

自家用乗用車の日常走行を対象とした簡易なエコドライブ評価手法の開発に関する研究*

Development of the Simple Eco-Driving Assessment Method Focused on Private Passenger Cars in Usual Driving*

加藤秀樹**・松橋啓介***・小林伸治****・近藤美則*****

By Hideki KATO**・Keisuke MATSUHASHI***・Shinji KOBAYASHI****・Yoshinori KONDO*****

1. はじめに

エコドライブは運輸部門の温暖化対策の一つとして期待されている。運送業者などでは、日常運行での継続的なエコドライブ効果が得られたとの報告^{1),2),3)}がある。一般ドライバーについては、エコドライブ講習会などで規定の走行コースを用いて実施された走行試験の結果として、指導前後の走行を比較すると燃料消費量が約10～20%削減したとの報告^{4),5)}がある。しかし、講習会前後の日常走行における継続的なエコドライブの実施とその効果に関する報告⁶⁾は、計測の難しさなどから多くはなく、一般の乗用車に関する日常のエコドライブ実施状況は十分に把握されていない。

そこで、本研究では、小型のGPSロガーを用いて速度計測を行い、エンジンマップを用いた二酸化炭素(以下、CO₂)排出量の推計を行うことで、日常走行における簡易なエコドライブ効果の評価手法を提案する。また、本評価手法をつくば市で実施したエコドライブ講習会の参加者10名に適用し、エコドライブ講習会前後、それぞれ1週間の走行データを取得し、エコドライブ効果を解析した結果について報告する。

2. 方法

(1) エコドライブ講習会

つくば市では、2030年までに市民一人当たりの二酸化炭素(以下、CO₂)排出量を50%削減することを目標に掲げた「つくば環境スタイル」を推進している。その中で、「エコドライブの啓発・教育・取り組み」を市民・大学・研究機関と協働し、つくばの特性に合致したエコ

ドライブカリキュラムの開発、普及員の養成、普及の推進、普及効果の把握に取り組んでいる。

この取り組みの一環として、(財)省エネルギーセンターの支援・協力を受け、平成21年10月19日(月)に、「つくば市エコドライブ普及員養成講習会」を開催し、つくば市、筑波大学、研究機関、市民団体から合計15名が参加した。

講習会は、一般道における実技と座学による講義から構成され、はじめに、普段通りの運転を行った場合の燃費を計測し、エコドライブ方法に関する講義を受けた後、同一の道路において、エコドライブ走行を実践した場合の燃費を計測した。また、エコドライブ指導の実技や走行結果にもとづくグループディスカッションなども行われた。

実技に使用する試験車両として、無段変速機(以下、CVT)を搭載したエンジン総排気量1,000ccの小型乗用車5台を用いた。燃料消費量、速度などを計測するために、車両のエンジン制御コンピュータ(以下、ECU)と通信を行い、ECUの情報を収集・記録することができる車載型の燃費記録計を使用した。

(2) エコドライブ評価手法

a) GPSロガーを用いた走行速度データの収集



図-1 GPSロガーの設定例

図-1に、本研究で使用したGPSロガーの設置例を示す。GPS衛星の電波を受信しやすいことに配慮し、フロントガラス下のダッシュボードに設置した状況である。図中の白い点線の円で囲った部分がGPSロガー本体であり、車両のアクセサリソケットから供給される12V電

*キーワード: 地球環境問題、交通流、エコドライブ

**非会員、工博、独立行政法人国立環境研究所

社会環境システム研究領域 交通・都市環境研究室

(茨城県つくば市小野川16-2、

TEL:029-850-2516、E-mail:kato.hideki@nies.go.jp)

