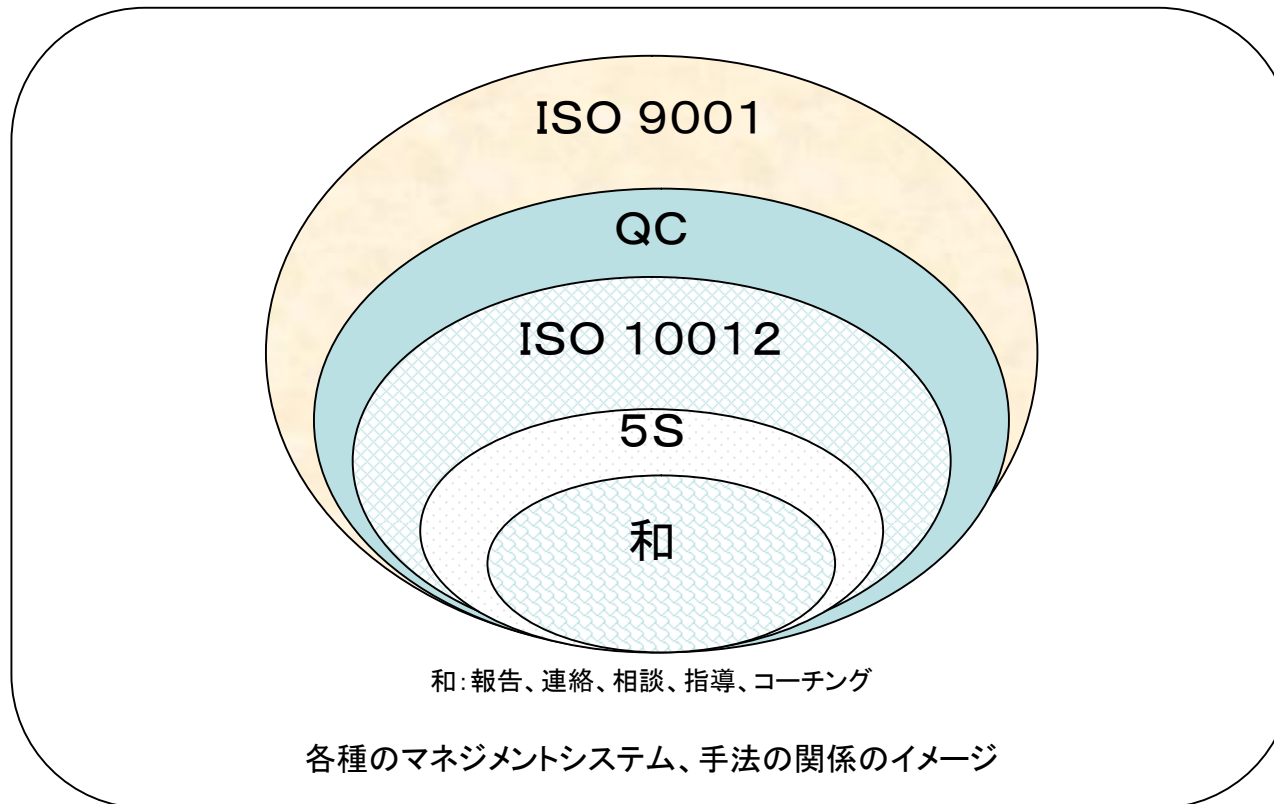


ISO 10012によるISO 9001の有効性向上

第1部 測定プロセス設計のワークショップの進め方(別冊)

第2部 測定プロセス設計の基礎知識



計量士 日高鉄也

目次

| No | 項目 | 頁 | No | 項目 | 頁 |
|----|-----------------------------|----|----|-----------------------|----|
| 1 | ISO9001をISO10012で強化して品質の向上 | 3 | 15 | 資料4 製品精度と測定器精度の比 | 23 |
| 2 | 会話形式による説明方法のねらい | 4 | 16 | 測定設計の演習⑧～⑪ | 29 |
| 3 | 品質向上は測定のみが持っている力の活用 | 5 | 17 | 資料5 マイクロメーターを持つ時間の影響量 | 33 |
| 4 | 資料1 測定力の例 | 6 | 18 | 資料6 測定室の標準状態 | 34 |
| 5 | ISO10012の“測定設計”を利用する前提 | 7 | 19 | 測定設計の演習－手引(1)～(8) | 35 |
| 6 | ISO10012のシステムモデル | 8 | 20 | 測定設計の演習⑫ | 40 |
| 7 | ISO9001とISO10012の特色比較 | 9 | 21 | 資料7 5Sの影響 | 41 |
| 8 | ISO10012がISO9001を強化する部分 | 10 | 22 | 測定設計の演習⑬ | 42 |
| 9 | 資料2 ISO9001 7.5.1 d) e) | 11 | 23 | 資料8 欠陥発見チェックリスト | 43 |
| 10 | 資料3 ISO10012 7.2.2測定プロセスの設計 | 12 | 24 | 測定設計の演習⑭ | 45 |
| 11 | 測定設計のフロー図 | 15 | 25 | 測定設計の演習－手引(9)～(16) | 46 |
| 12 | 測定設計の実施項目一覧 | 16 | 26 | 測定設計の演習⑮ | 54 |
| 13 | 測定設計の手引項目一覧 | 17 | 27 | 測定設計の演習－手引(17)～(23) | 55 |
| 14 | 測定設計の演習①～⑦ | 19 | | まとめ | 61 |

ISO9001をISO10012で強化して品質の向上

製造業の皆様へ

中小企業の製造業では、ISO9001を取得しても品質が良くなれないという意見が多くあり、各種の改善の必要を感じています。そこで、測定改善による品質、生産性の向上方法を説明します。

製造に必要な“7.6検査及び測定機器の管理”ですが、この規格には工程を改善し、品質を向上させるための測定力★ による改善のパンチが不足しています。

新しく制定されたISO/JIS Q 10012は、測定力を強めて工程改善を進めて、品質を向上させるために役立ちます。

製造業の多くの皆さんは、工作機械などに関心が強いと感じていますが、大震災の混乱期にいろいろと見直し、測定力を強めるためにこの小冊子が役立つことを期待しています。

★ 測定力とは、測定行為のみが持っている力

会話形式による説明方法のねらい

この小冊子は、第1部のワークショップで使用するために、Q氏とA氏の会話形式で説明します。

Q氏からA氏への質問は、自分が知りたいことを知るための質問をして、A氏はQ氏が理解できるようにISO10012の測定設計の方法を解説します。

A氏からQ氏への質問は、Q氏の経験と知識の潜在意識を引き出して、Q氏に改善活動を起こさせる質問です。

Q氏が能力を発揮し、工程改善を進めて、工程内不良を低減し、品質及び生産性を向上させることがねらいです。

Q氏は、中小企業の品質管理と計量管理の責任者で、以前に製造の経験もある品質管理部長です。

A氏は、計量管理とISO9001にコーチングを取り入れたコンサルティングを行っている計量士です。

品質向上は測定のみが持っている力の活用



まず、図1の製造工程におけるデータの経路を見てください。工程のインプットで材料などの測定を行い、そのデータで工程を調整し、製品のでき具合を測定し、そのデータによって再度工程を調整し、製品が規格に適合すると、工程のアウトプットとして製品を次工程へ送ります。

このように工程は、測定データによって管理されます。これは測定という行為のみが持っている力です。これが測定力です。測定力の例として資料1のキャデラックとブロックゲージがあります。

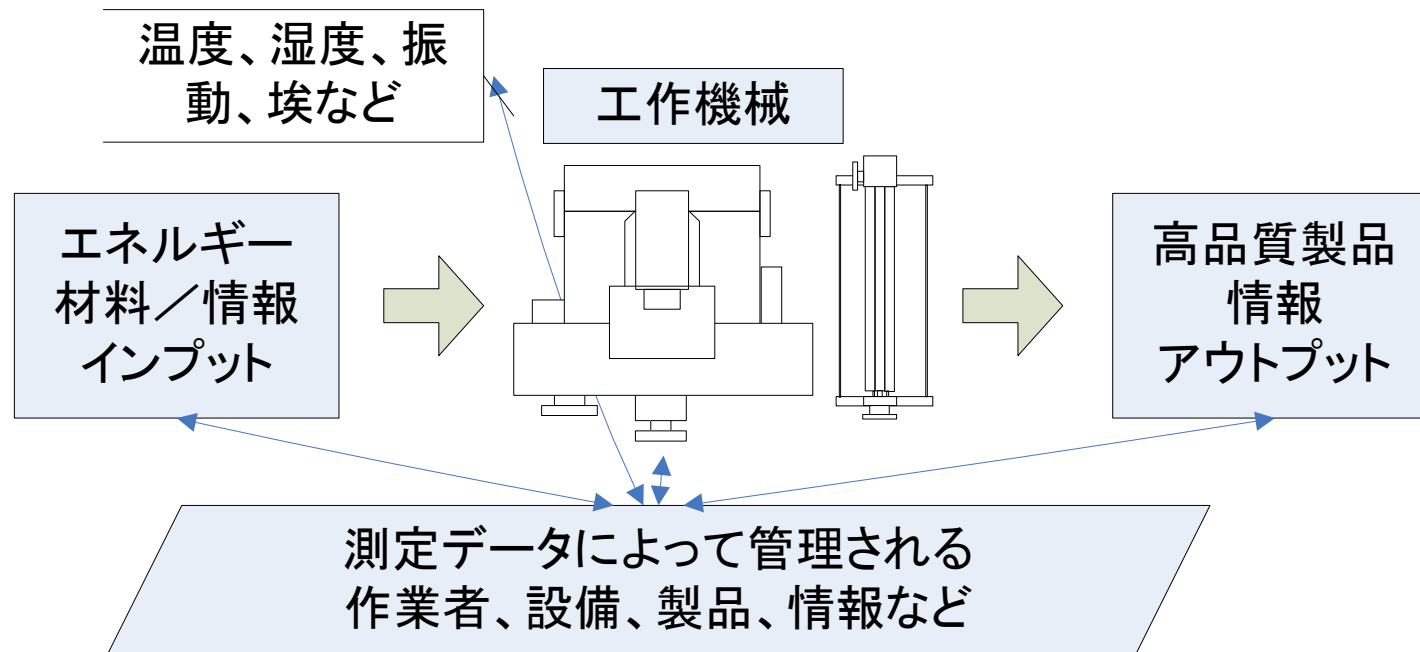


図1 測定データの経路と測定力

資料1. 測定力の例



◇ キャデラックにおける測定力の例

1904年にGMでは、これまでのエンジンごとに部品をそろえる現物あわせの生産方式から、測定器と治具の検査をして、部品の品質をそろえて、部品を取り替えてもエンジンが作動する互換性生産方式を作り出した。

