

システム思考型モデルによるまちづくり政策の定量的評価*

Quantitative Assessment of Urban Renewal Policy by System Thinking Model *

秋山孝正**・奥嶋政嗣***・牛山健太郎****

By Takamasa AKIYAMA**・Masashi OKUSHIMA***・Kentarou USHIYAMA

1. はじめに

現在多くの都市で中心市街地活性化のためのまちづくり政策が実施されている。個別のまちづくり政策の将来的な有効性を検証することは難しい。現実的で効果的なまちづくり政策の検討のためには、各政策の有効性の定量的把握は重要な課題である。

本研究では、都市活動モデルを構築し、まちづくり政策が都市活動に与える影響を実証的な面から定量的に分析する。具体的にはシステムダイナミクス¹⁾の計算機技術面での拡張形である「システム思考型モデル」を用いて、まちづくり政策に関する要素の複雑な因果関係を定式化する。すなわち都市経済活動の時間経過を踏まえた複雑系システムを構成する¹⁾。これより、まちづくり政策実施に伴う都市活動の時間的波及効果を推定する。具体的には、岐阜市を対象として、まちなか居住の推進・中心部商業活性化・自動車抑制などのまちづくり政策の有効性を商業活動指標値の時間的推移として表現する。

2. まちづくり政策に関する現状整理

ここでは地方都市のまちづくりと都市活動についての現象整理を行い基本的な検討内容を整理する。

(1) 地方都市における中心市街地の現状整理

地方都市においては、急速なモータリゼーションに伴う郊外化による拡散的な都市構造が顕著である。たとえば、**図-1**に岐阜市における小売業販売額の経年的推移を示す²⁾。岐阜市外の大規模店舗立地などの影響から、市域全体の商業活動の減少が見られ、特に中心部の販売額の低下は顕著である。また中心部での都市活動割合が減少し中心市街地活性化の必要性が増大している。

*キーワード：まちづくり政策，システム思考，都市活動モデル

**正会員，工博，岐阜大学工学部社会基盤工学科
(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1, TEL:058-293-2443,
E-mail: takamasa@gifu-u.ac.jp)

***正会員，博士(工)，岐阜大学工学部社会基盤工学科

****学生会員，岐阜大学大学院工学研究科

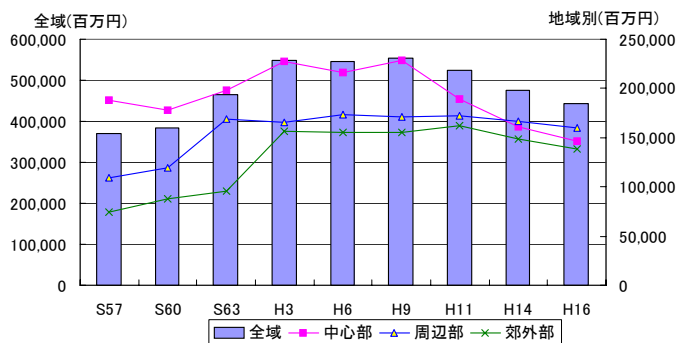


図-1 地域別年間小売業販売額の推移

このように地方都市において、具体的なまちづくり政策が提案され議論されることが多く、現実的な都市活動を踏まえた定量的モデルの構築が重要である。すなわち、都市活動と商業活動の相対的な関係を示す。さらに、近年における商業活動の推移から因果関係を明示化し、今後のまちづくり政策の有効性を定量的に把握する。

(2) システム思考型モデルの概要

システム思考型のモデルは、システムダイナミクスを基本として構成されている。すなわち、時間経過に伴って変化するシステム(ダイナミック・システム)を数式モデルとして表現し、コンピュータの中で仮想的な現実モデルを作成する^{3),4)}。また作成されたモデルをコンピュータでシミュレーションを行い時間の経過による変化を分析することで、現実の問題に対処するための改善策、解決策を追及していくための手法である。具体的には**図-2**に示すような因果関係をモデル化している。

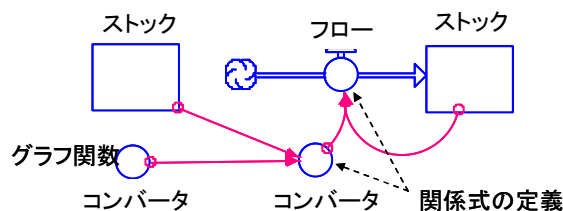


図-2 システム思考モデルの基本構成要素

この因果関係の特定では、モデルの各部分に対応して、①多様な形式の数式的関係を規定でき、②特定の係数に関してグラフ関数という変化傾向の規定が可能であることから、複雑性の高いモデルが構成できる。

