

都市政策への適用から見た統合型土地利用交通モデルの現状と課題*

Present States and Issues regarding Integrated Land Use and Transportation Models Which are Applied for Policy Measure Estimation*

北詰恵一**・ワラメット ヴィチエンサン***・鈴木温****・宮本和明*****

By Keiichi KITAZUME**・Varameth Vichiensan***・Atsushi SUZUKI****・Kazuaki MIYAMOTO*****

1. はじめに

統合型土地利用交通モデルは、世界的に適用例が豊富に蓄積されてきている¹⁾。筆者らは、諸外国で適用が進むいくつかのモデルの中で、マイクロシミュレーションを用いているものに着目して、その現状と課題を整理した²⁾。詳細な政策検討が必要とされるためマイクロシミュレーションの重要性が高まる一方で、シミュレーション結果と観察データとの高い整合性の確保、オープンソースとしての公開性システムの構築など、さまざまな課題が存在することをとりまとめた。

一方で、土地利用モデルを政策評価に適用する現場では、市民、政策担当者および技術者との関係において、さまざまな問題が発生する。これらの土地利用モデルが政策評価を目的としている以上、モデルビルディングにおいても政策評価現場での現状や課題を意識したものとならざるを得ない。このことは、実際にモデル適用した蓄積を踏まえて、それらをフィードバックしていく必要性が高いことを意味している。

このようなことから、本稿では、対象モデルを広げた上で、それらの適用場面での現状と課題に着目し、整理することを目的とする。具体的には、世界で研究が進む各モデルの開発者にヒアリングを実施し、それを通して得られた最新の情報をもとに、統合型土地利用交通モデルの現状と課題をとりまとめた。その中から、都市政策

*キーワード：統合型土地利用交通モデル、政策モデル、比較分析

**正員、博士(工学)、関西大学環境都市工学部都市システム工学科、(大阪府吹田市山手町3-3-35、TEL06-6368-0892、E-mail:kitazume@ipcku.kansai-u.ac.jp)

***博士(工学)、Kasetsart University、(E-mail: fengvmv@ku.ac.th)

****正員、博士(工学)、名城大学理工学部建設システム工学科、(愛知県名古屋市中白区塩釜口1-501、TEL052-838-2531、E-mail:atsuzuki@ccmfs.meijo-u.ac.jp)

*****フェロー、工博、武蔵工業大学環境情報学部環境情報学科、(横浜市都筑区牛久保西3-3-1、TEL045-910-2592、E-mail:miyamoto@yc.musashi-tech.ac.jp)

の適用場面における項目を抽出し、今後のモデル開発と実績の蓄積に向けた有効な議論に繋げたい。

2. 現状と課題を整理する視点

統合型土地利用交通モデルは、交通需要予測などが、交通分析の範囲だけでなく、土地利用への影響をも踏まえて行わなければならない点を強く意識している。従って、交通分析以外の適用目的として、実際には、どのような使われ方をして成果を上げているかを知る必要があろう。ある政策に特化したモデルは、その政策に関して有効な情報を与えてくれるが、特化するときに用いた前提条件に大きく依存する。一方で、統合型の目指すものは汎用的なものであり、そこで置かれる条件も一般的なものである。しかし、それぞれの政策への感度は、必ずしも高くないかもしれないという欠点を持つ。

また、そのようなモデルであることから、そのメカニズムは複雑である。個々の政策の影響のあらわれ方は単純ではないことから、関係者のモデル概要理解度についても整理する必要がある。すなわち、モデルは、あくまでツールであり、政策決定者の意思決定のために必要な情報を提供することを目的とする。意思決定者が必ずしもモデル分析に熟知しているわけではないと考えられることから、このような意思決定の過程でどの程度理解したものとして考えているのか認識しておく必要がある。

