

*

177 エコドライブ活動による燃費改善と交通事故低減

間地 寛¹⁾ 春日 伸予²⁾ 石 太郎³⁾ 大聖 泰弘³⁾

Effects of eco-drive activity on improvement in fuel economy and reduction in traffic accidents

Hiroshi Maji

Nobuyo Kasuga

Taro Ishi

Yasuhiro Daisho

Eco-drive is recommended to improve fuel economy, thereby reducing CO₂ emissions. A statistical study has been conducted to discuss the effects of eco-drive activities on improvements in fuel economy and on the resulting reductions in traffic accidents. Comparisons were made on fuel consumption and the number of accidents data collected for 1020 freight trucks in the year before eco-drive activities and for 1310 ones in the next year after the activities, respectively. For this purpose, truck drivers were advised to practice moderate start and stop as a typical eco-drive mode. The analytical results show that fuel economy can be improved by 8% by enhancing eco-drive activities specifically proposed in this study and that traffic accident rate can be eventually reduced by almost 50%. Further, a multi-variate analysis indicates that fuel consumption improvement and traffic accident rate reduction both achieved by eco-drive activities are significantly co-related.

Key Words: Safety, Fuel economy / Eco-drive activity, Safety education and training ⑬

1. はじめに

地球温暖化に関わる二酸化炭素 (CO₂) や大気汚染の要因である自動車の排出ガスを低減するために、対策技術の開発とともに、環境に配慮した運転であるエコドライブの推進が社会的に求められている。

エコドライブについては、多くの方法の提案や取り組み事例が見られ 1)~6)、警察庁、経済産業省、国土交通省、環境省からなる「エコドライブ普及連絡会」1)において、下記に示す 10 項目が燃費改善のポイントとして挙げられている。

1. 不要なアイドリングはやめる
2. タイヤの空気圧をチェックする
3. 不要な荷物はおろす
4. 暖機運転は適切に行う
5. ふんわりアクセル「e スタート」を実践する
6. 車間距離に余裕をもつ
7. 減速時にはエンジンプレーキを積極的に使う
8. 駐車場所に注意する
9. エアコンの使用は控えめにする

10. 計画的にドライブをする

これらのうち「ふんわりアクセル, e スタート」は、燃費向

上に大きな影響があることから、ゆっくりとした発進の励行が特に推奨されており、また「停止」についても、エンジンプレーキの積極的な使用がうたわれているが、このような減速では、低回転条件を除いて燃料の供給が停止される。また、急激な加減速を繰り返す走行に対して、ゆっくりした加減速では、平均車速が同じであっても加速の頻度が減少するため、加速時のエネルギー（車両の運動エネルギー）の消費が抑制され、結果的に燃費向上に繋がる効果がある。また、このような運転方法は、結果として交通事故低減につながる可能性がある。

そこで本研究では、エコドライブのポイントの中でも特に注目されている「ゆっくりとした発進と停止」というポイントに焦点を当て、トラックドライバーを対象に、「ゆっくりとした発進と停止」に特化したエコドライブ教育とその実践が燃費改善と交通事故低減に及ぼす効果を分析・検討した。

2. 研究方法

2.1. 研究対象

今回の研究にあたっては、継続的なデータの収集が可能で、燃費の改善に前向きな運送事業者に所属するプロのトラックドライバーを対象とした。

2.2. エコドライブに関する教育方法

社内で毎月開催されるミーティングに参加したトラックドライバーを対象に、所属事業所内の 1 室に集め、1 回あたり 10 人程度の少人数でエコドライブに関する教育を 1 年間継続

*2006 年 5 月 25 日自動車技術会春季学術講演会において発表。

1) 株式会社アスア (451-0031 愛知県名古屋市中区西 4-28-18)

2) 芝浦工業大学 (337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307)

3) 早稲田大学 (169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

して行った。

教育内容としては、エコドライブのポイント全 10 項目のうち、特に「ゆっくり発進、ゆっくり停止」の励行に重点を置いた。さらに、燃費に関しては、毎月各ドライバーに結果をフィードバックして教育材料とした。

