

都市の人口規模に着目したコンパクトシティ施策の効果に関する研究*

A Study on the Effect of the Measures for Compact City Focusing on Urban Population Size*

牧野夏樹**・中川大***・松中亮治****・大庭哲治****

By Natsuki MAKINO**・Dai NAKAGAWA***・Ryoji MATSUNAKA****・Tetsuharu OBA****

1. はじめに

モータリゼーションの進展は人々に自由な移動をもたらした。自動車交通は都市交通体系において中心的な役割を担うようになったが、その一方で自動車の普及は市街地の郊外化という都市構造の変化を引き起こした。市街地の低密度な拡散と自動車への依存の高まりは、特に地方都市において、公共交通のサービス低下、中心市街地の衰退、自動車の排気ガスによる環境負荷の増大といった都市問題を引き起こしている。これらの問題への対策として、都市機能の集約により都市を効率化し、自動車に頼らない都市を実現するというコンパクトシティの考え方が注目されており、その実現に向け、人口数万人の小都市から数十万人の地方中心都市まで、大小の都市においてコンパクトシティ施策が検討されている¹⁾。

こうしたなか、コンパクトシティに関する研究も多く蓄積されている。例えば、都市のコンパクト性を評価したものとして、都市機能の集積圏域と集積密度に着目して都市を類型化した佐保²⁾の研究や、人口密度や用途混合の観点から都市のコンパクト性を表わす指標を作成したBurton³⁾の研究がある。

また、都市のコンパクト化が公共交通や環境負荷に及ぼす影響を定量的に分析したものとして、中道ら⁴⁾のSLIM CITYという都市整備評価システムを用いた研究や、小島ら⁵⁾の交通環境負荷シミュレーションモデルを用いた研究がある。しかし、いずれにおいても都市の人口分布など都市構造の変化は前提条件として扱われており、コンパクトシティ施策が都市構造に及ぼす影響を分析したものではない。コンパクトシティ施策が都市構造へ及ぼす影響について分析した研究として、牧野ら⁶⁾の研究があるが、都市の人口規模の違いが施策効果へ及ぼす影響については考慮されていない。

このように、都市のコンパクト化の有用性を示した

*キーワード：都市計画、人口分布、コンパクトシティ

**学生員、京都大学大学院工学研究科

(京都市西京区京都大学桂 C クラスタ、
TEL075-383-3227、FAX075-383-3227)

***正員、工博、京都大学大学院工学研究科

****正員、工(博)、京都大学大学院工学研究科

研究は既に見られるものの、コンパクトな都市構造を実現するためのコンパクトシティ施策の効果・影響、さらに、都市の人口規模の違いが施策効果へ及ぼす影響については十分な分析や検証がなされているとはいえない。

そこで本研究では、都市の人口規模に着目し、地方都市を対象とした都市構造モデルを構築した上で、都市人口の大小がコンパクトシティ施策の効果に及ぼす影響を、仮想都市を対象とした数値シミュレーションにより定量的に明らかにすることを目的とする。その際、郊外化の進展がコンパクトシティ施策の効果に及ぼす影響を明らかにするために、施策実施の前提条件として、郊外への大型店舗立地が無い場合・有る場合の2通りを設定し、施策の効果を計測する。

2. 都市構造モデルの構築

(1) モデルの特徴

本研究で構築する都市構造モデルは地方都市を対象とし、アウトプットとして都市の人口分布を得る。このモデルにおいては、単一中心の都市構造を仮定し、住民は都市中心へ通勤や買物に向かうものとする。実際の都市における住民の移動は必ずしも都心-郊外間ではなく、郊外から郊外の移動が占める割合も大きい。この仮定により住民の行動を簡略化することで、都市の人口規模の違いが施策効果へ及ぼす影響を明確にすることができる。

単一中心都市を対象とした都市経済モデルとして、都市における道路用地への最適な土地配分量を検証したMillsら⁷⁾のモデルなど数多くのモデルが提案されているが、その多くは1つの交通機関のみを考慮したものであり、複数の交通機関を考慮したものは少ない。2つ以上の交通機関を考慮したモデルとして、Sasaki⁸⁾やAnasら⁹⁾のモデルが挙げられるが、前者ではすべての交通機関が都市中心から放射状に延びたネットワークとして扱われており、後者では公共交通を線状のネットワークとして扱っているものの、駅の使用は明示されていない。

しかしながら、本研究で対象とする地方都市においては、公共交通機関は線状のネットワークで形成されて

いる場合が多く、また、都市部のように駅間距離も短くはない。従って、従来のモデルでは、コンパクトシティを実現する上で重要な要素であるとされる公共交通¹⁰⁾について、その特性が十分に表現されているとはいえない。

これに対して、本研究で構築する都市構造モデルでは、線状の鉄道ネットワーク上に駅を明示的に考慮し、さらに、鉄道の運行頻度・車両混雑や道路の混雑など、各交通機関の特性を十分考慮している点が特徴であるといえる。

(2) 都市構造モデルの仮定

モデル構築にあたり、本研究では以下の諸仮定を置くこととする。

- 都市は、同質で特徴のない平野に形成された 2 次元の閉鎖都市を仮定する。
- 都市は、その中心に円形の中心業務地区 (= Central Business District, 以下 CBD と記す) を持ち、都市住民は通勤や買い物にはそこへ向かうものとする。CBD の面積は都市の総人口に比例する。
- 都市内には自動車と鉄道の 2 つの交通機関が存在する。図-1 に示すように、幹線道路は CBD を中心とした放射・環状のネットワークを有し、鉄道については 1 本の路線が CBD を起点に東西に延びているものとする。幹線道路のほかに細街路が稠密に存在するものとし、自動車で CBD に向かう場合には、住居から最寄りの幹線道路までは細街路を直線的に移動し、幹線道路上は最短経路を移動するものとする。鉄道を用いて CBD へ向かう際は、駅まで徒歩で向かい、そこから鉄道に乗車するものとする。また、徒歩で直接 CBD へ向かうことも可能である。都市住民は 2 機関のいずれか、もしくは徒歩で CBD 中心点へ行き、そこから CBD 内の

