

環境負荷の小さい都市構造・交通体系に関する一考察*
Study on Environment-Friendly Urban Structures and Transportation Systems

小根山裕之**・大西博文**

By Hiroyuki ONEYAMA**・Hirofumi OHNISHI**

1. はじめに

地球温暖化は全世界的な課題となっており、各部門において温室効果ガス排出量の低減のための施策の実施が求められている。このような中、都市の交通部門においても、より環境負荷の小さいシステムを構築することが必要となるが、環境負荷の小さい交通システムを実現するためには、将来的な都市構造の変化も踏まえた総合的な施策の実施が必要となる。

そこで本研究では、環境負荷の小さい都市構造・交通体系のあり方を概観するとともに、日本の都市における交通部門からのCO₂排出量を試算し、環境負荷と都市構造・交通体系の関係について検証を行った。また、これに基づいて、都市の交通部門におけるCO₂排出量を削減するための施策についてとりまとめを行った。

2. 都市構造と交通部門のCO₂排出量の関係

交通部門における環境負荷を小さくする都市構造としては、人口及び活動を密集させ、広域化を抑制することがあげられる。これにより、交通量、トリップの減少を図ることができるからである。そのような観点から、一般に都市の人口密度が高まると、1人当たりの交通量が減少し、輸送エネルギーの効率は良くなる。しかし、ある一定のレベルを越えるとほとんど変化しない¹⁾²⁾。同様に、都市の面積、半径は小さくて集約的な都市がエネルギー消費が少なくとされる¹⁾³⁾。

人口配置、都市配置などの土地利用の適正な配置も、移動距離を決定する大きな要因であり、輸送エネルギー消費に影響を与える。例えば、居住人口を都心の中心に多くすることにより総交通量が減少するということや⁴⁾⁵⁾、公共交通機関の沿線に住宅を配置することにより、都市全体の輸送エネルギーの効率は良くなるということがいわれている。

一方、交通機関からのアプローチとしては、エネルギー多消費型の交通手段である自動車から、より環境負荷の小さい公共交通機関などへの転換が望まれる。ただし、経済的にも、エネルギー効率的にも、その成立のためには、ある程度の人口規模と密度が必要である⁶⁾。その条件が満たされた場合は、自動車よりエネルギー効率の良い交通手段が実現可能となる。また、公共交通機関が整備されればその基盤となる高密度の都市づくりが促進される傾向がある⁶⁾。一方、自動車についても、渋滞による環境負荷の増大を抑えるため、交通需要に見合った道路インフラの整備が必要であるが、渋滞の解消は自動車利用の増加を招き、都市全体の輸送エネルギーの効率を悪化させるとの研究もある⁶⁾。

3. 都市の交通部門におけるCO₂排出量の推計

ここでは、前節で示された都市構造と環境負荷の関係を、日本の都市における交通部門からのCO₂排出量を推計することにより実証する。本研究では、各都市の交通機関の整備状況の違いによる鉄道・バスの混雑率や自動車の平均乗車人員の違いなどを反映させるため、人や物などの移動を車両ベースで集計し、車両毎の排出係数を乗じて交通機関別（乗用車、貨物車、バス、鉄道）のCO₂排出量を推計した。対象都市は、表-1に示す人口3万人～260万人までの24都市を抽出した。

*キーワード：環境計画、地球環境問題、総合交通計画

**正員、建設省土木研究所 環境部交通環境研究室

(茨城県つくば市旭1番地、

TEL0298-64-2606、FAX0298-64-7183)

表－１ 対象都市

	全面積 (km ²)	全人口 (万人)	人口密度 (人/km ²)
大阪市	220.4	262.4	11,906
名古屋市	326.4	215.5	6,602
福岡市	336.4	123.7	3,677
仙台市	783.5	91.8	1,172
熊本市	266.2	62.7	2,354
岡山市	513.3	59.4	1,157
鹿児島市	289.6	53.7	1,854
新潟市	205.4	48.6	2,367
静岡市	1,146.1	47.2	412
長崎市	240.8	44.5	1,847
松山市	288.9	44.3	1,535
金沢市	467.8	44.3	947
宇都宮市	312.2	42.7	1,367
和歌山市	206.5	39.7	1,920
いわき市	1,230.9	35.6	289
長野市	404.4	34.7	858
富山市	208.8	32.1	1,539
郡山市	731.1	31.5	430
山形市	381.3	24.9	654
甲府市	171.9	20.1	1,167
松江市	176.1	14.3	812
上田市	176.7	11.9	676
高山市	139.6	6.5	467
村上市	142.1	3.2	226

