

ま え が き

本書は、大学・高専の機械系工学科，電気・情報系工学科，経営・管理工学科などにおける「生産工学」(production engineering, manufacturing engineering)の教科書および技術者への入門書として編集されたものである。

近年におけるわが国の生産技術の発展は著しく，立国の根幹をなすものと位置づけられてきた。また，今後予測される新しい 21 世紀システムにおいても，生産技術はその重要性を維持しつづけるものと考えられている。このような生産技術を現状よりさらに高度化させ，わが国のみならず国際的にも寄与していくには，「生産とは何か」という本質論を含め，生産技術を「生産工学」として学問的に深化させて解明し，それを十分に理解することが不可欠といえよう。

生産工学は一般に，「人々のニーズに合致した製品の生産を，合理的かつ経済的に行えるように，生産手段や生産手順を計画し，その計画を実現できる設備や機器などのハードウェアを設計し，選択し，配置するとともに，実際に運用，管理して，製品の品質を保証することに関する学問」と解釈できる。したがって，生産工学に関する基本的構成要素としては，(a) 製品の生産設計，(b) 工程設計や作業設計などの計画，(c) 負荷計画やスケジューリングなどの管理，(d) 生産用設備とその配置，(e) 設備の制御と品質保証などの運用，(f) 作業員，などをあげることができよう。

生産工学の発達には，周辺の多岐にわたる学問領域，例えば設計学，機械製作，生産管理，自動制御，エレクトロニクス，コンピュータ，人工知能，認知科学，数理科学などの発展と深くかかわっている。とりわけ，コンピュータ，人工知能，エレクトロニクスの発展と生産工学への活用には留意が必要であろう。

本書は 1960 年以降に次第に鮮明となった新しい生産について，その発展成

果を総括する形で、上述の基本的構成要素を中心に、平易に記述することに配慮しながら8章構成で執筆された。まず、第1章で生産の意義、生産工学の役割や重要性など、生産を理解するうえでの基礎かつ共通の事項について触れた後、第2章では生産設計における基本的留意事項を説明する。第3章では工程設計についてその意義、基本原則と手法を、また、第4章では作業設計、特に工具、ジグ、取付具の設計と選定、最適加工条件の決定、作業の標準化などについて取り扱う。第5章は生産管理のうち、生産計画、生産負荷計画、日程計画（スケジューリング）の要点と手法について述べるとともに、新しい生産方式についても概説する。第6章は生産用設備の中心となる機械や搬送装置の主な形式について触れ、それら設備の配置計画の考え方を説明する。第7章では生産設備の主要な制御と保全方式とともに、製品の品質保証の要点を述べる。最後の第8章では生産とコンピュータとのかかわりについて最近の趨勢を概説する。なお、執筆に当たっては、第1, 6, 7, 8章を岩田が、第2, 3, 4, 5章を中沢が担当した。

最後に、本書が若き学徒や技術者たちの将来の発展の糧として少しでも貢献できることを願いたい。また、本書を完成するに当たって先輩諸兄の著書や研究資料を引用させていただいた。ここに謝意を表したい。さらに、本書の編集・校正にご尽力いただいたコロナ社の各位に感謝する次第である。

昭和 62 年 12 月

著 者

目 次

1 生産序論

1.1 生産の役割と意義	1
1.2 製品の設計と生産の流れ	2
1.3 生産の基本構成	6
1.4 生産工程	8
1.5 生産の基本形態	9
1.6 生産性と製品原価	11
1.7 生産工学の重要性と役割	13

2 生産設計

2.1 設計の目標	15
2.2 部品の形状	16
2.3 精度と仕上面粗さ	18
2.4 標準部品	20
2.5 加工しやすい材料	21
2.6 価値分析	22
2.7 グループテクノロジー	25

3 工 程 設 計

3.1 工程設計の意義	32
3.2 加工法, 加工順序の選択	34
3.2.1 動的計画法	35
3.2.2 分岐限界法	36
3.3 工 程 設 計	40
3.3.1 作 業 の 種 類	40
3.3.2 工程設計の原則	41
3.3.3 工程設計の実例	44
3.4 機械の選定と情報積算法	45
3.4.1 定義, 定理および公理	46
3.4.2 工程設計への応用の手順	50
3.4.3 ケーススタディ	52
3.5 検査, 運搬, 停滞の合理化	54
3.5.1 検査の合理化	54
3.5.2 運搬, 停滞の合理化	56
3.6 方 法 研 究	58

