

エコドライブによる大気汚染物質の排出低減効果の
定量的把握に関する調査研究

株式会社 数理計画

エコドライブによる大気汚染物質の 排出低減効果の定量的把握に関する調査研究

株式会社 数理計画

【調査研究の目的】

自動車から排出される大気汚染物質排出量（以下、排出量）は、車種、車両の大きさ（重さ）、燃料や排出ガス規制年といった車両諸元、速度、加速度、エンジン回転数などの走行条件、気温、湿度などの気象条件によって異なる。

本研究では、平成 20 年度、21 年度の 2 カ年にわたって、様々な車両、走行モード（走行条件）、運転方法、道路インフラ及び交通状況において、エコドライブとノンエコでの排出量を確認した結果から、これらの関係についてまとめた。

エコドライブによる大気汚染物質排出量低減効果は、シャシダイナモ試験（以下、「C/D 試験」という。）及び車載型排出ガス計を搭載した車両を用いた走行調査（以下、「車載計走行調査」という。）を実施して定量的に把握した。

【調査内容】

1. 調査概要

調査の概要は図 1 に示すとおりである。

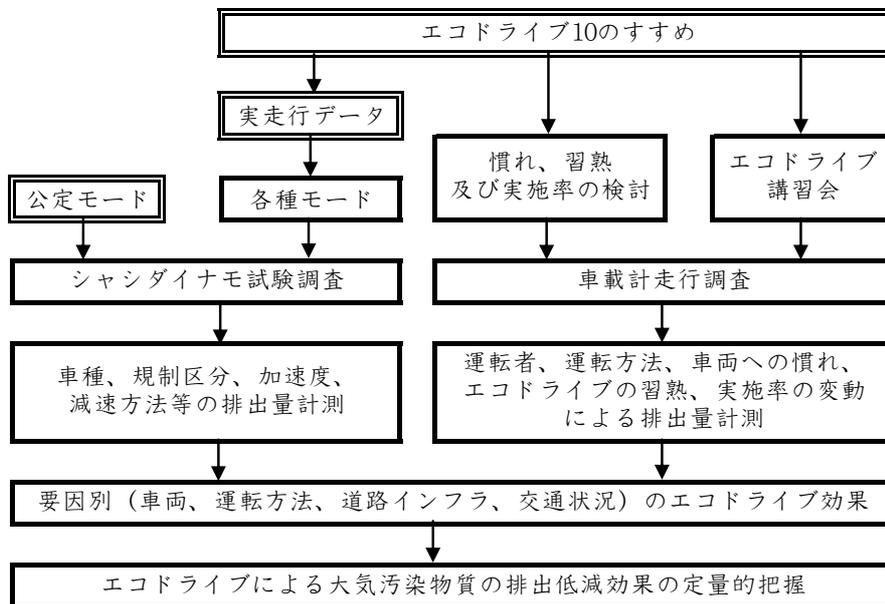


図 1 調査の流れ

2. 調査対象要因

エコドライブによる大気汚染物質排出量低減効果は、以下の項目について解析を行った。

- (1) 車両の要因
- (2) 運転方法の要因
- (3) 道路インフラの要因
- (4) 交通状況の要因

3. 調査対象物質

評価対象の大気汚染物質は、環境基準対象物質の二酸化窒素（NO₂）及び浮遊粒子状物質（SPM）にそれぞれ対応する窒素酸化物（NO_x）と粒子状物質（PM）及び粒子個数濃度とした。

また、温室効果ガスである二酸化炭素（CO₂）（燃費）も評価対象とした。

4. エコドライブの定義

本調査におけるエコドライブは、一般的に広く認知されている「エコドライブ 10 のすすめ」（表 1）の NO.1、2、3、5、6、10 における取組を参考とした。

表 1 エコドライブ 10 のすすめ

NO	項目	内容
1	ふんわりアクセル「eスタート」	やさしい発進を心がけましょう
2	加減速の少ない運転	車間距離は余裕をもって、交通状況に応じた安全な定速走行に努めましょう
3	早めのアクセルオフ	エンジンプレーキを積極的に使いましょう
4	エアコンの使用を控えめに	車内を冷やしすぎないようにしましょう
5	アイドリングストップ	無用なアイドリングはやめましょう
6	暖機運転は適切に	エンジンをかけたらすぐ出発しましょう
7	道路交通情報の活用	出かける前に計画・準備をして、渋滞や道路障害等の情報をチェックしましょう
8	タイヤの空気圧をこまめにチェック	タイヤの空気圧を適正に保つなど、確実な点検・整備を実施しましょう
9	不要な荷物は積まずに走行	不要な荷物を積まないようにしましょう
10	駐車場所に注意	渋滞などをまねくことから、違法駐車はやめましょう

注1) エコドライブ普及連絡会制定（平成18年10月31日、警察庁・経済産業省・国土交通省・環境省）

5. 試験車両

本調査で用いた試験車両の諸元を以下に示す。

(1) C/D 試験車両

C/D 試験に用いた 10 台の試験車両の諸元を表 2 に示す。なお、試験は(財)東京都環境整備公社東京都環境科学研究所で実施した。

(2) 車載計走行調査車両

車載計走行調査に用いた試験車両の諸元を表 3 に示す。なお、以下の説明は試験車記号で表記する。

表 2 C/D 試験車両の諸元

区分	小型					大型				
	新長C0.7L	新長G1.5L	新長G2.5L	新長G3.5L	新短D2.5L	新長D5t	新長D5t-2	新長D8t	長D8t	新長D25t
試験車記号	新長C0.7L	新長G1.5L	新長G2.5L	新長G3.5L	新短D2.5L	新長D5t	新長D5t-2	新長D8t	長D8t	新長D25t
初度登録年月	平成21年2月	平成19年12月	平成18年12月	平成19年2月	平成18年2月	平成19年9月	平成20年3月	平成18年8月	平成13年11月	平成19年10月
用途	乗用	乗用	乗用	乗用	貨物	貨物	貨物	貨物	貨物	貨物
燃料	ガソリン	ガソリン	ガソリン	ガソリン	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油
車体の形状	箱型	ステーションワゴン	ステーションワゴン	箱型	バン	バン	バン	バン	キャブオーバ	バン
排出ガス規制	新長期規制	新長期規制	新長期規制	新長期規制	新短期規制	新長期規制	新長期規制	新長期規制	長期規制	新長期規制
最大積載量(kg)	-----	-----	-----	-----	1000	2000	2000	2150	2900	13200
車両重量(kg)	810	1010	1830	1660	1880	3040	3560	5730	4970	11660
車両総重量(kg)	1030	1285	2270	1935	3045	5205	5725	7990	7980	24970
等価慣性重量(kg)	910	1130	2000	1750	2435	4150	4550	6915	6530	18370
吸気方式	NA	NA	NA	NA	TC	TC	TC	TC	TC	TC
走行距離(km)	35,698	22,389	100,350	20,105	41,502	10,510	38,648	162,542	410,172	100,289
主な排出ガス対策	三元触媒	EGR+三元触媒	EGR+三元触媒	三元触媒	EGR+酸化触媒	EGR+酸化触媒+DPPF	EGR+酸化触媒+DPPF	EGR+酸化触媒+DPPF	EGR+酸化触媒	SCR+酸化触媒+尿素SCR

注1) 試験車記号の「新長」は新長期規制、「新短」は新短期規制、「長」は長期規制を表す。

注2) 試験車記号の「D」はディーゼル車、「G」はガソリン車を表す。

注3) 試験車記号の右側の数値は語尾にtがつけば車両総重量クラス、Lがつけば排気量クラスを表す。

表3 車載計走行調査試験車両の諸元

試験車記号	新長D8t-A	新長D8t-B	新長D8t-C	新長D5t-A
調査名	エコドライブ講習会			慣れ、習熟等の走行調査
初度登録年月	平成19年10月	平成19年7月	平成20年3月	平成20年2月
用途	貨物	貨物	貨物	貨物
燃料等	ディーゼル	ディーゼル	ディーゼル	ディーゼル
車体の形状	キャブオーバ	キャブオーバ	キャブオーバ	キャブオーバ
排出ガス規制	新長期規制	新長期規制	新長期規制	新長期規制
最大積載量(kg)	2,950	4,100	3,950	2,000
車両重量(kg)	4,880	3,760	3,860	2,170
車両総重量(kg)	7,995	7,970	7,975	4,335
積載量	半積	空積(20年度調査) 半積(21年度調査)	全積	半積
吸気方式	TC	TC	TC	TC
主な排出ガス対策	EGR+酸化触媒+DPF	EGR+酸化触媒+DPF	EGR+酸化触媒+DPF	EGR+酸化触媒+DPF

注1) 試験車記号の「新長」は新長期規制を表す。

注2) 試験車記号の「D」はディーゼル車、「G」はガソリン車を表す。

注3) 試験車記号の「t」は車両総重量クラスを表す。

6. 試験車運転者

車載計走行調査を実施した際の運転者は、表4に示すとおりである。

表4 調査対象者

試験車記号	調査年度	マスター (人数)	受講者 (人数)	計(人数)	走行回数
新長D8t-A	20年度	2	10	12	22
新長D8t-B		2	10	12	22
新長D8t-C		4	0	4	11
新長D8t-B	21年度	1	39	40	80
新長D5t-A		1	15	16	96
計		10	74	84	231

注1) 新長D8t-A及び新長D8t-B(20年度)は、受講者は講習前後で計2回、マスターは1回走行した

注2) 新長D8t-Cは、マスター(4名)がエコドライブと通常運転を実施した(一部のマスターはそれぞれ複数回走行した)

7. 車載計走行調査方法

(1) 車載計走行調査(エコドライブ講習会)

本調査は、通常走行、エコドライブ講習、エコドライブの順で行った。講習対象者には、通常走行後にエコドライブ講習を行った。講習内容は、「エコドライブ10のすすめ」における「ふんわりアクセル」、「加減速の少ない運転」、「早めのアクセルオフ」、それ以外では「早めのシフトアップ(MT車のみ)」及び「制限速度の遵守」を主とした。

(2) 車載計走行調査(慣れ、習熟等の走行調査)

本調査は、通常走行3回(試験車への慣れ)、エコドライブ走行3回(エコドライブの習熟及び実施率向上のための指導の実施)の順で実施した。指導内容は、(1)のエコドライブ講習会と同様とした。

【調査結果】

C/D 試験と車載計走行調査の結果より、エコドライブを実施することで、NO_x、PM 及び CO₂ が低減されることが定量的に把握できた。

要因別のエコドライブ効果を以下に示す。

1. 車両の要因

車種別のエコドライブ効果について、「ふんわりアクセル」、「加減速の少ない運転」、「早めのアクセルオフ」、「アイドリングストップ」及び「暖機運転は適切に」を項目別にまとめた。

また、同車種もしくは同一の車両における排出ガス規制区分別、メーカー別、シフトモード別の違いにおけるエコドライブ効果もまとめた。なお、車両名は試験車記号で表記する。

(1) 車種別のエコドライブ効果について

① 「ふんわりアクセル」

「ふんわりアクセル」のエコドライブ効果は、発進から一定の加速度で 20km/h まで加速する台形モードでの C/D 試験結果から、排出量 (g/km) と平均加速度 (km/h/s) を試験回毎にまとめ、それをサンプルとして車種毎に回帰した (図 2)。なお、排出量が極めて微量な物質については省略した。

これを見ると、加速度が小さい＝「ふんわりアクセル」ほど、排出量 (g/km) が小さくなっている。

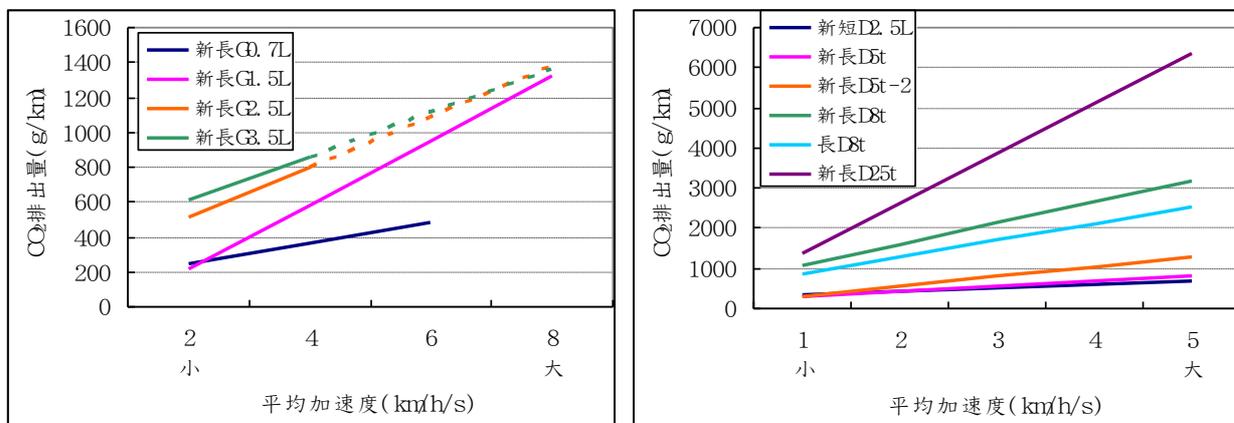
次に、加速時の平均加速度が最小のトリップセグメント (Trip Segment : アイドリングの開始から走行を経て、その次のアイドリング (停止時) になるまでの区間、以下「TS」という。) と最大の TS を既存の実路走行調査データから作成して、この TS で C/D 試験を行った結果からまとめた速度ランク別、平均加速度別の排出量を表 5 及び図 3 に示す。なお、TS 作成において走行距離はほぼ同じとしている。