この時の測定器の検査には、発明されたばかりのブロックゲージが利用された。



キャデラック

現物あわせの例は、新橋駅の前に展示してある蒸気機関車の車軸と車輪に番号が付けてあるものを見ることができます。また、私の勤務した工場では、1950年代でも、図面より0.1mm大きく加工した場合には、組み立てる相手部品も0.1mm大きくして、現物あわせの方法が時々行われていました。

現在は、自動計測などによる測定力の活用によって、高品質で高い生産性を実現しています。

ISO10012の“測定プロセスの設計” *1を利用する前提



ISO9001の有効性を向上させたいのですが、何かうまい方法はないでしょうか。

工程内不良を減らすと有効性を向上させることができます。貴社のような高度な品質管理には、ISO9001の“7.5.1 製造及びサービスの提供の管理”をISO10012やTS16949を利用して行うとよいでしょう。

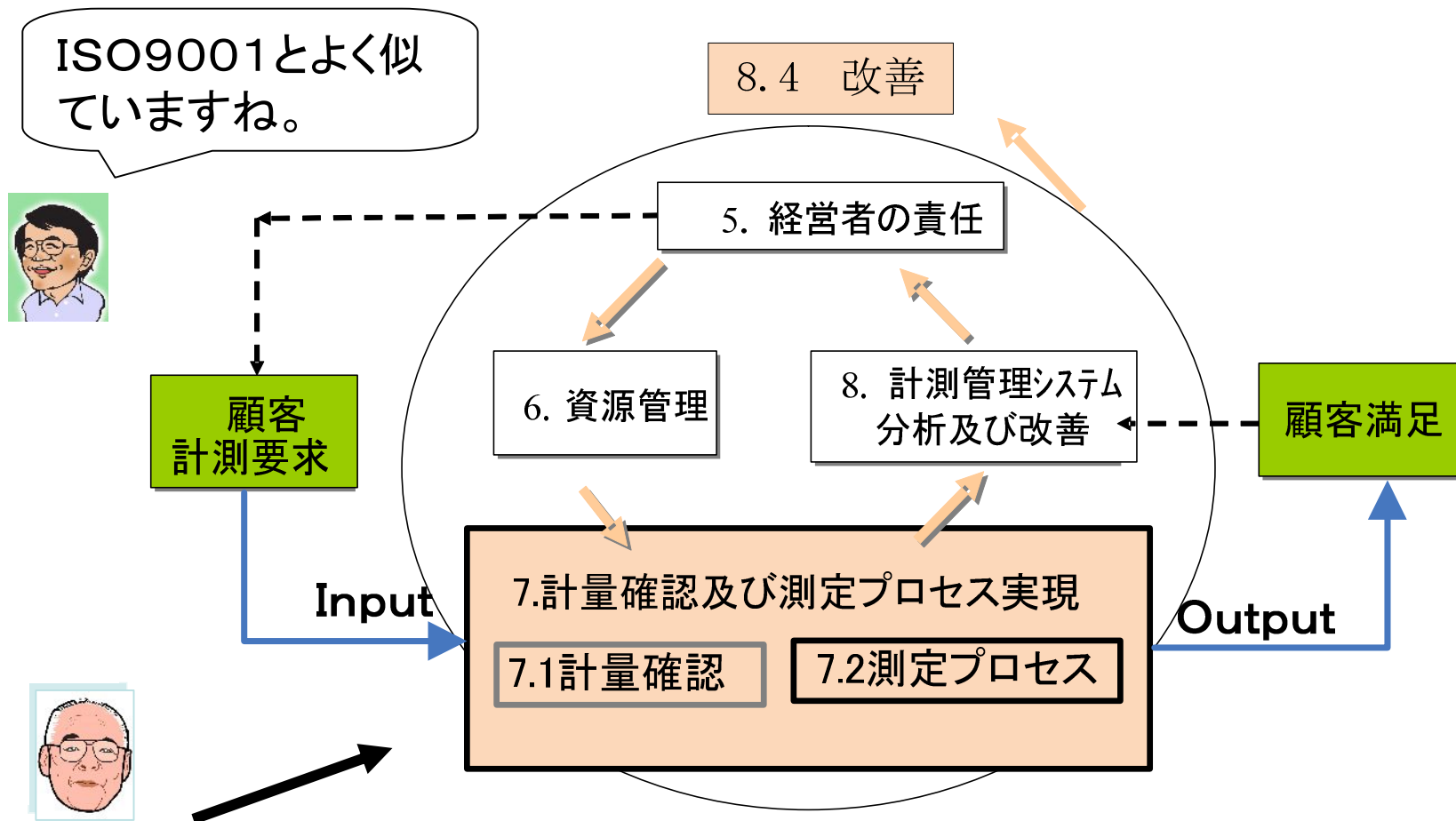


工程内不良を減らすために、ISO10012やTS16949を利用する方法を教えてください。

これからの説明は、貴社のように9001の7.6の測定器管理ができています。工程内不良を減らすには、10012の“測定設計”をお勧めします。なお、TS16949のMSAの説明は別な機会としましょう。

*1 以後、“測定設計”と表記する。

ISO10012のシステムモデル



ISO10012の7.1の計量確認は、ISO9001の7.6に相当し、維持管理です。7.2の測定プロセスの設計をISO9001の7.5.1に対応させると、新しい効果的な測定力を創り出します。

図2 ISO10012のシステムモデル

ISO 9001とISO 10012の特色比較



ISO 9001はサービス業を含めて多くの業種と大企業、中小企業を問わずに広範囲に利用できますが、ISO 10012は製造業に適しています。

| | ISO 9001の特色 | ISO 10012の特色 |
|------------|--|---|
| 規格の対象 | 全体的にやるべきことが決めている | 計測でやるべきことが決めている |
| 規格の機能 | <ul style="list-style-type: none"> 品質マネジメントシステムの確立 大きなリスク防止 組織の総合的力量的向上 | <ul style="list-style-type: none"> 計測マネジメントシステムの確立 計測ミスによるリスクの防止 計測技術の向上 |
| 運用の効果 | <ul style="list-style-type: none"> 営業面での宣伝的な効果 文書類の充実 | <ul style="list-style-type: none"> 組織の計測、生産技術、製造、及び品質管理の向上 |
| 工程内不良の低減効果 | 小さい | 大きい |
| 備考 | 実績からみて工程内不良の低減には効果が少ない | 工程内不良の低減が期待される |

工程内不良を減らすには各種の改善が必要です。ISO 10012を利用すると測定 of 具体的な改善点が発見できます。

ISO10012がISO9001を強化する部分



ISO10012は、ISO9001の7.5.1のd)、e) (資料2参照)を具体化しているため工程内不良の低減及び品質向上に役立ちます。
例えば、ISO10012の7.2.2 測定設計(資料3参照)に、これまで経験的に実施してきた測定方法の設計が合理的にできます。

ISO10012には、後から説明する“手引”がありますので工程内不良を減らすために参考になります。
例えば、他の測定方法と比較する項目がありますので、従来の固定観念から脱却して改善ができます。

最も大きい効果は、工程内の測定の大部分がこれまでの経験で行われていることを、ISO10012により合理的な方法で見直し、強化ができることです。

資料2. ISO9001 7.5.1のd) e)



ISO9001はスリーマイル島の原子力発電所事故のような大きな品質問題が発端で、1987年に初版が発行されましたがその後、サービス業にも効果があることがわかり、サービス業にも使いやすくなりました。その結果、製造業には規格が抽象的になり理解しにくい部分も出ました。

ISO9001では、下記のd)、e)を、7.6 監視機器及び検査機器の管理で行いますが、これは品質の維持管理の内容です。

製造業では、ISO10012の7.2.2 測定プロセスの設計(資料3. 参照)が品質を向上させるには効果的です。

7.5.1 製造及びサービスの提供の管理(抜粋)

- a) 情報が利用できる
- b) 作業手順が利用できる
- c) 適切な設備を使用している
- d) 監視機器及び測定機器が利用でき、使用している
- e) 監視及び測定が実施されている
- f) 顧客へ引き渡し後の活動

資料3. ISO10012 7.2.2測定設計(1/3)

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を含めなければならない。

手引

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。

- 製品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

測定プロセスは、妥当性を確認し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、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。

規格は次ページに続く。

資料3. ISO10012 7.2.2測定設計(2/3)

7.2.2 測定プロセスの設計の続き

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出来るようにしなければならない。

手引

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。重要でない部品の単純な測定には、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ないことがある。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。

規格は次ページに続く。



資料3. ISO10012 7.2.2測定設計(3/3)

