

21. 都市構造からみた自動車 CO₂ 排出量の時系列分析

Time-Series Analysis of the Relationship between Urban Layout and CO₂ Emission by Automobile

谷口 守*・松中亮治**・平野全宏***

Mamoru Taniguchi*, Ryouji Matsunaka**, Masahiro Hirano***

Recently there is an ongoing effort to reduce automobile dependency to decrease CO₂ emission. Though “compact city” is widely used term for this purpose, its clear definition is not established. Especially, it is not clear that which effect is more significant, “increase of population density” or “functional urban layout”. Firstly, this study aims to catch time series trend of automobile CO₂ emission in 38 Japanese cities from 1987 to 2005 based on National Person Trip Survey. Secondly, effects of several types of “functional urban layouts” are examined by the regression model. It is clarified that automobile CO₂ emission is still increasing in each city, especially in local city. “Functional urban layouts”, such as the corridor urban form is recommended for less automobile CO₂ emission based on statistical analysis.

Keywords: CO₂, urban layout, population density, time-series analysis, compact city

CO₂, 都市構造, 人口密度, 時系列分析, コンパクトシティ

1. 背景・目的

京都議定書の取り決めでは、わが国の CO₂ 排出量を 90 年度比で 6%削減させることが義務付けられている。ちなみに CO₂ 排出量のうち 19.9%を占める運輸部門について、その増加割合が他部門より高い状況が続いている¹⁾。「ポスト京都」に関する検討が進む中で今後の CO₂ 排出量の削減要請は更に厳しくなると予想され、将来に向けて運輸部門からの CO₂ 排出量削減の重要性が強く指摘されている²⁾。

このような状況の中で、自動車 CO₂ 排出量削減の最も有効な方策として期待されているものの一つにコンパクトシティの構築があげられる。これは Newman ら³⁾が世界の都市別に「人口密度」と「一人当たりガソリン消費量」の関係を図化した研究などが嚆矢となったもので、わが国においても市街化区域人口密度が自動車利用量に関連することが、既に経年的に確認されている⁴⁵⁾。近年では中央政府レベルでも理解が進み、「集約型都市構造」といった名称で政策中にコンパクトシティ化が基本方針として明示されるようになってきた⁶⁷⁾。

以上のような経緯をふまえ、地方自治体では、コンパクトシティ概念の導入を通じて環境負荷削減を目指すところも増え、その計画とデザインのための情報も充実してきた⁸⁾。近年ではさらにコンパクトシティ化を単に密度増加ではなく、構造形態そのものの誘導を通じて実現しようとするより本質的な試み¹⁾がなされるようになってきている。しかし、「密度」以外の各種構造形態が本当に自動車 CO₂ 排出量を削減できるかについては、「期待」が先行しているのが実情で、統計的に十分に実証されているわけではない。

本論文ではこのような背景のもとで、まず一人当たり自動車 CO₂ 排出量を一貫したアンリンクドトリップレベルのデータに基づき 18 年間の長期にわたって算出し、その変遷

を対象とした 38 都市について整理する。この結果に対し、都市の構造形態の違いによる影響を重回帰分析を通じて定量的に明らかにする。本論文の独自性、新規性を有する部分として、この重回帰分析を通じ、都市における自動車 CO₂ 排出量やその変化において、構造形態に起因する部分がどの程度影響するかを個別のアンリンクドトリップデータに基づく形で長期的、横断的に初めて明示する。また、先述したような構造形態そのものの誘導策（例えばコンパクトシティ構築政策として、人口密度コントロールに加えて「串とお団子」などの各種構造形態の誘導策）が、どれほど自動車 CO₂ 排出量削減に効果を持ちえるかについても、初めて統計的に耐える議論を可能とする学術的貢献を行う。

