

C O₂排出量推計における平均速度モデルの適用方法に関するシミュレーション分析

小根山 裕之¹・廬書傑²・大口敬³・鹿田成則⁴

¹正会員 首都大学東京大学院 准教授 都市環境学部都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: oneyama@tmu.ac.jp

²非会員 前首都大学東京大学院 都市環境学部都市基盤環境学域 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

³正会員 東京大学生産技術研究所 教授 先進モビリティ研究センター
(〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1)

E-mail: takog@iis.u-tokyo.ac.jp

⁴正会員 首都大学東京大学院 准教授 都市環境学部都市基盤環境学域
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: shikata@tmu.ac.jp

自動車からのマクロなC O₂排出量推計に当たり、交通状況の変化を考慮した推計モデルとして平均速度モデルが広く用いられている。一方、平均速度モデルは、速度という説明変数1つのみを用いる簡便なモデル構造であるが、モデルで用いられる速度についての整理・理解が十分でないままに安易に誤った用法で用いられることが多い。そこで本研究では、交通流シミュレーションを用いた仮想現実下における試行実験により、異なる定義に基づく速度を説明変数として適用した場合の平均速度モデルの適用性を検証するとともに、実際の適用場面に応じた適切な適用方法について実証的に考察する。

Key Words: CO₂ emission, Average Speed Model, Traffic Simulation

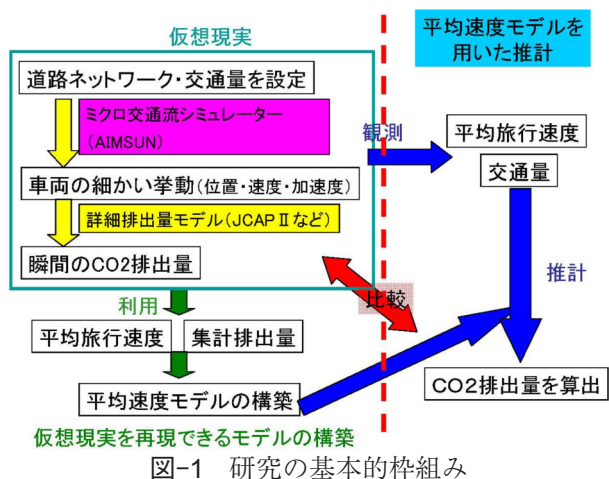
1. はじめに

地球温暖化問題は全世界的に取り組むべき課題として認識されており、温室効果ガス排出量の削減に向けて各国が削減の数値目標を掲げて、政策展開を行おうとしている。その中でも、運輸部門、とりわけ自動車からのC O₂排出量は温室効果ガス排出量の中で大きな割合を占めており、自動車からのC O₂排出量を削減できるような、低炭素型の国土・都市・交通システムの構築が重要とされている。このための施策を実効性を担保しつつ立案し、実現するためには、C O₂排出量の現況モニタリング、施策効果の予測を的確に行うことが必要となるが、自動車からのC O₂排出量は単に車種毎の走行量のみならず、その交通状況にも大きく依存するため、これらの要因を考慮できることが求められる。特に、マクロには単位走行距離当たりのC O₂排出量は平均旅行速度に依存することが知られており、交通状況の変化を考慮したC O₂排出量の推計モデルとして、「平均速

度モデル」がよく用いられている。日本で用いられる主な平均速度モデルとしては、国土交通省国土技術政策総合研究所のモデル（以下、「国総研モデル」）¹⁾、環境省のモデル²⁾などがよく用いられている。

一方、「平均速度モデル」は、「速度」という説明変数1つのみを用いる簡便なモデル構造であるが、モデルで用いられる「速度」についての整理・理解が十分でないままに安易に誤った用法で用いられることが多い。「速度」はその算出単位とする時間、距離によってその意味するところが大きく異なり、定義によって値も大きく異なる。従って、モデルの適用に当たっては、モデル構築時と適用時で同じ定義の「速度」を用いる必要があるが、用いる「速度」の定義について十分な配慮がなされず、結果的に異なる定義の「速度」を適用している場合が多いのが実態である。

しかし、単にモデルの用法の誤りの問題だけではなく、モデル構築に用いられる「速度」がパラメータ



推定のためのデータソースに依存して決定され、実務上利用可能な速度（リンク平均旅行速度や対象地域全体の平均旅行速度など）に合わせて構築できない場合が多いという問題もある。このような、ある前提に基づいて構築された平均速度モデルを、実際の適用場面に応じてどのように適用するかについては、必ずしも十分な検討がなされていない。

