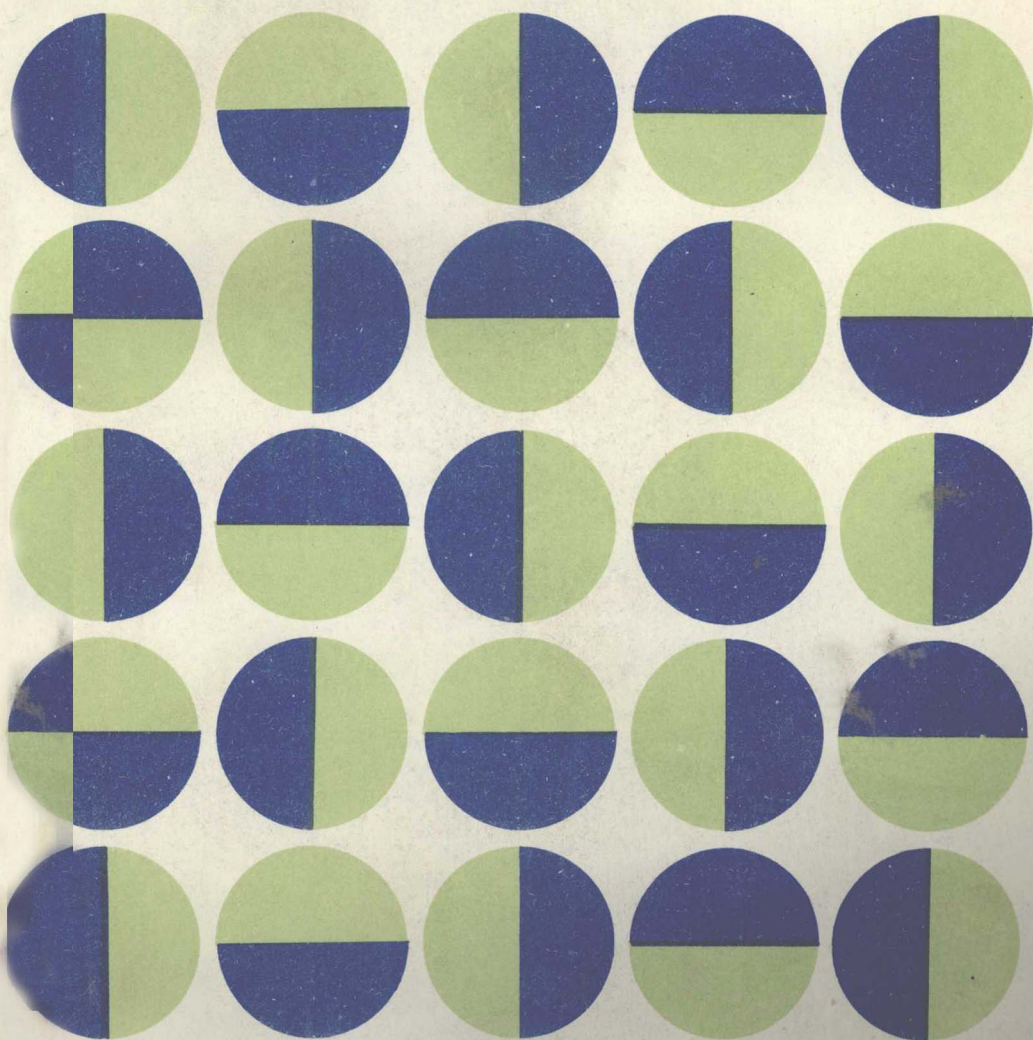


# 品質の管理

田口玄一 著



日本規格協会

QCRG シリーズ No.3

# 品質の管理

田 口 玄 一 著

日 本 規 格 協 会

盡其方 地盡其利 物盡其用 貨暢其流

Profit is not a vice; I consider the real vice is making losses.

