

車載機器を用いたエコドライブ支援による 貨物自動車の燃費・環境改善および 安全性向上効果の分析

新田 保次¹・藤岡 太造²

¹正会員 大阪大学教授 大学院工学研究科地球総合工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)
E-mail:nitta@civil.eng.osaka-u.ac.jp

²正会員 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 (〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 JR新宿ビル)
E-mail:t-fujioka@jreast.co.jp

本研究においては、39事業所 315台の営業用貨物車を対象に音声ナビ付きデジタルタコメーターによるエコドライブ支援の効果、燃費・環境改善および安全性向上の視点から探ることを目的とした。その結果、今回対象としたシステムは、燃費・環境改善および安全性向上の両面において効果的であることが明らかになった。具体的には、燃費改善率においては大型車 6.1%、中型車 9.4%となり、大型車、中型車とも約 8割の車両において改善がみられた。安全性向上においては、走行速度、加速度、減速度の指標からみたドライバーの運転行動において、危険行動の発生が減少した。さらに、事故件数が大幅に減少するとともに、損害額においても減少することが示唆された。

Key Words : *echo-driving, freight vehicle, fuel consumption, CO₂, safety*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

近年、CO₂ (二酸化炭素) を主因とする地球温暖化問題が深刻になってきている。そのため、2005年2月16日には京都議定書が発効され、我が国においては2008年～2012年の間に1990年比で6%の地球温室効果ガスを削減する義務が課せられた。我が国の運輸部門からのCO₂排出量は、産業部門の4割近くに続き、総排出量の約2割を占め、1990年度比で約2割増加しているが、近年低下傾向にある¹⁾。そして、運輸部門の排出量のうち約5割を自家用乗用車、4割近くを貨物自動車に占めている²⁾。

また、幹線道路沿道における大気汚染問題については、この原因となっている物質はNO_x (窒素酸化物)、SPM (浮遊粒子状物質) であり、これらは貨物自動車などのディーゼル車の排気ガスに大きく起因している。2002年5月には改正自動車NO_x・PM法が施行され、徐々に改善の傾向が見られてはいるが、依然深刻な状況にある。そのため、沿道大気汚染対策には、ディーゼル貨物車対策が重要である。以上示したように、地球環境、地域環境の両面から貨物交通対策を行う必要があり、行

政・民間の双方から様々な施策が提案され、取り組まれている。

しかしながら、中小規模事業者 (保有台数 30台以下) が約8割を占める貨物自動車運送事業者は、1990年に施行された物流二法 (貨物自動車運送事業法および貨物運送取扱事業法) による規制緩和により、市場での競争の激化、荷主からの物流コストの削減要請、NO_x・PM法による車種規制の対応、原油価格の高騰などにより経営的に苦しい状況が続いている。加えて、過労運転、過積載などにより貨物自動車による交通事故が多発しており、安全上の問題も深刻となっている。よって、貨物交通においては、環境面だけではなく、経済面、安全面も視野に入れた対策が必要となっている。

そこで本研究では、環境面および経済面から効果が期待できる手軽な取組みとして期待されている、ecologicalとeconomicalの意味を含めた「エコドライブ」に注目することにした。そして、そのエコドライブを支援するための装置としての音声ナビ付き車載機器を搭載した貨物車を対象に、この車載機器とそれを活用した一連の取り組みの効果を燃費・環境改善および交通安全性向上の視点から明らかにすることを目的とした。なお、本研究においては、燃費・環境改善は燃費向上に伴う燃料消費量

およびCO₂の削減、安全性向上はドライバーの危険行動および交通事故数、損害保険料といった指標により分析することにした。具体的には、以下の通りである。

【燃費・環境改善効果の分析】

- 1) 車載機器取り付け前後における燃費、燃料消費量の変化の把握・分析
- 2) 燃料消費量の変化に基づいて、CO₂排出量の変化を把握・分析

【安全性向上効果の分析】

- 3) 走行データを用いて危険運転行動の変化を把握・分析
- 4) 車載機器取り付け前後における事故関連指標の変化を把握・分析

(2) 既往の研究からみた本研究の位置づけ

近年、エコドライブに関する取り組みは(財)省エネルギーセンター、交通エコロジー・モビリティ財団が中心となり、国土交通省や経済産業省などの支援のもと、全国各地で取り組まれるようになった。特に、前記両財団においては、エコドライブの省エネ効果を認識し、乗用車を対象にしたエコドライブ講習の受講者に修了証を授与する取り組みを行うようになっている。

しかしながら、エコドライブによる効果を環境面、経済面、安全面などの視点から把握し、学術論文として公表した事例は未だ少ない。その中で、鹿島ら³⁾は乗用車を対象に燃料費削減効果に関する実証実験を行い、燃料消費情報の提供が燃費削減に効果があることを明らかにした。谷口⁴⁾は省エネルギーセンターが行ったエコドライブ実走実験や省エネ運転講習の受講前後におけるドライバーの運転状況の変化から、エコドライブによる燃費改善効果を明らかにした。

