

全国PT調査データによる アクティビティベースドモデルの推定

2023.12.6

第4回 都市交通調査の深度化に向けた検討委員会

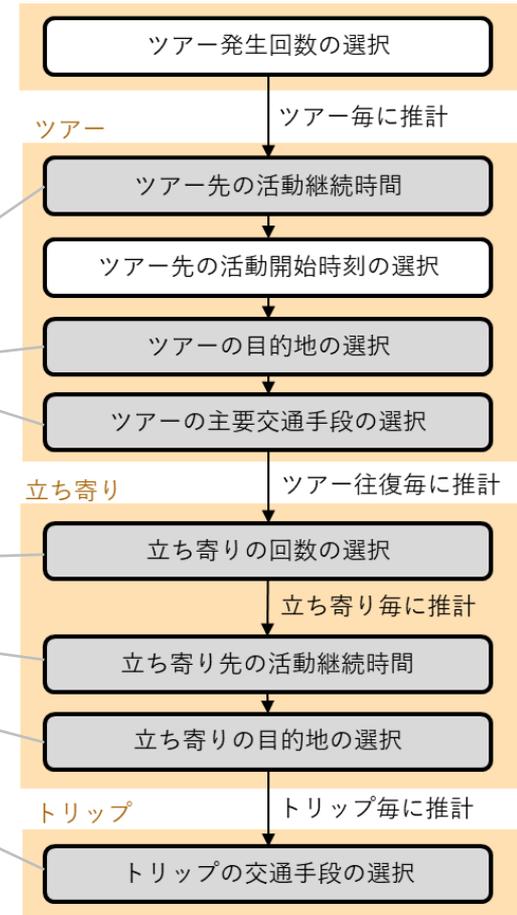
1. アクティビティベースドモデルの概要（ふりかえり）

2. ツアー主要交通手段選択モデル

3. ツアー目的地選択モデル

4. そのほか立ち寄りモデル等

- ・ 立ち寄り発生回数選択モデル
- ・ 立ち寄り目的地選択モデル
- ・ トリップ交通手段選択モデル
- ・ 活動継続時間モデル



1. アクティビティベースドモデルの概要 (ふりかえり)

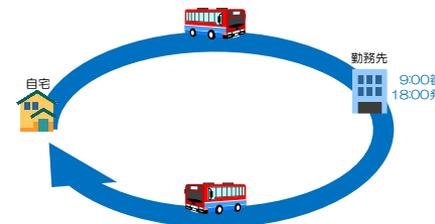
ABMの概要：アクティビティベースドモデルの構造



➡ ツアーの発生回数 (0回、1回、2回、、、、) を選択

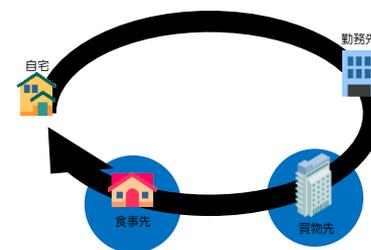
ツアーの

- ・ 活動時間 (連続時間)
 - ・ 活動開始時刻 (1時間単位)
 - ・ 目的地 (ゾーン単位)
 - ・ 主要交通手段 (鉄道、バス、自動車、自転車、徒歩)
- を選択



ツアー内の立ち寄りの

- ・ 回数 (0回、1回、2回、、、、)
 - ・ 活動時間 (連続時間)
 - ・ 目的地 (ゾーン単位)
- を選択



➡ 各トリップ単位での交通手段を選択 (鉄道、バス、自動車、自転車、徒歩)

ABMの概要：考慮する説明変数

各モデルにおいて以下の属性を考慮

性別、年齢（特に高齢／非高齢）、就業形態（正規／非正規等も）、**職業**、免許有無、自由に使える自動車有無、単身／それ以外、10歳未満子供の有無、年収など

施設数

事業所数、店舗数、大規模小売店舗、医療、保育、教育等

交通サービスレベル (LOS)

【鉄道】乗車時間、待ち時間、端末ログサム、運賃

【バス】乗車時間、待ち時間、端末徒歩移動時間、運賃

【自動車】所要時間、燃料費、有料道路料金

【自転車、徒歩】所要時間

アクティビティ

個人毎に推計

ツアー発生回数の選択

ツアー毎に推計

ツアー

ツアー先の活動継続時間*

ツアー先の活動開始時刻の選択

ツアーの目的地の選択

ツアーの主要交通手段の選択

ツアー往復毎に推計

立ち寄り

立ち寄りの回数の選択

立ち寄り毎に推計

立ち寄り先の活動継続時間*

立ち寄りの目的地の選択

トリップ

トリップ毎に推計

トリップの交通手段の選択

■ : 説明変数

先に発生した目的の活動時間分を差し引いて残り活動可能時間を算出

個人の残り活動可能時間

※東京都市圏のモデルから変更箇所は赤字

ABMの概要：考慮する目的と推計フロー

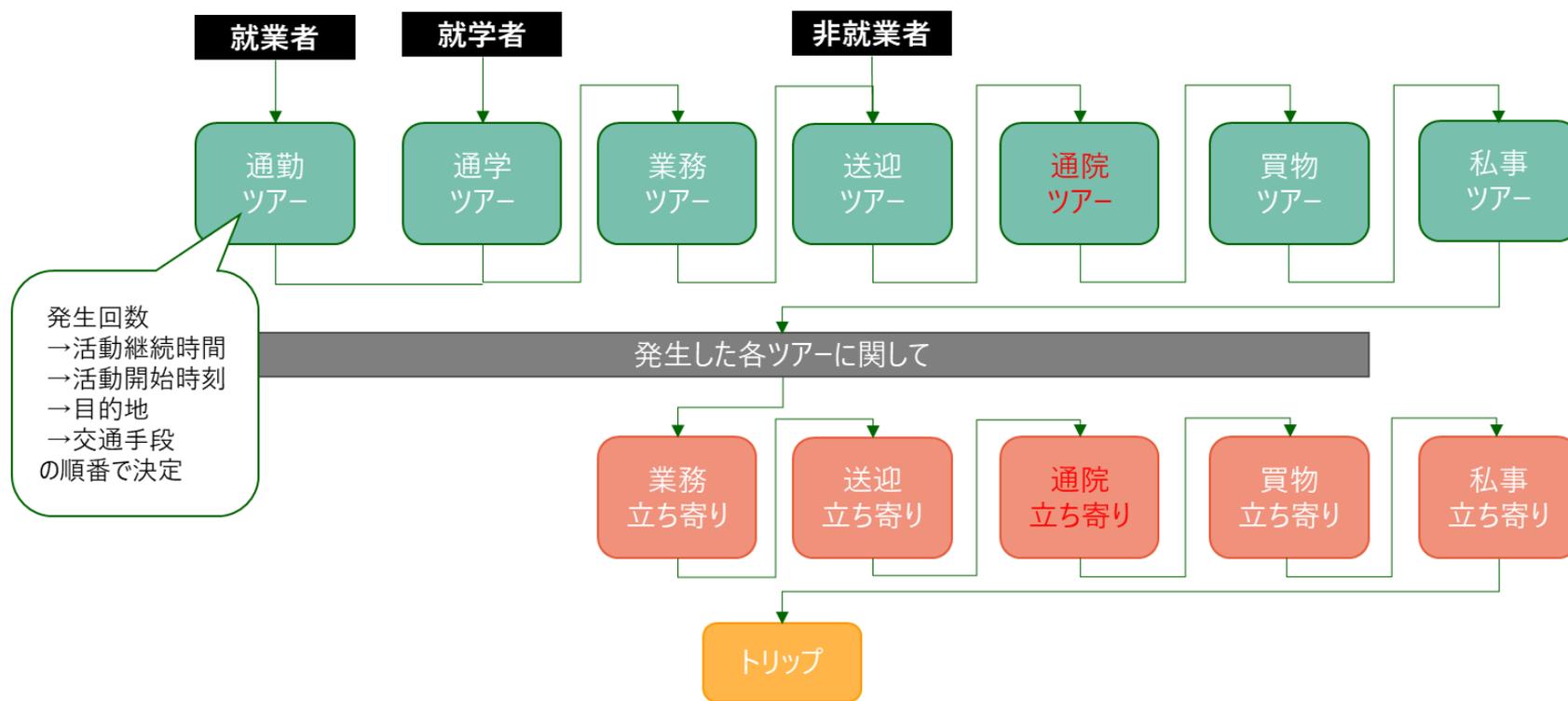
- モデル構築においては**7つの目的**を加味する

義務的な活動：「通勤」、「通学」、「業務」

生活維持活動：「送迎」、「**通院**」、「買物」

自由活動：「私事」

- 義務的な活動から先に決定したあとで、その他の生活に関わる活動や自由活動を、残った時間の中で割り当てていくと想定し、人の行動を表現する



参考：交通LOSデータの整備内容

整理する項目と元データ

交通手段	項目	元データ	備考
鉄道	幹線時間	鉄道乗車時間、鉄道待ち時間、乗換時間の合計	
	鉄道乗車時間	NITAS v2.8より算出	
	鉄道待ち時間	NITAS v2.8より算出	モデル推定時に問題が発生した場合は時刻表等を用いてピーク、オフピーク別の待ち時間の設定を検討
	乗換時間	NITAS v2.8より算出	
	端末ログサム変数	端末手段選択モデルより算出	NITASのゾーン間経路探索で初乗り最終降車駅となった駅をゾーン間経路の初乗り最終降車駅をして設定
	端末所要時間	端末手段選択モデルより算出	
	運賃	NITAS v2.8より算出	全目的ともに普通運賃とする
バス	幹線時間	バス乗車時間、バス待ち時間、バス乗換時間の合計	
	バス乗車時間	ナビタイムの経路検索システム	出発地（緯度経度）、到着地（緯度経度）、時刻を与えて作成
	バス待ち時間	ナビタイムの経路検索システム	乗車バス停について、徒歩でのバス停到着時刻とバス出発時間の差分から算出
	乗換時間	ナビタイムの経路検索システム	乗換バス停について、乗換前区間の乗車バスの到着時刻と次区間のバス出発時間の差分から算出
	端末アクセス/イグレス時間	バス停とゾーン中心の直線距離を速度（4.8km/h）で換算	
	運賃	ナビタイムの経路検索システム	<ul style="list-style-type: none"> ・通常料金は普通運賃で算出 ・定期料金は「通常料金×21日分」で算出
自動車	総所要時間	NITAS v2.8より算出	<ul style="list-style-type: none"> ・一般化費用最小経路の所要時間 ・ピーク、オフピーク別に算出 ・ピークは混雑時旅行速度、オフピークは平均旅行速度により算出
	燃料費	NITAS v2.8より算出	一般化費用最小経路の距離を走行経費（22.7円/km）で換算
	有料道路料金	NITAS v2.8より算出	一般化費用最小経路の通行料金
自転車	総所要時間	DRMネットワークを使用して経路探索	ゾーン間距離を速度（9.6km/h）で換算
徒歩	総所要時間	DRMネットワークを使用して経路探索	ゾーン間距離を速度（4.8km/h）で換算

整理する項目と元データ

項目	元データ	備考
事業所データ	H26経済センサス基礎調査	H26経済センサスから町丁目別事業所数比率を計算し、R01経済センサスの市の合計値をコントロールトータルとしてゾーン別のデータを整備
店舗数データ	H26商業統計	町丁目データへの按分は面積比を用いる
大規模小売店	H26商業統計	<ul style="list-style-type: none"> ・500mメッシュ別の大規模小売店数を把握 ・500mメッシュからゾーン別のデータへ変換が必要なため、H26経済センサスの町丁目別小売業従業者数の多いゾーンに大規模小売店を設定
文化施設	国土数値情報	データ年次：H25
文化施設（集客施設）		データ年次：H26
行政施設		データ年次：H26
保育施設		データ年次：H27
医療施設		データ年次：H27
教育施設		データ年次：H27

参考：全国PTデータのゾーン

全国PT各都市のゾーン数等

	都市	ゾーン数	総面積(km2)	面積当たり ゾーン数 (ゾーン/km2)
1	札幌市	788	1,121	0.70
2	小樽市	58	244	0.24
3	千歳市	84	595	0.14
4	弘前市	283	524	0.54
5	盛岡市	160	886	0.18
6	仙台市	416	786	0.53
7	塩竈市	65	17	3.74
8	湯沢市	279	791	0.35
9	郡山市	244	757	0.32
10	取手市	64	70	0.92
11	宇都宮市	281	417	0.67
12	高崎市	236	459	0.51
13	さいたま市	304	217	1.40
14	所沢市	82	72	1.14
15	千葉市	234	272	0.86
16	松戸市	111	61	1.81
17	特別区部	941	627	1.50
18	青梅市	44	103	0.43
19	稲城市	10	18	0.56
20	横浜市	764	437	1.75
21	川崎市	254	143	1.78
22	小田原市	84	114	0.74
23	上越市	797	974	0.82
24	小矢部市	133	134	0.99

