

エコドライブ走行が交通流に与える影響に関する基礎的研究*

The Fundamental Study of the Effective of Traffic Flow by Eco Driving*

小林功**・松本修一***・坪田幸政****・川嶋弘尚*****

By Isao Kobayashi**・Shuichi MATSUMOTO***・Yukimasa TSUBOTA****・Hironao KAWASHIMA*****

1. はじめに

1997年12月に国連気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)において採択された「京都議定書」は、先進国の温室効果ガス排出量削減約束が規定されている。我が国も、2008年から2012年までの第一約束期間に、基準年(1990年)レベルから6%の温室効果ガス削減が定められている。特に「エネルギー利用に伴う二酸化炭素」という項目の目標値は±ゼロなのだが、現状11%のプラス(2002年)と激増しており、すでに目標の達成が絶望視されている。この内訳では、産業界の排出量は減少傾向にあるものの、運輸、業務、民生部門の増加が目立ってしまっている。

また近年、直接的な排出削減と削減行動を促進する資金の捻出のために、環境税の手法も検討されているが、企業努力により削減量を積み重ねてきた産業界を中心に反対する声は多い。そのため迅速に出来る二酸化炭素排出を削減するために、運輸部門での二酸化炭素排出の削減は死活問題である。

次に東京都では都内から排出されるCO₂のうち、運輸部門の占める割合は3分の1であり、このうち、自動車からの排出が4分の3を占めている。つまり都市圏での慢性化した道路状況の中で、二酸化炭素排出を改善することは急務である。

また運輸部門でのCO₂排出削減の施策として挙げられ

ているのがエコドライブである。環境省は平成17年12月21日、エコドライブナビゲーションシステムを同省の公用車であるガソリン低公害車に導入すると発表した。同省は地球温暖化防止と大気環境改善策の1つとして、環境に配慮した運転方法エコドライブの普及を進めている。このように近年エコドライブに関する関心が非常に高まっている。

2. エコドライブの概要

本章ではエコドライブの概要に関してまとめる。

エコドライブは具体的には、

- ① 不要なアイドリングはしない
- ② 急発進急加速はしない
- ③ エンジンブレーキを有効に使う

という3つの運転行動から成り立っている。

①は信号待ちをしているときにはエンジンを切り、燃料を節約しようという考えかたである。JAFなど^{1,2)}によると信号でエンジンをつけたままでの5秒間アイドリングする燃料消費が、エンジンを再びかける際の燃料消費に一致する。つまり5秒以上信号待ちをするときはエンジンを切ってしまったほうが燃料消費を抑えられるということになる。

②は発進する際、エンジンの回転数が2500回転以上だと必ず燃料を無駄にしているという報告がある。急加速してエンジンをふかしてしまうと、それだけ燃料を消費してしまうので、発進時には2500回転を超えないように発進することが望ましいと言われている。

③は減速する際エンジンブレーキを積極的に使い、燃費をよくしようという考え方である。最近の車の技術進歩は目覚しく、減速時はブレーキペダルを踏むよりも、早めにアクセルを戻し(アクセルペダルを踏まずに足を置くような格好)、エンジンブレーキの状態で行くと、燃費ほぼゼロの状態(燃料CUTという)で走行することが出来る。以上①~③は誰にでも身につけられ、エコドライブで燃費を20%近く節約できると言われている。

またエコドライブには日本式、ドイツ式³⁾という2種類の方法がある。日本式は「ゆっくり加速して、ゆっ

*キーワード: エコドライブ, 交通シミュレーション, ドライバー行動

** 慶應義塾大学大学院 理工学研究科 学生会員
(神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1)

*** 高知工科大学 助手 正会員
(高知県香美郡土佐山田町宮の口185
TEL0887-57-2405 FAX0887-57-2420)

**** 桜美林大学 教授 非会員
(町田市常盤町3758
TEL042-797-8563 FAX042-797-9950)

***** 慶應義塾大学 教授 正会員
(神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1
TEL045-566-1626 FAX 045-566-1617)

くり止まることで燃費を向上する」という運転方法あり、JAFが講習会等で広めている考え方である。一方ドイツ式は「早めに加速する」という一見矛盾するエコドライブである。しかしドイツ式の意義は「早く燃費のいい走行帯（時速 60～70km）に上げたほうが燃費良く走れる」という考え方に基づいており、2500 回転を超えないような所で加速するというエコドライブである。

3. 本研究の目的

2 章で述べたようにエコドライブは、車両単体で見た場合燃料や排出ガス削減に大きく寄与することが分かっている。^{4) 5)}

本研究ではエコドライブは、急加速急発進をしないため、交通量が少ない場合は有効であるが、交通量が多い場合道路上での交通流に対し悪影響を与える可能性がある」と仮説をおき、

