

〔報告〕

ガソリン乗用車のCO₂の排出状況等について

小谷野眞司 木下 輝昭 山崎 実 岡村 整 横田 久司

1 はじめに

運輸部門からのCO₂排出量の削減を図る上で、排出寄与の多いガソリン乗用車についての対策は不可欠である。

自動車の燃費は、国による2010年燃費目標基準値の設定と燃費性能に関する公表¹⁾が浸透し、近年、ガソリン乗用車の燃費向上技術は進展し、販売されている新車の平均燃費は向上している²⁾。

一方、現在、自治体等においても自動車からのCO₂削減対策が活発に行われているが、公表されている自動車燃費性能は、CO₂の排出の少ない自動車を選択していく上での材料とはなるものの、旅行速度等を考慮した

様々な使い方の中での自動車の燃費を表していないため、使用地域で排出するCO₂排出量を把握し、各種の施策を講じていく上での資料として活用することは難しい。

本報告は、自動車の温暖化対策を進める基礎資料を得るため、①東京都実走行パターン、アイドリング等のCO₂排出特性等、②東京都実走行パターンにおける燃費等と10・15モード燃費の相関、③10・15モードとJC08モードの燃費の相関について、これまでに調査した平成12年規制適合以降のガソリン乗用車の排出ガス測定結果を基に整理を行ったものである。

表1 調査車両の概要

排ガス規制	排出ガス識別記号	燃費性能	燃費改善対策	車両重量 (kg)	車両総重量 (kg)	等価慣性重量 (kg)	排気量 (ℓ)	気筒数
12年	GH-	+10%	—	1,240	1,405	1,250	1.47	4
		非達成	記載なし	1,480	1,755	1,500	1.80	4
		+10%	—	1,520	1,795	1,750	2.25	4
		+10%	—	1,600	1,875	1,750	2.50	6
	TA-	+0%	C	860	1,080	1,000	0.66	4
		+5%	V	870	1,145	1,000	1.00	4
		+0%	—	1,040	1,315	1,250	1.50	4
		+5%	D、V	1,500	1,940	1,750	2.00	4
		非達成	—	1,520	1,795	1,750	2.49	6
		+0%	V	1,880	2,320	2,000	2.99	6
	LA-	+20%	C、V	990	1,265	1,000	1.40	4
		+5%	V	920	1,195	1,000	1.24	4
	UA-	+5%	C、V	1,020	1,295	1,250	1.34	4
		+0%	V	1,080	1,250	1,250	1.35	4
		+0%	記載なし	1,080	1,355	1,250	1.49	4
		非達成	V	1,460	1,735	1,500	2.35	6
+0%		V	1,830	2,105	2,000	4.29	8	
非達成		記載なし	1,990	2,430	2,000	3.50	6	
17年	CBA-	+5%	記載なし	1,340	1,615	1,500	1.99	4
		+5%	V	1,530	1,970	1,750	2.00	4
		+5%	D、V	1,560	1,835	1,750	2.49	6
		+5%	C、V	1,560	2,000	1,750	2.00	4
	DBA-	+5%	V	820	1,040	875	0.66	3
		+5%	EP	860	1,080	1,000	0.66	3
		+20%	V、EP	900	1,175	1,000	1.00	3
		+20%	V、EP、C、B、I	980	1,255	1,000	1.00	3
		+20%	C、EP	1,000	1,275	1,000	1.34	4
		+5%	V、EP	1,020	1,295	1,250	1.33	4
		+0%	V、EP	1,070	1,345	1,250	1.39	4
		+5%	V、EP	1,110	1,385	1,250	1.50	4
		+0%	記載なし	1,160	1,435	1,250	1.77	4
		+10%	D、V、EP	1,500	1,775	1,500	2.50	6
+5%	V、B	1,570	1,845	1,750	2.50	6		
+5%	V	1,780	2,055	1,750	2.35	4		

注1) 排出ガス識別記号は、平成12年排ガス規制に適合したもので、GH-: 規制適合車、TA-: 基準25%低減レベル車、LA-: 基準50%低減レベル車、UA-: 基準75%低減レベル車 平成17年排ガス規制に適合したもので、CBA-: 基準50%低減レベル車、DBA-: 基準75%低減レベル車である。

