

## 自動運転普及期における交差点進入支援方式

宮崎 千展<sup>†</sup> 松山 聖路<sup>‡</sup> 徳永 雄一<sup>††</sup> 齋藤 正史<sup>‡‡</sup> 清原 良三<sup>†</sup>  
 神奈川工科大学<sup>†</sup> 神奈川工科大学大学院<sup>†</sup> 三菱電機株式会社<sup>††</sup> 金沢工業大学<sup>‡‡</sup>

## 1. はじめに

交通渋滞の軽減は今日の自動車社会における重大な課題のひとつである。近年、国際的に研究開発が行なわれている自動運転には、渋滞軽減効果が期待されている。

自動運転の実現には、車車間・路車間通信を用いて走路環境を認識する「協調型システム」と、車両に搭載されたカメラやセンサ等の機器を用いて走路環境を認識する「自律型システム」の両方を統合し、高度化する必要がある[1]。

しかし、全ての車両が自動運転になるには10年以上の長い年月が必要となり、それまでは人間が運転操作を行なう手動運転車両と機械が運転操作を行なう自動運転車両の混在環境が生じる。混在環境では、協調型システムの恩恵を受けられる車両に限られるため、期待されている渋滞軽減効果が発揮されない可能性がある。

本論文では、交通流シミュレーションによって混在環境において自動運転車両と手動運転車両の運転操作の違いから生じる問題点を明らかにし、その解決手法として交差点進入支援方式の提案と評価を行なう。

## 2. 先行研究

先行研究[2]では、混在環境において自動運転車両が協調型システムを用いた効率的な運転操作を行なう場合、自動運転の普及率が上がるにつれて渋滞軽減効果が得られることが示されている。

一方で、人間の運転者が自動運転車両の効率的な運転操作を危険と感じた場合、急停止等の危険回避操作を行なうことが想定される。先行研究では、そのような場面を想定した場合、渋滞軽減効果が低下することも示されている。

現実には、人間に不安を与えてまで自動運転車両が効率的な運転操作を行なうとは考え難く、むしろ人間の運転者に不安を与えないような安全に配慮した運転操作を行なうと考えられる。

#### “Driver Support System for Entry at the Intersection during Transient Period of Autonomous Vehicles”

Chihiro Miyazaki <sup>†</sup>, Seiji Matsuyama <sup>‡</sup>,  
 Yuichi Tokunaga<sup>††</sup>, Masashi Saito <sup>‡‡</sup>, Ryoza Kiyohara<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> Kanagawa Institute of Technology  
<sup>‡</sup> Graduate School of Kanagawa Institute of Technology  
<sup>††</sup> Mitsubishi Electric Corporation  
<sup>‡‡</sup> Kanazawa Institute of Technology

## 3. 混在環境のモデル化

## 3.1. 道路モデル

道路モデルは優先道路と非優先道路が交差する無信号丁字路を想定する。各道路は左側通行の片側1車線である。

## 3.2. 車両モデル

混在環境に存在する車両として、協調型システムと自律型システムの両方を搭載しており全ての運転操作を機械が行なう「自動運転車両」、人間が全ての運転操作を行なうが車両が協調型システムに対応しており外部から得た情報をもとに運転支援を受けることができる「ITS機器搭載車両」、協調型システムと自律型システムのいずれも搭載しておらず、従来通り全ての運転操作を人間が行なう「ITS機器非搭載車両」の3種類を定義する。

本研究では、各車両の占有率を変更することで普及率による渋滞軽減効果の変化を確認する。各車両の占有率を表1に示す。

## 3.3. 右左折判断モデル

交差点で右左折を行なう車両は自車と対向車両の車間距離をもとに右左折可能かを判断する。

対向車両の車速を  $v$  [km/h]、自車の交差点通過にかかる時間を  $t$  [s]としたとき、人間の運転者は式(1)で求められる値を用いて右左折判断を行う。なお、 $x$  は各運転者が必要とする車間時間であり、文献[3]をもとに1.0 [s]から3.5 [s]まで値が設定される。

$$y = \frac{1000 \times v}{3600} \times (t + x) \cdots (1)$$

また、機械の運転者は自車がトラブルによって急停止した場合にも、対向車が安全に停止できる車間距離を保ちながら右左折を行なう。

表1 各車両の占有率

パターン	割合[%]		
	自動運転車両	ITS搭載車両	ITS非搭載車両
A	0	0	100
B	20	20	60
C	50	20	30
D	80	20	0
E	100	0	0

