

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 解答用紙の所定の欄に、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 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。
- 6 マークの記入は、解答用紙に記された記入例を参照のこと。
- 7 解答の記入にあたっては、次の点に注意すること。
  - (1) 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。
  - (2) 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。
  - (3) 解答用紙は、汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 8 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 計測管理に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。一つ選べ。

- 1 製品の製造工程で使われる測定器のドリフトや不確かさは、製品の特性のばらつきに影響する。
- 2 企業における計測が活用される場面によって、オンライン計測とオフライン計測に分けることができる。出荷検査は、オンライン計測に分類される。
- 3 製品開発段階でのオフライン計測に用いる測定器は、直接、製品の製造には関係しないので、トレーサビリティをとる必要はない。
- 4 測定器の校正周期を短くすれば、測定値のばらつきを小さくすることができるが、測定器の管理コストが大きくなることがある。
- 5 製造工程における計測管理では、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はない。

問 2 工程で実行する計測管理の内容に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。一つ選べ。

- 1 仕様が決まっている製品を工程内で測定することにした。このとき使用する測定器には、製品仕様と比較して、測定の不確かさが十分に小さいものを選定した。
- 2 検査機器を使用して工程で検査を毎日行っているが、1日の不良率が高くなつたときのみ検査機器の点検をして、その検査機器の値のずれが許容値を超えたら、正しい値に調整することとした。
- 3 製品特性を工程内で測定し、その値を用いて調整作業を行う工程がある。このとき使用する測定器を定期的に校正することとした。
- 4 製造環境が製品の特性に影響するかどうかを調べるために、製造環境を変化させたときのデータを収集し、統計的な処理をして判断することとした。
- 5 工程内において、従来とは異なる計測原理を利用した新しい測定器を採用する提案があったので、新しい測定器と従来型の測定器で製品を測定した。その結果、値は一致したが、新しい測定器でのばらつきが大きかったため、新しい測定器の採用は見送った。



問 7 計測のトレーサビリティに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか、一つ選べ。

- 1 トレーサビリティを確保する目的の一つは、測定値の正確さを確保することにある。
- 2 社内標準器である分銅には、ISO/IEC 17025 に基づく認定校正機関で校正を受け、不確かさの明示された校正証明書がついている。この分銅の値はトレーサビリティがとれている。
- 3 現場で使用している複数の質量計を JCSS 校正証明書付の社内標準器である分銅を用いて社内で校正した。この現場の質量計を用いれば、トレーサビリティのとれた質量測定を行うことができる。
- 4 物体の平均速度を、予め測定された 2 点間の行程の長さとし、その 2 点間を通過するに要する時間によって求める測定がある。この行程の長さの測定と時間の測定のトレーサビリティをとり、この測定の不確かさを明らかにしても、速度でのトレーサビリティがとれていないので、この測定はトレーサビリティがとれていないと主張できない。
- 5 トレーサビリティを確保するための校正証明書は、必ずしも、ISO/IEC 17025 に基づく認定校正機関の校正証明書である必要はない。

問 8 校正に関する次の記述のうち、正しいものはどれか、一つ選べ。

- 1 適用する校正式によって校正後の誤差が変わることはないので、時間や手間のかからない校正式を選択することが重要である。
- 2 校正することによって、測定器の読み値の定点や傾斜の狂いを修正することができる。
- 3 校正することによって測定器の読み値のなかの系統的なかたよりと偶然的な効果による誤差を除くことができる。
- 4 校正に用いた標準の誤差は、校正後の測定の誤差の成分に含めなくてよい。
- 5 校正を行うことで測定の誤差をゼロにすることができる。

問 9 「JIS Z 9090 測定—校正方式通則」に示されている校正方法では、校正の作業を点検と修正に分けている。点検作業とは、ある一点での標準を用いて測定器がどの程度狂っているかを知ることであり、修正作業とは、いくつかの標準を用いて校正式を作成することによって狂いを直すことである。このような校正方法について述べた次の記述のうち誤っているものはどれか、一つ選べ。

- 1 点検および修正を行う方法では、点検の間隔に従い、点検を行い、その結果にかかわらず修正の作業を行う。
- 2 点検だけを行う方法は、点検の間隔に従い、点検を行い、その結果、測定値の誤差が修正限界を超えていれば測定器を廃棄する。測定器を修正するコストが高価なため、修正するより廃棄する方が有利になるような場合に採用される。
- 3 修正だけを行う方法は、点検を行わず、修正の間隔に従い、必ず修正を行い、新しい校正式を求めて測定器を使用する。修正コストが極めて安価な場合に行われる方法であるが、測定器の経時変化データが蓄積できない。
- 4 無校正の方法では、点検も修正も行わず、メーカーの目盛付けを信用して測定器を使用し、定められた期限を越えたとときの測定器を廃棄する。
- 5 校正方法の選択は、測定器に許容される測定の誤差、点検と修正のコストなどを考慮して、個々の測定器を使用する実情に合った方法を選択する。

