

長期規制適合車における排出ガス低減効果

折原 岳朗 木下 輝昭 中川 智史 横田 久司 岡村 整

要 旨

ディーゼル排出ガスの長期規制に適合するディーゼル車の排出ガス低減効果を把握するため、長期規制適合車 19 台、短期規制適合車 24 台の排出ガス測定を行った。測定結果に基づき、長期規制適合車と短期規制適合車の排出ガス排出量を比較検討した結果、以下のことが判明した。

- (1) NO_x の排出量については、D13 モードでは規制値の低減率と同等の低減効果（23 %）が認められたが、より実際の走行状態に近い東京都実走行パターンにおいては、低減効果は認められなかった。
- (2) 長期規制適合車のMAP試験において、測定点別にNO_x 排出量をみると、総じてD13 モード以外の測定点（エンジン回転数と負荷率の組み合わせによる）で低減率が低い傾向にあった。このことが、D13 モードと東京都実走行パターンとの低減率の乖離の要因の一つと考えられる。
- (3) PM の平均排出量については、D13 モードと東京都実走行パターンの間で大きな乖離は見られず、規制値の低減率と同等の低減率（D13 モード：58 %、東京都実走行パターン：53 %）であった。

キーワード：ディーゼル車、長期規制適合車、短期規制適合車、NO_x、PM

The exhaust-gas reduction effect of the heavy duty diesel vehicles that met Japanese long-term standards for emissions.

ORIHARA Takeaki, KINOSHITA Teruaki, NAKAGAWA Tomohumi,
YOKOTA Hisashi, OKAMURA Hitoshi

Summary

In order to verify the reduction effect by Japanese long-term regulation, we investigated 19 heavy duty diesel vehicles that met Japanese long-term standards for emissions, and 24 heavy duty diesel vehicles that met Japanese short-term standards for emissions.

- (1) In the average of 19 long-term regulation vehicles and 24 short-term regulation vehicles, the reduction rate of NO_x was 23 % in Diesel 13 modes. This was equal to the reduction rate of the regulation reduction rate. However, there was no reduction effect in Tokyo transient patterns.
- (2) In the Engine Map test, NO_x reduction rates of the long-term regulation vehicles were low in measuring points other than that of Diesel 13 modes. This is considered to be one of the factors of deviation of the rate of reduction of the Diesel 13 modes and Tokyo transient patterns.
- (3) There was no big difference between Diesel 13 modes and Tokyo transient patterns in the PM emission. The PM emission was almost the same as the reduction rate of the regulation value. The reduction rate was 58% in the Diesel 13 modes, and was 53% in the Tokyo transient patterns.

Keyword : Diesel Vehicles, Japanese long-term standards emissions, Japanese short-term standards emissions, NOx, PM

1 はじめに

車両総重量が 2.5 トンを超える大型ディーゼル車の排出ガス規制は、これまでに短期規制（平成 6 年規制）、長期規制（平成 9・10・11 年規制）、新短期規制（平成 15・16 年度規制）と段階的に強化されてきた。今後は、新長期規制、ポスト新長期規制とさらに厳しい規制が実施される予定である。

当研究所では、使用過程車の排出ガス実態調査に基づき、規制強化による排出ガス低減効果の実態について調査を行ってきた。

これまでの調査では、平成元年規制適合車と短期規制適合車について調査を行い、短期規制適合車の排出ガス低減効果を確認した。その結果、PM 排出量については一定の低減効果（13.5 %程度）が見られるものの、NOx 排出量については、実際の走行に沿った形の試験である東京都実走行パターンでは低減率が低く（3 %程度）、元年規制適合車と比較してもほとんど差が認められないことを報告した。¹⁾

また、長期規制の低減効果については、平成 12 年度に実施した長期規制適合車 4 台の調査結果に基づき、短期規制の場合と同様、東京都実走行パターンでの NOx の低減効果が低い、という傾向がみられることを速報として報告した。²⁾

本報では、その後平成 16 年度までに調査を実施した長期規制適合車 15 台を加え、D13 モード、MAP 試験及び東京都実走行パターンにおける排出ガス測定結果に基づき、短期規制適合車との比較による長期規制適合車の排出ガス（NOx、PM）低減効果について報告する。

