

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

Micro-Simulation Based Travel Demand Forecasting System for Urban Transportation Planning

飯田祐三¹, 岩辺路由², 菊池輝³, 北村隆一⁴, 佐々木邦明⁵, 白水龍⁶, 中川大⁶, 渡末正敏⁷, 藤井聡⁸, 森川高行⁸, 山本俊行⁹

Yuzo Iida, Michiyoshi Iwabe, Akira Kikuchi, Ryuichi Kitamura, Kuniaki Sasaki, Yasuo Shiromizu,
Dai Nakagawa, Masatoshi Hatoko, Satoshi Fujii, Takayuki Morikawa and Toshiyuki Yamamoto

1. はじめに

交通計画のための交通需要予測手法として一般に用いられる四段階推計法に多くの問題が含まれているとの指摘は、繰り返しなされてきている¹⁾。本質的な問題点としては、行動論的基盤の欠如、交通需要の動的側面の無視等が挙げられる。それに加えて、誘発需要、抑圧需要が需要予測に反映されない、評価対象としうる交通政策が限定される、算定される政策感度の信頼性に疑問が残る、といった、行政上の判断を直接的に左右する問題点も挙げられる。

この認識から、四段階推計法に代わる新しい交通需要予測手法の枠組みとして、都市内交通のマイクロシミュレーションが提案されている²⁾。この手法は、個人の生活行動を再現するアクティビティベースのマイクロシミュレーションモデルPCATS³⁾と道路上の動的な交通流を再現する交通流シミュレータDEBNetS⁴⁾を組み合わせることで、交通需要予測を行うものであり、京都市におけるTDMやTSMの交通政策の短期的な感度分析に適用されている²⁾。しかし、文献2)のシステムでは、以下のような問題点が指摘できる。

問題点1: 的確な需要予測のためにはモデル内のパラメータが対象地域の固有性を十分に反映したものでなければならない。

問題点2: 文献2)のモデルではトリップ頻度が若干過大に予測されるという問題点が指摘されている³⁾。

問題点3: 交通ネットワークの整備状況と時間、費用等の移動抵抗データとの関係を正確に記述することが必要である。

問題点4: 長期的な視点からの政策分析を行うためには、各外生変数、とりわけ、どこに、どのような属性の個人が居住しているのか、という個人データの将来値が必要となる。

