

5.6 地域住民の避難誘導最適化（東急総合技術研究所）

5.6.1 研究の概要と目標

本研究は、リアルタイムに地域と中核施設を連携させて効果的な避難誘導情報の受発信を行う避難管理システムの構築を行う。本システムと情報共有プラットフォームとの連携により、最適な避難行動解析に不可欠なリアルタイム情報（火災延焼，通行止め，孤立・救援状態等の情報），豊富なデータベース，及び被害の拡大予測情報をプラットフォームから入手が可能となり，それら情報を解析して避難行動に必要な情報を確実に，迅速に提供することを目的とする。

5.6.2 平成 16 年度の成果要約

平成 16 年度は，地域における最適な避難誘導システムを構築する上で必要不可欠である現状の地域の防災計画と情報管理の実態を調査し，本研究の方向性を明確にするとともに，他のサブチームと共同でモデル地区を対象としたシミュレーションモデルの適用性について検討を行った。

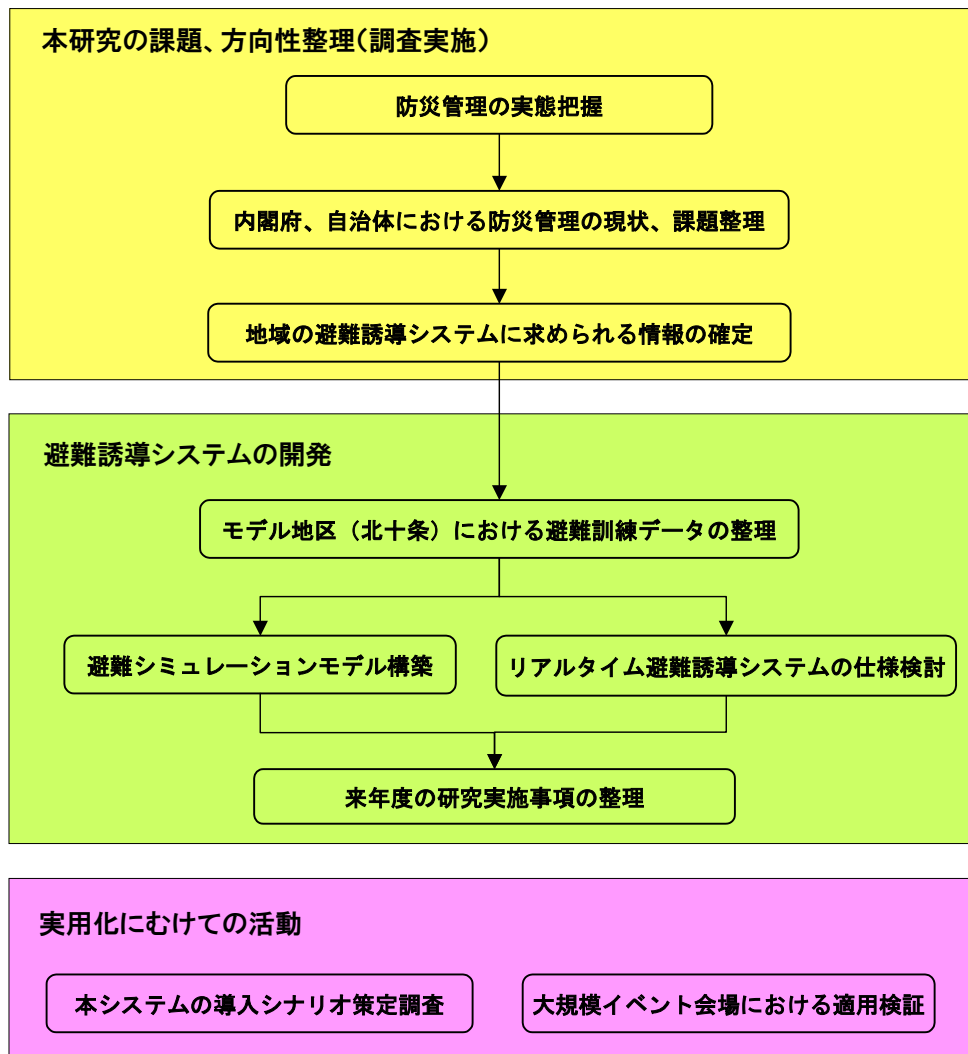


図 5.6-1 平成 16 年度研究フロー

(1) 地域防災管理の実態調査

現在、自治体の指針とされている地域防災管理計画の上位計画である「災害対策基本法」との関連を整理し、現状や課題を明らかにした。さらに、各自治体の防災計画に対する取組みの進捗度合いや本研究に対する具体的なニーズをアンケート調査やヒアリング等で把握した。

