

2016年6月21日(火)



# 問題発見技法


## 5. 品質管理

— QC七つ道具・新QC七つ道具 —


堀田 敬介

## 品質管理とは？

- **品質管理**(Quality Control, QC)
  - 「買い手の要求に合った品質の品物またはサービスを経済的に作り出すための手段の体系。」
    - 総合的品質管理 (Total Quality Control, **TQC**) 
    - 統計的品質管理 (Statistical Quality Control, **SQC**) 
    - PDCAサイクルによる品質管理活動
    - QCサークル
    - QCの診断
    - 5S運動の徹底 (整理・整頓・清掃・清潔・躰)




- **品質**(Quality)
  - 「品物またはサービスが、使用目的を満たしているかどうかを決定するための評価の対象となる固有の性質・性能の全体」 [JIS Z8101]




## 補足：用語解説

- **総合的品質管理**(Total Quality Control, TQC)
  - 「品質管理を効果的に実施するためには、市場の調査、研究・開発、製品の企画、設計、生産準備、購買・外注、製造、検査、販売及びアフターサービス並びに財務、人事、教育など企業活動の全段階にわたり経営者を始め管理者、監督者、作業員など企業の全員の参加と協力が必要である。このようにして実施される品質管理」 [JIS Z8101]
- **統計的品質管理**(Statistical Quality Control, SQC)
  - 統計的手法を問題解決の手段として多く用い、バラツキをおさえる
    - **ベル研究所(米)で行われた2つの研究に端を発する**
      - W.A.Shewhart の管理図法
      - H.F.Dodge と H.G.Roming による抜取検査
    - **ロザムステッド農事試験場(英)**
      - R.A.Fisher が実験計画法の基本的な考え方を提唱
    - **日本へ普及し始めたのは1950年代**

## 品質の分類



- **製造段階による分類**
  - **企画品質**: 顧客の要求している品質を定義、製品コンセプトに盛り込む
  - **設計品質(ねらい品質)**: 設計図・製品仕様書で定められる品質。企画した品質を反映しているかどうかなど
  - **製造品質(適合品質)**: 製品が狙い通りに製造できている
  - **サービス品質**: 製品・技術提供後のサポート
- **顧客満足度・購買意欲への影響度による分類**
  - **当たり前品質**: 充足されて当たり前。不十分ならば不満が出る。
  - **魅力的品質**: 充足されれば満足。不十分でも不満は出ない。
  - **一元的品質**: 充足されれば満足。不十分なら不満が起こる。
- **製品性能に対する影響度からの分類**
  - **機能的品質**: 製品の性能に直接影響
  - **非機能的品質**: 製品の性能に直接影響しない



## 品質保証

---

- **品質保証 (Quality Assurance)**
  - 「消費者の要求する品質が十分に満たされていることを保証するために、生産者が行う体系的活動」
  - 信頼性の保証
    - 評価尺度の例 ... 稼働率・故障率・MTBF・MTTR
  - 製造物責任 (Product Liability, PL)
    - 「製造物の欠陥により、人の生命・身体・財産に被害が生じた場合、製造業者が追うべき損害賠償責任」
  - 顧客満足度 (Customer Satisfaction, CS)
  - ISO9000シリーズ
    - 「ISOが制定する品質管理と品質保証に関する規格」

## 補足: システムの信頼性

---

- システムの信頼性を測る指標
  - **MTBF (Mean Time Between Failures), 平均故障間隔**
    - 修理を終えたシステムが次に故障を起こすまでの平均時間
  - **MTTR (Mean Time To Repair), 平均修理時間**
    - 故障中や修理中などでシステムが稼働していない平均時間

|       |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| 80    | 1  | 70 | 3  | 30 | 2  | 40 |
| 正常稼働中 | 故障 | 正常 | 故障 | 正常 | 故障 | 正常 |

