

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。

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 計測管理とは、計測の目的を効率的に達成するため、計測の活動全体を体系的に管理することである。
- 2 計測管理の業務は、測定計画、測定の実施、測定結果の活用に加えて、これらの活動をサポートし管理することまでの取り組みで構成されている。
- 3 測定では、常に外部の校正機関で校正された測定器を使用する必要がある。
- 4 測定で得られた測定値及びその不確かさの大きさが適正に求められていることを確認することは計測管理の重要な活動である。
- 5 計測管理を効果的に遂行するためには、計測管理担当部署だけでなく製造や検査などの担当部署も含めた組織全体での取り組みが重要である。

問 2 測定の実施や活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。

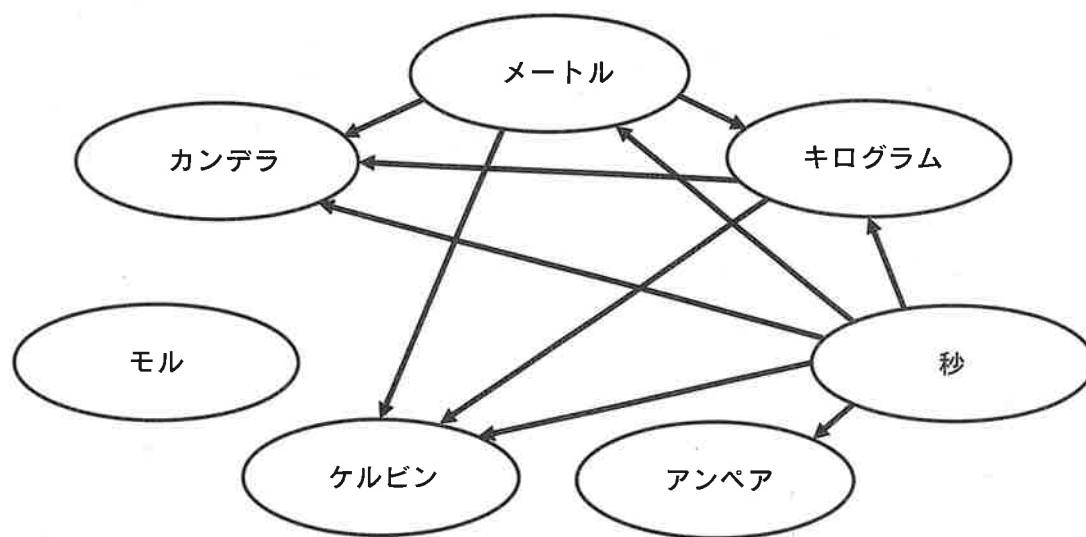
- 1 測定の実施では、測定の実施を明確にし、その実施を達成できるように測定対象量、測定システム、測定方法などを定める。
- 2 測定の実施では、測定の実施を達成するために必要な測定の不確かさが実現できるかどうかを検証することが重要である。
- 3 測定の実施では、定められた測定条件に基づき測定作業を実施し、測定対象に対して要求される基準に適合しないデータは廃棄する。
- 4 測定結果の活用では、測定結果の技術的な意味を明確にし、その情報に基づいて測定の実施が達成されたかどうかを確認する。
- 5 測定の実施の設定から実施の達成の確認までの一連の活動を総括し、今後の測定に活かすことは計測管理の重要な役割である。

問 3 「JIS Z 8103 計測用語」において規定されている、測定値の評価に用いられる用語や指標に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 「真度」及び「正確さ」は、かたよりの小さい程度を表す。
- 2 「精密さ」及び「精度」は、ばらつきの小さい程度を表す。
- 3 「精確さ」及び「総合精度」は、測定値の総合的な良さを表す。
- 4 「正確さ」と「精確さ」は、同じ発音であるが、意味は異なるので注意が必要である。
- 5 かたよりの小さい程度を定量的に表すには、例えば「標準偏差」を用いることができる。

