

## マルチエージェントシミュレーションのための 震災避難時の交通行動ルール構築に関する研究

A Study on Constructing Rule of Traffic Behaviors in Seismic Evacuation for Multi-Agent Simulation

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 根岸 祥人 (Akihito NEGISHI)  
 北海道大学大学院工学研究科 フェロウ 加賀屋 誠一 (Seiichi KAGAYA)  
 北海道大学大学院工学研究科 正員 内田 賢悦 (Ken-etsu UCHIDA)  
 北海道大学大学院工学研究科 正員 萩原 亨 (Toru HAGIWARA)

### 1. はじめに

阪神・淡路大震災の発生以後、都市の防災において、大地震が発生した際の被害をどのように軽減させるかということが重要な課題となっている。都市において大地震が発生し、多くの人々が一斉に避難する場合、人々は個々に考え、判断し、異なる動きをし、かつ相互に影響を与えあうものと考えられる。このため、避難行動が全体としてどのようになるかということ、個人の動きから単純に確率的に知ることは難しい。そのような創造性を検討する新しい手法として、マルチエージェントシミュレーションが注目されている。

このマルチエージェントシミュレーションを用いた、避難行動シミュレーションの作成が本研究室にて昨年行われた。この研究では、「追従性」と「避難所の場所を知っているかどうか」という2つのパラメータによるエージェントの行動の変化のシミュレーションを行い、避難に要した時間を結果として、いくつかの代替案評価を行った。その結果、「他の人に追従する」と「避難所の場所を知らない」ということが相乗的に作用して、避難を遅らせるという結果が得られた。しかしながら、この研究では、実際の人はこのような行動規範で避難するのか、避難行動に影響を与える人間の特性がまだ他にもあるのではないかと、という点が課題となっている。また、他の既存研究においても、仮想的な条件を元に作成しているシミュレーションを、どのように現実的なものに適応できるようにするか<sup>2)</sup>ということや、実験などで得られた結果を、どのようにシミュレーションに反映していくか<sup>3)</sup>ということが大きな課題となっている。

これらの背景をふまえ、本研究では、震災避難時における人の適切な行動ルールの構築を行い、それらに基づいた避難シミュレーションモデルを構築することを目的とする。

### 2. マルチエージェントシミュレーション

自立的に決定した行動計画（戦略）に基づき、自己の利益を追求する活動主体のことをエージェント、そしてそれらが双方向的な相互関係を持って集まった集合体のことをマルチエージェントという。ある環境をコンピュータ上に設定し、このマルチエージェントのシミュレーションを行うのが「マルチエージェントシミュレーション」である。

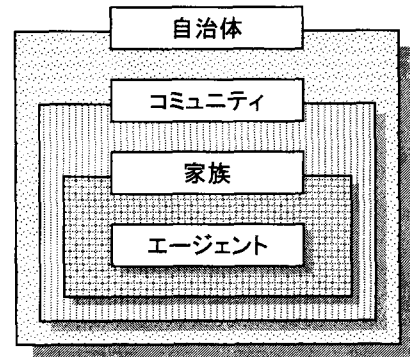


図1 エージェントの属する社会の概念図

ン」である。

マルチエージェントシミュレーションでは、エージェントが一般的にどのような相互作用をするのかを指定するが、個々のエージェントが他のエージェントと具体的に相互作用をする仕方については指定しない。また、環境とエージェントについての基本的な構造は指定するものの、相互作用はコンピュータが勝手に実行していく。これらの点がマルチエージェントシミュレーションの大きな特徴である。

### 3. 避難者エージェントの行動ルールの構築

#### 3.1 シミュレーション環境の設定

本研究で扱うシミュレーションは、震災時における避難行動についてのシミュレーションである。阪神・淡路大震災のような直下型の地震が起きた場合、市街地では同時多発的に火災が発生する恐れがある。本研究ではそのような場合を想定し、人々が避難所へ向けて避難をするシミュレーションモデルを作成した。

エージェントは図1のような社会の中におかれているものとする。エージェントは家族・コミュニティ・自治体の構成員として存在し、それぞれの集団に所属する他のエージェントと相互作用を持ちながら行動する。相互作用には直接的な相互作用と間接的な相互作用が存在するものとする。直接的な相互作用としては、①情報の伝達②他のエージェントへの追従③他のエージェントをリードする、という3項目を考える。また、間接的な相互作用として、混雑による移動の障害を考える。

シミュレーションは図2で示す地図上で行われる。この地図は、札幌市北区役所周辺の実際の地図を元に作成した。エージェントはこの地図上の道を移動し、避難所の入口へ行くことを目的とする。

### 3.2 エージェントの行動ルール

まず、シミュレーションの進行の大きな流れについて説明する。シミュレーションは、ある単位時間を1ステップとして、これを繰り返すことで進行していく。また、この繰り返しのステップの前に、初期条件などを設定するために1度だけ実行されるステップが存在する。

このようなシミュレーションの流れに基づき、エージェントの行動ルールを設定する。図3はエージェントの行動の流れを示している。まず、エージェントの初期行動として、大きな揺れの地震が発生したことにより、突発的に家などから外へ出てしまうかどうかを考える。初期条件としてこの行動を最初のステップに実行する。

