

3.1.1.4 被災者ニーズを踏まえたライフライン被害・復旧情報の体系化

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

ライフライン情報を、地震発災後の市民生活や社会経済活動を下支えする重要情報として捉え、受け手の情報ニーズを明確化した上で、マイクロメディアを利用した災害情報サービスシステムのコンテンツ提供技術を確立することを目的とする。このため、阪神・淡路大震災や東日本大震災等におけるライフライン被害・復旧データを収集・整理・分析し、来たるべき将来の地震の発災後あるいは想定シナリオに対するライフライン被害・復旧状況に関して、ニーズに見合った情報の提供を可能とする予測モデルの構築を目指す。また、マイクロメディアサービスの実証実験を踏まえ、有効性・有用性を検証して改善を図る。

(b) 平成 26 年度業務目的

平成 25 年度までに、全国を対象としたライフライン施設データの整備や被害関数およびライフライン機能の被害・復旧予測モデルを構築するとともに、施設データや車両ビッグデータを作成・収集した。これにより概略予測を行う準備が整ったが、マイクロメディアサービスやジオポータルでの情報提供に向けての予測を行うには、予測モデルの高度化やデータの精緻化によって、空間的精度や推定精度を向上させる必要がある。

平成 26 年度では、東日本大震災など既往災害におけるデータを収集・分析し、被害関数や機能的被害・復旧予測モデルにおいて十分に考慮できていない被害拡大・復旧支障要因をとりあげてモデルの高度化を図るとともに、施設データを精緻化し、メッシュデータを整備する。また車両ビッグデータを用いて被災時の道路交通状況を把握し、発災直後の道路機能を推定して、地震後の道路復旧状況の実態を交通需要の観点から評価する。

以上により、内閣府が公表した南海トラフ巨大地震、首都直下地震を想定地震としてライフライン被害規模を定量的に評価し、結果をジオポータルのコンテンツとして挙げる。また応急対応および復旧作業に必要な復旧人員等を明らかにして、対策策定の参考資料とする。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立大学法人岐阜大学 工学部	教授	能島暢呂	
国立大学法人筑波大学 システム情報系	准教授	庄司 学	
国立大学法人千葉大学 大学院工学研究科	准教授	丸山喜久	
鹿島建設株式会社 技術研究所	上席研究員	永田 茂	

(2) 平成 26 年度の成果

(a) 業務の要約

平成 25 年度までに、全国を対象としたライフライン施設データの整備や被害関数およびライフライン機能の被害・復旧予測モデルを構築するとともに、施設データや車両ビッグデータを作成・収集した。これにより概略予測を行う準備が整ったが、マイクロメディアサービスやジオポータルでの情報提供に向けての予測を行うには、予測モデルの高度化やデータの精緻化によって、空間的精度や推

定精度を向上させるための研究項目を挙げてこれを実施した。

平成 26 年度では、東日本大震災など既往災害におけるデータを収集・分析し、被害関数や機能的被害・復旧予測モデルにおいて十分に考慮できていない被害拡大・復旧支障要因をとりあげてモデルの高度化を図るとともに、施設データを精緻化し、メッシュデータを整備した。また車両ビッグデータを用いて被災時の道路交通状況を把握し、発災直後の道路機能を推定して、地震後の道路復旧状況の実態を交通需要の観点から評価した。

以上により、内閣府が公表した南海トラフ巨大地震、首都直下地震を想定地震としてライフライン被害規模を定量的に評価し、結果をジオポータルコンテンツとして挙げた。また応急対応および復旧作業に必要な復旧人員等を明らかにして、対策策定の参考資料とすることができた。

(b) 業務の成果

1) 供給系ライフラインの被害・復旧予測モデルの高度化のための検討

a) Excel/VBA によるシステム開発

供給系ライフラインの機能被害・復旧予測モデルとして平成 25 年度までに、メッシュデータに基づく評価モデルと、市区町村別データに基づく簡易評価モデルの構築・改良を進めてきた。平成 26 年度においては後者を Excel/VBA で実装した評価ツール（図 1）を開発し、日本全国を網羅的に対象とした市区町村別評価を簡便に行うことを可能にした。幾つかの想定地震や既往地震の震度分布がプリセットされているほか、ユーザーが任意の市区町村震度分布を入力することができる。これを市区町村別「人口データ」「施設データ」を重ね合わせることで、市区町村単位の「供給停止人口の解消過程」と「供給率の復旧過程」が算出される。また全国・ブロック・都道府県単位の集計結果も図示される。市区町村コードが付与されているため GIS へのエクスポートも容易で、任意の時間断面におけるライフライン機能の時空間的復旧過程の予測マップを表示することができる。

