

(続 紙 1)

京 都 大 学	博 士 (工 学)	氏 名	劉 玉 玲
論 文 題 目	Multi-Agent Based Modeling and Simulation of Flood Evacuation Decision-Making Considering Dynamics of Urban Life (都市生活の動態性を考慮した洪水避難意思決定に関するマル チエージェントによるモデル化とシミュレーション)		
(論文内容の要旨)			
本論文は、時間的・空間的な動態性が高まる都市水害リスクに対して効果的な避難行動計画を立てるための意思決定問題のモデル化と、マルチエージェント・シミュレーション技法による政策分析について研究した成果をまとめたものであり、6章からなっている。 第1章は序論であり、研究の背景、目的、研究手法および論文の構成について説明している。 第2章は、関連研究と既往の手法について文献レビューをしている。特に洪水避難シミュレーションに関する既往の研究では多くがGISやマルチエージェント・シミュレーション技法を活用していることを指摘している。また本研究では、生存可能性(survivability)という観点を新たに取り入れたアプローチを提示することによって一つの特徴があることを示している。 第3章では、都市の洪水氾濫時における人々の避難条件を時空間的に分析する方法を提示している。まず、都市における避難行動計画を策定するためには、都市空間の垂直化・複雑化に伴う、地上の開放系空間と地下の閉鎖系空間の違いに着目し、それぞれの特性と条件を考慮することが不可欠であることを指摘している。また、時空間上で展開される都市活動の動態特性も的確に考慮することが不可欠であることを明らかにしている。その上で、パーソントリップ交通調査のデータを活用し、京都市中京区を対象に、都市生活の動態特性を地図情報として可視化するとともに、洪水ハザード情報を重ねた洪水暴露度マップを作製している。さらにこれらの地図情報を活用して、平日と週末における洪水暴露度の違いについて分析している。 第4章は、地上の開放系空間において、住民と非住民が混在する状態で、状況依存的に最適な避難ルートを見出していく避難行動意思決定問題			

をモデル化し、シミュレーション分析している。その際、マルチエージェント・シミュレーション技法と GIS を組み合わせたアプローチが有用であることを明らかにしている。具体的には、実際に被験者から聞き取り調査を行い、行動特性のモデル化を行った。さらに神戸市長田区をケーススタディ域として、シミュレーション分析を行い、避難率、避難路の途絶状態、年齢構成等の住民の属性、住民と非住民の構成率等の違いが、指定避難所まで無事に到達できる人数やそのプロセスに及ぼす影響を、政策論的に分析できることを示している。

第 5 章では、地下街という閉鎖空間を取り上げて、洪水氾濫が及んだ場合を取り上げ、人々の避難行動の意思決定問題を議論している。その際、地下街では、生命の危険性などの生存可能性 (survivability) が重大になる極限状態も考慮する必要があることを指摘し、避難行動意思決定問題を Vitae System 概念モデルを参照する形でモデル化し、シミュレーションにより多角的に分析している。これにより、避難口の設置場所や、緊急的に仮避難できる場所の工夫や、そのような機転を利かせられる人々の判断・行動力などの違いが、とりあえず命を守る上で成否を決めることを思考実験的に検討できることを明らかにしている。

第 6 章は結論であり、本研究で得られた成果の要点と、今後の研究の課題について言及している。

要するに本論文は、都市洪水リスクに対する避難計画を立てる上で、有用な分析技法と政策的知見を提示している。以上の理由により、本論文は博士（工学）の学位審査の請求に値するものと認める。

(論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨)

本論文は、時間的・空間的な動態性が高まる都市水害リスクに対して効果的な避難行動計画を立てるための意思決定問題を取り上げ、マルチエージェント・シミュレーション技法によるモデル化と政策分析アプローチについて研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 都市における避難行動計画を策定するためには、時空間上で展開される都市活動の動態特性、ならびに都市空間の垂直化・複雑化に伴う地上の開放系空間と地下の閉鎖系空間の違いに着目し、それぞれの特性と条件を考慮した分析が不可欠であることを指摘している。
2. 京都市中京区を対象にパーソントリップ交通調査のデータを活用し、都市生活の動態特性を地図情報として可視化するとともに、洪水ハザード情報を重ねた洪水暴露度マップを作製している。得られた地図情報を活用して、平日と週末における洪水暴露度の違いについて分析している。
3. 上記の各種の避難行動の意思決定問題をモデル化し、シミュレーションするためには、マルチエージェント・シミュレーション技法とGISを組み合わせたアプローチが有用であることを示している。
4. 地上の開放系空間において、住民と非住民が混在する状態で、状況依存的に最適な避難ルートを見出していく避難行動意思決定問題をモデル化し、神戸市長田区を対象にシミュレーション分析している。これにより、避難する人の数や、年齢構成等の人的属性、住民と非住民がコミュニケーションできる状況の違いなどにより、無事避難できる非住民の数も変わることなどを多様なケースを比較することで明らかにしている。
5. 地下街という閉鎖系空間においては、生命の危険性などの生存可能性が重大になる極限状態も考慮する必要があることを指摘し、そのような場合の避難行動意思決定問題を Vitae System 概念モデルを参照する形でモデル化し、シミュレーションにより多角的に分析している。

要するに本論文は、都市洪水リスクに対する避難計画を立てる上で有用な分析技法と政策的知見を提示したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 22 年 1 月 19 日、論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と認めた。