

まえがき

品質工学には、子供の頃からの勉強のいずれでも扱っていなかった内容や考え方が多く含まれる。微分方程式のような難しさをいうのではなく、むしろ使用する習慣がないことや、異質な発想への不慣れから、結果的に難しく感じるようである。また、統計学のように統計学でもないし、品質管理なのかといえどもまた少し違う。実験計画法を下敷きをしているが、それとも少し異なるので、なかなか捉えにくい。あえていえば、総合的な技術開発の工学的な手法とその哲学とでもいうべきものである。高等学校までは技術開発などを習うことはほとんどない。また受験に関係しなければ学ぶ必要もないし、知らなくても関係がない。しかし、企業では技術開発が必要とされ、コストがかからず効率的な製造ができ、また品質不良が少なく、高機能の製品が要求されるが、それに対処するにはかなりの苦労を伴うのが実情である。以上のような背景を知らない学生にとっては品質工学は雲をつかむような話であるし、企業の人にとっては、品質工学の現実問題への適用や応用がわからなくて困るわけである。技術職として社会に出た学生はどこかでこの問題にぶつかることが多い。

本書では、「品質工学」という一連の手法について、基礎的な事項に加え、事例を交えて解説を行っていく。品質工学をわかりやすくしているのは、数式もさることながら、ばらつき低減を主眼としたアプローチであろう。また、ばらつきを抑えたいのに意図的にばらつき条件を加えるという逆の発想が、なおさら理解を困難なものにしている。なるべくこれらの難しい点を、具体的な事例を交えて解説を行っていく。また、人により専門技術の理解が異なるので、具体的な事例も機械、材料、加工、物性、化学といった分野ごとにそろえる方式とした。なお、事例の引用についての詳細は巻末に掲げた引用文献を参照されたい。

ii ま え が き

本書は、技術や実務を知らない、品質工学はおろか、工学系の世界の習慣に不慣れた文系学生（理系科目を受験しないで工学系大学へ進んだ者など）でも対応が可能のように配慮をしたつもりである。近年の大学における工学系の領域が、機械、電気といった従来のような縦割りではなく、横断的な領域で分類されるケースも多くなっている背景などを踏まえ、文系入学も含めた工学系領域の裾野の広がりに合わせていく必要性を感じたからである。逆に、一般の理工系の学生や、技術を知る製造業の技術者には実用的ではないかもしれないが、読者層を若干限定しているための苦肉の対応であることをご容赦いただきたい。

そのような事情から、さまざまな分野の想定対象である読者層への試行錯誤に時間をとられてしまい、コロナ社の関係各位にはたいへんな迷惑をおかけした。

また、本書の制作中に、品質工学の創始者である田口玄一博士の訃報に接したことは、痛恨の極みであった。ご冥福をお祈りしたい。

2013年8月

著者を代表して
矢野 耕也

一執筆分担

矢野 耕也：編集，および1～8，12，16～18章

水谷 淳之介：9，10，14章

山本 桂一郎：11，13，15章

目 次

1. 品質工学とは何か

1.1	品質工学の成り立ち	1
1.2	品質管理との違い	2
1.3	統計学との違い	3
1.4	実験計画法との違い	3
1.5	品質工学の対象範囲	4
1.6	品質工学における品質	5
1.7	品質と社会損失	6
1.8	品質問題と品種問題	8
1.9	品質と効用	8
1.10	品質工学でできること	9

2. ばらつきと損失関数

2.1	品質不良と損失	10
2.2	損失関数	11
2.3	許容差とばらつき	14

3. オンライン品質工学

3.1	オンライン品質工学とオフライン品質工学	21
3.2	工程の管理とばらつき	21
3.3	工程における検査	22
3.4	損失関数との関係	22

3.5	工程で発生する問題各種	23
3.6	フィードバック制御	25
3.7	フィードバック制御の一般解	25
3.8	フィードバック制御の計算法	26
3.9	フィードバック制御の事例	28

