

改訂版

信頼性工学入門

真壁 肇 編



都立短大図書館

廃棄資料

199702858

日本規格協会

196186

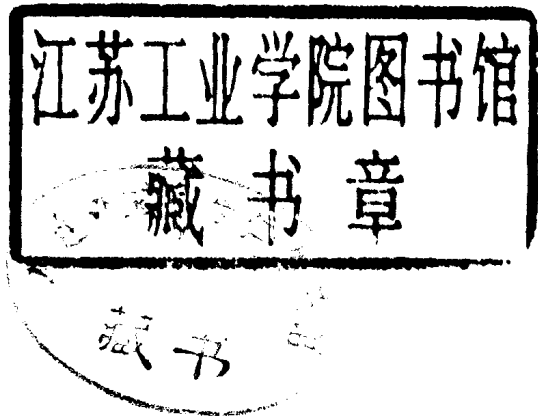


日文 701644005

改訂版

信賴性工学入門

真壁 肇 編



日本規格協会

[改訂版]

信頼性工学入門

定価 2,163 円
(本体 2,100 円)

1985 年 4 月 25 日 第 1 版第 1 刷発行

1996 年 11 月 15 日 改訂版第 1 刷発行

権利者との
協定により
検印省略

編著者代表 真 壁 肇

発 行 者 福 原 元 一

発 行 所 財団法人日本規格協会

〒107 東京都港区赤坂 4 丁目 1-24

電話 (編集) (03) 3583-8007

振替 00160-2-195146

印刷 株式会社ディグ 製本 株式会社中條製本

© H. Makabe, 1996
ISBN4-542-50328-3

Printed in Japan

当会発行図書、海外規格のお求めは、下記をご利用ください。
通信販売: (03) 3583-8002 海外規格販売: (03) 3583-8003
書店販売: (03) 3583-8041 注文 F A X : (03) 3583-0462

改訂版に際して

“信頼性工学入門”として1985年に発刊された本書は、特に品質保証の活動に重要な役割を果たす信頼性の意義を十分に考慮しつつ、信頼性の意味と工学的手法を紹介し、あわせて、その裏付けとなる理論の一部を解説するという目的をもって構成されていた。このような目的を有する本書は、これまで約10年以上にわたって、多くの技術専門家に愛用され、また、大学の教科者としての役割をも果たしてきたが、この間における社会、経済・経営ならびに国際面の環境の変化には目まぐるしい程のものがあつた。

このことを品質管理、品質保証ならびに信頼性の分野の一部に限って見ても

- ① 1960年代から、日本独自の風土の上に発達してきた全社的品質管理TQCは、1995年から1996年にかけて新たな発展を旨としてTQMと呼ばれるようになった。
- ② 1987年に制定された品質保証の国際規格ISO 9000が広く啓蒙普及されるようになった。
- ③ 米国において初めて製造物責任(PL)として取り上げられたこの法規は国際的な広がりを見るようになり、1980年代後半にはEU各国で製造物責任法が次々と制定され、わが国でも1995年に同様な法律が制定され、これが実施されるようになった。かくて、製品安全のための技術がますます重要となってきた。

ということなどがあげられる。

このような新しい動向を踏まえて、このたび、本書の大幅な改訂を行うことにしたのである。本来ならば全面的な改訂を行いたかったのであるが、時機の関係も考えて、今回は第1, 2, および3章を中心に筆を加え、他の章はできる限り小範囲にとどめるように配慮した。

今回の改訂は本書にとって初めてのものであったが、この改訂に際しては共同執筆者各位の熱心な御支援と御尽力を賜わった。また、(財)日本規格協会の出版課の各位には、10年以上にわたって永続的な御支援をいただいている。深い感謝の意をここに表す次第である。

1996 年 10 月

真 壁 肇

は し が き

(初 版)

信頼性は、我々の生活が多くの複雑なシステムに取り囲まれ、さらに、我々がこれらのシステムの恩恵を受けることが大きくなるにつれ、その果たすべき役割が次第に大きくなってきた。

このように重要性を増している信頼性は、電気・電子工学、機械工学及び化学工学などの固有の工学との関連も深いので、信頼性工学 (reliability engineering) という名で呼ばれることが多くなってきた。文字どおり、これら固有の工学を横断して各工学に深いかかわり合いを有する管理技術の工学として、その学問的体系を確立するに至ったのである。

また、信頼性は、管理技術を主体とする工学であるが、企業の経営、管理、運営に重要な役割を有するものであることに、だれしも異論を持たないであろう。このような信頼性の役割を重視するとき、信頼性は信頼性管理 (reliability management) と呼ばれる。信頼性管理は企業においては、経営計画に基づく商品企画や開発企画からはじまり、設計、研究開発及び生産を経てシステムや商品の運用や使用に至るまでの各過程に関係するのである。したがって、この管理に “management” という英語の言葉が対応するのである。

