

モータリゼーション進展過程を考慮した都市旅客交通起源 CO₂ の長期的分析手法 A Method of Long-term Analysis on CO₂ Emission by Urban Passenger Transport Considering of Motorization Process

加藤 博和*・林 良嗣**・丸田 浩史***

By Hirokazu KATO, Yoshitsugu HAYASHI and Hiroshi MARUTA

1 はじめに

交通起源 CO₂ 排出量増加の主因が、経済成長に伴うモータリゼーションの進展であることは周知の事実である。では、今後経済成長が進む発展途上諸国において、自動車保有・利用の制限なしに交通起源 CO₂ 増加を防ぐことは不可能なのであろうか？

図 1 は、日本の主な大都市を例に、乗用車保有率の経年変化を示したものである。これを見ると、同じ所得水準でも乗用車保有水準には大きな違いがあり、しかもその違いは、1 人あたり所得水準が乗用車最低価格の 2 倍前後の時点 (1970 年前後) から拡大していることが分かる。このことは、経済成長の早い段階での対策実施必要性を示すとともに、この違いが生じる要因を明らかにすることによって、途上国都市における今後の交通起源 CO₂ 抑制策に対する示唆が得られるものと考えられる。

このようなモータリゼーション進展の都市間格差は、各都市の交通施設整備施策や都市構造の違いによって長期間にわたって形成されるものと考えられる。その理由は、モータリゼーションの進展が図 2 に示すような過程をたどるためである。モータリゼーションは、単に(a)自動車保有率や(b)自動車分担率の上昇のみならず、(c)自動車依存型都市構造、すなわち都市の低密・広域化を招き、さらにそれに伴う公共交通機関の相対的利便性低下が(a*)さらなる自動車保有率上昇をもたらすという循環構造 (本研究では「モータリゼーション・アクセラレーション」と呼ぶ) を有している。また、(c)都市構造の低密・広域化は、(d)自動車トリップ長を長距離化させることによって自動車利用の増加に寄与する。

モータリゼーション・アクセラレーションの抑

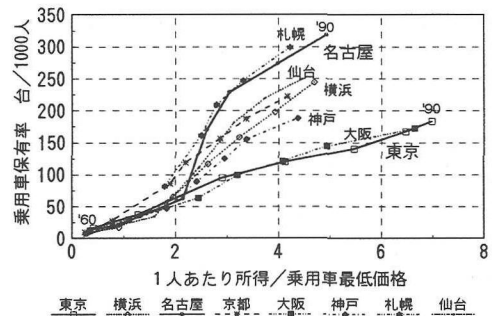


図 1 日本の都市における乗用車保有率の推移

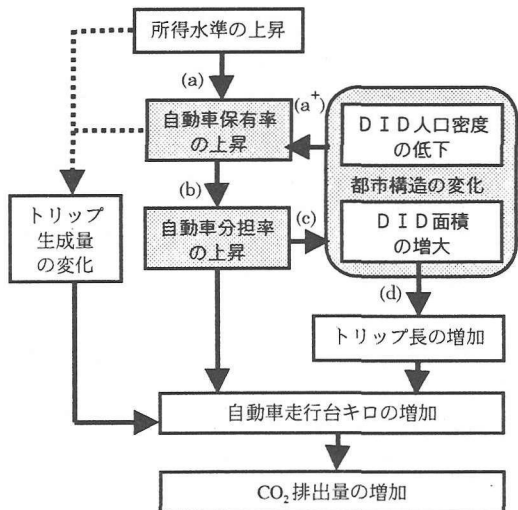


図 2 モータリゼーション進展による
CO₂ 排出量増加のメカニズム

制は、(a),(b)の段階では他の交通機関の利便性向上によって、また(c)の段階では都市構造の低密・広域化を防ぐことによって可能である。しかし、都市の成熟が進むほど交通・土地利用体系は複雑化し、その大規模な改変による自動車依存からの脱却は困難になる。すなわち、モータリゼーションには不可逆的な傾向があることに注意を要する。

モータリゼーション進展に対して交通起源 CO₂ 増加を長期的に抑制するための交通施設整備や都市

keywords: 地球環境問題, 環境計画, 交通計画評価

* 正会員 博(工) 名古屋大学大学院助手 地圏環境工学専攻
〒464-8603 名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-2773, FAX: 052-789-3837
E-Mail: kato@genv.nagoya-u.ac.jp

