

目次

第1章 移動の都市解析	1
解題	1
1.1 都市内流動のモデル化	3
1.2 空間的相互作用モデル	4
1.2.1 空間的相互作用の例と尺度の例	4
1.2.2 現況の再現方法によるモデルの類型化	5
1.3 重力モデル	7
1.3.1 無制約型の重力モデル	7
1.3.2 発生制約型の重力モデル	9
1.3.3 発生・集中制約型の重力モデル	12
1.4 ウィルソンのエントロピーモデル	13
1.4.1 エントロピー最大化の方法	13
1.4.2 パラメータ決定の方法	16
1.4.3 数値例 A - 基本的な計算 -	18
1.4.4 数値例 B - 郊外鉄道路線の混雑現象のモデル -	20
1.4.5 数値例 C - 日本の都道府県間移住データへの適用 -	22
1.5♣ 生起確率最大化エントロピーモデルによる発生制約型重力モデルの誘導	23
1.6 エントロピーモデル式を実測データ $\{T_{ij}\}$ にフィットさせるアイデア	26
参考文献	27
第2章 非集計ロジットモデルによる都市解析	29
解題	29
2.1 選択行動の例	31
2.2 定式化	32
2.2.1 2項ロジットモデル	35
2.2.2 多項ロジットモデル	36
2.3 I.I.A. 特性と赤バス-青バス問題	37
2.3.1 赤バス-青バス問題	37

2.4	非集計ロジットモデルと空間的相互作用モデルの相互関係	38
2.5	線形効用関数と係数の推定	40
2.5.1	線形効用関数	40
2.5.2	係数ベクトル Θ の最尤推定 (推定法その1)	41
2.5.3	係数ベクトル Θ の最小二乗法による推定 (推定法その2)	43
2.5.4	パラメータ推定の数値例	44
2.6	非集計ロジットモデルに立脚した特急料金の最適設定モデル試論	47
2.6.1	鉄道路線と普通・特急列車の記述	47
2.6.2	鉄道の端点に目的地があるモデル	49
2.6.3	路線上にトリップ始・終点が分布するモデル	50
2.6.4	一般化と課題	52
	参考文献	53
第3章 多角形をとりまく都市解析		55
	解題	55
3.1	面積と重心の算出定理とその証明	56
3.2	面積と重心の計算例	62
3.3 ^{◆◆}	多角形から固定点への距離の平均値と等高線	66
3.3.1 ^{◆◆}	直線距離 r の平均値 \bar{r}	67
3.3.2 ^{◆◆}	平均値 \bar{r} の (u, v) による偏微係数	69
3.3.3 ^{◆◆}	平均距離 \bar{r} の等高線描画	71
3.4 ^{◆◆}	2次の積率 (距離の2乗の平均値)	73
	参考文献	80
第4章 都市施設への距離分布の都市解析		83
	解題	83
4.1	都市平面の距離モデルの概観	84
4.2	施設位置と勢力圏が確定しているときの距離分布	85
4.2.1	距離分布の公式	85
4.2.2	直角三角形に関する距離分布	87
4.2.3	任意の多角形に関する距離の特性値	90
4.2.4	円盤内で一様な点から施設への直線距離の分布	92
4.3	最近隣距離とボロノイ線図の紹介	94
4.4	レギュラーな施設配置の下での最近隣距離分布	95
4.4.1	正六角格子状配置 (勢力圏は正三角形)	95
4.4.2	正方格子状配置 (勢力圏は正方形)	97
4.4.3	正三角格子状配置 (勢力圏は正六角形)	99
4.5	ここまでの議論からわかること	100
	参考文献	102

