

地方都市における生活行動シミュレータPCATS 適用のためのモデル推定

上田 達也¹・奥嶋 政嗣²

¹学生員 徳島大学大学院先端技術科学教育部 (〒770-8502 徳島県徳島市南常三島町1-1)
E-mail:ueda@eco.tokushima-u.ac.jp

²正会員 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8502 徳島県徳島市南常三島町1-1)
E-mail:okushima@eco.tokushima-u.ac.jp

これまでに交通需要マネジメントに関わる各種交通政策の評価のために生活行動シミュレータPCATS-DEBNetS統合モデル¹⁾が開発されている。本研究では、この生活行動シミュレータを自動車依存度の極めて高い地方都市の交通政策評価に適用することを目指す。このため、対象地域を徳島広域都市圏とし、ゾーンおよびネットワークの構成の検討および意思決定要因の構成などに関する検証を行った。具体的には、パーソントリップ調査等から得られるデータを用いて、交通機関選択モデルおよび目的地選択モデルについて要因の検討とモデルパラメータの推定をおこなった。また、推定パラメータを用いた交通行動推計結果と実績データの比較を行い、構築したモデルの現況再現性を検証した。

Key Words : travel behavior analysis, mode choice, destination choice, person trip survey

1. はじめに

現在、モータリゼーションと郊外化の進展により、地方都市では大都市圏と比較して自動車利用依存度がきわめて高く、交通混雑等、様々な問題が発生している。近年では、交通混雑緩和方策として、ピーク自動車交通需要を抑制する交通政策が検討されている。これまでに、交通政策の評価のために、生活行動・交通行動モデルに動的な交通流シミュレータを統合した生活行動シミュレータ「PCATS-DEBNetS 統合モデル」が開発され、交通政策の影響を把握する方法が提案されている¹⁾。

本研究では、生活行動シミュレータ「PCATS-DEBNetS 統合モデル」の地方都市への適用を目指して、パーソントリップ調査結果に基づいて交通機関選択モデルおよび目的地選択モデルのモデルパラメータを推定し、現況再現性を検証する。これらのモデルを生活行動シミュレータに組み込むことで、地方都市の交通政策評価への生活行動シミュレータの適用を可能とする。

2. 生活行動シミュレータ PCATS-DEBNetS

ここでは、本研究で地方都市への適用を検討するPCATS-DEBNetS 統合モデルのシステム構成と交通行動モデルを包含する個人の意思決定過程について記述する。

(1)PCATS-DEBNetS 統合モデルシステムの構成

本研究で用いる PCATS-DEBNetS 統合モデルのシステム構成を図-1 に示す。

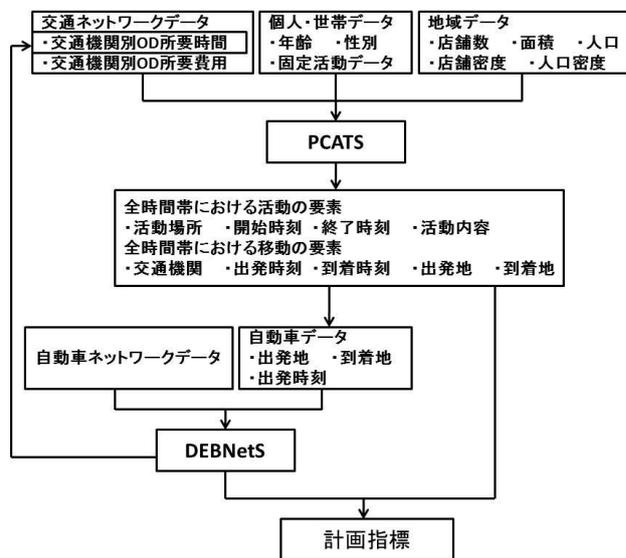


図-1 PCATS-DEBNetS 統合モデルのシステム構成

対象地域における交通ネットワークデータ、個人・世帯データ、地域データを PCATS に入力することで、全時間帯における活動、および移動の要素が出力される。その中から自動車利用トリップデータのみが抽出され、自動車ネットワークとともに DEBNetS に入力され、各

