

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 計測管理について述べた次の文章の（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。

計測管理は計測活動の体系を管理する活動である。計測管理では、関連部署から測定の実行があった場合、その（ア）に合わせて測定すべき対象と特性を適切に選択し、方針を示すことが重要である。測定すべき対象と特性や測定現場の状況に対して、測定器や測定方法を適切に選択することにより、適正な測定の実施ができる。また、校正方法を適切に選択し、トレーサビリティが確保された測定結果を得ることにより測定結果の（イ）が確保される。さらに、（ウ）を評価し、測定結果に付記することにより測定結果の信頼性を定量的に示すことができる。測定結果を得た後、関連部署と共に対策を決め、それを実施することにより（ア）が達成される。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	測定の原理	普遍性	測定の不確かさ
2	測定の目的	独自性	感度係数
3	測定の目的	普遍性	測定の不確かさ
4	測定の原理	独自性	測定の不確かさ
5	測定の原理	普遍性	感度係数

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

- 1 工程のどの部分で測定を実施するかを選定は、計測管理の役割の一つである。
- 2 工程において使用する測定器を選定は、計測管理の役割の一つである。
- 3 統計的処理を用いた、工程における測定データの活用は、計測管理の役割の一つである。
- 4 計測管理を適切に実施すれば、対象製品の製造工程の管理について有用な情報を得ることができる。
- 5 対象製品に求められる品質にかかわらず、計測管理には十分なコストをかけるべきである。

問3 以下の表は、国際単位系 (SI) で用いられるSI接頭語の名称と記号を示したものである。表の [ア] ~ [ウ] の空欄に入る名称と記号の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

表 SI接頭語 (抜粋)

倍量・分量	名称 (記号)
10^{15}	ペタ (P)
10^{12}	[ア]
10^9	ギガ (G)
10^6	メガ (M)
10^3	キロ (k)
10^{-3}	ミリ (m)
10^{-6}	マイクロ (μ)
10^{-9}	ナノ (n)
10^{-12}	[イ]
10^{-15}	[ウ]

- | | [ア] | [イ] | [ウ] |
|---|---------|----------|----------|
| 1 | エクサ (E) | フェムト (f) | アト (a) |
| 2 | エクサ (E) | ピコ (p) | フェムト (f) |
| 3 | テラ (T) | ピコ (p) | フェムト (f) |
| 4 | テラ (T) | フェムト (f) | アト (a) |
| 5 | テラ (T) | フェムト (f) | ピコ (p) |

問4 ある測定器の誤差評価を行う目的で、認証値 μ の標準試料を対象として n 回繰り返し測定を行い、測定値 $y_1 \sim y_n$ を得た。これらの測定値に基づく誤差評価の考え方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。

ただし、 \bar{y} は測定値の平均であり、標本標準偏差 s は

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 / (n - 1)}$$

により、平均二乗誤差の平方根 d は

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 / n}$$

により計算するものとする。また、標準試料の認証値 μ は真の値と見なせるとする。

- 1 s には偶然誤差の効果が含まれる。
- 2 s には系統誤差の効果が含まれない。
- 3 d には偶然誤差の効果が含まれない。
- 4 d には系統誤差の効果が含まれる。
- 5 系統誤差は $\bar{y} - \mu$ によって推定できる。

問5 不確かさに関する標準仕様書「TS Z 0033 測定における不確かさの表現のガイド」(ISO/IEC Guide 98-3 “Guide to the expression of uncertainty in measurement” を翻訳した文書)の内容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 標準不確かさは、標準偏差で表す、測定の結果の不確かさである。
- 2 合成標準不確かさは、測定の結果を幾つかの他の量の値によって求めるとき、測定の結果の標準不確かさである。
- 3 拡張不確かさは、測定の結果について、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値の分布の大部分を含むと期待する区間を定める量である。
- 4 拡張不確かさを求めるために合成標準不確かさに乗じる数として用いる数値係数を安全係数という。
- 5 標準不確かさを評価する方法には、タイプA評価（一連の観測値の統計的解析による評価）とタイプB評価（一連の観測値の統計的解析以外の手段による評価）がある。

