

中央大学博士論文

幹線道路の自動車交通量に関わる
変動特性の分析と特性を利用した
各種交通指標の推定法の研究

Akira Ishii

石井 陽

博士（工学）

中央大学大学院
理工学研究科
土木工学専攻

平成25年度

2014年3月

－ 目次 －

第1章 研究の対象と目的と動機	1
1. 1 研究の対象と目的	1
1. 2 研究の動機	4
1. 3 研究の意義	6
1. 4 研究の背景	8
1. 5 本論文の構成	9
章末補足	10
第2章 取組む問題と解決方法	11
2. 1 本章の概要	11
2. 2 先行研究の概要	11
2. 3 本研究が提案する解決方法の概要	13
2. 3. 1 季節変動	13
2. 3. 2 連続型母分布による近似	16
2. 4 本研究が提案する解決方法の検討手順	18
2. 4. 1 季節変動の応用	18
2. 4. 1. 1 日単位の季節変動の定式化とパターン抽出	18
2. 4. 1. 2 時間単位の季節変動の定式化とパターン抽出	24
2. 4. 1. 3 季節変動に関する情報の応用	25
2. 4. 2 連続型母分布による近似性の応用	30
2. 5 使用データについて	32
2. 6 次章以降の構成	38
章末補足	39
第3章 日単位の季節変動	53
3. 1 本章の概要	53
3. 2 日単位の自動車交通量指標の基本的統計特性	53
3. 2. 1 日交通量	53
3. 2. 2 日ピーク時の指標	54
3. 3 日交通量の季節変動	58
3. 3. 1 日交通量の季節変動特性係数	58
3. 3. 2 日交通量の季節変動特性係数の検証	63
3. 3. 3 日交通量の変動の分散構成	66
3. 3. 4 日交通量の季節変動が日々の変動に及ぼす影響度	70
3. 3. 5 日交通量の季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	72

3. 4	車種別日交通量の季節変動	75
3. 4. 1	車種別日交通量の季節変動特性係数	75
3. 4. 2	車種別日交通量の季節変動特性係数の検証	84
3. 4. 3	車種別日交通量の変動の分散構成	91
3. 4. 4	車種別日交通量の季節変動が日々の変動に及ぼす影響度	100
3. 4. 5	車種別日交通量の季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	105
3. 5	日ピーク率の季節変動	110
3. 5. 1	日ピーク率の季節変動特性係数	110
3. 5. 2	日ピーク率の季節変動特性係数の検証	113
3. 5. 3	日ピーク率の変動の分散構成	115
3. 5. 4	日ピーク率の季節変動が日々の変動に及ぼす影響度	121
3. 5. 5	日ピーク率の季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	123
3. 6	日ピーク時における大型車混入率の季節変動	125
3. 6. 1	日ピーク時の大型車混入率の季節変動特性係数	125
3. 6. 2	日ピーク時の大型車混入率の季節変動特性係数の検証	128
3. 6. 3	日ピーク時の大型車混入率の分散構成	130
3. 6. 4	日ピーク時の大型車混入率の季節変動が日々の変動に及ぼす影響度	133
3. 6. 5	日ピーク時の大型車混入率の季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	135
3. 7	日ピーク時の貨物車率の季節変動	137
3. 7. 1	日ピーク時の貨物車率の季節変動特性係数	137
3. 7. 2	日ピーク時の貨物車率の季節変動特性係数の検証	140
3. 7. 3	日ピーク時の貨物車率の分散構成	142
3. 7. 4	日ピーク時の貨物車率の季節変動が日々の変動に及ぼす影響度	145
3. 7. 5	日ピーク時の貨物車率の季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	147
3. 8	昼夜率の季節変動	149
3. 8. 1	昼夜率の季節変動特性係数	149
3. 8. 2	昼夜率の季節変動特性係数の検証	152
3. 8. 3	昼夜率の変動の分散構成	154
3. 8. 4	昼夜率の季節変動が日々の変動に及ぼす影響度	157
3. 8. 5	昼夜率の季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	159
3. 9	季節変動パターンの年度間類似性	161
3. 10	季節変動パターンの地点間類似性	172
3. 11	日交通量の方向比の季節変動	179
3. 12	考察	180
3. 12. 1	長期傾向変動	180
3. 12. 2	季節変動特性係数と偶然変動特性係数	181
3. 12. 3	分散構成	181

3. 1 2. 4	季節変動の影響度	182
3. 1 2. 5	季節変動パターンが繰り返し出現する強さ	182
3. 1 2. 6	季節変動パターンの年度間類似性	183
3. 1 2. 7	季節変動パターンの地点間類似性	183
3. 1 2. 8	その他	183
3. 1 2. 9	まとめ	183
章末補足		184
第4章	時間単位の季節変動	185
4. 1	本章の概要	185
4. 2	時間交通量の季節変動	186
4. 2. 1	時間交通量の季節変動特性係数	186
4. 2. 2	時間交通量の季節変動パターンの強さ	193
4. 3	時間別方向比の季節変動	195
4. 3. 1	時間別方向比の季節変動特性係数	195
4. 3. 2	時間別方向比の季節変動パターンの強さ	203
4. 4	季節変動の年度間類似性	205
4. 5	季節変動の地点間類似性	223
4. 6	日ピーク時間交通量と年間30番目時間交通量の関係	230
4. 7	考察	231
第5章	自動車交通量指標の年間分布の連続型母分布による近似	233
5. 1	本章の概要	233
5. 2	日交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への適合度	234
5. 2. 1	日交通量の年間平均日交通量に対する比の定義	234
5. 2. 2	日交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布およびQQプロット	234
5. 2. 3	日交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への適合度検定	239
5. 3	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への適合度	243
5. 3. 1	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の定義	243
5. 3. 2	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布およびQQプロット	243
5. 3. 3	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への適合度検定	253
5. 4	日ピーク率の正規分布への適合度	259
5. 4. 1	日ピーク率の度数分布およびQQプロット	259
5. 4. 2	日ピーク率の正規分布への適合度検定	264
5. 5	日ピーク時間における重方向割合の正規分布への適合度	268
5. 5. 1	日ピーク時間における重方向割合の定義	268
5. 5. 2	日ピーク時間における重方向割合の度数分布およびQQプロット	268

5. 5. 3	日ピーク時間における重方向割合の正規分布への適合度検定	274
5. 6	ピーク時間における大型車混入率、貨物車率の正規分布への適合度	278
5. 6. 1	ピーク時間における大型車混入率、貨物車率の定義	278
5. 6. 2	ピーク時間における大型車混入率、貨物車率の度数分布およびQQプロット ...	279
5. 6. 3	ピーク時間における大型車混入率、貨物車率の正規分布への適合度検定 ..	288
5. 7	昼夜率の正規分布への適合度	296
5. 7. 1	昼夜率の度数分布およびQQプロット	296
5. 7. 2	昼夜率の正規分布への適合度検定	301
5. 8	考察	305
	補足	306
第6章	提案手法と事例分析	307
6. 1	本章の概要	307
6. 2	本研究が提案する推定手法	307
6. 3	事例分析	311
6. 3. 1	年間平均日交通量の推定	311
6. 3. 2	日交通量の年間平均日交通量に対する比の年間分布の推定	323
6. 3. 3	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の年間分布の推定	331
6. 3. 4	年間30番目時間交通量特性指標の推定	351
6. 4	日ピーク時間特性を利用した推定	364
6. 5	考察	367
	章末補足	370
第7章	考察と今後の課題	379
7. 1	自動車交通量指標の統計的特性に関する分析結果の総括	379
7. 1. 1	自動車交通量に関わる各種指標の季節変動	379
7. 1. 2	自動車交通量指標の年間分布の連続型母分布による近似	380
7. 2	自動車交通量指標の統計的特性を利用した推定手法の総括	381
7. 3	交通量常時観測データを利用した道路交通サービスの可能性	382
7. 4	今後の課題	383
	章末補足	384
	参考文献	385

－ 図 目次 －

図 1.1	研究の対象と目的	1
図 1.2	季節変動の概要	2
図 1.3	連続型母分布による近似の概要	3
図 1.4	研究の動機	5
図 1.5	自動車交通量に関する指標の変動特性の構造的特徴を分析する上での着目点	5
図 1.6	本研究の意義	7
図 1.7	従来の一般交通量調査の問題点	7
図 2.1	時系列変動の分類	13
図 2.2	季節変動を活用した問題解決の見通し	14
図 2.3	連続型母分布による近似を活用した問題解決の見通し	17
図 2.4	本研究が採用する季節変動と偶然変動の定義式の特徴	20
図 2.5	日交通量の季節変動特性係数の計算例	23
図 2.6	分析方針①：季節変動パターンの抽出	26
図 2.7	分析方針②：季節変動パターンが長期に渡り通用するかどうかの確認	26
図 2.8	分析方針③：季節変動パターンが広範囲に通用するかどうかの確認	27
図 2.9	分析方針④：季節変動を利用した日単位交通指標の年間分布の推定	27
図 2.10	分析方針⑤：季節変動を利用した時間交通量の年間分布の推定	28
図 2.11	正規分布による近似の例	31
図 2.12	分析方針⑥：連続型母分布による近似を利用した日単位交通指標の年間分布の推定	31
図 2.13	自動車交通量計測装置の車種分類フロー	33
図 2.14	自動車交通量計測装置の設置場所と各断面における観測結果概略	35
図 2.15	データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図	46
図 2.16	データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図	47
図 2.17	データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図	48
図 2.18	データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図	49
図 2.19	データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図	50
図 2.20	データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図	51
図 3.1	年間平均日交通量の推移	54
図 3.2	日ピーク率の年間平均値の推移	55
図 3.3	日ピーク時の大型車混入率の年間平均値の推移	56
図 3.4	日ピーク時の貨物車率の年間平均値の推移	57
図 3.5	日単位の季節変動特性係数のひげグラフの作成要領	58

図 3.6	日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	60
図 3.7	2通りの推計方法による日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数	65
図 3.8	季節変動及び偶然変動の分散構成の確認方法	66
図 3.9	正規分布の特性	67
図 3.10	系列相関係数の計算要領	72
図 3.11	日交通量（大型貨物）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	76
図 3.12	日交通量（バス）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	77
図 3.13	日交通量（小型貨物）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	78
図 3.14	日交通量（乗用車）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	79
図 3.15	2通りの推計方法による日交通量（大型貨物）の季節変動特性係数	87
図 3.16	2通りの推計方法による日交通量（バス）の季節変動特性係数	88
図 3.17	2通りの推計方法による日交通量（小型貨物）の季節変動特性係数	89
図 3.18	2通りの推計方法による日交通量（乗用車）の季節変動特性係数	90
図 3.19	日ピーク率（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	111
図 3.20	2通りの推計方法による日ピーク率の季節変動特性係数	114
図 3.21	日ピーク時における大型車混入率の季節変動特性係数の地点別の平均と分散	126
図 3.22	2通りの推計方法による日ピーク時の大型車混入率の季節変動特性係数	129
図 3.23	日ピーク時における貨物車率の季節変動特性係数の地点別の平均と分散	138
図 3.24	2通りの推計方法による日ピーク時の貨物車率の季節変動特性係数	141
図 3.25	昼夜率（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	150
図 3.26	2通りの推計方法による昼夜率の季節変動特性係数	153
図 3.27	季節変動特性係数の年度間類似性指標の考え方	162
図 3.28	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（総台数、非 PCU 換算）	164
図 3.29	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（大型貨物）	165
図 3.30	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（バス）	166
図 3.31	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（小型貨物）	167
図 3.32	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（乗用車）	168
図 3.33	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（日ピーク率）	169
図 3.34	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（日ピーク時大型車混入率）	170
図 3.35	季節変動特性係数の年度間ペア標本の散布図（日ピーク時貨物車率）	171
図 3.36	季節変動特性係数の地点間類似性指標の考え方	173
図 3.37	地点間類似性指標の地図	176
図 3.38	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（総台数、非 PCU 換算）	177
図 3.39	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（大型貨物）	177
図 3.40	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（バス）	177
図 3.41	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（小型貨物）	177

図 3.42	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（乗用車）	177
図 3.43	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（日ピーク率）	178
図 3.44	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（日ピーク時大型車混入率）	178
図 3.45	季節変動特性係数の地点間ペア標本の散布図（日ピーク時貨物車率）	178
図 4.1	時間単位の季節変動特性係数のひげグラフの作成要領	185
図 4.2	時間交通量の日交通量に対する比（平日、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	187
図 4.3	時間交通量の日交通量に対する比（土曜、総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	188
図 4.4	時間交通量の日交通量に対する比（休日、総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	189
図 4.5	時間別方向比（平日、総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の平均と標準偏差	197
図 4.6	時間別方向比（土曜、総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の平均と標準偏差	198
図 4.7	時間別方向比（休日、総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の平均と標準偏差	199
図 4.8	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（総台数、非 PCU 換算、平日）	208
図 4.9	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（総台数、非 PCU 換算、土曜）	209
図 4.10	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（総台数、非 PCU 換算、休日）	210
図 4.11	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（大型貨物、平日）	211
図 4.12	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（大型貨物、土曜）	212
図 4.13	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（大型貨物、休日）	213
図 4.14	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（バス、平日）	214
図 4.15	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（バス、土曜）	215
図 4.16	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（バス、休日）	216
図 4.17	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（小型貨物、平日）	217
図 4.18	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（小型貨物、土曜）	218
図 4.19	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（小型貨物、休日）	219
図 4.20	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（乗用車、平日）	220
図 4.21	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（乗用車、土曜）	221
図 4.22	時間交通量の日交通量に対する比の年度間ペア標本の散布図（乗用車、休日）	222
図 4.23	地点間類似性指標の地図	228
図 4.24	時間交通量の日交通量に対する比の地点間ペア標本の散布図（総台数、非 PCU 換算）	229
図 4.25	時間交通量の日交通量に対する比の地点間ペア標本の散布図（大型貨物）	229
図 4.26	時間交通量の日交通量に対する比の地点間ペア標本の散布図（バス）	229
図 4.27	時間交通量の日交通量に対する比の地点間ペア標本の散布図（小型貨物）	229
図 4.28	時間交通量の日交通量に対する比の地点間ペア標本の散布図（乗用車）	229

図 5.1	日交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布グラフ (土曜・休日含む)	235
図 5.2	日交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布グラフ (平日のみ)	236
図 5.3	日交通量の年間平均日交通量に対する比の QQ プロット (土曜・休日含む)	237
図 5.4	日交通量の年間平均日交通量に対する比の QQ プロット (平日のみ)	238
図 5.5	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布グラフ (土曜・休日を含む)	245
図 5.6	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布グラフ (平日のみ)	246
図 5.7	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の QQ プロット (土曜・休日を含む)	247
図 5.8	時間交通量の年間平均日交通量に対する比の QQ プロット (平日のみ)	248
図 5.9	昼間(7:00-18:59)の時間交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布グラフ (土曜・休日を含む)	249
図 5.10	昼間(7:00-18:59)の時間交通量の年間平均日交通量に対する比の度数分布グラフ (平日のみ)	250
図 5.11	昼間(7:00-18:59)の時間交通量の年間平均日交通量に対する比の QQ プロット (土曜・休日を含む)	251
図 5.12	昼間(7:00-18:59)の時間交通量の年間平均日交通量に対する比の QQ プロット (平日のみ)	252
図 5.13	日ピーク率の度数分布グラフ (土曜・休日含む)	260
図 5.14	日ピーク率の度数分布グラフ (平日のみ)	261
図 5.15	日ピーク率の QQ プロット (土曜・休日含む)	262
図 5.16	日ピーク率の QQ プロット (平日のみ)	263
図 5.17	日ピーク時間における重方向割合の度数分布グラフ (土曜・休日含む)	270
図 5.18	日ピーク時間における重方向割合の度数分布グラフ (平日のみ)	271
図 5.19	日ピーク時間における重方向割合の QQ プロット (土曜・休日含む)	272
図 5.20	日ピーク時間における重方向割合の QQ プロット (平日のみ)	273
図 5.21	日ピーク時間における大型車混入率の度数分布グラフ (土曜・休日含む)	280
図 5.22	日ピーク時間における大型車混入率の度数分布グラフ (平日のみ)	281
図 5.23	日ピーク時間における大型車混入率の QQ プロット (土曜・休日含む)	282
図 5.24	日ピーク時間における大型車混入率の QQ プロット (平日のみ)	283
図 5.25	日ピーク時間における貨物車率の度数分布グラフ(土曜・休日含む)	284
図 5.26	日ピーク時間における貨物車率の度数分布グラフ(平日のみ)	285
図 5.27	日ピーク時間における貨物車率の QQ プロット(土曜・休日含む)	286
図 5.28	日ピーク時間における貨物車率の QQ プロット(平日のみ)	287
図 5.29	昼夜率の度数分布グラフ (土曜・休日含む)	297
図 5.30	昼夜率の度数分布グラフ (平日のみ)	298
図 5.31	昼夜率の QQ プロット (土曜・休日含む)	299
図 5.32	昼夜率の QQ プロット (平日のみ)	300