Winston Churchill

## ま え が き

W.A. Shewhart (故) 博士が、品質管理に関する最初の研究結果

“Economic control of quality of manufactured product” (1931)

を世に出してから、40年近い月日が経過した。しかしながら、企業内において品質問題はすべての面において明瞭になっているとは思われない。特に、世界に先駆けて、新しい製品を開発しなければならない先進的企業にとって、ペースメーカーとしての役割の中心は品質問題であり、以前にも増して品質問題の複雑な多面性に直面しなければならない。

日本規格協会の中に、品質問題を研究するグループ、いわゆる QCRG が発足して5星霜、その間における精力的な研究と忌憚のない討論は、品質問題のいくつかの面を浮彫りにすることができ、システムとしての評価方法を与えることができた。

それらの研究結果を一つの方針——経済的な評価によるシステムデザインであり、故シューハート博士の Economic control を私達なりに解釈したもの——の下にまとめ、品質管理の講義用テキスト（青山学院、理工学部、4年生）を作ったのが昨年の4月であった。1年間の講義結果に若干の補筆をしたものが本書である。

1年間の講義の間、理論的に不満足なもの、内容的に掘り下げの不十分なもの、説明不十分のものが随所に散見されたが、本書は概論として書かれたものであり、それらの不十分な点は各論として QCRG シリーズの中でまとめたものを随時に世に問うてゆけるようになることを期待している。

偶然にも、昨夜シューハート未亡人が10年ぶりに訪日され、ニュージャージー州 Mountain Lake のシューハート家でお会いして以来、7年ぶりにお会いすることができ、国際文化会館の静かなロビーでシューハート特集号などを見ながら、夜遅くまで故シューハート博士の思い出などを語り合うこと

ができたのは望外の幸いであった。インド、日本、アメリカとかなり長い期間一緒だった筆者にとってこの本の内容を英訳し、額の広い鉢の開いた大きい頭の完全に哲学者の風采を髣髴とさせる、故シューハート博士からご批評を仰ぐことができたのならなどという感慨を払拭することができなかった。

最後に、QCRGのすべてのメンバーの人々に対して、また本書の出版に際して校正その他でいろいろお手数をわずらわした日本規格協会の関係者の方々に衷心より感謝するしだいである。

1969年3月21日

訪台を明日にして

田 口 玄 一

## 主な記号とその意味

| 記 号             | 意 味                                                        | ペ ー ジ         |
|-----------------|------------------------------------------------------------|---------------|
| $A$             | 工程が異常になった下で、品物を一単位作ったときの損失                                 | 51            |
| $A_0$           | ロットをそのまま出荷したときの損失                                          | 104, 120      |
| $AQL$           | 合格品質水準                                                     | 231           |
| $a$             | トラブル単位, 保証単位                                               | 113           |
| $B$             | 工程が異常かどうかを判断するのに必要な費用, 1個の品物の検査でも, 多くの品物の検査でも, 点検による場合でもよい | 51            |
| $B_0$           | ロットを全数検査などの処置をして出荷したときの損失                                  | 104, 120      |
| $b$             | 検査単位                                                       | 113           |
| $b_1$           | 見つけた不良品 1 個当りの損失と検査費用との比                                   | 200           |
| $b_2, b_3, b_4$ | 合格判定個数を求めるための係数                                            | 210, 210, 200 |
| $C$             | 調節費用 $= C' \times t + C''$                                 | 51            |
| $C'$            | 工程が単位時間停止したときの損失                                           | 51            |
| $C''$           | 異常と判断された工程を正常状態にもどすのに必要な費用                                 | 51            |
| $C^*$           | 陽故障の場合に, 実際に故障がおこったときの損失                                   | 90            |
| $F$             | 固定費                                                        | 146           |
| $F_0$           | 分散比                                                        | 165           |
| $j$             | 運搬工程または運搬費用                                                | 70            |
| $k$             | 工程を異常と診断するのに必要な不良品の持続個数                                    | 131           |
| $L$             | 単位生産量当りの工程調節費用                                             | 51            |
| $L_p$           | 検査特性曲線                                                     | 224           |
| $l$             | 診断のタイムラグ                                                   | 52            |