そこで本研究では、交通流シミュレーションモデルを用いた仮想現実下における試行実験により、異なる定義に基づく「速度」を説明変数として適用した場合の平均速度モデルの適用性を検証するとともに、実際の適用場面に応じた適切な適用方法について実証的に示すことを目的とする。

2. シミュレーション分析

(1) 基本的枠組み

基本的枠組みを図-1に示す。本研究では、交通流シミュレーションと詳細CO₂排出量を用いて、車両の走行軌跡とCO₂排出量のデータを生成し、それを仮想現実として扱う。この仮想現実データは2つの方法で用いる。まず、仮想現実データから車両の平均旅行速度とCO₂排出量を観測し、これらのデータセットを用いて仮想現実データを再現可能な平均速度モデルのパラメータを同定する。次に、仮想現実データから車両の平均旅行速度と交通量を観測し、先に同定した平均速度モデルを用いて、対象範囲のCO₂排出量を推計する。このCO₂排出量推計値と、仮想現実のCO₂排出量を比較し、平均速度モデルによるCO₂排出量推計精度とその特徴について分析する。



図-2 対象ネットワーク

(2) 対象ネットワークおよび対象時間帯

分析に用いるネットワークとして、以前の研究³⁾で用いた神奈川県秦野市の一般街路に、高速道路2区間を加えたネットワークを用いた。交通需要は、H11 道路交通センサスデータにより作成した15分毎のゾーン間OD交通量（セントロイドは全42ゾーン、および端点セントロイド10点の合計52点）を設定した。対象ネットワークを図-2に示す。

分析対象時間帯は、午前5～9時までの4時間帯（なお、シミュレーションは全車両が目的地に到着するまで実施）とした。

(3) 使用モデルとケース設定

仮想現実を再現するためのモデルについて説明する。まず、交通流シミュレーションモデルについては、マイクロ交通流シミュレータ「AIMSUN⁴⁾」を用いた。簡単のため車種は小型乗用車1車種のみとした。AIMSUNの車両挙動パラメータはデフォルト設定のままとした。そのため、希望走行速度や最大加減速度などはある程度の範囲内で乱数により設定される。また、交通需要は15分毎のOD交通量によりセントロイドから発生させ、確率的経路選択モデルにより経路を選択させた。

また、詳細CO₂排出量モデルについては、JCAPII 詳細排出量モデル⁵⁾を用いた。なお、排出モデルの車種も1車種のみ(2,000cc ガソリン乗用車)とした。

シミュレーション上の全車両挙動については、AIMSUNの追加API機能を用いて0.75秒毎の位置・速度・加速度として出力させた。これに、JCAPII 詳細排出量モデルを適用することにより、0.75秒毎のCO₂排出量を算出した。このようにして再現した車両の走行軌跡とCO₂排出量を以下の分析では仮想現実として用いる。

シミュレーションのケース設定については、基本ケース、およびOD交通量を全ODペアについて±1%毎に-5%～+5%に変化させたケースの合計11ケースを設定し、実行した。なお、本研究ではシミュ

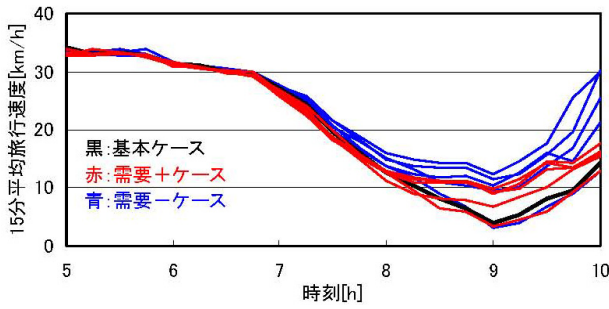


図-3 時間帯別平均旅行速度変化

レーションの目的が仮想現実の生成であることから、必ずしも現実の再現性の確認は必要ない。ただ、現実的でない状況（グリッドロックによる車両の完全停止など）が発生しないよう、基本ケースにおいて信号制御パラメータを調整し、ある程度現実的なレベルの交通状況変動となるよう、キャリブレーションを行った。また、基本ケース以外のケースについては、基本ケースの設定をそのまま用いることとした。全ケースの時間帯別平均旅行速度変化を図-3に示す。概ね妥当な時間変動を示していると考えられる。

