

環境省委託業務結果報告書

平成 12 年度自動車排出ガス実測調査

- アルコール系燃料の排出ガス実態調査 -

平成 13 年 3 月

財団法人 日本自動車研究所

目次

1. 調査目的	1
2. 調査項目	1
(1)燃料性状調査	1
(2)排出ガス試験	1
(3)運転性（ドライバビリティ）評価試験	1
3. 燃料性状調査	1
3.1 供試燃料	1
3.2 性状調査項目	1
3.3 性状調査結果	2
4. 排出ガス試験	2
4.1 四輪車試験	2
4.1.1 供試燃料	2
4.1.2 供試車両	2
4.1.3 試験装置	2
(1)シャシダイナモメータ	2
(2)排出ガス測定装置	2
4.1.4 試験方法	3
(1) 排出ガス試験	3
(2)アイドリング時の排出ガス調査	4
4.1.5. 排出ガス試験結果	4
4.1.5.1 10・15モード試験結果	4
(1)規制物質及び二酸化炭素の測定結果	4
(2)アルデヒド類及びケトン類の測定結果	5
(3)10・15モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動	5
4.1.5.2 11モード試験結果	5
(1)規制物質及び二酸化炭素の測定結果	5
(2)アルデヒド類及びケトン類の測定結果	6
(3)11モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動	6

4.1.5.3 燃料消費率測定結果	6
4.1.5.4 アイドリング時の直接排出ガス測定結果	6
4.1.6 四輪車における考察	6
4.2 二輪車試験	7
4.2.1 供試燃料	7
4.2.2 供試車両	7
4.2.3 試験装置	7
4.2.4 試験方法	8
(1)排出ガス試験	8
(2)アイドリング時の排出ガス調査	8
4.2.5 排出ガス試験結果	9
4.2.5.1 二輪車モード試験結果	9
(1)規制物質及び二酸化炭素の測定結果	9
(2)アルデヒド類及びケトン類の測定結果	9
4.2.5.2 燃料消費率試験結果	9
4.2.5.3 アイドリング時の直接排出ガス測定結果	9
4.2.6 二輪車における考察	9
5. 運転性（ドライバビリティ）評価	10
5.1 供試燃料	10
5.2 供試車両	10
5.3 試験装置	10
5.4 試験方法	10
5.4.1 四輪車の運転性評価方法	10
5.4.2 二輪車の運転性評価方法	11
5.5 運転性評価試験結果	11
5.5.1 四輪車試験結果	11
5.5.2 二輪車試験結果	11
5.6 運転性（ドライバビリティ）における考察	11
6. まとめ	11

1. 調査目的

最近，全国各地でアルコール系燃料が新しい自動車用燃料として販売されている．しかし，これらの燃料の品質や現行の自動車へ適用した場合の排出ガスなどへの影響は明らかにされていない．

本調査では，アルコール系燃料である「ガイアックス」の燃料性状を明らかにするとともに，ガイアックスを使用した場合の自動車排出ガスへの影響，始動時間などの運転性への影響を把握することを目的とする．

2. 調査項目

(1)燃料性状調査

ガソリンに関する規格である日本工業規格 JIS(K 2202) に定められている品質項目について，市場で販売されているガソリン及びガイアックスの性状を調査する．

(2)排出ガス試験

四輪車2台及び二輪車1台について排出ガス試験を実施し，排出ガス中の規制物質及びアルコール系燃料で排出が懸念されるアルデヒド類などを測定する．同時に，二酸化炭素排出量及び燃料消費率についても測定・算出を行う．また，アイドリング時の一酸化炭素及び炭化水素の排出量を測定する．

(3)運転性（ドライバビリティ）評価試験

四輪車2台及び二輪車1台について，中間加速時間及び冷間始動時間を測定することにより，運転性について評価する．

3. 燃料性状調査

3.1 供試燃料

供試燃料は，ガソリン100%，ガイアックス100%及びガソリン50%+ガイアックス50%（ガイアックス50%）の3種類である．なお，調査に用いたガソリン及びガイアックスは，市場の販売所より直接購入したものである．

3.2 性状調査項目

測定項目は，密度，低速走行時のアンチノック性の指標であるリサーチ法オクタン価（RON），高速走行時のアンチノック性の指標となるモーター法オクタン価（MON），リード蒸気圧（RVP），実在ガム，蒸留性状，硫黄分，メチルターシャリーブチルエーテル（MTBE），ベンゼン，銅板腐食，酸化安定度，色及び成分分析の13項目である．なお，性状調査はJIS試験法及びASTM試験法に準拠して試験を実施した（試験法の番号については試験結果表に記載）．

3.3 性状調査結果

供試燃料3種類の性状調査結果を表3.1に示す。ガイアックスは、ガソリンと比較してオクタン価が高く、硫黄分が少ない性状を有していた。また、ガイアックスの蒸留性状はガソリンと大きく異なり、90%留出温度や終点付近の留出温度が低く、高沸点留分が少ないことがわかった。その他、初留点付近も高いことから低沸点留分が少なく、冬季の低温始動性の悪化が懸念される。また、写真3.1に示すように、ガソリンはオレンジ系色に着色されているが、ガイアックス100%は無色透明であった。

供試燃料の組成分析結果を表3.2に示す。ガイアックス100%では含酸素成分のメチルターシャリーブチルエーテル（MTBE）、イソブタノール、イソプロパノール及びメタノールの4成分で全体の50.7vol%を占めた。また、供試燃料の炭素数分布では、表3.3に示すように、ガソリン100%では主に炭素数が4～10の成分であったが、ガイアックス100%では炭素数が3～7の成分であった。

4. 排出ガス試験

4.1 四輪車試験

4.1.1 供試燃料

供試燃料は、3.3で性状を調査したガソリン100%、ガイアックス100%及びガソリン50%+ガイアックス50%（ガイアックス50%）の3種類である。供試燃料の性状については、表3.1に示す。

4.1.2 供試車両

排出ガス試験に供試した四輪車は、三元触媒、酸素センサー付の電子制御燃料噴射仕様車2台で、平成10年式と平成11年式の昭和53年度規制対策車である。表4.1に各供試車両の諸元を示す。

4.1.3 試験装置

(1) シャシダイナモメータ

試験に使用したシャシダイナモメータの主要諸元を表4.2に、シャシダイナモメータ及び計測システムの概略を図4.1に示す。なお、これらのシステムは国土交通省が定める新型自動車審査関係基準(TRIAS)に規定された等価慣性重量及び走行抵抗などの設定が可能なものである。

(2) 排出ガス測定装置

排出ガス測定装置の概略を図4.2に示す。排出ガス測定装置は、図に示すように定容量採取装置（CVS装置：Constant Volume Sampler）と希釈排出ガス分析計とから構成されてい

る。また、試験に使用した排出ガス分析計の主要諸元を表4.3に示す。なお、これらの装置は新型自動車審査関係基準(TRIAS)に規定された分析法に適合したものである。

4.1.4 試験方法

以下に示す試験をシャシダイナモメータ上で実施した。

- ・排出ガス試験：10・15モード，11モード

10・15モード及び11モード走行時に、排出ガス中に含まれる一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物、アルデヒド類、ケトン類及び二酸化炭素を測定する。

- ・アイドリング時の排出ガス調査

(1) 排出ガス試験

排出ガス試験は、新型自動車審査関係基準（TRIAS）に準拠し、試験を実施した。試験は、室温 25 ± 2 ℃、湿度 $50 \pm 10\%$ に空調された試験室で行った。一連の試験実施期間の気圧は $100.3\text{kPa} \sim 101.7\text{kPa}$ で、試験時には大気圧が安定していることを確認後、試験を実施した。なお、10・15モード試験（走行パターンを図4.3に示す）はエンジンが暖機された状態での試験法であり、11モード試験（走行パターンを図4.4に示す）はエンジン停止後6時間以上のソーク（放置）を行い十分に冷却させた後、エンジン始動直後から測定を開始する試験法である。

燃料供給には車載の燃料タンクを使用し、燃料交換は他燃料による試験燃料の汚染を防止するため、試験燃料を給油した後、給油した燃料を全て抜き取り、その後新しい試験燃料を給油して、試験を実施する方法とした。試験は、11モード試験から実施した。11モード試験実施前には、エンジン制御システムに燃料の性状を学習させるための予備運転として、10・15モードを3回走行し、エンジン制御システムが燃料噴射量などについて十分に学習できたことを空気過剰率により確認した。その後、条件設定走行として、試験法で規定された60 km/hで15分間の定速走行を実施し、6時間以上のソーク（放置）を行った後に11モード試験を行った。

11モード試験を行った後、10・15モード試験を開始する前に、10・15モードのための予備走行として、60km/hで15分間の定速走行を実施し、冷却水温度やオイル温度等のエンジン条件を一定とした。なお、供試燃料によっては燃料性状の変化により、アイドリング回転数が変化する可能性もあるが、一般の使用者がアイドリング回転数の調整を行うことは少ないと考えられること、及び燃料が車両全体へ与える影響を調査するため、本調査ではアイドリング回転数などの調整を行わず試験を実施することとした。

これら一連の試験を、ガソリン100%、ガリアックス50%、ガリアックス100%の順番で試験を実施した。また、10・15モード及び11モードとも、繰り返し回数 $n=2$ で試験を行い、各試験の差がその平均値の30%以上となった場合には再試験を行った。

一酸化炭素及び二酸化炭素については非分散型赤外線分析計（NDIR），炭化水素については水素炎イオン化形分析計（FID），窒素酸化物については化学発光分析計（CLD）を用いて測定した。

アルデヒド類の捕集には，アルデヒド類の吸着を防ぐため，配管系を120℃に加熱した。氷冷した過塩素酸酸性2,4-DNPHアセトニトリル溶液20mlを吸収液として，試料を1L/分にて定流量を吸引捕集し，高速液体クロマトグラフ法（HPLC）によってアルデヒド類を分析した。アルデヒド及びケトン類の分析条件を表4.4に示す。

燃費消費率は，新型自動車審査関係基準(TRIAS)に従い，カーボンバランス法により計算した。ここで，ガイアックスは酸素を含有するため，各排出ガス成分のみでは正確な燃料消費率を計算することが出来ないことから，燃料性状分析での成分分析によって分析・算出したC，H，Oの比率で補正して，燃料消費率を求めた。以下に，酸素を含めた燃料消費率の算出式を示す。

$$V_f = \frac{12.01}{12.01 + 1.008n + 16m} \cdot \frac{\gamma_f}{\frac{12.01}{44.01} G_{CO_2} + \frac{12.01}{28.01} G_{CO} + \frac{12.01}{12.01 + 1.008n + 16m} G_{THC}}$$

ここで，

V_f : 燃料消費率 km/l

ρ_f : 燃料密度 g/l

n : 燃料のH/C比

m : 燃料のO/C比

G_{CO_2} , G_{CO} , G_{THC} : 二酸化炭素，一酸化炭素及び炭化水素それぞれの排出量 g/km

(2)アイドリング時の排出ガス調査

アイドリング時の排出ガスについては，排出ガス試験終了後に新型自動車審査関係基準(TRIAS)に従い測定した。変速位置を中立とし，排気管から排出される一酸化炭素，炭化水素及び二酸化炭素の濃度を非分散型赤外線分析計（NDIR）により測定した。

4.1.5. 排出ガス試験結果

4.1.5.1 10・15モード試験結果

(1)規制物質及び二酸化炭素の測定結果

10・15モード試験結果⁽¹⁾を，表4.5，表4.6及び図4.5に示す。ガソリン100%を使用した場合と比較して，ガイアックス100%を使用した場合は，各供試車両とも排出ガス中の一酸化炭

注 (1) : 空気過剰率などの挙動のデータが揃った試験結果を用いており，一部速報値（3/1公表）と異なっている。

素及び炭化水素の排出量が減少し、窒素酸化物の排出量が増加した。なお、車両Aではガイアックス100%使用時に窒素酸化物の排出量が平均規制値を超過し、車両Bでも平均規制値近くまで増加した。また、二酸化炭素の排出量はほぼ同等であった。

(2)アルデヒド類及びケトン類の測定結果

ガイアックスにはメチルターシャリーブチルエーテル(MTBE)、イソブタノール、イソプロパノール及びメタノールの炭素数5以下の含酸素化合物が50.7vol%を占めた。このため、燃焼時の副生成物として生成される可能性のあるホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドを含む炭素数4以下のアルデヒド類及びケトン類の分析を行った。アルデヒド類及びケトン類は光化学スモッグの要因となる成分で、カリフォルニア大気保全局のNMOG(Non-Methane Organic Gas)試験法⁽²⁾の測定対象物質となっている。また、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びアクロレインは大気汚染防止法における有害大気汚染物質として定められている。

表4.5、表4.6及び図4.6に、10・15モード試験時におけるアルデヒド類、ケトン類の測定結果を示す。車両A及び車両Bともにホルムアルデヒド及びアセトンが排出され、ガイアックス100%使用時はガソリン100%使用時と比較して、多く排出された。なお、ホルムアルデヒドについては、国土交通省(運輸省)が制定(平成4年12月)したメタノール自動車の排出ガスに係わる技術指針(許容限度)として15mg/kmと定められているが、今回の結果はその値以下であった。

