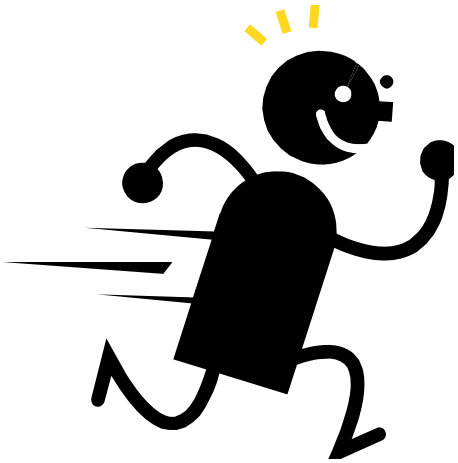
密集市街地における道路パターン別にみた鉄道駅から幹線道路への避難行動に関する研究

R10077-6 堀越由布紀

指導教員　中村仁



1.背景と目的

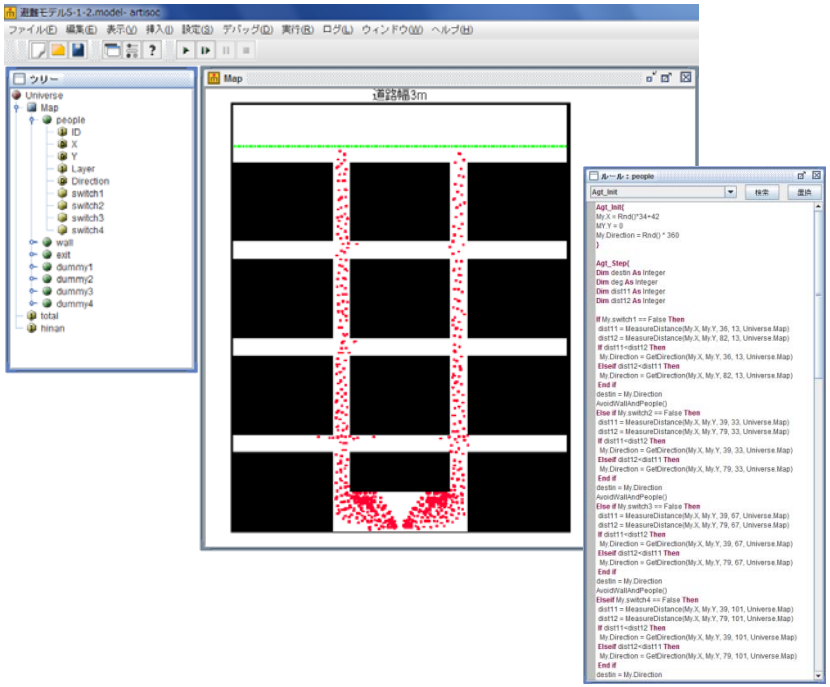
2011年の東日本大震災では、首都圏で約515万人の帰宅困難者が発生。

帰宅困難者の主な徒歩帰宅ルートとなる幹線道路は道幅が広く、整備が行き届いている。

一方で密集市街地では、帰宅困難者が発生する鉄道駅から幹線道路に出るまで、道幅が狭い、道路が真っ直ぐに整備されていないといった、避難への阻害要因が多い。

本研究では、密集市街地における道路整備状況の異なる複数の道路パターンを設定。

帰宅困難者(避難者)の駅から幹線道路までの避難時間について、マルチエージェントシミュレータ、artisocでシミュレーションを行う。

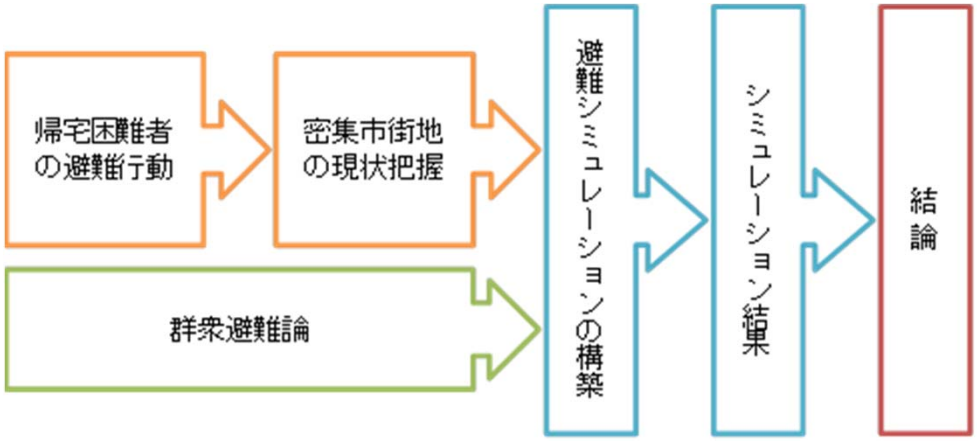


2.研究方法

帰宅困難者(避難者)の避難行動や密集市街地の現状把握から、
避難者の動きと密集市街地における道路の特徴をモデル化。
マルチエージェントシミュレータ、artisocで
避難者が駅から幹線道路に出るまでの避難完了時間を計測。