	都市	ゾーン数	総面積(km2)	面積当たり ゾーン数 (ゾーン/km2)
25	金沢市	581	469	1.24
26	小松市	237	371	0.64
27	山梨市	53	290	0.18
28	伊那市	54	668	0.08
29	岐阜市	874	204	4.29
30	静岡市	589	1,412	0.42
31	磐田市	202	163	1.24
32	名古屋市	1578	326	4.83
33	豊橋市	289	262	1.10
34	春日井市	144	93	1.55
35	津島市	115	25	4.58
36	東海市	18	43	0.41
37	四日市市	293	206	1.42
38	亀山市	92	191	0.48
39	近江八幡市	154	177	0.87
40	京都市	4823	828	5.83
41	宇治市	31	68	0.46
42	大阪市	580	225	2.58
43	堺市	354	150	2.36
44	豊中市	105	36	2.89
45	泉佐野市	51	57	0.90
46	神戸市	826	557	1.48
47	明石市	118	49	2.39
48	奈良市	560	277	2.02

	都市	ゾーン数	総面積(km2)	面積当たり ゾーン数 (ゾーン/km2)
49	海南市	72	101	0.71
50	松江市	199	573	0.35
51	安来市	93	421	0.22
52	総社市	62	212	0.29
53	広島市	467	907	0.52
54	呉市	268	353	0.76
55	大竹市	44	79	0.56
56	長門市	27	357	0.08
57	徳島市	197	191	1.03
58	松山市	363	429	0.85
59	今治市	233	419	0.56
60	高知市	307	309	0.99
61	南国市	83	125	0.66
62	北九州市	734	492	1.49
63	福岡市	411	343	1.20
64	太宰府市	36	30	1.22
65	諫早市	170	342	0.50
66	熊本市	436	390	1.12
67	人吉市	79	211	0.38
68	臼杵市	66	291	0.23
69	鹿児島市	196	548	0.36
70	浦添市	32	19	1.64

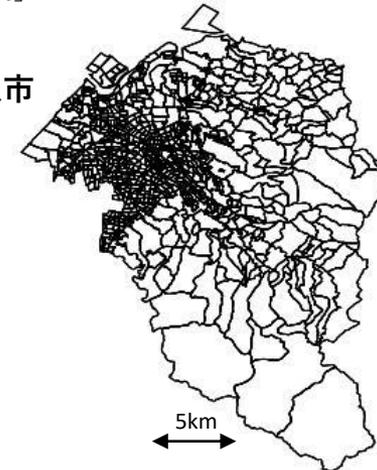
※総面積：総務省統計局「国勢調査報告」、国土交通省国土地理院「全国都道府県市区町村別面積調」

安来市



※地方中核都市圏で
ゾーンの粗い都市

金沢市



※地方中核都市圏で
ゾーンの細かい都市

2. ツアー主要交通手段選択モデル

ツアー交通手段選択モデルの検討内容

趣旨

- 都市毎の交通手段分担率（特に公共交通）の違いを表現する
- また、交通サービス水準の感度に関して、都市間の移転性があるかを確認

内容

① クロスバリデーションによるモデルの検証

推定に用いるデータと検証に用いるデータを切り分け、他都市への適用可能性を検証する

- A. 41都市モデルMNL
- B. 41都市モデルMNL（自動車保有／非保有）
- C. 41都市モデルMNL + 調査用都市類型毎定数項
- D. 41都市モデルMNL（自動車保有／非保有）
+ 調査用都市類型毎定数項

② 潜在クラスモデルの推定結果

- 潜在クラスモデルの推定結果
- 都市ごとのクラス構成比を活用した都市類型の検討
- 調査用都市類型と上記で検討した都市類型ごとの再現性等の検証結果
 - ※①のクロスバリデーションの結果との比較
- クラスや都市類型による弾力性（感度）の比較

■全国PT 調査用都市類型

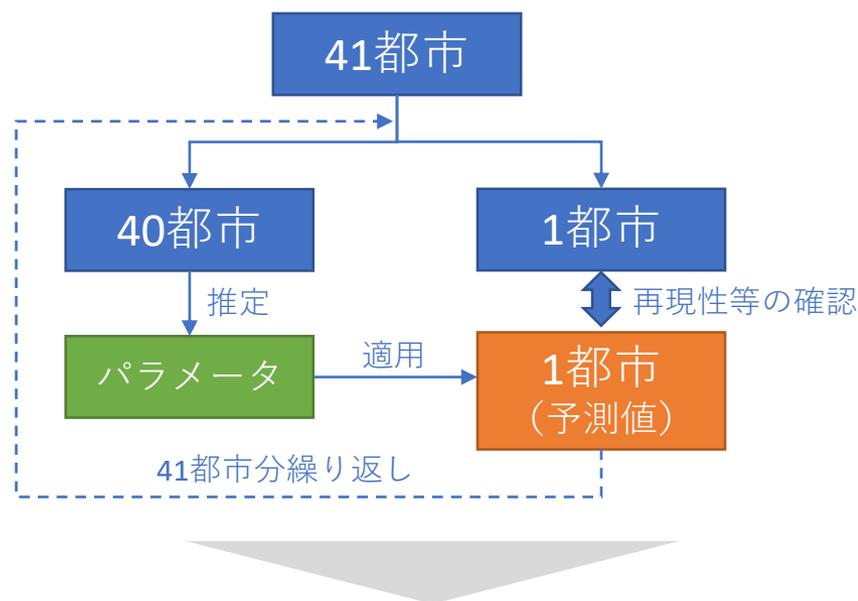
都市類型		調査対象都市
1	中心都市	さいたま市、千葉市、東京区部、横浜市、川崎市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市
2	三大都市圏 周辺都市 ^{※1}	取手市、所沢市、松戸市、稲城市、堺市、奈良市
3	周辺都市 ^{※2}	青梅市、小田原市、岐阜市、豊橋市、春日井市、津島市、東海市、四日市市、亀山市、近江八幡市、宇治市、豊中市、泉佐野市、明石市
4	地方中枢都市圏 中心都市	札幌市、仙台市、広島市、北九州市、福岡市
5	周辺都市	小樽市、千歳市、塩竈市、呉市、大竹市、太宰府市
6	地方中核都市圏 中心都市	宇都宮市、金沢市、静岡市、松山市、熊本市、鹿児島市
7	周辺都市 40万人以上	小矢部市、小松市、磐田市、総社市、諫早市、臼杵市
8	地方中核都市圏 中心都市 40万人未満	弘前市、盛岡市、郡山市、松江市、徳島市、高知市
9	周辺都市	高崎市、山梨市、海南市、安来市、南国市、浦添市
10	地方中心都市圏 その他の都市	湯沢市、伊那市、上越市、長門市、今治市、人吉市

赤枠の41都市を対象にモデル推定

※モデル構築には「国土交通省 全国都市交通特性調査（令和3年調査）」を利用

①クロスバリデーション：検証方法

- 推定に用いるデータと検証に用いるデータを切り分け、他都市への適用可能性を検証する
- ただし、1つずつの都市ではサンプル数の関係上、モデルの推定が困難なため、41都市の内1つを除いて推定し、残りの1つの都市に適用することを41回繰り返すことで、他都市への適用可能性を検証する（Leave One Out）



41都市の再現性の結果からモデルの性能を検証

- A. 41都市モデルMNL
- B. 41都市モデルMNL（自動車保有／非保有）
- C. 41都市モデルMNL + 調査用都市類型毎定数項
- D. 41都市モデルMNL（自動車保有／非保有） + 調査用都市類型毎定数項

参考：各モデルのパラメータ推定結果

■通勤系（通勤、通学、業務）の各モデルの推定結果

説明変数		クロスA	クロスB		クロスC	クロスD	
			自動車無	自動車有		自動車無	自動車有
鉄道・バス共通	乗車時間+乗換時間	-0.019	-0.008	-0.032	-0.011	0.001	-0.026
	待ち時間	-0.073	-0.058	-0.088	-0.053	-0.045	-0.064
	運賃	-0.000	0.000	-0.000	-0.001	-0.001	-0.002
鉄道	端末ログサム(アクセス・イグレス)	1.106	1.172	1.100	0.950	1.052	0.942
バス	端末時間(アクセス)	-0.065	-0.054	-0.077	-0.056	-0.046	-0.072
	端末時間(イグレス)	-0.058	-0.053	-0.068	-0.050	-0.049	-0.059
自動車	所要時間	-0.137	-0.168	-0.133	-0.118	-0.168	-0.114
	免許保有・自動車保有ダミー	2.622	-	-	2.728	-	-
自転車	所要時間(65歳未満)	-0.081	-0.077	-0.093	-0.079	-0.080	-0.091
	所要時間(65歳以上)	-0.121	-0.119	-0.142	-0.118	-0.121	-0.138
徒歩	所要時間(65歳未満)	-0.114	-0.114	-0.122	-0.111	-0.115	-0.121
	所要時間(65歳以上)	-0.160	-0.201	-0.138	-0.156	-0.201	-0.135

■私事系（送迎、通院、買物、私事）の各モデルの推定結果

説明変数		クロスA	クロスB		クロスC	クロスD	
			自動車無	自動車有		自動車無	自動車有
鉄道・バス共通	乗車時間+乗換時間	0.037	0.041	0.036	0.051	0.052	0.070
	待ち時間	-0.061	-0.043	-0.130	-0.045	-0.029	-0.104
	運賃	-0.002	-0.002	-0.002	-0.004	-0.003	-0.006
鉄道	端末ログサム(アクセス・イグレス)	0.668	0.850	0.441	0.394	0.574	0.137
バス	端末時間(アクセス)	-0.074	-0.076	-0.068	-0.068	-0.071	-0.070
	端末時間(イグレス)	-0.039	-0.032	-0.082	-0.030	-0.026	-0.070
自動車	所要時間	-0.070	-0.087	-0.064	-0.062	-0.079	-0.054
	免許保有・自動車保有ダミー	1.703	-	-	1.668	-	-
自転車	所要時間(65歳未満)	-0.069	-0.075	-0.062	-0.068	-0.073	-0.059
	所要時間(65歳以上)	-0.098	-0.112	-0.084	-0.095	-0.110	-0.080
徒歩	所要時間(65歳未満)	-0.085	-0.087	-0.086	-0.082	-0.083	-0.084
	所要時間(65歳以上)	-0.085	-0.092	-0.081	-0.081	-0.086	-0.077

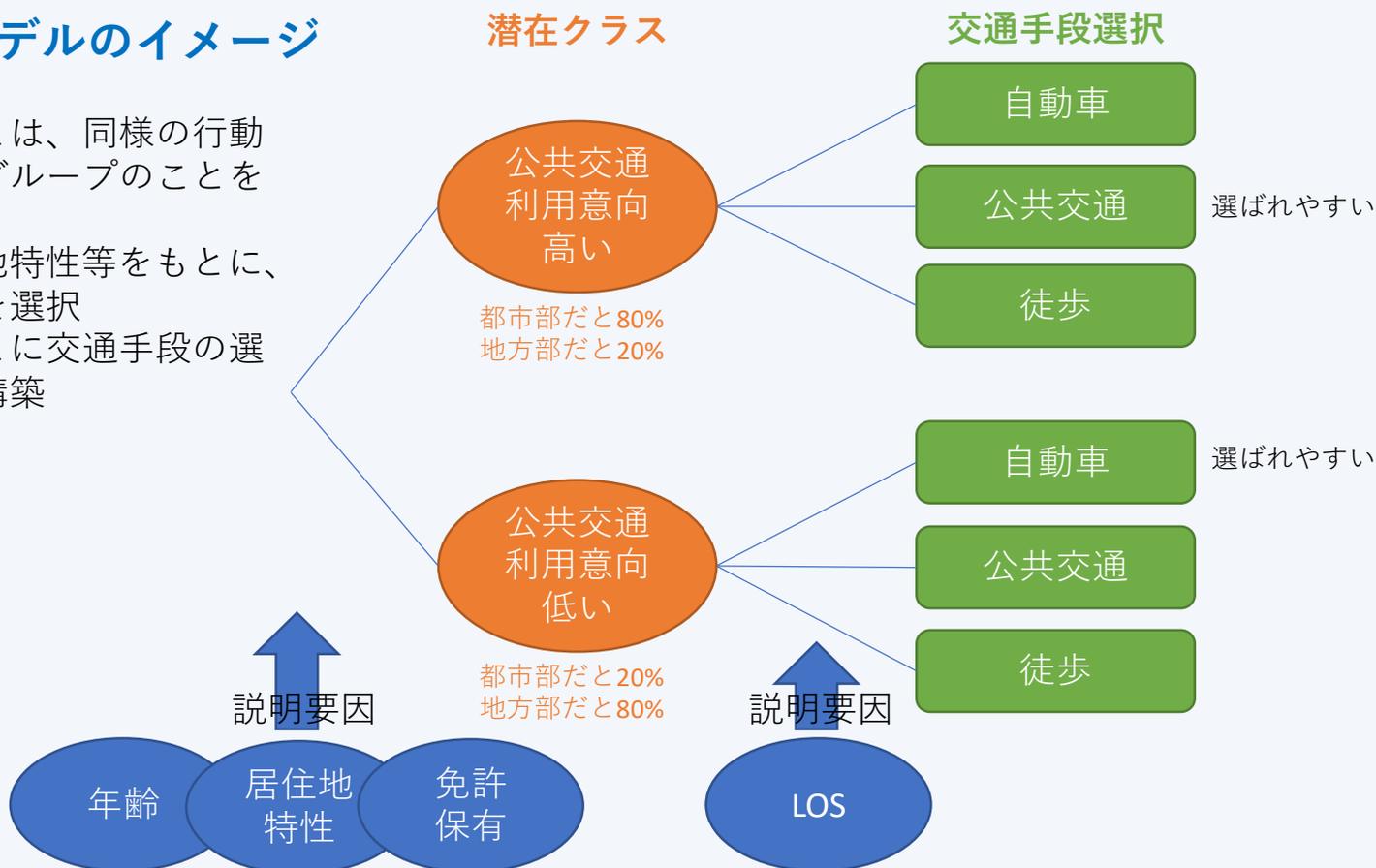
※41回分の推定結果のパラメータの平均値を記載（定数項に関しては省略）

②潜在クラスモデル：モデルの考え方

- 居住者や都市の特性を加味した標準的なモデルが構築できる可能性がある
 - 公共交通利用意向が高い／低いクラスにわかれる場合、大都市では意向が高い人が**80%**、地方都市では意向が高い人が**20%**と、都市や居住者の特性に応じクラス構成比が変化
 - 1つのモデルで幅広い都市類型をカバーできる可能性がある（モデルの適用範囲が広がるとともに、サンプル数が多くなるためパラメータも安定する）

