

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、最も不適切なものを一つ選べ。

- 1 計測管理において、測定結果から情報を引き出すには統計的処理が有効である。
- 2 計測管理では、測定の目的を明確にすることが重要である。
- 3 工程において、どのような方法で測定を実施するかを決めることは、計測管理の役割の一つである。
- 4 工程で適切な計測管理を実施していても不適合品が多く発生する場合は、許容差を大きくするのがよい。
- 5 工程において測定を実施したときには多くの測定結果が得られるが、その結果の活用を考えることも計測管理の役割の一つである。

問2 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 適切な計測管理は、正確な測定や製品の品質向上のために有効である。
- 2 工程における計測管理に多くの費用をかければかけるほど、それに比例して製品の品質は良くなる。
- 3 測定器の管理だけでなく、測定方法の選択、測定結果の評価と適切な利用などが計測管理の役割である。
- 4 計測管理の重要な役割の一つに、工程中でどのような測定器を使用するかの選択がある。
- 5 計測管理を実効あるものにするには、計測管理の担当者だけでなく、製造や検査の担当者と協力することが重要である。

問3 次の中から、二つの単位がいずれも SI 基本単位であるものを一つ選べ。

- 1 メートル (m)、ボルト (V)
- 2 モル (mol)、アンペア (A)
- 3 ケルビン (K)、ニュートン (N)
- 4 秒 (s)、パスカル (Pa)
- 5 カンデラ (cd)、クーロン (C)

問4 二つの部品A、Bがある。A、Bのそれぞれの長さの測定値を a 、 b とする。

この測定値のばらつきを表す標準偏差は、 a については σ_a 、 b については σ_b であることが分かっている。二つの部品の長さの和 ($c=a+b$) と差 ($d=a-b$) を求めるとき、 c 、 d のそれぞれの標準偏差 σ_c 、 σ_d の計算式の組み合わせとして正しいものを、次の中から一つ選べ。

ただし、 a と b は統計的に独立で、 $\sigma_a > \sigma_b$ とする。

1 $\sigma_c = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2}$, $\sigma_d = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2}$

2 $\sigma_c = \sqrt{\frac{\sigma_a^2 + \sigma_b^2}{2}}$, $\sigma_d = \sqrt{\frac{\sigma_a^2 - \sigma_b^2}{2}}$

3 $\sigma_c = \sigma_a + \sigma_b$, $\sigma_d = \sigma_a + \sigma_b$

4 $\sigma_c = \frac{\sigma_a + \sigma_b}{2}$, $\sigma_d = \frac{\sigma_a - \sigma_b}{2}$

5 $\sigma_c = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2}$, $\sigma_d = \sqrt{\sigma_a^2 - \sigma_b^2}$

問5 n 個の確率変数 X_i ($i=1, 2, \dots, n$) があり、いずれも期待値が μ 、標準偏差が σ で与えられるとき、これらの変数の平均

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

で定まる確率変数 \bar{X} の期待値と標準偏差として正しいものを、次の中から一つ選べ。

ただし、 X_i は互いに独立であるとする。

- 1 期待値が μ 、標準偏差が σ
- 2 期待値が μ 、標準偏差が $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
- 3 期待値が $n\mu$ 、標準偏差が σ
- 4 期待値が $n\mu$ 、標準偏差が $\frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$
- 5 期待値が $n\mu$ 、標準偏差が $\frac{\sigma}{\sqrt{n+1}}$

問6 マイクロメータを用いてある部品の長さを10回繰り返し測定し、値 x_1, x_2, \dots, x_{10} を得た。この平均値 $\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i$ を測定結果とするとき、その不確かさを評価したい。不確かさの要因は「目盛りの誤差」と「繰り返し測定のばらつき」の二つのみとし、それぞれについて以下のことが分かっているものとする。

(A) 使用したマイクロメータの目盛りの誤差による標準不確かさ：0.03 mm

(B) 10個のデータから得られた繰り返しの標準偏差： $\sqrt{\frac{1}{9} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} = 0.08$ mm

これらを踏まえ、測定結果 \bar{x} の標準不確かさ（単位：mm）の計算式として正しいものを、次の中から一つ選べ。

1 $\sqrt{\left(\frac{0.03}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.08}{10}\right)^2}$

