

目 次

日本の読者へ
監修者のことば
訳者のことば
まえがき

第 I 部 計算機制御概説

第 1 章 概 論	3
1-1. プロセスの情報の流れにおいて果たす計算機の役割	4
1-2. 計算機・プロセスシステムの構成	5
a. オフライン (Off Line)	5
b. インライン (In Line)	6
c. オンライン (On Line)	6
d. 開ループ (Open Loop)	7
e. 閉ループ (Closed Loop)	7
f. 時分割 (Time Sharing)	9
1-3. システムの応答 (Time Response of Systems)	9
REFERENCE	11
第 2 章 計算機制御の概念	12
2-1. ユニットプロセスの制御 (Control of the Unit Process)	12
a. プロセスの監督 (Process Supervision)*	14
b. プロセス制御 (Process Control)	24
c. 記録と報告書作成 (Recording & Reporting)	33
2-2. 操業管理 (Operations Control)	39
2-3. ビジネス計画と管理 (Business Planning and Control)	41
a. 生産計画 (Production Planning)	41
b. 在庫管理 (Inventory Control)	43
c. 経理と事務処理 (Accounting and Clerical)	43
d. 計算機システムの運転 (Computer-system Operation)	44

2-4.	総合的マネジメント情報処理と管理 (Total Management Information and Control)	44
2-5.	要 約	46
	REFERENCES	46
第 3 章	数式モデル	48
3-1.	モデルの定式化	48
a.	モデルの目的	49
b.	システムの境界	50
c.	プロセス変数	52
d.	モデルの形式	60
3-2.	モデルの開発	66
a.	特性評価関数	66
b.	プロセス方程式	70
c.	例 題	77
3-3.	モデルの改善	83
a.	モデルの検証	83
b.	モデルの整理	86
c.	モデルの改良	89
	REFERENCES	89
第 4 章	モデル開発のための統計的方法	92
4-1.	回帰分析	93
a.	基礎理論	93
b.	結果の解釈	97
c.	計算手続上の考察	111
d.	モデル開発への応用	118
e.	非線形推定	121
4-2.	実験の計画と解析	122
a.	基本的事項	122
b.	一変数の実験計画と解析	124
c.	多変数の実験計画	125
d.	回帰分析による解析	129
4-3.	動的モデルの開発と試験 ¹⁶⁾	130
a.	理論的モデル	130

b.	時系列分析	130
	REFERECES	136
第5章	定常状態最適化と制御	138
5-1.	最適化問題	138
a.	外乱の影響	138
b.	プロセスの直接最適化	140
5-2.	最適化制御における数式モデル	143
a.	計算機能	143
b.	定常状態最適化の制限	145
c.	モデルの修正	147
d.	制約条件なしの最適化	151
e.	制約条件付きの最適化	151
5-3.	最適化の手法	154
a.	線形計画法	155
b.	部分的線形計画法	157
c.	非線形計画法	164
d.	組織的探索法	164
e.	人工的応答面法	166
f.	動的計画法	168
5-4.	要約	169
	REFERENCES	170
第6章	動的最適化と制御	172
6-1.	問題の記述	173
6-2.	モデルに基づいて解を求める方法	178
a.	モデル探索	179
b.	非干渉制御	179
c.	変分的方法	183
6-3.	適応制御の概念	183
6-4.	自動探索方法	189
6-5.	変分法	193
a.	変分法	193
b.	最大原理	197
c.	動的計画法	200

6-6. 安定性	209
6-7. 結 論	213
REFERENCES	214

第 II 部 計算機制御の実際

第 7 章 計算機制御計画の立案	219
7-1. 予備的検討の段階	221
a. 管理層に対する説明	221
b. 範囲と目的の決定	222
c. 計画の構成要員の決定	224
d. 計画チームの教育	228
e. 技術的調査	229
f. 経済的調査	231
g. 計算機の機能の決定	232
h. 評価・決定	233
7-2. 機器の設計の段階	234
a. 計算機システム仕様書案	234
b. 設置場所に関する予備的検討	235
c. 必要なデータの決定	236
d. 設置されている計測器に関する調査	236
e. 計測器の増設に対する要求	237
f. プロセスの改造計画	237
g. 改造費用の見積り	238
h. 計算機入出力の設計	238
i. 計測器の仕様決定	239
j. 計測器費用の見積り	240
k. 計測器の設置方法の設計	240
l. 計測器の設置費用の見積り	240
m. システム構成の決定	240
n. 計算機システムの価格決定	241
o. 設備に関する費用の見積り	241
p. 評価と最終決定	242
7-3. 適用方法開発の段階	242

a.	計算機のための教育	242
b.	オフラインプログラムの用意	242
c.	オンラインプログラムの教育	243
d.	情報の探索	243
e.	データの収集	243
f.	データの解析	244
g.	モデル開発	245
h.	記録と報告書作成機能の開発	246
i.	システムの処理と制御方法の開発	247
j.	プロセス監視機能の開発	247
k.	モデルのプログラム作成	248
l.	オンライン試験の計画	249
m.	オンライン処理のプログラム作成	249
n.	プログラムの試験	250
o.	運転員の訓練	250
7-4.	設置の段階	251
a.	計算機の仕様確認	251
b.	計測器の購入	251
c.	プロセスの改造	252
d.	計測器の設置	252
e.	計測器の試験と校正	252
f.	施工計画	252
g.	施 工	253
h.	周辺機器の設置	253
i.	計算機システム設置と試験	253
7-5.	運転の段階	254
	REFERENCES	255
第8章	計算機制御の経済性	256
8-1.	費用	256
a.	設備費	257
b.	人件費	258
8-2.	把握できる利益	259
a.	製造原価	260

