

災害情報伝達のシナリオ・シミュレータ

Development of Practical Scenario Simulator for Dissemination of Disaster Information

浅田純作¹, 桑沢敬行², 片田敏孝³

Junsaku ASADA¹, Noriyuki KUWASAWA² and Toshitaka KATADA³

1. はじめに

災害時における人的被害の最小化を目指すことにおいて、避難命令などの災害情報を適切に発信し、住民に対して効率的に伝達することは非常に重要な課題である。これを実現するためには、まず、迅速な情報収集と効率的な組織間の情報伝達を行うことにより、速やかに情報伝達的意思決定を行うこと、そして適切なタイミングで災害情報を発信し、全ての住民に対して迅速かつ正確に伝達すること、即ち、災害情報の伝達について、十分な悉皆性、速達性、正確性を確保することが必要であり、災害情報伝達の体制整備においては、これら全てが満たされることが必須の課題と言えよう。

災害時における情報伝達体制の効率化の問題については、これまで門間等¹⁾や椎葉等²⁾などがシミュレーションを用いた検討法を示しているが、これらの研究は主に防災機関の意思決定や組織間情報伝達など、防災機関の対応に重点を置いており、組織と住民の間や住民間における情報伝達過程については、十分な検討が行われていない。しかし、災害情報伝達は、災害情報が地域住民に伝達され、そのもとで適切な行動を促すことが最終的な目的であり、住民が災害情報を取得する過程に及んで検討を行うことの意義は大きいと言える。

以上のような問題意識より、筆者等はこれまで災害時における住民の情報伝達行動を調査によって把握し、それをモデル化することで情報伝達効率を評価する方法³⁾を検討してきた。この研究では、被災程度によって変化する情報伝達特性を考慮した住民の情報伝達行動をモデル表現する方法や、防災行政無線システムをモデルに組み込む方法、さらにそれを踏まえて住民への情報伝達をコンピュータ上でシミュレーションする基礎技術を検討している。

そこで本研究では、これまでの研究より得られた知見に基づいて、住民間の情報伝達ならびに様々な伝達メディアによって行われる情報伝達を表現するシミュレーションシステムを開発する。このシステムは、オブジェクト指向プログラミング言語によりプログラミングされており、時間の経過とともに変化する様々な状況の進展をリアルタイムに処理することで、刻々と変化する住民の情報取得状況や情報伝達メディアの稼働状況を簡潔に表現することが可能であるとともに、新たな伝達メディアを追加するなどの機能拡張を容易に行えることを念頭においた構造となっている。またこのシステムでは、一般的なコンピュータソフトウェアと同等の操作機能を持たせることにより、コンピュータなどに関する専門的な知識を持たない一般の利用者が簡単にシミュレーションを行うことを可能としている。

本研究で開発した災害情報伝達シミュレーションシステムは、以上のような機能を持つことから、防災行政無線システムの配置計画など、伝達メディアの整備計画や災害の進展過程に応じた避難命令の発令タイミングの検討など、災害情報の伝達戦略やその体制整備の検討を行うためのシナリオシミュレータとして、広範囲に利用することができる。

1.正会員 群馬大学大学院 工学研究科 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 Tel&Fax 0277-30-1651

2.学生員 群馬大学大学院 工学研究科 同上

3.正会員 工博 群馬大学助教授 工学部建設工学科 同上

2. 災害情報伝達シミュレーションモデル

2.1. モデルの概要

災害情報伝達シミュレーションモデルは、地域に生じる多様な被災状況下において、避難命令などの災害情報が地域住民に対し発令されてから、その情報が住民間情報伝達(口頭伝達、電話伝達)、伝達メディア(防災行政無線、テレビ・ラジオなど)により伝達されていく過程を表現するモデルである。

このモデルの特徴は、住民個人の位置をxyz座標系に配置することによって、現実的な空間における情報伝達を再現していること、住民個人の情報伝達行動の特性や防災行政無線などの各種伝達メディアの特性をパラメータとして組み込むことで、メディア機能にシナリオ設定を可能にしていること、これまでに著者らが開発したモデル³⁾を改良し、時間制御のシステムとしたことで、災害の発生時刻や災害情報の発信タイミングなどにシナリオ設定を可能にしたこと、さらに、複数の発災事実に関する複数の情報が伝達される場合など、複雑な状況想定も表現し、シミュレートすることが可能となっていること、などである。

