

地震災害への備えと対応

国立研究開発法人防災科学技術研究所 社会防災システム研究領域長

藤原 広行 *Hiroyuki Fujiwara*

1. はじめに

わが国は地震の多発地帯に位置しており、繰り返し地震災害に見舞われてきた。地震災害を少しでも軽減するための技術開発が継続的に行われており、震災を経験する度にその教訓を踏まえた新技術の開発が進められている。地震災害を軽減するための技術には大きく分けて2つのアプローチがある。1つは地震災害への事前の備えのための技術であり、もう1つは地震が発生したときの迅速な対応のための技術である。

以下では、事前の備えのための技術として、東日本大震災の教訓を踏まえて改良が進んでいる地震ハザード評価の技術開発の現状と、発災時の災害対応をより効果的なものとするために研究が進められている最新のICT技術を駆使したリアルタイム地震被害推定・状況把握技術の現状について報告する。

2. 地震ハザード評価

地震災害への事前の備えのためには、地震による揺れをあらかじめ評価しておくことが重要である。こうした評価技術は、地震ハザード評価と呼ばれ、それらに基づいたハザードマップなどが作成されている。「全国地震動予測地図」は、地震災害の軽減に資するため、将来日本で発生する恐れのある地震による強い揺れを予測し、その結果を地図として表したものであり、兵庫県南部地震の教訓を踏まえ発足した国の地震調査研究推進本部により2009年に作成されている。

「全国地震動予測地図」¹⁾は、地震発生の長期的な確率評価と強震動の評価を組み合わせた「確率論的地震動予測地図」と、特定の地震に対して、ある想定されたシナリオに対する強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」の2種類の性質の異なる地図から構成されている。東日本大震災の教訓を踏まえた地震ハザード評価の改良が行われ、2014年12月に最新の「全国地震動予測地図」が公表されている。これらの情報は、防災科学技術研究所が運用している地震ハザードステーション J-SHIS²⁾ から公開されている。

