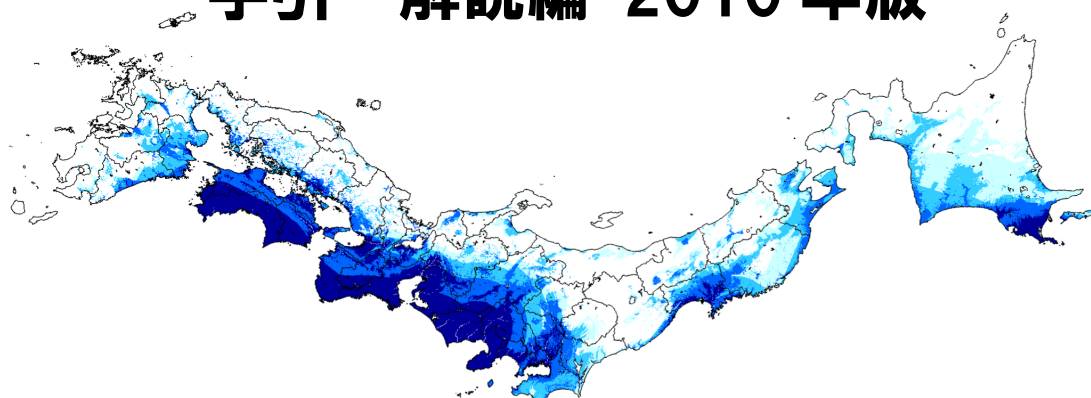


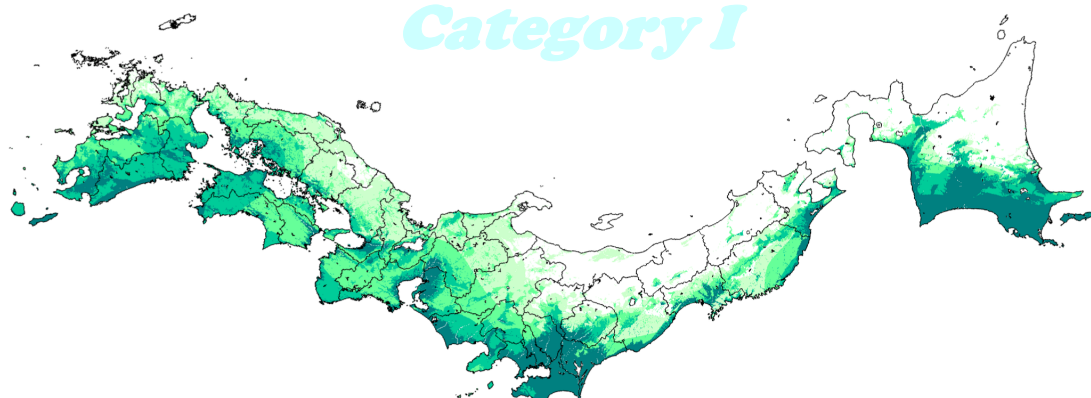
全国地震動予測地図

— 地図を見て 私の街の 揺れを知る —

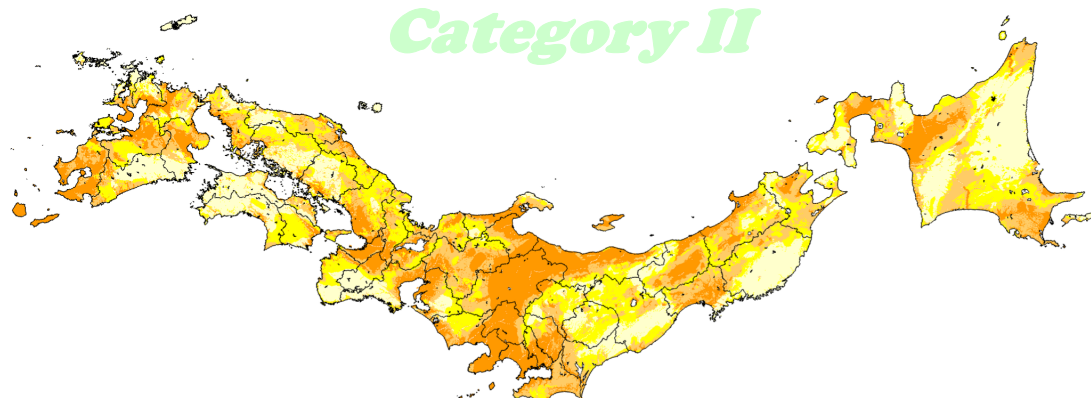
手引・解説編 2010年版



Category I



Category II



Category III

平成 22 年（2010 年）5 月

地震調査研究推進本部地震調査委員会

「全国地震動予測地図」の公表にあたって

(全国地震動予測地図 (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2009.7) より)

