

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5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、答案用紙に記された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 携帯電話はアラームモードを解除のうえ、電源を切り、鞆にしまうこと。
- 8 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 製品の開発から出荷までの生産システムにおける測定にはいろいろな側面がある。それぞれの段階での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 開発段階で製品研究のために行う製品の特性の測定では、必ずしもJIS等の規格に規定された既存の測定法を使う必要はない。
- 2 製造準備段階では、製造工程で管理や検査のために行われる測定の不確かさを予測しておくことが必要である。
- 3 製造準備段階では、製造工程で使われる測定器の保守・管理の方法を決めるだけでなく、測定担当者の教育・訓練も必要である。
- 4 製造工程でのフィードバック制御のための製品の測定では、工程の管理幅より小さい不確かさが必要である。
- 5 製造段階での検査は不適合品を次工程に送らないことを目的に行うので、各工程の最後に、トレーサビリティのとれた測定器で全数を検査する必要がある。

問2 製造工程における計測管理について述べた次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 製造工程の中で使用する測定器の校正周期や、測定器の校正で使用する標準の不確かさは、測定の不確かさに影響する。
- 2 製造工程の中での測定では、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。
- 3 製造工程の中で使用する測定器のドリフトや不確かさは、その工程で生産される製品の特性値のばらつきに影響する。
- 4 製造工程において、ほとんどの製品が規格内にある場合でも、工程を管理するための何らかの測定は必要である。
- 5 製造工程の中で使用する測定器の校正周期は、工程のばらつきのみで決まる。

問3 放射線に関わる単位の中で、固有の名称をもつ組立単位として国際単位系(SI)に含まれている単位を、次の中から一つ選べ。

- 1 Ci (キュリー)
- 2 R (レントゲン)
- 3 rad (ラド)
- 4 Sv (シーベルト)
- 5 rem (レム)

問4 測定誤差に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 誤差には、系統誤差と偶然誤差があり、その絶対値の和が相対誤差である。
- 2 測定器に負のかたよりがある場合、実際の測定値は真の値よりも必ず小さな値になる。
- 3 測定者が気付かずに犯した過誤、又はその結果求められた測定値はまちがいと呼ばれ、測定作業に慣れた熟練測定者には発生しない。
- 4 同じ製品を製造する二つのラインで用いるそれぞれの測定器を同一の標準で校正すれば、製品全体のばらつきは、校正しない場合と比べて小さくすることができる。
- 5 同じ測定器を使うとき、精密測定室で測定の不確かさを評価しておけば、環境条件が大きく変動している工程中でも常に同程度の不確かさで測定できる。

問5 工程の現状を知るために、その工程で1時間に製造された60個全ての製品について、ある特性を測定したところ、測定データの標準偏差は σ_T であった。この測定法で1個の製品の特性を複数回測定して求めた、測定のばらつきを表す標準偏差は σ_M であった。このとき、製造された製品の特性のばらつきを表す標準偏差 σ_P はどのように推定できるか。次の中から、正しいものを一つ選べ。

1 $\sigma_P = \sigma_T$

2 $\sigma_P = \sigma_T + \sigma_M$

3 $\sigma_P = \sigma_T - \sigma_M$

4 $\sigma_P = \sqrt{\sigma_T^2 + \sigma_M^2}$

5 $\sigma_P = \sqrt{\sigma_T^2 - \sigma_M^2}$

問6 ばらつきのある測定データの分布が、平均値 μ 、標準偏差 σ の正規分布で表されるとき、 $\mu \pm 2\sigma$ の範囲に測定データが存在する確率に最も近い値を次の中から一つ選べ。