3. 都市活動に関するシステム思考型モデルの構築

都市活動の具体的な因果関係をシステム思考型モデルとして構成する。ここではモデルの全体構成と主要なモデル化の視点について簡単に整理する。

(1) 都市活動モデルの全体構成

都市活動モデルを構成する変数をつぎのように規定する。都市圏の構造は、中心部・周辺部・郊外部・市外部の4地域に分割した。また都市活動者の属性は、就業年齢人口に対応した検討が可能となるように、高齢者（65歳以上）・中年者（30歳～64歳）・若年者（29歳以下）の3区分を用いる。都市活動の議論においても高齢化を踏まえた活動者の属性が対象の基本となる。

まちづくりと都市活動に関係する基本的な因果関係として、図-3に示されるように、大別すると5種類の推計プロセスで構成される。ここで、[1]自由目的発生交通量推計においては、現行の年齢階層別の居住人口の推移傾向にしたがって、自由活動数（トリップ数）を算定する過程である。また①自由活動場所を各年齢層の人々がそれぞれ選択する。②自動車利用者と公共交通利用者は活動形態が異なる（徒歩交通の発生に影響を与える）。つぎに、[2]目的地分布推計においては、商業来訪者の目的地分布を推計する段階である。このとき、①目的地の商業的魅力は商業の店舗数（多様性）を代表する数値として商業地面積を利用する。②来訪者属性と商業形態（若年者・高齢者嗜好など）に関係すると考えられるが本モデルでは、特に区別なく算定を行う。つぎに、[3]交通機関分担推計においては、公共交通機関と自動車の分担を考える。公共交通機関には徒歩・二輪などの短距離移動

表-1 モデルの基本構成

変数	名称	外生/内生
h_{in}	居住人口	外生
α_{in}	自由目的発生原単位	外生
t_{ij}	所要時間(平均)	外生
t_{ij}^1	所要時間(自動車)	外生
t_{ij}^2	所要時間(公共交通)	外生
f_i	自動車保有率	外生
g_{in}	自由目的発生トリップ数	内生
x_{ijn}	OD分布トリップ数	内生
p_{ijn}	自動車利用率	内生
q_{ijn}^m	利用交通機関別ODトリップ数	内生
y_{ijn}^m	利用交通機関別集中トリップ数	内生
w_n^m	商業販売単価(年間)	内生
u_j	商業販売額	内生
z_j	商業店舗面積	内生

i :居住地域, j :自由活動地域, m :交通機関, n :年齢層

を包含している。①年齢属性による利用交通機関を選定する。②すなわち年齢属性により、自動車の利用程度が異なることを基本として推計を行う。ここでは、商業活動の活性化を年齢階層別に検討することを意図している。また[4]商業販売額推計：本モデルでは商業販売額（小売業）を指標として定量的評価を行う。このとき、①商業活動販売額は、来訪者属性との関係性が大きいと考える。②また利用交通機関は来訪者の活動形態と関係することから利用交通機関の構成を検討する。

さらに、[5]商業店舗面積推計においては、①商業活動は前年度の商業販売額に応じた商業拡大投資が得られると考える。②地域の商業的活性度の指標とし、一方で地域の商業展開の程度として、商業地面積が算定されると考える。システム思考型モデルにおいては、[1]～[5]に記