(2) モデル地区における避難シミュレーションモデル構築

他のサブチームと共同して、モデル対象地区とした東京都北区上十条で実際に行われた地域避難訓練時の行動データを基にして、CAD データに変換された地区全体の街路ネットワーク上での訓練参加者 500 人の避難行動を再現するシミュレーションモデルを構築した。このモデルは今後、防災 e ラーニングシステムのコンテンツとして組み込む予定である。

(3) リアルタイム避難誘導システムの仕様検討

上記(1)において明らかになった地域住民の誘導効果について、被災直後の効率的なリアルタイム誘導システムについて、プロトタイプモデルの仕様について検討を行った。

(4) 実用化研究 1：本システム（平常時版）の適用性調査

地域防災管理の実態調査で明らかになった避難訓練の形骸化や防災教育の効果向上策の期待に対して、自治体の防災活動の一環である小学校への防災教育に注目して、避難シミュレーションの結果等を組み込んだ防災 e ラーニングシステムの適用性や導入可能性について検討を行い、地域の防災意識の向上や情報ネットワークの構築として非常に有効であることを明らかにした。

(5) 実用化研究 2：大規模イベント会場における適用性検討

本年度に構築した群集シミュレーションシステムを活用して、現在開催されている大規模イベントの会場安全管理計画における約 1 万人規模の避難挙動と誘導効果（情報伝達方法の差異）について事前検証を行い、本研究の実用性を実証する一方、システム機能の課題を明らかにした。

5.6.3 自治体の防災管理の現状調査

本調査は、防災意識が高い、被災経験がある、大都市圏で危険度が高いといった基準から 20 自治体を抽出して、関連資料の入手、電話取材、さらに一部自治体において面接取材を行った。

表 5.6-1 調査対象自治体

①神奈川・大和市	②兵庫・神戸市	③愛知・名古屋市	④静岡・静岡市
⑤静岡・浜松市	⑥静岡・富士市	⑦東京・中野区	⑧東京・中央区
⑨東京・世田谷区	⑩東京・文京区	⑪東京・台東区	⑫東京・練馬区
⑬東京・足立区	⑭東京・北区	⑮東京・荒川区	⑯東京・新宿区
⑰東京・豊島区	⑱東京・武蔵野市	⑲東京・板橋区	⑳東京・千代田区

