

## 第14回：品質とその管理（2）

- 1．品質管理の概念
- 2．検査と「品質作り込み」
- 3．検査工程の設計
- 4．TQCの概念と実際

東京大学経済学部

藤本隆宏

# 認知された品質と 利益率 (PIMS データ)

仮説:

高い品質 →

高いシェア + 高い価格 →

低い相対コスト →

高い利益率

資料: PIMS Principle

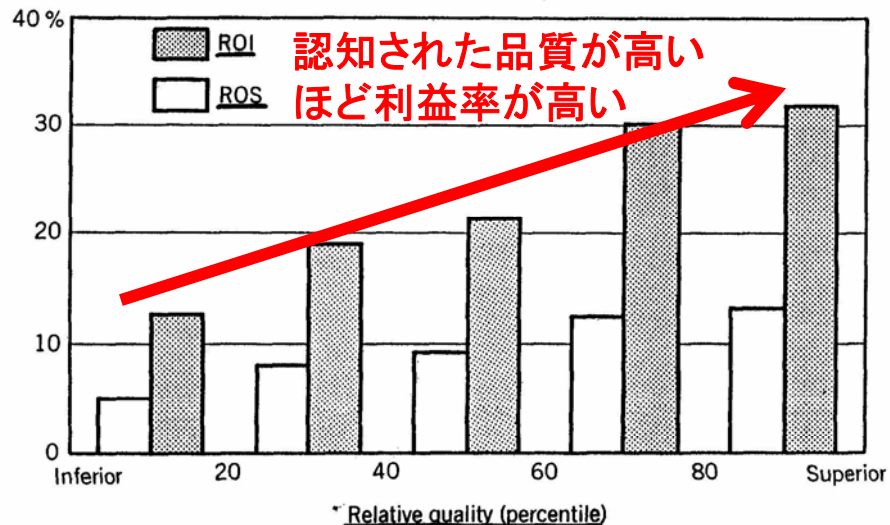


Figure 1.1. Effect of relative quality on return on investment and return on sale

## THE PIMS RESULTS

7

認知された相対品質が高いほど利益率が高い

相対シェアが高いほど利益率が高い

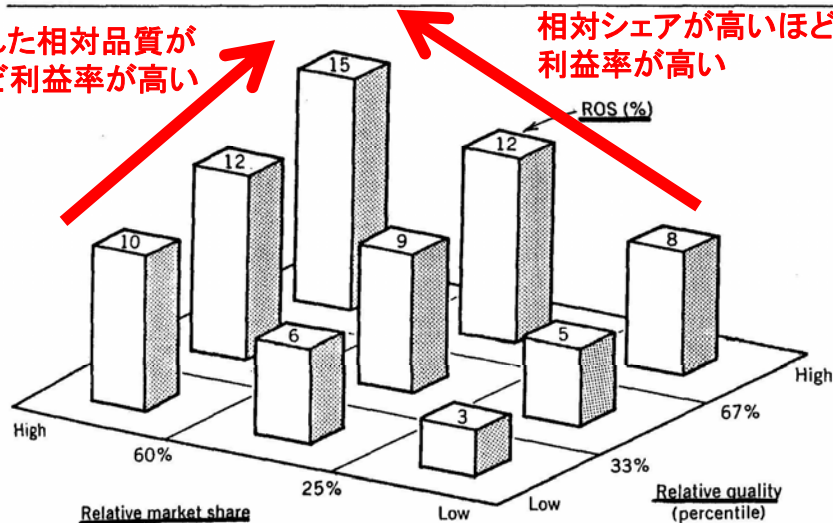


Figure 1.2. Effect of relative quality and relative market share on return on sales.

# 1. 品質管理の概念

## 品質管理の歴史

統計的品質管理 (SQC; Statistical Quality Control)

・・・20世紀アメリカの大量生産体制とともに成立

1924年: ベル研究所の Shewhart による 管理図

1940～50年代: アメリカで SQC の発達

戦後: GHQによる品質管理講習会 (CCS講座)

(デミング、ジュランの来日、指導)

1960年代: 日本は TQC、米国企業は手法の細分化・精緻化へ

# 品質管理とは

- ・総合品質管理・・・「TQ・C」
- ・設計品質管理・・・製品開発そのもの
- ・適合品質管理・・・通常、現場で「品質管理」といえばこれのこと。  
全社的な適合品質管理を**TQC**(T・QC)という  
あるいは「**CWQC**」(Company-Wide Quality Control)

# 管理 …… PDCAサイクル(Plan-Do-Check-Action)

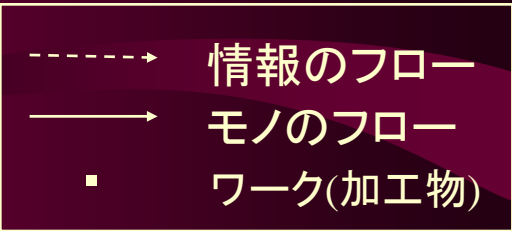


## 2. 検査と「品質作り込み」

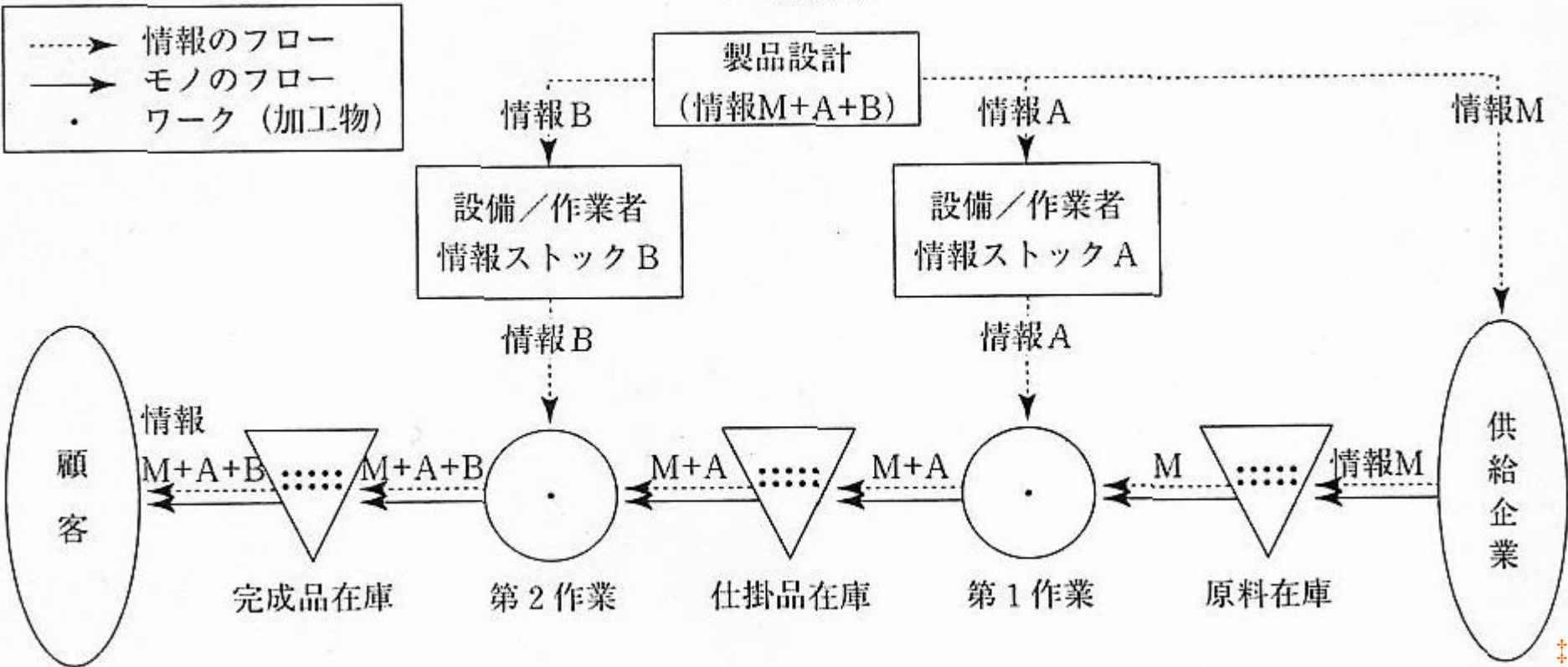
次第に「設計情報の流れ」の発信源にさかのぼって不良を防止する。

- (1) 無検査
- (2) 出荷検査
- (3) 受入検査・工程内検査
- (4) 不良情報のフィードバックと改善
- (5) 一個流し
- (6) 自主検査
- (7) 不良の予防
- (8) ノイズに強い製品設計

