

車載情報システムにおける 省エネルギー走行支援技術

大田優子* 森田茂樹***
伊川雅彦** 小野政好***
菅原 永***

Eco Driving Assistance Technologies for in-Vehicle Information System

Yuko Ohta, Masahiko Igawa, Hisashi Sugawara, Shigeki Morita, Masayoshi Ono

要 旨

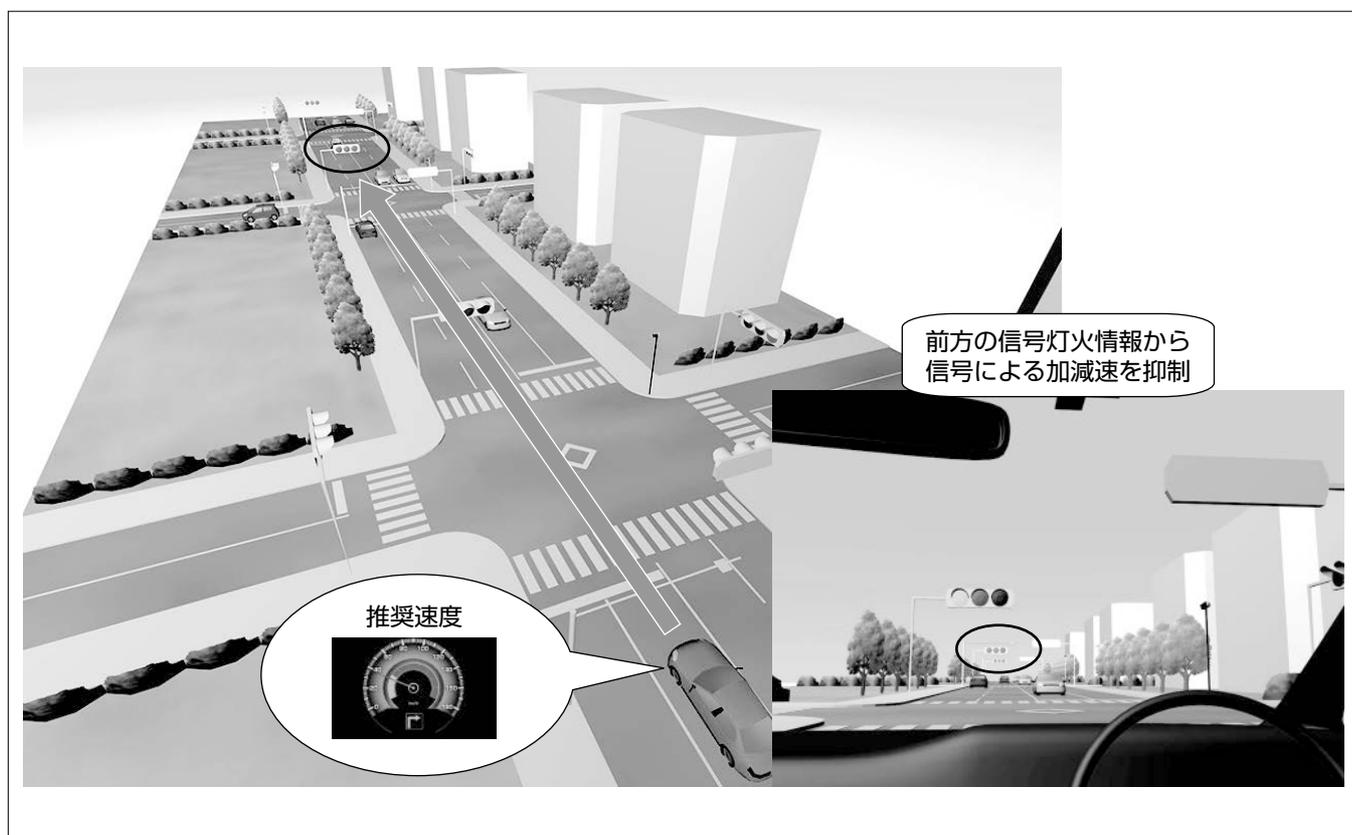
車両の走行における燃費の改善としては、エンジンの改良や空気抵抗の考慮等、モード燃費の改善だけでなく、早めのアクセルオフ、ふんわり加速等の省エネルギー走行と呼ばれるドライバー自身の運転操作による実用燃費改善が注目されている。しかし、このような省エネルギー走行は走行速度の低下による走行時間の増加の原因となり、周辺交通に影響を与えることも懸念されている。

