

# 路上走行自動車に搭載可能な 高精度車載型 CO<sub>2</sub> 排出質量計測システムの研究開発

- マップ法を用いた排出ガス流量測定手法の検討および実路走行時の CO<sub>2</sub> 排出質量の評価 -

環境研究領域 佐藤 進 山本 敏朗 小川 恭弘  
株式会社司測研 飯塚 豊

## 1. 緒論

地球温暖化の防止という観点から CO<sub>2</sub> 排出量削減のための達成基準が制定され、それに向けた努力が行われている。しかしその評価はモード試験によって行われているため、実際の路上走行時の CO<sub>2</sub> 排出量との間に乖離がある。そのため実際の路上走行時の CO<sub>2</sub> 排出量の定量的評価を目的とした、実時間で高精度な排出ガス測定が可能な計測システムが要求される。各使用条件下での CO<sub>2</sub> 排出量の実態を定量的に把握し、これをもとに効果的な CO<sub>2</sub> 抑制対策に係る技術的な知見を提供することは当研究所の使命であることから、本システムの研究を進めることとした。

本研究はガソリン車を対象に、路上走行時の CO<sub>2</sub> 排出挙動、道路インフラ、交通状況、運転操作、エンジン挙動、車両挙動を同時に計測可能な車載型計測システムの開発を目的とし、本報では特に排出ガス流量の測定手法に着目した。排出ガス流量については様々な測定手法が検討されてきたが<sup>(1)(2)</sup>、一長一短がある。例えばピトー管を排気管後端部に接続し流量を計測する手法もあるが、アイドルなどの低流量域で精度が低く、またテールパイプが湾曲している場合や2本に分離している場合もあり、取付に関して課題を抱える。本研究で取り扱うマップ法は吸入空気流量の推定値を用いて排出ガス流量を求める手法であり、装置接続が不要となるため取付に係わる課題が解決される。ここではそのマップ法による排出ガス流量の測定手法の検討を行ったので報告する。

## 2. マップ法による排出ガス流量の算出法

マップ法では、まず吸入空気流量計を使用して吸入空気体積流量  $Q_{ref}$  を計測する。その計測値  $Q_{ref}$  と、(式1)で算出される吸入空気体積流量の推定値  $Q_a'$  と比較して吸入空気体積流量の補正係数  $k$  を求める(式2)。この補正係数  $k$  のマップを作成して、エンジン回転数  $Ne$ 、吸気管圧力  $P_b$  の関数として吸入空気体積流量  $Q_a$

を算出する(式3)。次に  $Q_a$  を質量流量  $G_a$  に変換し(式4)、さらに空燃比を加えて排出ガス質量流量を求める(式5)。この手法は、補正係数  $k$  のマップと空燃比  $AF$  が得られれば吸気管、排気管への装置接続が不要となり、装置接続による流量干渉を受けずに排出ガス流量の計測が可能となる。

$$Q_a' = \frac{P_b}{P_{air}} \cdot \frac{Ne}{2} \cdot V_m \quad (式1)$$

$$k = \frac{Q_{ref}}{Q_a'} \quad (式2)$$

$$Q_a = \frac{P_b}{P_{air}} \cdot \frac{Ne}{2} \cdot V_m \cdot k \quad (式3)$$

$$G_a = \gamma \cdot Q_a \quad (式4)$$

$$G_{ex} = G_a \left( 1 + \frac{1}{AF} \right) \quad (式5)$$

$Q_a'$ : 吸入空気体積流量の推定値[m<sup>3</sup>/min],  $Q_{ref}$ : 吸入空気流量計の計測値[m<sup>3</sup>/min],  $Q_a$ : 吸入空気体積流量[m<sup>3</sup>/min],  $G_a$ : 吸入空気質量流量[g/min],  $G_{ex}$ : 排出ガス質量流量[g/min],  $P_b$ : 吸気管圧力[kPa],  $P_{air}$ : 大気圧[kPa],  $Ne$ : エンジン回転数[rpm],  $V_m$ : エンジン行程体積[m<sup>3</sup>],  $k$ : 補正係数[-],  $\gamma$ : 空気密度[g/m<sup>3</sup>],  $AF$ : 空燃比[-]

## 3. 試験方法

試験車として排気量 2488cc の三元触媒ガソリン乗用車を使用した。四駆シャシダイナモメータ上で走行させ、ラミナ流量計で吸入空気体積流量を測定し、車載型の排出ガス分析装置で CO<sub>2</sub> 濃度を測定した。またマップ作成のために使用したモードを図1に示す。0-100Step モードを D レンジ固定 Over Drive On, D レンジ固定 Over Drive Off, 2 レンジ固定の3条件で走行し、さらに高速走行モードの走行を行った。この4条件の走行時のエンジン使用領域を図2に示す。この領域において吸気管圧力で8つの領域に分割、エンジン回転数で1000rpmごとの領域に分割する。1メッシュ