- $MTBF = \frac{80 + 70 + 30 + 40}{4} = 55$  (平均して55時間毎に故障する)
- $MTTR = \frac{1 + 3 + 2}{3} = 2$  (平均して2時間で復旧する)
- **稼働率**
  - システムの可用性を示す数値で、正常に稼働している時間の割合
  - 稼働率 = 正常稼働時間 / 全時間
 
$$= \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$= \frac{80 + 70 + 30 + 40}{80 + 1 + 70 + 3 + 30 + 2 + 40} = \frac{220}{226} = \frac{\frac{80+70+30+40}{4} \times 4}{\frac{80+70+30+40}{4} \times 4 + \frac{1+3+2}{3} \times 3}$$

## 補足: システムの信頼性

---

- システムの信頼性 **RASIS**
  - **信頼性 Reliability**
    - 故障せずに稼働, **MTBF**
  - **可用性 Availability**
    - 何時でも利用したい時にアクセスし利用できる, **稼働率**
  - **保守性 Serviceability**
    - 故障時の早期復旧力, **MTTR**
  - **健全性 Integrity**
    - 情報の正確さ・完全さ(改ざんされない)確保
  - **機密性 Security**
    - 有資格者のみがアクセス可

## 補足: システムの信頼性

---

- 壊れても大丈夫なように... = **Fault Tolerant**
  - **Fail Safe**
    - 故障する際、安全性が確保されるように壊れる
      - 例) ガスコンロ: 鍋が吹きこぼれたら火が消える
      - 例) 電気ストーブ: 倒れたら火が消える
  - **Fail Soft**
    - 故障する際、故障箇所を破棄・切り離すなどで、全体が停止せず一部は稼働し続けるようにする
      - 例) 赤い人「ちいっ！ バランサーが狂ったのか！？ さらにできるようになったな」  
→ G君に腕を切られバランサーが狂っても動き、捨て台詞を吐いて逃亡できる
      - 例) 赤い人「足がないようだが...」 整備人「足なんてただの飾りです！」  
→ 足がなくても動く
  - **Fool Proof**
    - バカでも使える。利用者が誤操作しても安全なように
      - 例) 洗濯機: 蓋が開いていると動かない
      - 例) 自動車: ギアがP(parking)でないとエンジンが掛からない

### 問題の発見と解決

■ 問題 = 目標と現状との差

目標(あるべき姿)

↑

現状

..... ギャップ = 問題

目標とする品質  
本来こうあるべき製品の状態

現状の製品の品質  
実際に作って来て出来た製品の状態

◆このギャップがあるかどうか・どの程度あるかを調査し、一定の品質を保つ(ギャップをある閾値以下にする)ために管理するのが品質管理の目的  
◆調査・管理に役立つ道具が「QC七つ道具」「新QC七つ道具」

### 問題解決のための道具

■ QC七つ道具・新QC七つ道具

基本的QC活動

収集したデータからさまざまな情報を読み取るために使われる基本的な道具

目標の設定

↓

データの収集

↓

対処  
原因分析、改善

**QC七つ道具・新QC七つ道具**

七つ道具

新七つ道具

- パレート図
- 関連図
- チェックシート
- 系統図
- ヒストグラム
- マトリクス図
- 散布図
- PDPC
- 管理図
- アローダイアグラム
- グラフ
- 親和図
- 特性要因図
- マトリクスデータ解析

例:「ExcelとPowerPointを使った問題解決の実践」-「QC」

### QC七つ道具

QC七つ道具

- パレート図
- チェックシート
- ヒストグラム
- 散布図
- 管理図
- グラフ
- 特性要因図

主として、**数値データ**を分析するための道具

- ◆ PDCAサイクルのCheck
- ◆ 品質改善時の論理的思考・数値分析を伴う作業

例)「ExcelとPowerPointを使った問題解決の実践」実例集

### QC七つ道具 [1/7]

■ **パレート図**

- 重点指向に役立つ道具
  - 複数問題の中で重要な問題から取り上げる
  - 多くの原因の中から影響度の高いものより対策

売上伝票ミス件数

| 項目     | 件数(件) |
|--------|-------|
| 金額計算ミス | 10    |
| 金額記入ミス | 100   |
| 数量計算ミス | 20    |
| 品目記入ミス | 40    |
| 日付記入ミス | 8     |
| その他    | 22    |
| 合計     | 200   |

