

平成23年度東邦大学理学部情報科学科卒業論文
東邦大学習志野キャンパスにおける地震災害時の
避難計画に関する研究

学籍番号 5508048

氏名 佐藤 直紀

要旨

2011年3月に発生した東日本大震災を契機として災害が発生した時の避難行動への関心が高まっている。本研究では身近な問題として、東邦大学習志野キャンパスを対象とし、避難計画を考えることを目的とする。研究にあたっては、マルチエージェントシステムを利用した。

目次

1.はじめに.....	3
1. 1 研究背景.....	3
1. 2 研究の目的.....	3
2. マルチエージェントシステム	4
2. 1 マルチエージェントシステムとは	4
2. 2 使用するシミュレータ	4
2. 2. 1 artisoc とは何か?	4
2. 2. 2 artisoc の特徴.....	5
2. 3 他に使用するもの	8
3. 研究内容.....	9
3. 1 はじめに	9
3. 2 プログラムの内容	9
3. 3 結果	13
3. 4 課題	17
4. おわりに	18

1. はじめに

1. 1 研究背景

2011年は3月に東日本大震災という記録的な大災害が発生した。その地震、または地震により発生した大きな津波等によって多くの被害をもたらし、また、現在もその影響を受けている人々がたくさんいる。被害が大きくなった要因の1つとして避難時の対応に問題があったという事もある。避難の対応の仕方で救われた命もあり、また、失われた命もたくさんある。そのことから避難の方法というものがとても重要なものだと改めて認識させられた。今まで災害時の避難や事前の備えというものが重要だという事は認識してはいたが危機感というものが足りなかった。今回の地震でこのような大きな災害というものが自分の身にもいつ起こってもおかしくなく、常日頃からいざという時のために備えておく必要があると感じた。

1. 2 研究の目的

本研究では、身近な対象として、東邦大学習志野キャンパスにおいて、地震が発生した際の適切な避難方法を提示することを目的とする。そのために、マルチエージェントシステムにおけるシミュレーションを利用することとした。マルチエージェントシステムを利用して東邦大学習志野キャンパスの理学部をモデルとした避難のシミュレーションプログラムを作成し、避難の経路によってどのように違うのかを比較する。モデルとして比較的講義を受けている生徒の数が多いと思われ、また避難経路の選択肢として階段が3通りある3号館を使用する。

最終的にどの程度の違いがあるのかを示す。

2. マルチエージェントシステム

2. 1 マルチエージェントシステムとは

複数のエージェントが相互作用する系。計算機科学分野で提示された概念の転用。社会システム科学では、多種体系と呼ばれることがある。[1]

2. 2 使用するシミュレータ

この研究ではシミュレータ「artisoc」を使用する。

2. 2. 1 artisoc とは何か？

サイト MAS コミュニティにて配布されている。
無料でダウンロードできるものもあるがそれはサンプルのプログラムを実行する事しかできないので、教育目的による無償貸与サービスを利用して artisoc を使用する。

MAS コミュニティによると artisoc は人間同士の相互作用をコンピュータ上で誰もが簡単に再現することができ、ダイナミックに変化する社会現象を生きたまま分析できるマルチエージェント・シミュレータである。

そして以下、サイト 学術創成プロジェクト(2011)から引用

「気楽にモデルを作り、走らせ、その結果を見てみる。そんな環境を得るために開発されたのが汎用シミュレータ artisoc です。」

つまりシミュレーションプログラムの経験がない私でも気軽にシミュレーション

ンプログラムを作成できる。この artisoc は 594 の大学・研究機関と企業で利用されている。また artisoc を利用した研究の例として避難に関する研究がいくつか出てきた事もあり、卒業研究に使用するのにうってつけのシミュレータだと感じ、artisoc を使用することにした。

2. 2. 2 artisoc の特徴

MAS コミュニティによると

- ・エージェントの空間移動やエージェント集合を操作する組み込み関数がある
- ・ネットワーク図や関係図を簡単に出力できる
- ・複数モデルによる同時実行、分散実行ができる
- ・マルチエージェント・シミュレーションのためのモデルが容易に作ることができる。
- ・シミュレーションの実行の過程をリアルタイムで観察できる。

