

# 自動車交通におけるCO<sub>2</sub>排出量の推計方法の整理とその適用\*

—一般国道から高速道路へ転換させた場合の試算を例として—

Review and application of CO<sub>2</sub> emission estimation method for automobile traffic\*

石坂哲宏\*\*・福田 敦\*\*\*・下川澄雄\*\*\*\*・寺館直樹\*\*\*\*\*

By Tetsuhio ISHIZAKA\*\*・Atsushi FUKUDA\*\*\*・Sumio SHIMOKAWA\*\*\*\*・Naoki TERADATE \*\*\*\*\*

## 1. はじめに

自動車交通需要を大量、高速に処理するために設けられた、都市間高速道路が必ずしも十分には利用されていない現状が一部にあることが以前より指摘されている。交通容量に余裕がある道路への利用を促進することで、混雑を減少させ、自動車交通から排出されるCO<sub>2</sub>を削減できることから、高速道路の有効活用は非常に重要であると考えられている。これに対して、近年、スマートICの整備や柔軟な料金体系など、高速道路の有効活用を目指した政策が始められるなど環境が整いつつある。

その一方で、このような政策は、地域間の移動時間の短縮や移動コストの削減など、利用者や地域経済へ波及する効果などが非常に大きい。高速道路の利用の促進により走行の円滑性や環境への影響など負の効果が発生してしまうことが十分に想定される。このような事態を避けるために、政策の実行により高速道路上で増加する交通量を定量的に把握できるモデルを個々の地域の特性（交通状況や道路ネットワークの状況）に応じて構築することは重要であるが、施策を全国的に実施した場合の環境への影響を観測された交通データをもとに定量的に明らかにし、施策の有効性を検証することが重要である。しかしながら、全国的に高速道路のCO<sub>2</sub>排出量を定量的に算出するには、使用できるデータが限られているなど制約が多いなど課題は多い。

そこで、本研究ではCO<sub>2</sub>の排出量の推計方法を、一般道路から高速道路へ交通量を転換させた場合の試算を例にとり、問題点を抽出することを本研究の目的とする。具体的に本研究では、道路交通センサスの時間帯別交通量及び転換による交通状況の変化はBPR関数上の所要時間の変化として捉えることとして推計を行った。

\*キーワード：高速道路、二酸化炭素、排出量推計方法

\*\*正員、博(工)、日本大学理工学部社会交通工学科

(千葉県船橋市習志野台7-24-1 TEL&FAX 047-469-8147

[ishizaka.tetsuhiro@nihon-u.ac.jp](mailto:ishizaka.tetsuhiro@nihon-u.ac.jp))

\*\*\*正員、工博、日本大学理工学部社会交通工学科

\*\*\*\*正員、工修、(財)国土技術研究センター

\*\*\*\*\*非会員、工学、千葉県警察

## 2. これまでの取り組みと既存研究の整理

平成20年3月28日に改定された京都議定書目標達成計画において、高速道路の多様で弾力的な料金施策を実施することで2008-2012年度の5年間の平均で約20+ $\alpha$ (万t-CO<sub>2</sub>)の削減を見込んでいる。この算出は、道路公団民営化時の割引を利用した車両の実交通量のうち、一般道路から高速道路へ転換した交通量を推計し、速度に応じた排出係数を乗じることで削減量を算出している。

一方、国土交通省の別の試算では、高速道路の利用率が現状の13%から20%に増加した場合、一般道路の速度の上昇によって、年間430万t-CO<sub>2</sub>削減されるので、高速道路の利用促進を促している<sup>1)</sup>。

道路整備に伴うCO<sub>2</sub>排出量の推定に関しては、数多くの既存研究及び事例がある。今西ら<sup>2)</sup>は観測データ(道路交通センサスなど)を利用して整備後の速度変化を簡便なQ-V式で推定することで、CO<sub>2</sub>排出量を実証的に把握することを試みている。大口ら<sup>3)</sup>は渋滞・非渋滞で燃費推定モデルを構築して、首都高における路線整備効果の推計を行っている。

紀伊ら<sup>4)</sup>は交通管制データを利用して、首都高速王子線の開通に伴うCO<sub>2</sub>排出削減量を推定している。ここでは、一般道路の交通量減少分は全て首都高速に転換したと仮定して、転換によるCO<sub>2</sub>排出削減量を明らかにしている。

