



## 分散システムアーキテクチャによる防災システム連携

下羅弘樹<sup>1)</sup>、松井宏樹<sup>2)</sup>、野田五十樹<sup>3)</sup>

1) 非会員 独立行政法人 産業技術総合研究所

e-mail : h.shimora@aist.go.jp

2) 非会員 株式会社 シーエムディーラボ 博士 (情報科学)

e-mail : matsui@cmdlab.co.jp

3) 非会員 独立行政法人 産業技術総合研究所 工博

e-mail : I.Noda@aist.go.jp

### 要 約

本稿では、災害時情報共有のために、防災に関わる情報システムを互いに有効に連携するためのアーキテクチャを提案する。提案するアーキテクチャでは、複数の情報システム間でのネットワーク構造、情報共有のためのプロトコルおよび災害情報のデータ構造の表現法を規定しており、既存システムを柔軟に接続する事ができる。

キーワード：情報共有、情報システム連携、プロトコル、データ構造表現、XML

### 1. はじめに

災害時において減災につながる情報共有を行うには、さまざまな災害に係わる情報システムをいかに連携させるかが重要である。これらの情報システムには、現場レベルの詳細な情報を扱うシステムから、都道府県や国のようなマクロな情報を扱うシステムまでさまざまなものが存在し、また連携の形態も、市町村間や現場での情報共有のような横の連携、市町村と都道府県のような縦の連携など多様である。このため災害時に於ける情報共有を有効に実現するためには、多種多様なシステムを縦横に柔軟に接続・連携させることが重要な課題となる。しかし、従来のシステムは基本的には各機関内において稼働させることに重点が置かれ、自治体(県・市町村)と防災関係機関(交通機関、電力・通信・ガスなどのライフライン企業)との間の情報伝達・共有など、全体としての共有化が図られていない<sup>1),2)</sup>。

一方、情報技術の分野では、Web サービスなどを代表とする SOA (Service Oriented Architecture) の考え方に基づくシステム構築が注目を集めている。従来では、ある業務(例えば防災)の情報システムを設計する際には、その業務に関するあらゆる処理を単一のシステムで実現できるように設計・実装してきた。それに対し SOA では、業務の機能(サービス)ごとに独立して動作するモジュールとしてソフトウェアを実現し、それらの機能を緩やかに組み合わせて業務に必要な処理を実現する。この考え方では、組み合わせの手順などを XML などの汎用的な枠組みを用いることで、サービスモジュールを個別に作成することができ、モジュールごとの漸進的なシステムの更新が可能となる。

本研究では、この SOA の考え方に基づき、各種災害対応システムを柔軟に連携させるための分散

システムアーキテクチャを提案する。また、本研究ではアーキテクチャの提案のみならず、実際にその中心となる情報共有データベースシステムの実装を行い、これを誰でも自由に使えるよう公開した。さらに、複数の機関でのシステム連携を行い、本アーキテクチャの有効性を確かめた。

以降、本稿では、第2章で災害情報の規格化の重要性と課題について議論し、第3章でその課題をもとに情報共有システムに必要な技術的要件について述べ、第4章でアーキテクチャの提案、第5章で実際に本アーキテクチャによるシステム作成および検証のための実験を行い、最後の章でまとめとする。

## 2. 災害情報規格化の重要性と課題

大震災等の物資や人材が十分に確保できない状況では、いかに現状を把握し、適切な対応行動を行うかが重要となる。現在、さまざまな災害情報を扱うシステムが用いられているが、それらは組織を越えて十分に連携されているとはいえない。例えば、ほとんどの自治体では入ってくる情報を整理し、現在の状況を上位機関に報告する作業に膨大な手間が取られている<sup>3)</sup>。現場と災害対応機関、自治体とその上位機関の連携がコンピュータシステムを通してスムーズに行えるようになれば、単なる集計作業などに人手を割かず済ませることができる。しかしながらこのような関係各組織間のスムーズな連携を行えるようにするには現在のところ課題も多い。大きな技術的な原因の一つは、各組織間での共有に必要な、情報の表現方法の統一的な形式化がまだなされていないことである。災害対応調査等で災害対策本部等でどういった情報がやりとりされたかといった調査がこれまで行われてきている<sup>4)</sup>が、これらはコンピュータ上で扱えるものというよりは、より概念的でたまかな項目の整理である。実際にコンピュータ上で情報を扱うためには、詳細まで構造を決定しなければならないが、この両者の間には大きなギャップがあり、現在のところ災害時に必要な情報を網羅的に、かつ整理された共通的で電子的に扱える情報の表現方法は存在せず、災害における標準的な表現方法を規格化していくことが重要である<sup>5)</sup>。

ただし、規格化を進めるには課題も多い。規格化の困難な点の一つとして、まず災害に関わる情報の多様性がある。地震における物的被害情報だけでも建物被害、土砂崩れ、道路被害など様々なタイプの情報があり、雪害、噴火、台風等それぞれ必要となる情報は異なる。医療のために必要な人的被害、すなわち怪我や病気の表現だけでも簡単ではない。さらに単なる被害情報のみならず、個人、組織の表現法、住所、天候、交通など、直接災害と関係なくとも災害対応に必要な情報もある。また、消防庁第4号様式<sup>6)</sup>のようなメッセージの形式や、業務命令や作業状況の表現、シミュレーション結果、写真や音声情報をどう表現するかといったコンピュータ寄りの情報形式など、災害時にシステム上で必要とされる情報構造は多種多様である。

