

災害時における要支援者を想定した避難行動シミュレーションの開発

愛媛大学大学院 学生会員 ○菊池良, 愛媛大学大学院 学生会員 城野彩乃
 愛媛大学 正会員 藤森祥文, 愛媛大学防災情報研究センター 正会員 三谷卓摩
 愛媛大学 正会員 森脇亮

1. はじめに

近年, 浸水災害が頻発している. 浸水時の人的被害を軽減するには, 住民の速やかな避難が重要である. しかし, 高齢者や障害者など, 避難に支援を要する住民がいる場合には避難の遅れが懸念され, 要支援者が避難を実施するためには支援者が必要となる. このような状況において住民の避難を円滑に完了させるためには, どの支援者がどの要支援者の避難を補助するのか, また, 避難所の避難収容人数が適切であるのかなど, 事前に検討しておく必要がある. そこで本研究では, 健常者・支援者・要支援者の属性と, 避難所収容人数を考慮した避難シミュレーションを開発し, 避難時の問題点を明らかにすることを目的とする.

2. 研究方法

2.1 対象地区 本研究の対象地区は, 愛媛県松山市三津浜地区・宮前地区(図 1)である. 対象地区は, 内水はん濫, 津波や高潮による浸水が想定されている. 対象地区の住民は約 20,000 人であり, その内, 避難行動要支援者名簿に登録している住民は三津浜地区が約 170 人, 宮前地区が約 100 人で全体の約 1%である(松山市防災・危機管理課による). また, 対象地区には指定避難所が 3 箇所ある.

2.2 避難シミュレーションモデル 避難シミュレーションにはダイクストラ法を用いる. 避難経路となる道路データは, デジタル道路地図の全道路データである. 避難所は松山市地域交流センター, 三津浜公民館, 三津浜小学校の 3 箇所を設定した(図 1). 避難する住民を模したエージェントは 10956 個(健常者: 10629 個, 支援者: 109 個, 要支援者: 218 個)で, 初期位置は領域内の道路交差点にランダムに配置される. エージェントには各属性に応じた歩行速度(健常者・支援者は 1.2 m s^{-1} , 要支援者は 0.0 m s^{-1})を与えた. 計算開始後のエージェントの行動を図 2 に示す. 計算開始後, 健常者は避難所へ向かい, 要支援者は移動しない. 支援者は最寄りの要支援者位置へ移動を開始し, 要支援者と合流後に避難所へ向かう. 合流後の歩行速度は 0.6 m s^{-1} とした. また, 別の支援者が要支援者位置に到着した際, 要支援者が他の支援者と移動済みの場合, 支援者はその位置から避難所を目指す. ただし, 避難所の収容人数を設定した場合, エージェントが避難所に到達したときの収容率が 100%ならば, 最寄りの別の避難所へ移動を再開することとした.

上述のように構築したモデルを用い, 3 つのシナリオ(①: 健常者のみ, ②: 健常者+支援者+要支援者, ③: シナリオ②+避難所収容人数設定)で解析を行った. これら 3 つのシナリオを比較することで, 避難時の課題を抽出する.

3. 結果と考察

3.1 避難完了率, 避難完了時間 図 3 にシナリオ①, ②の

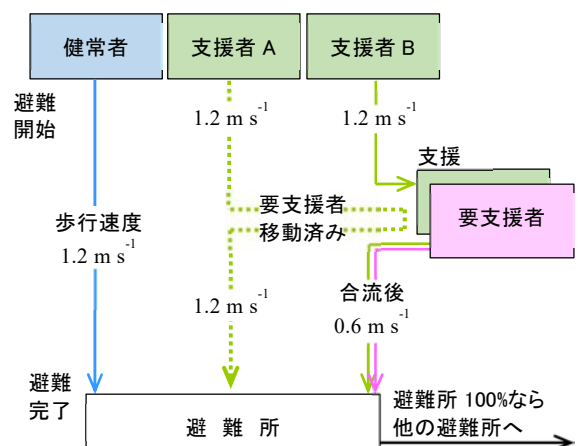
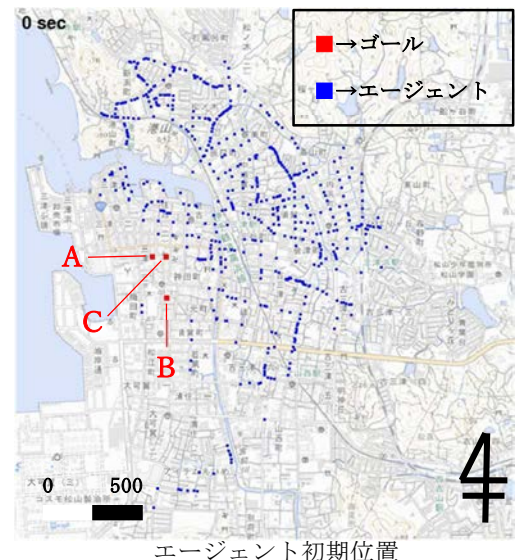