4 作 業 設 計

4.1 工 具 の 設 計	64
4.1.1 工具の必要条件	64
4.1.2 工 具 材 質	64
4.1.3 工 具 寿 命	68
4.1.4 工 具 形 状	70
4.1.5 切りくず処理	71
4.2 ジグ, 取付具の設計と選定	71

4.2.1 定義と設計原理	71
4.2.2 3-2-1 の法則	74
4.2.3 ロケータと当り	75
4.2.4 ブ ッ シ ュ	76
4.3 最適加工条件の決定	77
4.3.1 送りの選択	77
4.3.2 切削速度の決定	78
4.3.3 最小費用および最小生産時間のための工具寿命	80
4.3.4 最大効率における加工	82
4.3.5 旋削での面削り作業	83
4.3.6 断続切削の場合	83
4.4 標準時間と習熟効果	84
4.5 サイクルタイム	86
4.6 標準作業	87

5 生産管理

5.1 生産計画	89
5.1.1 損益分岐点	89
5.1.2 ライン生産方式における生産計画	91
5.1.3 ロット生産方式における生産計画	92
5.2 生産負荷計画	94
5.3 日程計画	96
5.4 順序付けの方法	97
5.5 スケジューリングの評価尺度	98
5.6 トヨタ生産方式	101
5.6.1 平準化生産	101
5.6.2 ジャストインタイム	104
5.6.3 自動化と管理	104
5.6.4 かんばん方式	105
5.7 シグナル方式	106

5.7.1	中央統括形と分散自律形の生産管理方式	106
5.7.2	レーンシステム	107
5.7.3	信号システム	108
5.7.4	中央管制システム	109
5.7.5	適用範囲	110
5.8	PERT と CPM	111
5.8.1	PERT	112
5.8.2	CPM	117
5.9	在庫管理	119
5.9.1	定期発注方式	120
5.9.2	定量発注方式	123
5.9.3	(S, s) 方式	123
5.9.4	Two-Bin 方式	123

6

生産設備と配置計画

6.1	生産設備の役割	125
6.2	生産用主設備	126
6.2.1	除去加工用設備	126
6.2.2	塑性加工用設備	129
6.2.3	自動組立用設備	130
6.3	生産用補助設備	132
6.3.1	マテリアルハンドリングの役割	132
6.3.2	搬送形式	135
6.3.3	搬送機器	136
6.3.4	搬送機器の設計	139
6.4	倉庫	141
6.4.1	役割と必要機能	141
6.4.2	自動倉庫	141
6.5	レイアウト	143
6.5.1	役割と基本形式	143

6.5.2 設計上の留意事項	145
6.5.3 体系的レイアウト計画	146
6.5.4 数理的レイアウト手法	148
6.5.5 コンピュータ援用レイアウト計画システム	151

7

生産設備の制御・保全と品質保証

7.1 設備の制御	153
7.1.1 設備制御の基礎	153
7.1.2 数値制御	154
7.1.3 適応制御	157
7.1.4 群制御システム	159
7.2 機械と生産工程の監視と保全	161
7.2.1 監視と保全の意義	161
7.2.2 監視と診断	162
7.2.3 保 全	168
7.3 製品の品質保証	170
7.3.1 意 義	170
7.3.2 工程検査と製品検査	170
7.3.3 検査の自動化	172

8

生産とコンピュータ

8.1 生産の新しい方向	175
8.2 CAD/CAPP/CAM	177
8.2.1 生産技術情報処理の自動化	177
8.2.2 CAD/CAM システムの基礎	178
8.2.3 工程設計の自動化の方式	180
8.3 FMS と FMC	181

8.3.1 開発の背景	181
8.3.2 FMS, FMC の例	182
8.3.3 必要な機能	182
8.3.4 発展の方向	185
8.4 CIM と FA	187

参 考 文 献

索 引

1

生産序論

1.1 生産の役割と意義

価値ある製品を生産する行為は、人間の歴史とともに生き続けている。人間が道具を作り、また、使う動物といわれるゆえんでもある。約 6 000 年に及ぶ人間の歩みの間で、特に、18 世紀の産業革命以後において、おびただしい数の工業製品が生産され、利用されてきた。現在もまた、新しい工業製品を生み出す努力が世界各国で続けられている。