また、“人工社会構築指南 artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門”によると実際シミュレーションを行ってみるには次のプロセスが必要である。

- (1) シミュレーションするためのモデルを作成する
- (2) モデルを実際に動かす
- (3) 実行の過程、結果を見る

そしてこれらには次のような対応する準備が必要である。

- (1) モデルの枠組み（土台）の設定
- (2) シミュレーションを実行させる環境の設定
- (3) 実行過程を見るための出力表示の設定

これらの作業を行い実際にマルチエージェント・シミュレーションを行ってみるのは大変だが、artisoc は、モデルが簡単に作れるだけでなく、実行ボタンさえ押せばシミュレーションが実行される。

これらを踏まえるとシミュレーション初心者にもやさしいシミュレータであるということが考えられる。

またプログラミング言語は artisoc 専用のオリジナルな言語である。ただし、Visual Basic に似ている言語である。

Artisoc は書かれたプログラムを一番下の行まで実行し、それを 1 ステップとする。

そしてそのステップを繰り返しつづける。

次ページにおける図 2-1 はエージェントを 1 ずつ移動させるプログラムの例である。

ここでいう 1 とは空間の大きさを 50×50 と設定した場合、それに対応する 1 である。最も左下から真横、または真上に動き続けると 50 ステップ後に右端、または上端に着くという意味である。

