

# シャシ台上試験で用いる代表走行試験 モードの構成方法の検討

- 走行実態データの統計処理に基づく代表モードパターンの抽出及び構成方法 -

環境研究領域

山本敏朗

野田 明

米川 誠

上原円香

小川恭弘

## 1. まえがき

自動車排出ガスの原単位の算出や認証試験等において、シャシ台上試験を実施する際に必要となる代表走行試験モードの構成方法について検討した。排出ガスや燃費の環境性能評価やOBD (On-Board Diagnosis) 機能の適否検証などのシャシ台上評価試験では、現実を反映した多様な走行モード条件を使って試験する方法が理想的であるが、時間的制約があるため、上記の方法と同等な排出係数、燃費値、OBD機能等の評価結果の得られる、即ち市場代表性を有する代表試験モードが必要となる。

代表試験モードを作成するには、まず、評価目的である排出ガス性能やOBD機能診断などに大きな影響を与える走行データ中の主要影響因子を特定する。その上で、これらの影響因子をパラメータとした統計処理に基づき、走行データ全体での平均的な影響度を反映した代表的なモードパターンを、実走行データの中から抽出して構成する。

本報では、代表的なモード作成例として、排出ガス性能評価用モードと高度OBDシステム評価試験モードについて検討した。前者のモードについては、排出ガスの測定結果が都市内走行の平均的な自動車排出ガスの実態を反映する排出係数 (g/km) が得られるように作成する必要がある。このために、排出ガスに影響を与える因子を特定し、それらの因子が都市内の平均的な走行実態と同等になるように代表走行試験モードを作成することとする。エンジンが暖機された状態での排出ガス影響因子は停車時 (アイドリング) と走行時で異なるが、運転履歴にほとんど依存しないと考えられることから、代表モードの抽出には、実走行データをアイドリングとショートトリップ (ST: 発進から停止

までの走行区間) に分解した上で、統計的手法によって代表性のあるSTを抽出して再構成する方法を用いた。

一方、OBD機能を評価するための試験モードにおいて、特に触媒装置の機能診断を確実に実行する上で、触媒温度が重要なパラメータとなる。このことから、この場合の代表モードの抽出には、触媒温度に影響を与える過去の運転履歴、即ちSTやアイドリングの順序を考慮する必要があり、前述したSTを抽出して合成するモード構成法は適していない。そこで車両が連続して走行したときの車速走行パターンの中から、市場代表性があり、かつ診断が確実に実行される走行区間を抽出する方法について検討した。

以下に、上記の2つのモード構成方法の詳細について、走行実態調査データの解析に基づく

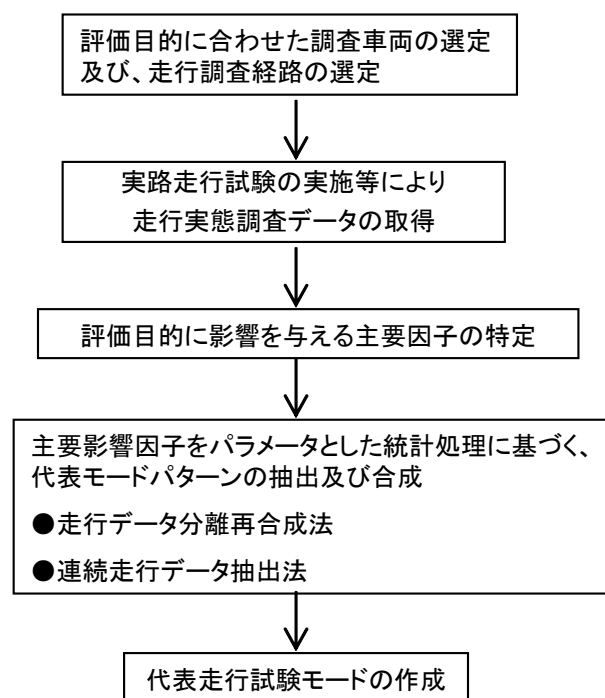


図1 代表走行試験モード作成手順の概要

適用事例を挙げて報告する。

## 2. 代表走行試験モード作成手順

代表走行試験モード作成手順の概要を、図1に示す。同図に示すように、まず、評価目的(一例として、都市内走行時の排出ガス性能評価など)に合わせて調査車両と走行調査経路を選定する。その上で、実路走行試験の実施等により走行実態調査データを取得する。このデータを基にして、代表走行試験モードを構成する。