2. 既存の研究

都市の形態的な構造そのものと自動車利用の関連に対し、特定都市圏を対象にした定量的な分析は 90 年代より取り組まれている¹⁰¹¹⁾。新都市建設の場合の都市形態をどうすべきか¹²⁾、また今後都市が撤退する際には構造をどう誘導すべきか¹³⁾といった興味深い応用研究の進捗も見られる。さらに、交通環境負荷を下げる都市構造づくりの実例も蓄積されつつある¹⁴¹⁵⁾。その一方で多くの都市を対象とし、特定の都市構造が有する普遍性を抽出しようとした研究は数少ない¹⁶⁾。近年ではさらに時系列分析の必要性も指摘されているが¹⁷⁾、本論文と類似の文脈で実施された旧い時点に対する分析が存在するのみで⁵⁾、最新の状況に対応した研究は見当たらない。なお、都市の構造と自動車利用に関するこれら一般的な研究以外にも、都市ごとに CO₂ 発生量を推計するといった各種の有益な試みが行われるようになってきた¹⁸⁾。しかし、先述したような都市の構造形態が自動車 CO₂ 排出量へ及ぼす長期に渡る影響について、統計的

*正会員 岡山大学大学院環境学研究科 (Okayama University, Graduate School of Environmental Science)

**正会員 京都大学大学院工学研究科 (Kyoto University, Graduate School of Engineering)

***正会員 神戸市役所 (Kobe Municipal Government)

な観点から検討を行った研究は見当たらない。

3. 使用データについて

本研究では多様な特性を有する都市を広範に対象に含めるため、全国の地方都市から大都市までを対象にして実施された全国都市 PT 調査の結果を主に活用している。この調査は対象都市のごく基礎的な交通特性を横断的、時系列的に比較分析することを本来の目的としており、これまで昭和 62 年、平成 4 年、平成 11 年に実査され、今回新たに平成 17 年に第 4 回目の調査が行われた。

本研究ではこれら 4 回の調査それぞれで調査対象とされた都市群の中から 4 時点共通の調査対象で、かつ線引きがなされている 38 都市を分析対象都市とした。表-1 にこれら対象都市をその都市位置分類とともに整理した情報を示す。

なお、全国 PT 調査については、統一的、横断的、時系列的な分析が可能な反面、本研究のような分析をそもそも前提として設計された調査ではない点に注意が必要である。具体的には、混合トリップにおけるアンリンクトリップの情報が完全ではないため、自動車利用をアンリンクトリップに含む場合はその移動距離や速度を推計する工夫が別途必要となる。本研究では既存研究で提案されている推計方法⁵⁾を用いることで、アンリンクトリップ数ベースで自動車利用トリップ全体の 98% をカバーした分析を可能とした。具体的には表-2 に示す全体のトリップ構成のうち、No.1~No.4 までのアンリンクベースでの自動車利用トリップが分析対象として含まれている。

表-1 分析大正都市一覧

都市の位置分類	都市			
大都市圏 核都市 ^{*1}	札幌市	仙台市	東京区部	名古屋市
	大阪市	広島市	福岡市	
大都市圏 周辺都市 ^{*2}	横浜市	川崎市	京都市	
	神戸市	北九州市		
	所沢市	千葉市	松戸市	春日井市
	宇治市	堺市	奈良市	海都市
地方圏都市 ^{*3}	弘前市	盛岡市	塩釜市	郡山市
	宇都宮市	上越市	金沢市	岐阜市
	静岡市	松江市	安来市	呉市
	徳島市	今治市	高知市	南国市
	熊本市	鹿児島市		

*1 大都市圏核都市：三大都市圏の中心都市と札幌市、仙台市、広島市、福岡市

*2 大都市圏周辺都市：大都市圏内に位置するその他周辺都市

*3 地方圏都市：大都市圏以外に位置する都市

表-2 自動車利用トリップの交通手段構成 (平成 17 年)

No.	交通手段	トリップ数	%
1	自動車単独トリップ	38591	94.4
2	自動車→徒歩	673	1.6
3	徒歩→自動車	627	1.5
4	徒歩→自動車→徒歩	238	0.6
5	自動車→鉄道→徒歩	226	0.6
6	徒歩→鉄道→自動車	177	0.4
7	自動車→二輪車	8	0.0
8	二輪車→自動車	4	0.0

4. 自動車 CO₂ 排出量と市街化区域人口密度の関連分析

以上のような個人の個別の自動車利用を含むトリップにおけるアンリンクトリップ別旅行速度の情報をもとに、(1)式¹⁹⁾を用いることで距離あたりガソリン消費量を算出した。

$$FC_i = \frac{829.3}{v_i} - 0.8572v_i + 0.007659v_i^2 + 64.09 \quad (1)$$

v_i : 自動車速度

FC_i : 単位距離当り自動車ガソリン消費量(cc/km)

