

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。

受験番号	氏名

問1 計測管理の活動や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 計測管理は、計測活動の体系を管理する活動であり、測定を明確にして実施することが重要である。
- 2 計測管理では、測定すべき対象とその特性を適切に選択し、測定の方針を示すことが重要である。
- 3 計測管理では、使用する測定器や測定方法の適切な選択が重要である。
- 4 測定結果をどのように利用するかをあらかじめ検討しておくことは、計測管理の役割である。
- 5 不都合な測定結果が得られたとき、そのデータを書き換えることも、計測管理の立場から必要である。

問2 製造工程や検査で使用する測定器の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 製造工程を測定器により監視しフィードバック制御を行う場合、監視用の測定器の示す値の誤差が大きいことは規格を外れた製品を作り出す原因になり得る。
- 2 製造工程を測定器により監視しフィードバック制御を行う場合、監視用の測定器の示す値の誤差を考慮して、工程の調整量を変更することがある。
- 3 検査用の測定器の示す値の誤差により適合品が不適合品と判断されることがあり、これは生産コストの増大の一つの要因となる。
- 4 検査用の測定器の示す値の誤差により不適合品が誤って適合品と判断されることは製品のユーザにとって不利益になるので、その測定器の校正は外部校正機関に依頼する必要がある。
- 5 製品の特性の設計値からのずれにより生じる社会的な経済的損失を損失関数として評価し、それを用いて測定器の管理方式を最適化するという考え方がある。

問3 次の記述は「JIS Z 8103 計測用語」で規定されている用語の定義を示したものである。それぞれの定義に該当する用語の下の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

- ア 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。
- イ 突き止められない原因によって起こり、測定値のばらつきとなって現れる誤差。
- ウ 測定結果の正確さと精密さを含めた、測定量の真の値との一致の度合い。

	ア	イ	ウ
1	かたより	系統誤差	正確度
2	ばらつき	偶然誤差	精度
3	かたより	系統誤差	精度
4	ばらつき	偶然誤差	正確度
5	ばらつき	系統誤差	精度

問4 国際単位系 (SI) で規定されている基本量に対応する基本単位として誤っているものを、次の中から一つ選べ。

基本量	基本単位
1 質量	kg (キログラム)
2 熱力学温度	K (ケルビン)
3 電流	A (アンペア)
4 光度	lx (ルクス)
5 物質量	mol (モル)

問5 次の文章は測定の不確かさの評価方法について述べたものである。空欄（ア）～（エ）に入る語句又は式の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

測定の不確かさの評価において、（ア）で表した不確かさである標準不確かさの合成には、不確かさの伝ば則が用いられる。まず、測定の数学的モデルにおいて、測定量 y が依存する n 個の入力量 x_i ($i = 1, 2, \dots, n$)のそれぞれについて標準不確かさ $u(x_i)$ を求める。次に、不確かさの伝ば則に従って、各入力量の標準不確かさ $u(x_i)$ の重みとなる感度係数 c_i を用いて、測定量 y の標準不確かさ $u(y)$ を（イ）として計算する。ただし、入力量の間の相関はないものとする。このようにして求めた不確かさは（ウ）と呼ばれる。また、代表的には2～3の範囲にある包含係数を（ウ）に乗じて（エ）を求めることができる。測定結果に付記される不確かさには（ウ）又は（エ）が用いられる。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
1	分散	$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i^2 u^2(x_i)}$	絶対標準不確かさ	拡張不確かさ
2	分散	$u(y) = \sum_{i=1}^n c_i u(x_i)$	合成標準不確かさ	拡張不確かさ
3	標準偏差	$u(y) = \sum_{i=1}^n c_i u(x_i)$	合成標準不確かさ	合成不確かさ
4	標準偏差	$u(y) = \sum_{i=1}^n c_i u(x_i)$	絶対標準不確かさ	絶対不確かさ
5	標準偏差	$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n c_i^2 u^2(x_i)}$	合成標準不確かさ	拡張不確かさ

