

平成26年度

計量計測の普及及びグローバル化対応  
(ISO/JIS Q 10012) 調査研究報告書

平成27年3月

一般社団法人 日本計量振興協会



## まえがき

昨年 12 月に発売を開始した燃料電池自動車（FCV）が話題になっている。走行時に水しか出さない「究極のエコカー」と言われていたが、コストが高いなどの課題が多く、市販までにはまだ相当な時間が必要と思われていた。しかし、短期間で画期的なコストダウンを図るなど、課題を克服し、市販にこぎ着けたのはすばらしいと思う。改めて日本の技術力・モノづくりのレベルの高さを再認識した。燃料電池自動車に限らず、企業が新商品を生み出す過程では、様々な技術開発や技術革新が行われている。そして忘れてならないのは、技術開発や技術革新は計量計測データの基づいて行われているということである。まさに計量計測はモノづくりの基盤そのものである。

さて、計測管理の国際規格である ISO 10012 が JIS 化（JIS Q 10012）され 3 年が過ぎた。日本品質保証機構（JQA）殿の多大なご協力をいただき適合認証体制の構築もほぼ完了した。一日も早く本規格の認証を希望する企業が現れるよう、これからも普及活動を続けていく。

私が所属している企業では、現在、本規格にある「測定プロセス設計」と「計量確認」の考え方を設備計画の業務フローへ織り込む活動を行っている。考え方は、従来からやっていることと大きな違いはないため、メンバーからの抵抗はない。ただ、計測要件をよりエンジニアリング的に織り込むようとしていることへの抵抗は、エビデンスが増えるなどの理由でかなり大きい。極力エビデンスを増やさないような改善が必要である。計測機器の管理を機器導入後、確実にやっていたため、関連規定・規格等の制定や改訂についても「測定プロセス設計」と「計量確認」の段階で完結するよう業務フローに織り込んでいく。これからも、本規格の良いところは積極的に自社の業務フローに織り込んでいくと共に、他社にも展開していきたい。

当委員会が、同規格の調査・研究を始めて 8 年が過ぎようとしている。その間、各地区計量協会計量管理部会や企業の計量担当部署への説明会やヒヤリングを実施し、その結果を年度毎に委員会報告書にまとめ紹介してきた。

今年度も、同規格の更なる普及・活用に向け、規格のより分かりやすい説明書、導入書を作成し講習会でそれらの内容を説明するとともに、適合認証体制の構築に関する調査研究を行ってきた。また委員会活動を加速させるべく、名古屋地区の委員を中心に WG を発足し活動してきた。活動内容と成果物については、報告書に記載したので、ご一読いただきたい。

本年度も委員会活動を報告書にまとめさせていただいた。

本書を各企業の計量計測管理の骨子の強化及び品質問題の未然防止や製品品質の画期的向上の一助として活用することを関係各位にお願い申し上げます。

最後に、この調査に委員各位、関係企業及び計量関係諸団体に多大なご協力ご尽力をいただいた。心より厚くお礼申し上げます。

なお、本調査は公益財団法人 JKA の補助金を受けて実施した。ここに記して感謝申し上げます。

平成 27 年 3 月

一般社団法人 日本計量振興協会  
計量計測の普及及びグローバル化対応  
(ISO/JIS Q 10012) 調査研究委員会  
委員長 大竹英世



平成26年度 計量計測の普及及びグローバル化対応  
(ISO/JIS Q 10012) 調査研究報告書

目 次

まえがき

<b>第1章 ISO/JIS Q 10012 計測管理規格の概要と動向</b> .....	1
1. 1 ISO/JIS Q 10012 計測管理規格とは (目的及び意義) .....	1
1. 2 他の ISO 関連規格との比較.....	3
1. 3 ISO/JIS Q 10012 規格要求事項と適正計量管理事業所制度との比較 .....	5
1. 4 規格の導入により期待される効果と計測管理のあるべき姿 その(1)～(3) 11	
1. 5 ISO/JIS Q 10012 規格のキャッチフレーズ .....	20
1. 6 ISO 9001 と ISO 10012 との併用のメリットについて その(1)～(4) ...	22
1. 7 ISO 10012 の JIS 制定経緯と制定後の展望 .....	34
1. 8 中国における ISO 10012 の認証取り組み状況.....	42
1. 9 国内外における ISO 10012 関連情報、動向.....	45
<b>第2章 ISO/JIS Q 10012 規格の要求事項と要点解説</b> .....	51
2. 1 ISO/JIS Q 10012 規格の構成、マネジメントシステムのモデル .....	51
2. 2 第1節～第4節 一般要求事項.....	51
2. 3 第5節～第6節 経営者の責任、資源管理.....	52
2. 4 第7節 計量確認と測定プロセスの実現.....	57
2. 5 第8節 計測マネジメントシステムの分析及び改善.....	62
2. 6 附属書 A 計量確認プロセスの概要-プロセス反応器用圧力機器の計量確認の例 ..	66
<b>第3章 ISO/JIS Q 10012 の企業内普及活用事例</b> .....	71
3. 1 名古屋 ISO 10012 WG の活動状況報告 .....	71
3. 2 ISO 10012 普及導入パンフレット .....	75
3. 3 60分で ISO 10012 を理解しましょう.....	76
3. 4 5Sゲームで ISO 9001 を強化する ISO 10012 の体験.....	82
3. 5 流通業界への ISO 10012 の適用について.....	88
3. 6 海外からの ISO/JIS Q 10012 要求の広がり と「適合性の表明」 .....	98
3. 7 計測システム評価用チェックシート.....	102
3. 8 航空・宇宙機器製造業 (以下業界と略す) における計測管理実施事例.....	104

<b>第4章</b>	<b>製造業における「計量確認」と「測定プロセスの実現」</b>	<b>110</b>
4.1	計量確認と測定プロセスの実現の事例	110
4.2	測定プロセスの設計マニュアル解説	120
4.3	測定プロセス設計のフロー	139
4.4	測定プロセスの設計ゲームの準備状況	140
<b>第5章</b>	<b>製造業における測定の不確かさの活用事例</b>	<b>149</b>
5.1	製品評価の工程品質活動<正しい製品評価に向けて>	149
5.2	測定の不確かさ簡易推定方法を用いたゲージ校正方法の改善	153
5.3	測定の不確かさ簡易推定マニュアル解説	164
5.4	不確かさと精度に関する考察	200
5.5	製品の合否判定基準を決定する方法	202
<b>第6章</b>	<b>ISO 10012の認証審査体制</b>	<b>208</b>
6.1	ISO 10012 関連サービスについて	208
6.2	登録審査の主な内容	211
6.3	ISO 10012 技術審査員養成プログラム	214
6.4	規格用語の解釈について	220
付表1	適正計量管理事業所制度とISO/JIS Q 10012規格との条文別比較	223
付表2	ISO 10012:2003 計測マネジメントシステムの評価用チェックシート事例	234

# 第1章 ISO/JIS Q 10012 計測管理規格の概要と動向

## 1.1 ISO/JIS Q 10012 計測管理規格とは（目的及び意義）

### 1.1.1 ISO/JIS Q 10012とは

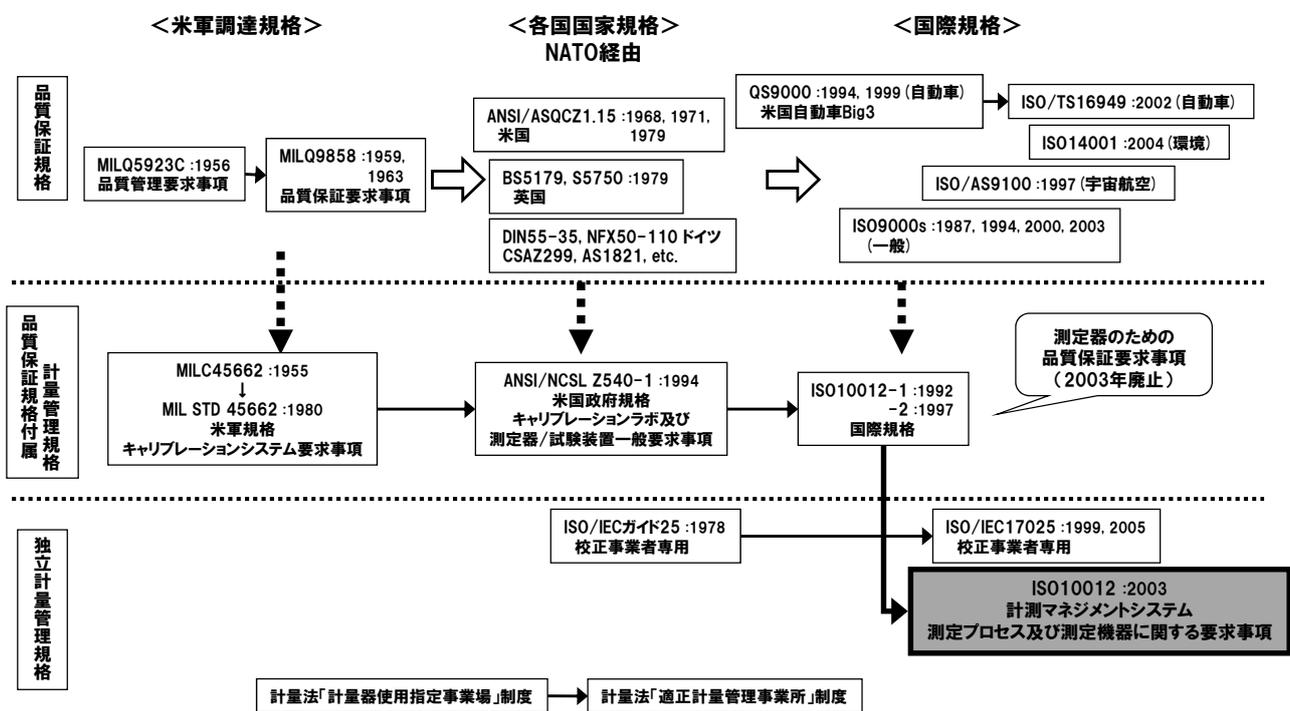
狙い通りの製品品質を実現するためには正しい計量計測が重要であり、意図した用途に合うことが確認された測定機器と適切な測定プロセスとを組み合わせることが必要である。

この規格の目的は、測定機器及び測定プロセスが、組織の製品の品質に影響を与えるような不正確な結果を出すリスクを管理し、運用の効果として品質及び生産性の向上、並びに安全安心を確保することである。ISO/JIS Q 10012は、ISO 9001と同様に、マネジメントシステム規格として、プロセスの継続的改善を指向しており、ものづくりの基盤である計量計測を有効にマネジメントし、適切な測定を通して製品品質を改善して、顧客満足を実現することを目的としている。

### 1.1.2 ISO10012誕生までの推移

1950年代から、米軍調達物資の品質問題の解決法として品質規格の制定が望まれていた。そこで米軍規格MIL-Q-5923：1959「品質管理要求事項」を経てMIL-Q-9858：1979「品質保証共通仕様書」の付属規格と制定されたのがMIL-C-45662「キャリブレーションシステム要求事項」である。

これは、計測トレーサビリティを重視した測定機器の管理に関する専門規格であり、この規格の有効性が認められて、産業界ではANSI/NCSL Z540-1994に発展し、「キャリブレーションラボ及び測定機器/試験装置一般要求事項」が制定された。（図1参照）



注：日本では、製造、流通業等各会社の業種、ライセンス先、顧客(防衛省、事業団、納入先等)に適合した規格を併用してきた。

図1 計測管理国際規格の推移

一方、ヨーロッパでは、NATO「北大西洋条約機構」によりMIL-Q-9858をベースに各国においてそれぞれ規格が制定された。

そのような状況の下に、ISO 10012は、計量に限定した専門規格として、ISO 10012-1 (1992)「測定器のための品質保証要求事項－第一部：測定機器の管理システム」、ISO 10012-2 (1997)「測定装置の品質保証－第二部：測定プロセスの管理の指針」が制定された。

1990年代、多国間貿易が必須のヨーロッパを中心に各国の品質保証規格を国際規格に統合する必要がある、ISO 9000シリーズが誕生し、その規格の中で「計量管理の要求事項に関するシステム」についても統一され、その中の参考規格として、ISO 10012-1及びISO 10012-2は呼び出されている。

その後、技術的な改訂版としてISO 10012-1及びISO 10012-2を統合し、2003年にISO 10012 (計測マネジメントシステム－測定プロセス及び測定機器に関する要求事項)の規格となった。

### 1.1.3 ISOからJISへ

日本では、(社)日本計量振興協会(現在は、(一社)以下、日本計量振興協会)を中心とした関係者で、ISO 10012の適用性、有効性の調査を行った。その結果、我が国における計量標準にISO 10012が有効な手法であるとして、2008年度の報告書“計量管理のグローバル化のための調査研究委員会”において、JIS化することの有用性を提唱した。この動きを受けて、日本計量振興協会を事務局とするISO 10012のJIS原案作成委員会が設置され、2011年5月20日に JIS Q 10012「計測マネジメントシステム－測定プロセス及び測定機器に関する要求事項」として制定された。

### 1.1.4 第三者認証への動き

規格の普及においては、ISO 9001やISO 14001をみても明らかなように、規格そのものの内容はもとより、第三者認証制度の有無が、大きな影響を及ぼしている。中国ではISO 10012の第三者認証制度が既に定着しており、2014年5月時点で1043社が規格への適合を認証されている。

日本においても2012年より、日本計量振興協会と認証機関の間でISO 10012の第三者認証制度化の可能性について打ち合わせを行い、ISO 10012調査研究委員会の場において論議を行った。ISO 9001とISO 10012との組合せ認証等が検討され、パイロット(試験的)認証に向けた準備が始まっている。

## 1.2 他の ISO 関連規格との比較

ISO 9001、ISO/IEC 17025、ISO 10012 の類似するマネジメントシステム規格の関係を図 1 に示す。

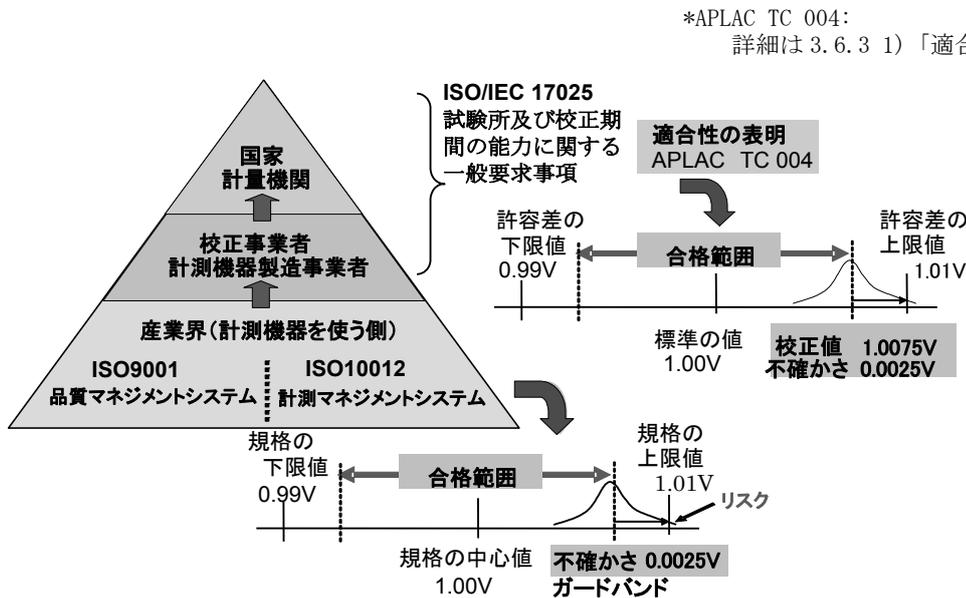


図 1 類似するマネジメントシステム規格の関係

ISO 9001（品質マネジメントシステム—要求事項）は、製品やサービスの品質保証を通じて組織の顧客や市場のニーズに応えるために活用できる品質マネジメントシステムの国際規格である。この規格は、他のマネジメントシステム規格の基礎になっており、関連するマネジメントシステム要求事項に合わせて、統合したりできるようなっている。ISO/IEC 17025、ISO 10012 に対しても共通するマネジメントシステム規格である。

ISO/IEC 17025（試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項）は、主に「マネジメントシステムに関する管理上の要求事項」と「試験所及び校正機関が請け負う試験及び校正の種類に応じた技術能力に関する技術的要求事項」の 2 つから構成されており、計測の技術に重点が置かれ、試験・校正機関向けに作られた規格である。ISO/IEC 17025 は「校正値と不確かさ」を提供する校正が主目的である。

ISO 10012（計測マネジメントシステム—測定プロセス及び測定機器の要求事項）は、ISO 9001 と同様の管理上の要求事項となっているが、計測マネジメントに特化した内容となっている。ISO 9001 の「7.6 監視機器及び測定機器の管理」の項目が ISO 10012 では「7 章 計量確認及び測定プロセスの実現」として充実・強化されており、計測の視点で ISO 9001 を補完する規格となっている。

ISO 10012 は、適切な計量確認と測定プロセスの設計に重点が置かれメーカー向けに作られた規格であるので、効果的な計測を実現して製品品質及び生産性の向上に寄与できる。ここでの重要なポイントは測定器の精度や測定にかかわる他の影響によって、製品検査時、誤って合格と判定し不合格品を出荷するリスクを考慮して許容範囲を決めることである。メーカーがお客様に対して「製品仕様への適合性を表明する」ための一つの手段として使える規格である。

ISO 10012 の適用範囲に「この国際規格は、ISO/IEC 17025 の要求事項に取って代わる物でもなければ、それを補足するように意図したものでもない」と記されている。ISO/IEC 17025 と ISO 10012 は対立する概念ではなく、それぞれ「校正・試験の品質の確保」と「製品品質の確保」を担保する産業

の発展にとって相補的な規格である。

計測管理システムの比較を以下、表1及び表2にまとめた。

表1. マネジメントシステムの比較

項目	ISO9001	ISO14001	ISO17025	適正計量管理 事業所制度	ISO10012
目的	品質管理システムの確立	環境管理システムの確立	校正能力の維持・管理	適正な計量管理の実現	計測管理システムの確立
適用範囲	全世界	全世界	全世界	日本国内	全世界
適用領域	事業所内全般	事業所内全般	校正部門	計量関係	計測関係
適用する計測器	品質に影響する計測器	環境に影響する計測器	校正に関する標準器、設備	特定計量器	生産に必要な計測器全般
管理者の指定	品質管理責任者	環境管理責任者	品質管理者及び技術管理者	計量管理主管者	計量機能管理者
人的資源	力量、教育、訓練が明確	力量、教育、訓練が明確	力量、教育、訓練が明確	計量士が計量管理実施	力量、教育、訓練が明確
計測の専門性	普通、決めたことは確実実施	普通、決めたことは確実実施	高い、実技審査あり	高い (計量士が行なう)	高い
認証・認定制度	第三者機関が認証	第三者機関が認証	第三者機関が登録・認定	経産大臣又は都道府県知事が指定	第三者機関が認証
監査(審査)	1回/年、第三者機関が実施	1回/年、第三者機関が実施	1回/2年、第三者機関が実施	1回/5年立ち入り検査	同上
顧客ニーズ	一部顧客から認証取得が取引条件	なし(法的義務付はあり)	自動車業界では必須	特定計量器以外は要求なし	航空機など一部にあり

表2. 計測に関する管理項目の比較

	項目	ISO 9001	ISO 14001	ISO 17025	適正計量管理 事業所制度	ISO 10012
1	計量組織の指定	△	△	○	○	○
2	計測器の選定	△	△	○	△	○
3	測定の不確かさ表記	×	×	○	×	○
4	測定プロセス設計・構築	×	×	×	×	○
5	技術データの有効利用	△	×	○	△	○
6	測定の正当性	○	○	○	△	○
7	測定器の取り扱い、調整	○	△	○	△	○
8	是正処置	○	○	○	△	○
9	国際化への対応	○	○	○	×	○

注) ○印：あり、△印：部分的運用で行なわれている、×印：なし

### 1.3 ISO/JIS Q 10012 規格要求事項と適正計量管理事業所制度との比較

#### はじめに

わが国の計量法の目的の一つ“適正な計量の実施を確保”で定められている「適正計量管理事業所制度」は、計量・計測の自主的必要性を問い、日本経済の高度成長の一翼を担ってきたと言っても過言ではない。しかし、適正計量管理事業所制度を含めた計量法で定められている計量制度は、グローバル化対応の遅れにより、製造業においては制度の必要性が危ぶまれている。

よって、本章では、適正計量管理事業所制度に国際規格 ISO/JIS 10012 計測マネジメントを導入する等、早急にグローバル化を図るために、問題提起するものである。

#### 1.3.1 マネジメントシステムの比較

ISO/JIS Q 10012 の規格と計量法の適正管理事業所制度について計量計測に重点を置いた角度からマネジメントシステムの比較を行った。

表 1 ISO/JIS Q 10012 規格と適正管理事業所制度の比較

項 目	ISO/JIS Q 10012 規格	適正計量管理事業所制度
目的	計測管理システムの確立	適正な計量管理の実現
適用範囲	全世界	日本国内
適用領域	製品に必要な計測全般	計量管理関係
適用する計測器	製品に必要な計測器全般	特定計量器が主であるが、使用計量器全般
計測器マネジメントレビュー	あり	あり
人的資源	力量、教育、訓練が明確	計量士が行う
認証・認定制度	第三者機関が認証	経済産業大臣又は都道府県知事が指定
トレーサビリティ	必要である	必要である
校正方法	J I S 基準	計量法の政省令・JIS
測定不確かさ表記	必要である	必要としない
計量士の活用	良い	必須
計測の専門性	高い	高い（計量士が行う）
不適合品の管理	必要である	必要である
報告義務	現状なし	1 回/年に知事（特定市町村の長を経由）に報告
監査（審査）	第三者機関が実施	1 回/5 年程度、経済産業大臣又は都道府県知事の実態調査がある
標識	現状なし	標識（下図）を掲げることが出来る  図 適正計量管理事業所の標識
顧客ニーズ	世界各国で自国規格化の動きがある	特定計量器以外は要求なし
計測プロセス設計	あり	なし

### 1.3.2 計測における管理項目の比較

ISO/JIS Q 10012 の規格と適正管理事業所制度について、計量計測の角度から管理項目の比較を行った。

表2 ISO/JIS Q 10012 の規格と適正管理事業所制度の管理項目の比較

	項 目	ISO/JIS Q 10012 の規格	適正管理事業所制度
1	計量組織機能の指定	○	○
2	管理計測器の明確化	○	○
3	管理手順の確立	○	○
4	測定の不確かさの表記	○	×
5	測定プロセス設計	○	×
6	測定の正当性	○	△
7	測定器の選定	○	△
8	国際化への対応	○	×
9	計量の専門性	○	○
10	是正処置	○	△

凡例 ○印：あり、△印：一般的運用で行われている、×印：なし

他の規格のマネジメントシステム及び管理項目の比較について考察すると以下のようになる。

#### 1) ISO/JIS Q 10012 と他の規格との関係

- ① ISO/JIS Q 10012 は、計量計測に特化した規格であり、計測プロセス設計や計量計測に関して幅広い管理項目が決められているので、計量を必要とする他の規格を利用する方には参照使用すると有効である。
- ② ISO/JIS Q 10012 は、ISO 9001 や ISO 14001 に対し、測定の不確かさ・測定プロセス設計・技術データの利用等の計測重要ポイントについて記述しており、有効活用をすれば品質向上につながるができる。
- ③ 適正計量管理事業所制度は、国内が対象であるが、世界共通規格である ISO/JIS Q 10012 規格を適用すればグローバルに通用する制度になり価値が拡大する。

#### 2) 適正計量管理事業所制度と他の規格との関係

- ① 適正計量管理事業所制度は、計量法で基本的なことが決められているだけなので管理項目が不足するが、その点は、計量の専門家の計量士が事業所に適した方法で指導することが求められている。ISO 9001 では、一般的な管理項目が決められているが、高度な品質管理のための計量計測管理の項目としては十分ではない。
- ② 校正方法、校正周期等については、ISO 9001、ISO 14001、ISO 17025、ISO/JIS Q 10012 は自社で決めることができるが、適正計量管理事業所は計量法の政省令や JIS で定められている。

※ 付表2 適正計量管理事業所制度と ISO/JIS Q 10012 規格との条文別比較を参照。

#### 3) 計測の専門性及び資格認定について

- ① ISO 9001、ISO 14001 のマネジメントシステムは、事業所全体が対象であるが、ISO 17025、適正計量管理事業所、ISO/JIS Q 10012 は計量計測部分が対象となるので計量計測の専門性については、ISO 17025、適正計量管理事業所、ISO/JIS Q 10012 は ISO 9001、ISO 14001 に比べて高い。
- ② 不確かさの表記については、ISO 17025、ISO/JIS Q 10012 は決められているが、他の規格では義務付けられていない。

③ 不確かさの表記について、ISO 17025 と ISO/JIS Q 10012 を比較すると、ISO 17025 には、計量要求と計量特性を比較するための重要特性として測定の不確かさを位置づけており、測定の不確かさを推定することを要求している。一方、ISO/JIS Q 10012 においては、「不確かさを正確に算出するものではなく、また、不確かさを推定する手順を持つことも要求していない。ある一定値以下に管理されていることが必要なのである。」すなわち「不確かさをどう活用するか」に重点をおかれている。

④ 計量計測担当者の資格認定

- ・ 適正計量管理事業所の計量管理は計量士の指導に基づいて行なう。
- ・ ISO 17025 では計量計測担当者及び校正証明書の署名者は、第三者機関の実技審査や面談があり、実技及び不確かさ表記についての知識が十分あり、適格であることが証明されなければならない。
- ・ ISO 9001、ISO 14001 では教育履歴を要求されるが、自社の資格で通用する。

⑤ 計量計測者の資格の更新

- ・ 計量士資格は1回取得すると、その後、一生有効である。
- ・ ISO 17025 は初回審査、サーベイランス、更新審査の時に計量計測担当者及び校正証明書の署名者の適格性をその都度審査される。

4) 規格の認定及び認証について

ISO 9001、ISO 14001 は認証 (certification) で、ISO 17025 は認定 (accreditation) とよばれ、明確に区別されている。ISO/JIS Q 10012 の認定又は認証については、まだ日本では制度化されていない。

しかし、日本においても2012年より、日本計量振興協会と認証機関の間でISO 10012の第三者認証制度化の可能性について打ち合わせを行い、計測管理システムの調査研究委員会の場において論議を行った。

現在、ISO 9001 と ISO 10012 との組合せ認証等が検討され、パイロット (試験的) 認証に向けた準備が始まり、そのためのセミナー (東京、名古屋、大阪、福岡) も開催され、日本品質保証機構 (JQA) による第三者認証サービスが開始される運びとなった。

しかし、ISO・JIS 10012 の認証を受ける企業が現れてこないことは、まだ本制度内容が十分に浸透していないことや理解されていないのではないかと。そこで、本制度内容の説明と認証の促進を図るために「ISO/JIS Q 10012 技術講習会」を平成27年2月27日 (金) 名古屋、平成27年3月3日 (火) 東京で開催した。

認証：製品プロセス又はサービスが要求事項を満たしていることを第三者機関が文書で保証すること。日本では、審査登録と称している。

認定：ある組織が特定の仕事をこなう能力があることを権威ある機関が公式に認める手続き。

### 1.3.3 適正計量管理事業所への ISO/JIS Q 10012 規格適用の提案

#### 1) ISO/JIS Q 10012 規格導入の提案

この章では、日本の産業及び経済の発展及び社会生活の向上に寄与することを目的に、日本の計量法で定められている適正計量管理事業所制度に対し、国際規格である ISO/JIS Q 10012 計測マネジメントシステムを導入すること提案する。

#### 2) 適正計量管理事業所制度とは

顧客満足の計測管理

計量法

計量法 第10条  
物象の状態の量について、法定計量単位により取引又は証明における計量をする者は、正確にその物象の状態の量の計量をするように努めなければならない。

計量法 第127条  
経済産業大臣は、特定計量器を使用する事業所であつて、適正な計量管理を行うものについて、適正計量管理事業所の指定を行う。

ISO10012: Integrity of your data

まず現行の制度である適正計量管理事業所制度について説明する。適正計量管理事業所制度とは、日本における計量制度の中で、自主的、かつ適正に計量管理を行うことができる事業所を都道府県知事が認定し、指定する制度である。

「自主的、かつ適正に計量管理を行うことができる事業所」とは、計量法第 127 条に定められているとおり、1) 特定計量器を使用

する、2) 適正な計量管理を行う事業所である。ここに言う適正な計量管理とは計量法第 10 条で定められたとおり『正確にその物象の状態の量を計量する』ことができる体制があるということである。

適正計量管理事業所の条件

1. 特定計量器の検査が定期的に行われている事
2. 計量管理の方法が確立されていること
  - 適正計量管理主任者が必要数いること
  - 計量器が定期的に検査されていること
  - 計量器の管理規程がある
  - 正しい計測計量がされている

ISO10012: Integrity of your data

また、具体的な適正な計量管理の方法は、①適正計量管理主任者が必要数いること、②特定計量器を始め、その他計量器が定期的に検査されていること、③計量器の管理規程があること、それに基づいて④正しい計測計量が自主的にされていることである。

**計量法施行規則第75条第3項**

1 当該事業所にその従業員であって適正な計量管理を行うために必要な業務を遂行する者(以下適正計量管理主任者という。)が必要な数だけ置かれ、必要な数の計量士の指導の下に適正な計量管理が行われていること又は当該事業所に専ら計量管理を職務とする従業員であって計量士の資格を有する者が必要な数だけ置かれ、適正な計量管理が行われていること。

2 当該事業所における適正計量管理主任者及び従業員が、当該事業所の計量管理を行う計量士により計量的に量目の検査その他の計量管理に関する指導を受け、それに基づき量目の検査及び特定計量器の検査を定期的に行っていること。

3 当該事業所の計量管理を行う計量士の指導の下に当該事業所における計量管理の内容及び方法を記載した計量管理規程を定め、これを遵守していること。

4 その他適正な計量管理を行うため、次の事項を遵守するものであること。

イ 当該事業所における計量管理を行う計量士が、その職務を誠実に行うこと。

ロ 申請者は、計量管理に關し、計量士のその職務を行う上での意見を尊重すること。

ハ 当該事業所の従業員が、当該事業所の計量管理を行う計量士がその職務を行う上で必要であると認めてする指示に従うこと。

*ISO10012: Integrity of your data*

これらは計量法施行規則第75条第3項に規定されており、適正計量管理事業所には、適正計量管理主任者を中心とした計量管理組織の確立、および計量管理のルールを定める計量管理規程を定め遵守することが要求されている。またその中で、正しい計測計量を実施するために、計量専門家である計量士による指導・教育が義務づけられている。

**計量法施行規則第77条**

**計量法**

1 法第127条第1項の指定を受けた者は、法第129条の規程により、次の各号に掲げる事項について記載した帳簿を事業所ごとに備えなければならない。

1 法第128条第1号の検査を行った年月日

2 前号の検査を行った計量士の氏名、登録番号及び計量士の区分

3 第1号の検査を行った特定計量器の種類及び製造並びにその検査の結果及び行った措置の内容

2 法第127条第1項の指定を受けた者は、法第128条第1号の検査を行った後、遅滞なく、前項各号に掲げる事項を帳簿に記載しなければならない。

3 法第129条の規程により帳簿を保存しなければならない期間は、帳簿の最終の記載の日から起算して、3年とする。

*ISO10012: Integrity of your data*

また、これら計量管理の実施の記録は、計量法上3年間の保管が義務づけられており、特に特定計量器の定期検査の結果については監督行政機関に対して年度報告をしなければならない。また、監督行政機関は立ち入り検査等により、指定された適正計量管理事業所が適正に計量管理を実施し、正確に物象の状態の量を計測・計量し顧客の期待に答えているかを確認する。

**ISO9001/適正計量管理事業所/ISO10012**

**計量法**

ISO9001	適正計量管理事業所	ISO10012
①トレーサビリティ	①計量管理組織	5.1計量職能
②校正・識別	②管理基準	6.2情報資源
③記録	③校正・識別	7.1計量確認
7.6監視機器及び測定機器の管理	④台帳管理	6.2.4識別
	⑤指導・教育	7.1.5計量確認の記録
	⑥報告	6.1.2能力とトレーニング

**顧客満足**

*ISO10012: Integrity of your data*

計量法上の適正計量管理事業所と ISO/JIS Q 10012 の要求事項には基本的な要求事項について多くの共通点が見いだされる。なお、参考までに ISO/JIS Q 9001 品質マネジメントの国際規格において測定に関する要求事項の対比も示す。適正計量管理事業所或いは ISO/JIS Q 10012 規格は、ISO/JIS Q 9001 規格に比べてよりきめ細かな要求をしており計量管理でしなければならないことが明確になっている。

### 3) 適正計量管理事業所制度の課題

日本の企業においては、適正計量管理事業所制度による基本的な計量管理の考え方のもとそれぞれの計測マネジメントシステムを構築し、それが日本のモノづくり品質を支えてきた。しかしながら、現行の適正計量管理事業所制度は、その前身である計量器使用事業所制度の制定以来60年が経過し、以下の点において制度の見直しが求められている。

- 1) 国際間取引において適正計量管理事業所制度の知名度がなく、海外工場あるいは

海外取引先の適正な計量を確保するための取引条件として設定できない。また国内において適正計量管理事業所の指定を受けてもそのメリットを海外顧客にアピールできない。また、実際に ISO10012 規格の実施が海外顧客からの取引条件に入れられる場合がある。

- 2) 計量管理全般の管理レベルの向上のために設定された適正計量管理事業所制度が、運用面で計量器の管理（特に特定計量器）のみに特化され、計量方法の改善等、本来行わなければならない課題の解決に目が向けられていないために産業界の発展に寄与できていない。
- 3) 適正計量管理事業所の指定のための実施必須項目が要求項目として明確になっておらず、標準化できていないために（ISO 規格においては shall 項目として標準化され、明確になっている）、監督行政機関等の改善指導の内容にバラツキができる。

#### 4) 適正計量管理事業所制度の発展、展開

適正計量管理事業所制度と ISO/JIS Q 10012 規格の考え方には多くの共通点があり、日本の適正計量管理事業所においては、計測マネジメントシステムの基礎はすでに構築されている。日本の計量制度である適正計量管理事業所の指定条件に ISO/JIS Q 10012 規格を導入することにより、以下の3つのことが可能になる。

- ① 正しい測定データを保証することにより企業のトータルな品質管理活動のグローバル対応が可能となり、より大きくて確実なビジネス展開が可能となる。
- ② 計測方法の妥当性に目を向けることにより、測定データの信頼性が向上しより効率の良い経営が可能になる。
- ③ ISO/JIS Q 10012 規格の要求項目の実施に対する監査、監視により、企業が公表する測定データの透明性が増し消費者、顧客に安心・安全を与えることができる。

#### 5) 適正計量管理事業所制度の発展、展開

ISO/JIS Q 10012 規格はもともと製造業を年と念頭において作られた規格であるが、この要求事項の多くのもので、流通業にも適用可能である。（次節事例、『計測管理国際規格と百貨店の計量管理』参照）正しい計測・計量をするためにはプロセスの管理が重要であることは製造業も流通業も同じで、より進んだ計量管理マネジメントが可能となることにより、企業の品質、環境データの信頼性を増すことができ、顧客満足および消費者保護につながる。従って ISO/JIS Q 10012 規格を現行の適正計量管理事業所制度の指定要件に導入することは、企業に無理な負担を強いることなく、日本の産業及び経済の発展及び社会生活の向上に貢献するものとなる。

## 1.4 規格の導入により期待される効果と計測管理のあるべき姿 その（1）

計測マネジメントシステム ISO 10012 は規格の序文にも記されている通り、測定機器及び測定プロセスが、組織の製品の品質に影響を与えるような不正確な結果を出すリスクを事前にアセスメントして摘出し、管理することが重要であると考え。その過程で ISO 10012 の主要な柱となるのは、計量確認と測定プロセスの2点である。最初に計量確認とは、「測定機器がその意図した用途の要求事項に適合していることを確認するために必要な一連の操作」と定義し、「測定機器の計量特性を用途に対して適切なものでなければならない」と規定されている。そして計量特性の具体例として測定範囲、バイアス、繰り返し性がなど示されている。更に計量確認の間隔、機器の調整管理、計量確認、計量プロセスの記録などについてもそれぞれ規定され、手引きなどとして具体例が示されている。

次に測定プロセスとは、ある量の値を測定するための一連の操作と定義し、「計画を立て、妥当性を確認し、実施し、文書化し、管理しなければならない」と規定されている。そのために必要となる測定プロセスの設計、測定プロセスの実現、測定プロセスの記録などについても、計量確認の場合と同様にそれぞれ手引きなどとして、具体例が示されている。

この様に計測マネジメントシステムを実現するために、必要な項目や具体例が示されているのが ISO 10012 の大きな特徴である。そこで規格の導入により期待される効果と計測管理のあるべき姿を以下に示す。

### 1) 規格の導入により期待される効果

#### ① 計測品質の改善

計測管理を行う際に、計測管理規格である ISO 10012 に示されている具体的な項目による計量確認を行い、更に測定プロセスの実現を行うことにより、測定データに基いた管理が可能になると考える。また、ISO 10012 規格は計測管理の指針や管理基準（チェックリスト等）としても活用可能であり、外部に業務を委託している外注業者の計測システムの評価にも活用が可能である。

このように効率的かつ木目細やかな計測管理の継続的な維持向上を図ることで、計測品質の改善も可能であると考え。

#### ② 不正確な測定結果を出すリスクの未然防止

事前にリスク評価を行い、それに基づき計量確認、測定プロセスの実現を行うことで、リスクを摘出し、リスクによる影響の評価を行うことが可能となる。その結果、不正確な測定結果を出すリスクについての未然防止を図ることができる。また事前に行ったリスク評価の結果に応じた対策を行うことで、リスクに応じた適切な検査を実施できると考える。

#### ③ 検査の合理化及び効率化

ISO 10012 を導入する際に実施する測定プロセスの設計を行う際は、各工程におけるいわゆる検査及び測定のみを設計するのみでなく、工程パラメータの測定にも適用しなければならない。そのため検査全体の見直しが可能となり、合理化及び効率化が可能になる。また検査の効率化を図ると同時に要求事項を満足しないリスクも効率的に減少させることができる可能性もあると考える。

#### ④ 計量管理組織の活性化及び強化

これまで一般的に製造業においては、計測管理業務は計量器管理専門部署が主体である場合が多かったが、ISO 10012 導入後は他の ISO 規格を導入する場合と同様に、日常の計測管理業務が各計量器使用職場の業務となる可能性も大であると予想する。ISO 10012 導入により設計、生産、技術、製造、品質保証など、計量器を使用する各部門の計量担当者が、計量器管理専門部署と計測管理を分担することが可能となり、個々の計量器に目が行き届き易くなる。また計量器管理専門部署もより重要な計量器の管理を重点化して実施することが可能になる。また計量器管理専門部署は必要に応じて各部門の計量担当者に指導、助言することで、全社的な計量管理の維持向上を図ることも可能になると考える。また ISO 10012 という世界標準規格で全社的に計測管理を行うことで、合理的かつ実効的な計量管理組織を構築することも期待できる。

#### ⑤ 計量要求事項の正確な把握

ISO 10012 では計量要求事項は、「顧客、組織、並びに法規に基づいて決定しなければならない」と規定されている。最終製品の品質や製品の製造工程における測定、検査のための測定項目などを現場（設計、生産技術、製造、品質保証）の計量担当者が計量要求事項を検討し法的な確認を行えば、その後は社内の営業部門、顧客と協議して計量要求事項を決定することが可能となると思われる。

以上の様に計量要求事項に関与する社内外の全ての関係者が関与することで、計量要求事項の正確な把握と設定が可能となると考える。

#### ⑥ 測定の不確かさの効果的な活用

測定の不確かさは、計量特性を客観的に明確にするツールとしては、非常に合理的で効率的である。試験及び校正事業者の国際規格である ISO 17025 において、計量要求と計量特性を比較するための重要特性として測定の不確かさを位置づけており、測定の不確かさを推定することを要求している。

一方で 2000 年の改正により ISO 9001 には測定の不確かさに関する要求は削除され、現在では ISO 17025 を適用していない一般製造業にとっては、ISO 10012 が不確かさを考慮している唯一の規格となっている。しかし、製造工程の全ての測定に不確かさを推定することは、多大な工数が必要となる。そのため人体に影響を及ぼすもの、火災になる恐れのあるもの、その他重要な測定に限定して行い、一般的な測定は、製品や部品の要求精度と測定機器の精度比を大きくなるような測定機器を選定し、不確かさの推定を行わない場合もある。その時の精度比の値と合格範囲の決定は、公開されているガードバンドを参照するのも一つの方法である。

上記のように ISO 10012 を導入することで、計測管理において測定の不確かさの効果的な活用を図ることが可能になる。

#### ⑦ ISO 9001 など他の規格の効果的な補完

ISO 9001 では、監視及び測定器の管理において、製品が技術要求に適合していることを実証するために使用する監視及び測定器（計量計測機器）の管理を行うことを要求しているが、具体的な内容にまでは言及していない。そのため具体的な管理方法は実施する組織毎に自ら設定するのが実情であった。ISO 10012 は測定器の具体的な管理項目についても対象とされているため、ISO 9001、ISO 14001 を始めとする、他のマネジメント規格と ISO 10012 を融合して運用することで、より効果的な品質向上と顧客満足を期待することができる。

## ⑧ 計量法など法令の効果的な補完

計量法における適正計量管理事業所の要求事項は、計量管理組織、計量管理規定、計測器の定期点検、記録の作成保管、計測教育、報告義務などである。そのため、ISO 10012 で示されている様な具体的な管理項目までは規定されていない。また計量法では特定計量器の管理が中心であり、その他の計量器に対しては、特に管理基準について規定されていない。そこで適正計量管理事業所に ISO 10012 を導入すれば、全計量器を対象とした計量管理が可能となり、計量法を補完して計量品質の向上を図ることが期待できる。

昨今、世界的な関心が高まっている環境関連の法対応においても、計測管理については重要性が高まっており、環境関連の法対応においても国際規格である ISO 10012 を活用することの有効性は増していると考ええる。

また各種法対応の一環として、国内外の公的機関による立ち入りによる遵法監査などの場においても、ISO 10012 に基づいた計測管理の実施内容を示すことで、計測管理の状況を国際規格に合わせて説明することができると思われる。

## ⑨ 世界標準規格として国内外での活用

ISO 10012 は計測マネジメントシステムに関する唯一の国際規格であるため、国内外の取引先に対して同一規格での評価が可能となる。そのため国際的な取引において、正確性、公平性、納得性などを向上させることができる。

また海外においては中国が国家認証機関を設置するなど、ISO 10012 規格の取得を推進しているケースも増えており、ISO 10012 の活用することが海外ビジネスの拡大に有利になるものと思われる。

また国内外の顧客からの計測管理に対する問合せに対しても、世界標準規格である ISO 10012 を活用すれば、文書やデータによる客観的な説明が可能となり、品質について顧客の信頼感を高めることができると思われる。

## 2) 計測管理のあるべき姿

これまで ISO 10012 を導入により期待される効果を示した。将来的には顧客からの計量要求事項を正しく把握して顧客満足度を高め、合せて不正確な計測結果を示す様なリスクを未然に防ぎたい。合わせて計量管理組織の活性化を図る中で、生産性の向上に加えて、検査の合理化、効率化を図って行くべきと考える。一方で ISO 9001 など他のマネジメント規格や計量法など各種法令を補完しつつ、世界標準規格として国際的な取引や交渉などの場においても大いに活用して行きたい。その結果として日本の計量に関する高い技量を国際社会で今以上に幅広く認められたいと願っている。今後の日本での普及を進めるための手法として、認証制度の導入も選択肢の一つになると思われる。

また将来的には計測マネジメントシステムを継続的に改善して更なる上を目指し、常に日本全体の計量品質を世界のトップレベルに保つことで、生産、流通など様々な分野で国際競争力向上に向けた一つの成功事例を目指して行きたい。計測管理が目標水準に達成した後は、そのままのレベルで留まるのではなく、持続的な改善を積重ねて世界のレベルの更なる高みを目指すことが、計測管理の今後のあるべき姿ではないかと考える。

## 1.4 規格の導入により期待される効果と計測管理のあるべき姿 その(2)

### 業務効率が改善される視点(1)

測定プロセスの設計を実施することにより測定精度が向上し、評価を正しく行うことが出来る。その結果、NG品の拾いこみを防止することが出来、測定値の保証精度が向上する。(NGをNGと保証する)

一般企業において、測定の目的はこのためにあるという考えが非常に強いのが現状である。

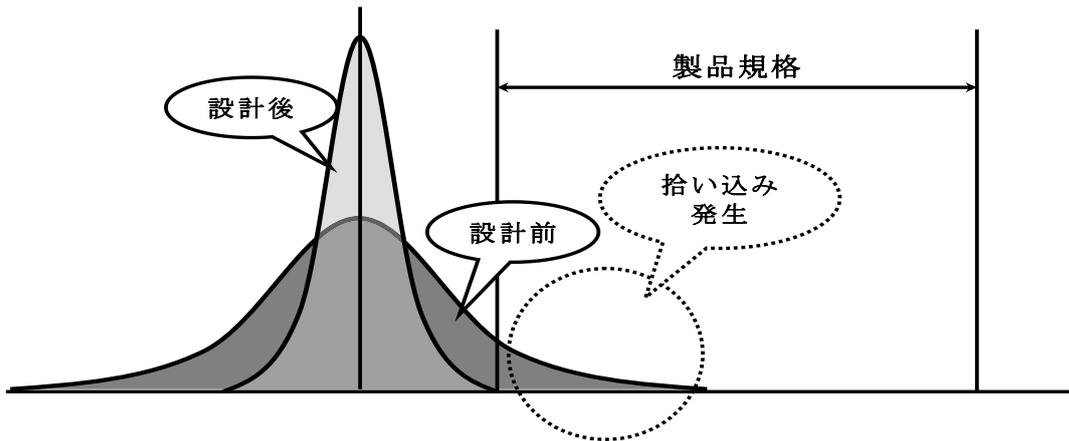


図1 測定精度向上による不具合品の拾い込み防止

### 業務効率が改善される視点(2)

測定プロセスの設計を実施することにより測定精度が向上し、評価を正しく行うことが出来る。その結果、測定値の保証精度が向上し、評価損失コストの低減につながる。

(OKをOKと判定し、無駄な対策費用を低減出来る)

また、評価頻度の緩和や廃止など、評価コストの低減につなげることが出来る。

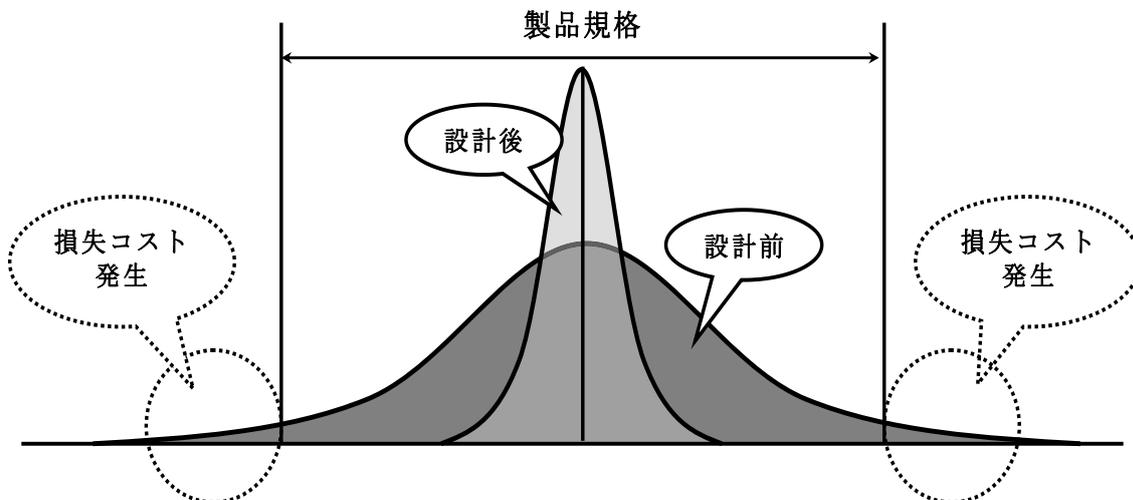


図2 測定精度向上による損失コストの低減

業務効率が改善される視点(3)

測定精度の向上に伴い、前工程へ正しいデータをフィードバックすることが出来る。その結果、良品条件の絞り込みを効率的に実施することが出来る。(実験回数の低減など)

本来、測定の目的はここにあるべきである。ISO/JIS Q 10012 の運用で目指すべきところである。

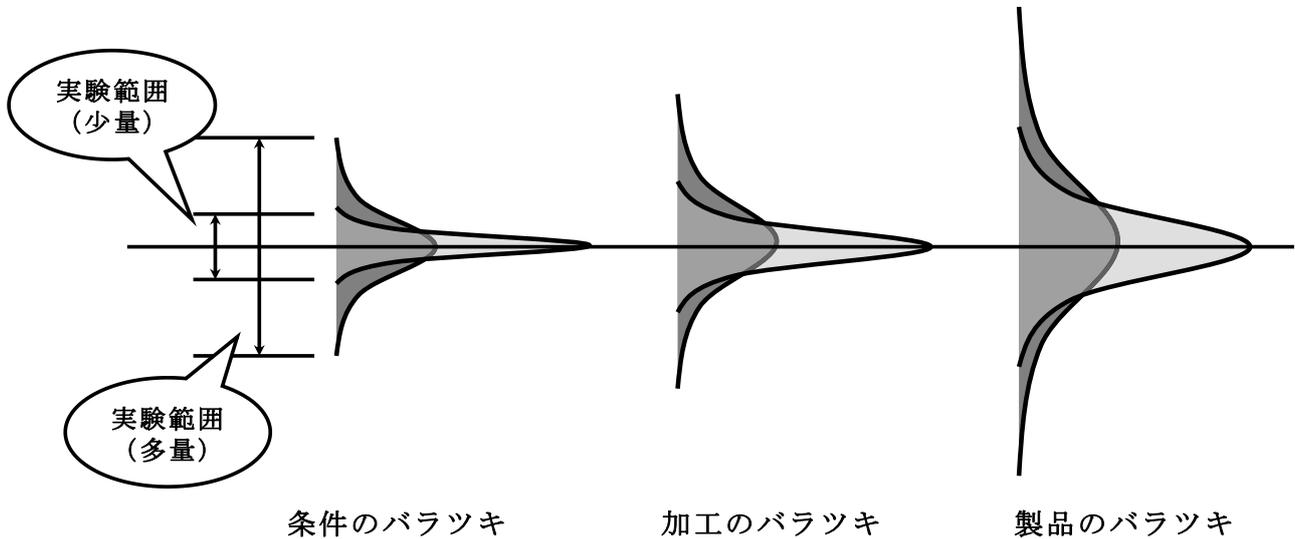


図3 測定精度向上による前工程の管理軽減

業務効率が改善される視点(4)

検査基準を適正化することにより顧客への不具合流出を防止出来る。その結果、顧客満足につながることも、対応工数などの低減につなげることが出来る。

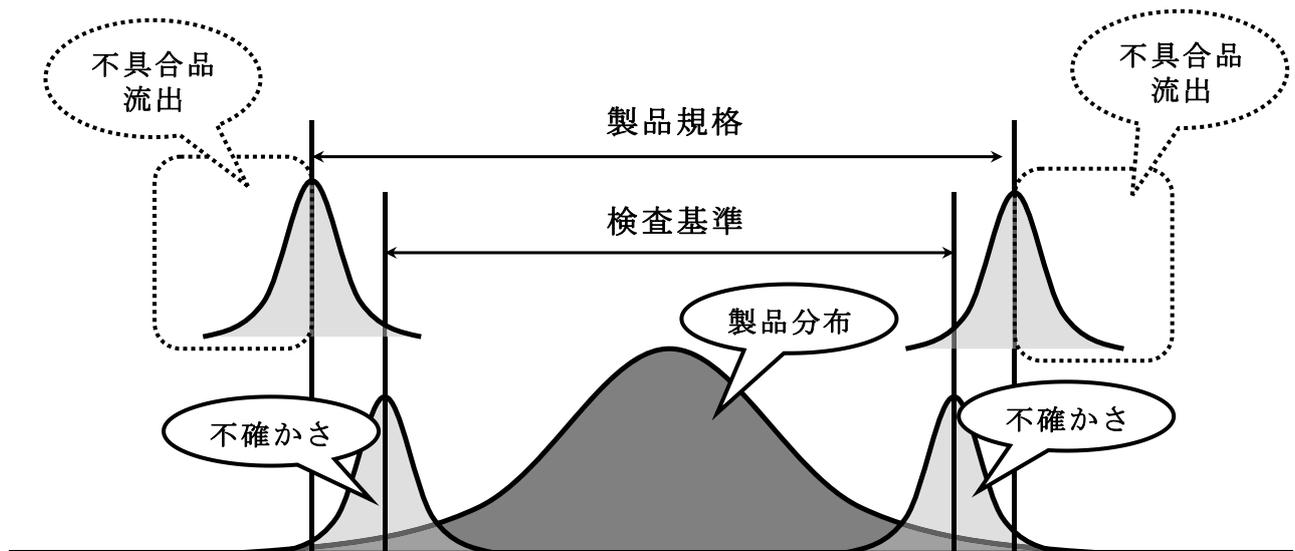


図4 測定の不確かさを考慮した検査基準の設定による不具合品の流出防止

業務効率が改善される視点(5)

測定の不確かさを小さくすることで、寸法の狙い位置変更や製品規格や検査基準の緩和で加工効率をアップさせたり、材料の使用を最小限に抑えたりすることが出来る。  
その結果、原価低減につなげる事が出来る。

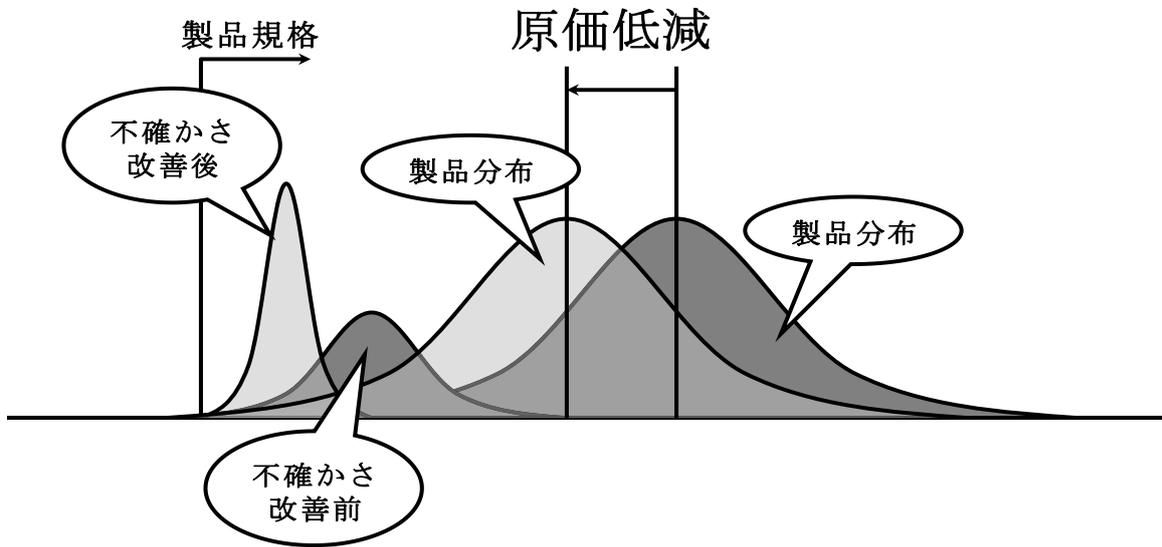


図5 測定の不確かさ低減による原価低減

業務効率が改善される視点(6)

測定の不確かさを小さくすれば、より精度良く特性値を把握することが出来る。  
特に測定値によりアクションの要否が決まる様な特性にはアクション頻度の低減など、大きな効果が出る可能性がある。  
金型の整備、薬品濃度の調整、切削工具の交換など、企業は多くの調整作業を実施しており、これらのアクション頻度の低減に大きく寄与出来る可能性を持っている。

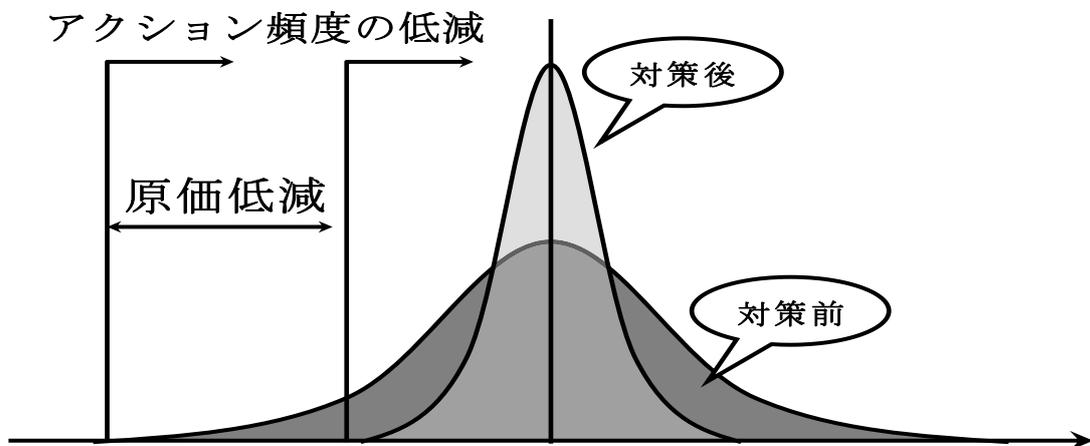


図6 測定精度の向上によるアクション頻度の低減

## 計量計測担当者の評価が向上する視点

良い計測・測定は良い品質(利益)と顧客満足につながる。

品質の善し悪しは4M(材料・設備・方法・人)の4要素によって左右されると言われるが、実質的に品質の善し悪しを判断するための情報は、これら4要素の他に計測・測定と言う重要な段階を経て得られている。

正しい判断は正しい計測・測定が存在することによってのみ下し得る事が出来る。

このことは極めて大切な事実である。品質管理をはじめ多くの分野では実際に得られた情報を客観的に分析し、統計的裏付けを持った判断を下す方法が行われるため、取り扱うデータは正しい計測・測定によって得られた信頼性の高いものでなければならない。

計測・測定と品質管理の間には密接不可分の関係がある。

(1)～(6)に示す様な改善活動を継続して実施することで、計測管理が企業の利益に貢献することが出来る。計測担当者は企業利益の一翼を担うことで評価が向上する。

## 1.4 規格の導入により期待される効果と計測管理のあるべき姿 その(3)

近年、製造業においては、新興国を中心とした仕向け地の拡大、顧客ニーズにタイムリーに応えるための現地開発、生産の推進、為替リスクの回避等の観点から、ものづくりのグローバル化が進んでいる。それに伴い、計測結果を国境を越えてやり取りするというケースが増加している。具体的な例としては、

- ・ 国外マーケットでの測定データを、日本での製品開発にフィードバック
- ・ 日本の測定データで、各国の製品認証を取得
- ・ 他国の工場で検査された製品を、別の国へ輸入

等である。

このような環境下で最終的に製品品質を確保するためには、計測データの信頼性を確保することが非常に重要になってくる。

製造業では、品質確保のためのマネジメントシステムとしてISO 9001の認証を取得するケースが、一般的となっている。しかしながらISO 9001では、2000年版以降、7.6項「測定及び監視用の機器・道具の管理」において、

- a) 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家標準にトレーサブルな計量標準に照らして校正若しくは検証、又はその両方を行う。
- b) 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する。
- c) 校正の状態を明確にするために識別を行う。
- d) 測定した結果が無効になるような操作ができないようにする。
- e) 取り扱い、保守及び保管において、損傷及び劣化しないように保護する。

についてプロセスを確立することを要求しているが、計測の信頼性という観点でみた場合、これら以上の具体的な指針は示されていない。

一方でISO 10012では、特に7項「計量確認及び測定プロセスの実現」において、例えば、

- ・ 計量確認に留意すべき測定機器の特性の例（測定範囲、繰返し性、ヒステリシス、誤差等）
- ・ 測定プロセスの設計における測定機器選定の留意点（プロセス管理のコスト、測定の不確かさ等）
- ・ 測定の不確かさの表現方法の例（GUM、又は文書化されて受け入れられている方法でも可）

のように、具体的な要求事項と手引きが示されている。

これらの考え方を企業に導入して要求事項を満足することにより、不正確な計測結果を出すリスクを運用管理できるようになる。このことで、計測データの信頼性の向上が図れ、製品の品質確保に寄与するメリットが期待できる。

また、ISO 10012が国際規格であるということを活かし、例えばグローバルに事業を行う企業グループでは、以下が容易になり、国際分業の中での品質確保の有力なツールになりえる。

- ◆ 各国事業所で受け入れやすい統一計測マネジメントシステムの構築
- ◆ 計測データのグローバルな流通
- ◆ 国際的なソーシングでの計測データの信頼性に関する意思疎通

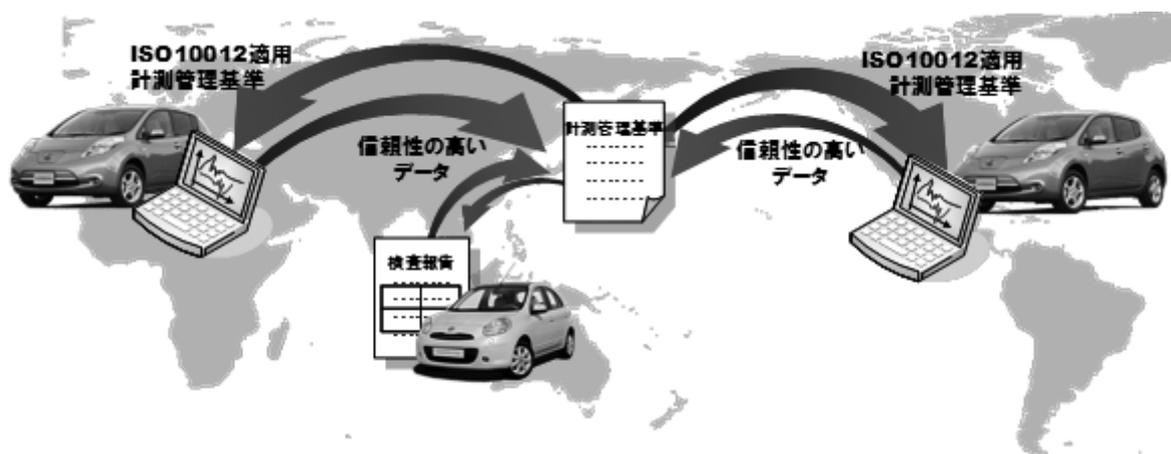


図2 グローバル企業での計測マネジメントシステムの統一と計測データ流通のイメージ

## 1.5 ISO/JIS Q 10012 規格のキャッチフレーズ

### 1.5.1 ISO/JIS Q 10012 委員会参加 各委員からの キャッチフレーズ

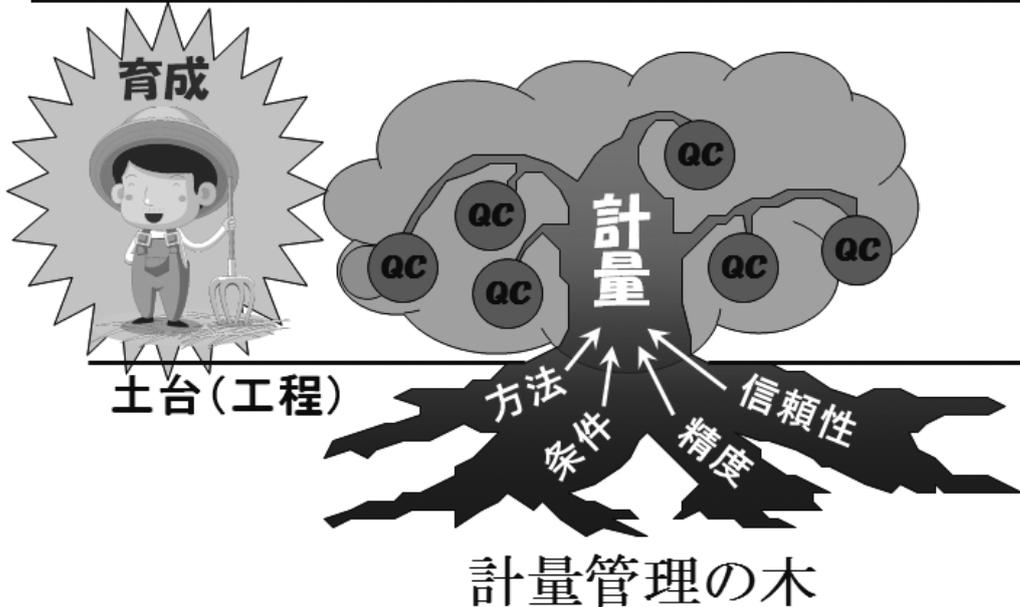
委員会に参加した各委員に ISO/JIS Q 普及に向けてキャッチフレーズを募ったところ以下の提案（原文のまま）をいただいた。今後、組織の中で導入活動を展開する際の参考にしていただければ幸いです。

- 1) 「グローバル化に対応した計測管理」  
（出展：自動車メーカー所属委員）
- 2) 「Integrity of Your Data」(貴社のデータの正直さ)  
（出展：計量士事務所代表委員）
- 3) 「ISO 10012 (計測マネジメントシステム) が解ると  
ISO 9001 (品質マネジメントシステム) が変わる。」  
（出展：電気機器メーカー所属委員）
- 4) 「世界に通用する計量計測管理を実現することで、世界標準の経営を実現しませんか」  
（出展：食品メーカー所属委員）
- 5) 主題「計量は全ての管理のもとのもと」  
副題「ISO 10012 で品質改善を・・・」  
（出展：機械・電気機器メーカー所属委員）
- 6) 「全ては計測から始まる。品質を本当によくする ISO 10012」  
（あなたの会社は ISO 9000 で品質がよくなりましたか？）  
（出展：電気機器メーカー所属委員）
- 7) 「ISO 10012：計測技術の活用により匠の技の見える化とさらなる改善」  
（出展：機械総合メーカー所属委員）
- 8) 「ISO 10012 で製造工程改善を」  
（出展：機械・電気機器メーカー所属委員）
- 9) 「ISO 10012 で ISO 9001 の計測管理の改善を」  
（出展：機械・電気機器メーカー所属委員）

### 1.5.2 計測管理を育てる活動の紹介

キャッチフレーズに代えて計測管理の木を育てる活動について、自動車メーカー所属委員より下記の資料をいただいた。これもキャッチフレーズ同様に組織の中で導入活動を展開する際の参考にしていただければ幸いです。

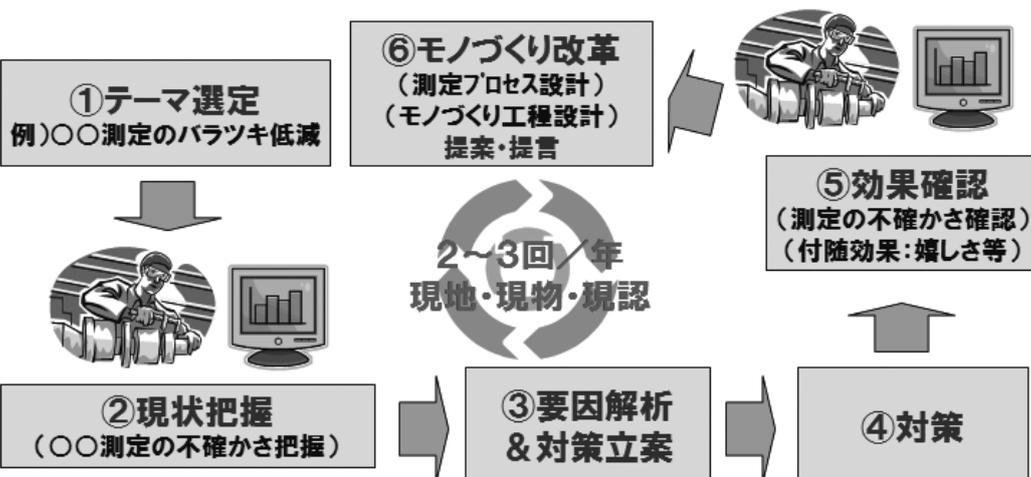
## 【人財育成】 計測管理の木を育てる活動



## 【人財育成】 計測管理の木を育てる活動

<目的> 計測管理の推進リーダーを育成

\* 推進リーダーとは、生産現場の問題を科学的(データに基づいて)にアプローチし、改善できる人材



## 1.6 ISO 9001 と ISO 10012 との併用のメリットについて その (1)

### 1.6.1 ISO 9001 と ISO 10012 の関係の歴史的変遷

#### 1) ISO 9001 1994 版 (JIS Z 9901 1994)

計測関係については、4.11 に「検査、測定及び試験装置の管理」で規定されており、その中には、一般と管理手順に分かれていて、更に管理手順には a)～i) の 9 項目がある。それを紹介すると 4.11.1 の一般には「検査、測定及び試験装置には、測定の不確かさが分かっており、必要な測定能力を満たしていることを確実にするような使い方をする」と書かれている。

#### 4.11.2 の管理手順

- a) 測定項目及び必要精度を明確にし、必要な正確さと精密さを持つ適切な検査、測定及び試験の装置を選定すること。 → 計測機器の選定について規定されている。
- b) 製品の品質に影響を与える測定機器を含む全ての検査、測定及び試験のための装置を識別し、規定の間隔で又は使用前に、国際標準又は国家標準との間に根拠ある関係をもつ認定された装置を用いて校正し、調整すること。このような標準がない場合、校正に用いた基準を文書化しておくこと。 → 識別、校正及び計測のトレーサビリティについて規定されている。
- c) 装置の形式、固有の識別標識、配置場所、点検頻度、点検方法、判定基準、及び結果が不満足な場合の処置方法の詳細を含めて、検査、測定及び試験装置の校正に用いるプロセスを定めること。 → 校正計画、校正方法、校正周期、判定基準、不合格になった時の処置方法等について規定している。
- d) 校正状態を表示するため、適切な標識又は承認されている識別記録によって、検査、測定及び試験装置を識別すること。 → 校正状態の識別について規定されている。
- e) 検査、測定及び試験装置の校正記録を維持すること。 → 校正記録について規定している。
- f) 検査、測定又は試験装置の校正基準からの外れが発見された場合、過去の検査・試験の結果の妥当性を評価し、文書化すること。 → 測定機器等の誤差が大きく規格から外れた時の遡り調査について規定している。
- g) 校正、検査、測定、及び試験の実施には、適切な環境条件を確保すること。 → 温度、湿度、照明等の環境について規定している。
- h) 検査、測定及び装置の取り扱い、保存及び保管には、精度及び使用適合性が維持されることを確実にすること。 → 取り扱い、保存、保管について規定している。
- i) 試験用のハードウェア及びソフトウェアを含む、検査、測定及び試験装置には、校正によって行なった設定を無効にするような調整ができないように保護手段を講ずること。  
→ 調整が出来ないような封印について規定している。

参考：ISO10012 に規定する測定機器に対する計量確認システムを指針として用いてもよい。

#### 2) ISO 9001 2000 年版 (JIS Q 9001 2000)

計測関係については 7.6 の「測定及び監視用の機器・道具の管理」で規定しているが、1994 年版と比べて大きく変わっている。

まず、1994 年版の一般で書かれていた不確かさについては、削除されている。

また、1994 年版の管理手順に代わって下記の 5 項目について規定している。

「測定値の正当性が保証されなければならない場合には、測定機器に関し、次の事項を満たすこと」

- a) 定められた間隔又は使用前に、国際または国家計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。
- b) 機器の調整をする。又は必要に応じて再調整する。
- c) 校正の状態が明確にできる識別をする。
- d) 測定の結果が無効になるような操作ができないようにする。
- e) 取り扱い、保守、保管において、損傷及び劣化しないように保護する。

「さらに、測定機器が要求事項に適合していないことが判明した場合は、その測定機器でそれまで測定結果の妥当性を評価し、記録すること。組織は、その機器及び影響を受けた製品に対して、適切な処置をとること」

参考：ISO 10012-1, ISO 10012-2 を参照

注：ISO 10012-1：測定器のための品質保証要求事項-第1部：測定機器の管理システムとして1992年に制定

：ISO 10012-2：測定装置の品質保証要求事項-第2部：測定プロセスの管理の指針として1997年に制定

### 3) ISO 9001 2008年版 (JIS Q 9001 2008)

上記の2000年版とほとんど同じであるが、参考規格のISO 10012-1及び10012-2が削除されているが、参考文献として、ISO 10012:2003が掲載されている

注：ISO 10012-1とISO 10012-2は2003年に統合しISO 10012となった。

### 4) ISO 10012の誕生の背景

1950年代から米軍の調達物資の品質問題から1959年に米軍の品質管理要求事項を経てMIL-Q-9858:品質保証共通仕様書の付属規格として制定されたのが、「キャリブレーションシステム要求事項 (MIL-C-45662) である。これは計測トレーサビリティを重視した測定機器に関する専門規格でその有効性が認められ、産業界ではANSI/NC SL Z 540-1994に発展した。一方、ヨーロッパではNATO「北太平洋条約機構」によりMIL-Q-9858をベースに各国においてそれぞれの規格が制定された。そのような状況の下に、計量に限定した規格としてISO 10012-1 (199-2)「測定機器のための品質保証要求事項-第1部：測定機器の管理システム」、ISO 10012-2 (1997) [測定装置品質保証-第2部：測定プロセスの管理の指針]が制定された。その後、2003年に両規格が統合し、ISO 10012 計測マネジメントシステム 測定プロセス及び測定機器に関する要求事項 として制定された。

### 5) ISO 10012の特徴

①測定プロセスの設計

②計量確認

- ・ 測定機器の校正
- ・ 測定機器の検証
- ・ 数値を取り入れ、リスクを考慮した管理

6) ISO 10012 規格の要求事項

ISO 10012 規格の内容構成は次のようになっている。

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1 適用範囲          | 6. 3 物的資源              |
| 2 引用規格          | 6. 4 外部供給者             |
| 3 用語及び定義        | 7 計量確認及び測定プロセスの実現      |
| 4 一般要求事項        | 7. 1 計量確認              |
| 5 経営者の責任        | 7. 2 測定プロセス            |
| 5. 1 計量機能       | 7. 3 測定の不確かさ及びトレーサビリティ |
| 5. 2 顧客重視       | 8 計測マネジメントシステムの分析及び改善  |
| 5. 3 品質目標       | 8. 1 一般                |
| 5. 4 マネジメントレビュー | 8. 2 監査及び監視            |
| 6 資源管理          | 8. 3 不適合の管理            |
| 6. 1 人的資源       | 8. 4 改善                |
| 6. 2 情報資源       | 付属書 A (参考) 計量確認プロセスの概要 |

上記のように ISO 10012 規格は、ISO 9001、ISO 14001、ISO/IEC 17025 規格と類似した構成になっているが、特徴は、第7章の「計量確認及び測定プロセスの実現」で、計量に関する専門的な内容について規定している。

7) ISO 10012 計測マネジメントシステムのモデル

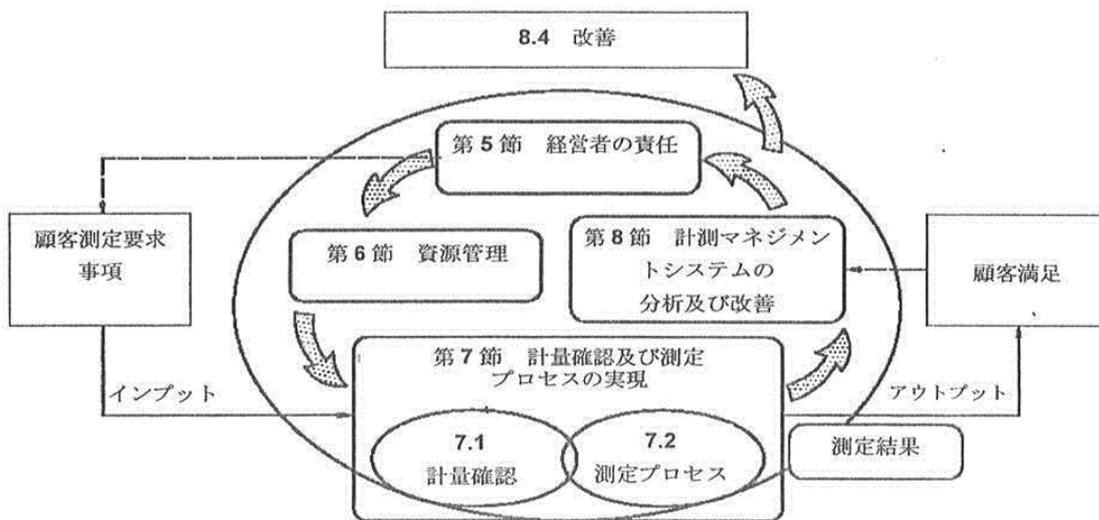


図-1 計測マネジメントシステムのモデル

8) ISO 10012 の意義と要点

- ① 測定プロセス及び測定機器の計量確認のマネジメントシステムに関する要求事項について規定し、そのための指針を示したものである。

- ② 不正確な計測におけるリスクを回避し、品質管理を改善することを主目的としている。
- ③ 計量機能の管理者は、顧客が製品に求める要求事項を測定可能な管理数値に置き換えて、測定プロセスを設計及び構築する。
- ④ 用途にあった測定器の選定と管理、及び測定プロセスの管理を行なう。

## 9) ISO 9001 と ISO 10012 を併用した時のメリット

ISO 9001 で削除されたものや、不足していることに対して ISO 10012 を併用することにより次のメリットが生まれる。

### ①概要

上記に記載に記載したように ISO 9001 の 1994 年版では、測定の不確かさが書かれていたが、その後削除された。また、2000 年版では計測関係で規定されている内容が少なくなっている。さらに、2008 年版では、それまで参考規格になっていた ISO 10012 関係が削除されている。

### ②個別内容

#### a) 測定機器の選定について

ISO 9001-1994 の a) では、計測機器の選定について規定されているが、その後、2000 年版に削除され、その後記載されていない。

10012 の 7.1.1 計量確認の一般には次のことが書かれている。

「・・・測定機器の計量特性が測定プロセスの計量要求事項を確実に満たすように設計し、実施しなければならない。計量確認は、測定機器の校正および検証を含む」と定められている。測定器の計量特性は、その意図された用途に適切なものでなくてはならない。

ここで言われている検証とは、合否の判定、校正の有効期限内で使われているかの検証だけでなく、測定機器の選定が用途に適切なものかの検証を含んでいると考えられる。測定機器の計量特性の例は、7.1.1 の手引きの中に紹介されている。

#### ・事例 1 (測定機器選定内容)

まず、測定プロセスの要求精度と使用する測定機器の精度比をどの程度にするかを定める。

(通常は 4 : 1 を使っているが、製品の重要度により 10 : 1 を使っているものがある)

次に計量要求事項により測定機器の測定範囲、分解能がどの程度のものを使うか決める。(電気関係では、周波数範囲も考慮する必要があり、周波数特性も把握しておかなければならない) 更に、電気関係の測定では、波形歪、応答速度、インピーダンス等について測定プロセスに適しているものを選定する。(測定機器の特性は、手引きの中に詳しく書かれている)

#### ・事例 2 (測定機器の選定ミスによる合否判定に問題が発生した事例)

製造と QA では、同じ測定箇所を別の型式の測定機器を使って測定していて、測定範囲、精度等は同程度のものであったが、入力インピーダンスの違いで合否判定に差が出て問題になった。同じ測定精度の測定機器でも測定箇所に適した計量特性を持つものを選定しなければならない。

#### ・事例 3 (測定条件の差により合否判定に問題が発生した事例)

交流電源の歪率測定について製造業者とユーザーとでは測定値に差が生じた。使用測定機器は同程度のものであり、両者とも校正されているものを使用していた。校正内容を検討したが両者とも正しい校正を実施しており、有効期限内であった。調査の結果、電源の負荷に使用しているものが異なっていたので歪に差が生じた。この場合、電源の負荷も含めて選定すべきである。

#### b) 計量確認 (校正)

ISO 9001 には、「定められた間隔又は使用前に校正する」ISO 10012 には、「不適合測定器を

修理、調整、または改修した時は、計量確認の間隔をレビューしなければならない。」計量確認の間隔の見直しについては、7.1.2の手引きに紹介されている。

・事例（校正間隔）

10012では、上記に示すように計量確認をレビューしなければならないと決められている。確認（校正）間隔の決め方は、計測器メーカーの推奨するもの、その他、信頼できる機関の推奨するもの等いろいろな方法があるが、決めた確認間隔が正しいか、常にレビューする必要がある。一台ごとに経年変化を見て確認間隔を決める方法があるが、通常は、同一機種で同じような使用環境における測定機器の計量確認の間隔は、校正時の不良率をもとにして校正間隔を調整している会社が多い。

c) 計量確認（検証）

- ・ 10012には、校正の有効の状態（校正の有効期限内、破損していないか、決められた精度内か）にあるか？の検証の他に使用目的に適した測定機器を選んでいるか、また、必要な測定点を校正しているか等を検証する。

・事例（使用目的に適さない使用方法）

電気関係の耐電圧試験器の校正点が、実際の現場の測定点と異なっていた。（本試験器は2レンジになっていて、校正は低い電圧レンジでフルスケール付近の指示を校正していたが、現場は大きい電圧レンジで使用していたため、指示計器の振れの小さい所で使用していたので低精度であった。現場には一般的な測定法として触れの大きいところで使用するよう指導はしていたが、個々の測定には踏み込んだ指導はしていなかった）

検証は、測定機器の選定だけでなく使用方法にも踏み込んで検証する必要がある。

d) 測定プロセスの設計および実現

9001には特に規定していないが10012の7.2.1、7.2.2、7.2.3に細かく規定している。

その一部を紹介すると、「規定された要求事項を満たすように設計した測定プロセスは、文書化し、適宜その妥当性を確認し、必要があれば顧客に同意を得なければならない。それぞれの測定プロセスについて、関連するプロセス要素及び管理方法を明確にしなければならない。要素及び管理境界の選定は、規定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならない。こうしたプロセス要素及び管理方法には、操作者、機器、周囲条件、影響領及び適用方法の影響を含めなければならない。」そして7.2.2（プロセスの設計）の手引には規定する時の事項として「製品の品質を確保するために、どの方法が必要か」、「測定方法」、「測定を実施し、それを定義するために必要な機器」、「測定を実施する要員に求められる技能及び資格」また、手引には「測定の不確かさ」、「安定性」、「最大許容誤差」、「繰り返し性」、「再現性」、「操作者の技能水準」等が書かれている。

e) トレサビリティ

9001では、国家標準または国際標準にトレース可能な計量標準に照らして校正または検証すると書かれているが、10012では更に「JIS Q 17025の要求事項に適合している試験所は信頼できるものとしてよい」が追加されている。

・事例

9001では、審査の時にトレサビリティ体系図、参照標準器名、トレース先等多くの書類を要求されるケースがあるが、17025の認定を取得していればロゴマーク付の校正証明書だけで通用する。

f) 測定の不確かさ

9001では上記のように2000版より不確かさの記述がなくなったが、10012では、「測定の不確

かさは、計測マネジメントシステム対象となる測定のプロセスについて、推定しなければならない。不確かさの推定値は記録しなければならない」と書かれている。

- 事例

測定の不確かさ算出は、測定値の信頼性を判断する上で重要な要素であるが、測定プロセス全般について算出には膨大な工数が必要となる。そこで不確かさの算出は「人体に影響を及ぼすもの、火災等の災害が起こる可能性があるもの等重要な測定」に限定し、通常のプロセスには、その業界で信頼されている手法を使うことを可能にしたらいと思う。例えば、測定対象品と測定器の精度比を大きくする方法、ガードバンドによる方法、GRR等によるものは信頼できると判断する。

## 10) まとめ

個々のメリットについては上記に記載したが、総合的には次のメリットが考えられる。

### a) 品質改善のメリット

- 9001 を取得しても品質がよくなるので返上するという声の一部から聞こえるが、10012 と併用することにより、測定プロセスの設計、実現を積極的に進めれば品質改善につながる。しかも、デザインレビューの段階から計測の専門家が参加するようになると、適切な計測機器の選定や測定方法を導入できるので品質改善及び効率的な生産に寄与できる。

### b) 組織の活性化のメリット

- デザインレビューの段階から計測部門が参加するので、設計、QA、生産技術、製造と計測部門の風通しがよくなり、工程変更に伴う測定プロセス変更の情報が入りやすくなり活性化される。
- 計測部門が計測器の校正及び管理部門から計量管理部門になり、活性化される。

### c) 顧客の過度の要求をさけることができる

- 9001 を取得していても顧客から、使用している計測器はJCSS等 ISO 17025 のロゴマーク付の校正証明書を要求されることがあるが、JCSS等は全ての領域で認定されているのではなく、断片的な領域なため、説明に苦慮するケースがある。10012 を併用し、定着すれば10012 の認証を取得することで解決できる。

### d) 他の制度との併用できる可能性を与えるメリット

9001 と 10012 を併用することが可能になれば、10012 が適正計量管理事業所等の制度と併用できる可能性が出てくるのではないかと思われる。適正計量管理事業所制度に 10012 を併用できれば海外にも通用できる制度になり、メリットが出る。

## 1.6 ISO 9001 と ISO 10012 との併用のメリットについて その（2）

### 1.6.1 ISO 10012 は人材育成にも役立つ

企業成長の鍵を握るのは人材育成である。成長を続けている企業に共通して言えることは、「良い人材が継続的に育成されており、開発・生産現場（以下、現場）での業務改善・改革が活発に行われている」ということである。

良い人材とは、「現場の中で自ら考え、行動し業務改善や業務改革を推進できる人」である。最近そんな人材が少なくなったという声を耳にする。それは計量計測分野でも同じではないだろうか。

ISO 9001 品質マネジメントシステムを導入したけど「なかなか製品品質が良くならない」という声があるのも、システムを運用する側（人）に問題があり、システムを上手く機能させていないだけのことではないかと感じている。

現在、企業で活躍している計量計測関係者の多くは、計量標準や計測機器管理を主業務にしている。本来計量計測管理とは、現場で製品品質を造り込むための有効性ある計測結果を確保し活用する管理技術である。しかし、計量標準や計測機器管理だけを主業務しているだけでは、計量計測管理が現場から離れた存在になり、製品品質の造り込みへの関わりが薄くなっていく。

これからの計量計測関係者に期待されていることは、「モノづくり革新・改革に繋がる提言や提案を計測データに基づき科学的に実施する」ことである。

その期待に応えるには、従来の計測標準や計測機器管理に加えて測定プロセス管理の領域にも業務を拡大させていく必要がある。それを実現させるためには、以下のような知識や技術・技能が必要となる。

- 1) 製品の知識（構造、機能）
- 2) 工程（開発・生産）に関する知識（工法、工順）
- 3) 製品評価技術・技能
- 4) 問題解決能力（SQC、QC）

ISO 10012 規格の「箇条7 計量確認及び測定プロセスの実現」は上記 1)～4) の知識・技術／技能を保有する人材を早期に育成できる内容となっている。「JIS Q 10012 解説」に詳細が記載されているので参照していただきたい。

ISO 10012 規格には、技術的な要素が多く含まれている。本規格を活用することで良い人材が育成され、良い人材によって計測マネジメントシステム (ISO 10012) と品質マネジメントシステム (ISO 9001) が運用されたら、それぞれのシステムが上手く機能し、結果として製品品質を向上させる活動が活性化すると考える。(図 1 参照)

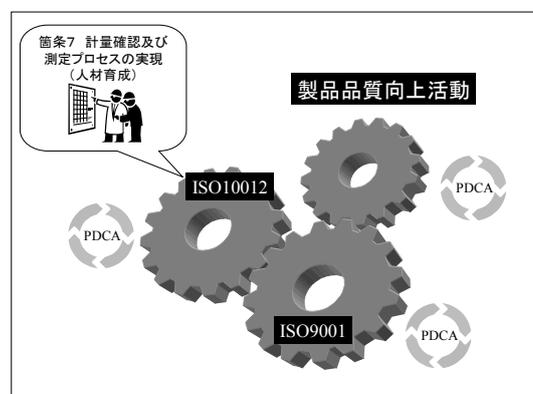


図 1 ISO10012 導入による効果

## 1.6 ISO 9001 と ISO 10012 との併用のメリットについて その (3)

### 1) ISO 9001 規格との併用によるマネジメントシステムの向上

ISO 9001 (品質マネジメントシステム—要求事項) は、製品やサービスの品質保証を通じて組織の顧客や市場のニーズに応えるために活用できる品質マネジメントシステムの国際規格である。測定機器の管理については「7.6 監視機器及び測定機器の管理」で規定しており、2008年に改定されるまではISO 10012を参考規格としていた。

#### 7.6 項「監視機器・計測機器の管理」 ISO 9001

定められた要求事項に対する製品の適合性を実証するために、組織は、実施すべき監視及び測定を明確にしなければならない。また、そのために必要な監視機器及び測定機器を明確にしなければならない。

組織は、監視及び計測要求事項との整合性を確保できる方法で監視及び計測が実施できることを確実にするプロセスを確立すること。 . . . 中略 . . .

- a) 定められた間隔又は使用前に、国際計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。

. . . 中略 . . .

参考 ISO 10012-1/ ISO 10012-2 参照⇒ISO 10012:2003 参照

ISO 9001-2008 年版  
では削除された。



#### 1 適用範囲 ISO 10012

この規格は、計量要求事項への適合性を支援し、実証するために使用する、測定プロセスの運用管理及び測定機器の計量確認に関する一般的な要求事項を規定し、また、これらの手引を示す。

. . . 中略 . . .

