

目次

第1章 時系列データの記述・処理	1
1.1 時系列データとは	1
1.2 時系列解析の概要	4
1.3 Pythonによる時系列データ分析のための準備	5
1.3.1 Pythonのインストール	5
1.4 加法モデルと乗法モデル	6
1.4.1 時系列データの構成要素	6
1.5 移動平均（時系列変動の平滑化）	9
1.5.1 平滑化	9
1.5.2 移動平均の例	10
1.6 中心化移動平均	11
1.6.1 中心化移動平均の例	12
1.7 季節調整	13
1.7.1 季節調整とは	13
1.7.2 季節調整の例	14
1.7.3 季節指数の意味	16
1.7.4 季節指数を用いた販売目標の設定	16
1.8 移動平均乖離率	17
1.9 時系列データの基本統計量と前処理	18
1.9.1 基本統計量	18
1.9.2 データ変換	20
1.9.3 欠測データ	20
1.9.4 統計的仮説検定	21
1.9.5 時間依存性の発見（自己相関の検定）	23
1.9.6 定常性（時系列データの性質）	27
1.9.7 ホワイトノイズ	29

第2章 自己回帰型モデル	31
2.1 パラメタ推定	31
2.1.1 最小二乗法	31
2.1.2 最尤法	33
2.2 AR モデル	34
2.2.1 手法概要	34
2.2.2 StatsModels による例	37
2.3 MA モデル	44
2.3.1 手法概要	44
2.4 ARMA モデル	47
2.4.1 手法概要	47
2.4.2 StatsModels による例	48
2.5 ARIMA モデル	50
2.5.1 手法概要	50
2.5.2 StatsModels による例	51
2.6 SARIMA モデル	56
2.6.1 手法概要	56
2.6.2 StatsModels による例	57
2.7 単位根過程	59
2.7.1 単位根の概要	59
2.7.2 単位根検定	62
2.7.3 StatsModels による例	63
2.8 VAR モデル	66
2.8.1 手法概要	66
2.8.2 StatsModels による例	67
2.9 因果性の検証——グレンジャー因果	74
2.9.1 手法概要	74
2.9.2 StatsModels による例	76
2.10 見せかけの回帰	79
2.10.1 見せかけの回帰が起こるデータ	79
2.10.2 見せかけの回帰が起こるシステムと起こらないシステム	79
2.10.3 StatsModels による例	81

第3章 状態空間モデル——ベイズ型統計モデル	85
3.1 連続状態空間モデル	86
3.1.1 状態の逐次推定	87
3.1.2 線形ガウス型モデル	90
3.2 線形ガウス型モデルの設計と解析	94
3.2.1 トレンドの推定	94
3.2.2 季節調整モデル	100
3.2.3 AR 成分付き季節調整モデル	106
3.2.4 信用区間の計算	115
3.3 非線形非ガウス型モデル	118
3.3.1 粒子フィルタ	120
3.3.2 効率的なりサンプリング	123
3.3.3 粒子フィルタを用いた線形季節調整モデルの実装例	124
3.3.4 粒子フィルタを用いた自己組織化状態空間モデルの実装例	131
3.3.5 固定ラグ平滑化の実装例	139
3.3.6 信用区間の計算	143
3.4 離散状態モデル	144
3.4.1 HMM 概要	145
3.4.2 HMM のパラメタ推定手法	146
3.4.3 <code>hmmlearn</code> による例	148
第4章 異常検知	151
4.1 異常検知概要	151
4.1.1 異常検知の評価	154
4.2 変化点検出	155
4.2.1 <code>ChangeFinder</code>	155
4.3 Bayesian Online Change Point Detection	160
4.3.1 理論概要	160
4.3.2 Bayesian Changepoint の実装例	164
4.4 深層学習を用いた異常検知	170
4.4.1 理論概要	171
4.4.2 <code>EncDec-AD</code> の実装例	173

Appendix	183
A.1 NumPy の基礎	183
A.2 Pandas の基礎	196
A.3 TensorFlow の基礎	203
参考文献	207
索引	209