***会員、工博、独立行政法人国立環境研究所

****非会員、工博、独立行政法人国立環境研究所

*****非会員、工博、独立行政法人国立環境研究所

源をUSBポートの5Vに変換するアダプタに接続している。

収集可能なデータ項目は、日時、走行速度、緯度、経度、高度であり、1秒毎にデータを記録した。ほとんどの国産車では、エンジンの始動・停止にともない、アクセサリソケットへの電源供給がON/OFFされる。本GPSロガーは、電源の供給とともにGPS衛星の電波を探索し、位置を特定できると記録を開始するので、自動車の使用と連動して、特に操作を必要せずに、自動で記録を行うことができた。また、電源供給から位置特定まで、通常は30秒程度必要とされているが、この時間を短縮するための機能として、Assisted GPS (AGPS) に対応しており、数秒程度で位置を特定することが可能であった。なお、このAGPSの有効期限は、一度設定を行ってから1週間程度であった。

本GPSロガーは、図-1に示した通り小型であり、設置や取り扱いも容易である。装置の取付けを調査協力者に依頼することができ、郵送によるアンケート調査のように、装置の配布とデータが記録された装置の回収を郵送で行うといった活用も考えられる。また、USBポートの5V電源供給アダプタを加えても、1セットあたり5千円程度と安価に入手でき、より多くの車両で同時にデータ収集を行うことが可能になると考えられる。

図-2に事前調査として実施したECU速度とGPS速度の比較例を示す。発進から次の発進（または運転終了）までをショートトリップと定義し、図中には、ECU速度にもとづき①～⑤までのショートトリップを示した。

ショートトリップ②、③は、GPS速度とECU速度が、概ね、同様の速度変動を示した例である。ショートトリップ①は、エンジン始動から衛星を捕捉するまでの数秒間のデータが欠損した例であり、ショートトリップ④、⑤は、木に覆われGPS電波状況のよくない道路を走行しているため、急激な速度変動などがあり、GPS速度とECU速度はあまり一致しなかった例である。

本研究では第1節エコドライブ講習会の参加者15名のうち、10名の被験者について、講習会前後、それぞれ約1週間、本装置を用いた走行速度データの収集を行った。

なお、装置の取付けも被験者に依頼した。

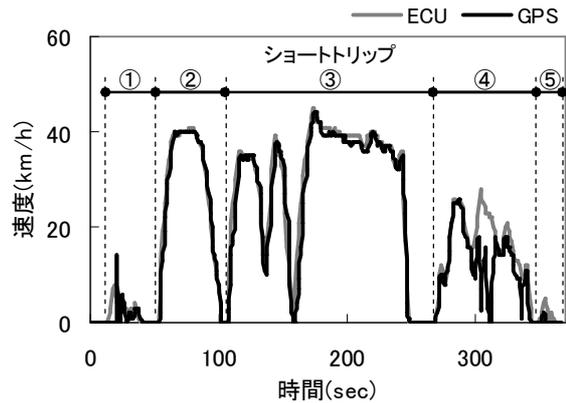


図-2 ECU 速度と GPS 速度の比較

b) 速度データに基づくCO₂排出量の推定

図-3に、速度データを基に、エンジンマップを用いてCO₂排出量を推定する方法の流れを示す。なお、図中のCO₂排出量推計モデルとエンジンマップは、先行研究^{7),8)}で作成したものを活用した。ショートトリップ単位に分割した走行速度データについて、表-1に示す条件を満たすデータを抽出し、データの連続性や測定精度が確保されたデータのみを解析対象とした。ショートトリップ単位でデータの精査を行うことで、抽出条件を満たすサンプル数を多く確保できるといった利点がある。また、本来であれば、図-2の①、④、⑤のように測定精度が低いデータを除外するためには、GPSの測定精度に基づきデータを抽出すべきであるが、本研究に用いたGPSロガーでは測定精度に関する情報が得られなかった。速度データの異常な変動に閾値を設けてデータを抽出した場合、異常データではない乱暴な運転を解析対象から除外してしまう可能性が高い。そこで、GPSの測定精度が低いと考えられるデータでは、高度（回転楕円体と仮定した地表面からの高さ）データにも異常な値があることに着目し、高度や勾配に関する条件を設定した。