工業製品の生産の根源は、人々のニーズとそのときどきの環境に基づいているが、それらは時代とともに変化することに留意することが必要である。生産を取り巻く環境としては、社会環境、経済環境、労働環境、国際環境、自然環境、科学技術環境などが代表的である。

これら諸環境のなかで、最近特に考慮すべき項目の例をみてもみると、社会環境ではニーズの多様化、個性の表現、価値観の推移などを、経済環境では、自由競争と保護貿易の調和、新業種の誕生、異業種間の競合、経済価値の変遷などを、労働環境では若年労働者の減少、労働時間の短縮、労働の質の変化などを、国際環境では先進国と開発途上国間の調和、国際分業化と協力などを、自然環境では資源やエネルギーの制約や自然の生態系との調和などを、さらに、科学技術環境ではコンピュータ、ソフトウェア、情報通信、生物工学の進展な

などを挙げることができる。上述の種々の諸環境の下に行われる生産は、人々の生活の基盤を与える役割を担っているものとして、広く認識されているものと考えることができる。

生産は社会一般に広く使用されている用語であり、辞書によれば、「自然物にを加えて、人々にとって有用な財を作り出し、もしくは獲得すること」^{1)†}とか、「物を作る工程や行為、経済価値の創成」²⁾、などと記されている。工学の立場からも多くの定義があるが、ここでは、「人々のニーズを満たし、価値を持った製品を、入力した原材料（素材）や素材材に設備、情報、労働を作用させることによって産出する機能」³⁾と定義することとする。

生産の定義に関して留意しておきたいことは、製品の生産にかかわる構成要素、例えば、設備、人、材料、情報、資金などと、種々の制約環境の影響や相互作用を総合的な観点から把握することの必要性である。いい替えれば、生産をシステムとして、すなわち、生産にかかわる固有技術と情報処理技術が有機的に統合された、生産システムとして理解することが不可欠である。

上述したように、生産は時代とともに進展し、その時代を特徴付ける傾向が現れる。例えば、産業革命以後の著しい特徴の一つに省力化、自動化、無人化の方向がある。また、生産の標準化、生産要素の高機能化も代表的な例である。近年に至ると、人々のニーズの多様化に適応するための生産の柔軟化、生産構成要素の統合化やネットワーク化、さらには、知能化の面にも顕著な進展が図られている。

1.2 製品の設計と生産の流れ

ここでは、まず、人々のニーズを満たす製品を生産する場合、どのような思考に基づき、また、どのような機械や設備などを使用して実現するかをみてみよう。

いま、一例として、生産工場の合理化を目標として自動機を開発するプロセ

† 肩付き数字は巻末の文献番号を示す。

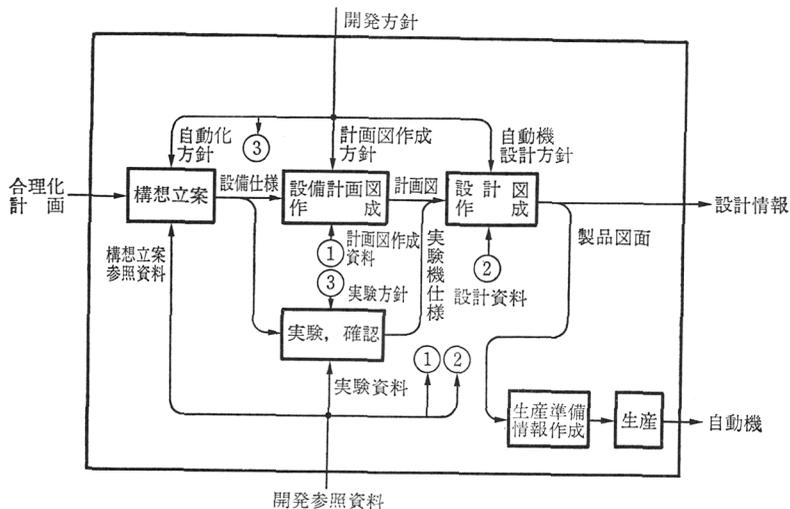


図 1.1 自動機の開発プロセスのおもな流れ

スを取り上げる。図 1.1 は開発プロセスのおもな流れを示したもので、構想立案、設備計画図作成、実験・確認、設計図作成、生産準備情報作成、生産の諸活動に大別することができる。なお、図の表記法は構造解析の有力な手法である SADT (structured analysis and design technique) と類似の表現法⁴⁾を用いている。また、図中には諸活動間のフィードバックループは複雑さを避けるために示していないが、なん重ものフィードバックループの存在することに留意したい。

