

地震調査委員会の活動状況

平成 2 4 年 8 月 2 7 日
地震調査研究推進本部
地 震 調 査 委 員 会

平成 23 年 9 月 26 日の第 40 回政策委員会以降、これまでの地震調査委員会の活動状況は以下の通りである。

1. 地震活動の現状評価の実施

地震調査委員会は、月例の委員会を開催し、全国の地震活動の現状について関係機関の観測データを分析し、これに基づき総合的な評価（現状評価）をとりまとめ、即日公表している。また、被害地震等の発生の際には臨時の委員会を開催し、地震活動の今後の推移等を含めた総合的な評価を即日公表している。

このほか、現状評価の高度化に資することを目的として設置した「衛星データ解析検討小委員会」において、平成23年10月に「合成開口レーダーによる地震活動に関連する地殻変動観測手法」報告書を作成して公表した（別添 1）。なお、報告書の公表により小委員会の役割がひととおり終了したため、平成24年 2 月に小委員会は解散した。

2. 地震発生可能性の長期的な観点からの評価の実施

地震調査委員会長期評価部会（部会長：佐竹健治：東京大学地震研究所教授）は、その下に設置した活断層分科会（主査：今泉俊文・東北大学大学院理学研究科教授）、活断層評価手法等検討分科会（主査：島崎邦彦・東京大学名誉教授）、海溝型分科会（第二期）（主査：島崎邦彦・東京大学名誉教授）とともに、活断層で起きる地震や海溝型地震が発生する可能性に関する長期的な観点からの評価（長期評価）について、今後の評価手法の高度化や公表方法の改良のために解決すべき課題の検討を進めている。

長期評価部会と活断層分科会は、新しい活断層の評価手法を用いて九州地域の地域評価を行っている。

東北地方太平洋沖地震の現時点での知見を組み込み、三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）として平成 23 年 11 月 25 日に公表した。現在は、南海トラフと相模トラフで発生する地震活動の長期評価の改訂を行っている。

3. 活断層で発生する地震、海溝型地震を対象とした強震動評価の実施

地震調査委員会強震動評価部会（部会長：瀬戸一・東京大学地震研究所教授）は、その下に設置した強震動予測手法検討分科会（主査：瀬戸一・東京大学地

震研究所教授)、地下構造モデル検討分科会(主査:山中浩明・東京工業大学大学院総合理工学研究科教授)とともに、特定の活断層で発生する地震または海溝型地震による強震動(強い揺れ)を予測する手法の検討や同手法を用いた強震動予測(評価)、強震動計算に用いる主要活断層帯で発生する地震や海溝型地震の震源断層モデルと地下構造モデルの構築に取り組んでいる。

長周期地震動予測手法の確立をめざし、南海地震(昭和型)を対象とした「長周期地震動予測地図」2012年試作版の作成を進め、平成24年1月に公表した(別添2)。また、東北地方太平洋沖地震が発生し、地震動の予測のみならず津波予測をも含めた高精度の広域地震ハザード評価の必要性が高まっていることを受け、津波に関するハザードを評価する体制についても検討中である。

4. 長期評価、強震動予測等を統合した地震動予測地図の作成

地震調査委員会は、平成21年7月に公表した「全国地震動予測地図」について、毎年1月1日を計算基準日とした将来の地震発生確率の更新結果と前年の12月までに公表された長期評価などを反映した改訂を行い公表してきたが、東北地方太平洋沖地震が発生したことを受け2011年版の地震動予測地図の公表を延期し、地震動予測地図の今後のあり方について検討を行っている。

現在は、東北地方太平洋沖型地震を考慮した2012年版の地震動予測地図を作成するとともに、2011年版の地震動予測地図についても東北地方太平洋沖型地震を考慮したものを作成し、比較を行うなどの検証を行っている。

表 1 最近の地震調査委員会の開催状況と公表件名

開催年月日	通算回数	公表件名
平成23年10月 7日	231回	2011年9月の地震活動の評価
11月10日	232回	2011年10月の地震活動の評価
12月 9日	233回	2011年11月の地震活動の評価
平成24年 1月11日	234回	2011年12月の地震活動の評価
2月 9日	235回	2012年1月の地震活動の評価
3月 9日	236回	2012年2月の地震活動の評価
4月10日	237回	2012年3月の地震活動の評価
5月11日	238回	2012年4月の地震活動の評価
6月11日	239回	2012年5月の地震活動の評価
7月10日	240回	2012年6月の地震活動の評価
8月 8日	241回	2012年7月の地震活動の評価

表 2 最近の地震調査委員会関連の公表状況（現状評価以外）

公表年月日	公表件名
平成23年10月 7日	「合成開口レーダーによる地震活動に関連する地殻変動観測手法」報告書の公表について
平成23年11月25日	「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)」について
平成24年 1月13日	「長周期地震動予測地図」2012年試作版の公表について

「合成開口レーダーによる地震活動に関連する地殻変動観測手法」 報告書の公表について

平成 23 年 10 月 7 日
地震調査研究推進本部
地 震 調 査 委 員 会

地震調査研究推進本部は、「今後の重点的調査観測について―活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方―」（平成 17 年 8 月 30 日）において、衛星を用いた合成開口レーダーによる面的な地殻変動観測に努めることを謳った。平成 18 年 1 月に SAR を搭載した陸域観測技術衛星「だいち」が打ち上げられ、昼夜・天候を問わずに面的な地殻変動観測ができるようになった。このデータを有効に活用することにより、地震活動評価の高度化や活断層周辺の地殻変動の検出等に大きく貢献することが期待された。

