

F-34

オフサイクル技術を用いたエコドライビングの評価手法に関する提案

日本大学海外派遣研究員報告

Proposal of evaluation method for eco driving with off-cycle technology

Report of overseas research activity financed by Nihon Univ.

○石坂 哲宏¹Tetsuhiro ISHIZAKA¹

Abstract: An off-cycle technology would be developed as one of key technology to reduce CO₂ emission in the United States. The U.S. EPA has been reviewing how much CO₂ emission an off-cycle technology can reduce. In this study, the eco driving technology which is one of off-cycle technologies was focused and the methods to evaluate it were proposed: Macro, meso-scale and micro scale method. It is summarized as the result of this study what are there on the technical and systematical feature of each method through the case of the ECO driving technology. This study would contribute to use it more when an off-cycle technology will be considered in Japan.

1. はじめに

本稿では、著者が日本大学海外派遣研究員として、カリフォルニア大学リバーサイド校環境技術研究センターに赴任していた際に実施した研究の一部を紹介する。アメリカにおける燃費基準の動向をまとめ、近年着目されているオフサイクル技術による燃費改善及び CO₂ 排出削減を全米レベルでの効果として推計する手法を提案し、その課題を取りまとめる。

2. 燃費基準の動向と実燃費

オバマ大統領は 2025 年までに燃費を一ガロン当たり 54.5 マイル(* 54.5mpg=約 23.2km/L)まで引き上げることを目標として設定し、現在その第 1 フェーズとして、2016 年まで 35.5mpg まで引き上げる予定である。CO₂削減目標を年率に換算すると 2016 年から 2025 年にかけて、5%/year の削減であり、自動車メーカーにとっては厳しい数字である^[1]。一方、2011 年の平均燃費(速報値)は 22.8mpg と報告されている。この 10 年間で平均燃費は改善傾向(2001 年比 16%改善^[2])にあるが、今後の燃費基準の達成には革新的な燃費改善が必要であるといえる。

3. オフサイクル技術^[1]

新しい燃費基準が議論される中で検討されているのがオフサイクル技術に関する燃費改善と二酸化炭素排出改善効果の推計方法である。これはドライビングサイクルを用いて計測する従来の方法では評価できなかった技術に対して、“Off-Cycle Credit”として認定するものである。現在、アクティブ・グリル・シャッター

や高効率ライト、ソーラールーフ、アクティブ・トランスミッション・ウォームアップなど 6 つの技術が認定の候補として検討されている。また、それ以外の技術に関しても自動車メーカーが十分な効果を証明できれば認める方向であるとしており、様々な自動車技術の革新を促進する可能性を有している。

4. 効果推計方法の課題と提案

エコドライビングに関連するオフサイクル技術による燃費改善を証明する方法は次の要件が満たされていることが必要であると考えられる。

- モデリング、走行試験によるデータ収集
- 統計的有意性を持った燃費および CO₂排出量の効果を十分に確実に検証できること
- 様々な該当車両台数や全米各地で異なる走行特性を考慮した基準値と削減可能量であること。
- ドライバーの意思で利用の可否を決定できるエコドライビング技術の場合は、全米レベルでその技術がどの程度利用されるかを明示的に考慮できること。
- 複数の車種がある場合は単一の車種のデータの結果であること。

これらを踏まえて、二酸化炭素削減可能量の推定のために、下記の式を用いる。

$$C_{CO_2} = TC_{CO_2} \cdot \sum_{i=1}^N (\Delta CO_{2i} \cdot SDS_i \cdot UF_i) \quad 2)$$

但し：SDS_i=条件別出現割合、ΔCO_{2i}=条件別二酸化炭素排出削減可能量、i=交通・道路状況など ΔCO₂に差異を与える要因、UF_i=条件別利用率である。

条件別利用率はエコドライビング技術をドライバー

1 : 日大理工・教員・交通

が選択可能な仕組みであれば、交通状況やドライバーの属性により、エコドライブ技術を運転中に適用するかどうか割合が異なることを考慮するために用いる。上記の計算式は、計算の概略を示したもので、使用するデータのスケールによって、3つに分類した。