潜在クラスモデルのイメージ

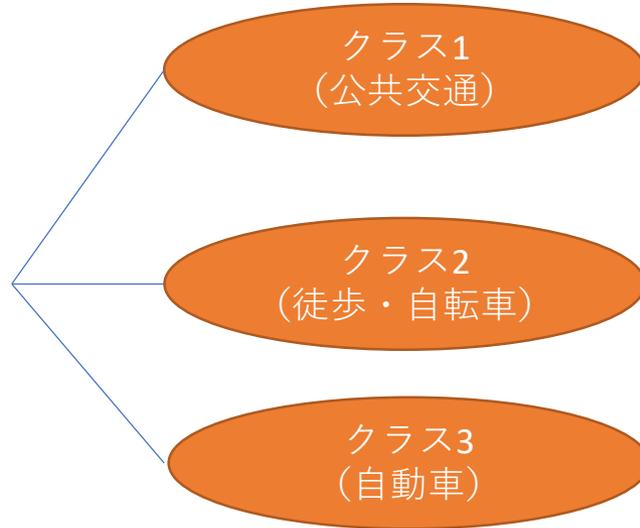
- 潜在クラスとは、同様の行動原理を持つグループのことを指す
- 属性や居住地特性等をもとに、潜在クラスを選択
- 各クラスごとに交通手段の選択モデルを構築



②潜在クラスモデル：パラメータ推定結果（通勤系：通勤、通学、業務）

クラス3が待ち時間等の公共交通サービスレベルに対する感度が高い可能性

■各クラスの概要



クラス毎の交通手段の構成比

	鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩
Class1	11.2%	14.5%	36.1%	25.9%	12.2%
Class2	5.7%	3.6%	19.3%	26.1%	45.4%
Class3	1.0%	0.3%	94.4%	1.7%	2.7%

■パラメータ推定結果

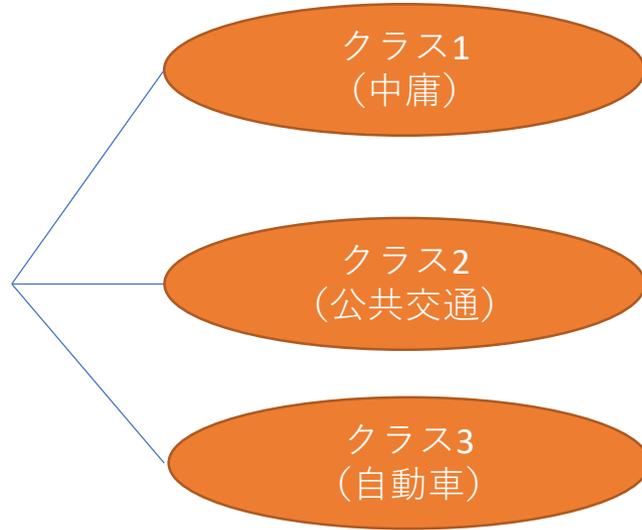
		class 1	class 2	class 3	
効用関数	鉄道・バス共通	乗車時間+乗換時間	-0.073 (-4.09)	-0.010 (-0.68)	-0.091 (-2.57)
		待ち時間	-0.093 (-5.75)	-0.022 (-2.35)	-0.369 (-2.46)
		運賃	0.000 (-0.07)	0.000 (-0.33)	0.002 (0.42)
		鉄道	1.233 (7.93)	1.207 (8.42)	1.563 (4.05)
	バス	端末時間(アクセス)	-0.110 (-3.74)	-0.033 (-1.86)	-0.919 (-2.00)
		端末時間(イグレス)	-0.104 (-2.56)	-0.037 (-1.58)	-0.436 (-2.09)
	自動車	所要時間	-0.137 (-2.30)	-0.196 (-7.42)	-0.196 (-4.84)
	自転車	所要時間(65歳未満)	-0.256 (-6.91)	-0.076 (-9.45)	-0.257 (-4.85)
		所要時間(65歳以上)	-0.311 (-6.40)	-0.101 (-5.89)	-0.361 (-3.50)
	徒歩	所要時間(65歳未満)	-0.211 (-7.62)	-0.124 (-18.68)	-0.193 (-7.71)
		所要時間(65歳以上)	-0.170 (-9.03)	-0.233 (-3.63)	-1.926 (-0.48)
	定数項	鉄道	-3.476 (-5.84)	-4.505 (-12.36)	-0.555 (-0.70)
		バス	-3.193 (-5.15)	-6.535 (-16.12)	1.485 (0.95)
		自動車	-5.581 (-6.25)	-3.990 (-16.21)	-1.033 (-3.08)
		自転車	-0.947 (-2.03)	-3.327 (-20.22)	-1.858 (-3.39)
メンバーシップ関数	65歳以上75歳未満ダミー		0.000	0.142 (0.23)	0.369 (1.39)
	75歳以上ダミー		0.000	0.699 (0.62)	1.203 (1.90)
	女性ダミー		0.000	-1.068 (-3.84)	-0.047 (-0.31)
	学生ダミー		0.000	12.972 (0.08)	10.162 (0.06)
	単身世帯ダミー		0.000	-0.182 (-0.60)	-0.065 (-0.37)
	免許保有・自動車保有ダミー		0.000	-0.281 (-0.66)	3.283 (11.50)
	鉄道アクセス徒歩時間15分以下		0.000	-0.233 (-0.81)	-0.322 (-2.03)
	居住地市区駅密度		0.000	-0.044 (-0.09)	-1.990 (-3.82)
	居住地市区バス停密度		0.000	0.046 (0.79)	-0.037 (-1.04)
	定数項		0.000	-0.244 (-0.50)	-1.157 (-3.35)

- クラス3は自動車保有している人、鉄道アクセス15分以内でない人、居住している市の駅密度が低い人が所属しやすい
- クラス2は女性は所属しづらい

②潜在クラスモデル：パラメータ推定結果（私事系：送迎、通院、買物、私事）

クラス1が待ち時間等の公共交通サービスレベルに対する感度が高い可能性

■各クラスの概要



クラス毎の交通手段の構成比

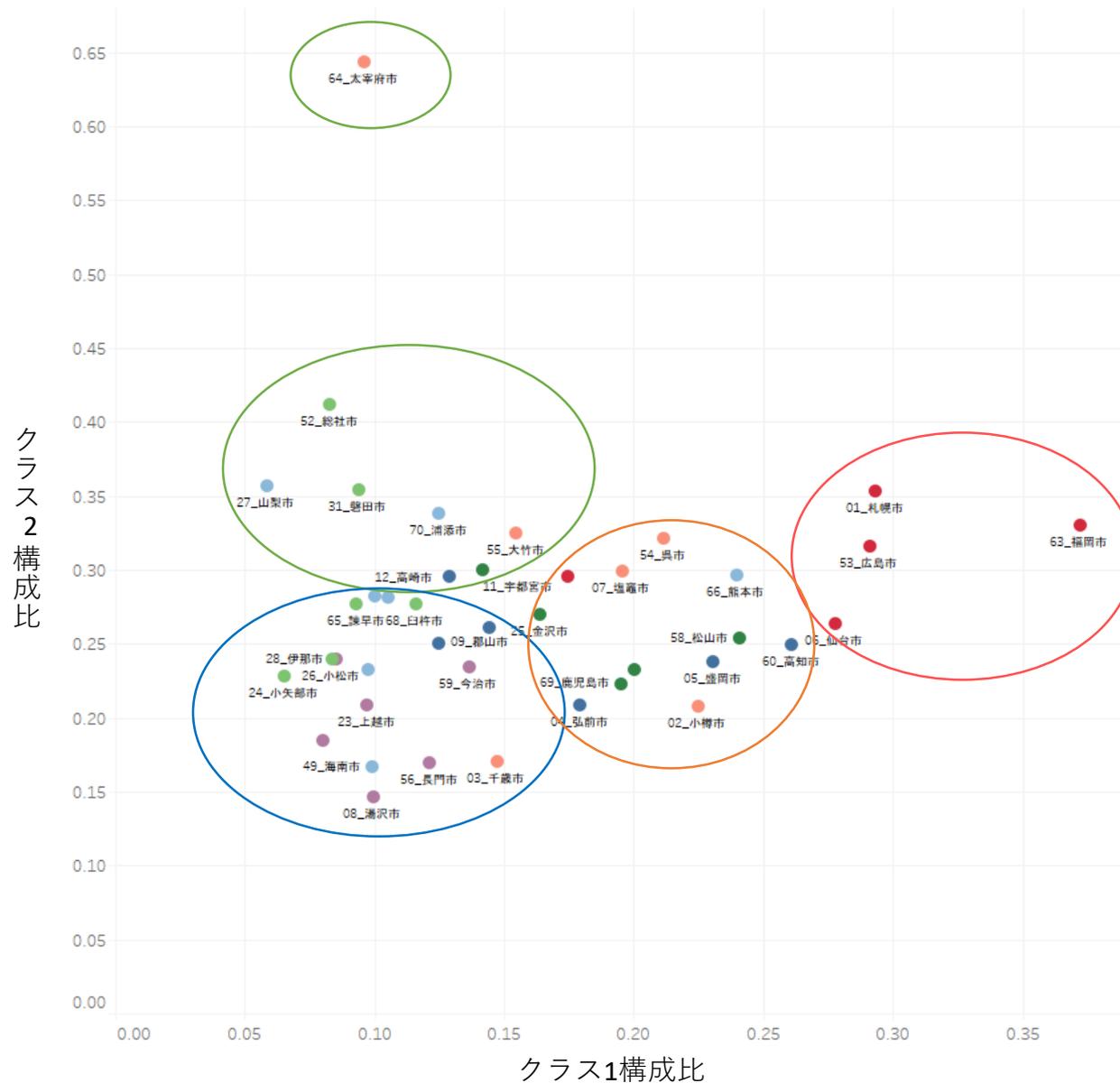
	鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩
Class1	1.8%	6.1%	65.2%	16.0%	10.9%
Class2	5.7%	10.8%	25.4%	24.1%	34.0%
Class3	0.0%	0.1%	90.7%	1.8%	7.4%

