

## 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、五肢択一方式である（各問に対して5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、答案用紙に記された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 携帯電話はアラームモードを解除のうえ、電源を切り、鞆にしまうこと。
- 8 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。

受験番号	氏名

問1 計測管理の活動と進め方に関する次の記述の中から、誤っているもの一つ選べ。

- 1 計測管理では、対象となる測定量を明確にし、計測活動の目的を正確に把握して実施することが重要である。
- 2 計測管理は計測活動の全体を管理することであるが、計測管理担当者は企業における生産技術の開発や製造工程の設計などに関わることも重要である。
- 3 計測管理では、測定計画の実施、測定結果の評価、測定機器の管理、計測管理活動の標準化などが行われる。
- 4 測定機器の管理活動では、測定機器の購入、保守、校正、管理マニュアルの作成、標準の確保などが必要である。
- 5 使用する測定機器を決める際には、計測管理の目的にかかわらず、できる限り分解能の高い測定機器を選ぶべきである。

問2 生産システム全体に関わる計測システムにおける計測管理の進め方に関する次の記述の中から、誤っているもの一つ選べ。

- 1 製品の開発・設計・生産準備段階では、製品の機能から要求される測定技術の開発や測定方法の選定、試作品の計測などを行う。
- 2 計測管理を効率的に行うためには、測定データの処理方法の検討が重要であり、必要に応じて統計的手法を利用する。
- 3 工程設計段階では、工程に必要な測定技術の開発と選定、工程のシミュレーションによる測定の研究、測定誤差の予測などを行う。
- 4 製品の高品質化のためには、コストが高くても、測定されたデータを常に開発や設計へフィードバックできるようにする。
- 5 計測管理のため、日々進歩する測定技術や標準化手法などに対応した教育・訓練を、計測の担当者および計測の管理者に対して実施する。

問3 SI単位には、基本単位と組立単位がある。固有の名称を持つSI組立単位を基本単位で表した次の組み合わせの中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 J (ジュール)  $\text{m}^2 \cdot \text{kg} / \text{s}^2$
- 2 W (ワット)  $\text{m}^2 \cdot \text{kg} / \text{s}^3$
- 3 Pa (パスカル)  $\text{kg} / (\text{m} \cdot \text{s}^2)$
- 4 C (クーロン)  $\text{A} / \text{s}^2$
- 5 Hz (ヘルツ)  $\text{s}^{-1}$

問4 測定誤差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 誤差を求めるには、JIS Z 8103 (計測用語) の定義から分かるように、真の値がわかっていなければならない。
- 2 真の値の代用として標準の値が用いられることがある。
- 3 標準を利用すれば誤差の大きさの推定が可能である。
- 4 真の値が明らかでない場合、測定器や測定方法の性能の評価はできない。
- 5 SN比誤差は、校正しても除かれない変動分を測定器や測定方法の性能として評価するものである。

問5 測定の不確かさは、ISO国際文書「計測における不確かさの表現のガイド」(Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement、略称GUM)において、「測定の結果に付随した、合理的に測定量に結びつけられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメータ」と定義されており、測定結果の信頼性を表す指標として広く用いられるようになっている。不確かさ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 デジタル表示の測定器を用いた測定において、繰り返し測定のデータにばらつきが生じない場合であっても、測定結果の不確かさはゼロではない。
- 2 標準偏差として表された不確かさは、標準不確かさと呼ばれる。
- 3 同じ測定器を用いていても、測定量の大きさが異なる場合、測定結果の不確かさの大きさは一般に異なる。
- 4 測定器の校正に用いる計量標準の値の不確かさは、測定器の性能を表すものではないので、測定結果の不確かさの要因とはならない。
- 5 測定の不確かさを報告する際には、合成標準不確かさもしくは拡張不確かさが用いられる。

問6 ある測定器を用いて10回の繰り返し測定をした結果、個々の測定値の、平均値からの差の2乗和（変動）が0.0081であった。繰り返し測定のばらつきを表す標準偏差の値として正しいものを、次の中から一つ選べ。

