4. 長期間を対象とした確率論的地震動ハザード評価

4.1 評価モデル

新しい地震動ハザード情報の提供方法として,2012年起点の確率論的地震動ハザード評価において作成した長期間の再現期間に対応する揺れの大きさを示すハザードマップ(長期間平均ハザードマップ)を新たなモデルで作成する. 長期間の再現期間に対応する確率論的地震動予測地図を作成する際のモデルを示す.

- ・すべての地震活動をポアソン過程でモデル化する. 具体的には、海溝型地震と主要活断層帯のうち、更新過程(BPT分布)が適用されている地震の時系列モデルを変更し、ポアソン過程を適用する. 地震発生の時系列モデルを変更した海溝型地震を表 4.1-1 に、主要活断層帯を表 4.1-2 に、その他の活断層を表 4.1-3 に示す.
- ・南海トラフの地震に関して、確率論的地震動予測地図 2014 年版では、長期評価(地震調査委員会、2013a)に 基づき「時間予測モデル」となっている。ここでは、平 均発生間隔として、歴史地震において、地震の見落としがないと思われる 1361 年以降に発生した地震(1605 年 の慶長地震を含む)を用いるケースから求められる 116.9 年を採用する.
- ・相模トラフ沿いの M8 クラスの地震に関して,確率論的 地震動予測地図 2014 年版では、シミュレーションから 求められた発生確率の期待値となっており、長期間のハ ザード評価にそのまま用いることができない。ここでは、 歴史地震 (3 地震) から求められる平均発生間隔である 315 年を採用する。
- ・十勝沖,根室沖の地震については連動のモデルが含まれるが、そこでの連動の確率の根拠が「発生間隔が 400~500年に1回」と整合させるものであるため、連動地震の頻度は 450年に1回、個々の地震の頻度は 1/72.2-1/450=1/86.0 (72.2年は M8 クラスのプレート間地震の平均発生間隔)とする.
- ・主要活断層帯のうち、津軽山地西縁断層帯北部、同南部、福井平野東縁断層帯西部、花折断層帯北部、警固断層帯北西部と、その他の活断層のうち、石廊崎断層、深溝断層帯、岩坪断層帯(鹿野断層)、能登半島地震断層は、いずれも平均活動間隔が設定されていないため、平均変位速度を仮定し(主要活断層帯は活動度 B 級として0.25mm/y、その他の活断層は活動度 C 級未満として0.024mm/y)、平均活動間隔を設定する.
- ・主要断層帯の六日町断層帯北部は、ケース2を考慮せず、ケース1だけをモデル化する.
- ・その他の震源モデル,地震動評価モデルは確率論的地震 動予測地図 2014 年版と同じ.

対象とする再現期間は,500年,1000年,5000年,1万年,5万年,10万年とする.なお,再現期間が500年と1000年の地図は,30年超過確率6%と3%の地図と対応するが,上記の点において地震発生の時系列モデルが異なる.

4.2 評価結果

本節では、長期間を対象とした確率論的地震動予測地図の評価結果を示し、その特徴を概観するとともに、2014年版の評価結果との違いについて考察する.

長期間を対象とした確率論的地震動予測地図と,2014年版確率論的地震動予測地図の作成条件の違いは,4.1 節に整理されている通りであり,海溝型地震や主要断層帯のうち,更新過程が適用されている地震の時系列モデルを変更し,ポアソン過程を適用したことである.

(1) 超過確率を固定した場合の地表の計測震度の分布図対象とする再現期間ごとの地表の計測震度の分布図を図4.2-1に示す. 再現期間は500年,1000年,5000年,1万年,5万年,1万年であり,対応する30年間の超過確率は6%,3%,0.6%,0.3%,0.06%,0.03%となる.

対象とする再現期間を長くするに従い、地震の平均間隔活動が長い活断層の影響が確認できる。再現期間を 5000 年とすると主要活断層帯の影響が見え始め、糸魚川-静岡構造線断層帯や中央構造線断層帯沿いでは、計測震度 6 強以上が明瞭になる。再現期間を 5 万年とすると、ほとんどの地域で計測震度 6 弱以上となり、震源を特定しにくい活断層の影響が現れてくる。ただし、再現期間を 5 万年と再現期間が 1 万年では、それほど大きな違いは確認できていない

図 4.2-2 に 2013 年起点の検討モデル (モデル 2) に基づいて作成した長期間平均ハザードマップの例を示す. 再現期間 1000 年相当については図 4.2-1 との大きな違いは見られない. 一方, 再現期間 10 万年相当では, 図 4.2-2 において震度 5 弱や 5 強であった北海道北東部などの地域において図 4.2-1 のハザードが上昇している. これは, 陸域の浅い震源断層を予め特定しにくい地震について大領域の領域区分を考慮した事により, これまで大地震の発生頻度がきわめて低かった地域において発生頻度が上昇した事が影響している.

(2) 評価結果の比較

図 4.2-3 に,長期間を対象とした確率論的地震動予測地 図と2014年版を比較した結果を示す.再現期間は500年(超 過確率6%),1000年(超過確率3%)で比較している.

長期間を対象とした確率論的地震動予測地図と,2014年版確率論的地震動予測地図を比較すると,日本海沿岸部で計測震度が上がるのに対し,糸魚川-静岡構造線断層帯沿いや,静岡県から四国にかけての太平洋沿岸部では,超過確率に対応する計測震度が減少している。その他の地点については,大きな違いは見られていない。時系列モデルを更新過程とポアソン過程の併用に変更したことにより,日本海沿岸部では,海溝型地震である日本海東縁部の地震の発生確率が上昇したことが影響している。糸魚川-静岡構造線沿いでは,糸魚川-静岡構造線断層帯の発生確率が減少したことが影響し,静岡県から四国にかけての太平洋沿岸部では,南海トラフの地震の発生確率が減少した事が影響している。

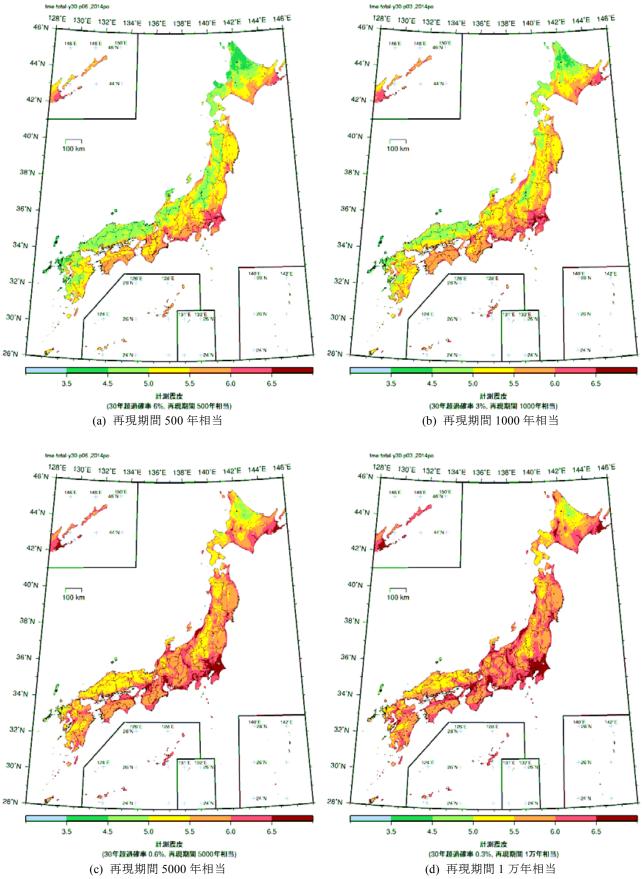


図 4.2-1 長期間平均ハザードマップ.

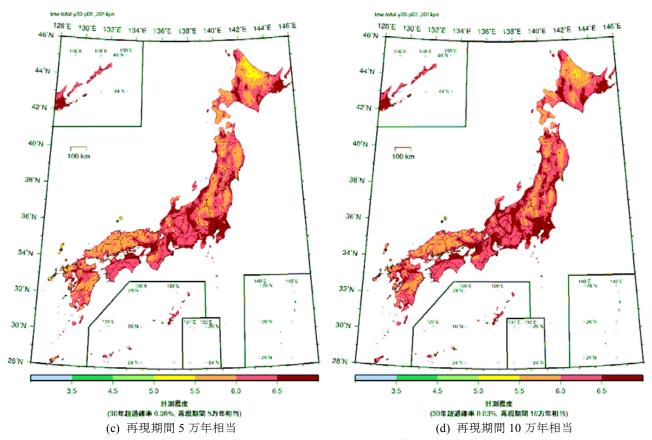


図 4.2-1 長期間平均ハザードマップ (つづき).

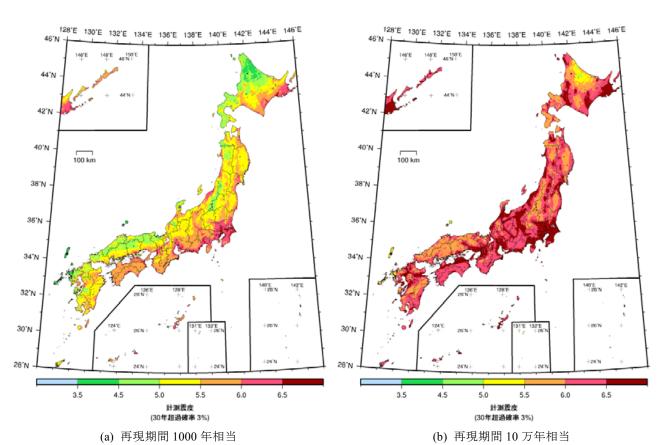


図 4.2-2 2013 年起点の検討モデルに基づいて作成された長期間平均ハザードマップ.

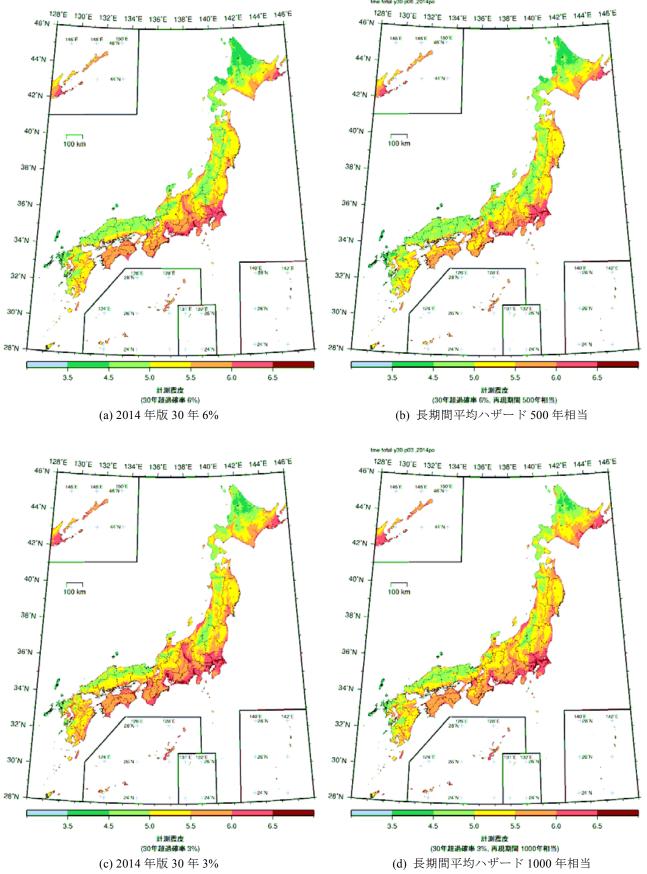


図 4.2-3 確率論的地震動予測地図 2014 年版と長期間平均ハザードマップの比較.

5. 地震ハザードステーション J-SHIS

本章では、ハザード評価の情報公開システムである、地 震ハザードステーション J-SHIS について述べる.

5.1 主な変更点

地震ハザードステーション J-SHIS (以下, J-SHIS) は, 全国の基盤的な地震ハザード情報公開 Web システムである. 本節では, これまでの開発の経緯を踏まえ研究資料第 379号(藤原・他, 2012)から 2014年 10月現在までの J-SHIS の変更点について述べる.

地震調査研究推進本部(以下,地震本部)が発表する「全国地震動予測地図」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詳細な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」の性質の異なる2つの地図から構成されている。これらは地震本部の調査研究に基づく地震ハザード評価の成果の集大成として位置づけられるものであり、地震活動モデルや震源断層モデル、地下構造モデル等の地図の作成に必要なデータまで含めると膨大な量の情報を含んでいる。

防災科学技術研究所(以下,防災科研)では,こうしたデータを,地震動予測地図工学利用検討委員会のまとめた報告書に基づき,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・震源モデル及び地下構造モデル等の評価プロセスに関わるデータも併せた情報群としてとらえ,「地震ハザードの共通情報基盤」として J-SHIS を位置づけ,同委員会の指針に対応して開発を続けている.このうち,前回研究資料(第 379 号)からの主な変更点を表5.1-1 に示す.

次節以降では、J-SHIS のシステム全体像と、そのデータを活かした各種サービスについて述べる.

表 5.1-1 前回研究資料 (第 379 号) からの主な変更点

新しく追加・高度化された機能	更新日
地理院地図対応	2014/6/30
J-SHIS アプリのアップデート	JJ
地震活動モデル情報提供 API	JJ
長期間平均ハザード情報提供 API	JJ
地すべり地形情報提供 API	JJ
API URL ビルダー	"
API の英語版ドキュメント	2014/7/24
新しく公開されたデータ	_
各年版の地震動予測地図	各年内
長期間平均ハザード地図	2012/12/21
深部地盤モデルデータ V2	2014/3/17
地すべり地形分布図 WMS	2014/7/24
新測地系による表層地盤情報	2014年内
J-SHIS Labs	
地震ハザード評価の比較	2012/12/25
地震ハザードカルテ	2013/7/8

5.2 J-SHIS の全体像

J-SHIS は 2014 年 10 月現在,様々な主体を対象とした 6 つの公開サービス (表 5.2-1) を持つ,地震ハザードの総合的な情報公開システムである.本節では,J-SHIS についてシステム全体を概観する.各サービスについては 5.3 からの各節に詳細を述べる.

表 5.2-1 J-SHIS 公開サービス

<u> </u>		0-3113 公開リーレス
名称	章節	説明
J-SHIS マップ	5.2	各種地震ハザード情報のウェ
J-SHIS & 9 /	5.3	ブ・マップと地点情報等
J-SHIS ポータル	5.4	地震ハザード全般について学
J-SHIS W - 5 /V		習・利活用できるポータルサイト
J-SHIS Web API	5.5	地震ハザード情報を提供する
J-SHIS WED API		RESTful Web API サービス
J-SHIS アプリ	5.6	位置情報を用いたスマートフォ
J-SHIS / / 9		ンアプリケーション
J-SHIS データ	5.7	各種形式に対応した詳細データ
J-SHIS 7 - 3		のダウンロードサービス
J-SHIS ラボ	5.0	地震ハザード評価に関する試験
J-8HIS 7 W	5.8	的な取り組みの公開サービス

5.2.1 J-SHIS のシステム

J-SHIS ではサービスとして提供しているフロントエンド部分と、表側からは見えないバックグラウンドのシステム部分が連続的に稼働している。本研究資料では、前者の側から見たものを J-SHIS 公開サービス、後者の側から見たものを J-SHIS システムと便宜的に呼称する。

J-SHIS システムは、確率論的地震動予測地図、震源断層を特定した地震動予測地図と、それらを作成する際に集められた基盤的情報である表層地盤、深部地盤等の情報を一元的に管理している。これらを単一のデータ管理システムの中で取り扱うことで、ユーザが Web ブラウザにより透過的に探索・閲覧することができる Web マッピングシステムを実現している。J-SHIS システムの特徴と機能の一覧を表5.2.1-1 に示す。

表 5.2.1-1 J-SHIS システムの特徴と機能

システムの全体的な特徴
オープンソースソフトウエアにより構成
ブラウザ互換性を考慮
データ形式の変換・配信機能を有する
データベースの管理・更新機能を有する
公開サービスの提供に関する機能
J-SHIS マップの表示
CMS を用いたポータル Web
RESTful Web API の配信
KML ファイルによる地図配信
WMS による地図配信

J-SHIS システムデータフローを図 5.2.1-1 に示す. 地震動予 測地図及び表層地盤,深部地盤等の各種数値データは,データ入力層に集められ,データ蓄積層の地震動予測地図数値データベースに格納される. 本データベースに格納された情報から公開データファイル (CSV 形式ファイル) 及びGIS データファイル(ESRI Shapefile, GeoTiff等)が作成される. 一般利用者は汎用的な Web ブラウザ等により,アプリケーション層で公開された Web マッピングシステム

(J-SHIS マップ) や、RESTful Web API (J-SHIS Web API)

を用いた各種サービス(アプリケーション等)を通じて地震ハザード情報データにアクセスできる。また、アプリケーション層に配置された地震動予測地図数値データは CSV および ESRI Shapefile 形式等、多様な形式でダウンロードできる。このようにユーザと地震動予測地図データを繋ぐインタフェースを多様化・重畳化することで、J-SHIS は全体として図 5.2.1-2 に示すような社会的機能の実装を目指している。

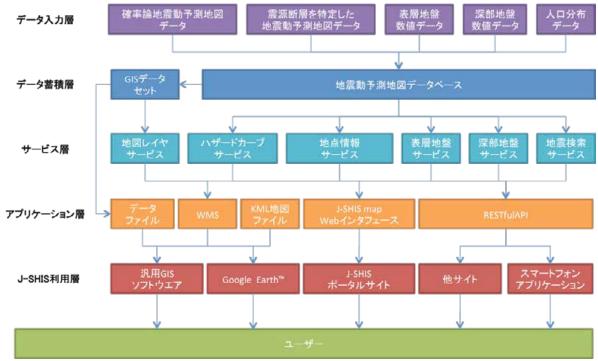


図 5.2.1-1 J-SHIS システムデータフロー

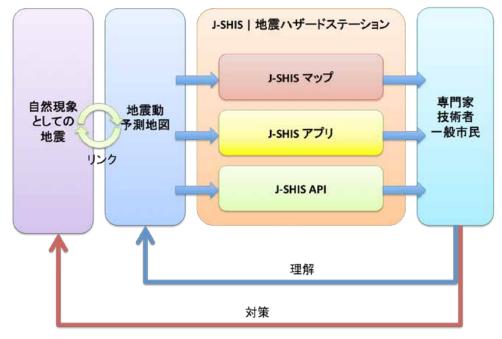


図 5.2.1-2 J-SHIS メタ機能フロー

5.2.2 J-SHIS のサービス

地震ハザードステーション J-SHIS が提供している Web サービスと対象者との関係性を図 5.2.2-1 に一覧化した. また, ユーザ側のニーズ視点で地震ハザード情報を J-SHIS 内のどのサービスから取得可能かを整理した (表 5.2.2-1).

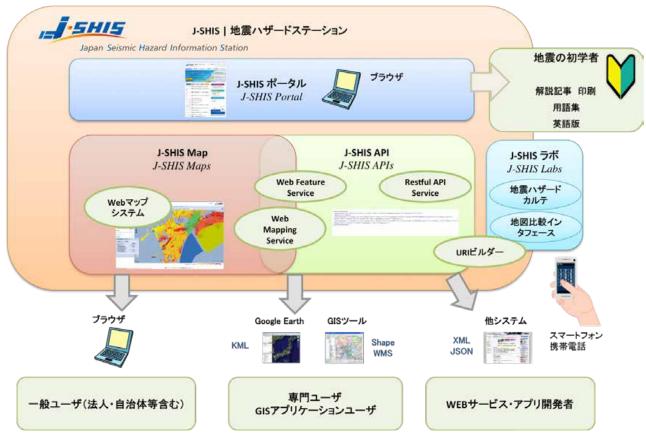


図 5.2.2-1 J-SHIS サービスとターゲットユーザ

表 5.2.2-1 J-SHISによる地震ハザード関連情報の多様な提供方法(ニーズ視点による整理)

地震ハザード関連情報についてのニーズ		解決法としてのツール・サービス	位置付け
地震ハザード情報を知りたい、検索・閲覧したい	\rightarrow	J-SHIS マップ	公式
シナリオ地震の波形を入手したい	\rightarrow	J-SHIS マップ 波形表示ツール	準公式
オンライン上で特定の地域について議論したい	\rightarrow	J-SHIS マップ URL 生成機能	準公式
元となった地盤データの参照地質柱状図を知りたい	\rightarrow	ジオ・ステーション	外部参照
元となった断層評価についての詳細を知りたい	\rightarrow	地震本部 長期評価ページ	外部参照
最近揺れた地域の J-SHIS での評価を比較閲覧したい	\rightarrow	J-RISQ	外部参照
地震ハザード情報を利用する際の注意点を知りたい	\rightarrow	J-SHIS ポータル	公式
J-SHIS についての不明点を問い合わせたい	\rightarrow	J-SHIS ポータル お問い合わせ	公式
データを利用した Web サービスやアプリを作りたい	\rightarrow	J-SHIS Web API	準公式
API でできることや取得可能なデータを知りたい	\rightarrow	J-SHIS Web API URL ビルダー	非公式(Labs)
スマートフォン端末で閲覧したい	\rightarrow	J-SHIS アプリ	準公式
加工して再評価する等、独自モデルを作りたい	\rightarrow	J-SHIS データ	準公式
長周期地震動について知りたい	\rightarrow	ゆれビル	準公式
年度やバージョンの異なる地図を比較したい	\rightarrow	J-SHIS ラボ 地図比較機能	非公式 (Labs)
自分に関係のある場所の地点データを一覧で知りたい	\rightarrow	地震ハザードカルテ	非公式 (Labs)

5.3 J-SHIS マップ

J-SHIS では、地震ハザード情報を地理院地図および Google Maps と重ねて表示する J-SHIS マップを提供している。本節では、2009 年 7 月に公開されて以降、改良を重ねている J-SHIS マップについて述べる。

5.3.1 J-SHIS マップの技術的背景

J-SHIS マップは、確率論的地震動予測地図、震源断層を特定した地震動予測地図、及び表層地盤等の地理空間情報をインターネットを通じて配信するシステムである.

【地理空間情報データの相互利用】

ネットワークを利用した数値地図データの相互利用のための規格整備が進んでいる. 地理情報システム(GIS)関連技術の標準化を推進する業界団体である OGC(Open Geospatial Consortium. Inc)が,空間データモデルやその表現形式, GIS 対応ソフトウエアの連携方法などについて標準規格を「OpenGIS®」として整備を進めている. 特に,WMS(Web Mapping Service)やWFS(Web Feature Service),WCS(Web Coverage Service)等のサービス規格に対応した商用,非商用アプリケーションやライブラリが増えてきている. 上記標準規格「OpenGIS®」を基本として,地理空間情報のネットワーク上における相互利用を推進する大きな役割を担っているのが,GIS及びWebマッピングのためのオープンソースソフトウエアの充実である.