目的地へ向かうものとする。このとき、CBD 中心点から CBD 内の目的地までの交通費用は考慮しない。

- 住居の占有床面積や容積率、都市住民の賃金は一定とする。
- 都市内の土地は、すべて不在地主によって所有されるものとする。

(3) 家計の行動モデル

本モデルでは、立地主体は家計のみを考える。家計の効用 U は一般財消費量 Z のみで決定されるものとし、各家計は所得制約条件の下、効用最大化行動をとるものとする。

$$U = Z \quad (1)$$

$$\text{s.t. } W = Z + R_h(x, y) \cdot H + C(x, y) \quad (2)$$

ただし、 W は各家計が得る賃金、 $R_h(x, y)$ は地点 (x, y) における住宅地代、 H は住宅占有床面積、 $C(x, y)$ は地点 (x, y) から CBD 中心点までの交通費用である。

(4) 自動車交通費用の定式化

自動車交通費用の定式化にあたっては、幹線道路の混雑による影響を考慮する。図-2 に示した K-V 曲線に基づき各地点の自動車速度を求め、道路混雑を所要時間に反映する。ただし、細街路の混雑については考慮しないものとする。また、自動車交通の特性を考慮し、所要時間にランダム性を与える。ランダム項は所要時間に係数 α を掛けた値を標準偏差とする正規分布である。

以上を踏まえ、地点 (x, y) から CBD 中心点までの自動車交通費用 $C_C(x, y)$ は以下のように定式化される。

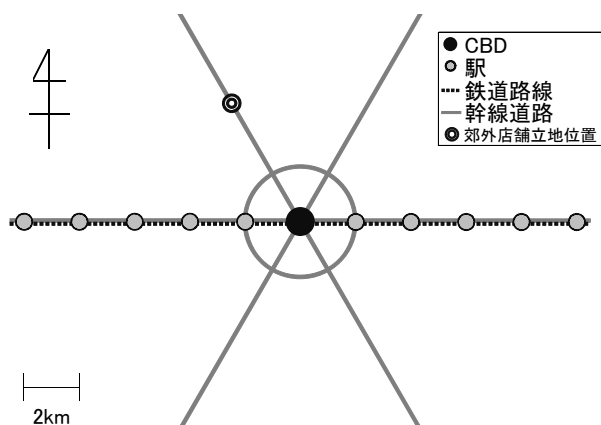


図-1 仮想都市の道路・鉄道ネットワーク

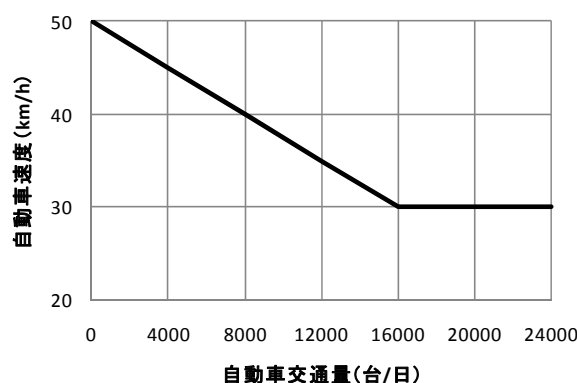


図-2 幹線道路のK-V曲線

$$C_C(x, y) = f \left[P_C \cdot \{D_{C1}(x, y) + D_{C2}(x, y)\} + F + w \left\{ \frac{D_{C1}(x, y)}{V_{C1}} + T_{C2}(x, y) + e \right\} + park \right] \quad (3)$$

ただし、 f はトリップ頻度、 P_C は単位距離あたりの自動車費用、 $D_{C1}(x, y)$ は地点 (x, y) から幹線道路までの距離、 $D_{C2}(x, y)$ は幹線道路の経路長、 F は走行距離に比例しない自動車費用、 w は時間価値、 V_{C1} は細街路での自動車速度、 $T_{C2}(x, y)$ は幹線道路での所要時間、 e は所要時間のランダム項、 $park$ は駐車費用である。

(5) 鉄道交通費用の定式化

鉄道交通費用の定式化にあたり、鉄道の運行間隔は一定で、その半分の時間が駅での待ち時間として発生するものとする。また、鉄道混雑による不効用を考慮し、混雑不効用の時間換算値 $G(x, y)$ を、鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル 2005¹¹⁾ 記載の混雑不効用関数に基づいて算出し、所要時間に加算する。利用する駅に関しては、CBD までの交通費用が最小となる駅を選択するものとする。

以上を踏まえ、地点 (x, y) から CBD 中心点までの鉄道交通費用 $C_T(x, y)$ は、以下のように定式化される。

$$C_T(x, y) = f \left[P_T \cdot D_T(x, y) + w \left\{ \frac{D_W(x, y)}{V_W} + \frac{D_T(x, y)}{V_T} + T_{wait} + G(x, y) \right\} \right] \quad (4)$$