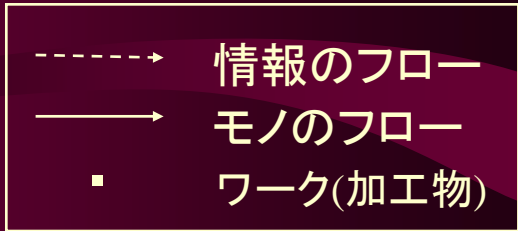
# 検査と作り込み 1 無検査



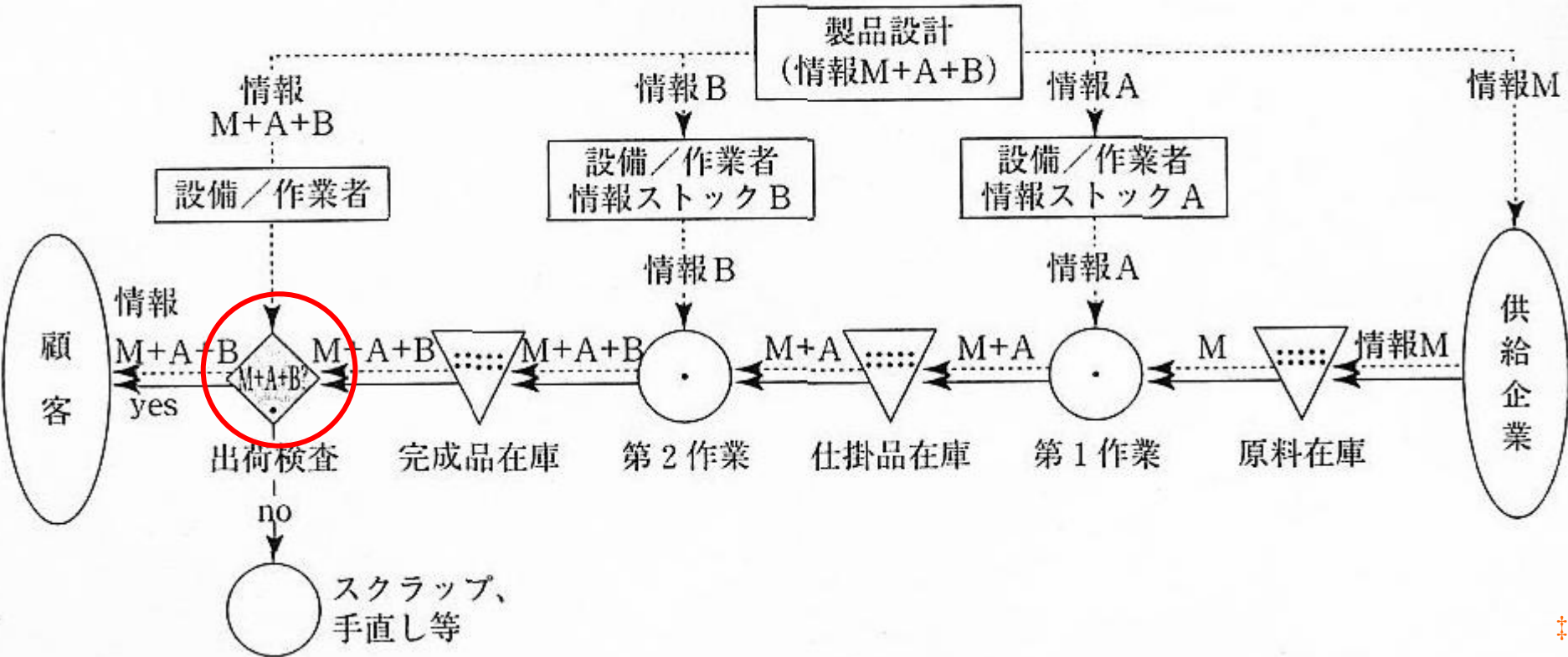
## 1 無検査



# 検査と作り込み 2 出荷検査

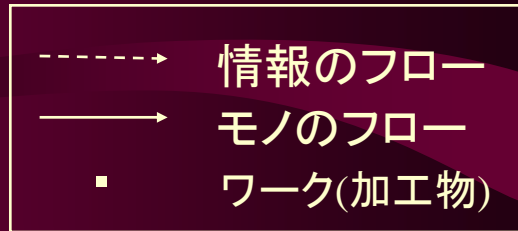


## 2 出荷検査

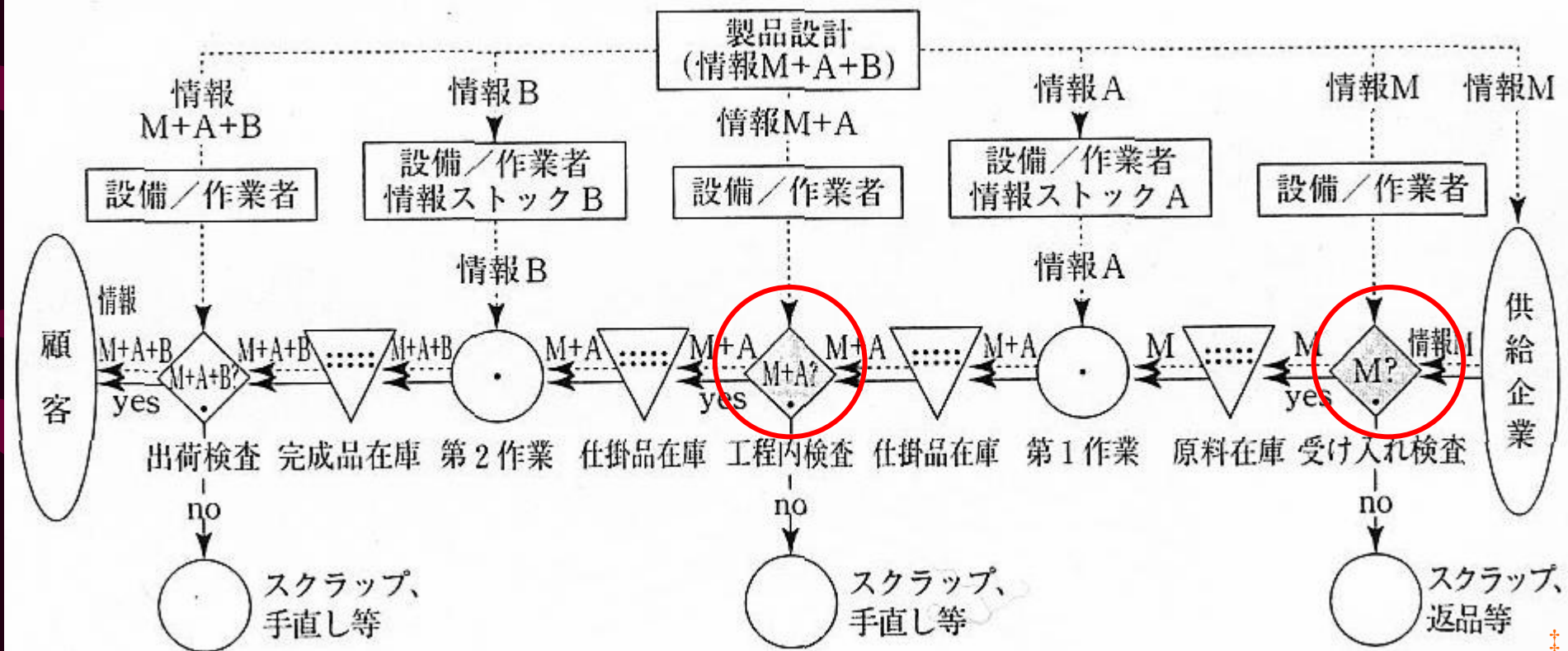


# 検査と作り込み

## 3 受入検査・工程内検査

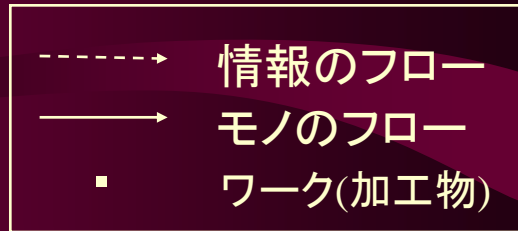


3 受け入れ/工程内検査

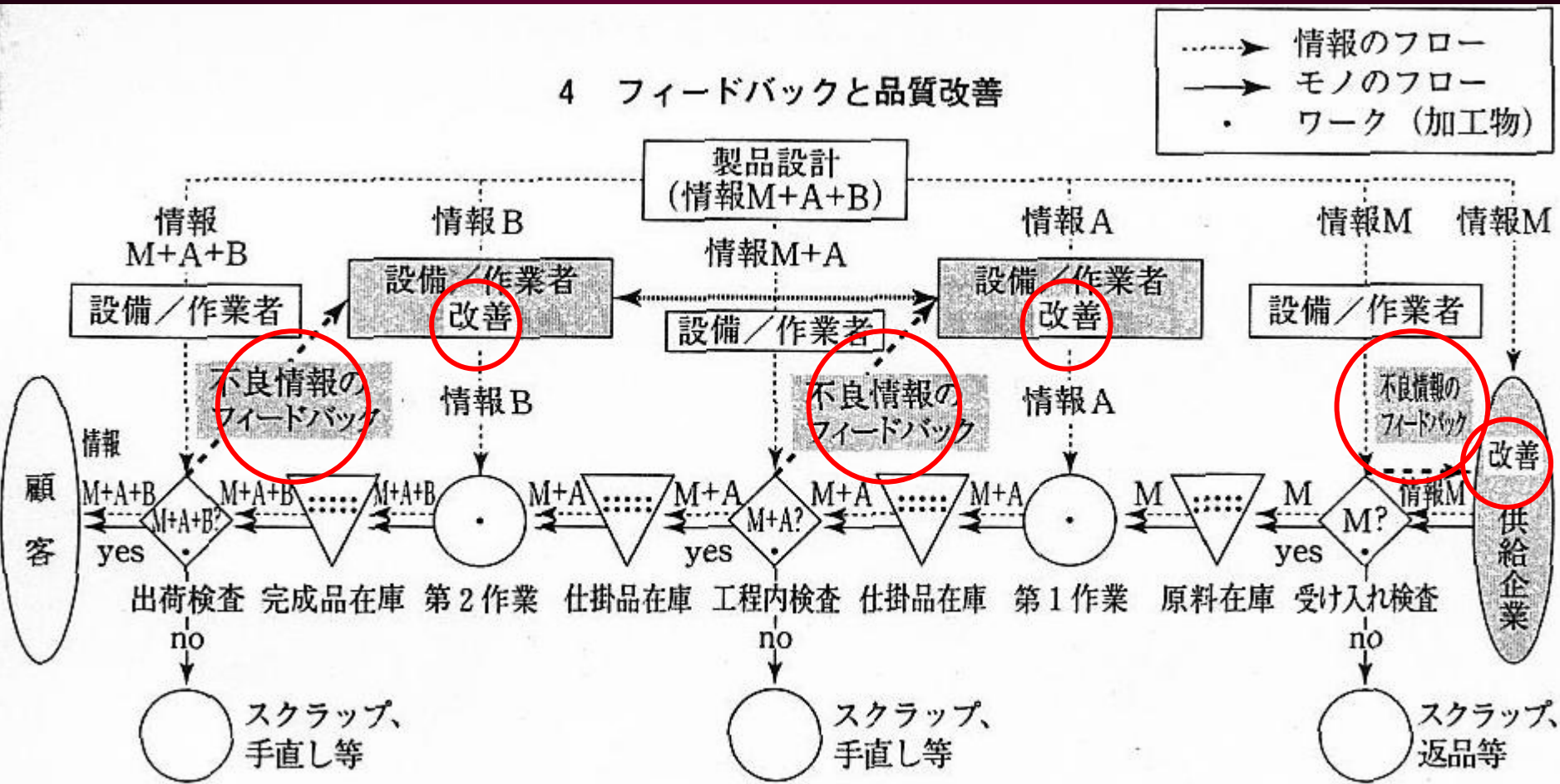


# 検査と作り込み

## 4 フィードバックと品質改善



4 フィードバックと品質改善

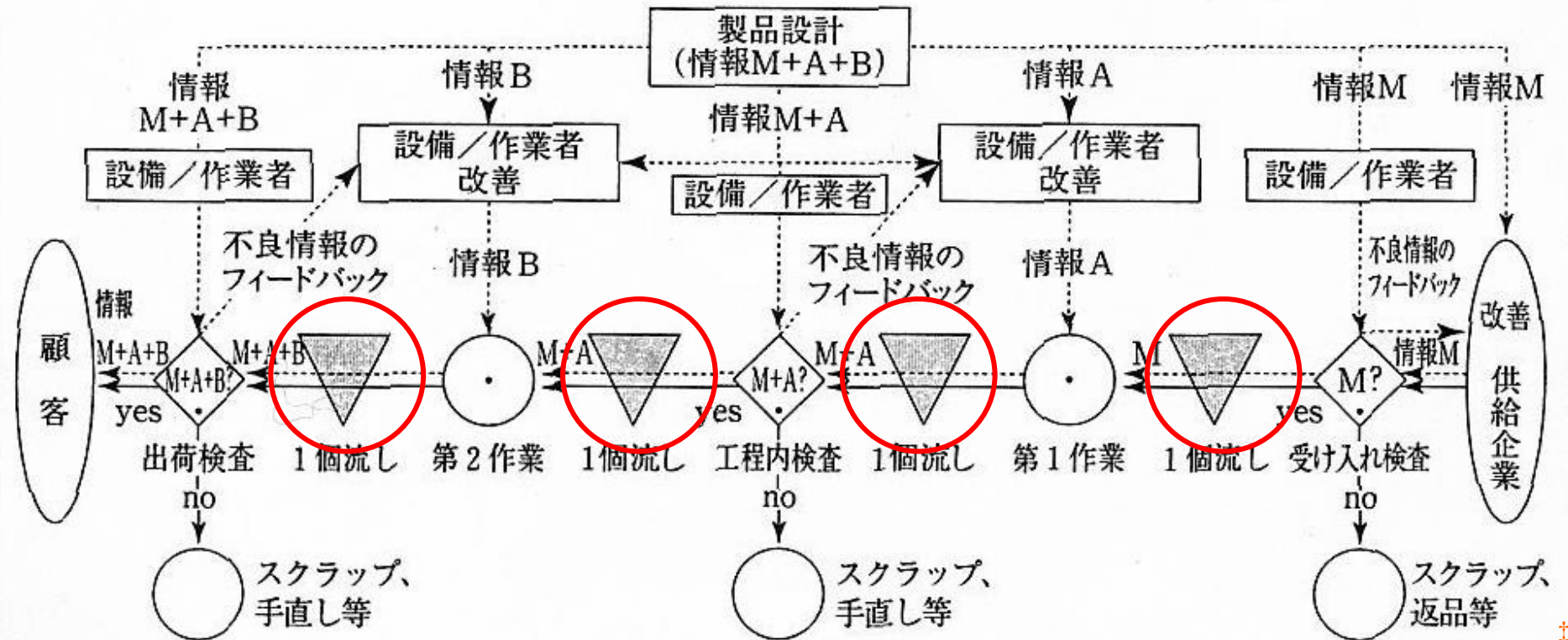


# 検査と作り込み

## 5 1個流し

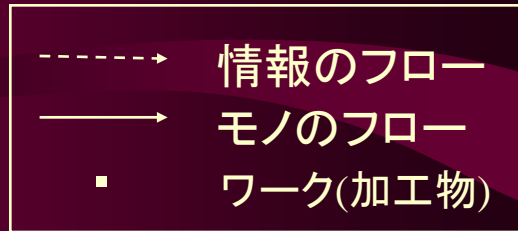
- > 情報のフロー
- > モノのフロー
- ワーク(加工物)

