

# 安全な市街地形成のための避難困難性の評価手法に関する研究

(研究期間：令和5年度～令和7年度)

都市研究部 都市防災研究室、都市計画研究室

室長 岩見 達也 (研究官 博士(工学)) 木内 望 (室長 博士(工学)) 石井 儀光



(キーワード) 水害、避難、シミュレーション、可視化

## 1. はじめに

都市防災研究室では他研究部・研究部の協力を得て、災害時の円滑かつ迅速な避難確保を実現し、人的被害を最小化するための研究開発を進めている。とりわけ、水害時における浸水状況や避難者の身体特性を考慮した避難シミュレーションに基づく市街地の避難困難性評価手法の開発や、避難が困難な地区における対策の検討において、行政と地域住民の間の合意形成を支援するリスクコミュニケーション技術の整備に取り組んでいる。

近年の豪雨災害は激甚化・頻発化しており、流域全体の治水対策と調和した形で、事前防災による安全な市街地形成がこれまで以上に強く求められている。一方で、災害発生時の状況を反映した避難実効性の評価や、移転を含む住民理解の醸成に資する技術は十分に確立されておらず、科学的根拠に基づく評価手法と、住民にとって理解しやすい可視化・対話手法の両方を統合的に整備する必要がある。こうした課題認識のもと、本研究は「評価・可視化・対話」の枠組みを構築し、実地域の状況に応じた避難対策・移転検討を支えることを目指している。

## 2. シミュレーションの条件・設定値の検討

まず洪水・津波を対象に、避難行動調査や実験結果、自治体報告書などを網羅的に収集し、避難開始判断、避難手段、経路選択、避難先変更など、避難行動に影響する要因を体系的に整理した。その後、年齢・性別・要配慮性、移動手段、傾斜や障害物、昼夜の明暗、浸水深・流速など、多岐にわたる避難状況特性が移動速度や通行可否に与える影響を分析

し、シミュレーションに設定するパラメータ群を具体化した。

また、既往の避難行動モデルを整理し、規範型・記述型という基本構造と、避難者発生、経路選択、混雑、移動速度、環境影響などの要素モデルの特徴を比較することで、夜間の避難遅れ、水深による歩行困難、複合災害時の判断混乱などの行動実態について現状の避難モデルが対応できていないことを明らかにした。加えて、実地域を対象としたケーススタディにより、建物被害の空間分布や避難失敗場所の推計を行い、対策優先度の抽出や評価指標の有効性を確認した(図-1)。

## 3. リスクコミュニケーション支援技術の開発

現状の避難モデルの課題を解決した上で、シミュレーション結果を住民・行政双方が共有しやすい形で理解するため、Unreal Engine 5と PLATEAU 3D 都市モデルを活用した可視化プラットフォームを開発した。ここでは、時系列浸水深、建物・地形データ、避難者の位置時刻データ、降雨や明暗の変化などを三次元空間で表示し、災害時の状況を直感的に把握

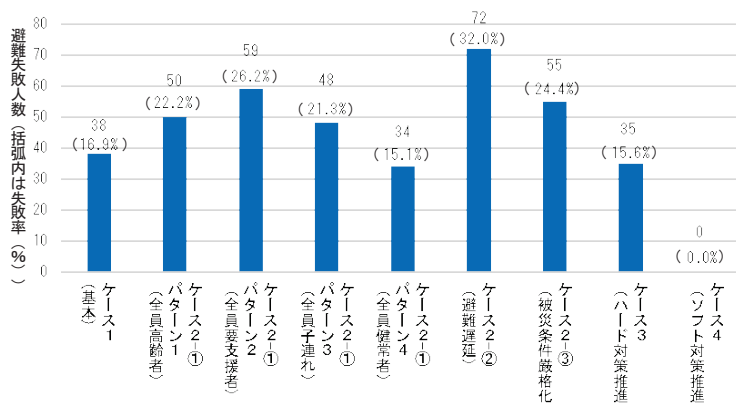


図-1 各ケースの避難失敗人数と避難失敗率

できるよう設計されている。

鳥瞰視点と一人称視点の切り替え、避難者のアニメーション表示、浸水データの補間処理、ハード・ソフト対策の比較UIなどを実装し、自治体説明会や住民ワークショップでの活用を想定した操作性と汎用性を確保した。地形の滑らかさ補正、建物テクスチャの解像度向上、明暗・天候表現の調整といった高度化手順を整理し、国土交通省都市局の推進する3次元都市モデルのPLATEAUとの連携も可能とすることで、他地域への展開を見据えている（図-2）。

