

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 工学部土木環境工学科 学生会員 ○澤田 茜
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

従来、OD 推計などをする際、個々の人あるいは車を単位とした行動をモデル化する四段階推定法などの集計モデルを用いることが一般的であった。しかし、集計モデルでは、ゾーン単位で OD を集計するので、個人の属性や特有の性質を取り入れることができないことや時間帯別の交通量を表現しにくいことなど多くの欠点が存在していた。そこで非集計モデルが開発され、更に一日の移動全体を考慮するために、ツアーベースモデルが開発された。交通行動の意思決定を行う際、個人は何らかの形で各トリップ間の相互関係を考慮して意思決定を行うものと考えられる。ツアー概念では、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。⁵⁾このモデルにより、手段の連関性手段変更に伴うツアーパターンの変化の可能性などを表現できるようになったが、個人ごと予測を行うため予測精度が低くその安定性も低かった。

一方近年では 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。

これらのデータを融合する手法として、両者を統合する「データ同化」が注目されている。データ同化の目的は実測データを用いてシミュレーションを改善することや、シミュレーションモデルによって欠損や観測不能な状態を推測することが可能である。ツアーベースの非集計モデルを用いてシミュレーションによる予測を行った場合に、観測データとの同化によって予測精度の改善が可能になると考えられる。

1.2 研究目的

実測データとの融合を図るシミュレーションモデル構築であるが、一日の行動を再現できるミクロな行動モデルが必要になる。そこで、本研究では、まずパーソントリップ調査を用いながら、ツアーベースの非集計需要予測モデルの構築を行う。移動の意思決定プロセスに基づきながら、大都市圏での個人の一日の行動を予測できるようなツアーベースモデルの構築・推定を行い、特性を分析していくことを目的とする。

2. 分析対象データ

平成 20 年に行われた東京都市圏パーソントリップ調査³⁾を用いて分析を行う。本研究では、東京都市圏全域に移住する人を対象に、都心三区（港区、千代田区、中央区）を一度でもトリップの目的地にした個人のみを抽出し、都心三区に着目しながら分析を行った。

3. モデルの構築

3.1 モデルのプロセス

本研究では、一日の行動プロセスとして、ツアーベースの最適化を行っているとは仮定し、ツアーベースモデルを先行研究¹⁾を参考にしながら、東京都市圏での移動の意思決定プロセスを仮定した。

ツアーを 2 タイプに分類している。一つは主要ツアーでもう一つは二次ツアーである。これらのツアーを分類する基準は意志決定者の優先順位に基づいており、仕事（学校）を最優先とし、その他の活動と続く。優先順位が高いものが主要ツアー、次に二次ツアーとなる。同じ活動の場合、活動時間の長いものが上位であるとする。

東京都市圏に適用する際に、上記研究を参考に基礎集計等を行いながらモデルのプロセスを考えた。東京都市圏の主要ツアーでは、約 9 割が鉄道を利用しているので、手段を鉄道に固定した。また、東京都市圏では主要な目的地以外に立ち寄る中間滞在も多いと考えたため、中間滞在の目的地選択も考慮し

キーワード：ツアーベースモデル、データ同化

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 : t12ce027@yamanashi.ac.jp

た。モデルは図-1のような移動の意思決定プロセスに基づいていると仮定した。段階的な選択を仮定したので、ネステッドロジットモデルを用いることとした。モデルのパラメータ推定は段階数が多いため段階推定法を行う。

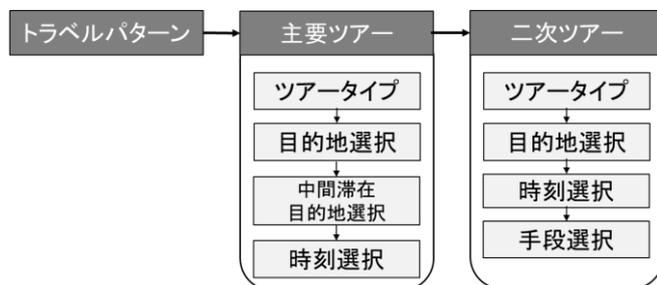


図-1 移動の意思決定プロセス

3.2 モデル内容

各段階の選択肢は以下の通りである。

3.2.1 トラベルパターン (4 選択肢)

