

マルチエージェントシミュレーションによる

札幌市での想定震災時の帰宅行動に関する研究

A Study on Civilian Return Trips during a Hypothetical Earthquake in Sapporo using Multi-agent simulation

北海道大学大学院 ○学生員 石黒 裕佳子(Ishiguro Yukako)

北海道大学大学院 フェロー 加賀屋 誠一(Kagaya Seiichi)

北海道大学大学院 正会員 萩原 亨(Hagiwara Toru)

北海道大学大学院 正会員 内田 賢悦(Uchida Kennetsu)

1. はじめに

日本は地震の頻発地域であり、札幌市も例外ではなく、大地震が起きる可能性がある。その中で、多くの人々が外出している平日の午後に大地震が発生した場合、電車、地下鉄、バス等の公共交通機関が不通になり、また道路の破壊により車での移動が困難になる事態も想定される。この状況下でも、多くの人々が帰宅しようとする事が考えられる。自動車を利用し外出している人が車で帰宅しようとした場合、道路の破壊による途絶等により大規模な渋滞が予想され、帰宅を希望する多くの人々は徒歩での帰宅を強いられる。しかし現在札幌市では、災害時外出先で被災した人々の帰宅に対する具体的な呼びかけや、対策は取られていない。

そこで本研究では札幌市を対象とし、都心部である中央区に他の区から外出している人々が、大地震災害時に徒歩で帰宅する様子をアンケート調査の結果をもとにシミュレーションにより再現する。その結果、どのような問題が発生するかを明らかにし、どのような対策やサポートが必要とされるかを提案する。

2. 対象地域と想定する状況

本研究での対象地域と想定条件については、札幌市の「地域防災計画地震災害対策編」及び、平成19年に調査が行われた「第4回道央都市圏パーソントリップ調査」の結果を元に設定した。地域防災計画で札幌市では、直下型地震により最大で震度6強の揺れに見舞われることを想定し、道路、橋梁被害が被害分布図や液状化危険区域等として示されている。またパーソントリップ調査結果から、札幌市の各区から中央区へ外出している、時間帯ごとの人数を推定した。その結果、対象地域を札幌市の中心部である中央区の一部と、道路の被害が比較的大きく、中央区への外出者の多い、北区、東区とし、北区、東区に住む人々の帰宅行動を考える。

また、状況は最悪の状況を想定する。具体的には、発生地震は、札幌市の想定地震の中でも、都心部の被害が最大となる直下型地震「中央区最大被害モデル」とする。また発生時間はパーソントリップ調査結果から、帰宅者数が最大となる午後6時とし、時期は路面に積雪がある

12月～2月の冬期とした。さらに、公共交通機関はすべて不通とし、帰宅者は全員、徒歩により札幌市の定める緊急輸送路を通して帰宅するものとする。

3. シミュレーション

3.1 マルチエージェントシミュレーション

これまでも、災害時の避難行動シミュレーション等においてマルチエージェントシミュレーション(MAS)が多用されているが、めまぐるしく変化する環境の中で刻々と更新されていく周囲の情報を取得し、個々(各エージェント)の判断に基づいて行動ルールを決定する状況を再現する上で、MASの適用は有効であると考えられる。このため本研究においてもMASを用いることとする。

3.2 シミュレーション概要

図-1にシミュレーションで利用する対象地域の地図を示す。地図、下部中央の四角のエリアが札幌市の中心部にあたり、エージェントの発生地点となる。エージェントはこのエリアのランダムな地点から発生し、選択した交差点へと最短距離で移動する。に地図上には緊急輸送路をシミュレーションに適するように、簡略化したものを示した。この道路に沿い、帰宅者は交差点ごとに経路選択を繰り返し目的地へと向かう。目的地へと向かう歩行速度は、佐藤ら¹⁾の年齢別の筋力に基づき求められたものから、細川ら²⁾の実験結果から積雪時の歩行速度は平常時から2割減るとして設定した。

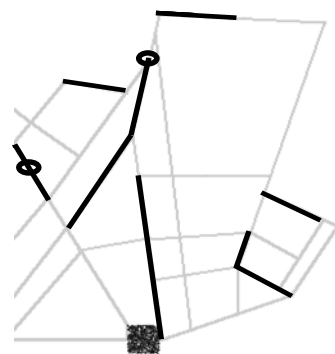


図-1 シミュレーション利用地図

4. アンケート調査

4.1 調査目的と概要

震災時の人々の帰宅行動は、年齢や外出目的、災害時の帰宅に対する考え方により異なると考えられる。そこで本研究では、アンケート調査により人々の属性や考え方を把握し、災害時の帰宅行動シミュレーションモデルを構築する。表-1にアンケート調査の概要を示す。

4.2 アンケート調査結果

アンケート調査の回答のうち、平日午後6時に中央区にいるものは190部だった。この190部の回答を対象として利用する。図-2に回答者の年齢別割合を示す。また、表-2にエージェントの属性となる項目の年齢別割合を示す。属性となる項目のうち「周辺の人との行動」では、帰宅方向が同じ人と出会った際、出会った人を連れて行く人は「リード」、ついていく人は「追従」、共に行動する人は「情報交換」、一人で帰宅する人は「単独」とした。これらをエージェントの初期値として与える。