以上の研究は主に乗用車を対象にしたものであり、本研究で対象とする貨物車を対象に、また車載機器の効果ならびに燃料費削減に加えて、安全面も考慮して効果の分析を試みた研究は見当たらず新規性があるといえる。なお、筆者らは本研究の先行研究として⁵⁾、貨物車6台を対象に、今回と同様の音声ナビ付き車載機器搭載によるエコドライブ支援効果の分析を行い、燃料消費量およびCO₂削減効果などを明らかにした。しかし、実験に参加した貨物車の台数が少ないこと、また交通安全面での効果を測定していないといった課題が残されていたが、このような点を踏まえ、実験対象車両を大幅に増やし、音声ナビ付き車載機器によるエコドライブ支援の取組成果をマクロ的に明らかにしようとした点にも本研究の特色があるといえる。

2. 効果把握のための実証実験の方法

(1) 車載機器を用いたエコドライブ支援方法

エコドライブには、様々な運転行動が含まれるが、本研究では、音声ナビ付き車載機器による運転行動支援が可能となる「アイドリングストップ」「経済速度走行」「空ぶかしの禁止」「急発進加速・減速の禁止」「早めのシフトアップ」の5種類をエコドライブとした。

そして車載機器を搭載した貨物車の運行実験においては、図-1に示すように、1) 上記5種類の運転行動に関する走行基準値の設定、2) 基準値を越えた場合のリアルタイムでの音声指導、3) 走行解析による運転状態の事後把握・事後指導という3面からドライバーの運転行動への支援を行うことにした。このとき、基準値は、各事業所ごとに基準となる速度、加減速度、エンジン回転数、アイドリング時間をセットした。そして、基準値を超過したとき、次のような音声流れることになっている。

- ・ 速度超過の場合：「社内制限速度を守ってください！」
- ・ エンジン回転数超過の場合：「社内制限エンジン回転数を守ってください！」
- ・ 加速度超過の場合：「急発進（急加速）です！」
- ・ 減速度超過の場合：「急減速です！」
- ・ アイドリング：「アイドリング時間をオーバーしています！」

また、車載機器は矢崎総業(株)製のデジタルタコメーターDTG2を用いた。なお、エコドライブの支援機器は乗用車を含めると多数開発されているが、貨物車の場合、音声指導有り(音声ナビ付き)の場合、タコグラフの機能有りと無い場合に大別される。本研究では、実験対象車両を主にタコグラフの取り付け義務のある車両総重量8t以上、または最大積載量5t以上の貨物車を対象としたことから、音声ナビ付きのデジタルタコメーターが事業者にとって受け入れやすいと考え、先行研究⁵⁾で用いた機種を用いることにした。なお、対象のトラックには車載機器取り付け前はカーナビ等のナビゲーション機器は一切取り付けられていなかった。

(2) 走行データの把握

走行解析による運転状態の事後把握については、本実験においても先行研究⁵⁾で用いた矢崎総業(株)製の運行管理システム(SD-IV)により、以下のような指標に関する実測値と点数(100点満点)および評価(5段階)の値が提供される。基本的には1日1回、貨物車の車載器に装着されたデータカードを運行管理システム

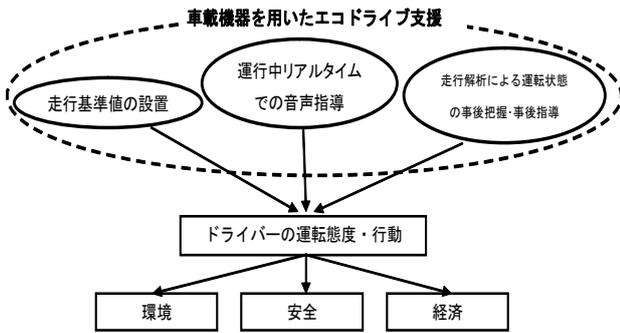


図-1 DTG2を用いたエコドライブ支援

に取り込み、上記の各種分析データを得ることができるのである。このとき1運行とは、データカードを挿入し、運行後取り出すまでの期間を1運行という。そして走行関連データを基に作成された安全運転評価および経済運転評価に関する評価シートをドライバーが見ることで自分の走行状態を振り返ることができ、運転行動の改善につなげることもできる。さらに事業所内ドライバーのランキングも行うことができ、啓発活動にも利用できるものとなっている。

【1 運行毎に把握できる走行関連指標】

- ・ 最高速度（一般道，高速道）
- ・ 平均速度（一般道，高速道）
- ・ 連続走行時間
- ・ 急発進/急加速/急減速回数
- ・ 速度オーバー時間/回数
- ・ エンジン回転数オーバー時間/回数
- ・ アイドリング時間

なお、一般道路と高速道路走行の区別は、ドライバーが車載機器のボタンを押して切り替えることによって行なうようになっていた。

(3) 実証実験の概要

本研究の分析に用いたデータは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の2005年度民生部門等地球温暖化対策実証モデル評価事業において採択された「中小運送事業者へのデジタルタコグラフの組織的導入によるエコドライブ推進事業」において得られたものである。なお、本事業は、大阪府トラック協会河北支部、矢崎総業（株）、（財）公害地域再生センターの3者が受託して、大阪府河北地域の39事業所の貨物車315台が参加して実施された。

本実験においては、音声ナビ付きデジタルタコメーターの装着といった取組以外に、次のような一連の啓発的な活動も行った。

- ・ エコドライブ推進事業に取り組んでいることを示

す事業所の「のぼり」

- ・ エコドライブを実施していることを示す「ステッカー」
- ・ 取組状況を広報する「エコドライブ通信」

ただ、このような取組は事業所間で温度差があり、取組内容がエコドライブの推進にどのような効果があったかも分析する必要があるが、本研究においては事業所の取組活動については詳細な分析を行わず、多数の実験参加車両を対象にした、音声ナビ付き車載機器の搭載の有無による効果分析というマクロ分析を行うことを主な目的にした。