2.2. 住民間情報伝達³⁾

住民間情報伝達のモデル化は、口頭伝達行動と電話伝達行動のモデル化から構成される。まず、住民間の口頭伝達行動については、何らかの手段により情報を取得した任意の住民を情報発信者として、順次口頭伝達によって伝え広められる情報の伝達過程をネットワークの生成過程と捉えモデル化している。モデルの基本構造は、数理社会学における人的ネットワーク形成理論であるBiased Net Model⁴⁾を基本構造として採用している。Biased Net Modelとは、神経細胞の情報伝達構造に倣って開発された確率論的ネットワーク生成モデルであり、社会構造研究においては、Fararo,T.J.⁵⁾、Skvoretz,J.⁶⁾などによって、友人選択問題を対象とした研究に適用されている。

本モデルにおける住民間のネットワークは、xyz座標系でその位置を表現された住民間のランダムな相手選択を基本に構成し、そこに被災の程度によって変化する住民の情報伝達行動の特性を表現するパラメータを機能させることで、被災状況を反映した住民間の情報伝達過程を表現している。本研究では、住民の口頭伝達行動の特性を、情報伝達相手の人数、情報伝達相手までの距離、相手選択時に生じる偏向(バイアス)を伴う住民間の選択関係、という3つの視点から捉え、また、その時間特性は、伝達を行うまでの待機時間、伝達に要する時間の2点によって表現する。そして、これらの伝達行動の特性をもとに、シミュレーションモデルの中で機能する情報伝達特性パラメータを以下のように定義する。

情報伝達相手数とは、1世帯が情報伝達相手として選択する人数である。実際のパラメータとしては、シミュレーションの対象地域における情報伝達相手数を調査によって把握し、その分布を用いている。

情報伝達相手距離とは、世帯が選択した情報伝達相手までの距離帯の分布であり、調査によって把握する。このような情報伝達相手距離を考慮することで、地域の空間的な広がりや個人間の位置関係による住民間情報伝達ネットワークの広がりへの影響を捉えることができる。

住民間の選択関係とは、伝達相手の選択はランダムには行われず、同一の相手から選択された二人の個人間では、お互いに選択を行い易くなるなどの偏向を持つことが考えられることから、そのバイアスを伴う相手選択の生成確率の大小によって住民間の関係を捉えるものである。

次に、口頭伝達行動の時間特性を表現するパラメータとして以下を定義する。

情報伝達待機時間とは、住民が初めて情報を取得したときから情報伝達を行うために家を出るまでの時間である。本研究では、住民が情報伝達行動を避難準備行動のどの時点で行うかを調査によって把握し、この時点までの経過時間によって伝達待機時間を表現する。また、避難行動中に伝達を行う場合は、避難のために家を出るまでの時間をもって表す。

情報伝達消費時間とは、情報伝達を行うまでに要する時間であり、この値は伝達相手までの移動距離と伝達者の歩行速度から求める。

電話伝達行動のモデル化については、口頭伝達行動のモデル化に準じ、ほぼ同様な方法でモデル化している。ただし、そのメディア特性から、情報伝達相手距離、情報伝達消費時間は考慮する必要はないが、輻輳

率や輻輳時間分布を考慮することが必要であり、それらを加えてモデル化を行っている。

2.3. 情報伝達メディアの表現

実際の災害時における被災形態は多様であり、災害情報伝達も複数の情報が複数の情報伝達メディアにより、時間差を伴い地域住民に伝達される状況が想定される。このため本モデルでは、災害時において住民間情報伝達と合わせて機能する各種情報伝達メディアが組み込まれており、これらの連携によって達成される情報伝達効率の評価を行うことが可能となっている。