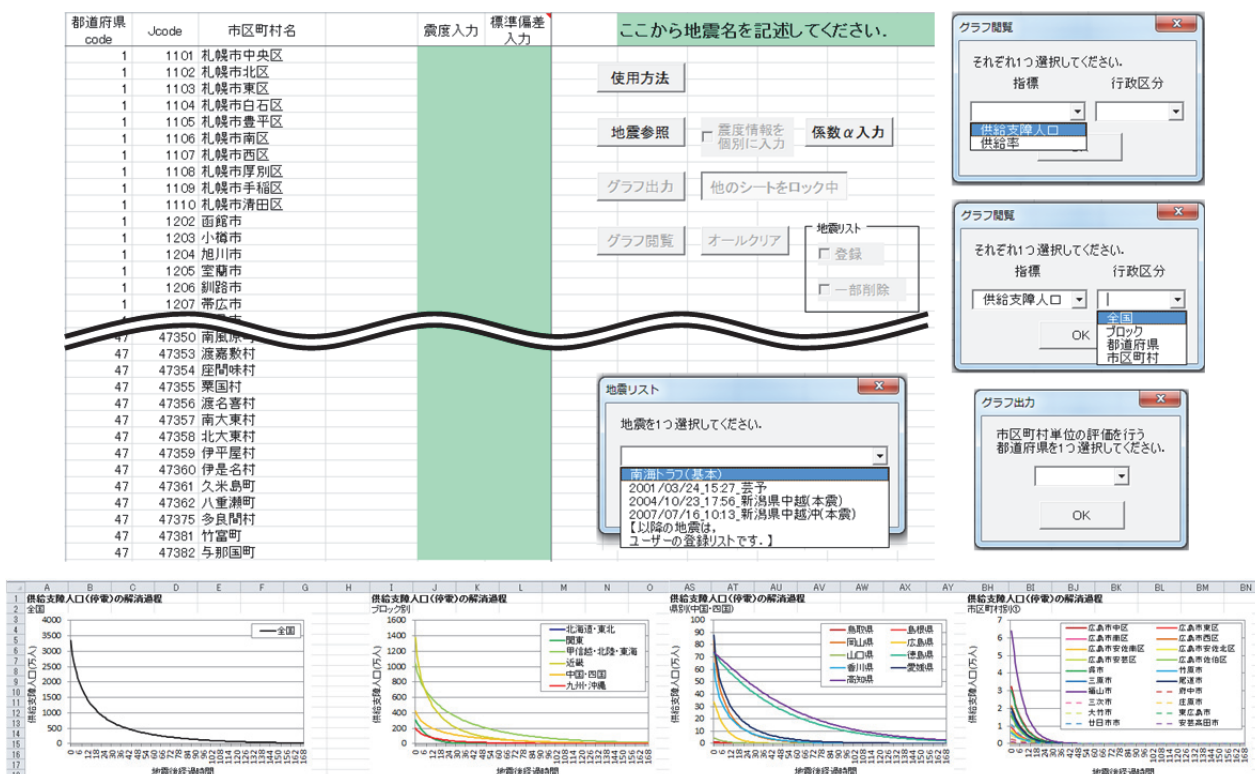


図 1 供給系ライフライン機能被害・復旧予測モデル（市区町村別簡易評価）の実装画面

b) 南海トラフ巨大地震によるエネルギー関連施設の震度・津波浸水深曝露評価

東日本大震災では、エネルギー拠点施設の広域同時被災によりエネルギー供給力が低下し、影響拡大・復旧遅れの要因の一つとなった。多くの原子力発電所が稼働停止する中で南海トラフ巨大地震が発生すると、全国的なエネルギー不足が懸念される。しかし本研究課題で扱うライフライン機能的被害・復旧予測モデルではこうした拠点施設の被災は考慮していない。そこで予測手法高度化の一環として、内閣府の想定^{1),2)}による南海トラフ巨大地震の震度分布および津波浸水深分布と、火力発電所およびLNG基地の広域分布を重ね合わせ、震度・津波浸水深曝露評価を行った。

エネルギー関連施設の現況把握として、火力発電所については380機、総認可出力151,864MWの分布³⁾をデータ化し、LNG基地については40ヶ所、総貯蔵能力合計1,639万kLの分布⁴⁾をデータ化した。予測震度分布については6ケース（基本・東側・西側・陸側・経験的手法・最大）の震度分布を対象とした。「基本ケース」は既往の震度分布と日向灘地震の震度分布をあわせて再現するように設定されたケースで、「東側ケース」、「西側ケース」、「陸側ケース」は強震動生成域の不確定性を考慮して、それぞれやや東側・西側・陸域側に設定したケース、「経験的手法」は強震波形計算による結果を補完する意味で距離減衰式を用いたケースである。「最大ケース」は以上5ケースの震度分布の地点ごとの最大値を取ったものである¹⁾。

津波浸水深分布については、津波断層モデルとして11ケース（基本ケース5、派生ケース6）が設定されている。「基本ケース」とは「大すべり域」と「超大すべり域」を1箇所ずつとしたパターンであり、それらの位置をケース①（駿河湾～紀伊半島沖）、ケース②（紀伊半島沖）、ケース③（紀伊半島沖～四国沖）、ケース④（四国沖）、ケース⑤（四国沖～九州沖）とした5ケースである。また「派生ケース」とは分岐断層が生じるパターン（2ケース）と、「大すべり域」と「超大すべり域をそれぞれ2箇所ずつとしたパターン（4ケース）の計6ケースである²⁾。それぞれに堤防破壊として2条件（津波が堤防を越えると破壊、地震発生から3分後に揺れで破壊）を考慮した計22パターンを対象とし、施設中心から半径1kmの10mメッシュ浸水深データの最大値と平均値を使用した。

図2に震度曝露評価のまとめを示す。基本ケースに注目すると、震度6弱以上となる火力発電所の認可出力の累計は34,872MW（全国の総認可出力の約23%）、震度6強以上では18,970MW（同約12%）である。震度6弱以上のLNG基地の総貯蔵能力累計は469万kL（全国の総貯蔵能力の約29%）、震度6強以上では160万kL（約10%）である。図3に基本5ケースの津波浸水深曝露評価（堤防破壊・最大値）のまとめを示す。ケース①に着目すると、浸水深0.3m以上の火力発電所の累計認可出力は91,571MW（60%）、浸水深2m以上では72,793MW（約48%）である。浸水深0.3m以上のLNG基地の総貯蔵能力は1,121万kL（約68%）、浸水深2m以上では703万kL（約43%）である。

