

街区型環境都市における 運輸交通現象記述モデルの作成

井ノ口 弘昭¹・秋山 孝正²

¹関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail:hiroaki@inokuchi.jp

²関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail:akiyama@kansai-u.ac.jp

街区型環境未来都市における都市空間移動において、環境対応型車両の有効活用は重要な課題である。現実にも、ハイブリッド自動車・電気自動車・超小型モビリティなどの環境対応型車両が知られている。本研究は、環境対応型車両の利用に伴う街区型環境未来都市における交通現象変化を把握することを目的とする。まず、環境対応型車両の交通行動特性をガソリン車両との対応から相違点を明確にする。このため街区型環境未来都市の例として、神戸市旧居留地地区を取り上げ、現況分析を実行して、基本的な交通現象を把握する。電気自動車は、家庭・ビル・工場等のエネルギーマネジメントでは、蓄電機能に有効活用が期待されている。これらの分析結果を踏まえて、エージェント型の街区型環境都市における運輸交通現象記述モデルを構成する。したがって、最終的に街区型環境都市における運輸交通スマート化の影響分析が可能となる。

Key Words : *clean energy vehicle, smart city, multi agent model, fuzzy inference*

1. はじめに

環境に配慮した取り組みが、各自治体で行われている。国では、「環境未来都市」、「環境モデル都市」、「スマートシティ」などの構想を掲げ、自治体での取り組みを推進している¹⁾。日本の二酸化炭素排出量 12.4 億トンの 19% (2011 年度) は運輸部門からの排出であり、更なる排出量の削減が求められている。

このような中で、環境に配慮した社会資本整備が進められているが、これらの社会資本が資産としての価値を十分に評価されているとは言い難い。これは、その価値を多くの市民が認識できていないためである。このため、市民活動に最も密着する「街区」を政策単位に据えて、政策体系の構築を検討する。

本研究では、街区型環境都市の中で、オフィスビルが多く立地する業務地区を対象とし、交通現象の実態を明らかにする。また、街区型環境未来都市における運輸交通のスマート化に関して検討するために、人工社会モデルを構築する。ここでは、人工社会モデルの基本構造を整理する。

2. 街区型環境未来都市の概要

ここでは、街区型環境未来都市について、その特徴・現状を整理する。

(1) 環境モデル都市の取り組み

「環境モデル都市」は、低炭素社会に転換していくため、温室効果ガスの大幅削減など高い目標を掲げて先駆的な取り組みにチャレンジする都市として国が選定・支援し、未来の低炭素都市像を世界に提示している。平成 20 年度に 13 都市が選定され、その後の平成 24 年度に 7 都市、平成 25 年に 3 都市が選定されている。

兵庫県神戸市は平成 24 年度に選定されており、神戸市環境モデル都市アクションプランを策定している。太陽光発電の導入や HEMS 住宅、超小型モビリティの活用などを通して、5 年間で 30.6 万 t-CO₂ の削減目標を掲げている。このように、各自治体では低炭素社会実現のために各種の取り組みを実施している。

(2) 対象地域の現状

ここでは、業務地域の街区の例として、図-1 に示す兵庫県神戸市の旧居留地地区を取り上げる。本地区は、神



図-1 対象街区の構成

戸市の中心駅である三宮駅の南西に位置し、面積は約0.169km²である。また、本地区は起伏が少ない地域である。地区内には百貨店などの商業施設の外、日本銀行の支店なども立地し、業務施設が多い。また、東側には神戸市役所が立地している。さらに、南側には港湾施設が立地する。本地区内には、事業所が997(平成21年)存在する。本研究では、対象地区内をゾーン単位で検討するため、9ゾーンに分割する。

3. 実態調査に基づく交通特性の把握

ここでは、対象地域内の交通実態の把握を試みる。このため、交通実態調査を実施した。この調査結果を整理し、交通実態を把握する。

(1) 交通実態調査の概要

本地域の交通実態を把握するため、交通実態調査を平成26年2月に実施した。本調査は、(1)交差点交通量調査、(2)交通流調査、(3)駐車場実態調査に大別できる。(1)交差点交通量調査は、対象地域内で8交差点を選定する(図-2の③~⑩)。各交差点において、方向別・車種別交通量を30分間計測する。このとき、特定場所の歩行者・自転車交通量も観測する。また、(2)交通流調査では、幹線道路である国道2号線、フラワーロードの交差点付近の歩道橋において、ビデオカメラを用いて観測を行う(図-2の①・②)。これにより、幹線道路の時間帯別交通量分布の把握が可能である。また、交通シミュレーションの構築を目的としているため、走行速度・信号交差点での滞留長などの把握を実施する。(3)駐車場実態調査は、対象地域内の全駐車場の実態を把握するために、利用者(時間貸・専用)、形式(平面・自走式立体・機械式立体)、駐車可能台数、電気自動車充電設備数などを調査する。

