

目 次

第1章 制御とシステム工学入門	1
1.1 ダイナミカルシステムの例	1
1.2 フィードバック制御系	16
1.3 周波数応答法	26
1.4 相関関数法, r. m. s. 規範	31
1.5 状態空間法	35
第2章 ベクトルと行列	49
2.1 ベクトル	49
2.2 ベクトル演算	50
2.3 ベクトル空間	52
2.4 1次独立性, 次元, 基底	52
2.5 線形写像	53
2.6 座標, 行列	55
2.7 座標変換	57
2.8 行列の階数, 行列の演算	58
2.9 行列の固有値, 固有ベクトル	59
2.10 内積, 2次形式, ノルム	62
第3章 線形微分システム	67
3.1 ベクトルと行列の微分, 積分	67
3.2 定係数の線形微分システム	68
3.3 変係数の斉次線形微分システム	70
3.4 基本行列, 推移行列	73

3.5	随伴微分システム	76
3.6	変係数の非斉次線形微分システム	77
3.7	定係数の線形微分システムのゼロ解の安定性	78
第4章	可制御性, 可観測性	83
4.1	可制御性と可観測性の定義	83
4.2	可制御性, 可観測性の必要十分条件	86
4.3	定係数システムの可制御性, 可観測性	91
4.4	出力可制御性	93
4.5	可制御標準形, 可観測標準形	94
第5章	線形ダイナミカルシステムの標準構造	105
5.1	重み行列	105
5.2	伝達関数行列	107
5.3	標準構造の定理	108
第6章	入出力関係式の線形ダイナミカルシステムによる実現	123
6.1	重み行列の最小実現	123
6.2	伝達関数行列の最小実現	129
第7章	最適レギュレーター	141
7.1	最適フィードバック則	141
7.2	Riccati の行列微分方程式	144
7.3	Euler の方程式	147
7.4	定係数システムに対する線形レギュレーター	149
7.5	Riccati の定常行列方程式	151
第8章	Kalman-Bucy のフィルター	159
8.1	内積空間と直交射影	159
8.2	Wiener-Hopf-Kalman の積分方程式	161
8.3	最適フィルターのシステム構成	163
8.4	共分散行列と Riccati の行列微分方程式	166
8.5	最適レギュレーターと Kalman-Bucy のフィルターの結合	168

第 9 章	Luenberger のオブザーバー	173
9.1	Kalman-Bucy の推定機構	173
9.2	Luenberger のオブザーバー	176
9.3	最小次元オブザーバーの標準形	180
9.4	推定機構を併合したレギュレーター	184
第 10 章	線形定係数システムの最適性	197
10.1	最適レギュレーターの閉ループ伝達関数, 還送差行列	197
10.2	単入力系の場合の最適性のための必要十分条件	199
10.3	定常 Kalman-Bucy フィルターの最適性条件	201
10.4	感度行列, 還送差行列, 最適性	202
10.5	不規則外乱があるときの最適フィードバック則	204
第 11 章	正実行列とスペクトラル因数分解	209
11.1	スペクトラル因数分解	209
11.2	Riccati 型定常行列方程式の解の存在	210
11.3	スペクトラル密度行列の因数分解	215
11.4	正実行列の必要十分条件	220
第 12 章	システムの安定性	229
12.1	リヤプノフの行列方程式	229
12.2	非線形要素を含むフィードバック制御系の安定問題	230
12.3	Popov の定理	233
索 引		243