

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 計量士が携わる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。

計量士が携わる計測管理は計量法の第1条の目的を実現するための活動である。計測管理では、（ア）が決まったとき、それに合わせて測定すべき対象と特性を適切に選択することが重要である。次に、適正な計測を実施するためには、測定器の日常的な管理のほか、測定方法、測定条件及び測定標準の選定などを適切に行うことが必要である。（イ）測定標準を使用することにより測定結果の普遍性が確保され、（ウ）を評価することにより測定結果の信頼性が定量的に表現できる。さらに、測定の後、関連する部署と共に、対策を決め、それを実施することにより、（ア）が達成され、計量法第1条の目的である経済の発展と文化の向上に寄与することができる。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	測定の目的	トレーサビリティのとれた	測定の不確かさ
2	測定の原理	トレーサビリティのとれた	感度係数
3	測定の目的	継続的に利用してきた	感度係数
4	測定の原理	トレーサビリティのとれた	測定の不確かさ
5	測定の原理	継続的に利用してきた	測定の不確かさ

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 製造工程の制御のために行われる測定のはらつきは、その工程で製造される製品のはらつきに影響を与える。
- 2 製造工程の中で使用する測定器の最適な校正周期は、工程のはらつきの大きさのみで決めることができる。
- 3 製造の後で行う検査では、検査前の製品のはらつきは小さくならない。
- 4 製造工程の中で使用する測定器を選択する場合、製造する製品に要求される許容差を考慮する必要がある。
- 5 製造工程の中での計測管理では、製品の仕様で定められた全ての特性を全ての製品について測ることは必ずしも必要ではない。

問3 固有の名称を持つSI組立単位と、そのSI基本単位による表現の組合せとして、誤っているものを次の中から一つ選べ。

[SI組立単位]	[SI基本単位による表現]
1 周波数 Hz (ヘルツ)	s^{-1}
2 力 N (ニュートン)	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
3 圧力 Pa (パスカル)	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
4 電気量 C (クーロン)	$s \cdot A$
5 電圧 V (ボルト)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$

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 相対誤差は系統誤差と偶然誤差の絶対値の和で表される。
- 2 正のかたよりのある測定器による測定値は、真の値よりも大きな値になるとは限らない。
- 3 測定におけるまちがいは、測定者が気付かずにおかした誤り、またはその結果求められた測定値のことであり、熟練測定者にはまちがいは発生しない。
- 4 測定器を校正し、調整しても、それを行わない場合と比べて誤差の大きさは小さくできない。
- 5 精密測定室で誤差の大きさを評価した測定器を、環境条件が大きく変動している工程で使用する場合、その誤差の大きさは精密測定室で評価した結果と常に同程度のものとなる。

問5 測定の不確かさの評価に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 質量測定における浮力補正のように、既知の系統的効果（かたより）の補正を行えば厳密に正しい測定結果が得られるため、測定の不確かさをゼロとすることができる。
- 2 測定結果を求める際に使用する物理定数の値など、測定作業中に変化しない要因は、測定データのばらつきを引き起こさないため、不確かさ要因として考慮する必要はない。
- 3 不確かさの評価は、自ら取得した測定データのみに基づいて行うことが原則であり、校正証明書や測定器の仕様書などの外部情報は利用すべきではない。
- 4 測定器の校正に用いる測定標準の値の正確さは、測定結果の正確さに影響するため、測定結果の不確かさ要因として考慮すべきである。
- 5 長さ測定において対象物の温度を規定しない場合のように、測定対象量の定義に曖昧さが含まれる場合があるが、測定対象量の定義の曖昧さは測定器の性能とは関係がないため、不確かさ要因として考慮する必要はない。

問6 ある測定試料を繰り返し測定して得られたデータの統計処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 データの合計をデータ数で割った値を平均という。
- 2 個々のデータとそれらの平均との差の2乗和を平方和という。
- 3 個々のデータとそれらの平均との差の2乗和を自由度で割った値を分散という。
- 4 個々のデータとそれらの平均との差の2乗和の正の平方根を標準偏差という。
- 5 標準偏差を平均で割った値を変動係数という。

問7 統計の基礎に関する次の説明の中の空欄（ア）～（エ）に入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。

