

目次

Contents

訳者はじめに	iv
日本語版への序	v
はじめに	viii
第1章 散布図とマップ	1
データセット1：私の旅行	2
連続変数	2
相対累積量でデータを表現する	2
カテゴリカル変数	2
カテゴリを順序化する	3
カテゴリ間の距離	3
散布図における距離の解釈	3
マップとしての散布図	3
マップのある方向に目盛りをつける	4
グラフ表示の情報変換的特性	4
名義変数、順序変数	4
1セット以上のデータをプロットする	5
絶対度数、相対度数の解釈	6
データの記述と解釈 vs モデル化と統計的推定	6
大きなデータセット	7
まとめ	7
第2章 プロファイルとプロファイル空間	9
プロファイル	9
平均プロファイル	10
行プロファイルと列プロファイル	10
行と列に対する対称処理	11
表データへの非対称な検討	11
プロファイル空間にプロファイルをプロットする	11
頂点はプロファイル空間における極端なプロファイルを定義する	12
三角（三元）座標系	13
三角座標系にポイントを位置させる	13
3要素以上のプロファイルの幾何学	14

比率尺度におけるデータ	15
共通尺度によるデータ	15
まとめ	15
第3章 質量と重心	17
データセット2：読者層と教育歴群	17
加重平均としてのポイント	18
プロファイル値は頂点に対してウェイトを付与したものである	19
各プロファイルポイントは、頂点の加重平均、もしくは重心である	19
平均プロファイルは、プロファイル自身を加重平均したものである	20
行と列の質量	21
プロファイル空間における解釈	22
行を統合する。列を統合する。	23
行や列の分布の同等性	23
質量を変更する	24
まとめ	24
第4章 χ^2 距離と慣性	25
分割表の独立性つまり等質性仮説	25
χ^2 統計量による等質性仮説の検定	26
χ^2 統計量を計算する	27
プロファイルと質量を用いた χ^2 統計量の別の表現	27
(総) 慣性は、 χ^2 統計量をサンプルサイズで除したものである	28
ユークリッド距離、すなわちピタゴラス距離	28
χ^2 距離：加重ユークリッド距離としての例	29
慣性の幾何学的解釈	29
慣性の最小値と最大値	29
行の慣性は列の慣性に等しい	30
いくつかの表記法	30
まとめ	32
第5章 χ^2 距離をプロットする	33
χ^2 距離と通常のユークリッド距離の違い	33
プロットする前に座標を変換する	34
実際の変換の実践的効果	34
目盛を付け直した座標軸から見るもう1つの解釈	35
慣性と χ^2 統計量の幾何学的解釈	36
分布の同等性原理	37
χ^2 距離はより似ているカテゴリへの寄与を作る	38
加重ユークリッド距離	39
χ^2 距離の理論的正当性	39
まとめ	40

第6章	次元を縮減する	41
	データセット3：スペイン国民健康調査.....	41
	年齢群（行）プロファイルの比較.....	42
	低次元の部分空間の同定.....	43
	プロファイルを部分空間に射影する.....	43
	表示の質を測定する.....	43
	プロファイル間距離の近似.....	44
	射影された頂点の表示.....	44
	プロファイルと頂点の結合解釈.....	45
	部分空間へのポイントの近さの定義.....	45
	CAにおいて最適化された基準の正式な定義.....	46
	特異値分解（SVD）.....	46
	最適な部分空間を見つけることは回帰ではない.....	47
	まとめ.....	47
第7章	最適化尺度法	49
	カテゴリ・セットの数量化.....	49
	整数尺度を用いた全体平均の計算.....	50
	整数尺度を用いた群平均（群内平均）.....	50
	整数尺度を用いた分散の計算.....	51
	尺度値を未知としたスコアの計算.....	51
	分散を最大化する最適化尺度.....	52
	CAで最も適合する次元からの最適化尺度.....	52
	最適化尺度の解釈.....	53
	最適化尺度の同定条件.....	53
	尺度の線形変換をほどこしても最適のままである.....	54
	最適化尺度は一意ではない.....	54
	行-列間距離に基づく基準.....	55
	まとめ.....	56
第8章	行分析と列分析の対称性	57
	行分析の要約.....	57
	列分析——プロファイル値は対称な解釈を有する.....	58
	列分析——同じ総慣性.....	58
	列分析——同じ次元.....	59
	列分析——同じ低次元近似.....	59
	列分析——同じ座標値、再スケーリングされた.....	59
	主軸と主慣性.....	60
	スケーリング係数は主慣性の平方根である.....	60
	主慣性の相関解釈.....	61
	相関のグラフ.....	61
	主座標と標準座標.....	62

