

|4| リアルタイム津波浸水・被害予測・ 災害情報配信の展望

越村俊一（東北大学災害科学国際研究所）



東日本大震災の経験

2011年3月11日14時46分、私は東京駅で東北新幹線に乗り、まさに出発間際という状況にあった。新幹線の運行が止まってしまったため、東京駅を飛び出してレンタカーを借りて仙台に向かったが、道中カーラジオからは断片的な情報しか入らない。どこがどれほどの被害を受けているのか、まったく分からない状況のまま翌朝に仙台に戻った。その後、我が国の研究者や実務者が協力した大規模な現地調査が始まったが、被災地域は500平方キロ以上にわたっており、浸水域や被害の全容把握がきわめて困難であり、被害の全容が判明するまで数カ月を要した。

迅速な津波被害の予測と把握の重要性

災害対応にまず必要なのは、命を守るための避難行動や救助活動だけでなく、被害の全容を把握することである。災害の影響下にある人がどこにいて、どのような状況に置かれているのか、安全な場所はどこか、どのくらいの被害が発生するのかなど、リアルタイムで得られる観測データやシミュレーション手法を用いてまず推定し、社会で共有することで、災害から素早く回復し、乗り越えていく力（減災力）を向上できるのではないかと。このような問題意識のもと、筆者らは、学術研究の推進と研究成果の社会実装を両輪に、我が国が持つ最先端のシミュレーション・センシング・ICTを統合し、津波発生直後のきめ細かな津波情報や迅速な被害情報の推計・把握と配信を通じて被災自治体を支援するというプロジェクトに取り組んできた。学術的には科

学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）、社会実証・実装としては、総務省G空間シティ構築事業¹⁾に取り組んでいる。特に、総務省G空間シティ構築事業には、高知県、高知市、静岡市、石巻市、東松島市を実証自治体として、東北大学、東京大学、NEC、国際航業、日立造船など5つの大学の部局、5民間事業者が参画した。

この社会実証事業では、以下に列挙する7つの実証課題（実証項目）に取り組んだ。ここでは、リアルタイム津波浸水・被害予測情報の配信と準天頂衛星等を活用した多層的な情報伝達の実証について報告する。詳細については総務省のG空間シティ構築事業のWebサイトを参照されたい。

- 1) リアルタイム津波浸水・被害予測情報配信の実証
- 2) 沖合の津波観測による津波予測精度の向上
- 3) リモートセンシングによる津波被害の迅速な把握
- 4) 津波情報の自治体防災システムへの発信、避難指示コンテンツの伝達
- 5) 準天頂衛星等を活用した多層的な情報伝達の実証
- 6) 耐災害ICTを活用した災害に強いネットワーク技術の実証
- 7) リアルタイム津波浸水情報の被災地配信を想定した災害対応業務の合理化・効率化の検証

核となる技術は「津波到達前の被害予測と情報の発信」である。ところで、我が国の津波予報は気象庁が発令する。気象庁の津波予報技術とは、我が国を66の予報区に分割し、予報ごとに何メートルの高さの津波が来襲するかを予測するものであるが、浸水予測は行わない。私たちが目指したのは、気象庁のやらないこと、すなわち詳細な浸水域と被害の早期予測であり、「津波の高さ」だけでなく、「浸水