1 68.3 %

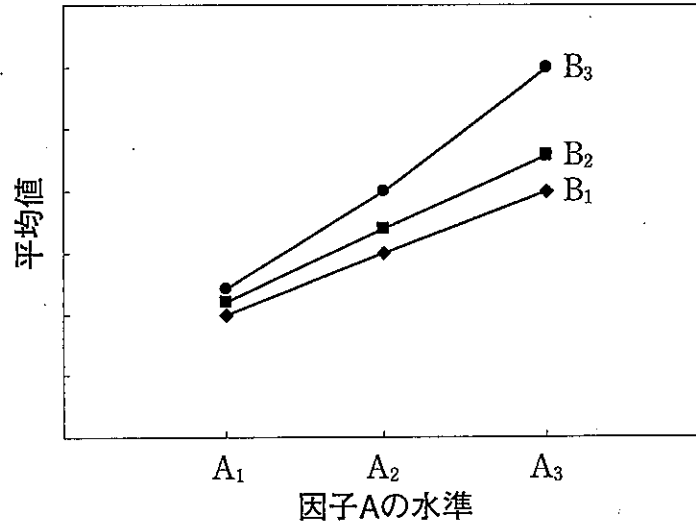
2 86.6 %

3 95.4 %

4 98.8 %

5 99.7 %

問7 ある特性について、それぞれ3水準の因子A、因子Bを取り上げ、繰り返しのある二元配置の実験（繰り返し数2）を行ったところ、下図の結果が得られた。この図は各因子の水準ごとの平均値をプロットしたものである。この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 この実験で得られた総データ数は18個である。
- 2 グラフにプロットされた点はそれぞれ2個のデータの平均値である。
- 3 このグラフは、分散分析の結果がわからないと作成することができない。
- 4 この実験で、因子Aの主効果及び因子Bの主効果が、それぞれ有意であるかどうかを判断することができる。
- 5 この実験で、交互作用A×Bの効果が有意であるかどうかを判断することができる。

問8 袋詰め商品の連続生産工程で、ある日に生産した全商品からランダムに抽出した n 個の商品それぞれの質量 x_i ($i=1, 2, \dots, n$) を測定し、それらの平均値 \bar{x} を求めた。また、長期にわたる過去の工程記録から、商品の質量のばらつきの標準偏差 σ の値は既知とみなしてよいことがわかっている。このとき、その日に生産した全商品の質量の母平均 μ を区間推定する手続き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、商品の質量のばらつきは正規分布で表され、また1日の生産個数は n より十分多いものとする。

- 1 $\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma}$ が標準正規分布に従うことを利用する。
- 2 $\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma/(n-1)}$ が t 分布に従うことを利用する。
- 3 $\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma/\sqrt{n-1}}$ が t 分布に従うことを利用する。
- 4 $\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}$ が標準正規分布に従うことを利用する。
- 5 $\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma/n}$ が t 分布に従うことを利用する。

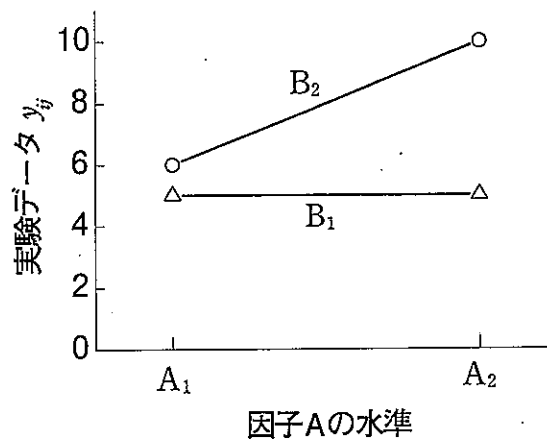
問9 相関分析と回帰分析に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 相関分析は原因に対して結果がどのように変化するかを表す関係式を知りたいときに用いられ、回帰分析は二つの変数の直線関係を把握したいときに用いられる。
- 2 相関係数 r は $-1 \leq r \leq 1$ を満たす値で、 -1 に近いほど負の相関が強いことを示している。
- 3 関係式 $y=ax$ (a は正の定数) に従う二つの変数 x と y の相関係数は1になる。
- 4 相関係数が0に近いほど、相関の程度が弱いことを示している。
- 5 二つの変数 x と y について、 $x=0$ 、 $y=0$ の原点を通ることがわかっている場合の直線回帰分析では、回帰式として $y=bx$ (b は定数) が想定できる。

