

個人の空間把握特性を考慮した避難行動シミュレーション

山口大学大学院 ○学生員 松本頼一
山口大学工学部 正会員 麻生稔彦
山口大学大学院 学生員 佐々野輝敏

1.はじめに

閉鎖空間では火災や浸水等の災害発生時、人的損失を最小限にするために的確な避難行動が行われなければならない。しかし、設計段階において人間の行動を予め予測することは困難であるとともに、避難行動を実際に検証することは危険が伴う。そのため、コンピューターシミュレーションによる避難行動の評価が試みられており、そのための手法の一つにセルオートマトン（CA）がある。CAでは状態量の設定が必要であるが、解析者の判断により種々の状態量が用いられている現状にある。そこで本研究では、避難経路を定めるための状態量を個々の避難者の空間把握特性により定める手法を提案する。これによりCAにおける状態量を空間によってのみ決定でき、複雑な仮定を除くことができる。

2.シミュレーション手法

本研究では対象空間を一辺 0.5mの格子状のセルに分割する。セルのとりうる状態は「移動可能セル」、「障害物セル」、「人間」の3種類である。シミュレーションでは、局所近傍則を、「近傍セルの中で、状態量が最も小さいセルへ移動する。」と定める。近傍セルは周囲8セルとし、各セルの状態量は、空間による状態量 $f_p^{(i)}$ 、履歴による状態量 $f_H^{(i)}$ 、密度による状態量 $f_{den}^{(i)}$ の3つの状態量の総和として次式で表す。

$$f^{(i)} = f_p^{(i)} + f_H^{(i)} + f_{den}^{(i)} \quad (i=1\sim8) \quad (1)$$

本研究では、空間による状態量 $f_p^{(i)}$ により、個人の空間把握特性を表現する。通常、同一空間であっても、その認識は個人により異なり、各個人が有する空間の状況はメンタルマップにより表現される。そこで本研究では、各避難者がこのメンタルマップを持つことにより、個人の空間把握特性を考慮する。避難行動におけるメンタルマップは個々の避難者が知っている出口からの等距離ポテンシャルを用いて表現する。さらに避難の際に、壁際を通らない挙動を表現するため、壁セルにはガウス関数を用いてポテンシャルの補正を行った。図-1に示すモデル空間について、この手法により作成したマップを図-2および図-3に示す。これらのマップの組み合わせにより、①の出口のみを知っている場合、②の出口のみを知っている場合、両方知っている場合といった、個人の空間把握特性が表現できる。また、災害時に既知の出口が使用できない場合も考えられる。そこで、本研究では出口途絶情報を取り入れ、既知の出口が全て使えない場合には、出口探索行動（迷走行動）をとるものとする。迷走行動では、任意の空間端部を目指して移動し、未知の出口を探索する。なお、既知の出口を目指している途中および迷走中に他の出口を認識した場合には、そこを避難出口とすることとした。また、出口途絶情報を得た避難者は、この情報を近傍セルの他の避難者に伝達するものとする。