試験モードは、排出ガスの性能評価やOBD機能診断の適否検証など、それぞれの評価目的に合わせて作成する。このためモード作成においては、同図に示すように、走行モードパターンの構成因子の中で、排出ガス性能やOBD機能診断などの評価目的に対して影響を与える主要因子を特定することが必要となる。例えば、排出ガス性能の主要影響因子としては、走行モード中に占めるアイドリング時間比率や、定・加速走行中の必要駆動力などが考えられる。また、OBD機能診断の主要影響因子としては、走行モード中に占める高速定常走行域の割合などが考えられる。

次に、市場代表性を有する走行モードとするために、モード運転時の影響因子の値や傾向が、都市内などの実路走行時の平均的な走行実態と同等になるようにしてモードを作成する必要がある。以下に、この代表モードの抽出・構成方法の具体例を示す。

まず、都市内走行での排出ガスの性能評価を目的として、代表走行モードを作成する場合を考える。この場合は、前述のアイドリング時間比率や定・加速走行中の必要駆動力などの主要影響因子の値が、都市内走行時の平均的な値と一致するように走行モードを作成する必要がある。このために、代表モードの抽出・構成方法としては、それぞれの影響因子が過去の運転履

歴の影響をほとんど受けないことを考慮して、実路走行試験データをSTを単位として分解した上で、主要影響因子をパラメーターとした統計処理に基づいて代表性のあるSTを抽出し、再合成する方法(走行データ分離再合成法)を用いた。

一方、OBDにおける触媒診断機能の適否検証を目的とした走行モードの作成においては、触媒浄化反応に大きな影響を及ぼす条件の1つである触媒温度を考慮しなければならない。診断は、触媒温度が一定温度(活性温度)以上になって安定した浄化性能を示す条件において実行する必要がある。ここで触媒装置は比較的大きな熱容量を持つことから、モード運転中の触媒温度は、一つ一つのSTの速度パターンのみでは決まらず、過去の運転履歴の影響を受ける。従って、触媒診断機能の評価するための走行モードの抽出には、STやアイドリングの順序が重要であり、車両が連続して走行したときの車速走行パターンから、診断が確実に実行される走行条件の領域を選んで構成する方法(連続走行データ抽出法)を用いた。

以上のように、評価目的に適したモード抽出・構成方法を用いることにより、適切な代表走行試験モードが作成される。以下に、図1の手順に従い、代表走行試験モードを作成した2つの事例を示す。

## 3. 代表走行試験モードの構成方法

### 3.1. 走行データ分離再合成法の適用事例

本手法については、排出ガス性能試験用都市内走行モードの作成手順を例にして示す。走行調査の対象路線としては、首都圏の交通量が多い代表的な一般道路を中心に選定した。排出ガス性能試験における主要影響因子としては、停止中(アイドリング)と走行中(ST)のそれぞれについて、以下の項目が挙げられる。