道路区間の自動車交通量および自動車利用 OD 所要時間が算出される。また算出結果である自動車利用 OD 所要時間により PCATS の入力値が更新される。最終的に、総自動車発生需要量が収束するまで繰り返し計算が行われる構造になっている。

ここで、PCATS と DEBNetS について簡単に記述する。PCATS とは、プリズム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し、それに伴う生活行動の軌跡を生成する生活行動マイクロシミュレーションモデルである¹⁾。一方、DEBNetS は、道路交通混雑現象の推移等の交通流の経時変化を把握し、一日の各時点での交通サービス水準を推定することを目的として開発された動的交通流シミュレータである²⁾。

(2) PCATSにおける個人の意思決定過程

PCATS では、個人の 1 日の活動は、自由活動と固定活動に分類されている。固定活動では、活動内容・活動場所・活動時間は予め決められている。そのため、個人の意思決定過程では変更不可能であるものと仮定する。一方、自由活動は、個人の意思決定過程において決定可能であると考えられる。

PCATS における個人の意思決定過程を図-2 に示す。まず、個人は活動可能時間帯を決定する。つぎに、次の固定活動までに自由活動を行うかを決定する。ここで、個人の意思決定過程は、固定活動、自由活動で異なっている。自由活動を行わない、すなわち固定活動を行う際には、先述のとおり、活動内容・活動場所・活動時間は予め決められているため、交通手段の選択のみを行う。自由活動を行う場合、まず、活動内容の選択を行う。自由活動内容は「自由 1 (買物)」、「自由 2 (社交等)」、「自由 3 (その他)」、「在宅」の 4 種類に分類されている。「在宅」活動では目的地は「自宅」であるため、交通手段、および滞在時間のみを決定する。「在宅」活動以外では、目的地と交通手段を同時選択し、滞在時間を決定する。個人は活動のたびに逐次意思決定を行い、最終固定活動終了まで継続する。

3. 地方都市におけるモデルパラメータ推定

ここでは、PCATS における個人の意思決定過程における主要部分となる交通機関選択モデルおよび目的地選択モデルにおけるパラメータの推定を行う。

(1) 対象都市の概要

本研究では、対象地域を典型的な自動車依存型の地方都市である徳島広域都市圏として、2000 年に実施され

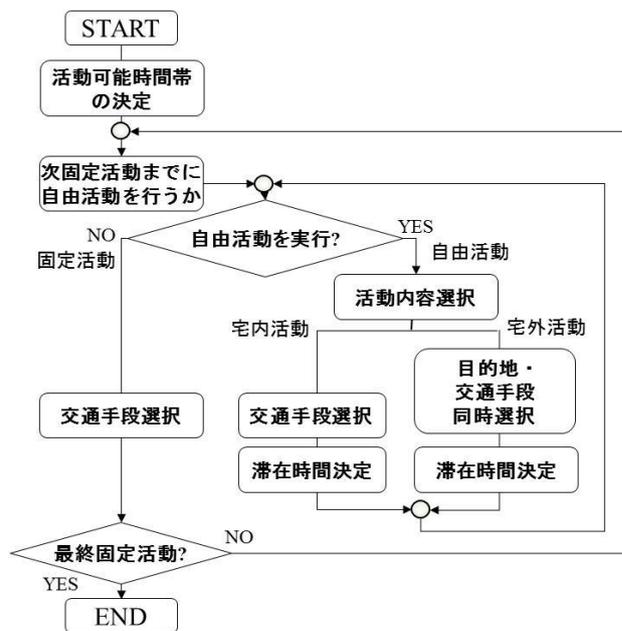


図-2 PCATSにおける個人の意思決定過程

た PT 調査等よりデータを構成し、モデルパラメータの推定を行う。このため、まず徳島広域都市圏 PT 調査の概要を把握するために性別・職業別のサンプル数を表-1 に示す。性別では男性よりも女性のサンプル数が多い。また職業では就業者数が多く、全サンプルの約半数を占めている。

