

## 市町村単位の自動車からのCO<sub>2</sub>排出実態の解析に関する研究

### A Study on Analytical Method for Vehicle CO<sub>2</sub> Emissions by Municipalities

岡崎 誠                      細井 由彦\*

OKAZAKI Makoto              HOSOI Yoshihiko

和文要旨：我が国において運輸部門からのCO<sub>2</sub>排出の増加は顕著であり、国レベル、都道府県レベルのみならず市町村レベルにおいても、また、地方の中小都市においても総合的、計画的な抑制対策の実施が求められている。このためには、まず、対象地域内でのCO<sub>2</sub>排出の構造を明らかにする必要があるが、市町村単位ではこのための調査の実施は容易ではない。そこで、本研究では全国の市町村単位で解析可能な「全国道路交通情勢調査」の「自動車起終点調査」のデータに着目し、これを用いてCO<sub>2</sub>排出の抑制方策の検討を試みた。

【キーワード】 地球温暖化、二酸化炭素、運輸部門、市町村、排出量推計

**Abstract** : The increase in the CO<sub>2</sub> emission from a transportation sector is remarkable in Japan, and it is desired to promote the countermeasure by municipalities of the whole countries based on its character of the CO<sub>2</sub> emission. However, it is not easy to grasp the structure of the emission in the municipalities up to the present. Using OD investigation data of the road traffic census, this study showed the estimation method of CO<sub>2</sub> emission from vehicle by the type of vehicle, by the use purpose and so on. The estimated emissions were compared with other estimations and the validity was examined. Moreover, the various analytic examples which were useful for the policy-making were shown, and effects of countermeasure were estimated.

【Keywords】 global warming, CO<sub>2</sub>, transportation sector, municipality, emission estimation

#### 1. はじめに

京都議定書の発効により我が国全体としての温室効果ガス排出量の削減がますます真剣に求められるようになってきている。日本全体のCO<sub>2</sub>排出量をみると、自動車からの排出が大部分を占める運輸部門は、業務その他部門、家庭部門とともに、基準年となっている1990年に比して2002年には20%を超える増加傾向を示している<sup>1)</sup>。自動車からのCO<sub>2</sub>排出の抑制、低減方策の一層の推進について、国レベル、都道府県レベルのみならず市町村レベルでも、しかも地方の中小都市においても総合的、計画的な取組みが求められている。

CO<sub>2</sub>削減のための交通対策は大都市圏、地方都市圏、

さらに中山間地域いずれにおいても取り組むべき全国的課題であるが、その方法はそれぞれの生活圏における交通のあり方により異なってくるものと考えられる。このような対策を各地域の特性に応じて実効ある自動車環境政策として企画・構築していくためには、まず、対象となる地域内でCO<sub>2</sub>排出の構造を明らかにすることが不可欠である。しかしながら現状では、限られた地域を除くと都道府県単位、市町村単位いずれの場合にあっても、自動車からの環境負荷の実態把握は必ずしも容易ではなく、これが対策推進の隘路になっていると考えることもできる。

市町村単位のCO<sub>2</sub>排出実態の解明にしばってみると、従来から全国単位、都道府県単位の排出量推計に用いら

\* 鳥取大学工学部

れている自動車用燃料の販売量データに基づく方法（以下「燃料販売量に基づく推計」という）を利用する場合、都道府県単位で推計されたCO<sub>2</sub>排出量を何らかの指標を用いて市町村単位に按分することとなる。この場合市町村ごとの合計CO<sub>2</sub>排出量は求められるが、その排出構造については不明であり、有効なCO<sub>2</sub>削減対策の検討には不向きである。

市町村単位で、車種別、利用目的別などのCO<sub>2</sub>の排出構造を明らかにしようとする、パ・ソントリップ調査、起終点調査などによることとなる。これらの調査は、大都市を中心としていくつかの都市圏域では都市計画、交通計画の策定を目的として行われてはいるが、全国すべての市町村で実施されているものではない。このような既存情報が活用できない地域、特に地方都市においては、地球温暖化対策の策定のためにこのような調査を独自で実施することは、その財政的負担を考慮すると現実的には困難性が高い。

そこで本研究では、全国すべての市町村で入手可能な既存の統計データを用いて、市町村単位での自動車からのCO<sub>2</sub>排出構造を明らかにし、それに基づいて合理的なCO<sub>2</sub>削減対策の検討が可能となるような推計方法を提示することを目的とした。