問10 二つの因子A、Bを取り上げ、繰り返しのある二元配置の実験を行った。ただし、二つの因子はいずれも2水準の母数因子である。得られたデータの繰り返しについての平均 y_{ij} を図示したところ、下図を得た。データ全体の平均を m 、Aの主効果を a_i ($i=1, 2$)、Bの主効果を b_j ($j=1, 2$)、AとBの交互作用を c_{ij} と表すと、 y_{ij} の構造モデルは次の式で表すことができる。

$$y_{ij} = m + a_i + b_j + c_{ij}$$

ただし、繰り返し誤差の効果は交互作用に比べて小さかったため、この式には含めていない。このとき、 a_i 、 b_j の正負についての次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。



- 1 $a_1 < 0$ 、 $a_2 > 0$
- 2 $a_1 > 0$ 、 $a_2 < 0$
- 3 $a_1 = 0$ 、 $a_2 = 0$
- 4 $b_1 > 0$ 、 $b_2 < 0$
- 5 $b_1 = 0$ 、 $b_2 > 0$

問11 測定のトレーサビリティについて述べた次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 現場の測定値を国家計量標準にトレーサブルにするためには、社内の標準器のトレーサビリティを確保するとともに、それを用いて現場の測定器を適切に校正することが必要である。
- 2 トレーサビリティのとれた校正値には、国の計量標準機関が出した校正値だけでなく、その校正値をもとに、民間校正機関が下位の測定器につけた校正値も含まれる。
- 3 測定結果に不確かさがついていれば、その測定結果のトレーサビリティは確保されているといえる。
- 4 ある製品の製造工程、検査工程で使用している測定器が、すべて国家計量標準にトレーサブルな校正を受けていても、必ずしも性能のよい製品ができるとは限らない。
- 5 校正証明書に合格・不合格の判定が記載されていなくても、必要な条件が満たされていれば、この校正結果はトレーサビリティが確保されているといえる。

問12 測定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 トレーサビリティとは、不確かさがすべて表記された切れ目のない比較の連鎖によって、決められた基準に結び付けられ得る測定結果又は標準の値の性質のことである。
- 2 標準器とは、ある単位で表された量の大きさを具体的に表すもので、測定の基準として用いるものである。
- 3 国家計量標準の値を下位の標準に次々に移し替えて行くことを標準供給といい、標準供給の制度を利用することによってトレーサビリティを確保することができる。
- 4 トレーサビリティが確保されていても、不確かさの小さい測定が行えるとは限らない。
- 5 同一社内の工場間における測定値の整合性を得るため、独自に設定した社内標準を用いてそれぞれの工場の測定器が校正してあれば、企業間での測定値の整合性も確保できる。

問13 測定器の校正について述べた次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 校正とは、標準を測定したときの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 校正することで測定器の読みのかたよりを修正することができる。
- 3 校正を行っても測定器の偶然的なばらつきを除くことはできない。
- 4 校正周期を短くすれば、測定器のドリフトの測定結果に対する影響を小さくすることができるが、校正コストを考慮すると、必ずしも短くした方がよいとは限らない。
- 5 校正に用いた標準の不確かさは、校正後の測定結果の不確かさの成分に含めなくてよい。

問14 JIS Z 9090「測定-校正方式通則」に規定された測定器の校正方法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 測定対象量の値がゼロのとき、測定器の読みもゼロとなることが仮定できる測定器の場合、零点比例式校正が用いられることが多い。
- 2 測定対象量の値がゼロのときに、測定器の読みがゼロとなる保証がない測定器の場合、一次式校正が用いられることが多い。
- 3 ある特定の値 M_0 の前後しか使用されない測定器の場合、 M_0 を基準とした基準点校正あるいは基準点比例式校正が用いられることが多い。
- 4 異なった値の複数の標準を用いて校正できるのは、目盛上の標準値に対する点だけであり、測定器の感度に対する校正はできない。
- 5 測定対象量の値と測定器の読みの上に一次式の関係を保定すると、誤差が大きくなってしまう場合には、高次式校正が用いられることがある。