平均2乗相関を最大化する	62
変数内の等質性の喪失を最小限に抑える	63
まとめ	64
第9章 2次元表示	65
データセット4：職員群の喫煙習慣	65
行分析	66
行プロファイルと列頂点の解釈	66
主軸のネスティング	67
第2次元の解釈	68
プロファイル頂点解釈の検証	68
非対称マップ	68
対称マップ	69
対称マップにおけるポイント間 χ^2 距離の検証	70
対称マップ内の行と列への距離を解釈する際の危険性	71
まとめ	72
第10章 さらに3つの事例	73
データセット5：科学研究者の評価	73
慣性の分解	74
行プロファイルの非対称マップ	74
対称マップ	75
マップの次元解釈	76
データセット6：海底試料中の海洋種の存在量	76
種の個体数データの非対称CAマップ	77
データセット7：6人の著者ごとの書籍にみる文字種の度数	78
最も慣性の低いものの1つを得ることができるが、それには有意な構造がある	78
マップのアスペクト比の単位を保存する重要性	79
まとめ	79
第11章 慣性への寄与	81
総慣性はプロファイルの全体的な変動の尺度である	81
行と列の慣性	82
大きな寄与と小さな寄与	82
慣性へのセルの寄与	83
主軸に沿った分解	83
各行の主慣性の要素	84
プロファイルと主軸に対する慣性の完全分解	84
各プロファイルの慣性成分	85
慣性分解の代数学	86
コサイン2乗としての相対寄与	86
相対的寄与2乗相関	87

部分空間表示の質	87
因子分析による類推	87
まとめ	88
第12章 サプリメンタリ・ポイント	89
アクティブ・ポイント	89
サプリメンタリ・ポイントの定義	89
第1のケース——残りのものとは元々異なるポイント	90
第2のケース——低質量の外れ値	92
第3のケース——ポイントの群もしくは区分を表示する	93
頂点に関連してサプリメンタリ・ポイントを位置づける	94
サプリメンタリ・ポイントの寄与	94
頂点はサプリメンタリ・ポイントである	94
カテゴリカル・サプリメンタリ・ポイントとダミー変数	95
連続値のサプリメンタリ変数	95
まとめ	96
第13章 対応分析バイプロット	97
スカラー積の定義	97
スカラー積と射影の関係	98
固定された参照ベクトルに対して、スカラー積は射影に対して比例的である	98
簡単な実際のバイプロット	99
バイプロットにおけるいくつかの特別なパターン	100
ランクと次元数	100
バイプロットは実データに対する最適化された近似を与える	100
CA モデル	100
分割比に対するバイプロット	101
行プロファイルの視点から見たバイプロット	101
寄与バイプロット	101
バイプロットの解釈	102
バイプロットの目盛り付け	103
表示の全体的質	104
まとめ	104
第14章 推移と回帰の関係	105
科学資金の事例の第1軸上の座標	105
座標間の回帰分析	106
プロファイル-頂点関係	107
主座標は回帰分析における条件付き平均である	107
同時線形回帰	108
行と列の推移公式	108
推移公式を用いた座標間の回帰	109

CA 双線形モデルを呼び戻す	109
加重回帰分析	110
加重回帰分析の相関係数が、相対的寄与を回復する	110
交互平均法ともうひとつの最小2乗法	111
回帰分析係数としての寄与座標	111
まとめ	112
第15章 行と列のクラスタリング	113
行と列の分割	113
群間、群内慣性	114
各群内慣性を計算する	115
データセット8：食品店における年齢分布	115
クラスタリング（クラスタ化）のアルゴリズム	116
クラスタリングのツリー表現	117
慣性（もしくは χ^2 ）の分解	118
パーティションの決定	118
行と列のクラスターについての検定仮説	119
多重比較	119
分割表における多重比較	119
有意なクラスタ化に対する χ^2 値のカットオフ	119
ワード法によるクラスタリング	120
まとめ	120
第16章 多重表	121
健康自己評価データに第3の変数を導入する	121
変数間の交互作用	122
組み合わせコーディング	122
組み合わせコーディングされたクロス表へのCA	122
データセット9：働く女性に対する態度	123
応答による国別の基本CA マップ	124
ジェンダーを組み合わせ的に導入する	125
年齢群とジェンダーの導入	126
マップのアーチ状（「馬蹄形」）パターン	127
まとめ	128
第17章 積み重ね表	129
いくつかのデモグラフィック変数と1つの設問	129
組み合わせコーディングの代わりの積み重ね	130
積み重ね表のCA	130
積み重ね表の分析を解釈する際の制約	132
積み重ね表における慣性の分解	132
行方向、列方向の積み重ね表	132

