

目 次

| | |
|--------------------------|----|
| 1. 物理現象のシステム解析(I)—構造モデル— | 1 |
| 1.1 構造モデルによるシステム解析 | 2 |
| 1.2 システムの状態方程式とその性質 | 14 |
| 1.2.1 連続時間系 | 14 |
| 1.2.2 離散時間系 | 19 |
| 1.3 構造モデルの近似手法 | 19 |
| 1.3.1 非線形系の線形化近似 | 19 |
| 1.3.2 分布定数系の集中化近似 | 24 |
| 1.3.3 低次元化近似 | 30 |
| 2. ランダム信号 | 35 |
| 2.1 ランダム信号と確率論 | 36 |
| 2.1.1 確率と確率変数 | 37 |
| 2.1.2 定常なランダム信号 | 40 |
| 2.2 フーリエ変換 | 41 |
| 2.3 相関関数 | 49 |
| 2.4 スペクトル密度関数 | 54 |
| 2.5 白色雑音 | 55 |
| 2.6 線形系のランダム信号入力に対する応答 | 58 |
| 2.6.1 伝達関数で表現された系 | 58 |
| 2.6.2 状態方程式で表現された系 | 62 |

| | | |
|-------|------------------------------------|-----|
| 3. | デジタル信号 | 67 |
| 3.1 | 離散時間信号と z 変換 | 68 |
| 3.2 | z 変換とラプラス変換との関係 | 74 |
| 3.3 | 逆 z 変換 | 78 |
| 3.4 | 差分方程式の z 変換による解法 | 80 |
| 3.5 | パルス伝達関数 | 80 |
| 3.6 | 離散時間システムの状態変数表示 | 82 |
| 3.7 | 離散時間システムの安定性 | 86 |
| 3.8 | 離散フーリエ変換 | 87 |
| 3.9 | 高速フーリエ変換 (FFT) | 91 |
| 4. | 物理現象のシステム解析(Ⅱ)—同定と非構造モデルの作成— | 97 |
| 4.1 | 動特性の測定 | 98 |
| 4.1.1 | 過渡応答法 | 99 |
| 4.1.2 | 定常応答法 | 101 |
| 4.1.3 | ランダム信号を入力する方法 | 103 |
| 4.1.4 | M 系列信号 | 104 |
| 4.2 | ノンパラメトリック表現からパラメトリックモデルへ | 106 |
| 4.2.1 | 周波数特性曲線から伝達関数を求める方法 | 106 |
| 4.2.2 | 伝達関数から状態方程式を作る方法 | 108 |
| 4.3 | 相関関数とスペクトル密度関数の推定 | 112 |
| 4.3.1 | 推定量の性質 | 112 |
| 4.3.2 | 相関関数の推定 | 115 |
| 4.3.3 | スペクトル密度関数の推定 | 116 |
| 4.4 | パラメータの同定 | 119 |
| 4.4.1 | 推定法の基礎概念 | 120 |
| 4.4.2 | 非構造モデル | 126 |
| 4.4.3 | 最小二乗法によるパラメータ同定 | 126 |

| | | |
|-------|---------------------------------|-----|
| 4.4.4 | 逐次形最小二乗法 | 128 |
| 4.4.5 | ハウスホルダ変換による正規方程式の解 | 129 |
| 4.4.6 | AR モデルのパラメータ同定 | 133 |
| 4.5 | 状態の推定 | 138 |
| 5. | 線形制御理論 | 143 |
| 5.1 | 可制御性と可観測性 | 143 |
| 5.1.1 | 可制御性の条件 | 144 |
| 5.1.2 | 可観測性の条件 | 147 |
| 5.1.3 | 離散時間系の可制御性と可観測性 | 148 |
| 5.1.4 | 伝達関数よりみた可制御性と可観測性 | 150 |
| 5.2 | システムの構造 | 153 |
| 5.2.1 | 標準構造の生成 | 155 |
| 5.3 | 状態フィードバックによる制御系の設計 | 161 |
| 5.3.1 | 極配置による制御系の設計 | 161 |
| 5.3.2 | 最適レギュレータによる制御系の設計 | 165 |
| 5.3.3 | リカッチ方程式の数値解法 | 169 |
| 5.4 | オブザーバと出力フィードバックを用いた制御系の設計 | 174 |
| 5.4.1 | オブザーバの構成 | 174 |
| 5.4.2 | オブザーバを用いた極配置 | 179 |
| 5.4.3 | 出力のみによる最適制御 | 182 |
| 5.5 | 多変数系の周波数領域での設計 | 186 |
| 5.5.1 | 非干渉化 | 187 |
| 5.5.2 | 非干渉化のチェック | 190 |
| 6. | システムの安定性 | 195 |
| 6.1 | 系の方程式と平衡状態 | 195 |
| 6.2 | 安定性の概念 | 196 |
| 6.3 | リアプノフの方法 | 201 |

| | | |
|-----|-------------------------|-----|
| 6・4 | 非線形要素を含む制御系の安定条件 | 204 |
| 6・5 | 正実関数 | 207 |
| 6・6 | ポポフの定理 | 210 |
| 6・7 | 操作量を線形に含む非線形系の大域的漸近安定制御 | 213 |
| 7. | 適応制御系 | 217 |
| 7・1 | 線形系のパラメータ適応同定 | 218 |
| 7・2 | モデル合致形のモデル参照適応制御 | 221 |
| 7・3 | 測定可能な出力のみを用いるモデル参照適応制御 | 226 |
| 7・4 | 離散時間系のモデル参照適応制御 | 231 |
| 7・5 | セルフチューニング制御 | 234 |
| | 参考文献 | 238 |
| | 索引 | 巻末 |