** 7工D- 工博 名古屋大学大学院教授 地圏環境工学専攻
*** 正会員 工修 地域振興整備公団

構造施策の方向性を議論するためには、以上に述べたモータリゼーション・アクセラレーションやその不可逆性を考慮に入れた分析が必要である。そこで本研究では、日本の大都市を対象として、図 2 に示したモータリゼーション・アクセラレーションのメカニズムを明示的に組み込んだマクロ計量モデルによって旅客交通起源 CO_2 の経年変化を分析するとともに、それを長期的に抑制するような交通施設整備・都市構造施策に関する示唆を得ることを目的とする。

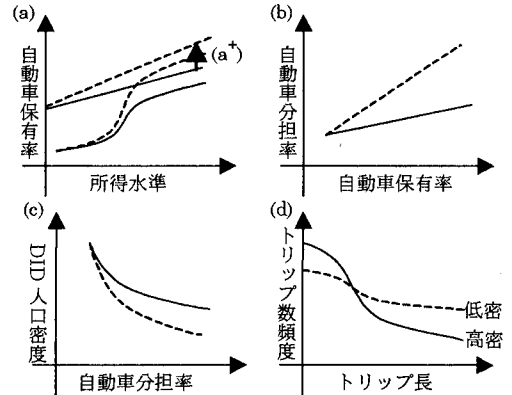
2 モデルの概要

分析モデルの枠組は、図 2 に示したモータリゼーション進展過程に従っている。交通起源 CO_2 排出量の推計は、既報¹⁾で提示した CO_2 排出量のマクロ基本式に準拠したものとし、さらに既存研究においては必ずしも明示的でなかった(a)自動車保有水準、(b)交通機関分担、(c)都市構造、(d)距離帯別トリップ頻度分布、の相互関係メカニズムを構造式として定式化している。

(a)自動車保有率モデル：著者が既に開発しているロジスティック型の乗用車保有率モデル²⁾を使用している。その説明変数には、自動車価格で基準化した所得水準とともに、ロジスティック関数の上限値を決定するための説明変数として DID 人口密度と道路整備水準が組み込まれており、これによって乗用車保有率の都市間の差異を表現することが可能である。DID 人口密度は都市構造の高密・低密さをマクロ的に表す指標であり、道路整備水準とともに乗用車保有誘発要因として考慮することができる。

(b)交通手段選択比率モデル：トリップの距離によって特性が大きく異なることを考慮し、距離帯別にモデルを構築する。交通手段は徒歩・二輪、自動車、バス、鉄道の 4 肢とし、徒歩・二輪以外が CO_2 を排出するとして計算を行う。距離帯は、選択特性に関するクラスター分析の結果から、0-2km、2-3km、3-13km、13km 以上の 4 区分としている。各モデルは集計ロジット型とし、説明変数は、乗用車保有率や駅密度（可住地面積あたり鉄道駅数；軌道停留所は 1/2 駅に換算）が有意となっている。

(c)都市構造変化モデル：これを組み込んでいるのが本モデルの大きな特徴である。具体的には、DID



※点線は、インフラ整備・都市構造政策の遅れによって図 2 の関係がどのように変わるかを示す。

図 3 モータリゼーションの各局面の相互関係

人口密度を自動車選択比率（全トリップ）のベキ乗型関数として定式化している。さらに、求められた DID 人口密度を(a)自動車保有率モデルにフィードバック（1 年後）させることで、モータリゼーション・アクセラレーションを表現している。

(d)距離帯別トリップ頻度分布モデル：都市の低密・広域化に伴うトリップの長距離化を表現するために、(b)の距離区分に加え、3-13km 帯を 8km で区分した 5 区分を考え、各距離帯のトリップ数比率を DID 人口密度や DID 面積で説明するモデルを構築している。この結果に(b)で推計されるトリップ距離帯別分担率を乗じることで、各交通機関のトリップ長を推計することができる。

図 3 は、以上のモデル化によって、(a)～(d)の各変数が、公共交通施設整備や都市構造の低密・広域化抑制策によってどのように変化するかを概念的に示したものである。

なお、本モデルではこのほかに、経済成長や自動車保有率の上昇によるトリップ生成原単位変化をモデルに組み込むことで、交通状況の経年変化予測に対応している。それとともに、自動車走行距離から CO_2 排出量を推計するにあたって、最近の研究で扱われるようになった渋滞による CO_2 排出原単位の変化については、a)道路面積と総自動車走行距離（旅客・貨物の合計）から自動車平均走行速度を推計する式（集計化 Q-V 式）を対象都市のデータから推定する（その際必要となる都市内貨物交通量については、所得水準を説明変数とした簡易推計を

