

計量管理のグローバル化

JIS Q 10012計測マネジメントシステムの概要

- ・ISO 10012の特徴
- ・ISO 10012の意義と要点
- ・ISO 10012の歴史
- ・ISO 10012の導入により期待される効果
- ・ISO 10012の概要

2012年2月15日

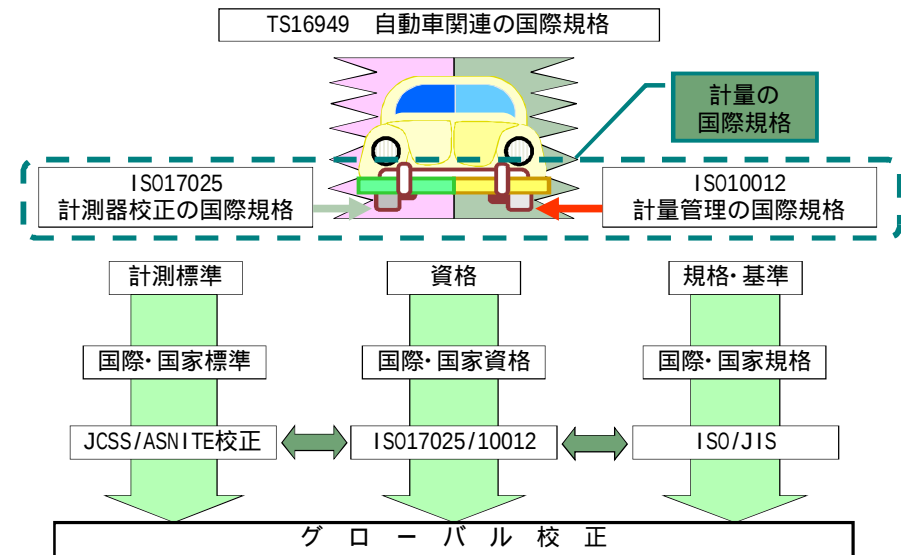
ISO10012 JIS原案作成委員会委員

(社)日本計量振興協会 計測管理規格 ISO(JIS Q)10012委員会委員

(株)日立製作所 通信ネットワーク事業部

三橋克巳

計測トレーサビリティの両輪



ISO 10012の特徴

1.測定プロセスの設計

2.計量確認

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

計測マネジメントシステム国際規格ISO10012の意義と要点

1. ISO10012規格とは：
ISO10012規格は、計測マネジメントシステムの要求事項を規定した国際規格である。測定プロセス及び測定機器の計量確認のマネジメント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。
*計量確認：測定機器が本来の使用目的になっているかを確認するために必要な一連の作業
2. ISO10012規格の要点：
不正確な計測によるリスクを回避し、品質を改善することを主目的とする。
また、そのために以下の計測マネジメントシステムの運用（PDCA）を規定している。
組織の経営者は、この規格を適用する範囲を明確にし、その範囲内でこの規格を遵守する
経営者は、計測管理をする機能（計量機能）の管理者を任命し資源を割り当てる
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、測定プロセスを設計・構築する
用途に合った測定器の管理と適切な測定プロセスの管理を実施する
適切な測定を通して品質及び生産性を向上し顧客満足を図る
3. 近年ISO10012規格が注目される背景：
2003年「計測マネジメントシステムの要求事項」として独立規格化
計量自主管理の推進・強化とグローバル化の要請が高まる
ISO9001活動が認証取得一巡により形骸化傾向、新たな付加価値を求める
品質管理及び環境管理の質の強化のための共通管理ツールとしての視点
適正計量管理事業所（製造部門）におけるグローバル管理指針の必要性

ISO 10012の歴史

1. ISO 10012・1 (1992年制定)
「計測機器の管理システム」
2. ISO 10012・2 (1997年制定)
「測定プロセスの管理の指針」
*ISO 10012・1及びISO 10012・2は
ISO 9001の参考規格
3. ISO 10012・1と・2を統合
→ISO 10012 (2003年制定)
「計測マネジメントシステム」

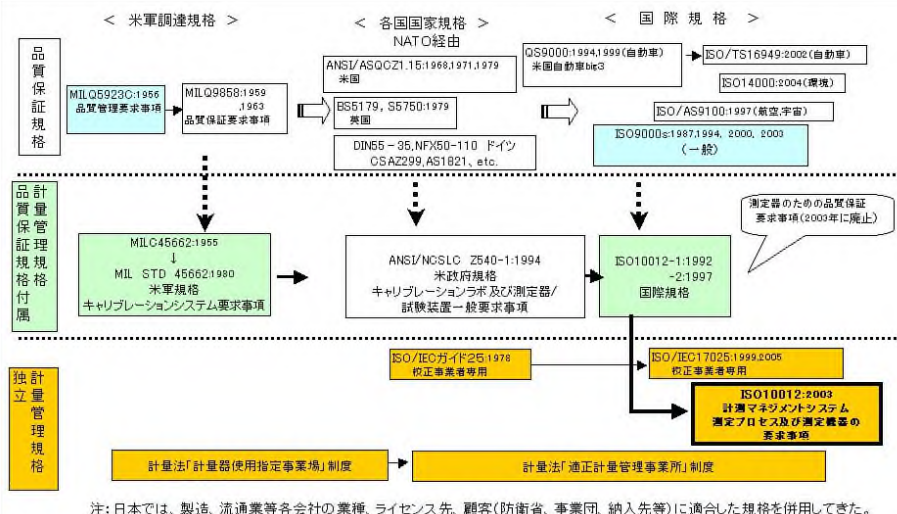
3

ISO 10012制定までの経緯

- ・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。
- ・米軍規格 MIL-Q-5923:1959 (品質管理要求事項) → MIL-Q-9858の付属規格として MIL-C-45662 (キャリブレーション システム要求事項) → 産業界では、ANSI/NC SLC Z540が制定された。
(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)
- ・欧州では、NATO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ていた。
- ・上記の下に計量の専門規格として ISO 10012-1及び10012-2が制定された。
- ・1990年代に多国間貿易が必須の西欧では ISO 9000s が誕生し、参考規格として ISO 10012-1及び-2が呼び出された。

4

ISO 10012制定までの経緯



5

ISO 10012: Integrity of your data

ISO 10012 のJIS化について

時 期	スケジュー ル
2009年 3月	JIS化作成委員会・ワ - キンググル - プのメンバ - 決定
2009年7月 ~ 12月	JIS化作成委員会・ワ - キンググル - プによる原案作成作業
2010年 3月	JIS原案作成を完成
2010年10月	JIS制定のための大臣決裁 WTO公示
2011年 5月	JIS制定の官報紹介

6

中国におけるISO10012認証の取り組み

1) ISO10012測定管理体系の構築

中国政府は国際規格ISO10012に基づく(測定管理体系)認証制度を作り、企業に対し計量管理体系の構築を指示。(2005年)

2) 認証機関の設置

中継計量体系認証センター(中国計量測試学会内)が全国認証業務を統括

3) 認証マークの設定

測定管理体系の認証マーク制度(AAA、AA、Aの3レベルの認証マーク付与)

AAAマーク: ISO10012規格の全ての要求事項に適合

AAマーク: 「7.2測定プロセスの実現」及び「8.3.2不適合の測定プロセス」を除く要求事項

Aマーク: 「7.2測定プロセスの実現」「7.3.1測定の不確かさ」「8.3.2不適合の測定プロセス処理」及び「8.2.4測定管理体系監視」を除く要求事項

4) ISO10012認証企業に対する特典の供与

・ISO9001、14001、17025等、他のISO監査時に測定部分の監査を免除

・中国有名ブランド商品、国家検査免除商品の評価時に重要項目

・国家に書類要請時に重要条件となる。

5) ISO10012認証取得企業数

	2009年6月	2010年6月
AAAマーク	729社	924社
AAマーク	313社	630社
Aマーク	75社	143社
全体	1117社	1697社

7

計測管理システムの比較

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	計測管理の確立
適用領域	事業所内全般	事業所内全般	校正部門	計量計測関係	計量計測関係
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
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	なし
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	なし
顧客ニーズ	一部顧客から認証が取引条件	社会の要請と法的義務	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

2. 計測に関する管理項目の比較

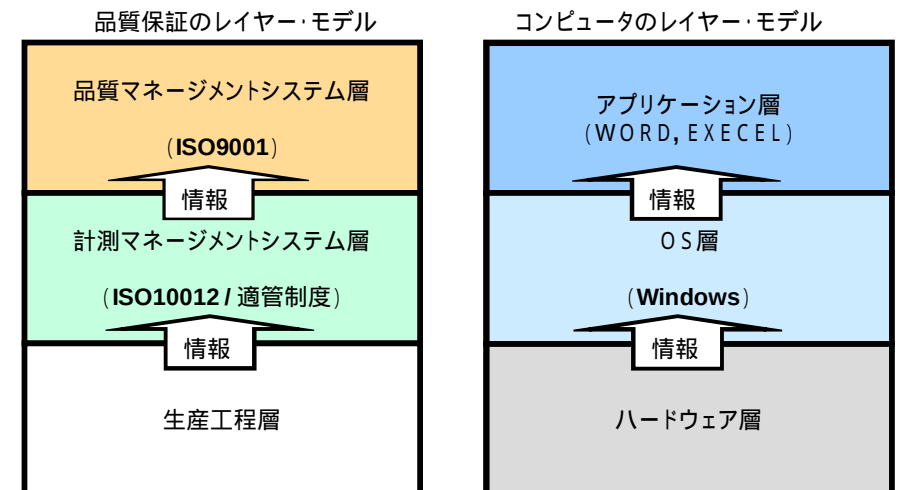
管理項目	ISO 9001	ISO 14001	ISO 17025	適正計量管理事業所制度	ISO 10012
1 計量組織機能の指定			○	○	○
2 計測器の選定			○		○
3 測定の不確かさ表記	×	×	○	×	○
4 測定プロセス設計・構築	×	×	×	×	○
5 技術データの有効利用	×	×	○		○
6 測定器の取り扱い、調整	○		○		○
7 さかのぼり調査	○		○		○