## 2. 研究方法

### 2-1 使用データ

市町村において比較的入手しやすいデータを用いて自動車のCO<sub>2</sub>排出量を検討するに当たり、ここでは全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）の一般交通量調査<sup>2)</sup>と自動車起終点調査<sup>3)</sup>のデータの利用を考える。道路交通センサスは国土交通省により、全国的にほぼ5年に1回の頻度で実施されている。

一般交通量調査は全国の幹線道路の定められた断面において通過する自動車台数を平日・休日別、車種別に計測したものである。一方、自動車起終点調査は自動車の所有者や使用者に対して、自動車1日の動きを訪問・調査留置方式で実施されている。この調査では、使用の本拠、車種、所有の形態、トリップごとの出発地又は目的地、区間距離、運行目的、乗車人員、駐車場所などが記入されることとなっている。<sup>4)</sup>

### 2-2 CO<sub>2</sub>排出量の推計方法

一般交通量調査による場合（以下「断面交通量に基づく推計」という）次式で示されるように平日、休日ごとに各市町村の幹線道路の観測点の車種別断面交通量に区間長を乗じて走行量を求めた。

$$X_{i,j} = c_{i,j,w} \times d_w \times l_j + c_{i,j,h} \times d_h \times l_j \quad (1)$$

ここで  $X_{i,j}$  は断面  $j$  で代表される走行区間の車種  $i$  の自動車の年間総走行量、 $c_{i,j,w}$  は断面  $j$  を平日に通過する1日の車種  $i$  の自動車台数、 $d_w$  は年間の平日数、 $l_j$  は断面  $j$  で代表される道路区間延長、 $c_{i,j,h}$  は断面  $j$  を休平日に通過する1日の車種  $i$  の自動車台数、 $d_h$  は年間の休日数である。

これをもとに地域における車種  $i$  の総走行量はその地域にある全ての調査断面について加え合わせて次式で求められる。

$$X_i = \sum_j X_{i,j} \quad (2)$$

自動車起終点調査による場合（以下「自動車OD調査に基づく推計」という）は、その地域全体（行政単位）における年間走行量を次のように求める。

$$X_i = \left( \sum_{ki=1}^{ni} l_{ki,w} \times d_w + l_{ki,h} \times d_h \right) \times \frac{Ni}{ni} \quad (3)$$

ここで  $X_i$  は地域における車種  $i$  の自動車の年間走行量、 $l_{ki,w}$  は車種  $i$  の所有者  $ki$  の平日1日あたりの走行距離、 $l_{ki,h}$  は車種  $i$  の所有者  $ki$  の休日1日あたりの走行距離、 $ni$  は地域における車種  $i$  に関するデータ数、 $Ni$  は地域における車種  $i$  の全登録数である。この方法では同様の式で、使用目的別の集計を行うことも可能である。

式(2)あるいは式(3)で車種別の走行量が求められるとCO<sub>2</sub>排出量を次式で計算する。

$$Z_i = E_i \frac{X_i}{F_i} \quad (4)$$

ここで  $Z_i$  は車種  $i$  の自動車による年間CO<sub>2</sub>排出量、 $F_i$  は車種  $i$  の自動車の燃料当たり走行距離、 $E_i$  は燃料単位量当たりのCO<sub>2</sub>排出係数である。

断面交通量に基づく推計の場合、実際に走行している車種別のCO<sub>2</sub>排出量が求められる利点があるが、非幹線道路からの排出をどのように把握し補正するかという点や、利用目的別などの解析はできないという課題は残る。

## 3. 鳥取県東部地域を対象とした検討

### 3-1 対象地域

具体的に計算を行うことで検討を進める。

図1に本研究の対象とした鳥取市東部地域の位置図を示す。（ここでは市町村合併前の地域で示した。）平成11年時点の地域の人口は約250千人のうち鳥取市が147千人となっている。海岸沿いにおおむね2~3万台/日の

交通量のある一般国道 9 号が東西に横断し、青谷町、気高町、鳥取市、福部村、岩美町を通過している。また鳥取市から南に向けて国道 29 号線（約 5 千～ 2 万台/日の交通量）が郡家町、八東町、若桜町を通過し、国道 53 号線（約 1～ 3 万台/日の交通量）が河原町、用瀬町、智頭町を通過している。

