普及のための技術的課題を２つ挙げて説明せよ。

（３）（２）で挙げた課題に関し，そのシステムの特徴を踏まえて，その技術的解決策を説明せよ。

平成　　年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－２－１

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱工学

※

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

（１）広域で低質な状態で分散している未利用エネルギーとして加熱炉の燃焼排ガスの持つエネルギーがある。主な特徴として以下の３つを挙げる。

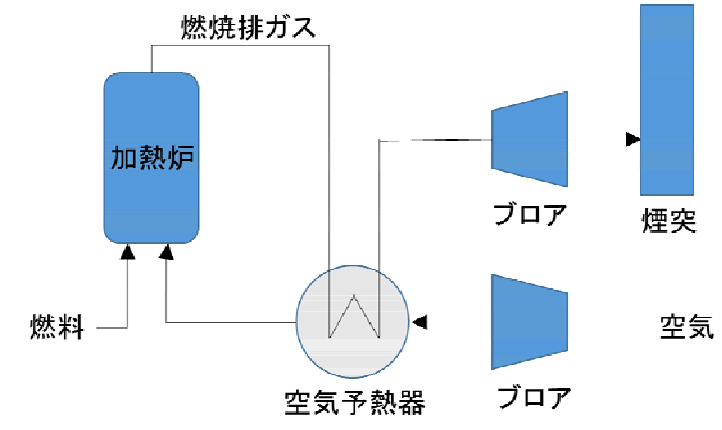
１つ目は温度域としては３００～４００℃と比較的高温な状態であることである。熱交換を行う場合、温度が高いほど利用価値が高い。

２つ目は組成が窒素を主成分とした気体であることである。液体と比較して気体はエネルギー密度が小さい為、熱エネルギーを利用する機器のサイズが大きくなる。

３つ目はガス中に燃焼状態や燃料由来の微量の窒素酸化物（ＮＯｘ）や硫黄酸化物（ＳＯｘ）等の大気汚染物質が含まれることである。この大気汚染物質は環境上問題になるだけでなく、水に溶解することで腐食性を持つことが問題となる。

（２）加熱炉の燃焼排ガスの持つ未利用エネルギー利用システムとして空気予熱器を挙げ、図１に空気予熱器周りの機器構成図を示す。

煙突の役割は煙突効果を利用して燃焼排ガスを大気に放出すると共に、大気汚染物質の着地濃度を下げることである。ブロアの役



＜図1．空気予熱器周りの機器構成図＞

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

平成　　年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

割は燃焼に必要な空気量を強制的に加熱炉に供給するガスの温
こと空気を熱交換すること加熱炉の燃焼排ガスの温
と空気を上げ、加熱炉の燃料を削減することである。
度を上げ、加熱炉の燃料を削減することである。
（3）空気予熱器を普及させる技術的な方策として、
以下の2つを挙げる。

1つ目は空気予熱器本体の伝熱効率を上げ、機器をコンパクトにすると共に、排ガス出口温度を低下させることで燃料を削減することができる。これにより加熱炉の総合効率を上げ加熱炉の燃料を削減することができる。

2つ目は空気予熱器本体及びその下流機器の酸露点腐食の防止であり、排ガス出口温度を低下させ過ぎると、排ガス中に含まれる水蒸気とSOxにより希硫酸が発生し腐食が発生する。この対策として、排ガス中の水分とSOx濃度から酸露点温度を予測し排ガス温度をコントロールする方法と、酸露点腐食を防止するための材料を選定する方法がある。前者は導入コストが小さいが省エネ効果が小さくなり、後者は導入コストが大きいが省エネ効果が大きくなる。

これらの対策については、加熱炉の規模や燃料の種類などにより最適な方法は異なる為、機器ごとに導入コスト・省エネ効果・腐食対策（保全性）等を検討し、最適なシステムを構築することが重要と考える。

以上

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

Ⅱ-2-1　地球温暖化抑制策として、熱機関の効率向上や省エネルギーの取組に関心が高まっており、その中で、未利用エネルギーを活かすことも求められている。広域に低質な状態で分散している未利用エネルギーの利用には、蓄熱、熱マネジメント、熱回収技術などが重要である。これについて、以下の問いに答えよ。（1）未利用エネルギーを１つ挙げ、その特徴を説明せよ。（2）（1）で挙げた特徴を考慮した未利用エネルギ利用システムを１つ挙げ、構成機器とそれらの役割について説明せよ。（3）（2）の未利用熱エネルギー利用システムを普及させるための技術的方策について述べよ。

１．未利用エネルギー

単位面積当たりの熱密度はそれほど大きくないが、地球全体としては、太陽による輻射エネルギーは莫大な量が降り注いでおり、太陽熱エネルギーが未利用熱エネルギーとして有効であると考える。

２．太陽熱発電システム

２－１．構成機器

構成機器としては、鏡、熱媒、復水器、タービンが挙げられる。

鏡：太陽熱を一か所に集光して、太陽熱を効率的に集熱する役割を有する。同一方向に集光するフレネル型と呼ばれる方式と、太陽光を追尾して、一定方向に集光するタワー型と呼ばれる方式が存在する。

熱媒：集光して集めた太陽熱によって、加熱し、熱エネルギーを他の発電部に伝達する役割を有する。

復水器：熱によって、気体に状態変化した熱媒を再度、凝縮して液体に変化させる役割を有する。

タービン：熱媒に水を用いる場合は、蒸気タービンを用いる。蒸気の有する熱エネルギーを運動エネルギーに変換することによって、発電を行う役割を有する。

３．太陽熱発電システムを普及させる技術的方策

太陽熱発電システムは、効率の高い発電システムであるものの、設置導入コストが非常に高いため、普及が進んでいないという課題を有する。

集光タイプとしては、一定方向に集光するフレネル型と、太陽光を追尾して集光を行うヘリオスタットと呼ばれるタワー型を組み合わせたハイブリッドシステムが有効である。

フレネル型はコストが低いものの、効率が低く、タワー型はコストが高いものの、効率が高い。

ハイブリッドシステムにおいて、大部分をフレネル型で構成し、残りをタワー型にすることで、導入コストを抑制しつつ高い効率を有する太陽熱発電システムを構成できるため、普及を加速できると考える。

平成　　年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ-2-1

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱交換機器

※

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

1．未利用エネルギーである下水熱の特徴

工場排水や生活排水である下水温度は、大気温度に比べて夏は低く、冬は高いという特徴を有する。下水処理水を利用した給湯や冷暖房利用の事例はあるものの、十分に利用が進んでいない。下水は人口集積部に多く存在するため、熱需要とのマッチングも良好であるという特徴がある。そこで、ここでは下水熱利用システム普及のための技術的方策について述べていく。

2．下水熱利用システムの構成と機器の役割

図１に下水熱利用システム図を示す。システムは①取水ポンプ、②熱交換器、③循環ポンプ、④ヒートポンプで構成される。それぞれの役割は以下のとおりである。

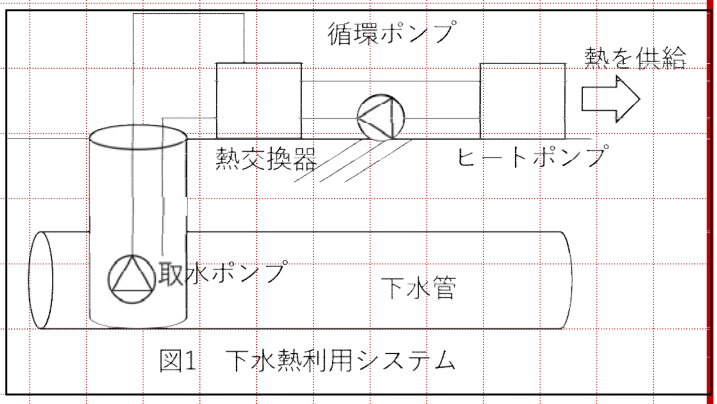


図1　下水熱利用システム

①取水ポンプ：下水をくみ上げて熱交換器に流入させる。

②熱交換器：ヒートポンプ熱源水と下水を熱交換させる。

③循環ポンプ：熱交換器で採熱した下水由来の熱をヒートポンプに供給する。

④ヒートポンプ：下水を熱源として熱を供給する。現在の技術動向としては、給湯利用では６０℃程度まで高効率運転が可能である。また、下水熱由来の熱をヒ

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

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

ートポンプ高温側に利用することで、冷房利用も可能である。

3．下水熱利用システム普及のための技術的方策

下水熱利用システムは1．で示したとおり、熱需要が豊富である人口集積部でのマッチングが良好である。しかし、熱供給可能な下水のほとんどは未処理下水である。未処理下水を利用する場合、夾雑物を多く含む上、熱交換効率を示す熱通過率低下につながるバイオフィルムを形成する。そこで、熱交換器には流下液膜式熱交換器の採用が有望である。当該熱交換器は伝熱プレート内にヒートポンプ熱源水を流し、伝熱プレート外面上部から下水を滴下することで熱交換を行う。この熱通過率は、1000～2000W/(m2K)と流体間の熱交換器としては低いものの、熱交換器外面を容易に清掃することが可能である。定期的な清掃を行うことで、熱交換器の熱通過率を維持することが可能となる。この結果、道路の下に存在する多量の未利用エネルギーである下水を有効に利用することが可能となる。以上。

