

省エネ運転支援と 交通シミュレーション評価に関する研究

前田 翔哉¹・藤田 素弘²・Wisinee Wisetjindawat³・木下 久史⁴

¹学生非会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: cju13564@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: fujita.motohiro@nitech.ac.jp

³正会員 名古屋工業大学大学院助教 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: wisinee@nitech.ac.jp

⁴非会員 株式会社デンソー 東京支社 (〒108-0075 東京都港区港南2-16-2太陽生命品川ビル9階)
E-mail: hisashi_kinoshita@denso.co.jp

本研究では、交通シミュレーションにより、環境に優しい車の走行特性に関する検証を行った。シミュレーション対象道路を愛知県名古屋市を縦断する国道として、様々な最高速度や加減速度、また異なる交通量という条件により、二酸化炭素排出量の比較を実施した。その結果、最高速度による影響が大きいことが明らかとなり、速度の増加に伴い二酸化炭素排出量が減少することが分かった。一方で、二酸化炭素排出量と平均停止回数の関係性を示すことにより、停止回数が低いほど二酸化炭素排出量が減少することも明らかとなった。またこの関係性に基づいて、別途算出された信号機で停止しない走行が、速度を増加させる走行パターンより低い排出量となり、本研究においては最も環境に優しい走行であることが分かった。

Key Words : *traffic simulation, energy-saving operation, vehicle behavior, carbon dioxide*

1. はじめに

近年の地球温暖化をはじめとする環境問題は、自然や多種多様な生物、および人々の健康や生活において多大な影響を及ぼすことで、非常に注視されている。ここで、環境に悪影響を及ぼす原因の1つとして挙げられる要因が、自動車からの排気ガスである。排気ガスには様々な物質が含有されており、一般的に排気ガスの主成分として挙げられる二酸化炭素においては、鉄道や船舶、航空機などと比較し、自動車が環境に及ぼす影響は非常に甚大である。よって自動車の排気ガスを減少させることにより、環境問題に対する大きな改善を期待できる。しかし、現代社会における自動車利用への依存度は、年々増加の一途であり、人々や物流の交通手段として欠かすことのできないものとなっている。ゆえに、単純に自動車利用を停止あるいは減少させることは難しいことが多い。

従って本研究においては、自動車を走行させるという

前提の下で、運転方法を変化させることによって改善可能な解決策を考える。すなわち、車両の加速度及び減速度などの走行特性や、実際の交通状況での推奨速度など、運転手個人による比較的容易な方法に重点を置き、排気ガスを減少させることを目的とする。ここで、このような環境負荷の少ない運転方法としては、エコドライブがある。その定義としては、ふんわりアクセルや、早めのアクセルオフ等、10項目の走行パターンが掲げられている。従って本研究では、このエコドライブの走行を前提として、さらなる省エネ運転を支援する方法を分析する。

2. 対象道路の概要

(1) 対象道路の選択

本研究で対象として選択した道路は、名古屋市内の中心部を南北にかけて走る国道19号線であり、愛知県名古屋市熱田区熱田神宮南交差点を出発地点とし、到着地点

を名古屋市中区伏見魚ノ棚交差点とする全長約5.9kmとした。その主な経路を図-1において示す。ここで国道19号線を選択した背景としては、名古屋市内を縦断する主要道路であること、及び常時交通量が多く、渋滞などの混雑等が発生する理由から、二酸化炭素排出量が多量であることが挙げられる。

(2) 信号機情報の計測

シミュレーションに信号機情報を組み込むデータとして、国道19号線における各信号機のサイクル長及びオフセットの計測を実施した。計測日時は、2012年11月12日17:30~21:00である。ここで各信号機におけるサイクル長の計測方法であるが、本研究では直線道路である国道19号線のみでシミュレーションを実施するため、右左折を考慮しない。ゆえに、右折または左折専用の矢印の現示が示されている場合を赤色の現示と見なし、また直進矢印の現示が示されている場合を青色の現示と見なす。また赤時間には全赤時間を含めている。従って、対象道路における全信号機のデータが、赤、青、黄の現示サイクルのみで示される。次いで各信号機におけるオフセットの計測方法であるが、2つの信号機間のみのオフセットを計測することにより、対象道路全体の信号機におけるオフセットを示すことが可能となっている。よって、以上の計測方法により得られた信号機データを、図-2に示す。