以上の調査から、対象の 20 自治体をいくつかの防災管理の評価項目からカテゴリー分けをした。

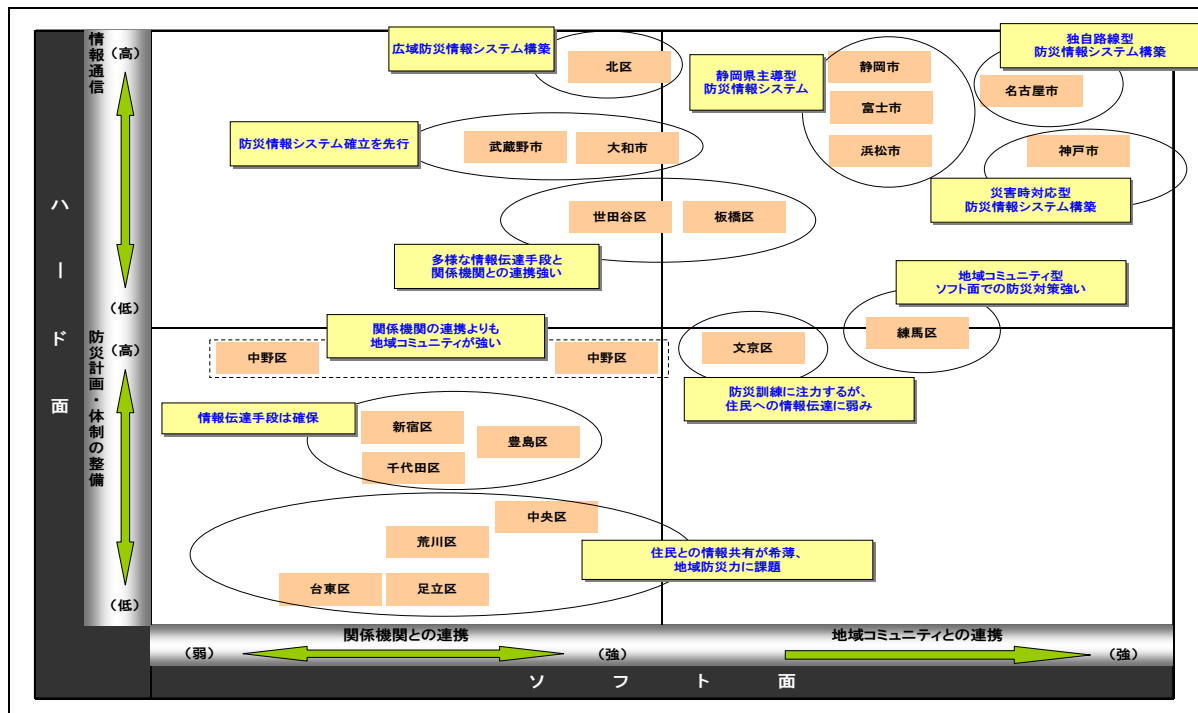


図 5.6-2 各自治体の防災管理実態カテゴリー

さらに、神戸市や東京都北区への電話取材、訪問ヒアリングから以下の課題が明らかになった。

(1) 情報収集・集約・発信に関する課題

災害時にリアルタイムでの最適避難情報について、その仕組みに対する基本的な課題が指摘された。地域防災の先駆的な取組みを推進する神戸市の情報収集体制では、災害直後から1時間以内に災害の全体像を把握するための情報収集にあたり多くの関係者が介在している。避難の必要性のあるときは、この間もしくは80分から110分程度で避難勧告等の対応を図る必要がある。

当該リアルタイム最適避難情報への適用の観点から、まず避難経路や危険区域を示すためには被害状況に関する情報（第一情報）が必須となる。関係者からの指摘では、「だれが」、「どうやって」その情報を迅速に、且つ正確に発信し、収集するかという点について指摘を受けた。

次に、その情報を集約する工程で、多様な情報源からどの情報を取捨選択するのか、リアルタイムで情報をだれに発信するのかを明確に定義しておく必要があることが明らかになった。

(2) 避難経路に関する情報

当該調査において、災害時にリアルタイムに必要な情報は「避難経路は必要か」という疑問が関係者から提示された。地域住民であれば、避難場所（小学校）やその経路は周知しているので、その必要性はないと考えている自治体が多い。もし、危険区域を示すのであれば、特にマップは必要としておらず、文字（テロップのような短文）で十分役立つとしている。

(3) 本研究に対する期待

シミュレーション技術などシーズ先行型の技術に対して、「イメージが湧かない」や「わからない」とする関係者のコメントは否定的見解というよりも、むしろアイデアを提示したうえで評価を得ることの重要性を示唆している。リアルタイム最適避難情報については、以下の点について再検証することが肝要である。

a) 「災害時、リアルタイムでの情報発信」

情報を発信するためのベースとなる「情報収集体制」、「情報媒体の有効性」を勘案することが重要である。

b) 「避難経路」「避難誘導」

避難経路に対するニーズは低いという結果を踏まえ、新たなコンセプトを考案することが必要である。例えば、避難所までの避難経路ではなく、避難経路の想定シーンを広げることで可能性を模索することが求められている。または、避難所を文字ベースで発信することは肯定的に捉えられていることから、携帯電話で一斉に避難所を発信できるシステムも有効と考えられる。さらに、「避難勧告」、「避難指示」、「避難命令」の発令基準、タイミング、対象者と本システムとの関連、機能連携について見直す必要がある。

c) ハザードマップとの連携

自然災害別や震度別など様々な想定におけるハザードマップは必要とされていないことが明らかとなった。但し、作成済みのハザードマップに付加価値をつけるようなアイデアの織り込みは、需要喚起につながるものと考えられる。

d) 避難誘導情報は「地域住民」よりも「特定の人」へ

地域の全住民を対象とした避難誘導情報の必要性は低く、交通整備・避難誘導をする／しない、二次災害を防ぐための避難先における情報提供を行うといった、ターゲットの方向性を改め、特定の人（自治会、自主防災組織）へのニーズ、避難誘導情報の需要を検討することが要される。

5.6.4 モデル地区における避難シミュレーションモデル構築

(1) 北区上十条5丁目町会の防災訓練概要

地区防災訓練は、2004年9月5日（日）9時から11時30分にかけて行われ、約320名の参加者となった。避難訓練は、9時に開始し、自宅から一次避難場所である王子第三小学校へ住民が各自避難を行った。その際、住民に対し避難経路に関するアンケートを実施しており（工学院大学久田研究室と共同）、88サンプル（回答者数147名）が得られた。なお当日は、3箇所の道路閉塞（×印）と発災対応型初期消火模擬訓練（●印）が行われており、迂回による避難経路とした。北区上十条5丁目町会は、約500m四方からなる地区であり、道路については、2項道路が多数を占めており（平均約2.3m）、一部高低差による階段での移動箇所もある。また、ブロック塀については1.5m以上のものが多数存在している。アンケート結果によると、平均避難時間は、5分であり、平均歩行速度は約0.9m/秒となっている。また、最長距離避難者の避難時間は7分（避難距離463m）であり、最長避難時間は、13分（避難距離262m）であった。