現状では、どのような情報を共有し、その情報をいかにコンピュータ上で表現するのが被害を軽減するのに最も効果的かということは必ずしも自明ではないため、今後社会工学的な分析、現存のシステムや紙やファクシミリベースの処理等との親和性、コンピュータシステムで扱うときの効率等も考慮しながら、現実的な共通の情報構造を策定していくことが重要である。そのためには扱われる情報構造の変化にも強いシステムを設計する必要がある。

## 3. 情報共有システムの技術的要件

これまで述べてきたように、災害時の効果的な情報共有のためにはデータ形式等の情報伝達の仕組みの統一化が重要である。アーキテクチャの構築にあたり、必要と思われる要件を以下のように整理した。

### 1. ネットワークを介した連携

災害関係各機関のコンピュータシステムは地理的に分散しており、また運用しているソフトウェアも異なる。また、同一組織内でも部署ごとに別々のシステムを持つ構造もありうる。こ

これらのシステムの開発言語や実行環境はさまざまであるが、それらが独立に動作しつつも連携する必要がある。そのためには OS や開発言語に依存しない、ネットワーク経由での情報のやりとりが現実的であり、コンピュータネットワークと親和性のある形で設計されるべきである。

## 2. 逐次拡張性

全てのシステムを破棄して新しく全体システムを作成することは必ずしも現実的であるとは言えず、特に組織をまたがる共有を考えたときには一斉に全てのシステムを置き替えることが可能であるとは限らない。また、災害用として開発されていない一般の自治体事務システムにおいても、災害時には災害向けの情報システムの一端を担うものがあると考えられ、接続することで減災に役立つシステムが有り得る。これらのシステムをできるだけ改変なく接続でき、かつ将来に渡って順次システムの追加や置き換えが可能な全体的な技術的枠組みが必要である。

## 3. データの表現力

システムで扱われる情報構造は、災害時に必要なさまざまな情報を表現できる必要がある。具体的には以下のものが挙げられる。

- 文字列、数値等一般的なデータ

地名、人名、物資の量など文字列や数値は一般的によく使われるデータである。当然ながらこれらを扱える必要があり、それに加えて検索で被害の大きいものだけをピックアップする、などのように数値の大小や文字列の比較で検索できる必要がある。

- 地理データ

災害においては崖崩れ、延焼範囲など、位置や範囲が重要となる情報が多い。位置や範囲等の地理的なデータを保存するとともに、十分な速度で地理的な検索を行える必要がある。

- 時刻データ

災害時の状況は時々刻々と変化するため、ある情報がいつの情報であるかは非常に重要である。また一つの情報の中にも複数の時刻を持つものも存在する。例えば、1件の崖崩れ被害報告の中に通報時刻、確認時刻、報告時刻のように複数の時刻データが存在することがありうる。

- 画像等のデータ

写真、動画等の情報は被害の実状を把握する上で非常に有効な情報であり、これらテキストデータ以外の情報も扱えることが重要である。

- 構造化されたデータ

実際に災害時に扱われる情報は、被害の場所、通報時刻、その被害の写真データや報告者情報、註釈等のように複数の情報を組み合わせることで扱われることがほとんどである。さらにこの場合の通報者情報は、例えば人名や連絡先等の複数の項目から構成される入れ子構造の階層的な情報となり得る。情報を単に列挙してまとめるだけでなく、階層的に情報を組合せて表現できることが望ましい。例えばリレーショナルデータベースのような単なる表形式では、階層化されたデータを扱う際、使用者が一意なキーの管理を行ない、入力データを表ごとに分割するなど、直接階層化されたデータを扱えない。できれば自然な形で階層化されたデータを扱えるほうが望ましい。

## 4. データ構造の顕在化・部品化再利用

災害時に共有されることで有効な情報は多数あるが、前章で述べたようにそれらを定義し、規格化していくことが重要である。それぞれの情報の構造を別々に一から定義すると、同一の事象を表現するための定義が複数できてしまい、収拾がつかなくなる。特によく使われるものについては部品化して定義し、その定義を共有して規格化していくことで表現の統一化を図るべきである。そのためには、すでに定義されているデータ構造を用いて別の新しい構造を作成できること、現状存在するデータ構造を再利用できることが重要である。

## 5. 検索

災害情報を共有して必要な情報を詳細なレベルまで収集し、必要なときに必要なものが入っている状態にすることは重要であるが、災害対応時にはこれら全てを確認するだけの十分な時間はない。多量の情報から必要な情報をすばやく見付けられることが重要であり、地域、人や場所、物などさまざまな検索条件において検索できることが必要である。検索条件に関しては、災害においてはさまざまな状況が考えられるので、単に事前に検索条件を準備するだけでなく、汎用的で柔軟な検索条件を指定できることが重要である。

