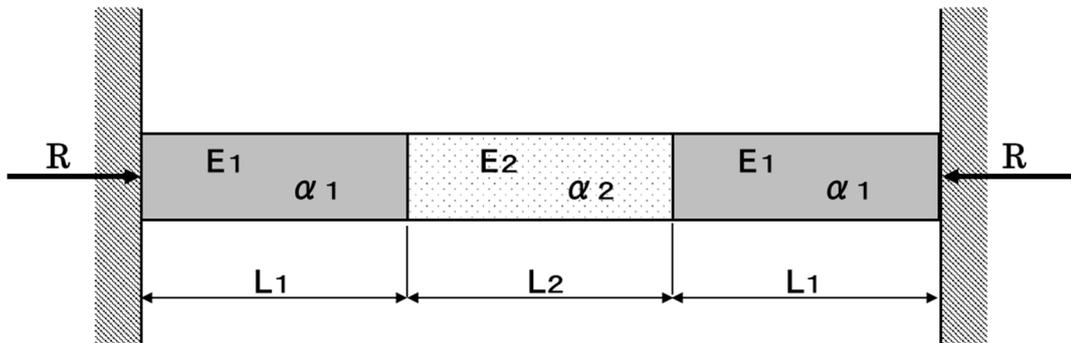


〔問1〕

次の設問(1)、(2)について答えよ。

(1) 図のように、同じ断面を有する2種類の材料でできた異種接合棒が剛体壁間に据え付けられている。温度が $\Delta T (> 0)$ 変化したとき次の①から③に答えよ。

ただし、断面積を A 、長さをそれぞれ L_1 、 L_2 、 L_1 、縦弾性係数をそれぞれ E_1 、 E_2 、 E_1 、および線膨張係数をそれぞれ α_1 、 α_2 、 α_1 とする。



① 剛体壁による拘束がない場合の温度変化 ΔT による棒全体の伸び λ_T を(a)から(e)の中から選び答えよ。

(a) $\lambda_T = (2L_1\alpha_2 + L_2\alpha_1) \Delta T$

(b) $\lambda_T = (L_1\alpha_2 + 2L_2\alpha_1) \Delta T$

(c) $\lambda_T = (L_1\alpha_1 + 2L_2\alpha_2) \Delta T$

(d) $\lambda_T = (2L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2) \Delta T$

(e) $\lambda_T = (L_1\alpha_1 + L_2\alpha_2) \Delta T$

- ② 剛体壁による拘束がある場合、温度変化 ΔT により伸びようとする棒は剛体壁からの反力として、図のように荷重 R を受けることになる。そこで、異種接合棒が温度変化のない状態で、両端から圧縮方向に荷重 R を受けたときの棒全体の縮み λ_R を (a) から (e) の中から選び答えよ。

$$(a) \quad \lambda_R = \frac{R}{A} \left(\frac{L_1}{E_1} + \frac{2L_2}{E_2} \right)$$

$$(b) \quad \lambda_R = \frac{R}{A} \left(\frac{2L_1}{E_1} + \frac{L_2}{E_2} \right)$$

$$(c) \quad \lambda_R = \frac{R}{A} \left(\frac{L_1}{E_1} + \frac{L_2}{E_2} \right)$$

$$(d) \quad \lambda_R = \frac{R}{A} \left(\frac{L_1}{E_1} + \frac{L_2}{2E_2} \right)$$

$$(e) \quad \lambda_R = \frac{R}{A} \left(\frac{L_1}{2E_1} + \frac{L_2}{E_2} \right)$$

- ③ 実際は剛体壁により棒の変形が拘束されているため、 $\lambda_T = \lambda_R$ となる。この条件より求められる荷重Rを (a) から (e) の中から選び答えよ。

$$(a) \quad R = \frac{(L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2) A \Delta T}{\left(\frac{L_1}{E_1} + \frac{L_2}{E_2}\right)}$$

$$(b) \quad R = \frac{(2L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2) A \Delta T}{\left(\frac{2L_1}{E_1} + \frac{L_2}{E_2}\right)}$$

