

## 17. 車載型機器による実走行時自動車排ガス計測・管理システムの実証

研究開発代表者 環境省 独立行政法人 国立環境研究所 森口祐一

技術分野 環境監視計測・高度情報化（大気環境） 研究期間 平成13年度～平成15年度  
研究予算総額 223,302千円

### 研究の背景と目的

自動車排ガスは都市・沿道の大気汚染の原因として、かつ、温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>（二酸化炭素）の発生源としても重要な位置を占める。従来、排ガス中の汚染物質は、実験室内で自動車の走行を模擬するシャーシダイナモ（以下、C/Dと呼ぶ）装置により主に測定されてきたが、特殊・大型・高価な装置なので多くの自動車の実測定が難しくかつ、走行条件を完全には再現できない等の問題を持っている。この測定法を補完、代替する手法として、実際の車両に計測機器を載せて排ガス計測（車載計測）ができたとすれば、多くの車両と多様な条件での実測、さらにGPS（全地球測位システム）や自動車の制御情報と組み合わせれば、使用実態に即したよりの確かな汚染物質の計測・監視、対策立案が可能となる。

本研究では、車載型機器による実使用条件での自動車排ガス計測・管理システムの実証を目的として、実用化レベルに達しつつある車載型排ガス計測機器（車載排ガス計）の精度検証、車載計測技術の普及を目指した簡易型・安価な車載排ガス計の開発と検証、車両情報や走行状況から排ガスを精度よく推定する手法の開発を行う。

### 研究の成果

本研究は、図1に示す研究全体の枠組みと実施体制により、研究参加機関の緊密な連携のもとに実施した。上記の目標達成を目指して実施した研究の概要と成果を要素ごとに分類して以下に示す。

#### （1）C/D試験との比較等による車載型機器の精度検証と実用性向上のための改良

国立環境研究所の小型及び東京都環境科学研究所の大型のC/D装置を用いて、実用化レベルの高精度NO<sub>x</sub>（窒素酸化物）計及び実用に近い簡易NO<sub>x</sub>計を取付けた車両について、10・15モードや実走行モードによる試験を行い、C/D装置に付帯する排ガス分析計と比較した。その結果、ア）高精度NO<sub>x</sub>計は、C/D装置付帯排ガス分析計と相関の良い値を示し、応答速度も十分であった（図2）、イ）簡易NO<sub>x</sub>計では、濃度は相関の良い値を示したが、データ採取間隔等に改良を要す、ウ）両NO<sub>x</sub>計の実用性向上には、経時的なゼロ点補正、検出部の汚れと高温耐久性等の改善等が必要である。

実用に近いCO（一酸化炭素）、CO<sub>2</sub>、HC（炭化水素）の車載排ガス計と光透過式車載PM計及び開発中の簡易PM計を取付けた車両について、NO<sub>x</sub>と同様に他のより精緻な分析計と比較した。その結果、ア）CO、CO<sub>2</sub>、HCの車載排ガス計は、C/D装置付帯ガス分析計と比較し、相関の良い値、実用的な応答速度を示した、イ）車載PM計は、PMをフィルタに捕集して重量を計測するフィルタ重量法と良い相関を示し、他の粒子分析計と比較しても良好な相関を示した（図3）。両PM計は、大型ディーゼル車用のPM低減装置（後処理装置）

として実用化が進んでいるDPF(ディーゼル粒子捕集フィルタ)及び酸化触媒装着車両への適用可能性を検討し、高温排気対策や機器の軽量・小型化、低濃度の感度向上が必要なことが判明した。

車載型機器の実用性向上を目ざし、ア)車両改造が不要なエンジン回転数の収集、イ)GPS信号のない状況での車速推定、ウ)車両改造と費用のかかる空気流量計測の低コスト・簡易化等の方法を検討し、実用化の見通しを得た。