売上伝票ミス件数(ソート後)

| 項目     | 件数(件) | 累積比率 |
|--------|-------|------|
| 金額記入ミス | 100   | 50%  |
| 品目記入ミス | 40    | 70%  |
| 数量計算ミス | 20    | 80%  |
| 金額計算ミス | 10    | 85%  |
| 日付記入ミス | 8     | 89%  |
| その他    | 22    | 100% |
| 合計     | 200   |      |

ABC分析

## QC七つ道具

### ■ チェックシート

- 点検に役立つ道具
  - 仕事を確実にするための点検行為
  - 仕事に必要なものが準備できているか？
- 不良品検査
  - 不良率、不良数を把握する
  - ライン毎の不良数チェック

| 検査項目チェックシート |            | 6/20 | 6/21 | 6/22 | 6/23 | 6/24 | 6/25 | 6/26 | 6/27 |
|-------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 第1プロダクト     | 同様の確認      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 車台番号       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 駆動方式       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 番号票        | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 種別         | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 用途         | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 車体の形状      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 外観検査       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 車わく・車体     | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 保安装置       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
| 第2プロダクト     | ワイヤスリッパ検査  | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | かじ取車輪整列    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | ブレーキ検査     | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 制動力測定      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | スピードメータ検査  | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 速度計経番      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 車輪の振れ      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | ヘッドライト検査   | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 照射角度       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 向き         | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
| 第3プロダクト     | 排気ガス検査     | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 一酸化炭素      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 炭化水素       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 下溜り検査      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | かじ取装置      | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 調整装置       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 制動装置       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 駆動装置       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 動力伝達装置     | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 車わく・車体     | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
| 第4プロダクト     | 排出ガス発熱防止装置 | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 燃料装置       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 電気装置       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 総合判定       | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |
|             | 運転装置と総合判定  | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    |

## QC七つ道具 [3/7]

### ■ ヒストグラム

- データの分布状態を調べる道具
  - データのバラツキを読み取る
  - 区間設定をし、頻度を集計

補足: スタージェスの公式  
(度数分布表の階級数の目安)

$$k \approx 1 + \log_2 n \quad (k: \text{階級数}, n: \text{データ数})$$

例では  $n=50$  なので  
 $k \approx 1 + \log_2 50 \approx 6.64$   
 より、階級数は6か7ぐらいが目安となる

**ある製品50個のサイズ測定データ**

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 59 | 45 | 43 | 50 | 51 | 53 | 47 | 51 | 57 | 45 |
| 48 | 51 | 53 | 52 | 53 | 45 | 45 | 53 | 56 |    |
| 49 | 43 | 50 | 53 | 43 | 57 | 43 | 52 | 50 | 51 |
| 49 | 41 | 49 | 53 | 54 | 52 | 54 | 57 | 54 | 46 |
| 51 | 50 | 53 | 44 | 59 | 45 | 54 | 49 | 52 | 40 |

| データ区間       | 頻度 |
|-------------|----|
| 39.5 - 42.5 | 0  |
| 42.5 - 45.5 | 2  |
| 45.5 - 48.5 | 10 |
| 48.5 - 51.5 | 3  |
| 51.5 - 54.5 | 13 |
| 54.5 - 57.5 | 16 |
| 57.5 - 60.5 | 4  |
| 60.5 -      | 2  |