3. 平均旅行速度の定義および平均速度モデルの同定

(1) 本研究で用いる平均旅行速度の定義

本研究では、以下の4つの定義に基づく平均速度モデルを用いる。それぞれの定義と、想定される適用場面を以下に説明する。

1) 全範囲集計

市全域など、対象地域における全車両の平均旅行速度を「全範囲集計平均旅行速度」とする。式で表すと以下の通りとなる。

$$V = \frac{D}{T} \quad (1)$$

ここに、 V ：全範囲集計平均旅行速度、 D ：対象地域の総走行距離、 T ：対象地域の総旅行時間。また、 $D = \sum_i D_i$ 、ただし、 D_i ：車両 i の走行距離。

$T = \sum_i T_i$ 、ただし、 T_i ：車両 i の旅行時間。

この場合の平均速度モデルを $EF_{ALL}(V)$ （ V は平均旅行速度）とするならば、 CO_2 排出量 TE は、

$$TE = EF_{ALL}(V) \times D \quad (2)$$

これは、マクロな交通モデルや、アンケート等サンプル調査により総旅行時間と総走行距離が推計さ

れているような場合に相当する。なお、上記定式化では集計時間帯を明示的に表していないが、集計時間帯は適宜設定される必要がある。

2) トリップ単位

車両のトリップ単位の平均旅行速度を「トリップ単位平均旅行速度」とする。式で表すと以下の通りとなる。

$$V_i = \frac{D_i}{T_i} \quad (3)$$

ここに、 V_i ：車両 i のトリップ単位平均旅行速度、 D_i ：車両 i のトリップ走行距離、 T_i ：車両 i のトリップ旅行時間。

また、平均速度モデルを $EF_{TRIP}(V)$ （ V は平均旅行速度）とするならば、 CO_2 排出量 TE は、

$$TE = \sum_i (EF_{TRIP}(V_i) \times D_i) \quad (4)$$

これは、トリップ単位で車両の旅行時間と走行距離が得られるような場合、例えば、プローブカーや車両毎の簡易な走行記録等のデータを用いるような場合を想定している。

3) トリップ小区間単位

車両のトリップをほぼ同じ距離の小区間に分割し、それを単位として定義した平均旅行速度を「トリップ小区間単位平均旅行速度」と定義する。式で表すと以下の通りとなる。

$$V_{in} = \frac{D_{in}}{T_{in}} \quad (5)$$

ここに、 V_{in} ：車両 i 、小区間 n のトリップ小区間単位平均旅行速度、 D_{in} ：車両 i 、小区間 n のトリップ小区間単位走行距離、 T_{in} ：車両 i 、小区間 n のトリップ小区間単位旅行時間。

また、平均速度モデルを $EF_{STRIP}(V)$ （ V は平均旅行速度）とするならば、 CO_2 排出量 TE は、

$$TE = \sum_i \sum_n (EF_{STRIP}(V_{in}) \times D_{in}) \quad (6)$$

なお、トリップ小区間が d に設定され、なおかつ全てのトリップが d の整数倍で表せるとするならば、 $D_{in} = d$ であるので、

$$V_{in} = \frac{d}{T_{in}} \quad (7)$$

$$TE = d \sum_i \sum_n EF_{STRIP}(V_{in}) \quad (8)$$

これは、平均旅行速度の基準となる距離を合わせて、平均旅行速度の定義をより明確化していることになる。また、国総研モデルの構築において用いて

表-1 パラメータ推計結果

	α_0 [g/km]	α_1 [g/h]	α_2 [g・h/km ²]	α_3 [g・h ² /km ³]
全範囲単位	268	2783	-5.13	0.0449
トリップ単位	261	2984	-4.80	0.0419
小区間単位	268	3027	-4.85	0.0415
リンク単位	196	3559	-1.31	0.0129

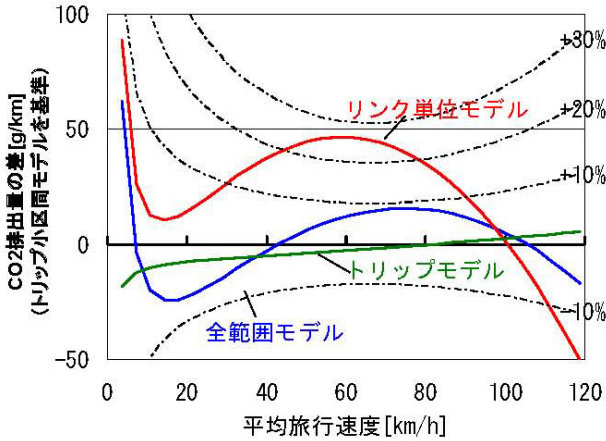


図-5 平均速度モデルの比較（トリップ小区間モデルを基準とする）

いる実走行モードは、2km 毎の小区間毎の平均旅行速度とモードの諸特性（アイドリング比率、最大加速度）の関係を再現するように設定されている⁶⁾。従って、国総研モデルは、概念的には $d=2\text{km}$ と設定したトリップ小区間モデルと同じであると考えられる。以下の分析でも、トリップ小区間モデルは国総研モデルに相当するモデルとして取り上げており、 $d=2\text{km}$ と設定している。