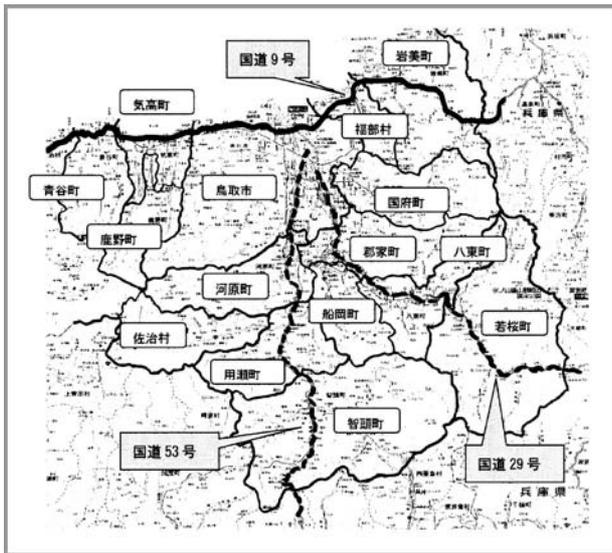


図 1 鳥取県東部地域の位置図

### 3 - 2 計算方法

本研究では直近の調査年次である平成 11 年度の調査結果を用いた。式（4）で必要となる車種別の燃費と CO<sub>2</sub> 排出係数についてはそれぞれ表 1、2 とした<sup>5, 6)</sup>。

比較のために都道府県別の石油燃料販売量のデータ<sup>7)</sup>より CO<sub>2</sub> 排出量を求め、CO<sub>2</sub> 排出量で重み付けした自動

表 1 車種別・燃料種別燃費

ガソリン	軽乗用車	19.1 km/l
	乗用車	14.4 km/l
	軽貨物車	15.5 km/l
軽油	バス	2.99 km/l
	貨物車	2.8 km/l

表 2 燃料種別 CO<sub>2</sub> 排出係数

ガソリン	0.0688 kgCO <sub>2</sub> /Mj
軽油	0.0692 kgCO <sub>2</sub> /Mj

車保有台数により市町村単位の配分し集計を行った。

### 3 - 3 計算結果

3 種類の方法で求めた CO<sub>2</sub> 排出量を市町村ごとに図 2 に示す。全体的には自動車 OD 調査に基づく推計が最も小さくなる傾向にある。松橋他<sup>8)</sup>が行った大都市を含めた全国市区町村による検討では、全般的には燃料販売量に基づく推計に対して自動車 OD 調査に基づく推計では約 8 割、断面交通量に基づく推計で約 4 割を示すと報告している。本研究の推計結果では、鳥取市、鹿野町、佐治村、船岡町などが比較的これによく似た傾向を示している。他の町村ではこの 3 つの推計値は様な姿を示す結果とはなっていないが、これは通過交通の影響など地域の特性により異なる傾向を示しているものと思われる。

自動車 OD 調査に基づく推計と断面交通量に基づく推計を国道が通過している町村と通過していない町村に区分して比較したものが図 3 である。国道が通っていない町村では両推計法の値がほぼ等しいのに対し、国道が通過している町村は断面交通量による推計が自動車 OD 調査による推計の 1.5～ 3 倍程度になっている。本図には値の大きい鳥取市は除いているが、鳥取市の両推計値の比は 0.85 となっており、国道が通っていない町村と同傾向であった。これは断面交通量に基づく推計では、幹線道路を実際に走行している車の台数をもとにしているため、小さな町村の場合には通過交通の影響が顕著になるためであると考えられる。また、鳥取市の場合は断面交通量に基づく推計では把握できない非幹線道路分が他の町村に比べて多いものと考えられるが、これが通過交通分と相殺されているものと思われる。

