（株）村田製作所における，不確かさを考慮した製品のリスク管理について

2014.1.31　不確かさクラブ総会

（株）村田製作所　　鶴　輝久

（参考文献）

・MSA（Measurement Systems Analysis）ガイドブック（Plexsus）

・平成24年、23年度計測管理規格ISO/JISQ10012普及・活用のための調査報告書（社団法人　日本計量振興協会）

副題及び目次

（1）副題

標準的な消費者リスクを考慮した測定システムによるリスク管理

（2）目次

①消費者リスクと生産者リスクの定義と算出方法
②消費者リスクと生産者リスクの変動要因
③標準的な消費者リスクの考え方
④MSA（Measurement Systems Analysis）を使用した測定システムの考え方
⑤現状の生産工程と問題点
⑥指定した消費者リスク以下にできる検査規格の算出方法
⑦⑥に使用するプログラムの簡単な説明
⑧まとめ及び今後の展開

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

①消費者リスクと生産者リスクの定義と算出方法

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスクと生産者リスク

定義

消費者リスク（Consumer's Risk）

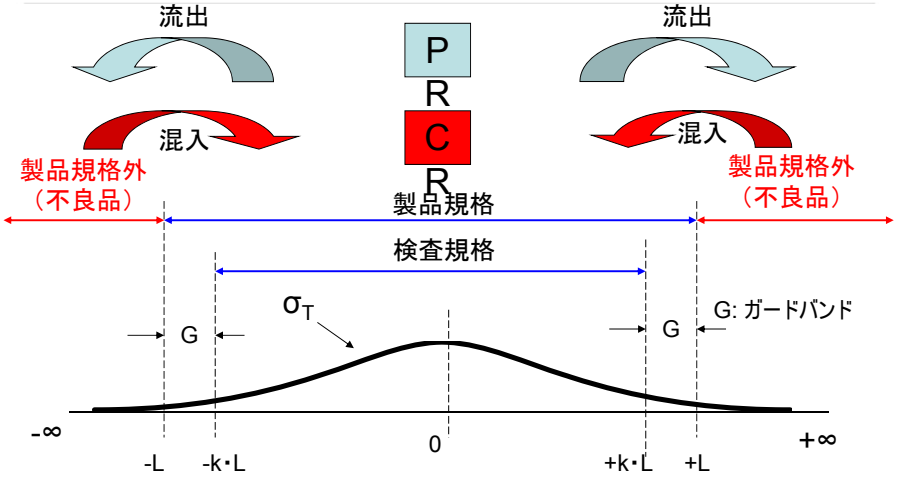
製品を測定層別した後、製品規格内の合格品と判定した中に製品規格外の不合格品が混在する確率である。

生産者リスク（Producer's Risk）

製品を測定層別した後、製品規格外の不合格品と判定した中に製品規格内の合格品が混在する確率である。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスクと生産者リスクのイメージ図

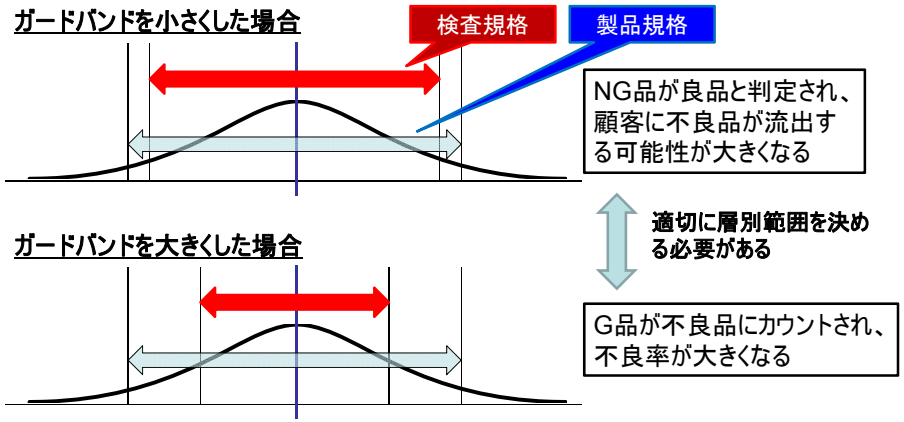


消費者リスクCR:製品規格外の不良品が製品規格内の良品と判断されるリスク

生産者リスクPR:製品規格内の良品が製品規格外の不良品と判断されるリスク

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

ガードバンドの大きさが変化したときのイメージ図



All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスク、生産者リスクを算出する式について

1995 NCSL Workshop & Symposium で発表された論文
“Managing Calibration Confidence in the Real World”
（David Deaver）で消費者リスクと生産者リスクを計算する
2重積分の式が示された。

2012年
GUM[1]本体(ISO/IEC Guide 98-3)の関連の規格で、「適合性評価における測定不確かさの役割」についての規格
JCGM[2] 106:2012の中で、上記の2重積分と同じ考え方の
2重積分の式が示された。

