

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 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 生産のための計測には、開発、設計、生産準備などの段階で行われるオンライン計測と、製造の段階で行われるオフライン計測とがある。
- 2 計測管理の実施項目には、測定の実施、測定結果の評価、測定機器の管理、測定機器の精度評価、測定作業の標準化などが含まれる。
- 3 計測管理では、単に測定機器の管理を行うだけでなく、測定結果を有効に利用するための体制を整備することが重要である。
- 4 計測管理では、測定の際のばらつきを改善方法だけでなく、測定の目的を明確にした上で、測定する特性として何を選ぶかを検討することが重要である。
- 5 測定誤差による損失を、測定コストと同じ尺度である金額に置き換えて評価する手段として、損失関数が利用できる。

問 2 測定作業者の教育・訓練に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 測定作業者の力量があることを確実にする手段として、教育・訓練などに基づいて資格を付与することは、コストを増大させることにつながるため、行うてはならない。
- 2 感度の高い測定器を用いれば、不慣れな測定作業者でも小さい誤差で測定することができるので、測定作業者の訓練を行う必要はなくなる。
- 3 測定作業者の技能の評価は、測定の作業が手順通りに行われていることのみをもって行うべきで、他の測定作業者と測定結果の比較をすることは好ましくない。
- 4 測定作業者が教育・訓練を受けたことにより、技能が向上したことを確実にするために、実施された教育・訓練の有効性を評価することが重要である。
- 5 測定作業者の教育・訓練は測定作業者自身が主体的に行うことが望ましく、測定作業者を監督する立場にある管理者が測定作業者の教育・訓練及び技量に関する目標を設定する必要はない。

問3 国際単位系 (SI) 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 国際単位系 (SI) とは、国際度量衡総会によって採択され推奨された一貫性のある単位系のことをいう。
- 2 体積のリットル (L) や面積のヘクタール (ha) などのように、SI単位との併用が認められている非SI単位がある。
- 3 組立量である圧力の単位はパスカル (Pa) であり、基本単位による表現は $\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ である。
- 4 重量100 kgfをSI単位であるニュートン (N) で表すと、980 Nとなる。ただし、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。
- 5 セルシウス温度 ($^{\circ}\text{C}$) で表した値は、熱力学温度 (K) で表した値から 273.15を引いた値である。

問4 次の文章は、国際文書 “Guide to the expression of uncertainty in measurement”

(略称GUM; ISO/IEC Guide 98-3と同等) を翻訳して公表された標準仕様書TS Z 0033: 2012「測定における不確かさの表現のガイド」に基づいて、測定の不確かさについて述べたものである。ア～エの空欄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。

測定の不確かさは、「【 ア 】に付随した、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値のばらつきを特徴付けるパラメータ」と定義されており、「このパラメータは、例えば、標準偏差 (又はそのある倍数) であっても、又は信頼の水準を明示した区間の半分の値であってもよい。」と注記されている。前者の標準偏差で表した不確かさは【 イ 】と呼ばれる。また、後者の「信頼の水準を明示した区間の半分の値」で表した不確かさには【 ウ 】がある。その値は、合成【 イ 】に【 エ 】を乗じることにより求めることができる。ここで、【 エ 】は、代表的には2から3の範囲にある。

	ア	イ	ウ	エ
1	測定器	標準不確かさ	区間不確かさ	包含係数
2	測定器	偏差不確かさ	拡張不確かさ	感度係数
3	測定の結果	標準不確かさ	拡張不確かさ	包含係数
4	測定の結果	偏差不確かさ	標準不確かさ	感度係数
5	測定器	標準不確かさ	区間不確かさ	感度係数

問5 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 測定の不確かさを求めるときは、測定対象に付随する不確かさは考えなくてもよい。
- 2 測定の不確かさの要因の中では、測定の繰り返しの寄与が最も大きく、それ以外の要因の寄与は小さい。
- 3 測定の不確かさには、測定作業に付随する不確かさ、測定器の校正作業に付随する不確かさ、測定器を校正した標準に付随する不確かさが含まれる。
- 4 測定の不確かさが大きいということは、測定対象量の値が存在し得る範囲がより狭いことを意味している。
- 5 測定の不確かさの評価では、実験データの統計処理が必要であり、文献データや過去のデータを利用することはできない。