また、図 2-2 は artisoc のプログラム作成画面である

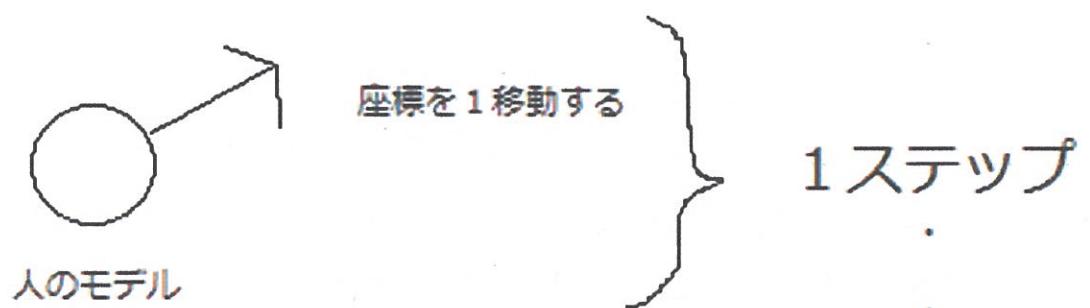


図 2-1 エージェントを 1 ずつ移動させる例

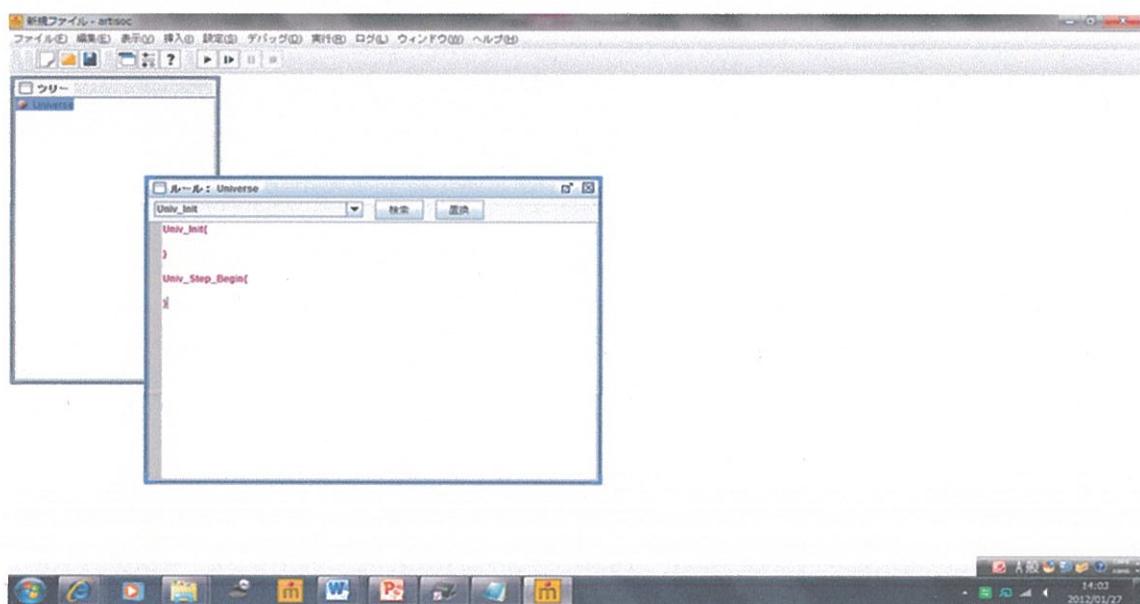


図 2-2 プログラム作成画面

2. 3 他に使用するもの

実際にモデルとする東邦大学習志野キャンパスの理学部 3 号館の 2 階の地図を参考にする。参考にしてプログラムで作成したものを図 2-3 に示す。

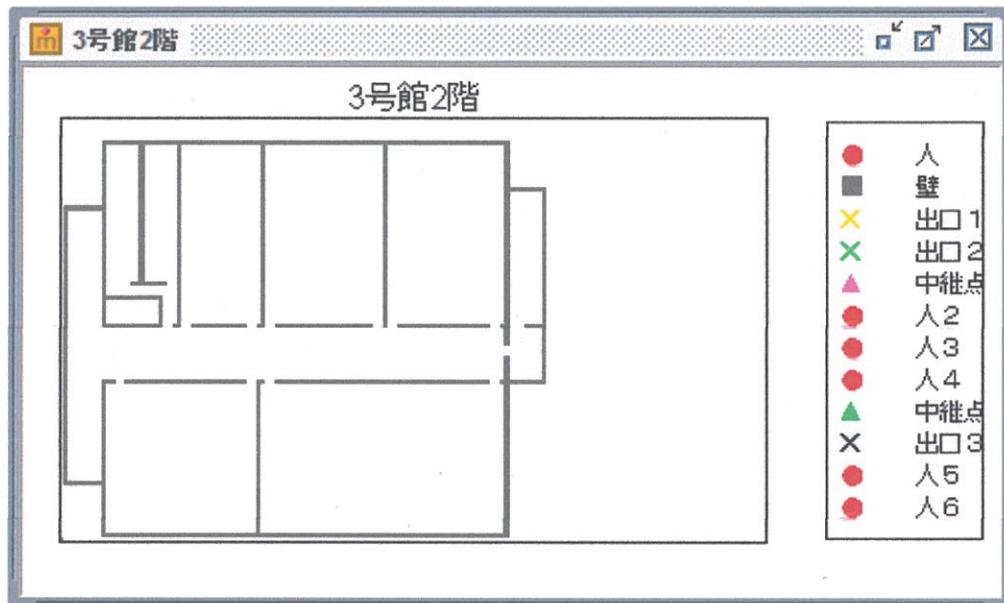


図 2-3 プログラムで作成した地図

3. 研究内容

3. 1 はじめに

避難の経路の違いによっての比較をするのだが、具体的にどのようなものか
というと、人が混んでいれば当然避難の速度は遅くなる。

そして狭いところを多くの人がいっぺんに通ろうとすればかえって時間がかかる
はずである。校内であれば階段は1箇所ではない。

同じところを全員で通るよりもいくつかの避難経路を人数を分散させて避難す
れば速くなると考えた。そして自分が今いる位置から近い通路を利用した方が
基本的には早く避難できるだろう。そこでシミュレーションプログラムを利用して
して実際にどのくらいの変化があるのか調べようと思う。そのために各部屋
に適当に人のエージェントを配置し、皆同じ避難経路を通る場合と、分散さ
せて避難させた場合のプログラムを作成して比較をしようと思う。

