

ITを活用した次世代型地震防災情報システムの開発 その1 基本構成

後藤洋三¹・竹内郁雄²・角本 繁³

¹地震防災フロンティア研究センター 川崎ラボラトリー所長
(〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1-2)

E-mail: goto@kedm.bosai.go.jp

²電気通信大学 情報工学科教授 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1)

E-mail: nue@nue.org

³地震防災フロンティア研究センター 川崎ラボラトリーチームリーダー
(〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1-2)

E-mail: kaku@kedm.bosai.go.jp

阪神淡路大震災の経験から地震防災情報システム整備の重要性が認識され多くの機関自治体で導入が進められてきた。著者等は文部科学省の大都市大震災軽減化特別プロジェクトに参加し、ITを活用した高機能で低価格の次世代型地震防災情報システム「震災総合シミュレーションシステム」の開発に取り組んでいる。本論は、ongoing report として開発するシステムの全体構成と、主な構成要素となる時空間標準データ構造、リスク対応型地域管理情報システム、災害推定と災害進展の各種シミュレータの開発概要を紹介し、開発に関わる主要な課題を述べる。

Key Words: Real-time earthquake disaster information system, Spatial temporal information system, Multi-agent simulation, Risk adaptive regional management information system

1. はじめに

1995年の阪神淡路大震災では、被災直後から情報収集・伝達が遅延し、被災状況の把握、支援要請、救急救命活動などが混乱したことはよく知られている。その反省から、政府諸機関と多くの自治体は突発的な災害の発生を想定した防災情報システムの整備・改善を進めてきた。これらの整備は現在も継続的に進められているが、その中において著者等は文部科学省の大都市大震災軽減化特別プロジェクトに参加し、急速に発展しつつあるITと阪神淡路大震災以降蓄積されてきた地震防災の知見を活用することにより高機能で低価格を実現する次世代型の地震防災情報システム「震災総合シミュレーションシステム」の研究を行い、自治体の試用を想定したプロトタイプの開発を行っている。

開発の基本コンセプトを以下に要約する。

- ・ITの活用による安価で高機能なシステムの実現
- ・リスク対応型地域管理情報システム¹⁾の適用による平常時業務とのシームレスな連携の実現
- ・災害の発生と影響の程度を高精度に推定するシミュレーションの実現

ユレーションの実現

- ・災害の時間的な変化と対応行動の効果を予測するシミュレーションの実現
- ・発災直後の対応だけでなく、発災前の対策から長期の復旧復興支援に適用できる枠組みを持ったシステムの実現

2. 震災総合シミュレーションシステムの構成とリスク対応型地域管理情報システム

図-1は著者等が開発中の次世代型の地震防災情報システム「震災総合シミュレーションシステム」の構成を概括的に示したものである。リスク対応型地域管理情報システムの概念にもとづいており、破線で囲われた範囲が自治体の平常時のシステムである。図中の時空間データベースは、自治体の平常時の業務によって常に最新なものに書き換えられている。

点線の範囲が災害時のシステムである。地震発生時にシステム全体が平常時モードから災害時モードにシームレスに切り替えられ、後述する災害分

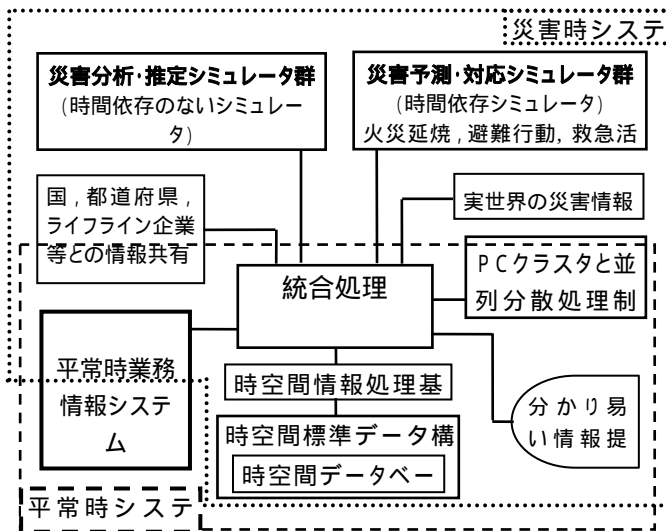


図-1 震災総合シミュレーションシステムの構成

析・推定シミュレータ群と災害予測・対応シミュレータ群が起動される。同時に、実世界の災害情報が取り込まれ、シミュレータからの推計情報と統合処理されて、災害対応に必要な情報が表示される。さらに、国の各省庁や都道府県、周辺自治体、ライフライン企業、交通関係企業などと時空間標準データ構造の普遍性を活用して災害情報の共有を実現する。