三菱電機はカーナビに代表される車載情報システムの持つ情報を活用して、周囲の交通に対する影響の少ない省エネルギー走行に対する支援を実現することを検討した。要旨の図はその一例であり、車載システムを搭載した車両が道路側から交通情報を取得する、交通インフラと連携した省エネルギー走行システムである。この例では車両は信号

情報を通信から取得し、最適な走行速度をドライバーに提示することで省エネルギー運転を促している。

本稿では、省エネルギー走行としてエネルギー消費の最適化だけでなく走行時間を考慮に入れた走行パターンを提案し、その燃費削減効果の有効性、周辺交通に対する影響を、計算機による交通シミュレーションと実走行試験による評価によって示した。

計算機シミュレーションの結果、省エネルギー走行が混入することによる交通全体の燃費削減効果を確認した。さらに、平均速度の低下も僅かなことから、周囲の交通に対する影響も少ないことが確認できた。また、実際に信号情報を取得できることを前提とした実走行試験を行った結果、省エネルギー走行による燃費削減効果を確認した。



省エネルギー走行運転支援

車載情報システムの持つ情報を活用し、燃費向上を促すとともに円滑な走行をドライバーに対して支援する。

1. ま え が き

車両の走行における燃費の改善に、エンジンの改良や空気抵抗の考慮など、モード燃費を改善する研究開発だけでなく、早めのアクセルオフ、ふんわり加速などの省エネルギー走行と呼ばれるドライバー自身の運転操作による実用燃費改善が目ざされている⁽¹⁾。省エネルギー走行はドライバーの経験や技量によってその効果は一様ではなく、また、ふんわり加速や走行速度の低下によって省エネルギー走行が周辺交通に影響を与えることも懸念されている⁽²⁾。

そこで、カーナビに代表される車載情報システムの持つ情報を活用して、このような省エネルギー走行に対する支援を実現することを検討した。

本稿では、車載情報システムにおける省エネルギー走行パターン生成及びその効果を、計算機シミュレーションと実走行による評価によって示す。

2. 車載情報を活用した省エネルギー走行

2.1 車載システム

この節では、車載情報システムの持つ情報を活用した省エネルギー走行について述べる。車載システムは、カーナビから提供される地図情報など、様々な情報に基づいて加減速を抑制した省エネルギー走行に最適な速度(推奨速度)を求めて提供する図1の車載システムを想定する。この車載システムは、①走行予定経路に関する地図及びインフラ情報を提供するカーナビゲーション、②提供された情報に基づき自車が走行予定の道路形状、信号スケジュールに応じた省エネルギー走行パターンを算出する、推奨速度算出装置、③算出された推奨速度を音声、視覚情報としてドライバーへ提供する表示装置で構成する。

2.2 省エネルギー走行パターン

省エネルギー走行は周囲の交通状況や信号スケジュールなどに依存し得るため、場合によっては想定通りに走行できなかつたり、逆に周囲の交通にも影響を及ぼす可能性がある。したがって、省エネルギー走行の算出の際には、エネルギー消費の最適化だけでなく、走行時間を考慮する必

