

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\*  
*Driving Test Cycles for Emission Factors Reflecting Characteristics of Vehicles' Driving*

小根山裕之\*\*・大西博文\*\*・山田俊哉\*\*・平井洋\*\*\*

By Hiroyuki ONEYAMA\*\*・Hirofumi OHNISHI\*\*・Toshiya YAMADA\*\*・Hiroshi HIRAI\*\*\*

## 1. はじめに

環境アセスメントなどにおいて自動車排出ガスによる大気質の濃度を予測するためには、各車両から単位走行距離当たり発生する大気汚染物質の排出量（排出係数）を把握する必要がある。排出係数の設定に当たっては、シャシダイナモ測定装置上において実走行モードで自動車を走行させて車両毎の排出ガスを測定するが、この場合の実走行モードは、対象とする路線の走行実態を適切に反映したものである必要がある。

そこで本研究では、一般国道や自動車専用道路の走行実態調査のデータに基づき、環境アセスメントに用いる排出係数を設定するための実走行モードを作成する。ここでは、走行実態調査を踏まえ、車種別、路線別に適切なモード区分を設定するとともに、それらの平均的な排出係数を与えるようなモードの作成をおこなった。

## 2. 走行実態調査の概要

様々な道路特性による走行実態を踏まえた実走行モードを作成するため、実車を用いた走行実態調査を行った。調査対象路線は、4車線以上の一般道路及び自動車専用道路（以下自専道という）を基本として、様々な道路特性の路線が選定されるよう、都市部、郊外部、地方部から様々な路線を選定した。

\*キーワーズ：交通公害、交通流

\*\*正員、建設省土木研究所 環境部交通環境研究室  
（茨城県つくば市旭1番地、  
TEL 0298-64-2606、FAX 0298-64-7183）

\*\*\*（財）日本自動車研究所 エンジン・環境研究室  
（茨城県つくば市刈間2530、  
TEL 0298-56-1111、FAX 0298-56-1124）

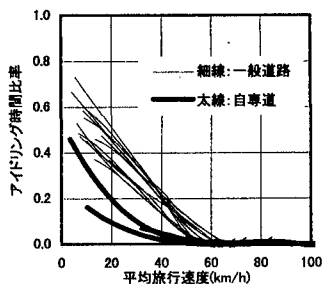
その結果、一般道路15路線、自専道2路線の計17路線を選定した（表1）。調査は平成8～9年に行い、乗用車（ガソリン、2,000cc クラス）と大型貨物車（ディーゼル、最大積載量10tクラス、半積載状態）の車種別に、車速、エンジン回転数、アクセル開度、吸気負圧（ガソリン車のみ）、燃料消費量などのデータを得た。なお、分析は、平成6年に（社）日本自動車工業会の委託により（財）日本自動車研究所が行った首都高速道路の走行実態調査データ<sup>1)</sup>も含めた計18路線を対象とした。

## 3. 車種別、路線別の走行特性の違いを踏まえたモード区分

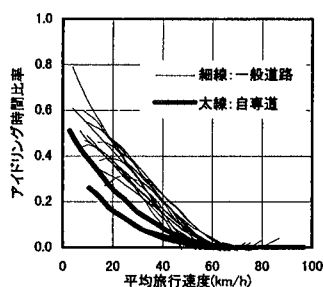
走行実態は対象とする車両や路線によって異なるため、車両や路線の違いを適切に反映した実走行モードを設定する必要がある。一方、シャシダイナモ試験等の調査効率などを考慮すると、排出ガス特性の代表性を踏まえた上で適切にモード設定を行うのが望ましい。