問6 データ群AとBがある。Bのデータ数はAのデータ数の4倍で、Aの平均値は10.0、Bの平均値は5.0である。これらのデータ群をまとめて一つにしたデータ群Cを作った。このとき、データ群Cの平均値として正しい値を、次の中から一つ選べ。

1 5.5

2 6.0

3 6.5

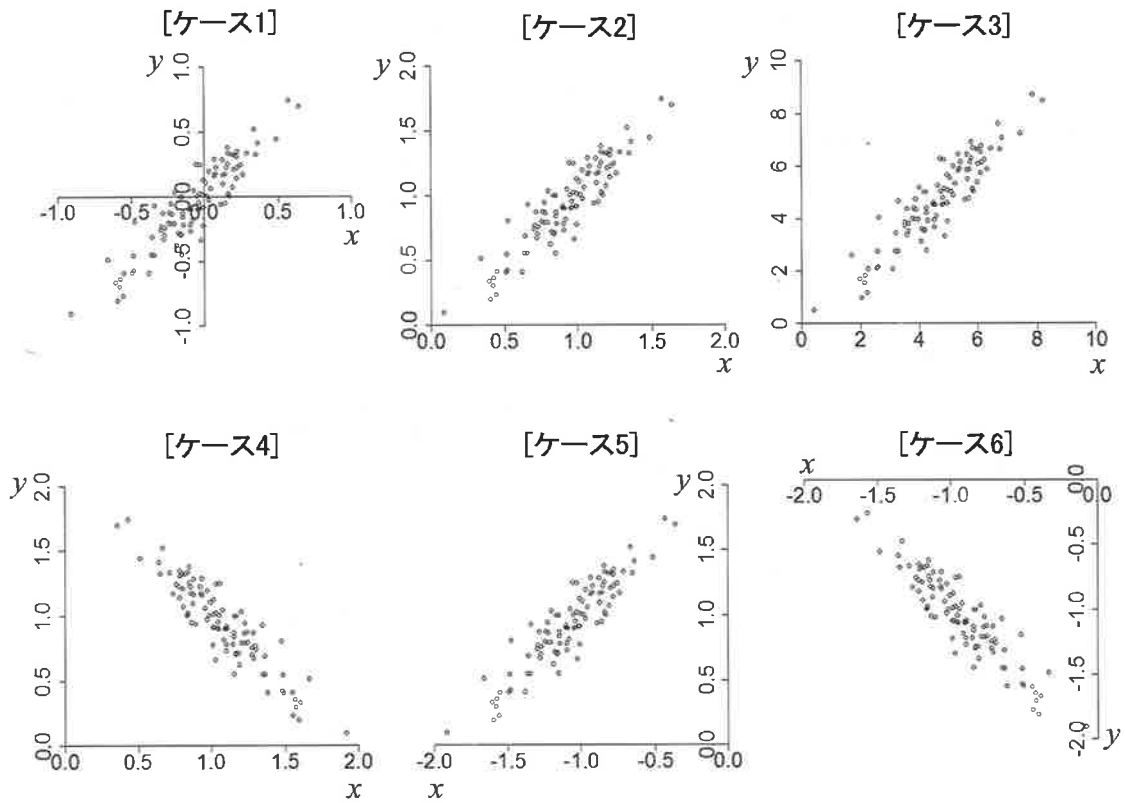
4 7.0

5 7.5

問7 母平均が100、母標準偏差が9の正規母集団からランダムにサンプリングした9個のデータの試料平均が従う確率分布を、次の中から一つ選べ。

- 1 平均0、標準偏差1の正規分布
- 2 平均100、標準偏差3の正規分布
- 3 中心100、半幅 $\sqrt{3}$ の一様分布
- 4 自由度8の*t*分布
- 5 自由度9の*t*分布

問8 次の図は、対をなす2変数を測定したデータ (x, y) を散布図（横軸 x , 縦軸 y ）としてプロットしたときに生じ得るパターンの中の6通りのケースを示す。変数 x と y の間の相関係数について述べた下の記述の中から、正しいものを一つ選べ。ただし、ケース i の標本相関係数を r_i と表す。