このように、災害時システムが平常時システムの中に埋め込まれ、必要な時に平常時と同じデータを使って起動され、災害発生時から復旧復興時の地域の様々な変化情報が将来参照できて分析できるように記録されていくことがこの開発の要件である。

一方、中小の自治体に至るまで使用頻度の少ない高度な災害時システムを持つことは不合理であり、持ったとしても自治体のシステム自体が被災して役に立たない可能性もある。したがって、自治体内に比較的簡便な災害時システムを置き、当該の自治体から離れた堅固な場所に複数の自治体が共同利用する高度な災害時システムを置くことが考えられる。

3. 地域管理業務と時空間標準データ構造

自治体の地域管理情報業務とは、地域の住民、建物、税務等にかかわる情報を、窓口業務を通じて常に最新の情報にアップデートしながら蓄積する業務といえる。例えば、住民の情報は住民台帳、建物の情報は固定資産台帳等に窓口業務を通じて記載される。従来のシステムは、これらの情報を町丁目と氏名を検索キーとした帳票ファイルで管理するのが一般的である。それに対し開発中のシステムは、自治体情報全般を町丁目でなく時間軸と空間座標軸を検索キーとする時空間標準データ構造で管理する。

図-2がそのデータ構造の概念を示している。例えば、世帯ごとの所得を見たい場合、地図上で定義される領域に住所、世帯主、所得、生成と消滅の時間が貼り付けられているので、地図上の領域を検索することにより目的が達せられる。

図-3は時空間データベースの概念を示したものである。時間軸をある点に固定すればデータベースから空間分布が抽出され、空間座標軸をある点に固定すれば時間変化が抽出される。時空間標準データ構造は自治体業務のほとんど総ての情報を収納できる構造であることから、自治体の保有するコンピューターの中に、地域全体を写し取った仮想空間が置かれ、その仮想空間の当該の位置にある事象の時々刻々の変化がその位置に記録されていく。これは地図と時間による地域の全情報の管理であり、自治体業務そのものと言える。

4. 災害分析・推定シミュレータ群

このシミュレータ群は構造物に関するデータと地震計などからの観測情報を用いて、発災後の時間的变化を実用上考慮する必要のない災害の発生状況のシミュレーションを行う。このシミュレータ群の持つべき要件は、段階性、更新性、個別性である。