2 調査方法

長期規制適合車 19 台について排出ガスの測定を行い、長期規制における規制値との比較及び短期規制適合車との比較に基づき、NOx 及び PM 排出量の低減効果について検証を行った。

調査対象車両の排出ガス測定は、平成 12～16 年度にかけて、当研究所の大型自動車用シャシダイナモメータ（以下「大型 C/D」という。）を用いて実施した。

また、比較対象とする短期規制適合車については、平成 7～11 年度にかけて同様の測定を行った 25 台の測定データを用いた。

(1) 車両諸元

今回調査対象とした車両の諸元を表 1 に示した。これらの車両は、都内を走行している代表的な車種を中心として選定したものである。

調査車両は、いずれも直噴式のディーゼル車であり、長期規制適合車は、車両総重量 4.3～25 トン、排気量 4.3～14.3 ℓである。また、短期規制適合車については、車両総重量 4.3～25 トン、排気量は 4.0～19.7 ℓである。

(2) 測定内容等

ア 測定項目

NOx、PM

イ 分析機器等

(ア) NOx

自動車排出ガス分析装置（MEXA－9400F、7400D：（株）堀場製作所製）を使用した。

(イ) PM

大型 C/D の構成装置であるローボリュームサンプラー（CVS9400T：（株）堀場製作所製）により PM を捕集し、秤量法によって排出量を算出した。

ウ 測定方法

以下の条件で測定を実施した。

(ア) D13 モード

「シャシダイナモメータによるディーゼル自動車 13 モード排出ガス測定方法」³⁾に基づき測定を実施した。

なお、D13 モード試験は、一般的な都市走行において出現頻度の高いとされるエンジン回転数とエンジン負荷率を組み合わせた 13 個の測定点で定常運転を行い、各測定点における排出量に重み係数を乗じたうえ、単位仕事量当たりの排出量を算出するものである。

(イ) 東京都実走行パターン

東京都実走行パターン No. 1（平均車速約 5 km/h）～ No. 10（平均車速 44 km/h）の 10 パターンにより測定を実施した。また、等価慣性重量については、1/2 積載とした。

表 1 調査対象車両の諸元表

	用途	最大積載量(t)	車両総重量(t)	排気量(L)	気筒数	給気方式等	最大出力 PS/rpm	最大トルクkgf・m/rpm
短期規制適合車 (25台)	貨物	2.00	4.28	4.02	4	NA・EGR	115/3250	28.5/1750
		2.00	4.82	4.21	4	NA	130/3200	31/1800
		2.75	5.50	4.33	4	NA	130/3200	31/1800
		2.75	6.52	4.10	4	NA	125/3200	29.5/2000
		3.40	7.98	6.92	6	NA	195/3000	51/1600
		3.45	7.98	7.96	6	NA	200/2900	54/1700
		3.25	7.98	7.54	6	TC・IC	170/2900	47/1700
		4.00	7.99	8.23	6	NA	210/2850	55/1700
		5.00	10.59	8.20	6	NA	220/2900	58/1700
		7.75	12.70	8.20	5	NA	220/2900	58/1700
		9.10	19.93	11.95	6	TC・IC	300/2200	120/1400
		9.80	19.93	17.99	8	NA	350/2200	125/1300
		9.30	19.98	15.00	6	TC・IC	330/2100	157/1200
		9.60	19.98	12.88	6	TC・IC	360/2000	155/1100
		14.70	24.91	12.02	6	TC・IC	360/2200	145/1200
		13.70	24.93	19.68	8	NA	355/2200	126/1400
		14.40	24.94	12.50	6	TC・IC	390/2100	170/1400
		14.20	24.95	17.74	8	NA	355/2200	125/1300
		13.60	24.97	12.06	6	TC・IC	360/2000	147/1200
		14.00	24.99	12.88	6	TC・IC	360/2000	155/1100
		14.20	25.00	12.06	6	TC・IC	390/2000	165/1200
	乗合	-----	13.63	9.88	6	NA	230/2500	70/1500
		-----	15.58	17.99	8	NA	350/2200	125/1300
		-----	15.81	17.74	8	NA	355/2200	125/1300
		-----	15.98	19.00	10	NA	380/2300	130/1400
長期規制適合車 (19台)	貨物	2.00	5.46	4.33	4	NA・EGR	123/3100	30/1500
		3.00	6.49	5.25	4	NA・EGR	155/3200	38/1600
		2.95	7.99	7.96	6	NA・EGR	205/2900	54/1600
		14.10	24.99	14.26	6	TC・IC	370/1750	182/1000
		2.00	4.27	4.21	4	NA・EGR	125/3200	30/1800
		2.90	7.99	7.16	6	NA・EGR	205/2900	51/1700
		13.80	24.99	12.88	6	TC・IC	346/2200	155/1200
		14.50	24.93	13.07	6	TC・IC	370/1900	165/1400
		2.00	5.72	4.89	4	NA・EGR	138/3000	36/1600
		13.60	24.93	12.88	6	TC・IC	366/2000	155/1100
		4.00	7.99	6.92	6	NA・EGR	204/3000	51/1400
		3.80	7.98	8.20	6	NA・EGR	177/2900	50/1700
		2.00	4.42	4.57	4	NA・EGR	133/3100	32/1200
		2.00	4.74	5.24	4	NA・EGR	138/3200	34/1600
		3.25	7.97	6.63	5	NA・EGR	168/2900	46/1600
		2.75	7.96	9.20	6	NA・EGR	165/2700	68/1400
		2.75	7.99	7.54	6	TC・IC	238/2700	70/1400
		15.10	24.95	13.07	6	TC・IC	366/1900	165/1400
		2.00	5.92	4.98	4	NA・EGR	153/3100	37/1500