7.2.2 測定プロセスの設計の続き

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ない。

手引

特性の例を、次に示す。

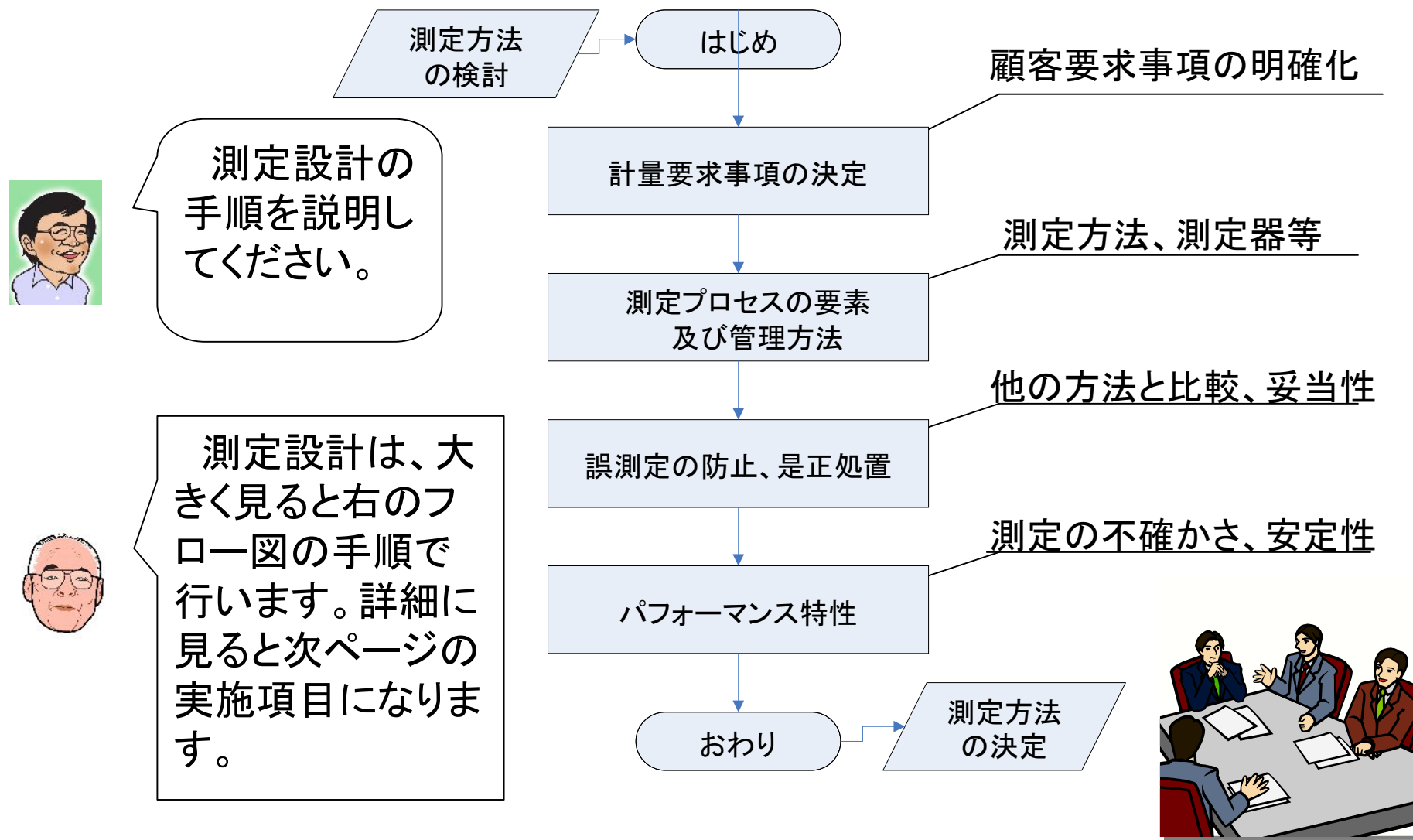
- 測定の不確かさ
- 安定性
- 最大許容誤差
- 繰り返し性
- 再現性
- 操作者の技能水準

測定プロセスによっては、これ以外の特性が重要な場合がある。

規格は以上です。



測定設計のフロー図



測定設計の実施項目一覧



測定設計を行うための必要項目は、どんなことがありますか。



それでは、機械的に測定設計で行うことを列挙します。

- 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 誤測定の防止 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

上記を実施するための手引が次ページにあります。

測定設計の手引一覧 1/2



測定設計する場合の手引は
何がありますか。



測定設計の手引は、次のものがあります。

- ①製品の品質を確保するために必要な測定
- ②測定方法
- ③必要な機器
- ④要員の技能及び資格
- ⑤妥当性の確認
- ⑥他の測定設計との比較
- ⑦他の測定方法の結果との比較
- ⑧連続的分析による検証
- ⑨測定コストは製品品質の重要性和釣り合うこと
- ⑩重要で複雑な測定システム
- ⑪製品の安全性を確保する測定
- ⑫正確でなければコスト高をまねく測定

測定設計の手引一覧 2/2

手引の続きです。

- ⑬重要でない部品の測定には最低限の管理
- ⑭機械加工部品の測定ハンドツールは、共通の管理手順
- ⑮測定プロセスへの影響量の効果の定量化 ⑯ 実験、メーカー資料の利用
- ⑰測定の不確かさ ⑱安定性 ⑲ 最大許容誤差 ⑳繰返し性 ㉑再現性
- ㉒操作者の技能水準
- ㉓測定設計によっては、これ以外の特性が重要な場合もあります。



手引を見ても理解できないことが多いですよ。

それでは、説明しながら実際に設計をやりましょう



測定設計の演習

実施項目No

①②③④

計量要求事項とその関連事項



はじめに“計量要求事項”とは何ですか。それは、どうやって求めたらよいのですか。



“計量要求事項”は、図面、関連規格(法令、JIS、業界規格、顧客要求、社内規定、関連情報)が要求していることです。

今回の演習の図面は図3 A部品です。その他は品質委員会などで情報の収集、検討を行うとよいでしょう。

又設計の成果物の文書化は、QC工程表や検査規格を利用してもOKです。

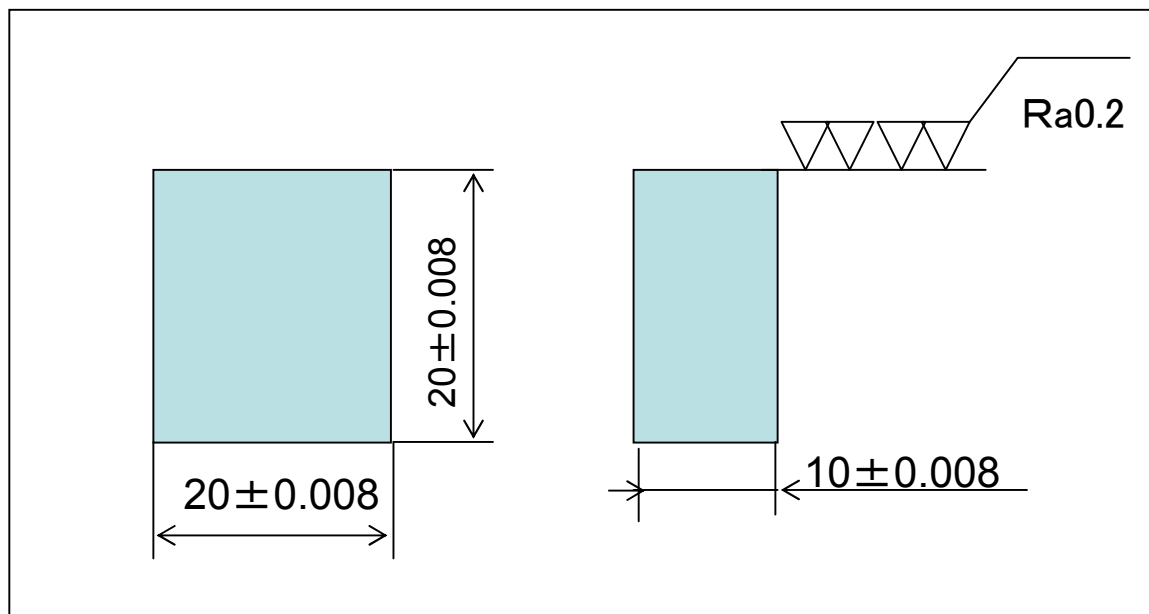


図3 A部品

測定設計の演習

実施項目No

⑤⑪

測定方法の決定、不適合となるリスクに相応する管理限界



規格では、測定の管理責任者が測定方法を設計することになっていますので、現在の測定方法の決め方を図3 A部品を例にして説明してください。

現在は、経験的に次のようにやっています。

図3 A部品のサイズ、精度から測定器は、デジタルマイクロメータ(0-25mm、0.001mm)と、表面粗さ計は現在使っているものです。そして、測定者をS君とします。又リスクは、知識・経験で検討しました。



測定設計の演習

実施項目No

⑤⑪

測定方法の決定、不適合となるリスクに相応する管理限界



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。

製品規格 $\pm 0.008\text{mm}$ と測定器の精度比は、 $1/3\sim 1/5$ を狙って、デジタルマイクロメータ、精度は、最小メモリの2倍(0.002mm)と推測して $1/4$ に決めました。

