

# 目 次

第 1 章	イントロダクション	1
1.1	本書の目的	1
1.2	R を用いた空間データ分析	2
1.3	本書の構成と読み進め方	2
1.4	統計計算における R の立ち位置	4
1.5	R の入手方法と実行	4
1.6	R のインターフェイス	7
1.7	参考になるインターネット上の資料	8
第 2 章	データとプロット	11
2.1	概要	11
2.2	R の基本要素：変数と代入	12
2.3	データ型とクラス	15
2.3.1	データ型	15
2.3.2	データのクラス	18
2.3.3	演習問題	27
2.4	プロット	34
2.4.1	基礎的なプロットツール	35
2.4.2	プロットの色	39
2.5	データの読み書きと保存, 読み込み	43
2.5.1	テキストファイル	43
2.5.2	R のデータファイル	44
2.5.3	地理データファイル	45
第 3 章	空間データの操作	47
3.1	概要	47
3.2	GISTools パッケージについて	47

目 次

3.2.1	GISTools パッケージのインストールと読み込み	48
3.2.2	GISTools パッケージに含まれる空間データ	48
3.2.3	地図を装飾する	52
3.2.4	地図を保存する	53
3.3	空間データオブジェクトのマッピング	56
3.3.1	概要	56
3.3.2	データ	56
3.3.3	描画オプション	57
3.3.4	コンテキストを追加する	60
3.4	空間データの属性のマッピング	63
3.4.1	概要	63
3.4.2	属性とデータフレーム	63
3.4.3	ポリゴンと属性のマッピング	66
3.4.4	点と属性のマッピング	69
3.4.5	線データと属性のマッピング	77
3.4.6	ラスタ形式の属性をマッピングする	78
3.5	シンプルな記述統計	80
3.5.1	ヒストグラムと箱ひげ図	81
3.5.2	散布図と回帰分析	82
3.5.3	モザイクプロット	85
3.6	演習問題	86
<b>第4章</b>	<b>Rを用いたプログラミング</b>	<b>91</b>
4.1	概要	91
4.2	イントロダクション	92
4.3	プログラムの基本的な要素	93
4.3.1	条件文	93
4.3.2	コードブロック	95
4.3.3	関数	96
4.3.4	ループと繰り返し	98
4.3.5	関数のデバッグ	100
4.4	関数の定義	101
4.4.1	概要	101
4.4.2	データの確認	103
4.4.3	データのより詳細なチェック	104
4.4.4	ループの再検討	106
4.4.5	その他の重要なポイント	108

目 次

4.5	空間データを用いた関数の記述	108
4.5.1	リストからポリゴンを描画する	109
4.5.2	バウンディングボックスを自動的に選択する	112
4.5.3	地図の塗り分け	113
<b>第5章</b>	<b>GISとしてRを利用する</b>	<b>117</b>
5.1	概要	117
5.2	空間データ間の共通部分の抽出やクリップ操作	118
5.3	バッファ操作	123
5.4	地物データを結合する	125
5.5	ポリゴン中の点データの取得および面積計算	126
5.5.1	ポリゴン中の点データの取得	126
5.5.2	面積の計算	127
5.5.3	点データと面積の関係をモデリングする	128
5.6	距離を測定する	132
5.6.1	距離／アクセシビリティ分析	133
5.7	空間データと属性を結合する	137
5.8	ラスタ形式とベクタ形式を相互変換する	142
5.8.1	ラスタ形式からベクタ形式への変換	142
5.8.2	spパッケージの各クラスへの変換	145
5.8.3	ラスタ形式からベクタ形式への変換	147
5.9	ラスタ形式のデータを用いた分析の初歩	149
5.9.1	ラスタ形式のデータの準備	149
5.9.2	ラスタ形式データの再分類	150
5.9.3	その他のラスタ形式データを用いた演算	153
<b>第6章</b>	<b>Rによるポイントパターン解析</b>	<b>155</b>
6.1	概要	155
6.2	空間データにおける特徴	155
6.2.1	ポイントパターン	156
6.3	Rによるポイントパターン解析の手法	157
6.3.1	カーネル密度推定	157
6.3.2	Rによるカーネル密度推定	158
6.4	カーネル密度推定の応用	160
6.4.1	Rによるヘキサゴナルビンニング	162
6.5	ポイントパターンの二次解析	166
6.5.1	RによるK関数の応用	169

