

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 「JIS Z 8103 計測用語」では、測定は「ある量をそれと同じ種類の量の測定単位と比較して、その量の値を実験的に得るプロセス」、計測は「特定の目的をもって、測定の方法及び手段を考究し、実施し、その結果を用いて所期の目的を達成させること」、また、計測管理は「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」と定義されている。計測管理の実施に関する次の記述の中で誤っているものを一つ選べ。

- 1 計測の計画段階では、関連部署と協力して、まず計測の目的を確認し、それが実現できるよう測定すべき対象と特性を決める。さらに、測定器、測定方法、測定条件などを含めた測定システムを適切に選択することも重要である。
- 2 計測の目的の実現に必要なとなる測定システムの精確さを見積もることが重要である。ただし、必要となる精確さの見積もりは計測の計画段階では行えないので、測定の実施段階で行う必要がある。
- 3 測定の実施段階では、計測の計画で決められた作業を確実に行うことが重要である。これを可能とするため、計測の計画段階では、測定担当者が疑問なく作業ができるよう十分な詳しさを作業の方法や手順を記述しておく必要がある。
- 4 測定により得られた測定結果は、単に記録するだけでなく、関連部署と協力してそれを吟味し、その結果に基づいて、必要があれば計測の目的を実現するための対策を策定し、実行することが重要である。
- 5 校正に用いる測定標準として国家標準にトレーサビリティがとれたものを使うことにより、測定結果の普遍性を確保することができる。計測の計画段階で、使用する測定標準を決めておく必要がある。

問 2 計測管理における目的特性と代用特性について述べた次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定において、測定の目的との関連性が明白で、測定の目的を実現するため直接的に知ることが望まれる特性を目的特性という。
- 2 測定コストが高い、技術的に難しいなどの理由で、目的特性を直接的に測定することが難しいときに、目的特性の代わりに測定対象量とする特性を代用特性という。
- 3 代用特性を利用するときには、代用特性と目的特性の間に成立する関係を把握しておく必要がある。
- 4 目的特性との間に強い負の相関がある特性は、代用特性として利用することはできない。
- 5 代用特性は、目的特性とは異なる測定単位をもっていることがある。

問 3 「JIS Z 8103 計測用語」に規定されている用語に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 「次元 1 の量」の例として、コイルの巻数や試料中の分子の数などの事物の個数がある。
- 2 「順序尺度量」とは、大きさに従って同じ種類の他の量との順序関係を完全に決定できる量で、値の差には意味があるが、値の比には物理的に確定的な意味はない。
- 3 「影響量」とは、測定される量の値の変化に対する、測定システムの指示値の変化の比率を表す量である。
- 4 「間接測定」とは、ある組立量を、それに関連するすべての基本量の測定によって決定する測定方法である。
- 5 「名義的性質」とは、現象、物体又は物質の性質であって、一般的に数値として表される。

問 4 改正された計量単位令が 2019 年（令和元年）5 月 20 日に施行となった。この改正には、国際単位系（SI）の七つの基本単位のうち四つについて、定義値としての基礎物理定数に基づく定義へと変わったことが反映された。定義が変わった四つの基本単位の組合せとして正しいものを次の中から一つ選べ。

- 1 キログラム、アンペア、ケルビン、モル
- 2 キログラム、アンペア、ケルビン、カンデラ
- 3 キログラム、アンペア、秒、カンデラ
- 4 キログラム、メートル、秒、モル
- 5 キログラム、メートル、ケルビン、カンデラ

問 5 次の記述（ア）～（ウ）は「JIS Z 8103 計測用語」で規定されている用語の定義を示したものである。それぞれの定義に該当する用語の組合せとして正しいものを、下の中から一つ選べ。

（ア）測定者が気付かずにおかした誤り、又はその結果求められた測定値。

（イ）測定値の母平均から真値を引いた値。

（ウ）指定された条件の下で、同じ又は類似の対象について、反復測定によって得られる指示値又は測定値の間の一致の度合い。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	ばらつき	誤差	精密さ
2	まちがい	誤差	正確さ
3	ばらつき	かたより	正確さ
4	まちがい	かたより	精密さ
5	まちがい	誤差	精密さ

