

逐次型意思決定による生活行動シミュレータの構築

山梨大学 工学部土木環境工学科 学生会員 ○有働 友哉
山梨大学 大学院医学工学総合研究部 正会員 佐々木 邦明

1. はじめに

1.1 研究背景

交通体系の望ましい姿を実現するための交通計画において、社会経済状況に応じた将来の交通需要を予測することは重要な課題である。地方部において、モータリゼーションの進展、大規模店の郊外への出店、消費行動パターンの変化等により中心部での空洞化が進み、人口流出や産業の減退が懸念されている。さらに近年、労働基準法の改正や終業時間を早めるプレミアムフライデーが提唱され個人の生活行動が変化することが予想される。これらの政策や社会情勢が交通に与える影響を評価するために、個人の移動やその変化について詳細に把握する必要性が高まってきている。

個人の交通行動は、生活行動の派生的な需要と考えることができ、この点に着目したのが非集計モデルのアクティビティベースモデルである。アクティビティベースモデルは時空間制約などの制約条件を考慮することによって、行動理論との整合性があり、個人の一日の活動を詳細に表現している。

1.2 研究目的

以上の背景の下、個人の生活行動を再現するマイクロシミュレーションの枠組みで、個人の生活行動の再現を図る際に重要な制約条件である時空間プリズムの概念を明示的に考慮した生活行動シミュレータ PCATS (Prism Constrained Activity-Travel Simulator) に着目し、生活行動の再現を目的とする。PCATS を用いることで通勤時間や勤務時間等の勤務条件の変化や生活、交通環境の変化に伴う、個人の

行動の変化を予測できるものと期待する。

2. 研究内容

2.1 PCATS の前提

PCATS は時空間制約を考慮した上で個人の生活行動に関する意思決定を時間軸上で逐次再現する。個人の一日を仕事・学校などの固定時間帯と買物・食事などの自由時間帯に分類する。また、活動場所、および、移動の出発地、目的地については、対象地域を複数のゾーンに分割し、表現した。なお、本研究では、甲府都市圏の66ゾーンを対象地域とした。交通機関については、自動車、公共交通機関、自転車、徒歩の4つの交通機関を考慮することとした。ここで、PCATS の入力、出力を図1に示す。

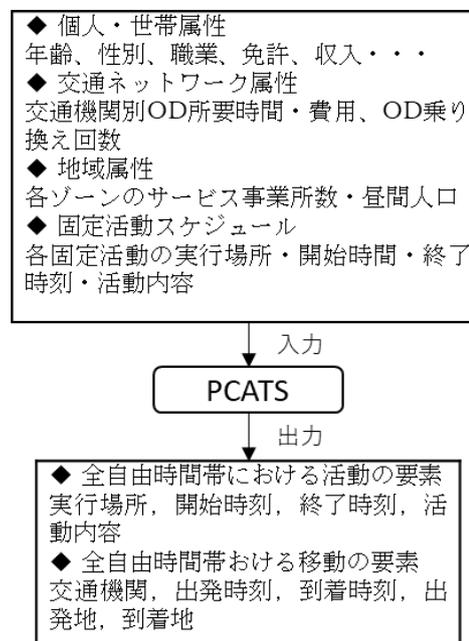


図1 PCATS の入出力

PCATS では、固定時間帯から自由時間帯へ移行する時点、および自由時間帯においてひとつの自由活動が終了した時点「意思決定時点」と呼ぶ。PCATS 内の仮想的な個人は意思決定時点ごとに、その意思決定時点に続く活動および移動の要素を逐

キーワード：交通行動分析，アクティビティベース，マイクロシミュレーション

山梨大学土木環境工学科交通工学講座

(〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 Tell/Fax 055-220-8671)

E-mail : t14ce009@yamanashi.ac.jp

次的に決定していくものと仮定した。また、本研究で仮定した活動と移動の要素は、活動場所、活動時間、活動内容、および移動の交通機関の4項目を決定することで特定され、段階的に意思決定していくものと考えた。