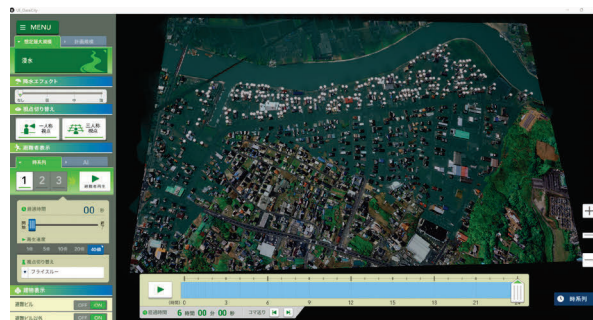
## 4. ケーススタディ・ワークショップ

可視化プラットフォームの実効性を確認するため、2つの地域を対象にワークショップを今後開催する。

一つは、過去に内水と外水が連続して発生し、大規模な浸水被害を経験した都市部である。ここでは、複数の氾濫シナリオを用い、浸水拡大の過程を時系列で理解し、避難開始の遅れが避難成功率に与える影響を体感できる構成とした。参加者は、一人称視点でアバターを操作し、条件が悪化した場面での避難の難しさを実感し、対策の必要性を議論できる。

もう一つは、過去に河川氾濫に伴う浸水が繰り返され、家屋の被害や移転の検討が進められてきた沿川の地域である。ここでは、想定降雨に基づく浸水深や継続時間、家屋被害のシミュレーション結果を可視化し、どの区域が特に危険性が高く早期対策を必要とするかを共有する。高齢者世帯にとっての水平・垂直避難の成立性についても理解を深められる。

ワークショップにより、浸水の理解、避難の体感、対策の比較という共通の流れを採用し、参加者の気づきを収集してプラットフォームの改善に反映する。それぞれの地域特性に応じて、都市部では人流や道路網の複雑さ、沿川地域では住まい方や土地利用の課題など、重点的に検証すべき視点を整理し、リスクコミュニケーション支援技術の実効性を高めていくことを目的としている（図-3）。



①水害リスクと浸水状況の理解



②避難困難性の体感（アバター操作）



③水害対策効果の確認（赤は避難失敗者）

図-2 可視化プラットフォームによる疑似体験

## 5. おわりに

本取組は、避難行動の科学的評価、可視化による直観的理解、住民参加型対話の三者を統合することで、避難困難性の定量的把握から、対策の受容性評価、移転を含む意思決定まで一貫して支援する枠組みを提示した。今後は、他都市への展開を見据えた「手引き」の作成を進めていく。

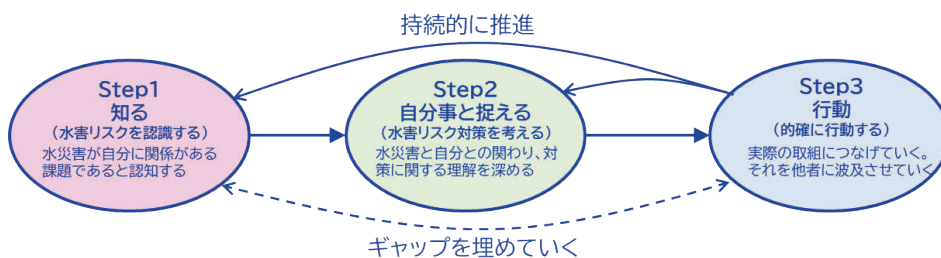


図-3 水害リスクや避難困難性の理解促進・自分事化に向けたステップ