

詳細な回遊データを用いたODパターン推定の精度検証*

Accuracy Verification of OD Pattern Estimation with Detailed Round Trip Data *

二神雄典**・羽藤英二***

By Yusuke FUTAGAMI ***・Eiji HATO***

1. はじめに

従来の交通行動分析では、ゾーン間や地域間などで移動する人数といったマクロスケールでの分析がなされてきた。しかし、現在、個別の施設・店舗そのものといったミクロスケールでの調査・分析の対象とするニーズが高まりをみせている。本研究では、回遊行動のリスト(配列)データを利用し、データオリエンテッドな回遊行動モデルの構築を目指す。さらに調査結果から得られた単純なリストの組み合わせに基づくクロニングシミュレーションを実行することで、都心回遊行動の再現を試みる。



図1 調査対象エリア

2. 調査概要と基礎集計

2004年6月と11月のそれぞれ週末2日間、計4日間において、松山市の中心市街地である大街道、銀天街商店街を中心としたエリアで、アンケート票を配布した。調査対象エリアを図1に示す。アンケート調査はダイアリー形式であるが、立ち寄った施設での使用金額、魅力度などについて詳細に記入してもらい、また地図に通過ルートを記入してもらった。郵送されてきたデータから不備のない318名のデータを得た。アンケートデータの個人属性集計結果を表1に示す。全体では、立ち寄り施設数は3.77箇所、1施設あたりの滞在時間は35分という結果になった。また、施設滞在時間約133分、移動時間27分と滞在時間と移動時間の比率は5:1となった。1施設あたりの平均使用金額は約3000円であった。職業別では、学生、アルバイト・パートといった時間制約のない属性の立ち寄り施設数がそれぞれ4.13箇所、3.90箇所と多い。一方で、主婦は移動時間17分、施設滞在時間90分と、ともに短い。主婦は様々な時間制約あることから効率よく買物行動を行っていると考えられる。1施設あたりの平均使用金額を見ると、会社員3440円、自営業4230円に対し、学生1760円と、収入の差が使用金額の差になったと考えられる。

表1 個人属性集計

属性	サンプル数	立ち寄り施設数	立ち寄り施設数	施設滞在時間(分)	移動時間(分)	滞在時間(分)	移動時間(分)	平均滞在時間(分)	平均滞在時間(分)	合計使用金額(円)	使用金額(円)	使用金額(円)
全体	318	3.77	4.50	133	27	159	35	29	11307	3001	2511	
性別												
男性	101	3.57	4.07	123	25	148	34	30	11722	3280	2881	
女性	217	3.86	4.71	138	27	165	36	29	11121	2883	2364	
年代												
10代	34	4.09	4.79	129	28	157	32	27	5237	1281	1092	
20代	107	4.18	4.83	156	30	186	37	32	9617	2302	1990	
30代	60	4.25	5.40	138	31	169	33	26	16300	3835	3018	
40代	44	3.77	4.50	139	25	164	37	31	13278	3519	2951	
50代以上	73	2.62	3.15	92	17	109	35	29	11409	4361	3621	
職業												
会社員	104	3.84	4.62	151	30	180	39	33	13197	3440	2859	
自営業	26	2.96	3.62	147	21	168	50	41	12528	4230	3465	
主婦	44	3.36	4.16	90	17	108	27	22	9253	2751	2225	
学生	76	4.13	4.70	127	28	155	31	27	7270	1760	1548	
アルバイト・パート	20	3.90	4.95	139	23	162	36	28	7041	1805	1422	
無職・その他	46	3.85	4.63	135	31	165	35	29	16649	4327	3595	
人数構成												
1人	112	3.21	3.73	120	19	139	37	32	8761	2726	2347	
2人	147	4.04	4.98	134	29	163	33	27	13333	3300	2677	
3人以上	58	4.07	4.72	156	32	188	38	33	10803	2655	2287	
来街手段												
徒歩	35	3.60	4.23	120	24	145	33	28	10064	2796	2380	
自転車	107	3.53	4.07	135	22	158	38	33	6902	1954	1698	
バイク	15	3.93	4.53	143	24	166	36	31	12551	3191	2769	
公共交通	64	3.88	4.67	143	27	171	37	31	9919	2560	2123	
乗用車	96	4.01	5.00	127	32	159	32	25	17584	4385	3517	
来街時間												
11時前	29	4.66	5.38	208	38	246	45	39	21349	4586	3969	
11時から14時の間	169	3.96	4.85	148	28	176	37	30	11392	2878	2351	
14時から17時の間	86	3.57	4.17	93	24	117	26	22	10086	2825	2416	
17時以降	22	2.85	2.68	102	13	115	40	38	4617	1814	1721	