4. ばらつきの取扱いと SN 比

4.1	ばらつきの尺度	32
4.2	分散	33
4.3	標準偏差	33
4.4	変動係数	33
4.5	SN 比	34
4.6	ばらつきへの対策	34
4.7	ばらつきの尺度としての SN 比	35
4.8	感度	40

5. 技術の働きと SN 比による機能性の評価

5.1	ものの働きと機能性	42
5.2	アクティブな機能とパッシブな機能	43
5.3	動特性と静特性	43
5.4	動特性の SN 比による機能性評価	48
5.5	転写性	48
5.6	転写機能の例	50
5.7	SN 比による機能性評価の事例	52

6. パラメータ設計・ロバスト設計

6.1	条件が多い場合の実験の効率化とパラメータ設計	55
6.2	直交表の種類	56

6.3	パラメータ設計の基本	59
6.4	パラメータ設計の基本型と具体例	60

7. パラメータ設計の事例-1

三和土（土間）の配合条件検討と強度の関係

7.1	建材への応用	77
7.2	機能の考え方	77
7.3	三和土における誤差因子	78
7.4	直交表 L_{18} への制御因子の割付け	79
7.5	SN 比と感度の解析	80
7.6	要因効果図と最適条件	83
7.7	確認実験による再現性評価	83
7.8	経済性比較	84

8. パラメータ設計の事例-2

カプセル充填におけるパラメータ設計

8.1	カプセル充填の問題	85
8.2	充填の働きと機能	85
8.3	信号因子と計測特性	86
8.4	充填における誤差因子	86
8.5	制御因子の直交表への割付け	86
8.6	SN 比と感度の計算	89
8.7	要因効果図と最適条件	91
8.8	充填再現性評価のための確認実験	92
8.9	2段階設計による調整	93

9. パラメータ設計の事例-3

レーザー焼入れ条件の最適化

9.1	レーザー焼入れとは	96
9.2	レーザー焼入れ加工	97

9.3	レーザー焼入れ実験の結果と SN 比の計算	100
9.4	レーザー焼入れ加工の最適条件の選定と確認実験	103

10. パラメータ設計の事例-4

エッチング加工条件の最適化

10.1	エッチング加工の概要と目的	107
10.2	エッチング加工の機能と問題点	108
10.3	エッチング加工の実験方法と計測特性	109
10.4	エッチング加工実験の諸因子の設定	110
10.5	エッチング加工の実験結果	113

11. パラメータ設計の事例-5

電力による切削条件の最適化

11.1	電力による評価	117
11.2	切削加工について	117
11.3	評価方法の検討	118
11.4	テストピースの検討	119
11.5	制御因子の決定	120
11.6	実験の結果	121
11.7	確認の実験	123

12. 入出力が非直線の場合の SN 比

12.1	入出力機能が直線でない場合	125
12.2	機能が非直線（標準 SN 比）の場合の誤差因子	126
12.3	標準 SN 比の求め方	126

13. パラメータ設計の事例-6

省エネ発光体の評価方法の研究

13.1	蓄光材料について	129
13.2	評価方法の検討	130

13.3	結 果	133
13.4	成 果	137

14. パラメータ設計の事例-7

耐フレットング疲労皮膜のパラメータ設計

14.1	疲労寿命試験と開発コスト	138
14.2	フレットング疲労破壊	138
14.3	疲労強度評価の問題点	139
14.4	耐フレットング疲労皮膜の機能	140
14.5	耐フレットング疲労皮膜の制御因子	141
14.6	フレットング試験の誤差因子	142
14.7	標準 SN 比による波形の評価	142
14.8	SN 比の計算式および計算結果	143
14.9	標準 SN 比の利得の再現性	147
14.10	品質特性による耐フレットング疲労皮膜の検証	148

