

交通シミュレーションを用いた信号無停止支援システムの有効性分析

Traffic Simulation based Analysis of Effectiveness of the Non-stop Drive Supporting System

屋井研究室 05_16376 寺田 惇郎 (Junro TERADA)

1. 背景と目的

自動車交通が引き起こす地球温暖化や大気汚染といった環境問題に対する対策の一つとして、運転者なるべく排出量が少なく燃費の良い運転を心掛ける、いわゆるエコドライブがある。現代推進されているエコドライブは運転者の意識や運転技術のみによって実践されるものであるが、将来的にはより効率的で環境負荷の小さい理想的なエコドライブを可能とする新しい支援システムの開発が望まれる。

本研究では、中でも「信号無停止支援システム」の導入に関する検討を行う。これは、信号交差点を無停止で通過するための速度（推奨速度）を各運転者に提示することで、一般道路における無停止走行を支援するシステムである。これまでにシステムの手法の提案や課題の整理等が行われた例があるが¹⁾、その有効性については十分に明らかにされていない。そこで本研究では、マイクロ交通シミュレータ VISSIM によって信号無停止支援システム適用時の交通流を再現し、通常よりどの程度排出が削減されるか、またどのような交通条件で当システムがより効果を発揮するのか、の 2 点についての知見を得ることを目的とする。

2. 本研究における信号無停止支援システムの考え方

信号交差点から一定距離離れた地点で運転者に推奨速度を提示する。推奨速度算出方法を図 1 に示す。 t_{1i} ~ t_{2i} に推奨速度提供位置を通過した車両には t_{2s} で交差点を通過するための推奨速度を提示し、 t_{2i} ~ t_{3i} に推奨速度提供位置を通過した車両には制限速度を提示するという考え方である。前方車に追いついた場合は追従走行してもらう。その他、本研究で想定するシステムの特徴を図 2 にまとめる。

3. 交通シミュレーションを用いた分析体系の構築

分析体系の枠組みとしては、まず VISSIM によって仮想空間で車両挙動を再現する。次にその出力データを、

キーワード 信号無停止支援システム, 排出削減, ミクロ交通シミュレーション

連絡先 〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259-G3-14
東京工業大学 屋井研究室 TEL 045-924-5675

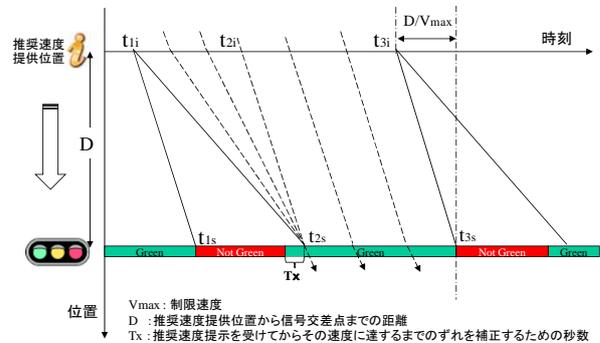


図 1 推奨速度算出方法の概念図

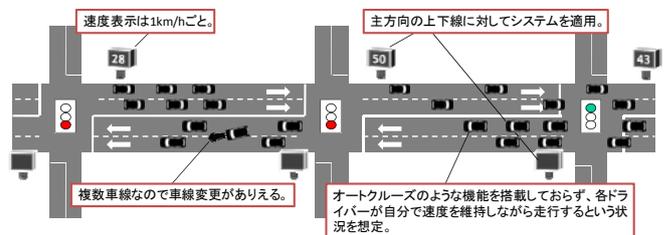


図 2 本研究が想定するシステムのイメージと特徴

単位時間ごとの速度・加速度・勾配・車両総重量を説明変数とした国総研排出推計モデルに代入することで、交通流全体の排出量を推計する。

ここで一つ問題なのは、VISSIM はドイツで開発されているシミュレータなので、日本における車両挙動を再現できているとは言い難いという点である。そこで、追従時の挙動に関して、筆者が立てた以下の 5 つの仮説をもとに、できる限り挙動がそれらに合致するように追従モデルのパラメータを調整した。

4. シミュレーションの設定条件

シミュレーションは、国道 129 号線中依知付近の 4 交差点間を対象とした。交通量や分岐率、信号パラメー

表 1 追従挙動に関する仮説

仮説①: 運転者は追従時、速度メーターを見ながら運転していない。したがって、速度を一定に保つことは不可能である。
仮説②: 運転者は追従時、前方車との速度差を感じることができ、前方車となるべく同じ速度になるように、アクセルを調整しながら走行している。しかしながら、前方車と完全に同じ速度を維持することはできない。
仮説③: 運転者は追従時、前方車との速度差がある値以上つくと、その速度差を感じ取ることができる。感じ取れる速度差の閾値は、そのときの速度や車間距離にもよるが、概ね±1.0km/hの速度差は感じることができる。
仮説④: 運転者が速度を微調整する際、速度差を感じてアクセルを微調整する、という一連の行動は、概ね5~10秒程度の時間間隔ごとに繰り返し行っている。
仮説⑤: 前方車との最小車頭距離は、次式 ²⁾ のような速度の関数で与えられる。 $S = 4.62 + 0.139v + 0.00818v^2$ S: 最小車頭距離(m), v: 速度(Km/h)