- ・同一条件の下で測定したときに得られる可能性のある全ての値の集まりを測定値の（ア）という。
- ・測定データを表す確率変数には連続型と離散型があり、連続型確率変数の分布の中で、（イ）は代表的な分布である。
- ・母平均は母集団の中心位置を特徴づける量であり、母分散や（ウ）は中心からの広がり具合を特徴づける量である。
- ・正規分布に従うと考えられる二つの分布の分散が同じであるかどうかの検定には（エ）を使う。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
1	母集団	ポアソン分布	母標準偏差	t 分布
2	試料集団	二項分布	試料標準偏差	F 分布
3	母集団	正規分布	母標準偏差	F 分布
4	試料集団	二項分布	試料標準偏差	χ^2 分布
5	母集団	正規分布	母標準偏差	t 分布

問8 ある測定器について、値が異なる五つの標準 $x_i (i=1\sim 5)$ を準備し、それぞれの標準に対して測定器の読み $y_i (i=1\sim 5)$ を求めた。データ (x_i, y_i) を回帰分析することにより、測定器の読み y を標準の値 x の一次式として表した回帰式 $y=a+bx$ を求めることとした。この回帰式中の回帰係数 b (傾き)の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}, \bar{y} はそれぞれ x_i, y_i の平均 $\left[\bar{x} = \sum_{i=1}^5 x_i / 5, \bar{y} = \sum_{i=1}^5 y_i / 5\right]$ であり、 x_i には誤差は含まれないものとする。

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

2 $\frac{\sum_{i=1}^5 x_i y_i}{\bar{x}}$

3 $\sum_{i=1}^5 (y_i - \bar{y})^2$

4 $\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$

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

問9 ある測定器の測定条件について、いくつかの因子を取り上げて測定誤差を評価する実験を行う。因子はA～Dの4つで、それぞれの因子が3水準であるとき、多元配置で実験すると膨大な実験が必要になるため、次のような L_9 直交表（ L_9 直交配列表）を利用することにした。この実験計画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 L_9 直交表への因子の割り付け

実験No. \ 因子	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

- 1 A～Dの4つの因子を取り上げて4元配置で実験すると、全ての因子の水準の組合せは54通りとなる。
- 2 L_9 直交表の因子列には、各因子の水準が実験No.の行に記されており、例えば、実験No.1の行は、因子A～Dについて全て第1水準を選択することを示している。
- 3 L_9 直交表を用いた実験では、各行で指定された因子の水準の組合せに対応する合計9通りの実験を行う。
- 4 L_9 直交表を用いた実験では、各因子の3つの水準はいずれも3回ずつ現れる。
- 5 L_9 直交表を用いた実験では、因子Aと因子Bの各水準の組合せは9通りあり、いずれも1回ずつ現れる。一般に、任意の2つの因子についても同様に、各水準の組合せがいずれも1回ずつ現れる。

問10 ある長さの測定について、測定者による違いを調べるため、一元配置の実験計画によって、3人の測定者がそれぞれ3回の繰り返し測定を実施した。得られた測定データを分散分析した結果を次の表に示した。表の(A)～(C)には数値が入る。(C)に入る数値として適切なものを、下の中から一つ選べ。

表 分散分析表 (単位: m²)

因子	平方和	自由度	平均平方 (分散)	分散比 (F値)
測定者	6.18	2	3.09	(C)
繰り返し	0.24	(A)	(B)	
合計	6.42	8		

- 1 12.875
- 2 25.75
- 3 38.625
- 4 77.25
- 5 154.5

問11 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 一次標準とは、最高の特性を持ち、同一の量の他の標準への参照なしにその値が認められた標準をいう。
- 2 トレーサビリティの確保は、標準器又は測定器が、上位の標準によって次々と校正され、さかのぼって最終的に国家標準又は国際標準などにつなげることで、測定結果の普遍性を得るためのものである。
- 3 特定の事業所内での比較のための測定など、限られた範囲の整合性のみが要求される場合には、トレーサビリティの確保を必要としないことがある。
- 4 トレーサビリティを確保するためには、校正に用いる標準の不確かさに比べて、校正対象の測定器による測定の繰り返しのばらつきが十分に小さくなる必要がある。
- 5 トレーサビリティが確保されていても、測定器の誤差の中には、校正に基づく調整によっては取り除けない誤差成分がある。