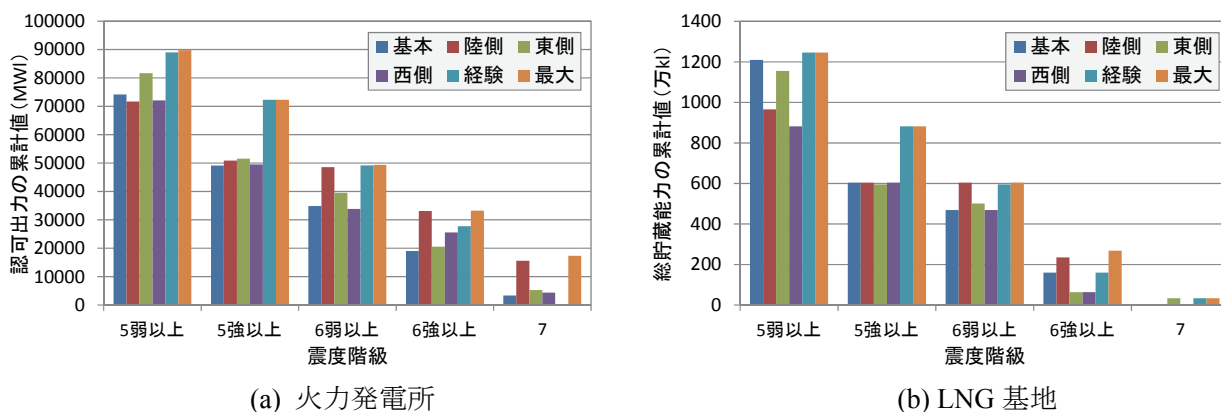


図2 断層ケースごとの震度曝露評価

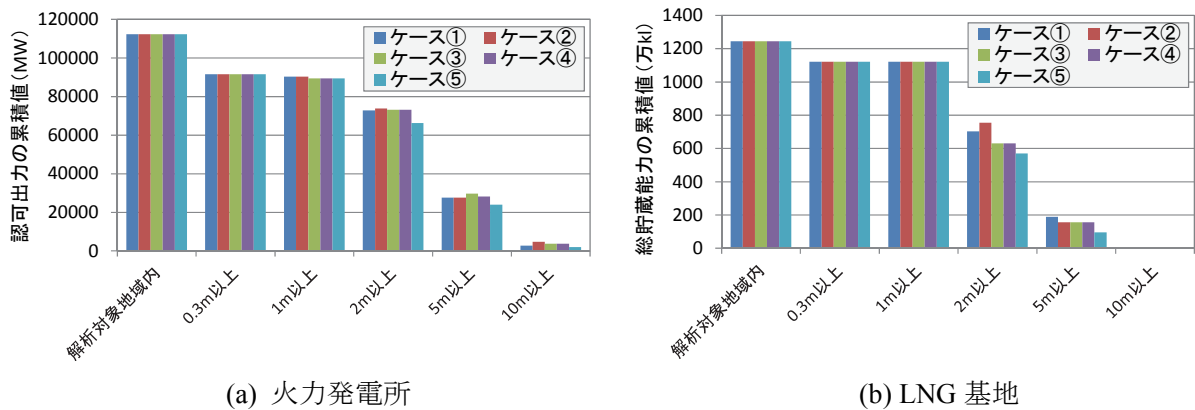


図3 断層ケースごとの津波浸水深曝露評価（堤防破壊ケース、最大浸水深に基づく）

このように曝露評価を行えば、任意のハザードレベルに対するエネルギー拠点施設の規模を知ることができる。その曝露レベルが直ちに被災を意味するわけではないが、全国の総容量のうち高い割合で揺れや津波に曝露される可能性は指摘できる。地震動・津波に対するエネルギー関連施設のハード対策に加えて、広域的なエネルギー融通体制や備蓄・バックアップ体制の強化についても進める必要がある。今後、関連資料⁵⁾などを参考に、震度・浸水深に対する各施設の脆弱性関数や復旧期間モデルを導入し、さらに検討を進める方針である。

2) ライフライン管路施設の被害・復旧のメッシュ評価

平成25年度までに、ライフライン（上水道・下水道・都市ガス）の管路施設を中心とした被害と復旧過程の予測方法を検討してきたが、東日本大震災を対象とした詳細な分析から水道埋設管施設に関しては被害が多数発生する丘陵上の宅地造成地の影響が適切に反映できていないこと、及び、これらの地盤において使用している標準被害率の地盤補正係数の値が適切に設定されていないことが明らかになった。

このため、若松らの微地形区分データ⁶⁾が「丘陵」であり、国土数値情報・土地利用細分メッシュデータが「建物用地」のメッシュを抽出することにより、丘陵上の宅地造成地のおおよその範囲を効率的に抽出できることを明らかにした⁷⁾。図4、5に関東一都三県における丘陵上の宅地造成地の抽出に使用した土地利用細分メッシュデータ、微地形区分データを示すとともに、図6にはこの地域における丘陵上の宅地造成地盤の抽出例を示した。

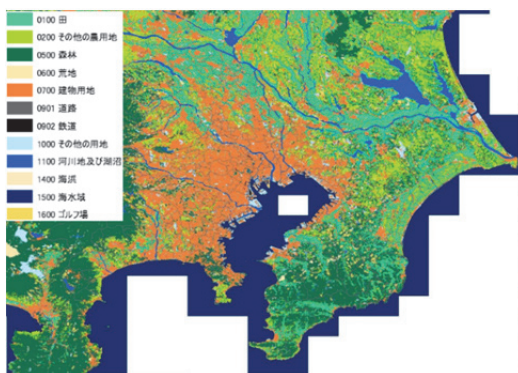


図4 国土数値情報・土地利用細分メッシュデータ（一都三県）



図5 微地形区分データ（一都三県）



図6 丘陵上の宅地造成地の抽出例（一都三県）

さらに、東日本大震災における仙台市及びいわき市上水道管路（導水、送水、配水）の詳細な被害分析を行い、既往の被害予測式を用いた予測結果が過大評価となることを定量的に示すとともに、丸山・山崎による被害予測式⁸⁾の管種・口径補正係数等の見直しを行うことにより、被害予測精度の向上が図れることを明らかにした⁹⁾。図7には仙台市の上水道配水管被害分布（実態）と新たに求めた管種・口径補正係数及び各種地盤補正係数を用いた被害予測分布の比較を示しており、被害箇所数及び被害発生位置を良く再現できていることがわかる。

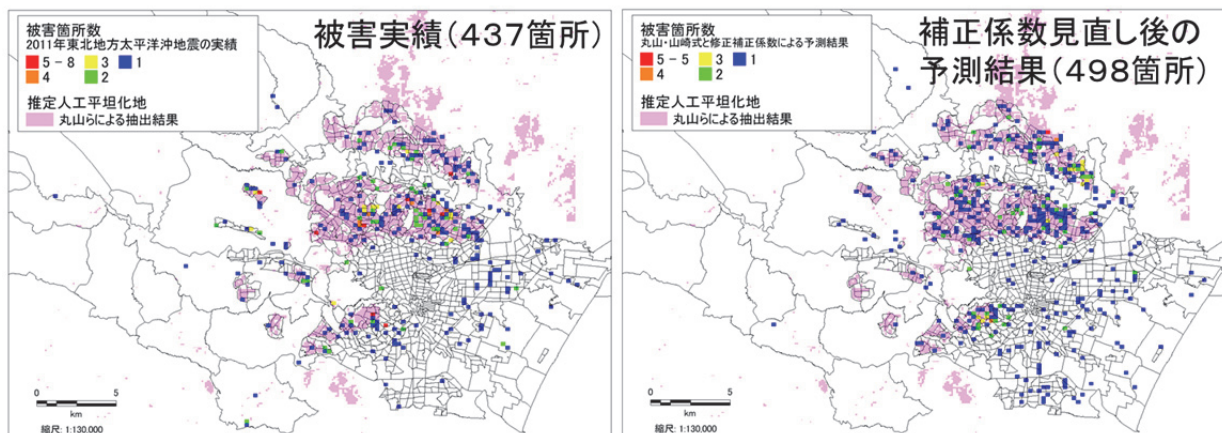


図7 仙台市の配水管被害分布の実態（左図）と各種補正係数見直し後の被害予測結果（右図）

上記のように再検討を行った被害予測式を用いて内閣府が公表した南海トラフ巨大地震（最大ケース）及び都心南部直下地震における上下水道の管路施設の被害予測と必要復旧人員の想定を行った。

ライフライン管路施設の被害想定を行うに際して、これまでに提案した人口統計・経済統計・道路延長を用いたメッシュ単位の管路延長予測モデル¹⁰⁾と水道統計¹¹⁾・簡易水道統計¹²⁾、下水道統計¹³⁾などの公開情報をもとに、日本全国を対象として250mメッシュ単位の水道及び下水道管路施設データを作成した。特に、水道管路施設に関しては、巨大地震に対する被害概要の予測精度を向上させるため、全国の上水道管路64万kmに簡易水道11万kmを加えたデータを作成した。新たに作成した250mメッシュごとの水道管路施設と下水道管路施設の分布図を図8、図9に示した。