このような方法については、燃費改善の効果が得られることを確認した筆者等の経験に基づいて、多数の事業者を対象に実施したものである。

2.3. 燃費の調査方法

トラック事業者 17 社 1020 台の燃費について、エコドライブの教育と励行の前後それぞれ 1 年間の計 2 年間にわたって調査した。その記録にあたっては以下のルールで実施した。

1. 燃費を記録する走行管理表（図 1）を用意する
2. 車両 1 台につき、1 枚
3. 1 ヶ月につき、1 枚
4. 記載は、給油した日のみ（給油 1 回 1 行）
5. 記載項目は、走行メータ/走行距離/給油量/燃費
6. 記載は、乗務員が手書きで行う

記載済みの走行管理表を毎月回収し、給油ごとの燃費データを調査収集した。なお実施前の燃費データは、各事業者から提出された資料をもとに収集し、これを基準にして燃費の改善効果を求めた。

year		month		Driving Management Sheet		(Company name)
Car No.		Vehicle manager's name				
Date	Mileage at fueling (km)	Mileage driven (A)	Liter fueled (B)	F/C (Fuel consumption) (A/B)	Name	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

Data at the beginning of this month
Km at the end of last month (C)

Target F/C (Target Fuel Consumption) (T)

km/l

Data at the end of this month
Km at the end of this month (D)

Total km driven (E=D-C)

km

Total liter fueled (F)

l

Result of F/C (G=E/F)

km/l

achieved % of target (G/T)

%

Driver's comment

※Record sheet need to submit to management office until 3rd of every month

Fig. 1 Record sheet of mileage and fueling

2.4. 交通事故の調査方法

また、11 社の 1310 台の車両に関して、エコドライブ教育・実施前後のそれぞれ 1 年間計 2 年間の交通事故件数についても調査した。交通事故件数の算出にあたっては、各社が保管している交通事故報告書 1 通をもって 1 件と数えている。この報告書は、交通事故により車両修繕費や対物損害金、慰謝料、医療費などの損害金が発生した場合記載するものとしている。なお、交通事故の情報は企業の信用や機密に関わるデータであることから、今回の調査では各企業の基準による事故の件数のみの調査としている。

3. 結果

3.1. 燃費データの調査および分析結果

燃費データに関する調査の結果は、表 1 に示すとおりである。ここでは、使用形態にも配慮して、最大積載量 8 トンを超えるディーゼルトラック（大型車と呼ぶ）330 台と、最大積載量 2 トン以上 8 トン未満のトラック（中小型車と呼ぶ）690 台を分けて分析することにした。使用形態の特徴として、大型車は長距離走行が、中小型車は域内配送がそれぞれ多い。

表から明らかなように、いずれの事業者もエコドライブの教育実施前よりも教育実施後の方が燃費は向上しており、全体平均で 8.7% の向上を示した。

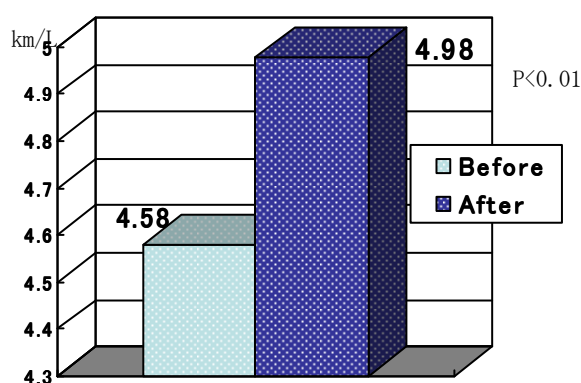
さらに、エコドライブ教育・実施前後の燃費の差を Wilcoxon 順位和検定 (7) より分析したところ、有意な差であると認められた（実施以前平均燃費：4.58 VS 実施後平均燃費：4.98, $P < 0.01$ ）（図 2）。