このように算出した単位距離当りガソリン消費量から(2)¹⁹⁾式を用いて単位距離当り自動車 CO₂ 排出量に換算を行った。

$$EF_i = EF_0 \times HV \times FC_i \quad (2)$$

EF_i : 単位距離当り自動車 CO₂ 排出量(g-CO₂/km)

EF_0 : 発熱量当り CO₂ 排出量(g-CO₂/J)

HV : 平均発熱量(J/l)

上式で換算した単位距離当り CO₂ 排出量の値に各トリップの距離を乗じてトリップ当り自動車 CO₂ 排出量を算出し、各都市で集計することにより都市ごとの自動車 CO₂ 排出量の総和を求める。さらにこの結果に本人の運転割合を乗じ、調査対象人数で除することで 1 人当り自動車 CO₂ 排出量を算出した。

本研究で以後自動車 CO₂ 排出量と記す場合、この 1 人当り自動車 CO₂ 排出量を指すこととする。図-1~4 は算出した自動車 CO₂ 排出量と市街化区域人口密度との関連を都市の位置分類とともに示したものである。

これらから、以下のことが読み取れる。

- 1) 既に広く知られているように、自動車 CO₂ 排出量は市街化区域人口密度と逆相関の関連があることがこの分析結果からも読み取れる。この大きな関係は経年的に変化があるとはいえない。
- 2) 4 時点間の変化を見れば、基本的な散布傾向として都市の分布が図の右上方向にシフトしている。すなわち、自動車 CO₂ 排出量は都市レベルで見ても増加し続けている。
- 3) 自動車 CO₂ 排出量の差が都市間で拡大しつつあり、その主原因は地方圏都市での排出量増加にある。

5. 自動車 CO₂ 排出量と都市構造の関連分析

5.1 都市構造パターン分類

次に自動車 CO₂ 排出量に都市構造が及ぼす影響を捉えるため、分析対象都市の都市構造の形態に着目していくつかのパターンに類型化し、それを説明変数(ダミー)として重回帰分析に用いる。

都市構造パターンを分類する上で、大都市圏の都市と大都市圏に位置しない地方圏都市とでは、そのインフラ整備

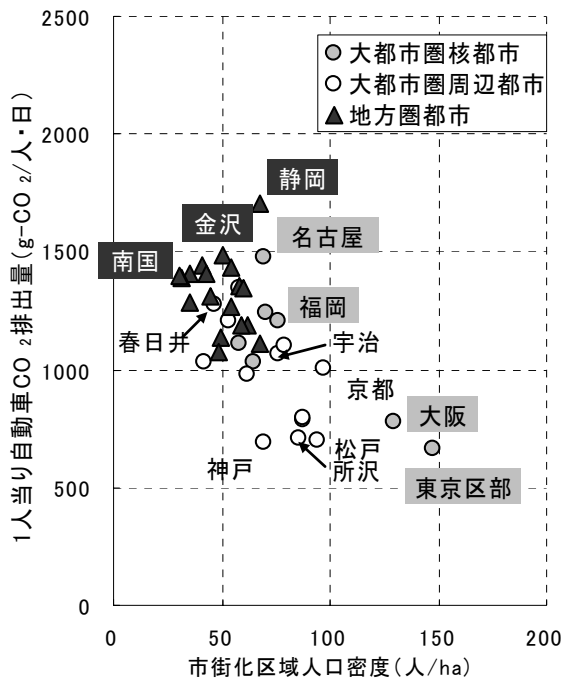


図-1 自動車CO₂排出量と市街化区域人口密度の関連
(昭和62年)