別途行っている)とともに、

b) CO₂排出原単位を自動車平均走行速度の関数として表現した式³⁾を適用して、モデルへの組み込みをはかっている。

以上のモデル構成により、次に挙げる変数の経年変化を与えた場合の、旅客交通起源CO₂排出量変化の分析が可能となっている。

- ・人口
- ・所得水準
- ・交通施設整備水準
(道路<面積>・鉄道<駅密度>)
- ・DID 面積、人口密度

3 分析対象都市とデータ

本モデルにおいては、クロスセクショナル的な要素と時系列的変化の両方を再現することが必要である。そのために、複数時点のデータが観察できる都市として、日本の12政令指定都市と東京23区を対象としてモデル推定を行っている。推定にあたって、交通特性のデータは、各都市が属する都市圏で実施されたパーソントリップ調査および道路交通センサスのデータを用い、その他のデータは、国勢調査など各種統計を用いている。都市範囲の定義は、データ制約の関係から、行政区画を単位とする。

4 モデルの実際都市への適用と政策分析

(1)各都市の旅客交通起源CO₂排出量推計結果

構築したモデルを用いて推計した、1日あたりCO₂排出量実績値を図4[a]に、1人・1日あたりCO₂排出量実績値を図4[b]に示す。まず、東京23区・大阪市・北九州市以外の都市ではCO₂排出量は増加傾向にあったことが分かる。これは人口変化による影響が大きい。なお、仙台市の1988年における急増は、周辺市町の合併によるものである。一方、1人あたりCO₂排出量は近年増加が減速しているが、これは、乗用車保有率が頭打ちになるとともに、交通施設整備が進んだためである。また、首都圏や近畿圏は自動車分担率が低いために、それ以外と比べ

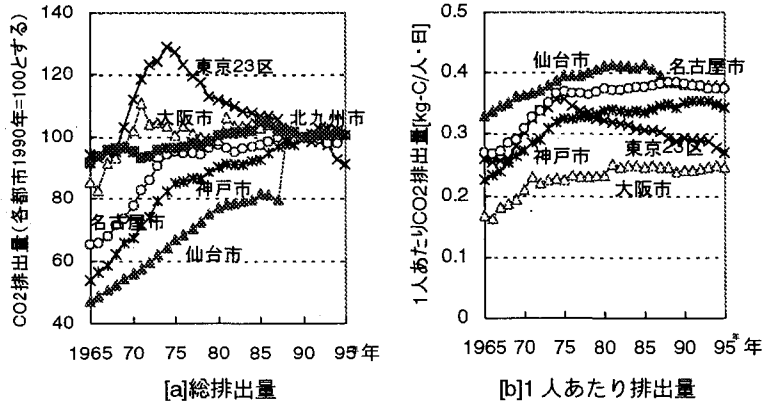


図4 モデルによる都市内旅客交通起源CO₂排出量実績値の推計結果

1人あたりCO₂排出量が小さくなっている。

(2)政策分析

a)交通施設整備政策の効果

道路および鉄道への建設投資額あたりCO₂排出削減効果を分析する。投資額を道路面積や駅数に換算するために、名古屋市の時系列データを用いて、単位建設量あたりの投資額を所得水準の1次関数で表すモデルを別途推定し、利用している。ただし、鉄道として地下鉄のデータを用いたため、鉄道投資額は地下鉄投資額と見なす必要がある。

各都市・各時点で、1,200億円分の道路および地下鉄建設を行った場合のCO₂排出削減効果を推計しプロットしたのが図5、図6である。この額は1995年の名古屋市の道路投資額に相当する。本モデルでは、同じ投資額であっても、都市や時点の違いによって異なった削減効果が推計される。道路整備では、限界的なCO₂削減効果は逡減している。これは、道路整備が進んでいないうちは混雑緩和による燃費改善効果が大きい、整備が進むにつれて自動車選択比率上昇圧力が大きくなるためである。一方、地下鉄整備のCO₂削減効果の傾向は図6では明確でない。そこで、都市別の時系列変化を観察したところ、限界的な削減効果はほとんど変化しないことが確認されている。

また、道路・地下鉄に同じ投資額を投入した場合の削減効果を比較すると、可住地あたり道路面積率が5%以下では道路整備が、5%以上では地下鉄整備がより大きな効果を有することが分かる。1990年の名古屋市の場合、地下鉄整備は道路整備の約4倍