4) リンク単位

ある時間区間にリンクを走行する車両の平均旅行速度を「リンク単位平均旅行速度」と定義する。式で表すと以下の通りとなる。

$$V_{kt} = \frac{D_{kt}}{T_{kt}} \quad (9)$$

ここに、 V_{kt} ：時間帯 t 、リンク k のリンク単位平均旅行速度、 D_{kt} ：リンク k における時間帯 t の総走行距離、 T_{kt} ：リンク k における時間帯 t の総旅行時間。また、

$D_{kt} = \sum_i D_{ikt}$ 、ただし、 D_{ikt} ：リンク k における、時間帯 t 、車両 i の走行距離。

$T_{kt} = \sum_i T_{ikt}$ 、ただし、 T_{ikt} ：リンク k における、時間帯 t 、車両 i の旅行時間。

また、平均速度モデルを $EF_{LINK}(V)$ (V は平均旅行速度) とするならば、 CO_2 排出量 TE は、

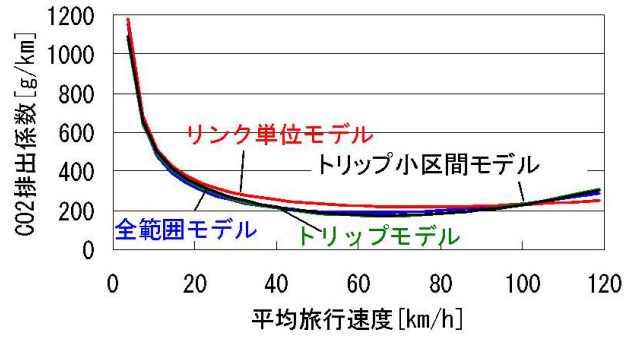


図-4 同定された平均速度モデルのグラフ

$$TE = \sum_t \sum_k (EF_{LINK}(V_{kt}) \times D_{kt}) \quad (10)$$

これは、リンクの旅行速度と交通量が車両感知器などにより得られている場合を想定している。なお、車両感知器は断面の交通量や走行速度を感知するに過ぎないため、一般的にはこれらのデータからリンクの旅行速度と交通量を推計することになる。例えば、定常状態を仮定すると、リンクの平均旅行速度は断面の旅行速度の空間平均となる。これらを考慮し、リンク k 、時間帯 t の交通量を N_{kt} 、リンク k のリンク長を L_k とすると CO_2 排出量 TE は、

$$TE = \sum_t \sum_k (EF_{LINK}(V_{kt}) \times N_{kt} \times L_k) \quad (11)$$

となる。

(2) 平均速度モデルの同定

シミュレーションモデルから得られた車両挙動を、上記の平均旅行速度の定義に基づき集計し、平均旅行速度とそれに対応する CO_2 排出量のデータセットを生成し、そのデータを用いて平均速度モデルのパラメータを同定した。なお、平均速度モデルは以下の式型を用いた。

$$EF = a_0 + a_1 \frac{1}{v} + a_2 v + a_3 v^2 \quad (12)$$

ここに、 v ：平均旅行速度、 a_0, a_1, a_2, a_3 ：パラメータ。

また、推計には基本ケースのデータのみを用いた。ただし、全範囲集計平均旅行速度では基本ケースのみではデータ数が十分では無いので、全ケースのデータを対象とした。

パラメータ推計値を表-1、グラフを図-4 に示す。これによると、若干の違いは見られるものの、類似した結果となっており、概ね妥当なモデルとなっていることが示された。図-5 は、トリップ小区間モデルを基準にして各モデルとの CO_2 排出係数の差を速度毎に表したものであるが、各モデルは速度帯に