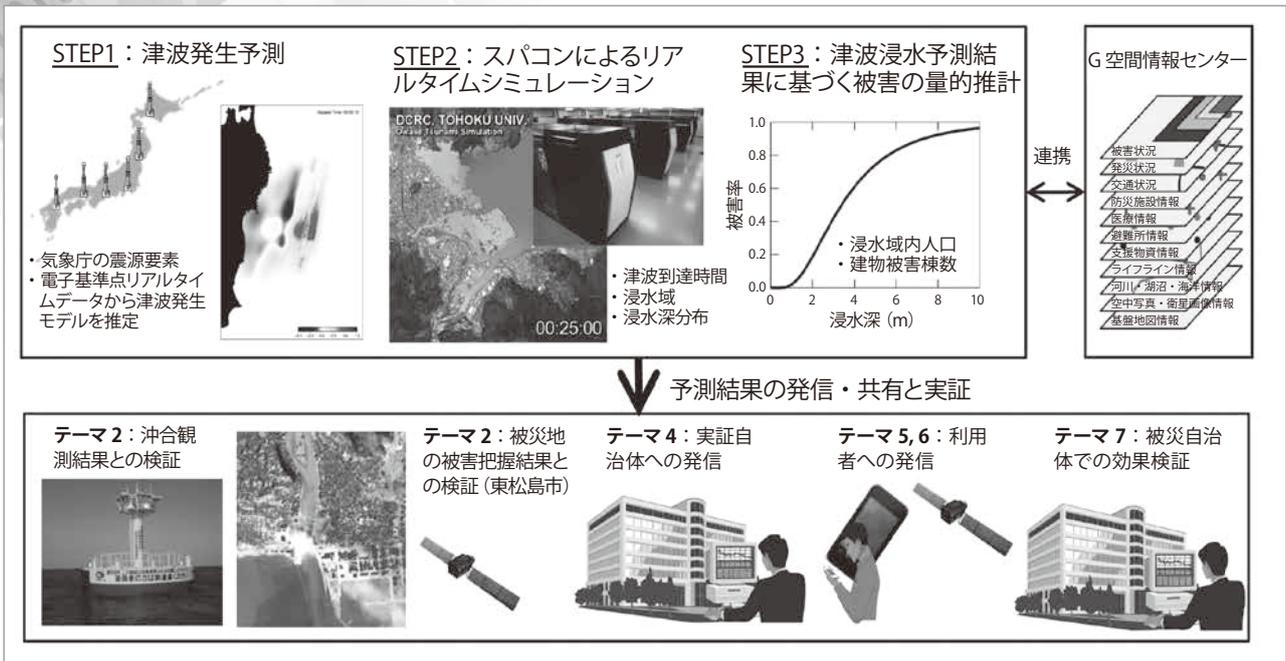


図-1 リアルタイム津波浸水・被害予測の流れ（2014年度総務省実証事業から）

域」を予測してそれを発信することで、よりよい迅速な避難行動や災害初期の対応を支援できると考えた。また、浸水域内の人口や建物棟数、流失棟数など、より具体的な被害の情報を量的に予測することで、より迅速・効果的な救援活動に貢献できる。

リアルタイム津波浸水予測技術

リアルタイム津波浸水・被害予測情報配信の実証に必要なことは3つある（図-1）。

→ 津波の発生・浸水予測

1点目は、地震がどこで起き、どれくらいの高さの津波がどの範囲に押し寄せるか、正確に予測することである。予測計算の初期条件には、断層破壊の具合的なメカニズムに関連した断層モデルが必要で、地震学・測地学の研究者との連携が必要になる²⁾。津波の予測計算の高速化には、東北大学サイバーサイエンスセンターのベクトル型スーパーコンピュータSX-ACEの独自運用（ディザスターモード：地震発生時に所要の計算リソースを即座にアサインする）により実現し、いつ地震が発生してもスパコンのパフォーマンスを確保できるようにした。また、

