

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カ所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具は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、かばんにしまうこと。
- 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。

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、誤っているものを一つ選べ。

- 1 計測管理では、測定機器の管理、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重要である。
- 2 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。
- 3 測定作業担当者と計測管理担当者には、全て同じ内容の教育・訓練を実施することが必要である。
- 4 測定機器や測定方法の選定において、新しい機器を導入するか否かの決定は、導入コストや既存機器の性能などを考慮した上で判断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、さまざまな分野の管理のために重要な活動であるが、一人の計測管理担当者が、全ての分野の管理にかかわる必要はない。

問2 製造工程に関わる計測管理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。

- 1 製品の検査のための測定方法は、製品仕様により要求される精度を満足する方法の中から選択する。
- 2 製品の検査では、製品の仕様で決められた特性を製品全てについて測る必要がある。
- 3 工程能力が十分ではなく、製品の特性値が許容差を超える製品が多い場合には、検査によって製品を選別することが必要になる。
- 4 製造される製品の特性値のばらつきを小さくするためには、製造準備段階や製品設計段階での計測の活用や対策が重要である。
- 5 工程の改善を行い、製品の特性値のばらつきや目標値からの差が十分小さくなった場合、製品の検査を省略できることがある。

問3 国際単位系 (SI) で用いられる、線量当量 (放射線の生物学的影響の程度) を表わす単位記号を次の中から一つ選べ。

- 1 Bq
- 2 C/kg
- 3 Gy
- 4 rem
- 5 Sv

問4 「JIS Z 8103 計測用語」、「JIS Z 8101-2 統計用語と記号-第2部：統計的品質管理用語」に定義されている、測定の誤差や精度に関わる用語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。

- 1 いずれの規格においても、測定によって求めた値を測定値といい、測定値から真の値を引いた値を誤差という。
- 2 いずれの規格においても、ばらつきとは、測定値の大きさがそろっていないこと、また、ふぞろいの程度のことをいう。ばらつきの大きさを表すには、例えば標準偏差を用いる。
- 3 JIS Z 8103では、ばらつきの小さい程度のことを精度又は精密度という。
- 4 JIS Z 8101-2では、精度、精密度、精密さを、同一試料に対し、定められた条件の下で得られる独立な観測値・測定結果のばらつきの程度と定義している。
- 5 JIS Z 8103で定義している精度を、JIS Z 8101-2では精確さ、総合精度という。

問5 測定結果の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 標準不確かさとは、標準偏差で表わされる測定結果の不確かさを意味する。
- 2 測定結果の合成標準不確かさは、幾つかの入力量毎の標準不確かさを不確かさの伝播則によって合成することで計算することができる。
- 3 測定結果の不確かさを定量的に報告する際には、合成標準不確かさ又は拡張不確かさが用いられる。
- 4 合成標準不確かさに1より大きい係数を乗じたものが拡張不確かさであり、この係数を包含係数という。
- 5 包含係数の値としては、通常、95から99の範囲の値が用いられる。

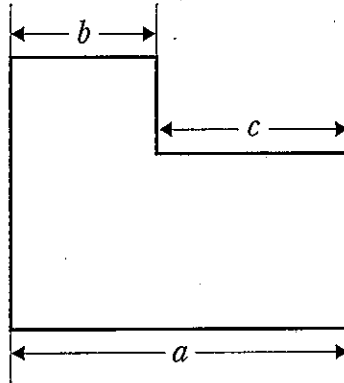
問6 2つの測定値 x, y から測定結果 z を、 $z = 2x + 3y$ として与える場合、 z の平均 μ_z 、分散 σ_z^2 の値として正しいものを次の中から一つ選べ。

ただし、各測定値は互いに統計的に独立な確率変数とみなすことができ、それぞれの平均と分散は、 $\mu_x = 2$ 、 $\sigma_x^2 = 9$ 、 $\mu_y = 3$ 、 $\sigma_y^2 = 4$ である。

- 1 $\mu_z = 13$ 、 $\sigma_z^2 = 72$
- 2 $\mu_z = 13$ 、 $\sigma_z^2 = 30$
- 3 $\mu_z = 5$ 、 $\sigma_z^2 = 12$
- 4 $\mu_z = 5$ 、 $\sigma_z^2 = 72$
- 5 $\mu_z = 2$ 、 $\sigma_z^2 = 30$