表1 調査対象路線

|                                                      |
|------------------------------------------------------|
| ◆一般道路                                                |
| 都市部：●環状7号（東京都大田区～杉並区）                                |
| ○環状8号+国道246号+環状7号<br>（東京都世田谷区～杉並区）                   |
| ●国道19号（名古屋南区～春日井市）                                   |
| ○国道19号+国道22号（名古屋熱田区～清洲町）                             |
| ○国道26号（大阪市住之江区～泉佐野市）                                 |
| 郊外部：○国道16号（千葉県庄和町～沼南町）                               |
| ○国道23号（三重県四日市市～愛知県弥富町）                               |
| ●国道302号（愛知県飛島村～春日井市）                                 |
| ●国道153号豊田西B.P.（名古屋市天白区～豊田市）                          |
| ○国道250号（兵庫県高砂市～明石市）                                  |
| 地方部：●国道4号仙台B.P.（宮城県岩沼市～仙台市泉区）                        |
| ●国道6号水戸B.P.（茨城県ひたちなか市～茨城町）                           |
| ○国道50号（栃木県佐野市～笠懸町）                                   |
| ○国道21号（岐阜県各務原市～大垣市）                                  |
| ○国道23号（三重県三雲町～伊勢市）                                   |
| ◆自動車専用道路                                             |
| ○東名高速（横浜IC～東京IC）                                     |
| ○国道2号姫路B.P.（姫路西ランプ～高砂西ランプ）                           |
| ○首都高速（首都高速1,2,4,5,6,7,9,都心環状,湾岸線）                    |
| ※●は平成8年度、○は平成9年度に調査したもの。<br>○は平成6年度に日本自動車工業会が調査したもの。 |

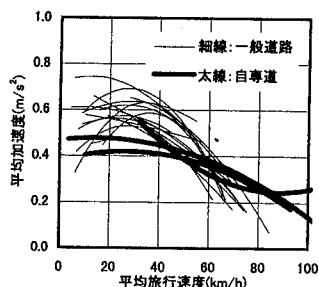


(a)乗用車

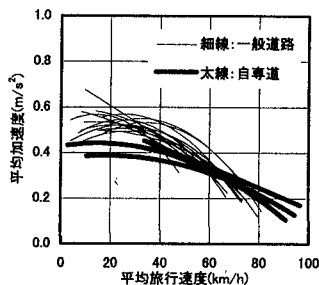


(b)大型貨物車

図1 アイドリング時間比率



(a)乗用車



(b)大型貨物車

図2 平均加速度

ここでは、大気汚染物質の排出特性に大きく関係すると考えられるアイドリング時間比率や平均加速度を取り上げ、走行実態調査から得られたデータを車種別、路線別に比較し、それらの相違を踏まえた適切なモード区分について検討した。

### (1) 分析方法

走行実態調査のデータを2km単位の小区間に分割し、この小区間における平均速度別のアイドリング時間比率、平均加速度を算出した。なお、ここでは、アイドリング状態は速度5km/h以下の状態、加速状態は速度5km/h以上かつ加速度0.5km/h/s( $\approx 0.139\text{m/s}^2$ )以上の状態、定速状態は速度5km/h以上かつ加速度または減速度が0.5km/h/s未満の状態、減速状態は速度5km/h以上かつ減速度0.5km/h/s以上の状態と定義した。

このようにして算出したアイドリング時間比率、平均加速度を路線別、車種別に整理した。図1、図2は、それぞれについて回帰曲線を算出して図示したものである。

### (2) 路線間のモード区分

図1のアイドリング時間比率及び図2の平均加速度について見ると、乗用車、大型貨物車とも自専道の値が一般道路よりも小さい傾向が見られた。これは、自専道の速度低下は交通容量の超過による渋滞によるものであり、渋滞流に沿った小刻みな発進、停止が多いためであると考えられる。一方、一般道路は、信号による発進・停止が多く、これがアイドリング時間比率の増加と加速度の上昇につながっていると考えられる。

ここで、各路線の走行特性に影響を与える道路要因とアイドリング時間比率及び平均加速度の関係を回帰分析により検討した。ここで道路要因としては24時間交通量(大型車混入率と大型車の乗用車数値換算係数(2.0)から小型車換算した交通量、台/日)、混雑度、車線数、信号密度(箇所/km)、青時間比、指定最高速度(km/h)を取り上げ、道路交通センサスのデータ等を用いて路線別に設定した。各変数を正規化して、説明因子を変数減少法により選択した。なお、説明因子によらず相関係数が0.6以下の場合または有意(有意水準5%)でない場合は相

