

車載器を活用したエコドライブ促進効果に関する研究

名古屋大学大学院 学生会員 ○川杉 尚之

名古屋大学 正会員 三輪 富生

名古屋大学 正会員 山本 俊行

名古屋大学大学院 正会員 森川 高行

1. はじめに

自動車利用に伴うCO₂排出を削減する対策の一つとしてエコドライブが注目されている。しかし、実行するための労力に対して、効果の把握が容易でない事が持続性や普及の妨げとなっている。このため、走行中に効果を可視化する車載器の開発が行われており、鹿島ら¹⁾や新田ら²⁾は走行中や走行後に行う情報提供で燃料消費量が削減できることを実証的に示している。

本研究では、一般社団法人交通工学研究会が開発した車載器を用いて行った社会実験「豊田市エコドライブ推進プロジェクト(2011年3月～)」のデータと、この実験に先行して試験的に収集したデータを用いる。車載器は車内LANから走行中の燃料消費量や走行速度等の情報(CAN情報)を取得できる。さらに本研究では、走行中に燃料消費状況をドライバーに知らせるための情報端末として、車載器に接続し燃料消費状況に応じてライト点灯数を変化させることのできるLEDインジケータを開発した。また、インターネット経由でセンターサーバにアップロードされたCAN情報から、エコドライブに関する4つの指標によって運転操作に関する診断を行い、その結果をWeb上で提供するエコドライブ診断システム(以下、“Webシステム”)を開発した(図1)。本研究は、これらのエコドライブシステムによる燃料削減効果を分析するものである。

2. 試験走行による基礎データの収集

本格的な社会実験に先立ち、車載器およびLEDインジケータを用いた試験走行を実施した。これは、様々な走行条件での燃料消費に関する基礎データを得ること、データ記録周期(1秒間)での燃料消費量を指標値としてLEDを点灯させ、LEDインジケータの基礎的効果を把握し、より効果的な点灯方法を検討するためである。試験走行は、2010年11月の平日の13:00~16:00に行った。被験者は20代学生2名、走行ルートは名古屋大学を起終点とし、高速道路、市街路、郊外路を通る約47kmとした。2日間の試験走行について、1日目はLEDインジケータ無し、2日目はインジケータ有りとした。

データ量が限られるため、分析では走行中のアクセル操作に着目し、停止中のデータを除くこととした。図2



図1 LEDインジケータ(左)とWEBシステム(右)

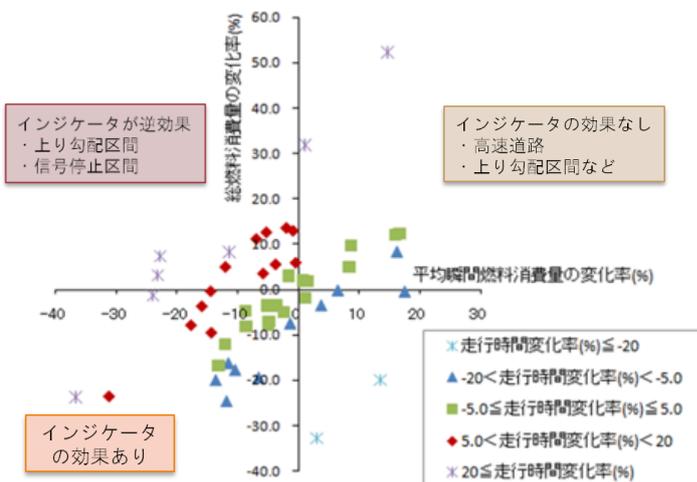


図2 走行区間毎の燃料消費状況

は、走行経路を主要交差点などにより分割した25区間での、燃料消費状況の変化を示している。なお、図中の走行時間変化率(%)は、1回目試験走行(LED無し)と2回目試験走行(LED有り)での変化率であり、縦軸は各区間での総燃料消費量の変化率(%)、横軸は平均瞬間消費量の変化率(%)である。図より、平均瞬間燃料消費量と総燃料消費量が共に減少する区間が存在する一方で、平均瞬間燃料消費量は減少するが、総燃料消費量が増加する区間も存在する事が分かる。つまり、LEDインジケータにより瞬間燃料消費量は削減できるが、走行時間の増加によって総燃料消費量が増加する場合がある事を示している。さらに、平均瞬間燃料消費量と総燃料消費量が共に増加する区間も存在し、これらの区間は主に高速道路や上り勾配区間で、自然にLEDの点灯数が多くなる区間である。以上より、単に燃料消費量に応じてLEDを点灯させるのではなく、走行状態(速度と加速度)と燃料消費量の関係を考慮した点灯方法を規定する必要があると考えられる。

3. LED点灯指標の構築

ここでは、被験者1名の1日目の走行データを用い、LED点灯指標を検討する。また、今回の車載器は勾配を考慮できないため、平地(道路勾配の絶対値が1%以下)

