

H-8 持続可能なコンパクト・シティの在り方と実現方策に関する研究

(1) 途上国及び先進国における持続可能なコンパクト・シティの在り方に関する研究

②先進国におけるコンパクト・シティの在り方に関する研究

豊橋技術科学大学

工学部 人文・社会工学系

宮田 譲・洪澤博幸

平成 13～15 年度合計予算額 8,278 千円

(うち、平成 15 年度予算額 0 千円)

※上記の予算額には、間接経費 1,910 千円を含む

〔要旨〕本研究は、先進国におけるコンパクト・シティの現状調査を行い、そこで得られたコンパクト・シティの構成要因等を把握した上で、先進国都市を対象としたコンパクト・シティの定量的な評価が可能なモデルを開発することを目的としている。①欧州の環境共生都市の現状：欧州における環境共生都市の代表的な都市であるコペンハーゲン市、ストックホルム市についてデータ収集・視察を行い、環境共生都市の特徴およびモデル化に必要な要因等を整理した。②廃棄物を考慮した帯広都市圏の応用一般均衡モデルの作成：産業廃棄物、一般廃棄物の発生量を考慮した帯広都市圏の応用一般均衡モデルを構築した。このモデルは、8産業部門からなり、産業連関表を拡張した経済会計行列を基本に構築されている。シミュレーション分析から、産業部門への課税よりも、家計部門への課税のほうが廃棄物発生量を抑制できることが判明した。③動学的最適化コンパクト・シティモデルの作成：②の応用一般均衡モデルは比較静学モデルであるため、時間軸上での政策展開は困難である。コンパクト・シティの形成をシミュレートできる動学的最適化モデルを構築した。そして数値シミュレーションによって、コンパクト・シティの形成可能性を考察した。

〔キーワード〕コンパクト・シティ、持続的発展、環境共生、廃棄物、土地利用

1. はじめに

今日、世界各国では大量生産、大量消費、大量廃棄の資源浪費、環境破壊型社会から、省エネルギー、省資源を徹底した循環型社会への変革が急務の課題となっている。特に先進国では都市部に人口の70%以上が居住しており、自動車交通の普及による都市の低密拡散、都市中心部の空洞化が進行しており、エネルギー大量消費型の都市形態となっている。

このため本研究では欧米で現在検討されているコンパクト・シティをモデルに取り、省エネルギー、省資源を徹底した循環型都市の形態を探り、その実現方策を最終的な目的とする。

2. 研究目的

上記の研究背景に従い、本年度の研究では以下の内容を目的とする。

- (1) 欧州における環境共生都市のデータ収集と現地視察¹⁾
- (2) 廃棄物を考慮した帯広都市圏の応用一般均衡モデルの作成
- (3) 動学的最適化コンパクト・シティモデルの作成

3. 廃棄物を考慮した帯広都市圏の応用一般均衡モデルの作成^{3), 4), 5), 6), 7)}

ここでは帯広都市圏（帯広市、音更町、芽室町、幕別町）を事例として、経済活動と産業廃棄物・一般廃棄物の発生の関係を一般均衡的に分析するモデルの開発を試みる。このモデルは図 1 に示すような構造をしている。