問12 「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 「国際標準」の例として、国際キログラム原器がある。
- 2 「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。
- 3 「決められた基準」(トレーサビリティ・ソースともいう) が同じであれば、異なる試験所で、同じものを測定した測定結果は、不確かさの範囲で一致することが期待される。
- 4 トレーサビリティを確保するための制度として、計量法に基づく計量器等の校正制度 (JCSS) があり、JCSS で供給されていない量についてはトレーサビリティを確保することはできない。
- 5 一般に、「トレーサビリティのとれた測定器」と表現されることがあるが、上の定義と照らし合わせて考えると、「トレーサビリティが確保された測定結果を与える測定器」という意味になる。

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 校正に用いられる標準がより上位の標準を用いて校正されるという校正の連鎖によって、測定トレーサビリティが実現される。
- 2 校正の作業には、校正式の点検と修正があり、測定器の校正方式によっては点検あるいは修正の一方のみを行う場合がある。
- 3 校正とは、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間の関係を確定する一連の作業である。
- 4 測定器に対する測定環境の影響や経時的変化によって生じた系統的誤差は、測定器の校正を通じて小さくすることはできない。
- 5 計器又は実量器の日常的な校正や検査に用いられる測定標準を実用標準という。

問14 「JIS Z 9090 測定－校正方式通則」に基づく測定器の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 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られるものである。
- 2 経時変化に起因する標準の値の変化は、標準の誤差に含まれる。
- 3 製品などの実物は、標準として用いることはできない。
- 4 製造現場の校正において、標準の水準を3水準以上に設定する場合、それらの水準は実際の測定範囲の上限及び下限に近い値とその間の値に設定するのがよい。
- 5 定点の校正を行う場合は標準を1個以上、傾斜の校正を行う場合は標準を2個以上必要とする。

問15 測定器の評価に用いることができる測定のSN比は、ある測定器について、値の異なる複数の信号 M_i を測定したとき、その読み y_i が忠実に応答しているかどうかを表している。測定のSN比に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 測定のSN比を求めるには、複数の信号 M_i とそれに対応する読み y_i のデータを取るとともに、誤差因子として環境条件を取り上げる。
- 2 2台の測定器の比較において、測定のSN比の大きい測定器の方が校正後の測定誤差の大きさが小さい。
- 3 測定対象量は同じであるが測定原理が異なっている2台の測定器の良否は、測定のSN比によって比較することができる。
- 4 測定のSN比を求めることで、測定器の校正後の測定誤差の大きさを推定することができる。
- 5 同一の測定器について、異なる誤差因子を取り上げた2つの実験でそれぞれ求めた測定のSN比は同じ値になる。

問16 測定システムの最適化を目的とするパラメータ設計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 信号因子として、測定対象量と同様の成分・材質・形態を持つ、値が分かっていたものを用いることができる。
- 2 環境条件の変化など、測定値をばらつかせる原因がどう影響するかを調べるために、誤差因子を設定する。
- 3 L_{18} 直交表の1列に誤差因子、2列に信号因子、3～8列に制御因子をわりつける。
- 4 実験の結果、制御因子Aの各水準におけるSN比の平均として、 $\eta(A_1)=5.1$ db、 $\eta(A_2)=7.8$ db、 $\eta(A_3)=9.5$ dbの値を得たとき、設定した因子Aの水準の中では A_3 を選択すると良い。
- 5 最適条件でのSN比の推定値と現行条件でのSN比の推定値との差（利得）は、予想される改善効果を表している。

問17 下図に示すような自動制御系に関するブロック線図がある。このブロック線図から導かれる下の関係式の中から、誤っているものを一つ選べ。

ただし、図中、 $E(S)$, $W(S)$, $X(S)$, $Y(S)$, $Z(S)$ は信号を表し、 $G(S)$, $H(S)$, $I(S)$ は制御要素についての伝達関数を示している。また、 S はラプラス変数である。