図-1 国道19号線

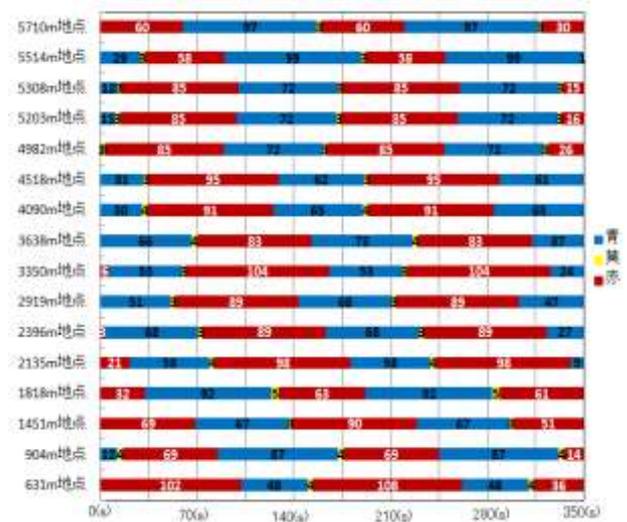


図-2 信号機データ

3. シミュレーションの各種設定

本研究においては、排気ガスを減少させるための走行特性や速度を導くために、交通シミュレーションVISSIMを使用することにより、様々な走行速度や加減速における比較、及び計算結果の検証を行った。

そのVISSIMの設定として、表-1に示す固定設定、また表-2に示す変動設定により、様々な走行パターンにおけるシミュレーションを実施した。以下において、それらの詳細を示す。

(1) 固定設定

走行距離と信号機データに関しては、すべてのシミュレーションにおいて、前章の記述と同様としている。また国道19号線における車線数は、本来片側4車線道路であるが、車線変更による影響等を考慮せず、単純な走行で結果を出力することとし、1車線のみの道路でシミュレーションを実施した。また1回のシミュレーション時間を60分間と設定し、時間内において停止することなく継続的に走行させた。

表-1 固定設定

全長 (km)	5.9
信号機数	16
車線数	1
シミュレーション時間 (分)	60

表-2 変動設定

発車間隔 (秒)	150と15
最高速度 (km/h)	30~60
加速度	通常と緩やか
減速度	通常と緩やか

(2) 変動設定

今回は、単純に前後の車両による加減速を排除することとし、車の発車間隔を、渋滞が起きず常時車が連ならない間隔として150秒ごとで発車させる走行パターンに加え、150の1/10の値である15秒ごとの間隔によって発車させる走行パターンにより、異なる交通量での比較を行った。

また本研究における対象道路においても、制限速度60km/hが設定されているため、速度設定に関しては、最高速度を設定として用いることとした。ゆえに最高速度

の値を、30km/hから60km/hにおける10km/h間隔として設定した。

エコドライブの定義¹⁾より、緩やかな加速及び緩やかな減速を行う走行パターンが望ましいとされているため、本研究の加減速の種類としては、通常の加速度と緩やかな加速度、また減速度においても同様に、通常の減速度と緩やかな減速度の計4パターンに分類し、シミュレーションを実施することとした。通常の加速度と減速度に関しては、初期値として入力されている希望加速度、及び希望減速度をそのまま採用する。それぞれ図-3及び図-4に示す。また緩やかな加速度に関しては、エコドライブの定義である「最初の5秒で時速20km/h」の目標値¹⁾から算出した結果より、 1.1m/s^2 としている。これを図-5に示す。一方で緩やかな減速度に関しては、アクセルペダルから足を離して自然に減速する方法、つまりアクセルオフを採用した。ここでアクセルオフの減速度の値に関しては、「時速60km/hから時速40km/hに減速するのに200mかかる」と言う結果²⁾から、緩やかな減速度は -0.4m/s^2 となる。これを図-6に示す。