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

受講番号		技術部門	機械 部門
氏　名		選択科目	熱工学 科目
問題番号	Ⅱ－2－1	専門とする事項	熱システムの熱交換器に関する研究
枚　数	1枚目 ／ 2枚中		

○受講番号、氏名、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項 の欄は必ず記入すること。

未利用エネルギーについて

(1) 未利用エネルギー：私は「太陽熱エネルギー」を挙げる。「太陽熱エネルギー」はCO2を排出しない未利用熱エネルギーであり、以下で特徴を説明する。

①給湯用途：集熱器で集めた太陽熱で循環媒体を加熱し、温水として給湯に使用する。また、必要に応じてボイラ等で適温に加熱して使用する。

②冷熱転換：集熱器で集めた太陽熱を吸収式冷凍機に投入することで、太陽熱を冷熱に転換する。また、夏季は太陽熱が得られやすく、冷熱の需要が多い。それゆえ、冷熱転換をすれば需要と供給の課題を解消し、有効に「太陽熱エネルギー」を利用できる。

③太陽熱発電：集熱器で集めた太陽熱を熱源として、ランキンサイクルやスターリングエンジンで発電することができる。燃料を使用しないため燃料費が不要で二酸化炭素も排出しない。また、太陽光発電より導入コストが安い特徴がある。

(2) 未利用熱エネルギー利用システム：私は太陽熱ランキンサイクルを例に挙げる。図1に示すように、集熱器で集熱した太陽熱により熱媒体を加熱する。このランキンサイクルの蒸発器に熱媒体をポンプにより、ランキンサイクル内を流通する熱媒体と熱交換し、蒸気を生成する。この蒸気をタービンに送り発電する。そして、このタービンを流通した蒸気を復水器で冷却する。この一連のサイクルの繰り返し

24字×25字＝600字

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

枚　数	2枚目 ／ 2枚中

により、連続的に発電をすることが可能となる。

(3) 普及させるための技術的方策

①エネルギーの地域での融通：多様なエネルギー需要が近接している街区・地区や隣接する工場・建築物間において、エネルギーを融通することにより、費用対効果を高める。

②蓄熱技術の開発：蓄熱技術は、蓄熱材に熱を蓄熱し、熱需要の大きな時間帯や場所で蓄熱材から熱を取り出して使用する技術である。この技術が高度化すれば、太陽エネルギーの時間的・空間的な需給の不一致が解消し、更なる普及が期待できる。

③運転データの収集：IoT技術の活用により、名種運転データを収集し、システムの構成する機器の効率をデータベース化し、その確認データの反映を実施する。

④継続的な導入施策：太陽熱エネルギー等の再生可能エネルギーは費用対効果が低いものが多いため、政府主導の効果的かつ継続的な導入施策が普及促進には不可欠である。

以上

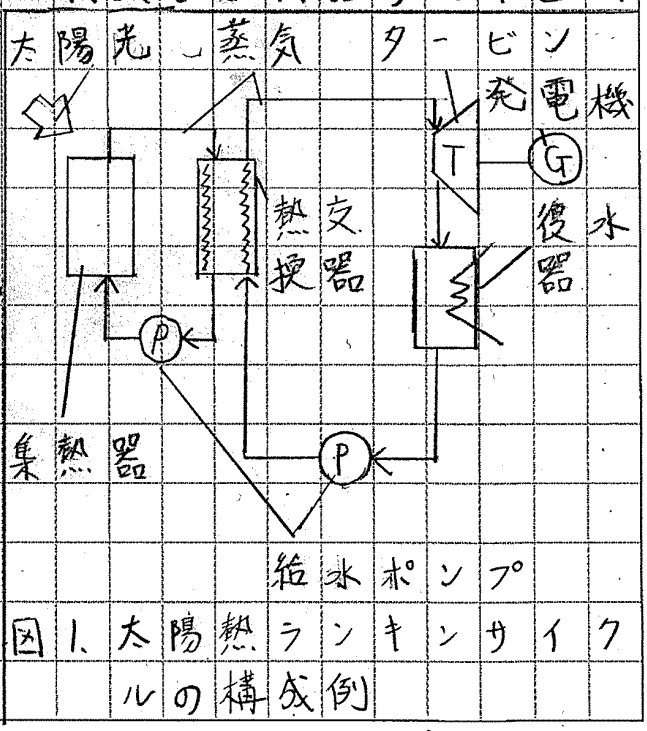


図1、太陽熱構成例

24字×25字＝600字

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　熱機関，熱エネルギーシステムはエネルギー設備として社会基盤を支え，その中で熱工学技術は重要な役割を担っている。人口減少と高齢化が進む日本では，これらに従事する技術者が不足し，技術の空洞化の加速が懸念されている。一方で，あらゆるモノが繋がるIoTや，機械学習といった新たな技術の開発も進んでいる。熱工学技術を伝承し，熱機関，熱エネルギーシステムを安定的に維持させるために，以下の問いに答えよ。

（１）熱機関又は熱エネルギーシステムを１つ選び，熱関連技術について３つ挙げた上で，その特徴を踏まえて技術伝承について解説せよ。

（２）（１）を踏まえ，社会情勢と技術進展状況を考慮して，技術者不足に対する解決策を３つ挙げて解説せよ。

（３）（１）（２）を踏まえて，あなたが考える将来の熱エネルギー設備の姿を考察せよ。

Ⅲ－２　伝熱技術は，空調や発電，データセンタ，コンピュータなど，多岐にわたり活用されており，その技術開発もオープンイノベーションの採用やグローバル化が図られている。製品開発に関わる技術者にとって，このように多様化した先端技術を迅速に製品へ活用することが，世界市場で競争力を維持するために重要な課題となっている。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）伝熱技術を用いた製品を１つ選び，その製品の競争力を決定する要因を３つ挙げ，伝熱技術の観点から説明せよ。

（２）あなたが挙げた要因の中から，最も重要であると考える要因を１つ選び，その要因に関連する将来技術を提案せよ。

（３）技術開発のグローバル化とオープンイノベーションを踏まえ，あなたが提案した将来技術を実現するための具体的な方法を示し，その効果とリスクについて技術的側面から論述せよ。

平成　　年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

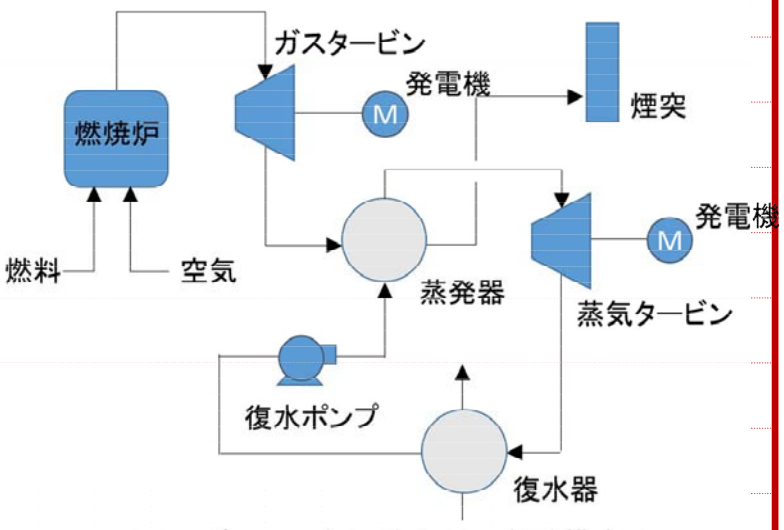
受験番号	
問題番号	Ⅲ－２

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱工学

※

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

（１）伝熱技術を用いた技術として、図１で示したガスコンバインドサイクル発電を挙げる。この技術はガスタービンで発電し蒸気タービンで発電を行うことで、即ち熱をカスケード利用することで高効率な発電が可能となっている。

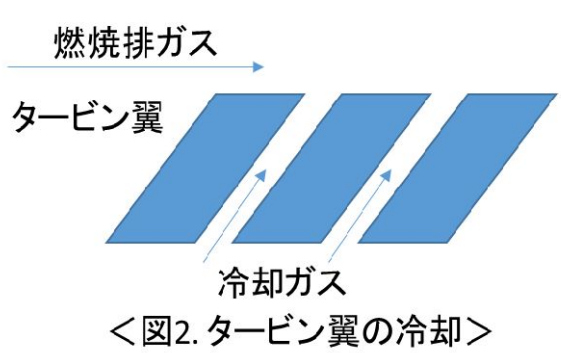


＜図1. ガスコンバインドサイクル概略構成図＞

この競争力を決定する要因としては、以下の３つが挙げられる。

１つ目は排熱ロスを低減させることである。図１で示す煙突からは燃焼排ガスが持つエネルギー、復水器からは蒸気が持つエネルギーを環境中に放出することになり、これらの排熱ロスが大きいほどコンバインドサイクルの発電効率は低下する。

