

計量管理概論

注意事項

- 1 解答時間は、午後2時40分から午後3時50分までの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、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五肢択一方式である。
- 5 マークの記入は、答案用紙に記された記入例を参照すること。
- 6 解答の記入に当たっては、次の点に注意すること。
 - (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) 筆記具はHBの黒鉛筆又は黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内をぬりつぶすこと。
 - (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 携帯電話の電源は切り、電卓は使用しないこと。

以上の注意事項及び係官からの指示事項が守られない場合には、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 計測管理の進め方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 計測管理の結果は製品の製造コストには関係しないので、企業内で計測管理を推進する上で、経営につながる計測管理の活動目標を設定する必要はない。
- 2 計測管理では、測定機器の維持管理、測定の不確かさ評価、測定手順の標準化、測定結果の評価などを実施することが必要である。
- 3 計測管理は、企業における品質管理、安全管理、環境管理などさまざまな分野での管理にかかわる技術基盤となる活動であるが、一人の計測管理担当者がすべての分野の管理にかかわる必要はない。
- 4 測定対象の製品特性として、何を測れば製品の性能を的確に評価できるかを検討することが、製品の改善につながる。
- 5 計測管理は、資格保有者による管理業務だけでなく、生産現場で従事する作業者も含めて、組織全体で取り組むことが重要である。

問2 測定の不確かさに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 測定の不確かさが大きいと測定することに意味がないので、測定の要求精度にかかわらず不確かさは小さければ小さいほどよい。
- 2 測定の不確かさの大きさを評価する場合、測定データの統計的な処理によって求めるAタイプの不確かさが最も主要な成分である。
- 3 測定値に不確かさを付けることによって、測定値の信頼性を的確に表現できる。
- 4 測定の不確かさは、その測定で考えられるすべての要因についてばらつきを評価するための実験を実施しなければ、その大きさは求められない。
- 5 複数回の測定値にばらつきがなければ、その測定結果の不確かさはゼロである。

問3 測定量をA、その量を表す単位をB、それをSI基本単位で表したものをCとしたとき、1～5の組合せの中で、誤りがあるものを一つ選べ。

A	B	C
1 圧力	Pa	$\text{m}^{-2}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$
2 トルク	$\text{N}\cdot\text{m}$	$\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$
3 周波数	Hz	s^{-1}
4 磁界の強さ	A/m	$\text{m}^{-1}\cdot\text{A}$
5 電力	W	$\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}$

問4 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 測定結果がトレーサブルであるためには、不確かさが付記されていることが必要である。
- 2 工場内の現場で測定器を使用する場合、校正証明書のついた測定器を用いても、適正な測定器の管理がなされていなければ、測定結果がトレーサブルであるとは限らない。
- 3 測定器のトレーサビリティを確保するためには、対象とする測定器等に対して、国家標準あるいは国家標準に明確に関連づけられた標準との比較によって、不確かさが表記された校正を行う必要がある。
- 4 トレーサビリティを証明するための校正証明書には、不確かさが表記されている必要はない。
- 5 トレーサビリティが確保されている測定器を使用しても、その測定結果の不確かさはゼロではない。

問5 測定器の校正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 校正することで測定器の読みのかたよりを修正することができる。
- 2 測定器のゼロ点を測定量のゼロに合わせることをゼロ点校正といい、1次式校正を行う際には、事前にゼロ点校正を行うことが不可欠である。
- 3 測定器のゼロ点があっていることを確認した上で、傾斜校正のため、特性値 M_0 の標準試料を測定し、読み y_0 を得た。このとき、未知試料を測定して得られた読み y に対する測定結果（校正後の値） M は、 $M = y \times M_0 / y_0$ として求められる。
- 4 測定器の校正の時間的間隔は、短い方がドリフトの影響は小さくなるが、校正コストを考慮すると、必ずしも短い方がよいとは限らない。
- 5 測定器の校正結果の不確かさには、校正作業に伴う不確かさと校正に用いる標準の不確かさが含まれる。

問6 工程内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 工程中で使われる測定器の誤差は、その工程で作られる製品のばらつきに影響する。
- 2 定期的な点検により測定器の誤差の大きさを調べ、その大きさが修正限界より大きいときに修正する校正方法では、点検の時間的間隔と修正限界を決める必要がある。
- 3 測定誤差が大きい場合には、不良率を大きくしないために、出荷検査の許容差を大きくする必要がある。
- 4 測定 SN 比の改善においては、測定器の設定パラメータや測定条件を測定器のメーカー推奨値以外の値に設定したときに SN 比が向上する可能性も考慮に入れることが望ましい。
- 5 工程で使用している測定器の管理を最適化する場合、その管理条件における測定誤差によって生じる損失と、その管理に必要なコストの両方を考慮する必要がある。

