

目 次

1. 序 論

1.1 制御とフィードバック制御	1
1.2 フィードバック制御系の構成	3
1.3 フィードバック制御の種類と例	4
1.3.1 制御目的による分類	4
1.3.2 応用分野による分類	5
1.4 制御理論の目的	10

2. 線形フィードバック制御理論の数学の準備

2.1 ラプラス変換法の意義	12
2.2 ラプラス変換	14
2.2.1 ラプラス変換の定義	14
2.2.2 ラプラス積分の収束領域	15
2.2.3 時間関数のラプラス変換	16
2.2.4 演算のラプラス変換	19
2.3 ラプラス逆変換	21
2.3.1 ラプラス逆変換の線形性	21
2.3.2 展開定理	22
2.4 ラプラス変換・逆変換に関する公式	26
2.4.1 $f_1(t) \cdot f_2(t)$ のラプラス変換	26
2.4.2 初期値定理	26
2.4.3 最終値定理	27
2.5 フーリエ変換とラプラス変換	27
2.5.1 周期信号のフーリエ級数展開	27
2.5.2 非周期信号のフーリエ変換	29
2.5.3 フーリエ変換からラプラス変換	32

3. 信号伝達とその取り扱い

3.1 信号伝達と伝達関数	35		
3.1.1 重み関数	35	3.1.4 代表的な伝達関数とその要素	39
3.1.2 任意の入力信号に対する出力信号・重畳積分	36	3.1.5 出力信号の求め方	42
3.1.3 伝達関数	37	3.1.6 ステップ応答	42
3.2 周波数特性	45		
3.2.1 周波数特性	45	3.2.3 周波数特性の表わし方	48
3.2.2 周波数特性の求め方	46		
3.3 信号流れ線図	55		
3.3.1 信号流れ線図の構成	56	3.3.3 信号流れの反転	60
3.3.2 信号流れ線図の等価変換	57	3.3.4 グラフ・トランスミッタンス	63
3.4 ブロック線図	66		
3.4.1 ブロック線図の構成	66	3.4.2 ブロック線図と信号流れ線図	67

4. サーボ機構の解析

4.1 サーボ機構の要素とその解析	70		
4.1.1 ポテンショメータ	70	4.1.3 サーボモータ	72
4.1.2 シンクロ	71	4.1.4 増幅回路	79
4.2 サーボ機構のブロック線図・信号流れ線図	83		
4.2.1 サーボ機構の信号流れ線図・ブロック線図	83	4.2.2 3次サーボ機構の信号流れ線図・ブロック線図	84
4.3 2次系の解析	87		
4.3.1 標準2次系の特性根	87	4.3.3 外乱にたいする制御量の応答	95
4.3.2 標準2次系のステップ応答と基本誤差応答	90	4.3.4 標準2次系の閉ループ周波数応答	96
4.4 3次系の解析	99		
4.4.1 1形の3次系	99	4.4.2 2形の3次系の安定性	101

5. 線形フィードバック制御系の特性解析

5.1	フィードバック制御系の基本構成	103
5.2	フィードバック制御系の定常特性	105
5.2.1	各種入力信号波形にたいする定常偏差	105
5.2.2	定常応答と誤差定数	109
5.3	安定判別 (I)	113
5.3.1	安定判別の意味	114
5.3.2	Routh-Hurwitz の安定判別法	115
5.4	安定判別 (II)-ナイキストの安定判別法	118
5.4.1	ナイキストの安定判別法の原理	118
5.4.2	安定判別の実際	123
5.5	フィードバック制御系の周波数応答	125
5.5.1	周波数応答の役割	125
5.5.2	フィードバック制御系の周波数応答	126
5.5.3	閉ループ周波数応答と	
	ステップ応答との関係	128
5.5.4	ニコルズ線図	129
5.5.5	開ループ周波数特性と閉ループ周波数特性	132
5.6	s 平面でのフィードバック制御系の取り扱い	133
5.6.1	極, 零点配置とステップ応答	133
5.6.2	代表根とその留数	137
5.6.3	留数 A_0 の計算方法	143
5.7	根軌跡法	146
5.7.1	根軌跡の定義	146
5.7.2	根軌跡の基本的構造	148
5.7.3	根軌跡の概形作成の一例	150

6. フィードバック制御系の特性改善

6.1	序論	153
6.2	補償方式と補償回路	154
6.2.1	補償方式	154
6.2.2	補償伝達関数・補償回路	155
6.3	周波数応答法による特性設計	159
6.3.1	周波数領域での特性改善の考え方	159

