

第13回：品質とその管理(1)

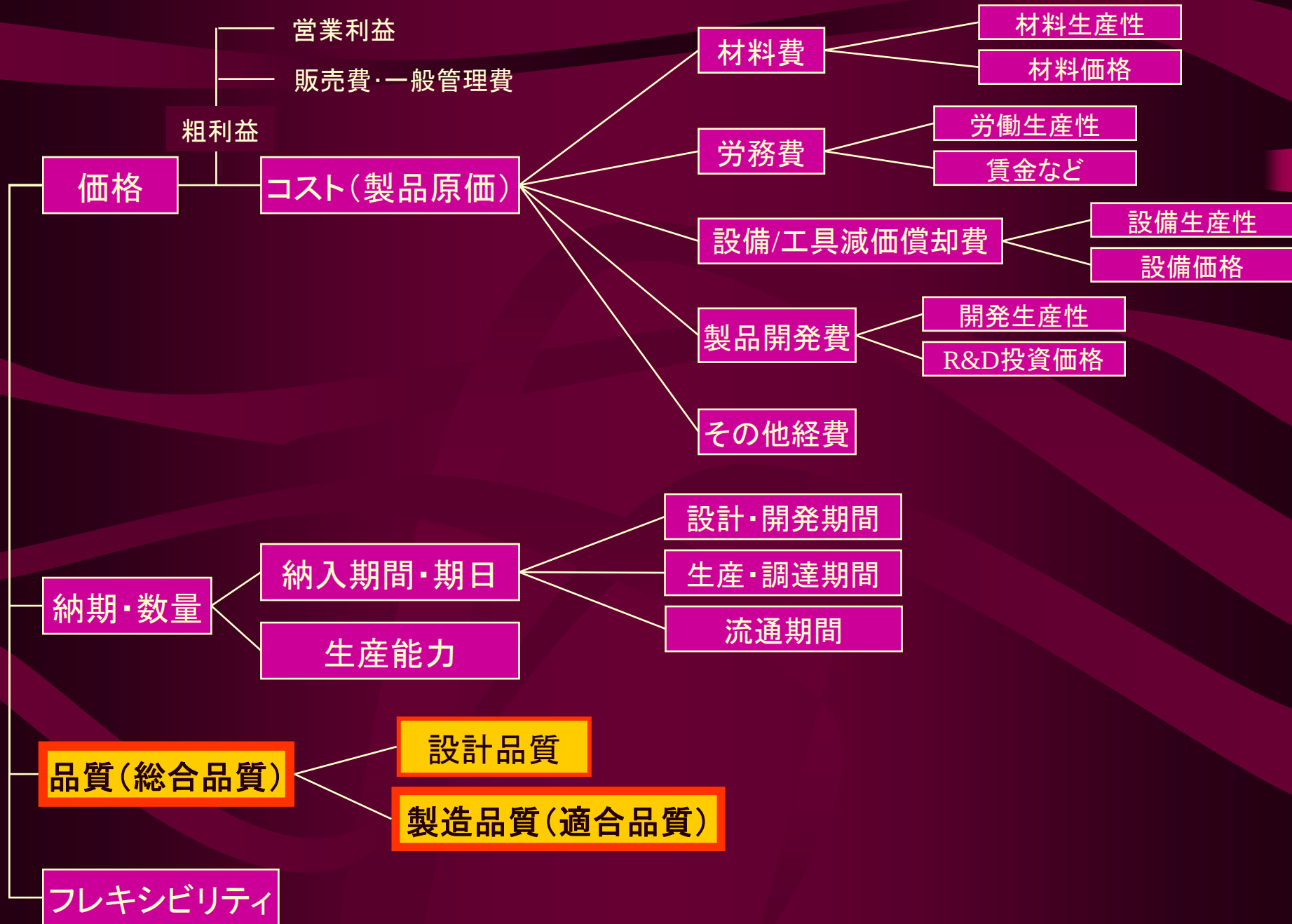
1. 品質概念とその多義性
2. 品質の測定
3. 品質と不良・工程能力・公差
4. 品質のコスト

東京大学経済学部

藤本隆宏

「※:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。」

製品競争力の主要要素



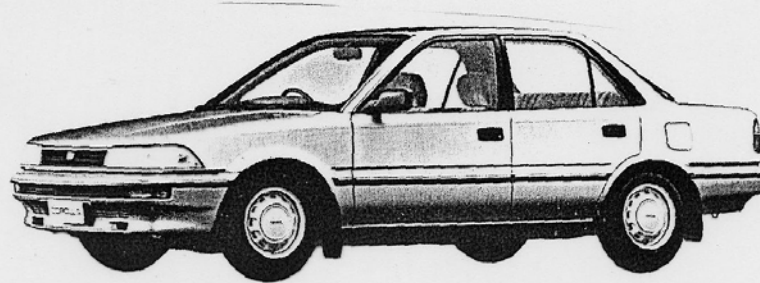
品質概念は多面的・・・例えばこの車と・・・



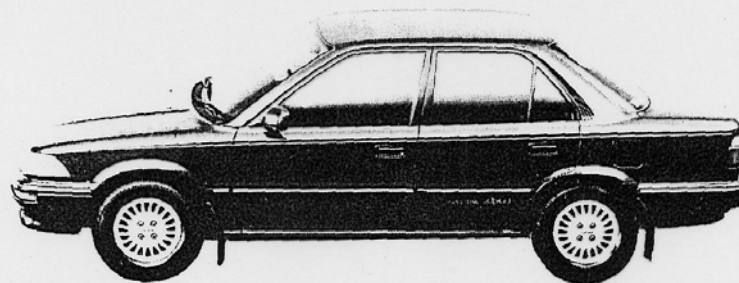
The New Jaguar, 1992.