1. エコドライブが交通流に与える環境負荷の変化を定量的に評価すること
2. エコドライブによる交通流への悪影響を与えない制御方法の検討を行なうこと

を本目的とする。

4. エコドライブ車両挙動データの取得

現在エコドライブという言葉自体は浸透しているが、エコドライブの車両挙動に関する定量的データは既存研究では存在しない。本章では、このエコドライブにおける車両挙動に関する定量的データの取得方法およびその結果についてまとめる。

GPS を載せた自動車を用い、被験者 18 人（平均年齢 22 歳、標準偏差 1.2）にそれぞれ 10 回ずつ通常走行（以下「ノーマル加速」と記す）、ドイツ式エコドライブ（以下「ドイツ式加速」と記す）、日本式エコドライブ（以下「日本式加速」と記す）で加減速させ、データを採取した。図 1～3 としてそれぞれの速度と加速度の関係を示す。

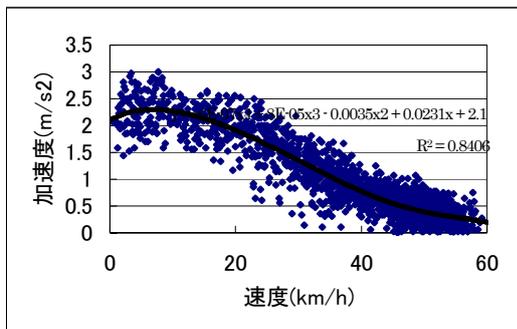


図 1 ノーマル加速度分布

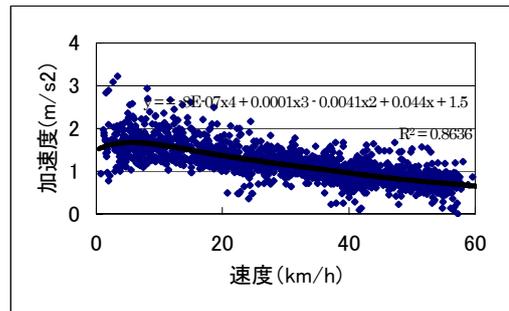


図 2 ドイツ式加速度分布

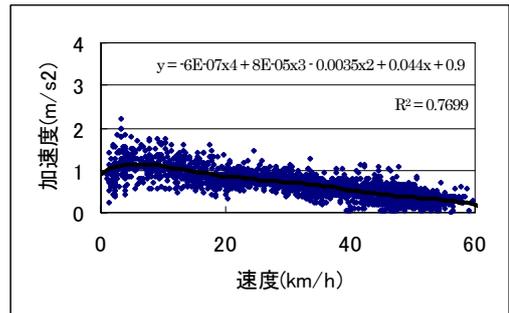


図 3 日本式加速度分布

次に通常の減速（以下「ノーマル減速」と記す）とエコ減速に関して加速度と速度の関係を図 4、5 として示す。

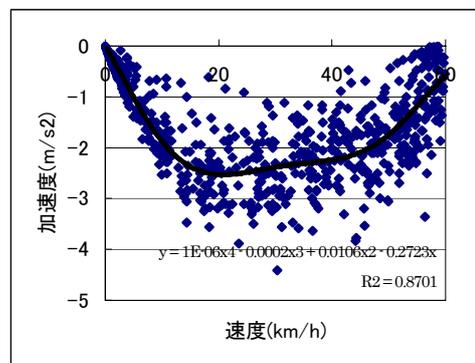


図 4 ノーマル減速度分布

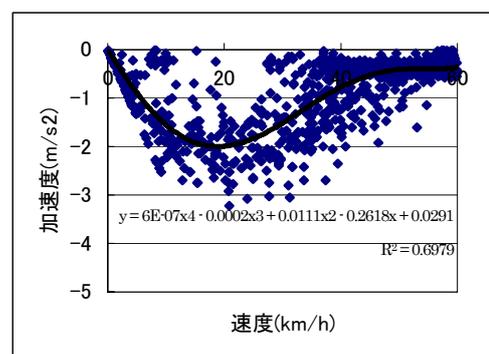


図 5 エコ減速度分布

図5で、40~60km/hのときに加速度が -0.5m/s^2 で一定となっていることがわかるがこれはクリープ現象を用いて停止位置まで徐々に減速したことが表れている。