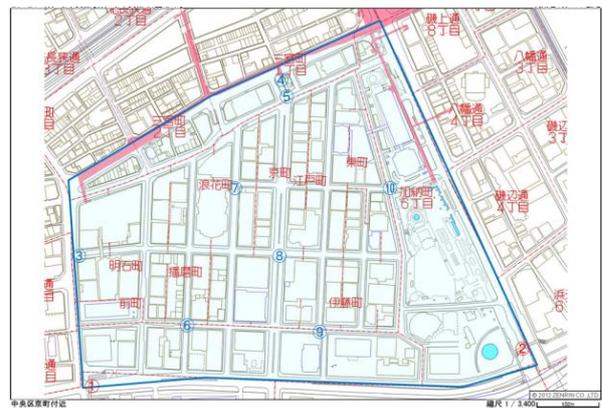


図-2 調査地点の分布状況

(2) 交通流特性の把握

ここでは、交通流調査により、幹線道路交通量の時系列変化を把握する。例として、写真-1に示す国道2号線西行き交通量の観測結果を整理する。



写真-1 交通流調査地点の状況

国道2号線の観測地点の区間は、片側3車線であり、交差点付近では右折車線が設置されている。このため、車線単位で15分毎に交通量を集計する。交通量の集計結果を図-3に示す。

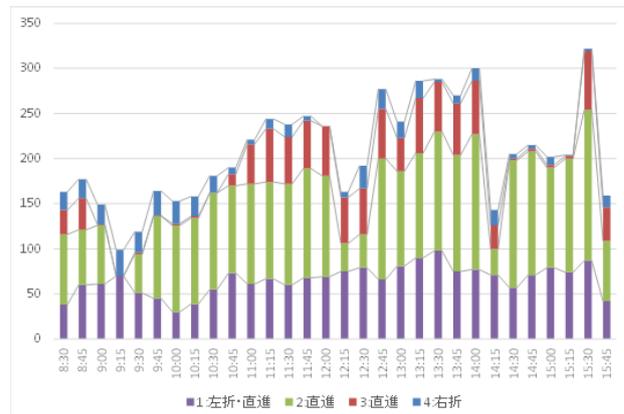


図-3 幹線道路の交通流観測結果

本図より、時間帯ごとの交通量の変動が観測できる。観測時間帯内の最大交通量は15:30~15:45の時間帯に観測された。

(3) 駐車場実態の把握

つぎに、対象地域内の自動車利用状況を把握するために、駐車場調査を実施した。対象地域内の全駐車場について調査を行った結果、88箇所の駐車場が確認された。駐車場数を駐車場形式で分類すると、平面駐車場：20箇所、自走式立体駐車場：27箇所、機械式立体駐車場：41箇所である。本街区では、機械式立体駐車場が多いことがわかる。現状の機械式立体駐車場では、電気自動車の充電施設の設置が困難であるため、電気自動車の普及過程に影響を与えると考えられる。

つぎに、形態別に分類すると、ビルに併設されている駐車場が67箇所、単独で設置されている駐車場が17箇所であった。本地区はオフィスビルが多く立地するため、ビルに併設された駐車場が多いことがわかる。

つぎに、利用者属性別に分類する。一般の来訪者が利用できる時間貸し駐車場は29箇所、利用者が特定されている専用駐車場は55箇所であった。専用駐車場は主として業務車両が駐車されている。また、時間貸し駐車場も整備されていることがわかった。