↓

避難者の避難行動を踏まえた密集市街地の道路整備について
対策案を提案。

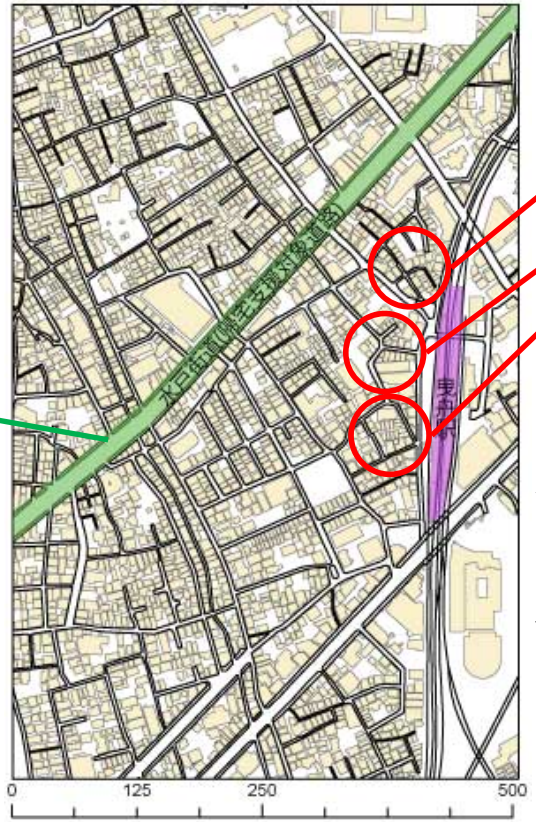


研究フローチャート

3.帰宅困難者の避難行動と密集市街地

例)東京都墨田区　曳舟駅周辺

曳舟駅西口から約200mのところに帰宅支援対象道路に指定されている水戸街道がある。



帰宅困難者支援道路とは

帰宅困難者に効率的な支援を行うために、16路線の幹線道路を帰宅支援対象道路として指定。帰宅支援対象道路付近を中心に災害時帰宅支援ステーションが置かれており、水道水やトイレの提供、道路情報の提供を受けることができる。

密集市街地における道路の特徴

行き止まりの道路

曲がりくねっていて見通しの悪い道路

道路幅員4m以下の道路

今後起こるとされる大地震の際も、大勢の帰宅困難者が幹線道路をメインに帰宅ルートをとる可能性が高い。

しかし、道路整備が進んでいない密集市街地では、幹線道路に出るまでに帰宅困難者の避難を妨げる要因が多い。

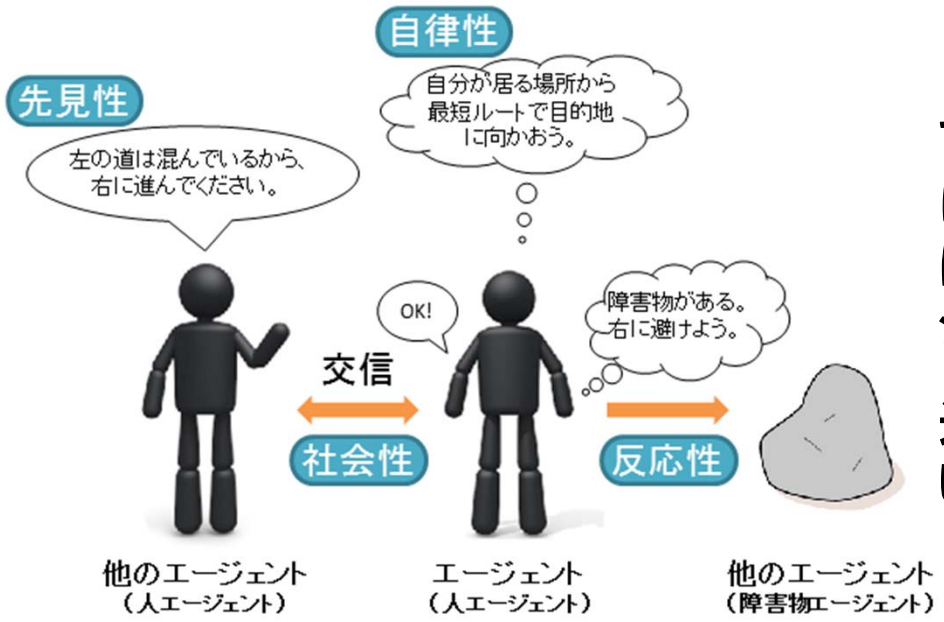
4.マルチエージェントシミュレーションについて

マルチエージェントシミュレーション

自らの価値基準に応じて自律的な行動ができる粒子(＝エージェント)が複数集まり、
エージェント同士の相互作用により形成された環境で行うシミュレーション。

〔エージェントの特徴〕

・自律性・・・外部からの指示によらず、自身の判断で行動する
・反応性・・・他のエージェントを含む外部環境に応じて行動する
・先見性・・・目的追求等を外部に働きかける
・社会性・・・他のエージェントと交信、相互作用ができる