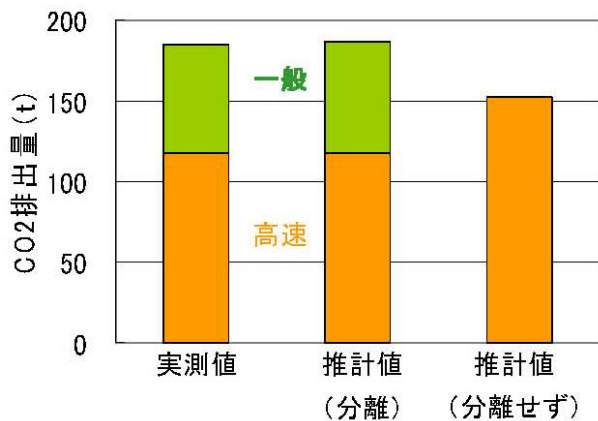


図-6 CO2 排出量実測値と推計値の比較（全区間，全時間帯集計）

より過大評価になる部分と過小評価になる部分があり，概ね約2%～20%の差が出ることがわかる。

4. 平均速度モデルの適用分析

次に，仮想現実データから車両の平均旅行速度と交通量（走行台キロ）を観測し，前章で同定した平均速度モデルを用いて対象範囲のCO₂排出量を推計し，仮想現実のCO₂排出量との比較により平均速度モデルによるCO₂排出量推計精度とその特徴について分析した。具体的には，ケース毎に4つの平均旅行速度を観測し，それに4つの異なる平均旅行速度による平均速度モデルを適用してCO₂排出量を推計する。以下，これらの分析結果をいくつかの視点で提示し，考察する。

(1) 高速道路と一般道路のデータを分離した場合と分離しない場合の比較

今回の対象ネットワークでは，一般道路は60km/h以下，高速道路は60km/h以上であり，それぞれ平均旅行速度の速度帯が大きく異なる（注：今回のシミュレーションでは，高速道路の渋滞については再現されていないため，高速道路の渋滞による速度低下は含まれていない）。一方，図-4の式型を見てもわかるとおり，およそ60km/hを境に下に凸となっており，60km/hの両側にまたがるデータを混合して推計することにより影響が生じる恐れがある。

そこで，一般道路と高速道路を混合して推計した場合と，分離して推計した場合でどの程度推計値が異なるか比較した。全範囲集計における基本ケースの例を図-6に示す。この例で示される通り，分離しない場合には大きく過小評価することがわかる。こ

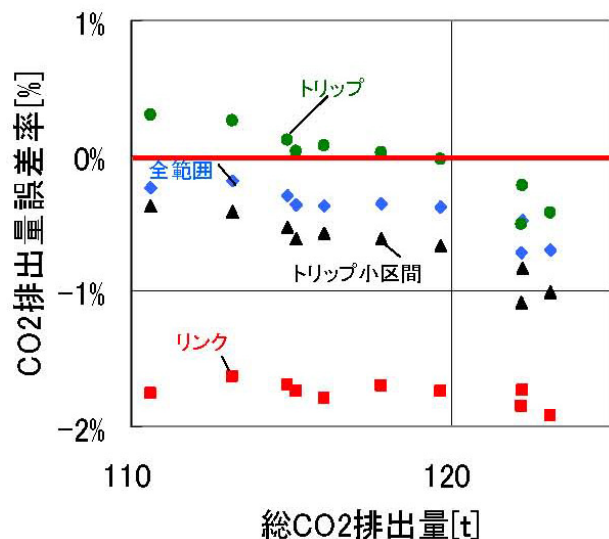


図-7 平均速度モデルと交通データで同じ集計単位（高速道路）の速度を用いた場合のCO₂排出量誤差率

れは，高速域と低速域を平均すると，平均旅行速度はその間に位置することとなるが，その場合のCO₂排出量の平均値より，平均旅行速度を平均速度モデルに適用した場合のCO₂排出量は下回るためである。

これらから，モデルの適用に当たっては，平均速度モデルの排出係数値が極小となるおよそ60km/h程度を境として，速度帯の異なるデータを分けて分析する必要があることが示される。なお，今回の分析では，高速道路の渋滞域を扱っていないので，高速道路と一般道路の区分となっているが，上記の要因を考慮すると，高速道路においても渋滞流と自由流で分けて平均旅行速度を集計する必要があると考えられる。