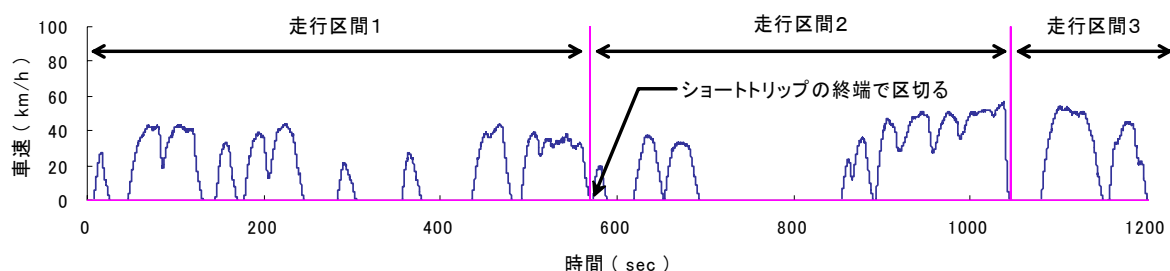


図2 走行区間データの作成

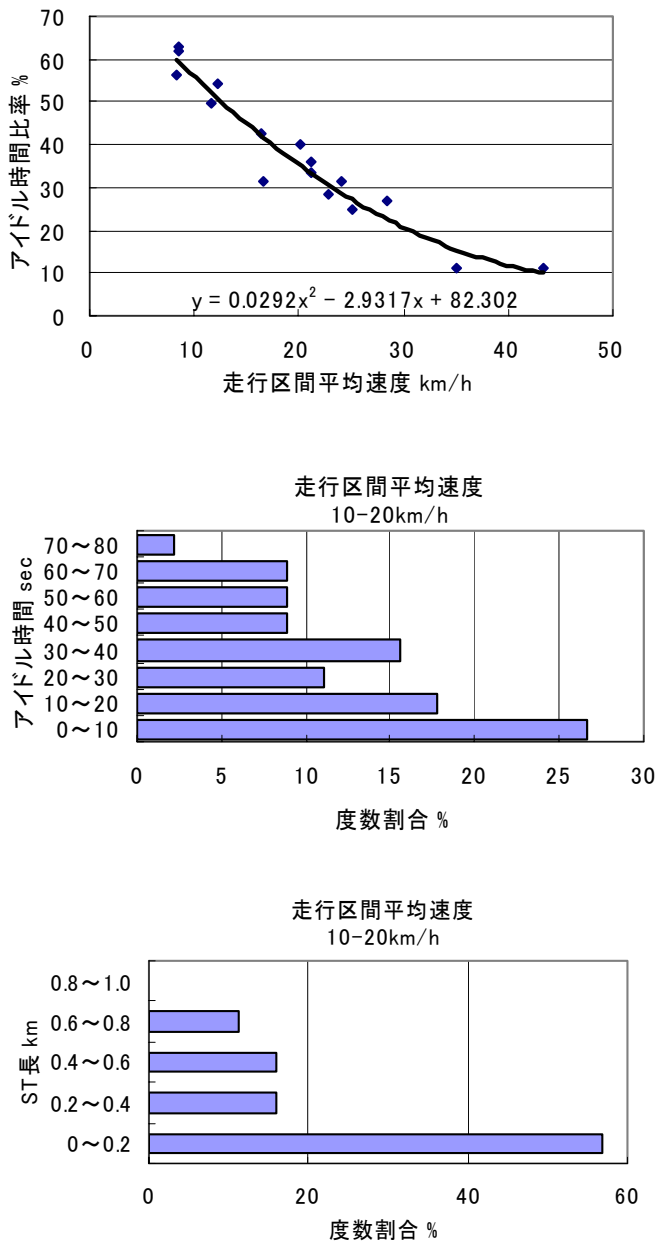


図3 走行モードが満たすべき主要3因子の状態 (走行区間平均速度10~20km/h)

アイドリング時間比率(アイドリング時と走行時では排出ガス量は異なることから、この時間比率が大きくなると排出ガス量は減少する。)

アイドリング時間分布(アイドリング時間比率が同一の場合でも、アイドリングが短時間で多数ある場合と長時間で回数が少ない場合では、触媒浄化率を左右する触媒温度が異なってくる。)

STの長さ(発進の際には特有のエンジン負荷を用いることから、ST長が短くて単位距離当たりの発進回数が多ければ排出ガス量は増加する。)