精査された速度データと車両スペックから駆動力を算出し、エンジンマップを用いて速度と駆動力に対応す

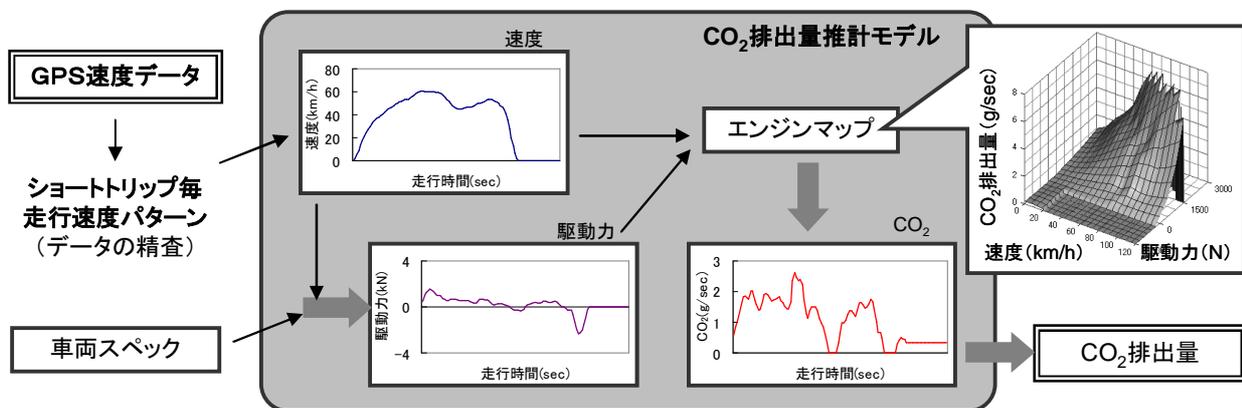


図-3 速度データにもとづくCO₂排出量推定の流れ

るCO₂排出量を推定した。なお、推定したCO₂排出量は、エンジンマップ作成に用いた車両での走行を仮定した値である。CVTを搭載したエンジン総排気量1,300ccの小型乗用車についてエンジンマップを作成しており、エコドライブ講習会で使用した車両や、被験者が所有している車両とは異なる車種である。

表-1 ショートトリップの抽出条件

項目	条件
距離	100m以上
終了速度	0km/hと等しい
開始速度	0km/hと等しい
最低高度	10m以上
平均勾配	12%以下
1秒間の最大高度差	4m以下

3. 結果と考察

(1) エコドライブ講習会での結果

エコドライブ講習会で実施した走行試験の結果として、車載器を用いて計測したCO₂排出係数と改善率を図-4に示す。参加者全15名の平均で19.6%の改善率が得られた。図-5に、同じ講習会での走行速度データを基に、エンジンマップを用いて推計したCO₂排出係数及び改善率を示す。全参加者の平均で8.2%の改善率が推定された。

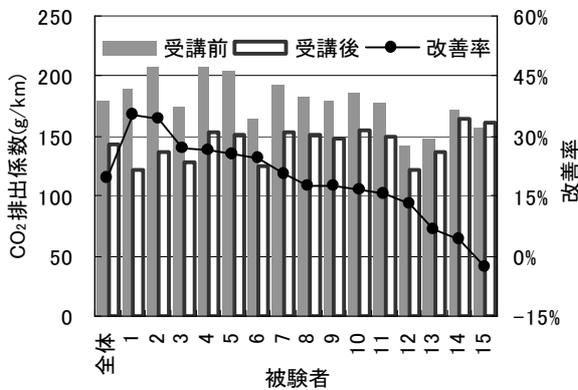


図-4 エコドライブ講習会の結果 (車載器による計測値)

図-6に車載器を用いて計測したCO₂排出係数とエンジンマップを用いて推計したCO₂排出係数の関係を示す。両者には、相関係数R=0.878と強い正の関係が見られた。しかし、計測値が小さいときは推計値も計測値に近い値となったが、計測値が大きいたときは、推計値は計測値よりも小さくなる傾向があり、改善率は過小評価された。エンジンマップ作成車種の拡大については、今後の課題としたい。