問4 2019年5月20日にSI基本単位のうちキログラム(質量)、アンペア(電流)、ケルビン(熱力学温度)、モル(物質質量)の定義が改定された。この改定によってすべての基本単位が基礎物理定数及びその他の不変定数を基にした定義となり、それぞれの基本単位間の依存関係は以下の図のようになった。図において、矢印が向かうSI基本単位は、矢印の出発元となる基本単位に依存していることを示している。

下に示す選択肢のうち「真空中の光の速さ c 」に依存せず定義される基本単位はどれか、下の中から一つ選べ。



図：SI基本単位の依存関係

- 1 秒(時間)
- 2 キログラム(質量)
- 3 ケルビン(熱力学温度)
- 4 メートル(長さ)
- 5 カンデラ(光度)

問5 ある測定で得られる測定値のばらつきには、測定者の違いに伴うばらつき(その母分散は σ_A^2)と、測定の繰返しに伴うばらつき(その母分散は σ_B^2)の二つの成分が含まれている。3人の測定者がそれぞれ4回の繰返し測定を行うことで得られた計12個の測定値の平均値を求めるとき、この平均値の母分散を表す式として正しいものを、下の中から一つ選べ。

ただし、測定の繰返しに伴うばらつきと、測定者の違いに伴うばらつきは、統計的に独立であるとする。

1 $\sigma_A^2 + \sigma_B^2$

2 $\frac{\sigma_A^2}{3} + \frac{\sigma_B^2}{4}$

3 $\frac{\sigma_A^2}{3} + \frac{\sigma_B^2}{12}$

4 $\frac{\sigma_A^2}{12} + \frac{\sigma_B^2}{4}$

5 $\frac{\sigma_A^2}{12} + \frac{\sigma_B^2}{12}$

問 6 測定の不確かさ評価に関する(ア)～(オ)の記述について、その正誤の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

(ア)測定標準を用いて測定器を校正した後、測定試料を測定した。このときの測定標準の校正証明書情報を測定試料の測定値の不確かさ評価に利用した。

(イ)校正から測定までの期間に測定器に生じ得る時間的变化(ドリフト)の効果を、測定の不確かさの要因の一つとした。

(ウ)トレーサビリティが確保された測定標準を用いて測定器を校正したので、その測定器の校正の不確かさをゼロとした。

(エ)合成標準不確かさに包含係数を乗じて拡張不確かさを求めた。

(オ)認証標準物質の認証値の拡張不確かさを分散の形で表した。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
1	正	誤	正	正	誤
2	正	正	誤	正	誤
3	誤	誤	正	誤	正
4	正	正	誤	誤	正
5	誤	誤	誤	正	誤

問7 無限個とみなすことができるほど多数の製品の中から n 個の製品をランダムに抜き取り、各製品が適合品か不適合品かを判定する。1個の製品が適合品である確率を R とすると、抜き取った n 個のうち x 個が適合品である確率は以下の $P(x)$ で計算できる。この確率質量関数 $P(x)$ を持つ確率分布の名称として正しいものを、下の中から一つ選べ。ただし、 n は、 $n = 1, 2, \dots$ であり、 R は、 $0 < R < 1$ である。

$$P(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} R^x(1-R)^{n-x}$$

- 1 2項分布
- 2 正規分布
- 3 超幾何分布
- 4 F 分布
- 5 ポアソン分布

問 8 統計及び確率に関す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 サンプルングにより得られた値の和を、サンプルングした個数で割った量を、標本平均という。
- 2 サンプルングにより得られた値から、それらの標本平均を引いた偏差の2乗和を、サンプルングした個数から1を引いた数で割った量を、標本分散(不偏分散)という。
- 3 サンプルングにより得られた一対の値から、それぞれの標本平均を引いた偏差の積の和を、サンプルングした対の個数から1を引いた数で割った量を、標本共分散(不偏共分散)という。
- 4 標本分散の非負の平方根を標本標準偏差という。
- 5 標本分散を標本平均で割った量を標本変動係数という。