- 1 ケース1では、ケース2と比べて x, y の値がともに原点付近に分布していることから、 r_1 は r_2 より小さい。
- 2 ケース3では、ケース2と比べて x, y の大きさがともに5倍程度に大きくなっているが、 r_2 と r_3 に大きな違いはない。
- 3 ケース4では、 x と y の値がいずれも正の範囲にあることから、 r_4 は正である。
- 4 ケース5では、 x の値が負、 y の値が正の範囲にあることから、 r_5 は負である。
- 5 ケース6では、 x と y の値がいずれも負の範囲にあることから、 r_6 は正である。

問9 実験計画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 実験計画法では、統計的手法を活用することにより効率的かつ経済的に、妥当で適切な結論に到達できるような実験を計画する。
- 2 実験計画法では、特性値に対して影響のありそうな因子を取り上げて実験を行い、その因子の効果を統計的に解析・評価する。
- 3 実験の反復、無作為化、局所管理を、実験計画法におけるフィッシャーの三原則という。
- 4 無作為化は、実験をランダムな順番で行うことにより、実験で発生する偶然誤差の影響を低減するために行う。
- 5 局所管理は、実験の場を小さく区切って局所的に均一化することにより、実験の場全体にわたる不均一性の影響を低減するために行う。

問10 繰り返しのある一元配置の実験を行い、測定データ x_{ij} ($i=1, 2, \dots, a; j=1, 2, \dots, n$) を得た。ただし、因子Aの水準数を a (≥ 2)、繰り返し数を n (≥ 2) とする。このデータに対して得た次の分散分析表に関する下の式の中から、誤っているものを一つ選べ。

分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方 (分散)	分散比
因子A	S_A	f_A	V_A	F_0
誤差e	S_e	f_e	V_e	
合計T	S_T	f_T	—	

- 1 $f_A = a - 1$
- 2 $f_e = a(n-1)$
- 3 $f_T = an$
- 4 $V_e = S_e/f_e$
- 5 $F_0 = V_A/V_e$

問11 「JIS Z 8103 計測用語」において、トレーサビリティは、「不確かさが全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つけられ得る測定結果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。」と定義されている。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 “不確かさが表記された比較”の例として、「JIS Q 17025 試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」(ISO/IEC 17025と同等)に基づく認定校正機関が行う校正がある。
- 2 “切れ目のない比較の連鎖”を確保するために、国家標準に基づく標準供給体系がある。
- 3 “決められた基準”である各国の国家標準の同等性を確認するために、国際比較が国家計量標準機関の間で行われる。
- 4 “決められた基準”が同じであれば、異なる試験所であっても、同じものを測定した測定結果は同じ数値になる。
- 5 “国際標準”の例として、国際度量衡局(BIPM)が保管しているキログラム原器がある。

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 JCSSロゴ付き校正証明書の付いた測定器によってトレーサビリティを確保することにより、その測定器を使用した現場の測定結果を国家標準の値につなげることができる。
- 2 どの測定器を使用しても、お互いに整合性のある値が得られるようにするための方法の一つが、JCSSによる校正を受けて、その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 測定器のトレーサビリティを確保しても、その測定器から得られた測定値のばらつきをゼロにすることはできない。
- 4 JCSSロゴ付き校正証明書に、校正結果とともに合否判定が記載されていなければ、この測定器のトレーサビリティは確保されているとはいえない。
- 5 社内の測定器のトレーサビリティを確保する方法の一つに、社内標準器を外部のJCSS登録校正機関で校正し、下位の測定器は社内でその社内標準器を用いて校正する方法がある。

問13 「JIS Z 9090測定—校正方式通則」に基づく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 計器又は測定系の示す値、若しくは実量器又は標準物質の表す値と、標準によって実現される値との関係を確定する一連の作業を校正という。
- 2 校正は、主に測定器の使用によって生じる偶然誤差を小さくするために実施する。
- 3 校正作業において、点検では測定誤差を求めることにより修正が必要かどうかを判断し、修正では標準の測定に基づいて校正式の求め直し又は測定器の調整を行う。
- 4 校正方式の区分には、点検と修正の両方を行う場合、点検か修正の一方のみを行う場合、いずれも行わない場合がある。
- 5 校正作業に用いる標準の表示値の誤差、及び校正作業に伴う誤差は、測定値の誤差の大きさに影響する。