【オープンソース Web マッピングシステム実装の手法】

従来 Web マッピングシステムは, 商用ソフトウエア, オ ープンソースソフトウエア共に, サーバサイドに GIS エン ジンや地図作成サーバ (ESRI ArcGIS, MapServer 等) を配 置し、ユーザリクエストに対して動的にサーバにて画像を 作成しクライアントに返却するシステムであったが, Google Maps API の公開をきっかけに、Web マッピングシ ステムの手法に大きな変化が現れた. サーバサイドに GIS エンジンを配置しサービスを行う手法は、ユーザの様々な GIS 処理のリクエストに応えることができる一方,一般的 に応答速度が遅く、サーバ負荷が高く、多くのユーザリク エストに応えるためには、高性能なハードウエアを用意す る必要がある. Google Maps API で提供された方法は, 所望 の表示範囲周辺の地図情報をサーバから小さなタイル画像 としてクライアントに引き渡し、クライアント側でタイル 画像を組み合わせて Web ブラウザ上で再構築する手法で ある. 複数のタイル画像の通信は非同期で行われる. こち らの手法では、予めタイル画像を作成しておくことにより、 サーバ負荷が低減され, ユーザリクエストに対する応答速 度を向上している. また, 地図表示のユーザインタフェー ス制御に係る処理を API として提供することにより, ユー ザ独自のインタフェースを構築することができる.しかし, Webブラウザ側でタイル画像から表示範囲地図画像を再構 築したり、地図インタフェース制御を処理するためにクラ イアント処理の負荷が増加する. 現在 Google が提供する地 図の種類は市街地地図,衛星写真(航空写真)地図,標高 地図、ハイブリッド地図の4種類のみである. 同様なサー

ビスとして Yahoo! Maps 等がある. 独自の地図情報を Google マップで提供するようなタイル画像システムとして ka-Map がオープンソースとして公開されている. ka-Map は MapServer で定義した地図レイヤ情報を, Google マップ のような地図としてスムーズに移動・拡大するシステムである. ka-Map の機能を利用することにより, 独自の地図を タイル画像として利用することが可能となる.

【J-SHIS マップの Web インターフェース】

Web インタフェースに関する技術の進歩も目覚ましい. 近年 AJAX (Asynchronous Javascript + XML) を利用した Web ページが増加しているのもその一つの表れである. 地 図上で指定した地点におけるシステム固有の情報を Web 上で取得するためには、サーバ問い合わせを行い、クライ アントに情報を返却し表示を行う処理を実行する.

通常は、サーバ問い合わせ実行結果を、HTML要素として返却し、HTMLをレンダリングする処理が主流であった.このため、ユーザは実行結果が返ってくるまでは別の処理を行うことができないが、AJAXを用いると、問い合わせを非同期通信とすることにより、問い合わせと無関係な処理を継続することができる。更に、ページの構成をサーバと通信を行わずに変更する動的HTMLを組み合わせ、デスクトップアプリケーションのようなインタフェースをもつ、リッチクライアントライブラリがオープンソースとして多数公開されている.

J-SHIS マップは、バージョンアップ、ライセンス、保守 料金の値上げといった外部要因リスクに関わらず、毎年更 新する地震動予測地図を安定的に提供することが必要であ る. また、地震リスクに関する情報提供の充実に伴う公開 情報量の増加によるハードウエア増強やシステムのスケー ラビリティの向上に柔軟に対応できる必要がある. このた め、オープンソースソフトウエアの適用調査を行い、ソフ トウエア構成を決定した. J-SHIS は地震動予測地図の多様 な表現方法の一つであり, 地震動予測地図が持つ固有情報 へのナビゲーションシステムである. そのため, J-SHIS に 含まれる全ての地図を円滑に表示するために Google マッ プで行っているようなタイル画像による地震動予測地図の 表示及び,注目地点周辺への移動・拡大をスムーズに行い, ユーザフレンドリなインタフェースで地図の切り替えや地 点情報を表示するために必要な Web インタフェース, GIS や Web マッピングに関するオープンソースソフトウエア を選定した.

【地理院地図を背景地図として設定可能に】

2014年6月より、地理院地図を背景地図として設定可能とした。これと同時にレイヤー切り替えボタンによる Google マップへの切り替え機能や地図上への縮尺表示など、細かな改善を行った。結果、J-SHIS 内で定義されたレイヤコードを指定することにより Web インタフェース上にタイリングされた地図画像を地理院地図や Google マップと重ねて表示するサービスとしての機能がより充実した(図5.3.2-1)。

5.3.2 J-SHIS マップの機能

J-SHIS マップは地震動予測地図に関する情報を閲覧し、 ダウンロードするための Web マッピング機能等を有する. J-SHIS マップで閲覧可能な地震動予測地図に関する地図 情報を表 5.3.2-1 に一覧し、以下に地図ごとの説明を記載する.

【確率論的地震動予測地図】

確率論的地震動予測地図は、全国約 250m メッシュで整備された「全ての地震」、「地震カテゴリー I」、「地震カテゴリー II」、「地震カテゴリーII」、「地震カテゴリーII」、「地震カテゴリーII」、「地震カテゴリーIII」に関して、30 年で震度 5 弱、5 強、6 弱、6 強以上の揺れに見舞われる確率地図及び、3%、6%の確率で一定の揺れに見舞われる領域図(計測震度、地表最大速度、工学的基盤最大速度)、50 年で 2%、5%、10%、39%の確率で一定の揺れに見舞われる領域図(計測震度、地表最大速度、工学的基盤最大速度)を表示する地図である。また、「全ての地震」、「地震カテゴリーIII」に関しては平均ケース、最大ケースに関する地図表示が可能である。

【長期間平均ハザード地図】

長期間平均ハザード地図は、500年、1000年、5000年、1万年、5万年、10万年の再現期間に対応する地震による揺れの大きさを示す地図である。一般に、再現期間によって網羅される地震の種類は異なり、再現期間を長くするほど発生頻度がより低い地震の影響が網羅されるが、極めて長い期間の地震活動を平均的に捉えることにより、30年、50年ハザードでは影響が見えにくい、発生頻度が低くとも大きな揺れとなる地震の影響を示した。各再現期間によって網羅される地震の例は以下のとおりである。

- ・再現期間 1000 年相当の地図:主要な海溝型地震
- ・再現期間1万年相当の地図:ほぼ全ての海溝型地震と主要活断層帯の地震
- ・再現期間 10 万年相当の地図: 震源を予め特定しにくい地 震を含むほぼ全ての地震

なお,長期間平均ハザード地図では,全ての地震活動をポアソン過程として評価している.

【地震カテゴリー別地図】

地震カテゴリー別地図は、30年で一定の震度以上の揺れに見舞われる確率を四分位として評価し4つのレベルで色分けした地図である。地震カテゴリーI, II, IIIに対してそれぞれ震度5弱、5強、6 弱、6 強以上の揺れに見舞われる確率を4つのレベルで色分けしている。

【影響度地図】

影響度地図は各地点において最も大きな影響を及ぼす 地震カテゴリーを色で表す地図である。30年間で平均ケー ス,最大ケースそれぞれに関して,震度5弱,5強,6弱, 6強以上の揺れ見見舞われる確率で最も高い確率となる地 震カテゴリーを示す地図である。

【条件付超過確率地図】

条件付超過確率地図は、指定した地震が発生した場合の、 震度5弱、5強、6弱、6強以上となる確率地図と計測震度 の期待値地図からなる。条件付超過確率地図が用意されて いる地震は、主要活断層帯に発生する地震、その他の活断 層で発生する地震,及び震源が特定された海溝型地震である.なお、この地図の計算結果は簡便法によるものである.

【想定地震地図】

想定地震地図は、震源断層を予め特定した地震動予測地図の略称であり、主要活断層帯に関するハイブリッド法(詳細法)による強震動予測計算結果を表すものである。計算結果は全国約1kmメッシュ(3次メッシュ)単位の工学的基盤における計測震度を計算し、約250mメッシュで評価された震度増分に基づき、約250mメッシュ区画の地表計測震度分布を求めている。地図として用意されているのは工学的基盤最大速度及び地表の計測震度である。

【表層地盤地図】

表層地盤地図は全国約 250m メッシュで整備された,微地形区分,30m 平均 S 波速度,表層地盤増幅率(400m/s における工学的基盤から地表における最大速度の増幅率)を表すものである.

【深部地盤地図】

深部地盤地図は3次メッシュで整備された地質境界を深度及び標高により表現した地図である. 想定地震地図は本 深部地盤モデルにより計算されている.

【被災人口地図】

被災人口地図は想定した地震が発生した場合に,ある震度を超える揺れに見舞われる人口(震度曝露人口)の値の分布を示した地図である.統計情報を参照すれば自治体毎の被災人口を参照することもできる.

その他 J-SHIS マップが各地図に対して共通して持つ機能を以下に示す.

【地図リンク取得機能】

地図の種類や断層の表示・非表示,地図の拡大率等を維持したまま,表示している地図のリンク URL を取得することができる.生成した URL をそのままコピー&ペーストすることにより,地図をリンクとして共有することが可能となる.同機能の URL は,地図画面右上の地図のリンクボタンをクリックすれば表示できる.

【地点情報 - ハザードカーブ連携インタフェース】

確率論的地震動予測地図レイヤを表示しているとき、地点情報 - ハザードカーブ連携インタフェースにより、地点情報を表示すると、ハザードカーブ及び影響度グラフの表示を行うことができる(図 5.3.2-13). 本インタフェースを用いて、任意の地点のハザードカーブの数値情報、画像情報をダウンロードすることが可能である(図 5.3.2-14). 本機能は、指定した約 250m メッシュコードが属する 3 次メッシュのハザードカーブをデータベースから検索し、ハザードカーブグラフ、影響度グラフを Web インタフェース上に表示し、ハザードカーブ数値データを作成することで実現している.

【地図レイヤ・地点情報連携インタフェース】

地図レイヤ - 地点情報連携インタフェースにより、表示している地図レイヤの注目地点に関する地点情報を表示する機能を実現している. 地点情報を表示した状態で地図レイヤタブを切り替えることで,地点情報の内容を切り替え

ることができる. 地図レイヤは地理院地図もしくは Google マップを背景とし、透過処理を施して表示されるため、位置の特定が容易となっている. また、透過率は動的に変更することが可能である. 表示している地図レイヤに対応して地点情報の内容は異なる(図 5.3.2-16). 本機能は、指定された約 250m メッシュコードに対応するメッシュ内地点情報(超過確率、地盤増幅率等)をデータベースから検索し Web インタフェース上に表示することで実現している

(図 5.3.2-12).

【想定地震 - 波形インタフェース】

想定地震タブにおいては破壊開始点の違い等異なる複数のケースについて揺れの分布の計算結果を示しており(図 5.3.2-6), 250mメッシュの各点において 3 次メッシュ毎に計算された各ケースの南北・東西波形を閲覧し, K-NET ASCII 形式でダウンロード可能である(図 5.3.2-17).

表 5.3.2-1 J-SHIS マップにおける各タブの地図情報

公 0.0.2 1 0 0mo ()) 1 c 851 / 6 日 ア) 0 2 日 旧 報					
地図のカテゴリ	地図情報(タブ名称)	説明			
率論的地震動予測地図	確率論的地震動予測地図	約 250m メッシュ全国版確率論的地震動予測地図 (図 5.3.2-1)			
	長期間平均ハザード	極めて長い期間の地震活動を平均的に捉え、発生頻度がより低い地震の影響を網羅した地図(図5.3.2-2)			
	地震カテゴリー別地図	地震カテゴリー毎の四分位による超過確率ランク地図 (図 5.3.2-3)			
	影響度	最大の影響を及ぼす地震カテゴリーの領域図(図 5.3.2-4)			
	条件付超過確率	指定した地震が発生した場合の,ある震度を超過する確率地図と計測震度の期待値を示した地図(図5.3.2-5)			
震源断層を特定した地震動 予測地図 (シナリオ地図)	想定地震地図	震源断層において地震が発生した場合の強震動計算結果を 示した地震動予測地図 (図 5.3.2-6)			
地下構造モデル	表層地盤	約 250m メッシュ微地形分類, 30m 平均 S 波速度, 表層地盤 増幅率の領域図(図 5.3.2-7)			
	深部地盤	震源断層を特定した地震動予測地図計算に用いた深部地盤 の領域図(図 5.3.2-8)			
	被災人口	想定した地震が発生した場合に、ある震度を超える揺れに見舞われる人口の分布図(図532-9)			

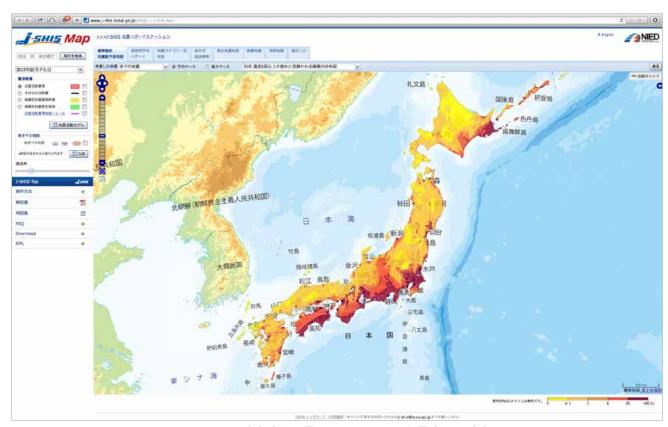


図 5.3.2-1 確率論的地震動予測地図 (30年震度 6 弱確率)

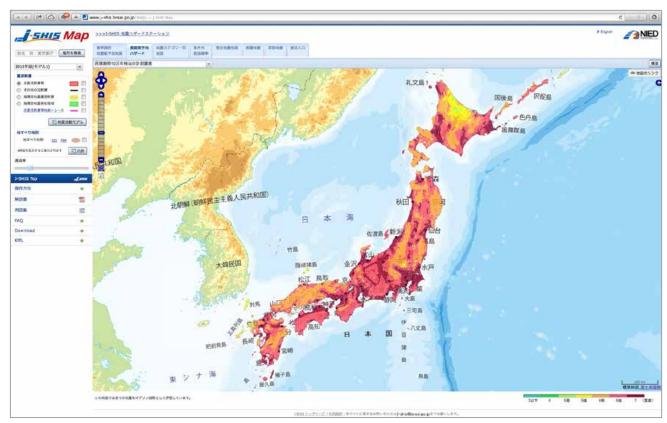


図 5.3.2-2 長期間平均ハザード地図 (再現期間 10万年)

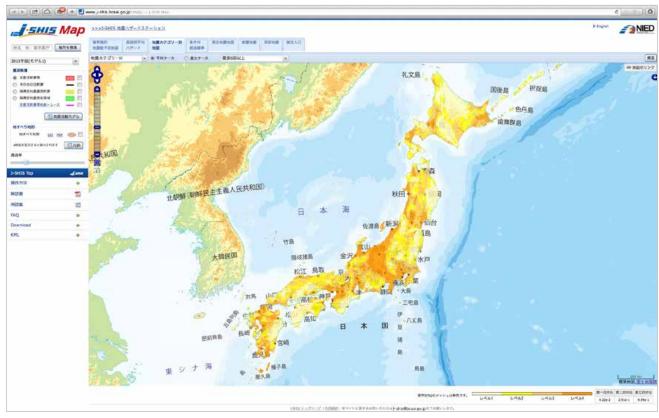


図 5.3.2-3 地震カテゴリー別地図 (地震カテゴリーⅢ: 震度 6 弱以上)

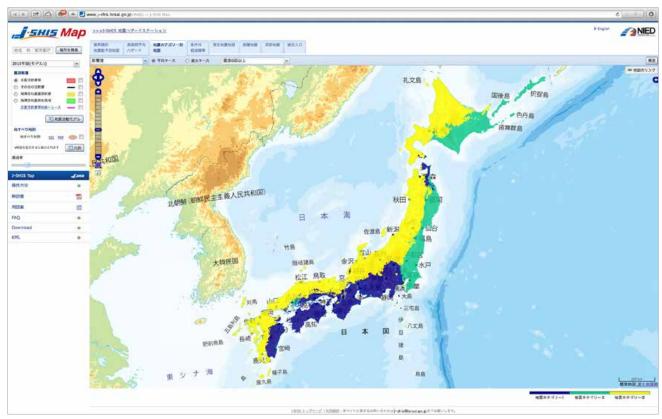


図 5.3.2-4 影響度 (震度 6 弱以上)

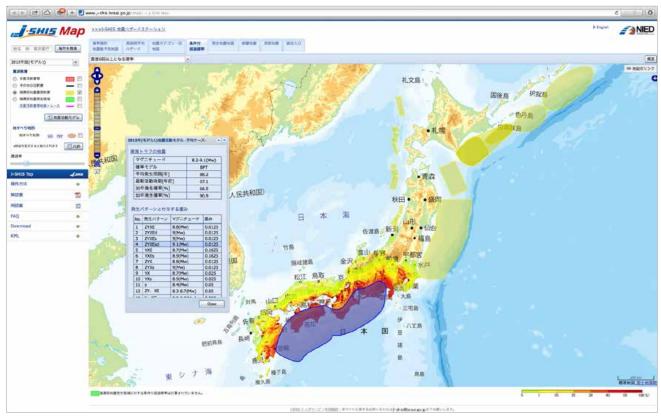


図 5.3.2-5 条件付超過確率(南海トラフの地震:発生パターン No.4)

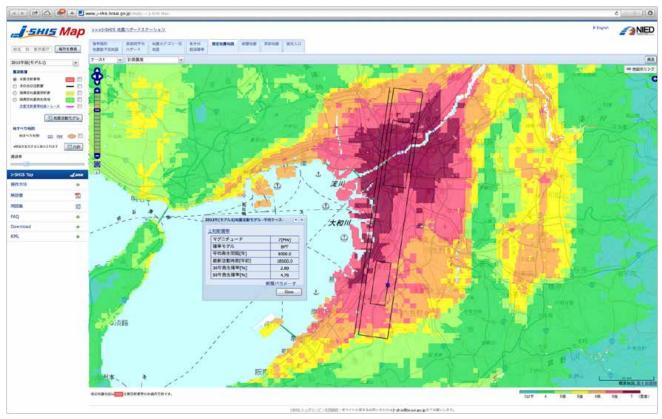


図 5.3.2-6 想定地震地図(上町断層帯:ケース1)

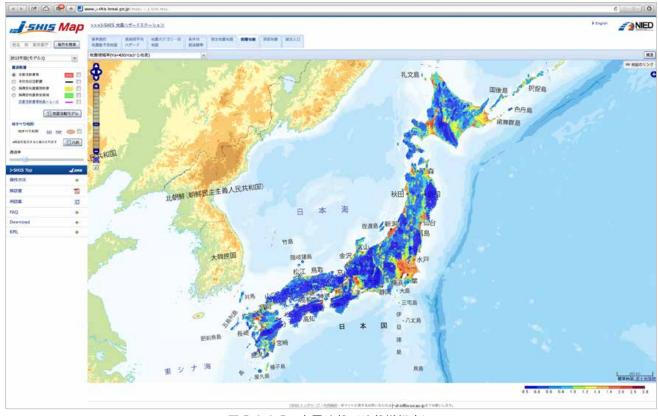


図 5.3.2-7 表層地盤(地盤増幅率)

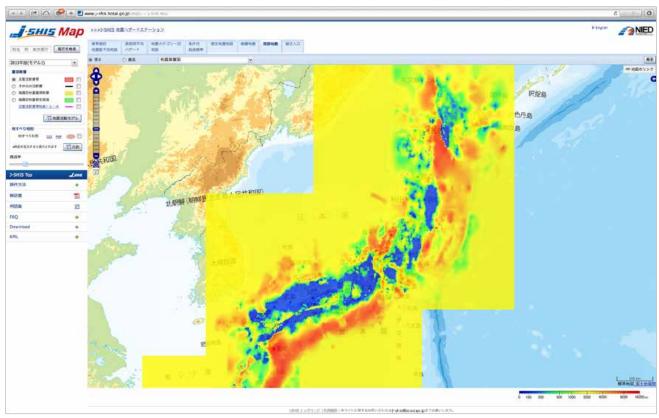


図 5.3.2-8 深部地盤(地震基盤面:深さ)

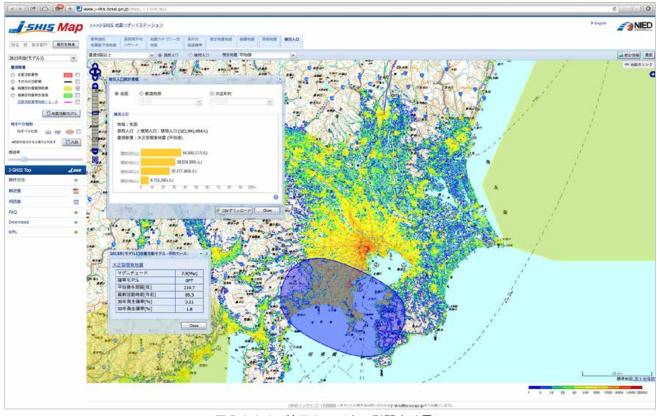


図 5.3.2-9 被災人口 (大正型関東地震)

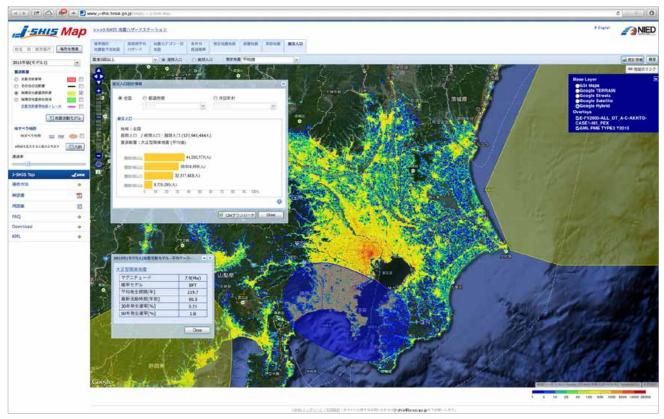


図 5.3.2-10 地図レイヤサービス (Google Hybrid+被災人口)

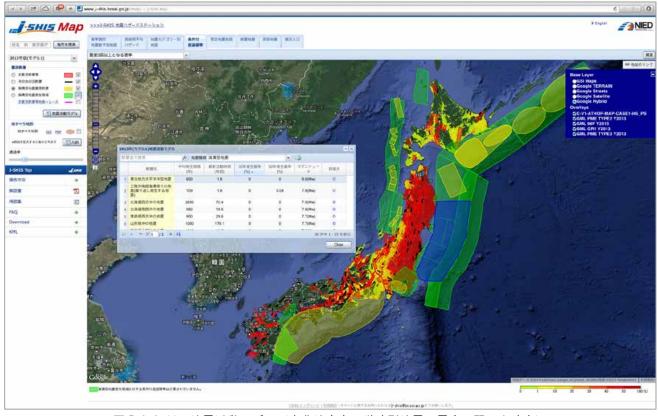


図 5.3.2-11 地震活動モデル(東北地方太平洋沖型地震:震度 5 弱以上確率)

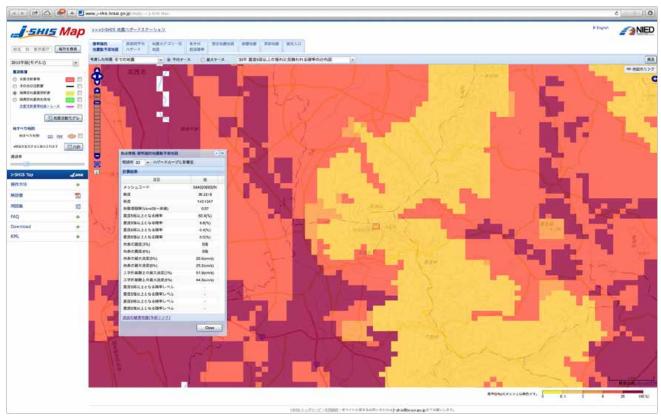


図 5.3.2-12 地点情報 (筑波山山頂付近)