阪神・淡路大震災を契機に、地震調査研究推進本部が設置され、我が国の地震調査研究を一元的に推進してきました。地震調査研究推進本部の地震調査委員会は、最新の地震調査研究の成果を随時取り入れながら、全国で発生する地震の評価、全国の主要な活断層や海溝に沿う領域で将来発生する地震の長期評価 (長期的な観点からの発生可能性の評価)、及び、それらの地震が発生したときに各地に生じる揺れの強さを予測する強震動評価をそれぞれ実施し、その結果を公表してきました。更に、長期評価や強震動評価の成果を統合して、将来の地震による強い揺れに見舞われる確率やその揺れの強さ等を日本全国の地図としてまとめ、「全国を概観した地震動予測地図」として平成 17 年 3 月に公表しました。

地震の長期的な発生確率は、時間の経過や新たな地震の発生などによって年々変化します。その変化に対応するため、平成 17 年以降も、新しいデータに基づいて毎年「全国を概観した地震動予測地図」を更新してきました。

一方、これと並行して、最新の知見等を踏まえて地震動予測地図の高度化に向けた検討を進めてきました。この度、それらの検討結果を新たな評価に反映させ、「全国地震動予測地図」として公表することになりました。

日本は世界有数の地震国であり、全国どこであっても地震に対する備えが必要です。そのことを踏まえた上で、この地図が国民の地震防災への意識向上とそれに基づく効果的な対策を進めるための基礎資料として活用されることを期待しております。

平成 21 年 7 月

地震調査研究推進本部
地震調査委員会
委員長 阿部 勝征

はじめに

地震調査研究推進本部は、「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11年4月23日）を決定し、この中において当面推進すべき地震調査研究の主要な課題として、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を掲げました。これに基づいて、地震調査研究推進本部地震調査委員会では検討を始め、平成17年3月には「全国を概観した地震動予測地図」報告書を公表しました。引き続き、主要活断層帯と海溝型地震の長期評価の追加および見直し、発生した地震のデータの追加、地震発生確率の年次更新と共に、最新の知見を踏まえた計算条件・計算手法の部分的な見直しを進めつつ、毎年、評価改訂結果を公表してきました。

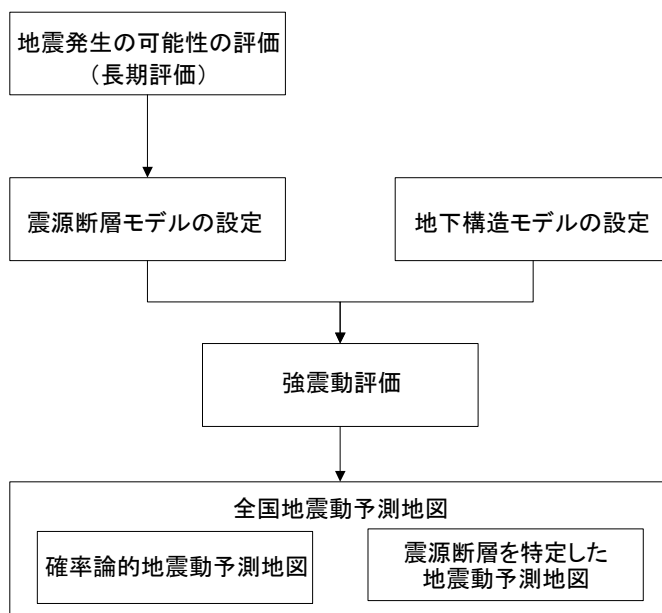
これと並行して、近年の調査研究の進歩により得られた新しい知見とデータの積み上げに基づいて、地震動予測手法の改良、地下構造モデルの改良、主要活断層帯の震源断層モデルの構築等を進めると同時に、成果の利用のあり方を念頭に置きつつ地図の公表方法についても検討してきました。それらの諸検討結果をまとめて、平成21年7月には「全国地震動予測地図」として公表しました。今後も引き続き、長期評価の追加および見直し、地震のデータの追加、地震発生確率の年次更新と共に、最新の知見を踏まえた部分的な見直しを進めつつ、毎年、評価改訂結果を公表していく予定です。本報告は、その一環として公表するものです。