問15 測定対象量の値 M と測定器の読み y の間に $y=a+\beta M+e$ を保定するとき、測定上のSN比 η は、 $\eta=\frac{\beta^2}{\sigma^2}$ で与えられる。ここで、 a は y 切片、 β は感度係数、 σ は誤差 e の標準偏差である。このような測定のSN比に関する次の記述の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 a は、 M の真の値がわからなくとも推定することができる。
- 2 β を推定するには、 M の真の値が必要である。
- 3 σ^2 は、 M の真の値がわからなければ推定することができない。
- 4 M の推定値 \hat{M} の誤差分散は、 σ^2 で与えられる。
- 5 η の逆数は、測定器を校正した後の測定値の誤差分散を表している。

問16 測定のSN比及びその算出方法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SN比は、測定対象量に対する感度係数と読みのばらつきの大きさによって決まる。
- 2 感度係数 β が異なる二つの測定器では、 β が大きい測定器を用いた場合、 β が小さい測定器に比べると読みの誤差分散 σ^2 が等しいときには測定のSN比は必ず大きくなるが、 σ^2 が異なるときにはどちらの測定のSN比が大きくなるか不明である。
- 3 測定のSN比は、デシベル変換した値で表記した場合に必ず正の値となり、その値が大きい方が良い。
- 4 測定対象量の正確な値がわからなくても、その水準間の相対関係がわかっているならば測定のSN比を求めることができる場合がある。
- 5 二つの測定器の読みの単位が異なっても、測定対象量が同じであれば、測定器の良否の比較に測定のSN比を用いることができる。

問17 自動制御系のブロック線図の等価変換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、 s はラプラス変換に関わるラプラス変数を表す。

- 1 制御要素 $G_1(s)$ と $G_2(s)$ のブロックが直列結合した制御系をまとめて1つのブロックに等価変換すると $G_1(s)+G_2(s)$ になる。
- 2 制御要素 $G_1(s)$ と $G_2(s)$ のブロックが並列結合した制御系をまとめて1つのブロックに等価変換すると $G_1(s)G_2(s)$ になる。
- 3 前向き制御要素 $G_1(s)$ とフィードバック制御要素 $G_2(s)$ がネガティブフィードバック結合した制御系をまとめて1つのブロックに等価変換すると $G_1(s)/(1+G_1(s)G_2(s))$ になる。
- 4 制御要素 $G_1(s)$ と $G_2(s)$ のブロックが並列結合した制御系をまとめて1つのブロックに等価変換すると $G_1(s)-G_2(s)$ になる。
- 5 前向き制御要素 $G(s)$ についてネガティブ直結フィードバック結合された制御系をまとめて1つのブロックに等価変換すると $G(s)/(1-G(s))$ になる。

問18 測定結果をA/D変換処理によりデジタル表示する次の測定器の中で、デジタル表示に必要な最少ビット数が10ビットであるものを一つ選べ。

- 1 0～10 cmの長さを測定した結果を、10 μmきざみでデジタル表示するノギス
- 2 0～10 Vの電圧を測定した結果を、10 mVきざみでデジタル表示する電圧計
- 3 0～100 kgの質量を測定した結果を、1 gきざみでデジタル表示するはかり
- 4 -50℃～+50℃の温度を測定した結果を、0.2℃きざみでデジタル表示する温度計
- 5 0～10 kPaの圧力を測定した結果を、1 Paきざみでデジタル表示する圧力計

問19 コンピュータを利用した情報処理の特徴に関するAからDの記述について、記述内容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。