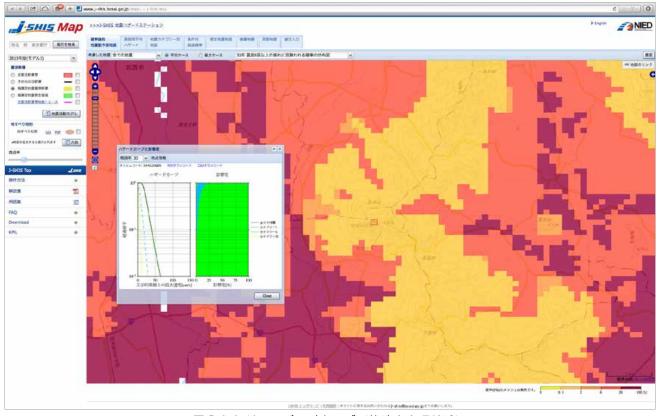


図 5.3.2-13 ハザードカーブ (筑波山山頂付近)

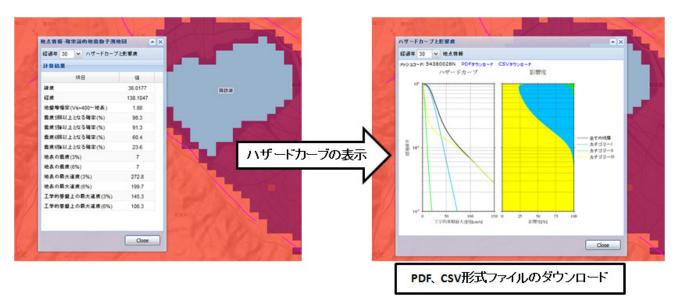


図 5.3.2-14 ハザードカーブのダウンロード

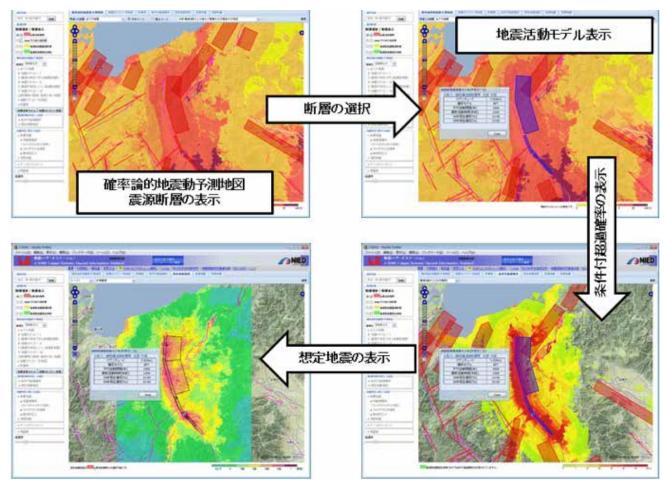


図 5.3.2-15 地震活動モデルによる地図の連携

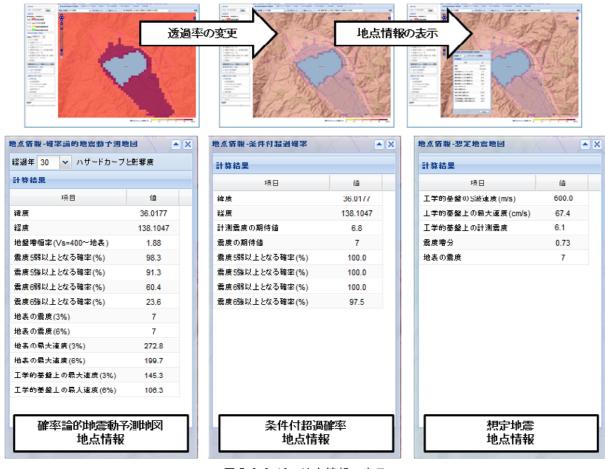


図 5.3.2-16 地点情報の表示

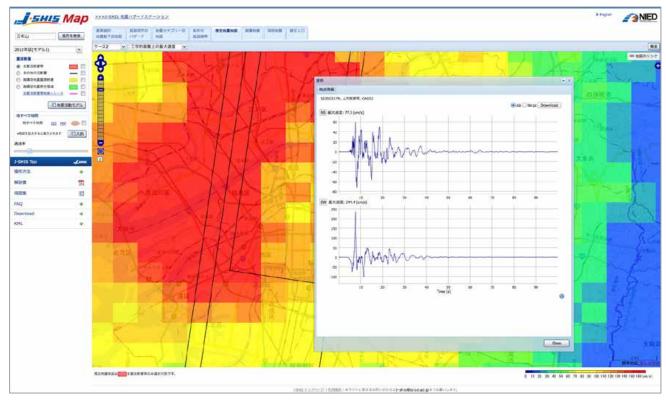


図 5.3.2-17 想定地震波形情報の表示

5.4 J-SHIS ポータル

J-SHIS では、記事を通じて地震について学び、地震ハザード情報を調べて知り、J-SHIS の各機能を使うためのポータルサイトを提供している。本節では、2011年9月に一般向けに公開した J-SHIS ポータルについて述べる。

5.4.1 J-SHIS ポータルの機能

J-SHIS ポータルでは、J-SHIS の各サービスへの入り口として、J-SHIS が提供している地図を閲覧するサービス、特に J-SHIS マップを中心にその使い方を手引きし、地震ハザード評価についての解説や、更新の通知を行なっている.J-SHIS ポータルの主たる機能を表 5.4.1-1 に示す.

(1) 地震ハザード評価に関する解説および正確な理解の 促進

解説記事,スライド,用語集,FAQなどで全国地震動予測地図に関連する様々な概念や用語を学ぶことができる.また,地震ハザード評価に関する新着情報,機能や地図の更新情報の通知を行なっている.印刷機能も充実しており,プリンタのアイコンボタンから,各記事が読みやすく整形され,紙に打ち出して読むこともできるようになっている.全文検索によってわからない用語を打ち込むことで,関連する記事や用語集の当該箇所を読むこともできる.

(2) J-SHIS で提供している各サービスへの入り口

多様な知識背景をもつユーザを対象に、J-SHIS マップや J-SHIS Web API、J-SHIS アプリ等を紹介している。トップページからも直接 J-SHIS Web API や J-SHIS アプリ、用語集や FAQ、マップの使い方ガイド記事や英語版/国際展開ページ等にリンクし、J-SHIS で提供している全サービスへジャンプすることができる。特に J-SHIS マップに関しては、サイト上部の「スタート J-SHIS」ボタンより閲覧できる。また、ポータルの個別記事を SNS ボタンによりブログや SNS、オンラインブックマーク等でクリップすることができる。

表 5.4.1-1 J-SHIS ポータルの機能

解説および理解促進のための機能
解説記事の掲載
J-SHIS で提供しているサービスのマニュアル機能
J-SHIS マップの使い方記事マニュアル
FAQ
API リファレンス
更新通知機能
お知らせ・新着記事カテゴリ
その他
利用規約,問い合わせ先等

5.4.2 J-SHIS ポータルの開発

J-SHIS ポータルの実装には CMS (Contents Management System) を用いている. CMS とは、Web サイトのコンテンツを構成するテキスト、画像等のデータを体系的に管理し、統一されたデザインの HTML を動的に生成することができるシステムである. J-SHIS ポータルで採用した WordPress は現在最も人気のあるオープンソースの汎用 CMS で、PHPと MySQL で実装されている. WordPress では「テーマ」と呼ばれるデザイン・機能定義機能のカスタマイズが比較的容易で、データモデルとはしっかりと分離されている. プラグインで機能を追加することもでき、オープンソースのプラグインがインターネットから数多く入手可能であることもメリットの一つである.

J-SHIS ポータルは CMS を利用することで、J-SHIS マップやアプリへの入り口としての機能、更新や機能追加をお知らせする機能、豊富な例題により使い方を解説する機能、地震ハザード評価の学習サイト機能を実装した。WordPressでは、各記事に分類を行う「カテゴリー」属性と、記事のキーワード的な「タグ」属性を両方付与することができる。J-SHIS ポータルではさらにプラグインを追加して「関連記事」属性も付与した。カテゴリーによるツリー構造の移動、タグによる同種キーワードへのワープ、関連記事による横断的な移動という3つの移動手段をユーザに与えることで、たくさんの記事を隅々まで読んでもらう工夫をしている。また、Twitter、Facebook等の SNS ボタンを各記事に置き、サイト内外の流動性も確保した(図 5.4.2-1)。



図 5.4.2-1 J-SHIS ポータル TOP 画面

5.5 J-SHIS Web API

J-SHIS では、地震ハザード公開情報の利活用促進のため、アプリケーションや Web サービス等から利用可能な API サービスを提供している。本節では、2012 年 4 月に開発者向けに公開した J-SHIS Web API について述べる.

5.5.1 J-SHIS Web API の機能

J-SHIS マップは、人間がそのまま読める情報のかたち(地図)である.これに対して、API(Application Programming Interface)は、機械がそのまま読めるデータ形式で地震ハザード情報を提供する.これにより、地震ハザード情報の各値を他の様々なデータと自動的に組み合わせて使用したり、再解釈してグラフや図にしたりなど、別の形式で表現することが可能となる.

J-SHIS Web API は、J-SHIS マップとして公開している地図データの多くを RESTful Web API として公開している. J-SHIS Web API は緯度経度や地域メッシュをリクエスト鍵として、その地点の地震ハザード情報を JSON 形式および XML 形式の戻り値(レスポンス)として返す.これを様々な形に加工し、Web サービスやモバイルアプリケーション等で活用する事が可能である.

【RESTful な設計】

J-SHIS Web API は, 図 5.5.1-1 に示すように, 取得する情報の一つ一つがインターネット上の Web 全体 (ドメイン空

間)から見て永続的であることを明確にするため、RESTfulな URL を用いて設計されている。REST (REpresentational State Trransfer) とは、分散システムを連携させるための設計原則で、Web の設計思想に従い、1) ステートレス性、2)情報操作メソッドの制限、3) すべてのリソースを URI で一意に表現、といった項目からなる概念である。これにより、J-SHIS は地震ハザードに関連する情報の一次的な Web リソースとして機能することができ、REST の概念に従った設計により外部利用者の利便性が高まる。また、REST な設計は Web サーバの数で性能がスケールするため、API の利用数が増えた場合の対策としても重要である。リクエストに対するレスポンスは Web リソースの標準的な表現である XML、GML の他、JavaScript から利用しやすい JSON、GeoJSON を選択可能とした。

【J-SHIS Web API を用いると何ができるのか】

ユーザは J-SHIS Web API を利用すると, J-SHIS の管理するデータを HTTP GET にて直接検索・取得できるので、独自に作成したウェブページで地震ハザード情報や表層地盤データなどを表示したり、モバイル端末上で現在位置のメッシュに影響の大きい地震断層を検索するアプリケーションなどを作成したりすることが可能となる。例えば、現在地や自宅を指定した地点ごとの震度や確率を、メッシュあるいは自治体単位で表示・検索したりすることや、比較したりすることなど、極めて多様なサービスを実現できる。



<リクエストの分解例>
① ~⑥ の1行目を続けて打てば、 完全なリクエストURIとなる。

① www.j-shis.bosai.go.jp/map/api —APIの所在地を示す共通アドレス

② /pshm

-APIの種類の指定

▶ Probablic Seismic Hazard Map 地震ハザード情報提供API

③ /Y2013/AVR/TTL M TTL ーパラメータの設定・パージョン・ケース・地震コード 2013年版・平均・全地震

④ /meshinfo.geojson ーレスポンス形式(JSON)の指定

⑤ ?meshcode=5438234344N~ーメッシュコードの指定

⑥ &attr=T30_I45_PS一地震ハザード特性30年間に震度5弱以上となる確率

図 5.5.1-1 J-SHIS Web APIの RESTful なしくみ

5.5.2 J-SHIS Web API の種類

J-SHIS Web API は表 5.5.2-1 に挙げる種類の API を提供している。また、2014 年 7 月より英語版のドキュメントも公開している。

【地震ハザード情報に関する API】

地震ハザード情報の根幹であるハザードカーブの情報のAPI. 30 年,50 年それぞれの震度確率および確率震度情報を取得できる地震ハザード情報提供APIと,3 次メッシュで提供しているハザードカーブ情報を取得できるハザードカーブ情報提供API、長期間平均ハザードの震度を取得できる長期間平均ハザード情報提供APIがある.

【表層地盤情報に関する API】

表層地盤情報の値として微地形区分コード, AVS30, 地盤増幅率などを提供する表層地盤情報提供 API と, 微地形区分名をコードから参照するための表層地盤物性値情報提供 API とがある.これは,前者の API の戻り値を数値のみで可能とするための高速化および全体通信量軽減のための工夫である.

【深部地下構造に関する API】

指定した 3 次メッシュもしくは指定した緯度経度を含む 3 次メッシュに対する地下構造情報を取得できる. 複数の 3 次メッシュの指定も可能とした深部地下構造情報提供 API で深さを与え, それらの P 波速度値, S 波速度値, 密度, Qp 値, Qs 値等の物性値情報の参照を行う深部物性値情報提供 API からなる.

以上が、緯度経度・メッシュコードをリクエストとして その地点に該当する地震ハザード関連情報を引き出すタイ プの API である.

【シナリオ地震に関する検索 API】

地域別にシナリオ地震を想定して断層を検索する API には、指定したメッシュに影響の強い断層を取得するメッシュ別被害地震検索 API と、指定した自治体に影響の強い断層データを取得する自治体別被害地震検索 API の 2 つがある.

【横断検索を行う API】

メッシュ検索 API は、リクエスト URL にさまざまな方法でパラメータを指定することで、例えば「関東平野の中で最も地盤のやわらかいメッシュを検索する」ということができる API である. 結果を昇順・降順でソートすることも可能で、現在は主に表層地盤情報に関するメッシュの情報を検索することができる.

以上が、地点あるいは範囲をリクエスト鍵として指定して様々な地震ハザード関連情報を検索する API である.

【地震活動モデルに関する API】

J-SHIS から公開している様々な種類の地震活動モデル (震源断層) に関して、マグニチュードや平均発生間隔な どのデータを取得する API. 断層コードを鍵として指定する.

【地すべり地形分布図に関する API】

全国を判読した地すべり地形分布図の滑落崖もしくは移動体に、ある任意のメッシュが重なるかどうかを判定するAPI. (地すべり地形分布図: http://lsweb1.ess.bosai.go.jp)

以上が、J-SHIS で提供しているその他の情報を個別に取得する API である.

【URL ビルダー】

API そのものではないが、API を使うかどうか検討する にあたって、出力を求めたい条件を指定 (リクエスト) することで、対応する J-SHIS の情報 (レスポンス) がどのようなものかをチェックできる URL の生成サービス. (図 5.5.2-1)

なお、J-SHIS Web API の問い合わせ方と詳細は次の URL より参照できる. (http://www.j-shis.bosai.go.jp/api-list)

表 5.5.2-1 J-SHIS Web API 一覧

No.	サービス名	J-SHIS マップ上の関連地図(タブ)
1.	地震ハザード情報提供 API	確率論的地震動予測地図に関する
2.	ハザードカーブ情報提供 API	API 群
3.	表層地盤情報提供 API	表層地盤タブに関する API 群
4.	表層地盤物性値情報提供 API	
5.	深部地下構造情報提供 API	- 深層地盤タブに関する API 群
6.	深部物性值情報提供 API	- 休僧地盤グノに関する AFI 杆
7.	メッシュ別被害地震検索 API	想定地震タブに関する API
8.	自治体別被害地震検索 API	想定地震・被災人口タブに関する API
9.	メッシュ検索 API	その他(複数地図に関連)の API
10.	地震活動モデル情報提供 API	地震活動モデルに関する API
11.	長期間平均ハザード情報提供 API	長期間平均ハザード地図に関する API
12.	地すべり地形情報提供 API	地すべり地形分布図に関する API

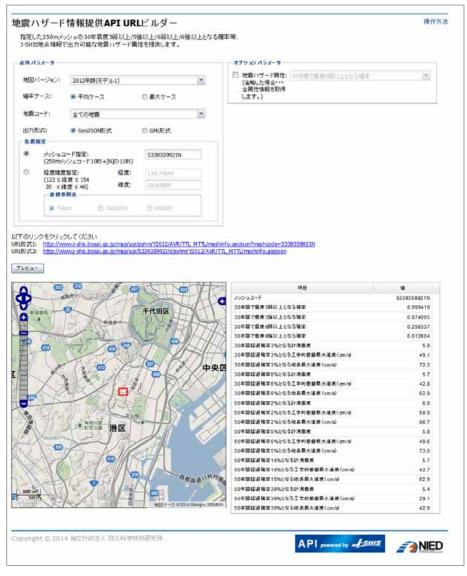


図 5.5.2-1 URL ビルダー (地震ハザード情報提供 API)

5.5.3 J-SHIS Web API を用いたサービス事例紹介

J-SHIS API を用いたサービス事例を紹介する.

・アプリケーション『J-SHIS』(iOS/Android)

J-SHIS の公式アプリケーション. 全国地震動予測地図をスマートフォンの地図上に重ねあわせて表示する. 位置情報で検索でき、メッシュを選択タップすることで地点情報を表示する. 2012 年公開, 無料. 5.6 節にて詳述.

・アプリケーション 『もしゆれ』 (iOS)

地震を自分のこととして実感し、対策を促すアプリケーション. もしゆれは、もしもいまここで大地震の揺れに見舞われたらワタシはどうなる?というiOSアプリケーションである. GPS で取得した位置情報を使って被害の可能性

を表示し,自分の顔写真と重ね合わせる.判定は地盤増幅率 や微地形区分,30年震度6弱の地震動超過確率値を取得し て行なっている.2012年8月3日公開,無料.

・ウェブサービス「揺れやすい地盤 災害大国迫る危機」 (朝日新聞デジタルニュース特集)

住所を入力するとその地点の地盤増幅率と相対指標を表示する. 地図上をクリックして任意の地点の微地形区分を表示することも可能である. (図 5.5.3-1)

・社内ツール地震診断ツール「ココゆれ」(大和ハウス) 戸建住宅の購入を検討している顧客に対し,住所を入力 した地点の近傍活断層情報や,地震ハザード情報,予測震 度情報等を表示する.

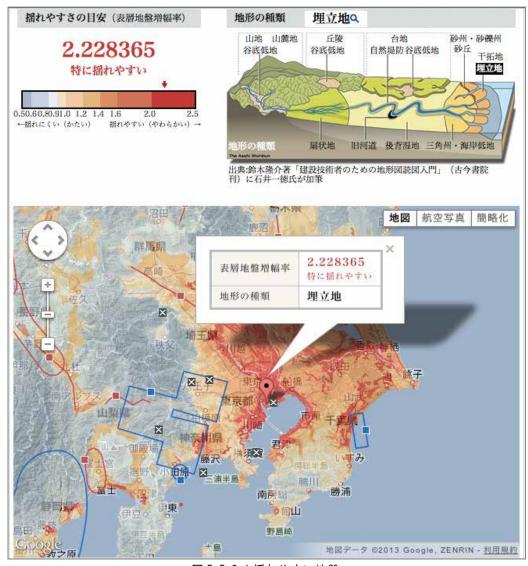


図 5.5.3-1 揺れやすい地盤

5.6 J-SHIS アプリ

J-SHIS では、いつでもどこでも J-SHIS の地図を閲覧し、地点ごとの地震ハザード情報を表示するためのアプリケーションを提供している。本節では、2012 年 5 月以降スマートフォンユーザ向けに提供している J-SHIS アプリについて述べる。

5.6.1 J-SHIS アプリの紹介

J-SHIS がさらに多くの人々に閲覧され、防災意識の向上に資するためには、より高い操作性とユビキタス性、またユーザの状態を考慮した情報配信が重要である。これらの課題を解決するため、近年特に普及が進むスマートフォン上で動作する地震動予測地図閲覧アプリケーション「J-SHIS アプリ」を提供している。

J-SHIS アプリでは、J-SHIS で WMS 配信している 250m メッシュ予測地図画像のうち、最新の確率論的地震動予測地図、長期間平均ハザード地図、想定地震地図、表層地盤地図、および深部地盤地図を閲覧することができる。また、主要活断層帯を各地図の上に重ねあわせて表示することも可能である。背景地図は Street View(通常の道路地図)、Satellite View(衛星/航空写真)、Hybrid View(Street とSatellite の重ね合わせ)等から選んで表示できる。予測地図レイヤの半透明度は連続的に変更できるので、背景地図

の地物や地形と対応付けて見ることができる。タッチパネルインタフェースで地図を自由に移動でき、特にマルチタッチに対応している端末ではピンチズーム(二本の指を開く動作による拡縮操作)も可能である。J-SHIS マップ同様に、住所などから位置検索ができるほか、内蔵された GPSを用い移動に合わせて現在位置をリアルタイムに更新することもできる。

本アプリケーションをインストールしたスマートフォンを手に街を歩けば、ハザードマップを実際の風景がリンクされた形で認識することができるため、固定された PC 上で地図を閲覧するよりも、より実感を持ってハザード情報を認識できると考えられる.

なお、2014年より地点情報画面から地震ハザードカルテをスマホビューにて表示することができるようになった (図 5.6.1-1).

5.6.2 J-SHIS アプリでの提供データ

J-SHIS アプリは J-SHIS の公式アプリであり、現在公開している全国地震動予測地図を表示することができる. 地図提供している地図を表. 5.6.2-1 にまとめる. なお、入手は AppStore および GooglePlay より無償でダウンロード可能である. (http://www.j-shis.bosai.go.jp/app-jshis)

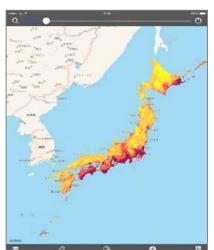






図 5.6.1-1 J-SHIS アプリ(iOS 版スクリーンショット) 確率論的地震動予測地図(左図), 地図の選択画面(中図), カルテ画面(右図)

表. 5.6.2-1 J-SHIS アプリで提供している地図

確率論的地震動予測地図 (30 年震度 6 強以上となる確率) 確率論的地震動予測地図 (30 年震度 6 弱以上となる確率) 確率論的地震動予測地図 (30 年震度 5 強以上となる確率) 確率論的地震動予測地図 (30 年震度 5 弱以上となる確率) 長期間平均ハザード (再現期間 10 万年相当) 表層地盤地図 深部地盤地図 想定地震地図

5.7 J-SHIS データ

J-SHIS では、地震ハザード情報を既存の GIS ソフトや汎用ソフト上で取り扱いたいユーザ向けに、様々な形式のデータをダウンロード提供している。本節では、内容に適したフォーマットに変換された J-SHIS データについて述べる。

5.7.1 J-SHIS マップ公開データ

J-SHIS データでは地震動予測地図工学利用検討委員会の提言「結果のみでなく、プロセスの開示 - 不確定性評価

のプロセスが分るように」に応えるために、確率論的地震動予測地図及び震源断層を予め特定した地震動予測地図作成に係るプロセスに対応する情報の公開を行っている(表 5.7.1-1). また、ダウンロードデータに関する規約の公開も行っている.