構想立案は合理化計画に基づいて設備仕様の決定を行う活動であるが、その活動を詳細化すると図 1.2 のようになる。すなわち、合理化案の立案、効果算定、設備機能設計、概略見積り、自動化計画案評価に細分化でき、また、これら諸活動はさらにつぎつぎと詳細化される。

合理化案の立案は経営レベルの概略の合理化計画を受けて、開発管理者や担当者がニーズ等を検討しておよその目標値を決定するものである。効果算定は自動化による直接効果ならびに間接効果を、定量的あるいは定性的に予測するもので、以後の方針決定に重要な役割を持つ。設備機能設計では合理化の目標値を構成するために必要となる設備の要素技術を検討して、必要機能とそれを

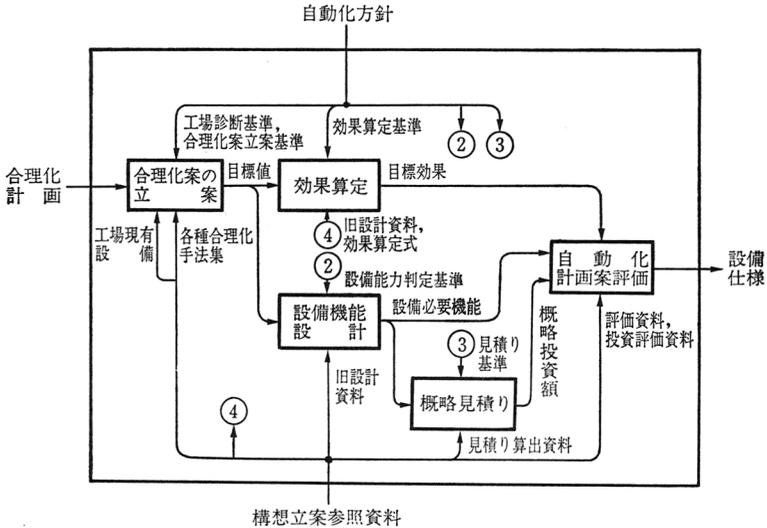


図 1.2 構想立案の活動分析

実現する具体的な技術をまとめる。概略見積りは、構想を実現するための概略の投資額や開発期間などを算定するものである。さらに、自動化計画案評価では具体的に立案した自動化案を、あらゆる角度から検討、評価し、その結果として設備仕様をドキュメントの形にまとめる。

つぎに、設備計画図作成の諸活動を、もう1段階詳細化すると図 1.3 のように、ユニット分解、ユニット評価、設備計画評価、計画図作成に細分化できる。ユニット分解は設備仕様に基づいて設備をユニットに分解し、各ユニットに対してなん種類かの可能な構造をアイデアとして表現する。続いて、アイデアに基づいてポンチ絵、概略図が作成され、ユニットとしてのまとめりや構造がユニット評価として行われ、ユニット構造が決定される。設備計画評価ではユニット構造が設備として十分かどうかについて信頼性、操作性、保守性のほか技術面のリスク、経済性などについて検討、評価する。このようにして決定された構造に基づいて、計画図作成では全体の計画図を作成する。