問10 1本の円柱の直径を、ノギスを用いて上中下(P<sub>1</sub>～P<sub>3</sub>)の3カ所で2回ずつ繰返し測定し、下記のデータをとった。このデータ全体のばらつきに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。一つ選べ。

測定データ (mm)		1	2
位置	繰返し		
	P <sub>1</sub>	12.15	12.20
	P <sub>2</sub>	12.10	12.15
	P <sub>3</sub>	12.00	12.00

- データのばらつきの原因は、測定対象物である円柱の直径のばらつきのみである。
- ノギスによる繰返し測定の際のばらつきの方が円柱の直径のばらつきよりも大きい。
- データのばらつきには、円柱の直径のばらつきとノギスによる測定の際のばらつきの両方が含まれる。
- データのばらつきが発生するのは、ノギスが校正されていないからである。
- 測定者の違いは、データのばらつきの原因とはならない。

問11 測定結果の信頼性に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。一つ選べ。

- 同一の方法で同一の測定対象を、同じ条件で比較的短い時間に繰返し測定した場合、個々の測定値が一致する性質または度合いを繰返し性と称する。この繰返し性は、測定結果の信頼性の表現の一つの方法である。
- 同一条件下の測定で、測定回数が1回の測定結果に対して100回の測定結果の不確かさは2桁向上することになる。従って、測定の繰返し回数ではできるだけ多くして平均値をとったほうが良い。
- $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  の関数モデルにおいて、入力量  $x$  は測定値  $y$  のばらつきの原因となる。また、この関数モデルの不確かさは、測定値の不確かさの成分である。
- 製造工程で作られる製品、部品の寸法などのデータの統計解析においては、一般にデータは正規分布に従うとして扱われ、この分布は平均値と標準偏差によって定まる。
- 測定の不確かさの見積もりを行うとき、使用する機器のカタログに記載されている仕様データやハンドブックに記載されている参考データを使用した場合は、Bタイプの評価に分類される。

問12 次の文章は、測定値に不確かさや誤差があった場合どのような影響があるかについてのものである。下線部の正・誤の組合せとして正しいものはどれか。一つ選べ。

製品の検査において、測定の不確かさによって、本来合格品であった製品が不合格になったり、本来不合格品であった製品が合格になったりする。ある許容差の製品の合格・不合格を判定する試験所認定の場合に、不確かさの大きさだけ許容差を広げて判定することにより、より安全な判定ができると言われている。

② 一方、工場において測定が利用されるのは検査だけではない。工程の制御や管理のために様々な測定が利用されている。例えば、工程のフィードバック制御に利用されている測定に測定誤差があった場合、その測定結果に基づいて決められる制御量は誤差をもち、本来の目標値からはずれた制御が行われることになる。測定誤差が時間的に変化した場合、制御量の誤差は時間的に変化し、結果として、製品の特性値のばらつきが大きくなる。すなわち、測定の不確かさの大きさに最終的な製品③の特性への影響度を表す係数を掛けた分だけ、製品の規格値のばらつきが大きくなる。このような状況は、工程条件の管理のための測定であっても同じである。

- |     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
| ①   | ② | ③ | ④ |
| 1 正 | 正 | 正 | 正 |
| 2 誤 | 誤 | 誤 | 誤 |
| 3 誤 | 誤 | 正 | 誤 |
| 4 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| 5 正 | 誤 | 誤 | 誤 |

問13 実験などによって得られた測定データの解析・評価には、統計的な分布が活用される。次の文章は、解析・評価を行うときに用いられる分布に関するものである。文章中の空欄(ア)から(エ)にあてはまる分布の名前の組合せとして正しいものはどれか。一つ選べ。

- a) 標準偏差が未知の母集団から得られたデータによって求めた平均値に差があるか否かを調べたいときに用いる分布は、(ア)である。
- b) 二つの母集団の分散に差があるか否かを調べたいときに用いる分布は、(イ)である。
- c) 不良率が $p$ の母集団から大きさ $N$ のサンプルを抜き取った。このサンプル中の不良品の個数の分布として用いられるのは、(ウ)である。
- d) 安定した工程で作られた製品の一定の大きさのサンプル中に含まれた欠点数の分布として用いられるのは、(エ)である。