J-SHIS では,図 5.7.1-1 に示すデータダウンロードサービス画面より,表 5.7.1-2 に示す形式でデータをタウンロードすることができ,例えば KML 形式で取得したデータは汎用ソフトウェア上で図 5.7.1-2 に示すように表示することが可能である.

表 5.7.1-1 公開データ (その 1)

 公開データ	表 5. 7. 1-1 公開データ (その 1) 説明	
[確率論的地震動予測地図]	地震種類「全ての地震」「地震カテゴリーⅠ」「地震カテゴリーⅡ」「地震	
地図データファイル	カテゴリーⅢ」及び確率ケース「平均ケース」「最大ケース」毎のファイ	
	ルとして提供を行う. それぞれのファイルは約 250m メッシュコードに対	
	応した 30 年経過で震度 5 弱/5 強/6 弱/6 強以上となる確率値, 3%及び 6%	
	となる計測震度値, 地表最大速度値, 工学的基盤最大速度値, 50 年経過	
	で 2%, 5%, 10%, 39%となる計測震度値, 地表最大速度値, 工学的基盤	
	最大速度値を記述した CSV 形式とした.	
	全国一括ダウンロードファイルと 1 次メッシュ単位ダウンロードファイ	
	ルを選択可能とした.	
[確率論的地震動予測地図]	対象 3 次メッシュコード及び確率ケース「平均ケース」「最大ケース」, 経	
ハザードカーブデータファイル	過年「30年」「50年」毎のファイルとして提供を行う。それぞれのファイ	
	ルは計算した工学的基盤最大速度に対する各地震による超過確率を記述	
	した CSV 形式とした. ハザードカーブが計算された全3次メッシュに対	
	してダウンロード可能とした。	
[確率論的地震動予測地図]	確率論的地震動予測地図を計算する際の以下のパラメータを一括でダウ	
その他のデータファイル	ンロード可能とした。また、長期間平均ハザードを追加した。	
	・断層形状データ	
	・地震活動評価パラメータ	
	・地震発生頻度データ	
	・地域区分形状データ	
	・プレート間/内地震比率データ	
	・距離減衰式用パラメータ	
	・プレート形状データ	
[条件付超過確率]	対象地震(主要活断層帯,その他の活断層,海溝型地震)毎のファイルと	
地図データファイル	して提供を行う. それぞれのファイルは 250m メッシュに対応する震度 5	
	弱/5 強/6 弱/6 強以上となる確率値, 地表の計測震度期待値を記述した CSV	
	形式とした.	
	※海溝型地震は震源断層を特定した地震のみを対象とした.	
[条件付超過確率]	対象地震(主要活断層帯,その他の活断層,海溝型地震)毎のファイルと	
断層パラメータファイル	して提供を行う. それぞれのファイルは対象地震の断層パラメータ (基準	
	位置、断層長さ、断層幅、走向角、傾斜角、マグニチュード)を記述した	
	CSV 形式とした.	
[震源断層を特定した地震動予測地図]	対象地震(主要活断層帯)毎のファイルとして提供を行う. それぞれのフ	
地図データファイル	ァイルは約 250m メッシュに対応する工学的基盤最大速度値, 工学的基盤	
	計測震度値,震度増分値,地表の計測震度値を記述した CSV 形式とした.	
[震源断層を特定した地震動予測地図]	対象地震(主要活断層帯)毎のファイルとして提供を行う. それぞれのフ	
断層座標データファイル	ァイルは地表断層トレース位置,断層頂点座標,アスペリティ頂点座標,	
	要素震源位置を記述した CSV 形式とした.	

表 5.7.1-2 公開データ (その 2)

公開データ			
[震源断層を特定した地震動予測地図]	対象地震(主要活断層帯)毎に PDF ファイルとして提供を行う.		
断層パラメータファイル			
[震源断層を特定した地震動予測地図]	想定した地震が発生した場合のメッシュ毎の詳細法工学的基盤上の地震		
想定地震波形ファイル	動をケース毎に計算し速度波形を作成した. 南北・東西方向毎に記載した		
	K-NET ASCII 形式ファイルとして用意した.波形ファイルは J-SHIS マッ		
	プの想定地震タブよりダウンロードが可能である.		
[地盤情報]	表層地盤データファイルは約 250m メッシュに対応する微地形区分コー		
表層地盤データファイル	ド,30m 平均 S 波速度値,増幅率値(Vs=400m/s から地表までの最大速度		
	増幅率)を記述した CSV 形式とした.		
	全国一括ダウンロードファイルと 1 次メッシュ単位ダウンロードファイ		
	ルを選択可能とした.		
[地盤情報]	深部地盤データファイルは標高表記と深さ表記のファイルに分けてデー		
深部地盤データファイル	タを作成した. 各ファイルは 3 次メッシュに対する 1~33 層上面の標高値		
	及び深さ値を記述した CSV 形式とした.		
	全国一括ダウンロードファイルと 1 次メッシュ単位ダウンロードファイ		
	ルを選択可能とした.		
[地盤情報]	深部地盤媒質データファイルは深部地盤データ各層に対する P 波速度値,		
深部地盤媒質データファイル	S 波速度値,密度,Qp 値,Qs 値を記述した CSV 形式とした.		
[被災人口]	想定した地震が発生した場合に、ある強さ以上の揺れに曝される人口(震		
被災人口統計情報ファイル	度曝露人口)の分布を市区町村別・震度別に推定し,条件付き超過確率地		
	図の計測震度期待値を元にした平均値と,想定地震ケース毎に記載した		
	CSV 形式とした.被災人口統計情報ファイルは, J-SHIS マップの被災人		
	口タブよりダウンロードが可能である.		

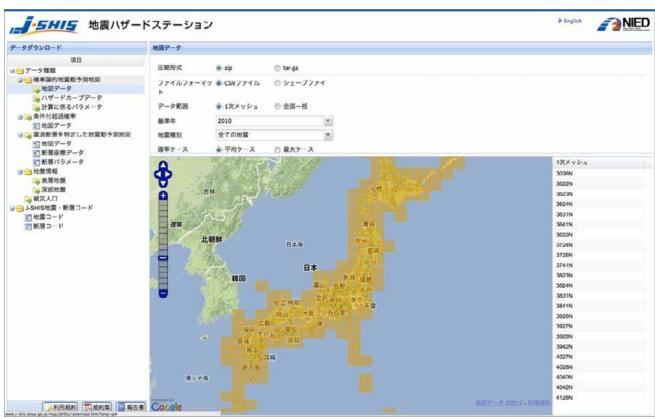


図 5.7.1-1 データダウンロードサービス画面



図 5.7.1-2 Google Earth で東京都港区付近の表層地盤微地形区分 KML を表示した例

表 5.7.1-2 ダウンロードデータ形式一覧

確率論的地震動予測地図				
地図データ (CSV, シェープ, KML)				
ハザードカーブデータ (CSV, PDF)				
計算に係るパラメータ (CSV)				
長期間平均ハザード(CSV)				
条件付超過確率				
地図データ (CSV, シェープ)				
震源断層を特定した地震動予測地図				
地図データ (CSV, シェープ)				
断層座標データ (CSV)				
断層パラメータ (CSV)				
波形データ(K-NET ASCII)				
地盤情報				
表層地盤(CSV, シェープ, KML)				
深部地盤(CSV)				
被災人口				
被災人口統計データ(CSV)				
J-SHIS 地震・断層コード				
地震コード (PDF)				
断層コード (PDF)				

5.7.2 その他ダウンロード可能なデータ

J-SHIS では地震ハザードに間接的に関係するデータとして、地すべり地形分布図のデータをダウンロードすることができる.

【地すべり地形分布図について】

2014年6月より、地すべり地形分布図に関する各種機能が強化され、これに伴い地すべり地形分布図 WMS が利用可能となった.

防災科研が作成した地すべり地形分布図データベースを統合し、J-SHIS マップでの表示、J-SHIS Web API の提供、WMS サービスの提供によりデータベースが利用可能である(図 5.7.2-1).

以下,地すべり地形分布図データベース HPより,地すべり地形分布図に関する情報および留意点を抜粋して掲載する.

- ・地すべりとは斜面の一部あるいは全部が重力によって斜面下方に移動する現象です。一般的には、降雨、融雪による地下水の上昇や地震・火山活動による斜面形状の変化、あるいは人為的な改変などをきっかけに斜面上の物質が不安定化して発生します。
- ・地すべり地形分布図は地すべり変動によって形成された 地形的痕跡である「地すべり地形」を空中写真の実体視判 読によってマッピングし、地形図上にその分布状況を示し た図面です。

この分布図によって、過去に地すべり変動を起こした場所 やその規模、変動状況などの詳細を把握することができま す

・地すべり地形分布図では、表層崩壊などのごく小規模な変動、土石流や落石などの斜面変動、幅150m以下の地すべり地形などは判読対象外であり、したがって地図上にも表示していません。

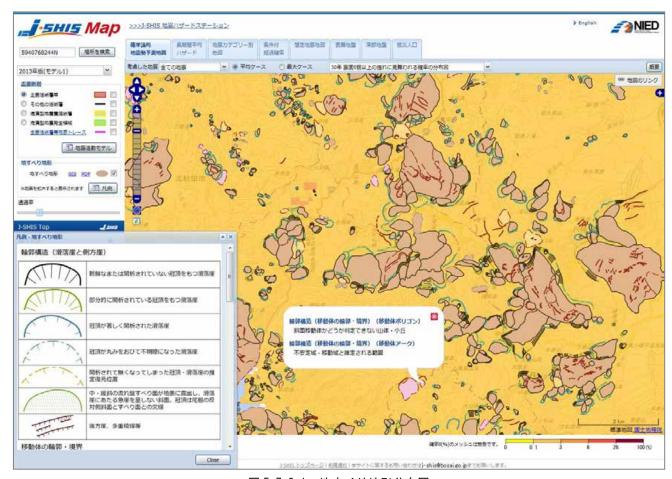


図 5.7.2-1 地すべり地形分布図

5.8 J-SHIS ラボ

J-SHIS ラボは、地震ハザード評価に関する試験的な取り組みの公開サービス枠組みである。本格運用前の試験的に作成しているコンテンツや、探索的な提供手法を実験的に公開し、現在の J-SHIS の取り組みをいち早く紹介することを目的としている。地震ハザード評価に関する新しい情報の見せ方、新しい技術を利用した実験的な新機能、新しい地震ハザード評価のサービスを体験可能な場としての機能が期待される(図 5.8-1).

5.8.1 地図比較インタフェース

地図比較インタフェースは、地図を比較できるサービスである(図 5.8.1-1). 2 つの地図を指定するとその差分が表示される機能で、毎年更新される地震動予測地図の年ごと

の比較や,検討中のモデル同士の比較を行うことができる.

5.8.2 地震ハザードカルテ

地震ハザードカルテは、ある地点の地震ハザード情報をまとめたものである。任意の場所を検索してその場所に関する地震危険度を網羅的に表示でき、表層地盤、深部地盤、今後30年および50年の地震ハザード、長期間平均ハザードなどから総合評価し、カルテというA4用紙1枚に出力可能な形で提供している(図5.8.2-1).

紙媒体に適した表現であることのメリットは大きく,自 治体や地域防災担当者による住民向けの地震防災意識向上 のための配布資料や,地震防災関連商品・地震保険等の事 業者のための販促ツール,教育現場における教材としての 使われ方まで,幅広く想定されている.



図 5.8-1 J-SHIS ラボ

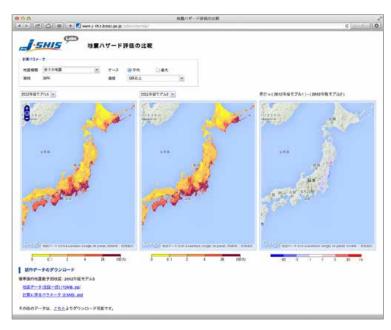
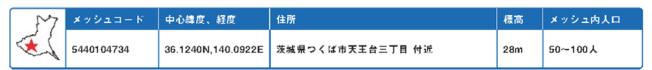
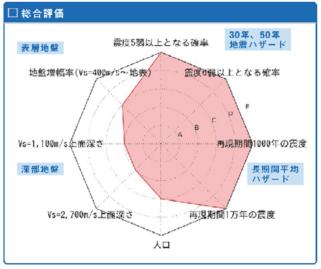


図 5.8.1-1 地図比較インタフェース (地震ハザード評価の比較)

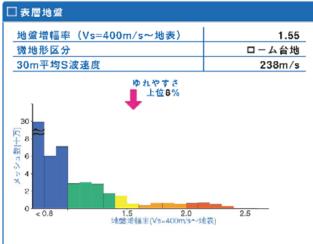


地震ハザードカルテ 2014年版

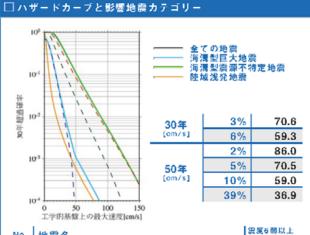




□ 30年、50年地震ハザード					
超過確率の値[%]		震度5弱	100.0		
人は00年間にもて示察 りもの	30年	震度5強	92.6		
今後30年間にある震度以上の 揺れに見舞われる確率の値		震度6弱	46.2		
です。		震度6強	8.0		
	30年	3%	6強		
震度の値	304	6%	6強		
A 18 A A C + + 1 + C A C = 11 + 7 + 7	50年	2%	6強		
今後30年または50年間にある値 以上の確率で見舞われる震度の		5%	6強		
値です。		10%	6強		
		39%	6弱		
	30年	3%	109.7		
地表の最大速度の値[cm/s]		6%	92.2		
A 18 A A A + 4 I + C A + 18 I - 4 T + T	50年	2%	133.6		
今後30年または50年間にある値 以上の確率で見舞われる地表の		5%	109.5		
最大速度の値です。		10%	91.7		
		39%	57.4		







No.	地震名	震度6弱以上 の影響度[%]	
1		太平洋プレートのプレート間及びプレート内 の震源を予め特定しにくい地震	64.3
2		フィリピン海ブレートのブレート間及びブレ ート内の震源を予め特定しにくい地震	29.7
3		南海トラフの地震(南海地震・東南海地震・ 想定東海地震)	3.1

□ 長期間平均ハザード					
	500年相当	6強			
震度の値 長期間の再現期間に対応する 震度の値です。	1000年相当	6強			
	5000年相当	6強			
	1万年相当	7			
	5万年相当	7			
	10万年相当	7			
	1077 4 10 3				

Copyright® 2012-2014 国立研究開発法人 防炎科学获術研究所

http://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/karte

図 5.8.2-1 地震ハザードカルテ (防災科研つくば本所での結果)

5.9 今後の展開

J-SHIS は、地震動予測地図工学利用検討委員会の提言に基づき、地震動予測地図に係る情報をわかりやすく提供できるプラットフォームとして構築してきた。本節では、J-SHIS 周辺の社会的状況等をふまえた今後の展開について概観する。

防災科研では、誰もが自らに被りうる自然災害の「リスク」を知り、自らに適した「防災対策」を立案・実行していく社会を目指し、そのための「素材(災害リスク情報)」と「道具・手段(プラットフォーム)」を提供するため、「災害リスク情報プラットフォーム」の研究開発に着手してきた、「災害リスク情報プラットフォームの構築」においては、これまで主たる研究対象であった地震ハザードのみならず、地震リスク評価までを研究対象に広げた取り組みがなされ、地震本部による新総合基本施策が掲げる基本目標の1つ「防災・減災に向けた工学及び社会科学研究を促進するための橋渡し機能の強化」の実現に資することが期待されている。

さらに、2013 年 6 月 14 日に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言」においても、〈閉塞を打破し、再生する日本へ〉〈世界最高水準の IT 利活用社会の実現に向けて〉といった基本理念のもと、「世界一安全で災害に強い社会の実現」が明確に謳われており、当該分野のオープンデータ推進によるインターネットを通じた情報共有・相互利活用が強く望まれている。なお、本項目の KPI (重要業績評価指標)は「多様な伝達手段の全国普及度合い」であり、J-SHIS Web API や地震ハザードカルテ等の取り組みの方向性と一致するばかりでなく、地理院地図対応をはじめ他機関との連携推進においても重要な役割を担っており、J-SHIS が従来に引き続いて貢献すべき部分は極めて大きい。

また、J-SHIS ポータルサイトおよび J-SHIS マップは英 語版が公開されており, 国際的なアクセスにも対応してい る. 東日本大震災を経験した日本の教訓と知識を活かし, 世界の地震ハザード評価に貢献するため, 防災科研は3つ の国際プロジェクトに参画し、Web の構築により情報発信 に協力しており、その一つ、"Seismic Hazard Assessment for the Next Generation Map"は日中韓の共同研究プロジェクト で、アジア地域での標準的な地震ハザードマップ作成に向 けた第一歩と位置付けられている。2012年9月、防災科学 技術研究所は、地震ハザード評価の世界標準モデルの構築 を行う国際組織 GEM (Global Earthquake Model) に運営委 員会のメンバーとして参加することとなった. GEM には 13 の国と地域が参加しており、地震ハザード評価の国際間 連携を行うにあたり非常に重要な提携が始まったと言える. このように、J-SHIS は現在、地震ハザード情報の提供プ ラットフォームとして,世界の中でも先導的な立場にあり, 内外ともに高まる期待に応えるべく, 今後より一層の注力 が求められている.

地震ハザード関連情報は、社会の災害リスク対応能力(防災力)の向上に資することで、真に社会に活かされる。本章においては、地震ハザード関連情報のデータ公開形式や、インタフェースを概観した。これら情報提供手法の多様化は、より多くの人が地震ハザード情報に触れ、入手するきっかけとして効果的である一方、地震ハザード情報の正しい理解や実際の防災行動に結びつくかどうかといった、その先に求められる部分までをも保証するものではなく、こうした課題は今後の取り組みとして検討していく必要がある。例えば地震ハザード関連情報が防災行動に結びつくかどうかは、前掲の複数のサービス・アプリケーションを先行事例に参照しつつ、今後検証していくことが可能である。

J-SHIS には、地震ハザード関連情報のプラットフォームとして、機能の高度化を止めること無く、さらに工学・社会科学分野への橋渡しを行い、防災・減災活動を推進・加速するツールとして、地震ハザード情報そのものが持つ認識論的不確実性の伝え方も考慮に入れたより一層のわかりやすさの向上と、利活用の多様化への対応が期待されている。利用者の声をより継続的に反映させ発展と高度化を続けることにより、社会にとって不可欠なシステムとして、維持継続性が今後より一層重視されると考えられる。

6. 2015 年起点の確率論的地震動ハザードの試算

確率論的地震動予測地図における地震活動モデルの大幅な見直しがなされ、全国地震動予測地図 2014 年版が公表された.本付録では、その地震活動モデルに基づいて、2015年を起点とした確率論的地震動ハザードの試算結果を示す.

6.1 2015年起点の地震の発生確率の設定

2015 年 1 月を起点とした海溝型地震の発生確率を表 A1 に示す. 十勝沖地震と根室沖地震については、それぞれが単独で発生する場合と、両地震が連動して発生する場合の両方を考える. その際、両地震が発生する確率は、「対象とする期間(30 年または 50 年)に両地震がともに発生する場合に 16.7%の確率(6 回に 1 回)で連動する」と仮定する. 両地震の発生パターンに対する発生確率を表 A2 に示す. 同時に活動する地震も含めて考慮する. 主要活断層帯

および九州地域の詳細な評価対象とする断層における地震の発生確率を表 A3 および A4 にそれぞれ示す.これらの表に示されている以外の地震の発生確率等については、地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震、九州地域の活断層における複数の単位区間が同時に活動する(連動)地震、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震を含めて、全国地震動予測地図 2014 年版(2014 年起点)のモデルと同じである. なお、日本海東縁の地震については更新過程(BPT 分布)とポアソン過程の発生確率を併用しているが、確率論的地震動ハザード評価に用いる確率の値については、2014 年起点から変わりはない.

6.2 結果

評価結果の例を図 6.2-1~図 6.2-4 に示す. なお, 地震動の評価モデルも 2014 年起点のものと同じである.

衣 0. 1−1 2013 中起点の海海空地震の光土唯学							
	平均発	最新発	ばらつ	30 年発	50 年発生確率		
	生間隔	生時期	き α	生確率	50 年発生傩学		
色丹島沖の地震	72.2 年	45.4年前	0.28	59%	87% (1 回 86%, 2 回 1.0%)		
択捉島沖の地震	72.2 年	51.2年前	0.28	67%	90% (1 回 89%, 2 回 1.5%)		
十勝沖の地震	72.2 年	11.3 年前	0.28	2.8%	33%		
根室沖の地震	72.2 年	41.5年前	0.28	53%	84% (1 回 83%, 2回 0.74%)		
東北地方太平洋沖型の地震	600年	3.8 年前	0.24	0%	ほぼ 0%		
三陸沖北部のプレート間地震	97.0 年	46.6年前	0.18	11%	53%		
相模トラフ沿いの M8 クラスの地				平:0.7%	平:1.6%		
震	_		_	大:5.2%	大:9.9%		
南海トラフの地震	88.2 年	69.0年前	0.22	69%	92%		

表 6 1-1 2015 年起点の海溝型地震の発生確率

赤字は2014年起点と比べて値が変わったもの.

相模トラフ沿いの M8 クラスの地震の発生確率は地震本部事務局の計算による.「平」は平均ケース,「大」は最大ケースの確率.

= 6 1 0	連動して発生する場合を含む十勝沖の地震・	担党法の地震の 2015 年起よの発出体表
70 U I -/	一連則し、第十9る場合を20.十勝冲の卵房・	极至冲切即原切 ////) 车配员切开干傩坐

	ケース	30 年確率	50 年確率
(1)	「十勝沖」0回 * 「根室沖」0回	46%	11%
(2)	「十勝沖」0回 * 「根室沖」1回単独	51%	56%
(3)	「十勝沖」1回単独 * 「根室沖」0回	1.35%	5.4%
(4)	「十勝沖」1回単独 * 「根室沖」1回単独	1.25%	22%
(5)	「十勝沖」1回・「根室沖」1回 連動	0.25%	4.5%
(6)	「十勝沖」0回 * 「根室沖」2回単独	ほぼ 0%	0.50%
(7)	「十勝沖」1回単独 * 「根室沖」2回単独	ほぼ 0%	0.20%
(8)	「十勝沖」1回・「根室沖」2回 うち1回連動	ほぼ 0%	0.040%

(注)「十勝沖」: 十勝沖の地震,「根室沖」根室沖の地震. 発生確率が 10⁻³% 未満の確率は「ほぼ 0%」とした.

例えば、(4) の 50 年確率は、表 A1 で十勝沖地震が 50 年に 1 回発生する確率(33%)、根室沖の地震が 50 年間に 1 回発生する確率(83%)、両地震が連動しない確率 (100%-16.7%=83.3%) をすべて掛け合わせることにより、約 22%として求められる.

⁽注) 発生確率が 10-3%未満の確率は「ほぼ 0%」とした.