(3)10・15モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動

各車両における、10・15モード走行時の空気過剰率と規制物質の排出挙動を、図4.7及び図4.8に示す。空気過剰率は、ジルコニアセンサを用いた空燃比計により、排気管出口で測定し、燃料の組成をもとに補正を行った。図に示すように、走行時にガソリン100%使用時では一酸化炭素及び炭化水素が、ガイアックス100%使用時には窒素酸化物が多く排出された。また、ガイアックスの混合割合が高くなるにつれて、その傾向は強くなり、ガソリン100%、ガイアックス50%、ガイアックス100%の順で、一酸化炭素及び炭化水素の排出量は減少し、窒素酸化物は増加した。

4.1.5.2 11モード試験結果

(1)規制物質及び二酸化炭素の測定結果

11モード試験結果を、表4.7、表4.8及び図4.9に示す。各供試燃料ともに、排出ガス規制値を超過するものはなかった。車両Aでは、10・15モード試験と同様に、ガイアックス使用時の排出量は、ガソリン使用時と比べ、一酸化炭素、炭化水素が減少し、窒素酸化物が増加する傾向となった。車両Bでは、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物が減少した。また、二酸

注(2): CALIFORNIA NON-METHANE ORGANIC GAS TEST PROCEDURES,
California Environmental Protection Agency AIR RESOURCES BOARD

化炭素の排出量はほぼ同等であった。

(2)アルデヒド類及びケトン類の測定結果

11モード試験時のアルデヒド類及びケトン類の測定結果を、表4.7、表4.8及び図4.10に示す。図表より、ガソリン100%使用時と比較して、ガリアックス使用時には全体的にみるとアルデヒド類及びケトン類が多く排出された。なお、ホルムアルデヒドは、国土交通省（運輸省）が制定（平成4年12月）したメタノール自動車の排出ガスに係わる技術指針（許容限度：410mg/test）以下であった。

(3)11モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動

各供試車両における11モード走行時の空気過剰率と規制物質の排出挙動を、図4.11及び図4.12に示す。

車両Aでは、ガソリン100%使用時と比較して、ガリアックス100%使用時には一酸化炭素及び炭化水素が減少し、窒素酸化物が多く排出された。

車両Bでは、ガリアックスを使用した場合、一酸化炭素と炭化水素の他、窒素酸化物もガソリンを使用した場合に比べて減少していることがわかる。

4.1.5.3 燃料消費率測定結果

各試験車両における10・15モード燃料消費率試験結果を図4.13に、11モード燃料消費率試験結果を図4.14に示す。図より、各モード試験ともに、ガリアックスの混合濃度が高くなるにつれて、燃料消費率は悪化した。

4.1.5.4 アイドリング時の直接排出ガス測定結果

自動車整備検査用排出ガス測定器を使用し、試験車両の排気管からの直接排出ガス濃度を測定した。アイドリング時の直接排出ガス濃度測定結果を表4.9に示す。表より、ガリアックス使用時の排気管からの直接排出ガス濃度は、一酸化炭素及び炭化水素が減少した。

4.1.6 四輪車における考察

10・15モード試験において、ガソリン100%を使用した場合と比較して、ガリアックス100%を使用した場合は、各車両とも排出ガス中の一酸化炭素及び炭化水素の排出量が減少し、窒素酸化物の排出量が増加した。この原因として、次のように考えられる。図4.15に示すように、三元触媒の転化率（排出ガスの浄化率）は、理論空燃比付近の狭い制御範囲でのみ、一酸化炭素、炭化水素及び窒素酸化物の転化率が100%近くとなることから、排出ガスの浄化には空燃比の制御が影響してくる。車両が定常運転条件から加速条件に移行する場合、瞬間的に空燃比の希薄化が生じるが、その希薄化の度合いがガリアックス100%を使用した場合には大きくなり、炭化水素及び一酸化炭素に対する触媒浄化率は高まり、窒素酸化物に対する触媒浄化性能は低下して、炭化水素及び一酸化炭素排出量は減少し、窒素酸化物

排出量は増加したものと考えられる。

11モード試験において、車両Aでは、ガリアックス使用時の排出量は、ガソリン使用時と比べ、一酸化炭素、炭化水素が減少し、窒素酸化物が増加する傾向となった。車両Bでは、一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物が減少した。これは、車両Aではガソリン100%使用時と比較して、ガリアックス100%使用時には空気過剰率が希薄側へ振れたため、一酸化炭素および炭化水素が減少し、窒素酸化物が多く排出されたと考えられる。車両Bでは、ガリアックスを使用することにより、始動直後から空気過剰率がガソリンと比較して希薄側となり、排気温度の上昇が早く、触媒を早期に活性化したためと考えられる。

11モードでは、10・15モードと比較して、供試燃料による各種物質の排出量の差が明確にならなかった。これは、11モードは冷間始動であり、触媒活性が得られるまでに大部分の有害ガスが排出され、触媒活性が得られるまでの時間が排出ガスを決定する大きな因子になり、燃料の影響の差が明確に出なかったものと考えられる。

燃料消費率については、各燃料が含有するC、H、Oの重量比率から計算したガソリンの発熱量は単位容積あたり 8,020kcal/l (10,840kcal/kg) であるのに対し、ガリアックスは 7,260 kcal/l (10,060 kcal/kg) と低いため、ガリアックスの混合濃度が高くなるにつれて、燃料消費率が悪化したと考えられる。

アイドリング時の直接排出ガス測定では、ガリアックス使用時に一酸化炭素及び炭化水素が減少した。これは、アイドリング時の空燃比がガソリンと比較して若干希薄になったためと考えられる。

4.2 二輪車試験

4.2.1 供試燃料

供試燃料は、3.3で性状を調査したガソリン100%、ガリアックス100%及びガソリン50%+ガリアックス50% (ガリアックス50%) の3種類である。供試燃料の性状については、表3.1に示す。

4.2.2 供試車両

排出ガス試験に供試した二輪車は排気量50ccの原動機付き自転車で、平成8年式の2サイクルエンジン、触媒非装着、気化器仕様の排気規制未対策車である。表4.10に供試した二輪車の主要諸元を示す。

4.2.3 試験装置

排出ガス試験は、二輪シャシダイナモメータシステムを用いて実施した。図4.16に試験装置の概要を示す。本システムは、二輪シャシダイナモメータ、排出ガス用連続分析計、アル

デヒド類の捕集装置からなる．使用したシャシダイナモメータ及び排出ガス連続分析計の主要諸元を表4.11，表4.12に示す．

4.2.4 試験方法

以下に示す試験をシャシダイナモメータ上で実施した．

- ・ 排出ガス試験：二輪車モード

二輪車モード走行時に，排出ガス中に含まれる一酸化炭素，炭化水素，窒素酸化物，アルデヒド類，ケトン類及び二酸化炭素を測定する．

- ・ アイドリング時の排出ガス調査

(1)排出ガス試験

排出ガス試験は，新型自動車審査関係基準（TRIAS）に準拠し，試験を実施した．試験は，室温 25 ± 3 に空調された試験室で行い，湿度は $45 \pm 20\%$ であった．一連の試験実施期間の気圧は $100.3\text{kPa} \sim 101.7\text{kPa}$ で，試験時には大気圧が安定していることを確認後，試験を実施した．

二輪車モード試験の走行パターンは，図4.17に示す通りであり，エンジンを停止後冷却させ，エンジン始動後に40秒間のアイドリングを行った後，195秒を1サイクルとする走行パターンを6回繰り返し走行するものである．本調査では，エンジン停止後3時間以上のソーク（放置）を行った後，暖機サイクル（試験開始から2サイクル目まで）後の3サイクル目から6サイクル目までの4サイクルからなる法定モードでの排出ガス濃度を測定した．

燃料供給には車載の燃料タンクを使用し，燃料交換は他燃料による試験燃料の汚染を防止するため，試験燃料を給油した後，給油した燃料を全て抜き取り，その後新しい試験燃料を給油して，試験を実施する方法とした．試験実施前には，試験条件設定として同一条件で走行し試験前のエンジン状態を一定にするため，二輪車モードを走行後， 60km/h で5分間定速走行をし，3時間以上のソーク（放置）を行った．なお，供試燃料によっては燃料性状の変化により空燃比が変わり，アイドリング回転数が変化する可能性もあるが，一般の使用者がアイドリング回転数の調整を行うことは少ないと考えられること，及び燃料が車両全体へ与える影響を調査するため，本調査ではアイドリング回転数の調整を行わず試験を実施することとした．

分析法は，4.1.4に示す四輪車試験における分析法と同じ方法とした．

燃料消費率は，4.1.4に示す四輪車試験における方法と同じ方法で行った．

(2)アイドリング時の排出ガス調査

アイドリング時の排出ガス調査は，四輪車試験における方法と同じ方法で行った．

4.2.5 排出ガス試験結果

4.2.5.1 二輪車モード試験結果

(1)規制物質及び二酸化炭素の測定結果

排出ガス（一酸化炭素，炭化水素，窒素酸化物，二酸化炭素）の測定結果を，表4.13及び図4.18に示す．図より，ガソリン使用時と比較して，ガイアックスの混合率が高くなるにつれて，一酸化炭素と炭化水素が減少し，窒素酸化物及び二酸化炭素が増加した．

(2)アルデヒド類及びケトン類の測定結果

アルデヒド類及びケトン類の測定結果を表4.13と図4.19に示す．ガソリン使用時と比較して，ガイアックス使用時の排出量は，ホルムアルデヒドは約4倍に，アセトアルデヒドは約3倍に増加した．また，他のアルデヒド類及びケトン類も，約3～17倍に増加した．

4.2.5.2 燃料消費率試験結果

二輪車モード試験における燃料消費率測定結果を，表4.13と図4.20に示す．ガソリン100%使用時と比較して，ガイアックス100%使用時には二酸化炭素排出量が増加したが，一酸化炭素排出量は急激に減少したことから，燃料消費率はガイアックス100%使用時の方が向上した．

4.2.5.3 アイドリング時の直接排出ガス測定結果

アイドリング時の直接排出ガスの測定結果を表4.14に示す．ガイアックス50%の場合は，空燃比が希薄側へ移行し，一酸化炭素及び炭化水素ともに減少したが，ガイアックス100%の場合には，一酸化炭素が減少し，炭化水素が増加した．

4.2.6 二輪車における考察

二輪車の排出ガス試験では，ガソリン使用時と比較して，ガイアックスの混合率が高くなるにつれて，一酸化炭素と炭化水素が減少し，窒素酸化物が増加した．

図4.21に，一酸化炭素，炭化水素及び窒素酸化物の排出特性を示す．これらの排出ガス成分は，空燃比が希薄側へ移行するに従い，一酸化炭素及び炭化水素は減少し，窒素酸化物は理論空燃比よりも僅かに希薄側（空気過剰率 =1.1付近）で最大となり，それ以降は減少する特性をもつ．ガイアックスは含酸素燃料であることから，燃料流量の補正が出来ない気化器仕様車では，実質的な空燃比はガソリン使用時よりも希薄側にずれる．このような排出特性から，ガイアックス使用時は，ガソリン使用時に比べ，一酸化炭素及び炭化水素の排出量は低減し，窒素酸化物の排出量は増加したものと考えられる．

燃料消費率では，ガソリン100%使用時と比較して，ガイアックス100%使用時の燃料消費率は向上した．これは，試験で使用した二輪車は，燃料流量を制御できない気化器仕様であ

るため、希薄化などによるエンジンへの不具合を考慮して、試験車の気化器の空燃比があらかじめ過濃側の設定となっていた。その条件でガイアックスの使用すると空燃比が設定よりも希薄化し、理論空燃比に近い領域となったため燃焼が良くなり、燃料消費率が向上したものと考えられる。

アイドリング時の直接排出ガス測定では、ガイアックス100%の場合には、一酸化炭素が減少し、炭化水素が増加した。これは、ガイアックス100%では空燃比の希薄側へのずれが大きくなり一酸化炭素が減少したものの、失火が生じて炭化水素が増加したものと考えられる。

5. 運転性（ドライバビリティ）評価

5.1 供試燃料

供試燃料は、3.3で性状を調査したガソリン100%、ガイアックス100%及びガソリン50%+ガイアックス50%（ガイアックス50%）の3種類である。供試燃料の性状については、表3.1に示す。

5.2 供試車両

四輪車は、4.1の排出ガス試験に供試した2台で、三元触媒、酸素センサー付の電子制御燃料噴射仕様車である。四輪車の諸元については、表4.1に示す。また、二輪車は、4.2の排出ガス試験に供試した排気量50ccの原動機付き自転車、2サイクルエンジン、触媒非装着、気化器仕様車である。二輪車の諸元については、表4.10に示す。

5.3 試験装置

試験に使用した四輪車用シャシダイナモメータの主要諸元を表4.2に、二輪車用シャシダイナモメータの主要諸元を表4.11に示す。なお、これらのシステムは新型自動車審査関係基準(TRIAS)に規定された等価慣性重量及び走行抵抗などの設定が可能なものである。

5.4 試験方法

5.4.1 四輪車の運転性評価方法

運転性として加速性と始動性を評価するため、中間加速時間と冷間時の始動時間を測定した。

中間加速時間の測定は、シャシダイナモメータのローラとスリップを起こさない条件で実施した。車両Aでは変速機2ndレンジ、車速50km/hから100km/h、車両Bでは変速機3速ギヤ、車速30km/hから80km/hまで加速する時間を測定した。また、冷間始動時間は、室温 25 ± 2 での11モード試験時の始動時間を測定した。