## (2) 市街地実走行調査による排ガス及び走行動態の計測

車載排ガス計及び走行動態計を搭載した車両を用いて実走行調査を行い、車載型機器の長期安定性の確認とともに、走行状況と排ガス排出との関係を解析するためのデータを取得した。自動車からのNO<sub>x</sub>及びPM排出量の過半を占めるディーゼル車を主に、ガソリン車を一部の測定の対象車両とした。車両は、リース、レンタル、物流事業者などの使用者の協力を得て装置を取付けたものがあり、乗用車から商用車、小型から大型トラック、バスまで幅広く設定し、計26台である。

走行調査経路として、大都市及び地方都市における様々な交通状況データを収集するため、自動車走行量の多い東京都内を中心とする地域と、比較的交通量の少ないつくば地域を対象として選定した(図4)。平日の朝、昼、夕の各2時間ずつ延べ193時間、5580kmの走行調査から、ア)走行動態計による速度、停止及び加速時間等の計測値は、道路種、時間帯、地域性等の走行特性の把握に有効であること、イ)車載排ガス計は安定して継続測定が可能であること等が確認できた。

後の(3)での解析の目的に応じ、横浜市内、群馬県内などの道路にも走行調査経路を設定した。また、物流事業者の協力を得て大型車に機器を搭載した場合には日常業務通りの走行経路とした。

## (3) 実使用条件下での排出実態の解析と排ガス排出量の推定手法の開発

上記(2)で実施した市街地走行調査を元に、国土交通省が定めた排ガス試験法(公定法)と実走行との相違を検討し、ア)触媒や排気ガス再循環装置等の排ガス低減装置が働くまでの排ガスの過剰排出、イ)高湿度時に比べた低湿度時のNO<sub>x</sub>排出量増等を市街地実走行パターンを再現した条件下で車載型機器により確認できた。

走行調査データを道路種別・日別・時間帯別・試験車別に解析し、車速、加速度、NO<sub>x</sub>排出係数等の平均値を算定した結果、加速時>定速時>減速時の順にNO<sub>x</sub>排出係数(g/km)は小さくなり、定速時を1とすると加速は2倍以上、減速は半分程度の比率を示した。

道路環境の排出量への影響では、同一平均車速でも、降坂、平坦、登坂等の道路状況により排出量は大きく変動し、CO<sub>2</sub>よりNO<sub>x</sub>の方が排出係数の変動幅が大きい。

同一車両、同一の市街地実走行ルートを異なる運転者が運転した場合の排ガス排出量を計測し、運転者の違いにより排出量がNO<sub>x</sub>では1.9倍、CO<sub>2</sub>で1.3倍変動すること、また、情報提供をすることによって運転方法が変化し、数%の燃料消費量の節約が見込めることが明らかとなった(図5、図6)。

道路状況及び運転操作の差違が排ガス排出量に及ぼす影響を解析し、ア)同一距離走行において幹線の方が狭路より若干多い、イ)幹線では主に信号停止後の発進加速、狭路では道の狭さや路駐車両の存在等の特有の交通状況が排出増の要因である、ことを明らかにした。

道路勾配の計測において高精度のGPS、大気圧変化、加速度計から求める方法を検討し、加速度計を用

いた方法が再現性に優れ、実用性の高い手法であることを見いだした。これにより、道路勾配の排ガス排出量に及ぼす影響や実使用条件下でのエンジン負荷をより精度良く把握することが可能となった(図7)。

一般道路での走行調査データの解析から、間接的に排ガス排出量を算出する方法について検討した。アイドリング開始から発進し停止するまでの区間(ショートトリップ、ST)の平均NOx排出係数(g/km)に影響を及ぼす車両特性値として、平均仕事率、仕事率標準偏差、走行時平均車速及び冷却水平均水温の4項目が選ばれ、これらによるST別のNOx排出係数を実測NOx排出係数と比較し、従来(0.42~0.82)より高い相関(0.87~0.96)を得た(図8)。

