

暫定 2 車線道路における 自動運転車両混在を考慮した旅行時間分析

秦 啓¹・西内 裕晶²

¹学生会員 高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻 (〒782-0033 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185)

E-mail: 225078r@gs. kochi-tech. ac. jp

²正会員 高知工科大学 システム工学群 (〒782-0033 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185)

E-mail: nishiuchi. hiroaki@kochi-tech. ac. jp

自動運転技術の社会実装に向け官民が連携して研究や法整備等を進めている。そんな中、自動運転車両が早期に走行を始めるであろう高速道路において、自動運転車両が混在することによる交通流全体への影響を把握することは非常に重要である。本研究は自動運転車両の混在による影響が大きいと考えられる暫定 2 車線道路区間を対象に自動運転車両混在による交通流への影響把握を目的とする。高知道暫定 2 車線区間を対象とし、実地調査を実施し暫定 2 車線道路区間の走行環境を把握する。その後シミュレーションを用いて高知道を再現する。再現性が確保されたシミュレーションを用いて、自動運転車両の混在率を変化させ、自動運転車両の混在が交通流に及ぼす影響を明らかにする。暫定 2 車線道路区間は付加車線を用いた追い越し挙動が特徴的な区間であり、追い越しの発生と旅行時間の変化の関係に注目して、分析する。

Key Words: 2-lane highway, micro simulation, automatic driving, traffic flow, travel time

1. はじめに

近年、日本では自動運転着技術の社会実装に向け官民が連ら気して研究や法整備を進めている。官民 ITS 構想・ロードマップ 2018¹⁾によると、2020 年に高速道路の一部区間で自動運転レベル 3 の実現を目標として掲げている。そんな中、自動運転車両が早期に走行を始めるであろう高速道路において、自動運転車両が混在することによる交通流全体への影響を把握することは非常に重要である。自動運転車両は自動走行中制限速度を遵守することから、現状の高速道路上での実走速度と比べ低速で走行する車両の増加が予想される。本研究では低速車両の存在が交通流全体に与える影響が大きい暫定 2 車線道路区間を対象に自動運転車両混在による交通流への影響把握を目的とする。また、自動運転車両の増加による影響は暫定 2 車線道路区間での長い車群の形成を増加させることが考えられる。よって、自動運転車両を付加車線区間で追い越しを実施させた場合の影響についても分析を行う。研究の流れは以下である。初めに、自動運転車両に追い越しを実施させるため、追い越しによる効果を定義し計算方法を確立する。その後、高知道暫定 2 車線区間を対象とし、実地調査を実施し暫定 2 車線道路区間

の走行環境を把握する。調査結果を元に、シミュレーションの再現を確認する。再現性が確保されたシミュレーションを用いて、追い越し効果の分析と自動運転車両の混在が交通流に及ぼす影響の分析を実施する。

2. 既往研究, 位置づけ

飯田ら (2018)²⁾、鱈部ら (2019)³⁾より、自動運転技術を搭載した車両が混入することにより、交通流の速度低下が発生する可能性が示されている。暫定 2 車線道路は道路構造上低速車の影響を受け交通性が損なうことが示されている。課題として、個別の検討はされているが、暫定 2 車線での自動運転技術の導入による影響分析はなされていない。また、加藤ら (2009)⁴⁾、坂井ら (2019)⁵⁾より路車間通信による自動運転車両制御による交通流の整流化の可能性が示されている。これらの研究では、自動運転車両の追い越しが検討されていない。以上より、暫定 2 車線道路での自動運転車両が混在することによる交通流の影響を把握する必要がある。また、自動運転車両の追い越し判断基準の整備が求められる。本研究は、追い越しの判断基準の作成と自動運転車両が混在するこ

とによる交通流への影響を自動運転車両の追い越しがない場合と作成した基準をもとに追い越しをする場合を比較し追い越しによる交通流の整流化についても分析する。

3. 手法

(1) 用語の定義

本研究であたしく定義したひとつの追い越し、追い越し効果、について紹介する。

a) ひとつの追い越し

ひとつの追い越しの定義は「追い越し動作開始から次の追い越し動作開始まで又は対象区間退出まで」である。ひとつの追い越しは追い越し効果を計算するにあたり、追い越し効果がどの段階で確定するのかを決定する必要があり、追い越しの効果を計算するために定義した。

b) 追い越し効果

追い越し効果の定義は「ひとつの追い越しによって短縮された旅行時間」である。追い越しの主要目的は旅行時間の短縮であると考え、追い越しを実施したことにより得られる旅行時間の短縮量を追い越しにより得られた効果とした。追い越しをしなかった場合の走行位置は調査、シミュレーションともに観測ができず、計算に用いられないため、旅行時間の差は追い越しをした車両と追い越しをした直後に後方にいた車両の旅行時間を同一地点で比較し算出する。図-1 追い越し効果ひとつの追い越しを紹介した Time-Space 図である。

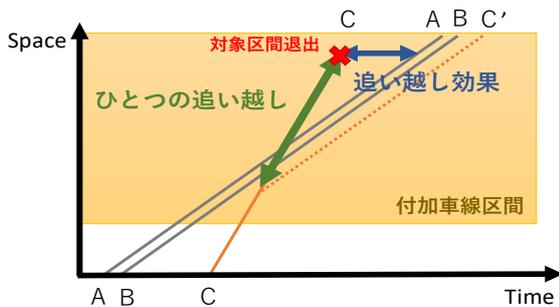


図-1 ひとつの追い越しとその追い越し効果

(2) シミュレーションの校正

研究にて使用するシミュレーションソフトの紹介と実地調査の内容を紹介する。

a) microAVENUE

本研究では株式会社アイ・トランスポート・ラボのミクロ交通流シミュレーション microAVENUE を使用する。シミュレーションには道路情報、車両情報、OD 交通量、