行方向列方向積み重ね表の CA	133
すべての分割表に対する慣性の分解	134
変数「間」の連関が表示されている。変数「内」ではない。	136
まとめ	136
第18章 多重対応分析	137
「等質」なカテゴリカル変数の単一のセット	137
インジケータ行列	138
MCA の第1の定義：インジケータ行列に対する CA	138
インジケータ行列の慣性	140
バート行列	140
MCA の第2の定義：バート行列に対する CA	141
インジケータ版 MCA とバート版 MCA の比較	141
バート行列の慣性	142
マップにおけるサプリメンタリ・カテゴリの位置	143
サプリメンタリ・ポイントの解釈	144
まとめ	144
第19章 同時対応分析	145
総慣性が膨張するので MCA は不適切な適合をもたらす	145
対角ブロックを無視するー同時対応分析 (JCA)	146
JCA の計算結果	147
JCA の計算結果は入れ子になっていない	148
MCA の結果を非対角表に合わせて調整する	148
MCA 解法の簡単な調整	149
調整された慣性＝非対角ブロックの平均慣性	149
各主慣性の調整	149
調整された慣性のパーセンテージ	150
データセット 10：ヨーロッパにおけるニュースへの関心	150
調整された MCA (adjusted) と JCA におけるサプリメンタリ・ポイント	151
まとめ	152
第20章 MCAのスケール特性	153
データセット 11：科学と環境に対する態度	153
目的としてのカテゴリの数量化	154
インジケータ行列に対する主成分分析としての MCA	154
項目間相関を最大化する	155
科学に対する態度の事例の MCA	156
個体の2乗相関	157
等質性の喪失	157
等質性分析における喪失関数の幾何学	158
信頼性とクロンバックのアルファ	159

調整された閾値が再発見される	160
まとめ	160
第21章 サブセット対応分析	161
著者データセットの子音と母音を分析する	161
サブセット分析はもとの周辺度数のまま行う	162
子音のサブセット CA と寄与バイプロット	162
母音のサブセット CA と寄与バイプロット	163
サブセット MCA	164
インジケータ行列に対するサブセット分析	165
バート行列に対するサブセット分析	165
再スケーリングされた解と調整された慣性を持つサブセット MCA	166
サブセット CA におけるサブリメンタリ・ポイント	166
サブセット MCA におけるサブリメンタリ・ポイント	167
まとめ	168
第22章 組成データ分析	169
組成データ	169
部分組成的コヒーレンス	169
比率と対数比率は部分組成的にコヒーレントである	170
サンプル間、パーツ間の対数比距離	170
サンプル間の加重対数比距離	171
データセット 12：時間配分	172
対数比分析	172
推定対数比としてのリンクの解釈	173
積モデルの診断	174
対応分析と対数比分析	175
まとめ	176
第23章 照応行列の分析	177
照応行列	177
群間、群内慣性	178
「～間」と「～内」の慣性を分割する1つの分析	178
合計と差異成分の表示	179
差異マップの解釈	180
データセット 13：働く女性への態度 2012	181
1つの分析ですべての効果を分析する	182
効果を可視化する	183
まとめ	184

第24章 正方表の分析	185
データセット14：社会移動 父と息子の職業	185
正方表のCA	186
表の対角要素がCAに影響を及ぼす	186
正方表の対称性と歪-対称性	188
対称部分へのCA	188
歪-対称部分に対するCA	189
一度に対称および歪-対称部分のCAを行う	189
対称部分と非対称部分の可視化	190
まとめ	192
第25章 ネットワークの対応分析	193
データセット15：フィレンツェの婚姻ネットワーク	193
ネットワークの概念と専門用語	193
正方対称表を再考する：直軸と逆軸	194
非対角要素のあてはめ	196
隣接行列のCA	196
ラプラシアン行列	197
対称行列に対する分析族	198
ネットワークの多次元尺度構成法	199
CAはMDSを遂行できる	199
まとめ	200
第26章 データ・リコーディング	201
評価尺度	202
評価の二重化	202
数える枠組み	203
二重化された評価のCAマップ	203
変数の調整によって解釈される相関	204
行とサブリメンタリ・ポイントの位置	205
嗜好データ	205
対比較	206
データセット16：欧州連合経済指標	206
連続データを順位と二重化でリコードする	206
連続データの別のリコード方法	208
まとめ	209
第27章 正準対応分析	211
連続変数のサブリメンタリ変数	211
説明変数をサブリメンタリ変数として表示する	212
説明変数の関数としての次元	213
CAの次元を制約する	213

