

車載式排出ガス分析装置を用いた路上走行時の環境負荷量の計測および増大要因の解析

—排出ガス有害成分の増大要因となるエンジンの空燃比エンリッチ制御に関する考察—

山本 敏朗* 小川 恭弘* 佐藤 進* 常山 順子* 袋 宣子*

Measurement and Increase Factor Analysis of Environment Impacts under Road Driving Conditions by On-Board Measurement System

—Study for Engine Enriched Control Conditions Causing Gasoline Emissions Increase—

by

Toshiro YAMAMOTO* Yasuhiro OGAWA* Susumu SATO*
Junko TSUNEYAMA* Noriko FUKURO*

Abstract

In this study we paid special attention to the engine control of gasoline cars under road driving conditions and conducted tests and research. As a result, we confirmed through a chassis dynamometer bench test and road driving test that there exists an air-fuel ratio (hereinafter referred to as “A/F”) enriched control in which the feedback control stops and the A/F control of the engine shifts to the rich side in high-load driving area, etc. of the engine. To verify under what road environmental conditions during driving on the road this A/F enriched control appears and causes an increase of emissions of CO, HC, etc. in an A/F enriched state, we conducted road driving tests by loading an on-board measurement system on the test vehicles, and analyzed the correlation between road environmental conditions such as the slope of the road and the change of speed during driving, etc., as well as the appearance of the A/F enriched control. As a result, we confirmed that the sudden increase of hill climbing resistance enlarges the running resistance and that these increases cause changes to the A/F enriched control. Furthermore, we studied a method for evaluating the state of the appearance of the A/F enriched control causing an increase of hazardous components in exhaust gas during driving on the road, by means of a chassis dynamometer bench test.

原稿受付：平成 20 年 4 月 28 日

* 環境研究領域

1. ま え が き

自動車排出ガス規制の強化は、地域全体の平均的な環境負荷量低減には有効であるが、登坂走行や長時間の渋滞走行のような公定試験では現れない走行条件での低減まで保証するものではない。このような走行条件となる沿道では、環境負荷量がその沿道に集中して増大する局所汚染が発生することも考えられる。本研究では、この問題に 대응するために、沿道局所での排出ガス実態調査を実施するとともに、排出ガス有害成分の増大が確認された場合には、その原因解明を通じて有効な沿道局所汚染対策を検討する。

新型ガソリン車においては、電子制御の発達によりエンジン制御システムが精緻化され、様々な制御が行われているが、それら制御の中には、公定試験モードでは発現しなくても路上走行時に発現して、結果的にCO、HC等の排出ガスの増大を引き起こす場合もあり得る。これまでに、シャシダイナモメータ台上試験により、エンジンの高負荷運転域等において、エンジンのフィードバック制御が停止し、空燃比（以下、A/Fと記す）制御が燃料過濃側（以下、リッチ側と記す）に移行する「A/Fエンリッチ制御」が存在することを確認している。¹⁾ この制御に移行すると触媒の酸化機能が低下してCO及びHCの大量排出を招くことから、このような制御は、高負荷運転時の排気温度上昇に起因する触媒システムの熱劣化、エンジンのノッキング及び焼き付き、排気系部品の溶損等を回避するために必要と認められる場合以外には極力抑制すべきである。このことから、路上走行時における排出ガス有害成分増大の主要因の1つになり得るA/Fエンリッチ制御が、どのような道路環境条件において発現し、A/Fリッチ状態でのCO、HC等の排出量の増大を引き起こすかについて検証することは、沿道局所での自動車排出ガス有害成分の増大要因を解明する上で極めて重要であると考えられる。

本報では、路上走行時のCO、HC、NO_x等を精度よく計測するために必要な車載式排出ガス分析装置²⁾を試験車両に搭載して路上走行実験を実施し、走行時の道路縦断勾配や交通流（車の流れ）などの道路環境条件等とA/Fエンリッチ制御の発現との関連性を解析した。また、そのときのCO及びHCの排出量の増大現象を調査し、路上走行時において、A/Fエンリッチ制御の発現を車両の走行抵抗から推定する手法について検討した。さらに、路上走行

時の排出ガス有害成分の増大要因となるA/Fエンリッチ制御の発現状態を、シャシダイナモメータ台上試験により評価する手法について検討した。

2. 実験方法

本試験では、車載式排出ガス分析装置として、株式会社堀場製作所製OBS2100を使用した。本装置は、後述の台上試験により性能確認を行った上で、実路走行試験に供した。この車載式分析装置では、ガス分析方法として、COとCO₂に関してはNDIR方式（90%応答；CO：1.9秒，CO₂：1.7秒）を、またHCに関してはFID方式（90%応答；3.1秒）を、さらにNO_xに関してはCLD方式（90%応答；2.75秒）を採用して、最新の排ガス対策車に適応できるように低濃度域での分析に対応している。

図1に、供試の車載式排出ガス分析装置の外観を示す。これは、供試車両の荷台に設置した状態を示している。キャリブレーション用スパンガスとして

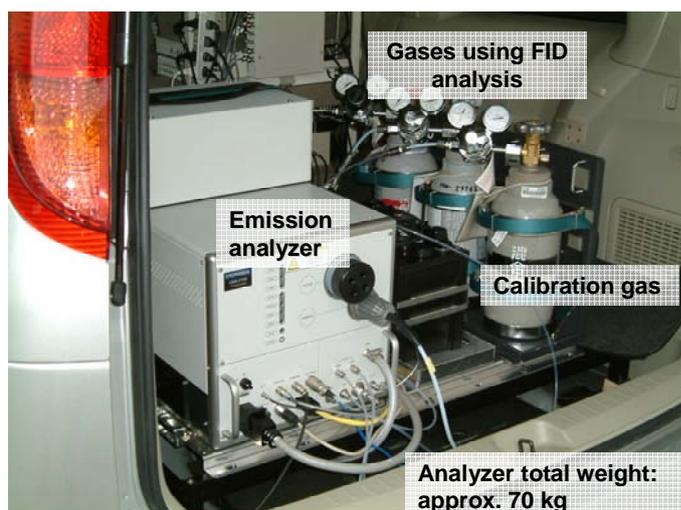


Fig. 1 Appearance of on-board emissions analyzer

Table 1 Specifications of test vehicles

Vehicle Code	Vehicle Class		Engine type	Catalytic Converter	Weight of vehicle (kg)	Gross Vehicle weight (kg)	Vehicle weight at road test (kg)	★ Emission gas qualification level
A	2.5L	Passenger car	Straight four DOHC	TWC	1,890	2,055	2,085	New short-term ★★★★★
B	2.0L	Middle-truck	Straight four DOHC	TWC	1,770	2,880	2,417	New short-term ★★
C	0.66L	Light car	Straight four DOHC	TWC	970	1,025	1,070	New long-term ★★★★★
D	0.66L	Light-truck	Straight three DOHC	TWC	910	1,370	1,274	New long-term ★★★★★
E	0.66L	Light-truck	Straight three SOHC	TWC	940	1,400	1,238	New long-term ★★★★★

はN₂ベースでCO, CO₂, C₃H₈及びNOを混合した4種混合ガスを, またゼロガス及びFID用助燃空気は精製空気を用いている.