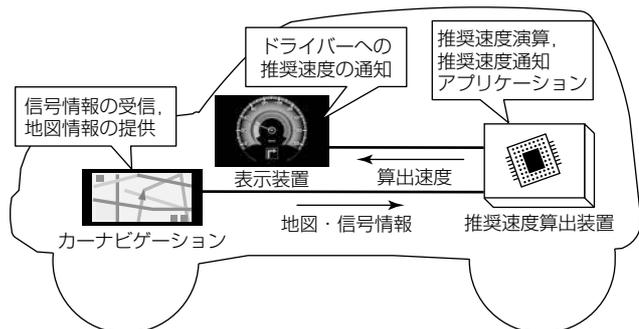


図1. 車載システムの構成イメージ

要がある。省エネルギー走行パターン生成では、各走行ポイントにおける通過予想時刻の遅延を小さくすることで周辺交通への影響を最小化する。算出された省エネルギー走行パターンの例として、図2及び図3を示す。各図における下方のグラフは省エネルギー走行(実線)と通常走行(破線)の速度遷移を表している。

図2は道路形状に基づく速度制約下での消費エネルギーの抑制を目指した省エネルギー走行の例であり、地図情報から得られる減速が必要な停止線やカーブ等の各地点の安全速度を考慮して、緩やかなアクセル操作による加速及びエンジンブレーキを用いた減速によって滑らかに走行できる速度をドライバーへ提供する。ただし各ポイントでは、安全を考慮した上で、通過時刻の遅延を小さくする速度で走行するものとする。

次に図3における省エネルギー走行は、信号交差点手前の加速を抑制することによって、走行中の消費エネルギーを削減することを目指している。加速は車両の走行燃費に大きく影響することが知られているため⁽³⁾、その量を削減することで燃費の向上が期待できる。図の例では、1つ目の信号では、一定速度をキープすることによって赤信号手前での無駄な加速を抑制する。また、2つ目の信号では信号の切替タイミングを予測して、交差点通過時刻が遅れない範囲で走行速度を抑制することで、交差点前後における加減速量の削減を行う。

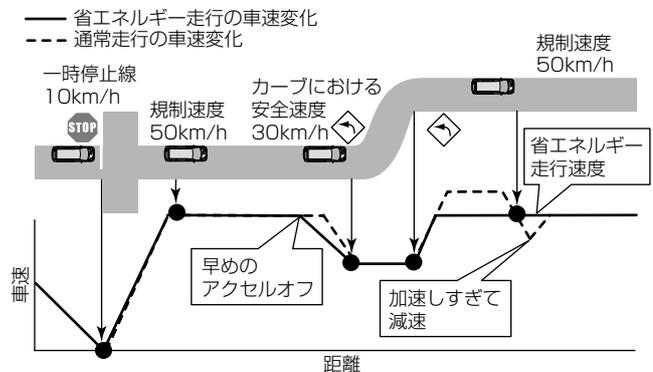


図2. 地図情報を利用した省エネルギー走行パターンの例

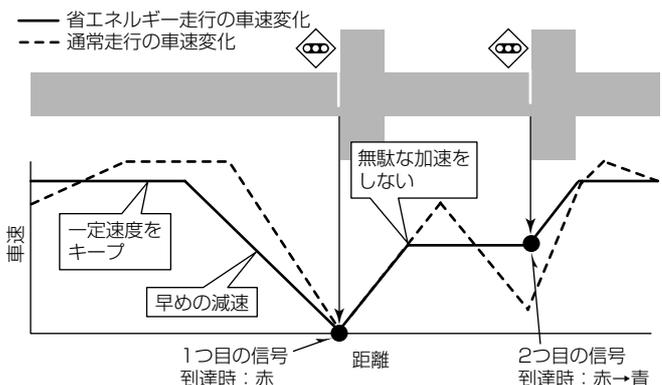


図3. インフラ情報を利用した省エネルギー走行パターンの例

3. シミュレーションによる評価

2.2節の省エネルギー走行の効果と周囲の交通への影響を評価するため、まず計算機による交通シミュレーションを行った。交通シミュレータ⁽⁴⁾はノードとリンクで構成された道路ネットワーク上を車両が自律的に走行するものである。また、このシミュレータでは交通量や車両の流入タイミングなどの交通状況を繰り返し再現することが可能である。図4にシミュレーションの様子を示す。