問 7 JIS Z 9090 (測定-校正方式通則) に基づいて測定器の校正を行うときの一連の作業をア～オに示した。最初の作業をアとしたとき、それ以降の作業順序の正しい組合せはどれか。1～5の中から一つ選べ。

ここで、測定器の読みを y 、測定量を M 、感度係数を β とし、ゼロ点比例式校正を用いると、 y は関係式 $y = \beta \times M$ で表される。

- ア 前回実施した校正で $\beta = 1.002$ のとき、 $y = 1.002 \times M$ と表すことができる。点検作業として、標準の値 M_0 を測ったときの読み y_0 を用いて、測定結果 $\hat{M}_0 = y_0 / 1.002$ が求められる。ただし \hat{M}_0 は M_0 の推定値を示す。したがって、誤差 $e = \hat{M}_0 - M_0$ から $e = -0.03$ が得られた。
- イ 修正作業の結果から、 β を求める計算式に従い新たな感度係数 $\beta = 0.998$ を得た。新しい関係式は $y = 0.998 \times M$ と表された。
- ウ 修正限界 $D = 0.02$ が決められていた。点検の結果、誤差 e の大きさがこの D の値を超えていたので、修正作業を実施することにした。
- エ 修正作業として、3個の標準 M_1, M_2, M_3 を用いて y の値 y_1, y_2, y_3 を求めた。
- オ 校正後に測定対象物の測定を行った。測定器の読み y_s が得られたので、 $\hat{M}_s = y_s / 0.998$ から \hat{M}_s を求め、これを測定値とした。

- 1 アーウーイーオーエ
- 2 アーウーイーエーオ
- 3 アーエーオーイーウ
- 4 アイーウーオーエ
- 5 アーウーエーイーオ

問 8 計測標準と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 測定器の校正証明書に合否判定が付いていることは、必ずしもトレーサビリティ確保の条件ではない。
- 2 測定器の校正証明書に不確かさが表記されている場合、その不確かさがある値以下であることは、必ずしもトレーサビリティ確保の条件ではない。
- 3 測定器の校正に用いる標準としては、トレーサビリティの確保された標準器を用いることが必要で、標準物質を用いることはできない。
- 4 測定のトレーサビリティを確保することにより、最終的な測定結果の信頼性を高めることができる。
- 5 社内に測定器が多数ある場合、その最上位となる社内標準器のトレーサビリティを確保し、測定器の管理体制を適切にして社内校正を実施すれば、これらの測定器でとった値はトレーサビリティが確保されているといえる。

問9 測定の不確かさが生じる要因の一つとして「測定量の不完全な定義」がある。例えば、シリンダーの直径の測定において、測定量を単に「シリンダー直径」と定義すると、熱膨張に伴う試料直径の変化が不確かさ要因となる。しかし、「20℃におけるシリンダー直径」と定義することにより、この要因をなくすることができる。このような「測定量の定義」に付随する不確かさについて述べた次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定量として「20℃におけるシリンダー直径」と定義しておけば、測定室の温度管理に用いる温度計に不確かさがあっても、熱膨張に起因する不確かさは生じない。
- 2 20℃におけるシリンダー直径を求める目的で、23℃に保たれた測定室で測定を行うとき、この3℃の温度差の効果を補正することにより、補正しない場合と比べて不確かさを小さくすることができる。
- 3 測定量の不完全な定義から生じる不確かさ成分も、他の不確かさ成分と同様に、不確かさの伝播則を用いて不確かさの合成を行うことができる。
- 4 プラスチック製シリンダーの直径をマイクロメータで測定する場合、マイクロメータヘッド（測定子）が試料に与える測定力を規定した定義を採用することにより、不確かさが減少する。
- 5 シリンダーの加工において要求される寸法精度が低い場合には、測定量の定義が厳密でなくとも、その要求を満たす程度の不確かさで測定できる場合がある。

問10 互いに統計的に独立な、正規分布に従う確率変数の性質をもつとみなせる実験データ X , Y がある。平均値 μ , 分散 σ^2 を持つ正規分布を $N(\mu, \sigma^2)$ と表記すれば、 X の分布は $N(1, 4)$ 、 Y の分布は $N(3, 1)$ と表わされる。このとき、 $Z = X + 2Y$ で与えられるデータ Z はどのような分布に従うか。次の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 $N(4, 5)$
- 2 $N(4, 6)$
- 3 $N(7, 6)$
- 4 $N(7, 8)$
- 5 $N(4, 8)$