ここで、Wilcoxon 順位和検定とは、正規分布を示さないデータにも対応できる有意差検定であり、有意差検定とは、2 データの差は統計的に意味があるか否かを判断するものである。検定では、比較する 2 データは同じであるという帰無仮説をたて、実際の調査結果から 2 データが同じである確率を計算する。この確率が十分小さければ仮説を捨てて、有意差があるとみなす。捨て去った「同じである」確率を有意水準または危険率 (P 値) といい、例えば 5% の有意水準 ($P < 0.05$) は、5% の確率で「差がある」という判断は誤りであることを意味する。さらに、Wilcoxon 順位和検定は、中央値、平均値の差の検定であり、2 つの値とも母集団における分布の位置が同じと考えられるかどうかを検定する方法である。

Table 1 Data of Fuel Consumption

Comparison of fuel consumption for “before and after eco-drive activities” in each company

№	Company	Truck category	Number of truck	Fuel consumption (F/C)		
				Before (A)	After (B)	% (B/A)
1	A	Heavy duty	28	3.72	3.98	7.0%
2	B (Heavy duty)	Heavy duty	40	3.08	3.40	10.4%
3	B (Light duty)	Light duty	25	7.15	7.79	9.0%
4	C	Heavy duty	31	3.22	3.59	11.5%
5	D	Light duty	75	4.70	4.95	5.3%
6	E	Light duty	51	5.85	6.29	7.5%
7	F	Light duty	35	5.52	5.82	5.4%
8	G	Light duty	71	4.97	5.49	10.5%
9	H	Light duty	30	5.27	5.92	12.3%
10	I	Light duty	68	4.96	5.72	15.3%
11	J	Light duty	26	7.22	7.37	2.1%
12	K	Light duty	96	4.70	5.45	16.0%
13	L	Heavy duty	32	2.48	2.55	2.8%
14	M	Heavy duty	46	3.64	3.75	3.0%
15	N	Heavy duty	48	2.08	2.22	6.7%
16	O	Light duty	36	4.07	4.39	7.9%
17	P (Heavy duty)	Heavy duty	105	3.22	3.38	5.0%
18	P (Light duty)	Light duty	177	5.35	5.77	7.9%
Sum			1,020	4.58	4.98	8.7%



Average fuel consumption for “before and after eco-drive activities”

Fig. 2 Improved fuel consumption

また、大型車と中小型車別による結果を検討するため、車両別にデータを分類した結果を表 2 に示す。大型車、中小型車のいずれもエコドライブ教育・実施前よりも後の方が燃費は向上している。さらに、車両別にエコドライブ教育・実施前後の燃費の差を Wilcoxon 順位和検定で分析したところ、いずれも有意性が認められた(大型: 3.05 vs 3.25, 中小型: 5.22 vs 5.71, いずれも $p < 0.01$) (図 3, 4)。

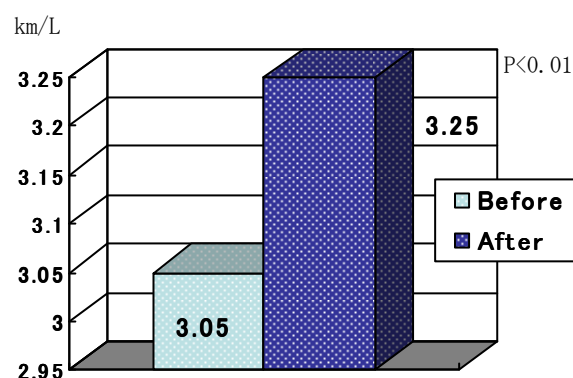
中小型車の方がエコドライブによる改善率が高い傾向があるのは、域内物流の場合、加減速の頻度が高いためと推定される。