ISO 9001 7.6 項は要求事項に対する製品の適合性を実証することを要求しており、これは ISO 10012 が具体的に要求している「適合性の表明」そのものなのです。

しかし、ISO 9001 の 7.6 項では参考規格として“参考 ISO 10012:2003 参照 ”の記載があったが、残念なことに ISO 9001-2008 年版では削除されている。

ISO 9001 から削除されてしまった ISO 10012 を ISO 9001 と合わせて取り組むことにより、極端に言えば ISO 9001 の 7.6 項を ISO 10012 の 7 節に置き換えることにより品質マネジメントシステムを本来の姿に戻すことになるのである。

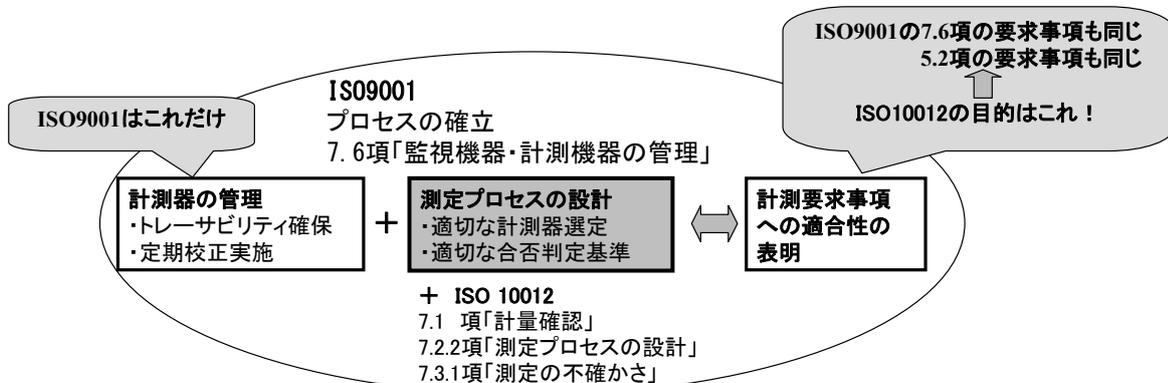


図1 ISO 9001+ ISO 10012=本来の品質マネジメントシステム

他にも ISO 9001 と ISO 10012 を併記してみると、「適合性の表明」が本来の ISO 9001 に含まれていることが解る。

## 5.2 顧客重視 を比較すると

### 5.2 顧客重視 ISO 9001

顧客満足の向上を目指して、トップマネジメントは、顧客要求事項が決定され、満たされていることを確実にしなければならない。

(7.2.1 製品に関連する要求事項の明確化 及び8.2.1 顧客満足 参照)



### 5.2 顧客重視 ISO 10012

計量機能の管理者は、次の事項を確実にしなければならない。

- a) 顧客測定要求事項を定め、かつ、計量要求事項に変換する。
- b) 計測マネジメントシステムがその顧客の計量要求事項を満たすことができる。
- c) 顧客が指定した要求事項への適合を示すことができる。

ISO 9001 では顧客要求事項を満たされていることを確実にしなければならない。としているが、7.2.1「製品に関連する要求事項の明確化」と8.2.1「顧客満足」を参照としている。ISO 10012 では顧客の計量要求事項を計測マネジメントシステムが満たすことができ、「適合していること示すことができる」ことを明確に要求している。

5.2「顧客重視」の要求事項の本質は、顧客測定要求事項への「適合性の表明」であることがわかる。

他にも ISO 9001 8「測定、分析及び改善」にも a) 製品要求事項への適合を実証する。という要求事項があることがわかる。

## 8. 測定、分析及び改善 ISO 9001

### 8.1 一般

組織は、次の事項のために必要となる監視、測定、分析及び改善のプロセスを計画し、実施しなければならない。

- a) 製品要求事項への適合を実証する。
- b) 品質マネジメントシステムの適合性を確実にする。
- c) 品質マネジメントシステムの有効性を継続的に改善する。

これには、統計的手法を含め、適用可能な方法、及びその使用の程度を決定することを含めなければならない。

ISO 10012 は、適切な計測器の選定と測定プロセスの設計に重点が置かれ、ISO 9001 も本来、要求していた“適合性を実証する”方法を測定プロセスについて具体的に規定しており、「製品品質の確保」を担保するメーカ向けの規格である。品質の基本である“計測”マネジメントシステムを併用し、「計量要求事項への適合性を表明できる企業になる」ことで品質マネジメントシステムを本来の姿に戻すことになるのである。

## 2) ISO 10012 導入のメリット

①「計量要求事項への適合性の表明」を確実に行うことができる

“要素及び管理限界の選定は、規定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならぬ。”と7.2 測定プロセス設計に規定されている。

リスクと計測器精度と合否判定基準(管理限界) の関係から最適なプロセスを設計する方法を紹介してきたが、計測の不確かさや精度を考慮して検査の管理限界(合否判定基準) を決めることにより、「計量要求事項への適合性の表明」を確実に行うことができるのである。

#### ② 計量管理組織(計量士)の役割の重要性が増す

測定プロセス設計における計測器の精度管理や不確かさ(精度)の影響を考慮した合否判定基準の設定の必要性が認識されると、特に高精度の製品開発において、計量管理組織(計量士)が製品の検査プロセスの設計に関わる機会が増加し、役割の重要性が増す。

#### ③ 無駄な投資を抑えることができる

顧客計量要求事項(CMR)と測定機器計量特性(MEMC)を比較(検証)し“測定機器の計量特性は、その意図した用途に適切なものでなければならぬ”と規定されている。 [7.1 計量確認]

製品の検査に使用する計測器を選定する際、必要以上に高価な計測器を買う必要はなく、高価な計測器を購入してしまうと維持費(校正費用や修理費用)も高価になる。

精度比(不確かさ)を把握し、意図した用途に適切な計測器を選定することで無駄な投資を抑えることができる。精度比は4:1以上を推奨する。

\*精度比に関する説明は5.5 製品の合否判定基準を決定する方法 5.5.1 計量確認とは?を参照。

#### ④ 改善のアクションが生まれ、品質の向上に繋がる

ISO 10012の序文に、“計測マネジメントシステムの目的は、測定機器及び測定プロセスが、組織の製品の品質に影響を与えるような不正確な結果を出すリスクを運用管理することである。”と書かれている。生産の現場で測定の不確かさ(精度)を把握するようになると、測定の不確かさに影響する要素とその影響の大きさを意識するようになり、正しく計測できるよう改善のアクションが生まれ、品質の向上に繋がる。

#### ⑤ 顧客から信頼される企業になる

“顧客計量要求事項(CMR)”を明確にすることから始まり、“7.1 計量確認”で計量要求事項に変換し、適切な計測器を選定し、“7.2 測定プロセスの設計”で測定の不確かさを考慮し、合否判定基準を設定することで「顧客計量要求事項(CMR)への適合」を示すことができる。このことを確実にしなければならぬ。と規定している。

品質管理の基本である“計測”のマネジメントシステムを構築することで、“顧客から信頼される企業となる”。これがISO 10012導入の最大のメリットなのである。

## 1.6 ISO 9001 と ISO 10012 との併用のメリットについて その (4)

### 1.6.1 ISO 9000 ファミリーの中での ISO 10012

ISO 10012 は、ISO 9000 ファミリーの中に位置づけられている。2003 年に独立規格として発行された際に、ISO 10012 は ISO 9001 あるいは ISO 14001 を support するものであると位置づけられている。この support の意味は手助けすると言うよりは、まさに下から支えるという意味であり、どんなマネジメントシステムもデータが正しくない健全に機能しないのは当然のことである。ISO 9001 は、1994 年導入当初は製造業を中心に展開された。しかし普及が進につれて製造業以外にも展開されるようになり、ものづくりで基本となる計測計量に対する要求事項は、測定の不確かさに対する要求事項が削除されると同時に、正しく測定しないことによるリスクが忘れられがちになり、データ自体の検証がないがしろになって健全な品質マネジメントができない可能性が残された。これを補完するために ISO 10012 が独立規格として登場した。

#### 1) ISO 9001 審査における計測管理の視点 (ISO/IAF 審査グループの提案)

ISO/IAF 審査グループ論考集においては、ISO 9001 の審査において ISO 10012 の内容を 7.6 項、監視機器及び測定機器の管理の監査・審査の際に考慮する事を勧めている。ここでは ISO 9001 の 7.6 項監視機器及び測定機器の管理の審査において、監視機器および測定機器とはなにかを論じたもので、プロセスにおける計測計量器を、監視機器、測定機器、表示機器の 3 つに分け、審査の必要性について説いている。

ここで言う測定機器とは製品の品質を確認するために試験および検査に使用する機器を言い監視機器は工程で品質を作り込むために管理のために使用される機器を言う。また表示機器とはパイロットランプのように単に状態を表示するものを謂う。この論考集では圧力計が例にあがっており、その圧力計がただ単に圧力がかかっていることを確認するために使用されているならば、表示機器であり、その圧力計により圧を安定管理して、プロセスを正常範囲に管理するために使用されているならば、監視機器となる。また、その圧力計により製品の能力、性能及び品質を計るならば測定機器となると考える。

ISO 9001 の 7.6 項で言う監視機器および測定機器の管理ではもちろん監視機器と測定機器について管理を求めているものであり、表示機器についての管理は求めてはいない。ISO 10012 でより明確になっている管理コストとリスクのバランスを、このように ISO 9001 でも求めており、この論考集でもこれを理解するために ISO 10012 を参照することが必要としている。これは測定機器の使い道、目的を考慮する意味で、ISO 10012 により明確にされている計量確認において機器はその目的に従ったものでなくてはならないと言う要求事項に矛盾するものではない。

ISO 10012 ではこの考え方を一歩進めて、機器の管理における管理限界と計量確認（校正と検証）の間隔は使用者の責任で決定することがもとめられており、それに対する妥当性のある理由付けも必要となる。

#### 2) ISO 9001 の求めるスパイラルアップの実現

ISO 9001 においては、その序文の中で、品質マネジメントシステムを構築し、その中で①経営者の責任→②資源の運用管理→③製品実現→④測定、分析改善の P D C A を回し、組織の品質システムのスパイラルアップを図るモデルが『プロセスを基礎とした品質マネジメント

トシステムのモデル』として示されており、この図の中でインプットとしての要求事項を決定する上での顧客が重要な役割を果たすことと、最終的な目的として顧客満足を実現することが表されている。そしてこのP D C Aのサイクルは単にその場に留まって完結するというのではなく、限りなくサイクルを回すことによって組織の品質体質の向上を目指すことをイメージしている。

では、このサイクルの中でどのステップが組織の品質体質の向上を可能にすることができるのであろうか？このキーポイントは2点に絞られる。1つは②資源の運用管理の中の教育つまり人材の育成であり、これ無くしては、組織能力を向上させることは不可能であることは言うまでもない。もう一つは④測定、分析改善である。教育によって組織の力を向上させよりよい製品の実現を目指したとしても、もし測定、分析のマネジメントシステムが貧弱であり、正確で有効な情報が入手できなければ、スパイラルアップを正しく評価できない。つまり経営者は正しい情報に基づく経営が困難となり、大きく経営判断を誤る恐れもある。

このように情報（測定、分析）がスパイラルアップの重要なポイントとなることから、組織の品質マネジメントシステム向上のためには、しっかりとした計測マネジメントシステムを導入することが不可欠であり、ISO 10012 計測マネジメントシステムは、生産事業所および設備および施設の管理メンテナンスを生業とする組織にとって生命線ともいえるべきマネジメントシステムとなる。

ISO 9001 の 7.6 項要求事項『監視機器及び測定機器の管理』で要求されるものは、その表題の示すように、計測“機器”の管理であり、計測管理ではない。本来の計測管理（計量法という計量管理）は組織及びその運用システムの中で、経営活動として大きく位置づけられるべきものである。組織の品質を含むリスクの管理、および顧客満足の基本となるデータを、正しく管理するための ISO 10012 計測マネジメントシステムは、ISO 9001 品質マネジメントシステムを適正に運営する上において必要なものである。

## 1.7 ISO 10012 の JIS 制定経緯と制定後の展望

### 1.7.1 ISO 10012 の日本導入

- 1) ISO 10012 は、測定機器の専門規格として 1992 年に誕生した。日本の導入時期については、電気関係では、制定後間もなく日本電子機械工業会 (EIAJ) (現電子情報技術産業 (JEITA)) の計測トレーサビリティ委員会で紹介された。当時は、計測に関する資料はそれほど多くなかったので、\*NCSL (National Conference of Standards Laboratories : 全米標準所会議) で検討された資料を時々紹介していた。

その時に配布された資料の一部として ISO 10012 を紹介されたと記憶している。この資料を紹介すると、1992 頃、米軍規格「キャリブレーションシステム要求事項(MIL-45662A)」のキャリブレーションソースの内容を ISO 10012-1 (1992) 4.15 のトレーサビリティの中で引用しているので、ISO 10012 は 45662A の要求により作成されたと思われる。また、一緒に配布された資料には、ISO 9000S, ISO ガイド 25 (現 ISO 17025) , 計量法と ISO 10012-1 との関係を紹介されている。ここで注目すべきは、現在我々が検討している ISO 9000S+ISO 10012-1、及び計量法+ISO Guide25+ISO 10012-1 が書かれている。

計測トレーサビリティ委員会で配布された ISO 10012-1:1992 を紹介する。

ISO 10012-1 の規格構成内容 (1993 年 5 月 1 日 修正及び再出版)

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. 適用範囲              | 4.11 確認の間隔              |
| 2. 引用規格              | 4.12 いじり防止シール           |
| 3. 用語の定義             | 4.13 外部の製品及びサービスの利用     |
| 4. 要求事項              | 4.14 保管と取扱              |
| 4.1 全般               | 4.15 トレーサビリティ           |
| 4.2 測定装置             | 4.16 不確かさの蓄積の影響         |
| 4.3 確認システム           | 4.17 環境条件               |
| 4.4 確認システムの定期的監査及び再審 | 4.18 職員                 |
| 4.5 審査の計画            | 付属書                     |
| 4.6 測定の不確かさ          | A 測定装置の確認間隔決定のためのガイドライン |
| 4.7 確認の手順書           | A.1 序文                  |
| 4.8 記録               | A.2 確認間隔の最初の選択          |
| 4.9 不具合の測定装置         | A.3 確認間隔の再審査            |
| 4.10 確認ラベル貼付         | B 参考文献                  |

付属書について計測トレーサビリティ委員会で翻訳した資料を紹介する。

付属 A 測定装置の「確認」間隔決定のためのガイドライン

#### A.1 序文

「確認」システムの効率的な運営に重要なことの一つは、計測標準と測定装置の「確認」とその次の「確認」の間の最長間隔の決定である。非常に多くの要素が「確認」の頻度に影響を及ぼす。これらの要因の中で、最も重要なものは次のとおりである。

- a) 装置の形式
- b) 製造者の推奨事項
- c) これまでの校正記録から得られた傾向データ
- d) 記録に残る保守とサービスの履歴
- e) 使用における範囲と厳しさ
- f) 磨耗とドリフトの傾向
- g) 他の計測器との相互チェック頻度、特に計測標準の場合
- h) 自部署でのチェックのための校正頻度と手続き
- i) 環境条件（温度、湿度、振動等）
- j) 要求される測定の確度
- k) 測定装置が故障していたことにより、不正確な測定値が正確であるとして合格となることによる損失（ペナルティ）

「確認」に要する費用は、「確認」間隔の決定において通常無視出来ないし、それ故、制限要因の一つになるであろう。これらの既に記した要因から明らかのように、広く万能的に適用することができる一つの「確認」間隔リストは作ることが出来ない。「確認」間隔をいかにして確立し、それから、一旦、定常ベースで運営中となった「確認」を再検討するかについてのガイドラインを提案することが有用である。

測定装置の各々に対して「確認」間隔を定めるにあたって、両立を要求される二つの基本的かつ、対立する基準がある。これは次に示す基準である。

- a) 使用中に測定装置が使用から外れる危険を出来るだけ少なくする。
- b) 「確認」の費用が最小になるようにする。

そこで、この付属書にて「確認」間隔の最初に選定する方法と経験に基づく間隔の再検討の方法をここに示す。

## A.2 「確認」間隔の最初の選定

「確認」間隔を定める最初の決断は、いわゆる技術的直感であることに変わりない。総括的な測定の経験があるか、特定の測定装置を「確認」した経験のある者で、できるなら、別の標準室にて適用されている間隔を知っている者が、装置の各々アイテムまたは装置のアイテムのグループについて、「確認」後、許容差内に止まっているであろう推定時間を決めよう。

考慮すべき要因は、

- a) 装置製造者の推奨事例
- b) 使用における範囲の厳しさ
- c) 環境の影響
- d) 要求される測定の正確さ

## A.3 「確認」間隔再検討の方法

いわゆる技術的直感のみにより定められた「確認」間隔を再検討なしに維持するシステ

ムが十分に信頼できるとは考えられない。

一旦、定常的な「確認」が確立されたならば「確認」間隔は上記の「はじめに」で述べてように、危険と費用のバランスを最適となるように調整を可能とした方が良い。最初に選定された間隔は望まれる最適な結果が得られるものではないことが多分判明するであろう。即ち、装置のアイテムは期待ほど信頼できないかもしれないし、すべての「確認」の代わりに、あるアイテムは限定された「確認」をすることで十分かもしれない。また、装置の定期校正で決められたドリフトが、危険を増すことなく「確認」間隔をより長く出来ることを示すかもしれない等々である。

資金不足または職員の不足で「確認」間隔の延長が必要となるときは、不正確な測定データを使用したことによる費用がかなりの大きな額になることを忘れてはならない。もし、この費用が推定出来れば、「確認」にさらに費用を使い、かつ、間隔を短縮したとしても、より経済的であることが判るであろう。「確認」間隔の再検討のための一連の方法である。これらは以下のことにより変わってくる。

#### A. 3.1 方法1：自動または段階的調整

日常的に装置アイテムを「確認」するたびに、もし、アイテムが許容差内にあれば次回までの間隔を延長し、もし、アイテムが許容差を外れたなら短縮する。この段階的な対応は間隔が迅速的に調整でき、事務的な苦勞なしに容易に実行できる。記録が保守され活用されるなら、あるグループのアイテムに発生するかもしれない障害、技術的な変更または予防保全の要望徴候が明らかになるであろう。

アイテムを個別に扱うことによるこのシステムの短所は、「確認」の作業量を平準化し、平衡させることが困難であり、このため細部までの作業予定計画が必要となることであろう。

#### A. 3.2 方法2：管理図

「確認」の度に同じ校正点選ばれて、この結果を時間にたいしてグラフに記す。これらのグラフの記録から「確認」間隔一周期または非常に安定な装置の場合には数週間いずれかの平均ドリフトとバラツキの両方を計算する。これらの数値から実効的なドリフトが算出できるであろう。

この方法の実施は困難である。実際、複雑は装置では大変難しく、自動データ処理でのみ実質的に利用できよう。計算を始める前に、その装置または同等の装置に関して変化の法則についてかなりの知識が必要である。もう一度言うが、平準化した作業をすることは困難である。しかし、前に記したことから「確認」間隔の考慮すべき変更が効率的でない計算無しに可能になる。即ち、信頼度が算出され、かつ、少なくとも理論では、効率の良い「確認」間隔が与えられる。さらに、バラツキの計算から製造者の仕様の限界値が合理的かどうか判るであろうし、ドリフトの解析からドリフトの原因を指摘する助けになることが見出されるであろう。

#### A. 3.3 方法3：暦日

測定装置のアイテムは、それらの構造上の共通事項とこれらに予測される同程度の信頼

度と安定度に基づき、グループに最初はまとまる。技術的直感に基づき、最初に一つの「確認」間隔がこのグループに定められる。各グループにて、定められた「確認」間隔にて戻されたアイテムの数量と、誤差が大きなことまたは別の不適合が発見されたアイテムの数量が決まる。そして、与えられた期間内に「確認」されたあるグループのアイテム数の全アイテム数に対する割合を示すことができる。不適合アイテムを決めるに際しては、明らかに破損したり、故障か不審なことがあって使用者から戻されたアイテムは測定誤差の原因となるアイテムに含めない。

もし、装置のアイテムの不適合の割合が非常に高いときは、「確認」間隔を短くすべきである。もし、ある特定のサブグループのアイテムが（ある特定の製造または形式のような）グループのその他の部分の同様な挙動を取らないことが見えたとき、このサブグループは異なる「確認」間隔の別グループへ移した方が良い。

ある対象グループに対して統計的に意味のある数量の「確認」されたアイテムが得られることと両立して、性能が評価されている間の周期は出来るだけ短くする。

もし、ある対象グループにおける装置の不適合率が大変低くあることが立証されたならば、「確認」間隔を延長することが経済的に正しいことであろう。その他の統計学的方法を適用してもよい。

#### A.3.4 方法4：「使用」時間

この方法は、前述の方法の一変形である。基本的な方法は変わらず残るが、「確認」間隔が経過時間の暦日の月数ではなく、使用された時間で表わされる。装置の一つのアイテムは経過時間指示計を装着されたならば、この指示計が定められた値に達した時「確認」のため戻される。この方法の重要な理論的特長は「確認」が行なわれた件数、及び、それ故に「確認」の費用が装置が使用された時間の長さにより直接的に変わることである。さらに装置利用の自動的なチェックになる。

しかし、実際の短所は多く、それらを以下に挙げる。

- a) この方法は受動的測定器（例えば減衰器）または受動的計測標準（抵抗器、キャパシタなど）に用いることができない。
- b) 装置が保管中、使用中、または短いかなりの回数のオンオフサイクルにさらされたとき、ドリフトまたは磨耗することが知られているときはこの方法は適用すべきでない。：これらいかなる場合も、暦日の時間のバックアップを備えること。
- c) 適当な時間計を用意し装着するための初期費用は高く、それゆえ使用者はこれに反対するであろうし、管理が要求され、それがさらに費用を増加されるであろう。
- d) すでに述べたその他の方法により仕事をスムーズな流れで動かすことがさらに困難である。というのも、校正標準室は、いつ、「確認」間隔が終了するかの日付の知識をもてないからである。

#### A.3.5 方法5：使用中またはブラックボックス試験

この方法は全ての「確認」を補完する。「確認」の間に測定装置の特性に関する有用な中間の情報を得ることができ、「確認」プログラムの適切さに関して指導を与えるこ

とができる。

この方法は、方法1と2の変形であり、複合した計測器および試験装置にとりわけ適している。重要なパラメータが、しばしば（日に一回またはもっと頻繁に）携帯型校正機器または、より好ましいものは、特に選定されたパラメータをチェックするために作られた「ブラックボックス」によりチェックされる。もし、装置がブラックボックスを使用することにより不具合が発見されたなら、それは全ての「確認」のために戻される。

この方法の大きな特長は装置の使用者にとって最大の利用度が得られることである。校正標準室から地理的に離れている装置に大変適しており、完全な「確認」は必要と認められたとき又は延長された「確認」間隔にてのみ行なわれる。主な難しさは重要なパラメータの決定に際してとブラックボックスの設計に関してである。

理論的にこの方法は大変高い信頼度を得られるが、装置がブラックボックスで測定されなかったいくつかのパラメータで故障するかもしれないのでいささか不確かさである。さらにブラックボックスの特性がそれ自身一定でないだろうし、これが定期的に「確認」されることも必要である。

## 付録 B (参考資料)

### 文献

- [1] ISO 9000 : 1987. Quality management and quality assurance standards  
— Guidelines for selection and use.
- [2] ISO/IEC Guide 43:1984. Development and operation of laboratory proficiency Testing.
- [3] OIML International Document No.10. Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories.
- [4] OIML International Document No.16. Principles of assurance of metrological Control.
- [5] AQAP 7 (NATO). Guide for the evaluation of contractor's measurement and Calibration system.
- [6] European Organization for Quality, Glossary of terms used in the management Of quality.

### 参考文献

ISO 10012-1:1992 測定装置への品質保証要求

発行所：日本電子機械工業会計測トレーサビリティ委員会（訳）

（ISO 10012-1 は、専門委員会 ISO/TC 176, 品質管理及び品質保証、分科会 SC 3、支援技術により準備された。ISO 10012 は、一般的表題、測定器についての品質保証要求の下に、下記の部分から成り立っている。

—第一部 : 計測機器の管理システム

—第二部 : 測定装置の品質保証

- 2) その後、ISO 9001:1994 版が制定され、ISO10012 は 4.11 に「検査、測定及び試験装置の管理」が参考規格に入いった。日本国内に ISO 9001 の認証取得ブームが起り、各企業で取得に向けて検討を始めたが、参考規格になっている ISO 10012-1 の内容については、取得会社や審査機関でもあまり検討されない状況であった。これは引用規格ではなく参考規格のため認識が低かったと思われる。
- 3) 日本計量士会（現日本計量振興協会）では、計量士に ISO 9001 の教育目的で平成 7 年に委員会を設立し、テキスト作成や全国 6ヶ所で講演会を開催し、テキストには参考規格として ISO 10012 を紹介した。この委員会では、3 年間連続改訂版発行と講演会を開催したが、ISO 10012 の内容紹介までは踏み込まなかった。

### 1.7.2 JIS 化委員会発足までの経緯

- 1) 日本計量振興協会では、平成 17 年度に「グローバル化からみた計量器使用事業所の仕組みと運用実態の調査」委員会を発足し、ここでは主に適正計量管理事業所の役割と課題、ISO 9000S との比較及び共存性、今後の展望についての討論であったが、ここで初めて ISO 10012 の内容が紹介された。ここでは、ISO 10012 と ISO9001、ISO 17025 の要求項目の比較、管理項目の比較及び活用状況と展望の比較表が作られている。また、この中に、中国の 10012 について紹介している。その一例を紹介すると、「中国では、すでに ISO 10012 を国家規格（GB/T19022-2003）として制定しているため、中国に進出する、あるいは進出している企業は、ISO 10012 導入しておくことで中国での活動が不利になることを防止できる可能性がある」と書かれている。  
これが日本計量振興協会の通称 ISO 10012 委員会発足のきっかけになった。
- 2) 日本計量振興協会では、平成 19 年度に「計量管理のグローバル化及び管理の強化のための調査研究委員会（通称 ISO 10012 委員会）」を発足し、ISO 10012 の検討を開始した。  
まず、我が国の計量管理の現状と関連する国際規格の調査から始まった。主な規格は ISO 9001、14001、17025、HACCP 等である。次に ISO 10012 の制定経緯、規格の目的と意義、規格の概要、要求事項、導入した時のメリット、他のマネジメントシステムとの比較、そして、各業界の計量計測管理システムの紹介があった。紹介された業界は、自動車業界 2 例、電気機械器具製造業、航空宇宙機器製造業、食品製造業、計量計測機器製造業等である。
- 3) 平成 20 年度は、検討会を続けながら計量団体と意見交換会と 10012 の企業活用事例の紹介を行った。交換会を実施した計量団体は、神奈川県計量協会計量管理研究部会、愛知県計量管理部会、茨城県計量協会、電気製品製造会社の全社計量委員会適正計量管理事業所部会代表計量士の会である。ISO10012 の活用事例は自動車製造業の事例（1）、（2）、航空機製造業の事例、電気機器製造業の事例（1）、（2）、食品製造業の事例である。
- 4) 上記のように平成 19、20 年度の計量管理のグローバル委員会（通称 ISO 10012 委員会）を編成し、ISO 10012 の調査・検討を行なうと共に、各地区の計量団体、および企業の計量管理担当部署と説明会を兼ねたヒアリング調査を行なった。  
また、日本、韓国、中国計量測定協力セミナーに出席のため中国代表の来日の際、ISO 10012 の認証制度を導入している中国に質問状を渡し、特別に質疑・応答を行なった。  
それらの内容を、経済産業省、（独）産業技術総合研究所、（財）日本規格協会等関係各機関に説明し、JIS 化を打診したところ、各機関からの賛同を得て JIS 化の運びとなった。

### 1.7.3 JIS 制定までの経緯

- 1) 平成 21 年 3 月に JIS 原案作成委員会・ワーキンググループのメンバーを決定し、7 月より作業

に取り掛かった。JIS 原案作成委員会は JIS 化方針決定と原案の総括審議を行い、ワーキンググループは、ISO 10012 規格の原文（英語）を翻訳し、JIS 原案を作成するグループ（WG1）と専門用語や補足説明を作成する解説書作成グループ（WG2）に分けて検討した。

- 2) JIS 原案作成グループ（WG1）は、「JIS Z 8301 規格票の様式及び作成方法」に従い、ISO 10012 の原文に忠実に翻訳することに心がけ、特に“計測”、“計量”、“測定”等の言葉の使い分けに注意を払うと同時に、すでに JIS 規格として存在する「JIS Q 9001：品質マネジメントシステム-要求事項」、「JIS Q 9000：品質マネジメントシステム-基本及び用語」および「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」等の用語、考え方の統一に努めた。しかしながら単なる翻訳だけでは意図する意味が伝わりにくいので、解説書作成グループ（WG2）が補うことになった。
- 3) 7.3.1 測定の不確かさ表記について、ISO 10012 においては、実際の製造プロセスにおける不確かさについて要求しており、ISO/IEC 17025 により要求されている不確かさとは取り扱いが若干異なる点があるので、翻訳のみでは、理解しにくいと思われ、解説書で明確にしていくものとした。
- 4) 7月～12月まで WG1 および WG2 で検討を進めた。解説書作成グループ（WG2）は、当初、各委員より細かい内容まで書かれた資料を提出されたが、JIS としてどの程度まで詳細説明するかを検討し、原文に明確に記述されている内容の範囲にとどめて、事例や詳細内容は日本計量士会の報告書に記載することにした。
- 5) JIS 原案作成委員会作業グループは、当初の予定通り 5 回の会合を平成 22 年 1 月 22 日で終了し、JIS 原案作成委員会（親委員会）は、3 月 10 日の第 2 回の委員会で終了し 5 月に JIS Q 10012 として制定された。

#### 1.7.4 JIS 制定後の展望

##### 1) 日本国内における認証制度導入

上記のヒアリングの中で、自主的に品質向上のために社内に ISO 10012 の導入を提案しても説得力に欠ける。認証制度を導入して、認証を受けると顧客の信頼度も向上するので検討して欲しいとの要望があった。このためには、認証する機関が必要になり日本計量振興協会のはたらきかけで現在のところは、JQA（一般財団法人 日本品質保証機構）の一機関が認証の受付を開始している。

##### 2) 審査内容の細かい説明書・手順書等の作成が必要である。

不確かさの表記の範囲及び業種によっては不確かさに代わる信頼できる表記方法をしている分野もあり、それを使うことの是非を相談されることがある。ISO 10012 の規格だけでは細かい所が分からないことがあり、JIS の解説にも上記に記載したように細かい所まで入れることが出来なかったため、細部の説明書等の作成には、日本計量振興協会の委員が認証する機関である JQA と協力して検討を進める必要がある。

##### 3) 審査員の養成

ISO 9001 の審査員は、一般的には、計量計測に関する専門性が少ない。ISO 10012 は、測定プロセスにおける計測方法、測定機器の選定、不確かさの算出、校正周期の決定等専門的な知識が必要になる。ISO 17025 のように細分化された専門知識ごとの審査員の養成が必要である。現在、JQA 内で審査員の養成講習を実施しているが、日本計量振興会も協力して内容の充実をはかる必要がある。

ISO 9001 のように一般的な知識では通用しないと思われるので、7 章の「計量確認及び測定

プロセスの実現」をどの程度のレベルで認証するか JQA と日本計量振興会の ISO10012 委員で検討しておく必要がある。ISO 17025 のようにシステム審査委員と技術審査員に分け、しかも技術審査員は専門分野ごとに認定することも一案であるが、上記の認証レベルの決め方で専門性のレベルを低くした時は、システム及び技術審査は一人でも審査可能になる。

ISO 9001 と併用して審査するときは、システム審査員と技術審査員が組んで審査することが必要である。

4) 技術アドバイザー（コンサル要員）の養成及び資格認定について

ISO10012 の認証を受けるのに、規格内容を読むだけでは細部まで理解しにくい。従って、マネジメントシステムの構築等について、指導する人が必要になり、しかもその内容が審査機関と一致しなければならない。日本計量振興協会で、コンサルタント要員の養成講習会を開催すると共に、JQA と常に打ち合わせすることが必要になる。技術アドバイザーの研修及び資格認定が必要と思われるが、当初は、我々 ISO10012 委員が審査員とコンサルタントの両方に分かれて協力することが必要になると思われる。

5) 国内に ISO 10012 の内容及び認証制度を P R し活用範囲を広める

今までも各委員が手分けをして、講演会の講師や説明を兼ねたヒアリング調査をしてきたが、まだ、参加したのは、一部の人のみである。JQA でも講習会を始めたが、もっと講演、講習回数を重ねて P R する必要がある。

そのためには、ISO 10012 を導入して効果を上げた事例集の充実をはかることが必要である。また、官公庁収め等の製品に使用する測定機器で、低精度のものでも J C S S 校正を要求していることが見受けられる。ISO 10012 の認証制度を導入し、不確かさ表記、精度比の取り方、ガードバンド幅等の考え方を広めることで過度の要求を避けることが出来る。

6) 適正計量管理事業所と併用する

上記に記載したヒアリングで適正計量管理事業所制度と併用して欲しいとの要望がでている。適正計量管理事業所制度は、国内法のため外国の審査では効力がない。また、ISO 9001 の浸透で返上する企業も出ています。このような状況なので適正計量管理事業所制度の効果的活用のために ISO 10012 との併用が望まれる。

注：

\* N C S L (National Conference of Standards Laboratories) とは、米国を中心としているが世界各から参加して計測標準・校正ラボの会議を行なっている。複数の会場で 3~4 日間開催し、参加者は、発表テーマごとに参加会場を選択でき、日本からも毎年参加している。

上記の N C S L を参考にして日本でも日本 N C S L I (National Conference of Standards Laboratories International - Japan) を 1992 年に発足した。

ここでは、計量・計測標準、計測器校正、試験・計測分野の技術と管理を進歩させることを目的に、会員のボランティアにより技術フォーラムの開催を中心に活動を行っている団体である。

## 1.8 中国における ISO 10012 の認証取り組み状況

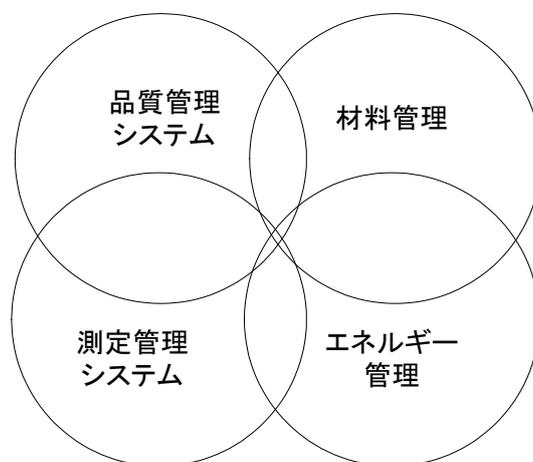
2004 年より毎年、日韓中で会場を移して開催されている日韓中計量測定協力セミナーが開催されているのでセミナーでの情報、及びセミナーに参加した中国の関係者から入手したことを紹介する。

### 1.8.1 中国政府の方針

中国政府は、中国資源環境が日増しに悪化することに対し、2005年末に国民経済と社会発展第 5 年計画の中で国内エネルギー消費を20%抑制する目標を掲げ、エネルギー節約行動を打ち出した。

まず、エネルギー消費の多い大企業1000社に対しエネルギー節約の具体的実施方針を提出した。また、同時に企業に測定管理体系の構築を義務付け、全てのエネルギーの測定と計量を行い、国際測定管理標準 ISO 10012 に基づき測定設備と計量データ管理し、測定データを報告するとともに、エネルギー消費量の削減目標を達成することを指示している。中国国内に国際標準 ISO 10012 の認証機関を設置するとともに認証手順を定め、計量に対する優良行動実施企業に対し計量証明書(測定管理体系認証証書)を発行し特典を与えている。

エネルギー管理のため計量活動を強化するのは、企業内では、エネルギー管理、材料管理、品質管理システム、測定管理システム等の各企業管理システムが相互依存浸透する存在であるという理由からであり、“計量が先行すべし”、“計量は企業目の目である”、“計量とは金銭を計ること”を行動指針としている。(下図参照)



### 1.8.2 計量管理体系の認証制度の構築のヒント

2005 年に ISO 10012 に基づく測定管理体系をつくり、企業に対して計量管理体系を構築するように認証制度を開始した。この年の日韓中の計量セミナーでの ISO 10012 を開始したのは日本の計量法を参考にしたかという質問に対して回答は、ISO 9001 を参考にしたとのことであった。

### 1.8.3 中国の ISO 10012 の認証制度

#### 1) 計量証明書の種類

中国の ISO 10012 の認証機関は、国の許可の元に中国計量測定学会が中心として運用している。

中国が現在企業に対し発行している計量証明書の種類は、表1に示すように、中国全国の大

企業、中企業、中小企業、計量機器製造企業及び包装商品生産企業に対して、計量法令・規格・標準への対応状況に応じて、各種の証明書を発行している。測定管理体系 AAA 証書発行企業 (ISO 10012 及び計量法遵守) に対しては、ISO 9000、ISO 14000 及び ISO 17025 の審査の際、測定管理の部分に関する審査をパスできるよう特典を与えている。

表 1 計量証明書の種類

証明書 \ 計量標準	ISO 10012	計量定級昇級	計量法
全国大中型企業 (含重点エネルギー消費企業) 「測定管理体系AAA証書」	◎		◎
全国中型企業 「測定管理体系AA証書」	△	△	○
全国中小型企业 「測定管理体系A証書」			○

◎印:積極実施 ○:遵守 △:部分実施

## 2) 計量証明書の発行状況 (件数)

証書(認定クラス)	2008年	2009年	2011年
AAA	600	729	790
AA	—	313	836
A	—	75	597
計	600	1117	2223

## 3) 認定クラスとその要求事項

AAA:ISO 10012 の全要求事項

AA:「7.2 測定プロセスの設計」及び「8.3.2 不適合プロセスを」除く要求事項

A:「7.2 測定プロセスの設計」,「7.3.1 測定不確かさ」,「8.3.2 不適合プロセスを」及び「8.2.4 測定管理システムの監視」を除く要求事項

### 1.8.4 日韓中セミナー利用の情報収集

第5回(2008年4月24)のセミナーの午前中のあき時間を利用して、中国計量測試学会 秘書 町 王順安 氏に10012の中国での状況について質問をする機会を得た。その主なものは次のようである。

Q1:計測マネジメントシステム ISO 10012 を国として推奨する理由(目的)を教えてください?

ものづくりの品質保証ために推奨されているのでしょうか?

A:目的は、製品の品質保証のみならず企業の生産経営、環境保護、省エネ、安全、健康の促進であり、国家としても取得を奨励している。これは、企業に対してもメリットがある。

Q2:ISO 10012 を取得した企業は ISO 10012 をどう評価しているのでしょうか?

ホームページでは、ISO 9001、ISO 14000、ISO 10012 を三位一体の形で表示し、ISO 10012 の取得を一つのステータスとして位置づけ顧客にアピールしようとしていると見受けられますが？

A: 企業の生産経営・製品保証は ISO 9000 と ISO 14000 を基本としているが、ISO 9001・ISO 14000・ISO 10012 は、互いに密接な関係にあり、一部の企業は取得する重要性を認識しており、特に大企業には理解されている。

ISO 10012 は計量の基本要件を定めている規格であり、ISO 9001, ISO 14001 を支えている規格である。従来、ISO 10012 は ISO 9001 および、ISO 14001 と同格でなくそれを補佐する規格と見られてきたが、最近その地位は上がってきている。しかし、まだ三位一体は感じられない(セミナーでの回答)。取得した企業は生産経営、品質保証にメリットがあると思っており、取得することで、その企業の社会的地位を向上させている。

Q3: ISO 10012 の推奨に対して、政府はどのような施策(取得するための指導等)を講じられているのですか？

A: 政府、国家質量検閲検疫総局は、国が認めた一流ブランド製品については検査を免除するという優遇政策を取っている。正しい量目商品について、中国はCマークを付けているが、ISO 10012 を取得すると、Cマークの取得に有利になる。取得については研修会で推奨、指導している。

Q4: ISO 10012 の認証は、どの機関(国家機関、第三者認証機関)がされるのですか？直接政府機関が認定されるのか、又は第三者認証機関がされるのか認証機関名を教えてください？

A: 国家質量検閲検疫総局および、国家認証監督委員会が許可した第三者の認証機関である名称:「中啓計量体制中心(中啓計量体系認証センター)」の一ヶ所だけである。のセンターは中国計量測試学会が資金援助して設立した会社である。

Q5: 顧客からの評価、および顧客のイメージはいかがでしょうか？ISO 10012 を取得した企業は正しい計測管理をしており、公表されている仕様が正しく信用できるものであるという認識が広がっているのでしょうか？

A: 総合的に良いと評価されている取得した会社は、ユーザーから多くの信用を得ることができ、現在 600 件の認証がある。

6Q: 企業が、ISO 10012 を取得する効果は、何ですか？ また、国のメリットは、何ですか？

また、ISO 10012 認証済み企業が、そのサプライヤーに ISO 10012 に基づく要求事項をサプライヤーに求めることはあるのでしょうか？

A: 企業にとっては生産経営、品質保証にメリットがあり、更に効率の向上に役立つ。その結果利益が上がる。企業の利益があがれば、納税額があがるので、国のためになる。管理においても有益である。社会的利益につながり、国益につながる。従って、計量は国益につながる。

また、生産経営、製品保証が向上すると国家の支持が得られ、社会的地位が上がり企業にとって有益となる。

## 1.9 国内外における ISO 10012 関連情報、動向

### 1.9.1 安全規格とトレーサビリティ

- 1) 電気製品の安全性を確保するための検査には、耐電圧試験、絶縁抵抗試験等があり、各国では、それぞれ規格を持っている。例としてUL（アメリカ）、TUV（ドイツ）、BABT（イギリス）等があり、その国の安全基準に適合しないと輸出できない。かつて、日本でJCS制度が誕生する前に、トレーサビリティの関係で輸出禁止になったことがある。その国の審査員は、①その国の標準に日本の標準がトレースしていることを証明せよ。②JEMICやJQAは各工場の標準器を校正しているようだが、国から正式に委託されているなら、その証明書（委託されている書類）を見せて欲しい。③耐電圧試験器を校正するトレーサビリティ体系図を見せて欲しい。（JEMICやJQAも含めて）一企業に対する要求とは思えない内容であるが、審査員は、一企業に対して要求することにより日本のトレーサビリティ関係の改革をするとの考えであったようだ。

しかし、その企業は、主力製品をその国に輸出していたので死活問題になり、JCS制度導入の進捗状況、JEMICやJQAの協力を得て輸出禁止の解除になった。このような問題が生じないため、ISO 17025 や10012 の導入が必要である。

- 2) 最近問題になっているのは、「感電」に関することで、耐電圧試験、絶縁抵抗試験等は電気製品に対しての安全性を確保するための検査であるが、今回問題になっているのは、電気製品をユーザーが使用している時の「感電」の危険性を判断する測定器（Current Leakage Tester）である。

先に記載した耐電圧試験、絶縁抵抗試験等は、直流や交流でも商用周波数（50Hz または 60Hz）であるが、Current Leakage Tester は、人体を想定した内部回路になっていて、1MHz までの電流を測定できるようになっている。

- 3) 最近、ULの審査員が、この測定器の校正は1MHzまで行なっているか？とユーザーに質問し、困ったユーザーは、校正してくれる会社を探しているとの話を聞いている。
- 4) 相談を受けた会社が、調査したところ、欧州規格 EN 60990:1999(IEC 60990:1999)で「Methods of measurement of touch current and protective conductor current」で試験方法が決められていた。

### 1.9.2 ISO 10012 が必要となる理由

上記の欧州規格 EN 60990:1999 のL2「Calibration a confirmation system」（確認システムにおける校正）には次のことが書かれている。

計量確認システムについては、ISO 10012-1 の3.1で与えられている。

装置の証明の目的で使用される測定機器は、それぞれ、許容誤差の範囲の外側にドリフトしていないことを保証するためにISO 10012-1によれば、確認システムで定期的に校正されるものとしている。

また、ガードバンドの根拠が必要であり、他のデータは個々の測定器に対し、初回校正（L.1参照）の時から記録されていること。

もし、計測器が、許容範囲の外側にドリフトした時、最後の確認測定（校正）からの有効性をチェックすると書かれている。

1) ネットワークあるいは測定器の性能と初回校正

EN 6990:1999 の L.1 には、初回校正について次のことが書かれている。

各周波数における入力電圧と入力電流と出力電圧を測定し、入力電圧と入力電流の比から入力インピーダンスを、出力電圧と入力電流の比から伝達インピーダンスを算出し、理論値と比較する。

(測定周波数は 20, 50, 60, 100, 200, 500, 1 k, 2 k, 5 k, 10 k, 20 k, 50 k, 100 k, 200 k, 500 k, 1 MHz)

それぞれの周波数における測定の不確かさ示すガードバンドがそれぞれの測定器に対し、測定される。必要があれば、測定ネットワークを調整し、ガードバンドを小さくできる。

2) 確認システムにおける校正

EN 60990:1999 の L.2. では確認システムにおける校正に関して記述されている。

ア) DC で入力抵抗 (2000 Ω) を測定

イ) 各周波数における入力電圧と出力電圧の比 (あるいはメータ上で表示される、ミリアンペアとして示される) を測定し、理論値と比較して測定する。全体の周波数のうち、関心のある 2, 3 点を測定すれば十分である。

3) EN 60990 における校正

- EN 60990 の G.4 測定器の校正と適用が書かれている。そこには校正に対するの説明が書いてあり、ガードバンドについても注意事項が書かれている。そして注記として次のことが書かれている。

「注記-“校正”の定義は ISO 10012-1 で与えられている」

- G.5 記録

- 記録には次のことが書かれている。

おのおのの測定器に対し、ISO 10012-1 の 4.8 に従って、記録が実施されるのが望ましい。それらの記録は確認システム (G.6 参照) における後々の校正と使用限度を考慮するためのデータをもたらすであろう。

- G.6 確認システムには

注記-計量確認 (この規格では確認と略す) の定義は ISO 10012-1 の 3.1 によって与えられる。

機器検証のための測定器はそれらの精度に対し、定められた確認が行われるのが望ましい。

### 1.9.3 まとめ

上記のように電気製品の安全性を確保するための試験・検査として 1999 に EN 規格が制定されて、測定機器の校正については ISO 1001-1 を引用している。分野が異なるので情報が入ってこないが、医療機器関係でも人体に触手して検査する機器が増えたので「感電」関係で規定しているのではないかと思われる。このように我々の知らない分野で ISO 10012 を引用しているものがあると思われるので、JIS 化されたので、認証制度を導入し、活用をはかりたい。

## 1.9 国内外における ISO 10012 関連情報、動向(つづき)

### 1.9.4 ISO 10012 の動向

ISO 10012 が 2003 年に発行された当時は、この規格に対する情報が Web 上にも殆ど無く、やがて 2005 年に中国が自国の GD 規格 (GB/T19022-2003) として導入されると同時に、中国企業による認証取得の情報が多くを占めるようになった。しかし 2010 年になると、欧米の企業においても、自社のプロフィールの中に“マネジメントシステムとして ISO 10012 を運用している”という情報が増えてきている。

国際標準化機構によれば、ISO 10012 は、ISO 9000s のファミリー規格として位置づけられており、ISO 9001 および ISO 14001 の計測及び測定プロセスに関する要求に、組織が合致するために使用できるとされている。その目的から、諸外国では ISO 9000s の教育プログラムの中に、すでに ISO 10012 に関する教育が組み入れられている。

### 1.9.5 各国の状況

中国における ISO 10012 の認証取り組み情報にあるように、中国においては、国家推奨基準となっている。従って中国と地理的に近く、経済的関係の深い、東アジア、東南アジアの国々においては次のような対応の動きが見られる。

まず、台湾においては第三者審査機関であるテュフラインハート社が ISO 10012 の第三者審査をしている。また、マレーシアでは、Malaysian Standard MS 1900 の 7.6 Control monitoring and measuring process 項において ISO 9001 国際規格から 2007 年に削除された ISO10012-1,-2 の参照が、以前として残されており、ISO 10012-1,-2 を現行の ISO 10012 に読み替えるようにという但し書きがつけられている。またインドにおいては、Indian Standard QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS – FUNDAMENTALS AND VOCABULARY IS/ISO 9000 (ISO 9000 ; JIS Q 9000 にあたる) の中に、ISO 10012 が参考規格として取り上げられている。オーストラリア・ニュージーランドにおいては、欧米と同様、ISO 10012 が発行された時点ですでに自国の規格 AS/NZS ISO 10012:2004: Measurement management system –Requirement for measurement process and measuring equipment として採用されている。

また、ヨーロッパでは、EU 共通の規格となっており、代表的なものとして BS EN ISO10012 (イギリス) DIN EN ISO 10012 (ドイツ) がある。他の国については、この項の末尾の<参考：欧州における国家規格への展開>を参照願いたい。特にスペインにおいては、スペイン規格教会(AENOR)が第三者審査をし、認証を発行するシステムができあがっている。

### 1.9.6 企業における対応

一般的に欧米では企業自身が ISO 10012 を運用していると自己適合宣言しているケースが多く、そのような企業の中には、Agilent 社 (イギリス)、米国司法省刑務局

UNICOR/Federal Prison Industries（アメリカ）がある。また、特に航空業界においてはロッキードマーチン社（アメリカ）、エアバス社（EU）が取引業者に ISO 10012 への適合を求めている例がある。このような航空業界における ISO 10012 への適合要求は、米国 SAE AS9100 規格、ヨーロッパ AECMA pr EN9100 規格（JIS Q 9100：品質システム—航空宇宙—設計、開発、製造、据付及び付帯サービスにおける品質保証モデル）の要求項目 4.11.2 管理手順にある「ISO 10012 に規定する測定装置に対する計量確認システムを指針として用いてもよい」という推奨事項を、企業独自の判断で積極的に運用したものである。このように部品を国際調達する必要のある企業において、取引先への ISO 10012 への適合要求は今後増加するものと見られる。

### 1.9.7 他の国際規格での参照

下記に他の規格が、ISO 10012 への参照、適用を求めている例を紹介する。

1. 英国国防省カリブレーション規格：Ministry of Defense; Defense Standard 05-55 Part 2
2. 英国原子力の安全規格：Guidance on International Safeguards and Nuclear Material Accountancy at Nuclear sites in the UK（HSE：Health and Safety Executive イギリス政府外郭団体）
3. 道路試験の規格：ISO22476-12:2009 Ground investigation and testing – Field testing- Part 12 Mechanical cone penetration test (CPT)
4. 欧州委員会指令：欧州議会ならびに欧州委員会指令 2003EC/87/EC に基づく GHC（温室効果ガス）排出量のモニタリングと報告に関するガイドラインの制定

これ等に ISO 10012 への参照、適用が求められている。上記はいずれもフィールドにおける試験測定のプロセスの妥当性が求められる分野であり、ISO 17025 で求められる、試験所における試験が不可能な分野である。従って、土木、建築、船舶、航空宇宙、住環境、医薬、プラント設備、農業科学、海洋等における試験・検査の規格には、その測定の妥当性を確保する意味で、今後 ISO 10012 の適用に関する要求が明記されるものと思われる。

日本においても、これら分野で測定・分析を行う事業者から、自己の技術レベルを公正に評価し、社会的な認知度を高めるために、ISO/JIS Q 10012 規格の第三者認証制度の設立を求める声がある。

### 1.9.8 ISO ファミリー規格の中での取り扱い

“JIS Q 9100：品質システム—航空宇宙—設計、開発、製造、据付及び付帯サービスにおける品質保証モデル”の要求項目 4.11.2 管理手順にある「ISO 10012 に規定する測定装置に対する計量確認システムを指針として用いてもよい」という推奨事項は、この他に“JIS Z 9901：品質システム—設計、開発、製造、据付及び付帯サービスにおける品質保証モデル”、“JIS Z 9903：品質システム—最終検査・試験における品質保証モデル”の中にもある。

また、ISO 9001 の審査においても、ISO/IAF 審査グループ(APG)論考集(ISO/IAF Auditing Practices Group Papers, January 2005)：“監視機器及び測定機器の管理を監査・審査する”によれば、「組織が必要な校正記録を提供し関連する測定上の不確かさとトレーサビリティを保証することに加え、ISO 10012 に記載のとおり、実施する測定の範囲と種類に見合った計量確認のシステムについての認識を持ち、同システムを実施していることを、監査・審査員は確認すべきである」とあり、ISO 9001 の審査においても 7.6 項：監視機器及び測定機器の管理を審査する際は、ISO 10012 の要求事項を考慮することが推奨されている。

<参考：欧州における国家規格への展開>

国	国家機関	国家規格
Austria	<u>ASI</u>	OENORM EN ISO 10012
Belgium	<u>NBN</u>	NBN EN ISO 10012
Bulgaria	<u>BDS</u>	BDS EN ISO 10012:2006
Croatia	<u>HZN</u>	HRN EN ISO 10012:2003
Cyprus	<u>CYS</u>	CYS EN ISO 10012:2003-iss1
Czech Republic	<u>UNMZ</u>	CSN EN ISO 10012
Denmark	<u>DS</u>	DS/EN ISO 10012
Estonia	<u>EVS</u>	EVS-EN ISO 10012:2004
Finland	<u>SFS</u>	SFS-EN ISO 10012
France	<u>AFNOR</u>	NF EN ISO 10012
Germany	<u>DIN</u>	DIN EN ISO 10012
Greece	<u>ELOT</u>	ELOT EN 10012
Hungary	<u>MSZT</u>	MSZ EN ISO 10012:2003
Iceland	<u>IST</u>	IST EN ISO 10012:2003
Ireland	<u>NSAI</u>	I.S. EN ISO 10012:2003
Italy	<u>UNI</u>	UNI EN ISO 10012
Latvia	<u>LVS</u>	LVS EN ISO 10012:2003
Lithuania	<u>LST</u>	LST EN ISO 10012:2005
Luxembourg	<u>ILNAS</u>	SEE-EN ISO 10012:2003
Malta	<u>MSA</u>	MSA EN ISO 10012:2003
Netherlands	<u>NEN</u>	NEN-EN-ISO 10012
Norway	<u>SN</u>	NS-EN ISO 10012
Poland	<u>PKN</u>	PN-EN ISO 10012:2004
Portugal	<u>IPQ</u>	NP EN ISO 10012:2005
Portugal	<u>IPQ</u>	EN ISO 10012

国	国家機関	国家規格
Romania	<u>ASRO</u>	SR EN ISO 10012:2004
Slovakia	<u>SUTN</u>	STN EN ISO 10012
Slovenia	<u>SIST</u>	SIST EN ISO 10012:2003
Spain	<u>AENOR</u>	UNE EN ISO 10012
Sweden	<u>SIS</u>	SS-EN ISO 10012
Switzerland	<u>SNV</u>	SN-EN ISO 10012-2003
United Kingdom	<u>BSI</u>	BS EN ISO 10012:2003
Albania	<u>DPS</u>	S SH EN ISO 10012:2004
Bosnia and Herzegovina	<u>BAS</u>	BAS EN ISO 10012:2004
The Former Yugoslav Republic of Macedonia	<u>ISRM</u>	MKC EN ISO 10012:2006
Turkey	<u>TSE</u>	TS EN ISO 10012

## 第2章 ISO/JIS Q 10012 規格の要求事項と要点解説

### 2.1 ISO/JIS Q 10012 規格の構成、マネジメントシステムのモデル

国際規格『ISO/JIS Q 10012 計測マネジメントシステム—測定プロセス及び測定機器の要求事項』の構成は下記のとおりである。

<構成>

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1 適用範囲          | 6. 3 物的資源              |
| 2 引用規格          | 6. 4 外部供給者             |
| 3 用語及び定義        | 7 計量確認及び測定プロセスの実現      |
| 4 一般要求事項        | 7. 1 計量確認              |
| 5 経営者の責任        | 7. 2 測定プロセス            |
| 5. 1 計量機能       | 7. 3 測定の不確かさ及びトレーサビリティ |
| 5. 2 顧客重視       | 8 計測マネジメントシステムの分析及び改善  |
| 5. 3 品質目標       | 8. 1 一般                |
| 5. 4 マネジメントレビュー | 8. 2 監査及び監視            |
| 6 資源管理          | 8. 3 不適合の管理            |
| 6. 1 人的資源       | 8. 4 改善                |
| 6. 2 情報資源       | 付属書 A (参考) 計量確認プロセスの概要 |

全体的な構成は、ISO 9001、ISO 14001 或いは、ISO 17025 のような他の国際規格の構成と類似しており、他の規格と同様、計測マネジメントによって顧客満足を得ることを目的としており、マネジメントシステムのモデルとして、図3-1があげられている。

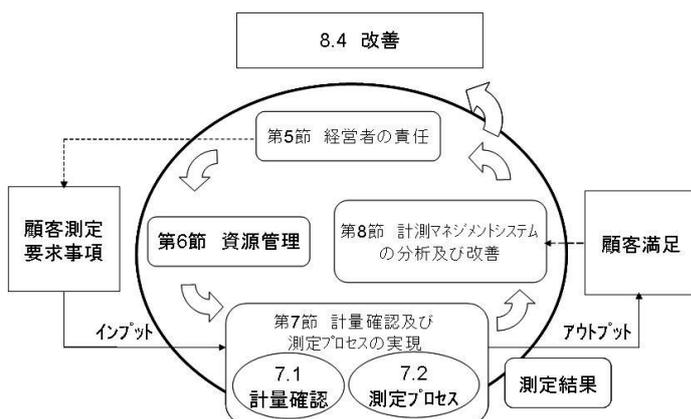


図3-1

### 2.2 第1節～第4節 一般要求事項

第1節は適用範囲、第2節は引用規格、第3節は用語及び定義であり、これらに対する解

説は省略し、4 一般要求事項 以下から解説を行う。

#### < 4 節 一般要求事項 >

“事業者はこの ISO/JIS Q 10012 計測マネジメントシステム国際規格を適用する範囲を明確にして、その範囲内でこの規格を遵守しなければならない”ということが要求されている。

すべての企業活動の計測に関わる範囲に、この規格を適用させることが望ましいが、その場合、当然管理のためのコストが増大する。あるいは、事実上管理が困難な測定機器、測定プロセスも存在する。従ってこの規格の適用範囲をまず特定する必要がある。

管理がされていない、あるいは管理がされているのか、いないのかははっきりしない測定機器、測定プロセスによる測定データにより、過った経営判断をしたり、あるいは不用意な測定（測定機器、測定環境が不適切）によって得られたデータにより、結果として顧客の信頼を失ったりしないようにするため、必要と考えられる測定プロセスを明確にし、それに対してこの規格を適用しなければならない。企業はどの製品及び測定プロセスにこの規格を適用するのかのその範囲と限度を、合理的に判断し特定しなければならない。また除外する場合はそのリスクを十分に考慮に入れる必要がある。

また、「計測管理システムは特定された測定プロセス及び測定機器の確認の管理及び必要な補助システムで構成される。」とある。つまりこれは、計測管理システムには、①測定プロセスの管理（測定機器で管理すること）と②測定機器の管理（測定機器の定期検査、トレーサビリティの確保等）の2つが含まれるということである。計測管理とは一般に②測定機器を管理するのみと狭い意味にとらえられがちであるが、品質、環境、あるいは経営のために、①プロセスの何をどう測り、管理していくかを決定していくことも計測管理であり、この2つができて、計測管理は完結するのである。

## 2.3 第5節～第6節 経営者の責任、資源管理

### < 5 節 経営者の責任 >

#### （5 節 1 計量機能）

ここでいう計量機能とは、企業における計測管理をする機能の意味で、平たくは計測管理をする職務、職能をいう。経営者は、計量機能（計測職務）の管理者を任命しなければならない。またその計量機能の管理者が十分な活動をするための資源（人、物、金）を割り当てなければならない。計量機能は組織の中の、一つの専門部門が担当しても良いし、組織全体に配置されてもよい。通常、計量管理部門が計量器の管理、生産技術部門が生産工程における測定機器の選定、設置を行い、品質保証部門が測定データの検証をするケースが多いと思われる。これが、計量機能が組織全体に配置されている例で、このような場合においても、それら業務全体を計測管理システムとし、計量機能の管理者は、その事業体の計測管理システムに責任を持たなければならない。この考え方は適正計量管理事業所制度の適正計量管理主任者の考え方に共通している。以下に参考として計量法第 128 条 2 号

の内容を挙げる。

『当該事業所にその従業員であって適正な計量管理を行うために必要な業務を遂行する者（適正計量管理主任者）が必要な数だけ置かれ、必要な計量士の指導の下に適正な計量管理が行われていること（以下略）』

このように、ISO/JIS Q 10012 国際規格と、日本の産業発展の礎を作った計量法の適正計量管理事業所制度には、他にも多くの共通点があり、現在適正計量管理事業所を取得している事業所は、この国際規格を抵抗なく運用できるものとする。また計量法にある“必要な計量士の指導の下に”の部分の指導の内容について、ISO/JIS Q 10012 においては付属書 A で、具体的に規定しているが、これについては後日、付属書 A の解説の機会に紹介する。

### （5 節 2 顧客重視）

計量機能の管理者はまず、顧客がなにを求めているかを具体的な測定可能な、管理数値に置き換えなければならない。そしてそれを測る方法を考え出さなくてはならない。つまり顧客が製品に求める機能・特性を実現するために、工程において、なにをどう測定、管理するかに落とし込むと同時に、それを測定するために適切な測定方法及び測定機器を計量機能の管理者は決定し、それ管理することによって顧客満足を実現し、また、その実現を証明しなければならない。これには正確に測ることのみならず、顧客が製品に求めているものを十分理解することが求められる。

例えば、“てんぷら料理店”の例をとりあげてみよう。ここにおける顧客要求とはなにであろうか。もちろん「おいしいてんぷらを食べたい」というものであろう。これを計量要求事項におきかえるとどうなるか。おいしいてんぷらを揚げるためには、適正な油の温度というものが必須である。それを測定管理することがすなわち計量要求事項に置き換えて管理するというものである。もちろん、油の粘度、成分、酸化度その他すべて計量要求事項として管理する内容である。名料理人といわれる料理人は、修行によりそれらを検知するセンサーを五感で体得している料理人のことをいうのであろう。

もの造りのプロセスは、この例よりももっと複雑な要因がからみあったものであろうが、顧客満足のために、どんな特性を管理すべきか？それを実現するには、どんな測定機器でどう測定するのがよいのか？それを具体的に決めていくことが、計測管理者の仕事であり、これが計測において顧客満足を実現することである。

### （5 節 3 品質目標）

計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムの品質目標を設定しなければならない。品質目標の具体例は、要求事項の本文に記載されているが、計測の不備により製品の品質に影響を及ぼすことがないようにするのみならず、計測システムの改善による経営効果ができるようにすることが望ましい。たとえば、出荷検査での不良の発生・手直し、廃却をなくすために、工程内の要因を見つけ出し、それを適切に計測によって管理することにより、

最終完成品での不適合を皆無にし、出荷検査をなくすことができるような目標を設定することができれば理想的であろう。そのような品質目標を年度ごとに設定し、達成の確認をしていく必要がある。

#### （5節4 マネジメントレビュー）

近年、故意にあるいは管理が不十分なため誤ったデータを公表する。あるいは、管理それ自体ができていないために、本来管理すべきものが管理されておらず、大きな社会的問題を引き起こす事例に事欠かず、結果的にその会社の経営を大きく揺るがす問題となっている。これらはすべて計測問題であり、正しく計測し、管理されていればこのような問題は発生しなかったはずである。その意味で計測が、事業の経営にあたえる影響はますます大きなものになってきている。工程のデータをはじめ、様々な経営データを鵜呑みにせず検証して、常に正しい判断をすることが経営者の責務であるはずである。昔から“現場・現物”と言われているのは、“現場・現物”にはデータになりきれしていない重要な情報が隠されているためである。むしろそのような情報は正しい測定によってデータとして情報化されるべきであるが、その情報化がうまくいっているか否かを確認するために、経営者は、定期的に計測マネジメントに実施に細心の注意を払い、時に触れ自らその見直しをする必要がある。また、計量機能の管理者は、経営者の見直しの結果を受けて、品質目標を見直したり、計測管理システムを修正したりする必要がある。そしてその見直しの結果は記録されなければならない。この経営者による見直しは、ISO9001 あるいは、ISO14001 の要求によるシステム見直しの際、同時に実行されもよいことになっている。

### < 6節 資源マネジメント >

#### （6節1 人的資源）

##### （6節1.1 要員の責任）

計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムの中の要員の責任を明文化しなければならない。つまり、自身の職場がすべてのシステムの運営をする場合のみならず、計量管理部門が計量器の管理、生産技術部門が生産工程における測定機器の選定、設置を行い、品質保証部門が測定データの検証をするような場合においても、各部門の役割、責任を明確にして明文化する必要がある。これは組織図、職務内容説明書、作業指示書、作業手順書にて文書化されていればよい。

##### （6節1.2 力量及び教育・訓練）

同時に計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムの中の要員が十分な能力を持ち、その能力を発揮しているということを証明しなければならない。そのためには、要員に対する適切で適切な教育が実施され、教育の効果の実効性が確認できることが必要となる（記録が必要）。必要な資格があるとすれば、どの様な資格が必要かを明確にし、また、それら

要員は、自身の業務（測定管理・測定機器の選定・測定データの評価）に対し、それが製品品質にどのような影響するのかを理解している必要がある。また、教育・訓練中のスタッフの作業には不慣れによるミス発生の防止のための十分な注意が払われなくてはならない。

## （6節2 情報資源）

### （6節2.1 手順）

計測マネジメントシステムの手順書は作成されなければならない。従来この手順書は適正計量管理事業所等では、“計測管理規程”等として位置づけられている計測管理システム全体を規定するものと、実際に試験・検査を実施する上での手順書を含む。これらは定期的に見直しが行われ、有効性・妥当性が維持されていなければならない。また発行および変更の責任も明確にすることは当然で、常に最新版管理がされていることが必要である。適正計量管理事業所においては、“計測管理規程”は、変更の都度、必要に応じて、所轄地域の計量管理行政部門に提出されており、このように顧客等の要求があった場合は提出する必要がある。

### （6節2.2 ソフトウェア）

近年、測定データはコンピュータ処理され、データとして表示、記録あるいは統計処理されるケースが多くなっている。そこには当然生のデータを処理するソフトウェアが介在する訳であり、そのソフトウェアに誤りがあれば、当然下される判断に誤りが発生する。（簡単な例として、1）ハイパス、ローパスによって、必要な周波数が検知されない。2）センサーの感度と表示装置の表示桁数がマッチしておらず、必要な桁数が四捨五入されてしまう。あるいは、測定できていない細かい桁数まで表示される）

それを防止するために、そのソフトウェアが製品の目的、測定の目的に対し正しい処理をすることができるかどうかを検証する必要がある。これはそのソフトウェアを使用する前に実施し、妥当性を確認し、使用の承認をうけていなければならない。これはそのソフトウェアを改定したときも実施する必要がある、ソフトウェアを承認したという記録も保存する必要がある。

また市販のパッケージソフトウェアについての検証は省略してもよいが、そのソフトウェアが測定の目的にあっているかの検討は事前に必要である。

### （6節2.3 記録）

計測マネジメントシステム運用に必要な情報（計量確認の結果、測定機器選定評価の記録、不確かさの推定値、実際の測定における不確かさの評価の記録、教育訓練・資格、顧客の苦情、要求等）を含む記録は保管しなければならない。手順書はそれらの識別・保管（期間）等について規定しなければならない。自社において、なにが計測マネジメントシステ

ム運用に必要な情報を含む記録にあたるかを整理しておくといよい。

#### （6 節 2. 4 識別）

それぞれの測定機器又は測定装置は、およびそれを使用するための手順は、計測の目的に対し明確でなければならない。特に特定の一つあるいは複数のプロセスに使用が認められた測定機器、装置はそれが明確になっていてそれ以外に使用できないようになっていなければならない。また計量確認が確実に実施されたことを示す識別がなければならない。また、計測マネジメントシステム外の測定機器がある場合は、それが管理外であることが確実にわかるようにしなければならない。

#### （6 節 3 物的資源）

6 章は計測に関する様々な経営資源（人・物・金等）を規定する。顧客要求を満足するための、適正な計量管理を実施するにあたり、これらの経営資源は必要十分であり、それらを有効に活用できることが必要となる。

##### （6 節 3. 1 測定機器）

特定された計量要求事項を満足するために必要な全ての測定機器（測定システムも含む）は、よく整備され確実に利用できなければならない。その管理状態がよくわかるように、管理標識などを付与し、識別されなければならない。そしてそれらの測定機器は、確実に校正、及び検証がされていなければならない。（校正および検証については後述する）これは全て校正する必要があるという意味ではなく、計測の目的に従って校正という手順をふまず、自主点検のみの場合もありうる。また、環境の条件は測定の不確かさに大きな影響を与える要因であるため、必要な範囲に管理された環境条件あるいは既知である環境条件のもとで使用されなければならない。したがって影響度を監視及び記録する測定機器も計測管理システムに含まれ、測定されたデータが有効性であることを裏付けられるようにしなければならない。また、計量機能の管理者は測定機器の誤用、悪用、ダメージ及び計量特性の変化を防止するために、受け渡し、移動、保管及び配布の文書化した手順を作成して、それに従い業務が行われるようにしなければならない。また、測定機器を計測管理システムに導入又は、除外する処置も手順書で明確にし、測定の目的に合致した測定機器が間違いなく使用されるようにしなければならない。

##### （6 節 3. 2 環境）

測定の作業及びそれによる品質の管理が、効果的に運用される為に、どのような環境条件が、どの程度測定に影響を与えるかをあらかじめ把握し、必要な環境条件は文書化されなければならない。そしてそれらの測定に影響する環境条件は監視され記録されなければならない。また、それら環境条件により測定されたデータの補正が必要になる場合があり、

そのような場合は、環境を測定した結果は記録され、目的とする測定結果に適用されなければならない。測定結果に影響を及ぼす環境条件には、温度、温度変化率、湿度、照明、振動、粉塵管理、清浄度、電磁的干渉及び他のファクターが含まれる。測定機器の機器製造者の仕様書を見れば、その機器が正しく使用されるための、レンジ及び最大負荷、環境条件の限界が示されており、これら規定された条件のもとで、実際の測定が確実に実施されるようにしなければならない。

#### (6 節 4 外部供給者)

計量機能の管理者はその計測管理システムを維持、運営する上において、自社のみならず、外部供給業者を使用する場合がある。これは単に測定機器の校正を外部に依頼する場合もあるであろうし、また工程の測定プロセスを作り上げる場合に、専門の外部供給業者に依頼する場合もあるであろう。それら外部供給業者によって提供される製品及びサービスに対する要求事項を定義し、文書化しなければならない。その文書化された要求事項を外部供給業者は満足できるかという能力を評価し、外部供給業者は選定されなければならない。外部供給業者により提供される製品及びサービスの記録は維持されなければならない。選定、監視、及び評価の基準は定義づけられ、文書化され、評価の結果は記録されなければならない。

もし試験あるいは校正に外部供給業者を使用し、特に不確かさを明確にしたい場合は、外部供給先が ISO/IEC17025、JCSS のようなラボラトリー規格に対する技術能力を証明できることが望ましい。あるいは、工程における測定プロセスの製作、あるいは測定プロセス自体を外注する場合は、その外部供給先が ISO/JIS Q 10012 規格を遵守する業者であることが望ましいであろう。また、機器の校正を外注した場合、その外部供給業者に校正のみならず、指定要求事項を明確にして、それを機器が満足しているかどうかの検証をさせてもよい。

## 2.4 第7節 計量確認と測定プロセスの実現

< 7 節 計量確認と測定プロセスの実現 >

### (7 節 1 計量確認)

#### (7 節 1. 1 一般)

ISO/JIS Q 10012 規格の中で、この7章は最も特徴的な要求事項を含む章であり、適正な計量を実施する上において、または計量を通じて顧客満足を実現するためにはどうすればよいか、具体的に要求事項としてまとめられている。その中でも“計量確認”という作業は、実施することは従来の測定機器の定期検査に相当するが、従来の定期検査に加えて検証というステップが加わり、その重要性が強調されている。つまりその検証とは、測定機器の計量特性が、その意図された使い道に合致していることを確認するものであり、測定による顧客満足を実現する第一歩となるものであり、ISO/JIS Q 10012 規格の中にはそのフ

ローが図としてまとめられている。それを簡単に表したものを図3-2に示す。

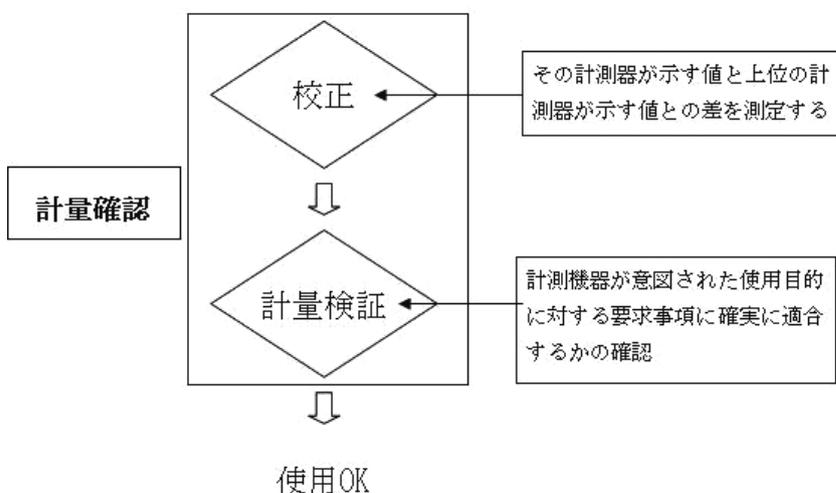


図3-2

測定機器は、通常は校正により、その表示する値が妥当であることを確認した後、使用に供されることが多いが、ISO/JIS Q 10012 規格では、その際に使用目的に合っているかどうかを確認することを要求する。

もちろんなんらかの目的があつて測定機器が選定されるわけであるが、長年の使用により、測定その目的が変化してくる。つまり測定の対象が変わることにより必要な精度、不確かさが変化したり、測定作業にかかわる作業員、工程の環境が変化したりすることが原因で妥当な測定ができなくなる。従つて定期点検のたびにその目的に合致しているかを確認する必要が発生するわけである。もちろん測定機器、測定方法の進歩によってより目的にあつた測定機器が実現されていないかを検討することも必要である。

#### (7 節 1. 2 計量確認の間隔)

どれほどの間隔で、計量確認を実施するかも大きな問題である。経営上の理由からは、測定をする対象物が価値の高いものであれば、測定機器の狂いにより発生する損失の額は大きくなるため、この計量確認の間隔を設定するにあつては、測定機器の特性のみならず、測定の対象物、つまり何を測るかを念頭に入れることを忘れてはならない。そして確認間隔を決定または変更する方法は文書化した手順に記載しなければならない。確認間隔は適宜、見直さなければならず、特に特定の測定機器が定期検査の際に頻繁に不合格になるような場合は、確認間隔が不適切であり、見直す必要がある。

#### (7 節 1. 3 機器の調整管理)

確認された測定機器の調整方法及び装置について、そのセッティングが性能に影響する場合は、不用意に変更されないように、封印または他の安全保護が施されなくてはならない。

封印または安全保護等は、いたずらなどがされた場合に、それが発見できるように設計されていなければならない。また、封印または保護装置の破損、損傷が発見された場合に、その工程および製品に対し、どのような確認、処置をするかを、確認プロセス手順に記載する必要がある。

#### (7節1. 4 計量確認プロセスの記録)

計量確認の結果(記録)は、適切に日付記入され、権限のある者によって承認されて、その結果の正しさが保証されなければいけない。これらの記録を保存して、必要なときにいつでも見られる状態にしておく必要がある。ここにおいて結果の正しさとは、特定された測定目的に対してその測定機器・方法が正しく合致するものであるということであり、それを証明できる記録になっているということである。そのために、承認を受けた者のみが記録を作成し、改訂し、発行し、削除することが許可されることを確実にしなければならない。

#### (7節2 測定プロセス)

測定プロセスを考えることは、計量確認と並び、計測マネジメントシステムの車の両輪としてISO/JIS Q 10012規格をささえる重要な、計量機能の仕事である。

##### (7節2. 1 一般)

計測管理システムの一部である測定プロセスは、まず計画され、検証され、実施され、文書化され、そして管理されなければならない。つまりある製品を造ろうとする場合、その製品の目的とした機能が確実に発揮できるようにする(品質を安定させる)ために、どう測定管理するか、またのその機能を検査確認するかを前もって考え、それら測定が目論見どおり効果的に働くかを検証する必要がある。この中で、測定プロセスに作用を及ぼす環境等による影響度は明確にし、実際の測定においてはそれを考慮しなければならない。そして、これら計測設計が、仕様書として文書化される際には、関連するすべての機器、測定手順、計測ソフトウェア、使用の状態、作業者の能力、及びその他測定結果の信頼性に影響を与えるすべての要素が明確され、含まなければならない。そして設計され実用に供された測定プロセスの管理は文書化された手順書に基づき実施されなければならない。

##### (7節2. 2 測定プロセスの設計)

測定プロセスの設計とは、文字通り“計測設計”のことであり、何をどう測るかを設計することである。この計測設計において計量に要求される事項は、顧客、組織、及び法的またはその他規制要求事項により決定されなければならない。これら特定された要求事項に合致するよう設計された測定プロセスは適切に、文書化され、妥当性が確認され、必要な場合には、顧客の承認を受けなければならない。

それぞれの測定プロセスに対し、どのプロセス要素を選んで、どう管理するかを明確にしなければならない。もちろん管理すべきプロセス要素を多く選び、全てに対し厳しい管理をすればよいのではあるが、現実には全ての要素を選びそれらを厳格に管理することはできない。従って要素の選択と管理限界は、特定された要求事項を満足しない場合のリスクとつりあわせる必要があり、何を重点的に管理していくのかが経済的に非常に重要になる。また、従ってこれらのプロセス要素と管理には、作業員、機器、環境条件の影響度等を考慮し、これら管理を適用した場合の効果を考慮して選定しなければならない。

現場、現物、現実の状態を正しく反映する妥当性のあるデータを得られるように、測定プロセスは設計され、もし欠陥が発生しても、早期発見が可能で、タイムリーな是正処置が確実に実施できるようにしておかなければならない。そのために、測定プロセスにはどんな特性（使用範囲、必要な堅牢性、不確かさ等）が必要かを明確にして、数値化できるものは数値化しておく必要がある。

また、測定プロセス設計は、工程におけるいわゆる検査、測定のみを設計することのみならず、工程パラメータの測定にも適用すべきもので、組み立て工程における締め付けトルクの測定管理、樹脂部品成型加工時における温度、圧力管理等にも適用しなければならない。これはこれを管理することにより、最終工程での試験・検査を簡略化できる可能性があるために、トータルとして要求事項を満足しない場合に発生するリスクを効率的に低下できる可能性があるためである。

#### （7節2.3 測定プロセスの実現）

測定プロセスが設計され運用される際は、計量要求事項に合致するように確実な管理状態のもとで運用されなければならない。

管理されるべき状態は次を含む

- a)測定機器が確実に計量確認されていること、
- b)測定手順が正しいこと、
- c)必要な情報資源が利用できること、
- d)測定に必要な環境条件の維持されていること、
- e)測定に携わる人員が有能であること、
- f)測定の結果が適正に報告されること
- g)必要な監視が確実に実行されていること

#### （7節2.4 測定プロセスの管理の記録）

計量機能は、測定プロセスが間違いなく要求事項を遵守していることを証明する記録を維持しなければならない。これには次の事項を含む

- a)測定プロセスの実施に関わる記録：用いられた全ての要素（例 作業員、測定機器、点

検基準) と関連する操作条件等

- b)測定プロセス管理から得られた関連データ、測定の不確かさに関連する情報を含む
- c)測定プロセス管理から得られたデータの結果に対しとられた処置
- d)それぞれの測定プロセス管理活動が実施された日付
- e)関連する検証文書の明記
- f)記録のための情報の提供に責任を持つ者の明記
- g)人員の資格 (要求されるものおよび取得済のもの)

計量機能は、そのような記録を作成し、改訂し、発行し及び削除することができる人員を認定し権限を与えなければならない。

<記録の例>

●計測管理システムの実施に関わる記録

- 6.1.2 力量及び教育・訓練→教育記録、資格
- 6.4 外部供給者→購買記録
- 7.1.4 計量確認プロセスの記録→確認結果
- 7.2.4 測定プロセスの管理の記録  
→測定の記録、操作データ、不適合データ、顧客クレーム
- 7.3.2 測定の不確かさ及びトレーサビリティ  
→トレーサビリティの記録、不確かさの推定値

(7節3. 1 測定の不確かさ及びトレーサビリティ)

ISO/JIS Q 10012 規格においては、「不確かさをどう算出するか」ということよりも、「不確かさをどう活用するか」に重点がおかれている。従って計測管理システムの範囲に入るそれぞれの測定プロセスに対し、測定の不確かさを推定しなければならないが、ISO17025 規格に要求されているような、不確かさを算出する手順は明確にすることは要求していない。ただその測定における不確かさを推定して、それを記録することが要求されているのみである。つまり、どうやって不確かさを出したかより、その不確かさで十分かどうか重要であり、測定の不確かさが測定の目的に対し、十分に小さく想定されていればよいのであり、その確認を、定期検査においては、測定機器の確認(校正+検証、使用目的に合っているかの確認)および、計測設計においては、測定プロセスの妥当性確認の前に完了しなければならない。測定条件の変化が、不確かさに影響を与える原因になる場合は、それを文章にしておく必要がある。また、類似タイプの測定機器にたいしては、その推定された不確かさと、不確かさに影響を与える原因をまとめて一般化したレポートの形にしておくといよい。なぜなら、それを次に不確かさを推定する際に活用できるためである。もし他社に、類似した測定機器、測定条件の下で不確かさを推定した事例があれば、それをそのまま自社の不確かさの推定に利用することも可能である。

### (7節3.2 トレーサビリティ)

計量のトレーサビリティについてはすでに ISO 9001 規格においても、要求されており、SI 単位系標準までの確実なトレーサビリティが要求される。SI 単位系標準又は認知された自然定数がない場合に限り、当事者間で契約合意されたコンセンサス規格を使用してもよいことになっている。そのトレーサビリティを確保するためには、信頼できる校正機関を通じて達成されなければならない。ISO/IEC17025 の要求事項に適合している試験所を通じて達成されることが推奨されている。なお、VIM2007 年度版によると、測定のトレーサビリティとは、それぞれが測定の不確かさに寄与する文書化された校正の連鎖を通じて、その結果が計量標準に関連する測定結果の性質と定義されており、前項 7.3.1 測定の不確かさにある、測定の目的を満足するために十分に小さな“測定の不確かさ”を確保できるトレーサビリティでなければならない。したがってトレーサビリティには、校正に信頼がかけられること、適切な不確かさを確保できることが必要である。

## 2.5 第8節 計測マネジメントシステムの分析及び改善

### <8節 計測マネジメントシステムの分析及び改善>

#### (8節1 一般)

計量機能（計測管理を担当する部署）は、計画に基づき自社の計量管理が ISO/JIS Q 10012 規格に適合していることを監視・確認し、現状を分析して改善しなければならない。

#### (8節2 監査及び監視)

##### (8節2.1 一般)

計量機能（計測管理を担当する部署）は、監査等の手段を用い、自社の計量管理が ISO/JIS Q 10012 規格に適合し、有効に機能していることを確認しなければならない。ISO 9001 規格においては、内部監査等手段により組織内部で相互に監査することにより、このような監査が実施されるが、ISO/JIS Q 10012 規格においては、内部監査は求められていない。これは計量に関しては専門的な知識が要求されるため、監査者に高度な専門性が求められるため事実上、監査ができる監査者が限られるためであろう。従ってこのような場合、付属書に述べられている適切な資格をもった外部の計量専門家の手を借りることも可能である。

##### (8節2.2 顧客満足)

計量機能（計測管理を担当する部署）は、顧客満足がその組織の計量管理によって達成されているかを監視しなければならない。つまり、クレーム等の顧客からの情報に目を光らせ、それを防止し、改善するために測定により実施されている検査、管理が適切かを監査する必要がある。

#### (8節2.3 計測マネジメントシステムの監査)

計量機能(計測管理を担当する部署)は、組織の計測マネジメントシステムが有効に機能していることを確認するため監査を計画して、実施する必要がある。当然その結果は、経営者に報告され、マネジメントレビューの一環として活用されなければならない。この監査は、ISO 9001等のマネジメントシステムの監査の一部をして実施することもでき、第三者に監査を依頼してもよい。監査員は自己の担当する領域の監査を行わないことが望ましいが、前述のように計測システムの監査には、専門性が要求されるため監査できる監査者が限られる。従ってISO/JIS Q 10012規格の原文ではこの要求はshall(しなければならない…強制)ではなくshould(するのが望ましい…推奨)となっている。

#### (8節2.4 計測マネジメントシステムの監視)

監査とは別に、計測マネジメントシステム(計量確認、測定プロセス)は常に監視されていないなければならない。計量確認、測定プロセスが正常かつ適切に機能していることを日常チェックする必要がある。これは日常点検、あるいは測定されたデータを統計的手法等により確認することで達成されるものであり、この監視により測定されたデータが正しいことが保証される。監視の結果により欠陥がすみやかに発見され対策がとられなければならない。

#### (8節 不適合の管理)

##### (8節 不適合の計測マネジメントシステム)

上記監査あるいは、日常の監視により不適合が発見された場合、計量機能(計測管理を担当する部署)は、暫定処置を含み迅速に処置をする必要がある。特に測定プロセスに不適合がある場合、不注意によりその測定プロセスを使用するようなことがないようにしなければならない。

##### (8節3.2 不適合の測定プロセス)

不適合の測定プロセスは当然使用してはならないが、測定プロセスが不適合であることを判定することが、時によっては非常に困難なことがある。例えば、測定機器が動かなくなった場合は、その測定機器が不適合であることが比較的分かりやすい。しかし、測定機器は動くけれども正しい値を示さない場合、そのような不適合を発見することは非常に困難である。なぜなら結果として出てきたデータが異常な場合は、すぐさま何らかの対策を講じようとするが、測定プロセスの異常により、結果として出てきたデータが異常を示さず、実際の製品に問題がある場合は、異常を発見するすべが事実上ないからである。したがって測定機器の異常あるいは測定方法の誤りを発見できるしくみが必要となり、製品を測定したデータを注意深く監視することにより測定プロセスの不適合を監視したり、あるいは重要な工程などでは、通常測定手順とは別に、定期的に別な方法での測定確認をしたり

する必要がある。このようにして発見された不適合の測定プロセスには対策を講じ、修正した後、使用の前には妥当性を確認しなければならない。

#### （8節3.3 不適合の測定機器）

損傷を受けた測定機器、あるいは定期検査の時期をすぎている、又は定期検査で不合格となった測定機器等は使用現場から撤去するか、目立つラベルやマークをつけて使用しないようにしなければならない。またこのような損傷の再発防止のためにも、不適合報告書を作成しなければならない。また、これら不適合の測定機器でも使用場所によっては、格下げをして使用するあるいは、測定範囲の一部のみに限って使用するということが可能であるが、その場合はその目的、使用範囲を明確に表示する等の注意が必要である。また、定期検査で測定機器が不適合と判断された場合、その測定機器に対してしかるべき処置をとらなければならないが、その測定機器を使用して生産された製品に対しては、再検査の可能性を示すにとどめている。（この部分は、ISO 9001規格では再検査等は shall …強制項目であるが、ISO/JIS Q 10012規格では、製品に対する処置は強制していない）

#### （8節4 改善）

##### （8節4.1 一般）

計測マネジメントシステムの継続的な改善は、計量機能（計測管理を担当する部署）の責任である。監査、マネジメントレビュー、顧客情報をもとに、計画（5.3 品質目標、参照）をたてて改善を推進しなければならない。具体的な改善の切り口の例として、3つの例を挙げる。まず、顧客の要求に対し、実際に実施されている測定プロセスおよび監視のプロセスが正しく対応しているかを見直すことである。計測器および測定方法を見直し改善することによって、顧客満足につなげることである。次は『不確かさを小さくすること』である。これによりプロセスの状態がより正しく把握できることになり、適合品を不適合と判断する無駄、不適合品を適合品と判断するリスクを下げ、トータルとしてのコストダウンにつながる。三番目として、検査を監視に置き換えていくことである。測定プロセスの設計で検査プロセスを設定し不適合品を除外するしくみを考えるが、その特性をプロセス中での管理、監視プロセスに置き換え、不適合品が出ない仕組みを構築することである。

##### （8節4.2 是正処置）

計測マネジメントシステムに不適合の測定プロセス、あるいは不適合の測定機器がある、又は測定すべき要素が測定されていない等により、顧客の測定要求事項を満足できない場合は、すみやかに原因となる測定プロセスあるいは測定機器、環境条件を特定して、是正処置を講じなければならない。またとられた是正処置はその有効性を確認する必要がある。なぜなら、是正処置としてとられた対策が的外れである場合、期待した効果を得ることができないばかりか、対策を確認なしに採用することによって、望ましくない状態

が継続するためである。従って常に対策は適正である必要がある。また、末梢な問題にわずらわされずに、重要事項に対する対策の優先順位を確保するためにも、どのような時に是正処置をするのかを前もって決めておく必要がある。

#### （8節4.3 予防処置）

不適切な計測計量によって発生する不適合を未然に防止するためには、製品開発の中で、いかに製品をロバストにすることにより、プロセスにおいて、測定機器による微妙な管理から開放するかが鍵となる。また、重要なポイントを測定しやすい形状にすることも不適切な計測計量によって発生する不具合をなくことに有効となる。また、測定を最終的な製品の合否判定検査に使用するよりも、プロセスの管理に使用することは、総合的な経営ロスを減らすことにつながり、予防処置の有効な手段となる。従って、製品開発、工程設計のレビューの一つとして測定の視点からの検証を行うことが必要であろう。そのための手順を明確に組織全体のマネジメントシステムの中に組み込んでおかなければならない。

## 2.6 附属書 A 計量確認プロセスの概要ープロセス反応器用圧力機器の計量確認の例

### 2.6.1 資料の目的

ISO(JIS)10012 規格 7.1 項計量確認本文についての要求事項と要点解説は本報告書の 2.4 項に述べられている。本規格の附属書では、計量確認プロセスの概要を A2 顧客計量要求事項 (CMR)、A3 測定機器計量特性 (MEMC)、A4 検証及び計量確認の順に示している。また、規格 7.1 項計量確認本文についての解説がされている。

その中で、プロセス反応器の臨界運転圧力測定機器における具体例が示されている。

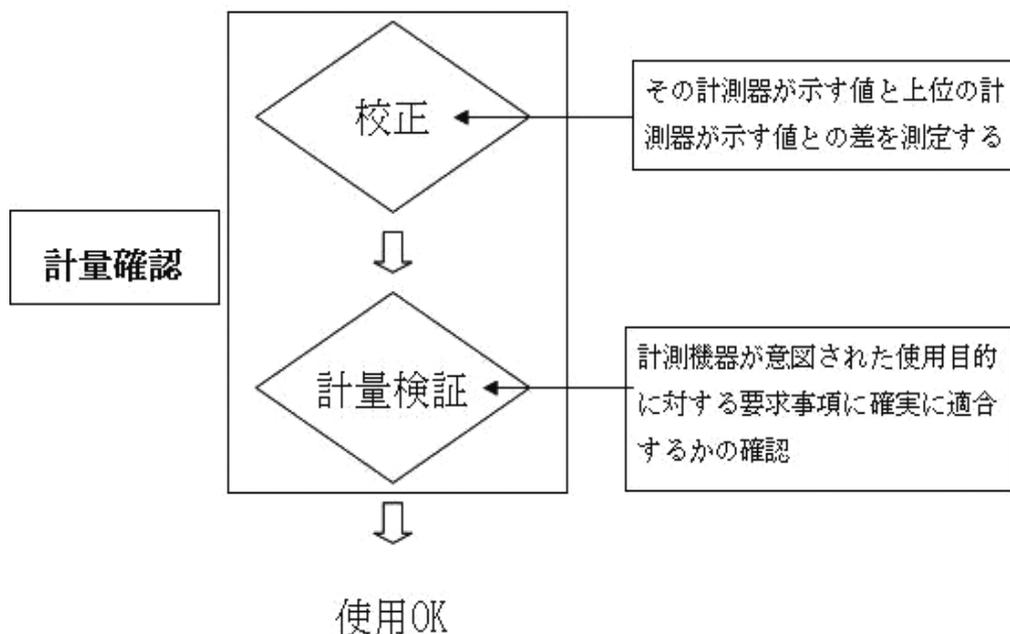
これが、圧力測定機器の計量確認プロセスの具体的な内容を理解しやすいと思われるので、そのことについて少し詳しく説明する。

(CMR : Customer Metrological Requirement)

(MEMC : Measuring Equipment Metrological characteristics)

また、附属書では「CMR には、不適切な測定のリスク、並びにそれが組織及び事業に及ぼす影響を考慮することがのぞましい。CMR は、最大許容誤差、操作限界などによって表される。CMR は十分に詳細なものにして、意図した用途に従って特定の測定機器が特定の変数若しくは量を管理、測定または監視することが出来るかどうかを、計量確認プロセスの操作者が明確に決定できるようにすることが望ましい。」と述べられておりこのことについても本事例を理解することにより具体的に読み取ることができる。

### 2.6.2 計量確認フローイメージ



## 2.6.3 附属書 A の例によるプロセス反応器用圧力機器の圧力値のイメージ

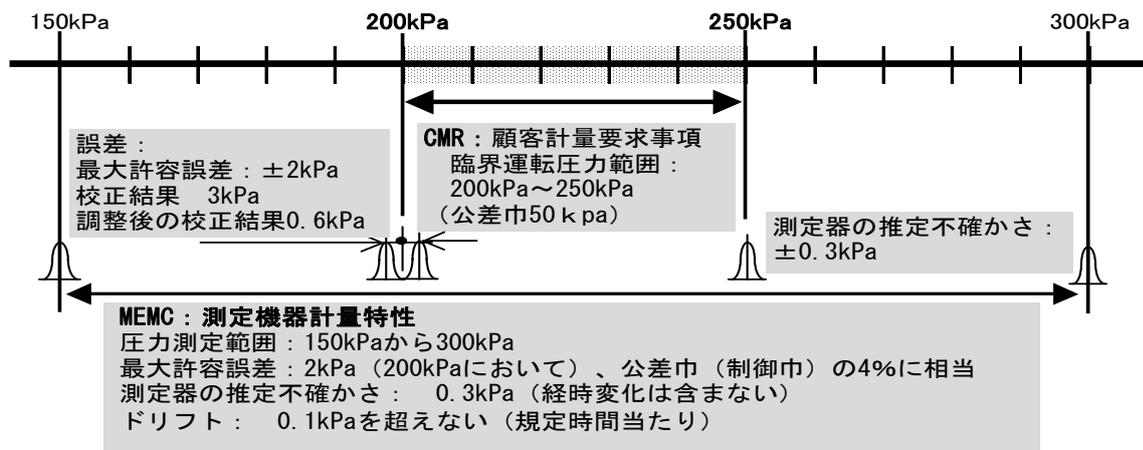


図 1 プロセス反応器の臨界圧力測定イメージ

## 2.6.4 プロセス反応器用圧力制御機器の計量確認の例（A. 2項に示される例）

### 1) 顧客計量要求事項（CMR）

本文：

プロセス反応器では臨界運転のために圧力を 200kPa から 250kPa までの制御をすることが求められる。この要求事項は、圧力測定機器に関する CMR として解釈し、表現する。

解説：臨界運転圧力：圧力制御巾 200 kPa~250 kPa（制御巾 50 kPa は 200 kPa に対して 25%）  
プロセス反応器の臨界運転圧力は設計仕様であり、圧力測定機器に対する CMR となる。

### 2) 測定機器計量特性（MEMC）

本文：

この結果機器は 150 kPa~300 kPa の範囲の圧力を測定でき、かつ、最大許容誤差を 2 kPa、測定の不確かさを 0.3 kPa（時間関連の影響は含まない）、及び規定時間当たりのドリフトが 0.1 kPa を超えないという CMR が成立することになる。顧客は、CMR を機器の製造業者が指定する（明示的又は黙示的）特性と比較して、この CMR に最も適合する測定機器及び手順を選択する。顧客は、精度等級 0.5%、測定範囲が 0 kPa~400 kPa の、特定の供給者の圧力計を指定しても良い。

解説：ア. 圧力測定範囲：150 kPa から 300 kPa  
イ. 最大許容誤差：2 kPa (200 kPa において、制御巾 50 kPa の 4%に相当)  
ウ. 測定の不確かさ：0.3 kPa (経時変化は含まない)  
エ. ドリフト：0.1 kPa を超えない (規定時間当たり)  
上記の MEMC から測定機器及び手順を選択  
オ. 圧力測定範囲：0 kPa から 400 kPa、精度等級 0.5%を選定

上記の解説

- ア. 臨界圧力範囲に対し両側に 50 kPa の測定範囲の余裕が必要。
- イ. プロセス反応器の臨界圧力の性格上、誤差は厳格に決められている。最大測定誤差は通常公差巾の 10% (精度比 1 / 10) 程度と考えられるが、ここでは制御巾に対し 4% (精度比 1 / 25) としている。
- ウ. 日計振発行の校正における不確かさの事例集「機械式圧力計」の例では、は約 0.2kPa と推定しています。この例ではこれとほぼ同程度の不確かさを推定している。
- エ. 圧力機器メーカーの仕様書から決めたと推定される。
- オ. 測定範囲、要求精度の関係より、市販の規格品ではなく、特注圧力計を選定したと推定される。

3) 初回校正

本文： A.2 に示した例によると、校正によって検出された誤差が 200 kPa に対して 3 kPa、校正の不確かさが 0.3 kPa と仮定する。したがって、計器は最大許容誤差の要求事項を満たしていない。

解説：特注された精度の高い測定機器として、設定初期においては、使用条件、脈動、使用経過期間、温度変化等によってはゼロ点平行移動等によりこの程度の誤差は発生する可能性がある。200kPa±2kPa の最大許容誤差の要求に対して 3kPa の誤差が検出された。MEMC と校正の結果を検証すると、最大許容誤差の要求事項に対して不適合である。

4) 調整、再校正

本文： 調整後、校正によって検出される誤差が 0.6 kPa となり、校正の不確かさは 0.3 kPa である。

解説：調整後、200 kPa で誤差が：0.6 kPa、校正の不確かさが 0.3 kPa。  
ドリフト：書類等により適合の証拠がある。  
上記の調整について、この圧力測定機器は特注品であり、不確かさが小さいので、測定範囲内に絞って調整すれば、充分調整可能と考えられる。  
圧力測定機器の目量は 2kPa 程度と推定されるが、その 1/3 以下に調節された。  
電気式 (センサー式) であれば簡単に調整可能と考えられる。

5) 検証

本文： こうして、最大許容誤差の要求事項に適合することになり、計器はドリフトに関する要求事項との適合性を実証する証拠が得られたものと仮定すれば、使用に対し確認をしても良い。

6) 校正の結果の不適合に対する製品測定への影響遡及調査

解説： 最大許容誤差 2 kPa の要求事項に対し、充分余裕を持って適合することになり使用に対し確認は適合として良い。

解説： 校正の結果の不適合に対する製品測定への影響遡及調査のために、最初の校正の結果を通知しなければならない。これは、最初の校正がされる前にこの測定器が製品測定に使用されたとすると、その影響を調査し、場合によっては是正処置が必要になるかも知れないからである

7) 計量確認後の処置（記録、識別）

本文： 検証プロセスの結果は、使用者又は計量機能のいずれが実施したにせよ、計量確認システム内の監査証跡の一部として、何らかの校正証明書または試験報告書に加えて検証文書にまとめると良い。  
計量確認システムの最終段階は、例えば、ラベリング、マーキングなどによる測定機器の状態の適正な識別である。その後計量確認をした目的に対して使用して良い。

解説： 計量確認の結果の記録は、電子システムとしてデータベース化すれば今後の同類の計量確認業務に対する効率化のツールとなり得る。  
識別は、事業所の状況により、校正と計量確認を別にしても良いし同じでも良い。  
いずれにしても、使用者に識別による混乱がおきないようにすることが肝要である。

## 8) 測定の不確かさの扱い

### 解説

この例では、不確かさについて推定しており、これが装置の制御巾に対して充分小さいことを確認して、適否の判定、調整行為に対して考慮している。

(圧力測定機器の最大許容誤差：±2.0kPa、不確かさ：±0.3kPa)

また、不確かさについては校正証明書等により得た情報をもとに推定したものとと思われる。

## 2.6.5 MEMC の範囲内の「校正」及び「調整」をすることによるメリット

前述のプロセス反応器用圧力制御機器の検証及び計量確認の事例において、測定範囲に絞った「校正」及び「調整」を実施することによるメリットについて考察する。

上記の例による圧力測定機器の MEMC は一見普通にみえるが良く考えてみると、測定技術はかなりハイレベルに思える。

特に最大許容誤差について、圧力値 200kPa に対して最大許容誤差 2 kPa を要求している。これは圧力制御巾 50 kPa に対して 4%であり一般的に要求される 10%=5 kPa よりかなり厳しい。例では特注品にて対応していると推定される。

MEMC の範囲内の「校正」及び「調整」をすることによるメリット：

- 1) 圧力範囲 150 kPa から 300 kPa の範囲に絞って校正ポイントを定めその範囲でベストの調整をする。
  - ・ 150 kPa から 300 kPa の間の精度保証が確実に実施できる。
  - ・ 0~400 kPa 全範囲を校正する必要はなく、校正の合理化、効率化につながる。
- 2) 調整により最大許容誤差 2 kPa に対して充分余裕を持つことが出来る。
- 3) このように、計量確認実施記録等の分析により校正データの誤差、安定性等が MEMC に対して充分余裕があることが確認されるならば確認周期の見直しにより周期延長、測定器の寿命延長効果が期待できる。

以上

### 第3章 ISO/JIS Q 10012 の企業内普及活用事例

#### 3.1 名古屋 ISO 10012 WG の活動状況報告

##### 3.1.1 名古屋 ISO 10012 WG の活動状況報告 2014/05/13

回	開催日	開催時間	開催場所	議題	参加者
1	2013/2/12	15:00～16:30	トヨタ自動車(株) 名古屋オアリス24F	発足の趣旨確認、役割分担決定	大竹、伊藤、中野、植手、高井、日高、渡辺(イリアック)、池田(池田工業)、森田(西浦化学)、水野(西浦化学)
2	2013/3/9	12:30～15:30	池田工業(株)	メンバーの ISO10012 に対する考え方、取り組み方、獲得したい成果物の明確化	大竹、池田、植手、日高
3	2013/4/12	9:45～11:30	池田工業(株)	計量要求事項の明確化(エアコン部品)、「ISO10012 とは」	大竹、池田、伊藤、高井、日高
4	2013/5/16	10:45～12:00	池田工業(株)	高井リポートによる測定の不確かさの簡易推定方法による測定の不確かさの解説と実技	大竹、伊藤、高井、日高、池田(池田工業)、吉村(池田工業)、岡部(池田工業)
5	2013/6/3	13:30～16:30	トヨタ自動車(株) 名古屋オアリス24F	不確かさマニユアル(作成高井)の検討	大竹、伊藤、中野、高井、日高、渡辺(イリアック)
6	2013/7/9	15:00～17:00	池田工業(株)	計量要求事項の明確化(エアコン部品)及び、測定誤差の検討	大竹、伊藤、高井、日高、池田(池田工業)、岡部(池田工業)
7	2013/8/6	15:30～17:00	池田工業(株)	エアコン部品の測定実習、日高の測定器の不確かさ調査	伊藤、高井、日高、池田(池田工業)、岡部(池田工業)

回	開催日	開催時間	開催場所	議題	参加者
8	2013/8/9	10:00～12:00	池田工業(株)	第7回の復習及び、不確かさの調査、高井データ解析、「s5s」ゲーム	伊藤、高井、日高、阿知波(阿知波計量士事務所)、池田(池田工業)、三浦(池田工業)
9	2013/9/7	10:00～12:00	池田工業(株)	検査職場の測定改善、参加者の測定の不確かさ調査	阿知波、伊藤、日高、池田(池田工業)、岡部(池田工業)
10	2013/10/15	13:30～17:00	トヨタ自動車(株) 名古屋オフィス24F	測定プロセスの設計(案)伊藤、測定の不確かさの簡易マニュアル(高井)、QC, 検査規格の測定方法の決め方(日高)	大竹、伊藤、高井、日高、岡部(池田工業)
11	2013/11/18	14:00～16:30	池田工業(株)	工程内不良を半分にしたい、寸法調整の時間短縮、改善1000件	高井、日高、岡部(池田工業)、三浦(池田工業)、吉村(池田工業)
12	2013/12/10	14:00～16:00	池田工業(株)	製品対応の校正方法 IS09001 では、JIS 規格で校正することが多いが、10012 では製品に対応した校正方法であるから効果的である(伊藤)	伊藤、日高、岡部(池田工業)
13	2014/1/7	14:00～16:00	池田工業(株)	JQA 名古屋事務所での測定の不確かさを説明する資料の検討(高井)、製品対応の校正方法の検討(伊藤)(2013/10/15)の提案検討	大竹、伊藤、高井、日高、池田(池田工業)、鋤柄(JQA)
14	2014/2/19	14:00～16:00	池田工業(株)	エアコン部品のデータ取りの検討	大竹、伊藤、高井、日高、鋤柄(JQA)
15	2014/3/22	14:00～16:00	池田工業(株)	エアコン部品のデータ取り	伊藤、日高

回	開催日	開催時間	開催場所	議題	参加者
16	2014/3/25	14:00～16:00	池田工業(株)	エアコン部品のデータ取り	大竹、伊藤、日高、池田(池田工業)、沖村(JQA)
17	2014/4/12	14:00～16:00	池田工業(株)	エアコン部品のデータ取り	伊藤、日高
18	2014/5/13	14:00～16:00	中央精機(株)	池田工業 ISO10012 辞退後の進め方の検討	大竹、伊藤、高井、日高
19	2014/6/10	14:00～16:00	中央精機(株)	池田工業 ISO10012 辞退後の進め方の検討	大竹、伊藤、高井、日高
20	2014/7/7	14:00～16:00	日高計量士事務所	計量管理の役割の検討	大竹、伊藤、高井、日高、寺倉(三菱自動車)
21	2014/8/19	14:00～16:00	中央精機(株)	計量管理の役割の検討	大竹、伊藤、高井、日高
22	2014/9/23	14:00～16:00	中央精機(株)	各委員のテーマの設定と実施	大竹、伊藤、高井、日高、鋤柄(JQA)
23	2014/10/10	14:00～16:00	中央精機(株)	各委員のテーマの実施(大竹:測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾈｯﾄﾞﾞｰﾀｰ、高井:測定ﾌﾟﾚｽ設計のﾏﾈｳｱﾙ、日高:ﾄｰｽﾄをおいしく食べる測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾌﾞｰﾑ)	大竹、伊藤、高井、日高
24	2014/11/7	14:00～16:00	日高計量士事務所	各委員のテーマの実施(大竹:測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾈｯﾄﾞﾞｰﾀｰ、高井:測定ﾌﾟﾚｽ設計のﾏﾈｳｱﾙ、日高:お茶を美味しく飲む測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾌﾞｰﾑ)	大竹、高井、日高
25	2014/12/15	14:00～16:00	中央精機(株)	委員のテーマの実施(大竹:測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾈｯﾄﾞﾞｰﾀｰ、高井:測定ﾌﾟﾚｽ設計のﾏﾈｳｱﾙ、日高:測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾌﾞｰﾑ)	大竹、高井、中野、日高、川地(愛知時計電機)
26	2015/1/14	14:00～16:00	中央精機(株)	各委員のテーマの実施(大竹:測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾈｯﾄﾞﾞｰﾀｰ、高井:測定ﾌﾟﾚｽ設計のﾏﾈｳｱﾙ、日高:測定ﾌﾟﾚｽ設計ﾌﾞｰﾑ)	大竹、高井、日高、川地(愛知時計電機)

回	開催日	開催時間	開催場所	議題	参加者
27	2015/2/2	14:00～16:00	中央精機(株)	各委員のテーマの実施(大竹:測定プロセス設計レビュー、高井:測定プロセス設計のマニュアル、日高:測定プロセス設計ゲーム)	大竹、高井、日高、川地(愛知時計電機)、渡辺(イリアック)
28	2015/3/10 (予定)	14:00～16:00 (予定)	中央精機(株) 予定	各委員のテーマの実施 (予定)	

現在の成果物

1. 「測定の不確かさの簡易推定マニュアル」 2013/4/18 完成
2. 「実習ゲームを通じて学ぶ測定の不確かさ」 2014/5/13 完成
3. 「測定プロセスの設計マニュアル」 2015/1/19 完成
4. 「測定プロセスの設計レビュー」 2015/2/2 現在完成間近
5. 「測定プロセスの設計ゲーム」 2015/2/2 現在完成間近

今後の予定

ISO 10012 を運用するための実務的なマニュアルを作成する。

2016年2月終了予定。

## 3.2 ISO 10012 普及導入パンフレット

# 計測の視点から品質&各種管理を見直す

～ISO/JIS Q 10012「計測マネジメントシステム」の活用～

ISO 10012 は 2011 年 5 月 20 日に JIS Q 10012 として JIS 化された『計測マネジメントシステム—測定プロセス及び測定機器に関する要求事項』です。この規格は測定器及び測定行為の効率的な管理を実現して、データの適切な収集に役立ち、品質管理のみだけでなく各種の管理を効率的にすることができます。

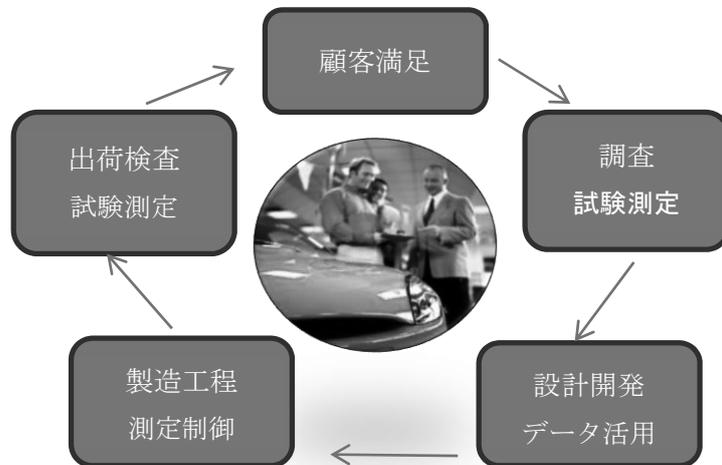
- 計れないものは作れない、計らないと科学的な管理はできない・・・ISO/JIS Q 10012 は顧客満足を実現し、ムダのない各種の管理を実現します。

