

水害避難マイクロモデルの開発に関する基礎的検討

京都大学工学部 正 員 高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴
京都大学大学院 学生員 高木 悟・〇玉置雅章

1はじめに 水害時の避難行動の制御方法や情報の伝達方法を分析するため、個人レベルの水害避難行動モデルについて基礎的検討を行った。モデル開発にはAI手法を用いることにより住民の意識等定性的情報の取り扱いを可能にした。さらに、ファジィ推論システムの導入により人間行動の曖昧さの再現を試みた。

2水害避難マイクロモデルの必要性と意義 本研究では水害時の避難あるいは被災のプロセスを図-1のようにとらえる。流域住民は、個々人の防災意識や日常の生活形態を持っており、洪水発生時にはこれらを初期条件として個人レベルあるいは世帯レベルの避難行動が開始される。個人レベルの行動は浸水状況などの水害の物理的な側面による影響を受けるほか、避難勧告や避難誘導情報の提供によって制御される。以上の個人レベルの避難行動が集積した結果、集団としての避難状況や被災状況が引き起こされる。過去に行われてきた水害に対する意識調査は水害の初期条件となる防災意識の分析のためのものであり、この条件を操作しようとするのが防災教育である。また、避難行動を直接リアルタイムで制御しようとする方法が避難情報の提示や誘導である。

したがって、従来水害のたびに行われてきた住民の行動や意識の調査結果を、避難計画の立案や避難情報の提示に有効に活用するためには、住民の避難行動を住民個々の生活様式や水害意識、経験等と結び付けてシミュレーションできる個人レベルの避難行動モデル（マイクロモデル）が必要である。

3水害避難マイクロモデルの設計 一口に避難行動といっても、個々人が実際に行動を決定するまでには、多段階の情報処理過程が存在する。そこで本研究では、図-2に示すように被災時に各世帯がとる行動決定の過程を避難情報の入手過程、避難を行うかどうかの決定過程、避難場所の選定過程、避難経路の選定過程、避難時の移動速度の決定過程といった5つの過程に分類し、各々の過程における情報の処理を担当する独立した知識システムを作成した。これらの知識システムが協調することによって具体的な一世帯の避難行動を決定する（なお、知識システムの構造と通信方法は高棹²¹⁾によった）。また、各知識システムの推論方法として、確定的なプロダクションシステムとファジィ推論システムの2種類を用意し、水害避難のシミュレーションに取り込むべき要因のレベルに応じて、両者を選択できる環境を提供している。さらに、水害避難マイクロモデルの記述には、オブジェクト指向の枠組みを用い、上述の構造を持つ各世帯のモデルを計算機上に多数発生させ、