2 $\sqrt{\left(\frac{0.03}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.08}{\sqrt{10}}\right)^2}$

3 $\sqrt{0.03^2 + \left(\frac{0.08}{10}\right)^2}$

4 $\sqrt{0.03^2 + \left(\frac{0.08}{\sqrt{10}}\right)^2}$

5 $\sqrt{0.03^2 + 0.08^2}$

問7 正規分布に従う確率変数 X がある。平均 μ 、分散 σ^2 を持つ正規分布を $N(\mu, \sigma^2)$ と表記すると、 X の分布は $N(10, 5^2)$ と表される。このとき、 X の分布において、 $X \leq 0$ の範囲に含まれるデータの割合はいくらか。次の中から最も近いもの一つ選べ。

- 1 0.15 %
- 2 0.30 %
- 3 0.50 %
- 4 2.5 %
- 5 5.0 %

問8 データ群 (x_i, y_i) ($i=1, 2, \dots, n$) があり、 x と y の間の相関係数が0.8であった。このデータ群について y_i を $z_i=y_i+a$ (a は0でない定数) と変換し、 (x_i, z_i) について改めて相関係数を求めた。変換後の相関係数の値に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 a が正であれば、変換後の相関係数の値は0.8より大きい。
- 2 a が正であれば、変換後の相関係数の値は0.8より小さい。
- 3 a の正負によらず、変換後の相関係数の値は0.8より小さい。
- 4 a の正負によらず、変換後の相関係数の値は0.8のままである。
- 5 a の正負によらず、変換後の相関係数の値は0.8より大きい場合も小さい場合もある。

問9 ある装置の特性について、周囲環境の変化による影響を調べるために、温度と湿度を因子として、温度3水準、湿度3水準で繰り返しのある二元配置の実験を行った。その結果を要因効果図に示したものが下図である。この図からわかることとして、下の記述の中から誤っているものを一つ選べ。

ただし、繰り返しによるばらつきは、要因効果を十分判断できる程度に小さいものとする。

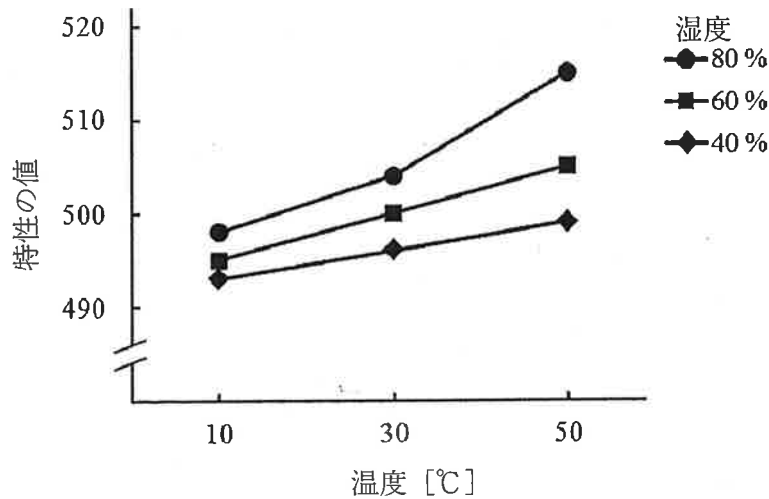


図 要因効果図

- 1 温度による特性の変化の傾向を知ることができる。
- 2 湿度による特性の変化の傾向を知ることができる。
- 3 繰り返し測定のばらつきの標準偏差を知ることができる。
- 4 特性に対する温度と湿度の交互作用の傾向を知ることができる。
- 5 同じ温度であれば、湿度が高くなると特性の値は大きくなることがわかる。

問10 測定のばらつきを定量的に求めるために、枝分かれ実験を行った。同じ測定対象物を、5日間、1日の中で2時間おきに4回、1回の測定を繰り返し数2で行い、データを得た。日間のばらつきの母標準偏差 σ_b 、日内のばらつきの母標準偏差 σ_w 、繰り返しのばらつきの母標準偏差 σ_e を推定するために、このデータを分散分析して、次の分散分析表を得た。この解析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	平均平方の期待値
日間	S_b	f_b	V_b	$\sigma_e^2 + 2\sigma_w^2 + 8\sigma_b^2$
日内	S_w	f_w	V_w	$\sigma_e^2 + 2\sigma_w^2$
繰り返し	S_e	f_e	V_e	σ_e^2
計	S_T	f_T	V_T	