注) NA: 自然給気、EGR: 排ガス再循環装置装着、TC: ターボチャージャー装着、IC: インタークーラー装着

東京都実走行パターンは、実際の走行状況に即した形で排出ガスの測定を行うため、都内における走行実態調査に基づき作成したものであり、渋滞からスムーズな流れまでの 10 種類の走行パターンがある。

(ウ) MAP 試験

D13 モードで網羅していないエンジン回転数、エンジン負荷率を含め、合計 20 の測定点について、「シャ

シダイナモメータによるディーゼル自動車 13 モード排出ガス測定方法」と同様な測定を実施した。

3 結果および考察

(1) D13 モード (法定試験モード) による測定結果

(ア) 規制値 (許容限度値、規制平均値) との比較

D13 モードによる車両ごとの NOx 及び PM 排出量

測定結果を図 1 に示した。

グラフは、横軸が車両総重量、縦軸が排出量である。

まず、NO_x 排出量を長期規制適合車（○印）について個別にみると、許容限度値（単体での上限値）である 5.9 g/kWh を僅かに超える車両（5.94 g/kWh）が 1 台あった。その他の車両については、長期規制の許容限度値である 5.9 g/kWh は下回っているものの、同規制における規制平均値（型式あたりの平均値の上限値）である 4.5 g/kWh を半数近くの車両が上回っている状況にあった。

同様に PM 排出量についてみると、規制の許容限度値である 0.49 g/kWh は、いずれの車両とも下回っているものの、同規制における規制平均値である 0.25 g/kWh については、NO_x と同様に半数近くの車両が上回っていた。