3. 回遊パターン

複雑なエリア内の組み合わせである回遊行動を個人属性で分類することは、本質的ではないと考えられる。そこで、本研究では、回遊行動そのものの差異、つまり、回遊パターンによって分類・分析を行なうこととした。回遊パターン分析においては、MDSAM(Multi Dimensional Sequence Alignment Method)を用いてスコアを計算、スコアからクラスター分析を行い、『回遊パターン』の

*キーワード: OD推定, 歩行者交通行動

**学生員, 愛媛大学大学院理工学研究科生産環境工学専攻環境建設工学コース(愛媛県松山市文京町3, E-mail:futagami@eh.cee.ehime-u.ac.jp)

***正員, 工博, 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

分類を行う。来街手段、性別での回遊パターンの構成割合を図2に示す。右の凡例は、回遊パターンクラスターであり10通りに分類されている。同来街手段、同性において、様々な回遊パターンが含まれていることがわかる。

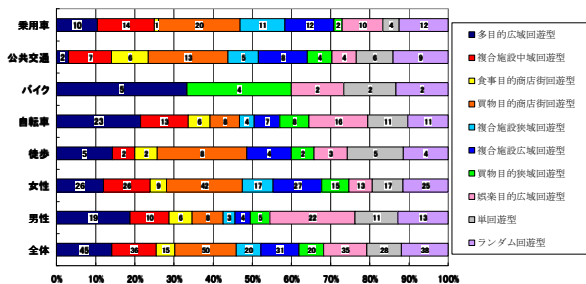


図2 回遊パターン構成割合

図3に分類数-平均スコア相関図を示す。分類数を考慮すると、回遊パターンによる分類が、最も分類感度が高いといえる。

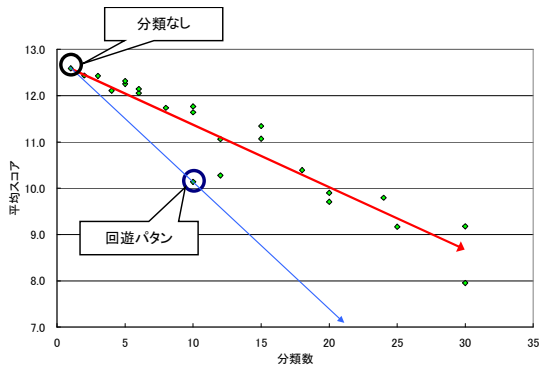


図3 分類数-平均スコア相関図

4. 回遊モデル

(1) モデルの概要

多様な要素によって構成される都市空間での回遊行動のパターンを表現する場合、その複雑さ、選択枝の多さから従来から行われているようなロジットモデルなどの方法では定式化することが難しい。そこで、本章ではリストデータを利用したデータオリエンテッドなモデリングを試みる。調査結果から得られた単純なリストの組み合わせに基づくクローニングシミュレーションモデルを構築・実行することで、都心回遊行動の再現を試みる。

活動配列に着目した回遊行動モデルである①行動文脈タイプ、②リスト適用タイプ、の2つのタイプの回遊行動モデルを構築する。以下に詳細を示す。

① 行動文脈タイプモデル

行動文脈タイプの回遊行動モデルは、活動配列における行動文脈に着目した回遊行動モデルである。このモデルの特徴は、

- ・活動目的、立ち寄り施設属性、立ち寄りエリアの活動配列において行動文脈を用い、マルコフモデルでリストの要素を決定していく。
- ことである。このモデルの関係図を図4に示す。