交通部門からの CO₂ 排出量は以下の方法で推計した。地域による混雑率の差を考慮するため、自動車・バスに関しては走行台キロ、鉄道・路面電車等では車両キロベースで推計することとした。この際、自動車・バスの走行台キロは「平成６年度道路交通センサス自動車起終点調査」を用いて集計した。また、鉄道については、文献、聞き取り調査などにより走行距離、運行本数、車両数等を調査し、車両キロを集計した。

車両毎の排出係数は以下の方法で推計した。自動車の排出係数は、シャーシダイナモ測定装置を用いた自動車の燃料消費率から車種別（バス、乗用車、小型貨物車、普通貨物車）の燃料消費率推計式を算出し、CO₂ 排出量を算出した。この際、旅行速度は DID 地区の全国平均より 20km/h とした。また、鉄道については、全エネルギー源が電力によるものと仮定し、単位電力発生時の CO₂ 排出量を算出した。これらの結果得られた CO₂ 排出原単位を表－１に示す。

これらの推計による各都市からの CO₂ 総排出量及び交通機関別排出量と人口との関係を図－１に示す。人口規模の大きい都市（大阪、名古屋、福岡）以外の都市では、鉄道からの CO₂ 排出量が極端に

表－２ モード別 CO₂ 排出量原単位

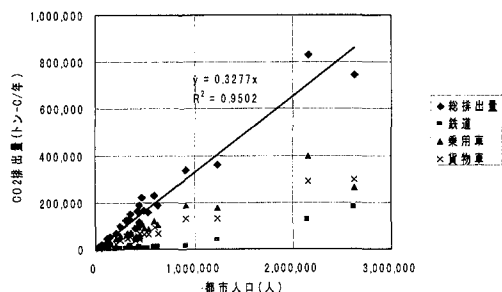
鉄道	バス	乗用車	小型貨物	普通貨物
974	213	71	69	180

単位：鉄道はg-C/車両キロ、その他はg-C/台キロ

少ない。これは、規模の小さい都市では都市内公共交通機関が採算性等の点から成立せず、鉄道の運行量が小さいためであると考えられる。

次に、これらの推計による交通部門からの１人当たりCO₂排出量と都市人口、都市面積、人口密度との関係を図－２～４に示した。都市人口が多いほど、１人当たりCO₂排出量が減少する様子が見られるが、必ずしも顕著な傾向とは言えない。一方、都市面積が大きくなるほど、一人当たりCO₂排出量が大きくなる傾向がはっきりと見られる。また、人口密度が大きくなると一人当たりCO₂排出量が小さくなる傾向が見られるが、その傾向は人口密度が大きくなるにつれ通減する。

これらの傾向は次のように説明することが出来る。都市面積が大きいと都市内における１トリップ当たりの移動距離が大きくなるため、１人当たりのCO₂排出量が大きくなる。一方、人口密度が増加するとある程度の人口規模があれば鉄道等の公共交通機関が利便性、採算の面からも成立しやすいため、交通が効率化され、一人当たりのCO₂排出量が小さくなる。ただし、公共交通機関による交通の効率化にも限界があるため、人口密度の増加による一人当たりCO₂排出量の低下の傾向は通減していく。また、人口が増加する場合、人口密度が大きくなる傾向（人間活動の集約化）と面積が大きくなる傾向（都市規模の拡大）の両面が考えられるため、特に人口が中規模の場合、どちらの傾向が強く現れているかにより１人当たりCO₂排出量の大小が異なるものと考え