表面粗さは、規格が $0.2\ \mu\text{m}$ に対して粗さ計の最小分解能が $0.05\ \mu\text{m}$ ですから決めました。

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。



続いて、測定方法を検討したことが工程内不良の低減と関係することを説明してください。

こうして測定設計をやってみると、図面規格をキチンと実現する方法が見えてきました。それが工程内不良が低減できる理由と感じました。

測定設計の演習

実施項目No

⑥⑦

妥当性の確認、顧客の同意を得る



次に、妥当性の確認は、どんなことをやりましたか。また、顧客の同意を得る必要はありましたか。

妥当性確認は、顧客要求から、測定方法、測定器の使い勝手、過去の問題の確認、それから法令と顧客の承認に関することも調べましたが、同意を得る必要はありませんでした。



妥当性の確認では、リスクへの考慮が必要と思います。

先ほどの測定精度の場合の測定誤差のリスクはどうしたらよいでしょうか。教えてください。



では、資料4を使って説明します。

1. 品質管理の変遷
2. 製品精度と測定精度の分離方法
3. 測定精度を考慮した製品規格を満足させる合格範囲
4. リスクに対応した製品精度対測定精度比

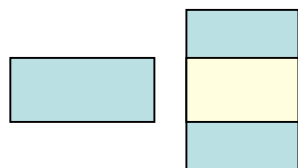


資料4. 製品規格と測定器精度の比



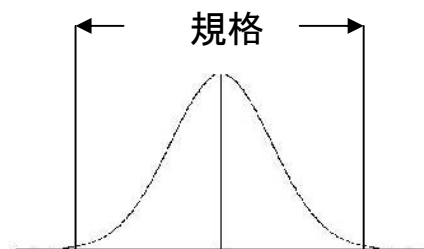
先輩の話から、1960年代の品質計量管理はプラグゲージによる検査であり、私の経験では1990年代に規格中心の分布管理になって、これからの2010年代は理論的にリスクを考慮した管理が必要になると考えています。

穴は大きめに、軸は小さめに加工する。



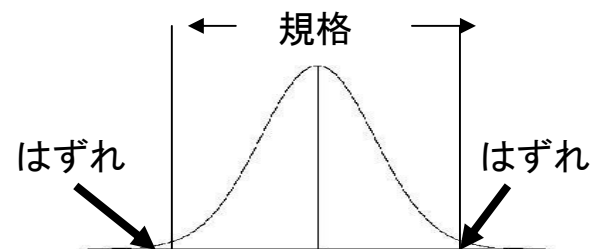
1960年代

規格の中心に加工する



1990年代

微少な規格はずれが発生しないように加工する



2010年代

図4 品質管理の変遷のイメージ

資料4. 製品精度と測定精度の分離方法



製品の測定データには、測定エラー(測定器の精度)も含まれていますので、リスクを考慮する統計手法を説明します。
ちょっとお断りしておきますが、統計の歴史の本によると統計的手法の利用は、文献をなぞらっている場合が多いとありましたので、私も同様になぞらえて説明します。

式-1は、製品の分散 a^2 と測定器の分散 b^2 を加えてルートを開いた値が測定の精度となっています。ここで、製品の規格に対して測定器の精度が悪いと測定の信頼性が低くなりますので、a対bの適切な比率を求める必要があります。次ページの表-1に、a対bの関係表を示します。

◇統計的手法:誤差の伝搬則

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \dots\dots\text{式-1}$$

c : 製品を測定したデータ ⇒ 測定の精度

a : 製品の規格

b : 測定器の精度



資料4. 製品精度と測定精度の分離の例



表-1の測定器の精度の求め方はいろいろですが、測定器メーカーのカタログや経験値などを使用します。この方法には疑問を持つ人もいるでしょうが、ここではカタログや経験値から測定精度を求めて、図面規格に対する影響度を求めます。

a、bは標準偏差(精度)を表す。

dは、製品の測定値に影響する度合い。

例:精度比4:1の場合、 $a = \pm 0.008\text{mm}$ 、 $b = \pm 0.002\text{mm}$ であり、影響度は3%となります。この解説は次ページで行います。

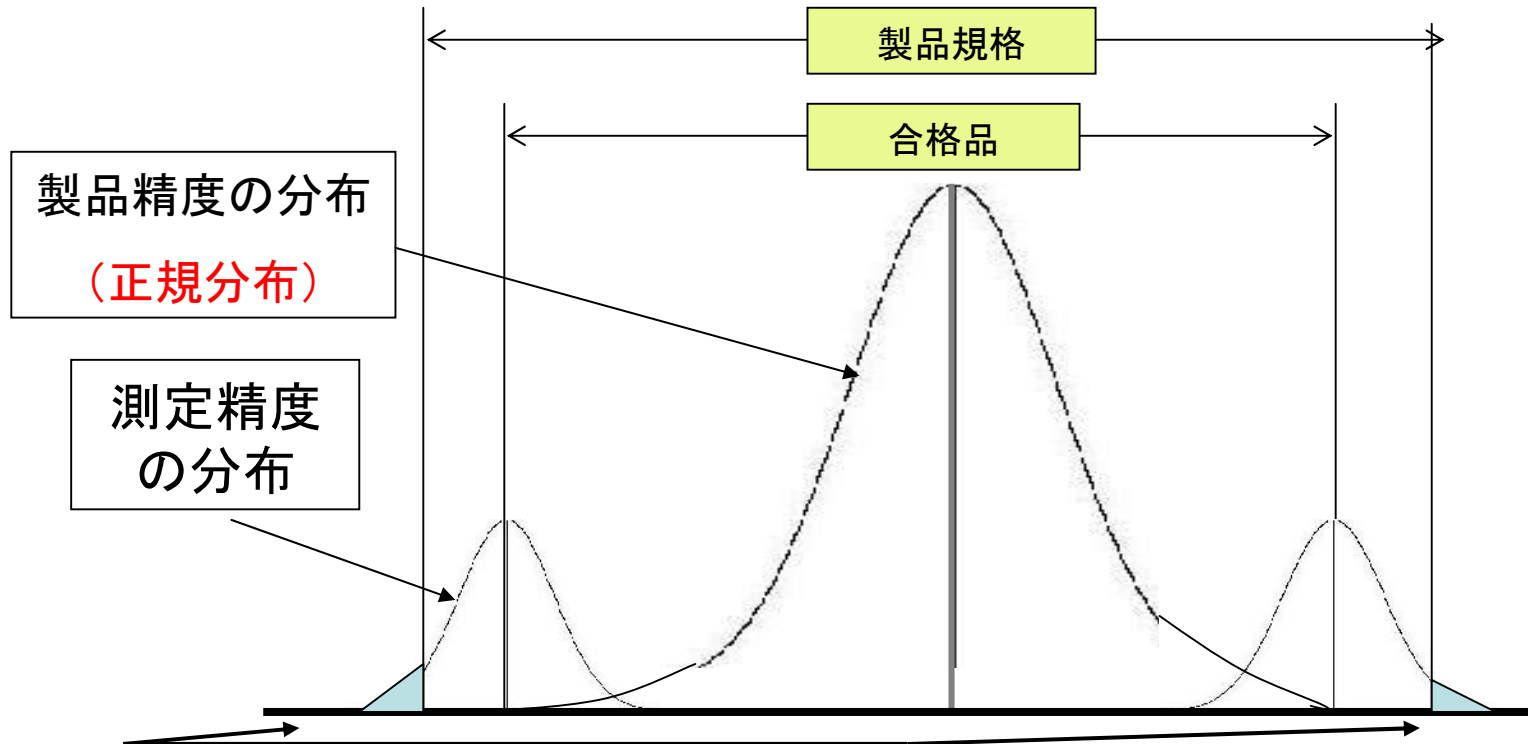
表-1 製品精度と測定器精度の関係表

| 精度比 a:b | 図面規格 a | 測定器の精度 b | 測定の精度 c | 影響度 $d = (c/a)$ |
|------------|-----------|-------------|------------|--------------------|
| 3:1 | 0.008 | 0.0027 | 0.0084 | 1.05 |
| 4:1 | 0.008 | 0.0020 | 0.0082 | 1.03 |
| 5:1 | 0.008 | 0.0016 | 0.0082 | 1.02 |
| 10:1 | 0.008 | 0.0008 | 0.0080 | 1.00 |

資料4. 測定精度を考慮した製品の合格範囲



1990年代では、規格の中心に加工するようになって、経験的に加工図面に管理寸法を入れるようになりましたが、測定精度を考慮した合格範囲の決め方は下記のように求めます。