このことから地震調査委員会では、地震活動評価の高度化のための衛星データの活用方策を検討するため、平成 19 年 7 月に衛星データ解析検討小委員会を設置し、審議を重ねてきた。そして今回、これまでの検討結果のまとめとして、「合成開口レーダーによる地震活動に関連する地殻変動観測手法」報告書を作成した。

なお、打ち上げ後の 5 年間、数々の貴重な観測データを取得してきた「だいち」は、平成 23 年 4 月 22 日に電源機能を喪失し、5 月 12 日に運用を終了した。そのため、現在打ち上げ計画が推進されている次号機の順調な打ち上げと観測開始が強く待たれるとともに、世界各国の他の衛星データの有効活用がこれまで以上に重要な課題である。

「合成開口レーダーによる地震活動に関連する地殻変動観測手法について」

平成 23 年 10 月 7 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

報告書は、次のような内容で構成されています。

解析の原理

合成開口レーダー（SAR）を用いて地殻変動を検出する手法である、SAR 干渉解析やピクセルオフセット解析の原理について解説しています。説明が数式主体で専門的な内容になっていますが、解析の原理を理解できる内容になっています。

解析手法の標準化について

SAR 干渉解析の標準的な解析手法について、各機関とも統一的な手法で解析できるようにするために、解析手法や添付するパラメータについて解説しています。これにより、地震調査委員会に提出される資料は、統一された解析手法で行われ、作成者によらず同等な結果が示されることが期待されます。

技術的課題の検討

SAR 干渉解析やピクセルオフセット解析に関わる技術的な課題として「軌道の推定」「対流圏の影響」「電離層の影響」「長期的な変動の抽出に伴う課題」を取り上げ、解説しています。これらの課題は、地殻変動を抽出する際に誤差要因をどのように軽減するかというもので、解決に向けて今後の調査研究を進める必要があります。

また、広い範囲を一度に解析できる ScanSAR を利用した解析、大きな地殻変動を解析できるピクセルオフセット解析について解説しています。これらの解析手法は、巨大地震発生のメカニズムの理解に欠かせないものとなります。

SAR 干渉解析の表現の標準化の指針

地震調査委員会に提出される資料について、記載される事項や画像の表現方法について、統一された形式になるように標準化の指針を記載しております。今後は、この指針に従って資料が作成され、資料の解釈等に混乱が生じないようになることが期待されます。

用語集

この報告書で出てくる専門用語について解説しています。

「長周期地震動予測地図」2012 年試作版の公表について

平成 24 年 1 月 13 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

地震調査研究推進本部は、「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（平成 21 年 4 月 21 日）において、10 年程度の当面推進すべき地震調査研究の主要な課題として、長周期地震動の調査研究の必要性を謳った。地震調査研究推進本部地震調査委員会は、平成 19 年度から長周期地震動の予測を進めるべく、予測手法と予測結果の公表方法について検討を行っており、平成 21 年 9 月に想定東海地震、東南海地震、及び宮城県沖地震を対象とした「長周期地震動予測地図」2009 年試作版を公表した。

その後、長周期地震動予測地図の高度化に向けて、震源モデルや地下構造モデルなどの改良の検討を進め、今回、南海地震（昭和型）を対象とした「長周期地震動予測地図」2012 年試作版を作成した。

今回公表する「長周期地震動予測地図」2012 年試作版と以前に公表した「長周期地震動予測地図」2009 年試作版は、いずれも、最も情報量の多い直近の地震の長周期地震動の再現を試みたものであり、史上最大級あるいは想定最大級を対象としたものではない。したがって、より広域が破壊する巨大地震を含めたいろいろな特性化震源モデル群を含む本格的な長周期地震動予測、更には広帯域地震動予測を進めていくための重要なステップと位置づけられる。今後、そのために必要な技術的検討はもとより、予測結果を有効に社会に活かしていくため、その提示のあり方などについて、防災関係者や研究者の間でも広く議論を行い、その検討を踏まえて、長周期地震動予測、更には広帯域地震動予測を進めていきたい。

「長周期地震動予測地図」2012 年試作版

地震調査研究推進本部は、「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（平成 21 年 4 月 21 日）において、10 年程度の当面推進すべき地震調査研究の主要な課題として、長周期地震動の調査研究の必要性を謳った。

地震調査研究推進本部地震調査委員会では、強震動評価部会及びその下の地下構造モデル検討分科会が中心となり、平成 19 年度から、長周期地震動の予測手法と予測結果の公表方法について検討を行ってきた。そして、平成 21 年 9 月に想定東海地震、東南海地震（1944 年東南海地震に相当するもの）、及び宮城県沖地震（1978 年宮城県沖地震に相当するもの）を対象とした「長周期地震動予測地図」2009 年試作版を公表した。

その後、それまでの検討で得られた知見と課題を整理し、

- ・地下構造モデルの構築とその改良
- ・検討対象地震の震源モデルの構築とその改良

などの検討をさらに進めてきた。

今回、上記の諸検討を行った成果をまとめ、南海地震（昭和型；1946 年南海地震に相当するもの）を対象地震とした中部地方西部から九州地方にかけての長周期地震動予測地図を試作した。同時に、全国 1 次地下構造モデル（暫定版）をまとめた。

