

# 目次

## まえがき

第1章 空間情報工学の定義と意義	1
1.1 空間情報工学とは	1
1.2 空間情報工学の歴史	2
1.2.1 測量の歴史	3
1.2.2 リモートセンシングの歴史	3
1.2.3 GISの歴史	4
1.2.4 GPSの歴史	4
1.2.5 デジタル写真測量の歴史	5
1.3 空間情報工学の分類	5
1.3.1 空間情報工学の基礎	5
1.3.2 空間情報工学の先端技術	6
第2章 空間情報工学の基本事項	7
2.1 地球の形状	7
2.1.1 地球の大きさ	7
2.1.2 地球楕円体	7
2.1.3 準楕円体	8
2.2 位置の表示	8
2.2.1 地理学的経緯度	9
2.2.2 位置の原点	9
2.3 測量学における主な測定量	10
2.3.1 高さ(標高)	10
2.3.2 距離	11
2.3.3 角	12
2.3.4 方位角・方向角	13
2.3.5 北	13
2.3.6 縮尺	13
2.4 地図投影	14
2.4.1 平面直角座標系	14
2.4.2 UTM座標系	15
第3章 測定値の処理	17
3.1 測定と誤差の分類	17
3.1.1 測定の分類	17
3.1.2 誤差の分類	17

3.1.3	誤差の法則	18
3.1.4	誤差関数	20
3.2	測定値の評価	22
3.2.1	母分散と精度	22
3.2.2	測定値と最確値の母分散	23
3.2.3	期待値	24
3.3	最確値の精度	27
3.3.1	等精度の場合の最確値の精度	28
3.3.2	異精度の場合の最確値の精度	31
3.4	誤差伝播の法則	35
3.5	最小二乗法の原理	40
3.5.1	等精度直接測定	40
3.5.2	異精度直接測定	41
3.6	最小二乗法の応用	43
3.6.1	回帰直線	43
3.6.2	全角法	45
第4章	地上測量	49
4.1	距離測量	49
4.1.1	尺の公差、尺定数	49
4.1.2	尺定数の補正	49
4.1.3	長い尺と短い尺	51
4.1.4	距離測定における不定誤差	52
4.1.5	光波測距儀	53
4.1.6	位相差方式の原理	53
4.1.7	光波測距儀による距離測定	54
4.1.8	光波測距儀における誤差	55
4.2	水準測量	56
4.2.1	直接水準測量の原理	57
4.2.2	直接水準測量における定誤差	58
4.2.3	直接水準測量における不定誤差	59
4.2.4	直接水準測量の調整	60
4.2.5	間接水準測量	61
4.2.6	間接水準測量における不定誤差	64
4.3	基準点測量	66
4.3.1	測角法	67
4.3.2	角測定における定誤差	69
4.3.3	角測定における不定誤差	69
4.3.4	測量網の種類	73

4.4	トラバース測量	74
4.4.1	トラバース測量における測角法	75
4.4.2	トラバース測量の調整	76
4.4.3	調整方向角の算出	77
4.4.4	トラバースの閉合差と閉合比	78
4.4.5	トラバースの調整	79
4.4.6	合緯距・合経距	80
4.4.7	面積の計算	80
4.5	三次元測量	81
4.5.1	トータルステーションによる三次元測量	81
4.5.2	地上レーザスキャナによる三次元測量	82
4.5.3	飛行時間差方式の原理	82
4.5.4	地上レーザスキャナにおける誤差	83

## 第5章 GNSS 測量 91

5.1	GNSS の概説	91
5.1.1	GNSS とは	91
5.1.2	GNSS による測位の種類	91
5.1.3	GNSS による測量	92
5.1.4	本書における GNSS 及び GNSS 測量の説明	93
5.2	GPS の概説	93
5.2.1	GPS の概要	93
5.2.2	システムの概要	93
5.2.3	電波信号と情報	95
5.3	GPS 測位	97
5.3.1	単独測位	97
5.3.2	ディファレンシャル測位	102
5.3.3	搬送波位相測位	105
5.3.4	搬送波位相測位の種類と特徴	110
5.4	GNSS 測量	113
5.4.1	GNSS 測量とは	113
5.4.2	測地系	114
5.4.3	基線解析	116
5.4.4	三次元網平均計算	117
5.4.5	地殻変動の影響補正	119
5.5	GNSS 測量の実際	121
5.5.1	基準点測量	121
5.5.2	応用測量	123
5.5.3	GNSS 測量の展開	125