図 2 エージェントの挙動

避難完了率とシナリオ②の避難未完了者数の時間変化を示す。シナリオ①では 1633 秒で避難完了しているが、この時刻においてシナリオ②の避難完了率は 98.7 %、避難未完了者数が 139 人であることがわかる。支援者、要支援者を考慮することで避難が遅れが生じていることが確認できる。また、1633 秒以降、シナリオ②の避難完了率は漸増し、3095 秒で 99.8%になる（ここで計算終了）。この時刻においてシナリオ②の避難未完了者数は 18 人で、この全てが要支援者であった。つまり、要支援者が支援を受けられず取り残された状態であった。

図 4 にシナリオ②における各属性エージェントの避難完了時間を示す。健常者は 1619 秒で全員避難完了し、支援者（単独行動）も同等の時刻に避難完了している。1619 秒以降は支援者（支援中）と要支援者（受援中）が移動している時間である。図 3 で示した 1633 秒以降の避難完了率が漸増している時間帯は、支援者（支援中）+要支援者（受援中）がゆっくり避難所へ向かっている状態である。

3.2 避難所収容人数 図 5 にシナリオ③における各避難所の収容可能人数の時間変化を示す。なお、シナリオ③では避難所の収容可能人数を避難所 A で 699 人、避難所 B で 8415 人、避難所 C で 1167 人に設定した。図 5 から避難所 A は約 800 秒、避難所 C は約 650 秒で収容可能人数が 0 人になることがわかる。避難所 B の収容可能人数は 1672 秒で 0 人になっており、このとき地区内の全避難所が満員になったことを表している。この時点で 674 人のエージェントが避難未完了であった。また、避難所 B の収容可能人数は 1000 秒付近で減少率が大きくなっている。これは避難所 A, C に入れなかったエージェントが避難所 B を目指した結果、急速に避難所 B の収容者が増加したからだといえる。こうしたエージェントの挙動は解析結果のアニメーションからも確認できた。つまり、シナリオ③のように支援者、要支援者および避難所収容可能人数を設定したケースでは、多くの支援者+要支援者が避難できない状態にあることが確認できる。

4. おわりに 本研究ではダイクストラ法を用いた避難シミュレーションを作成し、三津地区を想定した数値実験を行った。支援者と要支援者の関係を導入することや、避難所の収容可能人数を設定することで、避難未完了者が生じる可能性など、住民避難において問題となりそうな点を確認することができた。本シミュレーションで対象地区の実状を再現するには課題はあるが、今後は浸水による避難路の遮断などを考慮することで、避難所位置の設定や収容人数の検討に活用できる可能性がある。

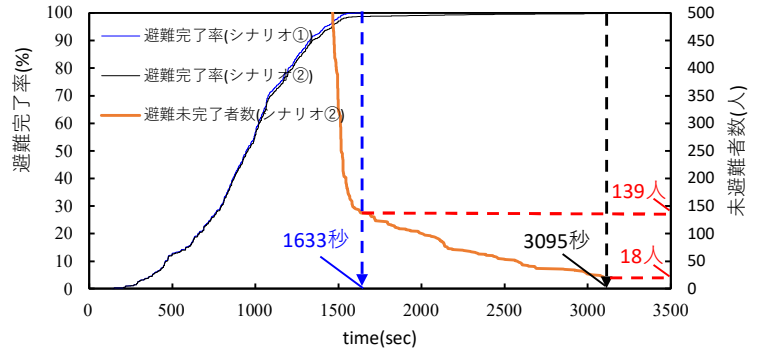


図 3 シナリオ①、②の避難完了率とシナリオ②避難未完了者数の時間変化

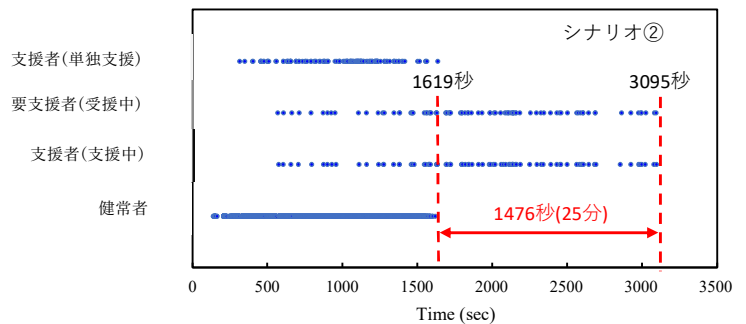


図 4 シナリオ②の各属性の避難完了時間

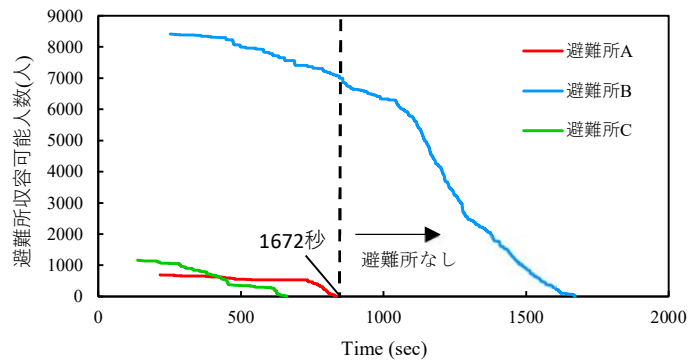


図 5 各避難所の収容可能人数の時間変化