15. パラメータ設計の事例-8

水性ボールペン替え芯の機能性評価

15.1	評 価 目 的	149
15.2	理想機能と機能性	149
15.3	機能性評価の実験計画	150
15.4	実 験 の 結 果	153
15.5	機能性評価の意義	155

16. 真の値が不明な官能検査への応用

16.1	官能検査と識別力の評価	158
16.2	真値不明の信号因子への標準 SN 比の利用	158
16.3	識別力の SN 比と感度	160

17. 化学反応の SN 比 (動的機能窓法)

17.1 動的機能窓法	161
17.2 造粒の原理と動的機能窓法	162
17.3 造粒の実験計画	164
17.4 動的機能窓法と速度比法	166
17.5 造粒結果と解析	167
17.6 速度比法の感度	168
17.7 要因効果図	169
17.8 確認実験	170

18. マハラノビス・タグチ (MT) システムとパターン

18.1 パターンと類似, 非類似	172
18.2 マハラノビスの距離	173
18.3 単 位 空 間	173
18.4 MT 法と MT システム	174
18.5 不良品の判別例	175

付 表 —— 直交表 ——	180
---------------------	-----

引用・参考文献	182
---------------	-----

索 引	184
-----------	-----



品質工学とは何か



1.1 品質工学の成り立ち

品質工学は、統計学者の田口玄一（1924.1.1～2012.6.2）が50年以上をかけてほぼ独力で築いた技術体系であり、数理統計から実験計画法、工程管理、品質管理、多変量解析、パターン認識までを含む幅広い新しい学問といえる。ただ品質工学という言葉は、1980年代に入ってから当てられた用語で、従来は田口式実験計画法とか、欧米で一般的に用いられている **Taguchi Methods**（タグチメソッド）をそのまま使用してきた。

品質改善への工業的な取り組みは、第二次世界大戦中の兵器生産における銃弾の均一性や、真空管の不良率の高さなど、品質管理（Quality control, **QC**）の問題が出発点である。戦争で灰燼^{かいじん}に帰した日本では、占領軍の意向もあり、戦後の復興に力が注がれた。特にGHQ^{†1}は占領政策浸透のために通信・電話網の整備に重点を置いたが、当時の通信機械の製造能力の低さと品質の悪さから、GHQは本国から技術者を呼び、品質向上のための技術指導を行った。これがCCS^{†2}講座と呼ばれる日本の品質技術発展の礎^{いしずえ}であった。並行してGHQは、当時の国家予算の2%以上を使ってアメリカのベル電話研究所をモデルにした

†1 ジーエッチキュー（General Headquarters, the Supreme Commander for the Allied Powers (GHQ/SCAP) は、連合国軍が日本占領中に設置した総司令部であり、対日講和条約の発効とともに廃止された。

†2 CCS (Civil Communications Section, 民間通信局)。GHQの幕僚部に設置された、民政局や経済科学局などと並ぶ行政機関の一つで、通信や電波行政を扱う部門である。

2 1. 品質工学とは何か

電電公社武蔵野通信研究所を開設した。その際に独学で統計や数学を身に付けた田口玄一が**実験計画法**の専門家として入所し、実験計画法による指導を一手に行い、その後の品質工学の原点となった。同時期にGHQが品質管理の父とも呼ばれるW. E. デミング^{†1}を招聘したことにより、日本の品質管理は大きな発展を遂げた。

実験計画法は元々イギリスの統計学者であるR. A. フィッシャー^{†2}により農学実験の効率的な実験の方法として開発されたものであるが、田口はそれを工学の場に移し、電話機以外での応用を図り、その後は品質管理の発展にあわせ、自動車、鉄鋼、電機、半導体、機械加工、航空宇宙などの日本の基幹産業に広く適用されていくが、田口式実験計画法は技術への応用を中心に行っていることや、独自の解釈を加えた方法論として発達させていったために学問的普及には限界があった。1980年にベル研究所の半導体に関する最難関の問題を田口が解決したことでTaguchi Methodsとして一気に広まり、その後、逆輸入の形で日本でも品質工学として認知されるようになった。