設計図作成は図 1.4 に示すように、おもに部品図作成、部組図作成、総組図作成から成り立っている。部品図作成では、強度計算や熱計算などを行いな

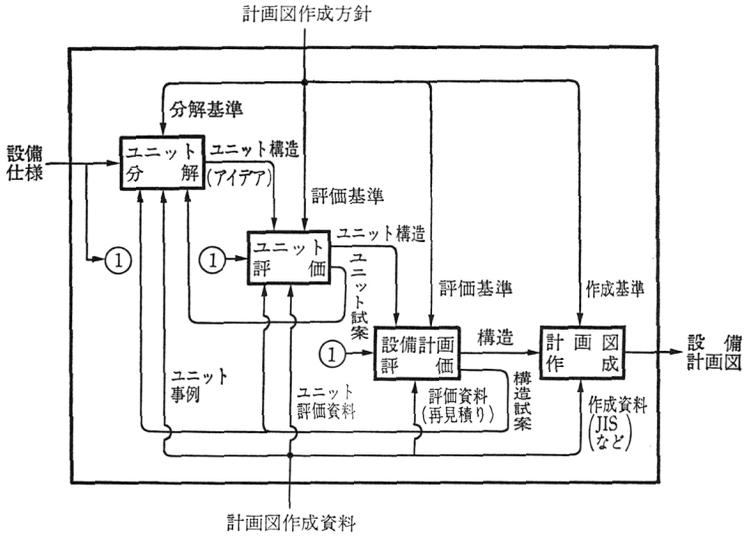


図 1.3 設備計画図作成の活動分析

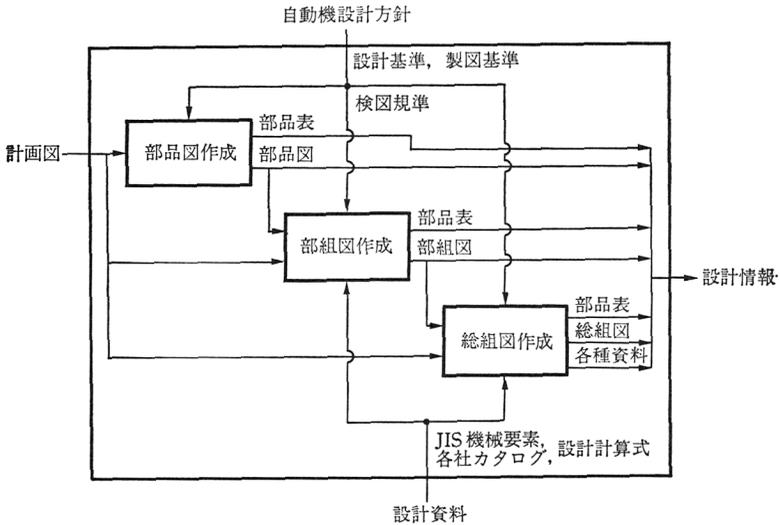


図 1.4 設計図作成の活動分析

から計画図を部品図に分割する。この段階で公差や精度が記入される。部組図作成は、なん枚かの部品図を集めてユニットのレベルで詳細な図面を作成するものである。ユニット間の寸法と公差や精度、また、材料や熱処理も決定され

る。さらに、およその加工法や組立法も定められる。総組図作成では部組図に基づいて部品全体の寸法を決定して総組図と部品表を作成する。

さらに、図 1.1 のなかの実験、確認は重要あるいは危険性のある部品やユニットなどの動作や強度・性能などを、あらかじめ実験などにより検討するものである。

以上のようにして検討し、作成された設計情報は生産準備や生産を行ううえで不可欠の情報となる。なお、設計には、機能を達成するための製品設計とものを作るための生産設計がある。実作業ではこれら両者は明確に区別しがたいが、製品設計は設計工学に、他方、生産設計は生産工学に含まれることが多い。

1.3 生産の基本構成

さて、製品の計画および設計より実際の物が生産される流れのなかで、生産にかかわる主要な構成要素は図 1.5 に示すようになる。すなわち、主要な構成要素としては、生産技術設計、生産管理、生産制御、生産工程、設備保全が含まれる。これら構成要素のうち、生産工程は製品（物）の生産にかかわるところで、一般に**生産ハードウェア**と呼ばれる。一方、他の構成要素は生産に必要な情報を取り扱うところから**生産ソフトウェア**と呼ばれる。図 1.5 から明らかのように、実際の生産ではこれら生産ハードウェアと生産ソフトウェアが有機的にからみ合っている。

生産技術設計は製品設計された製品の生産技術面の情報処理を行うもので、生産設計、工程設計、作業設計はその代表例である。生産設計は製品設計された製品情報を生産能率や経済性などの立場から修正、変更、補足するものであり、第 2 章で扱う。また、工程設計は、製品、部品、素材に関する設計情報から生産方法、生産順序、生産機械の種類・数量・順序など、全般的な生産工程情報を求めることであり⁵⁾、第 3 章で説明する。さらに、作業設計は工程設計の出力情報を受けて、各作業工程で行われる詳細な技術情報を求めることであり、第 4 章で扱う⁶⁾。