ISO 10012 は、ISO 9001 などの各種のマネジメントシステムをさらに充実・強化させることで、さらなる品質向上やムダの排除が期待できる、認証可能な規格です。

### ■ ISO 10012 の役割

ISO 10012 は、顧客の要求事項を試験測定等での確に調査し、その調査データを活用して製品を設計開発します。作成された設計図面を実現するために製造工程を作り、製造条件を測定試験データにより制御して生産します。生産された製品を試験、測定して出荷検査を行い、良い商品を顧客に届けます。

このように ISO 10012 は顧客満足を実現するために各工程を的確に管理するためのものです。



ISO 10012 のイメージ図

### ■ ISO 10012 活用のメリット

- ・ 組織における「測定行為の効率化及びリスク回避」、ISO 9001 などのマネジメントシステムを補完し「品質の改善、生産効率の向上」ができる
- ・ 測定プロセスの見える化と改善及び測定技術者の能力向上
- ・ 客からの信頼性向上、競合他社との差別化、透明性の向上、社員のモチベーションアップ

お問い合わせ先：

■ 一般社団法人 日本計量振興協会

■ 一般財団法人 日本品質保証機構 マネジメントシステム部門 企画・推進センター企画調整部 商品開発室

2014.2

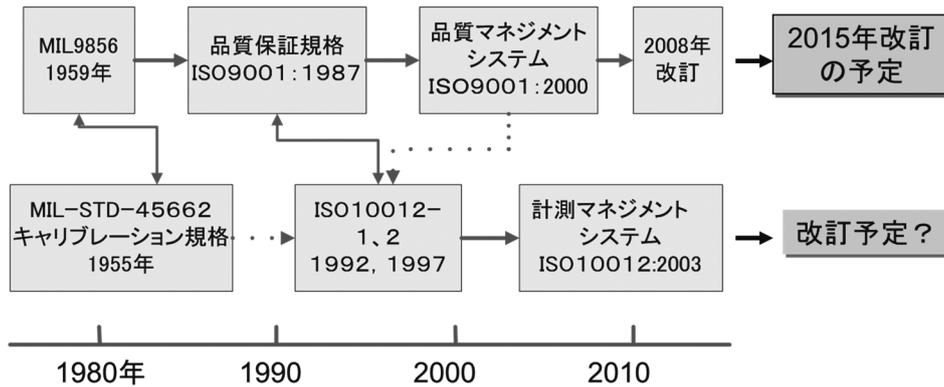
### 3.3 60分でISO 10012を理解しましょう

#### 3.3.1 ISO 10012 制定の目的と経緯

##### 1) 制定の目的

ISO 10012 は、米軍が品質の良い物資を調達するために品質管理と計測機器のキャリブレーション規格を開発した。その後グローバル化の流れの中でマネジメントシステムとしてバージョンアップが繰り返されている。

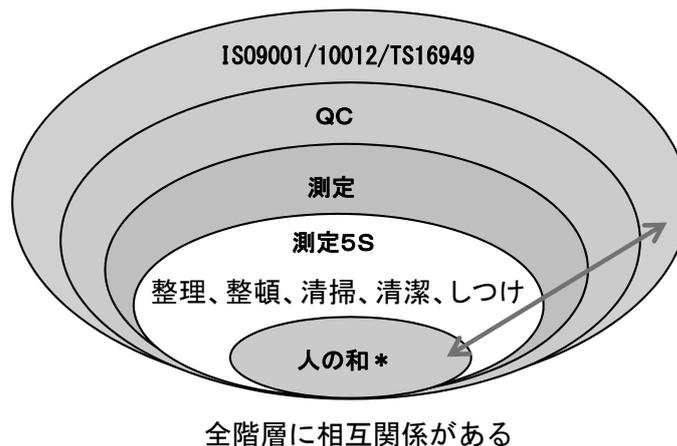
##### 2) 発展の経緯



##### 3) ISO 10012 の位置付けと相互関係

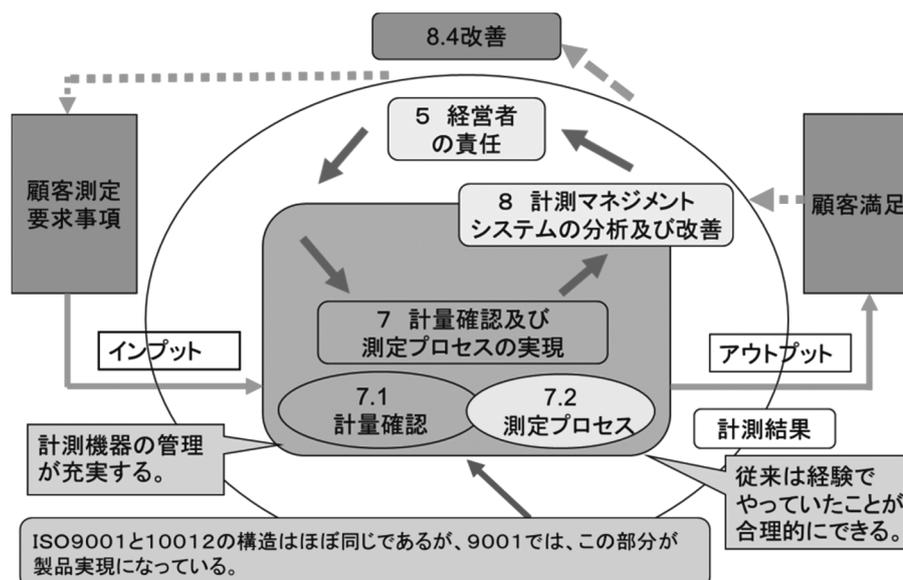
企業では、多くの技法やシステムが同時進行しているが、下図のように人の和が企業の基盤にあり、5Sが業務の基盤である。その上で正しい測定及びQCができていないとISO 9001などのQMSの成果がでる。

ISO 10012 は、適切なデータの収集、活用を容易にし、ISO 9001 を補強して、工程内不具合を減少させる効果がでる。



\*人の和：報告、連絡、相談、教育、コーチング

### 3.3.2 ISO 10012 のシステムモデル図



### 3.3.3 品質がバージョンアップできる項目

ISO 10012 を運用すると的確なデータが取れて品質を向上させることができる。

No	業務の内容	ISO 9001	ISO 10012	備考
1	組織の指定	○	○	
2	管理手順確立	○	○	
3	教育訓練	○	○	
4	製造及びサービスの提供	○注 <sub>1</sub>	▲注 <sub>2</sub>	バージョンアップできる
5	計量要求事項	△	○	
6	測定プロセスの設計	×	○	
7	測定の不確かさ	×	○	
8	測定データの有効利用	○	○	

注<sub>1</sub> 製造業では、ISO 9001 の“7.5.1 製造管理及びサービス提供”と、“7.6 監視機器及び測定機器の管理”は、計量管理での改善効果がでないことが多い。

注<sub>2</sub> ISO10012 を運用すると、データが効果的に利用できるようになり製造の管理が充実し、品質及び生産性が向上して業績が向上する。

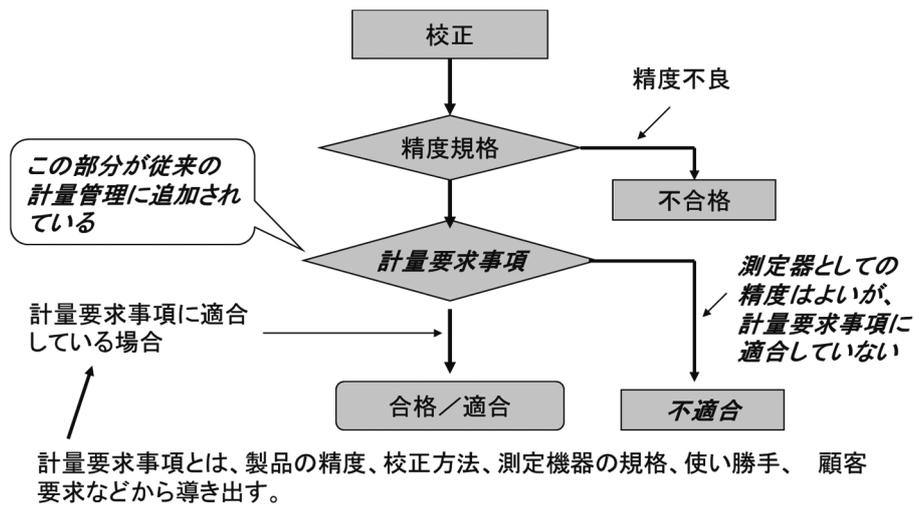
### 3.3.4 ISO 10012 の基本的な用途

- (1) リスクの防止－品質不良によるリコール等の防止
- (2) 製品の開発及び製造の管理－信頼できるデータによる計画の実現
- (3) 供給者の提供する製品の管理－部品調達の効率化
- (4) 法規の管理 －法基準値等の順守  
－計測マネジメントシステムのアセスメント及び監査

### 3.3.5 ISO 10012 の具体的な用途

#### 1) 測定機器の精度検査の充実

従来の測定器の定期検査と比べると、リスクの防止に役立つ内容である。



## 2) 測定プロセスの設計 (測定方法の設計)

次の例のように、顧客が必要とする測定方法を設計する。

### 例 1 設計・開発

顧客要求を取り入れた良い製品を設計・開発したい場合、設計・開発者の意図を数値化するために寸法・形状、質量、トルク、流量、耐衝撃力、消費電力、その他を考慮して測定方法を設計する。

### 例 2 製造工程の管理

図面指示事項を効率的に生産するために、工程設計及び、設置された設備を運転、管理するために、必要な測定を導きだして測定方法を設計する。

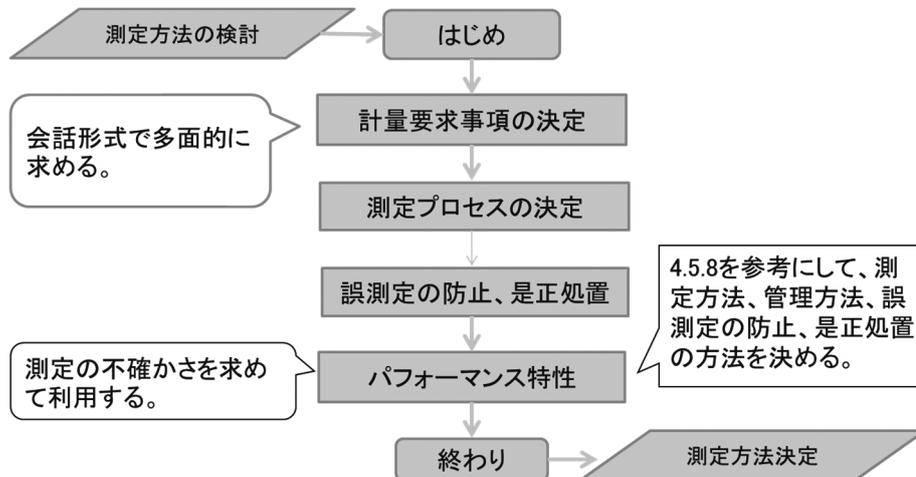
### 例 3 品質保証

商品が重大な品質問題を起こさないように、寸法検査、耐久試験、モニター、出荷検査などに必要な測定に対して測定方法を設計する。

## 3.3.6 測定プロセスの設計

### 1) 測定プロセス設計のフロー図

測定プロセスを設計する場合には、ISO 10012 の測定プロセスの要求事項を活用すると、従来からの経験による測定方法の確認と改善のヒントが得られる。



測定プロセスの設計のフロー図

2) 測定プロセス設計の計量要求事項の実例、検討表の例

プロジェクトチームなどで、下記の検討表、及びチェックリストを用いて検討する。

項目		内容	寸法、形状		備考
1	測定範囲	外径、内径、厚	最小	最大	
2	形状	角、円、楕円、細い、長い、質量			
3	物性	硬さ、粘度、引っ張り強度など検査・試験に関係すること			
4	品質規格	もっとも厳しい公差			
5		もっとも緩い公差			
6		平均的な公差			
7	過去トラ	金額、信用、順法			

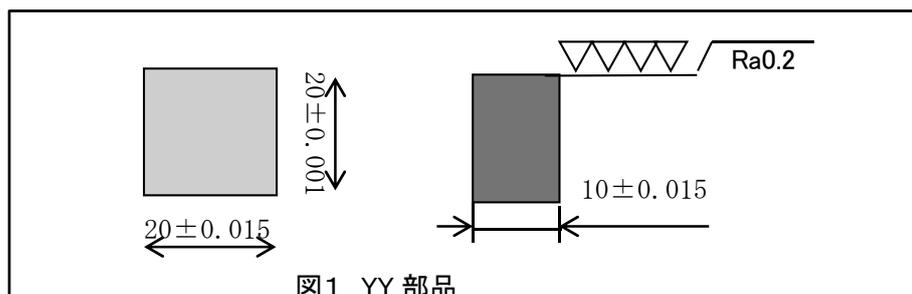
測定プロセスの設計チェックリスト

- ①顧客の要求
- ②組織の要求
- ③法令・規制要求
- ④文書化
- ⑤測定方法の決定
- ⑥妥当性の確認
- ⑦必要があれば顧客の同意
- ⑧測定方法の要素及び管理方法
- ⑨関連するプロセスの要素と管理方法
- ⑩リスクに相応する要素及び管理限界の選定
- ⑪ 前項目に対応した操作者、機器、周囲条件、影響量及び適用方法の影響
- ⑫ 誤測定防止
- ⑬欠陥の検出
- ⑭是正処置
- ⑮必要なパフォーマンス特性の明確化、定量化

3.3.7 測定プロセスの設計の演習

測定プロセスの設計の進め方の例をQ&Aの方法で説明しますので、Q（質問）へのA（回答）を考えてください。

Q1: 図1のYY部品の測定プロセスの設計はどのようにやるのでしょうか。



A1：“計量要求事項”は、先に説明した要求事項と手引きを満足するように、貴社の測定技術を用いて設計して、設計の成果の文書化はQC工程表や検査規格などに出力します。

Q2：貴社の規格では、マネージャーは測定方法を設計することになっていますので、図1 YY部品の測定方法を説明してください。

Q3：なお、リスクの検討内容も説明してください。

A2：現在は、経験的にやっています。

図1 YY部品のサイズ、精度から必要な測定の不確かさを調査してデジタルマイクロメータ（0-25 mm、0.001 mm）と、表面粗さ計です。測定者はS君です。



A3：リスクの検討は、

①測定ミスを起こしそうなこと。

②測定ミスを起こした場合の顧客、社内などへの影響を、経験と理論的に検討しました。

Q4：続いて、計量要求事項を満足するために行った検討内容を説明してください。

A4：図面をみて、要求品質の±0.015 mmに対してマイクロの最小メモリが0.001 mmですから、この不確かさは簡易推定の±0.003mmから決めました。

表面粗さは、規格が0.2 μmに対して粗さ計の最小分解能が0.02 μmですから現在使用している粗さ計に決めました。測定者のS君は、技能検定に合格しているので決めました。

Q5：続いて、測定設計を実施したことが工程内不良の低減に役立つことを説明してください。

A5：このようにISO 10012で測定設計をやってみると、図面規格にキチンと適合させる方法に自信が持てました。

ISO 10012を使うと、これまで経験的に測定していたことの手落ちがなくなるので、工程内不良が低減できる理由と感じました。

### 3.3.8 測定の不確かさ

#### 1) 測定の不確かさについて

JIS規格の“誤差=測定値-真の値”という定義では、不便がめだってきて誤差の表し方に標準化が必要になって、7つの国際機関が共同で1993年に測定の不確かさを開発した。

#### 2) 測定の不確かさの内容と用途

内容は、測定方法を定義し、測定の不確かさごとの標準不確かさを求めて、それらを総合して“測定の不確かさ”とする。

用途は、測定プロセスの設計、及びその実施があるが、その結果として適正なデータを得ることによる各種の効果までを用途と考えるのが効果的である。

#### 3) 不確かさの表し方

表記の例：100±0.003mm (k=2)

### 3.3.9 品質規格と測定精度（測定の不確かさ）の関係

#### 1) 品質改善の事例

ISO 10012は、一般の事業所が対象であり、GUM方式の原則を理解し、簡易的な測定の不確かさの求め方を利用して工程改善を実現した例がある。

例 T自動車部品メーカーでは、測定の不確かさを調べて、情報の共有化を行い関係者が協力し、工程内不良の原因を究明して工程内不良を1/10に改善した例がある。（(一社)日本計量振興協会）

#### 2) 簡易的な測定の不確かさマニュアル

図面公差と測定器の精度比は4対1が推奨されているが、ここで、精度比を求めるためには測定の不確かさの必要があるので、名古屋 ISO 10012WG で「高井メソッドによる不確かさ推定法」を作成して利用している。

### 3.3.10 ISO 9001+10012+5S

#### 1) 運用の予想効果

製造業では、ISO 9001+ISO10012+5S を運用すれば、品質のリスクを予防し、為替変動などの環境変動に対応できる。

#### 2) 基盤技術のバージョンアップ

品質・測定の課題、問題を達成、解決するための基盤技術が4.5.3で説明したようにバージョンアップできる。

### 3.4 5SゲームでISO 9001を強化するISO 10012の体験

#### 3.4.1 はじめに

ISO 10012の取得準備をしている中で測定作業の5Sの必要が感じられてできたもので、測定作業の5Sゲームを作成しました。

測定作業の5Sを効果的に行うための5Sの固有技術として、整理、整頓、清掃、清潔、躰にそれぞれの固有技術があり、また、システム技術には、それらの固有技術の相互関係の調節や関連する業務とを整合させる技術があります。

ISO 10012の運用で、システム技術者は測定技術が理解しにくいことが多く、また、測定技術者は他部門と業務の関係を整合させるシステム技術には興味が湧かないことが多いようです。

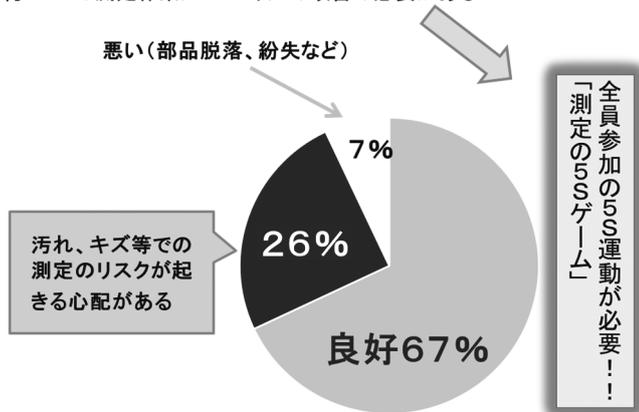
ここで紹介する測定作業の5Sゲームを事業所で行う場合は、5Sゲームで使う測定器や測定物を職場から探したり、ゲーム全体を考えたりすることになりますので、測定技術とシステム技術のつながりの理解が期待できます。

#### 1) 製造現場の測定5Sの状態

I工業(株)の製造現場の測定器の5Sの状態は次の表のようでした。それをグラフにすると約30%に測定のリスクが心配される状態にありました。

測定器	① 汚れ	② 錆び	③ キズ・曲がり・割れ	④ 取り付けの緩み	⑤ 磨耗	⑥ 故障	⑦ セロ点合わせのズレ	⑧ 目盛り不鮮明	⑨ 紛失	⑩ 置き場の表示	⑪ ケーブル類のサイズ不明	⑫ 部品脱落	⑬ 検査規格との不一致	⑭ 合格ラベル	○ 個数	△ 個数	× 個数	合計
マイクロ	×	△	×	△	○	△	○	○	○	△	○	△	○	×	6	5	3	14
ノギス	×	○	×	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	9	2	2	13
ダイヤル	×	○	△	△	○	△	△	○	△	△	×	○	○	○	5	6	2	13
シリンダ	△	△	○	×	○	○	○	○	○	△	×	○	○	○	9	3	2	14
はさみ	×	×	○	△	×	○	—	△	△	○	○	△	○	○	6	4	3	13
プラグ	△	△	○	○	○	○	—	○	△	○	○	○	○	○	10	3	0	13
高さ・幅	△	△	△	○	○	○	○	△	△	○	△	○	○	○	8	6	0	14
定盤	△	△	△	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	10	3	0	13
リング	△	△	○	○	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	10	4	0	14
ねじ	△	△	○	○	○	○	—	○	△	○	○	○	○	○	10	3	0	13
粗さ見本	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	14	0	0	14
圧力計	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	11	2	1	14
LF・G	△	△	△	○	○	○	○	○	○	△	×	○	○	○	9	4	1	14
ホールテスト	△	△	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	10	4	0	14
計															127 67%	49 26%	14 7%	190 100%

■約30%の測定作業に5Sスキルの改善の必要がある！！



### 2) 出荷検査の改善

R面の高さ寸法測定に顧客と3μm程度の差があったが、次頁で説明するように測定の5S技術・技能などの利用で0.8 μmに改善できました。

測定の改善表

月／日	測定値の差 (μm)	備考
5/24	3.4	改善前
8/11	0.8	改善後



検査装置

### 3) 測定改善と5Sの関係

測定改善表の結果を得るために実施した技術、技能をまとめると、次の表のようになります。5S技術、技能の役割の大きさがわかるでしょう。

測定改善とマネジメント技術、測定技術、5S技術の状態

No	改善内容	技術の名称	備考
1	顧客からマスター製品の支給	マネジメント技術	ISO9001
2	ウエスの種類の交換	測定作業の5Sスキル	JIS Z 8141
3	ホコリの除去	↑	↑
4	油汚れの除去	↑	↑
5	製品のカエリ(わずかな傷)取り	↑	↑
6	製品の丁寧な洗浄作業	↑	↑
7	丁寧な測定作業	測定技能/5Sスキル	測定の基礎技術
8	測定器取り付け緩みの締付け	↑	↑
9	測定テーブルの磨き	↑	↑
10	デジタルダイヤルゲージの採用	計測マネジメント技術	ISO10012
11	ISO10012的な校正	↑	ISO9001との違い

### 3.4.2 測定 5 S の関連知識

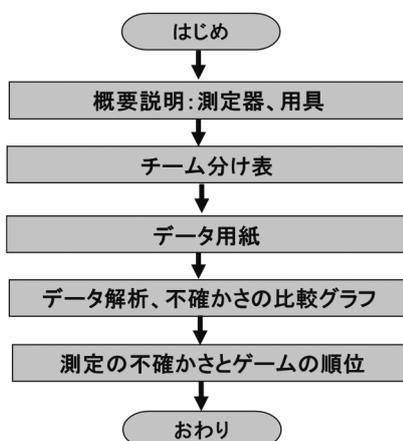
#### 1) JIS の 5 S 定義と測定 5 S の関係表

測定作業の 5 S スキルの定義は、JIS 生産管理用語 JIS Z 8141 を基本とした、ISO 9001 / ISO 10012 に対応させたものです。

要素	JIS Z 8141	測定作業の 5 S スキル	例
整理	必要なものと不要なものを区分し、不要なものを片付けること。	不要な測定機器及び製品、工具が片付けてある。	倉庫(工具室)へ入れる、捨てる。
整頓	必要なものを必要なときにすぐに使用できるように、決められた場所に準備しておくこと。	使いやすく、故障しないように、測定器及び測定物が準備してある。温度、照明も含む。	図面などの書類も見やすい位置にある。
清掃	必要なものについての異物を除去すること。	掃除などを行い、測定誤差に影響するものが除去できている。	温度も異物である。
清潔	整理、整頓、清掃が繰り返され、汚れのない状態を維持していること。	測定作業誤差が出ない状態に維持してある。見た感じがよくなっている。	±0.001mm 規格には測定面は鏡面である。
躰	決めた事を必ず守ること。	正しい測定のためのルールを実行している。	先輩の教えを守る。

#### 2) 測定 5 S ゲームのフロー図

以上で測定作業の 5 S の重要性が理解できたので、測定作業の 5 S ゲームを次のフロー図のように作成した。



3) 測定作業の説明、測定器、用具

測定器は、デジタルマイクロメータ、測定物は、インチサイズブロックゲージを使用する。5 Sの状態として、ブロックゲージに油をつけて、5 Sの良い状態、悪い状態を作り、それぞれの状態を測定して、その結果から測定の不確かさを求めて測定作業の5 Sを理解するゲームです。

項目		状態		備考
測定器		デジタルマイクロメータ		単位：mm
測定物		ゲージ寸法：13.945±0.04		インチサイズブロックゲージ
5 S ゲームの内容	良好	油汚れなし		
	悪い	油汚れ	△マシン油 ×グリース	

4) ゲームのチーム分け

■参加人数によるチーム人数表

人数 チーム	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
2	—	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	5	5	5
3	—	—	—	—	2	2	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	5	5
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3	4	4	4	4	5

表の見方の例1：参加人数が3名の場合、チーム数1、チーム人数は3名になる。

例2：参加人数が20名の場合は、チーム数4、チーム人数は各5名になる。

5) 測定データ用紙（単位:mm）

■測定者3名、測定回数4回の場合（測定回数は3回でもゲームは可能）

チーム番号:

測定回数	良好			機械油			グリース			R(EV)
	A氏:	B氏:	C氏:	A氏:	B氏:	C氏:	A氏:	B氏:	C氏:	
1										
2										
3										
4										
平均										R(EV)
R(AV)										

6) 測定の不確かさの推定表

測定の不確かさの推定は、「簡易法による測定の不確かさの推定マニュアル」を使って求める。

■不確かさの推定表 汚れの状態=良好

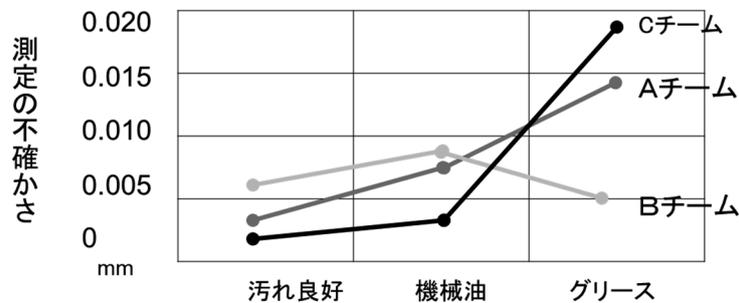
不確かさの要因	不確かさ	合成	備考、単位:mm
①測定作業			
②温度			
③最小目盛			
④校正精度			
合成不確かさ			
拡張不確かさ(k=2)			

7) Aチームの不確かさの推定表

不確かさの要因	汚れの状態		機械油汚れ		グリース汚れ	
	良好	合成	不確かさ	合成	不確かさ	合成
①測定作業	0.002	0.002	0.004	0.004	0.007	0.007
②温度	0		0		0	
③最小目盛	0.0003		0.0003		0.0003	
④校正精度	0.0001		0.0001		0.0001	
合成不確かさ		0.002		0.004		0.007
拡張不確かさ(k=2)		0.004		0.008		0.014

8) チーム別グラフ

測定5Sゲームを3チーム9名で実施した測定結果は下記の状態でした。



9) 測定作業の5Sデータの検討

参加者が測定の初心者からベテランまでいるので、Bチームのデータはグリース汚れの不

確かさが小さいがことが起きた。

10) 測定実習とデータの数値化による納得

油で汚れた手で測定を行い、データを数値化してみると、汚れの影響が納得できた。

11) 測定 5 S ゲームの順位

測定の不確かさの集計及びゲームの順位

チーム	汚れの状態			順位
	良好	機械油	グリース	
A	0.004	0.008	0.014	2
B	0.006	0.007	0.006	3
C	0.003	0.004	0.018	1

### 3.4.3 測定の 5 S ゲームの利用と問題解決

I 工業(株)の出荷検査の改善は、測定作業の 5 S スキルの充実で大きな成果を上げたが、測定作業の 5 S スキルで解決できない問題が残るので、ISO 9001+10012 を併用する必要がある。

## 3.5 流通業界への ISO 10012 の適用について

### 3.5.1 流通業への展開（チェックリスト）

「計測マネジメントシステム—測定プロセス及び測定機器に関する要求事項 ISO 10012:JIS Q 10012 はもともと製造業を対象として制定されたものであるが、この規格の要求事項は一般に流通業にも広く適応できるものであり、実際に流通業界で計量管理として日頃実践していることが、JIS Q 10012（ISO 10012）計測マネジメントシステムの要求事項を満足しているものが多々ある。本稿では、この計測マネジメントシステム規格を、流通業で行われている実際の計量管理に照らし合わせて、要求事項とそれに対応する具体的実施項目をチェックリストとしてまとめ、同時に関連する計量法の条項をチェック項目毎に掲載した。

### 3.5.2 適正計量管理事業所の自主計量管理レベルの向上

日本の自主的な計量管理制度としては、計量法第127～133条に制定される適正計量管理事業所制度があり、監督官庁の指導のもと、計量器を使用する事業者はこの制度に基づいて自社の計量管理を充実してきた。しかしながら昨今は、消費者に対する説明責任が求められるようになってきていることから、より透明性の高い標準化された制度の運用が求められている。

適正計量管理事業所制度による要求事項は、法的要求事項であるという性格から、計量（計測）管理のための必要最低限を要求するものであり、この法的要求にさえ従えば、理想的な計量（計測）管理が実現できるというものではない。計量（計測）管理として具体的に実施すべき内容は、担当する監督官庁、計量士の指導、あるいは実際の計量管理に携わる適正計量管理主任者の判断に任されており、個々の事業者の計量（計測）管理のレベルは、それぞれの担当する個々の能力及び知識に大いに依存する。

消費者の立場で見るとこれでは困るわけであり、安全・安心を確保して消費者の信頼を獲得するためには、均質で高度な計量（計測）管理を発展させてより充実しなければならない。リスクを管理し経営貢献と顧客満足を実現するためには、標準化された計量（計測）管理システムの導入が必要となる。

### 3.5.3 計量（計測）管理の標準化

JIS Q 10012（ISO 10012）計測管理システムの目的の一つは、計量（計測）管理の標準化であり、この規格の第4節から第8節の個々の具体的要求事項を満足することで計量（計測）管理のレベルを向上させるものである。今回作成したチェックリストは、流通業（百貨店、スーパー等）において計量（計測）管理で顧客満足を得るための課題はどこにあるかを発見するために使用することを目的として作成したものである。PDCAのサイクルを回し、その課題を解決することにより、計量法第1条にある『適正な計量の実施を確保し、もって経済の発展及び文化の向上に寄与する』という目的が達成できるものとする。

適正計量管理事業所(流通)  
 JIS Q 10012 (ISO10012) 計測マネジメントシステムに基づく  
 評価用チェックシート  
 【規格要求事項のチェック項目と評価】

<評価凡例>  
 5: 大変よくできている  
 4: よくできている  
 3: できている  
 2: ややできている  
 1: できていない

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)
4 一般要求事項			計測マネジメントシステムは、規定の計量要求事項が確実に満たされるようにしなければならない。 <指針> 規定の計量要求事項は、製品に関する要求事項から導き出される。この要求事項は、測定機器と測定プロセスの両方にとって必要となる。要求事項は、最大許容誤差、許容不確かさ、測定範囲、安定性、分解能、環境条件、操作者の技能などによって表される。 組織は、この国際規格の規定の対象となる測定プロセス及び測定機器について規定しなければならない。計測マネジメントシステムの範囲及び限度を決める場合は、計量要求事項への適合に失敗するリスク及びその結果を考慮しなければならない。 計測マネジメントシステムは、指定の測定プロセス及び測定機器の計量確認(図2参照)の管理策、並びに必要な補助プロセスで構成される。計測マネジメントシステム内の測定プロセスは、管理しなければならない(7.2参照)。計測マネジメントシステム内のすべての測定機器は、確認しなければならない(7.1参照)。 計測マネジメントシステムの変更は、組織の手順に従わなければならない。 1)計量要求事項の対象とする測定プロセス及び測定機器について規定されているか 2)計測マネジメントシステムの変更の手順があること。	1)管理対象の計量器が明確になっているか		計量法1.10条 施行規則第73条	
				2)範囲を限定する場合、不適合が生じた場合のリスクが評価されていること		計量法1.10条 施行規則第73条	
				3)特定計量器が必要な箇所が明確になっているか		計量法1.10条 施行規則第73条	
				4)計量管理規定の変更の手順があること。		計量法1.10条 施行規則第73条	
5 経営者の責任	5.1 計量機能		計量機能は、組織が定義しなければならない。組織のトップマネジメントは、必要な資源の可用性を確保して、計量機能を定め、維持しなければならない。 指針 計量機能は、単独の部門で実施してもよいし、組織全体に分散してもよい。 計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムを確立し、文書化して維持し、その実効性を継続的に改善しなければならない。	1)適正計量管理主任者が必要な数だけ配置されているか？(デパート、スーパーの場合、各店舗に計量に責任を持つ担当者がいるか？)計量管理の責任者はいるか？計量士は配置されているか？(社外計量士の場合は勤務の頻度は適切か？)		計量法第127.128条 施行規則第73.75条	
	5.2 顧客重視		計量機能の管理者は、次のことが確実に実行されるようにしなければならない。 a) 顧客測定要求事項が定められて、計量要求事項に変換される。 b) 計測マネジメントシステムが顧客の計量要求事項を満たす。 c) 顧客指定の要求事項への適合性を実証することができる。	1)各店舗において計量する対象商品が、明確になっているか？ 2)計量対象に対し計量器は適切なものか？ 3)特定計量器が適切に使用されているか？		計量法1条 施行規則第73.75条 計量法1条 施行規則第73.75条 計量法1条 施行規則第73.75条	
	5.3 品質目標		計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムの測定可能な品質目標を定義し、それを確立しなければならない。測定プロセスの客観的な達成基準及び手順、並びにその管理策は、定義しなければならない。 指針 様々な組織レベルにおける品質目標の例は、次のとおりである： - 不正確な測定によって、不適合製品が合格とされ、適合製品が不合格となることもないこと； - 測定プロセスが、2日以上も管理できない状態になって、そのことが検出されないようなことがないこと； - すべての計量確認が、合意した期限までに完了すること； - 判断できない計量確認記録がないこと； - すべての技術教育・訓練プログラムが、所定のスケジュールで完了すること； - 測定器のダウンタイムを、明示した割合だけ減ずること。	1)計量に関する品質目標があり、達成基準は客観的に定義されていること。 例1:量目不足は絶対に発生させない—計量法量目公差以内であっても不可 例2:定期検査は規定どおりに実施する。(検査漏れ率1%以内)		計量法第127.128条 (適正な計量管理)	
5.4 マネジメントレビュー			組織のトップマネジメントは、計画した間隔で計測マネジメントシステムの体系的レビューを実施して、その継続的な妥当性、実効性及び適切性を確保しなければならない。トップマネジメントは、計測マネジメントシステムのレビューを行うために必要な資源が利用できるようなしなければならない。 計量機能の管理者は、マネジメントレビューの結果を使用して、必要に応じて、測定プロセスの改善(第8節参照)及び品質目標の見直しを含め、システムを修正しなければならない。すべてのレビューの結果及び講じたすべての処置は、記録しなければならない。	1)計量に関わる諸問題は経営者に確実に報告され、適正計量が確保されているか？ 2)上記の経営者に対する報告の記録が保管されているか？また、必要な報告が行政に対し遅延なく行われているか？		計量法第19.22条 計量法第19.22条 施行規則第96条	

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)
6 資源マネジメント	6.1 人的資源	6.1.1 要員の責任	計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムに選任されたすべての要員の責任を定め、それを文書化しなければならない。 指針 この責任は、組織図、職務内容説明書、作業指示書、作業手順書のいずれかで定義してもよい。この国際規格は、計量機能以外からの専門職の登用を除外しない。	適正計量管理主任者が決められており、そのリストがあるか？		計量法第1127,128条	
		6.1.2 力量及び教育・訓練	計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムに関与する要員が、割り当てられた職務を実行する能力を実証したことを確認しなければならない。特殊な技能が必要であれば、それを規定しなければならない。計量機能の管理者は、明確にされたニーズに対処するための教育・訓練が適切に実施され、教育・訓練活動の記録が維持され、教育・訓練の実効性について評価が行われて記録されるようにしなければならない。要員は、その責任及び説明義務の範囲、並びに計測マネジメントシステム及び製品品質の有効性に対する自分たちの活動の影響力を認識しなければならない。 指針 力量は、教育、訓練及び経験によって得られるものであり、試験、又は観察された能力によって実証される。 教育・訓練の途上にあるスタッフを使用するときは、適切に監督しなければならない。	1) 計量器の使用者は明確になっており、その計量器の取り扱い、能力についての十分な知識があるか？ 2) 適正計量管理主任者の教育がされているか、適正計量管理主任者は一般の計量器使用者に対し適切な教育指導を行っているか？、その力量が認定され記録があるか		計量法第127,128条 計量法第127,128条	
	6.2 情報資源	6.2.1 手順	計測マネジメントシステムの手順は、必要な範囲で文書化し、適正な実施、適用上の一貫性及び測定結果の妥当性を確認するために、その妥当性確認を行うようにしなければならない。新しい手順又は手順書の変更は、承認を受け、管理されなければならない。手順書は最新のものでなければならず、入手可能で、かつ、要求があれば提供されなければならない。 指針 技術的手順書は、出版されている標準測定実施基準を基礎にしてもよいし、顧客又は機器製造業者の指示書面を基礎にしてもよい。	1) 計量の手順(風袋設定、入れ目の確保)が明確であり徹底されているか、また計量器の定期検査有効期限等が周知徹底されているか。また外部持込のはかりの取り扱い手順は明確か(文書化されているか) 2) 手順書は、最新管理のものであること。		計量法第10条、127,128条 計量法第127,128条	
		6.2.2 ソフトウェア	測定プロセス及び結果の計算に使用するソフトウェアは、継続的利用の適性を確認するため文書に記録し、識別し、管理しなければならない。ソフトウェア及びその改訂版は、最初に使用する前に試験及び/又は妥当性確認を行い、使用の承認を受けて、記録保存しなければならない。試験は、有効な測定結果を得るために必要な範囲でなければならない。	1) 使用するソフトウェアの管理記録があること(詰め込み作業等に専用ソフトウェアがある場合) 2) ソフトウェアは、最初に使用する前にそのソフトの妥当性が評価されていること。(詰め込み作業等に専用ソフトウェアがある場合)		計量法第127,128条 計量法第127,128条	
	6.2.3 記録		計測マネジメントシステムの運用に必要な情報を含む記録は、維持しなければならない。手順書は、記録の識別、保管、保護、検索、保持時間及び処分について規定しなければならない。 指針 記録の例には、確認結果、測定結果、購入/運用データ、不適合データ、顧客の苦情、教育・訓練データ、資格データ、又はその他の測定プロセスを補助する履歴データなどがある。	1) 記録を維持するものが明確になっていること。		計量法第129条、施行規則第77条	
				2) 記録の識別、保管、保護、検索、保管期間、廃棄の手順があること。		計量法第129条、施行規則第77条、施行規則第96条	
6.2.4 識別		計測マネジメントシステムで使用する測定機器及び技術的手順は、個別に又は集会的に、明確に識別しなければならない。機器の計量確認の状態識別がなければならない。特定の1つ又は複数の測定プロセスだけに使用するために承認された機器は、明確に識別されるか、又は、不正使用を防止するためにそれ以外の方法で管理されなければならない。計測マネジメントシステムに使用する機器は、他の機器と区別できなければならない。	1) 管理対象の計量器には管理番号が付与されており、定期検査点検の要否、取引証明用計量器か否かが明確になっていること。		計量法第24条		
			2) 計量器の定期検査の有効期限の状態が確認できること。		計量法第24条		
			3) 特定の売り場で使用される計量器と催事等使用場所が特定できない計量器は区別されているか？		計量法第18条		

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)				
6. 3 物的資源	6.3.1 測定機器		<p>規定の計量要求事項を満たすために必要なすべての測定機器は、計測マネジメントシステムで利用可能で、かつ、識別されなければならない。測定機器は、確認される前に有効な校正状況になければならない。測定機器は、管理されている環境又は、有効な測定結果を保証するために必要な範囲であるとわかっている環境で使用しなければならない。計測マネジメントシステムには、影響を与える量の監視及び記録に使用する測定機器が含まれていなければならない。</p> <p>指針 計量要求事項の違いによって、測定機器は、特定の測定プロセスに使用できると確認できても、それ以外の測定プロセスに使用できると確認されないことがある。測定機器の計量要求事項は、製品又は、校正し、検証し、確認すべき機器に関する規定の要求事項から導き出される。最大許容誤差は、測定機器製造業者の発行済み仕様書を引用しても、又は計量機能が指定してもよい。</p> <p>測定機器は、計量確認を実施する計量機能以外の組織が校正してもよい。</p> <p>標準物質のキャラクタリゼーションは、校正に関する要求事項を満たすことがある。</p> <p>計量機能の管理者は、測定機器の誤用、悪用、損傷及びその計量特性の変化を防止するために、機器の受取り、取扱い、輸送、保管並びに発送に関する手順書を定め、維持し、使用しなければならない。計測マネジメントシステムに導入される測定機器又はそこから除外される測定機器の処理に関しては、手順が定められていなければならない。</p>	<p>1) 対象となる計量器の可、不可がラベル等で明確に判断できること。催事等での持込はかりについても、使用の可否について明確に判断できる識別票があること。</p> <p>2) 使用する計量器は、確実に定期検査がされていること。</p> <p>3) 計量する環境が適切であること。温度、湿度、エアコンの風、水平設置、設置スペース、周囲の整理整頓、温度環境、調理による熱、湿度、水、食用油の使用等、測定機器は、管理されている環境又は測定結果を保証する範囲で使用されていること。</p> <p>4) 計量器の新規購入、移設、取り扱い、店内移動、保管に関する手順が決まっていること。取引証明に必要な場所には特定計量器が使用されていること。</p>		計量法第24条					
								計量法第24条			
										計量法第127,128条	
										計量法第16条、127,128条	
	6.3.2 環境		<p>計測マネジメントシステムで扱う測定プロセスの効果的運用に必要な環境条件は、文書化しなければならない。</p> <p>測定に影響を及ぼす環境条件は、監視及び記録しなければならない。環境条件に基づく修正は、記録して、測定結果に適用しなければならない。</p> <p>指針 測定結果に影響を及ぼす環境条件には、温度、湿度変化率、湿度、照明、振動、防塵、清浄度、電磁障害、及びその他の要素が含まれる。機器の製造業者は、通常、機器の正しい使用方法に関して、範囲及び最大負荷、並びに環境条件の制限事項を示した仕様書を提供する。</p>	<p>1) 計量に影響を及ぼす環境条件が、文書化されていること。(風、水平、温度環境、水、食用油の使用等)</p> <p>2) 計量に影響を及ぼす環境条件が、記録されていること。(風、水平、温度環境、水、食用油の使用等)</p>		計量法第127,128条					
								計量法第127,128条			
6. 4 外部供給者			<p>計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムに関して外部供給者から提供される製品及びサービスの要求事項を定義して、文書化しなければならない。外部供給者は、文書化された要求事項を満たすその能力を基準にして、評価され、選定されなければならない。選定、監視及び評価基準は、定義して文書化しなければならない。また、評価結果は記録しなければならない。外部供給者の提供する製品又はサービスに関する記録は、維持しなければならない。</p> <p>指針 試験又は校正を外部供給者に委託する場合、供給者は、ISO/IEC 17025のような試験所規格を基準にした技術的力量を実証できることが望ましい。外部供給者から提供される製品及びサービスには、規定の要求事項に対する検証が必要になることがある。</p>	<p>1) 計量器の購入、修理、点検に際し、計量器メーカー、外部供給者から提供される製品及びサービスの要求事項が文書化されていること。</p> <p>2) 計量器メーカー、外部供給者の能力の評価され選定されていること。(バック済み商品を仕入れる場合、納入業者を評価していること。)</p> <p>3) 選定された計量器メーカー、外部供給者の提供される製品又はサービスに関する記録があること。</p>		計量法第51,127,128条					
								計量法第13,51,127,128条			
										計量法第129条	
7 計量確認及び測定プロセスの実現	7. 1 計量確認	7.1.1 一般	<p>計量確認(図2及び附属書 A参照)は、測定機器の計量特性が測定プロセスの計量要求事項を確実に満たすように計画し、実施しなければならない。計量確認には、測定機器の校正及び検証を含む。</p> <p>指針 計測機器がすでに妥当な校正状況にある場合、測定機器の再校正は必要ない。計量確認手順には、測定の不確かさ及び/又は測定機器の誤差が、計量要求事項で規定されている許容限界範囲内にあることを検証するための方法を含めることが望ましい。</p> <p>測定機器の計量確認状況に関する情報は、制限事項又は特殊要求事項を含めて、迅速に操作者が利用できるようにしなければならない。測定機器の計量特性は、その意図した用途に適切なものでなければならない。</p>	<p>1) 計量確認(計量器校正と検証)の手順が決まっていること。 注)検証においては、計量器が清潔に保たれているか、その計量器に計量対象は適切か(対象物、要求秤量、目量に変化はないか)を確認する。</p> <p>2) 計量器の計量確認結果を関係者は、容易に見ることができること。</p>		計量法第19,23条					
								計量法第24,129条 施行規則第77条 施行規則第96条			

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)
		7.1.2 計量確認の 間隔	計量確認の間隔の決定又は変更には、使用する 方法は、手順書に記載しなければならない。この 間隔は、必要に応じて見直し、調整して、規定の 計量要求事項との継続的な適合性を確保しなけ ればならない。 指針 計量確認の間隔を決定するに、校正及び計 量確認履歴から得られるデータ、進んだ知識及 び技術を使用してもよい。測定のための統計的 プロセス制御法を利用して得た記録は、計量確 認の間隔を修正すべきか否かを判定するときに 役立つ。校正の間隔は、計量確認の間隔と等し くしてよい(OIML D10参照)。 不適合測定機器を修理、調整又は修正したとき は、その都度、その計量確認の間隔を見直さな ければならない。	1) 定期点検(計量確認)の間隔が 決められていること。 2) 定期点検(計量確認)の間隔を 変更する方法が決められているこ と。 3) 不適合計量器の修理又は調整 した際に、計量確認の間隔が見直 されていること。		計量法第19.21条 施行令第11条	
		7.1.3 機 器の調 整管理	その設定がパフォーマンスに影響を与える、確 認済みの測定機器の調整手段及び調整装置へ のアクセス部は、封印するか、又はこれ以外の 保護措置を講じて、不当な変更を防止しなけ ばならない。封印又は保護措置は、こうした不正 な変更を検出できるように計画し、導入しなけ ばならない。 計量確認プロセス手順書には、封印又は保護 措置が損傷したり、破壊したり、迂回されたり又 は失われたときにとるべき措置を記載しなけれ ばならない。 指針 封印に関する要求事項は、例えばゼロ点調整 装置のような、外部の基準を必要とすることなく 使用者が設定するように意図された調整手段又 は調整装置には適用しない。	1) 計量器の勝手な修理又は不正 な設定が容易に変更できないよう 保護がされていること。 2) 計量結果に影響を及ぼす勝手 な修理、改造がされていないこと。		計量法第49条	
		7.1.4 計 量確認プ ロセスの 記録	計量確認プロセスの記録は、日付を記入し、権 限をもつ人の承認を受けて、適宜、結果の正確 さを証明しなければならない。 これらの記録は維持し、利用できるようになって いなければならない。 指針 記録を保管する最短期間は、顧客要求事項、法 定及び法規的要求事項、並びに製造業者責任 を含む、多くの要素に左右される。測定規格に 関する記録は、無期限に保管することが必要な こともある。 計量確認プロセスの記録は、測定機器の各項 目が規定の計量要求事項を満たしているかどう かを実証するものでなければならない。 記録には、必要に応じて、次のものを含めな ければならない: a) 機器製造業者、形式、製造番号などの記述 及び固有の識別; b) 計量確認を完了した日付; c) 計量確認の結果; d) 指定した計量確認の間隔; e) 計量確認手順の識別(6.2.1参照); f) 指定の最大許容誤差; g) 該当する環境条件及び必要な修正に関する 記述; h) 機器の校正に伴う不確かさ; i) 実施した調整、修理又は改良のような保守の 詳細; j) 使用上の制限事項; k) 計量確認を実施した要員の識別; l) 記録した情報の正確さに関する責任者の識 別; m) 校正証明書及び報告書、並びにその他の 関係文書の固有の識別(製造番号など); n) 校正結果のトレーサビリティの証拠; o) 意図した用途に対する計量要求事項; p) 調整、改良又は修理後に得た、また必要な 場合はその前に得た、校正結果。 指針 校正結果は、すべての測定のトレーサビリティ が実証できて、初期条件に近い条件の下で校正 結果が再現できるように記録することが望まし い。 場合によっては、検証結果は、機器が規定の要 求事項に適合している(若しくは適合していな い)と明記された校正証明書又は報告書に含ま れている。	定期点検(計量確認)を実施した 記録は、必要に応じて下記項目が あること。 a) 機器製造業者、形式、製造番 号などの記述及び固有の識別; b) 計量確認を完了した日付; c) 計量確認の結果; d) 指定した計量確認の間隔; e) 計量確認手順の識別(6.2.1参 照); f) 指定の最大許容誤差; g) 該当する環境条件及び必要な 修正に関する記述; h) 機器の校正に伴う不確かさ; i) 実施した調整、修理又は改良 のような保守の詳細; j) 使用上の制限事項; k) 計量確認を実施した要員の識 別; l) 記録した情報の正確さに関する 責任者の識別; m) 校正証明書及び報告書、並び にその他の関係文書の固有の識 別(製造番号など); n) 校正結果のトレーサビリティの 証拠; o) 意図した用途に対する計量要 求事項; p) 調整、改良又は修理後に得 た、また必要な場合はその前に得 た、校正結果。		計量法第129条 施行規則第77条 施行規則第96条	

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)
7.2 測定プロセス	7.2.1 一般	7.2.1-1	計測マネジメントシステムの一部である測定プロセスは、計画を立て、妥当性を確認し、実施し、文書化し、管理しなければならない。測定プロセスに影響を及ぼす影響量を明確にして、検討しなければならない。 各測定プロセスの完全な仕様書には、関連するすべての機器の識別、測定手順、測定ソフトウェア、使用条件、操作者の能力、さらに、測定結果の信頼性に影響を与える他のすべての要素を記載しなければならない。測定プロセスの管理は、手順書に従って実施しなければならない。 指針 測定プロセスは、測定機器の単一の項目の使用に限定することができる。 測定プロセスでは、例えば環境条件を原因として、データの修正が必要になることがある。	1) 店頭、バックヤードの計量器の選定、設置は、適切に計画立てて設計され、妥当性が確認されていること。		計量法第127.128条 施行規則第75条	
				2) 店頭、バックヤードの計量器の選定、設置をする決められた手順があること。		計量法第127.128条 施行規則第75条	
				3) 計量器の選定、設置、計量結果の信頼性に影響する全ての要素が記載されていること。		計量法第127.128条 施行規則第75条	
				4) 店頭、バックヤードの計量器の選定、設置は、計画を立てて設計され、妥当性を確認して実施した記録があること。		計量法第127.128条 施行規則第75条	
7.2.2 測定プロセスの設計	7.2.2-1	計量要求事項は、顧客、組織、並びに法定及び法規的要求事項に基づいて決定しなければならない。これら規定の要求事項を満たすように設計された測定プロセスは、文書化し、適宜その妥当性を確認し、必要があれば顧客の同意を得なければならない。 それぞれの測定プロセスについて、関連するプロセス要素及び管理策を明確にしなければならない。要素及び管理境界の選定は、規定の要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならない。こうしたプロセス要素及び管理策には、操作者、機器、周囲条件、影響量及び適用方法の影響を含めなければならない。 指針 測定プロセスを規定するときは、次の点について決定することが必要ことがある。 - 製品の品質を確保するために、どの測定が必要か。 - 測定方法。 - 測定を実施し、それを定義するために必要な機器。 - 測定を実施する要員に求められる技能及び資格 測定プロセスの妥当性確認の実施は、妥当性の確認された別のプロセスの結果との比較、他の測定方法によって得た結果との比較、測定プロセス特性の継続的分析のいずれによるものでもよい。 測定プロセスは、誤った測定結果を防止するように設計し、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置が確実に行えるようにしなければならない。 指針 特性の例には、次のものがある。 - 測定の不確かさ。 - 安定性。 - 最大許容誤差。 - 繰り返し性。 - 再現性。 - 操作者の技能水準。 測定プロセスによっては、これ以外の特性が重要になることがある。	1) 計量器の選定、設置の規定に、製品の計量品質を確保するために、どの計量、計量方法、計量器、測定者の技量、資格能力が必要であるか決定されていること。  ※計量器の選定、設置の計画(設計) ①測定対象に見合った秤量、目量が選定されているか? ②測定対象、環境に対し、適切な構造の計量器が選定されているか?(電気式、機械式) ③計量する環境を考慮して計量器が選定されているか? ④必要な場所に特定計量器が使用されているか  2) 計量器の選定、設置の妥当性確認の実施の手順があること。  3) 計量作業においては、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置が行えるような手順があること。		計量法第127.128条 施行規則第75条		
					計量法第127.128条 施行規則第75条		
					計量法第127.128条 施行規則第75条		
7.2.3 測定プロセスの実現	7.2.3-1	測定プロセスは、計量要求事項を満たすように設計された制御条件下で実現しなければならない。 制御すべき条件には、次のものを含めなければならない。 a) 確認された機器の使用。 b) 妥当性が確認された測定手順の適用。 c) 必要な情報資源の可用性。 d) 必要な環境条件の維持。 e) 力量のある要員の使用。 f) 適正な結果の報告。 g) 規定されたとおりの監視の実施。	実際の計量においては、要求事項を満たすように下記の項目が実現されていること。  a) 確認された計量器の使用がされていること  b) 妥当性が確認された計量手順の適用されていること  c) 必要な情報資源の可用性があること  d) 必要な環境条件の維持されていること  e) 力量のある要員が使用していること  f) 適正な結果の報告されていること  g) 規定されたとおりの監視の実施がされていること		計量法第127.128条 施行規則第75条		

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)
		7.2.4 測定プロセスの記録	計量機能は、次のものを含めて、測定プロセスの要求事項との適合性を実証するための記録を維持しなければならない： a) 使用するすべての要素(例、操作者、測定機器、参照規格)及び関連する運用条件を含む、実施する測定プロセスの完全な説明； b) 測定の不確かさに関する情報を含む、測定プロセス管理策で得られた関連データ； c) 測定プロセス管理策で得られたデータの結果を受けて講じた処置； d) 各測定プロセス管理策活動が実施された日付； e) 関連する検証文書の識別； f) 記録のための情報の提供責任者の識別； g) 要員に(求められ、達成された)能力。 指針 記録目的としては、測定プロセス管理策で使用した消耗品は、一括識別が適切なこともある。計量機能は、許可された要員だけが記録を生成し、修正し、発行し又は削除することが許されるようしなければならない。	適正計量管理主任者は、下記項目の記録を維持していること。 1) 使用するすべての要素(例、操作者、計量器、参照規格)及び関連する使用条件を含む、実施する計量作業の完全な説明 2) 測定の不確かさに関する情報を含む、計量管理上で得られた関連データ 3) 計量管理上で得られたデータの結果を受けて講じた処置 4) 計量管理活動が実施された日付 5) 関連する検証文書の識別 6) 記録のための情報の提供責任者の識別 7) 要員に求められ、達成された能力。		計量法第127,128条 施行規則第75条 計量法第127,128条 施行規則第75条 計量法第127,128条 施行規則第75条 計量法第127,128条 施行規則第75条 計量法第127,128条 施行規則第75条 計量法第127,128条 施行規則第75条 計量法第127,128条 施行規則第75条	
	7.3 測定の不確かさ及びトレーサビリティ	7.3.1 測定の不確かさ	測定の不確かさは、計測マネジメントシステムの対象となるそれぞれの測定プロセスについて、推定しなければならない(5.1参照)。不確かさの推定値は、記録しなければならない。測定の不確かさの分析は、測定機器の計量確認及び測定プロセスの妥当性確認の前に完了しておかなければならない。測定の変動性の既知の原因は、すべて文書化しなければならない。 指針 関係してくる概念及び、不確かさの構成要素を組み合わせる結果を表現する際に使用できる方法については、“測定における不確かさの表現の指針”(GUM)に示されている。この他の、文書化されて受け入れられている方法も使用してよい。 不確かさの一部の構成要素には、他の構成要素と比較すると小さく、そのため、技術的又は経済的な根拠からすると、詳細な決定が妥当でなくなるものがある。そのような場合は、判定及び妥当性の根拠を記録することが望ましい。いずれの場合も、測定の不確かさの判定及び記録に振り向ける努力は、組織の製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合ったものであることが望ましい。不確かさの測定記録は、個々の測定プロセスに付加される要因を含めて、類似タイプの測定機器に関する“総称的陳述”の形態をとればよい。 測定結果の不確かさは、その他の要因の中でも、とりわけ測定機器の校正の不確かさを考慮することが望ましい。 事前の校正結果の分析及び測定機器の複数の類似項目の校正結果の評価に統計的技法を適切に使用すれば、不確かさの推定に役立つこと	1) 計量作業において、測定の不確かさを考慮し、適切な入れ目設定がされていること。 2) 不確かさの推定値が記録されていること。 3) 測定の不確かさの推定は、計量器の計量確認及び妥当性確認の前に完了していること。 ※計量における測定の不確かさは計量に影響を与えるすべての影響量を考慮する。 計量器の水平、安定、目量による量子化誤差、風の影響、風袋のパラつき、計量器周囲の整理整頓、計量器校正の不確かさ 注) 基準器検査において、試験成績書には不確かさが明記されていない。このような場合は事業所自らがそれぞれの基準器検査における不確かさを推定し、それが十分に小さいものであることを確認することによってトレーサビリティを確立する。		計量法第12条 計量法第10,23条 計量法第10,23条	
		7.3.2 トレーサビリティ	計量機能の管理者は、すべての測定結果に SI 単位系標準までの確実なトレーサビリティがあるようにしなければならない。 測定 SI 単位系までのトレーサビリティは、適切な一次標準を基準とするか、又は、その値が関連する SI 単位系で既知のもので、かつ、国際度量衡総会及び国際度量衡委員会が推奨している、自然定数を参照して達成しなければならない。 トレーサビリティは、通常、国家測定標準までのトレーサビリティを独自に確保している信頼できる校正試験所を通じて達成する。例えば、ISO/IEC 17025 の要求事項に適合している試験所は、信頼できるものとみなせるだろう。 国立計量研究所は、国立計量研究所以外の施設が国家測定標準を保有している場合を含めて、国家測定標準及びそのトレーサビリティの責任機関である。測定結果は、測定が実施された国以外の国立計量研究所を通じてトレーサビリティが確認されてもよい。 測定結果のトレーサビリティの記録は、計測マネジメントシステム、顧客又は法定及び法規的 要求事項が求める期間だけ維持しなければならない。	1) 計量器のトレーサビリティが SI 単位の標準へ確認できること。 2) 特定計量器は基準器(分銅)にトレーサビリティがとれており、基準器は法的に決められた間隔で基準器検査を受けているか？ 3) 特定計量器以外の計量器も、顧客満足の実現のために正しいトレーサビリティに基づく定期検査が実施されているか？		計量法第3.19.102条 計量法第3.19.102条 計量法第3.19.102条	

大項目	中項目	小項目	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容	評価	関連計量法 (規定番号等)	備考 (不足事項に対する考察など)
8 計測マネジメントシステムの分析及び改善	8.1 一般		計量機能は、次のために必要な監視、分析及び改善を計画し、実施しなければならない。 a) 計測マネジメントシステムとこの国際規格との適合性を確認する。 b) 計測マネジメントシステムを継続的に改善する。	適正計量管理主任者は必要な監視をしているか？			
	8.2 監査及び監視	8.2.1 一般	計量機能は、適宜、監査、監視、及びその他の技法を用いて、計測マネジメントシステムの妥当性及び有効性を判定しなければならない。	適正計量管理主任者は、常に適正な計量を実施されていることを確実にするためのしくみを構築しているか？		計量法第127,128条 施行規則第75条	
		8.2.2 顧客満足	計量機能は、顧客の計量のニーズが満たされたかどうかに関して、顧客満足に関する情報を監視しなければならない。この情報の入手方法及び使用方法は、規定しなければならない。	1) 顧客満足(不満足;過量、不足)に関連する情報入手の方法及び使用方法の手順が文書化されていること。 2) 顧客満足に関連する情報の記録があること。		計量法第1,10条 施行規則第75条  計量法第127,128条 施行規則第75条	
	8.2.3 計測マネジメントシステムの監査		計量機能は、計測マネジメントシステムの監査を計画し、実施して、計測マネジメントシステムが継続して有効であり、かつ、規定の要求事項に適合していることを確認しなければならない。監査結果は、組織の経営層のうちの関係当事者に報告しなければならない。 =指針= 計測マネジメントシステムの監査は、組織のマネジメントシステムの監査の一部として実施すればよい。 ISO 19011は、監査システムの指針を記述している。 計測マネジメントシステムの監査は、組織の計量機能が実施してもよいし、請負業者の要員又は第三者機関の要員が実施してもよい。監査員は、自己が担当する領域の監査を行うべきではない。	1) 適正な計量を実施されているかどうかの監査が実施されていること 2) 監査結果が経営層に報告されていること		計量法第127,128条 施行規則第75条  計量法第127,128条 施行規則第75条	
		8.2.4 計測マネジメントシステムの監視	計測マネジメントシステムを含むプロセスの中では、計量確認及び測定プロセスを監視しなければならない。監視は、手順書に従い、定められたとおりの間隔で実施しなければならない。監視には、統計的技法を含めて、適用する方法及びその使用範囲の決定を含めなければならない。 計測マネジメントシステムの監視は、欠陥を速やかに検出し、その是正処置をタイムリーに起こることによって、要求事項からの逸脱防止を図らなければならない。この監視は、規定の要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならない。 測定及び確認プロセスの監視結果、並びにその結果としての是正処置は、文書化し、測定及び確認プロセスが継続して文書化された要求事項に適合していることを実施しなければならない。	1) 計量器定期点検(計量確認)及び実際の計量作業を監視する手順が文書化されていること。 2) 計量器定期点検(計量確認)及び実際の計量作業は、決められた間隔で監視が実施されていること。特定計量器については法定期間を超えないこと。 3) 計量器定期点検(計量確認)及び実際の計量作業の監視結果の是正処置は、文書化されていること。		計量法第19,127,128条 施行規則第75条  計量法第19,21,127,128条 施行規則第75条  計量法第19,21,127,128条 施行規則第75条	
8.3 不適合の管理	8.3.1 不適合の計測マネジメントシステム		計量機能は、不適合を確実に検出し、迅速な措置を講じなければならない。 =指針= 不適合要素は明確にして、不注意による使用を防止することが望ましい。 是正処置が実施されるまでの間、暫定処置(例、次善策)を講じてよい。	1) 計量器に不適合が検出された場合に、順使用できないようにされていること。 2) 是正処置が実施されるまでの間として暫定処置が取られていること。		計量法第10,16,127,128条 施行規則第75条  計量法第10,16,127,128条 施行規則第75条	
		8.3.2 不適合の測定プロセス	不正確な測定結果が出るのがわかっているか、又はその疑いのある測定プロセスはすべて適切に特定して、適切な処置が講じられるまでそのプロセスを使用してはならない。 不適合の測定プロセスが特定された場合は、プロセスの使用者は潜在的影響を明確にして、必要な修正を行い、さらに必要な是正処置を講じなければならない。 不適合を理由に修正した測定プロセスは、使用前に妥当性を確認しなければならない。 =指針= 例えば、検査標準の劣化又は操作者の力量の変化などの理由による測定プロセスの不具合は、次のようなポストプロセス指標によって明らかにしてもよい。 - 管理図の分析、 - 傾向表の分析、 - 後続の検査、 - 試験所間比較、 - 内部監査、 - 顧客のフィードバック。	1) 計量器の不良が常に迅速に発見できるようなくみがあるか？ 例1:点検用分銅により計量器の日常点検をする。 例2:定期的な量目採取検査で異常を早期に発見する。 1) 不適合の計量器は、適切な処置が講じられるまで使用できないようになっていること。 2) 不適合の計量器は、必要な修正を行い、是正処置が講じられていること。 3) 不適合で修正した計量器は、使用前に妥当性が確認されていること。		計量法第10,16,127,128条 施行規則第75条  計量法第10,16,127,128条 施行規則第75条  計量法第10,16,127,128条 施行規則第75条	



参考文献

- 1) 日本規格協会「計測マネジメントシステム—測定プロセス及び測定機器に関する要求事項 JIS Q 10012 (ISO 10012)」(平成 23 年 5 月 20 日 発行)
- 2) 経済産業省計量行政室編集「計量法」
- 3) 田中亀仁「JIS Q 10012 (ISO 10012) チェックリスト」(未公開資料)

### 3.6 海外からの ISO/JIS Q 10012 要求の広がり、「適合性の表明」

ISO 10012 が JIS 化されて約 4 年が経過し、ISO 10012 に関する要求が海外の航空機業界等から出始めているので紹介し、その本質である「適合性の表明」について説明します。

#### 3.6.1 United Technologies 社からの要求 : ASQR (AEROSPACE SUPPLIER QUALITY REQUIREMENT)

航空宇宙機器製造業界における ISO 10012 に関する要求の事例として、United Technologies 社からの ASQR (AEROSPACE SUPPLIER QUALITY REQUIREMENT) を紹介します。

ASQR の 7.6 項には下記のように記載されている。

##### 7.6 Control of Monitoring and Measuring Equipment

Calibration Systems shall meet the applicable requirements of ISO 10012, ISO 17025 or ANSI/NC SL Z540.3.

・・・中略・・・

##### 8.2 Monitoring and Measurement

##### 8.2.4 Monitoring and Measurement of Product

・・・中略・・・

3)The supplier shall generally select M & TE (Measurement and test equipment) with an accuracy ratio of 10 to 1 (product tolerance to M&TE tolerance) however, accuracy ratios as low as 4 to 1 are acceptable , unless otherwise specified.

7.6 項では、「校正システムは、ISO 10012、ISO 17025 または ANSI/NC SL Z540.3 の要求事項に適合しなければならない」と記載されており、ISO 10012 が ISO 17025 や ANSI/NC SL Z540.3 と同格に記載されている。

航空宇宙機器製造業界においては、“product tolerance” は製品公差（許容差の上限と下限の差）、“M&TE tolerance” は計測器の精度（±精度）と規程されていることから、8.2.4 項の 3) では、精度比とは製品規格（両側）と計測器（片側）の比と定義し、10 : 1 を一般的に選択することが要求される。また顧客との合意により 4 : 1 までは受容されるとしている。

ASQR では製品公差に対し、使用する計測器の要求仕様が“数値”で記載されていることに注目したい。この事例の航空宇宙機器製造業界では 10:1 を推奨しているが、品質リスクとの関係があることから、それぞれの業界で決められることになる。

ISO 10012 の要求事項には具体的な数字は書かれていないため、要求のレベルをイメージしにくいですが、ASQR のようにそれぞれの業界や企業が要求レベルを具体化することになる。

#### 3.6.2 ロールスロイス社からの要求 : SABRe (Supplier Management System Requirement)

ISO 10012 に関する要求の事例としてロールスロイス社の SABRe (Supplier Management System Requirement) を紹介します。

SABRe の B3.7 項には下記のように記載されている。

### B3.7 Measurement System Analysis (MSA)

The supplier shall :

- a) Define the metrological requirements and the metrological function in accordance with ISO 10012.
  - b) Ensure that the personnel nominated to perform product verification activities are trained and competent in the use of the monitoring / measuring equipment.
  - c) Ensure that the monitoring / measuring equipment used to perform product verification activities is calibrated and traceable to international or national measurement standards.
- ・・・中略・・・

B3.7 Measurement System Analysis (MSA) では、最初に

a) ISO 10012 に従って計量要求事項と計量機能を定めること。と記載されている。

続いて「製品検査員の計測器使用の教育・訓練」、「計測器の校正、国家標準へのトレーサビリティ」等を要求している。もちろん、これらの項目だけが ISO 10012 に従っていることを求めているわけではなく、ISO 10012 の要求事項を満たす計測マネジメントシステムの構築を求めているのです。

The supplier shall : で要求は始まっており、サプライヤーが正しく計測し、合否判定できるシステムを ISO 10012 により構築し、「信頼できるサプライヤーであること」を求めている。

ISO 10012 が JIS 化されたことにより、日本企業もこの要求に対応することが可能になってきたと同時に、徐々に対応することを求められるようになってゆくとと思われる。

ISO 10012 の要求事項には具体的な方法や数値は記載されていないが、前項で紹介した United Technologies 社の要求 (ASQR) には精度比は「製品公差 (両側) と計測器精度 (片側) の比で 10:1」が記載され、ANSI/NCCL Z540.3 [American National Standard for the Calibration (Requirements for the Calibration of Measuring and test Equipment) ] には「不確かさ比 (uncertainty ratio) 4:1 校正結果の判定に関するリスクは 2% 以下」が記載されている。

このような海外からの要求の広がりにより、ISO 10012 の要求レベルが“具体的な数値”でイメージできるようになってきた。

### 3.6.3 求められているのは適合性の表明

ISO 10012 の適用範囲として以下の記述がある。

#### 1 適用範囲

この規格は、計量要求事項への適合性を支援し、実証するために使用する、測定プロセスの運用管理及び測定機器の計量確認に関する一般的な要求事項を規定し、また、これらの手引を示す。この規格は、マネジメントシステム全体の一部として測定を実施する組織によって使用でき、その組織が計測マネジメントシステムにおける計量要求事項を満たすことを確実にするための品質マネジメント要求事項について規定する。

計量要求事項への適合性を実証するために使用する 7.2 「測定プロセス」と 7.1 「計量確認」にこれを実現するための要求事項を定めている。そして、この計測マネジメントシステムが確実に計測要求事項を満たせるように周辺の品質マネジメントシステムについても規定している。と記載されている。従って周辺の品質システムは ISO 9001 と同様であり、ISO 10012 を展開する為には 7.1 と 7.2 をきち

んと理解することが重要であり、「顧客の計測要求事項への適合性の表明」ができる企業となることが ISO 10012 に取り組む目的なのです。

1) 「適合性の表明」とは？

ISO 10012 の目的である「適合性の表明」とは何か？を説明する。  
 適合性の表明に関しては、APLAC TC 004 (2010)や ILAC G8 (2009)で下記のように規定されており、ISO 17025 では APLAC TC 004 (2010)を参照し、合否判定することとしている。  
 この考え方について、特に低コスト、国際競争力、大量生産等、厳しい品質が求められるような業界で、顧客からは生産工程能力の適合性までを厳しく求められるような製造事業所では ISO 10012 の規格で対応するために、製品検査にあてはめ、「顧客の計測要求事項への適合性の表明」に関する考え方の参考になると考えられる。

- \* アジア太平洋試験所認定協力機構 (Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation)
- \* 国際試験所認定協力機構 (International Laboratory Accreditation Cooperation)

ISO 17025 では不確かさを算出しているなのでこの方法を適用している。  
 拡張不確かさの分を含めても許容差の内側であれば適合(ケース 1, 6)、外側であれば不適合(ケース 5, 10)と判定し、一部が許容差内の場合 (ケース 2, 3, 4, 7, 8, 9) は不確かさの信頼水準により適合または不適合宣言することになる。

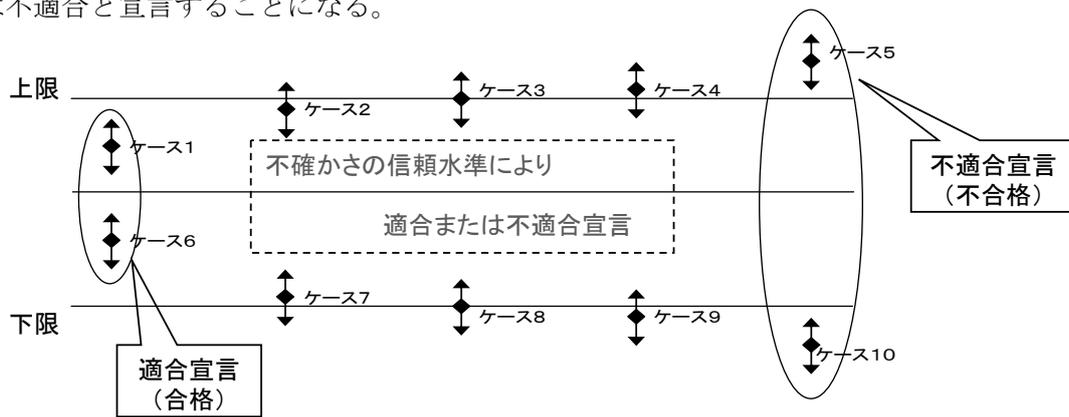


図 1 適合性の表明 APLAC TC 004 (2010)

許容差に対し、拡張不確かさの分、内側に合否判定基準を設定し、測定した値がその内側であれば適合(合格)と表明できることになる。

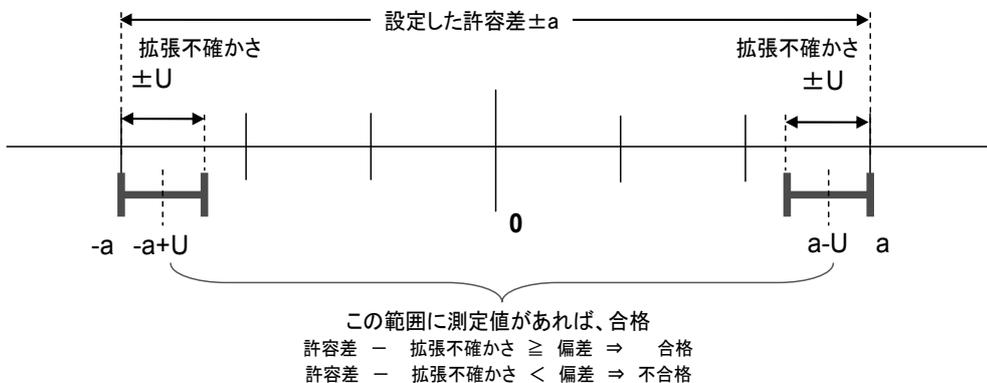


図 2 適合性の表明

ISO 10012 は、「計測の不確かな分は合格としない」とする「適合性の表明」の考え方を製品検査、部品検査等、計測の現場に適用し、顧客の計測要求事項に対し「適合性の表明」ができることを要求している。

また、合否判定に関する考え方に関して JIS B 0641-1 製品の幾何特性仕様(GPS)-製品及び測定装置による検査-第1部：仕様に対する合否判定基準(ISO 14253 の翻訳)も参考になる。

「顧客計測要求事項への適合性を表明できる企業になる」ことは、品質マネジメントシステムが本来、求めていたものなのです。そして、ISO 10012 の要求事項に適合し、「適合性の表明」を確実に行える企業を海外の企業が信頼できるサプライヤーとして求めているのです。

それに応えられる企業の証として ISO 10012 を多くの企業に取得していただきたいと思います。

## 3.7 計測システム評価用チェックシート

### 【3.7.1 チェックシートの目的】

ISO (JISQ) 10012 評価用チェックシート (付表2 ISO 10012:2003 計測マネジメントシステムの評価用チェックシート事例を参照) の目的は、ISO 10012 の JIS 化に伴い、本規格の普及促進を加速させるため、規格の要求事項をより具体的に示したものである。

ISO 9001、ISO 14000 等では適正な計測計量管理の進め方について、具体的に何をやったら良いといった記述は少なかったが、ISO 10012 評価用チェックシートは、これを具体的にチェック項目に示す事により、より理解が深まり、より具体的な計測計量管理の取組みに結びつける事ができるものとして作成した。但し、現時点で評価用チェックシートは、完全に完成された訳ではなく、いろいろな業種の事業所での試行を繰り返し、改善・改良を加え、より使いやすいものにしていく必要があると考えている。

### 【3.7.2 チェックシートの試行結果】

2011年1月現在、評価用チェックシートは事前に、製鉄事業所、電気機器製造事業所、航空機宇宙機器製造事業所(2事業所)の計4事業所にて試行確認してもらった。その結果、「不確かさ」の要求部分を除いて、どの要求項目も概ね埋まっている結果を得られた。しかしながら、どの事業所もチェックシート評価後の印象としては、社内でのルール(業務基準)上は出来ているが実行度については確信が持てる評価との判断はできなかった。従って、繰り返しになるが、チェックシートは未完成であるので、改善・改良を加え、より使いやすいものにしていく必要がある。

### 【3.7.3 チェックシートの試行結果についての意見・感想の事例】

計測計量担当者を中心として、本チェックシートの試行を実施した結果、4事業所共に「不確かさ」の要求部分については疑問が残るが、それ以外は概ねできていた。「不確かさ」については、調査委員会及び各企業団体との意見交換等で、議論・検討した結果、ISO 10012 では不確かさを算出するための規格ではなく、不確かさを活用するための規格であることを明確にすれば疑問は解消するのではないかと思われる。

- ①最初に見たときはとっつきにくいと感じたが、中項目、小項目と見ていくと理解できた。従って、最初にもう少しとっつきやすいと感じる工夫をすると良い。
- ②チェックシートを誰が使うのか(計量管理部門、設計部門など)、チェックシートを使うねらいは何か、などの内容も書いてはどうか?
- ③回答が5段階評価になっていて、実施の“ある”、“なし”と言った回答方法ではないので、本当の課題発見できると思う。
- ④現場を見て、“この計測は必要か”、“余分ではないか”、“役に立つか”、“省略できないか”などがチェックシートでできると更に良い。
- ⑤ISO 9001でも同様にチェックシートを使用して管理しているが、計測について規定しているのはごく一部である。それに対して本チェックシートは詳細かつ具体的に書かれてある。外部機関からの審査に対し、本チェックシートを示して説明するのは大変有効と感じた。是非活用したい。

### 【3.7.4 チェックシートの今後の活用のしかたおよび見直しの観点】

平成22年度報告書にてチェックシートを掲載したが、それ以降にも実際にISO 10012規格を適用しようとする事業所は現れていない。また、本チェックシートを具体的に内容変更する等の見直しは実施していない。それは、本チェックシートは本質的には的を得た内容となっており、本チェックシートを基本とすることは変わらないからである。よって、今後、このISO 10012規格を効率的に適用し、合理的に運用をしていくために下記の観点を加える事とした。

①事業所に適合するようなフレキシブルなチェック項目に読み替える事を推奨する。事業所の規模、業種、製品の種類、顧客の要求事項（法制上、特定、一般、公共性、一般消費者等々）によって内容の濃淡、レベルが変わっても良いと考えられる。

②（4項）について

一般要求事項について、文書化されているか、規定されているかの確認ができること程度の表現までで「実施されているか」的な表現は避ける検討をする。

③（5項、6項、8項）について

適正計量管理事業所制度による計量管理規定、ISO 9000シリーズで共通な管理項目は、これらを引用し易いようなチェック項目の表現を検討をする。また、他の品質マネジメント規格（9000シリーズ、TS、14000等）と両立併合させる場合は、4項5項は共通項目として取り扱ってよいことを示す事も検討する。

④（7項）について

本規格の中で最も重要な技術的な内容であり、規格の要求項目を十分に理解し活用しやすいチェック項目にしなければならない。その事業所の独自性に適合するように適用項目の選択、管理レベルの選択、多様性、フレキシブル性等を考慮していく必要がある。特に不確かさについて、すでに求められたものを活用すべきで、新たに不確かさを求めることを強要はしない。精度比、工程能力(CPK)、ガードバンド、安全係数、等々必要に応じて選択できるようなものにできないか検討する。顧客満足の観点から、その顧客要求に相当する不確かさの対応が必要である。そして「不確かさをどう算出するか」というよりも「不確かさをどう活用するか」に重点を置く。不確かさの推定は校正証明書による不確かさや、すでに推定された同類の測定の不確かさ、文献による不確かさを活用する。一方、厳しい品質、顧客の要求、製造技術上の高度な測定能力が問われる場合には、測定の不確かさをしっかり推定する事が有効である。この事に関して年度毎に報告されている調査報告書の事例を活用していただきたい。

⑤本規格の随所にガイダンスしている文言「製品の品質に対する測定結果の重要性につりあったものが望ましい」に対して、規格を適用する計測システム(計測器)、部分的に適用する計測システム(計測器)、適用しないシステム(計測器)を選別し、重点指向で運用する事により、国際規格の名の下に一層効率的な計量管理が実行できると考えられる。

(ガイダンスしている項目)

5.1 計量機能 (5.1 参照)、5.2 顧客重視、7.1 計量確認 (図2、付属書A)、7.3.1 測定の不確かさ等。

### 3.8 航空・宇宙機器製造業（以下業界と略す）における計測管理実施事例

#### 3.8.1 業界における計測管理

はじめに：「空を安全に飛行する製品」を製造する業界の計測管理事例を述べるにはその背景にある品質マネジメント規格：JISQ9100（以後各種規格の文言はすべて省略）の概要を理解しておく必要があります。下記に概要を示します。

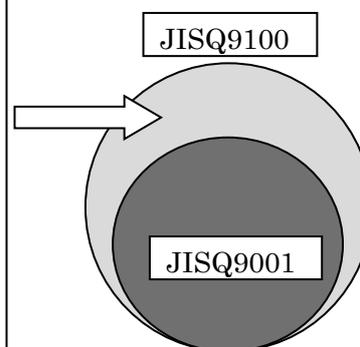
- (1) 業界においては品質マネジメント規格 JISQ9100 の認証を受けることが必須となっております。そしてその計測管理に関する要求事項は JISQ9100 規格の中に示されています。
- (2) JISQ9100 は計測マネジメントシステム規格 ISO/JISQ10012 の考え方をほとんどカバーしております。
- (3) 上記を説明するために JISQ9100 の制定までの推移を説明します。

米軍の調達装備品の品質確保のため MILQ5923（1950 年）品質管理規格⇒、MILQ9858A（1963 年）品質保証規格、を得てさらに一般商品・サービスにまで適用することを対象にして ISO/JISQ9000 シリーズ（1987 年）が制定されました。

しかし「空を安全に飛行する製品」すなわち航空宇宙機器製造業界には不十分な要求事項とされ、ISO/JISQ9000 シリーズの要求事項をベースにして、グローバルな業界グループ（IAQG）により国際航空宇宙品質管理システム規格 IAQC9100（1996 年、ISO ではありません）が作成されました。そして我が国においては業界グループ（JAQG）により JISQ9100（2009）へと展開されました。

- (4) ISO/JISQ9000 シリーズから JISQ9100 へ主な追加要求事項を下記に示します。

- ・ 顧客および法令・法規制上の品質マネジメントシステム要求事項
- ・ 文書化に関する要求事項の一部追加要求
- ・ 顧客重視への追加要求
- ・ プロジェクトマネジメント
- ・ リスクマネジメント
- ・ 形態管理
- ・ 作業移管の管理
- ・ 設計・開発への詳細・追加要求
- ・ 製造管理、計測器管理の詳細追加要求
- ・ プロセスの監視・測定に関する追加要求
- ・ 不適合製品管理の厳格・追加要求



特に上記に示す「計測器管理の詳細追加要求、プロセスの監視・測定に関する追加要求」の内容が追加されたことにより ISO/JISQ10012 の要求事項の内容に近いものになっている。

備考：JISQ9100（2009）：品質マネジメントシステム—航空、宇宙及び防衛分野の組織に対する要求事項

JISQ9001（2008）：品質マネジメントシステム—要求事項

JISQ10012（2011）：計測マネジメントシステム—測定プロセスおよび測定機器に関する要求事項

MILQ9858A（1963 年）：品質保証一般要求事項

MILQ5923C（1956 年）：品質管理一般要求事項

IAQG：国際航空宇宙品質グループ JAQG：（日本）航空宇宙品質センター

### 3.8.2 JISQ9100 の主な計測管理の詳細追加要求内容（ISO/JISQ10012 との対比）

JISQ9100 の品質保証要求事項を満足させるために、測定データの品質保証をすることが重要であり不可欠である。このために規格の中に計測管理についての要求事項を定め実行することが求められる。これは、ISO/JISQ10012 に示される「計量確認及び測定プロセスの実現」「計量確認」等の要求事項等である。JISQ9100 に示される事例を示します。

#### (1) JISQ9100 に示される計測管理に関する主な事例項目

- ① 「計量確認」の適合性の判断基準について
- ② クリチカルアイテム、キー特性の計量確認
- ③ 設計・開発の検証試験
- ④ 初品試験、初品検査（FAI）の計量確認
- ⑤ 特殊工程、NADCAP 規格に対する計量確認

#### (2) JISQ9100 に示される計測管理に関する主な事例

##### ① 「計量確認」の適合性の判断基準について

業界では MILQ5923（1950 年）、MILQ9858A（1963 年）の時代からその規格の審査手引書 MILI45607（1960）、NHB5300.4（1969）等に計量確認の適合性の判断基準としては製品公差に対する精度比 10 : 1、また関連の校正規格の審査手順書には計測器校正の精度比 4 : 1 という考え方が定着している。

また、これを客先へ提出用の品質保証共通仕様書および事業所内業務標準に示すことにより、事業所の各工程（試験研究、製造、検査）各担当においてこの考え方で実行されている。

さらに、この計量確認の適合性の判断基準を共有、統一化することにより各担当の業務の効率化及び、第 2 者、第 3 者監査、内部監査等関連業務の効率化に貢献している。

（この精度比については委員会平成 23 年度報告書 4.8 項等に述べられているのでこれを参照方。）

##### ② クリチカルアイテム、キー特性の計量確認、

「空を安全に飛行する製品」すなわち航空宇宙機器製造業界では JISQ9100 の主な追加要求事項の詳細で次のように定義し、これを図面、仕様書等に識別されている。

- ・クリチカルアイテム：安全性、性能、形状、取り付け、機能、製造性、耐用年数、などを含めた製品実現および使用に重大な影響を与えるアイテムであり、適切な管理を確実にするために特定の処置が必要なアイテム（例えば機能部品、ソフトウェア、特性、プロセス）。

クリチカルアイテムの例には安全、破壊、ミッションクリチカルアイテムがある。

- ・キー特性：ばらつきが製品の取り付け、形状、機能、性能、耐用年数、または製造性に重要な影響を与え、ばらつきを管理するために特定な処置が必要な属性または特性。

上記特性を評価するための測定データは計量確認することが必須である。

このために、前①項に示した「計量確認」の適合性の判断基準「精度比 10 : 1」の考え方に従い、設計、生産技術、品証の各部門担当者が合理的に判断している。

また、クリチカルアイテム、キー特性は ISO/JISQ10012 の一般要求事項に、「組織が対象となる測定プロセスおよび測定機器を特定しなければならない」と要求しているが自ずとこのアイテムが特定される。

③ 設計・開発の技術試験における計量確認

業界では、前記と同様に製品製造の上流工程である技術試験に係る測定データの計量確認を重要視している。このことについても前項に示した精度比に従い設計、生産技術、品証の各部門担当者が適切に判断できるように定めている。

初期審査チェックシート「測定機材および試験機材」項目の事例：

- ・測定器等は試験に必要な能力を持っているか。
- ・測定器等の校正手順は明確か。
- ・測定器等は必要な精度の定期点検が実施され、その記録は維持されているか。
- ・検査用の治具は準備され、定期的に精度点検が行われ、その記録は維持されているか。
- ・測定器等は使用期限の識別は明確か。
- ・使用および保管する環境は良好か。

上記の「適用標準、指示書の番号名称」の記録、および審査結果および処置事項を記入することにより計量確認要求はクリアーされると考えられる。

④ 初回製品検査（FAI）／初回製品確認（FAV）の計量確認

新規に製造する品目の初回製造分に対する検査／検証をするため初回製品検査（FAI）／初回製品確認（FAV）を実施する。このために必要な実施要領、手順書を定めて実行される。このチェックシートは前項③と同様な内容でありこれにより計量確認要求はクリアーされると考えられる。

⑤ 特殊工程、NADCAP 審査、に関する計量確認

- ・業界における、特殊工程とは：熱処理、表面処理、溶接、複合材部品形成、ショットピーニング、コーティング、ハンダ付け、非破壊検査（X線検査、超音波検査、磁気探傷検査、浸透探傷検査等）の製造工程、検査工程を指している。
- ・特殊工程は厳格な工程管理が必要であるその理由？：  
工程管理において設備上の問題、能力不足、条件設定上の問題等、また、作業者のミスがあった場合にその製品の品質は後工程では発見できないものである。また問題は長時間たないと解らないというものである。「空を安全に飛行する製品」すなわち航空宇宙機器の寿命は40年も使用されるもので特殊工程の品質は重要なものである。
- ・特殊工程の管理手法：  
従って、管理手法は業界で長年培ってきたグローバルなさまざまな規格により、人の認定、設備の認定、手順の認定等も含めて管理されている。
- ・NADCAP 工程承認：  
該当管理手法の客観的な妥当性を確保するために工程承認制度が必要である。業界はグローバル化しておりこれを発注者にておこなうことは大きな負担になってきた。そこで第3者による外部審査機関に委託することになった。  
この外部審査機関となったのが米国 NPO 組織である NADCAP である。

NADCAP (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program) : 国際航空宇宙防衛特殊工程認定プログラム

- 特殊工程の管理手法と計量確認  
 特殊工程の品質保証をするためにはその特性を測定してそのデータをもとに品質の適合性を保証する。従って、その測定データの品質保証が重要である。  
 その計測データの品質を保証するため、測定システムの管理手法が定められ実行されている。従って、JISQ9100 適用事業所、NADCAP 認定事業所においては NADCAP 審査の認定と認定の維持により計量確認要求はクリアされている。
- 鋼の熱処理（特殊工程）における計量確認の例  
 鋼の熱処理は使用目的にあった強度、硬さ、靱性、ねばり強さ、等を確保するために組成成分を特定し、その材料をいかに熱処理すればよいか重要である。  
 その管理のための計測パラメーターは昇温時間、設定温度、保持時間、冷却時間等である。  
 さらにこれらを管理するための設備の性能計測（温度分布、安定性等）である。  
 また、この温度計測要求精度は非常に厳しいものです。関連規格（AMS、JIS 等）では設備の性能計測に対する温度計測要求精度は、温度測定装置としての精度 A 級として  $\pm 0.5\%$ （例  $800^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ ）が要求される。センサー（熱電対、測温抵抗体等）補償導線、基準接点、計測器指示計を含めたシステムとしての精度です。  
 現場では、特殊工程管理手法の中に測定システムの管理手法（日常管理、自主管理、校正方法等）が規定され実行されている。  
 したがって、NADCAP 審査の認定と認定の維持により計量確認要求はクリアされている。

### 3.8.3 JISQ9100 の不確かさの適用について（ISO/JISQ10012 とどう対応しているか？）

#### (1) JISQ9100 は「不確かさ」をどのように扱っているか？

- 本文には「不確かさ」の表現はない。
- 校正のシステムの要求には、計測のトレーサビリティが要求され、校正証明書等で「不確かさ」が取り扱われ実行されている。

#### (2) ISO/JISQ10012 に示される「不確かさの推定」の要求に対しては？

- 業界では、JISQ9100 からは直接的な要求はなく、計量確認の評価基準に対しては従来から培ってきた、精度比、工程管理係数(Cp、Cpk)、エクスパ-R 管理図、安全係数等で対応してきている。  
 また、今まで「不確かさの推定」が要求されるプロジェクトはない。
- 今後、新しいプロジェクト等の契約で直接的な要求が発生した場合は、具体的に内容を見極めて効率よく対応すべきである。

#### (3) ISO/JISQ10012 の「不確かさの推定」の活用について

- 規格の示す「不確かさの推定」の活用については重要で有効な項目である。これを積極的に活用することが業界の製品品質保証技術の向上、改善につながり牽いては顧客満足を得ることになる。
- 工程改善、不具合予防、リスク回避、等前向きに活用すべき。
- 試験研究、実証試験等顧客、関係機関等に試験結果を公表する場合には「不確かさの推定」を活用することが有効である。

ある事業所での事例：開発の技術試験部門の担当者から高精度が要求される試験治具の精度保証

方法について相談を受けた。「不確かさの推定」について勉強会を実施し、その後、さらに自己研修の上、活用し、実証試験治具の精度保証の実現、治具製作費の節減、関係機関への早期承認取得した事例を見た。技術部門の担当者は必要に迫られた環境ではあるが、理解が早く、実行も早い。

- ・ 一方、厳しい品質、顧客の要求、製造技術上、測定能力の改善が問われる場合には、測定の不確かさをしっかり推定し実現させることが国際規格のもと有効なツールになる。  
このことに関して年度ごとに報告されている調査報告書の事例を活用するとよい。

### 3.8.4 業界において ISO/JISQ10012 の認証とどう対応するか？

#### (1) 現況

- ① 欧米大手業界（メーカー）より協力メーカー業者（下請）に対して ISO/JISQ10012 が要求されている。現時点では、JISQ9100 でこの要求に対応している。また、今までのメーカーからの品質に関する監査等において、ISO/JISQ10012 としての直接的なフォロー、問題等の指摘を受けた事例は聞いていない。
- ② JISQ9100 が ISO/JISQ10012 に近いので ISO/JISQ10012 の認証は必要ないのか？  
前年関係事業所でヒヤリングを実施した際、ISO/JISQ10012 の導入認証を受けることについて必要性はわかるが、同業者、顧客の動静等を見据えながら、導入認証時期を慎重に見極めたいとの意見があった。業界グループ(IAQG、JAQG)の対応としてはもっともである。
- ③ JISQ9100 を実行している業界で ISO/JISQ10012 を導入認証を受けるとしたら、JISQ9100 が ISO/JISQ10012 に近いので、導入のための事業所の追加コスト、負荷は比較的少ない。

#### (2) 現況に対する問題点

- ① JISQ9100 は ISO/JISQ10012 の考え方に近いが、ISO/JISQ10012 の求めているような計測管理に特化して計測データの品質を改善し、JISQ9100 の品質保証を有効にするまでには至らない。
- ② JISQ9100 は計測管理に特化して計測データの品質を改善することの重要性について、設計、製造、品証等全担当部門へアピールすることはむづかしい。
- ③ 計測管理に特化してデータの品質を改善することによるメリットを設計、製造、品証等全部門に発信するのに、事業所の計測管理担当部署から情報発信することになるが計測管理担当部署の権限では全部門に浸透させるには限界がある。

#### (3) 業界において ISO/JISQ10012 を積極的に導入するメリットは？

前記 (1) 現況、(2) 現況に対する問題点を踏まえて検討すると下記の如くである。

- ① 計測管理に特化して計測データの品質を改善し、JISQ9100 の品質保証をさらに有効にする。
- ② ISO/JISQ10012 の導入により期待される効果とあるべき姿（本報告書の 1.4 項）、企業内実施事例（本報告書の第 3 章）等で示されているこれらのメリットを全部門に効率的に浸透させ JISQ9100 の品質保証をさらに有効にする事が出来る。  
JISQ9100 が ISO/JISQ10012 に近いので、導入のための事業所のコスト、負荷は比較的少な

い。ISO/JISQ10012 の 7 項「計量確認及び測定プロセスの実現」について重点をおいて規定し、一般要求事項、経営者の責任、資源管理、計測マネジメントシステムの分析及び改善については JISQ9100 のシステムを活用すればよい。

(4) 業界において ISO/JISQ10012 認証をどのような考え方で導入するか？

- ① ISO/JISQ10012 を JISQ9100 に調和させて計測データの品質を改善し、現行の JISQ9100 の品質保証を有効にするという考え方で ISO/JISQ10012 認証を導入する。
- ② さらなる発展が期待出来るグローバルな規格、手法であり有効なツールであることを、実例をもって事業所内各部門へ発信する。
- ③ 自主宣言を行い、次に第 3 者認証を受ける。
- ④ 規格の具体的な内容については、JISQ9100 の 7.6 項に ISO/JISQ10012 を呼び出し ISO/JISQ10012 には JISQ9100 の共通項を呼び出し ISO/JISQ10012 の特長事項をガイダンス的に示す。
- ⑤ 当面は ISO/JISQ10012 の要求される対象プロジェクトに限定し、契約上問題ないプロジェクトに拡大させる。
- ⑥ 事業所内各部門へ発信するためには、導入メリット、活用事例、不確かさの活用事例等、本委員会の各年度報告書を活用する。

以上

## 第4章 製造業における「計量確認」と「測定プロセスの実現」

### 4.1 計量確認と測定プロセスの実現の事例

一般に計測器の管理、測定誤差の管理をして正確な計量データを必要部署に提供し生産活動の基礎としての計測管理を実施しているといわれる。

計測問題というときすぐ計測器の管理、測定誤差の管理のことにふれ、それ自体を管理すればよいという錯覚に落ち入りがちである。工程管理が不十分で製品がばらついては、いくら計測器の管理をしても測定誤差の管理をしても意味がない。計測結果を次元の高いところから見直して工程改善に活用されるような計測結果が得られるようにしなければならない。計測管理とは何か、その意味を解りやすく理解していただくため計測管理の木で説明してみる。(図1参照)

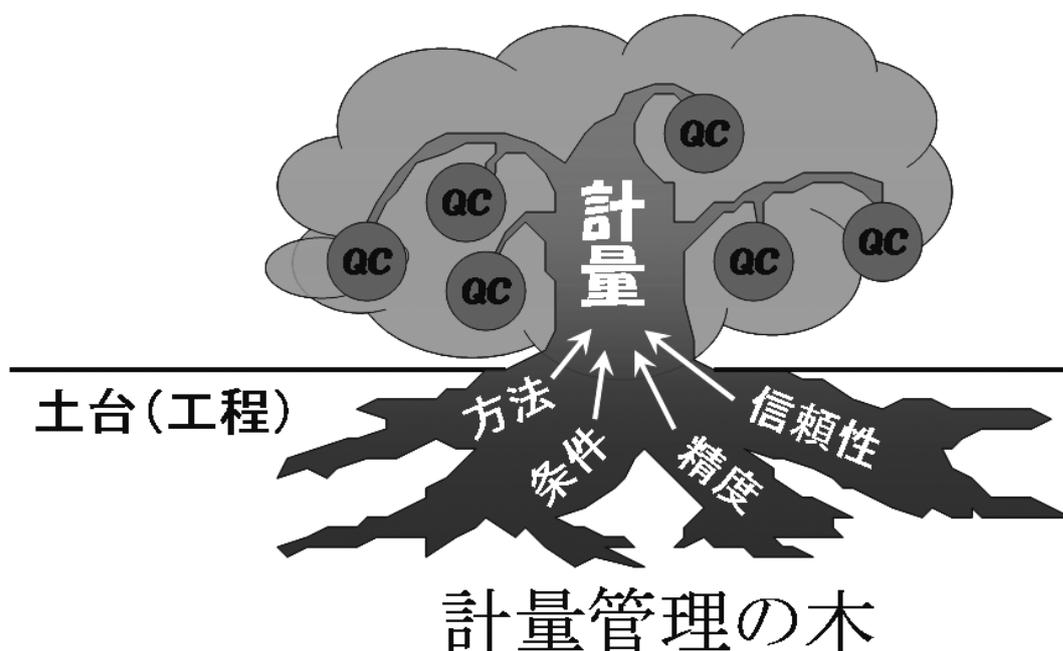


図1 計量管理の木

生産活動を効果的に実施するためには、計測管理の木を大きく育て品質管理という QC の果実をたくさん実らせなければならない。それには計測器の管理、計測作業の管理をして計測器の信頼性、計測の条件方法、計測の精度などの栄養を十分与えなければならない。これだけでは不十分で、土台という工程がしっかりしていなければならない。それには、工程内計測システムを合理化して工程管理を整備充足する計測化の管理が必要である。

計測化の管理をして工程管理の整備充足した上で計測器の管理、計測作業の管理を実施する。この管理活動を系統的に計測管理として総括する。このことによって計測結果の有効性が確保され工程管理に活用され製造品質の均一化の成果が得られる。

これによって計測管理の必要が認識され、誤差の管理のみに重点をおいて事足りているとしていることを大きく反省しなければならない。

そのために、製品品質を定量値に基づき客観的に保証・証明できるかが重要である。そして、従来から行われてきた OK/NG 選別の検査保証から、計量・計測値に基づき製品の品質を保証することが必要である。これにより、作った製品の出来栄が目標値（製品規格）に対してどの位置にあるのかが判るようになり、より中央値で作るために生産設備を調整したりして、不良製品を作らないようにすることができる。