そして、この点と関連して、モデルの結果に対して関係者がおく信頼度についても整理しておく。意思決定は、十分に信頼のおける情報をもとに行われることが望まれるが、信頼の程度に応じて、その情報の使い方も変わってくるのが予想されるからである。

さらに、モデルの実際の適用蓄積を踏まえた新たな示唆のフィードバックがモデル開発において重要であることから、その様々な示唆を整理しておきたい。

このような視点から、モデルを整理することとする。調査対象モデルは、モデルの実施実績を踏まえて、次のとおりとする。すなわち、UrbanSim³⁾、DELTA⁴⁾、MUS SA-II⁵⁾、PECAS⁶⁾、ILUTE⁷⁾、IRPUD⁸⁾、RURBAN⁹⁾の7モデルである。概要は、表-1に整理した。

3. 視点ごとのとりまとめ

(1) 交通分析以外の適用目的

DELTAは、土地利用計画代替案の結果を知ること、土地利用計画代替案の検証を目的に据えており、土地利用計画を中心に適用実績をあげている。この点では、ILUTEも実際のトロント大都市圏(GTA)に対するオンタリオ政府の"Places to Grow"土地利用計画の評価を実施している。また、PECASにおけるゾーニング規制などの都市レベルでのソフト政策の影響評価、IRPUDにおけるコンパクトシティや多極型開発などの広い範囲でのソフト制作の影響評価に及んでいる点が重要であろう。

しかし、一方で、MUSSA-をはじめとして、ILUTEやIRPUDは、環境政策の影響評価に用いられている。MUSSA-は、エミッションを最小にする最適立地の決定やそのための適切な補助金額の決定を行っている。ILUTEは、土地利用と交通政策の両者のトロント大都市圏における温室効果ガスの排出の影響の推定、また、IRPUDは、そのシミュレーションシナリオの中に、燃料価格の上昇や代替燃料・代替車両の要素を組み込んだエネルギー不足シナリオを用いている。

UrbanSimは、土地利用と交通計画の統合による土地利用への影響分析、RURBANは、道央都市圏における都市化の将来動向予測とそれに基づく総合計画への反映を、それぞれ予定している。

これらのことから、統合型土地利用モデルが、交通分析以外にも用いられていることが確認できた。さまざまなレベルでの土地利用政策の影響分析を行っていることは、重要な点であろう。しかしながら、環境に関しては、交通に関わる環境影響評価が主体であり、土地利用としての環境影響評価にまで及んでいるものは少ない。土地利用モデルを統合した交通モデルであることから、本来は、都市全体としての環境分析に用いられることが望まれよう。

(2) 関係者のモデル概要の理解度

UrbanSimは、世界で最も適用事例の多いモデルのひとつである。この開発者が、関係者のモデル概要の理解度について、「ユーザーは、モデル化された行動をおおむね理解しているが、それを数学的もしくは統計的に調べたがらない。」と回答していることには注目すべきであろう。他のモデルにおいても、DELTAでは、「最終的な意思決定者(政治家)は、どのように予測されているかにはほとんど興味を示さない。」、MUSSA-では、「行政に理解してもらうのは困難である。」などの回答を得ている。MUSSA-は、他のモデルと比較して数学的に難しい構造であることもあり、このような回答となった。

逆に言えば、PECASの開発者による「効用関数の式が簡単なので理解してもらうことは難しくはない。」との回答や、IRPUDの開発者による「理解してもらえる」という回答は、モデルの簡便性に依存しているとも言える。一概に、モデルが簡単であることは良いことではないとは言うまでもないが、行政・最終意思決定者への理解度の観点も、開発の上で重要な要素と考えることも必要であろう。

一方で、「直接利用する技術クライアントは、どのようにモデルが動くかについて十分に理解を示す」、「エージェントベースのマイクロシミュレーションフレームワークは、政策立案者であればより理解して頂ける」、「モデル開発グループ内では十分な相互理解が出来ている」など、比較的技術を持つ関係者間では、その構造を理解されていると言える。政策シミュレーションによる意思決定のためのモデルアウトプットが、結果だけで評価されることはないことから、意思決定グループの中に、開発者とは異なるモデルの理解者が存在することは、意思決定の客観性維持のために重要なことであろう。