次に、各ステップで繰り返し行われる行動のルールについて考える。エージェントはまず情報の更新を行う。家族やコミュニティの他のエージェントとコミュニケーションや、テレビやラジオなどのマスメディアや広報車などの情報提供によって、情報の更新を行う。

そして、エージェントは更新された情報を元に行動を決定する。図4はその判断の流れを示している。まず、エージェントは「自分の判断で行動するか」「他のエージェントに追従するか」を決める。「他のエージェントに追従する」場合は、どのエージェントの行動に従うかを判断する。一方、「自分の判断で行動する」場合は、「避難するか」「待機するか」「一人で行動するか」「他のエージェントをリードして行動するか」を判断する。さらに、家族や近所の人など、どのエージェントをリードするかを決める。さらに、避難の手段として徒歩で避難するか、自動車を利用するかを考えるものとする。そして、もし避難をする場合には、避難所に向けて移動を行う。

この行動をステップ毎に繰り返し行い、避難所に到着したときに避難を終了するものとする。なお、この行動ルールは全てのエージェントに設定される。

### 3.3 行動ルールの把握

3.2 であげた行動ルールは、人の年齢や地震に対する経験など、個人の特性によって判断の基準が異なるものと考えられる。また、情報を得るために利用する手段も、個人によって異なるものと考えられる。そこで本研究では、エージェントの避難行動ルールを作成するためにアンケート調査を行った。このアンケート結果を、個人属性や行動などによって、いくつかのパターンに類型化した。このパターンを元にエージェントの具体的な行動ルールの作成を行った。

## 4. おわりに

本研究では、震災避難時における交通行動ルールの構築を行った。これらの具体的なモデルやシミュレーション結果等については、講演時に示す事にする。

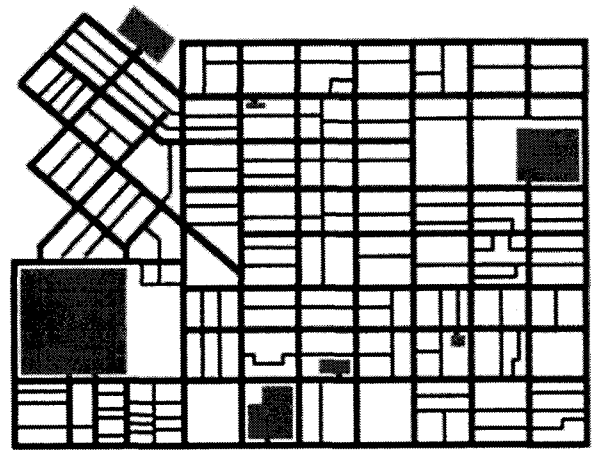


図2 シミュレーションを行う地図

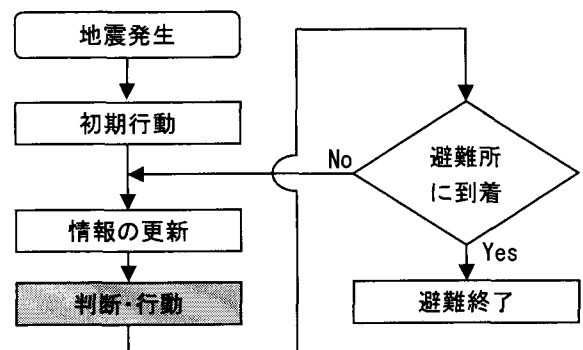


図3 エージェントの行動の流れ

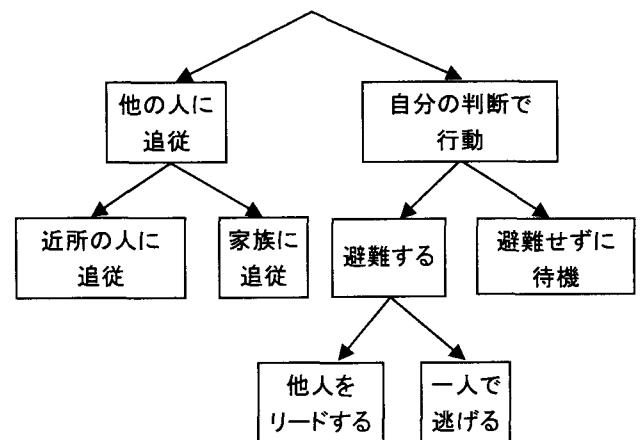


図4 エージェントの行動規範ツリー

### 参考文献

- 1) 根岸祥人：マルチエージェントシミュレーションを用いた震災時避難の交通行動に関する研究、第28回土木計画学研究発表会・講演集(151)、2003
- 2) 新井健 他：災害弱者を考慮したマルチエージェント避難シミュレーションモデル、第3回KKMASコンペティション論文集 pp117-125、2003
- 3) 安倉潤 古山哲康 他：マルチエージェントシステムによる歩行者の避難行動シミュレーション、日本大工学部工学部学術講演会論文集 Ja39・Ja40、2003