

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、製造準備などの段階で行われるオフライン計測と、製造などの段階で行われるオンライン計測とがある。
- 2 開発段階で製品研究のために行う測定では、必ずしもJIS等の規格に規定された測定方法を使う必要はない。
- 3 設計段階では、製造段階における測定の実現性や運用の容易さに配慮して、製品の管理特性を決めることが重要である。
- 4 製造準備段階での計測管理には、製造段階の測定に用いる測定器の開発や最適な測定技術の選定などが含まれる。
- 5 製造段階では、製造工程で発生した不良品の流出防止のために、製品の仕様で決められた特性を全て測定する必要がある。

問2 製造工程における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 製造工程で用いる測定器の管理が不十分であることは、規格外の製品を作る原因になり得る。
- 2 製造工程において、高価で高性能な測定器を導入しても、工程能力の向上への寄与が小さいことがある。
- 3 製造工程において蓄積された測定結果から有用な情報を引き出すには統計処理が有効である。
- 4 製造工程で使われている測定器は、外部の校正機関に校正を依頼する必要がある。
- 5 製造工程における測定の不備が原因で市場において問題が発生した場合、その不備を解消することは計測管理の役割の一つである。

問3 次のア～オに示す放射線や放射能に関連する量の単位の中で、国際単位系 (SI) で用いられている単位の組合せとして正しいものを下の1から5の中から一つ選べ。

- ア Bq (ベクレル)
- イ R (レントゲン)
- ウ rad (ラド)
- エ Sv (シーベルト)
- オ rem (レム)

- 1 アとウ
- 2 アとエ
- 3 イとエ
- 4 イとオ
- 5 ウとオ

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から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 製品に対する測定のばらつきは、測定器の校正に用いる標準に対する測定のばらつきと必ずしも一致しない。
- 2 校正周期内の測定器のドリフトは測定の誤差に影響する。
- 3 複数の製品を測定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 1個の製品に対する測定を繰り返し行ったとき、測定値のばらつきを表す標本分散は、測定値の平均からの差の二乗和を自由度で割ることにより求められる。
- 5 測定結果が持つ誤差には、校正作業で生じる誤差は含まれない。

問5 ISO/IEC Guide 98-3 "Guide to the expression of uncertainty in measurement"

(略称GUM；国際文書JCGM 100と同等)を翻訳して公表された標準仕様書「TS Z 0033 測定における不確かさの表現のガイド」に基づいた測定の不確かさの評価と表記の方法に関する次の文章の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定結果 $y$ は、測定対象量 $Y$ と入力量 $X_i$ の関係式から、入力量の推定値 $x_i$ を用いて計算される。
- 2 入力量の推定値 $x_i$ は、その測定の中で得られる一連の観測値の統計的解析によって決定されるか、又はそれ以外の方法によって決定される。
- 3 入力量の推定値 $x_i$ の不確かさは、入力量の推定値 $x_i$ の決定方法に対応して、タイプAの評価方法又はタイプBの評価方法によって評価される。
- 4 測定結果 $y$ の不確かさは、入力量の推定値 $x_i$ の標準不確かさから分散の合成則により合成標準不確かさが計算され、分散の形で測定結果に付記される。
- 5 拡張不確かさは、合成標準不確かさに通常2~3の範囲の包含係数 $k$ を乗じて求められる。

問6 実数を要素とする無限母集団から、5つの値 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ を得た。この母集団の分布の分散（母分散）を不偏推定したい。このときの推定に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、不偏推定とは多数回推定を繰り返したとき、その平均が正しい値になるような推定方法である。また、 $\bar{x}$ は $x_1 \sim x_5$ の5つの値の平均である。

1 母分散は、 $\frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}{5}$ という式で不偏推定される。

2 母分散は、 $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}{5}}$ という式で不偏推定される。

3 母分散は、 $\frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}{4}$ という式で不偏推定される。

4 母分散は、 $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}{4}}$ という式で不偏推定される。