表 6.1-3 2015 年起点の主要活断層帯の地震発生確率 (その1)

コード	断層名称		主要活断層帯の地震完全確率(その表現評価結果(おは形性証価)	発生確率	発生確率
		平均活動間隔	(*は形状評価) 4000 年程度	平均ケース 4000 年	最大ケース 4000 年
0301			·	·	
	富良野断層帯 西部	最新活動時期	2 世紀~1739 年	1096年前	1915 年前
	[변 변	30 年発生確率	ほぼ 0%~0.03%	ほぼ 0%	0.030%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~0.05%	ほぼ 0%	0.054%
		平均活動間隔	約 800 年~1300 年	1050 年	800年
3601	神縄・国府津一 松田断層帯	最新活動時期	12 世紀~14 世紀後半(1350 年)	790 年前	915 年前
		30 年発生確率	0.2%~16%	4.4%	17%
		50 年発生確率	0.4%~30%	7.7%	26%
	三浦半島断層	平均活動間隔	1900 年~4900 年程度	3400年	1900年
3702	群主部	最新活動時期	6~7 世紀	1415 年前	1515 年前
3702	衣笠・北武	30 年発生確率	ほぼ 0%~3%	0.0053%	3.0%
	断層帯	50 年発生確率	ほぼ 0%~5%	0.0099%	5.1%
		平均活動間隔	3600年~4300年	3950年	3600 年
4001	高山・大原 断層帯 国府 断層帯	最新活動時期	約 4700 年前~300 (315) 年前	2508 年前	4700 年前
4801		30 年発生確率	ほぼ 0%~5%	0.44%	4.6%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~7%	0.74%	7.5%
		平均活動間隔	1400年~1900年	1650年	1400 年
6701	養老-桑名-	最新活動時期	13 世紀~16 世紀	615 年前	815 年前
6701	四日市断層帯	30 年発生確率	ほぼ 0%~0.7%	0.002%	0.70%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~1%	0.0051%	1.3%
	花折断層帯 中南部	平均活動間隔	4200年~6500年	5350年	4200 年
- 200		最新活動時期	2800 年前~6 世紀	2108 年前	2800 年前
7303		30 年発生確率	ほぼ 0%~0.6%	0.0013%	0.56%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~1%	0.0024%	0.95%
	有馬一高槻 断層帯	平均活動間隔	1000年~2000年	1500年	1000年
- < 0.4		最新活動時期	1596 年慶長伏見地震	419 年前	419 年前
7601		30 年発生確率	ほぼ 0%~0.03%	ほぼ 0%	0.030%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~0.06%	ほぼ 0%	0.073%
	中央構造線断 層帯 讃岐山 脈南縁一石鎚 山脈北縁東部	平均活動間隔	約 1000 年~1600 年	1300 年	1000年
0.5.05		最新活動時期	16 世紀	465 年前	515 年前
8103		30 年発生確率	ほぼ 0%~0.4%	0.0016%	0.35%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~0.7%	0.0041%	0.72%
	中央構造線 断層帯 石鎚山脈北縁	平均活動間隔	約 1000 年~2500 年	1750 年	1000 年
		最新活動時期	16 世紀	465 年前	515 年前
8104		30 年発生確率	ほぼ 0%~0.4%	ほぼ 0%	0.35%
		1	1		i

*赤字は2014年起点と比べて値が変わったもの.

表 6.1-3 2015 年起点の主要活断層帯の地震発生確率 (その 2)

コード	断層名称		長期評価結果	発生確率	発生確率
			(*は形状評価)	平均ケース	最大ケース
0105	中央構造線 断層帯	平均活動間隔	約 1000 年~2900 年	1950年	1000年
		最新活動時期	16 世紀	465 年前	515 年前
8105	石鎚山脈北縁	30 年発生確率	ほぼ 0%~0.4%	ほぼ 0%	0.35%
	西部-伊予灘	50 年発生確率	ほぼ 0%~0.7%	ほぼ 0%	0.72%
		平均活動間隔	約 1100 年~2300 年	1700 年	1100年
8106	中央構造線 断層帯 和泉山脈南縁	最新活動時期	7世紀以後,9世紀以前	1265 年前	1415 年前
8100		30 年発生確率	0.07%~14%	2.6%	14%
		50 年発生確率	0.1%~20%	4.4%	22%
	山崎断層帯 主部北西部	平均活動間隔	約 1800 年~2300 年	2050年	1800年
8202		最新活動時期	868年播磨国地震	1147 年前	1147 年前
8202		30 年発生確率	0.09%~1%	0.33%	1.0%
		50 年発生確率	0.2%~2%	0.59%	1.8%
		平均活動間隔	5000 年~10000 年程度	7500 年	5000年
9702	伊勢湾断層帯	最新活動時期	概ね 2000 年前~1500 年前 (2015 年前~1515 年前)	1765 年前	最大ケース 1000 年 515 年前 0.35% 0.72% 1100 年 1415 年前 14% 22% 1800 年 1147 年前 1.0% 1.8%
	主部南部	30 年発生確率	ほぼ 0%~0.002%	ほぼ 0%	0.0021%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~0.004%	ほぼ 0%	0.0037%
9801		平均活動間隔	約 3000 年~7000 年	5000年	3000年
	大阪湾断層帯	最新活動時期	約9世紀以後	608 年前	1415 年前 14% 22% 1800 年 1147 年前 1.0% 1.8% 5000 年 2015 年前 0.0021% 0.0037% 3000 年 1215 年前 0.0040%
	八败偽即唐帘	30 年発生確率	0.004%以下	ほぼ 0%	0.0040%
		50 年発生確率	0.007%以下	ほぼ 0%	0.0077%
* 本字け 2014 年起占と比べて値が恋わったもの					

^{*}赤字は2014年起点と比べて値が変わったもの.

表 6.1-4 2015 年起点の九州地域の詳細な評価対象とする断層における地震の発生確率

コード	断層名称		長期評価結果 (*は形状評価)	発生確率 平均ケース	発生確率 最大ケース
	平均活動間隔	約 2500~4700 年	3600 年	2500 年	
12002	雲仙断層群	最新活動時期	約 2400 年前以後, 11 世紀以前	1658 年前	2400 年前
12903	南西部北部区 間	30 年発生確率	ほぼ 0%~4%	0.021%	4.0%
	50 年発生確率	ほぼ 0%~7%	0.038%	6.6%	
日奈久断層帯 13101 高野一白旗区 間		平均活動間隔	不明	7300 年	3600 年
		最新活動時期	約 1600 年前以後, 約 1200 年前以 前	1415 年前	1615 年前
	間	30 年発生確率	ほぼ 0%	ほぼ 0%	0.015%
	50 年発生確率	_	ほぼ 0%	0.027%	
13103		平均活動間隔	3600~11000 年程度	7300 年	3600 年
	日奈久断層帯	最新活動時期	約 8400 年前以後, 約 2000 年前以 前	5208 年前	8400 年前
	八代海区間	30 年発生確率	ほぼ 0%~6%	0.47%	6.3%
		50 年発生確率	ほぼ 0%~10%	0.79%	10%

^{*}赤字は2014年起点と比べて値が変わったもの.

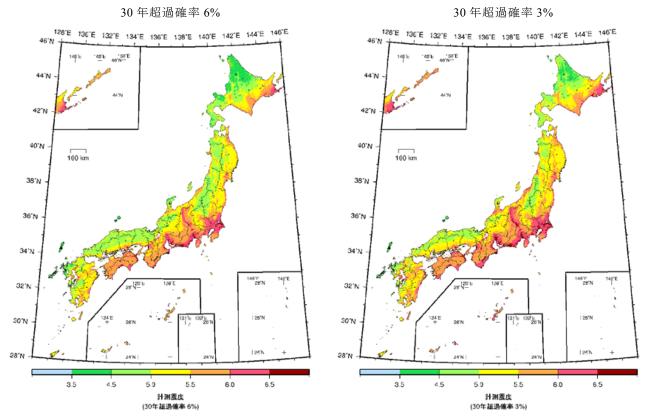


図 6.2-1 すべての地震を考慮した地表の計測震度(2015年起点,平均ケース)

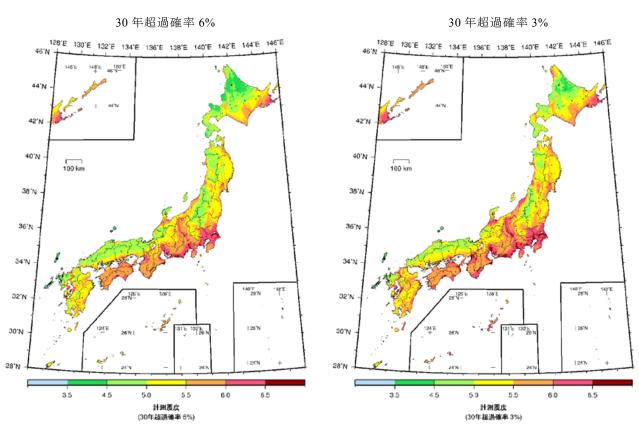


図 6.2-2 すべての地震を考慮した地表の計測震度(2015年起点,最大ケース)

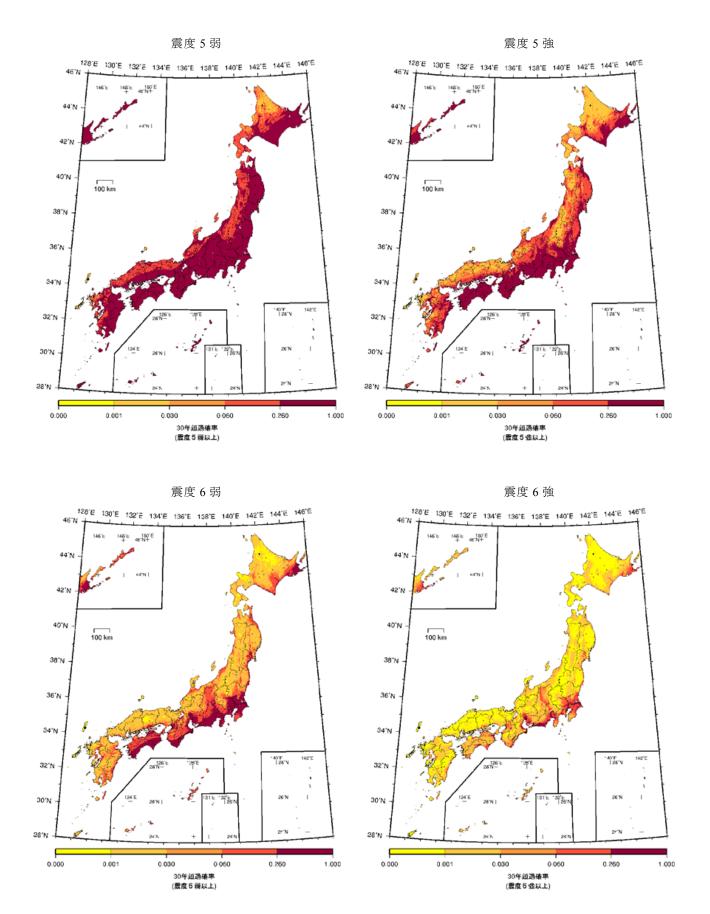


図 6.2-3 すべての地震を考慮した 30 年超過確率 (2015 年起点, 平均ケース)

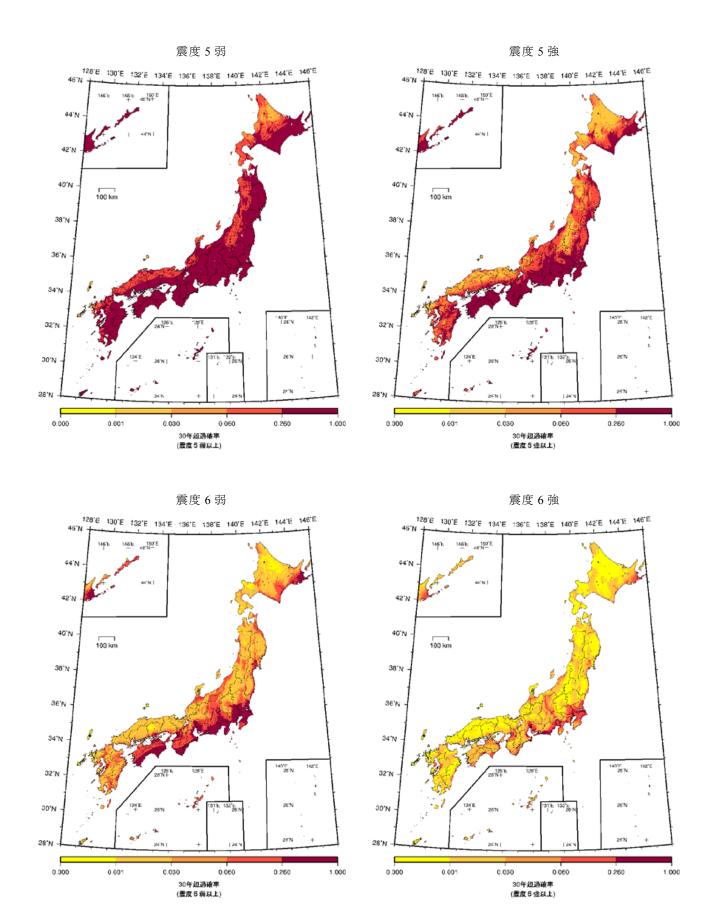


図 6.2-4 すべての地震を考慮した 30 年超過確率 (2015 年起点, 最大ケース)

7. 新しい地震動予測式を用いた確率論的地震動ハザード の試算

1995 年兵庫県南部地震以後,日本国内では高密な強震観測網が整備され、多数の強震動波形データが公開されるようになった。全国地震動予測地図では司・翠川(1999)の距離減衰式を用いているが、その後も多数の強震動記録の蓄積が続いており、これにより、最大加速度(PGA)や最大速度(PGV)といった最大値指標だけでなく、工学的に利用される応答スペクトルも含め、多数の距離減衰式に関する検討が行われてきた。

そのような中、2011年東北地方太平洋沖地震の発生によ り、マグニチュード9クラスの地震への地震動予測式の適 用に関する検討も行われるようになった. 司・ほか (2011) は, 東北地方太平洋沖地震で観測された最大加速度, 最大 速度が司・翠川 (1999) の断層最短距離を指標とした式に おける Mw8.3 相当であったこと、海外の超巨大地震の観測 記録でも同様であったことを示している. 佐藤・ほか(2012) は、佐藤・ほか(2010)を改良した距離減衰式においても 東北地方太平洋沖地震の観測記録を過大評価し、Mw8.4 程 度がもっとも説明できることを示している. また, Morikawa and Fujiwara (2013) は、含めたデータセットを用 いて、マグニチュードに対して振幅が頭打ちをする距離減 衰式を提案しており、 $M_w8.2$ または 8.1 で頭打ちとなると している. これらはいずれも断層最短距離を指標としてい るが, 一方で, 等価震源距離 (Ohno et al., 1993) を指標と した場合には,頭打ちが見られないという指摘もある(司・ ほか, 2011; 大野, 2011).

これまでの PGV や計測震度の距離減衰式では, 浅部地盤による増幅特性の補正が主であったが, 長周期地震動まで対象となってきたことや地下構造モデルが整備されてきたことにより, 深部地盤による増幅特性に関する検討も行われている(増井・翠川, 2007; 湯沢・工藤, 2011; 佐藤・ほか, 2010, 2012; Morikawa and Fujiwara, 2013; Dhakal et al., 2013).

一方,地震防災に向けた耐震設計などで地震動ハザード評価を利用上では、対象地点における詳細な地盤(地下構造モデル)を用いた応答スペクトル等の周期特性を含む地震動評価を行うことが必要であるが、全国を概観したハザード評価結果があればそれをもとに詳細な評価を行う地震を適切に抽出することも可能となる、藤原・ほか(2009)は、Kanno et al. (2006)の距離減衰式を用いた応答スペクトルの地震動ハザード評価の検討が行われている。しかしながら、Kanno et al. (2006)の距離減衰式は、やや長周期帯(周期5秒以下)の地震動を評価する上で深部地盤による増幅が考慮されていないことや、M8クラス以上の地震の地震動が大きめに評価されるといった課題があった。

そこでここでは,

- ・計測震度、PGA、PGV、応答スペクトルが同一のデータセットから求められている
- ・マグニチュード9クラスの超巨大地震まで適用可能で ある
- ・浅部地盤、深部地盤の両方の増幅特性が考慮できる

という観点に立ち、Morikawa and Fujiwara (2013) による地 震動予測式(以下では、MF 式と呼ぶ)を用いて、全国地 震動予測地図で対象となっていた最大速度、計測震度だけ でなく、応答スペクトルおよび最大加速度の地震動ハザー ドを試算する.

7.1 Morikawa and Fujiwara (2013) の地震動予測式

Morikawa and Fujiwara (2013) による地震動予測式は,次式で表されている.

計測震度 (I)

$$\frac{I}{2} = a \cdot (Mw' - 16)^2 + b_k \cdot X + c_k - \log(X + d \cdot 10^{0.5Mw'}) + G_d + G_s + AI \pm o$$
(7.1-1)

最大速度,最大加速度,減衰定数 5%の加速度応答スペクトル (A)

$$\log A = a \cdot (Mw' - 16)^{2} + b_{k} \cdot X + c_{k} - \log(X + d \cdot 10^{0.5Mw'})$$

$$+ G_{d} + G_{s} + AI \pm o$$
(7.1-2)

ただし、
$$Mw' = \min(Mw, 8.2)$$

なお、Morikawa and Fujiwara (2013) では Mw の 1 次式も 提案されているが、標準偏差が小さい 2 字式を採用する. 以下では、基本式、深部地盤の補正項、浅部地盤の補正項、 異常震域の補正項、ばらつきに分けて説明する.

7.1.1 基本式

Morikawa and Fujiwara (2013) の地震動予測式のうち,基本式は次式で表される.

計測震度: I

$$\frac{I}{2} = a \cdot (Mw' - 16)^2 + b_k \cdot X + c_k - \log(X + d \cdot 10^{0.5Mw'})$$
(7.1.1-1)

その他の指標: A [cm/s または cm/s/s]

$$\log A = a \cdot (Mw'-16)^2 + b_k \cdot X + c_k - \log(X + d \cdot 10^{0.5Mw'})$$
(7.1.1-2)
$$\text{7.7.1.1.2}$$

Mw :モーメントマグニチュード

X : 断層最短距離 [km]

a, bk, ck, d: 回帰係数

※下付きの k は地震以下のタイプを表す

1:カテゴリーⅢの地震

2:海溝型プレート間地震

3:海溝型プレート内地震

この基本式は、すべての地震、およびすべての評価地点に対して適用する. なお、同式は断層最短距離が 200km 以内の地震観測記録により回帰されているが、200km 以遠の場合でもそのまま外挿して適用する.

7.1.2 深部地盤の補正項

深部地盤の補正項は、すべての地震動強さ指標に対して 共通に用いられ、次式で表される.

$$G_d = p_d \cdot \log \left\{ \frac{\max(D_{l\min}, D_{1400})}{250} \right\}$$
 (7.1.2-1)

D1400 : 評価地点における Vs=1400m/s 層上面まで

の深さ [m]

pd, Dlmin:回帰係数

この深部地盤補正項についても、基本式と同様にすべての地震、およびすべての評価地点に対して適用される。深部地盤モデルは、南西諸島まで拡張された藤原・他(2012)を用いる。ただし、深部地盤モデルのない小笠原諸島等については、 D_{1400} を一律ゼロとしている。また、Vs=1400m/sの層がない地点は、回帰式作成時と同条件のその下の層の上面深さを用いる。

7.1.3 浅部地盤の補正項

浅部地盤の補正項は,深部地盤の補正項と同様にすべて の地震動強さ指標に対して共通に用いられ,次式で表され る.

$$G_s = p_s \cdot \log \left\{ \frac{\min(1Vs \max, AVS30)}{350} \right\}$$
 (7.1.3-1)

 AVS 30:評価地点における深さ 30m までの平均 S 波

速度 [m/s]

ps, Vsmax:回帰係数

この浅部地盤補正項についても、すべての地震に対して適用される. ただし、評価地点が地表で AVS30=0 (水域) の場合は評価しない. なお、工学的基盤上 (AVS30=400m/s)での評価においては、次式を用いる.

$$G_s = p_s \cdot \log\left\{\frac{400}{350}\right\} \cong p_s \times 0.058$$
 (7.1.3-2)

7.1.4 異常震域の補正項

異常震域の補正項は、すべての地震動強さ指標に対して 共通に用いられ、次式で表される.

$$AI = \gamma \cdot X v f \cdot (H - 30) \tag{7.1.4-1}$$

Xvf :評価地点における火山フロントまでの距離

[km]

H:震源の深さ [km]

γ : 回帰係数 (東北日本と西南日本で別の値)

火山フロント位置は、回帰で用いられているものとする. すなわち、東北日本は森川・他(2006)を、西南日本は地 震調査委員会(2009)および藤原・他(2009)を用いる(表 7.1.4-1 および図 7.1.4-1). ただし、東北日本に関して、日 本の第四紀火山カタログを参照し、伊豆・小笠原諸島まで 拡張する. また, 西南日本についてはこれまでの評価(地震調査委員会, 2009; 藤原・他(2009) と同様に, *Xvf*>75 の場合は *Xvf*=75 としている.

東北日本(太平洋プレート)の地震は深さ 30km 以深のすべての地震について、北緯 36°以北の評価地点に対して適用する.ただし、実際には、北緯 36.5°で 1 倍、35.5°で 0 倍となるように変化させている.西南日本(フィリピン海プレート)の地震は深さ 60km 以深の九州~南西諸島にかけての地域における地震について、東経 136.9°以西の評価地点に対して適用する.また、「震源の深さ」は、断層面の中心深さを採用している.

表 7.1.4-1 火山フロントの基準点位置

東北日本(太平洋プレート)の地震					
緯度[°N]	45.9	44.3	43.6	42.6	39.3
経度[° E]	150.0	146.9	145.0	141.2	141.0
緯度[°N]	37.2	36.1	34.1	31.0	24.0
経度[° E]	140.1	138.7	139.7	140.2	141.6
西南日本(フィリピン海プレート)の地震					
緯度[°N]	36.2	35.3	35.3	34.9	33.4
経度[° E]	136.9	134.9	133.7	132.0	131.6
緯度[°N]	31.5	29.5	27.9	24.5	24.5
経度[° E]	130.8	129.7	128.3	124.0	122.0

赤字は森川・他(2006)からの変更・追加

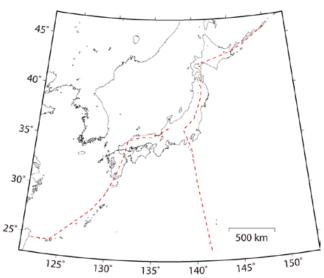


図 7.1.4-1 設定した火山フロント位置(赤破線)

7.1.5 ばらつき (標準偏差)

ばらつき (標準偏差) については、最近の研究や観測記録の分析からは、現在設定されている値から変更するに十分な根拠が得られていないことから、以下に示すこれまで用いてきた値を適用する.