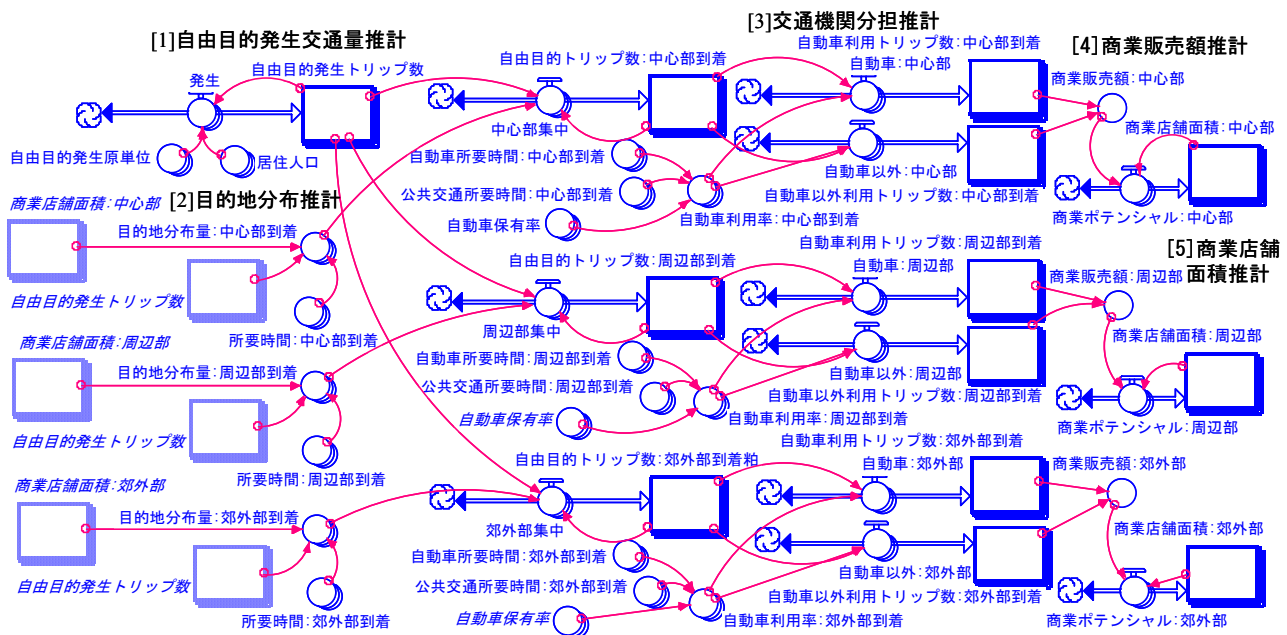


図-3 システム思考モデルの構成

載される相互作用のプロセスを時間的な推移にしたがつて、順次算定される構造である。

(2) 都市活動モデルの定式化

上記のモデル構成に従い、各都市活動の相互関係を具体的に構成する。主要な定式化と意味について整理する。

[1] 自由目的発生交通量推計：

経年的な自由活動の変化を検討するために、PT調査結果から属性別の自由トリップの発生原単位を検討した。高齢層、中年層ともに自由活動の増加が見られる。これらの発生原単位の変化傾向を定式化した。

$$g_{in} = \alpha_{in}(t) \cdot h_{in} \quad (1)$$

各属性別の発生原単位の時間的な変化は図-4に示すとおりである。特に高齢層の増加傾向が顕著である。

[2] 目的地分布推計：

自由活動に関する目的地を選択した結果として、各年齢階層別の*i-j*ゾーン間の移動(トリップ数)が表現される。従来より「郊外部→中心部」の移動が、「中心部→郊外部」の移動に推移する状況が再現される。また目的地来訪の魅力度は、商業面積(商業活動の多様性)と空間的位置(所要時間)により空間相互作用として規定できると考えた。すなわち次式のように定式化される。

$$x_{ijn} = \beta_0 \frac{z_j^{\beta_1} g_{in}^{\beta_2}}{t_{ij}^{\beta_3}} \quad (2)$$

[3] 交通機関分担推計：

交通機関分担は利用交通手段を発地域の自動車保有率を前提として計測する。パラメータは、PT調査結果から年齢層ごとにパラメータ推計を行った。具体的なパラメータ値は、年齢層別に $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ 設定する。これより年齢層別の自動車利用選択構造の相違を表現する。

$$p_{ijn} = \frac{1}{1 + \exp(-\theta_{0n} - \theta_{1n}(t_{ij}^1 - t_{ij}^2) - \theta_{2n}f_i)} \quad (3)$$

$$q_{ijn}^1 = p_{ijn} \cdot x_{ijn} \quad (\text{自動車利用}) \quad (4)$$

$$q_{ijn}^2 = (1 - p_{ijn})x_{ijn} \quad (\text{公共交通利用}) \quad (5)$$

式(4)(5)から、最終的に各地域に関する利用交通機関別の来訪者数を算定することができる。

[4] 商業販売額推計：

ここでは商業活動に影響を与える来訪者属性として、①年齢階層と②利用交通機関を取り上げた。すなわち、来訪者種別ごとに原単位を実績値より算定し、地域ごとの総和として、次式に示すように定式化する。