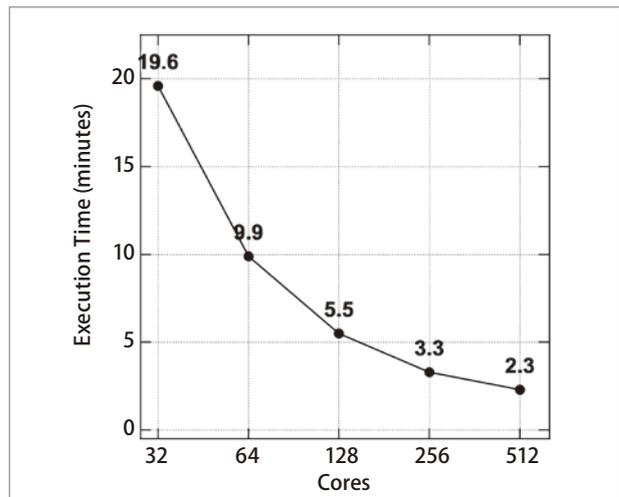


図-2 スパコンSX-ACEを利用した津波浸水計算の性能（縦軸は3時間分の浸水予測に要する時間、横軸はCPUのコア数）

NEC、国際航業、日立造船、NTTコミュニケーションズといった専門性の高い民間事業者との産学連携研究の結果、10分以内に津波の発生（断層モデル）を予測、10mメッシュという高分解能の浸水計算を、10分以内に完了することを具体的な目標とした。我々はこれを10-10-10（トリプル・テン・チャレンジ）と名付けて実証に取り組み、目標を達成することができた（図-2）。ちなみに、我が国のスパコンの代表格といえば、京コンピュータである

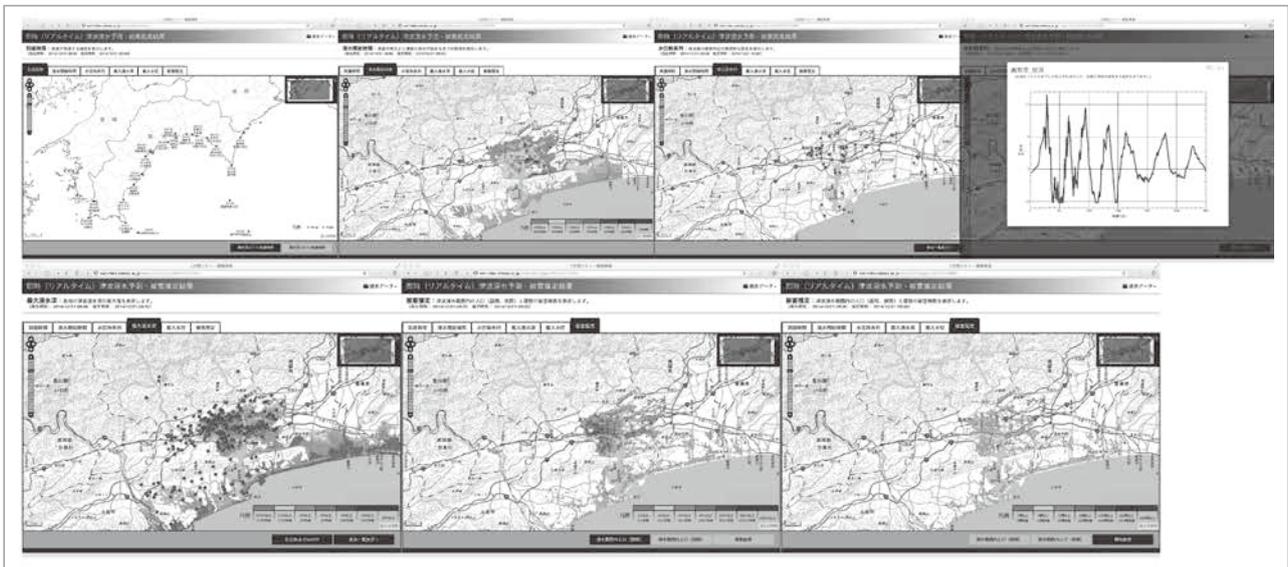


図-3 リアルタイム津波浸水被害予測の出力結果例，上段左から：津波到達時間，浸水開始時間，津波波形，下段左から：津波浸水深，浸水域内人口，建物被害分布

が³⁾，東北大学の津波解析プログラムのパフォーマンスは，コア数が同じであればSX-ACEの方が性能を出せることを確認している⁴⁾。

➡ 浸水域内の被害予測と配信

2点目は，被害の予測である．津波の浸水域は，湾の構造や建物の密度などによって左右される．量的な被害予測を行うためには，木造建築物と鉄筋コンクリート造などの建物が，どれくらいの津波で破壊されるのか量的に解析する必要がある．これには，東日本大震災での被害調査データを利用した．さらに，国勢調査が綿密に行われている日本では，建物の位置と場所を正確に把握できるため，これらの情報を組み込むことで，10m区画まで細分化した浸水予測結果から建物被害の予測・配信が可能になった(図-3)．大学での基礎的な研究にとどまらず，民間企業や自治体との産官学連携の研究を推進することで，実用化の目処を立てることもできた．現在，総務省事業においては，高知県での試験運用を行っているところである．