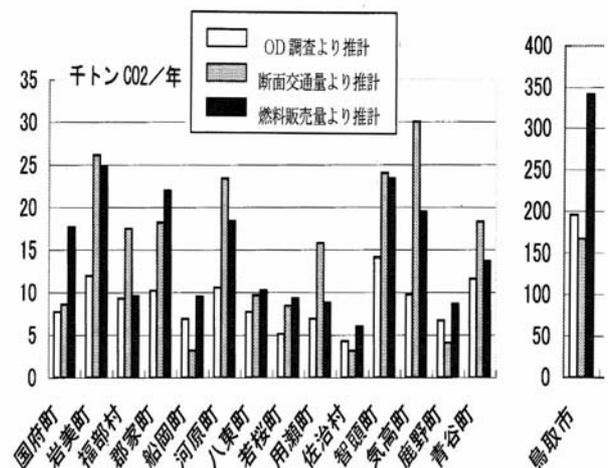


図 2 市町村別の推計方法の比較

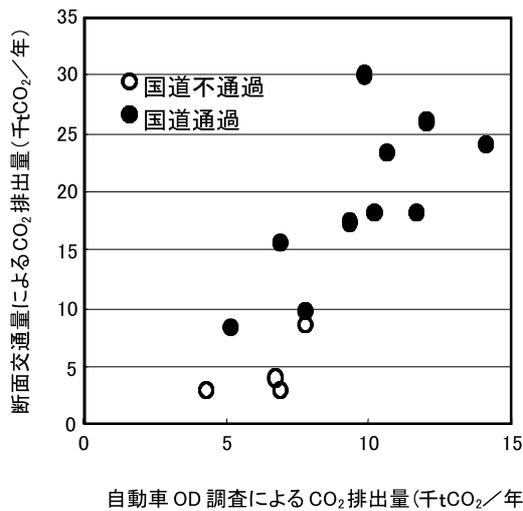


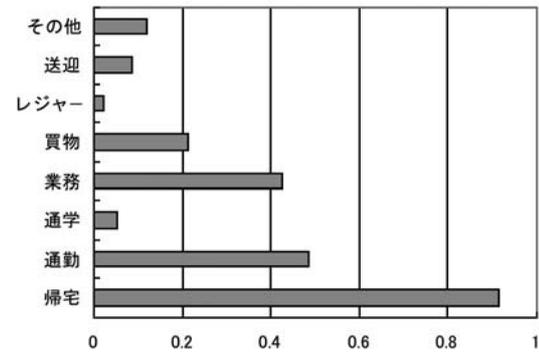
図3 断面交通量と自動車OD調査による推計の比較

つぎに自動車OD調査結果を用いた利用目的別の解析についてその有効性を調べるために、同地域で別途行われたパーソントリップ調査の結果と比較してみた。原田ほか<sup>9)</sup>は、バス路線の利用実態を調査する目的で1993年12月の平日1日につき、世帯数ベースで4,400の調査票を配布し、1,302の有効回答を得ている。個人ベースの有効回答数は3,070であった。この調査では、自動車のほか鉄道、徒歩などの交通手段も含まれている。そこで、自動車OD調査結果から求めた鳥取市の目的別トリップ数から、同報告のなかの交通手段別トリップ構成割合を使用して全トリップを求め、人口数で除して1人1日あたりのトリップ数を推計した。その結果を用いて目的別トリップ生成量を比較したものが図4である。両図を比較するとほぼ同様のパターンを示していると考えられる。

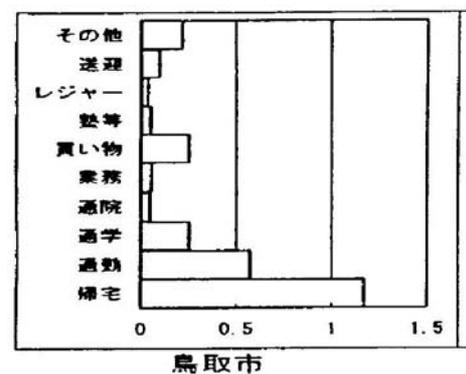
以上の考察より、自動車OD調査結果による推計結果はほぼCO<sub>2</sub>の妥当な排出量を示しているものと考え、断面交通量による推計量が自動車OD調査結果による推計量を上回る分については、地域を通過する交通によるものであると見なしでも妥当であると考えた。また自動車OD調査結果により、目的別のCO<sub>2</sub>排出量の検討も行うことができると考えた。

### 3-4 各市町村のCO<sub>2</sub>の排出構造

ここでは、上記3-3で検証した自動車OD調査に基づく推計方法を用いて鳥取県東部地域の各市町村のCO<sub>2</sub>排出構造の解析を試みた。図5は、市町村ごとの自動車使用目的別のCO<sub>2</sub>排出割合を示したものである。この図では、断面交通量に基づく推計値と自動車OD調査に基