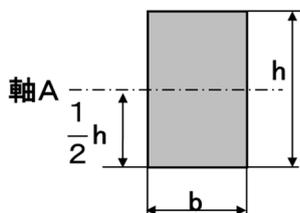
$$(c) \quad R = \frac{(L_1 \alpha_1 + 2L_2 \alpha_2) A \Delta T}{\left(\frac{L_1}{E_1} + \frac{2L_2}{E_2}\right)}$$

$$(d) \quad R = \frac{(2L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2) A \Delta T}{\left(\frac{L_1}{2E_1} + \frac{L_2}{E_2}\right)}$$

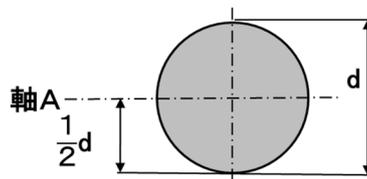
$$(e) \quad R = \frac{(L_1 \alpha_1 + 2L_2 \alpha_2) A \Delta T}{\left(\frac{L_1}{E_1} + \frac{L_2}{2E_2}\right)}$$

- (2) 次の①、②の断面形の図心を通る軸(軸A)まわりの断面二次モーメントを答えよ。

- ① 幅 b 、高さ h の長方形断面



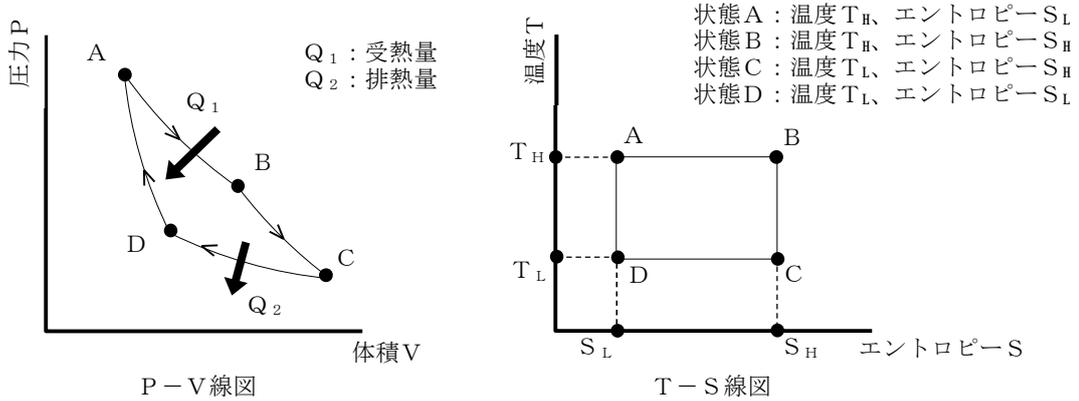
- ② 直径 d の円形断面



〔問2〕

次の設問（1）から（3）に答えよ。

（1）以下の文中（ア）から（エ）に入る語句等として正しいものを解答群の（a）から（i）の中から選び答えよ。



上図のようなP-V線図、T-S線図で示されるサイクルでは、状態AからBにおいて（ア）変化によって作動流体を膨張しながら高温熱源から熱エネルギー Q_1 を受熱し、状態BからCにおいて（イ）変化によって作動流体を膨張し温度 T_L となる。状態CからDにおいて（ア）変化によって作動流体を圧縮しながら温度 T_L の低温熱源に熱エネルギー Q_2 を排出し、状態DからAにおいて（イ）変化によって作動流体を圧縮して温度 T_H となり、サイクルを完了する。