(4) 分析に用いたデータの種類

本稿では、以下の章において39事業所315台の貨物車から得られたデータにより、燃費改善効果、安全性向上効果、運転行動変化の3種類の分析を行うが、各分析において315台のすべてのトラックから分析に使用できるデータが得られたわけではないので、各分析に用いたデータの数について次に示す。なお、A, B, Cはそれぞれ燃費改善効果、安全性向上効果、運転行動変化の分析に用いたデータの種類を示すが、A, B, Cのいずれの分析にも用いられなかった貨物車の台数は75台となった。

AとBとCに用いた貨物車の台数：109台

AとBに用いた貨物車の台数：26台

AとCに用いた貨物車の台数：20台

BとCに用いた貨物車の台数：26台

Aのみに用いた貨物車の台数：37台

Bのみに用いた貨物車の台数：4台

Cのみに用いた貨物車の台数：17台

以上より、A, B, Cの分析に用いたトラックの台数はそれぞれ192台、165台、172台である。

3. 燃費改善効果の把握・分析

(1) データの取得方法

エコドライブ支援車載機器の取り付けは2005年10月から順次開始し、2006年3月までには取り付けを完了した。そのため、2004年4月から2005年3月までの1年間（以下「導入前期間」という）と2006年4月から2007年3月までの1年間（以下「導入後期間」という。ただし、音声ナビを開始している。）のデータを取得し、両期間を燃費改善効果の視点から比較・分析した。燃費とは、走行距離を燃料消費量で除した値のことである。なお、先に示したように実証実験に参加した39事業所315台の貨物自動車のうち、本章の分析を行う上で必要なデータを把握することのできたのは、30事業所192台

表-1 車両区分

車両区分	条件
大型	車両総重量 11 トン以上, 最大積載量 6.5 トン以上の貨物自動車
中型	車両総重量 5 トン以上 11 トン未満, 最大積載量 3 トン以上 6.5 トン未満の貨物自動車
小型	車両総重量 5 トン未満, 最大積載量 3 トン未満の貨物自動車

表-2 車載機器導入前後の平均燃費比較

	台数	導入前平均燃費 (km/l)	導入後平均燃費 (km/l)
全車両	192	4.15	4.44
大型車	99	3.31	3.50
中型車	92	4.99	5.38

注: 小型車は台数が少ないため分析から除外

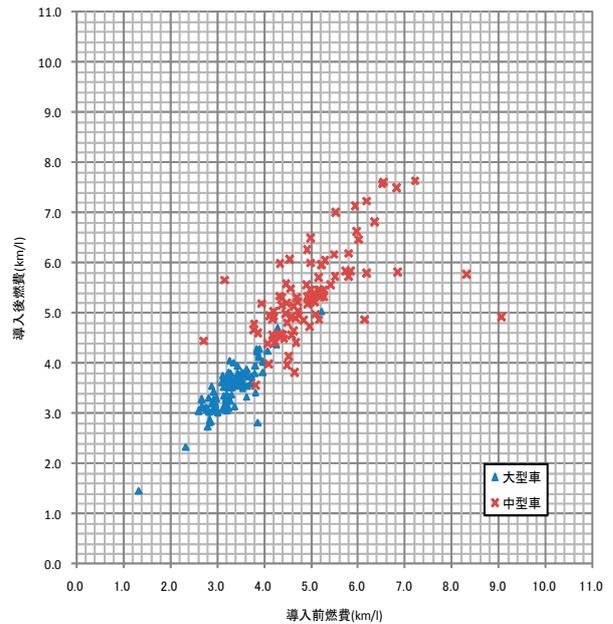


図-2 導入前燃費と導入後燃費の関係

である。分析に用いた車両区分を表-1 に示す。

(2) 年間燃費比較の方法と分析結果

燃費の車載機器導入前後比較は次のようにして行った。まず、各車両ごとに導入前期間(2004年4月~2005年3月)と導入後期間(2006年4月~2007年3月)における年単位での燃費(年間燃費=年間総走行距離/年間総燃料消費量)を求めた。つづいて、この各車両別の年間燃費を全車両で算術平均化した。この燃費を平均燃費という。その結果を表-2 に示した。

表-2 より、全車両、車両区分別ともに導入後燃費の方が導入前燃費よりも大きくなる傾向を読み取ることができる。この傾向を統計的に検証するために、導入前後の平均燃費について、平均値の差の検定に基づき、次の手順により検定を行った。

- 1) 燃費データが正規分布に従うことを帰無仮説として Kolmogorov-Smirnov 検定(有意水準 5%)を行う。
- 2) 比較する 2 つの群について、各指標の母平均が等しいことを帰無仮説とし、1) で正規性が示された場合は t 検定(対応のある場合の t 検定, 有意水準 5%), 正規性が棄却された場合は Wilcoxon の符号付き順位検定(有意水準 5%)を行う。

その結果、全車両、車両区分別ともに平均燃費において、導入前燃費と導入後燃費の間で有意差が認められた。

次に、各車両別に導入前燃費、導入後燃費から燃費改善率(=(導入後年間燃費-導入前年間燃費)/導入前年間燃費)を求め、各車の分布図を図-2 に示した。また、表-3 に燃費改善割合の状況と各車の燃費改善率の