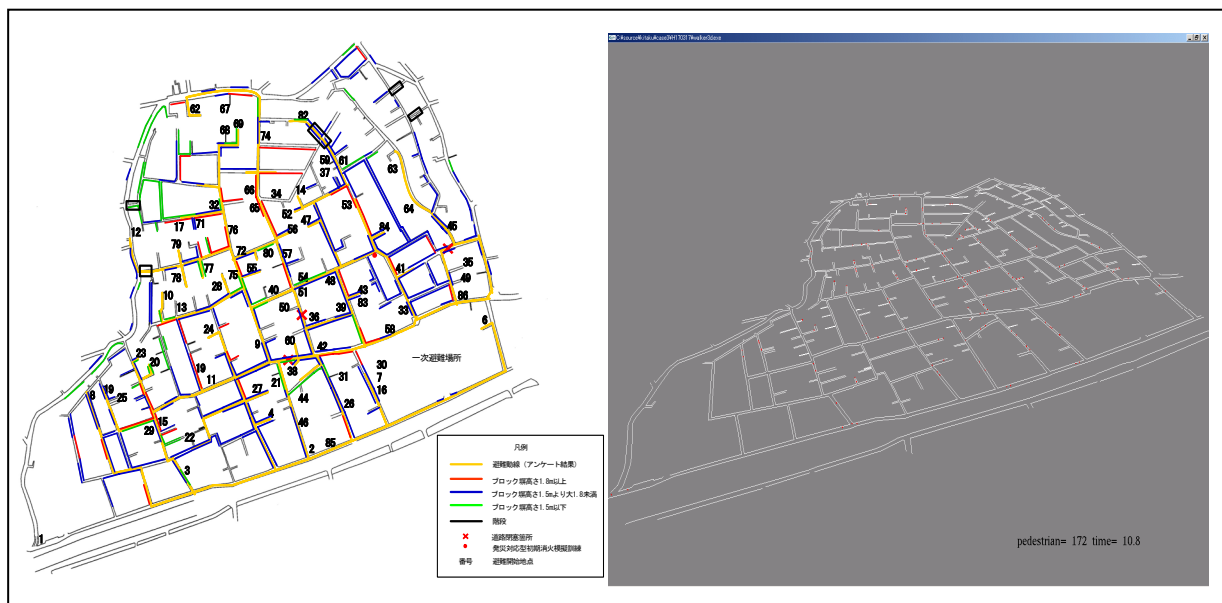


図 5.6-3 モデル対象地区：東京都北区上十条5丁目

(2) シミュレーション結果、及び考察

北区上十条5丁目地区では、①2項道路が多数ある、②ブロック塀が多数存在する、③一部高低差があり階段での移動があるという特徴が見られた。本シミュレーション結果から、より広い幅員の道路を優先して避難するケースでは、最短経路を優先する場合と全避難時間はほぼ変わらず、全避難距離は60m延びるに留まり、混雑による安全面を考えると避難経路としては適当と考える。ブロック塀が倒壊したケースでは、より広い幅員の道路を最優先して避難したケースに比べ、迂回により全避難時間は約1分延び、全避難距離は60m延びた。更に、道を塞がれた避難不能者は8名(4箇所)となり、ブロック塀の除去などハード面での整備が必要と考える。また、今回はブロック塀での道路閉塞を検討したが、他の建物倒壊や落下物等の検討も必要と考える。