### 5 1個流し

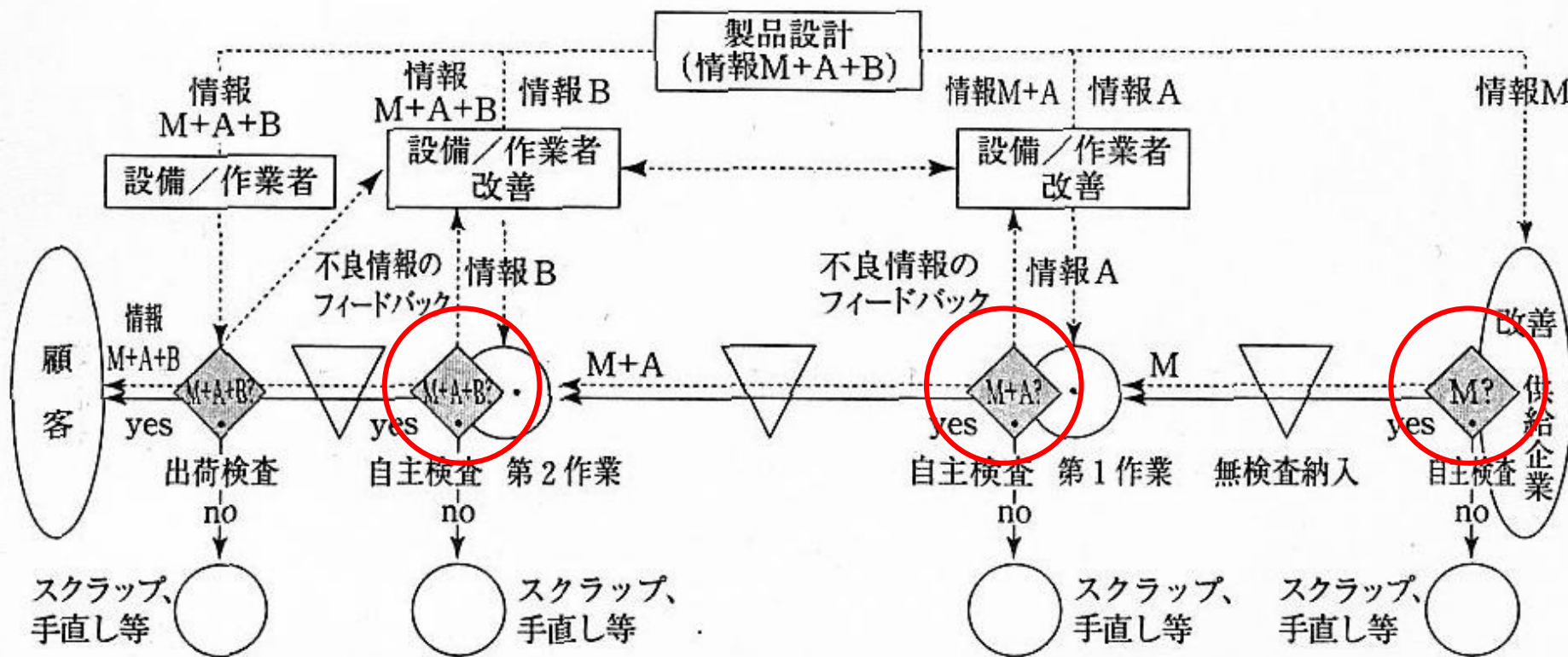


# 検査と作り込み

## 6 自主検査

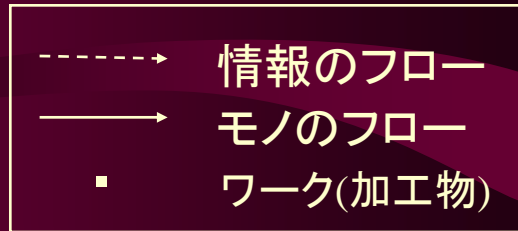


### 6 自主検査

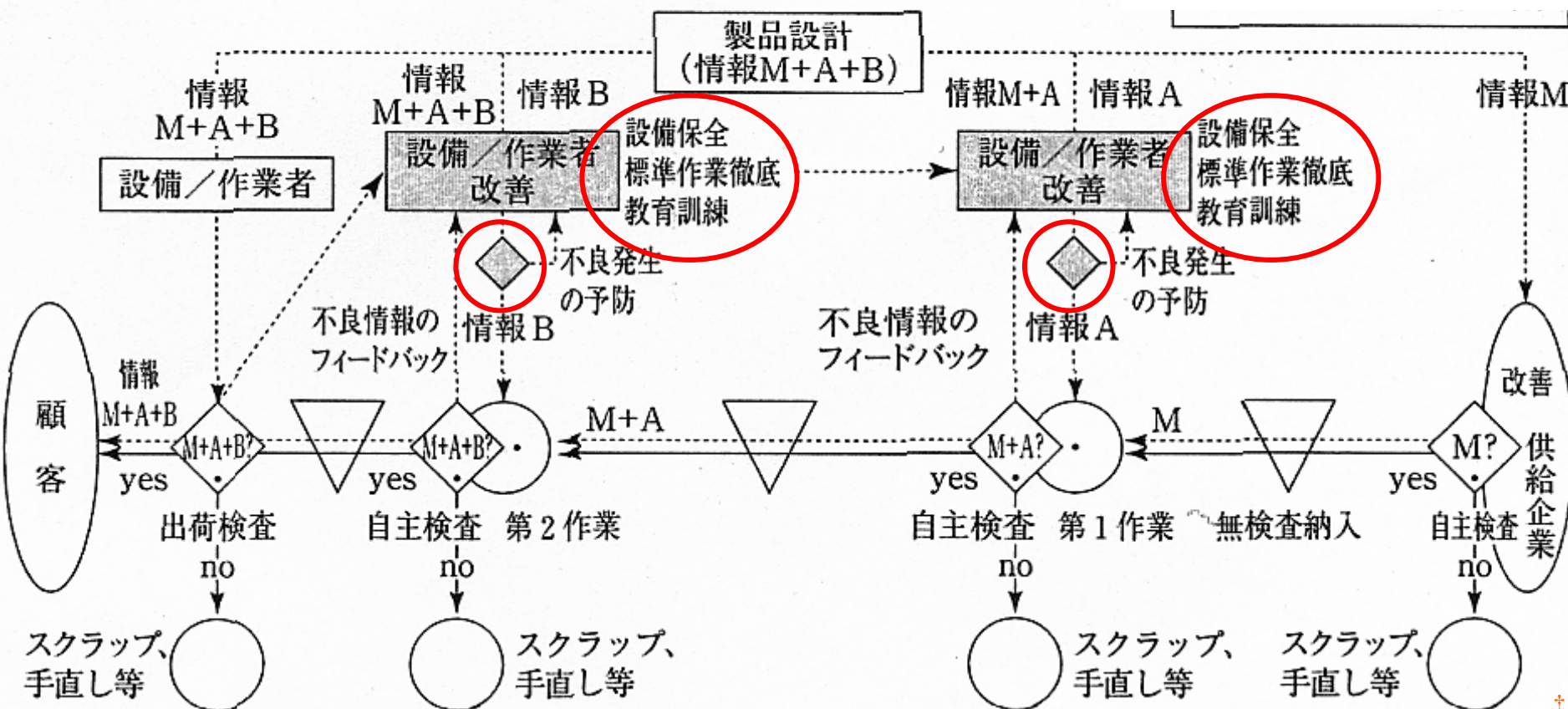


# 検査と作り込み

## 7 不良の予防

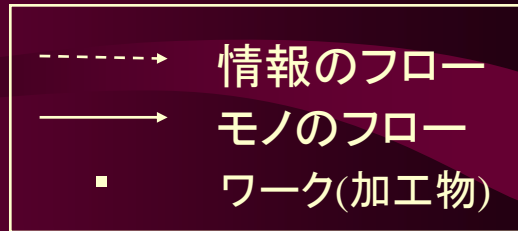


### 7 不良の予防



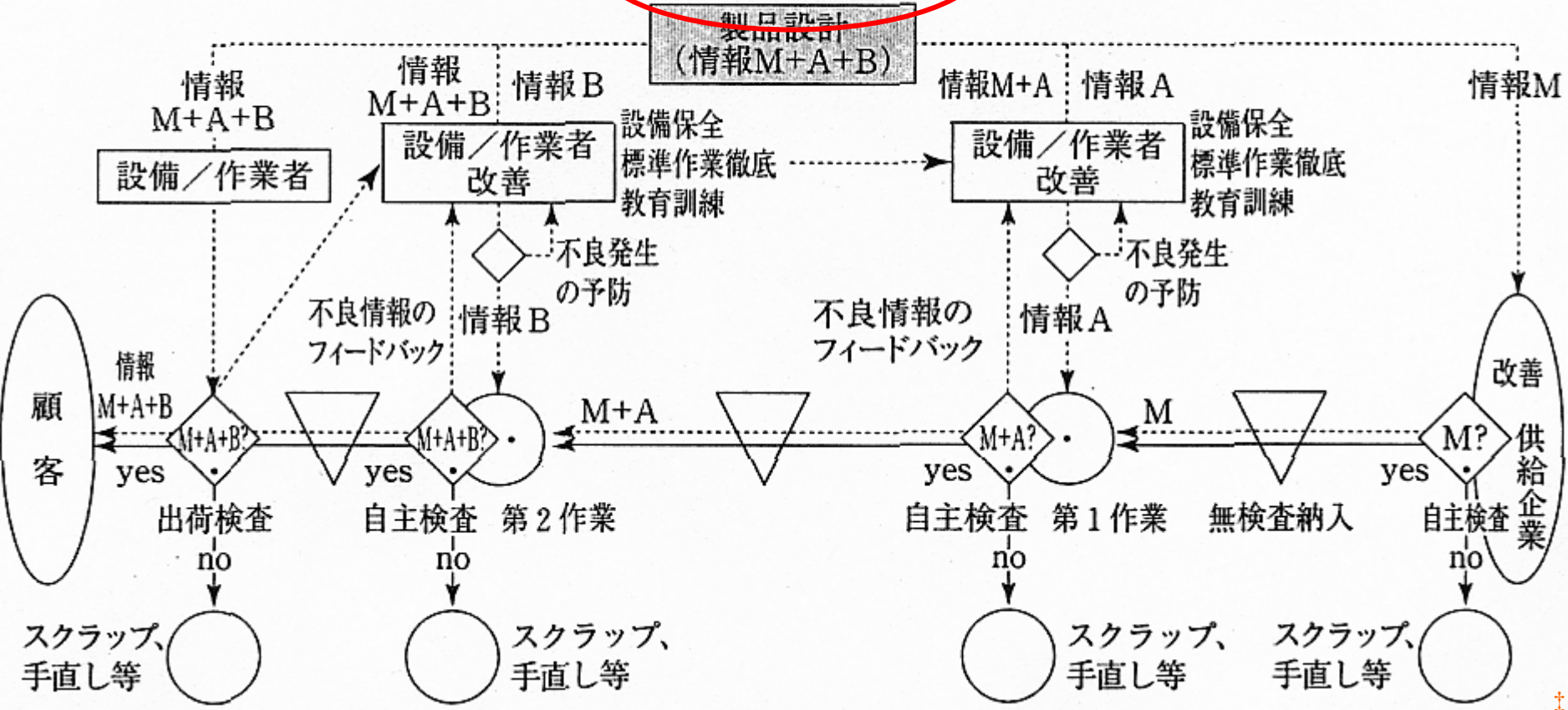
# 検査と作り込み

## 8 ノイズに強い設計



### 8 ノイズに強い製品設計

製造性、信頼性を織り込んだ製品設計  
 製品設計 (情報M+A+B)



### 3. 検査工程の設計

**検査** (inspection) = 品物をなんらかの方法で試験した結果を、  
**品質判定基準**と比較して、  
個々の品物の**良品・不良品**の判定を下し、  
または**ロット判定基準**と比較して、  
**ロットの合格・不合格**の判定を下すこと。

## 検査対象による分類

- (1) 受入検査 …… 購入材料・部品
- (2) 工程内検査 …… 仕掛品
- (3) 出荷検査 …… 完成品

(a) 個別品単位の検査

(b) ロット単位の検査(サンプルのみ検査)

## 検査のための測定データによる分類

- (1) 計数検査・・・良品か不良品かを離散的に判定。
- (2) 計量検査・・・製品属性を連続量として測定。  
その分布と公差により不良率を測定。

## 不良品の扱い方による分類

スクラップ、リサイクル、リワーク(手直し)、他。

# 検査の頻度・密度による分類

- (1) 全数検査
- (2) ロットの最初と最後のサンプル検査
- (3) 抜き取り検査(計数型)