本研究は、これらの問題点に以下のように対応した。

問題点1: 大規模サンプルの交通行動データであるパーソント

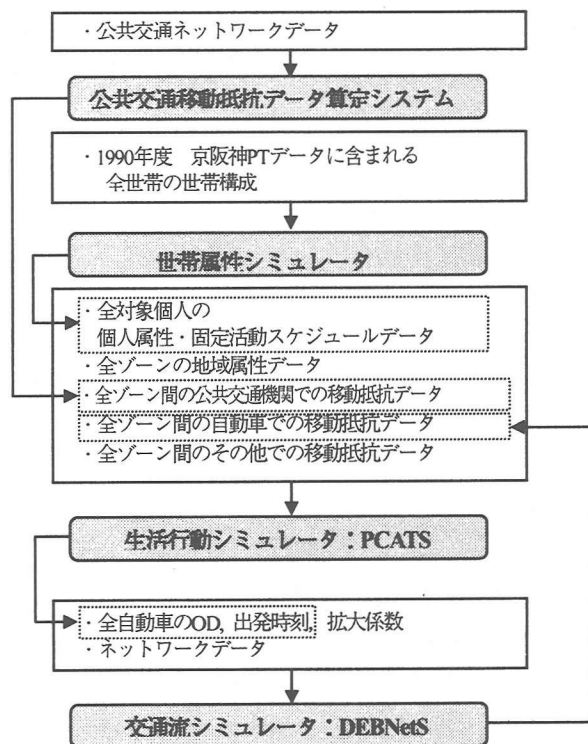


図1 マイクロシミュレーション需要予測システム

リップデータ（以下、PTデータ）を用いて地域の固有性を十分に反映したシステムの構築を目指す。

問題点2: PCATSで仮定している個人の生活行動活動決定アルゴリズムに改良を加える。

問題点3: 公共交通の移動抵抗データを運行ダイヤやネットワークから算定するシステムを、サブシステムとして導入する。

問題点4: 個々の世帯構成の変遷を個別にシミュレートするシステムを導入する。

本稿では、これらの問題点への対処を述べてシステムの詳細を説明した後に、大阪市を対象とした適用事例を述べ、システムの実用可能性に検討を加える。

2. シミュレーションモデルシステム

(1) システム構成

シミュレーションシステムの構成を図1に示す。このシステムは、四段階推計法の術語を援用すれば、PCATSが発生、分

キーワード: 交通計画 交通需要予測 ネットワーク交通流 公共交通需要

*1 正員 中央復建コンサルタンツ株式会社

*2 正員 工修 静岡県庁

*3 学生員 工修 京都大学工学研究科土木システム工学専攻

*4 正員 Ph.D 京都大学工学研究科土木システム工学専攻

*5 正員 工博 山梨大学工学部土木環境学部

*6 正員 工博 京都大学工学研究科土木システム工学専攻

*7 正員 工博 大阪産業大学工学部土木工学科

*8 正員 Ph.D 名古屋大学工学研究科土木工学専攻

*9 正員 工博 京都大学工学研究科土木システム工学専攻

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5136 FAX 075-753-5916)

布、分担を、DEBNetSが配分を計算するサブシステムである。PCATSとDEBNetSは、動的自動車交通流と動的OD交通量との相互作用を予測値に反映するために、互いの出力が互いの入力となる構造を持つ。この繰り返し計算は、収束基準が満たされた場合に終了する²⁾。また、公共交通ネットワークデータからPCATSの入力データを加工する公共交通移動抵抗データ算定ツール、現状の非集計データからPCATSが必要とする予測時点での個人情報算定する世帯属性シミュレータもサブシステムとして組み込まれている。前者が1.で述べた**問題点3**、後者が**問題点4**に対応するために導入されたサブシステムである。以下、各サブシステムについて述べる。

(2)生活行動シミュレータPCATS

a. 概要

PCATS³⁾は個人についての情報と、対象地域内の全ゾーンの属性と全ゾーン間の移動抵抗データに基づいて、勤務と就学以外の全時間帯での個人の行動パターンを再現するマイクロシミュレータである。

PCATSは、入力データとして扱われる仕事や学業等の固定活動と、自由意思に基づいて決定がなされる自由活動スケジュールを想定し、逐次的、段階的な活動決定過程を仮定した上で活動内容選択Nested Logitモデル、交通機関目的地同時選択Nested Logitモデル、活動時間の連続選択と活動の実行の有無の離散選択を同時に記述するSplit Population Survivalモデルの3つを組み合わせて、生活パターンを生成する。自由活動生成の際にプリズム制約⁴⁾や公共交通機関の営業時間、自動車の利用可能性を考慮している点も、PCATSの特徴の一つである。PCATSの詳細については、文献3)を参照されたい。

b. アルゴリズムの改良

文献2)のシステムでは、活動時間を決定するためのモデルとして、Split Population Survivalモデルの代わりに通常のHazard-Based Durationモデル⁵⁾が導入されていた。本研究にて前者のモデルを用いたのは、1.で述べた**問題点2**に対処するためである。文献2)のシステムで仮定していた活動決定アルゴリズムでは、ある活動の活動時間はHazard-Based Durationモデルにて特定される活動時間の確率分布と、固定活動スケジュールで規定される時間制約に基づいて決定されていた。しかし、現実の活動時間分布は、Hazard-Based Durationモデルが仮定する様な連続的な単純な指数分布やワイブル分布では表現することが難しいことが想像される。例えば、次の固定活動を実行するためには、時刻Tに現在の活動を終了しなければならない、という状況を考えてみよう。この場合、時刻Tより少し前の時間で活動を終了する可能性は非常に小さいと考えられる。なぜなら、その様な時間で活動を終了しても、次の活動を行うには十分な時間資源がないためである。したがっ

て、そこまで活動を実行する様な個人は、活動時間の非常に短い次の活動をあえて実行するよりも時刻Tまで活動を実行し続ける可能性が高いであろう。換言するなら、Hazard-Based Durationモデルで活動時間を再現するような活動決定アルゴリズムでは、個々の活動時間が過小に、活動数が過大に予測される可能性がある。本研究ではこれが、1.に指摘した**問題点2**の原因、すなわち、活動数の過大予測の原因であると考えた。