供試車両は, 軽貨物車が2台, 中量貨物車, 普通乗用車及び軽乗用車が各1台の計5台である. 表1に, 各車両の主要諸元を示す. ショッピングダイナモメータ台上試験時の走行抵抗値は, 貨物車は「車両重量+半積載状態の貨物重量(車載装置一式の重量約170kgを含む)+乗員2名の重量」の値を, 乗用車は「車両重量+車載装置一式の重量約170kg+乗員重量(軽自動車は1名, その他は2名)」の値を用いることとし, 公定試験法(道路運送車両の保安基準)に則り, それぞれ惰行試験を実施して算出した.

調査試験の手順としては, 先ず, ショッピングダイナモメータ台上試験によりA/Fのエンリッチ制御を引き起こすエンジン条件を確認し, その条件が路上走行時に発生するかどうかを路上走行試験によって確認する方法を採った. 路上走行時における走行抵抗の算出に必須となる道路縦断勾配データの取得には, 国土地理院発行の50mメッシュの標高データベースとGPS等から取得した道路の緯度経度データを用いて算出する方法およびジャイロスコープ等の車載装置から算出する手法の両者を併用した. 排出ガスの質量換算に必須となる排気流量は, 交通安全環境研究所で開発した「マップ法」³⁾による算出値とテールパイプに取り付けたピトー管による流量計測値を併用して取得した.

路上走行時における排出ガス増大現象を把握するためには, エンジンがエンリッチ制御となる走行条件および道路環境条件を調査する必要がある. ここで, 車両の走行条件は交通流や道路縦断勾配等の道路環境条件の影響を大きく受けることから, リアルワールドでの排出ガス実態を効率的に調査するためには, 代表的な道路環境条件を有するルートや特異な道路環境条件を有するルートを選択して走行試験を実施することが必要である. 本研究では, 道路縦断勾配条件に着目し, 霞ヶ関を中心に半径20km圏内の主要幹線道路を対象にして, 走行距離8km毎に分割して, それぞれの走行区間での平均勾配や勾配分布等を算出した. これらのデータを選択条件とし統計的手法により走行ルートを抽出した. 図2に, 調査に用いた2つの走行ルートを示す. ルート1(国道1号線:白金高輪駅付近~馬込中前付近)は都市内一般道走行の代表として, またルート2(首都高速4号線:外苑IC~高井戸IC)は高速道路走行の代表として選定した. これら2つのルートを, 車載計測システムを搭載した供試車両で走行し, 排気系に取り付けたA/Fセンサからの信号を収録してエンジンのA/F制御状態を調査した.

都高速4号線:外苑IC~高井戸IC)は高速道路走行の代表として選定した. これら2つのルートを, 車載計測システムを搭載した供試車両で走行し, 排気系に取り付けたA/Fセンサからの信号を収録してエンジンのA/F制御状態を調査した.

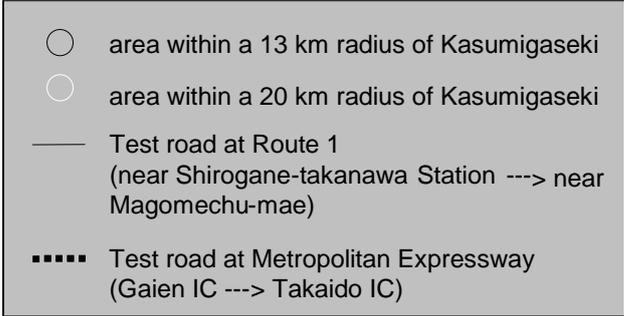
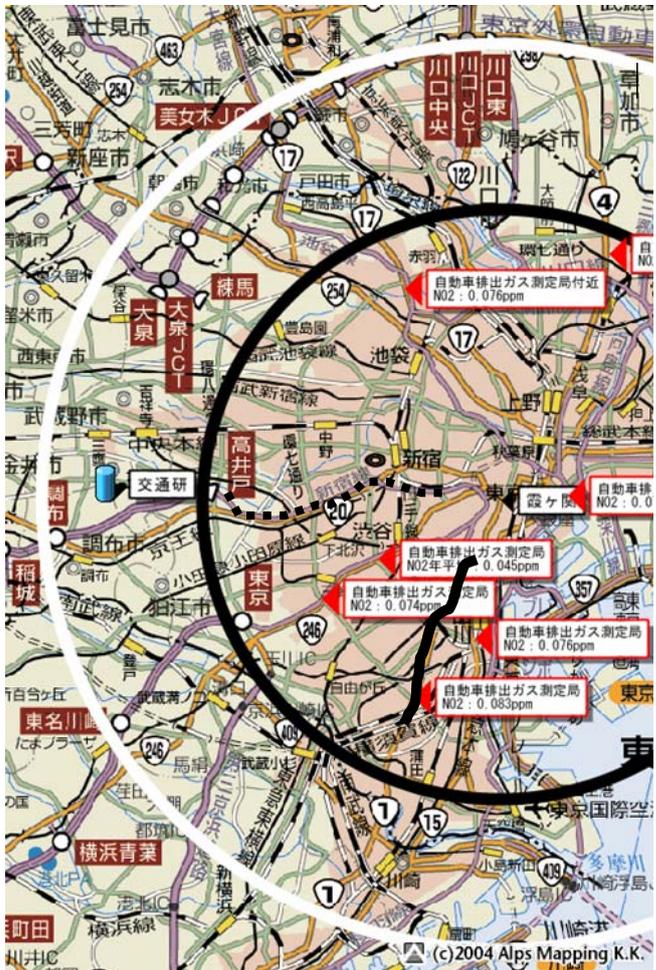


Fig. 2 Test routes

3. 実験結果及び考察

3. 1 車載式排出ガス分析装置の性能評価

車載式排出ガス分析装置は、前述の供試車両に設置した上で、シャシダイナモメータ台上試験を実施し、排出ガス分析及び排気流量計測に関する性能評価を行い、同分析装置が路上走行試験に適用可能であることを確認した。シャシダイナモメータ台上においてJC08モードを運転したときの車載式分析装置と定置型排出ガス分析装置（堀場製作所製MEXA-9400D）のそれぞれの排出ガス分析デー

タを用いて、両装置の分析結果を比較した。図3は、両装置によって分析されたCO、THC及びNO_xの濃度変化を比較した結果である。いずれのガス成分においても概ねよく一致していることがわかる。また、図4は、両装置の分析結果についての相関性を示す。同図より、CO、CO₂、THC及びNO_xのいずれに関しても、高い相関性が認められる。ただし、COに関しては、0.2%を超えたあたりから、車載式分析装置に応答遅れが原因とみられる計測値の低下が現われている。COの排出は、A/F