(2) 平均速度モデルと交通データで同じ集計単位（速度を用いた場合）の比較

次に，平均速度モデルと交通データで同じ集計単位（速度を用いた場合）について，CO₂排出量の誤差率を分析する。この分析結果は，いわば各平均速度モデルのパフォーマンスの分析に相当する。総CO₂排出量の誤差率をケース毎に示したのが図-7（高速道路）および図-8（一般道路）である。これらの結果から，リンク単位のケースを除き，概ね誤差率が±1～2%程度の範囲内に収まっており，それぞれのモデルについての推定精度は概ね良好であると言える。

なお，リンク単位の分析については，今回の分析ではリンクによってリンク長が大きく異なるにも関わらず，それらを全て同じリンクとして扱ってモデル構築を行ったこと，信号間距離などの路線特性が

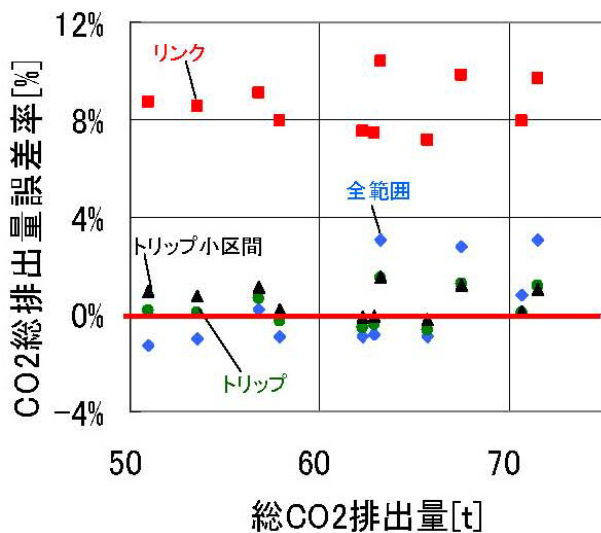


図-8 平均速度モデルと交通データで同じ集計単位
の速度を用いた場合の CO2 排出量誤差率（一
般道路）

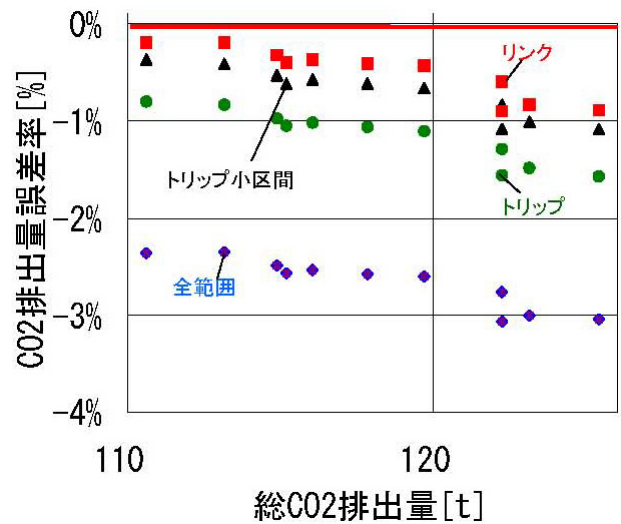


図-9 平均速度モデルと交通データで異なる集計単
位の速度を用いた場合の CO2 排出量誤差率
（高速道路）

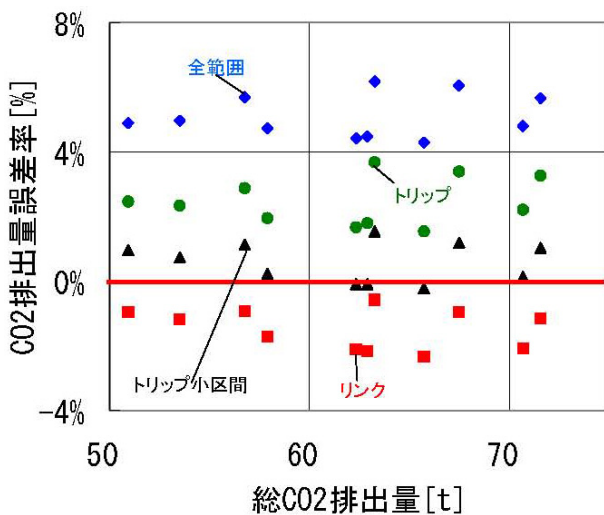


図-10 平均速度モデルと交通データで異なる集計
単位の速度を用いた場合の CO2 排出量誤差
率（一般道路）

異なることなどにより、モデルの構築時点においてデータにバラツキが見られ、モデルの推定精度に問題があったことが要因であると考えられる。

(3) 平均速度モデルと交通データで異なる集計単位 の速度を用いた場合の比較

今度は、平均速度モデルと交通データで異なる集計単位の速度を用いた場合について、CO₂排出量の誤差を分析する。平均速度モデルとしてトリップ小区間モデルを用いた場合の、総CO₂排出量の誤差率をケース毎に示したのが図-9（高速道路）および図-10（一般道路）である。先に示したように、トリップ小区間モデルは、概念的には国総研モデル¹⁾に最も近いモデルと考えられることから、国総研モデルを様々な集計単位の平均旅行速度に対して適用する