図 6.1	4つの提案手法.....	308
図 6.2	日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数のクラスター別平均.....	313
図 6.3	時間交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数のクラスター別平均.....	334
図 6.4	推定元時間別の時間交通量の対 AADT 比（総台数、非 PCU 換算）の推定精度.....	343
図 6.5	道路断面の分類結果（k 平均法クラスタリング）.....	377

－ 表 目次 －

表 1.1	道路交通計画と交通調査の関係.....	8
表 2.1	先行研究の概要.....	11
表 2.2	自動車交通量計測装置の車種分類の基準.....	33
表 2.3	解析対象から除外した特異日.....	33
表 2.4	東京都幹線道路網の変遷経緯.....	34
表 2.5	使用データのレコード総数と有効レコード割合（総台数）.....	36
表 2.6	使用データのレコード総数と有効レコード割合（総台数） 続き.....	37
表 3.1	日単位の季節変動の分析の流れ.....	53
表 3.2	年間平均日交通量の推移.....	54
表 3.3	日ピーク率の年間平均値の推移.....	55
表 3.4	日ピーク時の大型車混入率の年間平均値の推移.....	56
表 3.5	日ピーク時の貨物車率の年間平均値の推移.....	57
表 3.6	日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差....	61
表 3.7	日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の年度別の平均と標準偏差....	62
表 3.8	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日交通量（総台数、非 PCU 換算）の説明力....	64
表 3.9	日交通量の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）.....	68
表 3.10	日交通量の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）.....	69
表 3.11	日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節変動に関する一元配置法による分散分析... 71	71
表 3.12	日交通量（総台数、非 PCU 換算）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果... 71	71
表 3.13	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（総台数、非 PCU 換算）（全標本）.....	74
表 3.14	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（総台数、非 PCU 換算）（平日のみ）.....	74
表 3.15	日交通量（大型貨物）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差.....	80
表 3.16	日交通量（バス）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差.....	81
表 3.17	日交通量（小型貨物）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差.....	82
表 3.18	日交通量（乗用車）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差.....	83
表 3.19	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日交通量（大型貨物）の説明力.....	85
表 3.20	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日交通量（バス）の説明力.....	85
表 3.21	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日交通量（小型貨物）の説明力.....	86
表 3.22	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日交通量（乗用車）の説明力.....	86
表 3.23	日交通量（大型貨物）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）.....	92
表 3.24	日交通量（大型貨物）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）.....	93
表 3.25	日交通量（バス）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）.....	94

表 3.26	日交通量（バス）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）	95
表 3.27	日交通量（小型貨物）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）	96
表 3.28	日交通量（小型貨物）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）	97
表 3.29	日交通量（乗用車）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）	98
表 3.30	日交通量（乗用車）の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）	99
表 3.31	日交通量（大型貨物）の季節変動に関する一元配置法による分散分析	101
表 3.32	日交通量（大型貨物）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	101
表 3.33	日交通量（バス）の季節変動に関する一元配置法による分散分析	102
表 3.34	日交通量（バス）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	102
表 3.35	日交通量（小型貨物）の季節変動に関する一元配置法による分散分析	103
表 3.36	日交通量（小型貨物）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	103
表 3.37	日交通量（乗用車）の季節変動に関する一元配置法による分散分析	104
表 3.38	日交通量（乗用車）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	104
表 3.39	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（大型貨物）（全標本）	106
表 3.40	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（大型貨物）（平日のみ）	106
表 3.41	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（バス）（全標本）	107
表 3.42	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（バス）（平日のみ）	107
表 3.43	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（小型貨物）（全標本）	108
表 3.44	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（小型貨物）（平日のみ）	108
表 3.45	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（乗用車）（全標本）	109
表 3.46	月・週・曜日の季節変動の系列相関係数（乗用車）（平日のみ）	109
表 3.47	日ピーク率（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	112
表 3.48	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日ピーク率の説明力	113
表 3.49	日ピーク率の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）	117
表 3.50	日ピーク率の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）	118
表 3.51	日ピーク時間交通量の対 AADT 比の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）	119
表 3.52	日ピーク時間交通量の対 AADT 比の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）	120
表 3.53	日ピーク率（総台数、非 PCU 換算）の季節変動に関する一元配置法による分散分析	122
表 3.54	日ピーク率（総台数、非 PCU 換算）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	122
表 3.55	日ピーク率の系列相関係数（総台数、非 PCU 換算）（全標本）	124
表 3.56	日ピーク率の系列相関係数（総台数、非 PCU 換算）（平日のみ）	124
表 3.57	日ピーク時における大型車混入率の季節変動特性係数の地点別の平均と分散	127
表 3.58	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日ピーク時の大型車混入率の説明力	128
表 3.59	日ピーク時における大型車混入率の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）	131
表 3.60	日ピーク時における大型車混入率の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ）	132
表 3.61	日ピーク時における大型車混入率の季節変動に関する一元配置法による分散分析	134

表 3.62	日ピーク時における大型車混入率の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果 ..	134
表 3.63	日ピーク時における大型車混入率の系列相関係数（全標本）	136
表 3.64	日ピーク時における大型車混入率の系列相関係数（平日のみ）	136
表 3.65	日ピーク時における貨物車率の季節変動特性係数の地点別の平均と分散	139
表 3.66	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる日ピーク時の貨物車率の説明力	140
表 3.67	日ピーク時における貨物車率の年間平均値に対する比の変動の分散構成（全標本）	143
表 3.68	日ピーク時における貨物車率の年間平均値に対する比の変動の分散構成（平日のみ） ..	144
表 3.69	日ピーク時における貨物車率の季節変動に関する一元配置法による分散分析	146
表 3.70	日ピーク時における貨物車率の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	146
表 3.71	日ピーク時における貨物車率の系列相関係数（全標本）	148
表 3.72	日ピーク時における貨物車率の系列相関係数（平日のみ）	148
表 3.73	昼夜率（総台数、非 PCU 換算）の季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	151
表 3.74	数量化分析 I 類の重回帰モデルによる昼夜率の説明力	152
表 3.75	昼夜率の変動の分散構成（全標本）	155
表 3.76	昼夜率の変動の分散構成（平日のみ）	156
表 3.77	昼夜率（総台数、非 PCU 換算）の季節変動に関する一元配置法による分散分析	158
表 3.78	昼夜率（総台数、非 PCU 換算）の季節期間別標本の有意差検定（t 検定）結果	158
表 3.79	昼夜率の系列相関係数（総台数、非 PCU 換算）（全標本）	160
表 3.80	昼夜率の系列相関係数（総台数、非 PCU 換算）（平日のみ）	160
表 3.81	日交通量の季節変動特性係数の年度間類似性の要約	163
表 3.82	日交通量の季節変動特性係数の地点間類似性の要約	174
表 3.83	日交通量の季節変動特性係数の地点間類似性（総台数、非 PCU 換算）	175
表 3.84	日交通量の方向比の年度間類似性指標	179
表 3.85	日交通量の方向比の地点間類似性指標の度数分布	179
表 3.86	日単位の自動車交通量指標の変動規模に関する分析結果の要約	180
表 3.87	日単位の自動車交通量指標の季節変動の影響度と繰り返しの強さに関する分析結果の要約 ..	180
表 3.88	日単位の自動車交通量指標の季節変動パターンの類似性の要約	180
表 4.1	日単位の季節変動の分析の流れ	185
表 4.2	時間交通量の日交通量に対する比（平日、総台数、非 PCU 換算）の 季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	190
表 4.3	時間交通量の日交通量に対する比（土曜、総台数、非 PCU 換算）の 季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	191
表 4.4	時間交通量の日交通量に対する比（休日、総台数、非 PCU 換算）の 季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	192

表 4.5	時間交通量の日交通量に対する比（総台数、非 PCU 換算）の 季節変動係数標本の系列相関係数（全標本）	194
表 4.6	時間交通量の日交通量に対する比（総台数、非 PCU 換算）（平日のみ）の 季節変動係数標本の系列相関係数	194
表 4.7	時間別方向比（平日、総台数、非 PCU 換算）の 季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	200
表 4.8	時間別方向比（土曜、総台数、非 PCU 換算）の 季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	201
表 4.9	時間別方向比（休日、総台数、非 PCU 換算）の 季節変動特性係数の地点別の平均と標準偏差	202
表 4.10	時間別方向比（総台数、非 PCU 換算）の季節変動係数標本の系列相関係数（全標本） ..	204
表 4.11	時間別方向比（総台数、非 PCU 換算）の季節変動係数標本の系列相関係数（平日のみ） ...	204
表 4.12	時間単位の自動車交通指標の年度間類似性の要約	207
表 4.13	時間単位の自動車交通指標の地点間類似性の要約	225
表 4.14	時間交通量の日交通量に対する比（総台数、非 PCU 換算）の地点間類似性	226
表 4.15	時間別方向比の地点間類似性	227
表 4.16	日ピーク時間と年間 30 番目時間交通量実現時間の合致頻度	230
表 4.17	時間単位の自動車交通指標の季節変動パターンに関する分析結果の要約	231
表 5.1	確率分布への適合度を確認する自動車交通量指標	233
表 5.2	日交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約 ..	240
表 5.3	日交通量の年間平均日交通量に対する比のベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約	240
表 5.4	日交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への χ^2 適合度 （平日・土曜・休日）	241
表 5.5	日交通量の年間平均日交通量に対する比の正規分布への χ^2 適合度（平日のみ） ...	241
表 5.6	日交通量の年間平均日交通量に対する比のベータ分布への χ^2 適合度 （平日・土曜・休日）	242
表 5.7	日交通量の年間平均日交通量に対する比のベータ分布への χ^2 適合度 （平日のみ）	242
表 5.8	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比の 正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約	255
表 5.9	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比の ベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約	255
表 5.10	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比の 正規分布への時間別 χ^2 適合度検定結果の要約	256

表 5.11	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比の ベータ分布への時間別 χ^2 適合度検定結果の要約.....	256
表 5.12	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比の正規分布への χ^2 適合度 （平日・土曜・休日）.....	257
表 5.13	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比の正規分布への χ^2 適合度 （平日のみ）.....	257
表 5.14	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比のベータ分布への χ^2 適合度 （平日・土曜・休日）.....	258
表 5.15	時間交通量（昼間）の年間平均日交通量に対する比のベータ分布への χ^2 適合度 （平日のみ）.....	258
表 5.16	日ピーク率の正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	265
表 5.17	日ピーク率のベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	265
表 5.18	日ピーク率の正規分布への χ^2 適合度（土曜・休日含む）.....	266
表 5.19	日ピーク率の正規分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	266
表 5.20	日ピーク率のベータ分布への χ^2 適合度（土曜・休日含む）.....	267
表 5.21	日ピーク率のベータ分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	267
表 5.22	日ピーク時間における重方向割合の正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	275
表 5.23	日ピーク時間における重方向割合のベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	275
表 5.24	日ピーク時間における重方向割合の正規分布への χ^2 適合度（土曜・休日含む）...	276
表 5.25	日ピーク時間における重方向割合の正規分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	276
表 5.26	日ピーク時間における重方向割合のベータ分布への χ^2 適合度（土曜・休日含む）.	277
表 5.27	日ピーク時間における重方向割合のベータ分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	277
表 5.28	日ピーク時間における大型車混入率の正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	290
表 5.29	日ピーク時間における大型車混入率のベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約...	290
表 5.30	日ピーク時間における貨物車率の正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	291
表 5.31	日ピーク時間における貨物車率のベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約.....	291
表 5.32	日ピーク時間における大型車混入率の正規分布への χ^2 適合度 （平日・土曜・休日）.....	292
表 5.33	日ピーク時間における大型車混入率の正規分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	292
表 5.34	日ピーク時間における大型車混入率のベータ分布への χ^2 適合度 （平日・土曜・休日）.....	293
表 5.35	日ピーク時間における大型車混入率のベータ分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	293
表 5.36	日ピーク時間における貨物車率の正規分布への χ^2 適合度（平日・土曜・休日）...	294
表 5.37	日ピーク時間における貨物車率の正規分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	294
表 5.38	日ピーク時間における貨物車率のベータ分布への χ^2 適合度（平日・土曜・休日）.	295
表 5.39	日ピーク時間における貨物車率のベータ分布への χ^2 適合度（平日のみ）.....	295

表 5.40	昼夜率の正規分布への χ^2 適合度検定結果の要約	302
表 5.41	昼夜率のベータ分布への χ^2 適合度検定結果の要約	302
表 5.42	昼夜率の正規分布への χ^2 適合度 (土曜・休日含む)	303
表 5.43	昼夜率の正規分布への χ^2 適合度 (平日のみ)	303
表 5.44	昼夜率のベータ分布への χ^2 適合度 (土曜・休日含む)	304
表 5.45	昼夜率のベータ分布への χ^2 適合度 (平日のみ)	304
表 5.46	正規分布への適合度検定結果の要約	305
表 5.47	ベータ分布への適合度検定結果の要約	305
表 6.1	推定を試みる自動車交通量指標	311
表 6.2	日交通量 (総台数、非 PCU 換算) の季節変動特性係数に基づく道路断面の分類結果	312
表 6.3	年間平均日交通量の推定精度 慣例の交通量調査日の交通量を年間平均日交通の推定値とみなす場合	317
表 6.4	年間平均日交通量の推定精度 同地点の各年度別の季節変動特性係数を利用して推定	317
表 6.5	年間平均日交通量の推定精度 同地点の年度別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	318
表 6.6	年間平均日交通量の予測精度 同地点の1年前の季節変動特性係数を利用して予測	318
表 6.7	年間平均日交通量の予測精度 同地点の2年前の季節変動特性係数を利用して予測	319
表 6.8	年間平均日交通量の予測精度 同地点の3年前の季節変動特性係数を利用して予測	319
表 6.9	年間平均日交通量の推定結果 地点間類似性の総合指標が最高となる他地点の 季節変動特性係数の平均値を利用して推定	320
表 6.10	年間平均日交通量の推定結果 地点間類似性の総合指標が最低となる他地点の 季節変動特性係数の平均値を利用して推定	320
表 6.11	年間平均日交通量の推定結果 クラスター分類結果に基づく グループ別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	321
表 6.12	年間平均日交通量の予測精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の1年前の季節変動特性係数を利用して予測	321
表 6.13	年間平均日交通量の予測精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の2年前の季節変動特性係数を利用して予測	322
表 6.14	年間平均日交通量の予測精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の3年前の季節変動特性係数を利用して予測	322

表 6.15	日交通量の年間平均日交通量に対する比の推定精度 同地点の各年度別の季節変動特性係数を利用して推定	325
表 6.16	日交通量の年間平均日交通量に対する比の推定精度 同地点の年度別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	326
表 6.17	日交通量の年間平均日交通量に対する比の予測精度 同地点の1年前の季節変動特性係数を利用して予測	326
表 6.18	日交通量の年間平均日交通量に対する比の予測精度 同地点の2年前の季節変動特性係数を利用して予測	327
表 6.19	日交通量の年間平均日交通量に対する比の予測精度 同地点の3年前の季節変動特性係数を利用して予測	327
表 6.20	日交通量の年間平均日交通量に対する比の推定精度 地点間類似性の総合指標が 最高となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	328
表 6.21	日交通量の年間平均日交通量に対する比の推定精度 地点間類似性の総合指標が 最低となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	328
表 6.22	日交通量の年間平均日交通量に対する比の推定精度 クラスタ分類結果に基づく グループ別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	329
表 6.23	日交通量の年間平均日交通量に対する比の予測精度 クラスタ分類結果に基づく グループ別の1年前の季節変動特性係数を利用して予測	329
表 6.24	日交通量の年間平均日交通量に対する比の予測精度 クラスタ分類結果に基づく グループ別の2年前の季節変動特性係数を利用して予測	330
表 6.25	日交通量の年間平均日交通量に対する比の予測精度 クラスタ分類結果に基づく グループ別の3年前の季節変動特性係数を利用して予測	330
表 6.26	時間交通量と日交通量方向比の季節変動特性係数に基づく道路断面の分類結果....	333
表 6.27	時間交通量を推定する際の推定元時間交通量の条件.....	334
表 6.28	時間交通量の対AADT比の分布の推定精度 同地点の各年度別の季節変動特性係数を利用して推定	337
表 6.29	時間交通量の対AADT比の分布の推定精度 同地点の年度別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	338
表 6.30	時間交通量の対AADT比の分布の予測精度 同地点の1年前の季節変動特性係数を利用して予測	338
表 6.31	時間交通量の対AADT比の分布の予測精度 同地点の2年前の季節変動特性係数を利用して予測	339
表 6.32	時間交通量の対AADT比の分布の予測精度 同地点の3年前の季節変動特性係数を利用して予測	339
表 6.33	時間交通量の対AADT比の分布の推定結果 地点間類似性の総合指標が 最高となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	340