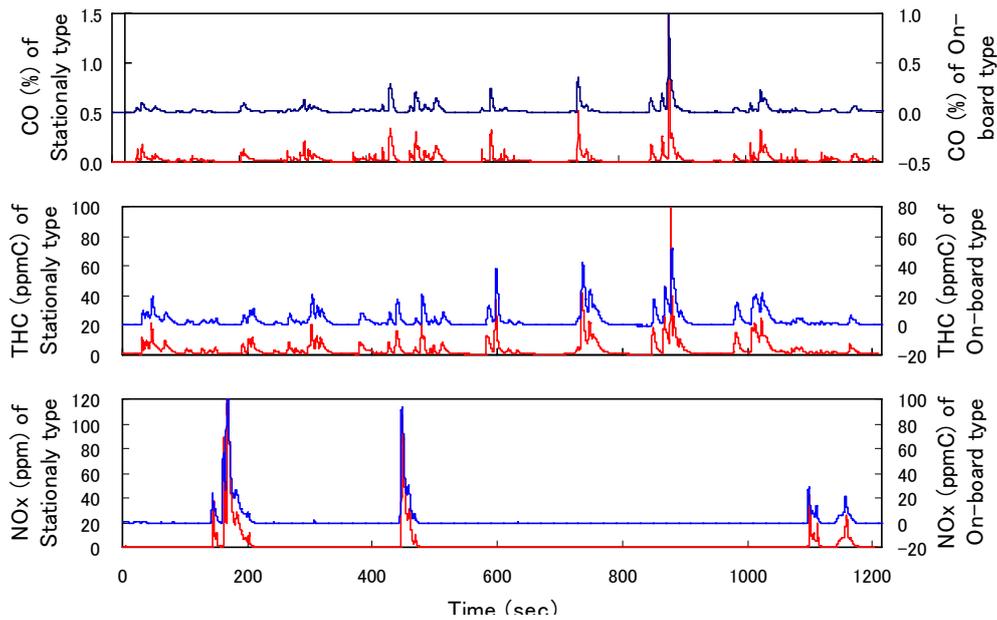


Fig. 3 Comparison between on-board emissions analyzer and stationary emissions analyzer under JC08-mode driving

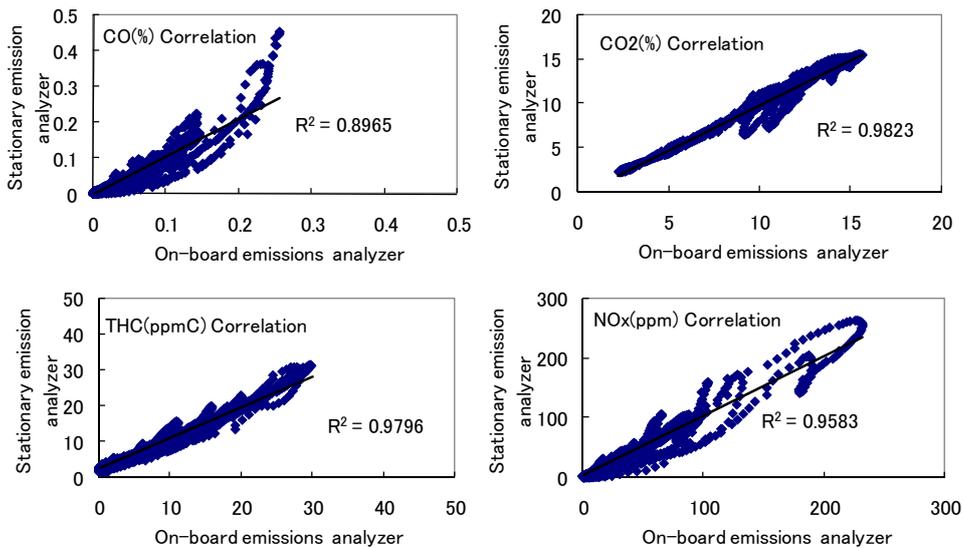


Fig. 4 Correlation of on-board emissions analyzer and stationary emissions analyzer under JC08-mode driving

の変動に大きく依存することから、スパイク状の濃度変化が多くなる傾向があるため、他の成分の分析装置よりも高い応答性が要求される。以上より、本試験に用いた車載式分析装置においては、COの高濃度分析に問題を残すものの、その他の点においてはCO、CO₂、THC及びNO_xのいずれの分析に関しても、定置型並の高精度分析が可能であると考えられる。²⁾

3. 2 空燃比エンリッチ制御による有害成分の排出

A/Fエンリッチ制御時の排出ガス状態を把握するため、シャシダイナモメータ台上にA車を設置し、各種の加速条件で構成される加速モードパターンを運転した。その試験結果を図5に示す。排出ガス分析は、FT-IR分析計（岩田電業製FAST-2200フーリエ変換赤外分析計）を用いて、0.2秒サンプル（90%応答；2.1秒）で連続的に行った。この高速サンプルによる収録データの信頼性は、同時測定の設定式排ガス分析計によるCO₂、CO、NOのデータと対照することにより確認した。同図より、加速度の増加に伴いエンジン制御がストイキ制御からエンリッチ制御に移行してA/Fがリッチ側に変動していることがわかる。この変化により、COと温室効果ガスのCH₄及びN₂Oの排出が徐々に増大している。また、NH₃の排出は、A/Fのリッチ変動に連動して変化し、A/Fが13近傍の時にピークとなり、10近傍までリッチ化が進むとかえって排出が抑制されている。ここで、NH₃は触媒においてH₂とNOの反応により生成されるため、リッチ化の進行に伴い排出ガス中のNO濃度が減少して生成反応が抑制された結果であると考えられる。排出量の算出に必須となる排気流量は、図5に示すように加速度の増加に伴い増大することから、短時間の加速運転時においても有害成分の排出量は増大することになる。

3. 3 路上走行試験における試験結果と解析結果の一例

路上走行試験の解析例として、供試車両のC車（軽乗用車）を用いた場合を考察する。C車の排出ガス性能は、平成17年度基準の排出ガス75%低減レベルであり、軽乗用車ではトップクラスである。