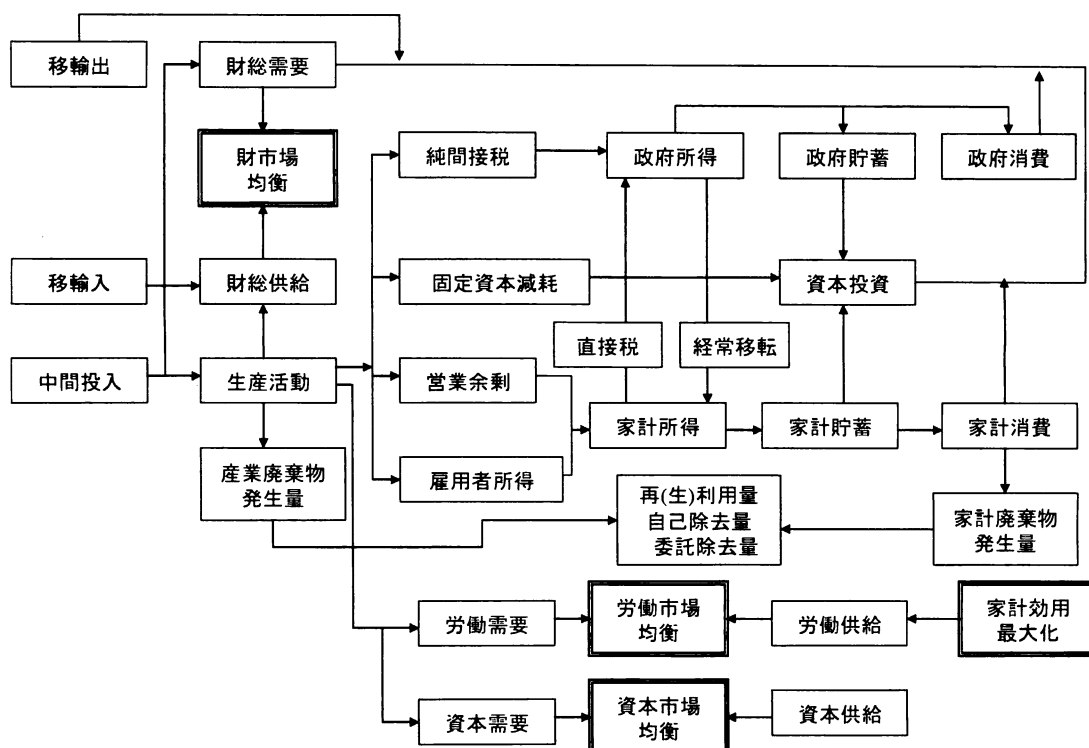


図 1 廃棄物を考慮した帯広都市圏の応用一般均衡モデルの構造

また、このモデルのベンチマークとなる経済会計行列は以下のように推計された。

表 1 帯広都市圏の経済会計行列

項目 (単位:百万円)	生産活動	制度部門		生産要素		資本蓄積	圏外部門	合計
		政府	家計	資本	労働			
生産活動	680,602	188,293	533,156	0	0	295,996	-115,942	1,582,105
制度部門	政府	37,041	0	166,359	0	0	317,294	520,694
	家計	0	155,708	0	220,522	0	89,924	988,514
生産要素	資本	220,703	0	0	0	0	4,735	225,438
	労働	521,900	0	0	0	0	460	522,360
資本調達	121,858	14,421	156,267	0	0	0	56,259	348,805
圏外部門	0	162,272	132,732	4,916	0	52,809	0	352,730
合計	1,582,105	520,694	988,514	225,438	522,360	348,805	352,730	4,540,646

このモデルを用いて、基準ケースを含めて8ケースのシミュレーションを行った。ケースの設定は以下のようなものである。これらのなかで特に興味深いのは環境税を扱ったケース5とケース6である。以下ではこの2ケースについて、シミュレーション結果を示す。

表2 シミュレーションケースの設定

ケース	ケースの内容
基準ケース	何も行わない
ケース1	人口を10%増加させる。
ケース2	人口を10%減少させる。
ケース3	資本ストックを10%増加させる。
ケース4	資本ストックを10%減少させる。
ケース5	製造業の純間接税率を5%増加させる。
ケース6	家計の直接税率を5%増加させる。
ケース7	人口を10%減少させ、廃棄物総発生量が変わらないような資本ストック増加率を求める。

