

京都大学大学院工学研究科	学生員	○和田	洋介
京都大学防災研究所	正会員	堀	智晴
京都大学防災研究所	正会員	野原	大督

### 1. 序論

施設の計画規模を超えるような水害時に命を守るためには、適切な避難が欠かせない。我が国ではこうした人命に関わるような規模の浸水をもたらすハザードとして、豪雨と津波がある。これらの大きな災害が起こった時に被害を最小限にするためにダム建設や河川整備、防波堤の設置などハード面での整備で効果を出してきた。しかし、近年予想のできないほどの大きな水害が起こっており、経済面を考慮してもハード面だけでは水害への対応として十分ではないと思われる。そこで、住民の人命を最低限守るためにも適切に短時間に水害から避難することができるようになることが望まれる。

水害時の避難行動をコンピュータ上で模擬するために様々な研究がおこなわれてきたが、原則として歩行者のみによる避難を前提としている。現実では避難経路上には多くの車が存在しており、道路上に流された車両が避難遂行の障害物となる恐れがある。また、車両を用いた非難も実際に行われており、こうした避難車両による交通障害が間接被害をもたらす恐れがある。

花島<sup>1)</sup>は車両による避難行動のシミュレーションが可能となるように機能拡張を図ってきた。そこで、信号下で車両の挙動の妥当性についての問題が発生した。解決するには先頭車両と後続車両の定常走行時、減速停止時、加速発進時の3つの挙動を妥当に表現する必要がある。

そこで、本研究では交通工学等で一般的に用いられる追従走行モデルに、赤信号認識時での減速挙動、青信号に切り替わった時の発信挙動をモデル化することで、より現実的な車両の避難行動シミュレーションモデルを開発することを試みる。

### 2. 車両による避難行動モデルの概要

車両の行動は、自分の目的地や道路のほか、信号の状況や他の車両の行動に応じて、加速・減速を繰り返すもので、きわめて複雑なものである。しかし、単純化して考えると道路上に別の車両や信号など障害物がない場合は基本の速度（最高速度）で走行しようとする自由走行モード、停止しようとする等加速度運動をしながら減速をするモード、前の車両を見て追従をするモードという3つの行動に分類することができ、避難行動モデルとして今回はこれらの車両の行動をパターン毎にモデル化することで表現していくことにする。

本研究では、全ての車両に対して衝突判定領域を設定する。この領域内に他の車両・信号等の障害物の存在を認めた場合、車両であれば対象車両は追従走行モードをすることになり、信号であれば通過できるかどうかをチェックする。

追従走行における車両行動の決定は図1のフローチャートに基づいて決定される。また、本研究では赤信号に切り替わった時、簡単なアルゴリズムとして、信号停止線直前で停止することになる1台のみ赤信号認知による減速停止の挙動をさせ、それに続く車両に関しては追従走行をすることで車列が停止することを試みる。具体的な手順は図2のようである。