また、車両別の燃費改善の分布を図 5 に示したが、エコドライブ実施前の燃費水準によらず全体として燃費の改善が実現している傾向が認められる。

Table 2 Data of fuel consumption for two truck categories

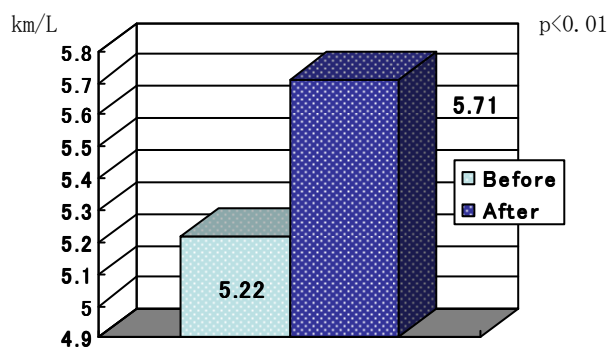
Comparison of fuel consumption of “before and after eco-drive activities” for two truck categories

№	Company	Truck category	Number of truck	Fuel consumption (F/C)		
				Before (A)	After (B)	% (B/A)
1	A	Heavy duty	28	3.72	3.98	7.0%
2	B (Heavy duty)	Heavy duty	40	3.08	3.40	10.4%
3	C	Heavy duty	31	3.22	3.59	11.5%
4	L	Heavy duty	32	2.48	2.55	2.8%
5	M	Heavy duty	46	3.64	3.75	3.0%
6	N	Heavy duty	48	2.08	2.22	6.7%
7	P (Heavy duty)	Heavy duty	105	3.22	3.38	5.0%
Sum			330	3.05	3.25	6.6%
8	B (Light duty)	Light duty	25	7.15	7.79	9.0%
9	D	Light duty	75	4.70	4.95	5.3%
10	E	Light duty	51	5.85	6.29	7.5%
11	F	Light duty	35	5.52	5.82	5.4%
12	G	Light duty	71	4.97	5.49	10.5%
13	H	Light duty	30	5.27	5.92	12.3%
14	I	Light duty	68	4.96	5.72	15.3%
15	J	Light duty	26	7.22	7.37	2.1%
16	K	Light duty	96	4.70	5.45	16.0%
17	O	Light duty	36	4.07	4.39	7.9%
18	P (Light duty)	Light duty	177	4.94	5.23	5.9%
Sum			690	5.22	5.71	9.4%



Average fuel consumption of heavy-duty trucks for “before and after eco-drive activities”

Fig. 3 Improved fuel consumption of heavy-duty trucks



Average fuel consumption of light-duty trucks for “before and after eco-drive activities”

Fig. 4 Improved fuel consumption of light-duty trucks

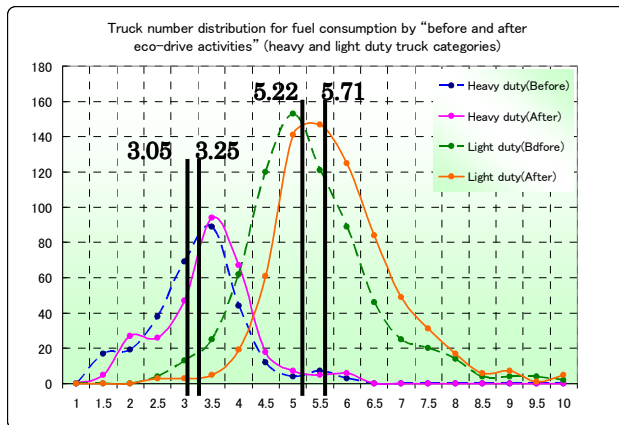


Fig. 5 Truck number distribution for fuel consumption

3.2 交通事故の発生数の調査および分析結果

事故発生数を調査した結果、表 3 のような結果が得られ、エコドライブ教育・実施後の方が、交通事故が 49%減少していることが示された。エコドライブ教育・実施前後の差を燃費データと同様に分析した結果、有意な差であることが認められた(実施前平均事故数：12.1 vs 実施後平均事故数：5.9, $P < 0.01$) (図 6)。

Table 3 Data of traffic accidents

Comparison of traffic accidents for "before and after eco-drive activities" in each company