1.2 品質管理との違い

品質とは、その対象の性質や特性を示す、きわめて一般的な用語で、昔から関心が持たれている概念であるが、本格的になったのは戦後の通信工業の復興時で、それを契機としたGHQによるさまざまな品質に関する指導が、SQC（統計的品質管理：statistical quality control）としての品質管理の発展を促した。品質管理は、統計学やSQCを元にして、管理を行うことで不良を減らす対策面に重点を置いているが、品質工学は基本設計から見直し、元から不良を作ら

†1 デミング (William Edwards Deming, 1900~1993) : アメリカの統計学者。戦後の日本で品質管理を指導し、それを通じて日本の製造業や品質管理技術に最も影響を与えたことで知られている。

†2 フィッシャー (Ronald Aylmer Fisher, 1890~1962) : イギリスの統計学者。ロザムステッドの農地試験場勤務時代に実験計画法や分散分析といった手法を編み出し、後世に大きな影響を与えた。品質工学もフィッシャーの実験計画法がベースになっている。

ないという未然防止的な方法を提供することが主で、アプローチや思想が異なる。例えば、品質管理の世界には、QC七つ道具があるが、その中の実験計画法は、効率よく結果を求める方法として手法を形式的に品質工学のパラメータ設計に利用しているが、その主旨は異なり、品質工学はこれらが融合しながら、約50年かけて独自の進化を遂げたもので、品質管理とは別物である。

1.3 統計学との違い

品質工学は、基本的に統計学とは別と考えてよい。しかし、ばらつきなどの各種の統計量や、実験計画法の形式を借りることになるため、ある程度の重なりや共通概念があるので、統計学の知識はあったほうが都合がよい。大きな違いは、統計学が背景に分布理論、すなわち偶然性を仮定していることであるが、品質工学では偶然性を排し、分布は考えない。例えば、実験の繰返し回数は、統計学では多いほうがよいとされるが、品質工学の実験では繰返しが不要であるといい、繰返して発生するような偶然誤差を重視せず、意図的な誤差（誤差因子という）を取り入れるというように発想の順序が異なる。

1.4 実験計画法との違い

実験計画法は品質工学と類似しているといわれるが、基本的につぎの二つの手続き

- ① 直交表を使用する、
- ② 解析に分散分析を使用する、

が重なることがその理由である。

実験計画法の目的の多くは、「どこに変動要因があるか」を探り、現象を説明することで、その結果に目標の解を得るものであるが、品質工学の場合は、どこの要因でばらつきが制御できるか、どこの要因で目標値に調整が可能であるかを問題にする。変動する要因の情報を得るという点では実験計画法と似て

4 1. 品質工学とは何か

いても、ばらつきを減少させる対策をとり、改善を行うという点が大きく異なる。品質工学では現象は追わない。結果的に現象はわかるが、そのことは第一義ではない。その代わり、第1段階として「ばらつきが最小になる解を得る」ことに重点を注ぎ、第2段階として「ばらつきを最小としたまま目標値にチューニングする」という2段階の手続きを踏む（これを品質工学では**2段階設計**と呼ぶ）。このばらつきを最小とする評価尺度に、通信工学を応用させた**SN比（エスエヌ比）**を用いる点が独特である。さらに、通常はデータの扱いに統計的な分布を考えるが、品質工学では2章で触れる**損失関数**と呼ばれる、経済性を中心にしたパラメータの決定が行われる。このように、品質工学のアプローチは従来の方法と異なり、田口式実験計画法が、特にアメリカで Taguchi Methods と呼称されるようになった理由でもある。