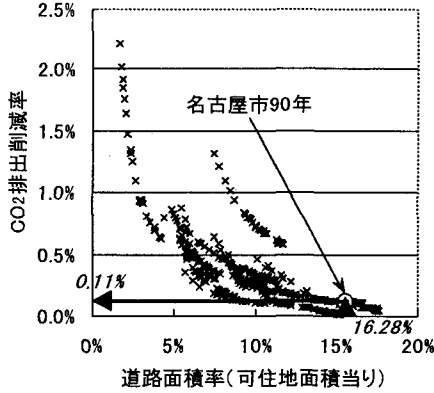
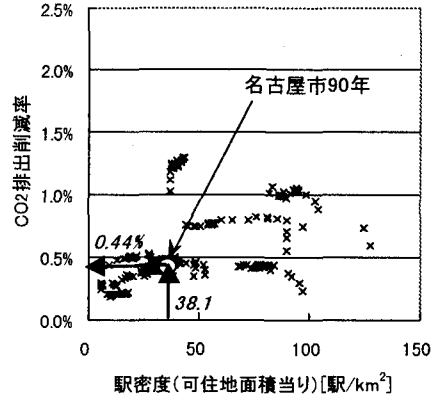
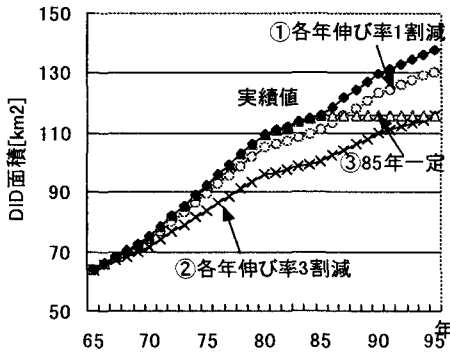
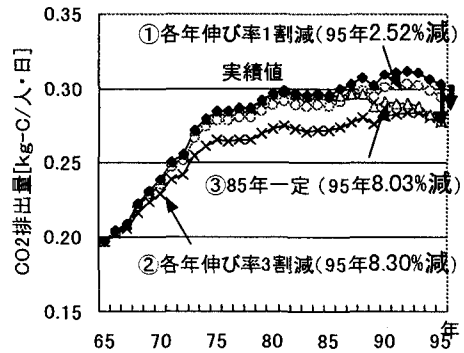

図5 道路投資による CO₂ 削減効果

図6 地下鉄投資による CO₂ 削減効果


図7 神戸市の DID 面積実績値と政策シナリオ


図8 神戸市での都市高密度化政策による CO₂ 削減効果

の削減効果が得られるという結果になっている。

b) 都市の集中・高密度化政策の効果

図7は、神戸市を例に、DID 面積の実績値と、何らかの都市構造政策によって各年の DID 面積増加率を①1965年以降1割、②3割減少させた場合、③1985年以降全く増大しない場合を示したものである。各政策を実施した場合の CO₂ 排出量経年変化の推計結果が図8である。①～③いずれの場合も、乗用車保有率やトリップ長抑制による CO₂ 排出削減効果が生じている。また、②と③は95年の DID 面積はほぼ等しくなるが、CO₂ 削減率は②の方が大きい。つまり、早い時期の政策実施がより大きい削減効果をもたらすことが分かる。これは、モータリゼーション・アクセラレーション抑制による効果が定量的に表現されている例である。

5 おわりに

本モデルを用いることにより、交通施設投資や都市構造の低密・広域化防止に関する長期的政策の違いによる CO₂ 排出量の経年変化の分析が可能である。本論文では紙幅の関係で限られたモデル分析結果を示すにとどまったが、今後はモデルの精度改善に取り組むとともに、さまざまな政策についての感度分析を行う予定である。

なお本研究は、科学研究費基盤研究(B)(2)の補助を受けて実施したものであり、ここに謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 加藤博和・林良嗣：都市旅客交通に伴う CO₂ 排出メカニズムの定式化と実際都市への適用、土木計画学研究・講演集 No.21(2), pp.681-684, 1998.
- 2) 加藤博和・林良嗣：経済成長レベルと都市構造要因を考慮した乗用車保有水準の分析とモデル化、交通工学 Vol.32 No.5, pp.41-50, 1997.
- 3) 東京都環境保全局：車種別速度別排出係数、都内自動車走行量及び自動車排出ガス量算出調査報告書、1996.