表-1 性別・職業別サンプル数

| | 男性 | 女性 | 合計 |
|-----|-------|-------|-------|
| 就業者 | 11125 | 7984 | 19109 |
| 就学者 | 3154 | 3140 | 6294 |
| その他 | 2984 | 8332 | 11316 |
| 合計 | 17263 | 19456 | 36719 |

つぎに、活動目的別の交通機関分担状況を図-3 に示す。就業者数が多いため、勤務目的のトリップが多くみられる。交通手段については、通学を除く全目的で自動車の利用割合が最も高くなっている。通学では、高校生以下の就学者は自動車を保持できないことから、徒歩、自転車等を含む、その他が最も多い。

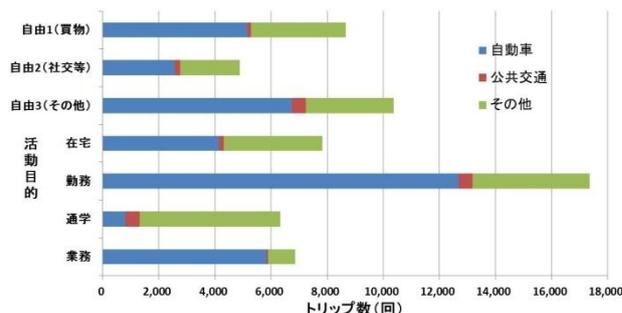


図-3 活動目的別交通機関分担

(2) 交通機関選択モデルのパラメータ推定

ここでは、交通機関選択モデルのパラメータ推定について記述する。既往研究にならって、交通機関選択モデルを活動目的により「自由活動」と「それ以外の活動（以下、非自由活動）」の2種類、交通行動者の職業分類により「就業者」「就学者」「その他」の3種類に分類し、合計6種類の非集計ロジットモデルを構築する。また、交通機関の選択枝は、「公共交通」、「自動車」、「その他」の3種類とする。

既往研究で用いられている交通機関選択要因を表-2に示す。本研究においても同様な要因を用いて交通機関選択モデルを構築する。交通機関選択要因について、「午前ダミー」は出発時刻が3:00～11:59、「12時ダミー」は12:00～12:59、「13～18時ダミー」は13:00～17:59のトリップであれば『1』となるダミー変数である。また、「保有台数」は世帯で所有している自動車台数である。

自由活動の交通機関選択モデルのパラメータ推定結果を表-3に示す。推定の過程において5%有意でない要因はモデルより除外している。尤度比はすべて0.3以上となり、モデル全体の適合性は良好である。「就業者」「就学者」についての公共交通利用の選択要因のパラメータはすべて“負”，「就業者」についての自動車利用の選択要因のパラメータはすべて“正”となり、自動車利用に依存した意思決定構造が表現されている。

非自由活動の交通機関選択モデルのパラメータ推定結果を表-4に示す。ここでも推定の過程において5%有意でない要因はモデルより除外している。尤度比はすべて0.2以上となり、モデル全体の適合性はまずまず良好な結果であった。非自由活動では、公共交通利用の選択要因がすべて“負”となっている。一方、「就学者」においては自動車利用の選択要因もすべて“負”となっており、その他（二輪車・徒歩）の利用が多数を占める状況が表されている。自由活動・非自由活動に共通して、「時間」や「保有台数」、「13～18時ダミー」の|t|値が特に高い値である。

以上のパラメータ推計結果を用いて、交通機関選択に関する現況再現性の検証を行う。「自由活動」目的のトリップ距離別公共交通利用率を図-4に示す。実績値では、トリップ距離が1km未満のトリップでは公共交通利用率が1%未満と非常に低く、1km以上のトリップにおいても常に10%以下となっている。実績値と推計値を比較すると、若干誤差もみられるが、大半は誤差2%以内と、ほぼ的確に現況を再現できている。