注2) 燃費性能は、2010年燃費基準値に対する基準の適合レベルである。

注3) 燃費改善対策の欄は、国土交通省公表の「自動車燃費一覧」に記載されている主要燃費改善対策欄を転記したもので、C: 自動無段変速機、V: 可変バルブタイミング機構、D: 直噴エンジン、B: 充電制御、I: アイドリングストップ機構、EP: 電動式パワーステアリングである。「記載なし」は、同一覧に燃費改善対策の記載がない車両で、「—」なしは、同一覧に調査車両そのものが掲載されていない。

2 調査方法等

(1) 対象車両

本報の対象車両は、平成 12 年度から平成 19 年度にかけて排出ガス調査を実施したガソリン乗用車で、平成 12 年規制適合車 18 台、平成 17 年規制適合車 16 台の計 34 台である。また、平成 12 年規制適合車の 4 台を除いては、既に平成 22 年燃費基準値を達成した車両である。これらの車両の概要を表 1 に示す。

(2) 調査方法等

本調査は、当研究所の小型自動車用排出ガス計測システムにより行った。本報告内で対象とした運転モード等は、東京都実走行パターン (No.1~No.10、高速 1、高速 2)、アイドリング (ニュートラルレンジ及び D レンジ)、定速走行 (40km/h、60km/h、80km/h)、10・15 モード、JC08 モードである。CO₂ 排出量は、CVS 法 (Bag 法) により NDIR 型式排出ガス分析計により測定した濃度から算出し、燃費は、CO₂、HC、CO の排出量からカーボンバランス法により算出している。また、各測定における試験条件は、ガソリン自動車 10・15 モード試験基準に準じている。なお、JC08 モードについては、一部車両のみの実施であるが、この測定の際の等価慣性重量の設定は、モード走行の運転パターンの違いによる値を比較するため、10・15 モード試験法と同じとした。

3 結果の整理

(1) 東京都実走行パターンにおける CO₂ 排出量

調査車両を排気量と等価慣性重量により分類し、その分類毎の CO₂ 排出特性を図 1 に示す。本図は、東京都実走行パターン (No.1 から No.10、高速 1、高速 2) 及び定速 80km/h における CO₂ 排出量を式 (1) により回帰した曲線で示している。また、式 (1) で得られた旅行速度区分毎の CO₂ 排出量と回帰係数を表 2 に示す。表 2 では、下段に、軽乗用車 (等価慣性重量 870kg) が旅行速度 20km/h で走行した時の CO₂ 排出量に対する比率を記載した。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (g/km)} = a + bV + cV^2 + d/V \dots (1)$$

V : 旅行速度 (km/h)