## 4. 減災のための分散システムアーキテクチャ

前章では災害時の情報共有についての技術的要件を挙げた。本章ではそれを元に提案するアーキテクチャについて述べる。まず全体の構成においては、前章のネットワークを介した連携、逐次拡張性の項で述べたように、すでに存在するシステムをできるだけ改変なく接続でき、かつ順次システムの追加、更新が可能なるよう、ネットワーク上での接続方式を共通化して接続するようにした。これを4.1節で詳しく述べる。次に4.2節で、前章のデータの表現力、データ構造の顕在化・部品化再利用、検索の項で述べた機能を元に設計した接続方式について述べる。

### 4.1 全体構成

本アーキテクチャでは、図1のように、中央に情報共有データベースシステムを置き、各情報システムはこの情報共有データベースシステムのみに対して接続を行うスター型の構成とし、各情報システムは、統一的なプロトコル(通信方法や手順、通信内容のフォーマット)にて情報共有データベースシステムとやりとりを行うこととした。図2のように、各システムがそれぞれ別個に接続方法を持ち、相互に接続する場合、 $n$ 個のシステムが存在する場合は接続の数は $n \times (n - 1)$ となる。この場合、さらに一つ新たに情報システムを接続するようになった場合、既存の各システムと新たなシステムとの間に接続が必要になる。現実には既存のシステムの修正を行えないことも多く、数が多くなると系全体が破綻する。本アーキテクチャでは図1のようなスター型の構成とすることで、管理すべき接続の数を減少させるとともに、新たなシステムの参加に対し、既存のシステムを変更する必要が無い構成となっている。

このように本アーキテクチャでは各種システムが情報をやりとりすべき方式を各種システムは、ネットワーク上の共通のプロトコルを用いて連携する。共通プロトコルを直接扱うシステムでなくとも、既存のシステムに共通プロトコルとの変換モジュールを置いたものでも良い。実際に既存のシステムを接続する場合には、既存のシステムと共通プロトコル間の変換モジュールを置くのが現実的であろう。既存システムの入出力と共通プロトコルを変換するモジュールの作成を支援するツールを用意することで、既存システムの接続はさらに容易になる。また、逆に情報共有データベースシステムを規定するものも共通プロトコルを扱えることのみである。つまり、共通プロトコルの解釈さえ行うことができれば、情報共有データベースシステムは各種システムと同じコンピュータ上で動作していても、地理的に離れた分散した複数のコンピュータ上で分散して動作しても構わない。実際に大規模な接続を行う際には、図1をそのまま実装した単純なスター型の構成では、故障時や通信分断時のロバスト性の確保の点などで問題があるが、情報共有データベースシステム側をP2P(Peer-to-Peer、接続の方式を統一して、多対多のシステム間接続を行なう方式)化するなど、データの分散管理や多重化を行うことでロバスト性を確保することができる。この場合でも各種システムの変更の必要は無い。なお本構成では、情報を提供システム、情報を取得するシステム、統計等の分析を行うシステム、シミュレーションを行うシステム、ビューワ等、さまざまなシステムをすべて同一のプロトコルで接続する。それにより単なる情報の共有だけではなく、共有した情報をもとに、分析、集計、被害想定等を行なうシステムを逐次追加することが可能である。また、その結果も同様に共有し、各システムで参照することが可能である。

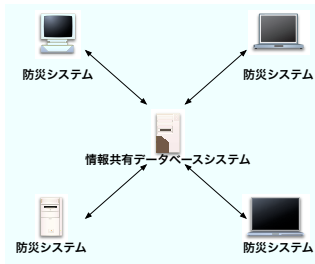


図1 構成1

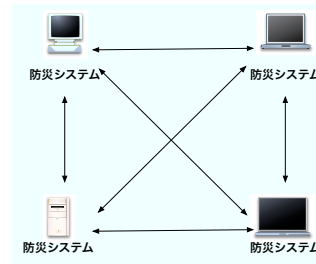


図2 構成2

#### 4.2 減災情報共有プロトコル

本アーキテクチャでは、各情報システムと情報共有データベースシステム間のプロトコルを定めている。プロトコルの設計にあたり可能な限り現存の ISO 等ですでに標準化され広く使われている規格を採用し、現存のシステムや今後作成されるシステムとの親和性を高めることを目指した。標準の採用は既存のツール等をそのまま利用できるという利点があり、災害以外の目的のためのシステムとの連携や応用が期待できる。平常時に利用されていないシステムを災害時に利用することは、習熟度の面からも困難なため、平常時に利用されているシステムとの連携も考慮に入れ、災害のみでない一般的な情報共有が可能となるよう設計した。また、センサーシステムのような、大きな計算能力の期待できないシステムでも扱えるようシンプルさを保つよう努めた。

