

ポテンシャルモデルと VR を組み合わせた 新しい避難シミュレーションツールの開発

鉄道情報システム

正会員

藤田 卓

東京大学生産技術研究所

正会員

目黒 公郎

1 はじめに

都市空間 施設における利用者の安全性の確保には、構造的に十分な強度を有することはもちろん、利用者の避難安全性確保のための適切なマネジメントが必要となる。特に、地下街、デパート、大規模展示場などの都市施設においては、不特定多数の利用者が混在するとともに、地理に不案内であることも多いので、効果的な避難誘導の重要性が高くなる。

このような場所での避難安全性向上のための対策は、災害時の状況が現実的にイメージできなければ実現しない。そのためには当事者である施設の安全管理者や利用者に対して、災害時にどのような状況になるのかをイメージできるツールを準備しておくことが非常に重要になる。

2 研究のフロー

本研究では、より現実性を高めた避難シミュレーションを目指し、実際に調査された利用者動向の結果を初期条件として避難行動シミュレーションを行う。具体的には、実際に人間行動を常時モニタリングしている地下街の利用者動向を初期条件として、著者らのグループによってにより開発された避難行動シミュレーション手法である「ポテンシャルモデル」を用いて施設利用者の避難行動を予測する。そして、その結果をバーチャルリアリティ（以下 VR）空間上に展開することで、避難行動やその状況をよりリアルにイメージできる仮想体験ツールとしての可能性を提示する。

3 解析手法

本研究では、避難行動モデルであるポテンシャルモデル¹⁾を用いてシミュレーションを行った。これは、ポテンシャル場の概念を取り入れたモデルで、異なった個人特性を有する多数の人間の避難行動が簡単に取り扱えるモデルである。避難行動の対象となる空間は次にあげる3つのポテンシャル分布の重ねあわせとして表現する。（図1）

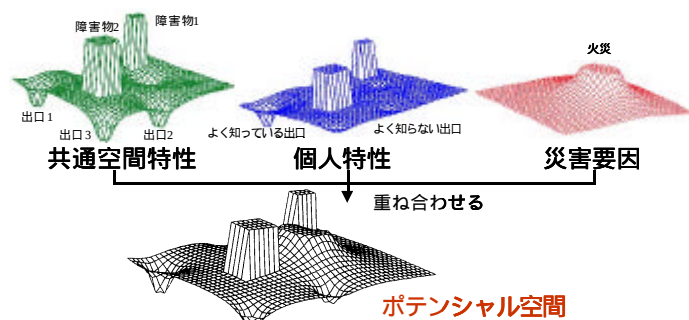


図1 ポテンシャルイメージ

物理的な要因によるポテンシャル

このポテンシャル分布は、対象空間が物理的な空間配置に基づいて有するポテンシャルである。壁や柱などの障害物は正のポテンシャルを有し、出口や出口の存在を示す避難誘導灯は負のポテンシャルを有する。

災害要因によるポテンシャル

このポテンシャル分布は、火災などの災害による影響を取り扱うためのポテンシャルである。火災やそれによる煙などが発生すると、正のポテンシャルが生じる。またこのポテンシャルは時間の経過に伴って拡散していく。地震時などに、設備の損壊や転倒などにより出口や通路の一部が使用不可能となったりする影響も災害要因による正のポテンシャルとして表現する事が可能である。

個人特性によるポテンシャル

このポテンシャル分布は、避難者の個人特性を避難行動に反映するためのポテンシャルである。一般の災害時の避難行動を考えると、付近にすぐに利用できる出口を発見できない場合、避難者は多少遠くても自分がよく知っている出口を利用する傾向がある。そこで、ある避難者が「よく知っている出口」は、「知らない出口」より低いポテンシャルを生じる事としている。もちろん「よく知っている出口」というのは、避難者によって異なる。また、発災時に最初はしばらく周囲の様子を見る避難者や他の避難者に追従する傾向の強い避難者など、与えられた情報に対する反応もひとりひとり異なるはずである。従って、個人特性によるポテンシャルは、避難者ごとに異なり、時刻によっても変化する場合がある。

この様にして決められた対象空間内において、それぞれの避難者は、各時間ステップごとにポテンシャルの低い方を進行方向として選択し、移動することによって、最終的に出口に辿り着く。また、それぞれの避難者は自分の周りのメッシュの混雑状況を認知し、その混雑度に応じた歩行速度で歩行する²⁾。

このモデルは、過去の研究実績から平常時の行動に

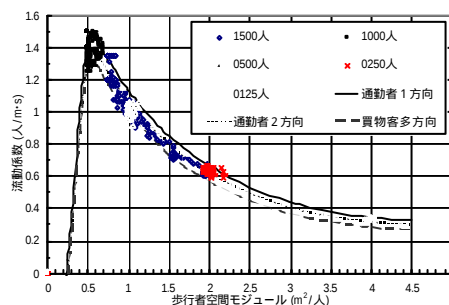


図2 解析と実験の比較

キーワード 避難, VR, シミュレーション, 安全, 地下街

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 B 棟 目黒研究室 Tel:03-5452-6437

については人間行動を精度高くシミュレーションできることが確認されている。その一例を図2に示すが、線が観測事実、点が解析結果であるが、両者がよく一致していることがわかる。なお図中の歩行者空間モジュールとは、人口密度の逆数で混雑度を示す指標である。

4 対象空間とその利用者動向

本研究では、首都圏で実際に利用されている大規模地下街の通路部を対象空間としている。この施設の通路部の床面積は約 12,000[m²]、一日に約 45,000[人]が地下広場を通行する。

