

避難開始時間のばらつきと避難誘導を考慮した避難行動シミュレーションの高度化

九州大学大学院 学生員 大野 勝 正会員 松田泰治 フェロー 大塚久哲 フェロー 梶木 武

1. はじめに

本研究は、地下鉄や地下街等の地下空間における緊急時の群集の避難に対して、避難行動シミュレーションシステムを構築することで、地下空間の防災対策の一助とすることを目的としている。これまでの研究¹⁾では、人間の出口へ向かって最短経路を通る行動要因、避難時にその個人々に影響しうる避難誘導灯・火災・周囲の人間の行動と言った外的要因等を取り入れた人間の行動の再現、および人間個体そのものの要因である人間の移動速度、占有面積の表現を行い、より現実に近い避難行動シミュレーションシステムの構築を行ってきた。本研究では、既存のシステムに、人間の個々の避難開始時間の設定・避難時における駅員や店員による避難者の避難誘導の影響を取り入れた高度化を行った。本システムで用いた人間行動解析には、局所近傍則に基づき複雑系の現象を再現することができるセルオートマトン法を用いた。その方法は、一辺0.5 mの正方形セルで表現された対象空間で人間を表すセルの周囲8セルにおいて避難に影響しうる各種要因を状態量として計算を行う。そして、その状態量の計算で算出された値に係数を乗じたものの総和を求め、その値が周囲8セル内で最も小さい値を持つセルに人間が移動するとしたものである。

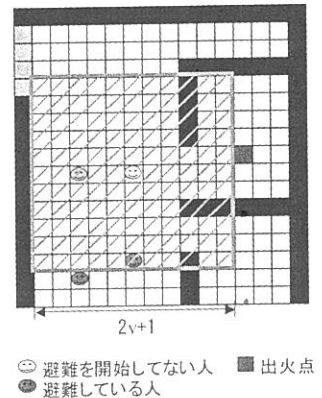


図-1 避難開始時間の設定

2. 避難開始時間の設定

本研究で対象としている災害は、地震・火災・水害等多岐にわたっている。そのため、例えば地震は、対象空間の全ての人間へほぼ同時に影響を与える現象であるが、火災は、局所的に起こり、時間の経過とともに広がる現象のため、対象空間内の人間への影響も時間の経過とともに広がる。これまでのシステムは、緊急時の群集の避難行動を対象空間にいる全ての人間が同時に避難するもので、地震時における避難行動を再現することができる。本研究では、火災等の局所的発生災害による人間の避難行動の再現のため、人間個々の避難開始時間の設定を行った。そのルールは、図1に示すようにその人間を中心とする一辺 $2v+1$ の正方形範囲において、すでに避難している人間がいる、もしくは火災を示す出火点が発生している場合、避難を開始するものとした。ここで、 v は人間の視界距離であり、その周りの人間、災害等をはっきり確認することができる7.0mとした。図2に既存のシステムの場合(case1)と「避難開始時間の設定」を採用している場合(case2)の避難行動シミュレーションを示す。この図から、避難開始時間の設定を取り入れることで、火災発生している地点(出火点)を起点に発生する避難の現象をシミュレーションで再現していることが分かる。次に、図3が示す天神地下街に出店されている14ヶ所の飲食店

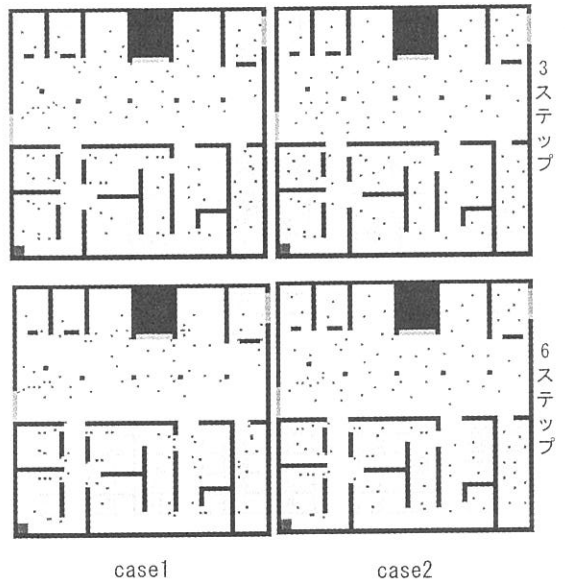
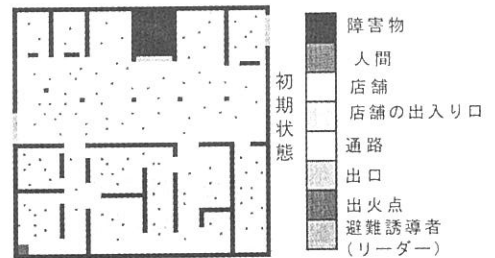