3.1 シミュレーション条件

3.1.1 道路ネットワーク・信号スケジュール

シミュレーションで用いる道路ネットワークを図5に示す。道路ネットワークには9個の信号交差点が存在し、内2か所の交差点では車両の流入が存在する。レーン数は片側1車線、制限速度は50km/h、各信号のサイクル長は100秒固定、1サイクルの時間配分(スプリット)は青信号50%とし、交差点間の距離によって青信号開始時間(オフセット)は同時式又は交互式に設定した。

また、このシミュレーションでは交通量を60~840台/hと変化させ、閑散から混雑までの状況を再現した。

3.1.2 走行車両

シミュレーションでは省エネルギー走行車と、一般的な走行を行う通常走行車の2種類が混在する状況を想定し、全車両数に対する省エネルギー走行車の割合は0~100%まで変化させて評価を行った。

シミュレーションで、通常走行車は道路の制限速度とドライバーの個性から決定される速度を目標として走行し、前方車両と現在の信号状態によって減速・停止を行う。一方、省エネルギー走行車は前章で述べた省エネルギー走行で与えられる推奨速度を上限として、それ以外は通常走行と同様に加減速を行う。

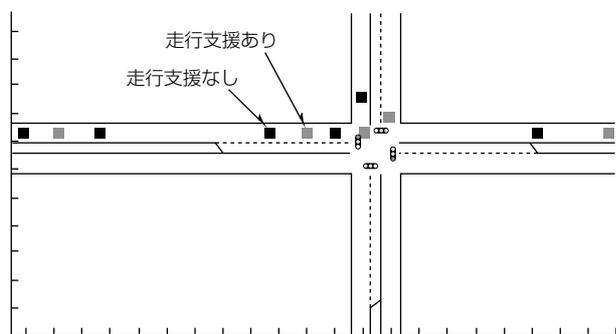


図4. 交通シミュレータ

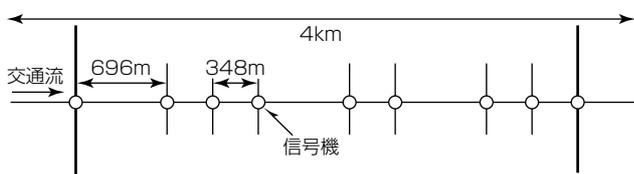


図5. 道路ネットワーク

3.2 シミュレーション結果

3.2.1 省エネルギー走行車の走行例

図6で示すグラフは車両1台に対して、省エネルギー走行支援があった場合と、同条件で省エネルギー走行支援がなかった場合の走行速度、及び各走行の燃料消費量を示している。全体の交通量は720台/h、省エネルギー支援対象車の割合は80%となっている。この例では、走行支援あり/なしにかかわらず走行時間が同一であり、省エネルギー走行による到着時間の遅延は発生していない。また、省エネルギー走行では、早めのアクセルオフによって走行速度を抑制した上、信号の停止回数を減らすことで加速を削減することによって、燃料消費量が約18%削減された。

3.2.2 交通システム全体としての燃費削減効果

交通システム全体としての評価のため、走行車両全てが通常走行車であった場合と、通常車両に省エネルギー走行車が混入した場合における、燃料消費率(総燃料消費量/総走行距離)の改善率を図7に示す。

このグラフから省エネルギー車両の割合が増加するにつれて、交通システム全体での燃費削減も大きくなっていくことが分かる。またこの燃費削減効果は交通量が少ないほど大きく、交通量が増加するにつれて小さくなる。