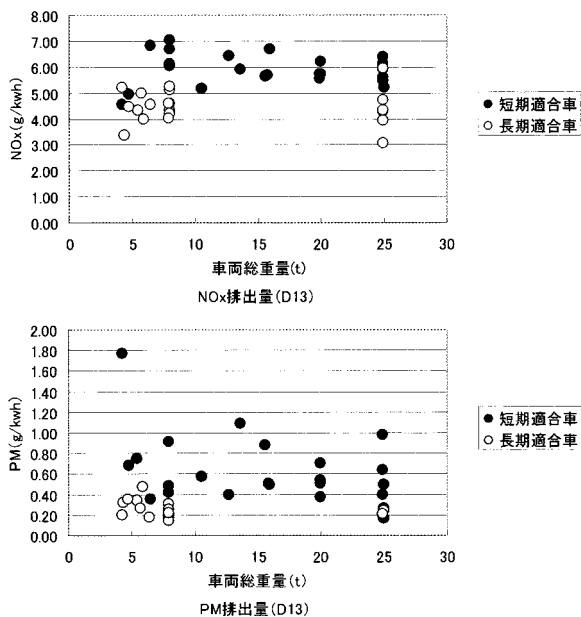


図 1 D13 モードによる NO_x、PM 排出量

(イ) 短期規制適合車との比較

次に、長期規制による規制効果について、短期規制適合車における測定結果との比較に基づき検証する。

図 1 をみると長期規制適合車の排出量は、NO_x、PM いずれも短期規制適合車（●印）に比べて総じて低い傾向にあることがわかる。

図 1 に示した測定結果に基づき、短期規制、長期規制適合車それぞれの排出量の平均を求めた結果を表 2 に示した。同表に示したように、長期規制適合車の NO_x、PM 排出量は、短期規制適合車に比べ低く、その低減率はそれぞれ 23 %、58 %であった。

長期規制における NO_x、PM 排出量の規制値は短期規制に比べ、それぞれ 25 %、64 %低減されている。今回行った D13 モードによる測定においては、この規制強化とほぼ同等の低減率が得られており、規制の効果が如実に現れていると言える。

表 2 D13 モードによる NO_x、PM 排出量平均値

	D13モード	
	NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)
短期規制適合車	5.83 (6.00)	0.60 (0.70)
長期規制適合車	4.47 (4.50)	0.25 (0.25)
低減率	23% (25%)	58% (64%)

注1:()内の数値は規制平均値及びその低減率を示す。

注2:測定台数は、短期規制車25台、長期規制車19台

(2) 東京都実走行パターンによる測定結果

東京都実走行パターンにおける排出量の測定結果を図 2 に示した。グラフは、D13 モードの時と同じく、横軸は車両総重量、縦軸が排出量である。なお、排出量については、各走行パターン（No. 1 ～No. 10）による測定結果の平均を当該車両の等価慣性重量にて除して標準化した値を用いている。

(ア) 短期規制適合車との比較

まず、長期規制適合車（○印）の NO_x 排出量についてみると、グラフからもわかるように、半数近くの車両が同重量クラスの短期規制適合車（●印）とほぼ同レベルもしくはそれを上回る排出量であった。

次に、PM の排出量についてみると、こちらは短期規制適合車と比較して総じて低い傾向にあり、規制の効果が現れているものと考えられる。

図 2 に示した測定結果をもとに、D13 モード及び東京都実走行パターンについて、長期規制適合車 19 台及び短期規制適合車 25 台の NO_x 及び PM の平均排出量を比較したものを表 3 に示した。また、東京都実走行パターン（No. 1 ～No. 10）において、各走行パターン別に NO_x 及び PM の平均排出量をプロットしたグラフを図 3 に示した。

まず、表 3 をみると長期規制適合車における NO_x 排出量の低減率は 4 %とほとんど低減されておらず、また、D13 モード試験における低減率（23 %）と比べても、大きく乖離していることがわかる。この傾向

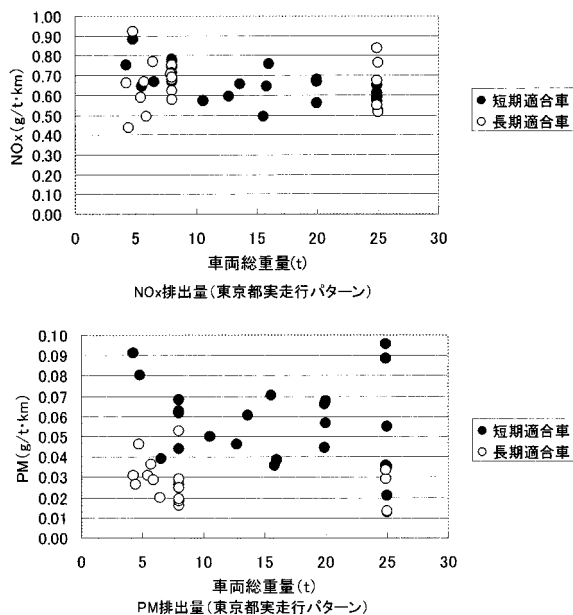


図2 実走行パターンによるNOx、PM排出量

表3 実走行パターンによるNOx、PM排出

	東京都実走行パターン	
	NOx(g/t・km)	PM(g/t・km)
短期規制適合車	0.65	0.058
長期規制適合車	0.63	0.027
低減率	4%	53%