5 分布についての詳しい情報がないので、母分散を不偏推定することはできない。

問7 測定データの統計的解析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 同一条件の下でランダムに求められる有限個数の測定値の一組を測定値の母集団という。
- 2 母集団の平均を母平均といい、母集団の母平均からの広がり具合を母標準偏差で表すことができる。
- 3 偶然誤差が従う連続分布としてよく使われる分布に正規分布があり、正規分布の中で平均0、標準偏差1の分布を標準正規分布という。
- 4 個々のデータがそれらの平均からどれだけ離れているかを表す残差の和は常にゼロである。
- 5 平均 $\mu$ 、標準偏差 $\sigma$  ( $\mu, \sigma$ はいずれも有限値) を持つ母集団から取られた大きさ $n$ の標本の平均の分布は、母集団の分布の形状がどのようなものであっても、 $n$ が大きくなるとき、平均 $\mu$ 、標準偏差 $\sigma/\sqrt{n}$ の正規分布に近づく。



問8 2変数 $x, y$ に関する $n$ 組の測定値 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ について、  
 試料相関係数を求める計算式として正しいものを、次の中から一つ選べ。ただし、 $\bar{x}$ および $\bar{y}$ はそれぞれ、 $x_1 \sim x_n$ および $y_1 \sim y_n$ の平均である。

1  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$

2  $\frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$

3  $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$

4  $\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}$

5  $\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}}$

問9 繰り返しのある一元配置の実験を行い、その結果を次の分散分析表にまとめた。この表に関する下の1から5の中から、誤っているものを一つ選べ。

表 分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方 (分散)
因子Aの効果	$S_A$	$f_A$	$V_A$
誤差e	$S_e$	$f_e$	$V_e$
合計T	$S_T$	$f_T$	—

- 1 分散 $V_A$ は、 $S_A \div f_A$ で求めることができる。
- 2 分散 $V_A$ の単位は、実験データの2乗の単位と同じである。
- 3 平方和 $S_e$ は、 $S_T - S_A$ で求めることができる。
- 4 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検定で判断できる。
- 5 因子Aの水準数が3のとき、 $f_A$ は3になる。

問10 製造工程で用いている寸法測定方法について、測定のばらつきを減らす目的で、次の因子A～Cをとりあげた実験を行うこととした。

因子A（測定条件）：

現在採用している測定条件、及びこれと異なる二つの測定条件を合わせ、計3水準の因子とする。測定のばらつきが最も小さい水準を求める。

因子B（環境温度）：

工程が設置されている環境は、1日の間におよそ18℃～24℃の範囲内の温度変化が避けられないため、この範囲内の3点の温度を3水準とする因子とする。温度の違いで生じるデータのばらつきを、測定のばらつきの一部として評価する。

因子C（測定対象物）：

この測定方法は形状と寸法の異なる3種類の測定対象物の寸法測定に用いられていることを考慮し、3種類からそれぞれ1個の試料を取り出して3水準の因子とする。各水準で最もばらつきの小さい測定条件を求める。

因子A、B、Cを、実験計画法の立場から分類するとき、因子の種類<sup>1</sup>の組合せとして正しいものを、次の中から一つ選べ。

	因子A	因子B	因子C
1	制御因子	標示因子	信号因子
2	標示因子	誤差因子	信号因子
3	誤差因子	標示因子	制御因子
4	制御因子	誤差因子	標示因子
5	標示因子	信号因子	誤差因子

問11 トレーサビリティに関する次の記述の空欄を埋める適切な語句の組合せとして正しいものを、下の1から5の中から一つ選べ。

トレーサビリティは「(ア) がすべて表記された切れ目のない (イ) によって、決められた基準に結び付けられ得る (ウ) 又は標準の値の性質。基準は通常、国家標準又は国際標準である。」と「JIS Z 8103 計測用語」に定義されている。

- |   | (ア)  | (イ)   | (ウ)  |
|---|------|-------|------|
| 1 | 不確かさ | 基準の連鎖 | 測定器  |
| 2 | 不確かさ | 比較の連鎖 | 測定器  |
| 3 | 不確かさ | 比較の連鎖 | 測定結果 |
| 4 | 正確さ  | 基準の連鎖 | 測定器  |
| 5 | 正確さ  | 比較の連鎖 | 測定結果 |

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 トレーサビリティが確保された測定器であっても、その測定器で得られた測定結果の不確かさはゼロとはならない。
- 2 自国の国家標準にトレーサブルな測定結果について、国外でもその測定結果の有効性を保証できるようにするために、各国の国家標準の同等性を国際比較によって確認するための仕組みがある。
- 3 トレーサビリティを確保するためには、測定器の校正証明書に合否判定が記載されている必要がある。
- 4 測定器のトレーサビリティが確保されていることは、国家標準にまで至る各段階の校正に付随する校正証明書のすべてを入手しなくとも、その測定器がトレーサビリティの確保された標準で校正されたことを示す校正証明書があれば確認することができる。
- 5 トレーサビリティを確保するためには、測定器の校正に用いる標準の不確かさが明確であることが必要である。