表-3 燃費改善率の平均値および燃費改善割合

	台数	平均燃費改善率 (%)	改善率が正の台数	燃費改善割合 (%)
全車両	192	7.68	157	81.8
大型車	99	6.06	80	80.8
中型車	92	9.40	76	82.6

算術平均値(平均燃費改善率)を示した。

これらより全車両の平均燃費改善率は 7.68%であり、192 台の車両のうち 157 台の車両(81.8%)で燃費が改善されていることがわかる。また、大型車、中型車の平均燃費改善率はそれぞれ 6.06%、9.40%となり、大型車では 99 台の車両のうち 80 台の車両(80.8%)で燃費が改善され、中型車では 92 台のうち 76 台の車両(82.6%)で燃費が改善された。

参考までに、導入前・後期間における同じ月において、燃費改善の効果が表れるかを確かめるため、車両ごとに導入前と導入後の同月毎の導入前燃費と導入後燃費を算出し、各月における全車両および車両種類別の算術平均を求めた(図-3)。これよりすべての月において導入前燃費よりも導入後燃費の方が高くなり、月単位での比較においても燃費が改善されたといえる。

(3) 燃費改善に対する影響要因に関する考察

8 割強の車両において燃費が改善されたものの、車両間では燃費改善率に変動がある。この変動に影響を与

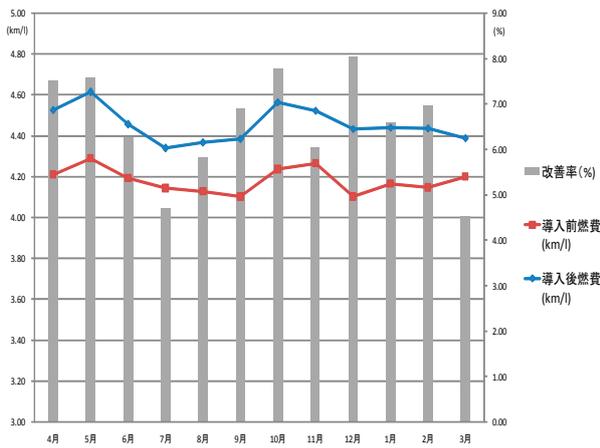


図-3 導入前・後燃費の月別推移 (全車両)

える要因としては、事業所におけるエコドライブの取組状況、ドライバーの個人特性、運行状況や車両に関する特性など様々な要因が考えられるが、ここでは事業所での取組の活動状況との関連をとらえ、今後の取組に活かすことが重要と考えた。そこで、実験参加の36事業者へアンケート調査を行うことにし、2006年11月に実施した。調査項目は以下の通りである。なお、燃費改善率とアンケート調査結果の両者のデータが把握できたのは19事業所の96車両のデータである。

【調査項目】

- ・ 燃費把握の状況
- ・ 燃費把握の状況に関するドライバーの認知
- ・ 安全運転日報の把握状況
- ・ 燃費把握の頻度
- ・ 啓発用のぼりの設置場所
- ・ 「エコドラ通信」(取組状況を知らせるチラシ)の回覧・掲示状況
- ・ 報奨制度の実施状況
- ・ ドライバーに対する教育・指導状況

上記調査項目に関する事業者の回答と当該事業所における平均燃費改善率とのクロス集計を行い、続いて平均値の差の検定により10%水準で有意な項目を抽出したところ、燃費改善率の高いところは以下の傾向があることがわかった。

- ・ 運行管理者が燃費を把握していることをドライバーが知っている事業所
- ・ 安全運転日報を1週間に1回以上把握している事業所
- ・ 「エコドラ通信」を毎回読んでいる事業者がいる事業所
- ・ 車載機器搭載車を運転するすべてのドライバーにエコドライブ教育を行っている事業所

- ・ 安全運転日報の評価を基にエコドライブ報償を行っている事業所

(4) CO₂排出量の推定

車載機器導入後の燃費改善に伴うCO₂排出量の削減量を推計するために、各車両について年間走行距離は導入前期間においても導入後期間の走行距離を用いて一定とし、次式により計算した。

$$\text{年間 CO}_2\text{削減量(kg)} = \text{排出係数} \times \text{導入後年間走行距離 (km)} \times (1/\text{導入前燃費(km/リットル)} - 1/\text{導入後燃費(km/リットル)})$$

全車・車種別に集計した結果を表-4に示した。なお、排出係数は2.62kg-CO₂/リットルとした⁶⁾。

その結果、対象とした車両の年間CO₂削減量は合計で781.2t、1台あたりで4.1tとなった。また、大型車1台あたりでは5.6t、中型車は2.4tの削減となった。表-3に示したように、燃費改善率においては大型車よりも中型車の方が高いが、表-2に示すように大型車においてはもともと燃費が低いため、また大型車の方が年間走行距離が長いため、1台あたりの削減量は大型車の方が高くなったと思われる。

(5) エコドライブの全国への展開効果の推定

運輸部門では、京都議定書でCO₂排出量の基準年とされる1990年に2億1700万tのCO₂を排出している。そして、2001年にはピークを迎え2億6800万tとなった。その後、車両の燃費改善や輸送の効率化などが進み、現在2006年度速報値では2億5400万tとなっている⁷⁾。しかしながら、わが国の運輸部門における2010年度削減目標は2億5000万tとなっており、残り400万tの削減が必要となっている。また、1990年時点の排出量に戻すためには、3700万tの削減が必要となる。