a、b、c、d : 回帰係数

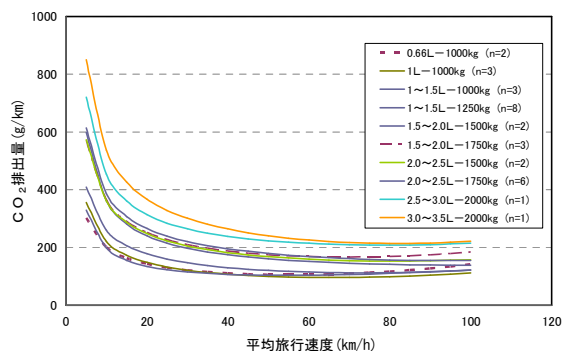


図 1 ガソリン乗用車の旅行速度と CO₂ 排出量

表 2 ガソリン乗用車の CO₂ 排出量

車両区分: 排気量-等価慣性重量(サンプル数)	旅行速度区分									回帰係数			
	10km/h	20km/h	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h	70km/h	80km/h	90km/h	a	b	c	d
0.66L-870kg (n=1)	180.4 (1.45)	124.3 (1.00)	104.0 (0.84)	94.8 (0.76)	91.7 (0.74)	93.0 (0.75)	98.1 (0.79)	106.6 (0.86)	118.2 (0.95)	90.6	-1.08	0.01401	991.7
0.66L-1000kg (n=2)	200.0 (1.61)	142.8 (1.15)	120.7 (0.97)	109.7 (0.88)	105.0 (0.85)	105.0 (0.84)	108.8 (0.88)	116.3 (0.94)	127.2 (1.02)	115.5	-1.35	0.01517	965.5
1L-1000kg (n=3)	220.6 (1.77)	148.0 (1.19)	121.0 (0.97)	107.0 (0.86)	99.4 (0.80)	96.0 (0.77)	95.9 (0.77)	98.6 (0.79)	103.8 (0.84)	99.1	-1.03	0.01023	1307.2
1~1.5L-1000kg (n=3)	198.6 (1.60)	134.4 (1.08)	114.7 (0.92)	106.6 (0.86)	103.8 (0.84)	103.9 (0.84)	106.2 (0.85)	110.0 (0.88)	115.1 (0.93)	67.4	0.00	0.00412	1308.6
1~1.5L-1250kg (n=8)	259.3 (2.09)	178.0 (1.43)	147.0 (1.18)	130.0 (1.05)	119.9 (0.96)	114.2 (0.92)	111.9 (0.90)	112.5 (0.91)	115.6 (0.93)	125.2	-1.19	0.01000	1449.8
1.5~2.0L-1250kg (n=1)	289.9 (2.33)	196.9 (1.58)	163.6 (1.32)	146.2 (1.18)	136.2 (1.10)	130.5 (1.05)	127.8 (1.03)	127.7 (1.03)	129.6 (1.04)	122.0	-0.77	0.00712	1748.8
1.5~2.0L-1500kg (n=2)	361.8 (2.91)	239.9 (1.93)	197.0 (1.59)	174.4 (1.40)	160.4 (1.29)	151.2 (1.22)	145.0 (1.17)	141.0 (1.13)	138.8 (1.12)	133.1	-0.60	0.00412	2342.3
1.5~2.0L-1750kg (n=3)	363.2 (2.92)	251.7 (2.03)	209.9 (1.69)	187.6 (1.51)	174.8 (1.41)	168.3 (1.35)	166.5 (1.34)	168.8 (1.36)	174.8 (1.41)	177.0	-1.56	0.01432	2004.0
2.0~2.5L-1500kg (n=2)	360.9 (2.90)	247.6 (1.99)	205.3 (1.65)	182.2 (1.47)	168.0 (1.35)	159.3 (1.28)	154.4 (1.24)	152.9 (1.23)	154.1 (1.24)	165.9	-1.28	0.00995	2067.8
2.0~2.5L-1750kg (n=6)	386.2 (3.11)	265.4 (2.14)	220.2 (1.77)	195.1 (1.57)	179.0 (1.44)	168.1 (1.35)	160.9 (1.29)	156.6 (1.26)	154.7 (1.24)	175.0	-1.20	0.00773	2223.4
2.5~3.0L-2000kg (n=1)	453.0 (3.64)	313.7 (2.52)	264.0 (2.12)	238.2 (1.92)	223.0 (1.79)	214.1 (1.72)	209.5 (1.69)	208.3 (1.68)	210.0 (1.69)	198.7	-1.03	0.00919	2636.6
3.0~3.5L-2000kg (n=1)	536.9 (4.32)	366.8 (2.95)	301.0 (2.42)	263.9 (2.12)	240.4 (1.93)	225.4 (1.81)	216.8 (1.74)	213.6 (1.72)	215.1 (1.73)	257.4	-2.43	0.01764	3020.1
4.0~4.5L-2000kg (n=1)	438.4 (3.53)	308.3 (2.48)	258.3 (2.08)	229.4 (1.85)	209.8 (1.69)	195.7 (1.57)	185.2 (1.49)	177.6 (1.43)	172.4 (1.39)	216.0	-1.43	0.00727	2359.8

表中の下段 () の数値は、車両区分 0.66L-870kg の車両の旅行速度 20km/h の排出量に対する比率である。

(2)定速走行等の燃費

ア アイドリング時の燃費

アイドリング時の燃費（1時間当たりの燃料消費量、以下「ID燃費」という。）とエンジン排気量との関係を図2に示す。ここでは、ギアがニュートラル(N)レンジの状態とDレンジでブレーキを踏んだ状態の2ケースの結果を示している。DレンジのID燃費は、NレンジのID燃費と比較すると平均して12%悪い。なお、排気量が2~3Lの車両においては4気筒と6気筒のエンジン、排気量が0.66~1.0Lの車両においては3気筒と4気筒のエンジンがあるが、本結果からは気筒数の違いによる差は見られなかった。

イ 定速走行時の燃費

定速走行時の燃費を図3に示す。軽自動車及び排気量1Lの車両では、40km/h、60km/h、80km/hと速度が上昇するに従い、燃費の低下が見られた。排気量1.5L以上の車両では、40km/h及び80km/hの燃費よりも60km/hの燃費が高い。