表 6. 34	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定結果 地点間類似性の総合指標が 最低となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	340
表 6. 35	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定結果 クラスタ分類結果に基づく グループ別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	341
表 6. 36	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測結果 クラスタ分類結果に基づく グループ別の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	341
表 6. 37	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測結果 クラスタ分類結果に基づく グループ別の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	342
表 6. 38	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測結果 クラスタ分類結果に基づく グループ別の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	342
表 6. 39	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定精度 (推定元時間限定) 同地点の各年度別の季節変動特性係数を利用して推定	345
表 6. 40	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定精度 (推定元時間限定) 同地点の年度別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	345
表 6. 41	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測精度 (予測元時間限定) 同地点の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	346
表 6. 42	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測精度 (予測元時間限定) 同地点の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	346
表 6. 43	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測精度 (予測元時間限定) 同地点の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	347
表 6. 44	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定結果 (推定元時間限定) 地点間類似性の 総合指標が最高となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	347
表 6. 45	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定結果 (推定元時間限定) 地点間類似性の 総合指標が最低となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	348
表 6. 46	時間交通量の対 AADT 比の分布の推定結果 (推定元時間限定) クラスタ分類結果 に基づくグループ別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	348
表 6. 47	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測結果 (予測元時間限定) クラスタ分類結果 に基づくグループ別の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	349
表 6. 48	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測結果 (予測元時間限定) クラスタ分類結果 に基づくグループ別の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	349
表 6. 49	時間交通量の対 AADT 比の分布の予測結果 (予測元時間限定) クラスタ分類結果 に基づくグループ別の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	350
表 6. 50	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 同地点の各年度別の季節変動特性係数を利用して推定	353
表 6. 51	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 同地点の年度別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	353

表 6.52	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 同地点の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	354
表 6.53	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 同地点の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	354
表 6.54	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 同地点の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	355
表 6.55	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 地点間類似性の総合指標が 最高となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	355
表 6.56	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	356
表 6.57	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	356
表 6.58	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	357
表 6.59	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 クラスター分類結果に基づく グループ別の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	357
表 6.60	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 (推定元時間限定) 同地点の各年度別の季節変動特性係数を利用して推定	359
表 6.61	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 (推定元時間限定) 同地点の年度別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	359
表 6.62	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 (予測元時間限定) 同地点の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	360
表 6.63	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 (予測元時間限定) 同地点の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	360
表 6.64	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 (予測元時間限定) 同地点の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	361
表 6.65	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 (推定元時間限定) 地点間類似性の 総合指標が最高となる他地点の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	361
表 6.66	年間 30 番目時間交通量特性の推定精度 (推定元時間限定) クラスター分類結果 に基づくグループ別の季節変動特性係数の平均値を利用して推定	362
表 6.67	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 (予測元時間限定) クラスター分類結果 に基づくグループ別の 1 年前の季節変動特性係数を利用して予測	362
表 6.68	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 (予測元時間限定) クラスター分類結果 に基づくグループ別の 2 年前の季節変動特性係数を利用して予測	363
表 6.69	年間 30 番目時間交通量特性の予測精度 (予測元時間限定) クラスター分類結果 に基づくグループ別の 3 年前の季節変動特性係数を利用して予測	363

表 6.70	年間 30 番目時間交通量特性に対応する日ピーク時間特性の指標.....	364
表 6.71	年間 30 番目時間交通量の時間帯における K 値、D 値、大型車混入率	365
表 6.72	日ピーク時間帯における K 値、D 値、大型車混入率	366
表 6.73	慣例交通量調査時期における日ピーク時間帯の K 値、D 値、大型車混入率	366
表 6.74	年間平均日交通量の推定・予測差の要約.....	367
表 6.75	日交通量の対 AADT 比の年間分布の推定・予測差の要約.....	367
表 6.76	時間交通量の対 AADT 比の年間分布の推定・予測差の要約 (推定・予測時間帯限定)	367
表 6.77	年間 30 番目時間交通量に関する指標の推定・測誤差の要約.....	367
表 6.78	日交通量の季節変動特性係数のクラスター平均 (グループ A : 大森、碑文谷、小松川、荒川、千駄ヶ谷)	371
表 6.79	日交通量の季節変動特性係数のクラスター平均 (グループ B : 恩多、豊玉、国立、八幡山、北小岩、関戸)	371
表 6.80	方向別時間交通量の方向別日交通量に対する比の季節変動特性係数の クラスター平均 (グループ X : 上十条、豊玉、国立、八幡山)	372
表 6.81	方向別時間交通量の方向別日交通量に対する比の季節変動特性係数の クラスター平均 (グループ X : 上十条、豊玉、国立、八幡山)	373
表 6.82	方向別時間交通量の方向別日交通量に対する比の季節変動特性係数の クラスター平均 (グループ Y : 大森、立川、恩多、港南、関戸)	374
表 6.83	方向別時間交通量の方向別日交通量に対する比の季節変動特性係数の クラスター平均 (グループ Y : 大森、立川、恩多、港南、関戸)	375
表 6.84	日交通量の方向比の季節変動特性係数のクラスター平均 (グループ X : 上十条、豊玉、国立、八幡山) 上り方向	376
表 6.85	日交通量の方向比の季節変動特性係数のクラスター平均 (グループ X : 上十条、豊玉、国立、八幡山) 下り方向	376
表 6.86	日交通量の方向比の季節変動特性係数のクラスター平均 (グループ Y : 大森、立川、恩多、港南、関戸) 上り方向	376
表 6.87	日交通量の方向比の季節変動特性係数のクラスター平均 (グループ Y : 大森、立川、恩多、港南、関戸) 下り方向	376

第1章 研究の対象と目的と動機

1. 1 研究の対象と目的

本研究の対象は、自動車交通量の変動特性であり、本研究の第一目的は、自動車交通量の変動特性に関する傾向を分析することである。そしてこの分析結果として得られる自動車交通量の変動特性に関する長期的・広域的傾向を利用して、自動車交通量に関わる各種指標の推定を試み、自動車交通量の変動特性の応用可能性を検証することが、本研究の第二の目的である。

本研究の対象と目的を、**図 1.1** に整理した。**図 1.1** に示す様に、本研究が対象とする自動車交通量の変動特性には、①日単位の指標の季節変動と偶然変動、②時間単位の季節変動、③指標の年間分布の連続型母分布による近似性が含まれる。より詳細に説明すると、本研究では、日交通量（総台数、もしくは車種別（大型貨物、バス、小型貨物、乗用車の4車種））と、日ピーク率、日ピーク時間大型車・貨物車混入率、昼夜率の季節変動と偶然変動を分析する。また、時間交通量の日交通量比や時間別方向比の季節変動を分析する。また日交通量および時間交通量のAADT比や、日ピーク率、日ピーク時間大型車・貨物車混入率、昼夜率などの年間分布を連続型母分布により近似できるかどうかを確認する。

なお本研究では①日単位の指標の季節変動と偶然変動、②時間単位の季節変動、③指標の年間分布の連続型母分布による近似性を分析するに当たり、一般幹線道路における自動車交通量の常時観測データを解析する。本研究の解析対象データについては次章で詳しく説明する。

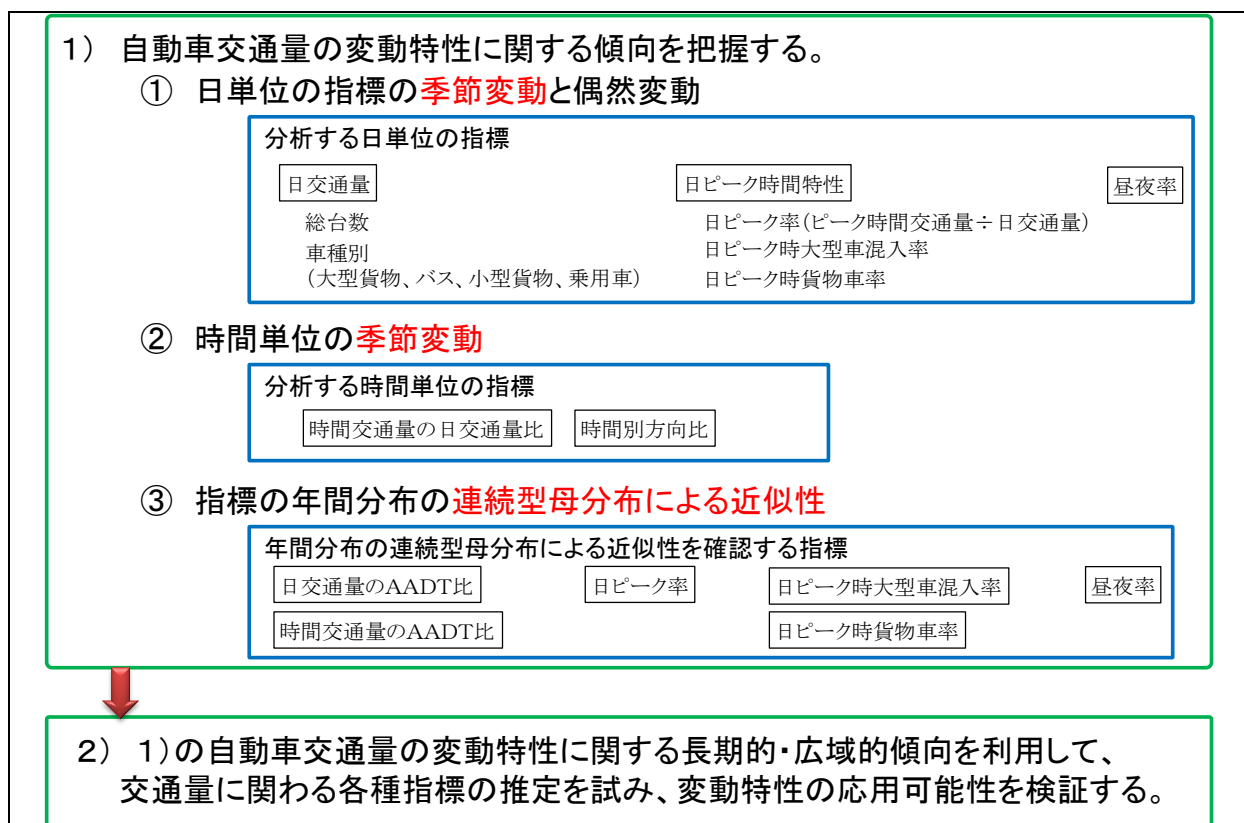


図 1.1 研究の対象と目的

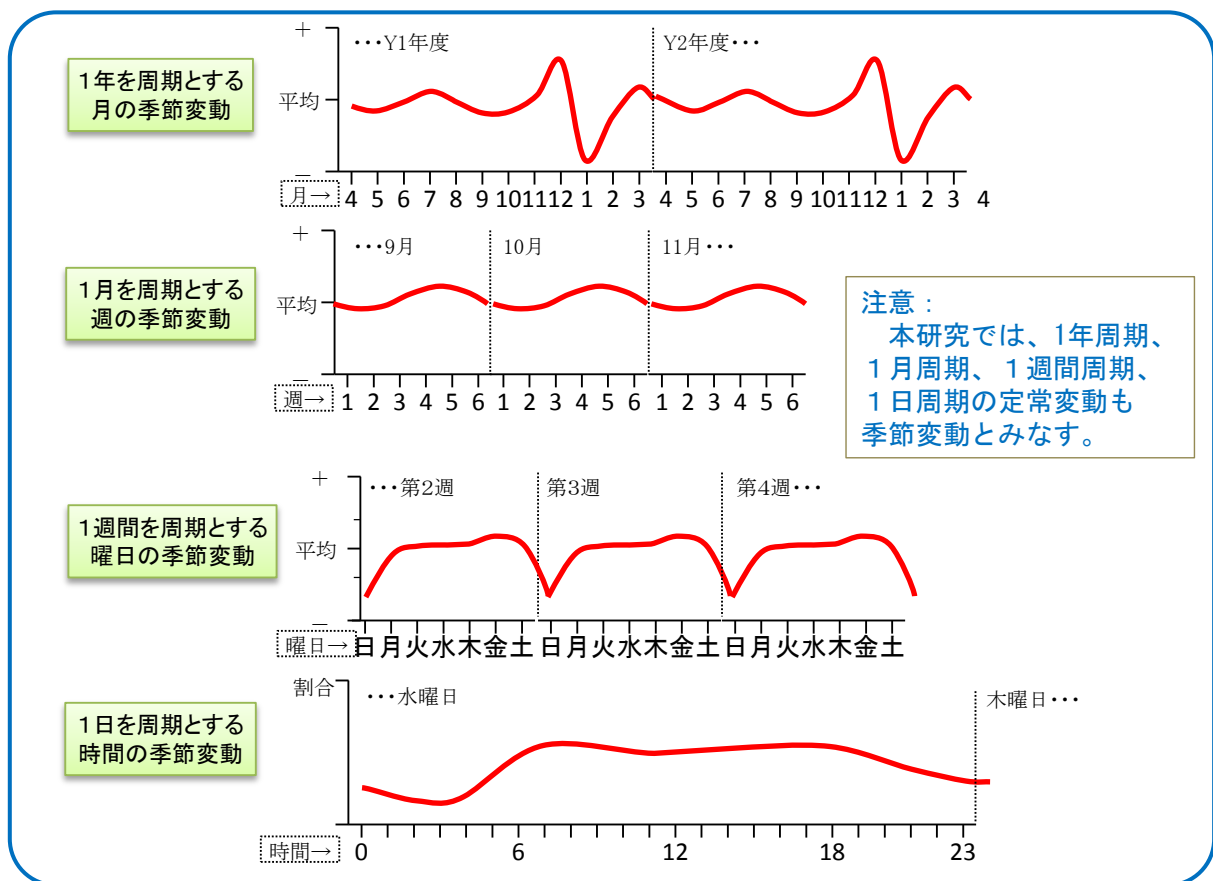


図 1.2 季節変動の概要

本研究が分析対象とする季節変動の概要を、図 1.2 に示す。図 1.2 に示す様に、ある道路断面における自動車交通量が周期的に変動することは、以前から知られている[1.1][1.2]。1日における自動車交通量は、1年間を周期とする月の変動と、1月を周期とする週の変動と、1週間を周期とする曜日の変動の波のうねりが合わさった結果として現れると考えることができる。そしてこの波のうねりは、年間平均値からの偏りと考えることができる。周期の異なる複数の季節変動のうねりが大きくなる時期が重なれば、1日の交通量は非常に大きなものとなりうる。