例として小型車を抜粋して見ると、加速度が小さく、最高速度が低い走行 (図 3 (1)) は、すべての車種及び物質において排出量が低減している。一方、加速度は小さいが、最高速度がほとんど同じ走行 (図 3 (2)) では、走行エネルギー (ここでは、速度×加速度の瞬時値のデータ (加速度が負は 0 として集計した) を積算して求めたもの) がほぼ同じであり、CO₂ 排出量はほとんど変わらない結果となった。ただし、NO_x・PM は加速度が小さいことによる排出量低減率が CO₂ より大きくなることから、排出量は少なくなっている。

既存実路走行調査データから作成した 30～40km/h の走行モード (図 3 (1)) は、「ふんわりアクセル」で最高速度も低くなる傾向にあった。様々な車種で同様の実走行モードを作成したが、ほとんどが図 3 (1) のような傾向であり、日本の都市内走行においては、「ふんわりアクセル」が速度の抑制すなわち走行エネルギーの抑制と関連し、それが排出量低減に繋がるものと考えられる。そこで、20 年度の車載計走行調査 (エコドライブ講習会) 結果より、「ふんわりアクセル」が排出量の抑制につながっている例として、走行エネルギーと加速時の平均加速度及び CO₂ 排出量の関係を図 4 に示す。この結果より、どの車両においても CO₂ 排出量が「ふんわりアクセル」により低減する傾向にあることを確認した。

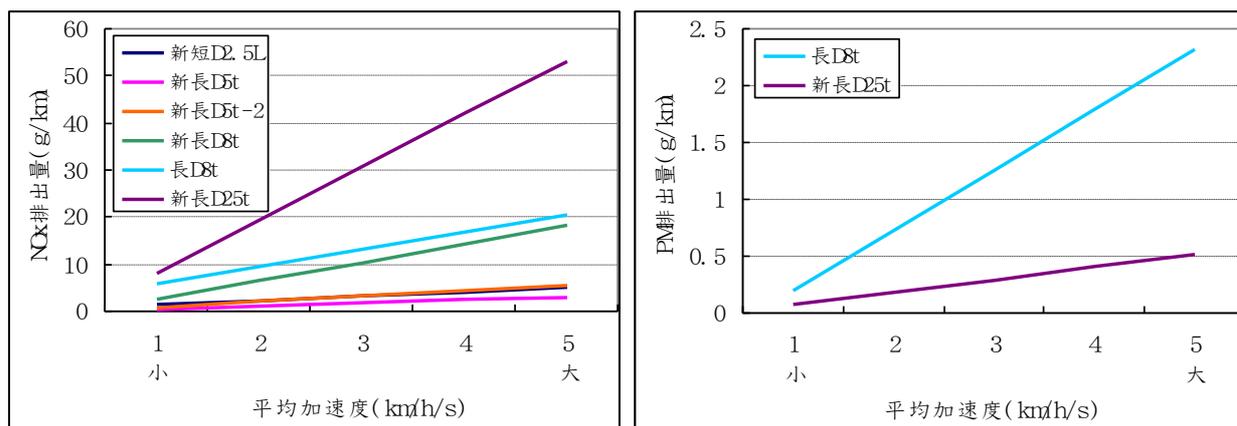
また、図 3 (2) の走行モードは、乗用車 (ガソリン車) において、停止までの距離が長く

見通しのよい郊外の道路などの場合は適度な加速で制限速度を遵守し、後述する「加減速の少ない運転」や「早めのアクセルオフ」を行うことのできる走り方であり、これが排出量低減に効果的であると考えられる。



注1) 新長C0.7Lは平均加速度(㎞/h/s)が最大平均加速度となる
 注2) 新長G2.5L及びG3.5Lの平均加速度4(㎞/h/s)以上は、回帰式による推計値(点線で表記)
 注3) 平均加速度別(0.5刻み又は1刻み)に各3回試験し全サンプルを直線回帰した(R²(決定係数)=0.56~0.97)

図 2 (1) 車種別、加速度別 CO₂ 排出量 (左図:ガソリン車、右図:ディーゼル車)



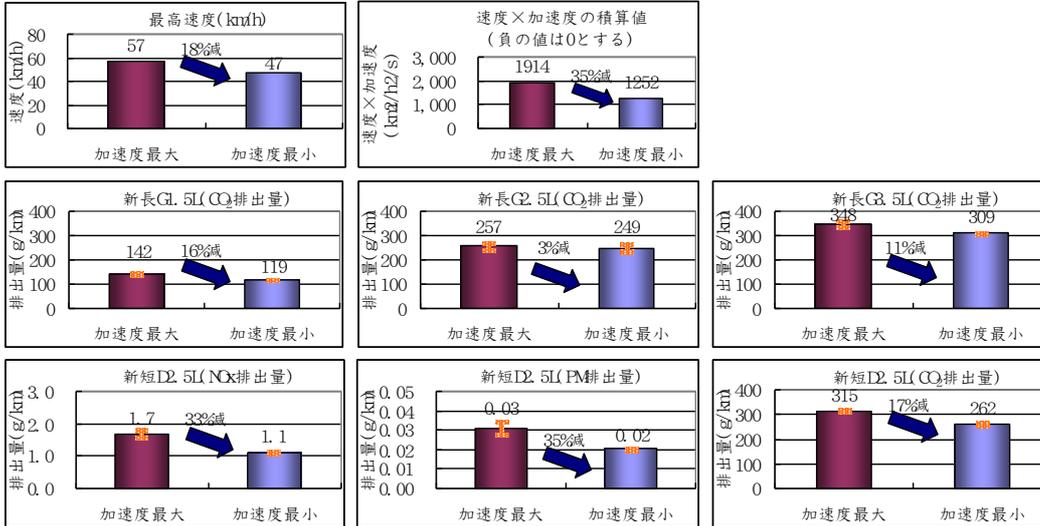
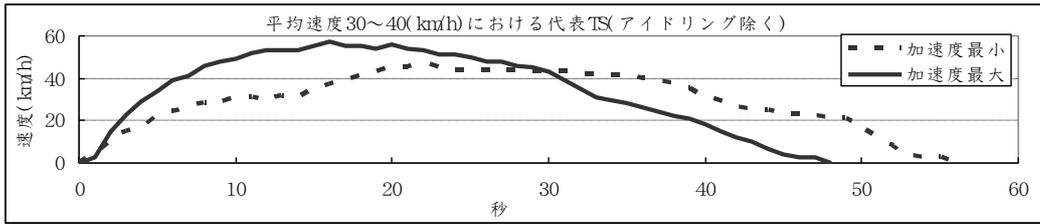
注1) 新短D2.5LのPMは未計測
 注2) 図3.1.1(1)と同様の方法で全サンプルを直線回帰した(NOx R²(決定係数)=0.51~0.98, PM R²(決定係数)=0.84~0.85)

図 2 (2) 車種別、加速度別 NO_x、PM 排出量 (ディーゼル車のみ。左図:NO_x、右図:PM)

表 5 車種別、平均加速度別排出量 (平均走行速度 30~40km/h)

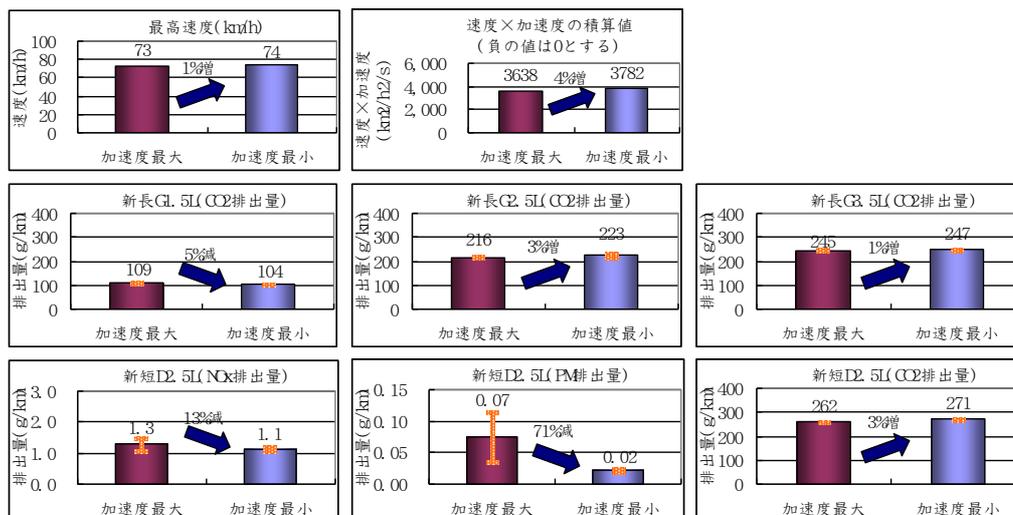
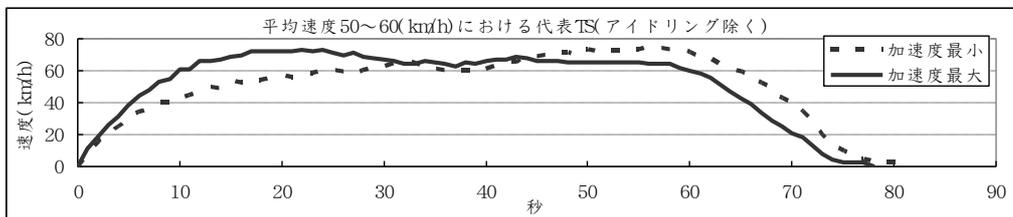
速度ランク (平均走行速度)	走行モード	試験車記号	平均NO _x (g/km)			平均PM(g/km)			平均CO ₂ (g/km)		
			平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減 率	平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減 率	平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減 率
30~40	軽乗用車用	新長C0.7L							116	98	16%
		新長G1.5L							142	119	16%
		新長G2.5L							257	249	3%
		新長G3.5L							348	309	11%
	小型車用	新短D2.5L	1.7	1.1	33%	0.03	0.02	35%	315	262	17%
		新長D5t	1.2	0.5	56%				355	291	18%
		新長D5t-2	1.6	0.9	43%				344	268	22%
		新長D8t	4.3	2.0	53%				673	495	26%
		長D8t	4.2	3.4	17%	0.14	0.07	46%	585	457	22%
		新長D25t	8.7	8.6	1%	0.06	0.03	54%	1,177	945	20%

注1) 「-」は値が微小なため表記をしない。ガソリン車のPMについては集計対象外。
 注2) 排出量の結果は3回の平均値。変動係数はNO_x(0.9~9.5%)、PM(1.1~19.2%)、CO₂(0.5~6.5%)



注1) 速度×加速度は走行モード全体の積算値(負の値は0とした)
 注2) 最高速度及び速度×加速度はモード設定時の数値。排出量の結果は3回の平均値(エラーバーは平均値±標準偏差)

図3(1) 小型車用実走行モード(平均走行速度30~40km/h)及び車種別、平均加速度別排出量(小型車)



注1) 速度×加速度は走行モード全体の積算値(負の値は0とした)
 注2) 最高速度及び速度×加速度はモード設定時の数値。排出量の結果は3回の平均値(エラーバーは平均値±標準偏差)

図3(2) 小型車用実走行モード(平均走行速度50~60km/h)及び車種別、平均加速度別排出量(小型車)