(3) 目的地選択モデルのパラメータ推定

ここでは、自由活動の目的地選択モデルのパラメータ推定について記述する。目的地選択モデルに関しても、交通行動者の職業分類により、「就業者」「就学者」

表-2 交通機関選択の要因

| 要因名称 | 選択枝1 | 選択枝2 | 選択枝3 |
|------------------|------|------|------|
| | 公共交通 | 自動車 | その他 |
| 男性ダミー | ○ | ○ | |
| 15歳以上ダミー | ○ | | |
| 50歳以上ダミー | ○ | | |
| 午前ダミー | ○ | ○ | |
| 12時ダミー | | ○ | |
| 13～18時ダミー | ○ | | |
| 費用(円/100) | ○ | | |
| 乗り換え回数 | ○ | | |
| 在宅後・勤務前トリップダミー | ○ | | |
| 保有台数 | | ○ | |
| 出発地・次固定活動地同一ダミー | | | ○ |
| 勤務後・業務活動前トリップダミー | | | ○ |
| 時間(分/10) | ○ | ○ | ○ |

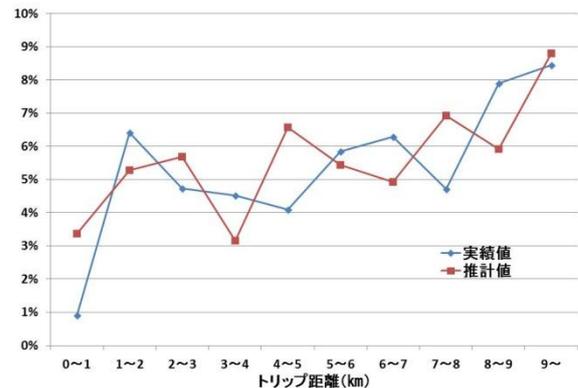


図-4 「自由活動」目的の公共交通利用率

「その他」の3種類に分類する。目的地のゾーン区分に関しては、平成11年度道路交通センサスのBゾーンを参考に、PT調査圏域内を、徳島市内18ゾーン、鳴門市・小松島市の各5ゾーンを含む36ゾーンに分割した。また、PT調査圏域外を19ゾーンに分割し、合計55ゾーンとした。

既往研究では自由活動に関して、目的地選択を上位、交通機関選択を下位とする階層構造で表される意思決定構造が仮定されている。このとき、目的地選択の要因は、「面積」、「人口密度」、「商業事業所数」および「各交通機関利用効用値のログサム値（ログサム変数）」の4項目とされている。しかしながら、徳島広域都市圏のPT調査等から作成したデータを用いてパラメータ推定を行った結果、いずれのモデルにおいても、ログサム変数のパラメータが1を大きく超過する値であった。これは目的地選択を上位とする階層構造が不適当であることを意味するため、本研究では目的地選択と交通機関選択を順次に決定する過程を想定することとした。そのため、「ログサム変数」の代わりに「OD距離」を要因として、パラメータ推定を行った。

自由活動の目的地選択モデルのパラメータ推定結果を表-5に示す。「就業者」のモデルにおける「人口密度」のパラメータは5%有意でないためモデルより除外している。尤度比はすべて0.4以上となり、モデル全体の適合性は良好であった。「商業事業所数」と「OD距離」の|t|値が特に高い値である。

