

高速道路での大型車によるエコドライブのための推奨速度に関する一考察*

A study of recommended speed for the Heavy vehicles'Eco-drive in Highway *

下川澄雄**・福田 敦***・森田紳之****・有村幹治*****

By Sumio SHIMOKAWA**・Atushi FUKUDA***・Hirohisa MORITA****・Mikiharu ARIMURA*****

1. はじめに

高速自動車国道(以降「高速道路」という)で排出されるCO₂は、年間約2,400万t-CO₂/年であるが、このうち大型車が2/3(約1,600万t-CO₂/年)を占めている¹⁾。これに対し、大型車混入率は、平日が36%、休日が17%²⁾であることから、高速道路においてCO₂を効率的に削減していくためには、大型車に対するCO₂削減策を確実に講じていくことが有効である。

その具体的対策の一つとして、環境負荷の軽減に配慮した自動車の使用、いわゆる「エコドライブ」の推進があげられる。エコドライブは、発進、加速、巡航、減速、停止の各モードにおいて、穏やかな運転を心掛けることで燃費を改善し、その結果としてCO₂排出量を削減しようとするものであるが、通行機能に特化した高速道路においては、主としてこのうちの巡航モード、つまり「定速安定走行」がエコドライブの対象となる。

ここで、CO₂排出係数は、60~80km/hを下限とする下に凸の2次曲線であるので、高速道路においてエコドライブによる効果を最大限に引き出すためには、可能な限り走行速度を低下させることが合理的である。しかし、速度を低下させれば走行時間の増大を招くなど、社会全体としてみれば必ずしも合理的であるとは言えない。

そのため、本研究では、高速道路を走行する大型車を対象として、利用者便益を構成する各種費用を速度別に算出するとともに、その総費用が最小となる速度をエコドライブのための推奨速度と定義する。さらに、この時に得られるCO₂削減量を定速安定走行が実現した場合に期待される潜在的なCO₂削減可能量として、一般的に公開されているデータを用いて試算を行う。なお、本研究で扱う大型車は、道路交通センサスの車種区分である

大型車類(バス:ナンバー2, 普通貨物車類:ナンバー1, 8, 9, 0)であり、後述する大型トラックも含まれる。

2. 既往文献等におけるエコドライブの推奨速度とCO₂削減効果

エコドライブのための運転操作方法やそれによる効果は、多くの関係機関によって紹介されている³⁾など。その一環として、巡航時における推奨速度も提示されているが、この中では、エコドライブによって燃料消費量やCO₂排出量の最小化を図ることを念頭においているにすぎず、これにともなう走行時間の増大など他の外部不経済を考慮したものとはなっていない。

これに対して、筆者ら⁴⁾は、高速道路の小型車を対象として、走行時間費用、交通事故損失、走行経費、環境費用をそれぞれ速度別に算出し、これらの費用の総和が最小となる100~110km/hをエコドライブの推奨速度とした。さらに、この中で快適性や物理的安全性を加味した設計速度の一般的値である100km/hを推奨速度として、定速安定走行を実現する場合のCO₂削減量を試算したところ年間68万tに及ぶことが明らかとなった。

一方、大型車に関しては、このような方法にもとづきエコドライブの推奨速度を求めた事例はみられない。なお、大型車のうち大型トラック(車両総重量8t又は最大積載量5t以上)に関しては、平成15年9月より最高速度を90km/hに抑制するスピードリミッタの装着が義務付けられている。これは、死亡事故率の高い大型トラックの安全対策の一環として講じられた対策であり、法定最高速度である80km/hに危険回避等のために10km/hを加えて90km/hとしている⁵⁾。大型トラックのスピードリミッタは、定速安定走行のための有効なデバイスともなっており、京都議定書目標達成計画⁶⁾では、平成22年度(装着率100%)において50.9~104万t-CO₂/年の削減が見込まれている。

3. 大型車のエコドライブ推奨速度の算出

(1) 大型車のエコドライブ推奨速度の算出方法
本研究では、利用者便益を構成する費用として、a)