また、STをアイドリング、加速、定速、減速の4モードに分類し、車重、平均加速度等の特性値を元に各々作成した排出量推定式の結果を足し合わせることで、STのNOx、CO、CO<sub>2</sub>等のガス排出量、燃料消費量等を高い精度で推定できる見通しが得られ、数種類の貨物車について推定式を作成した。

#### (4) 簡易PM計の新規開発と実用性向上のための改良

車載用PMセンサの基礎技術調査をもとに光散乱方式簡易PM計(図9)を試作し、C/D装置上で精度を検証するとともに、平成元年度規制の貨物車に取付けた実走行試験を行い、車載PM計の計測値と一致する結果を得た(図10)。一方、大型貨物車の排気による性能低下が発生したが、対策を講じて良好な結果を得た。

### 研究のまとめ

C/D装置による排ガス試験との比較によって車載排ガス計が十分な精度を持つことを検証するとともに、車載型機器を搭載した車両による実走行調査によって、C/D装置上での限られた数の排ガス試験のみからでは得られない排出実態や地域特性を明らかにし、車載計測の有用性を示した。

また、光散乱方式を用いた簡易PM計の実用化の見通しが得られた。試作した簡易PM計が量産化されれば、走行実態に即した的確なPM排出量の計測・監視、道路環境、交通状況と沿道の浮遊粒子状物質(SPM)汚染機構を解明するための路上走行調査が可能となる。

C/D装置の整備には小型車用でも数億円を要するが、本研究開発で実証した車載排ガス計は1台あたりこの十分の1(高精度版)から百分の1(簡易版)のコストで、走行動態計はさらに安価(数十万円以下)で調達できる。また、車載排ガス計の性能担保に必要な校正費用は、C/D装置の維持に比べ百分の1以下である。排ガスや走行状態の計測を低コストで行う方法を開発・実証したことで、地方自治体や大学等、より多くの調査研究機関が独自に排ガスを調査できる。こうして多数の実測が蓄積されれば、自動車の使用実態に即した燃費や排ガスの改善技術の開発、地域の交通特性に合致した車両の開発・導入が進むものと期待される。また、発展途上国での自動車排ガス排出の実態把握や改善にも有用と考えられる。

一方、多くの車両について、走行状態データから排ガス量や燃費を従来に比べ精度よく推定する式が構築できた。車両改造が不要で低コストの走行動態計とこれらの推計式から排ガス量を算出することが、排ガス管理の面では実用的である。例えば運輸事業者は、デジタルタコグラフデータから排ガス量を推計でき、排ガス量の自主管理が行える。データの蓄積・解析によって、排ガス排出の少ない燃費の良い走行方法、走行経路の混雑状況、運転者別の燃費や排ガス量、運転挙動の違い等に関する知見が得られ、経路選択、時間変更等による自主的な排ガス削減、燃費向上計画の立案、効果検証が可能である。