そこで、実際の個人の意思決定では、1)時間制約で規定される時間資源を全て現在の活動に投入するか否か、2)もし、投入しないとするなら、いつ現在の活動をうち切るか、という二段階の意思決定を行っているものと仮定した。前者の1)の離散選択を考慮する点が、文献2)のモデルとの相違であり、これによって活動数の過大予測を回避できるものと期待される。この様な二段階の意思決定過程を仮定した活動時間モデルが、Split Population Survivalモデル¹⁾である。

(3)交通流解析ツールDEBNetS

DEBNetS (Dynamic Event-Based Network Simulator) は、混雑現象の推移等の交通流の経時的変化を把握し、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。PCATSにより生成されたトリップは、DEBNetSに時間軸上で連続的に入力される。各トリップは所要時間に基づいて経路に配分され、各リンクの走行所要時間は、リンクを複数に分割することで得られる各々のセグメントの交通量に基づいてマクロ的に決定されている。DEBNetSでは、車両群をパケットとして取り扱い、イベントベース法により、シミュレーション内で時間を更新させつつ、道路網上の交通状態の変化を再現する。各パケットの利用経路については、一定間隔(15分)毎に各ノードから各セントロイドまでの最短経路探索を行い、各パケットがその経路を利用することとした。詳細については文献4)を参照されたい。

(4)公共交通移動抵抗データ算出システム

本研究では、公共交通機関の速度・運行頻度・ダイヤ設定・運行経路・運賃などの詳細な情報を総合的に考慮するシステムを用いて、動抵抗データを求めている。このシステムでは、公共交通機関のダイヤデータ、ネットワーク接続データ、ならびに、料金データの三者に基づいて、ODごと、各出発時刻(10分刻み)ごとに、待ち時間等を含めた移動に要する時間を実際の公共交通機関の運行ダイヤに基づいて、最短所要時間経路に沿って算出し、運賃や乗り換え回数も同時に決定する。これらのデータそれぞれ2時間ごとに集計することにより、その時間帯における目的地までの移動時間数・運賃・乗り換

え回数の期待値を求め、PCATSの入力データとする。なお、詳細については、文献6)を参照されたい。

(5)世帯属性シミュレータ

世帯属性シミュレータは世帯構成分布算出システム、世帯変遷シミュレータ、固定活動スケジュール生成システム、の3つのサブシステムから構成される。世帯構成分布算出システムは、PTデータ、国勢調査データ等から、IPF (Iterative Proportional Fitting)法を用いて現状の各ゾーンに居住する世帯の属性を特定する。世帯変遷シミュレータは、世帯構成分布算出システムで得られた現状世帯の、予測年次までの属性変化プロセスを再現するシミュレーションモデルである。考慮される事象は、誕生、死亡、結婚、離婚、就職、引っ越しなどであり、これらの発生は確率的にシミュレートされる。これら事象の生起確率は、国勢調査報告書、人口動態統計、大阪市統計書等に基づいて、小子化、晩婚化、女性就業率の将来変化等を加味して特定した。世帯の自動車保有や世帯構成員の免許保有は、予測年次における世帯の就業者数や該当個人の年齢、性別や就業状態を説明変数とする条件付確率として予測することとした。よって自動車保有率の上昇や免許保有率の増加が内生的に予測される構造となっている。上記2システムの詳細については、文献7)を参照されたい。

固定活動スケジュール生成システムは、世帯変遷シミュレータで算定された各世帯の世帯構成員の固定活動スケジュールを決定するためのシステムである。ここでは勤務と学校での就学のみを固定活動と定義しているため、このシステムで生成するのは、就業者の就業活動スケジュール、就学者の就学活動スケジュールのみである。本研究では、予測時点の就業、就学スケジュールの分布は現況と等しいとの仮定のもと、PTデータにて観測されている固定活動スケジュールを、予測対象個人の属性に応じてランダムに予測対象個人に付与するという方法を用いた⁴⁾。

以上の方法を用いることで、長期需要予測を行うにあたって必要となる個人属性の属性同時分布を、豊富なデータベースを用いて算定することができる。特に、PTデータで得られる非集計情報を将来の個人データに反映できる点が、集計的なコーホート法等によるアプローチとは大きく異なる点である。