注) ○印: あり、 印: 一般的運用で実施、 ×印: なし

9

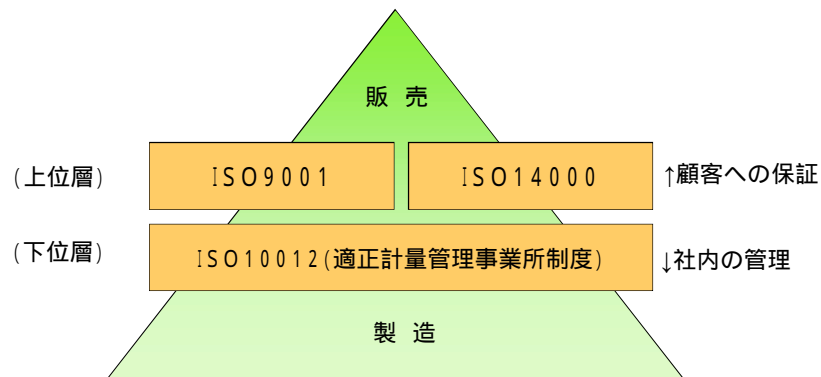
品質保証のレイヤー・モデルと

コンピュータのレイヤー・モデル



10

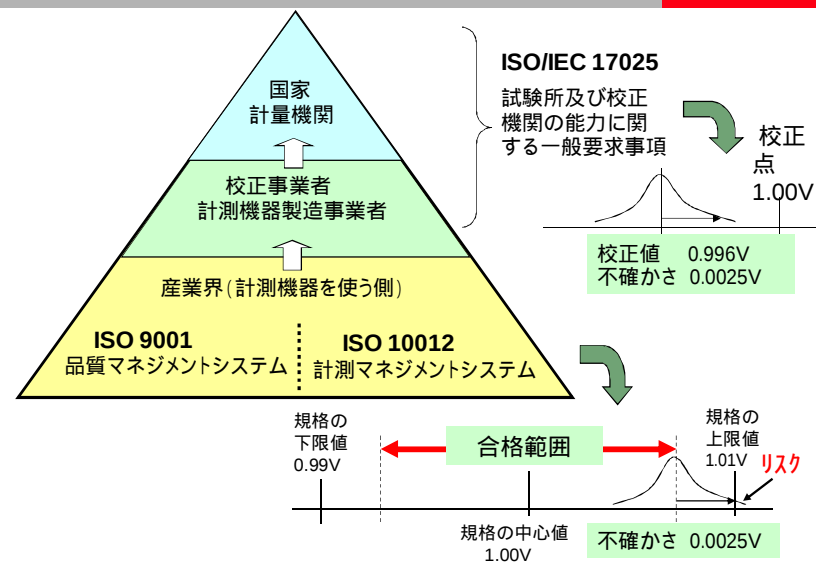
他ISOとの関係



上位層のISO9001、ISO14000を下位層のISO10012が支える。従来、日本においては、適正計量管理事業所制度がこの下位層を形成している。

11

ISO 9001・ISO/IEC 17025・ISO 10012の関係



12

計測の国際標準化の動き

1. 単位の統一…SI単位系



2. トレサビリティの確保…ISO9001



3. 測定方法の妥当性の確立…ISO10012

13

ISO10012の構成内容

序 文

1. 範囲
2. 引用規格
3. 用語及び定義
4. 一般要求事項
5. 経営者の責任
 - 5.1 計量機能
 - 5.2 顧客重視
 - 5.3 品質目標
 - 5.4 マネジメントレビュー (経営者の見直し)
6. 資源マネジメント
 - 6.1 人的資源
 - 6.2 情報資源
 - 6.3 物的資源
 - 6.4 外部供給者

7. 計量確認と測定プロセスの実現

- 7.1 計量確認
 - 7.2 測定プロセス
 - 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
 - 8.1 一般
 - 8.2 監査及び監視
 - 8.3 不適合の管理
 - 8.4 改善
- 附属書A
参考文献

14

ISO10012の使い道

下記の場合に、この国際規格は参考となる

顧客により要求される製品仕様を特定する場合
→（自社の計測管理システムの向上）

外注業者から提供される製品仕様を特定する場合
→（外注業者の計測管理システムの評価）

法規制定官公庁また監督官庁により
→（官公庁立ち入り）

計測システム管理の審査及び監査において
→（第三者による計測管理システム監査）

15

ISO10012計測 マネジメントシステムのモデル

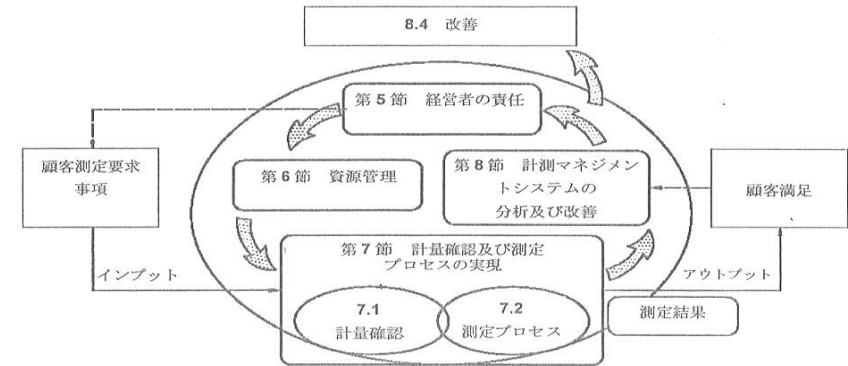


図1ー計測マネジメントシステムのモデル

「顧客重視」へ

16

ISO9001要求事項

7.6 監視機器及び測定機器の管理

ISO9001

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、次の事項をみたすこと

- 定められた間隔又は使用前に、国際又は国家計量標準に**トラス可能な**計量標準に照らして**校正又は検証**する。そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する
- 機器の調整をする、又は必要に応じて再調整する
- 校正の状態が明確にできる識別をする
- 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
- 取扱い、保守、保管において、損傷及び劣化しないように保護する

17

ISO9001要求事項

7.6 監視機器及び測定機器の管理

ISO9001

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には、組織は、その測定器でそれまでに測定した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。**校正及び検証の結果の記録**を維持すること

規程要求事項にかかわる監視及び測定にコンピュータソフトウェアを使う場合には、そのコンピュータソフトウェアによって意図した監視及び測定ができることを確認すること。この確認は、最初使用するのに先立って実施すること。また、必要に応じて再確認すること。

参考 ISO 10012-1及び ISO 10012-2を参照

18

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
トレーサビリティ	計量管理組織	5.1 計量機能
校正・識別	管理基準	6.2 情報資源
記録	校正・識別	7.1 計量確証(確認)
	台帳管理	6.2.4 識別
7.6 監視機器及び測定機器の管理	指導・教育	7.1.5 計量確証(確認)の記録
	報告	6.1.2 能力とトレーニング
		顧客満足

19

ISO10012要求事項

4. 一般要求事項

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。

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界を決める場合は、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、測定機器の計量確認 (fig2 参照) 及び必要な支援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 節参照)。計測マネジメントシステム内の全ての測定機器は計量確認をしなければならない (7.1 節参照)。

計測マネジメントシステムの変更は組織の手順書に従わなければならない。

$$\text{計測マネジメントシステム} = \text{実際の検査・計測} + \text{測定器の定期点検}$$

20

ISO10012要求事項

5. 経営者の責任

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可能であることを確保しなければならない。

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ない。

適正計量管理主任者 又は 計測管理担当者

21

ISO10012要求事項

5.2 顧客重視

計量機能の管理者は、次の事項を確実に行わなければならない。

- 顧客測定要求事項を定め、かつ、計量要求事項に変換する。
- 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。
- 顧客が指定した要求事項への適合を示すことができる。

顧客の測定要求

計量要求事項

「マネジメントシステムのモデル」

「計量確認」へ

22

ISO10012要求事項

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。測定プロセス客観的な達成基準、及び手順並びにその管理方法を、決定されなければならない。

手引

さまざまな組織レベルにおける品質目標の例を次に示す。

— 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日間以上も管理されていない状態で、かつ、そのことが検出されないようなことがない。

— 全ての計量確認を受渡当事者間の合意した期限までに完了する

— 判読できない計量確認記録がない

— 全ての技術教育・訓練プログラムが所定のスケジュールどおり完了する

23

ISO10012要求事項

5.4マネージメントレビュー(経営者の見直し)

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確実に実施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、マネー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(8節参照)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。

24

ISO10012要求事項

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任命した全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。

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。特殊な技能が必要な場合は、それら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・訓練を適切に実施し、教育・訓練活動の記録を維持し、教育・訓練活動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。

25

ISO10012要求事項

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、適正に実施、適用上の一貫性及び測定結果の妥当性を確実にする為に、その妥当性を確認しなければならない。

新しい手順または文書化された手順の変更は、承認を受け管理されなければならない。手順は最新のものとし、入手可能で、かつ、要求があれば提供しなければならない。

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正さを確実にするために文書化し、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/また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ことを確実にするために必要な範囲までしなければならない。

26

ISO10012要求事項

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、維持されなければならない。手順書は、記録の識別、保管、保護、検索、保管期間及び処分の方法を確実にしなければならない。