注1: 測定台数は、短期規制車25台、長期規制車19台

は、図3からもわかるように、いずれの走行パターン(No.1～No.10)においても同様であった。

次に、PMの排出量についてみると、表3に示したとおり低減率は53%であり、D13モードにおける低減率(58%)とほぼ同等のレベルであった。また、図3からもわかるように、いずれの実走行パターン(No.1～No.10)においても同様に高い低減効果が認められた。

(3) MAP試験による検討結果

D13モードと東京都実走行パターンにおいて、NOx排出量の低減率に乖離が見られる要因について、MAP試験の結果を用いて検討を行う。

MAP試験では、図4に示したようにD13モードでは測定しない測定点(エンジン負荷率と回転数の組み合わせ)を含め、合計20の測定点にて測定を行う。図4上で数字(モード番号)にて示した点はD13モード

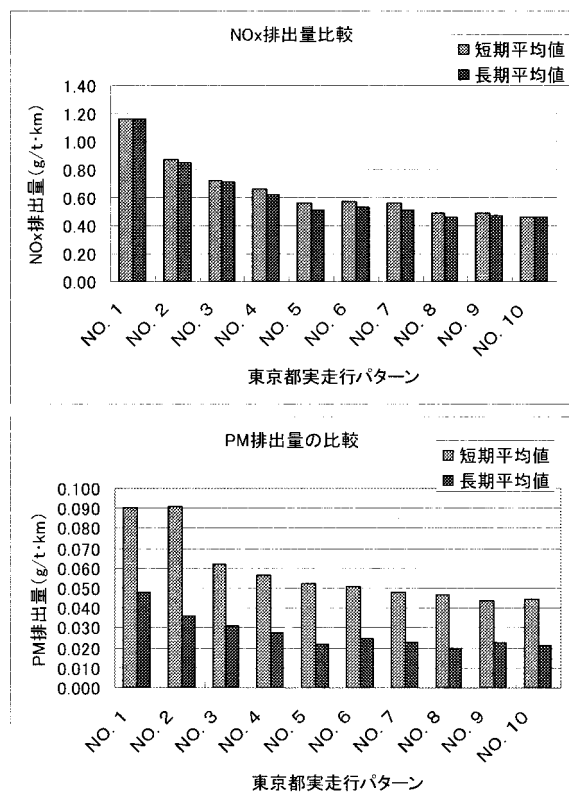


図3 各走行パターン別のNox、PM排出量

に含まれる測定点、アルファベットで示した点がそれ以外の測定点である。なお、MAP試験における測定方法は、測定点が多い他はD13モードの試験と同様である。

MAP試験におけるNOx排出量の測定結果について、D13モードに含まれる測定点と含まれない測定点とに分け、それぞれ図5、6に示した。なお、今回の測定点別の比較では、実際の排出量を比較するために、D13モードで用いる測定点別の重み係数は乗じない値にて示している。また、アイドリング状態にて測定す

