

6.2 システム統合実験と減災効果の検証（電気通信大学）

6.2.1 研究の概要と目標

災害情報共有プラットフォームの研究開発において、各サブテーマの業務進捗状況を把握するとともに、サブテーマ間の調整を行い、効率的な業務の推進を図ることを目的とする。また、複数の機関で実施するシミュレーションや現地テストなどより効率的かつ効果的な減災効果の確認活動の共同実施をコーディネートし、効果確認を行うことも目的とする。本テーマでは適切な広さのモデル地域データを災害情報共有プラットフォーム上に実装、モデル災害として代表的な自然災害と人為的災害を想定、プラットフォーム上に時空間的災害空間を設定する。この災害空間の中でマルチエージェントが避難、あるいは消火するなどの防災対応行動をとるシミュレーションを行い、災害情報共有プラットフォームにより災害情報が適切に与えられた場合と、部分的な情報しか与えられない場合の避難行動の差、防災力運用の巧拙を実験で明らかにする。この実験により、本プロジェクトで開発された全システムの機能を確認し、減災の効果を検証する。

この目標に従い、以下の項目のうち(1)、(2)、(4)、(5)について研究を進めた。(3)については三菱重工の研究課題の説明を受けるという予備検討しか行えなかった。

(1) エージェントシミュレーションによる実験環境の構築

情報共有化の効果を測定するために、エージェントが情報共有している場合と情報共有をしていない場合の対照実験を行う環境を構築する。大大特などこれまでのプロジェクトで開発してきた各種エージェント（災害対応エージェントや市民エージェントを含む）に情報共有に関するいろいろな機能を付加し、それらをきめ細かく制御できるようにする。また、エージェントシミュレーションの妥当性を検証するために現実世界の人間をエージェントとしてシステムに組み込んだ人間参加型シミュレーションを行う環境も構築し、実験する（図 6.2-1、図 6.2-2）。