高速道路の料金政策や混雑課金に伴う交通の変化を推定し、結果得られるCO<sub>2</sub>排出削減効果を明らかにする論文は数多くあるが、松井ら<sup>5)</sup>は時間帯別均衡配分を利用して料金の割引率別にCO<sub>2</sub>排出量との関連を明示しており、都心部や都市圏など地域別にみると増減の傾向が異なることを示した。

このような試算において示されている転換に伴う排出総量の示すことに加えて、地域の特性を考慮して効果のある時間や区間を明らかにすることは重要である。

## 3. 転換に伴うCO<sub>2</sub>排出量推計方法の整理

### (1) CO<sub>2</sub>排出量推計方法

CO<sub>2</sub>排出量の算出方法は、いくつか挙げられるが、車両走行による平均走行速度で定められたCO<sub>2</sub>排出係

数を用いて計算する方法が多くの既存研究・事例で採用されている。その例として、大城、松下<sup>7)</sup>ら国土技術政策総合研究所が提案されたモデル式では、車種別、走行速度別にCO<sub>2</sub>排出係数を求めることができ、このモデル式を用いることにより、幅広い推計、比較ができる。また、必要なデータとしてCO<sub>2</sub>排出係数の他に時間帯交通量、区間延長、旅行速度が挙げられるが、旅行速度が混雑時のみであることを除けば、これは平成17年度道路交通センサスデータ<sup>8)</sup>を用いることでCO<sub>2</sub>排出量を計算することができる。CO<sub>2</sub>排出量は区間ごとに式(1)を利用して算出し、CO<sub>2</sub>排出係数<sup>7)</sup>は車種別に式(2)~(5)を用いて算出する。

$$CO_2 \text{ 排出量} = CO_2 \text{ 排出係数} \times \text{交通量} \times \text{延長} \quad (1)$$

普通車：

$$EF = 1864.3/v - 2.3201v + 0.020070v^2 + 166.85 \quad (2)$$

バス：

$$EF = 528.18/v - 4.9862v + 0.039262v^2 + 308.57 \quad (3)$$

小型貨物車：

$$EF = 50.285/v - 27.312v + 0.20875v^2 + 1592.7 \quad (4)$$

大型貨物車：

$$EF = 2784.6/v - 12.752v + 0.10590v^2 + 854.18 \quad (5)$$

ここで、

EF：CO<sub>2</sub>排出係数 (g-CO<sub>2</sub>/km・台)

v：平均旅行速度 (km/時)

しかしながら、一般道路から高速道路への転換させる場合には、転換により増減した走行速度が変化することから、速度の変化をどのように考慮するかと高速道路においては車種によって走行速度が異なることから、これらの区別することが課題である。

## (2) 走行速度の算出

交通量の増減による旅行時間の変動を算出するために、Q-V式、BPR関数を利用することが考えられる。

### a) Q-V式

Q-V式を利用して走行速度を算出する方法は、今西ら<sup>2)</sup>、下川ら<sup>9)</sup>が道路交通センサスデータを利用した場合の設定方法に関して提案している。今西らは交通量が0と規制速度、混雑時時間交通量容量比と混雑時旅行速度の2点を通る簡易的な一般道路のQ-V式を提案している。自由流時と観測された混雑時の2点を使用することで、当該区間の状況を反映していると考えられるが、2点間の変化量が速度変化を意味しているため、転換させる交通量の大きさと速度変動幅の大きさに関する精度を留意して使用する必要があるといえる。

下川らは高速道路のQ-V式に関して車線数別、平

日・休日別、車種別、方向別交通量をもちいてそれぞれの時間帯別走行速度を推定する方法を提案している。混雑時に関しては、道路交通センサスの混雑時旅行速度及びピーク時重方向交通量を用いている。自由流時に関しては、実勢速度を用いる必要があることから、「規制速度決定の在り方に関する調査検討委員会」で収集された48箇所の高速道路の車両感知器データより得られた実勢速度を用い、交通量に関しては、山間部で決して線形条件が良くない箇所で観測されたQ-V相関を例に、仮定した自由流速度が十分に期待できる交通流率(720台/h/車線)を仮定している。Q-V式上で走行速度の低下が始まる交通量を仮定することで、速度の変動によって変化するCO<sub>2</sub>排出量への影響をより正確に表しているといえる。