図6に、C車による首都高速4号線ルート（図2参照）走行時におけるエンジンのA/F制御状態の

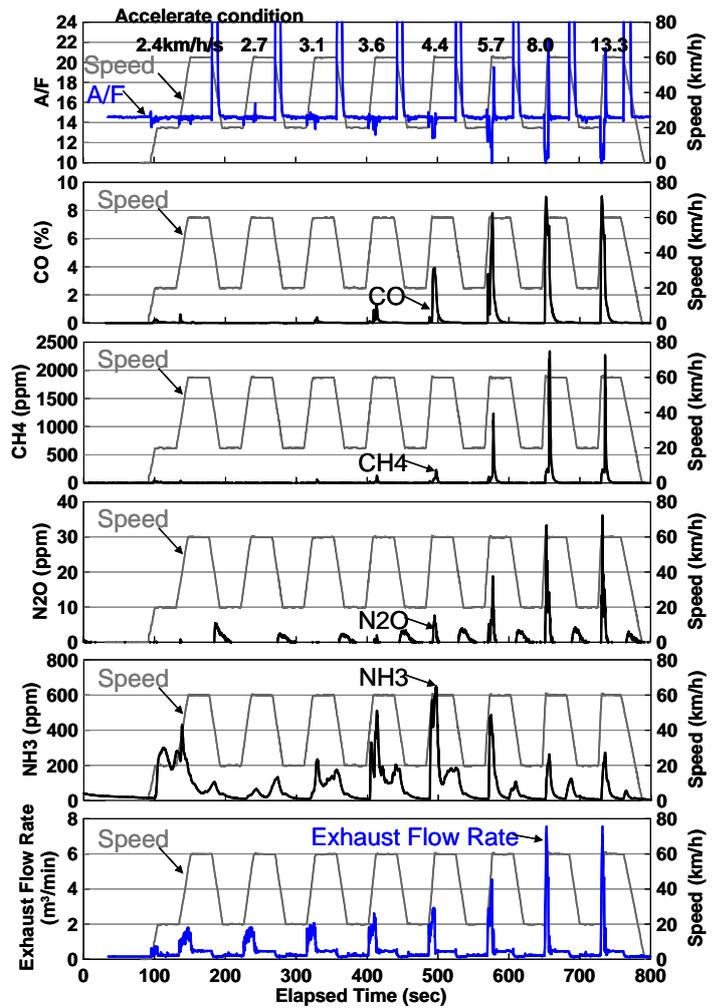


Fig. 5 Emissions under A/F enriched control

調査結果を示す。上側のグラフは、路上走行時のエンジン使用領域とそのときのA/F状態を示している。また下側のグラフは、ルート走行中の連続的なA/F変化を示している。両グラフ中に番号で示す領域は、A/Fが13以下である。ここで、①及び②の領域と③及び④の領域は、エンジン使用領域が大きく異なる。前者は高回転高負荷状態であり、後者は低回転中負荷である。前者はフィードバック制御停止状態でのエンリッチ状態、後者はフィードバック制御状態での短期的なリッチ変動を表している。三元触媒を使って排出ガスを浄化するためには、A/Fを理論A/F近傍に制御する必要がある。このため排気管に取り付けたO₂センサからの信号による理論A/Fへのフィードバック制御が行われる。燃料噴射弁とO₂センサの間にはガス輸送遅れ時間が存在するため、加速運転時等のスロットル開度急変時にはリーン或いはリッチ域への短期的なA/F変動が生じる。

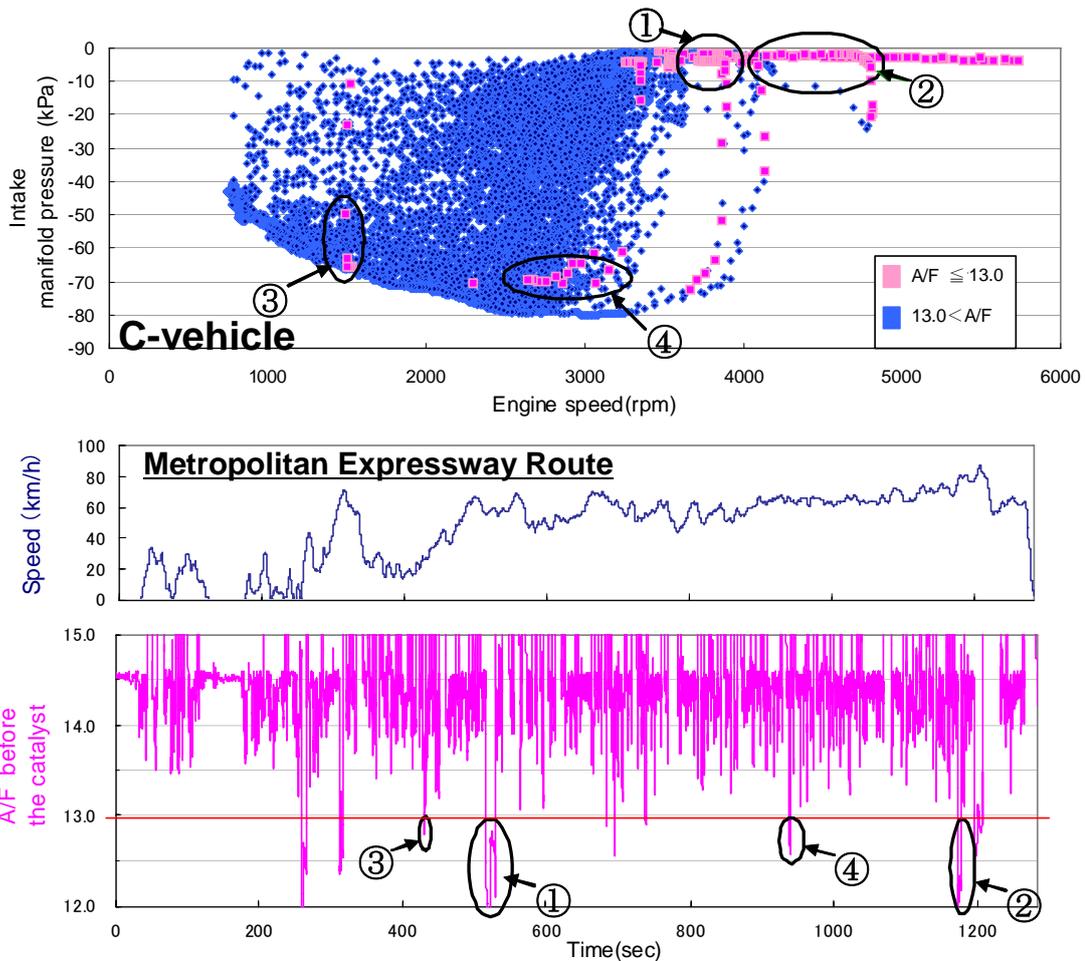


Fig. 6 A/F control condition of C-vehicle in results of a road test at Metropolitan Expressway

<p>Running resistance</p> <p>= Rolling resistance + Air resistance + (Flat road) Acceleration resistance + Hill climbing resistance</p>
<p>Rolling resistance (N)</p> <p>= Rolling resistance coefficient × Vehicle total weight (kg) × Gravity acceleration (m/s²)</p>
<p>Air resistance (N)</p> <p>= Air resistance coefficient (kg/m³) × All projected area(m²) × Square speed((km/h)²)</p>
<p>(Flat road) Acceleration resistance (N)</p> <p>= (Vehicle total mass (kg)+ Equivalent inertia mass of rotation parts) × Acceleration (m/s²)</p>
<p>Hill climbing resistance (N)</p> <p>= Vehicle total weight (kg) × Gravity acceleration (m/s²) × sin θ</p> <p>θ=road grade</p>
<p>Running resistance (kw) = Running resistance (N) × Speed (km/h)</p>

Fig. 7 Formula of the running resistance calculated as the sum of a variety of resistances.

次に、A/Fのエンリッチ状態が発現する走行条件について考察する。一般的にエンリッチ状態への移行は、エンジンの高負荷条件において生じる。ここで、路上走行時のエンジン負荷量は、走行時の車両走行抵抗によって算出できる。図7に、路上走行

時における走行抵抗の算出式⁴⁾を示す。加速度は、車速データより算出した。また、走行中は、無風状態であると仮定している。

図8に、C車による首都高速4号線ルート(図2参照)での路上走行排出ガス試験結果を示す。図中のグラフは、標高(m, 走行距離に対する変化率は道路縦断勾配を示す), 走行抵抗×車速(kw, 要求出力), 走行抵抗×車速/エンジン回転数(kJ, エンジン負荷量に相当する量として本研究において導入する。以下、「エンジン負荷相当量」¹⁾と記す)等の連続的な変化を表している。グラフ中に示す①及び②の走行条件においては、エンジン制御がストイキ制御(燃料噴射量を燃料の完全燃焼に必要な最小空気量と燃料量との質量比に調節する制御)からエンリッチ制御に切り替わり、その結果として、それぞれの走行条件におけるCO及びTHCの排出量が増大している。特に、①の上り坂での加速運転時には、走行抵抗として勾配抵抗が加算されるため、A/Fのリッチ側へのシフト量が増加して、

