

3. 研究報告

3.1 円滑な応急・復旧対応を支援する災害情報提供手法の開発

3.1.1 過去の災害経験の整理・体系化

3.1.1.1 都市地震防災ジオポータルの開発

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

個々の防災担当者および被災者（情報の受け手）が災害対応を行うにあたって、どの時点でどのような情報を必要としたか、それに対してどのような災害情報が提供されたかあるいはされなかったかについて、阪神・淡路大震災や東日本大震災などの過去の災害経験の実証的な調査・研究を通して明らかにする。調査範囲は、地域特性および地震特性等の基礎情報に加え、発災直後の災害対応から、復旧・復興までを対象として、地震情報、被害状況、火災発生状況、ライフライン被害・復旧状況、交通被害・復旧状況、避難施設の位置・運営状況、物資配給状況などを検討する。検討成果は G 空間情報データベースとして整理し、クラウド技術と動的空間情報マッシュアップ技術を利用した自律分散協調型の状況認識統一基盤情報システムを構築し、マイクロメディアサービスを通して全国を対象として配信すべき情報内容を明確化し、これを体系化する。

(b) 平成 28 年度業務目的

平成 27 年度の業務により、都市減災ジオポータルのコンテンツを柔軟に組み合わせて全国どこでも地震被害想定が可能なシステム「あなたのまちの直下型地震」の一般公開版が完成し、また、追加機能として、津波の想定や医療チーム対応シミュレーションなどの開発を行い、このシステムを利用した様々なシミュレーションの実現可能性がわかった。また都市減災ジオポータルのコンテンツを「ストーリーマップ」として状況認識の統一に利用する手法の検討や、「リテラシーハブ」を用いて様々なマップから利用者個人が必要なものを選択して個人のニーズに応じたマップコレクションを作成する手法を検討し、都市減災ジオポータルの利活用法を拡大してきた。しかしながら、さらにコンテンツを拡充し、より活用されるようにしていくためには、データ収集機能を強化しなければならないということが課題としてのこされていた。

平成 28 年度は、都市減災ジオポータルのデータ収集機能を強化する。データ形式の変換をより簡単に行うためのモジュール開発、リテラシーハブ等との連携を強化するメタデータの定義を整理し、データとメタデータを特定の専用ソフトを利用せずとも、インターネットで登録できるモジュール開発を行う。これにより、平時および災害時において、より迅速にデータをサーバーに登録し、利活用できるようにする。また、本サブプロジェクトのとりまとめとして、研究者らの研究成果データを登録し、それを用いてサブプロジェクト全体のストーリーマップの作成、「あなたのまちの直下型地震」への機能追加を行う。また、地震発生直後の応急対応時期に、MeSO-Net 等の地震情報に基づき被害推定を行う広域版地震被害想定システムは、今後発生する実際の地震で精度評価を実施するとともに、推定結果を自動的にジオポータルへ登録する機能を開発する。また、サブプロ①の大規模数値解析結果の可視化手法を利用して地震被害想定システムの火災シミュレーションを可視化し、その結果をジオポータルにフィードバックして公開コンテンツにする仕組みを開発し、サブプロ①の成果もジオポータルに登録する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
京都大学防災研究所	特任教授	林 春男	
防災科学技術研究所	主幹研究員	鈴木進吾	
消防庁消防研究センター	研究企画部長	細川直史	

(2) 平成 28 年度の成果

(a) 業務の要約

- ・ 都市減災ジオポータルデータの収集機能の強化として、データ形式の変換をより簡単に行うためのモジュール開発を実施した。ポイント形式のデータについては緯度経度、メッシュ形式のデータについては地域メッシュコードを含む CSV を作成し、ウェブブラウザから送信することで、専用のソフトを利用せずともジオポータルに登録できるようにした。
- ・ リテラシーハブ等との連携を強化するためにジオポータルのタグをリテラシーハブのタグと一致するようにするなど、メタデータの定義を整理した。
- ・ 本サブプロジェクトのとりまとめとして、研究者らの研究成果データを登録し、ストーリーマップを作成、「あなたのまちの直下型地震」への機能追加を行った。これらデータ、ストーリーマップ、アプリケーションを統合的に表示し成果の公開を行うウェブサイトとして、ArcGIS Open Data を利用して、都市減災 Geo Hub を構築した。
- ・ 広域版地震被害想定システムは、平成 28 年 4 月の熊本地震をはじめ、実際に発生した地震で精度評価を実施するとともに、推定結果を自動的にジオポータルへ登録する機能を開発した。
- ・ サブプロ①と③の連携に関連して、サブプロ①の大規模数値解析結果の可視化手法を利用して、建物の揺れと火災シミュレーションの延焼動態を重ね合わせて可視化する機能を開発した。

(b) 業務の成果

1) 都市減災ジオポータルのデータ収集機能の強化

都市減災ジオポータルは、これまで4年間の取り組みを経て、様々なデータが登録され、それらのデータを使ったコンテンツが作られてきた。データのカタログ機能、マッシュアップ機能により容易な地図コンテンツの作成が可能となってきた。しかしながら、データを登録する機能については、PC にインストールされた GIS ソフトが必要である、データをサービスとして公開するための知識を必要とするなど、ソフトを所有している人や専門家でないと登録しにくく、より多くの、より多様なデータからマッシュアップして、さらに多様なコンテンツを生み出すためには、データの登録をより簡単にする必要があった。本年度は、今後の都市減災ジオポータルの活用へ向けた取り組みとして、データの簡易登録機能を追加した。

GIS で扱うデータとして、ポイントデータやメッシュデータであれば、位置情報を簡単かつ定型的に記述することが容易である。そこで、本年度は、ポイントデータおよびメッシュデータについて、エクセルで作成したデータを、ウェブを通じて、ジオポータルにコンテンツとして登録できるようにした。ツールを使うにはエクセルでポイントデータならば緯度、経度、属性値、メッシュデータならばメッシュコードと属性値からなる CSV を作成し、図 1 に示すウェブサイトですべてアップロードする。アップロードされるとジオプロセッシングサービスにより、GIS データとなり、自動的にユーザーのジオポータルのアカウントにコンテンツが登録される仕組みになって

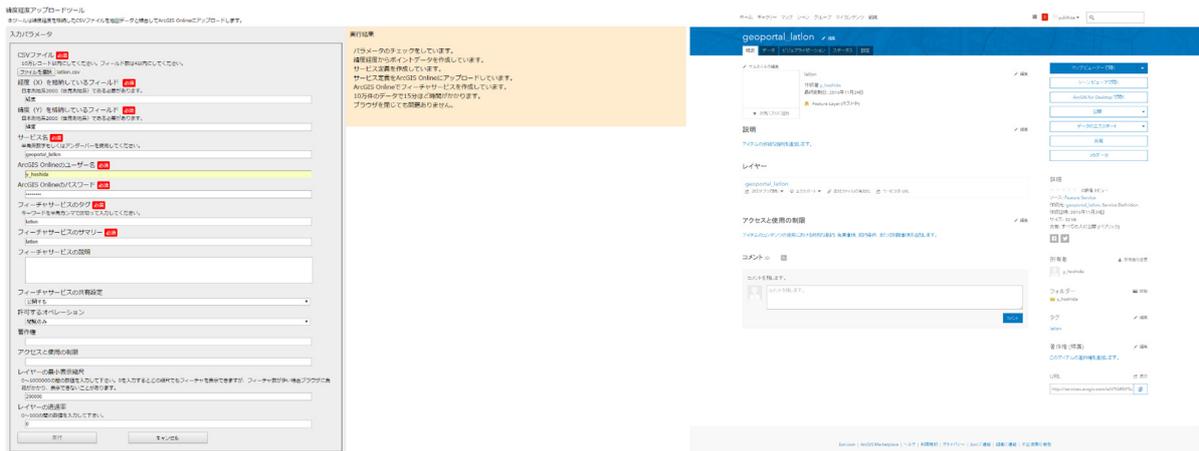


図1 アップロードツールの画面（左）とジオポータルに登録された画面（右）

いる。これにより、従来は GIS ソフトで GIS データ化して、サービスとして公開する手続きによってコンテンツがアップロードされていたものが、大幅に簡略化される。

2) 都市減災ジオポータルのメタデータの整理

都市減災ジオポータルとリテラシーハブ等との連携を強化するため、都市減災ジオポータルのメタデータの整理を行った。都市減災ジオポータルではデータの分類をタグをつける方法で行なっている。これまでは、登録者が検索に必要なキーワードをタグという形で入力して、登録していたが、登録者によって、登録するキーワードにばらつきが生じていた。また、今後の展開として、よりリテラシーハブとの連携をしやすいするために、タグ体系をリテラシーハブの体系に合わせるようにした。

都市減災ジオポータルにおけるそれぞれのデータには、リテラシーハブにおける、災害の種類（地震・津波、火山、気象など）、内容（災害前準備・備蓄、災害直後の対応など）の分類中の項目をタグとして、追加登録し、リテラシーハブ形式の分類による表示を可能にした。

3) 都市減災ジオハブの構築

本サブプロジェクトのとりまとめとして、これまで構築してきた都市減災ジオポータルの研究者の研究成果データ、研究者のストーリーマップ、あなたのまちの直下型地震をアクセスしやすいように公開した都市減災ジオハブを構築した。都市減災ジオハブは、ArcGIS Open Data を利用して構築した。都市減災ジオハブウェブサイトを図2に示す。

都市減災ジオハブは、データをキーワードで検索する「キーワード検索」、カテゴリで検索する「カテゴリから探す」、ストーリーマップを閲覧する「ストーリーで見る」、あなたのまちの直下型地震のようなアプリケーションを実行する「データを使ったアプリ」、1)で開発したものを使ってデータをアップロードする「データを共有する」から構成される。

これにより、都市減災ジオポータルが持つ、調べる（データの検索とマッシュアップ）、学ぶ（ストーリーマップの閲覧）、試す（ウェブアプリケーションの利用）、参加する（データのアップロード）の4つの機能が統合され、成果を一般公開することができた。



図2 都市減災ジオハブの画面

4) 広域版地震被害想定システムの開発と運用について

平成 28 年 4 月の熊本地震をはじめ、実際に発生した地震で精度評価を実施した。表 1 は、2013 年 4 月から 2016 年 7 月までの期間に発生した主な被害地震における広域版地震被害想定システムの推定結果で、点震源モデルと計測震度を用いた木造家屋全壊棟数、死者数、火災発生件数の推定値と、実際の被害数との比較を示す。図 3 は、表 1 の 7 事例のうち実被害数が計上された被害地震について、推定値をグラフで比較したものである。

これら 7 つの被害地震の推定結果から、計測震度を用いた被害推定値は、点震源モデルの被害推定値と比較して、過大評価の傾向がみられた。2016 年 4 月に発生した熊本県熊本地方を震源とした 2 つの震度 7 の地震においてもこの傾向は見られ、4 月 14 日の前震においては、点震源モデルの推定値は、死者数 4.7 人、火災発生 3 件と実被害数との間に整合性が見られるが、計測震度を用いた被害推定値は、死者 173.6 人、火災発生 28.8 件となった。4 月 16 日の本震においては、点震源モデルの推定値は、死者数 1000.7 人、火災発生 9 件、計測震度を用いた被害推定値は、死者 1567.7 人、火災発生 14.9 件となり、後者がさらに過大評価となった。図 4～7 は、前震と本震において、点震源モデルと計測震度による地震動分布の推定結果を示す。計測震度による結果から、点震源モデルの場合と比較して、実際はより広い範囲が強震に見舞われたことが示されており、両者において同じ被害関数が用いられていることから、計測震度を用いた場合の被害推定値が過大になったと考えられる。今後のシステムの実運用に向けて、計測震度による地震動分布に適した被害関数の適用が必要であることが分かった。一方、本震においては、死者数が、点震源モデルでは 1000.7 人、計測震度では 1567.7 人と、いずれも実被害数と比較して大きく過大評価となった。この原因の一つとしては、全壊棟数が 8,193 棟に対して、計測震度では 45,203 棟、点震源は 19,838 棟と過大になっており、その結果、全壊棟数から推定される死者数も過大になったと考えられる。地震動の強さから全壊棟数予測する被害関数の改良が、今後の推定精度の向上のためにも必要である。さらに、本システムにおいては、人的被害を推定する場合においても、在宅率 1.0 を仮定して計算を行っており、前震による影響により屋外に避難していた人がい

地震発生日	地震名	マグニチュード	深さ km	最大震度	実際の被害数			計測震度			点震源		
					家屋被害	人的被害	火災発生件数	全壊棟数	死者数	火災発生件数	全壊棟数	死者数	火災発生件数
2013年4月13日	淡路島付近	6.3	15	6弱	全壊 8 半壊101 一部損壊8,305	0	0	299.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014年11月22日	長野県北部	6.7	5	6弱	全壊 77	0	0	1188.7	41.3	7.7	158.0	8.5	1.0
2015年5月30日	小笠原諸島西方沖	8.1	682	5強	0	軽傷13	1	1.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
2015年7月13日	大分県南部	5.7	58	5強	一部破損3棟	軽傷 3	0	26.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2016年4月14日	熊本県熊本地方(前震)	6.4	10	7	—	死者9	4	4771.7	173.6	28.8	84.0	4.7	3.0
2016年4月16日	熊本県熊本地方(本震)	7.1	10	7	全壊 8,193	死者75	16	45203.8	1567.7	14.9	19838.0	1000.7	9.0
2016年6月16日	内浦湾	5.3	11	6弱	一部破損 3棟	軽傷1	0	75.2	2.8	0.3	0.0	0.0	0.0

表 1 被害推定結果と実被害数との比較

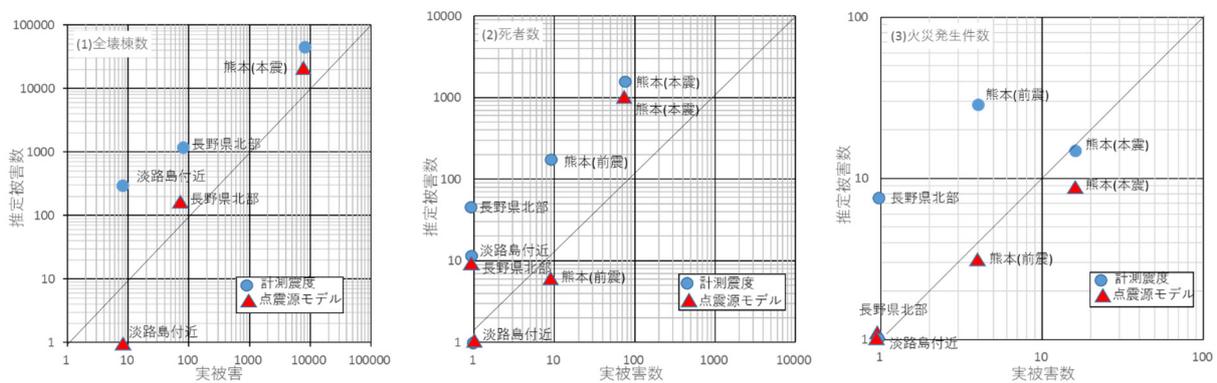


図 3 点震源モデルと計測震度を用いた被害推定結果の比較 (1) 木造家屋全壊棟数, (2) 死者数, (3) 火災発生件数)

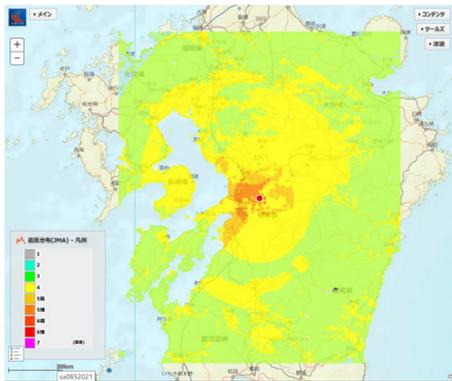


図 4 熊本地震(前震)における地震動分布を点震源モデルにより推定した結果

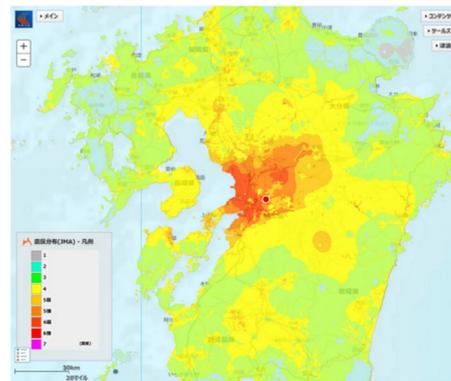


図 5 熊本地震(前震)における地震動分布を計測震度により内挿補間した結果

た場合などを適切に評価できてないことも原因と考えられる。建物被害に限らず、人的被害についても、前震と本震などという複数の地震による影響についての評価可能な被害推定モデルの適用についても、今後検討が必要である。

地震被害推定結果をジオポータルへ登録する機能を拡張し、ArcGIS Online の機能を活用することにより推定結果の Web 上での共有を可能とした。図 8 は、2017 年 1 月 20 日にソロモン島

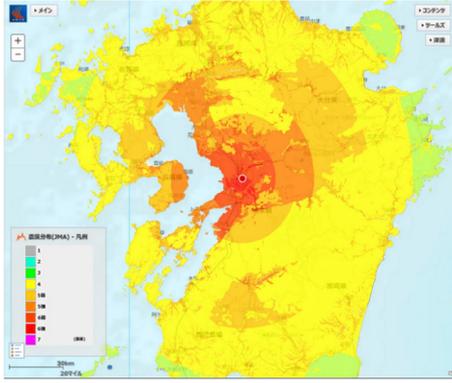


図6 熊本地震（本震）における地震動分布

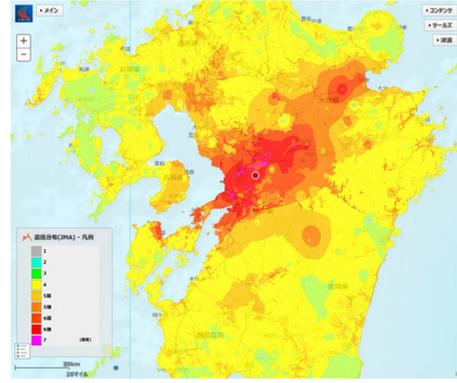


図7 熊本地震（本震）における地震動分布を計測震度により内挿補間した結果



図8 ArcGIS Online 上のポータルサイトに自動登録された被害推定結果



図9 被災状況マップのトップ画面

近海で発生した地震の被害推定結果が、ArcGIS Online 上のポータルサイトに自動登録された結果を示している。

またポータル上に登録された熊本地震における被害推定結果は、狭域防災情報サービス協議会 (MMDIN: Micro Media Disaster Information Network) が災害時に提供する「被災状況マッ