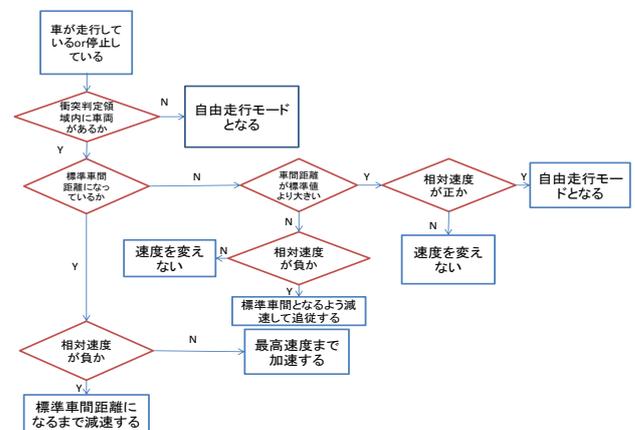


図1 追従走行による車両行動の決定

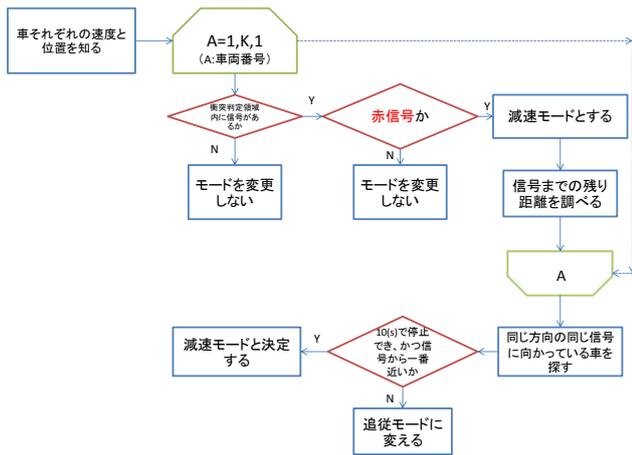


図2 減速モードとなる車両を決めるアルゴリズム

### 3. 適用実験及び考察

本研究では、図3のようなテストマップを用いてシミュレーションを行う。テストマップの空間スケールはx方向（南北方向）に3000m、y方向（東西方向）に4000mとする。車両は図3の矢印に沿って走行していく。ここで、車両10台（No.1からNo.10）を配置し、配置の仕方は図3の(x, y)が(2000,1500)から(2000,2000)の500m間に50m間隔で配置していく。（先頭車両 No.1 は(2000,2000)から50m手前である。）No.1を18km/hr(5m/s)と遅めにし、それ以外の車両を40km/hr(11m/s)の速度で走行しているとす。各車両が追従する様子、赤信号で停止に向かって減速をする様子、発進する様子を正しく表すことが目標である。

追従をしていく様子は図4のようになった。図より、後続の車両は減速しすぎたら加速していき、先頭を走行している車両と同じ速度になっていくことが分かる。ちなみに、62秒後に全ての車両が同じ速度になった。また、途中で前の車両を追い越すことはなく追従していた。

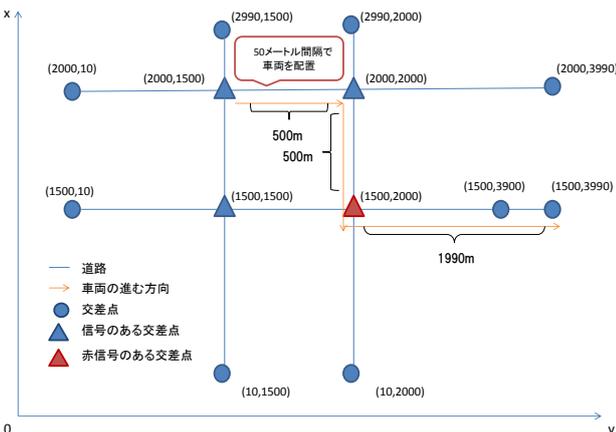


図3 テストマップ

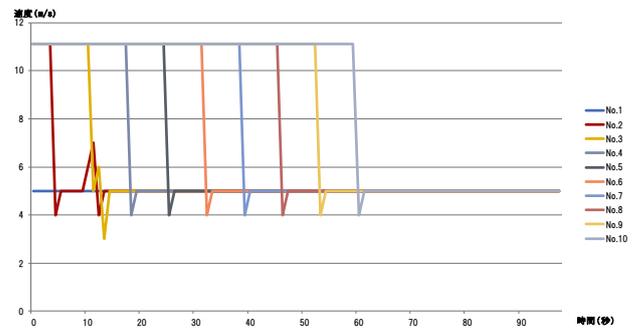


図4 追従する際の各車両の時間と速度分布

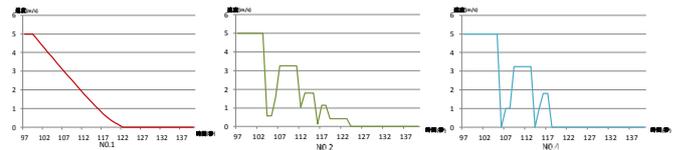


図5 減速停止する際の各車両の時間と速度分布

車両が減速・停止する様子は図5のようになった。図より減速モードになった先頭車両は等加速度運動をしながら停止に向かっていき、追従している残りの車両は追従モードのアルゴリズムにも続いてだんだん速度を落としていき停止に向かっていく。

### 4. 結論

本研究では、水害避難行動モデルを作成する際の問題点の一つである定常走行時、減速停止時、加速発進時の車両の挙動を表現することができた。しかし、水害避難行動モデルを作成するためには、信号保持時間等の設定が避難経路や避難行動の実際に合わせて適切に行われる必要があることや避難場所のキャパシティを無限と仮定している点など改良すべき問題点がある。

今後は、本研究で開発した車両行動モデルをベースとして、冠水によって車両が徐行したり、走行できなくなる様子を組み入れることで、浸水状況下での車両のモデル化を進めたい。

### 参考文献

1)花島健吾・堀智晴・野原大督：道路上の信号制御を考慮した水害避難行動モデル，水工学論文集，第57巻，(印刷中)。