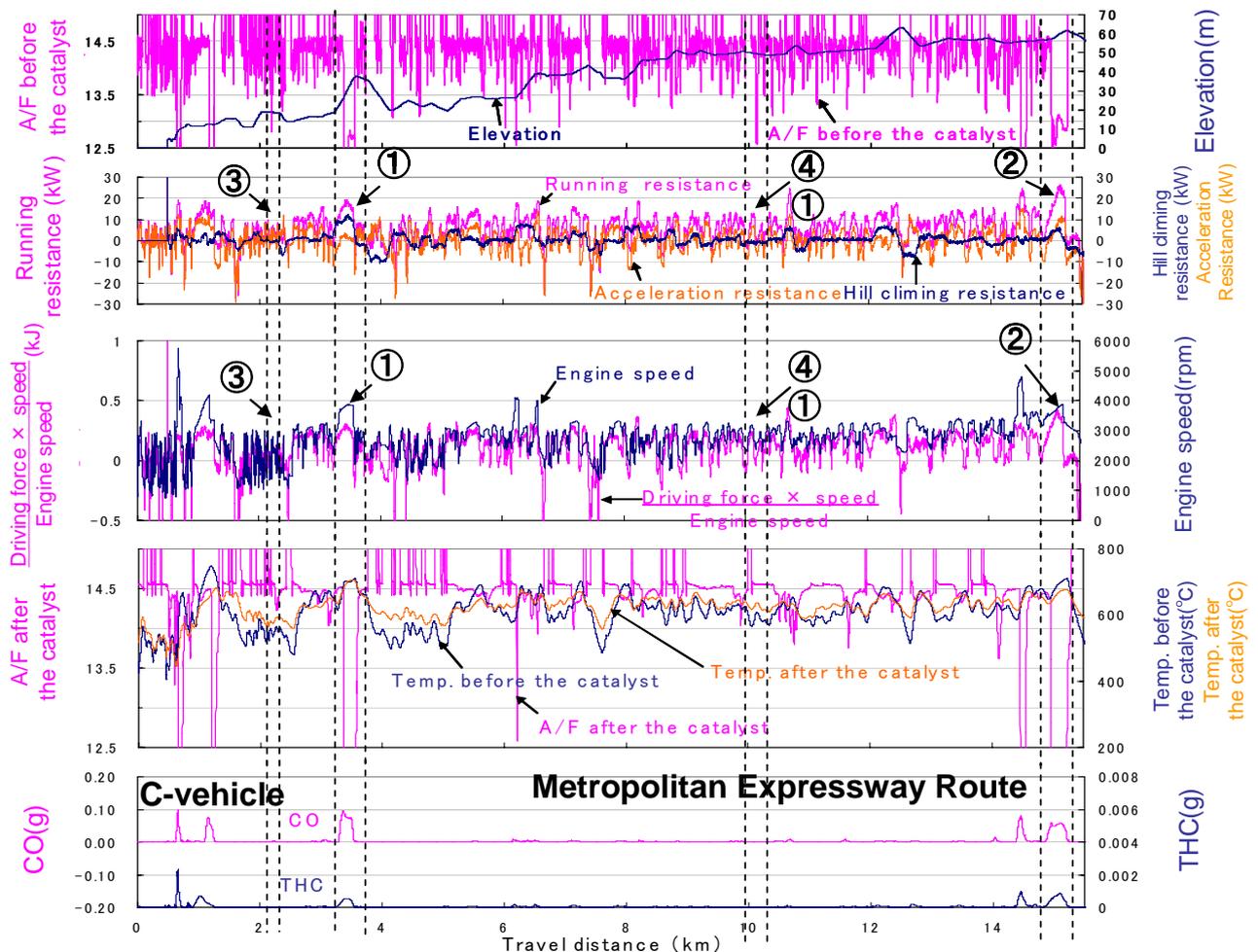


Fig. 8 Relationship between running resistance and A/F control condition of the engine

CO及びTHCの排出量が突出して増大している。このときの触媒入口ガス温度及び触媒出口ガス温度はともに700℃程度であるので、エンリッチ制御が触媒システムの熱劣化防止のために発現したものでないとする。

3. 4 路上走行時におけるA/Fエンリッチ制御状態の推定

C車（軽乗用車）について、シャシダイナモメータを用いた各種の高負荷運転モード試験（登坂路定常走行モード、高速定常走行モード及び定加速走行モードより成る試験）を実施して、エンジンのA/Fエンリッチ制御域を調べた。その結果を、図9に示す。エンリッチ制御域は、エンジン負荷相当量を縦軸に、またエンジン回転数を横軸とするグラフに、エンリッチ制御とみなせるA/F13.0以下の場合には赤点を、またそれ以外のA/Fの場合には青点をプロットした。本報では、このグラフを「走行

抵抗に基づくA/F制御域マップ」¹⁾と定義する。ここで、エンジン制御がエンリッチ制御となるのは中回転から高回転の高負荷運転域であるため、エンジン制御がストイキ制御からエンリッチ制御に移行する境界領域に「エンリッチ制御境界線」を引くことができると考える。従って、負荷量とエンジン回転数で決定されるエンジン使用条件が、図中に示すエンリッチ制御境界線よりも高負荷域にあれば、エンジンのA/F制御はエンリッチ制御となる。図中の①領域と②領域は、図6においてエンリッチ制御となった①と②の走行条件における走行抵抗×車速(kw)からエンジン負荷相当量を算出してプロットした結果である。ただし、走行時は無風状態と仮定している(図7中の「走行抵抗(N)×車速(km/h)/エンジン回転数(rpm)」と「エンジン回転数」のグラフを参照)。①の領域はエンリッチ制御境界線付近にあり、②の領域はエンリッチ制御境界よりも高負荷側にあるため両領域ともにエン

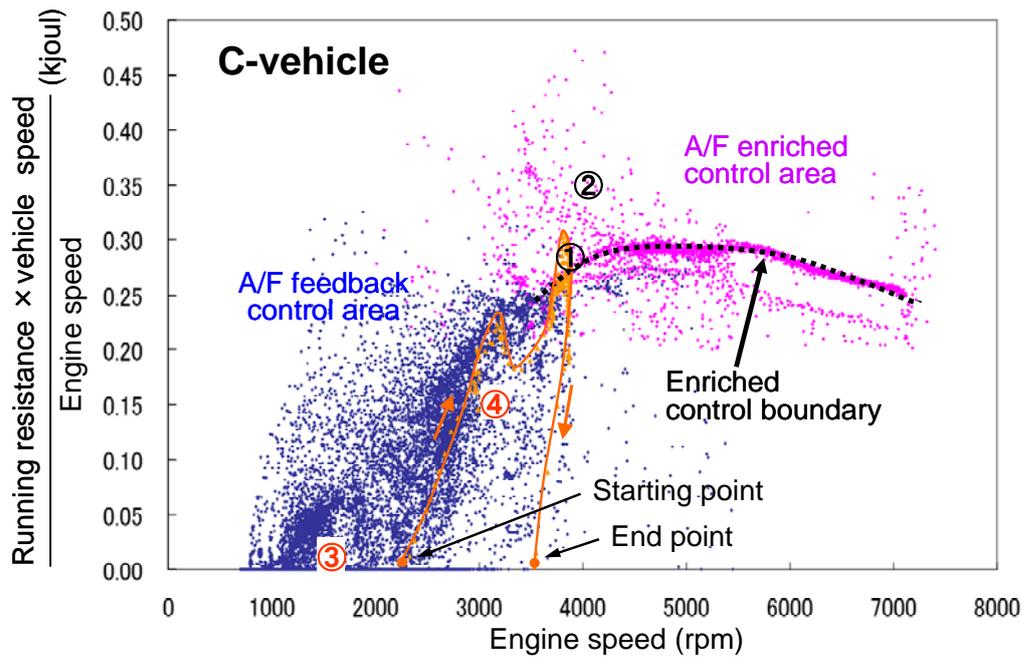


Fig. 9 Estimation of the A/F control condition by the A/F control map of the engine