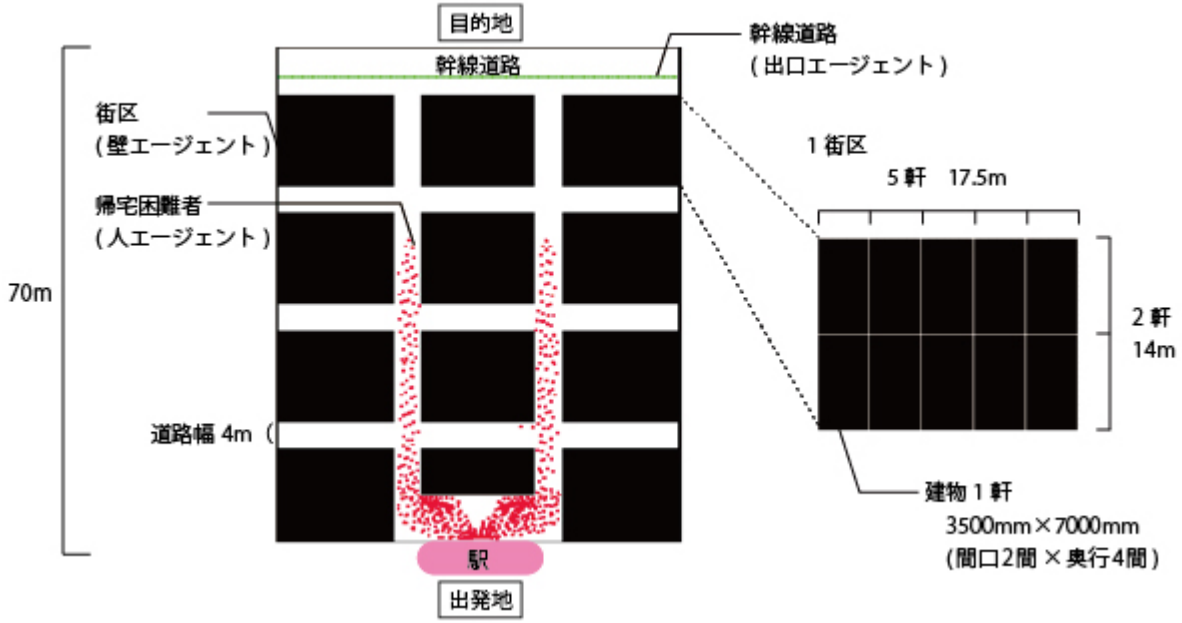
マルチエージェントシミュレーションでは、人間の複雑な行動や、周りの環境に　応じて行動を決定するといったシミュレーションが可能。

近年防災分野での研究が注目されている。

5.避難シミュレーションの構築

6.1 シミュレーションの概要

避難者が駅を想定した出発地から一斉に避難を開始、目的地である幹線道路に向かう。全員が幹線道路に到着するまでの時間(避難完了時間)を計測。9種類の道路パターンを作成し、さらに避難者数を2000人/4000人/6000人の3種類とした計27パターンでシミュレーションを行うことで避難完了時間を比較する。1つのパターンにつき10回シミュレーションを行い、平均の値をとる。