3. 適用事例

ここでは、各サブシステムの現況再現性、ならびに、2020年の大阪市における交通需要予測に適用した結果を示す。分析の対象としたのは、大阪中央環状線内(大阪市の周縁部を

含む地域)の住民、ならびに、当該地域以外に居住し、対象地域内に職場、学校を持つ個人である。

(1)DEBNetSの再現性

DEBNetSによる計算の対象とした対象地域内の自動車ネットワークのリンク数は3057、ノード数は1098、セントロイド数は289(うち、36が対象ネットワークへの通過車両の流入・流出ノード)である。物流と通過交通については、現況の道路交通センサスの自動車ODデータに基づきDEBNetSへの入力データを作成した。

DEBNetSの再現性を検証するため、現況の車両データを用いて現況ネットワーク上での交通流を動的に計算した。計算時間は、ベクトル計算機⁹⁾を用いて、約30分であった。出力は、各時刻の各リンクの交通量、各車両のOD所要時間等である。得られた予測値と、集計観測値として得られている断面交通量、リンク交通量と比較しつつ、DEBNetS内のパラメータをキャリブレートした結果、主要7リンクでの予測誤差の絶対値平均は11.4%、主要8断面での予測誤差の絶対値平均が8.7%であった。ここで、調整に用いたパラメータは、DEBNetS内で最短経路探索に用いる各リンクの所要時間以外の移動抵抗を意味する定数⁴⁾である。

(2)PCATSのサブモデル内のパラメータ推定

サブモデル内のパラメータは需要予測値に直接的に影響を及ぼすものであり、その推定にあたっては、1.で指摘した問題点1で述べたように、地域の固有性を十分に反映し、より信頼性の高い政策感度を算定することが必要である。そこで、計算対象地域で最大の交通行動データである京阪神PTデータを用いて、次のような二段階の推定計算を行った。なお、PCATSの実用上の課題の一つとして、入力データとして必要とされる各個人の固定活動スケジュールは、予測計算時に特定しづらいという点が挙げられるが、この問題を回避するために、PTデータで特定可能である、という理由から、通勤先での勤務、業務先での業務、および、学校での学業、の3つのみを固定活動として取り扱い、これ以外を全て自由時間帯と定義した。以下に述べる推定計算は、この定義に基づいて特定化された固定活動以外の活動について行われた。

まず、PTデータから就業者、就学者、就業者就学者以外、の3つのセグメントからそれぞれ1万サンプルをランダムに抽出し、Split Population Survival モデル、活動内容選択Nested Logitモデル、活動場所・交通機関Nested Logitモデルを、それぞれのセグメントについて推定した。活動内容はPTデータで識別可能な3種類の自由活動、交通機関は公共交通機関、自動車、その他の3種類、ゾーンは合計で265ゾーン¹⁰⁾を考慮した。

こうして推定されたモデルは、当該地域で得られた大量の行動データを用いて推定されたものであり、対象地域の居住者の行動特性を適切に反映したものであると考えられる。推定の詳細は、文献9)を参照されたい。

さらに、以上の推定で用いた説明変数では説明困難な、地域固有の種々の要因を需要予測値に反映することを目指して、以上の計算で推定されたパラメータを固定した上で、ゾーンや時刻を表すダミー変数の係数を、性別、年齢別に推定した。推定にあたっては、PTデータの全サンプルを用いて、各サンプルの拡大係数を重みとした重み付き最尤推定を行った。

(3)PCATSの現況再現性

PCATSの現況再現性の確認のために、現況のPTデータから上述の対象個人を抽出し、自由活動を削除することで個人データを加工した(ケース数103,462, 拡大後5,564,343人)。また、上述のDEBNetSと公共交通移動抵抗データ算出システムを用いて現況の移動抵抗データを加工した。なお、自動車、公共交通機関以外の移動抵抗データについては、PTデータで観測されているトリップのOD所要時間を平均することで求めた。ゾーン別の土地利用データも現況のものを用いた。以上の前提で計算を行い、各個人の生活パターンを再現した。計算時間は、Pentium II (300MHz)のLinuxマシンで約6分と、極めて小さなものであった。PCATSの出力は、PTデータとほぼ同様の情報量を持つものであり、その項目は各活動の内容、場所、開始・終了時刻、各トリップの交通機関等である。以下、PTとPCATSの出力のそれぞれを集計した結果を示す。なお、ここでの目的はPCATSがPTデータをどの程度正確に再現できているかを確認することが目的であるため、双方とも拡大処理を行わずに集計したトリップ数を示す。また、拡大処理を行ったとしても双方とも同じ処理を施すことになるため、PTとPCATSとの差異はここで示すものと同じである。