|                |                                            |          |
|----------------|--------------------------------------------|----------|
| $l_0$          | あと工程の全数検査や市場からの情報でフィードバックコントロールをする場合のタイムラグ | 61       |
| $L_{27}$       | 大きさ27の直交表                                  | 179      |
| $M$            | 確率行列                                       | 98       |
| $M_i$          | $i$ 番目の製造工程                                | 70       |
| $N$            | ロットの大きさ                                    | 202      |
| $n$            | 診断間隔                                       | 51       |
| $p$            | 次の生産単位で工程が故障する確率                           | 56       |
| $p$            | ロットの不良率                                    | 116      |
| $p_0$          | 正常不良率                                      | 146      |
| $p_b$          | 臨界不良率                                      | 105      |
| $\bar{p}$      | 工程平均不良率                                    | 206      |
| $R, \bar{R}$   | 範囲, 平均範囲                                   | 177, 49  |
| $S_L$          | 規格下限                                       | 248      |
| $S_U$          | 規格上限                                       | 248      |
| $S_i$          | $i$ 番目の工程における在庫または在庫費用                     | 70       |
| $S(a_{i_1})$   | パラメーター $a_i$ が $a_{i_1}$ のときの変動の和          | 181      |
| $T_i$          | 製造工程 $M_i$ の診断工程                           | 70       |
| $\bar{u}, u^*$ | 平均故障間隔                                     | 52       |
| $x$            | 生産速度の増加倍率, 可変変数                            | 146, 168 |
| $y$            | 項目ごとの評点, 故障の増加倍率                           | 21, 148  |
| $z$            | 調節限界, 条件変数                                 | 146, 168 |
| $\beta$        | 割引係数                                       | 165      |
| $r$            | 検査で良品としたものの中で使えないものの割合                     | 116      |
| $\delta$       | 検査で不良品としたものの中で使えるものの割合                     | 116      |

|              |                    |     |
|--------------|--------------------|-----|
| $\Delta$     | 臨界不良率と工程平均のへだたりの程度 | 207 |
| $\sigma^2$   | 誤差分散               | 163 |
| $\sigma_0^2$ | 測定の誤差分散            | 163 |
| $\sigma_l^2$ | $l$ 時間で変化する真値の分散   | 163 |

## 目 次

### ま え が き

#### 主な記号とその意味

### 1. 品質と生産性

|               |    |
|---------------|----|
| 1.1 生産性       | 1  |
| 1.2 生きがいと生産性  | 4  |
| 1.3 道徳と生産性    | 7  |
| 1.4 レジャーと生産性  | 9  |
| (注)           |    |
| *1.1 研究開発の生産性 | 11 |

### 2. 設計品質と製造品質

|                |    |
|----------------|----|
| 2.1 品質とは       | 15 |
| 2.2 設計品質       | 17 |
| 2.3 市場の決定      | 19 |
| 2.4 項目ごとの評点と重み | 21 |
| 2.5 総合評価       | 24 |
| 2.6 製造品質       | 25 |

### 3. 品質保証

|                 |    |
|-----------------|----|
| 3.1 企業における品質問題  | 27 |
| 3.2 研究開発部門の品質問題 | 27 |

