

目 次

1 序 論	1
1.1 制御の意義	1
1.2 制御技術の発展	3
問 題	6
2 系の動特性	7
2.1 静的要素	7
2.2 積分素子	8
2.3 系の相似性	10
2.4 システムの動特性	14
2.5 制御システム	20
2.6 帰還制御系	23
問 題	24
3 帰還制御系	25
3.1 自動制御系のブロック図	25
3.2 帰還の効果	30
3.2.1 パラメータ変動に対する感度	31
3.2.2 外乱の影響	32
3.2.3 オフセットの減少	34
3.2.4 非線形性の改善	35
3.3 ブロック図の簡単化と等価変換の法則	37
問 題	42
4 素子の応答特性と伝達関数	45
4.1 伝達要素の周波数応答	45
4.2 ラプラス変換と伝達関数	46
4.2.1 ラプラス変換	46

4・2・2	ラプラス変換による微分方程式の解	48
4・2・3	伝 達 関 数	49
4・3	高次系の伝達関数	50
4・3・1	状態方程式の解	50
4・3・2	伝達関数の一般形式	52
4・3・3	1入力1出力の場合	53
4・4	過渡応答と伝達関数との関係	54
4・5	簡単な要素の伝達関数と周波数応答	58
4・5・1	周波数応答の表わし方	58
4・5・2	伝達関数の分解	61
4・5・3	簡単な要素の伝達特性	62
4・5・4	2次系の伝達特性	67
4・6	ゲイン特性と位相との関係	72
4・7	むだ時間要素	75
	問 題	78
5	帰還制御系の安定度	81
5・1	帰還系の伝達特性	81
5・2	安 定 の 条 件	83
5・3	フルヴィッツおよびラウスの安定判別法	86
5・4	ナイキストの安定条件	89
5・5	むだ時間のある制御系	97
5・6	逆ナイキスト図	98
5・7	ポード図による安定判別	100
	問 題	102
6	帰還制御系の設計	105
6・1	帰還制御系の応答特性	105
6・2	周波数特性のピークとゆきすぎとの関係	108
6・3	通過帯域幅とおくれ時間, 立上り時間との関係	112
6・4	一巡伝達関数と閉ループ周波数特性との関係	116
6・4・1	逆ナイキスト図における M 軌跡	116
6・4・2	ナイキスト図における $M \cdot \varphi$ 軌跡	117
6・4・3	ニコルス線 図	119
6・5	定 常 偏 差	122
6・6	補 償 回 路	125

6・7	帰還補償	130
6・8	プロセス調節計	134
6・9	外乱の影響	141
6・10	不規則入力に対する応答	142
6・11	計器用サーボ系設計の実際	149
	問 題	153
7	根 軌 跡	155
7・1	根軌跡による設計法	155
7・2	簡単な根軌跡の例	158
7・3	根軌跡作図上の法則	162
7・4	有理関数でない場合の根軌跡	171
	問 題	173
8	サンプル値制御系	175
8・1	サンプル値制御	175
8・2	サンプル値とそのラプラス変換	178
8・3	サンプリング定理	182
8・4	保持回路	185
8・5	サンプル値系の状態方程式	188
8・6	z -変換	189
8・7	パルス伝達関数	192
8・8	サンプル値帰還制御系の安定度	195
8・9	サンプル値制御系の設計について	196
	問 題	199
9	非線形制御系	201
9・1	非線形性をもつ制御系	201
9・2	非線形系における特有現象	202
9・3	記述関数	205
9・4	記述関数を用いての安定判別	210
9・5	位相面軌道	213
9・6	位相面軌道の作図法	215
9・6・1	数値解が得られる場合	215
9・6・2	等傾斜線法	217
9・6・3	δ -法	219

9・6・4	軌道上の経過時間	221
9・7	平衡点の安定性	222
9・8	リャプノフの安定判別	224
9・9	リレーを用いる制御系	227
問 題		229
10	システムの基本的性質	233
10・1	システムの制御	233
10・2	状態方程式と出力方程式	234
10・3	線形系の状態方程式の解	236
10・3・1	非定常の場合	236
10・3・2	定常線形系の場合	238
10・4	固有値と固有ベクトル	238
10・5	標準形	242
10・6	可制御性, 可観測性	244
10・7	サンプル値系における状態方程式	246
問 題		247
11	システムの最適制御	249
11・1	静的最適化	249
11・2	評価関数	251
11・3	変分法	253
11・3・1	状態変数が1個の場合	253
11・3・2	多変数の場合	255
11・3・3	制限条件のある場合	255
11・4	動的システムの最適制御	258
11・5	拡張された状態空間とハミルトニアン	261
11・6	最大原理	267
11・7	自由端点問題	272
11・8	最適制御の帰還方式による実現	274
11・9	最適性の原理	278
11・10	動的計画法	280
問 題		283
付録	ラプラス変換	285
付・1	ラプラス変換の諸公式	285

付・2 基本的な関数のラプラス変換対	287
付・3 展開定理	287
問題の解答	293
索引	305