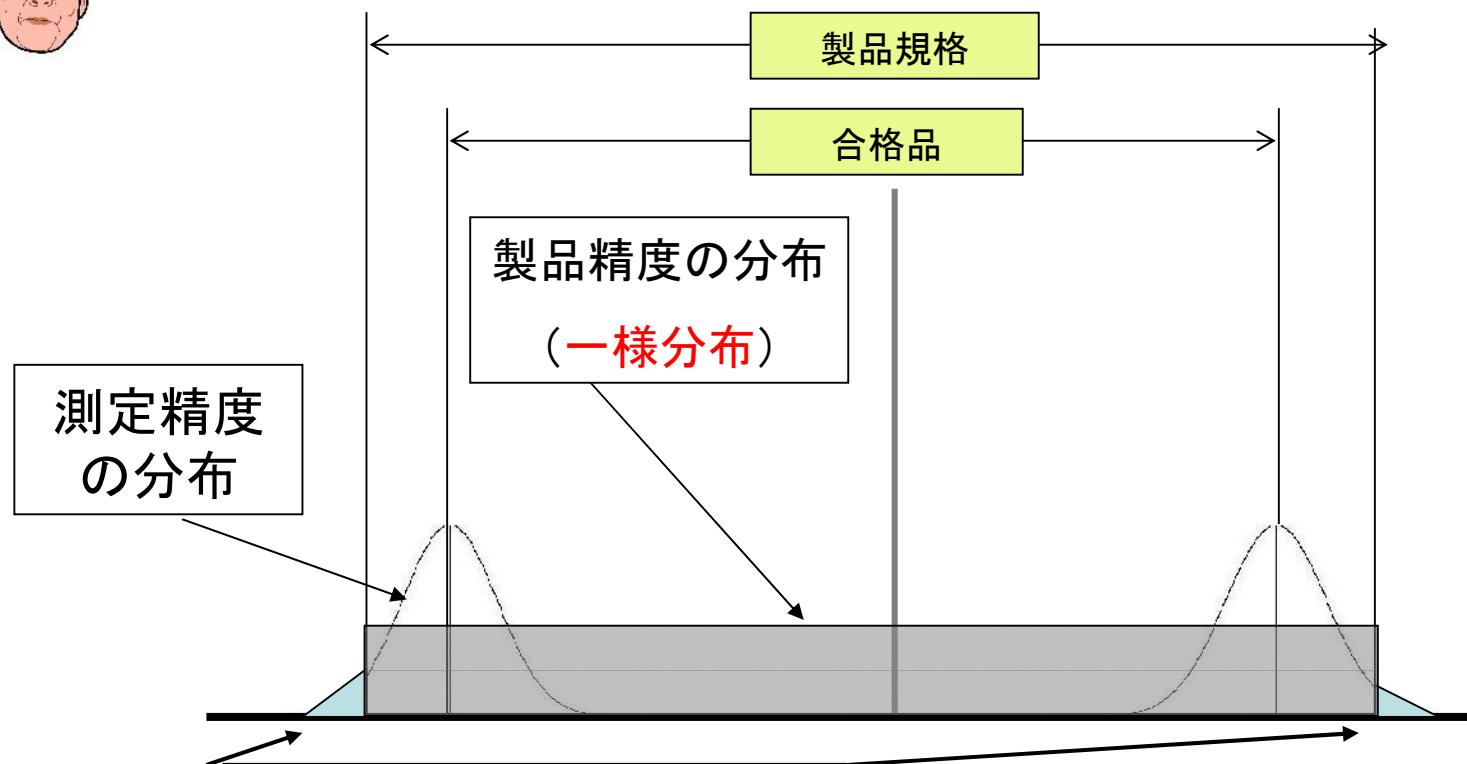


この部分は、製品規格を逸脱するリスクです。この部分を両側にそれぞれ2%以内とするための測定精度を考慮すると、合格品の範囲は製品規格の80%以内になり、この80%を統計的手法で説明するのは難解ですから図5 合否判定基準の選定グラフ(1:1~10:1)で説明します。

資料4. 測定精度を考慮した製品の合格範囲



一様分布では、下記のように求めます。



この部分は、製品規格を逸脱するリスクです。この部分を両側にそれぞれ2%以内とするための測定精度を考慮すると、合格品の範囲は製品規格の77%以内になり、この77%を統計的手法で説明するのは難解ですから次ページの図5 合否判定基準の選定グラフ(1:1~10:1)で説明します。

資料4. リスクに対応した製品精度対測定精度比

合否判定基準はこのグラフから決めよう！

* 日本規格協会「現場技術者のための計測技術入門」P 161 より引用

測定対象が『一様分布』の場合

2% Risk、精度比=4:1 ⇒ $K=0.77$

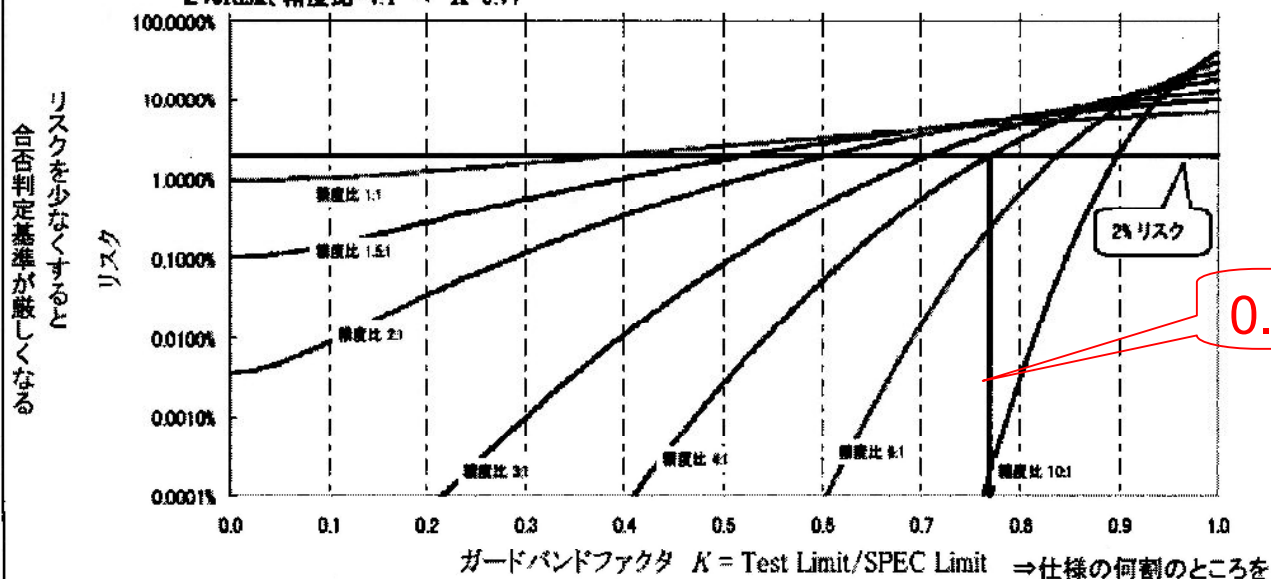


図 5 合否判定基準の選定グラフ(1:1~10:1)



(社)日本計量振興協会の「平成22年度 ISO/JIS計測管理規格調査報告書」より

グラフの左のリスク目盛りの2%のラインと、測定比の4:1のカーブの交点の下の値を読むと0.77を求めることができます。

測定設計の演習

実施項目No

⑧

測定方法の要素及び管理方法

規格では、測定方法の要素及び管理方法を要求していますが、どうしていますか。



測定方法の要素は次のとおりです。

1. 測定特性: 寸法、表面粗さ
2. 測定器: デジタルマイクロメータ、粗さ計
3. 測定者: S君
4. 測定のタイミング: 初品、中間、終わり物、出荷検査



管理方法は、次のとおりです。

1. 測定器: 定期検査、5S
2. 要員の教育訓練: スキルマップ
3. 日常管理: チェックリスト及び責任者による監視など

測定設計の演習

実施項目No

⑨

関連するプロセスの要素と管理方法

規格では、関連するプロセスの要素と管理方法を要求していますが、どうしていますか。



関連する要素の主なことは、測定作業を行う部署（社内及び仕入れ先の工場）、測定器の調達先、校正を含める。
管理方法は、各部門に計量講習会に参加してもらって適切な管理を実施してもらっています。

測定機器の調達先は、ISO9001の購買管理規定で管理しています。

仕入れ先の工場、品質には大きく影響しますので、TS16949のようにサプライヤーチェーンとして管理しています。



測定設計の演習

実施項目No

⑩

リスクに相応する要素及び管理限界の選定

貴社では、計量要求事項に不適合となるリスクに相応の要素と管理限界はどうなっていますか。



リスクの要素をリストアップしますと次の項目にリスクが発生します。

- 1)品質の合否判定
- 2)納期管理
- 3)工程能力調査
- 4)測定機器の精度(先の合格範囲の方法)
- 5)測定機器及び設備機械の整備計画
- 6)要員の教育訓練計画
- 7)経営計画

管理限界は、それぞれに社内規定に決めてありますが、測定精度の管理限界は先の資料3を基に決めています。



測定設計の演習

実施項目No

⑪

前項目の操作者、機器、周囲条件、影響量の管理

リスクを防止するための操作者、機器、周囲条件、影響量の管理方法はどのようにしていますか。



操作者は、スキルマップによって必要な測定器が使えるようにしていますが、十分ではないので現場の製品に合った測定が指導できる測定トレーナーを配置したいと考えています。

現在使用している機器の管理は定期検査を行っています。

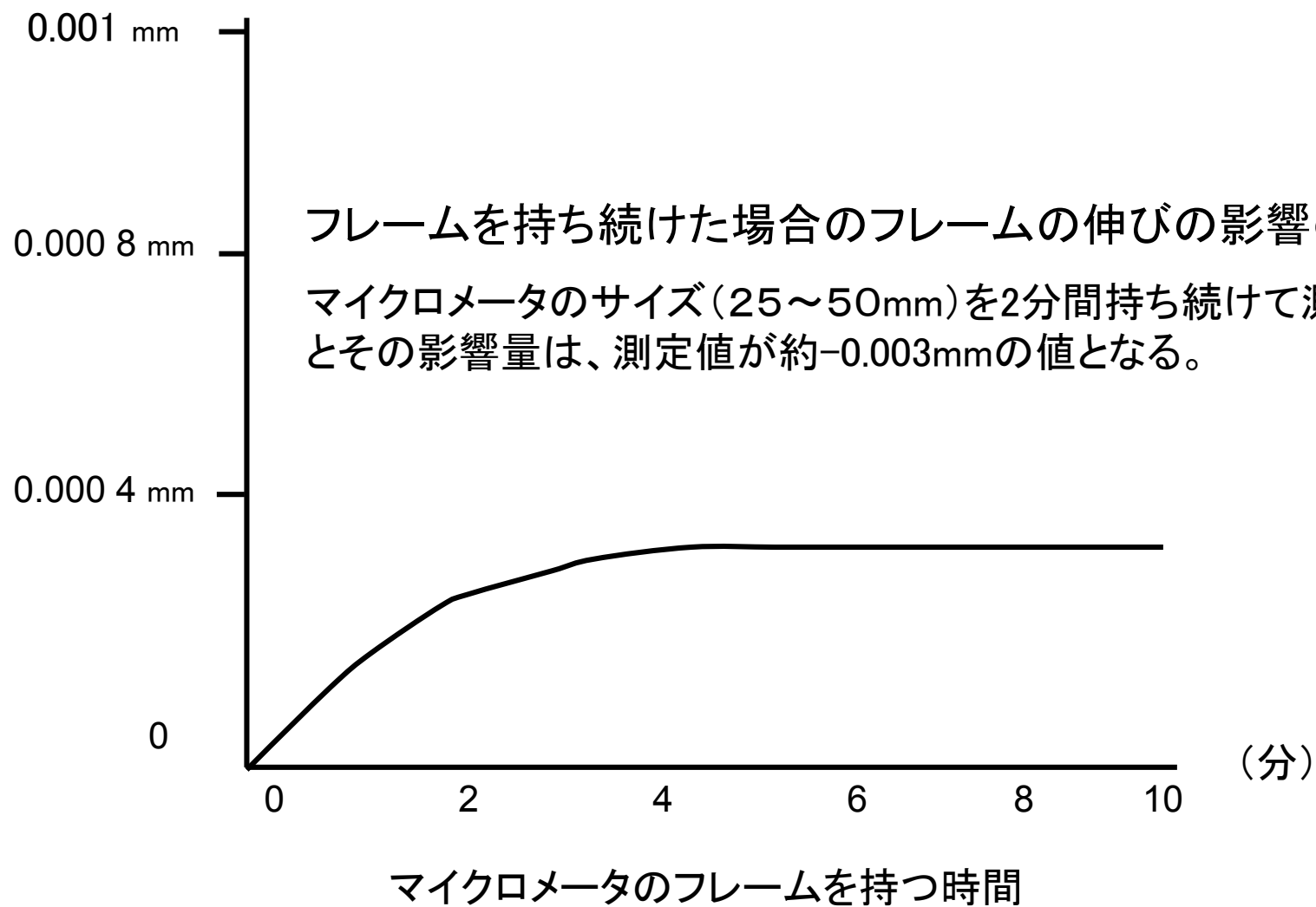
新しい測定器の導入は、使用部署、生産技術部門からの要望等で検討会を開催して決めています。