(3)東京都実走行パターン燃費等と10・15モード燃費の相関

ア 東京都実走行パターン

東京都実走行パターン(No.2, No.5, No.8, No.10)の測定で得られた燃費と公表されている10・15モード燃費(諸元値)との関係を図4に示す。10・15モード燃費は、東京都実走行パターン燃費と比較的良好的な相関が得られることが確認された。

イ 定速走行燃費

定速走行(40km/h、60km/h、80km/h)の測定で得られた燃費と公表されている10・15モード燃費との関係を図5に示す。定速走行においても東京都実走行パターン同様に10・15モード燃費との線形的な相関関係にあるが、40km/h及び60km/hの燃費は、決定係数(R²)はやや低い。なお、図示していないが、同様にエンジン排気量と定速走行(40km/h、60km/h、80km/h)の燃費の関係を見ると、それぞれの決定係数は0.712、0.729、0.683、車両総重量と定速走行(40km/h、60km/h、80km/h)の燃費の関係を見ると、決定係数は0.752、0.820、0.742であり、10・15モード燃費との相関が高い。

ウ 燃費の推計

ア、イで求めた10・15モードと東京都実走行パターン及び定速走行との相関式を基に、10・15モード燃費から旅行速度毎の燃費を推計した結果を図6に

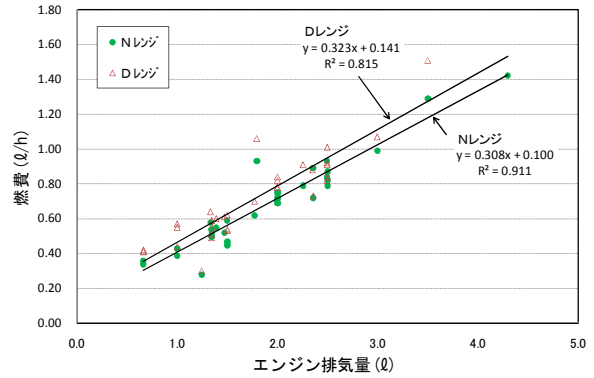
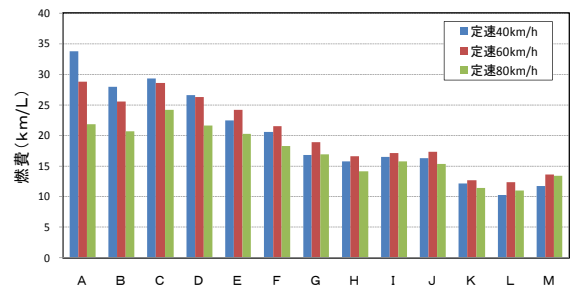


図2 排気量別アイドリン時の燃料消費量 (L/h)



識別	排気量-等価慣性重量 (シャブ数)	識別	排気量-等価慣性重量 (シャブ数)
A	0.66L-870kg (n=1)	H	1.5~2.0L-1750kg (n=3)
B	0.66L-1000kg (n=2)	I	2.0~2.5L-1500kg (n=2)
C	1L-1000kg (n=3)	J	2.0~2.5L-1750kg (n=6)
D	1~1.5L-1000kg (n=3)	K	2.5~3.0L-2000kg (n=1)
E	1~1.5L-1250kg (n=8)	L	3.0~3.5L-2000kg (n=1)
F	1.5~2.0L-1250kg (n=1)	M	4.0~4.5L-2000kg (n=1)
G	1.5~2.0L-1500kg (n=2)		