これらの調査により、対象地域の特性を把握するとともに、シミュレーション構築の基礎データおよび検証データが得られた。

4. 人工社会モデルの構築

ここでは、街区型環境未来都市で想定されるインパクトを観測するために、人工社会モデルを構築する²⁴⁾。

(1) モデルの概要

本研究では、交通行動者を①従業者、②業務目的来訪者、③自由目的来訪者、④居住者の4種類に分類する。さらに、事業所の意思決定を考える。本モデルでは、検討期間を20年間とする。システムの全体構成を図4に示す。本システムは、3種類のサブシステムで構成される。マルチエージェントシミュレータを用いて、各エージェントの1日の交通行動を月単位で再現する。このとき、15分単位で交通機関別のOD表を出力する。出力されたOD表を用いて車両1台単位で交通状況を再現する交通シミュレーションを実行する。これにより、対象地域内の交通状況を把握する。さらに、自転車・歩行者を含めた交通状況を3D表示により表現する。これにより、街区型環境都市の視覚的把握が可能となる。これらのシステムを用いることで、環境へのインパクトの算定、交通状況変化の把握、視覚的状況変化の把握を行う。

(2) 従業者の交通行動モデル

つぎに、マルチエージェントシミュレータ内の従業者についてのモデルを検討する。従業者の意思決定モデルを図5に示す。

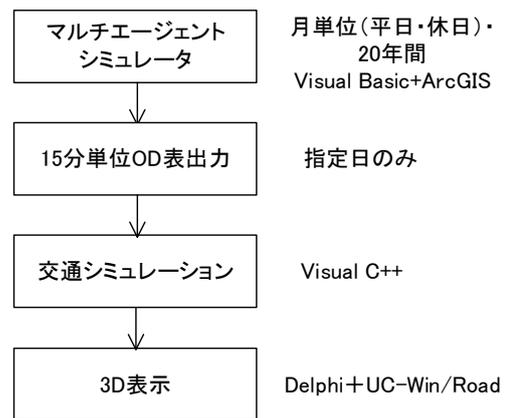


図-4 システムの全体構成

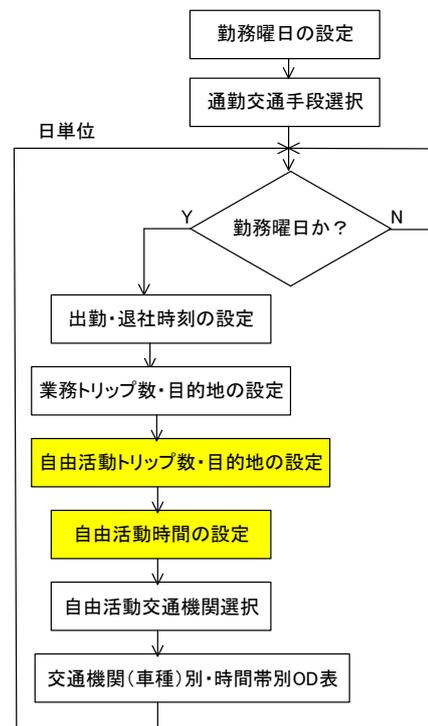


図-5 従業者の意思決定モデル

従業者は、通勤交通手段、出勤・退社時刻などは、周囲の交通環境などの変化がない限り、変動しないものとする。したがって、これらの設定は、パーソントリップ調査(PT調査)の該当するサンプルのトリップ情報を用いて設定する。

ここでは、変動として勤務終了後の自由活動について検討する。勤務終了後の自由活動として、①自由活動なし、②勤務地周辺での自由活動（鉄道の場合、勤務地→自由活動場所→勤務地最寄りの鉄道駅→自宅最寄りの鉄道駅→自宅のトリップパターン）、③自宅周辺での自由活動（鉄道の場合、勤務地→勤務地最寄りの鉄道駅→自宅最寄りの鉄道駅→自由活動場所→自宅のトリップパターン）、④その他の場所での自由活動（鉄道の場合、勤務地→勤務地最寄りの鉄道駅→鉄道駅→自由活動場所→

鉄道駅→自宅最寄りの鉄道駅→自宅のトリップパターン)に大別できる。ここでは、業務地域に関して検討しているため、主に②勤務地周辺での自由活動に着目する。自由活動の発生頻度は、地域の商業魅力度に比例するものとする。また、本研究では商業魅力度を表す指標として商業販売額を用いる。これにより、商業魅力度の向上による街区のにぎわいの創出が表現可能である。

(3) 来訪者の交通行動モデル

つぎに、来訪者に関する交通行動モデルを検討する。来訪者は、業務活動に伴う来訪（営業活動・打ち合わせ・配送など）と自由活動に伴う来訪（買い物・食事など）に大別できる。来訪者の意思決定過程を図-6に示す。