問 9 相関・回帰に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 因果関係が存在しない因子の間では、相関関係が認められることはない。
- 2 最小二乗法に基づく一次回帰分析を行って得た傾きの推定値は、説明変数と目的変数を入れ替えて一次回帰分析を行って得た傾きの推定値の逆数と等しい。
- 3 因子Aと様々な因子との間で相関分析を行い、因子Bとの間に最も強い相関が認められれば、因子Aの変動の主要因は因子Bであると結論づけることができる。
- 4 多項式回帰分析を行う場合、多項式の次数を高くすればするほど当てはまりが良くなるため、できる限り高い次数の多項式回帰分析を行うほうが良い。
- 5 因果関係が存在する因子間であっても、因子間の関係が直線的でない場合は相関係数がほぼゼロとなる場合もある。

問10 測定方法の改善を目的とする実験では、その測定方法に関わる様々な変数が因子としてとりあげられる。これらの因子には、信号因子、誤差因子(ノイズ因子ともいう)、制御因子、標示因子、及びブロック因子(層別因子ともいう)などがある。次の(ア)から(オ)の説明文は、それぞれこれらの中の一つの因子を説明したものである。各説明文と因子を対応づけた下の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

(ア)測定器の出力のばらつきの原因となる使用条件・環境条件や測定システムの内部変数などで、現実の測定の間では制御できないが、実験ではその影響を意図的に出力に含ませるためにとりあげる因子

(イ)いくつかの水準を設定し、その中から最適な水準を選ぶ目的でとりあげる因子

(ウ)水準を指定することはできるが、最適な水準を選ぶことが目的ではなく、その因子の水準ごとにほかの因子の最適水準を知る目的でとりあげる因子

(エ)この因子の主効果やほかの因子との相互作用を、現実の測定の間で利用することはできないが、実験の中でこれを無視してしまうと実験誤差が大きくなるため、実験誤差からその効果を分離して実験精度を高めるためにとりあげる因子

(オ)測定器の出力を意図的に変化させる目的でとりあげる因子で、その水準設定のために値が既知の測定標準が利用されることが多い因子

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
1	信号因子	ブロック因子	標示因子	誤差因子	制御因子
2	制御因子	誤差因子	信号因子	標示因子	ブロック因子
3	制御因子	信号因子	ブロック因子	誤差因子	標示因子
4	ブロック因子	標示因子	誤差因子	制御因子	信号因子
5	誤差因子	制御因子	標示因子	ブロック因子	信号因子

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 現場で使用する測定器から得られる測定値が、国家標準又は国際標準にトレーサブルであるためには、校正に使用する測定標準のトレーサビリティを確保しておくことが必要である。
- 2 どの測定器を使用しても、ある範囲で同等とみなせる値が得られるようにするための方法の一つが、測定器のトレーサビリティを確保しておくことである。
- 3 測定のトレーサビリティを確保しても、個々の測定値のばらつきをゼロにすることはできない。
- 4 測定器の校正では、用いた測定標準の値と、それを測定したときの測定器の指示値との差の大きさがある値以内であることが、トレーサビリティの確保された校正であることの条件である。
- 5 全ての測定器を社内の最上位の測定標準で適切に校正し、かつ、その測定標準を外部の校正機関でトレーサビリティの確保された校正をしておくことは、社内の測定のトレーサビリティを確保する方法の一つである。

問12 「JIS Z 8103 計測用語」において、次の文章で定義される用語として正しいものを、下の中から一つ選べ。

「個々の校正が不確かさに寄与する、切れ目なく連鎖した、文書化された校正を通して、測定結果を参照基準に関係付けることができる測定結果の性質。」

- 1 トレーサビリティ
- 2 校正階層
- 3 拡張不確かさ
- 4 測定結果の比較性
- 5 測定結果の両立性

問13 ある測定器は、測定対象量の値 M と測定器の読み y の関係を零点比例式で表すことができる。この測定器を「JIS Z 9090 測定—校正方式通則」に基づき校正するときの一連の手順は、次の(ア)～(エ)である。この校正手順に関する下の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