(a)自動車OD調査による鳥取市のトリップ数



(b)パーソントリップ調査による鳥取のトリップ数

図4 1日あたりトリップ数の比較

づく推計値の差を通過交通によるCO<sub>2</sub>排出として、自動車OD調査に基づく推計値にこれを加え、それぞれの割合を求めたものである。国道9号、29号、53号が通過する市町村では通過交通分がおおむね20%~60%を占めていることが推測できる。青谷町、鹿野町、智頭町、佐治村、若桜町、八東町、舟岡町、国府町などでは、通学通勤が約30%~60%を占めている。一方、鳥取市では業務関係の排出が多く60%を超えており、また国府町、福部村、河原町、八東町などでも20%を超える数値を示している。鹿野町、佐治村、船岡町などでは家事・買物その他によるCO<sub>2</sub>の排出が20%~30%を示している。

図6は市町村ごとの車種別CO<sub>2</sub>排出量の割合である。(ここでは通過交通分は含まれていない)青谷町、鹿野町、気高町、若桜町、八東町、舟岡町、岩美町などではほぼ6割を乗用車と軽乗用車で占めている。一方、鳥取市、国府町、河原町、用瀬町などでは普通貨物、小型貨物の占める割合が比較的高いといえる。

図7は人口1人あたりの出勤・登校・帰宅のCO<sub>2</sub>排出量を示したものである。この指標は、各市町村の通勤・通学人口の割合、通勤・通学先、鉄道・路線バスの整備状況などに影響を受けるものと考えられるが、この値の高い市

町村はまず通勤・通学に関連する施策を検討することが効果的と判断されよう。

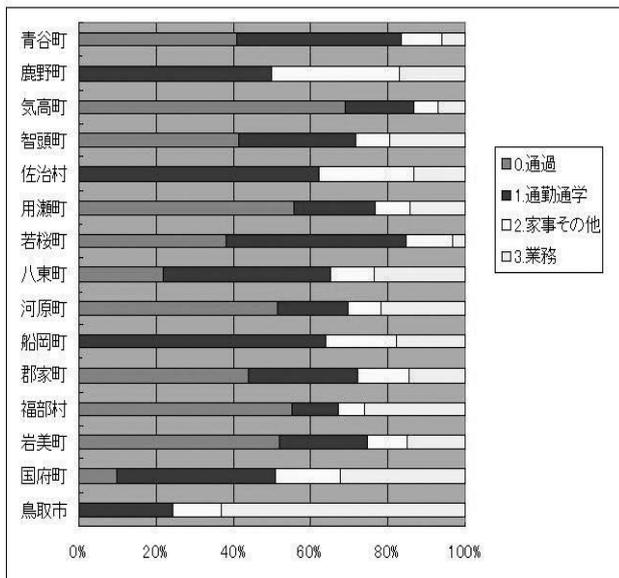


図5 市町村別・使用目的別の CO<sub>2</sub> 排出量の割合

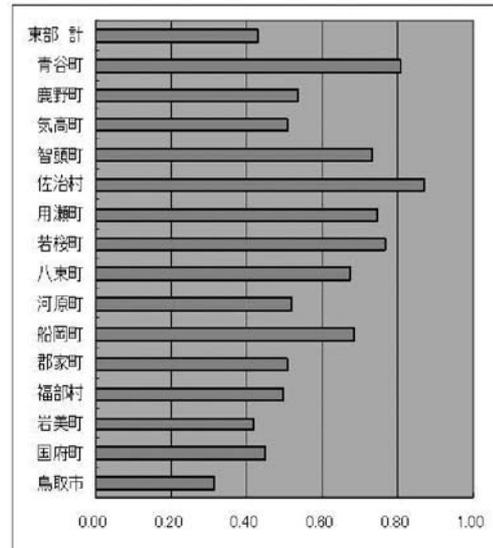


図7 1人当たりの通勤などの CO<sub>2</sub> 排出量 (トン CO<sub>2</sub> / 人・年)