・・・この車はどちらが品質が高いか

カローラ セダン 1500XE



カローラ セダン フルタイム4WD 1600SEリミテッド



1. 品質概念とその多義性

品質(Quality)概念は多義的である。

設計品質の比較

	ジャグワー XJ	トヨタ カローラ
コンセプト	3.50	3.86
スタイリング	3.64	3.29
性能(加速, 操縦性など)	3.57	3.14
乗り心地	4.29	3.29
割安感	3.57	3.86
総合評価	3.86	3.64

性能と価格の比較(1987年モデル)

	ジャグワー XJ	トヨタ カローラ
ホイール ベース(インチ)	113	96
線幅 (インチ)	70	64
排気量 (cc)	4200	1600
馬力 (ネットbhp)	176	74
重量 (ポンド)	4066	2110
価格 (ドル)	3.6 – 4万	8000 – 9000

資料: 1987年にクラーク・藤本(ハーバード大学)が行った
日米欧自動車専門家(7人)へのアンケートの平均値。
総合モデルとの相対評価で、最高5点、平均3点、最低1点。

資料: Consumer Guide, Auto '87

設計の出来で言うと...



車種	ジャグラーXJ64・2A/T	サーブ9000	ボルボ740GLA/T	キャデラック・フリートウッド・エレガンス	ポンティアック・ファイロGTA/T	評価項目
	1114・0	993・0	493・0	560・0	8	東京地区標準価格 (単位万円)
	8.5	7.5	7.5	7	8	設計ポリシー
	8	8	8.5	8	7	使いやすさ
	8	8	7	7	8	スピード性能
	7	7	7	8	8	加速性能
	6	6	7.5	6	7	燃費
	8	7.5	7.5	6	8	ハンドリング
	7	7	7	7	7.5	ブレーキ
	7	7.5	8	7	7	視界
	9	7.5	7.5	8	7	居住性+乗り心地
	8	7.5	8	8	7	後部座席居住性
	6	7.5	8	8	3	ラゲッジスペース
	9	8	7	8.5	8.5	スタイル
寸評	最上級車	少し剛性が	地味だが	No.1のアメ車	ミッドシップ	
総合評価	8	7.5	7.5	7.5	8	

Consumer Reports
Annual Auto Issue

Judgments of more than 140 models
Repair records of 252 models
The latest crash-test results
How to price-shop for a new car
Road test: Honda Prelude 4WS

**THE
1988
CARS**

04
140195

TROUBLE SPOTS

- Air-conditioning
- Body exterior (paint)
- Body exterior (rust)
- Body hardware
- Body integrity
- Brakes
- Clutch
- Driveline
- Electrical system (chassis)
- Engine cooling
- Engine mechanical
- Exhaust system
- Fuel system
- Ignition system
- Suspension
- Transmission (manual)
- Transmission (automatic)

TROUBLE INDEX

COST INDEX

☒ Much better than average
 ☐ Better than average
 ☐ Average
 ☐ Worse than average
 ☒ Much worse than average

品質の5つの概念(Garvin)

超越論的

製品属性

顧客満足

製造品質

価値(value)

(1) 超越論的品質概念:

品質は「美」であり、人間とは独立にある種の「アイデア」として存在し、従って分析不可能である。(美学的、哲学的)

(2) 製品属性概念:

品質を製品そのものの客観的属性(性能・機能)の束にとらえ、製品属性パラメーターで表示する。近代経済学の分野で用いる概念(Lancasterなど)である。

(3) ユーザー・満足概念:

品質をユーザー・ニーズとの適合度としてとらえる(fitness for use)。あくまで、相対概念。トータルQCにおける品質概念。例えば、Juranの品質の定義はこれに近い。

(4) 製造品質概念:

品質を、実際の製品の設計仕様(スペック、specification)への一致度(conformance)と見る。不良率の低さで測る。統計的品質管理論の概念。“Quality is Free”という本で有名なCrosbyは、品質をこの定義1本で押し通す。

(5) 価値(value)概念:

製品の機能・性能を価値(value)で割ったもので品質を見る。価値分析(バリュー・アナリシス、VA)、価値工学(バリュー・エンジニアリング、VE)的な概念。ちなみにVAとは、製品価値をライフサイクルコストで除きたいわゆる「価値」を最大化するための、製造・購買段階での企業の取り組み、VEとは、この意味での最大化のための設計段階での取り組みを指している。

品質の要素

性能(performance)

信頼性(reliability)

仕様への一致度(conformance)

耐久性(durability)

整備性(serviceability)

外観(aesthetics)

呼び物(features)

知覚された品質(perceived quality)

総合品質・設計品質・製造品質

(1) 総合製品品質 (Total Product Quality)

・・・製品がもたらす顧客満足 (customer satisfaction)

「使用適合度」(fitness for use) (ジュラン)

・・・消費者が受信する情報の束の内容に関わる。

(2) 設計品質 (design quality)

- ・・・製造の目標としてねらった品質 (JIS)
- ・・・発信源における製品設計情報の質に関わる

(3) 製造品質 (manufacturing quality)

≡ 適合品質 (conformance quality)