(ア) M と y の関係式は $y = \beta M$ で表され、また修正限界 D はあらかじめ定めておく。

(イ) 標準の値 M_0 を測定したときの測定器の読み y_0 を得た。このときの測定値 \hat{M} を、これまで用いてきた校正式 $\hat{M} = y_0 / \hat{\beta}$ から求め、 $|\hat{M} - M_0|$ と D とを比較した。

(ウ) $|\hat{M} - M_0| > D$ であったので関係式の修正を行う。修正では、 k 個の標準の値 M_1, M_2, \dots, M_k について、それぞれ繰返し n 回の読み y_{ij} ($i = 1, 2, \dots, k, j = 1, 2, \dots, n$)を得た。これらのデータ及び次の式より新しい感度係数 $\hat{\beta}'$ を求めた。

$$\hat{\beta}' = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}}{n \sum_{i=1}^k M_i^2}$$

(エ) 校正後の新たな測定値を、読み y と感度係数 $\hat{\beta}'$ を用いた新しい校正式 $\hat{M} = y / \hat{\beta}'$ から求める。

- 1 (ア)の修正限界 D は、通常この測定対象における許容値よりも小さい値を採用する。
- 2 (ウ)は修正と呼ぶのに対し、(イ)は点検という。
- 3 (イ)で $|\hat{M} - M_0|$ が D を超えない場合は、修正は不要である。
- 4 (ウ)で求めた感度係数 $\hat{\beta}'$ の値は、通常これまでに用いてきた $\hat{\beta}$ の値とは異なる。
- 5 (エ)で求めた測定値の誤差は、通常(イ)の段階で読みから求めた測定値の誤差よりも大きい。

問14 「JIS Z 8103 計測用語」に定められた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 校正の第一段階では、測定標準によって提供される不確かさを伴う量の値とそれに対応する指示値との不確かさを伴う関係を確立する。
- 2 校正の第二段階では、第一段階の情報を用いて測定器の指示値から測定結果を得るための関係を確立する。
- 3 校正は、主に測定器の使用において生じる測定値の偶然誤差を除くために実施する。
- 4 校正に用いる測定標準の不確かさ及び校正作業に伴う不確かさは、その校正を受けた測定器を用いて求める測定値の不確かさに影響する。
- 5 校正は、自己校正と呼ばれる測定システムの調整と混同すべきではない。

問15 測定のSN比とは、測定対象量の値の変化に対して、測定器が確実にその変化量を検出し、指示値として示すことができるかどうかを表した指標である。ある測定器において、測定対象量の値を x 、測定器の指示値を y としたときの x と y の関係式を $y = \alpha + \beta x + \varepsilon$ とする。ここで、 α は y 切片、 β は回帰係数、 ε は指示値の誤差である。この測定器によりいくつかの x に対する読み y を得たところ、 ε の標準偏差 σ が $\sigma = 0.1$ で、 $\beta = 1$ であった。このとき、この測定のSN比を真数で表した値として、正しいものを一つ選べ。

1 0.01

2 0.5

3 10

4 100

5 1000

問16 測定条件を適切に選択することにより測定システムのSN比の改善を図りたい。
そのための改善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 測定条件によってSN比を改善する実験では、測定条件を制御因子として選び、その水準の組合せで実験を行い、SN比を求め、SN比の大きい制御因子の水準の組合せを最適条件として選ぶことができる。
- 2 いろいろな測定条件の下で、測定環境の変化を誤差因子としたSN比を求め、それらのSN比を比較することによって、測定環境の変化に対してロバストな測定条件を選ぶことができる。
- 3 SN比を改善するための実験では、SN比を比較するための内側実験計画とSN比を求めるための外側実験計画の直積実験を行う。内側実験計画には信号因子を割付け、外側実験計画には制御因子、誤差因子を割付ける。
- 4 制御因子の水準ごとのSN比の平均値をプロットした要因効果図は、最適条件の選定に使用される。
- 5 測定条件の改善効果は、制御因子の最適条件におけるSN比と、ベースラインとした現行条件におけるSN比との差で求められる。

