

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

化石資源の枯渇が迫りつつある昨今、様々な分野で省エネルギーが叫ばれている。我々の日常生活に欠かせない「交通」の面でも、エネルギーの効率化は緊喫の課題である。近年、都市計画の分野では、交通エネルギー消費を削減するための有効な手段として、「コンパクトシティ」等の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。

いかに有効に交通エネルギー消費を削減するかを考える際に大切なのは、交通エネルギー消費に影響を与えている多数の要因を把握することである。さらに、土地利用政策の効率性を評価するためには、政策後の交通エネルギー消費量を推定する必要がある。

そこで本研究では、土地利用政策には世帯単位の移住が中心となることを踏まえ、世帯の交通エネルギー消費量に影響を与えている要因を探ると共に、政策後の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。

2. 世帯交通エネルギー消費量の推定

本研究では、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定する。推定には、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 世帯であり、その内 100,622 世帯が調査日に通勤トリップを含む、「通勤世帯」である。

表 1 に、世帯の自動車保有台数と交通エネルギー消費量の関係を示す。

表1 自動車保有台数別世帯平均交通エネルギー消費量

自動車保有台数	0台	1台	2台	3台以上
平均交通エネルギー消費量(kcal)				
世帯当たり	4,356	18,148	30,023	39,380
1人当り	3,718	8,413	11,602	13,282
トリップ当り	1,317	2,846	3,894	4,493
人・km当り	531	1,012	1,349	1,555
平均トリップ長(km)	7.0	8.3	8.6	8.5
サンプル世帯数	51,879	74,899	27,473	10,957

自動車を 3 台以上持つ世帯の消費量は、1 台も持た

ない世帯の消費量の約 9 倍となっており、1 人当たりの消費量でも約 3.6 倍、トリップ当たりの消費量も約 3.4 倍となっている。さらに、2 台持つ世帯も 3 台以上持つ世帯とほぼ同等の消費量となっている。一方、1 台のみ持つ世帯でも、1 台も持たない世帯の消費量の約 4.2 倍となっており、1 人当たりで約 2.3 倍、トリップ当たりで約 2.2 倍となっている。従って、自動車の保有と利用が、交通エネルギー消費を押し上げる大きな要因となっているのは明らかである。

次に、居住しているゾーンの特性と世帯交通エネルギー消費量の関係を考える。194 の分析対象ゾーンを、福井ら²⁾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。

こうして分類された居住地の都市類型と交通エネルギー消費量との関係を表 2 に示す。

表2 居住地都市類型別世帯平均交通エネルギー消費量

居住地都市類型	商業都市	混合集積都市	自立都市	衛星都市	未都市化地域
平均交通エネルギー消費量(kcal)					
世帯当たり	8,044	11,445	23,070	19,461	28,044
1人当り	4,202	5,247	8,634	7,725	9,432
トリップ当り	1,781	2,220	3,660	3,198	4,188
人・km当り	674	760	1,073	883	999
世帯当たり平均トリップ数	5.3	5.9	7.2	6.8	7.8
平均トリップ長(km)	6.2	6.9	8.0	8.7	9.4
サンプル世帯数	4,975	45,230	13,463	100,095	1,445
	都 心		郊 外		

これを見ると、郊外の世帯は、都心の世帯の約 2 倍に当たる交通エネルギーを消費していることがわかる。さらには 1 人当たりの消費量、トリップ当たりの消費量ともに、郊外では都心の 1.5 倍以上となっている。このことから、郊外居住に比べ、都心居住が交通エネルギー効率的に優れていることが言える。

3. 世帯交通エネルギー消費の予測モデル

前節の集計の結果、世帯の交通エネルギー消費量には、自動車保有台数と居住地区の特性が大きく影響を与えていることがわかった。一方、PT データに含まれる全てのトリップの内、通勤トリップで発生する交通

エネルギー消費量は、全体の交通エネルギー消費量の約21%を占める。このことは、通勤距離や通勤手段等、通勤トリップの形態によって世帯の交通エネルギー消費量が大きく左右されることを示唆している。

以上のことから、世帯の交通エネルギー消費量は自動車保有台数、通勤トリップ、居住地区など多数の要因の影響を受けていると言える。本節では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、世帯交通エネルギー消費量の予測モデルを構築すると共に、エネルギー消費量に影響を与えている要因の分析を行う。

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、ここでは通勤世帯のデータを用いて、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・居住地域特性・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3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。

この結果から、通勤に関しては勤務地が都心であるほど自動車を利用しない傾向が強いことがわかる。さらには都心から都心への通勤より、郊外から都心への通勤の方が自動車を用いない傾向が強いことも伺える。

世帯の自動車保有台数を見ると、通勤距離には影響されず、さらには勤務地特性や居住地－勤務地間ネットワーク特性にも大きく影響されないことから、わが国ではどこに勤務しようとして、世帯の人員数や勤労者数に比例して自動車を持つ傾向があることが読み取れる。世帯の交通エネルギー消費量に焦点をあてると、