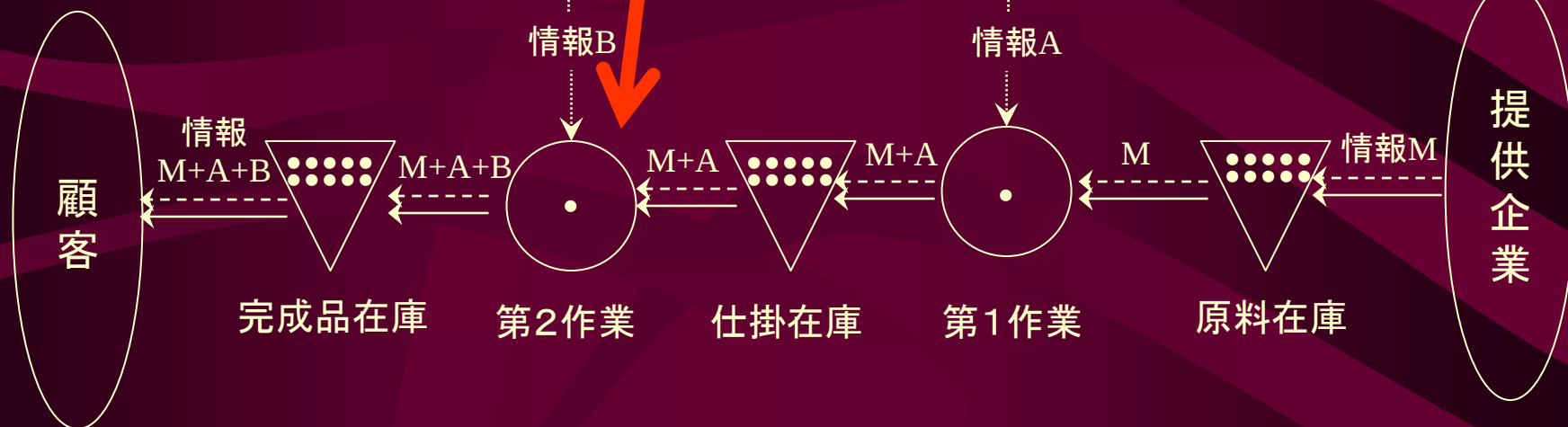
- ・・・工程から製品へ転写される情報の通信精度

購入段階 (仕上げ、たてつけ) = 初期品質

使用段階 (信頼性、整備性、耐久性) = 経年品質

これの出来が「設計品質」

この情報伝達の精度が
「適合品質」

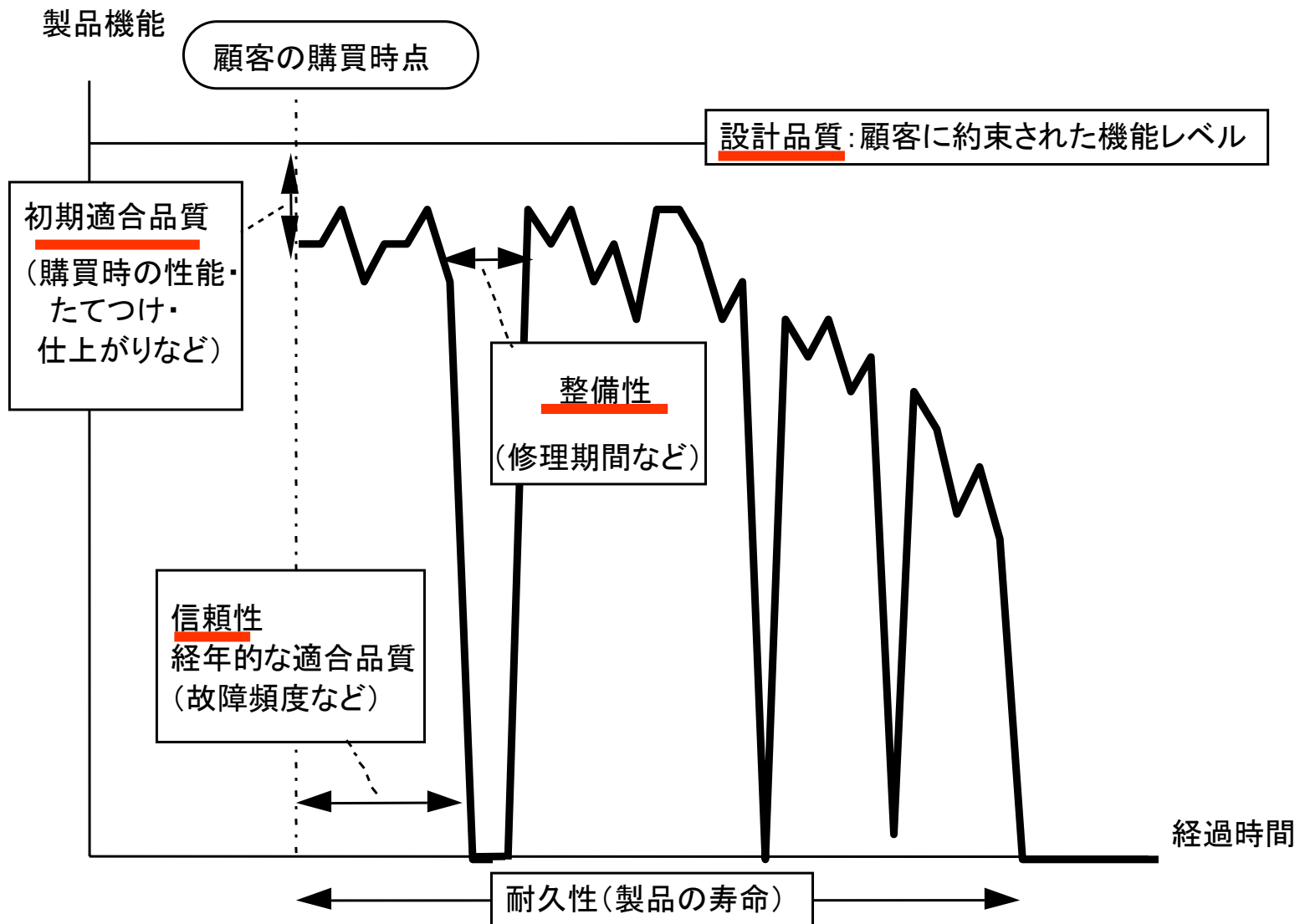


-----> 情報のフロー

————> モノのフロー

• ワーク(加工物)

時間軸で見た設計品質・初期適合品質・経年適合品質の概念



品質の連鎖(Chain of Quality)

