

高速道路料金施策評価のための生活行動シミュレーションモデルの構築*
—Activity Based Approachに基づく料金施策評価—
Activity-Travel Simulator for Evaluation of Toll System on Urban Expressway *
—Activity based Evaluation of Pricing Measures—

岡田 直也**・菊池輝***・奥嶋政嗣****・藤井聡*****

By Naoya OKADA**・Akira KIKUCHI***・Masashi OKUSIMA****・Satoshi FUJII*****

1. はじめに

近年、高速道路料金施策が高い注目を集めている。高速道路料金施策が社会に対して与える影響は極めて大きい。そのため、施策実施の際には、事前にその効果を予測することが必要となる。近年予測手法の1つとして、交通流シミュレーションが用いられている。

しかし既存の一般的な交通流シミュレータを高速道路料金施策評価に用いるためには問題点が存在する。OD交通量を固定的な入力データとして扱っている点である。高速道路料金施策実施時には、人々が目的地や利用交通機関を変化させる可能性が考えられる。しかしOD交通量を固定のものとして扱っては、そういった個人の行動変化を考慮できず、適切な施策評価が出来ていないと必ずしも言えないという点に評価上の課題がある。

そこで、本研究では交通手段別のOD交通量、ひいてはその時間変動を内生化できる、人々の行動変化を考慮可能なシミュレーションモデルを用いた、高速道路料金施策評価モデルを構築する。モデル構築にあたっては、近年開発されたPCATS-DEBNetSの統合モデル¹⁾を用いる。ここでPCATSとは、個人の生活行動とそこから派生

した交通行動を再現可能なシミュレータ²⁾であり、DEBNetSとは動的な交通流シミュレータ³⁾である。

こうしたモデルを統合した本研究のモデルは、各種料金施策の実施時の影響について動的な交通流のみではなく、人々の生活全体に与える影響についても考慮可能となる点が特徴である。

以下では、本研究で構築したシミュレーションモデルについて説明した後、モデルを用いて行った分析の結果について示す。

2. シミュレーションモデル

(1) PCATS-DEBNetS統合モデル¹⁾

PCATSは、個人の生活行動とそこから派生した交通行動を再現可能なシミュレーションモデルである。PCATS内では、個人の活動を固定活動と自由活動の2種類に分類している。ここで固定活動とは、学校や仕事など1日の始めに予め決められた活動であり、自由活動とは、買い物や観光など空いた時間に行う活動である。図1にPCATSの概要を、図2にPCATSでの個人の意思決定フローを示す。

PCATS内で個人は、各活動の終了時点で、逐次意思決定を行う。まず次の固定活動までに自由活動を行うかどうか意思決定を行う。自由活動を行う場合には、活動内容、活動場所及び次の目的地まで移動する交通機関を決定する。以上の意思決定を行った後、目的地までの移動を行い、目的地到着と同時に活動時間の決定を行う。以上の様に、個人の生活行動を表現する際に、目的地の選択や交通機関の選択を考慮しており個人の行動変化を考慮可能なモデルとなっている。

また意思決定後のネットワーク上での移動の表現を、DEBNetSを用いて行う。シミュレーション内の仮想個人は、上述の基本モデルにより決定した目的地に、選択した交通機関により移動する。本モデルでは、交通機関として自動車及び公共交通を考慮しており、それぞれの交通機関に対して別々のネットワークを構築している。公共交通による移動では、仮想個人は、常に最短の経路で所定の時間をかけて移動する。それに対して自動車によ

*キーワード：PCATS、高速道路料金施策

**正会員、(株)地域未来研究所

(大津市春日町5-11 REC大津, TEL:077-522-6163

E-mail: okada@issr-kyoto.or.jp)

***正会員、博士(工)、東北工業大学大学院工学研究科土木工学専攻

(仙台市太白区八木山香澄町35-1, TEL:022-305-3157

E-mail: akikuchi@tohtech.ac.jp)

****正会員、博士(工)、徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部エコシステムデザイン部門

(徳島市南常三島町2-1, TEL:088-656-7340

E-mail: okushima@eco.tokushima-u.ac.jp)

*****正会員、博士(工)、京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

(京都市西京区京都大学桂, TEL:075-383-3238

E-mail: fujii@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

る移動は、経路選択モデルと車両移動モデルの2つのモデルによって表現されている。仮想個人は各ノード上で、経路選択モデルにより、次に流入するリンクを決定する。実際にリンクに流入した後は、リンク中での移動を車両移動モデルによって表現する。