また本研究では、1年周期の周期的変動だけでなく、1月周期、1週間周期、1日周期の周期的変動も「季節変動」と呼んでいる。

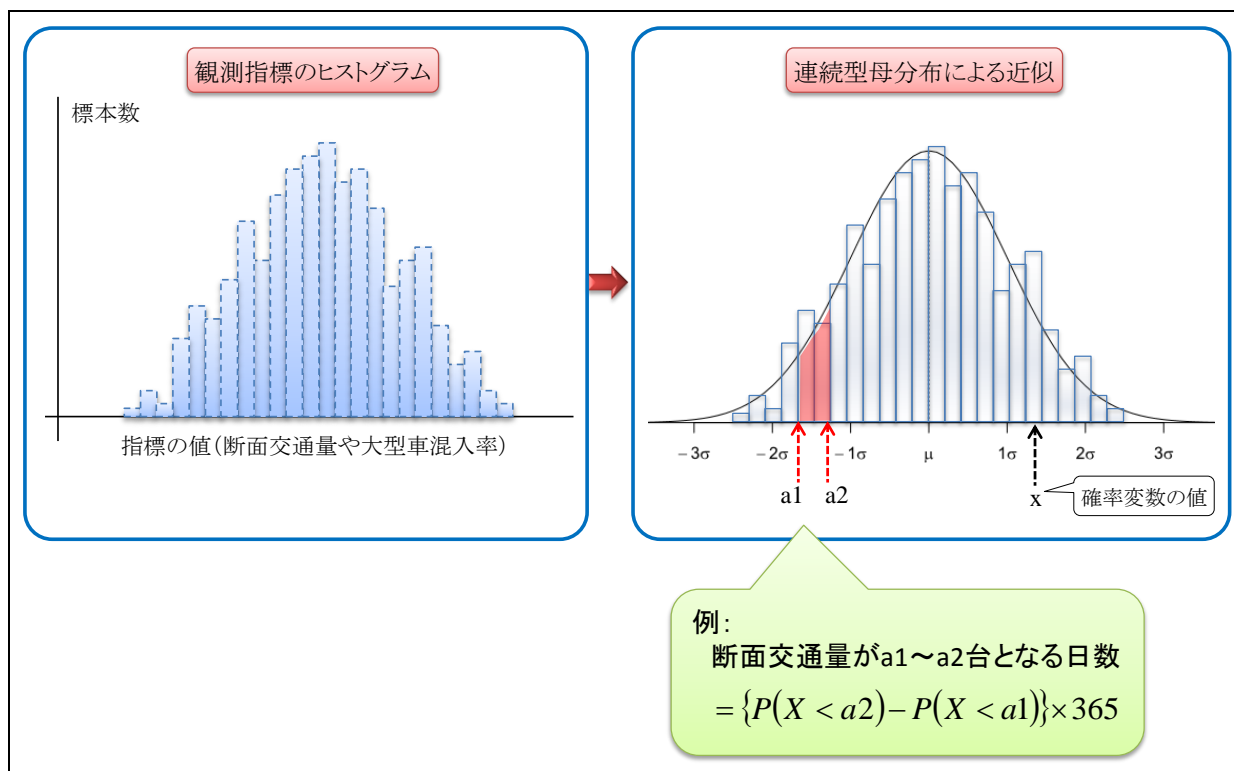


図 1.3 連続型母分布による近似の概要

本研究が分析対象とする連続型母分布による近似の概要を、図 1.3 に示す。図 1.3 に示す様に、本研究では、自動車交通量に関わる何らかの指標の分布を、正規分布などの連続型母分布により近似することを試みる。指標の分布が何らかの連続型母分布により近似できれば、その母数（平均値、分散など）を利用して、その指標の分布を推定・予測することが可能となる。

1. 2 研究の動機

本研究の動機すなわち、なぜ本研究が自動車交通量の変動特性を分析対象とし、その変動特性を利用した各種交通指標の推定法を検証するのかを、**図 1.4** に示す。

本研究の動機の一つは、自動車交通量の変動特性の応用可能性に潜在的価値を見出していることである。**図 1.4** に示す様に、人間活動の社会的習慣が、自動車交通量に関わる各種指標の変動特性に影響し、季節変動や母集団分布に一定のパターンを発生させている可能性があると考えれば、季節変動や母集団分布にも、長期的・広域的に類似するパターンが存在する可能性がある。変動特性パターンの長期的・広域的な類似性が存在すれば、それを応用することにより、自動車交通量に関わる各種指標の年間分布の推定や、調査コストの軽減、新サービス開発のために活用することが出来る。

しかし自動車交通量指標の季節変動の存在自体は既に周知の事実であるにもかかわらず、これまでの所、季節変動に関する長期的・広域的傾向の把握と応用について取り組んでいる研究は少なく、季節変動の特徴は十分に明らかにされていない。この点が、本研究が自動車交通量の変動特性を分析する動機である。

自動車交通量指標の特徴を分析する上での着目点を、**図 1.5** に示す。**【①日単位の指標の季節変動と偶然変動】**に関しては、従来から周知の日交通量（総台数）の季節変動について、長期的・広域的傾向を確認するだけでなく、車種別日交通量の季節変動の実態についても差異を確認する。また季節変動を持つ指標どうしの比を取った場合の季節変動についても確認する。例えば、日ピーク率はピーク時間交通量と日交通量の比として定義されるが、ピーク時間交通量と日交通量は、いずれも季節変動を有する可能性のある日単位指標であり、これら 2 つの日単位指標の季節変動が同じ波の「うねり」のパターンを持っているならば、比を取ることにより得られる日ピーク率は、季節変動の影響がキャンセルされている可能性がある。また本研究では、**【②時間交通量の日交通量比や時間別方向比】**といった時間単位の指標を分析する際に、日単位の季節変動が及んでいるかどうかを確認する。さらに本研究では**【③自動車交通量指標の連続型母分布による近似性】**を分析する際に、季節変動が何らかの影響を及ぼしているかも確認する。

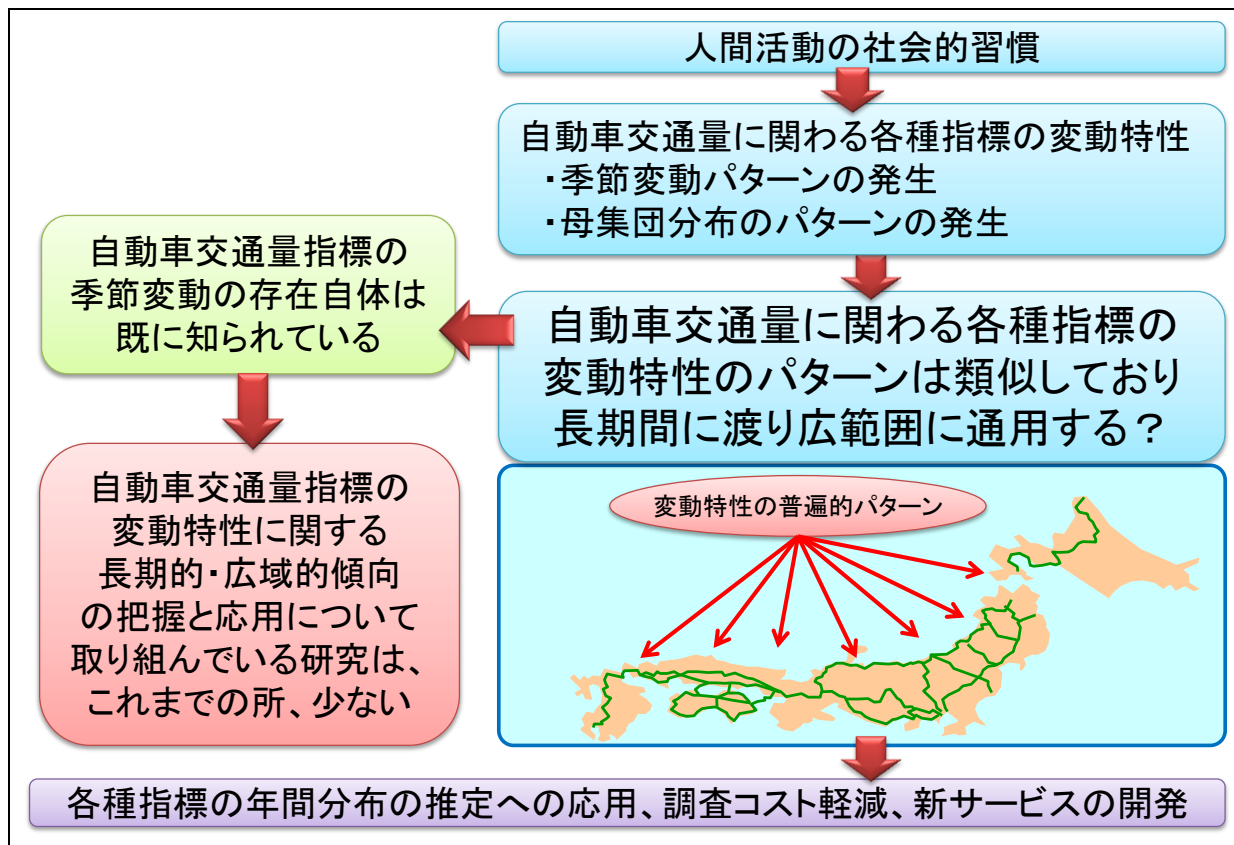


図 1.4 研究の動機

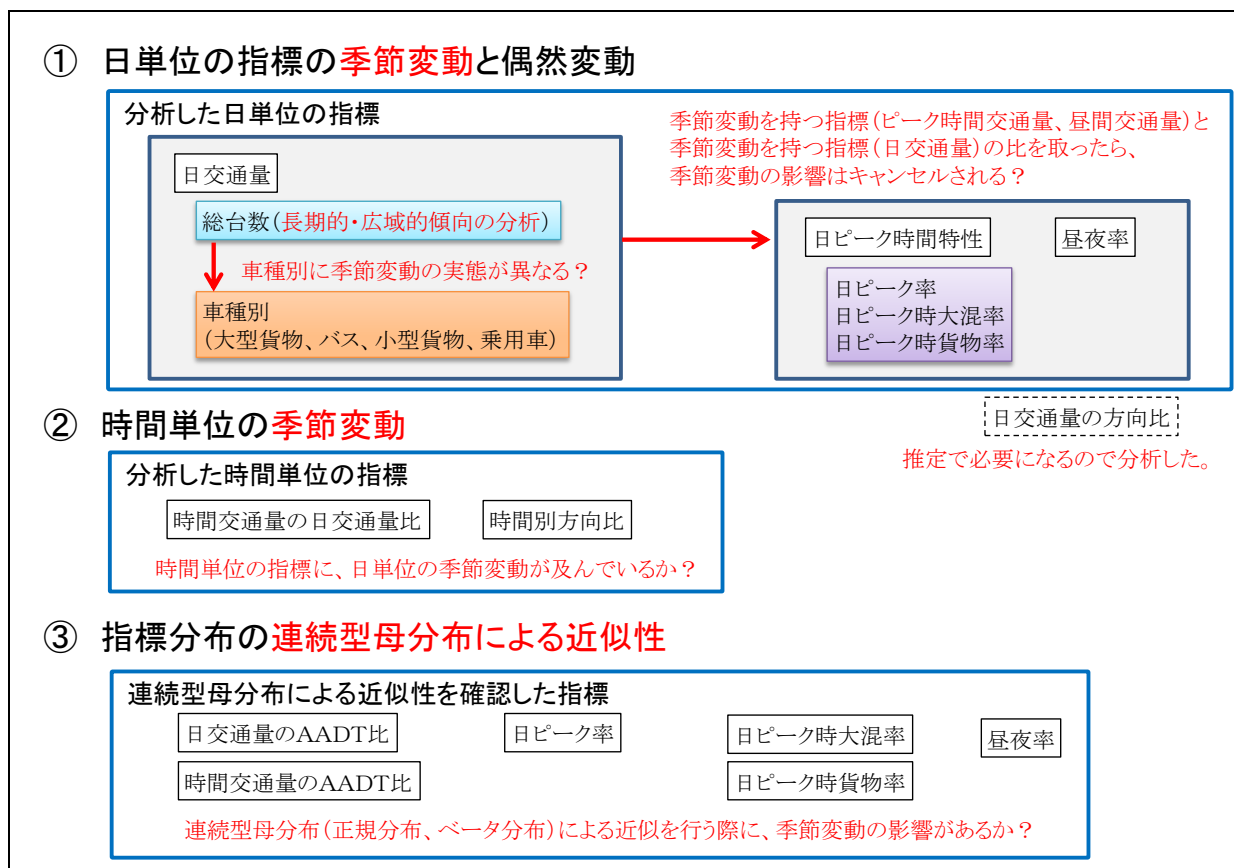


図 1.5 自動車交通量に関する指標の変動特性の構造的特徴を分析する上での着目点

1. 3 研究の意義

本研究では、自動車交通量の変動特性と、その変動特性を利用した自動車交通量各種指標の推定法を分析対象とするが、これら分析を行うことの意義すなわち、なぜこの研究が重要かについて以下説明する。

本研究の意義を、**図 1.6** に整理した。**図 1.6** の上段に整理した様に、現行の道路交通調査体系の中では、交通計画や道路設計を行う上で必要となる指標（年間平均日交通量や K 値、D 値、大型車混入率）を、限られた地点に設置されている交通量常時観測装置による観測値や、道路交通センサス、道路構造令に基づいて決定している。この現行の道路交通センサスは 5 年に一度、春季もしくは秋季の火・水・木曜日に実施されており、平均的傾向の把握に重点が置かれている。

しかし現在、道路交通センサスによって実施されている一般交通量調査は、道路交通政策の効果・効率の向上を図る上で、以下の様な問題を抱えている。

- 1) 先述した通り、道路断面における自動車交通量は周期的に変動することが以前から知られている[1.1][1.2]。道路断面における日交通量は日によって増減するが、例えば 1 年間サイクルもしくは 1 週間サイクルで、同じ増減パターンが繰り返し現れる。しかし道路交通センサスでは、秋季における平日と休日につき、それぞれ 1 日しか調査が実施されない^{*1}。必然的な結果として、道路交通センサスでは自動車交通の変動現象の実態を把握することができない。この点を**図 1.7** で説明すると、ある道路断面のある 1 日における自動車の交通量は、1 年間を周期とする月の変動と、1 月を周期とする週の変動と、1 週間を周期とする曜日の変動の波のうねりが合わさった結果として決まるが、現状の道路交通センサスは、このような変動現象の限られたスナップショットしか観測していないと言える。
- 2) 5 年に 1 度の周期で平日と休日につきそれぞれ 1 日しか調査されないが、その 1 日の調査結果に含まれている誤差要因は考慮されておらず、調査結果の統計的代表的値としての確からしさは保証されていない。また統計的代表的値としては確からしさの低い調査結果に、5 年間依存しなければならない。

自動車交通量の平均的状態の把握に重点を置き、変動現象を把握しないことは、いくつかの不都合をもたらす。例えば、交通量を元にして推計される環境負荷やエネルギー消費量の変動の実態を予測・推定することができず、また特定の月や曜日に発生する渋滞に向けた対策や料金施策といった、平均的でない交通状況に関わる施策の影響予測評価にも対応できない[1.3][1.4]。

このような従来の道路交通調査体系の問題を背景として、本研究では**図 1.6** の下段に整理した様に、交通量常時観測データに基づき、自動車交通量指標の変動特性（季節変動と連続型母分布による近似性）を分析する。そして自動車交通量指標の変動特性の長期的・広域的傾向に関する分析結果を利用して、年間平均日交通量や日単位・時間単位の各種交通指標の変動特性を反映した年間分布を推定する手法について検討する。本研究が提案する推定手法により、常時観測装置がなければ正確に把握することが難しい K 値、D 値、大型車混入率などの年間 30 番目時間交通量に関する指標も、より効率的に推定が行える可能性もある。このように自動車交通量に関わる各種指標・年間分布をより効率的で効果的に推定できる代替的手法を編み出すことを試みる点において、本研究の意義がある。

さらに変動特性を反映した日単位・時間単位の各種交通指標の年間分布の推定が可能になれば、各種施策の影響予測評価や、道路交通に関わる新サービスの開発にも応用することが可能になり、従来の道路交通センサスを中心とする道路交通調査が、変動特性が関係してくる問題に対応できないという問題点を克服出来る。この点において、本研究の意義がある。