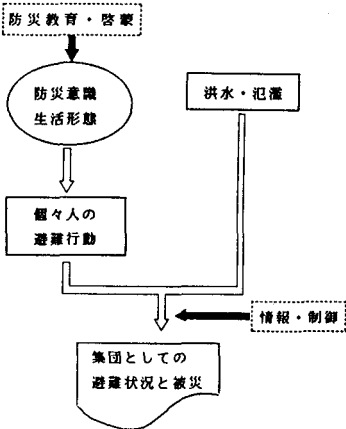


図-1 水害時の避難あるいは被災のプロセス

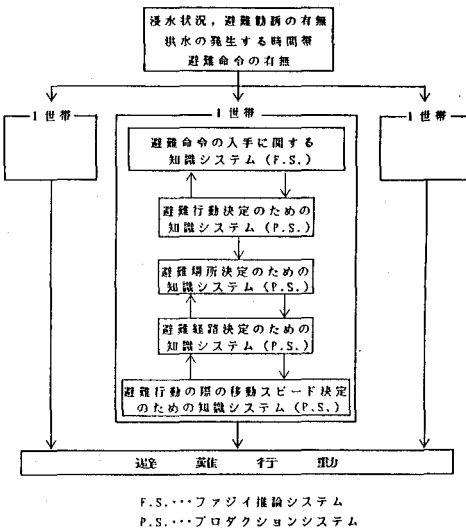


図-2 システムの全体構成

Takuma TAKASAO, Michiharu SIIBA, Tomoharu HORI, Satoru TAKAGI, Masaaki TAMAKI

集団としての避難行動を再現できる環境を実現した。シミュレーションの進行状況はディスプレイ上にアニメーション表示される。

今回のシミュレーションでは、図-3に示すモデル地域を設定し、各知識システムには次のルールを用いた。

①避難命令の入手状況を決定する知識システム 避難命令の入手状況は、避難命令の発令状況と各世帯の生活パターンによって決まるものと考えられる。そこで生活パターンをファジィ集合で表し、避難命令を入手できたか推論した。②避難を行うかどうかを決定する知識システム 避難行動開始の動機を避難命令の入手に絞り、避難命令を受け取ると必ず避難するルールと、被災経験があると80%の確率で、ないと50%の確率で避難を行うルールを用いた。③避難場所を決定する知識システム 避難命令によって指示された避難場所に避難するルールを用いた。すなわち、適用地区にただ一ヶ所ある避難場所に避難した。④避難経路を決定する知識システム 避難の経験者は最短経路を選択するルール、未経験者は避難場所の方角に最も近い経路を逐次選びながら移動するルールを用いた。⑤移動速度を決定する知識システム 世帯の大きさで移動速度を変えたうえで、平常時の歩行速度 $v(\text{m}/\text{min})$ 、浸水位 $h(\text{m})$ の時の歩行速度 v' を、 $v'/v=1/(1-h/0.7)$ とした³⁾。

4. 適用結果 モデルの適用結果を図-4に示す。case1, case2, case3はそれぞれ経験者のみからなる住民、経験者と未経験者が半々の割合で存在する住民、未経験者のみからなる住民を想定した場合であり、避難命令は、浸水の発生と同時に発令される。この結果から経験者は未経験者と比べ避難行動を開始する時期や避難を完了する時間も早いことがわかる。特に経験者の数の違いが早期に避難を完了する世帯数に大きな影響を与えることがわかる。適用の結果は、いずれも常識的な予想を裏付けるものであったことから、本方法により、水害避難行動における定性的な要因を表現できる可能性が確認できたと考える。

5. おわりに 本研究では、水害避難マイクロモデルを構築する上での全体的な枠組みの設計と基本環境の開発が中心であった。今後、実際に水害避難が行われた地域での調査等を通じて、避難行動に影響を与える要因の抽出とその知識ベース化を進め、本モデルの現実性を高めて行かなければならない。また、氾濫状況を正確に再現するために、本研究で提案する環境に更に氾濫シミュレーションのモデルを配備する必要がある。今後、本研究を基礎として、さらにより実証的な水害避難マイクロモデルおよび避難シミュレーション手法の開発を進めて行きたい。

参考文献 1)高橋・中川・東山：洪水氾濫水の動態を考慮した避難システムの評価に関する研究，京大防災研年報第32号B-2，1989。

2)高棹・椎葉・堀・佐々木：分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計，京大防災研年報第32号B-2，1989。3)西原：氾濫解析に基づく避難システムの河川工学的研究，京都大学学位論文，1983。

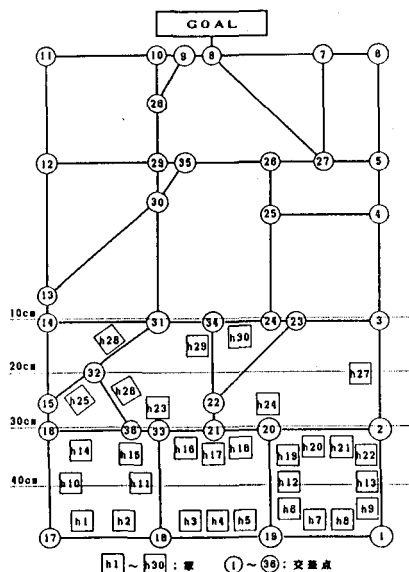
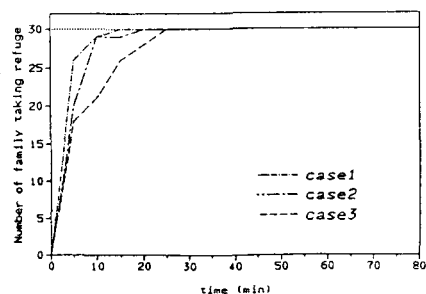
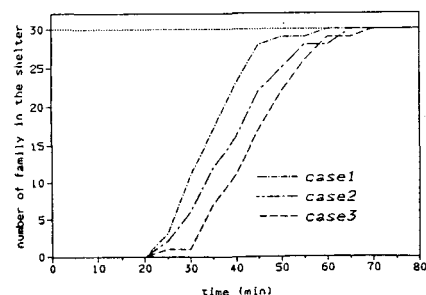


図-3 適用したモデル地域



避難を開始した世帯数



避難を完了した世帯数

図-4 適用例