ような場面を念頭に置いたケース設定である。

全体的な傾向として、いずれの場合にも高速道路の場合には過小評価、一般道路の場合は逆に過大評価となっていることがわかる。また、交通データの平均旅行速度算出の集計単位間で比較すると、いずれの場合も、誤差率の絶対値はリンク単位<トリップ単位<全範囲単位の順番に大きくなっている。

この要因についての考察は次節に改めるが、この結果から、平均速度モデルと交通データで異なる集計単位の速度を用いるだけで、±数%程度の傾向誤差が生じる恐れがあることが示される。仮に今回のケース設定で念頭に置いている条件を当てはめて考えると、国総研モデルをプローブカーのトリップ平均旅行速度に適用して一般道路の総CO₂排出量を推計すると+2~3%程度の誤差が、また何らかの方法（地域のマクロモデルなど）で地域全体の平均旅行速度を算出し、国総研モデルを適用して総CO₂排出量を推計すると+4~6%の誤差が、傾向的に発生することを意味する。

なお、このような誤差が実際に意味のある値か否か、CO₂排出量推計に用いる平均旅行速度や交通量、車種構成など他の要因とのバランスで考慮すべき問題である。ただ、平均旅行速度の集計単位が異なるだけでこれだけ大きな傾向誤差が発生するという事実は、CO₂排出量推計に当たって注目すべき事項であると考えられる。

(4) 平均速度モデル式に基づく考察

上記のシミュレーション結果について、その要因を平均旅行速度モデル式に基づき考察する。まず、式（1）で表される平均旅行速度モデルが、一定の距

離 d で集計されたトリップ小区間単位モデルとしてパラメータ推計されていると仮定する（この場合のパラメータを $a_{ST0}, a_{ST1}, a_{ST2}, a_{ST3}$ とする）。

次に、距離 X の区間 ($X > d$) に対して、上記モデルを用いて CO_2 排出量を推計することを考える。単純化のため、 $X = nd$ (n は自然数) と仮定する。

まず、距離 X の区間を、距離 d の小区間 i ($i=1 \cdots n$) に分割して、上記モデルを適用して CO_2 排出量を推計する場合を考える。小区間 i の速度を v_i と置くと、 CO_2 排出量 TE_1 は以下の通りとなる。

$$TE_1 = \sum_{i=1}^n d \left(a_{ST0} + a_{ST1} \frac{1}{v_i} + a_{ST2} v_i + a_{ST3} v_i^2 \right) \quad (13)$$

$d = \frac{X}{n}$ を代入して、さらに X で除して整理し、単位距離当たりの排出量 EF_1 を求めると、

$$EF_1 = a_{ST0} + a_{ST1} \frac{1}{V} + a_{ST2} \bar{v} + a_{ST3} (\sigma_v^2 + \bar{v}^2) \quad (14)$$

ここに、 V : v_i の調和平均 $\left(\frac{1}{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i} \right)$ 、 v_i の算術平均 $\left(\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \right)$ 、 σ_v^2 : v_i の分散 $\left(\sigma_v^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^2 - \bar{v}^2 \right)$ 。

距離 X の区間全体の平均旅行速度を用いて排出量を推計する場合を考える。この場合、区間全体の平均旅行速度は V になるので、単位距離当たりの排出量 EF_2 は、

$$EF_2 = a_{ST0} + a_{ST1} \frac{1}{V} + a_{ST2} V + a_{ST3} V^2 \quad (15)$$

EF_2 と EF_1 の差は、

$$EF_2 - EF_1 = a_{ST2}(V - \bar{v}) + a_{ST3}(V^2 - \sigma_v^2 - \bar{v}^2) \quad (16)$$

ここで、速度の算術平均と調和平均の関係より $V = \bar{v} - \frac{\sigma_v^2}{\bar{v}}$ となることから、

$$\begin{aligned} EF_2 - EF_1 &= a_{ST2}(V - \bar{v}) + a_{ST3}(V^2 + V\bar{v} - 2\bar{v}^2) \\ &= \{a_{ST2} + a_{ST3}(V + 2\bar{v})\}(V - \bar{v}) \end{aligned} \quad (17)$$