NO	Company	Truck category	Number of truck	Accidents(number)		
				Before (A)	After (B)	% (B/A)
1	P	Light duty	177	24	13	46%
		Heavy duty	105			
2	Q	Light duty	27	10	5	50%
		Heavy duty	41			
3	R	Light duty	37	8	6	25%
		Heavy duty	41			
4	S	Light duty	68	0	0	
5	T	Light duty	118	10	1	90%
6	U	Heavy duty	79	8	0	100%
7	V	Light duty	45	6	2	67%
8	W	Light duty	65	0	0	
9	X	Heavy duty	262	16	13	19%
10	Y	Light duty	24	3	0	100%
11	Z	Light duty	221	48	25	48%
Sum			1,310	12.1	5.9	49%

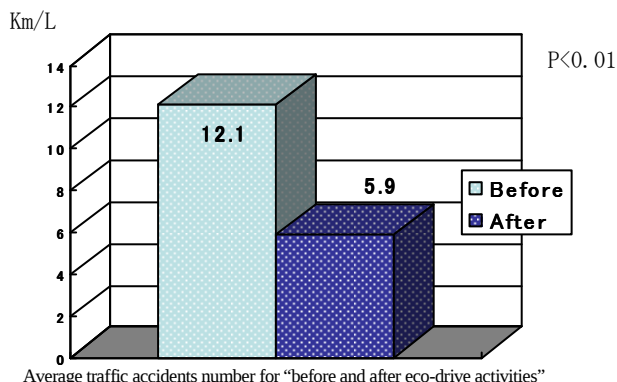


Fig. 6 Fluctuation of number of traffic accidents

さらに、この結果は全走行距離を含めたものであるため、事業者ごとに走行距離 100 万 km 当りの交通事故発生件数を調査した結果を表 4 に示す。これより、エコドライブ教育実施後の方が、実施前に比べ 36%にまで低減していることが分かった。

Table 4 Data of traffic accidents per 1,000,000 km

Traffic accidents per 1,000,000 km in each company for “before and after eco-drive activities”														
NO	Company	Truck	Number	Sum	Mileage (km)			Accidents(number)			Accidents/1,000,000km			
					Before	After	%	Before	After	%	Before	After	%	
1	P	Small	208	282	4,167,898	6,283,120	51%	24	13	54%	5.8	2.1	36%	
		Large	74		5,346,419	7,545,235	41%							
2	Q	Middle	27	68	1,102,638	1,013,158	-8%	10	5	50%	9.1	4.9	54%	
		Large	41		2,974,316	2,465,432	-17%							
3	R	Middle	37	78	749,857	1,531,374	104%	8	6	75%	10.7	3.9	37%	
		Large	41		1,406,107	2,062,678	47%							
4	S	Small	68	68	1,078,327	1,070,010	-1%	0	0		0.0	0.0		
5	T	Small	118	118	1,369,965	1,419,042	4%	10	1	10%	7.3	0.7	10%	
6	U	Large	79	79	3,892,943	4,219,138	8%	8	0	0%	2.1	0.0	0%	
7	V	Small	45	45	1,941,293	2,639,918	36%	6	2	33%	3.1	0.8	25%	
8	W	Middle	65	65	1,640,290	1,742,822	6%	0	0		0.0	0.0		
9	X	Large	262	262	4,043,894	6,137,713	52%	16	13	81%	4.0	2.1	54%	
10	Y	Small	24	24	342,749	411,823	20%	3	0	0%	8.8	0.0	0%	
11	Z	Small	221	221	3,089,233	2,768,083	-10%	48	25	52%	15.5	9.0	58%	
Sum					33,145,929	41,309,346	25%	Average	12.09	5.91	49%	6.02	2.14	36%

4. 考察とまとめ

本研究の結果から、特に「ゆっくりとした発進と停止」という一つのポイントに特化したエコドライブ教育とその実践が燃費改善と交通事故低減に極めて有効であることが示唆された。また、燃費の改善に関しては、小型車、大型車の違いに関係なく有効であることが示された。これらの結果から、エコドライブは、すべてのポイントを実践するのではなく、一つのポイントに絞って実践するだけでも燃費改善と交通事故低減に効果があるものと推察される。

