

ガソリン車排出ガス中の有害成分排出に対する エアコンディショナー負荷の影響

村上 雅彦* 木下 輝昭 折原 岳朗 岡村 整 横田 久司
(*日本大学 理工学部)

要 旨

使用過程の小型ガソリン車 6 台の台上試験 (10・15 モード及び東京都実走行パターン No.2, 5, 8 及び 10) について、エアコンディショナー (AC) 使用による負荷を与えた場合の CO₂ 及び各有害成分 (CO, NO_x, 低沸点および高沸点 VOC 類およびアルデヒド類) の排出実態を AC 不使用时の通常試験時と比較し、各成分の排出係数への影響を調べた。その結果、AC 使用時の CO₂ 排出係数は試験モードによらず全ての車両で不使用时の 1.2~1.5 倍に増加した。CO 及び NO_x 排出係数は一部の車両で AC 使用時に低下したものの、殆どの場合に不使用时に比べ増加した。増加の割合は車両に依存し、概ね 2~15 倍程度であった。また AC 使用時の増加率と実走行パターンの平均車速との間には、明らかな相関は見られなかった。THC 排出係数についても程度は小さいもののほぼ同様の傾向が見られ、AC 使用時に最大約 2.5 倍の増加が見られた。AC 使用時の希釈排出ガス中の CO, NO_x 及び THC 濃度の瞬時値は、不使用时と同様にほぼ車速変化に同期したピークを示したが、ピーク値は多くの場合に不使用时を上回った。さらに排出された VOC (56 成分) の組成パターンを比較したところ、AC 使用時にもパターンに大きな変化は見られなかったが、アルデヒド類および低分子量アルカン類の排出係数に 2 倍程度の増加が見られた。VOC 各成分の排出係数を基に算出したオゾン生成係数は、AC 使用時には不使用时に対して平均 2.7 倍、最大で 10 倍程度に増加し、AC 不使用时の試験結果だけでは現実の環境への負荷を正しく評価できない恐れがあることを明らかにした。

キーワード：自動車排出ガス、エアコンディショナー、CO、NO_x、HC、VOC、DEP、リスク、光化学、MIR

Effect of Operation of Vehicle Air Conditioning system on Hazardous emission from In-use Gasoline Vehicles

MURAKAMI Masahiko *, KINOSHITA Teruaki, ORIHARA Takeaki,
OKAMURA Hitoshi, YOKOTA Hisashi

* College of Science and Technology, Nihon University

Summary

To characterize the emission of hazardous from gasoline vehicles in the phase which operates air conditioning system (AC), CO₂, CO, NO_x, and Volatile Organic Compounds (VOC, 56 species) in exhaust of six in-use gasoline vehicles were determined. When AC was operated, emission factor of CO₂ was increased ca. 1.2 -1.5-fold for all vehicles, and that of both NO_x and CO were also increased ca. 2 - 15 fold. Total hydrocarbon (THC) emission was also increased upto ca. 2.5-fold. Emission patterns of THC, NO_x and CO obtained for the case with AC operation were almost identical to that observed at normal (without AC operation) test, although emission factor of each hazardous were higher than that for normal test. Pattern of VOC composition in exhaust with AC operation was almost identical to that under the normal test condition; however, specific increase of emission factors of some aldehydes and alkans were observed. It was also observed the photochemical oxidant forming potential was increased 2.7-10 fold for almost all vehicles by operating AC.

Key word : cold-start, Air conditioner, vehicle exhaust gas, CO, NO_x, HC, VOC, DEP, photochemical, risk, MIR

1 はじめに

実際の路上走行においては、法定試験時に設定される条件とは異なる種々の負荷が存在するため、法定試験の結果が自動車からの各有害成分の排出実態を必ずしも反映しているとは言えない。自動車からの有害成分の排出をより精度良く推計するためには、現実の走行状態により合致した条件における排出原単位の決定が必要となるが、近年速度の変化に基づく走行パターンだけでは再現できない現実的な条件の差異（急発進・急加速など常識を越えた運転方法、暖機運転の有無、気温などの外的条件やエアコンディショナー（以下 AC）使用による負荷の有無など）が有害成分の排出実態に無視できない影響を与えることが指摘されている。^{1)~4)}

こうした点を考慮し、EPA ではコールドスタートおよびホットスタートフェイズを含む試験プロトコル FTP75 に加え、補足試験プロトコルとして急発進・急加速を含む乱暴な運転パターンに対応する SFTP-US06 および AC 作動時の走行状態に対応する SFTP-SC03 を開発している。また、これらを用いた検討の中でエアコンの使用が従来見積もられていた以上に大きな影響を与える可能性があることが指摘されている⁵⁾。