- A コンピュータによる情報処理の大きな特徴のひとつは、大量のデータを高速で処理できることである。
- B コンピュータは人間と違って、単純処理を長時間継続しても、処理速度が極端に遅くなることはない。
- C ネットワークを利用しても、複数のコンピュータ間でのデータの相互授受はできない。
- D 処理方式を工夫しても、あたかも複数の処理（プログラム）が1台のコンピュータで並行して動作しているように利用することはできない。

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

問20 信頼性の考え方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 信頼性用語としてのアイテムとは、信頼性の対象となる、部品、装置、サブシステム、システムなどを意味する。
- 2 信頼性とは、アイテムが与えられた条件の下で、与えられた期間、要求機能を遂行できる能力のことであり、これを適切な尺度で数量化したものを信頼度という。
- 3 信頼性特性値は、数量的に表した信頼性の尺度で、信頼度、故障率、故障強度、平均寿命、MTBF、MTTFなどを総称する。
- 4 故障率を時間の関数として表したバスタブ曲線とよばれる故障パターンは、初期故障期間、偶発故障期間、摩耗故障期間に区分される。
- 5 製品設計において、標準品ではなく特殊品を使用し、部品点数を多くすることにより、信頼性と経済性を両立させることができる。

問21 品質管理に用いる手法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 パレート図は、不適合件数を原因別に分類し、出現頻度の大きさの順に並べるとともに累積和を示したもので、不適合対策の重点付けに用いられる。
- 2 特性要因図は、特定の結果（特性）と要因の関係を系統的に表したもので、直接的な改善要因の発見のため、状況を良く理解した担当専門家一人が第三者を交えずに作成するのが望ましい。
- 3 層別は、収集したデータを共通点をもつ幾つかのグループに分類する方法のことで、グループ間の違いを見つけて、ばらつきの原因を分析するためなどの目的に用いられる。
- 4 ヒストグラムは、測定値の存在する範囲を幾つかの区間に分け、各区間を底辺としてその度数を棒グラフで示したもので、分布の形によって、工程の異常を検知できる場合がある。
- 5 散布図は、二つの特性をそれぞれ縦軸と横軸にとって観測点を打点して作るグラフであり、二つの特性の関係を調べるために使用される。

問22 サンプルング方法についてのAからDの記述がある。その内容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。

- A 系統サンプルングでは、母集団中のサンプルング単位が、生産順のような何らかの順序で並んでいるとき、ランダムな間隔でサンプルング単位を取る。
- B 層別サンプルングでは、母集団を層別し、ランダムに選択した幾つかの層から一つ以上のサンプルング単位をランダムに取る。
- C 集落サンプルングでは、母集団を幾つかの集落に分割し、全集落から幾つかの集落をランダムに選び、選んだ集落に含まれるサンプルング単位をすべて取る。
- D 二段サンプルングでは、二段階に分けてサンプルングする。第一段階は、母集団を幾つかの一次サンプルング単位に分け、その中から幾つかをランダムに一次サンプルとしてサンプルングする。第二段階は、取られた一次サンプルを幾つかの二次サンプルング単位に分け、この中から幾つかをランダムに二次サンプルとして取る。

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

問23 新しく量産される製品（日産1000個を予定）の製造工程の管理方法を検討するために、現状の試作工程で作られた製品の特性の時間的変化を調査した。1時間ごとに製品を1個サンプリングし、その製品の特性を測定したところ、図のような結果が得られた。今後の対応に関する次の記述の中から、最も不適切なものを一つ選べ。

