

ツアー概念に基づく甲府都市圏需要予測分析

山梨大学 工学部土木環境工学科 学生会員 ○白須 瑛紀
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) 研究背景

近年では IT 技術が発展し、直接的または副産物的に大量のデータが収集できるようになってきた。交通分野に関しては、GPS を用いた移動軌跡データや、ETC の利用履歴データなどがその例である。

従来の交通需要予測では、パーソントリップ調査データを用いた、トリップベースモデルでの分析が主流であった。しかし、トリップベースモデルでは、1 日の行動を正確に分析することができない問題がある。また、PT 調査は時間間隔の空いたデータであり、これを用いて OD 推計を行うと、時間経過による誤差が出てきてしまう。このような誤差の修正も現在、課題となっている。

2) 研究目的

本研究ではパーソントリップ調査データを用いて、非集計モデルの構築を行い、それを利用した政策分析を行う。モデルはツアー概念に基づく、ツアーベースモデルを構築する。政策分析を正確に行うためには、交通手段だけでなく、トリップパターンや時間帯変更など、1 日の行動を考慮しなければならぬため、その問題を解決することのできるツアーベースモデルを採用し、甲府都市圏における需要予測モデルを構築することが目的である。

また非集計モデルの、政策変数を容易に取り入れることができることや、交通手段を変更した場合のトリップパターンや時間帯変更なども考慮できるというアドバンテージを利用し、構築したモデルを基に政策分析を行う。

PT 調査データを用いた OD 推計の更新にも非集計モデルは適用可能であると考えられるため、上記のモデルを構築することは有意義であると考ええる。

キーワード：ネステッドロジットモデル、ツアーベースモデル

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 Tel1/Fax 055-220-8671)

E-mail : t12ce032@yamanashi.ac.jp

2. 分析対象データ

分析するデータは、平成 17 年に行われた甲府都市圏パーソントリップ調査のデータを使用する。調査データのサンプル数は 42118 である。本研究では、ツアー概念に基づいた分析を行う。ツアー概念として、個人が交通の拠点とする場所をベースと定義し、ベースからベースへの一連のトリップ連鎖のことをツアーと定義する。ツアーの中でも、ホームベース（自宅から出発し自宅に帰る）となっているツアーを対象とする。また、対象のゾーンを 66 ゾーンに限定する。以上の条件で、データクリーニングを行ったデータを用いて、分析を行う。データの基礎的な特徴として、表-1 に示すように、甲府都市圏の交通手段として、自動車の分担率が約 7 割となっており、自動車に依存していることがわかる。

表-1 甲府都市圏の交通手段分担

交通手段	自動車	バス	電車	その他	総計
使用頻度(トリップ数)	49780	927	933	23682	75322
分担率(%)	66	1	1	31	100

3. 研究内容

甲府都市圏パーソントリップ調査データを用いて、ツアーベースモデルを構築する。モデルの構築には、ネステッドロジットモデル²⁾³⁾⁴⁾を用いる。この連続して行われる推定は、図-1 のモデル推定フローを基に、下位手段から上位手段へと推定を行う。

本研究で構築する、ツアーベースモデルは、図 1 のモデル推定フローに示すように、9 段階と多次元であるため、段階推定法を用いてモデルを構築していく。

先行研究¹⁾において、個人の行動の意思決定は、効用最大化原理に基づいて行われていると仮定しており、優先順位の高いものから意思決定をすることを考えていた。意思決定の優先順位として、まず 1 日の行動パターンを決定し、その後行うツアーの優先順位を決定する。以上の意思決定プロセスを基に先行研究では、図-1 のようなツリー構造を仮定していた。

本研究で構築したツリー構造は、先行研究のものとおおよそ、同じ構造と仮定している。一部変更点として、図-1 より 2 次ツアーのツアータイプ、目的地選択の意思決定の順番を入れ替えた。