問13 測定器を、関係式 $y = \alpha + \beta M$  ( $\alpha, \beta$ は定数)を用いて1次式校正する場合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、以下の記述において、校正点とは、標準の値を $M$ 、測定器の読みを $y$ とするとき、座標 $(M, y)$ に対応するグラフ上の点を意味する。

- 1 1次式校正は、測定対象量の値がゼロのとき、測定器の読みがゼロとなる保証がない場合に利用されることが多い。
- 2 校正点が1個の場合でも、1次校正式を求めることができる。
- 3 異なる校正点が2個あれば、1次校正式を求めることができる。
- 4 異なる校正点が3個以上ある場合は、最小二乗法により1次校正式を求めることができる。
- 5 すでに1次校正式が求まっているとき、異なる校正点を追加し、改めて1次校正式を求めると、一般には、異なる1次校正式になる。

問14 「JIS Z 9090 測定－校正方式通則」に基づいた測定器の校正における、校正の種類とその関係式（測定器の読み $y$ と標準の値 $M$ の関係を表した式）及び測定の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。ただし、 $\beta$ は定数とする。

- 1 零点比例式校正は、零点（測定対象量の値がゼロの点）の読みをゼロと仮定して、関係式 $y = \beta M$ を用いて行う。
- 2 零点比例式校正を用いて求めるSN比の値は、全ての読みのデータに定数（ $\neq 0$ ）を加えた後、計算しても変わらない。
- 3 1次式校正は、測定器の読み $y$ の平均値を $\bar{y}$ 、標準の値 $M$ の平均値を $\bar{M}$ としたとき、関係式 $y = \bar{y} + \beta(M - \bar{M})$ を用いて行う。
- 4 1次式校正を用いて求めるSN比の値は、全ての読みのデータを定数（ $\neq 0$ ）倍した後、計算しても変わらない。
- 5 同じデータに対して、例えば零点比例式校正と1次式校正のように、異なる種類の校正を適用した場合、得られるSN比は一般には異なる値になる。

問15 ある測長器について、測定のSN比  $\eta$  を求めることにより校正後の誤差の大きさ  $\sigma_e$  を評価した。信号因子として値の異なる  $n$  個の測定対象  $M_i$  ( $i=1\sim n$ ) を測定し、それらの読み  $y_i$  ( $i=1\sim n$ ) を求めた後、それらのデータを分析し、下表の結果を得た。このとき、求められる測定のSN比  $\eta$  と校正後の誤差の大きさ  $\sigma_e$  の組合せとして正しいものを、下の1から5の中から一つ選べ。ただし、 $\eta$  は以下の式で与えられる。

$$\eta = \frac{\frac{1}{r}(S_\beta - V_e)}{V_e}$$

表 データの分析結果

$S_\beta$ ( $y_i$ の $M_i$ に対する1次回帰変動)	1.0010 mm <sup>2</sup>
$V_e$ (誤差分散)	0.0010 mm <sup>2</sup>
$r$ (有効除数)	10.0 mm <sup>2</sup>

	$\eta$ (mm <sup>-2</sup> )	$\sigma_e$ (mm)
1	100	10
2	100	0.1
3	100	0.01
4	1000	0.01
5	1000	0.001



問16 次の記述は、測定のスN比を用いて測定器を改善する手順の一例を説明したものである。空欄（ア）と（イ）に当てはまる式と語の組合せとして正しいものを、下の1から5の中から一つ選べ。

改善に役立つと思われる要素A~Gの7つを制御因子として選ぶ。これらの因子を直交表 $L_{18}$ に割り付ける。測定対象量の値を $M$ 、それに対する読みを $y$ とし、感度係数を $\beta$ とする比例式 $y = \beta M$ を仮定して、直交表の各行ごとに測定のスN比を求める。読み $y$ の誤差分散を $\sigma^2$ とすれば、測定のスN比は（ア）に相当する。直交表 $L_{18}$ に割り付けられた制御因子のそれぞれについて、水準ごとにデシベル単位のスN比の平均値を計算し、その値が最も（イ）なる水準の組合せを見つける。

（ア） （イ）

- 1  $\beta / \sigma^2$  大きく
- 2  $\beta^2 / \sigma^2$  小さく
- 3  $\sigma^2 / \beta^2$  小さく
- 4  $\sigma^2 / \beta^2$  大きく
- 5  $\beta^2 / \sigma^2$  大きく

