

## 自動車の二酸化炭素排出量計測に関する検証

関西大学 正会員 ○井ノ口 弘昭

関西大学 正会員 秋山 孝正

## 1. はじめに

近年では、低炭素社会を目指した交通計画を策定することが求められてきている。筆者らは自動車走行時の二酸化炭素排出量を計測し、データを蓄積してきた<sup>1)</sup>。本研究では、これらのデータを用いた二酸化炭素排出量推計の適用範囲の検討を行うことを目的とする。具体的には、ガソリン使用量およびエンジンコントローラから得られるデータを用いて、既存方法の計測値に対する信頼度の検証を行う。

## 2. 二酸化炭素排出量の測定

## 2.1 二酸化炭素排出量の検証方法の検討

本研究では、筆者らが従来から行っている測定方法を検証する。既存研究の計測方法および検証のための計測方法の概要を表-1に示す。既存研究の方法は、排ガスの流量およびガス中のCO<sub>2</sub>濃度を測定し、排出量を求める。この方法はガスを直接計測している。道路運送車両の保安基準の検査においても、シャーシダイナモメーターを用いて排ガスの流量・CO<sub>2</sub>濃度を測定して検査しており、一般的な方法である。

一方、検証用データを収集するために車両に標準装備されている車載式故障診断システム(OBDシステム)を用いる。これは、図-1に示すようにECU(Engine Control Unit)と通信を行い、自動車の異常箇所を検知するシステムである。OBDシステムではエンジンなどに関する様々な情報を収集することが可能である。ここでは燃料消費量を算定するために、エンジンに吸入する空気量および燃料噴射調整量のデータを収集する。これらのデータから理論空燃比を用いて燃料消費量を推計することができる。

## 2.2 二酸化炭素排出量計測結果の整理

本研究では、乗用車の代表例としてトヨタ自動車製NOAH(排気量2000cc)を用いて調査を実施した。メーカーが公表している本車両の燃費、CO<sub>2</sub>排出量はそれぞれ13.6km/ℓ、171g/km(JC08モード)である。

走行経路は、燃料消費量を考慮して50~113kmの範囲で5経路設定した。関西大学を発着地とし、そ

表-1 計測方法の比較

| 計測方法 | 既存研究の計測方法                       | OBDシステム          |
|------|---------------------------------|------------------|
| 計測機器 | ・排ガス流量計<br>・CO <sub>2</sub> 濃度計 | ・OBDデータ通信プログラム   |
| 計測位置 | テールパイプからガスを引き込み計測               | ECUのデータを利用       |
| 計測項目 | ・排気ガス流量<br>・CO <sub>2</sub> 濃度  | ・吸入空気量<br>・燃料調整量 |

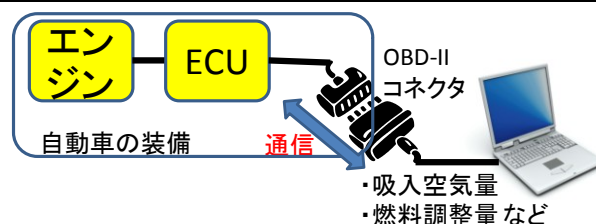


図-1 OBDシステムを用いた計測装置の概要

れぞれの経路に都市間高速道路(名神高速道路 茨木・吹田~尼崎・西宮 I.C.)および自動車専用道路(国道423号線)、一般道路を含む。給油は発地近郊のガソリンスタンドで行う。走行毎に燃料タンク一杯に給油し、その給油量をガソリン消費量とした。

OBDシステムの計測データを累積して求めた1走行あたりのガソリン消費量と給油量との関係を検討する。113kmの経路(測定1回目)において14%乖離していた。しかしながら、全体の乖離は0.8%であり、本方法は概ね良好な推計方法である。

## 2.3 分析時間間隔の検討

既存方法によるCO<sub>2</sub>濃度・ガス流量は1秒単位で計測している。また、OBDシステムによる計測は少し長い間隔で行っている。したがって、CO<sub>2</sub>濃度・ガス流量のサンプル数は53,353サンプル、OBDシステムによるサンプル数は18,862サンプルである。

ここで、類似のパターンを生成する時間単位を求める。このため、1秒・5秒・10秒・30秒の時間単位について検討する。一例として一般道路2.2km区間における1秒単位・30秒単位のデータを図-2に示す。1秒単位では変動が大きい、30秒単位では平準化されていることがわかる。

つぎに、単位時間の違いによるガス計測とOBDシステムのCO<sub>2</sub>排出量の相違比率を検討する。ここで相違比率 $r$ を式(1)で定義する。

キーワード 低炭素社会, 自動車排出ガス, 二酸化炭素排出係数, ニューラルネットワーク

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35 関西大学 環境都市工学部 井ノ口 弘昭 TEL 06-6368-0964

$$r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (G_i - O_i)^2 / n}}{\sum_{i=1}^n G_i / n} \quad (1)$$

$G_i$  : 時刻  $t$  におけるガス計測による  $\text{CO}_2$  排出量

$O_i$  : 時刻  $t$  における OBD 計測による  $\text{CO}_2$  排出量

その結果、1 秒単位 : 0.82、5 秒単位 : 0.68、10 秒単位 : 0.59、30 秒単位 : 0.44 であった。単位時間を大きく設定することで相違比率は減少し、1 秒単位と 30 秒単位を比較した場合 46%減少する。このため、以降は 30 秒単位で分析する。また、全走行の  $\text{CO}_2$  排出量はガス計測 76.8kg- $\text{CO}_2$  に対して OBD システム 73.2 kg- $\text{CO}_2$  であり、4.9%の相違である。