自動車用 AC はエンジン動力の一部を利用してコンプレッサーを作動させているため、AC 使用時にはエンジンに走行以外の負荷がかかることになり、特にエンジン出力の余裕が少ない小型車の場合には無視し得ない影響が予想される。また高温多湿の我が国では、小型乗用車の AC 装着率はほぼ 100% に近く（平成 7 年以降の初年度登録車での装着率は乗用車、軽自動車、小型貨物車ともに 97% 以上（自工会調べ））、また近年の乗用車の高級化に伴って AC の自動化も進んでおり（オート AC 装着率は平成 7 年以降 AC 装着車の 50% を越えている）、夏季以外も常時 AC を作動させる設定となっている場合が多い。こうした実状に対して、我が国の法定走行試験においては新長期規制でコールドスタートを含む過渡走行モード試験（11 モード）が取り入れられ、より路上での走行条件に近い評価が行われつつあるものの、AC の影響については現状では全く考慮されていない。以上の点に鑑み、我々は使用過程車による台上試験の中で AC 使用の影響について検討を続けており、AC 作動時には自動的に車両の空燃比が燃料リッチ側に設定され、燃費の悪化や CO 排出量の増加を招くことなどを報告してきた⁶⁾。

本報では AC 作動時の小型自動車排出ガスにおける有害大気汚染物質の排出実態を明らかにするため、使用過程の小型ガソリン車 6 台について東京都実走行パターン No.2, 5, 8 および 10 と、10・15 モードによる台上試験を行い、従来通り AC-off で試験を行った場合と AC を作動させた場合について、CO, NO_x, 全炭化水素（THC）排出量の一秒ごとの変化ならびに全排出係数、さらに VOC 各成分の排出パターンを比較した。

また、これらの有害成分の排出を環境負荷の観点から定量的に評価するため、カリフォルニア州 EPA (CARB) で公表されている光化学大気汚染生成能（MIR 値：単位 VOC 変化量当たりの最大オゾン変化量^{7,8)}）を用いた排出係数の重み付けを行って排出時点でのオゾン生成係数⁹⁾を算出し、これらの環境負荷への AC 作動の影響について検討した。

2 調査方法

(1) 調査車種及び試験方法

ア 測定対象車種

表 1 に測定車両（小型ガソリン車 6 台）の主な諸元及び法定試験値（コンバインモード）を示す。いずれも使用過程車で規制値を十分に下回る状態であった。

イ 試験方法

シャシダイナモメータ上で実車を走行させ、その希釈排出ガスを測定した。走行パターンは都内における自動車の実際の走行状態をモデル化した東京都実走行パターンのうち No. 2（平均車速 8.12km/h）、No. 5（平均車速 18.18km/h）、No. 8（平均車速 28.79km/h）、及び No. 10（平均車速 46.39km/h）および 10・15 モードを用いた。また、等価慣性重量は 1/2 積載条件とした。

AC 不使用の通常試験時は、試験室内の空気及び希釈空気は 25℃、湿度 50% とした。自動車用 AC では、負荷を軽減するため車室内の温度が設定温度を下回るとクラッチによりコンプレッサーへの動力を切り離すため、AC 使用試験時は試験室の空調を切って車室内の温度を上昇させ、可能な限り AC を作動させるようにした。

試験中の AC 作動状況はコンプレッサーの電磁クラッチのスイッチングパルスを検出し、アナログレコーダでモニターした。

表 1 測定対象車両の主要諸元

	①車	②車	③車	④車	⑤車	⑥車
燃料	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン
用途/形状	貨物/バン	貨物/バン	乗用/ステーションワゴン	乗用/箱型	乗用/箱型	乗用/箱型
型式	CBF-VW11	LC-VPE25	CBA-RF3	UA-UCF31	UA-ES1	DBA-ZC11S
エンジン型式	QG18	KA20	K20A	3UZ	D15B	M13A
総排気量 (cc)	1,760	1,998	1,998	4,292	1,493	1,328
最高出力	92kW/5600rpm	88kW/5200rpm	118kW/6500rpm	206kW/5600rpm	77kW/5800rpm	67kW/6000rpm
等価慣性重量 (kg)	1,500	2,250	1,750	2,000	1,250	1,250
車両総重量 (kg)	1,810	3,075	1,970	2,105	1,355	1,295
排ガス対策	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒	三元触媒
規制年度	平成 17 年規制且つ排出ガス 50%低減レベル	平成 13 年規制、且つ平成 12 年基準排出ガス 50%低減レベル	平成 17 年規制、且つ排出ガス 50%低減レベル	平成 12 年規制、且つ平成 12 年基準排出ガス 75%低減レベル	平成 12 年規制、且つ平成 12 年基準排出ガス 75%低減レベル	平成 17 年規制、且つ排出ガス 75%低減レベル
新長期モード試験値 (g/km)	CO 0.23, HC 0.00, NOx 0.01	CO 0.80, HC 0.02, NOx 0.06	CO 0.80, HC 0.00, NOx 0.01	CO 0.25, HC 0.01, NOx 0.01	CO 0.27, HC 0.01, NOx 0.01	CO 0.13, HC 0.01, NOx 0.01