第5章 ランダムな点分布と都市解析	103
解題	103
5.1 空間ポアソン分布	105
5.1.1 ランダムな点分布に関する条件	105
5.1.2 微分方程式の導出	106
5.1.3 空間ポアソン分布の導出	107
5.1.4 1次元の場合	108
5.2 無限平面上の直線距離の分布	109
5.2.1 最近隣距離分布の導出	109
5.2.2 平均と分散の導出	110
5.2.3 2番目に近い点への距離 x_2 の平均と分散	112
5.2.4 第 k 近隣距離 x_k の平均と分散	113
5.3 直線上の距離分布	114
5.3.1 直線上のポアソン分布	114
5.3.2 点 Q の両側の点に関する距離分布	114
5.3.3 点 Q の右側の点に関する距離分布	115
5.4 多発火災の延焼モデルへの応用	116
5.4.1 前提と分析内容	116
5.4.2 出火候補点からの同時多発火災を前提とする焼失率の初等的モデル	117
5.4.3 [◆] 出火時刻にバラツキがある場合の焼失率	119
5.4.4 本モデルにおける風向きへの考慮	126
5.4.5 モデルの位置づけ	127
参考文献	128
第6章 領域間距離の都市解析	129
解題	129
6.1 領域間平均距離とは何か	130
6.2 2つの円盤の間の平均距離とその近似式	132
6.3 距離の積率の一般公式	135
6.3.1 距離の積率の2項展開による導出法	135
6.3.2 距離の ν 乗の近似公式	137
6.3.3 平均距離の近似公式	138
6.3.4 2つの領域が円盤の場合の近似公式と精度評価	139
6.3.5 2つの領域が矩形盤の場合	142
6.4 [◆] 不定形間の平均距離近似式	146
6.4.1 座標系の設定	146
6.4.2 近似公式の作成	148
6.4.3 東京23区を例にした精度評価	148
6.4.4 不定形領域の円盤による置き換え	150

参考文献	151
第7章 施設の適切な数を探る都市解析	153
解題	153
7.1 最適施設数モデルを定式化するための準備	155
7.1.1 都市と利用者分布に関する想定	155
7.1.2 施設の建設・運営費に関する想定	156
7.1.3 住民の交通費に関する想定	157
7.2 総費用の最小化問題	158
7.2.1 定式化	158
7.2.2 施設の建設・運営費が冪乗型の場合－解の存在の一意性－	159
7.2.3 冪乗型の建設・運営費で $c = 1$ とした場合（線形の建設・運営費）	160
7.2.4 冪乗型の建設・運営費で $c = 1/2$ の場合（規模の効果の1典型）	164
7.2.5 [◆] 1人あたり費用負担額に関する一般論	165
7.3 政令指定都市と東京特別区部の区数の分析	166
7.3.1 データの紹介	166
7.3.2 適正区数指標 ξ と施設充実度指標 ζ	167
7.3.3 モデルの本質	169
7.4 サービスの階層構造を持つ都市施設の数を決めるモデル	170
7.4.1 サービスの階層構造を有する都市施設モデルの準備	171
7.4.2 最小化問題の定式化と最適解の導出	173
7.4.3 結果の吟味	174
参考文献	175
第8章 1次元ミニサム型施設配置の都市解析	177
解題	177
8.1 1次元ミニサム型施設配置モデル	179
8.2 単一施設のミニサム型配置問題	180
8.3 2つの施設の配置問題	184
8.3.1 $[0,1]$ の均一分布	186
8.3.2 指数分布	186
8.3.3 半径 R の扇型領域での均一分布	188
8.4 n 個の施設の配置問題 ($n \geq 3$)	190
8.5 数値解法	192
8.6 既存施設を想定した施設の追加モデルと一方通行モデル	193
8.6.1 都市の左端に既存施設を想定した施設の追加モデル	193
8.6.2 一方通行の制約下でのミニサム型施設配置モデル	194
8.7 東京圏の放射鉄道セクターへの適用	195
8.7.1 鉄道路線の概観とセクター別施設配置モデルの意味	195

8.7.2	セクターごとのクラークの人口密度曲線	196
8.7.3	セクター別の放射路線上でのミニサム型施設配置モデル	199
	参考文献	202

A 附 録 203

A.1	面上の積分を周回積分に帰着させる公式 (2次元の Green の定理)	203
A.2	連続平面の距離とその特徴	205
A.3	グラフ上の最短経路の計算法	207
A.4	道路距離と連続平面における距離の安定した関係	209
A.5 [◆]	式(4.14)の平均距離計算に含まれる積分 I の算出法	213
A.6 [◆]	ガンマ分布と負の2項分布: 点の密度にゆらぎがある場合への対応	213
A.7 [◆]	2つの分布の間の平均距離の基本定理: (重心間距離) \leq (平均距離)	215
A.8 ^{◆◆}	ルジャンドル多項式の母関数を用いた領域間平均距離の展開法	219
A.9	円盤と円周上で一様な点に関する平均距離の早見表	222
A.10	人口が等しい2つの相似な領域に対するミニサム型施設配置問題の解の性質	225
A.11	営利目的の店舗数決定モデルに関する定式化	227
A.12	解の一意性に関する別の定理	228
A.13 [◆]	x_0 が正数であること	228
A.14	微分法に関する定理 (ライプニッツ)	229
A.15	対称3重対角行列の正定値性を判定する方法	230
A.16	同工異曲——客の到来とサービスの分担——	231
A.17	地域メッシュ人口データの利用に関する実践的な基礎知識	232

