

	4.2	同一次元オブザーバ	73
	4.2.1	モデルを用いた状態推定	73
	4.2.2	モデルと観測データを用いた状態推定	75
	4.3	可観測性の定義とその判別法	81
	4.4	可観測正準形によるシステムの実現	84
第 1 章		モデルベース制御の始まり	1
1.1		古典制御から現代制御へのパラダイムシフト	1
1.2		本書の歩き方	4
1.2.1		本書の構成	4
1.2.2		本書の特徴	5
第 2 章		線形システムの状態空間表現	9
2.1		線形システムの入出力表現	9
2.2		システムの状態空間表現	12
2.3		状態空間表現と伝達関数の関係	21
2.4		代数的に等価なシステム	25
2.5		状態方程式の解	28
2.6		状態空間表現された線形システムの安定性	32
第 3 章		線形システムの可制御性と状態フィードバック制御	35
3.1		可制御性と可観測性	35
3.2		出力フィードバック制御と状態フィードバック制御	37
3.3		倒立振り子に対する状態フィードバック制御	40
3.4		可制御性の定義とその判別法	59
3.5		可制御正準形によるシステムの実現	63
第 4 章		線形システムの可観測性とオブザーバ	71
4.1		時間微分を用いた状態の観測	71
		4.2	同一次元オブザーバ
		4.2.1	モデルを用いた状態推定
		4.2.2	モデルと観測データを用いた状態推定
		4.3	可観測性の定義とその判別法
		4.4	可観測正準形によるシステムの実現
第 5 章		現代制御による線形システムの構造と制御	87
5.1		線形システムの構造	87
5.1.1		対角正準形	87
5.1.2		状態空間表現と伝達関数の関係	91
5.2		状態フィードバック制御とオブザーバの併合システム	93
第 6 章		最適制御	99
6.1		レギュレータ問題とサーボ問題	99
6.2		評価関数と最適制御	100
6.3		最適レギュレータ	104
6.3.1		最適レギュレータ問題	104
6.3.2		最適レギュレータの導出	106
6.3.3		最適レギュレータの使い方	109
6.3.4		SISO システムに対する最適レギュレータ	110
6.3.5		最適レギュレータの周波数特性	115
6.4		最適サーボシステム	120
第 7 章		z 変換と離散時間フーリエ変換	128
7.1		z 変換	128
7.1.1		z 変換の定義	129
7.1.2		逆 z 変換の計算法	136
7.1.3		z 変換の性質	138
7.2		連続時間と離散時間の関係	139
7.3		離散時間でのフーリエ変換	141

7.3.1	離散時間フーリエ変換	141	9.6.4	モデル予測制御問題の解法	212
7.3.2	離散フーリエ変換 (DFT)	143			
第8章	連続時間システムの離散化	149	参考文献		221
8.1	状態空間表現を用いた連続時間システムの離散化	149	おわりに		223
8.2	連続時間システムの離散化の例題	152	索引		224
第9章	モデル予測制御	161			
9.1	制御理論の発展	161			
9.2	モデル予測制御のメインキャスト	162			
9.2.1	入力変化量	163			
9.2.2	参照軌道	164			
9.2.3	内部モデル	166			
9.2.4	後退ホライズン	168			
9.2.5	制約の導入	169			
9.3	モデル予測制御の基礎	170			
9.3.1	モデル予測制御の制御目的	170			
9.3.2	モデル予測制御の基本的な例題	172			
9.3.3	一般的な場合のモデル予測制御	184			
9.4	外乱とモデルの不確かさへの対応	192			
9.4.1	モデルの不確かさ	192			
9.4.2	外乱推定器の利用	195			
9.4.3	不安定システムに対する再編成モデルの適用	197			
9.5	産業界におけるモデル予測制御	199			
9.5.1	プロセス産業におけるモデル予測制御	199			
9.5.2	プロセス産業におけるモデル予測制御の役割	202			
9.6	モデル予測制御システムの設計	203			
9.6.1	評価関数	204			
9.6.2	線形不等式を用いた制約の表現	206			
9.6.3	予測ホライズンと制御ホライズンの選び方	209			

コラム

1.1	ルドルフ・エミール・カルマン (1930~2016)	8
2.1	ご縁	34
3.1	高橋安人とカルマン	70
4.1	デービッド・ルーエンバーガー (1937~)	86
6.1	リッカチとリアプノフ	126
6.2	ポントリヤーギンとベルマン	127
7.1	z 変換とザデー	147
7.2	スペクトル	148
9.1	モデル予測制御の歴史 (1).....	219
9.2	モデル予測制御の歴史 (2).....	220