このような状況下において、貨物車におけるエコドライブの貢献について考察する。全国の営業用貨物自動車の2007年度年間軽油消費量は1691万klとなっている⁸⁾。そこでこの値にCO₂排出係数を乗じ、年間CO₂排出量を求め、表-2に示した全車両(192台)の年間CO₂削減率(6.55%)を乗じると、削減量は290万tとなった。このことから、全国のすべての営業貨物車を対象に音声ナビ付きエコドライブ支援を行った場合のCO₂削減量は、2010年度削減目標までの400万トンのうちの7割強、1990年の排出レベルに戻すまでの3700万トンのうちの1割弱を占めることとなり、地球温暖化対策としてもエコドライブ支援は効果的であることがわかった。

表4 年間CO₂排出量および削減量の推定

	導入前期間CO ₂ 排出量(t)	導入後期間CO ₂ 排出量(t)	年間CO ₂ 削減量(t)	年間CO ₂ 削減率(%)
全車両(192台)	11932.8	11151.5	781.2	6.55
大型車(99台)	8953.6	8394.6	559.1	6.24
中型車(92台)	2948.9	2729.3	219.6	7.45
全車両1台あたり	62.1	58.1	4.1	6.55
大型車1台あたり	90.4	84.8	5.6	6.24
中型車1台あたり	32.1	29.7	2.4	7.45

4. 運転行動変化からみた安全性向上効果

(1) 安全性向上効果の把握方法

エコドライブ支援によるドライバーの運転行動変化からみた安全性向上効果の把握は、危険運転行動を定義し、その指標(値)により判断することにした。具体的には、危険行動については、ドライバーが制御できる指標を選定することにし、まず、ドライバー(6人)、運行管理者(5人)の意見をKJ法によって分析することで一般的な危険運転行動を抽出することにした。その結果、主な危険運転行動として次の5種類を抽出することができた。

- 1) スピードの出しすぎ
- 2) 車間距離のない運転
- 3) 急加速・急減速
- 4) 自己中心的な運転
- 5) 前方車両の急減速

つづいて、その運転行動の中で、本研究で対象とした音声ナビ付き車載機器によるエコドライブ支援によって制御可能な運転行動を抽出することにした。本研究で対象としたエコドライブでは、2(1)で示した形態を対象としているが、これらに関連する指標として、走行速度(一般道、高速道路別)、加速度、減速度、回転数、アイドリング時間がある。これらについて制限値を設け、その制限値を逸脱すると音声で警告がなされることになっている。しかしながら、これらの指標の中で、回転数、アイドリング時間については、危険運転行動と関連するという意見は見られなかったため、これらを除き危険運転行動に関連する指標として、次の指標を抽出した。

- ・ 走行速度 (km/h)
- ・ 加速度 (km/h/s)
- ・ 減速度 (km/h/s)

(2) 運転行動指標値の設定

1 運行ごとに、次の走行速度指標値を求めた。また、加減速度の指標値に関する回数については、本解析プログラムでは0.5秒毎に記録された速度値を用い、0.5秒毎

に加減速度を計算し、この値が0を越えた場合、加速1回、逆にマイナスになった場合、減速1回とカウントし、1運行ごとに累積した回数を求め、下記の指標値を算出した。

【走行速度指標】

- ・ 最高速度 (km/h)
- ・ 平均速度 (km/h)

【加速度】

- ・ 急加速発生率(ランク1)：加速度12.6(km/h/s)を超えた回数÷加速した回数×100(%)
- ・ 急加速発生率(ランク2)：加速度10.8(km/h/s)を超えた回数÷加速した回数×100(%)
- ・ 急加速発生率(ランク3)：加速度9.0(km/h/s)を超えた回数÷加速した回数×100(%)

【減速度】

- ・ 急減速発生率(ランク1)：減速度16.2(km/h/s)を超えた回数÷減速した回数×100(%)
- ・ 急減速発生率(ランク2)：減速度13.5(km/h/s)を超えた回数÷減速した回数×100(%)
- ・ 急減速発生率(ランク3)：減速度10.8(km/h/s)を超えた回数÷減速した回数×100(%)

なお、上記各ランクにおける加速度、減速度の設定値は、本研究で用いた車載機器のデータ処理システムにおいて設定されていたものを用いた。また、ランク3以上の加・減速度において警告音が出されるため、音声ナビの効果把握する点においては、ランク3以上が適当と判断した。

(3) データの分析方法と結果

走行データの入手できた25事業所172台を対象に、車載機器導入後音声ナビなし期間(2週間~1か月)における運行行動指標値と音声ナビ開始後1か月め~12か月めの各期間における指標値とを比較分析した。なお、走行データとは、運行管理システム(SD-IV)により事業所のパソコンに蓄積されている車載機器導入以後の走行記録のことである。

前記(3)で示した対象とする172台の車両について、個々に1運行ごとに運転行動指標値を求め、つづいて車載機器導入後音声ナビなし期間と音声ナビ開始後1か月め~12か月めの各期間(全13期間)において、各指標値の算術平均を求めた。このとき、すべての指標において172台の車両データを用いることができた。そして、これらの値を対象に、多重比較の検定を行った。その多重比較の検定の手順を以下に示す。