(1) ケース5

ケース5は製造業の純間接税率を5%上昇させるものである。これにより、製造業の生産物価格を意図的に上昇させ、製造業の生産規模を縮小させることができる。しかし純間接税率の上昇が都市圏の経済全体に比べ極めて小さいことから、製造業産出量の減少は0.004%に留まっている。これは生産関数における中間投入がLeontief型になっているために、価格変化に対しての中間投入変化が小さいことによるものと考えられる。ただし製造業のGDPは相対的に大きく上昇しているが、これは純間接税の支払いが大きくなったことを反映したものである。

製造業に代わり産出量の変化が大きいのは建設業である。建設業では工業製品の中間投入依存率が高いため、製造業の生産縮小が反映されたものと解釈される。また工業製品価格の上昇は消費財価格を上昇させるため、家計消費も減少させている。このため社会的等価的偏差は約4.2億円、人口1人当たり等価的偏差は1,300円ほどのマイナスとなっている。

廃棄物については産業廃棄物減少への影響は少なく、家計廃棄物へのマイナス効果のほうが大きいのが特徴である。

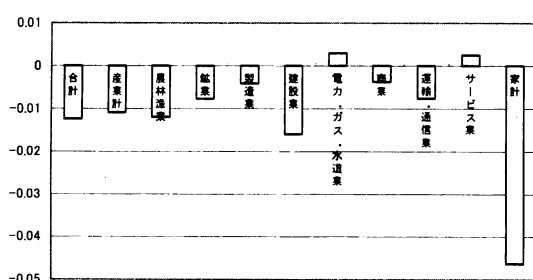


図2 廃棄物発生量の変化（ケース5）
（基準ケースに対する変化率、単位%）

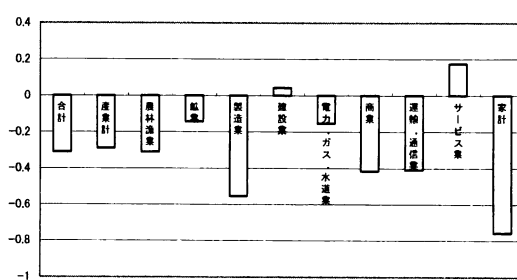


図3 廃棄物量発生量の変化（ケース6）
（基準ケースに対する変化率、単位%）

(2) ケース6

ケース6は家計廃棄物を減少させるため、直接税率を5%上昇させるケースである。これにより家

計消費での割合が高い製造業、商業、運輸・通信業、農林漁業の産出量が比較的大きく減少している。ただしサービス業については、他の産業からの労働、資本の移動があるため、産出量が増加しているものと解釈される。このケースでは直接的に家計消費を減少させるため、社会的等価的偏差は 67 億円、人口 1 人当りの等価的偏差は 2 万 7000 円ほどのマイナスとなった。

廃棄物については総量についてもマイナス、家計廃棄物についてもマイナスで、厚生水準を無視すれば廃棄物対策としては有効であると考えられる。

4. 動学的最適化コンパクトシティ・モデルの作成^{2), 8)}

(1) はじめに

本節の目的は、省エネ・省資源を徹底したコンパクト・シティの在り方を描き出すモデルを開発することにある。コンパクト・シティの持続性を検討するために、循環構造、都市圏内外の財・サービスの移出入関係、環境・エネルギー制約、および都市空間の効率的利用などが分析できるモデルの開発を目指している。本研究の基本的なアプローチは、都市経済学の流れに沿うものである。従来の動学都市モデルに、環境要因を付加した動学最適化コンパクトシティ・モデルを構築する。最適制御による数値計算を適用し、持続可能なコンパクト・シティのあり方をシミュレーションにより描き出すことを試みる。ここでは、動学最適化都市モデルに、環境ストックと土地利用規制を導入したモデルの開発について解説する。

(2) 方法

この都市圏経済モデルは、動学社会的最適化問題として定式化される。空間は都市圏内と都市圏外に分けられる。都市圏内の空間構造を分析するため都市圏内はゾーンに分割される。モデルの概略を図*に示す。この経済には、一般財・サービス産業、都市基盤サービス産業、家計部門、政府部門の存在が想定される。一般財・サービス産業は、農業、工業とサービス業に分類される。都市基盤サービス産業は、住宅サービス、輸送サービス、及び社会環境サービスに分類される。住宅サービスは、低層住宅、高層住宅などのタイプに分類される。社会環境サービスは、サービスの公共性に応じて複数のタイプが想定される。