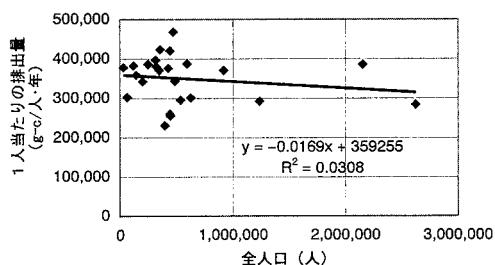
図－１ 都市人口とCO₂排出量の関係

られる。

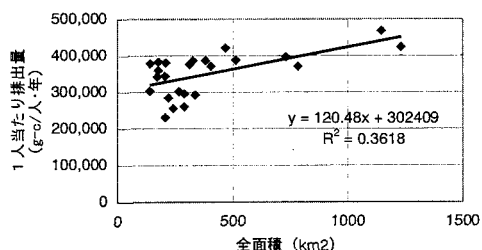
4. 環境負荷の小さい都市構造を実現するための施策の検討

これまでの検討を踏まえて、交通部門から見た環境負荷の小さい都市構造についての知見を集約するとともに、これらを実現させるための施策について述べる。

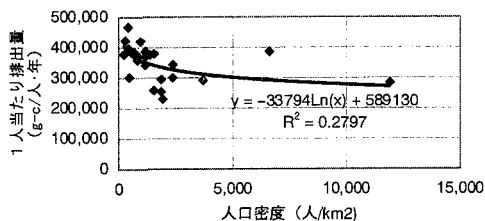
まず、人口密度の高度化、都市面積の縮小等により人間活動を集約化し、交通トリップを削減することである。このためには、容積率の緩和等による建物高層化への誘導や、土地利用規制等による業務地



図－2 都市人口と1人当たりCO2排出量の関係



図－3 都市面積と1人当たりCO2排出量の関係



図－4 人口密度と1人当たりCO2排出量の関係

域の高密度化などを行う必要がある。また、広域的には、職住近接など土地利用の適切な配置によるトリップの効率化等も含まれる。

次に、自動車からより環境負荷の小さい公共交通機関や低公害車等への転換である。公共交通機関が環境負荷の小さい交通機関として、あるいは採算上においても成立するためには、ある程度まとまった利用者が得られることが必要である。このためには、公共交通機関が有効に利用されるような適切な土地利用の誘導などを行うほか、公共交通機関の利便性を向上させて、利用者の増加を図ることも必要となる。また、ロードプライシング等都市内へ自動車の流入規制を行い、公共機関を利用させるなどの方法もある。一方、低公害車への転換という観点では、低公害車の利便性の向上、税制上の優遇措置とともに、低公害車を利用するために必要な交通インフラの整備を行うことが求められる。

次に、道路交通施設整備により自動車の旅行速度を上昇させ、CO2排出量を削減させることである。これは、道路整備（都市環状道路、高規格道路等）、交差点改良、信号制御、路上駐車規制等による交通容量の拡大を図り、混雑度を低下させ、旅行速度を上昇させるものである。この場合、より渋滞の激しい地点の整備を重点的に行うことが効率的である。

5. おわりに

本研究では、環境負荷を小さくするための都市構造及び交通体系についての基礎的研究として、都市構造の諸要素が環境負荷に与える影響を概観し、環境負荷の小さい都市構造のためには都市活動の集中、土地利用の適正配置、自動車交通からより環境負荷の小さい交通機関への転換が重要であること等を示した。また、日本の数都市における交通部門からのCO2排出量の試算により、都市構造の諸要素が環境負荷に与える影響を実証した。最後に環境負荷の小さい都市構造を実現するための交通部門の施策を体系的にとりまとめた。

今後、環境負荷の小さい都市構造を実現するための交通部門の具体的な施策について、具体的な導入方策並びにそれによる温室効果ガス排出量削減効果の試算を行う必要がある。ただし、これらの施策は、