さらに、品質管理と信頼性の関係に言及しなければならないのであるが、これについては多言を要しないであろう。それほどこの両者は深い関係を持ち、かつ、そのことは多くの人にもあまりにもよく認識されているからである。

以上、信頼性と工学、管理及び品質管理との関係について纏々述べてきたが、本書は、これらの関係を十分に考慮し、信頼性全般の教科書として役立つよう編集と執筆を進めてきた。この中で、特に品質管理、とりわけ品質保証との関係については、品質管理の水準が高く、かつ、普及が非常に進んでいるわが国においては、品質管理の分野で活躍している多くの技術者に信頼性工学をぜひ

理解していただき、これを品質の向上に役立てていただきたいという我々の意図を前面に押し出したつもりである。

また、信頼性の統計的手法も、あまり理論に偏することなく、しかし、手法の誤用のないようモデルについては少しくどくなるぐらい説明して、手法全般の解説に紙面を費やした。さらに、後半の章においては、信頼性管理の実務を遂行するのに必要な手法と管理運営の進め方についてなるべく平易に説明をした。

本書は、学生の教科書であると同時に、多くの工学専門家、設計開発担当の技術者の参考書であることを目指した。したがって、取り上げた分野の幅は本のページ数の割には広がっている。このために、各章のグループは互いに独立して読んでもあまり差し支えないように配慮した。例えば、第1章～第5章、第4章～第9章及び第9章～第15章は、それぞれ信頼性の概論、統計的手法及び実際面と管理運営を解説しているので、別々に読んでも理解できよう。

各章の執筆者は独立に執筆はしたが、常に連絡をとりながら調整し、最後に編者が、各執筆者に特にお願いし、お許しを得て、加筆、内容変更、一部調整などをさせていただいた。このようなことは本来ならば許されないことであったが、本書は多くの執筆者の相互乗入れの形で執筆が行われた（このことは広い分野の信頼性工学の体系を形成するのに必要なことであった）ので、特にお願い申し上げた次第である。この意味でも、各執筆者に対しては大変なご協力を賜ったことになり、ここに執筆者に対して心より御礼を申し上げたいと存じます。

本書は、最初は日本規格協会で開催している信頼性の講座のためのテキストで、この講義に用いた結果を反省して改訂を加えながら、まとめたものを活字にするという経過があった。さらに、この間に日本規格協会において、経営工学シリーズが昭和55年より56年にかけて発刊された。このシリーズは大変好評であるが、このシリーズに対する読者の声として、この中に信頼性工学を追加してほしいとの要望があった。このために、経営工学シリーズ刊行委員長で

ある朝香鐵一氏（東京大学名誉教授）より、本書をこのシリーズの追補版として位置づけたいとのご推挙をいただいた。経営工学シリーズの刊行書の一員として本書を認めていただいたことは、私どもとしても大変な荣誉であると感謝しております。本書について格別な御配慮、御鞭達を賜った朝香鐵一教授に厚く御礼申し上げたいと存じます。

また、日本規格協会の森五郎理事長をはじめ、管理技術センター及び出版課の皆様には、本書が世に出るまでには大変なお世話をおかけしました。ここに心より厚く御礼申し上げます。

1985 年 3 月

大岡山にて 真 壁 肇

主な執筆者

第 1 章～4 章, 第 14 章	真 壁 肇
第 5 章～6 章	宮 村 鐵 夫
第 7 章～8 章	鈴 木 和 幸
第 9 章～13 章, 第 15 章	牧 野 鐵 治 (故人)
全体のとりまとめ, 数表, 問題	齋 藤 元 雄, 真 壁 肇

目 次

1. 序 論

- 1.1 信頼性と品質管理15
- 1.2 信頼性の役割と固有の工学16
- 1.3 信頼性の活用——信頼性の理論と実際17

2. 信頼性の発達経過

- 2.1 信頼性工学の発達とその背景19
- 2.2 信頼性工学の発達とその過程21
- 2.3 信頼性理論の発達22

3. 品質保証と信頼性

- 3.1 品質保証25
- 3.2 品質保証の七つの段階27
- 3.3 品質保証の中における信頼性の役割33
- 3.4 品質管理, 品質保証と信頼性34
- 3.5 製造物責任と信頼性38