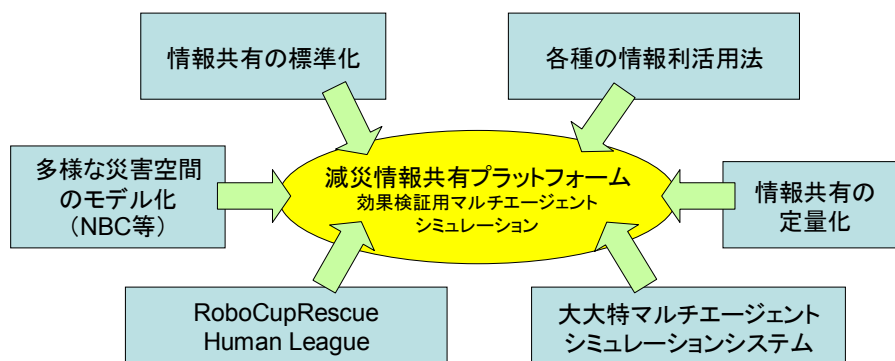


図 6.2-1 検証用減災情報共有プラットフォーム

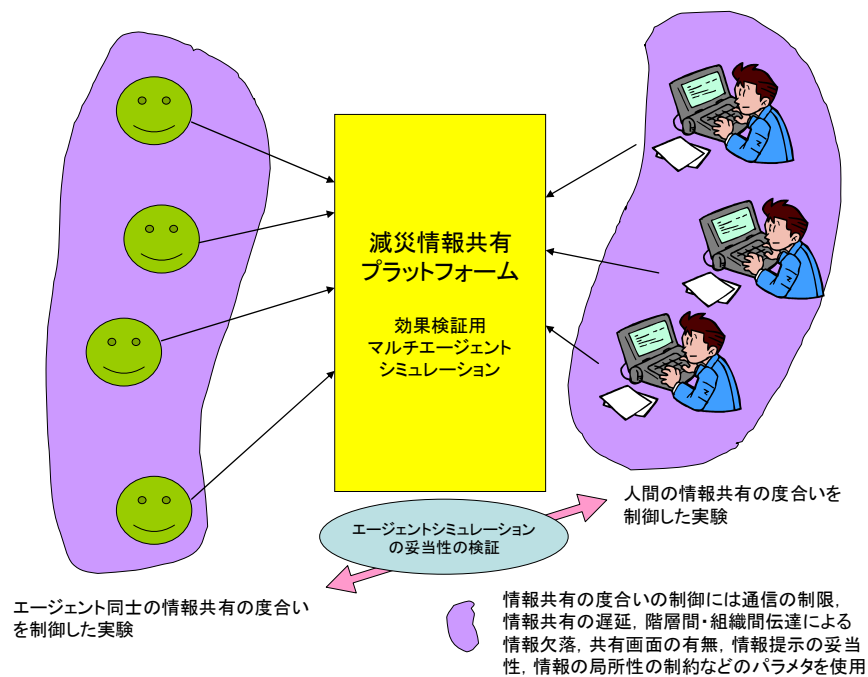


図 6.2-2 情報共有による減災効果の検証の方法

(2) 情報共有の度合いの定量化

情報共有化の効果を検証するためには、情報共有の度合いがどれくらい大きいとどれくらいの効果が出るかを測定する方法を確立しなければならない。情報共有の度合いをパラメタ化することによって、シミュレーション等による検証を定量的に行えるようにする。

(3) 災害シミュレーションの環境設定法の開拓

自然災害に限らない各種の災害のシミュレーションを対象とするために、テロや工場事故などの災害発生を表現できる災害空間モデルを開発する。

(4) 減災効果の検証

上記の研究開発をベースとして、プロジェクト全体の成果を結合した情報共有による減災効果を定量的に検証する。

(5) システム統合化のための情報収集・提示プロトコルの開発

情報共有プラットフォームを実現するために、異種のデータベースから情報を収集し、それらを統一的なインターフェースで提示する必要がある。そのための予備検討とプロトタイプ実装を行う。なお、これは当初の計画にはなかったものであるが、情報共有プラットフォームの概念が明確化してくるのに合わせて追加設定した項目である。

6.2.2 主な成果

上記の研究課題は竹内の指導のもと、教務補佐員（藁科，森本，永島，村崎，山崎の5名）に実際の作業を行ってもらった。

(1) 情報共有の阻害要因の洗い出しと予備実験

円滑な情報共有を阻害する要因として、以下の6つを考察した。

- ・通信遅延：送信した情報が遅れて受信される。
- ・通信容量：通信回線が細いと大量の情報が送れない。
- ・通信内容の欠落：送信した通信の内容の一部または全部が受け取れない。
- ・偽情報：事実と反する情報が送られる。
- ・あいまい情報：通信内容があいまいで、誤差を伴って送られる。

・人間同士の通信手段の差：人間同士の情報伝達においてITを用いた伝達手段（PDAを用いた地図情報の共有など）やITを用いない伝達手段（電話，ファックス等）では情報共有の程度に差が出ると考えられる。定量化は難しいが、重要な制御パラメータである。

これらから制御パラメータを選択して、次の2種類の実験環境を構築した（図6.2-3）。両者は似ているが、このような二重化は実験の結果の信頼性を高めることになった。ベースとしたのはRoboCupRescue シミュレーションシステムである。次年度以降は大大特の震災総合シミュレーションシステムの活用が可能になるであろう。

<1> 司令所と現場部隊の間での情報阻害に関するもの

司令所と現場隊員の間での情報遅延，偽情報，あいまい情報，および司令所間の通信手段を制御パラメータとした。

<2> 主に異種の司令所同士の間での情報阻害に関するもの

上と似ているが異種の司令所間で情報阻害を制御するところが異なる。司令所間での情報遅延と通信容量，司令所と現場隊員の間でのあいまい情報，偽情報を制御パラメータとした。

情報の共有程度の定量化は，通信手段の差以外は簡単に行える。たとえば，通信遅延は，シミュレーションサイクル単位（1サイクルはシミュレーション時間で1分に相当する）で簡単に振らせることができる。なお，構築した実験環境は予備的なものであり，シミュレーションの規模が小さい。そのために歪んだ実験結果が出る場合もあった。しかし，おおむね予想どおりの結果，すなわち，情報共有が阻害されると，その度合に応じて，被害が拡大するという真っ当な結果が得られた。これは，我々が採用しているエージェントシミュレーションモデルによって，予想通りの妥当な結果が出るということを示している。