Q-V式を利用するメリットとして、高速道路に関しては速度が主な異なる要因である車線数別、平日・休日別、車種別に表すことができるので、速度に影響する道路・交通状況を十分に加味できるといえる。

一方、一般道路に関しては、自由流時の速度設定を規制速度行った場合、規制速度が必ずしも区間の道路・交通状況による実勢速度を表現できるとは確認が得られないなど課題がある。

### b) BPR関数

道路交通センサスデータを利用することで、混雑時旅行時間と時間帯交通量を用いることで、対象区間の道路・交通状況に即した時間帯別のBPR関数を推計することができる。BPR関数を用いた場合のデメリットとして、車種別に表すことができないことが挙げられる。一方、メリットとしては道路交通センサスの混雑時旅行時間のデータにおいても、必ずしもすべての調査区間が混雑しているとはいえないので、非混雑時のデータを含んでいることを明示した交通量と速度の関係から得られたパラメータであるとの理論的な解釈は可能である。しかしながら、BPR関数の初期旅行時間の設定をせざる負えないことから、自由流時の速度設定の問題はQ-V式同様に課題である。ここで、本研究ではBPR関数を利用した推計を試みることにする。

しかしながら、対象区間によっては、有意なパラメータ推計ができない恐れがあるので、その場合は、道路交通センサスのデータを利用して、松井・山田ら<sup>8)</sup>がBPR関数のパラメータ推計を行っているため、これらの推定されたパラメータを利用することも可能である。

## 4. 東名高速道路における試算結果

### (1) 試算のための前提条件

対象路線は、図-1に示すとおり東名高速道路(東京IC~豊田IC)と並行する接続路線に最も規格の高いと考えられる一般国道とする。転換させる交通量は、各ICから接続する一般国道の交通量を2%から2%刻み



で全区間減少していた。区間別では東京～富士 IC 間、清水～静岡 IC 間、焼津～豊川 IC 間で全ての時間帯で減少している。そこで、これらの連続して減少している時間帯、区間による転換について比較した。その結果が図-4、図-5、図-6、図-7であり、時間帯別では、17 時台を 20% 転換 (20%の転換交通量は 12,525 台/時) で最大 2.44%、1 時台を 20% 転換 (同 4,250 台/日) で最小 0.06%の CO<sub>2</sub> 排出量の減少に至った。また、区間別では、相良牧之原～菊川 IC 間で 20%の転換(同 6,465 台/日)で最大で 3.93%、富士～清水 IC 間を 20%の転換(同 10,141 台/日)で最小-0.38%の減少であった。

### 5. おわりに

本研究では、東名高速道路と並行する一般国道を対象路線として、一般国道から東名高速道路へ交通需要を転換した場合の CO<sub>2</sub> 排出削減量を推計、比較を行なった。その結果、全時間帯、全区間の CO<sub>2</sub> 排出削減量は 1.38%に留まった。これは、CO<sub>2</sub> 排出量が増加している、または削減量の極めて少ない区間、時間帯があるためであり、削減量の多い区間・時間帯を選定して、交通需要を転換させることが有効であるといえる。また、BPR 関数を用いて計算した旅行速度では、転換後とほとんど変化が見られなかった。

よって、BPR 関数の形状と参照する交通量では、所要時間の変化が殆ど現れないなど、推計する CO<sub>2</sub> の削減幅とデータの精度を勘案して推計手法を検討していく必要があるといえる。

今後の課題として、他の方法による旅行速度の計算を行う等、違う推計方法をする必要があると考えられる。

### 参考文献

- 1)国土交通省：地球温暖化防止のための道路政策会議報告、平成 17 年 12 月
- 2)今西芳一、石田東生、笈文彦：道路整備後の交通量・CO<sub>2</sub> 排出量の短期的変化に関する実証的研究、交通工学、Vol.43、No.3、pp.53-63、2008 年
- 3)大口敬、谷口正明、森田純之：燃費推定モデルを用いた道路交通施設整備効果の試算、土木計画学研究・論文集、No.12、pp.575-582、1995 年
- 4)紀伊雅哉、伊東大厚、大野栄嗣：交通管制データを活用した交通対策による CO<sub>2</sub> 削減効果の事後評価—首都高速王子線整備を対象として—、土木計画学講演集 CD-ROM、2006 年
- 5)近藤貴久、松井寛：都市高速道路の料金政策が自動車排出ガス発生量に及ぼす影響分析、土木学会第 61 回年次学術講演会、pp.221-222、2006
- 6)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、月刊土木技術資料、Vol.43、No.11、pp.50-55、2001 年
- 7)社団法人 交通工学研究会：平成 17 年度道路交通センサスデータ、2005 年
- 8)松井寛、山田周治：道路交通センサスデータに基づく BPR 関数の設定、交通工学、Vol.33、No.6、pp.9-16、1998 年
- 9)下川澄雄、福田敦、森田純之、石坂哲宏：高速道路における自動車の走行状態別 CO<sub>2</sub> 排出量の推計、交通工学(掲載予定)

