

計量管理概論

注意事項

- 1 解答時間は、1 時間 10 分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は 25 問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五択択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
 - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
 - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
 - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問 1 計測管理に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 計測管理とは、計測の目的を効率的に達成するため、計測の活動全体を体系的に管理することである。
- 2 計測の目的に応じて測定対象量や測定システムの選定を行うことは、計測管理の重要な役割である。
- 3 計測管理では、必要に応じて測定におけるトレーサビリティの確保を計画することが重要である。
- 4 測定結果が計測の目的を満たしているかどうかを評価する際に、測定の不確かさを考慮することが重要である。
- 5 計測管理は、品質管理・安全管理・環境管理などとは関連しないため、他部門とは連携せず、独立して活動を行う必要がある。

問 2 製造工程の計測管理に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 製造工程における測定には、工程を流れる製品の特性を対象に行う測定や、工程の設定条件・環境条件を対象に行う測定、さらに最終段階で不適合品を見つける検査のための測定などがある。
- 2 製造工程の制御のために行われる測定のばらつきは、その工程で製造される製品のばらつきに影響を与えない。
- 3 製造工程で使用する測定器を選択する場合、製造する製品の許容差も考慮する。
- 4 製造工程で使用する測定器の校正周期は、測定器の仕様、使用環境、測定頻度なども考慮して設定する。
- 5 製品特性の設計値からのずれにより生じる経済損失(社会的損失)を損失関数として評価し、それを用いて計測管理の方式を改善するという考え方がある。

問 3 測定の信頼性確保のために行われる「校正」、「検証」及び「妥当性確認」の定義に関する次の記述の空欄（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

「JIS Z 8103 計測用語」において、（ア）は「指定の条件下において、第一段階で、測定標準によって提供される不確かさを伴う量の値とそれに対応する指示値との不確かさを伴う関係確立し、第二段階で、この情報を用いて指示値から測定結果を得るための関係確立する操作」と定義されている。一方、（イ）は「与えられたアイテムが指定された要求事項を満たしているという客観的証拠の提示」と定義されている。また、（ウ）は「指定された要求事項が意図した用途に十分であることの（イ）」と定義されている。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	校正	検証	妥当性確認
2	検証	校正	妥当性確認
3	校正	妥当性確認	検証
4	検証	妥当性確認	校正
5	妥当性確認	検証	校正

問4 次の表は、国際単位系（SI）で用いられる SI 接頭語から幾つかを抜粋し、名称、記号及び乗数を示したものである。表の（ア）～（ウ）に入る名称（記号）の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

表：SI 接頭語（抜粋）

名称（記号）	乗数
クエタ（Q）	10^{30}
ヨタ（Y）	10^{24}
エクサ（E）	10^{18}
（ア）	10^{12}
メガ（M）	10^6
（イ）	10^{-6}
（ウ）	10^{-12}
アト（a）	10^{-18}
ヨクト（y）	10^{-24}
クエクト（q）	10^{-30}

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	テラ（T）	マイクロ（ μ ）	ピコ（p）
2	ギガ（G）	ナノ（n）	フェムト（f）
3	テラ（T）	ナノ（n）	ピコ（p）
4	テラ（T）	マイクロ（ μ ）	フェムト（f）
5	ギガ（G）	マイクロ（ μ ）	ピコ（p）

問 5 測定の不確かさ評価に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定誤差は、一般に誤差の性質に応じて偶然誤差と系統誤差に分類できるが、測定の不確かさは評価方法に応じてタイプ A 評価とタイプ B 評価に分類されている。
- 2 不確かさのタイプ A 評価とは、一連の測定値の統計的解析による評価である。
- 3 不確かさのタイプ B 評価とは、統計的解析によらず、文献・仕様書・校正証明書などの外部情報や測定者の知識・経験などに基づいて行う評価である。
- 4 測定対象量が複数の入力量の関数として得られる場合は、各入力量の標準不確かさを評価し、これらを不確かさの伝ば則を用いて合成することにより、測定対象量の不確かさを求める。
- 5 不確かさの伝ば則は、タイプ A 評価で得られた不確かさの合成にのみ用いられ、タイプ B 評価で得られた不確かさの合成には適用されない。

