

一般世帯の自動車ガソリン消費の都市による違いをもたらす要因の分析

An Analysis of the Factor of the Difference in Household Car Gasoline Consumption by City*

堀池泰三**・中村隆司***

By Taizo HORIIKE**・Takashi NAKAMURA***

1. はじめに

都市交通による環境負荷を低減していくことが求められ、そのため、交通需要管理政策のみによるのではなく、土地利用計画の段階からの自動車依存の低減につながる施策の導入が期待されている。

こうした観点からは、都市構造と交通エネルギー消費の実態に着目した研究が行われてきており、近年、土地利用計画と交通計画を一体化させた海外事例の研究¹⁾、商業施設の開発適地について仮想都市における検討を行った研究²⁾、エネルギー消費の観点から都市政策に関するシナリオを評価した研究³⁾などもみられる。

こうした中で、これまでに、家計調査年報による都市別の一般世帯のガソリン購入数量に着目し、データ自体の問題や制約とともに、一般世帯のガソリン消費に人口密度などの都市形態が大きく影響を与えることを明らかにしてきた⁴⁾。本研究では、都市の形態に関して DID の形状やその点在状況、昼間人口の点在度、大規模小売店舗の立地状況についてメッシュ統計データを用いて把握を試みた上で、都市計画規制などのデータも含めて、家計調査年報によるガソリン購入数量との間で重回帰分析を行い、その際①主成分の利用②単回帰の合成の工夫を加え、多重共線性を回避した分析を試みた。なお、分析に用いたガソリン購入数量の値は、家計調査が標本統計であり、調査世帯数は、例えば、ほとんどの県庁所在都市で96世帯というようにサンプル数が必ずしも多くなく、同じ都市で連続した年次でも変動も見られることから、例えば1990年のガソリン購入数量の値は1989, 90, 91年の平均を用いるというように当該年前後3年の平均値を使用した。

分析対象都市は、人口が20～50万人の県庁所在都市で、周辺市町村への通勤通学流出率、流入率からみて自己完結性が高いと考えられる表1の23都市を対象とした。その結果、例えば、前橋市、大津市は流出率、流入率が

* キーワード：土地利用、都市計画、地球環境問題

** 学生会員、武蔵工業大学大学院工学研究科土木工学専攻

*** 正会員、工博、武蔵工業大学工学部土木工学科助教

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1

TEL 03-3703-3111(ext. 3260) FAX 03-5707-1156

表1 メッシュデータによる都市形態の把握

都市	ガソリン 購入数量 (L/世帯・年間)	人口 (万人)	DID 凹凸率	DID 点在度	昼間人口 点在度	大規模 小売店 集積度 (%)
年次	90	90	90	90	90	94
長崎市	248.745	44.5	0.733	0.065	0.250	62.5
青森市	266.575	28.8	0.561	0.000	0.250	33.8
高知市	294.427	31.7	0.639	0.323	0.261	27.9
秋田市	301.531	30.2	0.438	0.000	0.250	35.2
那覇市	303.388	30.5	0.547	0.124	0.591	31.2
高松市	331.102	33.0	0.473	0.093	0.217	24.5
静岡市	337.843	47.2	0.497	1.229	0.641	42.1
和歌山市	354.588	39.7	0.504	0.000	0.500	30.7
宮崎市	355.254	28.7	0.437	0.219	0.167	27.5
盛岡市	356.751	23.5	0.438	0.000	0.130	22.2
松山市	394.231	44.3	0.472	0.064	0.125	35.8
長野市	418.318	34.7	0.429	0.502	0.304	15.5
福島市	418.995	27.8	0.443	0.333	0.600	21.9
新潟市	424.362	48.6	0.489	0.382	0.444	8.8
甲府市	433.900	20.0	0.414	0.117	0.300	19.2
徳島市	443.227	26.3	0.556	0.176	0.182	19.1
富山市	476.133	32.1	0.431	0.966	1.222	15.7
山形市	512.739	24.9	0.477	0.721	0.250	19.0
大分市	512.852	40.9	0.418	0.303	1.263	30.6
宇都宮市	523.687	42.7	0.336	0.326	0.242	18.2
福井市	542.876	25.3	0.420	0.466	0.050	19.4
金沢市	548.867	44.3	0.476	0.182	0.244	16.2
水戸市	575.508	23.5	0.381	0.414	0.714	25.5
ガソリン購入数量との相関			-0.69	0.46	0.34	-0.73