エコドライブは環境保全に適した運転であり、それが同時に安全にも貢献する傾向があることはこれまでも大まかには認識されており、それを実践することが推奨されてはいた。しかし、組織的に取り組んで持続的に効果を挙げている例は少なく、取組んでも効果が得られないために止めてしまう例が散見される。本研究の取り組みの特徴は、一つのポイントに焦点を当て、それに特化した教育を行った点にあるが、そうした教育は、ドライバーにとっても継続的に実践しやすいと考えられる。したがって、今後のエコドライブ教育が、まずは一つのポイントからスタートするというスタイルを取るにより、その実践が普及し、また効果も広がることが期待される。

5. 今後の課題と展望

現在、エコドライブ活動の支援について国土交通省では、経済産業省との連携の下、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「エネルギー使用合理化事業者支援事業」（8）の補助制度を活用し、トラック事業者がエコドライブに取り組みやすい環境づくりを目指している。具体的には、エコドライブ管理システム（EMS）の導入支援である。このEMSの導入支援とは、エコドライブ教育の支援機器であるデジタルタコグラフやドライブレコーダーなどのデジタル機器を導入する費用の3分の1を助成するものである。

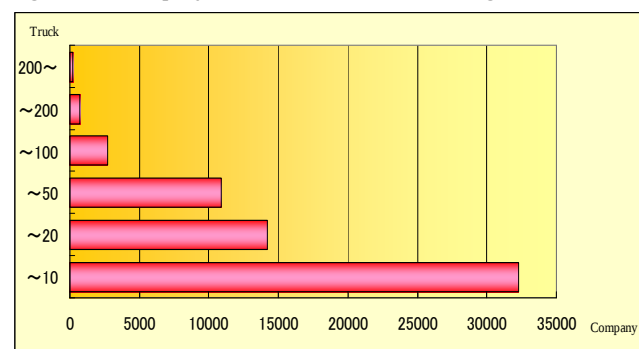
しかし、この機器は1台15～20万円程の費用の他、運用管理ソフトが必要となるため非常に高価であることから、台数の少ない中小のトラック事業者にとっての負担は決して軽いものではない。

トラック事業者の規模別事業者数(9)を調べると表5と図7の結果となっており、事業者数合計61,040社の内、約76%に当たる46,446社が20台以下のトラック事業者となっている。

Table 5 Data of truck company numbers for truck number categories

Scale	Number of Company	%
200～	226	0.4%
～200	697	1.1%
～100	2,738	4.5%
～50	10,933	17.9%
～20	14,183	23.2%
～10	32,263	52.9%
Total	61,040	100%

Fig 7 Truck company number for truck number categories



また、(社)全日本トラック協会が発表した平成16年度の規模別経営分析（表6）（10）によると、10台以下のトラック事業者では、3年連続経常利益率がマイナスになっており、約半数が赤字企業となっている。また、10台以上20台以下の事業者においても経常利益率は非常に低く、約4割の事業者が赤字企業という実情である。

Table 6 Data of company management analysis for truck number categories

Category		Operating revenue (average per company)			Percent of ordinary profit (%)			Percent of surplus company (%)		
		2002	2003	2004	2002	2003	2004	2002	2003	2004
whole		(▲2.7)	(▲2.1)	(▲2.5)	0.5	0.7	0.9	63	67	65
		236,351	231,323	225,556						
Category of truck number	~10	(▲2.9)	(▲1.5)	(▲0.1)	▲1.4	▲1.4	▲1.2	50	54	53
		60,619	59,714	59,666						
	11~20	(▲3.9)	(▲1.8)	(▲1.6)	▲0.5	▲0.2	0.1	62	66	62
		140,142	137,660	135,441						
	21~50	(▲4.8)	(0.0)	(▲0.3)	0.9	0.9	1.2	72	76	74
		305,797	305,779	304,991						
	51~100	(▲6.1)	(0.4)	(▲2.5)	1.0	1.7	1.5	74	79	83
		685,844	688,590	671,266						
	101~	(▲1.9)	(▲0.9)	(▲0.4)	0.5	0.9	1.7	78	78	75
		1,340,881	1,329,135	1,323,832						

