

目 次

緒 論.....	1
----------	---

第1章 数学的準備（ベクトルと行列）

1.1 ベクトルおよび行列の種類	7
1.2 行列の演算	8
1.2.1 行列の和と差	8
1.2.2 スカラ積	9
1.2.3 行列の積	9
1.2.4 小行列	11
1.2.5 行列の微積分	12
1.3 行列式と逆行列	13
1.3.1 行列式	13
1.3.2 小行列式および余因子	14
1.3.3 全因子行列と逆行列	15
1.4 ベクトル空間	17
1.5 行列の固有値と固有方程式	19
1.6 二次形式	20
1.7 ベクトルの内積とノルム	23
1.8 摘 要	24
1.9 問 題	25

第2章 状態変数と線形動的システム

2.1 線形動的システムとは	27
2.2 状態変数と状態空間	28
2.3 線形動的システムの過渡応答	33
2.3.1 変係数系	34
2.3.2 定係数系	37

2.3.3 変係数系の遷移行列	40
2.4 可観測性と可制御性	43
2.5 摘 要	49
2.6 問 題	50

第3章 ラプラス変換と伝達関数

3.1 ラプラス変換とラプラス逆変換	52
3.1.1 ラプラス変換	54
3.1.2 ラプラス逆変換	58
3.2 ベクトルのラプラス変換とシステムの特性方程式	61
3.3 伝達関数と過渡応答	63
3.4 伝達関数とブロック線図	69
3.5 伝達関数と状態方程式	77
3.6 摘 要	84
3.7 問 題	85

第4章 周波数応答とフィードバック制御系の安定問題

4.1 周波数応答の意味	87
4.2 周波数応答の表現法	89
4.2.1 ベクトル軌跡	89
4.2.2 ポート線図	92
4.2.3 ゲイン-位相図	95
4.3 制御系の基本構成要素	96
4.4 周波数特性と過渡特性	99
4.4.1 過渡応答より周波数応答を求める方法	99
4.4.2 周波数応答より過渡応答を求める方法	101
4.5 フィードバック制御系について	102
4.5.1 閉ループ周波数特性と閉ループ周波数特性	103
4.6 動的システムの安定性	109
4.7 ラウスおよびフルビッツの安定判別法	111

4.8 ナイキストの安定判別法	114
4.9 摘 要	123
4.10 問 題	123

第5章 フィードバック制御系の評価と設計

5.1 定常特性による評価	125
5.2 過渡特性による評価	129
5.3 ゲイン余有と位相余有	132
5.4 根軌跡法	134
5.5 制御系設計の概要	141
5.6 ゲイン調整法による補償	143
5.7 直列補償（補償要素の付加 その 1）	145
5.7.1 位相進み補償	145
5.7.2 位相遅れ補償	149
5.8 フィードバック補償（補償要素の付加 その 2）	151
5.9 摘 要	154
5.10 問 題	155

第6章 サンプル値制御

6.1 サンプル値制御系	156
6.2 z 変換	160
6.2.1 z 変換の定義および変換公式	160
6.2.2 z 変換に関する重要定理	163
6.2.3 サンプル値系の周波数特性	165
6.3 パルス伝達関数	167
6.3.1 パルス伝達関数の定義	167
6.3.2 拡張 z 変換	172
6.4 ホールド	176
6.4.1 ホールド要素の伝達関数	177
6.4.2 ホールド要素の周波数特性	180

6.5 サンプル値制御系の安定	184
6.5.1 サンプル値系の安定の意味	184
6.5.2 安定判別	189
6.6 サンプル値制御系の設計	194
6.6.1 アナログプロセス制御の手法による方法	194
6.6.2 有限整定応答	199
6.7 摘 要	208
6.8 問 題	209

第7章 非線形動的システム

7.1 概 説	211
7.2 非線形システムの数学モデル	212
7.3 非線形要素の分類	216
7.4 幾何学的解析	219
7.5 線形システムの性質	224
7.6 非線形システムの特徴	227
7.7 安定の概念	232
7.8 非線形制御の意義	237
7.9 摘 要	242
7.10 問 題	243

第8章 非線形システムの解析

8.1 概 説	245
8.2 線形サーボシステム	245
8.3 位相面解析	249
8.4 非線形制御システムの位相面解析	254
8.4.1 区分的に線形な非線形を含む場合	254
8.4.2 不連続非線形システムの位相面解析	259
8.5 記述関数法	266
8.6 記述関数法による安定解析	273

8.7 摘 要	275
8.8 問 題	276

第9章 非線形制御システムの安定判別法

9.1 概 説	278
9.2 時間領域における安定判別法	278
9.2.1 リアブノフの第2の方法	278
9.2.2 線形定係数システムの安定問題	282
9.2.3 リアブノフの第2の方法の安定判別以外への応用	284
9.2.4 非線形システムの安定問題	286
9.3 周波数領域における安定判別法	295
9.4 摘 要	299
9.5 問 題	300

第10章 統計的手法による自動制御系の取り扱い

10.1 確率論	302
10.1.1 確 率	303
10.1.2 同時確率密度関数と相関	308
10.1.3 不規則過程	310
10.2 相関関数	313
10.2.1 定 義	313
10.2.2 自己相関関数の性質	314
10.2.3 相互相関関数の性質	316
10.2.4 自己相関関数と相互相関関数との関係	316
10.3 スペクトル密度	318
10.3.1 2方向ラプラス変換	319
10.3.2 スペクトル密度と相関関数	323
10.3.3 スペクトル密度の伝達	328
10.3.4 平均パワーの計算	330
10.3.5 スペクトル密度の関数	333
10.4 ランダム信号に対する制御系の設計	336
10.4.1 フィードバック制御系の誤差	336
10.4.2 最適線形フィルタ	339
10.4.3 フィードバック制御系の最適パラメータの決定	347
10.4.4 カルマンフィルタ	349
10.5 相関関数の計算	354

10.5.1 アナログ的方法	355
10.5.2 ディジタル計算機による計算	355
10.6 摘 要	358
10.7 問 題	358

第11章 最適制御論

11.1 諸 論	360
11.2 最適化の方法（スタティックな場合）.....	361
11.2.1 極小条件	361
11.2.2 等式制御条件のある場合	361
11.2.3 計算法（最大傾斜法）.....	365
11.2.4 計算法（二次こう配法）.....	367
11.2.5 ニュートン-ラフソンの方法.....	368
11.3 最適制御（離散時間の場合）.....	369
11.3.1 基本形	369
11.3.2 二次評価関数をもつ線形系	372
11.3.3 境界条件の一般化	375
11.4 最適制御（連続時間系）.....	377
11.5 変分法による解法	381
11.5.1 変分法	381
11.5.2 変分法による解法	385
11.6 一般化および最大原理	387
11.6.1 一般化	387
11.6.2 最大原理	393
11.7 最短時間制御	398
11.8 計算法	402
11.9 最適フィードバック制御	404
11.9.1 ハミルトン-ヤコビの方程式	405
11.9.2 ダイナミックプログラミング	407
11.9.3 二次評価関数をもつ線形系の最適フィードバック制御法則	410
11.10 摘 要	411
11.11 問 題	412
附 錄	414
問題の解答	418
索 引	425

