

エージェントモデルによる 街区型環境未来都市の交通政策評価

秋山 孝正¹・井ノ口 弘昭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:akiyama@kansai-u.ac.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:hiroaki@inokuchi.jp

本研究では、街区が計画単位の都市形成を意図した「街区型環境未来都市」を考える。すなわち、街区単位の環境都市政策を土地利用・エネルギー・都市交通の側面から検討する。具体的には、神戸市の中心市街地（CBD）として「旧居留地」地区を取り上げ、街区型都市活動を表現するマルチエージェントモデルを構築する。すなわち、従業者・来訪者・居住者をエージェントとして、街区型環境都市の都市交通現象に関する政策評価を試みる。

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

1. はじめに

本研究では、街区を単位とした環境未来都市における、特定街区の都市活動と空間移動の時系列的変化に基づいて環境政策評価を試みる。このとき街区の環境政策の自律的な進展過程を表現するために、エージェント型の都市活動モデルを構成する。すなわち、エージェントの都市活動の集積として、街区環境政策の有効性を検討する。

ここで具体的には、環境未来都市の代表的街区として、神戸市の旧居留地地区取り上げる。当該街区の都市活動と空間移動に従業者・来訪者・街区住民の各エージェントの交通行動パターンで表現する。この結果、スマートな街区構成から導出される環境負荷と生活様式の変化を考察することができる。

2. 街区型環境未来都市の現状分析

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。



図-1 対象街区の構成

本地区は、神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他、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. 街区型エージェントモデルの構造

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

本人工社会モデルでは、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。この中で、本研究では③自由目的来訪者を中心に検討する。

本モデルでは、検討期間を20年間とする。交通行動者の基本属性は、第5回近畿圏パーソントリップ調査結果を用いる。対象地域に関連トリップをもつ交通行動者のサンプル数は1285である。

システムの全体構成を図-2に示す。エージェントの生成時は、パーソントリップ調査データを基に、個人属性を設定する。つぎに、1月単位で生成交通量を設定する。このとき、対象地域内に立地する百貨店の月別来客者数を参考に設定する。つぎに、立ち寄り先数・目的地・出発時刻を設定する。その後、交通機関の選択を行う。対象地域の交通機関分担の実績(PT調査結果)を図-3に示す。対象街区までの代表交通機関として、鉄道が約6割を占める。次いで徒歩・自動車の利用が多い。したがって、ここでは、対象地域までの交通機関として、自動車・公共交通機関・徒歩の利用を想定する。これらの3機関で96.5%を占める。また、対象地域内の交通機関として、徒歩・自動車の利用が多くなっている。したがって、本人工社会モデルでは、徒歩・自動車を想定する。これらの交通機関は、全体の97.9%を占めている。

交通機関選択が決定された後、トリップに伴う二酸化炭素排出量が算定される。これらを1か月単位で実行する。つぎに、エージェントの属性を更新する。具体的には、年齢の更新、死亡者の設定、運転免許の取得・返納の設定を行う。その後、自動車の保有設定を行う。このとき、自動車の新規購入・買い替えの意思決定を行い、その後、購入車種を決定する。

これらのエージェントの交通行動により、対象地域内の交通行動による環境へのインパクトの算定を行うことが可能である。

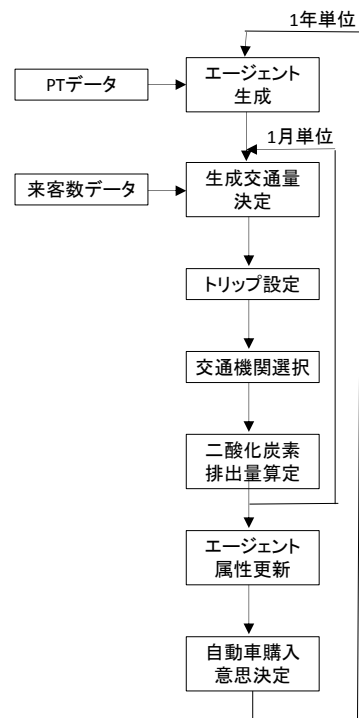


図-2 対象街区の構成

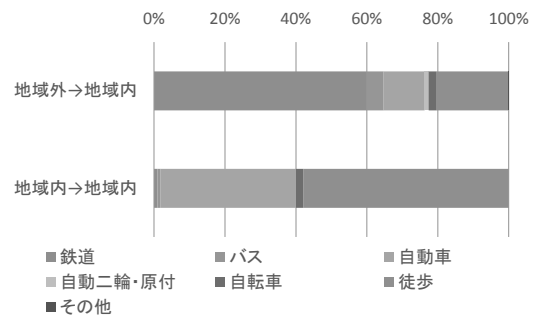


図-3 対象街区の交通機関分担 (PT調査)