問6 確率及び統計に関わる用語の説明として、次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 確率変数 X からその期待値を引いた変数の2乗の期待値を、分散という。
- 2 分散の非負の平方根を、標準偏差という。
- 3 2次元の確率変数 (X, Y) について、それぞれの平均からの偏差の積の期待値を、共分散という。
- 4 平均が0で、標準偏差が1の正規分布を、一様分布という。
- 5 連続分布の場合、確率密度関数が局所的に最大値をとる確率変数の値を、モードという。

問7 m 個の確率変数 x_1, x_2, \dots, x_m と n 個の確率変数 y_1, y_2, \dots, y_n が同一の正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に従うとする。ただし、 $N(\mu, \sigma^2)$ は平均 μ 、分散 σ^2 の正規分布を意味する。ここで、以下の変数を定義する。

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sqrt{\sigma^2/m}},$$

$$c_x = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}{\sigma^2}, \quad c_y = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sigma^2},$$

$$d = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{\sigma^2(1/m + 1/n)}}, \quad h = \frac{c_x/(m-1)}{c_y/(n-1)}$$

これらの変数の分布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、 $m+n$ 個の変数 $x_1, \dots, x_m, y_1, \dots, y_n$ は互いに独立であるとする。

- 1 \bar{x} が従う分布は正規分布である。
- 2 z が従う分布は標準正規分布である。
- 3 c_x が従う分布は χ^2 (カイ二乗) 分布である。
- 4 d が従う分布は t 分布である。
- 5 h が従う分布は F 分布である。

問8 n 個のデータの組 (x_i, y_i) ($i=1, 2, \dots, n$) がある。 x_i と y_i の間の標本相関係数は、それらの間の標本共分散を x_i と y_i のそれぞれの標本標準偏差の積で除したものである。今、 x_i と y_i について、以下の計算結果が得られているとき、 x_i と y_i の間の標本相関係数の値として正しいものを、下の数値の中から一つ選べ。

ただし、 \bar{x} 、 \bar{y} は、それぞれ x_i 、 y_i の標本平均である。

$$x_i \text{の標本分散} : \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.25$$

$$y_i \text{の標本分散} : \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 1.00$$

$$\text{標本共分散} : \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 0.15$$

- 1 0.15
- 2 0.25
- 3 0.30
- 4 0.60
- 5 1.00

問9 数値の集合AとBがある。Bの要素の数はAの要素の数の4倍である。各集合の平均は、A、B共に0.0であり、分散は、Aが4.0、Bが9.0である。これらの集合をまとめて一つの集合Cを作った。このとき、集合Cの分散の値として正しいものを、次の中から一つ選べ。

ただし、ここでは n 個の数値 x_i の分散は、 x_i の平均を m として、 $\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 / n$ で計算するものとする。

1 5.0

2 6.0

3 6.5

4 7.0

5 8.0

問10 ある化学薬品メーカーに測定を担当する4人の測定者がいる。測定者によって測定値に系統的な違いがあるかどうかを調べるため、測定者を因子Aとして取り上げた実験を行った。実験では、同一装置を用いて同じ試料を、それぞれの測定者が5回繰り返して測定した。これにより得られたデータ y_{ij} ($i=1, 2, \dots, 4$; $j=1, 2, \dots, 5$)を分散分析して、次の表に整理した。このとき、測定者間の差を表す平方和 S_A は6.00、繰り返し誤差の平方和 S_e は8.00であった。自由度 f_A 、 f_e 、及び分散比 F の値の組合せ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	自由度	平均平方 (分散)	分散比
A: 測定者	$S_A (= 6.00)$	f_A	V_A	F
e: 繰り返し誤差	$S_e (= 8.00)$	f_e	V_e	
合計	S_T	f_T		

	f_A	f_e	F
1	3	4	1.00
2	3	16	0.25
3	3	16	4.00
4	4	5	0.94
5	4	20	3.75

問11 測定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 測定結果に普遍性を与えるために取り決めた基準として用いる量の大きさを表す測定システム、実量器、または標準物質のことを測定標準という。
- 2 標準物質は、測定装置の校正、測定方法の妥当性評価、及び測定試料への値の付与などに使用されている。
- 3 測定方法によって定義される工業的に有用な量である工業量に対しては、国家標準にトレーサブルな測定標準を設定できない。
- 4 トレーサビリティの確保の意義の一つは、測定結果の国内的及び国際的な普遍性を得ることである。
- 5 測定結果の誤差には、トレーサビリティが確保された校正を行っても取り除けない誤差が含まれている。

