

運輸起源のCO₂排出削減に向けた交通施策の目標設定型アプローチ

A Goal-Oriented Approach on Urban Transport Policies
towards Reducing CO₂ Emissions from Transport Sector in Japan

都築 啓輔*・中村 英樹**・林 良嗣***

Keisuke TSUZUKI, Hideki NAKAMURA, and Yoshitsugu HAYASHI

1.はじめに

我が国の運輸部門からのCO₂排出量は、1973年から1994年までの22年間に約1.9倍に増加しており、産業、民生を加えた全部門平均が約1.2倍であるのに対して突出している¹⁾。このため、その削減は緊要であり、各方面で対策が検討されつつある。ところが、これらのほとんどは個別施策の積み上げのことであり、運輸部門全体の削減目標が地域ごとの具体的施策目標値としてブレークダウンされておらず、必要な施策の程度が明示的でない。そこで本研究では、「我が国の運輸部門からのCO₂排出量を2010年までに1990年レベルに抑える」という目標を制約条件として設定し、その実現に向けて必要なCO₂排出削減量、およびそのための施策オプションの提示を目的とする。

まず、全国トータルでのCO₂排出量削減目標値の試算方法を示し、モーダルシフトや輸送効率の改善をその手段とした場合に、それらが全国平均でどの程度必要かを試算する。次に、特に都市内交通に着目して目標設定型の交通政策を実施するための目標値の試算を行う。都市内旅客輸送においては、機関分担率や輸送効率をはじめとした交通特性が都市の規模により異なることを考慮する必要があることから、CO₂排出量削減を目指した政策目標値を都市規模別に算出することを試みる。

2.運輸部門からの全国CO₂排出量の推計と削減施策

(1)試算の考え方

運輸部門からのCO₂排出量は、一般に輸送総量(人キロ・トンキロ)に比例すると考えられる。そこで、これらに交通機関別のCO₂排出量原単位²⁾を乗じてCO₂排出量の推計を行う。輸送人キロ・トンキロの推計には、第10次道路整備五箇年計画に際して用いられた推計手

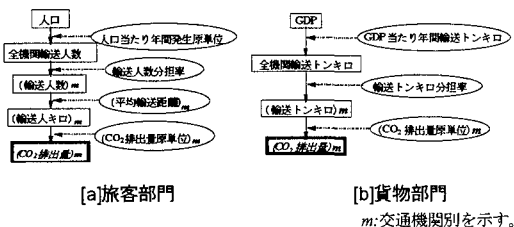


図-1 CO₂排出量推計フロー

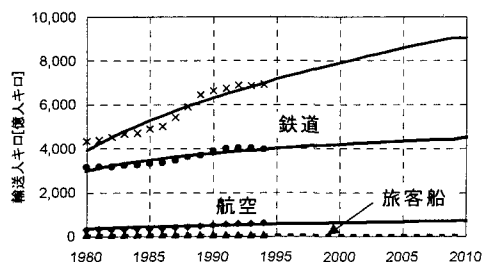


図-2 機関別輸送人キロの推移（プロットは実績値）

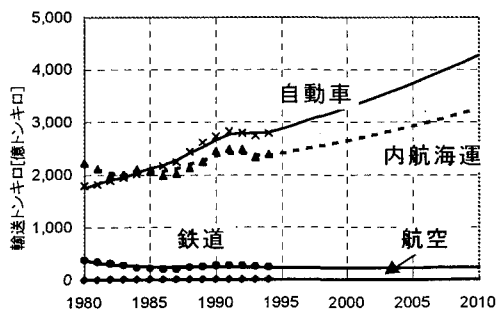


図-3 機関別輸送トンキロの推移（プロットは実績値）

法³⁾を参考とし、若干の修正を加えて適用する。旅客部門、貨物部門それぞれの推計フローを、図-1[a]および[b]に示す。特に、貨物部門に関する推計フローにおいては、輸送トンキロをGDPから直接推計する点に特徴がある。

これらの手法により求めた各輸送機関の輸送人キロ、トンキロの推計値を、それぞれ図-2、図-3に示す。

* 正会員 名古屋水道局
** 正会員 名古屋大学大学院助教授 地圏環境工学専攻
***フェロー 工博 名古屋大学大学院教授 地圏環境工学専攻
(〒464-01 名古屋千種区不老町)