索引

【A】

ABC 分析 61
ALDEP 151
アクティビティ 112
安全率 121
安全在庫率 121
アルミナ質砥粒 67
アセンブリングセンタ 131
後工程引取り方式 107

【B】

bin 123
BA 176
バックアップ機能 57
バックワード方式 95
ビルディングブロック化 19
ビル式ラック 141
ビトリファイド結合剤 68
ビトウィンプロセス検査 171
部品別加工時間表 87
部品別能力表 87
部品の形状 16
部品中心生産 57
部品在庫 57
分岐 133
分岐限界法 36, 149
分岐操作 36
分離 133
分散自律形生産管理 106
ブレンストーミング 22
ブッシュ 76

【C】

CAD 31
CAD/CAM システム 176, 178
CBN 砥粒 67

CIM 31, 176, 187
COFAD 151
CORELAP 151
CPM 117
CRAFT 151

【D】

DNC system 159
台 枠 72
ダイヤモンド 66
ダイヤモンド砥粒 67
台 時 94
ダミー 113
段取費用 92
段取替え 103
段取時間 84
断続切削 83
デシジョンテーブル方式 180
デザインレンジ 19, 47
ドレッシング 69
動作不可能時間 169
動作可能時間 169
動的計画法 35

【E】

ETA 167
演算制御部 154

【F】

FA 187
FADES 151
FMC 181
FMEA 167
FMECA 167
FMS 181
FTA 167
ファクトリオートメーション

176

フォワード方式 95

【G】

GT 25
外段取り 103
限界操作 36, 38
限界点 118
ゴム結合剤 68
合流 133
群制御システム 159
グループレイアウト 144
グループテクノロジー 25

【H】

HA 176
配置計画 125
搬送機器 136, 139
搬送パターン 135
搬送用ロボット 139
平滑化 95
平均稼働率 100
平均納期遅れ時間 99
平均納期ずれ 100
平均滞留時間 99
平均絶対偏差 121
平準化 102
変動費 90
変動係数 85
変形加工 64
引取りかんぱん 105
品質保証 170
品質管理 55
品種変動率 110
非ライン組立 131
被削性 21
費用 89

費用こう配 118
 保護作業 41
 方法研究 58
 保守 168
 保全 161, 168
 保全性 169
 保全予防 168
 付加加工 64
 付加価値労働生産性 12
 フライス盤 126
 フレキシブル加工セル 175
 フレキシブル加工システム 175
 フレキシブルレイアウト 145
 フレキシブルライン生産システム 181
 フレキシブル切削加工システム 185
 フロート 115
 不要仕掛り率 110
 評価関数 38, 158
 標準部品 20
 標準偏差 85
 標準化 186
 標準作業 87
 標準作業組合せ票 88
 標準点 117
 標準時間 84

〔I〕

Interactive CORELAP 151
 イベント 113
 インプロセス検査 171
 インプロセスセンサ 165
 一般加工作業 41
 移 載 133
 移 送 133
 1 段カーセル 141
 位置決め制御 156
 一時貯蔵 134

〔K〕

稼働率 169
 回転ラック系自動倉庫 142
 加工しやすい材料 21
 格納保管 134

かんばん 105
 かんばん方式 58, 105
 感度解析法 167
 官能検査 172
 監視 161
 完全列举法 149
 形直し 69
 価 値 22
 価値分析 22
 形状精度 18
 形状適応制御 158
 欠陥関連樹法 167
 検 査 54, 172
 結合度 68
 結合剤 67, 68
 軌道台車 137
 気 孔 67
 緊急事後保全 168
 切りくず処理 71
 機種別レイアウト 144
 基準日程 94
 個別生産 11
 コード番号 29
 工具形状 70
 工具材質 64
 コモンレンジ 47
 コンベヤ 136
 コンピュータ援用工程設計 177
 コンピュータ援用レイアウト計画システム 151
 コンピュータ援用生産 176
 コンピュータ数値制御 155
 コンピュータ統合生産 31
 公 理 49
 工作機械 126, 127
 高速度工具鋼 65, 78
 拘束適応制御 158
 工 数 94
 コスト 15
 故障の木解析 167
 故障診断 167
 工程分析用紙 58
 固定費 90
 工程検査 170
 工程設計 6, 32, 40
 コーティングチップ 66
 固有技術 175