問17 次の図は、フィードバック制御系の代表的な基本構造の例を示している。空欄の（ア）～（ウ）に入る語句の組合せとして正しいものを、下の1から5の中から一つ選べ。

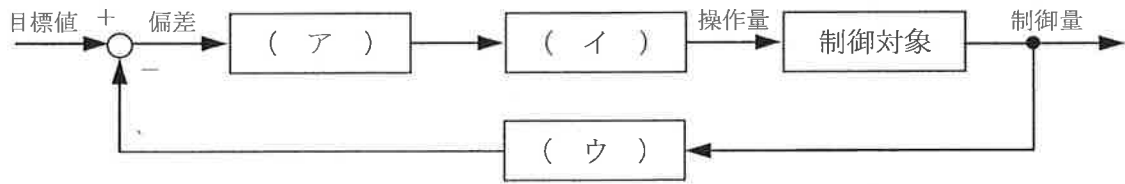


図 フィードバック制御系の基本構造

- |   | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|-----|-----|-----|
| 1 | 検出部 | 調節部 | 操作部 |
| 2 | 調節部 | 操作部 | 検出部 |
| 3 | 検出部 | 操作部 | 調節部 |
| 4 | 調節部 | 検出部 | 操作部 |
| 5 | 操作部 | 調節部 | 検出部 |

問18 測定データの信号変換に関する次の記述の空欄（ア）～（ウ）に入る言葉の組合せとして正しいものを、下の1から5の中から一つ選べ。

測定作業におけるコンピュータの活用は、測定業務の確実性の確保や、大量の測定データの効率的な収集と処理に効果的である。コンピュータで測定結果を処理するためには、検出器で得られるアナログ波形信号を、ある時間刻みで（ア）をするとともに、信号強度を（イ）することが必要である。このようにデジタル化された波形信号は、サンプリング間隔が（ウ）、それだけ元の波形信号との差が小さい信号に復元することができる。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	サンプリング	量子化	長ければ
2	連続化	アナログ化	長ければ
3	連続化	量子化	短ければ
4	サンプリング	量子化	短ければ
5	サンプリング	アナログ化	長ければ

問19 変位量の測定システムの中で、アナログの入力信号をAD変換し、データ処理を行ったうえで、最終表示として $-10\text{ mm}\sim+10\text{ mm}$ の変位量を最小表示単位 $10\text{ }\mu\text{m}$ でデジタル表示したい。変換に必要な最小ビット数が、この最終表示に必要な最小ビット数と同じになる入力信号の範囲と分解能の組合せとして正しいものを、次の中から一つ選べ。

ただし、分解能は最小桁が1単位変化するときの変化幅を意味する。

- 1 入力信号の範囲が $0\text{ mV}\sim+100\text{ mV}$ で、分解能が $0.01\text{ mV}$
- 2 入力信号の範囲が $0\text{ mV}\sim+200\text{ mV}$ で、分解能が $0.1\text{ mV}$
- 3 入力信号の範囲が $-100\text{ mV}\sim+100\text{ mV}$ で、分解能が $0.2\text{ mV}$
- 4 入力信号の範囲が $0\text{ V}\sim+5\text{ V}$ で、分解能が $10\text{ mV}$
- 5 入力信号の範囲が $-10\text{ V}\sim+10\text{ V}$ で、分解能が $0.1\text{ V}$

問20 「JIS Z 8115 デイペンダビリティ（信頼性）用語」に定義されている信頼性の用語であるMTTF（故障までの平均時間、Mean Time To Failure）についての説明として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 アイテムが与えられた条件の下で、与えられた時間間隔 ( $t_1, t_2$ ) に対して、要求機能を実行できる確率
- 2 修理しながら使用する機器等についての用語であり、アイテムの最初の故障までにかかる時間の平均
- 3 アイテムが与えられた条件下でどれだけ稼働しているかを示す確率
- 4 アイテムが動作可能状態になった時点から初めての故障まで、又はアイテムの故障が回復された時点から次の故障までの全運用時間の平均
- 5 アイテムの故障によって、ダウン状態にある期間の平均

問21 次の（ア）～（ウ）は、品質管理で用いられる図のうち、管理図、散布図、ヒストグラムについて説明したものである。図の名称と説明文の組合せとして正しいものを、下の1から5の中から一つ選べ。