本研究で提案するプロトコル MISP (Mitigation Information Sharing Protocol) は、WFS (Web Feature Service) という Web 上で XML (Extensible Markup Language) で表された情報を検索するための規格をベースとしたプロトコルである。XML 自体が階層構造を持つ言語であるため階層構造を持つデータを扱うのに向いている。また、XML の特徴として XML Schema というデータ構造の記述方法があり、これを用いてデータ構造記述が可能である。地理表現、時刻表現には GML (Geography Markup Language) という地理および時刻を表現する XML ベースの世界標準規格があり、MISP では地理、時刻の表現にはこれを採用し、地理情報等の前章で挙げたデータ表現をカバーできるようにした。基本的にはこれらの規格をそれらをそのまま採用し、必要と思われるところを拡張し、策定した<sup>7)</sup>。

図3にMISPで扱う機能を、図3にデータ登録の例を示す。MISPで取り扱う機能は、一般的なデータベース管理システムで扱われる機能と、基本的には同じであり、データの入力、検索、修正、削除が主な機能となる。MISPがWFSと大きく異なる点は、保存するデータの型を実行時にXML Schemaによって定義、登録し、構造を共有化することができる点である。このため、運用時にシステムを停止させずに更新が可能であり、システム統合作業時等に、情報を共有するシステム間で共通の、災害等の情報を記述したデータ形式(以下スキーマ)を追加・修正してリアルタイムにテスト・修正することが可能である。スキーマを固定せず、動的に変更可能としたことにより、今後、防災・減災研究による、より良い情報共有スキーマが提案された場合にも、プロトコルや情報共有データベースシステムの実装を変更することなく対応することができる。

#### 5. 提案アーキテクチャの評価実験

実際にシステム統合を行うことで提案アーキテクチャの評価を行った。評価に先立ち、実際に情報共有データベースシステムおよび接続ツール群の実装を行い、防災関連情報システムの統合実験を行った。

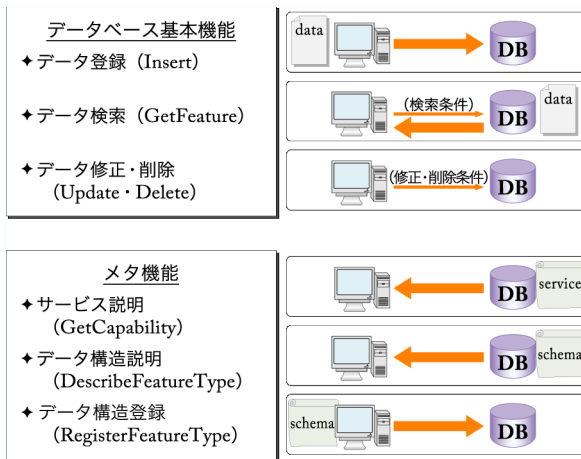


図3 MISPの機能

```

<misp:Transaction xmlns:misp="http://www.infosharp.org/misp"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
  <misp:Insert xmlns="http://www.aist.go.jp/test/">
    <サンプル>
      <報告時刻>2000-01-01T01:00:00.000+09:00</報告時刻>
      <発生時刻>2000-01-01T02:00:00.000+09:00</発生時刻>
      <場所>
        <gml:Point>
          <gml:coordinates>139.0,35.0</gml:coordinates>
        </gml:Point>
      </場所>
    </サンプル>
  </misp:Insert>
</misp:Transaction>

```

図4 MISPでの通信の例(データ登録)

## 5.1 コアシステムの実装

### (1) 情報共有データベースシステム DaRuMa

情報共有データベースシステムの実装の一つとして DaRuMa (Database for Rescue Utility Management) を作成した。DaRuMa の特徴は以下のとおりである。

- 大規模データ  
内部で、データの保持に広く利用されており実績のある MySQL (オープンソースソフトウェアのデータベース管理システム) を用いており、大規模データを安定かつ高速に検索・操作できる。
- マルチプラットフォーム  
Java によって記述しており、MySQL と Java の動作する複数のプラットフォーム (Linux, FreeBSD, Windows など) で動作可能である。
- 動作環境  
ノート PC 等の比較的非力なマシン上でも動作する。
- フリーソフトウェア  
オープンソースソフトウェアとして公開しており自由に使用できる<sup>8)</sup>。

### (2) 接続支援ツール群

災害を軽減化するには多数の機関が協力して情報を共有する必要がある。通常、災害関連機関はすでにそれぞれ独自にシステム化を行っており、これら既存システムに対し、いかに少ない追加、変更にて情報を共有化できるようにさせられるかが重要となる。接続支援ツール群の開発においては、複数の機関で個別に開発されたシステムを短時間で比較的容易に接続できることに留意して開発を進めた。また、これら接続支援ツール群を DaRuMa と同様フリーで公開した。作成した接続支援ツールは以下のとおりである。

- CSV 接続ツール  
CSV ファイルを入出力として、それを MISP に変換して接続を行うツール。CSV ファイルで入出力を行うことができるシステムを MISP によって接続することができる。既存のシステムに CSV での入出力機能を追加することで情報共有データベースシステムに接続できる。
- XML 接続ツール  
XML ファイルを入出力として、それを MISP に変換して接続を行うツール。XML ファイル