（注）
[1]GUM = Guide to the expression of Uncertainty in Measurement：測定における不確かさの表現ガイド
[2]JCGM = Joint Committee for Guides in Metrology：計量計測に関するガイド国際合同委員会

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

②消費者リスクと生産者リスクの変動要因

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスクと生産者リスクの変動要因

（1）製品規格

（2）検査規格

（3）製品ロットの平均値

（4）製品ロットの標準偏差

（5）測定システムの不確かさの標準偏差

（6）測定システムの偏り

一般に測定システムは定期的に校正され、測定システムが偏りを持たない状態で保たれていることが通常の状態である。従って、一般的な測定システムにおいては消費者リスクと生産者リスクの変動要因は、（6）を省いた（1）から（5）を考慮すればよい。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

③標準的な消費者リスクの考え方

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

標準的な消費者リスクの考え方

標準的な消費者リスクとは、生産者と顧客がともに納得できる標準的な消費者リスクという概念である。

言い換えれば、標準的な消費者リスクは、生産者と顧客が納得できる良好な製品分布と良好な製品変動の状態で、良好な精度比の測定システムと良好なガードバンドで測定したときの消費者リスクである。

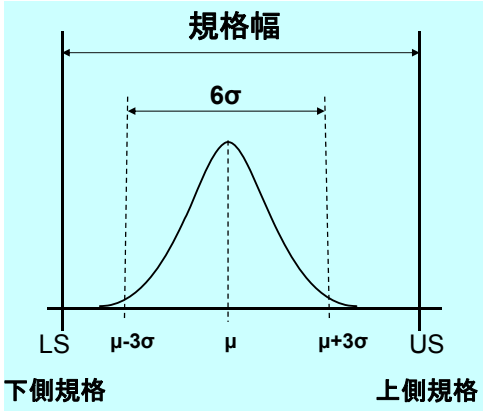
All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

能力指数Cp

製品の標準偏差：σ

正規分布とすると
6σ：99.73%

Cpとは、製品の規格幅の中に6σがいくつ取れるかを示すものです。



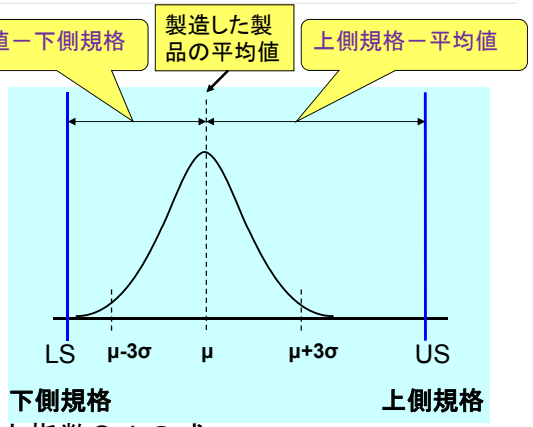
能力指数Cp（Capability index)の式

$$Cp = \frac{\text{規格幅}}{6\sigma}$$

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

能力指数Cpk

Cpkとは、(**製造した製品の平均値－製品の下側規格**)と(**上側規格－製造した製品の平均値**)とを比較して、どちらか小さいほうについて、3σがいくつ取れるかを示すものです。



工程の偏りを考慮した能力指数Cpkの式

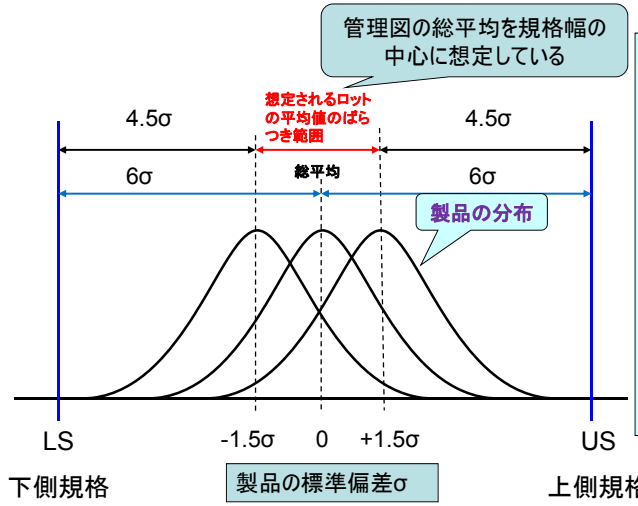
$$Cpk = \frac{\text{平均値－下側規格}}{3\sigma} \quad \text{又は} \quad \frac{\text{上側規格－平均値}}{3\sigma}$$

