

# 目 次

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>次 式</b>	<b>1</b>
1.1	2次元平面での1次式と直線	1	
1.2	3次元空間における1次式と直線	4	
1.3	ベクトルと行列	6	
1.3.1	ベクトル	6	
1.3.2	行 列	7	
1.3.3	ベクトルと行列の表記法	8	
1.4	1次制約式	9	
1.4.1	2次元の場合	9	
1.4.2	3次元の場合	10	
1.4.3	線形計画問題の場合	11	
1.5	1次式のパラメータ表示	13	
1.6	コンピュータ言語 MATLAB	14	
1.6.1	ベクトルと行列の表し方と操作	14	
1.6.2	ベクトルや行列の演算	15	
1.6.3	特別な行列	16	
<b>2</b>	<b>ベクトル/行列と座標変換</b>	<b>17</b>	
2.1	ベクトル	17	
2.1.1	ベクトルと図形	17	
2.1.2	ベクトルと配列	19	
2.2	ベクトルの内積と外積	19	
2.2.1	ベクトルの内積	19	
2.2.2	ベクトルの外積	21	

2.2.3	MATLABによる実行	24	4	直接解法	61
2.3	ベクトルの平行移動と回転	25	4.1	理論解法	61
2.3.1	2次元の場合	25	4.2	掃き出し法と積形式	62
2.3.2	一般の場合	29	4.2.1	ふつうの掃き出し法	62
2.4	線形空間	31	4.2.2	積形式と逆行列	64
2.4.1	ベクトル空間	31	4.3	ガウス消去法(LU分解法)と軸選択	66
2.4.2	1次独立, 階数, クリロフ空間	33	4.3.1	ガウス消去法	66
3	行列の応用	35	4.3.2	fill-in	68
3.1	行列の種類と応用分野	35	4.3.3	LU分解	68
3.2	特殊な行列	36	4.3.4	複素行列の場合	71
3.2.1	魔法陣	36	4.3.5	解の反復改良	72
3.2.2	ヤコビ行列	37	4.3.6	軸選択	72
3.3	イメージ画像	39	4.4	コレスキー分解と改訂コレスキー分解	75
3.3.1	イメージ画像のつくり方	39	4.4.1	コレスキー法	75
3.3.2	簡単な画像圧縮	39	4.4.2	改訂コレスキー法	77
3.4	図形の回転と変換	40	4.5	逆行列	78
3.4.1	2次元図形処理	41	4.5.1	ガウス消去法	78
3.4.2	数式処理	43	4.5.2	LU分解法	79
3.4.3	3次元図形処理	44	4.6	特殊な行列	81
3.5	グラフ理論	46	4.6.1	三重対角系の解法	81
3.6	ネットワーク問題	48	4.6.2	対称帯行列	83
3.6.1	トポロジカル・オーダリング	48	4.6.3	対称スカイライン行列	85
3.6.2	最小スパン問題	49	4.6.4	ブロック行列	86
3.6.3	最短経路問題	51	4.7	行列の階数, ノルム, 条件数	88
3.6.4	最大流量問題	52	4.7.1	階数	88
3.7	マルコフ鎖	54	4.7.2	ノルム	88
3.8	フラクタル	55	4.7.3	条件数	89
3.8.1	シェルピンスキーのギャスケット	55	5	反復法	91
3.8.2	コッホ曲線	58	5.1	古典的反復法	91
			5.1.1	ヤコビ法	92
			5.1.2	ガウス-ザイデル法	93

