

自動運転車が信号交差点での交通流に与える影響に関する分析

名古屋工業大学 学生会員 ○香山 裕紀

名古屋工業大学大学院 正会員 鈴木 弘司

1. はじめに

近年では、世界各国で自動運転車の開発が進められている。自動運転車普及におけるメリットとして、交通容量の増加などの効果が期待されている<sup>1)</sup>。交通容量の増加効果に対する根拠は、車間距離の維持や無駄な加減速の無い適切な速度管理を自動運転車が行うことが出来ることに由来しているが、その効果を得るには、周辺の車両を同じ挙動を示す自動運転車で構成することが求められる。しかし、自動運転車が普及していく過程において、人間が運転する一般車両との混在時期が発生するのは避けられない。

このような状況が予測される中、本研究では企業が行う自動運転車両の実証実験より信号交差点での車両の挙動を調査し、一般車両との挙動の相違とそれが交通流に与える影響を分析する。

2. 調査概要

豊橋市と岡崎市で実施された自動運転実証実験の概要を表-1に示す。なお、この際に比較用として一般車両の映像データも取得している。自動運転車両の実験ルートと調査を行った交差点をそれぞれ図-1と図-2に、各交差点の概要と自動運転車両の走行ルートをそれぞれ図-3～図-6に、使用された自動運転車両をそれぞれ図-7と図-8に示す。

3. 自動運転車両の挙動と一般車両との比較

2つの調査から得られたデータより、交差点内での自動運転車両と一般車両の挙動の違いを分析する。

まず、発進挙動を示すデータとして、岡崎調査での単独走行時における信号への反応時間を表-2に示す。ここでは、信号が青に変化してから車両が動き出すまでの時間を計測した。これより、自動運転車両の方がバラつきは少ないが、平均として約0.5秒反応が鈍く、平均値に統計的有意差が見られることが分かる( $\alpha=0.05$ )。

次に、同じく単独走行時における岡崎市民病院北



図-1 豊橋調査 ルートと調査地点



図-2 岡崎調査 ルートと調査地点



図-3 浜道沢東交差点



図-4 天伯交差点

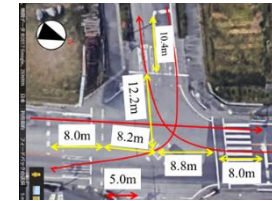


図-5 技科大学東交差点



図-6 岡崎市民病院北交差点



図-7 自動運転車両(豊橋)



図-8 自動運転車両(岡崎)

表-1 調査概要

|      | 豊橋調査                                  | 岡崎調査                                           |
|------|---------------------------------------|------------------------------------------------|
| 日付   | 2017年8月30日(水)                         | 2017年11月6日(月)                                  |
| 実験元  | 愛知県<br>アイサンテクノロジー(株)                  | 愛知県<br>アイシン・エイ・ダブリュ(株)                         |
| 使用車両 | トヨタ エスティマ                             | トヨタ プリウス                                       |
| ルート  | サイエンスコア<br>JAあぐりパーク食彩村<br>延長3.0km     | 岡崎市福祉の村→<br>三河青い鳥医療福祉センター<br>延長3.7km           |
| 調査箇所 | 3ヶ所                                   | 1ヶ所                                            |
| 調査内容 | 調査地点付近の歩道より複数の画角から<br>自動運転車両の走行の様子を撮影 |                                                |
| 取得項目 | 追従時の発進・加速挙動<br>交差点の通過速度<br>車頭時間       | 単独時の発進・加速挙動<br>追従時の発進・加速挙動<br>交差点の通過速度<br>車頭時間 |

表-2 青信号への反応時間比較(岡崎市民病院北交差点)

|         | 自動運転車(n=12) | 一般車(n=90) |
|---------|-------------|-----------|
| 平均(秒)   | 1.938       | 1.470     |
| 標準偏差    | 0.465       | 0.807     |
| 変動係数    | 0.240       | 0.549     |
| t値      | 0.008       |           |
| 有意差(5%) | 有           |           |

交差点の通過時間の比較を表-3に示す。図-6の上側の黄線で示す交差点通過時間の他、10m 毎の区間通過時間も示す。これより、交差点通過時間の平均値に統計的有意差が見られ( $\alpha=0.05$ )、一般車両よりも通過に時間を要することがわかる。しかし、区間に分けると、0~10m、10~20mでは有意差が見られたものの( $\alpha=0.05$ )、20m~30m、30m~40mでは統計的有意差は見られず( $\alpha=0.05$ )、停止線から20m以上では一般車両と殆ど変わらない走行挙動が示された。

次に、直進車を対象とした停止線通過時の車頭時間分布を図-9~図-13に示す。図-9は自動運転車両が車群中に含まれている場合をまとめた結果で、図-10~図-13は赤文字で示されている数字のみが自動運転車両のデータであり、黒文字は自動運転車に先行、または追従した一般車両の数値である。直進挙動をまとめた為、豊橋では浜道沢東交差点、技科大学東交差点の2交差点の結果を用いる。なお、緑線で示された比較用の一般車両データは全グラフ共通で、岡崎市民病院北交差点の映像より取得している。また、岡崎における2台目のデータと、豊橋における1台目のケースは取得できていない。