- 1 $S_T = S_b + S_w + S_e$ が成立する。
- 2 $f_T = f_b + f_w + f_e$ が成立する。
- 3 $V_T = V_b + V_w + V_e$ が成立する。
- 4 日内のばらつき(σ_w)が統計的に有意であるかどうかを調べるには、 V_w を V_e に対して F 検定する。
- 5 日内のばらつき(σ_w)が統計的に有意な場合、 σ_w^2 を $(V_w - V_e)/2$ により推定する。

問11 国際文書“International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)”を翻訳して公開された標準仕様書TS Z 0032「国際計量計測用語 — 基本及び一般概念並びに関連用語 (VIM)」に含まれる測定標準に関わる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 測定標準 (measurement standard) とは、何らかの計量参照として用いるための、表記された量の値及び付随する測定不確かさをもつ、量の定義の具現化のことである。
- 2 国際協定の署名者によって承認され、世界中で用いることを意図した測定標準を、国際測定標準 (international measurement standard) という。国際キログラム原器は国際測定標準の例である。
- 3 当該の量の種類について、他の測定標準に量の値を付与するための根拠として、ある国又は経済圏で用いるように国家当局が承認した測定標準を、国家測定標準 (national measurement standard) という。
- 4 測定器又は測定システムの校正又は検証をするために日常的に用いる測定標準を、実用測定標準 (working measurement standard) という。実用測定標準についてはその値の不確かさが評価されている必要はない。
- 5 現象又は物質に固有な、再現性のある性質に基づいた測定標準を、固有測定標準 (intrinsic measurement standard) という。水の三重点セルは熱力学温度の固有測定標準の例である。

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、正しいものを一つ選べ。

- 1 測定器の校正に使用する測定標準は、どのような測定条件下でも使用できる必要がある。
- 2 認証標準物質には、規定された特性の値とその不確かさ及びトレーサビリティを記載した認証書が付いていることが必要である。
- 3 社内の調査の中で行う測定など、限られた範囲での整合性のみが必要な測定においても、国家標準へのトレーサビリティを確保することが必要である。
- 4 測定器の校正においてトレーサビリティを確保するためには、測定の繰り返しによるばらつきに比べて、校正に用いる標準の不確かさが十分に小さいことが必要である。
- 5 トレーサビリティを確保するためには、測定器の校正証明書に合否判定が記載されている必要がある。

問13 2進数で1001と表される数値を3倍した値の2進数での表現として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 10011
- 2 10100
- 3 10111
- 4 11010
- 5 11011

問14 ある電圧計を校正するために、標準電圧発生器から発生された電圧 x_1, x_2, \dots, x_{10} をその電圧計で測定し、読み y_1, y_2, \dots, y_{10} を得た。校正は1次式 $y = a + bx$ を仮定して行った。この1次式の係数 a と b を決定するために、次の統計量を計算した。

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = 5.00 \text{ V}$$

$$\bar{y} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} y_i = 5.23 \text{ V}$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = 50.0 \text{ V}^2$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 55.0 \text{ V}^2$$

これらの結果を用いて、最小二乗法に基づき、 b は S_{xy}/S_{xx} から、 a は $\bar{y} - b\bar{x}$ から決定した。

この電圧計を用いて、未知の電圧を測定したところ、読み3.36 Vを得た。電圧の値として正しいものを、次の中から一つ選べ。

- 1 2.78 V
- 2 2.81 V
- 3 3.30 V
- 4 3.43 V
- 5 3.97 V

問15 測定対象量 M と測定器の読み y の関係式がゼロ点比例式 $y = \beta M$ で表わされる測定器がある。この測定器をJIS Z 9090に基づいて校正する。次のア～オで記述される個々の作業が、正しい順番で並んでいるものはどれか。下の1～5の中から一つ選べ。