ヒストグラム

## QC七つ道具 [4/7]

### ■ 散布図

- 2種類のデータの関係をつかむ道具
  - 因果関係？
  - 相関関係？
- 例: 都道府県人口とインフルエンザ感染報告数

| 都道府県 | 人口         | 報告数    |
|------|------------|--------|
| 北海道  | 5,627,737  | 8,523  |
| 青森県  | 1,436,657  | 2,530  |
| 岩手県  | 1,385,041  | 2,208  |
| 宮城県  | 2,360,218  | 4,439  |
| 秋田県  | 1,145,501  | 2,785  |
| 山形県  | 1,216,181  | 1,501  |
| 福島県  | 2,091,319  | 2,338  |
| 茨城県  | 2,975,167  | 3,491  |
| 栃木県  | 2,016,631  | 2,244  |
| 群馬県  | 2,024,135  | 2,692  |
| 埼玉県  | 7,054,243  | 8,043  |
| 千葉県  | 6,056,462  | 8,311  |
| 東京都  | 12,576,601 | 7,270  |
| 神奈川県 | 8,791,597  | 10,858 |

都道府県人口 vs インフルエンザ報告数  
2009年第45週 (2009/11/2~8)

・「H17国勢調査」総務省統計局  
 ・「感染症動向調査」国立感染症研究所

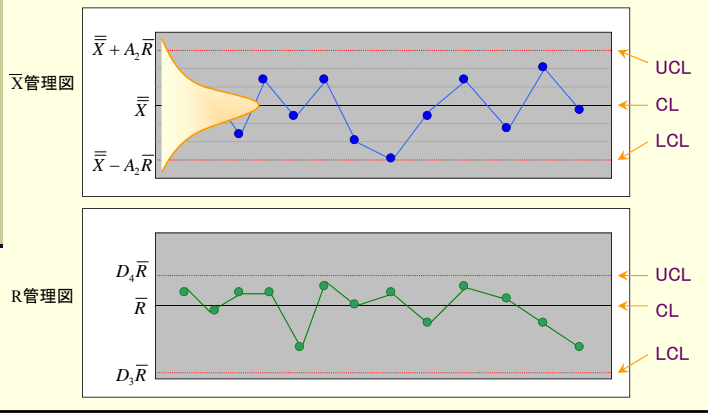
## QC七つ道具 [5/7]

### ■ 管理図

- 製造工程の管理・監視に役立つ道具
  - 製造工程が安定した状態にあるかどうか判断するため、品質特性のバラツキを管理する
  - 品質特性のバラツキのとは
    - 偶然原因によるバラツキ ... 通常の方法で正しい作業を行っているのに出てしまう、やむを得ないバラツキ  
 ⇒ このバラツキを維持、あるいは改善
    - 異常原因によるバラツキ ... 作業の不備、設備の異常など、何らかの異常によるバラツキ  
 ⇒ 異常原因を除去、再発防止
- バラツキの管理
  - 管理線 ... 中心線 (Central Line), 上部管理限界線 (Upper Control Limit), 下部管理限界線 (Lower Control Limit)
- 管理の誤り
  - 第1種の誤り ... 偶然原因によるバラツキなのに異常原因だと見なす
  - 第2種の誤り ... 異常原因によるバラツキなのに偶然原因だと見なす

