

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

円滑な応急・復旧対応を支援する災害情報提供手法を開発するためには、関係者が状況認識の統一を図るために提供されるべき情報内容の明確化と、情報を必要とする人々にそれを確実に届ける伝達手段の整備の両面が必要となる。本個別研究テーマについては、「過去の災害経験の整理・体系化」を行い提供されるべき情報内容を確定するための情報システムについて検討するものである。

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する。

(b) 平成 26 年度業務目的

平成 25 年度は任意震源を設定できる地震のシミュレータ「あなたのまちの直下型地震」の開発のなかで、ジオポータルのコンテンツをマッシュアップしてシミュレーションを行う仕組みを作り、ジオポータルの基盤技術ができた。今後はジオポータルを様々な目的に応用する検討と、それに基づくコンテンツとインターフェースの整理が必要である。

平成 26 年度は首都直下地震の新想定に関するデータを初めとしたコンテンツを収集するとともに、「あなたのまちの直下型地震」で計算できる被害想定項目を増やし、分かりやすく操作できるようなインターフェースを開発する。また、サブプロ①の大規模数値解析結果の可視化、マイクロメディアと連動したコンテンツのプロトタイプ作成、「あなたのまちの直下型地震」に搭載する火災予測手法の結果をサブプロ①により提供される可視化技術で可視化する連携を通してジオポータルの利活用を拡げる。

(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	助教	鈴木進吾	
総務省消防庁消防大学校消防研究センター	地域連携企画 担当部長	細川直史	

(2) 平成 26 年度の成果

(a) 業務の要約

- ・ ジオポータルのデータや地図を一般の方に分かりやすく利用してもらうために、Story Maps 形式で成果を公開するためのインターフェースを作成し、コンテンツを公開した。
- ・ ジオポータルのデータや地図の検索性を向上させるために、Pivot 形式で格納されているデータを表示、絞り込みを行うインターフェースの開発を行った。
- ・ ジオポータルのデータや地図の管理を効率化し、コンテンツのマネジメントを行うために、登録情報の一括更新を行うシステムを開発した。
- ・ 首都直下地震の新想定を始め、我が国の主要断層で想定されている震度に関するデータを収集した。
- ・ 「あなたのまちの直下型地震」は新たに、前述の既往の想定を使用した震度予測、事業所の事業中断日数予測、道路被害予測、物資の需給バランス予測において被害想定項目を増やした。
- ・ 「あなたのまちの直下型地震」は、被害想定を行う際の計算順序を示しながら、ステップ・バイ・ステップで分かりやすく操作できるようなインターフェースとした。
- ・ 「あなたのまちの直下型地震」とサブプロ①の大規模数値解析結果の可視化手法を連携させる仕組みの検討を行った。
- ・ 「あなたのまちの直下型地震」の想定機能をマイクロメディアにおいて実行できるよう、スマートフォン版アプリのプロトタイプを作成した。
- ・ 火災予測手法の結果をサブプロ①により提供される可視化技術で可視化する連携を検討した。

(b) 業務の成果

1) Story Maps 形式による成果公開インターフェースの開発

本プロジェクトで構築している「都市減災ジオポータル」は、本プロジェクトに参画する研究者の研究成果としての地図や G 空間情報を含むデータを格納し、共有することを第一義的目的としている。しかしながら、その地図やデータは高度に研究者の専門性に依存しているものが多く、その地図やデータのみでは、そこから何を読み取ることができるのか、どのように作成されたのか、どのように自分の研究や知見に利活用することができるのか、簡単にはわからないことが多い。さらに、我が国の都市減災のために一般に利用してもらうことを考えると、それらの地図やデータを分かりやすくして公開することが必要である。