$$y_{jn}^m = \sum_i q_{ijn}^m \quad (6)$$

$$u_j = \sum_n w_n^m \cdot y_{jn}^m \quad (7)$$

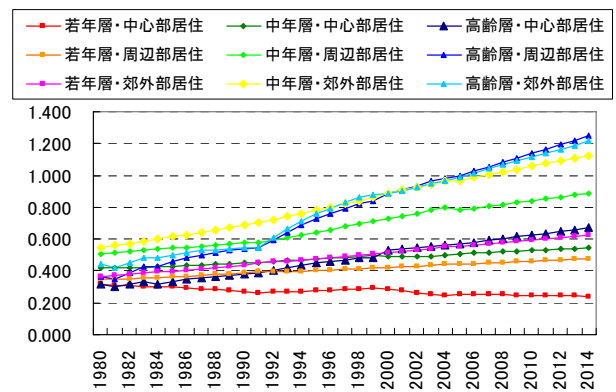


図-4 自由活動発生原単位の変化

[5] 商業店舗面積推計：

地域別の商業活動は、各年度の商業販売額の規模に応じて、投資額可能が決定すると考える。これに対応する商業地面積が地域の魅力を形成すると考える。したがって、この相互関係をつぎのように定義する。

$$z_j(t+1) = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot u_j(t) \quad (8)$$

ここでパラメータ値に関しては経年的データに基づく回帰分析により算定している。

(3) 都市活動モデルの現況再現性

上記の手順で構成されたシステム思考型都市活動モデルに関して、複数の経年的な実績値に基づいて現況再現性を検討する。図-5は都市活動分布の推計として、年齢階層別の中心部自由活動者の経年的推移を表している。中心部における若年層・中年層の減少傾向と高齢層の増加傾向がモデル上も高精度に再現されている。

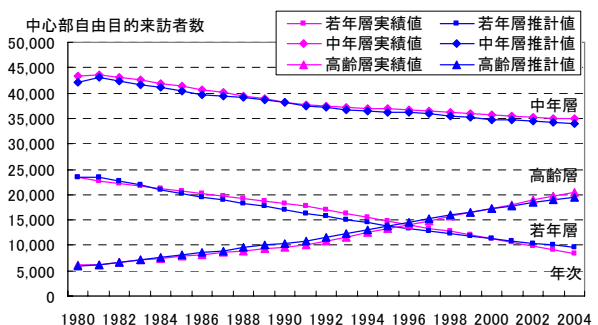


図-5 現況再現結果(中心部自由目的来訪者数)

同様に各地域の小売商業販売額の推計結果を図-6に示す。周辺部の商業活動の増大が若干過少に算定されているが、一般的には良好な再現結果が得られている。

4. まちづくり政策の定量的影響分析

中心市街地活性化のためのまちづくり政策は、定量的な検討を中心に基本計画が策定され、計画目標が設定さ

れる。しかしながら目標数値の現実的な達成可能性や経年的変化を含めた定量的影響分析を踏まえた検討は難しい。そこで本研究においては、まちづくり政策に関する具体的な検討を行った。

(1) まちづくり政策の具体的設定の検討

ここでは、まちづくり政策として、①都市構造の視点から「まちなか居住」、②都市交通政策面から「自動車利用抑制」、③商業活性化の意味から「空き店舗減少」を取り上げた。これらは都市政策的に目標値が設定されることから、本研究では平成 19 年に策定された「中心市街地活性化基本計画」を参考として、各政策の実行過程を設定する⁵⁾。表-2 は 2004 年を初期年次として、各政策の 10 年後の目標状況設定を示したものである。

(2) まちづくり政策効果の比較分析

将来のまちづくりシナリオとして上記の 3 種類の政策プロセスをシステム思考型モデルに導入し将来推計を実行した。図-7 に各設定に対する商業販売額（小売業）の時間的推移を示した。たとえば、「まちなか居住」政策の実施では、中心部商業販売額の減少傾向は緩和され、10 年後には、相対的に（政策実施/政策なし=93,911/87,720=107%）活性化が期待できる。また同様に中心部の賑わい（中心部徒歩交通）に関しても、当該政策の実施によって、111%（=30,451/27,428）程度の効果が推計される。またさらに、各まちづくり政策を総合的に実行する（同時進行）ことで、将来的な継続的な市街地活性化の推進を期待できることがわかった。