5.1.3	S.O.R. 法	93	7.2	グラム-シュミットの分解	138
5.1.4	チェビシェフ反復法	95	7.2.1	もともとの方法	138
5.2	勾配法	96	7.2.2	修正グラム-シュミット法	140
5.2.1	共役勾配法の原理	96	7.3	ハウスホルダ変換と三重対角化	141
5.2.2	双共役勾配法の原理	99	7.3.1	ハウスホルダ変換	141
5.2.3	2乗共役勾配法の原理	100	7.3.2	対称行列の三重対角化	143
5.3	前処理つき反復法	102	7.4	ヘッセンベルク変換と二重対角化	144
5.3.1	スケーリングとオーダリング	103	7.4.1	ヘッセンベルク変換	144
5.3.2	単純反復	104	7.4.2	非対称行列の二重対角化	146
5.3.3	不完全コレスキー分解と不完全LU分解	104	7.5	その他の分解	148
5.4	反復法のための Templates	108	7.5.1	Schur 分解	148
5.4.1	前処理行列と収録プログラム	108	7.5.2	ランチョス反復法	148
5.4.2	ヤコビ法	109	7.5.3	アーノルディ反復法	151
5.4.3	S.O.R. 法	110	7.6	特異値分解	152
5.4.4	CG法	111	<b>8</b>	<b>固有値と固有ベクトル</b>	<b>155</b>
5.4.5	BiCG法	112	8.1	固有値とは	155
5.4.6	CGS法(2乗共役勾配法)	113	8.1.1	定義	155
5.4.7	BiCGSTAB法(安定双共役勾配法)	115	8.1.2	固有ベクトルの性質	157
5.4.8	チェビシェフ反復法	117	8.1.3	MATLABによる固有値と固有ベクトル	157
5.4.9	MATLAB V5へのとり組み	118	8.2	最大・最小固有値の求め方	158
<b>6</b>	<b>連立1次方程式の利用</b>	<b>119</b>	8.2.1	理論的背景	158
6.1	1次元偏微分方程式	119	8.2.2	収束の判定条件	159
6.2	回路解析	122	8.2.3	べき乗法	160
6.3	連立非線形方程式の解	124	8.2.4	逆反復法	160
6.4	線形最小2乗法	126	8.3	ヤコビ法	162
6.4.1	2変数の場合	126	8.4	QR法に関連した方法	164
6.4.2	多変数の場合	130	8.4.1	QR法	164
6.5	非線形最小2乗法	133	8.4.2	原点移動つきQR法	165
<b>7</b>	<b>直交化と行列の変換</b>	<b>137</b>	8.4.3	LR法	166
7.1	行列の分解と変換	137	8.4.4	レーリー商による反復法	167
			8.4.5	2分法	168

8.5	divide and conquer 法	170
8.6	一般化固有値	173
<b>9</b>	<b>固有値と特異値分解の利用</b>	<b>175</b>
9.1	常微分方程式系	175
9.1.1	振動問題	175
9.1.2	1 次の常微分方程式系	176
9.2	固有値の例	177
9.2.1	フィボナッチ数列	177
9.2.2	マルコフ過程	177
9.2.3	ノイマンの経済モデル	178
9.2.4	レオンチェフの投入-産出連関	179
9.2.5	動物群の成長率	180
9.2.6	主成分分析	181
9.3	2 次曲面	182
9.4	2 次形式	184
9.5	特異値分解の利用	186
<b>10</b>	<b>数理計画法</b>	<b>189</b>
10.1	線形計画法：シンプレックス法	189
10.1.1	一段階法	190
10.1.2	二段階法	193
10.1.3	複雑な制約条件の場合	196
10.1.4	有界変数の処理	197
10.1.5	双対問題	202
10.2	内点法	203
10.2.1	主法	203
10.2.2	双対法	206
10.3	非線形最適化問題と最適化 Toolbox	208
10.3.1	最適化 Toolbox の概要	208
10.3.2	線形計画問題	208
10.3.3	非線形問題	210

<b>11</b>	<b>疎行列の処理</b>	<b>213</b>
11.1	疎行列の作成と図形表示	213
11.1.1	疎行列のつくり方	214
11.1.2	疎行列とベクトルとの演算	215
11.1.3	三重対角行列と帯行列のつくり方	217
11.1.4	乱数を用いた疎行列作成など	218
11.1.5	疎行列データの図形表示	218
11.2	オーダリング	219
11.2.1	行列とグラフ	220
11.2.2	行や列の入替え	221
11.2.3	列最小次数法	223
11.2.4	RCM 法	224
11.2.5	最小次数順序法	226
11.3	疎行列の計算と積形式	229
	<b>参 考 文 献</b>	<b>233</b>
	<b>索 引</b>	<b>235</b>