表-1 輸送機関のCO₂排出量原単位推計値²⁾

旅客輸送CO ₂ 排出量原単位 [g-c/人キロ]		貨物輸送CO ₂ 排出量原単位 [g-c/トンキロ]	
自家用乗用車	44.6	自家用普通トラック	81.5
営業用乗用車	89.3	自家用小型トラック	599
バス	12.2	営業用普通トラック	48.3
鉄道	4.7	営業用小型トラック	180.4
旅客船	23.9	鉄道	5.9
航空	30.2	内航海運	9.7
		航空	402.4

いずれも、各輸送機関の推計値が実績値の変化に良く一致している。なお、軽自動車に関するデータは1987年以降しか得られないため、貨物部門と同様の手法で別途推計する。

(2)2010年におけるCO₂排出量

以上のようにして求められた2010年の輸送人キロ・トンキロに、表-1に示す各交通機関(自動車については車種別)のCO₂排出量原単位を乗じて、旅客部門・貨物部門それぞれのCO₂排出総量を算出する。なお、将来の自動車車種構成比率については、過去のトレンドをベースに推計した値を用いる。

図-4は、このようにして推計した1990年および2010年におけるCO₂排出量を、正方形の面積として示したものである。CO₂排出量削減に配慮した交通政策を特に実施しないまま、1980～94年の増加傾向で今後も輸送総量が推移した場合(Do Nothing)には、2010年におけるCO₂排出量は、1990年の41%も増加することがわかる。これを旅客・貨物輸送別に見ると、それぞれ51%、30%の増加となる。

(3)CO₂排出量目標値達成のための施策オプション

ここではまず、増加した41%のCO₂排出量を0%に抑えるために、各単一施策としてどの程度の努力が必要かを見ておく。

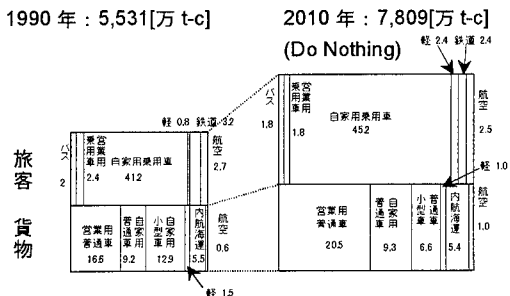


図-4 輸送機関別CO₂排出量の変化(単位:%)

(a)自動車から鉄道へのモーダルシフト

表-1に示すように、自動車のCO₂排出量原単位は、旅客・貨物とも鉄道の10倍程度と非常に高い。そこで、1990年から2010年へのCO₂排出量の増加分を、単純に全て自動車から鉄道への転換により抑制することを考えた場合(Do Something[a])のCO₂排出量の輸送機関別シェアを表したものが図-5である。このとき、鉄道への必要転換量は、旅客、貨物それぞれ図-4(Do Nothing)の場合の自動車輸送量の約44%、36%となる。これより、低公害車の普及等、CO₂排出量原単位の改善を考えない場合、モーダルシフトのみで目標値を達成することは極めて困難であることが分かる。

(b)平均トリップ長及び輸送効率

図-6は、自動車のトリップ長の抑制のみにより目標値達成を試みた場合(Do Something[b])のCO₂排出量シェアを示している。このとき、旅客自動車輸送で約4割、貨物自動車輸送で約3割トリップ長を削減しなければならないこととなる。これらは、一台当たり乗車人数にして約1.7倍(1/(1-0.4))倍、積載効率にして約1.4倍(1/(1-0.3))に輸送効率を向上することと同値である。

このように、単一の施策に頼って目標値を達成することは極めて困難であり、種々の交通管理策や発生源対策など、可能な複数の施策オプションの組み合わせにより対処するのが現実的であるといえる。

3.都市内交通によるCO₂排出量の都市規模別推計と削減施策オプション

以上の試算により、全国平均でのCO₂排出量削減目標値は求められた。実際に各都市においてCO₂排出量削減策を実施するためには、この全国目標値を各都

2010年 : 5,531[万 t-c] 2010年 : 5,531[万 t-c]
(Do Something[a]) (Do Something[b])

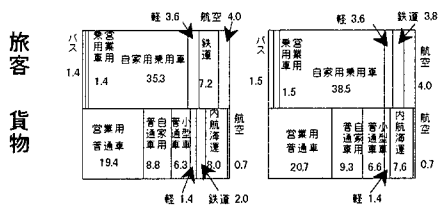


図-5 モーダルシフト後のCO₂排出量シェア図(2010年)

図-6 トリップ長削減後のCO₂排出量シェア図(2010年)

市に適切に配分する必要がある。パーソントリップ調査を用いて、都市構造特性と輸送エネルギー消費の関係を推計した研究として、森本・小池(1995)⁴⁾や関・石田(1996)⁵⁾があるが、ここでは全国の都市内輸送におけるCO₂排出量の総量をマクロに推計し、その削減目標値を都市規模別に試算するために、以下のような手法を用いる。