5.6 準天頂衛星システムの概要 .....	127
------------------------	-----

## 第6章 リモートセンシング .....

129

6.1 リモートセンシングの概要 .....	129
6.1.1 リモートセンシングの概要 .....	129
6.1.2 リモートセンシングの歴史 .....	129
6.1.3 リモートセンシングデータの収集 .....	131
6.1.4 リモートセンシングデータの処理環境 .....	132
6.2 リモートセンシングの基礎 .....	133
6.2.1 分光特性 .....	133
6.2.2 リモートセンシングデータの成り立ち .....	134
6.2.3 プラットフォーム .....	143
6.2.4 種々のリモートセンシングデータ .....	144
6.2.5 リモートセンシングデータの特徴 .....	151
6.3 リモートセンシングデータの処理・解析 .....	153
6.3.1 幾何学的歪みの補正処理 .....	153
6.3.2 放射量補正処理 .....	156
6.3.3 モザイク処理 .....	157
6.3.4 画像間演算 .....	158
6.3.5 空間フィルタリング .....	160
6.3.6 土地被覆分類 .....	163

## 第7章 デジタル写真測量 .....

169

7.1 デジタル写真測量の概要 .....	169
7.2 デジタル写真測量の種類 .....	170
7.2.1 空中写真測量 .....	170
7.2.2 UAV 写真測量 .....	170
7.2.3 地上写真測量 .....	171
7.3 デジタル写真測量の理論 .....	171
7.3.1 視差・視差差 .....	171
7.3.2 共線条件による写真の幾何学 .....	174
7.3.3 座標変換 .....	176
7.3.4 単写真標定 .....	177
7.3.5 デジタルカメラのキャリブレーション .....	182
7.3.6 共面条件 .....	184
7.3.7 エピポラ幾何 .....	188
7.3.8 バンドル調整 .....	189
7.4 デジタル写真測量の方法 .....	193

7.4.1	対空標識の設置	193
7.4.2	撮影方法	195
7.5	デジタル写真測量のデータ処理	198
7.5.1	数値図化	198
7.5.2	SfM/MVS (Structure from Motion/Multi View Stereo)	198
7.6	デジタル写真測量の精度	199
7.6.1	標定点と検証点	199
7.6.2	精度検証	200
第8章	GIS	203
8.1	GISの概要	203
8.1.1	GISの概要	203
8.1.2	GISの現状と未来	204
8.1.3	GISの学問領域	204
8.2	GISの歴史	205
8.2.1	GISの歴史	205
8.2.2	GISの標準化	206
8.3	GISの構成	209
8.3.1	基図と主題図	209
8.3.2	ハードウェア	211
8.3.3	ソフトウェア	212
8.3.4	属性情報	213
8.4	位置情報の記述方法	215
8.4.1	ベクトルデータ	216
8.4.2	ラスターデータ	216
8.4.3	メッシュデータ	217
8.4.4	位相構造	218
8.5	数値地図データ	221
8.5.1	標準地域メッシュコード	221
8.5.2	数値地図データの種類	223
8.5.3	基盤地図情報	223
8.5.4	数値地図データの利用	226
8.6	空間分析	227
8.6.1	バッファリング	227
8.6.2	オーバーレイ	227
8.6.3	ポロノイ図	229
8.6.4	ネットワーク解析	229
8.7	数値地形モデル	231
8.7.1	DEMとDTM	231

8.7.2	TIN	231
8.7.3	DEM の内挿	233
8.7.4	DEM を利用した地形抽出	234
8.8	GIS の応用分野	235
8.8.1	国における GIS の推進	235
8.8.2	地方自治体における GIS	236
8.8.3	民間における GIS	237
8.9	GIS の選定と導入	239
8.9.1	GIS ソフトウェアの選定	239
8.9.2	個別型 GIS	240
8.9.3	統合型 GIS	240
8.9.4	WebGIS	241
	総合演習問題	245
	クイックマニュアル	267
	索引	269