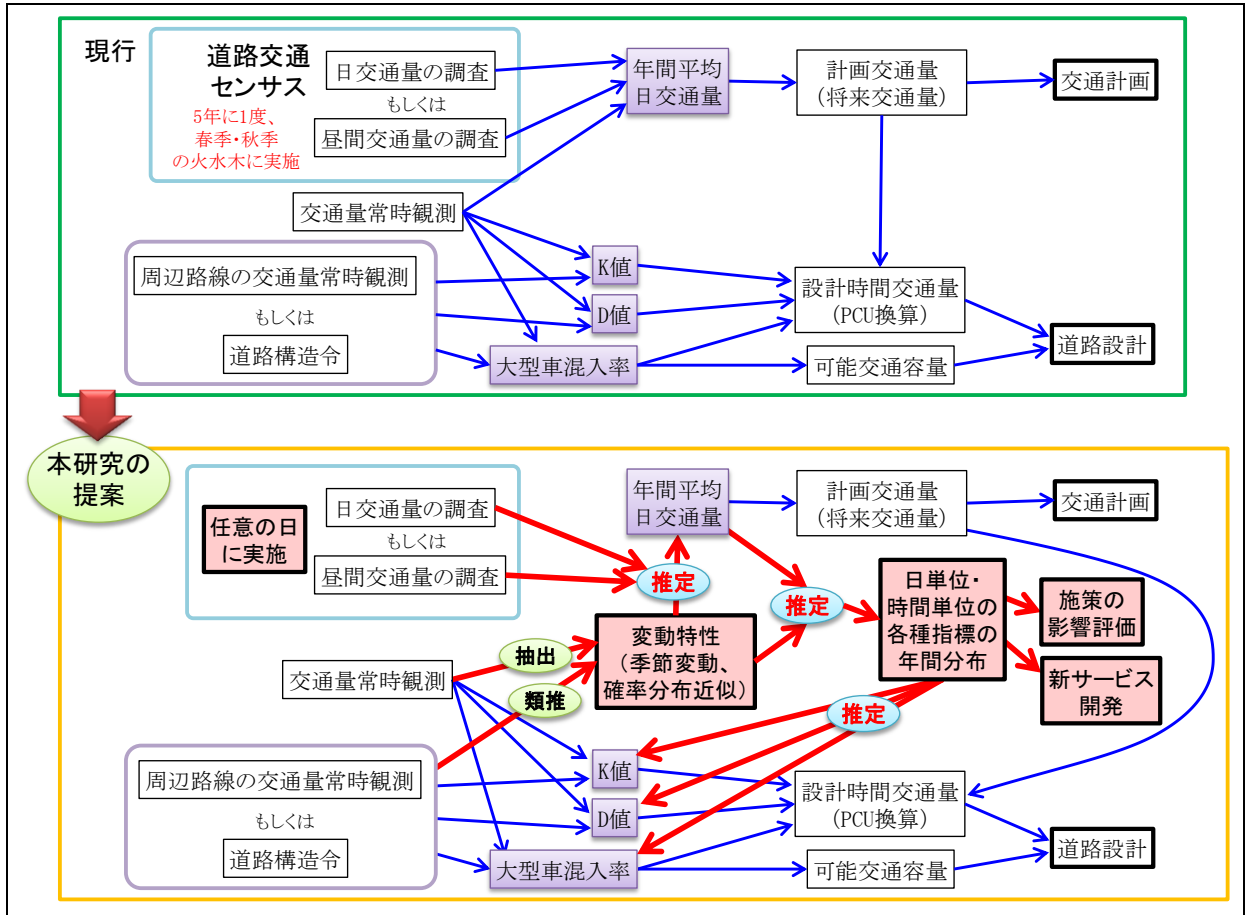


図 1.6 本研究の意義

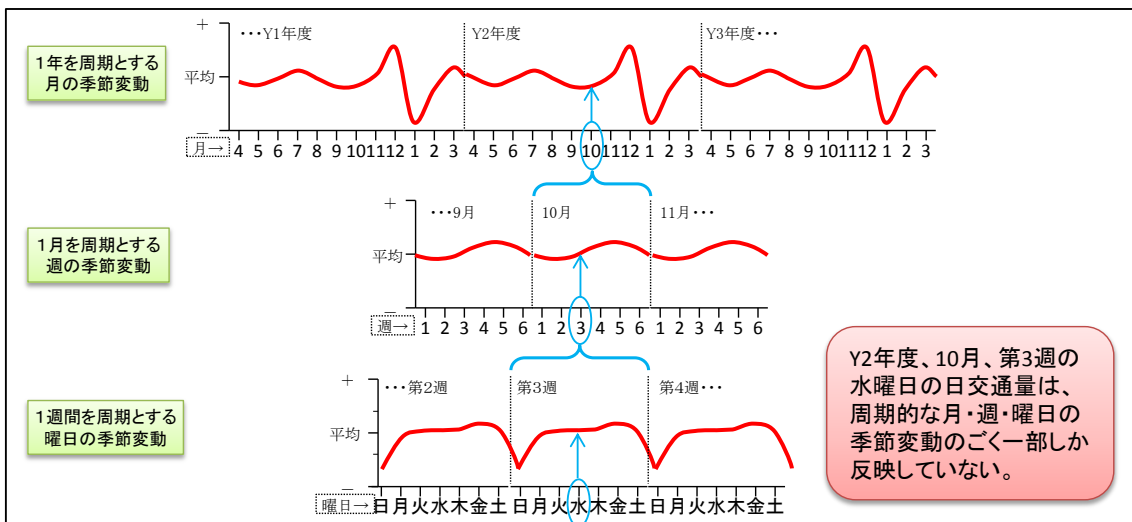


図 1.7 従来の一般交通量調査の問題点

1. 4 研究の背景

1. 3節で述べたように、本研究では自動車の交通量調査の抱える問題に焦点を当てているが、このような本研究の背景には、日本の社会経済情勢が抱える課題がある。すなわち日本の社会経済は、情報化、高齢化、環境とエネルギーの調和意識の高まりや、公共コスト縮減に対する社会的要請の波を迎えている。このような社会経済情勢の中で、日本国土内の社会経済活動基盤整備の要となる道路交通政策は、より一層の効果と効率を求められてきている[1.5]。

道路交通政策は、道路交通統計を基礎的な判断材料として立案・評価されるが、この道路交通統計の一次情報を確保するための手段こそ、交通調査に他ならない。すなわち効率的・効果的な道路交通政策のためには、まず政策上の判断材料を提供する交通調査の改善が大前提となる。交通調査が重要な役割を果たす具体的な場面には、道路計画、道路整備効果評価、交差点計画、道路交通安全計画、渋滞対策、交通情報計画、交通施設計画、地域・地区計画、道路環境計画、交通規制・運用などが挙げられる。また最近、施策の影響評価のために実施されている社会実験においても交通調査が不可欠となっている[1.6]。表 1.1 に道路交通計画と交通調査の関係^{※2}を示す[1.6]。

日本で実施されている道路交通調査にはいくつかの種類が存在するが^{※3}、本研究では道路交通調査の中でも、とりわけ自動車に関わる道路交通調査に焦点を当てる。自動車類の交通量調査は、道路の計画や設計、交通の管理・運用等における最も基本的な調査である[1.6]。日本においては、全国道路・街路交通情勢調査（通称「道路交通センサス」）の中の一般交通量調査において、自動車道路交通に関する調査が実施されている^{※4}。道路交通センサスは、5年に一度の周期で全国一斉に実施される。

直近に実施された平成 22 年度の道路交通センサスでは、近年、国土交通省により調査内容が見直されており、従来のやり方からの大きな変更点がいくつか見られた。変更の一つとして、自動車に関わる道路交通調査は、交通量常時観測装置や可搬式トラフィックカウンターなどの機械による調査を基本として実施されることとなった[1.7][1.8]。

表 1.1 道路交通計画と交通調査の関係^{※2}

	交通量調査	速度調査	渋滞状況調査	交通現象調査	交通容量調査	事故調査・事故分析	経路調査	駐車調査
道路計画	◎	○	◎		○	△	△	
道路整備効果（供用後）	◎	○	○			○	△	
交差点改良計画	◎		○	○	○	◎		○
安全対策	△	○		○		◎		△
渋滞対策	◎	○	◎	○	◎		△	△
休憩施設計画（SA、道の駅）	◎		△			△	△	○
交通施設計画	◎		△			△		○
地域・地区計画	◎		◎		△	○	△	○
沿道環境対策	◎	◎	△					
交通規制計画	◎	◎	○		○	◎	△	○
バリアフリー	◎					○		
道路維持管理	◎	○						

※ ◎：実施すべき調査（データ）、○：望ましい調査、△：必要に応じ調査

ところで本研究の背景には、近年の日本の情報化に伴い浮上してきている社会的課題も挙げられる。近年、より安全でより快適な自動車運転を実現するため、自動車メーカーを筆頭とする民間部門により、双方向通信型カーナビをはじめとする高度な車載装置が普及されつつある[1.9]。一方で、国土交通省を筆頭とする公共部門により、カーナビを通じて経路案内や安全運転支援を提供する ITS スポットの全国普及が進められている[1.10]。更に、今や民間部門では通信機能を搭載した車載装置を通じて情報を収集するだけでなく、ITS 基盤と連携した双方向通信により次世代型の運転支援サービスやインフォテイメントをドライバーに提供することが課題となっており、日々、新サービスの開発に向けて取り組まれている。こうした背景を受けて、常時観測装置などを通じて蓄積されたビッグデータ（膨大な情報）を、従来の道路交通政策だけに活かすのではなく、双方向通信型車載装置などとの連携も模索しつつ、交通量常時観測データから価値のある情報を抽出し、より良い道路交通サービスを開発するために活用することも重要な課題となっている。本研究は常時観測データに基づいて自動車交通量指標の変動特性を分析するが、その分析と並行して、「ビッグデータ活用」という社会的課題に対して有益な解決策を提示することも、本研究の使命と考えている。

1. 5 本論文の構成

本論文では、まず次の**第2章**で、本研究が取り組む問題と解決方法について先行研究の到達点を踏まえながら説明する。続く**第3章**、**第4章**では、常時観測装置による道路断面の自動車交通データに基づいて、自動車交通量に関する各種指標の季節変動について分析を行う。さらに**第5章**では、常時観測装置による道路断面の自動車交通データに基づいて、自動車交通量指標を確率変数とみなした際の連続型母分布への近似性を確認する。その上で**第6章**では、本研究が提案する自動車交通量指標の推定手法について説明し、その提案手法の有効性を確認するためにいくつかの事例分析を行う。そして最後の**第7章**で、本研究の到達点を総括するとともに、今後の課題を明らかにしたい。

章末補足

※1 一般に年間の平均的な交通量を把握するための交通量調査は、5月下旬～7月上旬、または9月下旬～11月上旬の火～木曜日に実施するとされている[1.6]。

※2 [1.6]に掲載されている表をそのまま転載した。

※3 日本における道路交通に直接関連する統計調査には、以下の5種類が挙げられる[1.5]。

- ① 自動車輸送統計調査
- ② 全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）
- ③ 幹線旅客純流動調査
- ④ 全国貨物純流動調査
- ⑤ パーソントリップ調査

※4 全国道路・街路交通情勢調査（「道路交通センサス」）には、大雑把に分けて以下の3つの調査項目が含まれている[1.5]。

- ① 一般交通量調査
- ② 自動車起終点調査
- ③ 駐車場調査

①の一般交通量調査の中では、道路状況調査、交通量調査、旅行速度調査が行われる。その交通量調査の中では、調査区間の代表断面における以下の各モードの交通量観測が行われる[1.5]。

- a. 歩行者
- b. 自転車
- c. 動力付き二輪車
- d. 自動車8車種

第2章 取組む問題と解決方法

2.1 本章の概要

本章では、まず本研究が取組む問題に関連する先行研究の概要を整理する。その後、本研究が取組む問題をより詳細に説明した上で、その問題に対して提案する解決方法の概要について、先行研究を踏まえながら説明する。そして本章では最後に解決方法の検討手順について説明する。

2.2 先行研究の概要

第1章で述べた様に、本研究は、全国道路・街路交通情勢調査（以下「道路交通センサス」と呼ぶ）が抱える問題を背景として見据え、交通量常時観測データに基づいて自動車交通量の変動特性を分析し、その変動特性を利用した推定法を検証することを通じて、自動車交通量の変動特性の応用可能性を検討する。

本研究に関わる先行研究の概要を表2.1に整理した。以下、その概要を述べる。

表 2.1 先行研究の概要

先行研究	目的	概要
飯田他 1981	交通変動を分析	高速道路 IC の 21 か所の1年間のデータを分析。 月変動が強いと指摘。 → 1年間なので長期に渡る季節変動パターンの分析がなされていない。
鹿島他 1998	日本国内の道路交通 関連調査の網羅と、 問題点の整理	道路交通センサスでは、変動を把握できない点を指摘。
鹿島他 1999	交通量の月・週・曜日の 周期変動と偶然変動の 分析	本研究と同じ東京都一般幹線道路22か所、1年間の常時観測データを分析。 曜日の季節変動が似通っている点を提示。 → 1年間なので長期に渡る季節変動パターンの分析がなされていない。
鹿島他 2000	交通量の月・週・曜日の 周期変動と偶然変動の 分析	首都高速道路の2か所、17年間のデータを分析。 季節変動と偶然変動を用いて日交通量を再現することが可能である点を提示。 → 2か所なので、異なる道路断面間の類似性の分析がなされていない。
蛭坂 2001	交通量の月・週・曜日の 周期変動の分析	一般幹線道路2か所、1年間の常時観測データを分析。 季節変動を用いた予測誤差が数%となる結果を提示。 → 1年間なので長期に渡る季節変動パターンの分析がなされていない。
河野他 2010	常時観測データを利用した 隣接区間の交通量の年間 分布の推定	推定精度が日交通量の変動幅より小さくなる結果を提示。 → 季節変動パターンの分析と活用がなされていない。
河野他 2011	常時観測データの欠損値補完 と異常値検出の手法を検討	→ 季節変動パターンの分析と活用がなされていない。

現状の道路交通センサスが抱える問題点に取り組んだ研究として、本研究は初めてのものではなく、表 2.1 に掲載した鹿島他 1998[1.5]、鹿島他 1999[2.1]、鹿島他 2000[2.2]、河野他 2010[1.3] が挙げられる。

鹿島他 1998 は、道路交通統計の改善を行うことを目的としており、道路交通統計に関して日本国内で実施されている主要調査とその調査内容を列挙し、問題点を整理した上で諸々の提言を行っている。そしてその中で、現行の道路交通センサスでは交通量変動やその変動要因について把握することができない点を問題として指摘している。またそれに続く鹿島他 1999、鹿島他 2000 は、実際に観測された交通量データを分析して、交通量の季節変動特性と偶然変動特性の影響度合いを把握することに取り組んでいる。鹿島他 1999、鹿島他 2000 による季節変動特性の分析については次節でも言及する。

また河野等 2010 は、交通量の年間変動は大きく、渋滞状況も日々刻々と変化しているにもかかわらず、道路交通センサスでは 1 日の調査により得られたデータしか入手できず、渋滞時や料金施策時などの特殊な状況には対応できない点を問題として指摘した上で、調査コストを抑えつつ広域的かつ効率的に交通量の日変動を算定する手法を提案し、手法を評価するために事例分析を行っている。

ところで、本研究と同様に交通量常時観測データに基づいて分析を行っている研究としては、先述した鹿島他 1999、河野他 2010 に加えて、表 2.1 に掲載した蛭阪 2001[2.3]、河野等 2010[1.3]、河野等 2011[2.9] が挙げられる。

鹿島他 1999 では、一般道路の交通量常時観測データを分析し、日単位および時間単位の季節変動特性を抽出し明らかにしている。また蛭阪 2001 では一般道路の車両感知器により収集されたデータを分析し、月や曜日の季節変動を含むいくつかの変動特性を抽出し明らかにした上で、これら変動特性を利用した交通量予測手法を提案している。蛭阪 2001 による季節変動特性の分析については次節でも言及する。

一方で、表 2.1 に掲載した河野他 2010 では、交通量常時観測データを用いて、常時観測されていない隣接区間の日交通量の変動を推定することを試みており、推定精度が日交通量の変動幅よりも小さいことを示している。しかし非観測区間の交通量推定は、常時観測地点に関連する交差点の流入入交通量を加減算することを基本として行われており、季節変動特性は利用されていない。またそれに続く河野他 2011 では、交通量常時観測データに基づき、これらデータに含まれる日交通量及び時間交通量の欠損値を補完し、異常値を特定する手法について検討している。しかし欠損値補完や特異値特定を行う際に、過去の月間・年間の平均値を利用しており、ここでも季節変動特性は利用されていない。

2. 3 本研究が提案する解決方法の概要

本研究では、第1章でも述べたように、道路交通センサスにおける道路断面交通量調査が抱える問題に 대응する上で、自動車交通量に関わる季節変動と連続型母分布による近似性に着目しその利用可能性を模索する。このことは交通量に関わる普遍的な統計的特性の利用可能性を模索することを意味する。ここで「交通量に関わる」と分析範囲を限定するのは、本研究ではもっぱら交通量により値の大小が決定される指標の分布推定に焦点を当てて分析を行っており、「速度」は直接的には分析対象には含めていないためである。以下、季節変動と連続型母分布による近似性に着目する理由について、順番に説明する。