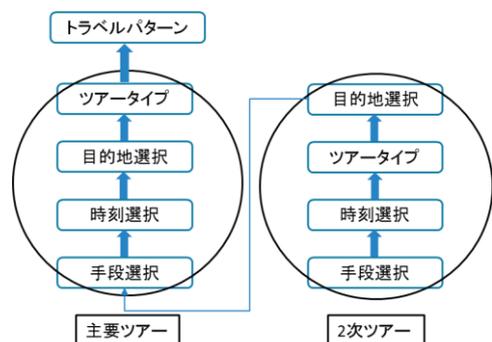


図-1 モデル推定フロー

4. モデル推定結果

ツアーベースモデルの推定結果を以下の表 2～表 10 に示す。先行研究におけるモデル推定では、2 次ツアーにおいて、ツアータイプ選択を最上位のモデルと定めていたが、本研究は、目的地選択を 2 次ツアーの最上位モデルとして定めている。先行研究との変更の理由として、モデル推定を行う段階で、ネスティッドロジットモデルにおける、ツリー構造の整合性を示す、ログサムパラメータが (0, 1) 区間内の条件を満たさなかったためである。モデルの順番を入れ替え、推定を行ったところ、ログサムパラメータが (0, 1) 区間内の条件を満たしたため、本研究では、目的地選択を 2 次ツアーの最上位モデルとして定めた。

4.1 手段選択モデル

手段選択モデルでは、自動車(一人乗り)、自動車(相乗り)、バス、電車の 4 手段からの選択とする。ただし、2 次ツアーではバス、電車の比率が低いため、選択肢を公共交通とする。また手段選択モデルでは、公共交通(バス、電車)のサンプル数が少ないことから選択肢別標本抽出⁵⁾を行い、各選択肢のサンプル数の比率を合わせて推定を行った。

表-2 主要ツアー手段選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
定数項:バス	12.4	4.1
定数項:電車	11.4	3.7
定数項:自動車(相乗り)	13.2	4.3
勤労者ダミー:公共交通	-0.661	-17.6
勤労者ダミー:自動車(相乗り)	-1.07	-33.4
免許保有ダミー:バス	-14.0	-4.6
免許保有ダミー:電車	-13.8	-4.5
免許保有ダミー:自動車(相乗り)	-12.9	-4.2
費用[1000円]:公共交通	-1.42	-23.2
費用[100円]:自動車(相乗り)	-1.90	-54.9
費用[100円]:自動車(一人乗り)	-1.42	-51.5
所要時間[100分]:	-1.20	-14.6
ログサム変数	0.143	1.6
サンプル数	2887	
修正済 ρ^2	0.258	

表-3 2 次ツアー手段選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
定数項:公共交通	-0.851	-4.5
定数項:自動車(相乗り)	0.430	7.4
勤労者ダミー:公共交通	-1.84	-8.9
勤労者ダミー:自動車(相乗り)	-1.89	-23.1
費用[1000円]:公共交通	-1.87	-1.7
費用[100円]:自動車(相乗り)	-2.51	-3.9
費用[100円]:自動車(一人乗り)	-2.73	-5.2
所要時間[100分]	-3.31	-1.8
ダミー:主要ツアーと同手段	1.98	8.0
サンプル数	290	
修正済 ρ^2	0.358	

表-2, 表-3 より自動車(相乗り)、公共交通(バス、電車)のパラメータ値が負であるため、勤労者の手段選択として、自動車(一人乗り)を選択する傾向がある。また、表-2 の免許保有ダミーの推定結果より、主要なツアーの手段選択に関しては、免許を保有していることが、大きく交通手段選択の意思決定に影響していることがわかる。

表-3 のダミー変数(主要なツアーと同手段)の推定結果より、2 次ツアーでは主要ツアーと同手段を選択する傾向があることがわかる。

4.2 時刻選択モデル

時刻選択モデルでは、4 つの時間帯の組み合わせにより選択し集合を定める。

- ① 午前ピーク:(AM6:30-AM9:29)
 - ② 日中:(AM9:30-PM3:59)
 - ③ 午後ピーク (PM4:00-PM6:59)
 - ④ その他 (PM7:00-AM6:29)
- ・ ①①, ③③, ①③-オンピーク
 - ・ ②②, ④④, ②④-オフピーク
 - ・ ①②, ①④, ②③, ③④-オン/オフ-ピーク

