

ツアーコンセプトによる交通行動マイクロ・シミュレーション・モデルの開発

Development of an Activity-based Microsimulation Model for Daily Travel based on Tour Concept

松下 健介**・松本 昌二***・佐野可寸志****・加藤 研二*****
Kensuke MATSUSHITA, Shoji MATSUMOTO, Kazushi SANO and Kenji KATO

1. はじめに

近年、活動とトリップの関係を考慮し、時間軸を明示的に組み込んだ活動ベースモデルを用いて、個人毎にシミュレートするマイクロ・シミュレーション・モデルが開発されてきている。Kitamura ら¹⁾²⁾、黒川ら、瀬戸らの構造方程式モデルや、Becker、藤井³⁾、Bowman et. al.⁴⁾の効用理論の枠組みに基づくモデル、あるいは個人の生活パターンを試行錯誤の繰り返しとみなし、それを複数のサブモデルの組み合わせで再現する Kitamura et. al. の AMOS¹⁾²⁾、Garling et. al. の SCHEDULER などのモデルが開発されてきている。

一方、モデル化の手法に関しては、既存手法に加えてニューラルネットワークモデル(以下 NN モデル)などのソフトコンピューティングの手法が適用されはじめている。これは、人間の知識に基づく主観的判断過程をモデル化する方法である。⁵⁾⁶⁾⁷⁾

活動ベースのモデルの中で、比較的構造が簡単で実用性が高いと思われるのは、Bowman 等が提案した「ツアーコンセプト」に基づくモデルであり、ポートランド都市圏で適用された。そこで、本研究では「ツアーコンセプト」に基づく交通行動マイクロ・シミュレーション・モデルを開発することを目的とする。モデル化の手法は、小サンプルでも比較的再現性の高い NN モデルを用い、その適用性を検討する。

2. 個人の意思決定過程

(1) ツアーの定義

個人は日常的に家庭をベースとした、活動パターンをとる。この中で、家庭→仕事→家庭というように家を出てから帰宅するまでの連続的なトリップのセグメントを「ツアー」と定義する。図-1 の濃い網掛けの矢印が「主ツアー」をあらわしている。また、ツアーの中で自宅と主活動地の間の途中の寄り道を「中間ストップ」、主活動地からのツアーを「サブツアー」、いったん自宅に戻ってからのツアーを「2次ツアー」と呼ぶ。

(2) ツアーにおける活動パターン

ツアーの中の活動目的を仕事・勉強などの Subsistence(S)、生活を維持するために必要な買い物・送迎などの Maintenance(M)、スポーツ・娯楽などの Discretionary(D)の 3 つに大きく分ける。このツアー・活動目的の組み合わせによる個人の一日の活動を「活動パターン」と定義する。

例えば、「自宅→会社→自宅」の人はHSH、「自宅→会社→食料品店→自宅」の人はHSMH、といった

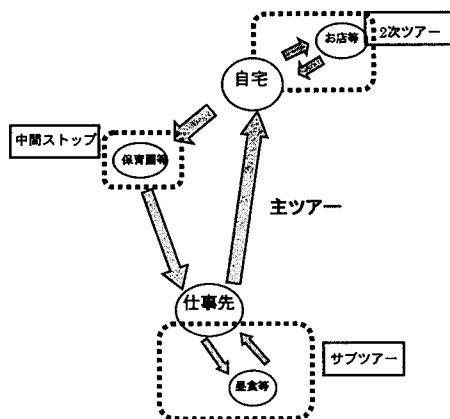


図-1 ツアーコンセプト図

*キーワード: 交通行動分析、TDM

**正会員 工修 株式会社 トーニチコンサルタン
(〒530-0028 大阪市北区万才町3番20号)

TEL 06-6316-1491 FAX 06-6316-0127)

***正会員 工博 長岡技術科学大学 環境・建設系教授
(〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1)

TEL 0258-47-9615 FAX 0258-47-9650)

****正会員 工博 長岡技術科学大学 環境・建設系助教授
*****正会員 工修 阿南工業高等専門学校建設システム

工学科助手

(〒774-0017 阿南市見能林町青木 265

TEL 0884-23-7185 FAX 0884-23-7199)