(2) 自動車排出ガスの試料採取及び測定

ア 試料採取及び測定

希釈排出ガス中の CO、CO₂ および NO_x 濃度は、希釈排ガスの一部をテドラーバッグ内に採取した後、自動測定装置によって測定した。THC 濃度は希釈排ガス中の濃度を直接自動測定した。

炭化水素類は既報⁹⁾の方法により捕集管により採取し、捕集管用オートサンプラー/加熱脱着装置（島津製作所製 TD1-TS）を装備した GC-MS（島津製作所製 QP-5050A）により既報⁷⁾の条件で測定した。低沸点炭化水素 5 成分（エタン、エチレン、アセチレン、プロパンおよびプロピレン）は、テドラーバッグに捕集した希釈排出ガスの一部を小容量のバッグに移し、キャニスター用試料自動濃縮導入装置（Tekmer AUTOCAN（トラップ管 Tenax、濃縮温度 -65℃））を用いて試料を濃縮した後、キャピラリーカラム（VARIAN 社製 PLOT FUSED SILICA（長さ 50m×内径 0.32mm, COATING Al₂O₃/Na₂SO₄）と炎イオン化検出器を装備したガスクロマトグラフ（島津製作所製 GC-17A）を用いて分離・測定した。

アルデヒド類は既報⁷⁾の方法により吸収管で採取し、アセトニトリル 5mL で抽出した後、C₁₈カラム（Supelco 社製 LC-PAH 内径 2.1mm×長さ 25cm）と可視紫外分光光度検出器（島津製作所製 SPD-M10AVP）を装備した高速液体クロマトグラフ（島津製作所製 LC10）を用いて分離・測定した。

また各成分の排出量は、測定した排出ガス中濃度の値から同様に測定した希釈空気中濃度（ブランク）の値を差し引いて求めた。

3 結果

(1) CO₂、NO_x および CO 排出係数の比較

CO₂、NO_x、CO の試験期間全体での排出係数に対する AC 使用の影響について検討した。

ア 走行パターン・試験モードによる影響

今回測定した 6 台についての各試験モードにおける通常試験時（AC 不使用）と AC 使用時での各成分の排出係数の比（使用時/不使用時）を図 1 に示す。

CO₂ 排出係数は、AC 使用時には全ての車両で試験モードに関わらず概ね 1.2~1.5 倍に増加した。これに対し、NO_x 及び CO の排出係数は、AC 使用時に④車の No.2 及び 10・15 モードにおいてのみ減少が見られたが、今回試験を行った他の 5 車では全てのモードで増加する傾向を示した。増加の程度は車両に依存し、①車では試験中に AC-OFF の期間が有り、また他車と比較して法定試験でも特に低い値を示してはいない（表 1）にもかかわらず NO_x が 15 倍から 55 倍、CO が 1.5~24 倍と著しい増加を示したのに対し、その他の車両では概ね 2~15 倍程度の増加に留まった。

今回の結果からは走行パターン及び車速と各排出係数増加率との間に明確な相関は認められなかった。これには今回の AC 使用試験時には走行試験室内の空調を切って室温を上げざるを得なかったが、にも関わらず十分に温度を上げられず③、⑤及び⑥車では試験中にコンプレッサーが停止した時間があったこと、同時に温度を一定に保てず試験によって温度及び湿度の変動があったことも影響していると考えられる。

