

目 次

1. ロボティクス入門	1
1.1 産業用ロボットの発展	1
1.2 ロボットの関節	2
1.3 ロボットアームの機構	3
1.4 ベクトル解析の基礎	7
1.5 微分方程式論の基礎	14
1.6 線形微分方程式と線形機械システムの特徴づけ	20
1.7 ロボットダイナミクスの特徴づけ	24
2. 運動学と動力学の基礎	27
2.1 質点の運動学	27
2.2 剛体の運動学	32
2.3 ニュートンの運動の法則	38
2.4 質点系の力学	39
2.5 角運動量, トルク, 運動エネルギー	41
2.6 剛体の力学	44
2.7 動座標系で表した運動とダイナミクス	48
2.8 仕事とポテンシャルエネルギー	52
2.9 一般化座標とホロノミックな拘束	56
2.10 ハミルトンの原理	59
2.11 ラグランジュの運動方程式	60
3. ロボットの運動方程式	64
3.1 4×4 変換行列	64

3.2	剛体の慣性テンソル	67
3.3	ロボットの運動方程式 (一般論)	69
3.4	多関節ロボットの運動方程式 (自由度 2 の場合)	73
3.5	多関節ロボットの運動方程式 (自由度 3 の場合)	76
3.6	ハミルトンの正準方程式	78
3.7	力学系の安定性に関するラグランジュの定理	80
3.8	サーボ系を含めたロボットのダイナミクス	82
3.9	位置および速度のフィードバックがあるときのマニピュレータ 系のダイナミクス	86
3.10	ロボットダイナミクスの微細構造 (DD ロボットの例)	88
3.11	現代制御理論とロボットダイナミクス	92
4.	ロボットのフィードバック制御法	100
4.1	教示/再生方式と PTP 制御	100
4.2	ロボットのサーボ系	102
4.3	PD フィードバック制御	103
4.4	PID フィードバック制御	108
4.5	作業座標に基づく PD フィードバック	111
4.6	人工ポテンシャル法	114
4.7	柔軟関節を考慮したロボットダイナミクス	117
4.8	オブザーバを使った制振制御	119
4.9	位置と力のハイブリッド制御	120
4.10	インピーダンス制御	123
4.11	拘束条件下にあるときの制御法と安定性	125
5.	ロボットのトルク計算制御法	130
5.1	分解速度制御法	130
5.2	逆運動学	132
5.3	逆動力学と高速計算トルク法	142
5.4	ロボットのパラメータ同定	146
5.5	順動力学と運動シミュレーション	148

6. ロボットの適応制御法	151
6.1 モデル参照型適応制御系	151
6.2 ロボットのための MRACS	154
6.3 自己チューニング適応制御法	158
6.4 ロボット特有の適応制御方式	159
7. ロボットの学習制御法	162
7.1 学習制御の前提条件	162
7.2 D型学習制御 (線形システム).....	164
7.3 D型学習制御 (ロボットアーム).....	171
7.4 P型学習制御法	176
7.5 忘却因子つき学習制御法	181
7.6 選択的学習制御法	187
7.7 学習制御の応用	189
参考文献.....	192
索引.....	201