定・加速走行中の必要駆動力(一般的に、走

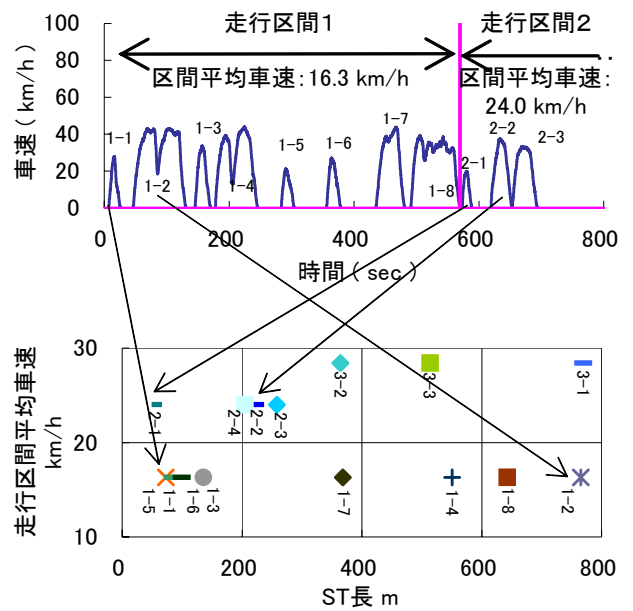


図4 ショートトリップの分類

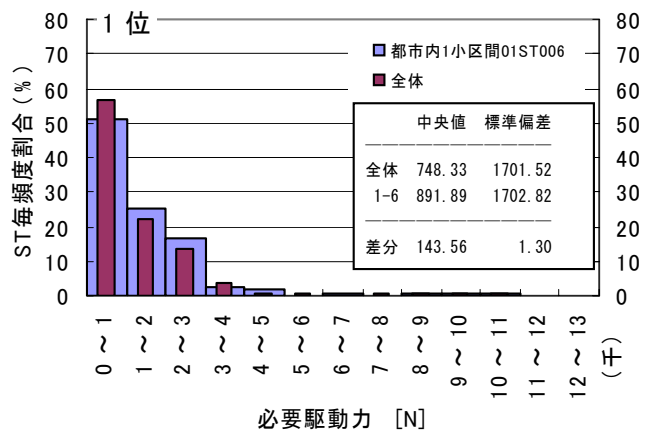


図5 走行中の必要駆動力頻度分布の一例

行に必要な駆動力が増加すれば排出ガス量も増加する。)

以上の4条件が、都市内走行時の平均的な走行実態と一致するように走行モードを作成した。その作成手順の概要を以下に示す。

### 3.1.1 step1. 走行区間データの作成と走行モードが満たすべき主要3因子の状態の抽出

図2に示すように、実路走行試験データを2~3kmに分割して走行区間データを作成する。なお、各区間はSTの終端で区切る。次に、アイドリング時間比率、アイドリング時間分布、

STの長さの3因子について走行区間平均車速(ある地点間を移動するときの平均車速を意味し、信号待ちや交通渋滞による停止を含む値)による回帰線あるいは代表分布を作成する。さ

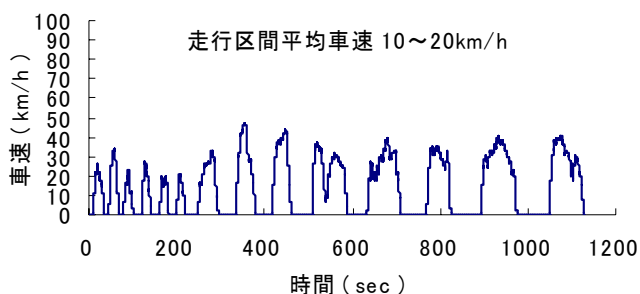


図6 排出ガス性能試験用都市内走行モード  
(走行区間平均車速 10 ~ 20km/h)

らに、これらの代表分布から作成する走行モードが満たすべき3因子の状態を抽出する。図3にその一例(STグループ全体とある1つのSTの比較データ)を示す。

### 3.1.2 step2. ショートトリップの分類及び代表ショートトリップの抽出

図4に示すように、走行区間平均車速とSTの長さで実路走行試験データのショートトリップを分類する。分類された個々のグループについて、グループ全体の必要駆動力の頻度分布を求め、これに近い必要駆動力頻度分布をもったショートトリップを、標準偏差などを判断の指標にして順位付けをし、図3のST長分布を参照して抽出する。図5に、必要駆動力頻度分布の一例を示す。

### 3.1.3 step3. 走行モードの作成

step1で求めた主要3因子の状態を満たすように、step2で抽出したショートトリップを合成する。具体的には、step1で求めたST長分布を満足するようにstep2で抽出したSTを並べ、その上で、それぞれのST間のアイドリング時間をstep1で求めたアイドリング時間分布になるように配置していく。その結果、図6に示すような代表走行試験モードが作成される。

## 3.2. 連続走行データ抽出法の適用事例

本手法については、2008年モデル以降の車両において装着義務付けの方針が示されている高度OBDシステムの評価試験モード(代替モード)の作成手順を例にして示す。「環境省が集めた都市内及び都市周辺部の走行実態データ」の中から、以下に示す3段階の抽出手順を設けて、走行モードパターンの絞り込みを行った。特に、高度OBDシステムで最も重要となる触媒劣化診断に留意した。触媒劣化診断では、機能診断に大きな影響を与える主要因子として、以下のものが考えられる。

触媒を一定温度以上(一般的には500程度以上)に昇温するために必要となる高速運転条件(車速60km/h程度)

デュアルO<sub>2</sub>センサ法(欧米対応のOBDで一般的に使われている触媒前後のO<sub>2</sub>センサ信号を処理してO<sub>2</sub>の吸蔵能力を調べて触媒劣化を判定する診断手法)による触媒劣化診断に必要な高速域での定常走行条件