➡ 準天頂衛星等を活用した多層的な情報伝達

そして3点目が，この予測を人々に確実に届けるシステムを確立することである(図-4)．細分化した被害

予測をしても，それが人々に伝わらなくては意味がない．災害時においても情報伝達の早さと確実性が期待されているのが「準天頂衛星」である．「準天頂衛星」とは，測位の精度を高めるために考案された衛星システムであり，常に日本のほぼ真上を衛星が飛んでいる状況にすることで，ビルや山などにさえぎられることなく，正確な測位サービスを提供することができる．しかも，準天頂衛星は，測位の精度を上げるだけでなく，携帯端末などへの一斉メッセージの送信を行えるので，情報伝達に時間のロスなく，個人の携帯電話や漁船，車，防災無線などに情報を送ることができるため，災害時の重層的な情報伝達に適している．筆者らのチームでは，NTT西日本が中心となり，準天頂衛星とエリアメールを活用した実証実験を，2015年1月に静岡市で行った．実証実験においては，留学生を含む学生を中心とした協力者に準天頂衛星メッセージの受信端末を備えたスマートフォンを持っていただき，津波情報の受信後，決められた避難所に迅速に避難を完了できるかを評価した．この技術が実用化されると，避難情報が届かない，どこに避難すればよいのか分からないという問題を解決することができ，土地勘や災害への備えのない国内外からの来訪者に対しても安心安全な避難行動を支援することが可能になる．