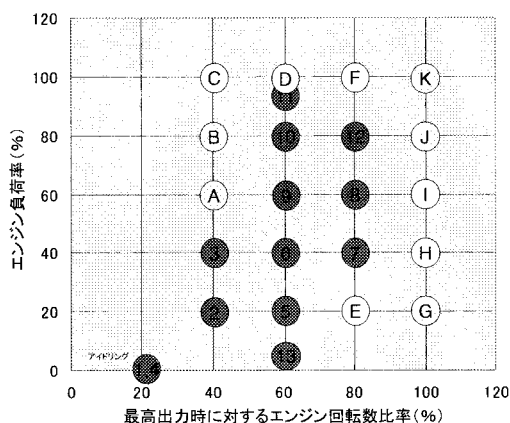


図4 MAP試験の測定点

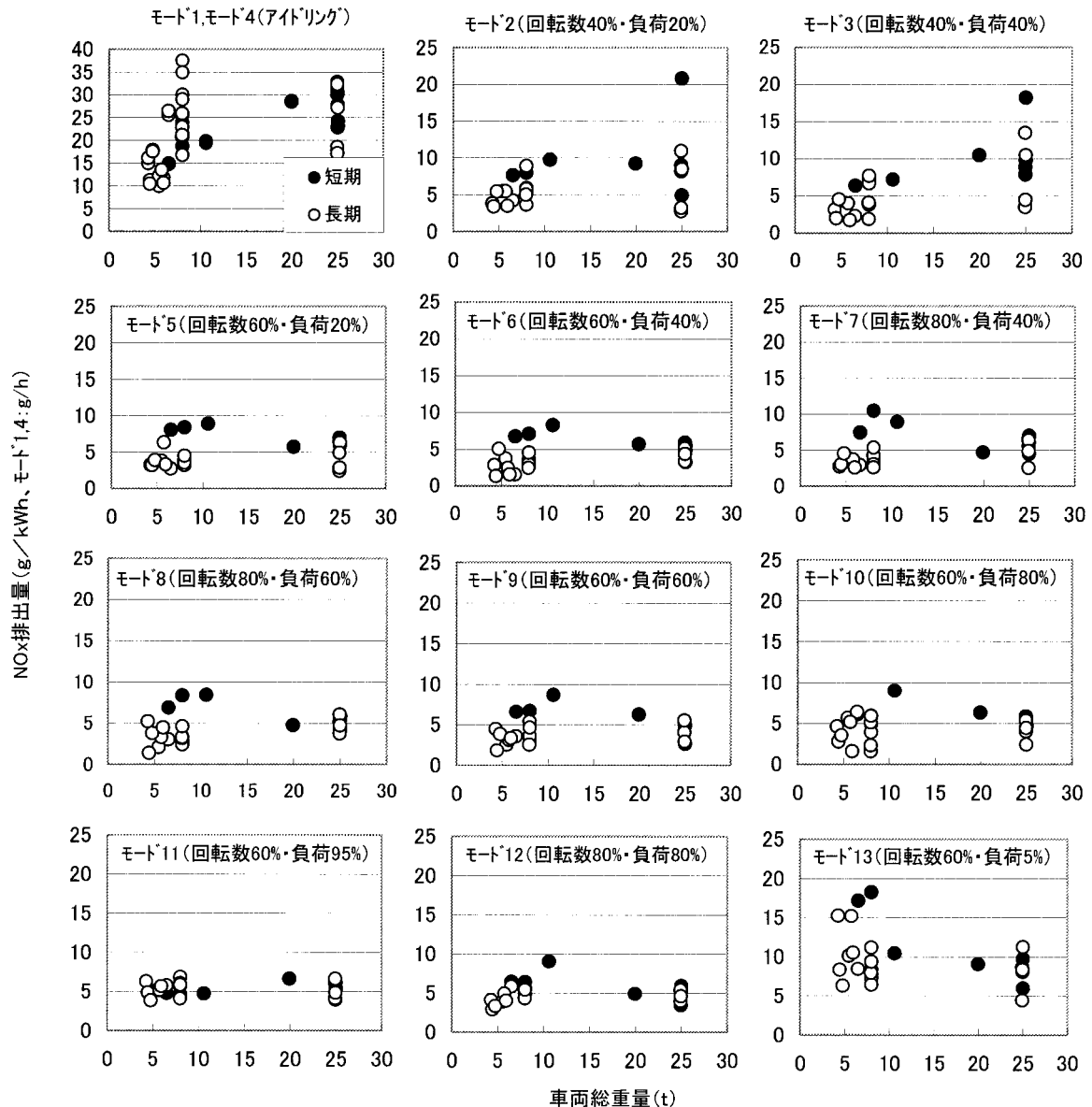


図5 map 試験におけるNox 排出量 (D13 モードの測定点)

るモード1、4及びモード13については、MAP試験では測定しないため、D13モードの試験結果を用いた。

D13の各測定点におけるNOx排出量 (g/kWh)を示した図5をみると、車両総重量4.3～8トンクラスについては、アイドリング状態であるモード1、4では短期規制適合車に比べ排出量があまり低減しておらず、高負荷のモード10、11、12については、短期規制適合車と排出量が概ね同等、それ以外のモードについては短期規制適合車よりも概ね低減されているという傾向にある。