今回のシミュレーション評価では最も削減効果が大きい条件(省エネルギー車両の割合100%、交通量60台/h)で、交通全体で約13%の燃料消費が削減された。

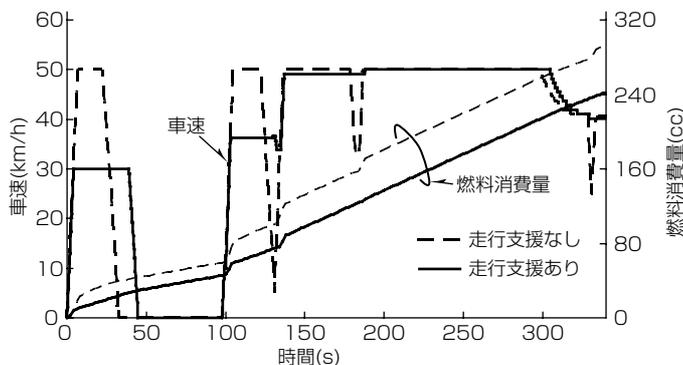


図6. 省エネルギー走行車の走行

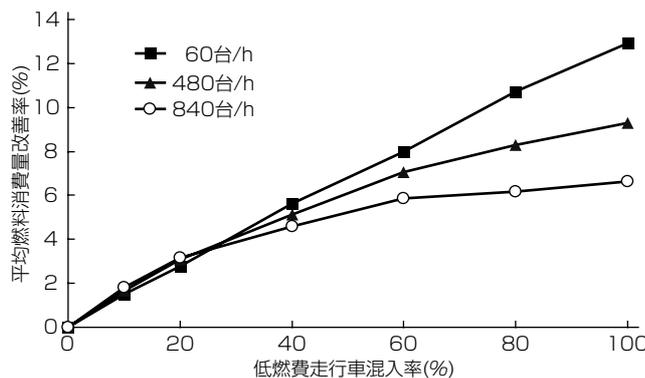


図7. 全車両の燃料消費改善率

3.2.3 省エネルギー走行の交通への影響

省エネルギー走行が交通に与える影響について考察するため、省エネルギー走行車が混入する場合と混入しない場合のシミュレーション間の平均速度を比較する。

図8は省エネルギー走行車が交通に混入することによる交通全体の平均速度の変化を、交通量別に示したグラフである。交通量が720台/hまでは変化率が1%程度であった。ただし、交通量が840台/hで、省エネルギー走行車の割合が80%の場合では約3~4%の平均速度の低下が見られはじめた。

この結果から、本稿における遅延時間が最小になるような省エネルギー走行が周囲の交通に影響が小さいことを確認できた。さらに交通量が増加し、省エネルギー走行車の混入率が高い場合は、この省エネルギー走行方法でも交通に対して影響を与える可能性があることを示唆している。

4. 実走行試験による評価

次に実環境における省エネルギー走行の効果を確認するため、図1の車載システムを構築し、実走実験を行った。

表1に郊外環境と都市環境での走行結果を示す。どちらの環境でも燃費改善の効果を確認することができたが、郊外環境の方が省エネルギー走行の効果が高い結果となった。

図9は走行支援がない場合(a)とある場合(b)における走行例の一例である。(b)における省エネルギー走行は走行支援を受けた場合、通常走行は同等の状況下で支援なしの場合の走行を表している。(a)(b)ともに走行時間は368秒と同等であるが、走行支援ありの走行では巡航速度を抑えることで時速15km以下となる大きな減速の回数が3回に減少している。さらに、停止時におけるゆっくり加速、早めのアクセルオフの効果も加わり、この例では、支援がない場合と比較して約25%の燃料消費量が減少した。