3. 2 プログラムの内容

まずははじめに空間を作成する。

空間は連続空間表現である。

連続空間表現とは2次元座標により、エージェントが行動する空間を表現する
方法である。エージェントの位置は座標上に表わされるとともに、速度方向は
ベクトル表現される。

空間の大きさはx軸、y軸それぞれ 150×90 とした。

学内の壁はエージェントとして1つずつ配置していく、地図を作る。

エージェントの位置はx軸、y軸で指定する。

また同様にして、人のエージェントの配置も1部屋ずつ打ち込んでいきエージ

エントを配置する。

東邦大学理学部 3 号館の地図を参考に廊下の長さや部屋の広さ等を測り、それをもとにエクセルにエージェントを配置する位置を打ち込んだファイルを作成し、読み込ませることで artisoc 内で地図のとおりに壁になるエージェントが配置される。

プログラムのソースの一部

```
Agt_Init{
    My.flag = 1
}

Agt_Step{
    .
    .
}

//目標エージェントに向かって移動
Dim 中継点 3 As AgtSet
Dim one1 As Agt

MakeAgtSet(中継点 3, Universe.3号館 2階.中継点 3)
one1 = GetAgt(中継点 3, 0)

if My.flag == 1 then
    Pursue(one1, 1)
```

```
if (My.X==12.5 and My.Y==33) Then  
    My.flag=2  
End if  
End if
```

Artisoc のプログラムは大まかに Agt_Init{} と Agt_Step{} の 2 つがある。

Agt_Init{} は最初に 1 回だけ実行されるルールである。

Agt_Step{} は毎ステップ実行されるルールである。

移動の方法については[5][6]を参考にして避難者の歩行速度を次の通りに設定した。

- ・水平路歩行速度 : 1.0m/秒
- ・下り階段歩行速度 : 0.6m/秒

まず、計算式を利用しての移動のプログラムを作成しようと考えたが、部屋を出てから廊下を渡り階段までをなるべく最短距離で進むというプログラムは参考資料が見つからず、考え付くことが出来なかつたために、断念をした。そこで比較的簡単になってしまふが、そこで、図 3-1 のように中継点を置き、そこを経由して階段へと誘導するプログラムを作成することにした。

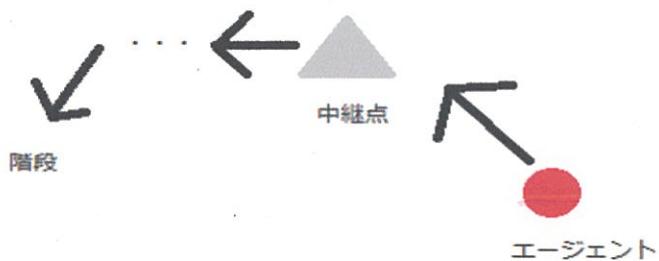


図 3－1 移動の仕組み

Pursue(A,B)という関数は A のエージェントに向かって B 座標移動するという関数である。

そして、移動の際の条件として変数 flag を利用する。

初めは flag に 1 を代入して設定しており、人のエージェントが中継点の座標に着いたときに flag に 2、3 を代入して変数を変えていき移動の条件を指定する。また、全てのエージェントが移動を終えたら自動的にシミュレーションを終了し、その際に何ステップ実行したかを表示するようにした。