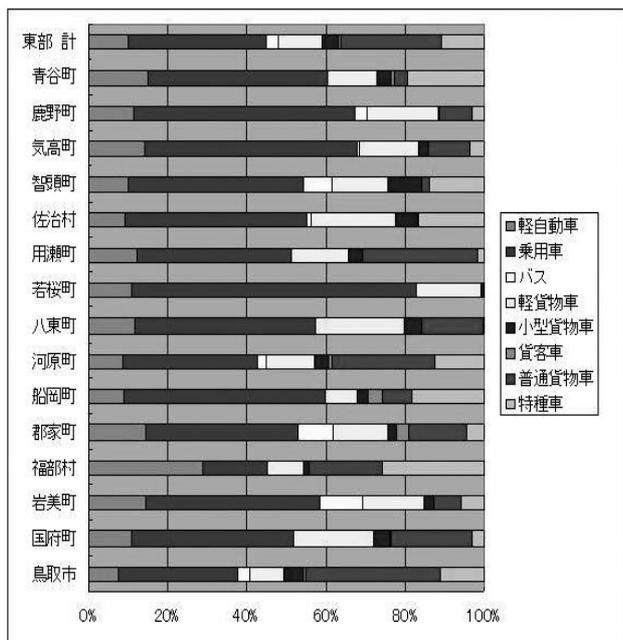


図6 市町村別・車種別の CO<sub>2</sub> 排出量の割合

図8は人口1人あたりの家事・買物、食事他、観光・行楽、送迎による CO<sub>2</sub> 排出量を集計したものである。ここで高い数値を示している市町村には共通の特徴が特定できず、したがって要因等については更に検討する必要があるが、この値の高い市町村にあっては住民への知識普

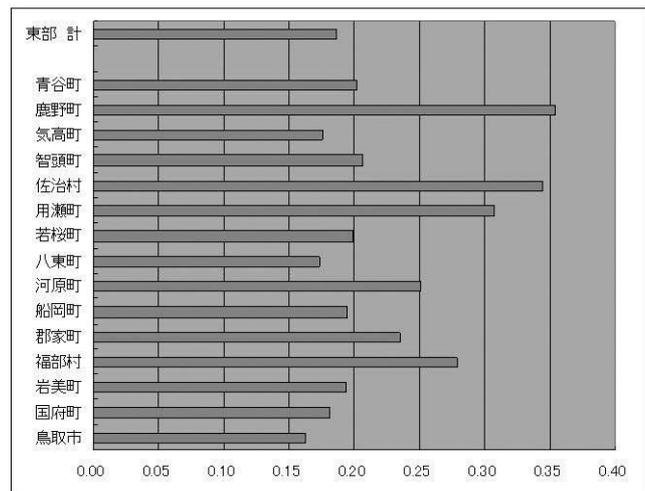


図8 1人当たりの買物などの CO<sub>2</sub> 排出量 (トン CO<sub>2</sub> / 人・年)

及・協力要請などの施策を展開していくことが有効といえる。

更に、図9は、バスによる出勤、登校、家事・買物、食事、帰宅、また普通貨物車による出勤、登校、家事・買物、食事、観光・行楽、送迎、帰宅に伴って排出された CO<sub>2</sub> を単純に集計し、自動車全体の排出量に占める割合を表示したものである。業務地と自宅との位置関係などによりむしろ CO<sub>2</sub> 排出量低減に合理的な利用となる場合もあ

と思われるが、ここでは主要用途外の利用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量として集計した。この値の高い市町村では、これらの車種の利用者に対してきめ細かな対応を考えるのもひとつの方策と考えられる。

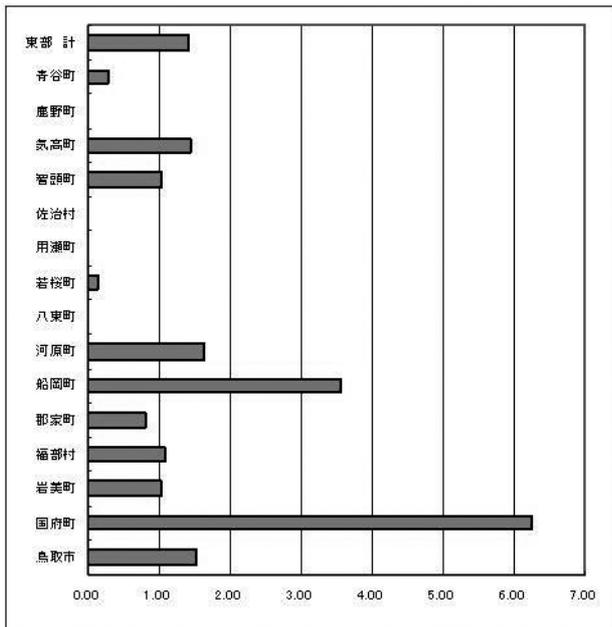


図9 主要用途外の使用による CO<sub>2</sub> 排出の割合 (%)