工場 LAN 188
 工場到着順規則 97
 組合せ最適化問題 149
 組立生産 10
 組立用ロボット 131
 クリティカルパス 115
 くさび原理 31
 結 送 133

〔M〕

MAX-MIN 法 149
 MODULAP 151
 MTBF 168
 MTTR 169
 前工程押し出し方式 107
 マシニングセンタ 126, 128
 マテリアルハンドリング 132
 メインテナンス 168
 目こぼれ 69
 面削り作業 83
 メタルボンド 68
 目つぶれ 69
 目づまり 69
 見込生産 11
 ミトロファーノフ 25
 モジュラデザイン 20
 む だ 101
 無軌道台車 138
 無効時間 91

〔N〕

NC コントローラ 160
 流れ生産 25
 ネットワーク 112
 逃げ角 70
 逃げ面摩耗 69
 人 時 94
 日程計画 7, 96
 日程短縮 116
 2次割当問題 149
 ノードタイム 114
 納 期 15
 納期遅れ件数 99
 納期遅れ時間 38
 納期遅れ時間分散 99

納期ずれ分散 100
 残り作業量最大規則 97
 残り作業量最小規則 97
 残り作業数最小規則 97
 ノーズ半径 70

【O】

OA 176
 オーダエントリシステム 57
 送り 77
 オンラインシステム 172

【P】

PERT 112
 PLANTAPT 151
 P-Q 分析 147
 ポストプロセス検査 171
 プラグ 76
 プレス 129
 プロセス制御 153
 プロセスチャート 58

【R】

Rockwell International 30
 RUGR 151
 ラインバランシング 91
 ライン組立 131
 ラインレイアウト 144
 ライン生産方式 91
 ラインストップ表示板 104
 ランダム規則 98
 レイアウト 143
 レーン進行監視盤 109
 レーンシステム 107
 連続生産 11
 レストボタン 78
 レーザ加工機 129
 レジノイド結合剤 68
 リードタイム 16, 20
 利益 89
 輪郭制御 156
 立体自動倉庫 142
 ロケータ 72, 75
 ロットサイズ 92, 93, 94
 ロット生産 11, 92

ロット生産方式 92
 粒度 67

【S】

SADT 3
 SLP 146
 (S, s) 方式 123
 サーボ機構 153, 154
 サーボ駆動部 154
 サーボ制御部 154
 作業設計 6
 作業要領書 88
 作業時間 84
 最大納期遅れ時間 99
 最大利益率 82
 最大作業時間規則 97
 最大滞留時間 99
 サイクルタイム 86, 91, 102
 最早開始時刻 114
 最早納期規則 98
 最小費用切削速度 78
 最小作業時間規則 97
 最小生産時間切削速度 79
 最小スラック規則 98
 最適化制御システム 162
 最適化適応制御 158
 最適性の原理 35
 最遅完了時刻 114
 サーマット 66
 3-2-1 の法則 74
 差立て 97
 差立規則 97
 精度保証 174
 制御 153
 製品原価 12
 製品検査 170
 製品在庫 57
 性能 15
 性能検査 172
 整列 133
 整流 133
 生産 2
 生産ハードウェア 6
 生産負荷計画 94
 生産管理 7
 生産計画 7, 89
 生産工学 13
 生産工程 7
 生産性 11
 生産制御 7
 生産設計 6
 生産設備 125
 生産ソフトウェア 6
 設計の主目標 15
 線形計画法 90, 117
 センサ 162
 先着順規則 97
 セラミック 66, 78
 セル 29
 セルレイアウト 145
 設備保全 7
 設備管理 7
 設備制御 153
 仕上面粗さ 19
 始動 133
 シグナル方式 106
 シフト 95
 仕掛り品在庫 57
 仕掛り量 109
 仕掛り在庫 145
 仕掛り時間 145
 シーケンス制御 153
 しきい値 167
 試行解 38
 診断 162
 信号システム 108
 進行生産 10
 シンプルックス法 91
 信頼度 85
 信頼区間 85
 信頼性 169
 システムの情報量 49
 システムパラメータ 46
 システムレンジ 18, 47
 資材在庫 57
 支持体 72
 総合生産システム 176
 総合ソフトウェアシステム機能 183
 倉庫 141
 損益分岐点 90
 損失関数 56
 総作業量最大規則 98