5. おわりに

本研究では、中心市街地活性化のためのまちづくり政策の定量的な評価を目的として、システム思考モデルを用いた都市活動分析を行った。本研究の成果は以下のように整理できる。①まちづくり政策に関する定性的な議論に対応する全体論的な因果構造モデルをシステム思考型の技術論で作成することができた。②都市活動の時間的な推移に関して、定量的推定が可能なモデルが作成された。まちづくりの多面的な都市活動への影響分析を行った。③個別まちづくり政策を統合的に実行することで、将来的な中心市街地活性化が期待できることがわかった。

今後、システム思考型モデルの有効利用を目指して、①多様な政策シナリオの定量化、②モデル内の変化係数の想定方法を検討する予定である。

なお本研究を遂行するにあたり、現実的な中心市街地活性化政策の検討に関して、岐阜市都市経営戦略会議等の関係機関における各種議論が大いに参考になった。ここに記し、感謝の意を表する次第である。

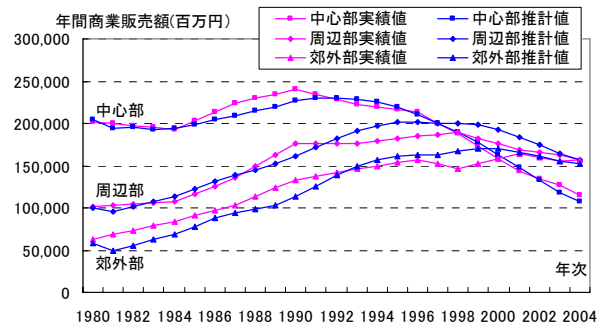


図-6 現況再現結果（商業販売額）

表-2 まちづくり政策の設定

[1] まちなか居住		中心部居住人口増加		
中心部居住人口(人)	若年層	中年層	高齢層	
現況(2004年)	18304	33037	22068	
政策なし(2014年)	12965	29851	17950	
政策あり(2014年)	19359	33535	22230	
政策による変化分	+6394	+3683	+4280	
[2] 自動車利用抑制		全地域の自動車保有率維持		
自動車保有率(%)	中心部	周辺部	郊外部	
現況(2004年)	27.8%	63.5%	67.6%	
政策なし(2014年)	28.8%	77.0%	59.6%	
政策あり(2014年)	27.8%	63.5%	67.6%	
政策による変化分	-1.0%	-13.5%	8.0%	
[3] 空き店舗減少		中心部商業店舗面積の増加		
商業店舗面積(m ²)	中心部	周辺部	郊外部	
現況(2004年)	304113	268846	242623	
政策なし(2014年)	197094	183191	197322	
政策あり(2014年)	237094	183191	197322	
政策による変化分	+40000	-	-	

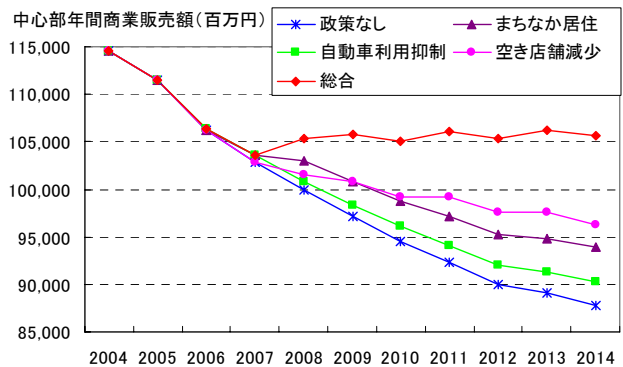


図-7 まちづくり政策の定量評価（商業販売額）

参考文献

- 1) 岐阜市経営管理部統計分析室：岐阜市統計書，2004。
- 2) Barry M. Richmond：システム思考入門I 教育編，カットシステム，2004。
- 3) 土金達男：シミュレーションによるシステムダイナミクス入門，東京電気大出版局，2005。
- 4) 岐阜市：岐阜市中心市街地活性化基本計画報告書，2008。
- 5) 秋山孝正，奥嶋政嗣：人工社会型都市モデルによるまちづくり政策の検討，土木計画学研究・講演集，Vol. 35，CD-ROM，2007。