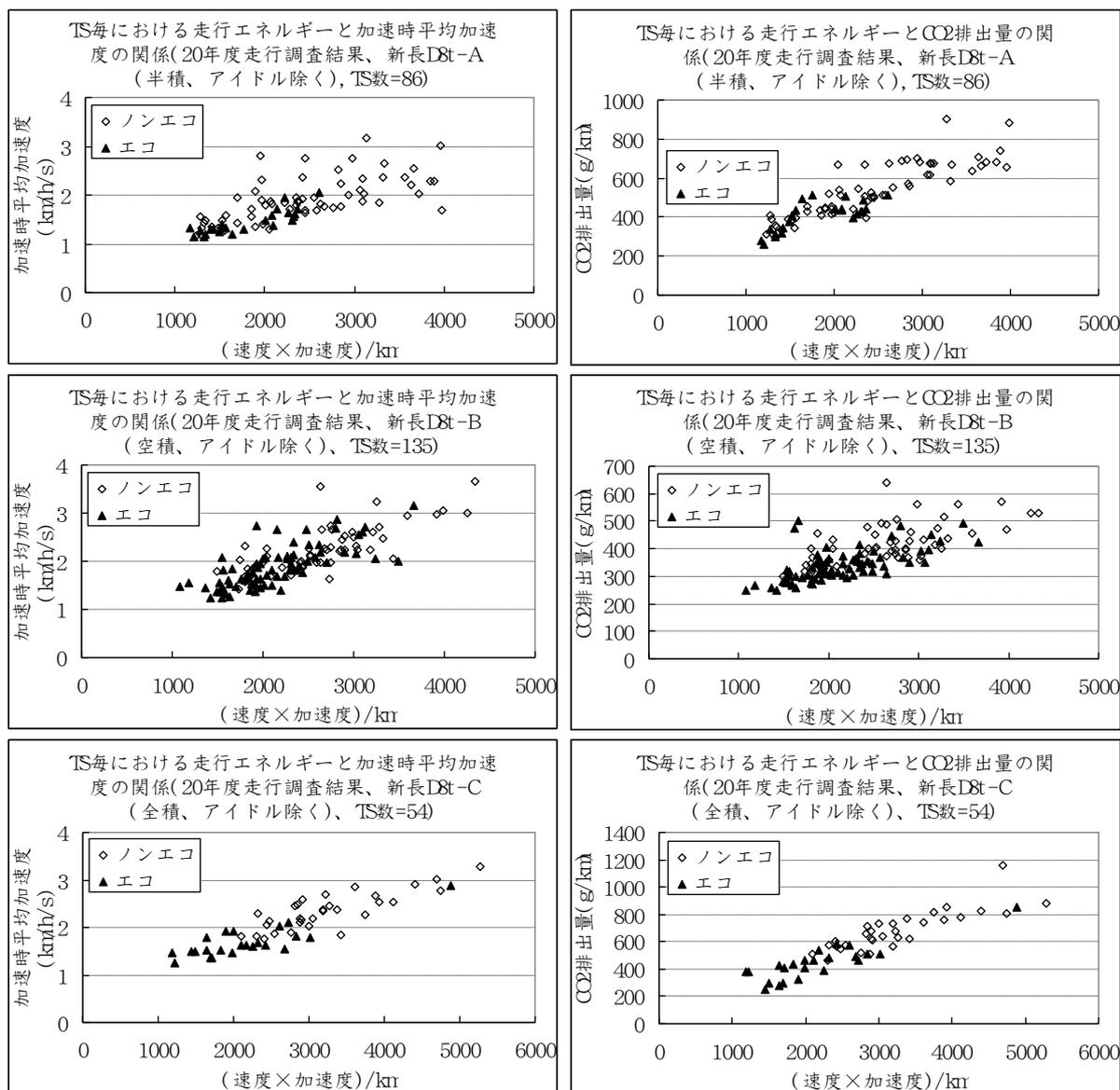


図4 エコドライブ有無別の走行エネルギーと加速時平均加速度及びCO₂排出量の関係

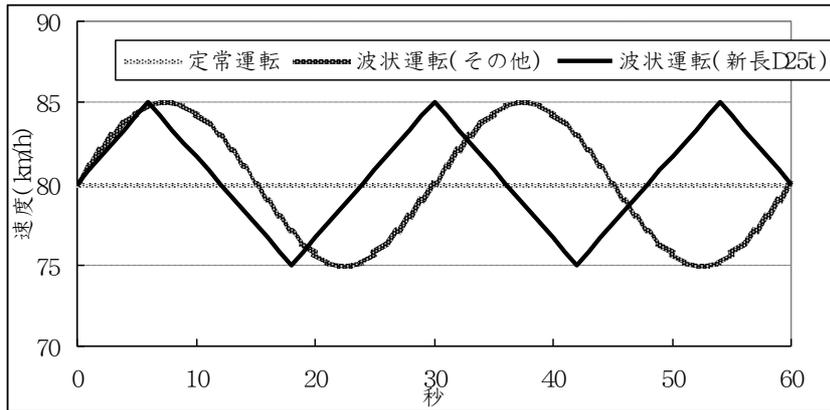
② 「加減速の少ない運転」

「加減速の少ない運転」のエコドライブ効果は、一定の速度を保ちながら加減速のない走行をした場合（定常運転）と、加減速±1～±5km/hの変動幅（新長D25tは±5km/hのみ）を繰り返しながら走行した場合（波状運転）の排出量をC/D試験結果からまとめた。そして、定常運転と定常運転に対して排出量増加率が最大となった波状運転の排出量をまとめた（図6）。

なお、新長D25tはブレーキ減速を含む波状運転であり、その他の車両はアクセルペダルの踏み込み量の調整による波状運転である。

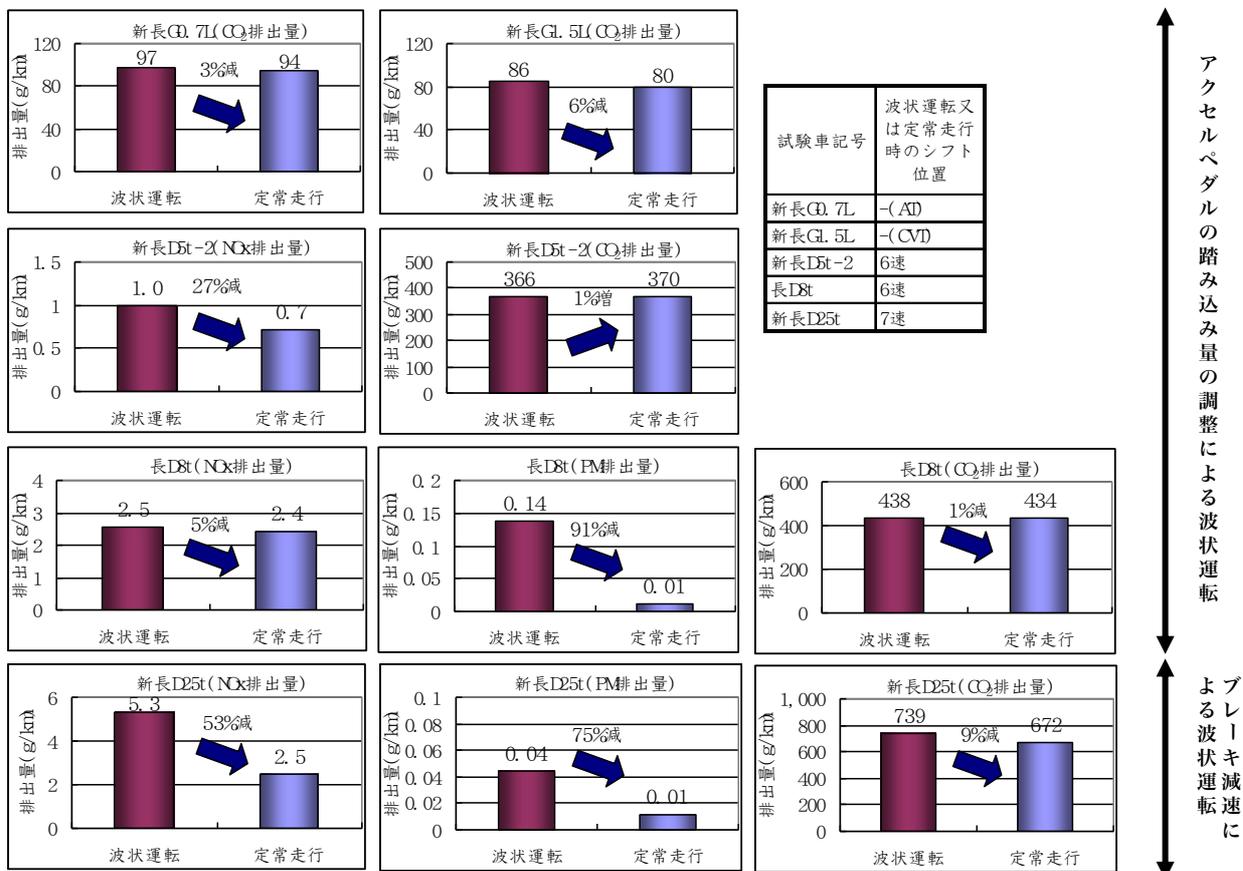
この結果を見ると、「加減速の少ない運転」（定常運転）は、波状運転に比べて排出量が低減される傾向にあった。また、ブレーキ減速を含む波状運転はアクセルペダルの踏み込み量の調整による波状運転よりも定常運転に対する排出量の増加率が大きい傾向にあった。

なお、表記されている物質以外は値が微小なため省略した。



注1) 波状運転(その他)は±1~5km/hにおける試験(図は±5km/h)

図5 定常運転と波状運転の速度推移例



注1) 波状運転は、新長D25tは60秒で2.5回の波状、その他は90秒で3回の波状部分のみ抽出した値
 注2) 定常走行は、新長D25tは60秒、その他は90秒間において時速80km/hの一定速の走行部分のみ抽出した値

図6 定常運転と波状運転のNOx、PM、CO₂排出量

③ 「早めのアクセルオフ」

「早めのアクセルオフ」のエコドライブ効果は、一定の加速度(2km/h/sec)で60km/hまで加速し、その後アクセルオフによる減速運転を行い、アイドリング回転数付近で任意の減速度でブレーキを用いて停止する場合と、加速後に定常走行を行い、その後一定の減速度(-2km/h/sec)でブレーキ減速する場合の排出量をC/D試験結果からまとめた(図8)。また、速度と累積距離の関係例を図7に示す。なお、ここで表記した「アクセルオフ」はアク

セルを離してエンジンブレーキを活用している状態であり、排気ブレーキなどは使用していない。

この結果を見ると、どの車種においてもアクセルオフを実施した場合の排出量が低減される傾向にあった。特に大型車ほど減速度が小さいためより長くアクセルオフの状態を続ける傾向にあり、排出量の低減率が大きい。なお、この結果は 60km/h からアイドリング回転数付近までアクセルオフできると仮定した場合の排出量であり、実際の道路では停止を余儀なくされる場合などがあるため、ここでの試験条件における最大の低減率と考えられる。

なお、表記されている物質以外は値が微少なため省略した。

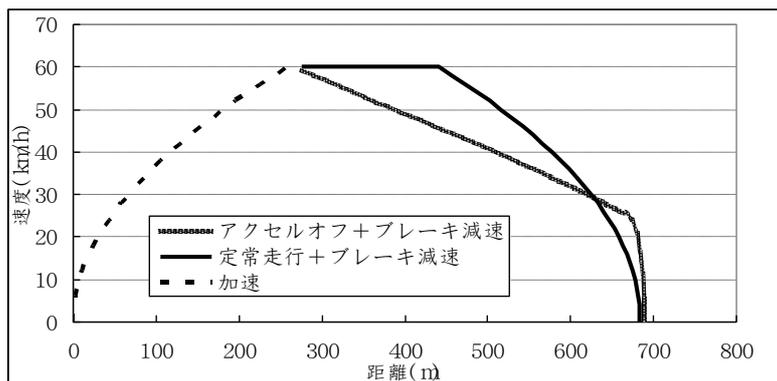
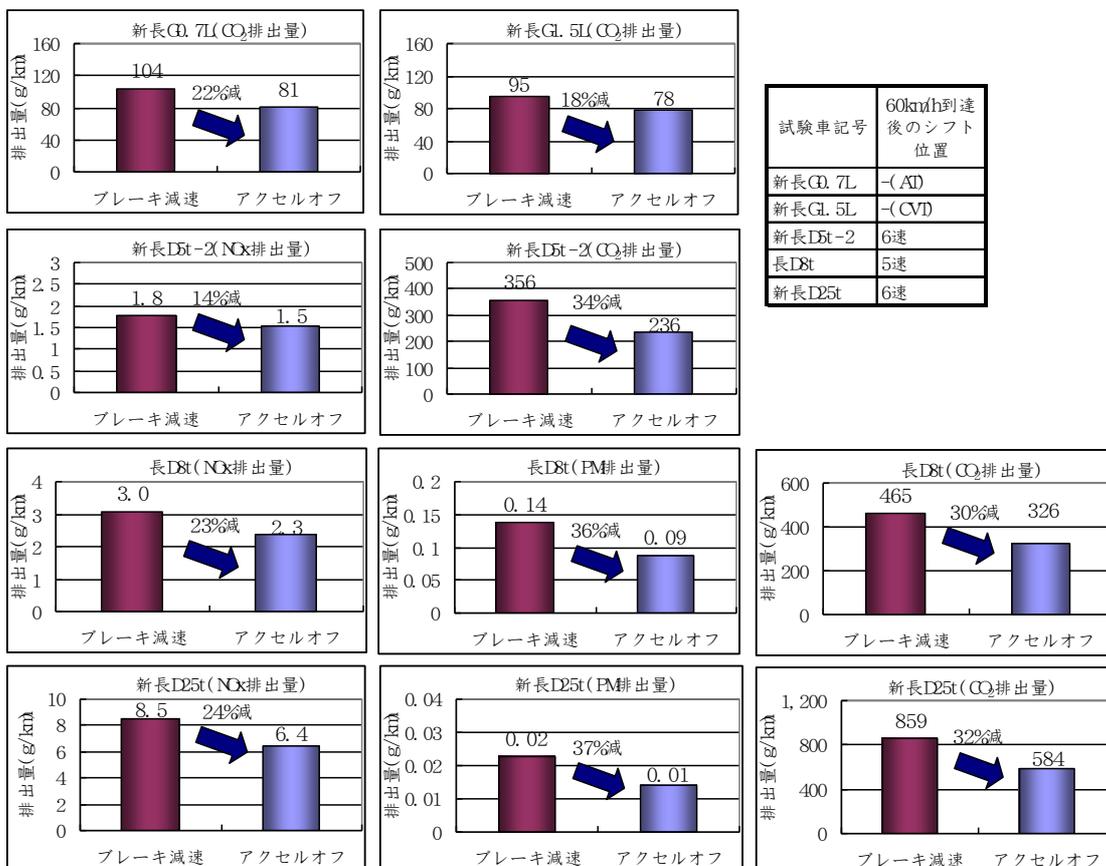