なお、これらの運転性については、排出ガス試験時または終了後に実施し、十分にエンジン制御システムに燃料の性状が学習された状態での評価である。

5.4.2 二輪車の運転性評価方法

四輪車と同様に、運転性の評価として中間加速時間と冷間時の始動時間を測定した。中間加速性評価として、車速10km/hから50km/hまで加速する時間を測定した。また、冷間始動時間の測定は、室温 25 ± 3 での二輪車モード試験時の始動時間を測定した。

なお、これらの運転性については、排出ガス試験時または終了後に実施し、気化器内の燃料が試験燃料に切り替わっている状態での評価である。

5.5 運転性評価試験結果

5.5.1 四輪車試験結果

中間加速時間測定結果を表5.1に示す。車両Aにガイアックス100%で約3%程度の悪化がみられたが、各車両とも加速性能はガソリンとほぼ同等であると考えられる。

約 25 での冷間始動時間測定結果を表5.2に示す。各車両ともに、ガイアックスでの始動時間の悪化は認められなかった。

5.5.2 二輪車試験結果

中間加速時間及び始動時間測定結果を表5.3に示す。ガイアックス使用時の中間加速時間は、ガソリン使用時と比較してほとんど変化がなかった。しかし、ガイアックス使用による冷間始動時間は、ガソリン100%と比較して、約2.5倍に悪化した。

5.6 運転性（ドライバビリティ）における考察

四輪車の運転性は、中間加速時間及び冷間始動性にガイアックスの影響は認められなかった。試験車両は、三元触媒、酸素センサー付の電子制御燃料噴射仕様車であり、燃料噴射量が補正され、若干空気過剰率が希薄側へずれるものの、ほぼ $\lambda = 1$ の理論空燃比付近に制御されているため、今回の調査では運転性への影響は認められなかったものと考えられる。

二輪車の運転性は、中間加速時間には影響が認められなかったものの、ガイアックス使用時の冷間始動時間は、ガソリン100%と比較して、約2.5倍に悪化した。これは、ガイアックスによって始動時の空燃比が希薄化したこと、及びガイアックスでは低沸点留分が少ないことから、始動が悪化したものと考えられる。

6. まとめ

アルコール系燃料である「ガイアックス」を四輪車と二輪車に使用した場合の排出ガス及

び冷間始動性などの運転性への影響について調査を実施した。以下に燃料性状調査，排出ガス試験及び運転性評価についてのまとめを示す。

- (1) ガイアックスは，メチルターシャリーブチルエーテル（MTBE），イソプロパノール，イソブタノール及びメタノールの4成分が50.7%混合されていた。
- (2) 四輪車の10・15モード試験では，ガイアックスの使用により，ガソリン使用時に比べ一酸化炭素と炭化水素が減少し，窒素酸化物が増加した。また，車両Aでは，窒素酸化物が平均規制値を超過した。これは，車両が定常運転条件から加速条件に移行する場合，瞬間的に空燃比の希薄化が生じるが，その希薄化の度合いがガイアックス100%を使用した場合には大きくなり，炭化水素及び一酸化炭素に対する触媒浄化率は高まり，窒素酸化物に対する触媒浄化性能は低下したためと考えられる。また，ホルムアルデヒド及びアセトンの排出量は，ガソリン使用時に比べガイアックス使用時の方が多く排出された。
- (3) 四輪車の11モード試験では，ガイアックス使用時はガソリン使用時に比べ，車両Aで一酸化炭素と炭化水素が減少し，窒素酸化物が増加した。これは，ガイアックス使用時にガソリン使用時よりも空気過剰率が大きくなり，一酸化炭素及び炭化水素が減少し，窒素酸化物が多く排出されたためと考えられる。車両Bでは，一酸化炭素，炭化水素，窒素酸化物が減少した。これは，始動直後から空気過剰率がガソリンと比較して希薄側となり，排気温度の上昇が早く触媒を早期に活性化したためと考えられる。また，アルデヒド類及びケトン類は，全体的にみるとガソリン使用時に比べガイアックス使用時に多く排出された。
- (4) 二輪車の排出ガス試験では，ガイアックス使用時はガソリン使用時に比べ，一酸化炭素と炭化水素が減少し，窒素酸化物が増加した。また，今回測定した全てのアルデヒド類及びケトン類が増加した。
- (5) 冷間始動及び加速性の運転性評価では，ガソリン使用時に比べ，ガイアックス使用時は，二輪車の冷間始動性が悪化した。しかし，その他の項目ではガイアックス使用による四輪車及び二輪車へ及ぼす影響は認められなかった。

以上より，ガイアックスが排出ガス性状に及ぼす影響として，一酸化炭素及び炭化水素は減少傾向にあるが，窒素酸化物及びアルデヒド類は増加傾向にあること，及び二輪車の始動性に悪影響を及ぼすことが挙げられた。今後の課題として，ガイアックスを適用した場合の車両部品，特に燃料系統部品の耐久性，信頼性を明確にすることが上げられる。

图 表

図表目次

表 3.1	燃料性状試験結果	16
写真 3.1	供試燃料	17
表 3.2	組成分析結果	18
表 3.3	供試燃料の炭素数分布	19
表 4.1	供試車両の主要諸元	20
表 4.2	シャシーダイナモメータの主要諸元	21
図 4.1	シャシーダイナモメータ及び計測システムの概略	21
図 4.2	排出ガス測定装置の概略	22
表 4.3	排出ガス分析計の主要諸元	22
図 4.3	10・15 モード試験パターン	23
図 4.4	11 モード試験パターン	23
表 4.4	アルデヒド類及びケトン類の分析条件	24
表 4.5	10・15 モード試験結果 (車両 A)	25
表 4.6	10・15 モード試験結果 (車両 B)	25
図 4.5	10・15 モード試験結果	26
図 4.6	10・15 モードにおけるアルデヒド類及びケトン類の測定結果	27
図 4.7	10・15 モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動 (車両 A)	28
図 4.8	10・15 モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動 (車両 B)	29
表 4.7	11 モード試験結果 (車両 A)	30
表 4.8	11 モード試験結果 (車両 B)	30
図 4.9	11 モード試験結果	31
図 4.10	11 モードにおけるアルデヒド類及びケトン類の測定結果	32
図 4.11	11 モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動 (車両 A)	33
図 4.12	11 モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動 (車両 B)	34
図 4.13	10・15 モードにおける燃料消費率測定結果	35
図 4.14	11 モード燃料消費率測定結果	35
表 4.9	アイドリング時の直接排出ガス測定結果	36
図 4.15	三元触媒の転化率	37
表 4.10	供試車両の主要諸元 (二輪車)	38
図 4.16	二輪シャシーダイナモメータのシステム概要	38

表 4.11	シャシーダイナモメータの主要諸元	39
表 4.12	排出ガス分析計の主要諸元	39
図 4.17	二輪車モード試験パターン	40
表 4.13	二輪車排出ガス試験結果	41
図 4.18	二輪車排出ガス試験結果	42
図 4.19	アルデヒド類及びケトン類測定結果	43
図 4.20	燃料消費率測定結果	44
表 4.14	アイドリング時の直接排出ガス測定結果	45
図 4.21	CO , THC 及び NOx の排出特性	46
表 5.1	四輪車の中間加速時間測定結果	47
表 5.2	四輪車の冷間始動時間測定結果	47
表 5.3	二輪車の中間加速時間及び始動時間測定結果	48

表 3.1 燃料性状試験結果

試料名		GX0	GX50	GX100	試験法
		ガソリン 100%	ガ イ ッ ク ス 50%	ガ イ ッ ク ス 100%	
密度 (15) g/cm ³		0.7393	0.7300	0.7215	JIS K 2249
オクタン価	RON	91.3	94.1	98.0	JIS K2280
	MON	82.2	84.4	88.2	
蒸気圧 37.8 kPa		63.5	63.0	62.0	ASTM D5191
酸化安定度 min		240以上	240以上	240以上	JIS K2287
実在ガム mg/100ml	未洗	3.0	2.3	0.4	JIS K2261
	洗浄	0.1	0.0	0.0	
蒸留性状	初留点	31.5	37.5	41.0	JIS K2254
	5 %	43.0	48.0	49.0	
	10 %	47.5	51.5	51.0	
	20 %	55.5	56.5	53.5	
	30 %	64.0	61.0	56.5	
	40 %	76.0	66.5	60.0	
	50 %	90.5	73.5	64.5	
	60 %	106.5	82.0	70.5	
	70 %	122.5	91.5	80.0	
	80 %	139.0	103.5	95.0	
	90 %	161.0	141.0	103.5	
	97 %	189.0	175.5	107.0	
	終点	202.0	196.0	107.5	
	全留出量 %	98.0	98.0	98.5	
	残油量 %	1.0	1.0	0.5	
	減失量 %	1.0	1.0	1.0	
留出量 (70) %	35.0	45.0	59.5		
MTBE vol%	0.0	8.4	17.4	ASTM D4815	
ベンゼン vol%	0.9	0.8	0.6	ASTM D4815	
硫黄分 ppm	14.1	6.7	0.7	JIS K2241	
銅板腐食 (50 , 3h)	1	1	1	JIS K2513	
色	ルツ	ルツ	無色透明	認定法 ⁽¹⁾	

注 (1) : 日本化学試験所認定機構より ISO/IEC が 1^o 25 に基づき認定を受けた方法により測定



写真 3.1 供試燃料

表 3.2 組成分析結果

	MTBE	イブタノール	イブノール	メタノール	ベンゼン	トルエン	キシレン	その他の炭化水素
ガス100% (vol%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	10.3	8.3	80.5
ガス50%+ガス100% (vol%)	8.4	10.5	6.0	0.0	0.8	5.2	4.2	64.9
ガス100% (vol%)	17.4	21.2	12.0	0.1	0.6	0.2	0.1	48.4

表 3.3 供試燃料の炭素数分布

炭素数	ガソリン100%	ガソリン50%+ ガリアックス50%	ガリアックス100%
	vol%	vol%	vol%
C-1	0.00	0.00	0.00
C-2	0.00	0.00	0.00
C-3	0.01	3.03	6.24
C-4	4.24	9.95	17.06
C-5	24.28	34.23	43.57
C-6	21.60	24.53	26.41
C-7	21.41	14.13	6.34
C-8	13.82	6.93	0.33
C-9	10.60	5.23	0.03
C-10	2.81	1.36	0.01
C-11	0.89	0.36	0.01
C-12	0.34	0.16	0.00
C-13	0.00	0.09	0.01
C-14	0.01	0.01	0.00
Total	100.00	100.00	100.00

表 4.1 供試車両の主要諸元

記 号		車両 A	車両 B
年 式		平成11年	平成10年
排 気 ガ ス 規 制		昭和53年規制	昭和53年規制
型 式 (識 別 記 号)		GF	E
走 行 距 離		km	22350
車 体	全 長	mm	4315
	全 幅	mm	1690
	全 高	mm	1385
	車 両 重 量	kg	1025
	定 員	名	5
	最大積載量	kg	-----
	車両総重量	kg	1300
原 動 機	種 類		直列4気筒
	圧 縮 比		9.8
	総排気量	cc	1498
	最高出力	PS/rpm	100/5600
	最大トルク	kgm/rpm	14.0/4400
	燃料供給方式		燃料噴射
	排出ガス対策方式		三元触媒
	酸素センサーの有無		有
変 速 機	型式		4速自動
	変速比 1 速		3.643
	2 速		2.008
	3 速		1.296
	4 速		0.892
	5 速		-----
	最終減速比		2.962
タ イ ヤ サ イ ズ			175/70R13
			155SR13

表 4.2 シャシーダイナモメータの主要諸元

ローラ直径 (mm)	1061
ローラ幅 (mm)	600
最高速度 (km/h)	160
許容荷重 (kg)	2800
ローラ材質・表面	アルミ・平滑
等価慣性質量 (kg)	500 ~ 2475
等価慣性質量調整ピッチ (kg)	25
動力吸収方式	直流電気動力計
吸収容量 (kW)	110
エンジン冷却ブローア	車速追従式
タイヤ冷却ブローア	付
製造元	明電舎