問6 統計的方法に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 母集団には、有限母集団と無限母集団があり、後者では要素数が無限なので、統計的方法は適用できない。
- 2 サンプル数が1000個以上ある場合のヒストグラムを作成するときは、一つのデータ区間に含まれるデータの数を10個以内にすると、分布の姿が見やすくなる。
- 3 ある母集団から抽出した10個のデータの、平均からの差の平方和の値が18のとき、その不偏分散の値は2である。
- 4 変動係数は、平均を標準偏差で割ったものである。
- 5 正規分布は、分散を σ^2 、平均を μ としたとき、一般に $B(\sigma^2, \mu)$ と表記する。

問7 次の文章は、標準偏差に関して述べたものである。ア～ウの空欄に入る数値の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

データのばらつきの大きさを特徴づけるパラメータとして用いられる標準偏差は、そのデータの分散から求めることができ、分散の値が16であれば標準偏差の値は【 ア 】である。データが正規分布に従う場合には、平均から標準偏差を引いた値と、平均に標準偏差を足した値の間の範囲にデータの約【 イ 】が含まれることが知られている。また、平均から標準偏差の2倍を引いた値と、平均に標準偏差の2倍を足した値の間の範囲にデータの約【 ウ 】%が含まれることが知られている。つまり、正規分布に従うデータが、平均に標準偏差の2倍を足した値より大きくなることは約2.5%の確率でしかないことになる。

	ア	イ	ウ
1	4	2/3	95
2	8	1/2	97.5
3	8	1/2	95
4	4	2/3	97.5
5	4	1/2	90

問8 数値データ X_i ($i=1, 2, \dots, n$) がある。このデータの平均は2で、分散は4である。このデータを変換し、平均5、分散9のデータ Y_i ($i=1, 2, \dots, n$) にするにはどのような変換を行えばよいか。次の変換の中から、正しいものを一つ選べ。

1 $Y_i = \frac{3X_i}{2} + 2$

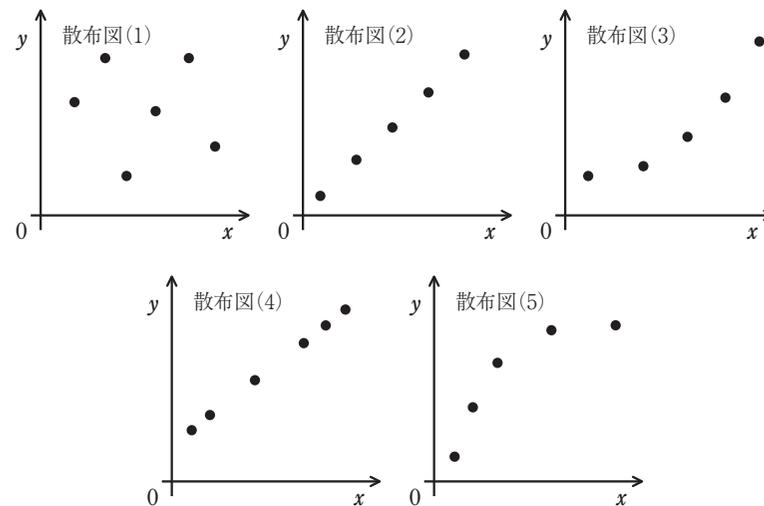
2 $Y_i = \frac{2X_i}{3} + 5$

3 $Y_i = \frac{3X_i}{2} + 3$

4 $Y_i = \frac{2X_i}{3} + 2$

5 $Y_i = \frac{X_i}{2} + 4$

問9 下の散布図(1)~(5)に対して、 x の値から y の値を精度よく推定するために直線あるいは曲線をあてはめることにした。各々の散布図へのあてはめに関する次の考察の中から、誤っているものを一つ選べ。



- 1 散布図(1)について、 x から y を精度良く推定できないので、直線をあてはめるのは適切でないと考えた。
- 2 散布図(2)について、 x と y が比例関係にあることを示す原点を通る直線をあてはめることができると考えた。
- 3 散布図(3)について、 x の変化に伴って y の変化率が変わるので、直線よりも曲線をあてはめるべきであると考えた。
- 4 散布図(4)について、取得データの x の間隔が一定ではないので、直線をあてはめる計算はできないと考えた。
- 5 散布図(5)について、 x が大きくなるにつれて、 y の値は一定の値に収束するとみなして、曲線をあてはめることができると考えた。

問10 繰り返しのある一元配置の実験を行い、以下の分散分析表を得た。この分散分析表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、因子Aの水準数を a とする。