5.避難シミュレーションの構築

6.2 空間定義

(1)パターン1

駅前から2本の道路が
真っ直ぐ整備されている。

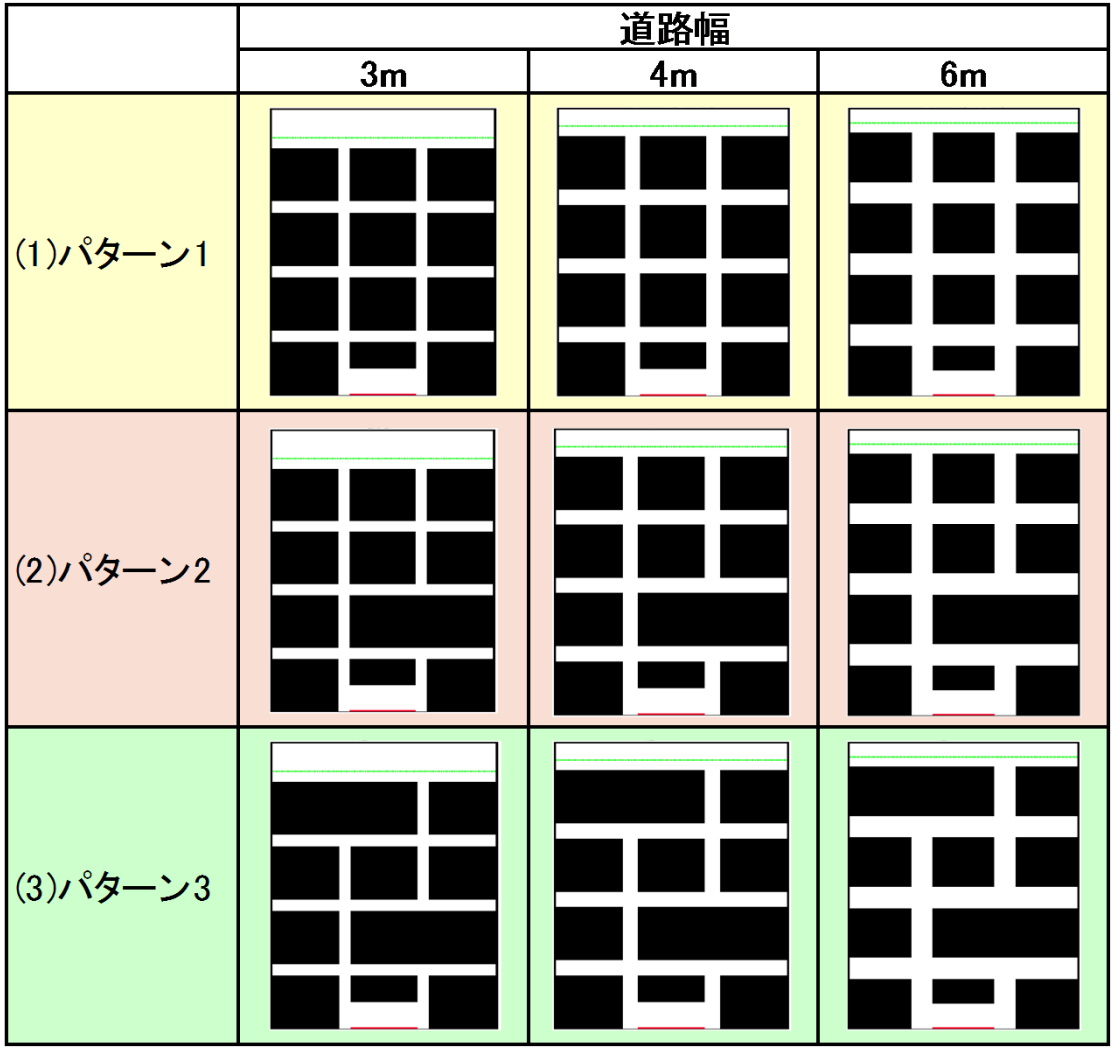
(2)パターン2

駅前から1本の道路が
真っ直ぐ整備されている。

(3)パターン3

真っ直ぐ整備された道路が
ない。

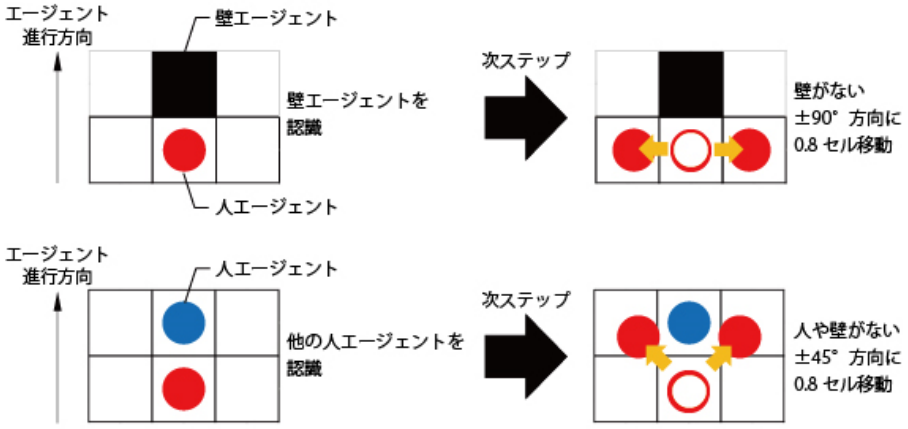
シミュレーションパターン

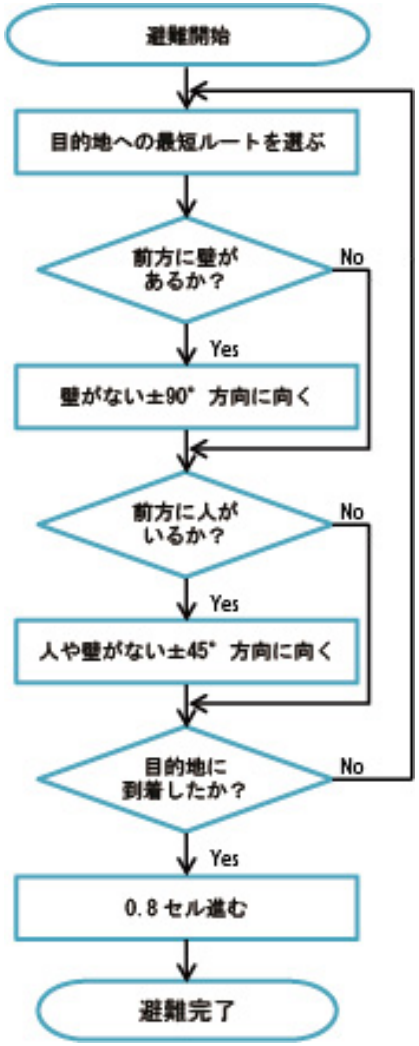


5.避難シミュレーションの構築

6.3 エージェント定義

人エージェント	避難者として、人エージェントを設定する。 人エージェントは駅から幹線道路まで最短ルートで向かう。 前方に壁エージェントがいる場合、壁がない±90° 方向に移動する。 前方に他の人エージェントがいる場合は人や壁がない±45° 方向に移動する。
壁エージェント	街区として、壁エージェントを設定する。
出口エージェント	幹線道路に出口エージェントを設定し、出口エージェントを通過した人数を計測する。
誘導エージェント	人エージェントを迷わず目的地に向かわせるために誘導する。