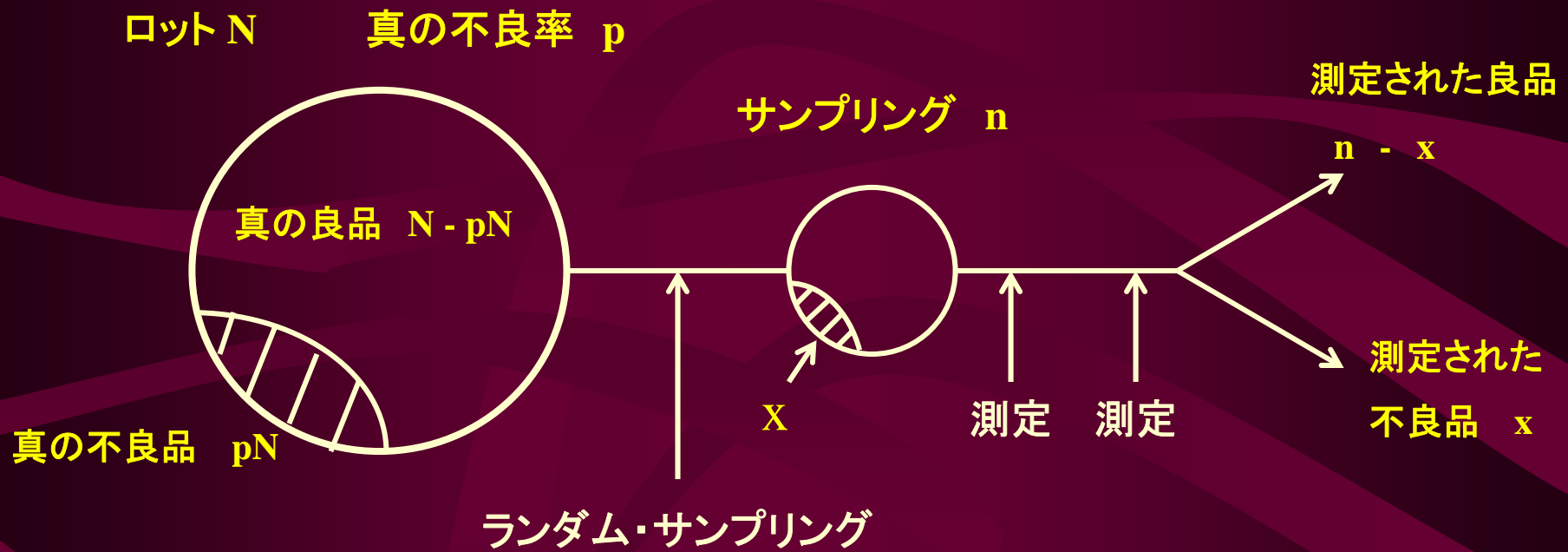
ロット(N)からランダムに  $n$  個を抽出。その中の不良数が合格判定基準( $c$ )を超えるならばロット全体を不合格とし、以下ならロット全体を合格にする。

- (4) 管理図による検査(計量的な抜き取り検査)

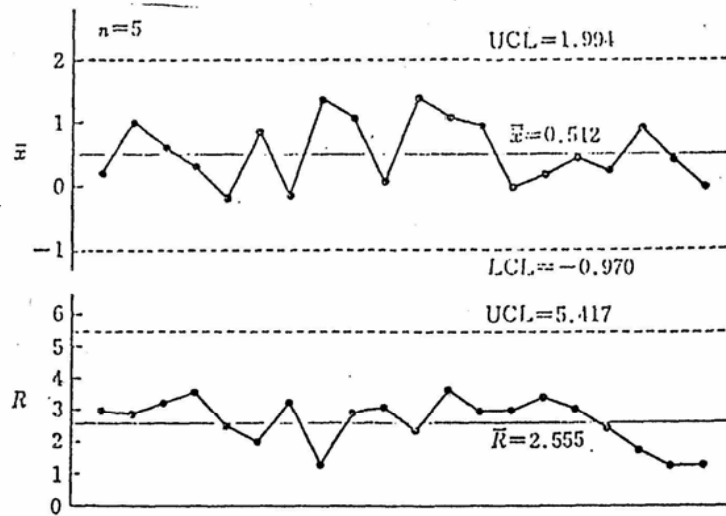
管理図(control chart) = 異常原因を偶然原因と区別。

前者の改善に集中。

# 計数抜取検査の方法



# x-R管理図の例 (粉末の充填量:単位グラム)



注：基本的なデータと管理限界の計算根拠は以下の通り。

観測1回当たりのサンプル数 ( $n$ ) = 5

観測回数 20回

サンプルの平均  $\bar{x}$  の平均 ( $\bar{\bar{x}}$ ) = 0.512

範囲 ( $R$ ) の平均 ( $\bar{R}$ ) = 2.555

以上から推定される母集団の標準偏差 =  $2.555 \div 2.326 = 1.10$

これに対応する  $\bar{x}$  の上方管理限界 =  $0.512 + 2.555 \times 0.577 = 1.994$

これに対応する  $\bar{x}$  の下方管理限界 =  $0.512 - 2.555 \times 0.577 = -0.970$

範囲 ( $R$ ) の上方管理限界 =  $2.555 \times 2.115 = 5.417$

係数 (2.326, 0.577, 2.115) は、管理図用係数表の「 $n=5$ 」の欄から引用した。

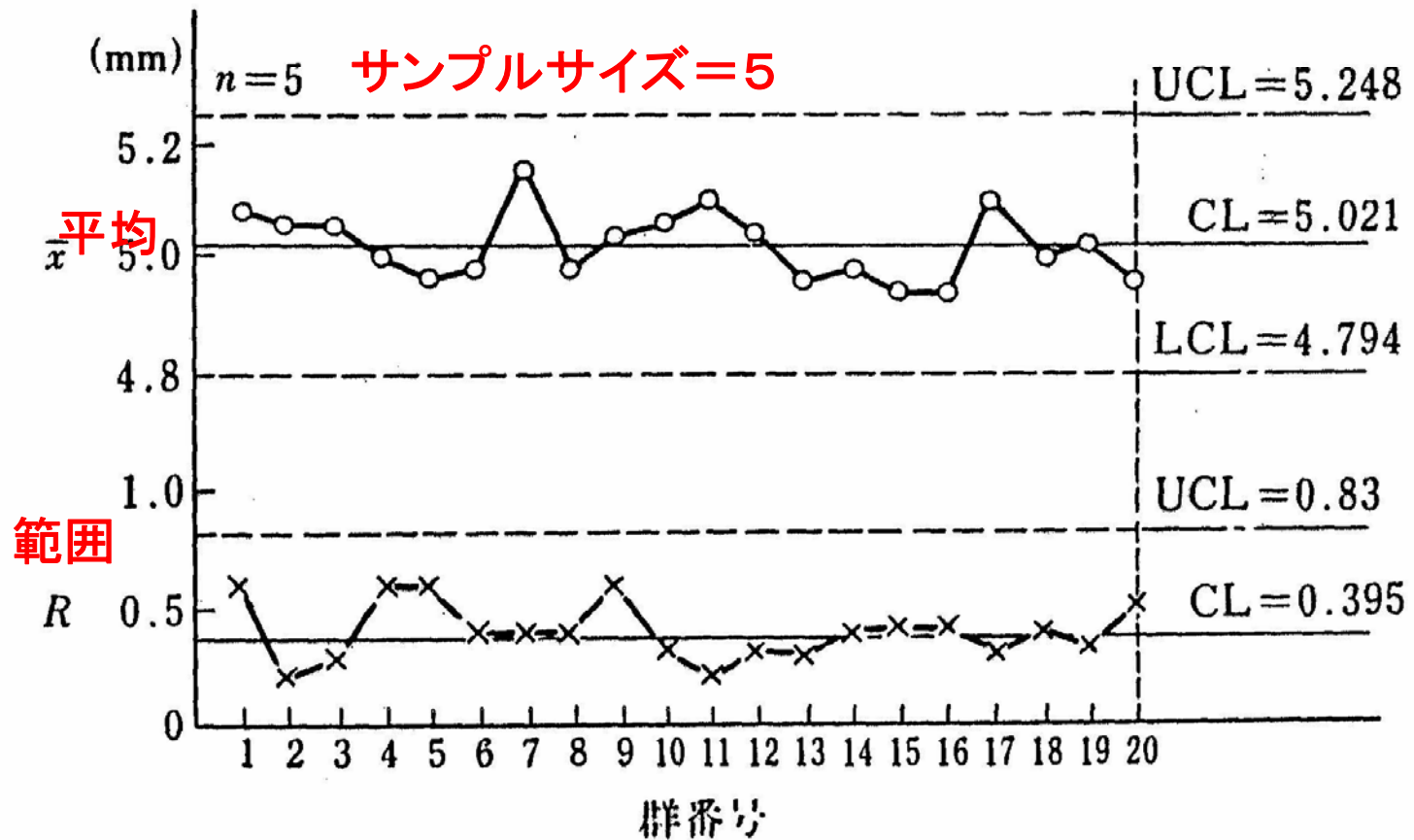
資料：武川洋三『理工系学生・技術者のための品質管理』日科技連。

管理限界算出の統計的根拠についても同書を参照されたい。

# x-R管理図の例

$\bar{x}$ -R管理図

PC 2号機  
ゴム板 #500



# X-R管理図 ... データシート

表 5.5  $\bar{x}$ -R 管理図 データ・シート

$\bar{x}$ -R 管理図データ・シート

品名 : ゴム板 # 500      サンプルング日時 : 9/1~9/12  
 品質特性 : 厚さ      測定者 : KK  
 サンプルング場所 : PC 2号機      **5個サンプルング**

平均      範囲

群番号	日付	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$\bar{x}$	R
1	9/1	4.6	5.2	5.2	5.2	5.2	5.08	0.6
2		5.0	5.1	5.2	5.0	5.0	5.06	0.2
3	2	5.2	5.0	5.1	4.9	5.1	5.06	0.3
4		4.9	4.9	4.7	5.3	5.2	5.00	0.6
5	4	4.7	5.3	4.9	5.0	4.9	4.96	0.6
6		5.2	5.0	5.0	4.9	4.8	4.98	0.4
7	5	4.9	5.2	5.3	5.2	5.2	5.16	0.4
8		5.2	4.8	5.2	4.9	4.8	4.98	0.4
9	6	5.2	4.9	4.9	5.4	4.8	5.04	0.6
10		4.9	5.2	5.2	4.9	5.1	5.06	0.3
11	7	5.0	5.0	5.2	5.1	5.2	5.10	0.2
12		5.2	5.1	5.0	5.0	4.9	5.04	0.3
13	8	4.8	5.0	5.1	5.1	4.8	4.96	0.3
14		5.2	4.8	4.8	5.1	5.0	4.98	0.4
15	9	4.8	4.8	4.8	5.2	5.1	4.94	0.4
16		5.1	5.0	5.1	4.8	4.7	4.94	0.4
17	11	5.2	5.0	5.2	5.2	4.9	5.10	0.3
18		5.2	5.2	4.9	4.9	4.8	5.00	0.4
19	12	4.9	5.1	5.2	5.0	4.9	5.02	0.3
20		4.6	5.1	5.0	5.1	5.0	4.96	0.5
合計							100.42	7.9
平均							$\bar{\bar{x}} = 5.021$	$\bar{R} = 0.395$