分散分析表

要因	平方和	自由度	分散
因子A	S_A	f_A	V_A
誤差E	S_E	f_E	V_E
合計T	S_T	f_T	-

- 1 $f_A = a$ である。
- 2 $f_E = f_T - f_A$ である。
- 3 $V_A = S_A / f_A$ である。
- 4 f_T はこの実験で得られたデータの総数から1を減じた数となる。
- 5 因子Aの効果が有意であるかどうかは、分散比 V_A / V_E を用いたF検定によって調べることができる。

問11 トレーサビリティ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 国家標準にトレーサブルな校正を行った測定器を使用し、かつ測定器の適切な管理を行うことにより、測定結果のトレーサビリティを確保することができる。
- 2 複数の測定器のトレーサビリティを確保しておけば、それらの測定器を使用して同一対象物を測定した結果は、不確かさの範囲で一致することが期待される。
- 3 測定のトレーサビリティを確保しても、測定値のばらつきをゼロにすることはできない。
- 4 社内の測定器のトレーサビリティを確保する方法には、全ての測定器を外部の校正機関に出す方法や、社内標準器のみを外部で校正し、その他の測定器はその社内標準器を用いて校正する方法がある。
- 5 校正において、標準の示す値と校正される測定器が示す値との差が定められた大きさ以内であることは、その測定器の校正結果が標準にトレーサブルであることの条件である。

問12 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 標準器は、ある単位で表された量の大きさを具体的に示すもので、測定の基本として用いられる。
- 2 標準器に対して発行されたJCSSロゴ付き校正証明書は、その標準器の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 認証標準物質はトレーサビリティの連鎖において標準器と同じ役割を果たすことができる。
- 4 測定トレーサビリティを確保するためには、校正に使用する標準器の不確かさを把握しておく必要がある。
- 5 トレーサビリティの階層において、下位の標準器として精度のよい標準器を使えば、上位の標準器に付与された値の不確かさより小さい不確かさが実現できる。

問13 製造工程における、JIS Z 9090「測定-校正方式通則」に基づく測定器の校正に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 校正では製品などの実物を標準として用いることはできない。
- 2 校正における点検と修正は、同じ時間間隔で実施しなければならない。
- 3 点検に用いる標準は、校正式を求めるために用いられる。
- 4 修正限界は、測定器の修正を行うか否かを判断する基準となる測定誤差の限界であり、測定対象となる製品の許容差より通常小さい値となる。
- 5 測定器の誤差が測定対象となる製品の許容差に比べて十分小さく、点検と修正のコストが高い場合においても、点検と修正は実施しなければならない。

問14 質量を電圧に変換することが可能な質量センサを用いて、質量測定を行うこととした。まず、質量値が20.0 kg、50.0 kgの二つの分銅に対するセンサの出力を2回反復して求めたところ、下表のデータを得た。次に、質量未知の物体に対するセンサ出力を求めたところ、5.50 Vであった。分銅の質量値の誤差は無視し得るとし、また、20～50 kgの範囲におけるセンサの直線性は良好であるとするとき、この物体の質量の測定結果として最も適切なものを、次の中から一つ選べ。

表 二つの分銅に対するセンサ出力

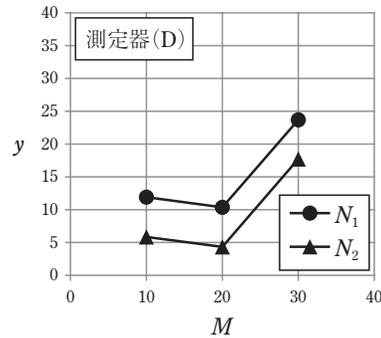
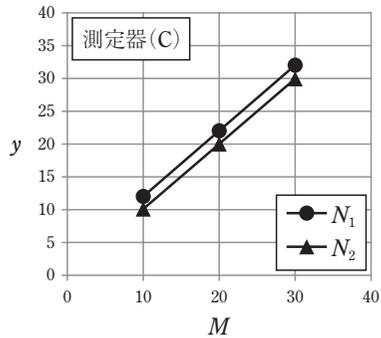
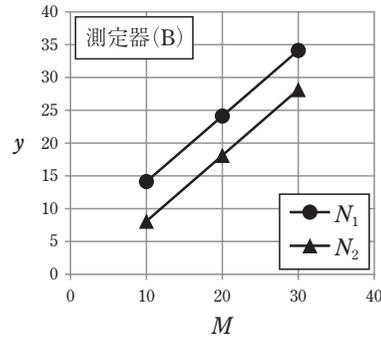
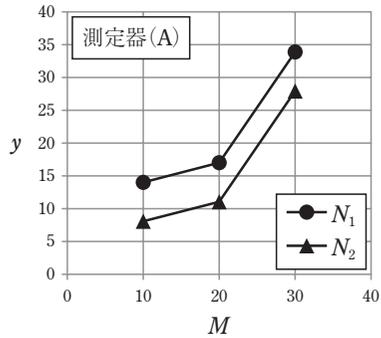
分銅 \ 反復	1回目	2回目
20.0 kg	4.11 V	4.09 V
50.0 kg	10.08 V	10.12 V