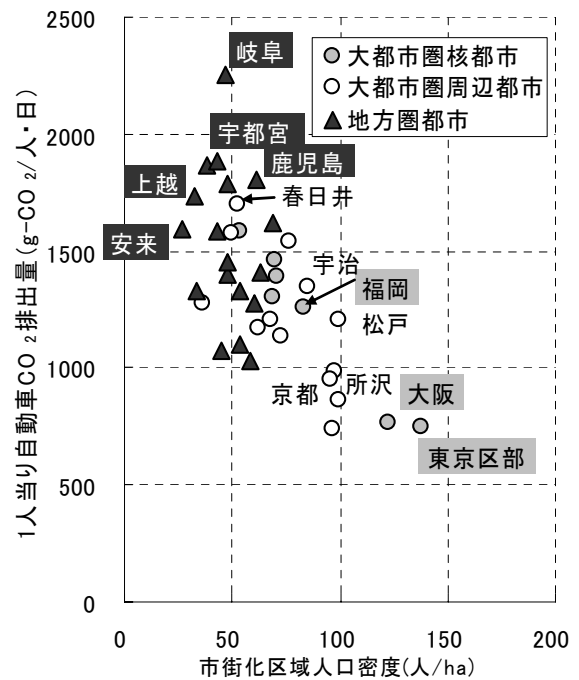


図-3 自動車CO₂排出量と市街化区域人口密度の関連
(平成11年)

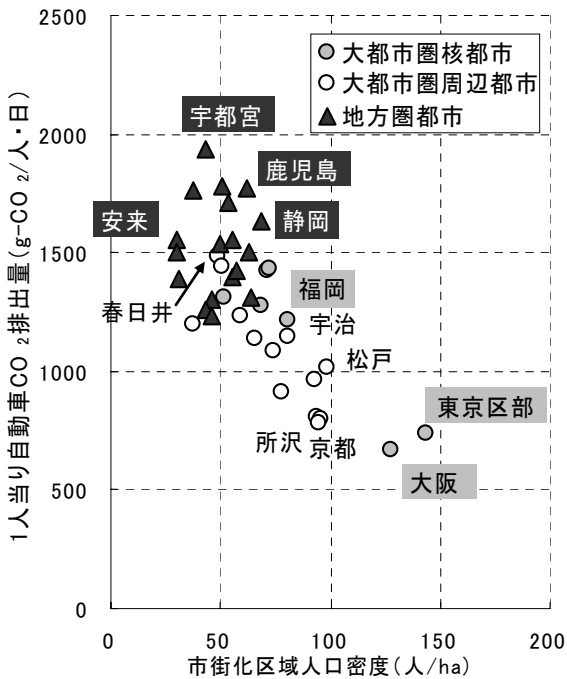


図-2 自動車CO₂排出量と市街化区域人口密度の関連
(平成4年)

レベルに違いがあり、また同じ大都市圏に位置する都市であっても、都市圏を形成する中心的な都市（大都市圏核都市）は、その周辺に位置する都市（大都市圏周辺都市）へ構造上の影響を及ぼすものと考えられる。（例えば、鉄道網、道路網などが大都市圏核都市を中心に周辺都市へ向かって放射状に伸びるなど。）このような影響を考慮するため、先述した都市分類ごとに個々の都市構造パターンを吟味した。

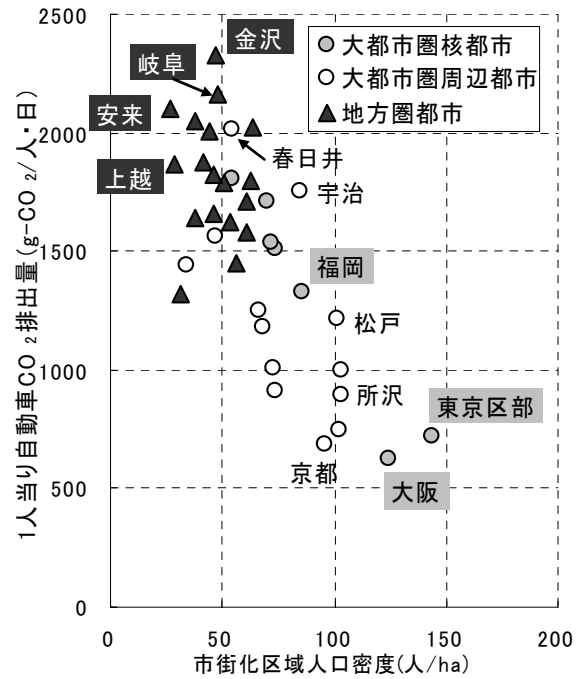


図-4 自動車CO₂排出量と市街化区域人口密度の関連
(平成17年)

個々の都市構造パターン分類ではその客観性を担保する一つの手段として、都市計画図における用途地域図を用いた。具体的には表-3 に示す都市の極と市街地の定義に基づき、それらを各都市の用途地域図から読み取って組み合わせることで独自に都市の構造パターン分類を行った(表-4)。