ア 新たな感度係数 β のもとで M と y を関連付ける校正式を求める。

イ 点検作業のため、標準の値 M_0 を測定したときの読み y_0 から M_0 の推定値 \hat{M}_0 を求める。

ウ 三つの標準の値 $M_1 \sim M_3$ を用いてそれぞれ n 回測定したときの値 y_{ij} ($i = 1, 2, 3; j = 1, 2, \dots, n$) を求め、次式により改めて感度係数 β を求め直す。

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^n M_i y_{ij}}{n \sum_{i=1}^3 M_i^2}$$

エ 未知の測定対象量 M' を測定して読み y を得たのち、校正式を用いて測定値 \hat{M}' を求める。

オ 標準の値 M_0 とその推定値 \hat{M}_0 の差の絶対値が、あらかじめ定めてある修正限界を超えた場合、修正作業を行う。

1 イ → オ → ウ → ア → エ

2 ウ → ア → オ → イ → エ

3 エ → ア → イ → オ → ウ

4 ウ → オ → イ → エ → ア

5 イ → ア → ウ → オ → エ

問16 測定のスN比およ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 測定のスN比を用いることで、測定器の優劣を合理的に判断することができる。
- 2 測定のスN比 η は、測定量の値に対する測定器の読みの傾きを表す感度係数 β の2乗と読みの誤差分散 σ^2 の比として、 $\eta = \beta^2 / \sigma^2$ で表される。
- 3 測定のスN比の考え方では、測定対象の真の値が不明の状態であっても、測定器の校正後の誤差の大きさの程度を比較できる場合がある。
- 4 測定のスN比は、測定量のある一点を測定したときの測定器の読み y の値のばらつきを表している。
- 5 製品の寸法測定に用いる二種類のセンサの出力の単位が、それぞれ電気量の単位と機械量の単位であっても、測定のスN比によって校正後の誤差の大きさの比較ができる。

問17 多因子実験の実験効率を向上させる方法として、直交表の利用がある。下表に示す混合型直交表 L_{18} 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 直交表 L_{18}

No.\列	1	2	3	4	5	6	7	8	データ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	y_1
2	1	1	2	2	2	2	2	2	y_2
3	1	1	3	3	3	3	3	3	y_3
4	1	2	1	1	2	2	3	3	y_4
5	1	2	2	2	3	3	1	1	y_5
6	1	2	3	3	1	1	2	2	y_6
7	1	3	1	2	1	3	2	3	y_7
8	1	3	2	3	2	1	3	1	y_8
9	1	3	3	1	3	2	1	2	y_9
10	2	1	1	3	3	2	2	1	y_{10}
11	2	1	2	1	1	3	3	2	y_{11}
12	2	1	3	2	2	1	1	3	y_{12}
13	2	2	1	2	3	1	3	2	y_{13}
14	2	2	2	3	1	2	1	3	y_{14}
15	2	2	3	1	2	3	2	1	y_{15}
16	2	3	1	3	2	3	1	2	y_{16}
17	2	3	2	1	3	1	2	3	y_{17}
18	2	3	3	2	1	2	3	1	y_{18}
計									T

- 1 この直交表には、2水準の因子を1個、3水準の因子を7個まで割り付けられる。
- 2 2水準の因子1個、3水準の因子7個の全ての水準の組み合わせは4374通りとなるが、直交表 L_{18} を利用すれば、18通りの組み合わせで全ての因子の主効果を推定することができる。
- 3 3水準の列に2水準の因子を割り付けることもできる。
- 4 1列目と2列目を組み合わせることによって、6水準の因子を2個割り付けることができる。
- 5 直交表 L_{18} は、交互作用が特定の列に現れるのではなく、いくつかの列に分散して振り分けられるので、主効果の推定において、交互作用の影響は小さい。

問18 自動制御系において、フィードバック結合を表す下記のブロック線図がある。これを等価変換した後のブロック線図として正しいものを、下の中から一つ選べ。ただし、 s はラプラス変換に関わるラプラス変数を示す。