1.5 品質工学の対象範囲

品質工学の手法は、実験計画法や他のさまざまな最適化法を否定するものではなく、「ばらつき」を抑えることを中心とするため、従来の一般的に行われてきた工学上の設計技法と相容れないことが多く、この点が行き違いを生んでいることが多い。また、損失関数というばらつきの2乗が経済的な損失に比例するという考え方への馴染^{なじ}みが薄い点も、理解にしにくい理由の一つになっている。品質のばらつきが、数理統計学上のばらつきでのみ説明をしてきた経緯からすると、ばらつきが経済性に関係するという損失関数という考え方がつながりにくい。

品質工学は、ばらつきを減らしたシステムの改善が目的の場合、① システム選択、② パラメータ設計、③ 許容差設計、④ 許容差決定というサイクルをとることが多い。システム選択は、対象とする技術の土台の良しあしで、これを誤るとそれ以上を望むのが困難となる。② は条件の中から最適解を選択するものであるが、③ はその条件でのグレードをコストに釣り合うようどこまで下げられるかの検討で、それにより許容差が決まる。

さらに、品質工学は適用する対象によりおおよそつぎの4種類に分類される。

① **オフライン品質工学**：基本的に設計段階での適用である。いわゆる多数ある変動要因から最適な条件を得る最適化法で、**パラメータ設計**と呼ばれる。パラメータ設計をその中心とするならば、要約すれば、「外乱に対して頑健なシステムを設計する方法」、ないし「実験計画法をベースにした品質制御のための最適化の一技法」と捉えられる。

② **許容差設計と許容差の決定**：質の良い原料を使えば質の高い製品ができるが、品質工学では多少質は下がってもコストのかからないものを使い、同等の結果が得られれば経済的には有利になる。設計条件の許容差を考え、品質と経済性をバランスさせる方法を**許容差設計**といい、コストから品質や許容差を決定する方法を**許容差決定**という。

③ **オンライン品質工学**：**損失関数**ともいわれるもので、工程を中心とした管理の最適化の方法

④ **MT (マハラノビス・タグチ) システム**：パターン認識の方法

①は実験計画法の発展形であるが、③は工程管理全般、④は予測やパターン認識へ応用可能である。そして、①～④を組み合わせることで、設計～最終製品の管理や医学・臨床にまで応用でき、その応用範囲は相当に広いが、この応用の幅の広さと、固有技術が異なる対象に汎用的に評価や改善を行うことが、品質工学の技術的な役割である。

1.6 品質工学における品質

品質というのはある意味で一般名詞であり、そのものの性能やポテンシャルを示す意味合いで理解されているようである。平たくいえば、「工場で生産された製品や、サービス業が提供するサービスの有する特性、もしくは属性」で、品質についてのJISの定義は、1999年までは「品物又はサービスが、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」としていたが(JIS Z 8101)、現在は削除され、ISO 9000で、「本

6 1. 品質工学とは何か

来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度」と定義している。要するに、必要な機能の達成の程度が品質である。

しかし、JIS の定義はある一面を示していることは間違いないが、一義的なものではなく、複数の解釈や提言がある。品質の一般的な意味は、対象の使用目的に応じた科学的な属性（例えば物理的および化学的諸性質）に基づいた機能や性能、そして消費に役立つ有用性を示している。

ところで、品質工学における品質の解釈は以下のとおりである。

製品が出荷後に社会に与える損失である。ただし、機能そのものによるものは除く。

この解釈は直感的にわかりにくい。品質に対する一般的な解釈は「良さの尺度」であるが、品質工学においては「悪さの程度」という感じで、表からいうか裏からいうかの違いである。正反対から見る解釈というのは異質に見えるが、「社会に与える損失」という消費者目線で捉えるところがポイントである。また、実際に消費者が被る損失金額をパラメータとして代入し、総損失額 L を求めるという点においても、従来の定義とは一線を画している。

品質の捉え方をまとめると、従来は品質の「良さ」を表す立場で、品質工学では損失の程度、すなわち「悪さ」の程度を問題にしていると理解できる。この悪さの程度が目標値からのずれ、すなわちばらつきである。