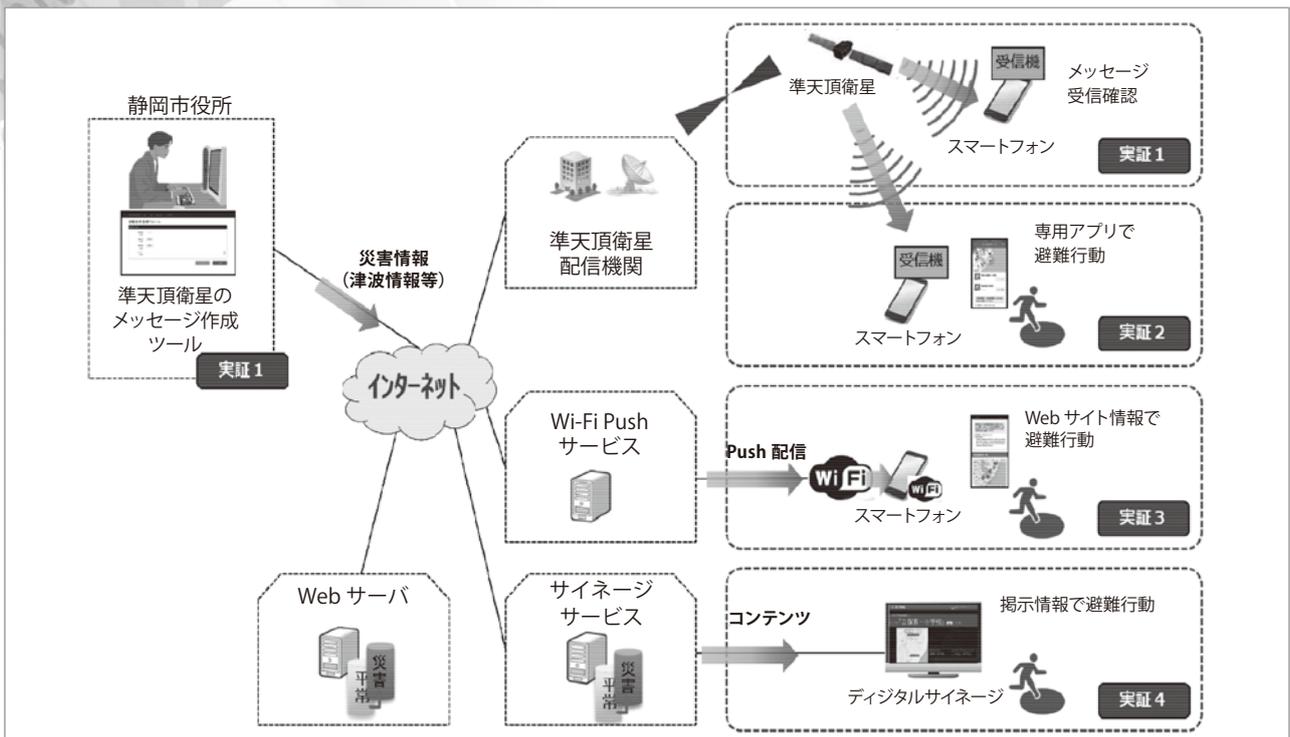


図-4 準天頂衛星等を活用した多層的な情報伝達の枠組み

先端技術の活用と減災

このような先端技術が実際にどの程度被害軽減に貢献できるかを検証する必要がある。これについては、東京大学が2011年東日本大震災時の石巻市の災害対応データを詳細に分析して、先端技術導入の効果を検証した。たとえば、リアルタイム被害予測情報の取得により、災害対応のリードタイムを大幅に短縮できること、被害量の迅速な把握により状況把握までの期間を大幅に短縮できること、仮設住宅等の土地を必要とする対応について、土地情報のデータベース化により利用可能な土地の検討に関する工数を大幅に削減できることなど、さまざまな災害対応の局面において有効に活用できることが実証されつつある。

今後の展望

東日本大震災における津波被害の教訓を踏まえ、我が国が持つ最先端のシミュレーション・センシング・ICTを統合して、津波発生直後のきめ細かな災害情報提供が可能になる。迅速な被害情報の把握

と発信を通じて被災地を支援し、災害に対するレジリエンス（回復力）の向上に資するための防災モデルを全国的に展開することを今後の目標としたい。

参考文献

- 1) 総務省 G 空間シティ構築事業, http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/top/local_support/02ryutsu06_03000054.html
- 2) Ohta, Y., Kobayashi, T., Tsushima, H., Miura, S., Hino, R., Takasu, T., Fujimoto, H., Iinuma, T., Tachibana, K., Demachi, T., Sato, T., Ohzono, M. and Umino, N. : Quasi Real-time Fault Model Estimation for Near-Field Tsunami Forecasting based on RTK-GPS Analysis : Application to the 2011 Tohoku-Oki Earthquake (Mw 9.0), *Journal of Geophysical Research*, Vol.117, B02311, doi:10.1029/2011JB008750 (2012).
- 3) Oishi, Y., Imamura, F. and Sugawara, D. : Near-field Tsunami Inundation Forecast using the Parallel TUNAMI-N2 Model : Application to the 2011 Tohoku-Oki Earthquake Combined with Source Inversions, *Geophys. Res. Lett.*, 42, pp.1083-1091, doi:10.1002/2014GL062577 (2015).
- 4) Musa, A., Matsuoka, H., Murashima, Y., Koshimura, S., Hino, R., Ohta, Y. and Kobayashi, H. : A Real-Time Tsunami Inundation Forecast System for Tsunami Disaster Prevention and Mitigation, SC15 Extended Abstract (2015).

(2015年11月23日受付)

越村俊一 koshimura@irides.tohoku.ac.jp

1972年川崎市生まれ。1995年東北大学工学部卒業、2000年に同大学院工学研究科博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員、「人と防災未来センター」専任研究員を経て、2005年東北大学大学院工学研究科助教授、2012年東北大学災害科学国際研究所教授（現職）。