周囲条件は、製造現場、検査職場、校正室について、それぞれチェックリストで管理しています。

影響量は、メーカーの資料(資料5. 資料6.)を調べたり、実験を行っています。



資料5. マイクロメータを持つ時間の影響量



資料6. 測定室の標準状態

測定室の標準状態のJIS Z 8703は次のようです。(抜粋)

| 級別 | 許容差 °C |
|---------|--------|
| 温度 0.5級 | ±0.5 |
| 温度 1級 | ±1 |
| 温度 2級 | ±2 |
| 温度 5級 | ±5 |
| 温度 15級 | ±15 |

備考

温度15級は標準状態の温度20°Cに対してだけ用いる。
なお、5～35°Cの温度範囲を常温という。

| 級別 | 許容差 % |
|--------|-------|
| 湿度 2級 | ±2 |
| 湿度 5級 | ±5 |
| 湿度 10級 | ±10 |
| 湿度 15級 | ±20 |

備考

湿度20級は、標準状態の相対湿度65%に対してだけ用いる。
なお、45～85%の湿度範囲を常湿範囲という。

測定設計の演習-手引

手引項目No

①

製品の品質を確保するために必要な測定

Aさん。手引を見ると余計にわからなくなりました。説明をお願いします。



Qさんの言われるように、余計な心配が湧いてきますね。

例えば、自動車の品質を保証する場合は膨大な項目を測定しますが、部品の品質保証ではずいぶん少なくなるでしょう。

図3 A図部品では、寸法と表面粗さでした。もう少し拡大して幾何公差まで考えると、平面度、平行度、直角度が含まれる程度です。このように考えると心配は少ないでしょう。



なるほど、簡単ですね。自分の問題にするわけですね。

取り越し苦労でしたね。しかし、いろいろと考えたので、視野が広がって改善を思いつくメリット*がありますので、手引を嫌わずに読んでください。

*メリット オープンクエスチョン(広い範囲の質問)には、視野を広くする効果がある。

測定設計の演習-手引

手引項目No

②

直接測定と間接測定

測定の原理の“直接法”と“間接法”を教えてください。



直接測定法は、マイクロメータのように測定器の値がそのまま使える測定方法です。

間接測定は、ダイヤルゲージがそれに当たります。ダイヤルゲージの場合はマスターでダイヤルゲージをセットして使いますから、マスターとダイヤルゲージの関係を利用して測定値を求めます。

粗さ計は、測定子の変位を電圧に変換して、変位と電圧の関係式から粗さを算出する間接測定です。
このように、測定の原理を理解しておくこと測定方法の改善の手引になります。



測定設計の演習-手引

手引項目No

③④⑤

必要な機器、要員の技量及び資格、妥当性の確認

当社では、必要な機器はほぼ揃っていると思います。
要員の技量も技能検定を活用しています。

法的に義務づけられた資格は現状ではありません。
妥当性確認は、図面、お客の要求といったところですが、この他に何かあるでしょうか。



妥当性確認では、測定によるリスクを考慮する必要があります。(資料4参照)

リスクでは、経験と理論で考えると良いと思います。私も勉強不足で申し訳ありませんが十分な説明ができません。



JIS

リスクマネジメント—原則及び指針

JIS Q 31000:2010

(ISO 31000:2009)

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑥⑦

他の測定プロセスとの比較、他の測定方法の結果との比較

他の測定プロセスとの比較は、マイクロメータの測定をダイヤルゲージによる測定と比較すればよいでしょうか。



もっと良い方法はないか？



そのとおりです。ISO9001の審査のように規格に対する適合性から見れば、それでOKです。

しかし、この小冊子の目的の測定力の向上(手引の効果的な活用)から見れば、もっとうまい測定方法を発見したり、従来の方法の欠点を改善したいですね。

他の測定方法の結果と比較する場合は、どんな場合でしょうか。

手引No⑩の重要で複雑な測定システムの場合に必要です。O社では重要な測定で他の測定と比較していました。

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑧

連続的分析による検証

測定機器の日常点検のチェックリストをつけていますが、測定プロセスを連続的分析による検証に該当するでしょうか。



該当すると思います。
N社では10年以上、放射線による板厚測定の日常点検表をつけていて、異常があった場合の記録はチェックリストで管理して、対策をとっていますが効果的な管理といえます。



分析というからには、当然統計的手法によって管理図などを利用することがありますが、現場の状態を測定力から判断してください。

測定設計の演習

実施項目No

⑫

誤測定の防止

誤測定の防止と、欠陥の検出、タイムリーな是正処置はどのようにしていますか。また、不良の低減と5Sの関係は、どうですか

誤測定の防止と早期検出のために、測定器の使用前の点検、5Sの徹底、及びいじり防止を、早期の連絡によりタイムリーに是正処置を下図のように行っています。5Sの影響は資料7のように考えています。

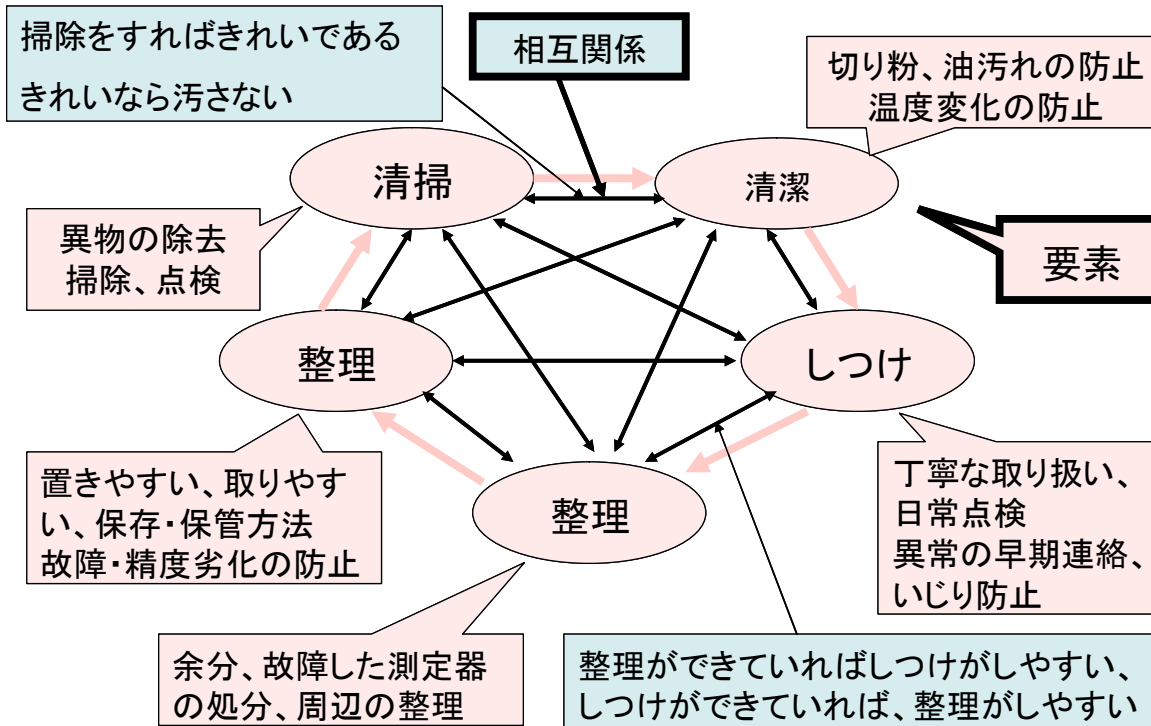
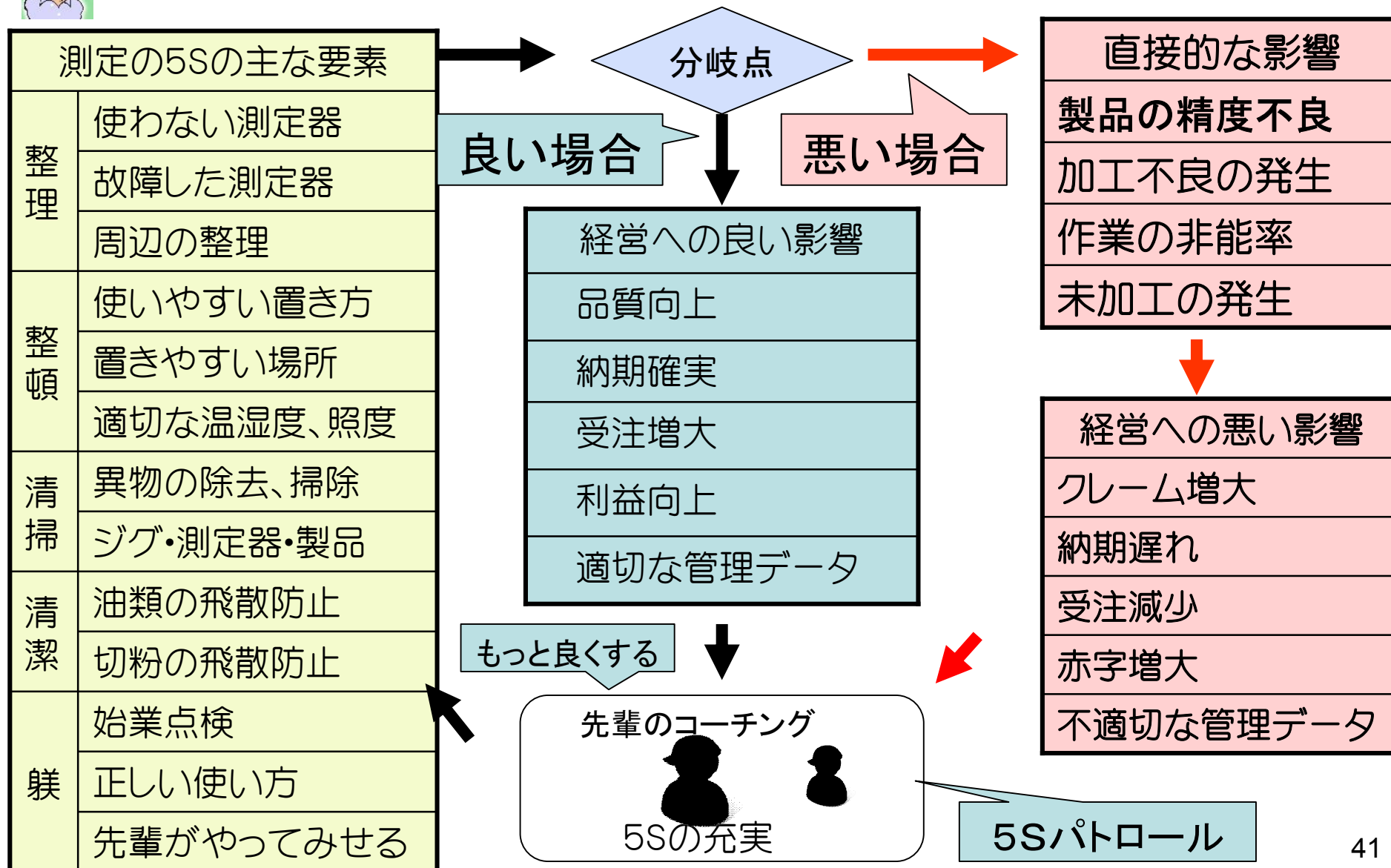


