

## 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 解答の記入にあたっては、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 計測管理と品質管理について述べた以下の文章の中から、誤っているもの一つ選べ。

- 1 製品の特性値に対して測定、試験等を行い、規定要求事項と比較して、適合しているかどうかを判定することを検査という。
- 2 製造工程で 사용되는測定器の校正周期や、校正のための標準の不確かさは、測定の不確かさに影響する。
- 3 製造工程における測定器の管理が不十分であると、規格をはずれた製品を作り出す原因となるので、品質管理の上で測定器の管理は大切である。
- 4 製造工程の中の計測管理では、製品の仕様で定められたすべての特性をすべての製品について測る必要はない。
- 5 製造工程で 사용되는測定器のドリフトや不確かさは、製造される製品の特性値のばらつきには影響しない。

問 2 下記は、計測管理の活動と進め方に関して記述したものである。この中から、誤っているもの一つ選べ。

- 1 計測管理担当者は、測定機器や測定方法を選定する上で既存の機器の管理にこだわらず、常に新しい機器を導入することが必要である。
- 2 具体的に計測管理を進めるにあたって、測定対象、測定機器、データの取り方などを決めておくことが重要である。
- 3 計測管理では、測定対象を単に測定するだけでなく、その測定の意義や目的を明確にすることが重要である。
- 4 計測管理の実施にあたって、計測作業担当者も計測管理に関する知識を有することは重要である。
- 5 計測管理においては、法律に定められている測定対象だけが管理対象になるとは限らない。

問3 下記のAは測定量、イとウはその測定量を表す単位である。単位が「SI単位」と「SIに属さない単位」の組合せになっていないものはどれか。一つ選べ。

A	イ	ウ
1 加速度	m/s <sup>2</sup>	Gal
2 圧力	Pa	mmHg
3 力	N	kgf
4 質量	kg	μg
5 熱量	J	cal

問4 実際の製品を測定したときの測定誤差に関する次の記述の中で、不適切なものを一つ選べ。

- 1 製品に対する測定の際は、測定器の校正に用いる標準に対する測定の際は、らつきと必ずしも一致しない。
- 2 測定の際はらつきを求めめるためには、校正周期内の測定器の変化も考慮する必要がある。
- 3 製品に対する測定の際はらつき（分散で表す）は、測定値と設計値（製品の目標値）の差の二乗平均で表される。
- 4 1個の製品の測定をn回行い、その平均値を製品の測定値とする。このような測定において、製品の測定値の分散は、個々の測定値の分散を1/n倍したものである。
- 5 測定器の校正を頻繁に行っても、測定誤差が測定器の校正作業の誤差より小さくなることはない。

問5 ISO 国際文書「計測における不確かさの表現のガイド」(GUM)の中で、測定の不確かさは、「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」と定義されている。測定の不確かさの成分として不適切なものを、次の中から一つ選べ。

- 1 測定量の不完全な定義
- 2 測定者による、測定データの記入過ち
- 3 測定に用いる標準器や標準物質の値の不確かさ
- 4 測定器の有限の分解能
- 5 測定結果を算出するために使用した物理定数自体に含まれる不確かさ

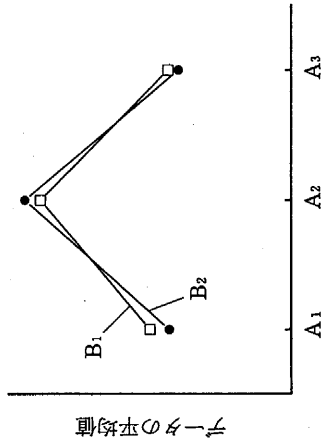
問6 統計でよく使われるパラメータに標準偏差がある。標準偏差に関する以下の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 データが正規分布  $N(\mu, \sigma^2)$  に従っている場合、データが  $\mu \pm 2\sigma$  の区間に含まれる確率はおよそ95%である。
- 2 同じ母集団からサンプリングしたn個のデータの平均値の標準偏差は、その母集団の標準偏差の1/n倍になることが期待される。
- 3 n個のデータの標準偏差は、個々のデータと平均値の差の二乗和を自由度n-1で除したものの正の平方根で計算される。
- 4 xの標準偏差が $\sigma_1$ 、yの標準偏差が $\sigma_2$ であるとき、x-yの標準偏差は $\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ である。
- 5 標準偏差で表した不確かさは標準不確かさと呼ばれている。