具体的には以下のような結果を得ることができた。

- ・火災延焼防止には初期消火が重要であるが，司令所への火災発見報告が遅れると，鎮火することができなくなった（図6.2-4）。

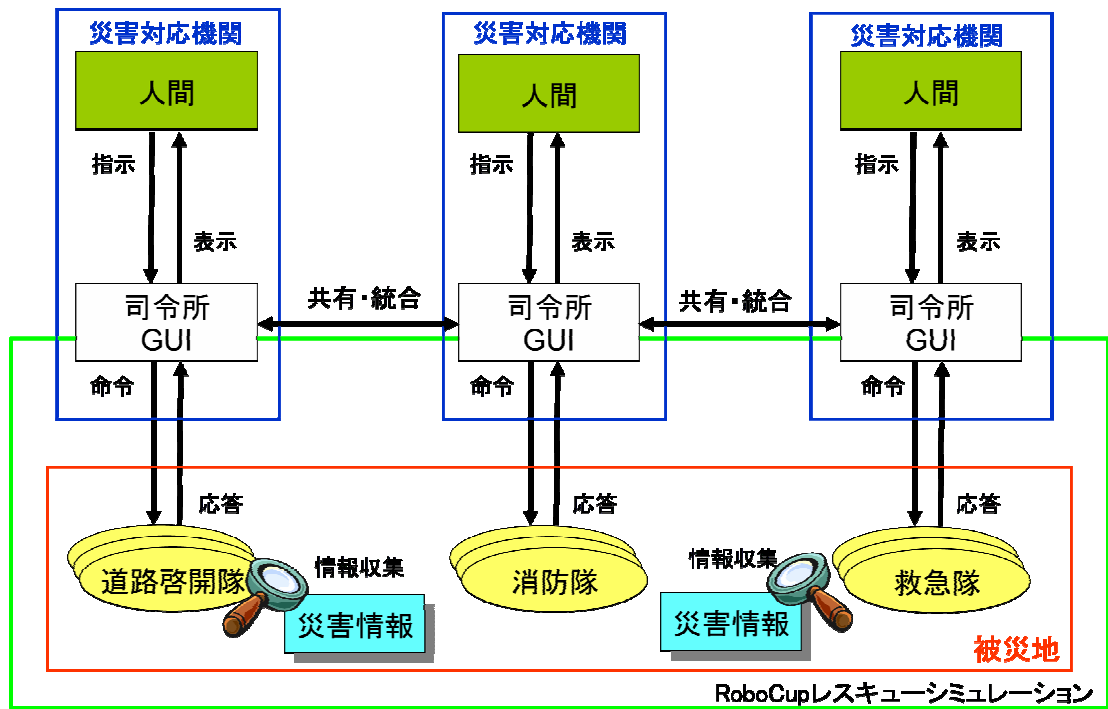


図 6.2-3 検証環境の概念図

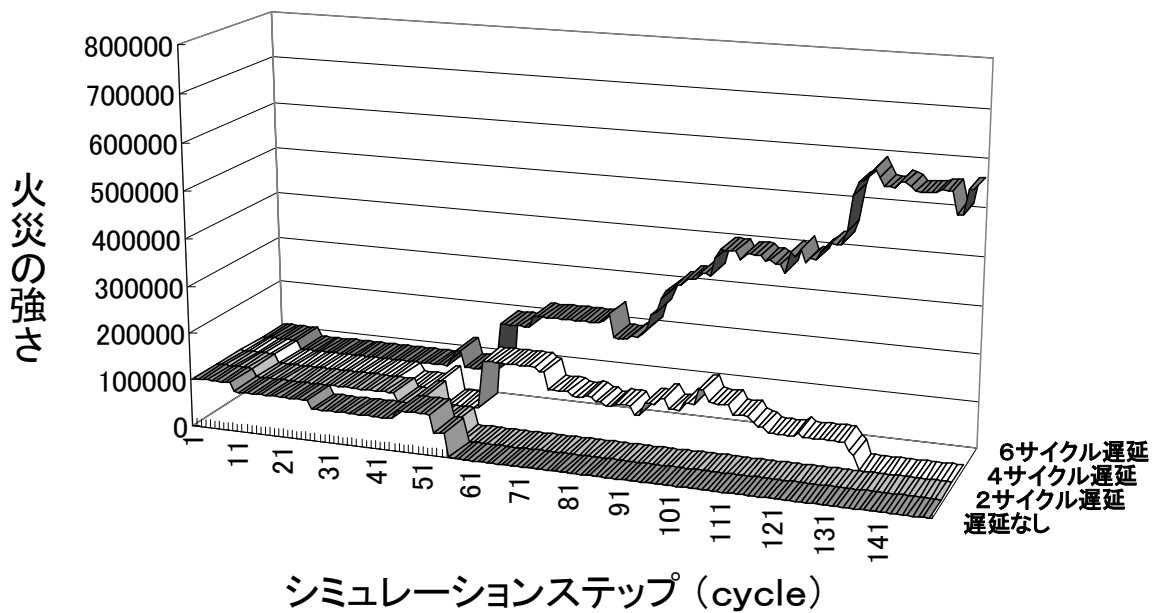


図 6.2-4 通信遅延による火災発見報告の影響

- ・ 埋没者に関する偽情報では救出人数に有意な差は出なかったものの、救助隊が無駄な移動を繰り返すことにより、救出が遅れた (表 6.2-1)。

表 6.2-1 偽情報による救助活動の無駄 Lv1, Lv2 となるに従い偽情報の割合が増える

	偽情報なし	Lv1	Lv2
救助者数	13	12	11
死亡者数	5	5	3
偽埋没者への移動回数	0	5	9

- ・ 埋没者の埋没位置に関するあいまい情報は、その近辺で再探索が生じるために、やはり救出が遅れた (表 6.2-2)。

表 6.2-2 正確な埋没位置特定の手間

誤差範囲	20m	60m
探索時間	1.23	3.16

- ・ あいまい情報が多い場合、救急隊員の単独行動が増えた。これは結果的に探索の効率を上げることにつながるからである。
- ・ 人間がロールプレイする司令所同士の通信手段を、画面共有+対面会話、対面会話のみ、電話のみ、通信不可の 4 種類に変更して実験したところ、画面共有が最も減災効果を上げた。画面を共有すると、他の司令所の配下の位置も掌握できることから、重複した探索などが減るからである。対面会話と電話では、減災効果に有意な差はなかったが、お互いに伝えあう情報の質も量も大きく異なった。これは心理的負担に大きく影響した。