※DID凹凸率=DIDメッシュ周長/対象都市の総メッシュ数

※DID点在度=中心市街地DIDに連担してないDIDの総メッシュ数/中心市街地に連担したDIDの総メッシュ数

※昼間人口点在度=DID点在度と同じ算出方法であるが、DIDにあたるものとして昼間人口40人/ha以上のメッシュを対象にしている

・昼間人口=15歳以上非労働力人口、未就学者数、完全失業者、農林水産業就業者数の合計(国勢調査)+第2次・3次産業就業者数合計(事業所統計調査)+生徒・学生数(事業所統計調査)-15歳以上通学者数(国勢調査)

※大規模小売店舗集積度=昼間人口80人/ha以上のメッシュに立地する大規模小売店舗数/DIDの外側5kmまでに立地する大規模小売店舗数×100

・大規模小売店舗=第1種大規模小売店舗(売場面積3000㎡以上)+第2種大規模小売店舗(売場面積500㎡以上3000㎡未満)

他都市と比べて高いため除外した。

また、同じ人口規模でありながらガソリン消費に大きな差がみられる青森市と福島市、長崎市と宇都宮市の4都市をとりあげ、町丁目別の事業所従業者の分布、用途地域の設定状況、道路形態などに着目し、大きなガソリン購入数量の違いをもたらす要因を考察した。

2. メッシュ統計による都市形態の把握

1990年国勢調査、1991年事業所統計調査によるメッシュ統計を用い、DIDの形態についてその形状や点在状況を表1の下欄に示した定義のように凹凸率、点在度として都市別に示した。また、都市の昼間人口の分布形態に関しては昼間人口点在度とした。ガソリン購入数量とこれら

表2 都市の各側面を示す諸指標とガソリン購入数量(1990)との相関係数

	指標名	相関係数		指標名	相関係数
所得	1人当たり所得(91)	-0.233	都市計画	DID面積/市街化区域面積	-0.010
自立性	流出率	0.362		市街化区域面積/都市計画区域面積	-0.175
自動車保有	ガソリン価格	0.086		第1種低層住居専用地域面積比率	-0.389
	1人当たり乗用車保有率(93)	0.777		(住居地域+近隣商業+商業+準工業)面積比率	0.439
道路整備	道路線密度(93)	0.240	交通手段	JR通勤通学率	0.394
	1人当たり道路実延長(93)	0.431		民鉄通勤通学率	-0.133
	1人当たり駐車場駐車台数(94)	0.008		バス通勤通学率	-0.278
				マイカー通勤通学率	0.763
都市形態	DID人口比率	-0.471	利用手段	オートバイ通勤通学率	-0.467
	DID人口密度	-0.515		自転車通勤通学率	-0.243
	DID凹凸率	-0.665		公共交通機関利用カー率(93)	0.640
	DID点在度	0.340			
機能分布	都市計画区域人口密度	-0.278	工業特化	第2次産業就業人口構成比	0.540
	屋間人口点在度	0.243			
	大規模小売店集積度(94)	-0.621			

資料：国勢調査年報、国勢調査報告、市町村の指標総務庁統計局、住宅統計調査報告、都市計画年報、地域交通年報、自動車駐車場年報、市区町村別自動車保有率調査、県民経済計算年報
注：指標名は年次の表記されていないものについては1990年のものである

の指標との相関係数も表1に示した。特に凹凸率とは、強い負の相関(-0.69)を示し、DIDの形態に凹凸が多く、形が不規則な都市ほどガソリン購入数量が少なくなることがわかった。23都市について、凹凸率と他の指標との相関を求めると、DID人口密度が低く(0.69)、1人当たり道路実延長が大きく(-0.49)、マイカー通勤率が高い(-0.72)都市ほどDID凹凸率が小さくなる傾向にある。例えば、図4の宇都宮市のように環状を含む道路網が発達しDID人口密度が低い都市は、DIDは単純な分布形態をとり、そのことが自動車に依存させガソリン購入数量も多くなると考えられる。

また、最近急速に進んでいる大規模小売店舗の郊外化はより自動車依存を深めていると考えられることから、表1下欄のように定義した大規模小売店舗集積度⁴⁾を23都市について算出した。ガソリン購入数量との相関は-0.73と大きく、郊外型大規模小売店舗が多く立地する都市はガソリン購入数量が多くなることがわかる。

3. ガソリン購入数量に影響を与える要因

これまでの研究⁴⁾で整備したDID人口密度、1人あたり道路実延長、マイカー通勤率などに加え、2章で示したDID凹凸率などの指標、さらに所得、流出率、都市計画規制などに関する指標を追加して、表2に表1の23都市についてのガソリン購入数量との相関係数をまとめた。特