図3 定速走行時の燃費

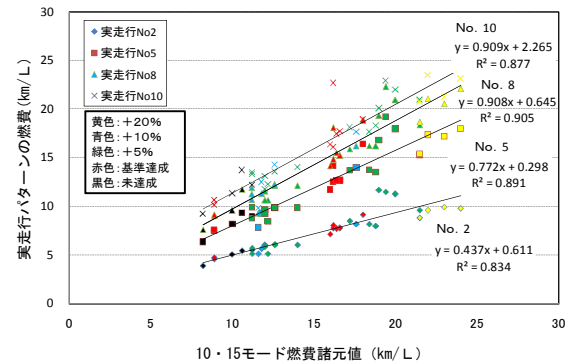


図4 メーカー諸元値と東京都実走行パターンの相関

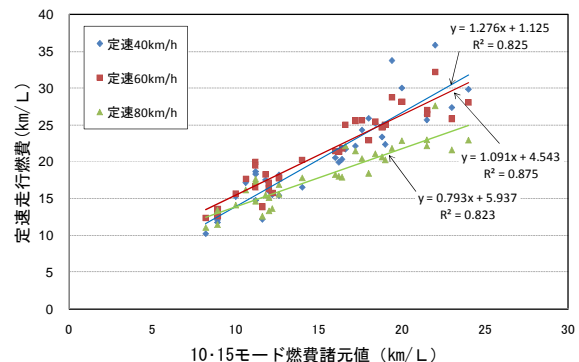


図5 メーカー諸元値と定速走行燃費の相関

示す。ここでは、10・15モード燃費が10km/L、15km/L、20km/L、25km/Lの車両について例示している。10・15モード燃費値に対し、旅行速度8km/h程度の渋滞走行では概ね半分程度、都市内での出現頻度の高い18km/h程度の旅行速度では、8割程度の燃費となる。また、旅行速度が30km/h程度で10・15モード燃費と同等の燃費となり、更に高速になると10・15モード燃費より高い燃費となるが、10・15モード燃費の高い車両ほど10・15モード燃費から向上する比率は小さい。

(4)10・15モードとJC08モードの相関

JC08モードは、平成17年排ガス規制から新たに規定された排出ガス試験モードであり、また、2015年燃費基準の判定に用いる試験モードである。10・15モードとJC08モードの走行パターンを図7に示すが、JC08モードは、従来までの10・15モードに比べ、より実際の走行に近い試験モードとされ、一般的にJC08モードでの燃費値は10・15モードで得られた燃費値よりも1割程度低くなる傾向にあると言われる²⁾。

本調査における10・15モードとJC08モードの測定結果を図8に示す。サンプル台数は5台であるが、両モードの測定結果の値の差は小さく、概ね3%程度以内であった。また、モード走行時の車両瞬時仕事量を積算し、走行距離当たりの仕事量を算出したところ、両モードの値は図9に示すとおり、ほぼ一致していた。更に、1台について、10・15モードとJC08モード走行におけるエンジン回転と負荷の使用領域を比較した結果を図10に示す。JC08モードでは、高回転領域が若干含まれるものの、それらの領域を除くと10・15モードのエンジン使用領域と概ね変わらない。ハイブリッド車や無段変速装置の高度制御を施す車両以外では、10・15モード燃費とJC08モード燃費の差は小さいものと考えられる。