図7 減速方法の違いによる速度と累積距離の関係 (例：新長 D5t-2)



注1) アクセルオフは台形モードにおける加速時排出量の結果とアクセルオフの結果を合成した値
 注2) ブレーキ減速はアクセルオフでの走行距離とブレーキ減速の走行距離の差を定常走行するとして計算した値

図8 減速方法別のNOx、PM、CO₂排出量

④「アイドリングストップ」

「アイドリングストップ」のエコドライブ効果は、同一の走行モード（20年度調査は実走行モード、21年度調査は台形モード(一定の加速度で加速し、定常走行を行い、その後一定の減速度で減速し停止する走行モード)）でアイドリングストップ有無別の排出量を C/D 試験結果からまとめた（表 6）。なお、アイドリングストップは車両停止後、ギアをニュートラルにしてエンジンオフをした状態であり、両モードとも車両停止の 5 秒後から発進の 5 秒前までに行った。

ここで、表 6 の最短秒数というのは、アイドリングストップを行った場合に排出量（走行時と停止時を合計した排出量）の低減が可能となる最短のアイドリングストップ秒数を表している。ガソリン車においては、排気量 1.5L クラス（新長 G1.5L）を除いては 10 秒程度のアイドリングストップで CO₂ の低減に繋がっており、ほとんどの交通状況で実施可能と考えられる。特に排気量が 2.5L 以上の比較的大きなガソリン車は、走行全体に対するアイドリング時の CO₂ 排出量割合が多い傾向にあり、「アイドリングストップ」は特に効果的であると考えられる。ディーゼル車（新長 D25t 除く）は、ガソリン車のような再始動時の排出量増加がほとんど見られないことから、アイドリングストップの時間が CO₂ 低減量となる。排気量 1.5L クラス（新長 G1.5L）や GVW25t クラス（新長 D25t）も踏切など長時間のアイドリングが予想される箇所においては有効と考えられる。ディーゼル車の NO_x や PM についても基本的には CO₂ 排出量と同様の傾向にあった。

ただし、「アイドリングストップ」は、車両や走行条件によって CO₂ 以外の物質において、エンジン停止による触媒温度の低下等の影響で再始動後の加速時排出量が多くなる場合があり「アイドリングストップ」による排出量低減を上回る場合があった。また、排気量 3.5L クラス（新長 G3.5L）では、「アイドリングストップ」後の再始動で NO_x 排出量が大きく増加しており、試験車両あるいは同クラス固有の問題であるかを確認する必要がある。

表 6 アイドリングストップによる NO_x、PM、CO₂ 排出量低減効果

試験車記号	最短秒数 ^{注1, 2)}			停止時間割合(%) ^{注3)}	停止時排出量割合(%) ^{注3)}		
	NO _x	PM	CO ₂		NO _x	PM	CO ₂
新長G0.7L	-	-	12	21%	-	-	4%
新長G1.5L	-	-	32	30%	-	-	3%
新長G2.5L	-	-	6	43%	-	-	16%
新長G3.5L	注4)	-	9	43%	-	-	21%
新短D2.5L	12	4	1	43%	16%	17%	11%
新長D5t	15	-	1	30%	3%	-	4%
新長D5t-2	27	-	1	21%	1%	-	2%
新長D8t	1	-	2	22%	6%	-	4%
長D8t	1	1	1	22%	3%	2%	3%
新長D25t	66	59	22	32%	2%	4%	6%

注1) アイドリングストップをした場合に排出量低減が確認された最短秒数(停止後5秒と発進前5秒はアイドリングすると仮定)

注2) 最短秒数は各走行モード1回ずつ(1S数5~6×3回、新長G0.7Lは2回、新長D8tは1回)の試験結果より計算した数値

注3) 割合はアイドリングストップしていないときの走行モード全体に対する停止時割合(時間割合は走行モード設定値、排出量割合は走行モード平均値)

注4) アイドリングストップ時の排出量が非常に多いので集計対象外

注5) 「-」は値が微小なため表記しない。ガソリン車のPMについては集計対象外

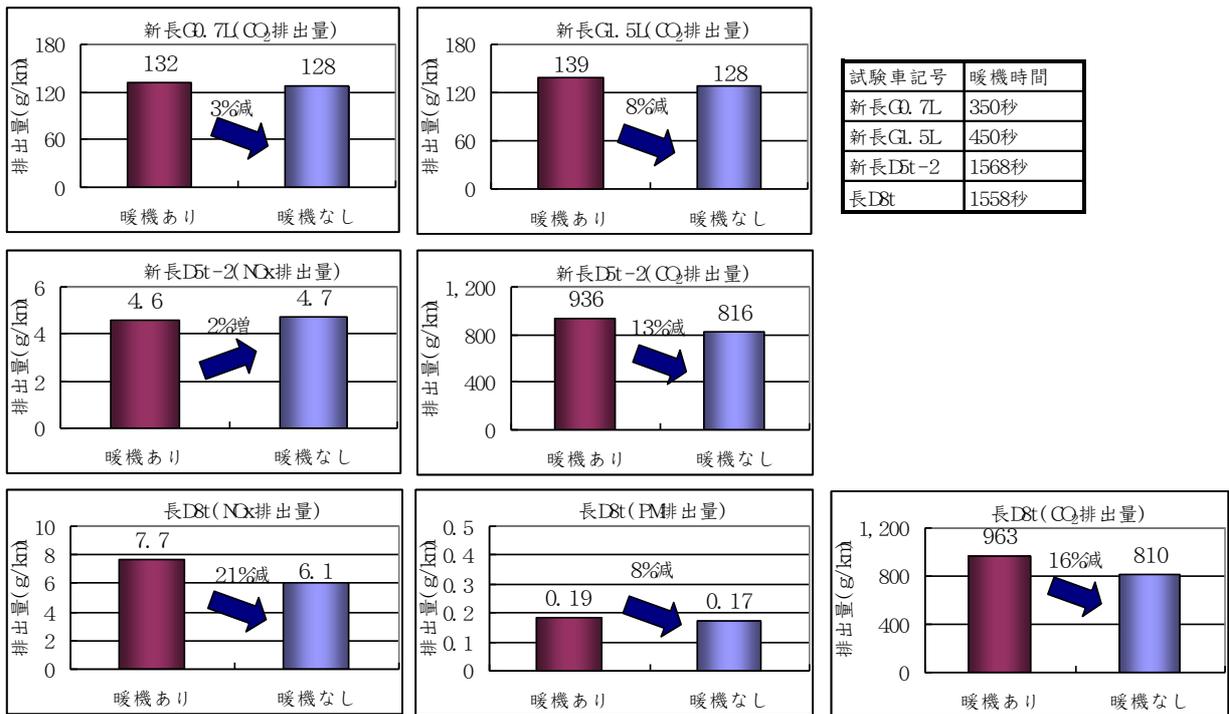
⑤「暖機運転は適切に」

「暖機運転は適切に」のエコドライブ効果は、12時間以上24時間未満においてエンジンを停止させた後に公定試験モード（小型車：JC08モード、大型車：JE05モード）を、暖機運転なしで走行した場合と暖機運転（図9の右上に示した暖機時間でアイドリング）した後で走行した場合の排出量をC/D試験結果からまとめた（図9）。

なお、暖機運転を含む走行全体の排出量は、暖機時間分のアイドリング排出量に、小型車が暖機状態で測定したJC08モードの排出量、大型車が25分程度のアイドリング（アイドリングのみでは暖機運転が完了しないため）後に計測したJE05モードの排出量を加えたものとした。

この結果を見ると、どの車種においても基本的には暖機運転せずに走行した場合の排出量の方が少なくなった。ただし、実際の使用環境では、地域や季節による外気温（本調査ではC/D試験は室温25℃で実施）やエンジンが停止されていた時間などが異なるため、適切な暖機運転による排出量低減効果は条件により変わると考えられる。

なお、表記されている物質以外は値が微少なため省略した。



注1) 試験回数は1回

図9 暖機運転有無別のNO_x、PM、CO₂排出量

(2) 諸要素のエコドライブの影響について

①排出ガス規制区分別のエコドライブ効果

排出ガス規制区分が異なる車両でのエコドライブ効果は、同一車名（メーカー）のディーゼルトラック重量車（GVW8t）の長期規制適合車と新長期規制適合車の排出ガス規制の異なる車両（各1台）を用いて、ノンエコ（加速時平均加速度最大）とエコドライブ（加速時平均加速度最小）の走行モードの排出量をC/D試験結果からまとめた（表7）。

この結果を見ると、排出ガス規制区分によらず、加速時平均加速度が低いほど排出量が少ない傾向にある。ノンエコに対するエコドライブの低減率は、NO_x及びCO₂排出量については新長期規制車、PMについては長期規制車の方が大きい傾向にあった。

また、ノンエコの速度ランク10km/h以上のNO_x排出量は、新長期規制車の方が長期規制車よりも多くなっていた。

表7 実走行モード・C/D試験結果（GVW8t）

－速度ランク別の平均加速度最小TS及び最大TSにおけるNO_x、PM、CO₂排出量－

速度ランク (平均走行 速度)	排出ガス規 制区分	NO _x 排出量(g/km)			PM排出量(g/km)			CO ₂ 排出量(g/km)		
		平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減率	平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減率	平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減率
～10	長期規制	7.9	5.6	29%	0.175	0.170	3%	1070	830	22%
	新長期規制	7.5	4.9	34%	0.049	0.035	28%	1159	819	29%
10～20	長期規制	5.9	4.5	23%	0.205	0.118	42%	853	625	27%
	新長期規制	6.9	2.9	58%	0.027	0.027	-2%	1075	659	39%
20～30	長期規制	5.2	3.4	35%	0.203	0.122	40%	816	509	38%
	新長期規制	5.4	2.5	55%	0.020	0.015	26%	895	562	37%
30～40	長期規制	4.2	3.4	17%	0.137	0.074	46%	585	457	22%
	新長期規制	4.3	2.0	53%	0.009	0.007	28%	673	495	26%

注1) 排出量の結果は3回の平均値。変動係数はNO_x(0.4～13.7%)、PM(新長期除く)2.4～17.3%、CO₂(0.4～13.3%)

②メーカー別のエコドライブ効果

メーカーが異なる新長期規制車のGVW5tのディーゼルトラック2台について、①と同様にノンエコとエコドライブの走行モードにおける排出量をC/D試験結果からまとめた（表8）。この結果を見ると、どちらのメーカーとも、加速時平均加速度が低いほど低減率は異なるが排出量が低減する傾向にある。なお、PMについては値が微少なため、結果を省略した。

表8 実走行モード・C/D試験結果（GVW5t）

－速度ランク別の平均加速度最小TS及び最大TSにおけるNO_x、CO₂排出量－

速度ランク (平均走行 速度)	試験車記号	NO _x 排出量(g/km)			CO ₂ 排出量(g/km)		
		平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減率	平均加 速度最 大TS	平均加 速度最 小TS	低減率
～10	新長D5t	3.1	1.1	66%	938	382	59%
	新長D5t-2	1.9	2.0	-3%	405	598	-47%
10～20	新長D5t	3.3	1.2	64%	680	443	35%
	新長D5t-2	2.6	1.9	30%	566	426	25%
20～30	新長D5t	2.7	1.0	62%	517	411	20%
	新長D5t-2	2.8	1.4	48%	484	411	15%
30～40	新長D5t	1.2	0.5	56%	355	291	18%
	新長D5t-2	1.6	0.9	43%	344	268	22%
40～50	新長D5t	0.7	0.7	-7%	350	294	16%
	新長D5t-2	1.2	1.1	10%	344	292	15%

注1) 排出量の結果は3回の平均値。変動係数はNO_x(2.2～21.7%)、CO₂(0.8～11.7%)