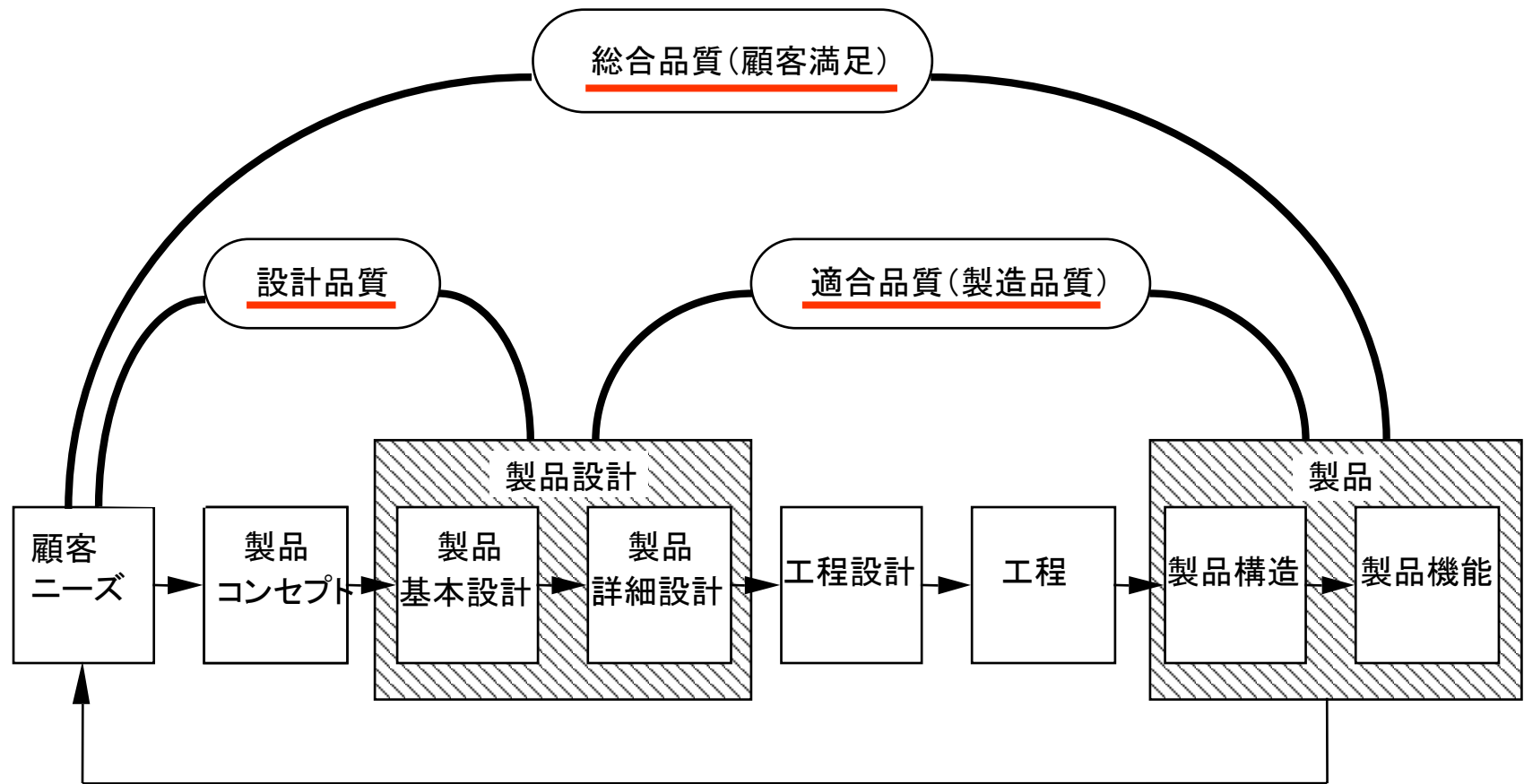
情報伝達・情報転写の誤差累積効果(電話ゲーム)

高い総合品質は、高い設計品質と高い製造品質の
両方を必要条件とする。

品質向上の手段:

- 品質連鎖の圧縮
- 自動化によるヒューマンエラー除去
- 品質の作り込み
- 検査

品質の連鎖と品質概念



注: □ は情報資産(ストック)、→ は情報処理の流れ(フロー)を表す。

○ は、情報内容のマッチングとしての品質概念(設計品質・適合品質・総合品質)を表す。

※

“The Chain of Conformance”