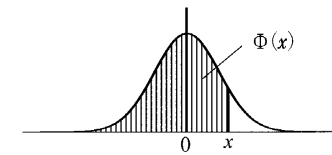
- 1 0.003
- 2 0.009
- 3 0.03
- 4 0.09
- 5 0.3

問7 ある工場で生産している機械部品の質量は、平均250.0 g、標準偏差2.0 gの正規分布に従うことが分かっている。任意に取り出した1個の機械部品の質量が253.2 g以上である確率の大きさを下表を利用して計算し、その値に最も近いものを選択肢の中から一つ選べ。

ただし、下表は正規分布の下側確率表で、参考図に示すように標準正規分布の確率密度関数 $\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-x^2/2)$ に対する下側確率 $\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \phi(x) dx$ の値を、代表的な $x$ の値について示したものである。

表 正規分布の下側確率表

$x$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	—
$\Phi(x)$	0.5000	0.5398	0.5793	0.6179	0.6554	0.6915	0.7257	0.7580	0.7881	0.8159	—
$x$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
$\Phi(x)$	0.8413	0.8643	0.8849	0.9032	0.9192	0.9332	0.9452	0.9554	0.9641	0.9713	0.9772



参考図 下側確率  $\Phi(x)$

- 1 2.3 %
- 2 5.5 %
- 3 15.9 %
- 4 69.2 %
- 5 94.5 %

問8 二つの変数 $x$ と $y$ の関係の強さを示すものとして相関係数 $r$ がある。相関係数 $r$ に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

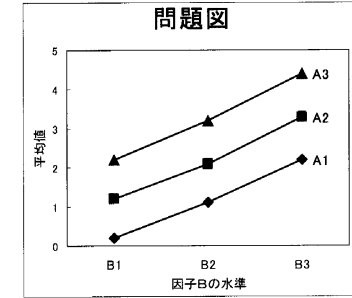
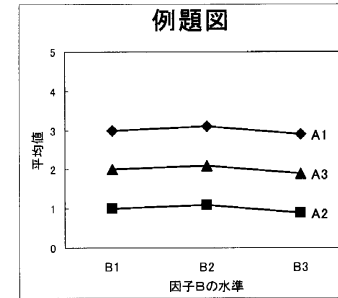
- 1  $r$ は、 $-1$ から $1$ の範囲の値をとる。
- 2  $r = 1$ は、 $x$ と $y$ の間に完全な直線関係があることを示している。
- 3  $r = 0$ は、 $x$ と $y$ の間に直線関係がないことを示している。
- 4  $r = -1$ は、 $x$ と $y$ の間に完全な直線関係があることを示している。
- 5  $r$ は、 $x$ と $y$ の間の2次関数的な依存の強さも示している。

問9 実験計画法は、合理的に因子を割り付けて、効率的な実験の実施と解析ができるような実験を計画する手法である。次の(a)から(e)の記述は、実験計画法の要点を記述したものである。(ア)から(オ)の空欄に入る語句として正しい組み合わせを、下の1～5の選択肢の中から一つ選べ。

- (a) 実験計画法を利用することにより、因子として取り上げたさまざまな条件の影響の程度を(ア)に評価できる。
- (b) 分散分析では、誤差分散と要因効果の分散の大きさを比較するために分散比を求め、その有意性を(イ)する。
- (c) 要因の(ウ)は、分散分析の要因効果の変動から誤差による変動分を差し引いた純変動を求め、その全変動に対する割合で示す。
- (d) 分散分析では、全ての要因効果は加法的であり、実験誤差は独立で(エ)母分散をもって正規分布していることが一般に仮定されている。
- (e) 二つの因子を取り上げて2因子実験を行うとき、(オ)を明らかにするためには、因子の水準の組み合わせごとの繰り返しが必要である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
1	定量的	$t$ 検定	寄与率	同一の	交互作用
2	定性的	$F$ 検定	相関	異なる	主効果
3	定量的	$F$ 検定	寄与率	同一の	交互作用
4	定性的	$t$ 検定	相関	異なる	交互作用
5	定量的	$F$ 検定	寄与率	同一の	主効果