- 1) 各期間の母分散が等しいことを帰無仮説として、等分散性の検定(Levene検定)(有意水準5%)を行う。

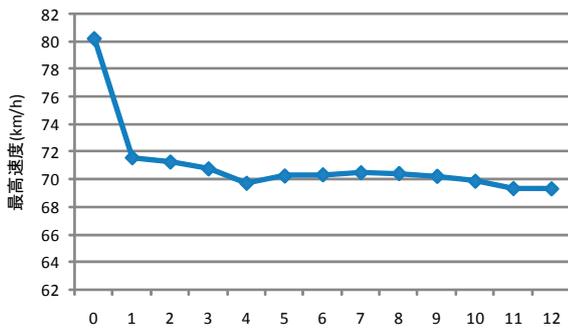


図-4 最高速度の平均値の変化（一般道）

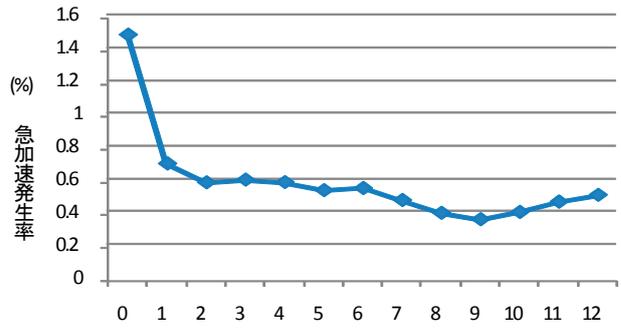


図-6 急加速発生率の平均値の変化
(急加速発生率ランク 2)

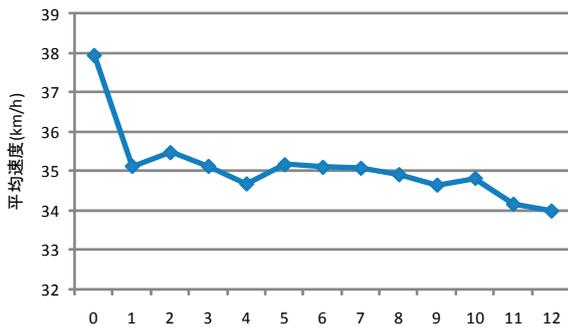


図-5 平均速度の平均値の変化（一般道）

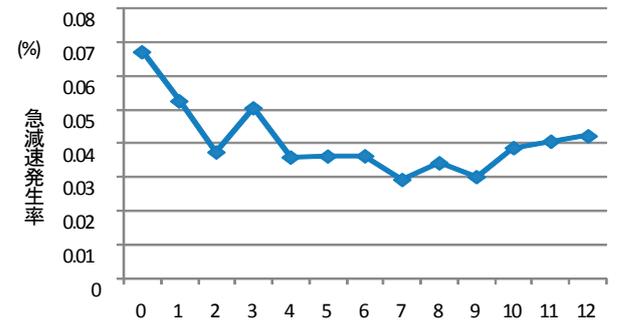


図-7 急減速発生率の平均値の変化
(急減速発生率ランク 2)

2) 1) で等分散性が示された場合は Gabriel 検定 (有意水準 5%) , 等分散性が棄却された場合は Games-Howell 検定 (有意水準 5%) を行う。

これらの指標値の変化状況および検定結果を以下に示す。

a) 最高速度の変化

一般道, 高速道路別に最高速度の推移を求めたが, 一般道における結果を図-4 に示す。なお, 図-4 においては, 音声ナビなし期間を「0」, 音声ナビ開始後 1 か月め~12 か月めを「1~12」で表している。一般道, 高速道ともに, 音声ナビなし期間で最も高い値を示し, 多重比較を行った結果, 1 か月め~12 か月めのすべての期間で音声ナビなし期間との有意差が確認された。

なお, 一般道および高速道における規制速度は道路によって異なるが, 本ケースの場合のシステムでは走行する道路の規制速度に応じてきめ細かく基準速度を設定できないという課題が残っている。本ケースでは, 各車両につき概ね一般道で時速 60km 台, 高速道では 90km 台を基準速度としていた。

b) 平均速度の変化

平均速度においては, 一般道(図-5), 高速道ともに, 音声ナビなし期間で最も高い値を示し, 多重比較を行った結果, 1 か月め~12 か月めのすべての期間で音声ナビ

なし期間との有意差が確認された。

c) 急加速発生率の変化

急加速発生率ランク 1~3 のいずれのケースにおいても, 音声ナビなし期間で最も高い値を示した。また, 多重比較を行った結果, ランク 1 については, 8 か月め~10 か月めの期間で, ランク 2 については, 2 か月め~12 か月めの期間で, ランク 3 については, 1 か月め~12 か月めのすべての期間で, 音声ナビなし期間との有意差が確認された。参考までに, 急加速発生率(2)のケースを図-6 に示した。

d) 急減速発生率の変化

急減速発生率ランク 1~3 のいずれにおいても, 音声ナビなし期間で最も高い値を示した。また, 多重比較を行った結果, ランク 1 については音声ナビなし期間との有意差は確認されなかったものの, ランク 2 については, 7 か月め, 9 か月めの期間で, ランク 3 については, 5 か月め, 7 か月~9 か月めの期間で, 音声ナビなし期間との有意差が確認された。なお, ランク 2 のケースを図-7 に示した。