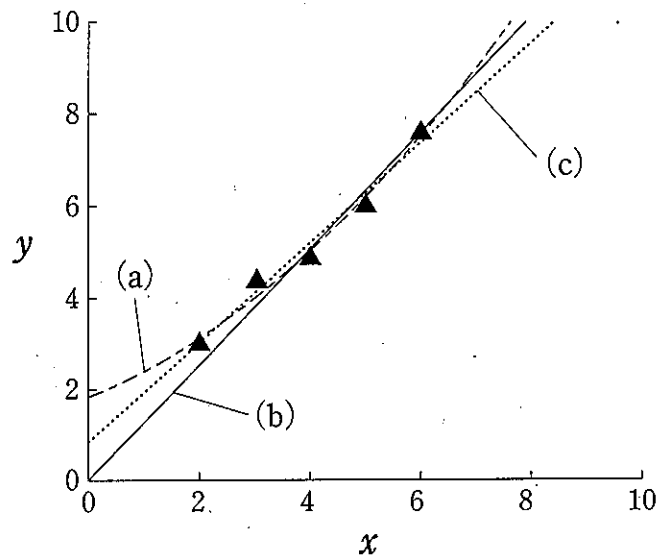
問7 下図の部品において、ノギスで長さ a と長さ b を測定し、長さ c を $c = a - b$ で求める。測定のばらつきに伴う標準偏差は、 a については σ_a 、 b については σ_b であることがわかっている。このとき、求めた長さ c の標準偏差の大きさとして正しいものを次の中から一つ選べ。

ただし、 a と b の測定値は独立であるとし、下図の角は全て直角とする。



- 1 $\sigma_a + \sigma_b$
- 2 $\frac{\sigma_a + \sigma_b}{2}$
- 3 $\sigma_a^2 + \sigma_b^2$
- 4 $\sqrt{\sigma_a^2 - \sigma_b^2}$
- 5 $\sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2}$

問8 ある物質の濃度 x とそれに対する分析計の読み y の関係を調べるため、5水準の濃度の標準物質に対する読みを求める実験を行い、図の▲で示すデータを得た。 y の x に対する関係式として、比例式、1次式、2次式をそれぞれ仮定して回帰分析を行ったところ、図の (a)~(c) の直線又は曲線で示される三つの回帰式を得た。 y と x の間に仮定した関係式と (a)~(c) の組合せとして、正しいものを下の中から一つ選べ。



	比例式	1次式	2次式
1	(a)	(b)	(c)
2	(b)	(c)	(a)
3	(b)	(a)	(c)
4	(c)	(a)	(b)
5	(c)	(b)	(a)

問9 実験計画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 さまざまな条件の影響を定量的に評価するために、実験計画法を活用することができる。
- 2 多因子実験では、複数の因子を同時に取り上げて、それらの水準の組合せ条件下で実験を行う。
- 3 計量値だけでなく計数値についても分散分析が可能である。
- 4 実験計画法は、市場調査研究にも用いることができる。
- 5 二元配置で繰り返しが無い実験では、実験誤差と交互作用が分離できるので、主効果の検出力が高くなる。

問10 繰り返しのある一元配置の実験を行い、測定データ y_{ij} ($i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, n$) を得た。ただし、因子Aの水準数を $a (\geq 2)$ とし、繰り返し数を $n (\geq 2)$ とする。これらのデータを分散分析して、次のような分散分析表に整理した。この分散分析表に関する下の計算式の中から、正しいものを一つ選べ。

要因	平方和	自由度	分散	分散比
A	S_A	f_A	V_A	F_0
e (誤差)	S_e	f_e	V_e	
T (合計)	S_T	f_T	-	

- 1 $f_A = a - 1$
- 2 $f_e = n - 1$
- 3 $f_T = a + n - 1$
- 4 $S_A = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n y_{ij}^2$
- 5 $F_0 = \frac{V_e + V_A}{V_e}$