以上の2条件を満たすように、OBD評価試験モードの走行条件としては、「平均車速の高い流れのスムーズな走行」の中から選ぶものとした。

### 3.2.1 第1次走行区間抽出

車速パターンの抽出処理は、図7に示すように、評価モード全体の走行時間を1000秒~1200秒とし、1ショートトリップ毎に順番をずらしながら区間抽出処理を行った。スムーズな走行においては、信号停止等が少なく、一つ一つのSTの走行距離も都市部に比べると長くなると予想される。環境省走行実態データにおけるSTの走行距離の頻度分布を調べた結果、500m以上、3000m未満の走行距離のSTが90%以上を占めていることから、これ以外の走行距離のST

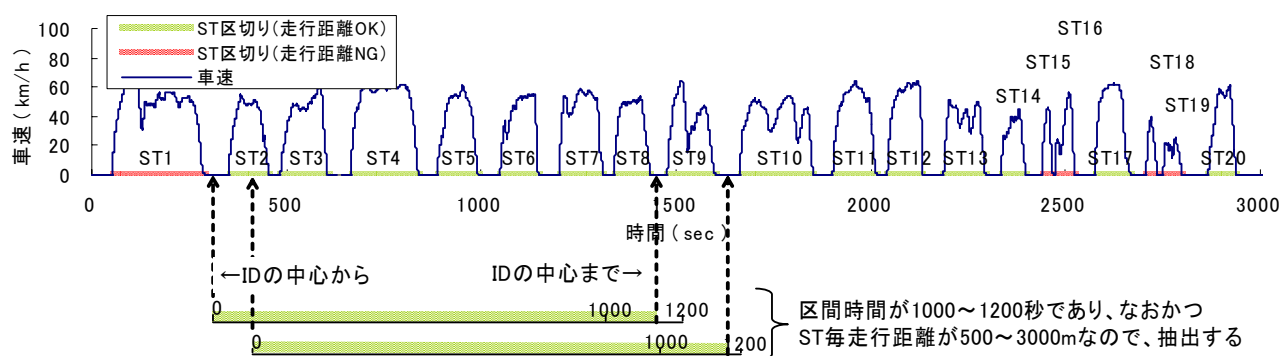


図7 走行区間の抽出処理

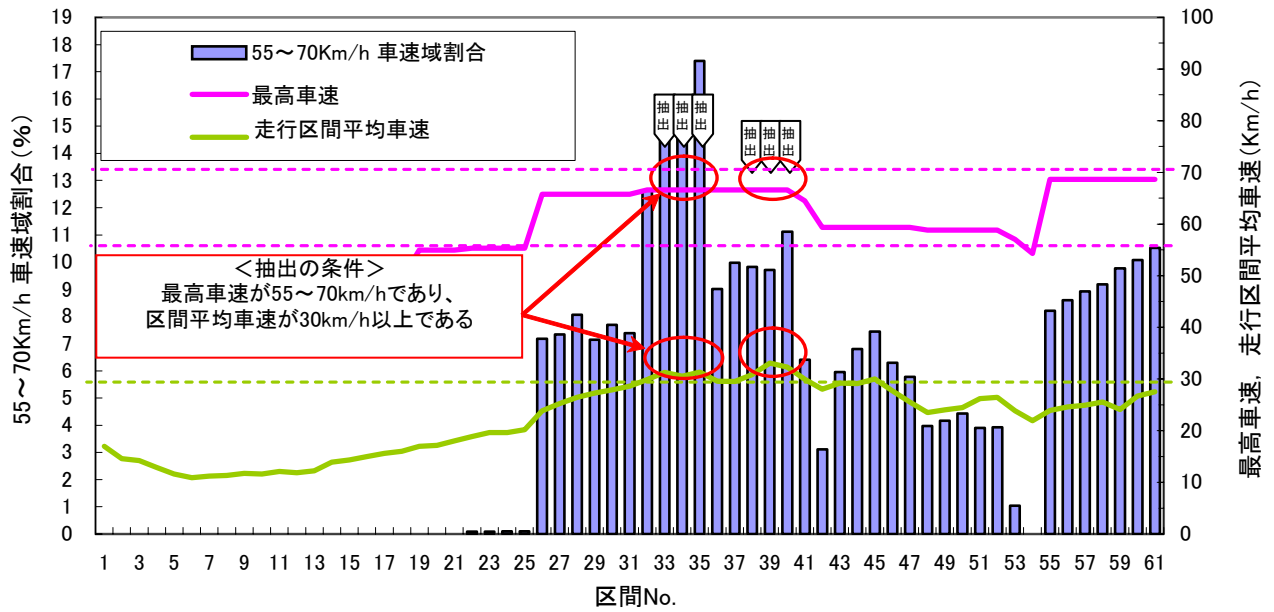


図8 走行状態（走行区間平均車速、最高車速）による走行区間の抽出処理

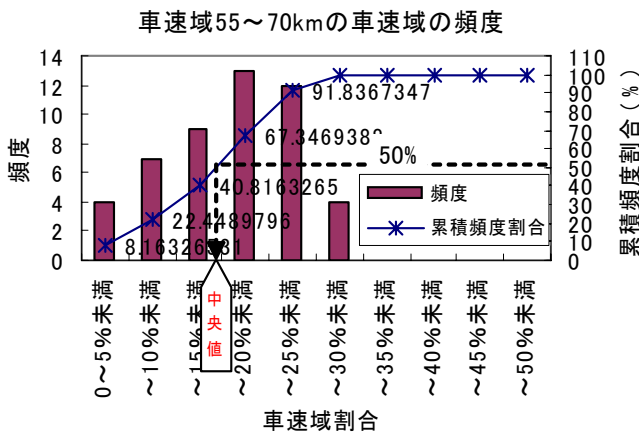


図9 55km/h以上～70km/h未満の車速域出現割合の度数分布及び累積頻度割合

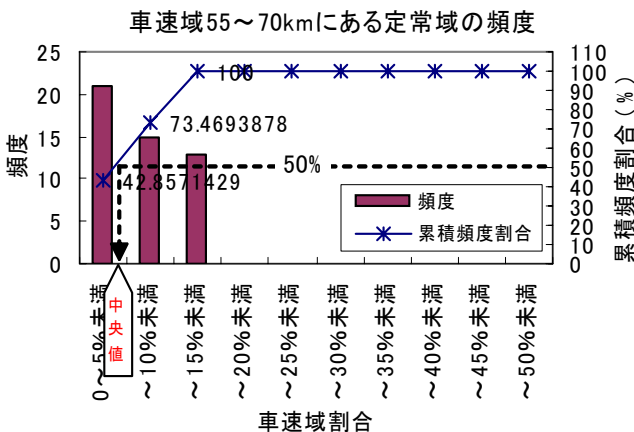