のデータを用いる。さらに、アクセル操作の改善効果を目指しているため、停止時や減速時、アクセル開度が 0 である場合のデータも分析から除いた。

図 3 はある速度帯 (図では 30km/h 台) での加速度と燃料消費量 (ml/s) の関係を示している。図より、同程度の速度・加速度を実現する場合でも燃料消費量がばらついていることが分かる。つまり、このばらつきの最小値 (図中の赤枠内) は、同じ速度・加速度を実現するために必要な最小燃料消費量であるといえ、それ以上の燃料消費は無駄な燃料消費が発生していると捉える事が出来る。そこで、この最小燃料消費量を、図に示されるような指数関数的な増加を考慮して、以下の式でモデル化する。

$$\hat{f} = \exp(-2.46 + 0.0276v + 0.365\alpha) \quad (1)$$

ここに、 \hat{f} は最小燃料消費量の予測値 (ml/s)、 v は車速 (km/h)、 α は加速度 (km/h/s) である。

さらに、以下の式を LED 点灯指標として提案する。

$$Z = \hat{f}^*/\hat{f} \quad (2)$$

ここに、走行中のある速度、加速度に対して、 Z は新しく考案した LED 点灯指標値 (効率性指標)、 \hat{f}^* は実消費量 (ml/s) である。上式は、燃料消費の効率性を表しており、指標値が小さい (1 に近づく) ほど効率の良い運転、指標値が大きいほど無駄の大きな運転である事を意味する。

4. 社会実験

実験は(一社)交通工学研究会における「CO2 排出量の可視化技術の開発」において実施した。予想されるエコドライブ促進効果は、Web システムでの情報提供による効果と、LED インジケータで走行中に燃料消費状況を知らせることによる効果が存在する。これらを混同せずに把握するため、実験では 3 つのタームを設定した。第 1 タームでは通常走行、第 2 タームでは Web システムによる情報提供、第 3 タームでは Web システムとインジケータによる情報提供を行った。また、被験者には 2 種類のインジケータ点灯指標 (燃料消費量、効率性指標) と点灯数変更周期 (0.5 秒、1.0 秒) をランダムに割り当てた。

使用するデータは 2 月末の実験開始から 6 月 30 日までにアップロードされたデータである (第 1 タームは 2/27 ~ 3/31、第 2 タームは 4/1 ~ 4/30、第 3 タームは 5/1 ~ 6/30)。また、全てのタームでデータアップロードおよび Web システムへのログインのあった 56 名の被験者のみを対象とする。表 1 は Web システムおよびインジケータを用いた情報提供による、単位距離当たり燃料消費量の削減効果を示している。表より、Web システムによる情報提供

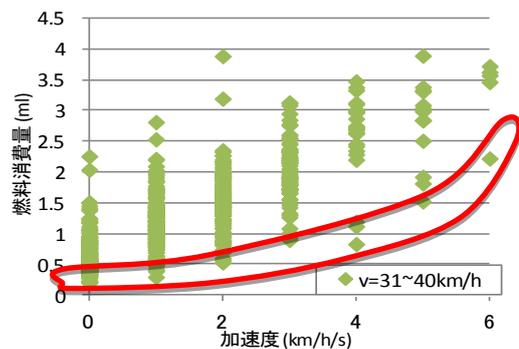


図 3 走行状態と燃料消費量の関係

表 1 情報提供方法毎の燃料消費量削減効果

	エコドライブ診断システムの効果		LEDモニタの効果	
	第一ターム	第二ターム	第二ターム	第三ターム
平均燃料消費量 (ml/km)	57.5	54.7	54.7	53.9
削減率 (%)	-4.8		-1.5	
平均削減量	-2.8		-0.8	
t値	-2.88		-1.11	
サンプル数	56		56	

により、平均で 4.8% の削減効果が見られ、この変化は統計的にも有意なものである。一方、インジケータによる情報提供では平均で 1.5% の削減効果があったが、統計的に有意ではなかった。しかし、既に Web システムによる情報提供を行っている被験者に LED インジケータを用いているため、本来の効果 (最初から LED インジケータのみを用いた場合の燃料削減効果) より小さな効果が得られていると考えるべきである。そのため、LED インジケータによる情報提供も一定の燃料消費削減効果が認められたと言える。なお、2 種類の点灯指標や 2 種類の点灯数変更周期について燃料消費量削減効果を比較したところ、いずれの間にも統計的に有意な差は見られなかった。

5. おわりに

本実験では、エコドライブ診断 Web システムおよび LED インジケータを開発し、効果的な LED 点灯方法を検討した。さらに、社会実験にてエコドライブが促進できることを実証的に示した。しかし、被験者で集計した分析ではデータ数が十分ではないため、今後はトリップごとにデータを扱い、より詳細な分析を試みる予定である。

参考文献

- 1) 鹿島茂ら(2005): 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.
- 2) 新田保次・藤岡太造(2009): 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, 土木学会論文集D, Vol. 65, No. 3, pp. 293-302.
- 3) 大口敏ら(2002): 都市部道路交通における自動車の二酸化炭素排出量推定モデル, 土木学会論文集, No. 695/IV-54, pp. 125-136
- 4) 谷口正明(2010): エコドライブによる燃料消費削減, IEEJ Journal, Vol. 130, No.9, pp.608-611.

謝辞 本分析は、本研究に用いたデータは、(一社)交通工学研究会における「CO2 排出量の可視化技術の開発」によるものである。関係各位に謝意を表します。