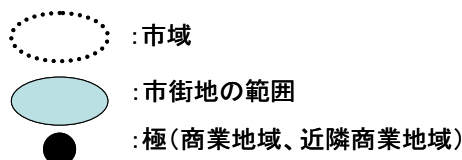
表-3 極と市街地の定義

都市の位置分類	極の定義
大都市圏核都市	都市計画図上での商業地域*1
大都市圏周辺都市	
地方圏都市	都市計画図上の商業・近隣商業地域
*1商業地域間が近隣商業地域により空間的に繋がっている場合、商業地域で囲まれた範囲は極と見なす	
都市の位置分類	市街地の定義
大都市圏核都市	極が存在し、住宅系用途地域が
大都市圏周辺都市	空間的に繋がって存在している範囲*2
地方圏都市	
*2河川により遮断されている場合は繋がっていると見なす	

表-4 都市構造パターン分類定義

都市の位置分類	構造分類	構造分類の定義	概念図
	合併政令指定都市多極型	戦後の合併により都市内で同種の極 ^{*1} が新たに生成された政令指定都市	
	地方衛星都市型	地方部の人口30万以上、もしくは県庁所在地の周辺に位置する人口30万以下の都市	
	大都市圏周辺都市		
大都市圏周辺都市	線形型	面積が最大の極とその市街地の幾何学的な短辺と長辺の構成比がいずれも1:2.5以上で形成されている都市	
	極連続型	面積が最大の極から他の極への鉄道による繋がりが複数存在する都市(線形型都市との重複をのぞく)	
	極偏在型	面積が最大の極と同水準の極 ^{*2} が存在せず、市街地の中心位置 ^{*3} が面積最大の極の範囲内に存在しない都市(線形型都市との重複をのぞく)	
地方圏都市	生活圏分担型	市街地が空間的に離れて分布し、それぞれの極の種類 ^{*4} が同じ都市	
	小規模住宅地付属型	商業地域の極を持つ面積が最大の市街地の周りに近隣商業地域を極に持つ小規模住宅地 ^{*4} が存在する都市	
	分離市街地極連続型	複数の市街地が空間的に完全に分離しており、面積が最大の極からその他の極 ^{*5} へ鉄道、もしくは都市計画道路で繋がっている都市	

- ^{*1}極の種類とは都市計画図上での商業地域と近隣商業地域のこと
^{*2}同水準の極とは、容積率が同じ商業地域である極とする
^{*3}市街地の中心とは市街地の最北端と最南端、最西端と最東端を結ぶ直線の交わる点とする
^{*4}小規模住宅地とは住宅系用途地域に極が存在し、工業地域、工業専用地域が含まれない市街地のこととする
^{*5}その他の極は最大の極の他に同じ種類の極がある場合はその極、ない場合は近隣商業地域の極とする



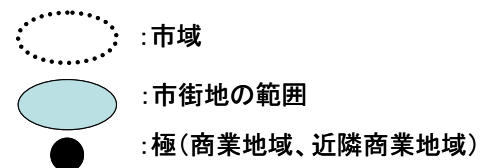
5.2 モデル化の結果と考察

上述した都市構造パターン分類を含めた諸都市特性を説明変数とし、算出した自動車CO₂排出量の自然対数値を従

表-5 重回帰分析に用いた説明変数

No.	説明変数・備考	概念図
1	市街化区域人口密度 単位:(人/ha)	
2	中心部ネットワーク路面電車の有無ダミー :都市の最大の極内部に鉄道駅との乗り換え可能な駅が複数存在する都市 [広島, 熊本]	
3	地下鉄の有無ダミー [札幌, 仙台, 東京, 横浜, 名古屋, 京都, 大阪, 神戸, 福岡]	
4	地方中枢都市ダミー [札幌, 仙台, 広島, 福岡]	
5	愛知県ダミー [名古屋, 春日井]	
6	合併政令指定都市多極型ダミー [*] [仙台, 静岡, 京都, 北九州]	
7	地方衛星都市型ダミー [塩釜, 海南, 安来, 今治, 南国]	
8	大都市圏周辺都市(線形型)ダミー [千葉, 神戸, 北九州]	
9	大都市圏周辺都市(極連続型)ダミー [所沢, 松戸, 横浜, 川崎, 京都, 堺, 奈良]	
10	大都市圏周辺都市(極偏在型)ダミー [松戸, 春日井, 宇治, 奈良]	
11	地方圏都市(生活圏分担型)ダミー [上越, 呉, 今治]	
12	地方圏都市(小規模住宅地付属型)ダミー [郡山, 岐阜, 静岡]	
13	地方圏都市(分離市街地極連続型)ダミー [安来, 今治]	