■パラメータ推定結果

		class 1	class 2	class 3	
効用関数	鉄道・バス共通	乗車時間+乗換時間	0.153 (2.10)	-0.007 (-0.37)	0.069 (0.93)
		待ち時間	-0.961 (-2.95)	-0.032 (-3.04)	0.040 (0.51)
		運賃	-0.002 (-0.24)	-0.002 (-1.31)	-0.024 (-1.28)
	鉄道	端末ログサム(アクセス・イグレス)	-2.210 (-1.86)	1.260 (5.30)	0.406 (0.00)
	バス	端末時間(アクセス)	-0.167 (-1.69)	-0.132 (-3.31)	0.061 (1.78)
		端末時間(イグレス)	-0.108 (-0.96)	-0.058 (-2.48)	-0.917 (-1.69)
	自動車	所要時間	-0.379 (-2.39)	-0.156 (-3.46)	0.044 (0.47)
	自転車	所要時間(65歳未満)	-0.396 (-4.04)	-0.083 (-6.07)	-0.601 (-0.99)
		所要時間(65歳以上)	-0.921 (-4.11)	-0.138 (-7.51)	-0.076 (-2.32)
	徒歩	所要時間(65歳未満)	-0.287 (-3.38)	-0.091 (-8.60)	-0.083 (-4.42)
所要時間(65歳以上)		-0.349 (-3.73)	-0.116 (-9.94)	-0.066 (-3.96)	
定数項	鉄道	-9.265 (-2.79)	-3.104 (-6.42)	-13.689 (-0.05)	
	バス	-1.587 (-0.94)	-2.585 (-5.24)	-1.816 (-0.61)	
	自動車	-3.493 (-3.18)	-3.685 (-6.45)	0.157 (0.88)	
	自転車	-0.146 (-0.16)	-1.665 (-5.12)	-1.746 (-4.96)	
メンバーシップ関数	65歳以上75歳未満ダミー	0.000	0.649 (1.27)	1.233 (2.29)	
	75歳以上ダミー	0.000	-0.757 (-1.84)	0.377 (0.79)	
	女性ダミー	0.000	-1.196 (-3.11)	-0.573 (-1.54)	
	学生ダミー	0.000	-0.928 (-1.20)	1.422 (2.03)	
	単身世帯ダミー	0.000	1.119 (3.05)	-0.363 (-0.85)	
	免許保有・自動車保有ダミー	0.000	-1.649 (-3.81)	2.255 (5.44)	
	鉄道アクセス徒歩時間15分以下	0.000	-0.456 (-1.48)	-0.934 (-3.14)	
	居住地市区駅密度	0.000	-0.835 (-1.35)	-2.054 (-2.52)	
	居住地市区バス停密度	0.000	0.022 (0.34)	0.034 (0.51)	
	定数項	0.000	1.829 (2.75)	0.859 (1.26)	

- クラス3は自動車保有している人、鉄道アクセス15分以内でない人、居住している市の駅密度が低い人が所属しやすい
- また学生、65~74歳もクラス3に所属しやすい
- クラス2は女性、自動車免許保有者は所属しづらく、単身世帯は所属しやすい

②潜在クラスモデル：クラス構成比からみた都市類型の検討（通勤系）



全国PT調査用都市類型

都市類型	中心都市	周辺都市	代表都市
4	地方中枢都市圏	中心都市	札幌市、仙台市、広島市、北九州市、福岡市
5	地方中枢都市圏	周辺都市	小樽市、千歳市、塩竈市、呉市、大竹市、太宰府市
6	地方中核都市圏	中心都市	宇都宮市、金沢市、静岡市、松山市、熊本市、鹿児島市
7	地方中核都市圏	周辺都市	小矢部市、小松市、磐田市、総社市、諫早市、臼杵市
8	地方中核都市圏	中心都市	弘前市、盛岡市、郡山市、松江市、徳島市、高知市
9	地方中核都市圏	周辺都市	高崎市、山梨市、海南市、安来市、南國市、浦添市
10	地方中心都市圏 その他の都市	-	湯沢市、伊那市、上越市、長門市、今治市、人吉市

クラス構成比からみた新たな都市類型

- クラスタ 1
- クラスタ 2
- クラスタ 3
- クラスタ 4

※K-means 5分類でクラスターリングを実施

※太宰府市については別クラスターであったがクラスター3に統合

※クラス1（横軸）は公共交通が多いクラス、クラス2（縦軸）は徒歩・自転車が多いクラス

②潜在クラスモデル：クラス構成比からみた都市類型の検討（私事系）



全国PT調査用都市類型

4	地方中枢都市圏	中心都市	札幌市、仙台市、広島市、北九州市、福岡市
5	地方中枢都市圏	周辺都市	小樽市、千歳市、塩釜市、呉市、大竹市、太宰府市
6	地方中核都市圏	中心都市	宇都宮市、金沢市、静岡市、松山市、熊本市、鹿児島市
7	地方中核都市圏	周辺都市	小矢部市、小松市、磐田市、総社市、諫早市、臼杵市
8	地方中核都市圏	中心都市	弘前市、盛岡市、郡山市、松江市、徳島市、高知市
9	地方中核都市圏	周辺都市	高崎市、山梨市、海田市、安来市、南国市、浦添市
10	地方中心都市圏 その他の都市	-	湯沢市、伊那市、上越市、長門市、今治市、人吉市

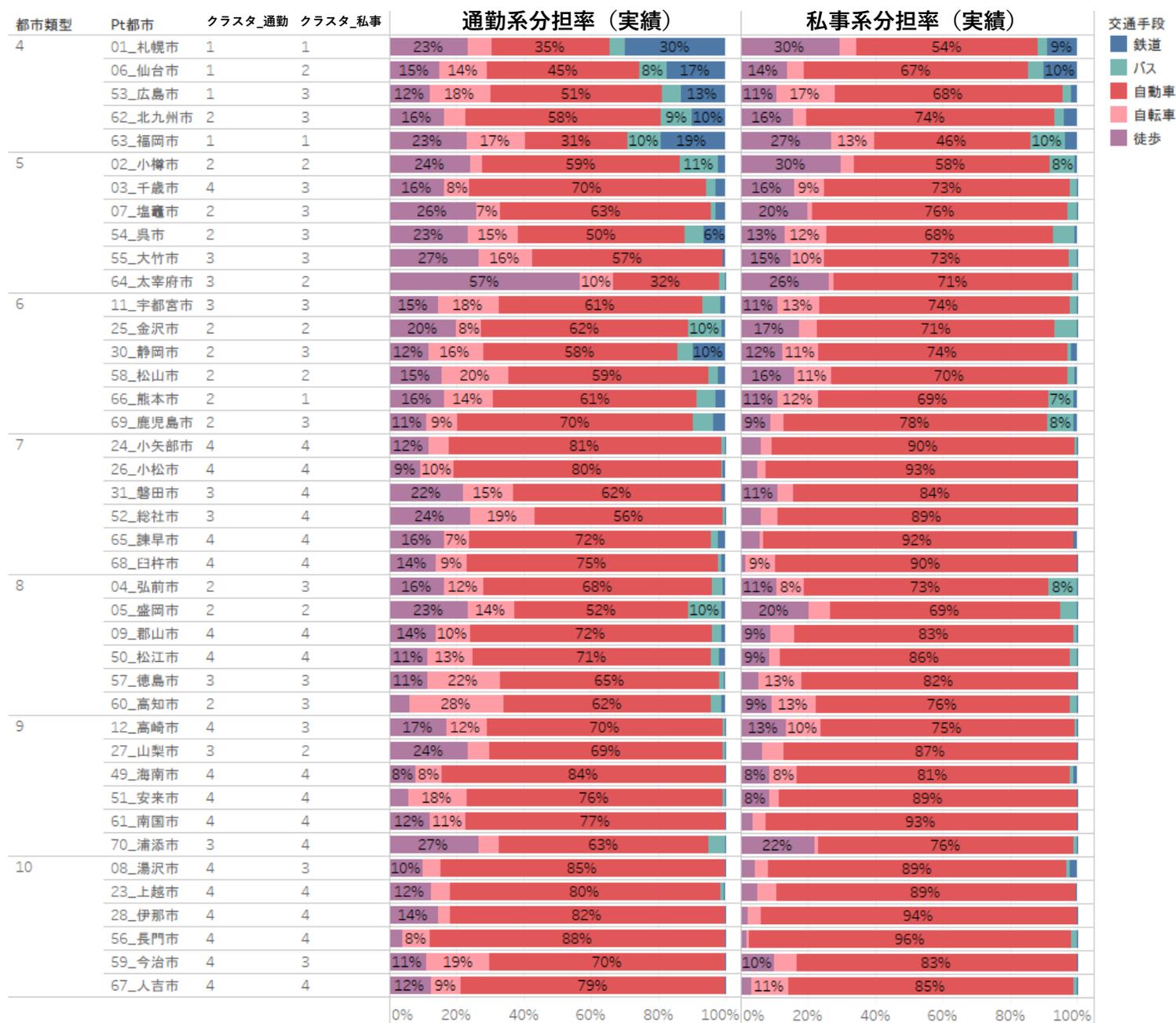
クラス構成比からみた新たな都市類型

- クラスタ 1
- クラスタ 2
- クラスタ 3
- クラスタ 4

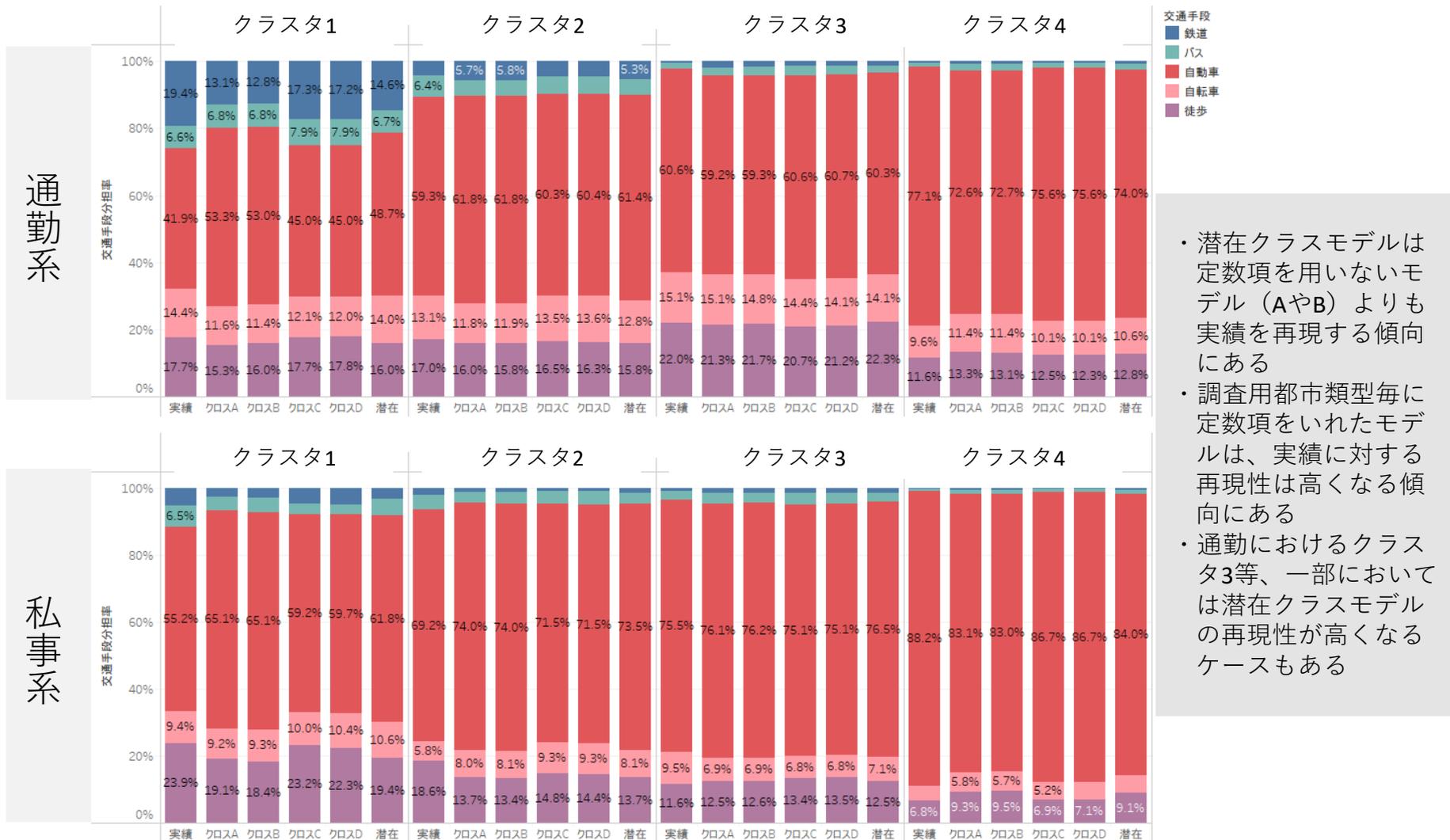
※K-means 4分類でクラスターリングを実施

※クラス2（横軸）は公共交通が多いクラス、クラス3（縦軸）は自動車が多いクラス

参考：都市類型とクラスタ分類と都市名の一覧および実績の交通手段分担率



②潜在クラスモデル：再現性 都市クラス別交通手段分担率



- ・潜在クラスモデルは定数項を用いないモデル（AやB）よりも実績を再現する傾向にある
- ・調査用都市類型毎に定数項をいれたモデルは、実績に対する再現性は高くなる傾向にある
- ・通勤におけるクラスタ3等、一部においては潜在クラスモデルの再現性が高くなるケースもある

実績

クロスA：41都市MNLモデル

クロスB：41都市MNLモデル（自動車保有／非保有）

クロスC：41都市MNLモデル＋ 調査用都市類型毎定数項

クロスD：41都市MNLモデル（自動車保有／非保有）＋ 調査用都市類型毎定数項

潜在：41都市潜在クラスモデル（3クラス） ※潜在クラスはクロスバリデーションではない結果

②潜在クラスモデル：再現性モデルの正解率（Accuracy）

- クラス別の分担率では、定数項を入れたMNLの再現性が高く出ていたが、モデル全体の正解率を比較すると、潜在クラスモデルが高く出る傾向にある（ただし、潜在クラスはクロスバリデーションしていない点に留意）