表－3 環境負荷の小さい都市構造のための交通部門の施策

分類	具体的な施策	交通への影響	温暖化への影響
道路整備による交通量の削減	環状道路整備	環状道路整備により、交通容量拡大と共に道路体系の改善によって混雑度が低下し、旅行速度が上昇	旅行速度の上昇により自動車一台当たりのCO2排出量減少
	高速道路整備	高速道路整備により、交通容量拡大と共に速度上昇の効果が一般道路と比較して大きい旅行速度が大幅に上昇	
	一般道路整備	道路整備により、交通容量が拡大し、旅行速度が上昇	
	路上駐車規制	路上駐車排除により、道路の交通容量が拡大し、混雑度が低下、旅行速度が上昇	
	都市駐車場整備	市街地の駐車場の整備により、路上駐車が減少し、道路の交通容量が拡大し、混雑度が低下、旅行速度が上昇	
	交通管制制御	ボトルネックが解消され、旅行速度上昇	
	交差点改良	交差点の改良により、ボトルネックが解消され、旅行速度上昇	
自動車台数削減の低減・負荷の小さい交通機関への転換	パークアンドライド	市街地の外側に駐車場を設置し、地域内の公共交通機関の分担率を高める	市街地内の自動車交通の減少により、地域内のCO2排出量の削減
	自動車流入規制	市街地内の自動車流入を制限（規制）し、地域内の公共交通機関の分担率を高める	
	ロードプライシング	経済的手法により、市街地内の自動車流入を制限（規制）し、地域内の公共交通機関の分担率を高める	市場原理等により自動車交通から環境負荷の小さい交通機関への転換を促し、地域全体の自動車交通が減少し、CO2排出量が削減
	公共交通の新設	公共交通の新設により、地域内に駅数の増加等による鉄道密度の上昇	
	乗車時間短縮	公共交通機関の法定速度の上昇により、公共交通機関での移動時間が短縮され、公共交通機関の分担率が市場原理により上昇	
	乗り換え利便性向上	公共交通機関の乗り換え時間の短縮により、公共交通機関での移動時間が短縮され、公共交通機関の分担率が市場原理により上昇	
	運賃の値下げ	公共交通機関の運賃の値下げにより、公共交通機関の分担率が市場原理により上昇	
公共交通機関の整備	駅近傍への建物の集約	公共交通機関への徒歩・自転車移動時間の短縮により、公共交通機関での移動時間が短縮され、公共交通機関の分担率上昇	トリップ長の減少により、自動車走行距離が減少し、CO2排出量が削減
	低公害車の優遇税制	低公害車の優遇税制により、低公害車への転換を促す	
	低公害車の基盤インフラ整備	低公害車の利便性を向上させ、低公害車への転換を促す	
	都市構造の改善	多核的地域拠点の形成 高密度化 建物の高層化	
全交通量の削減	都市構造の改善	副都心の形成により、都心までのトリップのうち日常的な都市活動のトリップ長が減少	トリップ長の減少により、自動車走行距離が減少し、CO2排出量が削減
	都市構造の改善	都市の高密度化により、トリップ長が減少	

利便性、コスト及び実現難易性等の観点から、実施に当たって様々な問題点を含んでいるものもあるため、環境負荷低減効果、利便性、コスト、実現難易性等を総合的に評価していくことが必要であり、そのための手法の検討が望まれる。

謝辞

本報告の一部は、環境庁の平成8年度地球環境研究総合推進費（地球の温暖化（影響・対策）F S－2）による援助を受けている。

参考文献

- 1) 土井：都市広域化に起因した交通エネルギー消費と大気環境負荷に関する国際比較分析、東工大土木工学科研究報告No. 48、pp. 64-90、1993
- 2) 中村、吉田：都市の輸送エネルギーとその省エネルギー性、第15回日本都市計画学会学術研究発表会、pp. 349-354、1980

- 3) Edwards, Schofer: Relationships Between Transportation Energy Consumption and Urban Structure: Results of Simulation Studies, Transp. Research Record 599, pp. 52-59, 1976
- 4) Gilbert, Dajani: Energy, Urban Form and Transportation Policy, Transp. Res. Vol. 8, pp. 267-276, 1974
- 5) Soot, Sen: Metropolitan Work-Trip Energy Consumption Patterns, Traffic Quarterly, Vol. 33, No. 2, pp. 275-296, 1979
- 6) Bernard, LaBelle: Decreasing Urban Travel Energy Usage Through Transit System Management, Proceedings International Conference on Energy Use Management Vol. 1, No. 1, pp. 617-624, 1977