問10 次のグラフは、繰り返しのある二元配置(因子Aと因子B)の実験において、各因子の水準の組合せごとの平均値をプロットしたものである。例題図のグラフは、相対的な効果の大きさとして、主効果Aは大、主効果Bは小、交互作用A×Bの効果は小の場合に相当する。問題図のグラフは、相対的な効果の大きさとして、選択肢1～5のどの場合に相当するか。一つ選べ。



	主効果A	主効果B	交互作用A×Bの効果
1	大	大	小
2	小	小	大
3	大	小	小
4	小	大	大
5	小	大	小

問11 測定器の国家標準または国際標準へのトレーサビリティについて説明した次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 社内の測定器を自社標準で校正していても、トレーサビリティが確保されないことがある。
- 2 測定結果の信頼性を確保するうえで、トレーサビリティを確保することが重要である。
- 3 トレーサビリティが確保された測定器を用いても、測定の誤差をなくすことはできない。
- 4 ある量を測る2台の測定器について、それぞれを校正してトレーサビリティを確保しておけば、同一の測定対象に対する2台の測定結果は、不確かさを考慮した範囲内で一致することが期待される。
- 5 社内になんらかの測定器がある場合、その測定器の用途に関係なく全て校正して確実にトレーサビリティを確保する必要がある。

問12 測定の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 工場の現場や試験室などの測定値が、上位の標準につながり、最終的に国家標準又は国際標準につながる体系をトレーサビリティ体系という。
- 2 計量法のJCSS校正証明書は、校正結果が国家標準にトレーサブルであることを証明している。
- 3 企業の研究室など限られた範囲内での測定値の比較においては、必ずしもトレーサビリティの確保は必要ではない。
- 4 計量法のJCSS校正証明書に合格・不合格を決める何らかの基準への適合性の表明がなくても、トレーサビリティの証明書としては有効である。
- 5 複数の分析計がいずれもトレーサビリティの確認された標準物質を用いて校正されていれば、それらの分析計による測定結果の不確かさは常に同じ大きさになる。

問13 測定対象量がゼロのときに必ずゼロを示す測定器の校正には、ゼロ点比例式校正を用いることができる。ゼロ点比例式を用いた定期的な校正に関する以下の文章の (ア) から (ウ) にあてはまる用語や式の組み合わせとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

定期的な校正の作業には、点検とそれに伴う修正の二つがある。点検とは、現行の校正式を用いたときの誤差を求め、校正式を求め直すか否かを定める作業をいう。修正とは、感度係数  $b$  を求め直し、校正式を修正する作業をいう。未知量の測定では、測定対象量に対する測定器の読み  $y$  から、校正式  $\widehat{M}=y/b$  を用いて測定値  $\widehat{M}$  を求める。

定期的な校正において、まず点検では、1個の標準  $M_0$  に対する読み  $y$  から測定値  $\widehat{M}_0$  を求める。点検の結果、(ア) の差の絶対値が、あらかじめ定めた修正限界よりも (イ) 場合には、修正を行う。修正では、 $k$  個の標準  $M_i$  ( $i=1\sim k$ ) のそれぞれを  $n$  回測定し、そのときの読み  $y_{ij}$  ( $j=1\sim n$ ) を求める。 $y_{ij}$  を用いて新たな感度係数  $b$  を (ウ) によって計算し、新たな校正式を決定する。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	点検時の測定値 $\widehat{M}_0$ と標準の値 $M_0$	大きい	$b = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}}{\sum_{i=1}^k M_i^2}$
2	点検時の読み $y$ と標準の値 $M_0$	大きい	$b = \frac{\sum_{i=1}^k M_i}{n \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}}$
3	点検時の測定値 $\widehat{M}_0$ と標準の値 $M_0$	大きい	$b = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}}{n \sum_{i=1}^k M_i^2}$
4	点検時の読み $y$ と標準の値 $M_0$	小さい	$b = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}^2}{n \sum_{i=1}^k M_i^2}$
5	点検時の読み $y$ と測定値 $\widehat{M}_0$	小さい	$b = \frac{n \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}}{\sum_{i=1}^k M_i^2}$