エンジンマップを作成した車両は、CVTを搭載しており、加速時にも回転数の上昇が抑えられ、効率の良いエ

ンジン領域を使用するように制御されていた。講習会で利用した車両でもCVTを搭載していたが、エンジン排気量がより小さかったため、加速時には高回転領域を使用するような制御になっていると感じられた。このような違いもCO₂排出量が過小評価された一因と考えられる。

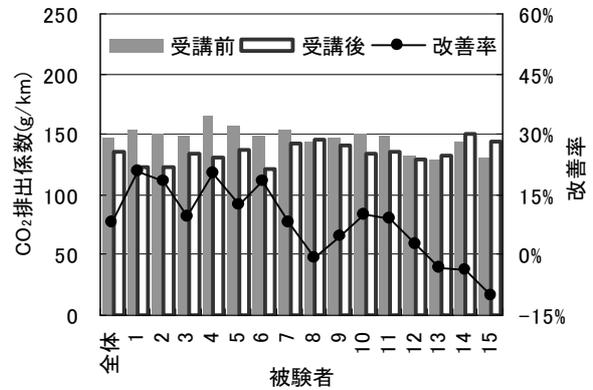


図-5 エコドライブ講習会の効果 (エンジンマップを用いた推定値)

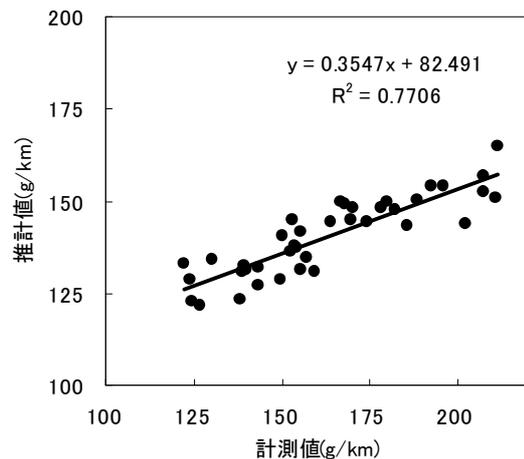


図-6 CO₂排出係数の計測値と推定値の関係

(2) 日常走行におけるエコドライブ効果の評価

エコドライブ講習会前後のそれぞれ1週間、GPSロガーを用いて記録した日常走行における運転時間(精査前)は、10名の被験者合計で、109時間、71時間となり、講習後の運転時間は減少した。精査されたショートトリップは、受講前後それぞれ、1,527トリップ、862トリップとなり、走行時間としては60時間、33時間、走行距離としては2,238km、1,133kmとなった。講習会前後の利用状況の違いが、エコドライブ効果の評価に影響しないように配慮し、多くの被験者で利用頻度が高い走行距離が300~1000mのショートトリップのみを評価対象とした。講習前後でそれぞれ、走行時間としては13.6時間、8.1時間、走行距離としては340km、206kmのデータが得られた。

図-7に、評価対象とした日常走行における受講前後のCO₂排出係数と改善率を示す。被験者全10名のCO₂排

出係数平均値は、受講前後で統計的に有意な減少（図中の「※」）がみられ、改善率は2.9%であった。また、被験者別に見ると、10人中4名でCO₂排出係数は有意に減少した。受講前のCO₂排出係数が小さい被験者は、日常からエコドライブを実践できていた可能性があり改善率は小さくなった。高い改善率が得られた被験者は、受講前のCO₂排出係数が大きい傾向があった。

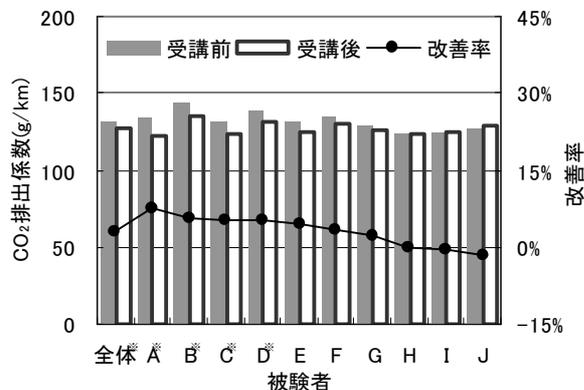


図-7 日常走行におけるエコドライブ効果
(ショートトリップ距離：300m-1,000m)