問14 測定のSN比 η は、測定対象量の値 M と測定器の読み y との間に関係式 $y = \alpha + \beta M + e$ を仮定したとき、 $\eta = \beta^2 / \sigma^2$ で与えられる。ここで、 α は y 切片、 β は感度係数、 e は読み y に含まれる誤差であり、 σ^2 は誤差 e の分散である。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 β を推定するには、 M の真の値が必要である。
- 2 σ^2 は、関係式を用いた M の推定値 \hat{M} の誤差分散である。
- 3 σ^2 を推定するには、 M の真の値が必要である。
- 4 SN比 η の逆数は、測定器を校正した後の誤差分散である。
- 5 SN比 η は小さい方が望ましい。

問15 測定器の校正において、測定器の読み y と標準の値 M との間に想定される関係式及び説明のうち、基準点比例式校正の関係式及び説明として正しいものを、次の中から一つ選べ。ただし β は定数である。

1 $y = y_0 + M$

零点の読み y_0 で、定点の校正を行う。

2 $y = y_0 + (M - M_0)$

基準点 M_0 の読み y_0 で、定点の校正を行う。

3 $y = \beta M$

零点の読みを零と仮定して、傾斜の校正を行う。

4 $y = y_0 + \beta (M - M_0)$

基準点 M_0 の読み y_0 で定点の校正を行った後、傾斜の校正を行う。

5 $y = \bar{y} + \beta (M - \bar{M})$

複数の標準の値 M_i に対する読み y_i を得たとき、 y_i の平均値 \bar{y} 及び M_i の平均値 \bar{M} を用いて、定点の校正及び傾斜の校正を同時に行う。

問16 ある測定器の測定誤差を低減するため、次のような実験を行った。測定条件の中から4つの因子A~Dを取り上げ、それぞれ3水準とし、 L_9 直交表を利用した。 L_9 直交表の各行ごとに信号因子と誤差因子を割り付けてデータを採取し、SN比を計算したところ、下のようなSN比の要因効果図が得られた。実験全体のSN比の平均値は10 dbである。現行条件はすべて第2水準（A2, B2, C2, D2）とし、この組合せでのSN比は12 dbと推定される。

最適条件のSN比と利得の推定値として、正しい組合せを一つ選べ。ここで、最適条件はSN比が最も大きくなる水準の組合せとし、利得は最適条件の現行条件からの改善幅を指す。

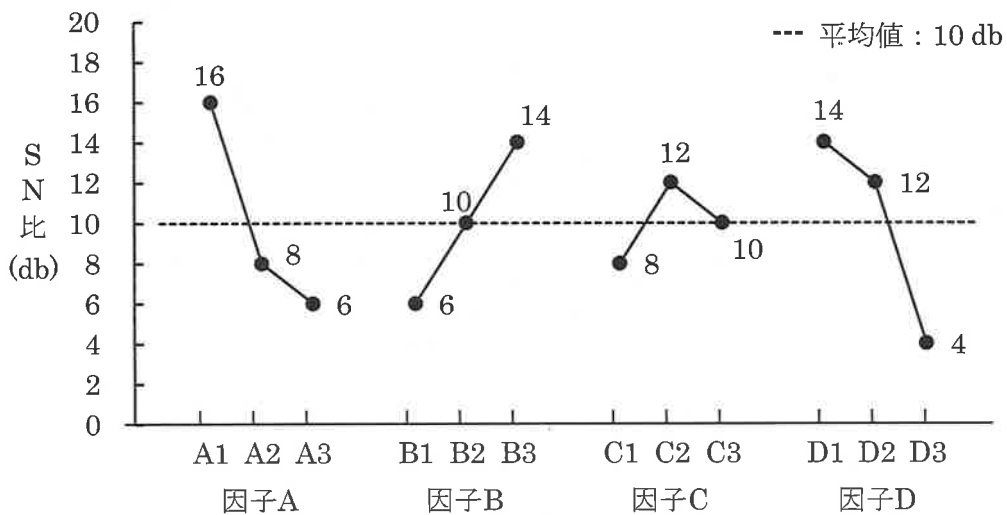


図 SN比の要因効果図（数値は各水準でのSN比の平均値を示す）

	(最適条件のSN比)	(利得)
1	25 db	12 db
2	26 db	12 db
3	26 db	14 db
4	56 db	12 db
5	56 db	44 db