本モデルにおける情報伝達メディアは、各メディアの情報伝達特性を反映する形で、ネットワークの形成過程に組み込んで表現されている。例えば、情報伝達メディアの伝達特性に関して、防災行政無線システムの屋外拡声器についてみると、屋外拡声器は、地域の防災機関からの情報を、周囲の多数の住民に対して一度に伝達することができる特徴を持つ一方、聴取率が天候に左右され易いなどの問題点も持っている。そのため本モデルでは、これらの伝達特性を表現するため屋外拡声器のパラメータとして、拡声器の音声を聞くことができる範囲である音声到達範囲、また、音声到達範囲内の世帯で実際に情報を得ることができる世帯の割合である聴取率を導入し、これらの値に基づいて情報を取得する住民(ネットワークに加わる住民)を定めるようモデル化している。また、伝達時間特性については、屋外拡声器が発声した時点をシナリオに基づいて与え、その時点で屋外拡声器による情報伝達が、ネットワーク形成に追加される形で機能することになる。

以上のように、屋外拡声器については、その配置位置、音声到達範囲、聴取率、発声タイミングに対してシナリオ設定が可能であり、そのシナリオに基づく情報伝達ネットワークの形成が、住民間情報伝達や他の伝達メディアとの連携のもとで行われることになる。

2.4. 情報伝達効率の評価

シミュレーションモデルによって表現される住民への情報伝達状況から情報伝達効率を評価するため、本研究では、情報伝達効率を悉皆性、速達性、正確性の3つの視点から捉え、その計測指標として、情報取得率、情報取得時間、ステップ数を定義する。まず情報取得率とは、伝達対象地域の全住民に対し情報を取得できた住民の割合を示し、この値が小さいほど情報の広がり小さく、逆に値が大きいと情報が広まったことを表している。また、情報取得の安定性を評価するため、同条件のシミュレーションを複数回行い情報取得率の標準偏差を求める。この値は小さいほど情報が安定的に広まっていることを示す。次に情報取得時間は、各住民が情報を取得するのに要した時間を表し、平均と最大の情報取得時間を求める。そして、ステップ数とは、住民が情報を取得するまでの伝達プロセス数を表している。このステップ数は、情報の質的変容が情報伝達の回数に依存すると仮定することにより、情報伝達の正確性の代理指標と位置づけている。

3. シミュレーションモデルのプログラム表現

3.1. プログラムの設計方針

災害情報伝達シミュレーションモデルのプログラミングに際し、以下の2つの設計方針を設定した。

複数の情報を、複数のメディアで、時間差を持って伝達する状況を表現するため、シミュレーションプログラムの中核をなす処理には、各情報伝達メディアの伝達タイミングを図る同期処理などの時間処理が必要となる。よって、プログラムは時間処理が容易に表現できる構造とする。

情報通信技術の進展により、新たな災害情報伝達メディアが開発されることを念頭に、新たなメディアを容易に追加できるよう、プログラム構造に拡張性を与えておく。

これらの設計方針を満たすためのプログラミング手法として、オブジェクト指向プログラミング手法を用いた。この手法を用いることで、情報伝達メディア共通の特性を基底クラスとして記述し、各情報伝達メディアごとの特性のみをそこから派生させたクラスに記述していくことが可能となる。これによりメディアごとの処理を細分化し、メディアの追加、管理を容易に行うことができる。また、処理構造としては、GUIを

用いたソフトウェアの構造に見られるイベント駆動型の構造を採用することとした。この処理構造は、オブジェクトの動作処理を各イベントごとに記述していくものであり、このイベントを発生させる引き金となるオブジェクト間のメッセージのやりとりを、時間の概念を持った管理クラスに仲介させることにより、時間操作に関連する処理を一つのクラス内に集中させることができる。これにより、プログラム内における伝達タイミング調整などの時間処理を簡潔にコーディングすることが可能となった。

3.2. プログラム構造

プログラムのクラス構造は、情報伝達メディア共通の基本的な属性データや、オブジェクト間で送受信するメッセージの受け口となる手続きを備えた最上層の共通基底クラス、その下位にあって各メディアに共通する特徴をまとめたメディア基底クラス、そして最下位の派生クラスとして実際にモデル上に登場する情報伝達メディアが記述されており(図 - 1 参照)、情報伝達メディア同士のメッセージのやりとりや各メッセージに対応したイベントを、担当するクラスに処理させることにより、地域住民の情報伝達行動や情報伝達メディアの機能を表現している。