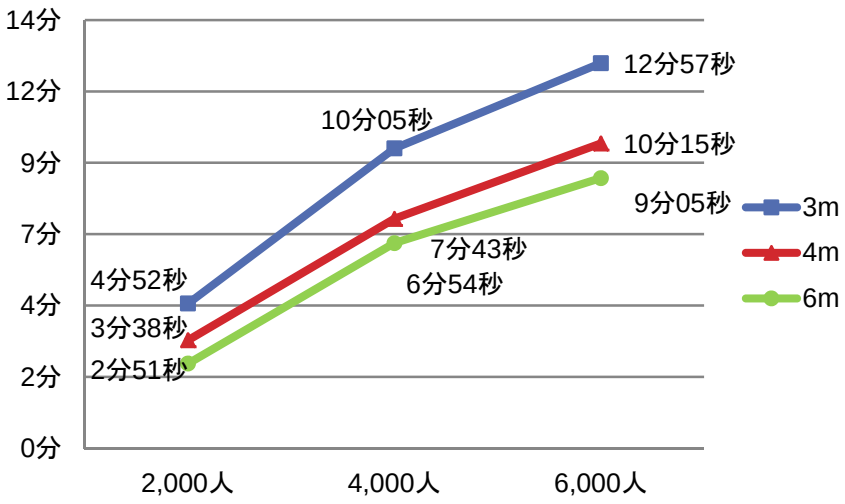


人エージェントの動き

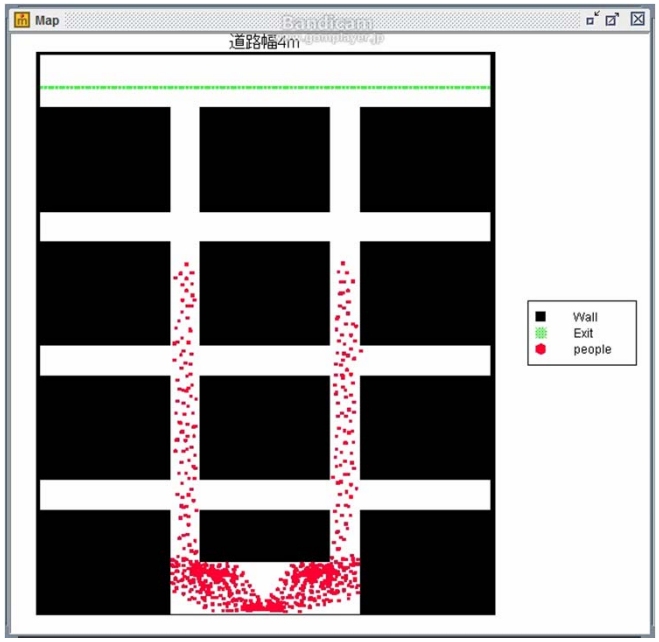
6.シミュレーション結果

7.1 パターン1

	道路幅	避難者数		
		2,000人	4,000人	6,000人
(1)パターン1	3m	4分52秒	10分5秒	12分57秒
	4m	3分38秒	7分43秒	10分15秒
	6m	2分51秒	6分54秒	9分5秒
(2)パターン2	3m	8分47秒	16分27秒	19分6秒
	4m	8分22秒	15分59秒	19分14秒
	6m	7分39秒	14分47秒	19分21秒
(3)パターン3	3m	13分0秒	25分19秒	38分11秒
	4m	11分57秒	22分47秒	34分17秒
	6m	10分36秒	20分13秒	29分33秒