(3) モデルの結果に対して関係者がおく信頼度

同様に、実際の適用事例の多いUrbanSimの開発者による「一般に、モデル結果は、意思決定過程に利用されているが、意思決定のための唯一の根拠として使うことは、意図されていない。」という回答が、多くのモデルの現状を表現していると考えられる。DELTAにおける「信頼されている。戦略策定だけでなく、特定の投資におけるいくつかの重要な決定が、モデル結果に依存している」や、MUSSA-における「信頼されている。結果はインフラ投資に利用されている」などの回答も、完全な信頼を意味するものではない。(2)であげたように、両モデルとも意思決定者や行政からモデル構造を理解してもらっていないにもかかわらず、信頼され、実際に利用されているとの回答は、「意思決定のための唯一の根拠として使うことは意図されていない」ためであろう。PECAS開発者の言う「既に経験した確定的なものではなく、ひとつの推計結果にすぎないという予測の特徴を理解してくれる」ことが共通認識として存在することも重要である。RURBAN開発者のいう「多種のシミュレーションにより一応の挙動確認がなされている」ことが、意思決定者の信頼につながっている。

ある意味では当然のことと思われがちなモデル結果のこのような使い方は、日本においては、必ずしも定着していない。予測値あるいは影響評価値が、政策シナリオ別に複数ある状況で、それを用いたさまざまな計画の作成に慣れておらず、せいぜい上限・下限のある幅を持った推計値を前提とした政策立案にとどまっているのが現状であろう。

(4) 適用によって得られた示唆

UrbanSimでは、不動産開発と価格の影響が、企業立地における交通計画の長期的誘発需要効果を考慮するために重要であるということであることを、改めて主張している。交通と土地利用が相互に関係しあいながら、準動的にシミュレーションしていく同モデルにおいては、長期的誘発需要効果を評価しうる。多くの適用事例があるのは、このような政策ニーズに合致しているからであろう。

DELTA開発者は、結果のプレゼンテーションについての重要性を指摘しているとともに、「動学モデルの方が、ほとんどの影響が時間経過に沿って徐々に現れるので、ユーザーや意思決定者により受け入れられやすい」という興味深い指摘をしている。一般に、動学モデルの方が、複雑な構造をしていることから、奇異に感じられるが、(2)および(3)で指摘したように、モデルの構造を理解しないまま、その結果に対してある程度の信頼を置く、という関係が、ここでも現れているものと考えられる。政策決定者やユーザーは、まちの変化を動的に捉えており、それに対して記述的にはニーズに応えた形となっている。しかし、単なる結果の評価にとどまったのでは、有効な関係とはいえない。やはり、比較的技術のわかる主体が間に介在した形での政策評価が望まれよう。

MUSSA-の開発者がいうように、土地規制は強力な政策手段である」や、「都心再開発の立地に対する補助も強力な政策手段である」などの内容は、土地利用交通モデルによって確認された示唆であろう。このような成果の積み上げが、今後も求められる。

ILLUTEの開発者は、居住者のモビリティ決定過程、居住地の選択過程、自動車の保有と売買や小企業のモビリティ決定過程と立地選択過程を知るために回顧調査を行い、その有効性を確認している。長期にわたる時系列データやパネルデータの取得は、有効な土地利用交通モデルの開発には欠かせないが、住宅や自動車のような"高価な"品目について、その意思決定やプロセスに関して合理的なレベルで思い出すことができるという指摘は、アンケート等によるデータ収集の有効性を示すものである。

ここでは、個々の開発者が回答した示唆を順にとりあげたが、実用モデルは、実際の適用を通じて、さまざまな成果と課題が浮かび上がり、それをフィードバックして継続的に開発を進めるべきであることが確認できた。