問7 ある測定系において、出力  $X$  を得た後、出力  $Y$  を得た後、 $Y = aX + b$  の形で変数変換し、必要な測定量  $Y$  を求めている。このとき、 $X$  に関する平均値、分散がそれぞれ  $\mu_x, \sigma_x^2$  であつたとすると、測定量  $Y$  に関する平均値  $\mu_y$  および分散  $\sigma_y^2$  はどのようなように表されるか。以下の中から正しいもの一つ選べ。

- 1  $\mu_y = a\mu_x + b, \quad \sigma_y^2 = a^2 \sigma_x^2$
- 2  $\mu_y = a\mu_x + b, \quad \sigma_y^2 = a^2 \sigma_x^2 + b$
- 3  $\mu_y = a\mu_x, \quad \sigma_y^2 = a^2 \sigma_x^2 + b^2$
- 4  $\mu_y = a\mu_x, \quad \sigma_y^2 = a^2 \sigma_x^2 + b$
- 5  $\mu_y = a\mu_x - b, \quad \sigma_y^2 = a^2 \sigma_x^2 + b^2$

問8 因子 A (3水準) および B (2水準) について、繰り返しのある二元配置の実験を行い、データを得た。繰り返しについてのデータの平均値を求め、因子 A の水準を横軸として、因子 B の二つの水準 ( $B_1, B_2$ ) ごとの平均値のグラフを描いた結果が、下の図である。図より判断した要因の効果の相対的な大きさに関する下の記述の中から、正しいもの一つ選べ。



- 1 Aの主効果だけが大さい。
- 2 Bの主効果だけが大さい。
- 3 AとBの交互作用の効果だけが大さい。
- 4 Aの主効果とBの主効果は同程度の大きさである。
- 5 Aの主効果とAとBの交互作用の効果は同程度の大きさである。

問9 信号因子の厳密な値が不明であっても、測定値のSN比を評価できる場合がある。このような場合のSN比の評価方法について述べた以下の一連の記述の中で、不適切な記述が最初に現れる選択肢を選べ。

- 1 実験を効率よく行うために、直交表  $L_{16}$  の1列から6列に制御因子、7列に信号因子、8列に誤差因子を割りつけることにした。
- 2 信号因子Mとして、分析対象成分を  $x$  mg (ただし  $x$  は未知) を含む試料に、標準試料1 mg、2 mgを加えた次の3水準を設定した。  

$$M_1 = x, M_2 = x + 1, M_3 = x + 2 \quad (\text{単位 mg})$$
- 3 測定誤差に及ぼす環境の影響を考慮するために、測定環境の温度を誤差条件の一つとして考慮することにした。
- 4 誤差因子を一つにまとめるため、複数の誤差条件を組み合わせて、

$N_1 =$  データが負側にずれる条件

$N_2 =$  標準条件

$N_3 =$  データが正側にずれる条件

を3水準とする一つの因子Nを設定した。

- 5 測定誤差を改善するための制御因子として、測定器の設定条件など、測定者が選択可能な条件を取り上げた。

問10 二つの変数  $X$ 、 $Y$  があり、それらの相関係数  $r_{XY}$  が計算されている。データ分析の都合上、 $Y$  を式  $Z = aY + b$  により変数変換して  $Z$  を求めた。  $X$  と  $Z$  の相関係数  $r_{XZ}$  は、 $r_{XY}$  を用いてどのように表されるか。以下の中から正しいもの一つを選べ。ただし、 $a$ 、 $b$  は定数で、 $a > 0$  である。

1  $r_{XZ} = ar_{XY} + b$

2  $r_{XZ} = ar_{XY}$

3  $r_{XZ} = r_{XY}$

4  $r_{XZ} = \frac{r_{XY}}{a}$

5  $r_{XZ} = \frac{r_{XY}}{a} + b$

問11 計測のトレーサビリティについて述べた次の記述の中から、正しいもの一つを選べ。

- 1 ある測定器のトレーサビリティがとれていて、国家計量標準へつながっていることは、その測定器の性能・機能が優れていることを示している。
- 2 測定器の校正に用いる標準に何を利用するかによって、測定結果の不確かさが変わることもある。
- 3 校正結果についた不確かさが、ある許容値以内に入っていることが、計測のトレーサビリティがとれていることである。
- 4 2台の測定器の示す値が一致すれば、この2台で測定した値は計測のトレーサビリティがとれているといえる。
- 5 認証標準物質を用いて測定器の校正を行っても、計測のトレーサビリティをとり出すことはできない。