## 目 次

|      |                     |    |
|------|---------------------|----|
| 3.3  | 開発完了時における品質問題       | 29 |
| 3.4  | 生産試作時の品質問題          | 31 |
| 3.5  | 量産時の品質問題            | 34 |
| 3.6  | 部門評価制度              | 36 |
| 3.7  | 製造部門の品質保証           | 43 |
|      | (注)                 |    |
| *3.1 | 品質管理の小史             | 47 |
| *3.2 | 管理図法概要              | 49 |
| 4.   | 工程調節, 単一工程の場合       |    |
| 4.1  | 品質管理のコスト            | 51 |
| 4.2  | 最適診断間隔              | 54 |
|      | 演習問題                | 55 |
|      | (注)                 |    |
| *4.1 | 公式 (4.1), (4.3) の証明 | 56 |
| 5.   | 原価低減の方法, システムの評価    |    |
| 5.1  | 不良品による損失Aに対する対策     | 59 |
| 5.2  | 診断方法の改善             | 60 |
| 5.3  | 調節方法の改善             | 62 |
| 5.4  | 平均故障間隔の改善           | 62 |
| 5.5  | その他の問題              | 64 |
|      | 演習問題                | 64 |
| 6.   | 工程連結                |    |
| 6.1  | 目的                  | 67 |
| 6.2  | 工程が2工程しかない場合        | 70 |
| 6.3  | 工程数が3以上の場合          | 74 |

## 目 次

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 6.4 適用例                      | 75  |
| 演習問題                         | 85  |
| (注)                          |     |
| *6.1 寿命分布に関する理論              | 87  |
| 7. 予防調節(予防保全)                |     |
| 7.1 陽故障の場合                   | 89  |
| 7.2 陽故障, 計算例                 | 92  |
| 7.3 陰故障の場合                   | 94  |
| 7.4 陰故障, 計算例                 | 95  |
| 演習問題                         | 97  |
| (注)                          |     |
| *7.1 公式の誘導                   | 98  |
| *7.2 7.3節の公式の証明              | 100 |
| 8. 臨界不良率                     |     |
| 8.1 検査の目的                    | 103 |
| 8.2 クレームによる損失の評価             | 107 |
| 8.3 人命の評価                    | 110 |
| 8.4 検査単位, トラブル単位(保証単位), 処置単位 | 111 |
| 8.5 検査特性表, $r$ と $\delta$ 推定 | 116 |
| 8.6 臨界不良率 $p_0$ の求め方         | 119 |
| 演習問題                         | 127 |
| 9. 全数検査と工程診断                 |     |
| 9.1 目的                       | 129 |
| 9.2 異常時不良率が100%の場合           | 130 |
| 9.3 正常時不良率がゼロの場合             | 133 |

## 目 次

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 9.4 一般の場合                 | 133 |
| 演習問題                      | 134 |
| (注)                       |     |
| *9.1 異常時不良率が100%の場合       | 135 |
| *9.2 一般の場合                | 138 |
| 10. 生産のスピードアップ            |     |
| 10.1 目的                   | 141 |
| 10.2 不良品対策                | 142 |
| 10.3 臨界不良率                | 143 |
| 10.4 スピードアップ, 手作業の場合      | 146 |
| 10.5 生産のスピードアップ, 自動機械の場合  | 147 |
| 10.6 自動機械の場合, 計算例         | 149 |
| 10.7 連続診断の場合              | 152 |
| 10.8 連続診断, 計算例            | 154 |
| 10.9 その他の場合               | 156 |
| 演習問題                      | 157 |
| 11. 計量値の場合                |     |
| 11.1 目的                   | 161 |
| 11.2 予測誤差                 | 162 |
| 11.3 割引係数                 | 164 |
| 11.4 修正に誤差がある場合           | 168 |
| 11.5 最適修正間隔(未定稿)          | 172 |
| 演習問題                      | 174 |
| 12. コンピューターコントロール         |     |
| 12.1 コンピューターコントロールをめぐる諸問題 | 175 |

## 目 次

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 12.2 シミュレーションによる回帰分析        | 176 |
| 12.3 計 算 例                  | 183 |
| 12.4 経験による学習                | 191 |
| 12.5 誤 差 の 問 題              | 195 |
| 演 習 問 題                     | 196 |
| <br>                        |     |
| 13. 検 査 設 計                 |     |
| 13.1 検査設計とは                 | 197 |
| 13.2 実績のない場合 JIS Z 9011 付属書 | 200 |
| 13.3 実績のある場合 JIS Z 9011     | 205 |
| 演 習 問 題                     | 227 |
| (注)                         |     |
| *13.1 国公共企業体における受入検査        | 230 |
| *13.2 検査課の役割と将来             | 235 |
| *13.3 JIS Z 9011 の根拠        | 237 |
| <br>                        |     |
| 14. 計 量 値 の 検 査             |     |
| 14.1 計 算 例                  | 243 |
| 演 習 問 題                     | 246 |
| (注)                         |     |
| *14.1 JIS Z 9013 (案)        | 247 |
| 参 考 文 献                     | 279 |
| 付表(1) 二 乗 表                 | 280 |
| 付表(2) 常 用 対 数 表             | 282 |
| <br>                        |     |
| 索 引                         |     |