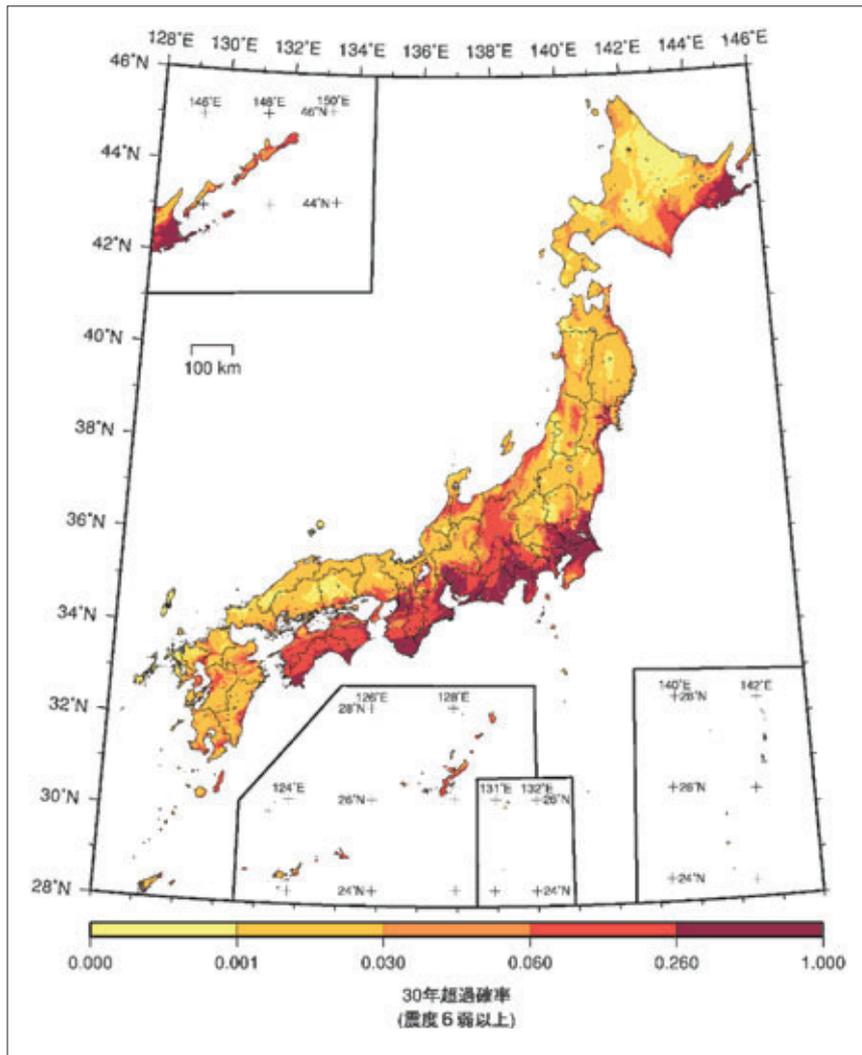
(1) 確率論的地震動予測地図

地震の発生およびそれに伴う地震動の予測（地震ハザード評価）は、現状では数多くの不確定要素を含んでいる。現状の地震学・地震工学のレベルでは、将来発生する可能性のある地震について、地震発生の日時、場所、規模、発生する地震動などについて、決定論的に1つの答えを準備することは困難である。

こうした不確定性を定量的に評価するための技術的枠組みとして有力と考えられているのが確率論的手法であり、「確率論的地震動予測地図」を作成するために、以下に述べる手法に従った確率論的地震ハザード評価が採用されている。確率論的地震ハザード評価とは、ある地点において将来発生する「地震動の強さ」、「対象とする期間」、「対象とする確率」の3つの関係を評価するものである。

このようにして評価された地震ハザード情報に基づいて、「確率論的地震動予測地図」

図1 確率論的地震動予測地図の例



では、今後30年以内にある一定の震度以上の揺れに見舞われる確率を示した地図(図1)や、今後30年間のある一定の超過確率に対する地震動の大きさを示す地図を作成している。

(2) 震源断層を特定した地震動予測地図

主要断層帯で発生する地震については、確率論的な地震ハザード評価に加えて、あるシナリオを想定し、詳細な強震動評価手法を用いた「震源断層を特定した地震動予測地図」が作成されている。「震源断層を特定した地震動予測地図」の作成においては、ハイブリッド法と呼ばれる地震波形の合成法が用いられている。

ハイブリッド法は、複数の要素技術の組み合わせからなる複雑な波形合成法であるが、この手法をできるだけ標準化し、誰が計算を実施しても同じ結果が得られることを目標とした手法の検討が行われ、「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(レシピ)」が、地震調査委員会によりとりまとめられている。また、詳細な地震動評価を実施するためには地下構造のモデル化が必要になる。このため、全国を対象とした地震動評価のための地盤モデルも作成されている。

(3) 地震ハザードステーション J-SHIS

「全国地震動予測地図」の作成の過程では、

長期評価及び強震動評価のために、震源断層及び地下構造のモデル化に関する膨大な量の情報が処理されている。これら情報は地震ハザード評価やそれら情報の利活用において、大変貴重なものである。「全国地震動予測地図」を、最終成果物としての地図そのものだけでなく、その作成の前提条件となった地震活動・震源モデルおよび地下構造モデル等のハザード評価に関わるデータも併せた情報群としてとらえることにより、「地震ハザードの共通情報基盤」³⁾として位置づけ、インターネットを利用して、それら情報を公開するためのシステムとして地震ハザードステーション J-SHIS が開発されている (図2)。J-SHIS を利用することにより、「全国地震動予測地図」として整備された約250 m メッシュの

全国版「確率論的地震動予測地図」、主要断層帯で発生する地震に対する詳細な強震動予測に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」、それらの計算に用いられた全国版深部地盤モデル、約250 m メッシュ微地形分類モデルなどを、背景地図と重ね合わせてわかりやすく表示、閲覧することができる。

3. リアルタイム地震被害推定・状況把握システム

以下では、国の総合科学技術・イノベーション会議が進めている戦略的イノベーション創造プログラム (SIP: Strategic Innovation Promotion Program) において開発が進められているリアルタイム地震被害推定・状況把握