問6 ある測定対象量 y は、二つの入力量 x_i ($i = 1, 2$) から、次の測定モデルにより計算される。

$$y = ax_1 + bx_2$$

ただし、 a 、 b は定数である。

この測定モデルに基づき、不確かさの伝ば則により y の合成標準不確かさ $u_c(y)$ を求めたい。 $u_c(y)$ の計算式として正しいものを、次の中から一つ選べ。

ここで、 $u(x_i)$ は x_i の標準不確かさであり、 x_1 と x_2 の間に相関はないものとする。

1 $u_c(y) = u(x_1) + u(x_2)$

2 $u_c(y) = au(x_1) + bu(x_2)$

3 $u_c(y) = \sqrt{u^2(x_1) + u^2(x_2)}$

4 $u_c(y) = \sqrt{a^2u^2(x_1) + b^2u^2(x_2)}$

5 $u_c(y) = y \sqrt{\left[\frac{u(x_1)}{x_1}\right]^2 + \left[\frac{u(x_2)}{x_2}\right]^2}$

問7 正規分布の性質についての次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

ただし、 μ は平均、 σ は標準偏差、 $\exp()$ は指数関数(自然対数の底 e のべき乗を表す関数)である。

1 x を確率変数として、正規分布は以下の確率密度関数 $f(x)$ で表される。

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

2 μ が 0、 σ が 1 の正規分布を、標準正規分布という。

3 正規分布は μ を中心に左右対称の分布をしている。

4 正規分布において確率変数 x の値が $\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma$ の範囲に存在する確率は、約 95% である。

5 一般に、繰返し測定における測定値の標本平均の確率分布は、繰返し数を増加させるに従い、中心極限定理によって正規分布に近づく。

問 8 ある測定で得られたデータ群の平均は 10、分散は 5 であった。このデータ群に含まれる個々のデータを 2 倍してから 5 を引くという変換をしたデータ群の平均と分散の値について、正しい組合せを次の中から一つ選べ。

	平均	分散
1	15	5
2	15	20
3	10	10
4	5	5
5	15	0

問9 ある濃度に調製された溶液を瓶に小分けした。小分けした瓶から10本サンプリングし、それぞれの瓶に充填されている溶液に対し繰返し2回の濃度測定を行った。得られた測定データの分散分析表を次に示す。このとき、瓶間の濃度の違いを示す母分散の推定値を求める式として正しいものを、下の中から一つ選べ。

表：分散分析表

要因	平方和 S	自由度 f	分散 (平均平方) V	分散の期待値 $E(V)$
瓶間	S_A	$f_A = 9$	$S_A/9 = V_A$	$\sigma_A^2 + 2\sigma_e^2$
繰返し	S_e	$f_e = 10$	$S_e/10 = V_e$	σ_e^2
合計	S_T	$f_T = 19$	—	—

σ_A^2 : 瓶間の濃度の違いを示す母分散

σ_e^2 : 繰返しの母分散

- 1 V_A
- 2 V_e
- 3 $\frac{V_A}{V_e}$
- 4 $\frac{V_A}{10}$
- 5 $\frac{V_A - V_e}{2}$

問10 回帰分析についての下の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

ただし、本問でいう直線回帰分析は、回帰式 $y = \alpha + \beta x$ を想定し、最小二乗法により次のパラメータが求められるものとする。

$$\text{切片の推定値: } \hat{\alpha} = y - \hat{\beta}x$$

$$\text{傾きの推定値: } \hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

ここに、

(x_i, y_i) : 直線回帰分析に用いたデータ ($i = 1, 2, \dots, n$)

\bar{x}, \bar{y} : x, y それぞれのデータの平均

である。

- 1 直線回帰分析を行うと、切片と傾きの推定値が得られるが、あくまでも推定値であり、推定された切片と傾きは誤差を持つ。
- 2 直線回帰分析を行うと、推定された直線は必ず (\bar{x}, \bar{y}) を通る。
- 3 直線回帰分析では、一般に、傾きの推定値 $\hat{\beta}$ が変動したときそれに応じて切片の推定値 $\hat{\alpha}$ も変動するため、 $\hat{\alpha}$ と $\hat{\beta}$ の間には相関が存在する。
- 4 直線回帰分析における残差分散の自由度は、回帰分析に用いたデータ点数を n として、 $n - 1$ となる。
- 5 直線回帰分析よりも高次の多項式回帰分析を行う際、多項式の次数を高くすれば当てはまりは良くなるが、高くし過ぎると推定した関数が非現実的なものになる場合がある。