地震タイプ1(カテゴリーⅢの地震)

$$o = \begin{cases} 0.23 & X \le 20 \text{km} \\ 0.23 - 0.03 \cdot \frac{\log(X/20)}{\log(30/20)} & 20 \text{km} < X \le 30 \text{km} \\ 0.20 & 30 \text{km} < X \end{cases}$$
 (7.1.5-1)

地震タイプ 2 および 3 (カテゴリー I および II の地震) 最大速度

$$o = \begin{cases} 0.20 & V_b \leq 39.5 \text{cm/s} \\ 0.20 - 0.05 \cdot \frac{V_b - 39.5}{39.5} & 39.5 \text{cm/s} < V_b \leq 79 \text{cm/s} \text{ (7.1.5-2)} \\ 0.15 & 79 \text{cm/s} < V_b \end{cases}$$

V_b : 基本式による最大速度の予測値 [cm/s]

計測震度

$$o = \begin{cases} 0.20 & I_b \le 5.43 \\ 0.20 - 0.05 \cdot \frac{I_b - 5.43}{0.51} & 5.43 < I_b \le 5.94 \\ 0.15 & 5.94 < I_b \end{cases}$$
 (7.1.5-3)

Ib : 基本式による計測震度の予測値

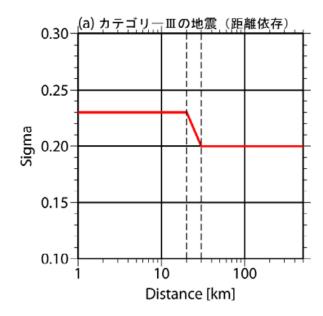
地震タイプ 1(カテゴリー Π の地震)には、図 7.1.5-1(a) に示す震源距離に依存したばらつきを考慮し、地震タイプ 2 および 3 (カテゴリー I および Π の地震)には、図 7.1.5-1(b) と (c) に示す振幅に依存したばらつきを考慮している.

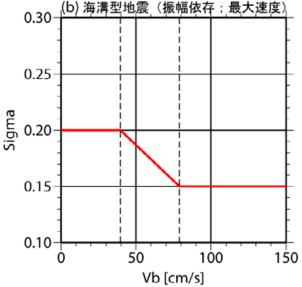
振幅に依存したばらつきは、最大速度と計測震度で異なり、最大速度は、司・翠川(1999)の最大速度の式による AVS30=600m/s 上での値を基本とする。ただし、すべての海溝型地震と評価地点に対して司・翠川(1999)の式による値を求めると計算量が膨大になる。そこで実際の計算に当たっては、藤本・翠川(2006)による AVS30 と最大速度の増幅率の関係を用いて、境界となる最大速度値(25cm/s および 50cm/s)を基本式で求められる AVS30=350m/s 上の値に換算し両者を線形で結んでいる(図 7.1-2(b)).一方、計測震度については、海溝型地震(カテゴリー I および II の地震)に対して適用されている、翠川・他(1999)による最大速度と計測震度の関係式を用いて、境界となる最大速度値を基本式で求められる計測震度の値に換算し、両者を線形で結んでいる(図 7.1-2(c)).

ただし、最大加速度のための値については、これまでの 事例がないため、ここでは地震タイプによらず 0.20 の一定 値を仮定する

無限大の地震動強さが生じることを避けるため、いずれも対数正規分布(計測震度は正規分布)を仮定し、 $\pm 3s$ で打ち切っている.

ばらつきに関する検討は現在も行われているところであり,ここで用いた値はあくまで暫定的なものである.





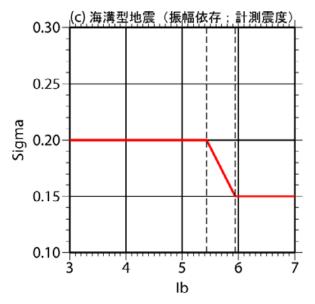


図 7.1.5-1 適用するばらつきの値

基本式の回帰係数を表 7.1-2 に、補正項の回帰係数を表 7.1-3 に示す. ここで、深部地盤および浅部地盤に関する補 また、考慮する地震ごとに適用する地震動評価手法を表 正項については, 森川・藤原 (2014) により見直された「浅 7.1-4 に示す.

部と深部を同時に回帰」による係数を用いることとする.

表 7.1-2 基本式の回帰係数 (Morikawa and Fujiwara, 2013)

5 0.005078 5 0.011641 0 0.002266
5 0.011641
0.002200
1 0.012812
4 0.014508
7 0.015574
8 0.016465
9 0.017390
9 0.018438
0 0.017396
2 0.016457
4 0.015607
0.014118
7 0.012855
9 0.011273
1 0.010380
1 0.009225
6 0.007670
6 0.006448
9 0.005464
7 0.004657
5 0.003986
1 0.002946
4 0.002193
9 0.001641
1 0.001234
5 0.000936
4 0.000723
4 0.000576
7 0.000482
0.000417
4 0.000471
7 0.000703
6 0.000702
7 0.000826
8 0.001202
1 0.001647
7 0.002087
5 0.002489
7 0.002841
6 0.003139
7 0.003384 8 0.003580
8 0.003580 2 0.003728
8 0.003728
1 0.003898
0.003898
1 0.003924
7 0.003890
9 0.003828

表 7.1-3 補正項の回帰係数 (Morikawa and Fujiwara, 2013 および森川・藤原, 2014)

				,	のよび林川・膝原	
Parameter	p_d	Dlmin	p_s	Vs_{max}	γ _{NE}	γsw
I/2	0.032214	320	-0.7565	1200	6.066E-05	5.914E-05
PGA	-0.055358	15	-0.5232	1950	7.602E-05	6.327E-05
PGV	0.129142	105	-0.6934	850	4.693E-05	3.721E-05
0.05s	-0.071415	15	-0.3688	2000	8.768E-05	6.642E-05
0.06s	-0.081796	15	-0.3092	2000	8.669E-05	6.629E-05
0.07s	-0.089891	15	-0.2478	2000	8.585E-05	6.618E-05
0.08s	-0.093581	15	-0.2341	2000	8.512E-05	6.608E-05
0.09s	-0.089604	15	-0.2529	2000		6.599E-05
0.10s	-0.084855	15	-0.2844	2000	8.391E-05	6.592E-05
0.11s	-0.076412	15	-0.3057	2000	8.340E-05	6.585E-05
0.12s	-0.076948	15	-0.3520	2000	8.292E-05	6.578E-05
0.13s	-0.072886	15	-0.3951	2000	8.249E-05	6.572E-05
0.15s	-0.061401	15	-0.4618	2000	8.171E-05	6.562E-05
0.17s	-0.051288	15	-0.5368	2000	8.103E-05	6.553E-05
0.20s	-0.043392	15	-0.6337	2000	8.015E-05	6.541E-05
0.22s	-0.035431	15	-0.6659	2000	7.963E-05	6.534E-05
0.25s	-0.032667	15	-0.7195	2000	7.894E-05	6.525E-05
0.30s	-0.019984	15	-0.7930	2000	7.795E-05	6.511E-05
0.35s	-0.010959	15	-0.8459	2000		6.500E-05
0.40s	0.003891	15	-0.8752	2000		6.491E-05
0.45s	0.017120	15	-0.8921	1973	7.341E-05	6.482E-05
0.50s	0.030246	15	-0.8911	1900	7.075E-05	6.474E-05
0.60s	0.057955	15	-0.8695	1780	6.614E-05	6.461E-05
0.70s	0.071145	15	-0.8739	1684		5.872E-05
0.80s	0.089675	15	-0.8465	1606	5.888E-05	5.361E-05
0.90s	0.109109	15	-0.8147	1539	5.590E-05	4.911E-05
1.0s	0.128832	15	-0.7787	1482	5.324E-05	4.508E-05
1.1s	0.146198	15	-0.7330	1433		4.143E-05
1.2s	0.161540	17	-0.7032	1389	4.863E-05	3.811E-05
1.3s	0.171349	19	-0.6866	1350		3.504E-05
1.5s	0.195287	23	-0.6501	1282	4.299E-05	2.957E-05
1.7s	0.220718	27	-0.6024	1226		2.479E-05
2.0s	0.253945	34	-0.5436	1157	3.573E-05	1.857E-05
2.2s	0.270206	38	-0.5057	1118		1.493E-05
2.5s	0.291435	45				1.004E-05
3.0s	0.323118	58	-0.4139	1000		3.068E-06
3.5s	0.355950	71	-0.3758	947		-2.826E-06
4.0s	0.380773	85	-0.3483	902		-7.932E-06
4.5s	0.405714	99	-0.3097	865	1.524E-05	-1.244E-05
5.0s	0.419676	114	-0.2947	833		-1.244E-05
5.5s	0.434776	129	-0.2895	805	1.524E-05	-1.244E-05
6.0s	0.453344	145	-0.2904	781	1.524E-05	-1.244E-05
6.5s	0.455404	155	-0.2818	758		-1.244E-05
7.0s	0.440951	155	-0.2833	739	1.524E-05	-1.244E-05
7.5s	0.427237	155	-0.2756	721	1.524E-05	-1.244E-05
8.0s	0.410255	155	-0.2777	704	1.524E-05	-1.244E-05
8.5s	0.393707	155	-0.2790	689	1.524E-05	-1.244E-05
9.0s	0.378643	155	-0.2844	675	1.524E-05	-1.244E-05
9.5s	0.363717	155	-0.2905	662	1.524E-05	-1.244E-05
10s	0.348396	155	-0.2984			-1.244E-05

用する地震動予測式の一覧

用する地震動予測式の一覧	_		
地震	係数	異常 震域	ばら つき
南海トラフのプレート間大地震	2	_	振幅
相模トラフ沿いの M8 クラスの地震	2	_	振幅
東北地方太平洋沖型の地震	2	東北	振幅
三陸沖北部のプレート間大地震 (繰り返し発生する地震)	2	東北	振幅
三陸沖北部から房総沖の海溝寄り のプレート間大地震(津波地震)	2	東北	振幅
三陸沖北部から房総沖の海溝寄り のプレート内大地震(正断層型)	3	東北	振幅
十勝沖の地震・根室沖の地震	2	東北	振幅
色丹島沖の地震	2	東北	振幅
択捉島沖の地震	2	東北	振幅
海溝軸より沖合いの地震 (アウターライズ地震)	3	東北	振幅
北海道北西沖の地震	1	_	距離
北海道西方沖の地震	1	_	距離
北海道南西沖の地震	1	_	距離
青森県西方沖の地震	1	_	距離
秋田県沖の地震	1	_	距離
山形県沖の地震	1	_	距離
新潟県北部沖の地震	1	_	距離
佐渡島北方沖の地震	1	_	距離
安芸灘〜伊予灘〜豊後水道の プレート内地震	3	_	振幅
日向灘のプレート間地震	2	_	振幅
日向灘のひとまわり小さい プレート間地震	2	_	振幅
与那国島周辺の地震	2	_	振幅
主要活断層帯に発生する固有地震 詳細な評価対象とする活断層の 地震(九州) 地表の証拠からは活動の痕跡を 認めにくい地震	1	_	距離
主要活断層帯以外の活断層に 発生する地震 簡便な評価対象とする活断層の 地震(九州)	1	_	距離

表 7.1-4 確率論的地震動ハザード評価における地震と適 表 7.1-4 確率論的地震動ハザード評価における地震と適 用する地震動予測式の一覧(つづき)

用する地震動予測式の一覧	()	72)	
地震	係数 <i>d</i>	異常 震域	ばら つき
太平洋プレートのプレート間の震 源断層をあらかじめ特定しにくい 地震	2	東北	振幅
太平洋プレートのプレート内の震 源断層をあらかじめ特定しにくい 地震	3	東北	振幅
フィリピン海プレートのプレート 間の震源断層をあらかじめ特定し にくい地震	2		振幅
フィリピン海プレートのプレート 内の震源断層をあらかじめ特定し にくい地震	3	西南 (一部)	振幅
陸域で発生する地震のうち活断層 が特定されていない場所で発生す る地震	1		距離
浦河沖の震源断層を あらかじめ特定しにくい地震	1	東北	振幅
日本海東縁部の震源断層を あらかじめ特定しにくい地震	1	_	距離
伊豆諸島以南の震源断層を あらかじめ特定しにくい地震	1		距離
南西諸島付近の震源断層を あらかじめ特定しにくい地震	1	_	距離

7.2 評価結果

本節では、2015 年 1 月を起点とした Morikawa and Fujiwara (2013) の地震動予測式を用いた確率論的地震動ハザード評価結果(以下、MF モデルと呼ぶ)を示し、その特徴を概観する。なお、地震活動モデルは、6 章で示した2015 年起点の確率論的地震動ハザード評価(以下、2015 モデルと呼ぶ)における平均ケースとしている。

(0) 地盤の増幅率

Morikawa and Fujiwara (2013) では、深部地盤と浅部地盤 (Vs=400m/s 相当の工学的基盤から地表まで) に分けて地盤の増幅率が算定されており、また、地震動強さ指標も最大加速度、最大速度、加速度応答スペクトル

図 7.2-1 に最大速度の増幅率について、深部地盤, 浅部地盤, 深部地盤と浅部地盤との積を示す. 図 7.2-2 には最大加速度の増幅率を示す. ただし,最大加速度については地表での評価を行わないため深部地盤のみの増幅率を示す. 図 7.2-3 に計測震度の震度増分について、深部地盤,浅部地盤,深部地盤と浅部地盤の和を示す. 地震動の短周期成分の影響が大きい最大加速度や計測震度では,深部地盤による増幅が顕著でないことが分かる.これは,地盤増幅に関する再検討結果,浅部と深部を同時に求めた補正項を適用したことによる. 一方で最大速度では深部地盤による増幅もある程度見られている.

(1) 地表の計測震度を固定した場合の超過確率の分布 図

図 7.2-4 は、30 年間に震度 5 弱、震度 5 強、震度 6 弱、震度 6 強以上となる確率の分布図をすべての地震を考慮して評価した結果である。2015 モデルと同様に、震度 5 弱以上となる確率は、全国の大半の地域で 6%以上となっている。これに対して、震度 6 弱以上となる確率が高い地域は、北海道の東部、仙台平野周辺から北関東の太平洋沿岸、南関東から四国の太平洋側、長野県から新潟県周辺、および一部の平野部となっている。

(2) MF モデルと 2015 モデルの期間 30 年の超過確率 の差の分布図

図 7.2-5 は、MF モデルと 2015 モデルの期間 30 年の超過 確率の差の分布図であり、すべての地震を考慮した結果である。確率の差は、2015 モデルに比べて MF モデルが大き い場合を赤色で、反対の場合を青色で示している。

MF モデルの超過確率は、震度 6 弱以上の場合、関東平野、北海道の一部、岩手県沿岸部で上昇し、太平洋側の多くの地域では減少している。内陸部や日本海側では震度 6 弱以上の 30 年超過確率に大きな変化は見られない。震度が 5 強、5 弱と小さくなるに従い、30 年超過確率が減少する地域は拡大していく。これは、2015 モデルでは震度 5 弱や 5 強の地震動において海溝型巨大地震の影響が内陸部や日本海側でも大きいのに対して、MF モデルは、海溝型巨大地震の遠方において地震動が小さめに評価される傾向があることと関係している。

(3) 期間 30 年の超過確率を固定した場合の工学的基 盤上の計測震度の分布図

図 7.2-6 は、30 年超過確率が 6%および 3%の場合のすべての地震を考慮した工学的基盤上の計測震度の分布図である. 十勝沖の地震、相模トラフ沿いの地震、南海トラフの地震などの影響により太平洋沿岸部で高く、日本海側にむかうに従い小さくなっていく. 超過確率 3%の計測震度が6.0 (震度 6 強)以上となる地域は、関東から四国にかけての太平洋側と糸魚川一静岡構造線断層帯沿いの地域となっている.

(4) MF モデルと 2015 モデルの工学的基盤上の計測震 度の差の分布図

図 7.2-7 は、30 年間の超過確率 6%および 3%に対応する工学的基盤上の計測震度について、2015 モデルを基準にMF モデルとの差を示したものであり、すべての地震を考慮した結果である. 計測震度の差は、2015 モデルに比べてMF モデルが大きい場合を赤色で、反対の場合を青色で示している. MF モデルの計測震度が大きい地域は、北海道の東部、岩手県から北関東の太平洋沿岸部、南関東から九州の太平洋側と南西諸島、新潟県および一部の平野部となっている.

(5) 期間 30 年の超過確率を固定した場合の工学的基 盤上の最大速度の分布図

図 7.2-8 は、30 年間の超過確率が 6%および 3%の場合のすべての地震を考慮した工学的基盤上の最大速度の分布図である。30 年超過確率 3%の最大速度は、計測震度と同様に、関東から四国にかけての太平洋側と糸魚川一静岡構造線断層帯沿いの地域で高くなっている。

(6) MF モデルと 2015 モデルの工学的基盤上の最大速 度比の分布図

図 7.2-9 は、30 年間の超過確率 6%および 3%に対応する工学的基盤上の最大速度について、2015 モデルを基準にMF モデルとの比を示したものであり、すべての地震を考慮した結果である。最大速度の比は、2015 モデルに比べてMF モデルが大きい場合を赤色で、反対の場合を青色で示している。30 年超過確率 3%の最大速度で比較すると、MF モデルの最大速度は、北海道の西縁部、富山県から新潟県周辺、関東平野、大分県、長崎県の一部で大きくなっているが、それ以外の地域では小さい。これは、深部地盤による増幅(図 7.2-1)と対応している。

(7) 期間 30 年の超過確率を固定した場合の地表の最 大速度の分布図

図 7.2-10 は,30 年間の超過確率が 6%および 3%の場合のすべての地震を考慮した地表の最大速度の分布図である. 浅部地盤での増幅率を考慮することで最大速度が大きくなる地域が鮮明になり、関東、名古屋、大阪といった平野部では工学的基盤と比べて最大速度が大きくなる.

(8) MF モデルと 2015 モデルの地表の最大速度比の分布図

図 7.2-11 は,30 年間の超過確率 6%および 3%に対応する 地表の最大速度について,2015 モデルを基準に MF モデル との比を示したものであり,すべての地震を考慮した結果 である.最大速度の比は,2015 モデルに比べて MF モデル の最大速度が大きい場合を赤色で,反対の場合を青色で示している.工学的基盤上の最大速度と同様の傾向を示している.

(9) 期間 30 年の超過確率を固定した場合の工学的基 盤上の最大加速度分布図

図 7.2-12 は,30 年間の超過確率が 6%および 3%の場合のすべての地震を考慮した工学的基盤上の最大加速度の分布図である.30 年超過確率 3%の最大加速度は,計測震度と同様に,関東から四国にかけての太平洋側と糸魚川一静岡構造線断層帯沿いの地域で高くなっている.2015 モデルでは最大加速度を指標とした分布図は算定されていないため,比較はできない.

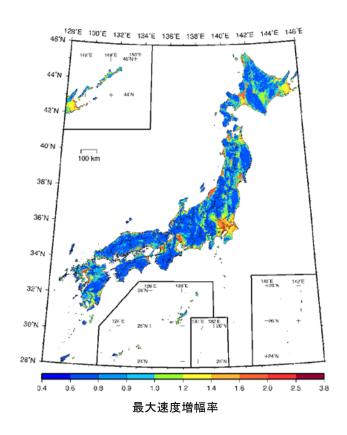


図 7.2-1(2) MF モデルによる最大速度増幅率 (浅部)

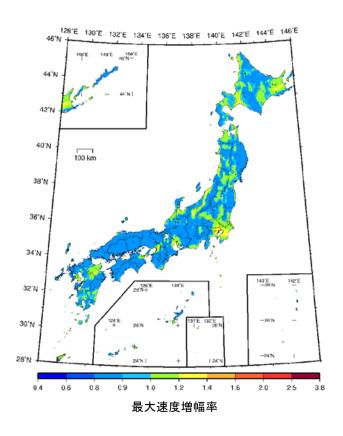


図 7.2-1(1) MF モデルによる最大速度増幅率 (深部)

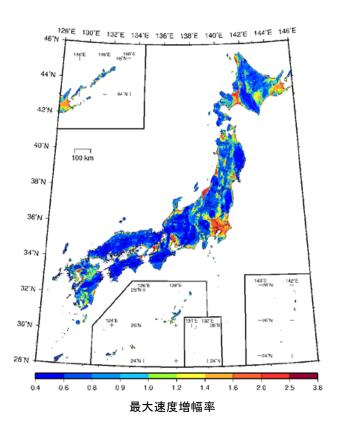
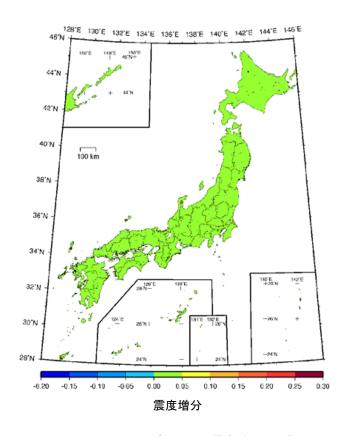
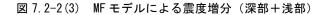


図 7.2-1(3) MF モデルによる最大速度増幅率(深部×浅部)

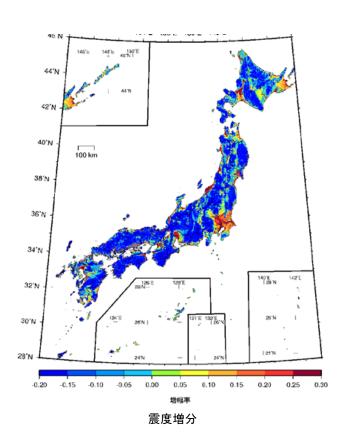


128'E 130'E 132'E 134'E 136'E 138'E 140'E 142'E 144'E 146'E 44'N 40'N 100 km 38'N 36.M 34'N 35.V 30'N -0.10 -0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 震度増分

図 7.2-2(1) MF モデルによる震度増分(深部)



130°E 132°E 134°E 136°E 138°E 140°E 142°E 144°E 146°E



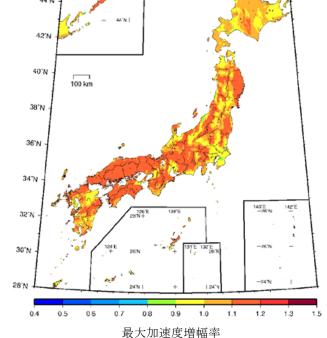


図 7.2-2(2) MF モデルによる震度増分(浅部)

図 7.2-3 MF モデルによる最大加速度増幅率 (深部)

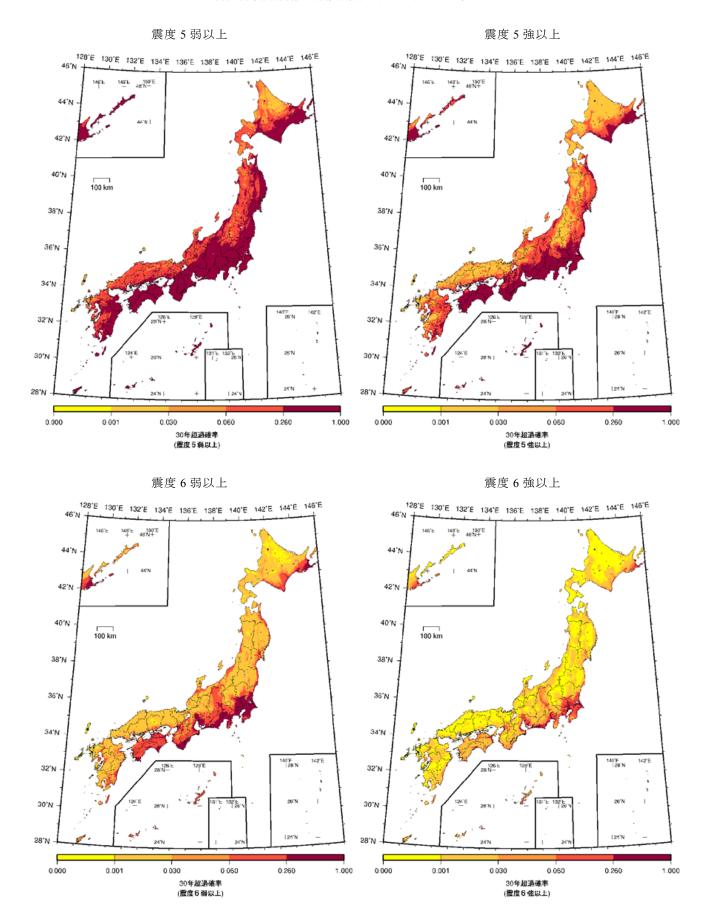


図 7.2-4 MF モデルによる 30 年超過確率

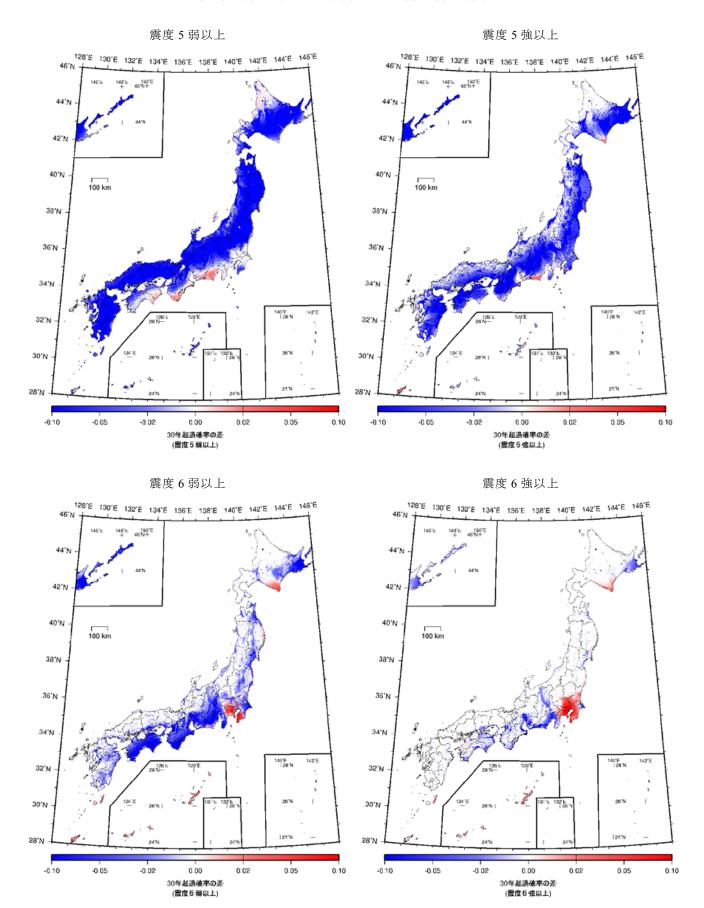


図 7.2-5 MF モデルと 2015 モデルとの 30 年超過確率の差

30 年超過確率 6%

30 年超過確率 3%

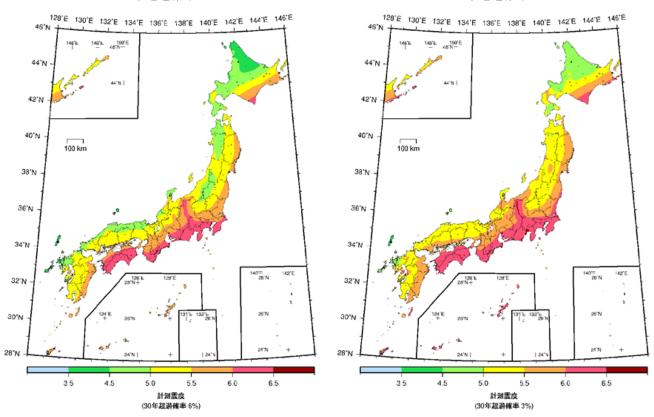


図 7.2-6 MF モデルによる工学的基盤上の計測震度分布

30 年超過確率 6%

30 年超過確率 3%

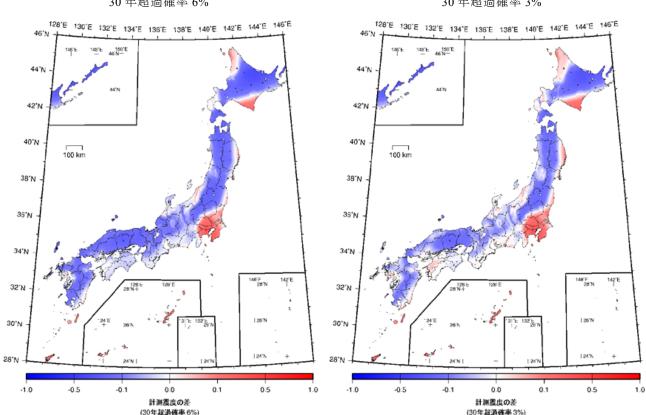


図 7.2-7 MF モデルと 2015 モデルとの工学的基盤上の計測震度の差

30 年超過確率 6%

30 年超過確率 3%

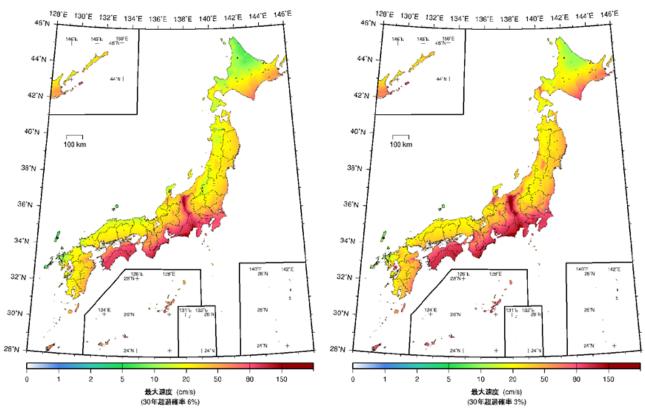


図 7.2-8 MF モデルによる工学的基盤上の最大速度

30 年超過確率 6%

30 年超過確率 3%

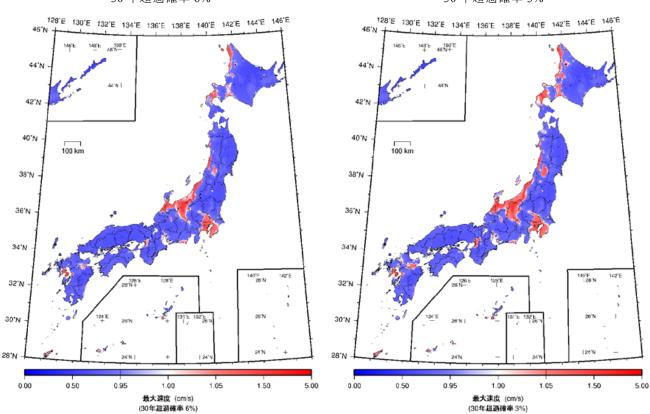


図 7.2-9 MF モデルと 2015 モデルとの工学的基盤上の最大速度の比

30 年超過確率 6%

30 年超過確率 3%

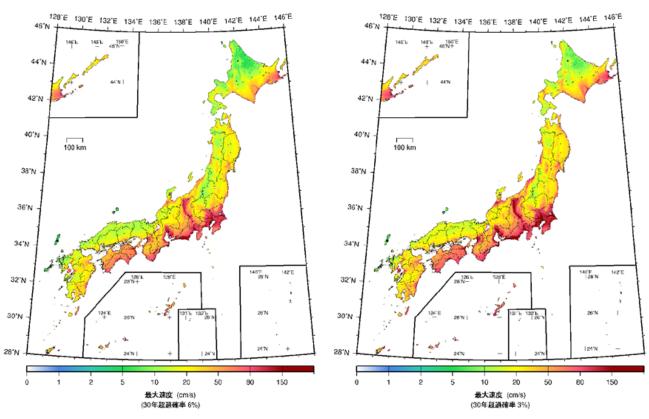


図 7.2-10 MF モデルによる地表の最大速度

30 年超過確率 6%

30 年超過確率 3%

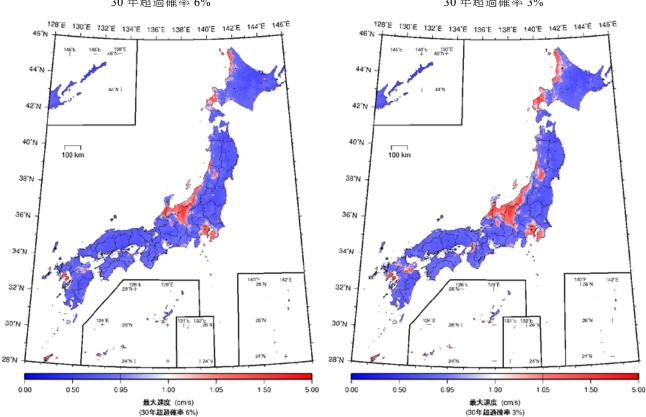


図 7.2-11 MF モデルと 2015 モデルとの地表の最大速度の比

30 年超過確率 6% 128'E 130'E 132'E 134'E 136'E 138'E 140'E 142'E 144'E 146'E 44'N 40'N 38'N 38'

30 年超過確率 3%

最大加速度 (cm/s²) (30年超過確率 6%)

200

500

800

1500

50

100

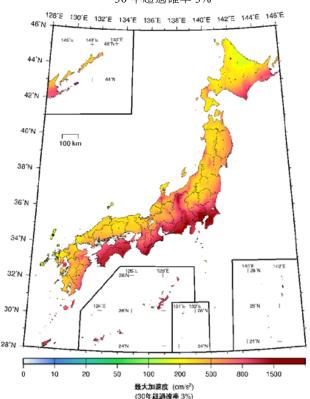


図 7.2-12 MF モデルによる工学的基盤上の最大加速度

7.3 代表地点における一様ハザードスペクトル

Morikawa and Fujiwara (2013) の地震動予測式を用いて、代表地点における一様ハザードスペクトルを算定する. 地震活動モデルは 2015 モデルと同じである. 加速度応答スペクトルを算定する対象周期は、0.05s、0.1s、0.15s、0.2s、0.3s、0.4s、0.5s、0.6s、0.7s、0.8s、0.9s、1.0s、1.5s、2.0s、3.0s、4.0s、5.0s の 17 ポイントとし、ばらつきは一律 0.2とする.

主要 6 地点(札幌,仙台,東京,名古屋,大阪,福岡)を対象に,算定した工学的基盤(Vs=400m/s)上での一様ハザードスペクトルを図 7.3-1~図 7.3-6 に示す.すべての地震を考慮した平均ケースの結果であり,50 年超過確率39%,10%,5%,2%で表している.周期ごとの地震カテゴリーの影響度は,50 年超過確率5%の結果である.一様ハザードスペクトルは,周期 0.2 秒付近でピークになっている地点が多く,ピークの値は1000~3000 cm/s^2 程度となる.札幌,大阪,福岡ではカテゴリーIII,仙台,東京ではカテゴリーII,名古屋ではカテゴリーI の地震の影響がそれぞれ強い.各地点の影響度を見れば,周期ごとの変化を確認することができ,周期が長くなるとカテゴリー I の影響が増大していく様子が分かる.

61 地点における一様ハザードスペクトルを期間 50 年の 超過確率 39%, 10%, 5%, 2%の結果を図 7.3-7 に示す.

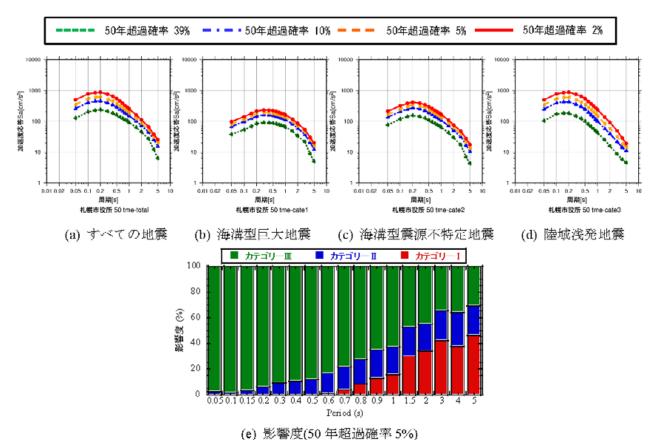


図 7.3-1 札幌における工学的基盤上の一様ハザードスペクトル

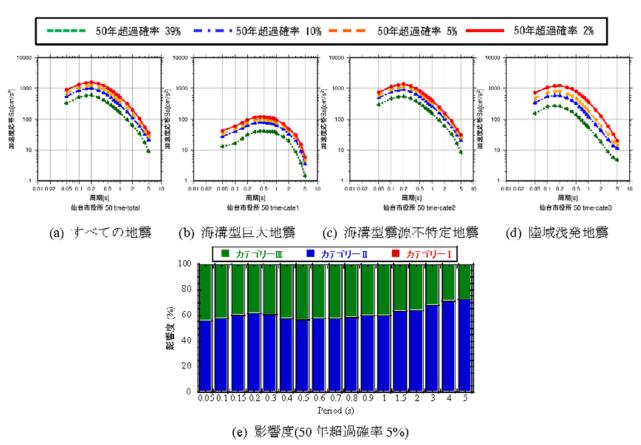


図 7.3-2 仙台における工学的基盤上の一様ハザードスペクトル

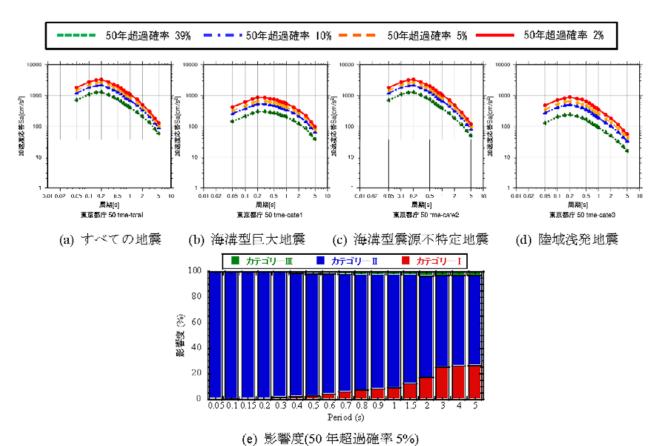


図 7.3-3 東京における工学的基盤上の一様ハザードスペクトル

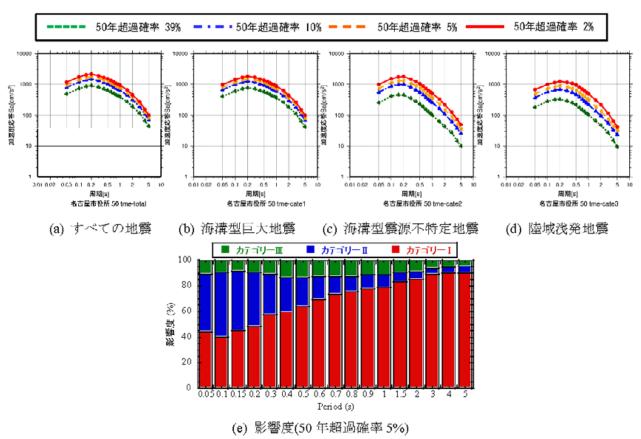


図 7.3-4 名古屋における工学的基盤上の一様ハザードスペクトル

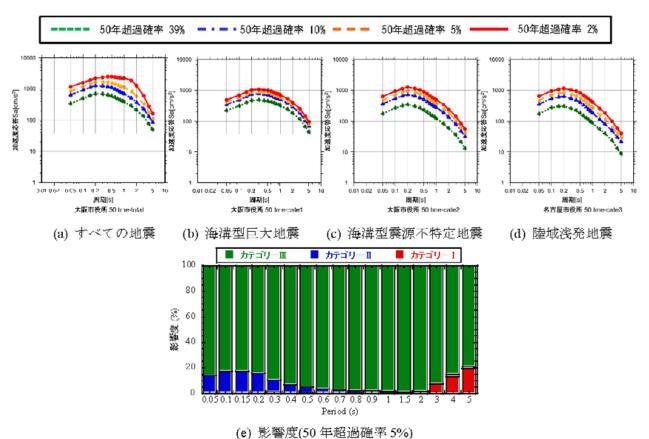


図 7.3-5 大阪における工学的基盤上の一様ハザードスペクトル

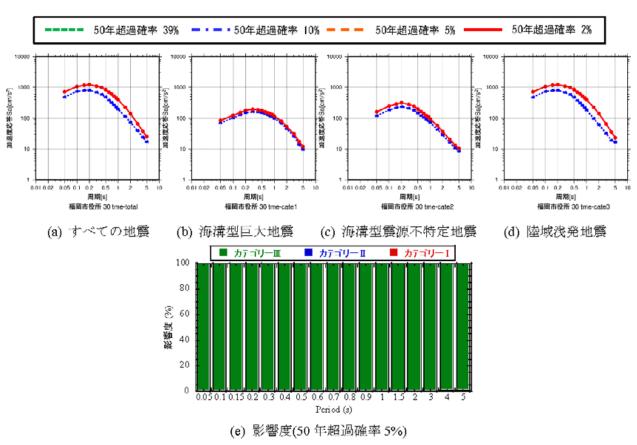


図 7.3-6 福岡における工学的基盤上の一様ハザードスペクトル

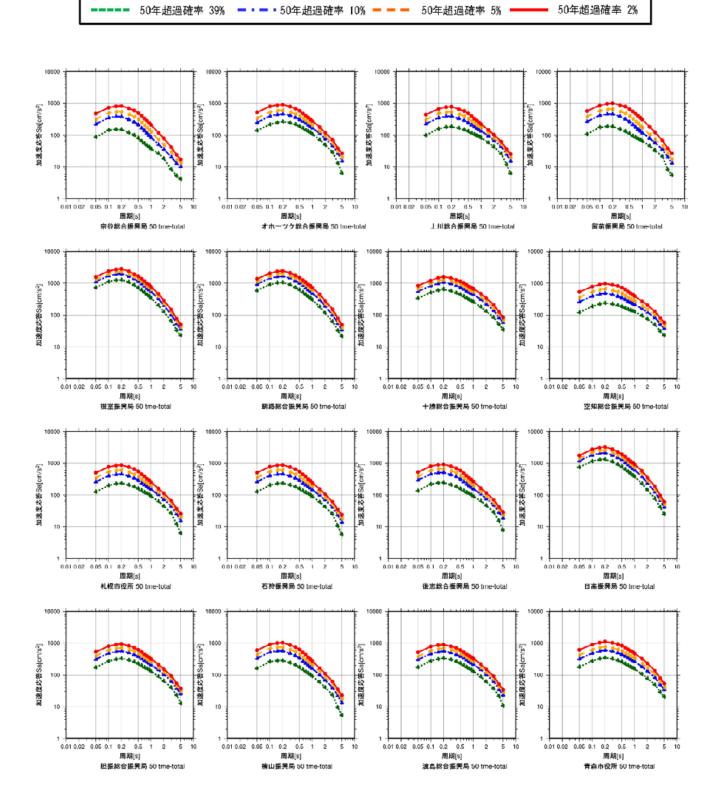


図 7.3-7 工学的基盤上の一様ハザードスペクトル (期間 50 年: その 1)

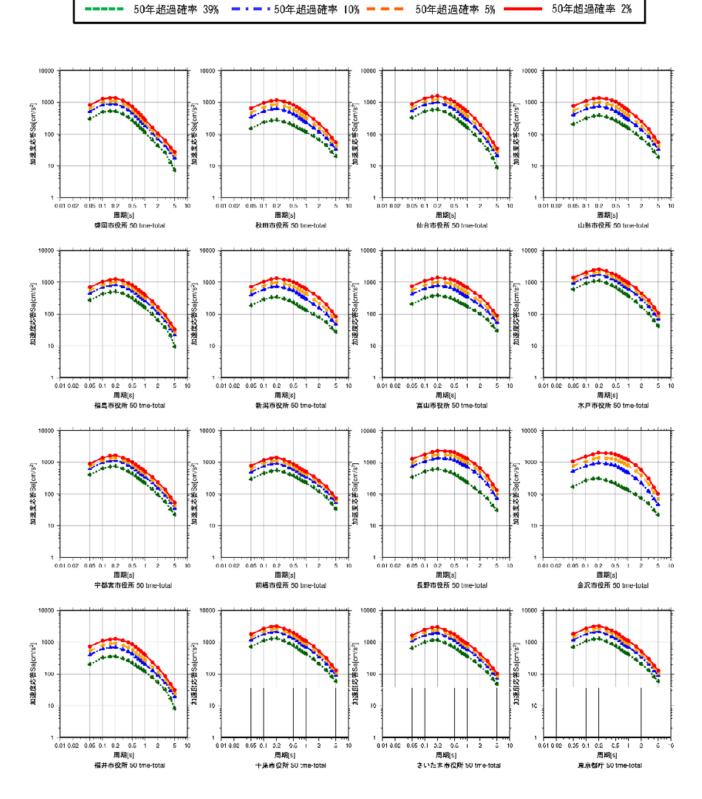


図 7.3-7 工学的基盤上の一様ハザードスペクトル (期間 50 年; その 2)

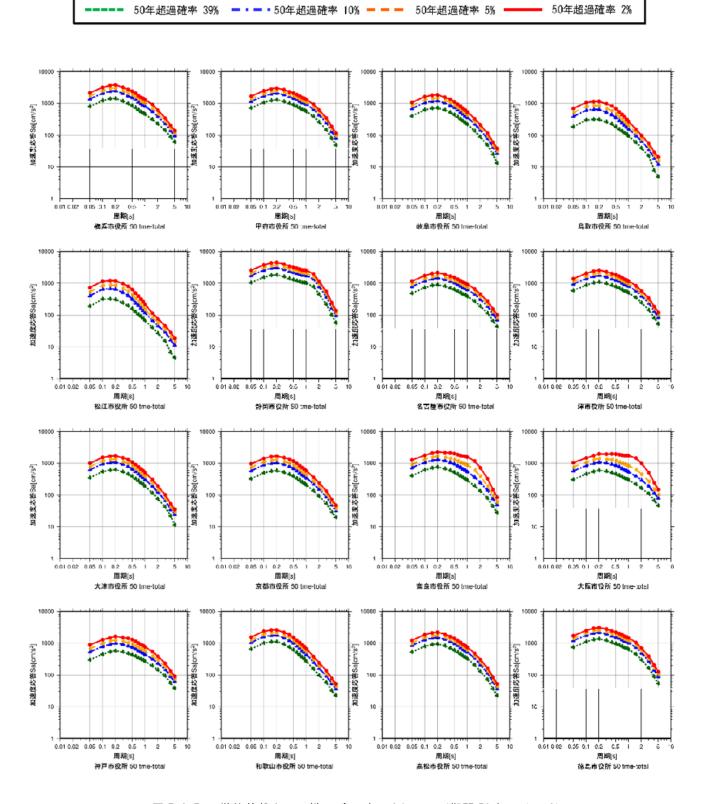


図 7.3-7 工学的基盤上の一様ハザードスペクトル (期間 50 年; その 3)

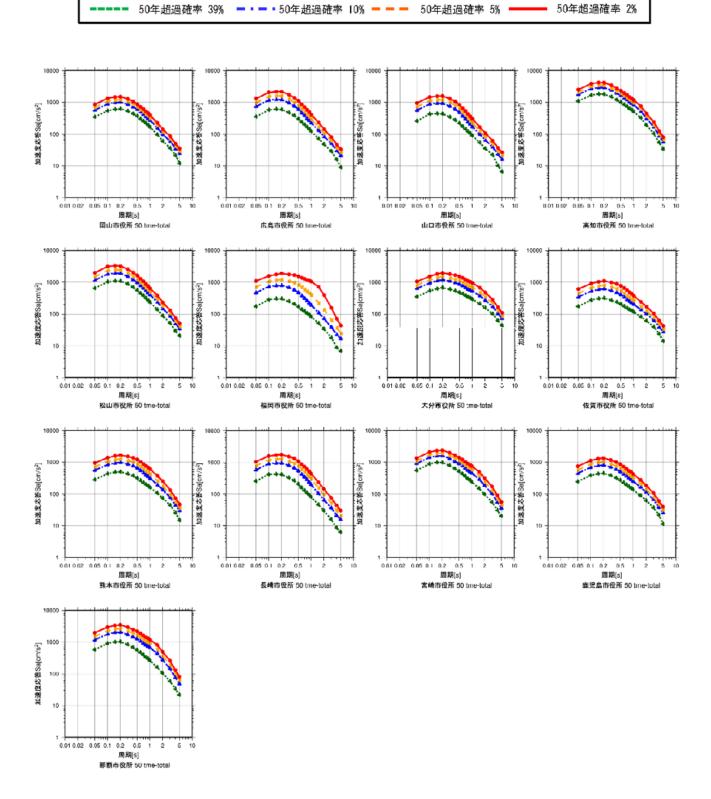


図 7.3-7 工学的基盤上の一様ハザードスペクトル (期間 50 年; その 4)

8. 今後に向けて

東日本大震災の教訓を踏まえ,「全国地震動予測地図」 の改良に向け検討が進められてきたが、その取り組みは未 だ途上にある. 地震活動モデルに関して,今後も下記に列 挙した課題を検討する必要がある.