２つ目はガスタービン入口温度を上昇させることである。ガスタービンは入口温度が高いほど理論効率が上昇するが、材料の制約から現状は１５００～１６００℃程度が上限となっている。



＜図2. タービン翼の冷却＞

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

平成　　年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

る。新規材料の開発や図2で示すタービン翼構造を変更する。これにより入口温度を上げることができれば、発電効率は向上する。

3つ目は断熱性能の向上である。上記で述べた排熱ロス以外にも機器や配管から環境中へ放熱することで、コンバインドサイクルの発電効率は低下する。保温を十分に行うことで断熱性能を上げ、発電効率の低下を防ぐことが必要である。

（2）（1）で挙げた競争力を決定する要因のうち、私は1つ目の排熱ロスの低減が最も重要であると考える。なぜなら、最もロスが大きく改善の余地があるからである。

要因と考えられる排熱ロスの改善方法として、具体的な改善方法とし

て、私は復水器の排熱を利用したバイナリー発電を提案する。図3に改善前後の蒸気サイクルのpH線図を示す。この図で示す通り、復水器で環境中にロスする排熱エネルギーをバイナリー発電の蒸発器のエネルギーとして回収することで、コンバインドサイクルの総合発電を向上させることができ

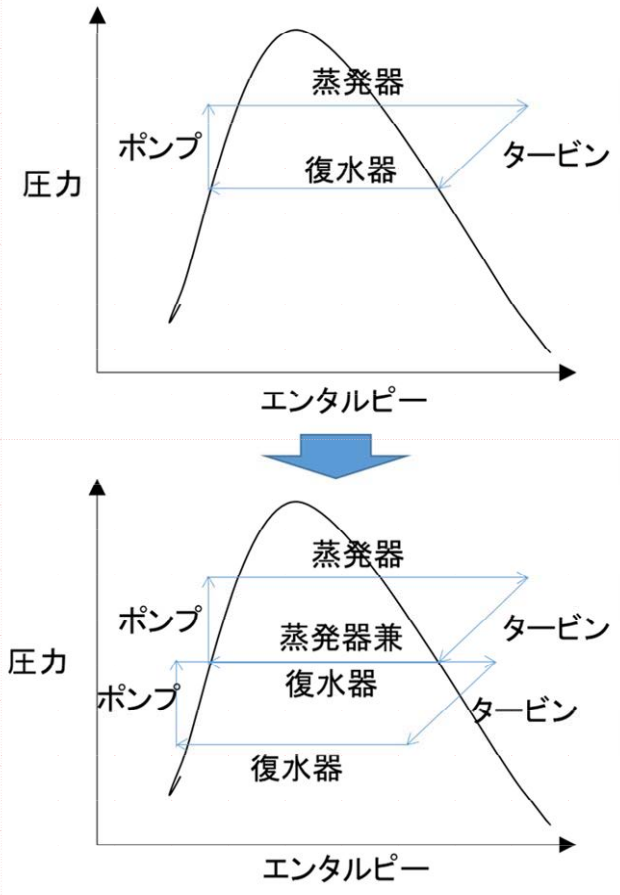


図3. 蒸気サイクルのpH線図

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

平成　　年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

○解答欄の記入は，1 マスにつき 1 文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

技プンポートヒーたしを利用の排熱を、復水器の温度域で蒸発する。同様に、復水器の排熱は低温（100℃以下）であり、安全に使用可能なシステムを導入することは複雑な高効率な運転を実現するために、今後更なる省エネが求められていく中で、持続可能な社会に向けて取り組んでいくことが重要であると考える。

（1）

1つ目は適切な温度域で蒸発する熱媒（冷媒）の開発である。復水器の排熱は低温（100℃以下）であり、安全に使用可能な媒体を開発する必要がある。

（2）

2つ目はこの技術を含めたコンバインドサイクルシステムの最適化である。新たなシステムを導入することは複雑なシステムの最適化が可能となるが、その分より運転は複雑な高効率な運転を実現するために、今後更なる省エネが求められていく中で、持続可能な社会に向けて取り組んでいくことが重要である。

（3）

ここで、新たな課題に対して技術面から課題を解決し、持続可能な社会に向けて取り組んでいくことが重要であると考える。

以上

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

Ⅲ-2　伝熱技術は、空調や発電、データセンタ、コンピュータなど、多岐にわたり活用されており、その技術開発もオープンイノベーションの採用やグローバル化が図られている。製品開発に関わる技術者にとって、このように多様化した先端技術を迅速に製品へ活用することが、世界市場で競争力を維持するために重要な課題となっている。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）伝熱技術を用いた製品を１つ選び、その製品の競争力を決定する要因を３つ挙げ、伝熱技術の観点から説明せよ。（2）あなたが挙げた要因の中から、最も重要であると考える要因を１つ選び、その要因に関連する将来技術を提案せよ。（3）技術開発のグローバル化とオープンイノベーションを踏まえ、あなたが提案した将来技術を実現するための具体的な方法を示し、その効果とリスクについて技術的側面から論述せよ。

１．ヒートポンプ給湯器

伝熱技術を用いた製品として、ヒートポンプ給湯器が挙げられる。競争力を決定する要因として以下の３点が挙げられる。

１－１．省エネ

冷媒と給湯部の熱交換において、伝熱管をラセン形状とすることによって、乱流促進とディンプル効果による流体剥離抑制を行うことができる。

これによって、伝熱量を向上することで、圧縮機の負荷を下げて、省エネを実現できる。

１－２．熱マネジメントによる高効率化

ビルやホテルなどの大規模施設では、空調設備も多く存在し、大量の排熱が発生する。

余剰排熱を熱融通し、ヒートポンプ給湯器の加温に使用することによって、ヒートポンプ給湯器の沸き上げ熱量の一部を空調排熱で実現することが可能となり、全体での熱効率を高められる。

１－３．蓄熱量の維持

大規模施設のように空調設備の排熱を活用できる場所では、ヒートポンプ給湯器を夜間に運転するため、給湯使用までの時間間隔が存在する。

このような場合、給湯使用時は、沸き上げ直後よりも給湯器の蓄熱量が低減してしまう。

他の空調排熱や、地下水熱を活用することで、給湯器の需要が発生する直前に、少ない熱量で給湯を実施し

、給湯使用時までの蓄熱量を維持できると考える。

２．熱マネジメントによる高効率化

ホテルなどの大規模施設に対して、太陽光発電と連動し、さらに人工知能で学習制御を行いながらヒートポンプ給湯器を制御するシステムが有効であると考える。

太陽光発電は昼間、発電を行うが、余剰電力が発生した場合、電力が無駄となる。この余剰電力をヒートポンプ給湯器へ供給することによって、ヒートポンプ給湯器の沸き上げ熱量の一部を余剰電力によって賄うことが可能となる。

ホテルでは、ヒートポンプ給湯器が各部屋に設置されており、使用する時間帯や使用熱量が各々違っているという特徴がある。

太陽光発電の余剰電力をヒートポンプ給湯器の沸き上げ熱量の一部として変換しておくことで、上記のような様々な給湯需要に対して、快適性と高い熱効率を両立することができると考える。

３．将来技術を実現するための具体的方法

ホテルへ導入した太陽光発電と連動し、さらに人工知能で学習制御を行いながらヒートポンプ給湯器を制御するシステムにおける実現方法を述べる。

人工知能がホテル毎の天気と毎日の各部屋のヒートポンプ給湯器の使用状況を学習し、さらに翌日の余剰電力量と給湯器の使用量を予測することで、係数を補

正しながら、日々の沸き上げに使える余剰電力の確実性を上げることができる。

３－１．効果

グローバルに存在するホテルにおいて、本技術を展開することによって、天候や顧客の給湯需要が異なっても、また、ヒートポンプ給湯器の制御に詳しくない人が運転を実施しても高い熱効率でもってヒートポンプ給湯器の運転を実現できる。