表-3 交通機関選択モデル（自由活動）におけるパラメータ推定結果

| 交通機関 | 要因名称 | 就業者 | | 就学者 | | その他 | |
|-------|------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | | パラメータ | t値 | パラメータ | t値 | パラメータ | t値 |
| 公共交通 | 男性ダミー | -0.777 | -6.669 | -1.394 | -10.385 | -0.825 | -7.621 |
| | 15歳以上ダミー | | | -0.425 | -3.505 | | |
| | 50歳以上ダミー | | | | | 0.306 | 4.156 |
| | 午前ダミー | -1.096 | -7.921 | | | -1.818 | -23.771 |
| | 13～18時ダミー | -1.766 | -15.209 | -1.445 | -14.648 | -2.532 | -24.126 |
| | 費用(円/100) | -0.646 | -8.325 | | | -0.094 | -2.924 |
| | 乗り換え回数 | | | | | | |
| 自動車 | 在宅後・勤務前トリップダミー | -1.417 | -2.397 | | | | |
| | 男性ダミー | 0.200 | 4.716 | -1.140 | -18.887 | -0.154 | -3.619 |
| | 保有台数 | 0.543 | 33.855 | | | 0.497 | 35.783 |
| | 12時ダミー | | | 0.531 | 3.964 | | |
| その他 | 午前ダミー | 0.219 | 4.408 | 0.698 | 4.815 | -0.489 | -14.031 |
| | 出発地・次固定活動地同一ダミー | 0.925 | 20.767 | 1.850 | 21.310 | 0.451 | 11.251 |
| 共通 | 勤務後・業務活動前トリップダミー | | | | | | |
| | 時間(分/10) | -0.258 | -19.765 | -0.212 | -11.171 | -0.198 | -19.628 |
| 尤度比 | | 0.453 | | 0.370 | | 0.320 | |
| サンプル数 | | 12531 | | 4398 | | 14832 | |

表-4 交通機関選択モデル（非自由活動）におけるパラメータ推定結果

| 交通機関 | 要因名称 | 就業者 | | 就学者 | | その他 | |
|-------|------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | | パラメータ | t値 | パラメータ | t値 | パラメータ | t値 |
| 公共交通 | 男性ダミー | -1.200 | -21.269 | -1.296 | -20.245 | -0.674 | -5.190 |
| | 15歳以上ダミー | | | | | | |
| | 50歳以上ダミー | | | | | | |
| | 午前ダミー | -1.358 | -25.655 | -1.162 | -17.850 | -2.364 | -16.460 |
| | 13～18時ダミー | -1.658 | -27.689 | -1.426 | -24.774 | -1.455 | -18.127 |
| | 費用(円/100) | -0.185 | -7.620 | | | -0.115 | -2.599 |
| | 乗り換え回数 | | | | | | |
| 自動車 | 在宅後・勤務前トリップダミー | | | | | | |
| | 男性ダミー | 0.386 | 16.426 | -1.307 | -32.751 | -0.144 | -2.404 |
| | 保有台数 | 0.504 | 55.011 | | | 0.385 | 22.307 |
| | 12時ダミー | -0.087 | -2.003 | | | | |
| その他 | 午前ダミー | | | -0.798 | -13.751 | -0.969 | -16.264 |
| | 出発地・次固定活動地同一ダミー | 0.766 | 26.863 | 1.249 | 17.658 | | |
| 共通 | 勤務後・業務活動前トリップダミー | -0.986 | -12.548 | | | | |
| | 時間(分/10) | -0.178 | -32.475 | -0.109 | -16.277 | -0.180 | -14.005 |
| 尤度比 | | 0.484 | | 0.360 | | 0.275 | |
| サンプル数 | | 41666 | | 12480 | | 7035 | |

以上のパラメータ推計結果を用いて目的地選択に関する現況再現性の検証を行なう。PT調査圏内36ゾーンにおける「自由1（買物）」目的の集中交通量の実績値と推計値を比較して図-5に示す。実績値が200トリップ以下のゾーンではやや過大推計、200トリップ以上のゾーンではやや過小推計傾向にあるものの、概ね的確に現況を再現できている。

4. おわりに

本研究では、地方都市における交通政策評価へ生活行動シミュレータ「PCATS-DEBNetS 統合モデル」を適用するため、パーソントリップ調査結果に基づいて交通機関選択モデルおよび目的地選択モデルのモデルパラメータを推定し、現況再現性の検証を行なった。本研究の成果は、以下のように整理できる。