表3-1 RPC算出方法

a) 主成分分析：固有ベクトル、主成分得点の算出
主成分得点
$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pm} \end{bmatrix}$
b) 目的変数と主成分得点の重回帰分析：標準偏回帰係数
$b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m$
c) 固有ベクトルと標準偏回帰係数の積和によってRPCを求める
$C_1 = a_{11}b_1 + a_{12}b_2 + \dots + a_{1m}b_m$ $C_2 = a_{21}b_1 + a_{22}b_2 + \dots + a_{2m}b_m$ $\vdots$ $C_p = a_{p1}b_1 + a_{p2}b_2 + \dots + a_{pm}b_m$

表3-2 Ka係数算出方法

a) P個の説明変数各々について単回帰分析を行う
$y = a_1x_1 + b_1 \quad y = a_2x_2 + b_2 \quad \dots \quad y = a_px_p + b_p$
b) 単回帰式を合成し、重回帰式を作成する
$y = k_1(a_1x_1 + b_1) + k_2(a_2x_2 + b_2) + \dots + k_p(a_px_p + b_p)$ ただし、$k_1 + \dots + k_p = 1$
c) 寄与率 k_j を求める
$k_j = \frac{\sum_{i=1}^p h_i/h_j}{\sum_{i=1}^p \left(\frac{p}{p-1} \right) (h_i/h_j)}$ $h_j = \frac{\text{目的変数の単回帰式の残差平方和}}{\text{目的変数の偏差平方和}}$
d) で求めた重回帰式を整理する
$y = k_1a_1x_1 + k_2a_2x_2 + \dots + k_pa_px_p + \sum_{j=1}^p k_jb_j$ 求めた$k_1a_1, k_2a_2, \dots, k_pa_p$を$k_j$係数という

に、都市計画規制に関して、ガソリン購入数量と相関を持つ指標が存在することは興味深い。

次に、都市別のガソリン購入数量の違いがどのような要因によって生じているかを総合的に分析するため、都市の各側面を代表しガソリン購入数量と相関のみられる指標に絞り込み、重回帰分析を試みたが、多重共線性が起り解釈を困難にした。そこで、この現象を回避するために、RPCとKa係数の2つの係数⁵⁾を算出させる方法を用いた。前者は、主成分分析によって求められた固有ベクトルと、重回帰分析によって求められた標準偏回帰係数の積和によって算出された係数である。後者は、説明変数各々について目的変数との単回帰分析を行い、その残差平方和と目的変数の偏差平方和の関係から各説明変数の寄与率を算出し、これを単回帰係数と掛け合わせた係数である。具体的な算出方法を表3-1、3-2に示す。

表4のように、ガソリン購入数量に大きく関係している項目は、1人当たり乗用車保有率やマイカー通勤通学率、DID凹凸率、大規模小売店舗集積度が目立つ。次いでDID人口密度、DID点在度、第2次産業就業人口構成比の値も大きい。第2次産業就業人口構成比の値の高さは、工場の立地やアクセス条件などにより自動車利用を促進さ

表4 ガソリン購入数量(1990)に対するRPC、Ka係数

	指標(年次、単位)	RPC	Ka係数
自動車保有	1人あたり乗用車保有率(93/90、台/人)	0.345	0.123
	道路整備		
都市形態	1人当り道路実延長(93/90、m/人)	0.139	0.033
	DID人口比率(90、%)	-0.106	-0.038
	DID人口密度(90、人/ha)	-0.250	-0.044
	DID凹凸率(90)	-0.347	-0.072
機能分布	DID点在度(90)	0.192	0.024
	大規模小売店集積度(93、%)	-0.292	-0.064
都市計画	第1種低層住居専用地域面積比率(90、%)	-0.181	-0.029
	マイカー通勤通学利用率(90、%)	0.323	0.115
工業特化	第2次産業就業人口構成比(90、%)	0.250	0.048
	決定係数	0.654	0.635

注:RPC算出時には第4主成分まで利用し、累積寄与率は83.7である。

せていることが考えられる。また、規制の厳しい第1種低層住居専用地域面積比率も比較的大きな値をとっており、厳しい用途制限が結果的には、自動車の利用を促すような大規模小売店の立地を制限させていると考えられる。都市計画規制のあり方も重要な要素となっている。