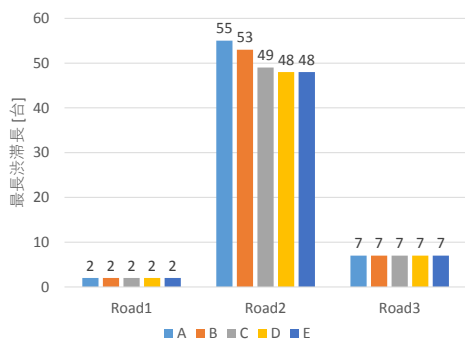


図1 安全に配慮した車両モデルを用いた場合の最長渋滞長の比較

#### 4. 混在環境で生じる問題

混在環境において生じる問題を明らかにするため、3章で述べた道路モデルと車両モデルを用いて交通流シミュレーションを行なった。

シミュレーションの結果を図1に示す。自動運転車両が安全に配慮した運転操作を行なった場合、機械と人間が右左折に必要な車間距離に差が生じ難くなり、自動運転による渋滞軽減効果が期待できない。むしろ、人間より機械の方が長い車間距離を必要とする場合もあり、渋滞長が増加するとも考えられる。

ただし、自動運転が広く普及している場合には、協調型システムを利用して多くの車両が情報を共有できる環境が整うとともに、人々が自動運転の運転操作に慣れていくと考えられるため、先行研究[2]で示されているような協調型システムを用いた効率的な運転操作による渋滞軽減を安全に行なえるとも考えられる。

一方、自動運転が市場に出てまもなく、または協調型システムによる情報の共有を行なう環境が整っていない場合に、自動運転車両が安全な運転操作を行ないつつ、交通渋滞を軽減するためには、新たな渋滞軽減手法が必要であると考えられる。

#### 5. 交差点進入支援方式

##### 5.1. 提案手法の概要

自動運転車両と手動運転車両の混在環境では、非優先車両が優先路への進入を円滑に行なえないことが主な渋滞発生原因となっていた。

本研究では、自動運転普及期の片側1車線の無信号丁字路において、非優先車両の優先道路への進入を支援するため、自動運転車両が優先道路の交通流を円滑に保ったまま前方車両との車間距離を調節し、合流車両の進入を促すことで非優先道路の交通流の円滑化を図る手法の提案を行なう。提案手法の概要を図2に示す。

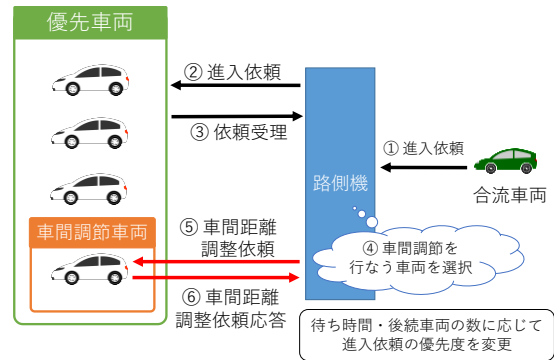


図2 提案手法の概要

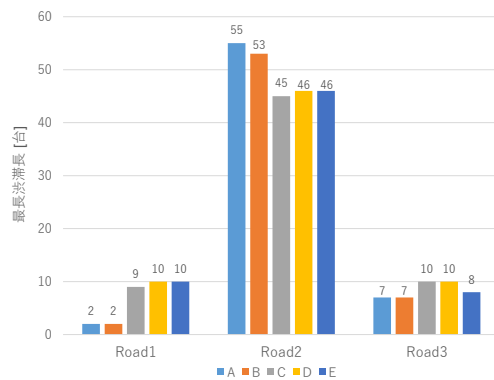


図3 提案手法実装後の最長渋滞長の比較

##### 5.2. 提案手法の評価

提案手法実装後の各道路の最長渋滞長の比較を図3に示す。自動運転車両の占有度が50[%]を超えた段階から渋滞軽減効果が現れた。また、提案手法実装後には、優先車両が車間距離を調整することによって優先道路であるRoad1とRoad3での最長渋滞長が増加した。

今回のシミュレーションでは、合流車両の待ち時間のみを優先度として利用したため、優先道路の交通流に悪影響を与えるような場面が発生したと考えられる。したがって、全体の交通流を考慮したうえで本提案手法を導入できれば、より高い効果が期待できる。また、自動運転車両の占有度が高い場面では、効率的な運転操作と本提案手法を組み合わせることで渋滞軽減効果の向上が期待できる。

#### 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構想・ロードマップ2015」,2015-06-30  
 [2] 宮崎千展, 松山聖路, 齋藤正史, 清原良三「自動運転車両と手動運転車両の混在状況におけるT字路におけるドライバ支援方式の検討」情報処理学会DICOM2016,pp.1277-1284, 2016  
 [3] 大田博雄「ASV開発への交通心理学からの提言」IATSS review 36(1), 50-56, 2011-08