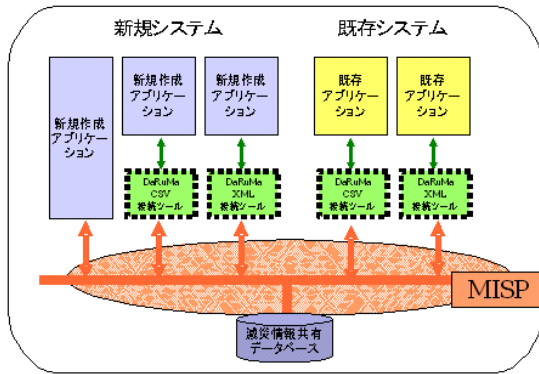


図5 接続支援ツール群を用いたシステム統合

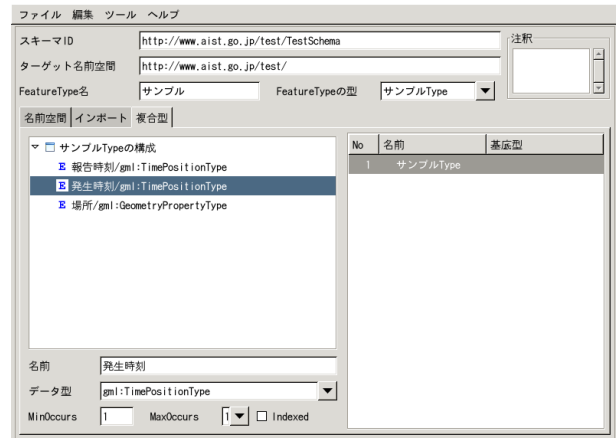


図6 スキーマエディタ

で入出力を行うことができるシステムを MISP によって接続することができる。

- スキーマエディタ

スキーマをグラフィカルに作成するツール (図 6)。本アーキテクチャで採用している XML Schema での構造記述は、複雑な情報構造でも記述でき、厳密さの要求されるコンピュータでの処理に適しているが、その反面コンピュータに詳しくないユーザには記述が困難な場合がある。本ツールは、XML Schema 等の技術に詳しくないユーザでもスキーマを構築することができる。

これらツールを用いることで、既存のシステムをそのまま、もしくは CSV, XML を入出力とするよう拡張するだけで、MISP による通信が可能となる (図 5)。

## 5.2 実証実験

科学技術振興調整費「危機管理対応情報共有技術による減災対策」<sup>9)</sup>にて、災害に関連する各種情報システムを本アーキテクチャにて連動させるシステム統合を行った。このプロジェクトでは、見附市、豊橋市にて実証実験を行い、災害救助対策の主体となる自治体の関係部署に加え、電力、ガス会社などのインフラ企業、避難所や市民の活動などを支える各情報システムを連携させ、さらに県や国などへの情報伝達を一貫して行うシステムの統合を試みた。実証実験により、システム連携が実際に災害に対して有効であるか、また統合システムの構築が容易であるかを確認した。

### (1) 見附実証実験

2006年10月27日に新潟県見附市役所にて、水害を対象として防災、減災に関わる多数の機関、多数の各種情報システムを本アーキテクチャによる情報システム統合を行う実証実験を行なった。本実験では、市役所の複数の関係部署および消防・警察と、電力・ガスなどのライフラインの情報を DaRuMa を介して統合し、相互に情報を共有することを試みた。同時に、災害ボランティアなどからの携帯端末を使った通報や水位観測センサからの自動通報なども統合し、災害対応にあたる職員が災害対応活動に専念できる統合システムを構築した (図 7)。

本実証実験により統合したシステムやデータは以下のとおりである。

- 減災情報共有データベースシステム  
共有のコアとなるデータベースシステム DaRuMa (産業総合技術研究所、防災科学技術研究所)
- 災害対応管理システム  
自治体の災害対応業務を扱うシステム (防災科学技術研究所)
- 消防庁情報共有システム情報通信研究機構の運用している研究開発テストベッドネットワーク

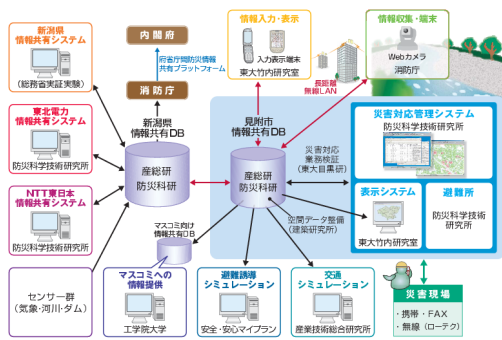


図7 見附実証実験全体図

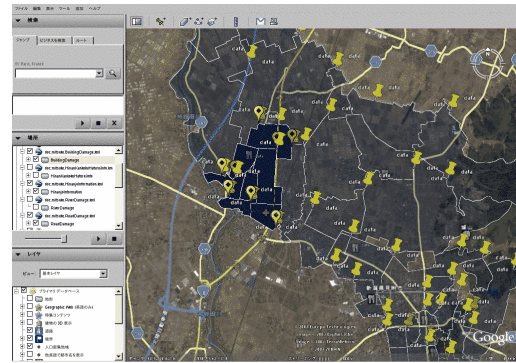


図8 見附実証実験結果

である JGN-II (Japan Giga Network II)、新潟県情報ハイウェイ、消防庁の設置した無線 LAN の各ネットワークを用いて消防庁から見附市まで接続し、災害情報を集計した結果を取得するシステム (消防庁)