シミュレーションにおける情報の伝達は、「市役所が屋外拡声器に情報伝達を開始させる」また「ある住民が他の住民に情報を受信させる」など、情報伝達オブジェクト同士で動作要求メッセージを送信して行う。また、「住民が情報を得てから5分後に避難を開始する」などの行動も「5分後に自分に対して避難要求メッセージを送信する」というように、自分自身に動作要求メッセージを送るという形で表現する。この時、送信からメッセージの発行までにタイムラグの生じるケースも表現しなくてはならない。このような時間処理を行うために、本研究で作成したプログラムには各情報伝達メディアクラスの他にシミュレーション管理クラスを導入した(図 - 2 参照)。このクラスは時刻とメッセージを管理するクラスであり、時刻の変化に合わせて各オブジェクト間のメッセージのやりとりを操作する機能を持たせた。情報伝達メディアオブジェクトが他のオブジェクトにメッセージを送信する場合は、送信相手の認識番号、送信するメッセージ、また現時刻からメッセージが発行されるまでの待機時間を管理クラスに登録し、ここに登録されたメッセージは、管理クラスが持つメッセージキューに発行待機時間から計算されたメッセージ発行時刻とともに保存される。そして、管理クラスは、メッセージキューの中に現時刻で発行すべきメッセージが存在する間はその発行作業を繰り返し、キュー中に発行すべきメッセージが存在しなくなった時点で時刻を一単位進めるという流れでシミュレーションを進行させるようになっている。

4. システムの概要と機能構成

4.1. システムの概要

本研究で開発するシステムは、地域の防災担当者が災害情報伝達の効率化の検討を容易に行えることが念頭におかれており、そのためには地域データの作成や入力が可能であること、シミュレーションのシナリオ設定が容易に行えること、シミュレーション結果の視覚化により結果の理解が容易にできることなどの配慮が必要となる。そこで本研究では、シミュレーションを行うための一連の作業をサポートするインターフェースの開発も行った。この開発に当たっては、利用者がコンピュータに関する専門的な知識を持たないことを前提に、シミュレーションのパラメータ設定などに、GUIによる対話形式を用いることや、設定値やシミュレーション出力結果をグラフィカルに表示することなど、ユーザーフレンドリーなシステムとなるよう配慮した。

4.2. 機能構成

本システムにおいて、災害情報伝達シミュレーションを行う一連の作業は、図 - 3 に示す流れによって進められる。各過程の操作方法と機能はそれぞれ以下のようである。

(1) 地域の登録

地域の登録は、シミュレーション対象の地域データを登録する箇所である。本システムでは地域の登録を

行うために、メニューから「地域登録ウィザード」(図 - 4)を起動させる。ここでは表示される各ページに、地域名、地域の説明、世帯座標データのファイル名、座標データの縮尺などの各設定値を入力する。なお、世帯座標データは、地図データの読み取り技術の向上が近年著しいことから、別途入力済みのファイルを読み込む形式を取った。

(2) パラメータの設定

災害情報伝達シミュレーションモデルは、パラメータを操作することにより、各種情報伝達メディアの機能特性や、地域住民の行動特性を変化させることが可能であり、さらに、各メディアの始動タイミングを設定することで、多様なシナリオ設定を行うことが可能となっている。本システムで設定が可能なパラメータは表 - 1の通りである。これらのパラメータには実際の調査結果³⁾から求められた値を標準値として初期設定しており、地域の登録と同様にウィザード形式で自由に変更することもできる。また、場所やタイミングを表す各パラメータは、マウスドラッグにより視覚的に値を設定することも可能であり、他の設定値との関係など、指定した値の持つ意味が理解し易いようになっている。例えば、シミュレーション上で災害の発生を表現するパラメータには、発災ポイント数、発見可能範囲、発見確率、また各発災ポイントの位置を示す座標値、発災時刻などがあるが、本システムのパラメータウィザードによる設定は、図 - 5に示すように全てダイアログに直接数値入力することにより行う。また、発災箇所などの場所の指定は、表示された地域画面をクリックすることにより設定することも可能であり、一度設定を行った後は、指定した地図上に表示されている発災ポイントのアイコンをドラッグすることで変更することが可能となっている。