2. 3. 1 季節変動

ありとあらゆるデータは、メタデータとしてタイムスタンプを持つため、時系列データになりうるが、自動車交通に関わるデータもその例外ではない。そして時系列データが時刻によって変動する様が時系列変動である。

時系列変動にはいくつかの種類があり、それらを図2.1に整理した[2.4]。図2.1に示す通り、時系列変動は、大きく分けて傾向変動と定常変動に分けられる[2.4]。前者の傾向変動は長期的変動を伴う時系列変動であり、後者の定常変動は長期傾向変動を除去した後の時系列変動、もしくは初めから長期傾向変動を伴わない定常的な時系列変動である[2.4]。定常変動は、さらに循環変動と季節変動と偶然変動に分類することができる[2.4]。

定常変動の中の季節変動とは、通常、周期1か年以内の周期における波状変動を指し、自然現象（四季の変化）や社会的習慣などが原因となって発生すると考えられる[2.4]。岸根 1968[2.4]の中では、周期期間が1か月、1週間、または1日などの確定周期の変動も、季節変動に含まれるとされており、本研究もこの定義に倣っている。

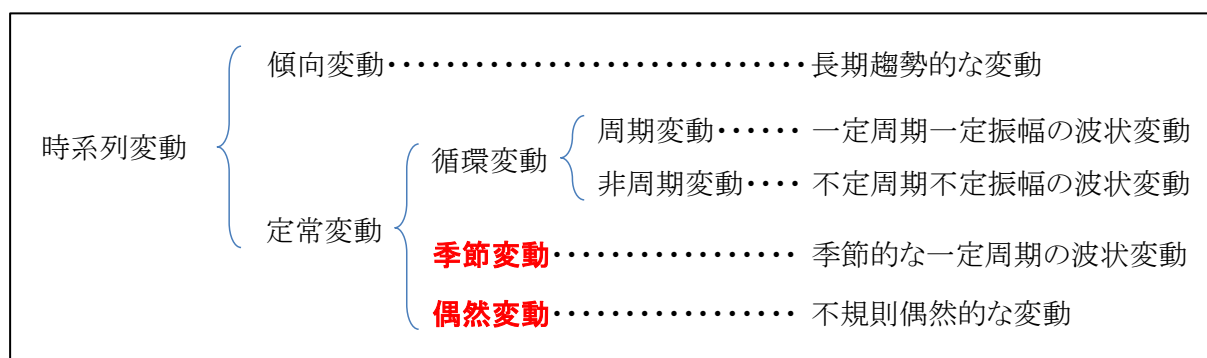


図 2.1 時系列変動の分類^{※1}

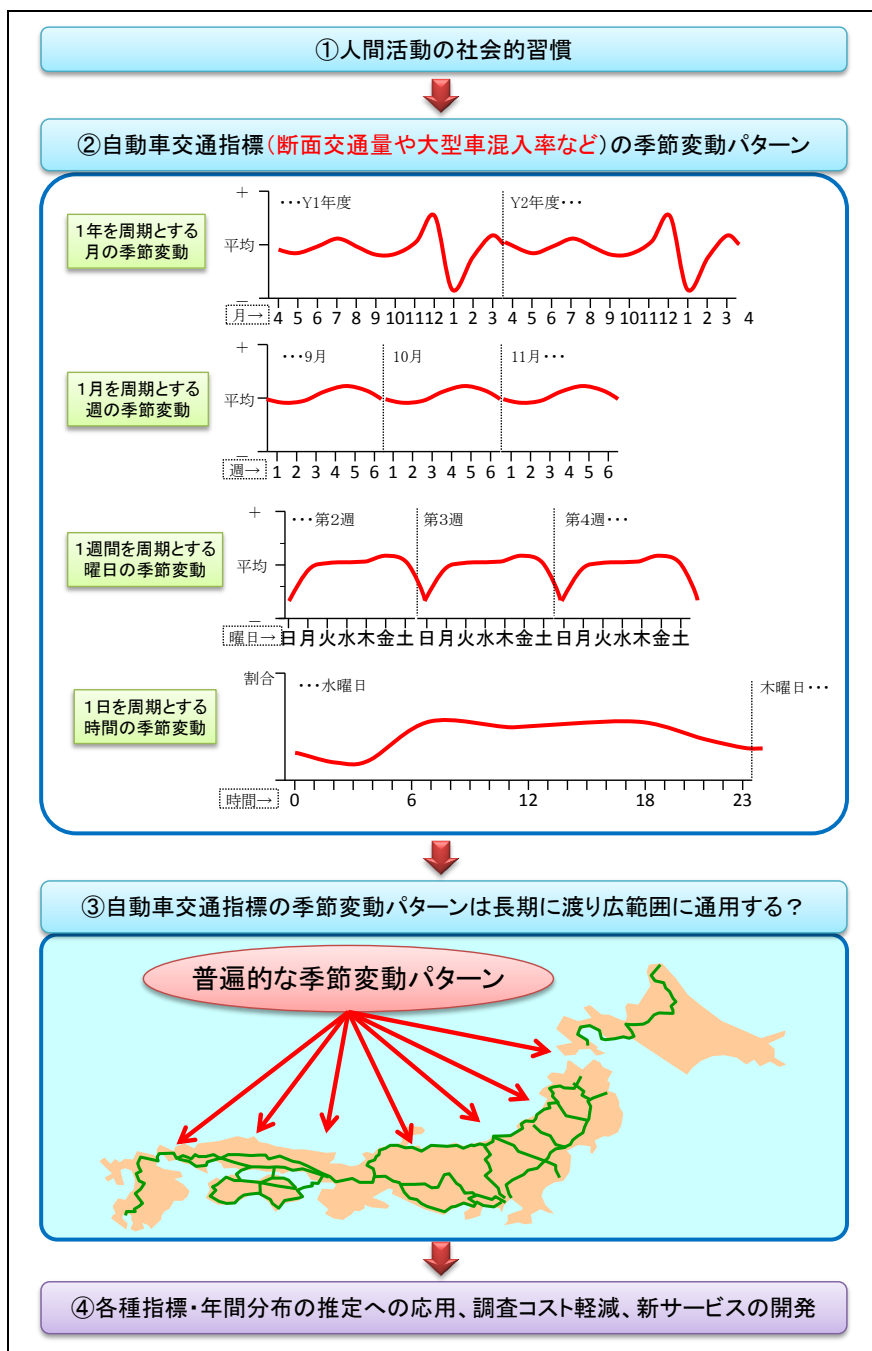


図 2.2 季節変動を活用した問題解決の見通し

本研究は、現行の道路交通センサスが抱える問題を解決する手法を検討する上で、交通量に関わる時系列変動の内の季節変動の活用可能性にとりわけ着目する。その理由は、季節変動を活用することによりその問題を解決できる可能性があるためである。図 2.2 に季節変動を活用した問題解決の見通しを示す。以下、図 2.2 に沿って、問題解決の見通しを具体的に説明する。

- 1) 道路断面における自動車交通量は周期的に変動し、1年間サイクルもしくは1週間サイクル等で、同じ増減パターンが繰り返し現れることが以前から知られている[1.1][1.2]。これらの周期変動は季節変動とみなすことができる(図 2.2 の②)。

- 2) 自動車交通は移動の基本的手段であり、社会的活動の根幹をなす営みであるため、社会的習慣の影響を受けて自動車交通現象に季節変動が生じるのは必然と考えられる（**図 2.2 の①から②**）。しかるに社会的習慣は時間的・空間的にそうそう変化するものではないため、自動車交通の季節変動には、長期にわたり広域的に確固として通用する共通の特性が見られても不自然ではない。つまり 1) で述べた道路断面における自動車交通量の季節変動パターンは、道路断面ごとに全然違う傾向を示すものではなく、長期にわたり広域的に共通な季節変動パターンが存在する可能性が高い（**図 2.2 の③**）。
- 3) 仮に自動車交通量の季節変動パターンについて、準普遍的なもの、すなわち長期にわたり広域的に確固として通用する共通のものが存在し把握することができるとするなら、その季節変動パターンをそのまま任意の調査対象区間に適用することにより、従来の道路交通センサスが自動車交通量の変動現象を把握できないという問題点を克服できるかもしれない（**図 2.2 の④**）。
- 4) さらに自動車交通量についての準普遍的な季節変動パターンを活用することにより、各種指標の年間分布の推定や、道路交通政策立案のため必要となる調査コストを軽減することが可能となるかもしれない。別の言い方をすると、従来の調査と同等のコストか、もしくはそれ以下のコストで、従来よりも豊富な情報を得ることが可能になり、ひいては新サービス開発に応用出来るかもしれない（**図 2.2 の④**）^{※2}。

2. 3節の冒頭でも述べたが、季節変動を交通量に関わるものに限定する理由は、本研究では自動車の速度を分析対象に含めず、もっぱら交通量の分布推定に重点を置くためである。道路断面における自動車交通量の季節変動に関連する先行研究としては、前節でも言及した**鹿島他 1999**[2.1]、**鹿島他 2000**[2.2]、**蛭阪 2001**[2.3]に加えて、**飯田他 1981**[2.5]が挙げられる。以下、それぞれの概要を整理する。

まず最も先行している**飯田他 1981**では、高速道路インターチェンジ流出入交通量を対象として分析を行っており、曜日の季節変動が大きな地点において、曜日の季節変動の周期性が見られることを示し、この周期性は月の季節変動と週の季節変動を取り除いた月間週間除去交通量でより強く表れていることを明らかにしている。また多くの調査地点で月の季節変動が最も大きく、次いで曜日の季節変動が大きいことを明らかにしている。月の季節変動が最大であるのは、春、夏、秋の行楽期に交通量が集中し、冬季の雪の影響で交通量が減少するといった対象道路独特の利用形態と深く関わっていると考察されている。一方で一部の調査地点では、後背地（温泉地）の影響で曜日の季節変動が大きくなっているとも分析している^{※3}。もっとも**飯田他 1981**では1年間分のデータしか利用されていないため、長期間に渡る季節変動パターンについては分析されていない。また季節変動パターンの応用については取り組まれていない。

鹿島他 1999は、東京都内一般幹線道路断面 22 か所における1年間分の自動車交通量常時観測データを用いて、月、週、曜日の季節変動と偶然変動について分析を行っている。結果として、調査対象とした 22 か所の道路断面において、曜日の季節変動量が似通ったパターンを示していることを明らかにしている^{※4}。**鹿島他 1999**でも1年間分のデータしか利用されていないため、長期間に渡る季節変動パターンについては分析されていない。また季節変動パターンの応用についても取り組まれていない。

一方、鹿島他 2000 は、首都高速道路の 17 年間分の日交通量データを用いて、月、週、曜日の季節変動と偶然変動について分析を行っている。鹿島他 2000 は、調査道路断面数が限られているものの、初めて長期に及ぶ日交通量データに基づいて季節変動を分析している研究である。鹿島他 2000 は、月の季節変動（つまり年間平均日交通量からの偏差）が 12 月と 1 月の間で最も大きくなり、8～11 月の間では小さくなることを示している。また月、週、曜日のいずれの季節変動についても、年度間で強い正の相関が見られ、同様の変動が毎年見られることを示している。曜日の季節変動については、月曜日を減少ピークとして金曜日にかけて単調増加していく傾向があることを示している。また季節変動特性係数と偶然変動の乱数を用いた日交通量の推計を行っており、季節変動と偶然変動を用いて日交通量を再現することが可能であることを示している^{※5}。

一方の蛭阪 2001 では、月と曜日の季節変動を調査しており、対象道路断面において、曜日の季節変動が土曜日を頂点とした右肩上がりの変動になることを示している^{※6}。蛭阪 2001 でも 1 年間分のデータしか利用されていないため、長期間に渡る季節変動パターンについては分析されていない。また 2.2 式を利用した交通量予測を行っており、結果として予測誤差 2～3%の精度を得ている^{※7}。

ところで先述した通り、季節変動は定常時系列変動の一種であるため、季節変動を把握するに当たり、長期的傾向変動の影響を除去する必要がある。この点については本稿第 2. 4 節で検討する。

2. 3. 2 連続型母分布による近似

世の中のありとあらゆる現象は、確率的事象と考えることができる。確率的事象の特徴を表すデータは確率変数であり、確率的事象の特徴値は、何らかの確率分布に従って母集団分布の候補値の中から確率的に選ばれると考えることができる。自動車交通に関わる現象もその例外ではなく確率的事象である。そして自動車交通に関わる統計指標は確率変数であり、何らかの確率分布に従って、母集団分布の候補値の中から確率的に選ばれると考えることができる。

母集団分布は、大きく離散型母分布と連続型母分布に分けることができる。前者は確率変数が一定値域内において離れた値を取るものに対応しており、代表的なものとしては二項分布やポアソン分布などが挙げられる。後者は確率変数が一定値域内において連続した値を取るものに対応しており、代表的なものとしては正規分布やベータ分布などが挙げられる[2.6]。

本研究では、現行の道路交通センサスが抱える問題を解決する手法を検討する上で、自動車交通量に関わる現象の連続型母分布による近似性に注目する。図 2.3 に連続型母分布による近似を活用した問題解決の見通しを示す。以下、図 2.3 に沿って、問題解決の見通しを具体的に説明する。

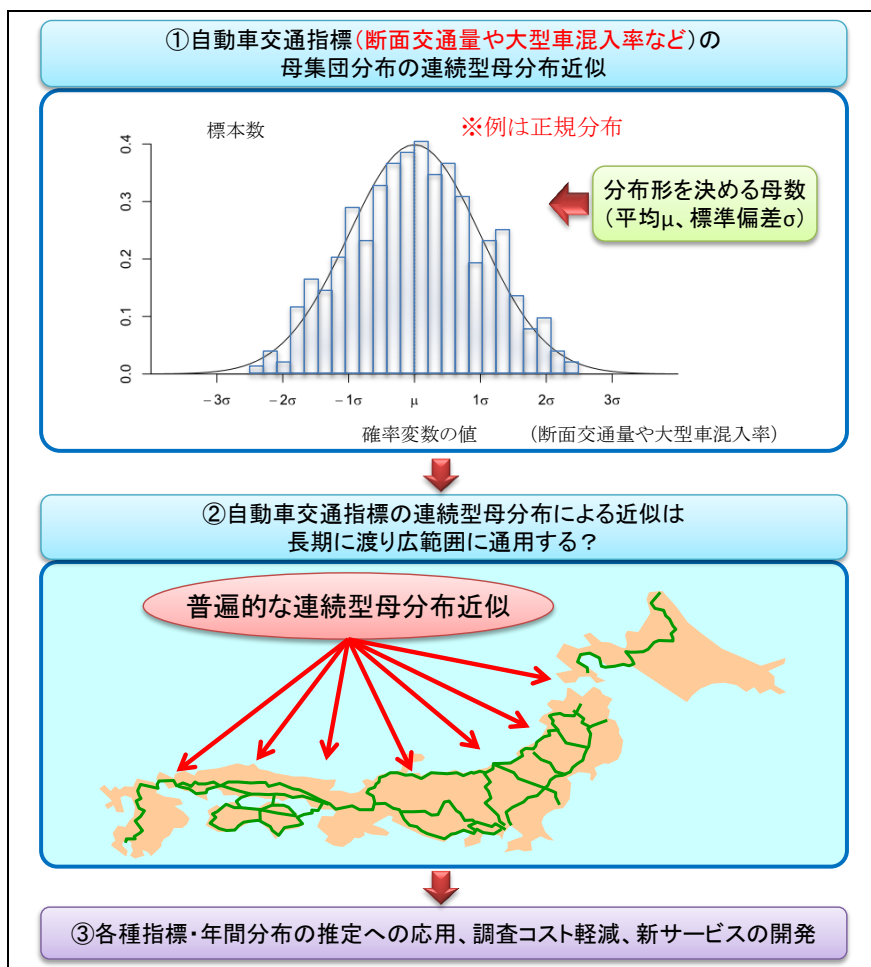


図 2.3 連続型母分布による近似を活用した問題解決の見通し

- 1) 自動車交通に関わる何らかの指標の母集団分布を、何らかの連続型母分布により近似することを考える (図 2.3 の①)。その時の母分布に関して、長期にわたり広域的に通用する共通の母数が存在し把握することができるとするなら (図 2.3 の②)、その連続型母分布の平均や分散などの母数を活用することにより、従来の道路交通センサが自動車交通量の変動現象を把握できないという問題点を克服できるかもしれない (図 2.3 の③)。
- 2) さらに自動車交通量指標に関する準普遍的な連続型母分布による近似を活用することにより、各種指標および年間分布の推定や、道路交通政策立案のため必要となる調査コストを軽減することが可能となるかもしれない。別の言い方をすると、従来の調査と同等のコストか、もしくはそれ以下のコストで、従来よりも豊富な情報を得ることが可能になり、ひいては新サービス開発に応用出来るかもしれない (図 2.3 の③) ^{※8}