リッチ制御となることが推測され、この結果は図6に示した実現象と一致している。これらの結果は、供試の三元触媒付普通乗用車及び軽貨物車に関する試験データにおいても同様に確認された。

図9の中に始点から終点で表す実線は、C車が首都高速4号線ルート中の急勾配の上り坂(図8に示す走行距離3km付近に存在する急勾配の上り坂)を走行した時のエンジン負荷及びエンジン回転数の推移を示している。アクセルペダルをいっぱい踏み込んだことによりキックダウンが生じて低速ギヤに切り換わり、エンジン回転数が上がって一気に高負荷運転領域に入りエンリッチ制御に移行する様子がわかる。

以上の結果より、道路縦断勾配データ及び走行データから路上走行時の走行抵抗さらにはエンジン負荷量相当を算出し、これらの値と予め用意する走行抵抗に基づくA/F制御域マップを参照することによって、路上走行時におけるエンジンのA/F制御状態を推定できる見通しを得た。本手法を用いることによって、走行抵抗を規定する車の運転状態(加速度、速度等)及び道路環境条件(道路縦断勾配、風向・風速等)とエンジンのA/F制御状態との関係を明らかにすることができる。そのため、本手法は、エンリッチ制御に起因する局所的な汚染対策を考える上で有効であると考えられる。

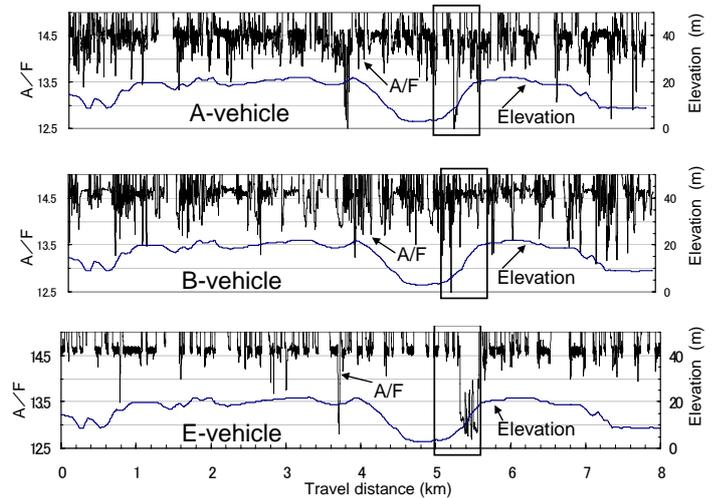


Fig. 10 A/F control in results of a road test at Route 1

3. 5 CO, HC等増大のホットスポットに関する検証

国道1号線ルートと首都高速4号線ルートを、車載計測システムを搭載した供試車両で走行し、排気系に取り付けたA/Fセンサからの信号を収録してエンジンのA/F制御状態を調査した。計5台の供試車両に対する試験結果を、図10と図11に示す。各図中の実線で囲まれた箇所は、走行ルート上の同一地点を示しており、供試車両毎に走行試験時の交通流が異なっているにもかかわらず、いずれの車両においてもA/Fエンリッチ制御が発現している。これら2つの地点に共通する道路環境条件は、図中

の走行距離に対する標高データの変化から、比較的急勾配の上り坂であることがわかる。図12は、図11中のC車における走行中の勾配抵抗と加速抵抗および走行抵抗の推移を示している。同図より、実線で囲まれた急勾配の上り坂において、勾配抵抗が突出して大きく、これが走行抵抗値増大の主因であることがわかる。従って、このような急勾配の上り坂では交通流にかかわらず走行抵抗値が増大するため、多くの車両がA/Fエンリッチ制御に移行するものとする。即ち、急勾配の上り坂は、排出ガス増大のホットスポットになる可能性が高い。一方、図11中の破線で囲まれた箇所も走行抵抗値が増大してA/Fエンリッチ制御となっている。しかしながら、ここでの走行抵抗値増大の主因は加速抵抗であり、交通流に依存するため特定地点での排出ガス

増大には繋がらずホットスポットになる可能性は低いものとする。

3.6 首都圏幹線道路の勾配分布

図2に白色の実線で示す震ヶ関より半径20km圏内の主要幹線道路の道路縦断勾配データを用いて、首都圏幹線道路の勾配分布を調査した。ここで、調査を実施した幹線道路は、①国道1号線②国道246号線③国道20号線④青梅街道⑤国道254号線⑥国道17号線⑦国道4号線⑧国道6号線⑨国道14号線⑩環八通り⑪環七通り⑫明治通りである。道路縦断勾配データは、国土地理院発行の50mメッシュの標高データベースとGPS等から取得した道路の緯度経度データを基に算出した。ここで道路縦断勾配〇%とは、平面距離で100m移動したときに標高変化が〇mであることを意味し、上りと下りを区別していない。

図13に、調査を実施した幹線道路全体での道路縦断勾配分布を示す。勾配0.8~5.6%の間を0.2%間隔で区分したときの勾配部分距離比率を棒グラフで、また累積勾配部分距離比率を折れ線グラフでそれぞれ表している。ここで、勾配部分距離比率とは、調査実施道路全体での距離に占める勾配部分の距離の割合(勾配部分距離比率=勾配が存在する部分の距離合計/調査実施道路全体の距離×100)を示している。同図より、累積勾配部分距離比率の変化から、勾配が2%を超える区間は、対象とする幹線道路全体の約10%を占めることがわかる。⁵⁾⁰