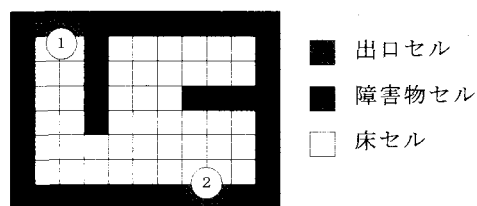


図-1 対象空間

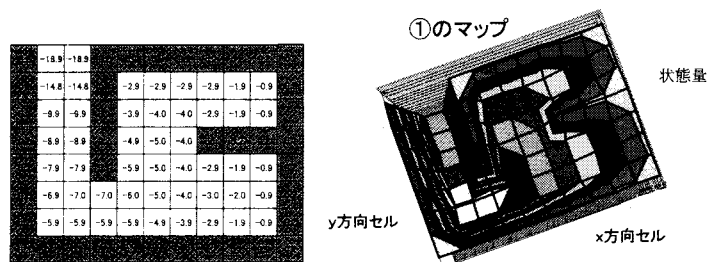


図-2 ①の出口空間

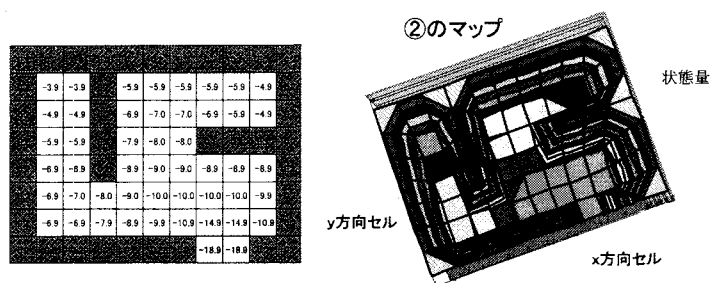


図-3 ②の出口空間

3.提案法と既往の研究との比較

人の移動では、直接最終目的地に到達するのではなく、いくつかの通過点を無意識に設定する。CAによるシミュレーションでは、この通過点を解析者が直接与えるか、避難者に設定させる必要がある。しかし、提案法ではメンタルマップによって移動経路が表現されるため、このような手続きは不要となる。図-4は、10m×15mの空間において、避難者1人の出口までの軌跡を、中間目標を設定する既往の研究と提案法を比較して示したものである。中間目標を設定した場合、少し後戻りをする(図-4のA)、最短のルートを選ばない(図-4のB)など無駄な動きが見られる。また、避難ルートとして壁際を走る傾向にあるなど避難者の動きとしては問題が残る。一方、提案法では無駄な動きがなく、壁際を走らずスムーズに避難完了している。提案法では、より現実的な避難行動を簡便に表現することが可能である。

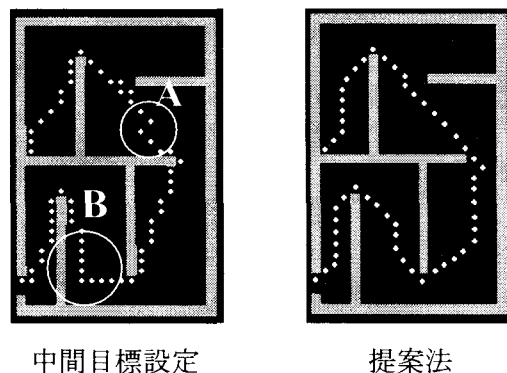


図-4 移動軌跡

4.大規模空間での避難行動シミュレーション

提案する手法を用いて大規模空間での出口途絶に着目したシミュレーションを行い、出口の状態が避難行動にもたらす影響を検討した。解析は広島市地下街を参考に34m×144.5mの範囲に9つの出口がある空間を設定した。シミュレーションモデルを図-5に示す。検討ケースは、全ての出口が使える場合(Case1)、⑥⑦の出口が使えない場合(Case2)、⑥～⑨の出口が使えない場合(Case3)、②～⑨の出口が使えない場合(Case4)とする。火災は図-5中に円で囲んだ部分から発生する。避難者は500人とし、避難者が全ての出口を知っている場合(パターン1)と2つまたは3つの出口を知っている場合(パターン2)の2パターンとする。図-6は使えない出口の数により、全員が避難完了するまでに要したステップ数を示したものである。知っている出口が2つまたは3つ(パターン2)で使える

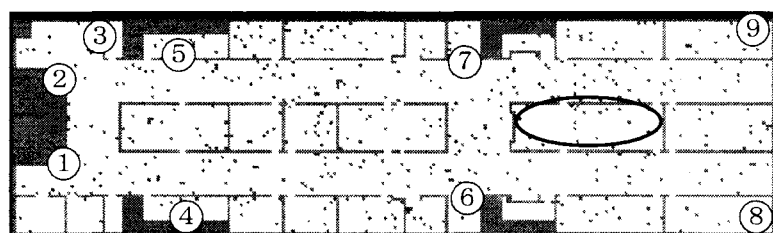


図-5 シミュレーションモデル

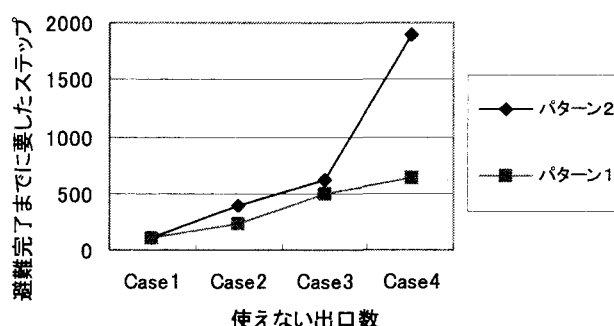


図-6 出口途絶情報

る出口が1つ(Case4)という場合には、全員が避難を完了するまでに時間を要している。これは集団と集団が交錯して出口途絶情報を共有する際に、一つの集団の人数が多くなると集団の前方だけに情報が伝わり、集団全体には情報が伝わらないことが観察された。このように、避難者間での情報の共有だけでは無事に避難することは難しいと考えられる。よって、避難者の速やかな避難完了のためには、誘導灯や誘導員や館内放送などの方法を用いて、使用可能出口の場所を速やかに知らせる必要がある。

5.まとめ

CAによる避難シミュレーションに個人の空間把握特性を考慮する方法を提案し、これにより、より現実的な行動が表現可能であることを示した。また、提案法を用いたシミュレーションにより、出口途絶情報の速やかな伝達が必要であることを示した。

本研究の実施にあたっては山口大学教育研究後援財団からの助成を受けた。記して感謝します。