まず、1日の平均トリップ数に関しては、就業者に関してPTで2.75回に対してPCATSで2.87回、非就業者に関してはPTで2.63回に対してPCATSで2.49回と、その予測誤差は前者で+4.7%、後者で-5.3%となった。文献2)のモデルでは、トリップ数を34.5%過大予測しているという報告がなされているが⁹⁾、ここで得られた結果はPCATSの予測精度の大幅な向上を意味している。この予測精度向上の一つの原因として、個人の活動決定のアルゴリズムに改良を加えたことが挙げられるものと推測される。

ついで、図2、図3に、就業者、非就業者のそれぞれの時間帯別のトリップ数を示す。これらの図より、PCATSによって、交通需要の時間分布の現況が概ね再現されていることが分かる。ただし、非就業者の午前中から昼過ぎにかけて(9時頃から2時頃)の交通需要の予測値と実態(PT)とのズレが、非就

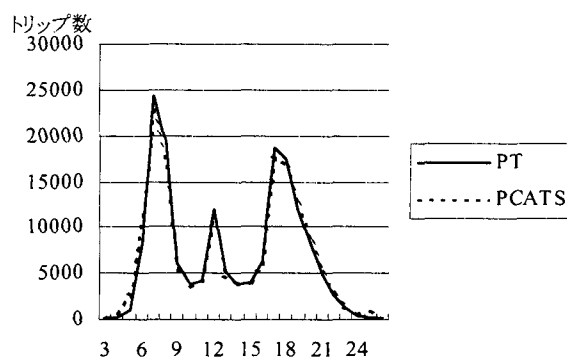


図2 時間帯別トリップ数(就業者)

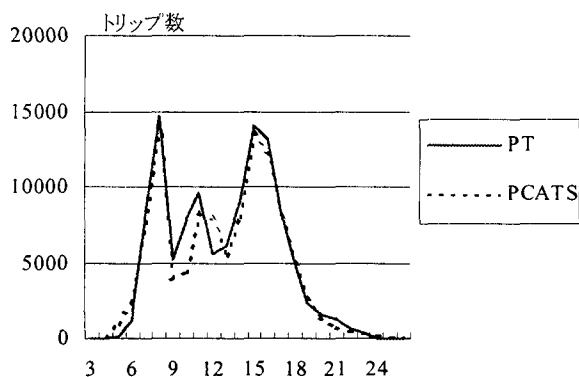


図3 時間帯別トリップ数(非・就業者)

業者の他の時間帯や就業者についてのズレに比較すると若干大きなものであることが分かる。これは、以下の様な理由によるものと考えられる：非就業者には、午前3時から翌日の午前3時までの24時間の間に固定活動を一切持たない個人が、半数以上含まれている。しかし、そのような極めて自由度の高い対象を時間的側面も含めて正確に予測することは、容易ではなく、予測誤差が生じ易い。一方、就業者は多くの固定活動を持ち、また、非就業者でも朝や夕刻以降には固定活動を持つ個人も少なくないだろう。これらの理由から、非就業者の昼間での交通需要の時間推移の観測値との乖離が、他の時間帯に比べて相対的に大きかったものと推測される。

図4、図5に、目的地域別の集中トリップ数を示す。これらの図から、現況のトリップの目的地選択の傾向が、概ね再現できていることが分かる。ただし、就業者、非就業者を問わず、大阪市以外へのトリップが現況よりも多いという結果となった。これについては、大阪市内外間の移動抵抗データの誤差が顕著となったことが、一つの原因として考えられる。

図6に、機関分担率を示す。これより、「その他」については、現況の水準とほぼ同じとなったが、自動車と公共交通に関しては、公共交通の分担率を過小に、自動車の分担率を過大に予測していることが分かる。この原因には、実際の個人の自動車利用可能性がPCATSで考慮しているそれよりも、さ

