

# 目次

<b>第1章 制御系の設計</b>	<b>1</b>
1.1 制御系の性質	1
1.1.1 状態方程式と出力方程式	1
1.1.2 定常特性	2
1.1.3 安定性	3
1.1.4 過渡特性	4
1.1.5 外乱のある場合	5
1.1.6 積分制御	6
1.1.7 ロバスト性	8
1.1.8 観測と推定	8
1.2 いろいろなシステム表現	9
1.2.1 時変システム	9
1.2.2 離散時間システム	9
1.2.3 有限状態システム	10
1.2.4 確率的システム	12
1.2.5 分布定数システム	15
1.2.6 線形時不変システム	15
1.3 制御系設計の手順	19
<b>第2章 モデリング</b>	<b>22</b>
2.1 線形時不変システムの入出力関係	22
2.1.1 線形性と時不変性	22
2.1.2 伝達関数	24
2.1.3 離散時間システムの入出力関係	27
2.1.4 変換領域における入出力関係の表現	27
2.2 システム同定	28
2.2.1 非パラメトリックな同定	28
2.2.2 パラメトリックな同定	32
2.3 状態空間実現	35
2.3.1 伝達関数の状態空間による実現	35
2.3.2 クロネッカーの定理	38
2.3.3 実現問題	40

2.3.4 4SID法	42
<b>第3章 線形システムの構造</b>	<b>49</b>
3.1 相似変換と伝達関数	49
3.1.1 相似変換	49
3.2 可制御性と可観測性	53
3.2.1 可制御性	53
3.2.2 可観測性	60
3.2.3 可制御性と可観測性の双対性	64
3.3 システムの既約性と伝達関数	68
3.4 状態フィードバックと出力フィードバック	70
3.4.1 状態フィードバックと出力フィードバック	70
3.4.2 極配置問題	73
<b>第4章 安定性</b>	<b>77</b>
4.1 線形システムの安定性	77
4.1.1 安定性とは	77
4.1.2 線形システムの安定性	79
4.1.3 離散時間システムの安定性	82
4.2 リャプノフ安定性	83
4.2.1 エネルギーと安定性	83
4.2.2 リャプノフの定理	84
4.2.3 線形システムに対するリャプノフ安定定理	88
4.3 多項式に対する安定判別法	93
4.3.1 ラウステスト	93
4.3.2 シュール-コーン (Schur-Cohn) テスト	96
4.4 入出力安定と時変系	100
4.4.1 入出力安定	100
4.4.2 時変システムの安定性	101
4.5 正実関数とカルマン-ヤクーボビッツの補題	103
4.5.1 正実関数	103
4.5.2 カルマン-ヤクーボビッツの補題	105
<b>第5章 状態推定</b>	<b>112</b>
5.1 出力の直接そう入とオブザーバ	112
5.1.1 極配置可能性の双対	112
5.1.2 恒等オブザーバ	114
5.1.3 最小次数オブザーバ	114

5.2	確率システムの基礎	116
5.2.1	確率過程	116
5.2.2	条件つき確率と条件つき期待値	119
5.2.3	確率システム	123
5.2.4	パワースペクトラム	125
5.3	ウィーナーフィルター：状態推定の古典	128
5.3.1	ウィーナーの問題	128
5.3.2	Wiener-Hopf 方程式の解法	129
5.4	カルマンフィルター	131
5.5	ウィーナーフィルターとカルマンフィルターの等価性	134
<b>第 6 章</b>	<b>フィードバック制御</b>	<b>139</b>
6.1	フィードバックがもたらすもの	139
6.1.1	擬似状態フィードバック	139
6.1.2	動的補償器	143
6.2	安定化	144
6.2.1	閉ループ系の安定性	144
6.2.2	安定化器のパラメトリゼーション	146
6.2.3	内部モデル制御	151
6.3	感度とロバスト性	152
6.3.1	感度とは	152
6.3.2	高ゲインフィードバック	154
6.3.3	感度公式	156
6.3.4	多変数系の感度	158
6.4	最適レギュレータ	160
6.4.1	最適性と制約条件	160
6.4.2	最適レギュレータ	161
6.4.3	最適レギュレータと感度	163
6.4.4	確率システムに対する最適レギュレータ	165
6.5	サーボ問題	167
6.5.1	定値制御	167
6.5.2	微分方程式で記述出来る基準入力へのトラッキング	170
6.5.3	一般のトラッキング	172
<b>第 7 章</b>	<b>ロバスト制御</b>	<b>177</b>
7.1	ロバスト安定性	177
7.1.1	ナイキストの安定判別法	177
7.1.2	小ゲイン定理	181

7.1.3	円板定理	183
7.1.4	カリトノフの定理	185
7.2	ロバスト安定化	189
7.3	$H^\infty$ 制御	193
7.3.1	$H^\infty$ 制御の定式化	193
7.3.2	$H^\infty$ 制御問題	195
7.3.3	状態空間における解法	196
7.3.4	例題	199

参考文献	202
索引	204