さらに、製品のばらつきが小さくなれば、測定値を傾向管理（品質管理）することによりより安定した生産工程を作り上げ・維持することができるようになり、不良品流出防止はもちろんであるが、不良を作らない工程ができるようになる。これにより、コスト低減にも寄与できることになり、計測が大きく品質に貢献することができる。

もちろん、不良を作らない工程を実現するためには、統計的データに基づく品質管理が必要であるが、大前提として品質管理のデータの基となる測定データが正しくなければ意味がない。測定データを保証するためには、「正しい道具で、正しく測る」ことが必要であり、“正しい道具であることを保証するための指針として ISO 17025”を“正しく測れていることを保証するための指針として ISO 10012”を活用することで、「正しい道具で、正しく測る」ことを実現するために有効である。（図 2 参照）

不良品がお客様に与える損害は大きなものになり、会社の信頼そのものが揺らぎ、存続すら危ぶまれる事態となる。そうならないためにも、製造者としてお客様に不良品を渡してしまうことは、絶対に防がなくてはならず、品質リスクを見切る計量・計測の果たす役割は非常に大きい。

以上説明したように計測化の管理を次に計測器の管理、計測作業の管理の順に計測活動をする。計測管理を適正に計画・実施し有効性のある計測結果を確保し、これを活用するための管理技術が計測管理であると考えらる。

計測管理と品質管理の境界は、工程内計測システムを合理化して工程管理を整備充足するところにあると思っている。この計測管理（又は計測管理）を実現するための、ものさしが「JIS Q 10012 / ISO 10012 計測管理規則」であると考えている。



図 2 ISO 10725 と ISO 10012 が果たす役割

ISO 10012:2003 の規格本文に、計測マネジメントシステムモデル図がある。その中の第 7 節は、「計量確認」・「測定プロセス」・「測定の不確かさ及びトレーサビリティ」の 3 つの

項から構成されている。この3つの項の関係を、図3に示した。「7.3 測定の不確かさ及びトレーサビリティ」は、「7.1 計量確認」及び「7.2 測定プロセス」をベースとして支える部分にあたることから、土台のイメージで示した。それぞれの項は、独立したものでなく交互に作用することにより、計量確認及び測定プロセスが実現され品質へ計測が効果を発揮する。

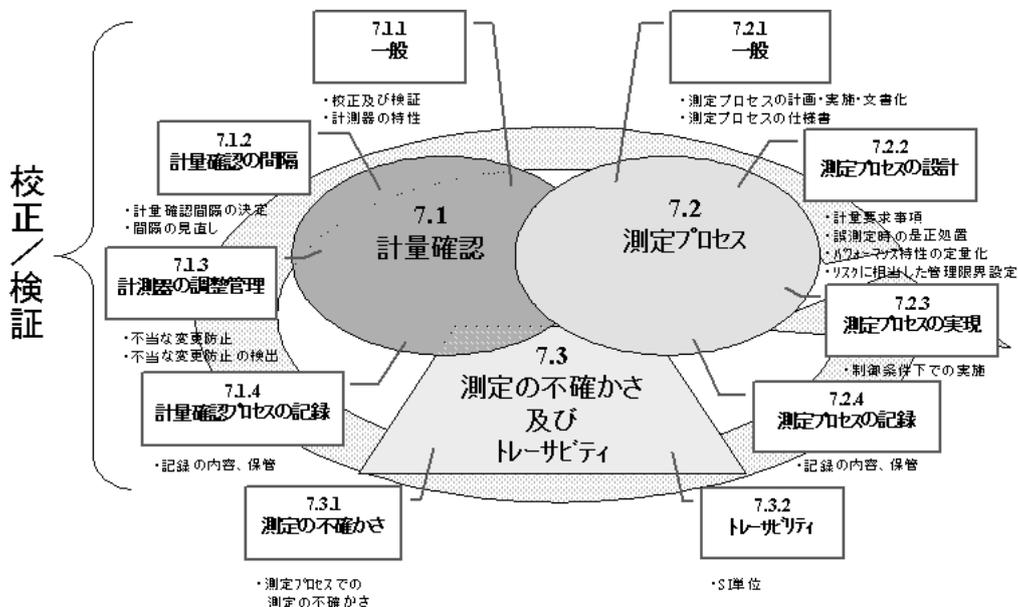


図3 計量確認及び測定プロセス設計のモデル

計量確認及び測定プロセスの実現の事例を交え解説する。以下の手順で実施すると計量確認及び測定プロセスの実現（図4参照）が理解しやすい。

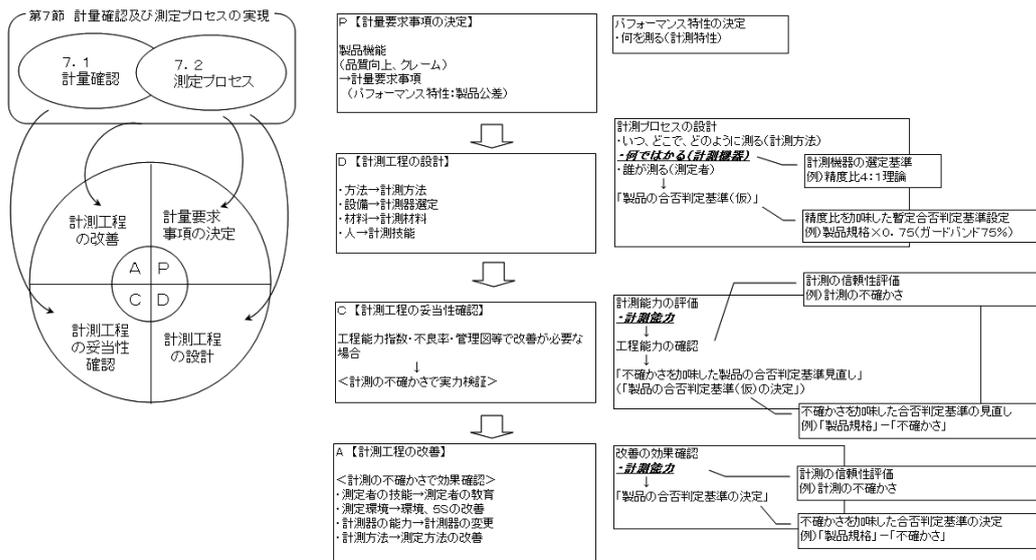


図4 計量確認及び測定プロセス実現のPDCA

事例は、自動車のプラスチック部品（バックドアトリム）を成形する製造工程における製品寸法の測定プロセスの実現及び計量確認である。

#### 4.1.1 測定プロセスの実現

測定プロセスの実現は、計測工程の設計・実施・妥当性確認をすること。

##### 1) 計量要求事項の決定

製品機能を保証するための計量要求事項を明確にし、そのパフォーマンス特性を定量化すること。

(例)

製品は、バックドア内にクリップにて取り付けられることから、穴位置がずれると、トリムが取り付けられないやトリムが変形するなどの不具合が発生することから、取り付け穴位置の精度が重要である。穴位置精度を計量要求事項（顧客要求）とした。従って、穴位置  $12 \pm 0.5\text{mm}$  が、パフォーマンス特性である。

##### 2) 計測工程の設計

パフォーマンス特性を計測するための計測工程を計画すること。

計測特性に影響を与える要因(4M)を洗い出し、それぞれの要素がもつ条件の特性が計測特性である。

(例)

計量要求事項のパフォーマンス特性は、穴位置  $12 \pm 0.5\text{mm}$  であることから、正しい測定を行うために必要な計測工程の計測精度は、最低でも製品規格の  $1/3$  以上必要であることから、測定機器の必要精度を製品規格の  $1/5$  以上とし、次の計測工程を設計した。

- ・設備：測定機器は、ノギスとする
- ・方法：基準位置から穴位置までの寸法を抜き取り検査にて手動で測定する
- ・材料：変形による寸法に影響を与えない  $0.98\text{N}$  測定力とし、検査温度は  $5 \sim 35^\circ\text{C}$  内とする
- ・人：製造工程の作業者とする

製品計測が要求する計測精度は、製品規格の  $1/3$  の  $0.16\text{mm}$  である。これより、測定機器の精度は、製品規格の  $1/5$  以上となるように、「測定範囲：  $10 \sim 14\text{mm}$ 、精度：  $0.10\text{mm}$ 」を選定した。測定機器の選定の結果、測定範囲：  $150\text{mm}$ 、最小目盛：  $0.05\text{mm}$  アナログ式ノギスを選定した。なお、この測定機器の精度は製造者の仕様書より  $\pm 0.07$  と書かれていたので、製品規格  $\pm 0.5\text{mm}$  に対して、 $1/7$  以上の精度を確保したことになるので、計測能力は十分であると判断し、製品規格はそのままとした。なお、製品品質の安定度は、工程能力及び管理図を用いて日常管理することとした。

計測能力を把握する方法としては、工程能力を用いる方法もあるが、その他の方法として、製品規格外の製品を流出させない手法として、製品規格より計測の誤差を減じた、製品規格より測定の不確かさを減じる方法もある。また、ガードバンド手法(2%)を用いた製品規格  $\times 0.75$  ( $\pm 0.375\text{mm}$ ) とする方法もあるが、既に工程能力 ( $C_p > 1.33$ ) が十分あることが確認されている場合、過剰品質になる可能性もある。いずれも、暫定的に製品

規格を決定する方法としては、有効な手段であるが、未来永久この暫定規格を使用することは、コスト的にデメリットもあることも理解しておく必要があり、製品品質が安定してきた時点で、見直すことも必要である。

いずれにしても、製品不良流出リスクと検査コストリスクのバランスを考えて製品規格を決定することが必要である。

### 3) 計測能力の妥当性確認

設計した計測工程をあらかじめ決められた制御条件下で測定を実施し、計測の妥当性評価をすること。なお、測定プロセスの妥当性確認は、既に妥当性が確認された別のプロセスの結果との比較、他の測定方法によって得た結果との比較、測定プロセス特性の継続的分析のいずれによるものでもよい。測定プロセス特性の継続的分析の方法を用いる場合は、工程能力指数を用いるとよい。

(例) 工程能力指数  $C_p > 1.33$  の場合

工程能力を用いた検証方法の場合、工程能力指数( $C_p$ )を用いて評価する。工程能力が、1.33以上ある安定した工程(図4参照)は、製品も安定した状態にあり、測定能力も十分ある。製品規格と製品バラツキの関係が、 $8\sigma/6\sigma$ になり工程能力は1.33となる。しかし、工程能力が1.33以上あっても、なんらかの工程異状(変化点)により製品の中央値がどちらかにずれたことがあるので、 $C_p$ に合わせて $C_{pk}$ でも管理することを推奨する。

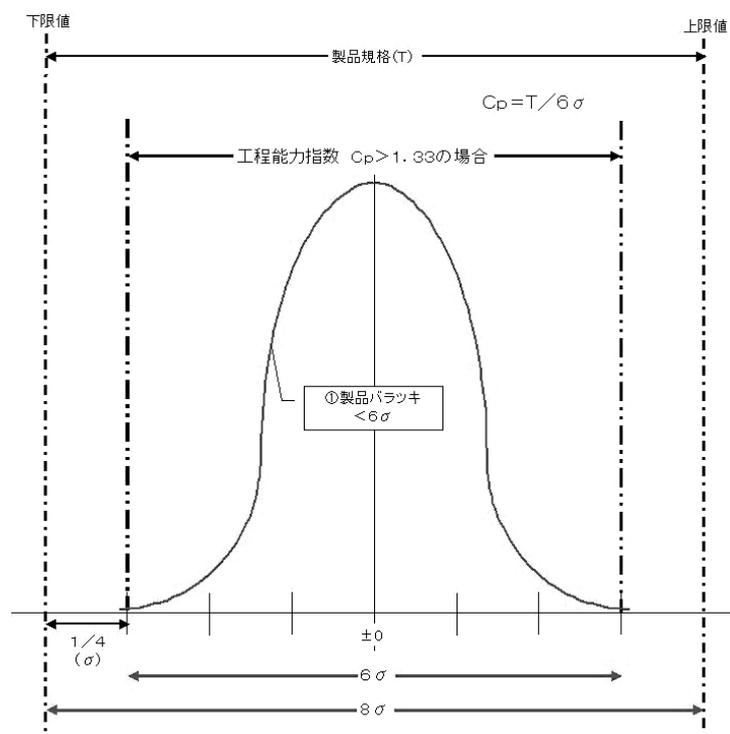


図5 工程能力  $C_p > 1.33$  の計測能力

(例) 測定の不確かさの場合

トリムの製造は、成型機にて加工された後、穴位置が基準内にあることをその日の初品にて確認する。検査の条件は、製品が試験場所の標準状態(温度15級:5~35℃)の条

件内であることである。この条件下で、表1の穴位置測定の不確かさを算出した。解析の結果、穴位置測定の変動不確かさは、0.08mmとなり、製品の計測精度は、製品規格の1/6以上あり、トリム成型計測工程の測定能力はあることが確認できた。また、この製品は、安定した工程能力(CP>1.33)であるため暫定的に計測設計時に決めた製品規格を最終規格とした。

表1 穴位置測定のパジェットシート

計測	■ 試験・検査 計測特性：長さ		計測名称		バックアトリムの穴位置						
製品名	バックアトリム		計測部位	基準位置の穴位置		製品規格	中央値: 12mm 公差: ±0.5mm				
計測器名	ノギス		製造者	ミツヨ		計測器規格	JIS B7507				
			型式	150/0.10mm			±0.07				
記号	不確かさ要因			標準分布	除数	標準不確かさ		感度係数	標準不確かさ (測定量の単位)	備考	
タイプ 記号	要因	値	単位			値	単位				
A	u <sub>1</sub>	製品計測の繰り返し	0.016	mm	正規分布	1	0.016	mm	1	0.016	
B	u <sub>2</sub>	ノギス読取の分解能	0.025	mm	矩形分布	√3	0.014	mm	1	0.014	
B	u <sub>31</sub>	ノギス校正の不確かさ	0.055	mm	正規分布	2	0.028	mm	1	0.028	
B	u <sub>11</sub>	製品とノギスの熱膨張係数の差	54.3×10 <sup>-6</sup> /°C	°C	矩形分布	√3	31.4×10 <sup>-6</sup> /°C	°C	PLθ	0.005	0.012×15×31.4×10 <sup>-6</sup>
B	u <sub>12</sub>	製品とノギスの温度差	0.5	°C	矩形分布	√3	0.29	°C	Lαα	0.0005	0.15×11.5×10 <sup>-6</sup> ×0.29
B	u <sub>13</sub>	ノギスの温度(20°C)からの偏差	15	°C	矩形分布	√3	8.66	°C	Lαα	0.014	0.15×11.5×10 <sup>-6</sup> ×8.66
注)	α <sub>p</sub> : 11.5×10 <sup>-6</sup> /°C										
	PL(製品寸法): 0.012m										
	L: 0.15m, θ: 15°										
	u <sub>c</sub>	合成標準不確かさ		正規分布						0.04mm	0.038173844
	U	拡張不確かさ		正規分布(k=2)						0.08mm	0.076347888

なお、日本工業規格 JIS B7507-1993 では、参考2ノギスの総合誤差として測定範囲: 150mm、目量: 0.05mm の場合の総合誤差は、±0.08mm であると書かれている。このことから今回算出したプラスチック部品の測定不確かさは、妥当性のある結果と判断する。

#### 4) 計測能力の改善

計測能力を検証した結果、測定の不確かさが、1/3 以上に満たない場合は、測定機器の精度以外による他の要因の不確かさが寄与している。その要因として考えられるものには、測定者技能や測定環境などがある。要因を限定するために、測定の不確かさのパジェットシートは有効な手段になる。測定の不確かさの大きい要因を特定したら、その不確かさが小さくなるように改善をしていく。例えば、測定者の技能水準により不確かさが大きくなっている場合は、測定者の測定方法の訓練・教育を実施した後、再度測定の不確かさを算出するとよい。改善の効果が、定量化され容易に判断ができるであろう。

#### 4.1.2 計量確認

計量確認とは、測定プロセス設計において、計量要求事項(顧客計量要求事項: CMR<sup>®</sup>)

に設計された計測工程に使用する計測機器の能力（測定機器計量特性：MEMC<sup>b</sup>）が当初設計したとおりにあるか、確認することである。

校正結果の確認において注意すべき事は、今回の校正から前回の校正まで精度が維持できていたか、そして、今回の校正から次回の校正まで精度が正しく維持できるか、SI単位系で校正された標準を用いて確認する必要がある。そして、校正の結果があらかじめ決められた許容範囲内にあることを確認することである。

確認の結果、問題が発見された場合は、これまで測定した製品計測の妥当性（遡り）の確認及び確認周期の見直しが必要となる。校正結果に問題なければ、計量確認済みの識別を計測機器に表示する。

注<sup>a</sup> 顧客計量要求事項：CMR Customer metrological requirements

注<sup>b</sup> 測定機器計量特性：MEMC Measuring equipment metrological characteristics

#### 1) 顧客計量要求事項(CMR)

付属書 A には、「顧客要求事項は、顧客生産プロセスに関係するものとして顧客が規定する測定要求事項である。したがって、CMR は測定対象の変数の仕様に左右される。CMR には、生産プロセス及びそのインプットに起因する要求事項に加えて、製品と顧客仕様との整合性の検証に関係する要求事項が含まれるこのプロセスは、顧客に代わって適切な資格を有する人が実施することがあるが、こうした要求事項の決定及び規定は顧客の責任である。そのため、生産プロセス以外に、しばしば、計量に関する深い知識が要求されることがある。CMR には、悪い測定のリスク並びに、それが組織及び事業に及ぼす影響を考慮することが望ましい。CMR は、最大許容誤差、運転制限値などによって表される。CMR は十分に詳細なものにして、意図した用途に従って特定の測定機器が規定の変数又は数量を管理、測定若しくは監視することができるかどうかを、計量確認プロセスの操作者が明確に決定できるようにすることが望ましい。」との記述がある。

言い換えると、顧客からの要求に基づき製品を提供する場合は、顧客の要求事項を計量要求事項に置き換えればよい。しかし、顧客の限定がなく広く製品を提供するような場合は、製品目標を顧客要求事項に置き換えると計量要求事項を決定しやすくなる。測定プロセス設計において、製品機能を保証するための計量要求事項を明確にし、そのパフォーマンス特性を定量化したことがこれにあたる。

(例)

製品は、バックドア内にクリップにて取り付けられることから、穴位置がずれると、トリムが取り付けられないやトリムが変形するなどの不具合が発生することから、取り付け穴位置の精度が重要である。穴位置精度を計量要求事項（顧客要求）とした。よって、穴位置  $12 \pm 0.5\text{mm}$  が、パフォーマンス特性である。この計量要求事項に適合する測定機器及び手順を次のようにした。

(例)

計量要求事項のパフォーマンス特性は、穴位置  $12 \pm 0.5\text{mm}$  であることから、次の計測工程を設計した。

- ・設備：測定機器は、ノギスとする
- ・方法：基準位置から穴位置までの寸法を抜き取り検査にて手動で測定する

- ・材料：変形による寸法に影響を与えない 0.98N以下の測定力とし、検査温度は 5～35℃内とする
- ・人：製造工程の作業者とする

計測が要求する精度は、製品規格の 1/3 の 0.16mm であることから、製品規格の 1/5 にあたる「測定範囲：10～14mm、精度：0.10mm」の測定機器を選定することとした。これより、測定範囲：150mm、目量：0.05mm、器差：0.07mm のノギスを選定した

## 2) 測定機器計量特性 (MEMC)

付属書 A には、「しばしば、MEMC は校正（又は数回の校正）及び/又は試験によって決められるので、計量確認システム内の計量機能が、こうした必要な活動を規定し、管理する。校正プロセスのインプットは、測定機器、測定規格及び環境条件を明記した手順である。校正結果には、測定の不確かさに関する記述を含めることが望ましい。これは、その機器を使用する測定プロセスの中で測定の不確かさを評価するときの、インプットとして重要な特性である。校正結果は、計量確認システムの中での適切な方法、例えば、校正証明書又は校正報告書（校正を外部に委託した場合）によって、若しくは校正結果の記録（組織の計量機能内ですべてを実施した場合）によって、文書化すればよい。例えば、測定の不確かさのような測定の重要特性は、測定機器だけでなく、環境、特定の測定手順、またときには、操作者の技能及び経験にも依存する。そのため、要求事項を満たす測定機器を選定する場合は、測定プロセス全体を検討対象とすることがきわめて重要である。具体的な活動は組織が実行しても、又は単独も計量専門家のような適切な有資格者が実行してもよいが、この検討事項は組織の計量機能の責任である。」

言い換えると、CMR で選定された測定機器の校正を、どのような校正方法で、どの範囲内で（測定規格）、どのような校正環境で行うかを文書化することが必要である。その中で、校正時の測定の不確かさ（校正の不確かさ）は、製品測定の不確かさに、とりわけ重要な要素を占めるで、適切に用いることが重要である。なお、校正の不確かさは、ISO/IEC 17025 取得の校正機関を活用すれば、容易に入手することができる。

(例)

選定された、測定範囲：150mm、器差：0.07mm のアナログ式ノギスの測定機器計量特性 (MEMC) の手順を次のように決めた。

- 校正手順  
ノギスの校正は、0 級ブロックゲージを用いて、0 点及びフルスケール点を含む 5 箇所以上の点について校正
- 校正規格  
±0.07mm
- 校正環境  
温度 20±2℃、湿度 85%以下
- 校正の不確かさ  
校正の不確かさをバジェットシートにより算出
- 校正周期  
ノギスの校正周期は、メーカー推奨である 1 年を設定

(例)

ノギスの校正は、JCSS 校正を受けた 0 級ブロックゲージを用いて行った。校正結果は、最大値が+0.05mm で、前回の校正結果と同じであった。この校正結果は、測定機器の校正規格±0.07mm であることを確認できたので、校正証明書（成績書）を発行し、校正結果を管理台帳に記録した。このノギスの校正周期は、1 ヶ年なので、次回の有効年月を表示した有効期限ラベルを貼った。

### 3) 校正周期の見直しへの活用

測定機器の校正結果を診て、適正な校正周期見直しへ繋げることが必要である。例えば、測定機器の仕様に対して、その測定機器が持つ能力（精度）が十分であると認められる場合は、校正周期を延長することも可能である。

①測定機器仕様 > 実際の能力（校正結果）が十分な場合 : 校正周期の延長

②測定機器仕様 < 実際の能力（校正結果）が不十分な場合 : 校正周期を短縮  
仮に今回の測定機器において校正結果を検証してみると、今回の校正結果は、+0.05mm であることから当初の測定機器が必要な 1/5 以上の精度 0.1mm に対して、1/10 以上を確保できていることになる。また、前回及び前々回の校正結果をみてもこの測定機器の校正結果が同じであることから、校正周期を現状の 1 ヶ年から 2 ヶ年へ延長しても問題ないと判断したので、校正周期選定表で校正周期延長の手続きをし、周期延長を実施することも可能である。

#### 4.1.3 終わりに

ISO10012 計測マネジメントシステムは、従来から日本の計量関係者が推進してきた計量管理そのものである。グローバル社会を迎えた現在における、まさに計量計測管理のあるべき姿である。

「計測が品質を造り・改善する」モノづくりを支える日本の計量計測管理を、世界の先頭に立って推進していくためには、これまで先人の先輩達が行われてきたことを“愚直に・地道に・徹底的に”やることであると痛感している。

なお、今回事例で紹介した「計量確認及び測定プロセスの実現」のフローを図 6 に示す。日本人の国民性上、計量計測管理を表舞台に立たせることはあまりないが、現在の日本産業を支えているのは、計量・計測管理そのものであることは間違いないと確信している。

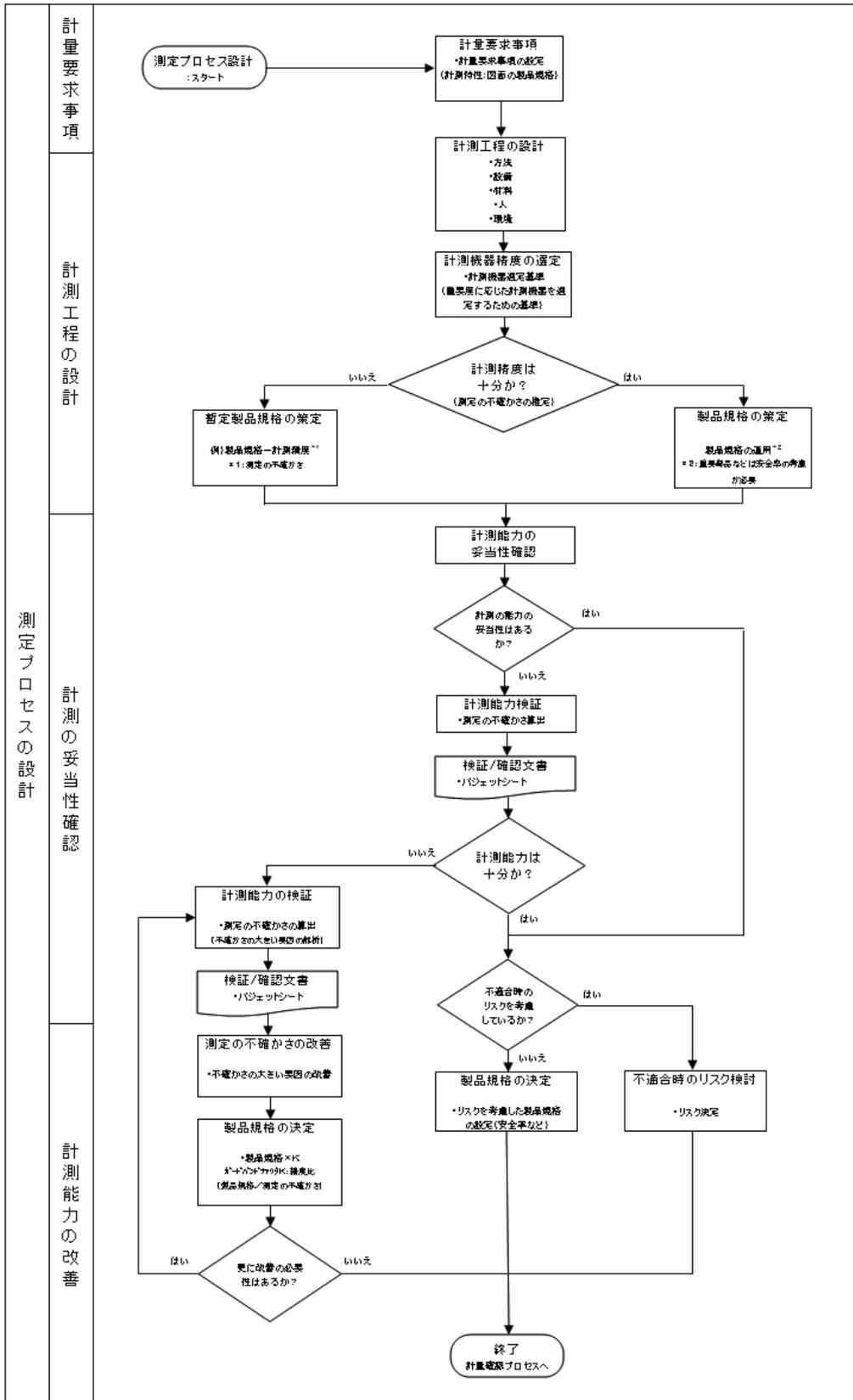


図5 計量確認及び測定プロセスフロー図

## 4.2 測定プロセスの設計マニュアル解説

### 4.2.1 本書作成のいきさつ

ISO/JIS Q 10012 では測定プロセスの設計が要求されている。  
企業では顧客、組織、法令、規制要求事項などに基づいた測定が実施されている。  
これらの測定は標準化され、その妥当性が確認されていなければならない。  
本書では測定プロセスの設計に最低限必要な要素を取り上げ、測定結果の妥当性を保証するにはどうすれば良いか、過去の経験を基に一連の手順をマニュアルとしてまとめた。

### 4.2.2 測定プロセスの設計とは何か

「測定プロセス」とは以下の通り定義されている。

#### ある量の値を決定するための一連の操作

例えば 100mm の測定結果を保証するために、何をもって 100mm と言うのか。  
どんな計測器を使って、どんな方法で、誰が、どんな環境で測定するのか、それだけでも測定結果は変わってくる。  
100mm という測定結果を決定するためには、その測定結果に影響する様々な要素を標準化しておく必要がある。  
この「要素を標準化する作業」を測定プロセスの設計と言う。

### 4.2.3 測定プロセスの設計要素

簡単に言うと測定に関する 4M(材料・設備・方法・人)を標準化することである。  
更に細分化して 5W1H を標準化すると、より良い測定プロセスの設計が可能になる。

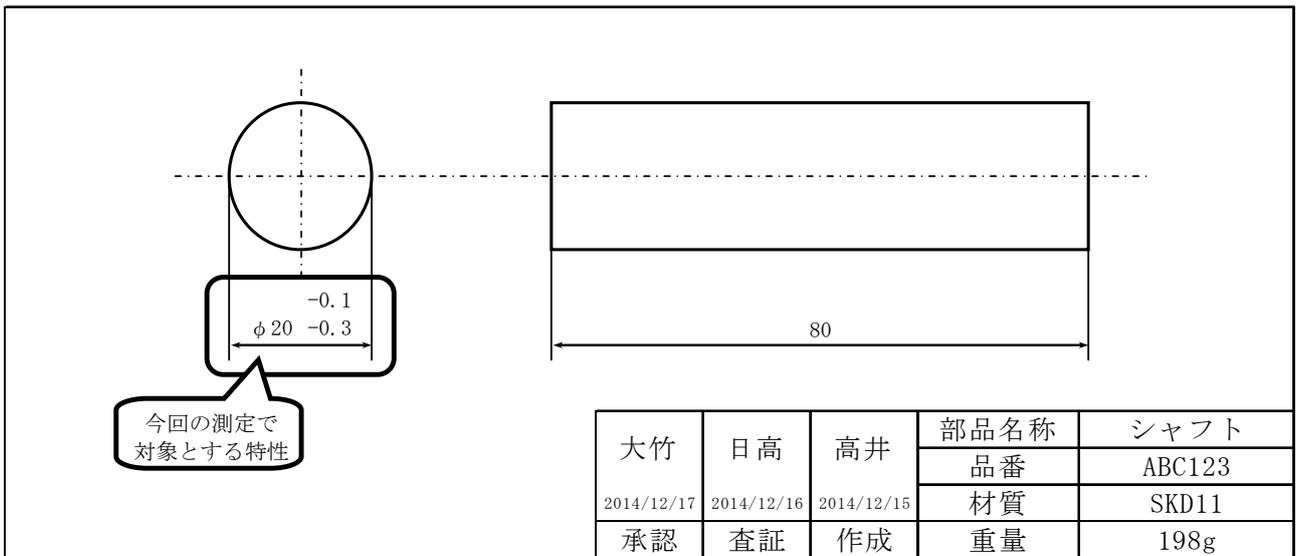
Why	なぜ	測定の目的は何か
What	何で	何で測定するか(計測器の選定)
When	いつ	いつ測定するか
Where	どこで	どこで測定するか
Who	誰が	誰が測定するか
How	どの様に	どの様に測定するか(測定方法)

概ねこれらの測定プロセスが設計されれば測定値は決定される。  
本書ではこれらの要素をベースに測定プロセスの設計について説明する。

### 4.2.4 測定プロセスの設計

測定プロセスの設計は計量要求事項を決定するところから始まる。

ここでの例として、以下の部品の特性を計量要求事項として決定し、測定プロセスを設計する。



1) 部品の使われ方を知る

測定値を決定する上で部品の使われ方を知ることは最も大切と言って過言ではない。使われ方が分かれば、部品が機能しなかった時にどういう不具合が発生するか分かる。これら2項目が分かっているだけで、プロセス設計は全く変わってくる。今回の部品で例を挙げると、以下の様になる。

部品の使われ方	自動車部品同士を連結させるシャフト。幅10mmの軸受が両端に嵌め込まれて使用される。
機能しないとどうなるか	径が大きいと軸受けを嵌め込むことが出来ない。 径が小さいと軸受けとの間にすきまが出来て、走行中の振動でシャフトに負荷が集中し、市場で破断する恐れがある。

2) 測定の目的は何か

測定の目的を明確にしておく。目的の裏返しは顧客(後工程)の要求である。一般的な例として

- ・ 部品種類の判別
- ・ 計数値による判別 (OK/NG の判別など)
- ・ 計量値の把握 (工程管理のためのデータ採取など)

などがある。それぞれが複合する場合もあるので注意が必要である。測定の目的が不明確だと無駄なコストが発生したり、計測器の能力選定を間違えたりする。例えばφ15、20、25の3種類から、どの部品であるかを判別するだけの測定であれば、精密な計測器は必要ない。ものさし程度で充分となる。

測定の目的は、計測器の選定や計測場所など、その他の多くの要素を決定する基になる。  
 こう言った面からも、測定の目的を明確にしておくことは大切である。

多くの企業では製造部門(製造部など)での測定と監査部門(品質保証部など)での測定を実施している。  
 一般的に監査部門の測定は製造部門での測定に比べて同等もしくは高精度である。  
 今回の部品では以下の通りとする。

測定の目的	製造部門：工程内での合否判別 監査部門：工程管理のためのデータ採取(計量値の把握)
-------	--

### 3) 何で測定するか(計測器の選定)

測定の目的が決まったところで、計測器の選定をする。  
 製造部門では合否の判定が目的なので、通止めリングゲージを設計製作して使用することにする。

監査部門では工程管理のためのデータを採取するために必要な計測器を決める。  
 一般的に工程能力を求めようとすると、製品規格幅の 1/10 以下の値が読み取れる計測器が必要と  
 言われている。

また、計測器の精度も必要になる。  
 一般的に必要な計測器の精度は製品規格の 1/4 以下と言われているが、1/5～1/10 に設定して計測器  
 を選定している企業が多い様に思える。

(計測器の精度の他に色々なバラツキが測定には添加されてくるため、1/4 より厳しくしているのがそ  
 の理由と考えられる。)

計測器の最小読み取り値と精度については、計測管理規定などに明記しておくべきである。  
 今回の例では、最小読み取り値 1/10 以下、計測器の精度 1/5 以下の基準で選定する。

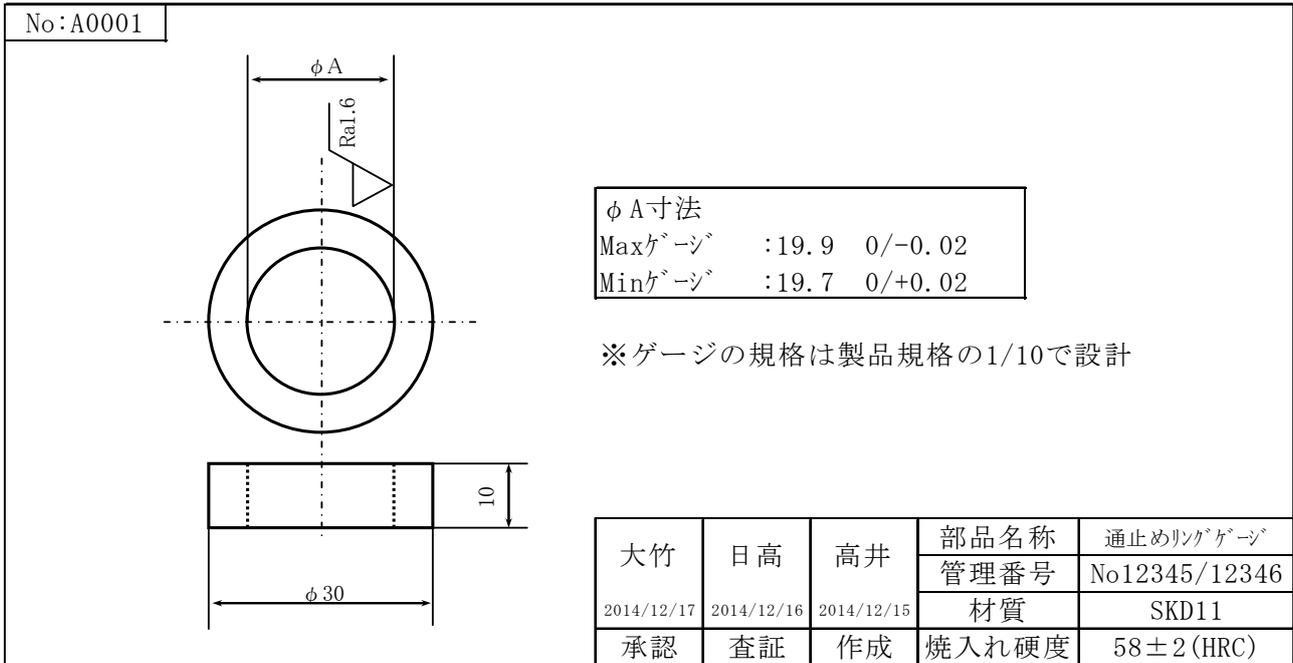
規格幅	0.20mm(±0.10mm相当)
必要な最小読み取り値	0.02mm(0.20mm/10)
必要な計測器の公称精度	±0.02mm(±0.10mm/5)

これらを満足する計測器として 0-25mm のデジタルマイクロメータを選定する。  
 (最小読み取り値=0.001mm、公称精度=2 μ m)

選定した計測器	製造部門：通止めリングゲージ 監査部門：0-25mmデジタルマイクロメータ
---------	--

#### ◆計測器導入後を見据えた選定をする◆

計測器の選定では、計測器導入後の維持管理を考慮する必要がある。  
 校正が可能か(国家標準へのトレーサビリティ確保は可能か)、保全等の維持管理は可能か、特別な  
 技能は必要ないかなど、導入してから困らない様に事前調査が大切である。



(その他考慮すべきこと)

計測特性に合った計測器を選定するのは当然だが、それ以外に考慮すべき要素もある。  
例を挙げると

- ・測定に関する公的な要求(法規や公的規格)
- ・購入費用
- ・維持管理費(校正費、消耗品などのランニングコスト)
- ・堅牢性(使用環境を考慮した壊れやすさ)
- ・測定がラインのサイクルタイムに間に合うかどうか
- ・他部品との流用性

などである。

計測特性の重要度や測定の目的に応じて臨機応変に決定すること。

#### 4)いつ測定するか

製造直後に測定するか出荷直前に測定するか、全数検査か抜き取り検査か、工程の実力や計測特性の重要度に応じて決定する。

製造直後に測定するメリットとしては、工程へのフィードバックのしやすさ、不具合発見時の損失コストミニマム化などが挙げられる。

しかし、製造ラインサイドは温度などの測定環境が管理しづらいことが多くある。

測定の不確かさを考慮しながら決定することが必要である。

一般的に工程能力指数(Cp および Cpk)が 1.00~1.33 程度あれば、抜き取り検査で対応する。

ただし、顧客の中には「重要品質特性については工程能力に関わらず全数検査とする」と言った要求がされている場合があるので注意が必要である。

いつ測定するか	製造部門：生産時、ロットの初品と終品を各1個ずつ測定する 監査部門：1/Wの抜き取りで測定する
---------	--

(その他考慮すべきこと)

今回の部品は対象にならないが、例えば塗装するプレス部品などは、プレス後に測定するのか塗装後に測定するのかで寸法が変わる。

また、熱処理の前後で寸法が変化する部品なども同様に、いつ何を測定するかが大切になる。そういった部品の特徴、製造工程の構成を考慮することはとても重要である。

#### 5) どこで測定するか

ラインサイドで測定するのか、測定室で測定するのか、測定場所を決める。

ラインサイドは温度変化やオイルミストなど、測定に不利な環境であることが多々ある。

温度変化が大きすぎて、測定の目的が達成出来ない場合もある。

そういった場合は、ラインサイドでの測定の目的や計測器について見直す必要がある。

どこで測定するか	製造部門：ラインサイドの測定場 監査部門：温度管理された測定室(23±5℃)
----------	---

#### 6) 誰が測定するか

測定者のスキルは測定値に直結する。

例えば5段階評価の3点以上など、必要なスキルを明確にして測定作業に従事させるべきである。

測定作業については社内で資格化している企業も多くある。

更に、測定の不確かさを解析すると、測定作業者の影響が把握出来る。

測定の不確かさが目標値を満足する様に、測定作業者の訓練が必要である。

尚、測定のスキルには明確な判定基準があり、評価者によるバラツキが無い様に定量化されていることが望ましい。スキル評価の判定基準例を以下に示す。

<スキル評価の判定基準例>

スキル点数	判定基準	
	製造部門	監査部門
1	未経験者	未経験者
2	クロスタブ実験での $\kappa < 0.75$	経験者で社内測定資格を有さない者
3	クロスタブ実験での $\kappa \geq 0.75$	社内測定者資格を有する者で経験1年未満
4	クロスタブ実験での $\kappa \geq 0.80$	社内測定者資格を有する者で経験1年以上
5	クロスタブ実験での $\kappa \geq 0.80$ および社内測定者資格を有する者	社内測定者資格を有する者および 技能検定2級合格者

誰が測定するか	製造部門：クロスタブ実験での $\kappa \geq 0.75$ (スキル3点以上) 監査部門：社内測定者資格を有する者 (スキル3点以上)
---------	--

7) どの様に測定するか

測定値に最も影響するのが測定量の定義である。

「何をもってその数値とするのか」と言うことである。

測定プロセス設計の核と言える。

この例の部品では「何をもってシャフトの径とするか」である。

大切なのは、この部品の使われ方を考慮して測定方法を決めることである。

1) 部品の使われ方を知るより

部品の使われ方	自動車部品同士を連結させるシャフト。 相手の軸受が両端に嵌め込まれて使用される。
---------	---

従って、シャフトの両端の直径を測定して管理すべきである。

また、軸受けが嵌る部品である以上、軸の直径は最大値を求めなくてはならない。

一般的に注意する点として

- ・ 基準面などの測定基準
- ・ ワークの向き、置き方など
- ・ 測定部位
- ・ 測定点数、測定回数
- ・ 採用するデータ
- ・ 数値の丸め方

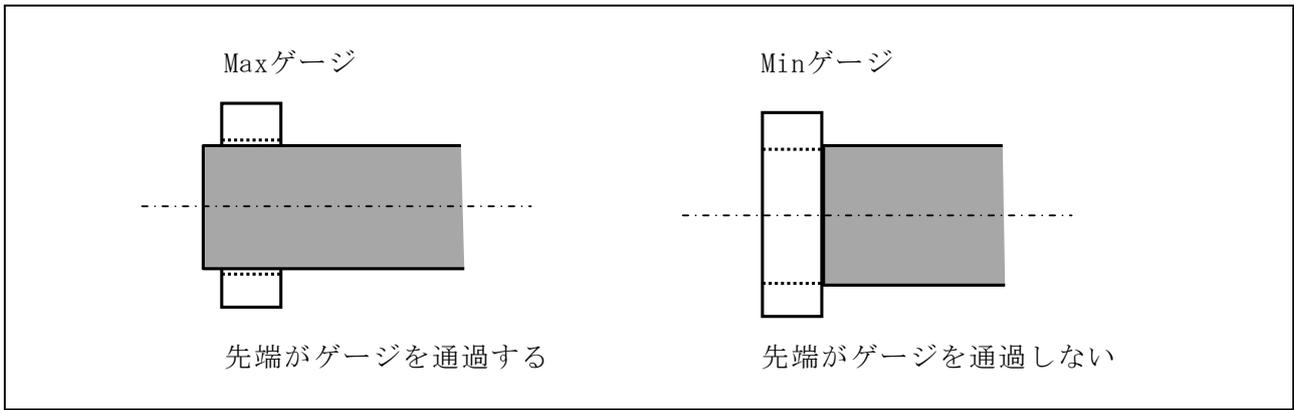
などが挙げられる。

この例では以下の通りとなる。

これらの要領は作業要領書などへ折り込んでおくことが重要である。

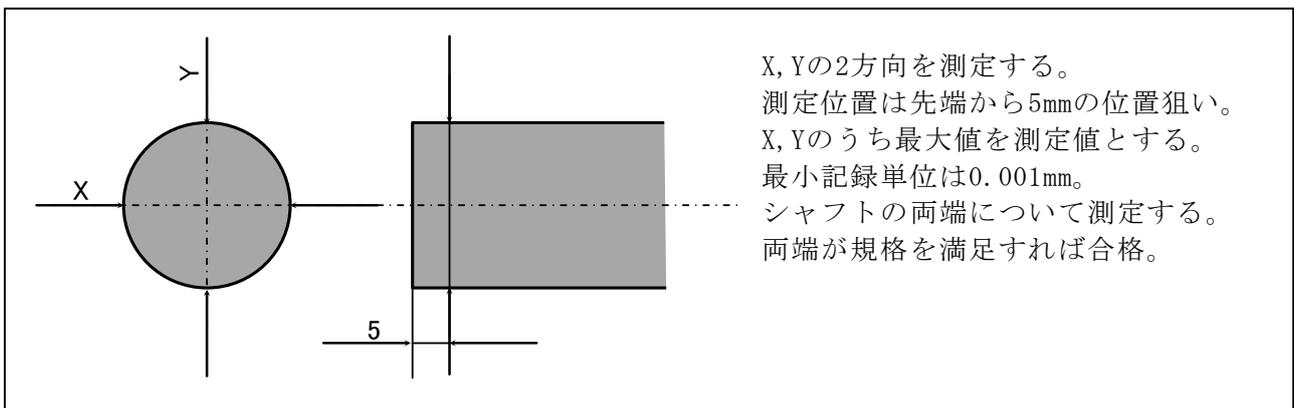
<製造部門での測定>

測定方法 (合格の条件)	検査ゲージ (Max) を軸の両端10mmが貫通すること 検査ゲージ (Min) を軸の両端10mmが貫通しないこと
--------------	---



<監査部門での測定>

測定部位	シャフトの両端から5mmの位置狙い
測定回数	十字方向に2方向、各1回測定
採用するデータ	各測定部位での最大値
数値の丸め方	最小記録単位0.001mm、未満切捨て



(その他考慮すべきこと)

三次元測定機を使用する場合、特に注意が必要になる。

基準面をどこで取るのか、軸補正の場所、測定位置、測定点数、計算方法(最小二乗法、最大内接法など)、スタイラス径、測定速度など、非常に多くの要素が組み合わさっている。

重要特性になればなるほど、製品の規格幅が小さくなればなるほど、これらを詳細に標準化しておく必要があるのは当然である。

また、昨今の三次元測定機は非常に高性能・高機能となっており、高い精度での測定が可能となってきているが、古い三次元測定機が製造現場では多く使われているのも事実である。

ある工場では三次元測定機の機能が搭載されておらず、標準通り測定出来ないと言った不都合が生じる場合がある。

こう言ったことを考慮して、どの計測器でも測定が可能なプロセスを設計することも大切になる。

どうしても測定方法に差異が出てしまう場合は、測定値の優先順位を決めておくことが重要である。

#### 4.2.5 設計した測定プロセスの妥当性確認

測定のプロセス設計が一通り完了したところで、測定の不確かさを求めてみる。  
 設計した測定プロセスが有効であるかどうかを判断する効果的な手法であると考えられる。  
 測定の不確かさ簡易推定マニュアルを使用すれば、比較的容易に不確かさを求めることが出来る。  
 詳細は 5.3 項の測定の不確かさ簡易推定マニュアルを参照願いたい。

製造部門では通止めリングゲージによる測定となったので、計量値を得ることが出来ない。  
 この様な場合の評価方法の例として、MSA に掲載されているクロスタブ実験や簡便法が挙げられる。  
 (NG のワークと OK のワークを準備して、通止めリングゲージで正しい判定が出来るかを測定作業者と  
 共に調査する方法。)

今回はクロスタブ実験による評価を実施してみた。

評価例を別紙 1~3 に示す。

監査部門の測定プロセスの検証を試みる。

5 人の測定作業で繰り返し 10 回の測定を実施してデータを採取し、不確かさを求める。

<測定データ>

n\測定者	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん
1	19.882	19.889	19.886	19.881	19.885
2	19.883	19.893	19.885	19.883	19.886
3	19.879	19.891	19.886	19.878	19.886
4	19.885	19.889	19.884	19.881	19.882
5	19.885	19.889	19.885	19.871	19.884
6	19.884	19.892	19.886	19.879	19.885
7	19.886	19.889	19.892	19.880	19.885
8	19.885	19.891	19.885	19.872	19.886
9	19.879	19.891	19.884	19.878	19.884
10	19.885	19.890	19.884	19.875	19.885
平均	19.8833	19.8904	19.8857	19.8778	19.8848
R(AV)	0.007	0.004	0.008	0.012	0.004
R(EV)	0.013				

<バジェットシート>

No	不確かさ要因	値	標準不確かさ ( $\mu\text{m}$ )	備考
U01	反復性	0.012	3.9	
U02	再現性	0.0126	5.4	
U03	計測器の分解能	0.001	0.29	
U04	計測器の校正	-	0.3	
U05	計測器と測定物の熱膨張	18~28°C	0.66	
合成標準不確かさ			7	
拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )			14	
精度比			7:1	OK

測定の絶対値を保証する場合、一般的に製品規格と拡張不確かさの幅の比が 4:1 以上であれば、許容範囲と言える。

製品規格幅が 0.2mm(±0.1mm 相当)なので、100 μm:14 μm で約 7:1 となる。

また、製造部門の通止めリングゲージによるクロスタブ実験では、 $\kappa \geq 0.80$  となった。一般的に  $\kappa \geq 0.75$  であれば、物と判定が良い一致と言える。

従って、これらの測定プロセスは有効に機能していると判断出来る。

尚、拡張不確かさが 14 μm となったので、測定値は 0.01mm(10 μm)程度に丸めても構わない。製品の規格幅 0.2mm を考慮しても最小記録単位は 0.01mm で充分である。従って、測定値は以下の通り丸める様に変更する。

数値の丸め方	最小記録単位0.01mm、未満四捨五入
--------	---------------------

#### 4.2.6 設計した測定プロセスを文書化する

設計した測定プロセスを「測定プロセス設計書」としてまとめておく。

(文書化は ISO/JISQ10012 の要求事項でもある。)

別紙 4~5 を参照のこと。

尚、文書化された設計書は最新版管理されなければならない。

#### 4.2.7 プロセス設計する特性について

全ての特性について同様の測定プロセスの設計を実施する必要はない。

測定プロセスの設計に費やされる労力は、製品の品質に対する測定の重要性に釣り合うことが望ましいとされている。

重要な品質特性、複雑な測定、正確でなければコスト高を招くような測定などは、詳細な測定プロセスの設計が必要である。

しかし、重要度の低い特性については最低限のプロセス設計で構わない。

また、他の部品と同類の測定については過去に実施したプロセスと共通の設計書として管理することも管理コストを下げるひとつの手法である。

測定の重要度に見合った測定プロセスの設計を心掛けることが大切である。

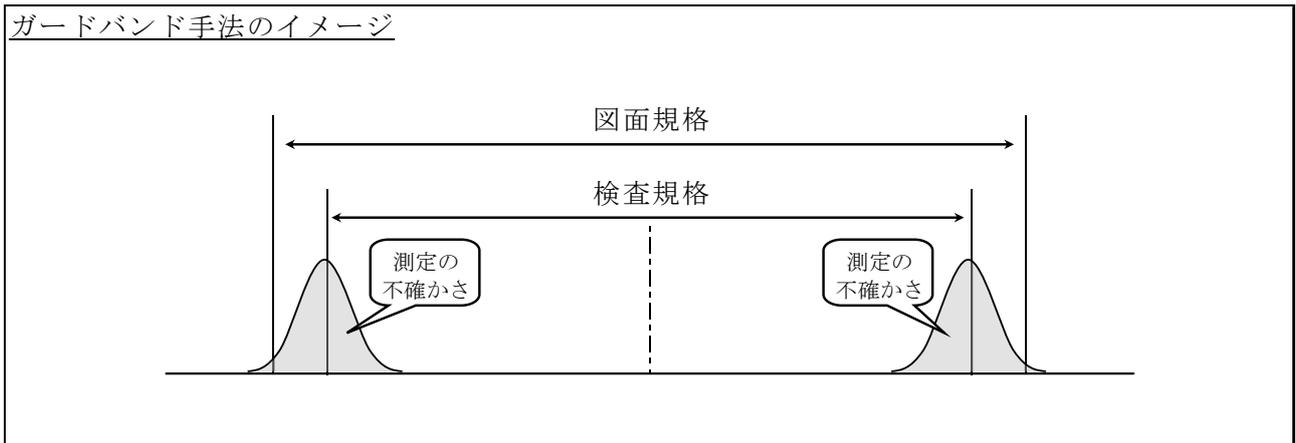
重要度ごとに特性を層別するのが有効な手段である。

#### 4.2.8 検査規格の設定について

今回の例では、製造部門は通止めリングゲージによる測定となったが、仮に計量値での絶対値保証にした場合、特に規格限界付近の製品は測定のバラツキにより、NG 品を OK 品として拾い込んでしまうリスクを抱えている。

この様なリスクを管理するために、測定の不確かさを考慮して図面規格の内側に更に厳しい検査規格を設定して管理する方法がある。

この手法をガードバンド手法と言う。



この手法を使うと、測定のバラツキによる NG 品の拾いこみリスクを小さくすることが出来る。しかし、OK 品を NG 品として判断し、破棄してしまうリスクが大きくなってしまう。これら双方のリスクバランスを取ることが大切になる。ここで重要になるのが、部品の機能と重要度である。

#### 4. 測定プロセスの設計 1) 部品の使われ方を知るより

機能しないとどうなるか	径が大きいと軸受けを嵌め込むことが出来ない。 径が小さいと軸受けとの間にすきまが出来て、走行中の振動でシャフトに負荷が集中し、市場で破断する恐れがある。
-------------	---

径の大きいものは部品が組み付けられないので、市場へ流出することはない。

この部品は、径の小さい物の流出が致命的な不具合につながる。

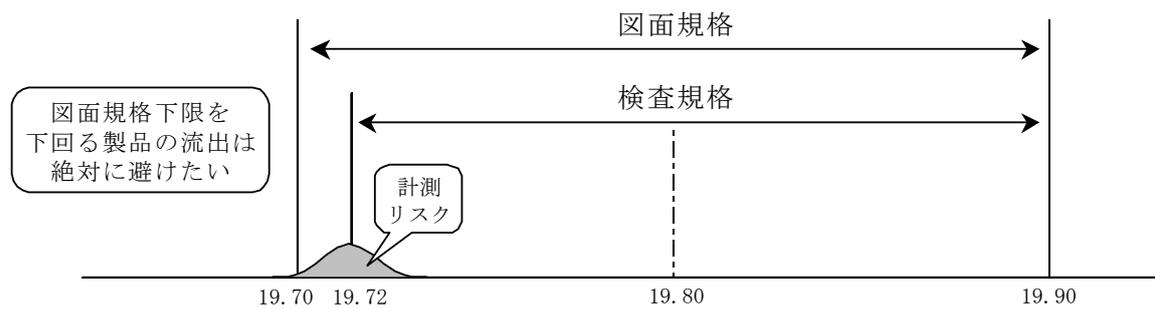
従って、規格の下限側だけにガードバンド手法を用いるのが適切と言える。

どの程度のガードバンドを見込むかは、別紙 6 を参照願いたい。

計測リスクは 2%以下にするのが一般的である。(両側規格の場合、片側 1%ずつ)

この例に適用すると、上限側にはガードバンドを設定しないため、下限側に 2%の計測リスクを見積もることになる。

この例における検査規格のイメージ



$Cpk \geq 1.00$

不確かさの精度比  $\geq 7 : 1$

としてそれぞれを見込むと別紙6の表2より、ガードバンドファクタ(検査規格と図面規格との比)は約0.92となる。便宜上、0.9に丸める。

従って検査規格は19.72~19.90となる。

どれだけのガードバンドを見込むかは、製品の工程能力と測定の不確かさで決定される。

しかし、各特性毎に工程能力と測定の不確かさを把握してガードバンドを設定するのは大変な手間になる。

この手間を解消するため、 $Cpk$  は 1.00 以上、不確かさの精度比は 4:1 以上と言う様に一律の目標値を設け、ガードバンドを一律に設定することが効率的である。

もちろん、目標値をクリアしていることが条件となる。

(注意すること)

ガードバンドは全ての特性について適用しなければならない手法ではない。

特性の重要度や工程能力を考慮して、必要に応じて適用するものである。

リスクを管理するツールのひとつとご理解頂きたい。

さほど重要でない特性であれば、ガードバンドを設定する必要はない。

ガードバンドは絶対に流出が許されない特性や、工程能力の低い特性に適用すると有効である。

また、設計段階で予め安全を見た図面值になっている場合、二重管理になってしまう。

この様な事態を避けるため、図面規格の根拠を調べておくことも大切である。

尚、ガードバンドファクタの決め方には色々な手法があるため、状況に応じた手法を用いて設定することが望ましい。

#### 4.2.9 最後に

測定プロセスの設計は前述の通り、測定値を決定するための一連のプロセスを標準化することであり、測定値をいかに定義付けるかと言う事である。

言葉にすると難しく感じるが、これらは従来、測定の現場で行われて来たことである。

測定プロセスを設計すると、測定のQCDのバランスが良くなり、損失コストの低減が期待出来る。

重要な特性、公差の厳しい特性、工程能力の低い(もしくは低いと想定される)特性は測定プロセスの設計を実施してみると思わぬ不備に気付くことがある。

測定プロセスの設計書が仕事のアウトプットではなく、  
設計したプロセスを活用して得られる効果がアウトプットである

測定プロセスの設計は測定の自工程完結(自分の仕事は自分で保証する)と言える。

「測れないものは造れない」という言葉があるが、製品図、工作図、ゲージ図面などを観てみると、測定出来ない様な厳しい規格や指示がされているのを見かけることがある。

また、製品図に示される計測特性の基準面と、その製品を検査するためのゲージ図面に示される基準面が異なっていたと言った失敗事例もある。

これらの失敗は ISO/JISQ10012 が企業内に周知され、測定プロセスの設計を設計者が実施していれば防ぐことが出来る事例である。

適切な管理が出来る製品やゲージの図面を書くことも技術者の仕事である。

設計から製造まで、このマニュアルを入りに自社の用途に合った測定プロセス設計を実施することで、計測管理が企業の利益(安全・環境を含め)に貢献出来ることを期待する。

#### 4.2.10 注意事項

本書はあくまで測定プロセス設計の簡易マニュアルである。

一般的な内容についてマニュアル化しているが、本書で挙げた要素の他にも設計が必要な要素がある場合もあるので、その旨充分にご留意頂きたい。

測定プロセス設計後は、測定の不確かさを見積もって見て欲しい。

設計したプロセスが有効であるか、概ね判別出来るはずである。

測定プロセスの設計が単なる監査対応のツールにならない様、品質向上のツールとして活用頂けることを期待する。

別紙1：クロスタブ法による検査スキル解析結果報告書

承認	査証	解析

対象部品	
対象品番	
計測特性	
計測機器	
ゲージNo	
解析日	

サンプル数	
繰り返し数	
基準値OK数	
基準値NG数	

調査区分	<input type="checkbox"/> 新規	<input type="checkbox"/> 定期	<input type="checkbox"/> その他
	<input type="checkbox"/> 変化点	<input type="checkbox"/> 是正・改善	
特記事項			

測定者	部品No・ロット	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8	No9	No10
	1										
	2										
	3										
	1										
	2										
	3										
	1										
	2										
	3										
	1										
	2										
	3										
基準値											

		基準値		合計
		OK	NG	
	OKの数			
	期待値			
	NGの数			
合計	期待値			
	数			
	期待値			

Po	Pe	κ

判定基準		判定
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
	OKの数			
	期待値			
	NGの数			
合計	期待値			
	数			
	期待値			

Po	Pe	κ

判定基準		判定
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
	OKの数			
	期待値			
	NGの数			
合計	期待値			
	数			
	期待値			

Po	Pe	κ

判定基準		判定
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
	OKの数			
	期待値			
	NGの数			
合計	期待値			
	数			
	期待値			

Po	Pe	κ

判定基準		判定
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
	OKの数			
	期待値			
	NGの数			
合計	期待値			
	数			
	期待値			

Po	Pe	κ

判定基準		判定
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

備考

ここでいう κ は基準値と測定値の一致具合を視る指標である。  
κ =1 は基準値と測定値の完全な一致を示す。  
κ =0 は基準値と測定値の完全な不一致を示す。  
一般的には κ の値が 0.75 を超えると、良い一致もしくは非常に良い一致(κ の最大値は1)を示す。  
κ の値が 0.40 を下回れば、悪い一致具合と言われている。  
κ は基準値と測定結果が一致する個数が、偶然によってのみ期待される個数と異なるか否かを検定する相互一致の指標である。

別紙2：クロスタブ法による検査スキル解析結果報告書

承認	査証	解析
大竹	日高	高井

対象部品	シャフト
対象品番	ABC123 (代表)
計測特性	シャフト径
計測機器	通止めリクゲージ
ゲージNo	12345/12346
解析日	2014/12/17

サンプル数	10
繰り返し数	3
基準値OK数	6
基準値NG数	4

調査区分	<input checked="" type="checkbox"/> 新規	<input type="checkbox"/> 定期	<input type="checkbox"/> その他
特記事項	<input type="checkbox"/> 変化点 <input type="checkbox"/> 是正・改善		

測定者	部品No・ロット	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8	No9	No10
		12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	12/8	12/9	12/10	12/11	12/12
Fさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	2	NG	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
Gさん	1	NG	NG	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	2	NG	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
Hさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	NG	NG
	2	NG	NG	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	NG	OK	OK	NG
Iさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	NG	OK	OK	NG
	2	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	NG	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
Jさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	2	NG	OK	NG	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
基準値		NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG

		基準値		合計
		OK	NG	
Fさん	OKの数	16	0	16
	期待値	9.6	6.4	16
	NGの数	2	12	14
	期待値	8.4	5.6	14
合計	数	18	12	30
	期待値	18	12	30

Po	Pe	κ
0.93	0.51	0.865

判定基準		判定  ○ <b>受け入れ可</b>
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
Gさん	OKの数	16	0	16
	期待値	9.6	6.4	16
	NGの数	2	12	14
	期待値	8.4	5.6	14
合計	数	18	12	30
	期待値	18	12	30

Po	Pe	κ
0.93	0.51	0.865

判定基準		判定  ○ <b>受け入れ可</b>
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
Hさん	OKの数	15	0	15
	期待値	9	6	15
	NGの数	3	12	15
	期待値	9	6	15
合計	数	18	12	30
	期待値	18	12	30

Po	Pe	κ
0.90	0.50	0.800

判定基準		判定  ○ <b>受け入れ可</b>
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
Iさん	OKの数	16	0	16
	期待値	9.6	6.4	16
	NGの数	2	12	14
	期待値	8.4	5.6	14
合計	数	18	12	30
	期待値	18	12	30

Po	Pe	κ
0.93	0.51	0.865

判定基準		判定  ○ <b>受け入れ可</b>
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

		基準値		合計
		OK	NG	
Jさん	OKの数	16	0	16
	期待値	9.6	6.4	16
	NGの数	2	12	14
	期待値	8.4	5.6	14
合計	数	18	12	30
	期待値	18	12	30

Po	Pe	κ
0.93	0.51	0.865

判定基準		判定  ○ <b>受け入れ可</b>
$\kappa \geq 0.75$	○	
$0.75 > \kappa \geq 0.40$	△	
$\kappa < 0.40$	×	

備考

ここでいうκは基準値と測定値の一致具合を視る指標である。  
κ=1 は基準値と測定値の完全な一致を示す。  
κ=0 は基準値と測定値の完全な不一致を示す。  
一般的にはκの値が 0.75 を超えると、良い一致もしくは非常に良い一致(κの最大値は1)を示す。  
κの値が 0.40 を下回れば、悪い一致具合と言われている。  
κは基準値と測定結果が一致する個数が、偶然によってのみ期待される個数と異なるか否かを検定する相互一致の指標である。

別紙3：クロスタブの計算方法

承認	査証	解析
大竹	日高	高井

対象部品	シャフト
対象品番	ABC123(代表)
計測特性	シャフト径
計測機器	通止めリングゲージ
ゲージNo	12345/12346
解析日	2014/12/17

サンプル数	10
繰り返し数	3
基準値OK数	6
基準値NG数	4

調査区分	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 定期 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> 変化点 <input type="checkbox"/> 是正・改善
特記事項	

測定者	部品No・ロット	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8	No9	No10
		12/1	12/2	12/3	12/4	12/5	12/8	12/9	12/10	12/11	12/12
Fさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	2	NG	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	NG	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
Gさん	1	NG	NG	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	2	NG	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
Hさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	NG	NG
	2	NG	NG	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	NG	OK	OK	NG
Iさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	NG	OK	OK	NG
	2	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	NG	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
Jさん	1	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	2	NG	OK	NG	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG
	3	NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	NG	NG
基準値		NG	OK	OK	NG	OK	NG	OK	OK	OK	NG

<計算方法(代表Fさん)>

		基準値		合計
		OK	NG	
Fさん	OKの数	セル1	セル2	セル3
	期待値	セル4	セル5	セル6
	NGの数	セル7	セル8	セル9
	期待値	セル10	セル11	セル12
合計	数	セル13	セル14	セル15
	期待値	セル16	セル17	セル18

Po	Pe	κ

判定基準		判定
κ ≥ 0.75	○	
0.75 > κ ≥ 0.40	△	
κ < 0.40	×	

セル1	Fさんが基準値OKのものをOKと判定した数	セル13	=セル16
セル2	Fさんが基準値NGのものをOKと判定した数	セル14	=セル17
セル3	セル1+セル2	セル15	セル13+セル14
セル4	セル3/サンプル数*基準値OK数	セル16	基準値OK数*繰り返し数
セル5	セル3/サンプル数*基準値NG数	セル17	基準値NG数*繰り返し数
セル6	セル4+セル5	セル18	セル16+セル17
セル7	セル13-セル1		
セル8	セル14-セル2		Po=セル1/セル15+セル8/セル15
セル9	セル7+セル8		Pe=セル4/セル18+セル11/セル18
セル10	セル16-セル4		κ=(Po-Pe)/(1-Pe)
セル11	セル17-セル5		
セル12	セル10+セル11		

<計算結果(代表Fさん)>

		基準値		合計
		OK	NG	
Fさん	OKの数	16	0	16
	期待値	9.6	6.4	16
	NGの数	2	12	14
	期待値	8.4	5.6	14
合計	数	18	12	30
	期待値	18	12	30

Po	Pe	κ
0.93	0.51	0.865

判定基準		判定
κ ≥ 0.75	○	○ 受け入れ可
0.75 > κ ≥ 0.40	△	
κ < 0.40	×	

別紙4：測定プロセスの設計書

管理No：		
年 月 日		
承認	査証	設計

対象部品	
対象品番	
計測特性	
図面規格	
設計日	年 月 日

設計区分	<input type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 定期
	<input type="checkbox"/> 変化点 <input type="checkbox"/> 是正・改善
備考	

プロセス No	設計要求事項	設計基準	設計結果			
			製造部門		監査部門	
1 Why	部品の使われ方	対象部品がどの様に使われるのか出来るだけ詳しく知ること				
	部品が機能しないとどうなるか	規格を満足しない場合どうなるか知っておく 両側規格の場合、必ず上限を超えた場合と下限を下回った場合を想定しておくこと				
	測定の目的 (顧客要求)	・製品の判別 ・合否の判別 ・絶対値の把握 の中から選択する 工程管理に使うデータは絶対値の保証であること				
2 What	計測器の選定	絶対値を把握する場合、 ・製品規格の1/10が読み取れる ・製品規格の1/5以下の公称精度であること  公的要求がある場合は必ず従うこと 計測器図面へ反映すること 選定にあたって参照した規定Noを明記すること	公的要求		公的要求	
			規定No		規定No	
			計測器		計測器	
			分解能		分解能	
			公称(管理)精度		公称(管理)精度	
			図面No		図面No	
			校正機関		校正機関	
			購入費		購入費	
			維持管理費		維持管理費	
			測定時間		測定時間	
堅牢性		堅牢性				
その他		その他				
3 When	測定時期	いつ測定するか決めること 重要度と工程能力を考慮して測定頻度を決めること Cpk<1.00は全数検査のこと	Cpk		Cpk	
			頻度		頻度	
4 Where	測定場所	測定場所を決めること 絶対値の測定は測定の不確かさが製品規格の1/5以下になる温度範囲を決めること				
5 Who	測定者	製造部門：クロスアップ実験でのκ≧0.75 監査部門：社内測定者資格所有者				
6 How	測定方法	測定方法の詳細が決まっており、標準化されていること  ・基準面などの測定基準 ・ワークの向き、置き方 ・測定回数、測定点数 ・採用するデータ ・数値の丸め方 ・測定部位  三次元測定機での測定は特に要注意のこと	測定要領書No		測定要領書No	
			基準面		基準面	
			ワークの置き方		ワークの置き方	
			測定部位		測定部位	
			測定回数		測定回数	
			採用データ		採用データ	
			最小記録単位		最小記録単位	
			数値の丸め方		数値の丸め方	
			判定基準		判定基準	
			測定位置		測定位置	
			測定点数		測定点数	
			基準面		基準面	
			基準面範囲		基準面範囲	
			軸補正		軸補正	
			測定速度		測定速度	
計算方法		計算方法				
温度補正		温度補正				
スタイラス径		スタイラス径				
ワーク置き方		ワーク置き方				
手動/自動		手動/自動				
他		他				
7 Judge	測定の不確かさと精度比	【絶対値を把握する場合】 製品規格と拡張不確かさの比が4:1以上であること これを満たさずOKとする場合は理由が明確であること				
		【OK/NGを判定する場合】 クロスアップ法による解析結果にてκ≧0.75 であること または正答率≧95%であること ただし、NG品をOK品と判定する率が0%であること				

別紙5：測定プロセスの設計書（サンプル）

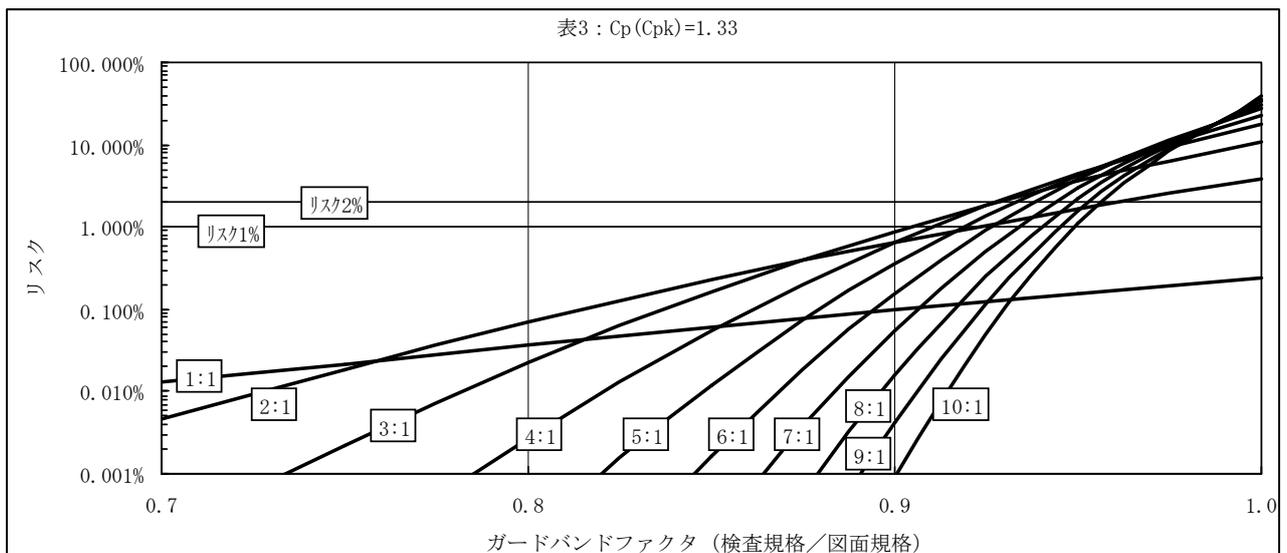
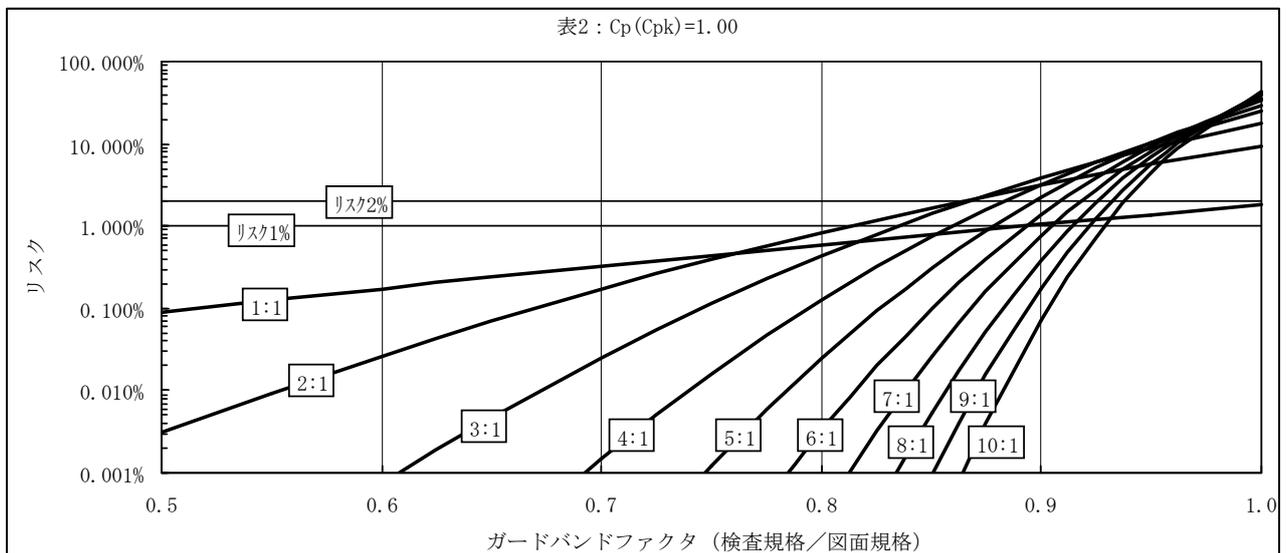
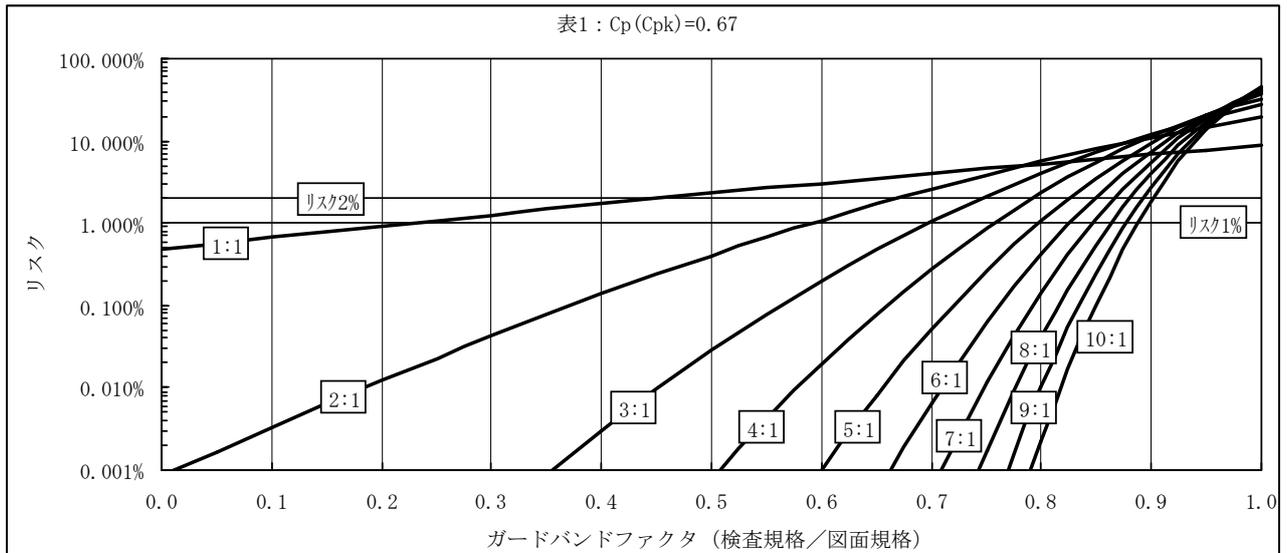
管理No：2014001		
2014年12月18日		
承認	査証	設計
大竹	日高	高井

対象部品	シャフト
対象品番	ABC123（代表）
計測特性	シャフト径
図面規格	20 -0.1/-0.3
設計日	2014年12月17日

設計区分	<input checked="" type="checkbox"/> 新規	<input type="checkbox"/> 定期
	<input type="checkbox"/> 変化点	<input type="checkbox"/> 是正・改善
備考		

プロセス No	設計要求事項	設計基準	設計結果			
			製造部門		監査部門	
1 Why	部品の使われ方	対象部品がどの様に使われるのか出来るだけ詳しく知ること	自動車部品同士を連結させるシャフト			
	部品が機能しないようになるか	規格を満足しない場合どうなるか知っておく 両側規格の場合、必ず上限を超えた場合と下限を下回った場合を想定しておくこと	径が大きいと軸受けを嵌め込むことが出来ない。 径が小さいと軸受けとの間にすきまが出来て、走行中の振動でシャフトに負荷が集中し、市場で破断する恐れがある。			
	測定の目的 (顧客要求)	・製品の判別 ・合否の判別 ・絶対値の把握 の中から選択する 工程管理に使うデータは絶対値の保証であること	工程内での合否判別 (良品の出荷)		工程管理のためのデータ採取 (計量値の把握)	
2 What	計測器の選定  絶対値を把握する場合、 ・製品規格の1/10が読み取れる ・製品規格の1/5以下の公称精度であること  公的要求がある場合は必ず従うこと 計測器図面へ反映すること 選定にあたって参照した規定Noを明記すること	公的要求	なし	公的要求	なし	
		規定No	QA31405:計測器選定要領	規定No	QA31405:計測器選定要領	
		計測器	通止めリジゲージ	計測器	マイクロメータ(デジタル)	
		分解能	OK もしくは NG	分解能	0.001mm	
		公称(管理)精度	0.02mm	公称(管理)精度	2μm	
		図面No	A0001	図面No	-	
		校正機関	社内(1/Y)	校正機関	社内(1/Y)	
		購入費	¥50,000	購入費	¥35,000	
		維持管理費	¥4,000/Y	維持管理費	¥4,000/Y	
		測定時間	1min/個	測定時間	2min/個	
堅牢性	問題なし	堅牢性	問題なし			
その他	/		その他	/		
3 When	測定時期	いつ測定するか決めること 重要度と工程能力を考慮して測定頻度を決めること Cpk<1.00は全数検査のこと	Cpk	1.33以上	Cpk	1.33以上
			頻度	ロットの初物・終物 各n=1	頻度	1/W
4 Where	測定場所	測定場所を決めること 絶対値の測定は測定の不確かさが製品規格の1/5以下になる温度範囲を決めること	ラインサイド測定場		測定室(温度管理23±5℃)	
5 Who	測定者	製造部門：クロスアップ実験でのκ≥0.75 監査部門：社内測定者資格所有者	クロスアップ実験でのκ≥0.75 (スキル3点以上)		社内測定者資格を有する者 (スキル3点以上)	
6 How	測定方法  測定方法の詳細が決まっており、標準化されていること  ・基準面などの測定基準 ・ワークの向き、置き方 ・測定回数、測定点数 ・採用するデータ ・数値の丸め方 ・測定部位  三次元測定機での測定は特に要注意のこと	測定要領書No	QN33265	測定要領書No	PE10245	
		基準面	-	基準面	-	
		ワークの置き方	不問	ワークの置き方	不問	
		測定部位	両端10mm	測定部位	両端から5mmの位置	
		測定回数	1回	測定回数	十字に2方向、各1回測定	
		採用データ	OK もしくは NG	採用データ	2方向の内の最大値	
		最小記録単位	OK もしくは NG	最小記録単位	0.01mm	
		数値の丸め方	-	数値の丸め方	0.01mm未満四捨五入	
		判定基準	両端がゲージOKで合格	判定基準	両端の測定値が検査規格内で合格	
		測定位置	-	測定位置	-	
		測定点数	-	測定点数	-	
		基準面	-	基準面	-	
		基準面範囲	-	基準面範囲	-	
		軸補正	-	軸補正	-	
		測定速度	-	測定速度	-	
計算方法	-	計算方法	-			
温度補正	-	温度補正	-			
スタイラス径	-	スタイラス径	-			
ワーク置き方	-	ワーク置き方	-			
手動/自動	-	手動/自動	-			
他	-	他	-			
7 Judge	測定の不確かさと精度比	【絶対値を把握する場合】 製品規格と拡張不確かさの比が4:1以上であること これを満たさずOKとする場合は理由が明確であること	/		7:1 (詳細はデータシート参照)	
		【OK/NGを判定する場合】 クロスアップ法による解析結果にてκ≥0.75 であること または正答率≥95%であること ただし、NG品をOK品と判定する率が0%であること			κ=0.80 (詳細はデータシート参照)	

別紙6：工程能力指数別ガードバンド表





### 4.3 測定プロセス設計のフロー

測定プロセス設計において、計測機器を選定する際に考慮すべき事項を図1に示す。

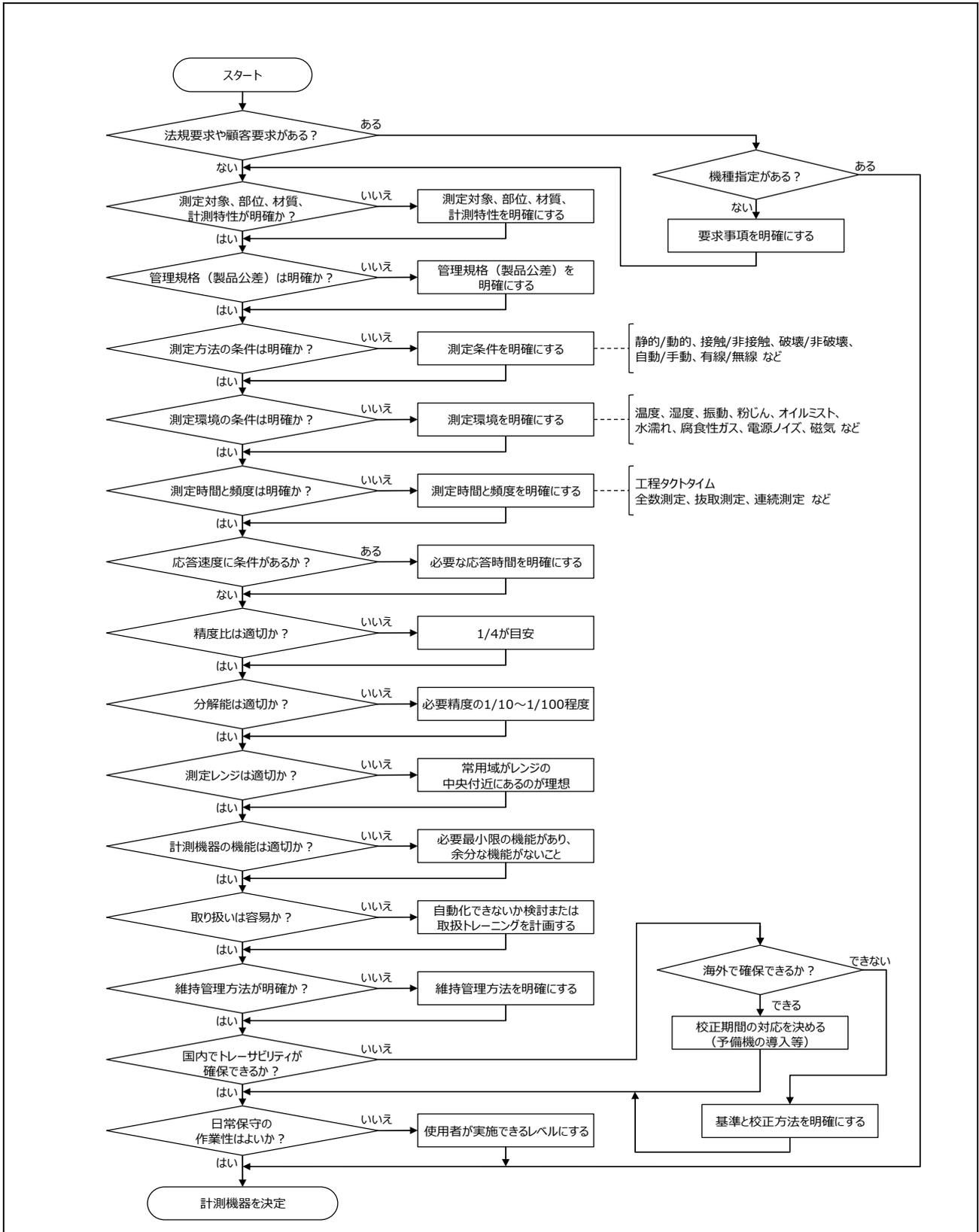


図1 測定プロセス設計のフロー図

## 4.4 測定プロセスの設計ゲームの準備状況

日高計量士事務所

### 4.4.1 はじめに

ゲーム化の目的は、品質クレーム検討会に多く参加してきてクレームの処置方法に費やす時間が多く、再発防止のための測定ミスの防止方法を言葉で十分説明できなかつた経験から体験型のビジネスゲームを準備している。

機械加工の製造工程の品質チェック台などで多く使用されている測定具の設計は、経験的に実施されていることが多く、担当者が経験を積むまでに時間がかかり、その過程では測定全般に係わるミスが散見されているので、設計担当者及び使用者に教育・訓練が必要である。

測定関係者の教育・訓練として、規格の7.2.2 測定プロセスの設計に“パフォーマンス特性を明確にし、定量化しなければならない”とあることに着目し、測定の不確かさをパフォーマンス特性として、品質チェック台の測定具を対象とした。

教育・訓練は、理論面の“測定の不確かさ”を簡便型の計算で行い、測定作業を日常業務に類似させて、クレーム発生源の測定ミスの発見を促すために2系統の測定を行って、計算した2つの測定の不確かさの一致度から自分で測定の正しさを確認できるようにしてある。

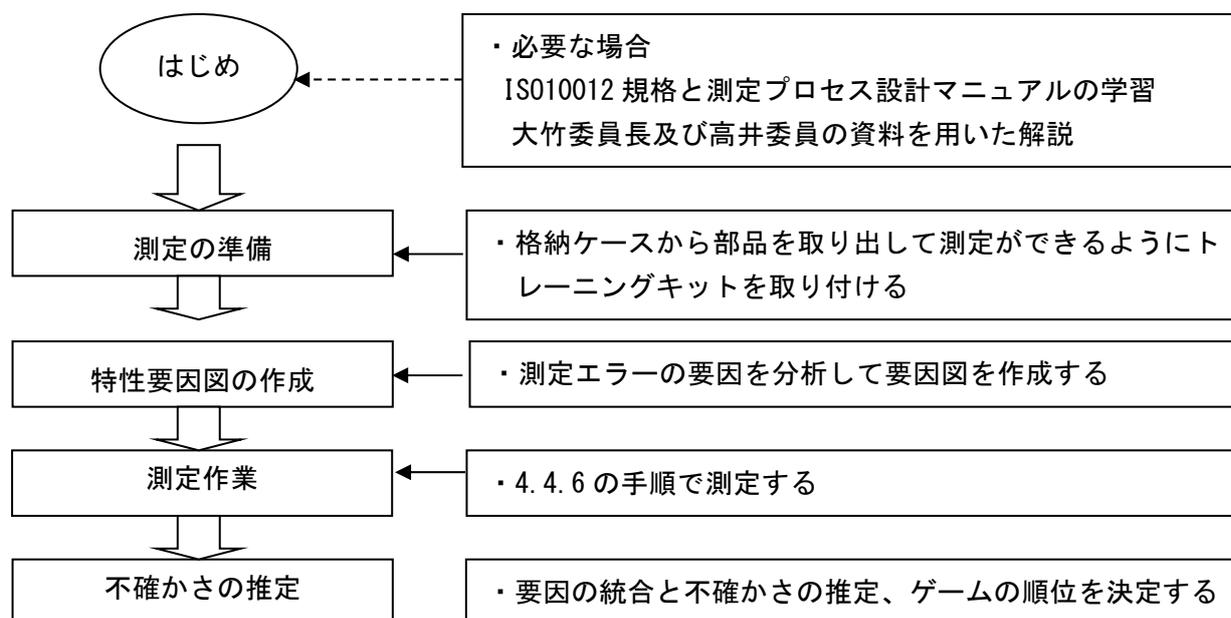
### 4.4.2 ゲーム構成及び使い方

測定プロセスの設計ゲームの構成は、品質チェック台で多く使われているダイヤルゲージの基本的な使い方が習得できる構成にしてあり、QC検定3級レベルの技術・技能で測定作業からデータ処理、及びデータの使用方法までの流れが理解でき、測定コンクールやQCサークル及びワーキンググループで使えるものとした。

### 4.4.3 ゲームの所要時間と内容の調整

ゲームの所要時間は、測定作業と不確かさ計算を目的とする場合は2～3時間、さらに測定方法及び改善の場合は4～6時間になる。

ゲームは、多くの関係者で手軽に利用できるようにQC検定3級のレベルで使えるようにしてある。従って、測定プロセスの設計を厳密に利用したい場合には規格の要求事項を詳細に取り入れる必要がある。図1フロー図を次頁に示す。



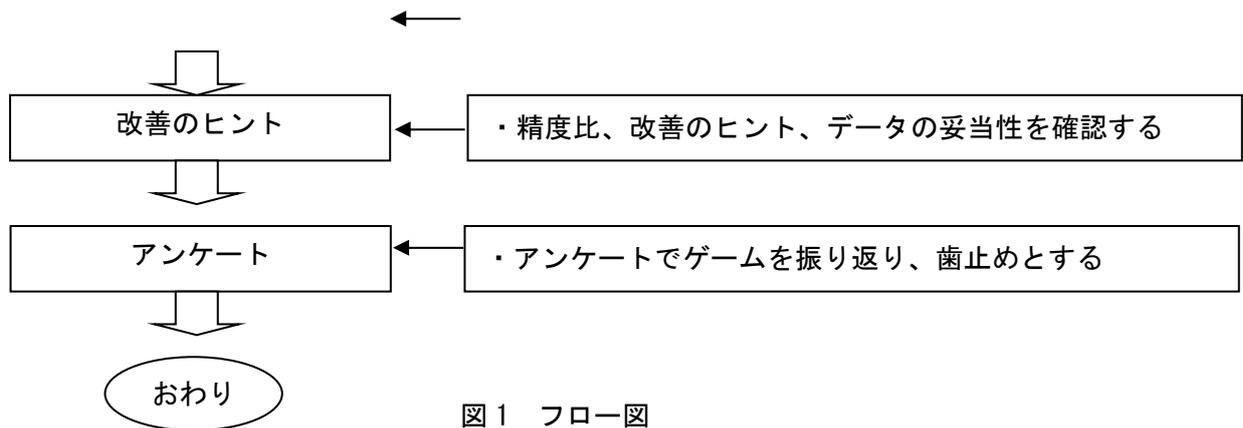


図1 フロー図

#### 4.4.4 特性要因図

##### 1) 分解と統合の方法

不確かさの要因の分解は特性要因図で、統合はバジェットシートで行い、各要因の大きさを数値化している。

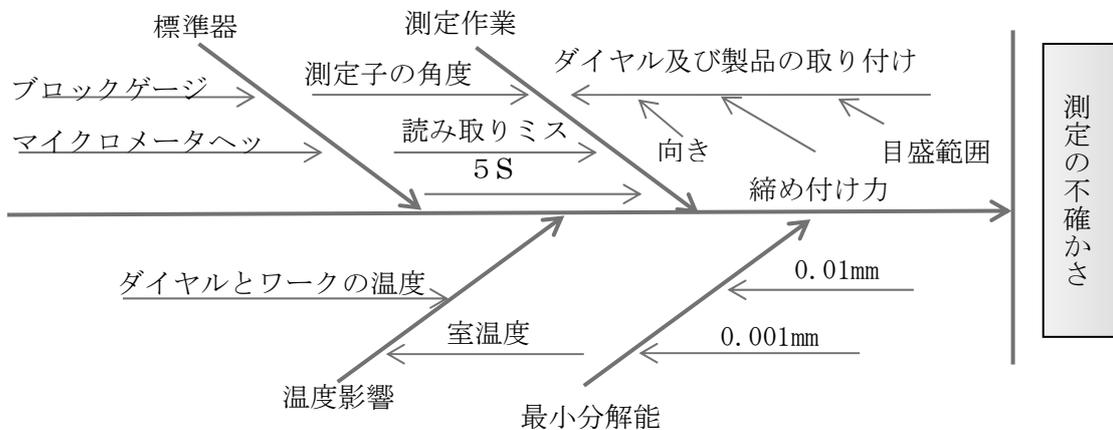


図2 ダイヤルゲージによる製品測定の不確かさの要因図

#### 4.4.5 トレーニングキット

##### 1) マイクロメータヘッド

写真1のデジタル式0.001mmのマイクロメータヘッドをダイヤルゲージの不確かさの調査に用いる。不確かさのデータは表5 マイクロメータヘッドの測定に示す。

##### 2) Dダイヤルゲージ

写真2のダイヤルゲージは、このゲームで行う2系統の測定の基準とする。不確かさのデータは表7 Dダイヤルゲージの測定に示す。

##### 3) Tダイヤルゲージ

写真3のダイヤルゲージは、このゲームの成績の順位を決めるために使う。不確かさのデータは表9 Tダイヤルゲージの測定表に示す。



写真1 マイクロメータヘッド  
0.001mm

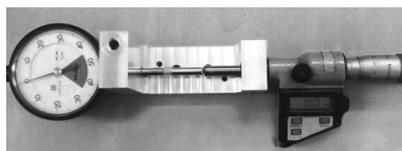


写真2 Dダイヤル0.001mm



写真3 Tダイヤル0.01mm

4) パーツと組み付け

パーツを写真4に、組み付け順序を写真5に示す。①ホルダー、②ボルト、③Dダイヤル、④フレーム、⑤クランプ、⑥Tダイヤル、⑦測定ワーク、⑧ねじ

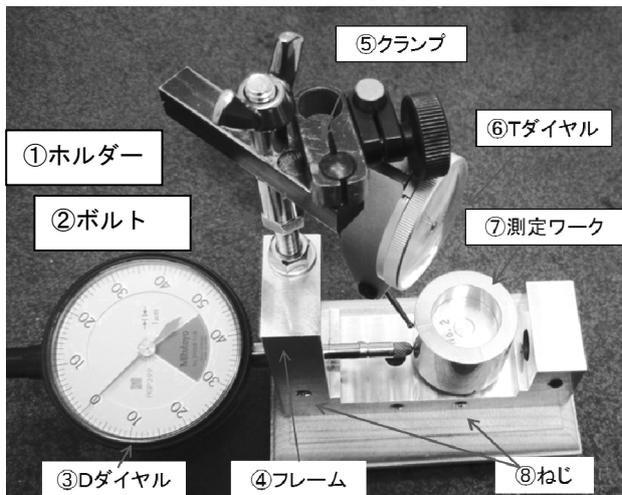


写真4 パーツの名称

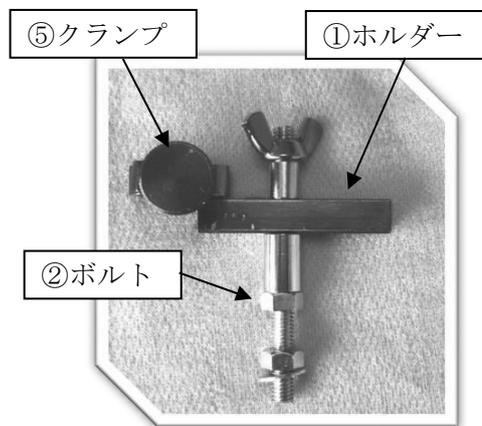


写真5 ホルダー、ボルトの組み付け

4.4.6 ゲームの進め方

1) 測定の手順

(1) 測定位置と測定順序及びデータ数

測定位置と測定順序は、図3のように行い、データ数は9となる。

(2) Tダイヤルでの測定ワークの測定

円筒部品の振れを測定し、表1に記録する。

表1 Tダイヤルの測定データ

測定位置	1回目		初回と繰り返しの差1	2回目		初回と繰り返しの差2
	初回	繰り返し		初回	繰り返し	
① (0)		⑤				
② (1/4)		⑥				
③ (1/2)		⑦				
④ (3/4)		⑧				
⑤ (4/4)		⑨				

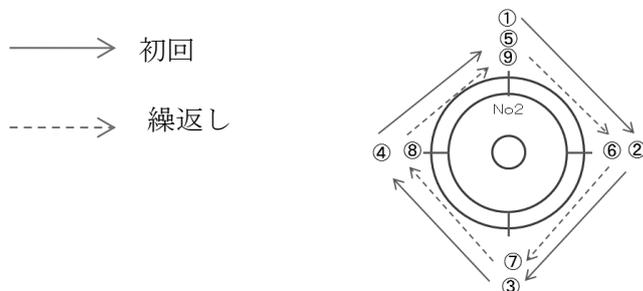


図3 ワークの測定位置と順序

表 2 Dダイヤルの測定データ

測定位置	1回目		初回と繰り返しの差1	2回目		初回と繰り返しの差2
	初回	繰り返し		初回	繰り返し	
① (0)		⑤				
② (1/4)		⑥				
③ (1/2)		⑦				
④ (3/4)		⑧				
⑤ (4/4)		⑨				

2) 不確かさの計算手順

(1) 測定作業の不確かさ  $u_1$

計算は電卓でもできるように簡易計算を次のように行う。

①測定値の行き及び戻りの差1、差2を求めて、その中から最小と最大を求めて、最大値から最小値を引いて、範囲Rを求める。

②範囲Rに割引係数(0.34)を掛けて、標準偏差sを求める。

③標準偏差sをデータ個数10の $\sqrt{10}$ で除して、測定作業の不確かさ $u_1$ を求める

(2) 最小目盛の不確かさ  $u_2$

最小目盛の1/2を $\sqrt{3}$ で除して $u_2$ を求める。

(3) 標準器の不確かさ  $u_3$

表6のマイクロメータヘッドの不確かさを使う。

(4) 温度影響の不確かさ

このゲームでの温度影響は小さいのでゼロとする。

(5) 合成不確かさ  $u_c$

$$\text{合成不確かさ } u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

(6) 拡張不確かさの2 ( $k=2$ )

合成不確かさ $u_c$ を2倍して求める。

(7) バジェットシートの作成方法

表3に $u_1 \sim u_4$ の値を入れてバジェットシートを作成する。

(8) 製品規格対不確かさの比

製品規格対不確かさ= 対 とする。

(9) ゲームの得点

ゲームの得点は、TダイヤルとDダイヤルの不確かさの差とする。

(10) ゲームの順位ゲームの順位は、得点の小さい順とする。

表 3 バジェットシート

要因	不確かさ	
	Tダイヤル測定	Dダイヤル測定
①測定作業の不確かさ $u_1$		
②最小目盛不確かさ $u_2$		
③標準器の不確かさ $u_3$		
④温度影響不確かさ $u_4$		

合成不確かさ $u_c$		
拡張不確かさ $U$ ( $k=2$ )		

#### 4.4.7 不確かさの差及び精度比

##### 1) 不確かさの差

Dダイヤル測定の不確かさ - Tダイヤル測定の不確かさ =

##### 2) 精度比

製品規格に対するTダイヤルによる測定の不確かさの比を精度比と呼ぶ。

製品規格対Tダイヤル測定の不確かさ = 対

精度比は、4対1以上がよいと言われているが、測定の重要性で決めるのが望ましい。

#### 4.4.8 設計した測定プロセスの改善のヒント

トレーニングキットを設計した結果は、特性要因図で分解し、各要因の不確かさの数値を求めたバジェットシートの値を参考に改善を行う。

##### 1) 測定作業の不確かさ $u_1$

###### (1) Tダイヤルの不確かさがDダイヤルより小さい場合

①Tダイヤルの取り付けの緩み、②測定子がワークの中心を向いていない、③読み取りミス、④5S不足など

###### (2) Tダイヤルの不確かさが異常に大きい場合

①測定子の取り付け角度が大きい ②5S不足 ③読み取りミスなど

##### 2) 最小目盛の不確かさ $u_2$ の改善のヒント

Tダイヤルの最小目盛の小さいダイヤルゲージと取り換える。

##### 3) 標準器の不確かさ $u_3$ の改善のヒント

マイクロメータヘッドの不確かさを小さくするために、表6のバジェットシートを参考に改善する。

##### 4) 温度の影響 $u_4$ の改善のヒント

ワークとフレームの材質が同じであるから温度の影響を少なくしてある。それとワークとフレームの温度差が発生しにくい構造にして温度の影響が少ないように設計したが、温度変化が激しい場所でゲームを行うとすれば、精密測定の温度影響について学習して不確かさに取り入れる。

