

### 海水浴場からの津波避難シミュレーションに及ぼす利用者の初期位置の影響

関西大学先端科学技術推進機構	正会員	川中 龍児	京都市役所	正会員	○吉田 健人
関西大学環境都市工学部	正会員	島田 広昭	関西大学環境都市工学部	正会員	石垣 泰輔
徳島大学ソシオテクノ研究部	正会員	武藤 裕則	京都大学防災研究所	正会員	馬場 康之

#### 1. 目的

近年、津波や洪水からの避難行動シミュレーション法としてマルチエージェントモデルが多々用いられている。マルチエージェントモデルは、それぞれの価値基準などに従って自身の行動を選択する複数の自立的なエージェントを扱うことのできるモデルであり、現実に近い避難者の行動を再現することが出来る。その際、避難者である各エージェントの初期位置を計算対象地内においてランダムに配置していく方法が一般的に用いられている。そのため、同じ条件下でシミュレーションを行っていてもエージェントの初期配置の違いがシミュレーション結果に差を生じさせる可能性があるものと推測される。

そこで本研究では、2009年より毎年海水浴シーズンに避難訓練を実施している三重県阿児の松原海水浴場を対象としたメッシュモデルを構築し、マルチエージェントモデルによる避難行動シミュレーションを行い、避難成功率に及ぼすエージェント初期位置の影響を明らかにしようとした。

#### 2. シミュレーション概要

本研究では、シミュレーション結果のばらつきを検討するため、同一条件下でそれぞれ5回ずつ計算を行った。避難人数は、500人、1000人、1500人とし、対象地の津波到達時間とされている19分間に指定避難所に到達した割合を避難成功率として算出し、評価した。また、2012年と2013年に阿児の松原海水浴場で実施された避難訓練の様子を撮影した動画を解析し、海や浜における歩行速度を測定し、シミュレーションに反映させた。

#### 3. 計算条件

##### (1) 避難所の位置

本研究のシミュレーション上で避難所として扱う場所は、対象地の南部に位置する津波来襲時の自治体指定一時避難所である見宗寺とした。阿児の松原海水浴場では、東南海地震が発生すると19分で津波が来襲すると予想されている。したがって、エージェントが最初に避難を開始してから19分以内に避難所である見宗寺まで到達したものを避難成功者とみなし、「避難成功率」は避難成功者/避難人数の百分率で表した。

##### (2) 避難誘導標識

図-1に示す対象地のメッシュモデルには、合計30か所の交差点が存在し、この全交差点数と標識が設置されている交差点数との比を百分率で示し「標識整備率」とした。本研究では避難行動シミュレーションを行うに当たり、この標識整備率は2013年海水浴シーズンの現状である57%で計算を行った。

##### (3) 避難開始位置

利用者であるエージェントの配置場所は、2012年の避難訓練当日に実施したアンケート調査結果をもとに、利用者が避難訓練開始時に実際に居た場所を海水浴場内で5つのエリアに分類し配置した。その配置割合は、対象地西側から「護岸上」36%、「砂浜（護岸側）」22%、「砂浜（中央）」12%、「砂浜（海側）」4%、「海中」26%である。

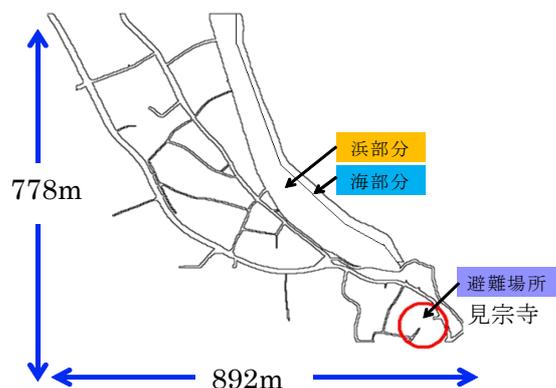


図-1 対象地メッシュモデル

津波避難, 避難行動, マルチエージェントモデル, 避難行動シミュレーション

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番地35号 TEL06-6368-0857

#### (4) 避難開始時間

各エージェントの避難開始時間についても個々に変化させ、アンケート項目の「すぐ避難する」と答えた61%は計算開始直後、「避難指示の放送が流れたら避難する」と答えた26%は計算開始から120秒後、「周りが避難し始めたら避難する」と答えた8.5%は300秒後、その他の利用者4.5%は900秒後に避難を開始すると設定した。