問17 計測系の特性に関する次の記述の空欄(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。

計測系における入力信号が時間経過に伴って変動するときの出力信号の特性を(ア)という。この(ア)には、入力信号の形によって過渡応答や周波数応答などが含まれる。例えば、過渡応答は入力信号がある定常状態から他の定常状態へ変化したときの応答で、入力信号がステップ状に変化したときの応答をステップ応答という。

いま、ある計測系のステップ応答 $y(t)$ が次式で与えられる場合を考える。

$$y(t) = K \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

ここで、 t は時間、 K は出力の定常値、 τ は応答の速さを特徴づける時定数、また、 e は自然対数の底で、その値は約2.7である。

この式の中で、時定数 τ は出力信号の大きさが K の大きさの(イ)になるまでの時間である。この式で表わされる出力信号 $y(t)$ は、時間の経過とともに K の値に漸近する。その応答速度は τ に依存し、 τ の値が(ウ)ほど応答が速くなる。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	静特性	約95%	大きい
2	動特性	約63%	小さい
3	動特性	約95%	小さい
4	動特性	約63%	大きい
5	静特性	約63%	小さい

問18 測定データの伝送と処理に関する次の記述の空欄(ア)～(エ)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。

データ伝送の目的は、情報を離れたところに誤りなく伝えることにあり、測定データの伝送に用いる信号は処理装置に適合すると共に、伝送に際し波形が変化した(ア)ものを選択する。信号には、波形を(イ)に伝送するアナログ信号と、波形を(ウ)に伝送するデジタル信号があり、例えば、プロセス計装の直接的な信号として広く用いられている空気圧や電圧、電流などは(エ)信号である。

近年のシステム構築では、より大容量の情報のやりとりが必要とされ、高速化・長距離化・高信頼性化など、伝送の技術革新・質向上が要求されている。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
1	易い	連続的	離散的	アナログ
2	易い	離散的	連続的	デジタル
3	難しい	連続的	離散的	アナログ
4	難しい	離散的	連続的	アナログ
5	難しい	連続的	離散的	デジタル

問19 コンピュータ上で数値を表現するときには、10進法以外に2進法や16進法が利用される。 n 進法で表現された数値を $(\text{数値})_n$ のように表記することとする。例えば $(2A)_{16}$ は、16進法で表された2桁の数値2Aを表す。このとき、次の等式の中から誤っているものを一つ選べ。

ただし、16進法では、10進法の10から15の数値をAからFと表すこととする。

1 $(12)_{16} = (18)_{10}$

2 $(A0)_{16} = (160)_{10}$

3 $(1010)_2 = (10)_{10}$

4 $(23)_{10} = (11111)_2$

5 $(88)_{16} = (10001000)_2$

問20 「JIS Z 8115 ディペンダビリティ(総合信頼性)用語」の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 予防保全は、アイテムの劣化の影響を緩和し、かつ、故障の発生確率を低減するために行う保全である。
- 2 事後保全は、フォールト(故障状態)検出後、アイテムを要求どおりの実行状態に修復させるために行う保全である。
- 3 事後保全には、規定した時間計画に従って実行される時間計画保全と、物理的状态の評価に基づく状態基準保全がある。
- 4 繰延べ保全は、フォールト(故障状態)の検出後直ちに開始しないで、規定の保全規則に従って、その必要性を明確にした後に時期を繰り延べて実行する事後保全である。
- 5 経時保全は予防保全の一種であり、アイテムが予定の累積動作時間に達したとき行う。