問11 測定トレーサビリティに関するア～オの記述のうち、誤っているものの組合せを1～5の中から一つ選べ。

ア トレーサビリティ体系とは、現場での測定値が高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状態をいう。

イ トレーサビリティの確保された測定器を用いて測定しても、測定値の不確かさはゼロとはならない。

ウ 濃度を測定するための複数の分析計をトレーサビリティの確保された標準物質を用いて校正した。それぞれの分析計を用いて得た濃度の不確かさは、常に同じ大きさとなる。

エ JCSSロゴ付き校正証明書は、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。

オ 合格・不合格を決める何らかの基準への適合性の表記がなければトレーサビリティの証明書として有効ではない。

- 1 誤りは、アとイである。
- 2 誤りは、イとウである。
- 3 誤りは、ウとエである。
- 4 誤りは、ウとオである。
- 5 誤りは、エとオである。

問12 測定の特レーサビリテイに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 ある環境物質の濃度測定において、国際単位系 (SI) に特レーサブルな、日本製標準物質と外国製標準物質をそれぞれ用いて測定した結果は、不確かさの範囲で一致することが期待される。
- 2 ある測定器に対して国家標準に特レーサブルな校正をした場合、その測定器による測定の不確かさはその校正の不確かさと等しくなる。
- 3 ある測定の特レーサビリテイを確保することは、その測定の特レーサブルな標準物質を小さくするための必要条件である。
- 4 ある測定器について、校正証明書があれば、その中に特レーサビリテイに関する記述がなくても、その測定器は特レーサビリテイが確保されている。
- 5 温度測定の特レーサブルな標準として、自社所有の水の特レーサブルな三重点を含めた複数の温度定点を実現するための装置を用いているので、社内の温度測定は自動的に特レーサビリテイが確保される。

問13 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 測定器の校正作業には、標準を用いて測定器の誤差の大きさを推定する点検及び校正式を求め直す修正がある。
- 2 標準の値と測定器が指示する値との間の対応を表す曲線を校正曲線といい、化学分析では検量線という。
- 3 工程で使用する測定器の校正方式を決めるときは、測定器の誤差の特レーサブルな許容範囲や校正のコストなどを考慮することが必要である。
- 4 校正後の測定器を使用して得られた測定値には、校正作業による誤差を含まないが、測定対象を測定したときの誤差や校正に使用した標準の表示値の誤差が含まれる。
- 5 校正方法を決める場合、単に校正式や校正間隔を決めるだけでなく、測定対象の把握、標準の選択、測定器の使用条件や使用方法の選択が必要である。

問14 1次式校正では、標準の値 x と測定器の読み y を関連づける校正式を求めるために、回帰式 $y = a + bx$ を想定して回帰分析を行う。

ある測定器について、 $a = 0.1$ 、 $b = 1.1$ であったが、標準を使用した点検でずれが大きかったため、校正作業で校正式を求め直した結果、 $a = 0.2$ 、 $b = 1.0$ を得た。この測定器の読みが $y = 1.3$ のとき、校正作業前の校正式を使って求めた値 x_1 と、校正作業後の校正式を使って求めた値 x_2 はそれぞれどのようなようになるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

ただし、数値は小数点以下3桁目を四捨五入したものである。

- 1 $x_1 = 1.30$ 、 $x_2 = 1.30$
- 2 $x_1 = 1.09$ 、 $x_2 = 1.09$
- 3 $x_1 = 1.53$ 、 $x_2 = 1.50$
- 4 $x_1 = 1.09$ 、 $x_2 = 1.10$
- 5 $x_1 = 1.10$ 、 $x_2 = 1.10$

問15 寸法の異なる複数部品の出荷検査に用いるノギスの良否を調べるために、対象とするノギスでブロックゲージを測定し、得られたデータからSN比を求めることにした。この評価に関する次の記述の中から、最も適切なものを一つ選べ。

- 1 実際の測定環境を考慮に入れ、測定環境の変動要因を誤差因子として取り上げることにした。
- 2 部品の寸法を考慮に入れ、ある一つの部品の許容限界寸法の範囲内でブロックゲージの大きさを選択し、信号因子の水準を設定した。
- 3 測定の繰り返し数は、求めるSN比の信頼性に影響しないので、測定は各実験条件において1回のみ行うことにした。
- 4 信号因子は取り上げず、特定部品の寸法の公称値を目標値として、望目特性のSN比を用いて評価することにした。
- 5 測定対象物の寸法がゼロのときは、原理的にノギスの読みもゼロであることを利用して、SN比の計算は一般に原点を通らない1次式校正の関係式を用いて行うことにした。