- |   |        |        |      |        |
|---|--------|--------|------|--------|
|   | ア      | イ      | ウ    | エ      |
| 1 | t分布    | 二項分布   | F分布  | ポアソン分布 |
| 2 | F分布    | ポアソン分布 | t分布  | 二項分布   |
| 3 | 二項分布   | F分布    | t分布  | ポアソン分布 |
| 4 | t分布    | F分布    | 二項分布 | ポアソン分布 |
| 5 | ポアソン分布 | 二項分布   | t分布  | F分布    |



問18 下記は、測定誤差の評価法とその改善に関する一連の文章である。次の5つの選択肢のうち、最初に誤りが現れる選択肢はどれか。一つ選べ。

新たな測定法を開発したとき、その評価測定として、測定値のSN比がある。測定対象の量と測定器の読みとの比例関係を想定した比例式校正において、信号因子として測定対象の量  $M$  と読み  $y$  との関係は次のようになる。

$$y = \beta M + e$$

ここで、感度係数  $\beta$  は測定対象の量が単位量変化したときの読みの変化の大きさ、 $e$  は回帰式からの残差である。残差の大きさを表す分散を  $\sigma^2$  としたとき、測定値のSN比  $\eta$  は

$$\eta = \frac{\beta^2}{\sigma^2}$$

となり、測定法の評価には重要な測定である。

1 測定器の設計条件や使用条件などによって測定値の誤差が変化する場合は、測定値のSN比を活用して測定法の改善を図ることが可能である。

2 測定値のSN比を改善するには次の二つの場合が考えられる。

① 感度係数  $\beta$  の大きさがあまり変化せず、分散  $\sigma^2$  を小さくできる。

② 分散  $\sigma^2$  の大きさがあまり変化せず、感度係数  $\beta$  を小さくできる。

3 測定器の設計条件や測定条件を見直した実験を行って、SN比の大きい水準を選択することによって、測定法を改善することができる。この方法によるSN比の改善は、詳しく見ると、上記の①、②のどちらの場合もあり得る。

4 一方、例えば、測定環境のうち温度条件の変化幅を小さくしたり、校正の時間間隔を短縮することによって、①のように分散  $\sigma^2$  を小さくしてSN比の改善を目指す方法もある。

5 二つの方法を比較すると、選択肢3の方法は余分な管理コストがかからず、管理コストが余分にかかる選択肢4の方法より好ましい方法であると言おうことができる。

問19 次の文は、測定量をデジタル表示する場合のA/D変換処理に関する記述である。表示に必要なビット数が8ビットであるものはどれか。一つ選べ。

1 0～200℃の温度を温度センサで測定し、この信号をA/D変換して最小目盛0.1℃でデジタル表示させた。

2 電圧計のデジタル表示を、測定範囲100Vで最小目盛が0.1Vになるようにした。

3 -100℃～+100℃の温度を温度センサで測定し、この信号をA/D変換して最小目盛0.1℃でデジタル表示させた。

4 2つの測定範囲をもつデジタル表示の質量計があり、範囲1が0～50g、範囲2が0～250gとしたときに、範囲1の最小目盛は200mg、範囲2の最小目盛は1gであった。

5 デジタル表示式質量計の測定範囲は0～500kgであるが、0～100kgの範囲では最小目盛が0.1kg、100kgを超え500kgまでの間は、最小目盛が0.2kgに自動的に切り替わる表示のついたもの。

問20 測定におけるコンピュータの利用に関する次の文章の空欄に入る言葉の正しい組合せはどれか。正しいものを一つ選べ。

測定におけるコンピュータの活用は、測定の迅速性や測定業務の確実性の確保、さらに大量な測定データの処理などに有益である。測定結果をコンピュータで処理するためには、測定器の出力のうち連続的に変化する(ア)信号は、コンピュータで処理可能な(イ)信号に変換する必要がある。(イ)信号は離散的に変化する量で、その変換を行う際に、連続的な量の大きさを幾つかの区間に区分し、各区間内を同一の値とみなすことを(ウ)と呼び、この処理によって測定値との間に(エ)が生じる。

	ア	イ	ウ	エ
1	アナログ	連続	量子化	残差
2	デジタル	アナログ	量子化	量子化誤差
3	デジタル	連続	数値化	数値化誤差
4	アナログ	デジタル	正規化	残差
5	アナログ	デジタル	量子化	量子化誤差



問21 前向き伝達関数が、一次遅れ系  $G(S) = K/(1 + TS)$  で与えられる直結フィードバック系がある。直結フィードバック系の全体的伝達関数  $W(S)$  も一次遅れ系となるが、 $W(S)$  についての時定数  $T^*$  に関する次の記述のうち正しいものはどれか。一つ選べ。ただし、 $K$  はゲイン定数 ( $> 0$ )、 $T$  は時定数、 $S$  はラプラス変数を意味する。