4. ガソリン消費の大きく異なる同規模都市の比較

人口規模が同じでありながら自動車ガソリン消費が大きく異なる都市が存在する。ここでは、人口約 29 万人と同規模でありながらガソリン購入数量の少ない青森市と多い福島市、人口約 44 万人でガソリン購入数量の少ない長崎市と多い宇都宮市について、2、3 章で示したような都市形態や通勤通学利用手段などの都市全体の特性を示す指標を個々に比較するとともに、町丁目別の人口、産業分類別の事業所従業者、都市計画規制、道路形態などの空間的な分布を分析した。

(1)青森市と福島市の比較

青森市と福島市の 1995 年のガソリン購入数量を比較してみると、福島市は青森市の 1.8 倍も多い。

表5より DID 人口密度、DID 人口比は、福島市に比べ青森市の方が高く、青森市の市街地は高密度にまとまり、福島市は低密度で分散している。大規模小売店集積度は、青森市 33.8%、福島市は 21.9%であり、福島市の大規模小売店舗は分散して立地している。第 2 次産業従業者の全従業者に占める比率は、福島市 28.3%、青森市 18.6%と福島市の方が高く、図1の町丁目別の第2次産業従業者の分布をみても福島市の方が郊外に多く、福島市の都市機能は郊外に分散している。通勤通学に利用する交通機関を比較すると、福島市は青森市に比べ、鉄道を利用する割合が高いものの、バスを利用する割合は低く、マイカーに

表5 4都市の比較

指標名(年、単位)	青森市	福島市	長崎市	宇都宮市
ガソリン購入数量(95、L/世帯・年間)	269.252	479.537	228.094	578.683
人口(95、万人)	29.4	28.6	43.9	43.5
DID人口比(90)	0.754	0.575	0.843	0.747
DID人口密度(90、人/ha)	65.0	48.4	83.1	53.5
DID凹凸率(90)	0.561	0.443	0.733	0.336
第2次産業就業人口構成比(90、%)	18.6	28.3	21.8	31.3
大規模小売店集積度(94、%)	33.8	21.9	62.5	18.2
通勤通学率(90、%)	JR	5.0	8.1	3.6
	民鉄	0.2	4.0	5.2
	バス	15.1	7.7	33.8
	マイカー	42.6	51.2	29.2
	オートバイ	3.3	4.1	12.4
1人あたり道路実延長(93/90、m/人)	自転車	23.6	21.8	1.1
		4.5	10.2	2.8
第1種住居専用地域面積比率(95、%)		4.5	10.2	4.8
(住居+近隣商業+商業+準工業)面積比率(95、%)	35.6	5.4	30.8	13.8
事業所従業者分散性	41.1	49.4	42.1	59.4
環状方向など道路整備	◎	◎	△	◎
各種用途地域の混在	◎	◎	△	◎

◎極めて顕著 ○顕著 △普通 ×あまりみられない

よるものが多い。道路形態についてみると、福島市は青森市に比べ、放射環状に整備され、1 人あたり道路実延長を見ても、10.18m/人と青森市の 2 倍以上となっている。

図2は、用途・形態規制の最も厳しい第 1 種住居専用地域(以下「第 1 種住専」、容積率 200%未満)と、それ以外の用途地域(容積率 200%以上)に区分したものである。青森市の市街化区域は東西方向にリニアにまとまり、福島市は飛び地が多く用途地域の指定も混在している。第 1 種住専の割合は、青森市 35.6%に対し、福島市は 5.4%であり、福島市の方が郊外での立地に対する規制が緩い。

(2)長崎市と宇都宮市の比較

長崎市と宇都宮市の 1995 年のガソリン購入数量を比較してみると、宇都宮市は長崎市の 2.5 倍も多い。

表5より、長崎市と宇都宮市の DID 人口密度はそれぞれ 83.1人/ha、53.5人/haであり、DID 凹凸率についても、長崎市の方が非常に高くなっている。これは長崎市の起伏が激しいという地形的な特徴から、可住地が制限され、高密度で複雑な人口分布をしていることによる。図3は、町丁目別の全事業所従業者数の分布を示したものである。長崎市は従業者が長崎駅南側周辺に集積され、その他は JR 長崎本線、長崎電気軌道線沿いに分布している。また、中心市街地への大規模小売店集積度は、長崎市 62.5%に対し、宇都宮市は 18.2%とかなり低い。宇都宮市は長崎市に比べ都市機能が分散している。通勤通学にあたって利用する交通機関を比較すると、長崎市のマイカー通勤通学率 29.2%に対し、宇都宮市は 55.3%となってお