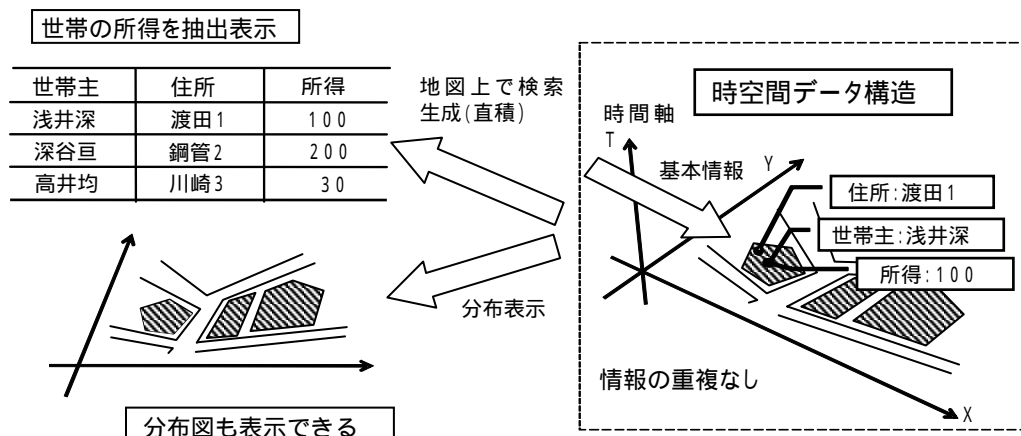


図-2 時空間データ構造による地域管理情報システムの構築

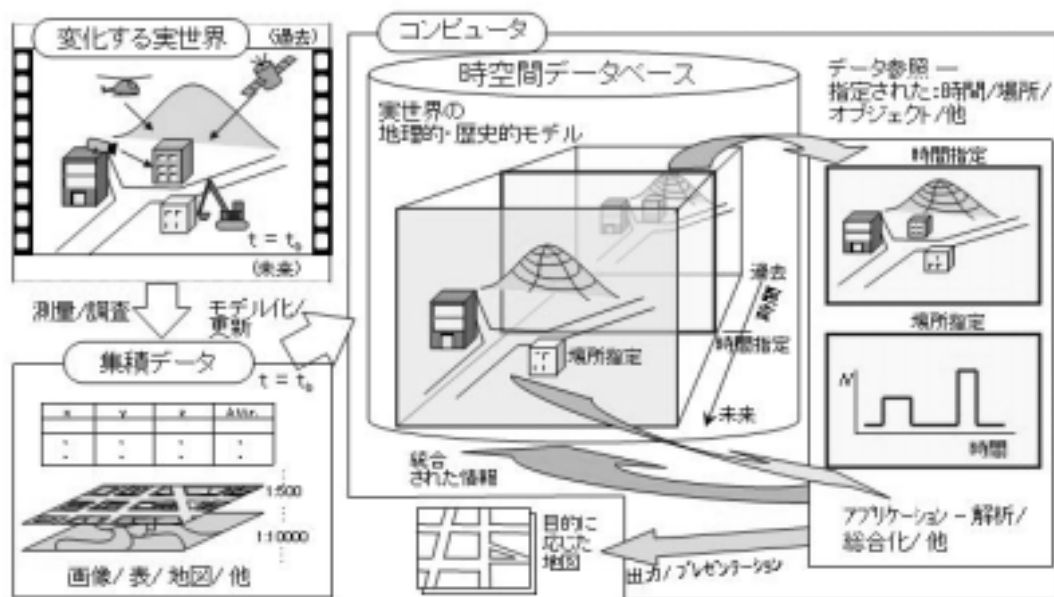


図-3 時空間データベースの概念

段階性とは、要求される速報性と入手できるデータの精細度に応じて段階的にシミュレーションすることである。例えば、第1段階のシミュレータは、震源近傍の地震計の情報を活用し、当該自治体にS波主要動が到達するまでに地震強度を推定し警報を発する。第2段階のシミュレータは、地震発生後数分で入手される震度情報を使い、比較的簡便な震度と被害率の経験則によって、行政区画ごとに被害戸数、火災発生件数、死者・負傷者数などを推計する。第3段階は、近辺の地震計から観測波形を収集し、地震動のスペクトル特性や強度分布を詳細に推定して、建物の構造、築年、高さなどのデータを用いて1軒1軒の被害確率を推計する。

更新性とは、上述の推計結果を、地域の防災機関からの通報、リモートセンシングなどから時間と共に増えていく部分的な実災害情報により適時キャリブレーションし修正できることである。

個別性とは、ある区域の被害率、例えば住宅100棟の中で、倒壊10棟、半壊30棟などと推計するだけでなく、個々の建物、個々の構造物について被害確率を推計し、家屋の被災箇所や道路の閉塞箇所を個別に推定できることである。このような推定は災害対応支援だけでなく、事前対策にも効果的である。

5. 災害予測・対応シミュレータ群

地震直後から復旧復興期に至る様々な局面で多数の候補の中から最適な対応行動を選択する事が要求される。そのような選択の際に、例えば火災延焼に対する消火などの効果を、実時間より相当に早く推定するシミュレータが有れば、事前の準備や発災後の対応の意志決定に大変助かる。しかし、地震災害

の時間的な進行は多様な事象の相互作用の結果であり、地震ごと、地域ごとに個別の様相を持つ。そのため、対応行動の効果を確定関数的なモデルで推計することは困難である。一方、物理的な災害シミュレータと、仮想災害空間において個々の行動単位が目的意識を持ち自律的に周辺状況を認識して行動するエージェントモデルによるシミュレータを、時系列で相互作用させる方が見通しを持てる。これは、究極には人間1人1人、車両1台1台をモデル化する大規模なマルチエージェントシミュレーションを実時間より速く行うという挑戦的な開発となる。

6. PCクラスタと日常業務用パソコンの活用

以上に述べた情報処理、特に大規模なマルチエージェントシミュレーションを高速で実行するために、多数のパソコンを結合した大規模並列分散処理システムを開発する。システムの心臓部にPCクラスタを置き、周辺にネットワークを介して日常業務のパソコンを結合（災害時に動員）するシステムとなる。