- 1  $K$  の値を工夫すれば  $T^* > T$  となるようにすることができる。
- 2  $T^* = T/10$  するには  $K = 12$  とすればよい。
- 3  $T^* = T/10$  するには  $K = 11$  とすればよい。
- 4  $T^* = T/10$  するには  $K = 10$  とすればよい。
- 5 原理的には、 $K \rightarrow \infty$  とすれば、 $T^* \rightarrow 0$  となる。

問22 信頼性と保全に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。一つ選べ。

- 1 製品の使用者の立場からみると、購入した製品がいろいろな使用条件のもとで正しく機能するかどうか重要であり、製造者はその全ての条件でテストしなければ、出荷できない。
- 2 製造者は、製品の性能が急速に劣化したり機能しなくなるなど、いろいろな使用条件の下で起こる不具合の内容を調査する。
- 3 製造工程では、工程の故障が起こらないようにするために、定期点検や定期保全の周期を定めるなど予防保全の方式を定めて実行する。
- 4 工程の状態の中には、徐々に工程が変化して製品が目標値からずれていき不良品ができていく場合があるので、定期的に製品を測定して工程を管理する。
- 5 ばらつきが大きい製品を製造している工程では、出荷検査によって不良品を出荷しないようにする。

問23 品質管理に関連した次の記述のうち正しいものはどれか。一つ選べ。

- 1 一般に、品質管理に使用する測定器を選定する場合、精度及び信頼性が重要であって、高価でもできるだけ性能の良い測定器を使用すべきである。
- 2 におい、味などを対象とする品質管理も必要であって、このような場合には、測定機器による検査だけでなく、官能による測定、すなわち官能検査が用いられる。
- 3 ドリフトによる零点変動によって、特性が時間的に変動するおそれのある測定器は、品質管理のための測定に使用することはできない。
- 4 工程で製造される製品の品質特性を測定したとき、測定値の平均に変動がなければ、その工程は管理状態にあると考えてよい。
- 5 製品の品質を向上させ、規格の中心値からの差が小さい製品を製造するためには、工程管理を充実するよりも、最終の出荷検査をより厳しくする方が効果的である。

問24 下記は品質項目の検査に関する一連の記述である。誤っている記述はどれか。一つ選べ。

- 1 無検査で出荷したときの製品 1 個当たりの損失を  $L(A)$ 、検査をして出荷するときの製品 1 個当たりの損失を  $L(B)$  としたとき、 $L(A)$  と  $L(B)$  を比較すること、出荷検査の経済性が評価できる。
- 2 検査の経済性は工程不良率  $p$  や不良品の処置費用等に依存するが、 $L(A)$  と  $L(B)$  が等しくなる  $p$  は検査の損益分岐点であり、この工程不良率を損益分岐不良率あるいは臨界不良率という。
- 3 JIS の抜取検査の規格は全て、このような損益分岐点を考慮した検査の経済性を評価して規定されたものである。
- 4 抜取検査方式に対応する検査特性曲線は OC 曲線と呼ばれており、ロットの不良率とその合格の確率との関係を示すものである。
- 5 ロットの受け渡しが続行して行われる場合には、実績によって、ゆるい検査、なみ検査、きつい検査を選択する抜取検査方式が適用される。

問25 製造工程のフィードバック制御において、加工後の特性を製品  $n$  個間隔でチェックし、調整限界  $D$  を超えていたら工程を調整する。このような管理の下で、特性のはらつき(目標値からの差の2乗平均)を  $\sigma^2$  とすると、製品1個当たりの管理コストとばらつきによる損失との和  $L$  は、

$$L = \text{管理コスト} + \frac{A}{\Delta^2} \sigma^2$$

で与えられる。ただし、 $\Delta$ は製品の許容差、 $A$ は規格外の製品1個当たりの処置費用である。一般に、管理を厳しくすればコストは上昇するが、ばらつき  $\sigma^2$  が小さくなるので第2項は小さくなる。したがって、管理のあり方は二つの項の和  $L$  が小さくなるような方式を探すが大切になる。下記は上式の  $L$  を小さくするために考慮した製造工程での対策である。最も不適切なものを一つ選べ。

- 1 第1項<第2項だったので、第2項を小さくするため、許容差  $\Delta$  を広げた。
- 2 第1項<第2項だったので、診断間隔  $n$  を短くし、第1項と第2項の変化をみた。
- 3 第1項<第2項だったので、調整限界  $D$  を狭くし、第1項と第2項の変化をみた。
- 4 第1項=第2項だったので、自動制御の導入により  $L$  が小さくなるかどうかを検討することにした。
- 5 第1項>第2項だったので、調整限界  $D$  を広げるなど管理を緩くし、第1項と第2項の変化をみた。