図10 車速55km/h以上～70km/h未満における定常域割合の度数分布及び累積頻度割合

は、スムーズ走行の条件からはずれると考慮して除外することにした。以上により、第1次走行区間抽出として、走行パターンを構成する個々のSTの走行距離が、全て500m以上、3000m未満であるという条件で抽出処理を行った。

### 3.2.2 第2次走行区間抽出

走行区間平均車速30km/h以上（流れのスムーズな走行条件の代表特性値。平成11年度新道路交通センサス<sup>(1)</sup>参照）最高車速55km/h以上～70km/h未満（一般道での走行で触媒が十分に加熱されて高い浄化性能が発揮される条件）を走行パターンの中を含むことを抽出条件として処理を行った。図8に走行データ解析の一例を示す。区間毎に、それぞれの抽出パラメータを算出してプロットしている。このような処理過程を経て、各抽出条件に適合した区間を抽出した。

### 3.2.3 第3次走行区間抽出

図9は、第2次走行区間抽出によって抽出された区間の55km/h以上～70km/h未満の車速域出現割合の頻度分布及び累積頻度割合を示す。累積頻度割合が約50%のときの車速域出現割合は、15%（中央値）であることがわかった。よって、抽出条件としては15%以上～20%未満を選定した。図10は、第2次走行区間抽出によって抽出された区間の55km/h以上～70km/h未満に