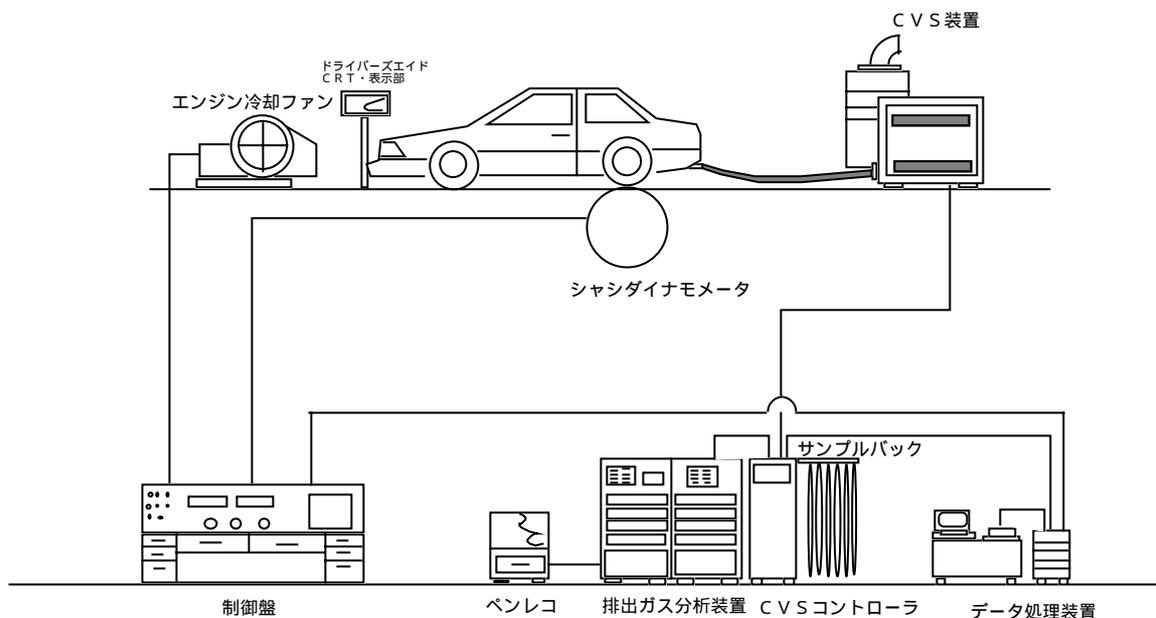


図 4.1 シャシーダイナモメータ及び計測システムの概略

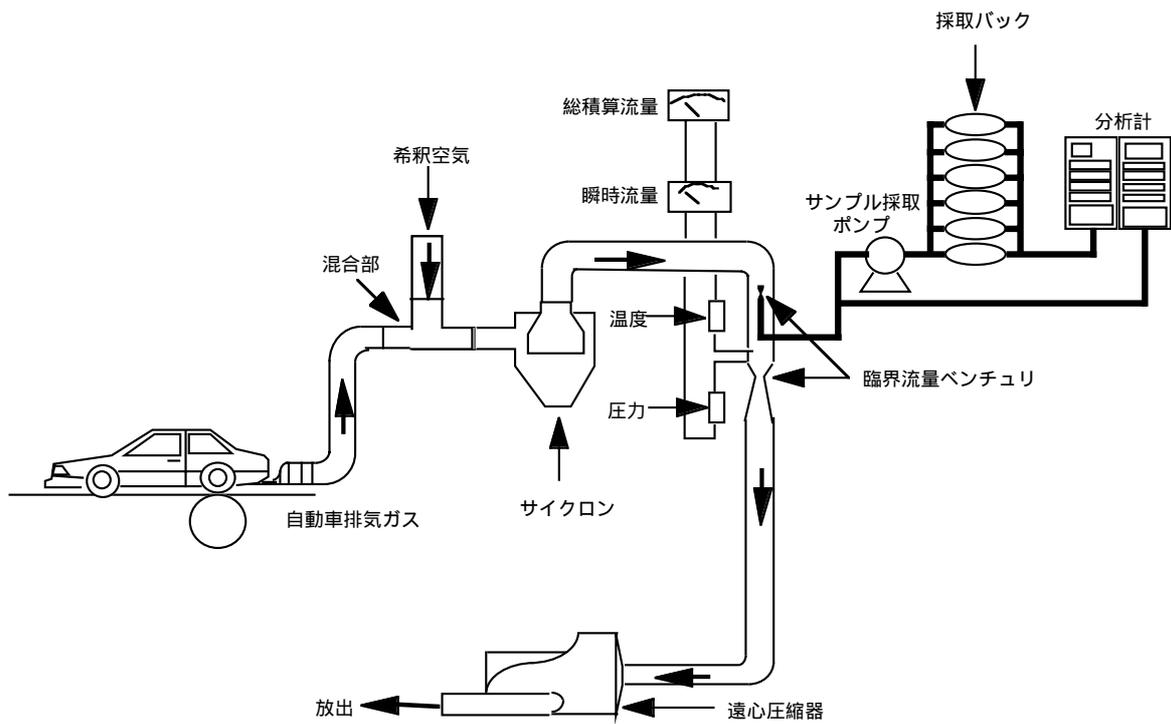


図 4.2 排出ガス測定装置の概略

表 4.3 排出ガス分析計の主要諸元

型式		MEXA-7200D
分析方式	THC	FID
	CO	NDIR
	CO ₂	NDIR
	NO _x	CLD
測定レンジ	THC (ppmC)	10 ~ 5000
	CO (ppm)	50 ~ 3000
	CO ₂ (%)	1 ~ 6
	NO _x (ppm)	10 ~ 5000
製造元		堀場製作所

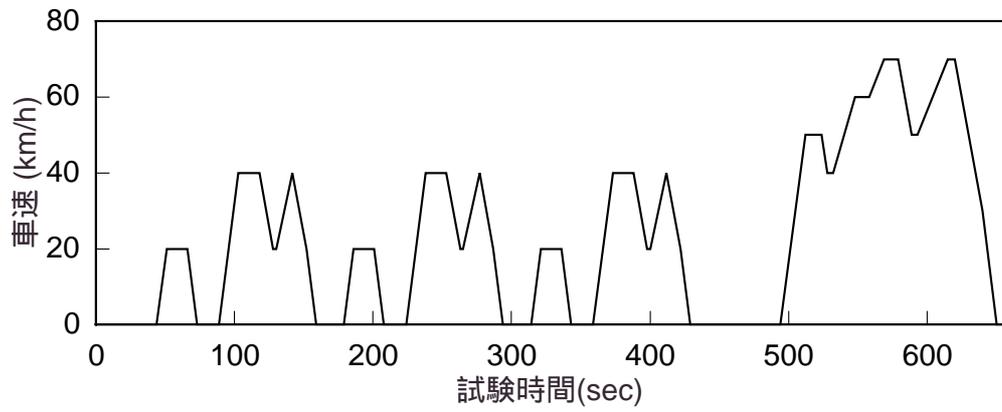


図 4.3 10・15 モード試験パターン

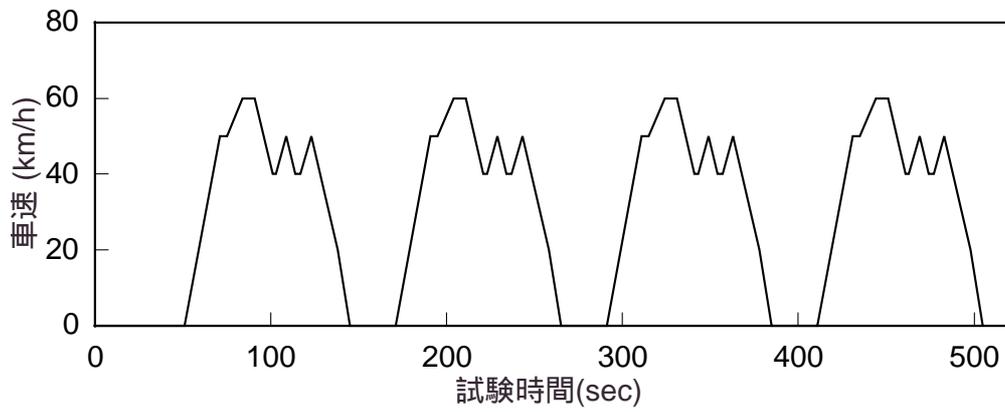


図 4.4 11 モード試験パターン

表 4.4 アルデヒド類及びケトン類の分析条件

分析装置	高速液体クロマトグラフ LC10 (島津)
カラム	Zorbax ODS 4.6mm × (15 + 25cm)
カラム温度	50
検出器	UV/VIS (波長365nm)
移動相	CH ₃ CN/H ₂ O 50%/50% 80/20 80/20 50/50 50/50 0 ~ 30min 30 ~ 35 35 ~ 35.1 35.1 ~ 45
移動相流量	1mL/min
注入量	10 μL

表 4.5 10・15モード試験結果（車両 A）

		ガソリン100%	ガソリン50% +ガアイックス50%	ガアイックス100%	53年度 許容限度	規制 平均値
CO	g/km	0.29	0.06	0.02	2.70	2.10
THC	g/km	0.03	0.01	0.02	0.39	0.25
NOx	g/km	0.06	0.08	0.30	0.48	0.25
CO2	g/km	170.5	163.7	161.9	---	---
燃料消費率	km/l	13.6	13.1	12.1	---	---
ホルムアルデヒド	mg/km	0.77	1.42	1.52	---	---
アセトアルデヒド	mg/km	ND	ND	ND	---	---
アクロレイン	mg/km	ND	ND	ND	---	---
アセトン	mg/km	0.09	0.56	0.52	---	---
プロピオンアルデヒド	mg/km	ND	ND	ND	---	---
n-ブチルアルデヒド	mg/km	ND	ND	ND	---	---

表 4.6 10・15モード試験結果（車両 B）

		ガソリン100%	ガソリン50% +ガアイックス50%	ガアイックス100%	53年度 許容限度	規制 平均値
CO	g/km	0.86	0.38	0.10	2.70	2.10
THC	g/km	0.12	0.04	0.02	0.39	0.25
NOx	g/km	0.03	0.12	0.24	0.48	0.25
CO2	g/km	149.4	145.4	142.6	---	---
燃料消費率	km/l	15.4	14.7	13.7	---	---
ホルムアルデヒド	mg/km	ND	0.53	1.81	---	---
アセトアルデヒド	mg/km	ND	ND	ND	---	---
アクロレイン	mg/km	ND	ND	ND	---	---
アセトン	mg/km	ND	0.93	0.36	---	---
プロピオンアルデヒド	mg/km	ND	ND	ND	---	---
n-ブチルアルデヒド	mg/km	ND	ND	ND	---	---