ただし、 P_T は単位距離あたりの鉄道運賃、 $D_T(x, y)$ は地点 (x, y) における利用駅から CBD 中心点までの距離、 $D_W(x, y)$ は地点 (x, y) からその地点における利用駅までの距離、 V_W は徒歩速度、 V_T は鉄道速度、 T_{wait} は鉄道待ち時間である。鉄道事業者は、車両走行距離によって決まる運行費用を負担するものとし、料金収入から運行費用を差し引いたものを収益とする。

(6) 交通手段選択

交通手段の選択にはネスティッドロジットモデルを用いる。地点 (x, y) から CBD に向かう際の、自動車を利用する場合の効用 $V_C(x, y)$ 、鉄道を利用する場合の効用 $V_T(x, y)$ 、徒歩で直接向かう場合の効用 $V_W(x, y)$ を以下のように定義する。

$$V_C(x, y) = \theta_1 \cdot c_C(x, y) + \theta_2 \cdot t_C(x, y) \quad (5)$$

$$V_T(x, y) = \theta_1 \cdot c_T(x, y) + \theta_2 \cdot t_T(x, y) + \theta_P \quad (6)$$

$$V_W(x, y) = \theta_2 \cdot t_W(x, y) + \theta_P \quad (7)$$

ただし、 $c_C(x, y)$ は自動車を利用する場合の費用、 $t_C(x, y)$ は自動車を利用する場合の所要時間、 $c_T(x, y)$ は鉄道を利用する場合の費用、 $t_T(x, y)$ は鉄道を利用する場合の所要時間、 $t_W(x, y)$ は徒歩で直接向かう場合の所要時間、 $\theta_1, \theta_2, \theta_P$ はパラメータである。

ネスティッドロジットモデルの構造は、図-3に示すように、自動車を選択するか否かを上位レベルで、自動車を選択しない場合に鉄道か徒歩かを下位レベルでそれぞれ選択するものとする。

(7) 均衡条件と計算の流れ

均衡状態においては、以下の条件が満たされる。

① 立地均衡条件

各家計は効用最大化行動をとり、均衡状態においては各家計の効用水準は等しくなる。この条件と式(1)、(2)より以下の等式が成立する。

$$R_h(x, y) \cdot H + C(x, y) = W - Z = \text{const} \quad (8)$$

② 土地市場条件

地点 (x, y) の地代 $R(x, y)$ は、住宅地代 $R_h(x, y)$ と農業地代 R_a のいずれか大きい方とする。このとき都市境界における住宅地代は農業地代と一致することとなり、一般財消費量は次のように求められる。

$$Z = W - R_a \cdot H - C(\hat{x}, \hat{y}) \quad (9)$$

ただし、 $\hat{x}, \hat{y}$ は都市境界における x, y 座標である。

一般財消費量と地点ごとに計算される交通費用 $C(x, y)$ により、式(8)から各地点の地代が決定する。ここで、 $C(x, y)$ は上で定式化した自動車交通費用 $C_C(x, y)$ ・鉄道交通費用 $C_T(x, y)$ と、徒歩で直接 CBD に向かう場合の一般化交通費用 $C_W(x, y)$ について、次

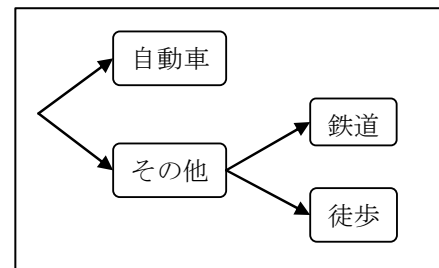


図-3 交通手段選択の構造

のように各手段の選択確率による加重平均をとることでより求めるものとする。

$$C(x, y) = k_C(x, y) \cdot C_C(x, y) + k_T(x, y) \cdot C_T(x, y) + k_W(x, y) \cdot C_W(x, y) \quad (10)$$

ただし、 $k_C(x, y) \cdot k_T(x, y) \cdot k_W(x, y)$ は地点 (x, y) におけるそれぞれ自動車・鉄道・徒歩の選択確率である。

③ 密度制約条件

不在地主は、以下のように地代に応じて決定される土地供給率 $r_{\text{sup}}(x, y)$ に従って土地を供給するものとする。

$$\begin{aligned} r_{\text{sup}}(x, y) &= \{R_h(x, y) / \beta_1\}^{\beta_2} \quad \text{if } R_h(x, y) < \beta_1 \\ r_{\text{sup}}(x, y) &= 1 \quad \text{if } R_h(x, y) \geq \beta_1 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\beta_1, \beta_2 > 0$$

ただし、 β_1, β_2 はパラメータである。供給された土地の一部が住宅地として利用され、各地点においては以下のような世帯密度 $D(x, y)$ の条件が満たされる。

$$\begin{aligned} H \cdot D(x, y) &= r_h \cdot r_{\text{sup}}(x, y) \cdot K \quad \text{if } R(x, y) > R_a \\ D(x, y) &= 0 \quad \text{if } R(x, y) = R_a \text{ 又は } \sqrt{x^2 + y^2} \leq r_{\text{CBD}} \end{aligned} \quad (12)$$

ただし、 r_h は住宅地面積率、 K は容積率、 r_{CBD} は CBD 半径である。また、CBD 内の住宅地面積率は通常の 1/2 とする。

上記のようにして、地代に応じた世帯密度を算出し、世帯当たり的人数（定数）を乗ずることにより人口分布を求める。この人口分布と各地点での各交通機関の選択確率から各機関の利用者数を求め、自動車・鉄道の混雑をそれぞれの交通費用 $C_C(x, y) \cdot C_T(x, y)$ に反映させる。そして、各地点の交通費用 $C(x, y)$ を求め、これをインプットとして再び地代や人口分布を計算する。