発災時刻などタイミングを調節するパラメータは、画面上のタイミングウィンドウ(図 - 6上部)に表示されている発災ポイントアイコンをドラッグすることにより変更することも可能である。このタイミングウィンドウは、シミュレーション開始時刻をゼロとした経過時間を表す数値軸上に、発災ポイントや各種情報伝達メディアのアイコンがそれぞれの始動時刻を反映して配置されているものである。これらアイコンはマウスドラッグにより移動させることができ、これに合わせて各伝達メディアの操作パラメータも変更される仕組みとなっている。このウィンドウを使って各オブジェクトの始動タイミングを変更することで、各伝達メディアの時間的な位置関係を視覚的に把握しながらシナリオ設定を行うことが可能となっている。

(3) シミュレーションの実行

メニューまたはツールバーからシミュレーションの実行を選択することにより、シナリオ設定に基づいたシミュレーションを実行することができる。シミュレーションの実行中には、シミュレーション内での時間経過に合わせてタイミングウィンドウがスクロール表示され、シミュレーション上に災害の発生などのイベントが発生した場合には、イベントウィンドウ(図 - 6下部)に発生時刻と合わせてイベント内容が表示されるようになっている。さらに、システム内部では、シミュレーション内での各オブジェクトの動きを監視することで、情報を取得した世帯を認識し、その世帯の位置を順次ビジュアルに表示していくとともに、各時点の情報取得率や、情報取得時間、情報取得ステップ数の平均値、最大値などの各指標をリアルタイムに計算し、画面上の出力表示・更新を行っていく。ユーザーは、これらの画面表示を確認することにより、情報伝達メディアの効果や住民の情報取得状況をアニメーションで把握することができる。

(4) シミュレーション結果の表示

シミュレーションが終了すると自動的に各種の値が集計され、システムは結果表示モードに切り替わる。結果表示モードでは、最終的な地域の情報取得率、平均情報取得時間、平均情報取得ステップ数など情報伝達効率の各指標を表す結果が表示され、ウィンドウに表示されている地域の地図上には、凡例によって色分けされた各世帯の情報取得結果の分布が表示される。またこの他に、時間ごとの情報取得率変化、メディア別伝達件数など様々な結果を表示、印刷することが可能であり、これらの結果を保存しておくことで、各シナリオから得られたシミュレーション結果の比較検討を容易に行うことができる。

5. 適用事例

ここでは、本システムの適用事例として、群馬県桐生市の渡良瀬川と桐生川に挟まれた地域において、防

災行政無線の屋外拡声器の導入効果を検討する。

当地域は昭和 22 年のカスリン台風により甚大な被害を受けた世帯数 8,260 の地域であり、現時点で屋外拡声器は設置されていない。本システムの適用事例におけるシナリオ設定は、地域に屋外拡声器が存在せず、住民間の口頭伝達のみで情報伝達が行われた場合、地域に 17 箇所の屋外拡声器を配置した場合(その設置場所は図 - 7 参照)の 2 ケースであり、両ケースの比較により屋外拡声器の導入効果を検討する。

屋外拡声器の設置以外のシナリオに両ケースで差異はなく、具体的には、他の情報伝達メディアは機能しない状況で、発災地点はカスリン台風時の渡良瀬川の決壊地点、堤防決壊の 1 時間前に災害情報を発信した状況を想定している。その他の条件は表 - 2、表 - 3 に示す通りで、シミュレーションの試行回数は 100 回である。

シミュレーション結果の画面表示例を、図 - 7、図 - 8 に、シミュレーション結果のとりまとめを表 - 4 に示す。図 - 7 は、屋外拡声器を配置した場合の各世帯の情報取得状況を、取得時間ごとに色分けして分布させた図であり、また、図 - 8 は、屋外拡声器を配置しない場合における時間帯ごとの情報伝達件数、ならびに累積の情報取得率を示したものである。これらの図は、シミュレーションの最終結果を数値で示す表 - 4 の結果を、ビジュアルに示したものであり、地域的な情報伝達状況や時間経過に伴う情報伝達状況が把握しやすく、シミュレーション結果の理解を助けることに役立っている。