3. 3 結果

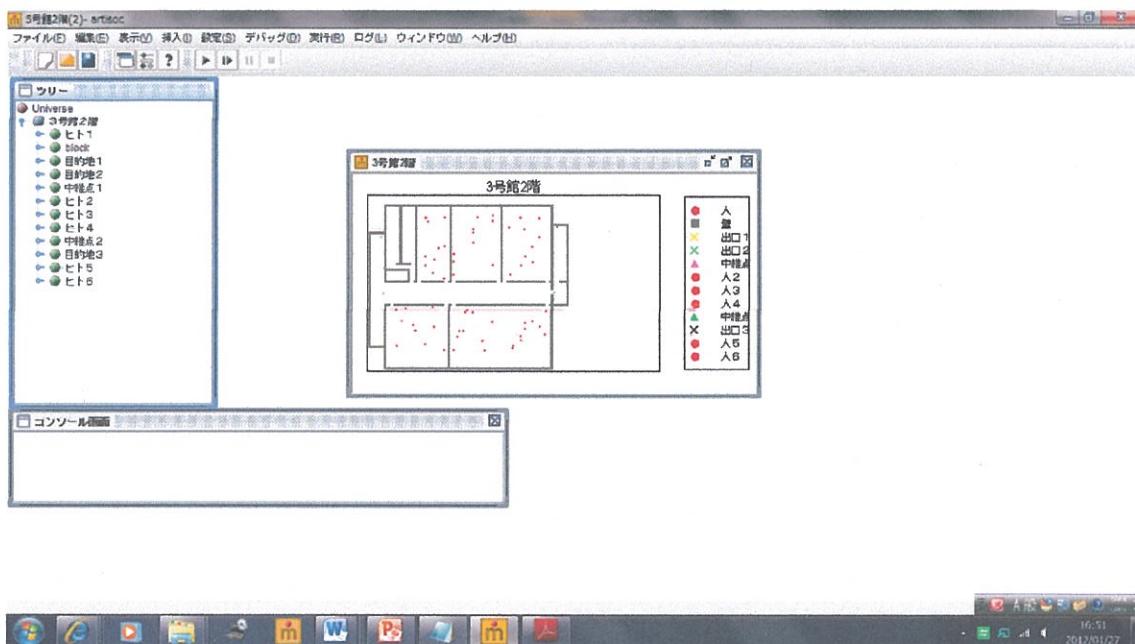


図 3－2 実行画面（全体）

図 3－2 は artisoc で作成したプログラムの開始直後の図である。

シミュレーションの部分を拡大したものが下図 3－3 である。

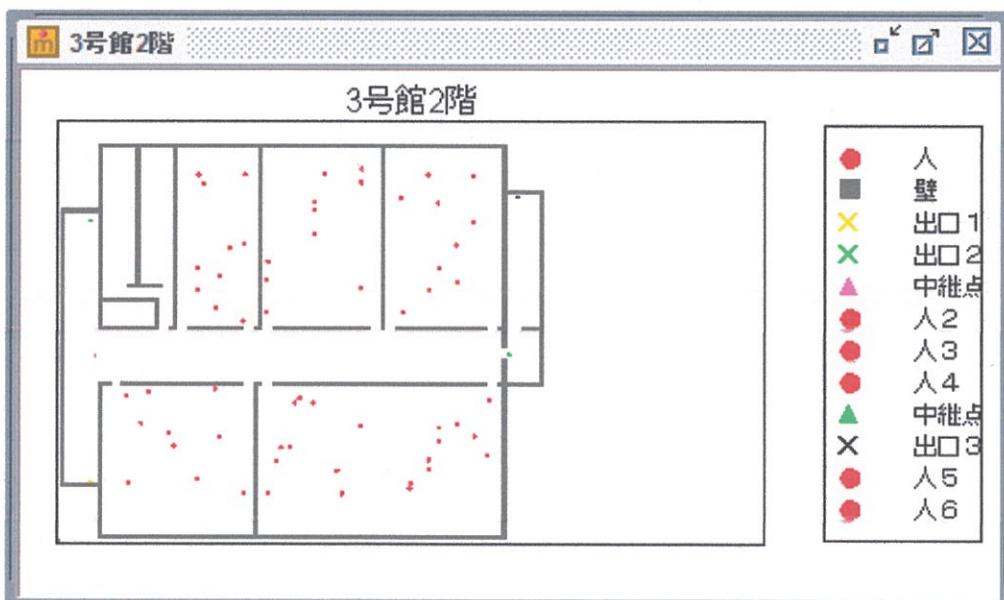


図 3－3 実行画面（拡大） 1

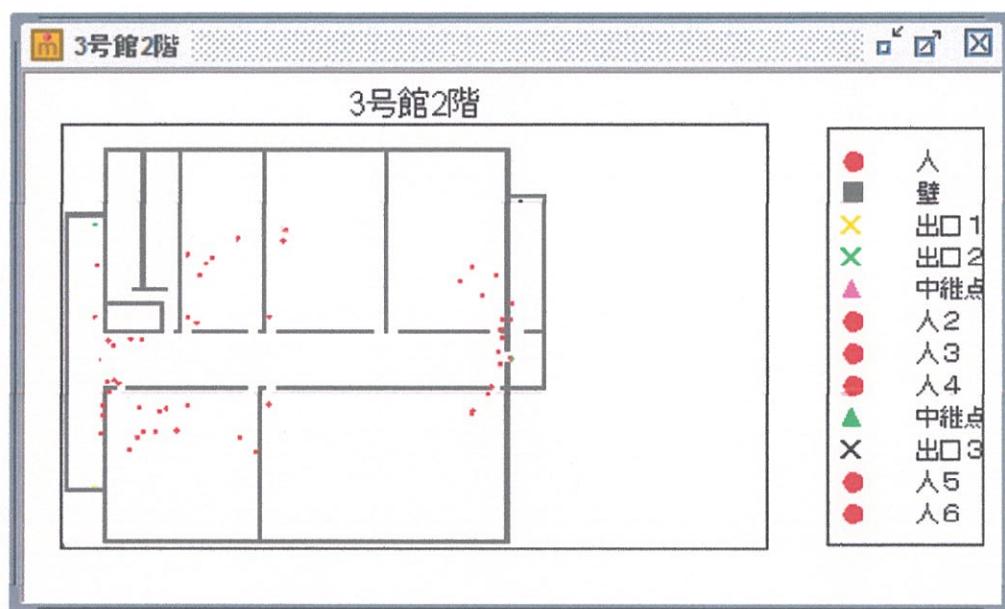


図3-4 実行画面（拡大）2

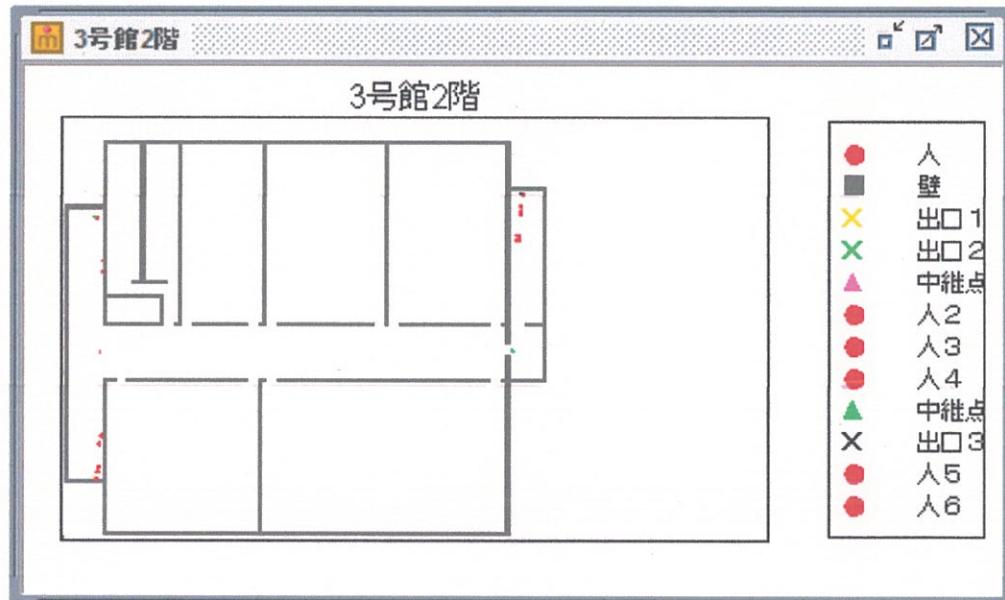


図3-5 実行画面（拡大）3

そして図3-4、図3-5というように部屋から階段へと向かうようにエージェントを動かすことが出来た。これは左右の階段に分散させて避難をした場合の図である。

今回 3 パターンのプログラムを作成した。

その結果、左右の階段に分散させて避難をすると全てのエージェントが移動を終えるまで 121 ステップかかった。

そして全てのエージェントを左側の階段から避難させようとした場合、140 ステップ、150 ステップとかかった。

また、次の図 3-6、図 3-7 は左側の階段から避難させようとした場合である。何が違うのかというと右下の教室から出る際の出口がそれぞれ違うのである。