表-5 目的地選択モデルにおけるパラメータ推定結果

| 要因名称 | 就業者 | | 就学者 | | その他 | |
|--------|--------|----------|--------|---------|--------|----------|
| | パラメータ | t値 | パラメータ | t値 | パラメータ | t値 |
| 面積 | 0.032 | 7.624 | 0.057 | 4.136 | -0.017 | -3.356 |
| 人口密度 | | | 0.680 | 5.635 | 0.237 | 3.798 |
| 商業事業所数 | 1.371 | 39.304 | 1.170 | 17.136 | 1.332 | 37.641 |
| OD距離 | -0.326 | -118.540 | -0.515 | -74.029 | -0.380 | -131.336 |
| 尤度比 | 0.452 | | 0.574 | | 0.492 | |
| サンプル数 | 12067 | | 4356 | | 14435 | |

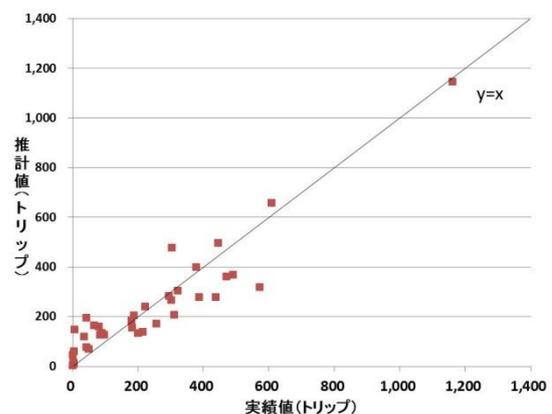


図-5 「自由1（買物）」目的の集中交通量の散布図

- 1) 生活行動シミュレータ PCATS に関して、交通行動者の意思決定過程における主要部分となる交通機関選択モデルおよび目的地選択モデルについて徳島広域都市圏を対象にモデルパラメータの推定を行った。徳島広域都市圏においては、自由活動に関して目的地選択を上位、交通機関選択を下位とする階層構造で表される意思決定構造が適合せず、目的地選択と交通機関選択を順次に決定する過程を想定したモデル構成により、統計的に有意なモデル構造を得ることができた。
- 2) 交通機関選択モデルおよび目的地選択モデルの推定パラメータを用いた交通行動推計結果とパーソントリップ調査実績データの比較し、現況再現性を検証した。構築したモデルにより、ほぼ的確に実績値を再現できていることが確認できた。これより、構築したモデルの適用性が示された。

今後の課題としては、交通機関選択モデルおよび目的地選択モデル以外のモデルパラメータを推定し、現況再現性を検証する。また、これらのモデルを生活行動シミュレータに組み込むことで、地方都市の交通政策評価への生活行動シミュレータの適用を目指す。

謝辞：本研究で対象としている生活行動シミュレータ PCATS のモデル構造などに関して、開発者である藤井聡先生、菊池輝先生にご教示いただいた。また、詳細な資料などに関して、岡田直也氏（地域未来研究所）に提供いただいた。ここに記して感謝の意を表する次第です。

参考文献

- 1) 菊池輝，森大介，北村隆一，藤井聡：動的発生・分布・分担・配分統合型マイクロシミュレーションの開発とその適用，土木計画学研究・講演集，2009.
- 2) 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タの構築，土木計画学研究・論文集，No.14，pp.643-652，1997.
- 3) 奥嶋政嗣，藤井聡，菊池輝，北村隆一：個人の OD 所要時間動的算定のための交通流シミュレータの開発，土木学会論文集，No.730/IV-59，pp.39-42，2003.
- 4) 飯田祐三，岩辺路由，菊池輝，北村隆一，佐々木邦明，白水靖郎，中川大，波床正敏，藤井聡，森川高行，山本俊行：マイクロシミュレーションアプローチによる都市交通計画のための交通需要予測システムの提案・土木計画学研究，論文集，No.17，pp.841，2000.

(2011.8.5 受付)

Identification of Travel Behavior Model for Application of PCATS in Local City

Tatsuya UEDA and Masashi OKUSHIMA