■各モデルの正解率（Accuracy）

	クロスA	クロスB	クロスC	クロスD	潜在
通勤系	0.643	0.648	0.649	0.654	0.661
私事系	0.690	0.690	0.696	0.695	0.703

※Accuracyが最も高いモデルを赤、次点で高いモデルをピンクで色付け

クロスA：41都市MNLモデル

クロスB：41都市MNLモデル（自動車保有／非保有）

クロスC：41都市MNLモデル + 調査用都市類型毎定数項

クロスD：41都市MNLモデル（自動車保有／非保有） + 調査用都市類型毎定数項

潜在：41都市潜在クラスモデル（3クラス） ※潜在クラスはクロスバリデーションではない結果

■混同行列の例（潜在クラスの場合）

（通勤系）

		推計					
		鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩	合計
実績	鉄道	107.1	22.0	145.8	32.5	9.6	317.0
	バス	19.9	42.3	149.4	50.0	19.4	281.0
	自動車	130.7	149.4	4,264.0	430.8	296.1	5,271.0
	自転車	38.1	41.5	431.6	241.4	230.4	983.0
	徒歩	14.9	18.1	289.4	236.3	710.3	1,269.0
	総計	310.7	273.4	5,280.2	990.9	1,265.8	8,121.0

（私事系）

		推計					
		鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩	合計
実績	鉄道	8.9	7.2	32.7	4.0	2.3	55.0
	バス	6.0	22.0	68.9	13.1	13.9	124.0
	自動車	34.8	65.0	3,268.9	193.8	328.4	3,891.0
	自転車	4.6	11.3	193.2	52.2	82.7	344.0
	徒歩	4.8	14.3	331.9	79.7	174.4	605.0
	総計	59.0	119.8	3,895.6	342.9	601.7	5,019.0

※総サンプル数に対する的中した割合（黄色ハッチの割合）をAccuracyとして算出

②潜在クラスモデル：再現性 都市別交通手段分担率のRMSE

- 都市別の交通手段分担率のRMSEを比較すると、潜在クラスモデルが高い性能を示す
目的・交通手段が多く、都市毎の特性を反映させやすいと考えられる

■各モデルの交通手段分担率のRMSE（二乗平均平方誤差）

		クロスA	クロスB	クロスC	クロスD	潜在
通勤系	鉄道	3.23%	3.21%	2.80%	2.65%	2.67%
	バス	2.28%	2.29%	2.48%	2.42%	2.31%
	自動車	7.38%	7.27%	6.16%	6.01%	6.87%
	自転車	5.99%	5.97%	6.01%	5.94%	5.65%
	徒歩	4.40%	4.06%	4.74%	4.47%	3.70%
私事系	鉄道	2.13%	2.14%	1.88%	1.89%	1.84%
	バス	2.23%	2.15%	2.62%	2.68%	2.01%
	自動車	6.20%	6.23%	5.18%	5.23%	5.60%
	自転車	4.16%	4.15%	4.54%	4.44%	3.80%
	徒歩	4.82%	5.02%	4.47%	4.54%	4.64%

※RMSEが最も小さいモデルを赤、
次点で小さいモデルをピンクで色付け

クロスA：41都市MNLモデル

クロスB：41都市MNLモデル（自動車保有／非保有）

クロスC：41都市MNLモデル＋調査用都市類型毎定数項

クロスD：41都市MNLモデル（自動車保有／非保有）

＋調査用都市類型毎定数項

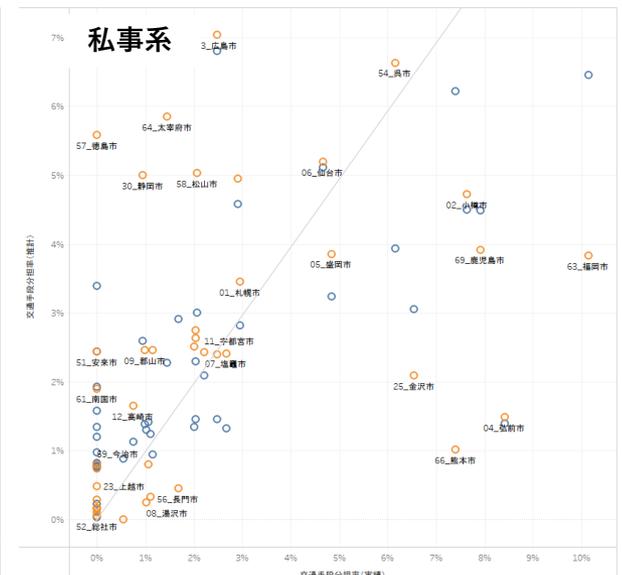
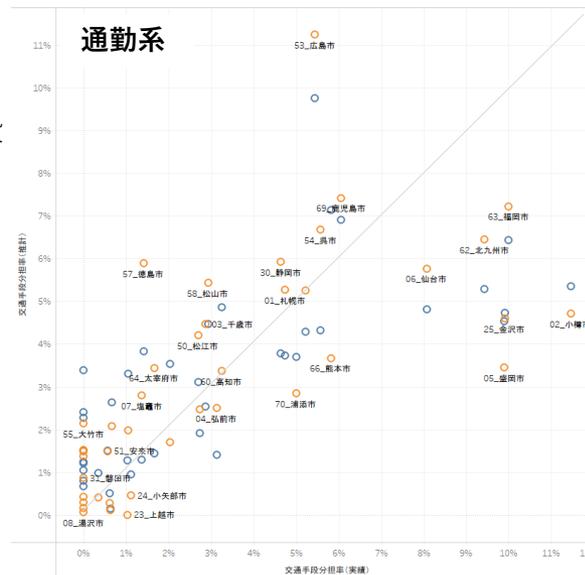
潜在：41都市潜在クラスモデル（3クラス）

※潜在クラスはクロスバリデーションではない結果

■都市別交通手段分担率の例 （バスの場合）

- 潜在クラス、クロスDのバスの交通手段分担率の結果を比較
- 横軸が実績値、縦軸が推計値

■ 潜在クラス
■ クロスD



参考：調査用都市類型別の弾力性

- 単純なMNLでモデルを推定すると都市によって弾力性に違いがみられる
- 属性別のモデルを構築すると、都市間の弾力性の違いが小さくなるため、潜在クラスモデルで同様の検証を行うことが考えられる

■調査用都市類型毎のMNLモデル（通勤系）の弾力性

説明変数		都市類型4	都市類型5	都市類型6	都市類型7	都市類型8	都市類型9	都市類型10	都市類型計
鉄道	乗車時間+乗換時間	-0.109	-0.246	-	-2.398	-0.077	-0.021	-1.893	-0.207
	待ち時間	-0.368	-0.764	-	-0.654	-0.692	-0.428	0.348	-0.637
	運賃	-0.530	-0.101	-	-0.154	-0.166	-0.371	4.640	-0.040
	端末ログサム（アクセス+イグレス）	-0.788	-1.739	-	-3.110	-1.544	-1.909	-3.792	-1.239
バス	乗車時間+乗換時間	-0.160	-0.530	-	-0.513	-0.194	-0.175	-3.798	-0.285
	待ち時間	-0.498	-0.824	-	-0.242	-0.834	-0.776	0.237	-0.960
	運賃	-0.718	-0.149	-	-1.276	-0.198	-0.402	6.294	-0.046
	端末時間（アクセス+イグレス）	-0.751	-0.616	-	-0.537	-0.874	-0.585	-0.747	-0.695
自動車	所要時間	-0.525	-0.344	-	-0.256	-0.201	-0.184	-0.047	-0.242
自転車	所要時間（65歳未満）	-1.494	-1.328	-	-1.693	-1.369	-1.179	-0.823	-1.270
	所要時間（65歳以上）	-0.099	-0.214	-	-0.117	-0.094	-0.047	-0.075	-0.124
徒歩	所要時間（65歳未満）	-1.174	-1.013	-	-1.544	-1.460	-1.228	-1.249	-1.210
	所要時間（65歳以上）	-0.100	-0.156	-	-0.111	-0.149	-0.089	-0.046	-0.119

※弾力性：各説明変数が1%変化した場合の分担率の変化の割合、各説明変数に対応する交通手段の弾力性を算出（直接弾力性）

※色は同じ説明変数の中で、弾力性が小さいと赤、大きいと緑としている（鉄道待ち時間、自動車所要時間のみ）

※クロスバリデーションの結果ではなく、調査用都市類型毎にMNLモデル（通勤系）を推定した結果から算出

	都市類型4	都市類型5	都市類型6	都市類型7	都市類型8	都市類型9	都市類型10	都市類型計
自動車無	-1.135	-1.134	-1.082	-1.835	-1.027	-0.686	-1.129	-0.922
自動車有	-0.464	-0.229	-0.240	-0.084	-0.133	-0.122	0.043	-0.174

自動車保有有無でモデルを
分けて弾力性を確認

- 自動車保有無しの人に関しては、都市類型間の弾力性の違いが小さくなっている
- 自動車保有有りの人に関しては、都市類型間の弾力性に違いがみられる

②潜在クラスモデル：潜在クラスモデルにおける課題

- 潜在クラスモデルについては、以下のような課題も存在するため、適用は引き続き検討
 - 初期値による推定結果が変わる
 - ➔ 潜在クラスでない通常のMNLでの推定結果を初期値として利用
 - 全てのクラスで説明変数の符号条件やログサム変数の条件等を満たすのが難しい
 - ➔ 一部、有意とならない変数、符号が逆転する変数が出てしまうことを許容する
(モデル全体としての汎化性等を重視する)
時間と運賃が同時に有意になりづらい等の問題に対しては、時間価値をパラメータ化する等のアプローチを検討する
 - 目的地選択モデルへのログサム変数を作成する際に、効用のスケールがクラスによって異なるため、クラス構成比で重みづけ平均する等が適切ではない
 - ➔ ログサム変数を費用パラメータ等で割って一般化費用にし、そのうえでクラス構成比で平均をとることで解決できるのではないか
 - 定数項補正
 - ➔ 計算方法については要検討
(簡易的には計算困難なので、定数項のみのパラメータ推定が必要か)

参考：端末交通手段選択モデルの推定結果

- サンプル数が少ないため、通勤と業務と通学の目的は統合（通学のみ定数項を別で設定）、私事系（送迎、通院、買物、そのほか私事）は統合して推定した
- 符号条件を満たしており、各パラメータも概ね有意である（イグレス私事の総所要時間のみt値の絶対値が小さい）
- 運賃に関しては、有意に効かなかったため、現時点では説明変数から除いている

項目	アクセス			イグレス		
	通勤・業務	通学	私事	通勤・業務	通学	私事
総所要時間(分)		-0.0719	-0.0615		-0.0499	-0.0115
		(-8.91)	(-5.69)		(-5.54)	(-1.62)
高低差(m)		-0.0180	-0.0327		-0.0527	-0.0362
		(-3.56)	(-3.93)		(-5.09)	(-3.02)
バス定数項	-1.1752	-0.4531	-1.2314	-1.5407	-1.8290	-1.6150
	(-8.26)	(-1.59)	(-5.78)	(-10.84)	(-5.97)	(-8.45)
自動車定数項	-3.3698	-2.7138	-3.3038	-3.6966	-3.6263	-3.0625
	(-16.64)	(-8.62)	(-11.34)	(-16.27)	(-9.57)	(-12.95)
自転車定数項	-2.0891	-1.2051	-2.2303	-2.8852	-2.0380	-2.7422
	(-16.07)	(-5.60)	(-11.53)	(-16.79)	(-8.36)	(-13.00)
初期尤度		-941.62	-375.74		-672.44	-336.13
最終尤度		-846.28	-338.26		-622.04	-325.92
尤度比		0.101	0.100		0.075	0.030
修正済尤度比		0.093	0.086		0.063	0.016
的中率		0.64	0.66		0.77	0.78
サンプル数		861	355		862	467
実績-バス		111	54		104	56
実績-自動車		91	38		42	23
実績-自転車		143	41		63	25
実績-徒歩		516	222		653	363