そこで、平成 26 年度は、Story Maps という形式での地図やデータの公開インターフェースを用いて、コンテンツの公開方法を検討し、コンテンツの公開を行った。Story Maps とは、これまでの都市減災ジオポータルのインターフェースの長所である、ユーザーの関心に応じて自在に拡大縮小して地図を見られるという点を保持しながら、現在地図に表示しているレイヤーの説明をテキスト、画像、写真、動画、ウェブサイトへのリンクなどの様々なメディアを活用して行えるものである。これにより、地図という 1 つのメディアのみではなく、その短所を補うことのできる様々なメディアを用いて伝えることができるようになるため、研究成果の一層の利活用、普及を見込むことができる。

Story Maps はウェブアプリケーションであり、都市減災ジオポータルと同様にインターネット上のサイトとして提供されるため、ユーザーはインターネットブラウザを用いてアクセス可能である。また、この Story Maps ウェブアプリケーションは、テンプレートとビルダーが ESRI 社より提供されており、このテンプレートとビルダーを用いてステップ・バイ・ステップでコンテンツを入力して

いくことで、比較的簡単に構築可能なことが特徴である¹⁾。

図1に Story Maps の例を示す。画面の右側には地図が表示され、左側にはその地図を説明するテキストや画像などが表示される。地図は自在に拡大縮小してみることができる。左右の地図と説明コンテンツは連動しており、説明コンテンツをスクロールして読んでいくと、その説明に応じて地図が切り替わる仕組みになっている。さらに、説明コンテンツの中には地図をコントロールする要素を埋め込むことができ、これを利用して、その要素をクリックした時に、公開者が閲覧者に見てもらいたい場所などに自動でズームさせることができる。

平成26年度はこの Story Maps を用いて、「東北地方太平洋沖地震における神栖市・潮来市の液状化と配水管被害（筑波大学・庄司学氏）」、「埋設管被害予測の高度化へ向けた丘陵上の宅地造成地の抽出と首都直下地震の際の建物解体予測（千葉大学・丸山喜久氏）」、「供給系ライフライン機能被害・復旧予測モデルを用いた市町村別簡易評価システム（岐阜大学・能島暢呂氏）」などの Story Maps を公開した。