このような意思決定過程における目的地選択、機関選択、活動内容選択、および活動時間の意思決定を再現するためのモデルを構築する。

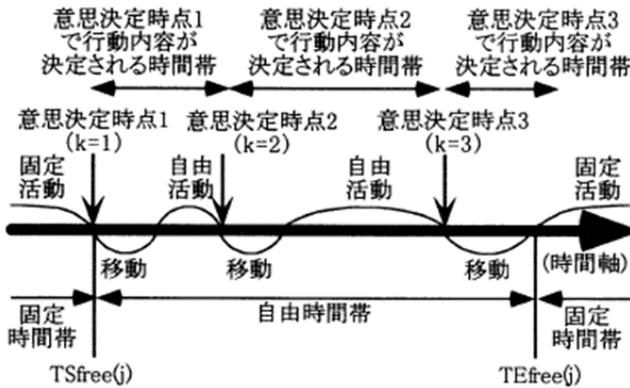


図2 自由時間帯における意思決定時点

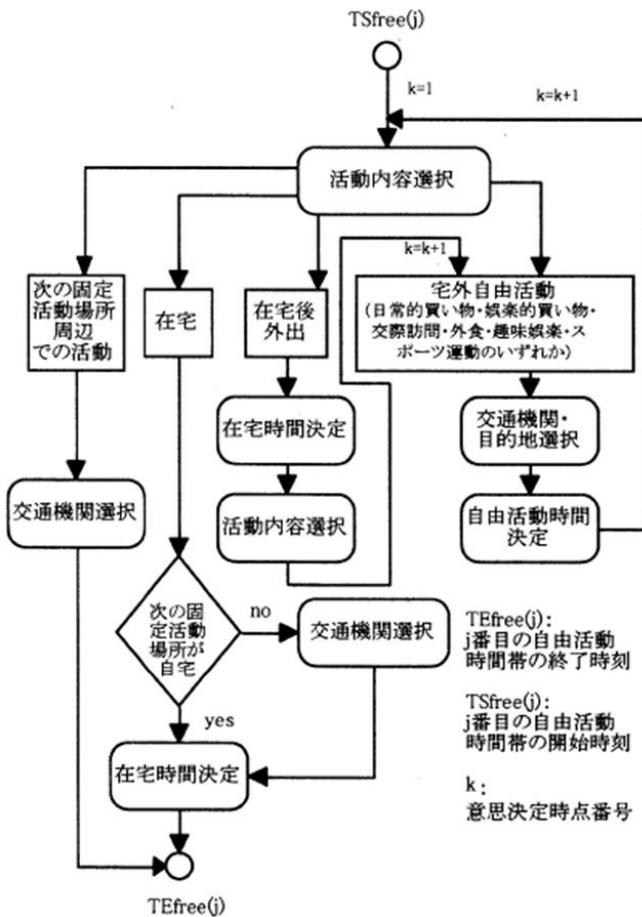


図3 PCATSにおける意思決定時点での意思決定過程

2.2 想定時間分布モデル

個人は在宅、外食などのそれぞれの活動を実行する場合に要するであろう時間を予め想定し、それに基づいて活動の内容や場所などの意思決定を行っているものと考えた。ここでは、このような予め活動内容ごとに想定する時間を「想定活動時間」、その分布を「想定時間分布」と呼び、これを推定するモデルを「想定活動時間分布モデル」と呼ぶこととする。

本研究では想定活動時間を式(1)に示す Duration Model を用いてモデル化し、平成17年甲府都市圏パーソントリップ調査から得られる各活動内容別の活動時間データに基づいて在宅と宅外自由活動(買物、外食、娯楽、観光、交際訪問)のそれぞれ6活動内容について想定時間分布モデルを構築した。

$$y = Y_0 \exp(BX) \tag{1}$$

- y : 想定活動時間
- Y_0 : 標準個体の想定活動時間
- B : パラメータベクトル
- X : 説明変数ベクトル

なお、Lindh⁴⁾らは、活動時間を Duration Model に基づいて分析した際に、指数分布、対数ロジスティック分布等に比べてワイブル分布を仮定した方が良好な適合度得られたとの結果を示している。紙面の都合上、買物の推定結果のみを表1に示した。尤度関数は式(2)で示す。

$$L = \prod_{i=1}^n \gamma t_i^{\gamma-1} \exp(-\gamma \beta X_i) \exp\{-t_i^\gamma \exp(-\gamma \beta X_i)\} \tag{2}$$