- 1 27.0 kg
- 2 27.3 kg
- 3 27.5 kg
- 4 28.2 kg
- 5 28.4 kg

問15 ある測定器について、測定のSN比を求めた結果、真数で表したSN比として $\eta = 0.01$ を得た。これをデシベル値で表したSN比として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 2 db
- 2 0.1 db
- 3 -10 db
- 4 -20 db
- 5 -40 db

問16 測定器 (A)～(D) の良否を、1次式校正を前提としたSN比により評価する。標準の大きさを信号因子 M 、誤差因子の水準を N_1 、 N_2 とし、各測定器ごとにデータを取った。測定器の読み y を誤差因子の水準ごとにプロットして以下の図を得た。この結果から計算される測定器 (A)～(D) のSN比の大小関係を示した下の選択肢の中から、正しいものを一つ選べ。



- 1 (B) > (C) > (D) > (A)
- 2 (B) > (D) > (C) > (A)
- 3 (C) > (A) > (B) > (D)
- 4 (C) > (B) > (A) > (D)
- 5 (C) > (B) > (D) > (A)

問17 自動化と制御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 生産工場では、その多くのシステムにおいて、自動化が図られ、フィードバック制御系が構成されている。
- 2 自動制御系の解析には、時間関数である信号のラプラス変換から導出される伝達関数がよく使われる。
- 3 自動制御系の解析では、システムの動的特性ではなく静的特性が解析の対象となる。
- 4 多くの制御要素から構成される制御系の解析には、全体を総合した伝達関数を求めるため、等価変換の手法が用いられる。
- 5 ステップ応答法は、自動制御系の応答特性を解析するための一つの手法である。

問18 測定におけるデータ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 センサは、測定対象量によって直接に影響を受け、それに応じた信号を出力する素子である。
- 2 測定にコンピュータを導入することにより、測定データを長時間にわたって記録し、効率良く解析することができる。
- 3 コンピュータで測定データを表示、保存、計算処理するためには、センサによって出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する必要がある。
- 4 アナログ信号をAD変換して得られたデジタル信号をさらにDA変換によりアナログ信号に戻すと、元の信号との差が生じることがある。
- 5 時間変化するアナログ信号をAD変換するとき、元の信号と変換後の信号との差は、変換の時間間隔を短くしても小さくすることはできない。

問19 測定した直流電圧のアナログ信号を9ビットのデジタル信号に変換する。このとき、測定範囲と分解能（最小桁が1単位変化するときの変化幅）の組合せで実現できるものを、次の中から一つ選べ。

- 1 測定範囲が0V~100Vで、分解能は0.1Vとする。
- 2 測定範囲が0V~200Vで、分解能は0.1Vとする。
- 3 測定範囲が-100V~+100Vで、分解能は0.2Vとする。
- 4 測定範囲が0V~1Vで、分解能は2mVとする。
- 5 測定範囲が0V~2Vで、分解能は2mVとする。

問20 非修理アイテムの信頼性の評価において、故障分布関数 $F(t)$ は、アイテムの故障寿命 t を確率変数とみなすときの分布関数であり、運転開始時からある時点 t までの間にアイテムが要求機能達成能力を失う、すなわち、故障する確率を表している。故障分布関数に関連する次の記述の中から、誤っているもの一つ選べ。ただし、 $f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$ である。

- 1 運転開始時点では $F(0) = 0$ であり、全体の100%が機能している。
- 2 $f(t)$ は、アイテムがある時点 t で単位時間あたりに故障する確率を表しており、故障の確率密度関数と呼ばれている。
- 3 $\int_a^b f(t) dt = F(b) - F(a)$ は、 $t = a$ から $t = b$ の間にアイテムが故障する確率を表している。ただし、 $a < b$ である。
- 4 $\lambda(t) = \frac{f(t)}{F(t)}$ は、ある時点 t で可動状態にあるアイテムのうち、その時点 t で単位時間あたりに故障するアイテムの割合、すなわち、瞬間故障率を表している。
- 5 $\int_a^b tf(t) dt$ は、最初の故障までの平均時間を表しており、非修理アイテムでは平均故障寿命となる。