目	次
6.3.2 位相遅れ補償の特性設計.....161	6.3.4 位相遅れ-進み補償の特 性設計.....167
6.3.3 位相進み補償の特性設計.....164	
6.4 極, 零点配置による特性設計.....171	
6.4.1 代表根指定法の原理.....172	6.4.4 実際上の手法.....183
6.4.2 補償公式・補償計算線図.....172	6.4.5 代表根指定法による特 性設計例.....187
6.4.3 対数補償計算線図.....176	

7. サンプル値制御

7.1 サンプル値制御系.....191	
7.2 サンプル値信号の取り扱い方.....193	
7.2.1 サンプル値信号の表わし方.....193	7.2.5 デジタル濾波器と差 分方程式.....206
7.2.2 周波数領域での $e^*(t)$ と $e(t)$ との比較-サンプリ ング定理.....194	7.2.6 ホールド回路.....208
7.2.3 z 変換・ z 逆変換.....197	7.2.7 サンプル値信号伝達に おける等価変換.....210
7.2.4 パルス伝達関数.....204	7.2.8 サンプル値制御系の等価変換.....212
7.3 サンプル値制御系の安定判別.....213	
7.3.1 サンプル値制御系での 安定判別の考え方.....213	7.3.2 双線形変換形による安 定判別.....216
7.4 サンプル値制御系の過渡応答.....219	
7.4.1 サンプリング時点での 過渡応答.....219	7.4.2 サンプリング時点間の 過渡応答計算.....221

8. 不規則信号とフィードバック制御系

8.1 確率論.....226	
8.1.1 確率.....226	関関数.....229
8.1.2 同時確率密度関数と相	8.1.3 不規則過程.....231
8.2 相関関数.....235	
8.2.1 定義.....235	8.2.4 自己相関関数と相互相 関関数との関係.....238
8.2.2 自己相関関数の性質.....235	
8.2.3 相互相関関数の性質.....237	
8.3 パワスペクトル密度.....239	

<p>8.3.1 2方向ラプラス変換……………240</p> <p>8.3.2 パワスペクトル密度 と相関関数……………242</p> <p>8.4 ランダム信号にたいする制御系の設計……………253</p> <p>8.4.1 フィードバック制御 系の誤差……………254</p> <p>8.4.2 最適線形濾波器……………256</p> <p>8.5 相関関数の計算……………264</p> <p>8.5.1 アナログ的方法……………265</p>		<p>8.3.3 パワスペクトル密度の伝達…246</p> <p>8.3.4 平均パワの計算……………248</p> <p>8.3.5 パワスペクトル密度間の関係250</p> <p>8.4.3 フィードバック制御系 の最適パラメータの決定…262</p> <p>8.5.2 デジタル計算機による計算265</p>
---	--	---

9. 状態空間における制御系の取り扱い

<p>9.1 線形系の状態変数表示……………268</p> <p>9.1.1 状態変数, 状態方程式……………268</p> <p>9.2 伝達関数と状態方程式, 出力方程式……………277</p> <p>9.2.1 状態方程式, 出力方程式 から伝達関数へ……………278</p> <p>9.2.2 伝達関数から状態方程式</p> <p>9.3 状態空間における解析……………290</p> <p>9.3.1 状態推移方程式……………290</p> <p>9.4 可制御性, 可観測性……………301</p> <p>9.4.1 可制御性とモード・ループ…302</p> <p>9.5 状態空間法を用いたサンプル値制御系の設計……………305</p>		<p>9.1.2 状態変数線図……………273</p> <p>9.2.3 システム行列の対角化 と状態変数線図……………287</p> <p>9.3.2 離散値入力変数にたい する状態変数の変化……………294</p> <p>9.4.2 可観測性とモード・ループ…304</p>
---	--	---

10. 非線形制御系

<p>10.1 非線形制御系の概要……………315</p> <p>10.1.1 非線形制御系の特徴……………315</p> <p>10.2 位相面法……………317</p> <p>10.2.1 位相面……………317</p> <p>10.2.2 2次線形系の位相面軌道…319</p> <p>10.2.3 オン・オフサーボ機</p>		<p>10.1.2 非線形特性……………316</p> <p>10.2.4 リレーサーボ機構の位 相面解析……………330</p>
--	--	---

10.3	記述関数法	333
10.3.1	記述関数法の考え方.....	333
10.3.2	各種非線形要素の記述関数.....	336
10.4	非線形制御系の安定判別	341
付 録	347
索 引	355
付図	(折込図表 (5葉))	