目的関数	計画期間内の社会的厚生(効用)+期末の資産価値 → 最大化
制約式	・一般財・サービス市場のフロー条件(農業、工業、商業) ・都市基盤サービスのフロー条件(住宅サービス、交通基盤、社会環境) ・時間配分制約(余暇、労働、移動) ・労働制約 ・土地制約(住宅地、工業地、その他) ・土地市場の裁定条件(住宅立地条件) ・人口制約 ・資本蓄積関数(産業資本、住宅資本、輸送基盤資本、社会環境) ・投資形成関数(産業投資、住宅投資、輸送基盤投資、社会環境) ・規制(土地利用)

図4 動学最適化コンパクト・シティモデルの概略

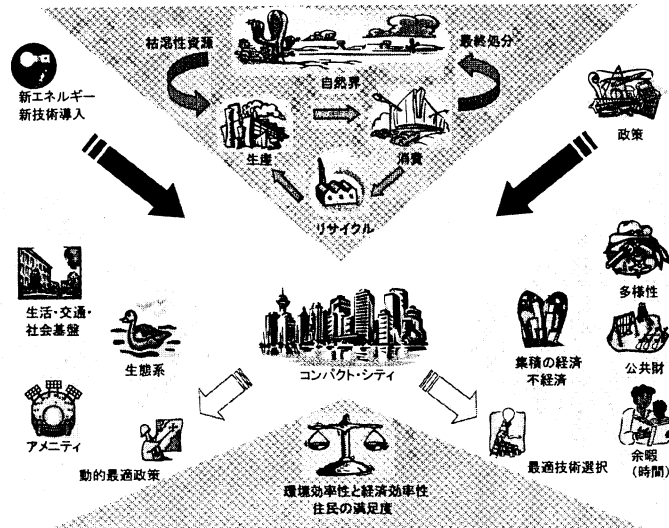


図5 コンパクト・シティモデルの概念図

この経済の本源的生産要素は、土地、労働と資本である。利用可能な土地面積はゾーン別に外生的に与えられるが、ゾーン内の土地利用形態（住宅地、工業地、農地など）は内生的に決定される。土地利用規制が考慮される。

都市圏内の総人口は外生的に与えられる。労働は都市圏内でゾーン間及び産業間で移動可能である。資本は、ゾーン間及び産業間の移動は不可能で非可塑性が仮定される。資本は、産業資本、住宅資本、輸送基盤資本、社会環境資本に分類される。産業資本は、ゾーン別、産業別に区別される。輸送基盤資本は、交通ネットワークのリンク別に区別される。

一般財・サービスについては、都市圏内で生産された財・サービスと圏外から移入される財・サービスの質は差別化される。都市圏内では、同一産業の財・サービスは差別化されない。交通ネットワークは、ノードとリンクにより構成される。本モデルでは、通勤トリップは交通ネットワーク構造に依存するが、財の輸送は交通ネットワークに依存しないものと仮定する。すなわち、通勤には費用を伴うが、圏内の財輸送には費用を伴わないものとする。