以上の計算を各変数が収束するまで繰り返し行う。

3. シミュレーション分析のデータ設定

（1）外生変数の設定

2. で構築した都市構造モデルを用い、仮想都市を対象とした数値シミュレーションにより、都市の人口規模を10万人・30万人・50万人と変化させた場合のコンパクトシティ施策の効果を分析する。シミュレーションにあたっては、土地を25m四方のメッシュ単位に分割し、

メッシュの中心点ごとに数値計算を行う。

シミュレーションに用いる外生変数は、表－1に示すように、各種統計調査などのデータから平均的な値を採用する。また、人口規模による差異が大きいと考えられる鉄道運行本数、容積率、住宅占有面積、駐車費用については、2005年国勢調査での人口が10・30・50万人に近いそれぞれ10の地方都市の実データを収集し、その平均値を外生変数の値とする。このようにして決定された値を表－2に示す。

（2）郊外店舗立地の設定

施策実施の前提条件として、郊外店舗立地が有る場合についても考える。ここで、都市住民の通勤と買い物交通需要は半々で、同一の頻度で交通行動を行うものとし、郊外店舗立地がある場合には、通勤はすべてCBDに向かうが、買い物についてはCBDと郊外店舗のいずれかを選択するものとする。このとき、商業地の魅力度は同一とし、買物目的地の選択は交通一般化費用のみに依存するものとする。郊外店舗は図－1で示した位置に立地し、アクセスは自動車のみを考える。郊外店舗を利用する場合は、その特性を考え駐車費用はかからないものとする。

4. 無施策時のシミュレーション結果

コンパクトシティ施策の効果分析にあたり、本章では無施策時のシミュレーション分析結果について説明する。

表－1 外生変数の設定

変数名	設定値
家計の賃金	10,000 円/日
世帯当たり人数	1 人/世帯
時間価値	40 円/分
単位距離当たりの自動車費用	20 円/km
距離に比例しない自動車費用	600 円/日
自動車速度（細街路）	20 km/h
自動車自由流速度（幹線道路）	50 km/h
徒歩速度	4 km/h
鉄道速度	40 km/h
農業地代	10 円/日・㎡
1人あたりCBD面積	6.2 ㎡/人

表－2 人口規模ごとの外生変数設定値

人口	鉄道運行 本数 (本/時)	容積率 (%)	住宅占有 面積 (㎡/世帯)	駐車費用 (円/日)
10万人	2.23	60.33	40.1	314
30万人	2.35	65.07	37.2	449
50万人	3.23	71.20	34.8	560

まず、郊外店舗立地が無い場合の人口10万人・30万人・50万人の仮想都市の人口分布をそれぞれ図－4、図－5、図－6に示す。いずれの人口規模の都市においても、CBDに近いほど人口密度が高くなっている。CBD内については住宅地面積率を通常の1/2としているため、周辺よりも人口密度は低い。また、人口30万人・50万人の都市では鉄道駅付近で周囲よりも人口が多くなっている。人口10万人の都市ではこのような傾向ははっきりとは見られないが、この原因としては、鉄道サービス水準の低さや、人口の大部分がCBD内もしくはCBD付近の鉄道を必要としない地区に居住していることなどが考えられる。

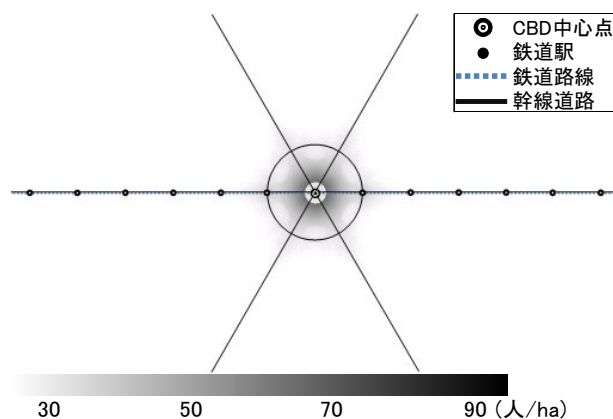
次に、郊外店舗立地の無い場合、有る場合のそれぞれについて人口規模ごとのシミュレーション結果を表－3に示す。人口規模の大きい都市ほど居住地人口密度が高く鉄道の分担率も高くなるなど、概ね現実 に即した結果が得られている。郊外店舗立地による影響としては、居住地人口密度については人口10万人で0.5人/ha、人口30万人で0.3人/ha、人口50万人で1.7人/haの低下がみられ、中心部人口密度についてはそれぞれ0.9人/ha、0.8人/ha、1.5人/haの低下を示している。また、自動車分担率の上昇と、それに伴う人キロあたりエネルギー消費量の増大もみられ、郊外化の進展の様子が表わされている。

鉄道事業者の収支状況については、郊外店舗の立地による料金収入の大幅な減少がみられる。収益では、郊外店舗立地の無い場合・有る場合のいずれにおいても人口10万人・30万人で赤字、人口50万人では黒字となっている。