シミュレーション設定を入力し車両の軌跡の出力を得る。

b) 実地調査

実地調査の高知の現状を把握するとともに、シミュレーションの再現性を確保するためのデータを収集することを目的とする。調査は 2019 年 9 月 20 日に高知の須崎東 IC から高知 IC の約 35 km の区間で実施した。調査はビデオカメラを IC 横の事務所駐車場や本線上部のオーバークロスに設置しナンバープレートや車両の走行挙動を観測した。観測項目を図-2 に調査区間を図-3 に示す。



図-2 観測項目



図-3 調査区間

(3) 分析

分析作業は追い越し効果の分析と自動運転車両混在率変化による交通流への影響分析の 2 つを実施する。

a) 追い越し効果の分析

追い越し効果の分析は追い越し実施の判断基準を作成するために実施する。手順は以下に示した通りである。

Step1 追い越し効果を計算

シミュレーションの出力結果を元に、ひとつひとつの追い越しを抽出し、ひとつの追い越し毎に追い越し効果を計算集計する。

Step2 効果的な追い越しの発生条件を整理

ひとつの追い越しを集計した結果使用し、値が正の追い越しを効果的な追い越し、値が 0 または負の追い越しを無意味な追い越しとし、整理する。

Step3 追い越し実施の判断基準作成

効果的な追い越しの発生条件を結果より抽出し、追い越しが効果的に実施可能な条件を整理する。整理した条件を元に、自動運転車両の追い越し実施の判断基準を作成し次に分析に用いる。

b) 自動運転車両混在率変化による交通流への影響分析

自動運転車両が今後社会に普及していくことを想定し、自動運転車両が全車両に対して存在する割合を 10 パーセントごとに増やしていった際の交通流への影響を計算する。また、自動運転車両の追い越しを追い越し効果の分析で作成した基準をもとに実施した際の交通流への影響も計算する。上記 2 つの計算は自動運転車両が追い越し実施の有無を除いて同一の条件で計算し、自動運転車両の追い越しが交通流の整流化に寄与するのかを明らかにする。交通流への影響は交通流率、区間平均速度、密度、車群の大きさの 4 項目に着目する。影響を把握した後、交通制御の方法等の提案を行う。

3. 結果

現在までに終了している作業は再現性を確認できていないシミュレーションのデータを用いた追い越し効果の試算のみである。調査は実施済みであり、現在集計作業を進めている。

(1) 追い越し効果の試算

計算条件（追い越しが多く発生する）

- ・対象区間：高知 須崎東 IC→高知 IC 上り方向
- ・OD 交通量：平成 27 年度道路交通センサスの交通量の内 7 時から 10 時までの朝のピーク時間帯のデータ
- ・車両の設定：速い車両と遅い車両を用意し表-1 に示したパラメータを使用した。

表-1 車両の設定

	遅い車両	速い車両
希望速度	84km/h	104km/h
希望速度標準偏差	1.6km/h	2.4km/h
希望速度からの低下許容値	20km/h	10km/h
車線変更確立	20%	75%
最小ギャップ	2.0 sec	1.5 sec

- ・車両存在割合：速い車両と遅い車両を 4:6 の比率で混在させた。

結果（7時~8時の一時間分）

- ・追い越しの発生：380回
 - ・旅行時間が増加：53回
 - ・旅行時間に変化なし：85回
 - ・旅行時間の短縮：242回
 - ・追い越し車両：184台
 - ・全車両：327台
- すべての追い越しの内 36%の追い越しが無意味な追い

越しであるという計算結果である。

1台ごとの追い越し効果の合計と追い越し回数を図-4 に示す。この図より、追い越し回数が増加するとともに追い越し効果も増加している傾向が見える。また追い越し回数が少ない車両で追い越し効果が負となる結果が見て取れる。これは、シミュレーション上の追い越し実施の判断がある条件を満たした場合の確率で追い越しを実施する為に、遅い車両が追い越しをした後、追い越しをした車両に追い越されたことを表している可能性がある。

計算条件は仮定を多く含み、実際の交通流での同様の現象がみられるとは限らない。実地調査の結果を元に再現性を確認したシミュレーションを用い、実現象に近づけた分析を今後行う必要がある。また、紹介した結果のひとつひとつの追い越しの詳細までは考察ができていない。

4. おわりに

本研究は追い越し効果を新しく定義し、追い越しが効果的か無意味かを判断することを可能とした。しかし、調査結果の集計、分析作業が終了できておらず、今後分析を進める事で自動運転車両が普及していく過程において、どのような交通政策がより既存のストックを効率的に利用できるかを明らかにしていく。作成する追い越し判断基準は自動運転車両以外にも適応可能な基準であり、暫定 2 車線高速道路における全ての車両の不必要な追い越しを減らすことができると考える。また、混在率変化による交通流への影響分析では、自動運転車両の走行速度上昇によって得られる効果の検討等を可能にする足掛かりになると考える。

今後、分析作業を進めると共に、追い越し効果の一般道や 4 車線以上の区間への適応方法の検討や、自動運転車両を考慮した付加車線区間の効率的な設置基準の検討といった研究を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部，官民 ITS ロードマップ 2018，2019 取得
- 2) 飯田ら，大阪大学，交通工学論文集第 4 巻 1 号，2018.
- 3) 鱈部ら，名古屋大学，交通工学論文集 5 巻 2 号，2019.
- 4) 加藤ら，産業技術総合研究所，自動車技術会論文集 pp. 40-3，2009
- 5) 坂井ら，東京大学生産技術研究所，生産研究 71 巻 2 号，2019.

(Received October 4, 2019)