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、又は集合的に、明確に識別しなければならない。機器の計量確認の状態の識別がなければならない。特定の一つの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ない。計測マネジメントシステムに使用される機器は他の機器と識別できなければならない。

27

ISO10012要求事項

6.3物的資源

6.3.1測定機器

規定した計量要求事項を満たすために必要な全ての測定機器は、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た環境または有効な測定結果を保証できる環境で使用されなければならない。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を含めなければならない。

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、取り扱い、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または除外された測定機器の処理方法について手順書が定められていなければならない。

28

ISO10012要求事項

6.3.2環境

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に運用に必要な環境条件は文書化されなければならない。

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。環境条件に基づく補正は、記録し、測定結果に反映しなければならない。

手引き

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、清浄度、電磁的干渉及び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関し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。

29

ISO10012要求事項

6.4外部供給者

計量機能の管理者は、計測マネジメントシステムへの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ない。選定、監視、及び評価基準を定め、文書化しなければならない。また、評価結果を記録しなければならない。外部供給者の提供する製品またはサービスに関する記録は、維持しなければならない。

手引き

試験または校正を外部供給者に委託する場合、供給者はJIS Q17025のような試験所規格を基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場合がある。

30

ISO10012要求事項

7. 計量確認及び測定プロセスの実現

7.1 計量確認

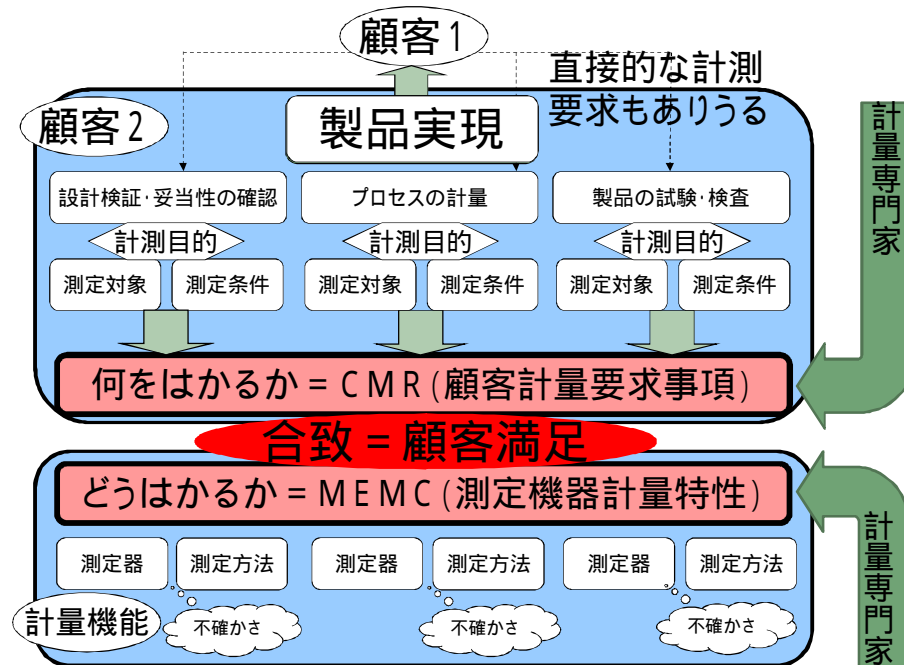
7.1.1 一般

計量確認 (Figure 2 及び 付属書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、実施されなければならない。計量確認は、測定機器の校正および検証を含む。

測定機器の計量確認に係る情報は、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ものでなくてはならない。

測定機器の計量特性は、その意図された用途に適切なものでなくてはならない。

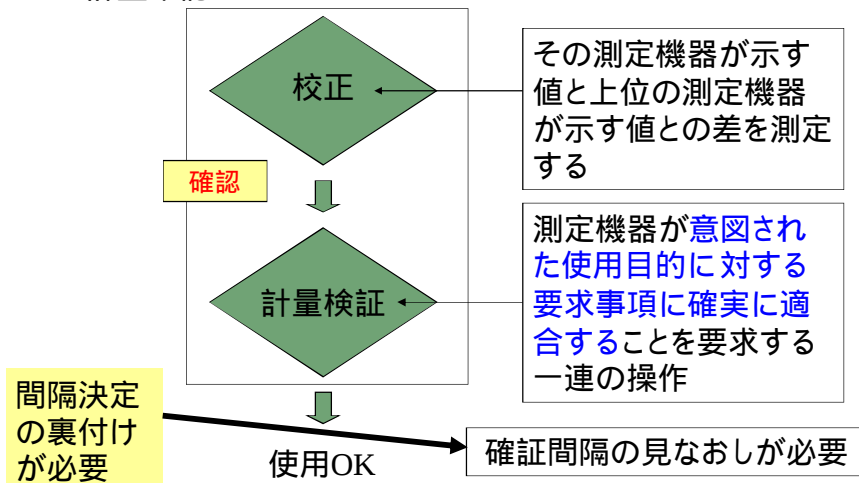
31



32

ISO10012計量確認とは

7.1 計量確認



33

ISO10012要求事項

7.1.2 計量確認間隔

計量確認の間隔の決定または変更に使用するする方法は、文書化された手順に記載されなければならない。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ない。

不適合測定機器を修理、調整、または改修した時は、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ない。

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計量確認済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くてはならない。封印または保護手段は、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ない。

計量確認プロセス手順には、封印または保護処置が損傷したり、破壊したり、無視したり又は失われた時に講じるべき処置を含めなければならない。

34

ISO10012要求事項

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、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**いけない。

これらの記録は**維持され、利用可能**でなければならない。

計量確認プロセスの記録は、測定機器の各項目規定した計量要求事項を満しているかどうか実証できるものでなければならない。

記録には必要に応じて次の事項を含まなければならない。

(中略)

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、または削除**することが許されるようにしなければならない。

35

ISO10012要求事項

7.2 測定プロセス

7.2.1一般

計測マネジメントシステムの一部である**測定プロセスを計画し、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。**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、測定用のソフトウェア、使用の条件、操作者の能力、さらに、測定結果の信頼性に影響を与えるその他すべての要素を記載**しなければならない。測定プロセス管理は文書化された手順書に従って実施されなければならない。

36

ISO10012要求事項

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、影響及び適用方法の影響を含まなければならない。

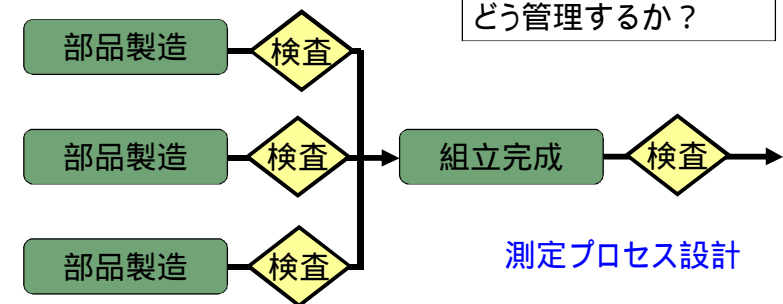
測定プロセスは、誤った測定結果を防止するように設計し、欠陥の迅速な検出及びタイムリーな是正処置が確実に行えるようにしなければならない。

測定プロセスの意図した用途に必要なパフォ - マンス特性を明確にして定量化しなければならない。

37

ISO10012の骨子

顧客要求を計量要求に変換



顧客要求を満足させるために、何を測定しどう管理するか？

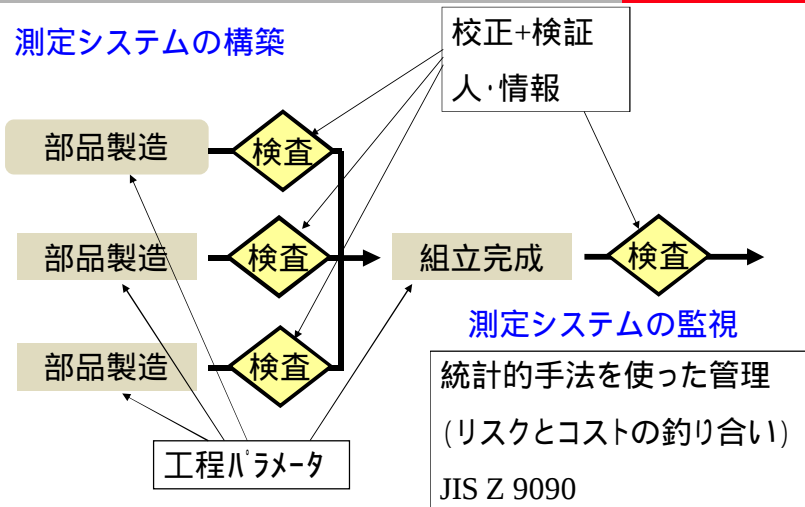
工程パラメータをどう決めるか？

どう工程でどのような試験・検査をするか？

測定プロセス設計

38

ISO10012の骨子



39

ISO10012要求事項

7.2.3測定プロセスの実現

測定プロセスは、計量要求事項を満たすよう設計した管理条件下で実現しなければならない。

管理する条件には次の事項を含めなければならない。

- 計量確認された機器の使用
- 妥当性が確認された測定手順の適用
- 必要な情報資源の可用性
- 必要な環境条件の維持
- 力量のある要員の活用
- 結果の適正な報告
- 規定されたとおりの監視の実施

40

ISO10012要求事項

7.2.4測定プロセスの記録

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。

- 使用する全ての要素(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
- 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
- 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られた処置
- 各測定プロセス管理活動が実施された日付
- 関連する検証文書の識別
- 記録のための情報の提供責任者の識別
- 要員に要求された能力及び到達した能力