# 検査設計と品質コスト

無検査 ... 検査コストはゼロ。不良対応コストのみ。

抜取検査 ... 抜取検査のコスト +  
検査で合格したロットから出る不良のコスト +  
検査不合格のロットを全数検査するコスト

全数検査 ... 全数検査のコストのみ。不良対応コストはゼロ。

「不良率 = 単位検査コスト / 単位不良コスト」がブレークイーブン

① 無検査  $C = N p F$

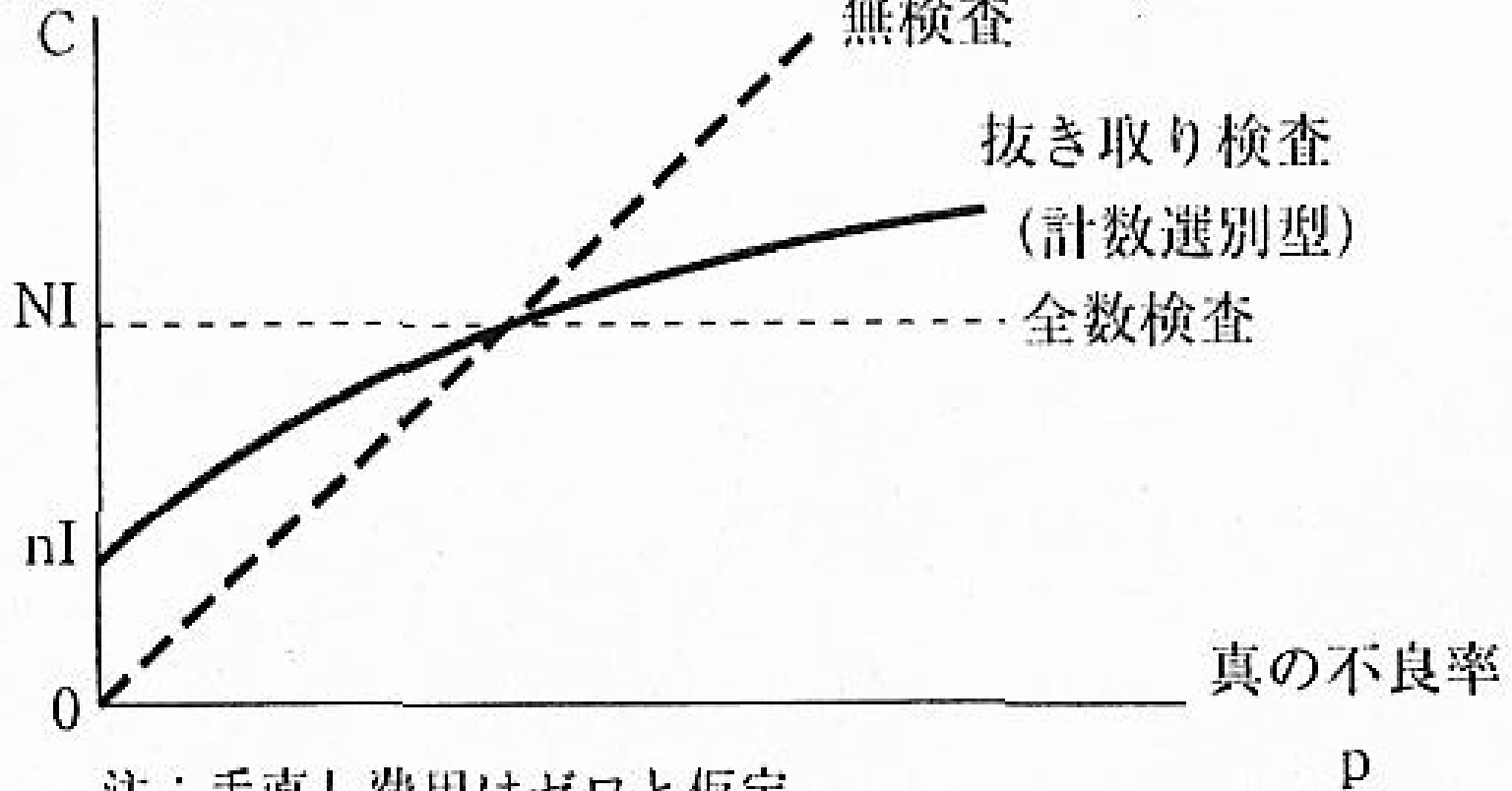
② 抜取検査  $C = n I + g (N - n) p F + (1 - g) (N - n) I$

③ 全数検査  $C = N \cdot I$

②と③のブレークイーブン点:  $p = I / F$

# 検査方法と品質コスト

検査/不良コスト



注：手直し費用はゼロと仮定。

## 抜取検査の設計・・・

真の不良率 ( $p$ ) と ロットの合格率 の関係をグラフでみる。

### (1) AQL (Acceptable Quality Level) :

「せっかく真の不良率の低いロットだったのに、間違っ  
て不合格にされるのは困る」というメーカー側の都合。  
(5%が目安)

### (2) 生産者リスク :

AQLレベルのロットの不合格率は多くともこのレベルを  
超えてほしくない(5%が目安)

### (3) LTPD (Lot Tolerance Percent Defective) :

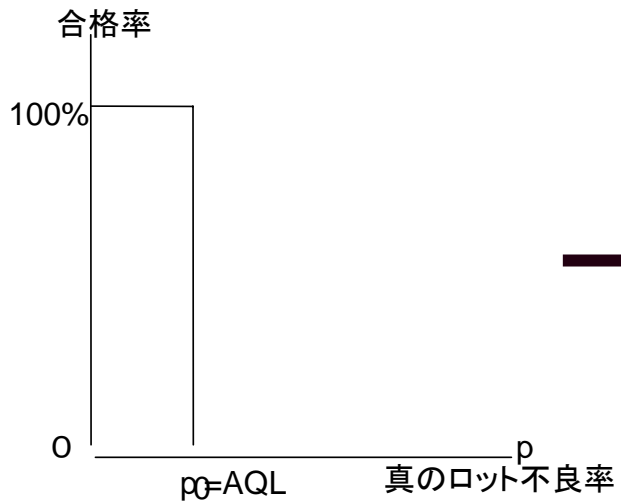
真の不良率がこれ以上のロットを合格にすることは、  
消費者の立場からは容認できない。

### (4) 消費者リスク :

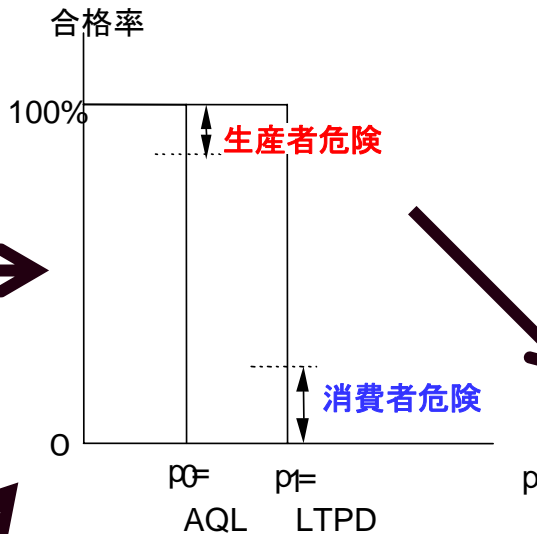
LTPDレベルのロットが間違っ  
て合格になる確率はこれ以下に。

# 抜取検査の設計

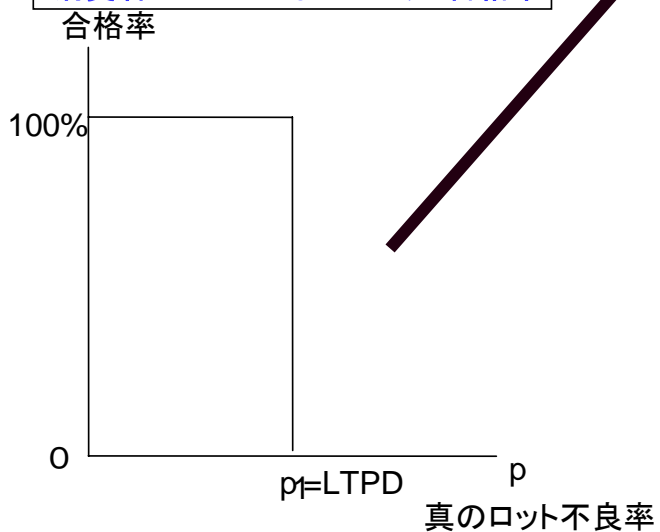
生産者にとって望ましいロット合格率



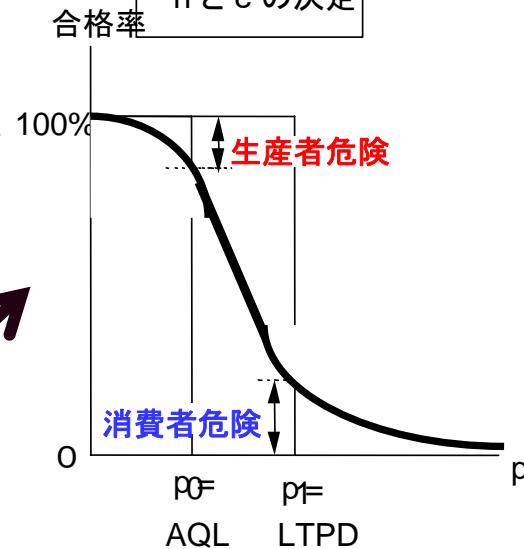
生産者危険と消費者危険



消費者にとって望ましいロット合格率



nとcの決定



OC曲線

$Pr(x \leq c)$

n個抽出  
不良  $x$  が  $c$  個  
以下なら合格

OC曲線がこのような  
ように、 $n$ と $c$ を選ぶ

## 検査特性曲線 (OC曲線; Operating Characteristic Curve)

真の不良率が  $p$  の母集団から  $n$  個抽出したとき、

不良品が  $x$  個混じっている確率  $\Pr(x)$  は、2項分布に従う。

不良品数が  $c$  個以下ならそのロットを合格にするルールなら、

合格率  $= \Pr(x \leq c)$  は、2項分布の累積確率で表わせる。

この合格率カーブ(2項分布の累積確率)が「OC曲線」。

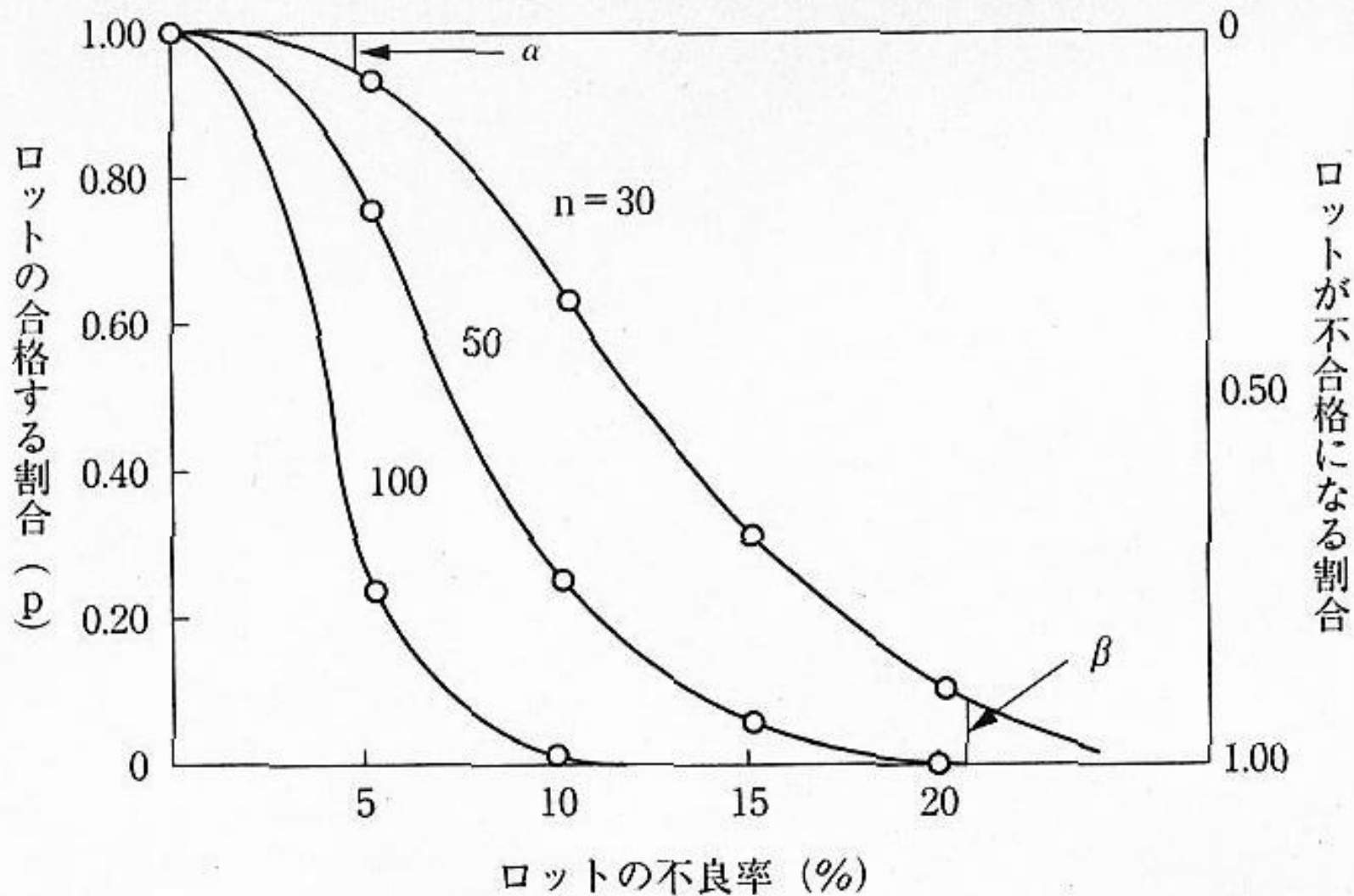
$n$  と  $c$  が決まれば、OC曲線の形が決まる。

逆に、AQL, LTPD, 生産者リスク、消費者リスクが決まれば、

2点 (AQL, 生産者リスク) と (LTPD, 消費者リスク)