1. 「長周期地震動予測地図」とは

「長周期地震動予測地図」とは、ある特定の大地震が発生した場合にその周辺はもとより遠方にも生じる長い周期の地震動の分布を示したものである。「長周期地震動予測地図」2009年試作版では、計算上の制約等から、工学的基盤上での周期3.5秒以上の地震動について検討したが、このたび公表する「長周期地震動予測地図」2012年試作版では、計算手法の高度化と計算モデルの詳細化により、下限周期を約2秒にまで拡張して工学的基盤上での地震動を計算した。

長周期地震動予測地図の性格は、平成21年7月21日に公表された「全国地震動予測地図」のうち、「震源断層を特定した地震動予測地図」の一種に相当する。「全国地震動予測地図」の「震源断層を特定した地震動予測地図」が比較的短周期（周期約0.1～1秒程度）の揺れに対応する地表の震度分布として作成されたのに対して、「長周期地震動予測地図」では、以下のような地震動の3つの特性（振幅特性・経時特性・周期特性）をそれぞれ考慮した工学的基盤上での地図を作成した。

- ・振幅特性（揺れの強さの特性）：

揺れの速度の最大値（最大速度、単位：cm/s）の分布図

- ・経時特性：揺れの速度が1 cm/sを超える継続時間（単位：秒）の分布図

- ・周期特性：周期3秒、5秒、7秒、10秒の減衰定数5%速度応答スペクトル（単位：cm/s）の分布図

（様々な固有周期をもつ超高層建物などの長周期構造物の揺れ方に着目して4つの周期に対して作成された図）

これにより、どの程度の強さの長周期地震動が、どの程度長い時間続くのか、固有周期3秒、5秒、7秒、10秒の長周期構造物^{*1}がどの程度の速度で揺れるのかの目安を示すことを試みた。

2. 「長周期地震動予測地図」2012年試作版の主な特徴

今回作成した「長周期地震動予測地図」の主な特徴を示す。

- a) 発生確率が高くかつ発生した場合に大きな被害が予想される南海地震の中でも、最近の事例であり最も情報量の多い南海地震（昭和型、 M_w 8.4）を対象とした。このようなモデルを、前イベントモデルと呼んでいる。
- b) 人口の集中する大都市があり長周期地震動の影響が大きいと考えられる主要な平野（濃尾平野、大阪平野など）を含む限定された範囲の工学的基盤上での長周期地震動を計算し、中部地方西部から九州地方にかけての長周期地震動予測地図を作成した。

^{*1} 長い固有周期を持つ超高層建物や免震建物、長大橋、石油タンクなどの構造物を指す。

- c) 計算手法の高度化と計算モデルの詳細化により、計算対象とする地震動の下限周期を約 2 秒まで拡張し、周期 3 秒、5 秒、7 秒および 10 秒の長周期地震動予測地図を作成した。
- d) 計算範囲の地下構造モデルについて、過去の地震（2004 年紀伊半島南東沖の地震の前震、1946 年南海地震）の長周期地震動観測記録の再現性を検証することによって改良を図り、1 次地下構造モデルを作成した（報告書 4 章を参照）。
- e) 同じアスペリティの破壊が繰り返した場合を前提に、周期 5 秒程度よりも長周期帯域で有効な震源モデルを前イベント震源モデルとした上で、それよりも短周期の成分を別途付加するように工夫を施すことにより（付録 3 を参照）、周期 2 秒以上の長周期地震動を予測することを目指した。
- f) 「長周期地震動予測地図」2012 年試作版と「長周期地震動予測地図」2009 年試作版の 1 次地下構造モデルを統合し、「全国 1 次地下構造モデル（暫定版）」を作成した（付録 2 を参照）。
- g) 主な府県庁所在地などで計算した長周期地震動の速度波形や速度応答スペクトルについては、ホームページで公開する。

3. 「長周期地震動予測地図」の各図について

3-1 速度応答スペクトルの分布図（図 1、図 2、図 3）

固有周期 T 秒の超高層建物などの長周期構造物がどの程度の速度で揺れるかについて、分布図として示したものである。速度応答値は、地面に対する構造物の相対速度応答最大値である。この図は速度応答水平成分のみから作成されているが、上下成分を加えてもそれほど傾向は変わらない（ $T=3, 5, 7, 10$ 秒とし、揺れが時間と共に弱まっていく程度を示す減衰定数は 5 % として計算した）。なお、固有周期によって参照する地図が異なることに留意する必要がある。

また、比較的近接した地点同士であっても場所により予測される地震動が大きく異なる場合があることを、大阪平野内の 3 地点で計算された速度応答スペクトルを例に示している（図 4、図 5）。

<例>

- ・戸建住宅、低層建物（免震建物は除く）など、固有周期が短い建物

長周期地震動ではほとんど共振しないので、長周期地震動予測地図ではなく、図 2 下図の震度分布図（地震調査委員会，2009）を用いる方が、揺れの程度を知る上で参考になる。

- ・ 30～50 階建て程度の超高層建物など、固有周期が約 3 ～ 5 秒の建物
長周期地震動による強い影響を受ける可能性がある。図 3 の周期 3 秒、5 秒の速度応答スペクトルの分布図を参照。
- ・ タワー、長大橋、石油タンクなど
長周期地震動による強い影響を受ける可能性がある。それぞれの固有周期に応じた速度応答スペクトルの分布図（報告書 3 章）を参照。