4. シミュレーション結果

(1) 平均速度及び平均加速度の出力

前章における設定により、32の走行パターンが形成される。またこれらの走行パターンにおいて、それぞれ平均速度、平均加速度、及び平均停止回数を出力することが可能であり、それらの値を表-3、表-4、表-5、表-6に示す。以上の値より、最高速度の増加に伴い平均速度及び平均加速度も増加していることが分かる。しかし、加減速の差による大きな変化は見られない。

(2) 二酸化炭素排出量の計算

前節で示した平均速度、平均加速度の数値から、大口³⁾らによる以下の式(1)を用いて、二酸化炭素排出量を求める。

$$E_u = \frac{0.3K_c}{S} + 0.028K_c + 0.058K_c A \quad (1)$$

目的変数及び説明変数の定義として

E_u : 二酸化炭素排出原単位(g-C/m)

S : 平均旅行速度(m/s)

K_c : 変換係数(g-C/cc-gasoline)

A : 平均加速度(m/s^2)

また変換係数 K_c とは、ガソリン燃料消費量を二酸化炭素排出量に変換する係数であり、本研究では $K_c=23.2$ ⁴⁾を用いることとする。式(1)によって得られる計算結果として、様々な最高速度及び加減速による二酸化炭素排出



図-3 通常の加速



図-4 通常の減速

図-5 緩やかな加速

図-6 緩やかな減速

表-3 150秒間隔における平均速度

最高速度 (km/h)	平均速度 (km/h)			
	加速:通常 減速:通常	加速:緩やか 減速:通常	加速:通常 減速:緩やか	加速:緩やか 減速:緩やか
30	19.732	19.696	19.729	19.694
40	24.000	23.940	24.000	23.940
50	26.995	26.913	26.967	26.897
60	27.859	27.783	27.827	27.764

表-4 15秒間隔における平均速度

最高速度 (km/h)	平均速度 (km/h)			
	加速:通常 減速:通常	加速:緩やか 減速:通常	加速:通常 減速:緩やか	加速:緩やか 減速:緩やか
30	15.496	14.767	15.478	14.771
40	20.440	19.284	20.408	19.349
50	25.403	24.043	25.374	24.134
60	27.018	26.161	27.614	26.191

表-5 150秒間隔における平均加速度

最高速度 (km/h)	平均加速度 (m/s^2)			
	加速:通常 減速:通常	加速:緩やか 減速:通常	加速:通常 減速:緩やか	加速:緩やか 減速:緩やか
30	0.322	0.307	0.318	0.305
40	0.380	0.366	0.381	0.368
50	0.413	0.394	0.422	0.406
60	0.434	0.413	0.447	0.428

表-6 15秒間隔における平均加速度

最高速度 (km/h)	平均加速度 (m/s^2)			
	加速:通常 減速:通常	加速:緩やか 減速:通常	加速:通常 減速:緩やか	加速:緩やか 減速:緩やか
30	0.337	0.321	0.334	0.319
40	0.386	0.371	0.389	0.372
50	0.420	0.405	0.430	0.413
60	0.438	0.421	0.450	0.426

量の関係を、図-7、及び図-8に示す。また計算により得られた二酸化炭素排出量と、出力される平均停止回数との関係を、それぞれ図-9において示す。これらより、前節同様加減速の差による変化は然程見られないが、最高速度の増加に伴い二酸化炭素排出量は減少することが判明した。また平均停止回数が少ないほど、二酸化炭素排出量が減少することも分かった。