の**値の小さい方**。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

自動車業界の良好な生産工程

自動車業界のシックスシグマの工程の不良率



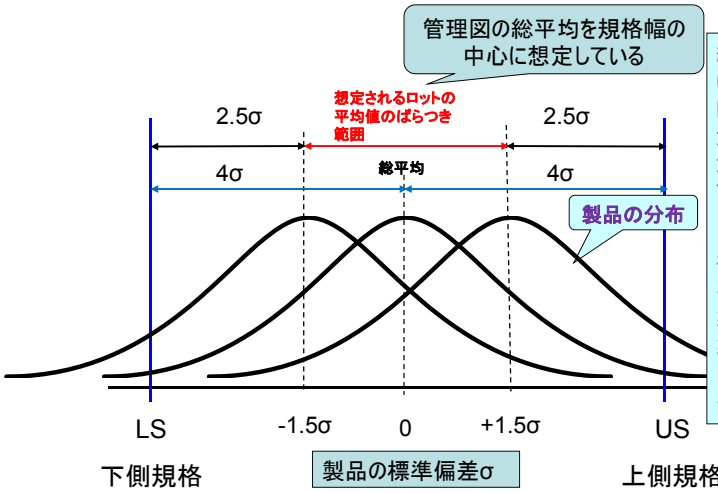
経験的に製造工程において、製品のロットごとの平均値が、規格値の中心から±1.5σの範囲で揺らぐことを想定している。

従って、シックスシグマの不良率(3.4ppm)は、Cpk1.5の不良率と同じことである。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

一般的な生産工程の良好な状態

Cp=1.33は良好な生産工程で、かつ生産ロットの変動をシックスシグマと同じように考える。



経験的に製造工程において、製品のロットごとの平均値が、規格値の中心から±1.5σの範囲で揺らぐことを想定している。

従って、汎用品の不良率の最大値は、製品ロットの中心が製品規格から±1.5σずれたときの不良率である。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

良好な測定システムの精度

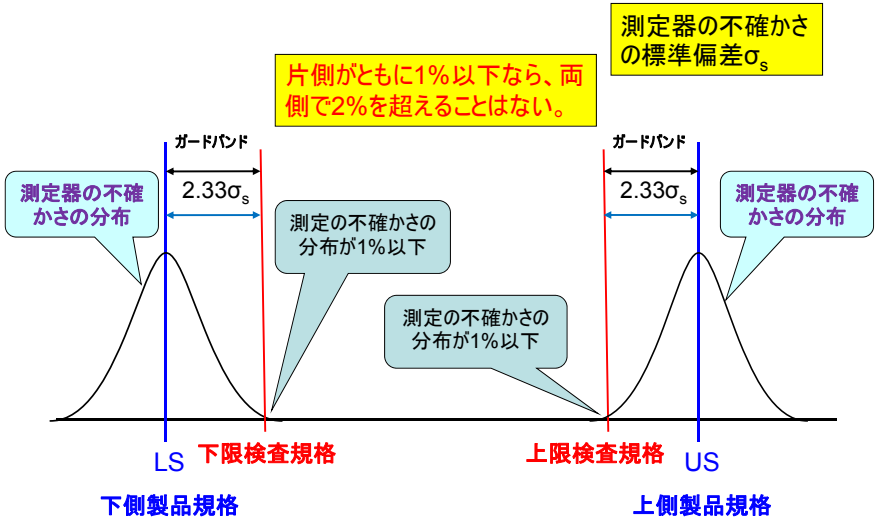
＜参考規格＞ANSI/NCSL　Z540.3-2006　5.3測定・試験装置の校正
(計測トレーサビリティを重視した計測機器の管理に関する専門規格)

・合否判定リスク(製品規格外の不合格品が製品規格の端にあるとき、これを合格品と判定する確率)は、2%を超えてはならない。このときのガードバンドは、製品規格上側と製品規格下側で1%を超えないガードバンドの値2.33σ_S(σ_S:測定システムの不確かさの標準偏差)となる。

・この確率のレート(2%)を見積もれない場合は、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しなければならない。(計測されるもの:計測するもの　精度比　4:1)
従って、上記規格から良好な測定システムを実現するためには、ガードバンド:2.33 σ_S、精度比　4:1　に設定する必要があると考えた。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

ガードバンドが2.33σ_sのイメージ図



All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

精度比の二つの表し方について

精度比の表し方にはTURとTARの二つの表し方がある。計測関係ではTUR使用するのが一般的ですが、産業界ではTARを使用する場合の方が多い。ムラタではTURを使用している。また、ムラタの校正関係では製品スペックの上限と下限は製品ばらつきの95%範囲を使用していたので、ムラタではTURを製品ばらつきの標準偏差σ_Tと測定システムの不確かさの標準偏差σ_Sの比で表している。

The ratio of the unit under test specifications to the calibration process uncertainty is called the Test Uncertainty Ratio (TUR)

$$\text{TUR} = \frac{\text{Upper Test Spec - Lower Test Spec}}{\text{Upper 95\% Uncertainty - Lower 95\% Uncertainty}}$$

・Much of industry has historically used the Test Accuracy Ratio (TAR) rather than the TUR
・The Test Accuracy Ratio is the ratio of the unit under test specifications to the calibrator specifications

$$\text{TAR} = \frac{\text{Upper Test Spec - Lower Test Spec}}{\text{Upper Calibrator Spec - Lower Calibrator Spec}}$$