問21 品質管理の活動に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 品質管理の改善ではPDCAサイクルが重要視されており、改善を計画—実施—評価—処置という流れで進めることにより、合理的、効率的に改善を行うことができる。
- 2 測定により得られた数値データから測定対象の特徴を明らかにする技法の一つとして、特性要因図法がある。
- 3 工程の管理や解析のために用いられる管理図は、連続したサンプルから得られた統計量の値を特定の順序で打点した図であり、打点される統計量の種類によって、種類と用途が分かれている。
- 4 製品の検査では、ある決められた方法で製品を測定し、個々の製品又は製品群が目的とした仕様を満足しているかどうかの判断を行う。
- 5 品質管理のための計測として、製品の検査の他に、製造工程管理のための計測、開発設計段階で行われる計測などがある。

問22 次の(ア)から(エ)は、サンプリングに関する説明である。(ア)から(エ)の説明の正誤の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

(ア)サンプリング個数や採取量を大きくしても、母集団のパラメータの推定精度は向上しない。

(イ)サンプリングした試料を測定するとき、測定結果に影響を与え得る要因として、採取時期、採取方法、採取量、試料の保存条件などがある。

(ウ)集落サンプリングは、母集団をいくつかの集落に分け、その集落の中からいくつかの集落をランダムに選び、選んだ集落についてはそれに含まれるサンプリング単位をすべて取るサンプリングである。

(エ)層別サンプリングは、母集団をいくつかの層に分け、分けられた各々の層から一つ以上のサンプリング単位をランダムに取るサンプリングである。

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

問23 ある製品の製造プロセスの工程能力を、工程能力指数 C_p を用いて評価したい。評価に用いる特性値は、規格幅(=上側規格限界-下側規格限界)の値が30で、プロセスの全変動の標準偏差の値が3.33と既知である。このプロセスの工程能力指数 C_p の値が入る範囲として正しいものを、下の中から一つ選べ。ただし、製造プロセスは統計的管理状態にあり、特性値は正規分布に従い、かたよりは無いものとする。また、選択肢カッコ内は多くのプロセスで採用されている判断基準である。

- 1 $C_p \geq 1.67$ (工程能力は十分すぎる。)
- 2 $1.67 > C_p \geq 1.33$ (工程能力は十分である。)
- 3 $1.33 > C_p \geq 1.00$ (工程能力はあるが十分とはいえない。)
- 4 $1.00 > C_p \geq 0.67$ (工程能力は不足している。)
- 5 $0.67 > C_p$ (工程能力は非常に不足している。)

問24 ある工業製品の生産工程での「JIS Z 9020-2 管理図—第2部:シューハート管理図」に基づく管理に関わ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、出荷検査などの生産工程内で採取したデータを、時間順やサンプル番号順などでグラフ上に打点し、データの変化を可視化することで、工程の変動や安定性を捉えやすくするために用いる。
- 2 管理図には計量値を用いる場合と計数値を用いる場合があり、データの種類に応じて適切な管理図を選択する。
- 3 採取したデータのばらつきには、製品のばらつきと測定のばらつきが含まれている。
- 4 管理限界には製品の仕様における許容限界を用いるため、管理限界を超えた点が打たれた場合は不適合品が必ず発生している。
- 5 工程が安定していると判断される場合、新たな管理限界を設定し直すことで、工程のさらなる改善に努めることができる。

問25 標準化は、製品、プロセス又はサービスをその目的に適合させるために複数の特定の目標（aims）をもってもよい。次の（ア）から（エ）は、標準化の目標に関する説明である。（ア）から（エ）の説明の正誤の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

（ア）部品やサービス内容を統一することにより、コスト削減を図ることは標準化の目標の一つである。

（イ）複数の製品を接続して用いる場合、それぞれの製品が問題を引き起こすことなく且つ全体として連携して機能するように、製品間の接続方法の標準化を行うことは標準化の目標の一つである。

（ウ）製品やサービスまたその運用に伴って生じる容認できない危害を防ぎ安全を担保することは、標準化の目標の一つである。

（エ）検査者により検査結果がばらつくことを抑制するために検査手順を標準化することは標準化の目標の一つである。

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