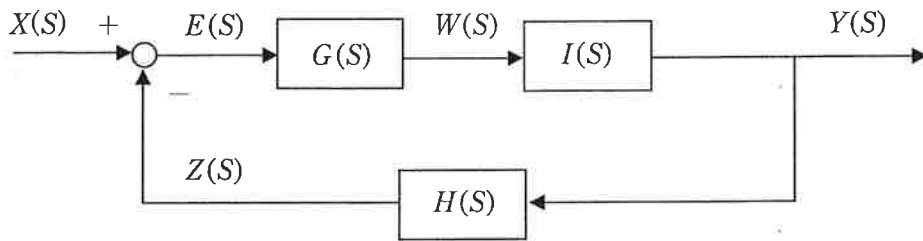


図 ブロック線図

- 1 $E(S) = X(S) - Z(S)$
- 2 $Y(S) = I(S) \cdot W(S)$
- 3 $W(S) = G(S) \cdot E(S)$
- 4 $Z(S) = H(S) \cdot Y(S)$
- 5 $Y(S) = \frac{G(S) \cdot I(S) \cdot H(S)}{1 + G(S) \cdot I(S) \cdot H(S)} \cdot X(S)$

問18 ある質量計は、検出された信号をAD変換器を用いてデジタル表示している。
次に示す仕様の中から、10ビットのAD変換器では実現できないものを一つ選べ。

- 1 測定範囲が0～10 gで最小表示が10 mg
- 2 測定範囲が0～100 mgで最小表示が100 μg
- 3 測定範囲が0～10 gで最小表示が5 mg
- 4 測定範囲が0～5 gで最小表示が10 mg
- 5 測定範囲が0～1 gで最小表示が1 mg

問19 近年では分析・測定において、コンピュータを用いることが多くなってきている。コンピュータ・ソフトウェアを使用する際の注意として誤っているものを、次の中から一つ選べ。

- 1 測定データの処理や保管において、使用者が開発したソフトウェアを用いる場合、ソフトウェアの妥当性を確保する目的で、そのソフトウェアをフローチャートなどによって文書化して固定化することは望ましくない。
- 2 市販のソフトウェアをデータの処理に用いる場合でも、測定機関において独自にそのソフトウェアを修正する際には、修正の度に適切に妥当性確認が行われていることが望ましい。
- 3 コンピュータをデータの入力や伝達に用いるとき、それらの各段階において、入力ミスや転記ミス、保管に伴うデータの消失などを防ぎ、正しいデータが保持されるための手順を確立することが望ましい。
- 4 測定機器の校正などの結果を受けて補正值を変更する場合など、ソフトウェアへの入力値を変更するときには、正しく更新することを確実にする手順を持つことが望ましい。
- 5 コンピュータ・ソフトウェアは、不適切な測定結果を与えるような変更が不意に行われることのないよう、十分な防護がなされることが望ましい。

問20 「JIS Z 8115 デイペンダビリティ（信頼性）用語」に記載されている「保全、保守」には、保全の管理上の分類について、次の図のように示されている。図中の（ア）、（イ）に入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。

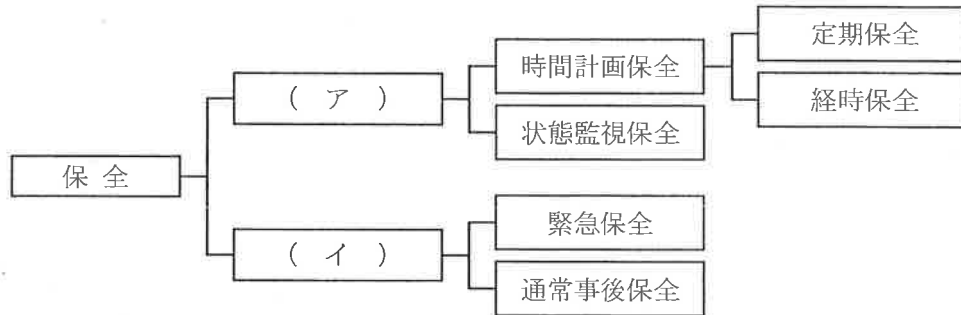


図 保全の管理上の分類

- | (ア) | (イ) |
|---------|-------|
| 1 自動保全 | 遠隔保全 |
| 2 現地保全 | 現地外保全 |
| 3 繰延べ保全 | 非計画保全 |
| 4 予防保全 | 事後保全 |
| 5 完全保全 | 部分保全 |

問21 工程の改善に関して述べた次の文章の（ア）、（イ）に入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。