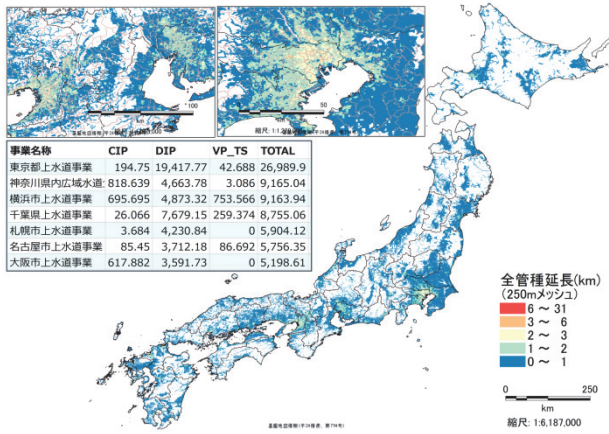


図8 250mメッシュごとの水道管路施設延長

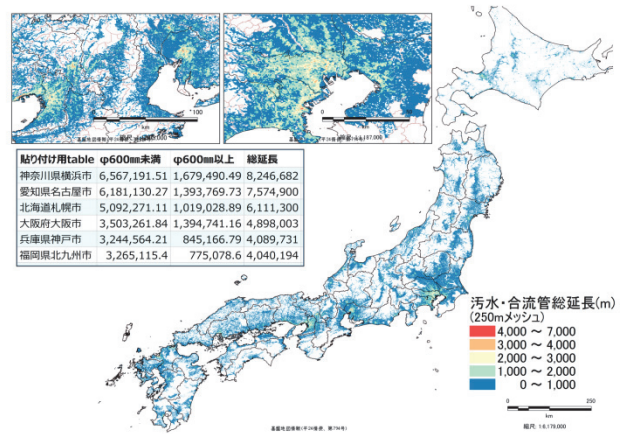


図9 250mメッシュごとの下水道管路施設延長

上記の管路施設データを使用し、南海トラフ巨大地震（最大ケース）及び都心南部直下地震における水道管路施設の被害及び必要復旧人員を予測した結果を図10、図11に示した。南海トラフ巨大地震の最大ケースでは、約4万箇所の被害が発生し、管路施設の復旧に延べ13万人が必要となり、都心南部直下地震では約8千箇所の被害が発生し、管路施設の復旧に延べ3万人の人員が必要となることを明らかにした。このように、最新の知見に基づいて、内閣府の被害想定では明らかにされていない被害箇所数、被害分布及び必要復旧人員に関する情報を提供することは、防災リテラシーの育成方策に関する研究や防災リテラシー向上のためのトレーニングシステムの研究に対して、貴重な情報を与えるものとする。

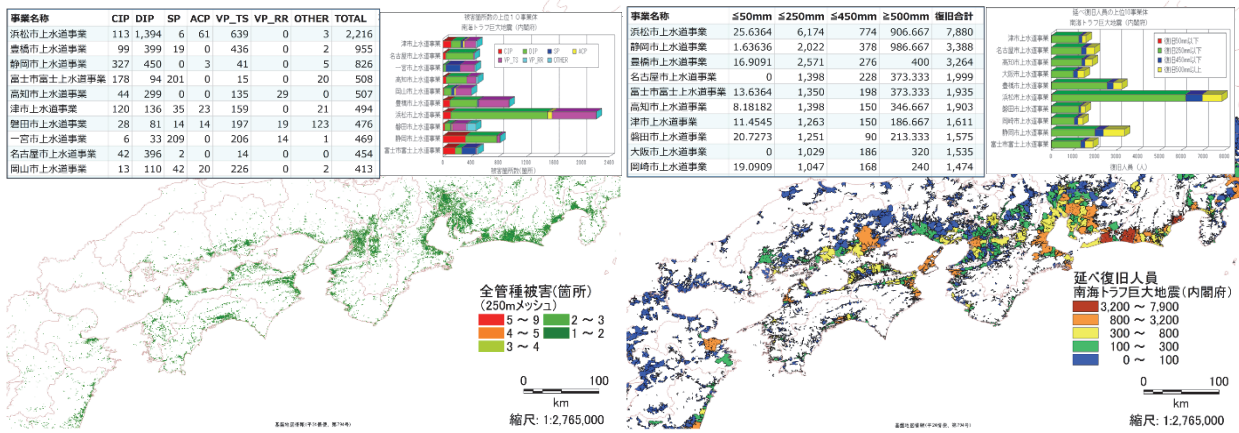


図10 南海トラフ巨大地震における水道管路施設被害延長と必要復旧人員の予測結果

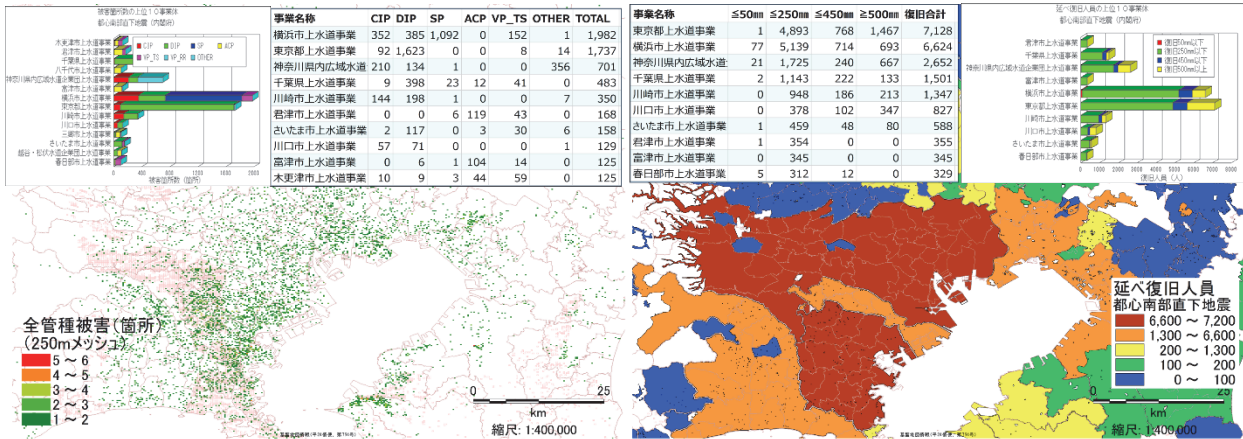


図 11 都心南部直下地震における水道管路施設被害延長と必要復旧人員の予測結果

3) 液状化地盤における水道管路施設の被害発生メカニズムの検討

東北地方太平洋沖地震で甚大な液状化被害を受けた水道管路施設が敷設された埋設地盤は地下水位、透水特性、液状化層並びに非液状化層の力学的特性において相違が見られたため、このような地盤の震動を励起させた入射波特性の分析が平成 26 年度の課題となっていた。本項では、液状化被害が顕著であった茨城県神栖市を対象とし、不連続格子を用いた空間 4 次、時間 2 次精度の有限差分法¹⁴⁾を適用して埋設管路網・敷設下の工学的基盤（せん断波速度 $V_s=500\text{m/s}$ 相当）に作用した地震波の速度波形を広域な領域で推計しその特徴を分析した。