5. むすび

車載情報システムの持つ情報を活用した省エネルギー走行の燃費削減効果を調査するために、計算機による交通シミュレーション及び実走行試験で評価を行った。

計算機シミュレーションでは交通状況を変化させながら評価を行った結果、省エネルギー走行によって最大で13%の交通システム全体の燃費削減効果を確認した。

さらに、実走行試験でも、省エネルギー走行による燃費削減効果を確認できた。実走行試験でも交通量の少ない郊外における燃費削減効果が大きく、平均11.5%の燃費削減となった。なお、実走行試験のデータは、一般社団法人UTMS(Universal Traffic Management Systems)協会で

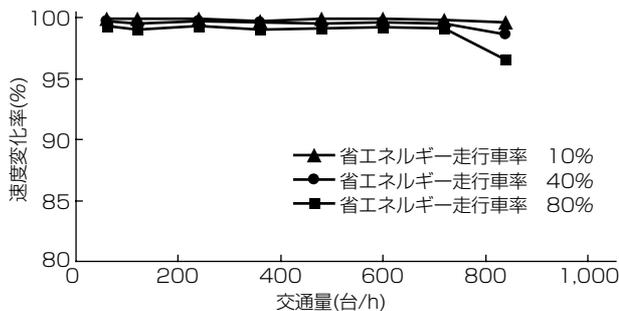


図8. 省エネルギー走行車混入による平均速度の変化

表1. 郊外環境と都市環境の平均燃費比較

| | 支援なし | 支援あり | 効果 |
|------|----------|----------|---------|
| 郊外環境 | 7.45km/l | 8.25km/l | 11.5%up |
| 都市環境 | 8.08km/l | 8.51km/l | 5.3%up |

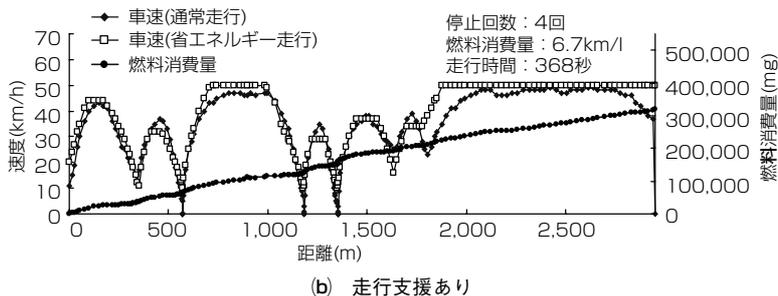
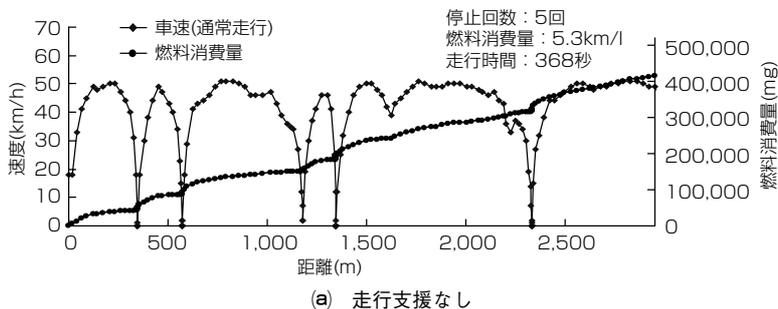


図9. 走行支援有無の走行パターンと燃料消費量

実施したグリーンウェーブ走行支援システムの実験に参加して得たものである。

参考文献

- (1) チャレンジ25キャンペーン：エコドライブ10のススメ <http://www.challenge25.go.jp/practice/carlife/10advice/index.html>
- (2) 北朴木祥吾, ほか：エコドライブが信号交差点の交通容量に及ぼす影響評価, 第11回ITSシンポジウム2012, 2-A-05 (2012)
- (3) 大口 敬, ほか：都市部交通道路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, 695, No.54, 125~136 (2002)
- (4) 後藤幸夫, ほか：自律的車両モデルによる道路交通シミュレータの開発, 電気学会論文集D, 116, No.5, 569~577 (1996)