問 6 不確かさ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、標準偏差で表した測定の不確かさである。
- 2 不確かさの評価の方法には、タイプ A 評価として一連の測定値の統計的解析による、不確かさの一成分の評価と、タイプ B 評価としてタイプ A 評価以外の方法による、不確かさの一成分の評価がある。
- 3 合成標準不確かさは、測定結果を幾つかの他の量の値によって求めるときの、これらの各量の変化に応じて測定結果がどれだけ変わるかによって重み付けした、標本分散又は他の量との標本共分散の積の平方根に等しい。
- 4 拡張不確かさは、測定結果について、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不確かさである。
- 5 包含係数は、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られる数値係数である。

問 7 ある測定器 A と、より高価で精密な測定器 B がある。測定器 A の繰返し性を標準偏差で評価すると σ_A であり、測定器 B の繰返し性 σ_B の 4 倍であることが分かっている。

このとき、測定器 A で繰返し測定を行い、その平均値を求めることで、測定器 B による 1 回の測定結果と同等な繰返し性を持つ結果を得ることを考えた。適切な繰返し測定の回数として正しいものを、次の中から一つ選べ。

ただし、各測定に付随する誤差は統計的に独立とする。

- 1 2 回
- 2 4 回
- 3 8 回
- 4 16 回
- 5 24 回

問 8 ある工場で製造される円筒形状部品の直径 x の分布を表す確率密度関数を $p(x)$ とするとき、次の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 積分 $\int_{d_1}^{d_2} p(x)dx$ は、直径 x が d_1 から d_2 の範囲にある確率を表す。
- 2 直径 x の平均値は積分 $\int_0^{\infty} x \cdot p(x)dx$ で与えられる。
- 3 直径 x が mm（ミリメートル）を単位として表されるとき、確率密度関数 $p(x)$ の単位は mm^{-1} である。
- 4 直径 x の分布の全範囲にわたる積分 $\int_0^{\infty} p(x)dx$ は、その工場で一日に製造される当該部品の個数を表している。
- 5 直径 x の分布が、平均 μ 、標準偏差 σ の正規分布に従うと考えられるとき、 $p(x)$ は次の式で与えられる。

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp \left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right]$$

問 9 電圧計の校正を行うために、標準電圧発生器で発生した電圧 x_i ($i=1, 2, \dots, 10$) のそれぞれに対して電圧計の指示値 y_i を得た。次に発生電圧 x を説明変数、電圧計の指示値 y を従属変数とする一次回帰式 $y = a + bx$ を最小二乗法により求めることにした。この回帰式の回帰係数 b の計算式として正しいものを一つ選べ。

ただし、 \bar{x} 、 \bar{y} はそれぞれ x_i 、 y_i の標本平均であり、説明変数 x は誤差を含まないものとする。

1 $\frac{\bar{y}}{\bar{x}}$

2 $\sum_{i=1}^{10} (y_i - \bar{y})^2$

3 $\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$

4 $\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}$

5 $\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (y_i - \bar{y})^2}}$

問10 次の表は、因子 A を取り上げた繰返しのある一元配置の実験を行った結果の分散分析表である。この表に関する下の記述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)	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_T は、因子 A の水準数と測定の繰返し数によって定まる値である。
- 2 f_e は、測定の繰返し数のみで定まる値である。
- 3 f_A は、因子 A の水準数のみで定まる値である。
- 4 V_A は、平方和 S_A を自由度 f_A で割ることによって求めることができる。
- 5 分散比 F_0 は V_A と V_e の比であり、因子 A の効果が統計的に有意であるかどうかを検討する場合に用いる。