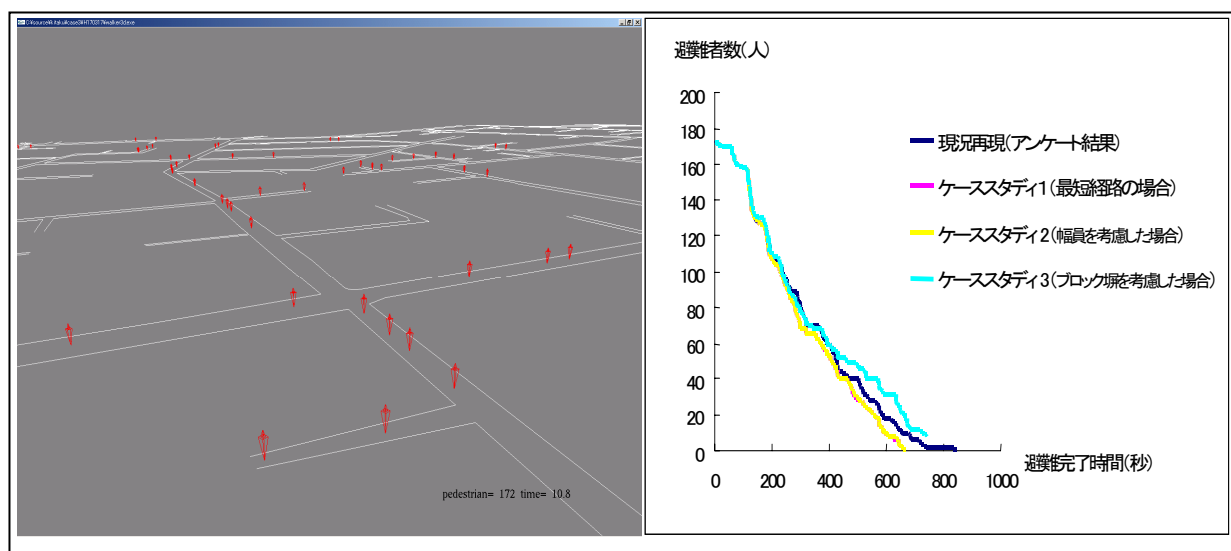


図 5.6-4 シミュレーションモデル、及び検証結果

5.6.5 実用化研究1：本システム（平常時版）の適用性調査

前述の調査において、地域コミュニティにおける防災教育・訓練は、関係者が防災に対する共通認識をもち、実践的に役立つ訓練を行うことが難しいという点が挙げられた。調査結果からの課題を図5.6-5にまとめた。そこでは、区市町村、自主防災組織、教育機関などそれぞれが防災教育・訓練を実施している現状は示されているが、地域コミュニティとの連携によって幅広い住民・関係者へ防災教育・訓練の周知徹底を図るには至っていない実態が明らかとなっている。