ケース1:人口密度

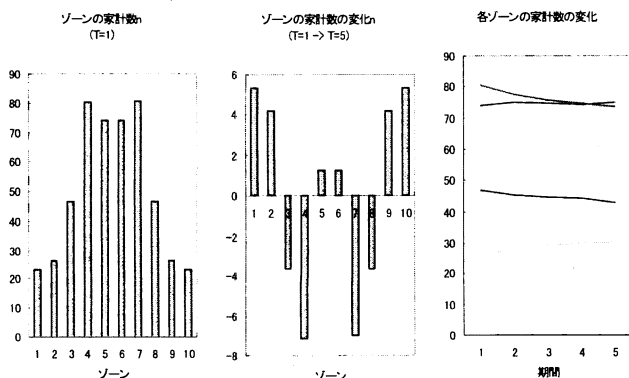


図5 人口密度

ケース2:土地利用

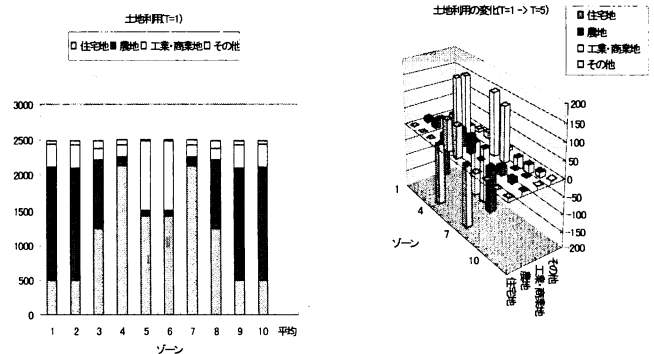


図6 土地利用

(3) 結果・考察

プロトタイプシミュレーションモデルを作成した。計画期間を5期（25年間）とし、線型都市構造を想定して空間を10ゾーンに分割した。住宅サービスは低層、高層の2タイプとし、社会環境サービスを私的財の1タイプとした。このモデルでは、初期時点の都市圏の空間的形態は、資本ストックの初期値に依存する。これにより、現存する都市の空間形態からのシミュレーションが可能となる。都市圏と都心圏外の関係は、財・サービスの移出入により表され、この都市は、外部からの財・エネルギー投入により成立しているものと仮定した。人口増加率は、安定状態を想定し、一定（ゼロ）とした。

都市の持続可能性とコンパクト性を検討するため、次のようなシナリオのもとで感度分析を行った。基本ケースでは、工業部門、商業部門が都心部のみならず郊外にも立地し、住宅地は低層住宅が占めており、将来においても、都市の分散化傾向が続く状況を想定した。ケース1では、都市のコンパクト化を計るため、期末の資産評価関数のパラメータの重みを調整することにより、郊外に分散化した経済活動を都心部に集中させた。ケース2では、同様に都市のコンパクト化を図るため、土地利用規制を導入した。

シミュレーションを実施し、都市のコンパクト化への方策が、人口密度、土地利用などの都市空間構造への影響や、地代、生産額などの都市経済変数への影響が明らかになった。また、社会厚生関数の動学経路を比較するから、持続性の評価を行うことができることがわかった。

本モデルでは、各期の人口を所与とする閉鎖系モデルを開発した。人口規模に依存する集積の経済効果を組み込むことで、最適人口規模を求めることを検討している。今後、循環構造、資源の枯渇性・再生産性、集積の経済・不経済効果、住宅資本のフィルタリング等の拡張を予定している。

5. 本研究により得られた成果

以上、研究成果をまとめると以下のようなものである。

(1) 帯広都市圏を対象として、廃棄物を考慮した応用一般均衡モデルを開発した。このモデルによれば、廃棄物を対象とした環境税として、企業への課税よりも、家計への課税のほうがより効果的であることが判明した。しかしながらこのモデルには物質循環が入っていないため、物質の再(生)利用が都市圏経済にどのような影響を与えるのかが、今後の課題となっている。

(2) 10ゾーンからなる線形都市を想定し、動学的最適化コンパクトシティ・モデルを構築した。基本ケースを含め3ケースの数値シミュレーションを行い、都市のコンパクト化への方策が、人口密度、土地利用などの都市空間構造への影響や、地代、生産額などの都市経済変数への影響が明らかになった。また、社会厚生関数の動学経路を比較するから、持続性の評価を行うことができることがわかった。