パターン1における避難者数と避難完了時間



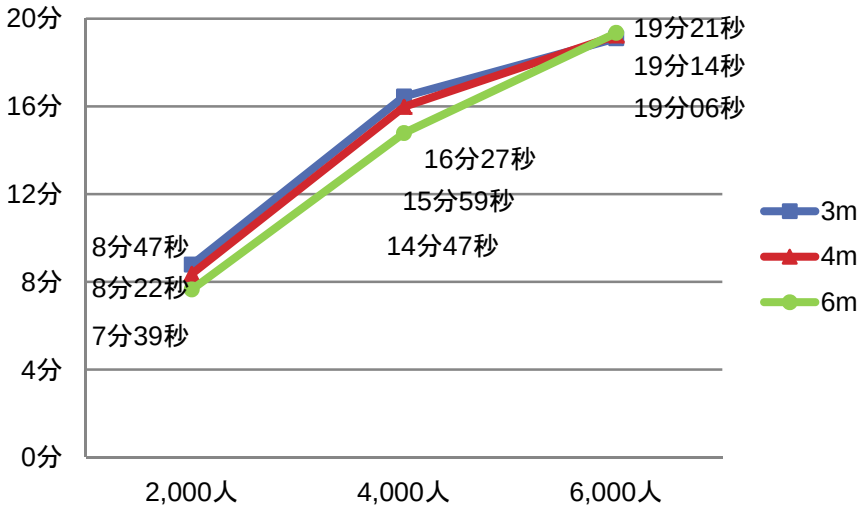
パターン1　道路幅4m、4000人

パターン1では、道路幅3mと4mでは避難完了時間の差が最大で約3分弱と比較的大きいのに対し、4mと6mでは差が最大で約1分と小さい。

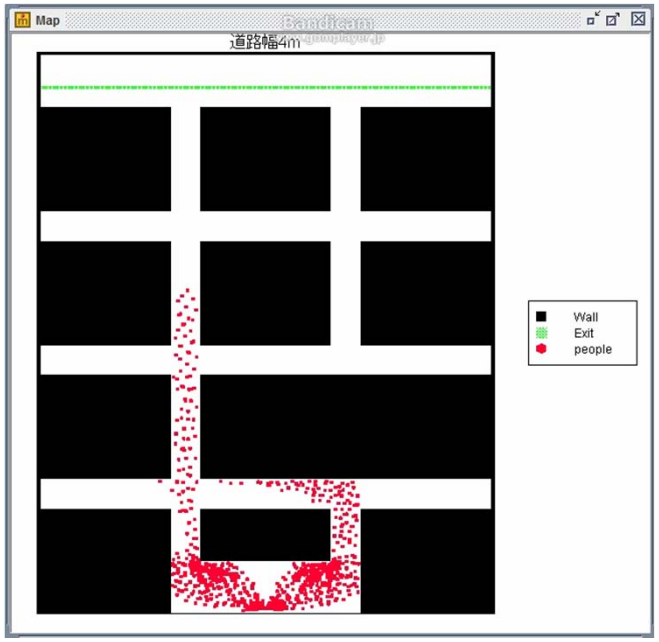
6.シミュレーション結果

7.2 パターン2

	道路幅	避難者数		
		2,000人	4,000人	6,000人
(1)パターン1	3m	4分52秒	10分5秒	12分57秒
	4m	3分38秒	7分43秒	10分15秒
	6m	2分51秒	6分54秒	9分5秒
(2)パターン2	3m	8分47秒	16分27秒	19分6秒
	4m	8分22秒	15分59秒	19分14秒
	6m	7分39秒	14分47秒	19分21秒
(3)パターン3	3m	13分0秒	25分19秒	38分11秒
	4m	11分57秒	22分47秒	34分17秒
	6m	10分36秒	20分13秒	29分33秒



パターン2における避難者数と避難完了時間



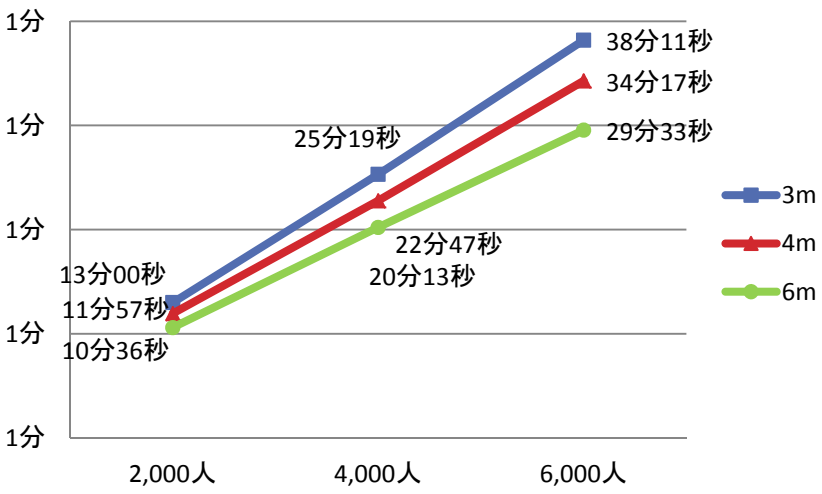
パターン2　道路幅4m、4000人

パターン2では、2000人、4000人、6000人のどの避難者数においても、幅員による避難完了時間の差が最大で約1分と小さいことが分かる。

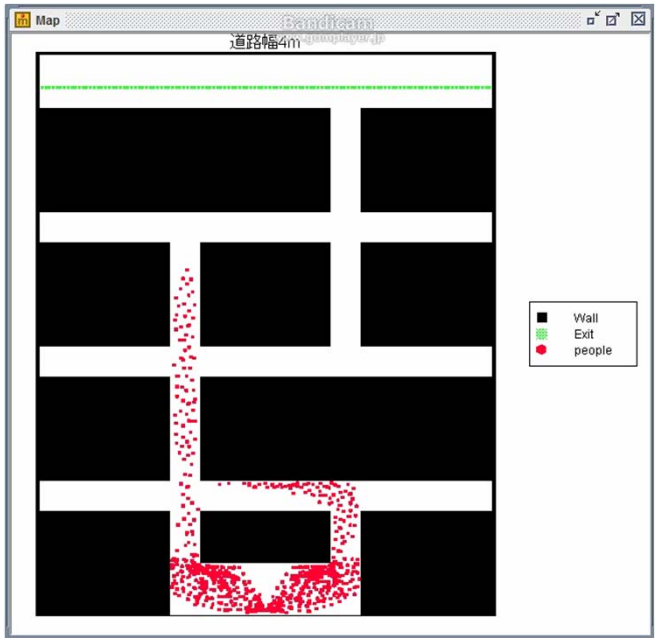
6.シミュレーション結果

7.3 パターン3

	道路幅	避難者数		
		2,000人	4,000人	6,000人
(1)パターン1	3m	4分52秒	10分5秒	12分57秒
	4m	3分38秒	7分43秒	10分15秒
	6m	2分51秒	6分54秒	9分5秒
(2)パターン2	3m	8分47秒	16分27秒	19分6秒
	4m	8分22秒	15分59秒	19分14秒
	6m	7分39秒	14分47秒	19分21秒
(3)パターン3	3m	13分0秒	25分19秒	38分11秒
	4m	11分57秒	22分47秒	34分17秒
	6m	10分36秒	20分13秒	29分33秒