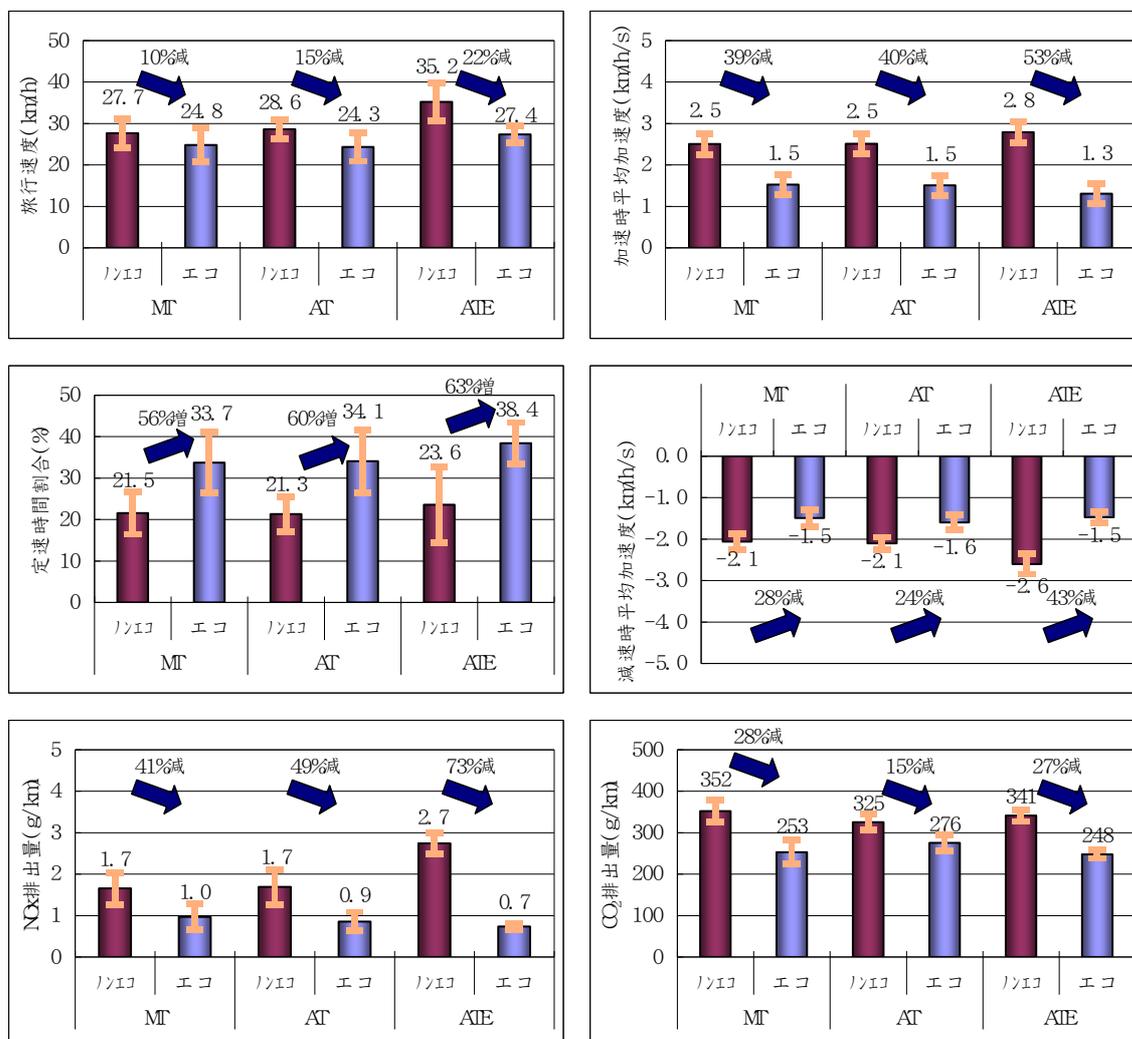
③シフトモード別のエコドライブ効果

シフトモード別の違いを確認するために、新長期規制車の GVW5t のディーゼルトラックを用い、車載計走行調査を行った。この車両（新長 D5t-A）は、マニュアルトランスミッションをベースとしたクラッチペダル操作が不要なシステムを搭載しており、シフトモードは、表 9 に示す 3 つから選択できる。それぞれのシフトモードにおけるエコドライブ有無別の走行状況と排出量をまとめた（図 10）。

この結果を見ると、各シフトモードにおいて、NO_x 及び CO₂ 排出量の低減が見られた。また、MT のほうがシフトアップの要素が加わるため排出量のばらつきが大きい傾向にあった。

表 9 シフトモードとその内容

シフトモード	シフト操作
MT	クラッチレス、2速発進、2～5速をUP or DOWNによる切り替え
AT	クラッチレス、2速発進、Dレンジでオートシフト
AIE (ECOモード)	クラッチレス、2速発進、Dレンジでオートシフト



注1) 走行ルートは約5.8km 約15分のコース。ルート内の信号は10箇所、制限速度は50km/h。
 注2) サンプル数はノンエコ(MT及びAT)=18、エコ(MT及びAT)=21、AIE ノンエコ及びエコ)=9
 注3) 結果はサンプルの平均値(エラーバーは平均値±標準偏差)

図 10 シフトモード別、エコドライブ有無別の走行状況、排出量（新長 D5t-A）

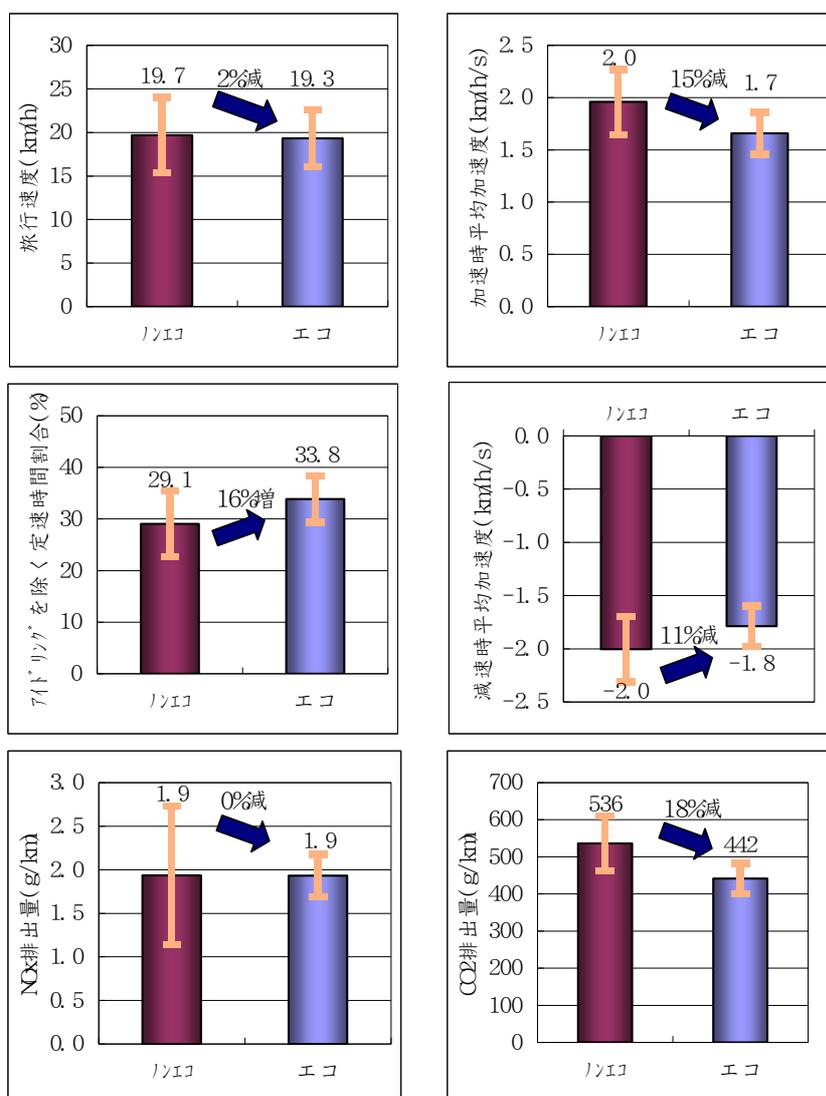
2. 運転方法の要因

(1) 運転者の違い

新長期規制適合車の GVW8t のディーゼルトラック（新長 D8t-B）における車載計走行調査（21年度）を同一ルート、同一車両において延べ40人の被験者によるエコドライブ講習会を行い、通常走行時とエコドライブ時の排出量を取得した。そのデータから条件別の特性を解析した。各項目別の平均値を図11に、運転者個別のノンエコ時平均値に対するエコドライブ時平均値の比率をサンプルとして、これをランク別頻度にまとめ図12に示す。

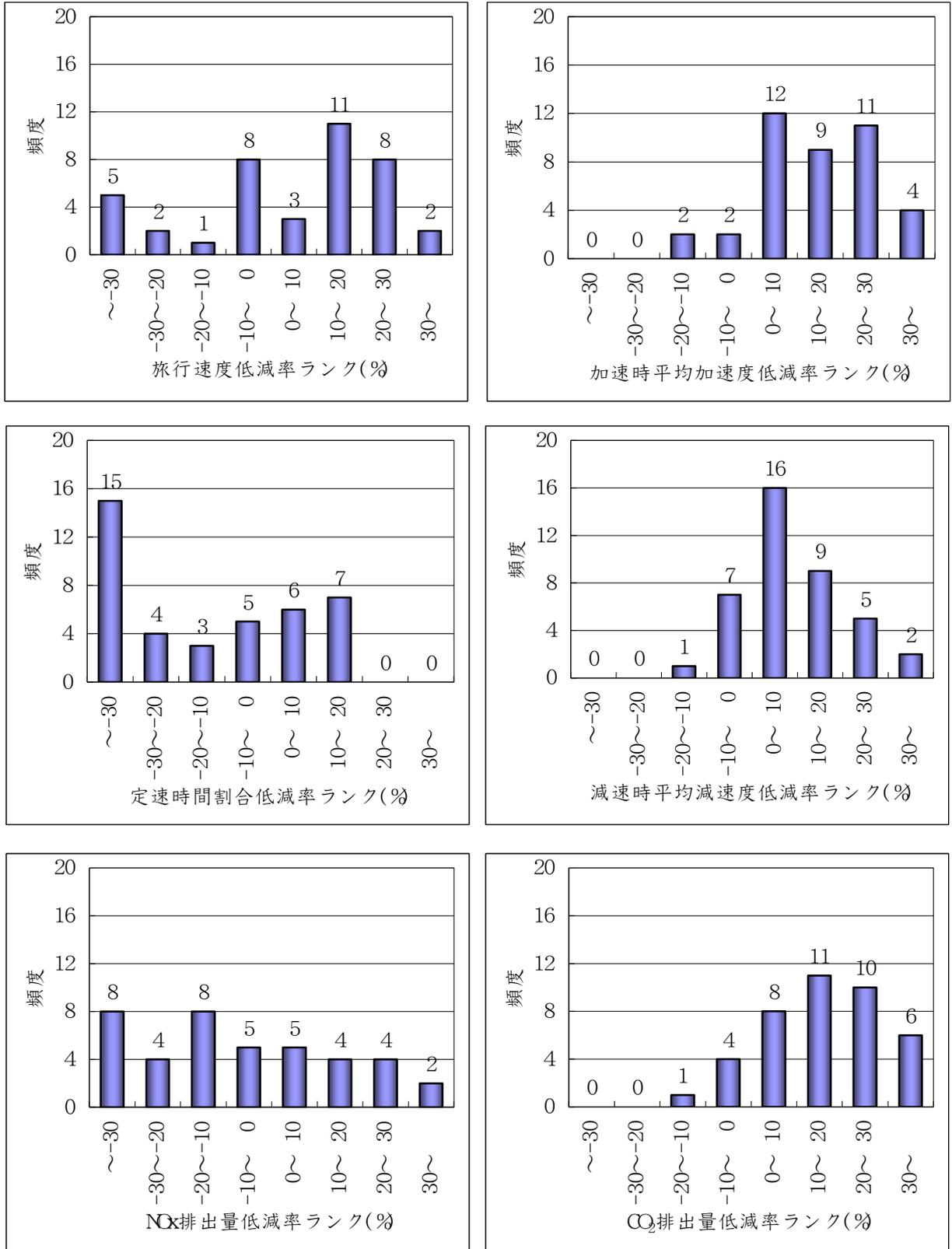
この結果を見ると、40人の被験者のほとんどにおいて、エコドライブの実施を表す平均加速度及び平均減速度の低下、定速時間割合の増加、CO₂排出量の低減が見られる。しかし、NO_x排出量については低減した被験者もいたが、増加した被験者が多くなっていた。これは、講習会のエコドライブ指導方法※により、EGR（排気ガスを再循環し、NO_xを低減する装置）が動作しない領域を使用している可能性が高く、NO_x排出量は増加したと考えられる。

