目　次

はじめに

1　製造システムとは ―――― 1

1.1　製造技術とシステム ・・・・・・・・・・・・・・・ 1

1.2　製造システムの発展 ・・・・・・・・・・・・・・・ 3

(a)　職人技から工場生産へ：組織化の時代 ・・・・・ 4

(b)　テイラーとフォードの時代：機械化の時代 ・・・ 6

(c)　大量生産から変量生産へ：多様化の時代 ・・・・ 9

(d)　生産システムの情報化：知能化の時代 ・・・・・ 11

1.3　製造システムの分類 ・・・・・・・・・・・・・・・ 14

(a)　素材型生産と組立型生産 ・・・・・・・・・・・・ 14

(b)　品種と生産量 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15

(c)　製品とそのライフサイクル ・・・・・・・・・・・ 16

(d)　生産のグローバル化 ・・・・・・・・・・・・・・・ 17

1.4　製造技術のシステム化 ・・・・・・・・・・・・・・ 17

(a)　機械製品の製造プロセス ・・・・・・・・・・・・ 17

(b)　計算機支援による製品設計と製造準備 ・・・・・ 22

(c)　数値制御装置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25

(d)　製造設備とそのモデリング ・・・・・・・・・・・ 27

(e)　デジタルファクトリーの概念と実現 ・・・・・・ 31

1.5　情報技術の導入と製造システムの将来 ・・・・・ 32

(a)　製造システムの情報化 ・・・・・・・・・・・・・ 32

(b)　製造システムの将来 ・・・・・・・・・・・・・・・ 35

2　製造システムの分類と構成——— 37

2.1　部品製造・組立による製造の特徴 ・・・・・・・・ 37
(a)　組立製品の構造 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
(b)　組立型製造システムの特徴 ・・・・・・・・・・・ 38
(c)　技術発展の方向 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45

2.2　標準的な機械(組立)型製造システムの構成 ・・ 48
(a)　大量生産システム(見込み生産，消費財) ・・・・ 48
(b)　少量生産システム(受注生産，生産財) ・・・・・ 50
(c)　変種変量生産システム ・・・・・・・・・・・・・ 51

2.3　先進的な機械(組立)型製造システムの事例 ・・ 52
(a)　自動車(古典的・大規模・典型的な大量生産) ・・ 52
(b)　家電品(自動車より小規模，短寿命，
多様な変化)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 53
(c)　情報機器(より急激な変化，中種中量生産) ・・・ 54
(d)　航空機(典型的な組立製品，受注，大規模) ・・・ 55
(e)　産業機械(工作機械，典型的な少量生産) ・・・・ 56
(f)　半導体(マイクロ化の典型，今後の生産の形態) ・ 57

2.4　原料製造・製品化一貫プロセスによる
製造の特徴・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
(a)　素材型製品の種類と最終製品への工程 ・・・・・ 59
(b)　素材型製造システムの全体構成と機能概要 ・・・ 60
(c)　素材型製造システムの特徴 ・・・・・・・・・・・ 62

2.5　標準的なプラント(素材)型製造システム
の構成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 64
(a)　大量素材型システム ・・・・・・・・・・・・・・ 65
(b)　精密素材型システム ・・・・・・・・・・・・・・ 65
(c)　医薬システム ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65

2.6　先進的なプラント(素材)型製造システムの事例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66
(a)　鉄鋼(大量素材，大型) ・・・・・・・・・・・・・ 66
(b)　石油(大規模なシステムの統合) ・・・・・・・・・ 67
(c)　薬剤(精密，高付加価値) ・・・・・・・・・・・・ 67
(d)　半導体(精密，高付加価値) ・・・・・・・・・・・ 68

3　製造システムの計画と運用——————— 69

3.1　製造形態の分類と製造資源 ・・・・・・・・・・・ 69
(a)　トップダウンとボトムアップ——集中と分散(自律) ・・・・・・・・・・・・・・ 69
(b)　押し出し(Push)方式と引き取り(Pull)方式 ・・・ 70
(c)　見込み生産と受注生産 ・・・・・・・・・・・・・ 70
(d)　工場・設備の管理 ・・・・・・・・・・・・・・・ 72
(e)　素材・部品の管理 ・・・・・・・・・・・・・・・ 73
(f)　人的資源・知的資産・ソフトウェア・データの管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74
3.2　製造システムの設計とモデリング ・・・・・・・・ 74
(a)　製造システムの特性と構造 ・・・・・・・・・・・ 74
(b)　製造システムの設計 ・・・・・・・・・・・・・・ 76
(c)　製造システムのモデリング ・・・・・・・・・・・ 77
3.3　情報技術によるシステム構築・運用支援・・・・ 80
(a)　製造システムの統合的モデリング ・・・・・・・・ 80
(b)　製造システムの情報化に関する標準 ・・・・・・・ 82
3.4　製造の管理と運用 ・・・・・・・・・・・・・・・ 83
(a)　生産管理の役割 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 83
(b)　生産工程の形態 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 84
(c)　生産管理の機能 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 85

(d)　工程計画 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 88
(e)　生産指示 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
(f)　シミュレーションと最適化(コスト・時間) ・・・ 91
3.5　品質管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 94
(a)　品質の定義と特性 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
(b)　統計的品質管理の考え方 ・・・・・・・・・・・・ 96
(c)　品質保証と信頼性管理 ・・・・・・・・・・・・・ 97

4　製造システムと社会―――――――――――― 99

4.1　製造システムに対する社会の要求と期待・・・・ 99
4.2　製造と環境問題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・105
4.3　循環型生産の考え方 ・・・・・・・・・・・・・・108
4.4　環境管理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・111
(a)　製造における環境管理 ・・・・・・・・・・・・・112
(b)　環境管理の考え方と支援技術 ・・・・・・・・・113
(c)　製造者責任と法規制 ・・・・・・・・・・・・・・115
4.5　インバース・マニュファクチャリング・・・・・115
4.6　製造業の将来――製品の製造から機能の製造へ・120

さらに勉強するために・・・・・・・・・・・・・・・・・125

索　引 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・129