形でツアーを活動パターンで表現する。サブツアー、2次ツアーについても同様に表現する。

(3) 個人の1日の意思決定過程

以上のツアーコンセプトに基づいて、個人の1日の活動・交通行動を考える。個人の1日の活動には、「活動パターン選択」、「中間ストップ選択」、「活動時間帯選択」、「目的地選択」、「交通手段選択」の5つのサブモデルが意思決定要因として存在していると仮定した。実際の交通行動における意思決定では、活動・移動、目的地・交通手段といった要素を同時に決定する場合も考えられるが、ここでは、逐次的段階的に決定すると仮定する。

3. 使用するデータ

研究対象の新潟県新津市に対して、表-1に示すように1999年7月に独自のダイアリー調査を行った。⁹⁾¹⁰⁾新津市を選んだ理由は、新潟市方面への通勤者についてP&Rの可能性を検討するためであった。調査票は既往の研究で使われた調査票を参考にして、活動と移動を順に記入する形で設計した。調査票の配布・回収は郵送で行なったため、残念ながら回収率は低かった。

ダイアリー調査の集計結果の一部を表-2, 3に示す。表-3より就業者は圧倒的に自動車を利用する人が多く、非就業者にしても近い場合には徒歩で移動するが、それ以外は自動車を利用する傾向にある。

4. NNモデルによる計算結果

(1) NNモデルの構築

活動パターン選択モデルを例として説明する。

NNモデルでは、現象表現を各細胞の発火状態 $<1>$ と静止状態 $<0>$ の組み合わせで表現する。したがって、入力パターンとは(0, 1, 0...)などの信号の集合を称することとなる²⁾。NNの神経細胞に対応する発火要因として、活動パターン選択モデルでは性別、年齢、続柄、職業、産業、免許の有無、ライフステージ、世帯人数、専用車の有無、保有車数の10の説明変数を用いた(表-4)。また、すべてのモデルの外的基準と説明変数を表-5に示す。

(2) 活動パターン選択モデルの推定結果

活動パターン選択モデルでは、556サンプルについて計算を行なった。計算の結果、的中率 87.05%と

表-1 新津市ダイアリー調査の概要

調査日	1999年7月22日
配布世帯数(郵送)	2,016
〃 (P&R利用者)	324
回収世帯数(世帯)	353
回収率 (回収世帯数/配布世帯数)	15.3%
有効票(世帯)	259
有効回答率 (有効票/回収世帯数)	73.4%
有効人数(人)	659

表-2 居住地別通勤・通学先

居住地	通勤・通学先			
	新津市	新潟市	その他	合計
新津市	103	163	105	375

表-3 交通手段選択

交通手段	就業者	非就業者
自動車	216 (65.7)	64 (36.6)
電車(P&R)	21 (6.4)	0 (0.0)
電車(徒歩/2輪車)	63 (19.1)	12 (6.9)
徒歩/2輪車	29 (8.8)	99 (56.6)
合計	329 (100.0)	175 (100.0)

表-4 活動パターン選択モデルの説明変数

説明変数	カテゴリー	エントリ数
性別	①男 ②女	2
年齢	①5~14歳 ②15~29歳 ③30~49歳 ④50~64歳 ⑤65歳~	5
続柄	①世帯主 ②妻/夫 ③子供 ④孫 ⑤兄弟 ⑥父/母 ⑦その他	7
職業	①農林漁業 ②生産運輸 ③販売・サービス ④管理事務 ⑤学生・生徒 ⑥主婦・その他	6
産業	①第1次産業 ②第2次産業 ③第3次産業 ④非就業	4
免許の有無	①有り ②無し	2
ライフステージ	①単身世帯 ②夫婦2人世帯 ③親一人+子1人世帯 ④核家族(小以下) ⑤核家族(中,高,大,就) ⑥2世帯以上	6
世帯人数	①1人 ②2人 ③3人 ④4人 ⑤5人 ⑥6人 ⑦7人 ⑧8人	8
車の保有	①専用車 ②共有車 ③車無し	3
保有台数	①1台 ②2台 ③3台 ④4台 ⑤5台 ⑥6台 ⑦7台 ⑧8台	6