品質のチェーン

One customer's actual need in all of its aspects

個別カスタマーニーズ

Marketing processes

Integrated needs of a target group of customers

集計カスタマーニーズ

Marketing processes

Marketing specification-summary of all of the products relevant features and characteristics

商品性スペック

Design-development processes

Product requirement specification - all of the products
relevant features and characteristics in technical detail

技術スペック

Design-development processes

The product's design

設計図

Purchasing processes

The actual purchased materials and parts

購入部品

Manufacturing processes

The series of products made – with their actual distribution of features and characteristics

完成品バッチ

カスタマーが受け取る個々の製品

The one product received by the one customer – with all of its actual features and characteristics

資料; Grocock

The Chain of Quality

2. 品質の測定

(1) 適合品質

(2) 総合製品品質

(3) 設計品質

自動車の例

エアコンの例

自動車の例

総合商品力指数算出の基礎データ

1 地域	2 企業	3 総合品質（顧客満足度）			4 製造品質		5 設計品質						6 長期市場占拠率	7 総合商品力指数 (TPO)
		Consumer Report (1)	Consumer Report (2)	J.D. Powers	J.D. Powers (1985)	J.D. Powers (1987)	concept	styling	performance	comfort	value for money	overall rank	value-adjusted overall rank	
日本	1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100
	2	●	●	●	●	●				●				40
	3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	80
	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100
	5	●	●		●	●								25
	6				n.a.	n.a.		●						23
	7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	●	●	●			●	●	58
	8	●	●	●		●								35
アメリカ	9								●	●	●			15
	10			●	●				●	●	●			24
	11	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	75
	12	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	75
	13						●	●						14
ヨーロッパ量産	14	●	●	n.a.	n.a.	n.a.	●	●	●	●	●	●	●	47
	15	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		●	●		●	●	●	39
	16						●	●		●		●	●	30
	17	●					●	●	●	●	●	●	●	35
	18	●	●		●		●		●	●	●	●	●	55
ヨーロッパ高級	19	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	70
	20	●	●	●			●		●	●	●	●	●	73
	21	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	93
	22	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100

列3-5について： ● トップ3分の1 ● 中位3分の1

列6について： ● 長期的シェアアップ ● 長期的シェア不変

エアコンの例

資料: "Quality on the line", David Garvin (HBR 1983)

67

エアコンの製造品質比較

Exhibit I
Quality in the room air conditioning industry
1981-1982*

	Internal failures (内部不良率)				External failures (外部不良率)			
	Fabrication: coil leaks per 100 units	Assembly-line defects per 100 units			Service call rate per 100 units under first-year warranty coverage			
		Total	Leaks	Electrical	Total	Compressors	Thermostats	Fan motors
Median (中央値)								
United States (アメリカ企業)	4.4	63.5	3.1	3.3	10.5†	1.0	1.4	.5
Japan (日本企業)	< .1	.95	.12	.12	.6	.05	.002	.028
Range (範囲)								
United States (アメリカ企業)	.1-9.0	7-165	1.3-34	.9-34	5.3-26.5	.5-3.4	.4-3.6	.2-2.6
Japan (日本企業)	.03-.4	.15-3.0	.0015-.5	.0015-1.0	.04-2.0	.002-.1	0-.03	.001-.2

3. 品質と不良・工程能力・公差

不良 (defect, failure)

= 製品が規格・仕様・図面などの要件から乖離していること

(1) 外部不良 (フィールド不良) = 出荷後

(2) 内部不良 (工程内不良) = 出荷前

・・・(2)は厳密には品質概念ではない。
コスト概念だ。

しかし、(1)と(2)は同様の要因で変動 → 統一的に管理

品質と不良率の概念



工程能力と公差

内部不良と外部不良は、工程能力、公差、検査能力の
影響を受ける

公差 (tolerance) = 各設計ごとに企業があらかじめ決めておく、
「製品の機能上許容しうる最大の寸法 (U) と
最小の寸法 (L) の差」

- ・ 顧客満足を基準に。 企業の都合で設定すべきではない。
 - ・ 一旦公差を決めたらみだりに変更しないこと。
- 公差を超えるものは決して市場に流さないこと。

工程能力 (process capability)

= 製造品質に関するその工程の能力

= 工程の均質性

品質特性(たとえば寸法)の、目標値に対するばらつき

($+/-3\sigma$ 、あるいは 6σ で表わすのが慣行)