図6 測定の5Sによる誤測定の防止とタイムリーな処置の実現

資料7. 5Sの影響



5Sは、下図のように会社の業績に影響すると思っています。



測定設計の演習

実施項目No

⑬

測定の方法の欠陥の検出



測定方法の欠陥の検出方法がよくわかりせん。教えてください。

例えば、納品後に顧客からクレームがきては手遅れですよ。そこで、クレームがくる前に測定ミスが発見できるチェックポイントを入れた測定システムを作ることです。



私が知りたいのは、測定ミスが発見できる測定システムの作り方です。

それは、手引を使うとよいでしょう。さらに充実させるためのチェックリストを資料8に紹介します。

ISO10012全体のチェックリストは、(社)日本計量振興協会の平成22年度の“ISO/JIS Q 10012計測計量管理規格調査報告書”に掲載されています。

資料8. 欠陥発見チェックリスト 1/2

7.2.2 測定プロセスの設計 付17/30

| 規格要求事項 | 要求事項に対するチェック内容 | | 評価 | 関連規定・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 | | | |
| <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。</p> <p>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を含めなければならない。</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"> － 製品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 <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の比較、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実行できるようにしなければならない。</p> | <ol style="list-style-type: none"> 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ない。 2) これらの期待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。 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ければならない。 要素及び管理限界の選定は規定要求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。 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ない。 5) 測定プロセスの意図して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ない。 | <p>法令規制要求事項に基づくもの：計量法環境関連法、安全衛生関連法に準拠するものは「特定計量」としての対応。</p> <p>顧客要求に基づくもの：製品仕様書、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の要素及び管理方法をそれぞれの仕様書、手順書、等に盛り込む</p> <p>“測定プロセスの設計”に「際しては、規格要求事項欄の手引に示されるように、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の重要性に釣り合うことが望まれる。</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けばよい。</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になり、効率的な計量管理の実施(いつ、誰、どのようにして)が見えてくる。</p> <p>測定プロセスの規定要求事項は左記の規格要求事項欄の手引に示されている。</p> | |

資料8. 欠陥発見チェックリスト 2/2

7.2.2 測定プロセスの設計 付18/30

| 規格要求事項 | 要求事項に対するチェック内容 | | 評価 | 関連規定・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 | | | |
| <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が高を招くような測定などが挙げられる。重要でない部品の単純な測定には、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。</p> <p>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ないことがある。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よい。</p> <p>規格要求事項欄の手引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よい。</p> | | | |

測定設計の演習

実施項目No

⑭

是正処置



次に、欠陥の是正処置の方法を教えてください。

“8.4.2 是正処置”に要求事項があります。又ISO 9001の手順は次のようであり、行うことは両者よく似ています。

- a)欠陥の内容の明確化
- b)欠陥の原因の特定
- c)再発防止の処置の必要性の評価
- d)必要な処置の決定及び実施
- e)取った処置の結果の記録
- f)取った処置の有効性のレビュー



それはわかっていますが、的確な原因の特定が非常に難しい場合が多いですよ。別な方法はありませんか。

ISO9001と10012の方法で、行き詰まったら次のコーチング技法を試して下さい。

- a)目標の確認
- b)現状把握
- c)目標と現状のギャップの明確化
- d)ギャップを埋める方法の探究と実施
- e)目標達成の確認

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑨

測定コストは製品品質の重要性和釣り合うこと

測定コストはいつも考慮していますが、具体的にはどうしたらよいでしょうか。



難しいことですね。
製品品質の重要なことは、製品が調子よく作動することです。もし、うまく作動しないとリコールに関係する部品などがあると思います。

これは、ISO9001からの流れで、新規受注するとき顧客要求事項を明確にしたら、それと同時にISO10012で計量要求事項を明確にするとよいでしょう。

具体的な測定設計は、工程設計の時にやりますが、新規受注の時点で測定コストを検討すると効果が大いと思います。



測定設計の演習-手引

手引項目No

⑩

重要で複雑な測定システム



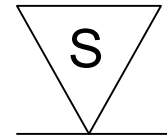
次に、重要な測定システムは、どういう場合をいうのでしょうか

ISO10012では、重要性の程度の説明がありませんが、東日本の大震災では、放射線量の測定をいろいろな場所、人、方法でやっているようです。あの放射能測定の全体を効率的に行う場合が該当するでしょう。



原発の事故では誰でも重要とわかりますが、私どもの場合とは比較になりません。もっと身近なことはないでしょうか。

ちょっと失礼しました。身近な例では顧客から要求されている重要保安部品などがあります。もう一つは、会社の社風で決めることもあります。その結果、A製品は他社には負けないものが出てくる場合があります。



重要保安部品

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑪

製品の安全性を確保する測定



安全安心は最重要ですが、適当な例はないでしょうか。

貴社の製品と関係をつけると、説明が具体的になります。貴社の製品で重要保安部品などはありませんか。



当社では、重要保安部品は生産していません。

一般的には、ブレーキ部品、感電する(耐電圧)部品などを測定する場合がございます。

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑫

正確でなければコスト高をまねく測定



正確でなければコスト高をまねく測定は、当然ですが、例えばどんなことがありますか。

これも貴社の製品と関係をつけないと、説明が抽象的になります。
逆質問ですが、Qさんの会社では材料費の高い部品を加工していませんか。



そういえば、試作品で特殊な材質の加工をしています。
おまけに公差が大変厳しいものです。

加工ミスをする、材料費を弁償させられますから、それが該当するでしょう。

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑬

重要でない部品の測定には最低限の管理



次に、重要ではない測定プロセスとは、どういう場合をいうのでしょうか

常識ですが、この判断がつくためには、自社の状態、生産方法、その製品の使われ方、過去のできごと、さらには将来のことがわかっている必要があります。それらから判断して、重要でないことがわかれば測定プロセスの設計管理は簡単でよいということです。



測定設計の演習-手引

手引項目No

⑭

機械加工部品のハンドツールは、共通の管理手順



機械加工部品の測定用ハンドツールは、管理手順を共通にしてもよいということはどういうことでしょうか。

ハンドツールは、一般的にスパナ、ドライバーなどをさしますから、測定用では、マイクロメータ、プラグゲージ、キャリパゲージなどを考えるとよいでしょう。



測定ハンドツールの測定設計は、測定特性(寸法)、種類(穴測定など)、精度、コスト、使い勝手、標準器、技術、データの単位、記録が共通しているので、管理の方法が共通にできることです。

これは、管理のレベルが簡単であるということではありません。



ねじゲージ



プラグゲージ



キャリパゲージ



マイクロメータ



ダイヤルゲージ

測定設計の演習-手引

手引項目No

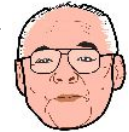
⑮

測定プロセスへの影響量の効果の定量化



当社の場合は、寸法測定が多いので温度の影響を考慮すればよいと思いますが如何でしょうか。

そのとおりと思います。温度の影響を次に示します。
(資料5、6参照)



