

マルチエージェントシミュレーションによる走行車両に与える緊急地震速報の影響の検討

千葉大学 大学院工学研究科 正会員 丸山 喜久, 山崎 文雄
群馬県 (元千葉大学大学院) 非会員 松本 和貴

1. はじめに 気象庁による緊急地震速報のテレビ・ラジオを通じた提供が 2007 年 10 月に始まったが, 自動車交通や集客施設など, 速報が事故や混乱を引き起こす恐れがあるケースも以前から指摘されていた. 自動車交通に関する検討として, 山崎ら¹⁾は, 2 台のドライビングシミュレータ (DS) を連動させて緊急地震速報が与えられた場合の走行模擬実験を行っている. この実験では, 前後車両に速報が与えられた場合や, 一方のみに速報が与えられた場合, さらには速報が与えられなかった場合の危険性について検討を行っており, 情報格差があった場合に事故の危険性が高まることが示されている. そこで本研究では, 前述の 2 台のドライビングシミュレータ実験 (DS 実験) から得られた運転特性をモデル化し, マルチエージェントシミュレーション²⁾ (MAS) 上で DS 実験の再現性を検討する. また多数台の地震時の走行シミュレーションを行い, 起こりうる危険性の評価を行うことを目的とする.

2. 2 台の車両による地震時走行シミュレーション

緊急地震速報の想定として 2 台のドライビングシミュレータ実験¹⁾ (DS 実験) と同様に, 2003 年十勝沖地震の K-NET 大樹付近の高速道路を想定し, 速報開始から主要動到達までの余裕時間を 10 秒とした. MAS では, 0 秒から 20 秒まで通常走行させ, 20 秒で速報開始, 30 秒で主要動到達, 50 秒で終了するようにした.

まず, DS 実験 3 (前方車に緊急地震速報あり, 後方車にはなし) でのいくつかのケースの走行状況が MAS によって適切に再現できるかを検証した. 図 1 に示す MAS における走行コースにおける初期条件を, 表 1 のように DS 実験のログから抽出して設定した. 走行中の速度変化 (アクセルペダルを離して減速, ブレーキを踏んで減速, 停止, 加速) は, DS 実験の走行速度を分析し, アクセルやブレーキのかけ方の違いで「やや緩やかにかける人」をタイプ 1, 「やや急にかける人」をタイプ 3, 「タイプ 1 とタイプ 3 の中間」をタイプ 2 として, 3 タイプに分けモデル化した. 前方車の行動は, 「減速」の場合は速報開始時から行うものとし,

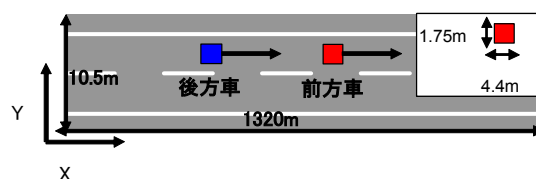
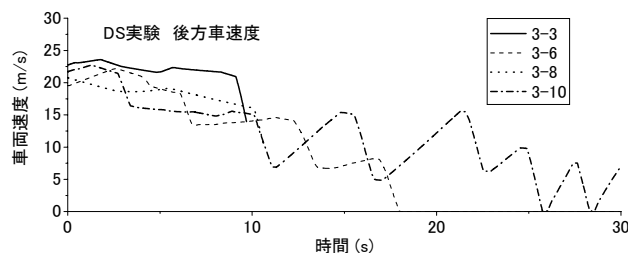
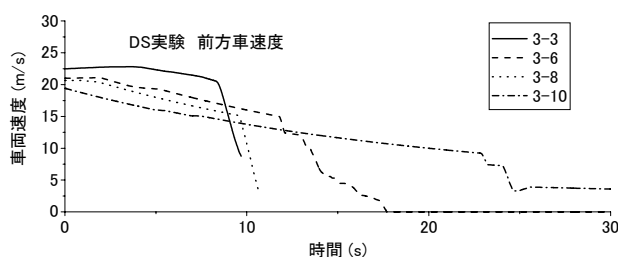