^{*}仙台は昭和62年のみ非該当、静岡は平成17年のみ該当



属変数とした重回帰分析を行った。重回帰分析に用いた説明変数の一覧を表-5に、重回帰分析の結果を表-6に示す。なお、時系列的な比較を行うため、説明変数の中には特定時点での説明力が不十分でも意図的に残したものもある。

これらの結果から、以下のようなことが明らかになった。

- 1) 都市構造パターンに関する諸変数の中には、自動車CO₂排出量の説明に有意であるものが少なからず存在することが明らかになった。すなわち、構造の誘導策に何らかの意味があることが示されたといえる。その一方で市街化区域人口密度の説明力は経年的に都市構造変数よりも常に高く、都市の構造計画にも増してまず居住密度政策が自動車CO₂排出量削減の上で本質的なことも同時に明らかにされた。
- 2) 市街化区域人口密度ほどではないが、LRTや地下鉄などの公共交通の存在も自動車CO₂排出量削減に寄与する傾向のあることが全ての調査年次において示された。
- 3) 大都市の周辺都市、地方中心都市の衛星都市は相対的に自動車CO₂排出量が低くなる傾向にある。地方部の

表-6 重回帰分析の結果

No.	説明変数	昭和62年			平成4年		
		非標準化係数	標準化係数	t値	非標準化係数	標準化係数	t値
1	市街化区域人口密度	-0.005	-0.477	-3.052**	-0.007	-0.643	-4.918**
2	中心部ネットワーク路面電車の有無ダミー	-0.059	-0.054	-0.475	-0.023	-0.020	-0.221
3	地下鉄の有無ダミー	-0.171	-0.297	-1.746 *	-0.146	-0.238	-1.743 *
4	地方中枢都市ダミー	0.071	0.090	0.659	0.069	0.081	0.767
5	愛知県ダミー	0.231	0.212	1.777 *	0.080	0.068	0.735
6	合併政令指定都市多極型ダミー	0.243	0.222	2.017	-0.025	-0.026	-0.294
7	地方衛星都市型ダミー	-0.130	-0.181	-1.276	-0.237	-0.307	-2.747**
8	大都市圏周辺都市(線形型)ダミー	-0.230	-0.254	-2.204**	-0.092	-0.095	-1.093
9	大都市圏周辺都市(極連続型)ダミー	-0.220	-0.349	-2.842**	-0.224	-0.333	-3.414**
10	大都市圏周辺都市(極偏在型)ダミー	-0.164	-0.206	-1.723 *	-0.023	-0.027	-0.291
11	地方圏都市(生活圏分担型)ダミー	-0.061	-0.067	-0.575	-0.134	-0.139	-1.516
12	地方圏都市(小規模住宅地付属型)ダミー	0.107	0.135	1.145	0.094	0.110	1.197
13	地方圏都市(分離市街地極連続型)ダミー	-0.031	-0.029	-0.200	0.061	0.052	0.464
-	定数項	7.458	-	70.948	7.709	-	84.447
自由度調整済み決定係数		0.650			0.788		
No.	説明変数	平成11年			平成17年		
		非標準化係数	標準化係数	t値	非標準化係数	標準化係数	t値
14	市街化区域人口密度	-0.009	-0.819	-4.962**	-0.008	-0.628	-5.047**
15	中心部ネットワーク路面電車の有無ダミー	-0.109	-0.093	-0.832	-0.061	-0.040	-0.486
16	地下鉄の有無ダミー	-0.020	-0.033	-0.191	-0.184	-0.227	-1.827 *
17	地方中枢都市ダミー	0.094	0.110	0.830	0.178	0.158	1.650
18	愛知県ダミー	0.045	0.039	0.333	0.086	0.056	0.658
19	合併政令指定都市多極型ダミー	0.026	0.027	-0.819	0.027	0.024	0.303
20	地方衛星都市型ダミー	-0.230	-0.298	-2.154**	-0.285	-0.280	-2.718**
21	大都市圏周辺都市(線形型)ダミー	-0.087	-0.090	-0.758	-0.254	-0.199	-2.506**
22	大都市圏周辺都市(極連続型)ダミー	-0.079	-0.118	-0.936	-0.314	-0.354	-3.855**
23	大都市圏周辺都市(極偏在型)ダミー	0.116	0.136	1.145	0.166	0.148	1.699
24	地方圏都市(生活圏分担型)ダミー	-0.199	-0.205	-1.880 *	-0.136	-0.107	-1.246
25	地方圏都市(小規模住宅地付属型)ダミー	0.210	0.216	2.045 *	0.108	0.096	1.092
26	地方圏都市(分離市街地極連続型)ダミー	0.040	0.034	0.269	0.180	0.117	1.121
-	定数項	7.817	-	68.288	7.931	-	74.482
自由度調整済み決定係数		0.662			0.817		