問11 トレーサビリティと不確かさに関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 組立量は、測定結果のトレーサビリティを確保することはできない。
- 2 測定結果のトレーサビリティの確保は、与えられた目的に対して不確かさが十分であることを保証する。
- 3 測定標準に付与された値の不確かさは、その測定標準を用いて行った校正の不確かさを表している。
- 4 国家計量標準機関が測定標準を供給している量以外の量に関しては、測定結果のトレーサビリティを確保することはできない。
- 5 測定結果のトレーサビリティを確保していることの証明として、トレーサビリティの経路を示すトレーサビリティ体系図は必ずしも必要ではない。

問12 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 参照標準とは、ある組織又はある場所において、ある与えられた種類の量の他の測定標準を校正するために指定された測定標準のことである。
- 2 測定標準は、量の値とその不確かさが明確になっていることが必要である。
- 3 トレーサビリティとは、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のことである。
- 4 トレーサビリティの確保のためには、校正対象の測定器による繰返し測定の間隔が、校正に用いる測定標準の不確かさに比べて十分に小さい必要がある。
- 5 認証標準物質をもとに作成し、かつ不確かさが明確になっている標準物質は、測定標準として分析機器の校正に用いることができる。

問 13 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 校正を実施するためには、表記された量の値及びその不確かさを持つ何らかの測定標準が必要である。
- 2 校正の第一段階は、測定標準が与える値と測定器の指示値との間の不確かさを伴う関係を確立することである。
- 3 測定標準が与える値とその値に対応する測定器の指示値の関係を表す関係式に利用される関数は多項式のみである。
- 4 測定標準が与える値とその値に対応する測定器の指示値の関係を表す関係式を決定するための手法に最小二乗法がある。
- 5 校正の第二段階は、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ことである。

問14 「JIS Z 9090 測定－校正方式通則」に基づいた測定器の定期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 「点検及び修正を行う校正方式」での定期校正では、測定器の誤差の大きさを調べる点検を定期的に行い、判明した誤差の大きさがあらかじめ決めておいた限界値を超えたときには、校正式を求め直す修正を行う。
- 2 「点検及び修正を行う校正方式」以外の定期校正の方式として、「点検だけ行う校正方式」、「修正だけ行う校正方式」、点検も修正も行わない「無校正の校正方式」がある。
- 3 校正式を求め直す修正に用いる測定標準は、点検に用いる測定標準とは別のものを使用しなければならない。
- 4 「点検だけを行う校正方式」では、定期的な点検において判明した誤差の大きさがあらかじめ決めておいた限界値を超えたとき、その測定器を廃棄し、新しい測定器と交換する。
- 5 「無校正の校正方式」では、あらかじめ決めておいた測定器の使用期間を越えたとき、予防保全的にその測定器を廃棄し、新しい測定器と交換する。

問 15 値の異なる測定標準 M があり、その測定標準を測定したときの測定器の指示値 y 、指示値の誤差を ε とし、 y と M の関係式として $y = \alpha + \beta M + \varepsilon$ を仮定する ($\alpha : y$ 切片)。このとき、測定の SN 比 η は、傾き β の二乗 β^2 と指示値の誤差 ε の分散 σ^2 から計算することができる。このような測定の 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。

- 1 測定の SN 比は、 $\eta = \beta^2 / \sigma^2$ として計算する。
- 2 二種類の測定器が同一の測定対象量を測っている場合、それぞれの測定器の指示値の単位が異なっている場合でも、SN 比を用いて性能の良否を比較することができる。
- 3 測定の SN 比は、測定標準の単位の二乗の逆数と同じ次元を持っている。
- 4 測定の SN 比をデシベル変換（対数変換）する場合、デシベル変換後の SN 比は、常に正の値になる。
- 5 二つの測定器の性能を測定の SN 比により比較する場合、SN 比が大きい測定器を選択するとよい。

問 16 SN 比の比較により、現行器より優れた測定器を選択したい。そこで、現行器及び候補となる測定器 A、B の優劣を、一次式校正を前提とした SN 比により評価する。値の分かっている測定物の量を信号 M 、誤差因子の水準を N_1 、 N_2 とし、各測定器の出力 y を測定したところ次の図が得られた。この図のデータから SN 比を求め、測定器を比較するとき、判断として正しいものを、下の中から一つ選べ。