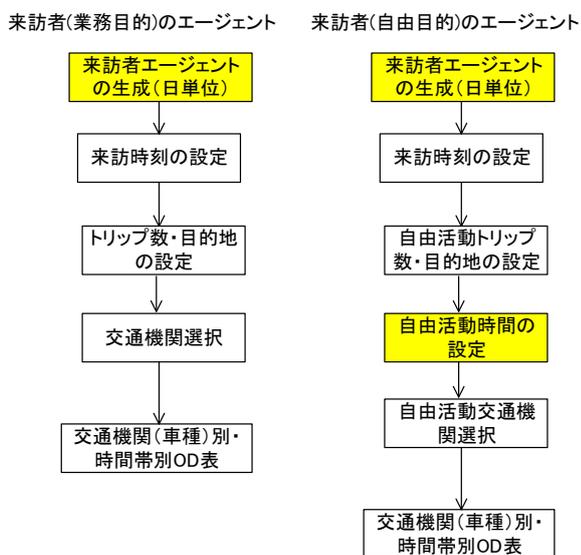


図-6 来訪者の意思決定モデル

業務活動による来訪者は、事業所で決められた行動を行うため、個人で来訪場所・来訪時刻・交通機関などを意思決定することはしないものとする。つまり、決められた行動パターンで行動するものとする。但し、来訪者エージェントの数は、地区内の事業所数、経済状況などにより変動することが考えられる。したがって、来訪者エージェントの生成数はモデルにより推定する。

つぎに、自由目的の来訪者について検討する。自由目的の来訪者数は、各店舗の商業的魅力度などにより変動すると考えられる。したがって、これらの指標により生成されるエージェント数が決定される。また、自由活動時間は来訪店舗の種類などによる相違が考えられる。これらのことを考慮して自由活動時間を設定する。

各エージェントの意思決定の結果、交通機関別・時間帯別のOD表が出力される。また、交通行動に伴う二酸化炭素排出量が算定される。

(4) 事業所の意思決定モデル

つぎに、各事業所単位の意思決定について検討する。

ここでは、エネルギーマネジメントシステム導入の意思決定および業務車両の購入に関する意思決定（車種選択）を行うものとする。

業務車両の購入に関する意思決定では、エネルギーマネジメントと合わせて電気自動車、超小型モビリティの導入に関する選択を行う。電気自動車・超小型モビリティを導入する際には、駐車場に充電施設の設置が必要である。現状で機械式立体駐車場を利用している事業所は、駐車場所の変更、交通行動の変化が考えられる。

5. おわりに

本研究では、業務地区を対象として街区型環境未来都市の検討を行った。本研究の主要な成果を以下に示す。

- 1) 対象地区内の交通現象の実態を明らかにするため、実態調査を実施した。この結果、地区内には機械式立体駐車場が多く存在することなどが分かるとともに、交通シミュレーションで用いる基礎データを収集することができた。
- 2) 街区型環境未来都市で想定されるインパクトを観測するエージェントシステムを構築した。
- 3) 各交通行動者および事業所の意思決定過程についてモデル化を行った。交通行動者は、①従業者、②業務目的来訪者、③自由目的来訪者、④居住者の4種類に分類し、それぞれについて検討した。

今後の検討課題として、各意思決定モデルに関して更なる検討を行うこと、エージェントシステムを用いて低炭素政策評価を実施することなどが挙げられる。

なお、本研究を遂行するにあたって、神戸市に多大な御尽力を頂きました。ここに記し感謝の意を表する次第です。また本研究は、平成25年度環境省環境研究総合推進費（1E-1202）「街区型環境未来都市モデルの構築とこれに基づく都市政策提案」の研究成果の一部であることを付記する。

参考文献

- 1) 首相官邸：環境モデル都市について、<http://www.kantei.go.jp/>, 2010.
- 2) 日本交通政策研究会：都市環境に着目した道路政策の影響評価に関する研究（PL：秋山孝正），日交研シリーズA-584, 2013.
- 3) 奥嶋政嗣，秋山孝正局所的相互作用を考慮した都市交通政策評価のための人工社会モデル，土木学会論文集D, vol. 63, No. 2, pp.134-144, 2007.
- 4) T. Akiyama, H. Inokuchi: Multi-agent simulator in transport sector for low carbon society, The 6th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, No.391, 2012.

(2014. 4. 25 受付)