パターン3における避難者数と避難完了時間



パターン3　道路幅4m、4000人

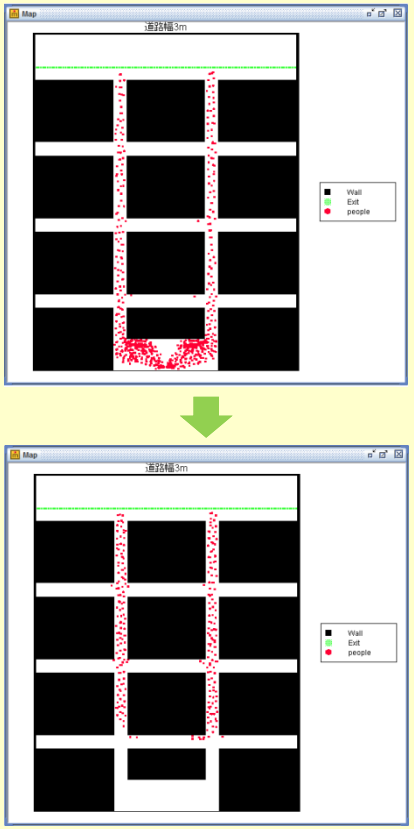
パターン3では、避難者数が増加すると幅員によって避難完了時間の差が広がる傾向にある。

6.シミュレーション結果

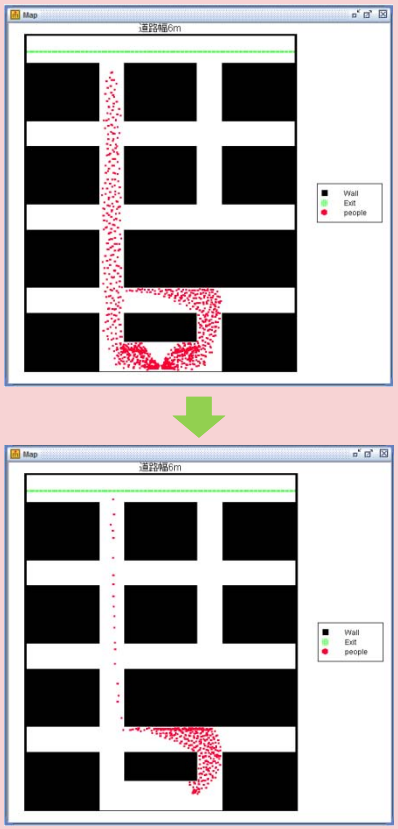
7.4パターン間の比較　(2000人)

1分後

4分後



パターン1　道路幅3m



パターン2　道路幅6m

パターン3　道路幅6m

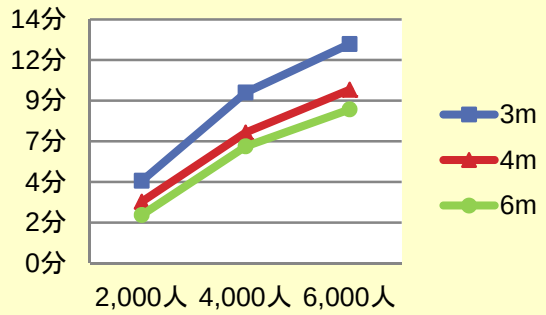
各避難者数において、パターン2、3よりパターン1のほうが避難完了時間が短い。パターン2、3で最短の避難完了時間である幅員6mの場合と、パターン1で最長避難完了時間である幅員3mの場合を比べても、パターン1の幅員3mほうが早く避難が完了する。