1) マクロレベル

上記式を適用する全米レベルで整備されたデータに、U.S.EPA(U.S.Environmental Protection Agency)が作成した MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator)^[3]に採用されている総走行台マイル (VMT) データを利用することができる。VMT データは、道路種別、平・休日、時間(24 時間を 1 時間毎に)、速度帯で総走行台マイルが割合として定義されている。そのため、例えば速度に強い相関をもつ燃費改善技術であれば、速度ごとに燃費改善効果を計測し、VMT データを掛け合わせることで、全米レベルの効果を推計することが可能である。

MOVES には、自動車の走行に必要なエネルギーの消費先である 4 つの走行抵抗 (VSP, Vehicle Specific Power) に関して車両重量当たりのエネルギー消費量が定義されている。VSP の計算には、デフォルト値を用いることも可能であるが、評価対象とする個別の車両ごとに車両諸元を求めて、算出することが可能である。一方、VSP は速度帯、VSP 値で 23 個の走行状態で区分されているので、走行状態ごとに燃費の改善効果を推計することができれば、マクロレベルでもより自動車性能に即した解析を行うことが可能である。

2) メソレベル

MOVES には、その計算の諸元となる走行パターンがデータベース化されている。エコドライブで走行パターンが大きく変わる場合は、その走行パターンを変更し、その走行パターンで得られる VSP を計算することで、全米レベルの効果を推計することが可能である。

3) ミクロレベル

車両一台一台の挙動を再現できるミクロ交通シミュレーション上で効果を推計することが想定される。カリフォルニア州交通局の EMFAC などの利用もできるが、ホットスポットを対象としており、全米レベルでの効果推計には適用が困難であるといえる。

5. 提案方法の適用

本手法を適用した事例は Transportation Research Record に掲載予定の著者らによる論文 に詳細を述べているので、ここでの掲載は省略する。

6. 提案方法の課題

本手法を適用して得られた課題を整理する。

- 走行実験時の走行状態の平準化
走行実験は走行状態が異なる全米各地で実施することが適当であるが、実際は困難である。また、キーとなる燃費改善技術が動作しやすい走行状態を多く含む走行実験の結果では、結果に偏りが生じるので、全米レベルでサンプルの走行状態の代表性を表現できる条件を証明する必要があるといえる。

上記の論文では、代表性のある走行条件を速度とすることができた。これは同時に全米レベルに推計する際の MOVES のデータベースと一致していたので、その推計を容易にした。しかしながら、高効率ライトやソーラーパネルなどの速度に依存しない技術をどのように全米レベルの効果とするか検討する必要がある。

これらのデータの整合性を申請する側の自動車メーカーがどの程度まで確保できるかということと EPA がクレジットとしてその方法による削減効果をクレジットとして認めるといふ裁量がある程度共通意識として各社共有する必要があるといえる。

- 利用率に関する考察

本研究では利用率を決める際に分類可能なドライバーの属性を検討した。その結果、技術を常に選択するドライバー、常に選択しないドライバー、何かしらの条件で選択を繰り返すドライバーが存在した。選択を変更するドライバーは、道路・交通条件や運転の疲労度など様々な要因で選択を変更しているとアンケートで回答しており、その要因を全米レベルで把握するためには十分な検討が必要であるといえる。

- MOVES モデルにおける整合性

全米レベルでの効果を推計する際には非常に有効なデータベースであるが、メソレベルでは走行パターンが限られており、効果の認められる走行状態が網羅されているか確認が必要である。

- VSP 利用上の注意

VSP は理論上トルクと回転数の掛け合わせたエンジン出力の等エネルギーと同様の意味合いを持つが、トルクと回転数の実測値の分布は同一の VSP 値でもかなりのばらつきがあり、燃費改善効果に統計的有意性があるか十分に検証が必要である。

参考文献

- [1] U.S. EPA and NHTSA, 2017 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions and Corporate Average Fuel Economy Standards, <http://www.nhtsa.gov/fuel-economy>, 2011.12
- [2] U.S. Environmental Protection Agency: Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2011, March 2012.
- [3] U.S. Environmental Protection Agency, MOVES2010 Highway Vehicle Population and Activity Data, EPA-420-R-10-026, 2011.11.