自動車交通現象の連続母分布への近似性に関する先行研究としては、先に言及した飯田他 1981[2.5]において、交通量の正規分布性についても検定 (ピアソンの χ^2 検定) が行われており、全ての季節変動を取り除いた修正不規則交通量に関して、殆どの調査地点で正規分布に適合していること (危険率 5% で帰無仮設「傾向変動が無視できる場合、交通量変動は正規分布に従う」が棄却されないこと) を明らかにしている。また鹿島他 2000[2.2]では、季節変動を取り除いて求められる偶然変動が正規分布に適合するとしている。

2. 4 本研究が提案する解決方法の検討手順

本研究では、先の2. 3節で述べた通り、道路交通センサにおける道路断面交通量調査が抱える問題に 대응するために、【季節変動】と【連続型母分布による近似性】を交通現象に関する普遍的な統計的特性であると仮定した上で、各種指標の年間分布の推定法への応用可能性に着目する。本節では以下、それら統計的特性を応用する手順について、より具体的に説明する。

2. 4. 1 季節変動の応用

本研究では、道路断面における自動車交通量を時系列データとして扱い、その季節変動パターンを分析し、各種指標の年間分布の推定法への応用可能性を模索し、道路交通センサが抱える問題の克服を目指す。しかしその際には、元の時系列データから季節変動パターンを抽出する手順がまず問題になる。また季節変動パターンを抽出する際には、季節変動が自動車交通量に及ぼす影響を定式化し、その式に沿ってパターンを抽出することが望ましい。季節変動を定式化しパターン抽出できたとしたら、次にはその情報をどのように活用して、道路交通センサが抱える問題に応用するかということが問題になる。

以下、まずは季節変動を定式化しパターン抽出する方法について先行研究の手法を踏まえながら、本研究の方針を述べ、次に定式化し抽出された季節変動パターンを応用する方法について本研究の方針を述べる。

2. 4. 1. 1 日単位の季節変動の定式化とパターン抽出

季節変動の定式化とパターン抽出において関連する先行研究としては、先でも言及した鹿島他1999[2.1]、鹿島他2000[2.2]、蛭阪2001[2.3]が、自動車日交通量に関する季節変動の数式化を試みている^{※9}以下、順に概要を整理する。

鹿島他1999および鹿島他2000では、道路断面における自動車日交通量の時系列変動を以下のように定式化している。

$$Q_{i,j,k} = u + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{i,j,k} \quad (2.1)$$

$Q_{i,j,k}$	月 i 、週 j 、曜日 k の日交通量。
u	年平均日交通量。
α_i	月 i の変動量。年平均日交通量に対する偏差。 「月 i の平均日交通量－年平均日交通量」により求める。 また、 $\sum_i \alpha_i = 0$ である。

β_j	週 j の変動量。年平均日交通量に対する偏差。 $\frac{1}{12} \sum_i (\text{月 } i \text{ 週 } j \text{ の平均日交通量} - \text{月 } i \text{ の平均日交通量})$ により求める。 また、 $\sum_j \beta_j = 0$ である。
γ_k	曜日 k の変動量。年平均日交通量に対する偏差。 $\frac{1}{12} \sum_i (\text{月 } i \text{ の } k \text{ 曜日の平均日交通量} - \text{月 } i \text{ の平均日交通量})$ により求める。 また、 $\sum_k \gamma_k = 0$ である。
$\varepsilon_{i,j,k}$	偶然変動量。年平均日交通量に対する偏差。 日々の交通量から、上の月変動量、週変動量、曜日変動量を除いて求める。 また、 $E[\varepsilon_{i,j,k}] = 0$ である。

2.1 式では、日交通量が年間平均日交通量を基準として季節変動ならびに偶然変動するものとして表現している。また 2.1 式では、季節変動と偶然変動が、年間平均日交通量に対して加減算される差分交通量とみなされている。2.1 式の長所は、日交通量全体の変動を、月・週・曜日という異なる周期の季節変動と偶然変動の和として表しており直感的に理解しやすい点と、季節変動及び偶然変動を車種別に分解することが出来る点である。なお 2.1 式の問題点としては、季節変動の影響が絶対値として扱われているため、長期的な傾向時系列変動や、道路断面特有の社会的・道路構造的特性が変動に及ぼす影響を、季節変動から分離することを考慮しておらず、そのままでは季節変動の特性を異なる時点間や異なる地点間で比較できないことが挙げられる。

一方、蛭阪 2001 では道路断面における自動車の日交通量の時系列変動を以下のように定式化している。

$$d = d_A \cdot d_m \cdot d_w \cdot d_d \cdot d_h \quad (2.2)$$

d	予測交通量。
d_A	年平均日交通量。
d_m	月特性。 該当月の交通量平均値を年平均日交通量で除した値。
d_w	曜日特性。 該当曜日の交通量平均値を年平均日交通量で除した値。
d_d	日特性（十五日、月初め、月末など）。 該当日の交通量平均値を年平均日交通量で除した値。
d_h	連休特性（特異日特性）。 該当日の交通量平均値を年平均日交通量で除した値。

2.2 式でも、2.1 式と同様に日交通量が年間平均日交通量を基準として季節変動するものとして表しているが、2.2 式では、季節変動による交通量の増減差分を、年平均日交通量に対する比により表現している点が異なる。年平均日交通量に、長期的な傾向時系列変動の平均的影響や道路

断面特有の社会的・道路構造的特性からくる平均的影響が集約されていると仮定するならば、2.2式は比により季節変動を表現している点で、長期的な傾向時系列変動や道路断面固有の特性からくる影響をある程度、除去できていると考えることができる。なお2.2式の問題点としては、日交通量の全変動が、年間平均日交通量と周期の異なる季節変動係数の掛け算として求められるとしているため、周期の異なる季節変動の影響割合、すなわち全変動に対してどの程度の影響を及ぼしているのかを要因ごとに分離することが出来ず、直感的に理解し辛いことが挙げられる。ところで2.2式では偶然変動が組み込まれていないが、係数を増やして偶然変動を組み込むことも可能である。

本研究でも上述の先行研究に倣い、自動車日交通量を含む各種の日単位指標の定式化により、季節変動を表現するものとする。そしてその際には、上記の2.1式と2.2式を組み合わせた以下式を採用することにする。

$$X_{y,m,w,dw} = m_y \cdot (1 + \alpha_{y,m} + \beta_{y,w} + \gamma_{y,dw} + \varepsilon_{y,m,w,dw}) \quad (2.3)$$

$X_{y,m,w,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、 m 月、第 w 週、 dw 曜日の値。
m_y	対象となる自動車交通量指標の y 年の年間平均値。
$\alpha_{y,m}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、 m 月の季節変動特性係数。
$\beta_{y,w}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、第 w 週の季節変動特性係数。
$\gamma_{y,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、 dw 曜日の季節変動特性係数。
$\varepsilon_{y,m,w,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、 m 月、第 w 週、 dw 曜日の偶然変動特性係数。

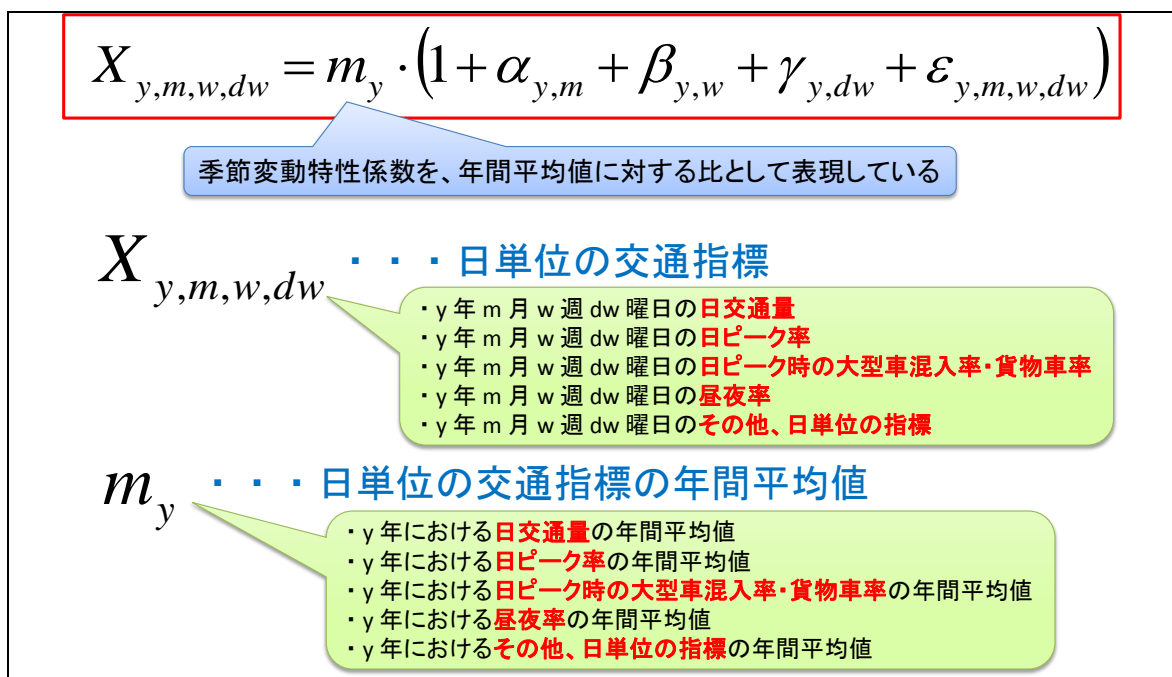


図 2.4 本研究が採用する季節変動と偶然変動の定義式の特徴

本研究が採用する2.3式の特徴を図2.4に整理した。2.3式において問題になっている変数 X は、自動車日交通量ではなく、より抽象的に「対象となる自動車交通量指標」としている。これは本研究が、日交通量だけでなく、ピーク時間交通量やピーク時間における大型車混入率、日交通量方向比、昼夜率など、他の自動車交通量指標についても2.3式を適用し、それらの時系列変動特性を分析し、道路交通センサスが抱える問題に対する利用可能性を模索しようと考えているからである。

また2.3式では、2.1式と同様「対象となる自動車交通量指標」が年間平均値を基準として季節変動ならびに偶然変動するものとして表現しているが、2.1式と異なるのは季節変動と偶然変動が、【「年間平均値に対する差分」の「年間平均値に対する比」】として表現されている点である。年平均日交通量に、その指標の長期的な傾向時系列変動の平均的影響や道路断面特有の社会的・道路構造的な特性からくる平均的影響が集約されていると仮定するならば、2.3式は比により季節変動と偶然変動の差分を表現している点で、長期的な傾向時系列変動や道路断面固有の特性からくる影響をある程度、季節変動特性係数から分離できていると考えることができる^{*10}。

ところで2.3式において「対象となる自動車交通量指標」には、年の添え字が付けられているが、これは多年度にわたる長期間の自動車交通量に関わる時系列変動特性を、年度別に分析することを前提としているためである。

各年における月、週、曜日の期間区分別の季節変動特性係数と偶然変動特性係数をどのようにして抽出するかも問題であるが、本研究では、次の計算式により求める。

$$\alpha_{y,m} = \frac{m_{y,m} - m_y}{m_y} \quad (2.4)$$

$$\beta_{y,w} = \frac{1}{n_{y,w}} \sum_m \left(\frac{m_{y,m,w} - m_{y,m}}{m_y} \right) \quad (2.5)$$

$$\gamma_{y,dw} = \frac{1}{n_{y,dw}} \sum_{m,dw} \left(\frac{X_{y,m,w,dw} - m_{y,m,w}}{m_y} \right) \quad (2.6)$$

$$\varepsilon_{y,m,w,dw} = \frac{X_{y,m,w,dw} - m_y}{m_y} - (\alpha_{y,m} + \beta_{y,w} + \gamma_{y,dw}) \quad (2.7)$$

m_y	対象となる自動車交通量指標の y 年における平均値。
$m_{y,m}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月における平均値。
$m_{y,m,w}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月、第 w 週における平均値。 第1週目 ($w=1$) の期間区分については、その週に含まれる前月最終週のサンプルも含めて平均値を計算する。 また最終週 ($w=5$ もしくは 6) の期間区分については、その週に含まれる翌月第1週のサンプルも含めて平均値を計算する。

$n_{y,m}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月におけるサンプル数。
$n_{y,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、第 w 週におけるにおけるサンプル数。 y 年における全ての月の第 w 週のサンプル数を合計したもの。
$X_{y,m,w,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月、第 w 週、 dw 曜日における値。

自動車の日交通量を例にとり、2.4式～2.6式に基づいて季節変動特性係数を推定する例を、**図 2.5** に示す。**図 2.5** から分かるように、月の季節変動特性係数であれば年平均からの偏差を、週の季節変動特性係数であれば月平均からの偏差を、曜日の季節変動特性係数であれば週平均からの偏差を、それぞれ計算して、その年間平均値に対する比を求めている。そして 2.7 式は、偶然変動特性係数が、各日の値について、2.4式～2.6式で求めた季節変動特性係数により説明できない誤差要因であることを定義している。**図 2.5** は日交通量についての例であるが、他の全ての日単位で得られる自動車交通量指標についても、同じ要領で季節変動特性係数と偶然変動特性係数が求められる。

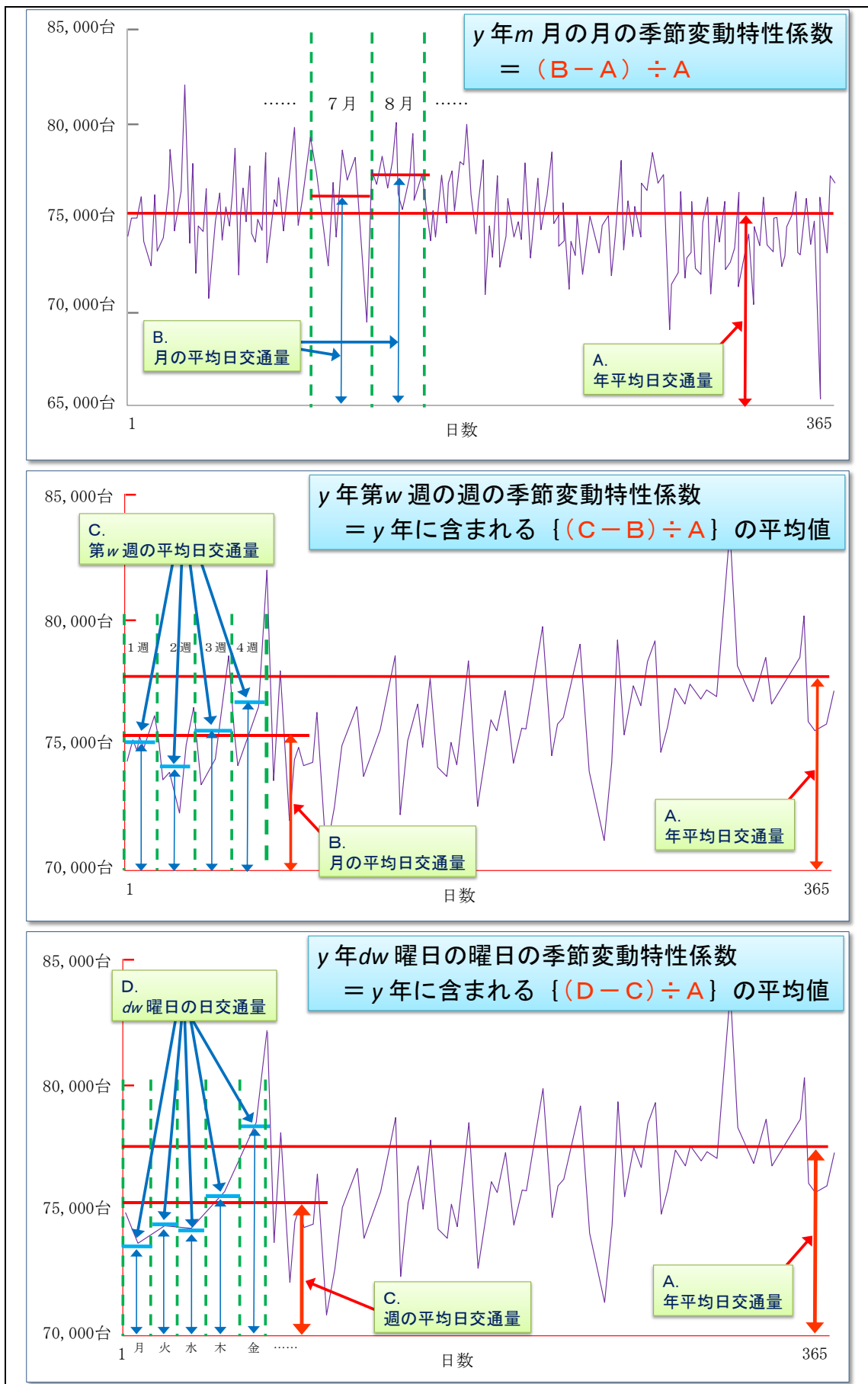


図 2.5 日交通量の季節変動特性係数の計算例

ところで季節変動特性係数の抽出式 2.4～2.6 は、その日単位の指標値が、車種別指標値の合計である場合には、2.1 式の場合と同様に車種別の係数に分解することも可能である。つまり、以下の式が成り立つ^{*11}。

$$\alpha_{y,m} = \sum_{vt} \left(\frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \alpha_{vt,y,m} \right) \quad (2.8)$$

$$\beta_{y,w} = \sum_{vt} \left\{ \frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \beta_{dw,y,w} \right\} \quad (2.9)$$

$$\gamma_{y,dw} = \sum_{vt} \left\{ \frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \gamma_{vt,y,dw} \right\} \quad (2.10)$$