また、車両総重量25トンクラスについては、低負荷モードでは排出量が短期規制適合車より多少低減するが、高負荷モードでは排出量が概ね同等という傾向

がみられる。

次に、D13モード以外の測定点における測定結果を示した図6をみると、車両総重量、測定点に関わらず、短期規制適合車と排出量が概ね同等といった傾向にある。

これらをより明確化するため、短期規制適合車の排出量 (平均値) を100とした時の長期規制適合車からの排出量の比率を表したグラフを図7に示した。

D13モードの各測定点についてみると、アイドリング状態であるモード1、4及び高負荷のモード10、11、12については80～100であるものの、その他のモードについては概ね60程度と短期規制適合車に比較してかなり排出量が低減していることがわかる。平均す

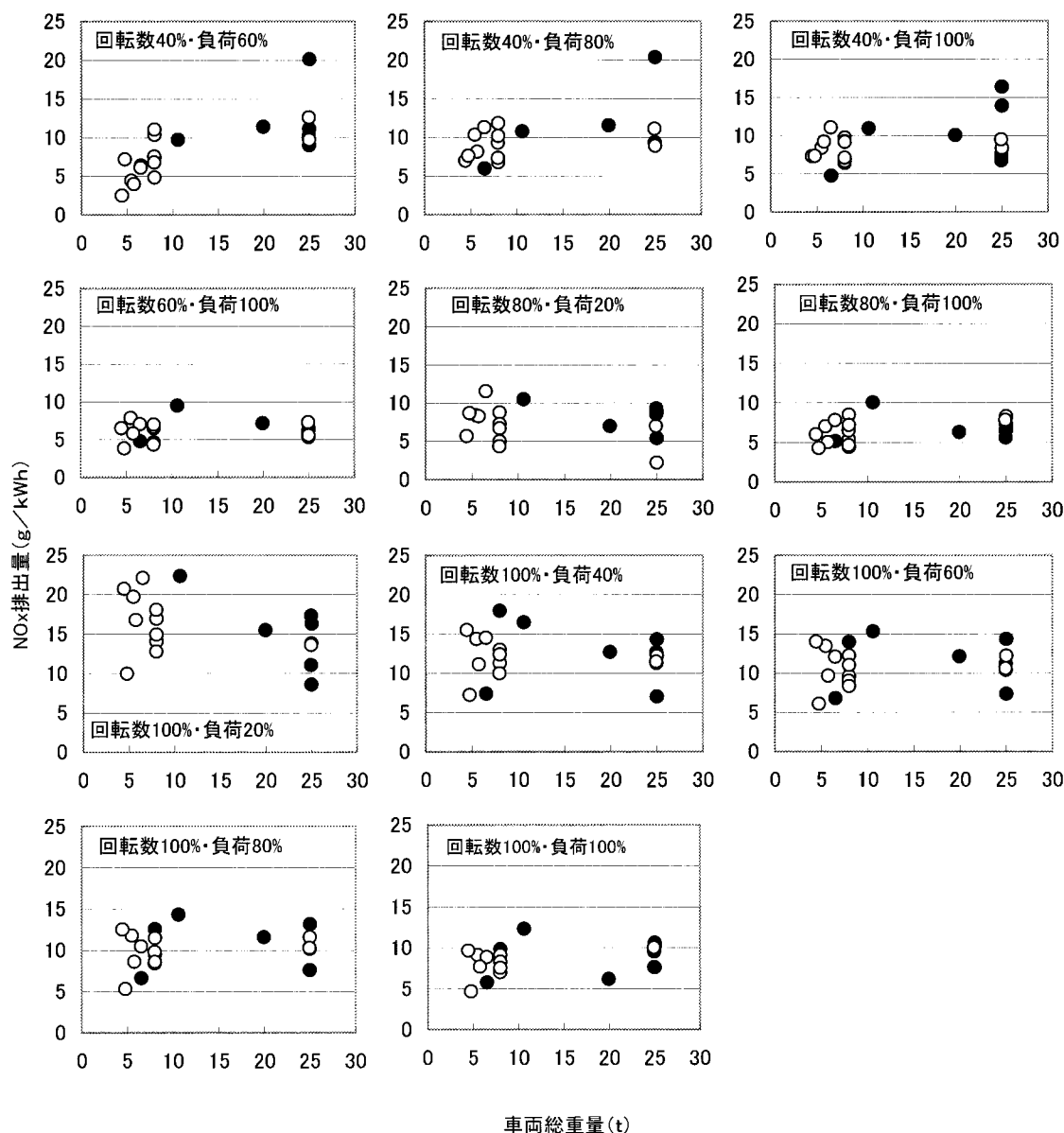


図6 MAP試験に於けるNOx排出量（D13モード以外の測定点）

ると、D13モードに含まれる測定点におけるNOx排出量は、35%程度低減されている。

一方、D13モード以外の測定点については、全体的に概ね80～100と、総じてD13モードの測定点よりも排出量が高めであることがわかる。D13モード以外の測定点では、NOx排出量は平均しても10%程度の低減にとどまっている。

以上のことから、東京都実走行パターンにおいてNOx排出量の低減がほとんど見られない要因の一つとして、D13モード試験以外の測定点における低減率が十分でないことが挙げられる。

これらの結果は、定常運転にて行うD13モード試験だけでは、実走行時における排出ガスの排出実態を十

分に評価・反映できないことを示唆していると考えられる。

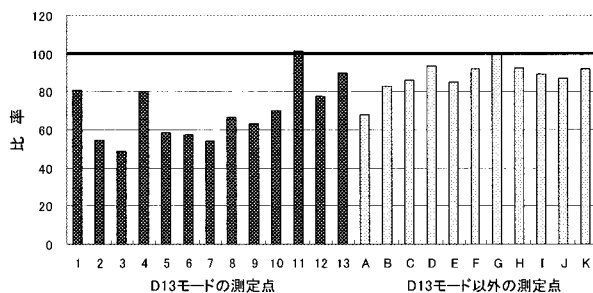


図7 MAP試験の各測定点におけるNOx排出量の比較

4 まとめ

長期規制適合車と短期規制適合車の NOx 及び PM 排出量の比較結果から、以下のことが判明した。