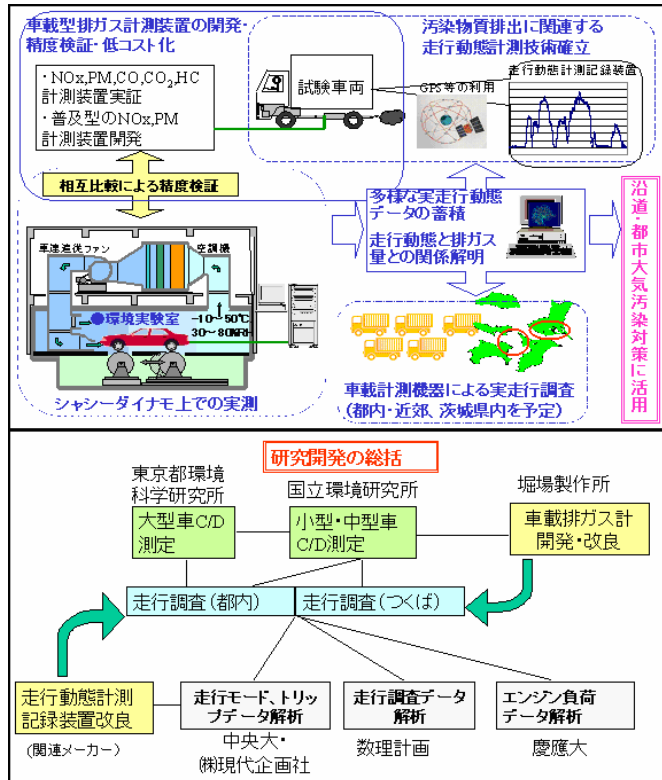


図1 研究全体の枠組みと実施体制

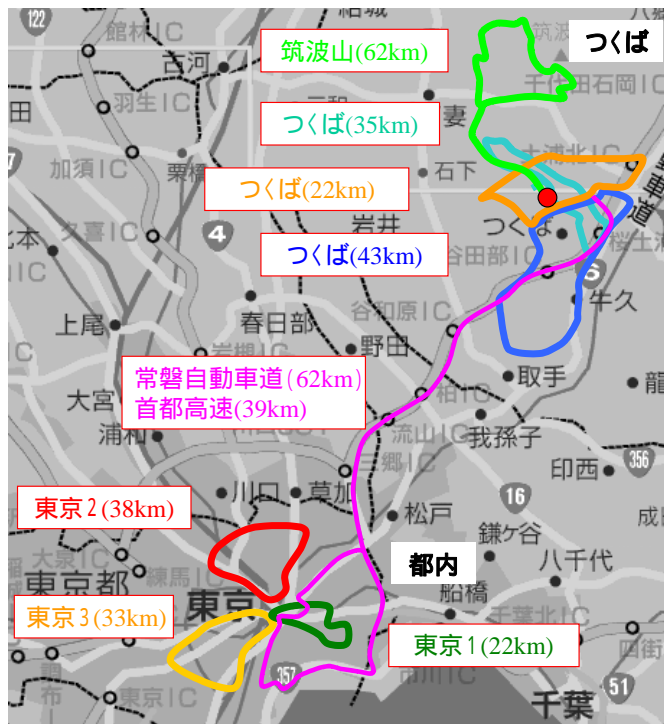


図4 走行実態調査の経路

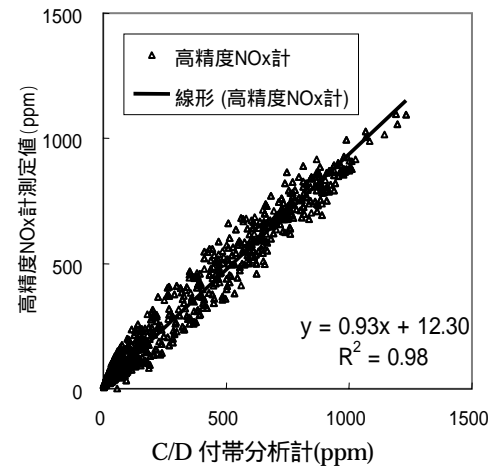


図2 高精度車載 NOx 計と C/D 付帯分析計との比較

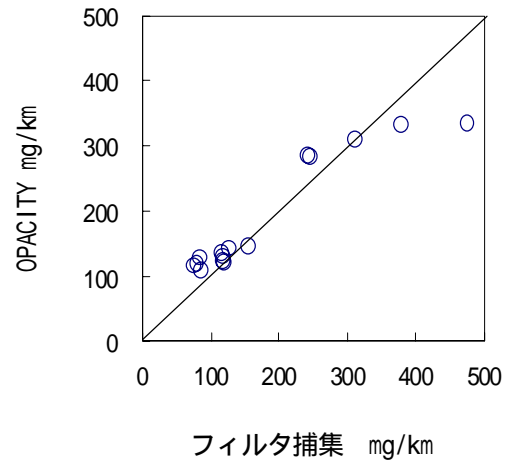