CCAにおける制約空間と非制約空間	214
CCAの慣性の分解	214
CCAトリプロット	215
カテゴリカル説明変数	216
各「種」への説明変数の加重平均	217
部分的CCA	217
まとめ	218
第28章 共-慣性、共-対応分析	219
共-慣性分析	219
共-慣性分析のいくつかの特別なケース	220
データセット17：同地点の2つの個体の豊富さの生態学的データ	221
CAの重心判別分析	221
共対応分析	223
まとめ	226
第29章 安定性と推定	227
情報変換 vs 統計的推定	227
CAの安定性	228
CA解のサンプリング変動性	228
データをブートストラップする	228
多項サンプリング	229
凸包付きCAマップの部分的ブートストラップ	229
凸包を剥離する	230
デルタ法	231
仮説検証—理論的アプローチ	231
仮説検証—モンテカルロ・シミュレーション	232
並べ替え検定	233
まとめ	234
第30章 並べ替え検定	235
シンプルな単変数の例	235
平均の差についての並べ替え検定	236
多次元空間における並べ替え検定	237
2変量相関に対する並べ替え検定	238
2変量のカテゴリカル・データの並べ替え検定	239
多変量カテゴリカル・データに対する並べ替え検定、またはブートストラップ検定	239
CCAに対する並べ替え検定	240
照応行列に対する並べ替え検定	240
共-慣性分析に対する並べ替え検定	241
まとめ	242

付録A	対応分析の理論	243
	対応分析の記法.....	244
	計算アルゴリズム.....	244
	特異値分解 (SVD) についての注記.....	245
	双線形 CA モデル.....	246
	行と列の間の推移公式.....	246
	サプリメンタリ・ポイント.....	247
	総慣性と χ^2 距離.....	247
	ポイントの寄与から主慣性へ.....	248
	ポイント慣性への主軸の寄与 (2乗相関).....	248
	行もしくは列プロファイルのウォード法クラスタリング.....	248
	積み重ね表.....	249
	多重対応分析 MCA.....	249
	同時対応分析 JCA.....	249
	JCA によって説明される慣性のパーセンテージ.....	250
	JCA における寄与.....	250
	MCA における調整された慣性.....	251
	サブセット CA、MCA そして JCA.....	251
	対数比分析.....	252
	照応行列の分析.....	252
	正方非対称表の分析.....	253
	正方対称行列の分析.....	254
	正準対応分析 (CCA).....	255
	共-慣性分析と共-対応分析.....	256
	有意なクラスタリングもしくは有意な次元の検定のための表.....	256
付録B	対応分析の計算	257
	R プログラム.....	257
	CA 計算の全ステップ.....	262
	ca パッケージ.....	263
	ca パッケージの MCA 関数.....	272
	正準対応分析 (CCA).....	283
	リサンプリングによる推定.....	285
	グラフィカル・オプション.....	287
付録C	用語集	291
付録D	対応分析関係の参考文献	297
	データ解析の Benzécri 学派.....	297
	1984年に刊行された2冊の英語の書籍.....	298
	Gifi システム.....	298
	日本学派.....	298

CARME の成果	299
その他の書籍	299
R の利用	300
Web リソース	300
付録E エピローグ	303
対称マップ	303
「両方を同時に手にいれることはできません！」	304
SPSS における「対称正規化」マップ	304
稀な（低頻度な）カテゴリ	306
低頻度カテゴリは大抵外れ値である	307
大規模データセットの CA 分析に適したグラフィック表現	307
χ^2 距離はマハラノビス距離である	309
解の回転	310
対応分析とモデリング	311
CA とスペクトラル・マッピング	311
多変量カテゴリカル・データセットの次元数	312
データセット一覧	314
訳者おわりに	315
索 引	318