#### (5) 歩行速度

a)避難路：年齢、性別から初期速度を設定した。設定には2009年浅井ら<sup>1)</sup>の研究結果を用いた。すなわち、40歳代以下の男性は1.4m/s、40歳代以下の女性は1.3m/s、50歳代以上の男性は1.2m/s、50歳代以上の女性は0.9m/sとした。その比率は、2012年のアンケート結果よりそれぞれ44%、44%、9%、3%とした。

b)海浜部：海水浴場内では砂浜と海を歩く際には移動速度の減少が考えられる。そのため、津波避難訓練の様子をビデオ撮影し、Dipp Motion Pro 2Dを用いた動画解析により平均移動速度を求めた。その結果、避難時の歩行速度は砂浜で1.0m/s、海で0.42m/sであり、この値を計算に使用した。

以上、全3ケースの避難行動シミュレーションをそれぞれ5回ずつ行った。

#### 4. 結果及び考察

図-2には標識整備率57%、避難人数500人、1000人、1500人の場合のそれぞれ5回分の避難成功率を示した。避難人数が500人の場合は、避難成功率がそれぞれ45.0%、39.8%、38.4%、38.4%、33.4%であった。1000人の場合は、避難成功率がそれぞれ35.6%、34.5%、33.6%、33.5%、28.9%であった。避難人数1500人の場合は、避難成功率が24.6%、24.5%、23.5%、23.4%、21.7%であり、ばらつきがみられる。そこで、図-3には標識整備率57%、避難人数500人、1000人、1500人のそれぞれの場合における5回の避難成功率の最大値と最小値との差を示した。これからもわかるように、避難人数500人の場合は避難成功率の最大値と最小値との差が11.6%、避難人数1000人の場合は6.7%、1500人の場合は2.8%の差となった。これらの結果から、避難人数が少ないほど5回の避難成功率のばらつきは大きくなることがわかった。したがって、エージェントをランダムに配置させて避難行動シミュレーションを行う場合、注意する必要がある。

以上の検証から、避難行動シミュレーションにおいて、エージェントのランダム配置の影響によって避難成功率のシミュレーション結果に最大で10%程度の差が生じることがわかった。

#### 5. おわりに

以上、同一条件下であってもエージェントのランダム配置でシミュレーションを行う場合、避難人数の少ないケースほどばらつきが大きくなることが明らかとなった。このため、マルチエージェントモデルを用いた少人数の避難シミュレーションを行う場合、一度だけのシミュレーション結果ではなく、同一条件下で複数回行いその平均値をシミュレーション結果として扱うなど、その計算結果に注意する必要がある。

#### 参考文献

1)浅井良純・石垣泰輔・馬場康之・戸田圭一：高齢者を含めた地下空間浸水時における避難経路の安全性に関する研究，水工学論文集，第53巻，pp.859-864，2009。

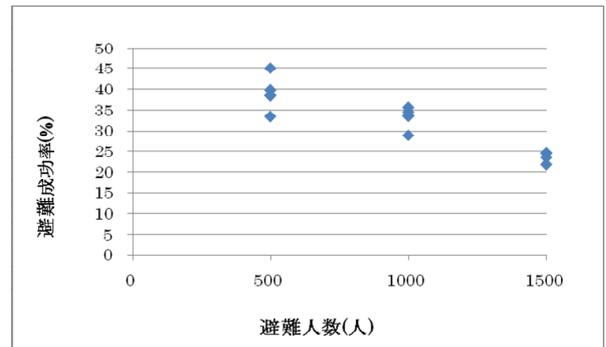


図-2 避難人数による避難成功率の変化

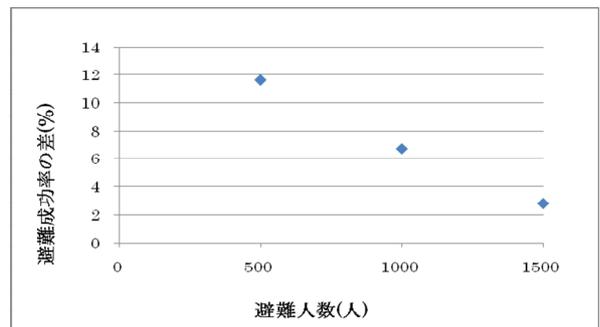


図-3 避難成功率に及ぼす避難人数の影響