また、T-S線図上では受熱量 Q_1 および排熱量 Q_2 は次のようになる。

$$Q_1 = \int_A^B T dS = T_H \int_A^B dS = \text{面積（ウ）}$$

$$Q_2 = \int_C^D T dS = T_L \int_C^D dS = \text{面積（エ）}$$

一方、このサイクルで変換される全仕事 W はT-S線図上では次のようになる。

$$W = Q_1 - Q_2 = \text{面積（オ）}$$

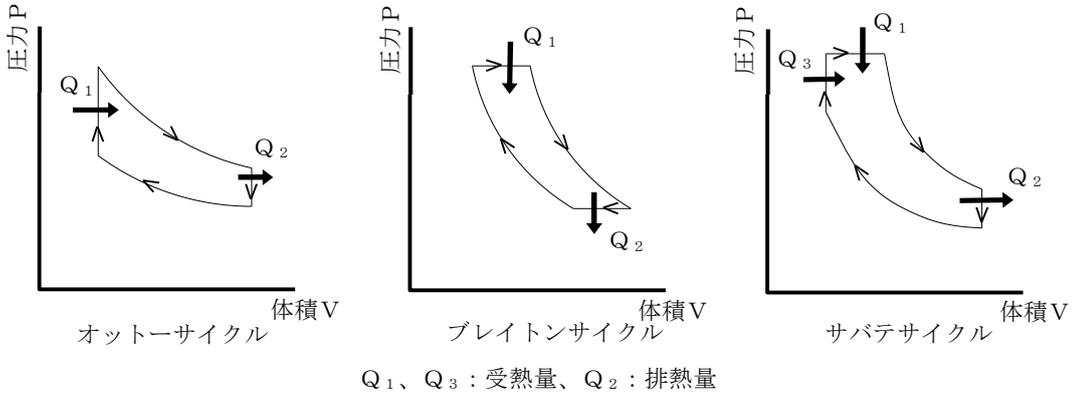
したがって、T-S線図上でこのサイクルの熱効率 η は次のようになる。

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{\text{面積（オ）}}{\text{面積（ウ）}}$$

〔解答群〕

- (a) : 等圧 (b) : 等容 (c) : 等温 (d) : 断熱
 (e) : ABCDA (f) : ABS_HSLA (g) : CS_HSLDC
 (h) : T_HBCT_LT_H (i) : T_HADT_LT_H

(2) 以下にオットーサイクル、ブレイトンサイクル、サバテサイクルのP-V線図を示す。各サイクルの説明として正しい組合せを次の(a)から(e)の中から選び答えよ。



ア : ガスタービンエンジンの理論サイクルであり、等圧で受熱と排熱を行うことが特徴である。

イ : ガソリンエンジンなどの火花点火機関の理論サイクルであり、上死点で等容的に受熱することが特徴である。

ウ : 高速ディーゼルエンジンの理論サイクルであり、等容と等圧の二段階で受熱することが特徴である。

	ア	イ	ウ
(a)	オットーサイクル	ブレイトンサイクル	サバテサイクル
(b)	ブレイトンサイクル	サバテサイクル	オットーサイクル
(c)	サバテサイクル	オットーサイクル	ブレイトンサイクル
(d)	オットーサイクル	サバテサイクル	ブレイトンサイクル
(e)	ブレイトンサイクル	オットーサイクル	サバテサイクル

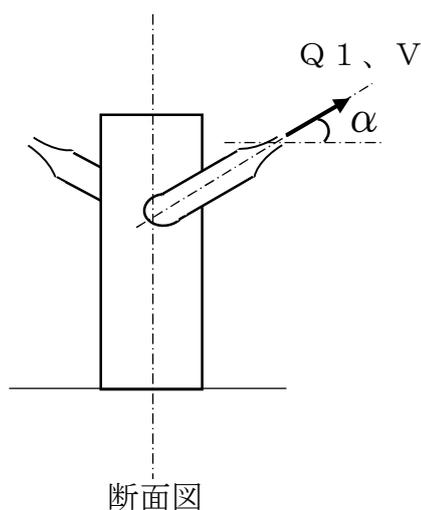
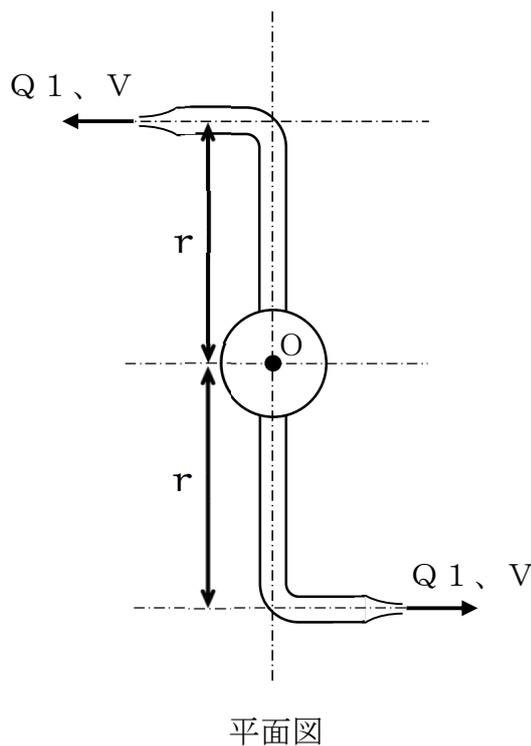
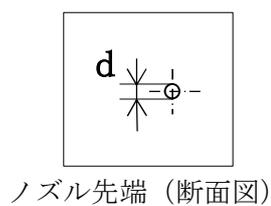
(3) 熱力学で用いられる以下の語句の中から2つ選び、その語句についてそれぞれ説明せよ。