表1 買物の推定結果

説明変数	パラメータ	標準偏差	z値	p値
定数項	3.4214	0.0174	197.12	0.00.E+00
性別ダミー	-0.0694	0.0154	-4.49	7.00E-06
60代ダミー	0.0655	0.0164	3.99	6.55E-05
世帯の自動車台数	-0.0120	0.006	-2.00	4.52E-02
日中*	0.0263	0.0145	1.81	7.04E-02
時空間制約**	0.00565	0.0000912	61.96	0.00E+00
γ	1.845			
サンプル数	6495			

*出発時刻が午前9~12時の間

**次の固定開始時刻と現在時刻の差から移動最低時間を差し引いた時間

活動時間の分析に生存時間モデルを適用し、分布形としてワイブル分布を仮定した場合、加速故障モデルの形でパラメータが導入されており、推定結果からは時空間制約が大きい場合に買物の活動時間は長くなるなどの結果が示されている。また、パラメータ γ は1より大きく、買物の活動終了時間が正の時間依存性を持つことが示されている。

2.3 活動内容選択モデル

活動内容選択を図2の選択構造を仮定したネステッドロジットモデルを用いてモデル化した。

表2の確率 ProbL については以下の手順で求めた。最大活動時間 Dfree を

$$D_{free} = TS - TN - D_{OD} \quad (3)$$

TS：次の固定時間の開始時刻

TN：現在時刻

D_{OD} ：最も早く到達できる交通機関での、現在の場所から次の固定活動場所までの移動時間

そして、想定時間分布モデルから求められる在宅活動や外食、買物などの宅外自由活動の想定時間分布に基づいて、それぞれの活動時間が Dfree を超過しない確率を求め ProbL とした。推定結果から ProbL が大きい、すなわち最大活動時間を超過しない確率が大きな活動ほど選択される確率は大きい等の結果が示された。

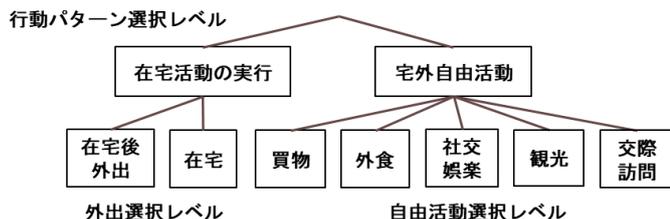


図3 活動内容選択モデルに用いた選択構造
表2 活動内容選択モデルに用いた説明変数

◆ 個人属性・世帯属性 年齢、性別、職業、世帯の自動車台数
◆ 活動パターン特性 ・ 各自由活動の活動時間が時空間制約により規定される最大活動時間よりも小さい確率 (= ProbL)

2.4 交通機関・目的地選択モデル

交通機関・目的地選択モデルは図3の選択構造を仮定し、表4の説明変数を用いたネステッドロジットモデルを特定し、段階推定法を用い、最尤推定法に基づいて推定した。なお、推定にあたっては想定時間分布モデル、活動内容選択モデルと同様平成17年甲府都市圏パーソントリップ調査データから、交通機関・目的地選択行動データを抽出し、これを用いた。ここで、ProbG は、ProbL と同様に、目的地での活動を実行する際の想定時間分布と、時空間プリズム制約より得られる目的地で実行可能な最大の活動時間(式(3)示した Dfree) とに基づいて求めた。

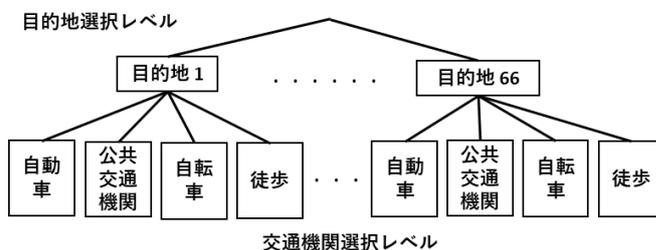


図4 交通機関・目的地選択モデルにおける選択構造

表3 交通機関・目的地選択モデルに用いた説明変数

◆ 個人属性・世帯属性 年齢、性別、職業、世帯の自動車台数
◆ 目的地属性 目的地ゾーンの人口、サービス事業所数、ODが同一ゾーンにある場合1となるダミー変数
◆ トリップ属性 交通機関別の時間、費用
◆ 活動パターン特性 活動時間が目的ゾーンでの実行可能な最大時間よりも長い確率 (= ProbG)