関なしとした。

結果を表2に示す。説明因子として青時間比がもっとも大きく、信号密度、24時間交通量などが挙げられる。自専道では青時間比1、信号密度0箇所/kmとして設定しており、この結果は一般道路と自専道の違いを明確に示すものと考えられる。

以上より、路線については、一般道路と自専道に区分するのが適当であると考えられる。

表2 道路要因とアイドリング時間比率、平均加速度に関する回帰分析結果

|     |            | 説明因子 | 20km/h | 40km/h |
|-----|------------|------|--------|--------|
|     |            |      | 青時間比   | 青時間比   |
| 乗用車 | アイドリング時間比率 | 説明因子 | -0.9   | -0.82  |
|     |            | 相関係数 | 0.90   | 0.88   |
|     | 平均加速度      | 説明因子 | 信号密度   | 青時間比   |
|     |            | 相関係数 | 1.21   | -1.45  |
| 貨物車 | アイドリング時間比率 | 説明因子 | 24h交通量 | 青時間比   |
|     |            | 相関係数 | -0.89  | -0.78  |
|     | 平均加速度      | 説明因子 | 青時間比   | 青時間比   |
|     |            | 相関係数 | -1.98  | -1.7   |
|     |            |      | 0.74   | 0.66   |

### (3) 車種間のモード区分について

土井ら<sup>1)</sup>の東京都内の走行実態調査に基づく研究によると、平均加速度に対する車種及び積載量の影響は馬力当たりの試験時車両重量(W/PS)で代表させることができ、W/PSが大きくなると平均加速度が低下する。本調査の結果でも、図2に示すようにW/PSの小さい乗用車はW/PSの大きい大型貨物車よりも大きな平均加速度を示す傾向が見られた。また、乗用車では、路線間のばらつきが大きいのに対し、貨物車では路線間のばらつきは比較的小さかった。この理由は以下のように考えられる。W/PSの小さい乗用車は車両の走行を周囲の車の流れに柔軟に対応させるように加速度を変化させることができるため、路線間の加速度の変化が大きい。一方、W/PSの大きい大型貨物車では余裕馬力が小さいことから、加速度が周囲の車の流れよりもむしろエンジンの能力に依存して決まってくるため、路線間の加速度の変化が小さい。

このように、W/PSの小さい乗用車とW/PSの大きい大型貨物車では加速度の特性が異なることから、W/PSの大小により軽量車と重量車でモードを分けることが適切であると考えられる。

### (1) モードの作成方法

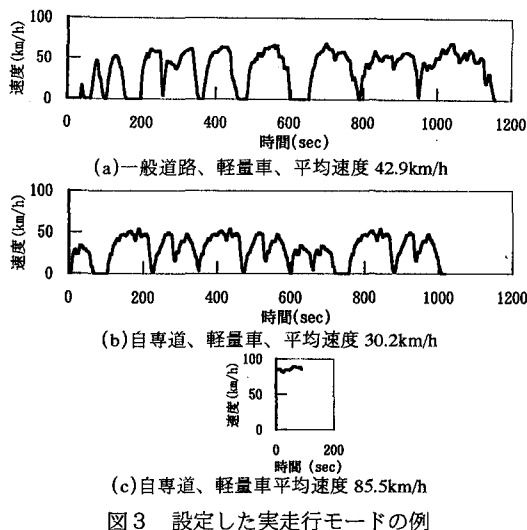
上記の結果を踏まえて、路線別（一般道路、自専道）、車種別（軽量車、重量車）の計4種類の実走行モードを速度別に作成することとした。作成方法は、平井らが提案した方法<sup>2)</sup>によった。これは、実走行モードによりシャシダイナモメータ上で走行する際の排出ガスのレベルが、実際に路上で走行する際に排出されるガスのレベルを平均的に再現することを狙いとして提案されたものである。