5. 安全性向上効果の把握・分析

(1) 分析の対象車両

エコドライブ支援による安全面の効果を明らかにするため、本研究の対象事業所において 2004 年 4 月から 2007 年 3 月までに発生した事故の記録を入手し、導入前期間（2004 年 4 月～2005 年 3 月）と導入後期間（2006 年 4 月～2007 年 3 月）における事故関連指標（年間事故件数・事故形態別年間事故件数・損害額）の変化について分析を行った。

このとき、39 事業所 315 台の車両のうち、2004 年 4 月から 2007 年 3 月までの 3 年間の事故記録が入手可能で、かつ 3 年間を通して運行実績のある 23 事業所 165 台の車両をデータ収集の対象とした。ただし、2005 年度内においては、デジタルタコメータの装着前の 2005 年度内における走行距離データの提出を事業所に要求しなかったためにデータとして収集していない。また 23 事業所の中には、今回車載機器を取り付けた車両とは別に、車載機器の取り付けられていない車両（アナログタイプの従来型のタコグラフは装着している）を保有している事業所も多くある。そこで、車載機器を取り付けなかった車両に対しても同じ期間で同様の調査を行い、14 事業所 294 台を対象として分析を行った。以下、23 事業所 165 台の車両を車載機器装着車、14 事業所 294 台の車両を車載機器非装着車とする。

(2) 年間事故件数と基準化

年間事故件数については、公道上で的人身および物損を含む交通事故の件数を各事業所が保有している事故報告書により把握した。交通事故の形態は次の通りである。

- ・ 追突 ・ 接触 ・ 正面/側面衝突 ・ 車両単独
- ・ 自転車/人対車両

ただし、エコドライブ支援による効果を把握することを目的としているため、以下に示す事故を除外している。

- ・ 過失割合ゼロの事故
- ・ 居眠り運転による事故
- ・ バック時における事故
- ・ 踏切での事故
- ・ 転回時における事故
- ・ 上部接触（ガード、看板、木の枝などの接触）による事故

そして、導入前期間と導入後期間では年間走行距離が異なり、また、車載機器装着車と車載機器非装着では車両台数が異なる。そのため、年間事故件数を、年間走行台 km で基準化した。この指標を事故率という。

(3) 年間事故件数の推移

車載機器装着車（23 事業所 165 台）、車載機器非装着車（14 事業所 294 台）における 2004 年度と 2006 年度で年間事故件数を比較すると、車載機器装着車では 45% の減少（20 件→11 件）となっているが、車載機器非装着車では 9% の減少（34 件→31 件）となっており、車載機器装着車に比べて減少が少なかった。参考までに総走行距離では、車載機器装着車は 93489km から 85573km、非装着車では 113553km から 109822km になった。

また、基準化した事故率においても同様な傾向が現れ、車載機器装着車では 40% 減の減少（130 件/億台 km→78 件/億台 km）、車載機器非装着車では 6% の減少（102 件

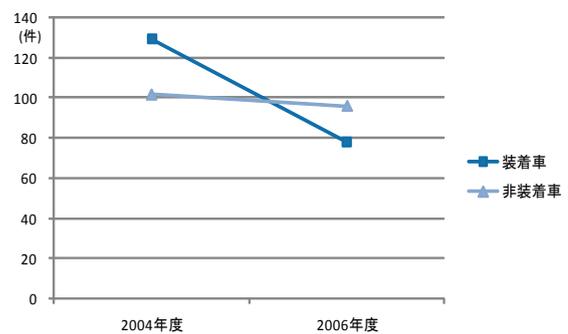


図-8 走行台 km あたりの年間事故件数の推移
(単位：事故件数/億台 km)

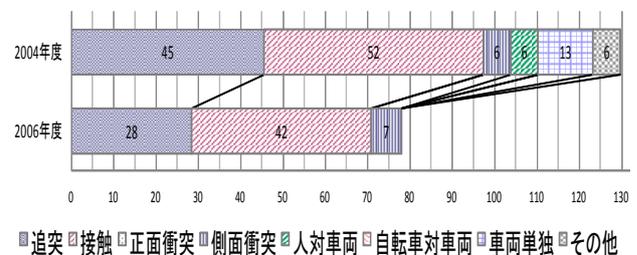


図-9 事故形態別事故件数の推移 (車載機器装着車)
(年間 1 億台 km あたりの事故件数)

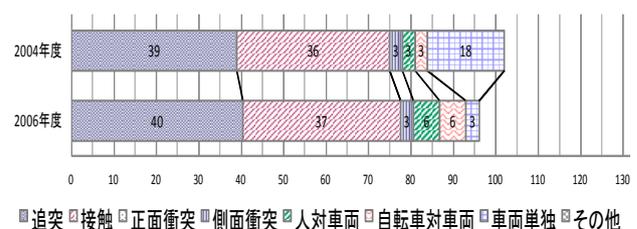


図-10 事故形態別事故件数の推移 (車載機器非装着車)
(年間 1 億台 km あたりの事故件数)

/億台 km→96 件/億台 km) となった(図-8)。なお図-8に示すように、装着車と非装着車においては、2004 年度において顕著な差が現れているが、この原因は明らかでない。また、2004 年度と 2006 年度の事故率の差についてみると、明らかに装着車の事故率は減少しているようにもみえるが、この点を検証することも今後の課題といえる。

(4) 事故形態別事故件数の推移

次に、走行台 km あたりの事故形態別年間事故件数の推移を比較した。車載機器装着車における 2004 年度と 2006 年度の比較では、図-9 に示すように追突事故が大幅に減少している。しかしながら、車載機器非装着車では、図-10 に示すようにこのような減少傾向は顕著に現れていない。