図-4がその概念図で、次のメリットがある。

- ・ 比較的安価で高い演算処理能力が実現できる。
- ・ 自治体の規模の大小に対応してシステムの規模を伸縮できるスケーラビリティを有する。
- ・ 日常業務用のパソコンは適時更新されるので、パソコンの経時的な陳腐化が回避される。
- ・ 日常業務で使い慣れたパソコンを災害時にも使用することにより緊急時の対応能力が向上する。

このシステムの能力を引き出すためには、大規模分散シミュレーションアーキテクチャが必要である。紙面の都合からその開発の詳細は次報に譲る。

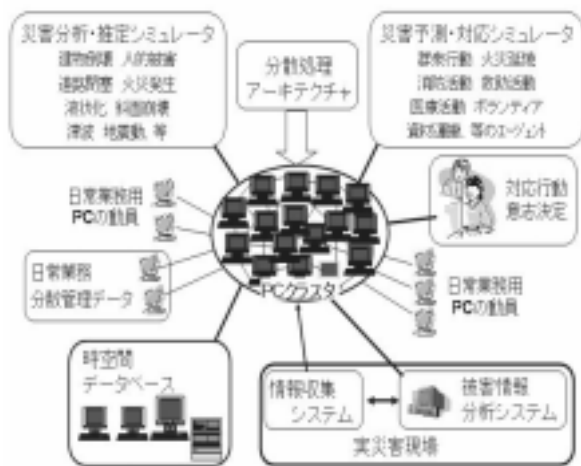


図-4 PC クラスタと日常業務用パソコンを活用するハードシステムの概念図

7. 普及に関わる課題

(1) 自治体との連携

自治体が新しい防災情報システムを導入することは、財政的にも行政システムのにも容易でなく、良いものを提示すれば導入が進むという平坦な環境ではない。開発の段階から自治体と連携し、防災行政の現場のニーズを反映した導入しやすいシステムのあり方を分析していくことも重要な課題である。

(2) 国、都道府県の防災情報システムとの連携

国レベルでは、国と地方公共機関との情報の共有化に資する防災情報共通プラットフォーム構想が検討されており、その構想との連携が必要である。

(3) 自治体のデータベース構築に関する課題

データベースがなければいかなる災害シミュレーションシステムも機能しない。シミュレーションに必要なデータの多くは自治体が保有するが、それを震災総合シミュレーションシステムに有効に結びつ

けることが容易でない。個人情報保護による制約、自治体内の既存の情報管理体制の制約、電子情報化の遅れなどが障害となる。

8. むすび

本論では著者等が開発中の IT を活用した次世代型の地震防災情報システム「震災総合シミュレーションシステム」の構成と課題を述べた。このような研究開発はその成果は自治体に利用されなければ意味が薄いため、一部の自治体と情報交換を行いながら開発を進めている。近年の経済環境から、単に防災のみでなく、自治体業務全般の効率化とサービス向上につながるシステムが求められており、リスク対応型地域管理情報システム概念に基づく平常時システムとの連携が重要な課題となる。

謝辞：この研究は、文部科学省が平成 14 年度より 5 カ年の予定で実施している委託業務「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一部³⁾として実施しているものである。関係各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 亀田弘行他：リスク対応型地域管理情報システム (RARMIS) による災害マネジメント、平成 10 年度～平成 11 年度科学研究費補助金基盤研究(B)(1)研究成果報告書、2000 年 3 月
- 2) KIWI+事務局：ホームページ
<http://www.drm.jp/KiwiPLUS/>
- 3) 文部科学省研究開発局、独立行政法人防災科学技術研究所：大都市大震災軽減化特別プロジェクト 被害者救助等の災害対応戦略の最適化 1. 震災総合シミュレーションシステムの開発平成 14 年度成果報告書、平成 15 年 5 月

(2003. 9. 10 受付)

IT UTILIZED FRONTIER INFORMATION SYSTEM FOR EARTHQUAKE DISASTER MANAGEMENT – Initial Report – GENERAL STRUCTURE

Yozo GOTO, Ikuro TAKEUCHI and Shigeru KAKUMOTO

The system to be developed in this study utilizes rapidly evolved information technology (IT), and is aimed at developing a highly sophisticated and cost saving system, namely, a next generation system. The project aims at developing a system to realize advanced quantitative assessment that is useful for optimized disaster response activities and to link seamlessly with the information system used in daily work of local municipalities. The system incorporates many phenomena related to the earthquake disaster with its expansion process and the models for disaster response activities in a comprehensive manner. The development is underway and reported here as an ongoing report.