4. おわりに

本稿では、世界で適用が進む、あるいは目指されている統合型土地利用交通モデルについて、開発者への直接のヒアリングを通して、政策検討場面での現状と課題を

とりまとめた。その結果、改めて確認できたものも含めて、以下のように整理できる。

- (1) 交通プロジェクト分析においても、道路、公共交通、空港などの多様な事業の分析に用いられているほか、需要管理政策などのソフト政策にも用いられている。また、交通プロジェクト以外にも、土地利用政策や環境政策の分析にも用いられた実績が蓄積されつつある。
- (2) 政策立案者がモデルの詳細理論を理解するには困難がある上、理解しようとしているかという点についても疑問が残る。技術的な素養があると考えられる関係者であれば、基本的な点については共通認識が得られるようである。
- (3) モデルの詳細理論が必ずしも理解されていないにもかかわらず、モデルの結果への一定の信頼は得ている。これは、シミュレーション結果が、関係者にとって納得のいくものであることからきているものと思われる。ただし、意思決定の唯一の根拠として用いられることはない。
- (4) それぞれのモデルは、実際の適用を通して、どのような要素が土地利用や交通に大きな影響を与えるのか、政策決定者と良好なコミュニケーションをとっていくためにはどのようなモデルが望ましいのか、さらに、どのようなデータを集めるのが望ましく、そのためにどのような調査方法が望ましいのかなど、多くの示唆を得ている。実用型の土地利用交通モデルは、実際の都市への適用を通して、継続的に改良が進んでいくものであること改めて認識された。

本論文は、平成18~19年度科学研究費補助金(基盤研究(C))、課題番号:18560524、研究課題名:世界における実用都市モデルの実態調査とその理論・機能と適用対象の体系化)の研究成果の一部をとりまとめたものである。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) Michael Wegener: Overview of Land-Use Transport Models, Proceedings of CUPUM'03, CD-ROM, 2003.
- 2) 北詰恵一・杉木直・ワラメット ヴィチエンサン・宮本和明: マイクロシミュレーション都市モデルの現状と課題, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, CD-ROM, 2008.
- 3) <http://www.urbansim.org/>
- 4) <http://www.davidsimmonds.com/>
- 5) http://www.mussa.cl/E_index.html
- 6) <http://hbaspecto.com>
- 7) <http://www.civil.engineering.utoronto.ca/infoabout/staff/professors/miller/Publications.htm>
- 8) http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/mod/mod_e.htm
- 9) <http://www.k5.dion.ne.jp/~miyamoto/selected%20publications.html#RURBAN>

