



# ビル内および広域の避難誘導支援に関する研究

仲谷, 善雄

---

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1989-09-22

(Date of Publication)

2008-03-10

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙1335

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2001335>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍）	なか 仲	たに 谷	よし 善	お 雄	（大阪府）
学位の種類	学 術 博 士				
学位記番号	学博ろ第24号				
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当				
学位授与の日付	平成元年9月22日				
学位論文題目	ビル内および広域の避難誘導支援に関する研究				
審 査 委 員	主査 教授	平 井 一 正			
		教授 前川 禎 男	教授 依 田 博		
		教授 室 崎 益 輝			

## 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、近年急激な都市化の進展により問題となってきた災害時の避難誘導支援に関して考察を行なったものである。

ビルや地下街などの閉所空間における避難対策立案や避難行動特性研究のための有効な方法として計算機シミュレーションがある。これは、計算機上に構築した避難行動モデルの動きを分析する方法で、実験室実験などの限界を補う重要な方法である。計算機シミュレーションで有効な知見を得るためには避難行動のモデル化が重要となる。しかし、従来の避難行動モデルの多くは人間の避難行動を流体や粒子の運動としてモデル化しており、避難行動の背後にある意思決定過程についてほとんど考慮していない。そこで本研究では、避難者の意思決定過程を考慮した避難行動モデル化手法の構築を課題のひとつとした。

また広域避難は、噴火や津波など、制御が困難な災害において被害を軽減できる唯一の有効な方法である。しかし現在広域避難では避難拒否者が大きな問題となっている。広域避難を円滑に行なうためには、避難拒否者の拒否理由を短時間で把握し説得することが必要となるが、これらのすべてを人手に頼っている現在では、避難担当者の負担が大きく、しかもこの分野の専門家は育っていない。そこで本研究では、広域避難拒否者の拒否理由の推定を、計算機で支援する手法をもうひとつの課題とした。

本研究は以上のような課題について研究し、まとめたもので、8章から成る。第2章は本研究の技術的背景に関する章、第3章は本研究の心理学的・社会学的背景に関する章、第4章から第6章は閉所空間における避難行動のモデル化手法に関する章、第7章は広域避難拒否理由推定手法に関する章

である。

第1章は序論であり、研究の背景およびその内容の概略を述べた。

第2章では、閉所空間における避難行動モデル化手法および広域避難拒否理由推定手法について、従来の研究の問題点を整理し、それらの解決方法を提案した。まず避難行動モデル化手法として、避難者の意思決定過程を計算機上に記号处理的に表現する情報处理的アプローチの適用を提案した。これは認知科学の分野で発達した手法で、心理学などの知識を整理できるとともに、行動を説明・予測できる。また広域避難拒否理由推定手法として、避難行動特性や地域特性などを知識ベースとして蓄積し利用する知識システムという枠組の適用を提案した。この手法は人工知能の分野で発達したエキスパートシステムの手法を拡張したもので、専門家のヒューリスティックスの利用は困難であるが心理学などの知識を利用できる本研究の場合には有効と考えた。

避難行動モデルの構築や広域避難拒否理由を推定する手法を確立するためには、人間の避難行動特性に関する心理学的、社会学的知識が基礎になる。またそれらの知識をモデルとして統合するためには、避難者像を明確にする必要がある。そこで第3章では、従来は受動的・反社会的な存在と考えられていた避難者を、意識的な意思決定過程と恐怖の協調により緊急事態に合目的に対処する総体的問題解決者とする立場を明らかにした。従来避難の妨害要因としてあいまいにとらえられていた恐怖を、避難行動を生起させ、意識的な対応が困難な状況で対応を方向づける動向として積極的にとらえたことにより、問題解決行動としての避難行動の中に整合的に位置づけることができた。次にこのような立場に立って、心理学などの分野で蓄積されてきた人間の避難行動特性に関する知識を整理した。これにより、緊急事態からの脱出という目的のもとに、主体的に対応する避難者像を具体的に示すことができた。