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。

41

ISO10012要求事項

<記録の例>

- 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

6.1.2 能力とトレーニング→トレーニング、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 トレーサビリティ

→トレーサビリティの記録

42

ISO10012要求事項

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**についての**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。

43

ISO17025とISO10012の表現の違い

ISO 10012

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。

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

ISO17025

5.4.6計測の不確かさ

5.4.6.1校正機関又は、自身の校正を実施する試験所は、**全ての校正及び全てのタイプの校正について測定の不確かさを推定する手順持ち、適用すること。**

44

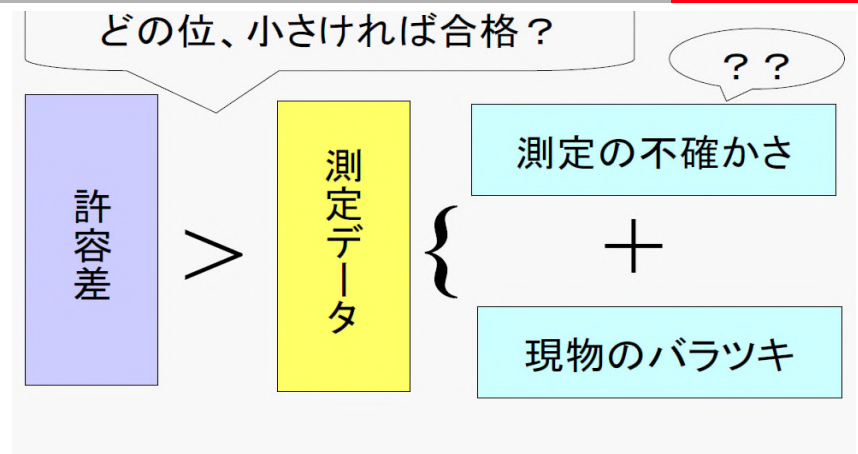
ISO 10012における不確かさの要求事項

ISO 17025との比較

- ・両規格とも計量特性を客観的に明確にするツールとして有効なものである。
 - ・17025は、不確かさを推定することを要求し、算出手順も規定している。
 - ・10012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、手順も規定していない。ある一定値以下に管理されることが必要。
- すなわち、不確かさをどのように活用するかが重要である。

45

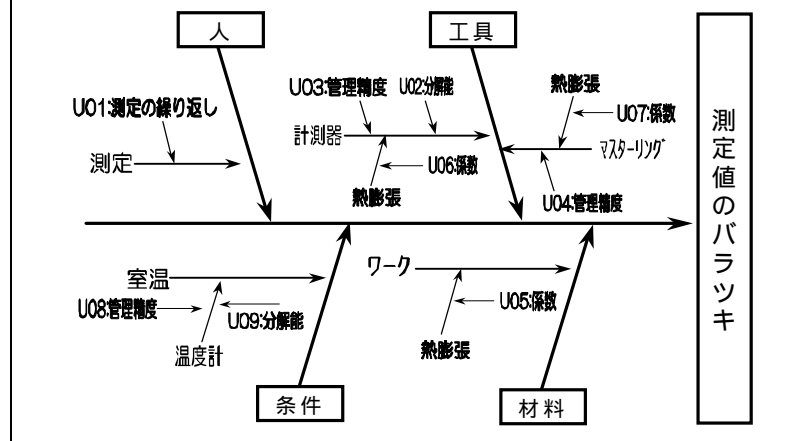
許容差と測定データ



46

自動車用ディスクホイール寸法測定 における不確かさ導入

図 3.3.C 測定値のバラツキに対する特性要因図



47

不確かさの見積もり

1. U01: 測定の繰り返し: 同じものを7人でそれぞれ 20 回測定した。
2. U02: 計測器の分解能: シリンダ - ゲ - ジに取りつけられるダイヤルゲ - ジの分解能: 最小目盛り $1\mu\text{m}$ なので、 $\pm 0.5\mu\text{m}$ の矩形分布
3. U03: 計測器の精度管理: シリンダ - ゲ - ジの管理精度 $12\mu\text{m}$ なので、 $\pm 6\mu\text{m}$ の矩形分布
4. U04: マスタ - リングの管理精度: $\pm 1\mu\text{m}$ 矩形分布
5. U05: ワ - クの熱膨張: 室温 ± 3 、熱膨張係数 $11.5\mu\text{m}/\text{m}$

48

不確かさの見積もり(続)

6. U06: 計測器の熱膨張: シリンダ - ゲ - ジ(ダイヤルゲ - ジ含む)の熱膨張係数 $\pm 3.1\mu\text{m}$ 矩形分布
7. U07: マスタ - ゲ - ジの熱膨張: $11.5\mu\text{m}/\text{m}$ 、 ± 3 の矩形分布
8. U08: 温度計の管理精度: ± 1 の矩形分布
9. U09: 温度計の分解能: 最小表示が 0.1 なので ± 0.05 の矩形分布

49

バゼットシート

No.	要 因	標準不確かさ	影響度合い
U01	測定の繰り返し	6.84	高い
U02	計測器の分解能	0.29	影響なし
U03	計測器の管理精度	3.46	高い
U04	マスタ - リングの管理精度	0.58	影響なし
U05	ワ - クの熱膨張	2.07	低い
U06	計測器の熱膨張	1.79	低い
U07	マスタ - リングの熱膨張	2.07	低い
U08	温度計の管理精度	0.33	影響なし
U09	温度計の分解能	0.00	影響なし
合成標準不確かさ		8.4	—
拡張不確かさ ($k = 2$)		16.9	—

50

影響が大きかった要因の解析

	U01:測定 of 繰り返し			U03:計測器 of 管理精度
	方法 of なぜ	方法 of なぜ	人 of なぜ	方法 of なぜ
なぜ1	デ - タ of バラツキ of 大きい			12 μ m of 大きい
なぜ2	作業者毎にバラツキに差異がある			製品公差 of 1/5以下であり問題なし
なぜ3	記録量 of 異なっている	測定量 of 定義が異なっている	測定部位 of 異なっている	
なぜ4	数値 of 丸め方が異なっている	何を持って内径とするか統一されていない		
なぜ5	標準化されていない	標準化されていない	標準化されていない	不確かさ of 考え方を運用していない社内基準がある

51

作業者間の差異

作業者	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん	Fさん	Gさん
デ - タ of 丸目方	1 μ m直読み	1 μ m直読み	10 μ m未満切り捨て	10 μ m未満四捨五入	10 μ m未満切り上げ	1 μ m直読み	10 μ m未満切り捨て
測定量 of 定義	最小値	最小値	平均値	平均値	平均値	最大値	最小値
測定部位	0 ° 90 ° 2方向	0 ° 90 ° 2方向	0 ° 90 ° 2方向	45 ° 135 ° 2方向	0 ° 90 ° 2方向	0 ° 90 ° 2方向	45 ° 135 ° 2方向

対策

1. データ of 丸め方を標準化した (1 μ m未満切り捨て)
2. 測定量 of 定義 of 明確化及び標準化 (測定2方向 of 内の最小値)
3. 測定方向 of 明記し、標準化した
4. 今回の結果を基に拡張不確かさを考慮した管理精度に見直した

52

対策後のバゼットシ - ト

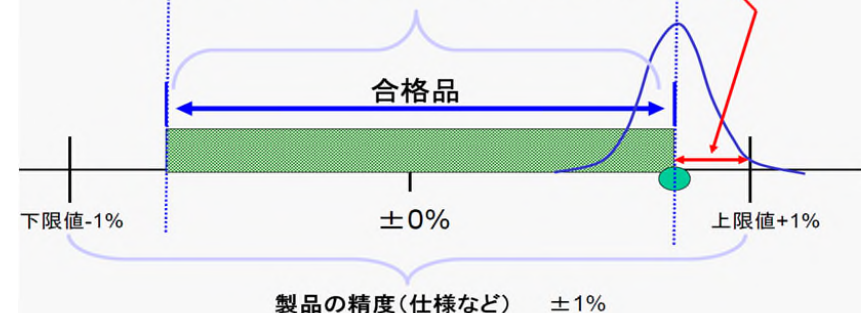
No.	要 因	標準不確かさ	影響度合い
U01	測定 of 繰り返し	2.73	高い
U02	計測器 of 分解能	0.29	影響なし
U03	計測器 of 管理精度	3.46	高い
U04	マスター - リング of 管理精度	0.58	低い
U05	ワ - ク of 熱膨張	2.07	高い
U06	計測器 of 熱膨張	1.79	やや高い
U07	マスター - リング of 熱膨張	2.07	高い
U08	温度計 of 管理精度	0.33	影響なし
U09	温度計 of 分解能	0.00	影響なし
合成標準不確かさ		5.6	
拡張不確かさ (k = 2)		11.3	

53

ガ - ドバンド1

不確かさ of 運用

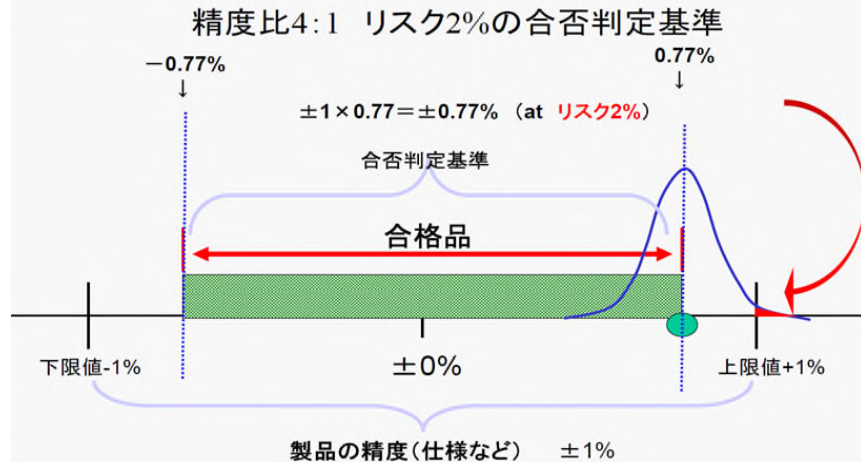
不確かさが算出できる場合は、
不確かさを見込んで合否判定
(不確かさに影響する要因と影響を正しく把握すること)