5. 帰宅行動シミュレーション

図-3にエージェントの行動フローを示す。エージェントは、表-2に示したそれぞれの属性に基づき行動する。また、経路選択については交差点ごとに行う。帰宅地に到着したエージェントは地図上から消える。エージェント数については、午後6時の中央区へ外出している人数をパーソントリップ調査の結果から推定し、用いている。

6. 評価方法

評価方法については、シミュレーションの中で帰宅途中にあるエージェントの人数をカウントし、一定時間後に目的地（帰宅地）に到着していないエージェントの数を把握する。また、アンケート調査に基づいた現状での発生しうる状況の再現だけでなく、エージェントの属性の割合を変化させながらシミュレーションを行い、災害時に外出者の取るべき最良の行動を探る。

7. 今後の展望と課題

現在、エージェントの帰宅行動ルールのプログラムを構築中である。この作業に並行して地図上の道路に、被害状況、道路の特性などを加え、エージェントの行動に反映させる。結果については、発表時に示すことにする。

表-1 アンケート調査の概要

調査日時	2007年12月11日(火)・13日(木)
調査対象	中央区への外出者
配布方法	手渡し、郵送回収
調査場所	地下鉄大通り駅周辺交差点 500部
配布数	JR札幌駅周辺交差点 500部
回収数	224部 (12月20日現在)
有効回答数	217部
主な質問項目	個人属性、災害対策 災害時の帰宅行動(帰宅判断、経路選択、複数または単独行動)

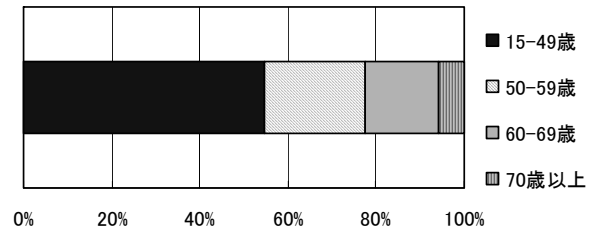


図-2 回答者の年齢別割合

表-2 エージェントの属性項目年齢別割合

	歩行速度(km/h)	来街目的%		
		通勤通学	買い物先	移動中
15-49歳	3.2	64.4	9.6	26.0
50-59歳	2.7	37.2	23.3	39.5
60-69歳	2.3	28.1	28.1	43.8
70歳以上	2	0.0	45.5	54.5

帰宅判断%			
すぐに帰宅	時間が経ってから帰宅	動かない	避難所へ
41.3	27.9	17.3	13.5
51.2	23.2	16.3	9.3
53.1	25.0	6.3	15.6
36.4	36.4	9.1	18.1

帰宅経験・道の知識%		周辺の人との行動%			
あり	なし	リード	追従	情報交換	単独
53.9	46.1	7.9	18.4	26.3	47.4
51.4	48.6	14.7	14.7	20.6	50.0
48.1	51.9	7.7	19.2	38.5	34.6
90.0	10.0	30.0	30.0	30.0	10.0

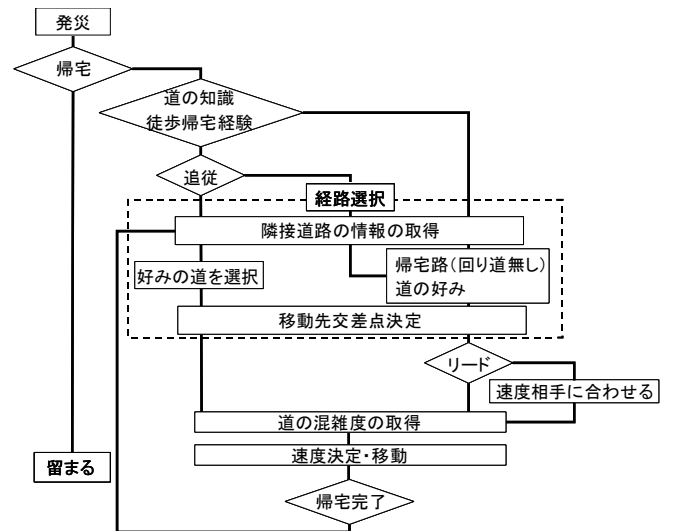


図-3 エージェントの行動フロー

参考文献

- 1) 佐藤栄治, 吉川徹, 柳澤一希「居住者の行動領域と施設の利用圏域を反映したアクセシビリティを基準とする公共施設サービスネットワーク再構築の提案」
- 2) 細川和彦, 内藤恵, 苔米地司, 積雪条件が避難行動に及ぼす影響、北海道工業大学研究紀要、第30号(2002)
- 3) 合月 孝, 加賀屋 誠一, 内田 賢悦, 伊橋 雅浩; マルチエージェントシミュレーションを用いた札幌都心部の歩行者回遊行動に関する研究, 2004 年度土木学会北海道支部年次講演会講演集, IV-41, CD-ROM, 2005