- | | |
|-------------|------------|
| (ア) 比熱 | (カ) エンタルピー |
| (イ) ゲージ圧力 | (キ) エントロピー |
| (ウ) 絶対圧力 | (ク) 顕熱 |
| (エ) 熱力学第一法則 | (ケ) 潜熱 |
| (オ) 第一種永久機関 | (コ) 飽和蒸気圧力 |

〔問3〕

図のように、点Oを中心に回転して散水するスプリンクラーについて考える。対称に配置された2つのノズルから各々噴出する水量を Q_1 、噴出する水の全量を Q 、ノズル先端の直径を d 、噴出する水の流出角を α 、ノズルから回転中心までの距離を r とすると、次の設問(1)から(4)に答えよ。

ただし、水は非圧縮性流体として扱い、密度を ρ とし、摩擦は無視するものとする。



(1) 1つのノズルから噴出する水量 Q とその速度 V の組み合わせとして正しいものはどれか。(a)から(e)の中から選び答えよ。

$$(a) \quad Q_1 = \frac{Q}{4}, \quad V = \frac{Q}{\pi d^2}$$

$$(b) \quad Q_1 = \frac{Q}{4}, \quad V = \frac{2Q}{\pi d^2}$$

$$(c) \quad Q_1 = \frac{Q}{4}, \quad V = \frac{Q}{2\pi d^2}$$

$$(d) \quad Q_1 = \frac{Q}{2}, \quad V = \frac{Q}{\pi d^2}$$

$$(e) \quad Q_1 = \frac{Q}{2}, \quad V = \frac{2Q}{\pi d^2}$$

(2) 1つのノズルから噴出する水による推力を F とするとき、 F は単位時間に噴出する水の運動量に等しくなる。

このとき、 F として正しいものはどれか。(a)から(e)の中から選び答えよ。

$$(a) \quad F = \frac{\rho Q^2}{4\pi d^2}$$

$$(b) \quad F = \frac{\rho Q^2}{2\pi d^2}$$

$$(c) \quad F = \frac{\rho Q^2}{\pi d^2}$$

$$(d) \quad F = \frac{2\rho Q^2}{\pi d^2}$$

$$(e) \quad F = \frac{4\rho Q^2}{\pi d^2}$$

(3) ノズルから噴出する水によりスプリンクラーが回転するとき、ノズル先端の周速度は噴出する水の速度Vの周方向成分と等しくなる。

2つのノズルから噴出する水によるノズル回転方向のモーメントMと、スプリンクラーの回転数nの組み合わせとして正しいものはどれか。(a) から (e) の中から選び答えよ。

$$(a) \quad M = \frac{r \rho Q^2 \cos \alpha}{\pi d^2}, \quad n = \frac{2 Q \cos \alpha}{\pi^2 d^2 r}$$

$$(b) \quad M = \frac{2 r \rho Q^2 \cos \alpha}{\pi d^2}, \quad n = \frac{Q \cos \alpha}{\pi^2 d^2 r}$$

$$(c) \quad M = \frac{2 r \rho Q^2 \cos \alpha}{\pi d^2}, \quad n = \frac{Q \cos \alpha}{\pi d r}$$

$$(d) \quad M = \frac{r \rho Q^2 \sin \alpha}{\pi d^2}, \quad n = \frac{Q \cos \alpha}{\pi d r}$$

$$(e) \quad M = \frac{2 r \rho Q^2 \sin \alpha}{\pi d^2}, \quad n = \frac{Q \sin \alpha}{\pi d r}$$

(4) 次の文章は、円管内を流れる流体について説明したものである。(ア) から (ウ) に入る適切な語句を答えよ。また、(エ) から (カ) に入る語句の組み合わせとして正しいものはどれか。(a) から (d) の中から選び答えよ。