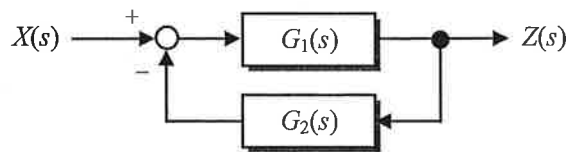


図 フィードバック結合のブロック線図

- 1 $X(s) \rightarrow \boxed{G_1(s) G_2(s)} \rightarrow Z(s)$
- 2 $X(s) \rightarrow \boxed{G_1(s) + G_2(s)} \rightarrow Z(s)$
- 3 $X(s) \rightarrow \boxed{G_1(s) - G_2(s)} \rightarrow Z(s)$
- 4 $X(s) \rightarrow \boxed{\frac{G_1(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)}} \rightarrow Z(s)$
- 5 $X(s) \rightarrow \boxed{\frac{G_1(s)}{1 - G_1(s)G_2(s)}} \rightarrow Z(s)$

問19 2台のコンピュータをシリアル通信のRS-232 C準拠のケーブルで接続して、1台から他方へ数字の「5」を連続転送した。オシロスコープで確認したところ、下図のような波形を得た。数字の「5」の箇所は下図の左側の1キャラクタで、「CR：キャリッジリターン」と「LF：ラインフィード」が自動的にその後ろに付いて送信されている。この数字の「5」を8ビット文字コードで表したとき、正しいものを下の中から一つ選べ。

ただし、RS-232 Cのデータ信号は負論理で、 $-3V$ 以下のときに論理“1”（マーク状態）、 $+3V$ 以上のときに論理“0”（スペース状態）となる。データは最下位ビット（LSB）から順に送られている。また、データ長は8ビットで、スタートビット、ストップビットはそれぞれ1ビット、パリティチェックは無しとする。

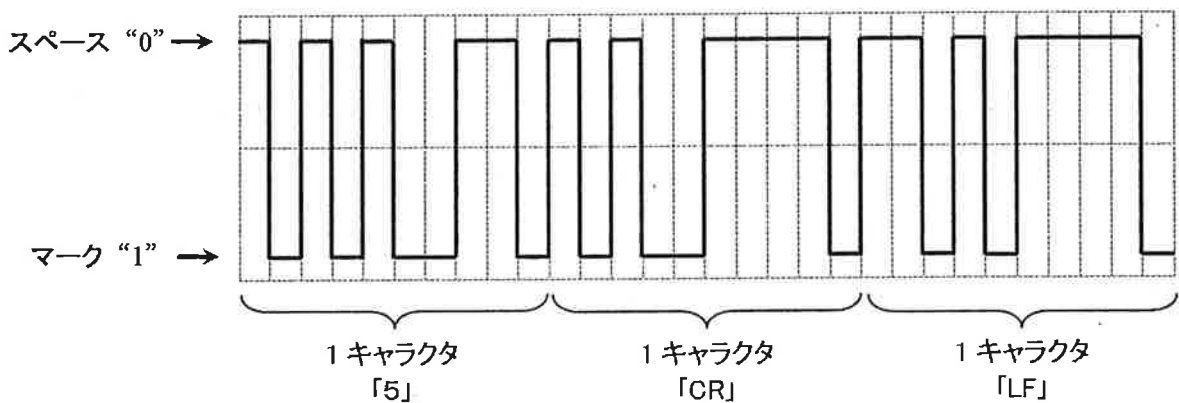


図 オシロスコープ波形

- 1 10100011
- 2 00110101
- 3 11001010
- 4 01010110
- 5 00000111

問20 プラント設備の保全・保守点検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 抜けや漏れの無い保守点検を実施するために、事前に適正な保守点検項目を整理しておくことが有効である。
- 2 安全性を確保するために、適正な期間での定期点検が有効である。
- 3 自然災害の発生など緊急事態に備えて、災害対応のシミュレーションをすることが有効である。
- 4 故障の発生や影響を低減するために、故障の発生し易い個所の分析を行い、重点点検個所を設けることが有効である。
- 5 点検ガイドラインが用意されていれば、点検要員の訓練は必要でない。