※「2速ギアは一転がりですフトアップ、3速ギアはグリーンゾーンの真ん中より下ですフトアップ」



注1) 排出量等の結果は40人の平均値(エラーバーは平均値±標準偏差)

図11 ノンエコとエコドライブの各種平均値



注1) ランクは以上～未満

図 12 ノンエコ時に対するエコドライブ時の低減率
 (低減率=[エコドライブ実施前-エコドライブ実施後]/エコドライブ実施前)

(2) 車両への慣れとエコドライブ習熟・実施率による排出量低減効果

①車両への慣れによる違い

通常使用していない車両を運転した場合は、エコドライブの実施に関わらず、車両への慣れが進むことでスムーズに走行できるようになると考えられる。

車両への慣れを確認するため、(1) に示した試験車を用い、同一ルートで3回走行して走行状況や排出量を確認した。なお、この時にエコドライブは行っていない。

この結果は図 13 の左側であり、走行回数が増えても走行状況や排出量の変化に一定の傾向は見られなかった。

②エコドライブの習熟と実施率による排出量低減効果

ノンエコでの3回の走行の後で、各ドライバーの走行状況を見て、テキスト等を用いて、個々の運転に合わせたエコドライブ指導を行い、エコドライブを意識して3回走行してもらった。これらの結果から、エコドライブの習熟と実施率による走行状況や排出量をまとめた。

この結果を見ると、エコドライブ時は、ノンエコ時と比較して、平均加速度、減速度は弱くなり、定速時間割合が多くなり、NO_x 及び CO₂ 排出量が低減すると確認された。

さらに、エコドライブの1回目よりも2回目、3回目の排出量が低減していることも確認された。

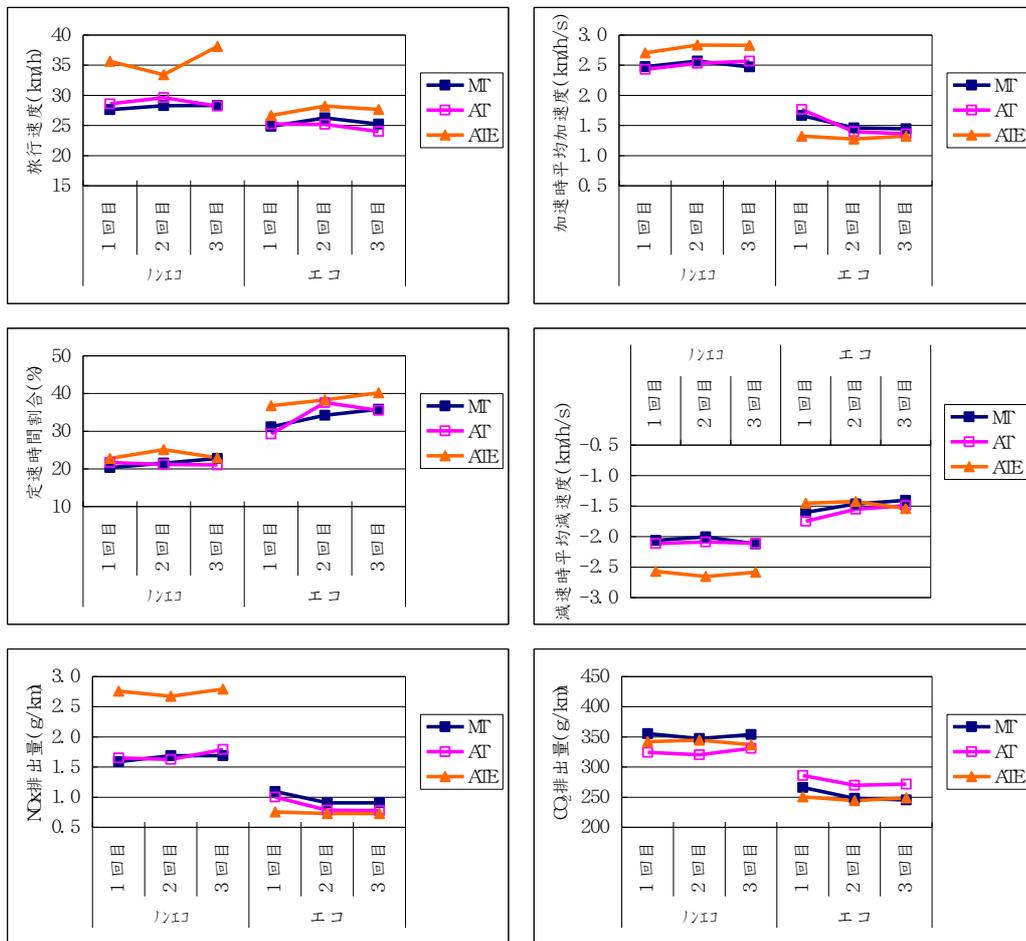


図 13 3回のノンエコ、エコドライブによる走行状況、排出量の変化

3. 道路インフラの要因

道路インフラ要因として信号交差点を対象とし、ここを通過する場合のエコドライブ方法とその効果を新長期規制適合車のGVW8tのディーゼルトラック（新長D8t-B）における車載計走行調査結果（21年度）よりまとめた。

早めのアクセルオフで信号停止なしに走行した場合と、早めのアクセルオフせずに信号に停止した場合における信号前後250m区間での比較をした。この区間は、ほぼ直線で中間地点に信号が存在し、信号を見通すことができるため、早めのアクセルオフが可能な地点である。

信号で停止した走行ケース（図14の赤色）では、50m付近から加速し、信号で1秒停止している。一方、早めのアクセルオフを行った走行ケース（同青色）では、50m付近で前方の赤信号を確認してアクセルをオフにして惰性走行を行い、停止せずに信号を通過して再加速している。信号交差点通過後の両者の排出量を比較すると、信号停止した場合の方がNOx、CO₂排出量ともに多く排出されている。

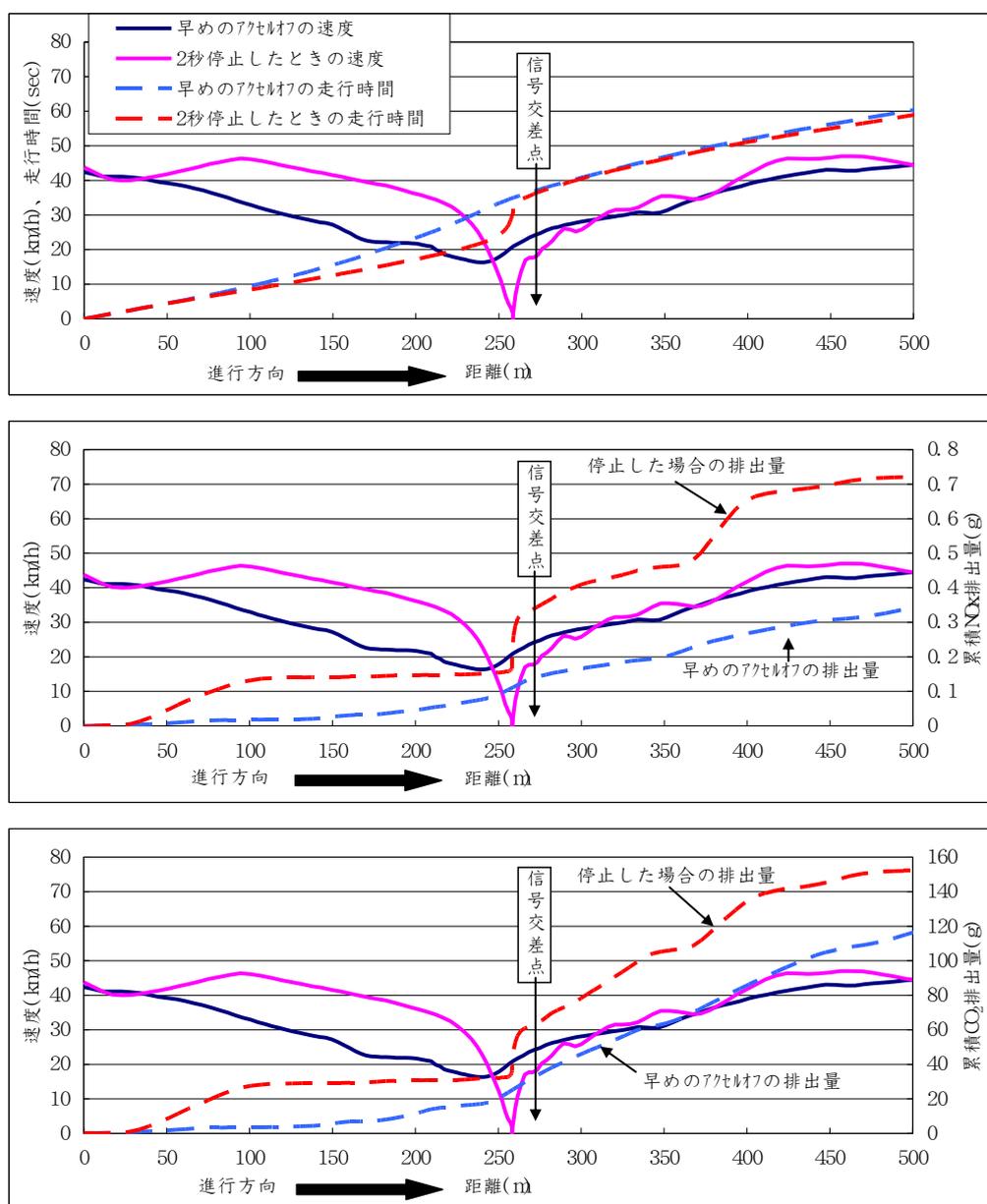


図14 信号交差点付近のエコドライブ効果

4. 交通状況の要因

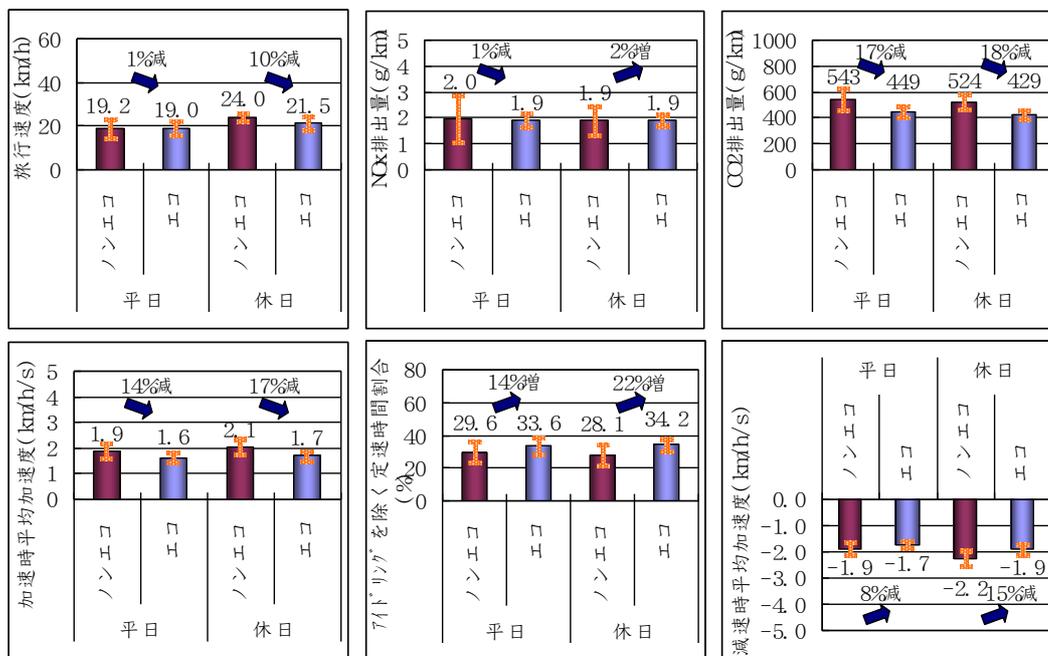
交通量に違いがあると思われる日と、路上駐車のある区間において車載計走行調査が行われており、この結果から交通状況の違いによる排出量への影響をまとめた。

(1) 平休日別におけるエコドライブ効果の違い

21年度のエコドライブ講習会では、車載計を搭載した新長期規制適合車のGVW8tのディーゼルトラック（新長D8t-B）を用いて、平日と休日に一般道路において走行調査を行った。この結果から、平・休日別の平均排出量等を図15に示す。なお、調査日は平日3日間、休日1日間（土曜日）に実施した。

結果を見ると、旅行速度は平日よりも休日のほうが高く、エコドライブの実施率も休日のほうが多少高くなっており、交通状況による違いが若干見られる。

NOx排出量は、平日・休日、ノンエコ・エコドライブの4ケースでほとんど差がなかった。CO₂排出量は、旅行速度が高い休日がノンエコ時及びエコドライブの排出量が若干少なくなっていた。



注1) 排出量等の結果は平日26人、休日14人の平均値(エラーバーは平均値±標準偏差)