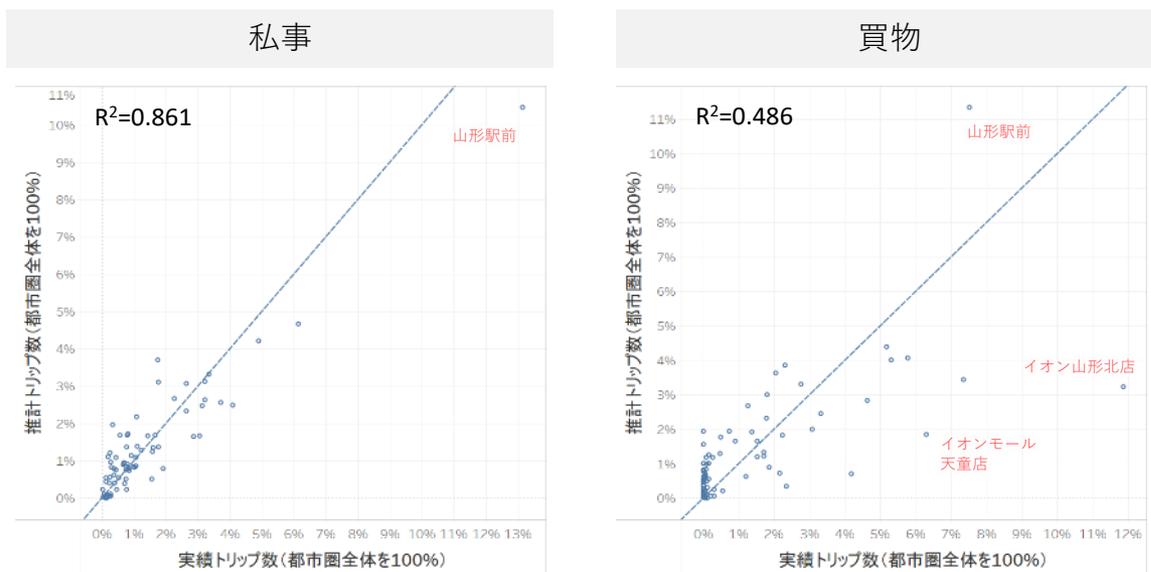
※各説明変数の下段の数値はt値

3. ツアー目的地選択モデル

ツアー目的地選択モデルの課題と対応方針

- 大規模商業施設や駅前、中心市街地などの集中トリップ数が多い箇所における再現性が課題（≡これらの施設に対する感度も低いと想定される）
- 説明変数等の工夫により、上記の課題への対応を考える

■中ゾーン着トリップの山形PTとの比較



■対応方針

大規模商業施設	大規模商業施設のデータ整備 特に規模の大きな商業施設への集積を表現するために説明変数への考慮方法を工夫（ダミー変数化、二次関数で表現など）
中心市街地、駅前	周辺施設への徒歩アクセシビリティ等の説明変数を加える

大規模商業施設データ：大型小売店舗総覧

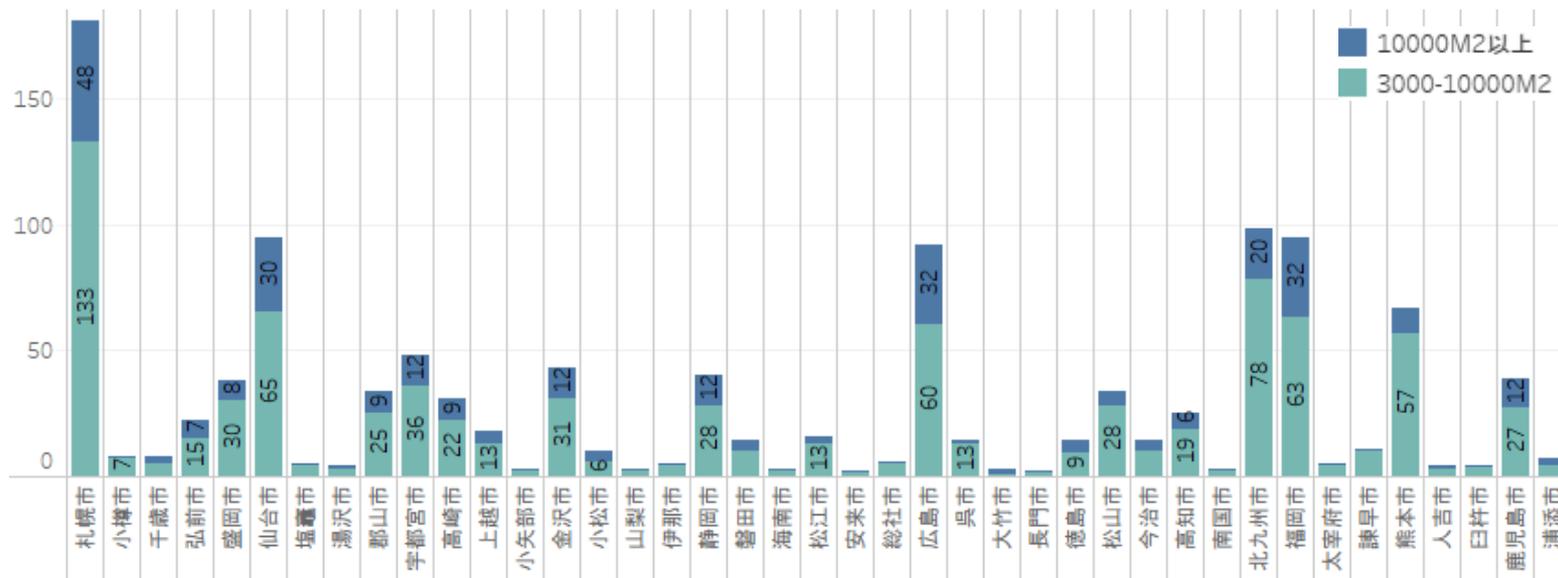
- 大規模商業施設毎の住所、床面積、業態等の情報が完備されているデータとして、大型小売店舗総覧を利用（有償データ）

■大型小売店舗総覧の収録情報

- 基礎情報** [店舗名、郵便番号・住所・TEL、設置者]
- 開店情報** [店舗面積、変更（増床）予定（年月・面積）、新設届出年月、開店予定年月、撤退予定年月]
- 営業情報** [業態、小売業者数、主要取扱販売品、開店・閉店時刻]
- 核店舗情報** [核店舗の企業名・店舗面積]
- 立地情報** [店舗の立地、駐車場・駐輪場収容台数、最寄駅・近接幹線道路]

全国大型小売店舗総覧HP https://str.toyokeizai.net/databook/dbs_ogatakouri/

■都市毎の大規模商業施設数（3,000㎡以上）



大規模商業施設データ：大型小売店舗総覧

■参考：R3全国PTのトリップ数と各ゾーンの店舗数・施設数の相関係数

店舗数		買物トリップ	私事トリップ	
		0.318	0.322	
大規模小売店	床面積別施設数	大規模小売店(3000-10000m ²)	0.253	0.142
		大規模小売店(10000m ² 以上)	0.226	0.118
		大規模小売店(20000m ² 以上)	0.219	0.109
	業態別施設数	ショッピングセンター	0.223	0.095
		ホームセンター	0.164	0.091
		寄合百貨店	0.083	0.102
		食品スーパー	0.189	0.074
		専門店	0.114	0.074
		総合スーパー	0.161	0.051
		百貨店	0.085	0.076
	合計床面積	床面積	0.278	0.152
		床面積 ²	0.114	0.082

※全国PTは調査区を設定しサンプリングしているため、必ずしも大規模施設のあるゾーンのトリップ実績が多くなるとは限らない点に留意が必要

周辺施設への徒歩による店舗アクセシビリティ

- 中心市街地や駅前では、ゾーンの施設数（密度）自体は大きくなくても、周辺ゾーンへ徒歩等でアクセスしやすいことが追加的な魅力となって、人が集まることが考えられる
- そのため、アクセシビリティ指標を算出し、目的地選択モデルに考慮する

■周辺施設への徒歩による店舗アクセシビリティの算出方法

$$A_j = \ln \left[\sum_k S_k \times e^{\beta' \times t_{jk}} \right] \quad (\text{Vince Bernardin, 「How-To: Model Destination Choice」より})$$

Ln(0)を回避するため、以下のように修正して利用

$$A_j = \ln \left[\sum_k S_k \times e^{\beta' \times t_{jk}} + 1 \right]$$

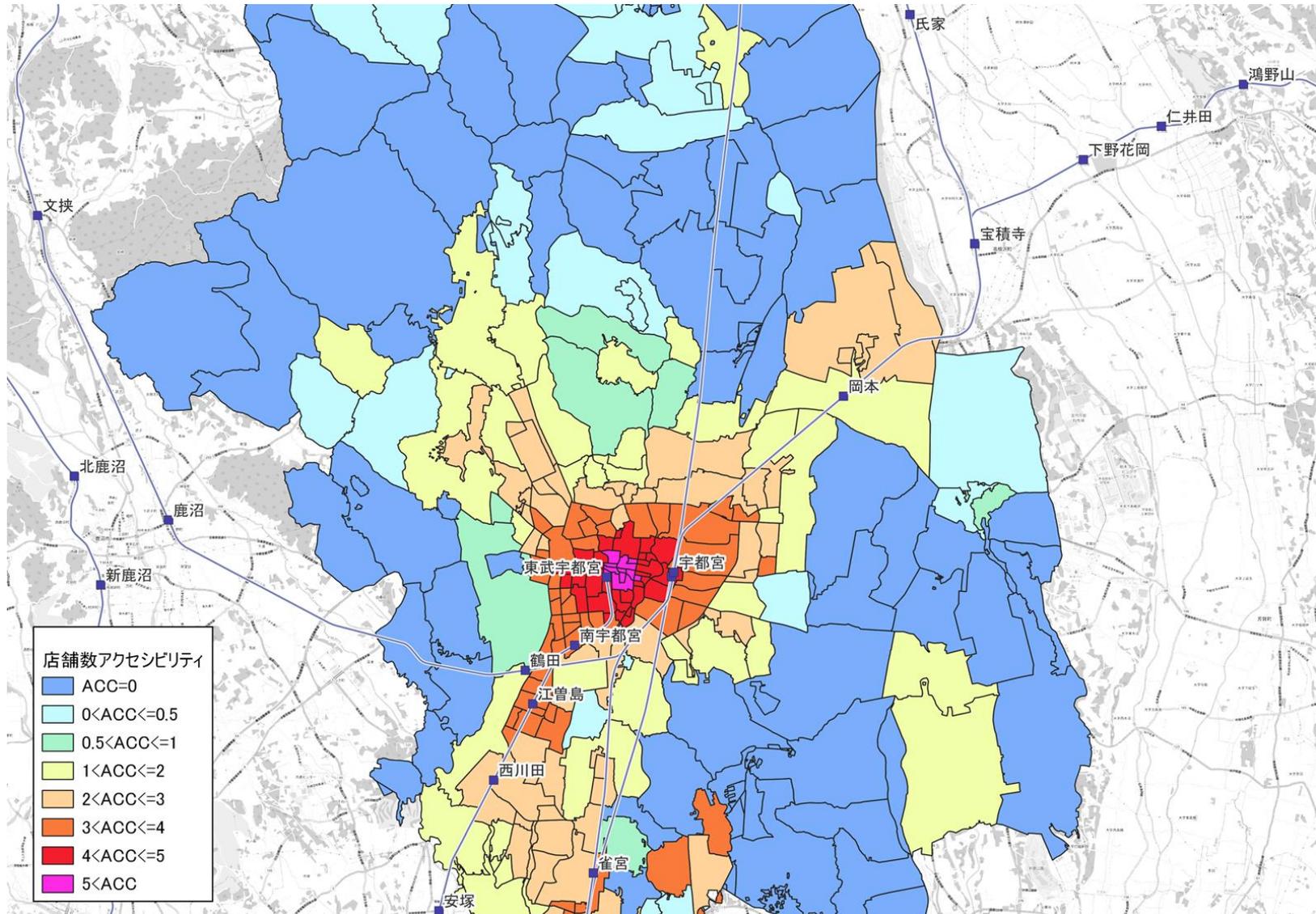
S：店舗数、t：所要時間（徒歩）

β：パラメータ（指標の分布、モデルへの当てはまりをみて-0.1で設定）

K：対象ゾーン（徒歩20分以内に到達可能なゾーンを対象）

参考：周辺施設への徒歩による店舗アクセシビリティの分布

宇都宮市 徒歩による店舗アクセシビリティ (20分以内、 $\beta = -0.1$)



ツアー目的地選択モデル推定結果

- 買物は大規模小売店の入れ方を複数パターン検討、アクセシビリティは有意でないため除いた
- 私事はアクセシビリティが有意、大規模小売店は1万㎡以上かどうかで変数を分離