本報告は、「地図編」と「手引・解説編」の二部構成を採っています。

「地図編」には、今回作成された地震動予測地図が掲載されています。

「手引・解説編」のうち「手引編」には、地震動予測地図の手引として、基本的な事柄がわかりやすくまとめられています。地震動予測地図に馴染みのない方は、まずは手引編にざっと目を通して戴き、どのような地図があるのかを知った上で、手引編を頼りに地図編を見て戴くのが良いと思います。「解説編」には、手引編だけでは物足りなかつたり、もっと詳しく知りたいと思ったときのために、個別の事項の解説がまとめられています。解説編を読みながら地図編を見て戴くと、地震動予測地図への理解がより深まるでしょう。

また、詳細かつ専門的な内容の「技術報告書」等も、目的に応じて御参照下さい。特定地域を拡大したり検討内容に関わるデータ等を利用したい場合には、併せて「地震ハザードステーション J-SHIS」(<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>)をご利用下さい。



地震動予測地図作成の全体概要

- ※ 本書に掲載した地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25000（空間データ基盤）及び基盤地図情報を使用しました。（承認番号 平 20 業使、第 638 号）
- ※ 本書では、日本測地系を使用しています。
- ※ 手引解説編（本書）で内容説明に用いているいくつかの図は全国地震動予測地図（2009 年版）と同じものです。
地図の最新版は、地図編 2010 年版に掲載されている地図を御覧下さい。
- ※ 地震調査研究推進本部では「長周期地震動予測地図」の検討も進めており、その成果も併せて御覧下さい。

全国地震動予測地図 手引・解説編 2010年版 目次

手引編 地図の見方

地震動予測地図を見る前に	3
震源断層を特定した地震動予測地図	6
震源断層を特定した地震動予測地図の見方のポイント	7
確率論的地震動予測地図	8
確率論的地震動予測地図の見方のポイント	12
最大影響地震カテゴリー	14
各地震カテゴリーの確率論的地震動予測地図	15
地震動予測地図を通して地震を知り地震防災に役立てる	16
課題と将来展望	17

解説編 計算手法と計算結果の解説

地震動予測地図とは	18
地震動予測の基本的な考え方	20
日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ	22
震源断層を特定した地震とその長期評価	23
震源断層を予め特定しにくい地震	24
地震発生確率の計算方法	25
地震カテゴリー	26
地下構造モデル	30
深い地盤構造	31
浅い地盤構造	32

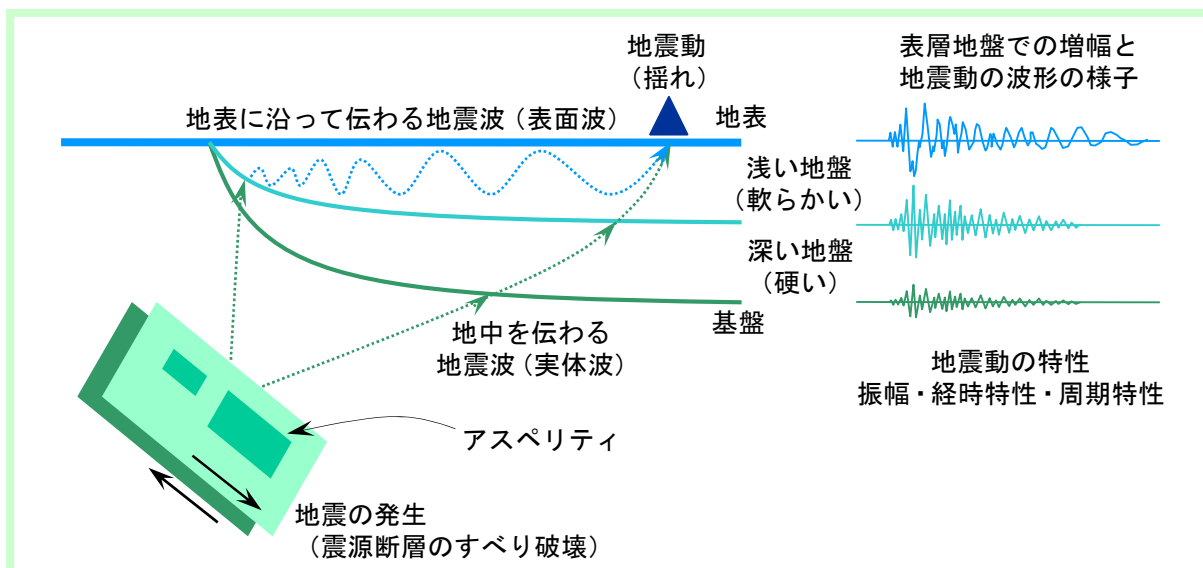
強震動予測レシピ	34
震源断層を特定した地震の断層モデル	35
震源断層を特定した地震動予測地図	36
確率論的地震動予測地図	41
地震カテゴリーと影響度	48
確率の数値を受け止める上での参考情報	52
出典：報告書・ホームページ	53
索引	54