表 - 4 の結果から屋外拡声器の導入効果を試行的に検討すると、屋外拡声器の導入により、情報取得率が増加していることから、情報空白地の出現が抑制され悉皆性の向上が図られていること、平均情報取得時間が 19 分、最大情報取得時間が 3 時間 14 分と著しく短縮されていることから、速達性が大きく向上したこと、また、平均ステップ数や最大ステップ数も大幅に減少していることから、住民が取得する情報の伝達プロセスの回数が減り、情報の正確性も確保されやすい状況になったことなどが考察できる。ただし、ここでの考察は、本システムの利用方法を紹介するための便宜的な考察であり、実際に屋外拡声器の導入効果を検討する場合は、電話やテレビ・ラジオなどのメディアも稼働させるなど、より現実的なシナリオのもとで、本モデルを使って多くの検討を重ねれば良い。

以上のように、本システムはシナリオ設定が多くの項目に対して容易にできることから、災害情報の伝達環境整備に対して、様々な角度からの事前評価が可能となっており、地域の防災行政実務においても有益なシステムと考えている。

6. おわりに

災害時における情報伝達は、時に人的被害の大小を左右する重要な問題であり、近年になって災害情報伝達のあり方が多く議論されるようになってきている。地方自治体の防災担当者においても、防災行政無線システムをはじめとする伝達媒体の整備や、報道機関との事前協議を行うなどの対応を行っているケースも多々見られる。

このような状況の中、本研究で開発した災害情報伝達のシナリオシミュレータは、災害時における情報伝達の環境を様々なシナリオ設定で事前検討することができ、その実用的価値は大きい。しかしながら、災害情報は、災害そのものの形態や被災の進展過程によってその内容が異なり、それによって伝達に関わる状況にも大きな相違があるものと思われ、本研究で開発したシミュレータでは、災害そのものについて、発災場所以外のシナリオを設定することができない問題点もある。

本研究の今後の検討課題は、本システムを災害の進展過程も扱える GIS の一部として動作させることにより、より実用性を高めることと考えている。

謝 辞

本研究の遂行に際しては、科学技術融合振興財団から研究助成を受けている。ここに記して感謝する次第である。

参考文献

- 1) 門間・安田・堀・廣井：情報伝達シミュレーションによる災害情報伝達体制の評価，平成9年度砂防学会研究発表会概要集，pp.66-67, 1997.
- 2) 椎原・堀・瀧・宮崎：洪水に関する地域防災計画の構造分析に関する研究，第53回年次学術講演概要集 第2部，pp. 138-139, 1998.
- 3) 片田・及川・田中：災害時における住民への情報伝達シミュレーションの開発，土木学会論文集 No.625/IV-44, pp. 1-13, 1999.
- 4) Rapoport, A. : A Probabilistic Approach to Networks, Social Networks, No.2, pp.1-18, 1979.
- 5) Fararo, T. J. : Biased Networks and Social Structure Theorems, Social Networks, No.3, pp.137-159, 1981.
- 6) Skvoretz, J. : Random and Biased Networks : Simulations and Approximations, Social Networks, No.7, pp. 225-261,1985.