### QC七つ道具 [5/7]

■ 管理図の種類 X-R管理図



### QC七つ道具 [5/7]

■ 管理図の種類

| 管理図の種類          | 中心線    |                        | 管理限界                       |  |
|-----------------|--------|------------------------|----------------------------|--|
|                 | CL     | UCL                    | LCL                        |  |
| 正規分布<br>計量値の管理図 | X-R管理図 | $\bar{X}$ : 各群の平均の平均   | $\bar{X} \pm A_2 \bar{R}$  | $D_4 \bar{R}$                              |
|                 | R管理図   | $\bar{R}$ : 各群の範囲の平均   | $D_4 \bar{R}$              | $D_3 \bar{R}$                              |
| Me管理図           | X-s管理図 | $\bar{X}$ : 各群の平均の平均   | $\bar{X} \pm A_3 \bar{s}$  | $B_4 \bar{s}$                              |
|                 | s管理図   | $\bar{s}$ : 各群の標準偏差の平均 | $B_4 \bar{s}$              | $B_3 \bar{s}$                              |
| X管理図            | Me管理図  | $\bar{Me}$ : 各群の中央値の平均 | $\bar{Me} \pm A_4 \bar{R}$ |  |
| 計数値の管理図         | X管理図   | 個々の値の平均                | $\bar{X}$                  | $\bar{X} \pm 2.659 \bar{R}$                |
|                 | np管理図  | 品質を不適合品数で管理            | $n\bar{p}$ : 各群の不適合品数の平均   | $n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$ |
|                 | p管理図   | 品質を不適合品率で管理            | $\bar{p}$ : 各群の不適合品率の平均    | $\bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$ |
|                 | c管理図   | 品質を欠点数で管理              | $\bar{c}$ : 各群の欠点数の平均      | $\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$              |
|                 | u管理図   | 品質を欠点率で管理              | $\bar{u}$ : 各群の欠点率の平均      | $\bar{u} \pm 3\sqrt{\bar{u}/n}$            |

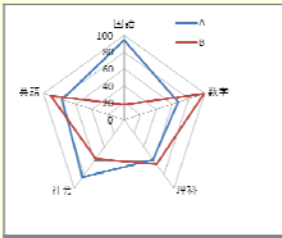
### QC七つ道具 [6/7]

■ グラフ

- データの特徴を視覚化, 視覚化する訳
  - 量を見る
  - 割合を見る
  - 推移を見る
- 代表的なグラフの種類と基本的役割
  - 棒グラフ ... 数量を比較
  - 折れ線グラフ ... 動きを見る
  - 円グラフ ... 比率を見る
  - 帯グラフ ... 比率を比較する
  - レーダーチャート ... バランスを見る
  - ガントチャート ... スケジュール管理
- 「分析」用と「説明・報告」用の使い分け

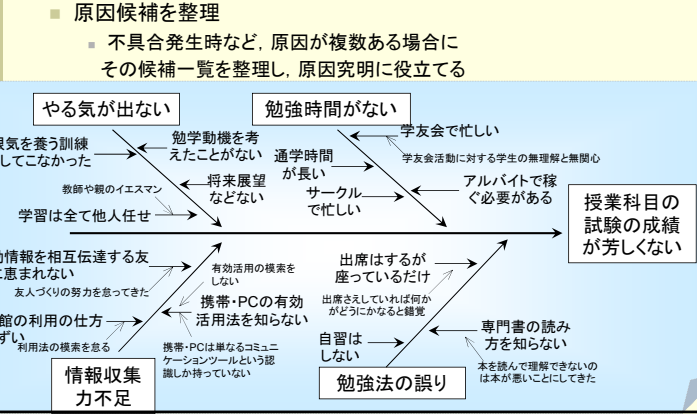
過不足・誤解を与えることなく、簡潔・単純に魅せられれば視覚化(グラフ化)は大成功