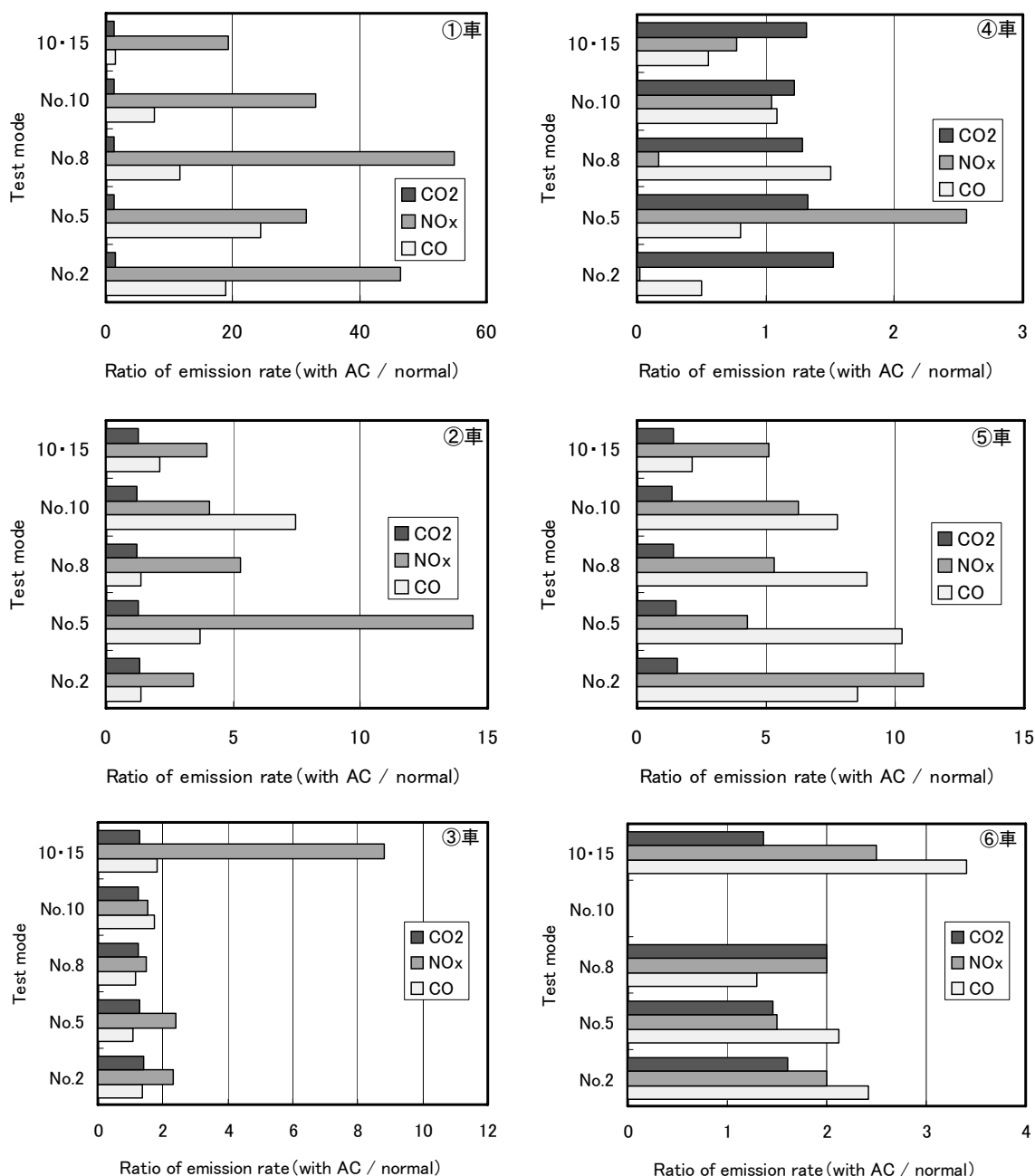


図1 各試験モードでのAC使用時のCO₂, NO_x及びCO排出係数の変化

ACによる負荷は環境温度および湿度に強く依存して増加するため、実態に則した試験を行うためには、少なくとも走行試験室内の温度および湿度を夏季の路上程度に保ちながら制御することが必要¹⁰⁾であり、エアコン使用の影響と走行パターンに関連について詳細な検討を行うことは難しい。しかし、今回のように現実の夏季の路上ほど十分に温度が上がっていない状態においてさえ、AC使用によって殆どの場合に全ての成分の排出係数に無視できない増加が観察されたことは、従来のAC不使用時の試験値に基づいた推計が実情とかけ離れたものとなっている恐れがあることを示唆している。

イ 瞬時値の比較

AC不使用時および使用時での走行試験中の希釈排出ガス中の各成分濃度（排出係数に比例する）を一秒ごとに測定した瞬時値とその変化について比較し、AC使用の影響について検討した。

試験中、常時コンプレッサーがONの状態にあった車両（①、②及び④車）では、AC使用時にも各成分ともにほぼ車速変化パターンに同期した排出が見られ、AC不使用時と同様の傾向を示した。一例として①車の10・15モードでの各成分濃度と車速の時間変化を示す（図2）。