問11 測定標準に関する次の記述の空欄(ア)～(ウ)に入る語句の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

測定標準は、「JIS Z 8103 計測用語」において「何らかの参照基準として用いる、表記された(ア)及びその(イ)をもつ、ある与えられた量の定義を現示したもの」と定義されている。この定義どおり、測定標準は、他の同種の量に対して測定値及び(イ)を確定し、それによって、他の測定標準、測定器又は測定システムの校正を通して、トレーサビリティを確立する際の参照基準としてしばしば用いられる。ここで、“量の定義の現示”は、測定システム、実量器又は(ウ)によって与えることができる。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	量の値	不確かさ	標準物質
2	量の種類	誤差	物理法則
3	量の値	不確かさ	物理法則
4	量の種類	不確かさ	標準物質
5	量の種類	誤差	標準物質

問12 トレーサビリティは、「JIS Z 8103 計測用語」において「個々の校正が不確かさに寄与する、切れ目なく連鎖した、文書化された校正を通して、測定結果を参照基準に関係付けることができる測定結果の性質」と定義されている。トレーサビリティに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 参照基準の代表的なものとして国家標準がある。
- 2 国際単位系(SI)における測定単位の定義を参照基準とするトレーサビリティを、SIへのトレーサビリティということがある。
- 3 トレーサビリティが成立するには、参照基準から最終の測定システムまでの校正の段階的な連鎖である校正階層が確立している必要がある。
- 4 参照基準から最終の測定システムに到る校正の段階的な連鎖に沿って、校正の不確かさは必然的に増加する。
- 5 測定結果のトレーサビリティが確保されていることは、与えられた測定の目的に対して、測定結果の不確かさが十分に小さいことを保証する。

問13 「JIS Z 9090 測定－校正方式通則」に基づいた校正の種類に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

ただし、測定器の読みを y 、標準の値を M 、感度係数を β とする。また、以下における想定関係式とは、 y と M の間に成立すると想定した関係式を意味する。

- 1 零点校正とは、零点の読み y_0 を用いて定点の校正を行うことであり、想定関係式は、 $y = y_0 + M$ である。
- 2 基準点校正とは、基準点 M_0 の読み y_0 を用いて定点の校正を行うことであり、想定関係式は、 $y = y_0 + (M - M_0)$ である。
- 3 零点比例式校正とは、任意の点(その読みを y_0 とする)を零点として、傾斜の校正を行うことであり、想定関係式は、 $y = y_0 + \beta M$ である。
- 4 基準点比例式校正とは、基準点 M_0 の読み y_0 を用いて定点の校正を行った後、傾斜の校正を行うことであり、想定関係式は、 $y = y_0 + \beta(M - M_0)$ である。
- 5 一次式校正とは、読みの平均値 \bar{y} 及び標準の値の平均値 \bar{M} を用いて、定点の校正及び傾斜の校正を同時に行うことであり、想定関係式は、 $y = \bar{y} + \beta(M - \bar{M})$ である。

問14 「JIS Z 8103 計測用語」に基づく校正又は測定に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 校正では、最終的に、実際の測定のとくに得られる測定システムの指示値から測定対象の量の値を示す測定結果を得るための関係を求める。
- 2 校正において、指示値から測定結果を得るための関係を表す情報は、測定標準によって提供される量の値とそれに対応する指示値との関係から得ることができる。
- 3 校正は、表明(**statement**)、校正関数、校正線図、校正曲線又は校正表の形で表すことがある。
- 4 測定において、ある目的に対して不確かさが無視できると考えられる場合は、測定結果を単一の測定値として表現することがある。
- 5 “自己校正(**self-calibration**)” と呼ばれる測定システムの調整(**adjustment**) は、校正の一種である。

問15 測定の優劣を評価するために利用できる指標の一つに、測定の SN 比がある。測定対象量の真値(信号因子) M と測定器の指示値 y に比例式の関係を想定するとき、感度係数(傾き)を β 、想定した直線からの指示値のずれの分散(誤差分散)を σ^2 とすると、SN 比 η は、

$$\eta = \frac{\beta^2}{\sigma^2} = \frac{\frac{1}{r}(S_\beta - V_e)}{V_e}$$

で求めることができる。ここで、 r は有効除数、 S_β は回帰による平方和、 V_e は誤差分散の推定値を表している。

信号因子 M の各水準 $M_i (i = 1, 2, \dots, m)$ を、誤差因子 N の各水準 $N_j (j = 1, 2, \dots, n)$ の条件下で測定器に入力したとき、測定器の出力(指示値) y_{ij} を表のように得た。この場合の有効除数 r を求める式として正しいものを、下の中から一つ選べ。

表：ある測定器の出力結果

		誤差因子 N				
		N_1	...	N_j	...	N_n
信号因子 M	M_1	y_{11}	...	y_{1j}	...	y_{1n}
	⋮	⋮		⋮		⋮
	M_i	y_{i1}	...	y_{ij}	...	y_{in}
	⋮	⋮		⋮		⋮
	M_m	y_{m1}	...	y_{mj}	...	y_{mn}

1 $r = \sum_{i=1}^m M_i^4$

2 $r = n \sum_{i=1}^m M_i^2$

3 $r = \sum_{i=1}^m M_i$

4 $r = n \sum_{i=1}^m M_i$

5 $r = nM_m$

問16 圧力 P の大きさを電圧 V に変換して出力する圧力センサーにおいて、 P と V の関係は次の式で表せるとする。

$$V = \beta P + \varepsilon$$

ここで、 β は入力 P に対する出力 V の感度係数、 ε は出力 V に含まれる誤差を表し、 ε の標準偏差は σ_V であるとする。 β と σ_V の大きさは、圧力センサーの種類によって変わり得る。

このような圧力センサーが A、B、C の三種類あり、それぞれの β と σ_V の値は次の通りであった。

センサーA: $\beta = 1 \text{ mV/Pa}$, $\sigma_V = 10 \text{ mV}$

センサーB: $\beta = 4 \text{ mV/Pa}$, $\sigma_V = 10 \text{ mV}$

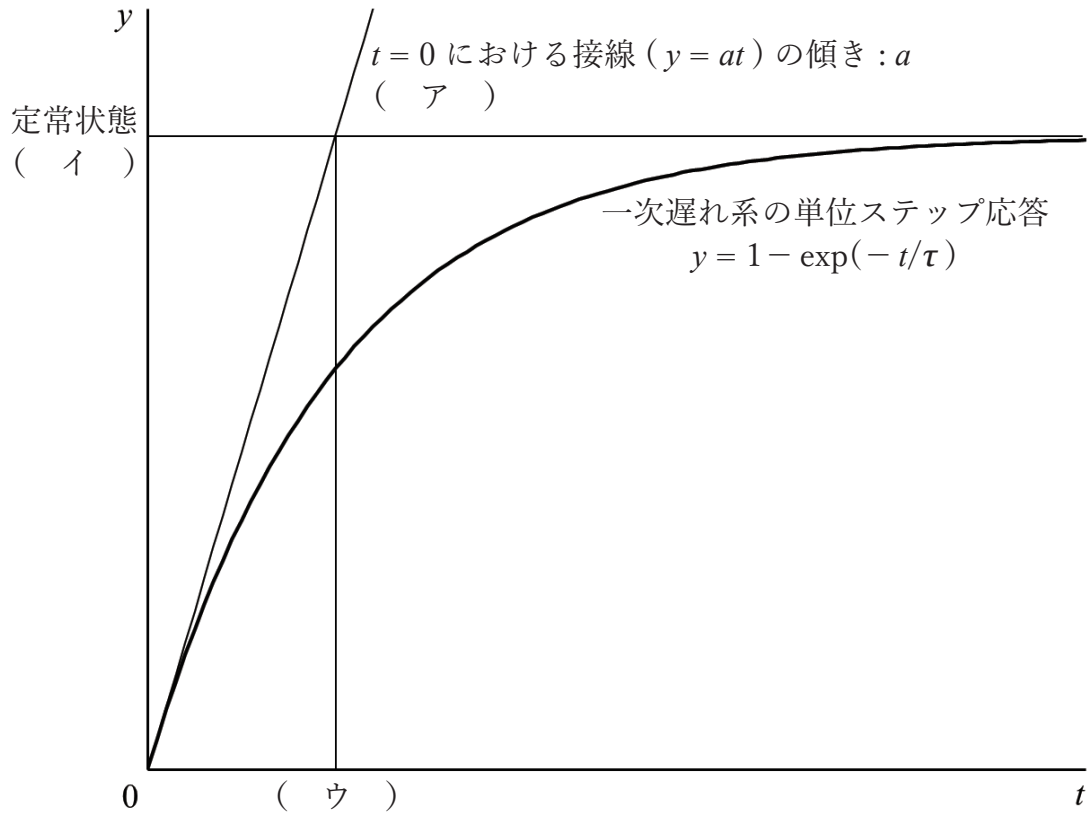
センサーC: $\beta = 4 \text{ mV/Pa}$, $\sigma_V = 20 \text{ mV}$

センサーA、B、C それぞれに対する測定の SN 比 $\eta(A)$ 、 $\eta(B)$ 、 $\eta(C)$ の大小関係として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 $\eta(A) < \eta(B) < \eta(C)$
- 2 $\eta(A) < \eta(C) < \eta(B)$
- 3 $\eta(B) < \eta(A) < \eta(C)$
- 4 $\eta(B) < \eta(C) < \eta(A)$
- 5 $\eta(C) < \eta(B) < \eta(A)$

問17 ある一次遅れ系の単位ステップ応答 $y = 1 - \exp(-t/\tau)$ を下図に示す。下図にある空欄(ア)～(ウ)に入る式の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

ただし、 t は時間、 y は系の応答、 a は応答 y の $t = 0$ における接線の傾き、 τ は時定数、 $\exp()$ は指数関数(自然対数の底 e のべき乗を表す関数)である。



図：一次遅れ系の単位ステップ応答

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|--------------|--------------|--------------|
| 1 | $a = \tau$ | $y = 1$ | $t = 1/\tau$ |
| 2 | $a = 1/\tau$ | $y = 1$ | $t = \tau$ |
| 3 | $a = 1/\tau$ | $y = 1/\tau$ | $t = 1$ |
| 4 | $a = \tau$ | $y = \tau^2$ | $t = \tau$ |
| 5 | $a = \tau$ | $y = \tau$ | $t = 1$ |

問18 数値の有効数字に関する次の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

- 1 数値を表す数字のうちで、位取りを表すだけの数字 0 を除いた、意味のある数字を有効数字という。
- 2 有効数字を考慮して数値を丸める一般的な方法として四捨五入がある。
- 3 二つの数値について乗算、除算を行った結果の有効数字の桁数は、二つの数値のうち有効数字の桁数が少ない数値の有効数字の桁数と同じにする。
- 4 二つの数値について加算、減算を行った結果の有効数字の桁数は、二つの数値のうち絶対値が大きい数値の有効数字の桁数と同じにする。
- 5 円周率 π の有効数字は無有限桁であるとみなしてよい。

問19 測定や計測管理の実務ではコンピュータが広く用いられるようになり、ネットワークを介した利用も増えている。コンピュータやデータ管理システムを使用する際の情報セキュリティにおける留意点に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 メンテナンス性向上のために、システム構成図を作成しておき、誰でも閲覧できるよう外部へ公開する。
- 2 コンピュータやデータ管理システムへアクセス可能な人を限定するとともに、離職者のアクセス権を削除するなど、アクセス権を都度及び定期的に見直す。
- 3 外部ネットワークに接続している場合、データの窃取(せっしゅ)や改ざんのリスクがあるため、セキュリティ面の強化を施す。
- 4 データは無形であるが、国・地域を越えた送信においては輸出管理の対象となる場合があり、行政当局より規制を受ける可能性がある。
- 5 情報漏洩やウイルス感染などの有事に備え、初動対応を示したガイドラインを策定し関係者に周知しておく。

問20 製品の信頼性を確認するために行う試験に関し、次の(ア)～(エ)は、耐久性試験、限界試験、環境試験及び加速試験のいずれかを説明したものである。試験の種類と説明の組合せとして、正しいものを下の中から一つ選べ。