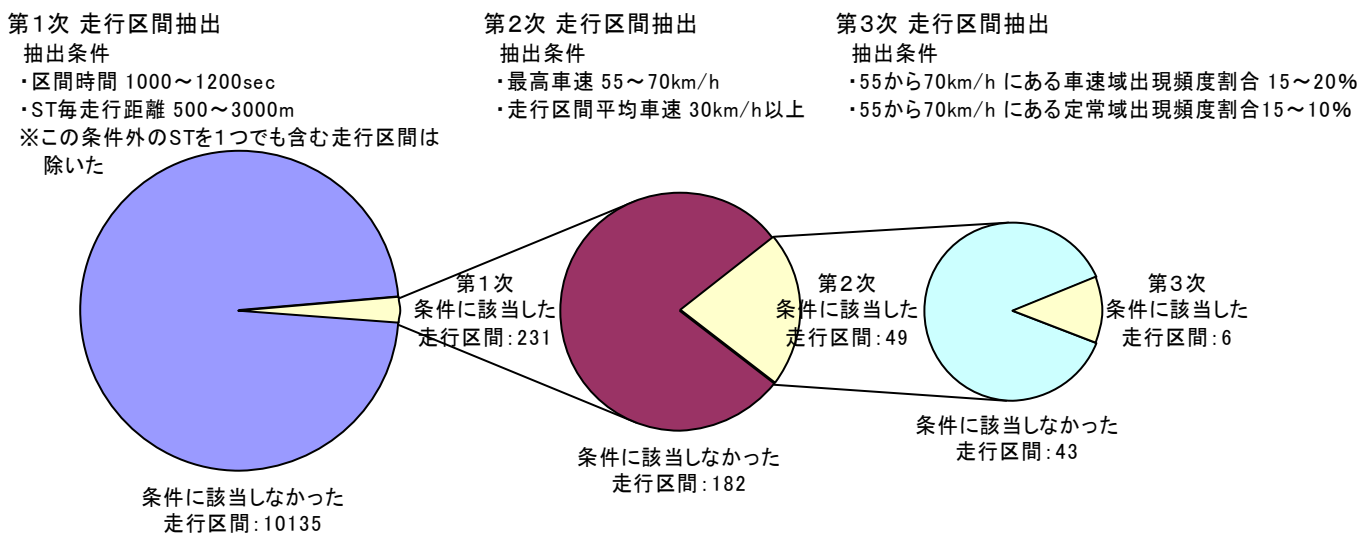


図 1 1 O B D機能評価モード作成のための3段階の走行区間抽出過程

おける定常域割合の頻度分布及び累積頻度割合を示す。累積頻度割合が約50%のときの定常域出現割合は、5%(中央値)であった。よって、抽出条件としては5%以上~10%未満とした。ここで、上記の2つの抽出条件は、ともに各頻度分布の中央値を基に決定していることから、これらの抽出条件を満たす区間は、55km/h以上~70km/h未満の車速域出現割合及びその車速域における定常域出現割合において市場走行代表性を有するものと考えられる。

### 3.2.4 走行区間抽出の結果

図 1 1 は、3段階の走行区間抽出によって、O B D機能評価モードの候補が抽出されていく過程を示す。第1次と第2次の走行区間抽出により、O B Dの機能評価において必要となる走行条件を有する走行区間が抽出され、次の第3次走行区間抽出により、その中でも市場代表性を最も有する走行区間が選択されたことになる。

## 4. まとめ

排出ガスや燃費の環境性能評価やO B D機能の適否検証などの各種の評価試験をシャシ台上で実施するとき、実路走行時のような多様な走行モード条件で試験を実施した場合と同等の評価結果が得られる代表走行試験モードが必要であり、その構成方法について検討した結果、以下の方法を提案した。

(1)代表走行試験モードは、排出ガスの性能評

価やO B D機能の適否検証等、それぞれの評価目的に合わせて作成することが適切である。

(2)代表モードの作成に当たっては、まず、評価目的に対して影響を与える主要因子を特定し、この因子をパラメーターとして統計処理を行い、走行実態調査データの中から主要因子の平均値あるいは特性値をつかむ。次に、その主要因子が走行調査データにおける主要因子の統計データと同等になるように、代表走行モードパターンとなる区間を抽出する、あるいは抽出したS Tを用いて合成する。

(3)上記のモード作成の基本方針を基に、具体的なモード構成法として、例えば排出ガス性能を評価する試験モードを作る時は、走行調査データをショートトリップS Tを単位として分解した上で、主要影響因子をパラメーターとした統計処理に基づいて代表性のあるショートトリップを抽出し、モードとして再合成する走行データ分離再合成法を提案した。一方、例えばO B Dでの触媒機能診断の適否を評価するモードとして、車両が連続して走行したときの車速走行パターンから、診断が確実に行え、かつ市場代表性の確保できる走行区間を選んで構成する連続走行データ抽出法を提案した。

## 5. 参考文献

(1)国土交通省関東地方整備局,平成11年度新道路交通センサス