具体的には、排出ガスに影響を及ぼす走行特性の因子（影響因子）の速度別の分布を、実走行調査データと作成した走行モードで一致するように実走行データの中から走行パターンを抽出し、適切に組み合わせることにより作成する。影響因子としては路線の一走行に占めるアイドリング時間比率、個々の停止・発進に係るアイドリング時間の分布、加速走行中の速度－加速度分布、定速走行中の速度分布、停止から次の停止までの連続走行（ショートトリップ）の長さ、平均速度、最高速度及び最高加速度を表3作成した実走行モードの一覧

| 路線   | 車種  | 平均速度<br>(km/h) | 走行時間<br>(s) | 4モード時間比率 |      |      |      | 平均加速度<br>(m/s <sup>2</sup> ) |
|------|-----|----------------|-------------|----------|------|------|------|------------------------------|
|      |     |                |             | ID       | AC   | CO   | DE   |                              |
| 一般道路 | 軽量車 | 5.8            | 1,103       | 0.68     | 0.10 | 0.11 | 0.11 | 0.63                         |
|      |     | 14.0           | 1,040       | 0.50     | 0.18 | 0.12 | 0.20 | 0.59                         |
|      |     | 25.0           | 1,081       | 0.35     | 0.26 | 0.15 | 0.24 | 0.57                         |
|      |     | 37.5           | 1,157       | 0.19     | 0.27 | 0.29 | 0.25 | 0.49                         |
|      |     | 42.9           | 1,010       | 0.15     | 0.26 | 0.34 | 0.25 | 0.51                         |
|      |     | 52.8           | 1,151       | 0.07     | 0.24 | 0.46 | 0.23 | 0.47                         |
|      | 重量車 | 6.2            | 1,091       | 0.66     | 0.11 | 0.13 | 0.10 | 0.55                         |
|      |     | 15.6           | 1,018       | 0.49     | 0.19 | 0.14 | 0.18 | 0.57                         |
|      |     | 25.7           | 973         | 0.35     | 0.24 | 0.19 | 0.22 | 0.52                         |
|      |     | 34.8           | 1,056       | 0.23     | 0.29 | 0.25 | 0.22 | 0.51                         |
|      |     | 45.0           | 1,008       | 0.14     | 0.28 | 0.37 | 0.21 | 0.47                         |
|      |     | 53.4           | 1,142       | 0.07     | 0.26 | 0.46 | 0.21 | 0.46                         |
| 自専道  | 軽量車 | 7.8            | 1,039       | 0.38     | 0.17 | 0.30 | 0.15 | 0.46                         |
|      |     | 11.3           | 1,074       | 0.26     | 0.24 | 0.29 | 0.21 | 0.47                         |
|      |     | 21.4           | 1,000       | 0.17     | 0.28 | 0.28 | 0.27 | 0.48                         |
|      |     | 30.2           | 1,017       | 0.13     | 0.33 | 0.26 | 0.28 | 0.45                         |
|      |     | 40.7           | 1,041       | 0.08     | 0.31 | 0.29 | 0.32 | 0.47                         |
|      |     | 54.1           | 868         | 0.03     | 0.26 | 0.43 | 0.28 | 0.39                         |
|      |     | 57.8           | 132         | 0.00     | 0.30 | 0.39 | 0.31 | 0.30                         |
|      |     | 67.6           | 132         | 0.00     | 0.26 | 0.52 | 0.22 | 0.33                         |
|      |     | 75.5           | 104         | 0.00     | 0.21 | 0.59 | 0.20 | 0.27                         |
|      | 重量車 | 85.5           | 89          | 0.00     | 0.10 | 0.81 | 0.09 | 0.19                         |
|      |     | 94.9           | 81          | 0.00     | 0.23 | 0.57 | 0.20 | 0.24                         |
|      |     | 101.6          | 87          | 0.00     | 0.20 | 0.67 | 0.14 | 0.22                         |
|      |     | 5.9            | 1,016       | 0.47     | 0.12 | 0.29 | 0.11 | 0.36                         |
|      |     | 14.9           | 1,021       | 0.32     | 0.23 | 0.26 | 0.19 | 0.48                         |
|      |     | 30.8           | 1,128       | 0.21     | 0.25 | 0.33 | 0.21 | 0.46                         |
|      |     | 41.7           | 1,165       | 0.08     | 0.24 | 0.48 | 0.20 | 0.39                         |
|      |     | 50.7           | 999         | 0.06     | 0.26 | 0.47 | 0.22 | 0.42                         |
|      |     | 56.3           | 144         | 0.00     | 0.14 | 0.72 | 0.14 | 0.28                         |
|      |     | 68.0           | 136         | 0.00     | 0.12 | 0.67 | 0.20 | 0.21                         |
|      |     | 72.7           | 118         | 0.00     | 0.08 | 0.83 | 0.09 | 0.23                         |
|      |     | 83.4           | 89          | 0.00     | 0.02 | 0.96 | 0.02 | 0.18                         |
|      |     | 94.7           | 81          | 0.00     | 0.01 | 0.99 | 0.00 | 0.17                         |