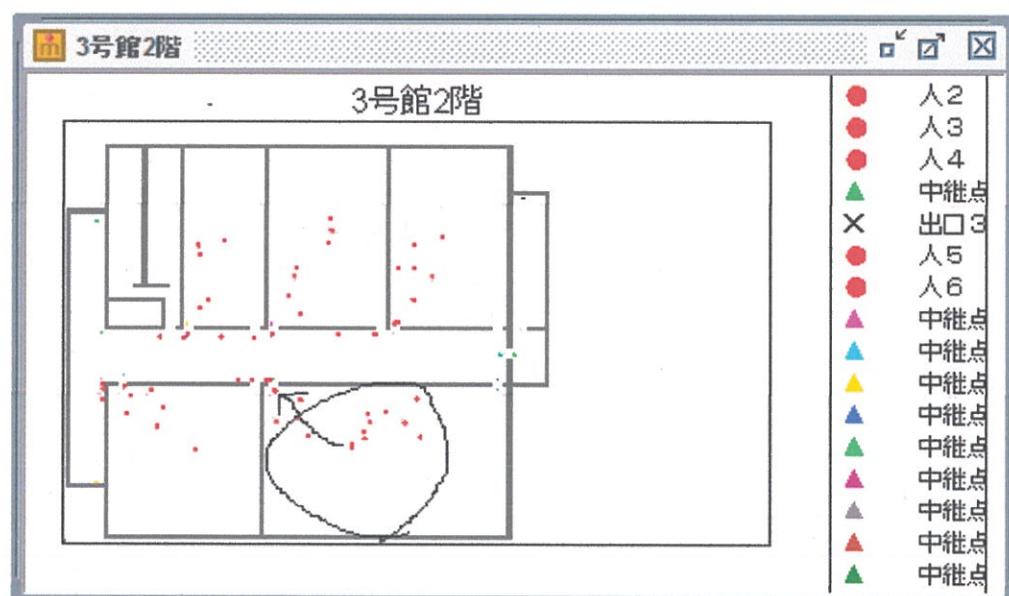


図 3-6 実行画面（別のパターン 1）

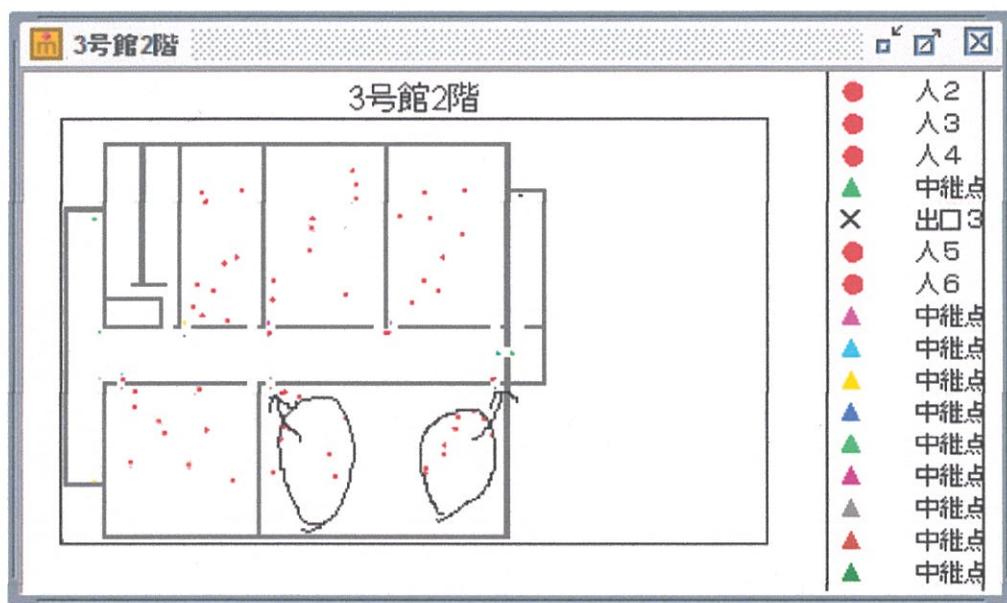


図 3－7 (別のパターン 2)

図 3－6 は 140 ステップ、図 3－7 は 150 ステップがかかった。

ちなみに壁のエージェント 3 つで約 1 m と考えると、121 ステップは約 40 秒、

140 ステップ、150 ステップはそれぞれ約 46 秒、約 50 秒と考えられる。

差が大きいもので 10 秒というのは思ったよりも差が少ないと感じた。しかし、

災害時の避難というものは 1 秒 1 秒が大事なのでこの違いが得られたのは良かったと感じる。

3. 4 課題

この卒業研究では時間の都合や自分の実力不足により多くの課題が見つかつた。それは以下のとおりである。

- ・避難の方法として救助袋等を使用する場合を取り入れることができなかつたので避難として不十分のものとなってしまった。
- ・実際地震が起きた場合、階段などが崩れてその時々に使用できなくなる通路が出てくることをシミュレーションに組み込むことができなく、その時々によつての避難のシミュレーション結果が出しが出来なかつた。