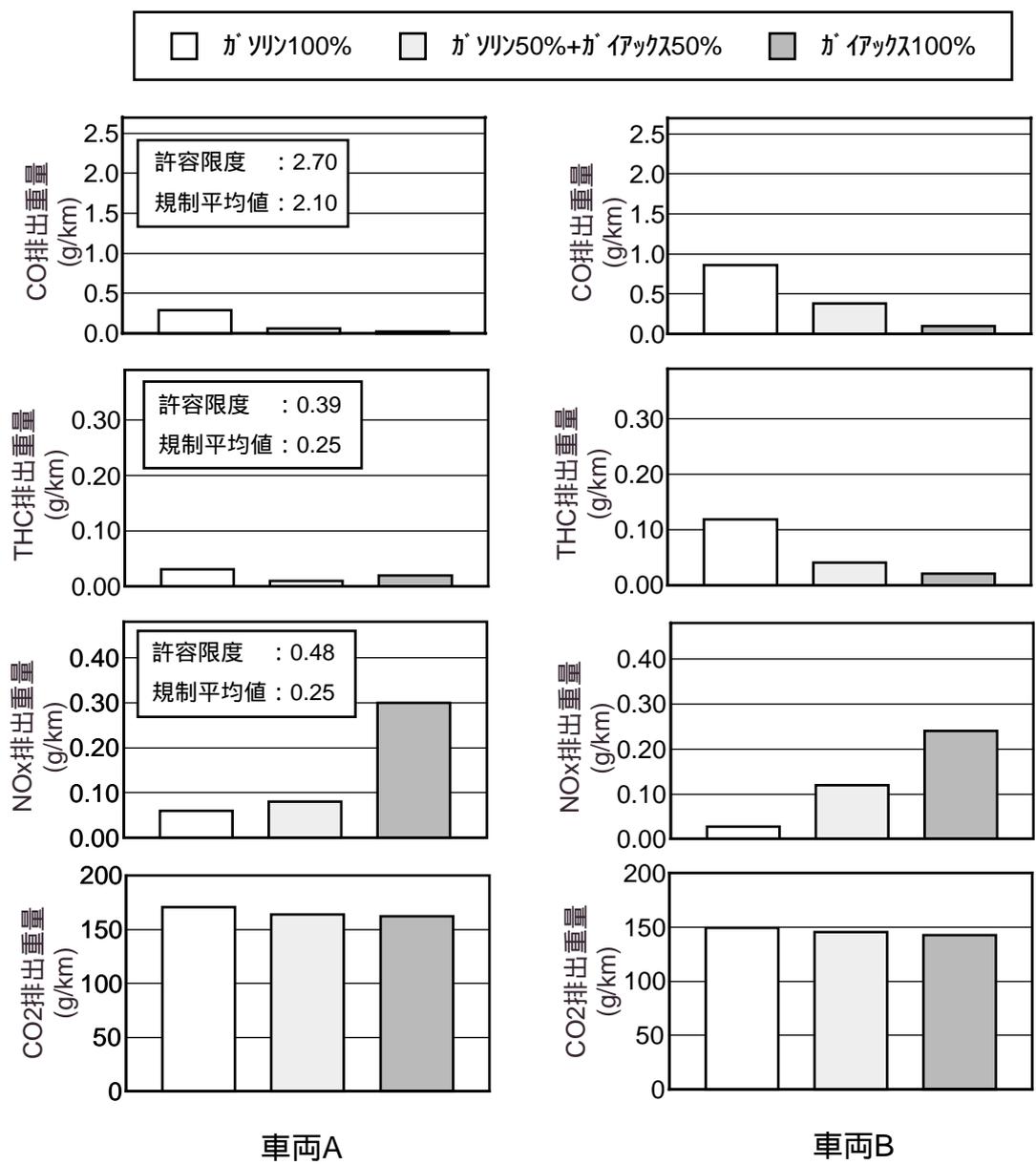


図 4.5 10・15モード試験結果

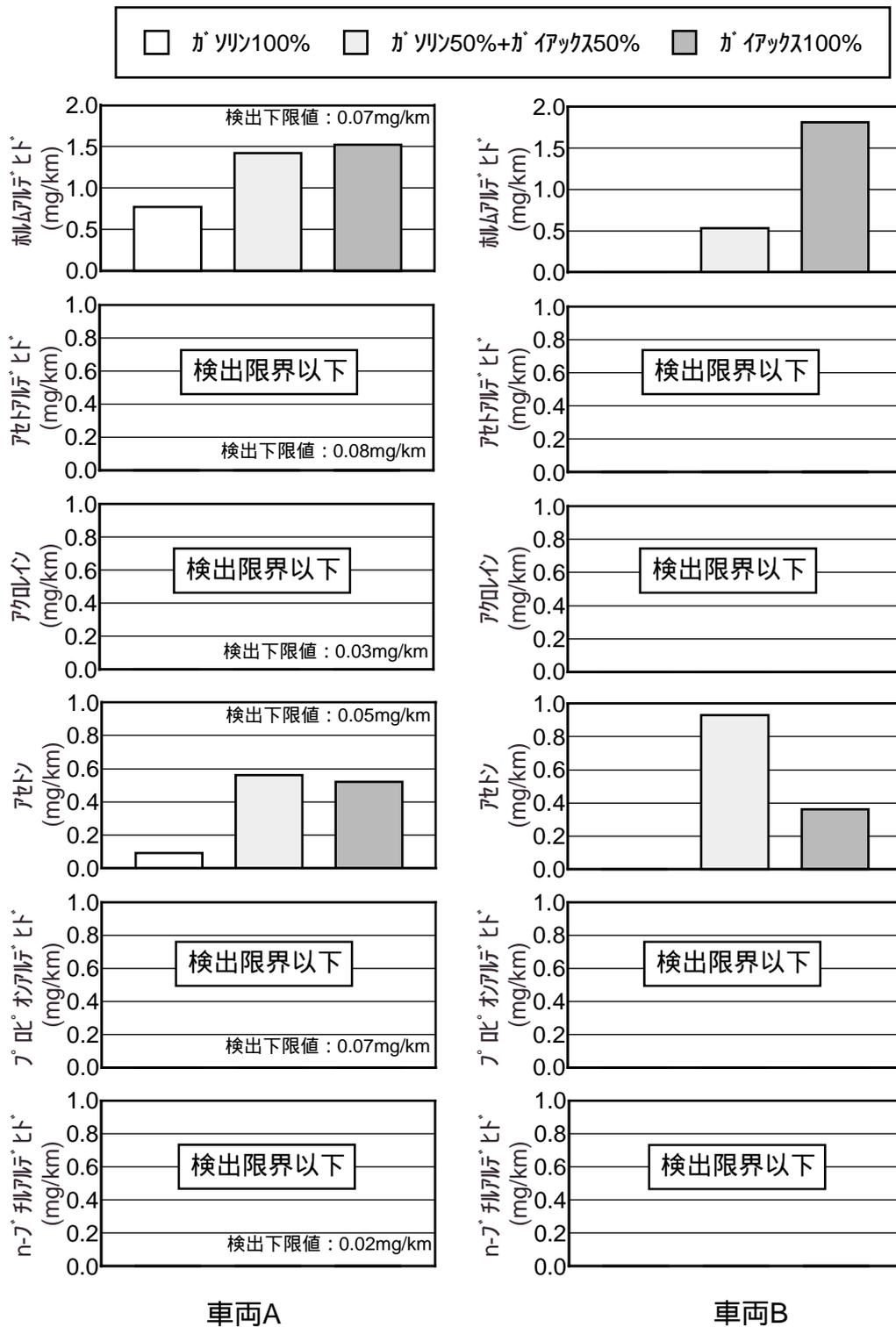


図 4.6 10・15モードにおけるアルデヒド類及びケトン類の測定結果

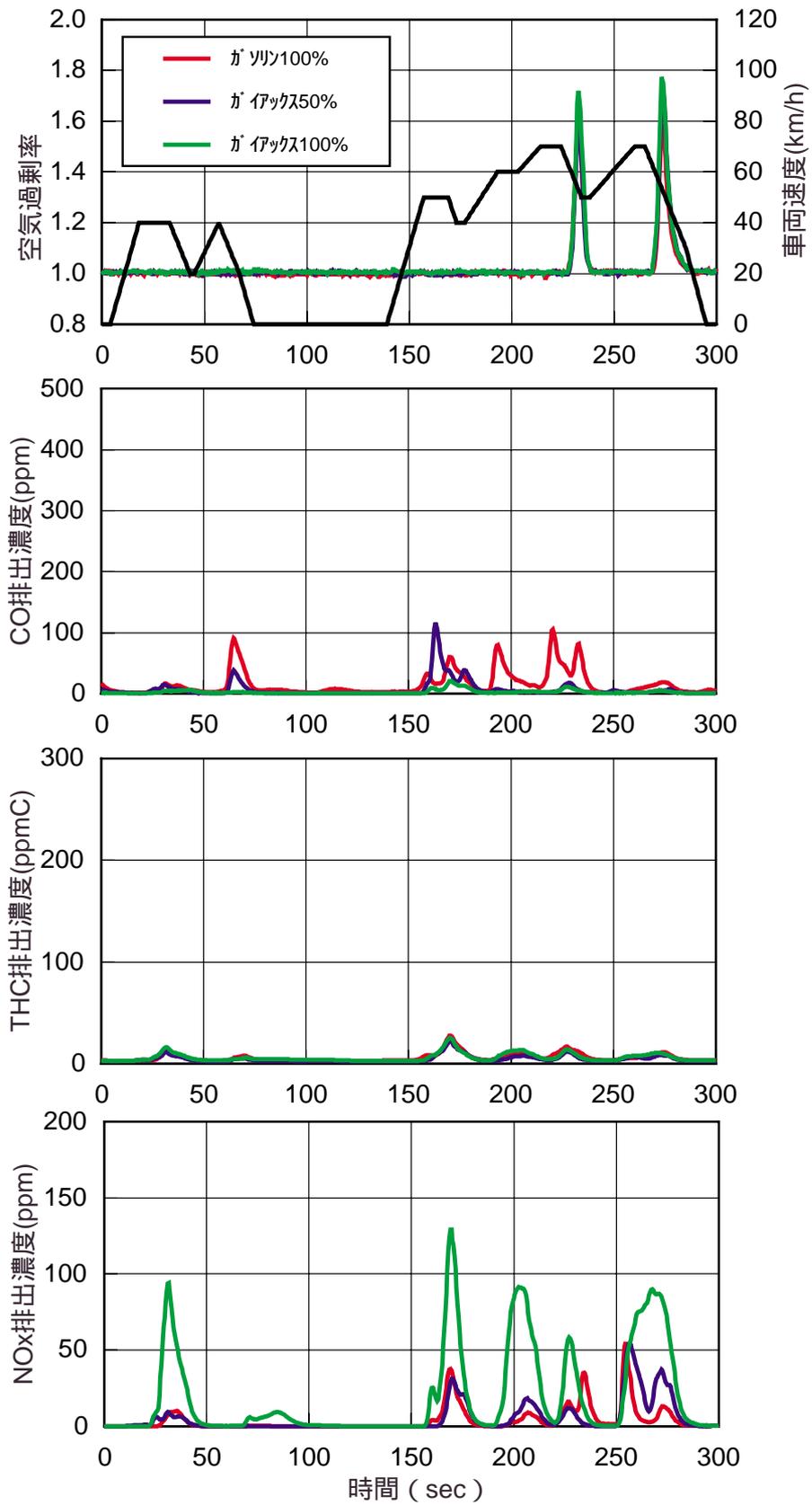


図 4.7 10・15モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動（車両A）

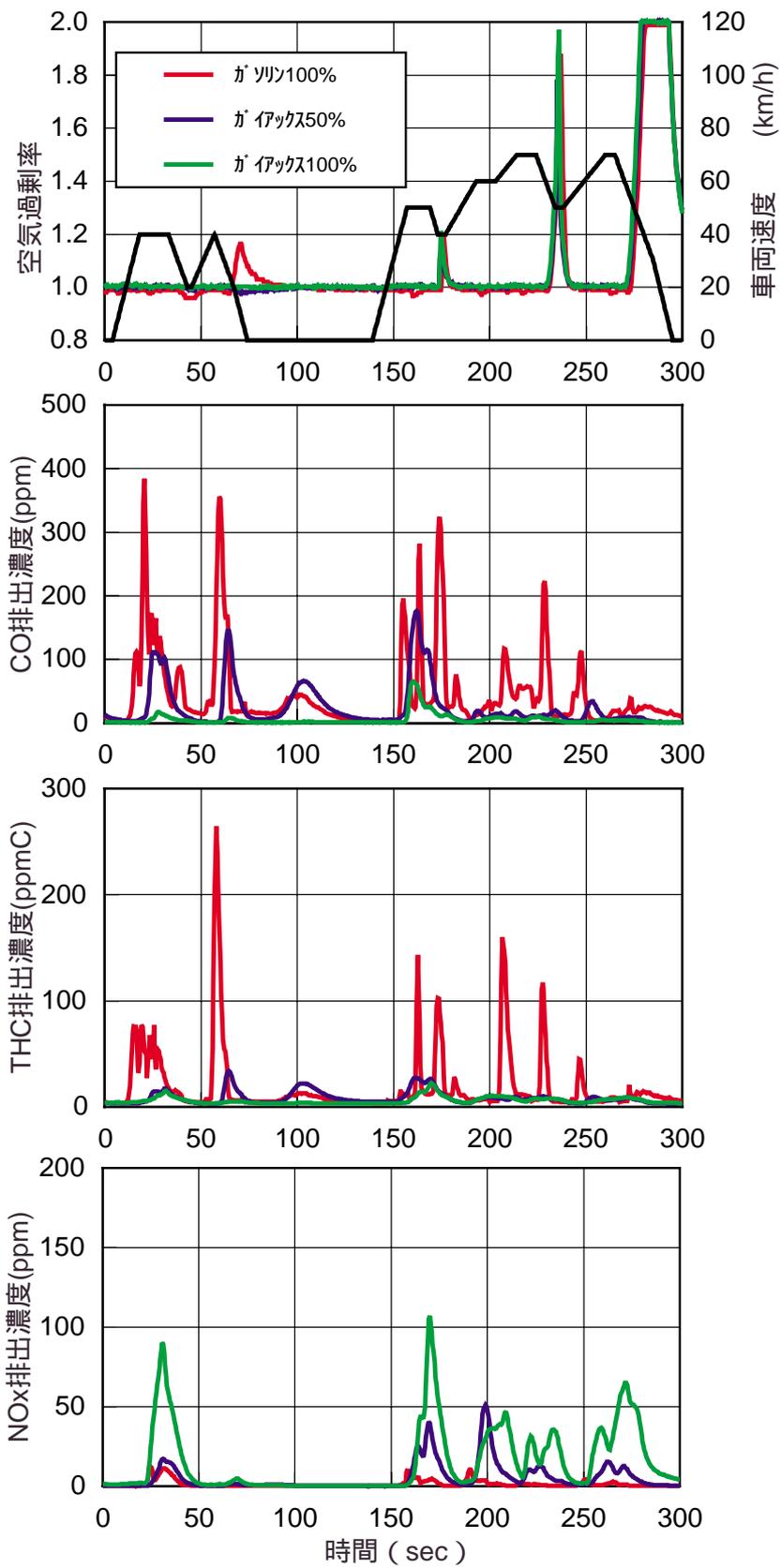


図 4.8 10・15モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動（車両B）

表 4.7 11モード試験結果（車両 A）

		ガソリン100%	ガソリン50% +ガソリン50%	ガソリン100%	53年度 許容限度	規制 平均値
CO	g/test	25.2	20.6	21.5	85.0	60.0
THC	g/test	2.46	1.95	1.79	9.50	7.00
NOx	g/test	2.24	2.35	2.62	6.00	4.40
CO2	g/km	813.7	798.9	773.5	---	---
燃料消費率	km/l	11.0	10.5	9.9	---	---
ホルムアルデヒド	mg/test	19.03	29.79	30.10	---	---
アセトアルデヒド	mg/test	4.44	11.00	9.78	---	---
アクロレイン	mg/test	2.03	2.05	2.11	---	---
アセトン	mg/test	4.51	74.76	62.83	---	---
プロピオンアルデヒド	mg/test	2.83	8.78	11.29	---	---
n-ブチルアルデヒド	mg/test	ND	5.44	9.06	---	---