表-4 主要ツアー時刻選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
定数項:オンピーク	-1.20	-76.2
定数項:オン/オフピーク	-0.506	-43.0
勤労者ダミー:オンピーク	1.38	110.9
勤労者ダミー:オン/オフピーク	1.10	94.5
年齢ダミー<60:オンピーク	1.15	80.4
年齢ダミー<60:オン/オフピーク	0.576	45.6
ログサム変数	0.504	12.1
サンプル数	18654	
修正済 ρ^2	0.085	

表-5 2次ツアー時刻選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
定数項:オンピーク	-0.519	-11.8
定数項:オフピーク	0.311	7.0
CBDダミー:オンピーク	-0.0843	-2.3
CBDダミー:オフピーク	-0.0594	-1.8
世帯人数:オンピーク	0.119	11.8
世帯人数:オフピーク	-0.0701	-7.2
年齢ダミー<20:オン/オフピーク	1.03	31.9
仕事ダミー:オン/オフピーク	1.57	53.9
ログサム変数	0.351	7.8
サンプル数	2636	
修正済 ρ^2	0.114	

※CBD:中心業務地区

表-4より、勤労者ダミーの推定値が正の値であることから、労者はオンピーク、オン/オフピークを選択しやすい傾向がある。また年齢ダミーの推定値より、比較的勤労者の比率が多い60歳より下の年代が、オンピーク、オン/オフピークを選択しやすい傾向がある。以上の行動の傾向より、勤労者は主要なツアーでは、主な目的が仕事であることから、時刻選択に自身の意思が反映されにくく、出勤時間による拘束があるため、オンピーク、オン/オフピークを選択しやすい傾向があると考えられる。

表-5より、CBDダミーのパラメータ値が負であることから、2次ツアーにおけるオンピーク、オフピーク時に、中心業務地区に行きにくい傾向がある。また、年齢ダミーのパラメータ値より20歳より下の若い世代は、2次ツアーにおいて、オン/オフピークを選択する傾向がある。10代の若い世代において、主要なツアーの目的は学校であると考えられ、午後ピークの時間帯に帰宅し、その後ツアーを行うことから、オン/オフピークを選択しやすい傾向があると考えられる。

4.3 目的地選択モデル

目的地では、選択肢集合を8つに限定する。選択肢集合の作成方法としては、66ゾーンから8つランダムサンプリングにより選択する。8つの内の5つは、出発ゾーンから近い10ゾーンから選び、残り3つは残りの66ゾーンから選ぶ。実際の選択肢がランダムサンプリングにより選ばれなかったら、ひとつの選択肢を実際の選択肢に置き換える。

表-6 主要ツアー目的地選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
人口/km ² [1000人]	-0.210	-19.5
勤労者人口/km ² [1000人]	0.253	10.5
従業員人口/km ² [10000人]	0.982	60.5
店舗数/km ² [100軒]	-0.347	-15.8
都市計画区域/km ² [100]	-0.936	-1.0
ダミー:周辺ゾーン	-0.932	-60.1
ログサム変数	0.00381	2.5
サンプル数	18654	
修正済 ρ^2	0.212	

表-7 2次ツアー目的地選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
人口/km ² [1000人]	-0.472	-15.2
勤労者人口/km ² [1000人]	0.880	12.8
従業員人口/km ² [10000人]	0.961	19.3
店舗数/km ²	-0.111	-17.1
都市計画区域/km ²	-0.138	-5.7
ダミー:周辺ゾーン	-0.695	-16.8
ログサム変数	0.0905	25.9
サンプル数	2636	
修正済 ρ^2	0.451	