また、交通機関の選択肢集合に関しては、自動車、公共交通、自転車、徒歩の4つとした。制約条件として次の固定活動開始時刻にその場所に到達不可能な交通機関は選択肢集合から削除した。

さらに、自動車に関して現在の場所に利用可能な自動車が存在しない場合に削除した。なお自動車保有台数が0台の世帯に関しては、自宅を起点とするトリップにおいて利用可能な自動車はないものと仮定した。また、自宅や職場では駐車が可能である

が、買物や食事の際に自動車で訪れた際には必ず、自動車を選択するものと考え、他の選択肢を削除した。目的地選択の選択集合はゾーン単位で甲府都市圏 66 ゾーンの推定を行った。

交通機関選択モデルの推定結果を表 4 に示した。決定係数は 0.55 と良好な値を示しており、モデルの推定時にそれぞれの選択肢集合を種々の制約条件を考慮した上で特定したこと等が原因であったと考えられる。

また、目的地選択モデルの推定結果についても表 5 に示した。

表 4 交通機関選択における推定結果

交通機関	説明変数	パラメータ	t値
自動車	定数項	-3.390	-114.734
	世帯の自動車台数	0.382	-86.608
	夜間	-0.253	-76.996
公共交通	定数項	-3.836	-103.613
	世帯の自動車台数	-0.645	39.483
	免許有無	-2.935	-24.788
	20～60歳	0.195	-24.609
自転車	定数項	-1.999	-52.188
	世帯の自動車台数	-0.293	-88.069
	免許有無	-2.107	-93.715
	20～60歳	0.115	3.720
	夜間	-0.206	4.973
徒歩	免許有無	-2.130	-14.191
	20～60歳	-0.313	-4.206
	夜間	-0.893	-3.313
共通	所要時間(分/10)	-0.623	-13.973
初期尤度		-192532.70	
最終尤度		-86118.22	
決定係数		0.5527086	
修正済み決定係数		0.5526255	
サンプル数		12960	

表 5 目的地選択における推定結果

説明変数	パラメータ	t値
人口(人/1000)	0.275	109.650
サービス事業所数	0.391	90.075
同一OD	2.675	75.097
ProbG	3.459	89.161
スケールパラメータ	0.352	84.650
初期尤度	-357151.7	
最終尤度	-286301.6	
決定係数	0.1983756	
修正済み決定係数	0.1983616	
サンプル数	12855	

3. おわりに

本研究では、生活行動シミュレータ PCATS に適用するため、各モデルの推定を行った。活動内容選択では、それぞれの選択肢集合を、現在位置と時刻、次の固定活動の開始時刻と場所に基いて特定化される時間的、空間的制約条件を考慮した上で特定化した。交通機関選択においても時空間制約を導入し、次の固定活動の開始時刻に到達不可能な交通機関は削除するなど、不確実性を考慮した。また、目的地選択において用いられた ProbG はトリップベースの行動モデルでは、取り入れることができなかった個人間の差異を考慮することができた。今後これらのモデルをもとにシミュレーションを行い精度の確認をする必要があると考える。

参考文献

- 1) 澤田茜：一日の行動を再現する大都市圏非集計需要予測モデル，山梨大学卒業論文，2016。
- 2) 北村隆一，森川高行，佐々木邦明，藤井聡，山本俊行：交通行動の分析とモデリング，技報堂出版，2002。
- 3) 藤井聡，大塚祐一郎，北村隆一，門間俊幸：時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築，土木計画学研究・論文集，No. 14，1997。
- 4) Lindh, C., Dellaert, B. and Ettema, D.: Longer Term Activity Scheduling of Overnight Long Distance Trips: A Longitudinal Telephone Survey, prepared for the conference "Activity Based Approaches: Activity Scheduling and the Analysis of Activity Patterns", Eindhoven, The Netherlands, 1995.
- 5) 蓑谷千鳳彦：一般化線形モデルと生存分析，朝倉書店，2013。