図-2 避難開始時間の設定によるシミュレーション

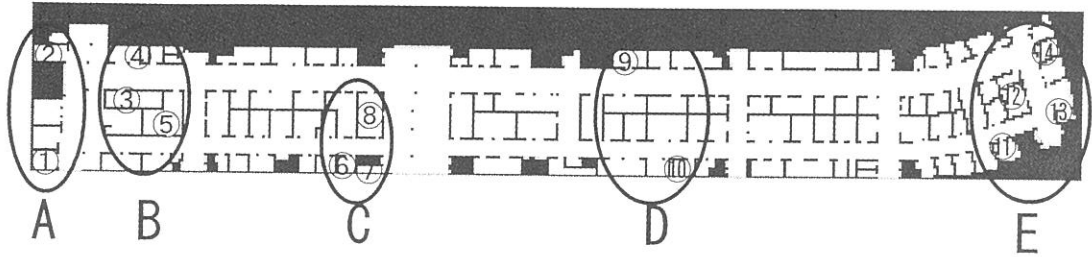


図-3 天神地下街飲食店配置図

で出火した場合を想定した避難行動シミュレーションを行った。本シミュレーションの避難傾向としては、図3に示すAからEグループに分けることができ、図4に同時に避難するケースとグループ別の避難率を示す。この図から出火点が天神地下街の端部にあると避難傾向が鈍化しすることが確認できる。

3. 避難誘導

一般的に緊急時の避難を迅速かつ安全に解決することができる大きな要因の一つとして、避難誘導者（リーダー）の存在が挙げられる。この避難誘導者の働きは、その周囲にいる人間を統率し、その場における状況に応じて臨機応変に誘導するものである。この避難誘導者の働きによる周囲の避難者への影響を表すため、「リーダーの影響の状態量」を状態量の総和に追加した。その方法は、その人間を中心とする一辺 $2v+1$ の正方形範囲内にリーダーがいた場合、そのリーダーが向いている方向に合せて、その人間のセルに20を加える。（例えば、リーダーが上を示している場合、左上と上と右上のセルに20を追加）そして、この状態量に負の係数をかけたものを状態量の総和に加える。また、リーダーは目的の出口へ最短で移動するものとする。図5は、避難者が出口を認識できない場合のリーダーの影響の有無を示したシミュレーション図である。case1は、リーダーの影響がある場合、case2は、影響がない場合である。この図が示すように、case2では人間がバラバラの行動をするのに対して、リーダーの影響があるcase1は、リーダーが向かう方向に合せて周りの人間が移動していることが確認できる。

4. まとめ

本研究では、これまでのシステムに加えて、避難開始時間の設定、避難誘導員の表現を行った。これにより、人間の避難行動に影響を与える様々な諸要因を取り入れたより現実に近い避難行動シミュレーションを行うことができるシステムの開発が成された。本研究のリーダーは、目的の出口へ最短で移動するものであり、周りの避難者の状況を考慮していないため、今後は、周りの避難者を考慮したリーダーの動きを考慮する必要がある。また、さらなる諸要因の追加や火災・煙等の避難時に発生する災害の現象の再現も必要な課題である。

<参考文献>

1) 松田、大塚、樗木、内田：セルオートマトン法を用いた地下街の避難行動シミュレーションに関する一考察、地域安全学会論文集、No. 2、pp. 95-100、2000。

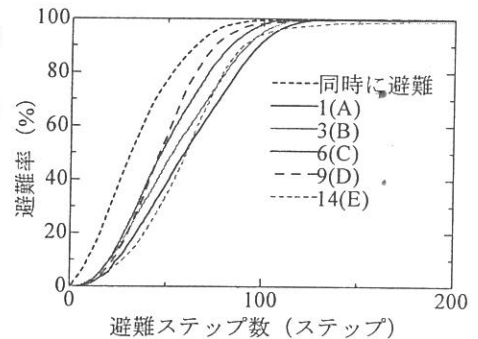


図-4 飲食店で火災が発生した場合の避難率

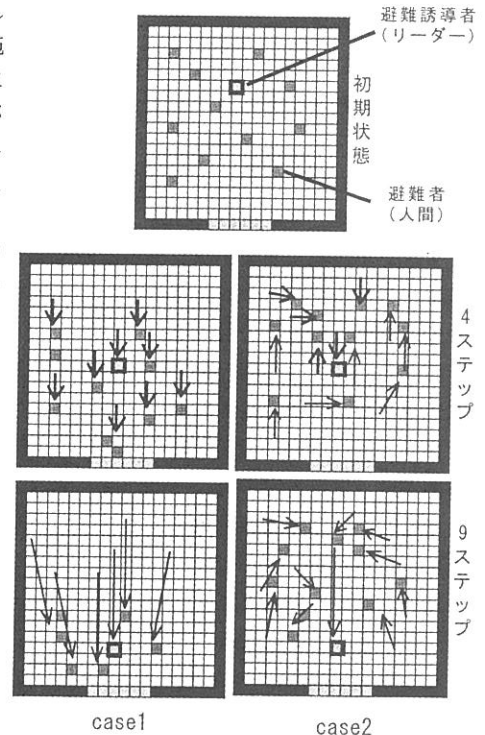


図-5 避難誘導員の有無によるシミュレーション