問16 製造現場での L_{18} 直交表を使ったパラメータ設計の実験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 信号因子の値 M に対する読み y について $y = \beta M$ の関係式を想定し回帰分析したとき、 y の誤差分散を σ^2 とすれば、校正後の誤差分散 σ^2/β^2 の逆数がSN比となる。
- 2 信号因子には、実際の測定対象物と同じような成分、材質、形態を持った、値が分かったものを使用し、その水準値は測定範囲をカバーできるように設定する。
- 3 機器の設定条件などの7つの制御因子A~Gを取り上げ、それぞれの因子の水準数を3とした場合、 L_{18} 直交表の2列目から8列目に割り付けて実験する。
- 4 現場での環境の中から、ばらつきの原因となっている要因であって制御できないものを誤差因子として取り上げ、制御因子とともに L_{18} 直交表の中に割り付ける。
- 5 実験の結果、制御因子Bのそれぞれの水準におけるSN比の平均が $\eta(B_1) = 14.4$ db、 $\eta(B_2) = 9.4$ db、 $\eta(B_3) = 8.8$ dbの値を得たとき、設定した水準の中では B_1 を採用すると良い。

問17 前向き伝達関数 $G(s)$ が、 $G(s) = K/(1 + Ts)$ で与えられる直結フィードバック制御系がある。等価変換の規則を適用し、直結フィードバック制御系の全体的伝達関数 $W(s)$ を求めれば、

$$W(s) = G(s)/[1 + G(s)] = K/(1 + K + Ts)$$

となる。このとき、以下のア～オの記述について、誤っているものの組合せを1～5の中から一つ選べ。ただし、 s はラプラス変数を意味し、 K 、 T は制御系のパラメータである。

- ア $G(s)$ も $W(s)$ も共に1次遅れ系である。
- イ T は $G(s)$ についての時定数を意味する。
- ウ $W(s)$ についての時定数 T^* は、 $T^* = T/(1 + K)$ になっている。
- エ $G(s)$ のゲイン定数 $K(>0)$ の値を工夫すれば、 $T^* > T$ にも、 $T^* < T$ にもすることができる。
- オ K の値を大きくすると、伝達関数 $W(s)$ で与えられる制御系は不安定系になる。

- 1 誤りは、アとイである。
- 2 誤りは、イとウである。
- 3 誤りは、エとオである。
- 4 誤りは、ウとオである。
- 5 誤りは、アとエである。

問18 デジタル量の表示方法についてア～エの記述がある。その内容の正誤の組合せとして正しいものを1～5の中から一つ選べ。

- ア 2進法で用いられる「0」又は「1」のいずれかの数字をビットと呼ぶ。
- イ 8ビットを用いれば、0から511までの整数を表すことができる。
- ウ 2進数の「111」は、10進数では6となる。
- エ 10進数の5を2進数で表すと「101」となる。

	ア	イ	ウ	エ
1	正	正	誤	誤
2	誤	正	誤	正
3	正	誤	正	正
4	誤	正	正	誤
5	正	誤	誤	正

問19 -10 V から $+10\text{ V}$ までの連続的な電圧値を10ビットの2進数にA/D変換して計算機処理を行うこととした。変換後の数値の分解能（最小桁が1単位変わるときの電圧の変化幅）に最も近い値を次の中から一つ選べ。

- 1 0.01 V
- 2 0.02 V
- 3 0.04 V
- 4 0.08 V
- 5 0.12 V

問20 信頼性と保守・保全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 信頼性とは、アイテムが与えられた条件の下で、与えられた期間、要求機能を遂行できる能力のことを意味し、信頼性の尺度として、信頼度、故障率、平均寿命などの信頼性特性値が用いられる。
- 2 保全、保守は、アイテムを使用及び運用可能状態に維持し、又は故障、欠点などを回復するための全ての処置及び活動のことをいう。
- 3 製造工程の故障には、設備の不具合が生じて工程が停止する故障と、製造している製品が目標値からはずれて不適合品が発生する故障がある。
- 4 過去の故障記録や保全記録から製造工程の故障状態を予測することで、点検周期を定めず設備の部品を交換することを定期点検という。
- 5 製造工程では、定期点検によって工程の診断、調整、修復を行うことで、工程が故障して停止する状態を予防することができる。