問12 下記は、計測標準について記述したものである。この中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定器の校正に使用する計測標準には、一般に使用条件が決められている。
- 2 日常的に測定が正しく行われているかどうかを確認するために、実用標準が用いられることがある。
- 3 測定結果の普遍性や一貫性を確保するために計測標準は必要である。
- 4 標準物質は、測定方法の評価または対象物質の測定の基本として用いられるが、測定器の校正には使用できない。
- 5 計測標準は、国家標準や、社内標準室で使用している測定器の校正の基となる標準、生産工程での測定器のための標準など、その標準の持つ役割で分類されることがある。

問13 校正について述べた以下の文章の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定器の校正後の不確かさには、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。
- 2 校正することで、測定器の読みのかたよりとばらつきを修正することができる。
- 3 化学分析における機器分析では、標準物質の濃度と測定機器出力の関係を検量線として求め、この検量線を用いて試料中の目的成分の濃度を測定する。この検量線を求めることは校正作業の一種である。
- 4 標準を用いて測定器を校正した後、実試料を3回繰り返し測定し、その平均値を実試料に対する測定結果とした。この測定結果の不確かさの要因として、校正に用いた標準の不確かさ、校正作業に伴う不確かさ、実試料の測定作業に伴う不確かさを取り上げる。
- 5 校正することで、測定器の読みの定点や感度の狂いを修正することができる。

問14 測定器の校正について述べた次の記述の中で、不適切なものはどれか。一つ選べ。

- 1 測定器の校正とは、標準に対する測定器の読みと標準の値の関係を明らかにすることである。
- 2 測定器の校正を行えば、校正を行わないときに比べて、その測定器を使用して得られる値の不確かさを小さくすることができる。
- 3 零点校正をすることによって、測定器の零点での狂いと傾斜の狂いの両方を修正することができる。
- 4 測定器の校正の時間間隔は、校正コストを考慮すると、必ずしも短い方がよいわけではない。
- 5 現場での校正に用いる標準は、標準器を用いる場合と、被測定対象と同様の材質・形状を持った実物標準と呼ばれる標準を用いる場合がある。

問15 下記は計測分野で用いられる測定のSN比についての記述である。不適切なもの一つ選べ。

- 1 信号因子  $M$  として値の異なる  $k$  水準の測定対象  $M_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) を測定したとき、それらの読み  $y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) が測定対象の変化に対応しているかどうかを統計的に計算することにより、測定のSN比が求められる。
- 2 正確な値があらかじめわかっている試料は、信号因子  $M$  の水準設定のために用いることができる。
- 3 信号因子  $M$  の真の値がわからなくても、測定のSN比を求められることがある。
- 4 読み  $y$  と信号因子  $M$  の間に  $y = \beta M + e$  の関係式を想定することが多い。ここで、 $\beta$  は信号因子  $M$  の単位量変化に対する読みの変化の大きさ、 $e$  は誤差を表す。このとき、 $e$  の分散を  $\sigma^2$  として、測定のSN比は  $\sigma^2 / \beta^2$  である。
- 5 SN比は、デシベル単位で表される場合と、真数で表される場合がある。

問16 測定 SN 比は測定器の評価には重要な測定である。測定 SN 比やその算出に関する次の記述の中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 測定 SN 比が大きい条件を見つける方法として、測定器の設計や操作のパラメータを制御因子とした実験がある。
- 2 測定 SN 比（真数で表したものは、信号の単位の二乗の逆数と同じ単位を保持している）。
- 3 測定 SN 比を用いると、測定原理が異なる測定器であっても容易に性能を比較することができる。
- 4 感度  $\beta$  が異なる測定器のうち、感度が大きい測定器が必ず測定 SN 比が大きい。
- 5 測定 SN 比の改善においては、改善にかかるコストを上回る効果があると予測される場合、改善を実施すべきである。