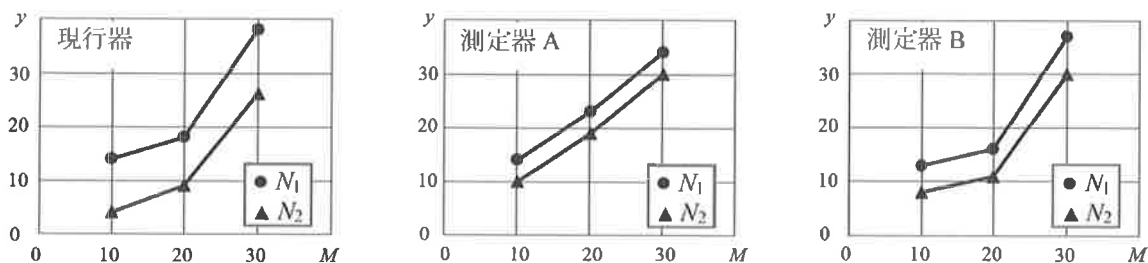


図 各測定器における信号 M に対する出力 y

- 1 現行器と測定器 A では、広範囲の出力に対応している現行器を選択するのがよい。
- 2 現行器と測定器 B では、誤差因子に対するばらつきが大きい現行器を選択するのがよい。
- 3 三つの測定器では、グラフが直線的であり、さらに誤差因子に対するばらつきの小さい測定器 A を選択するのがよい。
- 4 三つの測定器では、信号 M が 10 から 20 の範囲においては、傾きの最も小さい測定器 B を選択するのがよい。
- 5 現行器と測定器 A、B の SN 比は変わらないので、現行器、測定器 A、または測定器 B のいずれを選択してもよい。

問17 生産工程で多く用いられている自動制御の用語において、「シーケンス制御」について説明しているものはどれか。次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 目標値、外乱などの情報に基づいて、制御対象の応答を正確に予測し、操作量を決定する制御方式のことである。
- 2 あらかじめ定められた順序又は手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御方式のことである。
- 3 与えた操作量の結果を目標値と比較し、それらを一致させるように操作量を生成する制御方式のことである。
- 4 複数の制御入力と複数の制御量との間に相互干渉がある系において、制御入力をまとめて操作することによって、複数の制御量を同時に制御する制御方式のことである。
- 5 比例動作、積分動作及び微分動作の三つの動作を含む制御方式のことである。

問 18 測定データの信号変換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。

測定データの伝送に用いる信号には、時間的に連続な信号波形をそのまま伝送するアナログ信号と、**離散**的な信号情報を伝送するデジタル信号がある。アナログ信号の測定データをデジタルコンピュータで処理するためには、AD 変換器によりデジタル信号に変換する必要がある。このとき、アナログ信号の値を一定時間間隔毎に取り出すことを（ア）といい、信号の値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（イ）という。

デジタル信号は、ビット数を（ウ）ことで（イ）誤差が減り、測定データの忠実な再現が可能となる。例えば、 n ビットの AD 変換器の分割数は 2^n で与えられるので、12 ビットの AD 変換器による測定データの分割数は $2^{12} = 4096$ となる。これは、10 ビットの AD 変換器に比べて（エ）倍の分割数で信号を変換できることを意味している。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
1	標本化	量子化	増やす	4
2	量子化	標本化	増やす	2
3	標本化	符号化	減らす	1.2
4	量子化	標本化	減らす	4
5	標本化	量子化	増やす	2

問 19 Information and Communication Technology (ICT)への関心の高まりに伴いデータ伝送に近距離無線通信技術が利用されるようになってきた。次の中から近距離無線通信技術ではないものを一つ選べ。

- 1 Wi-Fi
- 2 Universal Serial Bus (USB)
- 3 Bluetooth
- 4 Near Field Communication (NFC)
- 5 Radio Frequency Identifier (RFID)