■買物

		過年度結果	大規模小売店						
			Case1	Case2a	Case2b	Case3a	Case3b	Case4	
ゾーン内外	交通手段選択モデルログサム	0.998 (13.32)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	ゾーン間距離(km)	-0.096 (-4.96)	-0.095 (-6.00)	-0.095 (-6.01)	-0.094 (-5.96)	-0.096 (-6.10)	-0.094 (-5.97)	-0.094 (-5.93)	
	距離帯ダミー	0km-1km未満	1.383 (8.51)	1.465 (9.47)	1.488 (9.73)	1.507 (9.83)	1.403 (9.19)	1.482 (9.65)	1.485 (9.66)
		1km-2km未満	1.093 (8.37)	1.139 (9.00)	1.154 (9.18)	1.152 (9.13)	1.109 (8.83)	1.152 (9.12)	1.158 (9.15)
		2km-3km未満	0.780 (6.75)	0.802 (6.99)	0.803 (7.04)	0.820 (7.16)	0.785 (6.89)	0.827 (7.21)	0.826 (7.19)
		3km-4km未満	0.412 (3.75)	0.412 (3.74)	0.430 (3.94)	0.412 (3.75)	0.422 (3.87)	0.423 (3.85)	0.420 (3.81)
		4km-5km未満	0.203 (1.86)	0.219 (1.99)	0.217 (1.99)	0.229 (2.09)	0.192 (1.76)	0.217 (1.98)	0.243 (2.21)
	ゾーン内々	ゾーン内々ダミー	2.552 (14.16)	2.747 (15.53)	2.718 (15.83)	2.780 (15.98)	2.642 (15.41)	2.770 (15.87)	2.770 (15.88)
		ゾーン内々距離(km)	-0.996 (-6.59)	-1.037 (-6.81)	-1.014 (-7.40)	-1.016 (-7.05)	-0.998 (-7.28)	-1.008 (-6.93)	-0.985 (-6.78)
	ln(施設数(文化)密度(/km2))		-	-	-	-	-	-	-
ln(施設数(集客)密度(/km2))		-	-	-	-	-	-	-	
ln(施設数(行政)密度(/km2))		-	-	-	-	-	-	-	
ln(施設数(大規模小売店)密度(/km2))	店舗面積	0.092 (11.99)	0.210 (29.82)	-	-	-	-	-	
	3000m2以上	-	-	-	-	-	-	-	
	店舗面積	-	-	-	0.134 (18.43)	-	-	-	
	3000m2以上10000m2未満	-	-	-	-	-	-	-	
	店舗面積	-	-	-	-	-	0.165	-	
	3000m2以上20000m2未満	-	-	-	-	-	-	(23.47)	
	店舗面積	-	-	0.202	0.179	-	-	-	
	10000m2以上	-	-	(22.92)	(20.12)	-	-	-	
	店舗面積	-	-	-	-	0.202	0.181	-	
	20000m2以上	-	-	-	-	(18.48)	(16.45)	-	
業態	-	-	-	-	-	-	0.189		
ショッピングセンター	-	-	-	-	-	-	(16.41)		
業態	-	-	-	-	-	-	0.169		
ショッピングセンター以外	-	-	-	-	-	-	(23.82)		
ln(店舗数密度(/km2))	0.792 (41.82)	0.637 (33.20)	0.690 (36.41)	0.594 (30.32)	0.715 (36.96)	0.568 (28.18)	0.571 (28.53)		
店舗数アクセシビリティ	-	-	-	-	-	-	-		
ln(ゾーン面積(km2))	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
初期尤度	-14307.013	-14307.013	-14307.013	-14307.013	-14307.013	-14307.013	-14307.013		
最終尤度	-7559.190	-7186.461	-7396.275	-7234.915	-7479.330	-7215.648	-7207.025		
尤度比	0.472	0.498	0.483	0.494	0.477	0.496	0.496		
修正済尤度比	0.471	0.497	0.482	0.494	0.477	0.495	0.495		
的中率(合計)	12%	14%	12%	13%	12%	13%	14%		
サンプル数(合計)	2,484	2,484	2,484	2,484	2,484	2,484	2,484		

買物はアクセシビリティが有意でないため除く

■私事

		過年度	今年度	
				0.538 (8.60)
ゾーン内外	交通手段選択モデルログサム	-0.095 (-6.20)	-0.087 (-5.72)	
	ゾーン間距離(km)	1.865 (11.73)	1.819 (11.44)	
	距離帯ダミー	0km-1km未満	1.345 (10.89)	1.331 (10.77)
		1km-2km未満	0.926 (8.20)	0.923 (8.17)
		2km-3km未満	0.691 (6.40)	0.671 (6.21)
		3km-4km未満	0.316 (2.80)	0.304 (2.69)
		4km-5km未満	3.383 (21.39)	3.426 (21.87)
	ゾーン内々	ゾーン内々ダミー	-1.096 (-9.31)	-0.996 (-8.73)
		ゾーン内々距離(km)	0.026 (3.77)	0.031 (4.37)
	ln(施設数(文化)密度(/km2))		0.054 (6.42)	0.051 (5.98)
ln(施設数(集客)密度(/km2))		0.034 (3.10)	0.031 (2.81)	
ln(施設数(大規模小売店)密度(/km2))	店舗面積	0.037 (3.89)	-	
	3000m2以上	-	0.032 (3.50)	
	店舗面積	-	0.120 (10.30)	
	3000m2以上10000m2未満	-	-	
店舗面積	-	-		
10000m2以上	-	-		
店舗面積	-	-		
20000m2以上	-	-		
業態	-	-		
ショッピングセンター	-	-		
業態	-	-		
ショッピングセンター以外	-	-		
ln(店舗数密度(/km2))	0.385 (20.44)	0.247 (11.88)		
店舗数アクセシビリティ (対象ゾーン徒歩所要時間20分以内、β=-0.1)	-	0.141 (5.48)		
ln(ゾーン面積(km2))	1.000	1.000		
初期尤度	-11846.965	-11846.965		
最終尤度	-7253.867	-7175.384		
尤度比	0.388	0.394		
修正済尤度比	0.387	0.393		
的中率(合計)	12%	12%		
サンプル数(合計)	2,119	2,119		

店舗面積2万㎡で変数を分離した場合が尤度比が最も大きくなるため、今回のシミュレータで採用(Case1除く)

私事はアクセシビリティが有意、大規模小売店は1万㎡以上かどうかで変数を分離

4. そのほか立ち寄りモデル等

- ・ 立ち寄り発生回数選択モデル
- ・ 立ち寄り目的地選択モデル
- ・ トリップ交通手段選択モデル
- ・ 活動継続時間モデル

立ち寄り発生回数選択モデル：モデルの考え方

- 目的毎に立ち寄りの発生回数を選択する多項ロジットモデル
 - 選択肢集合は実績の発生割合が0.1%以上の発生回数までとして設定
- 5目的別往路復路別のモデルを作成
- 説明変数：各種属性（年齢、就業形態、子供の有無等）、残り活動可能時間、立ち寄り目的地ログサム変数等

■立ち寄り発生回数別ツアー数

発生回数	業務		送迎		通院		買物		私事	
	往路	復路								
0回	31513	31065	34912	34804	37498	37357	55293	52201	69091	69579
1回	301	536	557	621	104	242	2039	4737	4398	4084
2回	57	156	25	64	2	4	321	646	755	621
3回	15	58	3	6	0	1	59	114	185	143
4回	3	66	0	3	0	0	7	17	38	27
5回	1	5	0	1	0	0	0	4	1	9
6回	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
7回	2	1	2	0	0	0	0	0	1	4
8回	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9回	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10回	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11回以上	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	31892	31892	35499	35499	37604	37604	57719	57719	74470	74470

赤字…50以上

発生回数	業務		送迎		通院		買物		私事	
	往路	復路								
0回	98.81%	97.41%	98.35%	98.04%	99.72%	99.34%	95.80%	90.44%	92.78%	93.43%
1回	0.94%	1.68%	1.57%	1.75%	0.28%	0.64%	3.53%	8.21%	5.91%	5.48%
2回	0.18%	0.49%	0.07%	0.18%	0.01%	0.01%	0.56%	1.12%	1.01%	0.83%
3回	0.05%	0.18%	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.10%	0.20%	0.25%	0.19%
4回	0.01%	0.21%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.03%	0.05%	0.04%
5回	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%
6回	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
7回	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
8回	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
9回	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
10回	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11回以上	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
合計	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

赤字…0.1%以上

立ち寄り発生回数選択モデル：推定結果の概要

- モデルの推定業務、送迎、通院、買物、私事の5つの目的の往復別にモデルを作成
- 説明変数としては以下を考慮
 - 白色部分に関しては、有意でなかったため説明変数から除いたもの
 - また、灰色部分に関してはモデル上考慮できない説明変数 or 解釈が難しい説明変数として、検討に含めなかった

■パラメータ推定結果の概要

説明変数		業務			送迎			通院			買物			私事		
		立寄往路	立寄復路	ツアー												
ツアー	通勤															
	通学		-													
	業務	+					-									
	送迎						+									
	通院															
	買物															
	私事															
性別	女性	-			+	+							+			
年齢	-64															
	65-74						+									
	75-						+									
自動車保有	あり		+	+	+	+	+									
就業形態	自営業															
	正規職員															
	非正規・パート等															
	学生															
	主婦・主夫 無職															
世帯	単身世帯															
	10歳未満子供有※															
残り活動可能時間		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
立ち寄り目的地ログサム変数																

※10歳未満子供有かつ20歳以上

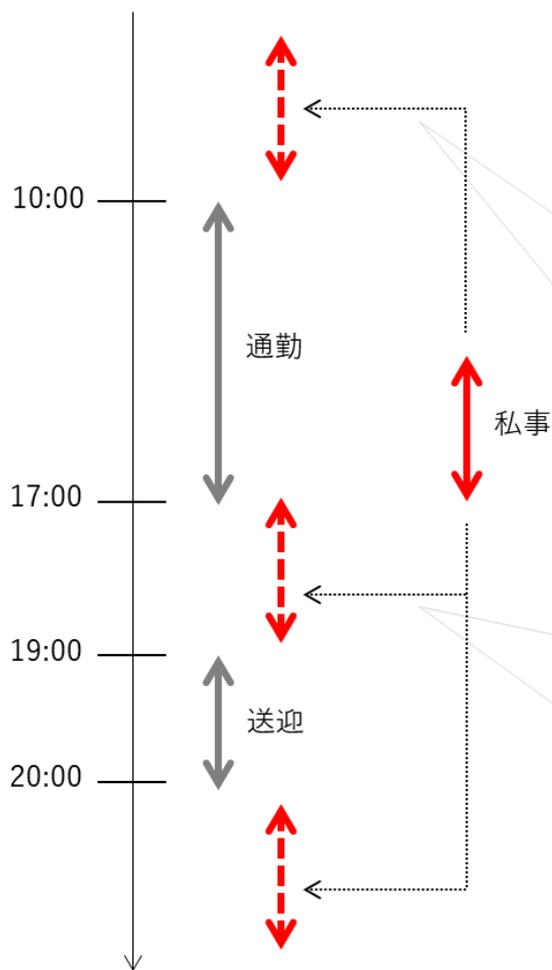
参考：ABMで考慮されている活動間の関係性

①活動発生における残り活動可能時間の考慮

通勤等で一日の時間の多くが埋まっており、残り活動可能時間が短い場合、優先順位の低い活動は追加で発生しづらくなる

②活動開始時刻の選択肢集合

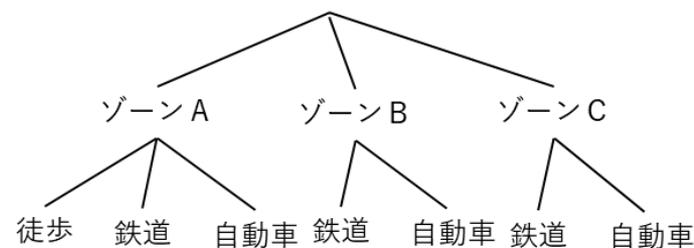
通勤等の優先順位の高い活動がすでに発生している時刻は、活動開始時刻の選択肢集合から除かれる



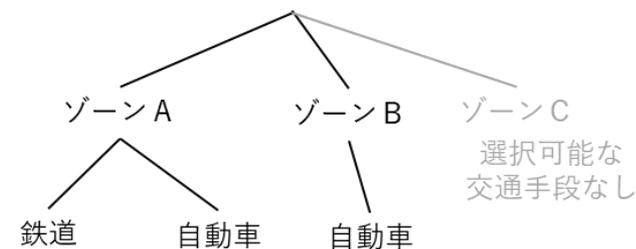
③目的地や交通手段のプリズム制約

プリズム制約を明示的に考慮することで、利用可能な交通手段や目的地の選択肢集合を絞る

また、選択肢集合が少なくなることで、ログサム変数が小さくなり、結果として時間制約が強い時間帯は活動が発生しづらくなる



時間制約が少ない場合には、目的地や交通手段の選択肢は広い

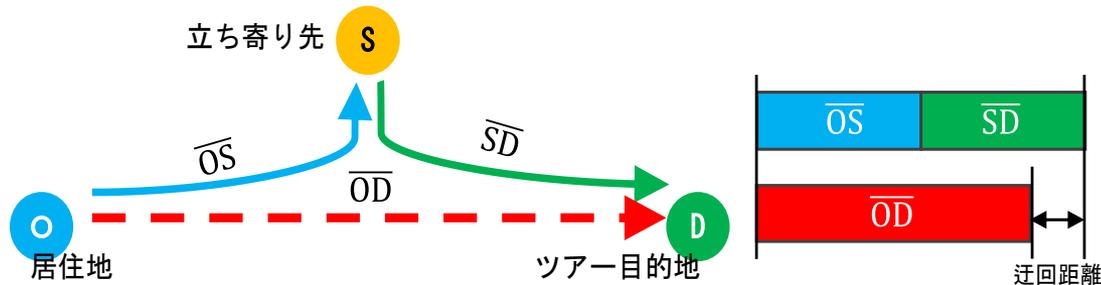


時間制約が強い場合には、目的地や交通手段の選択肢は狭くなる

立ち寄り目的地選択モデル：モデルの考え方

- 立ち寄り単位で、立ち寄りの場所を選択する多項ロジットモデル
- 5目的（業務、送迎、通院、買物、私事）別のモデルを作成
- 説明変数：トリップ交通手段選択モデルログサム、迂回距離、居住地ダミー、ツアー目的地ダミー、施設数密度
- 選択肢集合
 - 対象都市内々の全ゾーン
 - ただしプリズム制約として「残り活動可能時間 > 立ち寄り時の最小移動時間 + 立ち寄り活動時間」の制約を設ける