①全国の「最大クラス」の地震の規模

長期評価において検討が進められている「最大級の地震」 について地震活動モデルへの取り込みを行うことが課題と して残っている.

②震源断層をあらかじめ特定しにくい地震(特にプレート 内地震)の最大規模

長期評価が未完の海溝型地震の領域に関して、新モデルでは従来の領域区分で考えられる最大クラスが設定されているにとどまっており、現時点では暫定値である.

この点に関しては、日本海東縁部の地震および沈み込む プレート内の地震の最大規模についても同様であり、地下 構造(プレート構造)をはじめとした科学的知見に基づい た評価がなされることが今後望まれる.

③地震の発生確率に関する「認識論的不確定性」の考慮

これまでの確率論的地震動ハザード評価では、地震の発生確率に関する認識論的不確定性は、活断層に関して地震の発生確率が最大となる「最大ケース」の評価を行った以外は考慮されていなかった.一方で、南海トラフおよび相模トラフの長期評価(第二版)では、複数の(あるいは幅のある)平均発生間隔が示されるなど大きな不確実性を有した評価となっている.海溝型地震の発生確率の不確実性は、ハザード評価結果に大きく影響するため、今後の地震動ハザード評価では、地震の発生確率に関する認識論的不確定性を考慮していくことが必要不可欠である.

④地震の規模に関する「認識論的不確定性」の考慮

海溝型の巨大地震に関して、これまでは「固有地震」の評価を踏まえて地震動ハザード評価では地震の規模の不確実性を考慮していなかった。また、南海トラフの地震に関して、今回の地震動ハザード評価ではMw8.2~9.1の地震がモデル化されているが、昭和の東南海地震(Mw=8.1)の規模が含まれていない状況となっている。そのため、地震の規模に関する「認識論的不確定性」を考慮することも必要である。活断層で発生する地震に関しても、特に海域に延長する可能性が評価されている断層について、地震規模の不確実性を考慮する必要がある。

⑤「認識論的不確定性」を考慮するための「重み」の付け 方

上記「認識論的不確定性」を考慮する方法としてロジックツリーを用いることが挙げられる. しかしながら, 現時点ではツリーの分岐に対する「重み」の配分方法が定まっておらず, 今後その手法を確立していく必要がある.

⑥プレート間地震とプレート内地震の数の比率

現在用いている比率は、「全国を概観した地震動予測地図」作成のためにプレート上面深さと震源データより推定されたものである。今後は震源メカニズム解も用いてプレート間地震とプレート内地震を分離することで精度を向上させる必要がある。

また、地震動評価手法における課題として、以下がある.

⑦地震動評価における「認識論的不確定性」の考慮

現状の確率論的地震動ハザード評価では、ばらつきの検討で述べられているように「認識論的不確定性」が排除されている。地盤増幅特性をはじめとした「認識論的不確定性」を考慮する手法を確立する必要がある。あわせて、観測記録が少ないM8超の地震や震源距離が20km以内の地点に対する予測においては、提案されている複数の地震動予測式を用いることにより「認識論的不確定性」を考慮することも今後必要がある。

⑧地震動予測式の高度化

5.7節で述べた通り、地震動予測式そのものの高度化に関してもまだ多くの課題が残されている。 それらを解決することにより予測精度を向上させていくことが必要である.

また、海溝型巨大地震による長周期地震動や活断層などの震源ごく近傍の強震動に関して、観測記録が少ない地震動予測式における予測精度は特に不十分であるのが現状である。⑦で挙げた「認識論的不確定性」として評価する一方で、予測精度そのものを向上させることも必要である。しかしながら、短期間で大量の観測記録が蓄積されることは期待できない。このような状況では、地震動シミュレーションに基づく検討が有効であり、今後推進していく必要がある。ただし、そのためには震源モデル化手法および地下構造モデルの改良・整備が必要不可欠である。

本検討では、東日本大震災を受けて指摘された確率論的 地震動予測地図に関する課題を解決することに主眼を置い てきた.一方で、震源断層を特定した地震動予測地図も含 めた今後の地震動予測地図の高度化への課題として以下の ものが挙げられている(地震調査委員会、2009).一部に ついては上記と重複する項目もあるが、これらの検討も今 後進めていくことが必要である.

- a) 深い地盤構造のモデル化
- b) 海域活断層のモデル化
- c) 海溝型地震の評価の見直し
- d) 沿岸活断層の評価の見直し
- e) 長大断層のモデル化
- f) 孤立した短い活断層の評価
- g) ひずみ集中帯等の地表で認めにくい活断層の評価
- h) 地殻内地震の発生数量の整合性
- i) 距離減衰式の改良
- j) 表層地盤増幅の評価とそれに必要なデータ
- k) 強震動評価手法の高度化(破壊性状の不均質性の考慮な い)
- 1) 「確率論的地震動予測地図」と「震源断層を特定した地 震動予測地図」の活用
- m) 地震動予測地図の融合
- n) 評価結果の安定性・変動と対外説明
- o) 地震動予測地図の普及方策

参考文献

- Abe, K. (1975): Re-examination of the fault model for the Niigata earthquake of 1964, J. Phys. Earth, 23, 349-366.
- 阿部邦昭 (1987): 小地震の波源モデルと津波の性質―日本 海中部地震の最大余震 (1983 年 6 月 21 日) に伴う津波, 地震 2, 40, 349-363.
- 相田勇(1989): 天保四年の省内沖地震による津波に関する 数値実験,続古地震一実像と虚像(萩原尊禮編著), 204-213.
- 中央防災会議・東海地震に関する専門調査会 (2001): 中央 防災会議東海地震に関する専門調査会報告,平成 13 年 12月11日.
- Frankel, A. (1995): Mapping seismic hazard in the central and eastern United States, Ssism. Res. Lett., 66, 8-21.
- 藤本一雄・翠川三郎 (2005):近年の強震記録に基づく地震 動強さ指標による計測震度推定法,地域安全学会論文集, 7.1-6.
- 藤本一雄・翠川三郎 (2006):近接観測点ペアの強震記録に 基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係,日本地 震工学会論文集,6(1),11-22.
- 藤原広行・(2003): 北日本地域を対象とした確率論的地震 動予測地図作成手法の検討と試作例, 防災科学技術研究 所研究資料, 246.
- 藤原広行・河合伸一・青井真・森川信之・先名重樹・工藤 暢呂・大井昌弘・はお憲生・若松加寿江・石川裕・奥村 俊彦・石井透・松島信一・早川讓・遠山信彦・成田章 (2009):「全国地震動予測地図」作成手法の検討,防災 科学技術研究所研究資料,336.
- 藤原広行・河合伸一・青井真・森川信之・先名重樹・東宏樹・大井昌弘・はお憲生・長谷川信介・前田宜浩・岩城麻子・若松加寿江・井元政二郎・奥村俊彦・松山尚典・成田章(2012):東日本大震災を踏まえた地震ハザード評価の改良に向けた検討,防災科学技術研究所研究資料,379.
- 福島県(1999): 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 双 葉断層に関する調査成果報告書.
- 岐阜県(2001):平成12年度 地震関係基礎調査交付金 屏 風山・恵那山断層帯に関する調査 成果報告書.
- 入倉孝次郎・三宅弘恵(2001):シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, 110, 849-875.
- 石川裕・奥村俊彦(2001):地域の集積リスクを考慮した想 定地震の選定方法,地域安全学会論文集,3,199-206.
- 石川裕・藤原広行・能島暢呂・奥村俊彦・宮腰淳一(2008): 地震カテゴリー別の確率論的地震動予測地図,日本地震 工学会大会-2008 梗概集,220-221.
- 伊藤潔(1997): 地殻内地震の深さの上限,日本地震学会 1997年度秋季大会講演予稿集,69.
- 泉紀明・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり・中田高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘(2014):3 秒グリッド DEM から作成した日本海東縁部の 3D 海底地形,海洋情報部研究報告,51,海上保安庁.
- 地震調査委員会(2001a): 長期的な地震発生確率の評価手

- 法について, 平成13年6月8日.
- 地震調査委員会 (2001b): 南海トラフの地震の発生確率の 長期評価, 平成 13 年 9 月 27 日.
- 地震調査委員会(2003a):千島海溝沿いの地震活動音長期 評価,平成15年3月24日.
- 地震調査委員会(2003d):日本海東縁部の地震活動の長期 評価,平成15年6月18日.
- 地震調査委員会(2004a):日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価,平成16年2月27西.
- 地震調査委員会(2004b):三陸沖北部の地震を想定した強 震動評価、平成 16 年 5 月 21 日.
- 地震調査委員会(2004d):千島海溝沿いの地震活動の長期 評価(第二版),平成16年12月20日.
- 地震調査委員会(2005b):「全国を概観した地震動予測地図」報告書,平成17年3月23日.
- 地震調査委員会(2006b):「全国を概観した地震動予測地図」報告書 2006年版,平成18年9月25日.
- 地震調査委員会 (2007b):「全国を概観した地震動予測地図」2007年版,平成19年4月18日.
- 地震調査委員会(2008b):「全国を概観した地震動予測地図|2008年版,平成20年4月24日.
- 地震調査委員会(2009):「全国地震動予測地図」,平成 21年7月21日.
- 地震調査委員会(2009a):高田平野断層帯野長期評価,平成21年3月18日.
- 地震調査委員会(2009b):神縄・国府津-松田断層帯の長期評価(一部改訂),平成21年6月22日.
- 地震調査委員会(2009c): 六日町断層帯の長期評価,平成 21年6月22日.
- 地震調査委員会(2009d): 安芸灘断層群の長期評価, 平成 21年6月22日.
- 地震調査委員会 (2009e):琵琶湖西岸断層帯の長期評価 (一部改訂), 平成 21 年 8 月 27 日.
- 地震調査委員会(2009f): 庄内平野東縁断層帯の長期評価 (一部改訂), 平成 21 年 10 月 19 日.
- 地震調査委員会(2010):「全国地震動予測地図」2010年版,平成22年5月20日.
- 地震調査委員会(2010a):十日町断層帯の長期評価(一部 改訂),平成22年3月18日.
- 地震調査委員会(2010b): 宮古島断層帯の長期評価, 平成 22年5月20日.
- 地震調査委員会(2010c): 石狩低地東縁断層帯の長期評価 (一部改訂), 平成22年8月26日.
- 地震調査委員会 (2011a): 中央構造線断層帯 (金剛山地東 縁一伊予灘) の長期評価 (一部改訂), 平成 23 年 2 月 18 日
- 地震調査委員会(2011b):三陸沖から房総にかけての地震 活動の長期評価(第二版),平成24年2月9日.
- 地震調査委員会(2011b):新庄盆地断層帯の長期評価(一部改訂),平成23年5月19日.
- 地震調査委員会 (2012c): 今後の地震動ハザード評価に関する検討~2011 年・2012 年における検討結果~, 平成

- 24年12月21日.
- 地震調査委員会 (2013a): 九州地域の活断層の長期評価 (第一版), 平成 25 年 2 月 1 日.
- 地震調査委員会(2013b):南海トラフの地震活動の長期評価(第二版),平成25年5月24日.
- 地震調査委員会 (2013b): 森本・富樫断層帯野長期評価 (一部改訂), 平成 25 年 11 月 22 日.
- 地震調査委員会(2013c):山崎断層帯の長期評価(一部改訂),平成25年7月19日.
- 地震調査委員会 (2013c): 今後の地震動ハザード評価に関する検討~2013年における検討結果~, 平成25年12月20日.
- 地震調査委員会 (2014a): 長期評価による地震発生確率値 の更新,平成 26 年 1 月 15 日.
- 地震調査委員会(2014b): 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版), 平成26年4月25日.
- 地震調査委員会長期評価部会(2002): 震源を予め特定しに くい地震等の評価手法について(中間報告)」, 平成 14 年5月29日
- 地震調査委員会長期評価部会 (2010):「活断層の長期評価 手法」報告書(暫定版),平成22年11月25日.
- 地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会 (2002):確率論的地震動予測地図の試作版 (地域限定),平成14年5月29日.
- 地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会 (2003):確率論的地震動予測地図の試作版 (地域限定―北日本),平成15年3月25日.
- 地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会(2004):確率論的地震動予測地図の試作版(地域限定—西日本),平成16年3月25日.
- 地震調査委員会強震動評価部会(2003):北日本試作版
- 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003):日本列島 と周辺海域の地震地帯構造区分,地震 2,55,389-406.
- 亀田弘行・石川裕・奥村俊彦・中島正人 (1997): 確率論的 想定地震の概念と応用, 土木学会論文集, 577/I-41, 75-87.
- Kanno T., A. Narita, N. Morikawa, H. Fujiwara and Y. Fukushima (2006): A new attenuation relation for strong ground motion in Japan based on recorded data, Bulletin of Seismological Society of America, 96, 879-897.
- 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層一分布図と資料、東京大学出版会。
- 勝俣啓・笠原稔・和田直人 (2002): 稠密地震観測網によって見えてきた太平洋プレート内十勝沖断裂帯,月刊地球, 24(7), 499-503.
- 建設省土木研究所地震防災部振動研究室(1983):前・余震の頻度および規模に関する調査、土研資料 No.1995.
- 川端渉・笹谷努・高井伸雄・前田宜浩 (2010): 2007 年千 島列島中部巨大アウターライズ地震の震源特性,第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集,275-280.
- 気象庁(2011): 地震・火山月報(カタログ編) 平成23年5月, 気象業務支援センター.
- Kosuga, M., T. Sato, A. Hasegawa, T. Matsuzawa, S. Suzuki and

- Y. Motoya (1996): Spatial distribution of intermediate-depth earthquakes with horizontal or vertical nodal planes beneath northeastern Japan, Phys. Earth Planet., Inter., 93, 63-89.
- 松田時彦 (1975): 活断層から発生する地震の規模と周期について、地震 2, 28, 269-283.
- 松田時彦・塚崎朋美・萩谷まり(2000):日本陸域の主な起 震断層と地震の表―断層と地震の地方別分布関係―,活 断層研究,19,33-54.
- Matsuoka M., K. Wakamatsu, K. Fujimoto and S. Midorikawa (2006): Average shear-wave velocity mapping using Japan engineering geomorphologic classification map, Journal of Structural Engineering and Earthquake Engineering, Japan Society of Civil Engineers, 23, 57s-68s.
- 増井大輔・翠川三郎 (2007): 地震観測記録から抽出した地盤増幅率とみかけ入射角度との関係, 土木学会論文集 A, 63, 552-560.
- 翠川三郎・藤本一雄・村松郁栄 (1999):計測震度と旧気象 庁震度および地震動強さの指標との関係,地域安全学会 論文集,1,51-56.
- 文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所(2012):
- 森川信之・神野達夫・成田章・藤原広行・福島美光 (2003): 東北日本の異常震域に対応するための最大振幅および応答スペクトルの新たな距離減衰式補正係数,日本地震工学会論文集,3(1),23-41.
- 森川信之・神野達夫・成田章・藤原広行・福島美光 (2006): 東北日本の異常震域に対応するための最大振幅および応答スペクトルの新たな距離減衰式補正係数,日本地震工学会論文集,6(1),23-41.
- Morikawa N. and H. Fujiwara (2013): A new ground motion prediction equation for Japan applicable up to M9 mega-earthquake, Journal of Disaster Research, 8, 878-888.
- 村井芳夫・(2002):海底および陸上稠密地震観測から明らかになった日高衝突帯の地下構造,月刊地球,24(7),495-498.
- 内閣府首都直下地震モデル検討会(2013): 首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等 の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書, 平成 25 年 12 月.
- 名古屋市 (1999): 平成 10 年度 地震関係基礎調査交付金 天白河口断層に関する調査.
- 南海トラフの巨大地震モデル検討会 (2011): 南海トラフの 巨大地震モデル検討会中間取りまとめ.
- 中田高・今泉俊文編 (2002):活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会.
- Ohno S., T. Ohta, T. Ikeura and M. Takemura, 1993: Revision of attenuation formula considering the effect of fault size to evaluate strong motion spectra in near field, Tectonophysics, 218, 69-81.
- 大野晋(2011): 2011 年東北地方太平洋沖地震で観測された強震動,第39回地盤震動シンポジウム資料集,13-20.
- 奥村俊彦・石川裕(1998):活断層の活動度から推定される 平均変位速度に関する検討,土木学会第53回年次学術講

- 演会講演概要集, 第 I 部 (B), 554-555.
- Satake, K. (1986): Re-examination of the 1940 Shakotan-oki earthquake and the fault parameter of the earthquakes along the eastern margin of the Japan Sea, Phys. Earth Planet. Inter., 43, 137-147.
- Sato, T. (1985): Rupture process of the 1983 Nihonki-chubu (Japan Sea) earthquake as inferred from strong motion accelerograms, J. Phys. Earth, 33, 525-557.
- 佐藤智美・大川出・西川孝夫・佐藤俊明・関松太郎 (2010): 応答スペクトルと位相スペクトルの経験式に基づく想定 地震に対する長周期時刻歴波形の作成,日本建築学会構造系論文集,649,521-530.
- 佐藤智美・大川出・西川孝夫・佐藤俊明 (2012): 長周期地 震動の経験式の改良と 2011 年東北地方太平洋沖以深の 長周期地震動シミュレーション,日本地震工学会論文集, 12(4), 354-373.
- 佐藤良輔編著(1989):日本の地震断層パラメター・ハンドブック,鹿島出版会.
- 司宏俊・翠川三郎 (1999): 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式,日本建築学会構造系論文集,523,63-70.
- 司宏俊・纐纈一起・三宅弘恵・翠川三郎 (2011): 超巨大地 震への地震動最大値距離減衰式の適用について-2011 年東北地震と海外の超巨大地震の観測データに基づく検 討一,日本地震学会講演予稿集 2011 年秋季大会, B22-08.
- 損害保険料率算定会 (2000): 活断層と歴史地震とを考慮した地震危険度評価の研究〜地震ハザードマップの提案〜, 地震保険研究 47.
- Tanioka, Y., K. Satake and L. Ruff (1995): Total analysis of the 1993 Hokkaido Nansei-oki earthquake using seismic wave, tsunami, and geodetic data, Geophys. Res. Lett., 22, 9-12.
- 武村雅之 (1990): 日本列島およびその周辺地域に起こる浅 発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係, 地震 2, 43, 257-265.
- 植平賢司・清水洋・松尾糾道・後藤和彦(2001):四国・中 国西端から九州にかけての深発地震面の形状と発震機構, 月刊地球,23(10),669-673.
- Umino, N., A. Hasegawa and A. Takagi (1990): The relationship between seismicity patterns and fracture zones beneath northeastern Japan, Tohoku, Geophys. J., 33, 149-162.
- 宇佐美龍夫 (1996): 新編日本被害地震総覧 (増補改訂版), 東京大学出版会.
- 宇津徳治・関彰 (1955): 余震区域の面積と本震のエネルギーとの関係, 地震 2, 7, 233-240.
- 宇津徳治 (1982): 日本付近の M6.0 以上の地震及び被害地震の表: 1885 年~1980 年, 地震研究所彙報, 57, 401-463.
- 宇津徳治 (1985):日本付近の M6.0 以上の地震及び被害地 震の表:1885 年~1980 年 (訂正と追加),地震研究所彙 報,60,639-642.
- 宇津徳治 (2001): 地震学 (第3版), 共立出版.
- 若松加寿江・松岡昌志 (2008): 地形・地盤分類 250m メッシュマップ全国版の構築, 日本地震工学会大会-2008 梗

- 概集, 222-223.
- Wakamatsu K. and M. Matsuoka (2013): Nationwide 7.5-arc-second Japan engineering geomorphologic classification map and Vs30 Zoning, Journal of Disaster Research, 8, 904-911.
- 湯沢豊・工藤一嘉 (2011):長周期 (1-15 秒) 地震動の全 国揺れ易さ分布,日本地震工学会論文集,11(3),21-39.

謝辞

本検討は、地震調査研究推進本部地震調査委員会、及び 関連する部会・分科会の指導のもとに実施された、微地形 区分に基づく地盤の平均 S 波速度 (AVS30) のデータは東 京工業大学の松岡昌志氏よりご提供いただいた.

検討作業では、清水建設株式会社の石井透氏、藤川智氏、 森井雄史氏、渡辺基史氏、宮腰淳一氏、三菱スペース・ソ フトウエア株式会社の成田章氏、古瀬慶博氏、赤塚正樹氏 にご協力をいただいた.

上記各位に対し、ここに記して感謝する.

付録 DVD 震源断層を特定した地震の地震動予測地図

九州地域の活断層の長期評価(第二版)における「詳細な評価対象とする活断層」(ただし,従来の主要活断層帯のうち位置・形状の評価に変更がなかったものは除く)および山崎断層帯,森本・富樫断層帯を対象として,詳細法による震源断層を特定した地震動予測地図を作成した.パラメータ表および計算結果を付録 DVD に納める.

計算方法および用いた地下構造モデルについては、微地 形区分に基づく最大速度増幅率および震度増分を世界測地 系によるものに変更した以外は、藤原・ほか(2012)に従っている。なお、地表の震度分布については、すべての主 要活断層帯と海溝型地震を対象として、世界測地系による 地図も作成している。付録 DVD には、簡便法による結果 もあわせて収録している。