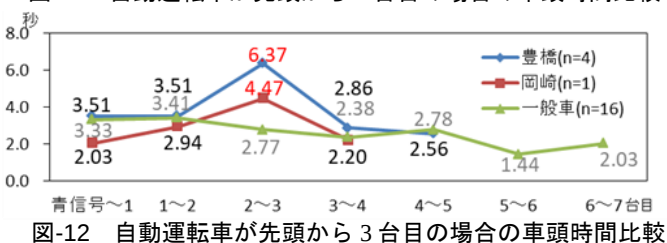
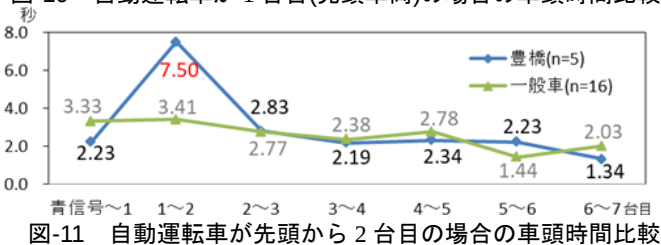
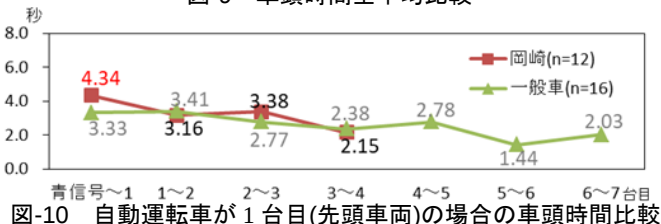
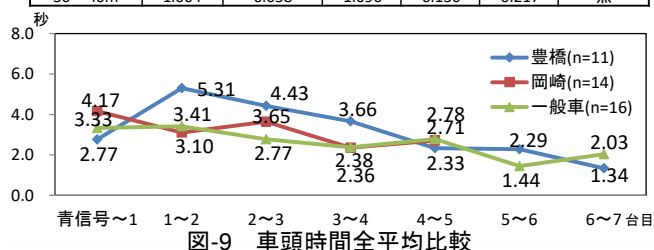
図-10~図-13より、まず豊橋の車両の反応が鈍く、自動運転車両と先行車両との車頭時間についてはどのケースでも一般車両の平均所要時間の2倍以上の時間を要していることがわかる。これが影響して、図-9の豊橋では各車頭時間が大きくなっていると考えられる。一方で岡崎では、1台目、3台目のケースは一般車両よりも時間を要するものの、4台目のケースでは一般車両とほぼ変わらない値を示した。また、4台目以降の車頭時間を用いて飽和交通流率を算出すると、一般車両が1518[台/青1時間]、豊橋が1251[台/青1時間]、岡崎が1461[台/青1時間]となった。これを一般車両のみのケースを基準として比較すると、豊橋は大型車混入率30%相当、岡崎は大型車混入率5%相当の効率低下となり、自動運転車両が混在する場合にやや非効率な結果となることが示された。

#### 4. おわりに

本稿では、信号交差点における自動運転車両と一般車両の挙動を分析し、直進発進挙動に関する差異を明らかにし、現状では自動運転車の動きが交通流

表-3 岡崎市民病院北交差点の通過時間比較

|           | 自動運転車 (n=12)  |             | 一般車 (n=46)    |             | t値    | 有意水準<br>5%における<br>有意差 |
|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------|-----------------------|
|           | 通過時間<br>平均(秒) | 標準偏差<br>(秒) | 通過時間<br>平均(秒) | 標準偏差<br>(秒) |       |                       |
| 全体(0~40m) | 6.218         | 0.351       | 5.831         | 0.738       | 0.013 | 有                     |
| 内訳        |               |             |               |             |       |                       |
| 0~10m     | 2.48          | 0.277       | 2.234         | 0.382       | 0.042 | 有                     |
| 10~20m    | 1.473         | 0.111       | 1.366         | 0.171       | 0.044 | 有                     |
| 20~30m    | 1.201         | 0.146       | 1.135         | 0.154       | 0.190 | 無                     |
| 30~40m    | 1.064         | 0.058       | 1.096         | 0.130       | 0.217 | 無                     |



の円滑性低下に影響する可能性があることを示した。今後は、右左折時と信号切り替わり時の挙動分析を行い、得られたデータを基に車両挙動パラメータを設定したシミュレーションを実施し、信号交差点の交通流に与える影響についての研究を行う。

#### 謝辞

本研究の調査実施に際して、愛知県産業労働部産業振興課自動車産業グループより、多大なるご協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 自動運転を巡る動き - 国土交通省  
<http://www.mlit.go.jp/common/001155023.pdf>