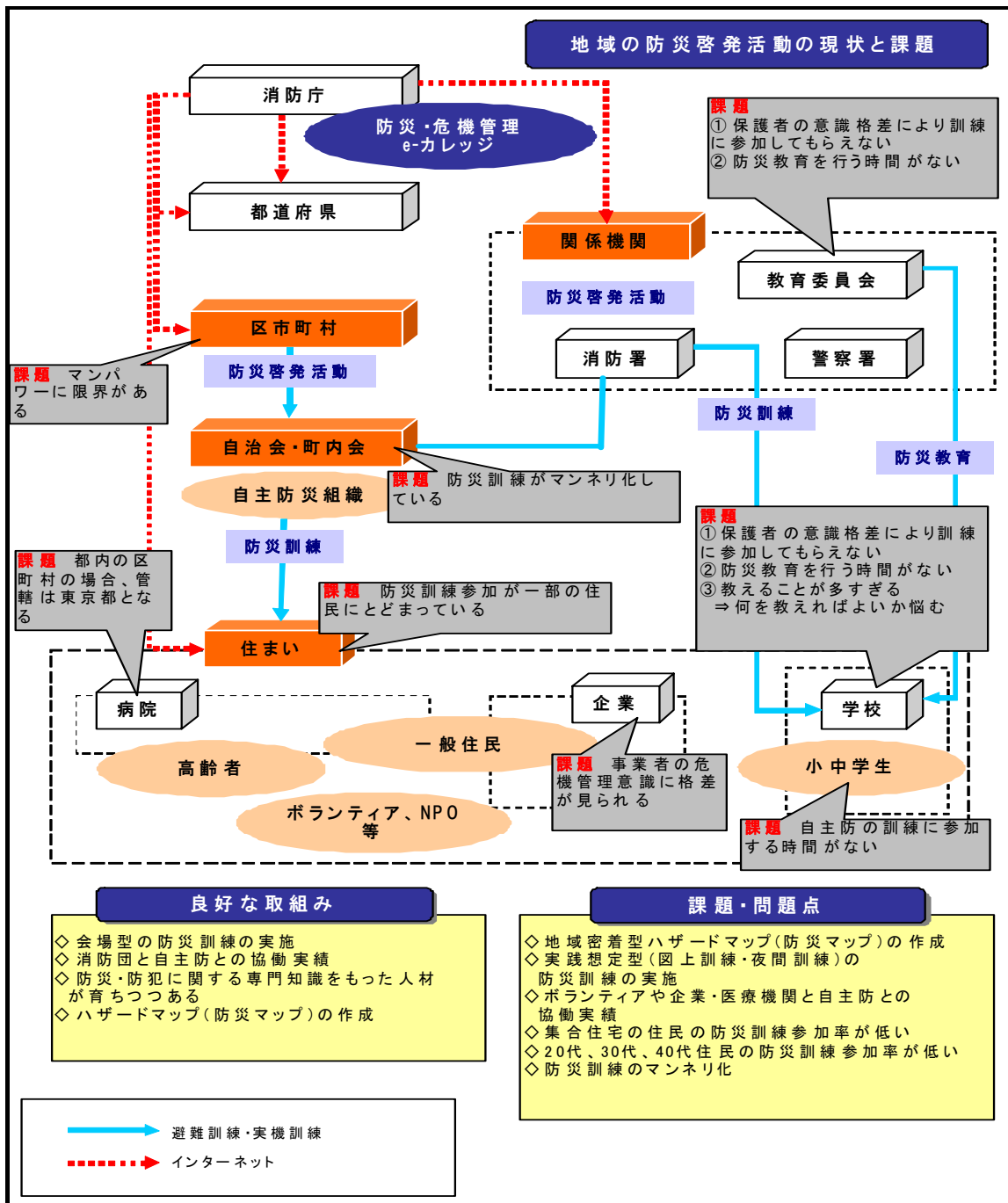


図 5.6-5 適用化にむけての課題整理

以上の各課題に対して、本研究成果（シミュレーション結果や避難情報伝達方法の徹底）を地域防災教育へ活かすことが課題の解決、地域の減災に繋がること期待される。ここでは、研究成果の適用方法の一つとしてeラーニングという手法を提案し、効果や課題を明らかにした。

減災を実現するには自治体の努力だけでは限界があり、地域や家族との連携は不可欠で、地域と家族、学校の協力を得て連携を図っていく必要がある。提案するeラーニングは、「防災について家族で話し合うこと」や「子どもを中心に地域の人と連携した防災教育・訓練を実施する」、「学校がアクティブに地域との連携に入っていく取組み」等を推進する効果的な手法となりえる。