- ① シングルツアー ② マルチツアー
③ ツアーとサブツアー ④ ツアー無し

マルチツアーは2度以上ツアーを行うことである。サブツアーとは主要な目的地から出発し主要な目的地に戻るツアーことである。

3.2.2 ツアータイプ (目的と中間滞在の組み合わせ)

・主要ツアー (4 選択肢)

- ① 仕事 中間滞在有 ② 仕事 中間滞在無
③ その他 中間滞在有 ④ その他 中間滞在無

・二次ツアー (3 選択肢)

二次ツアーでは中間滞在をしている人が少ないので、目的の選択のみとした。

- ① 仕事 ② 義務的 ③ 自由目的

*義務的:買い物, 送迎などの生活維持活動

3.2.3 目的地選択

・主要ツアー (5 選択肢)

今回は、都心三区にトリップのある個人に着目して分析を行うので、メインの目的地を都心三区の14ゾーンに限定する。(高確率ゾーン 5 ゾーンから 3 選択肢, 残りゾーンから 2 選択肢)

・二次ツアー (8 選択肢)

東京 23 区に限定し 23 区から 8 選択肢

3.2.4 中間滞在目的地選択

・主要ツアー (8 選択肢)

中間滞在は主要な目的地周辺で行われる割合が高いので、都心三区周辺の 10 区 50 ゾーンに限定す

る。(主要な目的地周辺 10 ゾーンから 5 選択肢, 残りゾーンから 3 選択肢, 中間滞在無し)

3.2.5 時刻選択

・主要ツアー, 二次ツアー (3 選択肢)

① オンピーク ② オフピーク ③ オン/オフピーク
平日の時間帯を 4 つに分ける。午前ピーク (6:30~9:29), 日中 (9:30~15:59), 午後ピーク (16:00~18:59), その他 (19:00~6:29) ここから、出発と帰宅の時間帯の組み合わせを①~③で表す。

3.2.6 手段選択

・二次ツアー (4 選択肢)

- ① 公共交通 (電車, バス) ② 自動車
③ バイク (自転車, 二輪車) ④ 徒歩

4. パラメータ推定結果

4.1 二次ツアー推定結果

1) 手段選択

表-1 からすべての定数項が負の値をとっており、他の選択肢よりも徒歩の効用が高いと考える。二次ツアーでは、一度家に帰るので、徒歩での移動が多いのではないかと考えられる。費用のパラメータが公共交通より自動車の方が低いため、自動車の方が費用の上昇に影響されるのではないかと考えた。都心三区ダミーとはその手段を利用して都心三区に向かうときには 1 をそうでない場合は 0 を入れた。

表-1 二次手段選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
定数項: 公共交通	-1.61	-32.5
定数項: 自動車	-3.25	-88.6
定数項: バイク	-1.23	-48.0
勤労者ダミー: 公共交通	-0.430	-13.7
費用[100円]: 公共交通	-0.180	-10.4
費用[100円]: 自動車	-0.730	-37.2
所要時間[10分]: 公共交通	-0.727	-38.1
所要時間[10分]: 自動車	-0.591	-36.4
所要時間[10分]: バイク	-1.32	-95.6
所要時間[10分]: 徒歩	-0.598	-115.0
都心三区ダミー: 公共交通	-0.350	-9.8
都心三区ダミー: 自動車	-0.507	-14.5
都心三区ダミー: バイク	-0.338	-14.9
サンプル数		1103
修正済み決定係数		0.298

2) 時刻選択

表-2 より勤労者のピークとオン/オフピークが負の値をとっているため、勤労者はピークを過ぎた時間に二次ツアーを行う傾向があると考えられる。

表-2 二次時刻選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
定数項:ピーク	0.843	34.6
定数項:オフピーク	0.979	31.5
都心三区ダミー:オフピーク	-0.309	-16.3
勤労者ダミー:ピーク	-0.612	-24.6
勤労者ダミー:オン/オフピーク	-0.774	-36.1
世帯人数:オフピーク	-0.245	-32.0
滞在時間:ピーク [10分]	-0.168	-73.7
滞在時間:オフピーク [10分]	-0.0515	-44.6
ログサムパラメータ	0.742	22.4
サンプル数		1103
修正済み決定係数		0.131