- 流体の粘度が大きい場合や、流体が細い管や狭いすきまを遅く流れる場合に生じるような乱れの無い流れを (ア) という。
- 流体の粘度が小さい場合や、流れの速度が大きい場合に生じるような不規則な乱れをもつ流れを (イ) という。
- (ア)、(イ) は、流れに及ぼす粘性力の影響を表す無次元数で、慣性力と粘性力の比である (ウ) を目安に、おおよそ分類することができる。
- 一般に、(ウ) の値が (エ) になると、(ア) となりやすく、(ウ) の値が (オ) になると、(イ) となりやすいとされる。
- ここで、円管内の流量を一定とする場合、円管の直径を (カ) すると、円管内の流れは (ア) になる傾向となる。

	(エ)	(オ)	(カ)
(a)	小さく	大きく	小さく
(b)	大きく	小さく	小さく
(c)	小さく	大きく	大きく
(d)	大きく	小さく	大きく

〔問4〕

次の設問（1）から（4）の中から2つ選び、答えよ。

解答用紙には、選択した設問（1）から（4）の番号を記入し、選択した設問の解答群の中から選んで答えよ。

（1）次の文章は、振動系を構成する要素の1つである、ばねについて説明したものである。

以下の文中（ア）から（オ）に入る語句等として正しいものを、解答群の（a）から（o）の中から選び答えよ。

図1に示したように、ばね定数 k 、長さ l_0 のばねに下向きの外力 F を与え、ばねが x 伸びた状態でつりあっているものとする。このとき、外力 F とばねの伸び x の間には、（ア）の法則が成立し、式（イ）のように表される。ただし、ばねの質量はないものとする。

ばね定数が異なる2種類のばねに対して同じ伸びを生じさせるとき、ばね定数が大きいばねは、ばね定数が小さいばねに比べ、（ウ）であるといえる。

また、ばねは外力 F の作用により x 伸びるが、 F と大きさが同じで反対の力で戻ろうとする。このばねがもとに戻ろうとする力のことを（エ）という。

図2に示したように、ばね定数が k_1, k_2 の2個のばねを直列に接続するとき、下端に外力 F を加えたときのばねの伸び x は、（オ）となる。

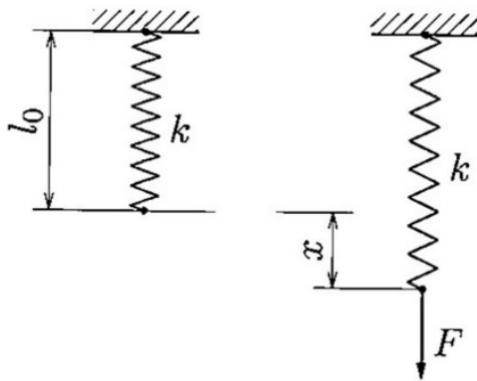


図1

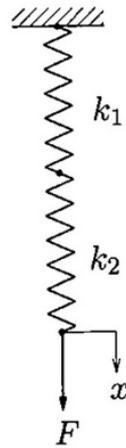


図2

【解答群】

(a) : 延性

(b) : フック

(c) : 慣性

(d) : $F = k x$

(e) : $F = \frac{x}{k}$

(f) : $F = \frac{1}{2} k x^2$

(g) : 大きな力が必要

(h) : 大きな力は不要

(i) : 同じ力が必要

(j) : 減衰力

(k) : 復元力

(l) : 回復力

(m) : $\left(\frac{F}{k_1}\right) + \left(\frac{F}{k_2}\right)$

(n) : $\left(\frac{F}{k_1 + k_2}\right)$

(o) : $\left(\frac{F}{k_1 \cdot k_2}\right)$

(2) 次の文章は、応力集中について述べたものである。

以下の文中 (ア) から (オ) に入る語句等として適切なものを、解答群の (a) から (j) の中から選び答えよ。

一様な引張応力を受けている無限平板は、応力分布は均一なものとする。

しかし、図のように、円孔がある場合、応力分布は不均一になり、最大応力は平均応力に比べ、(ア) なる。このような現象を応力集中という。

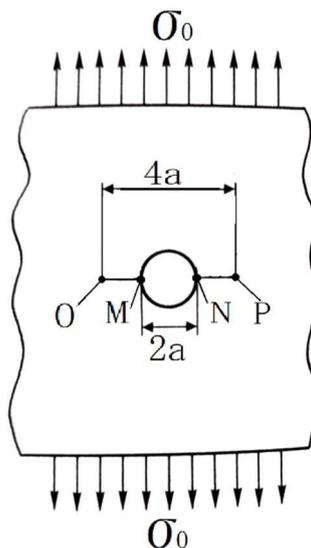
一様な引張応力 σ_0 を受けている無限平板に半径 a の小さな孔をあけたとき、孔を含む断面における応力の分布は、孔の中心からの距離を r として、