本研究では、以上の統合モデルを基盤としてシミュレーションモデルの構築を行う。

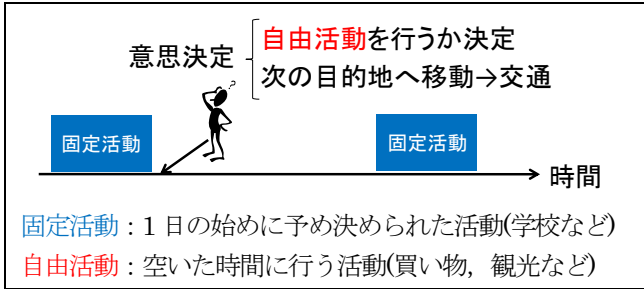


図1 PCATS 概要

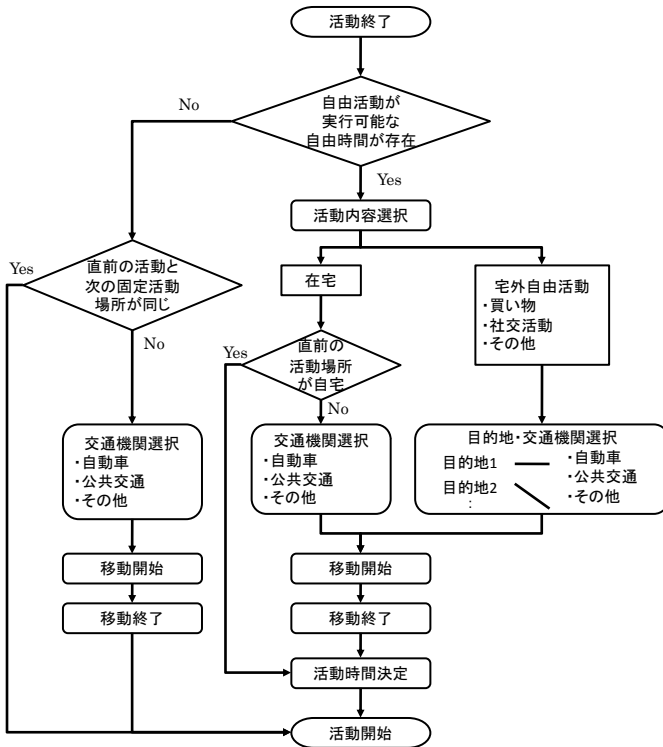


図2 PCATSでの個人の意思決定フロー

(2) シミュレーションモデルの構築

本研究では、以上のモデルを基盤として高速道路料金の変化に伴う個人の行動変化を考慮可能なシミュレーションモデルを構築した。図3に高速道路料金の変化に伴う目的地・交通機関の変化を表現するためのモデル構造について示す。

—選択モデルの構造—

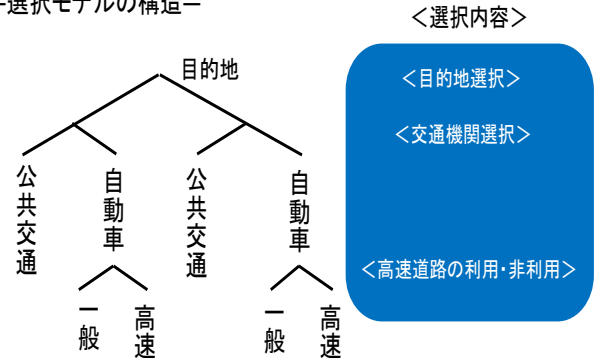


図3 料金変化に伴う行動変化の表現を意図したモデル

図に示す通りモデルは、目的地、利用交通機関、高速道路の利用・非利用を同時に決定するモデルとなっている。つまり高速道路の利用・非利用による目的地・交通機関の変化を考慮可能となっている。また高速道路の利用・非利用を決定する際には、高速道路転換モデル⁴⁾を用いる。

$$P_{rs} = \frac{1}{\exp\{-\alpha(C_{rs}^{normal} - C_{rs}^{highway}) + \beta\} + 1} \quad (1)$$

P_{rs} : ODペアrs間の高速道路利用率
 C_{rs}^{normal} : ODペアrs間の一般道路経路コスト
 $C_{rs}^{highway}$: ODペアrs間の高速道路経路コスト
 α, β : パラメータ

$\alpha = a(\text{OD間距離})^b, \beta = c \cdot \ln(\text{OD間距離}) + d$
 a, b, c, d : 未知パラメータ

ここで、高速道路の経路コストには、高速道路の利用料金を時間換算して含んでおり、料金が安い程、高速道路を利用しやすい構造となっている。またパラメータを算出する際に、OD間の距離を考慮しており、移動距離が長い程、高速道路を利用しやすい構造となっている。

3. シミュレーションの設定

本節では、前章までで構築したシミュレーションモデルをネットワークに適用する際の設定条件について説明する。図4に対象としたネットワーク図を、表1に対象ネットワークのデータ数を示す。

対象ネットワークは、京阪神地域を包括した広域で整備されたネットワークとなっている。また阪神高速のネットワークを含み、高速道路料金施策について検討可能である。シミュレーション内で活動を再現する個人のデータは、約10万種類、約570万人分のデータを用いた。