(1)推計方法

(a) 旅客輸送

都市内旅客輸送人キロは、1987年に行われた全国パーソントリップ調査⁶⁾に基づいて、都市の人口規模別に推計する。ここで人口規模の区分は、1)東京23区、2)人口50万人以上の大都市、3)人口10～50万人の中都市、および4)人口10万人以下の小規模の市町村の4区分とする。まず、人口と輸送人数の関係から都市規模別輸送人数を求め、これに平均トリップ長を乗することにより、都市規模別・交通機関別輸送人キロを算出する。このとき、都市内旅客輸送手段としては、自動車と鉄道を考えればよい。さらに、これを全国の都市について積み上げ、交通機関別CO₂排出量原単位を乗することにより、全国の都市内旅客輸送におけるCO₂排出量を推計したところ、都市内輸送の全国トータルに占めるシェアが約80%となった。

(b) 貨物輸送

貨物に関しては、都市内での輸送手段がトラックに限られる。そこで、1978～1990年のトラックによる距離別輸送トン数⁷⁾のうち、トリップ長が20km以内のものについて、平均トリップ長およびCO₂排出量原単位を乗することにより、都市内貨物輸送のCO₂排出量を推計する。

(2)都市内輸送によるCO₂排出量の試算

以上の方法で求めた、2010年における都市内旅客・貨物輸送別、及び旅客については都市規模別のCO₂排出量を、1990年を100%として示したものが図-7である。図中の網掛けのない部分が1990年の都市内交通におけるCO₂排出量を、網掛け部分が2010年における排出量の増加分を示している。排出量の伸び率は大都市並びに中都市において高い値を示しているが、これは東京23区など一部の大都市を除いた都市部では、一般に都市規模が大きいほど人口増加率が高いことによる。

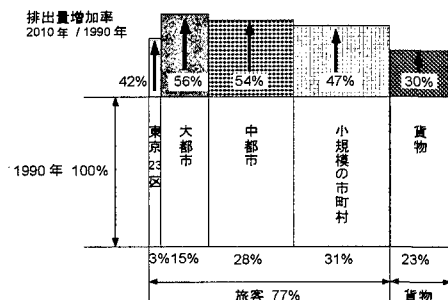


図-7 2010年における都市規模別CO₂排出量

(3)都市規模別CO₂排出量削減目標値の設定と施策オプション

1990年から2010年までの都市内旅客交通によるCO₂排出量の増加率が、都市の規模により大きく異なることが示された。これは、都市規模による人口密度や輸送特性など、いわば効率性の相違を反映した結果であると考えられる。そこで、2010年におけるCO₂排出量を1990年値に抑えるために必要な削減率を、次の3つの考え方により各規模の都市に割り当てる。すなわち、①各都市規模における排出量増加分をそのまま削減する、②人口1人当たり排出量を都市規模によらず一定となるよう削減する、及び③都市規模によらず排出量増加分の全国平均値を一律に各都市で削減する、である。①の考え方は、自らの都市での排出増は自ら削減努力をすることを意味し、②は効率性追求型で、人口密度や輸送効率の低い地方部では増加分以上の排出量削減を求められる可能性がある。③は、都市規模による効率の相違を無視した現状肯定型の考え方である。

これら3つの考え方により、都市内旅客輸送の2010年におけるCO₂必要削減量を各規模の都市に割り当て、各種の施策オプションを単独で実施した際に必要となる各種目標値を、それぞれ表-2～表-4に示す。例えば表-2では、中都市で相乗りのみによってCO₂削減目標値を達成するには、自動車の平均乗車人数を1.8倍に、また、大都市で自動車トリップの鉄道への転換を考えた場合には、自動車旅客輸送の47%を転換する必要があることを示している。

表-3の場合には、人口1人あたりのCO₂排出量目標値が全国一律0.18[t-c/人]となるが、鉄道輸送の分担率や人口密度の高い東京23区においては、Do Nothingの場

合の1人あたりCO₂排出量が0.17[t-c/人]と全国目標値を下回り、CO₂排出量の削減努力が必要ないこととなる。また大都市においても、各施策オプションの目標値が表-2の場合に比較して緩和される。その一方で、中都市ではより一層の公共交通への転換など厳しい条件が課せられることとなる。すなわち、都市活動の効率性に応じた割り当てを行うと、中小都市におけるアクティビティを犠牲にせざるを得ないという結果となる。