講習会での改善率 (8.9%) と比較して、日常での改善率 (2.9%) は、約1/3と小さくなった。講習会での全体のCO₂排出係数推定値は、受講前後でそれぞれ、147g/km、135g/kmであったが、日常走行での全体のCO₂排出係数推定値は、受講前後でそれぞれ、131g/km、127g/kmとなり、講習会でのCO₂排出係数の方が、大きくなる傾向がみられた。これは、都市内の幹線道路走行が中心と考えられる300~1000mのショートトリップのみを評価対象としており、細街路走行や加速後すぐに減速停止を行うような効率の悪い短いショートトリップ (300m未満) を除外して評価しているためと考えられる。

特定の走行距離帯のショートトリップを用いてエコドライブ効果を評価したため、走行全体を代表するCO₂排出係数を推定することは難しいが、長距離移動を含むなどの利用状況の違いがCO₂排出係数に与える影響を除いて、エコドライブ実施状況の評価が行われることが利点の1つであると考えられる。

4. まとめ

本研究では、小型のGPSロガーを用いて速度計測を行い、エンジンマップを用いたCO₂排出量の推計を行うことで、日常走行における簡易なエコドライブ効果の評価手法を提案した。また、本評価手法をつくば市で実施したエコドライブ講習会の参加者10名に適用し以下の知見を得た。

・安価なGPSロガーの計測値を基に、高度（高さ）デー

タを活用して、測定精度が高いと考えられる速度データを精査することが可能である。

・本評価手法を10名の被験者に適用した結果、エコドライブ講習会受講後、4名の被験者のCO₂排出係数が有意に減少した。全体では、2.9%の改善率となった。

・利用状況の違いがCO₂排出係数に与える影響を除いて、エコドライブ効果の評価を行うには、特定の走行距離帯のショートトリップを用いることが有効である。

今後の課題として、速度データからCO₂排出量を推定するために用いるエンジンマップの車種拡大に、取り組みたい。また、本評価手法は、施策としてのエコドライブ普及効果のより正確な見積りや普及方策の検討などに活用されることが期待される。

謝 辞

研究に協力いただいたエコドライブ講習会の参加者、財団法人省エネルギーセンターに、この場をお借りして感謝申し上げます。また、本研究の一部は、環境省の地球環境研究総合推進費「低炭素車両の導入によるCO₂削減策に関する研究」(H-094)の支援により実施された。

参考文献

- 1) 竹内雄亮ほか：車載器を用いたエコドライブ支援の効果，土木計画学研究・論文集，Vol. 22(2)，pp. 305-314，2005
- 2) 植木繁ほか：エコドライブ支援装置を用いた自動車運送事業用車両の燃費完全効果の分析，自動車技術会2008年秋季大会学術講演前刷集，No. 99-08
- 3) 斉藤晃ほか：小型貨物自動車のエコドライブの実態と燃費改善効果の関係について，自動車技術会2008年秋季大会学術講演前刷集，No. 99-08
- 4) 加藤秀樹，小林伸治：エコドライブにおける燃費改善要因の解析，自動車技術，Vol. 62(11)，pp. 79-84，2008
- 5) 谷口正明：省エネ運転の推進と燃料消費削減の可能性，交通工学，Vol. 41(5)，pp. 54-62，2006
- 6) Bart Beusen et al.：Using on-board logging devices to study the longer-term impact of an eco-driving course，Transportation Research Part D，Vol. 14，pp. 514-520，2009
- 7) 加藤秀樹，小林伸治：交通流シミュレーションを用いたエコドライブ普及効果の評価，自動車技術，Vol. 64(3)，pp. 51-56，2010
- 8) 加藤秀樹ほか：長期実走行データに基づいたCO₂排出量に関する寄与要因の推定，自動車技術会2010年春季大会学術講演前刷集，No. 22-10