速度波形の EW 成分及び NS 成分の 2 軸合成の最大値を工学的基盤における最大速度 V_s^* と定義して、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県の海岸部にわたる空間的な分布を推定した（図 12）。非液状化領域と液状化領域に区分して V_s^* を求め、沖積平野に敷設されたダクタイル鋳鉄管 DIP の被害率 R_N との関係を示した（図 13）。液状化領域に位置し地表面最大速度 PGV が $30 \leq PGV < 35\text{cm/s}$ と推定されている深芝南 4 丁目及び 5 丁目では工学的基盤における最大速度 V_s^* は $6 \leq V_s^* < 8\text{cm/s}$ であった。地表面において同程度の地震動強さ（ $25 \leq PGV < 35\text{cm/s}$ ）と推定されている知手中央 10 丁目では $8 \leq V_s^* < 10\text{cm/s}$ と深芝南地区より V_s^* がやや大きく、地表面の地震動強さが相対的に強い（ $45 \leq PGV < 50\text{cm/s}$ ）とされる息栖地区では $4 \leq V_s^* < 6\text{cm/s}$ と深芝南地区より V_s^* は小さくなった。地表面の地震動強さが最も大きく（ $50 \leq PGV < 55\text{cm/s}$ ）、かつ、最大の被害率 R_N を示した堀割地区においては息栖地区と同様に $4 \leq V_s^* < 6\text{cm/s}$ と最も小さくなった。速度波形のフーリエスペクトルを図 14 に示す。堀割地区及び息栖地区においては EW 成分のフーリエ振幅が 0.3Hz 近傍とともに 0.02Hz 近傍で卓越しているため、管軸が NS 方向に主として敷設された水道管路網とその埋設地盤が一体的に、50 秒程度の極めて長周期な成分の入射波によって EW 方向に励振された可能性がある。一方、知手中央地区の地盤震動には、EW、NS の両方向において 50 秒程度の長周期成分よりも 3 秒程度の長周期成分の方が寄与したと示唆される。平成 27 年度においては、このような長周期でかつ長い継続時間を有する工学的基盤の入射波による地盤震動が管路の液状化被害に与える影響を明らかにする予定である。

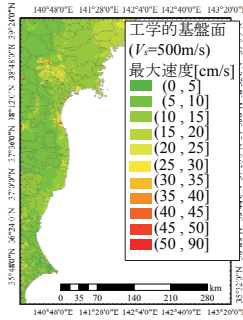


図 12 工学的基盤における最大速度 V_s^*

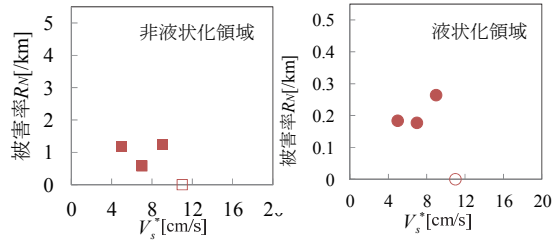
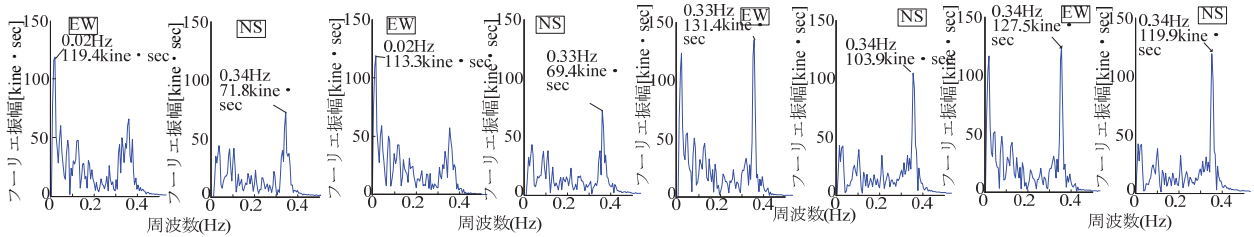


図 13 ダクトイル鉄鉄管 DIP の被害率 R_N と V_s^* との関係



(a) 堀割地区

(b) 息栖地区

(c) 知手中央 10 丁目

(d) 知手中央 9 丁目

図 14 液化化被害が甚大であった地区の工学的基盤における推定地震波のフーリエスペクトル

4) 交通系施設の被害評価方法の検討

a) 道路交通データを用いた地震後の道路機能の評価

2004 年新潟県中越地震、2007 年新潟県中越沖地震の際の震度暴露交通量を道路交通センサス¹⁵⁾の断面交通量から換算した平均車両台数およびピーク時交通量¹⁶⁾によって評価した。さらに、高速道路の震度暴露交通量と地震による通行規制状況をもとに、高速道路の迂回交通について検討を行った。NEXCO 東日本の発表¹⁷⁾によると、新潟県中越沖地震の影響で北陸自動車道の上越 IC～長岡 JCT が通行止めになった。本研究で推定した震度暴露交通量を集計したところ、新潟県全体の高速道路の暴露交通量に対する通行止めとなった上越 IC～長岡 JCT 間の暴露交通量の割合は約 18.5%となり、震災後に増加した迂回交通量の割合¹⁷⁾とほぼ等しかった。また、新潟県中越地震の際も同様の結果を示した。高速道路は被災後の応急復旧時の物資輸送を司るライフラインの一つであり、被災地への迂回交通量を鑑み上でネットワークの冗長性を担保することが求められる。道路交通センサスデータから推定した震度暴露交通量をもとに迂回交通量を評価できるようになることができれば、南海トラフを震源とした地震対策としてミッシングリンク解消の優先順位付けや広域物資拠点の配置提案などに貢献できるものと考えられる。

現在では、道路交通状況を把握することのできる様々なセンシング技術が発達している。カープローブデータは、走行車両を一つのセンサーとして捉え、位置、速度、進行方向を時空間的に高密度に蓄積したもので、道路交通状況の把握に有用である。本研究では、パイオニア (株) のカーナビゲーションシステムによって収集されるカープローブデータ¹⁸⁾を用いて、東北地方太平洋沖地震の被災地での道路交通状況を分析した。地震当日の 3 月 11 日から 3 月 14 日まで 4 日間および地震 1 か月後 (4 月 11 日)、約 3 ヶ月後 (6 月 30 日) の道路交通状況を評価した。宮城県仙台市の津波浸水域について、道路の被害程度 (大、中、小)¹⁹⁾と通行率の関係性を時系列的に分析し、道路の物理的被害が道路機能へ与える影響を検討した (図 15)。中被害および小被害の道路区間の一部では地震翌日の午前中か

ら通行実績があることが確認できたが、大被害に関しては3月14日までの4日間の通行実績は確認できず、さらに地震1か月後も通行実績がなかった。この結果にはデータ数に限りがあるなどの問題点も挙げられるが、今後は津波による道路の物的被害の程度と道路機能の関係性を明らかにし、復旧戦略の立案に貢献することを目指す。