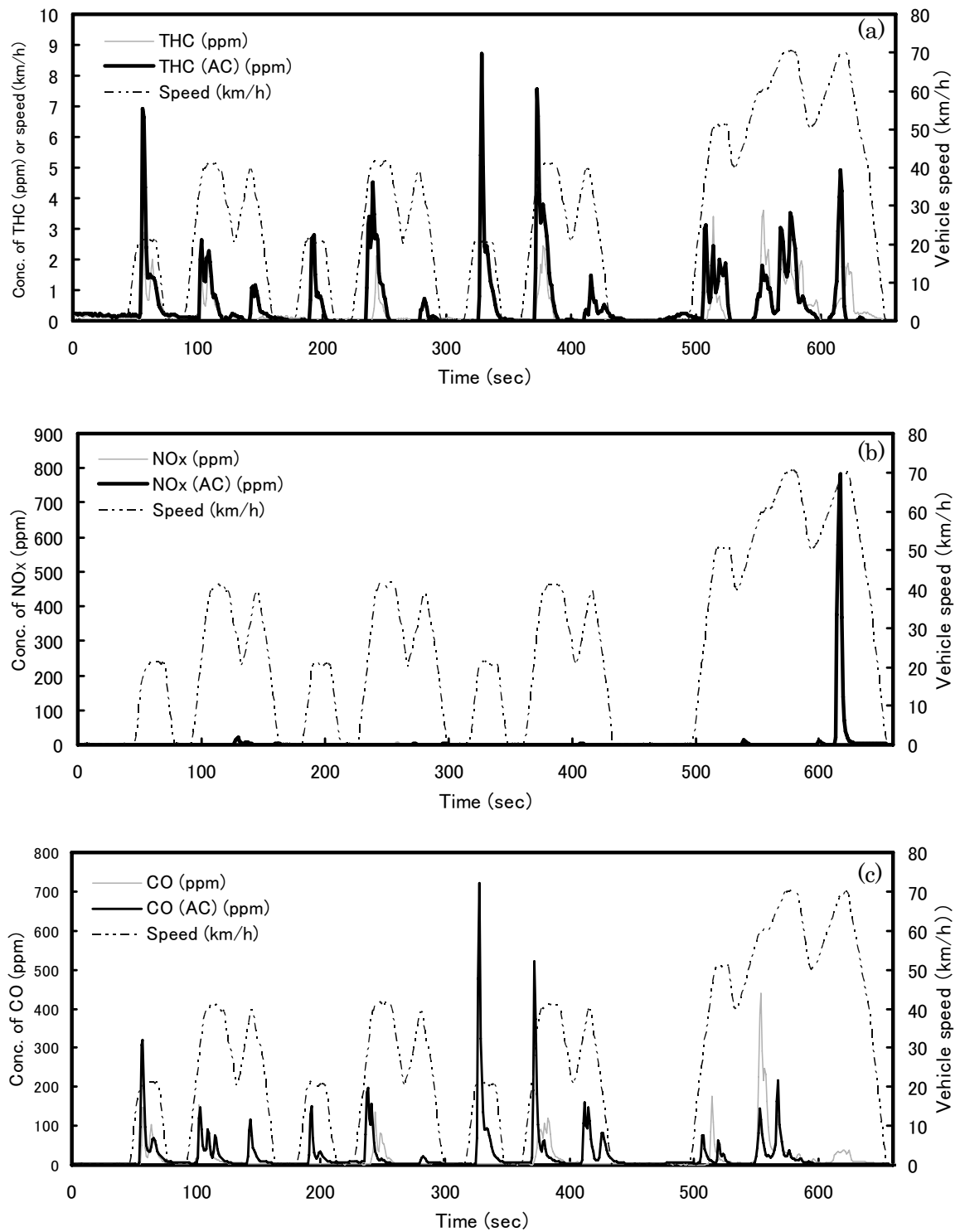


図2 ①車（常時AC-ON）における通常試験時及びAC使用時の希釈排出ガス中の各成分濃度の変化と車速変化との関係（10・15モード）：(a) THC；(b) NOx；(c) CO

希釈排出ガス中のCO、NO_xおよびTHC濃度は、主に加速時及び減速時にピークを示すが、いずれの成分のピークも概ねAC使用時に未使用時と同等以上の値を示す傾向が見られた。また、試験期間全体での排出係数でAC不使用时の方が高い値を示した④車では、瞬時値においても同様に不使用时に高いピークが認められた。

一方、走行試験中にコンプレッサーが断続された車両（③、⑤および⑥）の場合には、主にNO_x濃度に車速パターンと無関係な時刻においてもピークが観察された。これは停止状態の多いNo.2パターンにおいてより顕著に見られ、停車中のアイドリング状態でもNO_x濃度のピークが観察された。コンプレッサーON/OFFのモニタ

一結果と照合すると、いずれのピークもコンプレッサー ON から約 30 秒後に出現していることから、これらのピークはコンプレッサーの ON/OFF による負荷の増加に何らかの形で同期しているものと推定される。

(2) 炭化水素類排出への影響

ア THC 排出係数と AC 使用時の増加率

最近の規制に適合しているガソリン車では、全炭化水素類 (THC) の排出濃度レベルが低いため、AC 不使用時には自動計測での検出限界以下となつて変化率 (AC 使用時/AC 不使用時) を求められない場合も多かった。そのため、AC 不使用時及び使用時の各試験モードでの測定値と変化率を表 2 に併記した (表中の N.D. は検出限界以下、“-” は変化率を評価できなかった場合及び欠測を表す)。

多くの場合 AC 使用時に THC の排出係数の増加 (評価出来た場合で 1.5~2.5 倍程度) が見られた。Welstand¹⁾は、1998 年から 2001 年までの間に行った AC 使用の影響に関する系統的な研究の結果、AC の使用は炭化水素類の排出係数に大きな影響を与えないと結論しているが、彼らが用いた車両は 1985 年~1997 年に米国で製造されたものであり、これらと比較すると今回測定を行

表 2 各試験モードでの通常試験時と AC 使用時の THC 排出係数の比較

		①車	②車	③車	④車	⑤車	⑥車
No.2	Normal (g/km)	N.D.	0.020	0.030	N.D.	N.D.	0.039
	with AC (g/km)	0.040	0.020	0.050	N.D.	0.020	0.036
	AC/normal	-	1.00	1.67	-	-	0.92
No.5	Normal (g/km)	N.D.	N.D.	0.010	N.D.	N.D.	0.003
	with AC (g/km)	0.040	0.010	0.010	N.D.	0.010	0.008
	AC/normal	-	-	1.00	-	-	2.67
No.8	Normal (g/km)	N.D.	N.D.	0.020	N.D.	N.D.	0.006
	with AC (g/km)	0.010	N.D.	0.030	N.D.	0.020	0.006
	AC/normal	-	-	1.50	-	-	1.00
No.10	Normal (g/km)	N.D.	N.D.	0.010	N.D.	N.D.	0.005
	with AC (g/km)	0.010	0.010	0.020	N.D.	0.010	-
	AC/normal	-	-	2.00	-	-	-
10・15	Normal (g/km)	N.D.	N.D.	0.010	N.D.	N.D.	0.003
	with AC (g/km)	N.D.	0.010	0.020	N.D.	N.D.	0.007
	AC/normal	-	-	2.00	-	-	2.33

った製造年次の新しい車両は高度な排出ガス低減対策が成されており、元々の排出レベルも大幅に低くなつていくことから、異なる傾向を示すようになっていくことが考えられる。

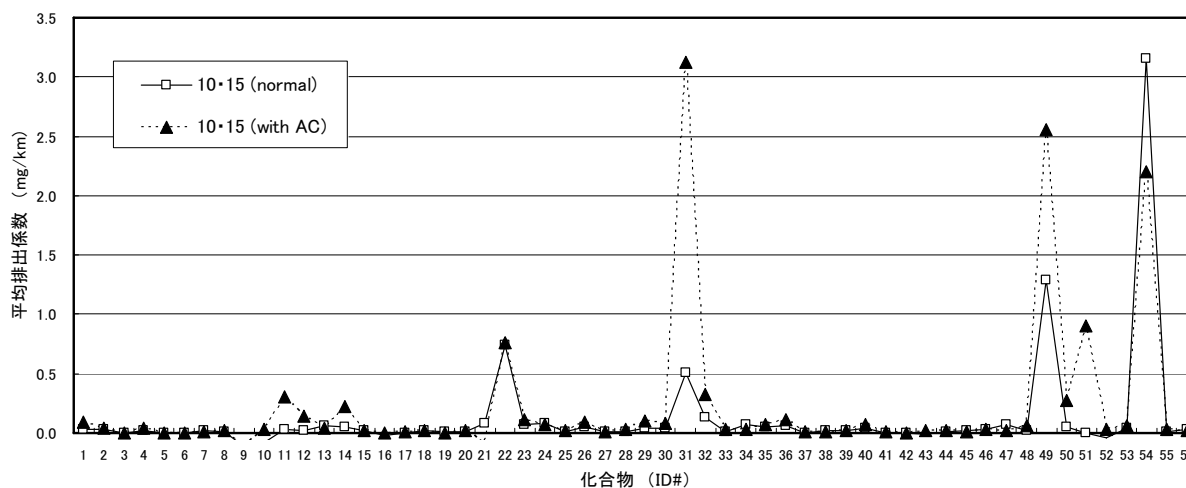


図 3 通常試験時及び AC 使用時の VOC 排出パターンの比較 (10・15 モードでの全車平均) :