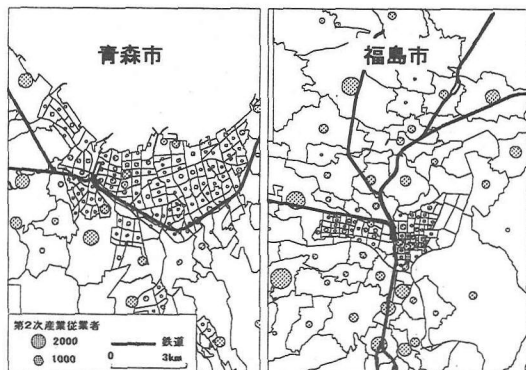


図1 第2次産業従業者の分布

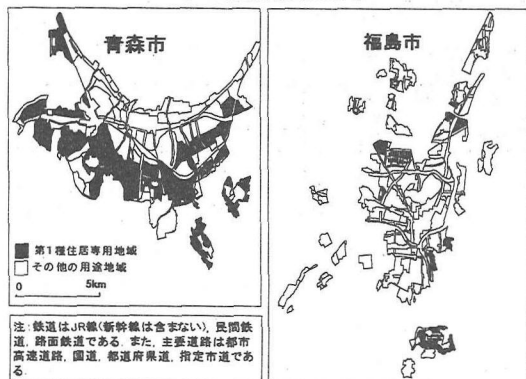


図2 市街化区域の設定



図3 全産業従業者の分布

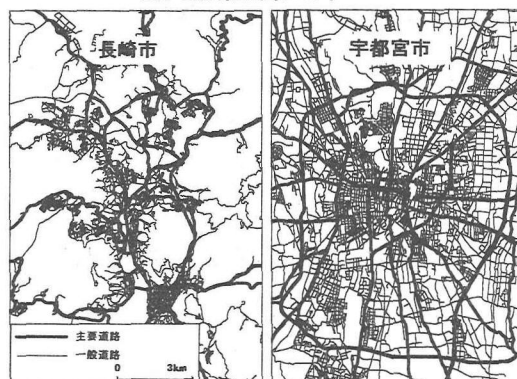


図4 道路網

り、宇都宮市のマイカー利用の高さが顕著である。図4の道路形態をみても、宇都宮市は環状方向も含め均質で高密なものとなっており、1人あたり道路実延長も宇都宮市 4.76m/人に対し長崎市は 2.76m/人となっている。さらに、バス通勤通学率については、宇都宮市 10.7%に対し長崎市は 33.8%であり、長崎市は地形の制約から、高密度な居住形態となり、それがバスを中心とする公共交通機関の利用に結びついている。

都市計画規制についてみると、第1種住居の割合は、長崎市 30.8%に対し宇都宮市 13.8%となっている。また、規制の緩い住居地域、近隣商業地域、商業地域、準工業地域を合計した割合も宇都宮市の方が高くなっており、宇都宮市の方が都市計画上の規制が緩い。

5. まとめと今後の課題

以上の結果からガソリン消費の少ない都市の姿を土地利用という点を中心に整理すると、①居住密度が高くコンパクトで、公共交通の発達した放射状方向に市街地が広がり結果的に凹凸が大きい、②郊外部に工場や大規模小売店舗などの諸機能が分散してい

ない③道路形態は環状方向を含め均質な形態となっていない④かつての第1種住居専用地域を広範に設定するなどの都市計画規制が厳しいといった点が挙げられる。

同じ我が国の土地利用計画制度のもとにありながらなぜ大きなガソリン消費の違いをもたらすような都市を形成してきたのかについて、各都市におけるこれまでの土地利用計画の違いなどについて着目、比較していくことを通じて、今後の具体的現実的な土地利用政策の可能性を検討することが必要である。

謝辞

本研究は、斉藤修氏、中川順子氏、那須幸一氏の多大な協力を得ました。ここに記して感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 谷口守:土地利用・交通計画一体化のためのガイドラインの実際と課題—イングランドの PPG13 から—, 土木計画学研究論文集 No15, pp227-234, 1998
- 2) 高見淳史, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏:自動車利用削減のための土地利用/交通政策に関する議論の整理と商業立地上の論点に関する一考察, 土木計画学研究論文集 No15, pp217-225, 1998
- 3) 森本章倫, 古池弘隆:都市構造からみた輸送エネルギー削減施策の効果推計に関する研究, 日本都市計画学会学術研究論文集 No33, pp181-186, 1998
- 4) 鳴井聡, 中村隆司:家庭のガソリン消費と都市の形態に関する研究, 土木計画学研究論文集 No15, pp267-274, 1998
- 5) 菅民郎:多変量解析の実践(上), 1993