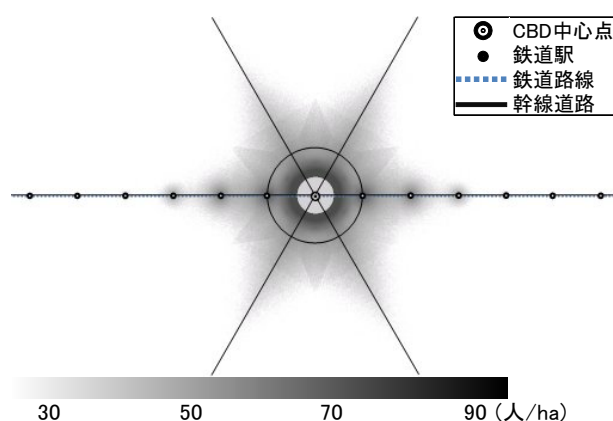
5. コンパクトシティ施策の効果分析

(1) 対象とするコンパクトシティ施策

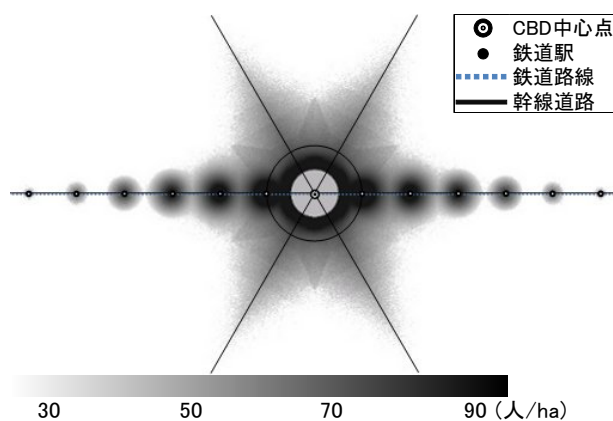
本研究では、以下に示す3つのコンパクトシティ施策について施策効果を計測する。



図－4 人口分布（人口 10 万人）



図－5 人口分布（人口 30 万人）



図－6 人口分布（人口 50 万人）

表－3 無施策時のシミュレーション結果

項目名	単位	郊外店舗立地無し			郊外店舗立地有り		
		10万人	30万人	50万人	10万人	30万人	50万人
居住地面積	ha	3,073	7,137	9,066	3,121	7,192	9,345
居住地人口密度	人/ha	32.5	42.0	55.2	32.0	41.7	53.5
中心部面積	ha	515	3,661	7,315	533	3,626	7,299
中心部人口密度	人/ha	47.3	50.3	59.5	46.4	49.5	58.0
鉄道分担率	%	1.9	5.1	17.8	1.0	2.9	9.5
徒歩分担率	%	16.1	10.4	9.4	11.8	7.4	6.4
自動車分担率	%	81.9	84.5	72.8	87.2	89.7	84.1
鉄道料金収入	万円/日	29	335	2,526	14	166	1,171
鉄道運行費用	万円/日	406	426	572	406	426	572
鉄道収益	万円/日	-377	-91	1,954	-392	-260	599
人キロあたりエネルギー消費量	kcal/人・km	568	566	485	589	591	560

① 鉄道サービスの向上施策

鉄道の運行頻度が増大したものとして、時間あたりの運行本数を無施策時の1.5倍とする。

② 中心市街地・駅周辺の容積率規制緩和施策

中心市街地・駅周辺の容積率規制の緩和により、土地利用が高度化したものとして、CBD内および駅から500m以内の地区において住宅の実容積率を表－2に示した無施策時の値の1.5倍とする。

③ パークアンドライド施策（P&R）

CBDから東側2つ目以遠の駅をP&R駅に設定し、これらの駅へは徒歩だけでなく自動車でも向かうことができるものとする。P&R駐車費用は、CBD駐車費用の半額とする。

また、パッケージ施策として、鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策を合わせて実施した場合と、3施策を合わせて実施した場合についても分析する。

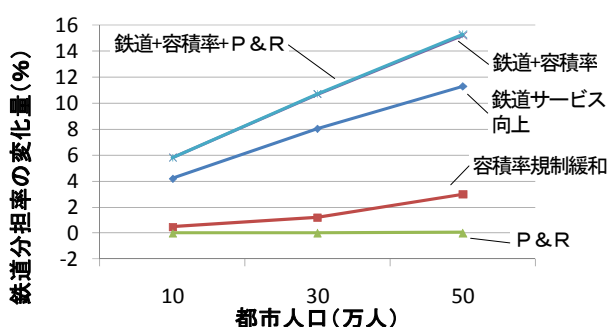
（2）コンパクトシティ施策の効果検証

人口規模の異なる仮想都市に対して、各コンパクトシティ施策を実施した場合の各指標の変化について説明する。

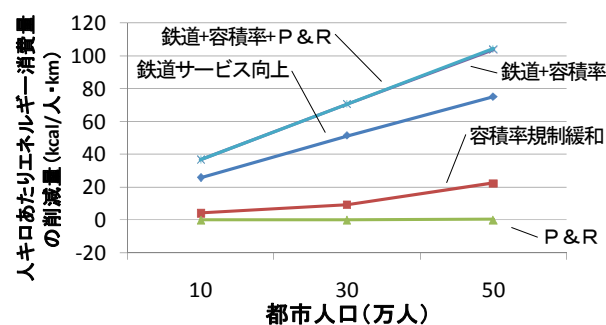
まず、P&R利用も含めた鉄道分担率の変化量を郊外店舗立地の無い場合と有る場合に分けて図－7、図－8に示す。鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策