問14 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 測定器の示す値と標準によって実現される値との関係を確定する一連の作業を校正という。
- 2 校正された測定器を使用して得られる測定値には、測定器の校正作業や測定対象物を実際に測定したときのばらつきに起因する誤差の他に、校正に使用した標準の表示値の誤差が含まれる。
- 3 校正式を求めて測定器の校正を行うとき、ゼロ点比例式を用いる場合と1次式を用いる場合では、校正後の誤差の大きさは一般に異なる。
- 4 真の値の推定値を測定器が示す値の関数として表した式を校正式という。
- 5 校正によって、測定器の示す値に含まれる系統的な誤差と偶然的な誤差を修正することができる。

問15 測定のSN比に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

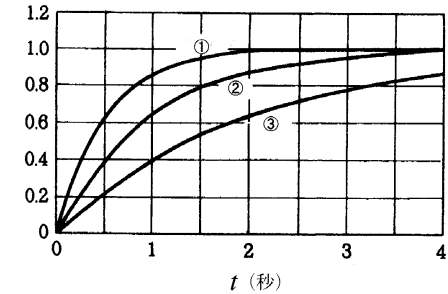
- 1 SN比は、測定器の性能の評価に用いることができる。
- 2 SN比を求める場合には、測定器をあらかじめ校正した上でデータをとる必要がある。
- 3 2種類の測定器の読みの単位が異なっている場合でも、同一の測定量を測る測定器であれば、SN比を用いて性能の良否の比較をすることができる。
- 4 SN比を分散分析する場合には、デシベル単位で表したSN比を用いる。
- 5 SN比は、信号因子の単位の2乗の逆数と同じ単位を持っている。

問16 測定のスニ比を改善するための実験計画であるパラメータ設計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 パラメータ設計では、制御因子を割り付けた実験単位とスニ比を求める実験単位との直積の実験配置で実験を行う。
- 2 スニ比の平均値が大きい水準を選択する目的で取り上げる実験因子を制御因子と呼んでいる。
- 3 スニ比を求める実験計画では、一般に、測定値をばらつかせる原因となる条件として取り上げた誤差因子と、測定対象量の変化を代表する信号因子とを割り付ける。
- 4 スニ比の改善の実験では、信号因子として複数の実物標準（実際の測定対象物と同じ成分で標準値をもつもの）を用い、その水準値は現場での測定範囲をカバーするように設定するとよい。
- 5 スニ比が大きい制御因子の水準は、信号に対する直線性からのずれやばらつきが大きく、プールした総合的な誤差分散が大きい条件の水準である。

問17 次の図は、一次遅れ要素として記述される制御系の単位ステップ応答について、応答の速さの指標である時定数が異なる三つの例を示したものである。図中の②の応答の時定数のおよその値を、下の中から一つ選べ。

ただし、図の縦軸は規格化された応答を表している。



- 1 0.5秒
- 2 0.7秒
- 3 1.0秒
- 4 1.5秒
- 5 3.5秒

問18 センサーから出力される電圧信号を、最小目盛が1mVのアナログ表示式電圧計で表示していた。この電圧計の代わりに、A/D変換器付きのパーソナルコンピュータへつないでデジタル表示をすることにした。このとき、次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

ただし、デジタル表示の分解能とは、最小桁の数字が1単位だけ変わるときの指示変化である。

- 1 デジタル表示された値には、量子化誤差が含まれる。
- 2 信号処理の方法によっては、デジタル表示の分解能を2mVにすることが可能である。
- 3 デジタル表示の分解能は、A/D変換器の性能に依存しないで決定することができる。
- 4 デジタル表示の方がアナログ表示よりも、人の違いによる読み取りの差が小さくなる。
- 5 信号処理の方法によっては、デジタル表示の方がアナログ表示よりも表示のばらつきが大きくなることがある。