##### 5) 不確かさ計算ミスの改善のヒント

###### (1) 事務機の操作

①エクセルの操作ミス ②電卓の操作ミスなど

###### (2) 手計算等

①小数点の位置 ②引き算、割り算などの単純なミスなど ③データの転記ミス ④読み間違い、聞き間違いなど

#### 4.4.9 アンケートの実施

##### 1) 目的

測定プロセスの設計ゲームであるから、測定器の選択方法やフレームのホルダーの設計方法を取り入れるとよいが、それを取り入れることができなかつたので、設計改善に気づくためにアンケートを行う。

##### 2) 内容

測定プロセスの設計ゲームをどういう目的でやろうとも、その目的の満足が重要であるから、質問の第1番目に取り入れた。また、気づきを与えるために文章も取り入れた。

表4 アンケート用紙

氏名：

年 月 日

No	項目	a	b	c	d	e
1	ゲームへの参加目的は達成できましたか					
2	測定プロセスの設計の概要は把握できましたか					
3	別の測定方法を考えましたか					
4	別の不確かさの推定方法を考えましたか					
5	ゲームの時間はどうでしたか	適当	長い	短い	—	—
6	考えた別の測定方法をあげてください					
7	気づいたことを書いてください					

a:強く思う b:思う c:どちらともいえない d:あまり思わない e:まったく思わない

#### 4.4.10 調査データ

##### 1) マイクロメータヘッドの測定

マイクロメータの不確かさは、ブロックゲージ (BG) を標準器として調査した。

表5 マイクロメータヘッドのデータ

測定位置行き BG 寸法	測定回数		測定位置戻り BG 寸法	測定回数	
	標示値	標準器との差		標示値	標準器との差
①1.0	1.000	0	⑥1.8	1.800	0
②1.3	1.299	-0.001	⑦1.5	1.499	-0.001
③1.5	1.499	-0.001	⑧1.3	1.300	0
④1.8	1.800	0	⑨1.0	0	0
⑤2.0	1.999	-0.001			

測定作業の不確かさ  $u_1$

標準偏差の簡易計算：MAX=0 MIN=-0.001 R=0.001 割引係数  $k_b=0.34$  標準偏差  $s=0.001 \times 0.35=0.00035$   $N=9$   $u_1=s/\sqrt{N}=0.0001$

最小目盛の不確かさ=最小目盛/ $2/\sqrt{3}=0.0003$

温度影響の不確かさ=微小につき0

標準器の不確かさ=BGの使用回数9回の合成値=0.0004

表6 マイクロメータヘッドのバジェットシート

要因	不確かさ
①測定作業の不確かさ $u_1$	0.0001
②最小目盛 $u_2$ (0.001mm)	0.0003
③標準器 $u_3$	0
④温度影響 $u_4$	0.0004

合成不確かさ $u_c$	0.0005
拡張合成不確かさ $U$ ( $k=2$ )	0.001

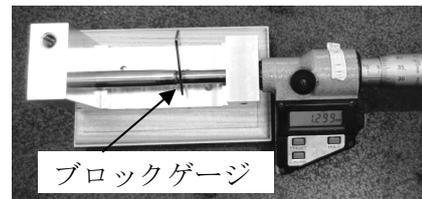


写真6 ブロックゲージの使用

2) Dダイヤルゲージの測定

表7 Dダイヤルのデータ

測定位置行き		測定回数		測定位置戻り寸法		測定回数	
目盛	標準器	標示値	標準器との差	目盛	標準器	標示値	標準器との差
①40	0	0	0	⑥20	0.06	0.059	-0.001
②20	0.02	0.02	0	⑦0	0.04	0.040	0
③0	0.04	0.04	0	⑧20	0.02	0.020	0
④20	0.06	0.059	-0.001	⑨40	0	0	0
⑤40	0.08	0.079	-0.001				

測定作業の不確かさ  $u_1$

標準偏差の簡易計算:  $MAX=0$   $MIN=-0.001$   $R=0.001$  割引係数  $k_b=0.34$  標準偏差  $s=0.001 \times$

$0.35=0.00035$   $N=9$   $u_1=s/\sqrt{N}=0.0001$

最小目盛の不確かさ=最小目盛/ $2/\sqrt{3}=0.0003$

温度影響の不確かさ=微小につき0

表8 Dダイヤルのバジェットシート

要因	不確かさ
①測定作業の不確かさ $u_1$	0.0001
②最小目盛 $u_2$ (0.001mm)	0.0003
③標準器 $u_3$	0
④温度影響 $u_4$	0.001
合成不確かさ $u_c$	0.001
拡張合成不確かさ $U$ ( $k=2$ )	0.002

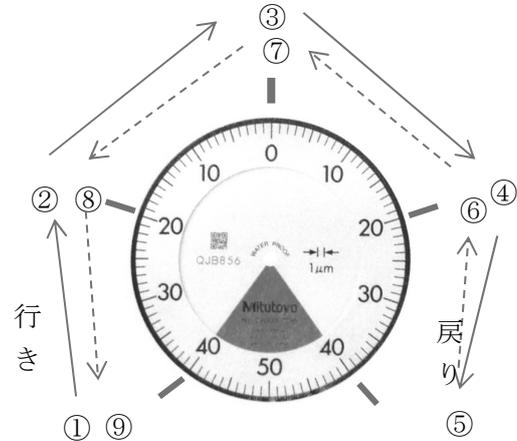


写真7 Dダイヤルの測定位置

3) Tダイヤルのデータの測定

表9 Tダイヤルデータ

測定位置行き		測定回数		測定位置戻り法		測定回数	
目盛	標準器	標示値	標準器との差	目盛	標準器	標示値	標準器との差
①40	0	0	0	⑥20	0.60	0.603	0.003

②20	0.2	0.201	0.001	⑦0	0.40	0.405	0.005
③0	0.4	0.406	0.006	⑧20	0.20	0.202	0.002
④20	0.6	0.603	0.003	⑨40	0	0.001	0.001
⑤40	0.8	0.798	-0.002				

測定作業の不確かさ  $u_1$

標準偏差の簡易計算:  $MAX=0.006$   $MIN=-0.002$   $R=0.008$  割引係数  $k_b=0.34$  標準偏差  $s=0.008$   
 $\times 0.34=0.0003$   $N=9$   $u_1=s/\sqrt{N}=0.0001$

最小目盛の不確かさ  $u_3=$ 最小目盛/ $2/\sqrt{3}=0.0003$

温度影響の不確かさ  $u_4=$ 微小につき 0

表 10 Tダイヤルのバジェットシート

要因	数不確かさ
①測定作業の不確かさ $u_1$	0.0001
②最小目盛不確かさ $u_2$	0.003
③標準器の不確かさ $u_3$	0.001
④温度影響 $u_4$	0
合成不確かさ $u_c$	0.001
拡張不確かさ $U(k=2)$	0.002

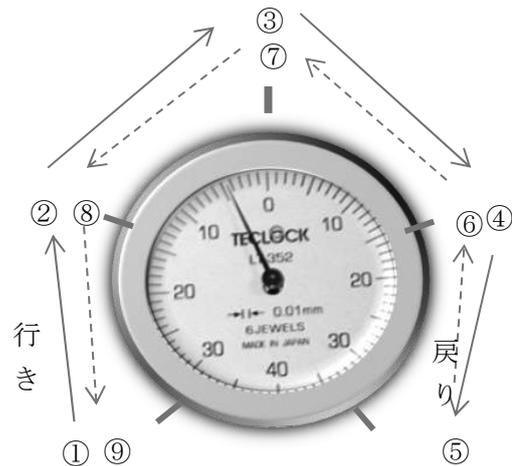


写真 8 Tダイヤルの測定位置

#### 4.4.11 ゲームの実施例

##### 1) Tダイヤルによるワークの測定データ

表 11 Tダイヤルデータ

測定位置	1回目		行きと戻りの差1	2回目		行きと戻りの差2
	行き	戻り		行き	戻り	
① (0)	0	⑤ 0	0	0	0	0
② (1/4)	-0.01	⑥ -0.01	0	-0.01	-0.01	0
③ (1/2)	0.03	⑦ 0.04	-0.01	0.04	0.035	0.005
④ (3/4)	0.05	⑧ 0.04	0.01	0.04	0.05	-0.01
⑤ (4/4)	0	⑨ 0	0	0	0	0

##### 2) Dダイヤルによるワークの測定データ

表 12 Dダイヤルデータ

測定位置	1回目		行きと戻りの差1	2回目		行きと戻りの差2
	初回	繰り返し		初回	繰り返し	
① (0)	0	⑤ -0.001	0.001	0	-0.001	0.001
② (1/4)	-0.008	⑥ -0.008	0	-0.006	-0.006	0

③ (1/2)	0.035	⑦	0.037	-0.002	0.037	0.037	0
④ (3/4)	0.041	⑧	0.040	0.001	0.042	0.041	0.001
⑤ (4/4)	-0.001	⑨	0.002	-0.003	-0.001	0	-0.001

表 13 TダイヤルとDダイヤルのバジェットシート

要因	不確かさ	
	Tダイヤル測定	Dダイヤル測定
①測定作業の不確かさ $u_1$	0.005	0.0004
②最小目盛不確かさ $u_2$	0.003	0.0003
③標準器 $u_3$	0.002	0.002
④温度影響 $u_4$	0	0
合成不確かさ $u_c$	0.006	0.002
拡張不確かさ $U (k=2)$	0.012	0.004

### 3) データのまとめ

#### ①製品規格対Tダイヤル不確かさの精度比

製品規格=0.10      Tダイヤルの不確かさ=0.012      比= 8対1であるから良好。

#### ②TダイヤルとDダイヤルの不確かさの差

差=0.012-0.004=0.008      差はマイナスではないから良好とする。

#### ③ゲームの順位

ゲームの参加者の中で、不確かさの差の小さい順に順位が上である。

#### ④改善のヒント

製品規格対Tダイヤルの不確かさの精度比

8対1であるから改善の必要はない。

## 4.4.12 終わりに

今回製作したビジネスゲームをワークショップの参加者 10 名に試行していただいたところ、時間が多くかかり、作業がやりにくいことや測定装置の不具合などが出ているので改善が必要な状態であることを報告し、次回には改善結果が紹介できることを目指している。

## 第5章 製造業における測定の不確かさの活用事例

### 5.1 製品評価の工程品質活動<正しい製品評価に向けて>

中央精機株式会社

#### 5.1.1 不確かさ導入のいきさつ

中央精機(株)における従来の品質保証活動では不具合が発生した場合、原因を4Mで追求はしていたが、追求が不十分であり、経験や勘に頼った個々の再発防止対策で終わっていた場合が多かった。そのため、同じような原因で再発を繰り返し、もぐらたたき式の対策となっていた。

このような体質から脱却するため、会社トップのリーダーシップのもと仕事の進め方の基本となる弊社独自の活動を「工程品質活動」と銘打ち、2005年より取り組みを開始した。

工程品質活動とは、例えば生産で言えば、どのように作れば100%良い製品が出来るのかを5M1Kの観点で明らかにさせて、その通りに造ることである。(品質は工程で造り込む)

5M1Kとは従来の4Mを仕事のニーズに合わせて更に細分化したもので、

材料 [Material]、方法 [Method]、人 [Man]、設備 [Machine]、金型 [Mold]、工具 [Kougu] の頭文字を取っている。

工程品質活動の目的は、図1に示す仕事のPDCAサイクルを回し続けることで、お客様に満足して頂き、会社の体質(良品率・出来高・製品利益率等)を向上、強化させ、利益を上げることである。

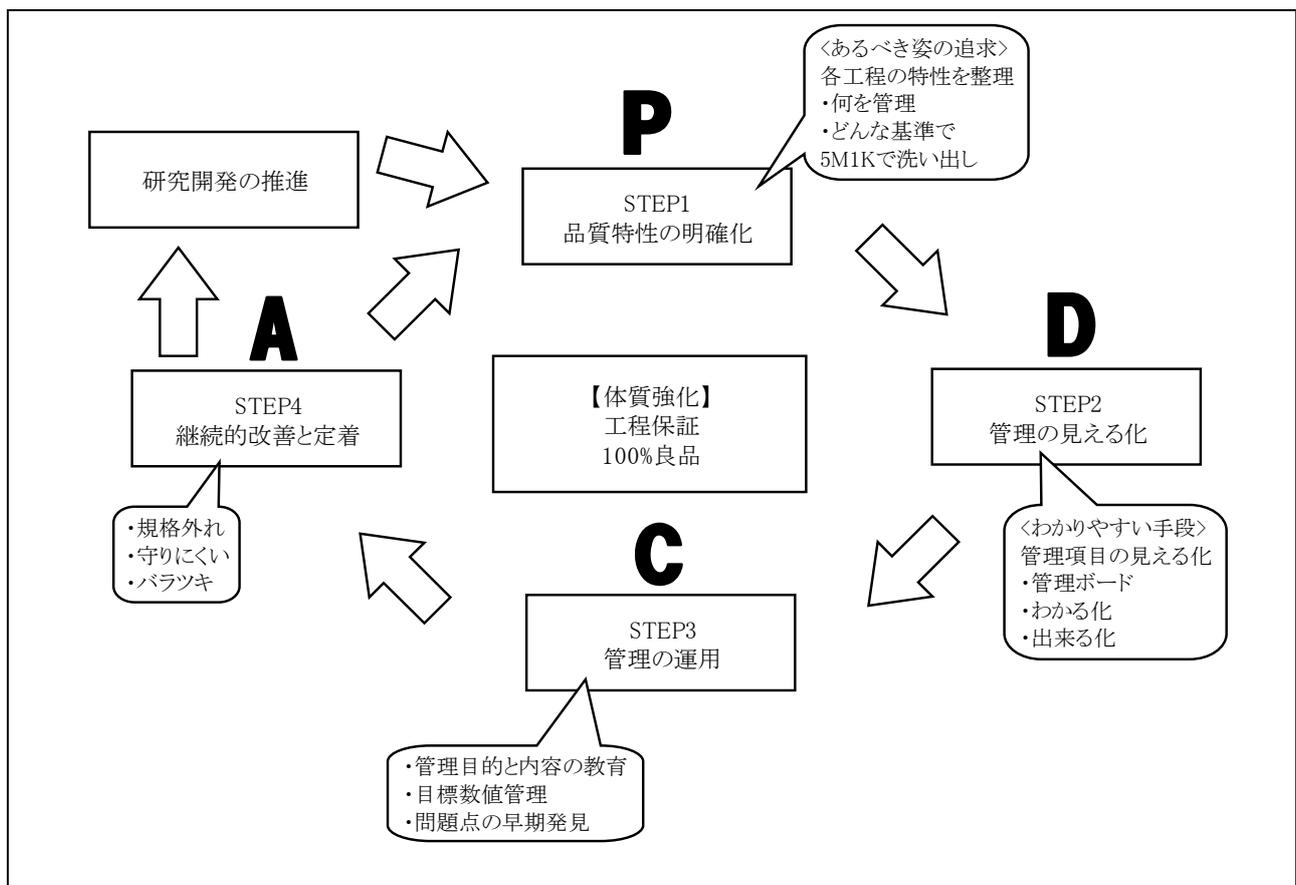


図1 工程品質活動のサイクル

MSA に代表される計測システムの解析は、単に ISO/TS16949 等の認証取得や現状把握のためだけのツールであってはならない。本来、計測システムの解析は、より良い計測、より良い測定へと是正または改善していくためのツールであるべきである。(結果、お客様の満足と会社の利益につなげる)

工程品質活動の一環として、測定精度を如何に確保していくかを考えた時、バジェットシートを使用した不確かさの運用がこの活動を進める上で有効であろうと判断し、2007 年より取り組みが開始された。バジェットシートでは、各要因の影響度合いが定量的で容易に確認出来ることから、工程品質活動の PDCA サイクルが回しやすいという利点があると考えた。

工程品質活動に則った不確かさの運用とは、常に不確かさを解析し続ける(拡張不確かさというアウトプットを主として管理する)のではなく、どの様な計測機器を使って、どの様な環境下、どの様な条件(誰がどの様に等)で測定すれば、製品規格の 1/3 以下の拡張不確かさが確保出来るかといったインプット側を主として管理することである。(5M1K の徹底管理により、測定精度は測定工程で造り込む)製品評価の工程品質活動の目的の 1 つである正しい製品評価とは、計測機器・測定者の差、繰り返し、測定環境、測定方法など、測定値をばらつかせる要因を極小化し、誰が実施しても正確かつ精密な結果となることである。

### 5.1.2 不確かさの運用について

まず、不確かさを導入するにあたり、拡張不確かさの目標値を「製品規格の 1/3 以下」と設定した。

(拡張不確かさ  $U$  は  $k=2$  とし、製品規格との比は  $\pm U$  の幅で取る)

この目標値は製品の規格幅を 1 とすると、拡張不確かさの幅は約 0.33 となるので、仮に製品のバラツキが規格幅に等しい状態( $C_p \doteq 1.00$  の状態)だったとすると、

$$\sqrt{(1^2 + 0.33^2)} \doteq 1.05$$

となり、約 5% が製品規格から外れる ( $C_p \doteq 0.67$  の状態) 程度の能力が確保出来るところからきている。ただし、実際の製品のほとんどはロットのバラツキが小さく  $C_p$  が 1.33 以上あるし、不確かさは概ね最悪値を見込むので、拡張不確かさを考慮しても  $C_p > 1.00$  程度は充分満足出来ていると考える。不確かさの運用は図 2 に示す通り、工程品質活動の PDCA サイクルに則っている。

STEP1：特性要因図やなぜなぜ分析により、測定値のバラツキ要因を洗い出す。

STEP2：洗い出された要因をバジェットシートに落とし込み、定量的に解析する。

解析結果は見える化ボードを活用し、掲示する。

STEP3：測定条件を標準化する。

STEP4：基準未達の測定に対して是正する、また、基準限界の測定に対して改善する。

STEP5：現状の仕組みの中で目標を達成出来ない測定は、新計測機器の開発など研究課題として推進する。

STEP1～5 を繰り返す。

このステップに則って製品の品質特性 120 項目について、測定の不確かさを解析した。

解析結果は図 3 に示す製品寸法の測定精度の見える化ボードとして測定現場に掲示し、日々の管理に活用している。

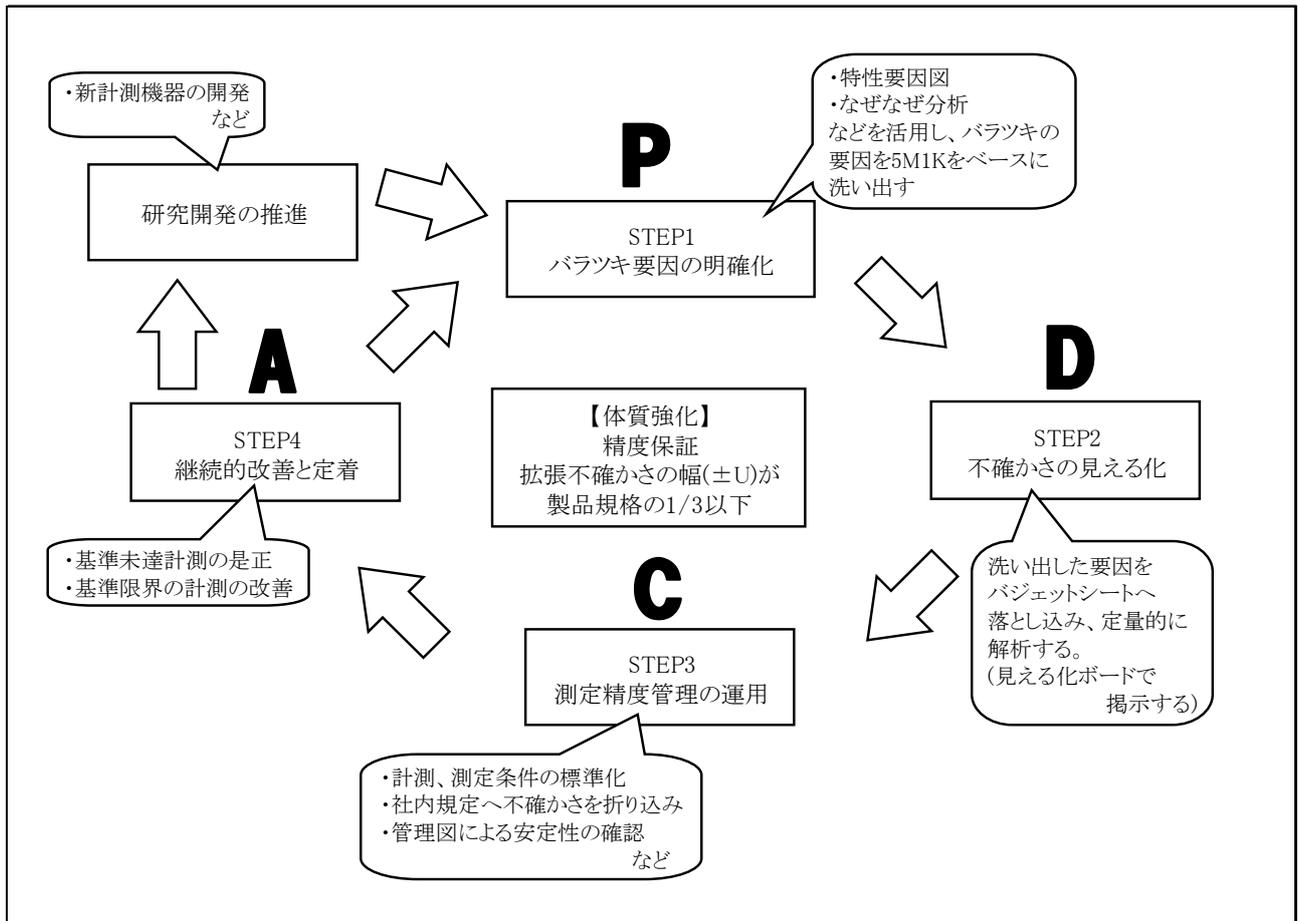


図2 不確かさ運用のサイクル

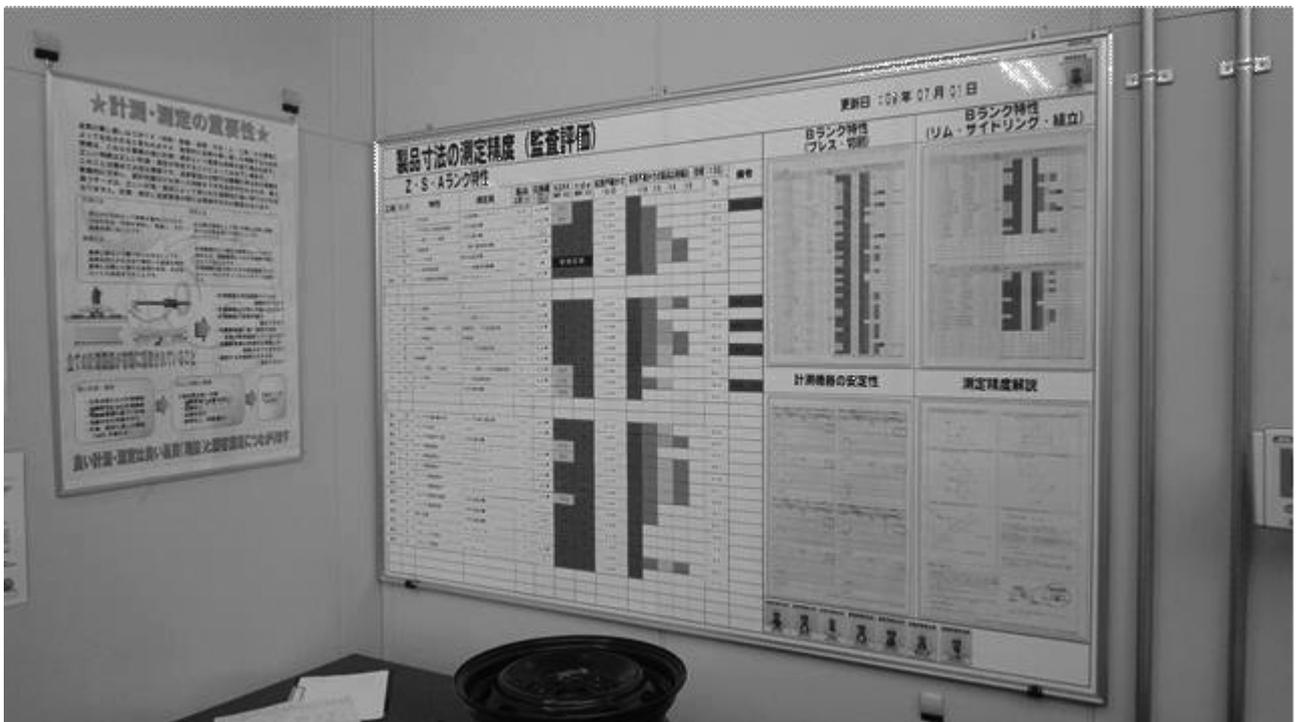


図3 製品寸法の測定精度見える化ボード

### 5.1.3 製品評価の工程品質活動で判ったこと

社内で実施している各測定に対する不確かさを解析した結果、図4に示す通り、一部の特性について、拡張不確かさUの幅( $\pm U$ )が社内目標である製品規格の1/3以下を満足出来なかった。原因を追及していくと、図5に示す通り、何をもって測定値とするのか、数値の丸め方、測定位置、測定点数、使用する計測器など、標準化で解決出来る要因が非常に多いことが判った。逆に、測定作業者のスキル不足が原因となっているバラツキは少ない傾向が伺える。(測定に対して詳細に標準化していけば、多くの測定は不確かさを小さく出来る)信頼出来る測定値を得るには、測定の基準となる標準類の精度向上が必須である。今後、更に標準類の精度を向上させ、精度の高い測定を実現出来る様、推進していく。

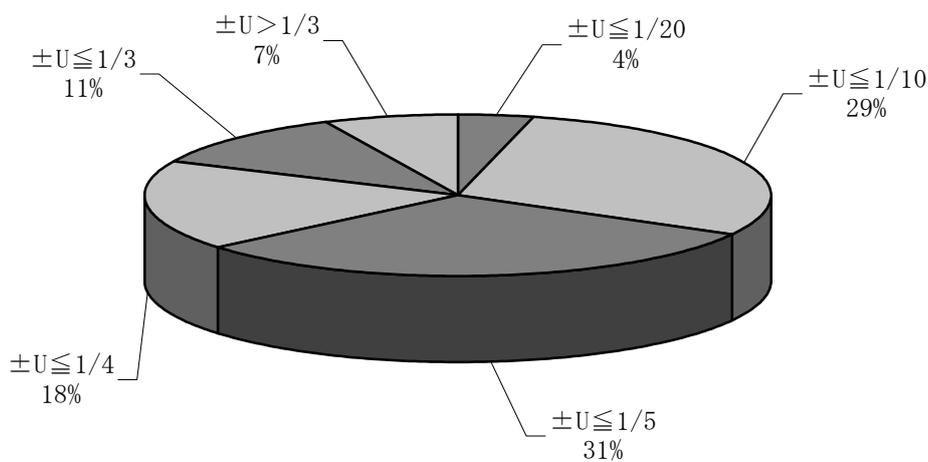


図4 不確かさの解析結果 (規格幅と $\pm U$ の比)

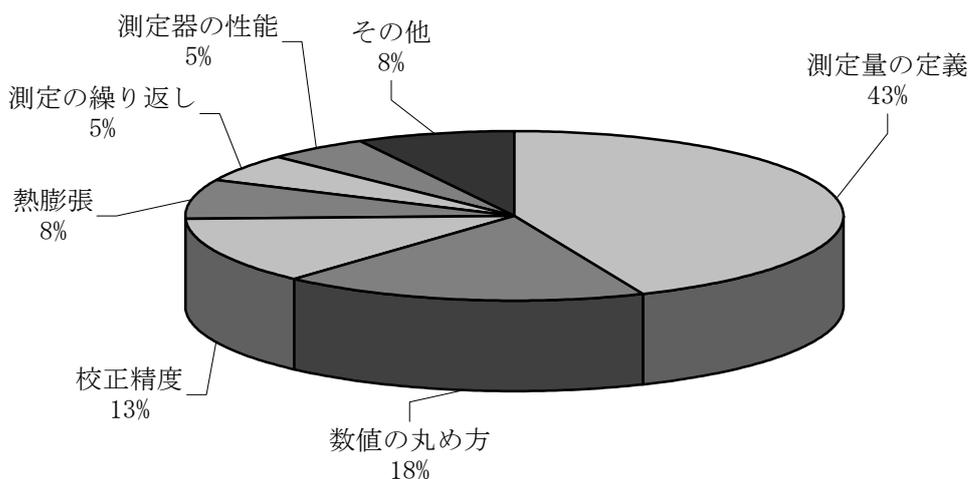


図5  $\pm U > 1/3$  および  $\pm U \leq 1/3$  の特性における不確かさの主要因

## 5.2 測定の不確かさ簡易推定方法を用いたゲージ校正方法の改善

中央精機株式会社

### 5.2.1 はじめに

弊社では自動車用ディスクホイールを製造している。最近ではホイールも径大化してきており、関連する計測器のサイズも軒並み 300mm を超え、長尺化してきた。工程内で使用される長尺検査ゲージの数は 200 以上あるが、これらの校正作業において、校正値のバラツキが大きく、管理規格を外れる事象が多く発生しており、調査や修正に要する多くの損失コストが発生している。そこで、これら長尺ゲージの校正について、測定の不確かさ簡易推定方法を活用して校正値のバラツキ原因を調査し是正することで、損失コストの低減を図ることにした。

### 5.2.2 現状の把握

#### 1)校正 NG 数と損失コスト

対象の長尺ゲージにおける年間の NG 判定数とその修正に関わるコストは図 1 に示す推移で、10.3 個/月、NG 判定に伴う損失コストは 5.6 万円/月となっている。

NG 判定になったゲージを種類毎に層別してみると図 2 に示す様に、ゲージ①およびゲージ②が全体の約 83% を占めていることが分かる。そこで今回はゲージ①と②に注目し、調査を進めることにした。尚、これらゲージの校正作業は三次元測定機を使用して実施している。ゲージは鉄製であり、管理規格はそれぞれ $\pm 0.1\text{mm}$  である。

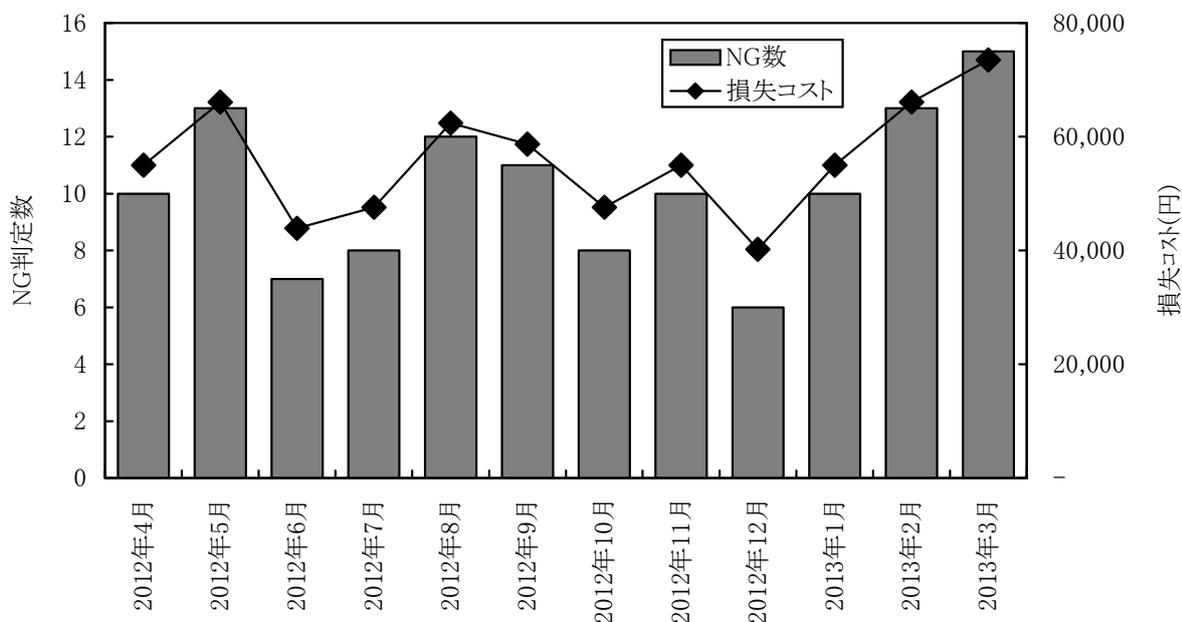


図 1 ゲージ校正値の NG 判定数と損失コストの推移

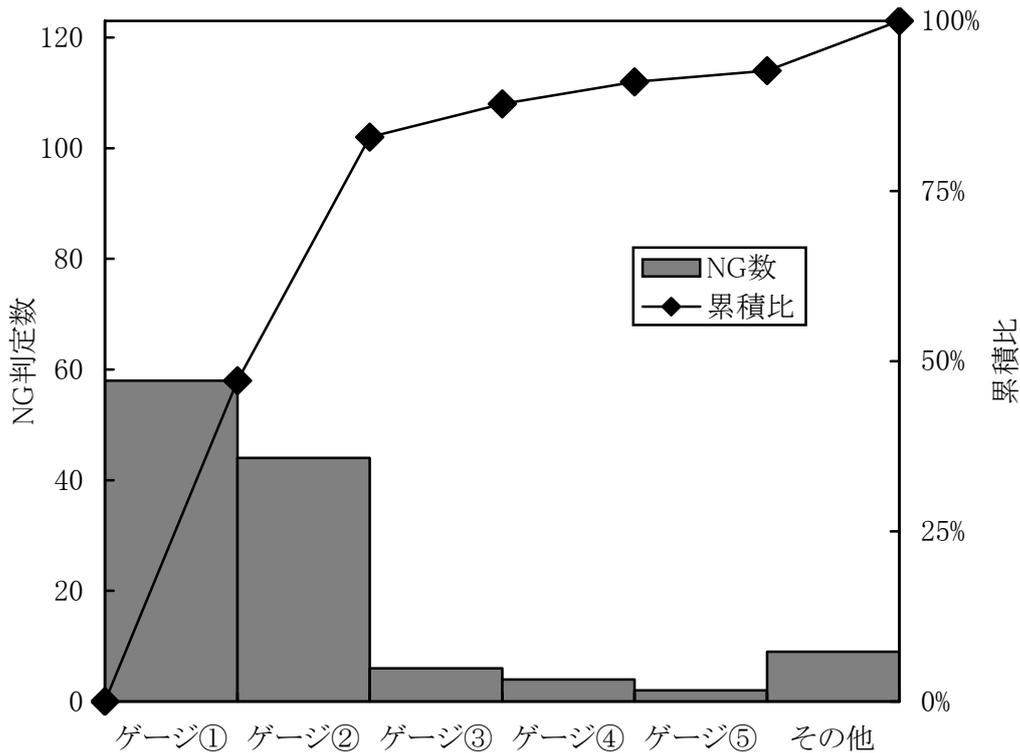


図2 ゲージ種類別の校正 NG 判定数

2) 校正値の不確かさの検証

(1) 不確かさの求め方

不確かさの検証には簡易推定方法を用いる。簡易推定方法では、不確かさの要因として反復性、再現性、三次元測定機の分解能、三次元測定機の校正、ゲージと三次元測定機の熱膨張が挙げられるが、熱膨張については三次元測定機の熱膨張補正機能を使用するため、今回は考慮しない。ゲージ①および②について、繰り返し5回、作業員4名による校正を実施してデータを取った。結果を表1及び表2に示す。

表1 ゲージ①(ノミナル483.45mm)

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
1回目	483.476	483.458	483.401	483.443
2回目	483.471	483.452	483.405	483.441
3回目	483.475	483.452	483.401	483.441
4回目	483.479	483.459	483.406	483.443
5回目	483.475	483.452	483.401	483.444
平均値	483.4752	483.4546	483.4028	483.4424
R	0.008	0.007	0.005	0.003

表2 ゲージ②(ノミナル583.75mm)

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
1回目	583.748	583.836	583.786	583.774
2回目	583.744	583.833	583.786	583.772
3回目	583.746	583.838	583.789	583.776
4回目	583.746	583.835	583.786	583.776
5回目	583.741	583.834	583.782	583.773
平均値	583.7450	583.8352	583.7858	583.7742
R	0.007	0.005	0.007	0.004

(2) 反復性

ここで、Rの最大値から反復性を求めた。Rの最大値はゲージ①の場合0.008mmで、繰り返し5回なのでn=5から、付表1に示す早見表より標準不確かさ0.0034mm(3.4 $\mu$ m)となる。

表2ゲージ②の結果からRの最大値は0.007mmで、同様に早見表から標準不確かさ0.0030mm(3.0 $\mu$ m)となる。

(3) 再現性

測定者の平均値の最大最小値を再現性として求めた。表1ゲージ①の最大値は483.4752mm、最小値は483.4028mmでその差は0.0724mmとなり、再現性はR=0.072mm、測定者4名なのでn=4から、付表1に示す早見表より標準不確かさ0.0350mm(35.0 $\mu$ m)が求められる。

ゲージ②の場合、平均値の最大値は583.8352mm、最小値は583.7450mmでその差R=0.0902mmで再現性はR=0.090mm、同様に早見表から標準不確かさ0.0437mm(43.7 $\mu$ m)が求められる。

(4) 分解能と不確かさ

次に校正に使用した三次元測定機の分解能の標準不確かさを早見表より求める。三次元測定機の最小測定値は0.001mmであるため、表3に示す早見表から標準不確かさ0.29 $\mu$ mが求まる。

表3 計測器の最小測定値と不確かさ早見表

最小測定値(mm)	0.001	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05
標準不確かさ( $\mu$ m)	0.29	0.58	1.44	2.89	5.77	14.43

(5) 三次元測定機の校正の不確かさ

三次元測定機の校正の不確かさを見積もる。簡易推定方法では、公称精度の1/4を標準不確かさとして見積もる。校正に使用する三次元測定機の公称精度は $2.4+4L/1000$ である。

(Lは測定長)

ゲージ①及びゲージ②の校正の不確かさを表4に示す。

表4 校正の不確かさ

	ゲージ①		ゲージ②	
	測定長(mm)	標準不確かさ( $\mu$ m)	測定長(mm)	標準不確かさ( $\mu$ m)
三次元測定機の校正の不確かさ	483.45	1.1	583.75	1.2

(6) 合成標準不確かさ

これまで求めた各要因の標準不確かさから以下の手順で合成標準不確かさを求める。

付表2 不確かさの合成早見表を参照し、各標準不確かさを大きい物から順に合成する。次に合成する標準不確かさが1/10以下の場合、それ以降の合成は不要である。(合成しても数値はほとんど変化しないため。) 小数点以下は四捨五入する。

ゲージ①の場合、再現性  $35\mu\text{m}$  以外の要因は標準不確かさが  $35\mu\text{m}$  の1/10以下であり、計算は不要である。従って、合成標準不確かさは  $35\mu\text{m}$  となる。

ゲージ②の場合も同様で、再現性  $43.7\mu\text{m}$  以外の要因は標準不確かさが  $43.7\mu\text{m}$  の1/10以下であり、計算は不要である。従って、合成標準不確かさは  $44\mu\text{m}$  となる。

(7) 現状の不確かさ

求められた測定の不確かさをバジェットシートにまとめると、表5の通りとなる。

管理規格と拡張不確かさ( $\kappa=2$ )の比はゲージ①が1.4:1、ゲージ②が1.1:1となり、概ね管理規格とバラツキが同じレベルであると言える。このため、図3に示す様に管理規格外れによる損失コストが発生していることが分かる。また、再現性(作業者毎の校正値の差異)の寄与率が圧倒的に高いことが分かる。再現性の是正が損失コストの低減につながるということが容易に想像できる。一般的に管理規格と拡張不確かさの比は4:1以上が望ましいとされており、今回の結果は校正には許容出来ない結果であると言える。

表5 バジェットシート

ゲージ①		ゲージ②	
要因	不確かさ ( $\mu\text{m}$ )	要因	不確かさ ( $\mu\text{m}$ )
反復性	3.4	反復性	3.0
再現性	35.2	再現性	43.8
分解能	0.29	分解能	0.29
計測器の校正	1.1	計測器の校正	1.2
合成標準不確かさ	35.4	合成標準不確かさ	44.0
拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )	70.7	拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )	87.9
精度比	1.4 : 1	精度比	1.1 : 1

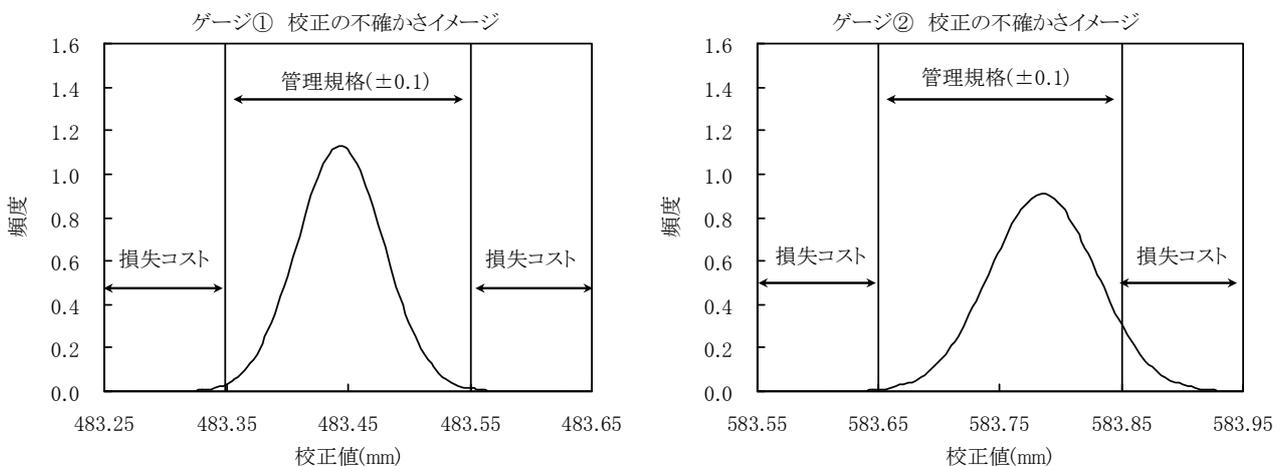


図3 ゲージ校正の不確かさ

### 5.2.3 要因の解析

基準面の取り方、測定位置、測定点数、測定速度等、測定条件を標準化しているにも関わらず再現性が大きくなる原因をなぜなぜ解析で調査した結果、表6に示す通りとなった。

それぞれの作業者が異なるクランプ治具を使用し、ゲージを支持していたことが判明した。また、毎回の校正作業において、支持位置も統一されていないことが判明した。クランプ位置の違いによる校正値への影響が未検証で、標準化されていなかった。

これらの事実から、ゲージ支持位置の違いにより再現性が大きくなっているという仮説を立てた。

表6 なぜなぜ解析

なぜ1	作業者ごとに偏りが異なる
なぜ2	ゲージの変形が発生している
なぜ3	ゲージの支持位置が異なる
なぜ4	クランプ治具が異なる
なぜ5	標準化されていない

そこで、専用のクランプ治具を作成し、支持位置が校正値に与える影響を調査してみた。治具は台上をスライド出来る支持部と、支持位置を確認するためのスケールプレートから成る。この専用治具を使用しゲージをセットする。ゲージの全長を $L$ とし、図4に示す様に、両端面からの支持距離 $\alpha$ を変動させ、校正値への影響を確認した。その結果、図5に示す結果が得られた。

ゲージ支持位置 20~25%のところではゲージ変形量が最小になっていることが分かる。これは、ベッセル点・エアリー点の原理を裏付けていると言える。

ゲージ支持位置の違いによる再現性の悪化という仮説を裏付ける結果が得られた。

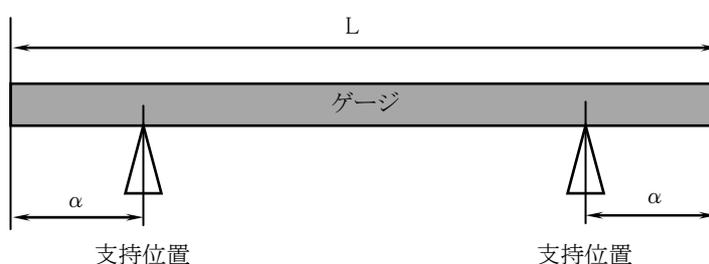


図4 ゲージの支持位置

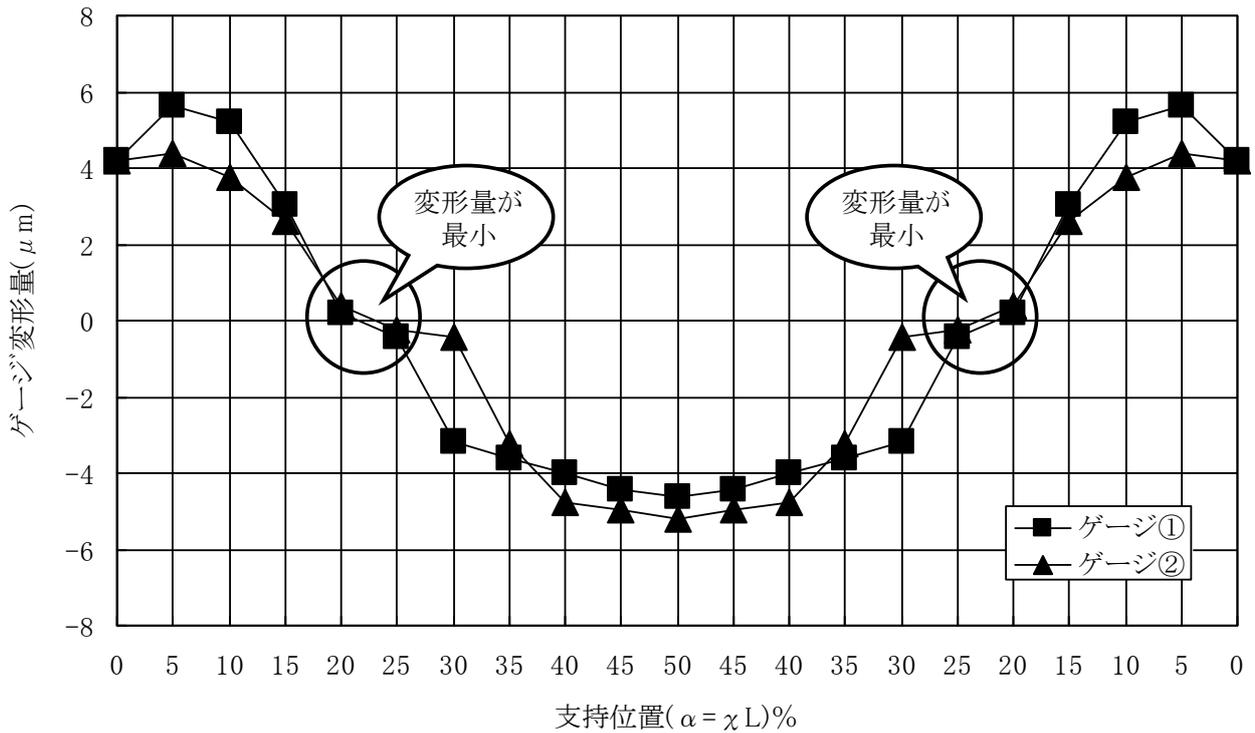


図5 ゲージ支持位置と変形量の関係

#### 5.2.4 対策の実施

実験結果より、長尺ゲージは作成した専用のクランプ治具を使用し、全長の25%の位置でクランプする旨を標準化した。

#### 5.2.5 効果の確認

##### 1) 校正値の不確かさの再検証

標準化後、ゲージ①および②について同様に繰り返し5回、作業員4名による校正作業を実施した。結果を表7及び表8に示す。

標準化後の反復性と再現性を求めると表9の通りとなる。

三次元測定機の分解能と校正の不確かさは同様であるため、標準化後の反復性と再現性を反映したバジェットシートは表10の通りである。

管理規格と拡張不確かさの比はゲージ①、ゲージ②ともが、概ね管理規格に対して1/5となった。対策後の損失コストは大幅な低減が期待出来る。

表7 ゲージ①(ノミナル483.45mm)

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
1回目	483.473	483.468	483.483	483.472
2回目	483.471	483.463	483.479	483.469
3回目	483.473	483.466	483.481	483.469
4回目	483.474	483.465	483.486	483.472
5回目	483.475	483.465	483.484	483.472
平均値	483.4732	483.4654	483.4826	483.4708
R	0.004	0.005	0.007	0.003

表8 ゲージ②(ノミナル583.75mm)

	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
1回目	583.778	583.761	583.759	583.759
2回目	583.775	583.764	583.761	583.758
3回目	583.776	583.762	583.762	583.759
4回目	583.772	583.761	583.761	583.757
5回目	583.777	583.761	583.760	583.755
平均値	583.7756	583.7618	583.7606	583.7576
R	0.006	0.003	0.003	0.004

表9 標準化後の反復性・再現性の値と不確かさ

	ゲージ①		ゲージ②	
	値(mm)	標準不確かさ( $\mu\text{m}$ )	値(mm)	標準不確かさ( $\mu\text{m}$ )
反復性	0.007	3.0	0.006	2.6
再現性	0.0172	8.4	0.0180	8.7

表10 標準化後のバジェットシート

要因	ゲージ①	ゲージ②
	不確かさ( $\mu\text{m}$ )	不確かさ( $\mu\text{m}$ )
反復性	3.0	2.6
再現性	8.4	8.7
分解能	0.29	0.29
計測器の校正	1.08	1.18
合成標準不確かさ	9.0	9.2
拡張不確かさ( $\kappa=2$ )	17.9	18.4
精度比	5.6 : 1	5.4 : 1

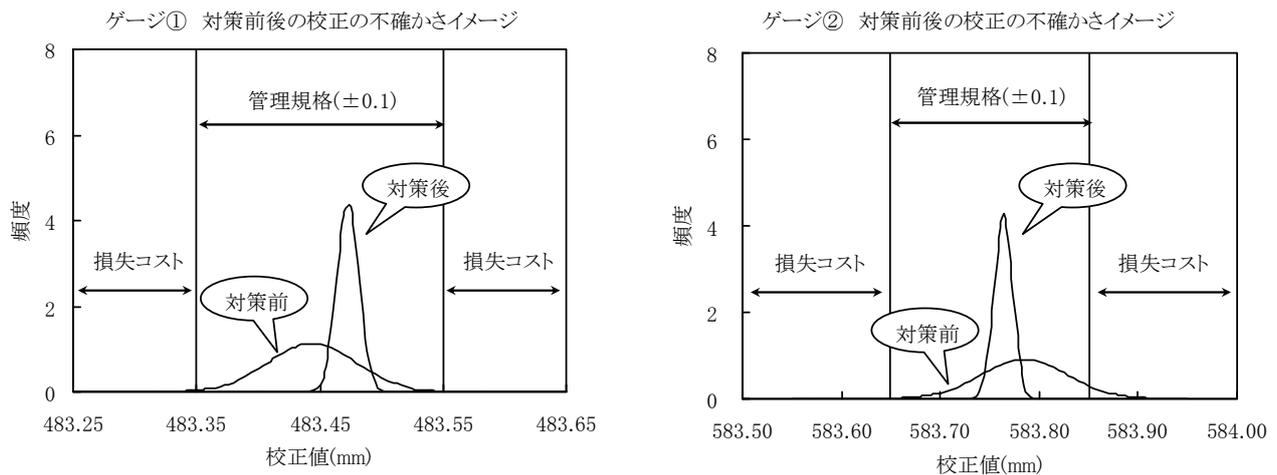


図6 対策前後のゲージ校正の不確かさ

2) 校正 NG 数と損失コスト

標準化後の校正値の NG 数と損失コストの推移は図 7 の通りである。ゲージ校正時の支持位置を標準化したことで NG 判定が無くなり、損失コストは発生していない。標準化の結果、ゲージ①およびゲージ②以外の長尺ゲージにおいても同様の効果が得られた。これにより、5.6 万円/月の損失コストが低減されている。

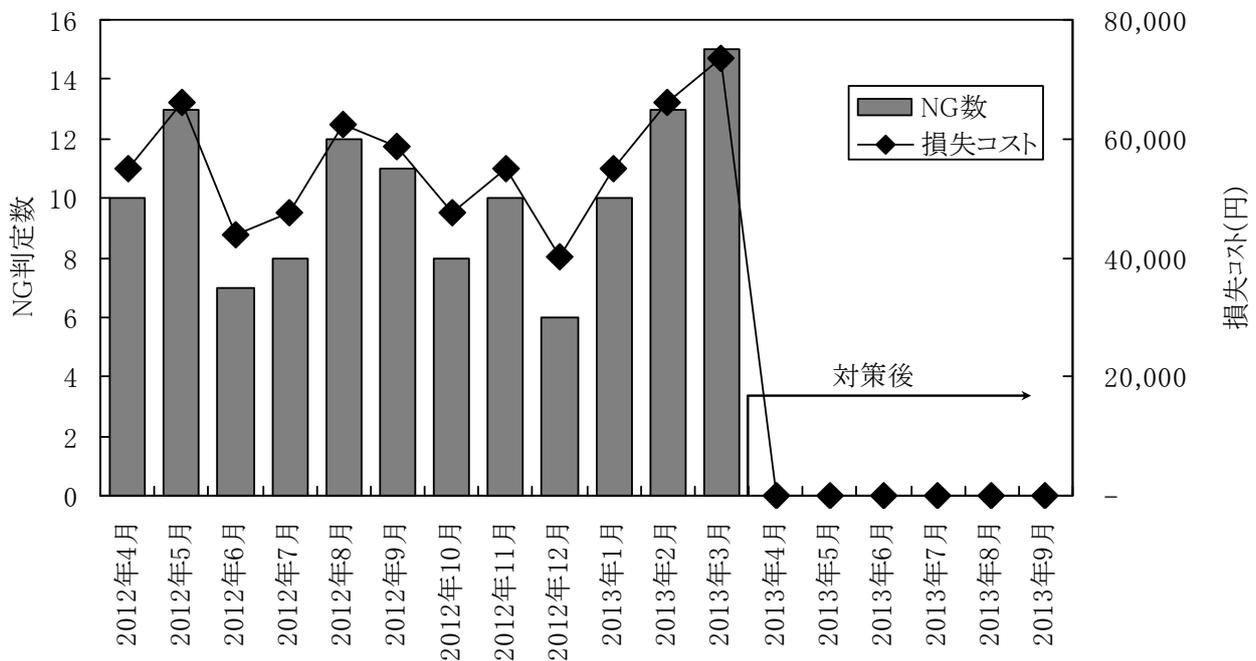


図7 ゲージ校正のNG判定数と損失コストの推移

## 5.2.6 まとめ

専用治具によるゲージ支持位置の標準化で大きな効果を得ることが出来た。

測定は測る前に測定物を置くことから始まる。測定プロセスの設計として、測定物の置き方も重要であることを改めて認識させられた。

測定の不確かさ簡易推定方法は、分散分析や実験計画法と言った高度な統計知識を必要とせず、測定データの簡単な計算と早見表により求めることが出来る。今回の様な対策前後の不確かさの比較には非常に使い易い方法である。今後、測定の不確かさ普及のための有効なツールとして活用していきたい。

尚、本件で使用した測定の不確かさ簡易推定方法については、以下 5.3 項にて詳細を解説する。品質改善のツールとして役立てて頂ければ幸いである。

付表1 Rの値と標準不確かさ (nは繰り返し測定数または測定者人数)

R	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.001	0.0009	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
0.002	0.0018	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007
0.003	0.0027	0.0018	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
0.004	0.0035	0.0024	0.0019	0.0017	0.0016	0.0015	0.0014	0.0013	0.0013
0.005	0.0044	0.0030	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0018	0.0017	0.0016
0.006	0.0053	0.0035	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0020	0.0020
0.007	0.0062	0.0041	0.0034	0.0030	0.0028	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023
0.008	0.0071	0.0047	0.0039	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0027	0.0026
0.009	0.0080	0.0053	0.0044	0.0039	0.0036	0.0033	0.0032	0.0030	0.0029
0.010	0.0089	0.0059	0.0049	0.0043	0.0040	0.0037	0.0035	0.0034	0.0033
0.011	0.0097	0.0065	0.0053	0.0047	0.0043	0.0041	0.0039	0.0037	0.0036
0.012	0.0106	0.0071	0.0058	0.0052	0.0047	0.0044	0.0042	0.0040	0.0039
0.013	0.0115	0.0077	0.0063	0.0056	0.0051	0.0048	0.0046	0.0044	0.0042
0.014	0.0124	0.0083	0.0068	0.0060	0.0055	0.0052	0.0049	0.0047	0.0046
0.015	0.0133	0.0089	0.0073	0.0065	0.0059	0.0056	0.0053	0.0051	0.0049
0.016	0.0142	0.0095	0.0078	0.0069	0.0063	0.0059	0.0056	0.0054	0.0052
0.017	0.0151	0.0100	0.0083	0.0073	0.0067	0.0063	0.0060	0.0057	0.0055
0.018	0.0159	0.0106	0.0087	0.0077	0.0071	0.0067	0.0063	0.0061	0.0059
0.019	0.0168	0.0112	0.0092	0.0082	0.0075	0.0070	0.0067	0.0064	0.0062
0.020	0.0177	0.0118	0.0097	0.0086	0.0079	0.0074	0.0070	0.0067	0.0065
0.021	0.0186	0.0124	0.0102	0.0090	0.0083	0.0078	0.0074	0.0071	0.0068
0.022	0.0195	0.0130	0.0107	0.0095	0.0087	0.0081	0.0077	0.0074	0.0072
0.023	0.0204	0.0136	0.0112	0.0099	0.0091	0.0085	0.0081	0.0078	0.0075
0.024	0.0213	0.0142	0.0117	0.0103	0.0095	0.0089	0.0084	0.0081	0.0078
0.025	0.0222	0.0148	0.0122	0.0108	0.0099	0.0093	0.0088	0.0084	0.0081
0.026	0.0230	0.0154	0.0126	0.0112	0.0103	0.0096	0.0091	0.0088	0.0085
0.027	0.0239	0.0160	0.0131	0.0116	0.0107	0.0100	0.0095	0.0091	0.0088
0.028	0.0248	0.0165	0.0136	0.0120	0.0111	0.0104	0.0098	0.0094	0.0091
0.029	0.0257	0.0171	0.0141	0.0125	0.0115	0.0107	0.0102	0.0098	0.0094
0.030	0.0266	0.0177	0.0146	0.0129	0.0119	0.0111	0.0105	0.0101	0.0098
0.031	0.0275	0.0183	0.0151	0.0133	0.0122	0.0115	0.0109	0.0104	0.0101
0.032	0.0284	0.0189	0.0156	0.0138	0.0126	0.0118	0.0112	0.0108	0.0104
0.033	0.0292	0.0195	0.0160	0.0142	0.0130	0.0122	0.0116	0.0111	0.0107
0.034	0.0301	0.0201	0.0165	0.0146	0.0134	0.0126	0.0119	0.0115	0.0111
0.035	0.0310	0.0207	0.0170	0.0151	0.0138	0.0130	0.0123	0.0118	0.0114
0.036	0.0319	0.0213	0.0175	0.0155	0.0142	0.0133	0.0126	0.0121	0.0117
0.037	0.0328	0.0219	0.0180	0.0159	0.0146	0.0137	0.0130	0.0125	0.0120
0.038	0.0337	0.0225	0.0185	0.0163	0.0150	0.0141	0.0133	0.0128	0.0124
0.039	0.0346	0.0230	0.0190	0.0168	0.0154	0.0144	0.0137	0.0131	0.0127
0.040	0.0354	0.0236	0.0194	0.0172	0.0158	0.0148	0.0140	0.0135	0.0130
0.041	0.0363	0.0242	0.0199	0.0176	0.0162	0.0152	0.0144	0.0138	0.0133
0.042	0.0372	0.0248	0.0204	0.0181	0.0166	0.0155	0.0147	0.0142	0.0137
0.043	0.0381	0.0254	0.0209	0.0185	0.0170	0.0159	0.0151	0.0145	0.0140
0.044	0.0390	0.0260	0.0214	0.0189	0.0174	0.0163	0.0154	0.0148	0.0143
0.045	0.0399	0.0266	0.0219	0.0194	0.0178	0.0167	0.0158	0.0152	0.0146
0.046	0.0408	0.0272	0.0224	0.0198	0.0182	0.0170	0.0161	0.0155	0.0150
0.047	0.0416	0.0278	0.0228	0.0202	0.0186	0.0174	0.0165	0.0158	0.0153
0.048	0.0425	0.0284	0.0233	0.0206	0.0190	0.0178	0.0168	0.0162	0.0156
0.049	0.0434	0.0290	0.0238	0.0211	0.0194	0.0181	0.0172	0.0165	0.0159
0.050	0.0443	0.0296	0.0243	0.0215	0.0198	0.0185	0.0176	0.0169	0.0163

※Rと標準不確かさの単位は同じである

付表2 不確かさの合成早見表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.41	2.24	3.16	4.12	5.10	6.08	7.07	8.06	9.06	10.05
2	2.24	2.83	3.61	4.47	5.39	6.32	7.28	8.25	9.22	10.20
3	3.16	3.61	4.24	5.00	5.83	6.71	7.62	8.54	9.49	10.44
4	4.12	4.47	5.00	5.66	6.40	7.21	8.06	8.94	9.85	10.77
5	5.10	5.39	5.83	6.40	7.07	7.81	8.60	9.43	10.30	11.18
6	6.08	6.32	6.71	7.21	7.81	8.49	9.22	10.00	10.82	11.66
7	7.07	7.28	7.62	8.06	8.60	9.22	9.90	10.63	11.40	12.21
8	8.06	8.25	8.54	8.94	9.43	10.00	10.63	11.31	12.04	12.81
9	9.06	9.22	9.49	9.85	10.30	10.82	11.40	12.04	12.73	13.45
10	10.05	10.20	10.44	10.77	11.18	11.66	12.21	12.81	13.45	14.14
11	11.05	11.18	11.40	11.70	12.08	12.53	13.04	13.60	14.21	14.87
12	12.04	12.17	12.37	12.65	13.00	13.42	13.89	14.42	15.00	15.62
13	13.04	13.15	13.34	13.60	13.93	14.32	14.76	15.26	15.81	16.40
14	14.04	14.14	14.32	14.56	14.87	15.23	15.65	16.12	16.64	17.20
15	15.03	15.13	15.30	15.52	15.81	16.16	16.55	17.00	17.49	18.03
16	16.03	16.12	16.28	16.49	16.76	17.09	17.46	17.89	18.36	18.87
17	17.03	17.12	17.26	17.46	17.72	18.03	18.38	18.79	19.24	19.72
18	18.03	18.11	18.25	18.44	18.68	18.97	19.31	19.70	20.12	20.59
19	19.03	19.10	19.24	19.42	19.65	19.92	20.25	20.62	21.02	21.47
20	20.02	20.10	20.22	20.40	20.62	20.88	21.19	21.54	21.93	22.36
21	21.02	21.10	21.21	21.38	21.59	21.84	22.14	22.47	22.85	23.26
22	22.02	22.09	22.20	22.36	22.56	22.80	23.09	23.41	23.77	24.17
23	23.02	23.09	23.19	23.35	23.54	23.77	24.04	24.35	24.70	25.08
24	24.02	24.08	24.19	24.33	24.52	24.74	25.00	25.30	25.63	26.00
25	25.02	25.08	25.18	25.32	25.50	25.71	25.96	26.25	26.57	26.93
26	26.02	26.08	26.17	26.31	26.48	26.68	26.93	27.20	27.51	27.86
27	27.02	27.07	27.17	27.29	27.46	27.66	27.89	28.16	28.46	28.79
28	28.02	28.07	28.16	28.28	28.44	28.64	28.86	29.12	29.41	29.73
29	29.02	29.07	29.15	29.27	29.43	29.61	29.83	30.08	30.36	30.68
30	30.02	30.07	30.15	30.27	30.41	30.59	30.81	31.05	31.32	31.62
31	31.02	31.06	31.14	31.26	31.40	31.58	31.78	32.02	32.28	32.57
32	32.02	32.06	32.14	32.25	32.39	32.56	32.76	32.98	33.24	33.53
33	33.02	33.06	33.14	33.24	33.38	33.54	33.73	33.96	34.21	34.48
34	34.01	34.06	34.13	34.23	34.37	34.53	34.71	34.93	35.17	35.44
35	35.01	35.06	35.13	35.23	35.36	35.51	35.69	35.90	36.14	36.40
36	36.01	36.06	36.12	36.22	36.35	36.50	36.67	36.88	37.11	37.36
37	37.01	37.05	37.12	37.22	37.34	37.48	37.66	37.85	38.08	38.33
38	38.01	38.05	38.12	38.21	38.33	38.47	38.64	38.83	39.05	39.29
39	39.01	39.05	39.12	39.20	39.32	39.46	39.62	39.81	40.02	40.26
40	40.01	40.05	40.11	40.20	40.31	40.45	40.61	40.79	41.00	41.23
41	41.01	41.05	41.11	41.19	41.30	41.44	41.59	41.77	41.98	42.20
42	42.01	42.05	42.11	42.19	42.30	42.43	42.58	42.76	42.95	43.17
43	43.01	43.05	43.10	43.19	43.29	43.42	43.57	43.74	43.93	44.15
44	44.01	44.05	44.10	44.18	44.28	44.41	44.55	44.72	44.91	45.12
45	45.01	45.04	45.10	45.18	45.28	45.40	45.54	45.71	45.89	46.10
46	46.01	46.04	46.10	46.17	46.27	46.39	46.53	46.69	46.87	47.07
47	47.01	47.04	47.10	47.17	47.27	47.38	47.52	47.68	47.85	48.05
48	48.01	48.04	48.09	48.17	48.26	48.37	48.51	48.66	48.84	49.03
49	49.01	49.04	49.09	49.16	49.25	49.37	49.50	49.65	49.82	50.01
50	50.01	50.04	50.09	50.16	50.25	50.36	50.49	50.64	50.80	50.99

## 5.3 測定の不確かさ簡易推定マニュアル解説

### 5.3.1 マニュアル作成のいきさつ

ISO/JISQ10012 では測定の不確かさを把握することが要求されている。  
しかし、測定の不確かさを求めるためには高い専門知識が必要である。  
本書は、統計学をはじめとする専門知識が無くても測定データから簡易的に不確かさが求められる様に、多くの企業の過去の経験を基に一連の手順をマニュアル化したものである。

### 5.3.2 測定の不確かさとは何か

「不確かさ」は測定の結果に付随する「疑わしさ」を意味する。  
いかに精巧な計測器を使用しても、どれほど細心に測定を行っても、その測定の結果には常にある程度の疑わしさは残る。  
「不確かさ」は測定の方法・計測器の校正・測定者の能力・測定場の環境変化・測定する製品の性質などが要因となって発生する測定値の「バラツキ(標準偏差)」を示す。  
(このマニュアルでは標準偏差のことを「標準不確かさ」と記載している)  
これらの要因によって発生する測定値の「バラツキ」を測定量の単位でまとめたものが「測定の不確かさ」である。  
「測定の不確かさ」は測定の不完全な部分をまとめて表現したものであり、測定の信頼性を評価して、改善活動につなげていくためのものである。

### 5.3.3 不確かさの概念

実際の測定で知ることの出来る値は『真の値』の推定範囲である。  
測定値は「点」ではなく、「範囲」を持っているという概念である。

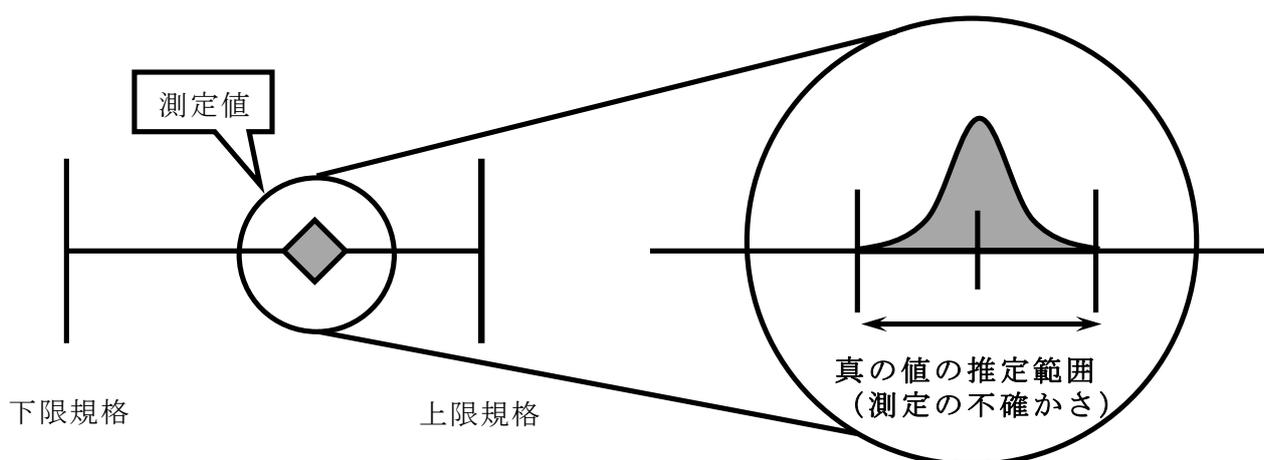


図1 測定の不確かさの概念

### 5.3.4 不確かさの要因

測定の不確かさは様々な要因が重なって生まれる。

例えば長さ測定について特性要因図にすると、概ね図2に示す様な要因が挙げられる。

不確かさを求めるための測定を実施する前に、まず測定条件を標準化する。

実はこの測定条件が曖昧であるために測定の不確かさが大きくなってしまい、計測損失コストが発生してしまっていることが非常に多い。

例えば円筒の直径をデジタルノギスで測定するとする。

- ・測定位置は円筒の中央とする。
- ・測定は十字方向に2ヶ所とする。
- ・2ヶ所の内の最大値を読み取る。
- ・最小読みとり(記録)単位は0.01mm、未満切り捨てとする。

この様なことを標準化しておくだけで、測定の不確かさをある程度小さくすることが出来る。

逆に言うと、測定の不確かさが大きくなる原因は、これらの測定条件が標準化されていないと言っても過言ではない。

もちろん、使用する計測器は校正されていない事には言うまでもない。

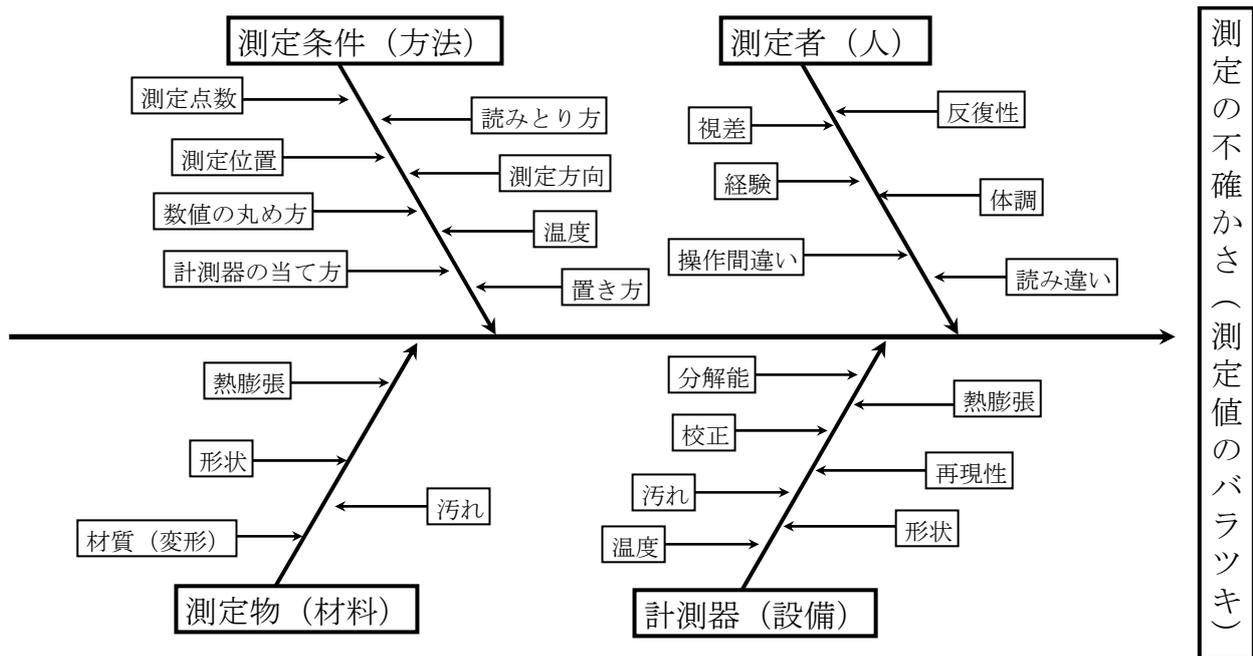


図2 長さ測定の不確かさの要因

本書で解析の対象とする不確かさ要因は、以下の5つである。

もちろんこの他にも不確かさの要因はある。

しかし、経験上、また実務上、これらの要因を押さえておけば充分である。

- ・反復性(人のバラツキ)
- ・再現性(計測器のバラツキ)
- ・計測器の分解能
- ・計測器の校正精度
- ・計測器と測定物の熱膨張

### 5.3.5 不確かさの推定

ここでの例として、製品規格  $100 \pm 0.5\text{mm}$  のアルミ部品を最大測定長 200mm、最小目盛 0.01mm のデジタルノギスで繰り返し 5 回、測定者 3 名で測定した結果を基に不確かさの算出方法を解説する。

#### 1) 反復性と再現性

##### 手順 1)-1

ひとつの部品を繰り返し複数回、複数の測定者で測定してデータを採取する。  
必要最小数は繰り返し測定が 2 回、測定者が 2 名である。  
繰り返し数は 5 回以上、測定者は 3 名以上を推奨する。

##### 手順 1)-2

各データの平均値と  $R(AV) = (\text{最大値} - \text{最小値})$  を求める。  
また各測定者の平均値の最大値と最小値の差  $R(EV)$  も求める。

	Aさん	Bさん	Cさん
1回目	100.13	100.07	100.11
2回目	100.13	100.11	100.10
3回目	100.10	100.17	100.09
4回目	100.16	100.16	100.14
5回目	100.15	100.13	100.15
平均	100.134	100.128	100.118
R(AV)	0.06	0.10	0.06
R(EV)	0.016		

##### 手順 1)-3

$R(AV)$  の最大値と測定回数を基に、早見表①②から反復性の標準不確かさを求める。  
この場合、早見表①の 0.10 と  $n=5$  (繰り返し 5 回測定) の交点の値になる。  
グラフ①から求めても構わない。

反復性の標準不確かさ	43.0 $\mu\text{m}$
------------	--------------------

##### 手順 1)-4

$R(EV)$  と測定者数を基に、早見表①②から再現性の標準不確かさを求める。  
この場合、早見表②の 0.016 と  $n=3$  (測定者 3 名) の交点の値になる。

グラフ②から求めても構わない。

再現性の標準不確かさ	9.5 $\mu$ m
------------	-------------

## 2) 計測器の分解能

### 手順 2)-1

計測器の最小目盛または最小読みとり値を基に、早見表③から標準不確かさを求める。

今回の例では最小目盛0.01mmのデジタルノギスを使用し、0.01mm単位での読み取りと仮定している。

最小目盛と最小読みとり値が異なる場合、最小読みとり値を優先するが、最小読みとり値は計測器精度より細かい桁に出来ないので注意が必要である。

(例)公称精度2  $\mu$  mであれば、可能な最小読みとり値は1  $\mu$  mである。

### 早見表③

最小目盛または 最小読みとり値(mm)	標準不確かさ ( $\pm \mu$ m)
0.001	0.3
0.002	0.6
0.005	1.4
0.01	2.9
0.02	5.8
0.05	14.4
0.1	28.9
0.2	57.7
0.5	144.3
1	288.7
2	577.4
5	1443.4

計測器の分解能の標準不確かさ	2.9 $\mu$ m
----------------	-------------

## 3) 計測器の校正

### 手順 3)-1

早見表④を参照する。

マイクロメータやシリンダーゲージの様に基準をマスター等で合わせてから実施する測定については、マスターの校正の標準不確かさも求めておく。

早見表④

計測器	サイズ (mm)	標準不確かさ (± μm)	
		デジタル	アナログ
ノギス	～200	5.0	12.5
デプスノギス	～300	7.5	20.0
マイクロメータ	～75	0.3	0.5
デプスマイクロ	～150	0.5	0.8
	～225	0.8	1.0
	～300	1.0	1.3
ハイトゲージ	～200	7.5	7.5
	～300	7.5	10.0
ダイヤルゲージ (最小表示量0.01mm)	～25.4	5.0	3.3
	～50.8	10.0	5.0
ダイヤルゲージ (最小表示量0.001mm)	～1	-	1.3
	～5	-	2.5
	～25.4	0.8	-
	～50.8	1.3	-
シリンダーゲージ	-	-	1.3
マスターリング ゲージ	～100	-	2.5
	～300	-	5.0
ブロックゲージ 基準棒	～10	-	0.1
	～25	-	0.2
	～50	-	0.2
	～75	-	0.3
	～100	-	0.3
	～150	-	0.4
	～200	-	0.5
	～250	-	0.6
	～300	-	0.7
三次元測定機 (サイズは測定長)	～50	0.5	-
	～100	0.5	-
	～150	0.5	-
	～200	0.6	-
	～250	0.6	-
	～300	0.7	-

早見表④に記載されていない計測器は計測器の管理精度の1/4を標準不確かさとする。  
 例えば管理精度±0.05mmの計測器であれば、標準不確かさは $0.05\text{mm}/4=12.5\mu\text{m}$ となる。  
 今回の使用計測器は200mmのデジタルノギスであるため、標準不確かさは $5.0\mu\text{m}$ である。

計測器校正の標準不確かさ	5.0 μm
--------------	--------

#### 4) 計測器と測定物の熱膨張

##### 手順 4)-1

測定物と計測器が測定時に達する温度の最高値と最低値を把握する。

この例では測定場の温度が  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  で管理されているとする。

測定物と計測器の温度はこの範囲にあると仮定し、最高値を  $28^\circ\text{C}$ 、最低値を  $18^\circ\text{C}$  と見積もる。

測定物と計測器の温度計測が可能な場合は、計測値を用いても構わない。

##### 手順 4)-2

測定物と計測器の材質を把握する。

計測器の材質は概ね早見表⑤の通りである。

早見表⑤

材質	記号	主な計測器
鉄 (鋼)	F e	ブロックゲージ 基準棒 マスターリングゲージ
ステンレス	S u s	ノギス マイクロメーター シリンダーゲージ デプスノギス デプスマイクロ ハイトゲージ
セラミック	セラ	ブロックゲージ マスターリングゲージ
ガラス	ガラス	三次元測定機 (スケールがガラスで出来ている)

##### 手順 4)-3

測定物と計測器の材質に対応した早見表⑥～⑩より、測定物の最高温度と計測器の最低温度、測定物の最低温度と計測器の最高温度の標準不確かさの2つを読み取る。

読み取った2つの数値の内、大きい方の数値を熱膨張の標準不確かさとして採用する。

早見表⑥より

	測定物 (Al)	計測器 (Sus)	標準不確かさ	採否
Al最高×Sus最低	$28^\circ\text{C}$	$18^\circ\text{C}$	$63.5 \mu\text{m/m}$	○
Al最低×Sus最高	$18^\circ\text{C}$	$28^\circ\text{C}$	$47.7 \mu\text{m/m}$	-

早見表は 1m あたりの標準不確かさであるため、測定長の標準不確かさへ換算する。

測定長は図面のノミナル値で構わない。

今回は図面ノミナル値が 100mm なので、読みとった値の 1/10 が標準不確かさとなる。

早見表⑥より読み取った標準不確かさは  $63.5 \mu\text{m/m}$  であり、測定長の 100mm あたりに換算すると、 $63.5 \mu\text{m} \times 100\text{mm} / 1000\text{mm} = 6.4 \mu\text{m}$  となる。

尚、温度補正付きの三次元測定機を使用する場合、熱膨張は考慮しない。

(標準不確かさはゼロとする。)

計測器と測定物の熱膨張の不確かさ	$6.4 \mu\text{m}$
------------------	-------------------

(参考)

マイクロメータやシリンダーゲージの様に基準をマスター等で合わせてから実施する測定は、以下の手順で標準不確かさを求める。

ここでは、125mm のセラミック製ブロックゲージでマイクロメータをゼロ調整して測定したと仮定する。

手順 4)-4

早見表⑧からアルミ(測定物)とセラミック(マスター)の標準不確かさを読み取る。

早見表⑧より

	測定物(Al)	マスター(セラ)	標準不確かさ	採否
Al最高×セラ最低	28℃	18℃	56.7 μm/m	○
Al最低×セラ最高	18℃	28℃	20.7 μm/m	-

読み取った標準不確かさは 56.7 μm/m である。

ここで、マスター寸法 125mm における標準不確かさに換算する。

$$56.7 \mu\text{m} \times 125\text{mm} / 1000\text{mm} = 7.1 \mu\text{m}$$

手順 4)-5

早見表⑤より、マイクロメータの材質はステンレスとなる。

早見表⑩からステンレス(計測器)とセラミック(マスター)の標準不確かさを読み取る。

早見表⑩より

	計測器(Sus)	マスター(セラ)	標準不確かさ	採否
Sus最高×セラ最低	28℃	18℃	35.7 μm/m	○
Sus最低×セラ最高	18℃	28℃	15.4 μm/m	-

読み取った標準不確かさは 35.7 μm/m である。

ここで、マスター寸法 125mm における標準不確かさに換算する。

$$35.7 \mu\text{m} \times 125\text{mm} / 1000\text{mm} = 4.5 \mu\text{m}$$

手順 4)-6

早見表⑥からアルミ(測定物)とステンレス(計測器)の標準不確かさを読み取る。

早見表⑥より

	測定物(Al)	計測器(Sus)	標準不確かさ	採否
Al最高×Sus最低	28℃	18℃	63.5 μm/m	○
Al最低×Sus最高	18℃	28℃	47.7 μm/m	-

読み取った標準不確かさは 63.5 μm/m である。

ここで、測定物の寸法とマスター寸法の差 25mm における標準不確かさに換算する。  
測定物の寸法は図面ノミナル値で構わない。

$63.5 \mu\text{m} \times 25\text{mm} / 1000\text{mm} = 1.6 \mu\text{m}$
---

手順 4)-7

手順 4-4~6 で求めた 3 つの標準不確かさを不確かさの合成早見表を基に合成する。  
標準不確かさを大きい順に合成していくが、次に合成する標準不確かさが 1/10 以下の場合は、それ以降の合成は不要である。

(合成しても数値はほとんど変化しないためである。)

まずは 7.1 と 4.5 を合成する。

不確かさの合成早見表から、71 と 45 の交点は 84.06 となるので合成値は 8.4 となる。

(ポイント)

7.1 と 4.5 をそれぞれ四捨五入して、7 と 5 の交点を読み取っても良いが、71 と 45 の交点を読み取って 1/10 にした方が、より正確な値を得ることが出来る。

次に 8.4 と 1.6 を合成する。

不確かさの合成早見表から、84 と 16 の交点は 85.51 となるので合成値は 8.6 となる。

(参考) マスターと計測器と測定物の熱膨張の不確かさ	8.6 $\mu\text{m}$
----------------------------	-------------------

5) 合成標準不確かさ

これまで求めた各要因の標準不確かさは以下の通りである。

反復性の標準不確かさ	43.0 $\mu\text{m}$
再現性の標準不確かさ	9.5 $\mu\text{m}$
計測器の分解能の標準不確かさ	2.9 $\mu\text{m}$
計測器校正の標準不確かさ	5.0 $\mu\text{m}$
計測器と測定物の熱膨張の標準不確かさ	6.4 $\mu\text{m}$

手順 5)-1

不確かさの合成早見表を参照し、各標準不確かさを大きい物から順に合成していく。

合成とは各標準不確かさをひとつにまとめる作業である。

標準不確かさを大きい順に合成するが、次に合成する標準不確かさが 1/10 以下の場合は、それ以降の合成は不要である。

(合成しても数値はほとんど変化しないためである。)

小数点以下は四捨五入する。(結果に大きな差異は無い)

43.0  $\mu\text{m}$  と 9.5  $\mu\text{m}$  の合成は早見表の縦軸 43 と横軸 10 の交点の値になる。

43  $\mu\text{m}$  と 10  $\mu\text{m}$  を合成・・・44.15  $\mu\text{m}$

44  $\mu\text{m}$  と 6  $\mu\text{m}$  を合成・・・44.41  $\mu\text{m}$

44  $\mu\text{m}$  と 5  $\mu\text{m}$  を合成・・・44.28  $\mu\text{m}$

ここで、残った 2.9  $\mu\text{m}$  は 44  $\mu\text{m}$  の 1/10 以下なので計算は不要となる。

合成標準不確かさは 44  $\mu\text{m}$  となる。

合成標準不確かさ	44 $\mu\text{m}$
----------	------------------

#### 6) 拡張不確かさ

手順 6)-1

合成標準不確かさを 2 倍する。

記録には必ず ( $\kappa=2$ ) を記載する。標準不確かさを 2 倍したと言う意味である。

拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )	88 $\mu\text{m}$
-----------------------	------------------

### 5.3.6 不確かさの判断

本例では拡張不確かさが 88  $\mu\text{m}$  (幅で  $\pm 88 \mu\text{m}$ ) となった。

一般的に規格幅と拡張不確かさの幅の比が 4 : 1 以上であれば、その測定は許容範囲と言える。

本例における製品の規格幅は 1.0mm ( $\pm 0.5\text{mm}$ ) であり、許容範囲は  $\pm 125 \mu\text{m}$  となる。従って拡張不確かさの幅が  $\pm 88 \mu\text{m}$  であるこの測定は許容出来ると言える。

例えば、100 +0.5/+0.1mm の場合、規格幅は 0.4mm なので  $\pm 0.2\text{mm}$  に相当し、許容範囲は  $\pm 50 \mu\text{m}$  となるので、拡張不確かさの幅が  $\pm 88 \mu\text{m}$  であるこの測定は許容出来ない事になる。

<判断の例>

製品規格 (mm)	規格幅 (mm)	拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )	計算	規格幅との比	判断
100 $\pm$ 0.5	1.0	88 $\mu\text{m}$	1.0/2/0.088	5.7 : 1	○
100 +0.5/+0.1	0.4		0.4/2/0.088	2.3 : 1	×
100 -0.1/-0.6	0.5		0.5/2/0.088	2.8 : 1	×
100 +0.5/-0.3	0.8		0.8/2/0.088	4.5 : 1	○

(注意)

拡張不確かさの許容範囲は、製品の特性(重要度)や測定の目的によって設定することが出来るため、4 : 1 に固執する必要は無い。例えば、製品の種類判別など、必ずしも測定の絶対値の保証を目的としない測定では、4 : 1 を満足しなくても測定の目的を達成出来ることもある。測定の目的を明確にし、品質・コスト・納期を考慮することが大切である。

反復性の標準不確かさ	43.0 $\mu$ m
再現性の標準不確かさ	9.5 $\mu$ m
計測器の分解能の標準不確かさ	2.9 $\mu$ m
計測器の校正精度の標準不確かさ	5.0 $\mu$ m
計測器と測定物の熱膨張の標準不確かさ	6.4 $\mu$ m
合成標準不確かさ	44 $\mu$ m
拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )	88 $\mu$ m

過去の経験則では反復性の標準不確かさが大きくなる傾向にある。

今回の例でも、反復性の標準不確かさが大きくなっているため、作業者の測定スキルを上げることが拡張不確かさを小さくする一番の近道ではないかと考える。

反復性と再現性以外の標準不確かさは計測器を選定する段階で求めることが出来る。

分解能、校正精度、熱膨張の標準不確かさが製品規格に対して大きな割合になる様な計測器の選定は避けたいところである。

計測特性に対して適正な計測器を選定するための指標にして頂ければ幸いである。

### 5.3.7 最後に

測定の不確かさは測定値の信頼性を評価するものであり、ISO/JISQ10012 中でも重要な要求事項で、重要なファクタではあるが、最も大切なのは測定値である。

そのことを忘れない様にしなければならない。

本書では一般的な許容範囲について述べたが、本来、製造現場では測定の不確かさは測定を評価するためだけのものではなく、評価結果を活用して改善活動につなげるためのものでもあることを認識しなければならない。

測定の不確かさが大きいことにより本当は規格内の製品を廃却や手直ししてしまったり、その逆で、規格外の製品を後工程へ流出させてしまったりと言った多くの失敗事例がある。

測定の不確かさを把握することで、不具合品の流出防止、計測損失コストの低減、前工程への正しいデータのフィードバック等、企業利益に貢献出来る計測を推進して頂くことを期待する。

### 5.3.8 注意事項

本書はあくまで不確かさの簡易推定マニュアルである。

推定精度にバラツキが出るが、平均的な見積もり値とご理解頂きたい。

データが少ない場合、推定精度の幅は広がる。

顧客等へ本書で求めた不確かさの値を開示する場合は、その旨充分にご留意頂きたい。

計測器の校正などで、より正確に不確かさを求めたい場合はGUM、MSA、実験計画法などの文献を参考に不確かさを推定することを推奨する。

早見表① Rの値と標準不確かさ(nは繰り返し測定数または測定者人数)

R	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.01	0.009	0.006	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003
0.02	0.018	0.012	0.010	0.009	0.008	0.007	0.007	0.007	0.007
0.03	0.027	0.018	0.015	0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010
0.04	0.035	0.024	0.019	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.013
0.05	0.044	0.030	0.024	0.022	0.020	0.019	0.018	0.017	0.016
0.06	0.053	0.035	0.029	0.026	0.024	0.022	0.021	0.020	0.020
0.07	0.062	0.041	0.034	0.030	0.028	0.026	0.025	0.024	0.023
0.08	0.071	0.047	0.039	0.034	0.032	0.030	0.028	0.027	0.026
0.09	0.080	0.053	0.044	0.039	0.036	0.033	0.032	0.030	0.029
0.10	0.089	0.059	0.049	0.043	0.040	0.037	0.035	0.034	0.033
0.11	0.097	0.065	0.053	0.047	0.043	0.041	0.039	0.037	0.036
0.12	0.106	0.071	0.058	0.052	0.047	0.044	0.042	0.040	0.039
0.13	0.115	0.077	0.063	0.056	0.051	0.048	0.046	0.044	0.042
0.14	0.124	0.083	0.068	0.060	0.055	0.052	0.049	0.047	0.046
0.15	0.133	0.089	0.073	0.065	0.059	0.056	0.053	0.051	0.049
0.16	0.142	0.095	0.078	0.069	0.063	0.059	0.056	0.054	0.052
0.17	0.151	0.100	0.083	0.073	0.067	0.063	0.060	0.057	0.055
0.18	0.159	0.106	0.087	0.077	0.071	0.067	0.063	0.061	0.059
0.19	0.168	0.112	0.092	0.082	0.075	0.070	0.067	0.064	0.062
0.20	0.177	0.118	0.097	0.086	0.079	0.074	0.070	0.067	0.065
0.21	0.186	0.124	0.102	0.090	0.083	0.078	0.074	0.071	0.068
0.22	0.195	0.130	0.107	0.095	0.087	0.081	0.077	0.074	0.072
0.23	0.204	0.136	0.112	0.099	0.091	0.085	0.081	0.078	0.075
0.24	0.213	0.142	0.117	0.103	0.095	0.089	0.084	0.081	0.078
0.25	0.222	0.148	0.122	0.108	0.099	0.093	0.088	0.084	0.081
0.26	0.230	0.154	0.126	0.112	0.103	0.096	0.091	0.088	0.085
0.27	0.239	0.160	0.131	0.116	0.107	0.100	0.095	0.091	0.088
0.28	0.248	0.165	0.136	0.120	0.111	0.104	0.098	0.094	0.091
0.29	0.257	0.171	0.141	0.125	0.115	0.107	0.102	0.098	0.094
0.30	0.266	0.177	0.146	0.129	0.119	0.111	0.105	0.101	0.098
0.31	0.275	0.183	0.151	0.133	0.122	0.115	0.109	0.104	0.101
0.32	0.284	0.189	0.156	0.138	0.126	0.118	0.112	0.108	0.104
0.33	0.292	0.195	0.160	0.142	0.130	0.122	0.116	0.111	0.107
0.34	0.301	0.201	0.165	0.146	0.134	0.126	0.119	0.115	0.111
0.35	0.310	0.207	0.170	0.151	0.138	0.130	0.123	0.118	0.114
0.36	0.319	0.213	0.175	0.155	0.142	0.133	0.126	0.121	0.117
0.37	0.328	0.219	0.180	0.159	0.146	0.137	0.130	0.125	0.120
0.38	0.337	0.225	0.185	0.163	0.150	0.141	0.133	0.128	0.124
0.39	0.346	0.230	0.190	0.168	0.154	0.144	0.137	0.131	0.127
0.40	0.354	0.236	0.194	0.172	0.158	0.148	0.140	0.135	0.130
0.41	0.363	0.242	0.199	0.176	0.162	0.152	0.144	0.138	0.133
0.42	0.372	0.248	0.204	0.181	0.166	0.155	0.147	0.142	0.137
0.43	0.381	0.254	0.209	0.185	0.170	0.159	0.151	0.145	0.140
0.44	0.390	0.260	0.214	0.189	0.174	0.163	0.154	0.148	0.143
0.45	0.399	0.266	0.219	0.194	0.178	0.167	0.158	0.152	0.146
0.46	0.408	0.272	0.224	0.198	0.182	0.170	0.161	0.155	0.150
0.47	0.416	0.278	0.228	0.202	0.186	0.174	0.165	0.158	0.153
0.48	0.425	0.284	0.233	0.206	0.190	0.178	0.168	0.162	0.156
0.49	0.434	0.290	0.238	0.211	0.194	0.181	0.172	0.165	0.159
0.50	0.443	0.296	0.243	0.215	0.198	0.185	0.176	0.169	0.163

※Rと標準不確かさの単位は同じである

早見表② Rの値と標準不確かさ(nは繰り返し測定数または測定者人数)

R	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.001	0.0009	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
0.002	0.0018	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007
0.003	0.0027	0.0018	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
0.004	0.0035	0.0024	0.0019	0.0017	0.0016	0.0015	0.0014	0.0013	0.0013
0.005	0.0044	0.0030	0.0024	0.0022	0.0020	0.0019	0.0018	0.0017	0.0016
0.006	0.0053	0.0035	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0020	0.0020
0.007	0.0062	0.0041	0.0034	0.0030	0.0028	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023
0.008	0.0071	0.0047	0.0039	0.0034	0.0032	0.0030	0.0028	0.0027	0.0026
0.009	0.0080	0.0053	0.0044	0.0039	0.0036	0.0033	0.0032	0.0030	0.0029
0.010	0.0089	0.0059	0.0049	0.0043	0.0040	0.0037	0.0035	0.0034	0.0033
0.011	0.0097	0.0065	0.0053	0.0047	0.0043	0.0041	0.0039	0.0037	0.0036
0.012	0.0106	0.0071	0.0058	0.0052	0.0047	0.0044	0.0042	0.0040	0.0039
0.013	0.0115	0.0077	0.0063	0.0056	0.0051	0.0048	0.0046	0.0044	0.0042
0.014	0.0124	0.0083	0.0068	0.0060	0.0055	0.0052	0.0049	0.0047	0.0046
0.015	0.0133	0.0089	0.0073	0.0065	0.0059	0.0056	0.0053	0.0051	0.0049
0.016	0.0142	0.0095	0.0078	0.0069	0.0063	0.0059	0.0056	0.0054	0.0052
0.017	0.0151	0.0100	0.0083	0.0073	0.0067	0.0063	0.0060	0.0057	0.0055
0.018	0.0159	0.0106	0.0087	0.0077	0.0071	0.0067	0.0063	0.0061	0.0059
0.019	0.0168	0.0112	0.0092	0.0082	0.0075	0.0070	0.0067	0.0064	0.0062
0.020	0.0177	0.0118	0.0097	0.0086	0.0079	0.0074	0.0070	0.0067	0.0065
0.021	0.0186	0.0124	0.0102	0.0090	0.0083	0.0078	0.0074	0.0071	0.0068
0.022	0.0195	0.0130	0.0107	0.0095	0.0087	0.0081	0.0077	0.0074	0.0072
0.023	0.0204	0.0136	0.0112	0.0099	0.0091	0.0085	0.0081	0.0078	0.0075
0.024	0.0213	0.0142	0.0117	0.0103	0.0095	0.0089	0.0084	0.0081	0.0078
0.025	0.0222	0.0148	0.0122	0.0108	0.0099	0.0093	0.0088	0.0084	0.0081
0.026	0.0230	0.0154	0.0126	0.0112	0.0103	0.0096	0.0091	0.0088	0.0085
0.027	0.0239	0.0160	0.0131	0.0116	0.0107	0.0100	0.0095	0.0091	0.0088
0.028	0.0248	0.0165	0.0136	0.0120	0.0111	0.0104	0.0098	0.0094	0.0091
0.029	0.0257	0.0171	0.0141	0.0125	0.0115	0.0107	0.0102	0.0098	0.0094
0.030	0.0266	0.0177	0.0146	0.0129	0.0119	0.0111	0.0105	0.0101	0.0098
0.031	0.0275	0.0183	0.0151	0.0133	0.0122	0.0115	0.0109	0.0104	0.0101
0.032	0.0284	0.0189	0.0156	0.0138	0.0126	0.0118	0.0112	0.0108	0.0104
0.033	0.0292	0.0195	0.0160	0.0142	0.0130	0.0122	0.0116	0.0111	0.0107
0.034	0.0301	0.0201	0.0165	0.0146	0.0134	0.0126	0.0119	0.0115	0.0111
0.035	0.0310	0.0207	0.0170	0.0151	0.0138	0.0130	0.0123	0.0118	0.0114
0.036	0.0319	0.0213	0.0175	0.0155	0.0142	0.0133	0.0126	0.0121	0.0117
0.037	0.0328	0.0219	0.0180	0.0159	0.0146	0.0137	0.0130	0.0125	0.0120
0.038	0.0337	0.0225	0.0185	0.0163	0.0150	0.0141	0.0133	0.0128	0.0124
0.039	0.0346	0.0230	0.0190	0.0168	0.0154	0.0144	0.0137	0.0131	0.0127
0.040	0.0354	0.0236	0.0194	0.0172	0.0158	0.0148	0.0140	0.0135	0.0130
0.041	0.0363	0.0242	0.0199	0.0176	0.0162	0.0152	0.0144	0.0138	0.0133
0.042	0.0372	0.0248	0.0204	0.0181	0.0166	0.0155	0.0147	0.0142	0.0137
0.043	0.0381	0.0254	0.0209	0.0185	0.0170	0.0159	0.0151	0.0145	0.0140
0.044	0.0390	0.0260	0.0214	0.0189	0.0174	0.0163	0.0154	0.0148	0.0143
0.045	0.0399	0.0266	0.0219	0.0194	0.0178	0.0167	0.0158	0.0152	0.0146
0.046	0.0408	0.0272	0.0224	0.0198	0.0182	0.0170	0.0161	0.0155	0.0150
0.047	0.0416	0.0278	0.0228	0.0202	0.0186	0.0174	0.0165	0.0158	0.0153
0.048	0.0425	0.0284	0.0233	0.0206	0.0190	0.0178	0.0168	0.0162	0.0156
0.049	0.0434	0.0290	0.0238	0.0211	0.0194	0.0181	0.0172	0.0165	0.0159
0.050	0.0443	0.0296	0.0243	0.0215	0.0198	0.0185	0.0176	0.0169	0.0163

