

# 目次

<b>1</b>	<b>自動制御とは</b>	<b>1</b>
1.1	自動制御の問題	1
1.2	望ましい応答	3
1.3	コントローラの種類	4
1.4	プロセスの周波数特性	4
1.5	フィードバック制御系の持続振動	5
	演習問題	8
<b>2</b>	<b>ラプラス変換と伝達関数</b>	<b>9</b>
2.1	ラプラス変換のメリット	9
2.2	ラプラス変換の定義	10
2.3	ラプラス変換の定理	11
2.4	ラプラス逆変換	13
2.5	伝達関数	16
2.6	ブロック線図	22
	演習問題	24
<b>3</b>	<b>伝達関数の周波数特性</b>	<b>25</b>
3.1	伝達関数のベクトル表現	25
3.2	代表的要素	28
3.2.1	微分要素	28
3.2.2	積分要素	29
3.2.3	1次遅れ要素	30

3.2.4	進み/遅れ要素	31
3.2.5	むだ時間	32
3.3	周波数応答の図式表現	33
3.3.1	ベクトル軌跡	33
3.3.2	ボード線図	34
	演習問題	37
<b>4</b>	<b>安定性を調べる</b>	<b>38</b>
4.1	特性根	38
4.2	2次系の特性根	40
4.3	ナイキストの安定判別法	43
4.4	ナイキストの安定判別法の意味	45
4.5	ゲイン余裕と位相余裕	49
	付録	50
	演習問題	52
<b>5</b>	<b>PID制御の基本形</b>	<b>53</b>
5.1	オン・オフ制御とPID制御	53
5.2	PID制御の基本形	56
5.3	PID制御の各動作	57
5.4	PID動作による制御	58
5.4.1	比例動作のみによる制御	59
5.4.2	PI動作による制御	60
5.4.3	PID動作による制御	62
5.4.4	ベクトル軌跡とボード線図で見るD動作のはたらき	64
5.4.5	PID3動作による制御のまとめ	66
	演習問題	68
<b>6</b>	<b>PID制御のバリエーション</b>	<b>69</b>
6.1	不完全微分	69

6.2	デジタルPID調節計	70
6.3	サンプリングの影響	73
6.4	PID制御のバリエーション	75
6.4.1	微分先行形PID調節計 (IP-D調節計)	75
6.4.2	I-PD制御 (比例先行形)	77
6.5	2自由度PID調節計	79
6.5.1	2自由度PID調節計とは	79
6.5.2	$\alpha, \beta$ の決め方	81
	演習問題	82

<b>7</b>	<b>PID制御のチューニング</b>	<b>83</b>
7.1	制御特性の評価	83
7.2	ジークラ・ニコルス法	85
7.2.1	限界感度法	85
7.2.2	ステップ応答法	87
7.3	CHR法	89
7.4	試行錯誤法	89
7.4.1	比例ゲインの効果	89
7.4.2	積分時間 $T_i$ の効果	91
7.4.3	微分時間 $T_d$ の効果	91
7.4.4	まとめ	92
	演習問題	93

<b>8</b>	<b>複合ループ制御</b>	<b>94</b>
8.1	カスケード制御	94
8.2	比率制御	97
8.3	非干渉制御	98
8.3.1	制御ループの干渉	98
8.3.2	干渉ゲイン	100
8.3.3	非干渉制御	103
	演習問題	108

<b>9</b>	<b>フィードフォワード制御</b>	<b>109</b>
9.1	フィードフォワード制御とは	109
9.2	フィードフォワード要素の設計	111
9.2.1	静特性の検討	111
9.2.2	動特性の追加	113
9.2.3	フィードフォワード制御とフィードバック制御の結合	114
	演習問題	118
<b>10</b>	<b>むだ時間プロセスの制御</b>	<b>119</b>
10.1	むだ時間の長いプロセス	119
10.1.1	むだ時間の長いプロセスの難しさ	119
10.1.2	むだ時間プロセスを含む制御系	120
10.1.3	純粋むだ時間プロセスの制御	122
10.2	スミス調節計	125
10.2.1	スミス調節計の原理	125
10.2.2	スミス調節計の解析	126
10.2.3	積分性プロセスへのスミス調節計の適用	128
	演習問題	132
	参考文献	133
	演習問題解答	135
	索引	139