表－5 各モデルの外的基準と説明変数

モデル	外的基準	説明変数
活動パターン	Work Tour (WT) Work Home (WH) Maintenance Tour (MT) Maintenance Home (MH) Discretionary (D)	・性別・年齢・続柄 ・職業・産業 ・免許の有無 ・ライフステージ ・世帯人数 ・車の保有 ・保有台数
中間ストップ	有り 無し	・就業者か？ ・続柄 ・ライフステージ ・車の保有 ・5歳以下の子供の有無 ・主ツアーの活動パターン
活動時間帯	Early-Early, AM_Peak, Midday Early-PM_Peak, Late AM_Peak-AM_Peak, Midday AM_Peak-PM_Peak AM_Peak-Late Midday-Midday Midday-PM_Peak, Late PM_Peak-PM_Peak, Late, Late-Late	・性別 ・年齢 ・続柄 ・職業 ・ライフステージ ・中間ストップ ・主ツアーの活動パターン
目的地	27ゾーン	・性別 ・年齢 ・続柄 ・サービス事業所従業員数密度 ・主ツアーの活動パターン
交通手段	自動車 鉄道(徒歩/2輪車) 鉄道(P&R) 徒歩/2輪車	・年齢 ・免許の有無 ・車の保有 ・出発地ゾーン ・目的地ゾーン ・中間ストップ ・主ツアーの活動時間帯 ・主ツアーの活動パターン ・ゾーン間費用差 ・ゾーン間時間差

表－6 各サブモデルの推定結果

	主ツアーのサブモデル		2次ツアーのサブモデル	
	サンプル数	的中率	サンプル数	的中率
活動パターン	556	87.05	66	90.91
中間ストップ	484	76.86	66	86.36
活動時間帯	484	62.19	66	89.40
目的地	149	54.36	66	68.18
交通手段	484	98.87	66	93.94
2次ツアー	556	93.88		

なり NN の再現性という点からみても良い結果が得られた。また、各アイテムにおける的中では、WH(WorkHome)の的中が 0 であったが、WH のサンプル数が少ないことと WT(Work Travel)とデータが似通っていたことが原因であると考えられる。

NN モデルでは、各要因の相対的重要度を直接的に表すような変量は定義しにくいので、各説明要因の入力値の相違が出力値に与える変化の程度からその影響をみることにした。出力値における各説明変数のとりうる値の範囲をレンジとして求め、その大小から各説明変数の出力値に与える影響をみる。具体的には、レンジが大きいほど入力値の相違が出力値に大きく反映すると考える。⁶⁾

レンジの平均をみると、「性別」のレンジが 0.964 と最大で、他の要因より若干大きい。他の説明要因は、続柄、ライフステージ、免許の有無、専用車の保有、世帯人数、年齢、職業、産業の順に活動パターン選択に影響を与えていることがわかる。

また、各レンジ値のばらつきが少ないことから、説明要因に内在する情報が、ほぼ同程度に活動パターン選択の意思決定に影響するものと考えられる。

(3) 各サブモデルの推定結果

各サブモデルの推計結果は、表-6 のようになった。主ツアーについては、中間ストップ、活動時間帯のモデルがやや的中率が低いですが、両者ともサンプルの出力に偏りがあることが的中率を下げている原因と思われる。逆に、活動パターン、交通手段選択においては、適度に各出力値に対するサンプルが得られたので、良い結果が得られた。2 次ツアーに関しては、そもそものサンプルが少ないこともあるが、2 次ツアーを行なう個人のサンプルが似通っていることから、よりの中したと考える。

また、目的地選択モデルが他のモデルに比べて的中率が低いですが、これは、サンプルが少ないことや、サンプルに特に偏りがあったことが原因と考えられる。

5. 交通行動マイクロ・シミュレーション・モデル

(1) マイクロ・シミュレーション・モデルの構築

以上のサブモデルの分析結果をもとに、図-2 のように交通行動マイクロ・シミュレーション・モデルを構築した。ダイアリー調査で得られた 259 世帯 536 サンプルについて、個人の世帯属性、個人属性をはじめに「活動パターン選択モデル」にインプットして「活動パターン」を推定し、その推定結果を次の中間ストップ選択モデルにインプットするという形で、シミュレーションモデルの再現性の確認を行った。なお、シミュレーションは主ツアーが終了した時点で、それ以降の 2 次ツアーが

表一七 ミクロ・シミュレーション・モデルの検証

	主ツアーのサブモデル			2次ツアーのサブモデル		
	サンプル数	的中率	推定結果との比	サンプル数	的中率	推定結果との比
活動パターン	536	88.2	1.01	56	48.2	0.53
中間ストップ	457	64.4	0.84	56	89.3	1.03
活動時間帯	457	48.9	0.79	56	57.1	0.64
目的地	—	—	—	—	—	—
交通手段	457	58.8	0.60	56	76.8	0.82
2次ツアー	536	89.2	0.95	—	—	—