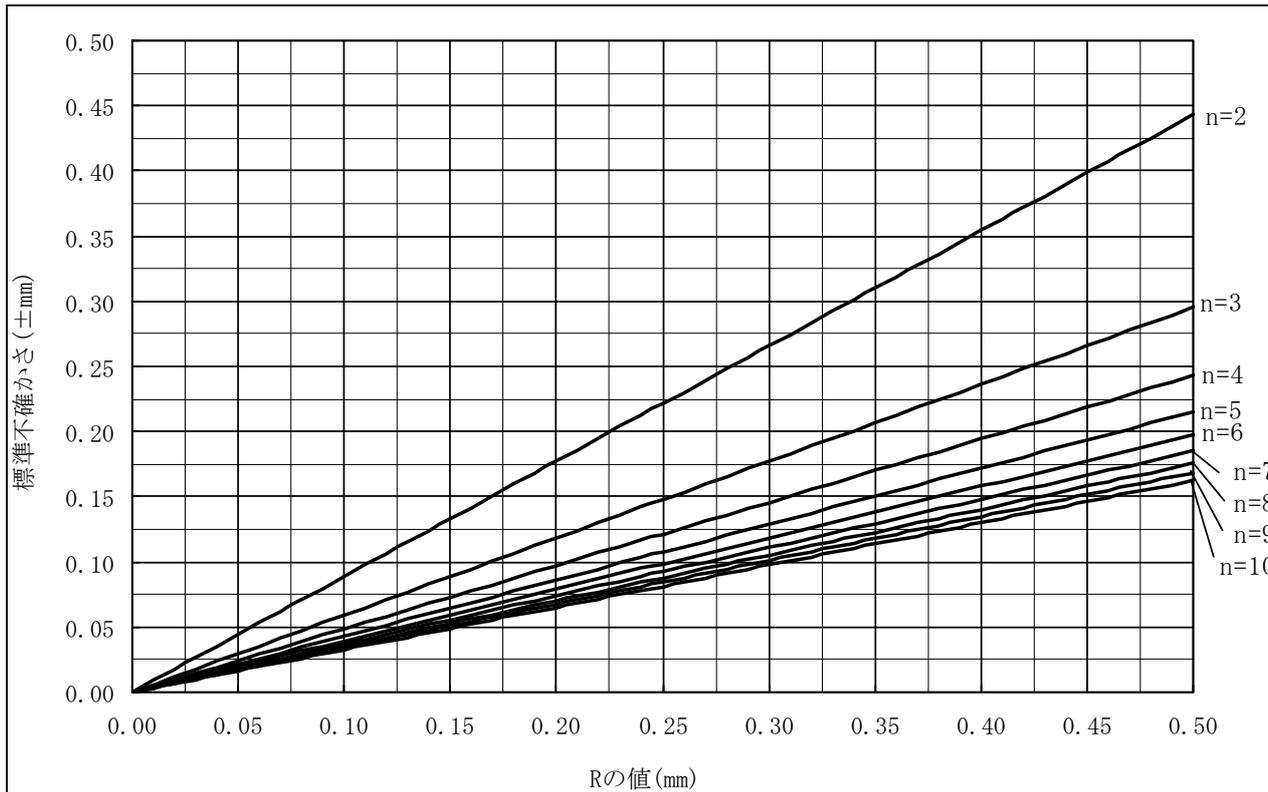
※Rと標準不確かさの単位は同じである

早見表②続き Rの値と標準不確かさ(nは繰り返し測定数または測定者人数)

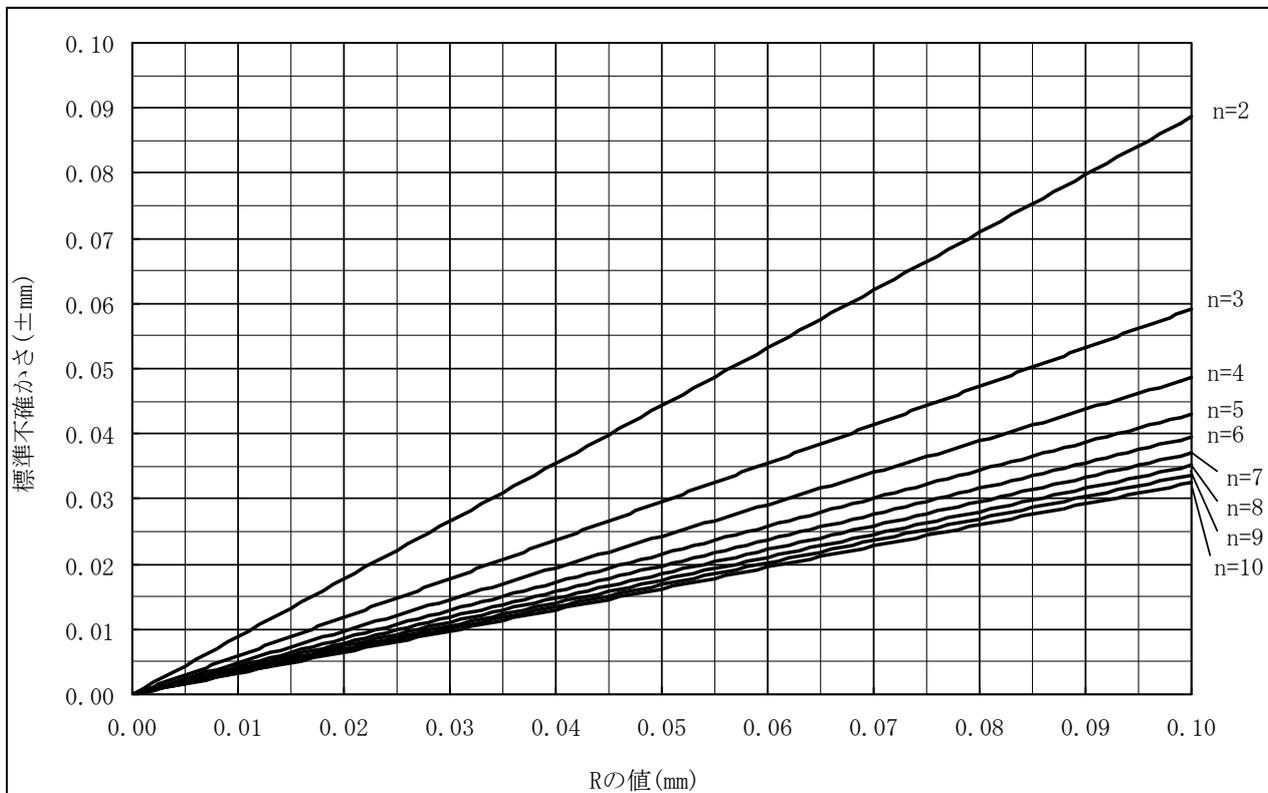
R	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
0.051	0.0452	0.0301	0.0248	0.0219	0.0201	0.0189	0.0179	0.0172	0.0166
0.052	0.0461	0.0307	0.0253	0.0224	0.0205	0.0192	0.0183	0.0175	0.0169
0.053	0.0470	0.0313	0.0258	0.0228	0.0209	0.0196	0.0186	0.0179	0.0172
0.054	0.0478	0.0319	0.0262	0.0232	0.0213	0.0200	0.0190	0.0182	0.0176
0.055	0.0487	0.0325	0.0267	0.0237	0.0217	0.0204	0.0193	0.0185	0.0179
0.056	0.0496	0.0331	0.0272	0.0241	0.0221	0.0207	0.0197	0.0189	0.0182
0.057	0.0505	0.0337	0.0277	0.0245	0.0225	0.0211	0.0200	0.0192	0.0185
0.058	0.0514	0.0343	0.0282	0.0249	0.0229	0.0215	0.0204	0.0195	0.0189
0.059	0.0523	0.0349	0.0287	0.0254	0.0233	0.0218	0.0207	0.0199	0.0192
0.060	0.0532	0.0355	0.0292	0.0258	0.0237	0.0222	0.0211	0.0202	0.0195
0.061	0.0540	0.0361	0.0296	0.0262	0.0241	0.0226	0.0214	0.0206	0.0198
0.062	0.0549	0.0366	0.0301	0.0267	0.0245	0.0229	0.0218	0.0209	0.0202
0.063	0.0558	0.0372	0.0306	0.0271	0.0249	0.0233	0.0221	0.0212	0.0205
0.064	0.0567	0.0378	0.0311	0.0275	0.0253	0.0237	0.0225	0.0216	0.0208
0.065	0.0576	0.0384	0.0316	0.0280	0.0257	0.0241	0.0228	0.0219	0.0211
0.066	0.0585	0.0390	0.0321	0.0284	0.0261	0.0244	0.0232	0.0222	0.0215
0.067	0.0594	0.0396	0.0326	0.0288	0.0265	0.0248	0.0235	0.0226	0.0218
0.068	0.0602	0.0402	0.0330	0.0292	0.0269	0.0252	0.0239	0.0229	0.0221
0.069	0.0611	0.0408	0.0335	0.0297	0.0273	0.0255	0.0242	0.0233	0.0224
0.070	0.0620	0.0414	0.0340	0.0301	0.0277	0.0259	0.0246	0.0236	0.0228
0.071	0.0629	0.0420	0.0345	0.0305	0.0280	0.0263	0.0249	0.0239	0.0231
0.072	0.0638	0.0426	0.0350	0.0310	0.0284	0.0266	0.0253	0.0243	0.0234
0.073	0.0647	0.0431	0.0355	0.0314	0.0288	0.0270	0.0256	0.0246	0.0237
0.074	0.0656	0.0437	0.0360	0.0318	0.0292	0.0274	0.0260	0.0249	0.0241
0.075	0.0665	0.0443	0.0365	0.0323	0.0296	0.0278	0.0263	0.0253	0.0244
0.076	0.0673	0.0449	0.0369	0.0327	0.0300	0.0281	0.0267	0.0256	0.0247
0.077	0.0682	0.0455	0.0374	0.0331	0.0304	0.0285	0.0270	0.0259	0.0250
0.078	0.0691	0.0461	0.0379	0.0335	0.0308	0.0289	0.0274	0.0263	0.0254
0.079	0.0700	0.0467	0.0384	0.0340	0.0312	0.0292	0.0277	0.0266	0.0257
0.080	0.0709	0.0473	0.0389	0.0344	0.0316	0.0296	0.0281	0.0270	0.0260
0.081	0.0718	0.0479	0.0394	0.0348	0.0320	0.0300	0.0284	0.0273	0.0263
0.082	0.0727	0.0485	0.0399	0.0353	0.0324	0.0303	0.0288	0.0276	0.0267
0.083	0.0735	0.0491	0.0403	0.0357	0.0328	0.0307	0.0291	0.0280	0.0270
0.084	0.0744	0.0496	0.0408	0.0361	0.0332	0.0311	0.0295	0.0283	0.0273
0.085	0.0753	0.0502	0.0413	0.0366	0.0336	0.0315	0.0298	0.0286	0.0276
0.086	0.0762	0.0508	0.0418	0.0370	0.0340	0.0318	0.0302	0.0290	0.0280
0.087	0.0771	0.0514	0.0423	0.0374	0.0344	0.0322	0.0305	0.0293	0.0283
0.088	0.0780	0.0520	0.0428	0.0378	0.0348	0.0326	0.0309	0.0297	0.0286
0.089	0.0789	0.0526	0.0433	0.0383	0.0352	0.0329	0.0312	0.0300	0.0289
0.090	0.0797	0.0532	0.0437	0.0387	0.0356	0.0333	0.0316	0.0303	0.0293
0.091	0.0806	0.0538	0.0442	0.0391	0.0359	0.0337	0.0319	0.0307	0.0296
0.092	0.0815	0.0544	0.0447	0.0396	0.0363	0.0340	0.0323	0.0310	0.0299
0.093	0.0824	0.0550	0.0452	0.0400	0.0367	0.0344	0.0326	0.0313	0.0302
0.094	0.0833	0.0556	0.0457	0.0404	0.0371	0.0348	0.0330	0.0317	0.0306
0.095	0.0842	0.0561	0.0462	0.0409	0.0375	0.0352	0.0333	0.0320	0.0309
0.096	0.0851	0.0567	0.0467	0.0413	0.0379	0.0355	0.0337	0.0324	0.0312
0.097	0.0859	0.0573	0.0471	0.0417	0.0383	0.0359	0.0340	0.0327	0.0315
0.098	0.0868	0.0579	0.0476	0.0421	0.0387	0.0363	0.0344	0.0330	0.0319
0.099	0.0877	0.0585	0.0481	0.0426	0.0391	0.0366	0.0347	0.0334	0.0322
0.100	0.0886	0.0591	0.0486	0.0430	0.0395	0.0370	0.0351	0.0337	0.0325

※Rと標準不確かさの単位は同じである

グラフ① Rの値と標準不確かさ (nは繰り返し測定数または測定者人数)



グラフ② Rの値と標準不確かさ (nは繰り返し測定数または測定者人数)



早見表⑥ アルミとステンレスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Al \ Sus	ステンレスの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	26.3	47.5	51.7	56.0	60.2	64.5	68.7	72.9	77.2	81.4	85.7	89.9	94.2	98.4	102.7	106.9	111.1	132.4	153.6	
15	8.1	13.1	17.4	21.6	25.9	30.1	34.4	38.6	42.8	47.1	51.3	55.6	59.8	64.1	68.3	72.5	76.8	98.0	119.2	
16	15.0	6.3	10.5	14.8	19.0	23.2	27.5	31.7	36.0	40.2	44.5	48.7	52.9	57.2	61.4	65.7	69.9	91.1	112.4	
17	21.8	0.6	3.6	7.9	12.1	16.4	20.6	24.9	29.1	33.3	37.6	41.8	46.1	50.3	54.6	58.8	63.0	84.3	105.5	
18	28.7	7.5	3.2	1.0	5.3	9.5	13.7	18.0	22.2	26.5	30.7	35.0	39.2	43.4	47.7	51.9	56.2	77.4	98.6	
19	35.6	14.3	10.1	5.9	1.6	2.6	6.9	11.1	15.4	19.6	23.8	28.1	32.3	36.6	40.8	45.1	49.3	70.5	91.7	
20	42.4	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	63.7	84.9	
21	49.3	28.1	23.8	19.6	15.4	11.1	6.9	2.6	1.6	5.9	10.1	14.3	18.6	22.8	27.1	31.3	35.6	56.8	78.0	
22	56.2	35.0	30.7	26.5	22.2	18.0	13.7	9.5	5.3	1.0	3.2	7.5	11.7	16.0	20.2	24.5	28.7	49.9	71.1	
23	63.0	41.8	37.6	33.3	29.1	24.9	20.6	16.4	12.1	7.9	3.6	0.6	4.8	9.1	13.3	17.6	21.8	43.0	64.3	
24	69.9	48.7	44.5	40.2	36.0	31.7	27.5	23.2	19.0	14.8	10.5	6.3	2.0	2.2	6.5	10.7	15.0	36.2	57.4	
25	76.8	55.6	51.3	47.1	42.8	38.6	34.4	30.1	25.9	21.6	17.4	13.1	8.9	4.6	0.4	3.8	8.1	29.3	50.5	
26	83.7	62.4	58.2	54.0	49.7	45.5	41.2	37.0	32.7	28.5	24.2	20.0	15.8	11.5	7.3	3.0	1.2	22.4	43.6	
27	90.5	69.3	65.1	60.8	56.6	52.3	48.1	43.8	39.6	35.4	31.1	26.9	22.6	18.4	14.1	9.9	5.7	15.6	36.8	
28	97.4	76.2	71.9	67.7	63.5	59.2	55.0	50.7	46.5	42.2	38.0	33.7	29.5	25.3	21.0	16.8	12.5	8.7	29.9	
29	104.3	83.1	78.8	74.6	70.3	66.1	61.8	57.6	53.3	49.1	44.9	40.6	36.4	32.1	27.9	23.6	19.4	1.8	23.0	
30	111.1	89.9	85.7	81.4	77.2	72.9	68.7	64.5	60.2	56.0	51.7	47.5	43.2	39.0	34.8	30.5	26.3	5.1	16.2	
35	145.5	124.3	120.0	115.8	111.5	107.3	103.1	98.8	94.6	90.3	86.1	81.8	77.6	73.4	69.1	64.9	60.6	39.4	18.2	
40	179.8	158.6	154.4	150.1	145.9	141.7	137.4	133.2	128.9	124.7	120.4	116.2	111.9	107.7	103.5	99.2	95.0	73.8	52.5	

早見表⑦ アルミと鉄(鋼)の熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Al \ Fe	鉄(鋼)の温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	35.5	52.1	55.4	58.7	62.1	65.4	68.7	72.0	75.3	78.7	82.0	85.3	88.6	91.9	95.3	98.6	101.9	118.5	135.1	
15	1.2	17.8	21.1	24.4	27.7	31.0	34.4	37.7	41.0	44.3	47.6	51.0	54.3	57.6	60.9	64.2	67.5	84.1	100.7	
16	5.7	10.9	14.2	17.5	20.8	24.2	27.5	30.8	34.1	37.4	40.8	44.1	47.4	50.7	54.0	57.4	60.7	77.3	93.9	
17	12.6	4.0	7.3	10.7	14.0	17.3	20.6	23.9	27.3	30.6	33.9	37.2	40.5	43.8	47.2	50.5	53.8	70.4	87.0	
18	19.5	2.9	0.5	3.8	7.1	10.4	13.7	17.1	20.4	23.7	27.0	30.3	33.7	37.0	40.3	43.6	46.9	63.5	80.1	
19	26.3	9.7	6.4	3.1	0.2	3.6	6.9	10.2	13.5	16.8	20.1	23.5	26.8	30.1	33.4	36.7	40.1	56.7	73.3	
20	33.2	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	49.8	66.4	
21	40.1	23.5	20.1	16.8	13.5	10.2	6.9	3.6	0.2	3.1	6.4	9.7	13.0	16.4	19.7	23.0	26.3	42.9	59.5	
22	46.9	30.3	27.0	23.7	20.4	17.1	13.7	10.4	7.1	3.8	0.5	2.9	6.2	9.5	12.8	16.1	19.5	36.1	52.7	
23	53.8	37.2	33.9	30.6	27.3	23.9	20.6	17.3	14.0	10.7	7.3	4.0	0.7	2.6	5.9	9.3	12.6	29.2	45.8	
24	60.7	44.1	40.8	37.4	34.1	30.8	27.5	24.2	20.8	17.5	14.2	10.9	7.6	4.2	0.9	2.4	5.7	22.3	38.9	
25	67.5	51.0	47.6	44.3	41.0	37.7	34.4	31.0	27.7	24.4	21.1	17.8	14.4	11.1	7.8	4.5	1.2	15.4	32.0	
26	74.4	57.8	54.5	51.2	47.9	44.5	41.2	37.9	34.6	31.3	27.9	24.6	21.3	18.0	14.7	11.3	8.0	8.6	25.2	
27	81.3	64.7	61.4	58.1	54.7	51.4	48.1	44.8	41.5	38.1	34.8	31.5	28.2	24.9	21.5	18.2	14.9	1.7	18.3	
28	88.2	71.6	68.2	64.9	61.6	58.3	55.0	51.6	48.3	45.0	41.7	38.4	35.0	31.7	28.4	25.1	21.8	5.2	11.4	
29	95.0	78.4	75.1	71.8	68.5	65.2	61.8	58.5	55.2	51.9	48.6	45.2	41.9	38.6	35.3	32.0	28.6	12.0	4.6	
30	101.9	85.3	82.0	78.7	75.3	72.0	68.7	65.4	62.1	58.7	55.4	52.1	48.8	45.5	42.1	38.8	35.5	18.9	2.3	
35	136.3	119.7	116.3	113.0	109.7	106.4	103.1	99.7	96.4	93.1	89.8	86.5	83.1	79.8	76.5	73.2	69.9	53.3	36.7	
40	170.6	154.0	150.7	147.4	144.0	140.7	137.4	134.1	130.8	127.5	124.1	120.8	117.5	114.2	110.9	107.5	104.2	87.6	71.0	

早見表⑧ アルミとセラミックの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Al\セラ	セラミックの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	60.0	64.4	65.2	66.1	67.0	67.8	68.7	69.6	70.4	71.3	72.2	73.0	73.9	74.8	75.6	76.5	77.4	81.7	86.0	
15	25.7	30.0	30.9	31.8	32.6	33.5	34.4	35.2	36.1	37.0	37.8	38.7	39.5	40.4	41.3	42.1	43.0	47.3	51.7	
16	18.8	23.2	24.0	24.9	25.7	26.6	27.5	28.3	29.2	30.1	30.9	31.8	32.7	33.5	34.4	35.3	36.1	40.5	44.8	
17	12.0	16.3	17.1	18.0	18.9	19.7	20.6	21.5	22.3	23.2	24.1	24.9	25.8	26.7	27.5	28.4	29.3	33.6	37.9	
18	5.1	9.4	10.3	11.1	12.0	12.9	13.7	14.6	15.5	16.3	17.2	18.1	18.9	19.8	20.7	21.5	22.4	26.7	31.1	
19	1.8	2.5	3.4	4.3	5.1	6.0	6.9	7.7	8.6	9.5	10.3	11.2	12.1	12.9	13.8	14.7	15.5	19.9	24.2	
20	8.7	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	13.0	17.3	
21	15.5	11.2	10.3	9.5	8.6	7.7	6.9	6.0	5.1	4.3	3.4	2.5	1.7	0.8	0.1	0.9	1.8	6.1	10.5	
22	22.4	18.1	17.2	16.3	15.5	14.6	13.7	12.9	12.0	11.1	10.3	9.4	8.5	7.7	6.8	5.9	5.1	0.8	3.6	
23	29.3	24.9	24.1	23.2	22.3	21.5	20.6	19.7	18.9	18.0	17.1	16.3	15.4	14.5	13.7	12.8	12.0	7.6	3.3	
24	36.1	31.8	30.9	30.1	29.2	28.3	27.5	26.6	25.7	24.9	24.0	23.2	22.3	21.4	20.6	19.7	18.8	14.5	10.2	
25	43.0	38.7	37.8	37.0	36.1	35.2	34.4	33.5	32.6	31.8	30.9	30.0	29.2	28.3	27.4	26.6	25.7	21.4	17.0	
26	49.9	45.6	44.7	43.8	43.0	42.1	41.2	40.4	39.5	38.6	37.8	36.9	36.0	35.2	34.3	33.4	32.6	28.2	23.9	
27	56.8	52.4	51.6	50.7	49.8	49.0	48.1	47.2	46.4	45.5	44.6	43.8	42.9	42.0	41.2	40.3	39.4	35.1	30.8	
28	63.6	59.3	58.4	57.6	56.7	55.8	55.0	54.1	53.2	52.4	51.5	50.6	49.8	48.9	48.0	47.2	46.3	42.0	37.6	
29	70.5	66.2	65.3	64.4	63.6	62.7	61.8	61.0	60.1	59.2	58.4	57.5	56.6	55.8	54.9	54.0	53.2	48.8	44.5	
30	77.4	73.0	72.2	71.3	70.4	69.6	68.7	67.8	67.0	66.1	65.2	64.4	63.5	62.6	61.8	60.9	60.0	55.7	51.4	
35	111.7	107.4	106.5	105.7	104.8	103.9	103.1	102.2	101.3	100.5	99.6	98.7	97.9	97.0	96.1	95.3	94.4	90.1	85.7	
40	146.1	141.7	140.9	140.0	139.1	138.3	137.4	136.5	135.7	134.8	133.9	133.1	132.2	131.3	130.5	129.6	128.7	124.4	120.1	

早見表⑨ アルミとガラスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Al\ガラス	ガラスの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	45.3	57.0	59.4	61.7	64.0	66.4	68.7	71.0	73.4	75.7	78.1	80.4	82.7	85.1	87.4	89.7	92.1	103.8	115.5	
15	11.0	22.7	25.0	27.3	29.7	32.0	34.4	36.7	39.0	41.4	43.7	46.0	48.4	50.7	53.1	55.4	57.7	69.4	81.1	
16	4.1	15.8	18.1	20.5	22.8	25.1	27.5	29.8	32.2	34.5	36.8	39.2	41.5	43.8	46.2	48.5	50.9	62.6	74.2	
17	2.8	8.9	11.3	13.6	15.9	18.3	20.6	22.9	25.3	27.6	30.0	32.3	34.6	37.0	39.3	41.7	44.0	55.7	67.4	
18	9.6	2.0	4.4	6.7	9.1	11.4	13.7	16.1	18.4	20.8	23.1	25.4	27.8	30.1	32.4	34.8	37.1	48.8	60.5	
19	16.5	4.8	2.5	0.1	2.2	4.5	6.9	9.2	11.5	13.9	16.2	18.6	20.9	23.2	25.6	27.9	30.3	41.9	53.6	
20	23.4	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	35.1	46.8	
21	30.3	18.6	16.2	13.9	11.5	9.2	6.9	4.5	2.2	0.1	2.5	4.8	7.2	9.5	11.8	14.2	16.5	28.2	39.9	
22	37.1	25.4	23.1	20.8	18.4	16.1	13.7	11.4	9.1	6.7	4.4	2.0	0.3	2.6	5.0	7.3	9.6	21.3	33.0	
23	44.0	32.3	30.0	27.6	25.3	22.9	20.6	18.3	15.9	13.6	11.3	8.9	6.6	4.2	1.9	0.4	2.8	14.5	26.2	
24	50.9	39.2	36.8	34.5	32.2	29.8	27.5	25.1	22.8	20.5	18.1	15.8	13.5	11.1	8.8	6.4	4.1	7.6	19.3	
25	57.7	46.0	43.7	41.4	39.0	36.7	34.4	32.0	29.7	27.3	25.0	22.7	20.3	18.0	15.6	13.3	11.0	0.7	12.4	
26	64.6	52.9	50.6	48.2	45.9	43.6	41.2	38.9	36.5	34.2	31.9	29.5	27.2	24.9	22.5	20.2	17.8	6.1	5.5	
27	71.5	59.8	57.4	55.1	52.8	50.4	48.1	45.8	43.4	41.1	38.7	36.4	34.1	31.7	29.4	27.0	24.7	13.0	1.3	
28	78.3	66.7	64.3	62.0	59.6	57.3	55.0	52.6	50.3	47.9	45.6	43.3	40.9	38.6	36.3	33.9	31.6	19.9	8.2	
29	85.2	73.5	71.2	68.8	66.5	64.2	61.8	59.5	57.2	54.8	52.5	50.1	47.8	45.5	43.1	40.8	38.5	26.8	15.1	
30	92.1	80.4	78.1	75.7	73.4	71.0	68.7	66.4	64.0	61.7	59.4	57.0	54.7	52.3	50.0	47.7	45.3	33.6	21.9	
35	126.4	114.7	112.4	110.1	107.7	105.4	103.1	100.7	98.4	96.0	93.7	91.4	89.0	86.7	84.4	82.0	79.7	68.0	56.3	
40	160.8	149.1	146.8	144.4	142.1	139.7	137.4	135.1	132.7	130.4	128.1	125.7	123.4	121.0	118.7	116.4	114.0	102.3	90.6	

早見表⑩ 鉄(鋼)と鉄(鋼)の熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Fe\Fe	鉄(鋼)の温度[℃]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	0.0	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	36.5	39.8	43.2	46.5	49.8	53.1	56.4	59.8	63.1	66.4	83.0	99.6	
15	16.6	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	36.5	39.8	43.2	46.5	49.8	66.4	83.0	
16	19.9	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	36.5	39.8	43.2	46.5	63.1	79.7	
17	23.2	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	36.5	39.8	43.2	59.8	76.4	
18	26.6	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	36.5	39.8	56.4	73.0	
19	29.9	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	36.5	53.1	69.7	
20	33.2	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	33.2	49.8	66.4	
21	36.5	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	29.9	46.5	63.1	
22	39.8	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	26.6	43.2	59.8	
23	43.2	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	23.2	39.8	56.4	
24	46.5	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	19.9	36.5	53.1	
25	49.8	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	16.6	33.2	49.8	
26	53.1	36.5	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	13.3	29.9	46.5	
27	56.4	39.8	36.5	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	10.0	26.6	43.2	
28	59.8	43.2	39.8	36.5	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	6.6	23.2	39.8	
29	63.1	46.5	43.2	39.8	36.5	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	3.3	19.9	36.5	
30	66.4	49.8	46.5	43.2	39.8	36.5	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	13.3	10.0	6.6	3.3	0.0	16.6	33.2	
35	83.0	66.4	63.1	59.8	56.4	53.1	49.8	46.5	43.2	39.8	36.5	33.2	29.9	26.6	23.2	19.9	16.6	0.0	16.6	
40	99.6	83.0	79.7	76.4	73.0	69.7	66.4	63.1	59.8	56.4	53.1	49.8	46.5	43.2	39.8	36.5	33.2	16.6	0.0	

熱膨張係数[℃]

早見表⑪ 鉄(鋼)とステンレスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Fe\Sus	ステンレスの温度[℃]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	9.2	12.0	16.2	20.5	24.7	29.0	33.2	37.4	41.7	45.9	50.2	54.4	58.7	62.9	67.1	71.4	75.6	96.9	118.1	
15	25.8	4.6	0.4	3.9	8.1	12.4	16.6	20.8	25.1	29.3	33.6	37.8	42.1	46.3	50.5	54.8	59.0	80.3	101.5	
16	29.2	7.9	3.7	0.5	4.8	9.0	13.3	17.5	21.8	26.0	30.3	34.5	38.7	43.0	47.2	51.5	55.7	76.9	98.1	
17	32.5	11.3	7.0	2.8	1.5	5.7	10.0	14.2	18.4	22.7	26.9	31.2	35.4	39.7	43.9	48.2	52.4	73.6	94.8	
18	35.8	14.6	10.3	6.1	1.8	2.4	6.6	10.9	15.1	19.4	23.6	27.9	32.1	36.3	40.6	44.8	49.1	70.3	91.5	
19	39.1	17.9	13.7	9.4	5.2	0.9	3.3	7.6	11.8	16.1	20.3	24.5	28.8	33.0	37.3	41.5	45.8	67.0	88.2	
20	42.4	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	63.7	84.9	
21	45.8	24.5	20.3	16.1	11.8	7.6	3.3	0.9	5.2	9.4	13.7	17.9	22.1	26.4	30.6	34.9	39.1	60.3	81.6	
22	49.1	27.9	23.6	19.4	15.1	10.9	6.6	2.4	1.8	6.1	10.3	14.6	18.8	23.1	27.3	31.6	35.8	57.0	78.2	
23	52.4	31.2	26.9	22.7	18.4	14.2	10.0	5.7	1.5	2.8	7.0	11.3	15.5	19.7	24.0	28.2	32.5	53.7	74.9	
24	55.7	34.5	30.3	26.0	21.8	17.5	13.3	9.0	4.8	0.5	3.7	7.9	12.2	16.4	20.7	24.9	29.2	50.4	71.6	
25	59.0	37.8	33.6	29.3	25.1	20.8	16.6	12.4	8.1	3.9	0.4	4.6	8.9	13.1	17.3	21.6	25.8	47.1	68.3	
26	62.4	41.1	36.9	32.6	28.4	24.2	19.9	15.7	11.4	7.2	2.9	1.3	5.5	9.8	14.0	18.3	22.5	43.7	65.0	
27	65.7	44.5	40.2	36.0	31.7	27.5	23.2	19.0	14.8	10.5	6.3	2.0	2.2	6.5	10.7	15.0	19.2	40.4	61.6	
28	69.0	47.8	43.5	39.3	35.0	30.8	26.6	22.3	18.1	13.8	9.6	5.3	1.1	3.1	7.4	11.6	15.9	37.1	58.3	
29	72.3	51.1	46.9	42.6	38.4	34.1	29.9	25.6	21.4	17.1	12.9	8.7	4.4	0.2	4.1	8.3	12.6	33.8	55.0	
30	75.6	54.4	50.2	45.9	41.7	37.4	33.2	29.0	24.7	20.5	16.2	12.0	7.7	3.5	0.8	5.0	9.2	30.5	51.7	
35	92.2	71.0	66.8	62.5	58.3	54.0	49.8	45.6	41.3	37.1	32.8	28.6	24.3	20.1	15.8	11.6	7.4	13.9	35.1	
40	108.8	87.6	83.4	79.1	74.9	70.6	66.4	62.2	57.9	53.7	49.4	45.2	40.9	36.7	32.4	28.2	24.0	2.7	18.5	

熱膨張係数[℃]

早見表⑫ 鉄(鋼)とセラミックの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Fe\セラ	セラミックの温度[°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	24.5	28.9	29.7	30.6	31.5	32.3	33.2	34.1	34.9	35.8	36.7	37.5	38.4	39.3	40.1	41.0	41.9	46.2	50.5	
15	7.9	12.3	13.1	14.0	14.9	15.7	16.6	17.5	18.3	19.2	20.1	20.9	21.8	22.7	23.5	24.4	25.3	29.6	33.9	
16	4.6	8.9	9.8	10.7	11.5	12.4	13.3	14.1	15.0	15.9	16.7	17.6	18.5	19.3	20.2	21.1	21.9	26.3	30.6	
17	1.3	5.6	6.5	7.4	8.2	9.1	10.0	10.8	11.7	12.6	13.4	14.3	15.2	16.0	16.9	17.8	18.6	22.9	27.3	
18	2.0	2.3	3.2	4.0	4.9	5.8	6.6	7.5	8.4	9.2	10.1	11.0	11.8	12.7	13.6	14.4	15.3	19.6	24.0	
19	5.3	1.0	0.1	0.7	1.6	2.5	3.3	4.2	5.1	5.9	6.8	7.6	8.5	9.4	10.2	11.1	12.0	16.3	20.6	
20	8.7	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	13.0	17.3	
21	12.0	7.6	6.8	5.9	5.1	4.2	3.3	2.5	1.6	0.7	0.1	1.0	1.9	2.7	3.6	4.5	5.3	9.7	14.0	
22	15.3	11.0	10.1	9.2	8.4	7.5	6.6	5.8	4.9	4.0	3.2	2.3	1.4	0.6	0.3	1.2	2.0	6.4	10.7	
23	18.6	14.3	13.4	12.6	11.7	10.8	10.0	9.1	8.2	7.4	6.5	5.6	4.8	3.9	3.0	2.2	1.3	3.0	7.4	
24	21.9	17.6	16.7	15.9	15.0	14.1	13.3	12.4	11.5	10.7	9.8	8.9	8.1	7.2	6.4	5.5	4.6	0.3	4.0	
25	25.3	20.9	20.1	19.2	18.3	17.5	16.6	15.7	14.9	14.0	13.1	12.3	11.4	10.5	9.7	8.8	7.9	3.6	0.7	
26	28.6	24.2	23.4	22.5	21.7	20.8	19.9	19.1	18.2	17.3	16.5	15.6	14.7	13.9	13.0	12.1	11.3	6.9	2.6	
27	31.9	27.6	26.7	25.8	25.0	24.1	23.2	22.4	21.5	20.6	19.8	18.9	18.0	17.2	16.3	15.4	14.6	10.2	5.9	
28	35.2	30.9	30.0	29.2	28.3	27.4	26.6	25.7	24.8	24.0	23.1	22.2	21.4	20.5	19.6	18.8	17.9	13.6	9.2	
29	38.5	34.2	33.3	32.5	31.6	30.7	29.9	29.0	28.1	27.3	26.4	25.5	24.7	23.8	22.9	22.1	21.2	16.9	12.6	
30	41.9	37.5	36.7	35.8	34.9	34.1	33.2	32.3	31.5	30.6	29.7	28.9	28.0	27.1	26.3	25.4	24.5	20.2	15.9	
35	58.5	54.1	53.3	52.4	51.5	50.7	49.8	48.9	48.1	47.2	46.3	45.5	44.6	43.7	42.9	42.0	41.1	36.8	32.5	
40	75.1	70.7	69.9	69.0	68.1	67.3	66.4	65.5	64.7	63.8	62.9	62.1	61.2	60.3	59.5	58.6	57.7	53.4	49.1	

熱膨張の係数[°C]

早見表⑬ 鉄(鋼)とガラスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Fe\ガラス	ガラスの温度[°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	9.8	21.5	23.8	26.2	28.5	30.9	33.2	35.5	37.9	40.2	42.6	44.9	47.2	49.6	51.9	54.2	56.6	68.3	80.0	
15	6.8	4.9	7.2	9.6	11.9	14.3	16.6	18.9	21.3	23.6	26.0	28.3	30.6	33.0	35.3	37.6	40.0	51.7	63.4	
16	10.1	1.6	3.9	6.3	8.6	10.9	13.3	15.6	18.0	20.3	22.6	25.0	27.3	29.6	32.0	34.3	36.7	48.4	60.0	
17	13.4	1.7	0.6	2.9	5.3	7.6	10.0	12.3	14.6	17.0	19.3	21.7	24.0	26.3	28.7	31.0	33.3	45.0	56.7	
18	16.7	5.1	2.7	0.4	2.0	4.3	6.6	9.0	11.3	13.7	16.0	18.3	20.7	23.0	25.3	27.7	30.0	41.7	53.4	
19	20.1	8.4	6.0	3.7	1.4	1.0	3.3	5.7	8.0	10.3	12.7	15.0	17.3	19.7	22.0	24.4	26.7	38.4	50.1	
20	23.4	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	35.1	46.8	
21	26.7	15.0	12.7	10.3	8.0	5.7	3.3	1.0	1.4	3.7	6.0	8.4	10.7	13.0	15.4	17.7	20.1	31.8	43.4	
22	30.0	18.3	16.0	13.7	11.3	9.0	6.6	4.3	2.0	0.4	2.7	5.1	7.4	9.7	12.1	14.4	16.7	28.4	40.1	
23	33.3	21.7	19.3	17.0	14.6	12.3	10.0	7.6	5.3	2.9	0.6	1.7	4.1	6.4	8.7	11.1	13.4	25.1	36.8	
24	36.7	25.0	22.6	20.3	18.0	15.6	13.3	10.9	8.6	6.3	3.9	1.6	0.8	3.1	5.4	7.8	10.1	21.8	33.5	
25	40.0	28.3	26.0	23.6	21.3	18.9	16.6	14.3	11.9	9.6	7.2	4.9	2.6	0.2	2.1	4.4	6.8	18.5	30.2	
26	43.3	31.6	29.3	26.9	24.6	22.3	19.9	17.6	15.2	12.9	10.6	8.2	5.9	3.6	1.2	1.1	3.5	15.2	26.8	
27	46.6	34.9	32.6	30.3	27.9	25.6	23.2	20.9	18.6	16.2	13.9	11.5	9.2	6.9	4.5	2.2	0.1	11.8	23.5	
28	49.9	38.2	35.9	33.6	31.2	28.9	26.6	24.2	21.9	19.5	17.2	14.9	12.5	10.2	7.9	5.5	3.2	8.5	20.2	
29	53.3	41.6	39.2	36.9	34.6	32.2	29.9	27.5	25.2	22.9	20.5	18.2	15.8	13.5	11.2	8.8	6.5	5.2	16.9	
30	56.6	44.9	42.6	40.2	37.9	35.5	33.2	30.9	28.5	26.2	23.8	21.5	19.2	16.8	14.5	12.2	9.8	1.9	13.6	
35	73.2	61.5	59.1	56.8	54.5	52.1	49.8	47.5	45.1	42.8	40.4	38.1	35.8	33.4	31.1	28.8	26.4	14.7	3.0	
40	89.8	78.1	75.7	73.4	71.1	68.7	66.4	64.1	61.7	59.4	57.0	54.7	52.4	50.0	47.7	45.4	43.0	31.3	19.6	

熱膨張の係数[°C]

早見表⑭ ステンレスとステンレスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Sus\Sus	ステンレスの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	0.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	46.7	50.9	55.2	59.4	63.7	67.9	72.1	76.4	80.6	84.9	106.1	127.3	
15	21.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	46.7	50.9	55.2	59.4	63.7	84.9	106.1	
16	25.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	46.7	50.9	55.2	59.4	80.6	101.8	
17	29.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	46.7	50.9	55.2	76.4	97.6	
18	33.9	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	46.7	50.9	72.1	93.4	
19	38.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	46.7	67.9	89.1	
20	42.4	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	42.4	63.7	84.9	
21	46.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	38.2	59.4	80.6	
22	50.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	33.9	55.2	76.4	
23	55.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	29.7	50.9	72.1	
24	59.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	25.5	46.7	67.9	
25	63.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	21.2	42.4	63.7	
26	67.9	46.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	17.0	38.2	59.4	
27	72.1	50.9	46.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	12.7	33.9	55.2	
28	76.4	55.2	50.9	46.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	8.5	29.7	50.9	
29	80.6	59.4	55.2	50.9	46.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	4.2	25.5	46.7	
30	84.9	63.7	59.4	55.2	50.9	46.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	17.0	12.7	8.5	4.2	0.0	21.2	42.4	
35	106.1	84.9	80.6	76.4	72.1	67.9	63.7	59.4	55.2	50.9	46.7	42.4	38.2	33.9	29.7	25.5	21.2	0.0	21.2	
40	127.3	106.1	101.8	97.6	93.4	89.1	84.9	80.6	76.4	72.1	67.9	63.7	59.4	55.2	50.9	46.7	42.4	21.2	0.0	

[°C] 熱膨張の係数

早見表⑮ ステンレスとセラミックの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Sus\て	セラミックの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	33.8	38.1	39.0	39.8	40.7	41.6	42.4	43.3	44.2	45.0	45.9	46.8	47.6	48.5	49.4	50.2	51.1	55.4	59.8	
15	12.6	16.9	17.8	18.6	19.5	20.4	21.2	22.1	22.9	23.8	24.7	25.5	26.4	27.3	28.1	29.0	29.9	34.2	38.5	
16	8.3	12.6	13.5	14.4	15.2	16.1	17.0	17.8	18.7	19.6	20.4	21.3	22.2	23.0	23.9	24.8	25.6	30.0	34.3	
17	4.1	8.4	9.3	10.1	11.0	11.9	12.7	13.6	14.5	15.3	16.2	17.1	17.9	18.8	19.7	20.5	21.4	25.7	30.1	
18	0.2	4.2	5.0	5.9	6.8	7.6	8.5	9.4	10.2	11.1	12.0	12.8	13.7	14.5	15.4	16.3	17.1	21.5	25.8	
19	4.4	0.1	0.8	1.6	2.5	3.4	4.2	5.1	6.0	6.8	7.7	8.6	9.4	10.3	11.2	12.0	12.9	17.2	21.6	
20	8.7	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	13.0	17.3	
21	12.9	8.6	7.7	6.8	6.0	5.1	4.2	3.4	2.5	1.6	0.8	0.1	1.0	1.8	2.7	3.6	4.4	8.7	13.1	
22	17.1	12.8	12.0	11.1	10.2	9.4	8.5	7.6	6.8	5.9	5.0	4.2	3.3	2.4	1.6	0.7	0.2	4.5	8.8	
23	21.4	17.1	16.2	15.3	14.5	13.6	12.7	11.9	11.0	10.1	9.3	8.4	7.5	6.7	5.8	4.9	4.1	0.3	4.6	
24	25.6	21.3	20.4	19.6	18.7	17.8	17.0	16.1	15.2	14.4	13.5	12.6	11.8	10.9	10.0	9.2	8.3	4.0	0.3	
25	29.9	25.5	24.7	23.8	22.9	22.1	21.2	20.4	19.5	18.6	17.8	16.9	16.0	15.2	14.3	13.4	12.6	8.2	3.9	
26	34.1	29.8	28.9	28.1	27.2	26.3	25.5	24.6	23.7	22.9	22.0	21.1	20.3	19.4	18.5	17.7	16.8	12.5	8.1	
27	38.4	34.0	33.2	32.3	31.4	30.6	29.7	28.8	28.0	27.1	26.2	25.4	24.5	23.6	22.8	21.9	21.0	16.7	12.4	
28	42.6	38.3	37.4	36.5	35.7	34.8	33.9	33.1	32.2	31.4	30.5	29.6	28.8	27.9	27.0	26.2	25.3	21.0	16.6	
29	46.9	42.5	41.7	40.8	39.9	39.1	38.2	37.3	36.5	35.6	34.7	33.9	33.0	32.1	31.3	30.4	29.5	25.2	20.9	
30	51.1	46.8	45.9	45.0	44.2	43.3	42.4	41.6	40.7	39.8	39.0	38.1	37.2	36.4	35.5	34.6	33.8	29.4	25.1	
35	72.3	68.0	67.1	66.3	65.4	64.5	63.7	62.8	61.9	61.1	60.2	59.3	58.5	57.6	56.7	55.9	55.0	50.7	46.3	
40	93.5	89.2	88.3	87.5	86.6	85.7	84.9	84.0	83.1	82.3	81.4	80.5	79.7	78.8	77.9	77.1	76.2	71.9	67.5	

[°C] 熱膨張の係数

早見表⑩ ステレンレスとガラスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

Sus\ガラス	ガラスの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	19.1	30.7	33.1	35.4	37.8	40.1	42.4	44.8	47.1	49.5	51.8	54.1	56.5	58.8	61.1	63.5	65.8	77.5	89.2	
15	2.2	9.5	11.9	14.2	16.5	18.9	21.2	23.6	25.9	28.2	30.6	32.9	35.2	37.6	39.9	42.3	44.6	56.3	68.0	
16	6.4	5.3	7.6	10.0	12.3	14.6	17.0	19.3	21.7	24.0	26.3	28.7	31.0	33.3	35.7	38.0	40.4	52.0	63.7	
17	10.7	1.0	3.4	5.7	8.1	10.4	12.7	15.1	17.4	19.7	22.1	24.4	26.8	29.1	31.4	33.8	36.1	47.8	59.5	
18	14.9	3.2	0.9	1.5	3.8	6.1	8.5	10.8	13.2	15.5	17.8	20.2	22.5	24.9	27.2	29.5	31.9	43.6	55.3	
19	19.1	7.4	5.1	2.8	0.4	1.9	4.2	6.6	8.9	11.3	13.6	15.9	18.3	20.6	22.9	25.3	27.6	39.3	51.0	
20	23.4	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	35.1	46.8	
21	27.6	15.9	13.6	11.3	8.9	6.6	4.2	1.9	0.4	2.8	5.1	7.4	9.8	12.1	14.5	16.8	19.1	30.8	42.5	
22	31.9	20.2	17.8	15.5	13.2	10.8	8.5	6.1	3.8	1.5	0.9	3.2	5.5	7.9	10.2	12.6	14.9	26.6	38.3	
23	36.1	24.4	22.1	19.7	17.4	15.1	12.7	10.4	8.1	5.7	3.4	1.0	1.3	3.6	6.0	8.3	10.7	22.3	34.0	
24	40.4	28.7	26.3	24.0	21.7	19.3	17.0	14.6	12.3	10.0	7.6	5.3	2.9	0.6	1.7	4.1	6.4	18.1	29.8	
25	44.6	32.9	30.6	28.2	25.9	23.6	21.2	18.9	16.5	14.2	11.9	9.5	7.2	4.8	2.5	0.2	2.2	13.9	25.5	
26	48.8	37.2	34.8	32.5	30.1	27.8	25.5	23.1	20.8	18.4	16.1	13.8	11.4	9.1	6.8	4.4	2.1	9.6	21.3	
27	53.1	41.4	39.1	36.7	34.4	32.0	29.7	27.4	25.0	22.7	20.4	18.0	15.7	13.3	11.0	8.7	6.3	5.4	17.1	
28	57.3	45.6	43.3	41.0	38.6	36.3	33.9	31.6	29.3	26.9	24.6	22.3	19.9	17.6	15.2	12.9	10.6	1.1	12.8	
29	61.6	49.9	47.5	45.2	42.9	40.5	38.2	35.9	33.5	31.2	28.8	26.5	24.2	21.8	19.5	17.1	14.8	3.1	8.6	
30	65.8	54.1	51.8	49.5	47.1	44.8	42.4	40.1	37.8	35.4	33.1	30.7	28.4	26.1	23.7	21.4	19.1	7.4	4.3	
35	87.0	75.3	73.0	70.7	68.3	66.0	63.7	61.3	59.0	56.6	54.3	52.0	49.6	47.3	44.9	42.6	40.3	28.6	16.9	
40	108.3	96.6	94.2	91.9	89.5	87.2	84.9	82.5	80.2	77.9	75.5	73.2	70.8	68.5	66.2	63.8	61.5	49.8	38.1	

早見表⑪ セラミックとセラミックの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

セグ\セグ	セラミックの温度 [°C]																			
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	
10	0.0	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	11.3	12.1	13.0	13.9	14.7	15.6	16.5	17.3	21.7	26.0	
15	4.3	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	11.3	12.1	13.0	17.3	21.7	
16	5.2	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	11.3	12.1	16.5	20.8	
17	6.1	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	11.3	15.6	19.9	
18	6.9	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	14.7	19.1	
19	7.8	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	13.9	18.2	
20	8.7	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	13.0	17.3	
21	9.5	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	12.1	16.5	
22	10.4	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	11.3	15.6	
23	11.3	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	10.4	14.7	
24	12.1	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	9.5	13.9	
25	13.0	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	8.7	13.0	
26	13.9	9.5	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	7.8	12.1	
27	14.7	10.4	9.5	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	2.6	6.9	11.3	
28	15.6	11.3	10.4	9.5	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	1.7	6.1	10.4	
29	16.5	12.1	11.3	10.4	9.5	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	0.9	5.2	9.5	
30	17.3	13.0	12.1	11.3	10.4	9.5	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	4.3	8.7	
35	21.7	17.3	16.5	15.6	14.7	13.9	13.0	12.1	11.3	10.4	9.5	8.7	7.8	6.9	6.1	5.2	4.3	0.0	4.3	
40	26.0	21.7	20.8	19.9	19.1	18.2	17.3	16.5	15.6	14.7	13.9	13.0	12.1	11.3	10.4	9.5	8.7	4.3	0.0	

早見表⑩ セラミックとガラスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

セラミック	ガラスの温度 [°C]																		
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40
10	14.7	3.0	0.7	1.6	4.0	6.3	8.7	11.0	13.3	15.7	18.0	20.4	22.7	25.0	27.4	29.7	32.0	34.3	36.6
15	19.1	7.4	5.0	2.7	0.3	2.0	4.3	6.7	9.0	11.3	13.7	16.0	18.4	20.7	23.0	25.4	27.7	30.0	32.3
16	19.9	8.2	5.9	3.6	1.2	1.1	3.5	5.8	8.1	10.5	12.8	15.2	17.5	19.8	22.2	24.5	26.8	29.1	31.4
17	20.8	9.1	6.8	4.4	2.1	0.3	2.6	4.9	7.3	9.6	12.0	14.3	16.6	19.0	21.3	23.6	26.0	28.3	30.6
18	21.7	10.0	7.6	5.3	2.9	0.6	1.7	4.1	6.4	8.7	11.1	13.4	15.8	18.1	20.4	22.8	25.1	27.4	29.7
19	22.5	10.8	8.5	6.1	3.8	1.5	0.9	3.2	5.5	7.9	10.2	12.6	14.9	17.2	19.6	21.9	24.2	26.5	28.8
20	23.4	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.0
21	24.2	12.6	10.2	7.9	5.5	3.2	0.9	1.5	3.8	6.1	8.5	10.8	13.2	15.5	17.8	20.2	22.5	24.8	27.1
22	25.1	13.4	11.1	8.7	6.4	4.1	1.7	0.6	2.9	5.3	7.6	10.0	12.3	14.6	17.0	19.3	21.7	24.0	26.3
23	26.0	14.3	12.0	9.6	7.3	4.9	2.6	0.3	2.1	4.4	6.8	9.1	11.4	13.8	16.1	18.4	20.8	23.1	25.4
24	26.8	15.2	12.8	10.5	8.1	5.8	3.5	1.1	1.2	3.6	5.9	8.2	10.6	12.9	15.2	17.6	19.9	22.2	24.5
25	27.7	16.0	13.7	11.3	9.0	6.7	4.3	2.0	0.3	2.7	5.0	7.4	9.7	12.0	14.4	16.7	19.1	21.4	23.7
26	28.6	16.9	14.5	12.2	9.9	7.5	5.2	2.9	0.5	1.8	4.2	6.5	8.8	11.2	13.5	15.8	18.2	20.5	22.8
27	29.4	17.8	15.4	13.1	10.7	8.4	6.1	3.7	1.4	1.0	3.3	5.6	8.0	10.3	12.6	15.0	17.3	19.6	21.9
28	30.3	18.6	16.3	13.9	11.6	9.3	6.9	4.6	2.3	0.1	2.4	4.8	7.1	9.4	11.8	14.1	16.5	18.8	21.1
29	31.2	19.5	17.1	14.8	12.5	10.1	7.8	5.5	3.1	0.8	1.6	3.9	6.2	8.6	10.9	13.3	15.6	17.9	20.2
30	32.0	20.4	18.0	15.7	13.3	11.0	8.7	6.3	4.0	1.6	0.7	3.0	5.4	7.7	10.0	12.4	14.7	17.0	19.3
35	36.4	24.7	22.3	20.0	17.7	15.3	13.0	10.7	8.3	6.0	3.6	1.3	1.0	3.4	5.7	8.1	10.4	12.7	15.0
40	40.7	29.0	26.7	24.3	22.0	19.7	17.3	15.0	12.6	10.3	8.0	5.6	3.3	1.0	1.4	3.7	6.1	8.4	10.7

早見表⑨ ガラスとガラスの熱膨張による不確かさ(±μm/m)

ガラス	ガラスの温度 [°C]																		
	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40
10	0.0	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1	30.4	32.7	35.1	37.4	39.8	42.1	44.4	46.8	49.1	51.4
15	11.7	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1	30.4	32.7	35.1	37.4	39.8
16	14.0	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1	30.4	32.7	35.1	37.4
17	16.4	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1	30.4	32.7	35.1
18	18.7	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1	30.4	32.7
19	21.0	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1	30.4
20	23.4	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7	28.1
21	25.7	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4	25.7
22	28.1	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0	23.4
23	30.4	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7	21.0
24	32.7	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4	18.7
25	35.1	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0	16.4
26	37.4	25.7	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7	14.0
27	39.8	28.1	25.7	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4	11.7
28	42.1	30.4	28.1	25.7	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0	9.4
29	44.4	32.7	30.4	28.1	25.7	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7	7.0
30	46.8	35.1	32.7	30.4	28.1	25.7	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0	4.7	2.3	0.0	2.3	4.7
35	58.5	46.8	44.4	42.1	39.8	37.4	35.1	32.7	30.4	28.1	25.7	23.4	21.0	18.7	16.4	14.0	11.7	9.4	7.0
40	70.1	58.5	56.1	53.8	51.4	49.1	46.8	44.4	42.1	39.8	37.4	35.1	32.7	30.4	28.1	25.7	23.4	21.0	18.7

不確かさの合成早見表(1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1.41	2.24	3.16	4.12	5.10	6.08	7.07	8.06	9.06	10.05	11.05	12.04	13.04	14.04	15.03	16.03	17.03	18.03	19.03	20.02	21.02	22.02	23.02	24.02	25.02
2	2.24	2.83	3.61	4.47	5.39	6.32	7.28	8.25	9.22	10.20	11.18	12.17	13.15	14.14	15.13	16.12	17.12	18.11	19.10	20.10	21.10	22.09	23.09	24.08	25.08
3	3.16	3.61	4.24	5.00	5.83	6.71	7.62	8.54	9.49	10.44	11.40	12.37	13.34	14.32	15.30	16.28	17.26	18.25	19.24	20.22	21.21	22.20	23.19	24.19	25.18
4	4.12	4.47	5.00	5.66	6.40	7.21	8.06	8.94	9.85	10.77	11.70	12.65	13.60	14.56	15.52	16.49	17.46	18.44	19.42	20.40	21.38	22.36	23.35	24.33	25.32
5	5.10	5.39	5.83	6.40	7.07	7.81	8.60	9.43	10.30	11.18	12.08	13.00	13.93	14.87	15.81	16.76	17.72	18.68	19.65	20.62	21.59	22.56	23.54	24.52	25.50
6	6.08	6.32	6.71	7.21	7.81	8.49	9.22	10.00	10.82	11.66	12.53	13.42	14.32	15.23	16.16	17.09	18.03	18.97	19.92	20.88	21.84	22.80	23.77	24.74	25.71
7	7.07	7.28	7.62	8.06	8.60	9.22	9.90	10.63	11.40	12.21	13.04	13.89	14.76	15.65	16.55	17.46	18.38	19.31	20.25	21.19	22.14	23.09	24.04	25.00	25.96
8	8.06	8.25	8.54	8.94	9.43	10.00	10.63	11.31	12.04	12.81	13.60	14.40	15.26	16.12	17.00	17.89	18.79	19.70	20.62	21.54	22.47	23.41	24.35	25.30	26.25
9	9.06	9.22	9.49	9.85	10.30	10.82	11.40	12.04	12.73	13.45	14.21	15.00	15.81	16.64	17.49	18.36	19.24	20.12	21.02	21.93	22.85	23.77	24.70	25.63	26.57
10	10.05	10.20	10.44	10.77	11.18	11.66	12.21	12.81	13.45	14.14	14.87	15.62	16.40	17.20	18.03	18.87	19.72	20.59	21.47	22.36	23.26	24.17	25.08	26.00	26.93
11	11.05	11.18	11.40	11.70	12.08	12.53	13.04	13.60	14.21	14.87	15.56	16.28	17.03	17.80	18.60	19.42	20.25	21.10	21.95	22.83	23.71	24.60	25.50	26.40	27.31
12	12.04	12.17	12.37	12.65	13.00	13.42	13.89	14.42	15.00	15.62	16.28	16.97	17.69	18.44	19.21	20.00	20.81	21.63	22.47	23.32	24.19	25.06	25.94	26.83	27.73
13	13.04	13.15	13.34	13.60	13.93	14.32	14.76	15.26	15.81	16.40	17.03	17.69	18.38	19.10	19.85	20.62	21.40	22.20	23.02	23.85	24.70	25.55	26.42	27.29	28.18
14	14.04	14.14	14.32	14.56	14.87	15.23	15.65	16.12	16.64	17.20	17.80	18.44	19.10	19.80	20.52	21.26	22.02	22.80	23.60	24.41	25.24	26.03	26.82	27.62	28.43
15	15.03	15.13	15.30	15.52	15.81	16.16	16.55	17.00	17.49	18.03	18.60	19.21	19.85	20.52	21.21	21.93	22.67	23.43	24.21	25.00	25.81	26.63	27.46	28.30	29.15
16	16.03	16.12	16.28	16.49	16.76	17.09	17.46	17.89	18.36	18.87	19.42	20.00	20.62	21.26	21.93	22.63	23.35	24.08	24.84	25.61	26.40	27.20	28.02	28.84	29.68
17	17.03	17.12	17.26	17.46	17.72	18.03	18.38	18.79	19.24	19.72	20.25	20.81	21.40	22.02	22.67	23.35	24.04	24.76	25.50	26.25	27.02	27.80	28.60	29.41	30.23
18	18.03	18.11	18.25	18.44	18.68	18.97	19.31	19.70	20.12	20.59	21.10	21.63	22.20	22.80	23.43	24.08	24.76	25.46	26.17	26.91	27.66	28.43	29.21	30.00	30.81
19	19.03	19.10	19.24	19.42	19.65	19.92	20.25	20.62	21.02	21.47	21.95	22.47	23.02	23.60	24.21	24.84	25.50	26.17	26.87	27.59	28.32	29.07	29.83	30.61	31.40
20	20.02	20.10	20.22	20.40	20.62	20.88	21.19	21.54	21.93	22.36	22.83	23.32	23.85	24.41	25.00	25.61	26.25	26.91	27.59	28.28	29.00	29.73	30.48	31.24	32.02
21	21.02	21.10	21.21	21.38	21.59	21.84	22.14	22.47	22.85	23.26	23.71	24.19	24.70	25.24	25.81	26.40	27.02	27.66	28.32	29.00	29.70	30.41	31.14	31.89	32.65
22	22.02	22.09	22.20	22.36	22.56	22.80	23.09	23.41	23.77	24.17	24.60	25.06	25.55	26.08	26.63	27.20	27.80	28.43	29.07	29.73	30.41	31.11	31.83	32.56	33.30
23	23.02	23.09	23.19	23.35	23.54	23.77	24.04	24.35	24.70	25.08	25.50	25.94	26.42	26.93	27.46	28.02	28.60	29.21	29.83	30.48	31.14	31.83	32.53	33.24	33.97
24	24.02	24.08	24.19	24.33	24.52	24.74	25.00	25.30	25.63	26.00	26.40	26.83	27.29	27.78	28.30	28.84	29.41	30.00	30.61	31.24	31.89	32.56	33.24	33.94	34.66
25	25.02	25.08	25.18	25.32	25.50	25.71	25.96	26.25	26.57	26.93	27.31	27.73	28.18	28.65	29.15	29.68	30.23	30.81	31.40	32.02	32.65	33.30	33.97	34.66	35.36
26	26.02	26.08	26.17	26.31	26.48	26.68	26.93	27.20	27.51	27.86	28.24	28.64	29.07	29.53	30.02	30.53	31.06	31.62	32.20	32.80	33.42	34.06	34.71	35.38	36.07
27	27.02	27.07	27.17	27.29	27.46	27.66	27.89	28.16	28.46	28.79	29.15	29.53	29.97	30.41	30.89	31.38	31.91	32.45	33.02	33.60	34.21	34.83	35.47	36.12	36.80
28	28.02	28.07	28.16	28.28	28.44	28.64	28.86	29.12	29.41	29.73	30.08	30.46	30.87	31.30	31.76	32.25	32.76	33.29	33.84	34.41	35.00	35.61	36.24	36.88	37.54
29	29.02	29.07	29.15	29.27	29.43	29.61	29.83	30.08	30.36	30.68	31.03	31.38	31.78	32.20	32.65	33.12	33.62	34.13	34.67	35.23	35.81	36.40	37.01	37.64	38.29
30	30.02	30.07	30.15	30.27	30.41	30.59	30.81	31.05	31.32	31.62	31.95	32.31	32.70	33.11	33.54	34.00	34.48	34.99	35.51	36.06	36.62	37.20	37.80	38.42	39.05
31	31.02	31.06	31.14	31.26	31.40	31.58	31.78	32.02	32.28	32.57	32.89	33.24	33.62	34.01	34.44	34.89	35.36	35.85	36.36	36.89	37.44	38.01	38.60	39.20	39.82
32	32.02	32.06	32.14	32.25	32.40	32.56	32.76	32.98	33.24	33.53	33.84	34.18	34.54	34.93	35.34	35.78	36.24	36.72	37.22	37.74	38.28	38.83	39.41	40.00	40.61
33	33.02	33.06	33.14	33.24	33.38	33.54	33.73	33.96	34.21	34.48	34.79	35.11	35.47	35.85	36.25	36.67	37.12	37.59	38.08	38.59	39.12	39.66	40.22	40.80	41.40
34	34.01	34.06	34.13	34.23	34.34	34.43	34.53	34.63	34.73	34.83	34.93	35.03	35.13	35.23	35.33	35.43	35.53	35.63	35.73	35.83	35.93	36.03	36.13	36.23	36.33
35	35.01	35.06	35.13	35.23	35.36	35.51	35.69	35.90	36.14	36.40	36.69	37.00	37.34	37.70	38.08	38.48	38.91	39.36	39.82	40.31	40.82	41.34	41.88	42.44	43.01
36	36.01	36.06	36.12	36.22	36.35	36.50	36.67	36.88	37.11	37.36	37.64	37.95	38.28	38.63	39.00	39.40	39.81	40.25	40.71	41.18	41.68	42.19	42.72	43.27	43.83
37	37.01	37.05	37.12	37.22	37.34	37.48	37.66	37.85	38.08	38.33	38.60	38.90	39.22	39.56	39.92	40.31	40.72	41.15	41.59	42.06	42.54	43.05	43.57	44.10	44.65
38	38.01	38.05	38.12	38.21	38.33	38.47	38.64	38.83	39.05	39.29	39.56	39.85	40.16	40.50	40.85	41.23	41.63	42.05	42.49	42.94	43.42	43.91	44.42	44.94	45.49
39	39.01	39.05	39.12	39.20	39.32	39.46	39.62	39.81	40.02	40.26	40.52	40.80	41.11	41.44	41.79	42.15	42.54	42.95	43.38	43.83	44.29	44.78	45.28	45.79	46.32
40	40.01	40.05	40.11	40.20	40.31	40.45	40.61	40.79	41.00	41.23	41.48	41.76	42.06	42.38	42.72	43.08	43.46	43.86	44.28	44.72	45.18	45.65	46.14	46.65	47.17
41	41.01	41.05	41.11	41.19	41.30	41.41	41.59	41.77	41.98	42.20	42.45	42.72	43.01	43.32	43.66	44.01	44.38	44.78	45.19	45.62	46.07	46.53	47.01	47.51	48.02
42	42.01	42.05	42.11	42.19	42.30	42.43	42.58	42.76	42.95	43.17	43.42	43.68	43.97	44.27	44.60	44.94	45.31	45.69	46.10	46.52	46.96	47.41	47.89	48.37	48.88
43	43.01	43.05	43.11	43.19	43.29	43.43	43.57	43.74	43.93	44.15	44.38	44.64	44.92	45.22	45.54	45.88	46.24	46.62	47.01	47.42	47.85	48.30	48.76	49.24	49.74
44	44.01	44.05	44.10	44.18	44.28	44.41	44.55	44.72	44.91	45.12	45.35	45.61	45.88	46.17	46.49	46.82	47.17	47.54	47.93	48.33	48.75	49.19	49.65	50.12	50.61
45	45.01	45.04	45.10	45.18	45.28	45.40	45.54	45.71	45.89	46.10	46.32	46.57	46.84	47.13	47.43	47.76	48.10	48.47	48.85	49.24	49.65	50.09	50.54	51.00	51.48
46	46.01	46.04	46.10	46.17	46.27	46.39	46.53	46.69	46.87	47.07	47.27	47.47	47.67	47.80	48.08	48.38	48.70	49.04	49.40	49.77	50.16	50.57	50.99	51.43	51.88
47	47.01	47.04	47.10	47.17	47.27	47.38	47.52	47.68	47.85	48.05	48.27	48.51	48.76</												

不確かさの合成早見表(2)

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	26.02	27.02	28.02	29.02	30.02	31.02	32.02	33.02	34.01	35.01	36.01	37.01	38.01	39.01	40.01	41.01	42.01	43.01	44.01	45.01	46.01	47.01	48.01	49.01	50.01
2	26.08	27.07	28.07	29.07	30.07	31.06	32.06	33.06	34.06	35.06	36.06	37.05	38.05	39.05	40.05	41.05	42.05	43.05	44.05	45.04	46.04	47.04	48.04	49.04	50.04
3	26.17	27.17	28.17	29.15	30.15	31.14	32.14	33.14	34.13	35.13	36.12	37.12	38.12	39.12	40.11	41.11	42.11	43.10	44.10	45.10	46.10	47.10	48.09	49.09	50.09
4	26.31	27.29	28.28	29.27	30.27	31.26	32.25	33.24	34.23	35.23	36.22	37.22	38.21	39.20	40.20	41.19	42.19	43.19	44.18	45.18	46.17	47.17	48.17	49.16	50.16
5	26.48	27.46	28.44	29.43	30.41	31.40	32.39	33.38	34.37	35.36	36.35	37.34	38.33	39.32	40.31	41.30	42.30	43.29	44.28	45.28	46.27	47.27	48.26	49.25	50.25
6	26.68	27.66	28.64	29.61	30.59	31.58	32.56	33.54	34.53	35.51	36.50	37.48	38.47	39.46	40.45	41.44	42.43	43.42	44.41	45.40	46.39	47.38	48.37	49.37	50.36
7	26.93	27.89	28.86	29.83	30.81	31.78	32.76	33.73	34.71	35.69	36.67	37.66	38.64	39.62	40.61	41.59	42.58	43.57	44.55	45.54	46.53	47.52	48.51	49.50	50.49
8	27.20	28.16	29.12	30.08	31.05	32.02	32.98	33.96	34.93	35.90	36.88	37.85	38.83	39.81	40.79	41.77	42.76	43.74	44.72	45.71	46.69	47.68	48.66	49.65	50.64
9	27.51	28.46	29.41	30.36	31.32	32.28	33.24	34.21	35.17	36.14	37.11	38.08	39.05	40.02	41.00	41.98	42.95	43.93	44.91	45.89	46.87	47.85	48.84	49.82	50.80
10	27.86	28.79	29.73	30.68	31.62	32.57	33.53	34.48	35.44	36.40	37.36	38.33	39.29	40.26	41.23	42.20	43.17	44.15	45.12	46.10	47.07	48.05	49.03	50.01	50.99
11	28.23	29.15	30.08	31.02	31.95	32.89	33.84	34.79	35.74	36.69	37.64	38.60	39.56	40.52	41.48	42.45	43.42	44.38	45.35	46.32	47.30	48.27	49.24	50.22	51.20
12	28.64	29.55	30.46	31.38	32.31	33.24	34.18	35.11	36.06	37.00	37.95	38.90	39.85	40.80	41.76	42.72	43.68	44.64	45.61	46.57	47.54	48.51	49.48	50.45	51.42
13	29.07	29.97	30.87	31.78	32.70	33.62	34.54	35.47	36.40	37.34	38.28	39.22	40.16	41.11	42.06	43.01	43.97	44.92	45.88	46.84	47.80	48.76	49.73	50.70	51.66
14	29.53	30.41	31.30	32.20	33.10	34.01	34.93	35.85	36.77	37.70	38.63	39.56	40.50	41.44	42.38	43.32	44.27	45.22	46.17	47.13	48.08	49.04	50.00	50.96	51.92
15	30.02	30.89	31.76	32.65	33.54	34.44	35.34	36.25	37.16	38.08	39.00	39.92	40.85	41.79	42.72	43.66	44.60	45.54	46.49	47.43	48.38	49.34	50.29	51.24	52.20
16	30.53	31.38	32.25	33.12	34.00	34.89	35.78	36.67	37.58	38.48	39.40	40.31	41.23	42.15	43.08	44.01	44.94	45.88	46.82	47.76	48.70	49.65	50.60	51.55	52.50
17	31.06	31.91	32.76	33.62	34.48	35.36	36.24	37.12	38.01	38.91	39.81	40.72	41.63	42.54	43.46	44.38	45.31	46.24	47.17	48.10	49.04	49.98	50.92	51.87	52.81
18	31.62	32.45	33.29	34.13	34.98	35.85	36.72	37.59	38.47	39.36	40.25	41.15	42.05	42.95	43.86	44.78	45.69	46.62	47.54	48.47	49.40	50.33	51.26	52.20	53.14
19	32.20	33.02	33.84	34.67	35.51	36.36	37.22	38.08	38.95	39.82	40.71	41.59	42.49	43.38	44.28	45.19	46.10	47.01	47.93	48.85	49.77	50.70	51.62	52.55	53.49
20	32.80	33.60	34.41	35.23	36.06	36.89	37.74	38.59	39.45	40.31	41.18	42.06	42.94	43.83	44.72	45.62	46.52	47.42	48.33	49.24	50.16	51.08	52.00	52.92	53.85
21	33.42	34.21	35.00	35.81	36.62	37.44	38.28	39.12	39.96	40.82	41.68	42.54	43.42	44.29	45.18	46.07	46.96	47.85	48.75	49.66	50.57	51.48	52.39	53.31	54.23
22	34.06	34.83	35.61	36.40	37.20	38.01	38.83	39.66	40.50	41.34	42.19	43.05	43.91	44.78	45.65	46.53	47.41	48.30	49.19	50.09	50.99	51.89	52.80	53.71	54.63
23	34.71	35.47	36.24	37.01	37.80	38.60	39.41	40.22	41.05	41.88	42.72	43.57	44.42	45.28	46.14	47.01	47.89	48.76	49.65	50.54	51.43	52.33	53.23	54.13	55.04
24	35.38	36.12	36.88	37.64	38.42	39.20	40.00	40.80	41.62	42.44	43.27	44.10	44.94	45.79	46.65	47.51	48.37	49.24	50.12	51.00	51.88	52.77	53.67	54.56	55.46
25	36.07	36.80	37.54	38.29	39.05	39.82	40.61	41.40	42.20	43.01	43.83	44.65	45.49	46.32	47.17	48.02	48.88	49.74	50.61	51.48	52.35	53.24	54.12	55.01	55.90
26	36.77	37.48	38.21	38.95	39.70	40.46	41.23	42.01	42.80	43.60	44.41	45.22	46.04	46.87	47.71	48.55	49.40	50.25	51.11	51.97	52.84	53.71	54.59	55.47	56.36
27	37.48	38.18	38.90	39.62	40.36	41.11	41.87	42.64	43.42	44.20	45.00	45.80	46.62	47.43	48.26	49.09	49.93	50.77	51.62	52.48	53.34	54.20	55.07	55.95	56.82
28	38.21	38.90	39.60	40.31	41.04	41.77	42.52	43.28	44.05	44.82	45.61	46.40	47.20	48.01	48.83	49.65	50.48	51.31	52.15	53.00	53.85	54.71	55.57	56.44	57.31
29	38.95	39.62	40.31	41.01	41.73	42.45	43.19	43.93	44.69	45.45	46.23	47.01	47.80	48.60	49.41	50.22	51.04	51.87	52.70	53.54	54.38	55.23	56.08	56.94	57.80
30	39.70	40.36	41.04	41.73	42.43	43.14	43.86	44.60	45.34	46.10	46.86	47.63	48.41	49.20	50.00	50.80	51.61	52.43	53.25	54.08	54.92	55.76	56.60	57.45	58.31
31	40.46	41.11	41.77	42.45	43.14	43.84	44.55	45.28	46.01	46.75	47.51	48.27	49.04	49.82	50.61	51.40	52.20	53.01	53.82	54.64	55.47	56.30	57.14	57.98	58.83
32	41.23	41.87	42.52	43.19	43.86	44.55	45.25	45.97	46.69	47.42	48.17	48.92	49.68	50.45	51.22	52.01	52.80	53.60	54.41	55.22	56.04	56.86	57.69	58.52	59.36
33	42.01	42.64	43.28	43.93	44.60	45.28	45.97	46.67	47.38	48.10	48.84	49.58	50.33	51.09	51.86	52.63	53.41	54.20	55.00	55.80	56.61	57.43	58.25	59.08	59.91
34	42.80	43.42	44.05	44.69	45.34	46.01	46.69	47.38	48.08	48.80	49.52	50.25	50.99	51.74	52.50	53.26	54.04	54.82	55.61	56.40	57.20	58.01	58.82	59.64	60.46
35	43.60	44.20	44.82	45.45	46.10	46.75	47.42	48.10	48.80	49.50	50.21	50.93	51.66	52.40	53.15	53.91	54.67	55.44	56.22	57.01	57.80	58.60	59.41	60.22	61.03
36	44.41	45.00	45.61	46.23	46.86	47.51	48.17	48.84	49.52	50.21	50.92	51.62	52.35	53.08	53.81	54.56	55.32	56.08	56.85	57.63	58.41	59.20	60.00	60.80	61.61
37	45.22	45.80	46.40	47.01	47.63	48.27	48.92	49.58	50.25	50.93	51.62	52.33	53.04	53.76	54.49	55.23	55.97	56.73	57.49	58.26	59.03	59.82	60.61	61.40	62.20
38	46.04	46.62	47.20	47.80	48.41	49.04	49.68	50.33	50.99	51.66	52.35	53.04	53.74	54.45	55.17	55.90	56.64	57.38	58.14	58.90	59.67	60.44	61.22	62.01	62.80
39	46.87	47.43	48.01	48.60	49.20	49.82	50.45	51.09	51.74	52.40	53.06	53.76	54.45	55.15	55.87	56.59	57.31	58.05	58.80	59.55	60.31	61.07	61.85	62.63	63.41
40	47.71	48.26	48.83	49.41	50.00	50.61	51.22	51.86	52.50	53.15	53.81	54.49	55.17	55.87	56.57	57.28	58.00	58.73	59.46	60.21	60.96	61.72	62.48	63.25	64.03
41	48.55	49.09	49.65	50.22	50.80	51.40	52.01	52.63	53.26	53.91	54.56	55.23	55.90	56.57	57.28	57.98	58.69	59.41	60.14	60.88	61.62	62.37	63.13	63.89	64.66
42	49.40	49.93	50.48	51.04	51.61	52.20	52.80	53.41	54.04	54.67	55.32	55.97	56.64	57.31	58.00	58.69	59.40	60.11	60.83	61.55	62.29	63.03	63.78	64.54	65.30
43	50.25	50.77	51.31	51.87	52.43	53.01	53.60	54.20	54.82	55.44	56.08	56.73	57.38	58.05	58.73	59.41	60.11	60.81	61.52	62.24	62.97	63.70	64.44	65.19	65.95
44	51.11	51.62	52.15	52.70	53.25	53.84	54.41	55.00	55.61	56.22	56.85	57.49	58.14	58.80	59.46	60.14	60.83	61.52	62.23	62.94	63.66	64.38	65.12	65.86	66.60
45	51.97	52.48	53.00	53.54	54.12	54.64	55.22	55.80	56.40	57.01	57.63	58.26	58.90	59.56	60.21	60.88	61.55	62.24	62.94	63.64	64.35	65.07	65.80	66.53	67.27
46	52.84	53.34	53.85	54.38	54.92	55.47	56.04	56.61	57.20	57.80	58.41	59.03	59.67	60.31	60.96	61.62	62.29	62.97	63.66	64.35	65.05	65.76	66.48	67.21	67.94
47	53.71	54.20	54.71	55.23	55.76																				

不確かさの合成早見表(3)

	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
1	51.01	52.01	53.01	54.01	55.01	56.01	57.01	58.01	59.01	60.01	61.01	62.01	63.01	64.01	65.01	66.01	67.01	68.01	69.01	70.01	71.01	72.01	73.01	74.01	75.01
2	51.04	52.04	53.04	54.04	55.04	56.04	57.04	58.04	59.04	60.04	61.04	62.04	63.04	64.04	65.04	66.04	67.04	68.04	69.04	70.04	71.04	72.04	73.04	74.04	75.04
3	51.09	52.09	53.09	54.09	55.09	56.09	57.09	58.09	59.09	60.09	61.09	62.09	63.09	64.09	65.09	66.09	67.09	68.09	69.09	70.09	71.09	72.09	73.09	74.09	75.09
4	51.16	52.16	53.16	54.16	55.16	56.16	57.16	58.16	59.16	60.16	61.16	62.16	63.16	64.16	65.16	66.16	67.16	68.16	69.16	70.16	71.16	72.16	73.16	74.16	75.16
5	51.24	52.24	53.24	54.24	55.24	56.24	57.24	58.24	59.24	60.24	61.24	62.24	63.24	64.24	65.24	66.24	67.24	68.24	69.24	70.24	71.24	72.24	73.24	74.24	75.24
6	51.35	52.35	53.34	54.33	55.33	56.32	57.31	58.31	59.30	60.30	61.29	62.29	63.29	64.28	65.28	66.27	67.27	68.26	69.26	70.26	71.25	72.25	73.25	74.25	75.24
7	51.48	52.47	53.46	54.45	55.44	56.44	57.43	58.42	59.41	60.41	61.40	62.39	63.39	64.38	65.38	66.37	67.36	68.36	69.35	70.35	71.34	72.34	73.33	74.33	75.33
8	51.62	52.61	53.60	54.59	55.58	56.57	57.56	58.55	59.54	60.53	61.52	62.51	63.51	64.50	65.49	66.48	67.48	68.47	69.46	70.46	71.45	72.44	73.44	74.43	75.43
9	51.79	52.77	53.76	54.74	55.73	56.72	57.71	58.69	59.68	60.67	61.66	62.65	63.64	64.63	65.62	66.61	67.60	68.59	69.58	70.58	71.57	72.56	73.55	74.55	75.54
10	51.97	52.95	53.94	54.92	55.90	56.89	57.87	58.86	59.84	60.83	61.81	62.80	63.79	64.78	65.76	66.75	67.74	68.73	69.72	70.71	71.70	72.69	73.68	74.67	75.66
11	52.17	53.15	54.13	55.11	56.09	57.07	58.05	59.03	60.02	61.00	61.98	62.97	63.95	64.94	65.92	66.91	67.90	68.88	69.87	70.86	71.85	72.84	73.82	74.81	75.80
12	52.39	53.37	54.34	55.32	56.29	57.27	58.25	59.23	60.21	61.19	62.17	63.15	64.13	65.12	66.10	67.08	68.07	69.05	70.04	71.02	72.01	72.99	73.98	74.97	75.95
13	52.63	53.60	54.57	55.54	56.52	57.49	58.46	59.44	60.42	61.39	62.37	63.35	64.33	65.31	66.29	67.27	68.25	69.23	70.21	71.20	72.18	73.16	74.15	75.13	76.12
14	52.89	53.85	54.82	55.79	56.75	57.72	58.69	59.67	60.64	61.61	62.59	63.56	64.54	65.51	66.49	67.47	68.45	69.43	70.41	71.39	72.37	73.35	74.33	75.31	76.30
15	53.16	54.12	55.08	56.04	57.01	57.97	58.94	59.91	60.88	61.85	62.82	63.79	64.76	65.73	66.71	67.68	68.66	69.63	70.61	71.59	72.57	73.55	74.53	75.50	76.49
16	53.45	54.41	55.36	56.32	57.28	58.24	59.20	60.17	61.13	62.10	63.06	64.03	65.00	65.97	66.94	67.91	68.88	69.86	70.83	71.81	72.78	73.76	74.73	75.71	76.69
17	53.76	54.71	55.66	56.61	57.57	58.52	59.48	60.44	61.40	62.36	63.32	64.29	65.25	66.22	67.19	68.15	69.12	70.09	71.06	72.03	73.01	73.98	74.95	75.93	76.90
18	54.08	55.03	55.96	56.92	57.87	58.82	59.77	60.73	61.68	62.64	63.60	64.56	65.52	66.48	67.45	68.41	69.38	70.34	71.31	72.28	73.25	74.22	75.19	76.16	77.13
19	54.42	55.36	56.30	57.25	58.19	59.14	60.08	61.03	61.98	62.94	63.89	64.85	65.80	66.76	67.72	68.68	69.64	70.60	71.57	72.53	73.50	74.46	75.43	76.40	77.37
20	54.78	55.71	56.65	57.58	58.52	59.46	60.41	61.35	62.30	63.25	64.20	65.15	66.10	67.05	68.01	68.96	69.92	70.88	71.84	72.80	73.76	74.73	75.69	76.66	77.62
21	55.15	56.08	57.01	57.94	58.87	59.81	60.75	61.68	62.63	63.57	64.51	65.46	66.41	67.36	68.31	69.26	70.21	71.17	72.12	73.08	74.04	75.00	75.96	76.92	77.88
22	55.54	56.46	57.38	58.31	59.24	60.17	61.10	62.03	62.97	63.91	64.85	65.79	66.73	67.68	68.62	69.57	70.52	71.47	72.42	73.38	74.33	75.29	76.24	77.20	78.16
23	55.95	56.86	57.78	58.69	59.62	60.54	61.47	62.39	63.32	64.26	65.19	66.13	67.07	68.01	68.95	69.89	70.84	71.78	72.73	73.68	74.63	75.58	76.54	77.49	78.45
24	56.36	57.27	58.18	59.09	60.01	60.93	61.85	62.77	63.69	64.62	65.55	66.48	67.42	68.35	69.29	70.23	71.17	72.11	73.05	74.00	74.95	75.89	76.84	77.79	78.75
25	56.80	57.70	58.60	59.51	60.42	61.33	62.24	63.16	64.08	65.00	65.92	66.85	67.78	68.71	69.64	70.58	71.51	72.45	73.39	74.33	75.27	76.22	77.16	78.11	79.06
26	57.25	58.14	59.03	59.93	60.84	61.74	62.65	63.56	64.47	65.39	66.31	67.23	68.15	69.08	70.01	70.94	71.87	72.80	73.74	74.67	75.61	76.55	77.49	78.43	79.38
27	57.71	58.59	59.48	60.37	61.27	62.17	63.07	63.98	64.88	65.80	66.71	67.62	68.54	69.46	70.38	71.31	72.24	73.16	74.09	75.03	75.96	76.90	77.83	78.77	79.71
28	58.18	59.06	59.94	60.83	61.72	62.61	63.51	64.40	65.31	66.21	67.12	68.03	68.94	69.86	70.77	71.69	72.62	73.54	74.46	75.39	76.32	77.25	78.19	79.12	80.06
29	58.67	59.54	60.42	61.29	62.18	63.06	63.95	64.85	65.74	66.64	67.54	68.45	69.35	70.26	71.18	72.09	73.01	73.93	74.85	75.77	76.69	77.62	78.55	79.48	80.41
30	59.17	60.03	60.90	61.77	62.65	63.53	64.41	65.30	66.19	67.08	67.98	68.88	69.78	70.68	71.59	72.50	73.41	74.32	75.24	76.16	77.08	78.00	78.92	79.85	80.78
31	59.68	60.54	61.40	62.27	63.13	64.01	64.88	65.76	66.65	67.54	68.43	69.32	70.21	71.11	72.01	72.92	73.82	74.73	75.64	76.56	77.47	78.39	79.31	80.23	81.15
32	60.21	61.06	61.91	62.77	63.63	64.50	65.37	66.24	67.12	68.00	68.88	69.77	70.66	71.55	72.45	73.35	74.25	75.15	76.06	76.97	77.88	78.79	79.71	80.62	81.54
33	60.75	61.59	62.43	63.29	64.14	65.00	65.86	66.73	67.60	68.48	69.35	70.24	71.12	72.01	72.90	73.79	74.69	75.58	76.49	77.39	78.29	79.20	80.11	81.02	81.94
34	61.29	62.13	62.97	63.81	64.66	65.51	66.37	67.23	68.10	68.96	69.84	70.71	71.59	72.47	73.36	74.24	75.13	76.03	76.92	77.82	78.72	79.62	80.53	81.44	82.35
35	61.85	62.68	63.51	64.35	65.19	66.04	66.89	67.74	68.60	69.46	70.33	71.20	72.07	72.95	73.82	74.71	75.59	76.48	77.37	78.26	79.16	80.06	80.96	81.86	82.76
36	62.43	63.25	64.07	64.90	65.73	66.57	67.42	68.26	69.12	69.97	70.83	71.69	72.56	73.43	74.30	75.18	76.06	76.94	77.83	78.71	79.61	80.50	81.39	82.29	83.19
37	63.01	63.82	64.64	65.46	66.29	67.12	67.96	68.80	69.64	70.49	71.34	72.20	73.06	73.93	74.79	75.66	76.54	77.41	78.29	79.18	80.06	80.95	81.84	82.73	83.63
38	63.60	64.40	65.22	66.03	66.85	67.68	68.51	69.34	70.18	71.02	71.87	72.72	73.57	74.43	75.29	76.16	77.03	77.90	78.77	79.65	80.53	81.41	82.30	83.19	84.08
39	64.20	65.00	65.80	66.61	67.42	68.24	69.07	69.89	70.72	71.56	72.40	73.25	74.09	74.95	75.80	76.66	77.52	78.39	79.26	80.13	81.01	81.88	82.76	83.65	84.53
40	64.82	65.60	66.40	67.20	68.01	68.82	69.63	70.46	71.28	72.11	72.95	73.78	74.63	75.47	76.32	77.18	78.03	78.89	79.76	80.62	81.49	82.37	83.24	84.12	85.00
41	65.44	66.22	67.01	67.80	68.60	69.40	70.21	71.03	71.85	72.67	73.50	74.33	75.17	76.01	76.85	77.70	78.55	79.40	80.26	81.12	81.99	82.86	83.73	84.60	85.48
42	66.07	66.84	67.62	68.41	69.20	70.00	70.80	71.61	72.42	73.24	74.06	74.89	75.72	76.55	77.39	78.23	79.08	79.92	80.78	81.63	82.49	83.35	84.22	85.09	85.96
43	66.71	67.48	68.25	69.03	69.81	70.60	71.40	72.20	73.01	73.82	74.63	75.45	76.28	77.11	77.94	78.77	79.61	80.45	81.30	82.15	83.01	83.86	84.72	85.59	86.45
44	67.36	68.12	68.88	69.66	70.43	71.22	72.01	72.80	73.60	74.40	75.21	76.03	76.84	77.67	78.49	79.32	80.16	80.99	81.84	82.68	83.53	84.38	85.23	86.09	86.95
45	68.01	68.77	69.53	70.29	71.03	71.84	72.62	73.41	74.20	75.00	75.80	76.61	77.42	78.22	79.06	79.88	80.71	81.54	82.38	83.22	84.06	84.91	85.76	86.61	87.46
46	68.68	69.43	70.18	70.94	71.70	72.47	73.25	74.03	74.81	75.60	76.40	77.20	78.01	78.82	79.63	80.45	81.27	82.10	82.93	83.76	84.60	85.44	86.28	87.13	87.98
47	69.35	70.09	70.84	71.59	72.35																				

不確かさの合成早見表(4)

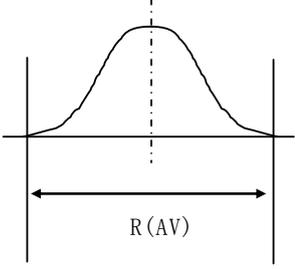
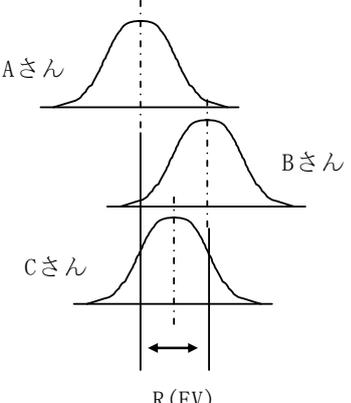
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	76.01	77.01	78.01	79.01	80.01	81.01	82.01	83.01	84.01	85.01	86.01	87.01	88.01	89.01	90.01	91.01	92.01	93.01	94.01	95.01	96.01	97.01	98.01	99.01	100.01
2	76.03	77.03	78.03	79.03	80.02	81.02	82.02	83.02	84.02	85.02	86.02	87.02	88.02	89.02	90.02	91.02	92.02	93.02	94.02	95.02	96.02	97.02	98.02	99.02	100.02
3	76.06	77.06	78.06	79.06	80.06	81.06	82.06	83.06	84.06	85.06	86.06	87.06	88.06	89.06	90.06	91.06	92.06	93.06	94.06	95.06	96.06	97.06	98.06	99.06	100.06
4	76.11	77.11	78.11	79.11	80.11	81.11	82.11	83.11	84.11	85.11	86.11	87.11	88.11	89.11	90.11	91.11	92.11	93.11	94.11	95.11	96.11	97.11	98.11	99.11	100.11
5	76.16	77.16	78.16	79.16	80.16	81.15	82.15	83.15	84.15	85.15	86.15	87.14	88.14	89.14	90.14	91.14	92.14	93.14	94.13	95.13	96.13	97.13	98.13	99.13	100.12
6	76.24	77.23	78.23	79.23	80.22	81.22	82.22	83.22	84.21	85.21	86.21	87.21	88.20	89.20	90.20	91.20	92.20	93.19	94.19	95.19	96.19	97.19	98.18	99.18	100.18
7	76.32	77.32	78.31	79.31	80.31	81.30	82.30	83.29	84.29	85.29	86.28	87.28	88.28	89.27	90.27	91.27	92.27	93.26	94.26	95.26	96.25	97.25	98.25	99.25	100.24
8	76.42	77.41	78.41	79.40	80.40	81.39	82.39	83.38	84.38	85.38	86.37	87.37	88.36	89.36	90.35	91.35	92.35	93.34	94.34	95.34	96.33	97.33	98.33	99.32	100.32
9	76.53	77.52	78.52	79.51	80.50	81.50	82.49	83.49	84.48	85.48	86.47	87.46	88.46	89.45	90.45	91.44	92.44	93.43	94.43	95.43	96.42	97.42	98.41	99.41	100.40
10	76.66	77.65	78.64	79.63	80.62	81.61	82.61	83.60	84.59	85.59	86.58	87.57	88.57	89.56	90.55	91.55	92.54	93.54	94.53	95.52	96.52	97.51	98.51	99.50	100.50
11	76.79	77.78	78.77	79.76	80.75	81.74	82.73	83.73	84.72	85.71	86.70	87.69	88.68	89.68	90.67	91.66	92.66	93.65	94.64	95.63	96.63	97.62	98.62	99.61	100.60
12	76.94	77.93	78.92	79.91	80.89	81.88	82.87	83.86	84.85	85.84	86.83	87.82	88.81	89.81	90.80	91.79	92.78	93.77	94.76	95.75	96.75	97.74	98.73	99.72	100.72
13	77.10	78.09	79.08	80.06	81.05	82.04	83.02	84.01	85.00	85.99	86.98	87.97	88.96	89.94	90.93	91.92	92.91	93.90	94.89	95.89	96.88	97.87	98.86	99.85	100.84
14	77.28	78.26	79.25	80.23	81.22	82.20	83.19	84.17	85.16	86.15	87.13	88.12	89.11	90.09	91.08	92.07	93.06	94.05	95.04	96.03	97.02	98.01	98.99	99.98	100.98
15	77.47	78.45	79.43	80.41	81.39	82.38	83.36	84.34	85.33	86.31	87.30	88.28	89.27	90.26	91.24	92.23	93.21	94.20	95.19	96.18	97.16	98.15	99.14	100.13	101.12
16	77.67	78.64	79.62	80.60	81.58	82.57	83.55	84.53	85.51	86.49	87.48	88.46	89.44	90.43	91.41	92.40	93.38	94.37	95.35	96.34	97.32	98.31	99.30	100.28	101.27
17	77.88	78.85	79.83	80.81	81.79	82.76	83.74	84.72	85.70	86.68	87.66	88.65	89.63	90.61	91.59	92.57	93.56	94.54	95.52	96.51	97.49	98.48	99.46	100.45	101.43
18	78.10	79.08	80.06	81.02	82.00	82.98	83.95	84.93	85.91	86.88	87.86	88.84	89.82	90.80	91.78	92.76	93.74	94.73	95.71	96.69	97.67	98.66	99.64	100.62	101.61
19	78.34	79.31	80.28	81.25	82.23	83.20	84.17	85.15	86.12	87.10	88.07	89.05	90.03	91.01	91.98	92.96	93.94	94.92	95.90	96.88	97.86	98.84	99.82	100.81	101.79
20	78.59	79.56	80.52	81.49	82.46	83.43	84.40	85.38	86.35	87.32	88.29	89.27	90.24	91.22	92.20	93.17	94.15	95.13	96.10	97.08	98.06	99.04	100.02	101.00	101.98
21	78.85	79.81	80.78	81.74	82.71	83.68	84.65	85.62	86.59	87.56	88.53	89.50	90.47	91.44	92.42	93.39	94.37	95.34	96.32	97.29	98.27	99.25	100.22	101.20	102.18
22	79.12	80.08	81.04	82.01	82.97	83.93	84.90	85.87	86.83	87.80	88.77	89.74	90.71	91.68	92.65	93.62	94.59	95.57	96.54	97.51	98.49	99.46	100.44	101.41	102.39
23	79.40	80.36	81.32	82.28	83.24	84.20	85.16	86.13	87.09	88.06	89.02	89.99	90.96	91.92	92.89	93.86	94.83	95.80	96.77	97.74	98.71	99.69	100.66	101.64	102.61
24	79.70	80.65	81.61	82.57	83.52	84.48	85.44	86.40	87.36	88.32	89.29	90.25	91.21	92.18	93.15	94.11	95.08	96.05	97.02	97.98	98.95	99.92	100.90	101.87	102.84
25	80.01	80.96	81.91	82.86	83.82	84.77	85.73	86.68	87.64	88.60	89.56	90.52	91.48	92.44	93.41	94.37	95.34	96.30	97.27	98.23	99.20	100.17	101.14	102.11	103.08
26	80.32	81.27	82.22	83.17	84.12	85.07	86.02	86.98	87.93	88.89	89.84	90.80	91.76	92.72	93.68	94.64	95.60	96.57	97.53	98.49	99.46	100.42	101.39	102.36	103.32
27	80.65	81.60	82.54	83.49	84.43	85.38	86.33	87.28	88.23	89.19	90.14	91.09	92.05	93.01	93.96	94.92	95.88	96.84	97.80	98.76	99.72	100.69	101.65	102.62	103.58
28	80.99	81.93	82.87	83.82	84.76	85.70	86.65	87.60	88.54	89.49	90.44	91.39	92.35	93.30	94.25	95.21	96.17	97.12	98.08	99.04	100.00	100.96	101.92	102.88	103.85
29	81.34	82.28	83.22	84.15	85.09	86.03	86.98	87.92	88.87	89.81	90.76	91.71	92.66	93.61	94.56	95.51	96.46	97.42	98.37	99.33	100.28	101.24	102.20	103.16	104.12
30	81.71	82.64	83.57	84.50	85.43	86.36	87.32	88.26	89.20	90.14	91.08	92.03	92.97	93.92	94.87	95.82	96.77	97.72	98.67	99.62	100.58	101.53	102.49	103.45	104.40
31	82.08	83.01	83.93	84.86	85.80	86.73	87.66	88.60	89.54	90.48	91.42	92.36	93.30	94.24	95.19	96.14	97.08	98.03	98.98	99.93	100.88	101.83	102.79	103.74	104.69
32	82.46	83.38	84.31	85.23	86.16	87.09	88.02	88.96	89.89	90.82	91.76	92.70	93.64	94.58	95.52	96.46	97.41	98.35	99.30	100.24	101.19	102.14	103.09	104.04	105.00
33	82.86	83.77	84.69	85.62	86.54	87.46	88.39	89.32	90.25	91.18	92.11	93.05	93.98	94.92	95.86	96.80	97.74	98.68	99.62	100.57	101.51	102.46	103.41	104.36	105.30
34	83.26	84.17	85.09	86.01	86.93	87.85	88.77	89.69	90.62	91.55	92.48	93.41	94.34	95.27	96.21	97.14	98.08	99.02	99.96	100.90	101.84	102.79	103.74	104.68	105.62
35	83.67	84.58	85.49	86.41	87.32	88.24	89.16	90.08	91.00	91.92	92.85	93.78	94.70	95.63	96.57	97.50	98.43	99.37	100.30	101.24	102.18	103.12	104.06	105.00	105.95
36	84.10	85.00	85.91	86.82	87.73	88.64	89.55	90.47	91.39	92.31	93.23	94.15	95.08	96.01	96.93	97.86	98.79	99.72	100.66	101.59	102.53	103.46	104.40	105.34	106.28
37	84.53	85.43	86.33	87.24	88.14	89.05	89.96	90.87	91.79	92.70	93.62	94.54	95.46	96.38	97.31	98.23	99.16	100.09	101.02	101.95	102.88	103.82	104.75	105.69	106.63
38	84.97	85.87	86.76	87.66	88.57	89.47	90.38	91.29	92.20	93.11	94.02	94.94	95.85	96.77	97.69	98.62	99.54	100.46	101.39	102.32	103.25	104.18	105.11	106.04	106.98
39	85.42	86.31	87.21	88.10	89.00	89.90	90.80	91.71	92.61	93.52	94.43	95.34	96.25	97.17	98.09	99.01	99.92	100.85	101.77	102.69	103.62	104.55	105.48	106.40	107.34
40	85.88	86.77	87.66	88.55	89.44	90.34	91.24	92.14	93.04	93.94	94.85	95.76	96.66	97.58	98.49	99.40	100.32	101.24	102.16	103.08	104.00	104.92	105.85	106.78	107.70
41	86.35	87.24	88.12	89.01	89.90	90.79	91.68	92.57	93.47	94.37	95.27	96.18	97.08	97.98	98.90	99.81	100.72	101.64	102.55	103.47	104.39	105.31	106.23	107.15	108.08
42	86.83	87.71	88.59	89.47	90.35	91.24	92.13	93.02	93.91	94.81	95.71	96.61	97.51	98.41	99.32	100.22	101.13	102.04	102.96	103.87	104.79	105.70	106.62	107.54	108.46
43	87.32	88.19	89.07	89.94	90.82	91.71	92.59	93.48	94.37	95.26	96.15	97.05	97.94	98.84	99.74	100.65	101.55	102.46	103.37	104.28	105.19	106.10	107.02	107.94	108.85
44	87.82	88.68	89.55	90.43	91.30	92.18	93.06	93.94	94.83	95.71	96.60	97.49	98.39	99.28	100.18	101.08	101.98	102.88	103.79	104.69	105.60	106.51	107.42	108.34	109.25
45	88.32	89.19	90.05	90.92	91.79	92.66	93.54	94.41	95.29	96.17	97.06	97.95	98.84	99.73	100.62	101.52	102.42	103.32	104.22	105.12	106.02	106.93	107.84	108.75	109.66
46	88.84	89.69	90.55	91.42	92.28	93.15	94.02	94.89	95.77	96.65	97.53	98.41	99.3												