B 演習問題解答 237

B.1	1章の演習問題の解答	237
B.2	2章の演習問題の解答	242
B.3	3章の演習問題の解答	244
B.4	4章の演習問題の解答	247
B.5	5章の演習問題の解答	249
B.6	6章の演習問題の解答	253
B.7	7章の演習問題の解答	255
B.8	8章の演習問題の解答	256

謝 辞 265

索 引 267

演習問題のリスト

第1章の演習問題

【演習問題 1.1】	空間的相互作用を説明するための尺度	5
【演習問題 1.2】	無制約型重力モデルの現実データへの適用	8
【演習問題 1.3】	多項係数の理解	15
【演習問題 1.4】	スターリングの公式の理解	16
【演習問題 1.5】	冪型エントロピーモデルの導出	16
【演習問題 1.6】	エントロピーモデルのパラメータ構造の理解	19

第2章の演習問題

【演習問題 2.1】	ガンベル分布の妥当性	34
【演習問題 2.2】	離散的モデルの問題点と克服法	35
【演習問題 2.3】	♣ 多項ロジットモデルの導出	37

第3章の演習問題

【演習問題 3.1】	三角形の重心	65
【演習問題 3.2】	2乗距離のヴェーバー点が重心であること	65
【演習問題 3.3】	複数の多角形の重心の重心	65
【演習問題 3.4】	内部に空白のある多角形の重心	66
【演習問題 3.5】	♣♣ 平均距離の等高線と重心の情報をを用いた施設立地候補点 の評価	80

第4章の演習問題

【演習問題 4.1】	$\triangle FAB$ の頂点 F からの距離の2乗の平均値	91
【演習問題 4.2】	円盤上で一様な点から施設点への距離の分布	94

第5章の演習問題

【演習問題 5.1】	空間ポアソン分布の数学的帰納法による導出	108
【演習問題 5.2】	空間ポアソン分布の期待値の計算	108
【演習問題 5.3】	空間ポアソン分布を2項分布の極限によって求める方法	108
【演習問題 5.4】	直交距離の下での第 k 近隣距離分布	114
【演習問題 5.5】	環状都市の延焼モデル	119

第6章の演習問題

【演習問題 6.1】	2つの線分領域の間の平均距離近似精度の実証	144
------------	-----------------------	-----

- 【演習問題 6.2】 人口が等しい2つの一様な円盤地域に対するヴェーバー点の性質 145
- 【演習問題 6.3】 連続的重力モデルに基づく2つの円盤間のトリップ数の近似式 145

第7章の演習問題

- 【演習問題 7.1】 施設の建設・運営費が冪乗型の場合の目的関数の単谷性 160
- 【演習問題 7.2】 線分都市における最適施設数のモデル 162

第8章の演習問題

- 【演習問題 8.1】 単一施設のミニサム型配置問題の目的関数の吟味 183
- 【演習問題 8.2】 ♣ 単一施設のミニサム型配置問題の解の例 183
- 【演習問題 8.3】 単一施設の配置問題の解（離散分布の例） 183
- 【演習問題 8.4】 重心立地の原理（連続分布の下での確認） 184
- 【演習問題 8.5】 重心立地の原理（離散分布の下での確認） 184
- 【演習問題 8.6】 2施設のミニサム型配置問題の目的関数の1階の偏微係数 185
- 【演習問題 8.7】 2施設のミニサム型配置問題の2階の条件の準備 186
- 【演習問題 8.8】 ♣ 線形利用者分布に対する2施設ミニサム型配置問題の最適解 190
- 【演習問題 8.9】 ♣ n 施設 ($n \geq 3$) のミニサム型配置問題の1階の偏微係数 191
- 【演習問題 8.10】 環状路上のミニサム型配置の原理 193
- 【演習問題 8.11】 新規施設を追加するミニサム型施設配置モデル 194
- 【演習問題 8.12】 一方通行路上でのミニサム型施設配置モデル 194