を通過するOC曲線と、それに対応する  $n$  と  $c$  が決まる。

## サンプルサイズ (n) とOC曲線の形状



注：母集団 (N) は1000、 $c=3$ を仮定している。

†

## 4. TQCの概念と実際

### (1) 伝統的なSQC …

検査設計の最適化を重視(あるレベルの不良率を前提)

管理図、抜取検査、実験計画など

### (2) JIT/TQC的な生産思想 … 工程能力改善

「品質作り込み」「工程内全数検査」を重視。

- (1) そもそも不良を出さない;
- (2) 不良をステーション外に出さない;
- (3) ステーション外の不良はなるべく早期に把握する;
- (4) 不良の根本原因を迅速に見つけて改善。

# TQC (全社的品質管理)

日本のTQCはCWQC (Company-Wide Quality Control)

概念的にはアメリカ発 (Feigenbaum ら) → 日本で発展

その特徴は・・・

- ・ 全社的活動 (全階層・全部門)
- ・ 継続的な改善 (問題解決)
- ・ 小集団活動 (QCサークル)
- ・ 統計的手法の現場での活用 (「QC七つ道具」など)
- ・ 教育・訓練の重視
- ・ 企業横断的な 普及組織  
(日科技連、能率協会、日本規格協会、生産性本部)

# QCサークル

## 小集団活動の一種

「同じ職場内で品質管理活動を自主的に行なう小グループ」

10人前後のことが多い。

リーダーを決めて月に何回かのペースで集まる。

QC手法を使い、**全員参加**で**継続的改善活動**。

発表活動、表彰制度

# QCサークル発表会



● 効率アツプを  
目指して  
可能性無限大！

じっくり取り組む



グループ名：「炎」

## 例：岩屋磁器のQCサークル



グループ名：「ワッパ」

『湿式ボール選別ラインの  
トラブル防止』  
グループ名 ワッパ（西有田工場）

湿式ボールの選別ラインも合理化され  
無人で出来るようになりましたが、どう  
してもトラブルが多く制作ラインから選  
別ラインまで40メートル位離れている  
事もあって一人の作業者では大変な作業  
です。

そこで「一つでも作業者が楽になるこ  
とはないか？」これが今回のテーマの選  
定でした。幸いに私達のグループに鉄工  
技術をもつ人がいたので自分達の手で実  
施する事が出来ました。今回の防止もま  
だ一部分の防止にしかすぎません。これ  
からも「作業者が楽な作業が出来るには」  
と考え、活動していきたいと思えます。