**参考資料：計測器メーカーの主なカタログ記載精度(±)**

計測器	サイズ	デジタル	アナログ
ノギス	～200mm	0.02mm	0.05mm
	～300mm	0.03mm	0.08mm
マイクロメータ	～75mm	1 μ m	2 μ m
	～150mm	2 μ m	3 μ m
	～225mm	3 μ m	4 μ m
	～300mm	4 μ m	5 μ m
ハイトゲージ	～200mm	0.03mm	0.03mm
	～300mm	0.03mm	0.04mm
ダイヤルゲージ (最小表示量0.01mm)	～25.4mm	0.02mm	13 μ m
	～50.8mm	0.04mm	20 μ m
ダイヤルゲージ (最小表示量0.001mm)	～1mm	-	5 μ m
	～5mm	-	10 μ m
	～25.4mm	3 μ m	-
	～50.8mm	5 μ m	-
シリンダーゲージ	-	-	5 μ m
マスターリングゲージ	～100mm	-	10 μ m
	～300mm	-	20 μ m
ブロックゲージ	～10mm	-	0.45 μ m
	～25mm	-	0.6 μ m
	～50mm	-	0.8 μ m
	～75mm	-	1.0 μ m
	～100mm	-	1.2 μ m
	～150mm	-	1.6 μ m
	～200mm	-	2.0 μ m
	～250mm	-	2.4 μ m
～300mm	-	2.8 μ m	
三次元測定機 (サイズは測定長)	～50mm	1.85 μ m	-
	～100mm	2.00 μ m	-
	～150mm	2.15 μ m	-
	～200mm	2.30 μ m	-
	～250mm	2.45 μ m	-
	～300mm	2.60 μ m	-

### 5.3.9 各解析の解説

#### 1) 反復性と再現性

反復性	再現性
	
<p>一人の作業者が同一部品の同一特性を同一の計測機器で何回か測定した時のバラツキ。</p>	<p>複数の作業者が同一計測機器にて同一部品の同一特性を測定した時の平均値のバラツキ。</p>

R 値に割り引き係数をかけることで、簡易的に母標準偏差を推定することが出来る。

割り引き係数は以下の通り。(n は繰り返し測定数または測定者数である)

この数値は管理図を書くときに用いられる d2 値の逆数である。

n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
0.886	0.591	0.486	0.430	0.395	0.370	0.351	0.337	0.325

#### 2) 計測器の分解能の不確かさ

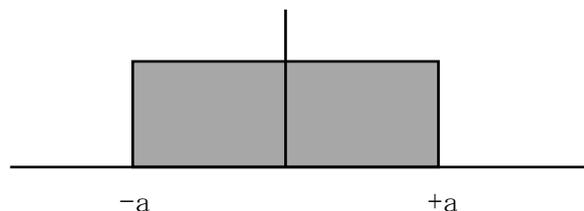
最小目盛 0.01mm の計測器であれば、0.01mm の次は 0.02mm を表示する。

例えばインクリメントの場合、0.01mm という表示は 0.01mm 以上 0.02mm 未満であることを示す。

従って、概ね  $\pm 0.005\text{mm}$  の間で不確かさである。

(0.01mm ~ 0.02mm 未満のどこに数値があるか判らない)

$\pm$  最小目盛の半分で矩形分布することになる。



$\pm a$  の矩形分布の標準偏差は  $a/\sqrt{3}$  で求めることが出来る。

従って、最小目盛の半分を  $\sqrt{3}$  で割った数値が標準偏差となる。

### 3) 計測器校正の不確かさ

計測器校正の不確かさは一般的にカタログ記載精度の1/2~1/4程度で正規分布すると考える。

ここでは1/4を採用し、カタログ記載精度(±)を4で割って標準不確かさを求める。

早見表④は計測器メーカーの主なカタログ記載精度を4で割った値である。

早見表④に記載のない計測器の場合は管理精度を4で割る。

(管理精度が±0.05であれば±0.05/4で±0.0125となる)

計測器の主なカタログ精度については別紙参考資料をご参照頂きたい。

### 4) 計測器と測定物の熱膨張の不確かさ

物体は熱により膨張・収縮する。

材質によって膨張率が異なる。

標準温度は20℃である。測定物と計測器の熱膨張係数の差がある程、また、20℃からの差がある程、標準不確かさは大きくなる。

ここでは、測定物と計測器の最大温度差での熱膨張の影響を限界値とした矩形分布として標準不確かさを見積もっている。

従って、

(測定物の最高温度-20℃)×測定物の熱膨張係数・・・A

(計測器の最低温度-20℃)×計測器の熱膨張係数・・・B

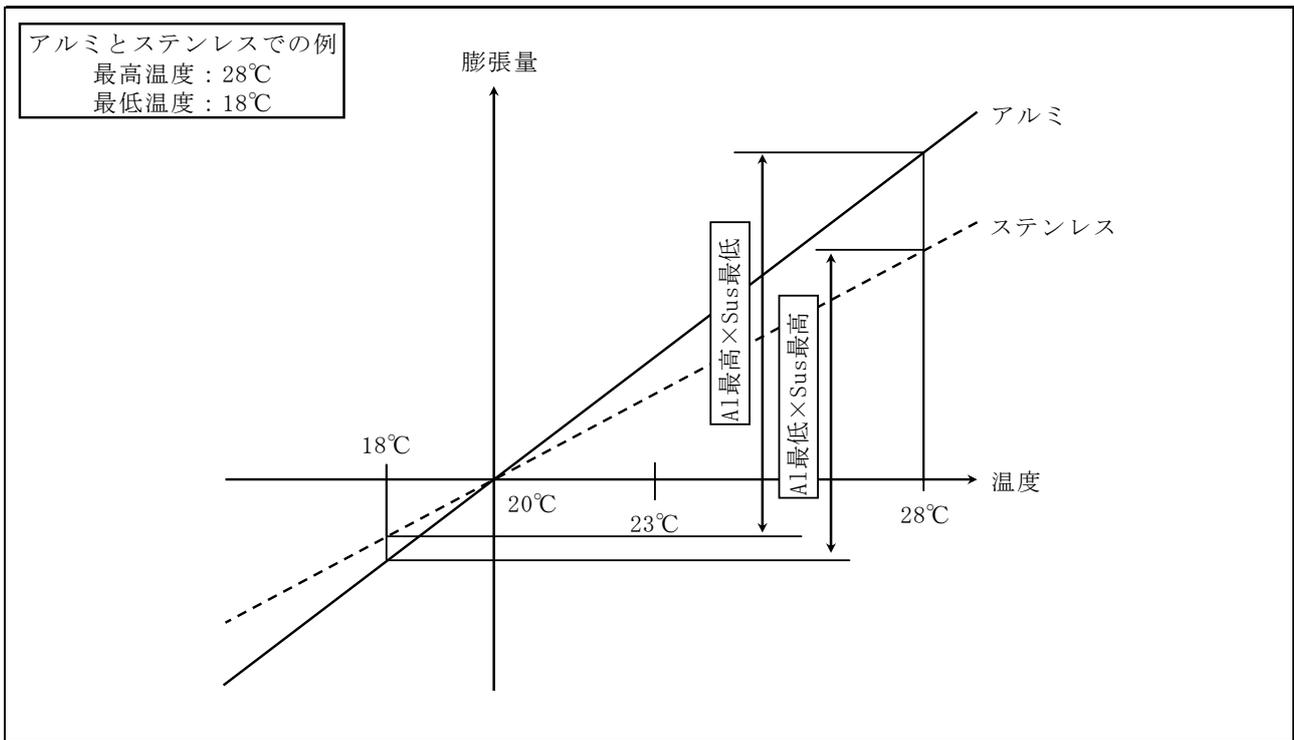
(測定物の最低温度-20℃)×測定物の熱膨張係数・・・A'

(計測器の最高温度-20℃)×計測器の熱膨張係数・・・B'

とすると、標準不確かさ C または C' は

$C=(A-B)/2/\sqrt{3}$  の絶対値    もしくは     $C'=(A'-B')/2/\sqrt{3}$  の絶対値    として見積もることが出来る。

本書では熱膨張における標準不確かさを最悪値として見積もるため、CとC'の内、大きな方を採用している。



各材質の熱膨張係数は以下の通りである。

	アルミ	鉄(鋼)	ステンレス	セラミック	ガラス
係数 ( $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$ )	23.8	11.5	14.7	3.0	8.1

表中の標準不確かさは1mあたりの値になるので、測定長  $L_{mm}$  における標準不確かさは  
採用値 $\times L_{mm}/1000$   
で求めることができる。

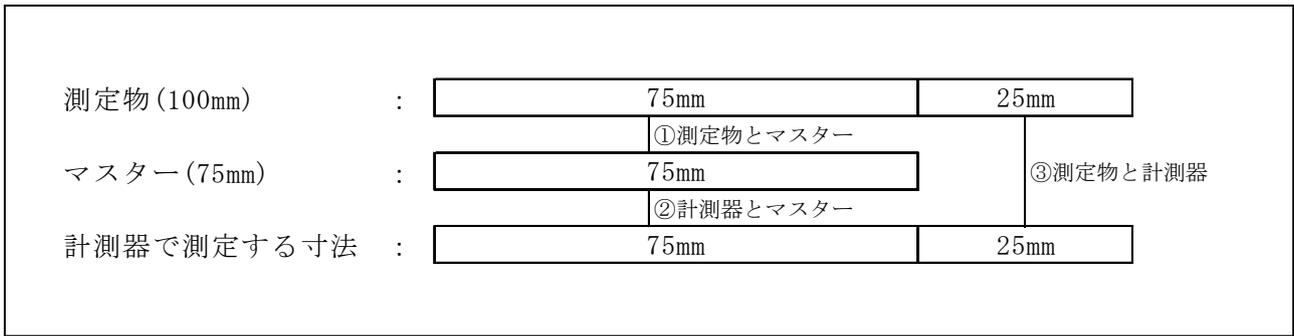
三次元測定機における熱膨張補正機能は測定物の熱膨張を考慮して、測定物と三次元測定機を20℃の状態に補正する機能である。  
従って、この機能を使用して測定する場合は、標準不確かさはゼロとする。

マイクロメーターの様にマスター合わせをしてから実施する測定も考え方は同様であるが、測定物とマスター、計測器とマスター、計測器と測定物の3つの標準不確かさをそれぞれ求め、合成した値を熱膨張における不確かさとしている。

測定物とマスターの熱膨張は、マスターの値を基準にしている。

マスター寸法と測定物の寸法の差を計測器で測定しているという考え方である。

マスター寸法が測定物の寸法より大きい場合(例：125mm)、計測器では-25mmを計測しているという考え方になる。



#### 5) 合成標準不確かさ

不確かさの伝播則より以下の様に求めている。

合成標準不確かさを  $U_0$ 、各標準不確かさを  $U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \cdot U_4 \cdot \dots$  とすると、

$$U_0 = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots)}$$

2つの標準不確かさを合成する時、双方の不確かさの比が 1/10 以上の時は合成しなくても構わない。

$\sqrt{(10^2 + 1^2)} = 10.05$  と合成後の値の変動は 1%未満となるためである。

#### 6) 拡張不確かさ

拡張不確かさは通常  $\pm 2\sigma$  で表すので、合成標準不確かさを 2 倍する。

#### 7) 不確かさの判断

一般的に規格幅と拡張不確かさの幅の比が 4 : 1 以上であれば、許容範囲と言える。

4 : 1 では製品規格 ( $\pm$ ) を 1 とした時、拡張不確かさは 0.25 となる。

$\sqrt{(1^2 + 0.25^2)} \approx 1.03$  であり、有効数字二桁では 1.0 となるため、拡張不確かさの影響を概ね無視出来るためである。

有効数字二桁未満の値は実務上あまり意味がない。

これは標準偏差 (標準不確かさ) の推定値が 10% 程度のバラツキを持っているためである。

拡張不確かさが有効数字二桁で示されているのはこのためである。

**測定の不確かさ解析結果**

年 月 日

承認	査証	作成

測定日	
測定物	
特性	
規格幅	
計測器	
測定物材質	
計測器材質	
マスター材質	

測定データ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1回目										
2回目										
3回目										
4回目										
5回目										
6回目										
7回目										
8回目										
9回目										
10回目										
平均										
R(AV)										
R(EV)										

不確かさ要因	値	標準不確かさ	参照先
反復性	R(AV)最大値 mm	$\mu m$	早見表①② グラフ①②
再現性	R(EV) mm	$\mu m$	早見表①② グラフ①②
計測器の分解能	最小目盛 mm	$\mu m$	早見表③
計測器の校正		$\mu m$	早見表④
マスターの校正		$\mu m$	早見表④
マスターと測定物の熱膨張	温度範囲 ~ °C	$\mu m$	早見表⑤⑥~⑱
計測器とマスターの熱膨張	温度範囲 ~ °C	$\mu m$	早見表⑤⑥~⑱
計測器と測定物の熱膨張	温度範囲 ~ °C	$\mu m$	早見表⑤⑥~⑱

合成標準不確かさ			不確かさ合成早見表
拡張不確かさ ( $\kappa=2$ )			合成標準不確かさ×2
製品規格と拡張不確かさの比	:	判定 OK NG	目標4:1以上

備考欄
-----

**測定の不確かさ解析結果(サンプル)**

2013年4月18日

測定日	2013/4/18
測定物	アルミ部品
特性	直径
規格幅	1.0mm(±0.5mm)
計測器	デジタルノギス
測定物材質	アルミ
計測器材質	ステンレス
マスター材質	使用なし

承認	査証	作成
大竹	日高	高井

測定データ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Aさん	Bさん	Cさん							
1回目	100.13	100.07	100.11							
2回目	100.13	100.11	100.10							
3回目	100.10	100.17	100.09							
4回目	100.16	100.16	100.14							
5回目	100.15	100.13	100.15							
6回目										
7回目										
8回目										
9回目										
10回目										
平均	100.134	100.128	100.118							
R(AV)	0.06	0.10	0.06							
R(EV)	0.016									

不確かさ要因	値	標準不確かさ	参照先
反復性	R(AV)最大値 0.10mm	43.0 μm	早見表①
再現性	R(EV) 0.016mm	9.5 μm	早見表②
計測器の分解能	最小目盛 0.01mm	2.9 μm	早見表③
計測器の校正	—	5.0 μm	早見表④
マスターの校正	—	— μm	早見表④
マスターと測定物の熱膨張	温度範囲 — °C	— μm	早見表⑤⑥~⑱
計測器とマスターの熱膨張	温度範囲 — °C	— μm	早見表⑤⑥~⑱
計測器と測定物の熱膨張	温度範囲 18~28 °C	6.4 μm	早見表⑤⑥~⑱

合成標準不確かさ		44 μm	不確かさ合成早見表(1)
拡張不確かさ(κ=2)		88 μm	合成標準不確かさ×2
製品規格と拡張不確かさの比	5.7 : 1	判定 <b>OK</b> NG	目標4 : 1以上

備考欄

規格幅が1.0mm、拡張不確かさが88 μm(幅で±88 μm)なので、比は5.7 : 1となる。

不確かさ解析クイックガイド

不確かさ要因	No	不確かさの求め方	参照先	値	不確かさ
反復性	1	R(AV)と繰り返し回数nの交点の数値。 表中のRと標準不確かさの単位は同じ。 測定値がmmで標準不確かさをμmにする場合は交点の数値を1000倍する。	早見表①②または グラフ①②	R(AV)の最大値は？	標準不確かさ μm
再現性	2	R(EV)と測定者数nの交点の数値。 表中のRと標準不確かさの単位は同じ。 測定値がmmで標準不確かさをμmにする場合は交点の数値を1000倍する。	早見表①②または グラフ①②	R(EV)の値は？	標準不確かさ μm
計測器の分解能	3		早見表③	最小目盛りは？	標準不確かさ μm
計測器の校正	4	早見表④から選ぶ。	早見表④	早見表の値は？ 早見表に無い時はNo5へ	標準不確かさ μm
	5	早見表④に無い場合は社内管理精度を4で割る。 (例)±0.05mmの時は12.5μm	社内の管理精度	管理精度は？	標準不確かさ μm
測定物と計測器の熱膨張	6	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		測定物の最高温度と最低温度は？	最高 最低 ℃
	7		製品図面など	測定物の材質は？	
	8	図面のノミナル値でよい。	製品図面など	測定長さは？	
	9	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		計測器の最高温度と最低温度は？	最高 最低 ℃
	10		早見表⑤	計測器の材質は？	
	11	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 測定物の最高温度×計測器の最低温度、または測定物の最低温度×計測器の最高温度の内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No8の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から読み取った値は？ (測定物×計測器)	

(参考)マスターを使用する場合

マスターの校正	12	早見表④から選ぶ。	早見表④	早見表の値は？	標準不確かさ μm	
	13	早見表④に無い場合は社内管理精度を4で割る。 (例)±0.05mmの時は12.5μm	社内の管理精度	社内の管理精度は？	標準不確かさ μm	
測定物とマスターと計測器の熱膨張	14	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		測定物の最高温度と最低温度は？	最高 最低 ℃	
	15	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		マスターの最高温度と最低温度は？	最高 最低 ℃	
	16	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		計測器の最高温度と最低温度は？	最高 最低 ℃	
	17		製品図面など	測定物の材質は？		
	18		早見表⑤	マスターの材質は？		
	19		早見表⑤	計測器の材質は？		
	20	図面のノミナル値でよい。	製品図面など	測定物の測定長さは？		
	21	ノミナル値でよい。		マスター寸法は？		
	22	No21の値-No20の値。 絶対値でよい。		マスター寸法と測定長さの差は？		
	23	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 測定物の最高温度×マスターの最低温度、または測定物の最低温度×マスターの最高温度の内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No21の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から読み取った値は？ (測定物×マスター)		標準不確かさ μm
	24	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 計測器の最高温度×マスターの最低温度、または計測器の最低温度×マスターの最高温度の内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No21の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から読み取った値は？ (計測器×マスター)		標準不確かさ μm
25	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 測定物の最高温度×計測器の最低温度、または測定物の最低温度×計測器の最高温度の内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No22の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から読み取った値は？ (測定物×計測器)		標準不確かさ μm	
26	No23～25の標準不確かさを大きい数値の順に合成。 7.1μmと4.5μmなら71と45の交点の値/10。 8.4μmと1.6μmであれば84と16の交点の値/10。	不確かさ合成早見表	合成値は？		標準不確かさ μm	
27	No26の標準不確かさと、No23～25の標準不確かさの内、最小値を合成。 8.4μmと1.6μmであれば84と16の交点の値/10。 11.2μmと5.8μmであれば11と6の交点の値。	不確かさ合成早見表	合成値は？		標準不確かさ μm	

合成標準不確かさ	28	(例) 45μmと29μmなら45と29の交点の値。 123μmと58μmであれば12と6の交点の値を10倍して求める。 205μmと149μmであれば20と15の交点の値を10倍して求める。 55.8μmと24.1μmであれば56と24の交点の値。 (小数点以下は四捨五入でよい。)	不確かさ合成早見表	いちばん大きい標準不確かさと2番目に大きい標準不確かさの値は？	μm上 μm	合成値 μm
	29		不確かさ合成早見表	No28での合成値と3番目に大きい標準不確かさの値は？	μm上 μm	合成値 μm
	30	マスターを使用した測定の場合、No11の値は合成しない。 その代りとして、No12とR13、No27の値も合成する。	不確かさ合成早見表	No29での合成値と4番目に大きい標準不確かさの値は？	μm上 μm	合成値 μm
	31	次に合成する標準不確かさが1/10以下なら合成せずに、そこで合成は終了する。	不確かさ合成早見表	No30での合成値と5番目に大きい標準不確かさの値は？	μm上 μm	合成値 μm
	32		不確かさ合成早見表	No31での合成値と6番目に大きい標準不確かさの値は？	μm上 μm	合成値 μm
	33		不確かさ合成早見表	No32での合成値と7番目に大きい標準不確かさの値は？	μm上 μm	合成値 μm
	34			最終的な合成値は？	μm上 μm	合成標準不確かさ μm
拡張不確かさ(k=2)	35			No34の2倍は？		拡張不確かさ μm

不確かさの評価	36			製品規格は？		
	37	No36: No35 一般的に4:1以上ならこの測定は許容出来る。		製品規格と 拡張不確かさ(k=2)の幅 の比は？	:	判定 OK NG

不確かさ解析クイックガイド(サンプル)

不確かさ要因	No	不確かさの求め方	参照先	値	不確かさ
反復性	1	R(AV)と繰り返し回数nの交点の数値。 表中のRと標準不確かさの単位は同じ。 測定値がmmで標準不確かさをμmにする場合は交点の数値を1000倍する。	早見表①②または グラフ①②	R(AV)の最大値は? データシートから 読みとる 0.10mm	早見表① R0.10とn=5の交点 43.0 μm
再現性	2	R(EV)と測定者数nの交点の数値。 表中のRと標準不確かさの単位は同じ。 測定値がmmで標準不確かさをμmにする場合は交点の数値を1000倍する。	早見表①②または グラフ①②	R(EV)の値は? データシートから 読みとる 0.016mm	早見表② R0.016とn=3の交点 9.5 μm
計測器の分解能	3		早見表③	最小目盛りは? 0.01mm	標準 早見表③より 2.9 μm
計測器の校正	4	早見表④から選ぶ。	早見表④	早見表の値は? 早見表に無い時はNo5へ	標準 早見表④より 5.0 μm
	5	早見表④に無い場合は社内管理精度を4で割る。 (例) ±0.05mmの時は12.5 μm	社内の管理精度	管理精度は? — mm	標準不確かさ — μm
測定物と計測器の熱膨張	6	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		測定物の最高温度と最低温度は? 最高 28 °C 最低 18 °C	
	7		製品図面など	測定物の材質は? アルミ	
	8	図面のノミナル値でよい。	製品図面など	測定物の測定長さは? 100mm	
	9	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		計測器の最高温度と最低温度は? 最高 28 °C 最低 18 °C	
	10		早見表⑤	計測器の材質は? 早見表⑤ A128°C×Sus18°C・・・63.5 μm A118°C×Sus28°C・・・47.7 μm 大きい方を採用する→63.5 μm	ステンレス 63.5×100/1000 標準不確かさ
	11	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 測定物の最高温度×計測器の最低温度、または測定物の最低温度×計測器の最高温度の 内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No8の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から (測定物×計測器) 読み取り値×No8の値/1000 63.5 μm 47.7 μm	標準不確かさ 6.4 μm

(参考)マスターを使用する場合

マスターの校正	12	早見表④から選ぶ。	早見表④	早見表の値は?	標準不確かさ 0.3 μm
	13	早見表④に無い場合は社内管理精度を4で割る。 (例) ±0.05mmの時は12.5 μm	社内の管理精度	社内の管理精度は? — mm	標準不確かさ — μm
測定物とマスターと計測器の熱膨張	14	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		測定物の最高温度と最低温度は? 最高 28 °C 最低 18 °C	
	15	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		マスターの最高温度と最低温度は? 最高 28 °C 最低 18 °C	
	16	物体温度が計測出来ない場合は、室温の最大値と最小値で代用する。		計測器の最高温度と最低温度は? 最高 28 °C 最低 18 °C	
	17		製品図面など	測定物の材質は? アルミ	
	18		早見表⑤	マスターの材質は? セラミック	
	19		早見表⑤	計測器の材質は? ステンレス	
	20	図面のノミナル値でよい。	製品図面など	測定物の測定長さは? 100mm	
	21	ノミナル値でよい。		マスター寸法は? 125mm	
	22	No21の値-No20の値。 絶対値でよい。		マスター寸法と測定長さの差は? 25mm	
	23	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 測定物の最高温度×マスターの最低温度、または測定物の最低温度×マスターの最高温度の 内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No21の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から (測定物×マスター) 読み取り値×No21の値/1000 早見表⑥ A128°C×セラ18°C・・・56.7 μm A118°C×セラ28°C・・・20.7 μm 大きい方を採用する→56.7 μm	標準不確かさ 56.7 μm 56.7×125/1000 7.1 μm
	24	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 計測器の最高温度×マスターの最低温度、または計測器の最低温度×マスターの最高温度の 内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No21の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から (計測器×マスター) 読み取り値×No21の値/1000 早見表⑥ Sus28°C×セラ18°C・・・35.7 μm Sus18°C×セラ28°C・・・15.4 μm 大きい方を採用する→35.7 μm	標準不確かさ 35.7 μm 35.7×125/1000 4.5 μm
	25	早見表⑥～⑩の材質に対応した表より、 測定物の最高温度×計測器の最低温度、または測定物の最低温度×計測器の最高温度の 内、大きい方の値を読み取る。 読み取り値×No22の値/1000	早見表⑥～⑩	早見表から (測定物×計測器) 読み取り値×No22の値/1000 早見表⑥ Sus28°C×セラ18°C・・・63.5 μm Sus18°C×セラ28°C・・・47.7 μm 大きい方を採用する→63.5 μm	標準不確かさ 63.5 μm 63.5×25/1000 1.6 μm
	26	No23～25の標準不確かさを大きい数値の順に合成。 7.1 μmと4.5 μmなら71と45の交点の値/10。 8.4 μmと1.6 μmであれば84と16の交点の値/10。	不確かさ合成早見表	合成値は? 7.1 μmと 4.5 μm	標準不確かさ 合成早見表(2) 71と45の交点/10 8.4 μm
	27	No26の標準不確かさと、No23～25の標準不確かさの内、最小値を合成。 8.4 μmと1.6 μmであれば84と16の交点の値/10。 11.2 μmと5.8 μmであれば11と6の交点の値。	不確かさ合成早見表	合成値は? 8.4 μmと 1.6 μm	標準不確かさ 合成早見表(1) 84と16の交点/10 8.6 μm

合成標準不確かさ	28	(例) 45 μmと29 μmなら45と29の交点の値。 123 μmと58 μmであれば12と6の交点の値を10倍して求める。 203 μmと149 μmであれば20と15の交点の値を10倍して求める。 55.8 μmと24.1 μmであれば56と24の交点の値。 (小数点以下は四捨五入でよい。)	不確かさ合成早見表	いちばん大きい標準不確かさと2 番目に大きい標準不確かさの値 は? 43 μmと10 μm	合成値 44 μm
	29		不確かさ合成早見表	No28での合成値と3番目に大きい 標準不確かさの値は? 44 μmと6 μm	合成値 44 μm
	30	マスターを使用した測定の場合、No11の値は合成しない。 その代りとして、No12とR13、No27の値も合成する。	不確かさ合成早見表	No29での合成値と4番目に大きい 標準不確かさの値は? 44 μmと5 μm	合成値 44 μm
	31	次に合成する標準不確かさが1/10以下なら合成せずに、そこで合成は終了する。	不確かさ合成早見表	No30での合成値と5番目に大きい 標準不確かさの値は? 2.9は44の1/10以下なので ここで終了	
	32		不確かさ合成早見表	No31での合成値と6番目に大きい 標準不確かさの値は? μmと μm	合成値 μm
	33		不確かさ合成早見表	No32での合成値と7番目に大きい 標準不確かさの値は? μmと μm	合成値 μm
	34			最終的な合成値は? μmと μm	合成標準不確かさ 44 μm
拡張不確かさ (κ=2)	35			No34の2倍は? μmと μm	拡張不確かさ 88 μm

不確かさの評価	36			製品規格は? ±0.5mm/0.088mm	±0.5mm
	37	No36 : No35 一般的に4 : 1以上ならこの測定は許容出来る。		製品規格と 拡張不確かさ (κ=2)の幅 の比は? 5.7 : 1	判定 OK NG

## 用語集

用語	解説
測定の不確かさ	測定のパラツキ。
標準不確かさ	測定のパラツキの標準偏差。
合成標準不確かさ	各要因の標準不確かさをひとつにまとめたもの。 不確かさの伝播則を使ってまとめる。
拡張不確かさ	合成標準不確かさに係数( $\kappa$ )を掛けたもの。通常、係数は2である。 2は $2\sigma$ を意味している。 $\kappa=2$ と表記のある拡張不確かさは、合成標準不確かさの2倍を意味する。 この係数のことを包含(ほうがん)係数と言う。
不確かさの伝播則(でんぱそく)	標準不確かさは二乗和の平方根で合成出来ると言う法則。 合成標準不確かさをU、標準不確かさをU1、U2、U3・・・とすると $U=\sqrt{(U1^2+U2^2+U3^2\cdots)}$ で求めることが出来る。
反復性	一人の作業者が同一部品の同一特性を同一の計測機器で何回か測定した時のパラツキ。
再現性	複数の作業者が同一計測機器にて同一部品の同一特性を測定した時の平均値のパラツキ。 このマニュアルでは作業者の変更で再現性を求めているが、これにこだわる必要はなく、計測器、測定場所、時間を変更して再現性を求めても良い。(JISZ8103計測用語より)
分解能	その計測器の最小目盛または最小読みとり値。
校正	①計測器を標準器等と比較して値付けすること。 ②①の様に値付けする代わりに計測器を標準器等と比較して管理幅に入っているかどうか確認すること。 一般的な製造現場では便宜上②を用いているところが多い。
熱膨張	計測器や測定物は温度の変化で伸びたり縮んだりすること。
熱膨張係数	1mの物が1℃変化した時、どれくらい伸び縮みするかという値のこと。
精度	正確さと精密さの総称。 正確さは偏り具合のこと、精密さはパラツキ具合のこと。
ISO/JISQ10012	計測管理の国際規格。 測定プロセスの設計や不確かさの見積もり等、ISO9001やISO/TS16949には無い要求事項がある。
GUM	不確かさの評価手順などがまとめられている公的規格。 計測における不確かさの表現のガイド。 Guide to the expression of Uncertainty in Measurement の略。 ガムと呼ぶ。
MSA	計測器の精度、測定者によるパラツキ等を統計的に分析、評価し、適切な計測システムを選択するための解析手法。 Measurement Systems Analysis の略。 MSAの中の代表的な手法としてゲージR&Rがある。
ゲージR&R	MSAの中の手法のひとつで、反復性と再現性を求めるための解析手法。 Repeatability(反復性)&Reproducibility(再現性)の略。
実験計画法	複数の要因を直交表と呼ばれる表に割り付けて効率的に実験を行い、各要因がどれくらい大きいかを求める実験方法。

## 改訂欄

版数	内容	年月日
1	新規制定	2013年4月18日
2	計測器の校正の不確かさについて求め方を変更 (1/16→1/4)	2013年9月20日
2	用語集の再現性にJISZ8103の解釈を追記	2013年9月20日
2	用語集の校正証明書欄を削除	2013年9月20日
2	改訂欄の追加	2013年9月20日
3	早見表④のダイヤルゲージ欄を最小目盛毎に細分化	2013年10月17日
4	誤記訂正・・・解説ページの1項図中、R(EV)→R(AV) R(AV)→R(EV)	2014年1月20日
4	データシートのレイアウト変更	2014年1月20日
5	6. 不確かさの判断における公差の表現を規格幅へ変更 規格幅と拡張不確かさの幅で比を求める 判断例の追加、関連帳票の修正	2014年2月22日
6	計測器の分解能の定義に最小読みとり値を追加	2014年5月19日
7	熱膨張の不確かさについて、測定物と計測器の温度差と 20℃からの偏差分を考慮した推定方法に変更 早見表⑥およびグラフ③④⑤の削除 新早見表⑥～⑩の追加、関連帳票の修正	2014年10月20日
8	目次の追加 早見表⑰～⑲の追加、関連帳票の修正	2015年1月20日

© 2013年4月18日 高井哲哉  
 高井メソッドによる測定の不確かさの簡易推定方法  
 登録番号第36473号の1

## 5. 4 不確かさと精度に関する考察

この規格 (ISO 10012) は、不確かさについて「7.3.1 測定の不確かさ」で以下のように規定している。

測定の不確かさは、計測マネジメントシステムの対象となるそれぞれの測定プロセスについて、推定しなければならない。不確かさの推定値は、記録しなければならない。測定の不確かさの分析は、測定機器の計量確認及び測定プロセスの妥当性確認の前に完了しておかなければならない。測定のばらつきの既知の原因は、すべて文書化しなければならない。

“不確かさ”と聞くと ISO/IEC 17025 における不確かさの算出を考え、煩わしい作業が要求されていると思いがちである。確かに ISO/IEC 17025 においては、不確かさは試験・校正機関の能力を表す指標であり、測定の不確かさ自体が顧客から求められるものであるため、不確かさを推定する手順をもち、適用して正確に算出する必要がある。しかし、ISO 10012 では、不確かさを正確に算出することを要求するものではなく、また、不確かさを推定する手順をもつことを要求していない。ある一定の値以下に管理されていることが重要なのである。測定の不確かさは、使用する計測器の精度あるいは他の外部データ又は経験値等の内部データから、この規格の使用者により推定することもできる。これら推定の後、必要があれば、その計測器の使用時における不確かさが推定値どおりかを検証してもよい。

7.3.1 測定の不確かさの手引に以下の記載がある。

測定の不確かさの決定及び記録に費やす労力は、組織の製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合ったものであることが望ましい。不確かさの決定の記録は、個々の測定プロセスに付加される要因を含めて、類似タイプの測定機器に対して“共通の記述”の形態をとってもよい。

測定結果の不確かさは、その他の要因の中でも、特に、測定機器の校正の不確かさを考慮することが望ましい。以前の校正結果の分析及び測定機器の複数の類似項目の校正結果の評価に統計的技法を適切に使用することは、不確かさの推定に役立つ。

実際の製造プロセスにおいては、測定の不確かさが無視できるようにプロセスが設計されることが望ましい。しかし、測定にはバラツキが生じる。いろいろな要因が関係するが、その他の要因の中でも、“特に、測定機器の校正の不確かさを考慮することが望ましい。”としている。

生産の現場で使用されている計測器は、計測器の管理幅の中にあることを定期的に校正し、確認している。“精度”で表され、キチンと管理された（リスクを考慮し合否判定を実施した）計測器であれば、精度（許容差＝管理幅）は最悪のばらつき幅と考え（詳細は GUM 参

照) この結果を不確かさとして使用することも可能である。

対策の一例として、5.3 測定の不確かさ簡易測定マニュアルや 5.5 製品の合否判定基準の決定方法 等で簡易的に測定の不確かさを把握する方法を紹介している。

“測定の不確かさの決定及び記録に費やす労力は、組織の製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合ったものであることが望ましい。”と書かれているように、簡易的に不確かさを把握する方法や、精度を使用する方法で要求する測定レベルを満たすことが出来るか判断できるのであれば活用しやすいと思います。

重要なことは、その測定プロセスにおける測定の不確かさ（特に測定機器の校正の不確かさ）が、製品品質の判定に影響を与えるか否かを判断し、無視できないならばその対策を講じることである。

## 5.5 製品の合否判定基準を決定する方法

計量確認と測定プロセス設計の一例として「計測器の精度を考慮した合否判定基準の決め方」を紹介する。

### 5.5.1 計量確認とは

ISO 10012 の 7.1 「計量確認」では、「計量確認には、測定機器の校正及び検証を含む。測定機器の計量特性は、その意図した用途に適切なものでなければならない。」と規定している。

#### 7.1 計量確認

##### 7.1.1 一般

計量確認（図 2 及び附属書 A 参照）は、測定機器の計量特性が測定プロセスの計量要求事項を確実に満たすように設計し、実施しなければならない。

計量確認には、測定機器の校正及び検証を含む。

測定機器の計量確認状況に関する情報は、制限事項又は特殊要求事項を含めて、操作者が容易に利用できるようにしなければならない。

測定機器の計量特性は、その意図した用途に適切なものでなければならない。

「校正」は ISO9001 7.6 項の「a)定められた間隔又は使用前に、国際計量標準にトレース可能な計量標準に照らして校正又は検証する。」等で行われている内容である。

「検証」と「意図した用途に適切」の考え方を説明するために、付属書 A で顧客計量要求事項（CMR）と測定機器計量特性（MEMC）を下記のように記載している。

CMR が意図した用途であり、MEMC が CMR と比べて適切であるかを判断する。

この両者を比較する作業が「検証」である。

#### 付属書 A

##### ■ 顧客計量要求事項（CMR / Customer Metrological Requirement）

顧客計量要求事項は、顧客の生産プロセスに関係するものとして顧客が規定する測定要求事項である。したがって、CMR は測定対象の変数の仕様に影響を受ける。CMR には、生産プロセス管理及びそのインプットに起因する要求事項に加えて、顧客仕様に対する製品の適合性の検証に関係する要求事項が含まれる。こうした要求事項の決定及び規定は顧客の責任であるが、このプロセスは、顧客に代わって適切な資格をもつ人が実施してもよい。

##### ■ 測定機器計量特性（MEMC / Measuring Equipment Metrological Characteristic）

例えば、測定の不確かさのような測定の重要特性は、機器だけではなく、環境、規定された測定手順、及び、場合によっては操作者の技能及び経験にも依存する。

そのため、要求事項を満たす測定機器を選定する場合は、測定プロセス全体を検討対象とすることが極めて重要である。

この検討事項は組織の計量機能の責任であるが、具体的な活動は組織が実行しても、又は独立の計量専門家のような適切な有資格者が実行してもよい。

顧客計量要求事項 (CMR) > 測定機器計量特性 (MEMC) であれば、機器は要求事項に「適合」と判断される。

しかし、実際の計測の現場ではどの位の精度比の計測器が適切なのだろうか。

この適切な精度比を探すことは、測定する様々な物理量や条件によって異なるため、全てに適用することが簡単ではないので、ここではまず 4 : 1 を定量化する目安 (基準) として推奨しておく。この精度比 4 : 1 を目安にして、4 : 1 以上を推奨する根拠は、細かいことを気にしなくて済むという大きなメリットがある。

(業種により適切な精度比を決めてゆく必要がある。)

#### ◆なぜ 4 : 1 以上が良いのか？

製品精度 (製品規格 : 以下、製品精度と記す) 【A】が 0.5 % を想定し、それぞれの精度比 【1 : 1 ~ 10 : 1】 毎に計測器の精度 【B】 を求め、測定の精度 【C】 を、誤差の伝播則

$C = \sqrt{A^2 + B^2}$  (A, B は標準偏差【精度】を表す) にて測定の精度 【C】 を求める。

さらに、精度比に応じた影響度 【D】 を計算し、有効数字 2 桁で表すと以下の影響度 【D】 の右欄のようになる。

表 1 : 計測器の精度が製品精度に与える影響

精度比 A : B		製品 精度 A	計測器の 精度 B	測定の 精度 C	影響度 D (=C/A)
低	1 : 1	0.50 %	0.50 %	0.71 %	1.41 ⇒ 1.4
	2 : 1	0.50 %	0.25 %	0.56 %	1.12 ⇒ 1.1
↑	3 : 1	0.50 %	0.17 %	0.53 %	1.06 ⇒ 1.1
	<b>4 : 1</b>	<b>0.50 %</b>	<b>0.13 %</b>	<b>0.52 %</b>	<b>1.03 ⇒ 1.0</b>
↓	5 : 1	0.50 %	0.10 %	0.51 %	1.02 ⇒ 1.0
	10 : 1	0.50 %	0.050 %	0.50 %	1.00 ⇒ 1.0

表 1 から分かるように精度比が 4 : 1 ~ 10 : 1 と高い場合は、影響度 【D】 は全て 1.0 となり、計測器の精度 【B】 が製品精度 【A】 に影響していないと言える。

#### 5.5.2 測定プロセスの設計とは？

7.2.2 「測定プロセスの設計」では、測定プロセスの管理限界の選定は、規定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならない。と規定している。

### 7.2.2 測定プロセスの設計

計量要求事項は、顧客、組織、及び法令・規制要求事項に基づいて決定しなければならない。これらの規定された要求事項を満たすように設計した測定プロセスは、文書化し、適宜その妥当性を確認し、必要があれば顧客の同意を得なければならない。

それぞれの測定プロセスについて、関連するプロセス要素及び管理方法を明確にしなければならない。要素及び管理限界の選定は、規定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならない。こうしたプロセス要素及び管理方法には、操作者、機器、周囲条件、影響量及び適用方法の影響を含めなければならない。

◆ 管理限界の選定は、指定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものとは？

リスクとは、「測定した結果が、規定された範囲内にあり合格と判定したものの中に、真の値が仕様を超えて存在する可能性の最悪値」のことである。

このリスクは一般的に2%以下が推奨される。

<参考規格>ANSI/NCSL Z540.3-2006 5.3 測定・試験装置の較正

b) 測定量が特定の許容差内にあることを判定するために較正が行われる場合は、校正の判定に関するリスク(不合格品を誤って受け入れる)は、2%を超えてはならないものとし、かつこれが文書化されていなければならない。

(この日本語訳は正式な訳ではないため、詳細は原文を確認のこと)

7.1「計量確認」で精度比を確認し、適切な計測器を使用することを説明したが、7.2.2「測定プロセスの設計」では、不適合品を合格として誤って出荷するリスクと管理限界の関係はきちんと設計し、「適合性の表明」を行うことを要求している。

\* 適合性の表明については 3.6.3 1)「適合性の表明」とは？を参照

7.1「計量確認」で検証した精度比によって管理限界の設定が変わってくるので、精度比とリスクと管理限界の関係をグラフにしたので、これを使用し管理限界を決める方法を一例として紹介する。

“精度比”を把握し“リスク”(2%以下に設定)を設定することで、統計的に管理限界【合否判定基準・ガードバンド】を決めることができる。細かいことになるが、測定対象の分布を一様分布と仮定するのか、正規分布と仮定するのかによって合否判定基準は“少し”異なる。ここでは安全【厳しい方を選択】をみて一様分布を例に説明を進めることとする。

以下の図4より精度比が4:1、リスク2%における合否判定基準は、縦軸よりリスク2%と精度比4:1の曲線との交点から、横軸を見るとガードバンドファクタが0.77となる。したがって製品精度×0.77が合否判定基準となる。

言い換えると、精度比が4:1の場合、製品精度【仕様】の77%を合否判定基準と設定することで、リスクの最悪値(合否判定基準値で合格と判定された場合、統計的に製品精度

を満たしていない確率) が 2% となる。

### 測定対象が『一様分布』の場合

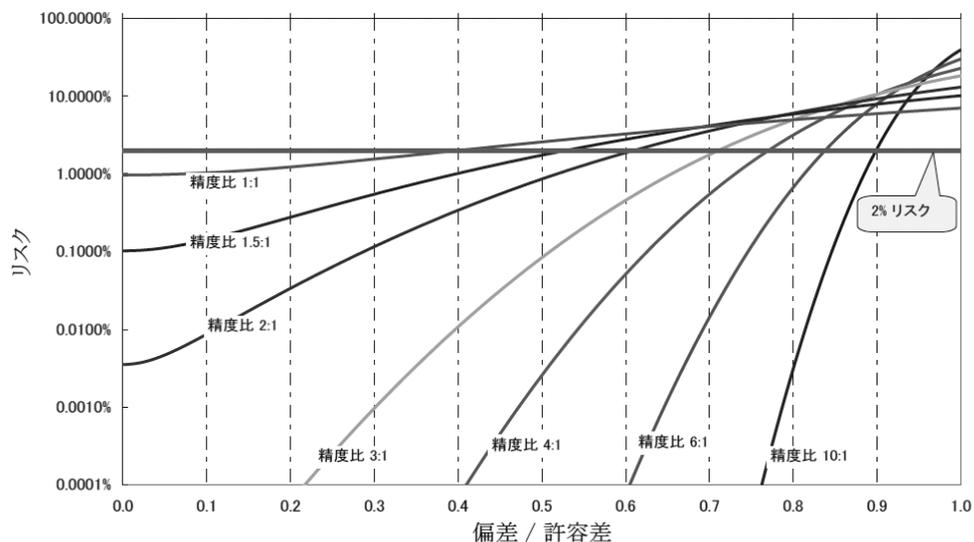


図 1 合否判定基準選定グラフ (1 : 1 ~ 10 : 1)

\* 「現場技術者のための計測技術入門」 P161 引用

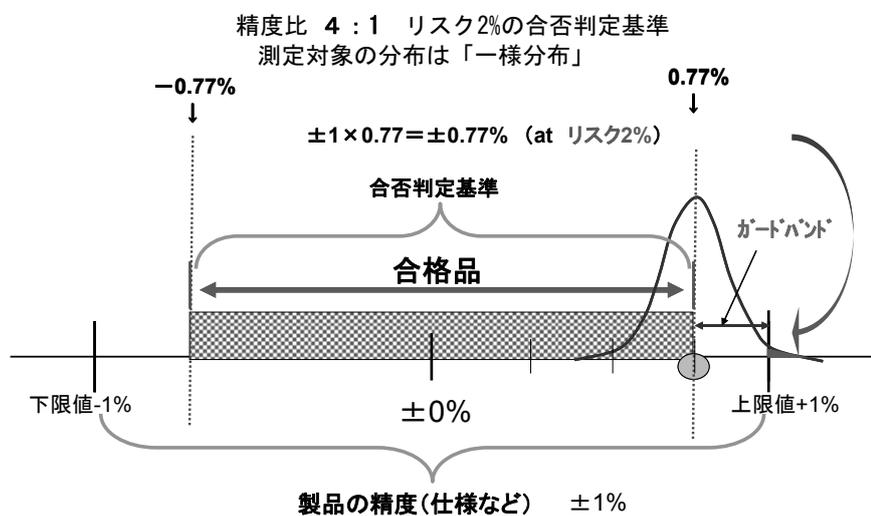


図 2 精度比 4 : 1 リスク 2 % の合否判定基準

計測の不確かな分は合格とはしない(ガードバンド)とする考え方は、先に紹介した APLAC や ILAC の「適合性の表明」の考え方と同じであることが解る。この「適合性の表明」をも のづくりの現場に展開することが ISO 10012 で求められているのである。

精度比が 4 : 1 の場合、合否判定基準は要求仕様の 0.77 と説明したが、図 1 のグラフか

らその他の精度比でも容易に合否判定基準を決めることができる。例えば 10 : 1 であれば約 0.90 になることがお解かりいただけるだろう。

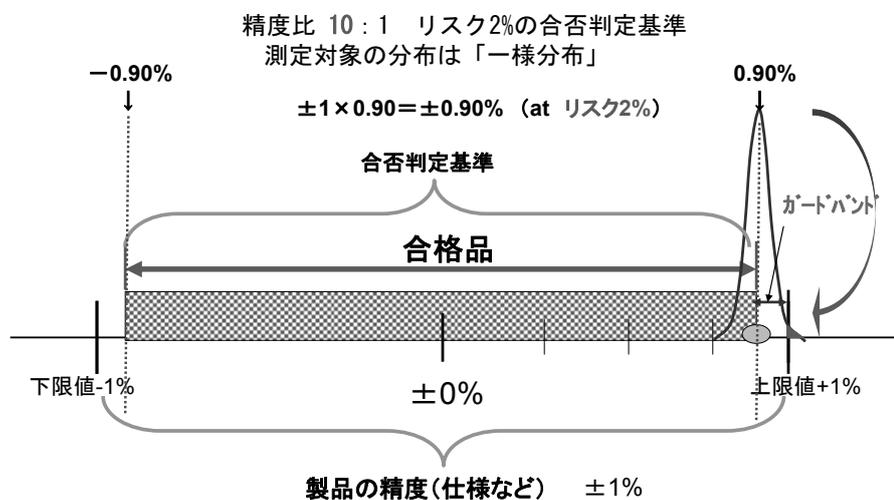


図3 精度比10 : 1 リスク2%の合否判定基準

この方法で決めた合否判定基準にしたがって製品や計測器など検査、校正等を実施することによって、製品などの仕様や規格に対して「適合性の表明」が可能になる。

お客様に「製品スペックへの適合性の表明」を確実にを行うためには、従来から行われている計測器の管理だけでは不十分で、むしろ重要なのは“測定プロセスの設計”を確実にを行う事なのである。その方法を ISO 10012 では具体的には規定していないので、一例として、精度比とリスク（2%）から合否判定基準を設定する方法を紹介した。

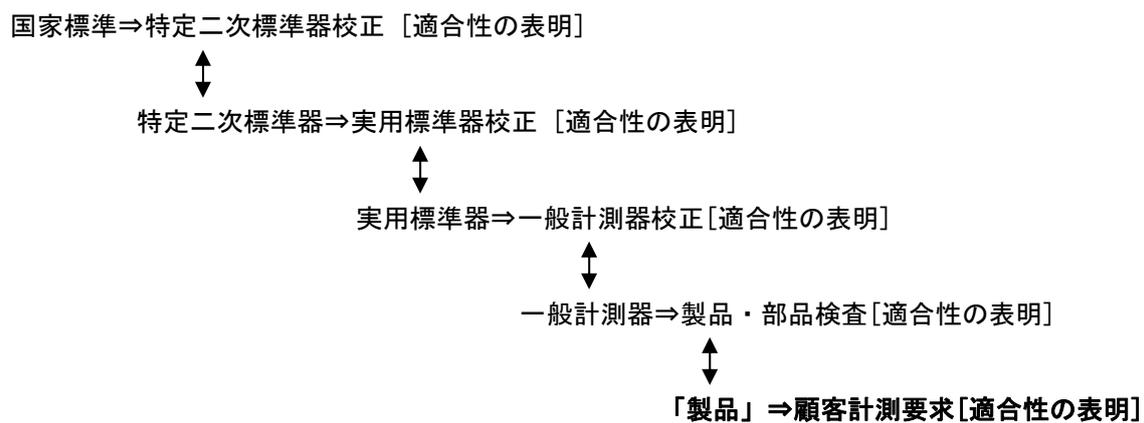
要求しているのは、測定の不確かな分を把握し、顧客計測要求事項に適切かを判断し、この不確かな領域はガードバンドとして、合格とはしない測定プロセスを設計すること。これにより、「顧客要求事項に確実に適合している」ことなのです。

### 5.5.3 適合性の表明の連鎖

顧客要求事項への適合を表明することが求められているので製品検査だけを測定プロセスとして設計すれば良いのだろうか？

測定に関わるプロセスには「部品の受入・出荷検査」、「計測器の定期校正」等、多くの計測の現場が存在し、最終的に製品の品質を保証している。

ISO 10012 がどこまでの範囲を適合性の表明の対象とするか？については今後、審査機関の判断に委ねることになるが、ISO 17025 における APLAC TC 004 (2010) の「標準器に対する適合性の表明」に始まり、「定期校正する一般計測器に対する適合性の表明」、「部品や製品に対する適合性の表明」へと適合性の表明が連鎖することで確実に「適合性の表明」ができるのだと思います。



「顧客計測要求事項への適合性を表明できる企業になる」ことは、品質マネジメントシステムが本来、求めていたものなのです。

ISO 10012 が JIS 化されたこの機に、品質管理の原点である計測に着目し、各社の品質マネジメントシステムを本来の姿に改善・強化しては如何でしょうか。

## 第 6 章 ISO 10012 の認証審査体制

### 6.1 ISO 10012 関連サービスについて

#### 6.1.1 JQA の事業について

この章では一般財団法人日本品質保証機構（以下、「JQA」）が提供予定の ISO10012 に関連するサービスについて説明します。説明に先立ちまして、簡単ではありますが JQA の紹介をさせていただきます。JQA は 1957 年の設立以来、製品検査、マネジメントシステムの認証ならびに計測器の校正等、第 3 者機関として幅広い分野の試験・検査・認証業務を行なってきました。

マネジメントシステムの第 3 者認証サービスは 1990 年から開始をし、ISO9001 (品質) や ISO14001 (環境) といった代表的な規格はもちろんのこと、いわゆる特定業界向けのセクター規格である ISO/TS16949 (自動車)、JISQ9100 (航空宇宙) および ISO22000 (食品安全) 等の規格の認証業務も行なっており、JQA 全体で約 14,000 件の認証実績がございます(2015 年 2 月現在)。

計測器の校正・計量器の検定業務については、1973 年に計量法に基づく計量器の検定業務を開始し、JSCC 及び A2LA より ISO/IEC17025 の試験所認定を受けた校正機関でございます。

JQA は国内最大の MS 認証機関であり、かつ計量計測機器の校正・検定機関でもあります。両分野で培ってきた多くの経験、知見を活かして、ISO10012 に関連するサービスの提供をしていきたいと考えております。

#### 6.1.2 ISO 10012 サービスの概要

ISO10012 に関連するサービスとしては、大きく分けて 2 種類のサービスを考えております。一つは ISO10012 の第 3 者認証サービスで、もう一つは、組織の計測器管理や管理プロセスの構築・運用に関わる相談サービスでございます。

- ① ISO10012 の第 3 者認証サービスは、組織が導入している ISO10012 マネジメントシステムが、規格の要求事項および組織が決められたルールに適合しているか、また効果的な運用がなされているかを、第 3 者の立場から審査させていただきます。適切なマネジメントシステムの運用がなされていることを確認できた組織に対しては、その証となる登録証を JQA より発行させていただきます。

ISO10012 は、ISO9001 といった他の ISO 規格と同様、認証可能なマネジメントシステム規格でございますので、それ単独での認証取得が可能です。一方で既に ISO9001 の認証を取得されている組織については、ISO9001 に ISO10012 の固有要求事項を上乗せした組合せでの審査サービスの提供も可能でございます。両規格は親和性が高い規格でありますので、ISO9001 を取得されている組織については、例えば“ $1+1=2$ ”ではなく、“ $1+1=1.5$ ”となるような効率的な審査をお受け頂くことができます。また、ISO10012 の審査では、ISO9001 および ISO10012 両方の知識を有した審査員もしくは、ISO9001 審査員と計測の技術専門家（スペシャリスト）のチームで審査に当たることで、より専門的で深い審査の提供が実現します（図 1 参照）。

## JQAのISO10012 第三者認証サービスの特徴

- ISO10012は、ISO9001と関連が深く、計測に特化したMS規格
- JQA:国内最大のMS認証機関+計量計測機器の校正・検定機関
- JQAのISO10012審査:MS審査+計量計測の専門技術⇒JQAの総合力により従来のMS審査+αのサービス提供
- 審査チーム:MS審査員+計測技術専門家



図1 JQAのISO 10012第3者認証サービスの特徴

JQAの審査では、規格の適合性だけを確認するのではなく、いかにシステムや規格をうまく活用されているか、実際の業務と一体化されているかの視点での確認もさせていただき、結果的にISOが品質向上、業務改善のための有効なツールとなるよう、審査を通じて貢献させていただきます。

ISO10012の認証取得により期待される効果としては、

- 1). 計測器の管理能力、体制の強化ができる点
- 2). 外部機関により自社のシステムの評価を受けられる点
- 3). システムの改善点を明確にすることができる点
- 4). 余分な管理、活動を削減できる点

などが、挙げられます。

- ② 計測器管理の相談サービスについては、ISO10012の枠を超えて、広い意味での計測器管理業務に関する相談をお受けさせていただくものでございます。今日までに校正事業者として培ってきたノウハウを活かして、組織の課題解決のための一助になることが出来ればと考えております。ただ、JQAはあくまでも公正な第3者機関であり、いわゆるコンサルティング活動に該当するような具体的な指導は制限されております。従いまして、当サービスでは、コンサルティング活動に該当しない範囲で、計測器管理に関わる一般的な情報、プロセス改善の視点ならびにISO10012の規格解釈等の提供をさせていただく予定です。実際の仕組みの構築や改善については組織自らで実施していただきたいと思います。

相談サービスを受けることで期待される効果としては、

- 1). 自社固有の課題に関する相談ができる点
- 2). 適切な校正方法、判定基準などの情報を得ることができる点
- 3). 計測器管理プロセスの改善が図れる点

などが、挙げられます。

以上のように、マネジメントシステムの認証および計測器の校正業務の分野で得た知見を最大限に活用し、JQA 全体のパッケージとしてのサービス提供を考えております。

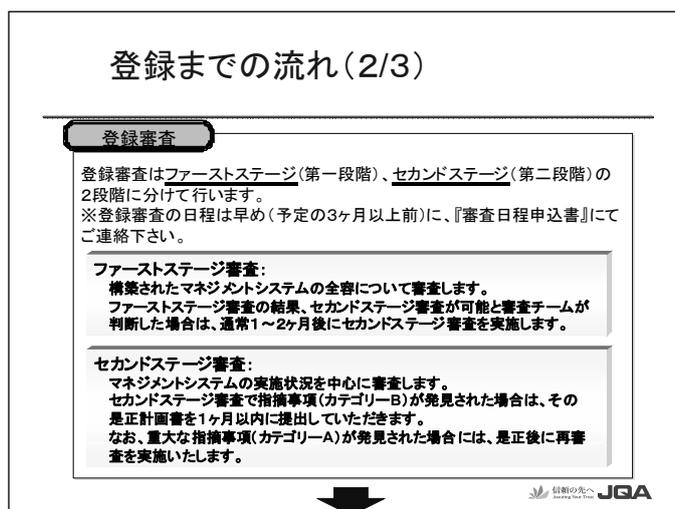
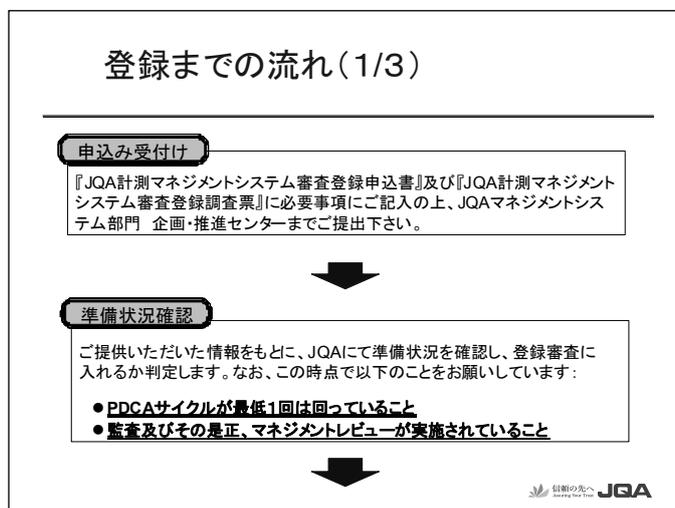
### 6.1.3 ISO 10012 認証登録の流れ

ISO10012 認証登録までの流れは右の図2のとおりです。

審査をお受けいただくにあたり、事前に JQA にお申込みをいただき、提出いただいた情報を内部で確認させていただきます。その際、組織の準備状況について確認させていただく場合がございます。なお、登録審査をお受け頂く際、事前に PDCA サイクルを回していただくこと、内部監査・マネジメントレビューを実施していただくことが必要となります。

登録審査は2段階方式で、ファーストステージ審査とセカンドステージ審査に分かれます。ファーストステージ審査では文書の確認を中心に行ない、セカンドステージ審査では実際の運用状況を確認します。

セカンドステージ審査の結果、所定の条件を満たした場合は、JQA 内の判定委員会にて審議を行い、適切と判断されると登録証を発行させていただきます。



登録後、マネジメントシステムが有効に機能し維持されていることを1年ごとに定期審査で確認し、3年ごとの更新審査で登録証の有効期間を更新いたします。

また、認証取得することで、組織のWEBサイトや名刺等でJQAのISO10012の登録マークをお使いいただくことができます。

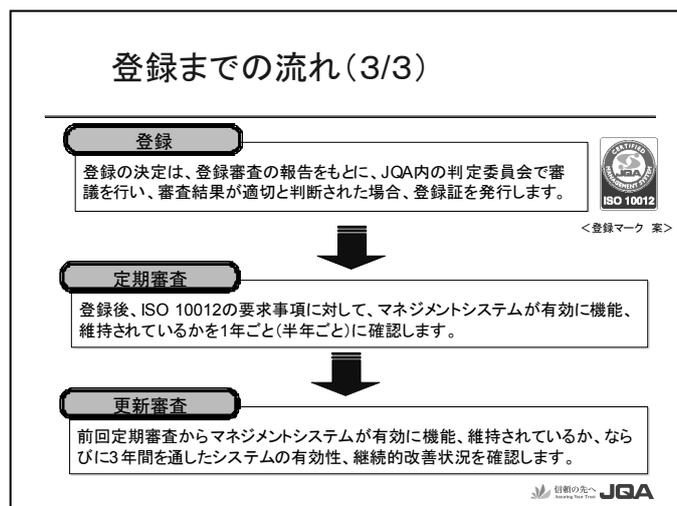


図2 認証登録の流れ

## 6.2 登録審査の主な内容

この章では、ISO10012の登録審査（ファーストステージ審査、セカンドステージ審査）の主な内容について説明します。（表1参照）

（表1）ISO10012 登録審査の主な内容

審査事項	ファーストステージ審査	セカンドステージ審査
審査目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆セカンドステージ審査へ移行可能か判定</li> <li>◆計測MSの構築状況及び運用の概況を確認</li> </ul> 計測MSの構築状況及び運用の概況を文書化された情報、観察、インタビューを通じて把握し、実際に運用が可能であるかを判定する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆受審企業/組織体の計測MSの有効性を確認</li> </ul> 受審組織/組織体がKS方針/目的/目標、及び計測MSを順守していることを確認する。
審査計画	内部手順に基づき、作成	内部手順に基づき、作成
初回会議プレゼンテーション(事例)	登録審査（ファーストステージ審査）	登録審査（セカンドステージ審査）

審査事項	ファーストステージ審査	セカンドステージ審査
審査手法	<p>◆ 文書化された情報及びインタビューによる審査を基本とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測 MS 構築・運用状況の全体概況を以下で確認する <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ブリーフツアー</li> <li>➢ 管理責任者インタビュー</li> <li>➢ 計測 MS 事務局インタビュー</li> <li>➢ 計測 MS に関する文書化された情報の審査</li> </ul> </li> </ul>	<p>◆ 計測 MS の運用・実施状況審査を基本とする</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測機器を管理する 7.1 計量確認と計測機器で管理する 7.2 測定プロセスの運用について、7.3 測定の不確かさを考慮しながら合理的に計測管理に向けた審査を進める。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 選択された管理策と計測 MS プロセスの整合性を審査</li> <li>➢ 計測 MS プロセスに対する活動、又は実施状況を審査</li> <li>➢ 計測 MS プロセスの PDCA を審査</li> </ul> </li> </ul>
審査内容	<p>◆ チェックリストにて規定した内容を審査する。</p> <p>【考え方】</p> <p>a) 計測 MS を構成する文書化された情報を審査し、計測 MS の構築状況および文書化された情報体系の整合性を確認する。</p> <p>b) 計測 MS の概略を理解し、セカンドステージ審査の準備状況を確認する。</p> <p>c) セカンドステージ審査計画に必要な情報の収集を行う。</p> <p>【焦点を当てる内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 適用範囲</li> <li>② 計測マネジメントシステムの文書化</li> <li>③ 計量確認</li> <li>④ 測定プロセス</li> <li>⑤ 測定の不確かさ</li> <li>⑥ 品質目標</li> <li>⑦ 是正処置、予防処置</li> <li>⑧ 法令・規制及び契約上の要求事項</li> <li>⑨ 監査</li> <li>⑩ マネジメントレビュー</li> <li>⑪ その他</li> </ol>	<p>◆ チェックリストをベースに審査する。</p> <p>【焦点を当てる内容】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① ISO10012 の文書化された情報 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測 MS の適用範囲</li> <li>・ 品質方針、品質目標</li> <li>・ 計測 MS を支えている手順</li> <li>・ 組織が必要とした手順</li> <li>・ 規格が要求する文書化された情報</li> </ul> </li> <li>② 計測 MS の有効性のレビュー実施内容</li> <li>③ 計測 MS の内部監査及びマネジメントレビュー実施内容</li> <li>④ 品質方針に対する経営陣の責任</li> <li>⑤ プログラム、プロセス、手順、文書化された情報、内部監査、及び計測 MS の有効性のレビューから経営陣の決定、並びに品質方針/目標へとたどれることを確実にするための、これらのレビュー</li> </ol>
トップマネジメントインタビュー	トップマネジメントインタビュー不要	<p>【経営者】</p> <p>◆ トップマネジメントインタビューは、審査対象組織の経営者に対して計測 MS に関する考えを聞く場である。</p> <p>a) 計測 MS で実現したい内容(経営戦略な</p>

審査事項	ファーストステージ審査	セカンドステージ審査
		<p>ど)</p> <p>b) 品質方針にかける想い</p> <p>c) 品質目標及び計画の確立状況</p> <p>d) 計測管理のための役割・責任は何か</p> <p>e) 従業員に何を伝えたいのか</p> <p><b>【実施方法】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・審査対象組織の経営者とは、会社組織の場合、その組織を動かす権限を持っている取締役クラスを対象とする。</li> <li>・可能な限りチーム全員が参加して行う。</li> </ul> <p>質問はチームリーダーが行い、技術専門家が記録を取る。</p>
<p>計測 MS 構築 部門/計測 MS 事務局/管理 責任者インタ ビュー</p>	<p>◆計測 MS の構築状況と概要確認</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 登録活動範囲（関連事業所を含む）</li> <li>② 計測の提供が確実であり実施されていることを確認</li> <li>③ 品質方針、品質方針の設定</li> <li>④ 計測 MS の文書化された情報</li> <li>⑤ 計量確認</li> <li>⑥ 測定プロセス</li> <li>⑦ 測定の不確かさ</li> <li>⑧ 法令・規制要求事項への対応</li> <li>⑨ 内部監査の実施の有無</li> <li>⑩ マネジメントレビューの実施の有無</li> </ol>	<p>◆計測 MS の構築・運用の全体的な PDCA 確認</p> <p>下記事項の適切性や論理的整合性を経営者の想いや経営戦略、法規制要求事項、計測 MS 要求事項に照らして審査する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 適用範囲の確認（組織の所在地、製品・サービス、関連事業所、活動内容）</li> <li>② 組織状況（人員数、運用開始時期、計測上重要な特性／側面／リスク、利害関係者、など）</li> <li>③ 計測管理の実施状況</li> <li>④ 文書化された情報/手順の相関性</li> <li>⑤ 品質方針及び目標</li> <li>⑥ 計量確認</li> <li>⑦ 測定プロセス</li> <li>⑧ 測定の不確かさ</li> <li>⑨ 法令・規制要求事項への対応</li> <li>⑩ 法令、規制、契約上の義務と順守状況</li> <li>⑪ 是正処置、予防処置の実施状況</li> <li>⑫ 内部監査の実施状況</li> <li>⑬ マネジメントレビューの実施状況</li> </ol>

審査事項	ファーストステージ審査	セカンドステージ審査
業務プロセス/計測 MS プロセス現場部門等	<p>◆受審企業/組織体の重要なプロセスを直接管理・運営する部門を対象に、下記状況を調査する</p> <p>① 業務/プロセスの内容把握（計測への関連もあわせて確認）</p> <p>② 計測管理に関する活動把握</p> <p>③ 品質方針、品質目標の設定</p> <p>④ 是正処置・予防処置の方法</p> <p>⑤ 継続的改善</p>	<p>◆登録範囲に含まれる部門/計測 MS プロセスの実施結果を審査する</p> <p>下記事項の適切性や論理的整合性を経営者の想いや経営戦略、法規制要求事項、計測 MS 要求事項に照らして審査する。</p> <p>・対象は原則として全ての現場部門/計測 MS プロセスであるが、規模に応じてサンプリングしても良い</p> <p>・品質方針・品質目標の展開状況</p> <p>・マネジメントレビュー、内部監査の現地・現場対応状況を把握しながら、システムの改善を特定（想定）する。具体的な是正についてはシステム、部門/計測 MS プロセスの実施状況を通してリスクを明確にする。</p> <p>① 業務プロセス/計測 MS プロセスの内容把握（計測への関連もあわせて確認）</p> <p>② 計測管理に関する活動確認</p> <p>③ 品質方針、品質目標の実施状況</p> <p>④ 是正処置・予防処置</p> <p>⑤ 継続的改善の効果</p>
最終会議プレゼンテーション(事例)	登録審査（ファーストステージ審査）	登録審査（セカンドステージ審査）

## 6.3 ISO 10012 技術審査員養成プログラム

### 6.3.1 概要

ISO10012 規格に基づき実施する第三者認証審査では、ISO/IEC17025 規格を適用して実施される試験所・校正機関に対する第三者認定審査と同様、技術的要素を含む審査を行う必要があることから、その審査チームには測定、試験、校正等計量計測活動全般に渡る専門的な知識を有する技術審査員、若しくは技術専門家（スペシャリスト：以下「スペシャリスト」という）（※注）を審査チームに加える必要がある。

このような事情から、一般財団法人日本品質保証機構（JQA：以下「JQA」という）計量計測部門（以下「計量部門」という）は、2013 年度に ISO10012 規格に基づき実施する第三者認証審査チームに参加するスペシャリストを養成したが、その際に実施した養成プログラムを基本にスペシャリスト育成システムを検討し、標準化することとした。

(※注) 第三者認証機関による審査は、当該分野における知識・経験、該当規格に関する知識、審査技術等（審査のための力量）に基づき審査資格を付与され、専任された審査員が公平・中立の立場で審査を行う。ただし、当該審査分野に精通していない審査員が審査する場合は、その分野に精通した技術的知識及び経験を有したスペシャリストを審査チームに帯同させ、審査中に専門知識が必要な場面でスペシャリストの見解を聞くことにより、規格適合性を判断するというもので、種々マネジメントシステム規格対応審査では広く利用されている手法である。

### 6.3.2 ISO 10012 技術審査員の育成プログラム

#### 1. 目的

ISO10012 企業認証登録制度（仮称＝JQA マネジメントシステム審査部門（以下「MS 部門」という））主管）に基づく第三者認証審査において、計測マネジメントシステム（測定プロセス及び計量確認）審査に同行し、審査の技術側面に対する支援可能なスペシャリストを育成することを目的とする。

#### 2. スペシャリストの力量確保に必要なカリキュラム

第三者の立場で ISO10012 規格への適合性を判定する審査員には、ISO10012 規格の解釈は勿論のこと、計測マネジメントに関する多くの知識・経験など、計測に関連する知識及び経験が要求される。

##### (1) 関連するマネジメントシステム規格の理解

第三者審査において ISO10012 規格で規定される要求事項に適合しているか否かを審査し、判定するためには当然ながらこの規格で述べられている要求事項や指針（注記含む）の内容を十分に理解していることが必要である。また、この規格は組織が単独で利用する場合もあるが、それよりもむしろ広く産業界で利用されている ISO などの国際規格、国内 JIS 規格などを補足し、それら主要規格の中で構築され、実行され、維持される計測マネジメントシステム、そしてそれを形成する計測プロセスにおいて計測及び計測器管理をより効果的に実施するために利用されることが多いものと考えられる。そのため、マネジメントシステム及びその主要プロセス構築のために適用されるマネジメントシステム規格を理解し、そのマネジメントシステム及び主要プロセスの中で組織が意図したとおりの成果を上げるシステムとなっているのか否かを検証しなければならない。

このようなことから、ISO10012 及びこの規格で補足するのであろう各種マネジメントシステム規格、研修方法、研修時間などを明確にし、理解させることが必要となる。その内容を次に示す。

#### <受講資格>

ISO10012 認証審査に参加する審査員及びスペシャリストの資格付与のための研修に参加するためには、品質管理や計測管理に関連する知識、経験及び関連するマネジメントシステムの基本的な知識を有しており、かつ、これまで第一者から第三者の何れかの立場でマネジメントシステム審査を経験し、マネジメントシステム審査に概ね精通していることを条件とする。この条件を満たす者に対して研修を実施し、当該審査の実施に必要な知識を習得させることとする。

以上に示した受講資格（条件）に該当するのは次の何れかの有資格者（登録者）とする。

(1) 審査員

IS09001 審査員 (※注)

(2) スペシャリスト

- |                 |                                       |
|-----------------|---------------------------------------|
| a) IS09001 審査員  | d) ISO/IEC17025 審査員 (NITE 登録、JAB 登録等) |
| b) IS09001 審査員補 | e) IS09001 内部監査員                      |
| c) JIS 認証審査員    | f) ISO/IEC17025 内部監査員                 |

(※注) 審査員は MS 部門が資格付与するため、MS 部門が定める審査員育成関連規定に沿った研修を終了し、審査員検  
証に合格しなければならない。従って、この章では計量部門が担当するスペシャリストに焦点を絞って記述する。

<研修>

計量部門は、受講資格を有する者の中からスペシャリストに必要な ISO10012 規格で示される要求事  
項及び指針を教示し、第三者審査において規格適合性を的確に判定できるだけの力量を習得させる。

(1) ISO10012 の基礎知識 (規格解釈を含む)

指導講師：ISO10012 規格に精通した者の中から計量部門が指名した者

講義内容：この規格の適用範囲、用語の定義などを理解させた上で、規格要求事項及び指針を  
座学によって講義し、必須事項及び指針・推奨事項などを理解させる。併せて、  
この認証登録制度の概要を解説し、理解させる

研修時間：2 日間 (12 時間)

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の 80%以上を有効とする

(2) ISO10012 が利用可能な各種マネジメントシステム規格に関する知識

① IS09001 規格 (プロセス・プロセスアプローチ等 8 原則に関する知識を含む)

指導講師：IS09001 審査員 (MS 部門認定主任審査員又は審査員)

講義内容：この規格の適用範囲、用語の定義などを理解させた上で、規格要求事項を座学によ  
って講義し、理解させる。併せて品質マネジメントシステム審査及び企業登録制度  
の概要を解説する

研修時間：1 日間 (6 時間)

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の 80%以上を有効とする

② ISO/TS16949 規格

指導講師：ISO/TS16949 審査員 (MS 部門認定主任審査員又は審査員)

講義内容：この規格の特徴、適用範囲、用語の定義などを理解させた上で、規格要求事項を座  
学によって講義し、理解させる

研修時間：1 日間 (6 時間)

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の 80%以上を有効とする

③ IS013485 規格

指導講師：IS013485 規格に精通した者の中から計量部門が指名した者

講義内容：この規格の特徴、適用範囲、用語の定義、規格要求事項などを座学によって講義し、  
理解させる

研修時間：0.5 日間（3 時間）

有効性確認：試験又は口頭試問は課さない（受講のみ）

#### ④ISO22000 規格

指導講師：ISO22000 規格に精通した者の中から計量部門が指名した者

講義内容：この規格の特徴、適用範囲、用語の定義、規格要求事項などを座学によって講義し、理解させる

研修時間：0.5 日間（3 時間）

有効性確認：試験又は口頭試問は課さない（受講のみ）

#### ⑤JIS Q 9100 規格

指導講師：JIS Q 9100 規格に精通した者の中から計量部門が指名した者

講義内容：この規格の特徴、適用範囲、用語の定義、規格要求事項などを座学によって講義し、理解させる

研修時間：0.5 日間（3 時間）

有効性確認：試験又は口頭試問は課さない（受講のみ）

規格番号	分野	講師	方法	時間(h)	有効性確認方法	区分
ISO10012	計測	計量計測セミナー講師	集合・座学	12	試験又は口頭試問 (基準は設問又は質問事項の80%以上)	必須
ISO9001	品質	審査員有資格者	集合・座学	6		必須
ISO/TS16949	自動車	審査員有資格者	集合・座学	6		必須
ISO13485	医療用具	審査員有資格者	集合・座学	3	受講のみ	任意
ISO22000	食品	審査員有資格者	集合・座学	3		任意
JIS Q 9100	航空宇宙	審査員有資格者	集合・座学	3		必須

表1 研修の対象となるマネジメントシステム規格一覧と研修内容

#### (3) 製造プロセスの概要

ISO10012 規格は主として製造事業者で利用される規格であるため、要求事項の1つである計測プロセスは各種マネジメントシステム中の1主要プロセスである製造プロセスの中にサブプロセスとして存在することが一般的である。このため、主要産業の中から複数の業種を選定し、それぞれの製造プロセスを学ぶことで、製造活動の全体像及びその中で行われている計測管理、計測マネジメントを理解する。

#### <対象業種>

- 計測器製造事業者
- 自動車の製造事業者
- その他の機械製品製造事業者
- 電子・電気製品製造事業者
- 化学・製薬関連製造事業者
- その他の事業者

※ 上記の業種のうち、2以上の業種について製造プロセスを学ぶ。

#### <研修>

##### ① 製造工程の視察・見学

業種別の製造現場を視察・見学し、部材・原材料の受入から完成品の引渡しに至る一連のプロセスの流れを確認する

## ② QC 工程図等を用いた工程管理の概要

指 導 講 師：製造業経験者、ISO9001 他各種マネジメントシステム審査員の中から計量部門が指名した者

講 義 内 容：QC 工程図、作業指図書、製造図面、製品仕様書等の読み方、製造プロセスへの適用方法などを講義し、理解させる

研 修 時 間：1 日間（6 時間）

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の 80%以上を有効とする

## (4) 製造プロセスの実行・管理

製造事業者における生産活動のうち、特に製造プロセスにおいて種々計測プロセスを設計し、実行し、維持している。それは製造プロセスの監視・測定を含め、工程毎に管理項目を定めた計測器を用いての客観的な評価が主体の管理を指す。そのために必要な統計的手法を中心とした知識を習得する。

### <研修>

#### ① QC 手法を用いた製造プロセスの管理（工程管理）

指 導 講 師：計量士、セミナー講師等、QC 検定資格合格者等、その分野に精通した者の中から計量部門が指名した者

講 義 内 容：QC7 つ道具から各種分析、検定などに至る統計の基礎について講義し、理解させる。ただし、校正業務における技術的有資格者は概要だけの受講又は受講を省略することができる。

研 修 時 間：1 日間（6 時間＝有資格者の場合。その他は別途計画）

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の 80%以上を有効とする

#### ② 製造工程内における測定の不確かさ

指 導 講 師：セミナー講師、分野別技術管理者等、その分野に精通した者の中から計量部門が指名した者

講 義 内 容：ISO/IEC ガイド 98 -3：測定における不確かさの表現ガイド（GUM）に沿った知識を基本に、測定プロセス及び計量確認で必要な測定の不確かさを評価するための知識を習得する。ただし、校正担当者（有資格者）は計量確認に関する研修項目を省略する

研 修 時 間：2 日間（12 時間＝校正業務有資格者の場合。その他は別途計画）

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の 80%以上を有効とする

## (5) 計量計測トレーサビリティの概要

計測マネジメントシステムにおいて計量計測トレーサビリティの確保は重要である。この計量計測トレーサビリティを確保するためには単に帳票や証明書などを収集するのではなく、国際計量基本用語で示された定義を理解し、その上で物理量（電気量を含む）、化学量すべての分野での国内外における計量計測トレーサビリティを理解し、標準供給スキームを理解することが重要となる。

### <研修>

指 導 講 師：セミナー講師、分野別技術管理者等、その分野に精通した者の中から計量部門が指名した者

講義内容：物理量（電気量を含む）、化学量すべての分野での国内外における計量計測トレーサビリティを理解し、標準供給スキームを理解する。

研修時間：0.5日間（3時間＝校正業務有資格者の場合。その他は別途計画）

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の80%以上を有効とする

#### (6) 計測器の校正

計量確認において、計測器の校正（検証を含む）は極めて重要であり、これらが正しく実行されないと、測定プロセスも正しく管理できないこととなる。このため、計測器の校正を理解し、実行する

#### <研修>

##### ① 公定法を基本とした校正手順

指導講師：分野別技術管理者の中から計量部門が指名した者

講義内容：JIS規格等公定法及びJQA校正要領書に従って、座学及びOJTで実施する。ただし、校正担当者（有資格者）が有する有資格区分は省略する

研修時間：標準2日間（12時間＝必要に応じ、区分毎に計画）

有効性確認：試験又は口頭試問とし、設問又は質問数の80%以上を有効とする（＝校正担当者の認定とは異なるため、PTは行わない）

##### ② 測定の不確かさの算出

###### ① 校正手順研修の中で併せて実施する

#### (7) 審査技術

この章の冒頭でも述べたとおり、ISO10012規格に基づく認証審査はマネジメントシステム審査員とスペシャリストで実施する。その役割により必要な力量が異なるので、それぞれに応じた研修を実施する。

#### <研修>

##### ① 審査員を兼任する場合、ISO9001 マネジメントシステム審査員資格

必要な場合、MS部門の実施基準に従ってMS部門が実施する

##### ② 審査員を兼任しない場合、審査員に必要な基本的力量の確保

指導講師：ISO9001 審査員（MS部門認定主任審査員又は審査員）

講義内容：第三者審査の進め方について、その概要を習得する

研修時間：0.5日間（3時間）

有効性確認：試験又は口頭試問は課さない（受講のみ）

研修テーマ	内容	講師	方法	時間(h)	有効性確認方法	区分
製造プロセスの概要	工程視察	審査員資格者	現場	12	受講のみ	必須
	工程管理の概要	計量士、セミナー講師等、QC検定資格合格者等	集合・座学	6	試験又は口頭試問（基準は設問又は質問事項の80%以上）	必須
製造プロセスの実行管理	QC工程図を用いた管理	セミナー講師、分野別技術管理者等	集合・座学	6		必須
	製造工程内における測定の不確かさ	セミナー講師、分野別技術管理者等	集合・座学	12	必須	

計量計測トレーサビリティ	計量計測トレーサビリティの概要	セミナー講師、分野別技術管理者等	集合・座学	3		必須
計測器の校正	公定法を基本とした校正手順	分野別技術管理者	集合・座学	12		必須
	測定の不確かさの算出	分野別技術管理者	集合・座学	(12)		必須
審査技術	審査員	MS 審査部門の手順による				
	スペシャリスト	ISO9001 審査員	集合・座学	3	受講のみ	必須

表2 マネジメントシステム規格以外の研修テーマ一覧と研修内容

### 3. 評価方法及び合格基準

計量部門は、所定の教育訓練プログラム（研修）を実施後、受講者の力量を受講テーマ毎に試験若しくは口頭試問で評価し、合格基準は受講必須のテーマすべてで満点の80%以上獲得とする。

### 4. 実地（現地）研修

計量部門で規定された合格基準を満たした者は、部門長の推薦を経てMS部門の資格認定試験に移る。それ以降はMS部門の判断により、必要に応じて実地研修を受講し、最終的な資格の付与（資格認定）が行われる。

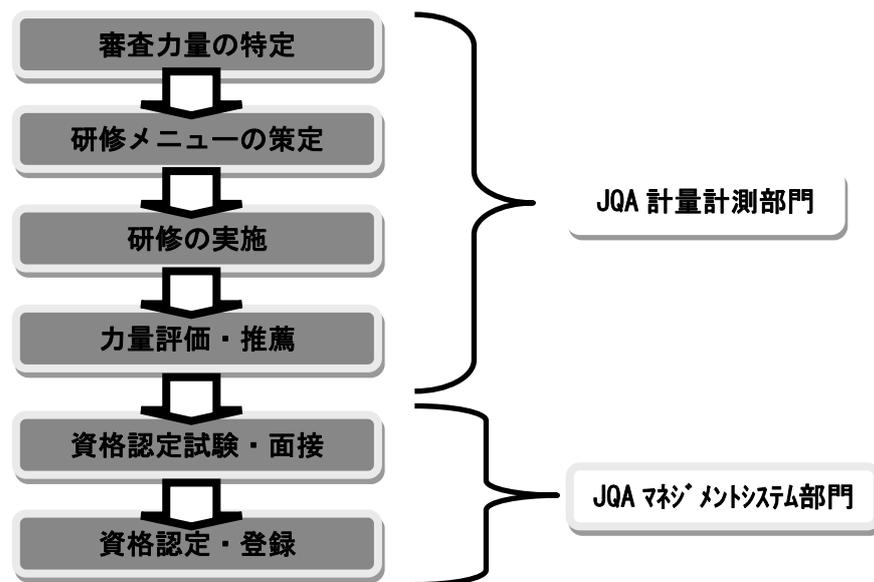


図1 ISO 10012 スペシャリストの育成スキーム

## 6.4 規格用語の解釈について

ISO9001をはじめ、各種マネジメントシステム規格には多くの用語が使用されており、計測管理、計測器管理に関しても同様にいくつかの用語が使用されている。しかし、その解釈には使用各所でばらつきがあり、十分な統一が図れているとは言えない。このことはISO10012の第三者審査にも影響を与えることから、審査側、受審側双方で事前に再確認しておくことが必要であると思われる。

ここでは、その中で特に重要と思われる用語について以下のとおり解釈する。

#### 6.4.1 プロセス

プロセスは IS9001 の 2000 年改定に合わせて導入された用語である。

<IS9000:2005 の 3.4.1 項より>

プロセス (process)

インプットをアウトプットに変換する、相互に関連する又は相互に作用する一連の活動

注記 1 プロセスのインプットは、通常、他のプロセスからのアウトプットである。

注記 2 組織内のプロセスは、価値を付加するために、通常、管理された条件のもとで計画され、実行される。

注記 3 結果として得られる製品の適合が、容易に又は経済的に検証できないプロセスは、“特殊工程”と呼ばれることが多い。

なお、IS9001 の序文 (0.2) では、次のように述べている。

“インプットをアウトプットに変換することを可能とするために資源を使って運営管理される一つの活動又は一連の活動はプロセスとみなすことができる。一つのプロセスのアウトプットは、多くの場合は、次のプロセスへのインプットとなる。”

従って、プロセスとは単純な活動の流れ (順序) を示すだけのものではない。例えば、購買プロセスからのアウトプット (=材料・部品等) を製品実現プロセスへインプットし、製造チーム (人=資源) が規定された工程・手順 (方法・情報=資源) で製造施設・装置 (設備=資源) を用いて製品をアウトプットする。このアウトプットされた製品が顧客に引き渡される (=インプット) ののである。

この製品実現プロセス (=主要プロセス) は複数のサブプロセスで構成されており、単に IS9001 の要求項目の中の第 7 章だけが関係するものではない。その他に、主要プロセスを周囲からサポートする支援プロセスもある。

更に、主要プロセスを中心に、プロセスを評価し、管理するための管理指標 (=目標) の設定とその評価が求められているが、これを十分に実施していない企業も少なくない。

#### 6.4.2 プロセスアプローチ

IS9001 をはじめ、各種 MS 規格では、顧客要求を向上させるために、品質マネジメントシステムを構築し、実行し、その品質マネジメントシステムの有効性を改善する際に、プロセスアプローチを採用することを推奨している。これは、IS9001 規格は勿論であるが、例えば ISO/IEC17025 や USI/TS16949 などにもこれに該当し、望ましくは NITE が行う JCSS 審査も試験所・校正機関が構築し、実行し、維持しているマネジメントシステムにプロセスアプローチが採用されているかをプロセス審査で確認すべきである。(プロセスアプローチによる審査は、IS9001 の規格要求事項を縦割りで検証していくものではなく、要求項目を横断的に、つまり該当するプロセスに適用される複数の要求項目を横断的に審査していくというもので、より重要度の高い規格要求項目に比重を置いた審査がされる。一方、規格要求事項を縦割りで審査する場合、活動の重要度に応じた検証がし難くなる。)

このプロセスアプローチについて、ISO9001 規格では次のように述べている。

“組織内において、望まれる成果を生み出すために、プロセスを明確にし、その相互作用を把握し、運営管理することと併せて、一連のプロセスをシステムとして適用することを「プロセスアプローチ」と呼ぶ”

プロセスアプローチの目的は、組織が定めた目標の達成について、有効性を高めることにある。これは顧客要求事項を満たすことによって、顧客満足度を向上させることを意味している。

組織は望まれる成果、つまり顧客の潜在的な要求に対して期待に沿うものを提供することにより、顧客満足度の向上を実現し、組織がよりよい成果を上げることである。

以上から、ISO10012 の第三者認証企業登録制度を開始するに当たり、計測及び計測器の校正・検証やプロセス、プロセスアプローチ、そしてプロセス審査を十分理解した上でコンサルタント会社はコンサルの実施を、受審企業はマネジメントシステムの構築を、そして審査機関はプロセス審査をすることが求められる。

### 6.4.3 自動車用部品の機械加工及び組立を行う組織の事例

「7.2 測定プロセス」を下記の「最終検査」として捉えた場合、「塗装済部品」や「検査計画」を「最終検査済製品」、「最終検査記録」に変換する活動と定義される。一方「部品機械加工」から「最終検査」に至るまでの工程として捉えた場合、「材料」や「顧客の図面」を「最終製品」に変換する一連の活動と定義され、「工程内検査」の配置等も含めた幅広い意味での工程設計として解釈する必要がある。

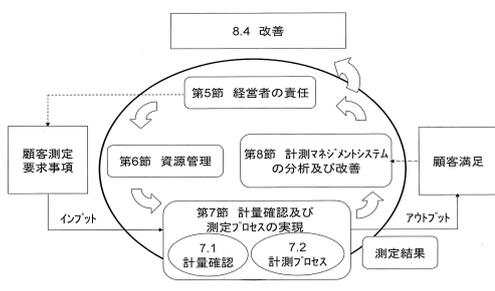
工程フロー	サイト	インプット	物/インフラ /作業環境	力量/技能 /教育訓練	方法/手順/技法	測定/評価/改善	アウトプット
材料受入	材料置場	材料 受入計画	受入ヤード (エア、クレーン)	検査員力量	検査基準	適正在庫 不良率	材料入荷 検査結果
↓							
保管/払出	倉庫	払出計画・指示	先入先出	資格 (フォーク、クレーン)	防錆対策	劣化確認	払出材料
↓							
部品機械加工	切断機 プレス機	加工材料 作業指示 図面	設備保全 切削油管理 治工具管理	知識 熟練度 品質意識 教育プログラム	加工条件 作業手順書 記録用紙 不良品処理要領	歩留り、不良率 設備稼働率 サイクルタイム	加工済部品 記録
↓							
部品組立	組立職場	加工済部品 作業指示	設備保全 治工具管理	組立技能 調整技量	作業手順書 記録用紙 手直し要領	出来栄え	組立済部品 記録
↓							
工程内検査	作業エリア	組立済部品 検査計画	検査設備	検査員力量	合否基準 外観限度見本 不適合品の識別・処置	精度 バラッキ 不良率	工程内検査済部品 検査記録
↓							
塗装	塗装場	工程内検査済部品 塗装仕様	塗装ロボット 有機溶剤置場	塗装知識、技量	条件設定 色見本	膜厚測定 生産性	塗装済部品 検査記録
↓							
最終検査	検査場	塗装済部品 検査計画	検査設備	検査員力量	合否基準 不適合品の識別・処置	製品の出来栄え 不良率	最終検査済製品 最終検査記録
↓							
梱包・保管	製品置場	最終検査済製品 置場計画	保護材(シート)	エア設定	識別、保管	劣化確認	保管済製品
↓							
出荷	出荷場	出荷前製品 出荷指示	保護材(シート)	荷崩れ対策	積載状況	積載率	出荷済製品 検査成績書

図1 自動車用部品の機械加工及び組立フロー図

付表1 適正計量管理事業所制度と ISO/JIS Q 10012 規格との条文別比較

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
目的	<p>計量法の目的 (目的)</p> <p>法第1条 この法律は、計量の基準を定め、計量の基準を定め、適正な計量の実施を確保し、もって経済の発展及び文化の向上に寄与することを目的とする。</p> <p>“適正な計量の実施の確保し”とは、取引、証明、警察権・徴税権、医療、環境、生活管理などの各種の計量について、その目的に即応した正確性を持って計量を実施されることが法律的に保証されなければならないと解する。</p> <p>そのために計量法では、取引又は証明における業務上の行為を規制するだけでなく、適正な計量の実施の確保するために、計量士制度や適正計量管理事業所制度等を定め、自主的な計量管理を推進している。</p> <p>適正計量管理事業所制度は、法定事項である特定計量器の定期検査を含め、事業所が自主的に適正な計量管理を推進し、適正な計量の実施を確保するためのシステムを構築することを目的としている。</p>	<p>ISO/JIS Q 10012 とは</p> <p>正しい計量計測及び測定には、意図した用途に合うことが確認された計測機器と適切な測定プロセスを組み合わせることがひつようである。この規格の目的は、測定機器及び測定プロセスが、組織の製品の品質に影響を与えるような不正確な結果を出すリスクを管理し、運用の効果として品質及び生産性の向上、並びに安全・安心を確保することである。</p> <p>ISO/JIS Q 10012 規格は、2000年版 ISO 9001と同様に、マネジメントシステム規格として、プロセスの継続的改善を指向しており、ものづくりの基盤である計量計測を有効にマネジメントして、適切な測定を通して、製品品質を改善し顧客要求を実現することを目的としている。</p>
指定の主体	<p>適正計量管理事業所 (指定)</p> <p>法第127条 経済産業大臣は、特定計量器を使用する事業所であって、適正な計量管理を行うものについて、適正計量管理事業所の指定を行う。</p> <p>2 前項の指定を受けようとする者は、次の事項を記載した申請書を当該特定計量器を使用する事業所の所在地を管轄する都道府県知事（その所在地が特定市町村の区域にある場合にあつては、特定市町村の長）を経由して、経済産業大臣に提出しなければならない。</p> <p>一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名</p> <p>二 事業所の名称及び所在地</p> <p>三 使用する特定計量器の名称、性能及び数</p> <p>四 使用する特定計量器の検査を行う計量</p>	<p>JIS 制定後の ISO 10012 の活用については、主に企業の自主的な取り組みとして推進されると思われる。</p> <p>また、適正計量管理事業所制度と ISO Q 10012 規格の考え方には多くの共通点があり、日本の適正管理事業所においては、計測マネジメントシステムの基礎はすでに構築されている。日本の計量制度である適正計量管理事業所の指定条件に ISO/JIS Q 10012 規格を導入することにより、以下の3つのことが可能になる。</p> <p>① 正しい測定データを保証することにより企業のトータルな品質管理活動のグローバル対応が可能となり、より大きくて確実なビジネス展開が可能となる。</p> <p>② 計測方法の妥当性に目を向けることにより、測定データの信頼性が向上し、より効率の良い経営が可能になる。</p> <p>③ ISO/JIS Q 10012 規格の要求事項の実施に対する監査、監視により、企業が公表する測</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格																		
指定の主体	<p>士の氏名、登録番号及び計量士の区分 五 計量管理の方法に関する事項（経済産業省令で定めるのに限る。）</p> <p>（都道府県が処理する事務） 法施行令第 41 条 ・ ・（第 1 項省略） ・ ・ 2 法第 127 条第 1 項、第 2 項及び第 4 項、第 131 条、第 132 条並びに第 133 条において準用する法第 62 条第 1 項及び第 65 条に規定する経済産業大臣の権限に属する事務であって、国の事業所以外の事業所に関するものは、都道府県知事が行うこととする。</p> <p>「適正計量管理事業所」は、指定の申請を行う取引又は証明に用いる特定計量器を使用する事業所において、自ら責任を持って法定検査を含む特定計量器の精度管理及び商品の量目の管理並びに日常管理を行うための従業員の指導教育等を行い、自主的に正確な計量の実施を確保するための計量管理体制が整っていると認められる事業所に対して、経済産業大臣又は、都道府県知事が指定するものである。</p>	<p>定データの透明性が増し、消費者、顧客に安心・安全を与えることができる。</p> <p>そして、計量法の「適正計量管理事業所」の指定及び指導の基準として、類似している ISO/JIS Q 10012 規格を取り入れることで、適正計量管理事業所制度が国際的にも適用する制度になり、メリットが増加する。</p> <p>&lt;メリット&gt;</p> <p>① 正しい測定データを保証することにより企業のトータルな品質管理活動のグローバル対応が可能となり、より大きく確実なビジネス展開が可能となる。</p> <p>② 計測方法の妥当性に目を向けることにより、測定データの信頼性が向上し、より効率の良い経営がかのうとなる。</p> <p>③ ISO/JIS Q 10012 規格の要求項目の実施に対する監査、監視により、企業が公表する測定データの透明性が増し、消費者、顧客に安心・安全を与えることができる。</p> <p>そのためには、法的に定められた適正計量管理事業所に、ISO/JIS Q 10012 規格を適切に運用することにより、双方の良い点を融合できるようなスキームの構築が必要である。</p>																		
指定の基準	<p>計量法第 127 条第 2 項第五号の経済産業省令で定めるものとは、計量法施行規則第 73 条の指定の基準に適合した規程（計量管理規程）を計量士の指導の下に制定することが求められる。</p> <p>（計量管理の方法に関する事項） 法施行規則第 73 条 法第 127 条第 2 項第五号の経済産業省令で定める計量管理の方法に関する事項は、次のとおりとする。</p> <p>一 計量管理を実施する組織</p> <p>二 使用する特定計量器の検査の実施の方法及び時期</p> <p>三 使用する特定計量器の検査のための設備の保管及び整備の方法</p> <p>四 計量の方法及び量目の検査の実施の方</p>	<p>1. ISO/JIS Q 10012 規格の構成、マネジメントシステムのモデル</p> <p>国際規格「ISO/JIS Q 10012 計測マネジメントシステムー測定プロセス及び測定機器の要求事項」の構成は、下記のとおりである。</p> <p>&lt;構成&gt;</p> <table border="0"> <tr> <td>1. 適用範囲</td> <td>6. 資源管理</td> </tr> <tr> <td>2. 引用規格</td> <td>6.1 人的資源</td> </tr> <tr> <td>3. 用語及び定義</td> <td>6.2 情報資源</td> </tr> <tr> <td>4. 一般要求事項</td> <td>6.3 物質資源</td> </tr> <tr> <td>5. 経営者の責任</td> <td>6.4 外部供給者</td> </tr> <tr> <td>5.1 計量機能</td> <td>7. 計測確認及び測定プロセスの実現</td> </tr> <tr> <td>5.2 顧客重視</td> <td>7.1 計量確認</td> </tr> <tr> <td>5.3 品質目標</td> <td>7.2 測定プロセス</td> </tr> <tr> <td>5.4 マネジメントレビュー</td> <td></td> </tr> </table>	1. 適用範囲	6. 資源管理	2. 引用規格	6.1 人的資源	3. 用語及び定義	6.2 情報資源	4. 一般要求事項	6.3 物質資源	5. 経営者の責任	6.4 外部供給者	5.1 計量機能	7. 計測確認及び測定プロセスの実現	5.2 顧客重視	7.1 計量確認	5.3 品質目標	7.2 測定プロセス	5.4 マネジメントレビュー	
1. 適用範囲	6. 資源管理																			
2. 引用規格	6.1 人的資源																			
3. 用語及び定義	6.2 情報資源																			
4. 一般要求事項	6.3 物質資源																			
5. 経営者の責任	6.4 外部供給者																			
5.1 計量機能	7. 計測確認及び測定プロセスの実現																			
5.2 顧客重視	7.1 計量確認																			
5.3 品質目標	7.2 測定プロセス																			
5.4 マネジメントレビュー																				