生産ラインの工程の改善を試みた。まず、工程で発生している問題の中で、どの項目から手をつけるかを検討するために、（ア）を用いた分析を行った。（ア）の中では、重要度を評価しやすいように、問題によって発生する損失金額を縦軸に取り、その損失金額の大きい順に項目を並べた棒グラフを用いた。次に、（ア）を用いて選択した問題項目に関して、その問題を引き起こしている要因を広い視野で抜け漏れなく抽出するために、（イ）を作成した。（イ）の要因を抽出する際は、複数人が参加し、参加者がアイデアを出しやすいように、人の要因、機械の要因など中分類を作ってから検討を行った。

- | | （ア） | （イ） |
|---|--------|-------|
| 1 | 管理図 | 要因効果図 |
| 2 | 管理図 | 特性要因図 |
| 3 | ヒストグラム | 要因効果図 |
| 4 | パレート図 | 要因効果図 |
| 5 | パレート図 | 特性要因図 |

問22 以下の文章は、サンプリング方法について説明したものである。(ア)～(ウ)の空欄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。

系統サンプリング：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、(ア)間隔でサンプリング単位を取るサンプリング。

集落サンプリング：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リング単位(イ)取るサンプリング。

層別サンプリング：母集団を層別し、(ウ)から一つ以上のサンプリング単位をランダムに取るサンプリング。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	一定の	を全て	各層
2	ランダムな	の幾つかをランダムに	ランダムに選択した幾つかの層
3	一定の	の一部を	ランダムに選択した幾つかの層
4	一つおきの	を全て	中間の層
5	ランダムな	の幾つかをランダムに	各層

問23 ある製品の製造工程では、一定間隔でサンプリングした製品の特性を測定して、その工程がどのような状態にあるかをチェックしている。その測定値 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 D を超えたときには、ずれをゼロに近づけるよう工程を調整し、超えていなければそのまま工程を動かす。この場合、総損失 L は、チェックと調整に必要な管理コストを L_1 、製品特性の目標値からのずれに付随する損失を L_2 として、 $L=L_1+L_2$ で表すことができる。この考え方のもとで、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。

ただし、チェック間隔を n 個（製品が n 個生産されるごとに測定を1回行う）とし、 L_1 と 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、調整限界 D とチェック間隔 n がある。
- 2 調整限界 D を小さくすると、調整の頻度が増えるため、 L_1 は大きくなる。
- 3 調整限界 D を大きくすると、 δ が大きくてもそのまま生産が継続されるため、 L_2 は大きくなる。
- 4 チェック間隔 n を大きくすれば、 L_1 と L_2 は共に小さくなる。
- 5 調整限界 D とチェック間隔 n を変えると L が変化するので、 D と n の組合せを最適化することで製造工程の管理の改善ができる。

問24 管理図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 管理図は、工程が統計的管理状態にあるかどうかを判断するために利用される。
- 2 工程が統計的管理状態にある場合、シューハート管理図の 3σ 管理限界の限界内には、近似的に99.7%の打点が含まれる。
- 3 np 管理図は計数値を用いる管理図であり、管理する特性は不適合品の数である。
- 4 \bar{X} 管理図は計量値を用いる管理図であり、管理する特性は品質特性の平均とばらつきである。
- 5 $\bar{X}-R$ 管理図には、中心線と管理限界線が記入される。

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 標準化活動には、標準化する項目を確定し規格を作成する段階と、その標準化された項目を実施する段階とがある。
- 2 標準化の目標の一つとして、互換性、すなわち「ある一つの製品、プロセス又はサービスを別のものに置き換えて用いても、同じ要求事項を満たすことができる能力」を確保することがある。
- 3 測定に関する標準化の例として、同一の測定対象を同じ原理で測定する際、測定環境や手順の違いによって測定結果に違いが出ることを防ぐために、測定手順の詳細について手順書を作成することがある。
- 4 測定に関する標準化では、測定の技術的な手順のみが対象であり、測定記録の作成・管理・保管の方法などは標準化の対象ではない。
- 5 標準化された規格には、社内規格だけでなく、国家的な標準化・規格化の組織で定められる国家規格などもあり、日本の工業標準化法に基づく日本工業規格（JIS）は国家規格の一つである。