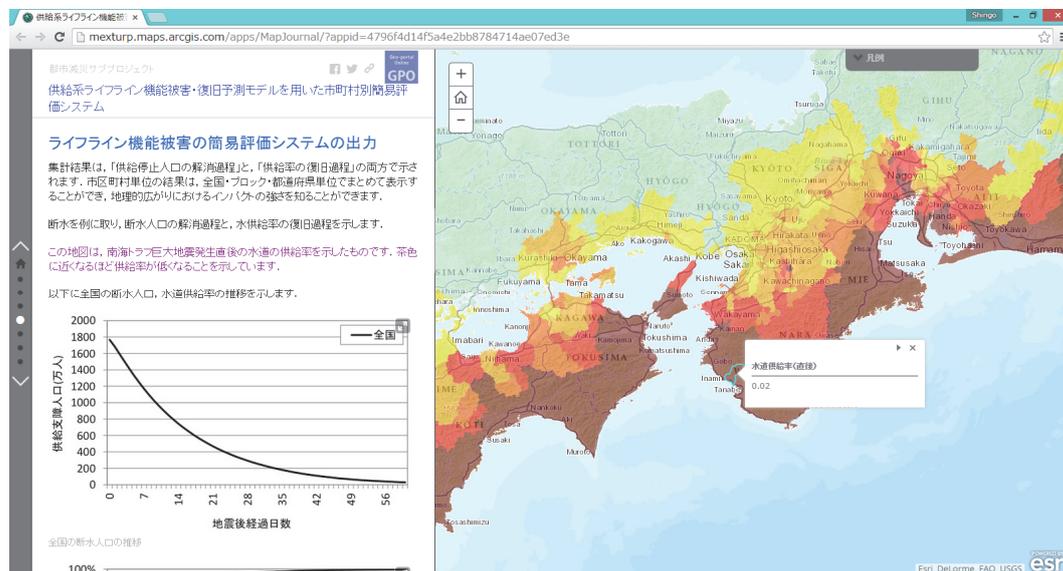


図1 Story Maps の例。ここでは能島により開発されたライフライン機能被害の簡易評価システムから出力される水道の復旧過程情報を解説している。

2) Pivot 形式によるコンテンツブラウザインターフェースの開発

これまでの研究開発により、都市減災ジオポータルには500を超える数多くのコンテンツが登録されてきており、これらを体系化し、効率よくコンテンツをブラウザできるインターフェースが必要となった。そこで、本年度はPivot for ArcGIS Onlineというアプリケーションを用いて、膨大なコンテンツの中から、それぞれのコンテンツにつけられたメタデータを元に絞り込み検索を行っていくインターフェースを開発した。図2にPivot for ArcGIS Onlineの画面イメージを示す。

画面は左右に分かれており、左側にコンテンツを絞り込んでいくための、キーワード、作成日時、タグ、作成者、タイトル、コンテンツのタイプ（ウェブマップ、マップサービス、イメージサービスなどの別）、ほかのユーザーがつけたコメント数、閲覧回数などのリストが表示される。ユーザーはこのリストを見ることによってどのようなコンテンツがあるのかをテキストおよびグラフで瞬時に把握することができる。そして、その中から、絞り込みたい項目にチェックを入れたり、閲覧回数な

どの閾値を設定したりしていくと、それに応じて動的に右側の地図リストが切り替わり、該当する地図に絞り込まれていく。右側の地図リストの中でみたいものをクリックすると、詳細表示に切り替わり、そこからジオポータルへリンクし、自由に拡大縮小して見られるようになる。

今後は、コンテンツにつけるタグやキーワードなどの用語の統一、またはあいまい検索などによるタグ・キーワード一覧の整理、さらに、タグやキーワードを階層構造化して体系化し、よりわかりやすく検索できるよう機能を改善していく予定である。

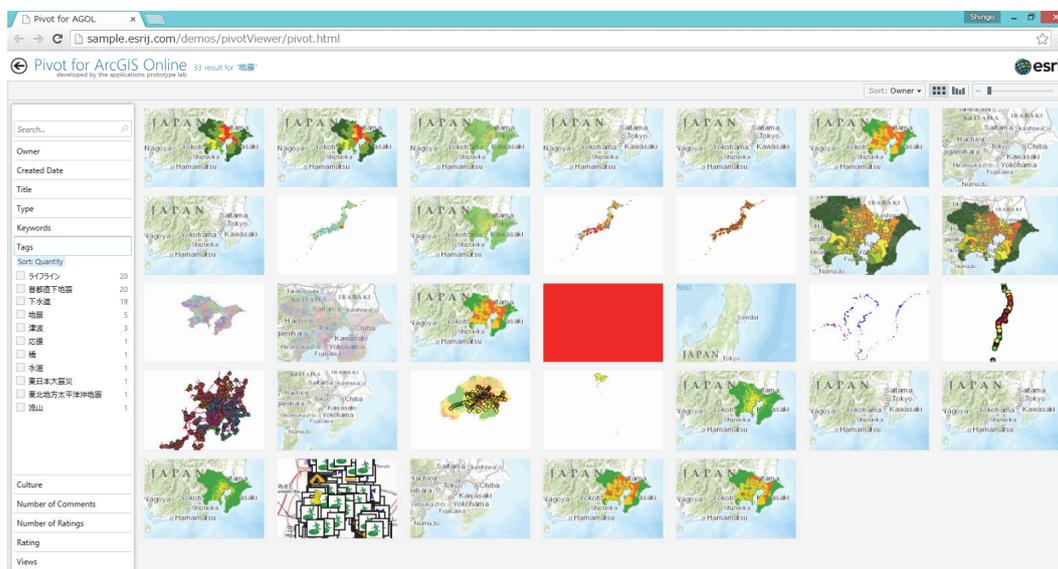


図2 Pivot for ArcGIS Online を用いたコンテンツ閲覧画面。左側の項目リストから見たいものを選択していくと、それに応じて該当するコンテンツが右側に絞り込まれていく。