３－２．リスク

短時間で天候が変わる機会が増加しており、１日単位での学習計画では、太陽光発電システムによる余剰電力発生量が予測よりも大きく増減する可能性がある。

より短時間での天候変動情報を取り入れることで、余剰電力発生量の計画精度を上げていくことが重要である。

さらに、セキュリティに関するリスクとして、ハッキング攻撃されることにより、顧客情報の流出や不正にヒートポンプ給湯器を操作されるリスクがある。

対策として、脆弱性が無いようにウイルス対策機能を有効化することが必要である。

平成　　年度 技術士第二次試験答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ-2

技術部門	機械部門
選択科目	熱工学
専門とする事項	熱交換機器

※

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

１．はじめに

伝熱技術は従来、様々な機器に利用されることで生活の快適性を支えてきた。しかし、現在では世界的に省エネルギーや低環境負荷に向けた動きが加速しており、これらの技術開発に努めなければ世界市場での競争力を維持することができない。自動車分野においても同様であり、欧米においては将来的な動向について政策的な方向性が示されている。我が国の技術力を代表する自動車産業部門において、世界市場での競争力が低下することは許されない状況である。そこで私は、自動車産業分野のうちカーエアコンの競争力について述べていく。

２．カーエアコンの競争力を決定する要因

（１）低環境負荷である冷媒の探求

エアコン用冷媒の動向として、ＣＦＣおよびＨＣＦＣ系冷媒２０２０年までに全廃となることが決定している。さらに、モントリオール議定書キガリ改定においては、２０１１～２０１３のＣＯ２基準平均で２０３６年までに８５％削減する目標が示されている。したがって、新規冷媒の探求は世界市場での競争力を維持するための必須条件となっている。これまでは自然冷媒利用の動きもあったが、現在ではＨＦＯ系冷媒が有力である。カーエアコンにおいては、ＨＦＯ－１２３４ｙｆが実際に利用されている。ＨＦＯ－１２３４ｙｆはＧＷＰが１０未満と、良好な低環境負荷性能を示すものである。

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

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

（２）カーエアコンのシステム方式

カーエアコンの暖房利用の場合、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン共に、エンジン排熱を利用している。我が国の次世代自動車としては、電気とのハイブリッド車、水素自動車、電気自動車が有力である。欧米や中国においては電気自動車が有力である。しかし、電気自動車の場合、排熱はほとんど発生しないため、暖房には電気ヒータやヒートポンプの利用が一般的である。したがって、次世代自動車の動向に合わせたカーエアコンシステムの開発は競争力強化の重要な要因である。

（３）熱交換器の小型・高性能化

自動車の全重量のうちカーエアコンの重量は全体の１％にも満たない場合がほとんどである。しかし、走行時の抵抗を低減させるためのデザインなどに対して、カーエアコン用熱交換器のサイズは影響を与える。

3．熱交換器の小型・高性能化に向けた技術的提案

（１）微細管の採用

従来の伝熱管は４～７ｍｍであったが、水力相当直径１ｍｍ以下の微細管の採用を提案する。微細管を利用することは、単位体積当たりの伝熱面積を飛躍的に増大させることが可能となる。

（２）矩形流路断面有する伝熱管の採用

図１に矩形流路断面有する伝熱管の断面イメージ図を示す。ここでは、暖房利用であるため凝縮過程とす

○解答欄の記入は，１マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

ると、熱抵抗となる液膜は表面張力の作用により隅部に集まる。一方辺中央部では、薄液膜が形成され強制対流熱伝達による伝熱が促進される。薄液膜は高湿り度域まで維持される。

図1　伝熱管断面イメージ

4．提案による効果とリスク

本提案による熱交換器をカーエアコン用ヒートポンプへの採用を提案する。

（１）効　果

２．（１）では、低環境負荷の新規冷媒の探求が必要であると述べたが、本提案によりヒートポンプシステムが小型化すれば、冷媒充填量を削減することができる。しがたって、世界市場の動向に歩調を合わせた提案といえる。さらに、２．（２）で示したカーエアコンのシステム方式についても、電気自動車に対して利用可能な技術であるため、欧米や中国をはじめとした諸外国の市場をターゲットにできる。

（２）リ　ス　ク

自動車部品は各地で製造されたのち、集約されて組み立てられる。本提案のヒートポンプシステム用熱交換器も同様であるものの、構造上輸送時の破損リスクがある。そこで、治具をつくるなど輸送性能を改善することで、製造段階を踏まえた市場競争力強化につなげることができる。

以上

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

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

受講番号		技術部門	機械　部門
氏　名		選択科目	熱工学　科目
問題番号	Ⅲ－2	専門とする事項	熱システムの熱交換器に関する研究
枚　数	1枚目／3枚中		

○受講番号、氏名、問題番号、技術部門、選択科目、受験申込書に記入した専門とする事項 の欄は必ず記入すること。

製品の競争力を決定する要因について

(1) 伝熱技術を用いた製品；私は対象として、固体酸化物形燃料電池（以下、SOFCという）のコジェネシステムを挙げる。燃料電池はカルノーサイクルの制約がないため、熱機関より高い発電効率が期待できる。特にSOFCは動作温度が600～1000℃と高く、50%以上の発電効率が達成可能である。私は熱システムの設計者として、SOFCのコジェネシステムの製品競争力を決定する要因を以下に述べる。

①発電効率；図1に示すようにSOFCはセラミック膜、燃料極、空気極に高価な材料を使用する。そのため、既存の火力発電と比較するとコストが高くなる課題がある。そのため、排熱の有効利用や熱損失低減により、発電効率を高めることが製品競争力優位につながる。

②耐久性；SOFCは動作温度が600～1000℃であるためシステムの起動停止により大きな熱応力が発生する。そのため、伝熱の制御により、構成部材にかかる熱応力を低減することが製品競争力優位につながる。

③多種燃料ガスへの対応；都市ガス、LPガス、水素に加えて、最近では下水処理場で発生するメタンガスの

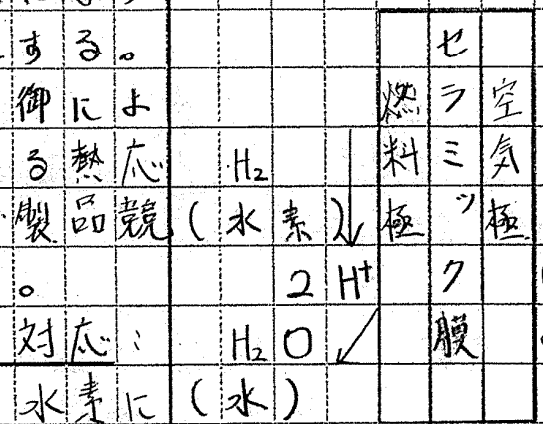


図1. SOFCの構成

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

枚　数	2枚目 ／ 3枚中

利用が期待されている。そのため、熱と化学反応を制御し、多種燃料ガスを改質できる熱システムの開発が製品競争力優位につながる。

④導入コスト：現在小型分散型でも約100万円/kWである。本格普及を果たすためには、30万円/kW以下のの低コスト化が製品競争力優位につながる。

⑤非常用電源としての機能：電源系統の事故や災害等による停電時に自立運転に切り替わり、重要負荷に給電できる機能の実現が製品競争力優位につながる。

(2) 私は「①発電効率」を選び、SOFCの熱システムの製品競争力を強化するための提案を示す。私は発電効率を向上させる手段として、SOFCとガスタービン・コンバインドサイクル（以下、GTCCという）を組み合わせたトリプルコンバインドサイクル（以下、TCCという）を提案する。図2にTCCのフローを示す。TCCはGTCCの上流側にSOFCを設置することにより、SOFC、ガスタービン、蒸気タービンの3段階で電気を取り出す熱システムである。SOFCを高圧下で発電し、電極のガス反応速度を上げることで発電圧を向上させるとともに、排ガスの圧力を高くすることで下流側のガスタ

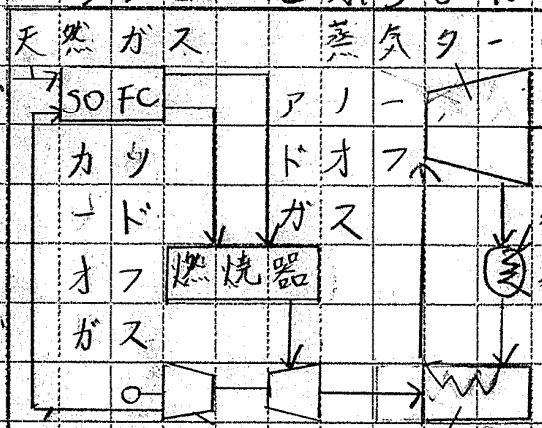


図2. TCCのフロー

24字×25字=600字

技術士第二次試験対策講座　答案用紙

枚　数	3枚目 ／ 3枚中

ビンの発電効率を上げる工夫がなされている。

(3) TCCの効果と想定されるリスク

①効果：TCCは、現在の天然ガス火力発電の発電効率を10～20%程度上回る革新的かつ有望な熱システムである。グローバル市場においても、発電効率の高い熱システムは省エネ、CO_2排出量削減の観点から強く望まれている。更にSOFCは高度な材料技術が必要であり、TCCの熱システムの開発は我が国の材料メーカーの製品競争力の強化につながる。