工程能力指数 = 公差 / 工程能力

= $(S - L) / 6\sigma$

工程能力、公差、内部不良、外部不良の関係

(1) 完全検査の場合

(2) 不完全検査の場合

(3) 無検査の場合

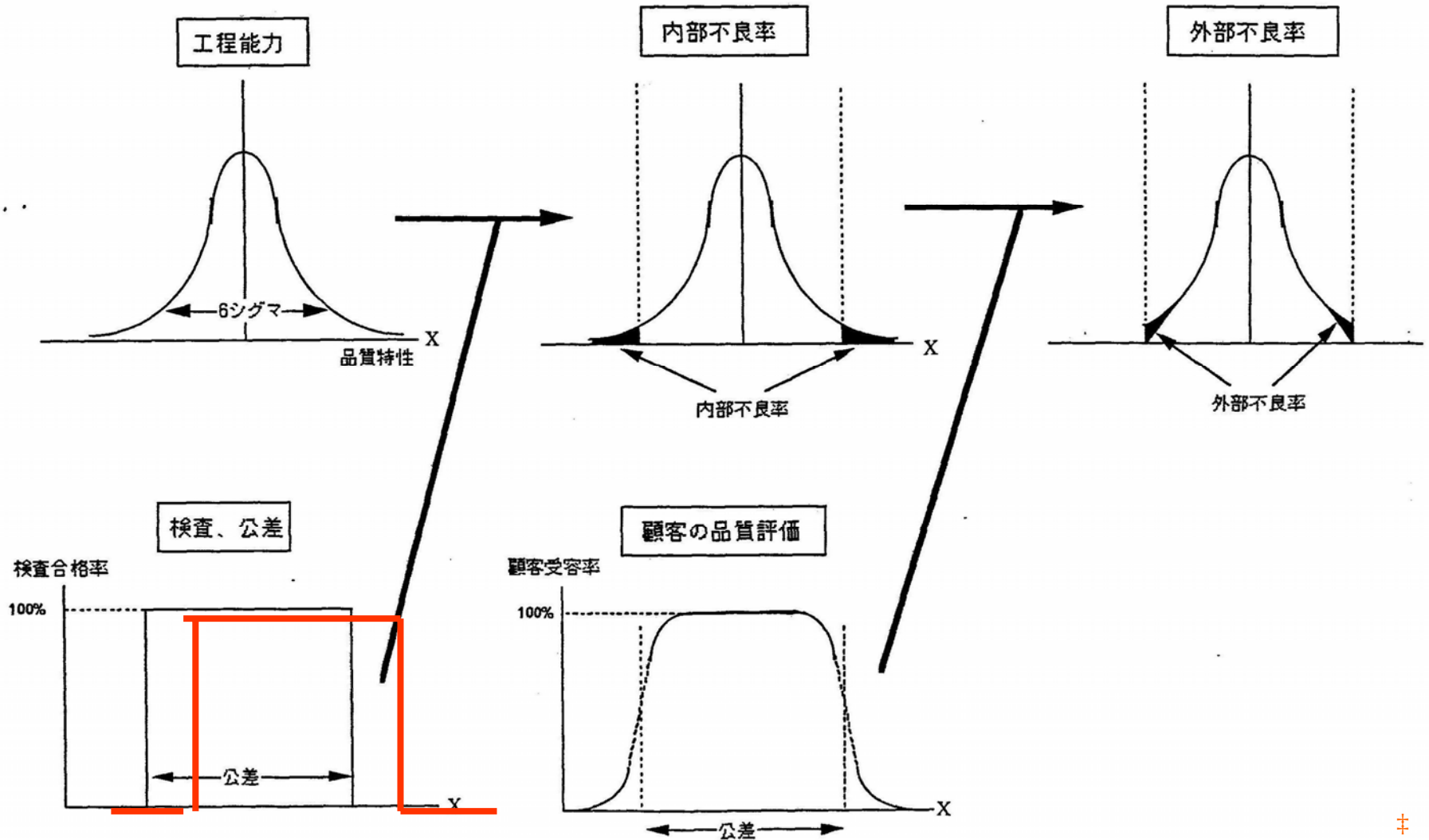
公差・検査精度を厳しく → 内部不良↑、外部不良↓

工程能力を上げる → 内部不良↓、外部不良↓

事後的な検査能力よりも、事前の工程能力向上(品質つくりこみ)