(2)シミュレーション結果

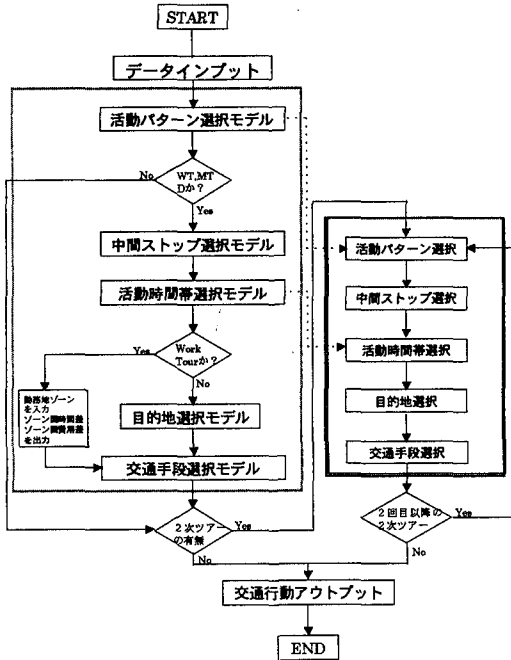
表一七は、世帯の個人毎にシミュレートした結果を集計したものである。ここで、推定結果との比は、シミュレーション(表一七)とモデル推定(表一六)の的中率を比較したものである。まず、活動パターン選択については差がない。中間ストップ選択、活動時間帯選択についても、それぞれ 0.84、0.79 と比較的良好な結果が得られたが、交通手段選択に関しては 0.60 と低い値となった。これは、シミュレーションが進むにつれて、1つ、2つ前のサブモデルの選択結果が次のサブモデルに影響してきて、推計結果と差が開いたからである。個人について、すべてのサブモデルの出力が的中したのは、20.1%にあたる 108 サンプルであった。

6. おわりに

本研究では、「ツアーコンセプト」に基づいて、実用性を持った交通行動ミクロ・シミュレーション・モデルを構築し、またソフトコンピューティングの利用を図った。今後の課題としては、①個々の交通行動サブモデルの改良、②サブモデル間のフィードバックや同時決定、③TDM 施策の評価への適用、などが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 北村隆一: やさしい交通シミュレーション 5. TDM 評価シミュレーション(その 1), 交通工学, 33, 2, 1998.
- 2) 北村隆一: やさしい交通シミュレーション 5. TDM 評価シミュレーション(その 2), 交通工学, 33, 3, 1998.
- 3) 藤井聡: 生活行動を考慮した交通需要予測ならびに交通政策評価手法に関する研究, 京都大学学位論文, 1997.12.
- 4) Bowman, J.L., M.A. Bradley, Y. Shiftan, T.K. Lawton and M.E. Ben-Akiva, Demonstration of an Activity-Based Model System for Portland, 8th World Conference on Transport Research, July 12-17, 1998, Antwerp, Belgium.
- 5) 坪井兵太: ソフトコンピューティングを用いた交通行動分析システムの構築, 岐阜大学学位論文, 1997.
- 6) 秋山孝正, 楊海, 高橋寛: ニューラルネットワークを用いた交通行動パターン分析, 交通工学, 28, 1, 25-33, 1993.
- 7) 島崎敏一, 安田誠一: ニューラルネットワークによる交通手段選択モデル, 土木学会論文集, 494/IV-24, 79-86, 1994.
- 8) 新津市: 新津市の事業所, 平成 8 年度事業所・企業統計調査, 1996.
- 9) 新潟市: 統計にいがた, 平成 8 年度事業所・企業統計調査, 1996.
- 10) 新潟都市圏総合都市交通計画協議会: 昭和 63 年度新潟都市圏第 2 回パーソントリップ調査報告書, 1988.3.



図一七 ミクロ・シミュレーション・モデル

なければ、また、2 次ツアーが終了した時点で、それ以降の 2 次ツアーがなければ、終了とした。

また、目的地選択については、推計段階で良い結果が得られなかったことから、シミュレーションに目的地選択を組み込むことは難しいと考え、目的地は外性的に与えた。