②想定されるリスク：TCCは、発電効率向上の観点から加圧運転が極めて重要であるが、加圧運転下でのSOFC、システム構成材料の寿命が十分に実証されていないリスクがある。このリスク解決のため、TCCで使用するSOFC、システム構成材料の劣化メカニズム解明と寿命予測技術を確立しなければならない。

(4) おわりに

TCCは、熱システムとして革新的な発電効率の実現が可能であり、将来の発電技術として今後ますます重要性が増すと考える。我が国は、材料及びシステムメーカーが技術を摺り合わせ、各種の研究開発をメリハリを利かせて実施する必要がある。これにより、我が国の独自技術による製品競争力を生み出し、グローバル市場で優位性を築く必要があると考える。

以上

24字×25字=600字

2018 年度　熱工学　試験骨子

Ⅲ-2

(1)

伝熱技術を用いた製品：半導体ウェハ熱処理装置

競争力の決定要因

１ウェハ内温度均一制御性

２温度制御性

３処理速度

現状：半導体の不純物活性化、不純物の拡散、材料の改質などのため
300~1000℃までの熱処理を行う必要あり。
ランプでウェハを 1 枚毎加熱する Rapid Thermal Anneal 装置と
呼ばれる装置においてはハロゲンランプ放射光の輻射伝熱でウェハを加熱する。

(2)

最も重要と考える要因：ウェハ内温度制御性

課題：ウェハ内の温度が均一に加熱できない

問題点：ウェハ表面に形成された微細なパターンや、
金属、シリコン酸化物、シリコン窒化物などの
光学的性質によって、ウェハ内に形成している
チップを均一に加熱できない問題あり。

将来技術(解決の方向性)：
輻射加熱の光源にレーザを追加で用いて
温度の低い部位をレーザにより局所的に加熱する

(3)

具体策：
wafer 表面の温度分布をシミュレーションにより演算。
演算結果に基づいた加熱部位にレーザを当て、局所加熱し、
温度の不均一性を解消する。
効果：ウェハ温度の均一性が従来よりも高まる
リスク：シミュレーションのための完全な表面モデルを
作成するのが、現時点では困難で、時間がかかる

問題文とＡ評価答案例

（選択科目）

～01-6 流体工学～

１－６ 流体工学【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　境界層のはく離は，流体関連振動や流体騒音の増大をもたらし，流体機器の性能を著しく低下させることがあることから，はく離の機構解明と制御は流体工学の重要な課題の１つである。境界層のはく離の発生について，主流方向の圧力勾配との関係に着目して説明せよ。また，はく離制御の手法として受動制御と能動制御に分類されるものをそれぞれ２つずつ挙げて簡潔に説明せよ。

Ⅱ－１－２　流速を計測する技術として，熱線流速計（hot-wire velocimeter），レーザ流速計（laser Doppler velocimeter），粒子画像流速計測法（particle image velocimetry）が使われている。これらの中から１つ選び，測定原理と特徴，使用上の注意を説明せよ。

Ⅱ－１－３　数値流体解析における対流項の離散化手法として，次の２種類の手法の差分式を示し，それぞれの特徴及び使用に関する注意事項を述べよ。

１）一次精度風上差分法　２）二次精度中心差分法

Ⅱ－１－４　遠心ポンプの羽根車の設計において，理論揚程（理論ヘッド）H_{th}の求め方について説明せよ。また，この理論揚程H_{th}が羽根数無限の場合の理論揚程（オイラーヘッド）$H_{th\infty}$よりも低下する理由について説明せよ。なお，説明には図や式を用いても良い。

平成３０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－１－１

技術部門	機械部門
選択科目	流体工学
専門とする事項	流体力学

※

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

①境界層のはく離の発生のメカニズム

物体から離れた箇所に流速があると，境界では流速が零であることから，境界付近では速度勾配が発生しこれを境界層と呼ぶ。速度勾配があるとそこには剪断応力が生じる。下流に向かって十分大きい負の圧力勾配がある場合はその剪断応力に打ち勝って流れが主流方向に駆動されるが，相対的に圧力勾配が大きくなると逆流が発生しこれが流れのはく離を引き起こす。

②はく離制御の手法

（１）受動制御の例

・ボルテックス・ジェネレータ；物体表面上に板状のベーン等を設け縦渦を作り出し境界層外の運動量の大きい流れを境界層内に取り込み剥離を抑制する。

・バンプ；物体表面上に膨らみを設け局所的な加速を発生させることで剥離を抑制する。

（２）能動制御の例

・境界層吸い込み；剥離の原因となっている境界層そのものを吸い込むことで剥離を抑制する。

・プラズマアクチュエータ；放電により境界層内に外力を与えることで剥離を抑制する，

●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

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

Ⅱ－２－１　新設した機械の試運転において，流体が励振源である大きな振動が発生した。この流体関連振動問題に対処する技術責任者として下記の内容について記述せよ。

（１）一般的に知られている流体関連振動現象を３つ挙げ，それぞれの励振機構を説明せよ。

（２）機械を具体的に想定し，発生した流体関連振動現象を特定するための調査手順を説明せよ。その調査により（１）で挙げた中から実際に発生した流体関連振動現象を１つに特定し，その特定理由を述べよ。

（３）（２）で特定した振動現象に対する振動低減策を述べよ。

Ⅱ－２－２　あなたが担当する流体機械・設備で，これまでのものと同等の性能を維持しつつ小型化を図ることを主目的とするプロジェクトの技術リーダーとなった。対象とする流体機械・設備を１つ選定し，このプロジェクトを進めるに当たり，以下の問いに答えよ。

（１）対象とした流体機械・設備について説明せよ。

（２）このプロジェクトの主目的達成のための手段と技術課題を挙げ，それを解決する方法とプロセスを述べよ。

（３）（２）で述べた解決する方法とプロセスの遂行に際し，留意すべきリスクや副次的課題を２つ挙げ，それらの対策を説明せよ。

平成３０年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－１－２

技術部門	機械部門
選択科目	流体工学
専門とする事項	流体力学

※

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

粒子画像流速計測法（particle image velocimetry；以下ＰＩＶ）について以下に述べる。

① 測定原理

流体中上にトレーサ粒子を流しレーザライトシートである短い時間間隔⊿tで２枚の画像を取得する。画像は格子状の小領域に区分けし各小領域２時刻の相関により平均的な粒子の移動量⊿$\vec{x}$が算出されるので，速度が$\vec{v}$＝⊿$\vec{x}$／⊿tで導出できる。

② 特徴

測定原理から分かる通り空間中の速度がベクトル分布として把握できる。基本原理では面内の２次元ベクトル分布しか把握できないが，近年はステレオＰＩＶや医療用ＣＴ画像構築と同様の原理によるトモグラフィックＰＩＶといった３次元計測が実用化されている。

③ 使用上の注意

レーザーライトシートの光の届く範囲でしか測定できないため，入りくんだ空間の中の速度分布を計測することは困難である。また熱線流速計などと比べて計測制度は低いため，精密な流れ場把握というよりもおおまかな流れ場把握に適している。

●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

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　流体機械や設備は，長期にわたり稼働しているものが多い。ある流体機械・設備を想定し，レトロフィットを提案・実施する立場となったとして，以下の問いに答えよ。ここでレトロフィットとは，旧型のものを改良することによって存続させることである。

（１）想定した流体機械・設備と提案するレトロフィットを具体的に説明し，そのレトロフィットがもたらす顧客メリットを述べよ。

（２）（１）で提案したレトロフィットを実現する上での技術課題と，それを解決するための実現可能な実施策を具体的に述べよ。

（３）（２）の実施策に潜むリスクとその対策について述べよ。

Ⅲ－２　モデルベース開発（MBD：Model Based Development）と呼ばれる手法により効率的に製品の開発が行われようになってきている。あなたは自社製品の開発を行う上でMBD導入のメリットがあることから，導入したいと考えている。そこで，社内で相談したところ，以下の３つの説明を求められた。

（１）MBDの対象とする製品を１つ選び，その製品の開発工程におけるMBDの位置付け，及びMBD導入のメリットについて述べよ。

（２）MBD導入における技術的課題と対策を述べよ。

（３）導入したMBDを継続的に運用する上での留意点を述べよ。

平成３０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	流体工学
専門とする事項	流体力学

※

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

（１）流体関連振動現象

①円柱や角柱に生じる振動；円柱や角柱ではレイノルズ数が10^2程度のオーダの時，側面での剥離により後流にカルマン渦列が発生しそれに伴う振動が生じることがある。この振動のストローハル数は0.2付近の値をとることが特徴である。

②キャビティに生じる音響振動；矩形キャビティの流れ方向の長さLと深さDが概ねL／D＜10となる場合に生じる。キャビティの前縁で発生した剪断流れがキャビティの後縁に衝突することで圧力変動が発生するが，この変動が音速で上流に伝わりキャビティ前縁の剪断層開始点に擾乱を与えることでフィードバックループとなり，その往復の時間を基本周期とした基本周波数と整数倍周波数のトーン状の周波数特性となることが特徴である。