(注) 試験問題に記載されている名称は、商標または登録商標の場合があります。この問題では、「™」及び「®」を明記していません。

問20 「JIS Z 8115 ディペンダビリティ（総合信頼性）用語」で規定されるアイテム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 故障したアイテムは、実行可能な状態に戻ることができる修理アイテムと、戻すことができない非修理アイテムに分類される。
- 2 信頼性とは、アイテムが、与えられた条件の下、与えられた期間、故障せずに、要求どおりに遂行できる能力である。
- 3 耐久性とは、与えられた運用及び保全条件で、有用寿命の終わりまで、要求どおりに実行できるアイテムの能力である。
- 4 ロバストネスとは、アイテムが無効な入力又はストレスとなる環境条件で、正しく機能を遂行できる度合である。
- 5 平均故障間動作時間（MTBF）は、非修理アイテムにも適用できる。

問 21 ある組立工程での一ヶ月間に発生した不適合品を原因別に層別し、原因別度数と、度数の多い原因から順に合計した累積相対度数を求めた次のグラフがある。このグラフに関する下の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

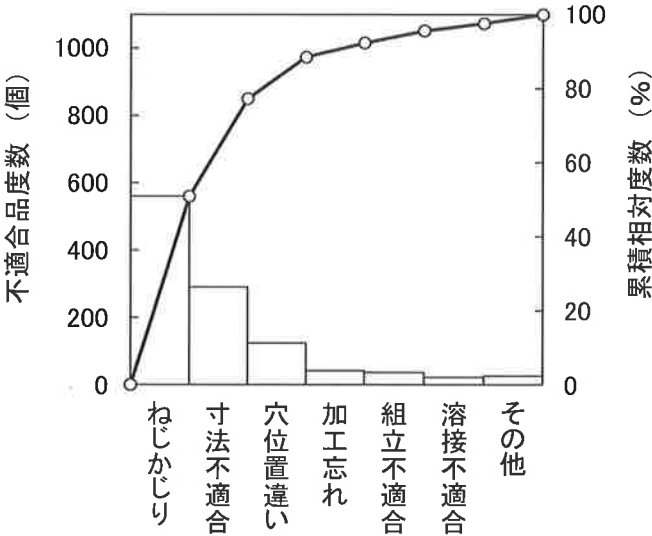


図 不適合品の原因別の度数と累積相対度数を示したグラフ

- 1 このようなグラフをパレート図という。
- 2 不適合の原因は、ねじかじり、寸法不適合、穴位置違いの順に多い。
- 3 ねじかじり、寸法不適合、穴位置違いだけで、不適合全体の 80 %以上を占めている。
- 4 不適合の主な原因が把握できたので、不適合品の数を減らすために、ねじかじり、寸法不適合、穴位置違いの三つの原因に対して重点的に対策を講じることにする。
- 5 縦軸を、不適合品度数から不適合による損失を金額に換算した値に代えてグラフ化することは望ましくない。

問22 検査の方式に関する次の記述の中で、誤っているものはどれか、一つ選べ。

- 1 全数検査は、検査対象が検査で破壊されない特性の場合にのみ使える方式である。
- 2 全数検査とは、検査対象品の全数について、仕様で定めた全ての項目を検査する方式のことである。
- 3 全数検査や抜取検査等の検査方式の選択は、検査の目的やコストを十分に考慮して行う必要がある。
- 4 抜取検査では、実際に検査をしていない製品についても「適合」か「不適合」の判断がされる。
- 5 抜取検査では、抜き取った検査対象品に不適合品が含まれていても、それが検査基準で定めた個数以下であれば、そのロット全体は「適合」と判定される。