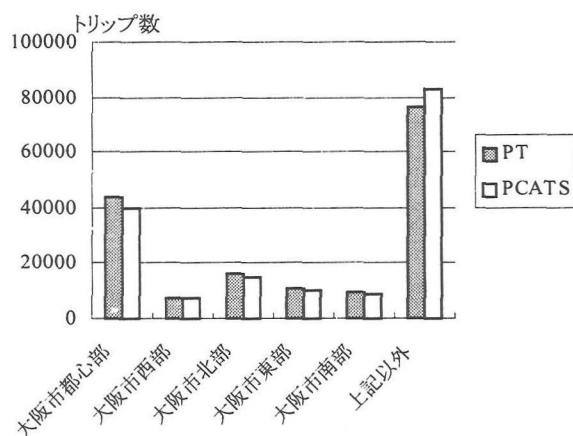


図4 地域別の集中トリップ数 (就業者)

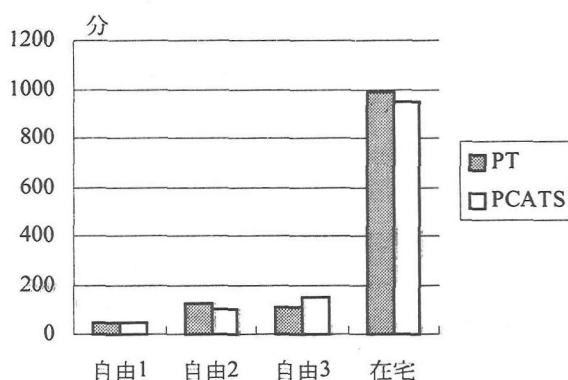


図7 活動内容別の活動時間平均

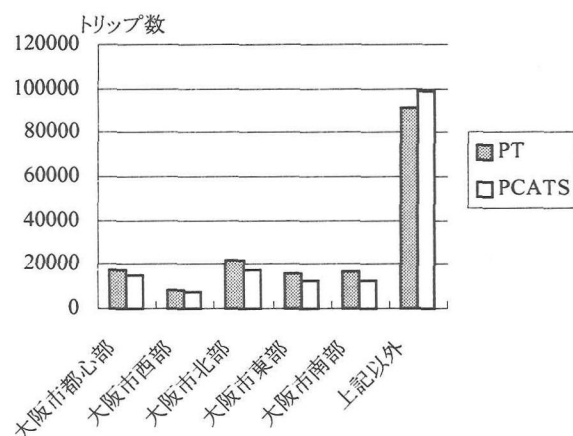


図5 地域別の集中トリップ数 (就業者)

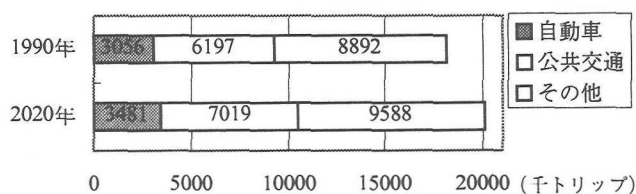


図8 手段別大阪市発生集中交通量

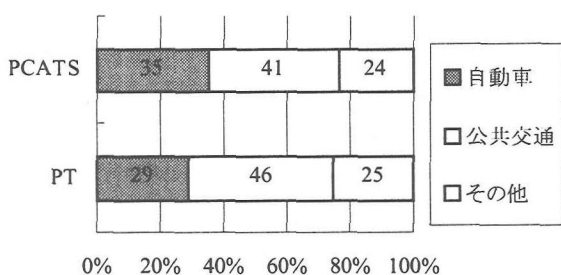


図6 交通機関の分担率

らに低いものであること、トリップチェーン全体ではなく、トリップ毎に機関選択モデルを適用していること、等が考えられる。

以上、トリップ特性の現況再現性について述べたが、図7には、活動内容別の一日の活動時間合計を示す。この図からも、現況の個人の時間利用パターンを、概ね再現していることが確認できる。

(3) 2020年次の将来予測

最後に、本システムを用いて、2020年時点の、(2)で述べた対象個人の生活行動、ならびに(1)で述べたネットワーク上の交通流を予測した。

将来人口のフレームの前提としては、大阪市における各年

年齢層において社会移動率をゼロと想定し、既定開発プロジェクトについては、その実現を想定した。この想定のもと、予測時点での大阪市の夜間人口は、251万人（現況は260万人）、従業人口は247万人と得られた。大阪市の個人データは、現状のPTデータで得られるデータを用いた。ただし、各個人データの拡大係数を集計的なコーホート法を用いて推定した市区町村人口に基づいて求めた。ゾーン別の土地利用データ（サービス事業所数等）は、上記人口フレームに比例する形で、現況のデータから加工した。また、PCATSとDEBNetSの間の繰り返し計算回数は3回である。