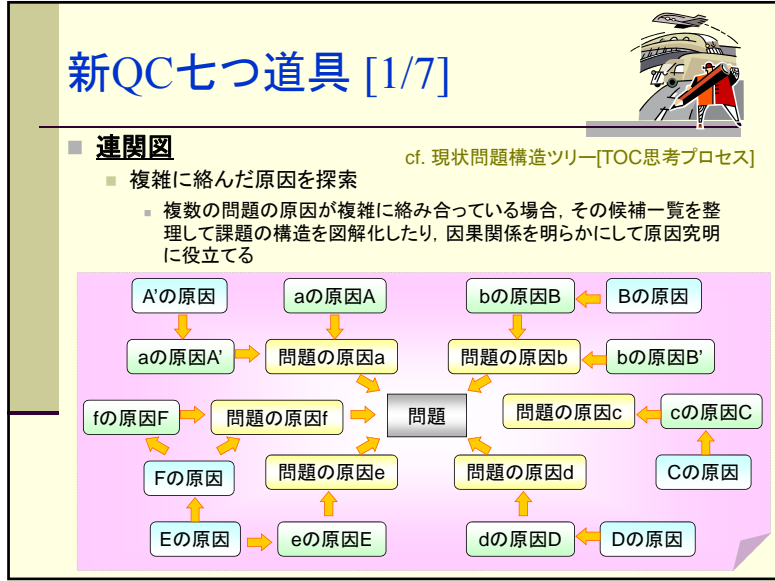
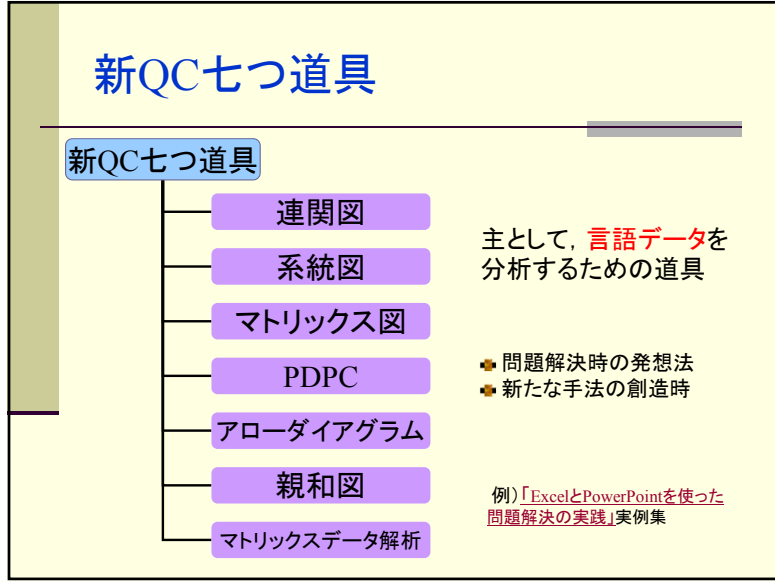
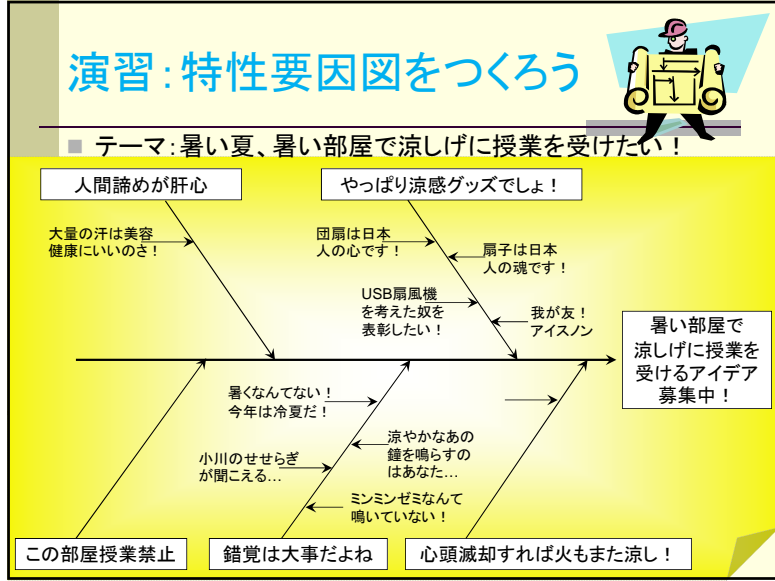
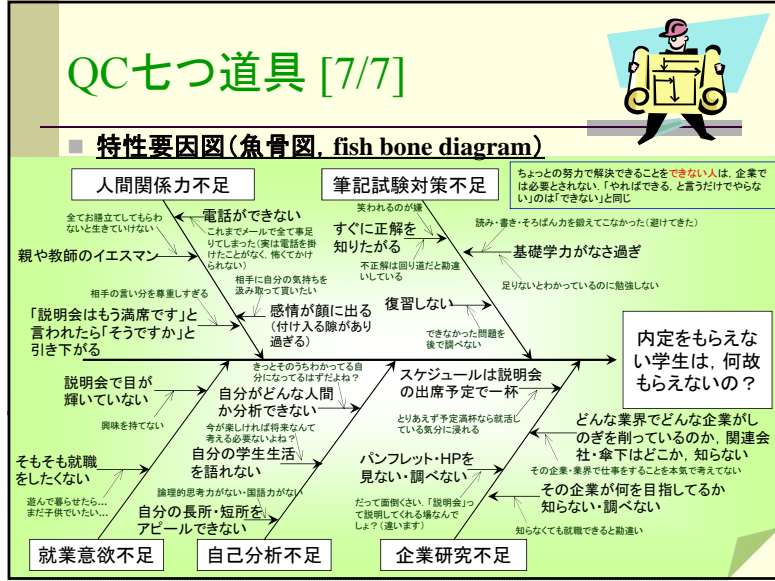
|    | ▲さん | ■さん |
|----|-----|-----|
| 国語 | 94  | 18  |
| 算数 | 67  | 99  |
| 理科 | 58  | 65  |
| 社会 | 84  | 57  |
| 英語 | 77  | 91  |