問11 計測管理において用いられる統計的方法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 二つの母集団の母分散の違いの検定は、両方の母分散が不明の場合、母分散が同じという帰無仮説を設定し、 F 検定によって行う。
- 2 製品寸法の母集団の分布が正規分布でなくとも、複数個の製品の寸法の平均値の分布は、平均をとった試料数が多くなると正規分布に近づく。
- 3 同一製品の集団のばらつきを寸法と硬さなど複数の特性で評価する場合、寸法の母集団と硬さの母集団は同じ分布に従うものとして扱うことができる。
- 4 確率分布は離散分布と連続分布に分類され、正規分布、 t 分布、 F 分布、 χ^2 分布は連続分布に分類される。
- 5 標準偏差は分散の正の平方根と定義される。

問12 電圧計の校正を次の手順 (A) ~ (C) に従って行うものとする。この校正手順に関する下の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

ただし、 \bar{x} , \bar{y} はそれぞれ、 N 個の x_i , y_i の平均値であり、また、 x_i に含まれる誤差は無視し得るものとする。

- (A) 標準電圧発生器で発生した N 段階の電圧 x_i ($i = 1, 2, \dots, N$) のそれぞれに対して電圧計の読み y_i を得る。
- (B) 発生電圧 x を説明変数、電圧計の読み y を従属変数とする 1 次回帰式 $y = a + bx$ を求める。ここで、 a , b は定数である。
- (C) 上式を逆に解いて得た $x = (y - a) / b$ を校正式とする。

1 1 次回帰式 $y = a + bx$ で表される直線は、必ず点 (\bar{x}, \bar{y}) を通る。

2 1 次回帰係数 b は次のように求まる。

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

3 b を 1 次回帰係数として、 y 切片 a は次のように表すことができる。

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

4 上記 (B), (C) の手順に従う代わりに、 y を説明変数、 x を従属変数とする回帰分析を行い、これをそのまま校正式としても、同じ校正式が得られる。

5 $x = 0$ のときには $y = 0$ になることが分かっている場合には、

$$y = bx$$

の形の比例式を想定した回帰分析を行うことができる。

問13 実験計画法における因子の割り付けや要因効果の検証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 実験で評価したい要因効果が多く、因子間の交互作用を求めなくても良い場合には、直交配列表による実験により、多元配置の実験に比べて実験規模を小さくすることが可能である。
- 2 最適水準を選ぶことは無意味であるが、制御因子との交互作用を調べるために取り上げる因子を、標示因子という。
- 3 制御因子 A, B の二元配置で繰り返しのある実験を行った結果、主効果 A と交互作用 A × B のみが有意となった。この場合、最適条件の選択において、因子 B を考慮に入れる必要はない。
- 4 実験で取り上げた因子の数やその水準数が少なく、実験の繰り返し数も少ない場合は、誤差分散の自由度が小さくなり、要因効果の検定の精度が低くなる。
- 5 分散分析の前提条件として、実験データに含まれる実験誤差の等分散性が仮定されている。

問14 同一機種 of 測定器を多数利用している工場がある。測定器間で測定結果に違いがあるかどうかを調べるため、5台 of 測定器を取り出し、同一試料を対象として、それぞれ2回繰り返し測定した。これにより得たデータ y_{ij} ($i = 1, 2, \dots, 5; j = 1, 2$) を分散分析して、次のような分散分析表に整理した。

要 因	平方和	自 由 度	分 散
A (測定器間差)	S_A	f_A	S_A/f_A
e (繰り返し誤差)	S_e	f_e	S_e/f_e
合 計	S_T	9	—

このとき、測定器間差 of 平方和 S_A 及び繰り返し誤差 of 平方和 S_e のそれぞれの自由度 f_A, f_e の値 of 組合せとして正しいものを次 of 中から一つ選べ。

	f_A	f_e
1	4	5
2	4	1
3	5	4
4	5	2
5	6	3

問15 下記は、測定 of SN 比を改善する過程を述べたものである。空欄 of [ア] から [オ] に当てはまる語として正しい組合せを一つ選べ。

測定器を構成する要素 A～G of 7 因子について各3水準を選んだ。これらは、最適な水準を選択するための [ア] 因子である。因子 A～G を直交配列表 [イ] に割り付けた。直交配列表 of 各組合せ条件での SN 比を求めるため、測定量 of 値を変化させる [ウ] 因子 M を3水準、誤差因子 N として、複数 of 誤差を調査し