問17 自動制御系を説明するブロック線図の等価変換に関する次の記述の中から、正しい記述を一つ選べ。ただし、以下において、 $G(s)$ 等は制御要素の伝達関数を表し、 s はラプラス変換に関わるラプラス変数である。

- 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一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一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一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一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一つのブロックに等価変換すると $G(s) / (1 + G(s))$ になる。

問18 0V～1Vのアナログ信号を、AD変換器を用いてデジタル信号に変換したい。

このために、10ビットのAD変換器Xを用いた場合、もしくは11ビットのAD変換器Yを用いた場合に、それぞれで実現可能な最高の分解能について考える。Yを用いたときの分解能は、Xを用いたときの分解能の何倍になるか。次の1から5の中から最も近いものを一つ選べ。

ただし、ここでの分解能はデジタル信号の数値に1単位の変化を生じさせるアナログ信号の変化幅を意味する。

1 $\frac{10}{11}$

2 $\frac{1}{2}$

3 $\frac{1}{4}$

4 $\frac{1}{8}$

5 $\frac{1}{10}$

問19 測定データの信号変換に関する次の記述の空欄に入る言葉の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

測定データを表す信号には、連続的な情報を表すアナログ波形信号と、(ア)な情報を表すデジタル波形信号がある。測定データがアナログ波形信号である場合、測定データをコンピュータで処理するためにデジタル波形信号に変換する必要がある。アナログ波形信号を一定時間ごとの値で示すことを(イ)といい、連続的な信号の値の大きさを幾つかの区間に区分し、各区内を同一の値とみなすことを(ウ)という。デジタル波形信号は、ビット数を(エ)ことで測定データのより忠実な再現が可能となる特徴がある。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 離散的 | 標本化 | 量子化 | 増やす |
| 2 | 連続的 | 量子化 | 標本化 | 増やす |
| 3 | 離散的 | 符号化 | 標本化 | 減らす |
| 4 | 離散的 | 量子化 | 符号化 | 増やす |
| 5 | 連続的 | 標本化 | 量子化 | 減らす |

問20 「JIS Z 8115 デイペンダビリティ (信頼性) 用語」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 デイペンダビリティの対象となる、部品、構成品、デバイス、装置、機能ユニット、機器、サブシステム、システムなどの総称又はいずれかをアイテムという。
- 2 与えられた内部条件の下で、与えられた定量的特性のサービス要求を満たすことができるアイテムの能力をケーパビリティという。
- 3 計算、観察、又は測定値若しくは条件と、特定され又は理論的に正しい値若しくは条件との間の不一致のことをエラー (誤り) という。
- 4 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を適合性 (適合性性能) という。
- 5 当該時点でアイテムが可動状態にあるという条件を満たすアイテムの当該時点での単位時間当たりの故障発生率を故障率という。

問21 工業製品における品質管理の考え方と取り組み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 品質管理では、客観的事実に基づき、統計的手法を用いたデータ分析を行い、現象や原因を正しく把握することを基本とする。
- 2 日常管理の一般的な手順は、まず業務のプロセスを明文化し、通常とは異なる結果が得られた場合、その原因を突き止めプロセスを修正する。
- 3 製造工程の検査には全数検査と抜取検査があり、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を検査し、対象ロット全体の合格・不合格を判定する。
- 4 問題解決においては、結果への影響の大小ではなく実施の難易度に着目し、易しいものから順に取り組むことが必須であり、このためにQC七つ道具の一つである管理図を活用する。
- 5 製造・検査に関わる品質管理では、測定器類が常に必要な精度で確実に能率よく作動するために予防保全の考え方が重要である。

問22 AからCの文章は、サンプリング方法について記述している。記述内容の正誤の組合せとして正しいものを、1～5の中から一つ選べ。

- A 層別サンプリングでは、母集団を層別し、ランダムに選択したいくつか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。
- B 系統サンプリングでは、母集団中のサンプリング単位が、生産順のような何らかの順序で並んでいるとき、一定の間隔でサンプリング単位を取る。
- C 集落サンプリングでは、母集団をいくつかの集落に分割し、全集落からいく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リング単位をすべて取る。