大阪市をトリップエンドに持つトリップ数を交通手段別に集計した結果を図8に示す。図8より、総トリップ数は18,145千トリップから20,088千トリップと11%の増加が予測された他、自動車トリップ数が14%増、公共交通機関によるトリップ数が13%増となった。これは、世帯属性シミュレータで女性就業者や高齢就業者の増加を見込んだパラメータ設定を行ったため、就業者の増加やそれに伴う免許保有者数、自動車保有台数が増加したことによるものと考えられる。

自動車交通需要の変化に伴う道路ネットワーク上の交通状況の変化としては、大阪市内の総走行台キロの予測結果が2384万台キロ/日となり、1990年の値である2090万台キロ/日から増加する結果となった。

なお、大阪市の2020年時点に向けての代替政策パッケージの評価を目的とした将来需要予測が本システムを用いて行われている。その詳細については、文献8)を参照されたい。

4. おわりに

本研究では、マイクロシミュレーションアプローチに基づく、四段階推計法に変わる新しい交通需要予測手法の構築を目指した。本研究で提案したシステムの原型となるシステムは文献2)で提案されていたが、本稿の冒頭でその問題点を指摘し、それぞれ次のように対応した：1) 大規模データを用いて地域の固有性をシステムに十分に反映することを目指した。その結果、概ね現況を再現できることを確認した。2) 文献2)のシステムが抱えていた、発生交通量を過大予測するという問題点に対応することを目指し、新しい活動決定アルゴリズムを導入した。現況再現の結果、過大予測の問題は認められなかった。3) 新しいサブシステムとして、公共交通移動抵抗データ算定システム、世帯属性シミュレータを導入した。なお、この二つのサブシステムは、公共交通の政策、ならびに、将来における人口フレームに関する分析を行う際に、その有用性が示されるであろう。

この研究の最大の意義は、交通計画の分野では新しい概念である人間行動のマイクロシミュレーションを用い、現存するデータに基づく、都市圏レベルでの長期需要予測及び政策分析が、少なくとも本稿で示した規模と前提の下においては、現実的な計算コストの下で可能であることを示した点であろう。そして、発生交通量やその時間推移や分担、分布交通量、あるいは、生活活動時間、および、道路ネットワークの断面交通量等の観点から、観測値と予測値を比較したところ、現況を概ね再現していることを示した点も、本研究の重要な成果と言えよう。

シミュレーションの出力は豊かな情報を含み、時間帯別の交通特性に加えて、時間利用の特性等、交通計画に有用なデータを幅広く提供することが可能である。入力データについても、様々な情報を入力可能であることから、インフラ整備に限らず、TDMやTCM等、様々な種類の交通政策を評価することができる。また個人あるいは世帯レベルでの解析が可能のため、地区計画あるいは計画作成時の合意形成に向けて適用することも可能であろう。

しかしながら本システムは開発の途上にあり、幾つもの課題が残されている。例えば、非就業者の昼間の交通需要の時間推移や、対象エリア以外の地域への集中交通量、公共交通と自動車との機関分担率等、更なる予測値の精度の向上が望まれる点が明らかとなった。本研究で示したアプローチが交通需要予測・政策分析の新たな手法として確立することを目指し、これら課題に対処するための努力を重ねると共に、シミュレーション予測の特性をより細かに検討し、更なる応用例を積み重ねていきたい。