*キーワード: 計画論・計画情報, 環境計画, 地球環境問題

**正員, 博(工), (財)国土技術研究センター

(東京都港区虎ノ門3-12-1ニッセイ虎ノ門ビル,

TEL03-4519-5005, FAX03-4519-5015)

***正員, 工博, 日本大学理工学部社会交通工学科

****正員, 工博, 日本大学総合科学研究所

*****正員, 博(工), 日本大学理工学部社会交通工学科

走行時間費用, b) 交通事故費用, c) 走行経費, d) 環境費用の4種類を対象とし, それぞれの費用を速度別に求める。この中で, 速度低下にともない費用が増加するのは, 走行時間費用のみであり, それ以外の費用は減少する。需要が変化しないと仮定した場合, 各費用の総和が最小となる速度帯での安定定速走行が利用者便益を最小化させる。(図-1 参照)

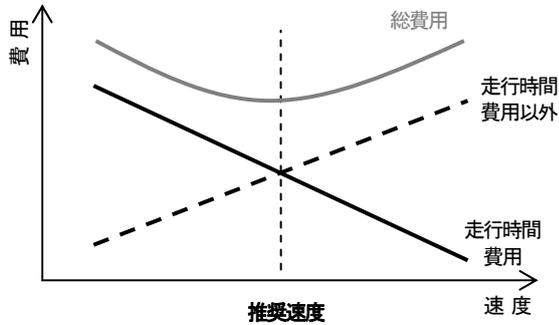


図-1 高速道路を想定した推奨速度算出のイメージ

a) 走行時間費用

走行時間費用は, 1km あたりの所要時間に時間価値原単位を乗じて算出する。時間価値原単位は, 国土交通省の費用便益分析マニュアル(平成 20 年価格)⁷⁾による値を用いる。但し, この値は乗用車, バス, 小型貨物車, 普通貨物車の別に設定されている。そのため, 平成 17 年度道路交通センサス(以降「H17 センサス」という)の平日・休日別車種別 24 時間走行台キロを用いて加重平均し, 大型車の時間価値原単位を設定した。

$$Ptv = Tv \times \alpha \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し,

Ptv : 速度 v における走行時間費用(円/km)

Tv : 速度 v における所要時間(分/km)

α : 時間価値原単位(円/分)

b) 交通事故費用

交通事故費用は, 第 1 当事車両(大型車)の危険認知速度別に算出した走行台キロあたりの交通事故損失額を貨幣価値原単位として用いる。具体的には, (財)交通事故総合分析センターが所有する危険認知速度別の交通事故件数及び死傷者数(平成 20 年データ)に内閣府による被害者 1 人あたりの交通事故損失額(平成 16 年価格)⁸⁾を用いて交通事故 1 件あたりの損失額を速度別に算出する。これに平均事故率(大型車の走行台キロあたりの交通事故件数)を乗じることで走行台キロあたりの速度別交通事故費用とする。

c) 走行経費

走行経費には, 燃料消費額の他にオイル費, タイヤ・チューブ費, 車両整備(維持・修繕)費, 車両償却費などの項目があげられ, 費用便益分析マニュアル⁷⁾では, これらを考慮した車種別走行経費原単位が速度別に示さ

れている。しかし, 90km/h を超える速度については値が設定されておらず, その場合は 90km/h の値を用いることとしている。そのため, 本研究の対象とする多くの速度帯では走行経費に差が生じないこととなる。

このことから, 本研究では, 確実に費用として算出可能な燃料消費額のみを取り上げることとする。具体的には, 燃料消費率式から得られる速度別の燃料消費量に燃料価格を乗じ算出するものとするが, 燃料消費率式は, 一般に広く用いられている大城ら⁹⁾による式(2)を用いる。また, 燃料価格は, 大型車の使用燃料と昨今の価格動向等を考慮して 75 円/ℓ, 100 円/ℓ, 125 円/ℓ の 3 ケースとした。

$$F = 17.747/v - 9.5815 \times v + 0.07324v^2 + 558.738 \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し,

F : 燃料消費率(cc/ km)

v : 速度(km/h)

d) 環境費用

環境費用のうち, NOx, SO₂ や PM などの大気汚染物質については, 環境影響評価などにおいて排出量が算出されているが, 一般に用いられている算定式¹⁰⁾は, 大型車については 90km/h までが適用範囲である。そのため, 本研究では, CO₂ 排出量のみを扱うこととする。