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスクの考え方1：産業用（車載用）

（1）製品と検査機の関係
・製品分布：CP=2.0（以上）
・製品規格の中心からの製品平均値の最大変動幅±1.5σ_T
（σ_T：製品ばらつきの標準偏差）
・ガードバンド幅2.33σ_S以上
（σ_S：自動検査機の不確かさの標準偏差）
・精度比：　σ_T:σ_S＝4:1
（2）標準の消費者リスク
条件：製品分布：CP=2.0、製品規格の中心からずれ±1.5σ_T、ガードバンド幅2.33σ_Sのとき
消費者リスク：9.80ppb
良品率：99.99%

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスクの考え方2：汎用品（カタログ品）

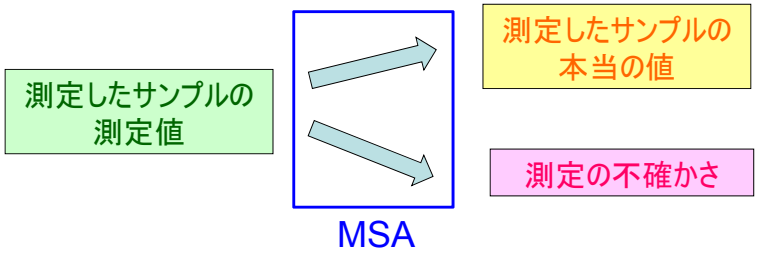
（1）製品と検査機の関係
・製品分布：CP=1.33（以上）
・製品規格の中心からの製品平均値の最大変動幅±1.5σ_T
（σ_T：製品ばらつきの標準偏差）
・ガードバンド幅2.33σ_S以上
（σ_S：自動検査機の不確かさの標準偏差）
・精度比：　σ_T:σ_S＝4:1
（2）標準の消費者リスク
条件：製品分布：CP=1.33、製品規格の中心からずれ±1.5σ_T、ガードバンド幅2.33σ_Sのとき
消費者リスク：12.2ppm
良品率：96.86%

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

④MSA（Measurement Systems Analysis）を使用した測定システムの考え方

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

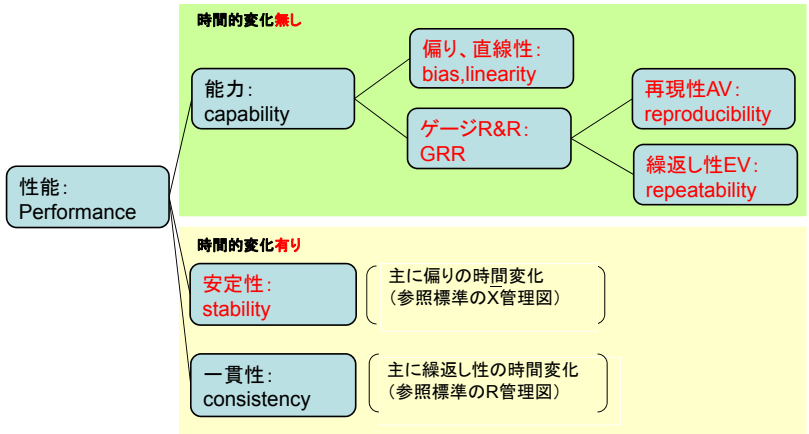
MSAのイメージ



MSAとは、製品を測定した測定値から、測定したサンプルの本当の値と測定の不確かさとをわけることができる手法である。
この手法を使って、測定の不確かさを取り除いた製品の本当の値を求めることができる。
また、測定器システムの不確かさを把握することもできる。

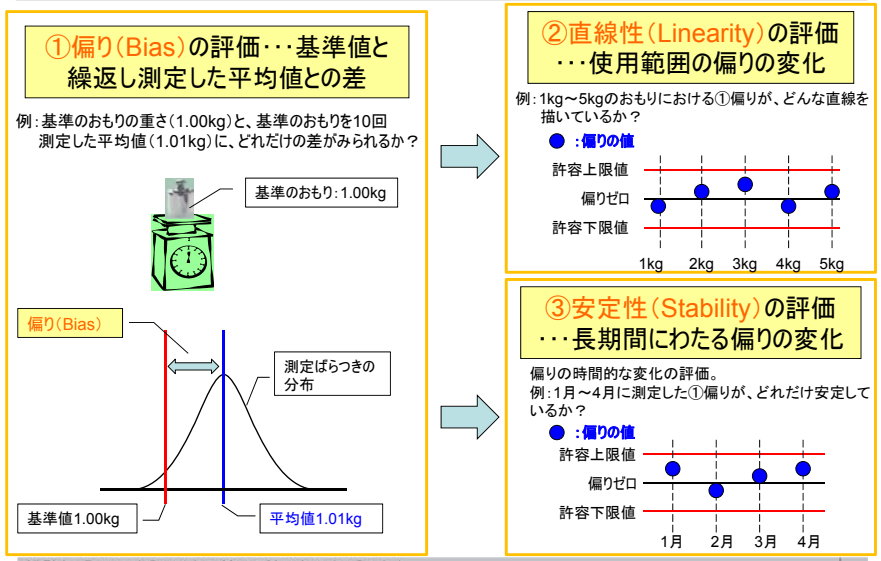
All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