一般に、 $V - \bar{v} \leq 0$ であるので、 $EF_2 - EF_1 \geq 0$ となる条件は、 $\{a_{ST2} + a_{ST3}(V + 2\bar{v})\} \leq 0$

$a_{ST3} > 0$ の場合、 $EF_2 - EF_1 \geq 0$ となる条件は式 (18) の通りとなる。

$$V + 2\bar{v} \leq -\frac{a_{ST2}}{a_{ST3}} \quad (18)$$

今回のデータで同定した表-1 のトリップ小区間モデルのパラメータを用いると、 $V + 2\bar{v} \leq 117$ となる。従って、一般道路ではほとんどの場合、式 (18) を満たすため、 $EF_2 \geq EF_1$ 、すなわち小区間に分割した場

合よりも全区間まとめて集計した場合の方が過大評価となり、(3) で示したシミュレーション結果と一致する。また、集計区間が長くなればなるほど、様々な交通状況が含まれ、 v_i の分散 σ_v^2 が大きくなることが想定される。そのため、結果として $EF_2 - EF_1$ の絶対値は集計区間が長くなるほど大きくなる。これが、(3) において、トリップ、全範囲と集計区間が長くなるほど誤差が大きくなっている要因と考えられる。なお、高速道路ではほとんどの場合式 (18) を満たさず、一般道路と逆の傾向になる。

なお、式 (18) の $-\frac{a_{ST2}}{a_{ST3}}$ を国総研モデルの 8 車種 CO_2 排出係数原単位算定式のパラメータで算出すると、108~140 にあることから、国総研モデルでも同様の特性があることがわかる。

5. 結論と今後の課題

本研究では、交通流シミュレーションモデルを用いた仮想現実下における試行実験により、異なる定義に基づく「速度」を説明変数として適用した場合の平均旅行速度モデルの適用性を検証するとともに、実際の適用場面に応じた適切な適用方法について実証的に示した。得られた主な結論は以下の通りである。

- ・モデルの適用に当たっては、平均旅行速度モデルの排出係数値が極小となるおよそ 60km/h 程度を境として、速度帯の異なるデータを分けて推計する必要がある。例えば、高速道路と一般道路、高速道路については渋滞流と自由流などについては分けるべきである。
- ・平均旅行速度モデルと交通データで異なる集計単位の速度を用いるだけで、±数%程度の傾向誤差が生じる恐れがある。トリップ小区間モデルを基準として考えると、一般道路ではトリップ単位の平均旅行速度で総 CO_2 排出量を推計すると +2~3% 程度、地域全体の平均旅行速度で推計すると +4~6% の誤差が、傾向的に発生する。これは集計単位が大きくなるほど過大評価の傾向がある。

これらの結論は、適切な CO_2 排出量の推計値を得るためには、平均旅行速度モデルと交通データで平均旅行速度の集計単位を合わせる必要があることを意味している。一方、実際に平均旅行速度モデルのパラメータを整備する場合、想定される全ての推計場面に対応したパラメータを構築するのは現実的ではない。そのため、パラメータの整備された平均旅

行速度モデルをベースとして、必要に応じて推計値を補正する方策を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 大城・松下・並河・大西：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.
- 2) (株)野村総合研究所：自動車排出ガス原単位及び総量に関する調査, 平成 13 年度環境省委託業務結果報告書, 2002.
- 3) 小根山・和田：通勤交通を対象とした計画的交通需要

マネジメント施策の実施可能性, 土木計画学研究・論文集, Vol. 24, No. 4, pp. 943-951, 2007.

- 4) TSS ホームページ : <http://www.aimsun.com/>.
- 5) 林：過渡排出量推計モデル＋走行風による初期拡散モデル構築, JCAP 技術報告書, PEC-2004AQ-03, 2005.
- 6) 小根山・大西・山田・平井：自動車の走行特性を反映した排出係数の設定に用いる実走行モードについて, 土木計画学研究・講演集, Vol. 22, No. 2, pp. 571-574, , 1999.

(2011. 5. 6 受付)

SIMULATION ANALYSIS ON THE APPLICABILITY OF AVERAGE SPEED MODEL FOR ESTIMATING VEHICULAR CO2 EMISSION

Hiroyuki ONEYAMA, Shu Jie LU, Takashi OGUCHI and Shigenori SHIKATA