目 次

6.5.2	$L$ 関数	174
6.5.3	$G$ 関数	176
6.6	マーク付き点過程	178
6.6.1	R による cross- $L$ 関数分析	178
6.7	連続する属性を有するポイントパターンの補間	182
6.7.1	最近隣補間法	182
6.7.2	逆距離加重法	185
6.8	クリギングアプローチ	190
6.8.1	クリギング	191
6.8.2	確率関数	191
6.8.3	セミバリオグラム推定	193
6.9	結論	196
<b>第 7 章</b>	<b>R による地理空間属性分析</b>	<b>197</b>
7.1	概要	197
7.2	ペンシルベニア州の肺ガンデータ	198
7.3	空間的自己相関に関する視覚的探索	200
7.3.1	隣接郡および平均ラグプロット	202
7.4	Moran の $I$ 統計量：自己相関の指標	207
7.4.1	R による Moran の $I$ 統計量	209
7.4.2	シミュレーションアプローチ	211
7.5	空間回帰モデル	212
7.6	R による空間回帰モデルの最適化	214
7.6.1	予測変数を含むモデル：2 変数の例	215
7.6.2	その他の課題	220
7.6.3	空間回帰におけるトラブルシューティング	220
<b>第 8 章</b>	<b>局所的な空間分析</b>	<b>227</b>
8.1	概要	227
8.2	データのセットアップ	228
8.3	局所空間統計量	229
8.4	さらなる問題点	233
8.4.1	多重比較検定	234
8.4.2	Bonferroni の補正の問題点	236
8.4.3	False Discovery Rate	238
8.4.4	どの手法を使うべきか	239
8.5	正規性の仮定と局所的な Moran の $I$ 統計量	240

目 次

8.6	Getis と Ord の $G$ 統計量	245
8.7	地理的加重法	251
8.7.1	要約統計量の概観	252
8.7.2	R による地理的加重要約統計量	253
8.7.3	関係の非定常性を探索する	260
8.7.4	頑健な四分位点ベースの局所的な要約統計量	262
8.7.5	地理的加重回帰法	262
<b>第 9 章</b>	<b>R とインターネット上のデータ</b>	<b>269</b>
9.1	概要	269
9.2	データへの直接アクセス	270
9.3	RCurl を使う	274
9.4	API を扱う	276
9.4.1	統計的な「マッシュアップ」をつくる	282
9.5	専用パッケージを使う	286
9.6	ウェブスクレイピング	293
9.6.1	電車の時刻のスクレイピング	295
<b>第 10 章</b>	<b>エピソード</b>	<b>299</b>
	演習問題の解答例	<b>305</b>
	参考文献	<b>327</b>
<b>付録 A</b>	<b>sf パッケージ</b>	<b>331</b>
A.1	sf パッケージとは	331
A.2	sf パッケージのインストール	332
A.3	sf パッケージのクラス	333
A.3.1	sfg クラス	333
A.3.2	sfc クラス	334
A.3.3	sf クラス	335
A.4	sf パッケージのデータのサブセット操作	336
A.4.1	sf オブジェクトのサブセット操作	336
A.4.2	sfc オブジェクトのサブセット操作	337
A.5	dplyr パッケージ	337
A.6	地物の型の変換	338
A.7	sp パッケージと sf パッケージ間のデータ変換	339

目 次

A.8	データフレームへの変換	341
A.9	sf のデータの基礎的なプロット (2.4.1 項)	343
A.9.1	plot() によるプロット	343
A.9.2	ggplot2 パッケージによるプロット	345
A.9.3	mapview パッケージなどによるインタラクティブな地図	346
A.10	sf データの読み書き (2.5.3 項)	348
A.11	sf のデータと座標参照系 (3.2.2 項)	349
A.12	座標参照系の変換 (演習問題 3.4)	352
A.13	縮尺と方位記号 (3.2.3 項)	353
A.14	sf データへのラベル付け (3.3.3 項)	354
A.15	地図画像を背景にする (3.3.4 項)	356
A.16	コロプレス図を描く (3.4.3 項)	358
A.17	sf パッケージの空間データ操作	359
A.17.1	地物の共通部分の抽出 (5.2 節)	361
A.17.2	地物のバッファ作成 (5.3 節)	365
A.17.3	地物の結合 (5.4 節)	366
A.17.4	ポリゴン内の点の数 (5.5.1 項)	368
A.17.5	面積の計算 (5.5.2 項)	369
A.17.6	点データと面積の関係のモデリング (5.5.3 項)	370
A.17.7	距離と重心 (5.6 節)	374
A.17.8	グリッド (5.7 節)	377
A.17.9	ラスターデータ (5.8 節)	384
	訳者あとがき	<b>387</b>
	索 引	<b>388</b>