3) ジオポータルのコンテンツマネジメントシステムの開発

前項でも述べたとおり、都市減災ジオポータルのコンテンツ数が増大してきており、さらに増大することが予想されている。そこで、本年度は、これらのコンテンツが増大した場合でも、管理者やコンテンツ登録者が容易にそれらをマネジメントできるように、コンテンツ管理システムの開発を行った。

現状では、ジオポータルのコンテンツはすべてブラウザ上で行わなければならない。ブラウザを使ったインターフェースの制約から、コンテンツはひとつひとつ登録フォーム上で登録や変更を行わなければならない。コンテンツの量が増えると登録や変更作業に労力がかかり、コンテンツの登録や更新の障壁となっている。

今年度開発したシステムは、ジオポータルとの登録データのやりとりを CSV 形式のファイルを用いて行うものである。登録に必要な情報を記載したテキストデータ（カンマ区切り、CSV 形式）を用意し、それをシステムが読み込んで、ジオポータルへの登録処理を行う。これにより、多数のサービスの一括登録、多数のレイヤーを含むサービスからの各レイヤーの個別登録などが可能となる。後者のように多数のレイヤーを含むサービスはこれまでひとつひとつレイヤーを登録しないと、それをレイヤーとしてジオポータルで使用することができなかった。それがこのシステムを利用することでひとつひとつを容易にレイヤーとして分解して登録することが可能となり、より多くのレイヤーを検索してマッシュアップすることが可能となる。また、ジオポータルに登録済みのデータの更新は、ジオポータルから登録情報をテキストデータとしてダウンロードし、それを編集してアップロードすること

により可能となった。これにより膨大なデータを一括でタグ付けしたり、著作権情報などのメタデータを一括で登録することができるようになり、コンテンツ管理にかかる労力が大幅に削減できる。

さらに、これまでは ArcGIS Online の仕様により、多数のラスターレイヤーが入ったマップサービスは、手動でもその中の各レイヤー単独の登録はできなかった。本システムはこのようなラスターレイヤーも単独で登録することが可能であり、よりきめ細かなデータ登録と検索、共有が可能となった。

4) 「あなたのまちの直下型地震」の開発とデータの拡充

「あなたのまちの直下型地震」とは、誰もが、ブラウザで、簡単に、任意の震源を設定して、被害想定等を行うことができるウェブアプリケーションである。「あなたのまちの直下型地震」はジオポータルに蓄積されたデータを使用して、震度想定、被害想定、社会基盤施設サービス中断の推定等をそれぞれモジュール化されたジオプロセッシングサービスを連携させて被害推定を行う。平成 25 年度では、ウェブブラウザ上で、任意の位置に震源を設定し、震度の計算、震度曝露人口の計算、建物、火災、人的被害の計算等の基本的機能を備えたものを開発した。

平成 26 年度は、まずデータの拡充を行った。これまでは、ユーザーが任意地点に点震源を設定して計算する機能のみであったが、想定データを拡充し、「巨大地震から選択する」機能と「断層リストから選択する」機能を追加した。「巨大地震から選択する」機能では、2005 年と 2013 年に中央防災会議が想定した首都直下地震、2003 年と 2012 年に中央防災会議が想定した南海トラフの地震の想定データから選択して想定できるようになった。「断層リストから選択する」では J-SHIS が公開している全国地震動予測地図の断層リストごとの震度分布データを用い、ユーザーが活断層を選択して想定を行えるようになった。

5) 「あなたのまちの直下型地震」の想定機能の拡充

「あなたのまちの直下型地震」への機能の追加を行った。まず、永田の方法を用いたライフラインの機能支障とそれに伴う企業の事業中断の推計機能を追加した。永田の方法を GIS で実行できるようにプログラミングし、これをジオプロセッシングサービスとして公開した。このジオプロセッシングサービスはアプリケーションから想定ケースの設定を取得し、それと震度推計のジオプロセッシングサービスの結果から、ライフラインの支障日数および企業の事業中断日数を計算し、地図上に結果を返すものである。この画面を図 3 に示す。次に、庄司の方法を用いて主要道路の被害を推計する機能を追加した。これも上述と同様にジオプロセッシングサービスが震度推計の計算結果を用いて道路被害を予測し地図上に返すものである。さらに、ミネラルウォーターとパンの需給バランスの推計を行う機能も追加した。この推計はライフラインの寸断などから需要量を計算し、供給量と比較するものである。