問21 ある製品の製造工程で不適合品が多数発生したので、一定期間、不適合品について不適合項目別に出現頻度を調査した。不適合項目を出現頻度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として図に表し、出現頻度の大きい項目について重点的に対策をとることとした。この図の名称として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 特性要因図
- 2 管理図
- 3 パレート図
- 4 連関図
- 5 親和図

問22 製品の検査に関する次の記述の中から、誤っているもの一つ選べ。

- 1 製品の不適合品率が大きい場合には、全数検査が適している。
- 2 検査によって製品の機能が破壊される場合には、全数検査を行うことは適切ではない。
- 3 製品の不適合品率が小さい製造工程では、無検査とする場合がある。
- 4 抜取検査は、検査ロット全体の合否を判断するためのものであり、製造工程が統計的管理状態にあることが前提条件である。
- 5 抜取検査で合格となった検査ロットには、不適合品は含まれない。

問23 シューハート管理図の管理限界線を中心線から両側へ 3σ の距離に設定した。工程が管理状態にある場合、打点が管理限界線を超える確率（危険率）はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。ただし、工程の変動は正規分布に従うものとし、 σ は群内母標準偏差である。

- 1 0%
- 2 0.1%
- 3 0.3%
- 4 1%
- 5 3%

問24 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 標準化のねらいの一つは、担当者が代わっても同じ質の作業ができるようにすることにある。
- 2 チェック項目の記録様式を統一し、データの客観化を図ることは標準化に有効である。
- 3 標準化を進めるにあたって、社会的要請や安全性の保証については、説明責任を果たせる基準としなければならない。
- 4 一旦標準化したチェック項目や操作手順は変更してはならない。
- 5 目視検査のような定量化が難しい作業項目であっても、検査見本のような具体的判定基準などを工夫すれば、標準化することは可能である。

問25 同じ製品を生産している二つの工程A、Bにおいて、製品特性 y の目標値 m からのずれ $y-m$ を製品 n 個を生産するごとに測定し、記録したものが下図である。ずれの大きさ $|y-m|$ が管理限界 Δ を超えたときには、ずれがゼロになるように工程を調整する。このような工程管理において、

L_1 = 目標値からずれた特性の製品が市場に出ることによる損失（損失は $(y-m)^2$ に比例するものとし、製品1個当たりに平均化した値とする）

L_2 = $y-m$ を測定するためのコスト（製品1個当たりに平均化した値とする）

L_3 = $|y-m|$ が Δ を超えたときに工程を調整するためのコスト（製品1個当たりに平均化した値とする）

の3項目の金額の和 $L_{total} = L_1 + L_2 + L_3$ が小さいほど、経済的に望ましい工程であるとする考え方がある。ずれの測定を1回実施するコスト、工程調整を1回実施するコスト、及びずれの測定を行う間隔 n が、いずれも工程AとBで同じであるとき、この考え方に基づいたA、Bの工程に関する下の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

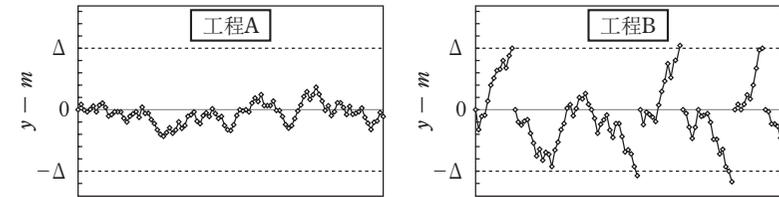


図 製品特性の目標値からのずれ $y-m$ の記録（横軸は時間で、生産された製品の個数で表している）

- 1 工程Aの方が L_{total} は小さい。
- 2 工程Aと工程Bで L_2 は同じである。
- 3 工程Bではずれをゼロに戻すための工程調整が時々実施されている。
- 4 工程Bでは、 Δ を現状より小さくすることにより、 L_1 は小さくなるが L_3 は大きくなる。
- 5 工程Aでは、 n や Δ を変更しても、現状より L_{total} を小さくすることはできない。