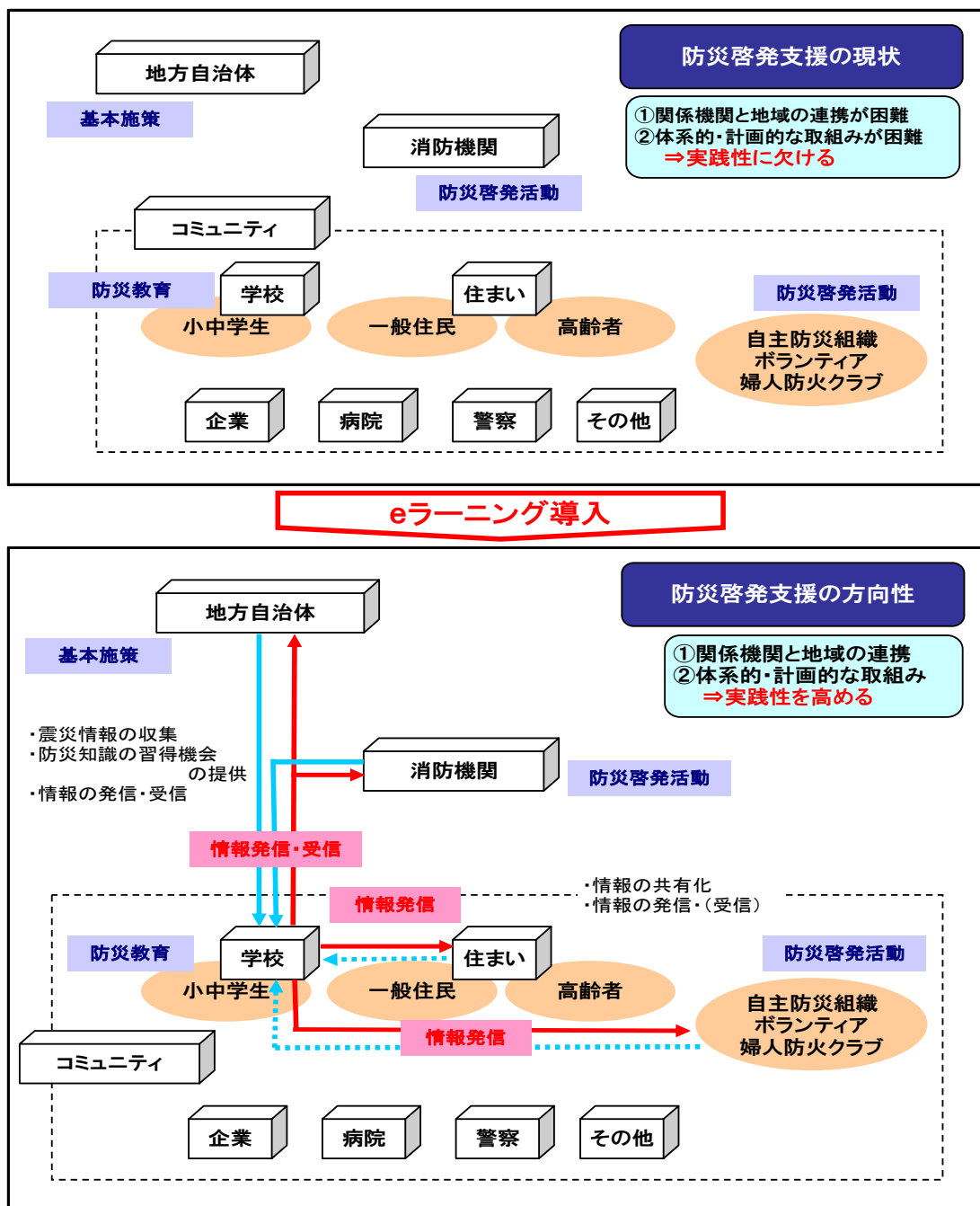


図 5.6-6 eラーニング導入による防災啓発活動の方向性

課題としては、eラーニングは自学自習を基本としているので、学校が求める複数のクラスメートとの協業による集合学習でどれだけ役立つかは未知数である。また、その他の課題としては、教育委員会が運用する場合の人材不足が挙げられていた。専門知識を有する人材や管理運用を専門とするセクションが必要となるため、現状では難しいと思われる。

表 5.6-2 地域の防災啓発活動の課題と方向性

防災啓蒙支援の現状における課題	ITの活用による今後の方向性／ eラーニング導入による解決策
□関係機関と地域との連携ができない	①情報の共有化，ネットワーク構築により関係機関と地域をつなぐ役割を果たす ↓ ②ネットワーク構築により啓蒙活動に応用する ↓ ③啓蒙活動の一環として必須となる防災教育は，小学校に止まらず地域社会・一般住民等を視野に入れた取組みへと進展する ↓ ○学習対象者の拡充が可能であるeラーニングは有効 ○防災体制の周知徹底を図るためeラーニングを活用することによって各関係者の立場に立った危機管理知識の習得機会を提供することができる
□体系的・計画的な取組み ・防災訓練の実施比率は高い（93.7%：兵庫県調べ）が，授業については33.9%と低い	○事前事後学習としてeラーニングを活用することによって体系的な学習を確立することが可能である
・児童の発達段階に応じた指導	○低学年・中学年・高学年別に学習意欲を促すような厭きの来ないコンテンツを提供することができる（動画や音声，ゲーム感覚を取り入れる）
・学校が所在する地域の特性に応じた指導	○多様な場面を想定したコンテンツ化が可能である ○シミュレーションの導入により単なる知識習得ではなく学習者がイメージできるようなコンテンツを提供することができる
・実践に役立つ指導	○シミュレーションの導入により単なる知識習得ではなく学習者がイメージできるようなコンテンツを提供することができる ○教育現場関係者の要望に応じたコンテンツの改良を継続することで，良質で豊富な教材を提供できる

5.6.6 実用化研究2：大規模イベント会場における適用性検討

現在開催中の大規模イベント会場における緊急時の避難誘導計画の策定を支援する目的で避難誘導情報の伝達方法の検討を本シミュレーションモデルで実施した事例を報告する。

(1) 検討目的

会場内の各施設出入口付近の混雑状況を解消するための案として、各施設の出入口に誘導員を適正に配置し、施設出入口付近にいる観客を避難待機場所に誘導することを検討する。

(2) シナリオ設定

- ① 通常時のシミュレーションモデルを構築し、観客のゾーン内回遊行動を再現。
- ② 一定時間経過の後、緊急事態発生。中庭に誘導員を配置。
- ③ 施設内の観客は自衛消防隊（各施設係員）により、各施設出入口付近の館外観客は施設外の避難待機場所への避難指示を受けるものとする。
- ④ 避難待機場所には、係員が待機し、誘導された観客を整列／待機させるものとする。
- ⑤ 誘導員の指示の影響範囲を半径10mの円で設定し、その影響範囲内の観客を一次情報取得者、影響範囲外の観客を二次情報取得者とする。
- ⑥ 一次情報取得者は避難開始後、直ちに一時待機場所に向けて移動を開始する
- ⑦ 二次情報取得者は避難開始後、一定時間(30秒)経過後に一時待機場所に移動を開始する。
- ⑧ ゾーン内にいた観客が、全員施設外に出た時点で避難完了とする。

(3) 施設、設備等の空間モデル構築：CADデータ編集

- ① 自由歩行空間、立体交差する箇所は立面図、侵入禁止空間、歩行速度が極端に変わる空間*
- ② 動線に影響するその他施設の設定*：柵、バリケード、案内板、アトラクション
- ③ 緊急時の旅客各人に避難動線を変更させる誘導情報受信区域