③気柱共鳴；流体中に細長い管状の領域があると，その長さと音速に応じた周波数で共鳴が発生する。

（２）想定する機械と流体関連振動調査手順

航空機の脚収納部付近で発生する流体関連振動を想定する。

まずは発生している振動周波数を加速度計や圧力計などにより計測し特定する。

次に以下を算出する。

・上記①の観点で，特徴的な構造部材の直径と流速

●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３０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。）

から ストロー ハル数 0.2 に相当する周波数を算出。
・上記②の観点で脚収納部にあたるキャビティの代表的な長さや深さがL／D＜10にあたるかどうかを確認すると共に主流速度及びLに基づきキャビティトーンの周波数を算出。
・上記③の観点で管状構造物の存在有無を確認し，存在する場合にはその深さと音速から算出される共鳴周波数を算出。
実際に生じている周波数が上記のどれに近いかを判定し，近いものがある場合は振動原因の可能性が高いと考える。
上記手順を実施した結果，②における基本周波数とその整数倍の周波数で振動ピークを有することによりキャビティに生じる音響振動であることが特定できたと想定する。

（３）振動低減策

キャビティ音響振動の原因はキャビティ前縁から生じた剪断層がキャビティ後縁に衝突することであるから，これを避けるためにキャビティ前縁付近に剪断層をキャビティから遠ざけるような跳ね上げ機構を付加することが考えられる。また，剪断層が衝突するキャビティ後縁においてその衝突角度を緩和するよう角を落とした形状にすることも考えられる。更に，両者を組み合わせて両方の効果を得ることも可能である。

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

問題文とＡ評価答案例

（選択科目）

～01-7 加工ＦＡ及び産業機械～

１－７ 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械【選択科目Ⅱ】

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

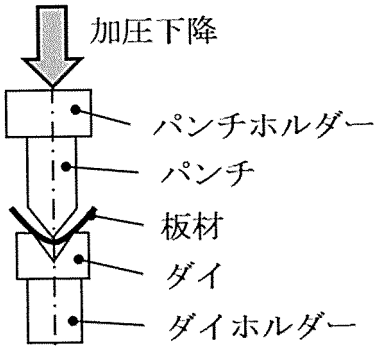
Ⅱ－１　次の４設問（Ⅱ－１－１～Ⅱ－１－４）のうち２設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて**解答設問番号**を明記し，それぞれ１枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－１－１　板材成形加工のうち下図に示すようなＶ曲げ加工は，１つの金型でいろいろな曲げ角度を得ることができる汎用性の高い加工方法である。しかしその加工には材料の塑性変形と弾性変形が混在しているため，加工条件に応じたそれぞれの変形特性を理解していることが重要である。Ｖ曲げ加工について以下の問いに答えよ。

（１）この加工においては，ダイＶ溝の両肩部で材料を受け，Ｖ形状を持つパンチをＶ溝の中に押し下げて加工を行う。このときに，はさみ込み中（加工中）の板材の角度を決定する要因を４つ挙げよ。

（２）荷重除荷後には弾性回復であるスプリングバックが発生する。その現象を支配する材料側の要因を３つ挙げよ。

（３）Ｖ曲げ加工において目的の製品角度を精度良く安定して得るための技術的手段を２つ挙げて，説明せよ。



Ｖ曲げ加工模式図

Ⅱ－１－２　工作機械の熱変形は，加工精度に大きな影響を及ぼすことが知られている。この熱変形の要因となる熱源には，外部熱源と内部熱源がある。これらに関して，以下の問いに答えよ。

（１）熱変形の要因となる内部熱源を４つ挙げよ。

（２）これら熱源による熱変形の影響を小さくするための基本的な考え方を４つ挙げよ。

（３）上記（２）で挙げた基本な考え方のうち，２つの考え方について，それらを実現するための具体的な方法を，（１）の熱源を事例として説明せよ。

Ⅱ－１－３　生産設備の使用効率の度合を表す指標の１つに設備総合効率がある。これについて以下の問いに答えよ。

（１）設備総合効率について説明し，そうした総合的な指標を導入することの意義を述べよ。

（２）設備総合効率を阻害する代表的な要因（ロス）を４つ挙げ，説明せよ。

（３）上記（２）で挙げた要因（ロス）のうちの２つに関して，それらを改善するための方法をそれぞれ具体例とともに述べよ。

Ⅱ－１－４　原価低減を考えるに当たっては，総原価が生産量の多寡によって左右されることを踏まえて進めていかなければならない。生産性や原価低減の効果を計る分析手法として損益分岐点分析がある。損益分岐点分析について，以下の問いに答えよ。

（１）損益分岐点を決める３つの項目を挙げ，損益分岐点との関係を示せ。

（２）損益分岐点を小さくするための課題を，（１）の項目それぞれについて１つずつ挙げ，説明せよ。

（３）上記（２）で挙げた課題のうち２つを挙げ，それを解決するための方策を説明せよ。

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－１－1

技術部門	機械　　部門
選択科目	加工・ＦＡ及び産業機械
専門とする事項	食品機械の設計

※

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

１　板材の角度を決定する要因

１．１　ダイ谷部の角度

１．２　パンチ先端の角度

１．３　板材の材質

１．４　パンチの下降量

２　スプリングバック発生の材料側の要因

２．１　ヤング率：曲げ部外縁は弾性変形となり、ヤング率が大きいとスプリングバックが増加する。

２．２　降伏応力：降伏応力が小さいと塑性変形しやすくなり、スプリングバック量が小さくなる。

２．３　加工硬化：曲げ部山側では引張応力、谷側では圧縮応力が発生するが、加工硬化の影響で残留応力が大きくなり、スプリングバック量が増加する。

３　精度向上のための提案

３．１　熱間加工

熱間加工することにより、加工硬化と残留応力の発生を抑制し、スプリングバック量を低減できる。

３．２　バウシンガー効果の利用

バウシンガー効果とは、Ｖ曲げした後、逆方向にＶ曲げすると降伏応力が低下する現象のことである。これにより、より低いパンチ圧力での曲げ加工が可能となり、曲げ角度の精度を向上することができる。

以上

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

技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－１－2

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	食品機械の設計

※

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

１　熱変形の要因となる内部熱源

１．１　駆動系の発熱

１．２　加工部の材料塑性変形による発熱

１．３　工具すくい面と切屑の摩擦熱

１．４　工具逃げ面と材料仕上げ面との摩擦熱

２　熱変形の影響を小さくする基本的な考え方

２．１　発生熱の抑制：加工部の摩擦を小さくする

２．２　断熱：熱源からの熱伝達を小さくする

２．３　冷却：発生した熱を取り除く

２．４　影響の最小化：機械内の熱応力発生方向が１方向の伸びとなるようにする

３　熱変形の影響を小さくする方法

１．１項の原因を２．２項の方法で、１．３項の原因を２．１項の方法で解決する提案を行う。

３．１　断熱材の使用

モータやオイルコンプレッサなどの補機類からの熱伝達を防ぐため、断熱材を使用するのが有効である。

３．２　加工条件の変更

研削を行う場合はクリープフィード研削を行うなど、加工熱の発生が少ない研削方法に変更することで、機械の熱変形の発生を抑制することができる。

以上

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

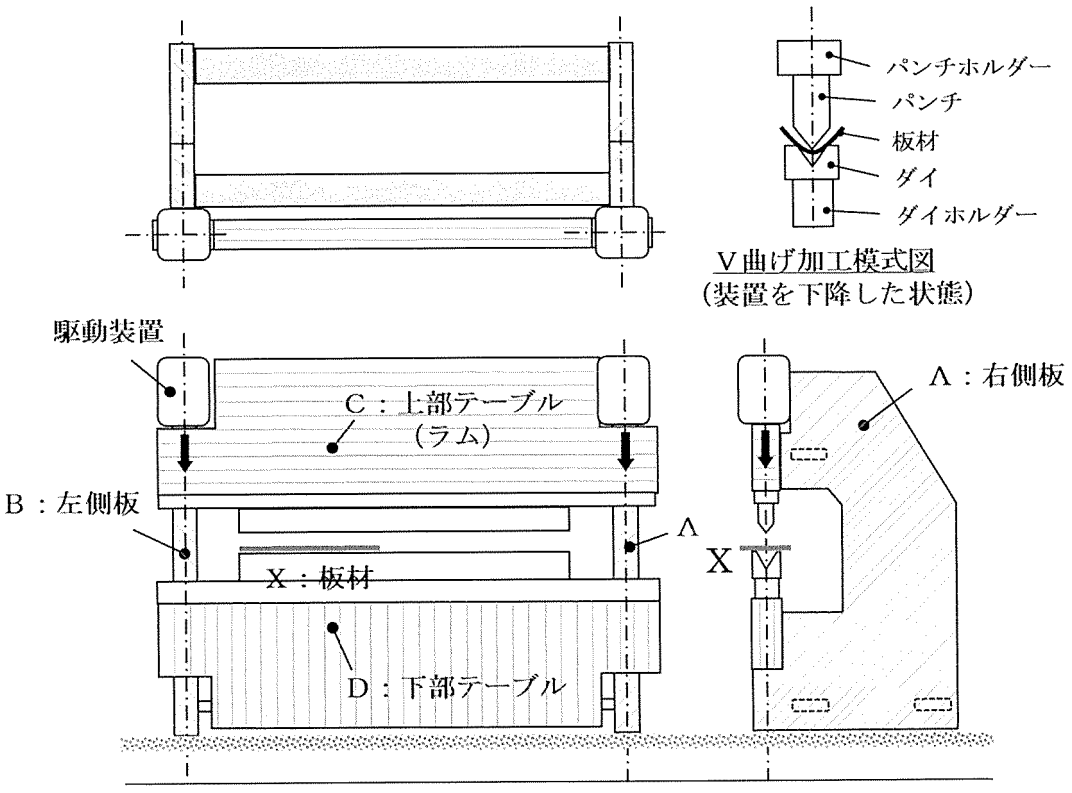
Ⅱ－２　次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（**解答設問番号**を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１　金属板材の短尺物から長尺物までの曲げ加工に対応した機械の１つに，プレスブレーキがある。機械フレームの基本構成は，下図のようになっている。この機械について以下の問いに答えよ。