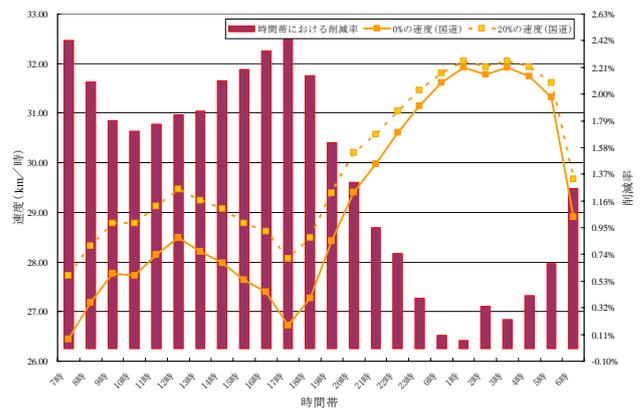


図-4 時間帯別 CO<sub>2</sub> 排出削減率と国道の速度差

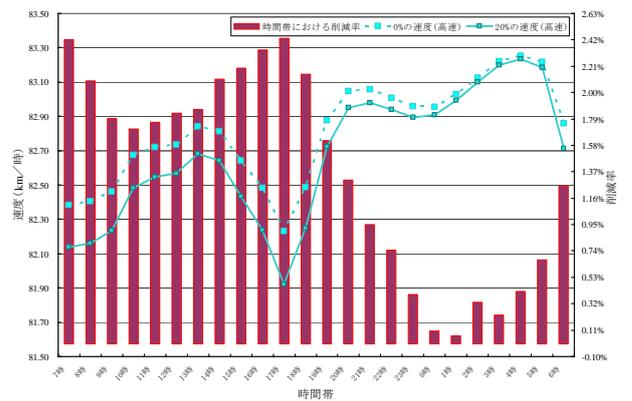


図-5 時間帯別 CO<sub>2</sub> 排出削減率と高速の速度差

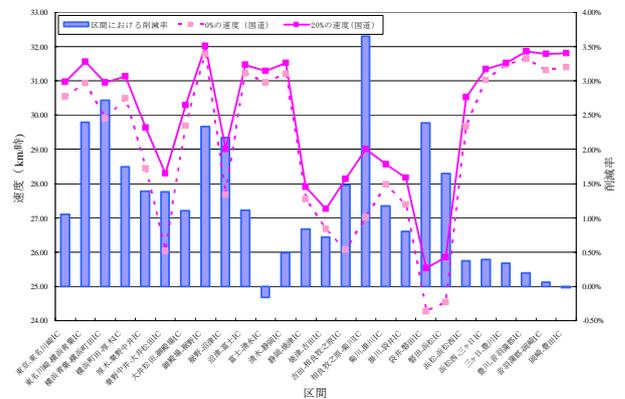


図-6 区間別 CO<sub>2</sub> 排出削減率と国道の速度差

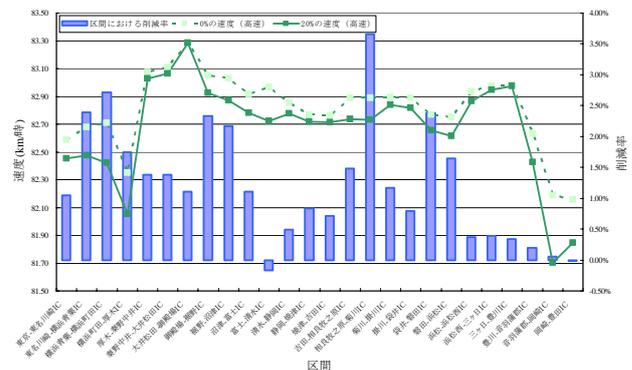


図-7 区間別 CO<sub>2</sub> 排出削減率と高速の速度差