なお、地図に表示されているのは、あくまでもその固有周期をもつ建物の代表的な揺れの速度の最大値であり、建物の上層部などでは、地図に示された最大値よりも大きな揺れになる場合があることに留意する必要がある。また、長周期構造物の減衰定数は、一般的には本検討で用いた 5 % よりも小さく、1 ～ 3 % 程度であることが知られており、その際の応答はさらに大きくなる可能性がある。高層建物の設計に際して考慮される長周期地震動の強さは、工学的基盤上で定義される設計用入力地震動の速度応答スペクトルとして考えた場合、長周期帯域では概ね 80cm/s 強とされている例もある。

速度応答スペクトルについては、p. 11 の参考資料および報告書 2 章末尾のコラムにも解説を加えた。

3－2 長周期地震動の最大速度の分布図（報告書 3 章参照）

工学的基盤上での揺れの速度の最大値（最大速度）の分布を示す。今回（2012 年試作版）の場合、周期 2 秒以上の長周期帯域での揺れの速度時刻歴（スペクトルではない）の最大値を示している。長周期帯域では、工学的基盤以浅の表層による影響を近似的に無視できると考えて地図を作成している。速度応答スペクトルがその固有周期をもつ建物の揺れの強さを示す一つの指標であるのに対して、最大速度は地面の揺れの強さを示す一つの指標である。

3－3 長周期地震動の継続時間の分布図（報告書 3 章参照）

工学的基盤上での揺れの速度が 1 cm/s を超える時間の長さの分布を示す。長周期地震動が卓越している場合には、超高層建物などの長周期構造物における揺れの継続時間は、地表の揺れよりもはるかに長くなる場合がある。

4. 「長周期地震動予測地図」の作成方法

「長周期地震動予測地図」の作成の流れは、次の通りである。

- ① 対象とする地震の想定
- ② 震源断層や地下構造のモデル化
- ③ 地震発生時の工学的基盤上での長周期の揺れ（長周期地震動）の波形の計算
- ④ 対象とする地震毎の「長周期地震動予測地図」の作成（周期 T 秒の速度応答スペクトル図、揺れの速度の最大値（最大速度）分布図、継続時間分布図）

5. 今回公表した「長周期地震動予測地図」2012 年試作版の構成

今回公表した「長周期地震動予測地図」2012 年試作版の報告書は、以下の構成を採っているので、目的に応じて参照のこと。

- ・ 1 章： はじめに
- ・ 2 章： 長周期地震動について
- ・ 3 章： 南海地震（昭和型）の長周期地震動予測地図
- ・ 4 章： 南海地震（昭和型）の長周期地震動予測手法
- ・ 5 章： 課題と将来展望
- ・ 付録 1： Q 値参照周期 5 秒とした場合の計算結果
- ・ 付録 2： 全国 1 次地下構造モデル（暫定版）
- ・ 付録 3： 震源時間関数への短周期パルスへの付与方法

なお、報告書や各地図、主な地点の波形や速度応答スペクトルなどについては、地震調査研究推進本部のウェブサイト

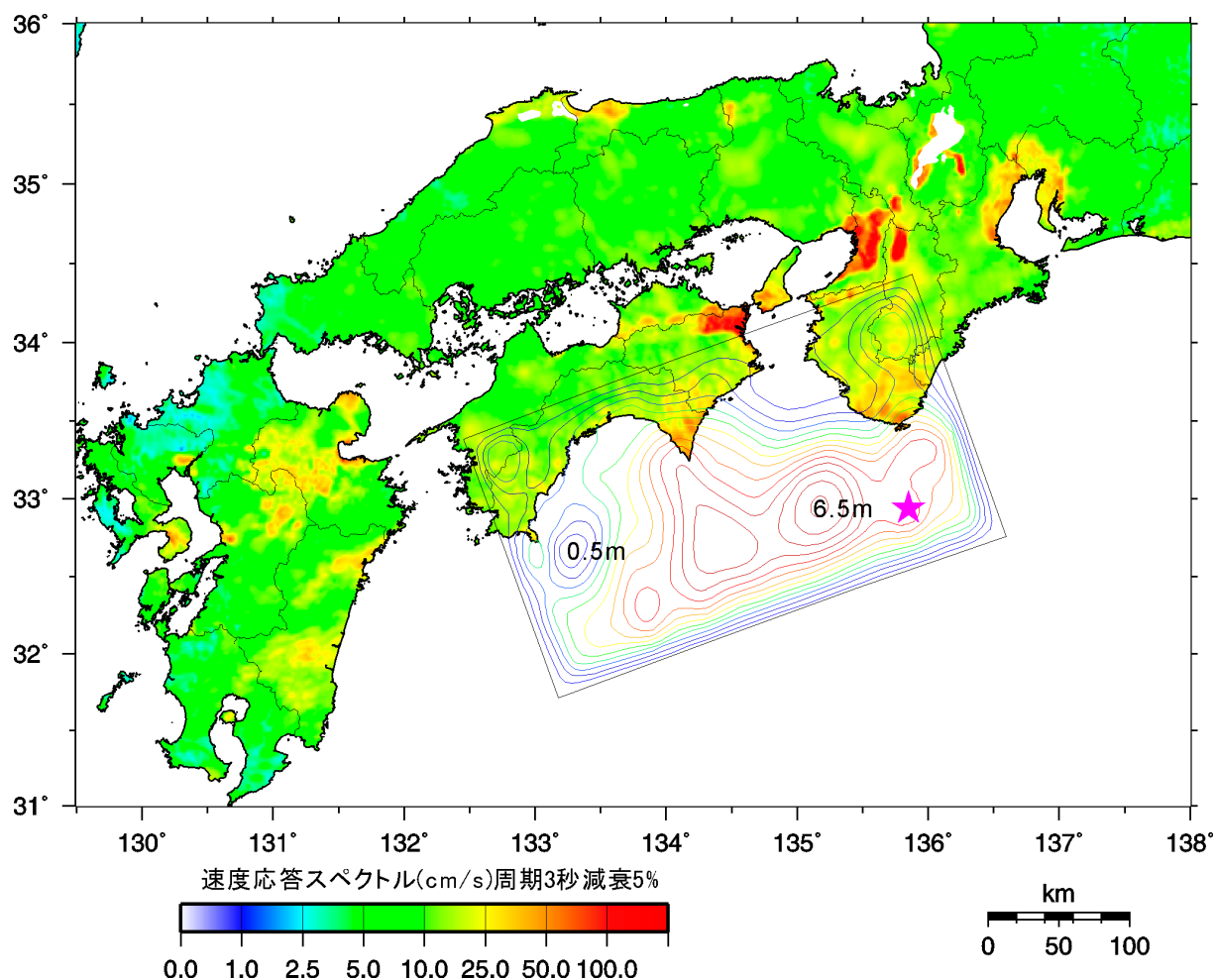
(http://www.jishin.go.jp/main/chousa/l2_choshuki/index.htm)