表 4.8 11モード試験結果（車両 B）

		ガソリン100%	ガソリン50% +ガソリン50%	ガソリン100%	53年度 許容限度	規制 平均値
CO	g/test	20.6	17.3	14.2	85.0	60.0
THC	g/test	4.60	2.45	1.55	9.50	7.00
NOx	g/test	1.72	1.54	1.55	6.00	4.40
CO2	g/km	647.2	640.5	625.3	---	---
燃料消費率	km/l	14.0	13.0	12.3	---	---
ホルムアルデヒド	mg/test	26.51	24.00	23.53	---	---
アセトアルデヒド	mg/test	14.73	9.31	12.98	---	---
アクロレイン	mg/test	ND	2.34	1.80	---	---
アセトン	mg/test	ND	38.27	30.12	---	---
プロピオンアルデヒド	mg/test	ND	5.56	5.94	---	---
n-ブチルアルデヒド	mg/test	ND	3.16	4.18	---	---

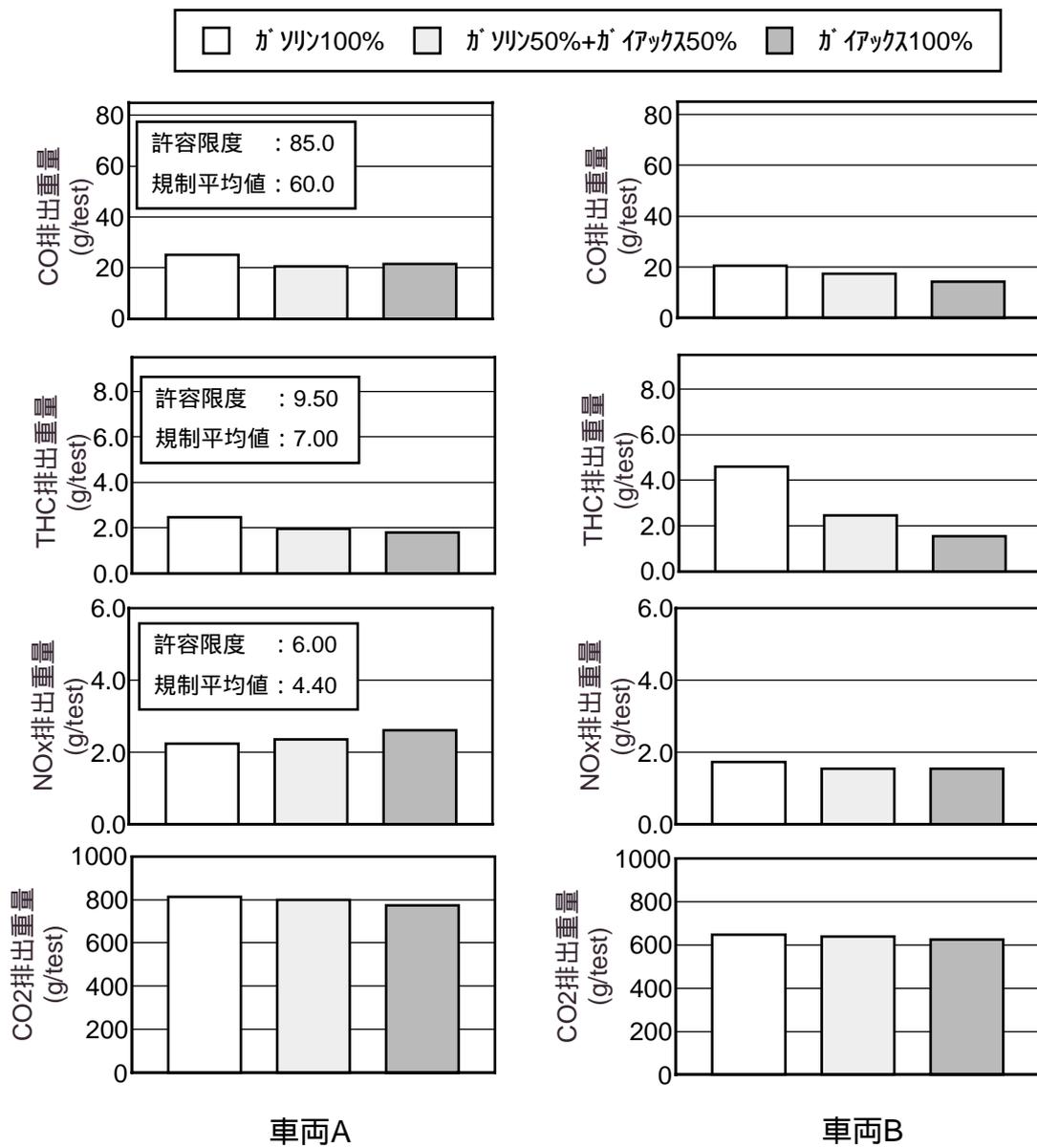


図 4.9 11 モード試験結果

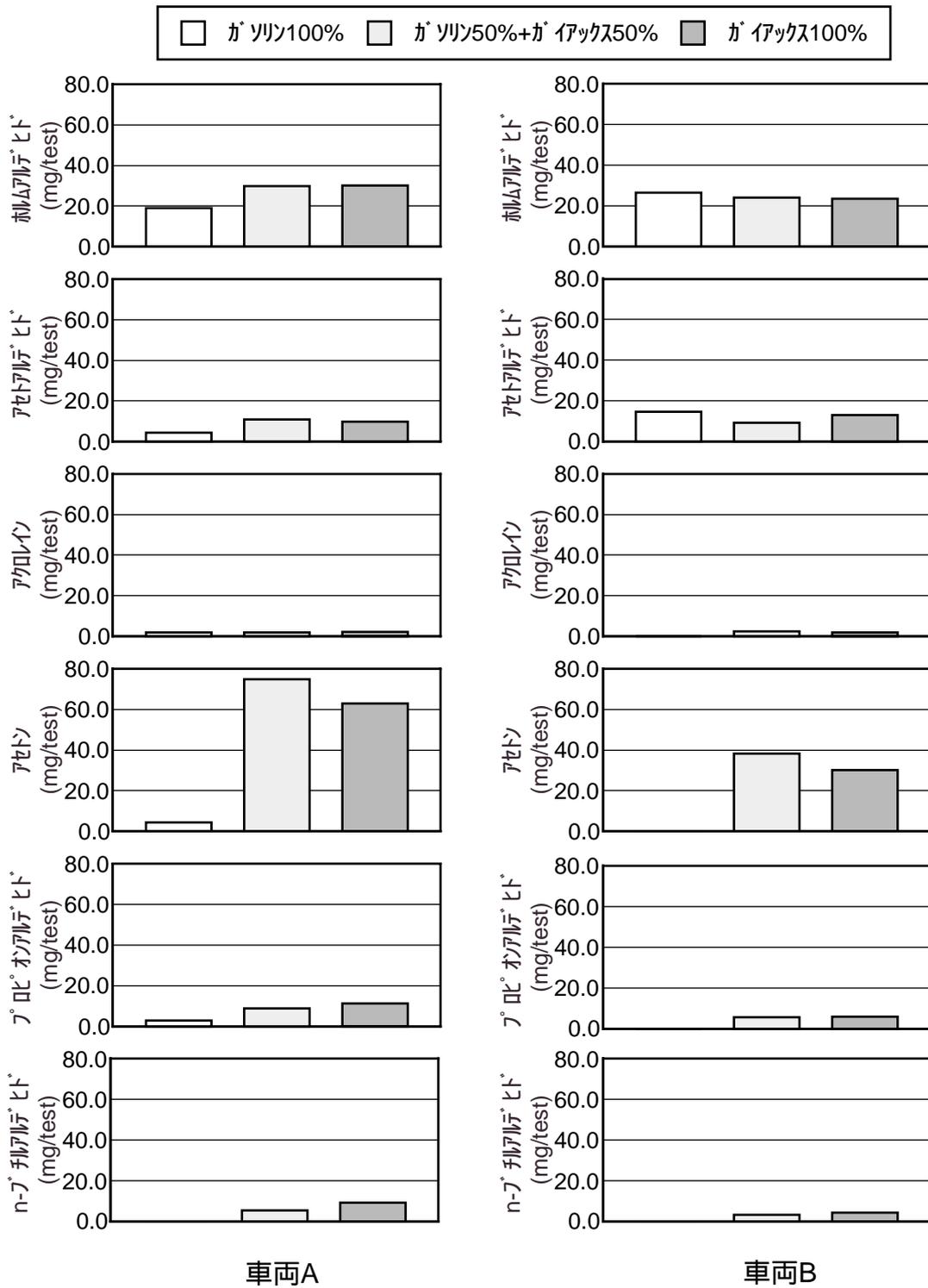


図 4.10 11モードにおけるアルデヒド類及びケトン類の測定結果

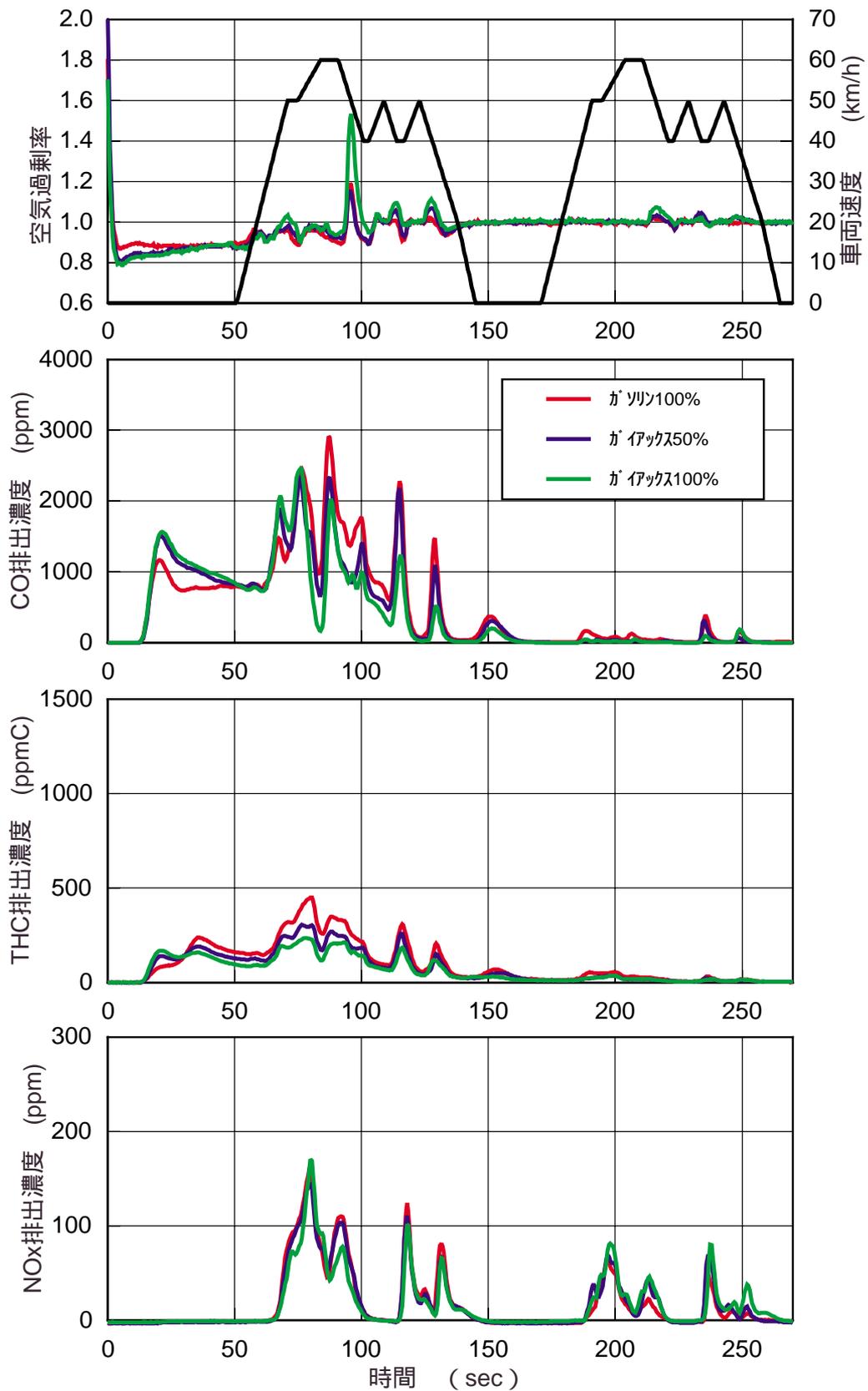


図 4.11 11モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動（車両A）

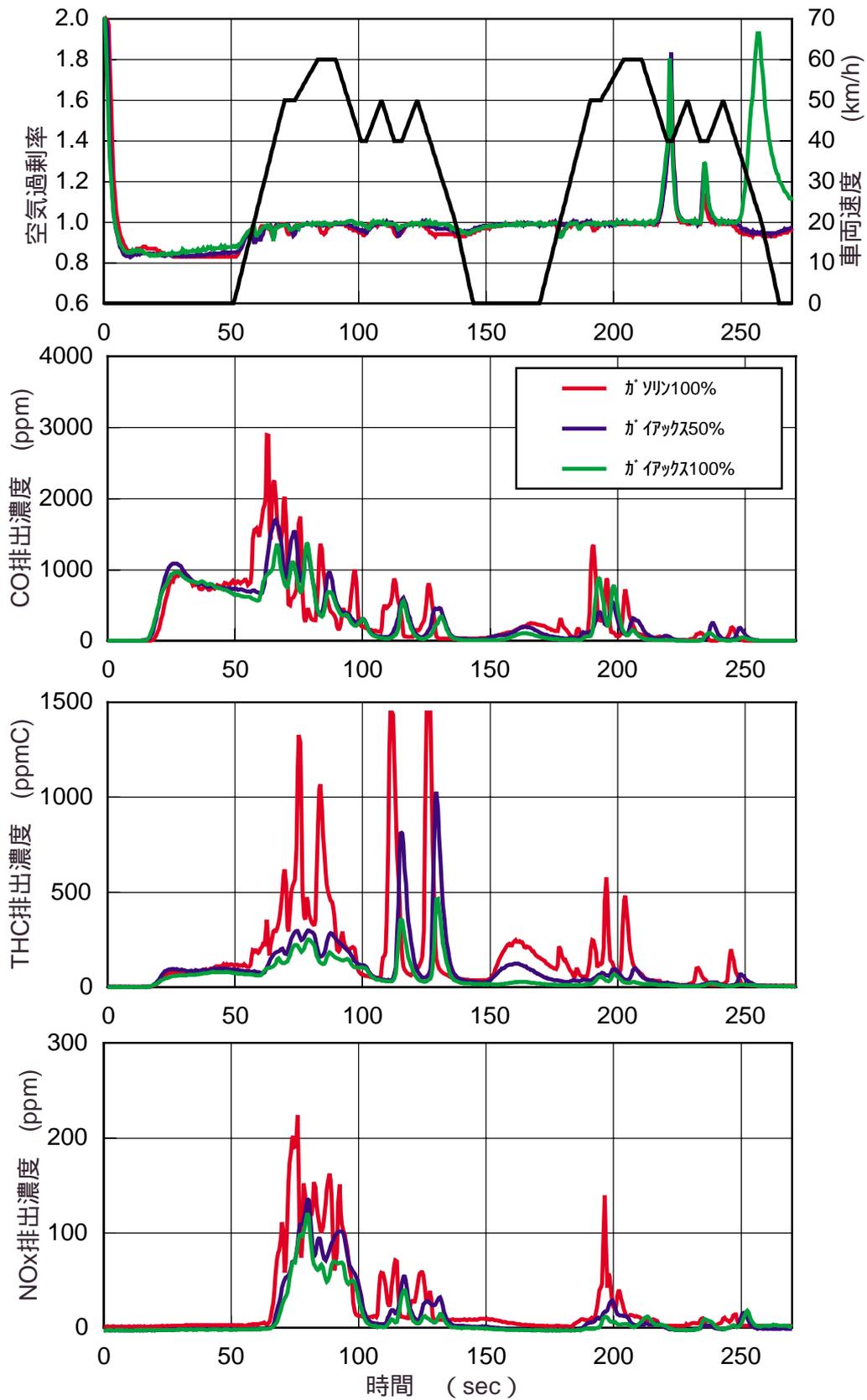


図 4.12 11 モード走行時の空気過剰率及び規制物質の挙動 (車両 B)

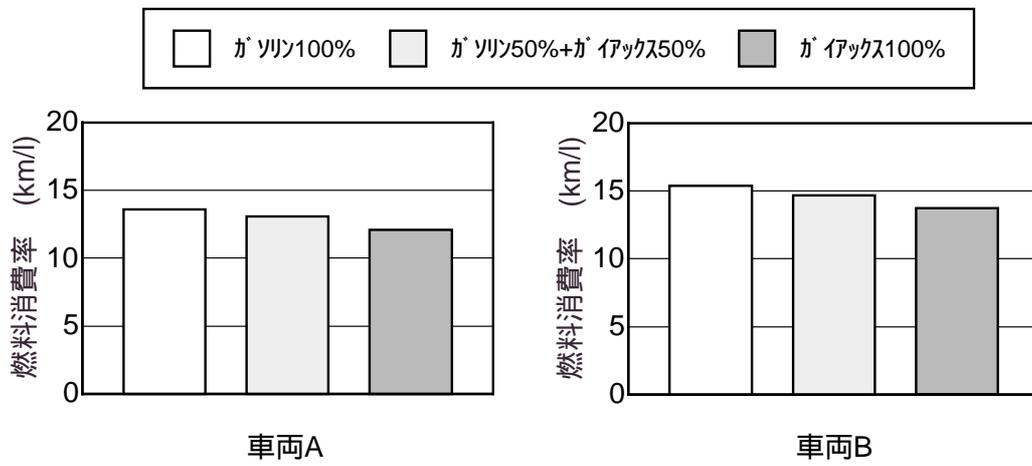


図 4.13 10・15モードにおける燃料消費率測定結果

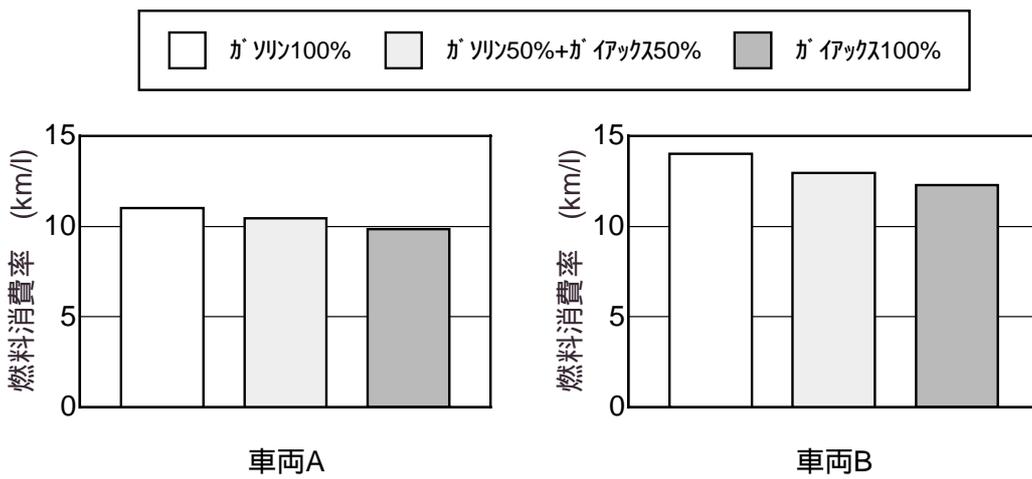
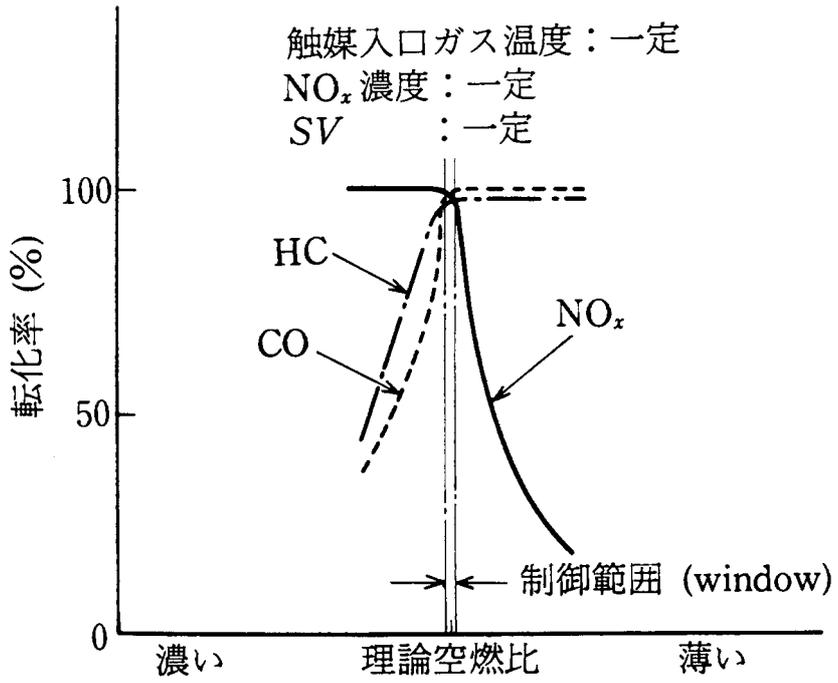


図 4.14 11モード燃料消費率測定結果

表 4.9 アイドリング時の直接排出ガス測定結果