ここで, CO₂ 排出係数算定式は, c) との整合を図るべく大城ら⁹⁾による式(3)を用いる。また, CO₂ の貨幣換算原単位は, 金本ら¹¹⁾が欧米の実証研究の結果を中心に文献調査を行い, それらをベースに我が国の状況を勘案して設定した値(中位値: 30,000 円/t-CO₂, 平成 18 年値)を用いる。

$$C = 50.6414/v - 27.313 \times v + 0.20876v^2 + 1592.74 \quad \dots\dots\dots (3)$$

但し,

C : CO₂ 排出係数(cc/ km)

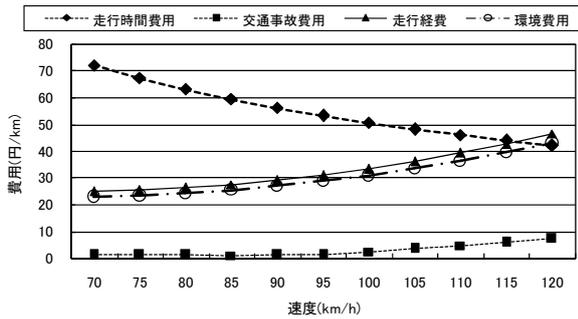
v : 速度(km/h)

(2) 大型車のエコドライブ推奨速度の算出

a) 利用者便益を構成する費用の算出

本研究で対象とした各項目の延長あたりの速度別費用を図-2に示す。この中で, 走行経費については, 燃料価格が 100 円/ℓ の場合の値を示している。また, 各費用は, 社会的割引率(4%)を用いて全て平成 20 年価格に換算している。これによれば, 比較的速度が低い領域では, 走行時間費用が最も高く 80km/h の時点では 60 円/km を超えている。また, 走行経費(100 円/ℓ 時)と環境費用は同程度の値であり, 80km/h の時点では 25 円/km 程度である。これに対して, 速度が高くなるに従い走行時間費用は減少し, 走行経費と環境費用は増加するが, 115km/h の時点ではほぼ同程度の値となる。なお, 交通事

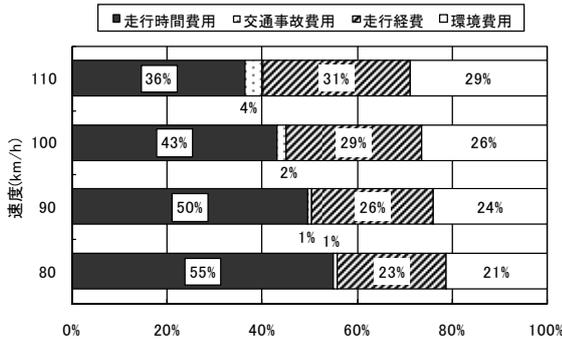
故費用は、図-2の速度域では1~7円/km程度と他の費用と比べて低い値である。



※走行経費は、燃料価格が100円/ℓの場合の値を示している。

図-2 利用者便益を構成する各費用の速度別変化

次に、図-3は、図-2に示した各項目の速度別費用についてその内訳をみたものである。走行時間費用は、90km/hの時点で全体の50%を占めているが、110km/hの時点では36%にまで減少している。ちなみに、環境費用の占める割合は、20~30%程度である。



※走行経費は、燃料価格が100円/ℓの場合の値を示している。

図-3 利用者便益を構成する各費用の速度別内訳

b) 大型車のエコドライブ推奨速度

図-4は、a)において算出された項目ごとの速度別総費用を大型車1台が高速道路を100km走行する際の値として示している。また、走行経費の算出に用いる燃料価格は、75円/ℓ、100円/ℓ、125円/ℓの3ケースを併記しているが、これらにおいて総費用が最小となる速度、つまりエコドライブのための推奨速度は85~95km/h程度となる(表-1参照)。