	A	B	C
1	正	正	誤
2	誤	正	正
3	正	誤	正
4	誤	誤	正
5	正	誤	誤

問23 管理図の一つである u 管理図は、計数値を扱い、サンプルサイズが一定ではない場合に単位あたりの発生数に換算して評価するときに用いられる。次の1～5は、ある樹脂製品の生産工程で測定される特性である。 u 管理図を利用することが適切な特性として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 同じ仕様で生産される製品を毎日10個ずつ抜き取った重量の平均値と範囲
- 2 同じ仕様で生産される製品をロットごとに1個抜き取ったときの重量と前回の値との差分
- 3 検査のための抜き取り数が一定である製品の汚れによる不良品の個数
- 4 形や大きさの異なる製品の一定表面積あたりの傷の数
- 5 ある特定の製造マシン1台の1日あたりの故障による停止回数

問24 新しく量産される製品（日産500個）の製造工程の管理方法を決定したい。

そのため試作工程で作られた製品の特性の時間変化を調査した。1時間ごとに製品を1個サンプリングし、製品の特性を測定したところ、図に示す結果が得られた。この結果より今後の採用すべき方策として、次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

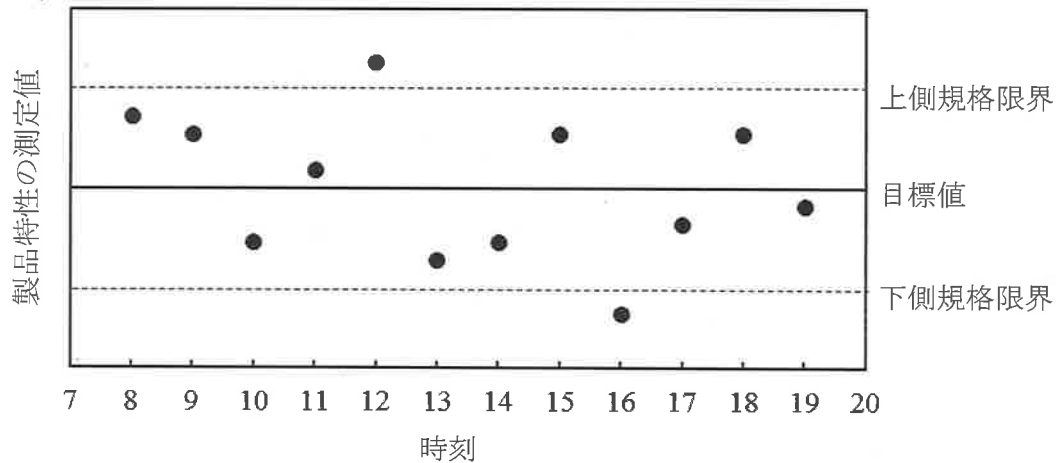


図 1時間ごとにサンプリングした製品の特性の測定値

- 1 規格限界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、製品検査を厳密に行い、不適合品を除外する方策を検討する。
- 2 不適合品を出荷させないために、1時間ごとにサンプリングした製品の特性の値が上側もしくは下側規格限界を超えたら、その製品を手直して規格限界内に収めて出荷する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、規格幅より狭い管理幅を決め、工程をフィードバック制御するなど、製造される製品のばらつきを小さくする方策を検討する。
- 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により工程を最適化し、工程のばらつきを小さくする方策を検討する。
- 5 1時間内での工程のばらつきなど、工程のばらつきの詳細は不明であるので、さらに調査を進めてから、管理方法を検討する。

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 社内標準化を行う際は、企業の方針に沿って目標を明確にし、作業が形骸化しないように推進することが必要である。
- 2 製品開発や工程管理、製品検査などに関するすべての社内規格は、日本工業規格（JIS）や国際規格など社外の規格に従っていることが要求される。
- 3 作業工程の標準化のねらいの一つは、担当者が代わっても同じ質の作業ができるようにすることにある。
- 4 測定に関する標準化では、測定の技術的な手順だけでなく、測定記録の作成・管理・保管の方法も標準化の対象にする。
- 5 目視検査のような定量化が難しい作業項目であっても、検査見本のような具体的判定基準の作成などにより、標準化することは可能である。