6. 引用文献

- 1) 洪澤博幸, 氷飽揚四郎: 英米国における都市再開発政策に関する研究, 地域学研究, 31, 1, 305-321 (2001)
- 2) 洪澤博幸, 鯉江康正: 都市・地域の経済学, 山口 誠, 徳永澄憲, 洪澤博幸, 鯉江康正, 藤原孝男, 宮田 譲著「社会科学の学び方」, 朝倉書店, 52-81 (2001)

- 3) Y. Miyata and X. Pang : Economic and Material Accounting Matrix and Its Application to Computable General Equilibrium Analysis of Plastics Recycling, Studies in Regional Science, 31, 1, 195-219 (2001)
- 4) 宮田 譲, 彫 暁晋 : 地域ゼロエミッションの可能性とその評価, 土木計画学研究・論文集, 17, 449-460 (2000)
- 5) 宮田 譲 : 環境問題と経済学, 山口 誠, 徳永澄憲, 洪澤博幸, 鯉江康正, 藤原孝男, 宮田 譲著「社会科学の学び方」, 朝倉書店, 107-135 (2001)
- 6) Y. Miyata and A. Li : A System for Integrated Environmental and Economic Accounting with Ecological Interaction, Studies in Regional Science, 31, 1, 221-236 (2001)
- 7) 宮田 譲, 李 愛軍 : 社会的最適成長, 環境・経済統合勘定, および生態系評価, 土木計画学研究・論文集, 18, 255-266 (2001)
- 8) H. Shibusawa, T. Mizunoya, and Y. Higano : The Dynamic Interregional and Intersectoral Model: A Numerical Experiment of the Regional Economy in Japan , Studies in Regional Science, 32, 1 (2003)

7. 国際共同研究等の状況

なし

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表 (学術誌・書籍)

<学術誌 (査読あり)>

- ① H. Shibusawa, T. Mizunoya, and Y. Higano : Studies in Regional Science, 32, 1 (2003)
“The Dynamic Interregional and Intersectoral Model: A Numerical Experiment of the Regional Economy in Japan”

- ② 宮田 譲, 福岡克也, 有吉範敏, 劉 勤 : 地域学研究, 32, 1, 115-137 (2002)
「農業・森林の環境機能評価と環境・経済統合勘定」

<学術誌 (査読なし)>

- ① 洪澤博幸, 宮田 譲 : 日本地域学会第39回 (2002年) 年次大会学術発表論文集, 37-42 (2002)
「環境共生型都市シミュレータに関する研究」
- ② 李 愛軍, 洪澤博幸, 宮田 譲, 山口 誠 : 日本地域学会第39回 (2002年) 年次大会学術発表論文集, 51-58 (2002)
“Optimal Choice of Energy Technology to Abate Air Pollution Emissions in China”
- ③ 宮田 譲, 洪澤博幸 : 日本地域学会第39回 (2002年) 年次大会学術発表論文集, 299-306 (2002)
「枯渇性資源を考慮した動学的都市モデル」

<書籍>

なし

<報告書類等>

なし

(2) 口頭発表

- ①宮田 譲, 洪澤博幸: 日本計画行政学会第25回全国大会 (2002)
「先進国におけるコンパクト・シティの在り方に関する研究」
- ②洪澤博幸, 宮田 譲: 日本地域学会第39回 (2002年) 年次大会 (2002)
「環境共生型都市シミュレータに関する研究」
- ③李 愛軍, 洪澤博幸, 宮田 譲, 山口 誠: 日本地域学会第39回 (2002年) 年次大会 (2002)
“Optimal Choice of Energy Technology to Abate Air Pollution Emissions in China”
- ④宮田 譲, 洪澤博幸: 日本地域学会第39回 (2002年) 年次大会 (2002)
「枯渇性資源を考慮した動学的都市モデル」

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

宮田 譲 日本地域学会論文賞 (2002)

(5) 一般への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

今後、モデルのシミュレーションをより充実させ、学会等の発表を通じ、成果の広報、普及につとめる。