で確認及びダウンロードができるようにするので、詳細については上記ウェブサイトを確認のこと。

6. 今後に向けて

今回公表した「長周期地震動予測地図」2012 年試作版は、現時点で利用できる最新の知見や適切と考えられる手法を用いて作成したものであるが、震源の破壊領域が更に広がる巨大地震を想定する場合や、特性化震源モデルの作成、計算領域や計算周期帯域を更に広げることなど、今後も検討すべき課題が残っている。また、地震調査研究推進本部が平成 21 年 4 月に決定した「新たな地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」（以下、「新総合基本施策」という）においても、当面 10 年程度に推進すべき地震調査研究の主要な課題として、長周期地震動の調査研究の必要性が挙げられている。

今回の予測は、新総合基本施策に沿って、これから新たな知見を反映させつつ、将来、更に巨大な海溝型地震が発生した場合などを含め、様々な想定地震の長周期地震動、更には広帯域地震動を予測していくための重要なステップと位置付けられる。今後も引き続き地図の活用法も含めた長周期地震動の調査研究を推進していく予定である。



★:破壊開始点
 四国沖から紀伊半島沖の矩形
 は震源断層面、その中のコンタ
 ーは断層面上のすべり量を表
 す。

図1 南海地震（昭和型）による長周期地震動の速度応答スペクトル
 （周期3秒、減衰定数5％）の分布

南海地震（昭和型）が起こったときに発生すると考えられる長周期地震動を予測したもの。固有周期3秒の建物において、建物の動きをおもりの動きに模した時の揺れの最大速度を地図に示している。周期3秒、速度応答が100cm/sの場合、片振幅で約0.5m（両振幅では約1.0m）揺れることになる。一般的な超高層建物では、その頂部の揺れは、応答スペクトルの値の20～30%程度増しになる場合もあると考えられる。