5. シミュレーション実験

本章では4章で取得した加速度データをマイクロ交通流シミュレータVISSIM®を用いてエコドライブがCO₂排出量や交通流に与える影響を評価する。VISSIMでは、車両の発進挙動や前車への追従挙動などのマイクロな挙動を、WIDEMANNの交通心理状況を考慮したモデルを用いている。また本研究で用いる排出ガス算出のフローを図6として示す。

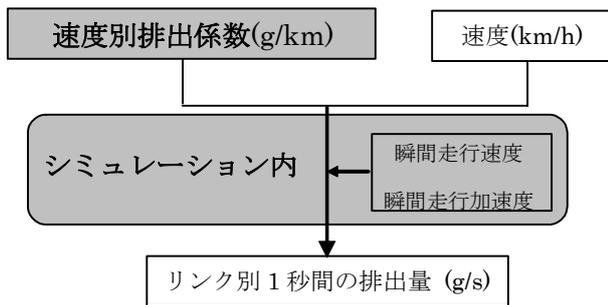


図6 排出ガス算出のフロー

(1) 単路部実験

まず実験はシンプルかつわかりやすい結果を出すため、図7のような、1kmの直線道路を用いた。300m地点と600m地点に信号機(青30秒, 黄3秒, 赤27秒, オフセットなし)を設置しシミュレーション時間1時間で交通量を100台ごと増やしていき、シミュレーション毎にアウトプットを算出し式1に基づき、その効果の評価を行なった。

$$R = (E_n - E_e) / E_n \times 100 \quad (1)$$

ここに改善率を R , ノーマル走行時の排気ガス量を E_n , エコドライブ時の排気ガス量を E_e とする。

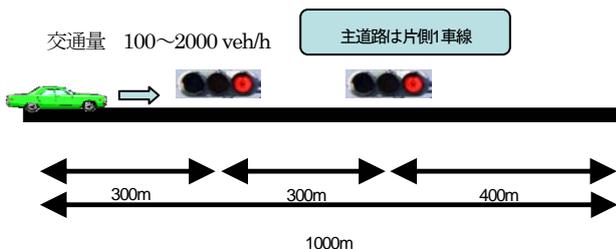


図7 ネットワークの概要

これらの結果に関して改善率を図8に、旅行時間の推移を図9に示す。

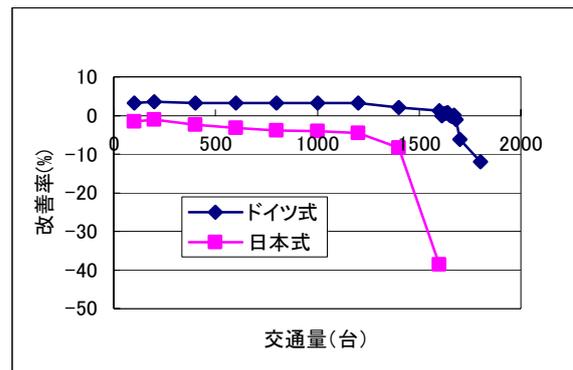


図8 エコドライブにおける改善率

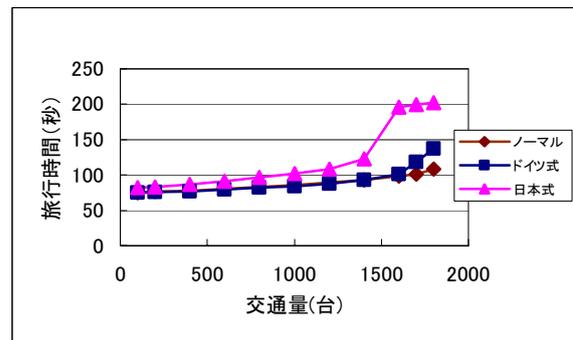


図9 旅行時間の推移

図8, 9からまず日本式エコドライブに関しては、交通量に関わらず改善率が常にマイナスになるという結果になった。つまり、日本式では1台1台では燃費が改善するかもしれないが、後続車が詰まりやすい状況となってしまう改善に至らないと考えられる。

次にドイツ式に関しては交通量1700台付近で改善率がプラスからマイナスに変わる。つまり発進時の加速が遅いために後続車が詰まるという現象が起こり、二酸化炭素排出量の増加がエコドライブにより助長されてしまったと考えられる。また交通量が1800台/hを超えると急激な改善率減少を引き起こしていることが本実験から見て取れる。