第4章以下では、第3章までの考察に基づき、閉所空間における避難行動モデル化手法および広域避難拒否理由推定手法に関して提案を行なう。

第4章では、閉所空間における特定階の火災時を対象として、情報处理的アプローチによる単独避難行動モデル化手法を提案した。ひとりの避難者のみをモデル化し、他の避難者を環境変数として扱った。最初に、意識的な意思決定過程および恐怖からなる情報処理過程をモデル化し、避難時情報処理過程が情報入手、状況定義、対応決定、確認情報入手、状況再定義、対応再決定、対応実行という7つのステップのサイクルで表現できることを明らかにした。各ステップは複数の単位処理からなる。各単位処理は、第3章で整理した閉所空間避難行動特性をルール形式で表現したものである。恐怖度の変化により、意思決定過程による対応と恐怖による対応の間を移行する。また、避難者の避難空間や事物に関する知識、煙中に滞在できる限界時間や移動速度などの個人特性を考慮した。空間をブロックの集合とし、空間知識をブロック間の関係を表わすものとした。事物に関する対象知識は熟知度により順序づけられ、例えば出口探索時には熟知度の高い出口から探索される。これらの知識や特性は単位処理中で参照され、フレーム型の表現形式を持つ。ルールやフレームはモデュラリティが高いため、モデルの修正や多様な避難者の表現が容易である。本モデルは次のような動作をする。特定の火災状況を設定すると、知識や状況に関する情報に基づいて避難目標および避難経路を決定し、特性に

基づき移動する。このような対応を、脱出の成功か、あるいは煙中滞在時間が限度を越えて避難に失敗するまで続ける。最後に本モデルを計算機上に実現し、避難実例を再現したところ、本モデルの内的整合性および妥当性が明らかになった。

第5章では、第4章で提案したモデル化手法を、複数の避難者のモデルが相互作用する集合避難行動モデルに適用した。とくに相互作用の主要かつ重要な部分を占めるリーダーシップに注目した。外部からの救助者もリーダーと同じ枠組で扱った。具体的には、リーダーの発生・消滅条件、リーダー発生に関与する個人属性、フォロワーのリーダー選択基準、リーダーシップのフォロワーへの効果などをモデル化した。その際リーダーシップの分類枠組として、避難行動研究を多数生み出しているリーダーシップPM理論を採用した。この理論はリーダーシップを課題遂行機能（P機能）と情緒安定機能（M機能）からとらえ、PおよびM機能の強弱の組合せにより4タイプのリーダーを分類する。なおPM理論を含めて现阶段では、避難者の属性と発揮するリーダーシップ型との関係が不明である。そこで本モデルでは、各避難者が発揮するリーダーシップ型を操作できるようにした。PM理論の採用により、本モデルを避難時リーダーシップに関する多数の心理学実験と関連づけることができた。モデルの表現形式としてルールやフレームなどのモデュラリティの高い表現形式を採用したことにより、様々な状況や個人を容易に表現できるとともに、リーダーシップに関する仮説をモデルに組み込むことが容易にでき、その妥当性をシミュレーションにより動的に検討できる。このような集合避難行動モデルを計算機上に実現し、第4章と同じ災害における集合避難実例を再現したところ、本集合避難行動モデルの内的整合性および妥当性が明らかになった。

第6章では、本研究で提案する避難行動モデルが有効な避難行動研究支援ツールとなりうることを示すために、第5章で提案した集合避難行動モデルを用いた計算機シミュレーション実験により、心理学的仮説を検討した。検討した仮説は、①避難時にリーダーシップが有効であること、②とくにP機能およびM機能の両方に優れるPM型リーダーがもっとも有効であること、である。出口と窓が2カ所ずつある空間での火災を想定した実験の結果、以下のことが明らかになった。①避難時にリーダーシップは有効であるが、必ずしも短時間で避難できるとは限らないこと、②PM型リーダーは、フォロワーの情緒が避難を通じて安定しているが、避難時間が必ずしも最短でなく、誤った対応をとるリーダーにも盲従する危険性があるなどの問題があること。これらの点は、今後実験室実験やフィールド調査などにより検討されるべき課題である。

第7章では、広域避難拒否者の拒否理由を地域単位で推定する手法を提案した。本手法は推定ルール、災害データ、推論機構からなる。最初に、第3章で整理した広域避難行動を避難拒否という観点からとらえなおして推定ルールとした。次に、避難拒否に至る意思決定過程が避難命令の入手、避難命令の信用、脅威の認知、被害規模の予想、避難の効果の評価、避難実行の可能性、避難に要するコストの評価というステップで表現できることを明らかにした。さらに、推定ルールをこれらのステップに分類するとともに、抽象度により階層化した。これにより、避難拒否理由を意思決定過程に位置づけるとともに、抽象度の低い推定ルールを災害データと関連づけることができた。災害データは地域や災害に関するデータで、プロパリティスト形式で表現される。入手困難／主観的な災害データに

については、入手可能／客観的なデータと対応させた。推論機構は後向き推論により、災害データに基づいて拒否理由と考えられるすべての推定ルールを選択し、結果を提示する。推定ルール、災害データ、推論機構を分離したことにより、推定ルールや災害データの変更の影響を最小限におさえることができた。最後に、本手法により避難拒否実例を事後推定し、調査結果と比較したところ、短時間で的確な推定を行なえることがわかった。