7.結論

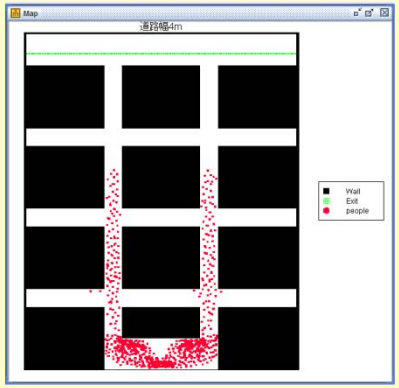
(1)パターン1のような駅から真っ直ぐ整備された道路が2本ある場合

道路幅員が狭い

➡ 避難完了時間が長くなる傾向。



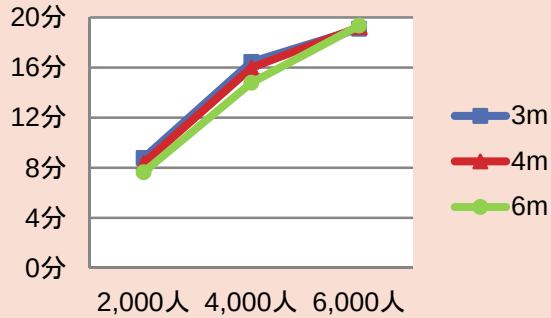
パターン1における避難者数と避難完了時間



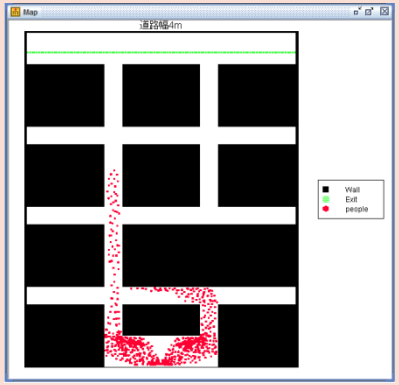
(2)パターン2のような駅から真っ直ぐ整備された道路が1本の場合

道路幅員による

避難完了時間の差はない。



パターン2における避難者数と避難完了時間

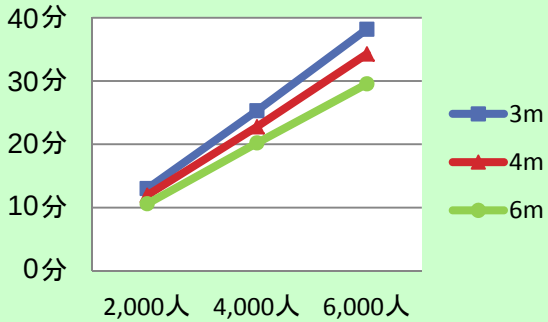


(3)パターン3のような駅から真っ直ぐ整備された道路がない場合

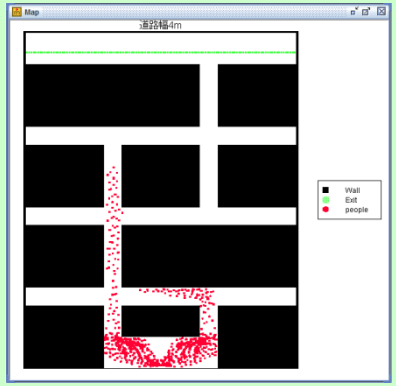
避難者数が増加

➡ 道路幅員が狭い方が

避難完了時間が長くなる傾向。



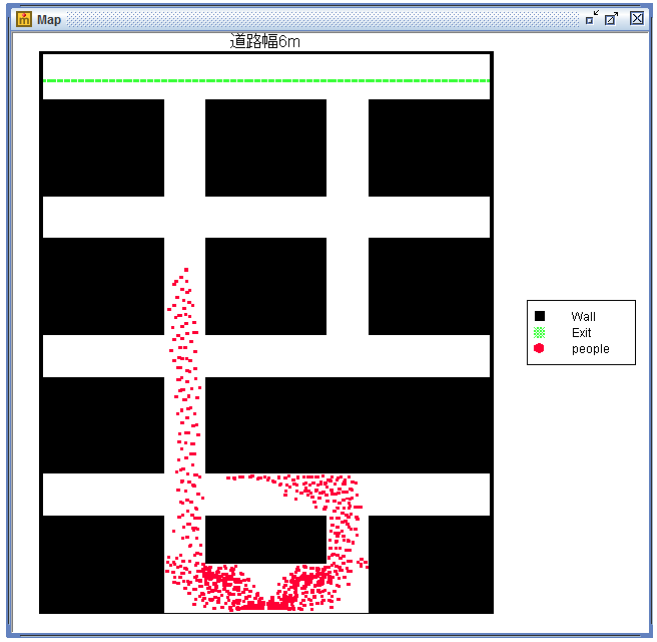
パターン3における避難者数と避難完了時間



7.結論

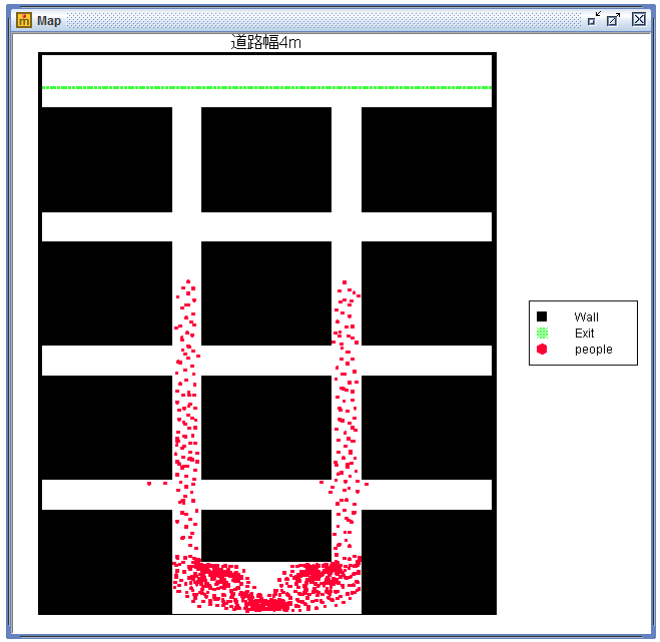
(4)地震時に利用可能な(閉鎖しない)避難路を確保する上では、

幅員6mの道路を1本確保するより、幅員4mの道路を複数整備する方が有効であることが示唆される。



パターン2（道路1本） 道路幅6m

避難完了時間　遅い



パターン1（道路2本） 道路幅4m

避難完了時間　早い