これらの実験では、司令所を人間がロールプレイした。すなわち、人間参加型のシミュレーション (Participatory Simulation) の手法を使った。これには実験の手間がかかり、被験者の疲労も加わり、大量の実験データが得にくい。司令所もエージェントとして実行できるような実験環境の構築が必要である。そのためには、現場隊員エージェントよりも、高度な判断能力をもった司令所エージェントの作成が必要である。

(2) システム統合化のための情報収集・提示プロトコルの開発

地理情報に関する規格の国際標準化が進められたことで GIS の相互利用が容易になり、さらにインターネットや Web 技術の発達もあり、現在ではネットワーク上に分散した地理情報の横断的な検索や、地理的な座標を基にした地理情報の統合が可能になっている。

情報統合の分野では未だに解決すべき課題が多い。その一つに分散した地理情報を簡潔な形で検索し、検索結果を見やすく統合して提示する手法がある。

分散した地理情報を検索する手法としては、これまではスキーマが統一されたメタデータを検索するクリアリングハウスが用いられていた。現在ではスキーマの異なる分散した情報源に対し

て総合的で横断的な問い合わせを実現する、地理情報メディエータの研究が進められている。

地理情報の検索システムではテキスト情報の検索システムに対して問い合わせのプロセスが複雑になる傾向がある。特に分散した情報源を検索する際には、地理情報である検索結果の理解に必要なベースマップを重ね合わせる必要や、統合された検索結果を理解しやすい形で提示するための描画規則を指定する必要がある。実際に情報共有プラットフォームを異種地理情報データベースを横断的につなぐシステムとして実現するには、この問題を避けて通れない。