（ア） 二つの特性値が組になった複数のデータについて、一つの特性値を横軸、他の特性値を縦軸とする座標上に打点したもので、二つの特性値の関係を調べる場合に用いることができる。

（イ） 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発生個数をグラフ化したもので、データの分布の形やばらつきを視覚的に分析できる。

（ウ） 管理限界とともに、一連の測定値または測定値から計算された値を時間順などに打点したもので、工程の状態を管理する目的で用いることができる。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	散布図	管理図	ヒストグラム
2	管理図	ヒストグラム	散布図
3	ヒストグラム	散布図	管理図
4	管理図	散布図	ヒストグラム
5	散布図	ヒストグラム	管理図

問22 製造工程で行われる検査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 検査には全数検査と抜取検査がある。品質特性によっては、いずれの検査も行わない無検査を採用することもある。
- 2 全数検査は、製造した製品の全てを対象とするが、製品がもつ品質特性の全てを検査対象とするとは限らない。
- 3 抜取検査では、対象ロットから部分的に抜き取ったサンプルのみを検査するので、対象ロット全体の合格・不合格は、その検査結果から判定することはできない。
- 4 破壊検査を行わないと評価できない品質特性については、抜取検査もしくは無検査が採用される。
- 5 無検査は、不適合品の発生頻度が低く、不適合品の発生が製品使用者に顕著な損失をもたらさない品質特性について、その検査費用が大きい場合に、採用されることがある。

問23 製造工程中の製品の特性を一定の時間間隔でチェックし、特性の目標値からの差が、あらかじめ決められた調整限界を超えていた場合には特性の値が目標値になるように工程を調整し、超えない場合にはそのまま製造を続けるという管理方式を採用している工程がある。

この工程の管理を最適化するために、次の評価指標  $Q$  を用い、それをできるだけ小さくするという考え方がある。

$$Q = L + C + M$$

ここで、 $L$  は製品が目標値からずれたことにより発生する社会に与える損失、 $C$  は工程の調整のためのコスト、 $M$  は製品チェックのためのコストであり、いずれも製品1個あたりに換算した値を表す。

この考え方に基づく工程の管理について説明した次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 製品チェックの時間間隔と工程の調整限界は、工程の管理のパラメータとなる。
- 2 製品チェックの時間間隔を短くすることで、工程のドリフトを早く検出でき、 $L$  は小さくすることができるが、 $M$  は大きくなる。
- 3 工程の調整限界を小さくすると、工程のドリフトを早く調整でき、 $L$  は小さくなるが、調整の頻度が上がり  $C$  が大きくなる。
- 4 コストをかけて製品チェックの測定精度を上げると、 $M$  も  $L$  も大きくなる。
- 5 工程の管理のパラメータの値を適切に選ぶことで、 $Q$  を最小にすることができる。



問24 次の表は、工程が統計的管理状態であるかどうかを評価するための管理図について、名称、データの種類、及び管理する特性について整理したものである。表中の（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。

名 称	データの種類	管理する特性
$\bar{X}-R$ 管理図	計量値	（ア）
$s$ 管理図	計量値	群の標準偏差
メディアン管理図	（イ）	群のメディアン
$p$ 管理図	計数値	不適合品率
$np$ 管理図	計数値	（ウ）

- |   | （ア）    | （イ） | （ウ）        |
|---|--------|-----|------------|
| 1 | 平均と範囲  | 計量値 | 不適合数       |
| 2 | 平均と範囲  | 計数値 | 単位当たりの不適合数 |
| 3 | 平均と範囲  | 計量値 | 不適合品数      |
| 4 | 平均と最頻値 | 計量値 | 不適合数       |
| 5 | 平均と最頻値 | 計数値 | 不適合品数      |

問25 次の文章は、製造工程の標準化に関する記述である。誤っているものはどれか。一つ選べ。

- 1 検査結果が検査者の違いによってばらつかないことをねらいとして、検査の手順を文書化した。
- 2 製品の組立て手順を定めた文書を現場に置いて、作業者がいつでも参照できるようにした。
- 3 組立て手順を文書化し作業の統一を図ったが、さらなる作業の効率化ができるときには、文書の改訂手続きに従って、誰でも作業の変更の提案ができるようにした。
- 4 製造工程の標準化により、その工程で作られる製品の性能は必ず向上する。
- 5 製品に使用する部品を共通化することや、工程内の測定器の機種を同一にすることも標準化の一つである。