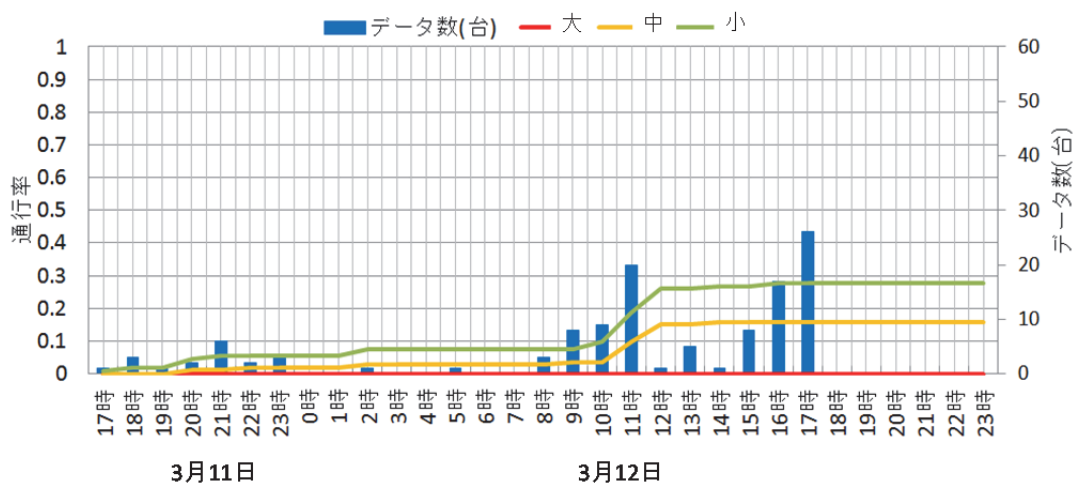


図 15 宮城県仙台市の津波浸水域における道路被害と通行率の関係

b) 道路橋梁の津波被害予測手法の検討

東北地方太平洋沖地震津波により被害を受けた計 27 の道路橋梁を対象に衛星画像に基づき被害把握を行い、津波作用と構造被害の関係を定量化した。構造被害としては、南海トラフ地震津波においてもリスクが高いと考えられる橋台周辺盛土の流出面積 A_w に焦点を当てた。なお、 A_w を橋台周辺盛土全体の面積 A_e で除し盛土流出面積率 A_w^* で評価を行なった。東北大学により開発された TUNAMI-CODE を動的な断層破壊及び粗度係数の空間分布を適用できるように修正して、津波の伝播及び浸水の数値シミュレーションを行い、橋台周辺盛土の重心位置での浸水高及び流速の時刻歴波形を算出した上で、最大浸水深 ID_{max} 、最大越流水深 OD_{max} 、越流継続時間 T_{OD} 、及び、橋台周辺盛土の法面を流下する津波による単位幅当りの全摩擦力 D_F を津波作用の指標としてそれぞれ算出した。

図16より、押し波において、15橋台 (No.4, 5, 13, 25のA1、No.8, 11, 12, 17のA1A2、No.10, 24, 27のA2) は $ID_{max}=8.0\text{m}\sim 17.5\text{m}$ の大きな水位の作用を受け、 A_w^* が0.58以上の高い値を示した。これらの橋台では OD_{max} 、 T_{OD} 、 V_{max} 及び D_F も相対的に高い値で、津波特有の押し波及び引き波の圧倒的な水量によって盛土が流出するメカニズム (M-1) が明らかとなった。また、図17より、押し波において、11橋台 (No.10, 14, 15のA1、No.9, 16, 20のA1A2、No.13, 18のA2) は、 OD_{max} 及び T_{OD} が $5.4\text{m}\sim 13.7\text{m}$ 及び $4'20''\sim 11'06''$ と相対的に高く、 A_w^* が0.63以上の高い値を示しており、盛土の高さに対して津波が長時間にわたって越流した結果と考えられる。一方、5橋梁 (No.2, 6のA1A2、No.4のA2) は、 ID_{max} が相対的に高く V_{max} も非常に大きいながら OD_{max} 及び T_{OD} が $2.4\text{m}\sim 4.2\text{m}$ 及び $1'06''\sim 3'38''$ と低く、 A_w^* が $0.40\sim 0.72$ の中程度の値を示しており、越流したものの水位が低く継続時間が短かったためと考えられる。このように盛土の高さ以上の継続した越流による盛土の流出メカニズム (M-2) が明らかとなった。さらに、図18によれば、押し波によって、No21のA2は津波が越流しないものの流速及びその摩擦力によって盛土の法尻部分が洗掘された結果、流出面積が大きくなり、逆に、2橋台 (No.22のA1A2) は OD_{max} 及び T_{OD} が非常に高いものの津波の流速及びその摩擦力が極めて小さかったために被害は小さくなったと推察される。No.15のA2は、法長が 11.0m と相対的に短いことで D_F が 0.36kN/m と小さく

なった結果、 A_w^* が0.41の中程度の値となった。このように盛土の構造側の影響を受けながら津波の流速に伴い生じる摩擦力によって盛土が流出するメカニズム（M-3）が明らかとなった。

以上、橋台周辺盛土の津波による流出領域の推定に当たって定量的なデータを整備することができたので、今後の課題としては橋台盛土流出面積の評価モデルを構築した上で、平成25年度に開発した落橋に関する被害率曲線と組み合わせて南海トラフ地震津波に曝露される地域に敷設された道路橋梁群の津波被害予測手法を構築する予定である。

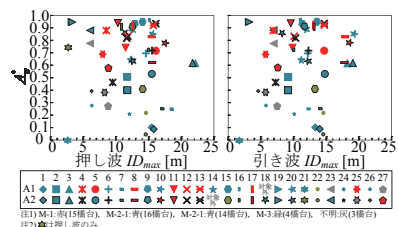


図 16 最大浸水深 ID_{max} と A_w^* の関係

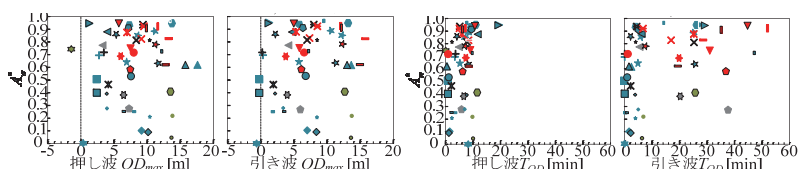


図 17 最大越流水深 OD_{max} 及び越流継続時間 T_{OD} と A_w^* の関係

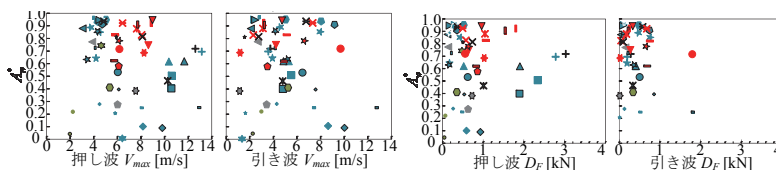


図 18 最大流速 V_{max} 及び全摩擦力 D_F と A_w^* の関係

5) ライフライン施設の被害・復旧情報の共有

平成 26 年度までに得られたライフライン及び交通系インフラの被害予測技術や被害予測に用いるライフライン施設データに関しては、3.1.1.1 都市地震防災ジオポータルの開発の中で取り組んでいる「防災ジオポータルシステム」に展開を進めており、マッシュアップにより新たな情報創出に活用しているところである。また、被害予測技術や被害予測に用いるライフライン施設データに関しては、Story Maps の形で整理することにより、防災リテラシーの向上に活用を進めている。