地震動予測地図を見る前に

地震動とは

地震が発生すると地面や建物が揺れます。もう少し丁寧に説明すると、「地震」とは、地中深くの岩石の中に徐々にたまった力やひずみが限界に達し、そこですべり破壊が生じる現象です。地震が発生すると、地中あるいは地表を伝わる「地震波」が発生します。地震波が伝わってきたある地点での地面や地中の揺れを「地震動」と呼びます。

日常用語としては、この地震動のことが地震と呼ばれることもありますが、本書では、このように、地震・地震波・地震動という言葉を区別して扱います。



地震（断層のすべり破壊）・地震波（地中や地表を伝わる波）・地震動（揺れ）

★地震動の特性

自然現象である地震動の特性は、地震の震源断層でのすべり破壊の特徴、地震波の伝わり方、対象地点付近での地盤の揺れやすさ等に左右されます。地震動の特性は、振幅（揺れはどの程度大きいか）・経時特性（揺れは時間と共にどう変化するか）・周期特性（揺れ方は小刻みに素速いかゆったりと遅いか）の三要素によって表現することが出来ます。

★地震動の距離減衰

地震動の強さは、地震の規模が大きいほど大きく、震源からの距離が近いほど大きくなります。地震の規模が大きいと、より広い地域、より遠くの地域まで、強い揺れに見舞われます。

★断層モデルとアスペリティ

大きな地震の震源は点ではなく、地中の広大な震源断層面上をすべり破壊が進みます。このように震源断層が面的に破壊する様子をモデル化したものを「断層モデル」と呼びます。実際の震源断層の面上でのすべりは一様ではなく、特に地震動を支配するような地震波が発生する主要な破壊領域のことを「アスペリティ」と呼びます。

★工学的基盤と表層地盤

地域においてある程度広がっていて高層建物をも支持し得るような堅固な地盤を「工学的基盤」と定義し、その上に堆積している層を取り除いたと仮定して工学的基盤の表面で地震動を扱うことが多いようです。工学的基盤で浅い表層地盤の増幅特性は局所的に大きく変化するため、それについては個々の地点の条件を別途考慮して扱う方が一般には都合が良いのです。

関連説明→ 解説編 p.20, 21, 36

地震動予測地図を見る前に

震源断層を特定した地震動予測地図

全国地震動予測地図には、「震源断層を特定した地震動予測地図」と「確率論的地震動予測地図」の二種類があります。

震源断層を特定した地震動予測地図とは、ある特定の地震（ある断層の特定のすべり）が発生した場合に各地点がどのように揺れるのかを計算してその分布を地図に示したものです。

① 長期評価結果に基づき、強震動予測手法（「レシピ」）を参考に、特定の震源断層で発生する地震のパラメータ（諸元）を設定します。（長期評価やレシピについては解説編参照）



＝地震の諸元＝

- 断層の位置
- マグニチュード
- 断層の長さ・幅
- 断層の傾斜角
- 断層の深さ

② 破壊が開始する位置や破壊の様式（破壊過程）・地下の構造を考慮します。

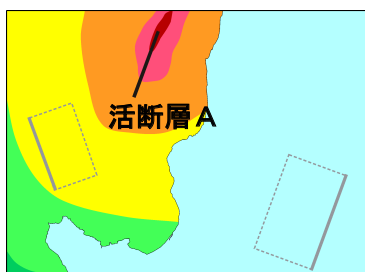
- すべり方向
- アスペリティの位置
- アスペリティとその周り（背景領域）でのすべり量や応力降下量など