表 - 1 各モデルのヒアリング結果

	UrbanSim	DELTA	MUSSA-II	PECAS	ILUTE	IRPUD	RURBAN
交通分析以外の適用目的	土地利用と交通計画の統合による土地利用への影響分析(予定)	土地利用計画代替案の結果を知ること。 土地利用計画代替案の検証	・エミッションを最小にする最適地を決めたり、適切な補助金を決定すること。 ・政策評価やBRT(Bus Rapid Transit)などの改善システムによる土地利用への影響評価。 ・都市内空港を整備する開発効果の予測。	・土地利用のゾーニング規制の影響評価。 ・環境影響評価。 ・経済における軍用地拡大の影響評価(ポリティモア)	・トロント大都市圏(GTA)に対するオンタリオ政府の"Pieces to Grow"土地利用計画の評価。 ・土地利用と交通政策の両者のトロント大都市圏における温室効果ガスの排出の影響の推定。	・交通基盤政策(道路、公共交通) ・交通需要管理(例:速度制限、ロードプライシング、運賃) ・エネルギー不足シナリオ(燃料価格の上昇、代替燃料、代替車両) ・土地利用政策(例:コンバクトシティ、多極型開発) ・土地利用と交通政策の統合	(予定)道央都市圏における都市化の将来動向予測とそれに基づく総合計画への反映
関係者のモデル概要理解度	ユーザーは、モデル化された行動をおおむね理解しているが、それを数学的にもしくは統計的に調べたがらない。	ほとんどの事業において、直接利用する技術クワイアントは、どのようにモデルが動くかについて十分に理解を示す。一方で(政治家)は、どのように予測されているかにはほとんど興味を示さない。	行政に理解してもらおうのは困難である。	効用関数の式が簡単なもので理解してもらおうのは難しくはない。しかし、需給関係を理解してもらうのは少し難しい。	概要は理解してもらえませんが、詳細については難しい。しかし、エージェントベースのマイクロシミュレーションフレームワークは、政策立案者であればより理解して頂ける、ということがわかった。	理解してもらえらる。	モデル開発グループ内では十分な相互理解が出来ているが、関係者以外ではほとんど理解されていない。
モデルの結果に対して関係者がおく信頼度	一般に、モデル結果は、意思決定過程に利用されているが、意思決定のための唯一の根拠として使うことは、意図されていない。	信頼されている。戦略策定だけでなく、特定の投資におけるいくつかの重要な決定が、モデル結果に依存している。	信頼されている。結果はインフラ投資に利用されている。	信頼されている。既に経験した確定的なものではなく、ひとつの推計結果にすぎないという予測の特徴を理解してくれる。	実際にはまだ実行可能ではないので、まだである。しかし、ここ数年で、モデルの使用への関心が高まり続けており、地方自治体や州、連邦政府が出資してくるようになった。これは、2-3年前に比べて大きな変化である。	信頼してもらっていない。	・多様なシミュレーションにより一応の挙動確認がなされている。 ・1990-1995の変化分のシミュレーション結果と実データとの比較から、一応の再現性を有していることが確認されている。
適用によって得られた示唆	不動産開発と価格の影響は、企業立地における交通計画の長期的誘発需要効果を考慮するために重要であるということである。	結果のプレゼンテーションは重要である。企画案の影響について説得力ある説明をしなければならぬからである。 ・動学モデルは、ほとんどの影響が時間経過に沿って徐々に現れるので、有効である。技術的には静学均衡モデルより複雑であるが、土地利用/経済変化の動的なモデル化は、ユーザーや意思決定者により受け入れられやすい。	・土地規制は強力な政策手段だが都市への効果はあまり理解されていない。 ・サンティアゴでの軌心再開発でも明らかのように立地に対する補助も強力な政策手段である。 ・(地下鉄沿線の)交通に誘発需要による立地は、その影響がとも強い。 ・システムの動的な部分には主に地代を基礎としているが、外部性も基礎となっている。 ・供給側も、立地主体の意思決定に影響する強い役割がある。	・シミュレーションを實際行うには、まず単純なモデルで実施し、その後、複雑な改良モデルを開発するのがよい。	居住者のモビリティ決定過程、居住地の選択過程、自動車の保有と売買や小企業のモビリティ決定過程と立地選択過程を知るために回顧調査を行った。動的な意思決定プロセスに関する情報を集める方法として、効果的で、費用対効果が高く、信頼性のあることがわかった。そして、人々は、住宅や自動車のような"高価な"品目について、その意思決定やプロセスに関して合理的なレベルで思い出すことができること、測る期間は10年程度が適度な	土地利用や交通の政策は、互いの相乗効果を活用できるよう統合する必要がある。	・多様なシミュレーションの実施により、総合計画における政策手段の効果影響に関する知見が蓄積され、効果的でない政策手段の組み合わせに關しては無駄なシミュレーションを実施することを回避できる。 ・現状に対して追加施策を行わない場合(do nothingケース)においては郊外化の進行等がもたらす甚大な社会的費用が示された。これはいわゆる想定される「地獄絵」であり、将来計画の必要性を示す警鐘としての意味が