- 災害情報可視化システム  
災害対策本部等のために、現在状況を地図上にグラフィカルに表示するシステム (東京大学竹内研究室)
- 携帯端末システム  
携帯端末を用いて画像情報、位置情報を登録するシステム (東京大学竹内研究室)
- 水位情報収集システム  
現在水位の情報を自動的にデータベースシステムに登録するシステム (東京大学竹内研究室)
- 交通シミュレーションシステム  
浸水による通行不可道路を反映した交通シミュレーションを行うシステム (産業総合技術研究所)
- 避難誘導シミュレーションシステム  
住民を避難させるための安全な経路をシミュレーションによって提案するシステム (安全・安心マイプラン)
- 災害ナビゲーションシステム  
水位情報を監視し、防災体制の発令が必要になった際に自動的に発令を促すシステム (NTT アドバンステクノロジー)
- ガス情報システム  
ガスの供給停止区域情報を登録するシステム (東京ガス)
- 電力情報システム  
停電区域情報を登録するシステム (東北電力)
- 広報支援システム  
WebGIS によってマスコミに対し情報提供を行うシステム (工学院大学)
- 新潟県情報共有システム  
長岡市、三条市、柏崎市、見附市の情報を集計するシステム (総務省実証実験)
- 基盤データ  
全体で共有するための基盤地図データ (建築研究所)

図8は共有された情報を表したものである。浸水域や停電区域、崖崩れ地点や被害写真等の各情報システムで入力された情報が他の各情報システムでも共有できる。

実証実験後に市役所職員へ評価のための聞き取り調査を行い、水防、河川現況など最新の被害情報



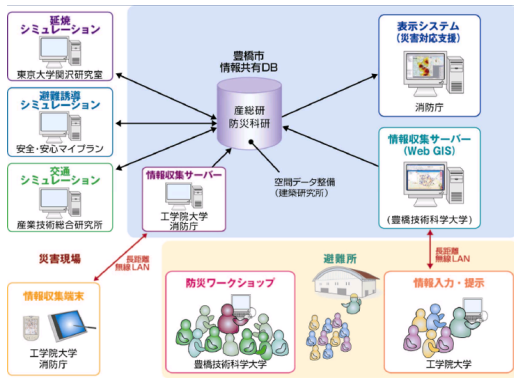


図 9 豊橋実証実験全体図

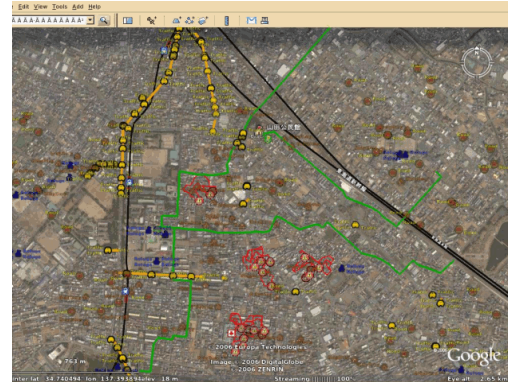


図 10 豊橋実証実験結果

の収集・共有の点で有用であるとの評価を得た<sup>10)</sup>。

## (2) 豊橋実証実験

2006年11月12日に愛知県豊橋市にて、地震を対象として多数の各種情報システムをDaRuMaを介して統合した。本実験では、避難所に集まる市民からの膨大な情報をDaRuMaを使って整理・統合し、それらの情報を元に、火災延焼や交通渋滞予測、避難経路探索などを行い、災害対応行動を円滑に進めるのに有用な情報提供を行うことを試みた(図9)。

共有された情報を表示したものを図10に示す。

本実証実験により統合したシステムは以下のとおりである。

- 情報共有データベースシステム  
共有のコアとなるデータベースシステム DaRuMa (産業総合技術研究所、防災科学技術研究所)
- 広報支援システム  
WebGIS によってマスコミに対し情報提供を行うシステム (工学院大学)
- 避難所システム  
避難所にて市民を対象に情報の共有を行うシステム (豊橋技術科学大学)
- 火災延焼シミュレータ  
火災のシミュレーションを行い、今後の時刻ごとの予想延焼範囲を計算するシステム (東京大学関沢研究室)
- 情報提示システム  
災害対策本部、住民に対して情報を表示するシステム (消防庁)
- 交通シミュレーションシステム  
道路状況を反映した交通シミュレーションを行うシステム (産業総合技術研究所)
- 避難誘導支援システム  
火災の情報を考慮した避難経路を提案するシステム (安全・安心マイプラン)
- 長距離無線 LAN  
ネットワークが断絶した際でも利用できる、無線を用いたネットワークシステム (消防庁)