に鉄道分担率を上昇させる効果がみられ、特に鉄道サービス向上施策の施策効果が高い。これらの施策には人口規模が大きいほど施策効果が高まる傾向がみられ、人口50万人での施策効果を人口10万人のものと比較すると、郊外店舗立地の無い場合には鉄道サービス向上施策で2.8倍、容積率規制緩和施策で3.4倍、郊外店舗立地の有る場合にはそれぞれ3.0倍、2.7倍となっている。容積率規制緩和施策では、郊外店舗立地の有る場合の方が施策効果の伸び率が小さくなっているのに対し、鉄道サービス向上施策では逆の傾向を示している。これは、人口10万人で郊外店舗立地の有る場合では、人口の大部分がCBD内やCBDの周囲、郊外店舗周辺に集中し、駅周辺の人口が少ないために鉄道利用者が非常に少なく、鉄道サービス向上施策の効果が特に小さいためと考えられる。

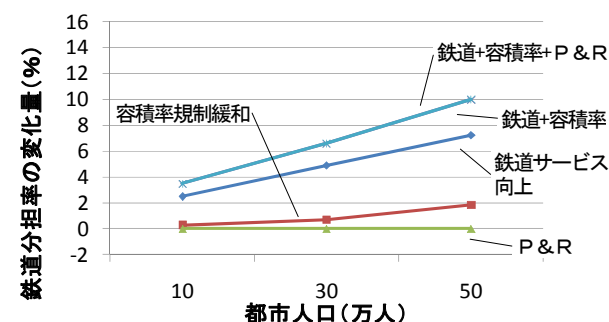
鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策をパッケージ施策として併せて実施した場合の鉄道分担率上昇効果は、それぞれを単独で実施した場合の鉄道分担率増加分の和よりもやや高い値を示しており、パッケージ化の効果があるといえる。P&R施策については人口規模に依らず効果はほとんどみられない。郊外店舗の有無で比較すると、郊外店舗立地による施策効果の減少がみられ、P&R施策を除く2施策では、郊外店舗立地時の鉄道分担率の上昇効果が立地が無い場合の55%～65%程となっている。



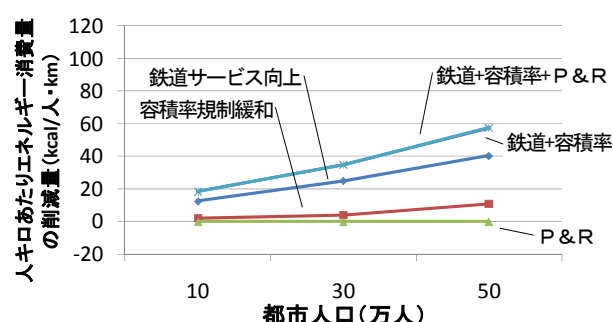
図－7 鉄道分担率の変化量（郊外店舗無し）



図－9 人キロあたりエネルギー消費量の削減量（郊外店舗無し）



図－8 鉄道分担率の変化量（郊外店舗有り）



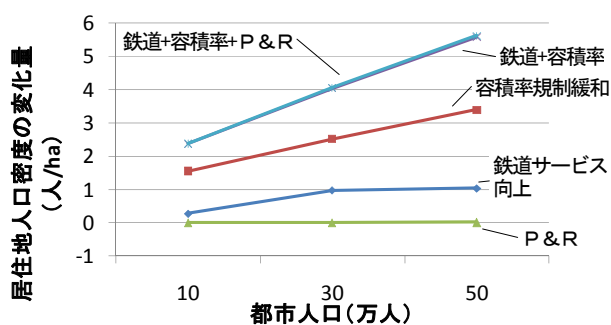
図－10 人キロあたりエネルギー消費量の削減量（郊外店舗有り）

次に、人キロあたりエネルギー消費量の削減量を図－9、図－10に示す。傾向としては鉄道分担率の変化量と概ね同様で、鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策については人口規模が大きいほど施策効果が高い。人口50万人での施策効果を人口10万人でのものと比較すると、郊外店舗立地の無い場合には鉄道サービス向上施策で2.9倍、容積率規制緩和施策で5.4倍、郊外店舗立地の有る場合にはそれぞれ3.2倍、5.3倍となっている。

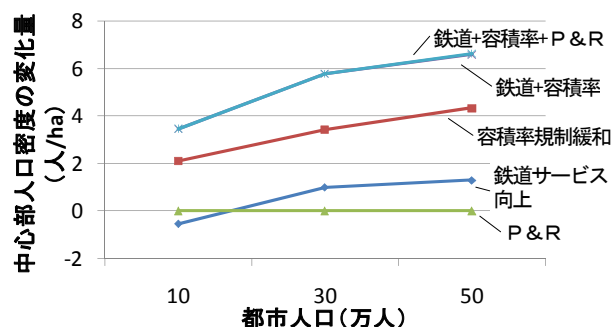
居住地人口密度の変化量を図－11、図－12に、中心部人口密度の変化量を図－13、図－14に示す。ここで、中心部とは接続する人口密度が40人/ha以上のメッシュとそれに囲まれるメッシュからなる地区で、DI Dに相当する。無施策時における中心部の範囲を、人口規模ごとに図－15、図－16、図－17に示す。まず、居住地人口密度については鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策で施策効果がみられ、特に容積率規制緩和施策で効果が高い。異なる人口規模の都市に対して実施した場合の施策効果の傾向としては、先の2指標と同様に人口規模が大きいほど効果が高まり、人口50万人での施策効果を人口10万人でのものと比較すると、郊外店舗立地の無い場合には鉄道サービス向上施策で3.7倍、容積率規制緩和施策で2.2倍、郊外店舗立地の有る場合にはそれぞれ4.4倍、2.1倍となっている。P&R施策についてはほとんど効果がみられず、人口50万人で郊外店舗立地が有る場合においては、0.07人/haとわずかなでは