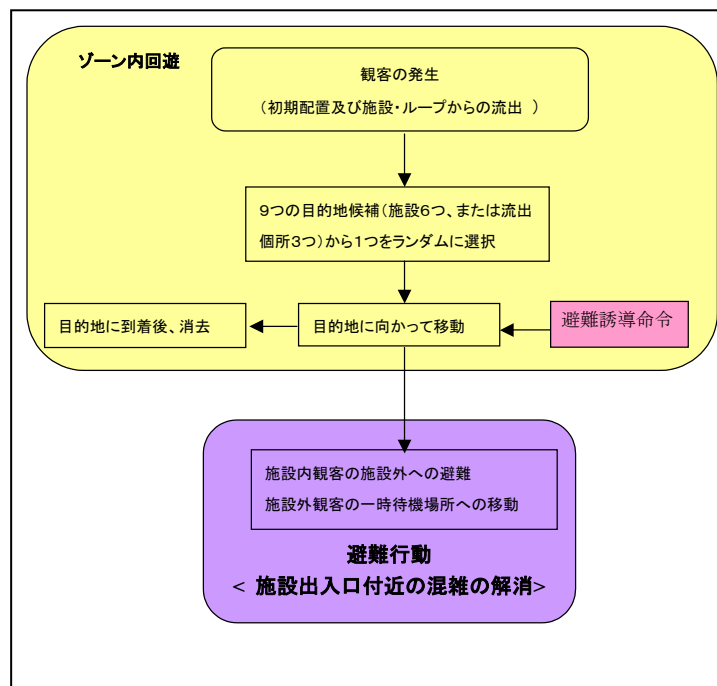


図 5.6-7 イベント会場における避難誘導シナリオ

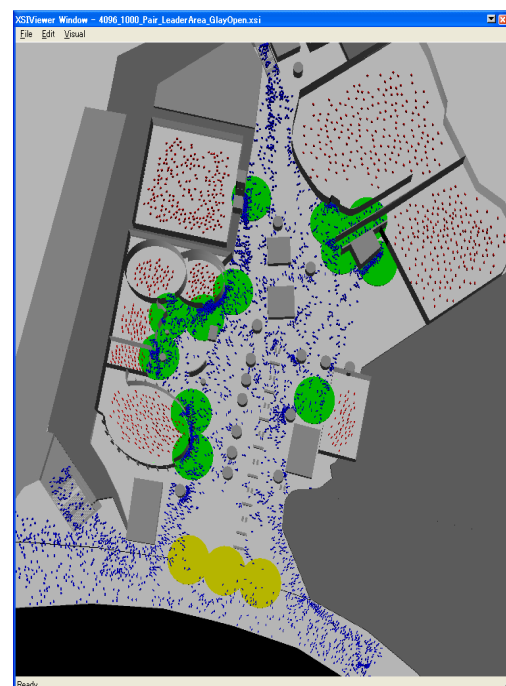


図 5.6-8 モデル出力例

5.6.7 結論ならびに今後の課題

本年度は、地域の防災計画と情報管理の実態を調査し、本研究の方向性を明確にした。また、東京都北区上十条をモデル地区として、他のサブチームと共同で当地区避難訓練の行動調査を行い、避難行動シミュレーションシステムのプロトタイプを構築した。その他、実用化に向けての活動として、本研究成果を通常時に自治体で活用してもらう具体的な施策として、小学校の児童を想定利用者としたシステム導入の基本調査を行った。

具体的には、以下の各研究事項を実施し、本年度の目標を達成した。

- ① 地域防災管理の実態調査
- ② モデル地区における避難シミュレーションモデル構築
- ③ リアルタイム避難誘導システムの仕様検討
- ④ 実用化研究1：本システム（平常時版）の適用性調査
- ⑤ 実用化研究2：大規模イベント会場における適用性検討

本年度の課題として明らかになった以下の事項について、今後精査を行っていく。

- ① 他のサブシステム間におけるデータ互換性の拡大、検討
- ② 各自治体毎にシステムを構築するにあたってのコスト削減方法
- ③ システムの入出力項目の確定、操作性の向上、データ更新業務の負荷軽減策

5.6.8 平成 17, 18 年度の研究計画

平成 17 年度は、これまでに明らかになった課題や方向性を踏まえて他のサブチームと連携して、対象モデル地区（北区上十条、愛知県豊橋市）におけるリアルタイム地域避難管理システムのプロトタイプの作成を実施する。

(1) 本研究の実用化検討

現状の防災管理体制、手法における本研究の自治体への導入シナリオ、アクションプランを作成する。

(2) 避難管理システムのプロトタイプの構築

- ① 他のサブチームと連携して、モデル地区を対象として最適避難誘導システムの設計、プロトタイプの構築を行う。
- ② 誘導表示検討ワーキンググループに協力して、デバイスの試作機の検討を行う。

(3) 防災教育ツールの作成

地域の中核施設（自治体、学校、駅等）の関係者や住民を対象としたち生きの防災教育ツールを作成し、その効果について検討を行う。

また、18 年度は研究最終年度として情報共有プラットホームとの連携を目指す。