見附市実証実験と同様に実証実験後に市役所職員へ評価のための聞き取り調査を行い、実験で提案された仕組みは行政機関等が行う情報収集と合わせ有効な手段となりうるとの評価を得た<sup>11)</sup>。また、本実験では DaRuMa を非力なノート PC 上で稼働させることで、負荷に十分耐えられるか確認した。数万件のデータが登録され、その情報を各システムで取得したが、十分な速度が得られ、本アーキテクチャ上で全体としてのシステムが有効に働くことを確認した。

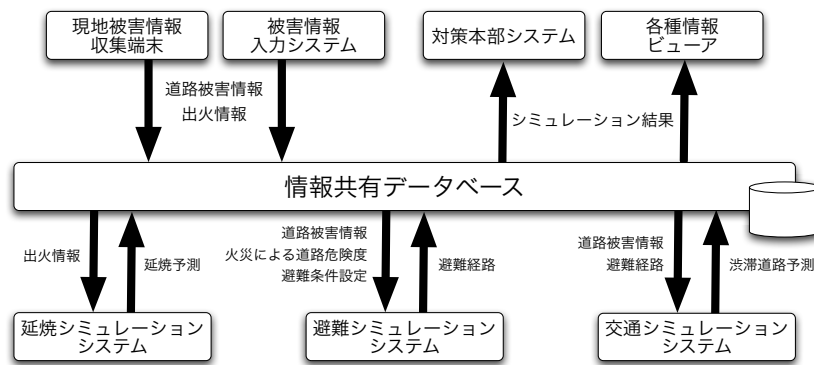


図 11 各種シミュレーションシステムと情報の流れ

### 5.3 共有情報を利用したシミュレーション

本アーキテクチャでは被害情報の共有だけでなく、より進んだ減災対策としてシミュレーションを全体システムに組み込むことができる。シミュレーションを利用することで、二次災害による被害の予測や各種救助計画の効果を推定し、計画立案を支援することが可能となる。シミュレーションはその性質上、初期条件に結果が大きく左右されるため、利用する場合は十分に現実に即した設定を行う必要がある。従来は個々のシステムが独立していたため、収集された被害情報などをシミュレーションに反映することが困難であったが、本研究で提案する分散アーキテクチャに基づいたシミュレーションシステムを構築することで、この問題点を解消することが可能である。

豊橋市実証実験では、さまざまな情報が入力され、保持される情報共有データベースと複数のシミュレーションシステムを接続し相互に情報を参照することで連携させ、シミュレーション結果を共有した。実験での情報の流れを図 11 に示す。

- 延焼シミュレーションシステム  
現地から報告された出火情報などを初期設定とし、延焼予測を行う。
- 避難シミュレーションシステム  
道路被害情報、延焼シミュレータによる火災による危険道路予測、避難の出発地・目的地などの設定を情報共有データベースから取得し、避難に適した経路を解析する。
- 交通シミュレーションシステム  
道路被害情報、避難経路を取得し、それらの道路の通行に制限がある設定でシミュレーションを行い、渋滞・混雑が発生すると予測される道路を予測する。

図 12 に道路被害情報の有無による交通シミュレーション結果の変化の例を示す。この例では、主要な道路の閉塞が報告されており、被害情報がある場合の結果では周辺の道路に渋滞が発生している。各種シミュレーションシステムは、条件となる情報を情報共有データベースから取得するだけでなく、シミュレーション結果を情報共有データベースに出力する。これにより、シミュレーション結果を対策本部のシステムなどで被害情報とともに確認することや、別のシミュレーションシステムで利用することが可能となる。

### 5.4 システム統合開発評価

見附実証実験、豊橋実証実験共、多数の機関が参加し、多数のシステムを本アーキテクチャ上で統合させた。これまでの災害情報共有では、システム統合においては、データ構造の摺り合わせや結合テスト等多くの作業が必要になるが、本アーキテクチャを用いることで複数の機関での情報の表現法