xviii 目 次

b.	販売, 技術, 管理に要する費用	263
c.	売上高	263
d.	固定投下資本	264
8-3.	経済的利益の評価	266
a.	予備的な見積り	266
b.	操業状態の解析	267
c.	シミュレーション	271
d.	プラント実験	274
8-4.	把握できない利益	274
8-5.	計算機制御に対する代案	276
a.	計算機利用による代案	276
b.	通常の装置による代案	277
8-6.	成果の評価	278
	REFERENCES	281
第9章	計算機制御システム	283
9-1.	制御用計算機の特徴	283
a.	中央演算処理装置 ³⁾	285
b.	記憶装置 ³⁾	287
c.	入出力装置 ⁷⁾	289
9-2.	制御用計算機の性能	302
a.	システムの処理能力 ¹⁶⁾	302
b.	システム稼働率 ^{17, 18)}	305
9-3.	要 約	310
	REFERENCES	310
第10章	計算機制御のための計測	312
10-1.	プロセス計測器からの信号	312
a.	信号の種類と形式	313
b.	制御用計算機のための信号	315
10-2.	信号の伝送	318
a.	定 義	319
b.	アナログ信号の伝送	322
c.	デジタル信号の伝送	327
10-3.	信号の接続	328

a.	信号変換と標準化	329
b.	インピーダンス整合	330
c.	フィルタの使用	330
10-4.	プロセス計測器への計算機信号	331
a.	パルス出力	332
b.	並列記憶レジスタ出力	332
c.	アナログ出力のマルチプレキシング	334
d.	単一ビットのデジタル出力信号	335
10-5.	制御用計算機による計測値の改善	335
a.	数値フィルタ	335
b.	非直線性の補正	336
c.	校正	338
d.	信号の積算	339
10-6.	特殊目的の計算	339
	REFERENCES	342
第11章	ダイレクトデジタル制御	344
11-1.	アナログフィードバック制御系	344
11-2.	ダイレクトデジタル制御の概念	347
11-3.	DDC の利点	350
a.	制御系の設計上の融通性	350
b.	制御性能	351
c.	安全にして安定した操業	352
11-4.	経済的考察	353
a.	装置の初期費用の節約	353
b.	運転の改善に基づく節約	354
c.	保守に関する節約	354
11-5.	信頼性	355
11-6.	DDC の適用例	356
11-7.	要約	357
	REFERENCES	357
第12章	計算機制御のプログラミング	359
12-1.	割込み操作	360
a.	定義	360

xx 目 次

b.	割込み能力の機能的な使用法	361
c.	割込みを受ける能力	363
12-2.	制御用計算機のプログラミング	366
a.	制御機能	367
b.	割込み処理	368
c.	入出力処理	369
d.	運転員との情報交換	370
e.	大容量記憶装置	371
f.	計算機の故障	372
12-3.	制御プログラミングのコーディング	373
a.	プログラミング言語	374
b.	プログラムの開発	376
12-4.	制御用計算機のオペレーティング・システム	376
a.	オンライン制御	378
b.	時分割処理	379
	REFERENCES	381
第13章	計算機制御の適用例	382
13-1.	石油工業	383
a.	油田における制御	383
b.	石油精製	383
c.	パイプラインとターミナル操作	390
13-2.	化学工業	392
a.	エチレン	392
b.	アンモニア	393
c.	その他の化学プロセス	394
13-3.	ガス	396
a.	産出	396
b.	輸送	396
c.	供給	397
13-4.	電力事業	397
a.	火力発電所	398
b.	原子力発電所	402
c.	水力発電所	403

	d.	電力系統の運用	403
	e.	発電所の監視と制御	408
	f.	総合的系統運用と制御	408
13-5.		鉄鋼	408
	a.	製鉄	409
	b.	製鋼	411
	c.	連続 casting	413
	d.	圧延	414
	e.	整精工程	417
	f.	他のプロセス	419
	g.	製鉄所全体の制御	420
13-6.		非鉄金属	420
	a.	浮遊選鉱	420
	b.	鋼製錬	421
	c.	アルミニウム製錬	421
13-7.		セメント	422
	a.	原料配合	422
	b.	キルン制御	423
13-8.		製紙	426
	a.	パルプ工程	426
	b.	薬品回収工程	427
	c.	漂白工程	428
	d.	抄紙工程	430
	e.	蒸気の発生と発電	432
13-9.		食品工業	432
	a.	精糖	432
	b.	噴霧乾燥	433
	c.	パン焼き	433
13-10.		その他のプロセスにおける応用	434
	a.	スチレン-ブタジエンゴム (SBR)	434
	b.	ビスコースプロセス	435
	c.	繊維染色	436
	d.	せっけん	437

xxii 目 次

e.	都市のサービス機関	438
f.	交通管制	438
13-11.	製造工業	439
a.	工業試験	439
b.	生産管理	441
c.	受払業務	442
13-12.	研究開発	442
a.	宇宙科学	442
b.	物理的科学	443
c.	生体医学	445
13-13	その他	446
	REFERENCES	447
索引		456