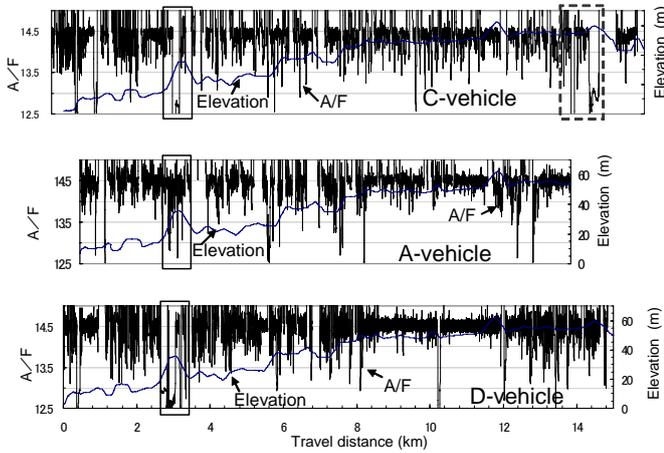


Fig. 11 A/F control in results of a road test at Metropolitan Expressway

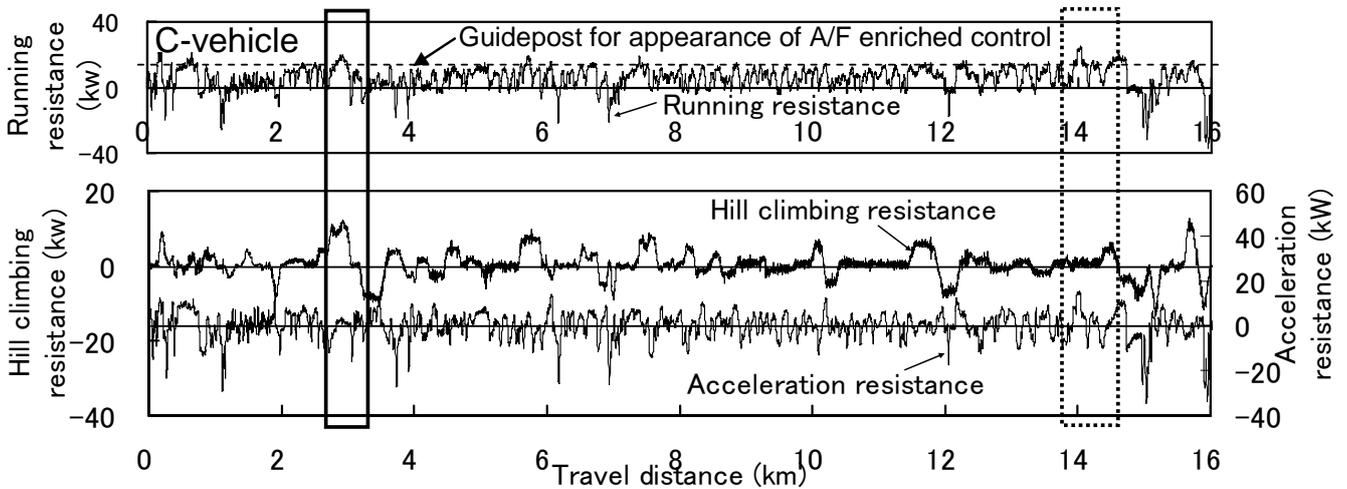


Fig. 12 Change of running resistance at Metropolitan Expressway

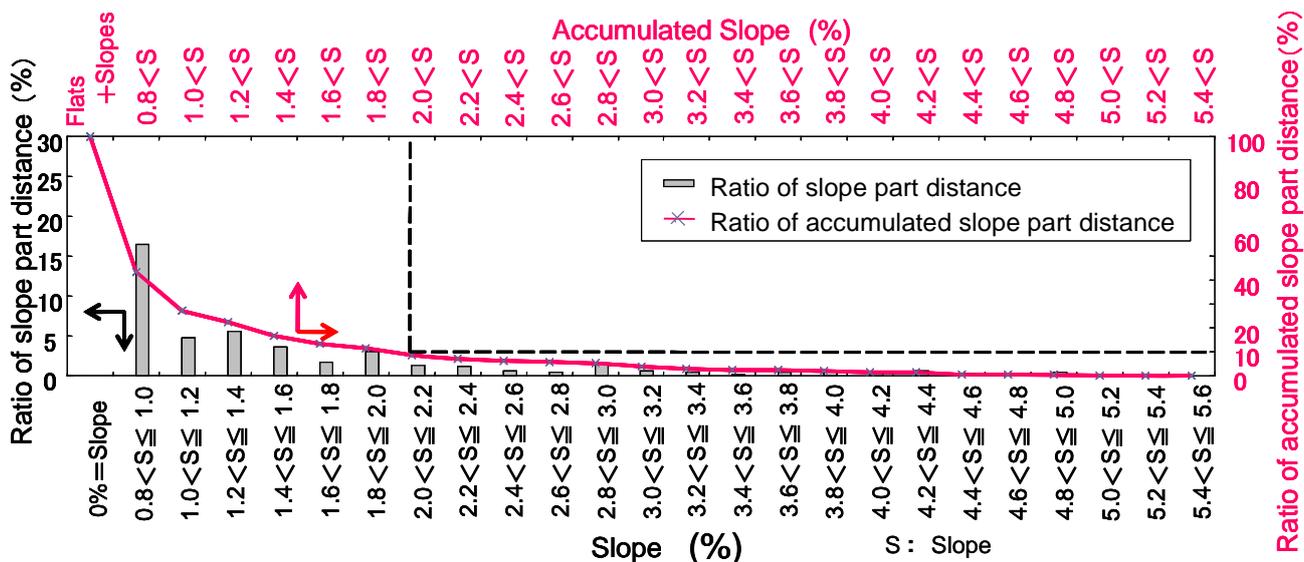
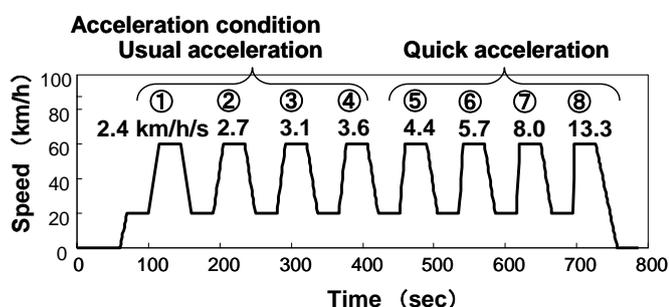


Fig. 13 Slope distribution of ordinary road in urban core



Acceleration condition	Acceleration (km/h/s)	Acceleration (G)	Acceleration state
①	2.4	0.07	Usual acceleration
②	2.7	0.08	
③	3.1	0.09	
④	3.6	0.11	
⑤	4.4	0.14	Quick acceleration
⑥	5.7	0.19	
⑦	8.0	0.28	
⑧	13.3	0.57	

Fig.14 20->60 km/h constant acceleration mode test

3. 7 空燃比エンリッチ制御の発現状態の評価

路上走行時のA/Fエンリッチ制御の発現状態を、シャシダイナモメータ台上試験により評価する手法について検討した。図12で示したように、A/Fエンリッチ制御は、勾配抵抗と加速抵抗が増加し、その結果として走行抵抗値が増大することにより発現する。従って、勾配抵抗と加速抵抗を路上走行時に適合するように設定して試験を行い、そのときのA/Fエンリッチ制御の発現状態を確認すれば路上走行時に発現するエンリッチ制御の評価が可能となる。

図13より、首都圏幹線道路において2%を超える道路縦断勾配の区間が10%程度存在することがわかった。そして、この勾配区間を2%と最も小さく見積もった上で、この2%区間において加速運転を行ったときのA/F制御状態を調査した。試験は、シャシダイナモメータ台上に試験車両を順次セットし、勾配抵抗分を転がり抵抗分に加算して、図14に示す定加速モード⁵⁾を順次運転して実施した。同図に示す加速度は、市場代表性を有する10・15モード、11モード及びJC08モードにおいて出現する加速度を目安に、①～④を通常の加速度、また⑤～⑧を急加速度として設定した。試験結果の一例として、供試車両C車の結果を図15及び図16に示す。これらの図より、勾配2%では、0%のときには観測されなかった①～④の緩い加速度でエンリッチ制御が発現していることがわかる。これによりCO及びHCの排出が顕著となり、加速度の増加に伴って排気流量も増加するため、急加速条件では両成分の排出量(g/s)が急増している。なお、これらの定加速モード試験におけるエンリッチ制御は、C車において触媒前後のガス温度が700℃以下であることから、触媒の熱劣化防止に起因するものでないことがわかる。以上より、パワーウェイトレシオが大きい軽自動車では、エンジンパワーに余裕がないことが原因となって、道路縦断勾配の影響を大きく受け、エンリッチ制御の発現に繋がっている可能性がある。