図3 車載 PM 計(OPACITY 法)とフィルタ重量法の比較

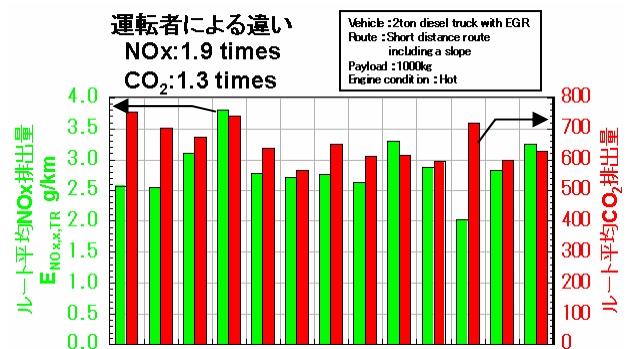


図5 運転者の違いによる排出量の差

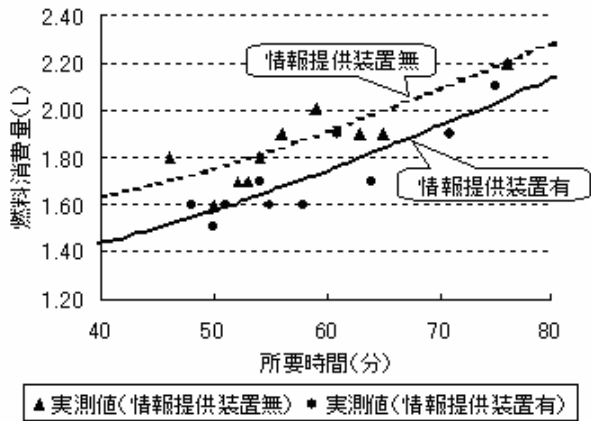


図6 情報提供による燃料消費量の削減

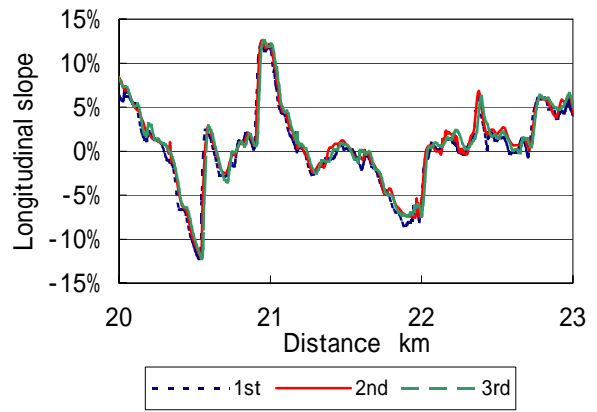


図7 走行動態計による道路状況の計測  
(東京3経路における勾配)