謝辞

本研究は大阪市計画調整局の全面的協力を得た。ここに記して、深謝の意を表します。

注

- [1] このモデルの詳細については文献10)を、また、このモデルを用いた生活行動生成の詳細については、文献9)を参照されたい。
- [2] PTデータを用いて推定した勤務地選択、就学値選択モデルを用いて、就業者、就学者の通勤・通学ODを決定する。就業者については、職業選択も同じくモデル化する。こうして推定された通勤・通学OD別、職業別にPTデータから固定活動スケジュールを検出し、それを予測対象個人に付与した。
- [3] 並列型ベクトルコンピュータFujitsu VPP-500(15台のPEと呼ばれるProcessing unitから構成されるベクトルコンピュータ。各PEが1つのスカラユニットとベクトルユニットと256MBの主記憶から構成され、各PEの最大演算処理能力は1.6GFLOPS)。ただし、今回の計算では、1PEのみを利用したベクトル演算を行っている。
- [4] DebNetsでは、最短経路探索の際、交通量から算定されるリンク所要時間に、リンク別に定数を加え、その和を最小とする経路を探索することとしている。
- [5] 大阪市内は135ゾーン、中央環状線に含まれる大阪市以外の地域が92ゾーンである。これらは、PTデータにおけるいわゆる5桁ゾーンを基本としたものである。中央環状線以外の京阪神地域は、PTデータにおけるいわゆる中ゾーンを用いて36ゾーンに分割した。

参考文献

- 1) 北村隆一：交通需要予測の課題一次世代手法の構築にむけて，土木学会論文集，No.530/TV-30，pp.17-30，1996。
- 2) 藤井聡，菊池輝，北村隆一，山本俊行，藤井宏明，阿部昌幸：マイクロシミュレーションアプローチによるTDM・TCM政策の効果分析—京都市における交通政策による地球環境問題への対策の検討—，土木計画学研究・講演集，No.21(2)，pp.301-304，1998。
- 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，pp.643-652，1997。
- 4) 藤井 聡，奥嶋政嗣，菊池輝，北村隆一：Event-Based Approachに基づく簡便なマイクロ交通流シミュレータの開発：生活行動と動的交通流を考慮した実用的な交通政策評価手法の構築を目指して，土木学会第53回年次学術講演会講演概要集第4部，pp.694-695，1998。
- 5) Hagerstrand, T.: What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, 23, pp. 7-21, 1970.
- 6) 波床正敏・中川大：公共交通利用における都市間の所要時間指標算出システム，土木情報システム論文，Vol.7，pp.169-176，1998。
- 7) 西田悟史，山本俊行，藤井聡，北村隆一：将来交通需要予測のための世帯属性生成システムの構築，土木計画学研究・講演集，No. 22 (2)，pp.235-238，1999。
- 8) 川田均・飯田祐三・白水靖郎：総合交通政策の評価に関する事例研究，土木計画学研究・講演集，No.22(1)，pp.551-514，1999。
- 9) 岩辺路由：大都市圏における交通政策評価のためのマイクロシミュレーション分析，名古屋大学修士論文，1999。
- 10) Schmidt, P. and Witte, A.: Predicting criminal recidivism using split population survival time models, *Journal of Econometrics*, 40, pp. 141-159, 1989。

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

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

本研究では、四段階推計法に変わる新しい需要予測手法として、マイクロシミュレーションアプローチに基づく予測システムを提案する。このシステムは、1) 個人の生活行動を再現するマイクロシミュレータPCATS, 2) 道路上の動的な交通流を再現する交通流シミュレータDEBNetS, 3) 世帯構成の変遷を逐一計算する世帯シミュレータ, 4) 公共交通機関ネットワークとダイヤを所与としてゾーン間移動抵抗データを算定するシステム, の4つから構成されるものである。当該システムを用いて予測を行った結果、現況交通状態が概ね再現されていることが示された。

Micro-Simulation Based Travel Demand Forecasting System for Urban Transportation Planning

Yuzo Iida, Michiyoshi Iwabe, Akira Kikuchi, Ryuichi Kitamura, Kuniaki Sasaki Yasuo Shiromizu,
Dai Nakagawa, Masatoshi Hatoko, Satoshi Fujii, Takayuki Morikawa and Toshiyuki Yamamoto

This study proposes a new urban-travel demand forecasting system based on a micro-simulation approach as an alternative method to four-step estimation methods. This system comprises; 1) PCATS which simulates an individual's daily activity-travel pattern, 2) DEBNetS which simulates vehicle trips on urban road network, 3) a household simulator which generates future household attributes, and 4) a system to evaluate inter-zonal travel times and costs by public transit based on public transport networks and time tables. The system was applied to replicate the travel demand in a 1990 travel survey data set. A comparison between the observed and the forecast indicated that the system is capable of producing reasonable forecasts.