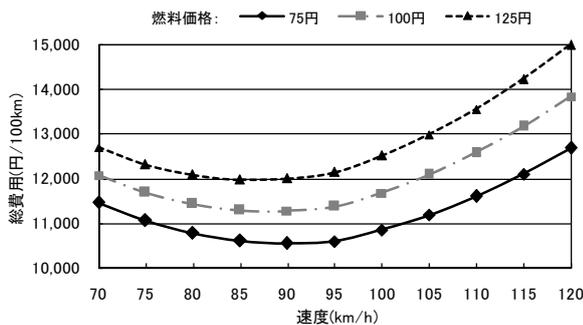


図-4 高速道路における大型車の速度別総費用

表-1 総費用が最小となる速度(km/h)

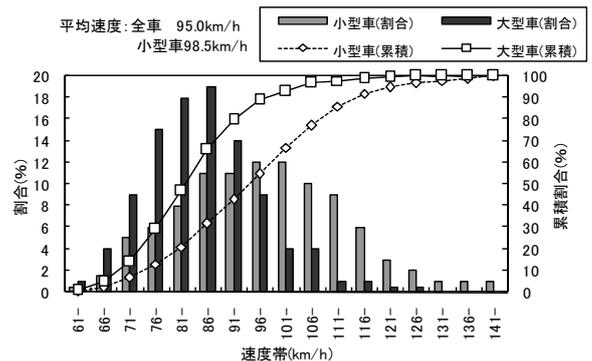
燃料価格	75円/ℓ	100円/ℓ	125円/ℓ
総費用が最小となる速度	85~95	85~90	85~90

4. 高速道路における大型車のエコドライブ推奨速度によるCO₂削減可能量の試算

(1) CO₂削減可能量の算出方法

本研究では、以下の前提条件にもとづき、高速道路における大型車のエコドライブ推奨速度によるCO₂削減可能量の試算を行う。

- a. 既往の実勢速度分布データ¹²⁾(平成19年度調査、図-5参照)を用い、推奨速度を超過する車両が推奨速度で走行した場合のCO₂排出量の差分をCO₂削減可能量と定義する。なお、本研究における推奨速度は、速度超過車両を対象とするものであり、推奨速度を下回って走行している、より安全性や環境リスクの小さい車両に対して速度向上を求めものではない。



※参考文献12)より筆者らが作成

平成19年度調査、設計速度80km/h区間

図-5 高速道路等の実勢速度分布

- b. 推奨速度の設定に際し、本研究では、走行経費については燃料以外の費用が含まれていない。また、環境費用についてはNO_xなど大気汚染による費用が含まれていない。仮に、これらの要因が考慮された場合、推奨速度は表-1による値よりも低い速度となると考えられる。一方で、大型車のうち大型トラックについては、スピードリミッタによって最高速度が90km/hに抑制されている。そのため、ここでは推奨速度を90km/hとして算出を行う。
- c. CO₂排出量の算出は、多車線道路を対象とし、a)の速度分布の割合に式(3)から得られる各速度帯のCO₂排出係数を乗じ1台あたりのCO₂排出係数を求め、これに走行台キロを乗ずることで算出する。なお、その根拠は、既往研究⁴⁾によっている。ここで、走行台キロは、大型車のデータが把握できる

H17 センサデータをを用い、年間値への換算は、平日 240 日、休日 125 日とした。但し、評価時点は、スピードリミッタ装着車の増加による速度分布の変化を考慮して平成 19 年度と考える。

(2) エコドライブ推奨速度による CO₂削減可能量

前節によって算出した高速道路における大型車のエコドライブ推奨速度による CO₂削減可能量は、表-2 のとおりである。これによれば、大型車の推奨速度を 90km/h として定速安定走行が実現された場合、平成 19 年度ベースで年間 99.1 万 t の CO₂の削減できることとなる。これは、高速道路において大型車から排出される CO₂の 6%に相当する値である。

一方で、平成 19 年時点では、大型トラックのスピードリミッタの装着は義務付けられていた。京都議定書目標達成計画の進捗状況(案)¹³⁾によれば、平成 18 年度までで大型トラックのスピードリミッタによる CO₂削減量は上位ケースで 78.5 万 t-CO₂/年であったとしている。これに対し、装着率 100%時(平成 22 年度)の CO₂削減量を 104 万 t-CO₂/年と見込んでいることから、平成 19 年度以降では 25.5 万 t-CO₂/年の削減が期待される。即ち、本研究で算出した CO₂削減可能量 99.1 万 t のうち 25.5 万 t が大型トラックによるものとなる。

