

交通エネルギー・建設エネルギーからみたコンパクトシティの効率性に関する一考察

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○坂本 京太郎
京都大学大学院工学研究科 正会員 北村 隆一

1. はじめに

近年，都市計画の分野では，エネルギー消費を削減するための有効な手段として，新たな都市構造への転換や土地利用政策が提案されてきた．その一例がコンパクトシティである．

本研究では，現在の京阪神都市圏に，都心回帰に基づいたコンパクトシティを構築するというシナリオ分析により，コンパクトシティの評価を行う．その際，交通エネルギーの効率化という正の側面と，コンパクトシティ構築に建設エネルギーが必要となるという負の側面の両面から評価を行う．

2. 世帯交通エネルギー消費の予測モデル

本節では，2000 年に行われた京阪神パーソン・トリップ・データ（以下，PT データ）を基に，1 世帯当たりの交通エネルギー消費量を推計する．さらにその推計値から，重回帰モデルとバイナリー・プロビット・モデルを用いた多変量解析を通じ，各世帯の特性から世帯交通エネルギー消費量を予測するモデルを構築する．この予測モデルは後のシナリオ分析に用いる．

世帯交通エネルギー消費量の推計には，松橋¹⁾により示される交通機関別消費係数を用い，端末交通手段や走行速度を考慮した交通エネルギー消費量を求めることとする．解析に含まれるのは PT データに含まれる 194 の市区町村（ゾーン）に居住する 165,208 標本世帯であり，その内 100,622 標本世帯が調査日に通勤トリップを含む，「通勤世帯」である．

続いて予測モデルの構築を行う．コンパクトシティの構築等，交通エネルギー消費削減を目的とした土地利用政策を実施する際，通勤世帯の郊外から都心への移住が政策の中心となると考えられる．そこで，本節では通勤世帯のデータのみを用いて，通勤世帯の交通エネルギー消費量を予測するモデルを構築する．

モデルの中で値が決定される被説明変数は，
1 日当たりの世帯交通エネルギー消費量
世帯主通勤距離

世帯主通勤交通手段（自動車通勤か否か）

世帯自動車保有台数

の 4 つである．通勤距離，通勤交通手段（1=自動車通勤，0=それ以外），自動車保有台数は，交通エネルギー消費量に大きく影響すると考えられ，さらには世帯の移住によって大きく変動すると考えられるために被説明変数とする．また，説明変数として世帯属性・居住地特性・勤務地特性・居住地－勤務地間ネットワーク特性を用いる．

