

目 次

序

I 序 論

| | |
|----------------------|----|
| 1. 動的システム | 1 |
| 1•1 工学系 | 1 |
| 1•2 入力と出力 | 3 |
| 1•3 静的素子と積分素子 | 5 |
| 1•4 システムのモデル | 8 |
| 1•5 動的システムの手扱い | 12 |
| 2. システムの制御 | 16 |
| 2•1 フィードバック制御 | 16 |
| 2•2 アナログ制御系 | 18 |
| 2•3 デジタル制御系 | 22 |
| 2•4 制御理論の生い立ち | 24 |
| 2•5 動的システム理論 | 26 |

II 1 次 系

| | |
|-----------------------------|----|
| 3. 1次系の動的過程 | 31 |
| 3•1 偏れ, 集結および線形化 | 31 |
| 3•2 1次系の自由応答と安定 | 34 |
| 3•3 自由応答のサンプル値と差分方程式 | 37 |
| 3•4 入力による応答と線形重ね合わせ | 39 |
| 3•5 離散時間系の応答およびステップ応答 | 41 |
| 4. 線図および演算子 | 46 |
| 4•1 状態および出力方程式の標準形と線図 | 46 |

| | | |
|-----|----------------------|----|
| 4・2 | 指数関数と微積分演算子の関連 | 50 |
| 4・3 | ラプラス変換法 | 52 |
| 4・4 | 伝達関数と過渡応答 | 55 |
| 4・5 | 離散時間系における諸関係 | 59 |

III 2 次 系

| | | |
|-----|------------------------|-----|
| 5. | 2次系の数学モデル | 67 |
| 5・1 | 2次系の例 | 67 |
| 5・2 | ベクトル方程式の標準形 | 71 |
| 5・3 | 行列伝達関数 | 74 |
| 5・4 | 固有値および自由応答 | 77 |
| 5・5 | オイラー法による数値計算 | 79 |
| 6. | 非周期性の2次系および対角化 | 82 |
| 6・1 | 状態平面と自由応答の軌道 | 82 |
| 6・2 | 固有ベクトルとモード | 86 |
| 6・3 | 対角化の原理 | 89 |
| 6・4 | 1次ベクトル微分方程式の解 | 92 |
| 6・5 | 固有値の重複する場合 | 95 |
| 7. | 2次系の振動および安定 | 99 |
| 7・1 | 複素極をもつ関数の逆ラプラス変換 | 99 |
| 7・2 | 2次制御系の発振 | 101 |
| 7・3 | 対角化および準対角行列 | 105 |
| 7・4 | 軌道の形および楕円の性質 | 107 |
| 7・5 | 2次連続時間系の安定 | 110 |
| 8. | 2次の離散時間系 | 114 |
| 8・1 | 離散時間系のベクトル方程式 | 114 |
| 8・2 | 固有値とジョルダン標準形 | 116 |
| 8・3 | 離散時間系の固有応答 | 118 |

| | | |
|-----|----------|-----|
| 8・4 | 離散時間系の安定 | 121 |
| 8・5 | パルス伝達関数 | 125 |

IV 動的システムの数学モデル

| | | |
|------|----------------|-----|
| 9. | エネルギー系の相似 | 129 |
| 9・1 | 変数およびパラメタの相似 | 129 |
| 9・2 | エネルギー系の状態ベクトル | 132 |
| 9・3 | エネルギーポート | 135 |
| 9・4 | 2ポート系 | 139 |
| 9・5 | 多ポート系 | 143 |
| 10. | 各種の動的システム | 148 |
| 10・1 | 反応系 | 148 |
| 10・2 | 流れによる移動 | 152 |
| 10・3 | 集中定数系と分布定数系の関係 | 156 |
| 10・4 | 2ポート線路 | 161 |
| 10・5 | 流れの管路系 | 165 |

V 線形系の構成と挙動

| | | |
|------|-------------------|-----|
| 11. | 線形連続時間系 | 171 |
| 11・1 | 状態方程式および出力方程式 | 171 |
| 11・2 | 状態方程式の解 | 174 |
| 11・3 | ラプラス領域における諸関係 | 176 |
| 11・4 | 伝達関数と応答形 | 179 |
| 11・5 | 伝達関数から状態方程式を求める方法 | 184 |
| 12. | 線形離散時間系 | 188 |
| 12・1 | 差分方程式とその数値計算 | 188 |
| 12・2 | サンプル値系 | 192 |
| 12・3 | 応答の計算 | 195 |
| 12・4 | 工業プロセスのパルス伝達関数 | 199 |

| | | |
|------|-----------------------|-----|
| 12・5 | サンプリング定理 | 203 |
| 13. | 可制御および可観測と状態観測法 | 209 |
| 13・1 | 可制御と可観測の意味 | 209 |
| 13・2 | モードの分離制御と分離観測 | 211 |
| 13・3 | 可制御の条件 | 216 |
| 13・4 | 可観測の条件 | 218 |
| 13・5 | 状態ベクトルの観測 | 221 |
| 14. | 線形系の安定 | 226 |
| 14・1 | 固有値の算定法 | 226 |
| 14・2 | ラウステスト | 231 |
| 14・3 | 線形系のリヤプノフ関数 | 235 |
| 14・4 | リヤプノフ方程式 | 240 |
| 14・5 | 線形の超安定ブロック | 243 |