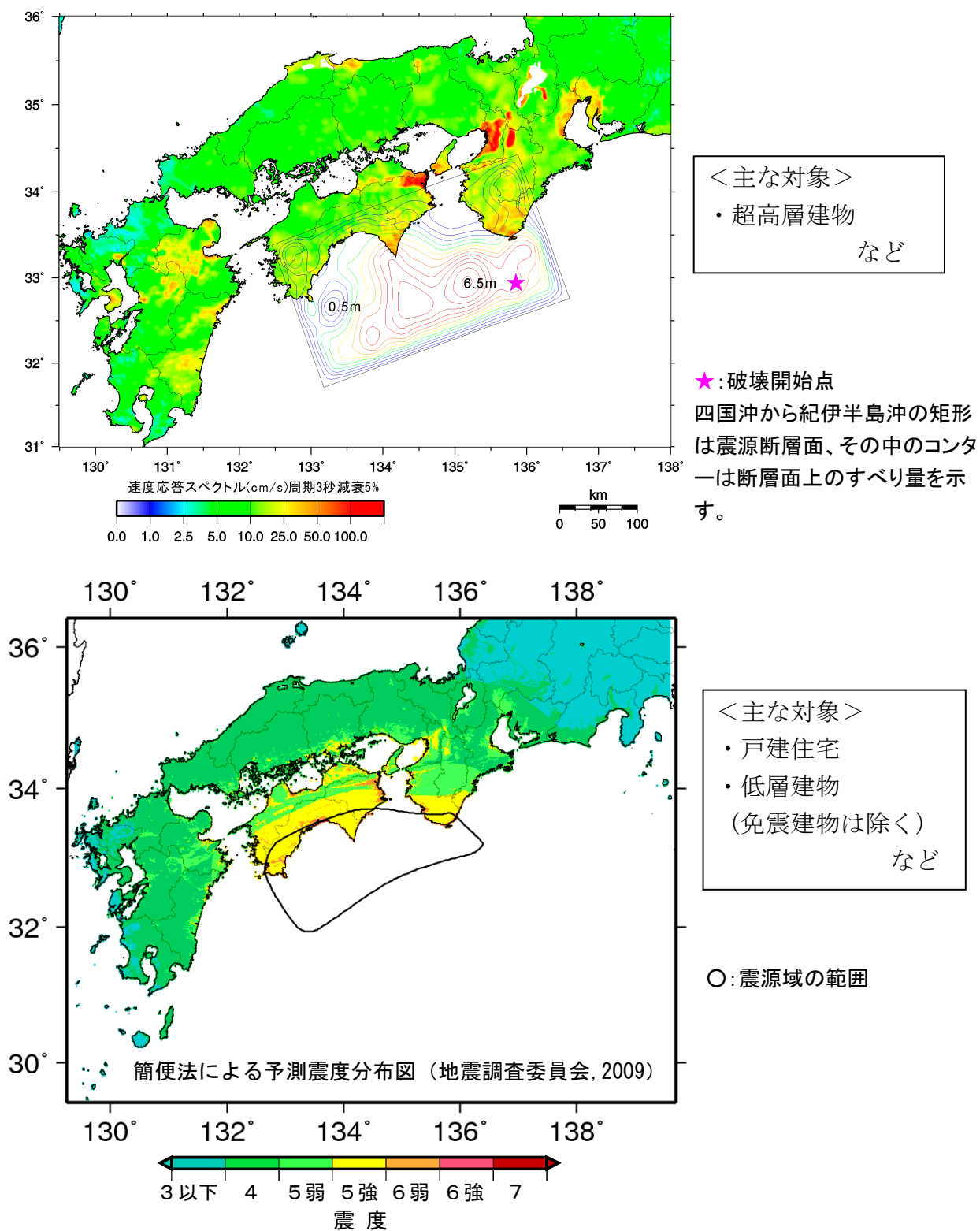


図2 南海地震(昭和型)による工学的基盤での長周期地震動の速度応答スペクトル(周期3秒、減衰定数5%)の分布(上図)と簡便法による地表の予測震度分布図(地震調査委員会, 2009; 下図)の比較

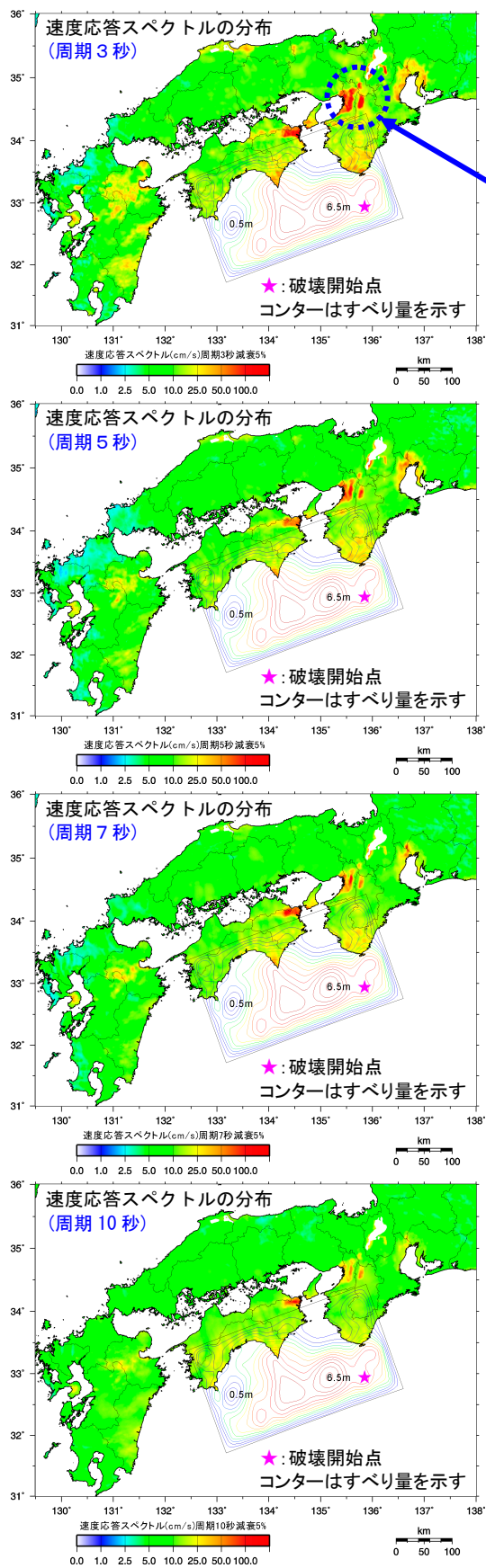
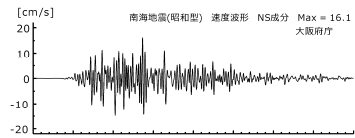


図3 速度応答スペクトルの見方の例

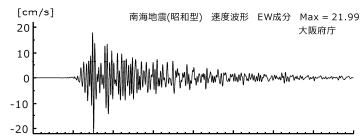
いずれの図も減衰定数 5 %。大阪府庁は高知県庁に比べて長周期地震動の継続時間がやや長く、周期約 2 ～ 3 秒では速度応答も大きくなる。