問19 4Vまでの正の電圧値を小数点以下3桁までの値(0.000V~4.000V)として測定している。この測定データを2進数で表現するためには少なくとも何ビット必要か。次の中から一つ選べ。

- 1 8ビット
- 2 9ビット
- 3 10ビット
- 4 11ビット
- 5 12ビット



問20 機器や部品の信頼性を評価するための尺度にMTBF（Mean Operating Time Between Failuresの略）がある。MTBF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 MTBFは平均故障間動作時間であり、総動作時間をその期間中の故障回数で割ったものである。
- 2 MTBFの単位は時間である。
- 3 MTBFの値は、故障修理に要する時間が長くなっても短くなっても同じである。
- 4 MTBFは、修理しながら使用する機器や部品の信頼性に関する尺度である。
- 5 MTBFが大ききことは、機器や部品の寿命が長いことを意味する。

問21 品質管理における基礎的な手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 特定の結果と原因系との関係を系統的に表した図を特性要因図という。
- 2 生産される製品の品質の状態をグラフとして表し、工程が安定な状態にあるかを調べる目的で用いる図を管理図という。
- 3 必要な項目や図などを前もって印刷し、検査結果や作業の点検結果などを簡単に記録できるようにしたものをチェックシートという。
- 4 測定値の存在する範囲をいくつかの区間に分け、各区間に存在する測定値の出現頻度を表す図を散布図という。
- 5 欠陥の原因などを項目別に層別して、出現頻度の順に並べるとともに、累積和を示した図をパレート図という。

問22 次の説明文は、あるサンプリング方法の手順と特徴について述べたものである。この説明文に該当するサンプリング方法の名称として、正しいものを下のの中から一つ選べ。

（説明文）一つのサンプリング単位が取られ、測定され、次のサンプリング単位が取られる前に母集団に戻されるサンプリングである。このサンプリング方法では、サンプルの中に同一のサンプリング単位が複数回含まれることが可能である。

- 1 単純ランダムサンプリング
- 2 復元サンプリング
- 3 層別サンプリング
- 4 系統サンプリング
- 5 集落サンプリング

問23 検査に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 製品の不適合品率が大きい場合の出荷検査には、抜取検査が適している。
- 2 破壊項目の出荷検査には、抜取検査が適している。
- 3 出荷検査で不適合になった製品は出荷できないので、廃棄しなければならない。
- 4 出荷検査によって不適合品の出荷をゼロにできるから、市場でのトラブルはなくなる。
- 5 製造工程での製品のばらつきが大きい場合、出荷検査での不適合の基準である上限規格値を大きくすれば不適合品率は小さくなるので、市場でのトラブルは減少する。

問24 工程管理と計測管理の関係を示した次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 製品の特性値のばらつきは、その製品を生産する工程内で使用される測定器のばらつきにも影響される。
- 2 工程内で使用される測定器の変動を管理する方法の一つとして、工程から取り出した製品を一つ決め、それを定期的に測定して測定器をチェックする方法がある。
- 3 工程を管理するとき、その工程で作られた製品を測定し、工程に変動がないかどうかを調べる方法がある。このときに使用する測定器は、その誤差の大きさと製品の許容差を考慮して決める必要がある。
- 4 製品の特性値のばらつきが、その許容差に比べて十分に小さい場合でも、工程が正常に稼働しているかどうかを調べるための測定は必要である。
- 5 工程で使用される測定器の校正周期は、工程の時間的な変動により決定される。

問25 社内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 標準化とは、標準を設定し、これを活用する組織的行為である。
- 2 標準化の目的の一つは、業務の統一化を行うことで業務の質の安定化を図ることである。
- 3 工程の標準化の中で作成した文書類は、作業者の教育・訓練には使用できない。
- 4 測定器の器種を統一するなどの標準化によって、測定器の保守・管理が容易になる。
- 5 製品の品質に関する合格・不合格の判定方法の標準化は、安定した検査の実現につながる。