### 3. 二酸化炭素排出量の推計

#### 3.1 ニューラルネットワークを用いた推計モデル

ここでは、既存研究の成果を踏まえ、ニューラルネットワークを用いて  $\text{CO}_2$  排出量推計モデルを構築する<sup>2)</sup>。既存研究では入力変数として 1 秒単位の世界・加速度を用いている。ここでは 30 秒単位で分析するため、加速度として正の加速度の累加値および減速度の累加値を用いる。3 層のニューラルネットワークを構築し、1~4 回目の走行データを用いてニューラルネットワークの学習を行った。適合度の検証の際に 5 回目の走行データを用いた。

正の加速度の累加値・減速度の累加値が同一の場合の平均速度と加速度の累加値との関係を図-3 に示す。平均速度・累積加速度が高くなるにつれ、30 秒間の  $\text{CO}_2$  排出量が増加することがわかる。

#### 3.2 速度帯別排出係数の算定

交通量配分など、マクロレベルの交通量推計結果を用いて環境負荷量を推計する際は、 $\text{CO}_2$  排出係数を用いる。そこで速度帯別の排出係数について検討する。ここでは、道路種別による走行状態の相違を考慮し、①一般道路、②自動車専用道路(国道)、③高速道路に分類する。

排出係数の算定結果を図-4 に示す。低い速度帯では  $\text{CO}_2$  排出量は急激に大きくなるがわかる。また、40~50km/h の速度帯に注目すると、高速道路は一般道路と比べて排出量は多い。40~50km/h の速度帯においては高速道路の方が加減速度が多いことが原因である。これらのことから、道路種別を考慮した排出係数を算定することが必要であるといえる。

### 4. おわりに

本研究では、自動車走行時の  $\text{CO}_2$  排出量推計に関する検証を行った。本研究の成果を以下に示す。

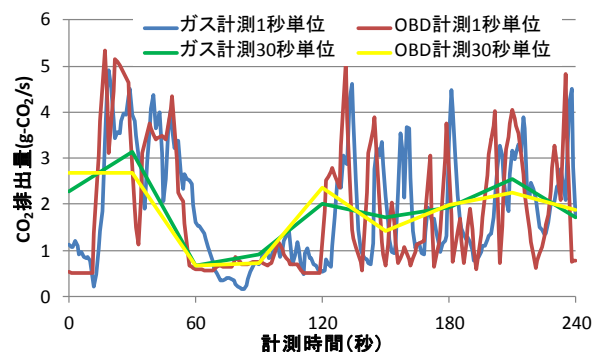


図-2 分析単位時間の検討

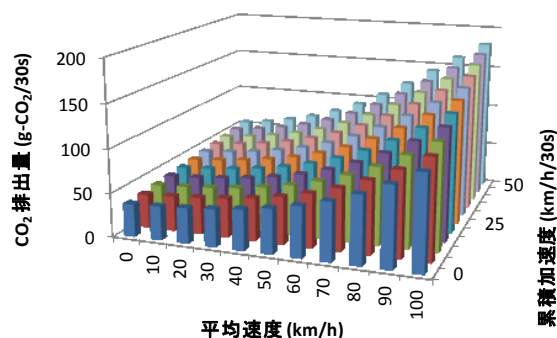


図-3 平均速度・累積加速度と  $\text{CO}_2$  排出量との関係

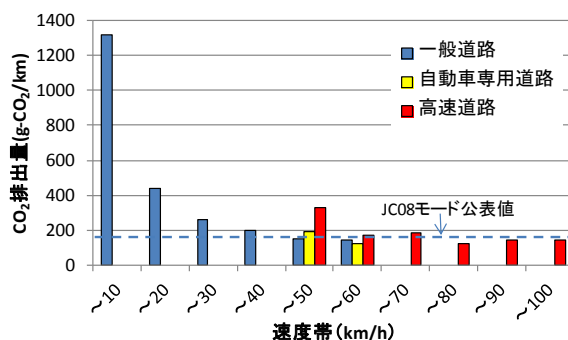


図-4 二酸化炭素排出係数の算定結果

- 1) 分析単位時間について検討した結果、30 秒単位で分析した場合、相違は減少することがわかった。
- 2) ニューラルネットワークを用いて  $\text{CO}_2$  排出量推計モデルを構築した結果、平均速度・累積加速度と  $\text{CO}_2$  排出量の関係が明らかとなった。
- 3) 速度帯別排出係数について検討した結果、道路種別を考慮する必要があることがわかった。  
 今後は、既存データに関して推計モデルの再構築を進めていく必要がある。

本研究は、日本交通政策研究会「環境負荷を考慮した都市交通政策の定量的評価に関する研究(主査: 秋山孝正)」の成果の一部である。ここに記して感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 井ノ口弘昭, 秋山孝正: 道路交通運用のための自動車排出ガス推計モデルの構築, 第 30 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.145-148, 2010.
- 2) H. Inokuchi, T. Akiyama: Practical Estimation of Carbon Dioxide Emission for Automobile by Neural Network, SCIS & ISIS, SA-D5-3, 2010.