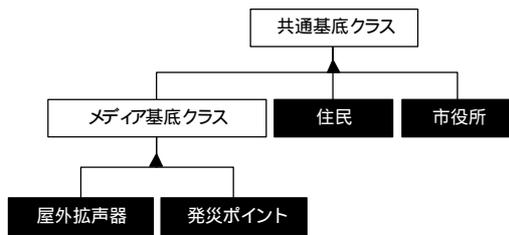


図 - 1 プログラムのクラス構造

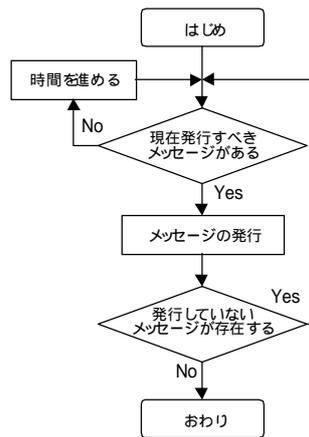


図 - 2 管理クラスの流れ

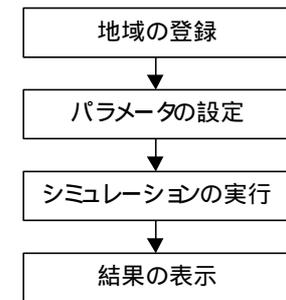


図 - 3 システムの流れ



図 - 4 地域登録ウィザード

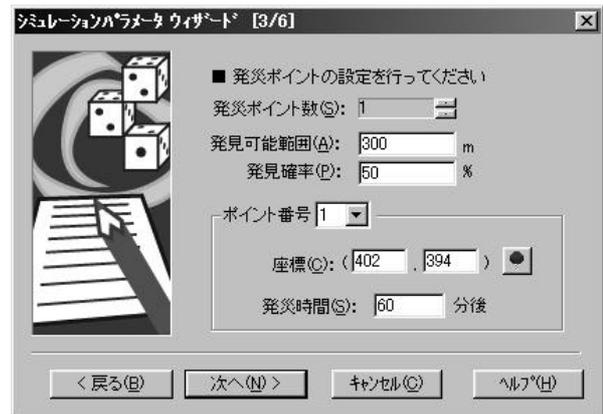


図 - 5 ウィザードによるパラメータの設定

表 - 1 パラメーター一覧

設定項目	パラメータ
乱数制御	乱数生成器、乱数の種
世帯特性	情報伝達特性、避難準備時間、情報伝達タイミング
口頭伝達	伝達相手数分布、伝達距離帯分布、歩行速度
電話伝達	伝達相手数分布、輻輳率、輻輳時間分布
屋外拡声器	音声到達範囲、聴取率、設置場所、設置個数、発声タイミング
テレビ・ラジオ	視聴率、放送タイミング
市役所	立地場所、情報伝達的意思決定タイミング
発災ポイント	発災箇所、発災ポイント数、発災発見率、発見可能範囲、発災タイミング、通報率

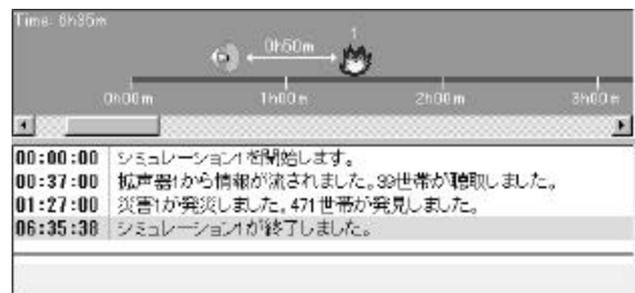


図 - 6 タイミング・イベントウィンドウ

表 - 2 シミュレーション条件設定

設定項目	パラメータ	設定値
住民間伝達	歩行速度	80 m/min
	電話の利用	なし
	バイアスパラメータ	0.2
発災ポイント	発見可能範囲	300 m
	発見確率	50 %
	発災タイミング	1時間後

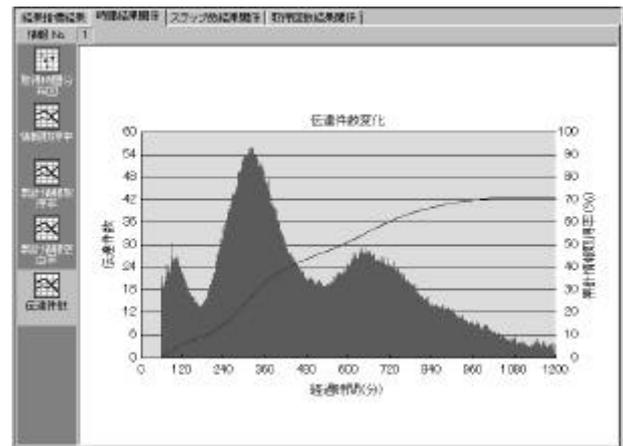


図 - 8 シミュレーション結果画面例 2

表 - 3 屋外拡声器の条件設定

設定項目	パラメータ	設定値
市役所	意思決定タイミング	開始直後
屋外拡声器	設置個数	17箇所
	音声到達範囲	250 m
	聴取率	15 %

表 - 4 シミュレーション出力結果

屋外拡声器	なし	17箇所配置
情報取得率	71.22 %	93.76 %
平均情報取得時間	6時間15分	19分
最大情報取得時間	14時間	3時間14分
平均ステップ数	60.57 step	3.91 step
最大ステップ数	140.24 step	25.50 step