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 国家標準にトレーサブルな測定結果を得るためには、トレーサビリティが確保され適切に管理された測定器を正しく使用する必要がある。
- 2 「JIS Z 8103 計測用語」のトレーサビリティの定義における「切れ目のない比較の連鎖」の中の「比較」とは、測定器や標準の校正を意味する。
- 3 ある測定結果に不確かさが表記されていれば、この測定結果は国家標準にトレーサブルであるといえる。
- 4 トレーサビリティが確保された測定器を使用しても、その測定値のばらつきはゼロにはならない。
- 5 標準を用いて測定器を校正するとき、その校正結果の不確かさには、標準の値の不確かさと校正作業に付随する不確かさが含まれる。

問13 測定器の校正の意義と役割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、校正に用いる標準の選択、校正式や校正手順などの校正方法の決定、校正間隔の決定などを含めた、総合的な取り組みが重要である。
- 2 校正の目的は、標準の値と測定器の指示値を比較することを通じて、正確な測定値を得ること、あるいは測定値の信頼性を定量的に把握することにある。
- 3 一般に、定期的校正は、測定器において経時的に生じる系統誤差を小さくするために実施する。
- 4 標準の値と測定器の指示値との間の対応を表す曲線を校正曲線といい、化学分析ではそれを検量線という。
- 5 測定器を一度校正すれば、測定環境の変化等の影響による測定器の指示値の狂いは発生しないので、再度の校正は必要ない。

問14 風速を電圧に変換することが可能な風速センサについて、風速を4 m/s、及び10 m/sに設定した風洞中でセンサ出力をそれぞれ3回求めたところ、下表の結果を得た。このセンサをある風速の気流中においたところ、514 mVの出力電圧が得られた。この気流の風速の値として最も適切なものを、下の中から一つ選べ。

ただし、風洞による風速設定値の精度は十分に高く、またこのセンサは風速が4 m/s～10 m/sの範囲で良好な直線性を有するものとする。

表 風速に対するセンサの出力電圧のデータ

風洞の 風速設定値	センサの出力電圧			
	1回目	2回目	3回目	平均
4 m/s	333 mV	335 mV	334 mV	334 mV
10 m/s	785 mV	786 mV	781 mV	784 mV

- 1 5.8 m/s
- 2 6.0 m/s
- 3 6.2 m/s
- 4 6.4 m/s
- 5 6.6 m/s

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 測定のSN比は、値の異なる測定対象を測定したとき、測定器の読みと測定対象量の値との間の対応の良否を評価する指標である。
- 2 測定のSN比は、測定対象量の値に対する測定器の感度係数 β の2乗と、読みの誤差分散 σ^2 の比として、 β^2/σ^2 で表わす。
- 3 測定のSN比を用いて、2台の測定器の優劣を比較したとき、SN比が小さい測定器の方が、校正後の測定誤差は小さい。
- 4 2台の測定器の読みの単位が異なっても、同じ測定対象量を測定して、測定のSN比を求めれば、測定器の校正後の測定誤差の大きさが比較できる。
- 5 測定条件を決定するときに、測定のSN比を比較することにより、複数の測定条件の中から最適な測定条件を選択することができる。

問16 次の文章は、SN比を用いた測定システムの改善の手順の一部を示したものである。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。

ある測定システムのばらつきを低減したい。制御可能な三つの因子A, B, Cを選定してそれぞれ2水準とし、直交表 L_4 を用いて実験を行ったところ、下図のようなSN比の要因効果図（図中の数値は各水準でのSN比の平均値を示す）が得られた。ここで、実験全体のSN比の平均値は、図に示すように5 dbであった。また、因子間の交互作用が十分小さいことは事前に確認できている。