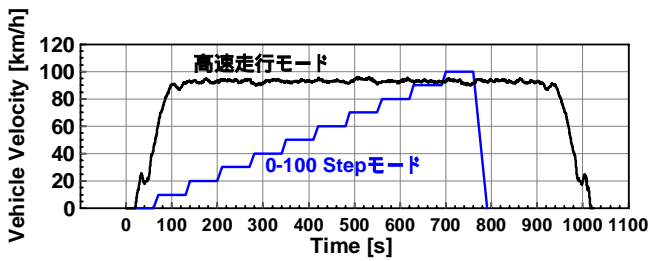


図1 補正係数マップ作成に使用した走行モード

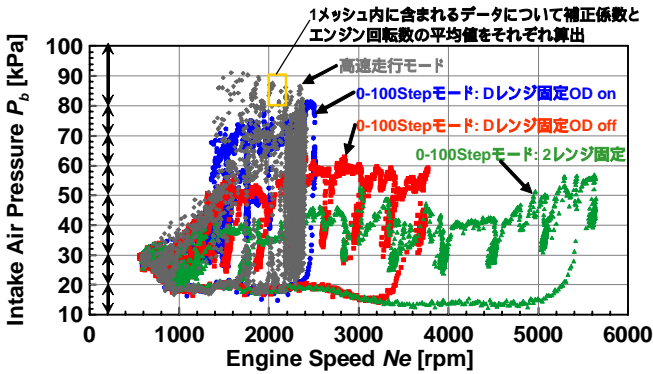


図2 0-100Step モードおよび高速走行モード走行時のエンジン使用領域

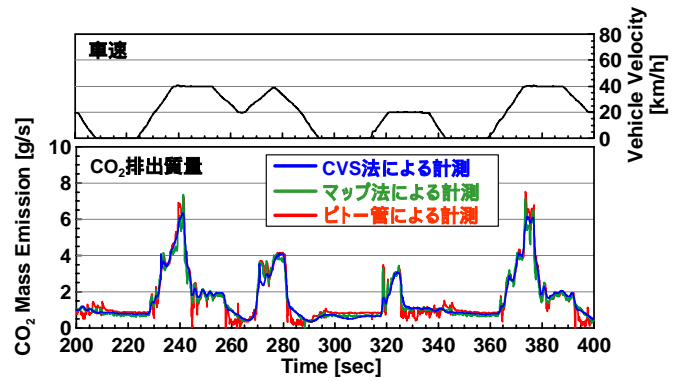


図3 10・15モード試験でのCO<sub>2</sub>排出質量の計測結果

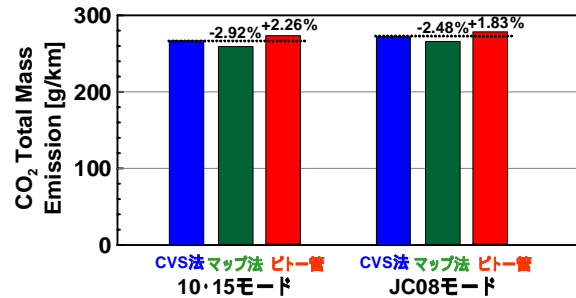


図4 10・15モード試験, JC08モード試験でのCO<sub>2</sub>排出質量の総量比較

内に含まれるデータについて,補正係数 $k$ とエンジン回転数 $N_e$ の平均値をそれぞれ算出し補正係数マップを作成した。

#### 4. 試験結果

前節で述べた補正係数マップを使用して排出ガス流量の計測,CO<sub>2</sub>排出質量の計測を行った。図3に10・15モード試験でのCO<sub>2</sub>排出質量の時間履歴を示す。図にはCVS法で計測された排出ガス流量を用いて求めた履歴,マップ法で算出された排出ガス流量を用いた履歴,ピトー管で計測された排出ガス流量を用いた履歴の3つを表示した。図の排出質量はそれぞれの排出ガス流量の値と分析計で計測されたCO<sub>2</sub>排出濃度から計算した。ピトー管の結果ではアイドリング域での排出質量が安定していない。マップ法の結果では,アイドリング域,定常走行域ではCVS法の結果に近く,さらにピトー管によるアイドリング域不安定化の問題も解決されている。ただし加速域,また280s付近の40km/hからの減速域ではCVS法の結果と比べ低い値が算出されており,今後解決すべき課題である。補正係数マップ作成の際に,メッシュ内で加速,定常,減速の区別をするという工夫をすることで,加速部分の流量算出時に定常,減速のデータからの求めた補正係数の影響を受ける,といった現象が解決され,精度向上が可能となると考える。

また図4に10・15モード試験,JC08モード試験での,CO<sub>2</sub>排出質量の総量比較を示す。排出質量の値は単位距離当たりの排出質量で評価した。10・15モードではマップ法の計測値はCVS装置の計測値と比べて-2.92%の誤差となった。JC08モードでは,マップ法の計測値がCVS装置の計測値と比べて-2.48%の誤差となった。今後,加速,定常,減速の区別をした補正係数マップの導入により,精度の向上を図る。

#### 5. まとめ

本研究では車載型CO<sub>2</sub>排出質量計測システムの一環として,マップ法を用いた排出ガス流量の測定手法に関する検討を行った。

- (1) CO<sub>2</sub>排出質量の総量で比較した場合,マップ法での計測結果は,10・15モード,JC08モードでの検証結果において,CVS法での計測結果と比べて3%以内の誤差に収めることができた。
- (2) しかし加速域および一部の減速域で,CVS法での計測結果と比較してマップ法での計測結果が乖離する部分が見られた。今後,加速状態,定常状態,減速状態を区別した補正係数マップの導入により,精度の向上を図る。

#### 参考文献

- (1) M. Gautam, 他5名, SAE 2001-01-3643 (2001)
- (2) N. Kihara, 他5名, SAE 2000-01-1141 (2000)