モデルの推定結果を表 1 に示す．左から世帯主通勤距離，通勤手段，自動車保有台数，交通エネルギー消費量の順で，推定結果が示されている．

表1 モデル推定結果:通勤世帯													
		世帯主通勤距離			世帯主通勤手段 ^{*)}			自動車保有台数			世帯交通エネルギー消費量		
		B	β	t	B	β	t	B	β	t	B	β	t
世帯属性	世帯主通勤距離				-0.003	1638.4					43.9	0.161	46.0
	世帯主通勤交通手段							0.116	0.058	16.3	13507.3	0.318	46.4
	自動車保有台数												
	人員数			0.063	127.7		0.287	0.399	105.1		-1643.1	-0.081	-12.9
	勤労者数			0.003	0.2		0.199	0.164	55.8		3698.7	0.108	27.8
	学生数			-0.082	58.4		-0.207	-0.110	-38.7		5554.3	0.105	29.2
居住地特性	子供数			-0.011	1.7		-0.228	-0.174	-53.9		2634.3	0.072	17.3
	世帯主 年齢	20代ダミー		0.170	3.3								
	30代ダミー		0.327	12.1		0.014	0.006	2.1					
	40代ダミー		0.359	14.6		-0.055	-0.024	-7.5		-876.5	-0.014	-4.3	
	50代ダミー		0.410	19.2		-0.031	-0.014	-4.9					
	60代ダミー		0.494	27.3						1049.4	0.012	4.0	
	70代ダミー		0.490	23.3									
	80代ダミー		0.683	17.2									
	世帯主 性別ダミー		0.327	674.1						928.5	0.015	4.7	
	世帯主 免許保有ダミー		1.668	6548.2		0.587	0.234	88.6					
	世帯主 一次産業従事ダミー		-0.244	28.1		0.373	0.040	16.2		-5953.6	-0.022	-7.6	
	世帯主 二次産業従事ダミー		0.061	38.0		-0.034	-0.017	-6.9		1707.8	0.030	10.2	
居住地－勤務地間ネットワーク特性	都心ダミー		-0.084	5.0		-0.100	-0.047	-7.4					
	郊外ダミー		0.004	0.0		-0.020	-0.010	-2.0					
	DID人口比		-0.090	4.6		-0.524	-0.128	-27.7					
	一次産業従業人口割合		-0.289	0.8		0.769	0.023	6.1		-12099.1	-0.013	-3.0	
	二次産業従業人口割合		-0.288	8.4		0.428	0.027	9.2		-21565.6	-0.048	-15.7	
	鉄道アクセス係数 ^{*)} ($\times 10^{-6}$)	-1.809	-0.009	-5.3		-0.142	49.5						
	都心ダミー		-0.244	11.5									
	郊外ダミー		-0.087	9.4									
	DID人口比		-0.761	249.9		-0.165	-0.037	-9.9					
	一次産業従業人口割合		-0.751	4.4						-20530.5	-0.020	-4.7	
	二次産業従業人口割合		1.001	104.6		0.273	0.021	6.5					
	事業所密度($\times 10^{-3}$)		-0.118	301.5						-1144.7	-0.051	-8.9	
ネットワーク	鉄道アクセス係数 ^{*)} ($\times 10^{-6}$)	0.960	0.007	3.6		-0.167	64.1			-1756.0	-0.031	-4.5	
	鉄道・自動車所要時間差		-0.352	-0.044	-28.9		0.005	107.4		0.001	0.009	3.2	
	同一ゾーンダミー		53.089	0.234	154.9		-0.505	174.7		0.067	0.033	11.8	
	都心から都心へ通勤ダミー					-0.030	0.2						
	郊外から都心へ通勤ダミー					-0.147	4.2			-0.044	-0.019	-5.4	
	直線距離		0.851	0.924	337.4								
	鉄道所要時間		0.819	0.136	55.3								
	(定数) ^{*)}	-24.421		-32.0	0.871	60.0	0.283		10.1	8858.6		14.7	
	調整済みR ² 値		0.868		0.271				0.438			0.186	
	N		100622		100622				100622			100622	

*1 世帯主通勤交通手段の推定には，バイナリー・プロビット・モデルを用いた
*2 世帯主通勤交通手段では，(定数)ではなく(しきい値)

3. 建設エネルギーの推定

コンパクトシティを構築する際に必要となる建設エネルギーは，住居建設をはじめ，生活配管の整備，公共交通機関の整備，公共・福祉施設の建設など様々であるが，本研究では移住に伴う住居建設に関する建設エネルギーを考えることとする．

高密度都市を構築するために，移住世帯は一戸建てではなく，集合住宅を新たに建設する必要があるとし，

キーワード コンパクトシティ，交通エネルギー，建設エネルギー，シナリオ分析

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 TEL&FAX075-753-5916

住居の床面積は5歳以上世帯人員数に比例、どのゾーンに建設しても建設エネルギー消費量は等しいと仮定する。林ら²⁾の研究によると、我が国での事務所ビルの建設エネルギー平均消費量は11.2(GJ/m²)である(1GJ=10⁹J, 1cal=4.184J)。住居建築・非住居建築別の建築資源消費量³⁾を用いて換算すると、住居の建設エネルギー平均消費量は8.5(GJ/m²)となる。1人当たりの住居平均床面積は、住宅・土地統計調査から33(m²/人)である。建物の共有面積なども考慮して、1人当たり必要建設床面積は40(m²/人)に設定した。

4. コンパクトシティ構築のシナリオ分析

コンパクトシティの概念で共通している点は、職住近接という土地利用形態である。このことからコンパクトシティを構築するためには、少なくとも同じゾーンに勤務先と住居が存在することが必要条件であると考へた。本研究では、郊外に居住し世帯主が都心に通勤している世帯の、勤務地のあるゾーンへの移住を図るという、必要条件を満たすシナリオを設定する。