3) 目的地選択

表-3より周辺ゾーンダミーのパラメータが大きく、二次ツアーでは一度家に帰るので、自宅の周辺へ外出する傾向が強いと考えた。また、商業地の地価が高いところへ行く傾向があったので、地域の魅力が高いところへ外出をするのではないかと考えた。

表-3 二次目的地選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
人口/km2 [1,000人]	-0.104	-32.38
従業者数/km2 [1,000人]	-0.0213	-16.88
企業数/km2 [100社]	0.137	15.60
店舗数/km2 [100軒]	-0.235	-18.08
周辺ゾーンダミー	2.18	137.28
商業地地価/m2[十万円]	0.0246	25.78
ログサムパラメータ	0.200	41.8
サンプル数		1103
修正済み決定係数		0.184

4) ツアータイプ選択

表-4より高齢者のパラメータが負の値をとっているため、高齢者は主要ツアーで買い物などを済ませる傾向があると考えられる。女性は一度家に帰ってから、二次ツアーで買い物などをする傾向がある。

表-4 二次ツアータイプパラメータ推定結果

	パラメータ	t値
定数項:義務的	3.61	67.8
定数項:自由目的	3.45	66.1
高齢者ダミー:義務的	-0.571	-15.4
高齢者ダミー:自由目的	-0.913	-26.1
女性ダミー:義務的	1.46	43.3
女性ダミー:自由目的	0.696	22.0
滞在時間:義務的 [100分]	-1.41	-74.9
滞在時間:自由目的 [100分]	-0.551	-37.5
ログサムパラメータ	0.405	28.2
サンプル数		1103
修正済み決定係数		0.677

4.2 主要ツアー推定結果

1) 時刻選択

表-5より勤労者は出勤・帰宅のどちらかまたは両方ピークの時間を選択する傾向がある。高齢者は時間に縛られないと考えるので、オフピークの時間を選択する傾向がある。

表-5 主要時刻選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
定数項:ピーク	-0.0732	-11.5
定数項:オン/オフピーク	0.787	148.1
高齢者ダミー:ピーク	-0.126	-17.6
高齢者ダミー:オン/オフピーク	-0.719	-121.8
勤労者ダミー:ピーク	0.114	17.0
勤労者ダミー:オン/オフピーク	1.08	191.7
ログサムパラメータ	0.131	35.5
サンプル数		41739
修正済み決定係数		0.315

2) 中間滞在目的地選択

表-6より人口のパラメータが負の値をとっているため、住宅地などの人口が多い場所よりも都心や商業地などの人口が少ない場所に行く傾向がある。公共施設数が多い場所や地価が高い場所に行く傾向がある。

表-6 主要中間滞在目的地選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
人口 [1,000人]	-0.0290	-407.5
平均容積率 [100%]	-0.864	-895.2
公共施設数 [10施設]	0.0448	60.5
平均地価 [千円]	0.903	146.2
ログサムパラメータ	0.135	22.0
サンプル数		41739
修正済み決定係数		0.688

3) 目的地選択

表-7より容積率や公共施設数が高いほど選択する傾向が強い。主要ツアーでは勤務地に向かう場合が多いので、ビルや官公庁の多い地域が選択される傾向があると考えられる。

表-7 主要目的地選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
人口 [10,000人]	0.0264	34.0
平均容積率 [100%]	0.173	140.5
公共施設数 [10施設]	0.0287	94.6
平均地価 [千円]	-0.165	-66.2
都市公園面積 [10,000m2]	0.0108	122.5
高確率ゾーンダミー	-1.02	-534.4
ログサムパラメータ	0.144	40.3
サンプル数		41739
修正済み決定係数		0.061