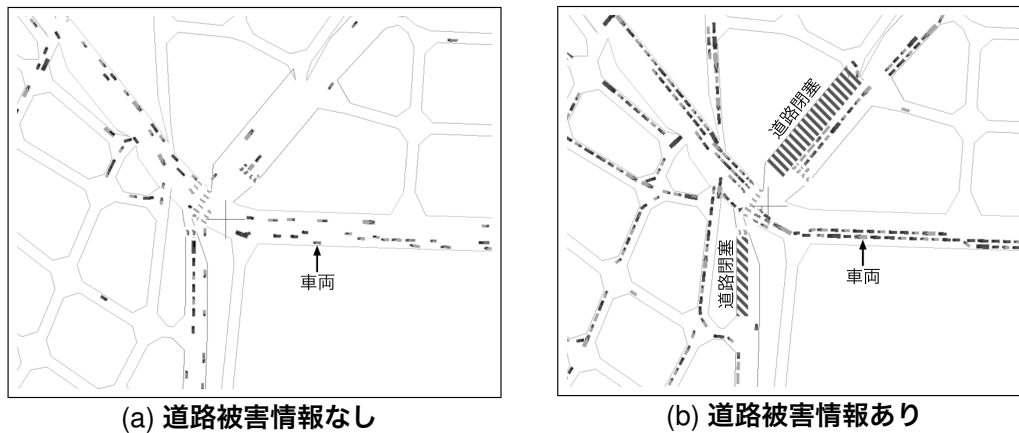


図 12 道路被害情報の有無による交通シミュレーション結果の変化（豊橋市高師口付近）

を共通化することができ、それぞれ一つの形式での接続のみで情報を共有することができた。また、10以上の機関での情報共有であったが、見附、豊橋共、数回の打ち合わせによる比較的短時間でシステム統合を実現することが可能であった。データ構造を運用時にランタイムで、厳密な形で登録できることや、プロトコルをシンプルに保ったことなどにより容易にシステムを結合できた。打ち合わせでは開発者が集まり、ノート PC を持ち込んでデータ構造の摺り合わせや結合テスト等を行ったが、この際 XML、XML Schema の特徴である、データ構造が定義可能かつ可読、検証可能という特徴は、接続においてデータを入力する側、入力されたデータを参照する側ともにテストやデバッグなど開発に際し非常に有効であった。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では防災に関わる各種情報システム連携に適したアーキテクチャを提案した。見附市実証実験、豊橋市実証実験共、多数の機関が参加し多数のシステムを本アーキテクチャ上で統合させることで、必要な情報を表現可能であり実際に共有可能であることやシステム統合の容易性を確認した。またこの実験では、共有されたデータをもとにしたシミュレーションを行なうといった高度な連携を行った。このような分析は、これまで特定のシステムに組み込まれる形で扱われてきたものであるが、本アーキテクチャではシミュレーションや分析といった機能を、組織を越えて提供することができる。近年、Web 上でさまざまなサービスを提供され、マッシュアップという形で組み合わせて使われてきているが、本アーキテクチャはこのような、シミュレーションや分析等の高度なサービスをも共有することにより、創発的でより高度な情報共有への道を拓くものである。

今後の課題としては、防災分野の統一的、網羅的な情報スキーマの策定が必要である。この中には災害自体の情報だけでなく、シミュレーション、分析、集計など防災・減災に関する機能的な情報も含まれ、災害、情報科学双方に関わる総合的、実用的なものが必要である。本アーキテクチャはこの情報スキーマの重要性に着眼し、重きを置いたアーキテクチャとなっているが、防災・減災情報の実際の表現についてはまだまだ多くの議論が必要である。今後、統一的な情報の表現が策定されていくことが望まれる。

## 謝 辞

本研究は、科学技術振興調整費「危機管理対応情報共有技術による減災対策」による研究助成によって行われました。

## 参考文献

- 1) 中央防災会議「防災情報の共有化に関する専門調査会」：防災情報の共有化に関する専門調査会報告、平成 15 年 7 月
- 2) 文部科学省：大都市大震災軽減化特別プロジェクト 平成 14 年度成果報告書 IV-2-8 「大都市大震災に対応可能な IT を用いた自治体・防災機関・市民間の広域的災害情報共有・交換システムモデルの研究開発」
- 3) 中央防災会議「防災情報の共有化に関する専門調査会」：防災情報の共有化に関する専門調査会報告のポイント、平成 15 年 7 月
- 4) 秦 康範、鈴木 猛康、天見 正和: 地方自治体災害情報様式で取り扱う情報項目に関する一考察
- 5) 各府省情報化統括責任者連絡会議: 災害管理業務の業務・システム最適化計画、平成 17 年 12 月
- 6) 災害報告取扱要領（昭和 45 年 4 月 10 日付消防防第 246 号）
- 7) 防災科学技術研究所、産業技術総合研究所：減災情報共有プロトコル <http://www.kedm.bosai.go.jp/project/info-share/infosharp/index.html>
- 8) 産業技術総合研究所、防災科学技術研究所：DaRuMa <http://sourceforge.jp/projects/daruma/>
- 9) 文部科学省：科学技術振興調整費「危機管理対応情報共有技術による減災対策」平成 18 年度委託業務成果報告書
- 10) 鈴木 猛康、秦 康範、天見 正和: 災害時情報共有に関する実証実験の実施と評価、災害情報 No.6 2008, pp.107-118
- 11) 工学院大学：科学技術振興調整費「危機管理対応情報共有技術による減災対策」情報共有技術の活用と地域住民・自治体の協働による減災対策に関する報告書

(受理：2008 年 6 月 4 日)

(掲載決定：2008 年 10 月 31 日)

## Cooperation of Disaster Related Systems on Distributed System Architecture

SHIMORA Hiroki<sup>1)</sup>, MATSUI Hiroki<sup>2)</sup> and NODA Itsuki<sup>3)</sup>

1) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

2) CMD Laboratory Inc., Dr. (Information Science)

3) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Dr. Eng.

### ABSTRACT

In this paper, authors propose an computational architecture to effectively cooperate disaster information systems each other. The architecture regulates network network topology, protocol for information sharing and expression of disaster information. Existing systems can be connected flexible on this architecture.

*Key Words: Information Sharing, Information System Cooperation, Protocol, Expression of Data Structure, XML*