ここでは、一元管理されていない分散した異種地理情報を統合する手法としてメディエータの手法に注目し、キーワードによる問い合わせ文から回答に必要な情報源への問い合わせ手法や適切なベースマップ、適切な描画スタイルを情報源と独立したメタ情報から決定する手法を設計し、プロトタイプを実装した(図 6.2-5 および図 6.2-6)。この成果により、情報共有プラットフォームの実現可能性に見込みをつけることができたと考える。

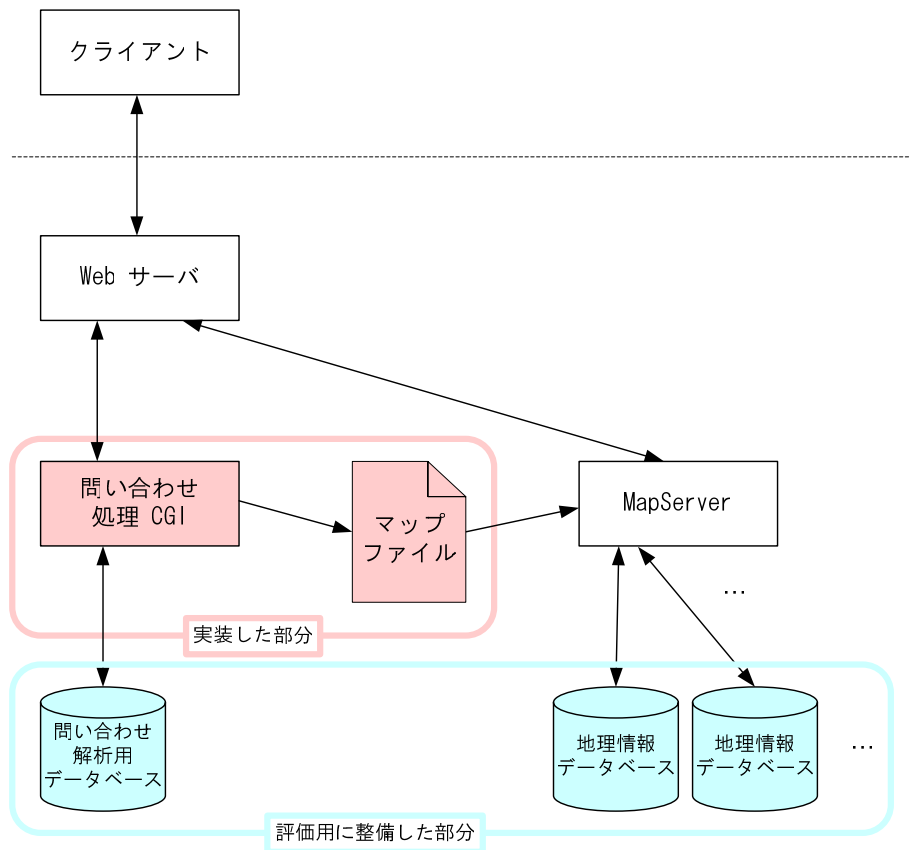


図 6.2-5 プロトタイプの構成

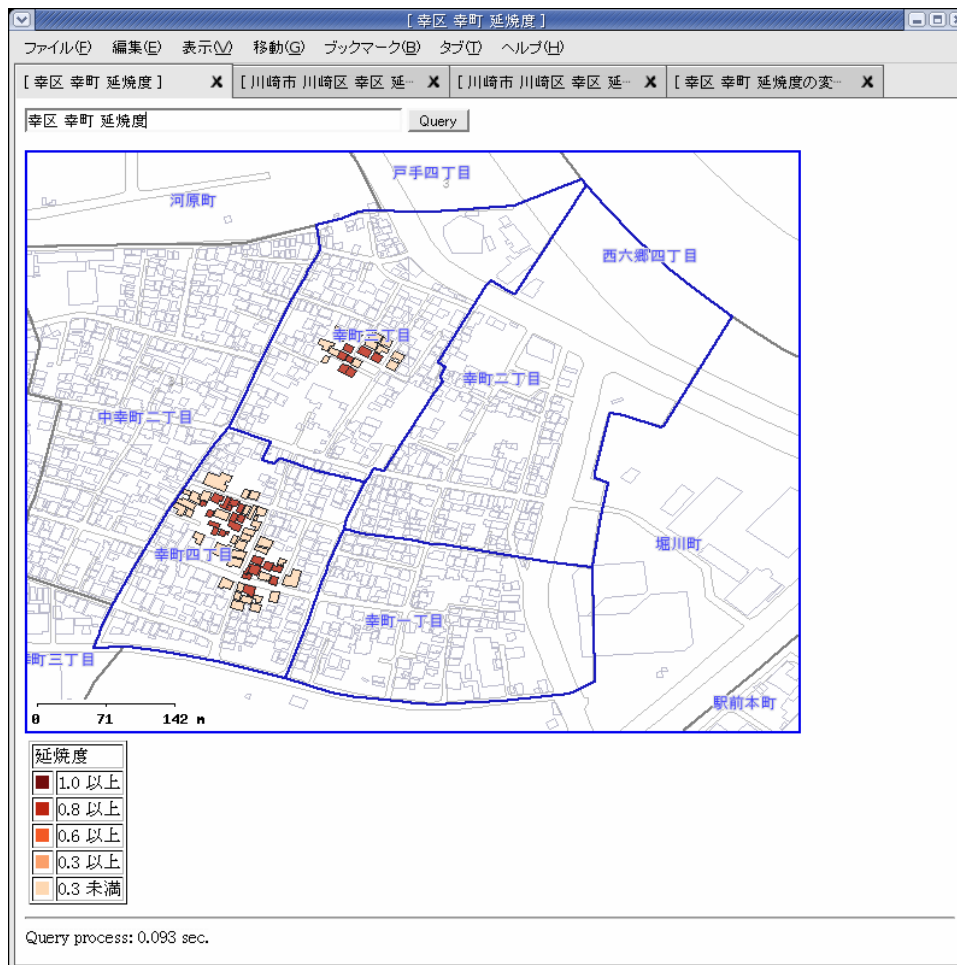


図 6.2-6 延焼度の問い合わせ結果の表示例

6.2.3 平成 17 年度の計画

平成 16 年度に行った情報共有の効果の検証実験の対象を広げるとともに、精度を上げることを目指す。また、統計データが得られやすい、人間参加型ではない情報共有検証実験を実現する。これらの実験結果を公表し、関係諸機関に対して情報共有による減災の効果を納得させる定量的な一次データとして活用してもらう。

従来の震災シミュレーションの枠組で表現できなかった、人為災害などの災害モデルをシミュレーションシステムに取り込めるようなシミュレーションモデルを構築する。

具体的な進め方は以下の通りである。