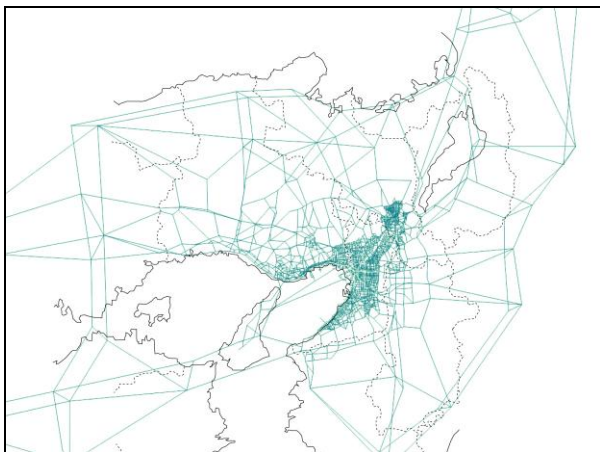


図4 対象ネットワーク

表1 対象ネットワークデータ数

| | リンク | ノード | 高速道路リンク |
|------|-------|------|---------|
| データ数 | 15958 | 5280 | 1108 |

以下では、対象ネットワークの現行高速道路料金と高速道路無料時のシミュレーション結果を比較することで、本研究で構築したモデルについて考察を加える。

4. シミュレーション結果

本研究で構築したシミュレーションモデルでは、目的地や利用交通機関、活動時間など生活行動の表現を行っている。そのため様々な項目から高速道路料金施策を評価することが可能となる。以下では、高速道路料金の变化に伴う交通機関分担率、自動車利用状況、生活行動の変化についてそれぞれ示す。

(i) 交通機関分担率の変化

機関分担率の変化について、示した結果を図5に示す。

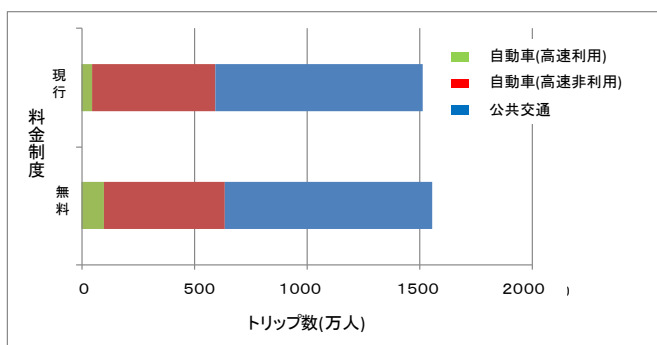


図5 高速道路無料下での機関分担率の変化

高速道路無料下では現行料金下と比較して、570万人の対象者における自動車分担率が、1%程度高い。これは高速道路の料金が低下したことにより、自動車での移動コストが低下し、利用交通機関として選択されやすくなったためである。

この結果から本研究で構築したシミュレーションモデルを用いることで、高速道路料金の変化による交通機関選択の変化を表現出来る可能性が示された。

また本研究で構築したシミュレーションモデルでは、公共交通機関の利用者数についても表現可能である。そのため公共交通機関の収益の変化についても考慮可能となる。表2に高速道路無料下、現行料金制度下での公共交通収益(円/日)の比較結果を示す。

表2 高速道路無料化時の公共交通収益の変化

| | 公共交通収益(円/日) |
|----|---------------|
| 無料 | 3,233,859,320 |
| 現行 | 3,239,333,740 |

表よりわかるように、高速道路無料時には、現行料金時と比較して公共交通の収益が6百万(円/日)程度低下していることが分かる。これは高速道路料金が低下したことにより、利用交通機関として自動車が選択されやすくなり、公共交通利用者が減少したためである。以上より、本研究で構築したシミュレーションモデルを用いることにより、高速道路料金の変化が公共交通機関に与える影響についても考慮可能となる可能性が示された。

(ii) 自動車利用状況の変化

次に高速道路無料化時の自動車利用状況の変化についてまとめる。まず高速道路無料時と現行料金時での、自動車利用人数、利用台・kmの変化について比較した結果を表3に示す。

表3 自動車利用状況の変化

| | 人数 | 台・km |
|----|-----------|-------------|
| 無料 | 6,325,680 | 110,890,480 |
| 現行 | 5,937,420 | 106,961,660 |

表から、高速道路無料時には、自動車利用人数、利用台・km共に増加していることが分かる。これは高速道路料金が低下したことにより、自動車による移動コストが低下し、利用交通機関として自動車を選択しやすくなったこと、自動車により遠方の目的地を選択しやすくなったことの影響が考えられる。