1.7 品質と社会損失

品質工学における品質とは、マイナスの要素である社会的な損失を指すが、大別すると、**図 1.1** に示すように、① 機能品質の関係、② 弊害項目によるものとなる。① の機能品質による場合は、その製品が本来持つ機能を十分に発揮しないために発生する損失である。また、② の場合は、医薬品の過剰な副作用とか、燃費が特別に悪いエンジンなど、機能以上に弊害項目が問題を発生

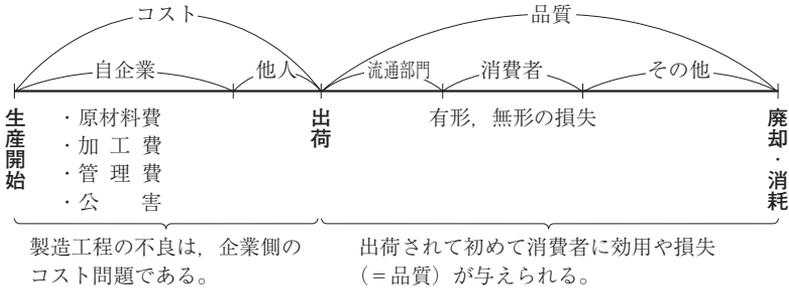


図 1.1 製品のコストに占める品質（コストと品質の関係）

するような場合である。

品質（出荷後の損失）

$$= (\text{機能のばらつきによる損失}) + (\text{使用コスト}) + (\text{公害})$$

本当に優れた品質は、人々に自由の総和と、生産性の拡大を提供する。技術の進化は、自動化や無人化などのようにそれ自体は失業者を生むが、同時に新たな技術やサービスが必要とされ、そのための雇用が生まれ、生産性の拡大につながる。製品が故障をするといった機能不全、故障やトラブルにより危害が降りかかること、高すぎて買えないことや不便でサービスを享受できないといった不自由さの改善が、品質の向上にほかならない。

2章で説明するが、品質工学における品質と損失の関係は、総損失額 L 、すなわち品質と経済性との融合は、品質の不ぞろいの程度であるばらつきが、消費者の損失に2乗で比例するという考えに基づく。商品として製品を考えたとき、その価値は製品の価格、すなわち貨幣的な価値と、引換えとして得られる有用性（使用価値）の二つで表され、この両者のバランスにより形成される商品価値が品質ということも可能である。では品質と言い換えてもよい使用価値とは、市場における消費者の判断や評価による結果であり、購入の意義や欲求が成立し、流通の必要性が認められて初めて成り立つといえる。よって、市場が欲しくない製品はいくら高品質でも市場価値は低く、使用価値や有用性が高いとはいわない。つまり、品質には社会的な背景がついて回る。

1.8 品質問題と品種問題

アルコールの品質は、酔いという機能が発揮することであるが、酔わないアルコールというのは、酒としての機能の意味がないし、酒の飲みすぎによる二日酔いを、酒の品質に転嫁する人もいない。ゲーム機のテクノロジーは機能的には高度なコンピュータであるが、子供がそれに熱中してしまい勉強しなくなるから品質が悪いとはいわない。また、高級なシルクと高度な紡織機で作られたネクタイの品質は高いが、その柄^{がら}やデザインが極端に悪いとき、ネクタイの品質が悪いとはいわないが、品種に問題があるという。これはデザインや柄が、機能の問題ではなく、個人的な嗜好^{しこう}や趣味の範囲の問題で、さらにいえばマーケットセグメントの問題になるからである。ネクタイの場合、品質が良くても品種が悪いことになるので、市場占有率は上がらない。このように、機能が関係するもの以外は品質問題ではなく「品種問題」として品質工学では区別している。また、副作用（アルコールでいえば二日酔い）による弊害は、「ただし、機能そのものによる損失は除く」として除外している。酔わないアルコールは意味がないが、過剰な酔いは記憶喪失や二日酔いなどの「副作用」という弊害項目として現れるが、もちろん機能には含めない。