#1 Formaldehyde, #2 Acetaldehyde, #3 Acrolein, #4 Aceton, #5 Propionaldehyde, #6 Crotonaldehyde, #7 Butylaldehyde, #8 Benzaldehyde, #9 Acetylene, #10 Ethylene, #11 Propylene, #12 1-Butene, #13 1,3-Butadiene, #14 t-2-Butene, #15 c-2-Butene, #16 1-Pentene, #17 2-Methyl-1,3-butadiene, #18 t-2-Pentene, #19 c-2-Pentene, #20 2-Methyl-1-pentene, #21 Benzene, #22 Toluene, #23 Ethylbenzene, #24 p,m-xylene, #25 Styrene, #26 o-Xylene, #27 Isopropylbenzene, #28 Propylbenzene, #29 1,3,5-Trimethylbenzene, #30 1,2,4-Trimethylbenzene, #31 Isobutane, #32 2-Methylbutane, #33 2,2-Dimethylbutane, #34 2,3-Dimethylbutane, #35 2-Methylpentane, #36 3-Methylpentane, #37 2,4-Dimethylpentane, #38 2-Methylhexane, #39 2,3-Dimethylpentane, #40 3-Methylhexane, #41 2,2,4-Trimethylpentane, #42 2,3,4-Trimethylpentane, #43 2-Methylheptane, #44 3-Methylheptane, #45 Cyclopentane, #46 methylcyclopentane, #47 Cyclohexane, #48 Methylcyclohexane, #49 Ethane, #50 Propane, #51 n-butane, #52 Pentane, #53 Hexane, #54 Heptane, #55 Octane, #56 Nonane.

イ VOC 排出パターンの比較

排出ガス中の VOC 類及びアルデヒド類 (計 56 成分) の定量を行い、排出される VOC の組成 (排出パターン) に対する AC 使用の影響について検討した。

図 3 に 10・15 モードでの AC 不使用時及び使用時の各 VOC 成分排出係数の全車平均値を成分別に並べた VOC パターンを示す。

AC 未使用時と比較して AC 使用時にのみ特異的に排出される成分の存在は確認されず、排出パターン自体には大きな変化は見られなかった。両方の場合に検出された成分については、概ね AC 使用時の方が高い排出係数値を示し、THC 排出係数への影響と同様の傾向が見られた。

AC 使用時の増加が特に顕著なのは、ホルムアルデヒド(ID# 1) およびアセトアルデヒド(ID# 2)のアルデヒド類と、イソブタン(ID# 31)、2-メチルブタン(ID# 32)、n-ブタン(ID# 51)などの未燃成分由来と考えられる比較的分子量のアルカン類であり、アルケン類、芳香族類には大きな変化は見られなかった。

ウ 光化学大気汚染生成能 (オゾン生成係数) の比較

AC 不使用時及び使用時における各成分の排出係数に CARB の光化学大気汚染生成能 (MIR 値) を掛けて合計したオゾン生成係数を算出し、AC の使用による環境影響について評価した。

表 3 に各試験モードでの AC 不使用時及び使用時のオゾン生成係数と、両者の比を示す。AC 使用時のオゾン生成係数は、一部を除き殆どの場合に AC 不使用時に対して平均 2.7 倍、最大で 10 倍程度に増加し、AC 使用が光化学大気汚染に無視できない影響を与えることを示している。

表 3 各試験モードでの通常試験時とエアコン使用時のオゾン生成係数 (O₃mg/km) の比較

		①車	②車	③車	④車	⑤車	⑥車
No.2	Normal	40.9	143.9	84.9	29.3	27.9	138.1
	with AC	60.0	53.8	152.0	25.1	24.4	327.2
	AC/normal	1.5	0.4	1.8	0.9	0.9	2.4
No.5	Normal	20.7	50.8	3.6	15.7	13.0	3.7
	with AC	26.8	22.5	34.5	48.2	15.4	12.2
	AC/normal	1.3	0.4	9.7	3.1	1.2	3.3
No.8	Normal	12.2	31.1	38.0	9.0	10.4	8.0
	with AC	24.0	37.2	48.0	59.5	40.8	15.7
	AC/normal	2.0	1.2	1.3	6.6	3.9	2.0
No.10	Normal	14.5	40.4	28.8	5.4	10.0	18.1
	with AC	36.4	142.5	32.2	61.6	24.8	—
	AC/normal	2.5	3.5	1.1	11.5	2.5	—
10・15	Normal	39.4	76.0	15.7	10.5	7.0	235.4
	with AC	45.2	97.3	32.7	35.7	28.2	34.9
	AC/normal	1.1	1.3	2.1	3.4	4.0	1.1

(3) 新長期規制値との比較

新長期規制では、小型車の場合は「11 モード試験値を走行距離当りに換算し、10・15 モード値とともにファクターを乗じて (平成 17 年からは 11 モード測定値に 0.12、10・15 モード試験値に 0.88 を乗じる) 合計した値」で評価を行うコンバインモードが導入されている。