ここで、本研究における都心と郊外を定義する。194の分析対象ゾーンを、福井ら⁴⁾により示される都市類型を用い、ゾーンの特性によって5つ（商業都市・混合集積都市・自立都市・衛星都市・未都市化地域）に分類する。本研究では、この5つの都市類型の内、商業・業務施設が集中している商業都市と混合集積都市を都心とみなし、ベッドタウンとしての性質の強い衛星都市を郊外とみなす。図1に都心と郊外の分布を示す。シナリオでは、郊外に居住しており都心に勤務地を持つ22,784標本世帯を対象とし、該当世帯の20%、50%、100%（無作為抽出）の3レベ

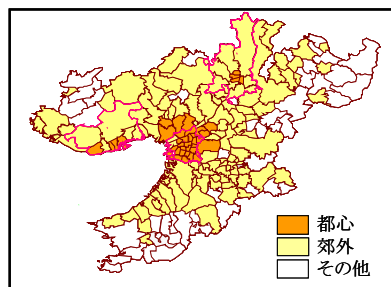


図1 都心と郊外の分布

ルで勤務地への移住を図るものとする。拡大係数を用い、実際の京阪神都市圏でこのシナリオを遂行すると、移住対象世帯はおよそ971,000世帯となる（拡大係数平均値42.6、標準偏差12.2）。

以上の設定に基づき、第2節で構築した交通エネルギー消費予測モデルと、第3節で推定した建設エネルギーを用いて、シナリオ分析を行う。なお、居住地特性や勤務地特性に用いられる人口密度、DID人口比等

の諸説明変数について、移住による変化は考慮しないものとした。また、移住を行わない世帯のエネルギー消費量については、第2節の推計値を用いた。結果を表2に示す。

表2 世帯交通エネルギー消費量の変化と必要建設エネルギー消費量の関係

	通勤世帯(100622世帯)			全世帯(165208世帯)			建設エネルギーの補充にかかる年数 (year)
	平均(kcal/day)	移住前	移住後	平均(kcal/day)	移住前	移住後	
20%移住	22451	21981	-2.1 %	17200	16913	-1.7 %	66
50%移住	22451	21324	-5.0 %	17200	16513	-4.0 %	69
100%移住	22451	20112	-10.4 %	17200	15775	-8.3 %	67

シナリオ分析の結果から、交通エネルギー消費量については、都市のコンパクト化によって最高で8.3%の削減が可能という結果となった。これは従来の解析でも示されてきた、都心居住を進めることは交通エネルギーの観点から効率的であるという結果と同様である。しかし、建設エネルギーに着目すると、必要エネルギー量は交通エネルギー消費削減量の約70年分という大きな値をとることがわかった。住居以外の建設エネルギーも考慮すると、さらなるエネルギーが消費されると言える。

5. 結論

交通エネルギー、建設エネルギーの両面から考えて、住居の更新が迫られた場合に、個人レベルで郊外から都心に移住することはエネルギー効率的に望ましいと言える。しかし、政策として、ある一定期間内に多くの世帯の都心居住を進めると、膨大な建設エネルギーが消費されることとなる。つまり、都市圏レベルの政策として急激にコンパクトシティ構築を行うことは、エネルギー効率が悪いため不必要と言える。それよりも、あらゆる構造物の施工時、更新時の省エネルギー化や、建造物の耐用年数を延ばす技術の開発等、現存する都市構造や建造物を壊さずにより長く使っていくことに重きを置くべきである。

参考文献

- 1) 松橋啓介：大都市圏の地域別トリップ・エネルギーから見たコンパクト・シティに関する考察，日本都市計画学会学術研究論文集，vol.35，pp.469-474，2000。
- 2) 林英明，岡建雄，小玉祐一郎：1990年表によるエネルギー消費量と炭素排出量の原単位：産業連関表による建築物の評価（その5），日本建築学会計画系論文集，No.511，pp.75-81，1998。
- 3) 横山計三，横尾昇剛，岡建雄：1995年表による資源消費原単位：産業連関表による建築物の評価（その10），日本建築学会環境系論文集，No.568，pp.1-7，2003。
- 4) 福井賢一郎，明石修，北村隆一，菊池輝：動的都市類型に基づく交通行動変化の経時的分析：モータリゼーション・サバーバナイゼーションの功罪，土木計画学研究・講演集，No.27，CD-ROM，2003。