N_1 = 読みが小さくなる条件

N_2 = 読みが大きくなる条件

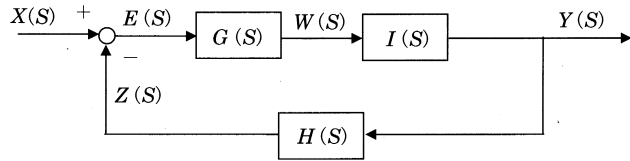
を作り、M と N of 2 元配置について読み y を求めた。

真値がゼロなら読みもゼロであることが望ましいので、直交配列表 of 各条件で比例式 of SN 比 η を [エ] で求め、A～G of 水準別平均 of 比較から、SN 比が [オ] なる組合せを求めた。

	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]	[オ]
1	制御	L_{16}	信号	デシベル単位	小さく
2	制御	L_{36}	信号	真数	小さく
3	信号	L_{27}	制御	真数	大きく
4	制御	L_{18}	信号	デシベル単位	大きく
5	標示	L_{18}	制御	デシベル単位	小さく

問16 自動制御系に関する下図に示すようなブロック線図がある。ブロック線図は制御系に現れるすべての信号間の変換と相互のつながりを図的に表すものであるが、このブロック線図の関係式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、図中、 $E(S)$ 、 $W(S)$ 、 $X(S)$ 、 $Y(S)$ 、 $Z(S)$ は信号を表し、 $G(S)$ 、 $H(S)$ 、 $I(S)$ は、制御要素についての伝達関数である。



- 1 基本的関係式の一つは $E(S) = X(S) - Z(S)$ である。
- 2 基本的関係式の一つは $Y(S) = I(S) \cdot W(S)$ である。
- 3 基本的関係式の一つは $Y(S) = H(S) \cdot Z(S)$ である。
- 4 全体の入出力関係は、

$$Y(S) = \frac{G(S) \cdot I(S)}{1 + G(S) \cdot I(S) \cdot H(S)} X(S)$$

である。

- 5 このブロック線図に関する基本的関係式の個数は4個である。

問17 デジタル表示式測定器に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 デジタル表示式測定器を用いた方がアナログ表示式測定器を用いるよりも正確に測定できる。
- 2 デジタル表示式測定器の出力信号をパーソナルコンピュータに取り込むとき、出力信号がアナログの場合もデジタルの場合も同一のインターフェイスを使うことができる。
- 3 アナログ量を測定するデジタル表示式測定器の表示の分解能は、A/D変換の性能に制限される。
- 4 デジタル表示の最小桁がばらつかない測定器は必ず良い測定器である。
- 5 最大測定量が同じで、表示桁数が多いデジタル表示式測定器は、表示桁数が少ないものより不確かさが必ず小さい。

問18 デジタル量の表示方法及びその処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 デジタル量を表す方法として、「0」と「1」を組み合わせた2進数があり、その桁数をビットと呼ぶ。
- 2 8ビットで表す情報量を1バイトといい、アルファベット26文字及び数字10文字を区別して表現するのに十分である。
- 3 10進数の「7」を2進数で表すと「111」となる。
- 4 2進数の「101」は、10進数では「6」となる。
- 5 文字や記号を2進数で符号化することができる。

問19 標準化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 製品の特性に関する合格・不合格の判定方法を標準化することにより、判定者のミスが少なくなることが期待される。
- 2 社内標準化の中で、品質保証を実施する上であいまいな点をできるだけ明確化することは、作業者全員の努力目標の方向をそろえることに役立つ。
- 3 業務の手順の社内標準化によって、種々の状況に対応するための判断基準が明確にされ、業務の質が安定することが期待される。
- 4 技術の成熟した部品や製品の仕様の標準化は、部品等の互換性を保証することにつながり、消費者にとっても有利である。
- 5 短期間で製品の品質向上を実現するためには、製造工程の標準化を積極的に推進する以外に方法はない。