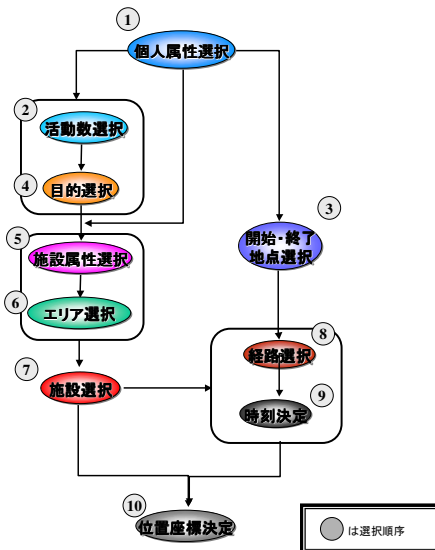


図4 行動文脈タイプモデルの関係図

② リスト適用タイプモデル

行動文脈タイプは、行動文脈に着目した回遊行動モデルであった。行動文脈は確率論であり、時として現実では考え難い結果を生み出すことも考えられる（例えば、『飲食・喫茶店』のみ10数箇所回遊し続ける、など）。確率モデルの為、尤度の低いものが出現しなくなる可能性も考えられる。また、1トリップごとの計算であるため、回遊行動全体を見た時に、『回遊パターン』が崩れていることも考えられる。

そこで、リスト適用タイプの回遊行動モデルは、現実的に起こりうる回遊行動である、調査から得たリストデータをそのまま適用する。これは、論理的矛盾を引き起こさないとともに、回遊行動を1トリップごとにぶつ切りで捉えるのではなく、1連の流れ、トリップチェーンで見ることが意味している。これらより、リスト適用タイプの回遊行動モデルの特徴は、

- ・回遊行動を1連の流れで表現するために、3次元のリストデータを一括選択する。

であり、リストデータの決定方法が行動文脈タイプと異なっている。リスト適用タイプの回遊行動モデルは、行動文脈タイプと同様にいくつかの選択行動モデルから構成されている。このモデルの関係図を図5に示す。基本は、行動文脈タイプと同じ選択行動モデルを使用する。

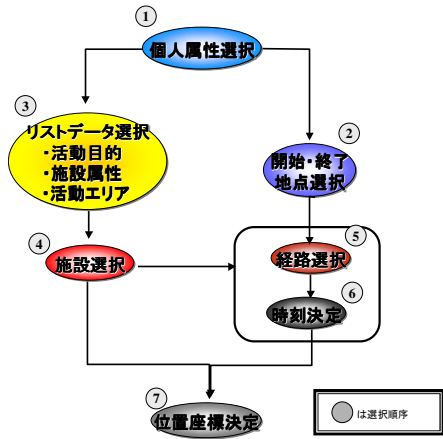


図5 リスト適用タイプモデルの関係図

(2) 選択確率の算出

ここでは都心回遊シミュレーションで用いる選択確率を算出、また、使用するパラメータの設定を行う。算出する選択確率と方法を表2に示す。

表2 選択確率算出の方法

項目	算出方法
個人属性選択確率	・ 回遊行動実態調査における構成比率を用いる
回遊行動開始・終了地点選択確率	・ 回遊行動実態調査における構成比率を用いる
1つ目リストデータ	・ 回遊行動実態調査における構成比率を用いる
リストデータ推移確率	・ 回遊行動実態調査における行動文脈を用いる
1つ目施設選択確率	・ 回遊行動実態調査における構成比率を用いる
経路選択集合	・ アンケートより抽出したものを用いる
回遊行動時間	・ 回遊ボタンごとの平均総滞在時間を用いる
移動速度	・ 徒歩 1.30 (m/s)、自転車 2.78 (m/s) とする
施設滞在時間	・ 回遊行動実態調査における、施設ごとの平均滞在時間を用いる