物体の長と温度の関係

マイクロメータの温度 20°C

測定物の温度 25°C

L : 測定物長(20°C)100mm

ΔL : 長さの変化量(mm)

A : 鉄の線膨張率($^{\circ}\text{C}$) = $11.5 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$

Δt : 温度差= 5°C

変化量の計算式

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\begin{aligned} \text{変化量 } \Delta L &= 100 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 5 \\ &= 0.0057 \end{aligned}$$

測定物長(25°C) = 100.006mm



測定設計の演習-手引

手引項目No

⑩

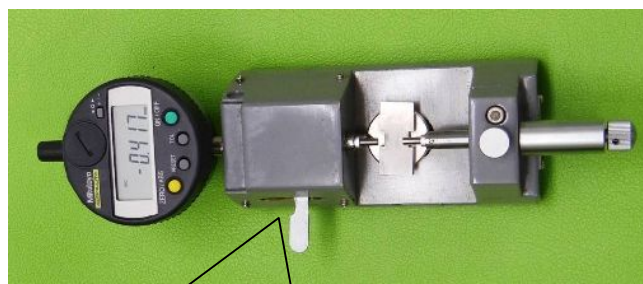
実験、メーカーの資料の利用



当社の場合は、メーカーのカタログを利用することが多いですが、この方法はうまいやり方でしょうか。

また、実験の例は何かありませんか。

実験といえば統計手法の計画実験方法がありますが、現場的には下の写真のように、測定用のレバーを少し改造して測定範囲を大きくして、その影響量を調べた簡単な実験の場合もあります。



小型測定器

レバーの部分を改造して、測定範囲を広げた実験

測定設計の演習

実施項目No

⑮

必要なパフォーマンス特性の明確化、定量化



パフォーマンス特性を明確にして、定量化するとは、どんなことがありますか。

次のものがあります。

- ・測定の不確かさ
- ・安定性
- ・最大許容誤差
- ・繰り返し性
- ・再現性
- ・操作者の技能水準など



私には、わからないことが多いので、ISO10012に必要な計測技術について解説していただけるとありがたいです。

わかりました。続いてパフォーマンスを解説します。

その前に、これまで行ったA部品の測定設計の演習の結果を文書化してください。

はい、検査規格に反映します。

測定設計の演習-手引

手引項目No

⑰

測定の不確かさ

最近測定の不確かさが話題になりますが、不確かさの内容と不確かさの活用方法を簡単に説明してください。



不確かさの内容に、測定値が標準器の誤差、温度変化、取り扱いなどにより測定値がばらつく要因があります。その要因の大きさと影響の程度を統計的に求めたものが測定の不確かさです。

不確かさの表し方の例は次のようになります。
 $10 \pm 0.01 \text{mm}$ (拡張不確かさ $k=2$)
この意味は、10mmに対してばらつきが約95%の確率で $\pm 0.01 \text{mm}$ 範囲にあることを表している。

不確かさの活用方法は、重要で複雑な測定プロセスに対しては、GUMという国際方式によって求めるとよいでしょう。

ISO 10012では、不確かさの求め方は規定していませんがGUMの方法を参考にするとよいでしょう。なお、不確かさの求め方は別の機会にします。



測定設計の演習-手引

手引項目No

⑱

安定性

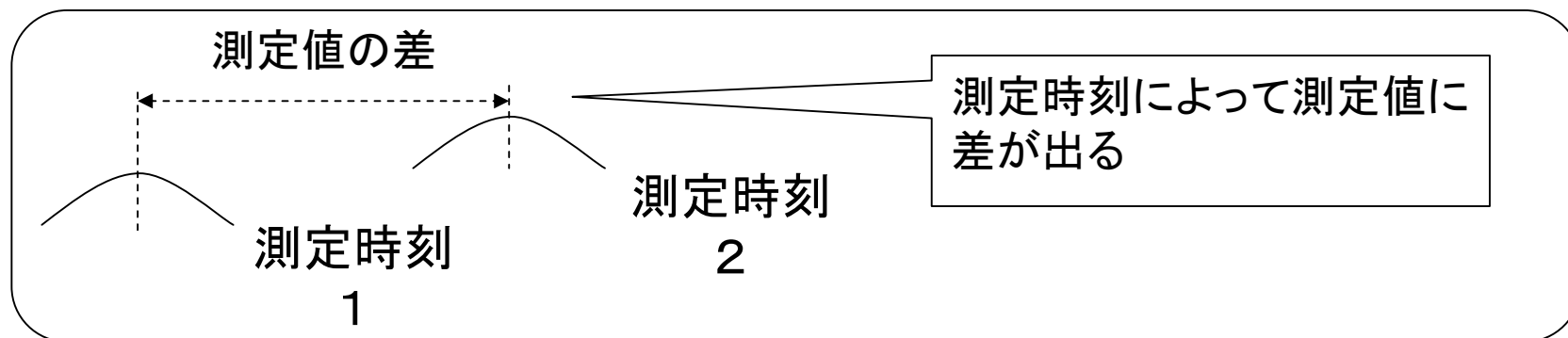


安定性は、数回測定を繰り返した場合に、いつもデータが同じであるということでしょうか。もちろん、繰り返しの回数と時間が問題でしょうが。

それは、繰り返し性のことです。安定性は、下図のようにある時間を経過した場合の測定値の差のことです。

例えば、昨日の測定値と今日の測定値が違うことが起きたら、測定器の設置状態、測定温度、製品及び測定器の汚れ、測定機器のクランク部分の緩み、測定者の交代などを調べてください。

新規部品の立ち上げでは急ぐことが多いですが、“繰り返し性”と“安定性”を考慮した生産準備が工程内不良の低減に必ず役立ちます。ここで手抜きをしたら量産段階で品質担当者は、クレーム対策で大変苦しい思いをすることになります。



測定設計の演習-手引

手引項目No

①9

最大許容誤差



誤差のもっとも大きい場合のことと思いますが、最大許容誤差が測定方法や品質を考えると、何に役立つのでしょうか。

測定用語では「計器の指示から対応する入力量の真の値を減じたもの」ですが、現実的には最小誤差も求めて、データのばらつきを確認して加工条件や品質の状態を推定、改善するのに役立ちます。

その他、過去の最大値と比較するなどの総合的な判断をする場合に役立ちます。



測定設計の演習-手引

手引項目No

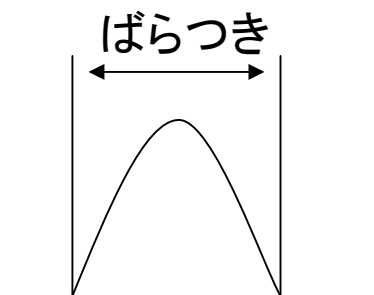
⑳㉑

繰り返し性、再現性



安定性と混同していましたが、これが現場でやっている測定を数回繰り返していることですね。

0.001mmくらいの測定ですと、“ばらつき”が出ますが、何かよい方法はないでしょうか。



繰り返して測定した場合の分布図

測定用語では、「同一の測定者が、同一の測定器、測定物を繰り返し測定した値」です。

0.001mmくらいの測定では“ばらつき”が出ますが、測定者、測定物、測定や測定環境を充実すると0.001mmの“ばらつき”はなくなります。

“ばらつき”を減らしたい場合には、上記の測定要素の改善を進めてください。

工程内不良を減らすには、加工条件の検討と測定方法の検討の同時進行がよいでしょう。

新規部品の生産準備では、製品と測定の両方のばらつきと、安定性の確認を合理的に行うことが必要です。



測定設計の演習-手引

手引項目No

②②

操作者の技能水準



測定者の技能は、
どうしたら見ることが
できますか。

以前は、測定コン
クールなどをやりま
したが、最近はやっ
ていません。

品質管理協会や計
量管理協会はどんな
状況でしょうか。

技能検定も良いですが、もう一度測定コン
クールをやると職場のモチベーションも高
まるので良いでしょう。

最近は、測定コンクールの話は聞きま
せんね。測定器がデジタル化して測定が
簡単にできると思えて、関心が薄れました。

先日、生産準備でマイクロメータを使っ
ているところを見ましたが、ぎこちない測
定作業でしたので、測定コンクールの必
要を感じています。

品質管理協会の講習会の案内を見ても
測定の講座はありませんね。QC検定にも
測定の出題は少ないので、品質と測定の
つながりが少ない状況です。



測定設計の演習-手引

手引項目No

②③

測定プロセスによっては、これ以外の特性の重要事項



測定は、重要であるとわかっていますが、測定にお金をかけることは、後回しになります。どうしたらよいでしょうか。

測定にお金をかけないために発生する無駄は、わかっているにもかかわらず、それは、製造業では工作機械や刃具に興味の強い人が多いことが関係しているように思えます。

製造業では、測定関係の情報も少なく、測定関係の人員が少ないので測定技術が伸びにくい状況も関係していると思います。

これらの改善策のひとつとして、ISO10012を運用すると、工程管理が合理的になって、生産も測定も同時に考慮するので、工程内の不良は減少します。

製造業の経営者、管理者は、興味と合理性により、測定力のある要員を養成して工程内不良が低減し、品質が向上することを体験していただきたいと思います。



測定設計による中小企業の品質向上

まとめ

- ・ 製造業では、ISO9001をISO10012で強化すると、工程内の経験的な測定方法が合理的な測定方法に改善できます。
- ・ 合理的な測定により、適正な測定データが収集できて、各種の判断、調整、計画、品質、生産性が向上できます。
- ・ 合理的な測定の実施は、会社及び関係者の継続的な発展に貢献できます。