図15 平日・休日別の車載計走行調査結果

(2) 路上駐車の有無におけるエコドライブ効果の違い

路上駐車が多い道路区間（図16の区間B）でのエコドライブ効果を20年度のエコドライブ講習会における車載計走行調査（新長D8t-C）からまとめた（図16）。区間B付近は信号機の無い道幅の広い直線道路であるが、駐車車両が多い（図17参照）。

この結果を見ると、区間Bではノンエコに比べてエコドライブはNOx排出量が54%低減、CO₂排出量が63%低減している。これは、ノンエコ時に、駐車車両の間から試験車両の前に割り込みした車両との衝突を回避するためと考えられる強い減速（急ブレーキ）で、このような強い減速とその後の加速により排出量が高くなることから、「駐車場所に注意」することによって排出量の増加要因を減らせると考える。

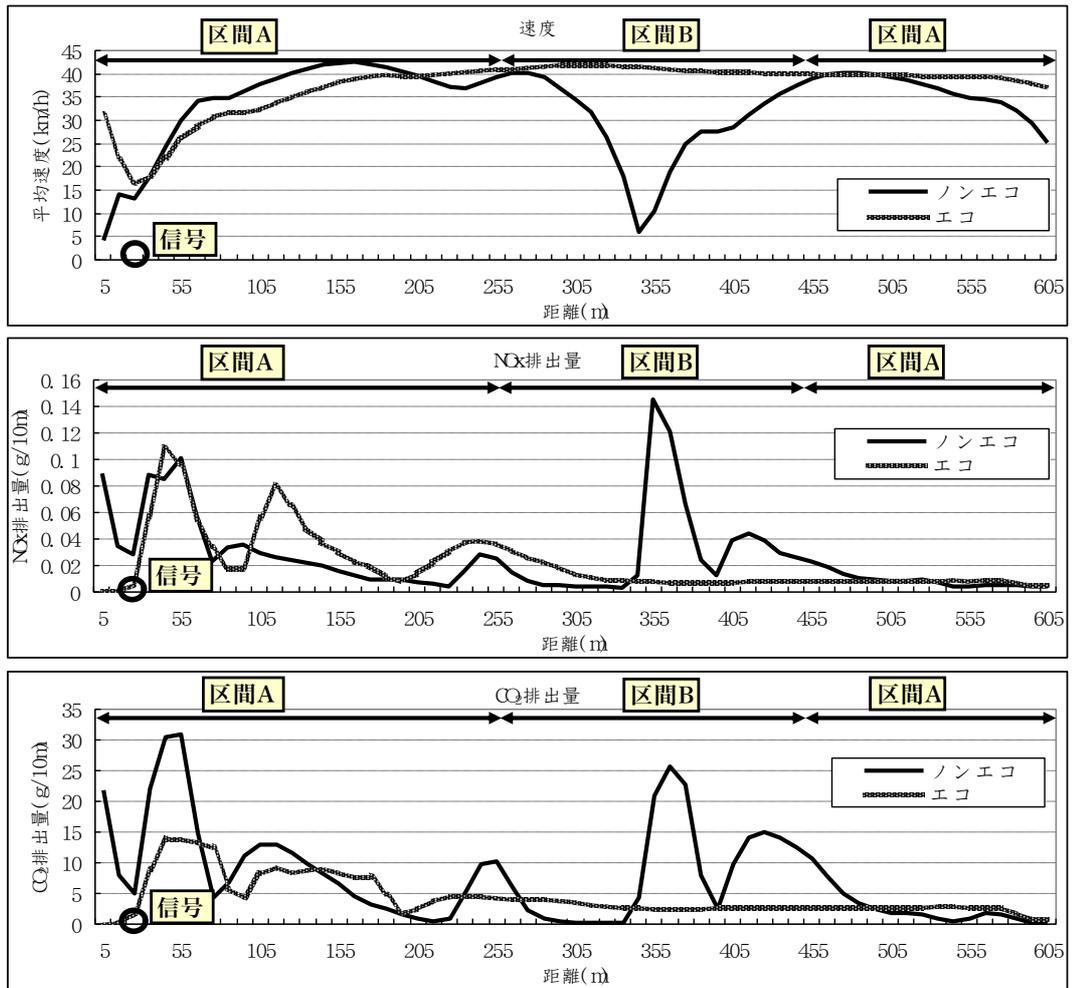


図 16 路上駐車区間 (B) におけるノンエコとエコドライブの排出量比較

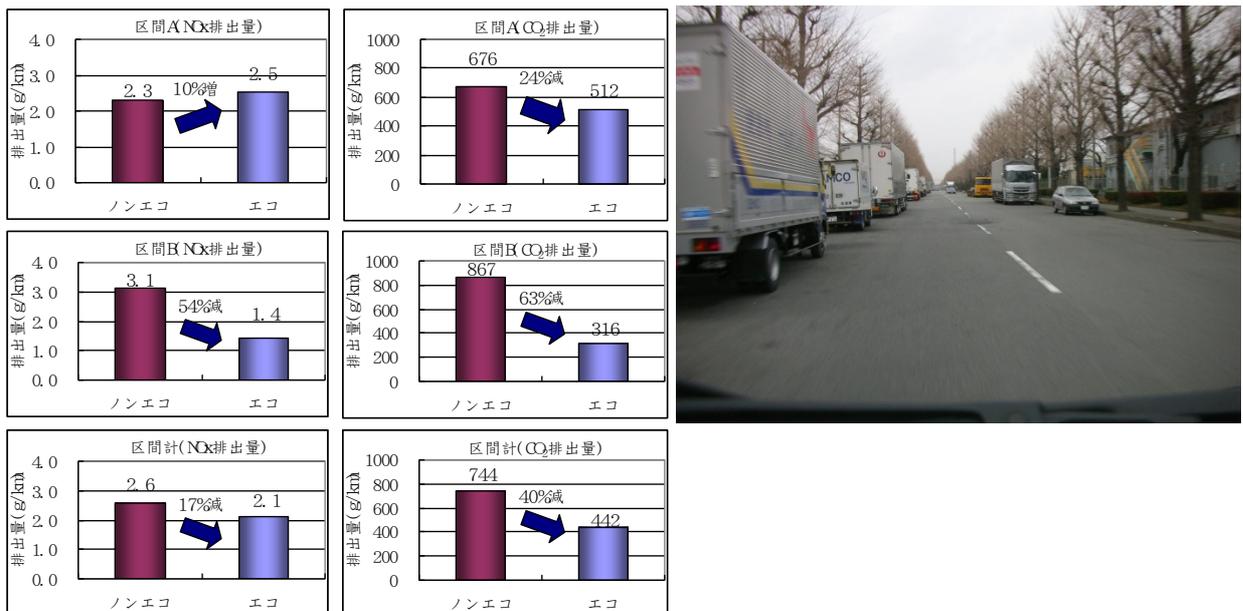


図 17 ノンエコとエコの排出量比較(新長 D8t-C (20 年度調査))と駐車状況

【まとめ】

1. 「エコドライブ 10」に着目したエコドライブ方法

「エコドライブ 10 のすすめ」（環境省等）に示される「ふんわりアクセル」を意識したエコドライブにより最高速度が抑制され、本調査における C/D 試験結果では、日本の都市内走行（平均走行速度 30km/h 台）において NO_x で最大 1～56%（ディーゼル貨物車）、PM で最大 35～54%（ディーゼル貨物車）、CO₂ で最大 3～26% 低減されることを確認した。また、「アイドリングストップ」は乗用車（ガソリン車）においては停止後 10 秒程度、貨物車（ディーゼル車）では停止後 30 秒程度実施すると概ね大気汚染物質の低減に繋がることが確認された。さらに、「暖機運転は適切に」では、暖機せずすぐに発進することが概ね大気汚染物質の低減に繋がることが確認した。詳細については以下のとおりである。

(1) ふんわりアクセル

ガソリン車 4 台（軽乗用車 1 台、小型乗用車 1 台、普通乗用車 2 台）とディーゼル車 6 台（小型車 1 台、GVW5t 車 2 台、8t 車 2 台、25t 車 1 台）について、発進から 20km/h まで様々な加速度で加速する場合の排出量（g/km）を C/D 試験で確認したところ、いずれの試験車においても加速度が小さいほど CO₂ 排出量が少ないことが確認され、交通流の妨害とならない限り、できるだけ低い加速度で発進し、かつ最高速度を抑えた走行ほど効果が高い。ディーゼル車の NO_x 排出量と PM 排出量についても加速度が小さいほど排出量が少ないことが確認された。

(2) 加減速の少ない運転

一定の速度で運転する場合と ±1～±5km/h の変動幅で波状運転した場合の排出量を C/D 試験で確認したところ、波状運転時の CO₂ 排出量増加は若干程度であるが、NO_x 及び PM 排出量の増加率が大きく、加減速の少ない運転は NO_x、PM 排出量抑制のために有効である。

(3) 早めのアクセルオフ

加速あるいは定速状態から減速する場合、ブレーキを主に減速した場合とアクセルオフ（エンジンブレーキ）を主に減速した場合の排出量を C/D 試験で確認したところ、アクセルオフでは燃料カットされる確率が高いことから、ブレーキ減速の場合よりも NO_x、PM、CO₂ が削減される。ただし、アクセルオフでは減速度が小さいことから、後続車の妨害にならないように注意しなければならない。

(4) アイドリングストップ

同じ走行モードでのアイドリングストップ（停止時の前後 5 秒間は除く）有無別の排出量を C/D 試験で確認したところ、CO₂ においては総ての試験車でアイドリングストップを行った時の排出量が少なくなった。また、ディーゼル車では NO_x と PM でも CO₂ と同様に排出量低減効果が確認された。ガソリン車の NO_x については、いずれも新長期規制車であることから NO_x 排出量が微量であり、その効果を判定することができなかった。また、その中で排気量 3.5L の普通乗用車においてアイドリングストップ後の再始動時に排出量が大きく増加したことから、同クラスの別車両での確認が必要と考えられる。

(5) 暖機運転は適切に

小型車用の JC08 モードと大型車用の JE05 モードで、暖機運転の有無別排出量を C/D 試験で確認し、ほとんどの車種で暖機運転をしない場合の方が排出量が少なくなった。ただし、C/D

試験は室温 25℃の試験室内での測定であり、その他の条件でも確認が必要と考える。

(6) その他の確認結果

一般ドライバーを対象とした「エコドライブ講習会」の参加者などを対象とし、車載型排出ガス計を搭載したトラックを用いて、通常時の運転をした場合と、エコドライブを意識して走行した場合の排出量等を計測した。この結果から以下の内容が確認された。

①エコドライブによって、ほとんどのドライバーは「ふんわりアクセル」を実践し、加速時平均加速度が低下し、CO₂排出量が減少する。しかし、講習会の指導内容でのシフトアップの方法は、CO₂の削減につながるが、EGR 動作しない場合があり、NO_x 排出量を増加させたケースも見られた。

②エコドライブマスターであっても、普段乗り慣れていない車ではその技術力をすぐに発揮することができない。また、一般ドライバーでも、エコドライブの結果を確認しながら繰り返すことによって習熟してゆき、排出量削減効果が大きくなる。

③交通信号機の制御状況など、前方交通流の状況を予見し、停止回数の少ない走行を心がけることがエコドライブにつながる。

2. NO_x、PM と CO₂ の関係

従来から、エコドライブは CO₂ 排出量の低減に寄与することが知られている。

本研究では、10 台の試験車によるノンエコ（加速時平均加速度最大）とエコドライブ（加速時平均加速度最小）の実走行モードにおける C/D 試験において CO₂ の他に NO_x 及び PM 排出量も測定した。ここでは、エコドライブによって CO₂ 排出量が低減した場合に NO_x 及び PM 排出量も低減すると言えるかを C/D 試験結果から確認した。

(1) NO_x と CO₂ の関係

試験車をガソリン車とディーゼル車に区分し、実走行モードのトリップセグメント（TS、アイドリングの開始から走行を経て、その次のアイドリング（停止時）になるまでの区間）別排出量から、NO_x と CO₂ 排出量の関係を図 18 にまとめた。

ガソリン車は総て新長期規制車であり、三元触媒により NO_x が高度に浄化されていることからその排出量が微量であり、CO₂ 排出量と一定の関係がみられない車両もあった。

ディーゼル車では NO_x と CO₂ 排出量に相関がみられ、エコドライブを実施して CO₂ 排出量が低減された場合、NO_x 排出量も低減すると言える。一方、ガソリン車はエコドライブを実施し CO₂ 排出量が低減されても、NO_x 排出量が低減しない場合もある。

(2) PM と CO₂ の関係

ディーゼル試験車を DPF 搭載の有無別に区分し、PM と CO₂ の排出量の関係を図 19 にまとめた。

DPF 搭載車は、CO₂ 排出量と一定の関係がみられないトリップセグメントがあることが確認されたが、DPF により PM が高度に浄化されていることからその排出量は微量であった。