ただし、

$$X_{y,m,w,dw} = \sum_{vt} X_{vt,y,m,w,dw} \quad (2.11)$$

m_y	対象となる自動車交通量指標の y 年における平均値。
$m_{vt,y}$	車種 vt について、対象となる自動車交通量指標の y 年における平均値。
$\alpha_{vt,y,m}$	車種 vt について、対象となる自動車交通量指標の y 年、 m 月の季節変動特性係数。
$\beta_{dw,y,w}$	車種 vt について、対象となる自動車交通量指標の y 年、第 w 週の季節変動特性係数。
$\gamma_{vt,y,dw}$	車種 vt について、対象となる自動車交通量指標の y 年、 dw 曜日の季節変動特性係数。
$X_{vt,y,m,w,dw}$	車種 vt について、対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月、第 w 週、 dw 曜日における値。

2.8～2.10 式は、総台数の季節変動特性係数が、車種別係数と車種別年間平均値割合の積を全て足したものになることを表している。

2. 4. 1. 2 時間単位の季節変動の定式化とパターン抽出

季節変動には周期を 1 日とするものも含まれることから、1 日を周期として時間単位の自動車交通量指標が季節変動する点についても検討の余地がある^{*12}。本研究では、【方向別時間交通量】について下記式に基づいて定式化することを通じて、季節変動パターンを抽出する。

$$x_{y,dw,h,dire} = \frac{1}{n_{y,dw,h,dire}} \left\{ \sum_{m,w,dw} \left(\frac{Q_{y,m,w,dw,h,dire}}{Q_{y,m,w,dw,dire}} \right) \right\} \quad (2.12)$$

$x_{y,dw,h,dire}$	y 年、 dw 曜日、 h 時、方向 $dire$ における時間交通量の季節変動係数。 (片方向) 時間交通量の (片方向) 日交通量に対する比。
$n_{y,dw,h,dire}$	y 年、 dw 曜日、 h 時、方向 $dire$ の (片方向) 時間交通量のサンプル数。
$Q_{y,m,w,dw,h,dire}$	y 年、 m 月、第 w 週、 dw 曜日、 h 時、方向 $dire$ の (片方向) 時間交通量。
$Q_{y,m,w,dw,dire}$	y 年、 m 月、第 w 週、 dw 曜日、方向 $dire$ の (片方向) 日交通量。

2.12 式では、曜日別・方向別に【方向別時間交通量】の季節変動特性係数を求めている。曜日別に求める理由は、例えば平日の朝方の出勤時間帯では上り方向交通量が非常に高くなるが、休日の朝方はそうでもないといった具合に、時間単位の指標は、曜日によって大きく傾向が変わる可能性があるからである。もっとも曜日別に季節変動特性係数を求めるとなると、7曜×上下2方向×24時間分といった具合に非常に多くの区分ができてしまうので、月曜から金曜を一括りにして平日・土曜・日曜について季節変動特性係数を求めるというようにすることも考えられる。

ところで、これら時間単位で得られる自動車交通量指標を確率変数と考えた場合、お互いの独立性が低いことに注意する必要がある。時間単位指標の独立性が低い例としては、渋滞が発生した場合、渋滞時間帯における時間交通量は、直前1時間の時間交通量の影響を受けている可能性が高いことが挙げられる。この点は日単位で得られる自動車交通量指標と大きく性格を異にする側面であり、分析結果を利用する際には注意しなければならない。

2. 4. 1. 3 季節変動に関する情報の応用

前節、前々節で季節変動を定式化しパターン抽出する手順について説明したが、本節においては、これら季節変動に関する情報をどのように活用するかという点について、本研究の分析方針を説明する。季節変動に関する本研究の分析方針を図 2.6～図 2.8 に示す。

ところで、そもそも本研究が季節変動に着目した理由は、2. 3. 1 節でも述べたが、①【自動車交通量について長期にわたり広域的に確固として通用する共通の季節変動パターンが存在するなら、それをそのまま任意の調査対象区間に適用することにより、従来の道路交通センサスが交通変動現象を把握できないという問題点を克服できる】という見通しを立てたからである。さらに②【自動車交通量についての季節変動パターンを活用することにより、道路交通政策立案のため必要となる現行の道路交通センサスと同等のコストか、もしくはそれ以下のコストで、従来よりも豊富な情報を得ることが可能になるかもしれない】という見通しもあった。

本研究では、まず自動車交通量を含む各種指標について、長期にわたり広域的に確固として通用する共通の季節変動パターンが存在するかどうかを検証するものとする。そのためには、まずは長期間に渡る実際の道路断面交通量のデータを使用し、前節、前々節で提示した 2.4～2.6 式と 2.12 式に基づいて季節変動特性係数を計算し (図 2.6)、実際にそれら係数の季節変動パタ

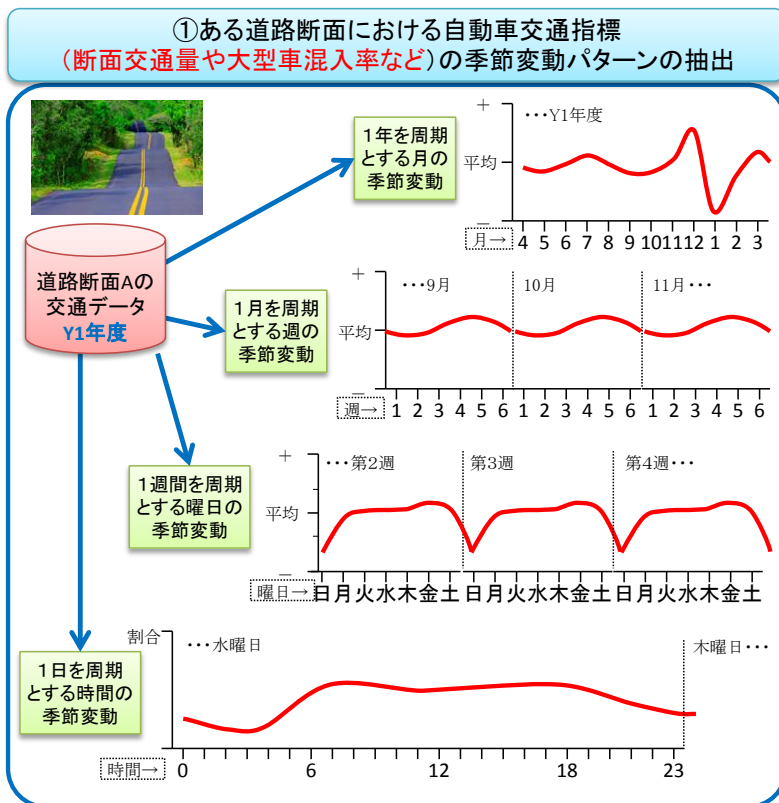


図 2.6 分析方針①：季節変動パターンの抽出

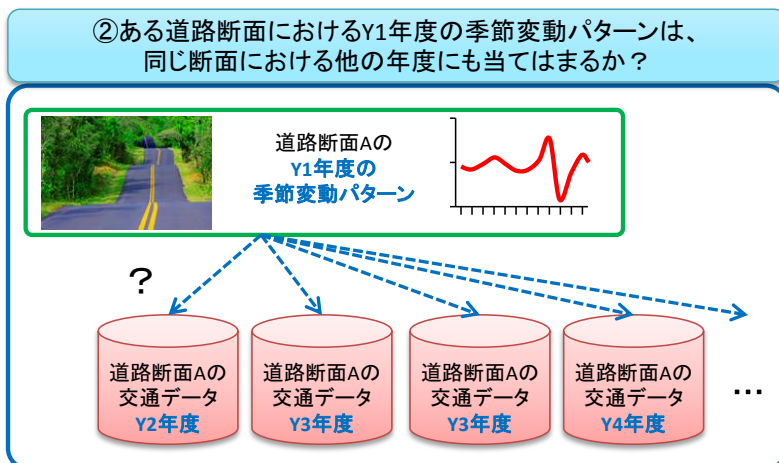


図 2.7 分析方針②：季節変動パターンが長期に渡り通用するかどうかの確認

ーンが、どれだけ強く影響しており、また年度間でどれだけ似ているのかを確認する（図 2.7）。

ところで本研究では、2.3 式に示したように、日単位の自動車交通量指標にかかわる季節変動特性係数を年間平均日交通量に対する比として計算している。道路断面によって年間平均日交通量は変化する可能性は高いが、季節変動を数式上、比として扱っているため、異なる断面の間で季節変動特性係数を比較して似ているかどうかを確認することが可能である。2.12 式に示した時間単位の自動車交通量指標にかかわる季節変動特性係数についても数式上は比であるため、同様のことが言える。もしある道路断面の季節変動パターンが、他の多くの道路断面についても近似していることが確認できれば、それを準普遍的な季節変動とみなすことができ、従来の道路交通セ

ンサスが交通変動現象を把握できないという問題点を克服できる見通しが高くなる。そこで本研究では、ある道路断面について確認された季節変動パターンが、他の道路断面についても当てはまるかどうかを確認する（図 2.8）。

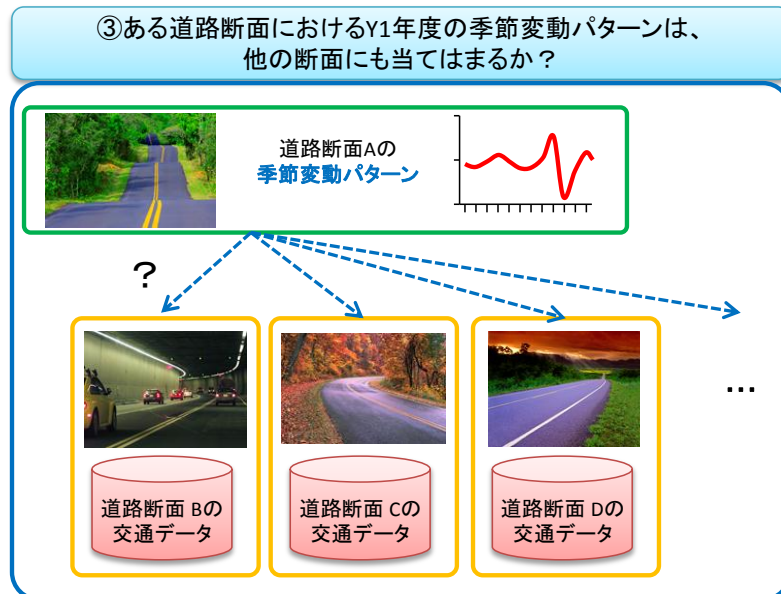


図 2.8 分析方針③：季節変動パターンが広範囲に通用するかどうかの確認

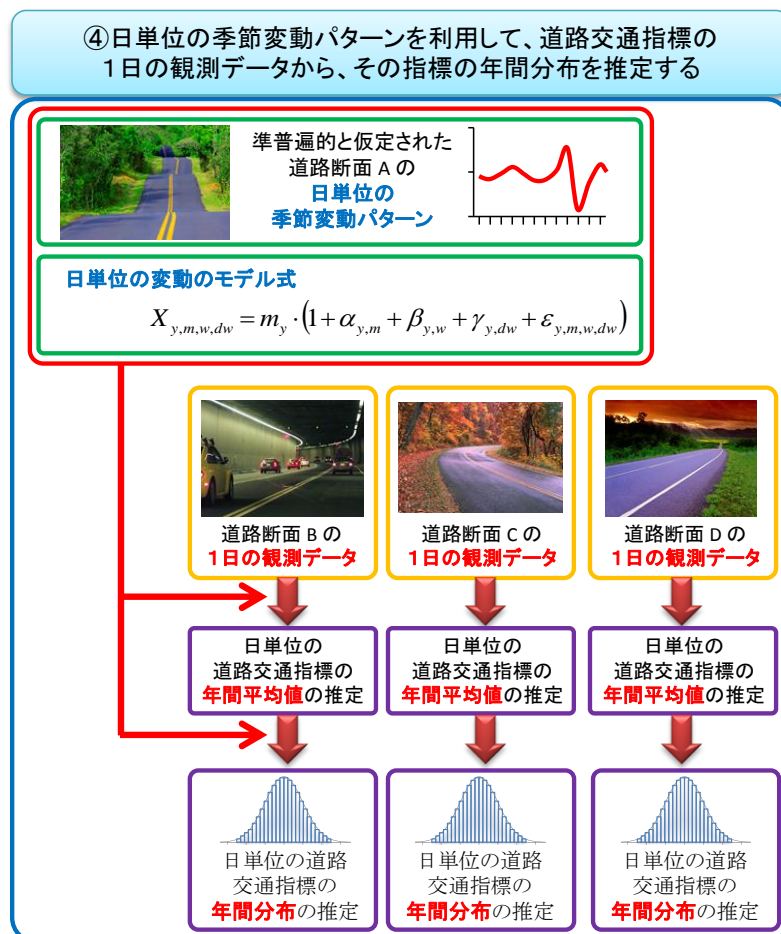


図 2.9 分析方針④：季節変動を利用した日単位交通指標の年間分布の推定

なお季節変動が大きな影響力を持っており、道路断面自動車交通量について長期間にわたり通用するだけでなく、複数の道路断面に対しても広範囲に通用する季節変動パターンが存在が確認できた場合には、その季節変動パターンが通用する任意の道路断面において、任意の1日の日交通量の観測値より、その季節変動パターンを利用して日交通量の年間分布を推定することが可能となる。以下、具体的に手順を説明すると、まず2.3式を変形して下記2.13式を得る。

$$\hat{m}_y = Q_{y,m,w,dw} / (1 + \alpha_{y,m} + \beta_{y,w} + \gamma_{y,dw} + \varepsilon_{y,m,w,dw}) \quad (2.13)$$

2.13式における偶然変動係数を0とみなせば、2.14式が得られる。

$$\hat{m}_y = Q_{y,m,w,dw} / (1 + \alpha_{y,m} + \beta_{y,w} + \gamma_{y,dw}) \quad (2.14)$$

ここで長期間にわたり広範囲に通用することが確認された準普遍的な季節変動特性係数が所与のものとして利用できると仮定すれば、この2.14式により、任意の日交通量観測値より、年間平均日交通量を計算できる。年間平均日交通量が計算できれば、同じ季節変動特性係数を2.3式に当てはめて偶然変動特性係数を0とみなすことにより、その年次における任意の月、週、曜日の日交通量が推定可能となる。つまり1日分の交通量調査を行うことで、季節変動を反映した1年分の日交通量推定値が得られるわけである※¹³ (図2.9)。



図 2.10 分析方針⑤：季節変動を利用した時間交通量の年間分布の推定