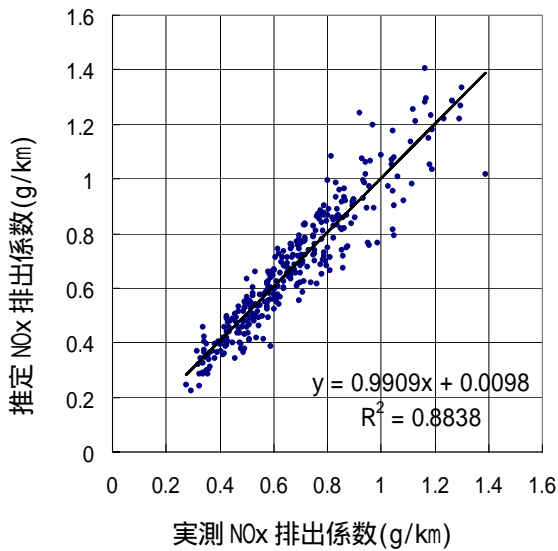


図8 瞬時速度から仕事率を求めて推計した  
排出係数と実測排出係数

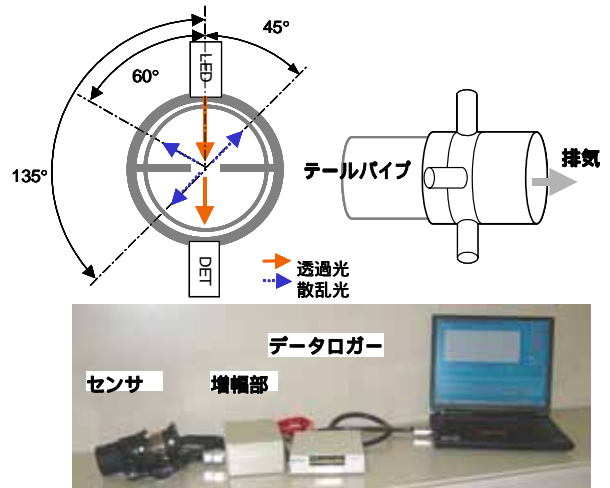


図9 簡易型車載PM計と構造

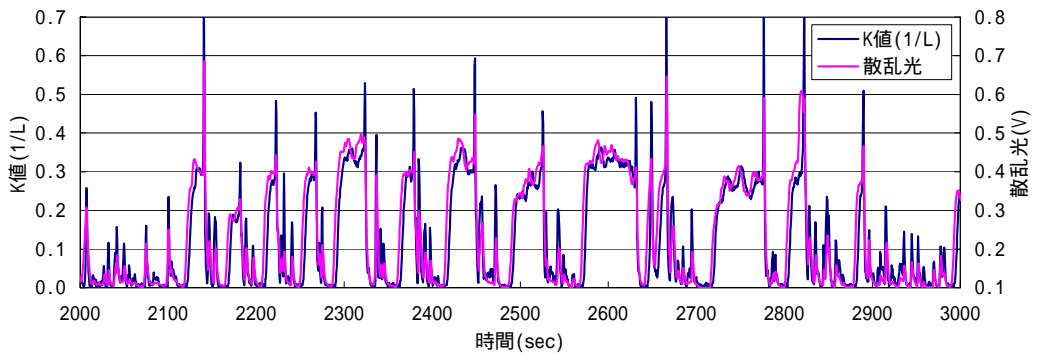


図10 都内の実走行での車載PM計(K値)と簡易型車載PM計(散乱光)の同時計測例

**研究発表**

発表題名	掲載法/学会等	発表年月	発表者
(誌上発表)			
・ 車載型機器による走行動態調査と走行動態の燃費及び排出ガスに及ぼす影響の解析	(社)自動車技術会論文集	04.07	近藤美則、小林伸治、森口祐一、田邊潔
・ 車載型の排出ガス計測装置による沿道局所汚染の解析 EGR排出ガス制御付きおよび無しの場合の路上におけるNOx排出特性	(社)日本機械学会, No.04-0554(投稿中)	04	高田寛、宮崎富夫、飯田訓正
・ 自動車の走行モードを明示的に考慮したNOx排出量推計モデルの開発	(社)大気環境学会(投稿中)	04	鹿島茂、横田久司、国領和夫
・ 燃料消費情報の提供による燃料消費量削減効果の分析	(社)交通工学(投稿中)	04	鹿島茂、横田久司、国領和夫、柴田直俊
・ 走行動態記録に基づく自動車からの環境負荷量推計モデルの開発(トリップセグメントモデルの汎用化)	(社)大気環境学会(投稿中)	04	横田久司、鹿島茂、国領和夫、田原茂樹
(口頭発表)			
・ Development of on-board system to measure running condition and actual NOx emissions from freight vehicle	2002 SAE World Congress	02.03	T.Miyazaki, Y.Takada, N.Iida
・ ショートトリップを用いた自動車からの環境負荷量の分析	(社)土木学会第25回土木計画学研究発表会	02.11	森山修、田川敬介、小坂浩之、谷下雅義、鹿島茂
・ 車載型機器による走行動態及び排出ガスの計測～都市域における走行動態と道路環境が燃費及びNOx排出に及ぼす影響～	(社)自動車技術会春季大会	03.05	小林伸治、近藤美則、森口祐一、田邊潔

**工業所有権**

特許等の名称	願書年月日	公告番号	公告期日	登録番号