問21 製品の品質管理の考え方と取り組み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 品質管理は、製品の品質要求事項を満たすことに焦点を合わせた、品質マネジメントの一部として行われる活動である。
- 2 品質管理においては、長さ、電圧など連続量の計量値で管理するよりも、キズの数などの計数値で管理することが望ましい。
- 3 QC七つ道具には、パレート図、チェックシート、ヒストグラム、散布図、管理図が含まれる。
- 4 問題点の改善や解決において、特性要因図を作成することは、従来注目していなかった要因の掘り起こしや改善方法の立案を容易にする。
- 5 製造・検査に関わる品質管理の活動の中では、測定条件の指定などの測定方法の管理や、日常校正などの測定器の管理が重要である。

問22 5本のラインで生産している製品の特性について調べたい。5本の各ラインから、ランダムに製品を4個ずつサンプリングし、合計20個のサンプルを採取した。このようなサンプリング方法は、次のどれに該当するか。正しいものを一つ選べ。

- 1 二段サンプリング
- 2 集落サンプリング
- 3 層別サンプリング
- 4 系統サンプリング
- 5 復元サンプリング

問23 ある生産工程で次のような工程の管理を行っている。生産された製品 n 個毎に製品1個を取り出し、その特性を測定する。この場合、時間を製品の生産個数で表し、測定周期が n (個)であるという。特性の値の目標値からの差の絶対値 Δ が調整限界 D を超えない場合には、そのまま生産を続ける。 Δ が D を超えた場合には、その後生産される製品の特性の値が目標値になるように工程の調整を行う。

この工程で、次のような損失の考え方に基づいた工程の管理方式の最適化を行うことができる。製品1個当たりの損失 L には、測定及び調整のコストによる製品1個当たりの損失 L_1 、生産された製品の特性の値が目標値からずれていることによる、製品の良し悪しを表す損失 L_2 が含まれる。 L_2 は、その工程における Δ^2 の平均に比例する関数で表される。このとき、製品1個当たりの損失 $L = L_1 + L_2$ が小さくなるように、管理方式を最適化する。

このような考え方に基づいた工程の管理方式とそ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 測定コストが小さい測定方法を選択すると、製品1個当たりの測定コストが小さくなり、 L_1 は小さくなる。
- 2 測定周期 n が小さくなると、測定の回数が増え、 L_1 は大きくなるが、 Δ が D を超えたことを早く知ることができ、 L_2 は小さくなる可能性がある。
- 3 調整限界 D が小さくなると、工程の調整の回数が増え、 L_1 は大きくなるが、製品の特性の値の目標値からのずれやばらつきは小さくなり、 L_2 は小さくなる可能性がある。
- 4 測定に誤差があると、工程の調整にずれやばらつきが生じて、 Δ^2 の平均は大きくなり、 L_2 は大きくなる。
- 5 測定周期 n は、工程の変動から一義的に決まってしまうため、製品1個当たりの損失 L によって管理方式を最適化するときの変数とはならない。

問24 工程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 外部から購入した材料など自工程以外の項目も品質に影響するので、製造条件だけではなく、製品の品質特性も管理対象とする。
- 2 全ての品質特性を管理せずに、重要な品質特性を検討して選択し、重点的に管理する。
- 3 品質特性の平均とばらつきを同時に管理するために、 $\bar{X}-R$ 管理図を用いる。
- 4 $\bar{X}-R$ 管理図における管理限界は、 \bar{X} の平均と R の平均から計算できる。ここで、 \bar{X} は同時にサンプリングした n 個のサンプルの測定値の平均であり、 R は n 個のサンプルの測定値の、最大値と最小値との差である。
- 5 $\bar{X}-R$ 管理図の打点が管理限界を外れた場合には、不適合品が製造されたと判断し、工程に対策を採るのではなく、その打点の計算に用いた製品の手直しを行う。

問25 社内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 現在の問題や将来起こりえる問題に関して、与えられた状況において最適な秩序を得るために標準を設定し、これを活用する組織的行為のことを標準化という。
- 2 個々の会社内で、会社の運営、成果物などに関して定めた標準を社内標準という。
- 3 標準化を進めることによって、個人に蓄積された経験や技術を社内全体の財産として共有することができる。
- 4 製造における工程管理指示書や製品検査の全ての規格は、JISや国際規格など社外の上位規格に従っていることが必要である。
- 5 製品の検査手順の文書を作成するときには、検査の範囲や従来不明確であった手順を明確に記述することが望ましい。