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指定の基準	<p>法及び時期 五 その他計量管理を実施するため必要な事項</p> <p>適正計量管理事業所の指定の基準は、以下のとおり定められている。</p> <p>&lt;計量法&gt; (指定の基準) 法第 128 条 経済産業大臣は、前条の指定の申請が次の各号に適合すると認めるときは、その指定をしなければならない。</p> <p>一 特定計量器の種類に応じて計量法施行規則で定める計量士が、当該事業所で使用する特定計量器について、計量法施行規則で定めるところにより、検査を定期的に行うものであること。</p> <p>二 その他計量管理の方法が経済産業省令で定める基準に適合すること。</p> <p>&lt;第二号の経済産業省令&gt; (指定の基準) 法施行規則第 75 条 …第 1 項・2 項は省略… 3 計量法第 128 条第二号の経済産業省令で定める基準は、次のとおりとする。</p> <p>一 当該事業所にその従業員であって適正な計量管理を行うために必要な業務を遂行することを職務とする者（以下「適正計量管理主任者」という。）が必要な数だけ置かれ、必要な数の計量士の指導の下に適正な計量管理が行われていること又は当該事業所に専ら計量管理を職務とする従業員であって計量士の資格を有する者が必要な数だけ置かれ、適正な計量管理が行われていること。</p> <p>二 当該事業所における適正計量管理主任者及び従業員が、当該事業所の計量管理を行う計量士により計画的に量目の検査その他の計量管理に関する指導を受け、それに基づき量目の検査及び特定計量器の検査を定期的に行っていること。</p>	<p>7.3 測定の不確かさ及びトレーサビリティ 8 計測マネジメントシステムの分析及び改善 ※ 付属書 A(参考) 計量確認プロセスの概要</p> <p>8.1 一般 8.2 監査及び監視 8.3 不適合の管理 8.4 改善</p> <p>全体的な構成は、ISO 10012、ISO 14001 或いは ISO 17025 のような他の国際規格の構成と類似しており、他の規格と同様、計測マネジメントによって顧客満足を得ることを目的としており、マネジメントシステムのモデルとして下図があげられている。</p>  <p>ISO/JIS Q 10012 計測マネジメントシステムのモデル</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>適用範囲：本規格の適用範囲を明確にし、遵守する。</li> <li>引用規格</li> <li>用語及び定義</li> <li>一般要求事項：“事業者は、この ISO/JIS Q 10012 計測マネジメントシステム国際規格を適用する範囲を明確にして、その範囲内でこの規格を遵守しなければならない”ということが要求されている。 すべての企業活動の計測に関わる範囲に、この規格を適用させることが望ましいが、その場合、当然管理のためのコストが増大する。あるいは、事実上管理が困難な測定機器、測定プロセスも存在する。従ってこの規格の適用範囲をまず特定する必要がある。企業は、どの製品及び測定プロセスにこの規格を適用するのかのその範囲と</li> </ol>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指定の基準	<p>三 当該事業所の計量管理を行うため、次の事項を遵守するものであること。</p> <p>四 その他適正な計量管理を行うため、次の事項を遵守するものであること。</p> <p>イ 当該事業所における計量管理を行う計量士が、その職務を誠実にを行うこと。</p> <p>ロ 申請者は、計量管理に関し、計量士のその職務を行う上での意見を尊重すること。</p> <p>ハ 当該事業所の従業員が、当該事業所の計量管理を行う計量士がその職務を行う上で必要であると認めてする指示に従うこと。</p> <p>計量士の職務</p> <p>➤ 適正計量管理事業所の指定を受けた場合は、計量士がその重要な役割を果たすことが前提となっており、指定を受けた事業所の計量士は、適正な計量管理を行うために必要な以下の業務を実施しなければならない</p> <p>① 取引・証明に使用する特定計量器の法定検査（定期検査）</p> <p>② 適正計量管理主任者及び従業員に対する計画的な量目の検査その他の計量管理に関する指導の実施</p> <p>③ 適正な量目の検査その他の計量管理の実施</p> <p>④ 計量管理規程を計量士の指導の下で制定し、それを遵守する。</p> <p>⑤ 計量管理の職務を誠実にを行う。</p> <p>&lt;計量士の適正な配置&gt;</p> <p>事業所の規模や使用する特定計量器の数量などに応じ、適切な計量管理が着実に実施できると認められる場合は、同一企業内の複数の事業所（工場、店舗等）を管理することも可能であるが、計量士が常駐できない事業所においては、事業所ごとに“適正計量管理主任者”を配置し、特定計量器の使用場所における日常管理方法を</p>	<p>限度を、合理的に判断し特定しなければならない。また、除外する場合は、そのリスクを十分に考慮に入れる必要がある。</p> <p>また、「計測管理システムは特定された測定プロセス及び測定機器の確認の管理及び必要な補助システムで構成される。」とある。つまりこれは、計測管理システムには、①測定プロセスの管理（測定機器で管理すること）と②測定機器の管理（測定機器の定期検査、トレーサビリティの確保等）の2つが含まれるということである。計測管理とは、一般に②測定機器を管理するのみと狭い意味にとらえられがちであるが、品質、環境、或いは経営のために、①プロセスの何をどう削り、管理していくかを決定していくことも計測管理であり、この2つができて、計測管理は完結するのである。</p> <p>5. 経営者の責任</p> <p>経営者は、計量機能（計測管理をする職務、職能をいう。）の管理者を任命しなければならない。また、その計量機能の管理者が十分な活動をするための資源（人、物、金）を割り当てなければならない。</p> <p>5.1 計量機能：計量機能の管理者は、業務全体を計測管理システムとし、その責任を持たなければならない。この考え方は、計量法の適正計量管理事業所制度の適正計量管理主任者の考え方に共通している。</p> <p>5.2 顧客重視：顧客が製品に求める機能・特性を実現するために、生産工程において、なにをどう測定、管理するかに落とし込むと同時に、それを測定するために適切な測定方法及び測定機器を計量機能の管理者は決定し、それを管理することによって顧客満足を実現し、また、その実現を証明しなければならない。これには正確に測ることのみならず、顧客が製品に求めているものを十分理解することも必要である。</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指定の基準	<p>明確にする必要がある。</p> <p>計量士の位置付け（雇用・契約）など計量士が計量管理を実施する体制の中心になっていることを明確にし、その役割を的確に果たしていることが不可欠である。（名義のみの計量士は不可）</p> <p>適正計量管理主任者の配置</p> <p>➤ 前述のとおり、適正計量管理事業所においては、計量士が専ら計量管理を職務とする当該事業所の従業員である場合を除き、適正な計量管理を行うために必要な業務を行う者として、“適正計量管理主任者”を置くことが定められている。</p> <p>適正計量管理主任者は、事業所ごとに計量管理を行うために必要な数だけ配置し、計量士の指導の下に適正な計量管理を推進する重要な職務を行うものである。</p> <p>また、適正計量管理主任者は、計量士による計画的な量目検査その他計量管理に関する指導を受けることも定められており、従業員を含めた事業所内での研修の必須事項となる。</p> <p>なお、適正計量管理主任者は、特別な資格制度ではなく、各事業所が事業内容を考慮し、計量法施行規則第 75 条に基づき、計量管理の職務を担当する者として配置するものである。</p> <p>※ 適正計量管理主任者については、計量法施行規則第 75 条第 3 項第一号に「当該事業所にその従業員であって適正な計量管理を行うために必要な業務を遂行することを職務とする者（以下「適正計量管理主任者」という。）が必要な数だけ置かれ、必要な数の計量士の指導の下に適正な計量管理が行われていること又は当該事業所に専ら計量管理を職務とする従業員であって計量士の資格を有する者が必要な数だけ置かれ、適正な計量管理が行われていること。」と、同規則第 75 条第 3 項第二号に、「当該事業所における適正計量管理主任者及び従業員、</p>	<p>5.3 品質目標：計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムの品質目標を設定しなければならない。計測の不備により製品の品質に影響を及ぼすことが無いようにするのみならず、計測システムの改善による経営効果ができるようにすることが望ましい。</p> <p>例えば、出荷検査での不良の発生・手直し、廃却をなくすように、工程内の要因を見つけ出し、それを適切に計測によって管理することにより、最終完成品での不適合を皆無にし、出荷検査をなくすことができるような目標を設定することができれば理想的であろう。そのような品質目標を年度ごとに設定し、達成の確認をしていく必要がある。</p> <p>5.4 マネジメントレビュー：経営者は、正しい測定によって得たデータが適確に情報化されているかどうかを確認するために、定期的に計測マネジメントの実施に細心の注意を払い、時に触れ自らその見直しをする必要がある。また、計量機能の管理者は、経営者の見直しの結果を受けて、品質目標を見直したり、計測管理システムを修正したりする必要がある。そして、その見直しの結果は、記録されなければならない。</p> <p>6. 資源管理</p> <p>6.1 人的資源：計量機能の責任者は、計測マネジメントシステムの中の要員の責任の明文化する。そのために各部門の役割、責任を明確にして明文化する。これは組織図、職務内容の説明書、作業指示書、作業手順書にて文書化する。</p> <p>また、計量機能の責任者は、要員が十分な能力を持ち、その能力を発揮していることを証明しなければならない。そのためには、要員に対する適切で適切な教育が実施され、教育の効果の実効性が確認できることが必要となる（記録が必要）。必要な資格があると</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指定の基準	<p>が、当該事業所の計量管理を行う計量士により計画的に量目の検査その他の計量管理に関する指導を受け、それに基づき量目の検査及び特定計量器の検査を定期的に行っていること。」と定められている。</p> <p>計量管理規程（施行規則第 73 条及び第 75 条第 3 項）</p> <p>計量管理規程は、事業所における計量管理を円滑かつ効率的に実施するための基本事項を明確にするものである。適正計量管理事業所の指定を受ける者は、前記した計量法施行規則第 73 条の計量管理の方法に関する事項が網羅されるだけでなく、計量法施行規則第 75 条の指定の基準に適合する『計量管理規程』を作成しなければならない。</p> <p>(1) 計量管理を実施する組織</p> <p>計量管理を実施する組織については、この計量管理に係わる部、課、係等の名称を用いて組織体系を図示して、どの部署がどのような職務（責任）を分担するか明確にすることが必要となる。また、計量士又は計量士を補佐する適正計量管理主任者が的確な機能体制の確立が求められる。</p> <p>(2) 使用する特定計量器の検査の実施の方法及び時期</p> <p>取引・証明に用いる特定計量器の定期検査が法令に従い確実に実施できる方法とともに、その検査の時期（周期）を定める必要がある。</p> <p>検査を定期的に行い、計量法第 129 条に定められた（施行規則第 77 条）、検査結果等を記録する計量器管理台帳を備え、3 年以上保存するとともに、検査等で不合格（不適合）になった特定計量器の処置方法（修理後の再検査・廃棄等）を定める。</p> <p>&lt;計量管理規程の項目の参考例&gt;</p> <p>第 1 章 総則</p> <p>第 1 条（目的）</p> <p>第 2 条（計量管理の定義）</p>	<p>すれば、どのような資格が必要かを明確にし、また、それら要員は、自身の業務（測定管理・測定機器の選定・測定データの評価）に対し、それが製品品質にどのような影響があるかを理解している必要がある。教育・訓練中の要員の作業には不慣れによるミス発生の防止にも十分配慮が必要である。</p> <p>6.2 情報資源</p> <p>① 計測マネジメントシステムの手順書を作成されていなければならない。この手順書は、計量法の適正計量管理事業所制度では“計量管理規程”として位置づけられており、計測管理システム全体を規定しているものと、実際に試験・検査を実施する上での手順書を含め、定期的に見直しが行われ、有効性・妥当性が維持されていなければならない。また、発行及び変更の責任も明確にすることは当然で、常に最新版で管理されている必要がある。</p> <p>② 近年、測定データはコンピュータ処理され、データとして表示、記録或いは統計処理されるケースが多くなってきている。そこには当然、生のデータを処理するソフトウェアが介在するので、そのソフトウェアが製品の目的、測定の目的に正しく処理を出来るかどうかを使用する前に検証しておくことが必要である。また、何が計量マネジメントシステム運用に必要な情報を含む記録にあたるかを整理しておく必要がある。</p> <p>③ 計測マネジメントシステム運用に必要な情報（計量確認の結果、測定機器選定評価の記録、不確かさの推定値、実際における不確かさの評価の記録、教育訓練・資格、顧客の苦情、要求等）を含む記録を保管しなければならない。手順書はそれらの識別・保管（期間）等について規定しなければならない。また、なにが計量マネジメントシステム運用に必要な情報を含む記録にあたるかを整理しておく必要がある。</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指 定 の 基 準	<p>第 3 条 (計量管理の内容)</p> <p>第 2 章 計量管理を実施する組織</p> <p>第 4 条 (申請者)</p> <p>第 5 条 (主管者)</p> <p>第 6 条 (計量士)</p> <p>第 7 条 (適正計量管理主任者)</p> <p>第 8 条 (従業員)</p> <p>第 9 条 (計量管理所管部署)</p> <p>第 3 章 特定計量器の管理</p> <p>第 10 条 (特定計量器の管理)</p> <p>第 4 章 特定計量器の検査区分及び時期並びに実施方法</p> <p>第 11 条 (特定計量器の検査方法及びその時期)</p> <p>第 12 条 (不適合特定計量器の処置)</p> <p>第 13 条 (特定計量器検査結果の記録及び報告)</p> <p>第 5 章 特定計量器の検査のための設備の管理方法</p> <p>第 14 条 (基準器及び検査設備)</p> <p>第 6 章 量目の管理 (計量結果の妥当性の確保に関する事項)</p> <p>第 15 条 (量目の管理)</p> <p>第 16 条 (量目及び表示方法の検査及び時期)</p> <p>第 17 条 (量目検査の対象商品)</p> <p>第 18 条 (量目検査の時期及び実施者)</p> <p>第 19 条 (不適合商品の処置)</p> <p>第 20 条 (事業所外の量目等の調査)</p> <p>第 7 章 指導及び教育</p> <p>第 21 条 (指導及び教育)</p> <p>第 8 章 是正・予防・改善措置</p> <p>第 22 条 (是正・予防・改善措置)</p> <p>第 9 章 文章及び記録</p> <p>第 23 条 (文章・記録)</p> <p>第 10 章 雑則</p> <p>第 24 条 (届出等及び報告書の提出)</p> <p>第 25 条 (細則の制定)</p> <p>(実施時期)</p> <p>附則</p> <p>改訂</p> <p>以上</p>	<p>6.3 物的資源:顧客要求を満足するための、適正な計量管理を実施するにあたり、計測に関する様々な経営資源(人・物・金等)を規定し、それらを有効に活用できていること。</p> <p>① 計量要求事項を満足するために必要な全ての機器の校正及び検証がされ、管理状態(管理標識の付与等)がわかるようにしておく。また、測定機器を計量管理システムに導入又は、除外する処置も手順書で明確にし、測定のために合致した測定機器が間違いなく使用されるようにしなければならない。</p> <p>② 測定の作業及びそれによる品質の管理が、効果的に運用される為に、どのような環境条件が、どの程度測定に影響を与えるかをあらかじめ把握し、必要な環境条件を文書化しておくこと。また、測定に影響する環境条件は監視され記録し、測定結果に適用されなければならない。</p> <p>6.4 外部供給者:外部供給業者によって提供される製品及びサービスに対する要求事項を定義、文書化し、その要求事項を外部供給業者が満足できるかという能力を評価し、外部供給者を選定しなければならない。また、その結果等を記録しておくこと。</p> <p>7. 計量確認及び測定プロセスの実現</p> <p>7.1 計量確認:測定機器、測定方法の進歩によってより目的にあった測定機器が実現されるかどうかを検討する必要がある。また、測定機器等の定期的な検査期間の見直し等の検討が必要である。</p> <p>7.2 測定プロセス</p> <p>① 計測管理システムの一部である測定プロセスは、まず計画され、検証され、実施され、文書化され、そして管理されていなければならない。</p> <p>② 特定された要求事項に合致するよう設計された測定プロセスは適切に、文書化され、</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指定の基準	<p>(帳簿の記載)</p> <p>法第 129 条 第 127 条第 1 項の指定を受けた者は、経済産業省令で定めるところにより、帳簿を備え、当該適正計量管理事業所において使用する特定計量器について計量士が行った検査の結果を記載し、これを保存しなければならない。</p> <p>&lt;経済産業省令：計量法施行規則第 77 条&gt;</p> <p>(3) 使用する特定計量器の検査のための設備の保管及び整備の方法</p> <p>特定計量器を検査するための基準器及びその他の設備の整備。保管方法を定めている。</p> <p>基準器については、基準器検査の有効期間の遵守と更新の方法及び通常の整備保管方法などを検査設備管理台帳等により管理することを定める。</p> <p>また、基準器等の検査設備を他から借用又は共用する場合は、その貸借契約を明確にしなければならない。</p> <p>なお、“実用基準分銅”により検査を行う場合には、「特定計量器検定検査規則の規定に基づき経済産業大臣が別に定める質量計に係る基準等について」(平成 12 年 12 月 28 日告示第 940 号)に基づいた、実施に係る具体的細則(以下「質量標準管理マニュアル」という。)を作成して、知事の承認を得なければならない。</p> <p>(4) 計量の方法及び量目の検査の実施の方法及び時期</p> <p>特定商品の正確計量に対する社内基準を定め、その検査方法(時期、実施者、抽出方法等)、検査結果の記録と保存、データの活用方法、また、不適合品の処置の方法及び再発防止策を定める。</p> <p>(5) その他計量管理を実施するため必要な事項</p> <p>円滑に計量管理を推進するために、計量法施行規則には、計量士が計画的に計量関</p>	<p>妥当性が確認され、必要な場合には、顧客の承認を受けなければならない。</p> <p>③ 計量要求事項に合致するように確実な管理状態のもとで運用されなければならない。</p> <p>④ 計量機能は、測定プロセスが間違いなく要求事項を遵守していることを証明する記録を維持しなければならない。</p> <p>7.3 測定の不確かさ及びトレーサビリティ</p> <p>ISO/JIS Q 10012 規格は、「不確かさをどう算出するか」ということよりも、「不確かさをどう活用するか」に重点を置いている。ISO 17025 規格に要求されているような、不確かさを算出する手順を明確にすることは要求していない。</p> <p>8. 計測マネジメントシステムの分析及び改善</p> <p>8.1 一般：計量機能(計測管理を担当する部署)は、計画に基づき自社の計量管理が ISO/JIS Q 10012 規格に適合していることを監視・確認し、現状を分析して改善しなければならない。</p> <p>8.2 監査及び監視</p> <p>① ISO/JIS Q 10012 規格において、ISO 9001 規格のような内部監査は求められていない。これは計量に関して専門的な知識が要求されるため、適切な資格をもった外部の計量専門家の手を借りる必要があるためである。</p> <p>② 顧客満足がその組織の計量管理によって達成しているかを監視し、検査・管理が適切かを監査する必要がある。</p> <p>③ 組織の計測マネジメントシステムが有効に機能していることを確認するため監査を計画して、実施する必要がある。当然その結果は、経営者に報告され、マネジメントレビューの一環として活用されなければならない。</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
指定の基準	<p>係の従業員に対して量目検査、その他計量管理に関する指導を行うことが定められており、適正計量管理事業所の指定を受けた者は、指定を維持するため計量士に協力し、計画的に従業員の知識及び技術等の向上を図る社員教育を実施させなければならない。</p> <p>計量士による特定計量器の検査</p> <p>➤ 適正計量管理事業所で取引又は証明に使用する特定計量器（質量計）について、法第 23 条に規定する「定期検査の合格条件」の適合に関する検査は計量士が行うこととなっている。</p> <p>➤ 検査の方法は、特定計量器検定検査規則第 46 条及び第 47 条に規定する「性能に関する検査の方法」及び「器差検査の方法」による。</p> <p>※ 非自動はかりの検査基準</p> <p>精度等級 1 級～4 級の非自動はかりの検査基準は、JIS 化され、適正な計量管理を実施するための法に定める定期検査の方法は JIS（JIS B 7611-2:2009）に基づき実施しなければならない。</p> <p>&lt;指定基準の概要&gt;</p> <p>① 計量士による特定計量器の定期検査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 適正な特定計量器の検査</li> <li>・ 適正な特定計量器の検査を行うための機器管理</li> </ul> <p>② その他経済産業省令で定める基準</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計量管理組織の明確化（職責を含む）</li> <li>・ 計量士による計画的な指導教育体制の確立（量目の検査、計量管理に関する事項）</li> <li>・ 計量士の指導下での計量管理規程の制定と遵守（事業所ごとの）</li> <li>・ 計量士の誠実な計量管理業務の実施</li> <li>・ 申請者（代表者等）が計量士の計量管理に関する意見を尊重した事業の実施</li> <li>・ 従業員が、計量管理に関する計量士の指示に従う管理体制の確立</li> </ul> <p>以上、適正計量管理事業所の指定基準が定められている。</p>	<p>8.3 不適合の管理</p> <p>① 日常の監視により不適合が発見された場合、計量機能（計測管理を担当する部署）は、暫定処置を含み迅速に処置をしなければならない。</p> <p>② 損傷を受けた測定機器、あるいは定期検査の時期をすぎている機器、又は定期検査で不合格となった測定機器等は使用現場から速やかに撤去するか、目立ったラベルやマークをつけて使用しないようにしなければならない。</p> <p>8.4 改善</p> <p>① 計測マネジメントシステムの継続的な改善は、計量機能（計測管理を担当する部署）の責任であり、監査、マネジメントレビュー、顧客情報をもとに、計画をたてて改善を推進しなければならない。</p> <p>② 計測マネジメントシステムに不適合の計測プロセス、或いは不適合の測定機器がある、又は測定すべき要素が測定されていない等により、顧客の測定要求事項を満足できない場合は、すみやかに原因となる測定プロセス或いは測定機器、環境条件を特定して、是正処置を講じなければならない。どのような時に是正処置をするかを前もって決めておく必要がある。</p> <p>③ 不適切な計測計量によって発生する不適合を未然に防止するためには、製品開発、工程設計のレビューの一つとして測定の視点からの検証を行うことが必要であり、そのための手順を明確に組織全体のマネジメントシステムの中に組み込んでおく必要がある。</p>

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
その他	<p>適正管理事業所の義務</p> <p>(1) 変更の届出 指定申請時に提出した「適正計量管理事業所指定申請書」の記載事項に変更が生じたときは、遅滞なくその旨を「適正計量管理事業所指定申請書記載事項変更届」により届出なければならない。(罰則規定あり)</p> <p>(2) 計量管理規程の遵守及び見直し 計量管理規程を遵守して、適正な計量管理を行うことが前提であるが、経営及び組織体制等の変化に対応して、一層、適切な計量管理を推進するために、適宜「計量管理規程」の見直しを行う必要がある。</p> <p>(3) 報告 適正計量管理事業所の指定を受けている者は、4月に始まる毎年度に係る特定計量器の検査内容等を、所定の様式により、次年度の末までに指定を受けた経済産業大臣又は都道府県知事に報告書を提出しなければならない。</p> <p>計量管理規程実施状況調査の実施 経済産業大臣又は都道府県知事が行う「計量管理規程実施状況調査（概ね5年に1回の周期）」は、計量法第148条第1項の立入検査に基づき、適正計量管理事業所の指定を受けた事業所に対して、計量法第127条から第133条を遵守した適正な計量管理が確保されているかを検査するもので、実施に際しては、事業所の代表者もしくは計量管理を統括する部署の管理責任者に対して計量管理に対する取り組み及び実施状況の説明を求める。なお、計量士及び適正計量管理主任者は同席すること。</p> <p>(立入検査) 法第148条 経済産業大臣又は都道府県知事若しくは特定市町村の長は、この法律の施行に必要な限度において、その職員に、届出製造事業者、届出修理事業者、計量器の販売の事業を行う者、指定製造者、特殊容器輸入事業者、計量士、登録事業者又は取引若しくは証明における計量をする者の工場、事業場</p>	

	適正計量管理事業所制度	ISO/JIS Q 10012 規格
その他	<p data-bbox="209 241 810 506">営業所、事務所、事業所又は倉庫に立ち入り、計量器、計量器の検査のための器具、機械若しくは装置、特殊容器、特定物象量が表記された特定商品、帳簿、書類その他物件を検査させ、又は関係者に質問させることができる。</p> <p data-bbox="209 551 810 815">(適合命令)            法第 131 条 経済産業大臣は、第 127 条第 1 項の指定を受けた者が第 128 条各号に適合しなくなったときは、その者に対し、これらの規定に適合するために必要な措置をとるべきことを命ずることができる。</p> <p data-bbox="209 815 810 936">※&lt;法施行令第 41 条（都道府県が処理する事務）第 2 項に基づき、国の事業所以外は、都道府県知事が行う。&gt;</p> <p data-bbox="209 947 810 1025">※ 罰則規定あり（法第 173 条第二号、第 175 条第三号、第 177 条）</p>	

## 付表2 ISO 10012:2003 計測マネジメントシステムの評価用チェックシート事例

このチェックシートは、「JIS Q 10012:原案(ISO 10012:2003) 計測マネジメントシステム—測定プロセス及び測定機器に関する要求事項を、産業界のものづくり(安全・安心・環境)のための基盤となる計量を担当する各部門の方々に、この規格の要求する内容を理解していただくために、要求事項に対するチェック内容と解説と、4 事業所に試行していただいた結果の意見を踏まえて事例として纏めたものです。チェックシートの各欄の説明を以下に示す。

### 【規格要求事項】

JIS Q 10012 の JIS 規格の 4 項一般要求事項をそのまま示したものである。

### 【要求事項に関するチェック事項】

ISO10012:2003 の各規格が要求する内容を、チェックするためのもので【規格要求事項】本文の細区分を業務内容別(さらに細かく区分けした)もの。

**活用の観点:**適用事業所の状況により、活用しやすいように区分のメッシュを変えれば良い。

### 【要求事項のチェックに関する解説】

チェック項目を理解並びに解釈しやすくするための解説及び事例などを示した。

**活用の観点:**適用事業所の状況により活用しやすいように、事業所に適合した独自のプレゼンブルなチェック項目にすることが必要である。事業所の規模、業種、製品の種類、顧客の要求事項(法制上、特定、一般、公共性、一般消費者等々)によって内容の濃淡、レベルが変わっても良い。

### 【評価】

評価(自己評価又は第三者評価など)は、下記の基準に基づき評価を実施する。なお、評価点結果を次の改善に結びつけるように5段階の評価点とした。

5	要求事項に対応できるしくみがあり、ルールの文書化及び記録があり、全ての組織で運用できている
4	要求事項に対応できるしくみがあり、ルールの文書化及び記録があり、ほとんどの組織(80%)で運用できている
3	要求事項に対応できるしくみがあり、ルールの文書化及び記録があるが、特定の組織(50%)の運用にとどまっている
2	要求事項に対応できるしくみはあるが、一部のルールの文書化及び記録がない
1	要求事項に対応できるしくみはあるが、ほとんどのルールの文書化及び記録がない
0	要求事項に対応できるしくみがない

**活用の観点:**事業所の規模、業種、製品の種類、顧客の要求事項(法制上、特定、一般、公共性、一般消費者等々)によって内容の濃淡、レベルが変わっても良い。

### 【関連規程・文書・記録など】

要求事項に関する規定・文書及び記録を記載する欄(第3者への理解をしやすくする)。

**活用の活用の観点:**事業所の規模、業種、製品の種類、顧客の要求事項(法制上、特定、一般、公共性、一般消費者等々)によって内容の濃淡、レベルが変わっても良い。適正計量管理事業所制度による計量管理規定、ISO9000、ISO/TS16949、ISO14000、顧客の要求規格、業界団体の要求規格等で共通な項目は、これらを引用し易いような表現としても良い。4 事業所に試行していただいた結果の概略を参考として示す。

### 【備考(不足事項に対する考察など)】

改善(レベルアップ)に繋げるための必要な内容を記載する。4 事業所に試行していただいた結果の概略を参考として示す

4 一般要求事項

規格の区分 (箇条・細分箇条)	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容		評価	備考 (不足事項に対する考察など)
		チェック項目	チェックに関する解説		
	<p>計測マネジメントシステムは、規定した計量要求事項を満たすことを確実にしなければならない。</p> <p>手引</p> <p>規定した計量要求事項は、製品に関する要求事項から導き出される。この要求事項は、測定機器及び測定プロセスの両方にとつて必要となる。この要求事項は、最大許容誤差、許容不確かさ、測定範囲、安定性、分解能、環境条件、操作者の技能などによって表す。</p> <p>組織は、この規格の条項の対象となる測定プロセス及び測定機器を特定しなければならない。計測マネジメントシステムの範囲及び限度を決めるに当たっては、計量要求事項に適合できないリスク及びその結果を考慮しなければならない。計測マネジメントシステムは、指定された測定プロセスの管理及び測定機器の計量確認(図2参照)並びに必要な支援プロセスで構成する。計測マネジメントシステム内の測定プロセスは、管理しなければならない(7.2参照)。計測マネジメントシステム内のすべての測定機器は、計量確認をしなければならない(7.1参照)。</p> <p>計測マネジメントシステムの変更は、組織の手順に従わなければならない。</p>	<p>1) 計測マネジメントシステムは、規定した計量要求事項を満たすことを確実にしなければならない。</p> <p>2) 組織は、この規格の条項の対象となる測定プロセス及び測定機器を特定しなければならない。</p> <p>計測マネジメントシステムの範囲及び限度を決めるに当たっては計量要求事項に適合できないリスク及びその結果を考慮しなければならない。</p>	<p>計量要求事項は5.1項の計量機能が規定する。</p> <p>測定プロセス(測定機器)は本規格の対象になるもの、部分的に対象になるもの、対照としないものがある。</p> <p>測定プロセス管理に費やされる労力は、組織の最終製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合うものであることが望ましい。</p> <p>上記の観点から対象となる測定プロセス及び測定機器が特定された測定プロセス及び測定機器は計量要求事項を満たすことを確実にしなければならない。</p> <p>対象となる測定プロセス及び測定機器を特定するには、測定プロセス管理に費やされる労力と、組織の最終製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合うものであることが望ましい。</p>	<p>(業務標準)計量管理規定(顧客の計量要求事項(仕様書等)、関連法令、国際規格、JIS規格等の公共規格、社内技術標準、製品規格、試験規格、設計基準、製品安全設計規格(業務標準)製造工程管理基準、工程検査実施基準等)細則規定を呼び出す。</p> <p>計量法による適正計量管理事業所制度による、計量管理規定、細部手続等に追記しても良い。</p> <p>事業所に適用している他の規格(JIS、ISO、顧客の品質保証規格、ASTM、nadcap等)を呼び出して良い。</p> <p>(業務標準)計測計量管理規定計量管理実施要領</p>	<p>関連規程・文書・記録など</p>

			3) 計測マネジメントシステムは、指定された測定の管理及び測定機器の計量確認(図2参照)並びに必要な支援プロセスで構成する。計測マネジメントシステム内の測定プロセスは、管理しなければならない(72参照)。計測マネジメントシステム内のすべての測定機器は、計量確認をしなければならない(71参照)。	左記チェック項目に従うことが表明されていること。		計測計量管理規定計量管理実施要領	
			4) 計測マネジメントシステムの変更は、組織の手順に従わなければならない。	関係する社内規定・規格類の変更手順を決めたもの(順ずる。(規定変更手順書など)。		規定変更手順書など	

## 5 経営者の責任

規格の区分 (箇条・細分箇条)	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容		評価	関連規程・文書・記録 など	備考(不足事項に対する考察など)
		チェック項目	チェックに関する解説			
5.1 計量機能	組織のトップマネジメントは、計量機能を確立し、かつ、維持するのに必要な資源が使用可能であることを確実にしなければならぬ。 手引 計量機能は、単独の部門であってもよいし、又は組織全体に分散してもよい。 計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムを確立し、文書化し、維持し、かつ、その有効性を継続的に改善しなければならぬ。	1) 計量プロセス及び測定機器を管理する計量機能があること。 2) 計量機能の役割分担、責任等を明確にし、これを、文書化する。計量機能は、単独の部門であってもよいし、又は組織全体に改善しなければならぬ。	トップマネジメントが承認した計量機能の組織図を表したものと(全社組織図や部構成図など)。 計量機能の役割分担、責任等を明確にし、これを、文書化する。 <b>計量機能は、単独の部門であってもよいし、又は組織全体に分散してもよい。</b>		(業務標準)品質管理規程の組織表、部門表及び計測計量管理基準の計測計量委員会組織図	計量機能の組織、部門表並びに各機能に跨る計測計量委員会品質管理マニュアル 計量管理総則等に詳細を規定する。

		計量機能の管理者は、次の事項を確実にしなければならぬ。 a) 顧客測定要求事項を定め、かつ、計量要求事項に変換する b) 計測マネジメントシステムがその顧客の計量要求事項を満たすことができる c) 顧客が指定した要求事項への適合を示すことができる。	1) 計量機能の管理者の役割として、左記 a)~c) の事項を示すこと。 2) 顧客要求事項が計量要求事項に置き換えられていること。 3) 法的関連事項、公的な関連規格、の要求事項への適合性を確認できること。	部門ごと(設計、品証、製造、営業等)役割分担を明確にすると良い。 顧客測定要求事項は、顧客より直接要求、設計要求、製造要求、品証要求、の場合がある。	(業務標準)品質管理規程の組織表、部門ごと(設計、品証、製造、営業等)役割分担表等。	誰が、いつ、どのように顧客要求事項を計量要求事項に置き換えるかを明確にすると良い。
5.3 品質目標	計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムのための定量的な品質目標を定め、それを確立しなければならない。測定プロセスの客観的な達成基準及び手順、並びにその管理方法を、決定しなければならない。 手引 様々な組織レベルにおける品質目標の例を、次示す。 - 不正確な測定によって、不適合製品が合格又は適合製品が不合格となることがない。 - 測定プロセスが、2 日間以上管理されない状態で、かつ、そのことが検出されないようなことがない。 - すべての計量確認を、当事者間が合意した期限内に完了する。 - 判断できない計量確認記録がない。 - すべての技術教育・訓練プログラムを、所定のスケジュールで完了する。 - 測定機器のダウンタイムを、明示した割合だけ減じる。		計量関係法、環境、安全、関連法、JIS 規格、関連国際規格等	上記と同様に、部門ごと(設計、品証、製造、営業等)役割分担を明確にすると良い。	(業務標準)計測計量管理規定に左記規格等をよびだす。 (業務標準)計量管理規定に明示する。	(業務標準)計量管理規定に定義し、具体的には計測計量活動計画にて推進

5.4 マネジメントレビュー	組織のトップマネジメントは、計測マネジメントシステムの継続的な妥当性、実効性及び適切性を確実にするために、計画した間隔で体系的レビューを実施しなければならない。計画した間隔で体系的レビューを行うために必要な資源を利用できることを確実にしなければならない。トップマネジメントは、計測マネジメントシステムのレビューを行うために必要な資源を利用できることを確実にしなければならない。計量機能の管理者は、マネジメントレビューの結果を受けて、必要に応じて、測定プロセスの改善(箇条8参照)及び品質目標のレビューを含め、必要に応じて、システムを修正しなければならない。すべてのレビューの結果及び講じたすべての処置は、記録しなければならない。	1) トップマネジメントレビューが計画した間隔で実施されていること。 2) マネジメントレビューの結果と処置の記録があること。	トップおよび関係者を含めた会議が1回以上/年実施されていること。	(業務標準)計測計量管理規定 品質規格その他の規格を準用しても良い。 品質内部監査報告書 計量管理結果報告(1回/年) 計量管理主管者のレビューを受ける。 委員会議事録、是正報告書等 QMR報告書、議事録 レビュー議事録	計測計量委員会、適正計量管理事業所違法監査、各種マネジメント監査実施
----------------	--	--	----------------------------------	---	------------------------------------

## 6 資源マネジメント

規格の区分 (箇条・細分箇条)	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容		評価	関連規程・文書・記録 など	備考(不足事項に対する 考察など)
		チェック項目	チェックに関する解説			
6.1 人的資源 6.1.1 要員の 責任	計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムに任命したすべての要員の責任を定め、これを文書化しなければならない。 手引 上記の責任は、組織図、職務内容記述書、作業指示書又は作業手順書のいずれかで規定してもよい。 この規格は、計量機能以外からの専門職の登用を排除するものはない。	計測に関わる全ての要員の責任が決められており、文書化されていること。	要員の役割を書いたもの(組織図、人員構成表など)。		(業務標準)計測計量管理規定	

	6.1.2 力量及び教育・訓練	<p>計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムに関与する要員が、割り当てられた職務を実行する能力を裏付たことを確実にしなければならぬ。特殊な技能が必要な場合は、それらを規定しなければならぬ。計量機能の管理者は、明確にされたニーズに対処するための教育・訓練を適切に実施し、教育・訓練活動の記録を維持し、教育・訓練の有効性について評価を行い記録することを確実にしなければならない。要員は、その職責及び説明責任の範囲、並びに計測マネジメントシステムの有効性及び製品品質に対する自らの行為の影響力を認識しなければならない。</p> <p>手引 力量は、教育・訓練及び経験によって得られるものであり、実務試験又は観察された成果によって裏付てもよい。 教育・訓練の途上にある要員を使用する場合は、適切に監督しなければならない。</p>	<p>1) 特殊な技能が必要な場合、その旨が規定されていること。 2) 管理者により、要員の教育・訓練が実施され、その力量が認定された記録があること。</p>	<p>要員の教育実施・資格認定したもの（教育規定、資格認定規定など）。他の品質保証規格と調和したものが望ましい</p>		<p>(業務標準)計測計量管理規定 品質規格その他の規格を準用しても良い。</p>	<p>適正計量管理主任者、計測検定者、検査員等認定 計測計量活動計画の人材育成、品質教育実施基準、品質重要工程作業員教育実施細則、人事教育訓練管理規程 一 社員教育実施要領、個人履歴管理手続、職場内教育及び検査員資格認定に関する手続き等</p>
62 情報資源	6.2.1 手順	<p>計測マネジメントシステムの手順は、必要な範囲で文書化し、適正に実施し、適用上の一貫性及び測定結果の妥当性を確保にするために、その妥当性を確認しなければならない。新しい手順又は文書化された手順の変更は、承認を受け、管理しなければならない。手順書は最新のものとし、入手可能で、かつ、要求があれば提供しなければならない。</p> <p>手引 技術的手順書は、公表されている標準測定法に基づいてもよいし、顧客又は機器製造業者の指示書に基づいてもよい。</p>	<p>1) 計測マネジメントシステムの手順の、規定、変更、情報入手等の取り扱い手続を示すこと。 2) 計測器管理の手順が文書化されていること。 3) 手順書は、最新管理のものであること。</p>	<p>妥当性の確認、新しい手順又は文書化された手順の変更は、承認を受け、管理しなければならない。手順書は最新のものとし、入手可能で、かつ、要求があれば提供しなければならない。 他の規格の電子システムに相乗すると良い。 JISや文献の解析方法を引用してもよい(JIS、保守説明書など)。顧客又は機器製造業者の指示書に基づいてもよい。</p>		<p>(業務標準)計測計量管理規定 計測計量管理規定に関連規格類を呼び出す。 (業務標準)計測計量管理規定</p>	<p>品質マニュアル JSS(管理、技術、作業標準) 一 計測器の管理要領、基準器/標準器の管理基準、検査手順書/精度管理基準、製造工程管理基準、工程検査実施基準、社内イントラネット 一 計量器検査作業標準 6-C 計量器検査作業標準一般シリーズ 関連スベックなど</p>

	6.22 ソフトウェア	<p>測定プロセス及び結果の計算に使用するソフトウェアは、継続的利用の適正性を確保するため文書化し、識別し、管理しなければならぬ。ソフトウェア及びその改正版は、最初に利用する前に試験及び/又は妥当性確認を行い、使用の承認を受けて、記録保存しなければならぬ。試験は、有効な測定結果を得ることを確保するために必要な範囲まで行なわれなければならない。</p> <p>手引</p> <p>ソフトウェアには、内蔵形 プログラム可能なもの、市販パッケージなど、様々な形態のものがある。</p> <p>市販ソフトウェアは、試験を必要としないことがある。</p> <p>試験は、要求された測定結果を得るために必要なものとして、ウィルスチェック、ユーザーがプログラミングしたアルゴリズムのチェック又はその組合せを含むことがある。</p> <p>ソフトウェアの構成管理(configuration management)は、ソフトウェアを用いた測定プロセスの完全性及び妥当性の維持に役立つ。記録保存は、バックアップコピーの作成、敷地外保管、又はプログラムを保護し、アクセスを確実にし、必要なレーサビリティレベルを維持するための手段によって達成してもよい。</p>	<p>1) 使用するソフトウェアの管理記録があること</p> <p>2) ソフトウェアは、最初に使用する前にそのソフトウェアの妥当性が評価されていること。</p>	<p>測定管理および計測器管理に影響を及ぼす可能性のあるソフトウェアは、他のソフトウェア、OA用から識別してあること(管理ソフトウェア一覧表など)。他の規格を準用しても良い。</p> <p>ソフトウェアは、初期の意図とする性能を果たしていることを検証する手段を書いたもの(ソフトウェア受入確認表など)。</p> <p>他の規格を準用しても良い。</p>	<p>(業務規程)品質管理規程に示す。 他の規格を準用しても良い。</p>	同上
6.23 記録	<p>計測マネジメントシステムの運用に必要な情報を含む記録は、維持しなければならぬ。手帳書は、記録の識別、保管、保護、検索、保存期間及び処分方法を確実にしなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>記録の例には、確認結果、測定結果、購入/運用データ、不適合データ、顧客の苦情、教育、訓練データ、資格データ、その他の測定プロセスを補助する履歴データなどがある。</p>	<p>1) 記録を維持するものが明確になっていること</p> <p>2) 記録の識別、保管、保護、検索、保管期間、廃棄の手順があること。</p>	<p>記録を残すもののリストが判るもの(記録リスト一覧表など)。</p> <p>他の規格を準用しても良い。</p> <p>記録の識別、保管、保護、検索、保管期間、廃棄の方法の手順のルールを書いたもの(記録保管規則、記録手順書など)。他の規格を準用しても良い。</p>	<p>(業務標準)計量管理実施要領(記録)、品質文書管理基準(品質記録の保管方法等)</p> <p>(業務標準)計量管理実施要領(記録)、品質文書管理基準(品質記録の保管方法等)</p>	<p>他の規格を準用しても良い。</p> <p>同上</p>	

63 物的資源	6.24 識別	計測マネジメントシステムで使用する測定機器及び技術的手順は、個別に又は集合的に、明確に識別しなければならぬ。機器の計量確認の状態の識別がなければならぬ。特定の一つ又は複数の測定プロセスだけに使用するために計量確認がされた機器は、明確に識別するか、又は不正使用を防止するためにそれ以外の方法で管理しなければならぬ。計測マネジメントシステムに使用する機器は、他の機器から識別できなければならない。	1) システムで使用する測定機器、個別に又は集合的に、明確に識別しなければならぬ。特定の一つ又は複数の測定プロセスだけに使用するために計量確認がされた機器は、明確に識別するか、又は不正使用を防止するためにそれ以外の方法で管理しなければならぬ。 2) 測定機器の計量確認の状態が確認できること。	計測マネジメントシステムで使用する測定機器、それ以外で使用する測定機器特定の一つ又は複数の測定プロセスだけに使用するために計量確認がされた機器を、ラベル等で区別されていること。(校正ラベル、計量確認ラベルの区別等)。 使用者の混乱を避けること。	(業務標準)計測計量管理基準 (従来の校正ラベル 計量確認のラベル その他のラベル)	従来の校正ラベル 計量確認のラベル その他のラベルを区別するか、同じにするかは事業所の規模、効率等を考慮する
63 物的資源	6.31 測定機器	規定した計量要求事項を満たすために必要なすべての測定機器は、計測マネジメントシステムの中で識別し、かつ、利用可能でなければならない。測定機器は計量確認の完了までには有効な校正状態でなければならない。測定機器は、管理されている環境又は有効な測定結果を保證できる環境で使用しなければならぬ。計測マネジメントシステムには、影響を与える量の監視及び記録に使用する測定機器を含めなければならない。 手引 測定機器は、特定の測定プロセスに対して計量確認できても、計量要求事項が異なると、それ以外の測定プロセスでは計量確認できない場合がある。測定機器の計量要求事項は、製品要求事項又は校正し、検証し、かつ、確認すべき機器に対する規定の要求事項から導き出される。	3) システムで使用する技術的手順は、識別され区別されていること。	技術的手順書は、他の手順書と区別されていること(専用フォルダ等)。	(業務標準)計測計量管理基準(専用フォルダ等)。	計測器管理台帳、電子記録システム、に校正年月日、有効期限を記載
63 物的資源	6.31 測定機器	1) 対象となる測定機器は、計測マネジメントシステムで利用可能であることが判ること。 2) 測定機器は、計量確認される前に有効な校正状態になっていること 3) 測定機器は、管理されている環境又は測定結果を保證する範囲で使用されること。	規定の要求事項は、測定機器の製造業者の仕様書を引用してもよい(測定機器の管理台帳などに記載されている仕様など)。 測定機器の校正結果が確認できること(校正結果データ等) 試験及び測定環境内で測定機器を使用することの手順があること(JIS 試験場所など)。 環境の記録が残されていること(自記温湿度計の記録紙など)。	(業務標準)計測計量管理規定、計測器管理台帳等 (業務標準)計測計量管理基準、計測器管理台帳、試験成績書	(業務標準)計測計量管理基準 (従来の校正ラベル 計量確認のラベル その他のラベル)	従来の校正ラベル 計量確認のラベル その他のラベルを区別するか、同じにするかは事業所の規模、効率等を考慮する

		<p>最大許容誤差は、測定機器製造業者が発行する仕様書を引用しても、又は計量機能が指定してもよい。</p> <p>測定機器は、計量確認を実施する計量機能以外の組織が校正してもよい。</p> <p>標準物質のキャラクタリゼーションは、校正に関する要求事項を満たす場合がある。</p> <p>計量機能の管理者は、測定機器の誤用、悪用、損傷及びその計量特性の変化を防止するために、機器の受取、取扱い、輸送、保管及び発送に関する手順書を作成し、維持し、使用しななければならない。計測マネジメントシステムに導入された測定機器又は除外された測定機器の処理方法について手順が定められていないなければならない。</p>	<p>4) 測定結果に影響を与える特性の監視及び記録に使用する測定機器が、含まれていること。</p> <p>測定機器の取り扱い手順が決められていること(測定機器取扱い手順書など)。</p> <p>5) 測定機器の受取り、取扱い、輸送、保管に関する手順が決められていること。</p>	<p>監視に使用する計測機器が管理対象に含まれていること(管理台帳に環境測定用測定機器用と記載)。</p>	<p>(技術標準)試験規格、(業務標準)計測計量管理基準 (業務標準)計測計量管理基準、製造技術基準</p>	<p>計測器使用は試験規格、校正は計測計量管理基準にて環境条件を明確化</p>
<p>6.3.2 環境</p>	<p>計測マネジメントシステムで扱う測定プロセスの効果的運用に必要な環境条件は、文書化しなければならない。測定に影響を及ぼす環境条件は、監視及び記録しなければならない。環境条件に基づき補正は、記録し、測定結果に反映しなければならない。</p> <p>手引</p> <p>測定結果に影響を及ぼす環境条件には、温度、湿度変化率、湿度、照明、振動、防じん(塵)、清浄度、電磁干渉、その他の要素が含まれる。機器の製造業者は、通常、機器の正しい使用法に順じて、測定範囲及び最大負荷、並びに環境条件の制限事項を示した仕様書を提供する。</p>	<p>1) 測定に影響を及ぼす環境条件が、文書化されていること。</p> <p>2) 測定に影響を及ぼす環境条件が、記録されていること。</p>	<p>試験及び測定で使用する環境が決められていること(試験条件、JISなど)。</p> <p>環境の記録が残されていること(自記温湿度計の記録紙など)。</p>	<p>(業務標準)計測計量管理基準及び(技術標準)試験規格 (業務標準)計測計量管理基準</p>	<p>検査標準「校正室の環境基準と環境管理要領」 室内環境記録(校正) 温湿度自記記録紙で確認</p>	

6.4 外部供給者		<p>計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムへ外部供給者から提供される製品及びサービスの要求事項を規定して、文書化しなければならない。文書化された要求事項を満たすその能力に基づき、外部供給者を評価し、かつ、選定しなければならぬ。選定、監視及び評価基準を定め、文書化し、外部供給者の提供する製品又はサービスに関する記録は、維持しなければならない。</p> <p>手引 試験又は校正を外部供給者に委託する場合、供給者は、JIS Q 17025 のような試験所規格を基にした技術的力を実証できることが望ましい。外部供給者から提供される製品及びサービスには、規定の要求事項に対する検証が必要になることがある。</p>	<p>外部供給者から提供される製品及びサービスの要求事項が文書化されていること。 2)外部供給者の能力の評価され選定されていること。 3)選定された外部供給者の提供される製品又はサービスに関する記録があること。</p>	<p>測定に影響のある外部供給者からの製品又はサービスの要求事項が決まっていること(外部供給者から受ける製品及び外部校正者のリストなど)。 測定に影響のある外部供給者からの製品又はサービスを評価する手順(外部供給者の評価基準など)。他の規格を準用しても良い。 評価結果の記録があること。(外部供給者の評価結果など)。他の規格を準用しても良い。</p>		<p>(業務標準)計測計量管理基準の計測器購入先、計測器校正先一覧 (業務標準)計測計量管理基準の計測器購入先、計測器校正先の評価基準 所標準 一計量管理実施要領 現状、特に能力評価しての選定はなし(記録なし)。 (業務標準)計測計量管理基準の計測器購入先、計測器校正先の評価一覧 品質に直接影響を与える外部供給者(下請負契約者)の評価基準 外部供給者の評価規定を設ける。 毎年評価実施 評価記録あり</p>
-----------	--	---	---	---	--	--

7 計量確認及び測定プロセスの実現

規格の区分 (簡条・細分簡条)	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容		評価	関連規程・文書・記録など	備考(不足事項に対する考察など)
		チェック項目	チェックに関する解説			
7.1 計量確認	<p>計量確認(図2及び別添書A参照)は、測定機器の計量特性が測定プロセスの計量要求事項を確実に満たすように設計し、実施しなければならぬ。計量確認には、測定機器の校正及び検証を含む。</p> <p>手引</p> <p>測定機器がすでに有効な校正状況にある場合、測定機器の再校正は必要がない。計量確認手順には、測定の不確かさ及び又は測定機器の誤差が、計量要求事項で規定した許容限界範囲内にあることを検証するための方法を含めることが望ましい。</p> <p>測定機器の計量確認状況に関する情報は、制限事項又は特殊要求事項を含めて、操作者が容易に利用できるようなしなくてはならない。</p> <p>2)測定機器の計量特性は、その意図した用途に適切なものではない。</p> <p>手引</p> <p>測定機器の特性の例は、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－ 測定範囲 － バイアス － 線arity</li> <li>－ 安定性 － ヒステリシス － ドリフト</li> <li>－ 影響を与える量の効果 － 分解能 不感帯</li> </ul> <p>測定機器の計量特性は、測定の不確かさ(7.31 参照)の要因となる。測定の不確かさは、計量確認を確立するために計量要求事項と計量特性との直接(定量的)比較を可能にする。</p> <p>例えば、"測定機器に要求される正確さ"というように、計量特性の定性的な記述は避けることが望ましい。</p>	<p>1)計量確認(測定器校正と検証)の手順が決められていること。</p> <p>測定機器の計量確認状況に関する情報は、制限事項又は特殊要求事項を含めて、操作者が容易に利用できるようなしなくてはならない。</p> <p>2)測定機器の計量特性は、その意図した用途に適切なものではない。</p>	<p>いつ、誰が、どのよう</p> <p>明確にすること。計量確認結果が利用できるようなっていること。</p> <p>測定機器の計量特性(規格要求事項引き特性例)は、測定の不確かさ(7.31 参照)の要因となる。測定の不確かさは、計量確認を確立するために計量要求事項と計量特性との直接(定量的)比較を可能にする。</p> <p>7. 1. 4記録に詳細を示す。</p>	<p>関連規程・文書・記録など</p> <p>(業務標準)計量管理規定の中に示す。</p> <p>製品初品検査(FAD)手順に示す。</p> <p>作業、検査手順書に示す。</p>	<p>備考(不足事項に対する考察など)</p> <p>校正のみで使用するものについても取り扱いを示すと良い。</p> <p>社内イントラネットに公開し、データベース化し、計量確認業務の有効活用及び効率化をはかる。</p>	

	7.1.2 計量確認の間隔	<p>計量確認の間隔の決定又は変更には変更を使用する方法は、文書化された手順に記載しなければならぬ。この間隔は、規定した計量要求事項に対する継続的な適合性を確保するために、必要なときにレビューし、調整しなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>計量確認の間隔を決定するために、校正及び計量確認履歴から得られるデータ、及び先進の知識及び技術を使用してよい。測定のための統計的プロセス管理技法を利用して得た記録は、計量確認の間隔を修正すべきか否かを判定するときに役立つ。校正の間隔は、計量確認の間隔と等しくしてよい(OIML D10 参照)。</p> <p>不適合測定機器を修理、調整又は改修したときは、その都度、その計量確認の間隔をレビューしなければならぬ。</p>	<p>1) 計量確認の間隔が決められていること。</p> <p>2) 量確認の間隔を変更する方法が決められ</p> <p>3) )不適合測定器の修理又は調整した際に、計量確認の間隔が見直されていること。</p>	<p>校正周期と計量確認の間隔を区別する。</p> <p>事業所の状況により同じも良い</p> <p>不具合のあった計測器の校正周期及び計量確認の間隔が見直されていること。</p>	<p>校正周期と計量確認の間隔の一覧表</p> <p>(業務標準)計測計量管理規定の中に示す。</p>	<p>初期計量確認の間隔が決定された後は定期校正周期により管理する。社内イントラネットに公開し、データベース化し、計量確認業務の有効活用及び効率化をはかる</p>
	7.1.3 機器の調整管理	<p>その設定が、パフォーマンスに影響を与える、計量確認済みの測定機器の調整手段及び調整装置へのアクセス部は、無許可の変更を防止するために、封印するか、又はこれ以外の保護手段を講じなければならぬ。封印又は保護手段は、無許可の変更を検出できるように設計し、実施しなければならぬ。計量確認プロセス手順は、封印又は保護処置が損傷したり、破壊したり、無視されたり又は失われたときに講じるべき処置を含めなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>封印に関する要求事項は、例えばゼロ点調整装置のような、外部の基準を必要とすることなく使用者が設定するよう意図された調整手段又は調整装置には適用しない。ソフトウェア及びファームウェアの無許可の変更を防止するための書き込み保護技術に、特に配慮することが望ましい。どの測定機器を封印すべきか、封印する制御又は調整部位、及び封印材料(例えば、ラベル、はんだ、ワイヤ、塗料)についての決定は、通常、計量機能に任せられる。計量機能による封印プログラムの実施は、文書化することが望ましい。すべての測定機器を封印するわけではない。</p>	<p>1)測定機器の修正又は設定が容易に変更できることの内容に保護がされていること</p> <p>2)ソフトウェアの不正防止がほどこされていること。</p>	<p>調整箇所の封印、マーキング、などの変更ロック方法が決められていること。</p> <p>ソフトのパスワードなどが設定されていること。</p>	<p>(業務標準)計測計量管理規定の中に示す。</p>	<p>システム上で Administrator 権限が設定されている。</p>

	<p>7.1.4 計量確認プロセスの記録</p>	<p>計量確認プロセスの記録は、適宜、結果の正確さを証明するために日付を記入し、権限を持つ人の承認を受けなければならない。これらの記録は、維持され、利用可能でなければならない。</p> <p>手引</p> <p>記録を保管する最短期間は、顧客要求事項、法令・規制要求事項及び製造業者責任を含む、多くの要素が影響を与える。計量標準に関する記録は、無期限に保管することが必要な場合もある。</p> <p>計量確認プロセスの記録は、測定機器の各項目が規定した計量要求事項を満たしているかどうかを実証できるものではない。記録には、必要に応じて次の事項を含めなければならない。</p> <p>a) 機器製造業者、形式、製造番号などの記述及び固有の識別</p> <p>b) 計量確認を完了した日付</p> <p>c) 計量確認の結果</p> <p>d) 指定した計量確認の間隔</p> <p>e) 計量確認手順の識別(6.2.1 参照)</p> <p>f) 指定の最大許容誤差</p> <p>g) 該当する環境条件及び必要な補正に関する記述</p> <p>h) 機器の校正に伴う不確かさ</p> <p>i) 実施した調整、修理又は改修のような保守の詳細</p> <p>j) 使用上の制限事項</p> <p>k) 計量確認を実施した要員の識別</p> <p>l) 記録した情報の正確さに関する責任者の識別</p> <p>m) 校正証明書、報告書、その他の関係文書の固有の識別(シリアル番号など)</p> <p>n) 校正結果のトレーサビリティの証拠</p> <p>o) 意図した用途に対する計量要求事項</p> <p>p) 調整、改修又は修理後に得た、また必要な場合には、その前に得た校正結果</p>	<p>計量確認を実施した記録は、必要に応じて下記項目があること</p> <p>a) 機器製造業者、形式、製造番号などの記述及び固有の識別;</p> <p>b) 計量確認を完了した日付;</p> <p>c) 計量確認の結果</p> <p>d) 指定した計量確認の間隔;</p> <p>e) 計量確認手順の識別(6.2.1 参照);</p> <p>f) 指定の最大許容誤差;</p>	<p>校正の記録及び関連するものから、確認できること(校正成績書、管理台帳など)許可された要員のみが、記録の作成・修正ができるようになっていること(校正、検査員登録など)。</p> <p>a) 機器製造業者、形式、製造番号などの記述及び固有の識別(校正成績書、管理台帳などに記載されていること)。</p> <p>b) 計量確認を完了した日付(校正結果の合否判断を実施した年月日)。</p> <p>c) 計量確認の結果(許容地に対する校正結果の合否判定)</p> <p>d) 指定した計量確認の間隔(校正結果の合否判断を実施する周期)。</p> <p>e) 計量確認手順の識別(6.2.1 参照)(校正結果を確認する手順方法)。</p> <p>f) 指定の最大許容誤差(許容値を示すもの)。</p>	<p>(業務標準)計量管理規定の中に示す。</p>	<p>計量管理台帳、検査成績書</p> <p>WEB画面上にて確認</p> <p>計量管理システム、校正履歴</p> <p>WEB画面上にて、ID、P/Wで立ち制限を掛けている。</p> <p>計量管理システムを取り扱うのは許可された要員のみ。</p> <p>WEB画面上にて確認</p> <p>計量管理システム、計測器に関するデータ</p>
--	--------------------------	---	---	--	---------------------------	---

		<p>g) 該当する環境条件及び必要な修正に関する記述;  h) 機器の校正に伴う不確かさ;  i) 実施した調整、修理又は改良の詳細;  j) 使用上の制限事項;</p>	<p>g) 該当する環境条件及び必要な修正に関する記述 (校正を実施する場合に必要な環境条件)。  h) 機器の校正に伴う不確かさ (校正の不確かさ)。  i) 実施した調整、修理又は改良のような保守の詳細 (調整、修理を実施した内容)。  j) 使用上の制限事項 (使用する上での制限事項、使用温度範囲、暖気、測定条件など)。  k) 計量確認を実施した要員の識別 (計量確認を実施した要員がわかるもの (氏名、印など)。  l) 記録した情報の正確さに関する責任者の識別 (関係する記録を保証する責任者がわかるもの (氏名、印など)。  m) 校正証明書及び報告書、並びにその他の関係文書の固有の識別 (製造番号など) (関係する文書の識別番号)。  n) 校正結果のトレーサビリティの証拠 (校正用いた標準名称及び識別番号)。</p>	
	<p>手引  校正結果は、すべての測定のトレーサビリティが裏証でき、元の条件に近い条件の下で校正結果が再現できるように記録することが望ましい。  場合によっては、検証結果は、機器が規定要求事項に適合している (又は適合していない) と明記された校正証明書又は報告書に含まれる。記録の形式は、手書き、タイプ打ち、マイクロフィルム、電子メモリ、磁気メモリ、その他のデータメディアによってもよい。最大許容誤差は、計量機能が決定しても、又は測定機器製造業者が発行する仕様書を参照して決定してもよい。  計量機能は、権限を与えられた要員だけが記録を作成し、修正し、発行し又は削除することが許されることを確実にしなければならない。</p>	<p>g) 該当する環境条件及び必要な修正に関する記述;  h) 機器の校正に伴う不確かさ;  i) 実施した調整、修理又は改良の詳細;  j) 使用上の制限事項;  k) 計量確認を実施した要員の識別;  l) 記録した情報の正確さに関する責任者の識別;  m) 校正証明書及び報告書、並びにその他の関係文書の固有の識別 (製造番号など);  n) 校正結果のトレーサビリティの証拠;</p>	<p>g) 該当する環境条件及び必要な修正に関する記述 (校正を実施する場合に必要な環境条件)。  h) 機器の校正に伴う不確かさ (校正の不確かさ)。  i) 実施した調整、修理又は改良のような保守の詳細 (調整、修理を実施した内容)。  j) 使用上の制限事項 (使用する上での制限事項、使用温度範囲、暖気、測定条件など)。  k) 計量確認を実施した要員の識別 (計量確認を実施した要員がわかるもの (氏名、印など)。  l) 記録した情報の正確さに関する責任者の識別 (関係する記録を保証する責任者がわかるもの (氏名、印など)。  m) 校正証明書及び報告書、並びにその他の関係文書の固有の識別 (製造番号など) (関係する文書の識別番号)。  n) 校正結果のトレーサビリティの証拠 (校正用いた標準名称及び識別番号)。</p>	

72 定プロセス			<p>o) 意図した用途に対する計量要求事項(使用用途を制限するための限定事項)。</p> <p>p) 調整、改良又は修理後に得た、また必要な場合はその前に得た、校正結果(調整、修理する前の校正結果)。</p>	<p>o) 意図した用途に対する計量要求事項(使用用途を制限するための限定事項)。</p> <p>p) 調整、改良又は修理後に得た、また必要な場合はその前に得た、校正結果(調整、修理する前の校正結果)。</p>	<p>設計、製造、品証各部門における業務標準及び計測計量管理規定に測定プロセスに関する左記要求事項を盛り込む。</p> <p>検査・試験の実施要領</p> <p>一抜取検査実施要領</p>	<p>必要に応じて測定条件など、成績書記事欄に記載</p>
72.1 一般		<p>計測マネジメントシステムの一部である測定プロセスは、計画し、妥当性を確認し、実施し、文書化し、管理しなければならない。考慮しなければならない。測定プロセスの影響を及ぼす量は、識別し、考慮しなければならない。各測定プロセスの完全な仕様書には、関連するすべての機器の識別、測定手順、測定ソフトウェア、使用条件、操作者の能力、更に、測定結果の信頼性に影響を与えるその他のすべての要素を記載しなければならない。測定プロセスの管理は、文書化された手順に従って実施しなければならない。</p> <p>手引</p> <p>測定プロセスは、単一の測定機器の使用に限定することができる。測定プロセスでは、例えば、環境条件を原因として、データの補正が必要となる場合がある。</p>	<p>1)測定プロセスは、計画、妥当性の確認、実施、文書化、管理、していること。</p> <p>2)測定プロセスに影響を及ぼす量は、識別し、考慮しなければならない。各測定プロセスの完全な仕様書には、関連するすべての機器の識別、測定手順、測定ソフトウェア、使用条件、操作者の能力、更に、測定結果の信頼性に影響を与えるその他のすべての要素を記載しなければならない。</p> <p>3)測定プロセスの管理は、文書化された手順に従って実施しなければならない。</p>	<p>左記を実行するため、手順書について(試験研究開発、初品確認、工程変更、改善)、誰が(設計、製造、品証)、どのようにして(図面、仕様書、作業指示書、工程表、検査計画書等)行うかを示すこと。</p> <p>上記内容には左記の要素を記載する。</p> <p>測定方法などの手順を明記したもの。</p>	<p>設計、製造、品証各部門における業務標準及び計測計量管理規定に測定プロセスに関する左記要求事項を盛り込む。</p> <p>検査・試験の実施要領</p> <p>一抜取検査実施要領</p>	<p>必要に応じて測定条件など、成績書記事欄に記載</p>

722 測定プロセスの設計	<p>計量要求事項は、顧客、組織及び法令・規制要求事項に基づいて決定しなければならぬ。これらの規定された要求事項を満たすように設計した測定プロセスは、文書化し、適宜その妥当性を確認し、必要があれば顧客の同意を得なければならぬ。それぞれの測定プロセスについて、関連するプロセス要素及び管理方法を明確にしなければならぬ。要素及び管理限界の選定は、規定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならぬ。こうしたプロセス要素及び管理方法には、操作者、機器、周囲条件、影響量及び適用方法の影響を含めなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>測定プロセスを規定する場合は、次の事項を決定することが必要な場合がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 製品の品質を確保するために、どの測定が必要か</li> <li>— 測定方法</li> <li>— 測定を実施し、それを定義するために必要な機器</li> <li>— 測定を実施する要員に求められる技能及び資格</li> </ul> <p>測定プロセスは、妥当性を確認した別のプロセスの結果と比較、他の測定方法によって得た結果との比較、又は測定プロセス特性の継続的分析によって検証してもよい。</p> <p>測定プロセスは、誤った測定結果を防止するように設計し、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置が確実に行えるようにしなければならぬ。</p>	<p>1) 計量要求事項は、顧客、組織及び法令・規制要求事項に基づいて決定しなければならぬ。</p> <p>2) これらの規定された要求事項を満たすように設計した測定プロセスは、文書化し、適宜その妥当性を確認し、必要があれば顧客の同意を得なければならぬ。</p> <p>3) それぞれの測定プロセスについて、関連するプロセス要素及び管理方法を明確にしなればならぬ。</p> <p>要素及び管理限界の選定は、規定した要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならぬ。</p> <p>4) プロセス要素及び管理方法には、操作者、機器、周囲条件、影響量及び適用方法の影響を含めなければならぬ。</p> <p>測定プロセスは、誤った測定結果を防止するように設計し、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置が確実に行えるようにしなければならぬ。</p> <p>6) 測定プロセスの意図した用途に必要なパフォーマンス特性を明確にし、定量化しなければならぬ。</p>	<p>法令・規制要求事項に基づくもの：計量法、環境関連法、安全衛生関連法等に準拠するものは「特定計量器」としての対応。</p> <p>顧客の要求に基づくもの：製品品質仕様書、検査試験仕様書、に対応。</p> <p>組織の要求に基づくもの：製造工程指示書類、特殊工程管理作業手順書、検査計画書、検査作業仕様書、工程改善要求書等に対応。</p> <p>計量要求事項、それぞれの測定プロセスについて関連するプロセス要素及び管理方法が盛り込まれていなければならない。</p>	<p>工程検査実施要領 完成検査実施要領、 特殊工程管理作業手順書 作業指示書の管理 品質マニュアル 等に計量要求事項、それぞれの測定プロセスについて関連するプロセス要素及び管理方法が盛り込まれていなければならない。</p>	<p>計量要求事項を盛り込むことにより、測定プロセスが明確となり、効率的な計量管理の実施（いつ、誰が、どのようにして）が見えてくる。</p> <p>測定プロセスの規定事項は左記規格要求事項欄の手引きに示される。</p>
---------------	---	---	---	--	---

		<p>手引</p> <p>測定プロセス管理に費やされる労力は、組織の最終製品の品質に対する測定の重要性に釣り合うことが望ましい。高度の測定プロセス管理が適切な例として、重要又は複雑な測定システム、製品の安全性を確保する測定、正確でなければコスト高を招くような測定などが挙げられる。重要な製品の簡単な測定には、最低限のプロセス管理でよい。機械加工部品の測定用ハンドツールを使用する場合のように、同様の種類の測定機器及びアプリケーションについては、プロセス管理のための手順を共通にしてもよい。測定プロセスに対する影響量の効果は、定量化することが望ましい。このためには、特別な実験又は調査を計画し、実施しなければならぬことがある。これが不可能な場合は、機器製造業者から提供されるデータ、仕様書及び注意書きを利用することが望ましい。</p> <p>測定プロセスの意図した用途に必要なパフォーマンス特性を明確にして、定量化しなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>特性の例は、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>－ 測定の不確かさ</li> <li>－ 安定性</li> <li>－ 最大許容誤差</li> <li>－ 繰返し性</li> <li>－ 再現性</li> <li>－ 操作者の技能水準</li> </ul> <p>測定プロセスによっては、これ以外の特性が重要になる場合がある。</p>	<p>測定プロセスに対する影響量の効果の定量化実験または調査が不可能な場合は、機器製造業者から提供されるデータ、仕様書及び注意書きを利用することが望ましい。</p> <p>関連プロセスに、誤った測定結果防止、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置を含めても良い。</p> <p>規格要求事項欄の手引きに示すような特性を明確にし定量化する。</p> <p>関連プロセスに含めて明確にしても良い。</p> <p>関連プロセスに、誤った測定結果防止、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置を含めても良い。</p> <p>規格要求事項欄の手引きに示すような特性を明確にし定量化する。関連プロセスに含めて明確にしても良い。</p>		
--	--	---	--	--	--

72.3 測定プロセスの実現	<p>測定プロセスは、計量要求事項を満たすように設計した管理条件下で実現しなければならぬ。管理すべき条件には、次の事項を含めなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 計量確認された機器の使用</li> <li>b) 妥当性が確認された測定手順の適用</li> <li>c) 必要な情報資源の可用性</li> <li>e) 力量のある要員が使用していること</li> <li>f) 適正な結果の報告されていること</li> <li>g) 規定されたとおりの監視の実施がされていること</li> </ul>	<p>計測プロセスは、要求事項を満たすように下記の項目が実現されていること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 確認された機器の使用がされていること</li> <li>b) 妥当性が確認された測定手順の適用されていること</li> <li>c) 必要な情報資源の可用性があること</li> <li>d) 必要な環境条件の維持されていること</li> <li>e) 力量のある要員が使用していること</li> <li>f) 適正な結果の報告されていること</li> <li>g) 規定されたとおりの監視の実施がされていること。</li> </ul>	<p>資格基準など)</p> <p>測定の結果が報告するようになっていること(測定結果報告書など)。</p> <p>測定プロセスを監視した記録があること(職長による定期チェックなど)。</p> <p>設計した、計測器が使用されていること(品質標準、手順書など)。</p> <p>測定手順書は、測定プロセスで設計された測定手順であること(測定手順書の作成日)。</p> <p>設計した時の関係ある標準(JIS、社内規格など)が、使用できるようになっていること(社外規格、社内規格参照基準など)。</p> <p>設計した時の環境条件が維持使用できるようになっていること(環境条件管理手順など)。</p> <p>設計した時の測定を力量のある作業者ができるようになっていること。</p>	<p>(業務標準)工程検査実施基準、完成品出荷検査実施基準、製造仕様書、管理工程図</p> <p>品質マニュアル</p> <p>作業指示書の管理要求(技術標準)試験規格、電安法 他</p> <p>社内イントラネット(技術標準)試験規格、(業務標準)工程検査実施基準、完成品出荷検査実施基準等</p> <p>(業務標準)品質重要工程作業員教育実施細則所標準</p> <p>技能認定制度の管理要領</p> <p>(業務標準)工程検査実施基準、完成品出荷検査実施基準、製造仕様書、管理工程図等</p> <p>初回製品検査(FAI)等に規定されている。</p>	<p>操業及び運用方案などに基づいた機器の使用</p> <p>計器台帳、QA/QC/一般計器台帳指示された計測器を使用。(校正有効品を使用。)</p> <p>部内の技術標準または作業標準等で保有</p> <p>定期または必要に応じて都度改訂</p> <p>個別には測定手順の確認。</p> <p>社内イントラネットにて可溶性は確保されている</p> <p>各標準には設計時に引用した計量法、JIS規格の内容及び名称等を反映</p> <p>WEB画面上にて確認</p> <p>社内標準、JISは参照可能</p> <p>操業及び設備等の管理基準に使用時または検査時の環境条件を反映</p> <p>各作業場所における、環境条件の管理手順の確認要。</p> <p>測定結果(成績書またはチェック表)は決められた責任者まで報告され検印を受ける規定、また、測定結果に不適合が生じた場合は異常報告書を発行</p> <p>測定結果の報告は、作業指示されているものについて実施。</p> <p>記録には点検・認可あり。</p>
----------------	--	---	---	--	--

72.4 測定プロセスの記録	<p>計量機能は、次の事項を含めて、測定プロセスの要求事項への適合性を実証するための記録を維持しなければならない。</p> <p>a) 使用するすべての要素(例えば、操作者、測定機器、点検基準及び関連する運用条件を含む、測定プロセスの実施の完全な記述。</p> <p>b) 測定の不確かさに関する情報を含む、測定プロセス管理で得られた関連データ。</p> <p>c) 測定プロセス管理で得られたデータの結果を受けて講じた処置。</p> <p>d) 各測定プロセス管理活動が実施された日付</p> <p>e) 関連する検証文書の識別</p> <p>f) 記録のための情報の提供責任者の識別</p> <p>g) 要員に要求された能力及び要員が到達した能力手引</p> <p>測定プロセス管理で使用される消耗品に対する記録目的としては、バッチ識別が適切な場合もある。</p> <p>計量機能は、権限を与えられた要員だけが記録を作成し、修正し、発行し又は削除することが許されるようにしなければならない。</p>	<p>計量機能は、下記項目の記録を維持していること。</p> <p>1) 使用するすべての要素(例、操作者、測定機器、参照規格)及び関連する運用条件を含む、実施する測定プロセスの完全な説明。</p> <p>2) 測定の不確かさに関する情報を含む、測定プロセス管理で得られた関連データ。</p> <p>3) 測定プロセス管理で得られたデータの結果を受けて講じた処置。</p> <p>4) 各測定プロセス管理策活動が実施された日付。</p> <p>5) 関連する検証文書の識別。</p> <p>6) 記録のための情報の提供責任者の識別。</p> <p>7) 要員に求められ、達成された能力。</p>	<p>測定の手順書</p> <p>電子システム化が効率的。他のシステムに相乗りも効率的。</p> <p>測定の不確かさを算出するために用いた必要なデータ類(バリエーションシートなど)。</p> <p>不具合が発生した際に実施した是正処置(是正処置報告書など)。</p> <p>測定を実施した日付の記録(チェックシートの日付など)。</p> <p>報告文書類の識別番号(チェックシートの識別番号など)。</p> <p>測定者の部署・氏名(チェックシートの記録者者名など)。</p> <p>能力のある要員が実施した旨がわかるもの(測定者のサインなど)</p>	<p>(業務標準) 工程検査実施基準、完成品出荷検査実施基準、製造仕様書、管理工程図等</p> <p>所標準一品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>作業指示書の管理要求</p> <p>(業務標準) 統計的手法運用細則</p> <p>所標準</p> <p>一品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>一計量管理実施要領</p> <p>(業務標準) 工程検査実施基準、完成品出荷検査実施基準、製造仕様書、管理工程図等</p> <p>所標準</p> <p>一計量管理実施要領</p> <p>(業務標準) 品質重要工程作業員教育実施細則</p> <p>所標準</p> <p>一計量管理実施要領</p>	<p>記録をデータベースにし、検索活用する。</p> <p>製造部門→操業及び設備運用管理基準による</p> <p>保全部門→管理/技術/作業標準に規定</p> <p>すべて測定の手順書あり?</p> <p>工程の測定の不確かさは必要に応じて、工程能力等の確認をする</p> <p>7</p> <p>設備トラブル報告書発行(工場→制御)</p> <p>是正処置報告書(制御→工場)</p> <p>要すれば個別に是正処置報告書。</p> <p>工場名、設備コード等による識別あり</p> <p>製造部門→簡易チェック等の実施記録</p> <p>録保全部門→検査校正記録</p> <p>測定を含め記録には日付あり。</p> <p>記録の識別番号あり。</p> <p>設備使用上の有資格者(製造部門)及び検査校正に係わる技量の認定者(保全部門)が実施サイン力量管理表あり。</p>
----------------	---	---	---	--	---

7.3 測定の不確かさ及びトリレーサビリティ	7.3.1 測定の不確かさ	<p>測定の不確かさは、計測マネジメントシステムの対象となるそれぞれの測定プロセスについて、推定しなければならぬ(5.1参照)。不確かさは、記録しなければならぬ(5.1参照)。測定の不確かさは、測定機器の計量確認及び測定プロセスの妥当性確認の前に完了しておかなければならない。測定のばらつきは既知の原因は、すべて文書化しなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>関連する概念及び不確かさの構成要素を組み合わせる結果を表現する際利用できる方法については、「計測における不確かさの表現ガイド (GUM)」に示されている。この他の文書化されて受け入れられている方法も使用してよい。</p> <p>不確かさの一部の構成要素には、他の構成要素と比較すると小さく、そのため、技術的又は経済的な根拠からすると、詳細な決定が妥当でなくなるものがある。このような場合は、判定及び妥当性の根拠を記録することが望ましい。いずれの場合も、測定の不確かさの決定及び記録に費やす労力は、組織の製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合ったものであることが望ましい。不確かさの決定の記録は、個々の測定プロセスに付加される要因を含めて、類似タイプの測定機器に対して共通の記述の形態をとつてもよい。</p> <p>測定結果の不確かさは、その他の要因の中でも、特に、測定機器の校正の不確かさを考慮することが望ましい。以前の校正結果の分析及び複数の類似測定機器の複数の類似項目の校正結果の評価に統計的技法を適切に使用することは、不確かさの推定に役立つことができる。</p> <p>注記 上記の GUM は、ISO/IEC Guide 98-3 :2008, Uncertainty of measurement - Part 3 : Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM : 1995)として制定されている。参考文献[20]参照</p>	<p>1) 測定の不確かさは、計測マネジメントシステムの対象となるそれぞれの測定プロセスについて、推定しなければならぬ(5.1参照)。不確かさは、記録しなければならぬ(5.1参照)。測定の不確かさは、測定機器の計量確認及び測定プロセスの妥当性確認の前に完了しておかなければならない。測定のばらつきは既知の原因は、すべて文書化しなければならぬ。</p>	<p>1) 測定の不確かさの決定及び記録に費やす労力は、組織の製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合ったものであることが望ましい。</p> <p>本規格では、不確かさをどう算出するかというよりも不確かさをどう活用するかに重点を置く。</p> <p>不確かさの推定は校正証明書による不確かさ、すでに推定された同様の測定の不確かさ、文献による不確かさを活用してもよい。</p> <p>不確かさについては、顧客要求、にあわせて対応する。</p> <p>顧客の規格が呼び出すキー特性、Cpk値、安全係数等が要求される場合は、それに従う。</p> <p>不確かさは、JCSS 認定事業者において校正された標準器について適用し、成績書に記載された不確かさがその後に与える影響度を算出し精度比と比較。</p>	<p>前項 7.1 計量確認、7.2 測定プロセス、に関連する手順書類に測定の不確かさの推定結果を記述する。測定の不確かさの推定結果を記述する。</p> <p>測定の不確かさの推定は組織の製品の品質に対する測定結果の重要性に釣り合ったものであることが望ましい。</p> <p>(業務標準)工程検査実施基準、完成品出荷検査実施基準、製造仕様書、管理工程図等</p> <p>所標準</p> <p>一 計量管理実施要領</p>	<p>1) 測定の不確かさの推定の必要性の例(国内外の現状):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>顧客から求められるとき。</li> <li>校正証明書、トレーサビリティ</li> <li>公的な試験成績書類</li> <li>高性能、高性能な工程における測定プロセスの維持、改善、に測定の不確かさが求められるとき。</li> </ul> <p>必要な工程能力に対して工程能力指数(OP-CPK 値)が充分である場合は、測定能力も充分であるので不確かさの推定は不要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>製品の公差巾に対して計測器の不確かさが充分小さい場合は不確かさの推定は不要。</li> </ul> <p>2)測定機器のかたよ(系統誤差、器差)と測定の不確かさの大きさを比較してその取り扱いに注目することが必要。</p> <p>かたよ(大)、不確かさ(極小) :かたよりの補正に注目</p> <p>かたよ(小)、不確かさ(大) :不確かさに注目</p> <p>3)測定機器の調整は測定機器の器差規格巾に対して不確かさが小さい時には有効である。</p>
------------------------	---------------	--	---	---	--	--

		<p>2) 不確かさの推定値は、記録しなければならぬ。測定の不確かさの分析は、測定機器の計量確認及び測定プロセスの妥当性確認の前に完了しておかなければならぬ。測定のばらつき既知の原因は、すべて文書化しなければならぬ。</p>	<p>不確かさを算出した記録(不確かさ/バジェットシートなど)。 測定(計測器)の計画時に不確かさが推定されていること(不確かさ/バジェットシートの日付など)。 測定のばらつき既知の原因(故障履歴、校正結果、調整修理結果等)は、すべて文書化しなければならぬ</p> <p>他の規格及び契約で要求される精度比については「製品と計測器には公差幅の 10%(精度比 10:1)」「計測器の校正には公差幅の 25%(精度比 4:1)」を用途に適用しても良い。</p> <p>不確かさは、JCSS 認定事業者において校正された標準器について適用し、成績書に記載された不確かさがその後与える影響度を算出し精度比と比較。</p>	<p>前項 7.1 計量確認、7.2 測定プロセス、に関連する手順書類に左記内容を記述する</p> <p>所標準 — 品質マニュアル 所標準 — 計量管理実施要領</p>	<p>記録をデータベースにし、検索活用する。 校正の不確かさは客先要求があるものにおいては実施しているが測定の不確かさは必要に応じて工程能力の確認に置き換える 「監視機器及び測定機器の管理」</p> <p>製品測定の不確かさ推定は、無し。</p>
--	--	--	---	---	---

732 トレーサビリティ	<p>計量機能の管理者は、すべての測定結果に SI までの確実なトレーサビリティがあるようにしなければならない。測定値の SI までのトレーサビリティは、適切な一次標準を基準とするか、又はその値が関連する SI で既知のもので、かつ、国際度量衡総会及び国際度量衡委員会が推奨している自然定数を参照して達成しなければならない。合意があれば、SI 又は認知された自然定数が存在しない場合に限り、契約時に使用することが合意された標準を使用しなければならない。</p> <p>手引</p> <p>トレーサビリティは、通常、国家計量標準まで自身のトレーサビリティを確保している信頼できる校正試験所を通じて達成する。例えば、<b>ISO 17025</b> の要求事項に適合している試験所は、信頼できるものとしてもよい。</p> <p>国家計量機関は、国家計量機関以外の施設が国家計量標準を保有している場合を含めて、国家計量標準及びそのトレーサビリティの責任機関である。測定結果は、測定が実施された国以外の国家計量機関を通じてトレーサビリティが確認されてもよい。</p> <p>認証標準物質を、参照標準とみなしてもよい。</p> <p>測定結果のトレーサビリティの記録は、計測マネジメントシステム、顧客、法令・規制要求事項が求める期間を維持しなければならない。</p>	<p>1) 測定機器のトレーサビリティが SI 単位の標準へ確認できること。</p> <p>2) トレーサビリティは、適切な一次標準を基準とするか、かつ、国際度量衡総会及び国際度量衡委員会が推奨している、自然定数を参照していること。</p> <p>3) SI 単位系または標準がない場合は、顧客の合意を得て使用していること。</p> <p>4) 測定結果のトレーサビリティの記録は、計測マネジメントシステム、顧客、法令・規制要求事項が求める期間を維持しなければならない。</p>	<p>トレーサビリティ体系図や ISO 17025 の要求事項に適合している証明書など(校正証明書など)。</p> <p>ISO 17025 の要求事項に適合して発行された証明書など(校正証明書など)。</p> <p>顧客との合意を得た文書(顧客との念書など)。</p>	<p>(業務標準)計測計量管理</p> <p>基準</p> <p>所規定</p> <p>— 計量管理規程</p> <p>所標準</p> <p>— 品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>— 計量管理実施要領</p> <p>(業務標準)計測計量管理</p> <p>基準</p> <p>所規定</p> <p>— 計量管理規程</p> <p>所標準</p> <p>— 品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>— 計量管理実施要領</p>	<p>トレーサビリティ体系図</p> <p>項監視機器及び測定機器の管理]</p> <p>校正履歴で確認。</p> <p>「7.6」項監視機器及び測定機器の管理]</p> <p>標準書の校正証明書について、国家・国際標準トレーサブルを確認。</p>
--------------	--	---	---	---	--

8 計測マネジメントシステムの分析及び改善

規格の区分 (箇条・細分箇条)	規格要求事項	要求事項に対するチェック内容		評価	関連規程・文書・記録 など	備考(不足事項に対する 考察など)
		チェック項目	チェックに関する解説			
8.1 一般	計量機能は、次の事項に必要な監視、分析及び改善を計画し、実施しなければならない。 a) この規格に対する計測マネジメントシステムの適合性を確認する。 b) 計測マネジメントシステムを継続的に改善する。	1) 適合性を確認の計画・実施の記録があること。 2) 継続的に改善の計画・実施の記録があること。	適合性を確認するための手順(適合性確認計画・実施書など)。 改善を実施するための手順(改善計画・実施書など)。		所標準 一品質マニュアル等に準拠しても良い。  所標準 一品質マニュアル等に準拠しても良い。	
8.2 監査及び監視	計量機能は、適宜、監査、監視、その他の技法を用いて、計測マネジメントシステムの妥当性及び有効性を判定しなければならない。	1) 監査及び監視のための手順が文書化されていること。	監査、監視を実施する手順(監査規定など)		所標準 一品質マニュアル等に準拠しても良い。	製造部門(品質保証担当者) 苦情担当者による顧客のヒアリング 検査校正部門
8.2.2 顧客満足	計量機能は、顧客の計量のニーズが満たされたかどうかに関し、顧客満足に関連する情報を監視しなければならない。この情報の入手方法及び使用方法を、規定しなければならない。	1) 顧客満足に関連する情報入手の方法及び使用方法の手順が文書2) 2) 顧客満足に関連する情報の記録があること。化されていること。	顧客の満足度調査する手順があること(顧客満足度調査手順など)。 顧客の満足度調査した結果記録があること(顧客満足度調査表など)。		(業務標準)品質管理規程 顧客満足 所標準 一品質マニュアル 標準品質フォーラム 監視 分析及び改善 監視及び測定 1 顧客満足	同上 定期意見交換会(1回/年)の開催

8.2.3 計測マネジメントシステムの監査	<p>計測機能は、計測マネジメントシステムの監査を計画し、実施して、計測マネジメントシステムが継続して有効であり、かつ、規定の要求事項に適合していることを確認しなければならぬ。監査結果は、組織のマネジメントのうちの関係当事者に報告しなければならぬ。計測マネジメントシステムの監査結果及び計測マネジメントシステムへの変更は、すべて記録しなければならぬ。組織は、発見した不適合及びその原因を取り除くための処置を不当に遅滞することなく講じなければならない。</p> <p>手引</p> <p>計測マネジメントシステムの監査は、組織のマネジメントシステムの監査の一部として実施してもよい。</p> <p><b>ISO 9001</b> は、監査システムの指針を提供している。</p> <p>計測マネジメントシステムの監査は、組織の計測機能が実施してもよいし、契約した要員又は第三者機関の要員が実施してもよい。監査員は、自己が担当する領域の監査を行わないほうがよい。</p> <p>不正確な測定結果が出るかがわかっているか、又はその疑いのある測定プロセスはすべて適切に識別して、適切な処置が講じられるまでそのプロセスを使用してはならない。不適合の測定プロセスが識別された場合は、プロセスの使用者は潜在的影響を明確にして、必要な修正を行い、更に必要な是正処置を講じなければならない。不適合を理由に修正した測定プロセスは、使用前に妥当性を確認しなければならない。</p>	<p>1) 計測マネジメントシステムの監査が実施されていること</p> <p>2) 監査結果が経営層に報告されていること</p>	<p>内部監査の計画・実施した報告書があること(内部監査結果報告書など)。</p>	<p>(業務標準)内部監査実施基準、適正計量管理事業所遵法監査等に準拠しても良い。所標準一品質マニュアル所標準</p> <p>一品質内部監査実施要領所内の内部品質監査の一環として、校正部門の監査を実施</p>	<p>ISO9001 の内部監査として実施及び適正計量管理事業所遵法監査を実施</p> <p>品質保証室による品質(計量)内部監査あり(2回/年)</p> <p>品質内部監査報告書</p>
		<p>報告は、マネジメントレビューの時でもよい(マネジメントレビュー記録)。</p>		<p>(業務標準)内部監査実施基準、適正計量管理事業所遵法監査所標準</p> <p>一品質マニュアル</p> <p>一連の所内内部監査の結果として担当部門が経営層に報告</p>	<p>ISO9001 の内部監査として実施及び適正計量管理事業所遵法監査を実施</p> <p>地区及び各部門のQA会議等で報告(是正状況含め)</p>

8.2.4 計測マネジメントシステムの監視	計測マネジメントシステムを含むプロセスの中では、計量確認及び測定プロセスを監視しなければならない。監視は、文書化された手順に従い、定められた間隔で実施しなければならない。監視には、統計的技法を含めて、適用する方法及びその使用範囲の決定を含めなければならない。計測マネジメントシステムの監視は、欠陥を速やかに検出し、その是処置をタイムリーにすることによって、要求事項からの逸脱防止を図らなければならない。この監視は、規定の要求事項に不適合となるリスクに相応したものでなければならない。測定プロセス及び計量確認プロセスの監視結果、並びにその結果としての是処置は、測定及び確認プロセスが継続して文書化された要求事項に適合していることを実証するために、文書化しなければならない。	1)計量確認及び測定プロセスを監視する手順が文書化されていること。	監視する手順(抜き取り方法・頻度など)。	(業務標準)品質管理規程 8.2.3 プロセスの監視及び測定、8.2.4 製品の監視及び測定、(業務標準)完成出荷検査基準(業務標準)内部監査実施基準、適正計量管理事業所遵法監査 所標準—品質マニュアル 所標準 —抜き取り検査実施要領 標準品質プログラム 監視、分析及び改善 監視及び測定 内部品質監査 プロセスの監視及び測定	製造部門の規定による計器の合理性チェック機能活動の展開
	2)計量確認及び測定プロセスは、決められた間隔で監視が実施されていること。	管理図やチェックシートなど定期的に監視していることがわかるもの(管理図やチェックシートなど)。 監視結果で不具合が発見された場合の処置手順を決めていること(是処置表など)		(業務標準)品質管理規程 プロセスの監視及び測定、8.2.4 製品の監視及び測定、(業務標準)完成出荷検査基準(業務標準)内部監査実施基準、適正計量管理事業所遵法監査 所標準—GMP運営要領 (業務標準)是処置実施基準 所標準 —品質マニュアル 所標準 —工程能力管理要領	内部品質監査の是正報告書  GMP報告書、議事録 定期的ご実施。
	3)測定及び確認プロセスの監視結果の是処置は、文書化されていること。				

8.3 不適合の管理	8.3.1 計測マネジメントシステムの不適合	計測機能は、不適合の検出が確実に行えるようにし、迅速な処置を講じなければならぬ。 手引 不適合要素は、不注意による使用を防止するために明確にすることが望ましい。 是正処置が実施されるまでの間、暫定処置(例えば、代替策)を講じてよい。	1) 不適合が検出された場合に、誤使用できないようにされていること。 2) 是正処置が実施されるまでの間として暫定処置が取られていること。	使用できないような処置があること(誤使用防止用表示など)。	(業務標準)計測計量管理基準 16 計測器の異常処置 所標準—品質マニュアル 所標準 —計量管理実施要領 計量管理実施要領 計測器の保管 不合格品、修理品等 (業務標準)計測計量管理基準 17 計測器の異常処置 所標準 —計量管理実施要領 計量管理実施要領 計測器の保管 不合格品、修理品等 表示(12) (業務標準)計測計量管理基準 18 計測器の異常処置 所標準 —計量管理実施要領 計量管理実施要領 計測器の使用	他の管理された計測器を使用 製造部門で規定(ビッグアップ 方法の運用管理基準) 是正処置報告書 不合格品には表示を行う。(不 合格票) 使用禁止の表示、計量管理室 保管 良品の計測器を使用する。 使用禁止表示および物理的に 使用箇所より隔離 不適合シール(不合格)貼り付 けによる識別 有効性の証明 良品の計測器を使用する。
8.3.2 測定プロセスの不適合	不正確な測定結果が出るかがわかっているか、又はその疑いのある測定プロセスはすべて適切に識別して、適切な処置が講じられるまでそのプロセスを使用してはならない。不適合の測定プロセスが識別された場合は、プロセスの使用者は潜在的影響を明確にして、必要な修正を行い、更に必要な是正処置を講じなければならぬ。不適合を理由に修正した測定プロセスは、使用前に妥当性を確認しなければならない。 手引 例えば、検査標準の劣化、操作者の力量の変化などの理由による測定プロセスの不具合は、次のようなポストプロセス指標によって明らかにもよい。 — 管理図の分析 — 傾向チャートの分析 — 後続の検査 — 試験所間比較 — 内部監査 — 顧客のフィードバック	1) 不適合の測定プロセスは、適切な処置が講じられるまで使用できないようにになっていること。 2) 不適合の測定プロセスは、必要な修正を行い、是正処置が講じられていること 3) 不適合で修正した測定プロセスは、使用前に妥当性が確認されていること。いること。	不適合表示などにより使用できないような処置が施されていること(使用禁止表示など)。 是正処置報告書など。	計量管理実施要領 計測器の保管 不合格品、修理品等 表示(12) (業務標準)計測計量管理基準 18 計測器の異常処置 所標準 —計量管理実施要領 計量管理実施要領 計測器の使用	他の管理された計測器を使用 製造部門で規定(ビッグアップ 方法の運用管理基準) 是正処置報告書 不合格品には表示を行う。(不 合格票) 使用禁止の表示、計量管理室 保管 良品の計測器を使用する。 使用禁止表示および物理的に 使用箇所より隔離 不適合シール(不合格)貼り付 けによる識別 有効性の証明 良品の計測器を使用する。	

8.3.3 不適合の測定機器	<p>どのような計量確認済の機器でも、次のa)~h)に示すような疑いがあるか、又はそれが明らかになった機器は、使用現場から分離して撤去するか、目立つラベル又はマークを付けて識別しなければならぬ。</p> <p>a) 損傷を受けた。</p> <p>b) 過負荷となった。</p> <p>c) 意図した用途を無効にするような誤動作をする。</p> <p>d) 不正確な測定結果を出す。</p> <p>e) 指定の計量確認の間隔を超える。</p> <p>f) 誤った取扱いがされた。</p> <p>g) 損傷、破壊された封印又は保護装置がある。</p> <p>h) 意図した用途に悪影響を及ぼし得る影響量(例えば、電磁場、ダスト)に暴露された。</p> <p>上記の機器は、不適合の原因を排除し、再び計量確認が行われるまで復帰してはならない。意図された計量特性に復帰できない不適合の測定機器は、はつきりと表示するか、又はそれ以外の方法で識別しなければならぬ。このような機器を別の用途に使用するための計量確認では、変更した状態をばつきりと表し、また、使用上の制限事項があれば識別表を示すことを確実にしなければならぬ。</p> <p>手引</p> <p>意図した用途に適さないと判明した機器の調整、修理又はオーバーホールが実務的でない場合は、等級下げ、及び/又は意図した用途の変更という選択肢がある。再分類は、見かけ上は同一の機器で許容される用途が異なることによる混同を招くおそれがあるため、多大な注意を払って使用することが望ましい。これには、マルチレンジ機器のごく一部の範囲又は機能の、限定された計量確認を含む。</p>	<p>1) 不適合測定機器は、使用できないように保護されていること。</p> <p>2) 不適合報告書が作成されていること。</p> <p>3) 不適合の測定機器で計量した測定値を用いて生産された製品は、再検査が実施されていること。</p>	<p>ラベル又はシールなど。</p> <p>測定機器の校正結果表など。</p> <p>製品の後追い調査ができるようになること(製品検査の妥当性評価など)。</p>	<p>(業務標準)計測計量管理基準 17.計器の異常処置</p> <p>(業務標準)計測計量管理基準</p> <p>(業務標準)計測計量管理基準 17.計器の異常処置、27. 日常点検</p> <p>所標準</p> <p>一計量管理実施要領</p> <p>計量管理実施要領</p> <p>計量器の検査</p> <p>精度上の著しい不合格を発生した場合の処置</p>	<p>有効期限パールの剥離、使用禁止の表示</p> <p>不合格成績書</p> <p>有効性の証明</p> <p>計量器不適合連絡書</p>
----------------	--	--	---	--	--

84 改善	84.1 一般	<p>調整又は修理に先立つ計量検証の結果から、測定機器がそれまでの測定結果の正確さが危ぶまれるなどの計量要求事項を満たしていないことが明らかになった場合、機器の使用は、潜在的影響を判断して必要な処置を講じなければならぬ。これには、不適合の測定機器で得られた測定値を用いて生産された製品の再検査が含まれることがある。</p>	<p>1) 改善を実施するための手順が文書化されていること。</p>	<p>改善を実施するための手順が文書化されていること(改善フローなど)。</p>		<p>所標準 一品質マニュアル 該当標準の定期的な見直し計画 (業務標準) 品質管理規程是 正処置、是正処置実施基準 所標準一品質マニュアル 所標準一是正処置実施要領 標準品質プログラム 監視、分析及び改善 是正処置</p>	<p>項監視機器及び測定機器の管理18.5.1 項 計測マネジメントレビューの結果との関連性 設備&amp;作業計器管理総則 QA/QC 計器管理基準</p>
	84.2 是正処置	<p>関連する計測マネジメントシステムの要素が規定の要求事項を満たしていない場合、又は関連データが受け入れられないパターンを示している場合は、原因を特定して、矛盾を排除するための処置を講じなければならぬ。修正及び是正処置の解決策は、その測定プロセスを使用し復帰する前に検証しなければならぬ。是正処置を講じる場合の基準は、文書化しなければならぬ。</p>	<p>1) 是正処置の基準が文書化されていること。 2) 規定の要求事項を満たしていないことが判明した場合の是正処置を実施した記録があること。</p>	<p>是正処置を実施するための手順が決められていること(是正処置フローなど) 是正処置を実施した記録があること(是正処置記録書など)。</p>		<p>(業務標準) 品質管理規程是 正処置、是正処置実施基準 所標準一品質マニュアル 所標準一是正処置実施要領</p>	<p>計測マネジメントレビューの結果との関連性 修理・校正記録、計器異常報告書等</p>

8.4.3 予防処置	計量機能は、起り得る測定又は計量確認の不適合の原因を排除するための処置を決定し、その発生を防止しなければならぬ。予防処置は、起り得る問題の影響に合ったものでなければならぬ。次の事項に関する要求事項を定めるために文書化された手順を確立しなければならない。 a) 起り得る不適合及びその原因の特定 b) 不適合の発生を予防するための処置の必要性の評価 c) 必要な処置の決定及び実施 d) 講じた処置の結果の記録 e) 講じた予防処置のレビュー	1) 予防処置に関する要求事項を定義するための手順書があること。 2) 的な不適合及びその原因を特定した記録 3) 不適合の発生を防止するための処置の必要性の評価した記録 4) 必要な処置の決定及び実施した記録 5) 講じた処置の結果の記録、講じた予防処置の再検討の記録	予防処置を実施するための手順が決められていること(予防処置フローなど)。 予防処置を実施し、潜在的な原因を特定した記録(予防処置書など)。 予防処置を実施し、再発防止を処置した記録(予防処置書など)。 予防処置を実施し、その処置を処置した記録(予防処置書など)。 予防処置を実施し、再発防止を処置した記録(予防処置書など)。 講じた予防処置の結果の記録、講じた予防処置の再検討の記録	<p>(業務標準) 品質管理規程予防処置、デザインレビュー実施細則、M-DR 実施細則、プログラレビュー実施基準、製品審査実施基準</p> <p>所標準</p> <p>一品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>一予防処置実施要領</p> <p>計量機能について、予防処置の要求事項定義が必要</p> <p>(業務標準) 品質管理規程予防処置、デザインレビュー実施細則、M-DR 実施細則、プログラレビュー実施基準、製品審査実施基準</p> <p>所標準</p> <p>一品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>一予防処置実施要領</p> <p>(業務標準) 品質管理規程予防処置、デザインレビュー実施細則、M-DR 実施細則、プログラレビュー実施基準、製品審査実施基準</p> <p>所標準</p> <p>一品質マニュアル</p> <p>所標準</p> <p>一予防処置実施要領</p>	計測マネジメントレビューの結果との関連性 過去の実績を元に点検、OVHL 等を計画実施 傾向管理による点検、OVHL の実施	計測マネジメントレビューの結果との関連性 標準器、管理精度の傾向管理 (不適合発生のため未然防止策)	計測マネジメントレビューの結果との関連性
------------	---	---	--	---	--	--	----------------------

平成 26 年度

計量計測の普及及びグローバル化対応（ISO/JIS Q 10012）調査研究委員会

委員長

大竹 英世 トヨタ自動車株式会社

委員（五十音順）

伊藤 佳宏 伊藤計量士事務所

植手 稔 計量士

大西 孝一 日産自動車株式会社

菅沼 隆夫 味の素株式会社

高井 哲哉 中央精機株式会社

磨田 光夫 アズビル株式会社

中野 廣幸 中野計量士事務所

日高 鉄也 日高計量士事務所

三橋 克巳 株式会社 日立製作所

横尾 明幸 一般社団法人 東京都計量協会

事務局

河住 春樹 一般社団法人 日本計量振興協会 専務理事

倉野 恭充 一般社団法人 日本計量振興協会 事業部長

溝上 秀司 一般社団法人 日本計量振興協会 事業部

不許複製

計量計測の普及及びグローバル化対応  
(ISO/JIS Q 10012) 調査研究報告書

平成27年3月

発行 一般社団法人 日本計量振興協会

計量計測の普及及びグローバル化対応  
(ISO/JIS Q 10012) 調査研究委員会

〒162-0837 東京都新宿区納戸町2-5番1号

TEL 03-3269-3259/FAX 03-3268-2553

印刷 株式会社 サンワ

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋2-11-8

TEL 03-3265-1816/FAX 03-3265-1847



**RING!RING!**  
プロジェクト  
オートレースの補助事業

この報告書は、オートレースの補助を受けて作成しました。