MSAの全体像



All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

偏りに関する評価

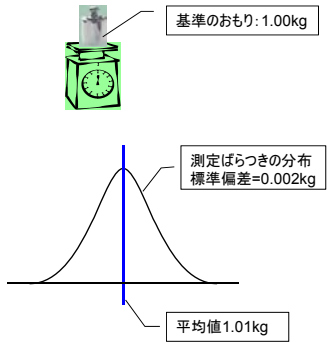


All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

ばらつきに関する評価：EVとAV

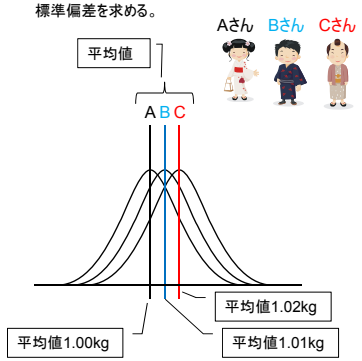
①繰返し性（Repeatability）・・・
繰返し測定の
標準偏差(EV)を求める評価

例：1.00kgのおもりを10回測定したデータから
標準偏差を求める。



②再現性（Reproducibility）・・・
繰返し測定の平均値の
標準偏差(AV)を求める評価

例：A,B,Cの3人で1.00kgのおもりを10回ずつ測定し、
繰返し性を評価したときの、A,B,Cの3人の平均値の
標準偏差を求める。

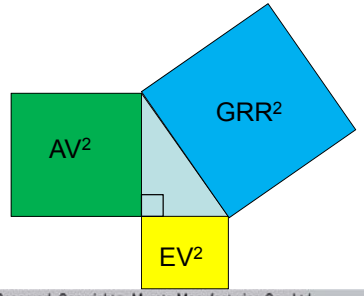


All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

ばらつきに関する評価：GRR

③ GRR（Gage Repeatability and Reproducibility）の評価
・・・①繰返し性の標準偏差（EV）と②再現性の標準偏差（AV）を
合成した標準偏差を求める評価

例：A,B,Cの3人で繰返し性と再現性の評価を行ったとき、
繰返し性の標準偏差（EV）と再現性の標準偏差（AV）を使って
GRR=$\sqrt{(EV^2+AV^2)}$の式で表すことができる。



$GRR^2 = EV^2 + AV^2$
両辺を平方根をとると
$GRR = \sqrt{(EV^2+AV^2)}$

分散の加法性を使用すると、分散の合成と分離が可能になる。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

測定器の校正の不確かさの標準偏差

一般的に測定器の校正の合格範囲は、測定器メーカーの指定しているカタログスペック範囲に入っているかどうかで判断されている。

従って、測定システムに使用している測定器の校正の不確かさの標準偏差σ_Cは、カタログスペックの片側の範囲の$\sqrt{3}$分の1（標準不確かさ）とすることができる。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

MSA（Measurement Systems Analysis）を用いた不確かさの算出の考え方

測定システムの5つの変動源

（1）標準（Standard） → 測定器の校正の不確かさを算出することによって表すことができる。標準偏差σ_C

（2）ワークピース（Workpiece）
（3）装置（Instrument）
（4）人/手順
（Person/Procedure）
→ 測定器の校正の不確かさ以外に関わる不確かさを算出するには、MSAのGRR（Gage Repeatability and Reproducibility）を使用することが有効である。標準偏差σ_{GRR}

（5）環境（Environment） → 安定した環境では他の4つ変動源に比べて小さい。無視しても問題ない。

測定システムの不確かさの標準偏差σ_Sは、測定システムに使用している測定器の校正の不確かさと測定の校正の不確かさ以外の不確かさを合成することによって表すことができる。その式を下記に示す。

$$\sigma_S = \sqrt{(\sigma_C^2 + \sigma_{GRR}^2)}$$

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

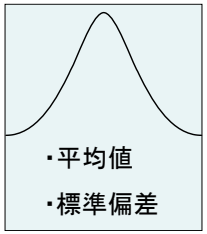
⑤現状の生産工程の問題点

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

現状の生産工程と問題点

現状の生産工程

生産ロット



ロットごとに変化する

検査工程

・製品規格
・検査規格

固定している

＋

・自動層別機の測定ばらつきGRR

経時変化あり

現状

日々の生産で、生産ロットの平均値と標準偏差が変化するので、消費者リスクと生産者リスクは変動する。

問題点

・製品ごとの消費者リスクが把握されていない。
・消費者リスクをどの程度にするか明確でない。
・生産者リスクが把握されていないので、自動層別機での損失が見えない。
・自動層別機の精度改善がどの程度の金額になるか把握できない。

生産工程の管理限界の生産ロットでも標準的な消費者リスクを確保できるように検査規格を設定する必要がある。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