4. 信頼性の意味, 手法と安全性

- 4.1 はじめに41
- 4.2 安全性と信頼性42
- 4.3 信頼性の三大要素43

4.3.1 耐久性	43
4.3.2 保全性	47
4.3.3 設計信頼性	50
4.4 信頼性の手法	50
問題	54

5. 信頼性モデル

5.1 直列系と冗長系	55
5.2 システムの故障率と MTBF	59
5.3 故障のパターン	60
(補) ブール代数と直並列系	64
1. 集合と集合演算	64
2. 集合の性質とブール代数	65
3. 直並列系とブール代数	67
問題	69

6. 寿命分布と故障率

6.1 信頼性データ	71
6.2 ヒストグラムと故障率	73
6.3 信頼度の推定	76
6.4 寿命分布と故障率の関係	80
問題	81

7. 指数分布と統計的方法

7.1 指数分布の意味	83
-------------------	----

7.2	MTBF (MTTF) の推定と検定	
	(完全データ, 定数打ち切りデータ)	84
7.2.1	MTBF と信頼度の点推定	85
7.2.2	MTBF (MTTF) と信頼度の区間推定	87
7.2.3	MTBF の検定	90
7.3	MTBF (MTTF) の推定と検定 (定時打ち切りデータ)	91
	問題	95

8. ワイブル分布と統計的方法

8.1	ワイブル分布の意味	97
8.2	ワイブル確率紙とその使い方	101
8.2.1	ワイブル確率紙	101
8.2.2	ワイブル確率紙による推定手順と例題	103
8.2.3	ワイブル確率紙の使用上の注意点	107
8.3	累積ハザード法	110
8.3.1	ハザード関数と累積ハザード法	112
8.3.2	累積ハザード法による推定手順と例題	114
8.4	ジョンソンの平均故障順位法	119
8.5	二重指数分布とその他の信頼性における分布	121
8.5.1	二重指数分布	121
8.5.2	その他の信頼性における分布	122
	問題	123

9. FMEA と FTA

9.1	信頼性ブロック図	125
9.2	FMEA	126

9.2.1 FMEA の実施	126
9.2.2 FMEA の実施例	130
9.2.3 FMEA の効果	133
9.3 FTA	135
9.3.1 FTA の実施	135
9.3.2 FTA の実施例	141
9.3.3 FTA の効果	145
9.4 ETA	146

10. 信頼性設計

10.1 設計の段階別管理	149
10.2 任務プロフィール	152
10.2.1 システムや機器の任務と任務プロフィール	152
10.2.2 任務プロフィールと任務プロフィール表 の信頼性設計への展開	155
10.3 環境条件の決定	156
10.3.1 輸送中の環境条件	157
10.3.2 運用中の環境条件	157
10.4 部品と材料の選定	158
10.4.1 機械部品の選定	159
10.4.2 電子部品の選定	159
10.4.3 材料の選定	160
10.4.4 部品と材料の選定手順	161
10.5 信頼度予測	161
10.5.1 システムの MTBF の予測	162
10.5.2 コンポーネントの信頼度予測	164

10.5.3 寿命の予測と信頼度計算	165
問題	168

11. 故障解析

11.1 故障解析の管理（マネジメント）.....	169
11.2 故障解析の基本事項	170
11.2.1 故障発生の発見と通報	171
11.2.2 故障発生の情報収集と一次解析	171
11.3 故障解析の実施	172
11.4 故障解析の評価と故障対策の確立	176
11.5 故障解析と再現実験	177
問題	178

12. 信頼性試験

12.1 試験計画書	179
12.2 材料・部品試験	182
12.2.1 材料試験	182
12.2.2 機械部品試験	184
12.2.3 電子部品の試験	185
12.3 信頼性試験	186
12.3.1 開発段階の信頼性試験	186
12.3.2 環境試験	187
12.3.3 寿命試験	188
12.3.4 出荷前試験	189
12.3.5 限界試験	189

13. デザインレビュー

13.1	デザインレビューの意義	191
13.2	デザインレビューの準備	192
13.2.1	デザインレビューの委員長とレビューチーム	192
13.2.2	デザインレビューの準備	193
13.2.3	データパッケージ	194
13.2.4	委員長とレビューチームの準備事項	196
13.3	デザインレビューの実施	196
13.3.1	デザインレビューの運営	197
13.3.2	デザインレビュー実施の留意事項	201
13.4	デザインレビューの効果	202

14. 品質保証の体系と信頼性管理

14.1	品質保証の体系と信頼性の役割	205
14.2	品質展開と FMEA, FTA のつながり ——開発・研究の品質保証	208
14.3	生産準備と生産の品質保証	210

15. 保全性管理

15.1	保全性とアベイラビリティ	213
15.2	保全性設計	215
15.3	保全性の予測	218
15.4	保全要員への要求	219
問題		221

引用・参考文献	222
---------------	-----

参考書の手引き	223
付表	224
索引	245