プ」サービスに共有され、震度階別の地震動に暴露された人口や建物数の推定値として一般公開された（図9）。

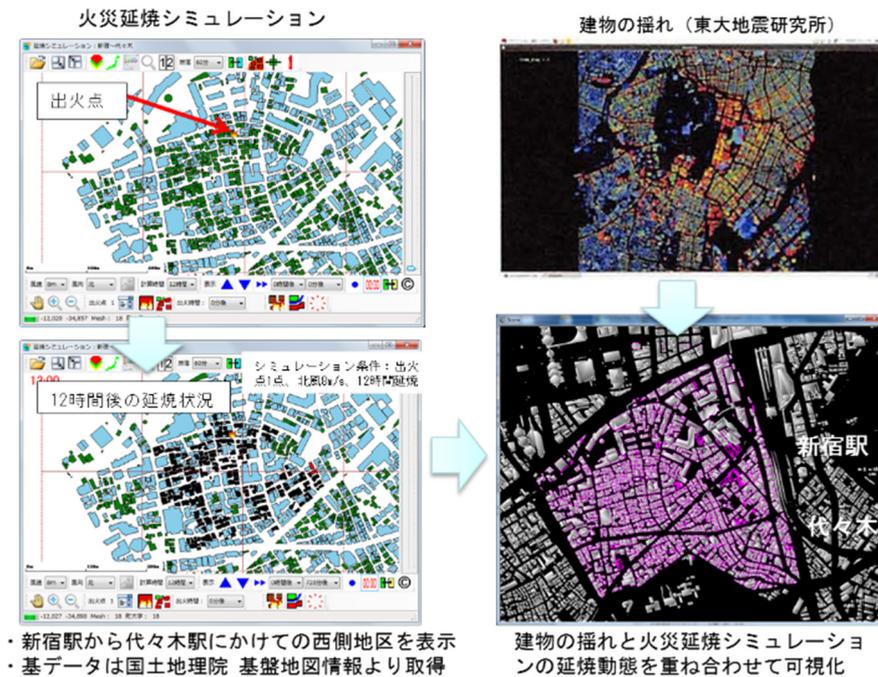


図10 新宿駅西口付近の火災延焼シミュレーションの可視化例

さらに、ArcGIS Online 上の地震被害推定結果のうち地震動分布と建物被害分布は、JAXA のアカウントにも自動で共有されており、地震発生直後に衛星で地震被害地域を観測する際に観測位置を決定するためのタスキングシステムへの活用が開始された。

5) サブプロ①と③の連携

サブプロ①と③の連携に関連して、サブプロ①の大規模数値解析結果の可視化手法を利用して、建物の揺れと火災シミュレーションの延焼動態を重ね合わせて可視化する機能を開発した。図10は、新宿駅西口付近の火災延焼シミュレーションの可視化例を示す。

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 28 年度の業務目的は達成できた。都市減災ジオポータルは、ポイントやメッシュデータであれば簡単に登録できるようになり、個人のデータをよりマッシュアップしやすくなった。また都市減災ジオハブを構築することにより、これまで都市減災ジオポータルに散在していたコンテンツが見やすく整理され、成果をより分かりやすく公開することができるようになった。広域版地震被害想定システムは、熊本地震をはじめ、実際に発生した地震で精度評価がなされ、推定結果を自動的にジオポータルへ登録する機能が追加された。さらに、サブプロ①の大規模数値解析結果の可視化手法を利用して、建物の揺れと火災シミュレーションの延焼動態を重ね合わせて可視化する機能を開発することができた。

(d) 引用文献

なし

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
Development of Earthquake Disaster Simulation System Combining Distributed Web GIS Services for the Better Understanding of Disaster Scenarios（口頭）	Shingo Suzuki	4 th International Conference on Urban Disaster Reduction	2016.10.17	国際
都市減災ジオポータルの開発とその利活用（口頭）	鈴木進吾	日本地球惑星科学連合大会	2016.5.23	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所（雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
大震災への応急対応を支援する被害推定システムについて	細川直史	REAJ 誌（日本信頼性学会誌）	2016 Vol.38, No.5（通巻 231号）	国内
Development of the Wide-area Earthquake Damage Estimation System and Mashup of Disaster Prevention Information	Masafumi HOSOKAWA, Ken-ich TAKANASHI, Syouji DOSHIDA, Makoto ENDO, Byeong-pyo JEONG,	Research Journal of Disaster Research	Vol.12 No.1, 2017.	国際

(f) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
広域版地震被害想定システム	地震発生直後の応急対応時期に、地震情報に基づき建物被害数や死者数の推定を行うことが可能な地震被害想定システム

3) 仕様・標準等の策定

なし