次に、施設推移確率を算出する。施設推移確率は式(1)を用いて算出する。式(1)のパラメータ推定結果を表3に示す。表3より、重相関係数、自由度調整済み決定係数ともに良好な結果となった。よって、このパラメータを用いて施設推移確率を算出する。しかし、推定したパラメータを用いて算出した施設推移確率は、ある施設*i*からの推移確率の合計が1以上(以下)になり、推移確率の合計が1にならないなどの論理的矛盾が起こりうる。そこで、シミュレーションにおいて算出した値を適用するために、算出した値の変換を行う。変換方法は、算出した推移確率の相対的大きさから、推移確率の合計が1となるように変換する。変換式を式(2)に示す。

$$\ln P_{ij} = \left(\sum_k \alpha_k \cdot \delta_k - 1 \right) \ln T_i + \left(\sum_l \beta_l \cdot \delta_l \right) \ln T_j - \gamma \ln d_{ij} + e^c \quad (1)$$

P_{ij} : 施設選択確率

α_k, β_l : 施設属性*k, l*のパラメータ

δ_k, δ_l : ダミー変数

$$P'_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_j P_{ij}} \quad (2)$$

P'_{ij} : 変換後の施設*i*から施設*j*への推移確率

P_{ij} : 施設*i*から施設*j*への推移確率推定値

表3 パラメータ推定結果

パラメータ	パラメータ内容	推定結果
c	定数項	-4.725 (-48.321**)
α₁	起点:複合施設・地下街	0.144 (103.626**)
α₂	起点:服飾施設	0.092 (25.975**)
α₃	起点:飲食・喫茶店	0.167 (25.293**)
α₄	起点:書店・CDショップ・雑貨	0.156 (40.967**)
α₅	起点:コンビニ・ドラッグストア・100円ショップ等	0.166 (31.458**)
α₆	起点:アミューズメント施設	0.182 (14.493**)
α₇	起点:銀行・郵便局・会社等	0.213 (22.555**)
α₈	起点:建築物・公園・美術館等	-0.028 (-5.357**)
α₉	起点:その他の専門店	0.155 (23.791**)
β₁	終点:複合施設・地下街	0.090 (10.485**)
β₂	終点:服飾施設	0.094 (2.702*)
β₃	終点:飲食・喫茶店	0.117 (3.528**)
β₄	終点:書店・CDショップ・雑貨	0.088 (4.174**)
β₅	終点:コンビニ・ドラッグストア・100円ショップ等	0.097 (4.007**)
β₆	終点:アミューズメント施設	0.166 (3.038**)
β₇	終点:銀行・郵便局・会社等	0.147 (3.874**)
β₈	終点:建築物・公園・美術館等	0.064 (0.331)
β₉	終点:その他の専門店	0.090 (2.393**)
γ	施設間距離	0.011 (-0.654)
	重相関係数	0.948
	自由度調整済み決定係数	0.947
	推定値の標準誤差	0.361
	サンプル数	280

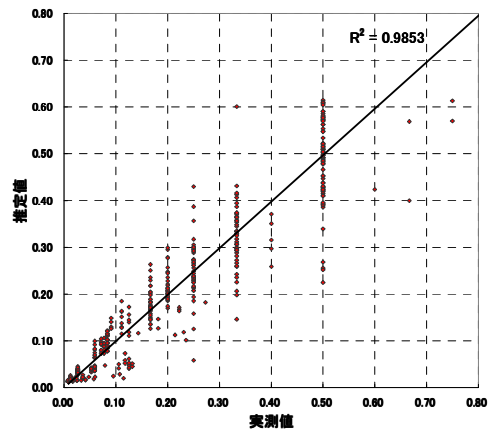


図6 施設推移確率算出結果

変換後の施設推移確率と実測値の相関を図6に示す。図6より、相関係数0.985と良好な結果となった。以上より、各種選択確率、パラメータの

設定を行った。これを用いて都心回遊シミュレーションを行う。

5. OD推定のフロー

本研究におけるOD推定は、自動車におけるOD推定（マイクロ交通シミュレーションを用いたOD推定）のアルゴリズムを、都心回遊シミュレーションに適用できるように改良し用いる。従来のOD推定では、入力したデータのOD表の分布を考慮せずOD推定が行われていた。その結果、入力したOD分布は意味をなさず、交通量は再現できるがOD分布が再現できていない等の問題点があった。そこで本研究では、以下に示す2段階でOD推定を行う。