54

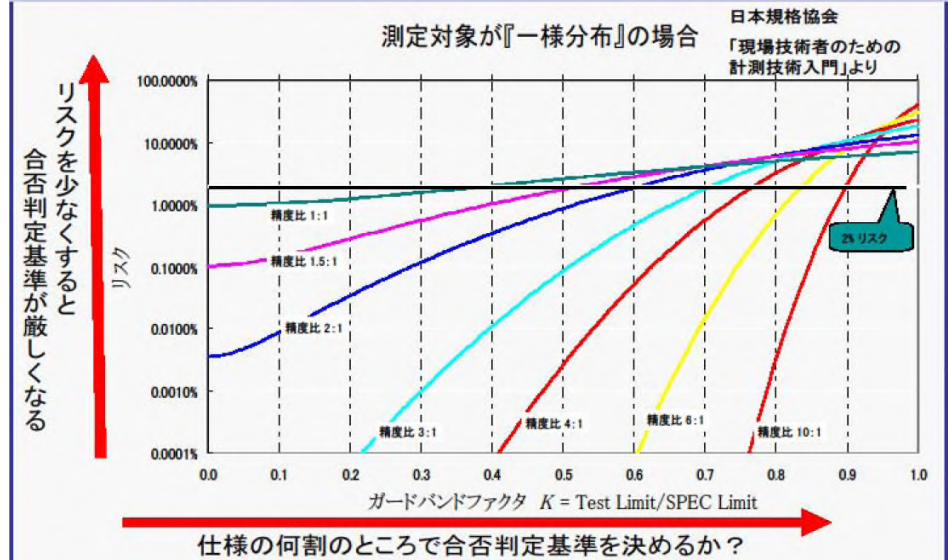
ガ - ドバンド2

不確かさが解らない時、精度比が安全で便利



55

合否判定基準は このグラフから決めよう！

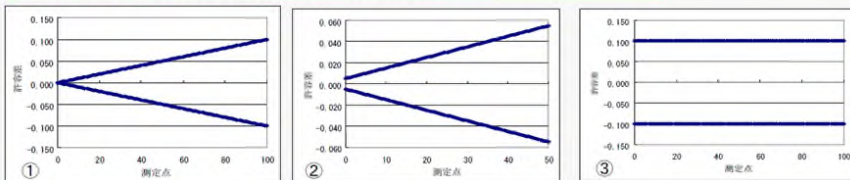


56

検査規格の設定事例

◆精度の記載方法は下記の3通りが一般的である。

- ① A %Reading : 測定値のA %
- ② A %Reading + B Counts(Digits) : 測定値のA % + Bカウント
- ③ A %FS : 測定レンジ(フルスケール)のA %



◆事例1 金型の寸法測定 (③: A %FS)

加工精度が $\pm 0.15\text{mm}$ を要求している金型がある。
その金型の寸法をノギスで測定し、正しく出来ていることを確認したい。
金型の測定寸法は、50mm、75mm、100mm の3箇所。
ノギスの精度は0.03mm。それぞれの検査規格をどのように設定するか？

◆事例2 デジタルマルチメータによる抵抗値測定 (②: A %Reading + B Counts)

計測器(デジタルマルチメータ)の精度: $0.005\% \text{Reading} + 0.0005\Omega$
製品(固定抵抗)の精度: 0.02%

①の精度で測れるデジタルマルチメータを使い、②の製品(固定抵抗)を出荷検査する。
そのときの測定点は100 Ω で、リスク2%として合否判定基準を設定するとき、この製品は100 $\pm$ 何 Ω ならば出荷できるか？

57

消費者リスクの考え方と、
標準の消費者リスクの値について

58

現行の国際的な基準

ANSI / NCSL Z540.3-2006 American National Standard for Calibration

- (1) 合否判定 (不合格品を誤って受け入れる)
 する確率は、2%を超えてはならない。
 (ガードバンド幅は、自動選別機のばらつきの標準偏差の2.33倍以上必要である。)
- (2) この確率のレート(2%)を見積もることができない場合には、< 測定の不確かさ > のレートは、4:1とするか又はそれより大きくなければならない。
 (計測されるもの: 計測するもの
 精度比 4:1)

59

消費者リスクの考え方1: 汎用品 (カタログ品)

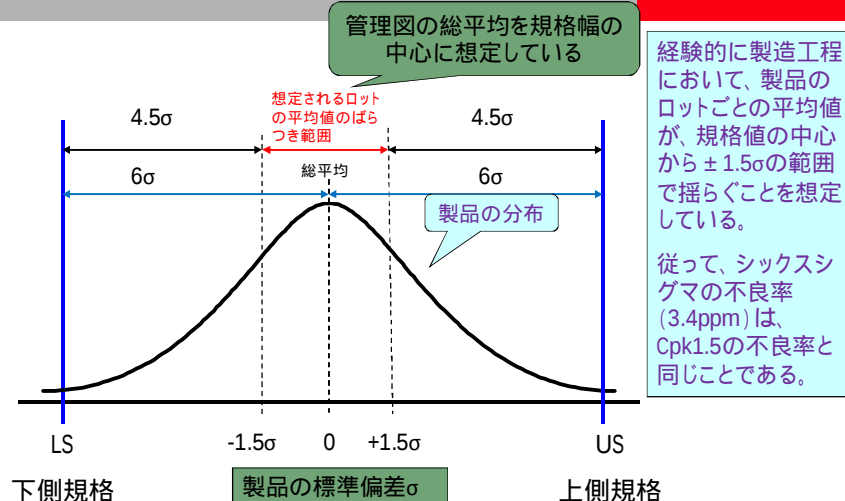
- (1) 製品と選別機の関係
 ・部品分布: CP=1.33 (以上)
 ・製品規格の中心からの部品平均値の最大変動幅 $\pm 1.5\sigma$
 (σ : 部品ばらつきの標準偏差)
 ・ガードバンド幅2.33s以上
 (s: 自動選別機の測定ばらつきの標準偏差)
 ・精度比: $\sigma:s=4:1$

(2) 標準の消費者リスク

条件: 部品分布: CP=1.33、製品規格の中心からずれ $\pm 1.5\sigma$ 、ガードバンド幅2.33sのとき
 消費者リスク: 12.2ppm
 良品率: 96.86%

60

シックスシグマのイメージ



61

消費者リスクの考え方2: 産業用 (車載用)

- (1) 製品と選別機の関係
 ・部品分布: CP=2.0 (以上)
 ・製品規格の中心からの部品平均値の最大変動幅 $\pm 1.5\sigma$
 (σ : 部品ばらつきの標準偏差)
 ・ガードバンド幅2.33s以上
 (s: 自動選別機の測定ばらつきの標準偏差)
 ・精度比: $\sigma:s=4:1$

(2) 標準の消費者リスク

条件: 部品分布: CP=2.0、製品規格の中心からずれ $\pm 1.5\sigma$ 、ガードバンド幅2.33sのとき
 消費者リスク: 9.80ppb
 良品率: 99.99%

62

測定の不確かさの効果的活用例

1. 不確かさを活用するもの

- (1) 人体に影響を及ぼすものや火災になる恐れがあるもの等、事故につながるもの
- (2) その他、重要な測定なもの(高額な損失)

2. 各業界で使われていて信頼できるもの

- (1) 自動車業界(ISO/TS16949)で使われている
・MSA(測定システム解析ツール)・GRR・
工程能力指数等によるもの
- (2) ガードバンドによるもの

63

ISO10012要求事項

7.3.2トレーサビリティ

計量機能の管理者は、**全ての測定結果に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。

測定のSIまでのトレーサビリティは、適切な一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度量衡国際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、契約状況で使用する合意の標準を、使用しなければならない。

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、顧客又は法令・規制要求事項が求める期間だけ維持しなければならない。

64

ISO10012要求事項

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実にする。
- b)計測マネジメントシステムを継続的に改善する。

65

ISO10012要求事項

8.2 監査及び監視

8.2.1一般

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。

8.2.2顧客満足

計量機能は**顧客の計量ニーズが満たされたかどうかに関して、顧客満足に関連する情報を監視**しなければならない。この情報を入手方法及び使用方法を規定しなければならない。

66

ISO10012要求事項

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されなければならない。

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まなければならない。

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 - にとることによって、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、**既定の要求事項に不適合となるときの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正処置は、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。

67

ISO10012要求事項

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

計量機能は、**不適合を確実に検出し、迅速な処置を講じなければならない**。

8.3.2 不適合の測定プロセス

不正確な測定結果が出ることがわかっているか、また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は使用してはならない。

不適合の測定プロセスが識別される場合、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の前に妥当性を確認しなければならない。

68

ISO10012要求事項

8.3.3 不適合の測定機器

下記事項の疑い、または既知の事実が確認された測定機器
(中略)

は使用現場から分離し排除されるか、目立つラベル又はマークを付けて**識別**しなければならない。**不適合は検証され不適合報告書**が準備されなければならない。そのような機器は不適合の原因を排除し、再び計量確認されるまで**使用してはならない**。