図10は、平日の帰宅に使用された軽乗用車、乗用車の平均乗車人数である。ほとんど1.0に近い市町村ではカ・シェアリングの呼びかけなど改善のための施策が考えられる。

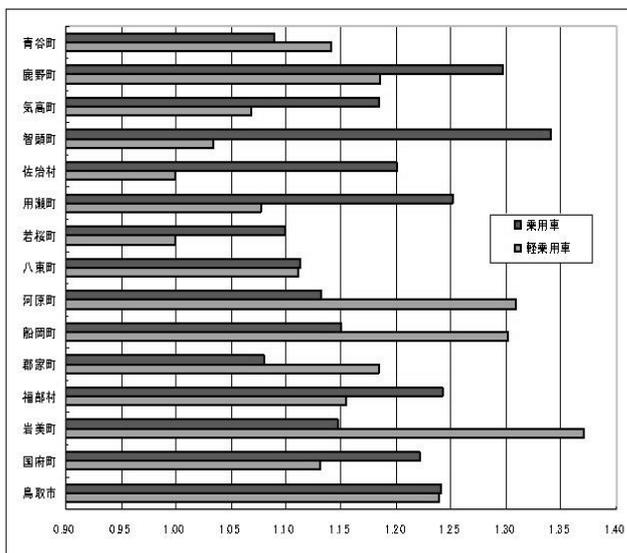


図10 平日の帰宅の平均乗車人数 (人/台)

以上、市町村単位で自動車からの CO<sub>2</sub> 削減の対策を検討する場合に有効な情報の一例として、いくつかの解析例を示してみた。自動車 OD 調査に基づく推計方法を用いれば、この他にも具体的施策それぞれに対応した分析が可能である。

#### 4. 地方における自動車排出 CO<sub>2</sub> の削減策とその効果

自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量削減のための施策を検討する場合、個別の施策による排出削減効果を概算し全体の対策のなかでの位置付けを明確にしておくことは重要である。ここではまず、地方の県庁所在都市から乗用車での通勤圏にある代表的市町村の例として、船岡町を例にとり自動車 OD 調査に基づく推計結果をもとにして CO<sub>2</sub> 削減対策を検討し、その対策効果を概算してみる。船岡町の場合、図5から図10によれば、次のような特徴が読み取れる。1)主要国道の通過交通に起因する CO<sub>2</sub> 排出は考慮する必要はない。2)利用目的別では通勤・通学の占める割合が高く60%を超えている。3)車種別にみても、軽乗用車、乗用車が約60%を占めている。4)通勤・通学による1人当たり CO<sub>2</sub> 排出量は約0.7トン CO<sub>2</sub>/人・年でありこの地域の他の市町村と比較して高いグループに属している。5)平日帰宅の平均乗車人数は、軽乗用車は1.3人/台と比較的高いものの乗用車では1.15人/台と低いレベルにとどまっている。したがって、通勤・通学に着目した人流対策・知識普及に焦点をあてて施策を検討していくことが合理的と判断される。表3は候補となる各種の施策について対策効果を概略試算したものである。多くの市町村の場合、特定の施策で劇的な排出量削減は期待できず複数の施策を重ね合わせる事となるが、この試算結果はこのように重点をおくべき施策を認識する指針を与えるものとして有用と考えられる。

次に、主要国道が通過している例として青谷町のケースを考えてみる。図5から図10によれば、1)国道9号の通過交通による CO<sub>2</sub> 排出が約40%を占めていること、2)通勤・通学で40%を超えており、1人あたりの CO<sub>2</sub> 排出量も0.8トン CO<sub>2</sub>と地域では高い値を示していること、3)平日の帰宅の平均乗車人数は軽乗用車、乗用車とも低いことなどが特徴的である。そこで、対策としては、共同輸配送、モ・ダルシフトなどを中心として、通勤・通学に関連する施策を組合わせていくことが考えられる。この場合、前者は、市町村単独で推進していくことは困難であり、県、国の機関との連携が必要となると考えられる。また、船岡町では相当量の削減効果が推定された主要用途外の使用抑制策は、青谷町ではほとんど期待できない。