創成方式 180
 塑性加工機械 130
 塑性加工用設備 129
 組織 68
 スケジューリング 96
 スケジューリングの評価尺度 98
 すくい角 70
 すくい面摩耗 69
 寸法公差 19
 寸法精度 18
 数理的レイアウト手法 148
 スタックレーン 136
 数値制御 154
 数値制御装置 154
 ストップボタン 104
 正味作業時間 84
 少種多量生産 10, 181
 集結 133
 修復率 169
 修正係数 83
 習熟係数 86
 習熟効果 53, 85

【T】

t分布表 85
 TQC 55
 Two-Bin方式 123
 多台持ち 88, 103
 多段カーセル 141
 体系的レイアウト計画 146
 滞留時間分散 99
 対話形 CNC 156
 タングステンカーバイド系超硬合金 65
 ターニングセンタ 128
 炭化ケイ素質砥粒 67
 単純な形状 16
 多種少量生産 10
 多中種中少量生産 181
 提案制度 23
 定期発注方式 119, 120
 定量発注方式 119, 123
 停止 133
 停滞 57
 適応制御 157

チップブレーカ 71
 知識工学 165, 180
 チタンカーバイド系超硬合金 66
 ティーチ操作盤 156
 特性値のばらつき 55
 投入計画 110
 取出し 133
 取外し 133
 取付け 133
 取付具 71
 砥粒 67
 砥粒率 68
 トヨタ生産方式 101
 作りすぎのむだ 87
 積木式構成法 20
 通常事後保全 168
 超微粒子超硬合金 66
 超硬合金 78
 超高性能レーザ応用複合生産システム 182
 直線制御 156
 貯蔵 57
 注文生産 11
 中央管制システム 110
 中央統括形生産管理 106
 中種中量生産 10

【U】

受入検査 54
 運動制御 156
 運搬 56
 売上額 89
 内段取り 103

【V】

VA 22
 Value Analysis 22

【W】

ワンショット段取り 104

【Y】

山くずし 95

山積み 94
 予防保全 168
 要素作業 91
 余裕率 84
 余裕時間 84
 ユニット化 19
 ユニット式ラック 141
 優先規則 97

【Z】

在庫費用 92
 在庫補充水準 119
 在庫管理 119
 在庫量 93
 自動物流機能 183
 自動保守・保全機能 183
 自動加工機能 183
 自動組立用設備 130
 自動倉庫 141
 自動倉庫機能 183
 事後保全 168
 ジグ 71
 自立形後工程引取方式 104
 次作業量最小規則 98
 自生発刃 69
 自由度 85
 ジャッキピン 75
 ジャッキスクリュー 75
 ジャストインタイム 104
 ジョブショップスケジューリング 97
 情報量 47, 100
 —の加法性 48
 情報量無限大発生率 100
 情報積算法 46
 情報処理技術 175
 条件付き平均情報量 100
 除去加工 64
 除去加工用設備 126
 寿命方程式 78
 柔軟性 145
 準備作業 40
 重要加工作業 41

—著者略歴—

いわ た かず あき
岩 田 一 明

- 1964年3月 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻
博士課程修了，工学博士（京都大学）
1969年10月 神戸大学教授
1989年4月 大阪大学教授
1997年4月 大阪大学名誉教授，神戸大学名誉教授
1997年4月 高知工業高等専門学校長
2001年3月 退職

なか ぎわ ひろむ
中 沢 弘

- 1961年3月 早稲田大学第一理工学部機械工学科卒業
1980年3月 工学博士（早稲田大学）
1982年4月 早稲田大学教授
2001年4月 早稲田大学中沢塾代表
2001年5月 早稲田大学名誉教授
2003年4月 (有)中沢塾代表，現在に至る

生 産 工 学

Production Engineering

© Kazuaki Iwata, Hiromu Nakazawa 1988

1988年1月20日 初版第1刷発行

2009年12月15日 初版第19刷発行

検印省略

著 者 岩 田 一 明
中 沢 弘
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛来真也
印 刷 所 新日本印刷株式会社

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 978-4-339-04062-3

(愛千製本所)

Printed in Japan



無断複写・転載を禁ずる

落丁・乱丁本はお取替えいたします