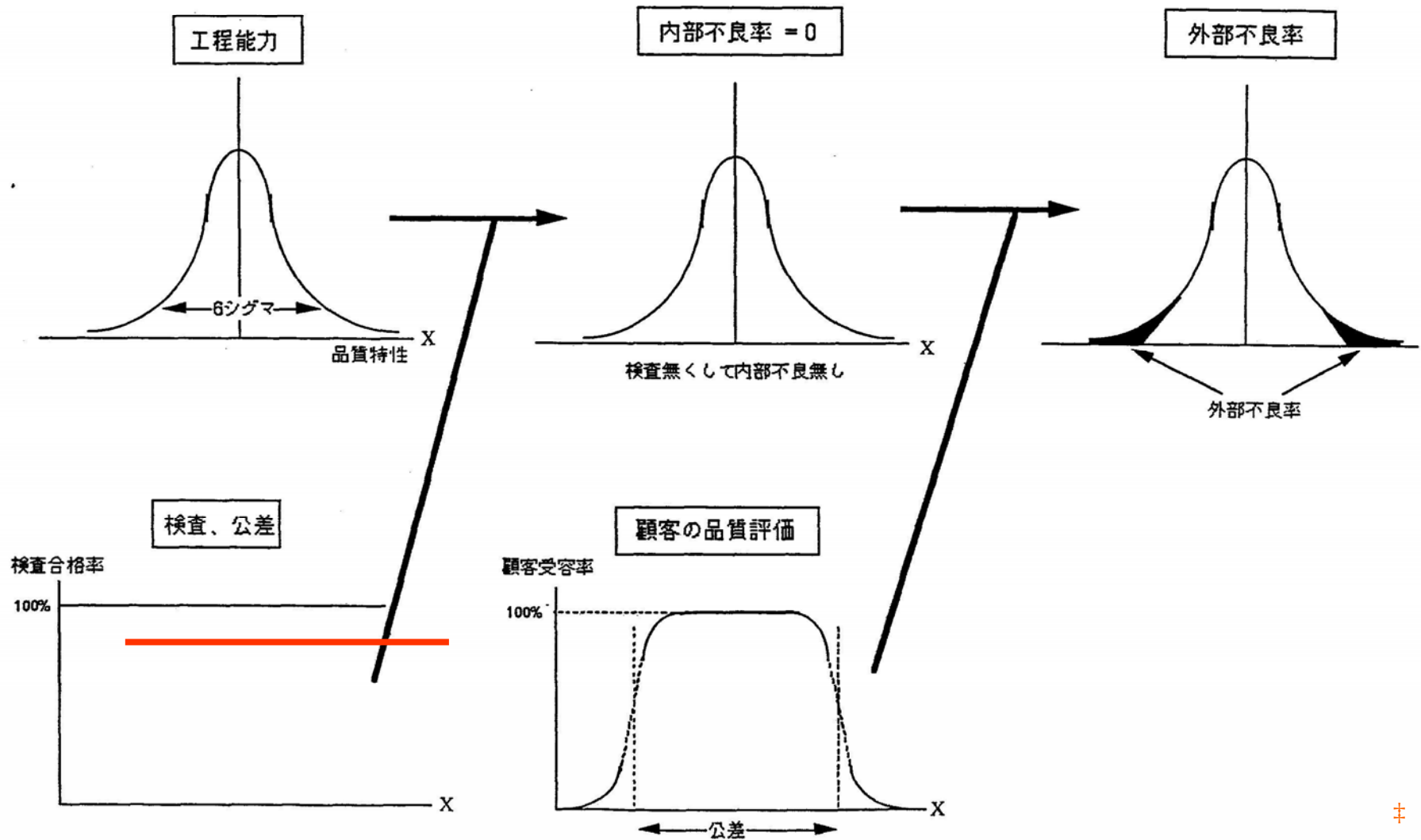
完全検査の場合

工程能力、検査、不良率：完全検査の場合

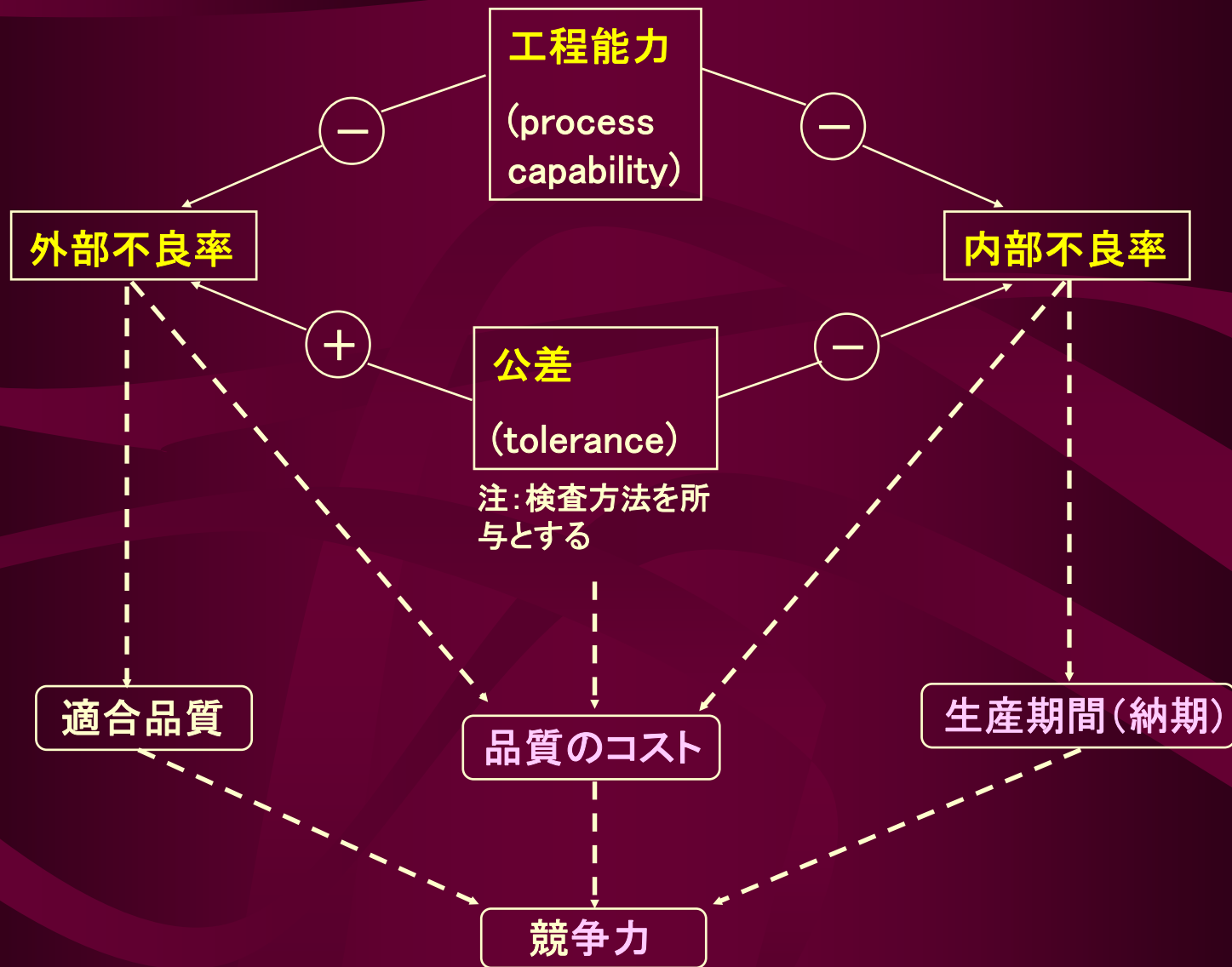


無検査の場合

工程能力、検査、不良率：無検査の場合



内部不良と外部不良(工程能力、公差のインパクト)