さらに、マイクロメディアサービスのコンテンツとしてのライフライン施設の被害及び復旧情報の活用を進めるため、時々刻々変化する人口データとのライフライン被害及び復旧情報のマッシュアップにより、時間帯に応じたライフライン途絶対策の検討支援情報としての有効性の検討を始めている。図 19 には、巨大災害発生時の非常用トイレの事前対策検討情報としての有効性を検討するため、ポイント型人口流動データ²⁰⁾より求めた時々刻々変化する人口分布と下水道管路施設の被害予測結果をマッシュアップした結果を示した。今後は、マイクロメディアサービスのコンテンツとしての情報の内容、解像度等に関する検討を進めていく予定である。

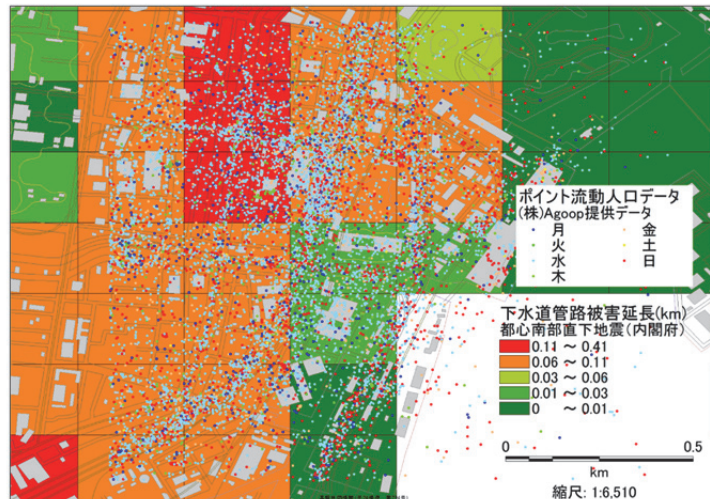


図 19 ポイント型人口流動データを用いた詳細な人口分布と下水管路施設のマッシュアップの例

(c) 結論ならびに今後の課題

供給系ライフラインのマクロ的な機能被害・復旧予測に関しては、市区町村別データに基づく簡易評価モデルを Excel/VBA で実装したツールを開発し、供給停止人口や供給率曲線の図示や、GIS へのエクスポートによる時空間的復旧過程のマップ化を可能にした。個別地点あるいは複数地点における簡易評価のニーズも高く、そのシステム化が今後の課題である。またエネルギー拠点施設の広域同時被災によるエネルギー供給力の可能性を考慮するため、南海トラフ巨大地震による火力発電所・LNG 基地の震度・津波浸水深曝露評価を行った。今後は、震度・浸水深に対する各施設の脆弱性関数や復旧期間モデルを導入して、予測システムの高度化につなげることが課題である。

供給・処理系ライフラインの詳細な被害・復旧予測に関しては、マイクロメディアサービスやジオポータルでの情報提供を目的として、全国を対象とした 250m メッシュ単位のライフライン管路施設のデータ、被害拡大に大きな影響を与える地盤データ（丘陵上の宅地造成地）の整備を行うとともに、被害関数の見直しを行うことによって空間的精度や推定精度を向上させた。さらに、内閣府が公表した南海トラフ巨大地震、首都直下地震を想定地震として、250m メッシュ単位の管路施設データ、被害拡大に影響を与える地盤データ、見直しを行った被害関数を用いてライフライン管路施設の被害規模と応急対応および復旧作業に必要な復旧人員を定量的に評価した。それらの結果については順次ジオポータル、マイクロメディアサービスのコンテンツとしての活用を進めており、継続的に取り組む予定である。今後の課題としては、全国を対象としたライフライン埋設管路延長の予測モデルの精度検証と精度向上、埋設管被害に大きな影響を与える激しい液状化地区及び丘陵地の宅地造成地区に関する全国データの整備、復旧日数予測の根拠となる全国的な応急復旧人員データの整備などがあげられる。また、水道管路施設の液状化被害が顕著であった茨城県神栖市を対象とし、埋設管路網・敷設下の工学的基盤に作用した入射波の速度波形を広域な領域で推計し、その最大値の空間分布や卓越した周期帯域の特徴を明らかにした。平成 27 年度においては、このような長周期でかつ長い継続時間を有する入射波による地盤震動が管路の液状化被害に与える影響について明らかにする。

交通系ライフラインに関しては、道路交通データを用いて、地震後の道路機能の評価を行った。震度暴露交通量は地震後の高速道路の迂回交通量を評価するのに有効であると考えられ、発災時の道路交通需要を考慮した冗長性を検討するのに貢献できるものと考えられる。また、カープローブデータ

にもとづく津波被災地での通行性の検討では、大被害の道路区間が長期に通行性に支障のあることが明らかとなった。今後はデータ数を充実するなどして、被害程度と通行性の関係をより明確化することを目指す。また、東北地方太平洋沖地震津波により被害を受けた計 27 の道路橋梁を対象に衛星画像に基づき被害把握を行い、津波作用の指標と橋台周辺盛土の流出面積の関係を定量化した。今後の課題としては、橋台盛土流出面積の評価モデルを構築した上で、落橋に関する被害率曲線と組み合わせて南海トラフ地震津波に曝露される地域に敷設された道路橋梁群の津波被害予測手法を構築する予定である。

(d) 引用文献

- 1) 南海トラフの巨大地震モデル検討会：強震断層モデル編－強震断層モデルと震度分布について－(第二次報告)、2012.8.29.
http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/nankai_trough/pdf/20120829_2nd_report05.pdf
- 2) 内閣府（防災担当）：南海トラフの巨大地震による津波高・浸水域等（第二次報告）及び被害想定（第一次報告）について、2012.8.29.
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku/pdf/1_1.pdf
- 3) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報ダウンロードサービス、
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 4) Wikipedia：日本のLNG基地一覧、<http://ja.wikipedia.org/>
- 5) 産業構造審議会：保安分科会：電力安全小委員会：電気設備自然災害等対策ワーキンググループ、中間報告書、pp.1-48, 2014.6.
- 6) 若松加寿江，松岡昌志：全国統一基準による地形・地盤分類250mメッシュマップの構築とその利用，日本地震工学会誌，No.18，pp. 35-38，2013.
- 7) 丸山喜久，伊藤智大，若松加寿江，永田茂：東北地方太平洋沖地震における宮城県仙台市の水道管路被害状況の分析，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol. 70，No. 3，pp. 377-388，2014.
- 8) 丸山喜久，山崎文雄：近年の地震被害データを加味したマクロな配水管被害予測式の改良，土木学会地震工学論文集，Vol. 30，pp. 565-574，2009.
- 9) 永田茂，丸山喜久，庄司学：既往の上水道配水管の地震被害予測式の予測精度に関する検討，第34回地震工学研究発表会講演論文集（USB），No.636，2014.
- 10) 永田茂，山本欣弥：地震被害想定で用いるライフラインの埋設管延長の予測モデルに関する検討(I-436)，土木学会第66回年次学術講演会講演概要集 第1部門（CD-ROM），pp.871-872，2011.
- 11) 日本水道協会：水道統計 施設・業務編（平成23年度），第94-1号，2013.
- 12) 全国簡易水道協議会：全国簡易水道統計（平成23年度），2013.
- 13) 日本下水道協会：平成23年度版下水道統計，第68号，2013.
- 14) 青井真，藤原広行：不連続格子を用いた4次精度差分法による波形合成，第10回日本地震工学シンポジウム論文集，Vol.1，pp.875-880，1998.
- 15) 一般社団法人交通工学研究会：平成17年度道路交通センサス，2007.
- 16) 上原康平，丸山喜久：道路機能への地震による影響評価のための曝露交通量の利用，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，pp. 725-726，2014.
- 17) NEXCO 東日本：平成19年新潟県中越沖地震～高速道路の被災及び復旧状況～，2007.