DPF 非搭載車は、排出ガス規制年別に見た場合、PM と CO₂ の排出量に相関がみられた。

このことから、ディーゼル車においてエコドライブを実施し CO₂ 排出量が低減された場合、DPF が非搭載の場合に PM 排出量は低減すると考えられる。

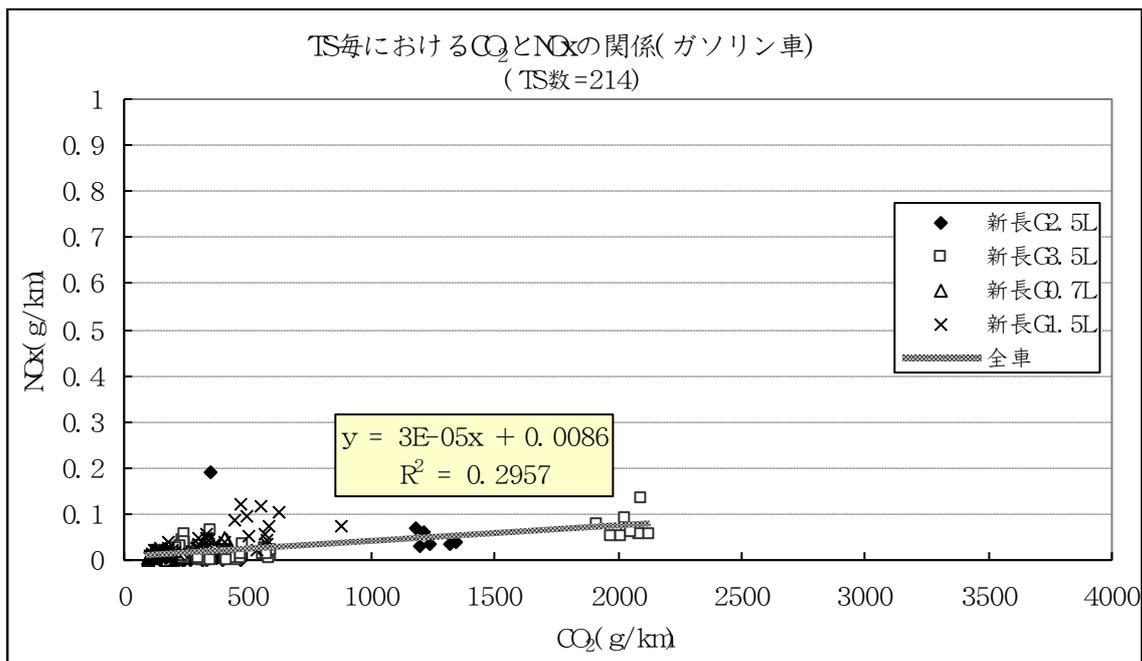


図 18 (1) NO_x と CO₂ の排出量の関係 (ガソリン車)

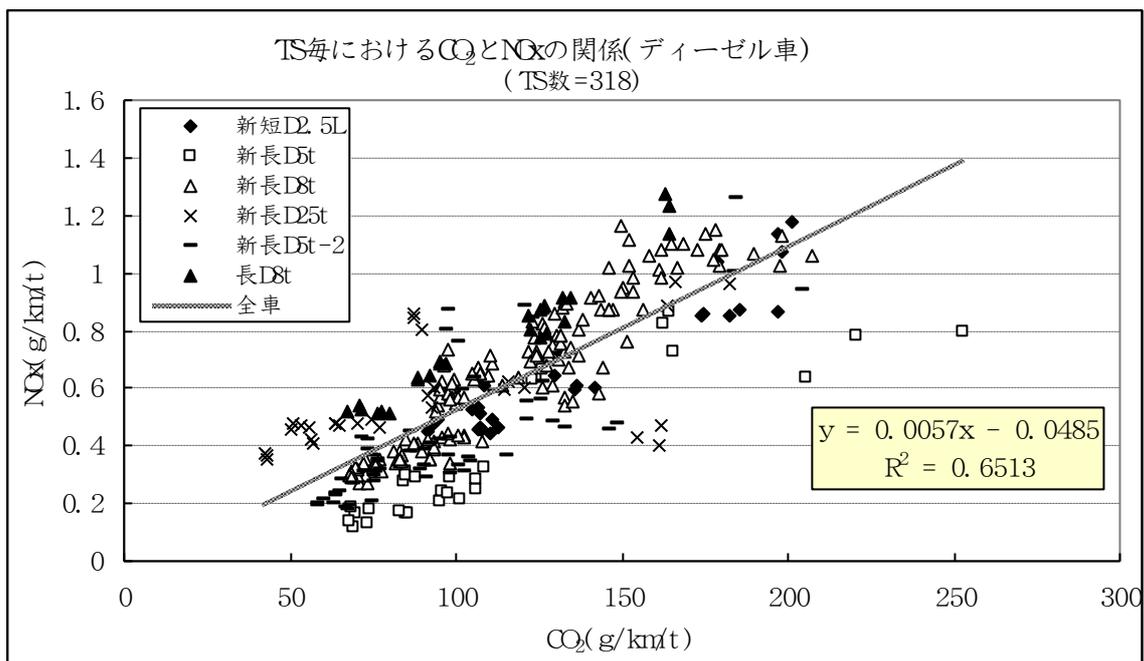


図 18 (2) NO_x と CO₂ の排出量の関係 (ディーゼル車)

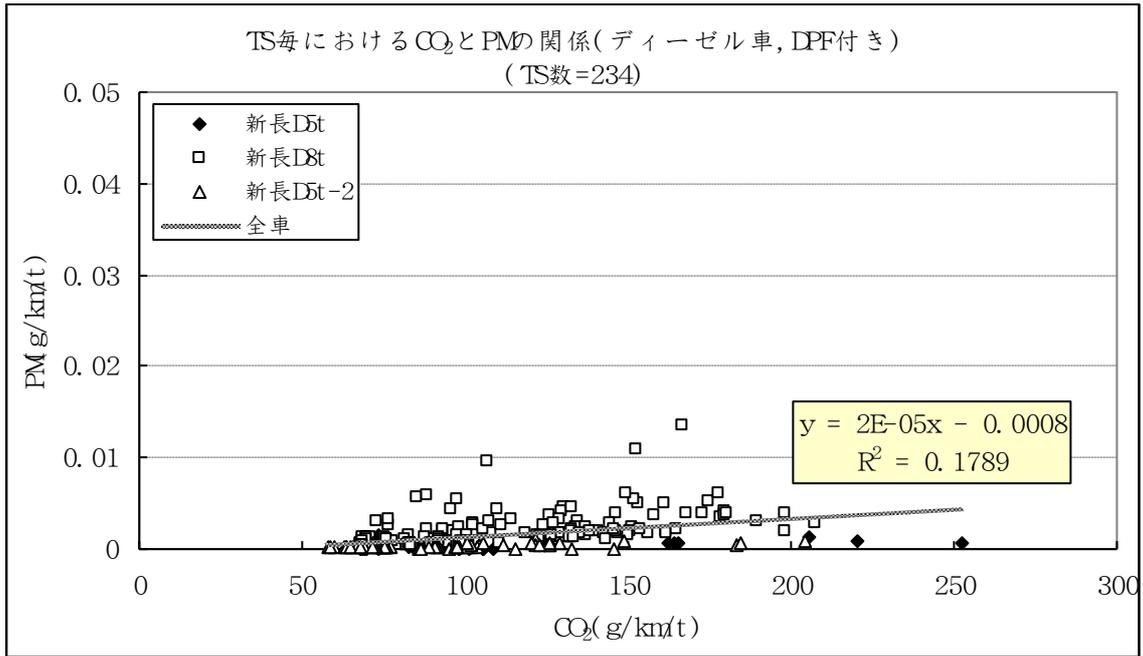


図 19 (1) NO_x、PM と CO₂ の排出量の関係 (DPF 搭載車)

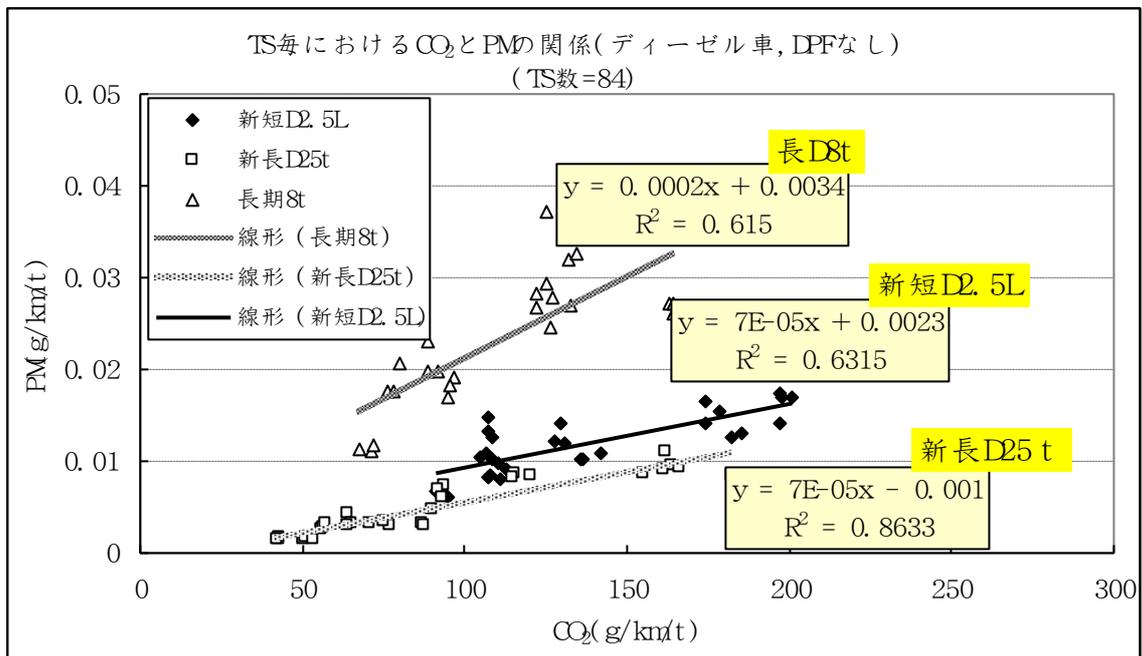


図 19 (2) NO_x、PM と CO₂ の排出量の関係 (DPF 非搭載車)

【課題】

エコドライブを実施することにより、NO_x、PM 及び CO₂ 排出量が低減されることを C/D 試験と車載計走行調査によって確認した。

また、限られた車種ではあるが、被験者個々にエコドライブ指導を実施することにより、ある程度のレベルまではエコドライブ実施率が到達することも確認した。

しかし、エコドライブによる一般的な排出量低減率あるいは燃費改善率を明確に示すことは、以下に示す 2 点から難しかった。

①限られた条件（車種、走行モード、走行ルート、交通条件、運転者）で得られた結果であること。

②エコドライブ（あるいはノンエコ）の基準が、車種や運転者によって異なること。

本調査では、上記の要因については以下のように対応した。

①の限られた条件については、調査条件を設定して、結果を示した。

②については、エコドライブの効果はノンエコに対する評価であるが、本調査では基準となるノンエコが車種や運転者によってどのような分布しているかを把握していない。この為、ノンエコと考えられる走行条件、運転方法を想定して評価した。

上記に示した課題への今後の対応としては、より多くの条件でのノンエコとエコドライブのデータを収集・蓄積することが重要であると考え。その結果、一般的なエコドライブの効果把握をできると考える。

また、車両単独のエコドライブによる排出量低減効果は確認できたが、交通流の中では発進時の加速度を抑えるというエコドライブにより速度が低下し、交通の流れが悪くなるのではないかと懸念もある。このことから、1 台毎の速度状況に伴う排出量変化と全体の交通の流れを考慮しながら、交通流に合わせた車両個々のエコドライブ実施率の最適化を検討することが重要と考えられる。

さらに本調査研究では「エコドライブ 10 のすすめ」におけるエコドライブを基本として調査を行っているが、すべてを網羅した内容とはなっていない。1 つは、エアコンの使用の有無における排出量の違いであるが、エアコンの作動状況の実態把握は難しく、車両によっても効果が異なるのでこれに関する調査を行う場合は大規模なものになると考えられる。

さらに、暖機運転の方法についても 21 年度調査では 4 台の車両で実施したが、C/D 試験室内での気温における試験であり、実際は季節により暖機時間が変動しソーク時間も車両によって異なるため、同様に実態把握を行う場合は大規模なものになると考えられる。これらが排出量に与える影響は少なくないことから、この 2 つをカバーできる調査があるとより定量的な把握ができると考えられる。

「謝辞」

エコドライブ講習会における走行調査においてご協力をいただいた社団法人神奈川県トラック協会、横浜日野自動車（株）、神奈川三菱ふそう自動車販売（株）及び神奈川いすゞ自動車（株）の関係者の方々に深く感謝いたします。