1.9 品質と効用

品質には、純度とか強度とか硬度とか屈折率、耐錆性^{せい}などの物理化学的な性質で語ることができる部分と、仕上げ、光沢、色彩、包装などの適商性、また持ちやすさ、サイズといったユーザビリティで論じられる場合がある。軍用製品は単純性や頑健性が重視され適商性は議論されないが、市場で軍用品の頑健性に有用さが見いだされれば、効用の高い商品となる。液晶テレビでも携帯電話でも、同じような効用があるときに、自社のほうの品質が良いと消費者がわかれば、そのメーカーの市場の占有率は高くなるが、品質に見合う価格でなけれ

ば占有率は価格に依存してしまう。一方、画面サイズがさまざまに異なる液晶製品がそろっている場合、それは市場占有率ではなく市場の大きさで、つまり品種が多いかどうかである。つまり品種は、市場（マーケット）の大きさに関係し、品質は市場占有率に関係してくるので、同じ効用の商品であれば、その中で価格と品質の競争が発生する。つまり、品質はつねに価格といった効用と損失の比較の上で成り立っている。

1.10 品質工学でできること

品質工学はきわめて汎用的な工学的手法であり、問題解決の手法でもあり、また技術哲学でもあるため、使用者の目的や考え方によりさまざまな応用が可能である。あまりに適用範囲が広いことから、入門者は適用の仕方ですぐに困ることが多いが、自分の目的に近い具体的な事例を探して真似るのが効率的である。ある程度慣れてくると、技術が持つ共通の構造や方法論が把握できることから、品質工学の方法を一般化して、具体的な問題に適用することが重要なことになってくる。以下にその分類の一部を示す。

分野による分類

- ・オフライン（設計・開発段階）
- ・オンライン（工程管理）

目的による手法別の分類

- ・SN比によるばらつきの評価
- ・システムやマシンの機能、パフォーマンス、性能の評価
- ・許容差とコストの決定
- ・ばらつきによる経済的損失評価

改善目的による分類

- ・ばらつきの改善
- ・直交表による条件の最適化
- ・工程の調節、制御、最適化
- ・工程の経済的損失の改善
etc.

【演習問題】 品質と品種の違いについて、具体例を挙げて説明せよ。

索引

【あ】	機能窓	161	実験計画法	2, 3	
アイソアクティブ	43	基本機能	60, 61, 85	充 填	85
アナログの標準 SN 比	126	逆行列	174, 177	出 力	42
安全係数	16	許容差	11 14	消費者損失	76
【い】	許容差決定	5	消費電力	117, 118	
陰故障	24	許容差設計	5	除去加工	118
【え】	【く】	くぼみ深さ	78	信号因子	43, 62, 78
エスエヌ比	4	繰返し	3	【せ】	
エッチング加工	107, 108	【け】		制御因子	62
エネルギー	37	経済性評価	84	静特性	46
【お】	計測誤差	27, 31	切削加工	117, 118	
オフライン品質工学	5, 21	欠 測	103	切削量	117, 118
オメガ変換	62	欠測値処理	104	ゼロ点比例式	44, 86, 111, 153
オンライン品質工学	5, 21	検 査	22	ゼロ望目特性	46, 47
【か】	【こ】			線形式	39
化学反応	161	交互作用	57, 58	線形的	75
確認実験	72, 73, 83	項 目	173	【そ】	
カプセル充填	86	効 用	9	相関行列	177
加法性	61	誤差因子	35, 60, 63	総損失	27
頑健性	57, 63, 65	誤差分散	39	造 粒	162
感度 S	40	誤差変動	39	速度差法	162
感度 β	40	混合系直交表	58	速度比法	162, 166
官能検査	158	【さ】		損 失	84
管理図	25	再現性	72, 73	損失関数	4, 5, 12, 22
【き】	最適チェックの間隔	28	【た】		
規準化	177	最適調整限界値	28	タイムラグ	27
機 能	42, 77	三平方の定理	37	田口式実験計画法	1
機能限界	13, 15	【し】		多次元距離	173
機能性評価	42, 44, 48, 52, 150	識別力	158	三和土	77
		仕事量	37	単位空間	173, 175
				単調性	61