（１）材料Ｘを下図の位置にセットし，Ｖ曲げ加工模式図に示すように曲げ加工を行う。左右の駆動装置を同じストローク量だけ下降させたとき，機械フレームＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄそれぞれの変形挙動について述べよ。

（２）上記（１）の機械フレームの変形挙動が板材Ｘの曲げ加工精度にどのような影響を与えるか，変形挙動と関連づけて３つ述べよ。

（３）上記（２）の３つの影響のうち２つを挙げ，それぞれを解決するための技術的手段について述べよ。



Ⅱ－２－２　生産設備やその構成要素の保全について，以下の問いに答えよ。

（１）基本的な保全方式として，事後保全，時間基準保全（定期保全），状態基準保全（予知保全）の３つが挙げられる。これらについて説明し，適切な保全方式を選定するための考え方を述べよ。

（２）状態基準保全（予知保全）を導入するに当たって検討しなければならない技術課題を３つ挙げ，説明せよ。

（３）上記（２）で挙げたそれぞれの技術課題について，それを解決するための具体的な方法を述べよ。

技術士第二次試験　模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅱ－２－ 2

技術部門	機械　　部門
選択科目	加工・ＦＡ及び産業機械
専門とする事項	食品機械の設計

※

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

１　保全方式の説明と選択するための考え方

私の専門である飲料製造ラインを例に説明する。

１．１　事後保全

不具合や故障が発生した後で修理を行う保全作業である。修理時間（ＭＴＴＲ）が短く、部品が入手しやすい場合に行われる。配管が漏れた際のパッキン交換など、消耗品の保全が該当する。

１．２　時間基準保全（定期保全）

機械の動作時間や動作回数をもとに、設定した期間になると行う保全作業である。保全作業時間が長く、部品調達に時間がかかる場合に計画的に行われる。機械のオーバーホールが代表事例である。

１．３　状態基準保全（予知保全）

機械、部品の状態量を監視し、ある閾値を超えた場合に行う保全作業である。摩耗量によるカムフォロワ交換の判断や、流調弁のスパン調整、センサの校正が該当する。

２　状態基準保全導入時に検討する技術的課題

２．１　状態の定量的な測定

予知保全のためには、状態量を正確に測定することが必要であるが、摩耗量など直接測定できない状態量があると、予知が困難となる。

２．２　予知精度

予知精度が不正確な場合、機械の故障や過度の部品交換による不必要な環境負荷物質の排出が生じる。

●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

○解答欄の記入は，1マスにつき１文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

２．３ 非定常状態の評価

水撃やヒートショックが発生すると、部品に大きなダメージを与える。このような非定常状態が与える影響をどのように評価するかが課題となる。

３ 課題解決方法の提案

３．１ センサによる状態量の測定

直接計測が不可能な場合は、関係する状態量から間接的に推定できるようにする。また、機械を停止、分解しなくても測定できるオンライン計測を可能とすることも重要である。

３．２ 保全データベースの運用

予知保全実施時の点検結果や部品消耗状況をデータベース化し、運用しながらデータを修正することで、保全サイクルの適正化が可能となる。

３．３ 時間基準保全との組合せ運用

非定常状態の発生を検知し、発生回数が閾値以上になると部品交換や校正作業を行うようにすることで、偶発故障の発生による機械停止を未然に防止することができる。

４ おわりに

私は飲料工場のラインビルダーとして、保全の適正化による生産性の向上と、廃棄物の排出抑制に尽力していく。

以上

平成30年度技術士第二次試験問題〔機械部門〕

１－７ 加工・ファクトリーオートメーション及び産業機械【選択科目Ⅲ】

Ⅲ　次の２問題（Ⅲ－１，Ⅲ－２）のうち１問題を選び解答せよ。（**解答問題番号**を明記し，答案用紙３枚以内にまとめよ。）

Ⅲ－１　最近，ビジネス分野などで，「見える化」がキーワードになってきている。例えば，組織の見える化，顧客の趣向や満足度の見える化など，その利活用が進められている。一方，工学分野では，物理現象を解明するために，通常，センサや測定装置による各種測定が行われているが，この測定プロセスも，見える化の１つである。つまり，「見える化」は，「見えていなかったものを見えるようにする」ことを意味していると言える。

ものづくり現場においては，設備が故障して停止状態にあることを表示して，関係者に知らせるというような単純な「見える化」に始まり，現在では，より高度な「見える化」に発展させ，生産現場の更なる合理化を実現しようとする多くの取組が始まっている。しかしながら，現実的には，見える化がうまく機能していないことも多いことが指摘されている。これらに関連して，以下の問いに答えよ。

（１）特に，ものづくり現場において，見える化がこれまで以上に期待され，注目されるようになってきた背景を２つ挙げて，その内容について説明せよ。

（２）ものづくり現場の「見える化」がうまく機能しない主な要因を３つ挙げて，その内容について説明せよ。

（３）上記（２）で挙げた要因のうち，２つについて，それらを解決するための方策について述べよ。

Ⅲ－２　実空間とサイバー空間を結合するとともにリアルタイムに協調させるサイバーフィジカルシステムズ（CPS）が広い分野に適用され，高度に知能化・自律化されたスマートシティ，スマートグリッド，スマートファクトリーなどが実現されつつある。この流れは生産管理及び生産統制の分野にも及んでいる。生産管理及び生産統制の分野におけるCPSの活用に関して，以下の問いに答えよ。

（１）生産管理及び生産統制においてCPSを活用することで，どのような効果を期待することができるか。その主なものを３つ挙げ，それぞれの内容を説明せよ。

（２）上記（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。課題を２つ挙げて，それぞれの内容を説明せよ。

（３）上記（２）で挙げた課題に対して，それぞれの解決策を述べよ。

問　題　文

（選択科目）

～01-8 交通・物流機械及び建設機械～

１－８ 交通・物流機械及び建設機械【選択科目Ⅱ】

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

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

Ⅱ－１－１　金属の腐食に関して電流腐食の発生メカニズムについて説明し，防止法について述べよ。

Ⅱ－１－２　エンジンなど回転機器の稼働時間に伴う故障率の一般的な変化について，３つの期間に分けてそれぞれ故障の発生状況の特徴を述べよ。

Ⅱ－１－３　自動車のホイールをアルミニウム合金と炭素鋼で製造する場合，それぞれの製造方法と製品としての機械的特性の差異を述べよ。

Ⅱ－１－４　機械装置の振動発生からの騒音になるまでについて，振動発生の原因となる加振源の具体例を１つ挙げ，騒音になるまでのメカニズムを述べよ。

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

Ⅱ－２－１　近年の社会環境のニーズによって効率と性能の向上が求められており，装置の動力を電動化することが急務となっている。あなたが機械装置の電動化を担当する責任者として，この課題に取り組むことになった。その際に以下の問いに答えよ。

（１）担当する機械装置の電動化に当たり，検討すべき項目を３つ以上挙げよ。

（２）（１）において効率と性能の向上に有効な項目を１つ選び，具体的な内容を説明し，評価と検証の手法を述べよ。

（３）製品として具体化するための手順と留意すべき事項を述べよ。

Ⅱ－２－２　近年，高速道路等社会基盤における劣化現象が問題になり長期耐久性に注目が集まっている。繊維強化複合材料を含む高分子材料においても金属材料とは異なる劣化現象による強度低下が存在し，その対策が求められている。このような状況において，以下の問いに答えよ。