(2) エコドライブ制御実験

本研究の単路部実験からエコドライブを行なう場合、交通量が多いときは交通流の円滑な流れを阻害し、逆に環境汚染の改善がなされない可能性が示唆された。

そこで本研究では交通量が増加し改善率が悪化する場合作る対策として、「環境改善型エコドライブ停止制御」を提案する。

本制御は交通流の変化に応じて単位時間ごとの平均速度を算出し、平均速度が一定以下になった場合、道路を走行する車両にエコドライブを停止させる方法である。

この制御のフローを図 10 として以下に示す。

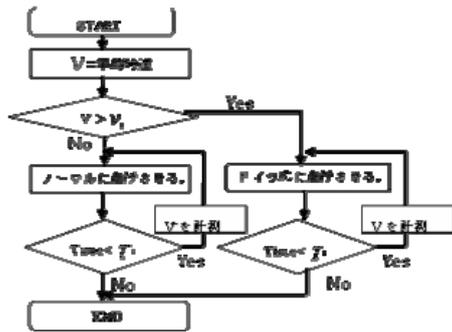


図 10 環境改善型エコドライブ制御のフロー

本研究では便宜上、単位時間を定周期信号の変更時間である 20 分間隔とし、旅行速度の閾値を 45.2km/h と設定し実験を行った。この制御による環境面での改善効果を、図 11 にまとめる。

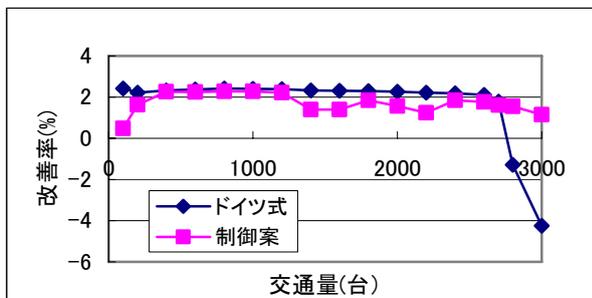


図 11 環境改善型エコドライブ制御の効果

図 11 から従来のドイツ式のエコドライブと比較すると本研究で提案した制御方法の方が交通量の多い場合に優れていることが分かる。

次に旅行時間と交通量の関係を見ると交通量が多くなった場合でも、通常の走行時と同程度の旅行時間を保持していることが分かる。これらのことから今回提案した制御方法が有効であることがわかる。(図 12 参照)

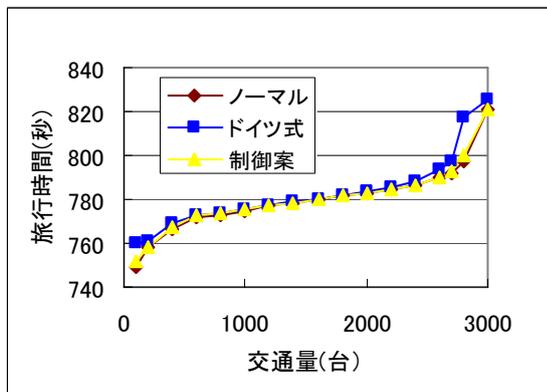


図12 旅行時間で見ると制御の有効性

3. まとめ

一般的にエコドライブを行なうと、燃費が向上し環境に優しいといわれている。また社会的にもエコドライブを行なうことで自車両からの排出ガスが削減し環境に優しい運転方法であるといわれている。既往の研究においても車両単体における効果に重点を置いたものが主流であり、交通流全体に与える影響を検討した研究は殆んど存在しない。

本研究ではエコドライブが交通流全体に与える影響を検証し、その対策となる制御方法の 1 案を考案した。この結果交通流全体においても環境に優しいエコドライブのあり方の指針を示すことが出来た。

今後は交通シミュレーションを用いた更に有効な制御方法の考案や交通工学の理論面でのアプローチから交通流全体に与える影響を検討する必要がある。

謝辞

本研究は国土技術総合研究所「ITS導入効果およびAHS技術に関する基礎的先進的研究」の研究成果の一部である。

参考文献

- 1) エコドライブ普及連絡会：「エコドライブ10のすすめ」,2005.
- 2) JAF エコドライブ講習会 配布資料「エコレーシング」,2005.
- 3) ドイツフォード社, Ford Eco-Driving Kompakt : <http://www.ford-eco-driving.de/>
- 4) 本田裕市郎, 千々和勇佑, 大里有生：環境負荷を軽減する自動車排出二酸化炭素低減のためのエコドライブ手法の開発, 日本知能情報ファジィ学会北信越支部シンポジウム講演論文集, Vol.14th, Page3.3.1-3.3.4,2005.
- 5) 和田安彦, 青木佳世, 森兼政行：エコドライブのための環境情報提供システムの研究, 土木学会論文集, No.797, Page11-24,2005.
- 6) VISSIMホームページ : http://www.english.ptv.de/cgi-bin/traffic/traf_vissim.pl
- 7) PTV AG : 「VISSIM Traffic flow Simulation Technical Description」,2001