システムとして最適な条件は、SN比が最も（ア）なるような水準を選択し、因子AはA2、因子Bは（イ）、因子CはC2となる。また、最適条件のSN比は（ウ）と推定される。現行条件でのSN比は2 dbであったので、現行条件に比べ、測定ばらつきを約1/3に低減できる見込みが得られる。ここで、SN比の推定値は、各水準におけるSN比と全体の平均値との差分を、全体の平均値に加えたものである。

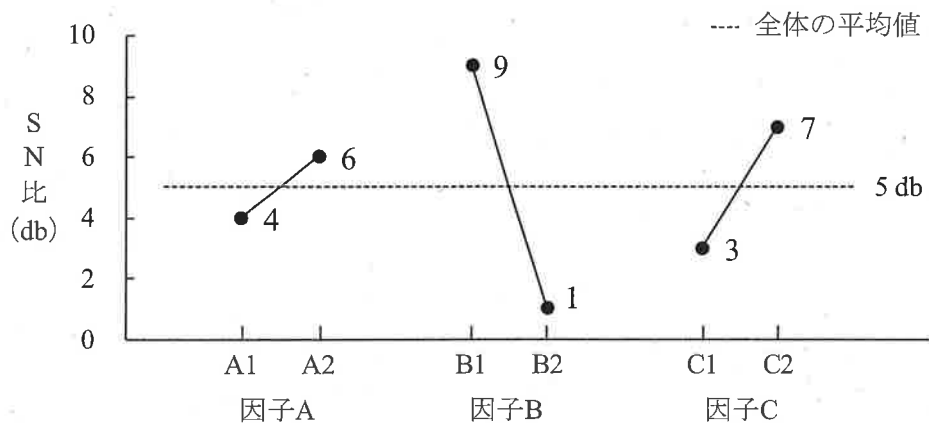


図 SN比の要因効果図（図中の数値は各水準でのSN比の平均値を示す）

（ア） （イ） （ウ）

- | | | | |
|---|-----|----|-------|
| 1 | 小さく | B1 | 8 db |
| 2 | 小さく | B2 | 8 db |
| 3 | 大きく | B1 | 12 db |
| 4 | 大きく | B2 | 12 db |
| 5 | 大きく | B1 | 22 db |

問17 前向き制御要素 $G(s)$ 、フィードバック制御要素 $H(s)$ をネガティブフィードバック結合した自動制御系がある。この自動制御系をまとめて一つのブロックに等価変換した場合の伝達関数として正しいものを、次の中から一つ選べ。ただし、 $G(s)$ 、 $H(s)$ は制御要素の伝達関数を表し、 s はラプラス変換に関わるラプラス変数を意味する。

1 $G(s) \cdot H(s)$

2 $G(s) + H(s)$

3 $\frac{G(s)}{1 + G(s) \cdot H(s)}$

4 $\frac{G(s)}{1 + H(s)}$

5 $\frac{G(s) \cdot H(s)}{1 + G(s) \cdot H(s)}$

問18 0V~1Vのアナログ信号をAD変換し、0.000Vから1.000Vまでの0.001V刻みの数値として表示したい。このときに用いるAD変換器に必要な最小のビット数として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 3ビット
- 2 4ビット
- 3 6ビット
- 4 8ビット
- 5 10ビット

問19 測定や分析におけるコンピュータの利用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 市販及び自作の機器やプログラムは、いかなる環境下でも妥当性を確認せずに使用して良い。
- 2 測定結果や生データは、あとで確認できるように記録・保存しておくことが望ましい。
- 3 プログラムの機能を確認する方法として、値のわかっている対象を測定し、期待される結果が得られるかどうかを調べる方法がある。
- 4 プログラムは、意図しない変更がなされることがあるため、適切に保護・管理する必要がある。
- 5 コンピュータを用いたシステムでは、ネットワークを介した利用が増えており、セキュリティ面の強化が求められる。

問20 次の記述は、「JIS Z 8115 デイペンダビリティ（信頼性）用語」で示される用語のうち、平均故障間動作時間（MTBF）に関する説明である。（ア）～（ウ）にあてはまる語句の組合せのうち正しいものを、下の中から一つ選べ。