これとは逆に、効率性の如何にかかわらず一律の削減率を割り当てる表-4の場合には、大都市部で一層困難な努力が強いられる。しかしながら、都市数の多い中規模以下の都市における目標値が他のケースに比較して緩和されるため、我が国の都市全体での達成可能性はむしろ高いとも考えられる。

表-2～4の結果は、各都市における様々な施策オプションに関する議論の材料を提供している。例えば、通勤交通の大部分が既に鉄道に依っている東京23区では、これ以上のモーダルシフトは極めて困難であり、むしろ道路交通の大半を占める業務交通車両や営業車を対象として、積極的に電気自動車の普及を図ることが効果的であると考えられるのも一つの見方である。また、人口10～50万人程度の中都市において鉄軌道へのモーダルシフトを図ることは、莫大な投資が必要でかつ採算に合わないことから現実的でないと言われるが、ドイツの例に見られるように、この規模の都市に対しても積極的なLRT整備やその利用を促す様々な工夫などの必要性を示唆しているとも解釈できよう。

4. まとめと今後の課題

本研究では、我が国の運輸部門におけるCO₂排出量の必要削減量の算出方法を示し、さらに都市内旅客輸送についてはこれを都市規模別に算出することを試みた。そして、そのための対策として考えられる各種政策目標値を設定する方法を示し、単一の施策に頼ってCO₂の削減目標達成が極めて困難であることを明らかにした。今後は、種々の交通管理策や発生源対策など、複数の施策オプションの組み合わせによる、より実現可能な政策提示を行うことが必要である。

表-2 都市規模別各種施策オプション目標値

(①各都市規模における排出量増加分をそのまま削減)

対策	都市規模 (都市数)	東京 23区 (1)	大都市 (19)	中都市 (187)	小都市 (3,039)
	必要CO ₂ 削減率	42%	56%	54%	47%
発生量抑制	総トリップ長	-26%	-38%	-36%	-34%
発生源対策	電気自動車率	33%	43%	38%	34%
輸送効率 の向上	平均乗車人数	1.7倍	1.8倍	1.8倍	1.7倍
	モーダルシフト (自動車→鉄道)	38%	47%	46%	-
	モーダルシフト (自動車→バス)	47%	58%	57%	46%

表-3 都市規模別各種施策オプション目標値

(②人口1人当たり排出量を都市規模によらず一律削減)

対策	都市規模 (都市数)	東京 23区 (1)	大都市 (19)	中都市 (187)	小都市 (3,039)
	一人当たり 必要CO ₂ 削減率	-4%	33%	59%	60%
発生量抑制	総トリップ長	0	-25%	-37%	-38%
発生源対策	電気自動車率	0	28%	39%	38%
輸送効率 の向上	平均乗車人数	-	1.6倍	1.8倍	1.8倍
	モーダルシフト (自動車→鉄道)	0	33%	48%	-
	モーダルシフト (自動車→バス)	0	40%	60%	54%

表-4 都市規模別各種施策オプション目標値

(③全国平均値を一律に各都市で削減)

対策	都市規模 (都市数)	東京 23区 (1)	大都市 (19)	中都市 (187)	小都市 (3,039)
	必要CO ₂ 削減率	一律51%			
発生量抑制	総トリップ長	-34%	-34%	-34%	-34%
発生源対策	電気自動車率	43%	38%	36%	34%
輸送効率 の向上	平均乗車人数	1.9倍	1.8倍	1.7倍	1.7倍
	モーダルシフト (自動車→鉄道)	43%	44%	44%	-
	モーダルシフト (自動車→バス)	53%	55%	54%	49%

<参考文献>

- 1) 森口祐一：地球温暖化の対策，環境技術，Vol.25, No.5, 1996.
- 2) (財)運輸経済研究センター：環境と運輸・交通－環境にやさしい交通体系をめざして，1994.
- 3) 橋口・山田・中村ほか：自動車走行台キロの将来推計，土木計画学研究・講演集No.15(1)，1992.11.
- 4) 森本・古池：都市構造が運輸エネルギーに及ぼす影響に関する研究，第30回日本都市計画学会学術研究論文集，1995.
- 5) 関・石田：東京都市圏における交通部門のエネルギー消費量と個人特性・地域特性との関連性，土木計画学研究・講演集，No.19(1)，1996.11.
- 6) 建設省都市局都市交通調査室：都市交通計画策定基礎調査－全国パーソントリップ調査現況分析編－，1988.
- 7) 運輸省運輸政策局編：運輸経済統計要覧，1978-1994各年版.