(1) 観測した交通量を用いてOD推定を行い、入れ込み人数を求める。

(2) デトロイト法を用いて(1)の推定結果を都心回遊シミュレーションにおけるOD分布に修正する。

(1)のOD推定のフローを図6に示す。

OD推定方法は、OD交通量の補正値の自乗和が収束判定条件を満たすまで計算を繰り返し、OD交通量を推定する。

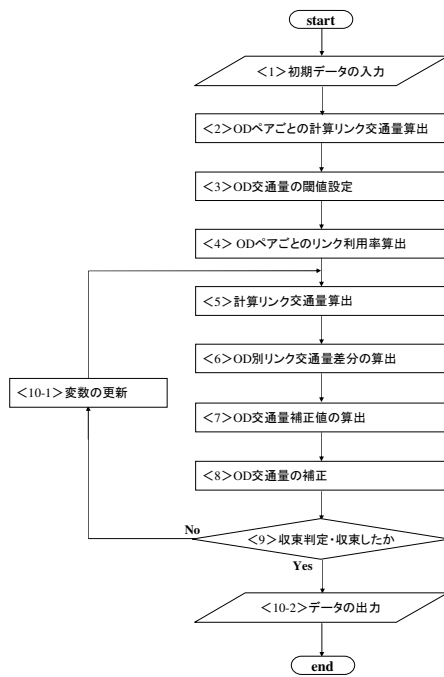


図6 OD推定フロー

6. 数値計算結果

前章で示したOD推定方法を用いOD推定を行う。都心回遊シミュレーションにおけるODとは、回遊行動開始地点をO地点、回遊行動終了地点をD地点と定義する。OD地点は北、東、南、西の4地点に設定した。4つのOD地点を図7に示す。OD推定を行うには実際の

観測リンク交通量が必要となる。観測リンク交通量は松山中央商店街連合会が実施した通行量調査のデータを使用する。使用方法は、観測地点と対応するリンクを決定し、対応するリンクのリンク交通量とする。図8にリンク交通量の現況再現結果を示す。相関係数は0.905となり高い値を示した。

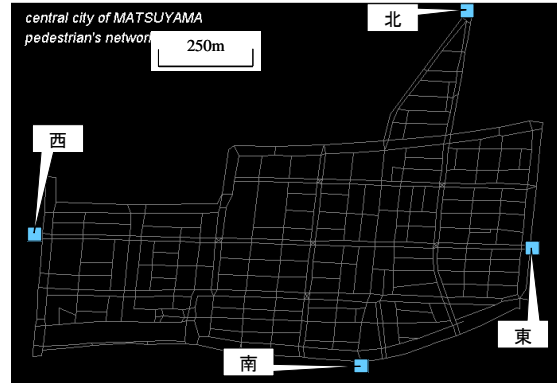


図7 シミュレーションにおけるOD地点

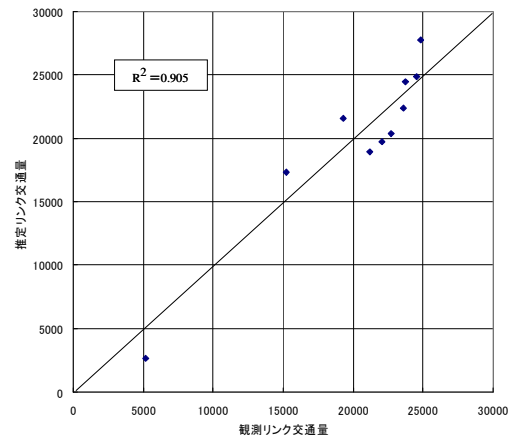


図8 リンク交通量現況再現結果

7. まとめ

本研究では、松山中心市街地における回遊行動実態調査の調査データを用い、回遊行動レベルでのOD推定を行った。今後は、プローブパーソンで取得できたデータからも、ミクروسケールなOD推定を行うことが課題である。

謝辞

本研究にあたっては、国土交通省の玉国和広氏に多大なる協力を得た。ここに記し感謝の意を表する。