平均故障間動作時間（MTBF）は、修理しながら使用するアイテムの信頼性の指標として用いることができる。このMTBFは、故障間動作時間の期待値であり、ある特定期間中のMTBFは、その期間中の（ア）を（イ）で除した値である。故障間動作時間が指数分布に従う場合には、どの期間をとっても（ウ）は一定であり、MTBFは（ウ）の逆数となる。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	停止時間	総故障数	動作率
2	総動作時間	総故障数	故障率
3	停止時間	総動作数	故障率
4	総動作時間	総動作数	動作率
5	修理時間	総故障数	修復率

問21 品質管理で用いられる図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 管理図は、工程からのデータをグラフ上に打点したものであり、工程の管理状態を判断するための管理限界が設けられ、工程の変動や安定性を視覚的に評価することができる。
- 2 ヒストグラムは、データの存在する範囲をいくつかの区間に分け、その区間に属するデータの平均値と標準偏差をプロットしたものであり、データの分布の形やばらつきの視覚的な分析に用いることができる。
- 3 特性要因図は、目的とする品質管理の特性と、その結果をもたらす原因や手段との関係を系統的に線で結んで表した図であり、品質に影響する要因の抽出に用いることができる。
- 4 パレート図は、データを幾つかの分類項目に分け、出現度数の大きさの順に並べた棒グラフと累積和の折れ線グラフで示したものであり、不良品が発生した際の対策として重点を置くべきポイントを明らかにする場合などに用いることができる。
- 5 散布図は、二つの特性値が組になった複数のデータについて、その一つの特性値を縦軸に、もう一つの特性値を横軸に取って打点したものであり、二つの特性値間の関係を調べる場合に用いることができる。

問22 1箱に50個ずつの製品を入れた容器が100箱ある。この100箱の中からランダムに10箱を一次サンプリング単位として抜き取った。次に、抜き取った10箱の各容器からそれぞれ5個の製品をランダムに抜き取った。このようなサンプリング方法の名称として正しいものを、次の中から一つ選べ。

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

問23 「JIS Z 9020-2 管理図－第2部：シューハート管理図」に基づく $\bar{X}-R$ 管理図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} 管理図は、 n 個の観測値から成る群ごとの平均値を縦軸にとる。
- 3 R 管理図は、 n 個の観測値から成る群ごとの範囲を縦軸にとる。
- 4 R 管理図には、群の大きさ n によらず、上側管理限界と下側管理限界を共に記入する。
- 5 群の大きさ n が10以上のときには、 R 管理図は用いず、 s 管理図を用いるのが望ましい。

問24 工程能力を評価する指標として一般的に用いられる工程能力指数PCI (C_p)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、工程で製造される製品の特性値に対して、目標値を中心とする両側規格限界が設定されているものとする。また、製品の特性値の母集団は正規分布に従うと仮定し、 σ は母標準偏差の推定値とする。

- 1 PCIは、製品の特性値に対して規定された規格幅を 6σ で除した値である。
- 2 PCIの計算における規格幅には、上側規格限界と下側規格限界との差が用いられる。
- 3 PCIが1未満であることは、工程能力が不足していることを示している。
- 4 PCIの値の1.33は、一般的に工程能力として許容できる最小の値と見なされている。
- 5 PCIが大きければ大きいほど、製品の特性値は、目標値を中心に、より狭い範囲に集まる。

問25 計測管理における標準化に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 測定に関する標準化では、測定の技術的な手順のみが対象であり、測定の記録の作成、管理、保管については、標準化する必要はない。
- 2 測定作業に関する標準化の目的の一つは、測定作業を同じように行うことにより測定の安定化を図ることである。
- 3 製品検査のうち、検査員による外観検査など定量化が難しい作業は、標準化することはできない。
- 4 測定が自動化されれば、その測定の計測管理について標準化する必要はない。
- 5 事業部内での標準化において、その事業部内で使用する測定器の機種を統一すれば、それぞれの測定現場での測定精度は向上する。