6. おわりに

本研究においては、営業用貨物車を対象に音声ナビ付きデジタルタコメーターによるエコドライブ支援の効果を、燃費・環境改善および安全性向上の視点から探ることを目的とした。その結果、主に次のような知見が得られた。

【燃費・環境改善の視点から】

- 1) 燃費の面では、改善率において大型車 6.1%、中型車 9.4%となり、大型車、中型車とも約 8 割の車両において改善がみられた。
- 2) エコドライブ支援の前後における同月比較においても、すべての月において改善がみられ、季節変動の影響はみられなかった。
- 3) 燃費改善、燃料消費量減少、そして CO₂ 排出量削減の推定の道筋を示し、試算した結果、全国のすべての営業用貨物車対象にした場合、運輸部門における 2010 年度削減目標までの削減量の 7 割強の削減が可能であることを示した。

【安全性向上の視点から】

- 1) 年間事故件数は大幅に減少し、しかも追突事故の減少が顕著であった。
- 2) 事故件数には現れない事故の大きさを表す指標としての損害額の変化においては、事故件数の減少割合以上に大幅に減少し、1 件あたりの損害額が小さくなった。
- 3) 運転行動の変化においては、最高速度、平均速度は顕著な低下傾向を示した。加速度、減速度においても、急加速、急減速といった危険域での発生割合が減少した。

以上のことより、今回対象とした一連の音声ナビ付き

車載機器を搭載したエコドライブ支援システムは、燃費・環境改善および安全性向上の両面において効果的であることが明らかになったといえる。

今後の課題としては、燃費改善率において効果が現れなかった車両に対する分析を、ドライバーおよび事業所(事業者、運行管理者)特性の両面から行い、原因を明らかにすること、また交通事故減少効果をさらに詳細に把握するために事故数や損害額のデータについてより多量のデータを収集し分析を深める点があげられる。

謝辞: 本研究で用いたデータの収集に協力をいただいた河北地域エコドライブ推進研究会のメンバー各位、ならびに大阪府トラック協会河北支部、矢崎総業(株)、(財)公害地域再生センター、(財)生活環境問題研究所の諸団体、さらには実験参加 39 事業所のドライバー、運行管理者、事業者から心から謝意を表する次第である。さらに、本研究は三井住友海上福祉財団研究助成(2007 年 11 月～2008 年 10 月)の支援を得て実施したものであり、記して謝意を表する。

付録：交通事故による損害額の推移

交通事故による損害額の推移を各事業所が保有している事故報告書および運行管理者へのヒヤリングにより把握した。損害額とは、被害者に支払った損害賠償金ならびに自社の運転者等の治療費や車両の物理的損害額など、事故によって実際に金銭支出のあった費用のことをいう。車載機器装着車における車載機器装着前の 2004 年度と装着後の 2006 年度の損害額の比較を表-5 に示す。両年度とを比較すると、1 件あたりの損害額が 168 万円から 48 万円に減少していることがわかった。ただこのような減少効果が今回のようなエコドライブ支援によるものかどうかの検証についてはさらにデータを集め分析する必要がある。

表-5 損害額の推移(車載機器装着車)

	2004 年度	2006 年度
合計損害額 (万円)	2518(15)	524(11)
1 件あたりの損害額 (万円)	168	48

() は事故件数

参考文献

- 1) 環境省：平成 20 年版環境/循環型白書,
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h20/html/hj0801010301.html>
- 2) 交通エコロジー・モビリティ財団：運輸・交通と環境 2008 年版,
http://www.ecomo.or.jp/environment/kotsu2008/kotsu2008_top.html
- 3) 鹿島茂, 横田久司, 国領和夫, 柴田直俊：燃料消費情報の提供による燃料消費量削減効果の分析, 交通工学, Vol.40, No.3, pp.76-83, 2005.
- 4) 谷口正明：エコドライブによる省エネルギー効果, 自動車技術会シンポジウムテキスト, No.04-08, pp.23-26, 2008.8.
- 5) 竹内雄亮, 新田保次, 松村暢彦, 吉田雄亮, 藤江徹：車載機器を用いたエコドライブ支援の効果, 土木計画学・論文集, No.22, pp.305-314, 2005.
- 6) 環境省地球環境局：温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン, 2007.
- 7) 国土交通省総合政策局：運輸部門の地球温暖化対策と環境的に持続可能な交通 (EST) の現状について, 2007.
- 8) 国土交通省総合政策局：自動車輸送統計年報 (平成 18 年度分), 2007.

(2008.11.11 受付)

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL AND SAFETY EFFECTS
ON FREIGHT VEHICLE TRAFFIC BY USING DIGITAL TACO-METER
WITH TALKING GUIDANCE

Yasutsugu NITTA and Taizo FUJIOKA

This paper aims to analyze both environmental and safety effects on freight vehicle traffic by using digital taco-meters with talking guidance, which support eco-driving of drivers. The data was derived from traffic records of 315 commercial trucks. As a result, it was clarified that this eco-driving support system was very useful on both environmental and safety aspects shown as follows; fuel consumption rate (km/l) went up 6.1% on large class trucks and 9.4% on middle class trucks. In addition, driving behavior of drivers shifted to more safety driving from the view point of speed, acceleration and deceleration. Moreover, the number of traffic accidents and damage cost caused by accidents were dramatically decreased.