- ・避難をする経路の途中に通過点を置いて条件を利用しての階段まで人のエージェントを導くという、非常にプログラムとしては単純で簡単なものになつてしまつた。全体的に見ると現実でと比較するとかなりの誤差があるものと考えられるものになつてしまつた。
- ・あたり判定が所々うまくいかずそのままになつてしまつた。

4. おわりに

今回初めてシミュレーションプログラムを作成することとなったが、とても苦戦をした。特に artisoc は 1 ステップごとにはじめからプログラムを処理するので、条件式を使うときは変数が毎回初期化されてしまい上手くいかないことがとても多かった。条件式をうまく利用するために工夫をすること必要で時間がかかってしまった。また、1つ1つのエラー解消することにも時間がかかってしまい納得のできるものをつくることが出来なかつたのが心残りである。シミュレーションは起こるであろうことをすべてあらかじめ予測して対応できるようプログラムに組み込んでいなければ実用としては向かないという事で難しさを感じた。

今回、満足ができるものが出来たとは言えないがこの機会がなければ避難について調べようとも思わなかつただろう。とてもいい経験になったのではないかと思う。この経験をこの先の経験に活かしたいと思う。

参考文献・U R L

- [1] 兼田敏之, 服部正太：“artisoc で始める歩行者エージェントシミュレーション 原理・方法論から安全・賑わい空間のデザイン・マネジメントまで”, 構造計画研究(2010)
- [2] 山影進, 早山隆邦：“人工社会構築指南 artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門”, 書籍工房早山 (2007)
- [3] MAS コミュニティ,<http://mas.kke.co.jp>(2011)
- [4] 学術創成プロジェクト,<http://citrus.c.u-tokyo.ac.jp/mas/index.htm>(2011)
- [5] 建設省告示 第 1442 号 全館避難安全検証法,
<http://www.nbcom.co.jp/Evacuation/Hinan/kokuji/build/kokuji1442.shtml>
(2011)
- [6] 火災避難シミュレーションを活用した課題の分析,
http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-yobouka/fukugouterminalanzen/2303_6.pdf
(2011)