こういったトラック事業者の現状を考えると、エコドライブ活動の普及を推進するには、2つの方法が考えられる。すなわち、エコドライブ支援機器を導入して取り組む方法と、支援機器を導入せずに（コストを抑えて）教育を実施する方法である。

本研究でのエコドライブ教育は、エコドライブ支援機器を導入せず、手軽に把握できる燃費データをもとにした教育であることから、保有台数全体に占める割合の大きい中小事業者にエコドライブ活動が幅広く普及できる方法であり、効果の拡大が大いに期待される。

また本研究では、車両ごとのデータを取得しているが、エコドライブ教育をドライバー教育の一環としてさらに発展させるためには、ドライバー各人のエコドライブをいかに持続させるかも重要な課題といえよう。上述のような有意な結果が得られたのは、エコドライブの奨励が結果的に慎重な運転を誘導しているものと推察されるが、特に今後は、各ドライバーのエコドライブと環境・安全との関連性に対する自覚の度合いを明確にして教育に役立てる必要がある。

一方、ここで実施した方法とは逆に、安全運転の励行は、燃費を改善する効果があることも知られており、これらに関わる種々の支援や解析のための機器類も使われ始めている。今後は、安全運転とエコドライブとの心理的な側面の関係や、エンジンの使用条件と燃費の関係等も含めたドライバーのデータにも着目して分析を行い、ドライバー教育と交通安全および燃費改善との関係について調査する必要がある。

さらに、本研究のように企業内で組織的に取り組むことが可能なトラックドライバー（職業ドライバー）だけでなく、個人の自覚のもとに実施することが必要とされる一般ドライバーへの展開に関しても探究していきたい考えである。

エコドライブの励行が燃費節減と CO₂ の排出抑制, さらに
は事故防止にもつながる効果は, 自動車の保有者や運転者に
対する経済的なメリットにとどまらず, 事業主あるいは運行
管理者とドライバーとの組織的な関係の改善や, 環境や社会
経済の面でも貢献しうる側面をもっており, 効果の解明を図
りながら推進すべき課題といえよう.

謝 辞

本研究の実施に当たって貴重なご助言頂きました(株)すみれ
の真下芳隆氏, 交通安全環境研究所の西野誠氏, 日本自動車
研究所の堀政彦氏に心より御礼申し上げます.

参 考 文 献

- (1) エコドライブ普及連絡会: エコドライブの実践について,
政府全体として効果的な普及促進を図るため, 警察庁, 経
済産業省, 国土交通省及び環境省をメンバーとする連絡会
・ 第一回エコドライブ普及連絡会ホームページ参照
<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0004083/>
・ エコドライブのポイント 10 項目のホームページ
<http://www.team-6.net/ecodrive/estart/>
- (2) 社団法人日本自動車工業会: エコドライブのホームページ
http://www.jama.or.jp/user/eco_drive/
- (3) 交通エコロジーモビリティ財団: エコドライブのホーム
ページ
<http://www.ecomo.or.jp/>
- (4) 省エネルギーセンター: ホームページ
<http://www.eccj.or.jp/>
スマートドライブパンフレット
<http://www.eccj.or.jp/drive/05/index.html>
- (5) 環境省: 大気汚染防止推進月間ホームページ
<http://www.env.go.jp/air/info/ecodrive/>
- (6) チームマイナス 6%: 『ふんわりアクセル e スタート』ホー
ムページ
<http://www.team-6.net/ecodrive/>
- (7) Wilcoxon 順位和検定: ノンパラメトリック法 (岩崎学/著)
- (8) NEDO: 平成 18 年度エネルギー使用合理化事業者支援事業
に関するホームページ
http://www.nedo.go.jp/informations/koubo/180331_10/180331_10.html
- (9) 規模別トラック事業者一覧 (平成 17 年 3 月 31 日現在)
国土交通省自動車交通局貨物課発表資料より
- (10) (社)全日本トラック協会平成 16 年度規模別経営分析資料