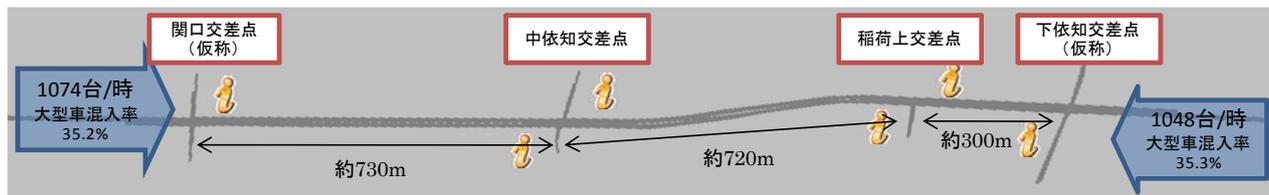
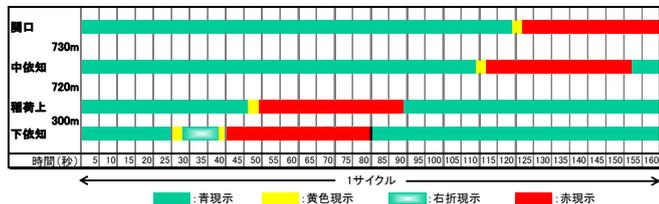


図3 対象道路の外形と主方向交通量（従方向は記載を省略）

表2 信号パラメータ表



夕等の交通データは、08年12月19日15~17時に行った実地調査にて取得したものをを用いた。(図3,表2参照)

シミュレーション時間は1回につき1600秒(信号10サイクル分)とし、通常走行(システム非適用時)、無停止走行(システム適用時)それぞれについて5回ずつ乱数を変えてシミュレーションを行った。排出量は、集計値を車両通過台数で割って求めた一台あたりの平均排出量をもって比較をする。

5. シミュレーション分析結果

対象道路を交差点間ごとに区切って、区間ごとに集計したCO₂排出推計結果を図4に示す。全ての区間において、排出量は5~10%削減されるという結果になった。

信号を無停止で通過できること自体もさることながら、周辺の車が皆同じような希望速度を持って運転していることが、排出削減に大きく寄与していることがわかった。また中依知→稲荷上間のように、信号間オフセットによっては、推奨速度に向けた減速がショックウェーブの引き金となり、後続車に次々と増幅しながら伝播してしまうという現象が起こり得る区間も存在することが明らかとなった。

次に、交通量や遵守率を変えて検証を行った。さらに、全車がアイドリングストップ(以後IS)を行った場合の排出量を推計した。結果を図6に示す。

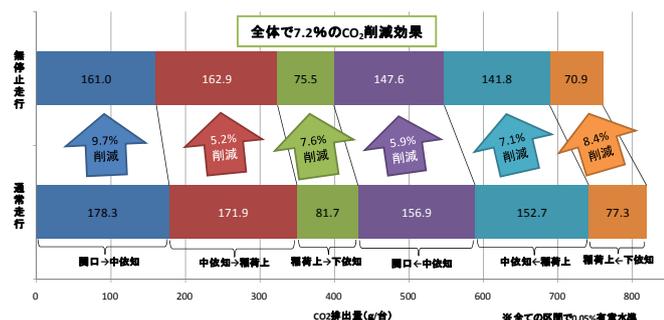


図4 区間別無停止走行排出削減率

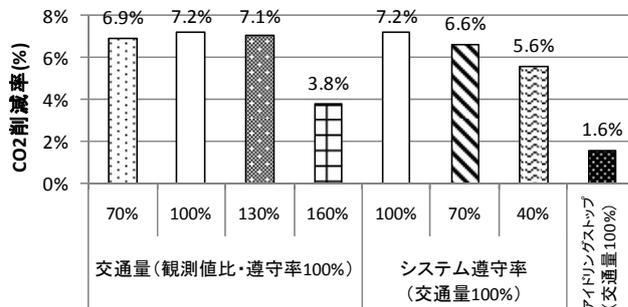


図5 様々な条件における排出削減率

交通量に関しては、観測値と比べ70% ($t=-1.67, df=4$)、130% ($t=0.38, df=4$) では大きな差は見られなかった。160%では、稲荷上→下依知区間において、無停止走行の場合のみ渋滞が発生し、排出量が軒並み増加するという現象が起こった。このことから、交通量が多い状態では、システムの適用が渋滞の発生を早め、排出削減に逆効果になる危険性が示唆される結果となった。

一方、遵守率に関しては、70%、40%と下げても、排出削減率はかなり維持されている。これは、もし前方車が無停止走行していれば、後方車は追い越しができない限り追従するしかないため、意図していなくても無停止走行になる車両が出てくるからである。

ISを行った場合の排出量は次式で算出した。
IS 排出量 = 通常走行排出量 - (信号待ち停車秒数 - 12) × アイドリング時排出原単位

12秒は、エンジン始動時の排出分5秒³⁾にエンジン操作に要する時間7秒を足したものである。今回のような交通流が流れている交通条件では、ISの効果が十分に表れず無停止走行がISを大きく上回る結果となった。

6. まとめ

本研究では、信号無停止支援システムを適用した際の交通流全体の排出削減効果についてシミュレーション分析を行い、幾つかの知見を得た。今後は、システム適用時の運転者の実際の挙動変化等について車両単位で調べていく必要がある。

参考文献

- 1) 例えば、小崎堯史：交差点無停止制御による燃費改善効果の研究，土木工学科卒業論文，2008
- 2) 米谷栄治，渡辺新三，毛利正光：交通工学，オーム社，1965
- 3) 谷口正明：省エネ運転の推進と燃料消費削減可能性，交通工学 Vol.41 No.5，2006