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、明瞭に表示するか、又はそれ以外の方法で識別しなければならない。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、変更した状態を明瞭に表し、また、使用上の制限事項があれば識別表示しなければならない。

調整または修理に先立つ計量検証の結果から、測定機器が計量要求事項を満たしていない、測定結果の正確さが危ぶまれることが明らかになった場合、機器の使用者は、潜在的影響を判断して**必要な処置を講じなければならない**。これには、**不適合の測定機器で測定された測定値し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**。

69

ISO10012要求事項

8.4 改善

8.4.1一般

計量機能は、監査結果、マネジメント・レビューの結果及び顧客からのフィードバックのようなその他の関連要素に基づき、計測マネジメントシステムの継続的改善を計画し、運用管理しなければならない。計量機能は**計測マネジメントシステムを改善し、必要に応じて修正するための潜在的な機会をレビュー - し、明らかにしなくてはならない**。

8.4.2 是正処置

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ない**。

修正及び是正処置の解決策は、その測定プロセスを再使用する前に、検証されなければならない。

是正処置を講じる場合の基準は、文書化しなければならない。

70

ISO10012要求事項

8.4.3 予防処置

計量機能は、起こりう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ない。**予防処置は、起こりうる問題の影響に見合ったものでなければならない。**

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) 起こりう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) 講じられた処置の結果の記録
- e) 講じられた予防処置のレビュー -

71

ISO10012の骨子

顧客要求を計量要求に変換

測定プロセスの設計

測定システムの構築

測定システムの監視

5.2 顧客フォーカス
計量機能の管理者は、下記事項を確実にしなければならない。
顧客の計測要求が決定され、計量要求事項に変換されていること。計測マネジメントシステムが顧客の計量要求事項に合致し、顧客の特定した要求事項への遵守を証明すること。

顧客要求事項が漠然としている場合が多い

72

ISO10012の骨子

顧客要求を計量要求に変換

測定プロセスの設計

測定システムの構築

測定システムの監視

7.2.1 一般
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。測定プロセスに作用を及ぼす影響度は識別され、考慮されなければならない。

測定プロセス設計

73

ISO10012の骨子

顧客要求を計量要求に変換

測定プロセスの設計

測定システムの構築

測定システムの監視

3.1 計測マネジメントシステム
計量確認及び測定プロセスを達成するために必要な相互に関連する、または双方向の一連の要素

校正 + 確認

74

ISO10012の骨子

顧客要求を計量要求に変換

測定プロセスの設計

測定システムの構築

測定システムの監視

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において、計量確認と測定プロセスは監視されなければならない。監視は文書化された手順で、また決められた間隔で実施されなければならない。

75

ISO10012導入により期待される効果(メリット)

品質、環境、安全面のリスクの未然防止

リスクの事前評価と対応により、安全、製品品質および環境保全等の各方面における不正確な測定結果を出すリスクを抑制・防止できる

マネジメントシステムの有効な運用と効率の向上

ISO9001,14001など各種マネジメントシステムを運用の際、ISO10012を共通の計測管理ツールとして位置づけ活用することにより、システムを補完、強化でき、かつ全体システムを効率的に運用できる。

顧客よりの計量のグローバル化要求への対応

国際計測管理規格ISO10012の顧客要求や企業の社内活用の動きあり

- ・中国がISO1012を国策として推進中、エアバス社/ロッキードマーチン社の要求。特に、中国に対して、ISO1012ベースの計測管理の実践をアピールするチャンス
- ・日本企業におけるISO10012規格の評価、導入の動き
- ・ISO10012規格のJIS化の流れ

適正な計測管理システム構築による品質保証レベルの向上

顧客の計量要求を満足する測定プロセスの設計や計測データ利用に基づく計測精度の管理の実践等により品質保証レベルの向上が期待できる。

適正計量管理事業所の機能・役割の拡大

適正管理事業所にISO10012を導入することより、国際的に通用し、かつ計量器を対象とした事業所として機能・役割を拡大することができる。

また、継続的に改善していることを顧客および消費者等に示すことができる。

76

ISO10012のJIS制定以降の動向と展望

想定される事項

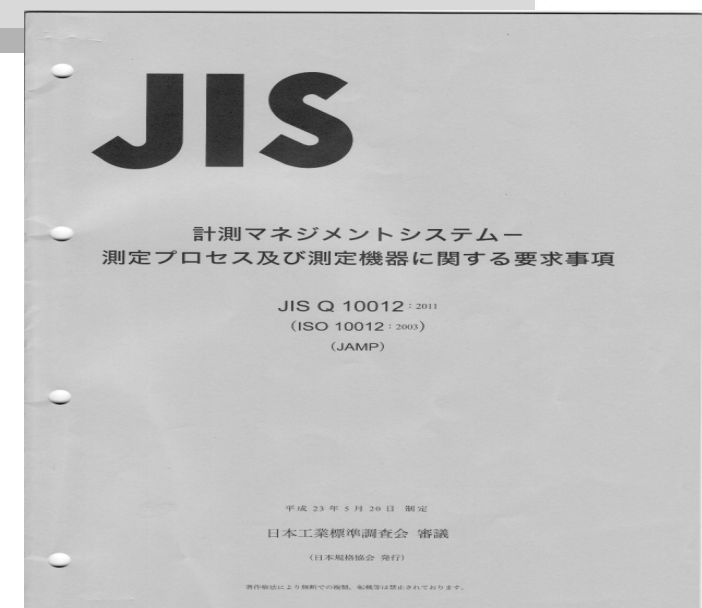
1. 関連企業、団体・機関等における10012規格に対する認識の高まり
2. 製造業で進められている9001の見直し、強化などに合わせて10012規格の導入、活用の試行実施の活 発化
3. 国内外顧客より10012規格への適合要請の可能性の高まり
4. 自己適合宣言制度の構築と企業における適合事例の出現
5. JIS Q 10012の第3者認証制度設定の動向に関心が高まる

日本計量振興協会における今後の対応

1. 企業との意見交換会及び事例研究会の開催
2. ISO/JIS Q 10012の導入マニュアル等の作成と技術講習会の開催
3. 計量士向けの技術講習会への10012規格の組み入れ
4. 計測管理関係の資格認定研修制度の創設の検討
5. 自己適合宣言制度及び第3者認証機関の制度の検討

77

ご静聴ありがとうございました



中国における現状 (計量証明書の種類) 参考

計量証明書	計量標準	ISO10012	計量定級 昇級	計量法	許可認 処理方法	Cマーク 確認方法
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」	△	△	○			
全国中小企業 「測定管理体系A証書」 「中小企業計量能力評価」			○			
製造計量機器企業 「製造計量機器許可証」				◎		
包装商品生産企業 Cマーク						○

◎印: 積極実施 ○印: 遵守 △: 部分実施

79

中国における現状 (取得優遇措置)

測定管理AAA証書発行企業 (ISO10012及び計量法遵守)

1. ISO9000, ISO14000及びISO/IEC17025の審査の際、測定の部分に関する審査を免除
2. 国が認めた一流ブランドとして国家質量検験検疫総局の検査免除
3. Cマーク取得に有利となる

80

海外における ISO10012の運用状況

1. アジア
 - 中国: 国家規格 (GB規格とし、国策として取り組む。
 - 台湾: 第3者審査機関設置し認証を実施
 - インド、オーストラリア、ニュージーランド: 国内規格化
 - マレーシア: ISO9001規格にISO10012を参照
2. ヨーロッパ
 - EU共通規格化、主要36カ国でISO10012規格を国内規格化
3. 企業における対応
 - 自己適合宣言: 米国司法省、英国アジレント社
 - 取引業者に要求: 航空業界 ロッキードマーチン社(米国)、エアバス社(英国)
4. 他の国際規格での参照・適用を要求
 - 英国国防省キャリブレーション規格
 - 英国原子力の安全規格
 - 道路試験のISO規格
 - EU指令: 温室効果ガス(GHG)排出量のモニタリング・ガイドライン
5. ISOファミリー規格の中での取り扱い
 - ISO9001の7.6項: 監視機器及び測定機器の監査・審査において、「ISO10012に記載の通り、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ISO10012の要求事項を考慮することが推奨されている。

81

ISO10012が 計量技術者に求めるもの

付属書A

A.2 顧客計量要求 (CMR / Customer Metrological Requirement)

使用者

顧客計量要求は、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。CMRは、測定対象の変数の使用に影響を受ける。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**決定は及び規定**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有する人が**実施してもよい**。そのため、計量と同様、しばしば、生産プロセスに関する深い知識が要求されることがある。

82

ISO10012が 計量技術者に求めるもの

付属書A

A.3測定機器計量特性（M E M C / 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、機器だけでなく、環境、特定の測定手順、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、**要求を満たす測定機器を選定**する場合は、**測定プロセス全体の検討対象**とすることが極めて重要である。この検討事項は、その組織の計量機能の責任であるが、具体的な活動は、その組織が実行しても、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。

83

計測関連用語の日本語訳について （JIS Q 9000とJIS Q 10012の用語の統一）

事例

[metrology]:[計量]
[metrological]:[計量の]
[metrological confirmation]:計量確認
[measurement system]:計測システム
[measurement process]:測定プロセス
[measuring equipment]:測定機器
[management]:[マネジメント]
[manage]:[運用管理する] [control]:[管理]
[administrative]:[執行上の]
[objective]:[目標] [testing]:[試験]
[demonstration]:「実証」