(2) 交通機関選択モデルの構築

ここでは、交通機関選択モデルについて述べる。交通機関の選択は、決定木モデル(J48)を用いてモデルを構築する。また、①対象地域外からの流入・流出と②対象地域内の移動に分けてモデル化する。

ここで、①対象地域外からの流入・流出に対するモデルの説明変数として、トリップ長・運転免許の保有・性別・年齢・環境意識を用いる。パーソントリップ調査の3290サンプルを用いてモデルを構築する。決定木のモデル構造を図-4に示す。トリップ長が上位に位置している。トリップ長が10kmより長い場合は、公共交通を利用する傾向にあることがわかる。

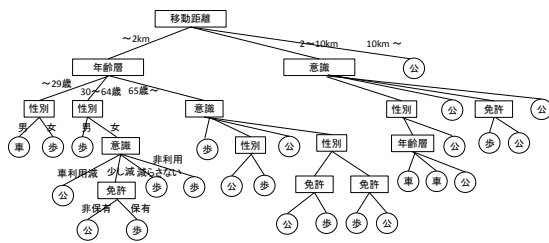


図-4 交通機関選択の決定木モデル構造

モデルの的中状況を表-1 に示す。自動車の推計がやや過小であるが、的中率は概ね良好である。

表-1 交通機関選択モデルの的中状況

		推計			
		公共交通	自動車	徒歩	合計
実績	公共交通	2662	4	19	2685
	自動車	104	26	11	141
	徒歩	34	18	412	464
	合計	2800	48	442	3290

的中率：94.2%

つぎに、②対象地域内の移動についてのモデルを検討する。説明変数として、対象地域までの交通機関・性別・年齢を用いる。決定木のモデル構造を図-5 に示す。対象地域までの交通機関が上位に位置する。

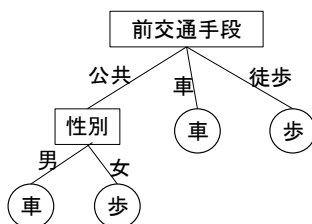


図-5 交通機関選択（域内）の決定木モデル構造

モデルの的中状況を表-2 に示す。的中率は 78% であり、①対象地域外からの流入・流出モデルの的中率と比較して低い。また、自動車の推計値は若干低くなっている。

表-2 交通機関選択モデル(域内)の的中状況

		推計		
		自動車	徒歩	合計
実績	自動車	46	31	77
	徒歩	7	91	98
	合計	53	122	175

的中率：78.2%

これらのモデルにより、各トリップに対する交通機関が決定される。

(3) 低炭素車両購入モデル

つぎに街区型の環境未来都市における HV・EV の普及について検討する。このとき、街区の各エージェントの車両保有モデルを構築する。ここでは、自動車をガソリン車・HV・EV の 3 種類として、図-6 に示す車両保有に関する意思決定過程をモデル化した。