図 1 MAS における車両走行コース

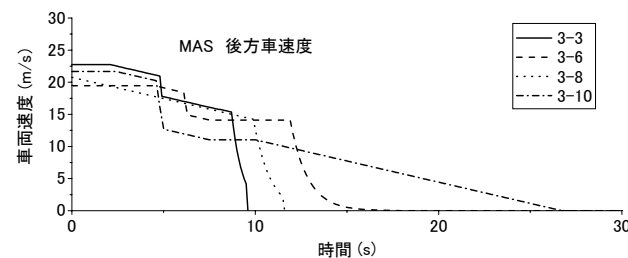
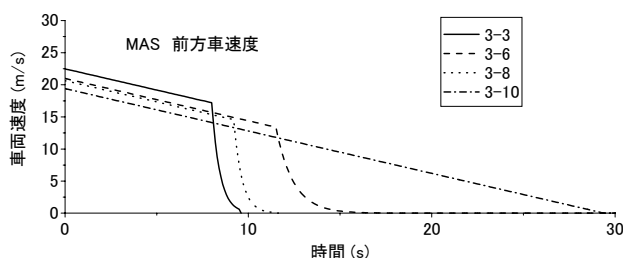
表 1 DS 実験 3 の概要と MAS の初期条件

被験者番号	事故	速報を聞いた前方車の反応	前方車ハザード	主要動時の後方車の反応	後方車ハザード
3-3	あり	停止	なし	そのまま	なし
3-6	なし	停止	あり	ハザードで停止	なし
3-8	あり	停止	あり	ハザードで減速	なし
3-10	なし	減速	なし	減速	なし

初期条件	3-3	3-6	3-8	3-10
前方車の初速 (m/s)	22.5	21.0	20.7	19.4
後方車の初速 (m/s)	22.7	19.5	20.8	21.7
初期車間距離 (m)	12.4	16.2	15.4	27.4
前方車の停止開始時間 (s)	8.1	11.6	9.3	
前方車のハザードランプ点灯時間 (s)		10.1	4.5	
前方車の運転者タイプ	3	1	3	2
後方車の運転者タイプ	1	1	1	2
後方車の減速開始車間距離 (D_{sa}) (m)	10.4	16.3	18.0	20.3
後方車のブレーキ開始車間距離 (D_b) (m)	6.0	14.0	7.0	11.6



(a) ドライビングシミュレータ実験 (左: 前方車速度, 右: 後方車速度)



(b) マルチエージェントシミュレーション (左: 前方車速度, 右: 後方車速度)

図 2 マルチエージェントシミュレーションの結果とドライビングシミュレータ実験結果の比較

キーワード: マルチエージェントシミュレーション 緊急地震速報 高速道路 事故率
連絡先: 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33 Tel: 043-290-3528 Fax: 043-290-3558

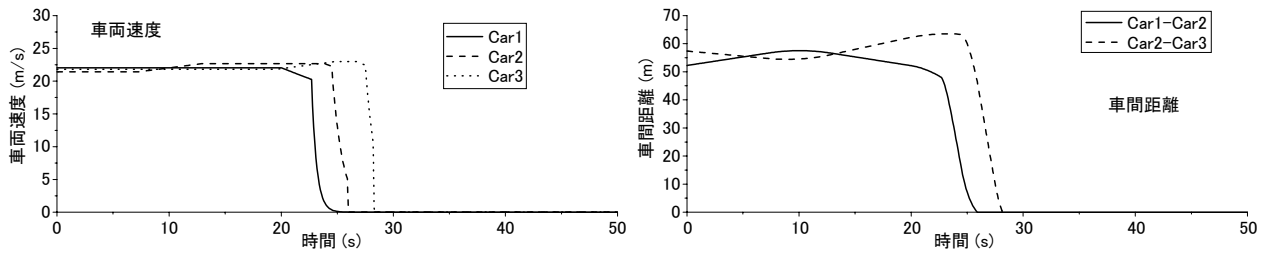


図3 速報を受けたCar1がハザードランプを点灯させなかったケースの車両速度と車間距離（玉突き事故発生）

「停止」の場合は、DS実験3の速度データに基づき、速報開始と同時にまず減速させた後に停止することとした。また、後方車の行動は、前方車がハザードランプを点灯させた場合はその2秒後に行うこととし、それ以外の場合は主要動到達時に行うこととした。なお、前方車のハザードランプを点灯させた時間については、データが存在しないため、後方車が減速やブレーキなどの反応を示した時間から仮定して決めた。図2に、MASによる解析結果とDS実験における前方車と後方車の速度を比較する。概ねDS実験の結果をMASによって再現できている。