問17 制御系に関する以下の説明に関し、イ～ホの五つの記述のうち、二つの記述は誤りである。誤りの指摘として正しいもの一つ選べ。ただし、 $t$  は時間を表す変数であり、また  $e$  を自然対数の底として  $1/e \approx 0.368$  である。

最も基本的な制御系である一次遅れ系の特性を調べる方法の一つに、過渡応答に基づく方法がある。一次遅れ系の単位ステップ応答は  $1 - \exp(-t/T)$  である。この応答に基づき一次遅れ系の動特性を規定する定数である時定数  $T$  を求める方法としてよく用いられている方法には、二つの方法がある。一つは、定常値の 36.8% に達するまでの原点からの時間を求めるもので、もう一つは、過渡応答曲線の原点での接線が定常値に交わるまでの原点からの時間によるものである。

また、単位インパルス応答は  $\exp(t/T)$  であり、これからも時定数を求めることができる。この場合には、初期値の 36.8% に達するまでの原点からの時間を求めることになる。

- 1 誤りはイとホである。
- 2 誤りはロとハである。
- 3 誤りはハとホである。
- 4 誤りはイとニである。
- 5 誤りはロとニである。

問18 次の文章の空欄に入る言葉の組み合わせの中から、正しいもの一つ選べ。

生産工程では、品質の高い製品を効率良く作ることが要求されており、計測システムの高度化と信頼性の確保が重要である。それを実現するための計測管理では、生産工程への適切な測定機器の設置、トレーサビリティ確保のための測定器の（ ア ）、工程診断のための適切な測定計画、工程管理のための測定結果の活用などを実現する計測管理技術の構築が必要である。その際、コンピュータを活用すれば、工程管理の効率化、測定業務の確実性・迅速性の向上など、多くのメリットが生じる。コンピュータを活用したデータの収集では、センサで取り込んだアナログ信号を（ イ ）によりデジタル信号に変換する際に発生する（ ウ ）誤差の測定結果への影響に注意する必要がある。この影響も含めて、生産工程における計測管理の重要な課題は、工程にとって必要で十分な（ エ ）を実現することである。

- |      |       |     |      |
|------|-------|-----|------|
| ア    | イ     | ウ   | エ    |
| 1 調整 | AD変換器 | 標準化 | 時間管理 |
| 2 校正 | AD変換器 | 量子化 | 不確かさ |
| 3 修正 | DA変換器 | 量子化 | 不良率  |
| 4 校正 | DA変換器 | 定量化 | 不確かさ |
| 5 検査 | DA変換器 | 標準化 | 不良率  |

問19 0Vから100Vのアナログ信号をAD変換して、8ビットのデジタル量として表す。下に示す分解能の中で、実現可能な最小の値はどれか。ただし、信号の符号は常に正であるとする。

- 1 1V
- 2 0.5V
- 3 0.1V
- 4 0.05V
- 5 0.001V



問20 工程の保全に関する次の文章中の空欄に当てはまる語の正しい組合せはどれか。一つ選べ。

工程の故障の状態には、故障して工程が動かなくなる（イ）と、故障しても動いているが正常には機能していない（ロ）がある。前者イの場合、故障が起らないようにするには、予防保全によって故障要素を交換する必要がある。交換の方法として、工程の故障要素を定期的に必ず交換する（ハ）による交換と、工程の故障要素を定期的に測定して、劣化が進んでいれば交換する（ニ）による交換がある。また、この二つを併用することもある。後者ロの場合には、工程でできる製品や工程条件を定期的に測定し、目標値からの差が許容差を超えた場合調整するという（ホ）の方法が適用可能である。どのような時間間隔で交換したり、測定すればよいかを決めるときに、故障が生じた場合の期待損失と保全コストの和で表した損失関数を利用することができる。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ
1	陽故障	陰故障	時間計画保全	状態監視保全	フィードバック制御
2	陽故障	陰故障	状態監視保全	時間計画保全	フィードフォワード制御
3	陰故障	陽故障	時間計画保全	状態監視保全	フィードフォワード制御
4	陰故障	陽故障	通常事後保全	時間計画保全	フィードバック制御
5	陰故障	陽故障	時間計画保全	通常事後保全	フィードバック制御