図2 地震ハザードステーション J-SHIS の Web 画面の例



システムについて紹介する。

災害が発生した場合に、迅速に被害状況を把握し適切な初動体制の確立や災害対応につなげていくことは極めて重要である。1995年阪神・淡路大震災における応急対策活動の遅れや、2011年東日本大震災での広域被害状況の俯瞰的把握の困難性に対する反省から、被災状況を迅速かつ俯瞰的・面的に把握するとともに、事前対応、応急対策および復旧・復興対策の各段階における情報を統合化し、総合的な意思決定を迅速に行うことの重要性が指摘されてきた。これに対して国、地方公共団体、企業などの様々なレベルで被害推定システムが構築されているものの、推定精度の不足や災害全体の俯瞰的・面的把握の困難性が、これまでも指摘されている。

そこで、災害発生直後の初動対応の意思決定支援などに資することを目的に、大地震のような広域にわたる災害が発生した場合でも被害全体をリアルタイムに推定、状況を把握することで概観でき、かつ詳細な推定により町丁目単位、個別建物レベルでも利用可能なリアルタイム被害推定・状況把握システムの開発が進められている。また、共同研究開発機関などとの連携のもと、衛星データやソーシャルメディアの分析情報や道路などのインフラの被災情報などを活用が検討されている(図3)。

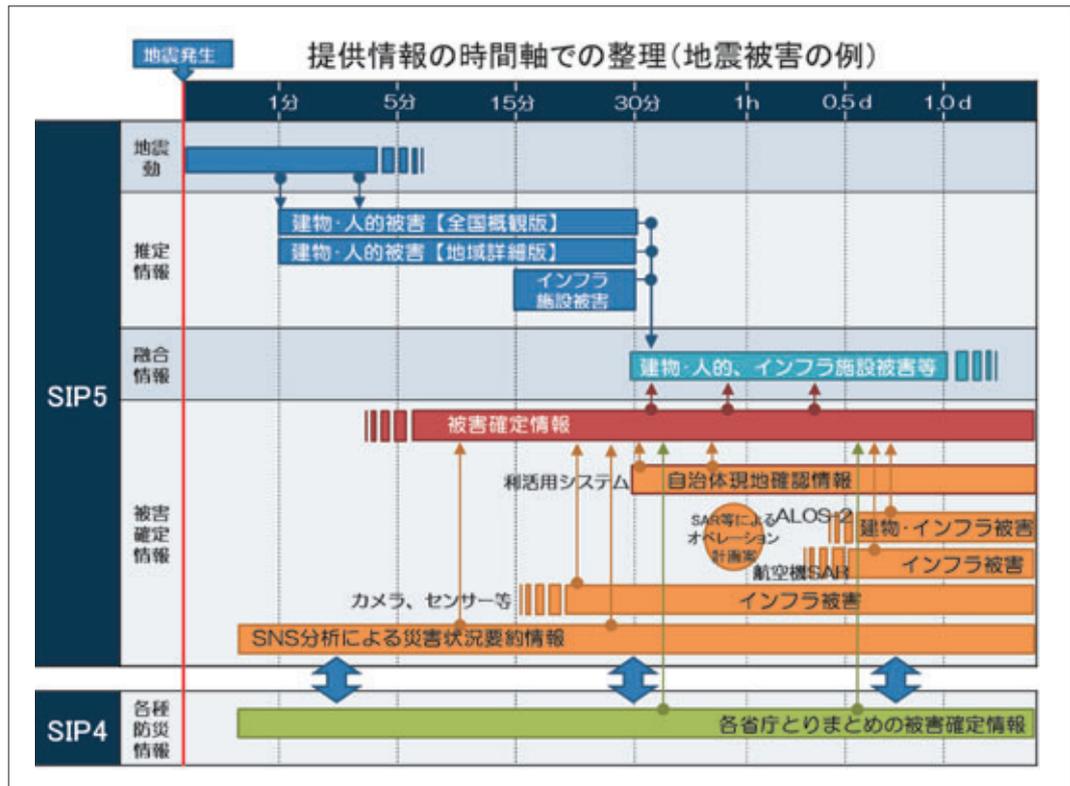
システム開発にあたっては、これまで防災科学技術研究所が培ってきた各種技術、特に地震に関しては全国を対象とした地震ハザード評価技術や地震観測網データを用いた即時解析技術、地下構造、建物・人口分布モデル、被害状況に関する情報を取り込み、図4に示すように地震検知後1分程度から情報発信する高精度なリアルタイム被害推定システムを開発し、実証実験などを通してシステム改良を進める計画である。全国を対象とした地震被害推定に係わる情報の一部については、地図や表を用いて総合的に分かりやすくコンパクトにまとめたJ-RISQ地震速報を図5に示すように地域指定などが可能となるように高機能化し、2015年6月より公開を開始した⁴⁾。