84

チェックシ - ト

4 一 般 要 求 事 項

規格の区分 (製造・検査部門)	規格要求事項	要求事項に対するチェック項目 Fex)1項目 Fex)2項目	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)
4.1	4.1.1 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。 <i>（注）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って必要となる。この要求事項は、最大許容誤差、許容不確かさ、測定精度、安定性、分解能、環境条件、操作者の技能などによって決まる。</i> 組織は、この規格の範囲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）並びに必要な変更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（図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（図3参照）。 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。 2) 組織は、この規格の範囲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。 3) 組織は、この規格の範囲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。 4) 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る。 5) 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。 6) 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。	計量要求事項は、5.1 項の計量規格が規定する。 測定プロセス（測定規格）は本規格の対象になるもの、部分的に対象になるもの、対応しないものがある。 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。 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る。 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。 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。	（業務標準）計量管理規定に顧客の計量要求事項（仕様書等）、関連法令、国際規格、JIS規格等の公称規格、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）製造工程管理標準、工程検査実施基準等組織規定を記述している。 計量法による適正計量管理事業者に依頼による。 計量管理規定、標準手続書に記述しても良い。 事業所に適用している他の規格（BSI、ASCI、顧客の品質保証規格、ASTM、JIS規格等）を呼び出しても良い。 （業務標準）計量管理規定 定計量管理実施要領。	図2、図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9、図10、図11、図12、図13、図14、図15、図16、図17、図18、図19、図20、図21、図22、図23、図24、図25、図26、図27、図28、図29、図30、図31、図32、図33、図34、図35、図36、図37、図38、図39、図40、図41、図42、図43、図44、図45、図46、図47、図48、図49、図50、図51、図52、図53、図54、図55、図56、図57、図58、図59、図60、図61、図62、図63、図64、図65、図66、図67、図68、図69、図70、図71、図72、図73、図74、図75、図76、図77、図78、図79、図80、図81、図82、図83、図84、図85、図86、図87、図88、図89、図90、図91、図92、図93、図94、図95、図96、図97、図98、図99、図100、図101、図102、図103、図104、図105、図106、図107、図108、図109、図110、図111、図112、図113、図114、図115、図116、図117、図118、図119、図120、図121、図122、図123、図124、図125、図126、図127、図128、図129、図130、図131、図132、図133、図134、図135、図136、図137、図138、図139、図140、図141、図142、図143、図144、図145、図146、図147、図148、図149、図150、図151、図152、図153、図154、図155、図156、図157、図158、図159、図160、図161、図162、図163、図164、図165、図166、図167、図168、図169、図170、図171、図172、図173、図174、図175、図176、図177、図178、図179、図180、図181、図182、図183、図184、図185、図186、図187、図188、図189、図190、図191、図192、図193、図194、図195、図196、図197、図198、図199、図200、図201、図202、図203、図204、図205、図206、図207、図208、図209、図210、図211、図212、図213、図214、図215、図216、図217、図218、図219、図220、図221、図222、図223、図224、図225、図226、図227、図228、図229、図230、図231、図232、図233、図234、図235、図236、図237、図238、図239、図240、図241、図242、図243、図244、図245、図246、図247、図248、図249、図250、図251、図252、図253、図254、図255、図256、図257、図258、図259、図260、図261、図262、図263、図264、図265、図266、図267、図268、図269、図270、図271、図272、図273、図274、図275、図276、図277、図278、図279、図280、図281、図282、図283、図284、図285、図286、図287、図288、図289、図290、図291、図292、図293、図294、図295、図296、図297、図298、図299、図300、図301、図302、図303、図304、図305、図306、図307、図308、図309、図310、図311、図312、図313、図314、図315、図316、図317、図318、図319、図320、図321、図322、図323、図324、図325、図326、図327、図328、図329、図330、図331、図332、図333、図334、図335、図336、図337、図338、図339、図340、図341、図342、図343、図344、図345、図346、図347、図348、図349、図350、図351、図352、図353、図354、図355、図356、図357、図358、図359、図360、図361、図362、図363、図364、図365、図366、図367、図368、図369、図370、図371、図372、図373、図374、図375、図376、図377、図378、図379、図380、図381、図382、図383、図384、図385、図386、図387、図388、図389、図390、図391、図392、図393、図394、図395、図396、図397、図398、図399、図400、図401、図402、図403、図404、図405、図406、図407、図408、図409、図410、図411、図412、図413、図414、図415、図416、図417、図418、図419、図420、図421、図422、図423、図424、図425、図426、図427、図428、図429、図430、図431、図432、図433、図434、図435、図436、図437、図438、図439、図440、図441、図442、図443、図444、図445、図446、図447、図448、図449、図450、図451、図452、図453、図454、図455、図456、図457、図458、図459、図460、図461、図462、図463、図464、図465、図466、図467、図468、図469、図470、図471、図472、図473、図474、図475、図476、図477、図478、図479、図480、図481、図482、図483、図484、図485、図486、図487、図488、図489、図490、図491、図492、図493、図494、図495、図496、図497、図498、図499、図500、図501、図502、図503、図504、図505、図506、図507、図508、図509、図510、図511、図512、図513、図514、図515、図516、図517、図518、図519、図520、図521、図522、図523、図524、図525、図526、図527、図528、図529、図530、図531、図532、図533、図534、図535、図536、図537、図538、図539、図540、図541、図542、図543、図544、図545、図546、図547、図548、図549、図550、図551、図552、図553、図554、図555、図556、図557、図558、図559、図560、図561、図562、図563、図564、図565、図566、図567、図568、図569、図570、図571、図572、図573、図574、図575、図576、図577、図578、図579、図580、図581、図582、図583、図584、図585、図586、図587、図588、図589、図590、図591、図592、図593、図594、図595、図596、図597、図598、図599、図600、図601、図602、図603、図604、図605、図606、図607、図608、図609、図610、図611、図612、図613、図614、図615、図616、図617、図618、図619、図620、図621、図622、図623、図624、図625、図626、図627、図628、図629、図630、図631、図632、図633、図634、図635、図636、図637、図638、図639、図640、図641、図642、図643、図644、図645、図646、図647、図648、図649、図650、図651、図652、図653、図654、図655、図656、図657、図658、図659、図660、図661、図662、図663、図664、図665、図666、図667、図668、図669、図670、図671、図672、図673、図674、図675、図676、図677、図678、図679、図680、図681、図682、図683、図684、図685、図686、図687、図688、図689、図690、図691、図692、図693、図694、図695、図696、図697、図698、図699、図700、図701、図702、図703、図704、図705、図706、図707、図708、図709、図710、図711、図712、図713、図714、図715、図716、図717、図718、図719、図720、図721、図722、図723、図724、図725、図726、図727、図728、図729、図730、図731、図732、図733、図734、図735、図736、図737、図738、図739、図740、図741、図742、図743、図744、図745、図746、図747、図748、図749、図750、図751、図752、図753、図754、図755、図756、図757、図758、図759、図760、図761、図762、図763、図764、図765、図766、図767、図768、図769、図770、図771、図772、図773、図774、図775、図776、図777、図778、図779、図780、図781、図782、図783、図784、図785、図786、図787、図788、図789、図790、図791、図792、図793、図794、図795、図796、図797、図798、図799、図800、図801、図802、図803、図804、図805、図806、図807、図808、図809、図810、図811、図812、図813、図814、図815、図816、図817、図818、図819、図820、図821、図822、図823、図824、図825、図826、図827、図828、図829、図830、図831、図832、図833、図834、図835、図836、図837、図838、図839、図840、図841、図842、図843、図844、図845、図846、図847、図848、図849、図850、図851、図852、図853、図854、図855、図856、図857、図858、図859、図860、図861、図862、図863、図864、図865、図866、図867、図868、図869、図870、図871、図872、図873、図874、図875、図876、図877、図878、図879、図880、図881、図882、図883、図884、図885、図886、図887、図888、図889、図890、図891、図892、図893、図894、図895、図896、図897、図898、図899、図900、図901、図902、図903、図904、図905、図906、図907、図908、図909、図910、図911、図912、図913、図914、図915、図916、図917、図918、図919、図920、図921、図922、図923、図924、図925、図926、図927、図928、図929、図930、図931、図932、図933、図934、図935、図936、図937、図938、図939、図940、図941、図942、図943、図944、図945、図946、図947、図948、図949、図950、図951、図952、図953、図954、図955、図956、図957、図958、図959、図960、図961、図962、図963、図964、図965、図966、図967、図968、図969、図970、図971、図972、図973、図974、図975、図976、図977、図978、図979、図980、図981、図982、図983、図984、図985、図986、図987、図988、図989、図990、図991、図992、図993、図994、図995、図996、図997、図998、図999、図1000、図1001、図1002、図1003、図1004、図1005、図1006、図1007、図1008、図1009、図1010、図1011、図1012、図1013、図1014、図1015、図1016、図1017、図1018