問23 管理図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、正しいものを一つ選べ。

「JIS Z 9020-1 管理図－第1部：一般指針」では、管理図は「連続したサンプルから計算した統計量の値を特定の順序で打点し、その値によって工程の管理を進め、変動を低減し、維持管理するための（ア）を含んだ図」と定義されている。すなわち、管理図は、統計量の値を時間順やサンプル番号順などでグラフ上に打点してデータの変化を示し、工程の変動や安定性などの変化を捉えやすくするために用いられる。

管理図は、計量管理で重要な役割を果たしているが、管理図には（イ）のデータを用いる場合、（ウ）のデータを用いる場合があり、データの種類によって用いられる管理図はさまざまである。例えば、 \bar{X} 管理図は、製品特性の測定値の（エ）をプロットしたもので、（イ）のデータを用いる管理図である。また、不適合品数など、数えられたデータを示す（ウ）を用いる管理図には、 c 管理図、 np 管理図などがある。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
1	管理限界	計量値	計数値	平均値
2	許容差	計数値	計量値	平均値
3	管理限界	計量値	計数値	範囲
4	許容差	計量値	計数値	平均値
5	管理限界	計数値	計量値	範囲

問24 ある製造工程では、作られている製品の特性を一定のチェック間隔で測定して、工程の状態をチェックしている。この工程において、測定値 y の製品特性の目標値 m からのずれ δ ($\delta = |y - m|$)の大きさが、あらかじめ決められた調整限界を超えていれば、そのずれをゼロに近づけるように工程の調整を行い、超えていなければそのまま工程を動かす管理方式を採用している。このとき、製品の測定、工程の調整にもコストがかかり、製品一個あたりについて、製品を測定するためのコストを B 、工程を調整するためのコストを C とする。さらに、 δ の二乗平均を σ^2 で表せば、製品の特性が目標値からずれたことで発生する製品一個あたりの社会的損失 L ($L = k\sigma^2$, k : 損失に関する定数)が求められる。

この管理方式の管理にかかるコスト B 及び C と、その結果作られる製品が目標値よりずれたことで発生する社会的損失 L との和として、この管理方法の総合的な損失 Q が求められる。この総合的な損失 Q を小さくするように管理方法を最適化することができる。

$$Q = B + C + L$$

この考え方に基づく工程の管理方法の最適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 チェック間隔と調整限界は、工程管理の最適化のためのパラメータとなる。
- 2 チェック間隔を短くすると工程のドリフトが早く調整できるが、測定回数が増えるので B と L はともに大きくなる。
- 3 調整限界を小さくすれば、調整の頻度は上がり、 C は大きくなるが、工程のドリフトを早く調整できるため L は小さくなる。
- 4 測定の精確さは、製品の目標値からのずれの二乗平均 σ^2 に影響を与え、さらに L にも影響を与える。
- 5 現行の Q と最適な管理方式のパラメータから求めた Q とを比較することにより、最適な管理方式が、現行の工程管理方式よりどの程度改善されるかを定量的に推定できる。

問25 2019年（令和元年）7月1日より、JISと通称される規格は日本工業規格から日本産業規格へと名称が改められた。日本産業規格は産業標準を全国的に統一し、又は単純化することによって、鉱工業品等の品質の改善、生産能率の増進その他生産等の合理化、取引の単純公正化及び使用又は消費の合理化を図り、あわせて公共の福祉の増進に寄与することを目的としている。日本産業規格に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 日本産業規格は任意標準であり、日本産業規格に適合しない製品の製造・販売・使用や、適合しない方法の使用などを禁ずるものではない。ただし、法令が日本産業規格を引用する場合、強制標準に準じる強制力をもつことがある。
- 2 電磁的記録などのデータや役務などのサービスは日本産業規格の標準化の対象分野ではない。
- 3 国及び地方公共団体が鉱工業品を買い入れるとき、日本産業規格を尊重して仕様を定める必要はない。
- 4 主務大臣の登録を受けた者の認証を受けずに日本産業規格への適合の表示を行った場合の罰則はない。
- 5 経済産業省内に日本産業規格に関する調査審議を行うための日本産業標準調査会が設置されているので、日本産業規格の主務大臣は経済産業大臣のみである。