車両	燃料	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	エンジン回転 (rpm)
車両A	ガソリン100%	0.03	15.14	45	700
	ガアイックス50%	0.00	15.00	14	700
	ガアイックス100%	0.00	15.00	10	700
車両B	ガソリン100%	0.01	15.08	30	720
	ガアイックス50%	0.01	15.04	10	710
	ガアイックス100%	0.00	15.02	9	710
再現精度		± 0.02%	± 0.25%	± 4ppm	



出典：自動車技術ハンドブック（（社）自動車技術会）

図 4.15 三元触媒の転化率

表 4.10 供試車両の主要諸元（二輪車）

記 号		車両C	
年 式		平成8年	
排気ガス規制		未対策	
走 行 距 離	km	896	
車 体	全 長	mm	1750
	全 幅	mm	715
	全 高	mm	1060
	車 両 重 量	kg	83
	ホイールベース	mm	1235
	車両総重量	kg	138
原動機	サイクル		2
	気筒数		1
	総排気量	cc	49
	燃料供給方式		キャブレタ
その他	タイヤサイズ	前	3.50-10 41J
	タイヤサイズ	後	3.50-10 41J

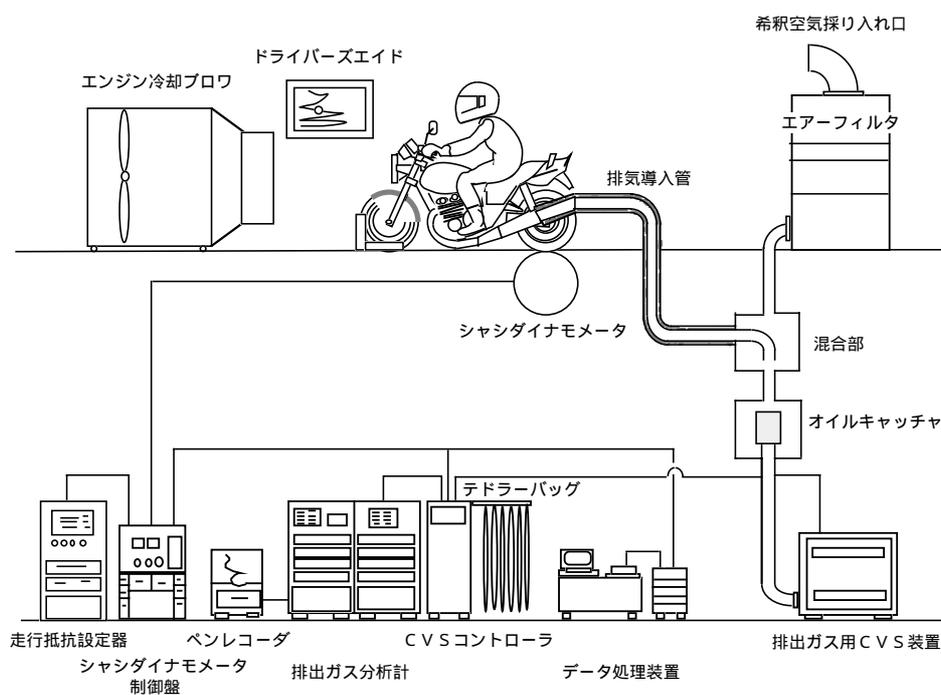


図 4.16 二輪シャシーダイナモメータのシステム概要

表 4.11 シャシーダイナモメータの主要諸元

動力計	形 式	直流電気動力計
	方 式	逆並列型サリスルオード
	容 量	37 kw (吸収) , 30 kw (駆動)
	最高速度	150 km/h
ローラ	形式	一軸式
	直径	530.5 mm
	幅	600 mm
	材質	鉄・平滑 (硬質クロム処理)
フライホイール	慣性範囲	100 ~ 550 kg (10kg \pm ヲチ)
	固定慣性	100 kg
	機械慣性	10,20,40,80,140,160 kg
	電位慣性	1 ~ 9 kg (1kg \pm ヲチ)
エンジン冷却ファン		車速追従

表 4.12 排出ガス分析計の主要諸元

分析計型式 : MEXA-9400		
成分	測定原理	測定レンジ範囲
CO	NDIR	100 ~ 3000ppm
CO ₂	NDIR	1 ~ 20%
NO _x	CLD	10 ~ 5000ppm
THC	FID	10 ~ 5000ppm