表6-7より目的地選択では、主要・2次ツアーとも同じ傾向がある。目的地選択の傾向として、人口、店舗数がゾーン、都市計画区域が大きいゾーンを避ける傾向がある。

4.4 ツアータイプ選択モデル

ツアータイプ選択では、ツアーの目的と目的地に着くまでの中間滞在の有無により選択肢集合を以下の4つに定める。

- ① 仕事(学校を含む)/中間滞在あり
- ② 仕事/中間滞在なし
- ③ その他の活動(買い物,送迎など)/中間滞在あり
- ④ その他の活動/中間滞在なし

表-8 主要ツアータイプ選択

説明変数	パラメータ	t値
定数項:仕事/中間滞在あり	-2.21	-79.2
定数項:仕事/中間滞在なし	-0.691	-43.2
定数項:その他の活動/中間滞在あり	-1.35	-49.1
年齢ダミー(<60):仕事/中間滞在なし	1.60	75.8
年齢ダミー(<60):仕事/中間滞在あり	1.90	152.3
年齢ダミー(<60):その他の活動/中間滞在あり	0.332	18.1
世帯人数:仕事/中間滞在あり	0.0408	7.1
世帯人数:仕事/中間滞在なし	0.0881	23.0
世帯人数:その他の活動/中間滞在あり	-0.0277	-4.4
ログサム変数	0.577	10.7
サンプル数	18654	
修正済 ρ^2	0.332	

表-9 2次ツアータイプ選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
定数項:その他の活動	3.80	66.8
勤労者ダミー:その他の活動	-3.32	-59.0
年齢ダミー(60>):その他の活動	-0.420	-12.0
性別ダミー:その他の活動	-0.859	-27.4
ログサム変数	0.342	22.1
サンプル数	2636	
修正済 ρ^2	0.345	

表-8より、60歳より下の年代で、仕事のツアーを選択する傾向がある。

表-9より勤労者は2次ツアーにおいて、その他の活動を選択しづらい傾向がある。また表-9の性別ダミーのパラメータ値が負であることから、2次ツアーにおいて、女性がその他の活動をしやすい傾向がある。

4.5 トラベルパターン選択モデル

トラベルパターン選択では、ホームベースのツアーの回数に基づき選択肢集合を定める。

ホームベースのツアーが1回だった場合、シングルツアー、2回以上あった場合、マルチツアー、シングルツアーに加え、目的地を出発し目的地に戻るツアーがあった場合、シングル/サブツアー、ツアーをしない場合、ノーツアーとする。

表-10 トラベルパターン選択推定結果

説明変数	パラメータ	t値
定数項:シングルツアー	2.12	211.8
定数項:シングル/サブツアー	-4.74	-88.5
定数項:ノーツアー	4.05	241.6
勤労者ダミー:シングルツアー	0.736	50.4
勤労者ダミー:マルチツアー	0.405	23.6
勤労者ダミー:シングル/サブツアー	3.06	56.0
性別ダミー:シングルツアー	0.379	27.0
性別ダミー:マルチツアー	-0.189	-11.4
性別ダミー:シングル/サブツアー	1.04	38.5
年齢ダミー>=70:ノーツアー	0.390	25.7
ログサム変数	0.972	343.7
サンプル数	28981	
修正済 ρ^2	0.617	

表-10より勤労者はシングル/サブツアーを選択しやすい傾向があることがわかる。また70歳以上の高齢者がノーツアーを選択しやすい傾向がある。

性別ダミーの推定値より、男性は、シングルツアー、シングル/サブツアーを選択しやすく、女性はマルチツアーを選択しやすい傾向がある。

5. まとめ

モデル推定結果から、甲府都市圏において交通手段は自動車(一人乗り)に依存している傾向があり、勤労者は主要ツアーにおいて、オンピーク、オン/オフピークの時刻に行動をする傾向があることがわかった。モデル推定の過程で、2次ツアーのツアータイプ、目的地選択のツリー構造を入れ替えるという先行研究との変更点があった。理由として、ネステッドロジットモデルにおけるログサムパラメータの(0,1)区間内の条件を満たすツリー構造を考慮した結果、上記のツリー構造が条件を満たしていたためである。

ツアーベースモデルを構築したことにより、1日の行動パターンの傾向をつかむことができ、このモデルを用いることで、従来のトリップベースモデルと比較し、正確な政策分析が行えると考えられる。今後の課題として、構築したモデルを基に、政策変数を取り入れ、政策シミュレーションを行い、どのような変化が生じるのかを分析していく。

参考文献

- 1) Mohamed Omer, Kuniaki SASAKI, Kazuo NISHII: Tour-based Travel Demand Modeling using Person Trip Data and its Application for Advanced Policies, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 17,2009
- 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
- 3)土木学会: 非集計行動モデルの理論と実際
- 4)交通工学研究会: やさしい非集計分析
- 5)森地 茂・屋井 鉄雄: 非日常的交通への非集計行動モデルと選択肢別標本抽出法の適用性