また、将来的には被害を推定するだけでなく、衛星データやソーシャルメディアの分析結果やインフラの被災情報、SIPのほかの研究項目と連携し、時々刻々得られる実被害に関する情報を継続的に収集・分析し、被害に関する情報を確定化あるいは推定情報と実被害情報を融合することで、信頼性を向上させ、二次利用可能な形式で情報共有可能なシステムの開発を目標としている。このような手法開発、データ連携、システム化を通して、広域災害が発生した場合であっても被害全体を即時に推定、状況を把握することで被害を概観でき、かつ250 mメッシュ程度の詳細

図3 リアルタイム地震被害推定・状況把握システムの概要



図4 リアルタイムでの提供情報の時間軸での整理



な推定により町丁目単位程度でも利用可能とする迅速な対応を支援する情報提供の実現を目指している。

また、地震被害に関しては、上記のように全国を対象とした開発を進めると同時に、関東および東海地域を対象に長周期から建物などの被害に直結する主要な周期帯域までの特性を説明できる250 mメッシュの広域地下構造モデルを構築し、地震動の精度向上を図る。さらに関係機関が保有するボーリングデータや物理探査データ等も活用した50 mメッシュ程度の詳細な地盤モデルを一部地域で構築し、強震連続観測データや個別建物モデルと合わせ、建物耐カスペクトルや物理過程のシミュレーションによる構造物解析による被害推定の高解像度化を図る計画である。