また利用台・kmの変化について考慮することによって、CO2排出量の変化についても考慮可能となる。表4に高速道路無料時と現行料金時における1日あたりのCO2排出量の変化について示す。ここで自動車が1km走行するために排出するCO2の量を、0.148kgCO2/kmとして計算を行った。

表4 CO2排出量の変化(1日あたり)

| | CO2排出量(kgCO2/日) |
|----|-----------------|
| 無料 | 16,411,791 |
| 現行 | 15,830,326 |

表から分かるように、高速道路無料時には、現行料金時と比較してCO₂排出量が増加する結果となっている。以上より本研究で構築したシミュレーションモデルを用いることにより、自動車利用状況の変化についても考慮できる可能性が示され、それに伴い環境負荷の変化についても表現可能となることが示唆された。

加えて移動距離帯ごとに自動車の移動距離について比較した結果を図6に、高速道路の利用距離について比較した結果を図7に示す。

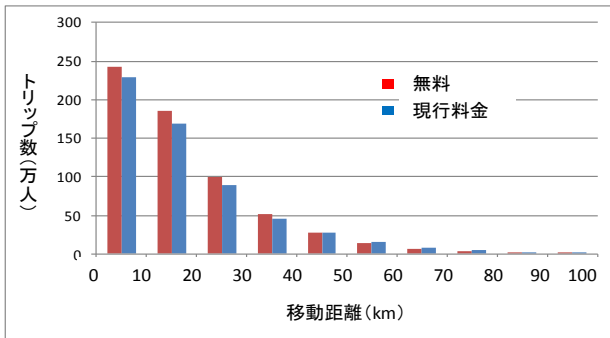


図6 自動車による移動距離についての比較結果

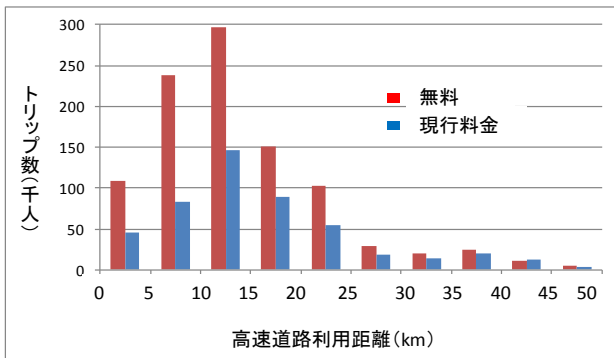


図7 高速道路の利用距離についての比較結果

図からわかるように、高速道路無料時には、各距離帯について全体的にトリップ数が増加していることが分かる。またから、高速道路利用距離についても、各距離帯について全体的にトリップ数が増加していること、特に0~25kmの短~中距離での利用トリップの増加が多いことが分かる。以上から、本研究で構築したモデルを用いることで、移動距離帯ごとの自動車利用状況の変化についても考慮可能となることが示唆された。

(iii) 生活行動の変化

最後に、表5に移動時間、活動時間の変化の比較結果について示す。

表5 生活行動の変化

| | 活動時間(時間) | 移動時間(時間) |
|----|-----------|----------|
| 無料 | 5,885,793 | 881,379 |
| 現行 | 5,867,858 | 896,388 |

表から高速道路無料時には、現行料金時と比較して移動時間の減少と活動時間の増加がみられる。これは、高速道路の料金が低下したことによって、高速道路の利用が促進され、移動時間が減少したと考えられる。また活動時間の増加は、移動時間の減少により活動に費やせる時間が増加したことによると考えられる。以上の結果より本研究で構築したシミュレータによって移動内容の変化に伴った活動時間の変化を表現出来ることが示唆された。つまり高速道路料金の変更が人々の生活に与える影響について考慮出来る可能性が示されたといえる。

5. おわりに

本稿では、高速道路料金施策評価のためのシミュレーションモデルの構築を行った。モデル構築の際の基盤として既存のシミュレーションモデルであるPCATS-DE BNetSの統合モデルに着目し、高速道路料金の変化に伴う利用者の行動変化を考慮可能なモデルの構築を行った。

また構築したモデルを用いて、京阪神圏のネットワークを対象としてシミュレーションを行った。高速道路料金として、対象ネットワークの現行料金と無料の2通りを設定し、それぞれの結果を比較することで、構築したモデルについて考察を加えた。その結果、本研究で構築したモデルを用いることで、機関分担率や自動車利用状況、生活行動の変化など、様々な項目から高速道路料金施策を評価可能となることが示唆された。

今後は、物流車などの車両についての考慮等の課題に対処していくことが必要である。

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タの開発とその適用，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ションの構築，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, IV59, pp. 39-42, 2003.
- 4) 荒巻景介・山田貴久・加藤昌樹・井上伸一・高橋勝美・稲原宏：名古屋高速道路における高速転換率内生化利用者均衡配分モデルの適用検討，土木計画学研究・講演集，2009