- 18) 橋本和憲, 鎌田喬浩, 恒川賢二: カープローブデータの活用について, Pioneer R&D, Vol.22, pp.8-15, 2013.
- 19) 東京大学空間情報科学研究センター: 復興支援調査アーカイブ, <http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>
- 20) 株式会社 Akoop: ビックデータソリューション ポイント型人口流動データ, http://www.agoop.co.jp/solutions/bigdata/data_point_pop.html.

(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
供給系ライフラインの地震時機能的被害・復旧評価モデル —市区町村別簡易評価法のシステム構築— (口頭発表)	加藤宏紀, 能島暢呂	第 14 回日本地震工学シンポジウム (日本地震工学会) (千葉市)	2014 年 12 月	国内
南海トラフ巨大地震によるエネルギー関連施設の曝露評価 (口頭発表)	能島暢呂, 加藤宏紀	第 14 回日本地震工学シンポジウム (日本地震工学会) (千葉市)	2014 年 12 月	国内
既往の上水道配水管の地震被害予測式の予測精度に関する検討 (口頭発表)	永田茂, 丸山喜久, 庄司学	第 34 回地震工学研究発表会 (土木学会) (長岡市)	2014 年 10 月	国内
上水道配水管の地震被害予測式の予測精度に関する検討 (口頭発表)	永田茂, 丸山喜久	第 14 回日本地震工学シンポジウム (日本地震工学会) (千葉市)	2014 年 12 月	国内
液状化被害を受けた埋設管路・敷設下の工学的基盤に入射した地震波の特徴 (口頭発表)	庄司学, 築地拓哉	第 14 回日本地震工学シンポジウム (日本地震工学会) (千葉市)	2014 年 12 月	国内
液状化により甚大な被害を受けた埋設管路網・敷設下の工学的基盤に作用した地震動の特徴 (口頭発表)	庄司学, 築地拓哉	土木学会第 69 回年次学術講演会 (土木学会) (大阪大学)	2014 年 9 月	国内
Comparison of the observed and estimated fragility of the water distribution system of Sendai City, Miyagi Prefecture during the 2011	Yoshihisa Maruyama, Kazue Wakamatsu, Shigeru Nagata	10th National Conference on Earthquake Engineering (アンカレッジ, 米	2014 年 7 月	国際

Tohoku earthquake (口頭発表)		国)		
Estimation of traffic situation after the 2011 Great East Japan earthquake based on probe-car data and vehicle information and communication system (口頭発表)	Yuki Habuka, Yoshihisa Maruyama, Ken'ichi Kouchi	5th Asia Conference on Earthquake Engineering (台北, 台湾)	2014年10月	国際
橋台周辺部の津波被害把握とその特徴 (口頭発表)	高橋和慎, 庄司学	第17回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム(土木学会)(東京)	2014年7月	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
水道統計に基づく全国水道事業者の配水管路網の脆弱性評価	能島暢呂, 加藤宏紀	土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 70, No. 4	2014年7月	国内
機能的脆弱性関数による都市ガスの地震時供給停止人口の推計	能島暢呂, 加藤宏紀	地域安全学会論文集 No.23	2014年7月	国内
上水道配水管の地震被害予測式の予測精度に関する検討	永田茂, 丸山喜久, 庄司学	土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)	掲載予定	国内
超高密度地震観測情報に基づく地盤震動特性の評価	猪股渉, 乗藤雄基, 大田肇土, 丸山喜久	土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 70, No. 4	2014年7月	国内
東北地方太平洋沖地震における宮城県仙台市の水道管路被害状況の分析	丸山喜久, 伊藤智大, 若松加寿江, 永田茂	土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 70, No. 3	2014年9月	国内
橋梁構造物に入射する津波の時系列波形とその類型化	中村友治, 庄司学	土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.70, No.4	2014年7月	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果 (記事タイトル)	発表者氏名	発表場所 (新聞名・TV名)	発表時期	国際・国内の別
水道管耐震 12%どまり 岐阜大教授, 全国分析	能島暢呂	朝日新聞朝刊	2015年1月19日	国内

(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
供給系ライフライン地震時機能被害・復旧予測モデル(市区町村別簡易評価版)	市区町村震度入力に対して、電気・水道・都市ガスの供給停止人口と供給率の時系列が市区町村単位で算出・図示される。全国・ブロック・都道府県単位の集計結果図示される。

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 27 年度業務計画案

地震時のライフライン被害・復旧状況に関するデータを収集・分析し、その成果に基づいてライフライン被害・復旧予測手法モデルを構築する。これを想定される地震シナリオに適用して、ニーズに見合ったライフライン情報の提供を目指す。

全国主要都市の上下水道施設データ(メッシュデータ化)をもとに、内閣府の南海トラフ巨大地震、首都直下地震を想定地震とする上下水道施設の被害及び復旧期間の予測精度の高度化を進める。上下水管路の液状化による被害拡大要因については、入射波及び地盤の特徴量を反映させた被害関数を構築する。また交通系ライフラインに関しては、津波災害時においてもその機能保持が強く求められる道路網の被害推計を高度化する。まず東日本大震災の津波被災地を対象として、浸水深と平面道路被害率および橋梁・盛土の流出被害量を算定するための被害予測式を構築する。さらに、広域災害対応支援の観点から、東日本大震災の際の緊急輸送道路ネットワークの接続性をもとに岩手県での広域物資拠点の配置状況を定量化し、その結果を南海トラフ巨大地震による被災下での高知県の広域物資拠点の適地選定に応用する。

以上の成果に基づいて、Geo-Portal 上に展開される想定シナリオ(予測震度・津波高分布等)とのマッシュアップによって得られた被害予測の結果を公表する。さらに、人的及び車両ビッグデータとの重ね合わせにより、マイクロメディア・サービスの情報としてのライフライン被害情報の有用性に関する検討を行う。