（１）高分子材料の自然環境下における劣化現象を３つ挙げよ。

（２）（１）で挙げた項目から１つを選択し，具体的な内容を説明し，その評価手法並びに防止技術手法を述べよ。

（３）（２）の劣化防止技術において遂行する際に留意すべき事項を述べよ。

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　最近の日本の製造業において，技術者倫理に反するような強度を満たさない製品出荷の事例が発生している。他方では，規定の検査方法を実施しない性能試験や検査をすり抜けるソフトウェアの組み込みによる燃費の偽装が発覚している。このような問題が公表されると，会社としての信頼性を取り戻すために多くの時間と労力を必要とする。そこで，意図的なデータ改ざんに当たらないまでもあなたが担当する機器の部品が，社内の製造過程で強度不足があることが販売後に判明した。以下の内容について記述せよ。

（１）問題となった部品を挙げ，製造過程で強度不足になった原因を推定して列挙せよ。

（２）（１）で列挙した中から原因を特定し，解決すべき技術的課題を１つ挙げ，検査項目を増やすことなく解決する方法を提案せよ。

（３）（２）で述べた提案が製品の信頼性確保にもたらす効果とリスクについて述べよ。

Ⅲ－２　少子高齢化社会により就業人口の減少が進む日本において，交通・物流機械及び建設機械分野でオペレータや保守などに従事する人の高齢化がますます進むと予想される。従事年数の積み重ねによる幅広い経験により的確な判断が期待される一方で，身体的な能力の低下が避けられず，作業上のヒューマンエラーの発生が懸念される。この課題に対し，以下の問いに答えよ。

（１）交通・物流機械及び建設機械において，具体的な製品あるいは装置を１つ挙げ，高齢者によるヒューマンエラーを述べ，現状の製品あるいは装置をより安全に作業できるようにするためにはどのような課題があるかを述べよ。

（２）（１）で述べた課題に対し，その課題を解決するための具体的な方策を提案せよ。

（３）（２）で述べた提案がもたらす効果とリスクについて述べよ。

問　題　文

（選択科目）

～01-9 ロボット～

１－９ ロボット【選択科目Ⅱ】

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

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

Ⅱ－１－１　ロボットを制御して所定の機能を実現するためには，ロボットの内界状態を精度よく検知し，認識するための内界センサが欠かせない。検出対象が異なる内界センサを３種類挙げ，それぞれの特徴（長所と短所）を述べよ。

Ⅱ－１－２　ロボットのアーム構造は，基部からの３関節の配列により分類できるが，代表的なものを３つ挙げ，それぞれの特徴（長所と短所）を述べよ。

Ⅱ－１－３　加工ロボットセルの導入目的，機能，及び適用技術の概要を述べよ。

Ⅱ－１－４　産業用ロボットの制御について，制御系のハードウェア構成と，その中で一般的に適用されているサーボ制御の概要を述べよ。

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

Ⅱ－２－１　物流拠点から各家庭へ宅配便貨物を届けるドローンを設計することになった。通常の住宅地上空を飛行するため，安全の確保は必須である。その際に実施すべきリスクアセスメントについて，次の問いにしたがい答えよ。ただし，航空法等の規制は考慮しないものとする。

（１）重要と思われる危険源を３つ挙げよ。

（２）（１）で挙げた危険源について，人間が被る可能性のある危害の程度とその危害の発生確率とを評価し，最も重要なリスクを１つ特定せよ。

（３）（２）で特定した最も重要なリスクについて，具体的なリスク低減措置を述べよ。

Ⅱ－２－２　自動車の分野では，様々なサブシステムの電子制御化が拡大してシステムが複雑化した結果，開発の効率化や品質向上を目的にしてモデルベース開発（MBD：Model Based Development）が導入されている。ロボット開発においてMBDを適用する場合，どのような取組が可能かについて，以下の問いにしたがい答えよ。

（１）モデルベース開発について，導入が進められた背景とその概要を述べよ。

（２）モデルベース開発をロボット開発に適用した場合，開発の各工程でどのような手法が導入可能かを具体的に述べよ。

（３）モデルベース開発を導入することにより期待される効果と，予想されるリスクについて述べよ。

１－９ ロボット【選択科目Ⅲ】

Ⅲ　次の２問題（Ⅲ－１，Ⅲ－２）のうち１問題を選び解答せよ。（**解答問題番号**を明記し，答案用紙３枚以内にまとめよ。）

Ⅲ－１　現在，深層学習（ディープラーニング）は，様々な情報の認識に使われ，それによって得た結果を，ロボットの認知・判断・動作に活用しようというのが研究の主流となっている。しかし今後，ロボット動作の習熟にも深層学習が利用され，いろいろな産業で活用が進むと予想されている。あなたが，ロボット動作の深層学習機能を有する産業用ロボットの開発責任者に任命されたとして，以下の問いに答えよ。

（１）適用する産業分野と対象とする作業を１つ想定し，ロボットに動作を深層学習させるために，検討すべき技術的課題を３つ挙げよ。

（２）（１）に挙げた検討すべき技術的課題のうち，あなたが最も重要であると考える技術的課題を１つ挙げ，実現可能な解決策を提示せよ。

（３）（２）に挙げた解決策がもたらす効果を具体的に示すとともに，想定されるリスクについて記述せよ。

Ⅲ－２　近年，多くの製造業で品質データの改ざんなどの不正問題が相次いでいる。不正行為は社会的な倫理に反するばかりでなく，それを利用する人々の安全を脅かす重要な問題である。利用拡大が進み，人との接点が増大しているロボット分野でも，この問題への対応が望まれる。協働ロボットの開発設計・生産及びユーザでの運用を例に，不正を防止するためにはどのようにすべきなのかについて，以下の問いに答えよ。

（１）不正が発生する背景として，どのような状況が考えられるか述べよ。

（２）不正が発生した時に生じるリスクについて述べよ。

（３）そのリスクを回避するための方策を述べよ。

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　エネルギーハーベスティングの概念について説明し，具体的な事例を３つ挙げ，各事例で使用されているデバイスについて解説せよ。

Ⅱ－１－２　都市鉱山やe-wasteとも呼ばれる電気電子廃棄物が国内外で引き起こしている問題について説明し，電気電子廃棄物による問題を低減するための具体的な事例を３つ挙げて解説せよ。

Ⅱ－１－３　情報・精密機器の位置決め精度が要求を満たすことができない場合，考えられる原因を２つ挙げ，それぞれの原因について対策法を説明せよ。

Ⅱ－１－４　スマートフォンに使用されているセンサを２つ選択し，各々のセンサからの信号をソフトウェアで利用してどのような機能を実現しているか説明せよ。

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　個人が使用する情報・精密機器（コンシューマー製品）においては，小型化・低コスト化が常に求められている。あなたが既存の情報・精密機器の小型化・低コスト化設計をする立場にあるとして，以下の問いに答えよ。

（１）コンシューマー製品の小型化・低コスト化を進めるに当たって考慮すべき項目を３つ挙げて解説せよ。

（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，スマートスピーカーやスマートディスプレイなどのスマートデバイス（スマート家電）が家庭内の新たな情報機器として注目されている。あなたが家庭内で使用する新しいスマートデバイスを開発する立場になったとして，以下の問いに答えよ。

（１）家庭内で使用するスマートデバイス開発に際し特に注意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，開発期間の短縮や開発コストの圧縮を目的として，製品の一部に規格品や社外既成品（コモディティ）を利用し，他社製品との差別化の焦点となる自社開発領域に経営資源を集約化させる「コモディティ化戦略」が取られることがある。あなたが情報・精密機器のこのようなコモディティ化戦略の推進者に指名されたとして，以下の問いに答えよ。

（１）コモディティ化戦略を進める際に考慮すべき問題を技術的，社会的，管理手法的等の複数の視点から３つ挙げ，その内容を述べよ。

（２）（１）で挙げた３つの問題の中から，最も重要と考えられる問題を１つ選び，それを解決する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　近年，情報処理技術及びハードウェアの進化により，機械学習技術の応用がクローズアップされてきている。特定の事象についてデータを蓄積，解析して，その結果から判断や予測を行うためのアルゴリズムを創成する手法である機械学習は，例えば検索エンジンや画像認識といった，情報空間にとどまらず，現実空間で動く機械の制御にも用いられてくることが予想される。あなたが機械学習技術を導入する推進者に指名されたとして，以下の問いに答えよ。

（１）実在する機械に機械学習技術を適用することのメリット（効果），デメリット（リスク）を複数挙げよ。

（２）（１）で挙げたデメリットについて，これを改善する方策を多角的に述べよ。ここでいう多角的とは，挙げた全てのデメリットについて網羅的に対策を述べるのでもよいし，１つのデメリットに関して，技術的，社会的，管理手法的等の複数の視点からの対策を述べてもよい。

（３）（２）で挙げた方策に関して，最も難しい部分に関して，具体的にどのようなアプローチで望むかを述べよ。