### QC七つ道具 [7/7]

■ 特性要因図(魚骨図, fish bone diagram)







### 新QC七つ道具 [2/7]

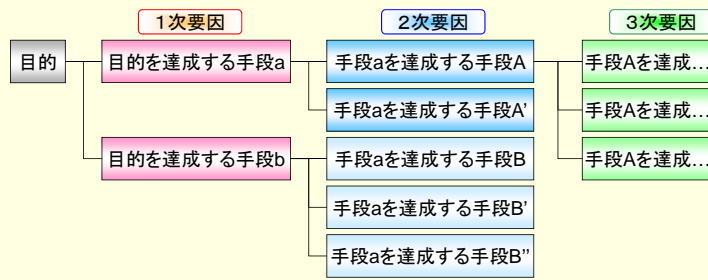


#### ■ 系統図

cf. 前提条件ツリー[TOC思考プロセス]

##### ■ 方策の立案に役立つ道具

- 目標達成のための方策を順序だてて決め、問題解決のための実施可能な方策を得る
- 目的・課題の観点で枝分かれさせ、目的を果たす手段を系統的に考えて実行可能な改善策の中身を明らかにする



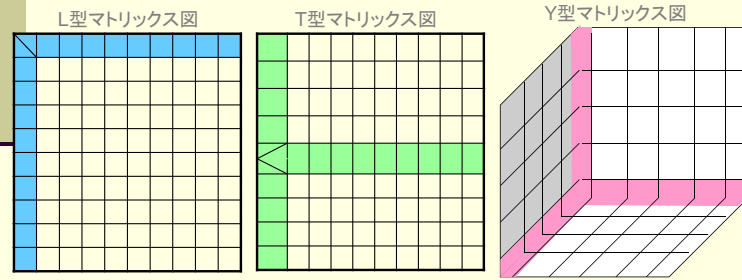
### 新QC七つ道具 [3/7]



#### ■ マトリックス図

##### ■ 複数の事象の対応関係を整理

- 複数の問題・複数の原因が絡み合っている場合に、その対応関係を整理したり、洗い出した要因・対策を複数の項目で評価する



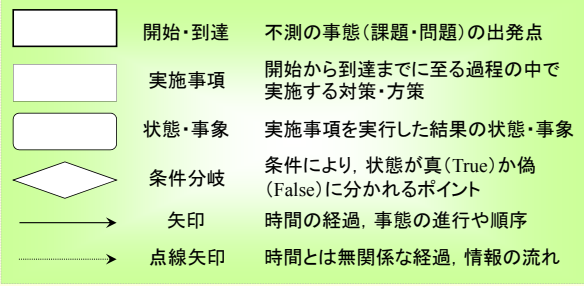
### 新QC七つ道具 [4/7]