■ 迂回距離の作成方法



※距離は道路（徒歩）距離

※迂回距離ダミーの距離帯に迂回距離が該当する場合「1」

立ち寄り目的地選択モデル：推定結果の概要

- トリップ交通手段選択モデルログサムはプラス、各施設の説明変数もプラスであり符号条件を満たしている。

■パラメータ推定結果

目的		業務	送迎	通院	買物	私事
内外	交通手段選択モデルログサム	0.5555 (5.87)	0.8553 (5.45)	0.6619 (3.14)	0.6585 (14.65)	0.5627 (19.70)
	迂回距離0~2km未満ダミー	1.5686 (8.36)	2.5607 (8.96)	2.4782 (5.50)	3.1083 (29.24)	1.7900 (23.64)
	迂回距離2~4km未満ダミー	1.3198 (7.42)	2.0418 (7.81)	1.5313 (3.48)	2.2611 (22.39)	1.3256 (18.68)
	迂回距離4~8km未満ダミー	0.7755 (4.76)	1.3363 (5.69)	0.8881 (2.21)	1.4818 (15.60)	0.8374 (13.00)
	居住地ダミー	0.7723 (3.65)	1.2263 (8.35)	0.9770 (3.45)	0.6104 (9.05)	0.7543 (10.93)
	ツアー目的地ダミー	2.4259 (17.75)	1.6736 (12.39)		0.5434 (9.66)	0.9732 (15.96)
	内々	内々ダミー	7.0334 (14.45)	11.3407 (11.09)	7.0950 (6.45)	7.5818 (22.20)
	内々距離		-2.0823 (-3.64)		-0.6425 (-2.46)	
	Log(事業所数密度(/km2))	0.4718 (15.61)				
	Log(店舗数密度(/km2))				0.5214 (35.48)	0.4349 (30.53)
	Log(施設数(文化)密度(/km2))					0.0228 (4.60)
	Log(施設数(集客)密度(/km2))					0.0399 (6.84)
	Log(施設数(行政)密度(/km2))	0.0994 (5.26)				0.0666 (8.72)
	Log(施設数(保育)密度(/km ²) ×10歳未満子供有ダミー)		0.2184 (8.49)			
	Log(施設数(医療)密度(/km2))		0.0947 (6.08)	0.5876 (10.43)		
	Log(施設数(教育)密度(/km2))		0.1068 (7.08)			
	Log(施設数(大規模小売店)密度(/km2))				0.1804 (33.35)	0.0522 (9.19)
	Log(面積(km2))	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	初期尤度	-4105.062	-3671.113	-979.438	-24782.145	-25393.238
	最終尤度	-2695.976	-2164.193	-530.364	-13116.898	-16440.359
	尤度比	0.343	0.410	0.459	0.471	0.353
	修正済尤度比	0.341	0.407	0.451	0.470	0.352
	的中率(合計)	13%	14%	11%	12%	9%
	サンプル数(合計)	684	632	157	4013	4155

- 業務では、ツアー目的地近くが選択されやすい。また、最も選択されやすい施設は事業所で、次いで行政施設である。
- 送迎では、ツアー目的地近くが最も選択されやすく、目的地ほどではないが居住地近くも選択されやすい。また、最も選択されやすいのは保育施設で、次いで医療・教育施設である。
- 通院では、居住地近くが最も選択されやすく、ツアー目的地近くも選択される。また、医療施設が最も選択されやすい。
- 買物では、ツアー目的地近くが最も選択されやすく、目的地ほどではないが居住地近くも選択されやすい。また、最も選択されやすいのは店舗（小売店）で、次いで大規模小売店（3000m²以上）である。
- 私事では、ツアー目的地近くが最も選択されやすく、目的地ほどではないが居住地近くも選択されやすい。最も選択されやすいのは店舗、その他文化・集客・行政施設や大規模小売店である。

トリップ交通手段モデル：モデルの考え方

- トリップで用いる代表交通手段を選択する多項ロジットモデル
- 5目的別のモデルを作成（サンプル不足に対応するため通勤・通学、送迎・私事を統合）
- 説明変数：総所要時間、ツアー主要交通手段ダミー
- 選択肢：鉄道、バス、自動車、自転車、徒歩
 - ※ツアーの交通手段よりも上位の交通手段は、利用可能性をなしとしてトリップの代表交通手段で選択しない

■ ツアー代表交通手段とトリップ代表交通手段の利用可能性

		トリップ代表交通手段の利用可能性				
		鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩
ツアー代表交通手段	鉄道	○	○	○	○	○
	バス		○	○	○	○
	自動車			○	○	○
	自転車				○	○
	徒歩					○ (※)

トリップ交通手段モデル：結果の概要

- 各モデル、総所要時間のパラメータがマイナス等符号条件を満たしている
- 全国PTサンプルに対する、ツアー主要交通手段別のトリップ交通手段分担率の再現性を確認すると、概ね再現が図られている

■買物モデル

買物					
	鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩
定数項	0.8163 (4.22)	-1.0217 (-3.47)	-2.5441 (-10.87)	-2.5782 (-15.69)	
ツアー代表交通手段ダミー	バス	1.9512 (6.25)			
	自動車		6.5208 (29.71)		
	自転車			6.0091 (24.58)	
総所要時間パラメータ	-0.0380 (-10.61)				
初期尤度	-2594.054				
最終尤度	-1296.726				
尤度比	0.500				
修正済尤度比	0.497				
サンプル数	17353				
実績	117	242	15172	1430	392
利用可能性	189	512	15769	17353	17353
的中率	0.969				
的中率(実績手段別)	0.684	0.646	0.991	0.950	0.475
ツアー鉄道実績分担率	55.5%	7.6%	7.6%	1.9%	27.5%
ツアー鉄道推計分担率	55.5%	7.6%	9.5%	3.6%	23.9%
ツアーバス実績分担率		58.7%	7.3%	1.3%	32.7%
ツアーバス推計分担率		58.7%	6.2%	4.0%	31.1%
ツアー自動車実績分担率			98.6%	0.2%	1.2%
ツアー自動車推計分担率			98.6%	0.1%	1.3%
ツアー自転車実績分担率				97.9%	2.1%
ツアー自転車推計分担率				97.9%	2.1%
実績分担率	0.7%	1.4%	87.4%	8.2%	2.3%
推計分担率	0.7%	1.4%	87.4%	8.2%	2.3%

■通勤・通学モデル

通勤・通学						
	鉄道	バス	自動車	自転車	徒歩	
定数項	2.8728 (15.70)	-0.9530 (-2.93)	-1.6624 (-7.87)	-2.4642 (-14.39)		
目的ダミー	通学					
	0.9033 (1.65)	0.5784 (1.31)	-2.8375 (-19.68)	-0.3745 (-1.67)		
ツアー代表交通手段ダミー	バス	3.4000 (10.37)				
		自動車	5.1579 (24.82)			
		自転車	6.3060 (28.60)			
	通学	鉄道	3.7257 (6.10)			
		バス	3.4336 (6.41)			
総所要時間	-0.0403 (-15.42)					
初期尤度	-3483.254					
最終尤度	-1886.749					
尤度比	0.458					
修正済尤度比	0.454					
サンプル数	18340					
実績	750	676	13615	2868	431	
利用可能性	843	1464	15347	18340	18340	
的中率	0.955					
的中率(実績手段別)	0.904	0.857	0.978	0.969	0.360	
ツアー鉄道実績分担率	87.3%	1.6%	5.2%	1.2%	4.7%	
ツアー鉄道推計分担率	87.3%	1.6%	6.5%	0.8%	3.8%	
ツアーバス実績分担率		85.8%	8.5%	0.1%	5.6%	
ツアーバス推計分担率		85.8%	7.2%	1.2%	5.9%	
ツアー自動車実績分担率			97.4%	0.3%	2.2%	
ツアー自動車推計分担率			97.4%	0.3%	2.3%	
ツアー自転車実績分担率				98.7%	1.3%	
ツアー自転車推計分担率				98.7%	1.3%	
実績分担率	4.1%	3.7%	74.2%	15.6%	2.4%	
推計分担率	4.1%	3.7%	74.2%	15.6%	2.4%	
通勤的中率	0.969					
通勤的中率(実績手段別)	0.908	0.856	0.988	0.969	0.334	
通勤ツアー鉄道実績分担率	87.5%	2.1%	3.8%	1.2%	5.4%	
通勤ツアー鉄道推計分担率	87.5%	1.7%	5.4%	0.9%	4.5%	
通勤ツアーバス実績分担率		85.8%	7.9%	0.2%	6.2%	
通勤ツアーバス推計分担率		86.1%	6.2%	1.3%	6.3%	
通勤ツアー自動車実績分担率			98.8%	0.2%	1.0%	
通勤ツアー自動車推計分担率			98.8%	0.2%	1.0%	
通勤ツアー自転車実績分担率				98.7%	1.3%	
通勤ツアー自転車推計分担率				98.8%	1.2%	
通勤実績分担率	3.7%	3.5%	79.7%	11.7%	1.4%	
通勤推計分担率	3.7%	3.5%	79.7%	11.7%	1.4%	
通学的中率	0.861					
通学的中率(実績手段別)	0.886	0.862	0.843	0.968	0.388	
通学ツアー鉄道実績分担率	86.6%	0.0%	10.6%	1.1%	1.7%	
通学ツアー鉄道推計分担率	86.6%	1.3%	10.6%	0.3%	1.2%	
通学ツアーバス実績分担率		85.6%	11.5%	0.0%	2.9%	
通学ツアーバス推計分担率		84.0%	11.5%	0.7%	3.8%	
通学ツアー自動車実績分担率			81.1%	1.5%	17.4%	
通学ツアー自動車推計分担率			81.1%	1.7%	17.2%	
通学ツアー自転車実績分担率				98.7%	1.3%	
通学ツアー自転車推計分担率				98.5%	1.5%	
通学実績分担率	6.5%	5.0%	37.6%	42.3%	8.6%	
通学推計分担率	6.5%	5.0%	37.6%	42.3%	8.6%	

活動継続時間モデル：モデルの考え方・結果の概要

- ツアーと立ち寄り両方の活動時間を推計するモデル
 - 生存時間モデルの代表的手法であるコックス比例ハザードモデル
- 7目的別のモデルを作成
- 説明変数：性別、年齢、就業形態、子供有無等

$$S(t) = S_0(t)^{HR}$$

$S_0(t)$ ：基準生存関数

$HR(\text{hazard ratio}) = \exp(\beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n)$ ：ハザード比

x ：共変量（説明変数）

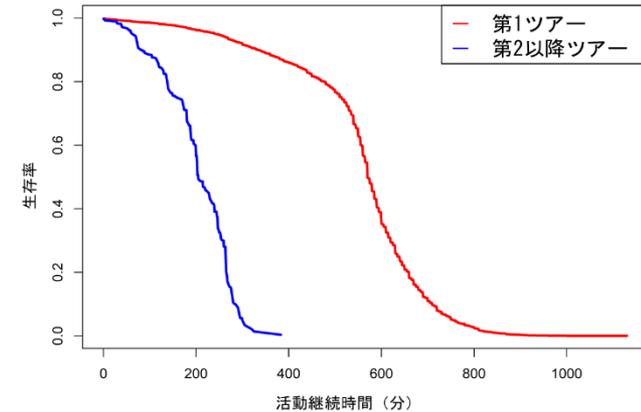
β ：共変量（説明変数）に対する係数

■活動時間継続モデル

	目的						
	通勤	通学	業務	送迎	通院	買物	私事
女性ダミー	0.4336 (13.01)						
高齢者ダミー	0.3785 (5.61)		0.5704 (7.02)			0.1438 (5.69)	0.1707 (6.10)
自営業ダミー	-0.2424 (-2.36)						
正規職員ダミー	-0.3597 (-4.68)		-0.3565 (-4.65)				
非正規・パート・アルバイト ダミー	0.3796 (4.67)						
学生ダミー							-0.2667 (-8.24)
10歳未満子供有ダミー						0.2082 (5.50)	
活動前消費時間 (8時間超過分)[分]			0.0007 (3.68)			0.0005 (5.51)	
第1ツアー /第2以降ツアー・立ち寄り	層化		層化	層化	層化	層化	層化
18歳以下 /19歳以上		層化					
サンプル数	22341	5704	5490	5021	2466	29460	29338
G統計量	0.641		0.603			0.539	0.554
決定係数	0.158		0.101			0.016	0.022

(括弧内はZ値)

基準生存率曲線 通勤



基準生存率曲線 買物