4. 品質のコスト(cost of quality) = 不良品を作るコスト

内部不良対応コスト = スクラップ、手直し、再検査、
ラインストップ、歩留りロス、
不良品処分判定、設計変更など

外部不良対応コスト = 苦情対策、返品・再納品、修理、
ワランティ(製品保証)、値引きなど

検査コスト = 受け入れ検査、工程内検査、最終検査など

予防コスト = 品質計画、デザインレビュー、作業者訓練
工程能力改善(プロセスコントロール)
予防保全(PM)、品質データ分析、レポート、
品質改善プログラム

品質のコスト: 品質のコスト(cost of quality)は、Feigenbaumらによって提唱された概念で、「直接的、間接的に、不良品を作ることに伴うコスト」、すなわち、“Cost to the company of doing things wrong”である。この場合、不良品には内部不良(internal failure)、外部不良(external failure)の双方が含まれる。こうした不良品対策のコスト(F)に、検査コスト(A)、不良予防コスト(P)を加えたものが、品質のコストである。その内容は、およそ次のとおりである。

(1) 内部不良対応(internal failure)コスト

スクラップ、手直し(rework)、再検査、ラインストップによるダウンタイム、歩留まりロス、不良品処分の判定コスト、設計変更コストなど。

(2) 外部不良対応(external failure)コスト

苦情対策費(調査、是正措置)、返品・再納品コスト、ワランティ(製品保証)・コスト、値引きコスト、フィールドでの修理コストなど。

(3) 検査(appraisal)コスト

部品受入検査コスト、ライン検査・最終検査コスト、試験設備メンテナンスコスト、検査材料費(破壊検査など)、倉庫内検査コストなど。

(4) 予防(prevention)コスト

品質計画コスト、新製品デザインレビュー、作業者訓練コスト、プロセスコントロール(工程能力改善)、予防保全(PM)、品質データ収集・分析コスト、品質レポート取りまとめコスト、品質改善プログラムなど。

品質とコストの関係

品質アップ = コストアップ か？ (トレードオフ説)

品質アップ = コストダウンか？
(Crosby; Quality is Free)

設計品質の場合・・・通常は 設計品質↑ = コスト↑

しかし、

技術進歩、

VA (value analysis)

VE (value engineering) の余地あり

適合品質(不良率)の場合・・・「品質のコスト」の問題

不良率↓ = 検査コスト↑、予防コスト↑

不良率↓ = 内部不良対応コスト↓、外部不良対応コスト



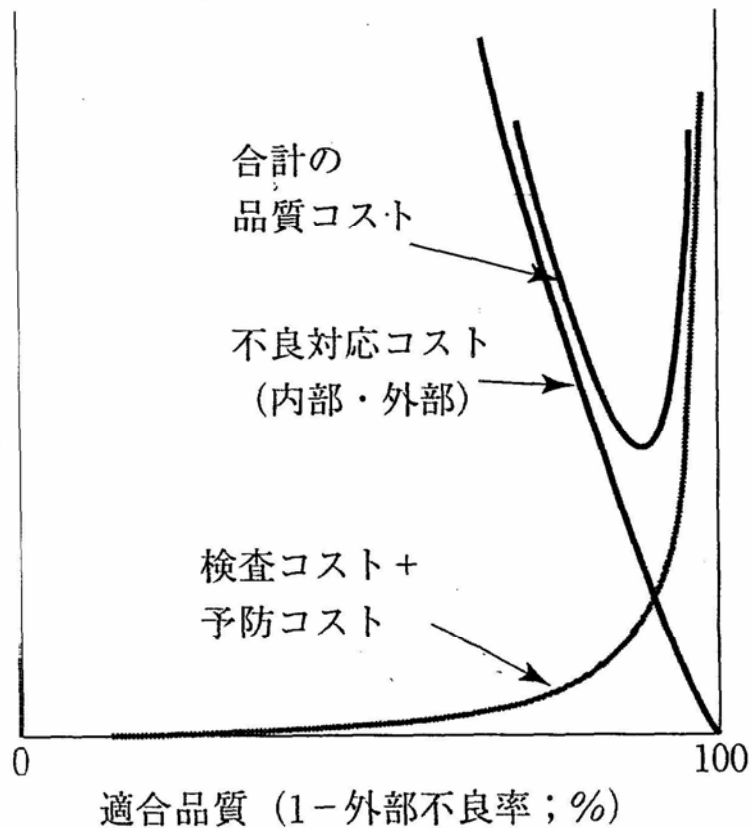
したがって、トータルの「品質のコスト」はU字型か？
(コスト的に「最適の不良率」が存在？)

しかし、予防中心に考えれば、予防・検査コスト<<不良コスト
・・・とすれば不良は少ないほどよい(ゼロ・ディフェクト)

最適の不良率？ 不良はゼロがベスト？

品質のコスト：2つの考え方

a. 伝統的な考え方（最適の不良率を想定）



b. 新しい考え方(不良率ゼロを最適と考える)

