

## I-585

## 実迷路とVR迷路を用いた実験による避難行動特性の比較

東京ガス(元東京大学大学院) 正員 ○芳賀 保則 東京大学生産技術研究所 正員 目黒 公郎  
 東京大学生産技術研究所 正員 山崎 文雄 東京大学生産技術研究所 正員 片山 恒雄  
 東京大学大学院 学生員 角 雄一郎

**1.はじめに** 不特定多数の人間が利用する地下空間や大規模構造物を設計する際には、災害時の人間行動を考慮した安全設計とその評価が防災対策上極めて重要である。これまで災害時の人間の避難行動については、過去の災害事例調査、被験者実験、コンピュータシミュレーションなどが主として行われてきた<sup>1)</sup>。しかし、これらの方法には、過去の災害事例については「データが少ない、死者の行動がわからない」、被験者実験については「災害時の環境設定は危険が伴う、大規模な構造物を用いた実験は実施困難である」といった欠点があった。またこれらの研究を基に、コンピュータによる群衆モデルのシミュレーションが行われているが、従来のシミュレーションでは「モデルやパラメータが仮定に基づく、誘導灯などの細かい情報を加味できない」などの欠点があった。

筆者らは、最近数年間にわたり災害時における人間の避難行動について、実験的・解析的な手法を併せて研究を行ってきた。特に昨年は、先に述べた問題点の解決を目的として、バーチャルリアリティ(以下VR)を用いた避難行動シミュレータを開発し、VR技術を応用した閉空間からの避難行動解析の可能性を確認した<sup>2)</sup>。本年は同じ構造の実迷路を用いた実験(実迷路実験)とVR迷路を用いたシミュレーション(VR迷路実験)を行い、両者を比較・検討した結果を報告する。

**2.VRシステムの構成**・DOS/V互換パソコンに画像処理ボードを組み込んだハードシステム上に、VR開発用ツールとしてW.インダストリー社のWorld Tool Kit(WTK)を用いてシミュレータのシステムを構築した。仮想空間を構成する迷路内の壁やドア等はAutoCADを用いて作成した。また、スキャナーで取り込んだ写真画像を用いて臨場感を上げる工夫も行った。VR実験時に用いる画像の入出力装置には、それぞれヘッド・マウンテッド・ディスプレイ(HMD)やジョイスティック、頭の動きを計測する磁気センサーを用いている。

**3.実験** 実験は、1994年12月19/20日と1995年1月9日に実施した。被験者母集団の特性を均質にするために、東京大学大学院修士課程の学生を中心とした男性37名に被験者になってもらった。場所は池袋防災館にある煙体験コーナーの迷路を借用した。図1に示す様に被験者を4つのグループに分け、VRを用いたグループと用いなかったグループの脱出時間や脱出経路等を計測し、避難行動特性を比較した。実験に用いた迷路の平面図を図2に示す。図3にVR実験の様子を示す。全ての実験が終了した後に、簡単なアンケートを行い感想を聞いた。

#### 4.実験結果

**1) 訓練の効果**(図4, 5): 訓練なしで迷路に入ったグループの初回の平均脱出時間が88秒なのに対し、事前に迷路を体験したグループ(Aの2回目, BCDの1回目)は、いずれも34~48秒早く迷路から脱出できた。BCDどのグループの訓練も実際の迷路を用いた訓練を受けたAグループの2回目には及ばないが、それに近い効果があることがわかる。また平面図を提示したCグループでは、当初最も高い学習効果が予想されたが、最短経路をVRで体験したDグループの結果がCグループより良かったことから、VRの体感効果が避難訓練上有効性を示すことがわかる。

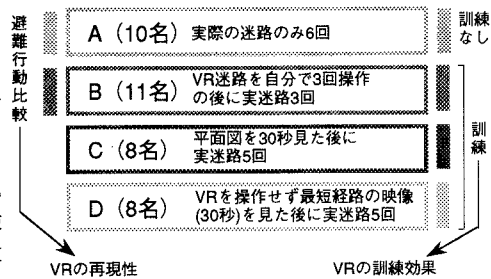


図1 実験グループ

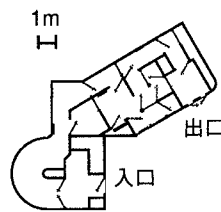


図2 迷路の構造



図3 実験の様子

2) VRの再現性(1) (図6) : VRの再現性を調べるために迷路内の3箇所の分岐点で、実験の1回目にとの経路を選択しかを調査した。初めの分岐点では、方向的には右側が出口に近いにも関わらず、通路を直進する傾向が両者の実験で確認された。同様に残りの2つの分岐点でも、両者の実験ともに直進する傾向が認められた。これらのことから、定性的には、人間の避難時における進行方向の選択性向が、VRでも再現できることが確認できた。

3) VRの再現性(2) : 次にAグループとBグループの実験を比較した。図7のグラフによると、VRの迷路における脱出行動が実際より2倍程度遅くなっている。一方、迷路を脱出するまでの平均歩行速度を見ると、1回目では両者の差は小さい。しかし、2・3回目では実迷路実験では歩行速度が高まるのに対して、VR迷路実験では高まる程度が低い。これは、歩行速度の設定や操作性、HMDの視野角などに原因があると思われる。

5.まとめ VRシミュレーションによる避難体験が、実際の迷路を用いた避難行動において訓練効果として現われることが確認できた。また歩行速度の設定や操作性に改善が必要だとはいえ、VRを用いて避難時の経路の選択の特性を再現できる可能性が確認された。

## 6. 参考文献

- 例えば、横山秀史・永田茂・山崎文雄・海老原学、迷路実験による緊急時の人間行動特性、土木学会論文集、No.441/I-18、pp.107～115、1992。
- 芳賀保則・目黒公郎・山崎文雄・片山恒雄、バーチャルリアリティを用いた避難行動シミュレータの開発、第49回土木学会年次学術講演会概要集、第4部、pp.234～235、1994.9。

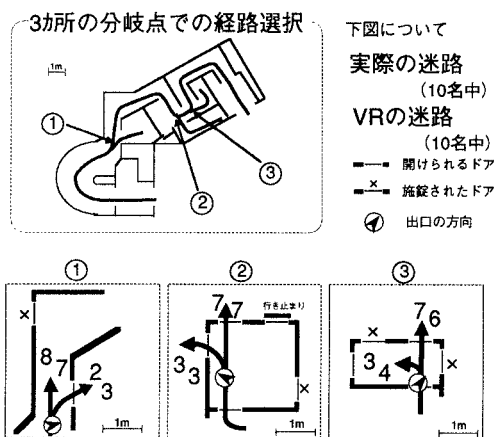


図6 VRの再現性(1)