以上の結果と考察から、道路縦断勾配データ、走

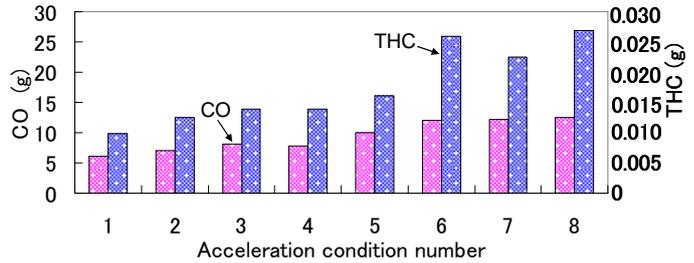
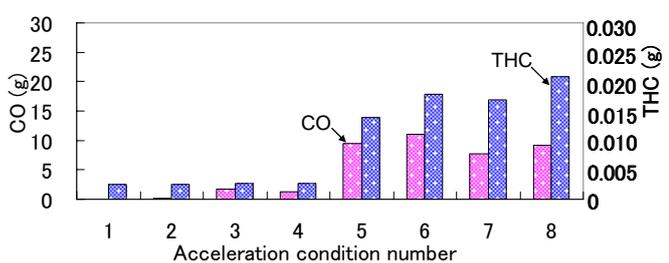
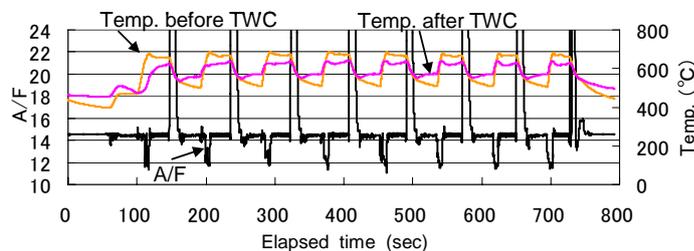
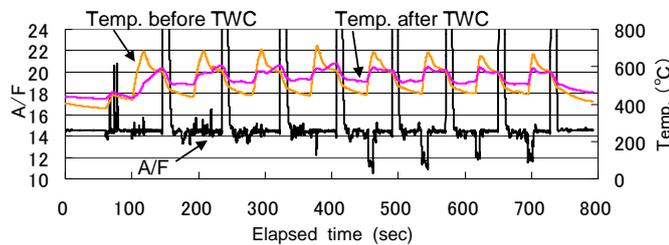
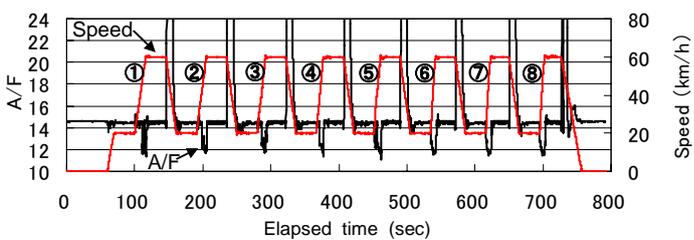
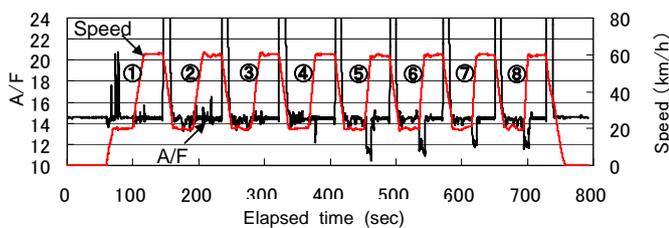


Fig.15 Results of 20→60km/h constant acceleration mode test (C-vehicle, slope: 0%)

Fig.16 Results of 20→60km/h constant acceleration mode test (C-vehicle, slope: 2%)

行データ等から路上走行時の走行抵抗さらにはエンジン負荷相当量を算出し、これらの値とシャシダイナモメータ台上試験によって予め用意する「走行抵抗に基づくA/F制御域マップ(図9参照)」を参照することによって、路上走行時におけるエンジンのA/F制御状態を推定する手法および、シャシダイナモメータ台上試験により、道路縦断勾配0%及び2%での定加速モード試験を実施して路上走行時のA/Fエンリッチ制御の発現状態を評価する手法を提案し、両手法の有効性を検証した。今後は、これらの手法によるエンジン制御状態推定の確度を向上させるとともに、これらの手法の局所汚染対策への適用方策について検討する予定である。

4.まとめ

路上走行時のCO, HC及びNO_x等の連続測定を可能にする車載式排出ガス分析装置を用いて、路上走行時における排出ガスの増大要因となる空燃比エンリッチ制御(エンジンのECUによって空燃比が燃料過濃側へ移行させられる制御)について調査した。これらの結果より、以下の結論を得た。

(1) 空燃比エンリッチ制御状態においては、CO

及びHCのみならず、温室効果ガスのCH₄及びN₂O、さらにNH₃の排出量が増大することを確認した。

(2) 道路縦断勾配データ、車両走行データ等から路上走行時の走行抵抗さらにはエンジン負荷相当量を算出し、これらの値と予め用意する「走行抵抗に基づく空燃比制御域マップ」を参照することによって、路上走行時におけるエンジンの空燃比制御状態(ストイキ制御であるかエンリッチ制御であるか)を推定できる手法を見出した。「エンリッチ制御域マップ」は、独立変数を「エンジン回転数」、従属変数をエンジン負荷相当量の「走行抵抗(N)×車速(km/h)/エンジン回転数(rpm)」として、高負荷運転モード試験により求めたエンリッチ制御域をプロットして作成した。

(3) 国道1号線ルートや首都高速ルートの急勾配の上り坂では、交通流にかかわらず、勾配抵抗の増加により走行抵抗値が増大するため、多くの供試車両のエンジン制御が空燃比ストイキ制御から空燃比エンリッチ制御に移行することを確認した。このことから、急勾配の上り坂は、排出ガス中の有害成分が増大するホットスポットになる可能性が高いことがわかった。

(4) 霞ヶ関を中心に半径20km圏内の主要幹線道路において、道路縦断勾配が2%を越える区間は道路全体の約10%を占めた。このことから、2%の道路縦断勾配は都心部において比較的多く存在することから、シャシダイナモメータ台上試験により、道路縦断勾配0%及び2%での定加速モード試験を実施して路上走行時の空燃比エンリッチ制御の発現状態を評価する手法を提案した。この手法を軽乗用車に適用した結果、2%勾配の場合、かなり緩い加速条件においてさえも空燃比エンリッチ制御が発現する場合があることを確認した。

参 考 文 献

- (1) 山本敏朗 ほか：車載式排出ガス分析装置による路上走行時における排出ガス増大要因の解析，自動車技術会学術講演会前刷集，No. 66-06，pp. 5-8，(2006)
- (2) 山本敏朗 ほか：平成17年度交通研研究発表会講演概要，pp. 31-36
- (3) 佐藤進 ほか：車載計測システムを用いた実路走行時の環境負荷量の計測および増大要因の解析，自動車技術会論文集，Vol. 38，No. 6，pp. 223-228
- (4) 景山克三，景山一郎共著：自動車力学，理工図書，1993
- (5) 山本敏朗 ほか：車載計測システムを用いた実路走行時の環境負荷量の計測および増大要因の解析，自動車技術会論文集，Vol. 38，No. 6，pp. 229-234