

東海市における津波避難シミュレーション

2008MI044 平木良和

指導教員：腰塚武志

1 はじめに

本研究では、東海市における避難問題を取り上げる。東海大地震、東南海大地震及び南海大地震はいつ起こってもおかしくないと言われているのは周知の事実である。また、東海市はこれら3連動地震の被害を受ける可能性のある地域であり、津波に襲われる可能性がある。

さらに2011.3.11に起きた東日本大震災は多くの人に甚大な被害を与えた。その多くが津波によるものであった。そこでこれから起こるであろう地震からの避難問題を考えることは有意義であり、またこのような被害を出したくないという想いからこの研究に取り組むことにした。

複数の人間が避難する様子をシミュレーションするため、マルチエージェントモデルを用いた。今回は構造計画研究所のartisocというソフトウェアを使用した。

2 研究対象

研究対象である愛知県東海市は、西に伊勢湾、北に名古屋市と面しており名古屋港とも非常に近い。

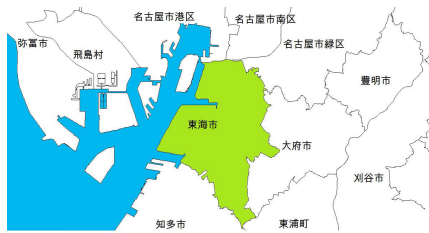


図1 東海市の位置

東海大地震、東南海大地震および南海大地震が起きた際の名古屋港への津波の到達時間は90~120分と言われており、避難するには十分な時間があると言える。東海市の地形は西側が標高の低い地域になっており、東側、特に南東側が標高が高くなっている。南東の標高が高い地域は、山を切り崩して住宅街となっている部分や、未だ森林のままの部分が多く、道路も車1台がギリギリ通れるような狭い道も多く避難するには問題があるようにみうけられる。

東海市における避難問題を研究するにあたり、まずは市街地再開発が進んでおり、名鉄の主要駅である太田川駅がある大田町の避難についてシミュレーションを行った。市街地から高台のある方面へ避難するものと、再開発によって整備される駅前広場付近に建てられる高い建物への避難の2つの状況を想定した。

3 モデル化

市街地再開発事業から、土地区画整理図を参考にし新たに整備される道路について道路幅員が最小の道路を基準とし、図2のようにモデル化を行った。

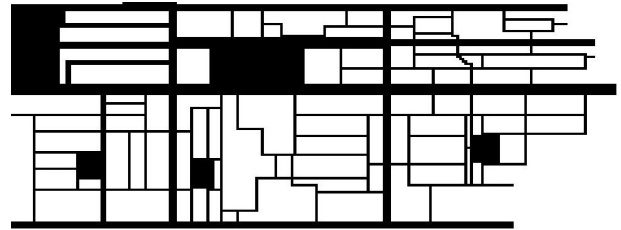


図2 モデル化したマップ

最小の道路幅員は5mでありその他の道路幅員も5mの倍数で表わすことができた。真ん中の広い部分が駅前広場を表しており、その他の広い部分は公園を表している。高台はマップの右側に広がっているため市街地からの避難はひとまず右側への移動とすることとした。本シミュレーションにおけるエージェントとは避難を行う集団のことである。エージェント数は1,000とする。

4 マルチエージェントモデルの設定

4.1 エージェントの性質

本シミュレーションにおけるエージェントの性質は以下の通りである。

- (1) 1つのセルのサイズを5m × 5mにする
- (2) 1つのセルの中には1エージェントしか入らない
- (3) 1エージェントは10人の集団とする。
これは、人間の平均的な肩幅が50cmであり、5mの幅のところに横に並んで避難することができる最大の人数である。

4.2 エージェントのルール

本シミュレーションのエージェントのルール設定は以下の通りである。

- (1) エージェントを道路上にランダムに配置する。
- (2) エージェントは目的地に向かうというルールに従う。その際、1番近い大通りから目的地へ向かう。
- (3) 上下左右のセルに移動できる。しかし、本シミュレーションでは、斜めのセルに移動しないものとする。
- (4) 1ステップで進むことができるセルは1セルである。
- (5) エージェントは必ず障害物を避けて進む
- (6) エージェントは一定の速度で進む
- (7) 自分の進行方向の1セル前に他のエージェントがいた場合は避ける。

これらの設定を組み合わせ、モデル化したマップを通路や分岐点に細分化し、それぞれの位置でのエージェントにルールを作成した。

5 歩行速度と時間

避難者は、当然急いでいるが障害物や他の避難者などもある程度考えられるので、平均的には歩行しやすい空間の場合で、歩行速度は1.2m/秒を最大限としている [1]。歩行速度を1.2m/秒とすると、1ステップは小数点第一位を四捨五入して4.2秒となった。以後1ステップは4.2秒として考える。

6 シミュレーション結果

6.1 駅前広場への避難シミュレーション

駅前広場の右側に建物があり、図3は入り口が中央1箇所、図4は上下2箇所の場合、図5は建物が左右にあり入り口が上下の4箇所のそれぞれ場合のシミュレーションを行った。入り口を増やすにつれて避難時間が短縮されることは、予想通りの結果である。ここで問題になるのは混雑具合がどの程度緩和されているかである。図3～図5を見てわかるように、駅前広場の避難の全ての場合で広場内の混雑と広場付近の道路上の混雑は解消されなかった。



図3 入り口が右側中央にある時の避難の様子



図4 入り口が右側角2つの時の避難の様子



図5 建物が左右にあり入り口が4つ角にある時の避難の様子

図5を見ると、入り口が増えたことで広場中央でのエージェントの集団は減ったが、大通りや建物の入り口付近ではエージェントで埋め尽くされ、混雑は解消されていない。

6.2 高台への避難シミュレーション

一定の方向へ全エージェントが移動をするためか、局部的に様々な場所、特に大通りへ合流する道で停滞する状態が起こるが、大きな問題はみられなかった。



図6 高台方面への避難の様子

6.3 避難時間の比較

駅前広場の建物に避難するシミュレーションと高台方面へと避難するシミュレーションにおいて避難時間とステップ数を比較した。

表1 避難時間

	ステップ数	時間(秒)
入り口1か所	625	2625
入り口2か所	372	1562.4
入り口4か所	328	1377.6
高台方面	380	1596

表1のように駅前広場の建物へ避難する場合、入り口を増やすにつれて避難時間は短縮されていることがわかる。しかし、図4や図5のように広場内でエージェントの集団が固まっており、避難がスムーズに行われていないことがわかる。

7 おわりに

駅前広場の入り口を増やすことによって避難時間の短縮には繋がったが、混雑を解消するにはいたらなかった。避難時間の比較から気にするほどの時間差はないことがわかる。避難には十分な時間があると予想されるため、広場の高い建物でもいいのかと思うが、混雑やパニック状況から起こる事故も多く危険性が高い。また、今回のシミュレーションでは建物に人数制限をかけていなかったため、実際にはもっと混雑が起こるのであろう。そのため市街地から安全な避難をするためには、高台方面へ逃げた方が良かったことがわかった。高台方面への避難においては移動距離が長くなってしまふ点、高台地点はより道が細くなり長期的な避難には向いていない等問題があり、検討する必要がある。

参考文献

- [1] 兼田敏之：artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション。構造計画研究所，vol.1，No.1(2010)，pp.1 - 197