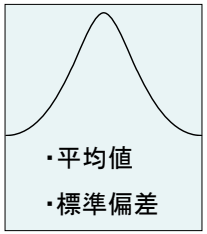
⑥指定した消費者リスク以下にできる検査規格の算出方法

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

生産現場での検査規格の設定の考え方

一定の消費者リスク以下の生産工程

生産ロット



平均値と標準偏差の管理限界を設定

検査工程

・製品規格

固定している

＋

・自動層別機の測定ばらつきGRRの管理限界設定

管理限界（最悪値）でも一定の消費者リスク以下になる検査規格を設定

概要

日々の生産で、生産ロットの平均値と標準偏差が変化しても、一定の消費者リスク以下になる生産工程を実現できる。

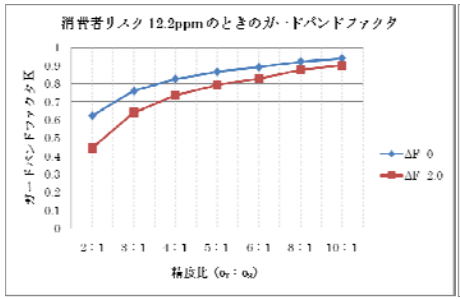
改善できる項目

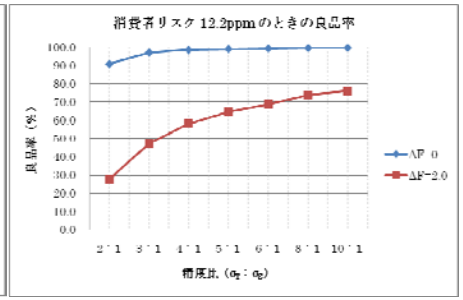
・製品ごとの消費者リスクが把握されている。
・消費者リスクが決定されている。
・生産者リスクが把握され、自動層別機での損失が見る。
・自動層別機の精度改善がどの程度の金額になるか把握できる。

なお、自動層別機は層別前に必ずGRRのチェックを行う。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

Cp=1.0における
ガードバンドファクタと良品率との関係





消費者リスク12.2ppmのとき
ガードバンドファクタKの変化のグラフ

消費者リスク12.2ppmのとき
良品率の変化のグラフ

精度比が大きくなるにつれてガードバンドファクタKが大きくなることによってガードバンドが小さくなるので良品率が向上する。

注）ガードバンドファクタK＝検査規格半値幅／製品規格半値幅、 ΔF＝製品ロットの平均値の管理限界／σ_T

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

指定した消費者リスク以下を実現する測定システムの設計方法

【手順】

（1）製品の管理限界の設定

（2）消費者リスクの決定

（3）測定システムの不確かさの決定（σ_{GRR}の管理限界値とσ_Cとを合成しσ_Sを算出する。）

（4）指定した消費者リスク以下を実現するガードバンドの決定

＊なお、当社ではゼロディフェクトの実現を目指して非常に小さな消費者リスクの値（12.2ppm）を設定し、当社で製造する汎用製品に適用を進めている。従って、当社では、一般的に（2）消費者リスクの決定の項目は省略されている。

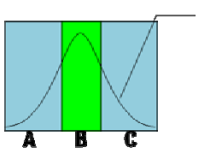
All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

自動層別機のMSAのGRRの算出方法

SMDP[Search MSA's Data Program]を用いたGRRの算出方法

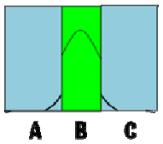
繰返し性の標準偏差EVに対して再現性の標準偏差AVの大きさが1/10以下のものに使用

1回目の選別
（3ランクの選別）



見かけ上の標準偏差TV
$TV=\sqrt{(\sigma_L^2+\sigma_M^2)}$
σ_L^2：ロットの標準偏差
σ_M^2：自動選別機の測定ばらつきの標準偏差（GRR）

2回目の選別
（Bランクの選別）



SMDPの操作

・1回目の選別のA,B,Cのランクの個数と2回目の選別のA,Cランクの個数を入力する。

・二重積分の確率分布計算により、ロットの平均値及び標準偏差と自動選別機の測定ばらつきの標準偏差（GRR）を算出する。

特許出願
・出願番号2011-515983
（登録番号5287985）
・出願番号2011-515984

なお、測定用サンプル数は1000個以上必要。また、測定トラックが複数ある測定システムの測定用サンプル数は、1000×トラック数以上必要。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

指定した消費者リスク以下を実現するガードバンドの決定

CRFP（Consumer Risk Fixed Program）を使用して、指定した消費者リスク以下を実現するガードバンドを設定する。設定手順を下記に示す。

（1）消費者リスクを入力する。

（2）層別する製品の管理図の管理限界の平均値と標準偏差を入力する。

（3）測定システムの不確かさの標準偏差σ_Sを入力する。$\sigma_S=\sqrt{(\sigma_C^2+\sigma_{GRR}^2)}$の式に代入して求めた値を使用する。

（4）CRFPを動作して検査規格を求める。求めた検査規格を安全サイドに丸めるために測定システムの分解能以下の桁について、検査規格下限は切り上げ、検査規格上限は切り捨てにより検査規格の桁を揃える。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