4) ツアータイプ選択

表-8より高齢者や女性は仕事以外の活動をする傾向が強い。世帯人数が増えるほど中間滞在のあ

るその他の活動をしなくなる。世帯人数の少ない人の方が自由に行動できるのではないかと考えた。

表-8 主要ツアータイプ選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
定数項:仕事/中間滞在あり	-5.38	-200.5
定数項:仕事/中間滞在先し	-4.00	-129.0
定数項:その他/中間滞在あり	0.0384	1.6
勤労者ダミー:仕事/中間滞在あり	2.02	151.3
勤労者ダミー:仕事/中間滞在先し	2.23	198.1
勤労者ダミー:その他/中間滞在あり	-0.193	-14.5
高齢者ダミー:仕事/中間滞在あり	-0.599	-52.7
高齢者ダミー:仕事/中間滞在先し	-1.11	-103.0
高齢者ダミー:その他/中間滞在あり	0.106	8.7
女性ダミー:仕事/中間滞在あり	-0.676	-52.2
女性ダミー:仕事/中間滞在先し	-1.29	-109.6
女性ダミー:その他/中間滞在あり	0.115	9.6
滞在時間:仕事/中間滞在あり[10分]	0.122	335.5
滞在時間:仕事/中間滞在先し[10分]	0.109	330.1
滞在時間:その他/中間滞在あり[10分]	0.0200	52.5
世帯人数:仕事/中間滞在あり	0.0955	19.5
世帯人数:仕事/中間滞在先し	0.361	77.3
世帯人数:その他/中間滞在あり	-0.250	-44.7
ログサムパラメータ	0.812	40.9
サンプル数		41739
修正済み決定係数		0.425

4.3 トラベルパターン選択

表-9より勤労者ダミーが3つの選択肢で負の値をとっているため、ツアーとサブツアーはこれらの選択肢よりも効用が高いと考えられ、勤労者はツアーとサブツアーをする傾向があると考えられる。世帯人数が多い人は少なくとも一度家から出る傾向があり、シングルツアーの傾向があることがわかる。

表-9 トラベルパターン選択パラメータ推定結果

	パラメータ	t値
定数項:シングルツアー	1.725	10.2
定数項:マルチツアー	1.197	7.3
定数項:ツアーとサブツアー	-1.623	-9.5
勤労者ダミー:シングルツアー	-2.576	-120.7
勤労者ダミー:マルチツアー	-2.759	-114.7
勤労者ダミー:ツアー無し	-0.920	-6.5
女性ダミー:シングルツアー	0.866	144.5
女性ダミー:マルチツアー	1.028	86.0
女性ダミー:ツアー無し	-0.499	-6.8
世帯人数:シングルツアー	0.073	35.8
世帯人数:マルチツアー	-0.015	-3.0
世帯人数:ツアー無し	-2.122	-29.2
滞在時間:シングルツアー	0.001	90.5
滞在時間:マルチツアー	-0.002	-65.5
ログサムパラメータ	0.315	24.6
サンプル数		41739
修正済み決定係数		0.477

5. まとめ

東京都市圏における9段階のツアーベースモデルを構築した。大都市圏における問題を考慮して、目

的地選択や手段選択にいくつかの仮定を置きながらも実現性のある結果を得ることが出来た。

都心三区を対象としたため、移動距離の長い東京都市圏では、ホームベースの二次ツアーを行うタイプのマルチツアーは時間制約的に困難と考えられる。その結果主要な目的を行う途中や帰りに用事を済ませることが多いと考え、中間滞在の目的地の選択を導入した。中間滞在では、地価が高い場所が選ばれる傾向があるので、利便性が高く、魅力が高い場所を意味しており、主にターミナル駅の周辺などが選択されていると考えられる。

今後の方針として、このモデルをベースとしてシミュレーションを行い、需要予測を行う予定である。このモデルでシミュレーションを行うことにより、時間帯別のトリップと目的地が求められるので、時間帯別のゾーン滞在人数を予測することができる。例えば、携帯電話の基地局データは、時間帯別で各ゾーンの滞在人数が与えられている。これらは同じ状態変数であるため、構造モデルによる予測とその観測データとの同化により、時間帯別の各ゾーンの滞在人数を精度良く求めることや、パラメータの更新などが行えると考えられる。これらについても発表時には報告していきたい。

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) 東京都市圏交通計画協議会:東京都市圏パーソントリップ調査 PT データ利用の手引き,平成24年6月
- 3) 土木学会:非集計行動モデルの理論と実際,平成7年5月
- 4) 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年5月, p122-131
- 5) 永易雅志, 河上省吾:ツアー概念を用いた学生非集計交通需要予測モデル開発, 土木計画学研究・講演集 No.21(1), 1998年1月