そこで、今回測定した AC 使用時の 10・15 モード試験で得られた値を用いてコンバインモードでの試算を行い、通常試験結果および規制値 (一台あたり上限値および型式あたり平均値) と比較した。なお、コールドスタート・フェイズを含む 11 モード (エンジン停止後 6 時間以上の車両の静置が必要で、事実上一日一回しか測定できない) については、試験日程の関係上今回は AC 使用での試験を実施できなかったため、11 モード値については AC 不使用の通常値を用いた。

試算結果を表 4 に示す。コンバインモードでの試算結果では、HC および CO はどの車両も一台あたり規制上限値 (HC が 0.08 g/km, CO が 1.92 g/km) を超えることはなかったが、②および③車が CO で型式あたり平均規制値 (1.15 g/km) 以上の値を示し、NOx では②車が一台あたり規制上限値 (0.08 g/km) を超え (上限値の約 2 倍)、①、③および⑤車が型式あたり平均規制値 (0.05 g/km) を超える値を示した。

この試算では一部を除いて大きく規制値を超える結果は見られなかったものの、今回の試験ではそれほど大きな AC 負荷が掛かる温度・湿度ではなかったこと、および 11 モード試験値が AC 不使用時の値であることを考慮すると、AC 使用時の有害大気汚染物質排出量の増加は決して無視できないものであると考えられる。

4 おわりに

AC 使用の影響に関するデータは、国内外を問わず殆ど報告されていない。しかし、今回のように不十分な条件においてさえ無視できない程度の影響が見られることに加え、高温多湿で渋滞の多い我が国の状況と AC の普及率・使用割合を考慮すると、リアルワールドの観点からより精度良い推計を行うためには、更に検討を重ねてこれらの影響を明らかにすると同時に、その結果を考慮して行く必要がある。

しかし、現実の夏季の路上での環境条件 (温度・湿度・日照) を走行試験室内で再現することは難しく、費用的

にも困難である。そこで、試験室内の環境条件に関わらず AC 負荷を掛けられるよう試験車両側を制御する方法や、AC コンプレッサーの負荷と環境条件の関係を定量化するなどにより、通常の試験設備で得られた AC 試験値から実際の路上での負荷による排出原単位を推計する手法を開発し、路上での AC 使用状況の調査結果と併せて AC 負荷の影響の実現可能な評価法を確立することが望まれる。

参考文献

- 1) M. Baker, Fuel Consumption and Emission Models for Evaluating Traffic Control and Route Guidance Strategies, Mater thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada (1994)
- 2) J. Yanowitz, M. S. Graboski, L. B. A. Ryan, T. L. Alleman and R. L. McCormick, "Chassis Dynamometer Study of Emissions from 21 In-Use Heavy-Duty Diesel Vehicles", *Environmental Science and Technology*, 33(2), pp.209-216 (1999)
- 3) T. Schmitz, D. Hassel and F. J. Weber: "Determination of VOC-components in the exhaust of gasoline and diesel passenger cars": *Atmospheric Environment*, 34(27), pp.4639-4647 (2000)
- 4) E.K. Nam: "Understanding and modeling NOx emissions from air conditioned automobiles", Society of Automotive Engineers, [Special Publication] SP, SP-1506 (General Emissions Research): pp.43-57 (2000)
- 5) U.S.EPA: PROJECT E-37. "Evaluation of the Effects of Air Conditioning Operation and Associated Environmental Conditions on Vehicle Emissions and Fuel Economy Executive Summary"
- 6) 横田久司: リアルワールドにおける自動車排出ガス量推計に関する検討—その1 エアコンディショナーの影響—、第46回大気環境学会年会講演要旨集, pp.272 (2005)
- 7) US EPA: VOC Reactivity Policy White Paper (Oct. 1, 1999)
- 8) US EPA: PROPOSED AMENDMENTS TO THE TABLES OF MAXIMUM INCREMENTAL REACTIVITY (MIR) VALUES
- 9) 村上雅彦ら: 自動車排出ガス中の揮発性有機化合物の排出実態、東京都環境科学研究所年報 2004, pp.49-56 (2004)
- 10) E.K.Nam and A.D. Colvin: "An experimental procedure for simulating an SC03 emissions test with air conditioner on" Society of Automotive Engineers, [Special Publication] SP, SP-1862(Emissions Measurement & Testing): pp.43-50 (2004)
- 11) J. Steve Welstand et al. : "Evaluation of the Effects of Air Conditioning Operation and Associated Environmental Conditions on Vehicle Emissions and Fuel Economy," SAE Paper No. 2003-01-2247, June, pp.23-25 (2003)