# QCストーリー

## 定型的な問題解決手順（ルーチン）

テーマ

テーマを取り上げた理由

現状把握

要因分析

対策

効果確認

歯止め（成果の維持・再発防止）

残された課題と今後の進めかた（フォローアップ）

「シックスシグマ」のMAIC法（measure-analyze-improve-control）も同様

# QC七つ道具

パレート図、特性要因図(魚の骨図)、ヒストグラム、  
チェックシート、管理図、散布図、層別

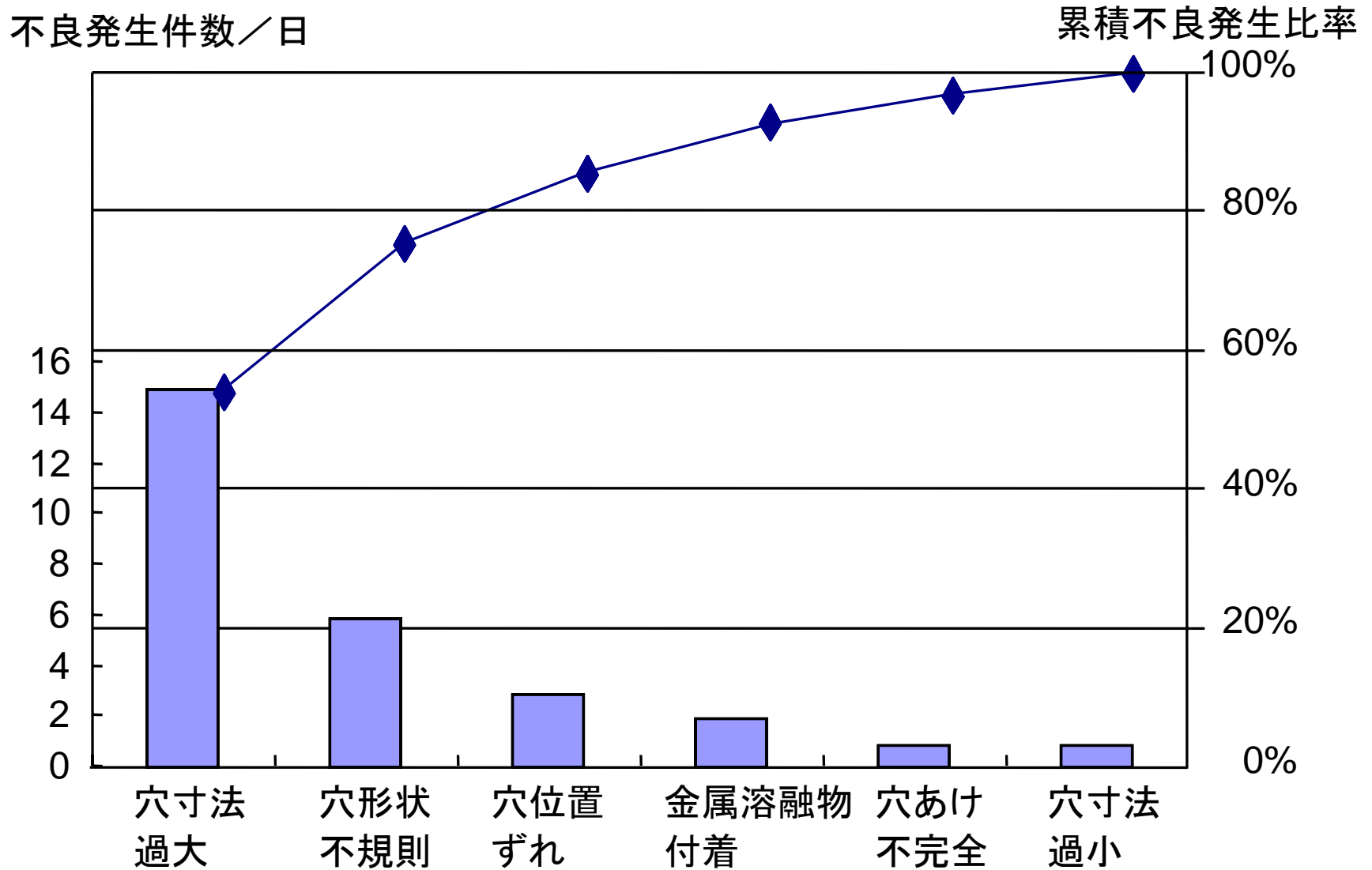
その特徴は・・・

- (1) シンプルで分かりやすい
- (2) グラフィック (目で見える管理)
- (3) 問題解決・改善指向

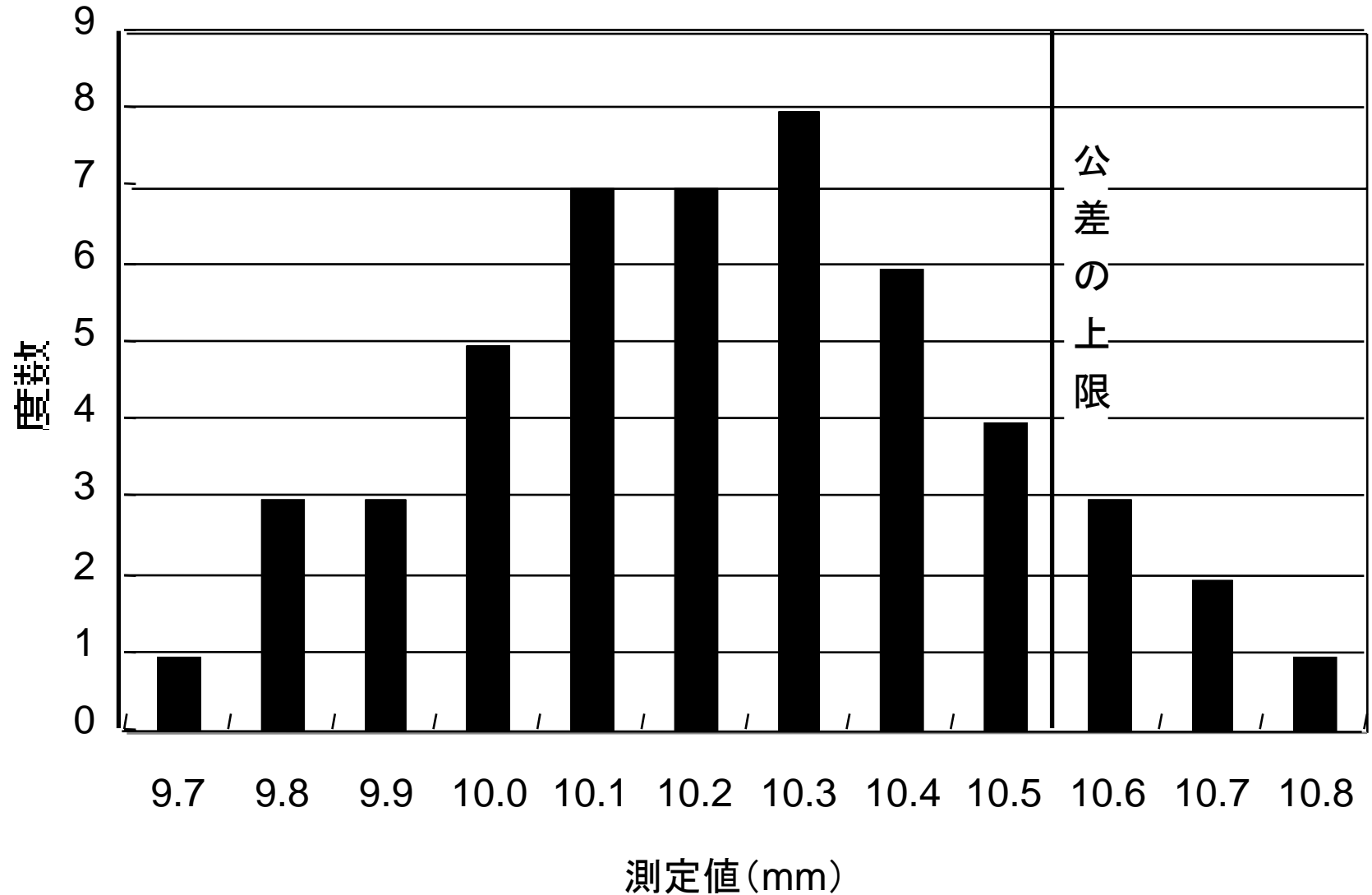
統計分析の道具を、専門家の独占物としない。現場での利用。

# 数値例：要因別の不良発生件数および累積比率（パレート図）

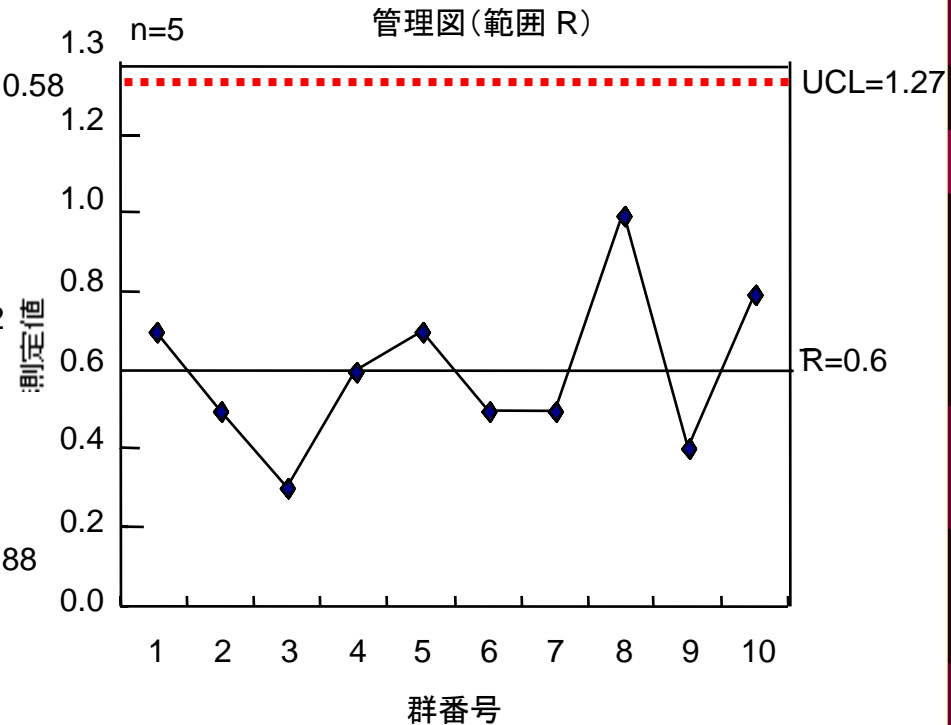
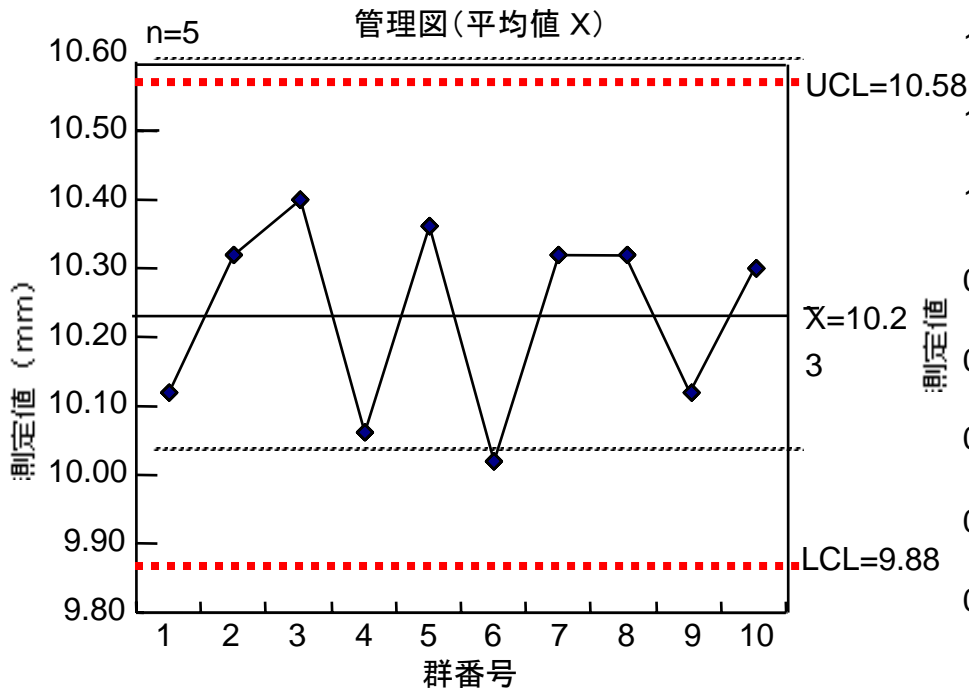
## …穴寸法の過大が最大の問題



# 数値例： 測定値の分布(ヒストグラム) ……上に公差オーバー



# 数値例: $\bar{x}$ -R管理図 ...問題なし



注: 基本的なデータと管理限界の計算根拠は以下の通り。

観測1回当たりのサンプル数(n)=5

観測回数10回

サンプルの平均  $\bar{x}$  の平均( $\bar{\bar{x}}$ )=10.23

範囲(R)の平均( $\bar{R}$ )=0.6

以上から推定される母集団の標準偏差=0.6÷2.326=0.26

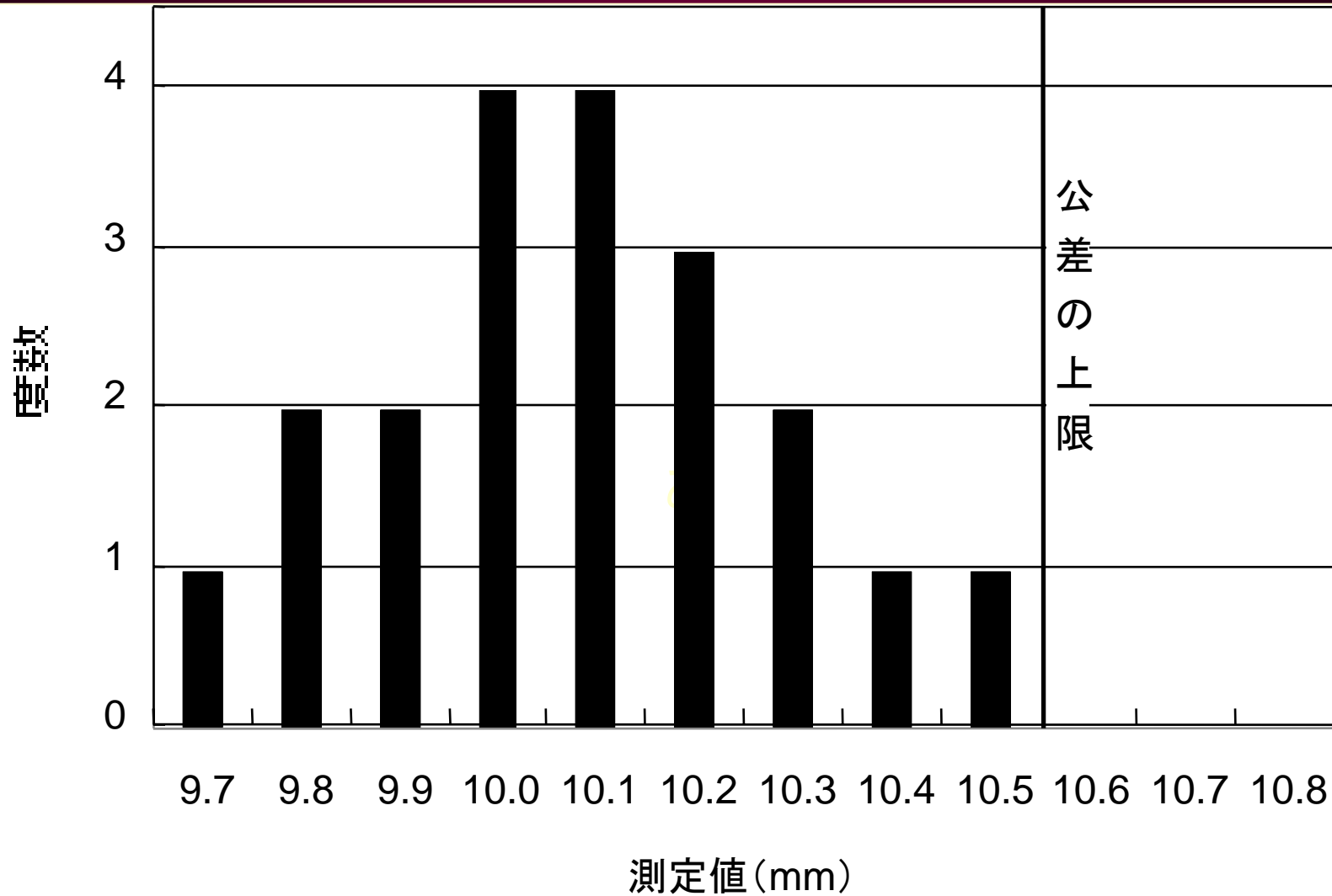
これに対応する  $\bar{x}$  の上方管理限界=10.23 + 0.6 × 0.577 = 10.58