3. 3台の車両による地震時走行シミュレーション 同一車線に3台（Car1, Car2, Car3）の車両を配置したシミュレーションを行った。車間距離を、表1の初期条件の値とは異なり、現実に近い値として30m～60mの一樣分布と仮定した。また減速や停止をする際にハザードランプを点灯する運転者の割合をハザードランプ点灯率としてMASのパラメータとした。基本的な行動条件に関しては、Car1は2台によるシミュレーションの時の前方車と同じであり、Car2とCar3はその後方車と同じである。なお、緊急地震速報を受信した際や主要動が到達した際の減速、停止、そのまま走行するなどの運転者の行動パターンの確率は、DS実験における被験者の運転行動をもとに設定している。

3台のモデルで速報受信台数を0～3台に変化（緊急地震速報を受信する車両はランダム）させ、また同時にハザードランプの点灯率を0～100%まで20%刻みで変化させて、それぞれ500回ずつモンテカルロ・シミュレーションを行った。図3に速報受信台数が1台、ハザードランプの点灯率が20%の条件下で玉突き事故が発生したときの車両速度と車間距離を示す。このとき速報はCar1が受信しており、「Car1が速報を受けてハザードを点灯させずに停止し、Car2がそのまま走り追突し、Car3がさらにそのまま走った。」ため追突した。一方で、速報受信の状況が同じ場合でも、Car1が速報を受けてハザードランプを点灯させて停止すれば、Car2もCar3もその前の車のハザードランプを見て停止したケースもあった。このように、情報格差があるときには、ハザードランプを点灯させることは非常に有効な手段であると考えられる。

図4にハザードランプの点灯率別事故率を示す。速報受信台数に関しては、速報をすべての車に受信させることができれば、事故率は少なくなることが分かった。一方で、速報受信の格差があったとしても、ハザードランプの点灯率を上昇させることができれば、事故率は減っていくことが分かった。しかし、ハザードランプの点灯率が100%になったとしても、ハザードランプを点灯させた運転者が停止をしたり、また前の車のハザードランプを見た運転者が停止をしてしまったりすると事故につながる場合があった。つまり、ハザードランプを点灯させた運転者、またハザードランプを見た運転者のとるべき行動を周知させておかないと事故につながる危険性があることが分かった。速報を受け取った運転者は、ハザードランプの点灯とともに急な停止をせずに落ち着いて減速するということが、また前の車のハザードランプを見た運転者もハザードランプの点灯とともに減速するということが周知させる必要があるだろうと考えられる。

4. まとめ 本研究では、マルチエージェントシミュレーションを用いて高速道路走行車両に緊急地震速報が与える影響を検討した。速報を受け取った運転者は、ハザードランプの点灯とともに急な停止をせずに減速するということが、また前の車のハザードランプを見た運転者もハザードランプの点灯とともに減速するということが周知させていくことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 山崎文雄, 丸山喜久, 坂谷将人: 複数のドライビングシミュレータを連動した走行模擬実験による緊急地震速報の影響評価, 地域安全学会論文集, No.9, pp.289-294, 2007.
- 2) 山影進: 人工社会構築指南 artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門, 書籍工房早山, 2007.

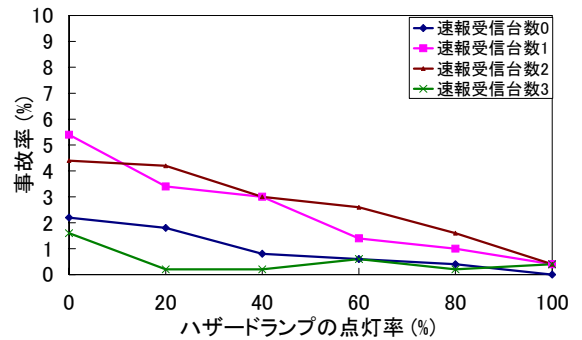


図4 ハザードランプ点灯率ごとの事故率