問21 新製品の生産プロセスを製品設計段階、製造準備段階、製造段階に分けた。そのそれぞれの段階における品質管理と計測管理の活動内容に関する次の記述の中から、最も不適切なものを一つ選べ。

- 1 製品設計段階において、製品の性能を確保するために重要な特性を選択し、その特性の仕様を決定した。
- 2 製品設計段階において、製品の仕様を決める前に、その製品の検査で使われる測定器を選定し、管理方法を決定した。
- 3 製造準備段階において、工程で使われる製造機械や測定器の性能を考慮して、工程の構成を決定した。
- 4 製造準備段階において、工程のフィードバック制御やフィードフォワード制御などを考慮して、工程の管理方法を決定した。
- 5 製造段階において、製造中に測定し、蓄積した工程データを基に、工程の管理方法を再検討し、若干の変更をした。

問22 ある製品1000個が生産順に並んでいるとき、最初にランダムに選んで15番目の製品をサンプリングした。引き続き、一定間隔50個おきにサンプリングを行った。このようなサンプリング方法は、次のどれに該当するか。正しいものを一つ選べ。

- 1 層別サンプリング
- 2 系統サンプリング
- 3 集落サンプリング
- 4 二段サンプリング
- 5 復元サンプリング

問23 下表は、管理図に関して、名称、データの種類、管理する特性の組み合わせをまとめたものである。表中の組み合わせA～Eの中には誤りが三つ含まれている。誤りの指摘として正しいものを1～5の中から一つ選べ。

	名称	データの種類	管理する特性
A	\bar{X} -R管理図	計量値	平均と範囲
B	X管理図	計量値	平均
C	np 管理図	計量値	不適合品率
D	p 管理図	計量値	不適合品数
E	c 管理図	計数値	不適合数

- 1 誤りは、AとBとCである。
- 2 誤りは、AとBとEである。
- 3 誤りは、AとCとDである。
- 4 誤りは、BとCとDである。
- 5 誤りは、BとDとEである。

問24 工程管理における品質を表す指標として、下記の Q を用いる考え方がある。

$$Q = L + C$$

ここで、

L ：製品特性の目標値からの差により生じる損失

C ：工程管理のためのコスト

であり、 Q の値は小さい方が品質が高い。 L と C は、片方を小さくするともう片方は一般に大きくなるので、品質を高くするためには二つの項のバランスが重要である。この考え方に基づいて品質を高める方策を述べた次の記述の中から、最も適切なものを一つ選べ。

- 1 コスト C を低下させることは、損失 L を低下させるよりも効果が大きいので、前者の方策を常に優先的に適用することで、品質を高くできる。
- 2 製品許容差を小さくすることで、製品の目標値により近い特性をもつ製品が多く出荷されるので、品質を高くできる。
- 3 工程の調整限界の値を小さくすると損失は減るので、品質を高くできる。
- 4 製品特性の目標値からの差を調べる点検の時間間隔や調整限界を変えることで、コストと損失が変化するので、その組み合わせを最適化して、品質を高くできる。
- 5 毎回の測定にできるだけコストを掛けて正確さを上げることで、目標値からのばらつきを抑え、品質を高くできる。

問25 次の記述の中から、標準化の方法として適切でないものを一つ選べ。

- 1 組み立て作業の手順を文書化し、担当者が交代しても同じ手順で作業ができるようにする。
- 2 工程記録の様式を統一し、必要な項目の記録が確実に取れるようにする。
- 3 検査のうち、外観検査のような定量化が難しい作業は、標準化の対象外とする。
- 4 工程内で使用する測定器を同一型式のものとし、操作手順もそろえる。
- 5 異なる製品モデルについても、使用する部品にはなるべく共通部品を用いる。