、図1019、図1020、図1021、図1022、図1023、図1024、図1025、図1026、図1027、図1028、図1029、図1030、図1031、図1032、図1033、図1034、図1035、図1036、図1037、図1038、図1039、図1040、図1041、図1042、図1043、図1044、図1045、図1046、図1047、図1048、図1049、図1050、図1051、図1052、図1053、図1054、図1055、図1056、図1057、図1058、図1059、図1060、図1061、図1062、図1063、図1064、図1065、図1066、図1067、図1068、図1069、図1070、図1071、図1072、図1073、図1074、図1075、図1076、図1077、図1078、図1079、図1080、図1081、図1082、図1083、図1084、図1085、図1086、図1087、図1088、図1089、図1090、図1091、図1092、図1093、図1094、図1095、図1096、図1097、図1098、図1099、図1100、図1101、図1102、図1103、図1104、図1105、図1106、図1107、図1108、図1109、図1110、図1111、図1112、図1113、図1114、図1115、図1116、図1117、図1118、図1119、図1120、図1121、図1122、図1123、図1124、図1125、図1126、図1127、図1128、図1129、図1130、図1131、図1132、図1133、図1134、図1135、図1136、図1137、図1138、図1139、図1140、図1141、図1142、図1143、図1144、図1145、図1146、図1147、図1148、図1149、図1150、図1151、図1152、図1153、図1154、図1155、図1156、図1157、図1158、図1159、図1160、図1161、図1162、図1163、図1164、図1165、図1166、図1167、図1168、図1169、図1170、図1171、図1172、図1173、図1174、図1175、図1176、図1177、図1178、図1179、図1180、図1181、図1182、図1183、図1184、図1185、図1186、図1187、図1188、図1189、図1190、図1191、図1192、図1193、図1194、図1195、図1196、図1197、図1198、図1199、図1200、図1201、図1202、図1203、図1204、図1205、図1206、図1207、図1208、図1209、図1210、図1211、図1212、図1213、図1214、図1215、図1216、図1217、図1218、図1219、図1220、図1221、図1222、図1223、図1224、図1225、図1226、図1227、図1228、図1229、図1230、図1231、図1232、図1233、図1234、図1235、図1236、図1237、図1238、図1239、図1240、図1241、図1242、図1243、図1244、図1245、図1246、図1247、図1248、図1249、図1250、図1251、図1252、図1253、図1254、図1255、図1256、図1257、図1258、図1259、図1260、図1261、図1262、図1263、図1264、図1265、図1266、図1267、図1268、図1269、図1270、図1271、図1272、図1273、図1274、図1275、図1276、図1277、図1278、図1279、図1280、図1281、図1282、図1283、図1284、図1285、図1286、図1287、図1288、図1289、図1290、図1291、図1292、図1293、図1294、図1295、図1296、図1297、図1298、図1299、図1300、図1301、図1302、図1303、図1304、図1305、図1306、図1307、図1308、図1309、図1310、図1311、図1312、図1313、図1314、図1315、図1316、図1317、図1318、図1319、図1320、図1321、図1322、図1323、図1324、図1325、図1326、図1327、図1328、図1329、図1330、図1331、図1332、図1333、図1334、図1335、図1336、図1337、図1338、図1339、図1340、図1341、図1342、図1343、図1344、図1345、図1346、図1347、図1348、図1349、図1350、図1351、図1352、図1353、図1354、図1355、図1356、図1357、図1358、図1359、図1360、図1361、図1362、図1363、図1364、図1365、図1366、図1367、図1368、図1369、図1370、図1371、図1372、図1373、図1374、図1375、図1376、図1377、図1378、図1379、図1380、図1381、図1382、図1383、図1384、図1385、図1386、図1387、図1388、図1389、図1390、図1391、図1392、図1393、図1394、図1395、図1396、図1397、図1398、図1399、図1400、図1401、図1402、図1403、図1404、図1405、図1406、図1407、図1408、図1409、図1410、図1411、図1412、図1413、図1414、図1415、図1416、図1417、図1418、図1419、図1420、図1421、図1422、図1423、図1424、図1425、図1426、図1427、図1428、図1429、図1430、図1431、図1432、図1433、図1434、図1435、図1436、図1437、図1438、図1439、図1440、図1441、図1442、図1443、図1444、図1445、図1446、図1447、図1448、図1449、図1450、図1451、図1452、図1453、図1454、図1455、図1456、図1457、図1458、図1459、図1460、図1461、図1462、図1463、図1464、図1465、図1466、図1467、図1468、図1469、図1470、図1471、図1472、図1473、図1474、図1475、図1476、図1477、図1478、図1479、図1480、図1481、図1482、図1483、図1484、図1485、図1486、図1487、図1488、図1489、図1490、図1491、図1492、図1493、図1494、図1495、図1496、図1497、図1498、図1499、図1500、図1501、図1502、図1503、図1504、図1505、図1506、図1507、図1508、図1509、図1510、図1511、図1512、図1513、図1514、図1515、図1516、図1517、図1518、図1519、図1520、図1521、図1522、図1523、図1524、図1525、図1526、図1527、図1528、図1529、図1530、図1531、図1532、図1533、図1534、図1535、図1536、図1537、図1538、図1539、図1540、図1541、図1542、図1543、図1544、図1545、図1546、図1547、図1548、図1549、図1550、図1551、図1552、図1553、図1554、図1555、図1556、図1557、図1558、図1559、図1560、図1561、図1562、図1563、図1564、図1565、図1566、図1567、図1568、図1569、図1570、図1571、図1572、図1573、図1574、図1575、図1576、図1577、図1578、図1579、図1580、図1581、図1582、図1583、図1584、図1585、図1586、図1587、図1588、図1589、図1590、図1591、図1592、図1593、図1594、図1595、図1596、図1597、図1598、図1599、図1600、図1601、図1602、図1603、図1604、図1605、図1606、図1607、図1608、図1609、図1610、図1611、図1612、図1613、図1614、図1615、図1616、図1617、図1618、図1619、図1620、図1621、図1622、図1623、図1624、図1625、図1626、図1627、図1628、図1629、図1630、図1631、図1632、図1633、図1634、図1635、図1636、図1637、図1638、図1639、図1640、図1641、図1642、図1643、図1644、図1645、図1646、図1647、図1648、図1649、図1650、図1651、図1652、図1653、図1654、図1655、図1656、図1657、図1658、図1659、図1660、図1661、図1662、図1663、図1664、図1665、図1666、図1667、図1668、図1669、図1670、図1671、図1672、図1673、図1674、図1675、図1676、図1677、図1678、図1679、図1680、図1681、図1682、図1683、図1684、図1685、図1686、図1687、図1688、図1689、図1690、図1691、図1692、図1693、図1694、図1695、図1696、図1697、図1698、図1699、図1700、図1701、図1702、図1703、図1704、図1705、図1706、図1707、図1708、図1709、図1710、図1711、図1712、図1713、図1714、図1715、図1716、図1717、図1718、図1719、図1720、図1721、図1722、図1723、図1724、図1725、図1726、図1727、図1728、図1729、図1730、図1731、図1732、図1733、図1734、図1735、図1736、図1737、図1738、図1739、図1740、図1741、図1742、図1743、図1744、図1745、図1746、図1747、図1748、図1749、図1750、図1751、図1752、図1753、図1754、図1755、図1756、図1757、図1758、図1759、図1760、図1761、図1762、図1763、図1764、図1765、図1766、図1767、図1768、図1769、図1770、図1771、図1772、図1773、図1774、図1775、図1776、図1777、図1778、図1779、図1780、図1781、図1782、図1783、図1784、図1785、図1786、図1787、図1788、図1789、図1790、図1791、図1792、図1793、図1794、図1795、図1796、図1797、図1798、図1799、図1800、図1801、図1802、図1803、図1804、図1805、図1806、図1807、図1808、図1809、図1810、図1811、図1812、図1813、図1814、図1815、図1816、図1817、図1818、図1819、図1820、図1821、図1822、図1823、図1824、図1825、図1826、図1827、図1828、図1829、図1830、図1831、図1832、図1833、図1834、図1835、図1836、図1837、図1838、図1839、図1840、図1841、図1842、図1843、図1844、図1845、図1846、図1847、図1848、図1849、図1850、図1851、図1852、図1853、図1854、図1855、図1856、図1857、図1858、図1859、図1860、図1861、図1862、図1863、図1864、図1865、図1866、図1867、図1868、図1869、図1870、図1871、図1872、図1873、図1874、図1875、図1876、図1877、図1878、図1879、図1880、図1881、図1882、図1883、図1884、図1885、図1886、図1887、図1888、図1889、図1890、図1891、図1892、図1893、図1894、図1895、図1896、図1897、図1898、図1899、図1900、図1901、図1902、図1903、図1904、図1905、図1906、図1907、図1908、図1909、図1910、図1911、図1912、図1913、図1914、図1915、図1916、図1917、図1918、図1919、図1920、図1921、図1922、図1923、図1924、図1925、図1926、図1927、図1928、図1929、図1930、図1931、図1932、図1933、図1934、図1935、図1936、図1937、図1938、図1939、図1940、図1941、図1942、図1943、図1944、図1945、図1946、図1947、図1948、図1949、図1950、図1951、図1952、図1953、図1954、図1955、図1956、図1957、図1958、図1959、図1960、図1961、図1962、図1963、図1964、図1965、図1966、図1967、図1968、図1969、図1970、図1971、図1972、図1973、図1974、図1975、図1976、図1977、図1978、図1979、図1980、図1981、図1982、図1983、図1984、図1985、図1986、図1987、図1988、図1989、図1990、図1991、図1992、図1993、図1994、図1995、図1996、図1997、図1998、図1999、図2000、図2001、図2002、図2003、図2004、図2005、図2006、図2007、図2008、図2009、図2010、図2011、図2012、図2013、図2014、図2015、図2016、図2017、図2018、図2019、図2020、図2021、図2022、図2023、図2024、図2025、図2026、図2027、図2028、図2029、図2030、図2031、図2032、図2033、図2034、図2035、図2036、図2037、図2038、図2039、図2040、図2041、図2042、図2043、図2044、図2045、図2046、図2047、図2048、図2049、図2050、図2051、図2052、図2053、図2054、図2055、図2056、図2057、図2058、図2059、図2060、図2061、図2062、図2063、図2064、図2065、図2066、図2067、図2068、図2069、図2070、図2071、図2072、図2073、図2074、図2075、図2076、図2077、図2078、図2079、図2080、図2081、図2082、図2083、図2084、図2085、図2086、図2087、図2088、図2089、図2090、図2091、図2092、図2093、図2094、図2095、図2096、図2097、図2