#### ■ PDPC (Process Decision Program Chart, 過程決定計画図)

##### ■ 不測の事態に対応

- 事前に、考えられる様々な事態を想定し、対応計画を立てておく
- 計画の遂行過程において、不測の事態が起こっても対応出来るようにするため(リスクマネジメント手法)



### 新QC七つ道具 [5/7]

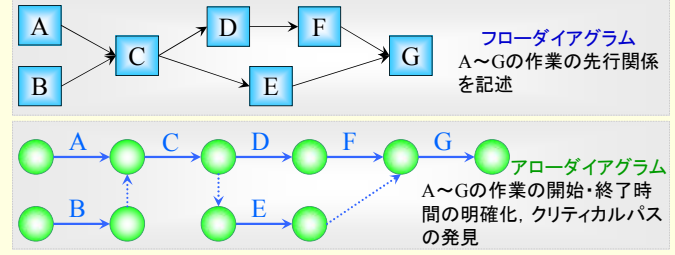


#### ■ アロー・ダイアグラム (arrow diagram)

##### ■ 日程計画立案

- 作業・実施項目の最適な日程計画を立案
- 効率よく進捗管理を行う
- 同時作業の有無、時間的余裕の把握

Cf. ガントチャート



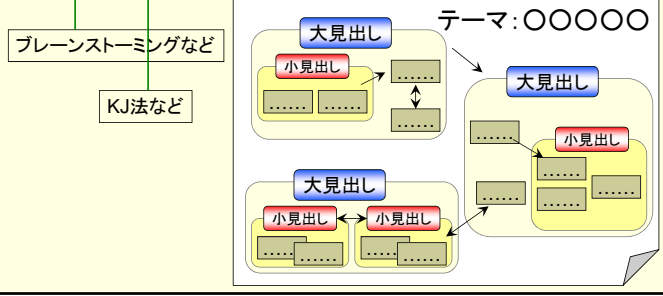
##### ■ PERT (Program Evaluation and Review Technique)

### 新QC七つ道具 [6/7]



#### ■ 親和図

- 言語データの統合・発想法
  - 意見・アイデアを統合・集約し、新たな発想をもたらす
  - 事実などを言語データとして捉えて図解化
  - テーマの発見、問題の整理、顧客要求品質の把握

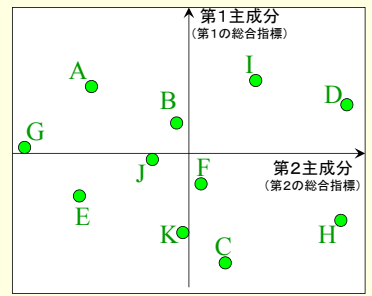


### 新QC七つ道具 [7/7]



#### ■ マトリックス・データ解析法 (=主成分分析)

- 多変量データの統合
  - 複数の特性による評価において、個々の指標や特性を変数として、変数が持つ情報を要約した統合評価による指標を求める
  - 情報の縮約(なるべく少ない合成変数で、なるべく多くの情報を把握)
  - 対象のグルーピング
  - 商品のポジショニング



### 参考文献

- 杉浦忠「ExcelとPowerPointを使った問題解決の実践」日科技連(2002)
- 細谷克也「QC七つ道具100問100答」日科技連(2003)
- 内田治「ビジュアル品質管理の基本」日本経済新聞社(1995)
- 大村平「QC数学のはなし」日科技連(2003)
- 荒木勉監修、穴沢務「Excelで学ぶデータ解析」実教出版(2000)