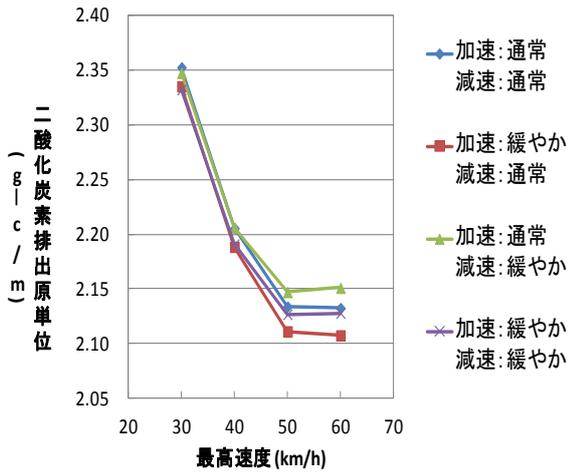


図-7 150秒間隔における二酸化炭素排出原単位

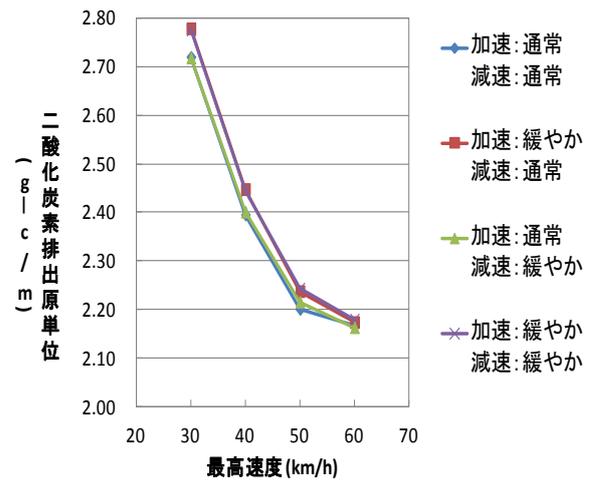


図-8 15秒間隔における二酸化炭素排出原単位

5. 停止回数削減に向けた推奨速度の算出

前章における二酸化炭素排出量と平均停止回数の関係から、停止回数を減少させることによって、更に二酸化炭素排出量が少なくなるような推奨速度を算出し、検証を行うこととする。ここで停止しない走行とは、赤信号を避けた走行が必要であり、本研究では取得した信号機データから推奨速度を算出した。そしてシミュレーションの固定設定は表-1と同様とした。また変動設定に関しても、発車間隔を150秒、加減速を共に緩やかに固定した。以上の設定から、推奨速度と同条件のシミュレーション走行における二酸化炭素排出量及び所要時間の結果を表-7に示す。これらより、二酸化炭素排出量は最小となり、尚且つ所要時間においても適用性が高いことが分かった。

6. まとめ

本研究では、交通シミュレーションにより、国道19号線における様々な最高速度や加減速によってシミュレーションを実施した。

結果として、加減速の変化による差は大きく見られないうが、最高速度を60km/hまで増加させた走行が、環境に望ましいことが分かった。一方で、平均停止回数と二酸化炭素排出量との関係性を示すことにより、停止回数の減少に伴い排出量も減少することも分かった。また、別途算出された信号機で停止しない推奨速度となる走行が、最高速度である60km/hよりも排出量が低くなるという結果を得た。今後の課題としては、より効果的な推奨速度の提案が挙げられる。

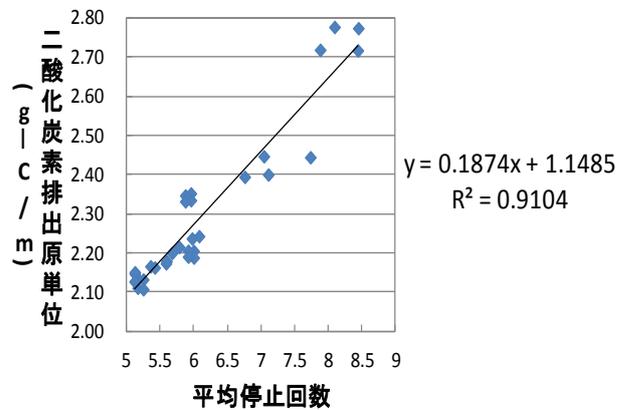


図-9 二酸化炭素排出量と平均停止回数の関係

表-7 推奨速度と同条件における比較

走行パターン	二酸化炭素排出原単位 (g-C/m)	所要時間 (s)
推奨速度	2.015	875.859
最高速度 30 (km/h)	2.332	1087.196
最高速度 40 (km/h)	2.191	894.371
最高速度 50 (km/h)	2.127	796.046
最高速度 60 (km/h)	2.128	771.187

参考文献

- 1) エコドライブ/チーム・マイナス6%ホームページ：
<http://www.team-6.jp/ecodrive/estart/index.html>
- 2) 一般財団法人省エネルギーセンターホームページ：
<http://www.eccj.or.jp/index.html>
- 3) 大口敬, 片倉正彦, 谷口正明: 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, 125-136, 2002.1
- 4) 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度ホームページ：
<http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/>

(?)