- (1) NOx の排出量については、D13 モードでは規制値の低減率と同等の低減効果（23 %）が認められたが、東京都実走行パターンにおいては、ほとんど低減効果は認められなかった。

これは、大都市での実際の走行時においては、規制の強化にもかかわらず NOx 排出量が低減されないことを示している。

- (2) 長期規制適合車の MAP 試験における測定点別の NOx 排出量をみると、総じて D13 モード以外の測定点で低減率が低い傾向にあった。このことが、D13 モードと東京都実走行パターンとの低減率の乖離の要因の一つと考えられる。

- (3) PM の平均排出量については、D13 モードと東京都実走行パターンの間で大きな乖離は見られず、規制値の低減率と同等の低減率（D13 モード：58 %、東京都実走行パターン：53 %）であった。

以上まとめたように、今回の長期規制適合車を対象とした調査においては、実際の走行条件に近い東京都実走行パターンでは、NOx 排出量における規制の効果はほとんど見られないことが判明した。これは、定常モードである D13 モード試験（測定点）を中心にエンジンの排出ガス対策が講じられた結果と推察される。

今年 10 月から始まった新長期規制においては、過渡モード（実走行パターン）による試験方法である JE05 モードが導入される。これに伴い、実際の走行時においても効果の高い排出ガス低減対策が講じられることを期待したい。当研究所においても、使用過程車の排出ガス実態調査を通して、規制強化に伴う排出ガス低減効果の実態について今後とも注意深く調査していく予定である。

参考文献

- 1) 小谷野ら：大型ディーゼル車の平成 6 年排出ガス規制による NOx 等の低減効果（速報）、東京都環境科学研究所年報 1997、p165-169（1997）
- 2) 田原ら：長期規制適合車による排出ガス低減効果（速報）、東京都環境科学研究所年報 2001、p175-181（2001）
- 3) 運輸省自動車交通局、自環第 115 号：「シャシダ

イナモメータによるディーゼル自動車 13 モード排出ガス測定方法」について、平成 9 年 5 月 13 日（1997）