あるものの施策実施により居住地人口密度が低下している。中心部人口密度の変化量に関して特徴的な点は、人口10万人の都市において郊外店舗の有る場合・無い場合のいずれにおいても鉄道サービス向上施策の実施により中心部の人口密度が低下している点である。これは、小規模な都市で鉄道サービスを向上させることで、駅周辺への居住が進み中心部の範囲は広がるものの、駅周辺の人口密度はCBD付近ほど高くないために、中心部の人口密度としては低下しているものと考えられる。

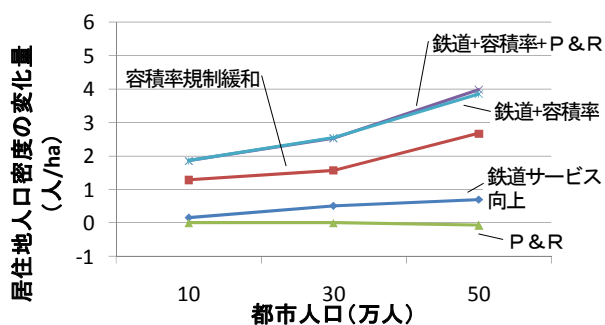
表－4に鉄道事業者の収益を示す。いずれの人口規模の都市においても郊外店舗の立地により収益が悪化しており、市街地の郊外化により公共交通の成立可能性が低下する状況を示しているといえる。人口10万人の都市においては鉄道サービス向上施策の実施により、運行費用の増加分が運賃収入の増加分を上回るため収益は悪化している。一方で人口30万人・50万人の都市においては鉄道サービス向上により収益は大幅に改善されている。特に、人口30万人の都市で郊外店舗立地の無い場合においては、無施策時は90.7万円/日の赤字であったが施策実施により326.0万円/日の黒字へ転じている。容積率規制緩和施策については、いずれの人口規模においてもある程度の収益改善効果がみられる。ただし、人口30万人・50万人の都市における施策効果は鉄道サービス向上施策ほどではない。



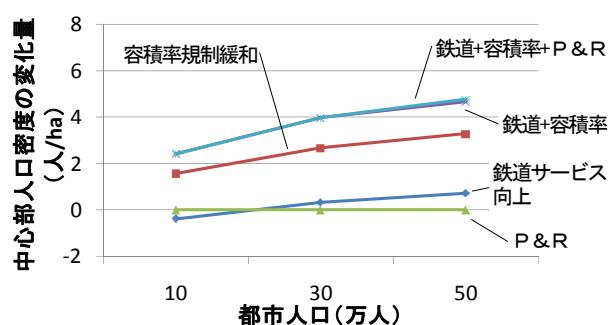
図－11 居住地人口密度の変化量（郊外店舗無し）



図－13 中心部人口密度の変化量（郊外店舗無し）



図－12 居住地人口密度の変化量（郊外店舗有り）

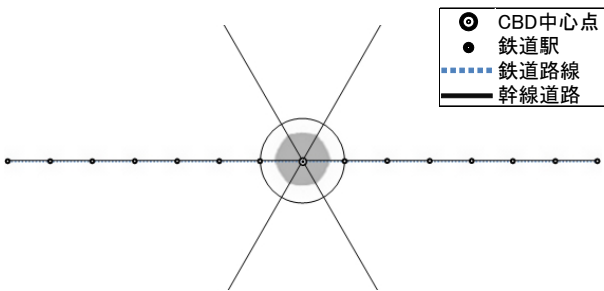


図－14 中心部人口密度の変化量（郊外店舗有り）

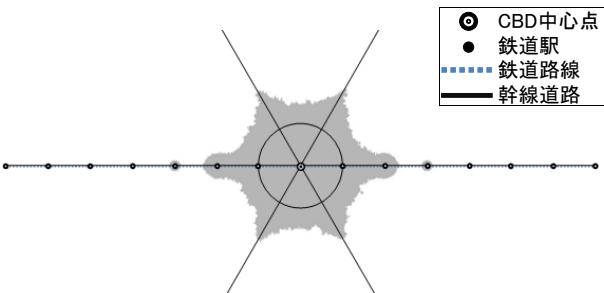
6. おわりに

本研究では、地方都市を対象とした都市構造モデルを構築し、数値シミュレーションにより都市の人口規模がコンパクトシティ施策の効果に及ぼす影響を定量的に分析した。

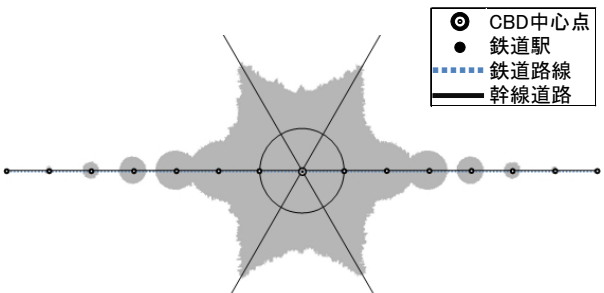
その結果、鉄道サービス向上施策と容積率規制緩和施策にはコンパクトシティ施策としての効果がみられ、



図ー15 中心部の範囲（人口 10 万人）



図ー16 中心部の範囲（人口 30 万人）



図ー17 中心部の範囲（人口 50 万人）

シミュレーションの結果において、人口50万人での施策効果を人口10万人でのものと比較すると、郊外店舗立地の無い場合の人キロあたりエネルギー消費量の削減量については鉄道サービス向上施策で2.9倍、容積率規制緩和施策で5.4倍となるなど、人口規模の大きい都市ほど施策効果が高いことがうかがえることを明らかにした。一方で、P&R施策についてはコンパクトシティ施策としての効果はごく小さく、人口50万人で郊外店舗立地の有る場合には、施策実施による居住地人口密度の低下がみられた。