	ピタゴラスの定理 37 標示因子 63 標準 SN 比 126, 142, 158 標準化 177 標準条件 126 標準偏差 33, 175 比例項の変動 39 疲労強度評価 139 疲労寿命試験 139 疲労破壊 138 品質 2, 5 品質管理 1, 2 品質特性 115 品質不良 10 品 種 8	【ま】 マハラノビス・タグチシステム 5 マハラノビスの距離 173 【み】 未反応 161 【む】 無効部分 37 【も】 目的機能 45, 125, 130 目標値 12 【ゆ】 有効除数 39 有効部分 37 【よ】 要因効果図 71 陽故障 24 予防保全 24 【り】 理想機能 149 利 得 72, 73 【る】、【れ】、【ろ】 類 似 172 レーザ焼入れ 96 ロバスト性 57
【ち】	蓄光材料 129 逐次近似法 104 調整限界 13, 25 直交表 3, 55, 56, 180 直交表 L_{18} 57	
【て】	定期点検 24 デザインスペース 88 テストピース 109, 119 転 写 50 転写性 45, 48	
【と】	統計学 3 動的機能憲法 162 動特性 43 特性値 61 土 間 77	
【に】	入 力 42	
【は】	廃棄コスト 15 バイト 120 パターン 172 パッシブ 43 ばらつき 32 パラメータ設計 5, 55, 59	【ふ】 フィードバック制御 25 副反応 161 フレッシング疲労破壊 138 分 散 33 分散分析 3 【へ】 平均的な調整間隔 28 変動係数 33 【ほ】 望小特性 46, 47 ——の SN 比 167 望大特性 46, 47 ——の SN 比 167 望目特性 46, 47 補助表 71, 102 保全方式 24
【ひ】	非線形 74	

【アラビア数字】	【アルファベット】	
2 段階設計 4, 73, 93	JIS 5 MT システム 5, 174 MT 法 174 P-ダイヤグラム 61, 164	QC 1 robust engineering 65 SN 曲線 139 SN 比 4, 14, 34, 36 Taguchi Methods 1

— 編著者・著者略歴 —

矢野 耕也 (やの こうや)

1992年 博士(工学)
1992年 株式会社ツムラ入社
2008年 日本大学准教授
2010年 日本大学教授
現在に至る

水谷 淳之介 (みずたに じゅんのすけ)

1983年 長岡技術科学大学大学院修士課程修了
(創造設計工学専攻)
1983年 東京商船大学助手
1986年 富山商船高等専門学校助手
1987年 富山商船高等専門学校講師
1993年 富山商船高等専門学校助教授
2007年 富山商船高等専門学校准教授
2009年 博士(工学)(長岡技術科学大学)
富山商船高等専門学校教授
富山高等専門学校教授(校名変更)
現在に至る

山本 桂一郎 (やまもと けいいちろう)

1995年 株式会社エステック(現 株式会社
堀場エステック)
1999年 金沢大学大学院博士後期課程修了
(システム科学専攻)
博士(工学)
富山商船高等専門学校助手
2003年 富山商船高等専門学校講師
2006年 鹿兒島工業高等専門学校講師
2008年 富山商船高等専門学校准教授
2009年 富山高等専門学校准教授(校名変更)
現在に至る

初学者のための品質工学—技術を理解するために—

Quality Engineering for Beginners — For Understanding the Technology —

© Koya Yano 2013

2013年10月30日 初版第1刷発行



検印省略

編著者 矢野 耕也
著者 水谷 淳之介
山本 桂一郎
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-02475-3 (大井) (製本: グリーン)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします