

目次

はじめに

第 1 章 数学基礎	1
1.1 点と直線	1
1.2 角度	3
1.3 三角形	4
1.3.1 三角形の合同と相似	5
1.3.2 円と三角形	6
1.3.3 ピタゴラスの定理	8
1.4 数の種類	11
1.5 座標	12
1.6 方程式	13
1.6.1 線形方程式	14
1.6.2 連立方程式とその解法	14
1.6.3 非線形方程式	15
1.6.4 二次方程式の解	16
1.7 複素数	17
1.8 関数	18
1.8.1 一次関数, 二次関数	18
1.8.2 三角関数	19
1.8.3 逆関数	24
1.8.4 指数関数, 対数関数	25
1.9 微分	26
1.10 偏微分	30
1.11 積分	31
1.12 ベクトル	32
1.12.1 ベクトルとは	32
1.12.2 ベクトルの定数倍	34
1.12.3 ベクトルの足し算	34
1.12.4 ベクトルの大きさ	34
1.12.5 ベクトルの内積	35

1.12.6	ベクトルの外積	37
1.13	行列	38
1.13.1	行列の定数倍	39
1.13.2	行列の足し算	39
1.13.3	行列のかけ算	40
1.13.4	単位行列	41
1.13.5	転置行列	42
1.13.6	逆行列	42
1.13.7	行列とベクトルで表す方程式	43
1.14	媒介変数	44
1.14.1	円の方程式	44
1.14.2	直線の方程式	44
1.14.3	2直線の交点	45
1.14.4	直線と点との最短距離	46
1.15	空間幾何	48
1.15.1	三次元空間での直線の表現	48
1.15.2	点と線分との関係	49
1.15.3	空間における面の表現	50
1.15.4	面と点, 直線との関係	52
1.16	円錐曲線	53
1.16.1	円と球	54
1.16.2	楕円	56
1.16.3	双曲線	61
1.16.4	放物線	63
第2章	データ処理	67
2.1	計測値を用いた計算	67
2.2	データの統計量	69
2.2.1	データとヒストグラム	69
2.2.2	平均, メディアン, モード	70
2.2.3	分散と共分散	71
2.2.4	歪度	73
2.2.5	尖度	73
2.3	正規分布	74
2.3.1	順列と組み合わせ	74
2.3.2	二項分布	74
2.3.3	正規分布	75
2.4	計測値の精度	79

2.4.1	誤差の種類と最確値	79
2.4.2	平均二乗誤差	79
2.5	誤差の伝搬	80
2.5.1	誤差のある計測値の定数倍における精度	81
2.5.2	誤差のある計測値同士のたし算における精度	82
2.5.3	誤差伝搬の法則	83
2.5.4	複数回同じ機器で測った平均値の精度	84
2.6	最小二乗法	85
2.6.1	同一区間を複数回計測した場合	85
2.6.2	複数の区間を複数回計測した場合	86
2.7	回帰分析	86
2.8	座標変換	89
2.8.1	原点移動と縮尺	89
2.8.2	二次元回転変換	90
2.8.3	ヘルマート変換	91
2.8.4	アフィン変換	92
2.8.5	三次元回転変換	92
2.8.6	射影変換	93
2.8.7	座標変換の実際	94
2.9	非線形方程式の計算	95
2.10	テイラー展開	96
2.10.1	テイラー (Taylor) 級数	96
2.10.2	マクローリン (Maclaurin) 級数	97
2.10.3	テイラー展開による三角関数・指数関数の計算	97
2.11	オイラー (Euler) の公式	98
2.12	フーリエ (Fourier) 変換	100
2.13	ベクトル解析	102
2.13.1	勾配	102
2.13.2	発散	103
2.13.3	回転	103
2.13.4	ラプラシアン	104
第3章	測量機器による位置計測	105
3.1	測度の基準	105
3.2	測量機器	106
3.2.1	トータルステーション	106
3.2.2	レーザースキャナ	107
3.2.3	GPS	107

3.2.4	INS	108
3.3	機器のセッティング	108
3.4	測距と測角	110
3.4.1	反復計測と精度	111
3.5	基本的な測量方法	112
3.5.1	前方交会法	112
3.5.2	後方交会法	116
3.6	基準点測量	119
3.6.1	緯距・経距	120
3.6.2	トラバース測量	121
3.6.3	閉合差・閉合比	122
3.6.4	三角・三辺測量	124
3.6.5	二つの基準点を利用した方位角計算	125
3.6.6	二つの基準点を利用した座標変換	126
3.7	水準測量	127
3.7.1	水準儀による測量	127
3.7.2	トランシットによる測量	128
3.7.3	高さの基準	129
第4章	画像を用いた位置計測	133
4.1	光の反射・屈折	134
4.2	レンズの幾何学	136
4.2.1	レンズの焦点	136
4.2.2	レンズの分解能	137
4.2.3	レンズの明るさ	139
4.2.4	ピントの許容量	139
4.3	画像の取得	140
4.3.1	適正露出と絞り	140
4.3.2	ホワイトバランス	142
4.4	カメラキャリブレーション	142
4.4.1	内部標定	142
4.4.2	外部標定	143
4.5	三次元計測	150
4.5.1	立体視	150
4.6	ステレオ幾何モデル	151

第 5 章 地球規模での位置決定	155
5.1 天体の運行と暦	155
5.1.1 観測点における天体の位置の表現	156
5.1.2 太陽時	156
5.1.3 恒星時	158
5.2 天球上での天体の位置	159
5.3 緯度・経度	161
5.3.1 緯度の計測法	161
5.3.2 経度の計測法	163
5.4 地球を球体としたときの緯度経度の座標変換	164
5.4.1 地心直交座標系から緯度経度への変換	165
5.4.2 緯経度から地心直交座標系への変換	165
5.5 地理緯度と地心緯度との関係	167
5.5.1 楕円体上の法線ベクトルを求める	168
5.5.2 卯酉線曲率半径を求める	169
5.5.3 点 P の座標を ϕ を用いて計算する	171
5.6 地球を回転楕円体としたときの緯度経度の座標変換	171
第 6 章 衛星リモートセンシングによる位置計測	173
6.1 力学基礎	174
6.1.1 運動の法則	174
6.1.2 円運動	178
6.1.3 角運動量	180
6.1.4 万有引力の法則	181
6.2 ケプラー (Kepler) の法則	183
6.2.1 ケプラーの第一法則	183
6.2.2 ケプラーの第二法則	184
6.2.3 ケプラーの第三法則	187
6.3 人工衛星位置推算の基礎	189
6.3.1 天体の軌道	189
6.3.2 軌道面上の位置	190
6.3.3 地球中心を原点とする三次元座標	193
6.4 人工衛星位置推算の実際	194
6.4.1 軌道要素の入手	194
6.4.2 軌道長半径 a の計算	194
6.4.3 離心近点角 E の計算	196
6.4.4 地球を中心とする人工衛星の三次元座標計算	196
6.4.5 観測時刻におけるグリニッジ子午線の赤経計算	197

6.4.6	人工衛星の緯度・経度計算	198
6.4.7	観測点における人工衛星の方位角と高度	198
6.5	地球観測衛星の軌道	200
6.5.1	赤道軌道と極軌道	200
6.5.2	太陽同期軌道	201
6.6	人工衛星画像の幾何学	202
6.7	GPS 測量	206
6.7.1	GPS 測量の原理	206
6.7.2	GPS 測量の種類	207
第 7 章	衛星リモートセンシングによる物体判読の基礎	211
7.1	電磁気学基礎	211
7.1.1	電界	211
7.1.2	磁界	214
7.1.3	電流	216
7.1.4	電流と磁界の関係	217
7.1.5	マックスウェル (Maxwell) 方程式	218
7.2	電磁波の基礎	222
7.2.1	電磁波の種類	222
7.2.2	電磁波の波動方程式	223
7.3	電磁波と物質の相互作用	228
7.3.1	電磁波の反射, 屈折, 偏光	228
7.3.2	電磁波に関する物理量	233
7.3.3	電磁波の放射と吸収	234
7.4	リモートセンシングにおける電磁波の観測	238
7.4.1	可視近赤外リモートセンシング	238
7.4.2	熱赤外リモートセンシング	243
7.4.3	マイクロ波リモートセンシング	243
第 8 章	画像処理	245
8.1	コンピュータにおける画像ファイル	246
8.1.1	ラスタデータとベクタデータ	247
8.1.2	量子化と標本化	248
8.1.3	色の表現	249
8.1.4	画像フォーマット	251
8.2	画像に含まれる系統的誤差	253
8.2.1	センサ感度	254
8.2.2	周辺減光	254
8.2.3	ダークノイズ	255

8.2.4	走査角	255
8.2.5	大気の影響	256
8.2.6	地形の影響	258
8.3	画像濃度の変換手法	259
8.3.1	画像の統計量	259
8.3.2	リニアストレッチ	259
8.3.3	ヒストグラム平滑化	261
8.4	画像に対する空間フィルタ	261
8.4.1	移動平均とメディアン	262
8.4.2	ラプラシアンフィルタとシャープ化フィルタ	263
8.5	画像に対するフーリエ変換	264
8.6	分類	266
8.6.1	バンド間演算	266
8.6.2	閾値処理	269
8.6.3	教師データを用いた分類	271
8.6.4	ミクセル分析	275
8.7	幾何補正	276
8.7.1	地上基準点と画像基準点	276
8.7.2	最小二乗法による線形変換	277
8.7.3	最小二乗法による非線形変換	279
8.7.4	平均二乗誤差による変換式の評価	284
8.7.5	画像の再配列	284
8.7.6	オルソ画像の生成	287
8.8	画像マッチング	289
8.8.1	SSDA 法	289
8.8.2	相関法	290
8.8.3	最小二乗マッチング	290
第9章	地理情報システム	293
9.1	データモデル	294
9.1.1	点	295
9.1.2	線	295
9.1.3	面	296
9.1.4	グリッド	298
9.1.5	属性情報	298
9.1.6	メタデータ	299
9.1.7	GIS データフォーマット	299
9.2	地図投影	301

9.2.1	地球全体の投影	301
9.2.2	中縮尺図の投影	302
9.2.3	大縮尺図の投影	304
9.3	データ変換	304
9.3.1	ラスタ・ベクタ変換	305
9.4	データ内挿	308
9.4.1	線内挿	308
9.4.2	面内挿	311
9.5	空間解析	315
9.5.1	オーバーレイ	315
9.5.2	空間検索	317
9.5.3	バッファリング	319
9.5.4	ボロノイ分割	320
9.6	三次元データの処理	324
9.6.1	データモデル	324
9.6.2	地形解析	326
9.6.3	シェーディング	328
9.6.4	鳥瞰図	330

おわりに

索引