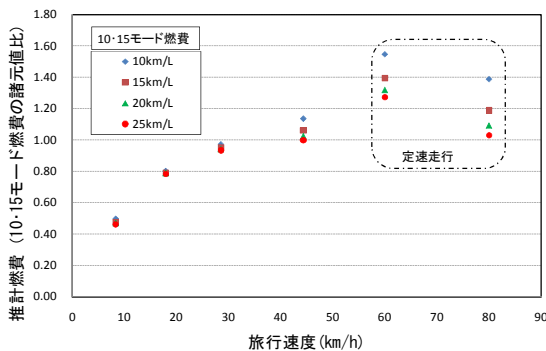


図6 近似式からの推計燃費

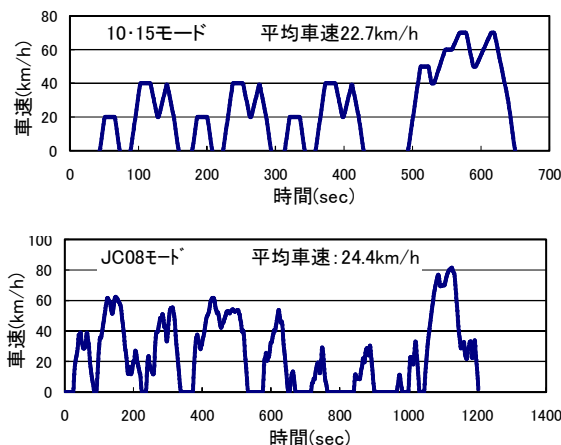


図7 10・15モードとJC08モードの走行パターン

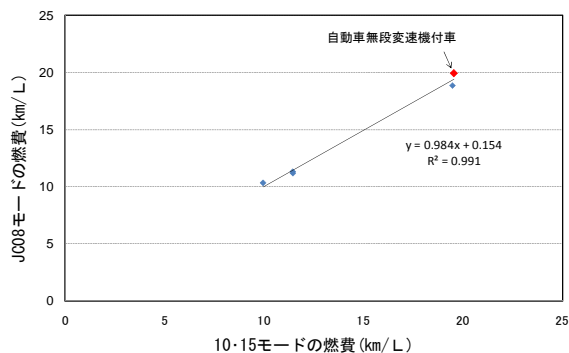


図8 10・15モードとJC08モードの相関

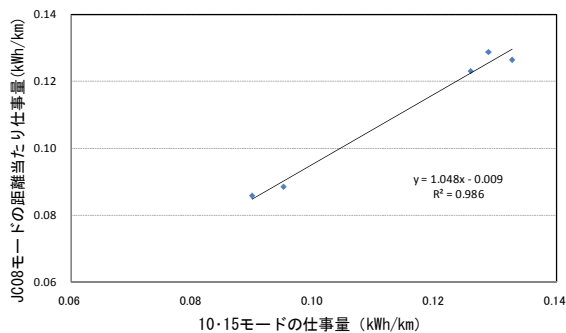


図9 10・15モードとJC08モードの距離当たり仕事量

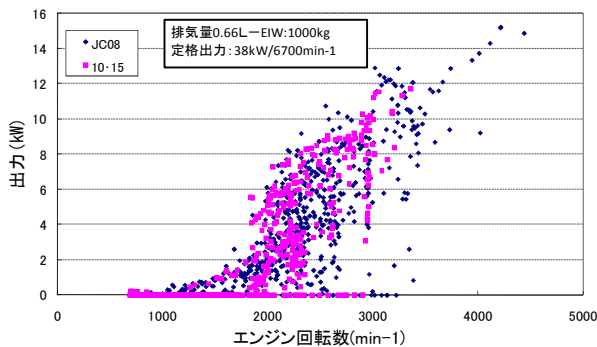


図10 10・15モードとJC08モードのエンジン使用領域

4 まとめ

今回、調査したガソリン乗用車のCO₂等の排出状況を整理した結果は、次のとおりであった。

(1) 調査台数は少ないものの、ガソリン乗用車の排気量、車両の等価慣性重量を区分し、東京都実走行パターン等におけるCO₂排出特性等について確認したところ、次のとおりであった。

ア 排気量、等価慣性重量が大きくなるとCO₂排出量は増加するが、軽自動車については、旅行速度が高くなると、排気量1~1.5L程度の車両よりも排出量は多くなる。

イ アイドリング時の燃費はエンジン排気量と比例関係にあり、Dレンジでの燃費はニュートラルレンジの場合に比較し、平均して12%程度上昇する。

ウ 定速走行の燃費は、軽自動車及び排気量1Lの乗用車では、40km/h走行時の燃費が高いが、排気量1.5L以上の車両では、60km/h走行時の燃費が高い。

(2) 10・15モードの燃費の諸元値は、東京都実走行パターンにおける燃費と相関があり、10・15モード燃費から、都市内走行における燃費の目安を求めることができる。旅行速度が8km/hの渋滞走行では、10・15モード燃費の5割程度、旅行速度が18km/h程度では8割程度であり、旅行速度が30km/h程度では10・15モード燃費と同程度の値となる。

(3) 今回の車両では、JC08モードの燃費は、10・15モードの燃費との差は小さく、一般的に言われる1割程度の差以内であった。

5 おわりに

自動車からの温室効果ガス対策の効果を定量的に把握しようとする場合、多くの車種のような使い方の中でのデータがあることが望ましい。

近年のガソリン乗用車は、低排出ガス車の区分や燃費基準の達成度合いで多岐に分類できる。さらに詳細にCO₂等の排出特性を把握するためには、これらの分類に加え、車両の使用目的等に応じた車両タイプ毎の整理も必要である。また、実走行環境においては、エアコン使用、コールドスタート、エコドライブなどの影響についてのデータの補完も必要である。

そして、今回の調査においては、ハイブリッド車が含まれていないが、ハイブリッド車については、

本結果は当てはまらず、ハイブリッドのアシスト特性等を踏まえた個別の確認が必要なものと考えられる。

今後、継続して乗用車の排出ガス等の調査台数を増やしていく中で、更に詳細なとりまとめを行う予定である。

参考文献

- 1) 「自動車の燃費性能の評価及び公表に関する実施要領」(平成16年国土交通省告示第61号)
- 2) 自動車燃費一覧(平成20年3月国土交通省自動車交通局技術安全部環境課)