表 3 船岡町を例とした CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の試算

候補施策	施策の目標	推定削減効果 (tCO <sub>2</sub> /Y)	全排出量に対する割合(%)	備考 (推計の仮定)
カーシェアリング (乗用車)	1.15 → 1.20 人/台	146	2.13	比率に応じて乗用車からの排出が減少
主要用途外使用の抑制	使用を半減	101	1.46	普通貨物車と乗用車の差だけ減少
アイドリングストップ (乗用)	20%の運転者が協力	24.6	0.36	1日5分 ガソリン消費 0.014l/分 <sup>10)</sup>
ノーカーデー (乗用)	20%の通勤者が協力	22	0.32	12日/年だけ通勤通学の使用なし

表 4 青谷町を例とした CO<sub>2</sub> 排出量削減効果の試算

候補施策	施策の目標	推定削減効果 (tCO <sub>2</sub> /Y)	全排出量に対する割合(%)	備考 (推計の仮定)
貨物の積載率向上 (要請)	2%の向上	97.8	0.60	通過交通の貨物車分の 2%が減少
モーダルシフト (要請)	2%の削減	97.8	0.60	同上
JR へのパークアンドライド	2%の運転者が協力	139	0.84	通勤通学の排出量が比例して減少
カーシェアリング (乗用車)	1.09 → 1.15 人/台	274	1.68	比率に応じて乗用車からの排出が減少

## 5. おわりに

本研究では、全国いずれの地域にあっても、追加的な実態調査を行わず、市町村単位で自動車からの CO<sub>2</sub> 排出実態が解析できる推計手法として自動車 OD 調査に基づく方法を明らかにして、その推計結果の妥当性を検証した。すなわち、鳥取県東部地域をモデル地域として、この方法による CO<sub>2</sub> 排出量を推計し、従来から使用されている断面交通量に基づく推計、燃料販売量に基づく推計の結果、更には既存のパ・ソントリップ調査の結果と比較した。それぞれの推計値は市町村の特性により個々には差異がみられるものの全体としては良好な整合性が確認できた。

次に、この自動車 OD 調査に基づく方法により、市町村単位での CO<sub>2</sub> 排出実態の解析を試みた。主要国道の通過交通による排出も加えた使用目的別の排出、車種別の排出のほか、通勤・通学など、家事・買物などによる 1 人あたりの CO<sub>2</sub> 排出量、主要用途以外の使用による CO<sub>2</sub> の排出量、平均乗車人数などの解析例を示した。さらに、代表的な町を例に想定される具体的施策をリストアップし、その対策効果の試算も行った。これらは市町村レベルで実施可能な対策を検討するに際し、政策決定の有用な情報と考えられる。

今後の研究課題としては、既存の入手可能な統計データと組み合わせながら更に詳細な実態解析が可能となるよう推計手法の改善を図っていくことが挙げられるが、一

方では自動車からの CO<sub>2</sub> 削減対策が喫緊の課題であることに鑑み、本研究で明らかにされた推計手法等を活用して市町村単位で積極的に施策を検討し、具体的に行動を起こすことが望まれる。

## 参考文献

- 1) 環境省(2004)『平成 16 年版環境白書』(株)ぎょうせい
- 2) 鳥取県土木部道路課『平成 11 年度全国道路交通情勢調査 (道路交通センサス) 総括表』
- 3) 国土交通省道路局(2001)『平成 11 年度道路交通センサス - 自動車起終点調査 - 』
- 4) 交通工学研究会(2001)『交通工学ハンドブック』
- 5) 環境庁(1994)『気候変動枠組み条約に基づく報告書』
- 6) 環境省地球環境局(2003)『地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン』
- 7) 通商産業省大臣官房調査統計部(2001)『エネルギー - 生産・需給統計年報』
- 8) 松橋ほか(2004)『市区町村の運輸部門 CO<sub>2</sub> 排出量の推計手法に関する比較研究』環境システム研究論文集 Vol.32
- 9) 原田ほか(1995)『地方バス路線の利用実態調査 - 鳥取県東部地区を対象として - 』鳥取大学工学部研究報告第 25 巻
- 10) 温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会(2001)『同報告書』

(2006 年 1 月 11 日受理)