これに対応する  $\bar{x}$  の下方管理限界=10.23 - 0.6 × 0.577 = 9.88

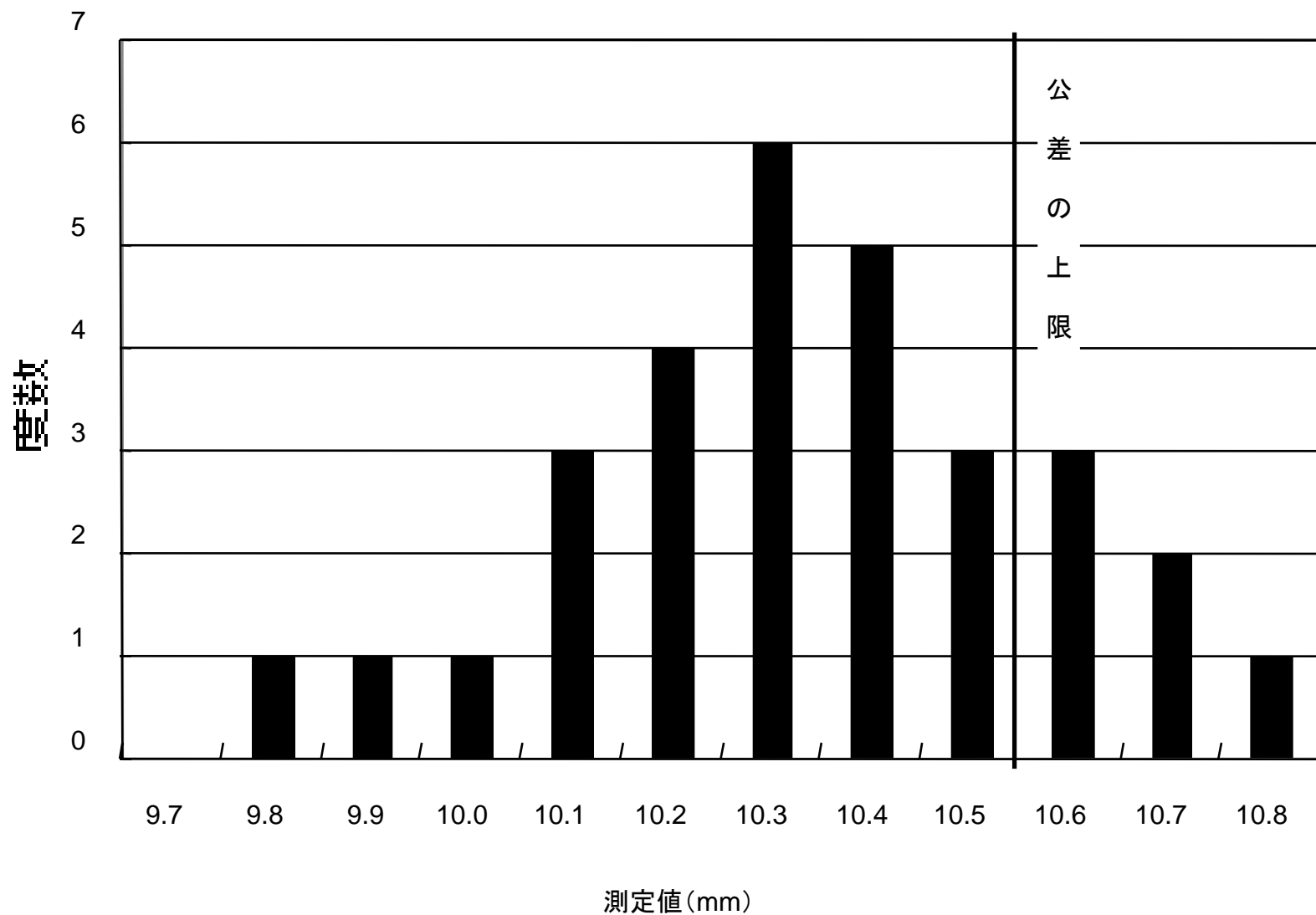
範囲(R)の上方管理限界=0.6 × 2.115 = 1.27

係数(2.326, 0.577, 2.115)は、管理図用係数表の「n=5」の欄から引用した。

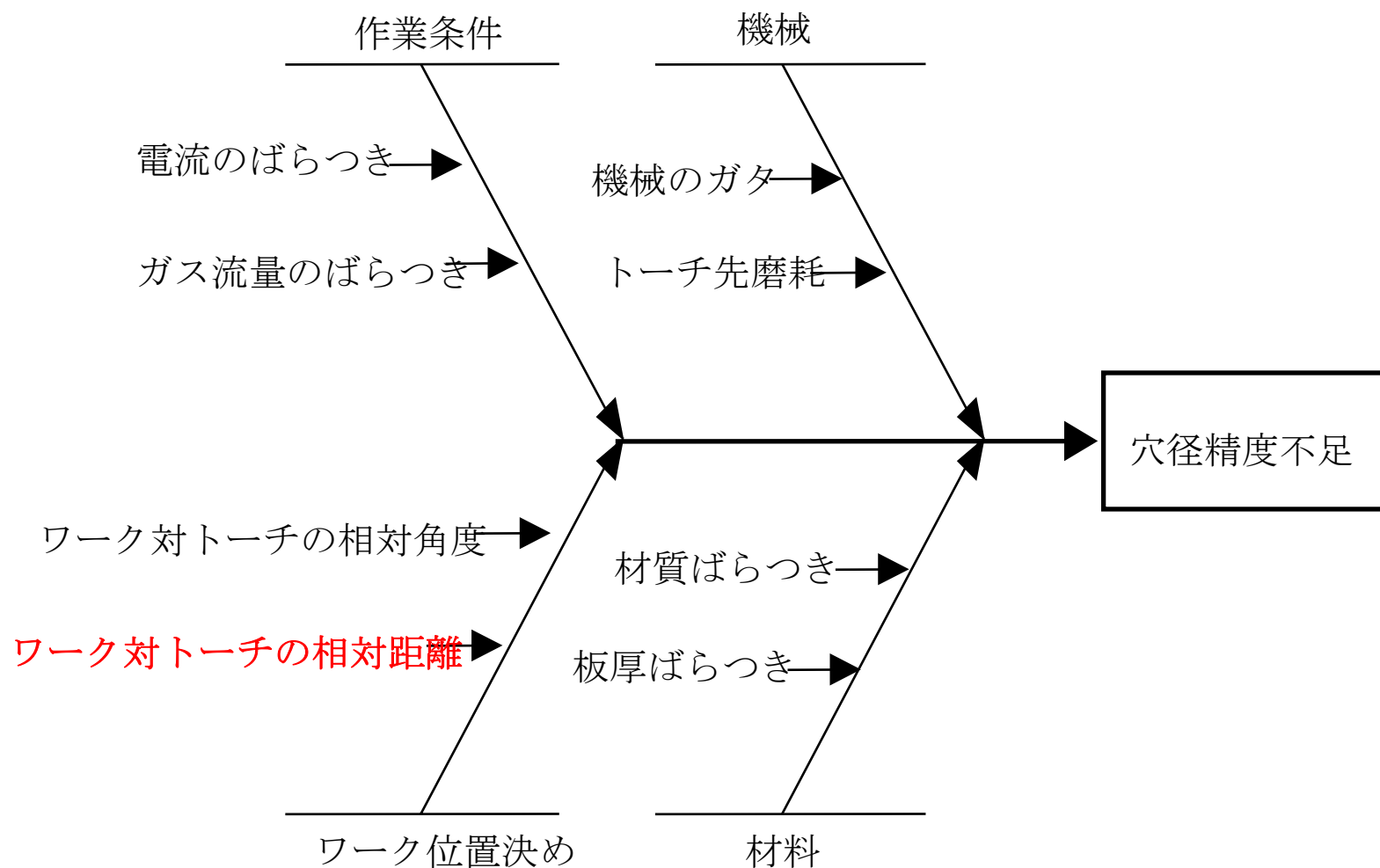
# 数値例(層別):測定値の分布(Y社製鋼板) .. Y社製はOK



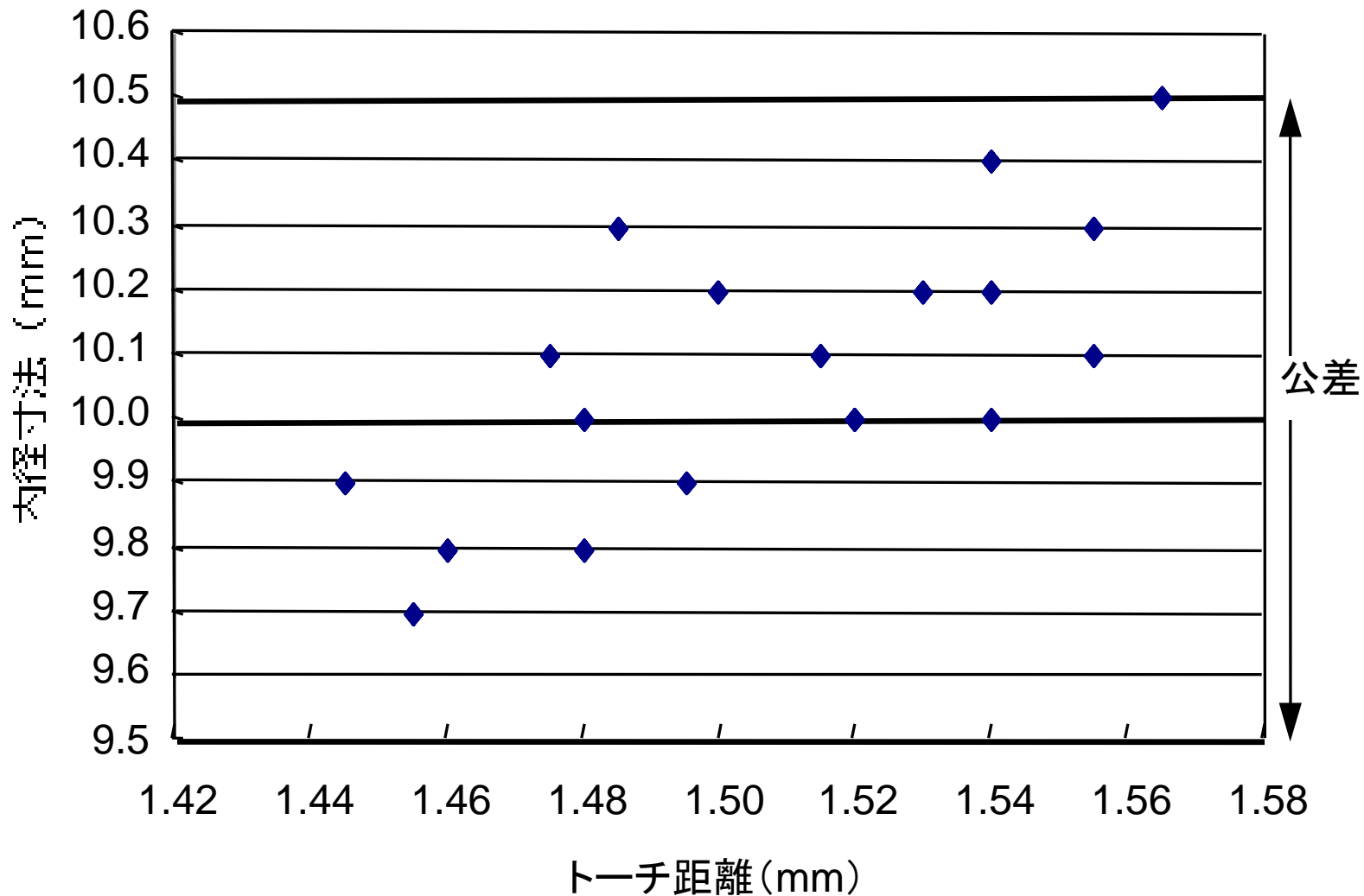
# 数値例(層別):測定値の分布(Y社製鋼板) .. X社製が問題



# 数値例： 穴径精度不足の要因分析(特性要因図)



# 数値例： トーチ距離と内径寸法（散布図） 確かに関係あり



# 方針管理

## 目標管理の一種

社是 → 基本方針 → 長期方針 → 年度方針

トップ経営陣による全社年度方針（目標と施策）

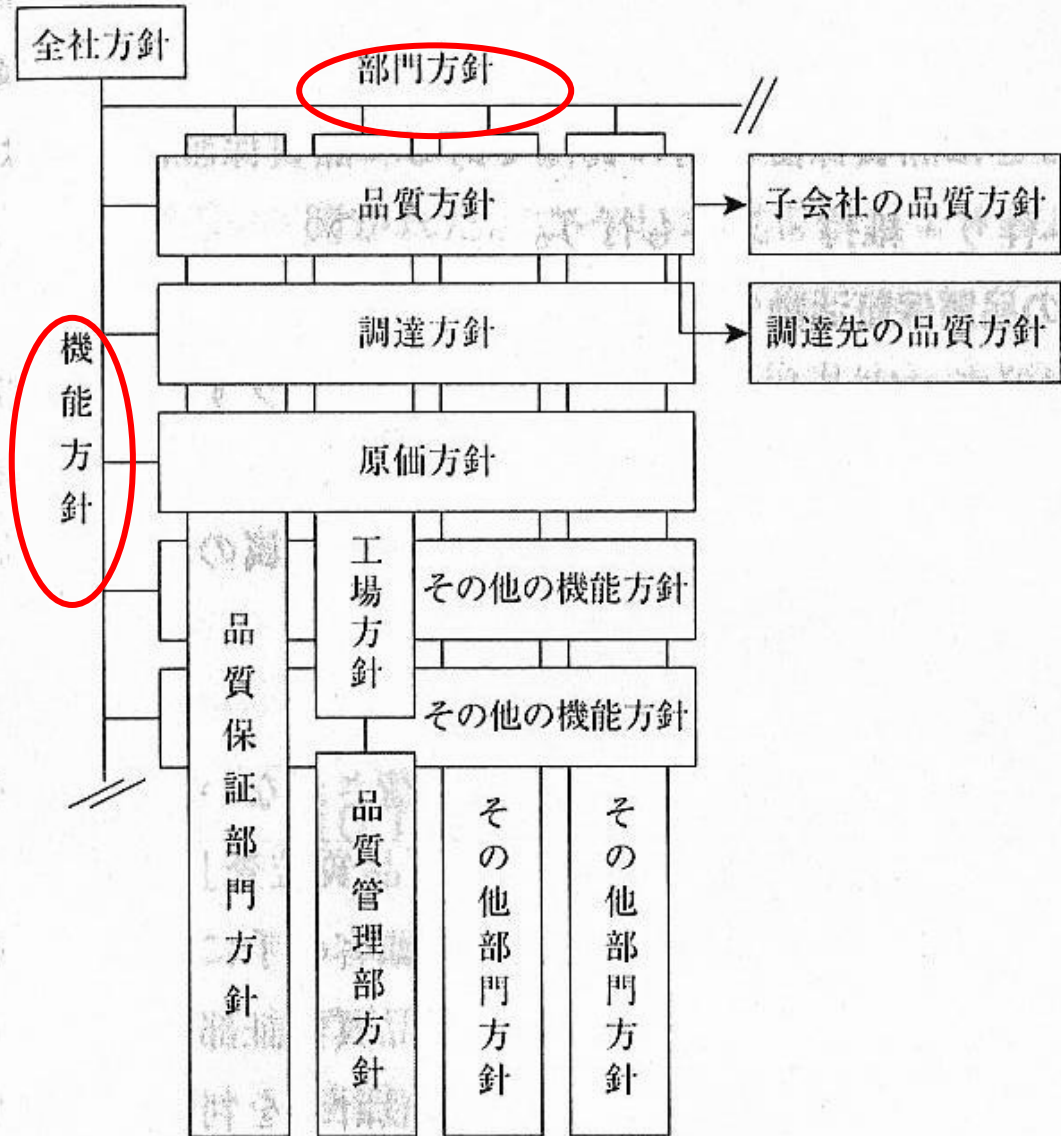
→ 各部門・部署・個人に**トップダウン**で展開（**方針展開**）

→ 上司と部下で話し合い

**PDCAサイクル**（TQC手法）を回す

# 方針展開

## 品質方針の展開



注：グレーのボックスは品質関連の方針を示す。

出所：X社

## 品質保証部門の役割

① 以前は、品質管理部門が自ら検査を実施



② 現在は、品質保証部門は全社的品質保証活動の  
企画・運営・事務局機能に重点

# TQCの問題点

デミング賞受賞活動の一人歩き(全体主義、精神主義)

形骸化

トップダウン方式の弊害

# TQCからTQMへ(1996)

米国で出てきたTQM(Total Quality Management)の影響

「マルコム・ボルドリッジ国家品質賞」を参考に

- ・顧客満足・総合品質の強調
- ・「経営の質」という視点
- ・経営戦略との直結
- ・問題解決手法の充実(シックス・シグマのMAIC法)
- ・問題解決活動の広域化

「ISO9000シリーズ」(9001、9002、9003)

= ISO(国際標準化機構;各国の規格協会の連合体)が  
1987年に制定した国際規格

顧客がその製品の供給者に対して要求する「品質システム」に関する規格のこと

「品質システム」:供給者が自社の製品の品質を保証するために行なう  
一連の活動の手順を文書化し、活動の結果を記録したもの

第三者である審査・登録機関が顧客に代わって審査・認定

西欧型契約社会の考え方を色濃く反映したシステム

TQC型の日本企業にとっては、直接的な競争力向上効果は大きくなかった

基本動作確認の効果を指摘する声も。

しかし、品質面向上の主役となることは、おそらくない。