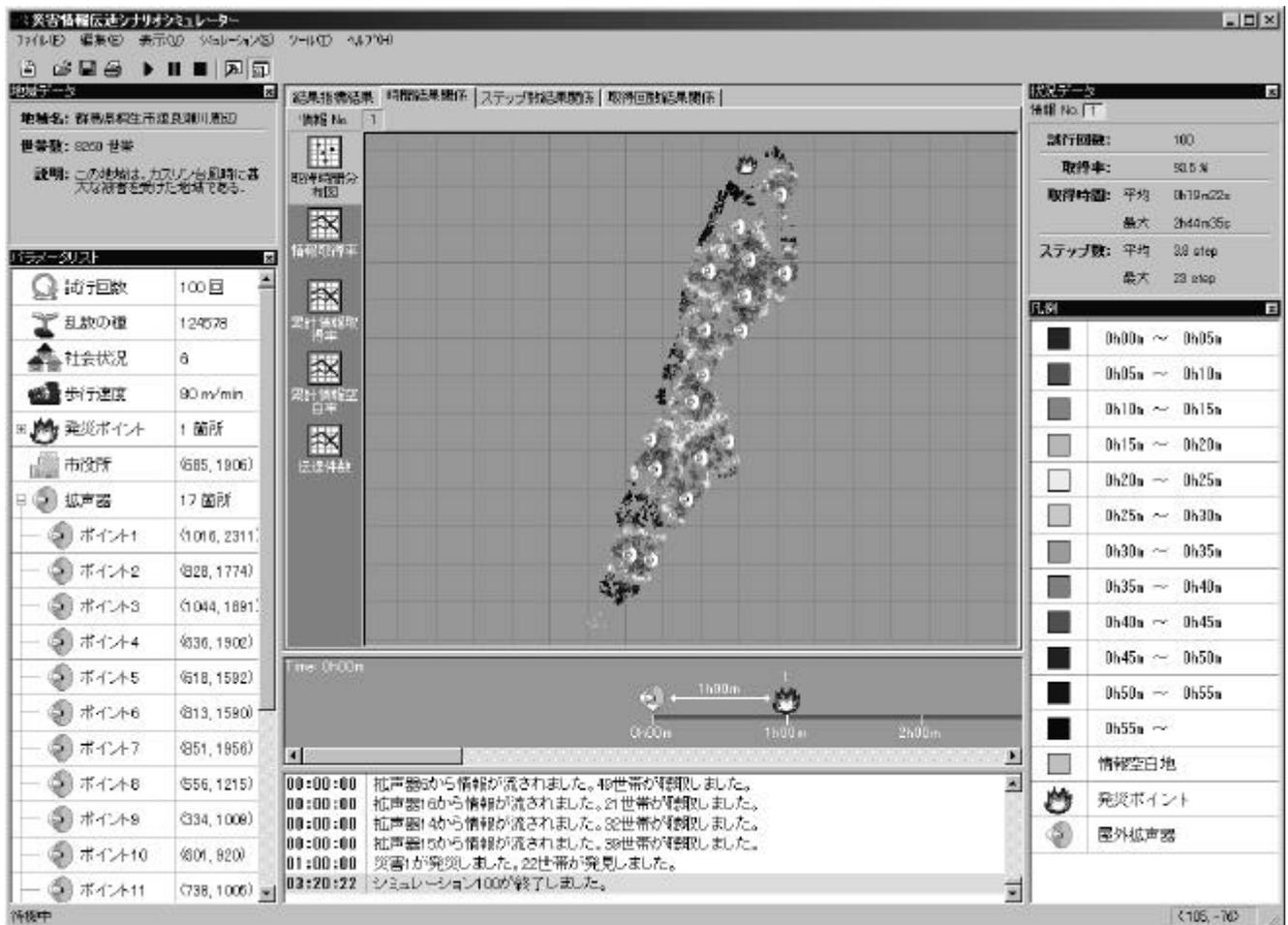


図 - 7 シミュレーション結果画面例 1