# 1. 品質と生産性

## 1.1 生産性

われわれが生きてゆくためには、さまざまな「モノ」と「サービス」を必要としている。いわゆる衣食住に直接必要なものはもちろんのことだが、道路、交通機関、通信など、それらが存在しない生活など想像ができないくらいである。また、教育機関、司法、公衆衛生などもわれわれの生活をどれだけ守っているかは想像以上のものがある。

究極的にはより良い生活を目標として、毎日、新しい「モノ」、より良い「サービス」が誕生している。しかし、それらの新製品や新しいサービスが開発され社会に送り出されても、売れないまま消えてゆくものが少なくないようである。それは、新しく開発した「モノ」や「サービス」の市場価値について生産性の面からの評価がまちがっていたものということができよう。

「モノ」と「サービス」はそれがどんなものであろうとすべて人間の労働によって生まれるものである。したがって、すべての人間が同じ労働をしている限り、それから生産される「モノ」と「サービス」の総量は等しい。したがって、たとえば給料を倍にしたところで、われわれの購入できる「モノ」と「サービス」の総量は等しいのだから、ちょうど物価が倍になって、結局デノミネーションと同じことが行なわれたことになる。

ケインズの式、所得は消費と投資に配分されるという式

$$\text{所得} = \text{消費} + \text{投資} \quad (1.1)$$

から、逆に所得を増すためには、消費を増したり、投資を行えばよいとい

## 1. 品質と生産性

う誤った見解が流布している。ところでケインズの故国イギリスでは、ポンド対策に緊縮政策を採用し始めた。かつての不景気どきの緊縮政策にまっこうから反対して、はなやかな登場をしたケインズ理論は今や書斎の片隅に置き忘れられたかのようなのである。不景気になれば、景気を増すために投資をすべきであるというような見解がまだ一部にあるようである。投資が所得の増加につながるということは、失業していた人がそのような投資によって働くことによってのみその分だけ所得が増加するのである。

したがって、投資が増加しても、失業していた人が働いたり、その投資関係の人が残業したり、他の作業の合理化をすることによって浮いた時間をその投資関係に対する作業に向けない限り、投資のみによって所得は増さないのである。すなわち、投資をしても、他の仕事をしていた人が、その仕事を休んでその新しい投資の仕事をしたのでは生産性は変わらないということである。

作業の方法を工夫することによって現在の半分の人間で、現在生産されているすべての「モノ」と「サービス」の生産を行なうことができるならば、半分の人間が何もしなくても私達の総所得は変わらないし、いままでと同じ分配をするなら生活水準に変わりはないことになる。しかし、合理化によって余った半分の人間が何もしないならば、その人達の生活を現状に維持する限り、全体の所得もかわらず、生活水準も向上しないことになる。その余った人間が新しい仕事をしたとき、それによって生み出される「モノ」と「サービス」の増加分のみが所得の向上になるのである。

したがって、投資のみによって所得が向上するのではない。“消費は美德である”などというのはまちがっていることばであり、まして不景気になったら、需要を増すために“失業者に穴を掘らしたり埋めたりする仕事を与えるべきである”などというのはとんでもないまちがいである。生産性の向上に関係のない投資や仕事の増加は、その増加した分だけ物価を上昇させるか、それだけ超過労働をしているかのいずれかである。現在のままでも、すべての人間が20%の超過労働をすれば、物価を上げないでそれだけ所得が向