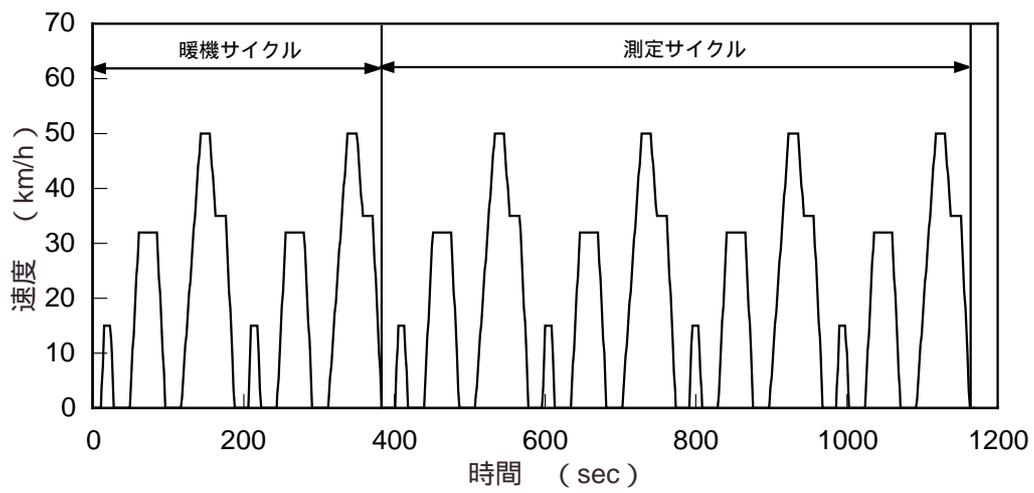


図 4.17 二輪車モード試験パターン

表 4.13 二輪車排出ガス試験結果

		ガソリン100%	ガソリン50% +ガアイックス50%	ガアイックス100%
CO	g/km	15.87	9.22	2.74
THC	g/km	6.75	5.23	4.48
NOx	g/km	0.02	0.04	0.07
CO2	g/km	30.3	34.3	38.5
燃料消費率	km/l	30.6	33.3	35.0
ホルムアルデヒド	mg/km	29.51	51.57	116.87
アセトアルデヒド	mg/km	7.93	12.50	25.27
アクリレン	mg/km	2.59	3.39	7.33
アセトン	mg/km	2.79	15.78	47.70
プロピオンアルデヒド	mg/km	2.37	8.07	21.52
n-ブチルアルデヒド	mg/km	2.02	9.48	26.87

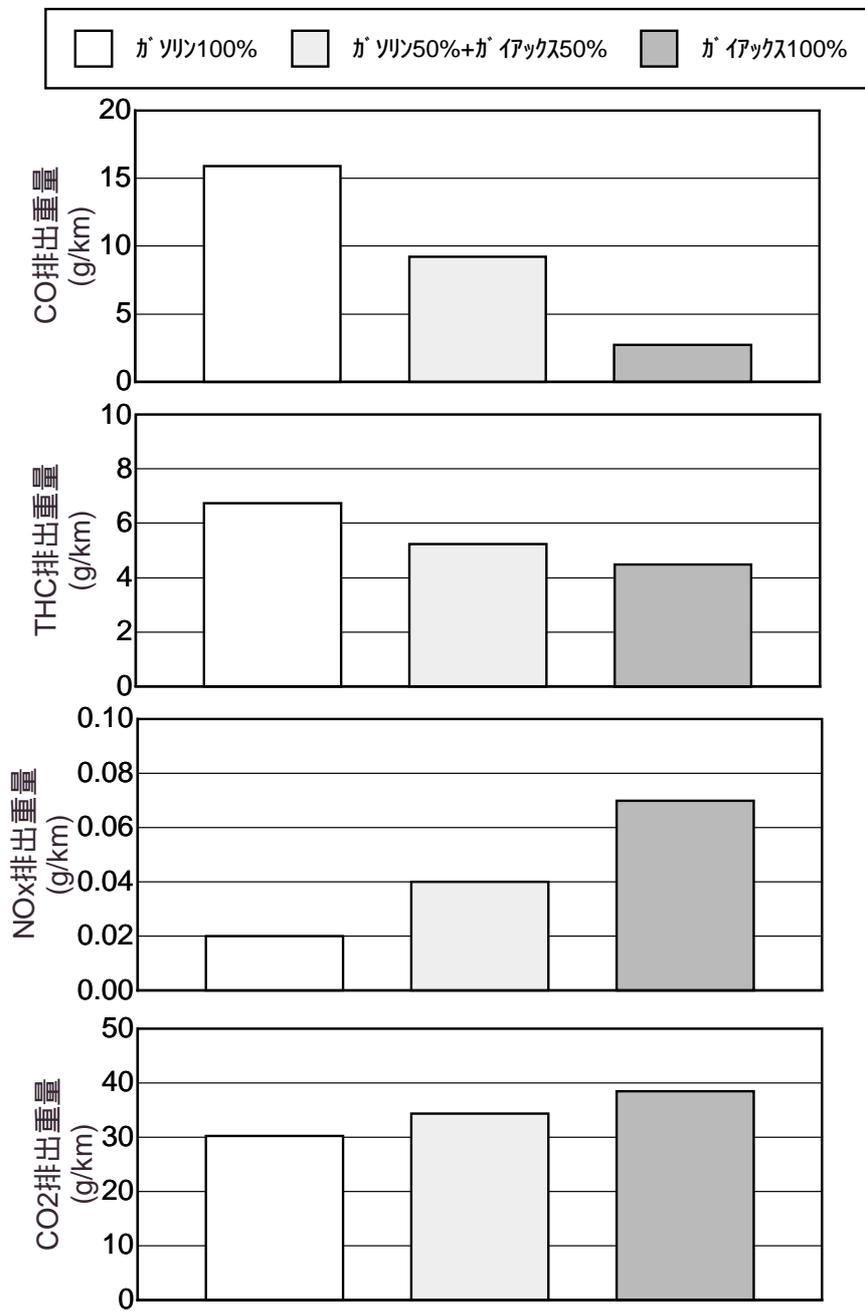


図 4.18 二輪車排出ガス試験結果

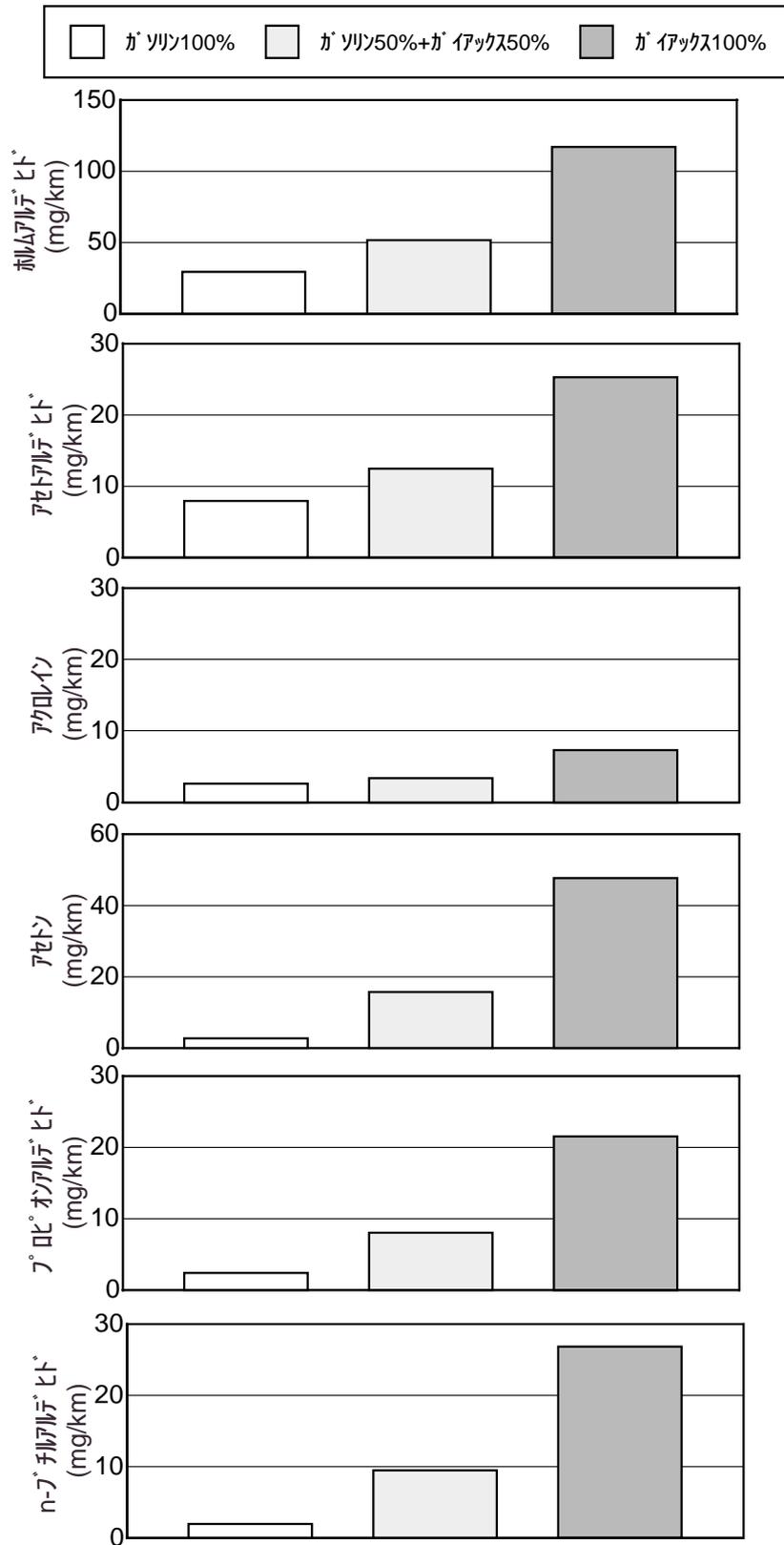


図 4.19 アルデヒド類及びケトン類測定結果

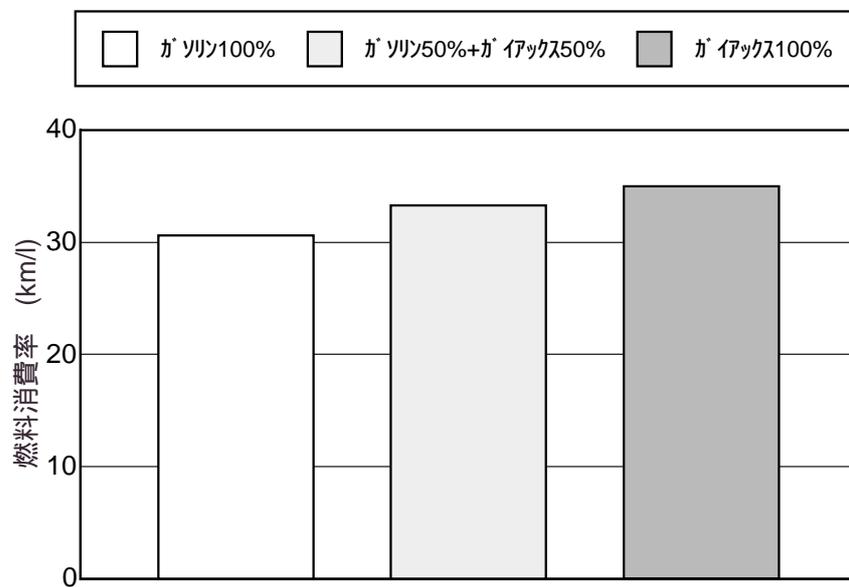
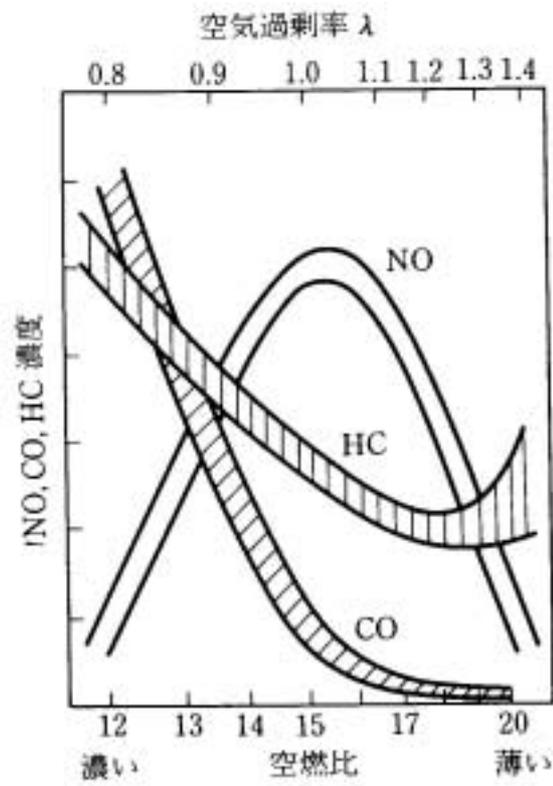


図 4.20 燃料消費率測定結果

表 4.14 アイドリング時の直接排出ガス測定結果

供試燃料	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)	エンジン回転 (rpm)
ガソリン100%	4.40	6.63	8350	2225
ガアイックス50%	2.09	8.15	8315	2365
ガアイックス100%	0.47	9.36	12400	2075
再現精度	± 0.02%	± 0.16%	± 200ppm	



出典：自動車技術ハンドブック（（社）自動車技術会）

図 4.21 CO , THC 及び NOx の排出特性

表 5.1 四輪車の中間加速時間測定結果

燃料	車両A sec	車両B sec
	2ndレンジ 50～100km/h	3速レンジ 30～80km/h
ガソリン100%	9.86	9.30
ガソリン50%+ ガイヤックス50%	9.91	9.28
ガイヤックス100%	10.12	9.35

表 5.2 四輪車の冷間始動時間測定結果

燃料	車両A sec	車両B sec
ガソリン100%	1.25	1.3
ガソリン50%+ ガイヤックス50%	1.4	1.5
ガイヤックス100%	1.5	1.55

表 5.3 二輪車の間加速時間及び始動時間測定結果

供試燃料	加速時間 sec	始動時間 sec
ガソリン100%	7.10	1.45
ガリアックス50%	7.23	2.45
ガリアックス100%	7.25	3.65