*:有意水準 10%未満

**:有意水準 5%未満

都市は図-1~4 で見たとおり自動車 CO₂ 排出量の高い都市が多いが、その中でも衛星都市としての性格を有する都市(仙台に対する塩釜、和歌山に対する海南など)は相対的に自動車 CO₂ 排出量が低くなっている。

- 4) 大都市圏周辺都市において、異なる都市構造パターンを表現する3種のダミー(線形型、極連続型、極偏在型)がそれぞれに有意となっている。この中でいわゆる「串とお団子」タイプは極連続型であり、都市構造パターンを示すダミーの中でも最も自動車 CO₂ 排出量を下げる都市構造であり、線形型がこれに次いでいることがわかる。
- 5) 一方、極偏在型構造については、以前は必ずしも自動車 CO₂ 排出量が高い訳ではなかったが、近年になって居住者が自動車に頼るようになってきていることが読み取れる。この中には、極付近では公共交通の利便性が確保されている反面、極から離れた市域では公共交通が不便なことなどが理由となっており、モータリゼーションが特に進んだケースも含まれると考えられる。
- 6) 地方圏では、生活圏分担型の都市構造で相対的に自動

車 CO₂ 排出量が低くなっているのは興味深い。直江津と高田に生活圏が分かれた上越市などがここに含まれる。地方圏では自動車に乗りざるを得ないにしても、生活圏がそれぞれにコンパクトにまとまっていることの意味が示されたと考えられる。

- 7) 住宅系用途が空間的に分散した都市構造(小規模住宅地付属型)では、経年的に一貫して自動車 CO₂ 排出量が相対的に高くなっている。たとえ計画的開発であっても、既存の市街地から離れたところに住宅地開発を許容するのは自動車 CO₂ 排出量削減の観点からは好ましくないことがわかる。

6. おわりに

本研究で得られた成果は以下の通りである。

- 1) 一貫した実際のトリップデータに基づき、多様な都市に対して、その自動車 CO₂ 排出量をその都市特性を配慮しながら18年に渡って明らかにした。このような時系列分析はごく基本的なものであるが、また海外にも例がなく、図-1~4の結果は今後の自動車 CO₂ 排出

量削減を国内外で議論するうえで、重要な基礎情報となることが期待される。また、これらの結果から、期待に反していずれの都市も自動車CO₂排出量が増加基調にあること、地方圏都市における自動車CO₂排出量増加の傾向が特に顕著であり、排出量の都市間格差が拡大しているといった変化と現状を明示することができた。

- 2) 都市構造が自動車CO₂排出量に及ぼす影響力は、人口密度には劣るが基本的に有意な影響が見られた。特に極連続型や線形型といった、コリドール型の都市構造については、その自動車CO₂排出量削減効果が顕著に抽出された。その一方で、極偏在型や住宅地用途が分離分散しているような構造の都市において、自動車CO₂排出量は高くなる傾向にあることが示された。都市構造だけでなくすべてが解決するわけではないということが実証されたといえるが、コンパクト化政策を検討する際には、あわせて効果的な都市構造計画を配慮することの重要性の程度を、初めて統計的な裏づけを伴って提示することができたといえる。