(1) エージェントを用いた情報共有の減災効果の実験

今年度行った予備的な実験システムを、制御パラメータの増加、RR2002 の大大特プロジェクトで開発された大型のシミュレーションシステムの活用などにより増強し、シミュレーションの精度を上げ、より徹底した情報共有の評価実験を行う。人間参加型のみならず、エージェントのみ

のシミュレーションにおいても情報共有の減災効果を測定し、大量の実験データが得られるようにする。そのため、高度な判断が行える災害対策本部エージェントを開発する。

(2) フィールドでの情報共有の減災効果の実験

もう1つの業務項目（災害情報可視化）で開発を担当している携帯情報表示機器を用いたフィールド実験の枠組を設計し、本課題の他研究項目の実施機関と、情報共有の減災効果を確認する共同実験を進められるような環境を構築する。また、開発が進められている情報共有プラットフォームを実運用した減災効果測定法の検討を進める。そのために今年度の情報収集・提示プロトコルの開発に引き続き、情報共有のためのネットワークソフトウェアの開発の一部を分担することを予定している。

(3) シミュレーションモデルの拡張

シミュレーションモデルの拡張は、大大特プロジェクトと歩調を合わせて行う。当面はNBCのうち、三菱重工と協調し、C（化学物質）の拡散を対象にする予定である。