問20 測定の SN 比を用いて測定器の性能の比較や改善を行うことができる。測定の SN 比は、測定対象量 M に対する測定器の読み y の回帰関係における回帰係数 β と誤差分散 σ^2 を用いて、 $\eta = \beta^2 / \sigma^2$ で与えられる。次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 M の真の値が分からなくとも、 M の水準間の相対的關係が分かっているならば、SN 比を求められる場合がある。
- 2 SN 比を求めるための回帰式としては、比例式 ($y = \beta M$)、1 次式 ($y = \alpha + \beta M$) が主に使われる。
- 3 測定環境の変動の影響を受けにくい測定器を選択するために、SN 比を求めて比較をしても、測定器の優劣は分からない。
- 4 測定器の改善は、測定器を構成する要素を制御因子とし、制御因子を直交配列表に割り付けた実験を行い、SN 比が最も大きくなる制御因子の水準の組合せを見つけてることによって可能である。
- 5 SN 比の比較や分散分析を行う場合、 $10 \log \eta$ で求められるデシベル値が使われる。

問21 機器の信頼性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 修理しない機器（非修理アイテム）の故障までの時間の期待値は、平均故障寿命（MTTF）である。
- 2 修理しながら使用する機器（修理アイテム）が、故障し修理してから次に故障するまでの時間の期待値は、平均故障間動作時間（MTBF）である。
- 3 機器（アイテム）が与えられた条件の下で、与えられた時間間隔に対して、要求機能を実行できる確率を信頼度という。
- 4 ある時点まで動作していた機器（アイテム）がその後、単位時間内に故障を起こす瞬間故障率は、

$$\text{瞬間故障率} = \frac{\text{ある一定期間中の総故障数}}{\text{ある一定期間中の総動作時間}}$$

で求められる。

- 5 一般に故障率として瞬間故障率と平均故障率とを使用しているが、単に故障率という場合には瞬間故障率を指す。

問22 品質管理に関する次の記述の中から、不適切なものを一つ選べ。

- 1 製品特性のばらつきが大きくても、検査により規格を満たす製品のみを選別できる場合には、ばらつきを小さくするための工程の改善は行うべきでない。
- 2 工程で使用する測定器の性能評価においては、測定の SN 比を利用することができる。
- 3 工程の状態を監視するために、管理図法を採用した。
- 4 不良品が発生する原因項目の重要性を検討するため、項目別に層別して出現度数の大きさの順に並べるとともに、累積和を示したパレート図を活用した。
- 5 品質管理に使用される測定器の校正周期や点検間隔の検討を行い、校正方式を最適化した。

問23 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 製造工程が不安定なため、管理限界を超える製品が頻繁に発生する場合、抜取検査が必要である。
- 2 製造工程が安定している場合、検査費用が高くて、不良による後工程での損失が軽微な項目は、その工程では検査をしないことがある。
- 3 製品の検査では、測定の不確かさや許容差の大きさを考慮して、測定方法や測定器が選ばれる。
- 4 全数検査は、検査のための測定が簡単で安価かつ非破壊的に実施できる項目に適している。
- 5 抜取検査は、個々の製品の合否を判断するためのものではなく、検査対象ロットに含まれる製品全体の合否を判断するためのものである。

問24 工程の管理において、製品の特性がその目標値からずれることにより生ずる経済的損失と工程管理に要するコスト（製品特性を測定するためのコストや、工程のずれを調整するために要するコストなど）の和を小さくするように、管理方式を最適化する考え方がある。このような最適化を行う際に考慮すべき事項として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 製品特性とその目標値の差を調べる点検の時間的間隔
- 2 製品特性とその目標値の差の大きさが、その値 D を超えたときに工程の調整を実施する調整限界 D
- 3 合理的な許容差、および不合格品の処置に伴う損失
- 4 工程不良率
- 5 1回の点検に要するコスト

問25 $\bar{X}-R$ 管理図 ($\bar{x}-R$ 管理図とも書く)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 $\bar{X}-R$ 管理図は、計数値と計量値のうち、計量値を管理する場合に用いられる。
- 2 $\bar{X}-R$ 管理図は、平均値の変化を管理する \bar{X} 管理図とばらつきの変化を管理する R 管理図からなる。
- 3 $\bar{X}-R$ 管理図における \bar{X} は、同時にサンプリングした n 個のサンプル測定値の平均値であり、 R は、 n 個のサンプル測定値の最大値と最小値の差（範囲）である。
- 4 $\bar{X}-R$ 管理図における \bar{X} 管理図には、一般に、上方管理限界線と下方管理限界線がそれぞれ記入される。
- 5 $\bar{X}-R$ 管理図における R 管理図には、サンプル数 n によらず、上方管理限界線と下方管理限界線がそれぞれ記入される。