上することになる。

半分の人間で仕事をやっても、余った半分の人間が遊んでいる限り所得の向上はない。余った半分の人間に新しい仕事を与えたときのみ、その分だけ所得の向上があるということを言ったが、その新しい仕事の大部分がいわゆるサービス産業に関係を持っていることが多い。サービス産業の中にも、レジャーに関係する完全に消費的なものと道路、教育、研究などのように再生産にかなりの関係のあるものがある。もちろん、それが完全に消費的なものであろうとそれだけ所得の向上があるのだから、レジャー的なサービス産業の増加を非難しているのではない。また、レジャー的なサービス産業自体についても、その生産性の向上はたいせつな問題であるが、それはレジャー産業自体の能率化といってもよいだろう。しかしながら、生産性の向上の全部を単なる消費的レジャーに振り向けるならば、それからあとの生産性の再向上は困難になるだろう。このことは、一つの企業であっても、一つの国であっても全く同じことである。ある企業が生産性を倍にすることによって、半分の人間で現在と同じ量の品物を作ったとすれば、その企業は売値を上げることなしに、すべての人間にいままでと同じだけの給料を支給することができる。余った半分の人間が、新しい仕事を作らないで、サービスの仕事として、企業内の清掃やお茶くみなどの仕事をしたとしても、いままでより、その増加した清掃やお茶くみのサービスだけ企業内の人間の所得の向上が行なわれたことになる。それは、その余った半分の人間が何もしないなら、そのようなサービスの向上さえ無いことになるからである。しかし、その余った半分の人間がそのサービスの仕事でなしに、事務改善、新製品開発、生産技術の改善などの仕事を（正確には人件費以外の研究費を使用することなしに）やるとすれば、それは倍に向上した生産性を次の将来それ以上に向上させる可能性を持つことになる。

すなわち、企業が生産性の向上をより多く行ないたいならば、生産性の向上した分のできるだけ多くの割合を、研究のような再生産にプラスになるところに振り向けることがたいせつである。現実の問題として、生産性の向上

## 1. 品質と生産性

なしに教育や研究に経費を支出することは、それだけ企業や国家の所得を少なくとも一時おとすことになる。企業の場合、配当を下げることによってそれが行なわれるときには、生産性の向上にプラスになる。何となれば、配当に回された金は再生産に役立たないのが普通だからである。配当を下げることによって、銀行から借入金の金利が高くなるときには、その企業にとっては、配当の減少は金利面のコスト上昇による生産性の下降を意味することになるが、銀行からの金利が高くない限り、配当そのものは再生産に役立たないことは明白である。

したがって、一つの国にとっても、一つの企業にとっても、生産性の向上に従業員や資本家の所得向上である賃金、配当にどれだけ回すか、設備投資、研究開発、市場開発などの再生産のための設備や、再生産の向上のための研究にどれだけ回すかは非常に重要な問題である。

### 1.2 生きがいと生産性

生産性の向上という問題に対して、人間の幸福感という面からその意義に疑問を持っている人もいようである。個人の幸福感というものは本質的には主観的なものである。したがって、そのような主観的な幸福感を得るためのさまざまな意見が述べられている。しかし、主観的な幸福感については、次のような問題がある。

人間と動物の大きな違いの一つに、脳の構造における前頭葉の大きさがあるといわれている<sup>1)</sup>。人間の場合、大脳皮質全体に対する前頭葉の面積比率は約30%であるが、犬やうさぎになると数%以下になる。前頭葉の下側などの辺縁には知識や記憶をつかさどる皮質があり、その奥に本能に関係する部分、最深部に心臓や胃などの働きをつかさどっている延髄などの部分がある。したがって、生命それ自体に最も必要なのは、内臓などの働きの仕事をつかさどっている部分であり、その部分が働きを停止すればたちどころに生命は断たれることになる。次に重要なのは、本能の部分であり、食欲の本能

---

1) 時実利彦、脳の脳 岩波新書