利用者動向は、過去に行った調査の中³⁾から平日の夕方のラッシュ時の 18:30 の時間帯のものを利用する。(図3)これを避難者の初期配置として避難シミュレーションを行う。なお、ここでは火災の要素は考慮していない。

5 解析結果

避難行動開始とともに、おのおのの避難者がポテンシャルの低い出口に向かい始め、最後の避難者の避難が完了までの時間は、123[s]となった。この地下街の設計時に想定していた避難時間 210[s]以内に収まった。(図3)

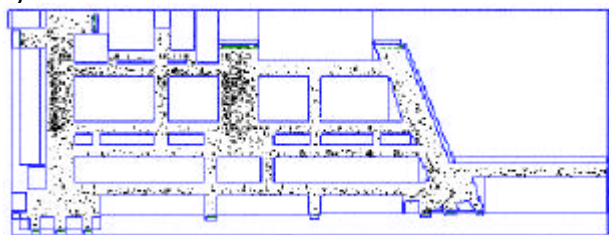


図3 避難者の初期配置

6 VR空間への展開

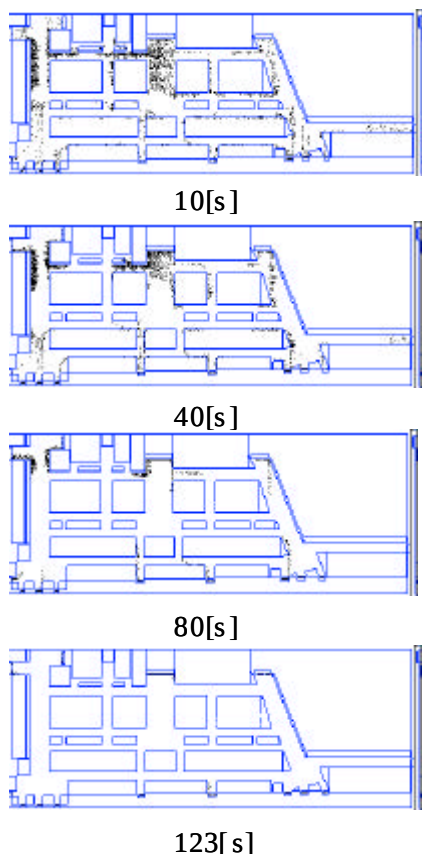


図4 避難行動シミュレーション

対象空間をコンピュータ内に3DのVR空間としてモデリングし、前節で得られた避難者の避難行動を仮想空間上に表現する。VR空間とそこでの避難イメージを図5に示す。一人一人の避難者がポテンシャルモデルで得られた避難経路に従って逃げていく様子がVR空間に表現されている。

7 まとめと今後の課題

今回紹介したシステムによって見る者に容易に避難行動を仮想体験することの出来ることが可能になった。実際に仮想体験した者の話では、非常にリアルで実際にその空間にいて避難の状況に直面したかのような気分になるとの感想を得た。このようなVR空間での避難行動シミュレーションを用いることで、実際に体験することの極めて難しい避難体験を、安全管理者や利用者の立場で疑似体験でき、その学習効果も期待できるものと思われる。

【参考文献】

- 1) 原田雅也：ポテンシャルモデルを用いた最適避難誘導のための基礎的研究，東京大学大学院工学系研究科修士論文，1998。
- 2) Fruin, J, (長島正充訳)：歩行者の空間，鹿島出版会，1974.12。
- 3) 藤田 卓・目黒公郎：地下街における避難安全性の確保に向けた利用動向把握に関する基礎的研究，第55回土木学会年次学術講演会概要集，2000。

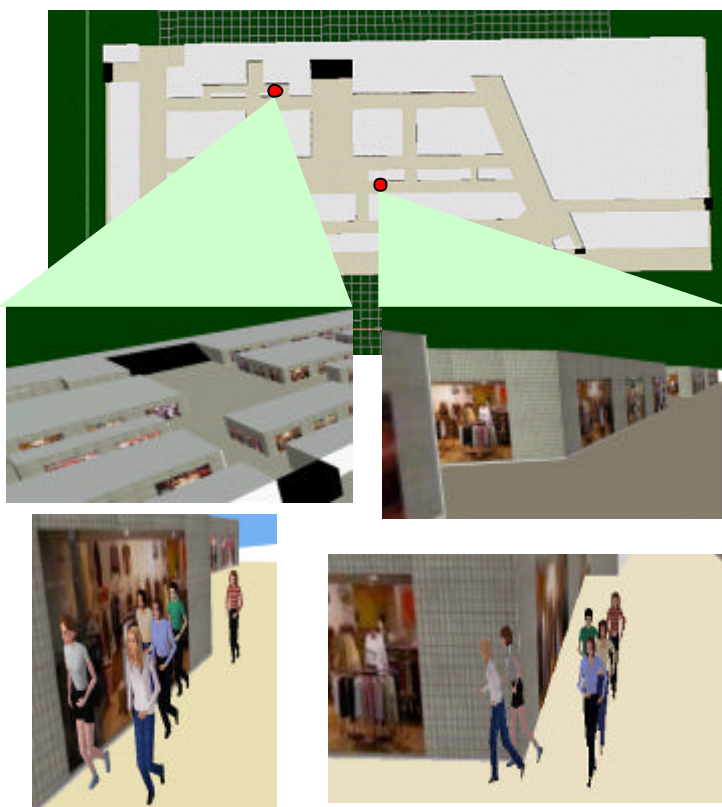


図5 VR空間での避難