表3 モデル推定結果：通勤世帯

説明変数	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	SE	t	B	SE	t	B	SE	t	B	SE	t
世帯主通勤距離												
世帯主通勤交通手段												
自動車保有台数												
人口数	0.063	0.127	0.5	0.287	0.399	0.7	0.116	0.058	1.63	13507.3	0.318	46.9
勤労者数	0.003	0.2	0.01	0.199	0.164	1.2				-1643.1	0.081	-12.9
世帯主年齢	-0.002	0.004	-0.5	-0.207	0.110	-1.9				3498.7	0.108	27.8
子供数	-0.011	1.7	-0.001	-0.228	0.174	-1.3				555.4	0.105	5.3
世帯主年齢 20代ダミー	0.170	3.3	0.05							2634.3	0.072	17.3
30代ダミー	0.327	12.1	0.02									
40代ダミー	0.359	14.6	0.02							-876.5	0.014	-4.3
50代ダミー	0.410	19.2	0.02									
60代ダミー	0.494	27.3	0.02							1049.4	0.012	4.0
70代ダミー	0.490	23.3	0.02									
80代ダミー	0.583	17.2	0.03									
世帯主 性別ダミー	0.327	674.1	0.000							928.5	0.015	4.7
世帯主 免許保有ダミー	1.668	6548.2	0.000	0.587	0.234	2.5						
世帯主 一次産業従事者ダミー	-0.244	28.1	-0.01	0.373	0.040	9.3				-5953.6	0.022	-7.6
世帯主 二次産業従事者ダミー	0.061	38.0	0.00	-0.034	0.017	-2.0				1707.8	0.039	10.2
世帯主 三次産業従事者ダミー	0.054	5.0	0.01	-0.100	0.047	-2.1						
都心ダミー	0.004	0.0	0.00	-0.020	-0.010	-2.0						
DID人1人	-0.090	4.6	-0.02	-0.524	-0.128	-4.1						
DID人2人以上	-0.289	0.8	-3.6	0.769	0.023	33.1				-12099.1	-0.013	-3.0
一次産業従事者人口割合	-0.288	8.4	-0.03	0.428	0.027	15.7				-21565.6	-0.048	-15.7
二次産業従事者人口割合	-1.809	-0.009	-5.3	-0.142	49.5	-0.003						
三次産業従事者人口割合	-0.054	5.0	-0.01	-0.100	0.047	-2.1						
都心から都心へ通勤ダミー	-0.344	11.5	-0.03									
郊外から都心へ通勤ダミー	-0.087	9.4	-0.01									
DID人1人	-0.761	249.9	-0.003									
DID人2人以上	-0.711	4.4	-16.5	-0.037	-9.9	-0.004				-20530.5	-0.020	-4.7
一次産業従事者人口割合	1.001	104.6	0.01	0.021	6.5	0.002				-1144.7	-0.051	-8.9
二次産業従事者人口割合	-0.118	301.5	-0.00							-1126.0	-0.031	-4.2
三次産業従事者人口割合	0.960	0.007	3.0	-0.167	64.1	-0.002						
都心から都心へ通勤ダミー	0.352	-0.044	-38.9	0.005	107.4	0.000						
郊外から都心へ通勤ダミー	53.089	0.234	154.9	-0.505	1741.7	-0.003				-6604.8	-0.115	-34.0
都心から都心へ通勤ダミー	-0.030	0.2	-0.1									
郊外から都心へ通勤ダミー	-0.147	4.2	-0.04	-0.019	-5.4	-0.002				-1466.0	-0.023	-6.4
世帯主通勤距離	0.851	0.324	2.6									
世帯主通勤手段	0.819	0.136	5.9									
世帯自動車保有台数												
定数	-24.421	-33.0	-0.73	0.871	60.0	0.01	101	8853.6	14.7			
調整R ²	0.868		0.271			0.438			0.184			
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(きい値)

通勤距離と、自動車保有台数と、両者に関わる世帯属性は有意であるが、それ以外の、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の説明変数がそれほど大きい影響要因とならない。これは、通勤トリップと自動車保有台数で世帯の交通エネルギー消費量がほとんど決まってしまうという、重要な結果と言えるであろう。

4. 結論

世帯の交通エネルギー消費量を削減するためには、職住近接の施設配置、都心居住などにより、通勤距離の短縮を図ることが有効であることが言えた。それとは別に、通勤の形態とはあまり関わりが無いことが分かった自動車保有台数の削減も図る必要がある。換言するならば、土地利用政策等に加え、何らかの形でわが国の総自動車台数を削減することが、交通エネルギー消費削減に大きく貢献するということと言える。

今後の課題としては、今回のモデルを用いることによって、コンパクトシティを始めとする土地利用政策が交通エネルギー削減にどの程度有効なのかを分析することが挙げられる。また、それらの政策を、交通エネルギーに加え、建設エネルギー等を考慮した総合的な評価をすることが挙げられる。

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) 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。