$\sigma =$ (イ) で与えられる。

図中、(ウ) の点で発生するのが最大応力となり、次の式で表される。

$$\sigma_{\max} = (\text{エ}) \times \sigma_0$$

この応力の最大値 σ_{\max} を応力の平均値 σ_0 で割った値を (オ) という。



【解答群】

(a) : 大きく (b) : 小さく (c) : $\frac{\sigma_0}{4} \left(2 + \frac{a^2}{r^2} + 3 \frac{a^4}{r^4} \right)$

(d) : $\frac{\sigma_0}{2} \left(2 + \frac{a^2}{r^2} + 3 \frac{a^4}{r^4} \right)$ (e) : OおよびP (f) : MおよびN

(g) : 3 (h) : 6 (i) : 応力集中係数 (j) : 応力拡大係数

(3) 次の(ア)から(オ)の文章は、金属の成形法を説明したものである。

説明している成形法の名称について適切なものを、解答群の(a)から(e)の中から選び答えよ。

- (ア) : 金属を溶解して型に流し込み固める成形法。固めた砂型、けい砂をレジンで固めたシェル型、鉄鋼材料の型などを用いる。
- (イ) : 金属をハンマーや型で変形させて成形するもの。金属の加工温度により、熱間、温間、冷間に分けられる。
- (ウ) : 常温または高温で回転するロールの間を通して成形したもので、ロールの隙間の形により、丸、角、平、板、形材などに分類される。
- (エ) : ダイスの穴を通して成形する方法で、線材や管、棒材を成形する際に用いる。
- (オ) : 金属の粉末と結合粉末を混ぜ、型に詰めて強圧成形し、溶解点以下の温度で焼き固める方法。

【解答群】

- (a) : 引抜き・押出し (b) : 圧延 (c) : 焼結 (d) : 鍛造
- (e) : 鋳造

(4) 次の(ア)から(オ)の文章は、溶接の欠陥について説明したものである。

説明している欠陥の名称について適切なものを、解答群の(a)から(e)の中から選び答えよ。

- (ア) : 凝固中溶解度の減少で気泡化した溶融金属中ガスの未浮上による空洞。機械的性質、耐食性、気密性などの低下につながる。
- (イ) : 施工不良による残留スラグまたは生成した金属化合物などの溶接金属中への混入により発生する。機械的性質、耐食性などの低下につながる。
- (ウ) : 不適正条件での溶接施工により発生する。応力集中を起こす切欠部を形成したり、機械的性質の低下につながる。
- (エ) : 局所的な熱履歴、周囲の拘束により発生する。疲れ強さ、ぜい性破壊応力、耐食性などに悪影響となる。
- (オ) : 加圧力、電流など溶接条件の不適正、電極形状の不良などが原因で発生する。機械的性質や精度の低下につながる。

【解答群】

- (a) : ブローホール (b) : 形状欠陥 (溶け込み不良、アンダーカットなど)
- (c) : ナゲット不良 (抵抗溶接部) (d) : 溶接残留応力
- (e) : スラグ巻き込み

〔問5〕

次の問いに答えよ。

大阪府は津波や高潮による被害を防ぐ水門及び陸閘、雨水を河川へ排水するポンプ場、家庭排水をきれいな水へ処理する下水処理場などのインフラ施設を数多く管理している。

これらの施設は適切な点検整備等を行い機能を維持させるとともに、いかなる状況でも適切に運転できるようにしなければならない。そのため、運転時に起こりうる様々なリスクを想定し、対策を講じておく必要がある。

運転時に起こりうるリスクには、水門設備、ポンプ設備、下水処理場の焼却炉設備などの突発的な「設備故障」のほか、操作ボタンの押し間違いなど人による「操作ミス」が考えられる。

この二つのリスクについて、大阪府の設備技術者としてあなたが考える「リスク対応策」と「そのリスク対応策を実施する上で考慮しておくこと」を具体的に述べよ。

ただし、「操作ミス」の対応策は、設備に対して付加するもののみを認める。