※速度応答スペクトルの図は、水平成分のみから作成されているが、上下成分を加えても傾向はそれ程変わらない。

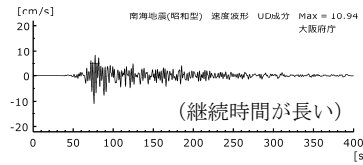
南北成分



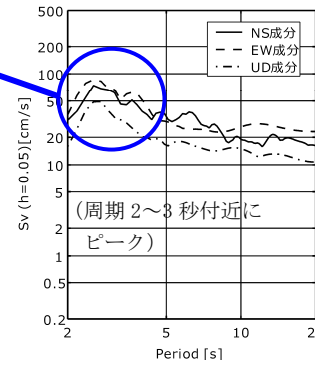
東西成分



上下成分

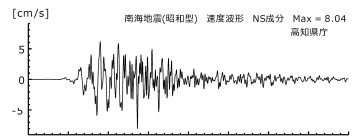


大阪府庁での長周期地震動の速度波形

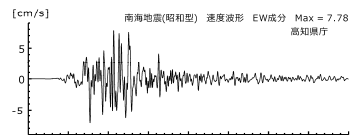


大阪府庁での速度応答スペクトル

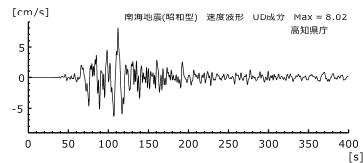
南北成分



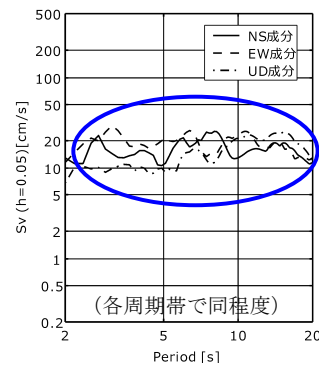
東西成分



上下成分



高知県庁での長周期地震動の速度波形



高知県庁での速度応答スペクトル

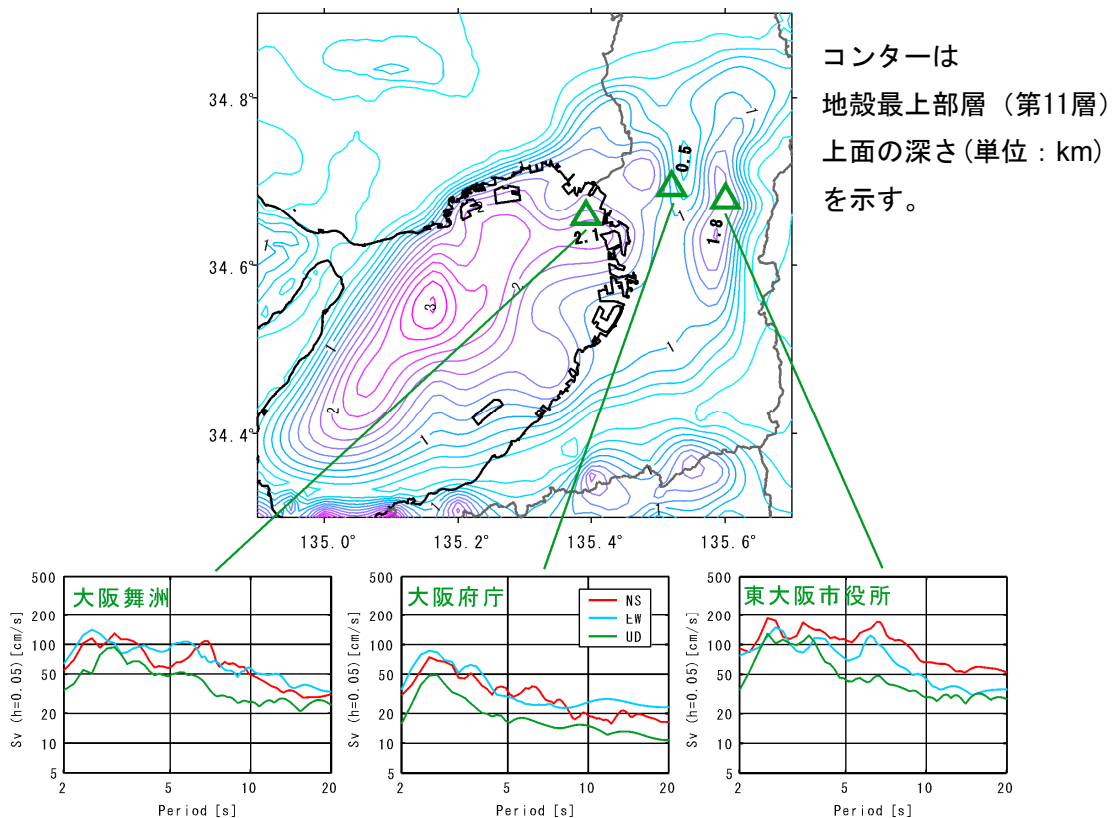


図4 大阪平野内の3地点で計算された速度応答スペクトル

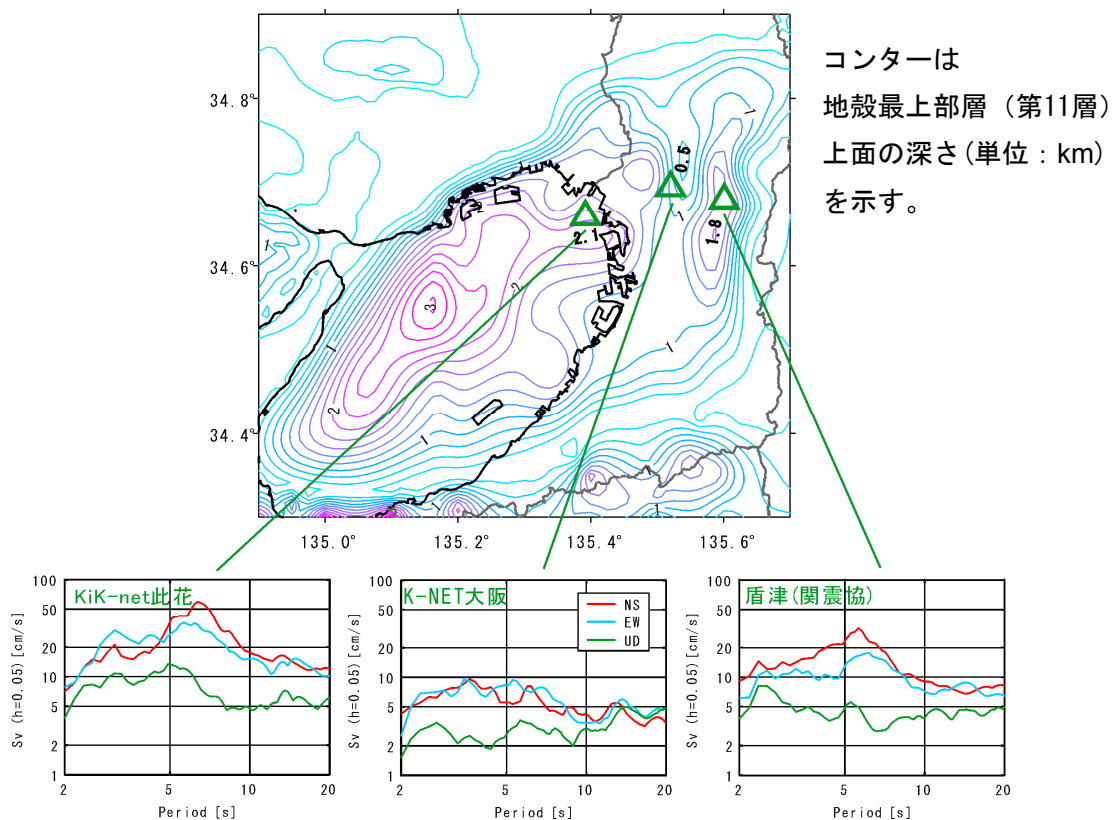
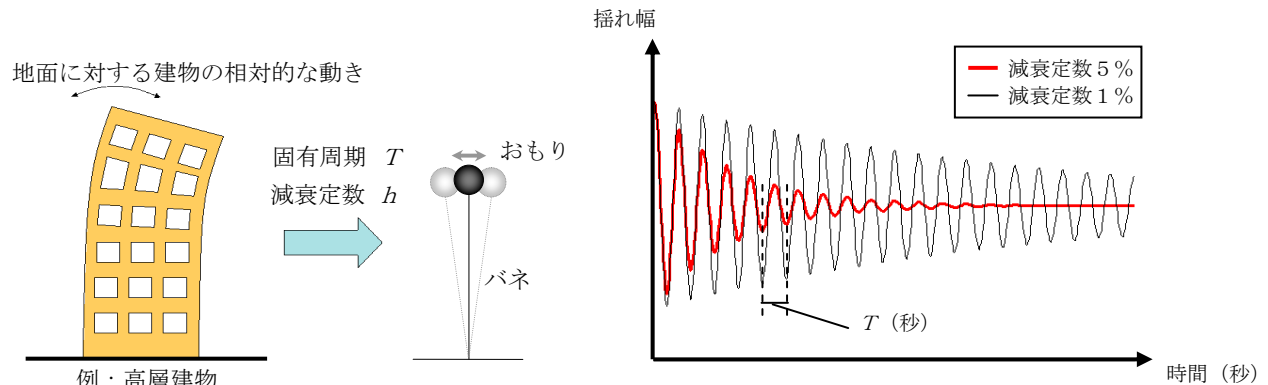


図5 大阪平野内の3地点で観測された2011年東北地方太平洋沖地震の速度応答スペクトル ※ 図4とほぼ同位置の強震観測点での比較