⑦使用するプログラム

・CPRP（Consumer and Producer Risk Program）
・CRFP（Consumer Risk Fixed Program）
・SMDP（Search MSA's Data Program）

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスク、生産者リスク、良品率を求めるCPRPの操作手順のイメージ図

①製品規格と層別規格の入力

	下限	上限
製品規格	990	1010
検査規格	991.000	1009.000
分割回数	200	
製品の平均値	1000.0000	
製品の標準偏差	11.9258	
測定システムの不確かさの標準偏差	0.18260	

②分割回数は200を入力する。

③製品ロットの平均値を入力する。

④製品ロットの標準偏差を入力する。

⑤MSAを用いた不確かさのデータを入力する。

⑥このボタンをクリックしプログラムを動かす。

リスクの計算ppm

	全体	下側のみ	上側のみ
CR(ppm個) : Consumer Risk	4.90600E-06	2.4530E-06	2.45300E-06
PR(ppm個) : Producer Risk	48763.86	24381.93	24381.93
推定良品率（%）	54.95		
推定良品数に対するCR比（ppm）	8.92817E-06		

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

指定した消費者リスクで層別規格を求めるCRFPの操作手順のイメージ図

①製品規格の入力

	下限	上限
製品規格	990	1010
指定された消費者リスクになる検査規格	991.79905	1008.20095
分割回数	200	
製品の平均値	1000.0000	
製品の標準偏差	11.9258	
測定システムの不確かさの標準偏差	0.54654	

②分割回数は200を入力する。

③消費者リスクが最大になる平均値を入力する。

④製品ロットの管理限界のデータを入力する。

⑤管理限界のデータを入力する。

⑦このボタンをクリックしプログラムを動かす。

リスクの計算ppm

	全体	下側のみ	上側のみ
CR(ppm個) : Consumer Risk	3.0000	1.49997E+00	1.49997E+00
PR(ppm個) : Producer Risk	90385.73	45192.87	45192.87
推定良品率（%）	50.79		
推定良品数に対するCR比（ppm）	5.90684		

⑥最大の消費者リスクを指定する。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

自動層別機の特性ばらつきの標準偏差を求めるSMDPの操作手順のイメージ図

①Bランク層別規格の入力

②1回目の層別後の各ランクの個数を入力

	下限	上限	Aランク(個)	Bランク(個)	Cランク(個)
一次層別のBランク規格	1.485	1.515	1521	7056	1423
二次層別のBランク規格	同上の値	同上の値	110	一次B−(A+C)	105
測定サンプルの標準偏差(TV)	0.01430				
測定サンプルの平均値	1.4997				
製品の推定標準偏差(PV)	0.01425				
測定システムの標準偏差(GRR)	0.00118				

③Bランクを2回目層別後にA,Cランクに層別された個数を入力

④このボタンをクリックしプログラムを動かす。

⑤サンプルとGRRの計算結果のデータ。

GRRの計算

	全体	下側のみ	上側のみ
推定の一次層別規格外の個数	100.79	51.59	49.20
推定の一次層別規格内の個数	114.41	58.41	56.00
全体の個数	215.20	110.00	105.19