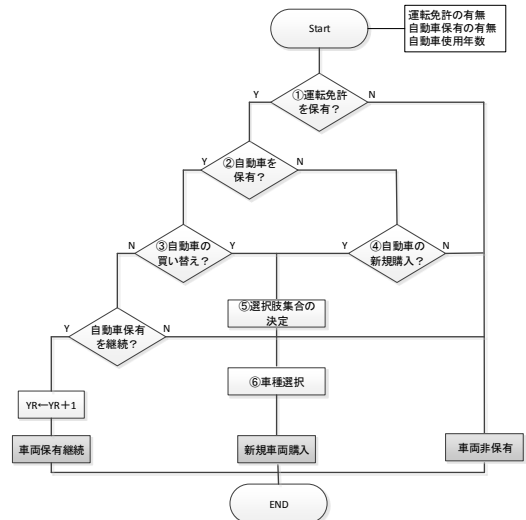


図-6 自動車保有決定モデルのフロー

すなわち、各エージェントの利用車両を①自動車保有、②選択肢集合、③車種選択の各段階をモデル化している。

ここでは、特に車種選択モデルについて紹介する。本モデルでは、車両を 3 種類に大別して、平均的車種を設定した。具体的な車種別の設定内容を表-3 に示す。

表-3 各車種の運行費用の設定

	車両価格 (万円)	燃費（走行 可能距離）	燃料費	走行単価 (円/km)
ガソリン車	150	12km/ℓ	150 円/ℓ	12.5
ハイブリッド車	250	30km/ℓ	150 円/ℓ	5.0
電気自動車	400	8km/kWh	20 円/kWh	2.5

従来のガソリン車に対して、HV・EV の価格・走行性能・環境意識（エージェント）に基づく車種選択をモデル化している。このとき、①ガソリン車に対する低炭素車両（HV・EV）の普及割合と、②HV・EV の分担関係（構成割合）の変化に着目して検討することができる。

4. 街区型環境未来都市の交通政策評価

ここでは、前章で構築した人工社会モデルを用いて、街区型環境未来都市の交通政策評価を行う。

(1) 無政策時の環境影響評価

はじめに、無政策時の環境影響について検討する。対象地域内の二酸化炭素排出量および低炭素車両の利用状況の表示例を図-7に示す。本表示画面では、二酸化炭素排出量（左側）および低炭素車両利用状況（右側）の構成となっている。

トリップに対する二酸化炭素排出量は、出発地ゾーンに対して計上する。したがって、対象地域外からの流入に対する二酸化炭素排出量は表示されず、対象地域外への流出および対象地域内での移動に關しての表示となっている。また、低炭素車両の利用状況は、出発地ゾーンを基に表示している。

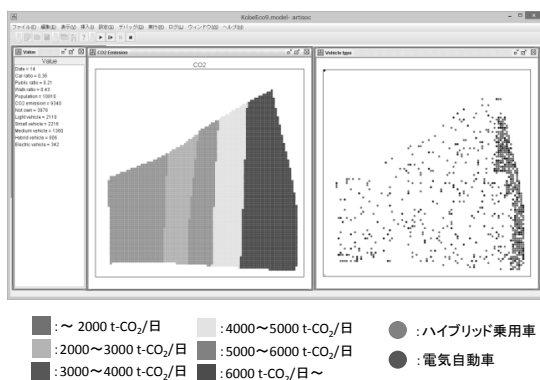


図-7 二酸化炭素排出量および低炭素車両利用状況

5. おわりに

本研究では、街区型環境未来都市における自律的变化を観測するためのエージェントモデルを構成した。街区型の環境政策に關して、エージェントモデルによる分析結果を踏まえて、本研究の成果は以下のように整理できる。

- ① 対象街区の都市活動に關する現状を京阪神都市圏のPT調査結果に基づく、交通行動表示システムとして構成した。

- ② エージェントモデルの構成により、都市交通のスマート化プロセスが表現できた。当該地域においては、無政策時には低炭素車両（EV・HV）の傾向的増加が算定される。

なお、街区型の環境未来都市において、環境政策に關する都市活動の体系的評価を検討する必要がある、今後の課題として以下の点が挙げられる。すなわち、①都市交通政策としての公共交通利用と低炭素車両の分担關係の検討、②事業所に關するBEMS等のエネルギー政策とEV導入の相互作用に關する検討、③商業活動に關する環境推進と商業活性化（徒歩交通のにぎわい）に關する検討などが必要と考えられる。

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關する研究（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. 7. 23 受付)

EVALUATION OF URBAN TRANSPORT POLICY FOR DISTRICT-BASED SUSTAINABLE CITY WITH AGENT MODEL

Takamasa AKIYAMA, Hiroaki INOKUCHI

In this study, for future environmentally-friendly cities, the aim is to propose a transport system that is related to the formation of district based smart cities. That is, address urban space migration related to district-unit energy management in an integrative way. Here, in particular, a specific configuration of a smarter transport system is proposed for the central business district of the city along with estimating the change in the city traffic behavior. In connection with the urban activity of the business district, and with the assumption that there is a district based smart grid and BEMS, the effect of the introduction of electric vehicles (EV) brought on by business activities will be put in order.