本研究では都市構造の観点に絞った検討を行ったが、個人の交通行動そのものがどのような要素から構成されているかに着目し、その要素分解を通じたCO₂排出の削減計画を考えることも一方で必要不可欠であるが、その検討については別稿に譲る²⁰⁾。なお、本研究の目的を達成するために現段階で最も適切なデータと方法を用いたと考えているが、例えば重回帰に含める変数をこれ以上増やそうとすれば、調査対象都市数の面から既に限界である。ごく簡便でもよいので、環境改善を主眼としたトリップ情報を含んだ生活行動の情報収集を自治体レベルで統一的に検討すべき時期であろう。

最後になったが、本研究では国土交通省都市交通調査室が実施した全国都市PT調査データ活用²¹⁾の機会を得た。記して謝意を表す。

補注

- (1)富山市の「串とお団子」や青森市の「インナー・アウト」²²⁾といった発想、および「集約型都市構造を実現するための総合的な都市交通戦略」²³⁾などがこれらの代表例といえよう。

【参考文献】

- 1) 交通エコロジー・モビリティ財団HP「運輸・交通と環境 2007 年度版」：http://www.ecomo.or.jp/traffic_work/unyu_koutuu_to_kankyou_2007_index.htm, 2008.
- 2) 特集：地球温暖化と交通, 交通工学, Vol.42, No.6, 2007.
- 3) Newman, P. and Kenworthy, J.: Cities and automobile dependence, An international sourcebook, Gower technical, 1989.
- 4) 鳴井聡・中村隆司・岩崎征人：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, No.15, pp.267-274, 1998.
- 5) 谷口守・村川威臣・森田哲夫：個人行動データを用いた都市特性と自動車利用量の関連分析, 都市計画論文集, No.34, pp.967-972, 1999.
- 6) 国土交通省 都市・地域整備局：集約型都市構造の実現に向けて、一都市交通施策と市街地整備施策の戦略的展開一, 2007.
- 7) 環境省地球環境局：地球温暖化とまちづくりに関する検討会報告書, <http://www.env.go.jp/council/27ondanka-mati/y270-rep/report.pdf>, 2007.
- 8) 海道清信：コンパクトシティの計画とデザイン, 学芸出版社, 2008.
- 9) 国土交通省 都市・地域整備局街路課：地域の知恵を活かした都市・地域総合交通戦略の展開に向けて, 新都市, Vol.20, No.3, p.16, 2008.
- 10) たとえば, 森本章倫・小美野智紀・品川純一・森田哲夫：東京都市圏におけるPTデータを用いた輸送エネルギー推計と都市構造に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, No.13, pp.361-368, 1996.
- 11) たとえば, 堀裕人・細見昭・黒川洸：自動車エネルギー消費量から見たコンパクトシティに関する研究, 宇都宮都市圏の2時点におけるPTデータを用いて一, 都市計画論文集, No.34, pp.241-246, 1999.
- 12) たとえば, 山本克也・森本章倫・森田哲夫・最首恵：首都機能移転を想定した仮想都市の都市構造と交通環境負荷に関する研究, 都市計画論文集, No.36, pp.655-660, 2001.
- 13) 加知範康・加藤博和・林良嗣・森杉雅史：余命指標を用いた生活環境質(QOL)評価と市街地拡大抑制策検討への適用, 土木学会論文集D, Vol.62, No.4, pp.558-573, 2006.
- 14) 谷口守・松中亮治・酒井弘・鈴木義康：LRTとリンクした土地利用密度コントロールの実例、一カールスルーエにおけるABCD方式の試み一, 都市計画論文集, No.42-3, pp.955-960, 2007.
- 15) 藤井正(代表)：地域経済構造の転換と21世紀の都市圏ビジョン、一欧米のコンパクトシティ政策と日本の都市圏構造一, 文部科学省科学研究費補助(基盤A)報告書, 2007.
- 16) 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, 都市計画論文集, No.33, pp.73-78, 1998.
- 17) 山下潤：ストックホルム大都市圏における都市構造の変化による環境負荷への影響, 比較社会文化, Vol.14, pp.83-88, 2008.
- 18) 環境自治体会議・環境自治体会議環境政策研究所：特別資料、全国市区町村の90・00・03年CO₂排出量推計, 環境自治体白書2007年版, 生活社, 2007.
- 19) 大城温・松下雅行・並河良治・大西博文：自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, Vol.43, No.11, pp.50-55, 2001.
- 20) 平野全宏・中道久美子・谷口守・松中亮治：都市別自動車CO₂排出量の定量化とその経年変化, 環境システム研究, Vol.36, 2008. (投稿中)