問21 ある日に製造した $n$ 個の製品の特性に対する測定データの標準偏差は $s$ であり、平均はその製品の設計目標値 $m$ に一致していた。しかし、その日の測定器は $x$ だけ大きめに測定していることがわかった。その日に製造した製品の特性値と $m$ の差の二乗平均はどのように評価するか。正しいものを一つ選べ。

- 1  $s^2$
- 2  $x^2 + s^2$
- 3  $(x + s)^2$
- 4  $s^2 - x^2$
- 5  $x^2$

問22 AからDの文章は、サンプリング方法について記述している。サンプリング方法とサンプリング名称の適切な組み合わせはどれか。一つ選べ。

- A：ロットをいくつかの層に分け、各層からサンプルをランダムに採取した。
- B：ロットが、生産順で並んでいるとき、一定の間隔でサンプルを採取した。
- C：ロットをいくつかのサンプリング単位に分け、まず第1段階としてその中のいくつかのサンプリング単位をランダムに選んだ。次に、第1段階で選んだ各サンプリング単位の中からランダムにサンプルを採取した。
- D：ロットをいくつかの群に分け、その群の中からいくつかの群をランダムに選び、その群内のサンプルをすべて採取した。

層別サンプリング      系統サンプリング      二段サンプリング      集落サンプリング

- |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | A | D | B | C |
| 2 | A | B | C | D |
| 3 | B | C | A | D |
| 4 | C | A | D | B |
| 5 | D | B | C | A |

問23 工程管理における次の活動の中で、製造工程の改善につながらないものはどれか。一つ選べ。

- 1 製品仕様と比べて工程で使用する測定器の読みとり桁数が不足していたので、読みとり桁数の多い測定器を導入した。
- 2 工程内測定の結果を1日に1回利用して工程の制御をしていたが、工程の変動が大きいため、1日10回の測定を行い、毎回の測定の都度、その結果を利用して制御するようにした。
- 3 不良品が多く発生していたので、製造工程内の測定はやめて、製造工程後の最終検査を強化した。
- 4 工程能力指数 ( $C_p = 2\Delta / 6\sigma$ ) を計算し、指数が大きくなるような管理方法を実行した。ただし、 $2\Delta$ は製品特性の公差、 $\sigma$ は製品特性のばらつき標準偏差を表す。
- 5 工程の温度変化が製品特性に影響することがわかったので、工程の温度を安定させるようにした。

問24 一定の時間間隔毎に製品が1個生産される連続工程がある。工程の時間的ドリフトのため、生産された製品の特性値は、時間の経過とともにその設計目標値  $m$  からずれてくる。そこで、製品を  $n$  個生産する毎に、最後に生産された製品1個の特性を測定し、その値  $y$  の  $m$  からのずれの大きさ  $|y - m|$  が、あらかじめ定められた管理限界  $\Delta$  を超える場合には、ずれがゼロとなるよう工程を調整し、 $\Delta$  を超えない場合には工程を調整せずに生産を続けることにした。この工程管理方式に関する下の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定間隔  $n$  は、測定に要するコストも考慮して決めるべきである。
- 2 製品特性を測定する際の測定誤差が大きいと、 $(y - m)^2$  の平均は大きくなる。
- 3 他の条件を固定したまま  $n$  を大きくすると、 $(y - m)^2$  の平均は大きくなる。
- 4 他の条件を固定したまま  $\Delta$  を小さくすると、測定に要するコストは大きくなる。
- 5 他の条件を固定したまま  $\Delta$  を大きくすると、工程を調整する平均時間間隔が長くなる。

問25 社内標準化に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。一つ選べ。

- 1 社内標準化の主目的は、短期間で製品の不良率を低減させることではない。
- 2 自動化され人手のかからない工程は、標準化には関係がない。
- 3 測定器の校正方法のマニュアルを作成し、校正作業を標準化することで、複数台の測定器間のばらつきが低減し、信頼性を向上させることができる。
- 4 製品に使われる部品等の調達を考慮した製品仕様の標準化は、部品等の互換性の向上につながる。
- 5 作業者の教育・訓練の際に、工程の標準化の中で作成したマニュアルを利用することができる。