注：4モード時間比率のIDはアイドリング、ACは加速、COは定速、DEは減速を表す。

## 4. 実走行モードの作成



抽出している。なお、図1のアイドリング時間比率を見てもわかるとおり、平均速度 50km/h ~ 60km/h を境として、発進停止のあるモード（アイドリングがあるモード）と発進停止のないモードに分けられる。そのため、本方法においてもこれらを分けて作成した。

## (2) 作成したモードとその特性

作成したモードは表3に示す計34モードである。なお、自専道モードのうち平均速度が 90km/h を超えるモードについては、本方法を用いるのに必要な走行データ量が確保できなかったため、従来の4モード分類法（アイドリング、加速、定速、減速）の各モード時間比率と平均走行速度の関係を分析し、この関係を満たす走行パターンを走行実態調査データから抽出する方法により作成した。表3には各モードの基本的な特性も併せて示した。

一般道路のモードは信号等による発進停止のあるモードとなっている。その一例を図3(a)に示す。一方、自専道モードは、概ね 55km/h 以下では渋滞等による発進停止のあるモード、55km/h 以上では発進停止のないモードとなっている。高速道路の発進停止のあるモードの例を図3(b)、発進停止のないモードの一例を図3(c)に示す。

これらの実走行モードの基本的な特性について、走行実態調査により得られたデータとの比較を行った。図4は、アイドリング時間比率を一般道路モー

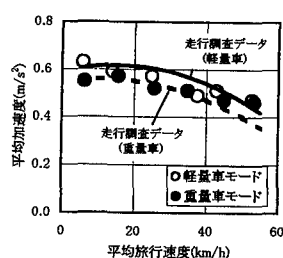
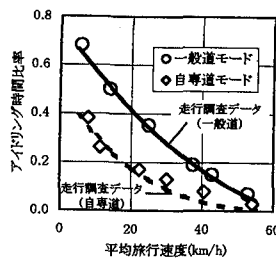


図4 アイドリング時間比率 (軽量車モード)

図5 平均加速度 (一般道モード)

注：図中、記号で示された点は該当する実走行モードにおける平均値を表す。また、曲線は走行実態調査の該当する全データから得られた帰帰曲線を表す。

ドと自専道モードで比較したものである。また、図5は、平均加速度を軽量車モードと重量車モードで比較したものである。このように、今回設定した実走行モードは路線・車種の違いによる走行特性の違いが概ね反映されているものと考えられる。

## 4. まとめ

本報告では、走行実態調査に基づき、排出係数の設定に用いる実走行モードを設定した。走行特性の違いが適切に反映されるよう、路線別（一般道路、自専道）、車種別（軽量車、重量車）のモードを区分し、それぞれの平均的な排出係数が得られるようなモードを設定した。

本モードを用いた自動車の排出ガス量の測定は既に行っており、モードの特性と排出ガスの特性等について別途発表したいと考えている。

最後に、走行実態調査のデータを提供して下さい（社）日本自動車工業会に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 土井、平井、柳、細井：自動車の都市内走行形態に及ぼす道路、車種、積載量の影響、自動車研究18-1、pp.19-22、1996
- 2) 平井、柳、土井、細井：排出係数測定用の実走行モードの作成方法について、自動車研究18-12、pp.5-8、1996