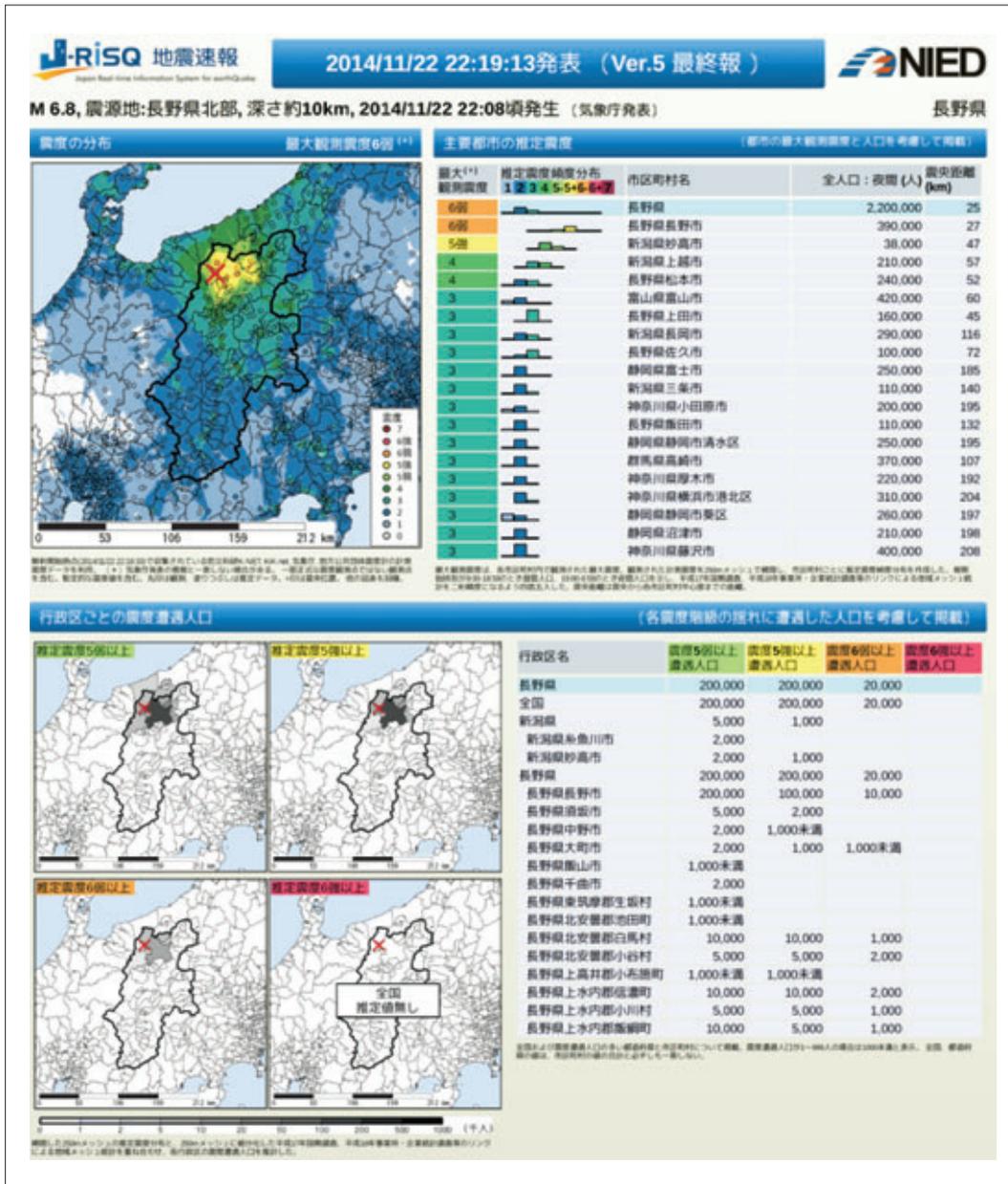
リアルタイム被害推定情報を単に発信するだけではなく、それらの情報を災害対応の現場で利活用するため、国と地方公共団体などが相互に情報を共有し、状況認識を統一した上で、災害対応の意思決定を支援する利活用

システムの開発も実施する。防災科学技術研究所が中心となって開発を進めてきた「官民協働危機管理クラウドシステム」を高度化し、災害時の意思決定支援手法を開発するとともに、通信の被災を想定し、制限された通信環境や通信途絶時でも最大限の機能を発揮できるように、通信するデータ量の簡略化、スタンドアロン機能などを開発し、レジリエントな利活用システムの開発を進める計画である。地方公共団体を含めた協力機関の連携のもと、実際の災害対策での利活用シーンを想定した実証実験により、情報共有、被害推定、状況把握、利活用における課題抽出と有効性評価を行い、災害対応の実情を踏まえたシステムの開発を行う予定である。

4. おわりに

震災を経験するたびにその教訓を踏まえた地震災害軽減に向けた努力が続けられているが、地震に対するわれわれの理解は未だ不十

図5 公開されている J-RISQ 地震速報の例
(2014年長野県 神城断層地震)



分なところが数多く残っている。しかし、あきらめることなく、今後も起こる大地震に備えるための努力を続けることが必要である。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～、2014。
http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2014/
- 2) 防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHIS
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 3) 地震動予測地図工学利用検討委員会：地震動予測地図の工学利用—地震ハザードの共通情報基盤を目指して—、防災科学技術研究所研究資料第258号、2004。
- 4) 防災科学技術研究所：J-RISQ 地震速報
<http://www.j-risq.bosai.go.jp/report/>

ふじわら みるゆき

1989年京都大学大学院理学研究科中退。博士(理学)。科学技術庁国立防災科学技術センター(現：防災科学技術研究所)入所。強震観測網の整備、地震動予測地図の作成、統合化地下構造データベースの開発、災害リスク情報プラットフォームの開発等に従事。2011年より現職。