固有周期、減衰定数、速度応答について

高層建物やタワー、タンクの液面等の揺れを、同じ固有周期や減衰特性を持つ「バネに繋がれた1つのおもり」の動きに置き換えて、周期ごとのおもりの揺れ方（応答）を評価している。



自由振動の場合の、固有周期 T 秒、
減衰定数 5% (赤) 減衰定数 1% (黒) の場合の揺れ方

*長さのあるものを一つのおもりの動きに置き換えて表すため（左図）、例えば、一般的な超高層建物の頂部の応答は、応答スペクトルの値の 20～30% 程度増しになることが知られている。

*固有周期 T 秒で減衰定数 5%、減衰定数 1% の建物の揺れ方は、自由振動の場合、1 周期毎に揺れ幅がそれぞれ約 27%、約 6% 小さくなる（右図）。

*減衰定数が小さいほど、揺れを減衰させる効果は小さい。超高層建物などの減衰定数は一般的には 5% よりも小さく、1～3% 程度であることが知られている。従って、実際の超高層建物の揺れは、例えば上図の減衰定数 1% の波形に示すように、減衰しにくくなる可能性があると考えられる。

*何度も行き来するおもりの揺れでは、速度と加速度、速度と変位を固有周期に依存する定数を介した比例関係で近似できる。これを基にすると、例えば、固有周期 5 秒の場合には、最大速度応答（速度応答スペクトル）が 100cm/s の場合、最大加速度応答は 125cm/s²、最大変位応答は片振幅で 80cm（両振幅では 160cm）程度と推定できる。