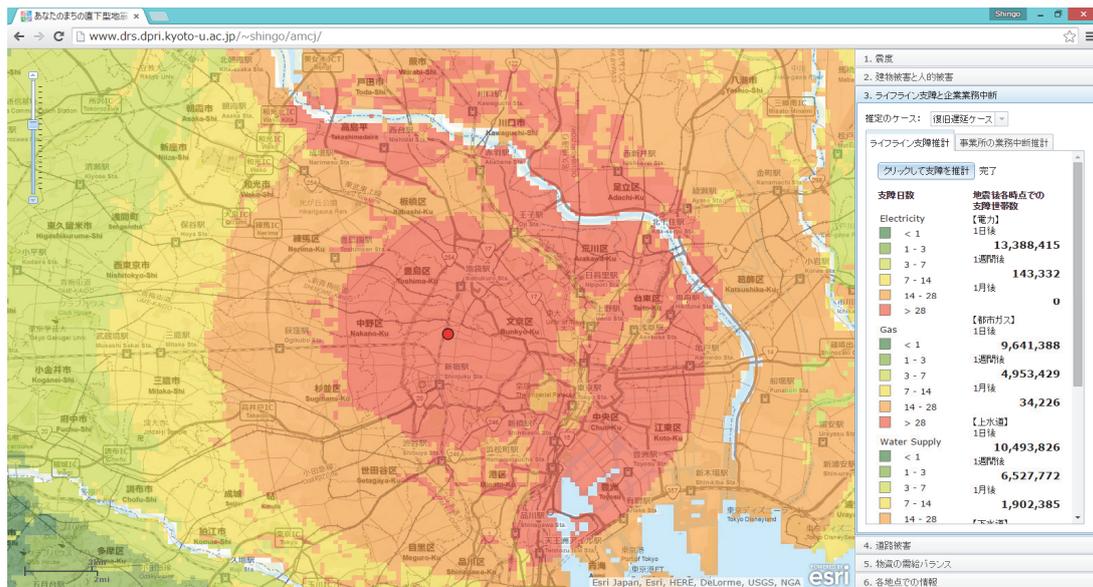


図3 「あなたのまちの直下型地震」でライフライン支障（上水道）を計算した例

最後に、それぞれの推計を行った後、ユーザーが関心を持つ任意の地点での状況のサマリーを表示する機能を追加した。ユーザーは推計を行った後、自身の関心とする任意地点をクリックすると被害や支障の要約を得ることができ、自組織の各施設などの状況がどうなるかを簡単に調べることができ、BCP等の検討に活用することができると考えられる。

現時点での「あなたのまちの直下型地震」に搭載されているデータ、処理、結果の連携と入力を示したものを図4に示す。図中に青色で示したユーザーによるパラメータなどのインプットをアプリケーションで受け付け、水色のデータサービスのデータを使用して、赤色の処理サービスがあらかじめ定義された処理を行う。その結果を地図に表示させるのが橙色の結果サービス、地図には表示させないが後の処理に使用するために出力するのが紫の結果サービスである。これらの結果サービスのデータは次の処理に用いられる。このようにそれぞれのデータや処理、結果がサービスとして最小単位で独立しており、それらを組み合わせて複雑な予測が可能となるように設計されている。

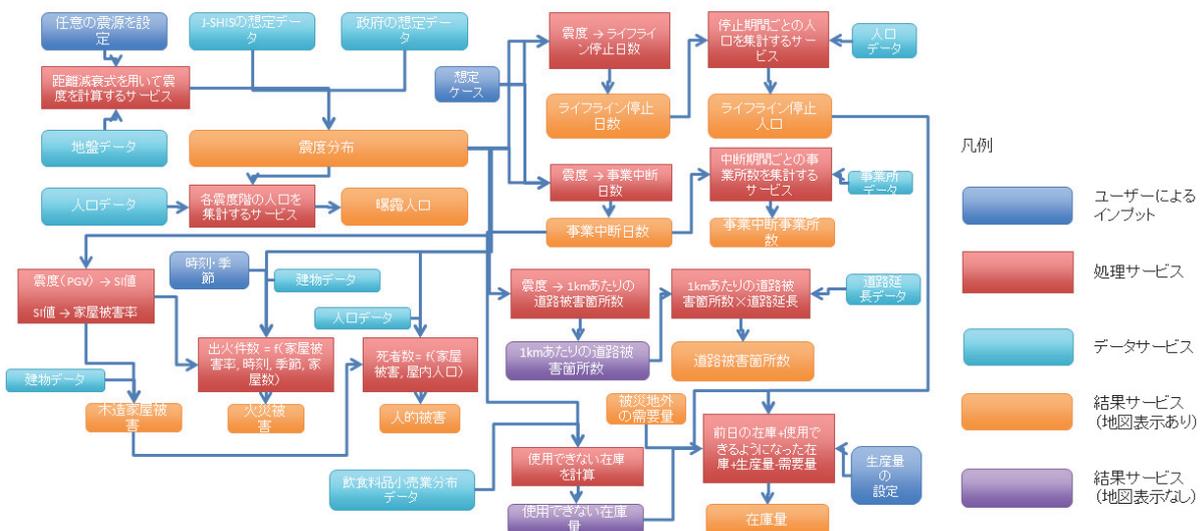


図4 「あなたのまちの直下型地震」におけるデータ、処理、結果サービスの連携と入力

6) 「あなたのまちの直下型地震」のインターフェースの開発

「あなたのまちの直下型地震」のインターフェースの開発を行った。前述のようにシステムは多数の計算が連携されて結果を出力している。このため、想定計算は順序だてで行われなければならない。そこで、画面の右側に設定や凡例を表示するフレームを設け、ここで、ステップ・バイ・ステップで計算を進められるようにした。ユーザーは上から下に番号の順番に従って「震度推計」→「基本的な被害の推計」→「ライフラインや事業の中断の推計」→「道路被害の推計」→「物資需給の推計」→「任意地点での状況の要約」と解析を進める。

7) サブプロ①やマイクロメディアサービスとの連携の検討

「あなたのまちの直下型地震」とサブプロ①の大規模数値解析結果の可視化手法を連携させる仕組みの検討を行った。サブプロ①で生成される可視化結果を読み込むモジュールを開発し、建物被害に反映させる仕組みの開発を行った。

「あなたのまちの直下型地震」の想定機能をマイクロメディアにおいて実行できるよう、スマートフォン版アプリのプロトタイプを作成した。スマートフォン版アプリでは想定のための設定項目を別ページで入力し、結果を地図ページで見られるようにし、見やすさを優先した設計とした。

火災予測手法とサブプロ①の可視化技術の連携を検討した。検討の結果、今後、①大型構造物を対象として、流体計算による延焼予測結果を可視化する、②面的に広がる街区を対象として、延焼伝播モデルを用いて東京 23 区の建物データから首都直下地震で発生する 800 の火災のリスクを評価し、可視化する、の 2 つの観点で連携し、火災予測技術と可視化技術の向上を研究することになった。

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 26 年度の業務目的はほぼ達成できた。「都市減災ジオポータル」は検索、管理、見せ方の面で機能を追加したが、今後は地図以外のメディアと連携し、より効果的に情報を発信・管理できるようにする必要がある。これに対してはリテラシーハブと連携して進めることを考えている。「あなたのまちの直下型地震」は様々な機能を追加したが、今後は対象とするユーザー層ごとに、それぞれに必要な機能を絞りつつ、一般公開していきたい。「サブプロ①との連携」は火災延焼の可視化とその活用法について研究を進めていく予定である。

(d) 引用文献

- 1) ESRI: Story Maps, <http://storymaps.arcgis.com/ja/>, 2015/03/31 閲覧.
- 2) 永田茂：地震時のライフライン機能支障による企業の事業影響の簡易評価手法について、第 2 回相互連関を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム講演集，土木学会
- 3) 庄司学・高橋和慎・中村友治・櫻井俊彰：2011 年東北地方太平洋沖地震において地震動が主要因と考えられる道路構造物の被害—東北 6 県及び関東 1 都 6 県に敷設された国道及び県道の被害—,土木学会論文集 A1,Vol.68,No.4,I_1186-I_1193,2012.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表
なし

学会誌・雑誌等における論文掲載
なし

マスコミ等における報道・掲載
なし

(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
あなたのまちの直下型地震	全国で任意の震源で地震災害の各種想定・推定をウェブで実行できる

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 27 年度業務計画案

平成 26 年度の業務により、コンテンツをよりわかりやすく検索するシステム、コンテンツを容易に管理できるようにするシステム、コンテンツをよりわかりやすく伝えるためのストーリーマップ、そのデータを用いた地震災害過程のシミュレータ「あなたのまちの直下型地震」が開発され、ジオポータルへの成果の集約とその応用およびわかりやすい形での発信システムが完成しつつある。

平成 27 年度は、「あなたのまちの直下型地震」の一般公開を行い、使いやすいインターフェースとコンテンツ、およびそれらにデータや技術をマッシュアップするための標準的な使用手順の普及のための研究を行う。「あなたのまちの直下型地震」の一般公開に当たっては、想定ユーザーを一般、実務者、企業の 3 つに分類し、それぞれのニーズにあった想定機能を提供する。一般ユーザーに対してはわかりやすく簡単に実行できることを主目的とし、余分な機能を削除した「Home 版」として公開する。実務者に対してはフル機能で様々な想定が可能な「Pro 版」として提供する。企業向けには BCP の検討に資する Business Impact Analysis ができる機能を主として取りそろえ「Business 版」として提供する。「あなたのまちの直下型地震」は一般公開後、実際に一般の方に使用してもらい、その意見や操作ログから機能やインターフェースなどの改善に役立てる仕組みを盛り込む。

また、リテラシーハブ研究との連携により、ジオポータルのブリーフィングブック機能を利用して、このような一連の地図の操作・活用について教育・練習ができるサイトを立ち上げ、このようなものを使用するリテラシーの育成を目指す。「都市減災ジオポータル」が高機能でプロ向けであるために、使いにくい箇所については、リテラシーハブで開発中の「デザイントレンドプレス」と連携し、ユーザーが簡単に閲覧や収集、登録、ストーリーの作成ができるようにし、「都市減災ストーリーマップポータル (仮)」を開発する。

これらの過程で、事前の想定から緊急時の被害推定、マイクロメディア情報活用、衛星・航空写

真活用、現場からの情報集約をシームレスに実施するためのジオポータル活用の標準的な使用手順を検討する。事前の想定や緊急時の推定は「都市減災ジオポータル」および「あなたのまちの直下型地震」を使用する。マイクロメディア情報活用については、マイクロメディア研究との連携により、マイクロメディアからの情報を地図化する「ソーシャルメディアマップ」を作成し、衛星・航空写真からの被害範囲の読み取りと連動させた利活用研究を行う。

サブプロ①の大規模数値解析結果の可視化との連携は、大規模火災予測計算とサブプロ①の可視化技術の連携を実装する。このために2つの面で検討と開発を行う。1つめとして、大型構造物を対象として、流体計算を用いて延焼予測を行い、その結果をサブプロ①のシステムで可視化する手法を開発する。2つめとして面的に広がる街区を対象とした延焼伝播モデルを用いた火災予測計算を、東京23区の建物データを用いて行う。そして、首都直下地震で発生すると予想されている800の火災のリスクを評価し、サブプロ①のシステムで可視化する。これらの2つの観点から連携を検討し、火災予測技術と可視化技術の向上のための研究を行う。