次に、上記における総費用を算出し、CO₂排出量が最小となる速度域(代表値として 70km/h)を推奨速度とした場合、並びに現況(平成 19 年度)の速度分布とした場合との比較を行った(図-6 参照)。これによれば、本研究で推奨速度として設定した 90km/h が最小となることを確認した。

表-2 推奨速度による CO₂削減可能量(千 t-CO₂/年)

	CO ₂ 総排出量(多車線)		CO ₂ 削減可能量
	現況	90km/走行時	
平日	13,110	12,309	801
休日	3,108	2,918	190
合計	16,218	15,227	991

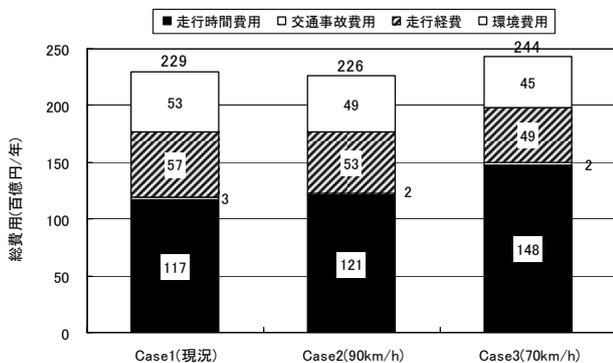


図-6 総費用の速度別変化

5. まとめ

本研究で得られた成果は、以下のとおりである。

- a. 本研究では、利用者便益を構成する各種費用を速度別に算出し、総費用が最小となる速度をエコドライブのための推奨速度とした。その結果、推奨速度は、85~95km/h 程度となった。
- b. 上記推奨速度に対し、大型トラックのスピードリミッタの装着等を考慮し、推奨速度を 90km/h として定速安定走行が実現された場合、年間 99.1 万 t の CO₂の削減できることが確認された。

しかし、本研究で得られた結果は、幾つかの前提条件にもとづくものである。今後、モデルやデータの充実を待ちながら、精度の向上を図るとともに、小型車を含めた高速道路のエコドライブ全体としての議論を行って行きたい。

参考文献

- 1) 下川澄雄, 福田 敦, 森田綽之, 石坂哲宏: 高速道路における自動車の走行状態別 CO₂排出量の推計, 交通工学, Vol44 No4, pp. 76-85, 2009.
- 2) (社)交通工学研究会発行: 平成 17 年度道路交通センサ一般交通量調査
- 3) (財)運輸低公害車普及機構: エコドライブのすすめ
- 4) 下川澄雄, 森田綽之, 福田 敦, 有村幹治: 高速道路の小型車を対象としたエコドライブの推奨速度と CO₂ 排出削減量の試算, 運輸と経済, vol70 No2, pp. 62-71, 2010.
- 5) 西本俊幸: 大型トラックのスピードリミッタ装着義務付けについて, 高速道路と自動車, vol46 No7, pp. 53-56, 2003.
- 6) 京都議定書目標達成計画, 平成 20 年 3 月 28 日全部改定
- 7) 国土交通省道路局 都市・地域整備局: 費用便益分析マニュアル, 2008.
- 8) 内閣府政策統括官: 交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究, 2007.
- 9) 大城温, 松下雅行, 並河良治, 大西博文: 自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, vol. 43, NO. 11, pp. 50-55, 2001.
- 10) (財)道路環境研究所: 道路環境影響評価の技術手法 第 2 巻, pp. 39-42, pp. 78-80
- 11) 日本交通政策研究会: 道路特定財源制度の経済分析, 日交研シリーズ A-430, pp. 22-23, pp. 36-37, 2007.
- 12) 規制速度決定の在り方に関する調査研究検討委員会: 平成 19 年度規制速度決定の在り方に関する調査研究参考資料, p1-3, 2008.
- 13) 地球温暖化対策推進本部: 京都議定書目標達成計画の進捗状況(案), 2008.