また、施策実施の前提条件として郊外店舗立地の有る場合と無い場合について分析し、施策効果を比較した。郊外店舗立地により、居住地人口密度が0.3～1.7人/ha程減少するなど郊外化の進展がみられ、さらに、立地が有る場合は鉄道サービス向上施策や容積率規制緩和施策実施時の鉄道分担率上昇が立地が無い場合の55%～65%程度になるなど、コンパクトシティ施策の効果が減少することも明らかにした。

鉄道事業者の収益については、鉄道サービス向上施策の実施により、人口10万人の都市では赤字幅が拡大したものの、人口30万人・50万人の都市においては収益の改善がみられ、赤字から黒字に転じるケースもみられた。

なお、本研究では容積率規制が緩和された地区においては実容積率が高まるものとしているが、現状の地方都市においては容積率の充足率が低い場合も多く、容積率規制緩和施策だけでなく中心市街地や駅勢圏内への居住を促すような施策をあわせて行うことも必要と考えられる。

また、以上の結果についてはすべての住民がCBDへ向かうという強い仮定の下で得られた結果であり、そのまま現実の都市へ当てはめられるものではない。しかしながら、コンパクトシティ施策の実施により、人口が都市中心部へ集中し、それに伴いエネルギー消費量の削減や鉄道事業者の収益改善といった効果が得られる可能性が有ることを示唆しているといえる。

表ー4 鉄道事業者収益

郊外店舗無し						
人口	施策なし	鉄道サービス向上	容積率規制緩和	P & R	鉄道+容積	鉄道+容積+P&R
10万人	-377.4	-492.0	-370.2	-377.3	-465.9	-465.6
30万人	-90.7	326.0	-9.6	-89.7	529.9	532.6
50万人	1,953.9	3,595.9	2,410.9	1,960.6	4,255.4	4,268.1

郊外店舗有り						
人口	施策なし	鉄道サービス向上	容積率規制緩和	P & R	鉄道+容積	鉄道+容積+P&R
10万人	-391.9	-539.1	-388.3	-391.9	-523.8	-523.5
30万人	-260.2	-127.6	-220.2	-259.8	-10.0	-8.8
50万人	599.3	1,388.1	845.6	599.9	1,794.3	1,798.5

(単位: 万円/日)

参考文献

- 1) 海道清信：コンパクトシティ 持続可能な社会の都市像を求めて，学芸出版社，2001.
- 2) 佐保肇：中小都市における都市構造のコンパクト性に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No. 33, pp. 73-78, 1998.
- 3) Elizabeth Burton：Measuring urban compactness in UK towns and cities, Environment and Planning B: Planning and Design, Vol.29, pp.219-250, 2002.
- 4) 中道久美子，谷口守，松中亮治：都市コンパクト化政策に対する簡易な評価システムの実用化に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No. 39-3, pp. 67-72, 2004.
- 5) 小島浩，吉田朗，森田哲夫：交通・環境負荷を小さくする都市構造と交通施策に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No. 38-3, pp. 553-558, 2003.
- 6) 牧野夏樹，中川大，松中亮治，大庭哲治：コンパクトシティ施策が都市構造・交通環境負荷に及ぼす影響に関するシミュレーション分析，日本都市計画学会学術研究論文集，No. 44-3, pp. 739-744, 2009.
- 7) Edwin S. Mills and David M. de Ferranti：Market Choices and Optimum City Size, The American Economic Review, Vol.61, pp.340-345, 1971.
- 8) Komei Sasaki：Transportation System Change and Urban Structure in Two-Transport Mode Setting, Journal of Urban Economics, 25, pp.346-367, 1989.
- 9) Alex Anas and Leon N. Moses：Mode Choice, Transport Structure and Urban Land Use, Journal of Urban Economics, 6, pp.228-246, 1979.
- 10) たとえば，北村隆一：鉄道でまちづくり 豊かな公共領域がつくる賑わい，学芸出版社，pp. 94-95, 2004.
- 11) 国土交通省鉄道局：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005，運輸政策研究機構，pp. 31-32, 2005.

都市の人口規模に着目したコンパクトシティ施策の効果に関する研究*

牧野夏樹**・中川大***・松中亮治****・大庭哲治****

近年、モータリゼーションの進展に起因する様々な都市問題への対策としてコンパクトシティの考え方が注目されており、大小様々な都市においてコンパクトシティ施策が検討されている。本研究では、都市の人口規模に着目し、人口規模の異なる仮想都市を対象として数値シミュレーションを行い、コンパクトシティ施策の効果について分析することで、人口規模の違いが各施策の効果へ及ぼす影響を明らかにした。また、郊外店舗が立地した場合についても分析し、施策実施前の都市構造により施策効果に明確な差がみられることを明らかにした。

A Study on the Effect of the Measures for Compact City Focusing on Urban Population Size*

By Natsuki MAKINO**・Dai NAKAGAWA***・Ryoji MATSUNAKA****・Tetsuharu OBA****

In recent years, various urban problems have appeared due to the development of motorization, and as a measure against them the idea of compact city is discussed in various cities : from small city to large city. Thus in this study, focusing on the urban population size, we analyze the effect of the measures for compact city by numeral simulation in the hypothetical cities which have various urban population sizes. We clarify the influence of the difference of the urban population size on the effect of these measures.