- (ア) ストレス要因を持続的または反復的に加え、時間の経過による性能への影響度合いを確認する試験
- (イ) 温度、湿度、振動、衝撃、外気及び電磁気などの外的な要因が及ぼす性能への影響度合いを確認する試験
- (ウ) 物理的な破壊や機能停止など、与えられた性能が発揮できなくなる水準を確認する試験
- (エ) 試験時間の短縮を目的に、あらかじめ設定された環境・動作仕様よりも厳しい条件下で行う試験

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
1	耐久性試験	加速試験	環境試験	限界試験
2	耐久性試験	環境試験	限界試験	加速試験
3	限界試験	加速試験	耐久性試験	環境試験
4	限界試験	環境試験	耐久性試験	加速試験
5	加速試験	耐久性試験	限界試験	環境試験

問21 次の文章は、品質管理活動で使用されるある図について記述したものである。この文章が表す図の名称として正しいものを、下の中から一つ選べ。

ある製品の製造工程において、ある期間内で発生した不適合品を対象に、その不適合の理由を分類して、横軸を不適合の理由、縦軸を不適合品数とし、不適合品数の多い順に棒グラフで表した。さらに、不適合の理由ごとの不適合品数の割合を不適合品数の多い理由から順に累積した累積百分率として求め、それを折れ線グラフとして棒グラフの上に追記した。この図を用いることで、優先的に対策すべき不適合の理由を特定し、その対策をとったときの効果を推測することができる。

- 1 ヒストグラム
- 2 特性要因図
- 3 パレート図
- 4 散布図
- 5 管理図

問22 製造工程で行われる製品の検査に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 検査の目的、製品の仕様及び工程能力などを考慮して必要な検査項目を決めることが重要である。
- 2 全数検査か抜取検査かの検査方式の選択においては、検査が製品に及ぼす影響や検査コストを考慮することが必要である。
- 3 抜取検査において、合格と判定されたロットに含まれるすべての製品は、不適合品でないことが保証される。
- 4 検査手順の標準化は、検査者によって検査結果が異なるという事象の発生を減らすために有効である。
- 5 製品の検査を行っても、検査前の製品のばらつきを小さくすることはできない。

問23 製品の特性値 y が、製品設計において設定した設計値(目標値) m からずれたことによる社会的損失を定量的に表す指標として、品質工学の損失関数がある。損失関数 $L(y)$ の表式として正しいものを、次の中から一つ選べ。

ただし、 k は正の定数である。

1 $L(y) = ky - m$

2 $L(y) = ky + m$

3 $L(y) = k(y - m)$

4 $L(y) = k(y - m)^2$

5 $L(y) = \frac{k}{(y - m)^2}$

問24 製造工程の管理と改善に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 工程の改善にあたっては、工程能力や不適合品の発生頻度などの現状を把握して対策を講じ、対策後は一定期間、工程状態の安定性や改善の効果を確認する必要がある。
- 2 製造工程における検査では、製品を測定・試験し、判定基準に基づいて個々の製品の適合・不適合又は製品群としてのロットの合格・不合格の判定を行う。
- 3 \bar{X} 管理図には、製品特性の目標値を示す中心線とその上下に管理限界線が引かれる。管理限界線には製品の規格限界を使用しなければならない。
- 4 管理図上の管理限界線から特性値の打点が外れたり、打点の位置が連続して一方向上昇したりするなど時間経過に対する特異な変化の傾向が認められるような場合には、そのような現象が発生する原因を調査することが必要である。
- 5 工程能力指数 C_p は、製品を製造する工程の能力を評価する指標であり、規格幅と製造された製品特性のばらつきの比から求められる。

問25 標準化に関する次の(ア)～(ウ)の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

(ア) JIS と通称されている規格は、2019 年に日本工業規格から日本産業規格へと名称が改められた。日本産業規格は強制規格であり、日本産業規格に適合しない製品の製造・販売・使用や適合しない方法の使用は禁止されている。

(イ) 貿易の技術的障害に関する協定(TBT 協定)において、工業製品等の各国の規格が不必要な貿易障害とならないよう、国際規格を基礎とした日本産業規格等の国内規格の策定の原則が規定されている。

(ウ) 産業標準化法は、国際標準の制定への協力により国際標準化を促進すること等によって、鉱工業品の品質の改善や公共の福祉の増進等に寄与することを目的とする。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	正	誤
2	正	誤	誤
3	正	誤	正
4	誤	誤	正
5	誤	正	正