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

⑧まとめ及び今後の展開

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

まとめ及び今後の展開

（1）3種類のプログラム（CPRP,CRFP,SMDP）を開発することで、指定された消費者リスク以下を確保する測定システム管理を実現した。

（2）上記の測定システム管理を全社（国内、海外事業所）で普及を図る。
①社内講座を開設し、社員教育を実施する。
②生産現場での実践教育を実施する。

（3）測定システムの改善活動の推進を図る。
①測定システムの精度向上を図る。
②測定システムの効率化を図る。
③マーベリックプロダクトの除去を図る。

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

Murata Electronics Thailand の取り組み

（取組内容）

・MSA（Measurement Systems Analysis）関連教育ができる現地インストラクターの育成。

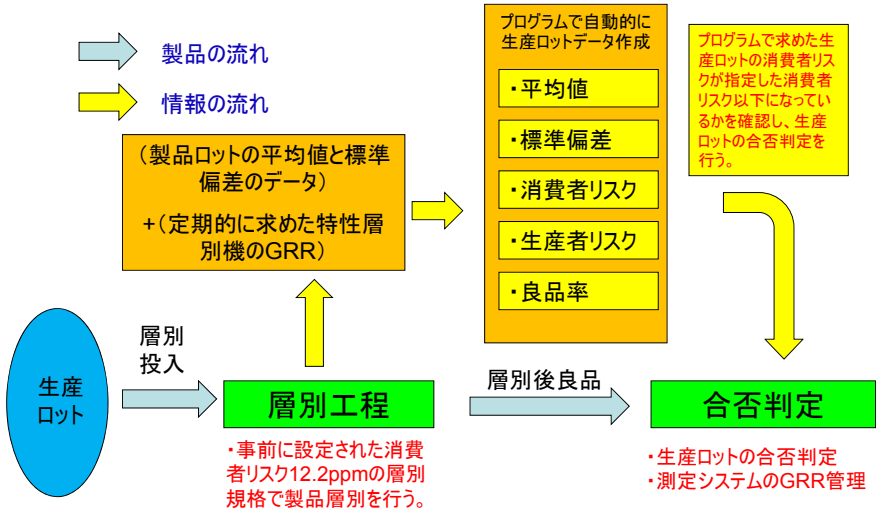
・測定システムのリスク管理ができる人材の育成。

Lecture using power-point materials locally voice inputted

A scene of group discussion

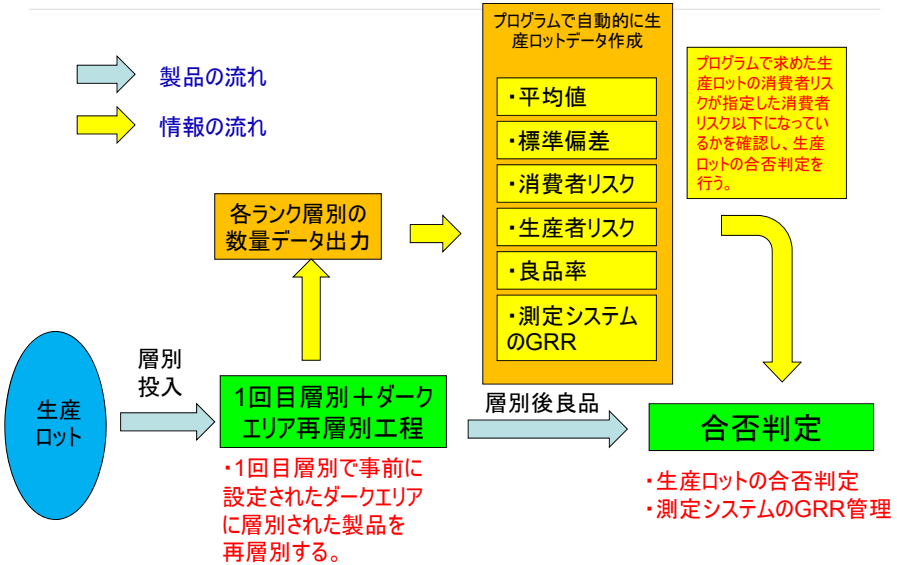
All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

ムラタが目指す第1ステップの層別工程のイメージ



All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

ムラタが目指す第2ステップの層別工程のイメージ



All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

資料：消費者リスク、生産者リスクの計算式（2重積分式）

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

消費者リスクを算出する式

1995 NCSL Workshop & Symposium で発表された論文“Managing Calibration Confidence in the Real World”（David Deaver）で示されている消費者リスクの算出式を下記に示す。

$$CR=\frac{1}{2\pi}\cdot\int_{-\infty}^{-L}\int_{-R(t+K\cdot L)}^{-R(t-K\cdot L)} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}}\,ds\,dt+\frac{1}{2\pi}\cdot\int_{L}^{\infty}\int_{-R(t+K\cdot L)}^{-R(t-K\cdot L)} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}}\,ds\,dt$$

・$R=\sigma_T/\sigma_s$ =製品の標準偏差／測定システムの不確かさの標準偏差
・$L=SL_{UUT}/\sigma_T$=製品規格の半値幅／製品の標準偏差
・$TL=TL_{UUT}/\sigma_T$=検査規格の半値幅／製品の標準偏差
・$K=TL/L=TL_{UUT}/SL_{UUT}$
・K・L=TL
・u＝製品分布の偏り＝製品の平均値－製品規格の中心値
・v＝測定システムの偏り＝繰返し測定の平均値－基準値

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

生産者リスクを算出する式

1995 NCSL Workshop & Symposium で発表された論文“Managing Calibration Confidence in the Real World”（David Deaver）で示されている生産者リスクの算出式を下記に示す。

$$PR=\frac{1}{2\pi}\cdot\int_{-L}^{L}\int_{-\infty}^{-R(t+K\cdot L)} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}}\,ds\,dt+\frac{1}{2\pi}\cdot\int_{-L}^{L}\int_{-R(t-K\cdot L)}^{\infty} e^{-\frac{(t-u)^2+(s-v)^2}{2}}\,ds\,dt$$

・$R=\sigma_T/\sigma_s$ =製品の標準偏差／測定システムの不確かさの標準偏差
・$L=SL_{UUT}/\sigma_T$=製品規格の半値幅／製品の標準偏差
・$TL=TL_{UUT}/\sigma_T$=検査規格の半値幅／製品の標準偏差
・$K=TL/L=TL_{UUT}/SL_{UUT}$
・K・L=TL
・u＝製品分布の偏り＝製品の平均値－製品規格の中心値
・v＝測定システムの偏り＝繰返し測定の平均値－基準値

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.

御清聴ありがとうございました

All Rights Reserved, Copyright© Murata Manufacturing Co., Ltd.