第8章では、本研究で得られた結論をまとめるとともに、残された問題について述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、近年急激な都市化の進展により問題となっている災害時の避難誘導支援に関して考察を行ったものである。

都市におけるビルや地下街などの閉所空間における避難対策立案や避難行動特性研究のための有効な方法として避難行動シミュレーションがある。しかし従来のシミュレーションモデルの多くは、人間の避難行動を流体や粒子の運動としてモデル化しており、人間の避難行動の背後にある意思決定過程についてはほとんど考慮していない。そこで本論文では、避難者の意思決定過程を考慮したモデル化法の構築を課題として取り上げた。

また広域避難では、避難命令発令時の避難拒否者の存在が問題となっている。円滑な広域避難にとって、避難拒否者の拒否理由を短時間で把握し、説得することが必要である。しかしこれらのすべてを人手に頼っている現状では担当者の負担が大きく、しかもこの分野の専門家は育てていない。そこで本論文では、広域避難拒否者の拒否理由の推定を計算機により支援する手法を課題として取り上げた。

これらの考察の結果、次の結論を得た。

避難行動モデルの構築や広域避難拒否理由を推定する方法を確立するためには、人間の避難行動特性に関する心理学的・社会学的知識が基礎となる。そこで第3章では、避難者の避難行動特性を、心理学や社会学などの分野でこれまで得られている知識によって明らかにした。その結果、恐怖などの感情に動機づけられた合目的行動をとる存在としての避難者像を明らかにした。

次に第4章では、閉所空間単独避難行動のモデル化手法として、避難者の内部情報処理過程を記号处理的にモデル化する情報处理的アプローチの適用を提案した。

- (1) 避難行動特性を情報処理過程のモデルとして構築した。その結果、避難行動が情報入手、状況定義、対応決定、確認情報入手、状況再定義、対応再決定、対応実行という7つの情報処理ステップのサイクルで表現できることを明らかにした。各ステップは複数の認知・行動方略から成る。各認知・行動方略は、第3章で整理した閉所空間避難行動特性をルール形式で表現したものである。
- (2) 認知・行動方略の選択基準のひとつに恐怖度を考慮することにより、恐怖による対応変化を扱えた。
- (3) 単独避難行動モデルを計算機上に実現し、避難実例を再現したところ、本手法の有効性が明らかになった。

第5章においては、第4章で提案した単独避難行動モデルを集合避難行動モデルに適用した。

- (1) リーダーの発生・消滅条件、フォロワーの追従条件などを明らかにした。それらの結果を避難者間の相互作用モデルとしてモデル化した。
- (2) 集合避難行動モデルを計算機上を実現し、避難実例を再現したところ、本手法の有効性が明らかになった。

第6章においては、本手法が心理学などにおける有効な研究支援ツールとなりうることを示すため、第5章で提案した集合避難行動モデルによるシミュレーションを通じて、避難時リーダーシップの有効性および最適なリーダーシップ型に関して心理学で議論されている仮説を検討した。

- (1) 避難におけるリーダーシップの有効性が確認された。
- (2) 従来最適なリーダーシップ型とされてきたPM型リーダー（課題遂行機能および情緒安定機能の両方に優れる）は、避難時間だけを見れば必ずしも最適ではない点や、フォロワーのリーダーへの盲従という問題があることが明らかになった。

第7章においては、広域避難における避難拒否者の拒否理由を推定する手法を研究するため、第3章で整理した広域避難行動特性に関する知識を拒否理由の推定ルールとして知識ベース化し、地理情報や災害情報などの災害データを用いて推定する手法を提案した。その結果、

- (1) 避難拒否に至る意思決定過程を、避難命令の入手、避難命令の信用、脅威の認知、被害規模の予想、避難の効果の評価、避難の実行可能性、避難に要するコストの評価、というステップで表現できることを明らかにした。また、推定ルールをこれらのステップに分類し、抽象度により階層化したことにより、拒否者が各自の意思決定のどの段階で避難拒否を決定したのかを容易に同定でき、対策を立てやすくした。
- (2) 推定ルール、災害データ、および推論機構を分離したことにより、推定ルールや災害データに変更がある場合にも、その影響を最小限におさえることができた。
- (3) 本手法により避難拒否実例における拒否理由を事後推定し、調査結果と比較したところ、短時間的確な推定を行えることが明らかになった。

以上のように、本論文はビル内および広域の避難誘導支援に関して様々な見地から研究を行ったものであり、得られた結果はこの分野の研究について重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。

よって、学位申請者 仲谷善雄は、学術博士の学位を得る資格があると認める。