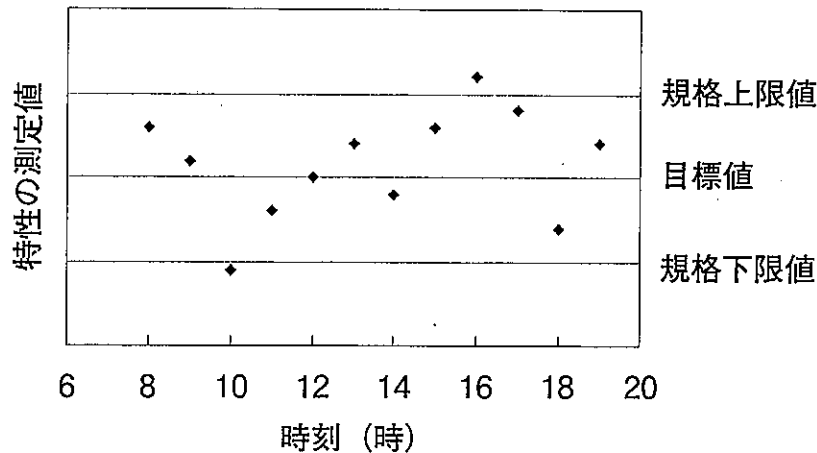


図 1時間ごとにサンプリングした製品の測定値

- 1 規格限界値を超えたデータがあり、不適合品が製造されていることがわかったので、製品の検査を厳密に行い、不適合品が出荷されないような管理方法を検討する。
- 2 不適合品が製造されていることがわかったので、不適合品を出荷させないために、一定時間ごとにサンプリングした製品の特性の値が規格限界値を超えたら、その製品を手直しして規格限界内に収めて出荷するような管理方法を検討する。
- 3 工程のばらつきが大きいことがわかったので、規格限界幅より狭い管理幅を決めて工程をフィードバック制御するなど、工程条件を操作して製造される製品のばらつきを減らすような管理方法を検討する。
- 4 工程のばらつきが大きいことがわかったので、パラメータ設計実験のような工程の最適化実験を行い、日内変動を小さくしたうえで、工程の管理方法を検討する。
- 5 1時間内での工程のばらつきについてのデータが無いなど、この結果だけでは工程のばらつきの現状がよくわからないので、調査を続行してから、工程の管理方法を検討する。

問24 生産工程内で用いられる測定器に対して、測定器の系統的なずれ δ を定期的に点検する。 δ の大きさがあらかじめ定められた修正限界 D より大きいときには、 δ をゼロに近づけるよう測定器を修正し、そうでないときには修正せず測定を続けるものとする。この場合、測定器の管理に付随する総損失 L は、測定器の点検や修正に必要なコスト L_1 と、ずれ δ のため製品の特性が目標値からずれることに付随する損失 L_2 との和として表すことができる。この考え方の下で、総損失 L が最小になるように管理パラメータを選択するという管理方式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、点検周期は n 個（すなわち、製品が n 個生産されるごとに点検を1回行う）とし、また L_1 、 L_2 は、製品1個あたりの値である。

- 1 選択可能な管理パラメータとして、修正限界 D と点検周期 n がある。
- 2 修正限界 D を大きくすると、修正の頻度が減るため L_1 は小さくなる。
- 3 修正限界 D を大きくすると、 δ が修正されないまま生産が継続する時間が増えるため L_2 は大きくなる。
- 4 点検周期 n を大きくすると、 L_1 と L_2 はともに小さくなる。
- 5 時間的変動の小さい測定器の方が大きい測定器より L_2 は小さくなる。

問25 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 標準化は、現在あるいは将来起こりえる問題に関して、与えられた状況で最適な秩序を得ることを目的として、標準を設定し、これを活用する組織的行為である。
- 2 標準化の活動の中では、標準という用語は、規格、標準仕様書、実施基準など規范文書又はその記述事項のことを指している。
- 3 社内標準化は、品質管理を合理的かつ経済的に実施するために必要な活動で、標準化を進めることによって個人の経験や技術を社内全体の財産とすることができる。
- 4 国家標準や社内標準などのように、適用範囲が限定された標準は、他の国や他の会社に影響を及ぼすことはない。
- 5 実際に社内標準化を実施する際は、企業の方針に沿って目標を明確にし、形式的にならないように推進することが必要である。