③ 個々の地点で震源断層からの距離と地盤による揺れの増幅とを考慮し、揺れを計算します。

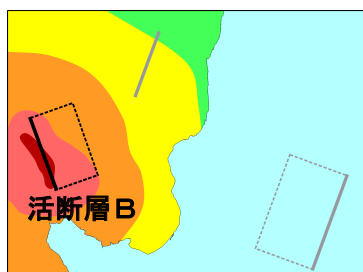
④ 震源断層を特定した地震の地震動予測地図（揺れの分布図）が出来上がります。

②や③の違いによって、結果は異なります。

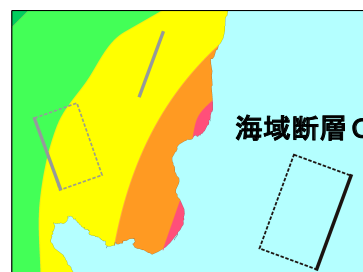
震度 4以下 5弱 5強 6弱 6強 7



活断層Aで地震が発生した場合の地震動予測地図



活断層Bで地震が発生した場合の地震動予測地図



海域断層Cで地震が発生した場合の地震動予測地図



確率論的地震動予測地図（次頁）へ

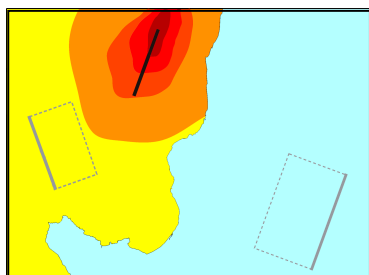
地震動予測地図を見る前に

確率論的地震動予測地図

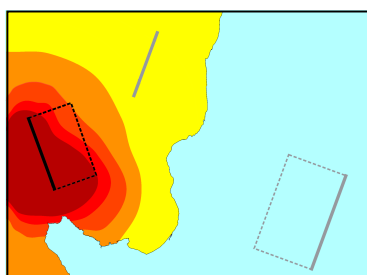
確率論的地震動予測地図とは、全ての地震の位置・規模・確率に基づき各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかをまとめて計算し、その分布を地図に示したものです。

①地震発生確率は、震源断層によって様々です。各断層の長期評価による地震発生確率を考え、各地震の「震源断層を特定した地震動予測地図」に基づいて、個々の地点での揺れがある震度を上回る確率の分布を求め、合算していきます。

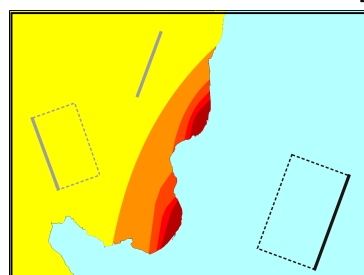
確率 0 10 20 30 50 100 [%]



活断層Aの地震によってある震度を上回る確率



活断層Bの地震によってある震度を上回る確率



海域断層Cの地震によってある震度を上回る確率



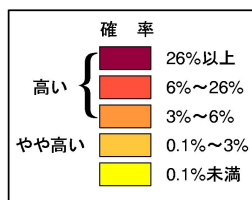
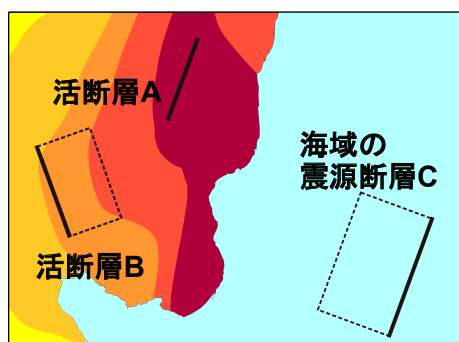
活断層Aの地震発生確率
今後30年で5% (例)

活断層Bの地震発生確率
今後30年で0.05% (例)

海域断層Cの地震発生確率
今後30年で50% (例)



②震源断層を予め特定しにくい地震も含め、周辺の全ての地震を考慮して、それらによってもたらされる揺れの確率をまとめると、今後30年間についての確率論的地震動予測地図(確率の分布図)が出来上がります。逆に、ある確率に対する揺れの分布図を作ること出来ます。



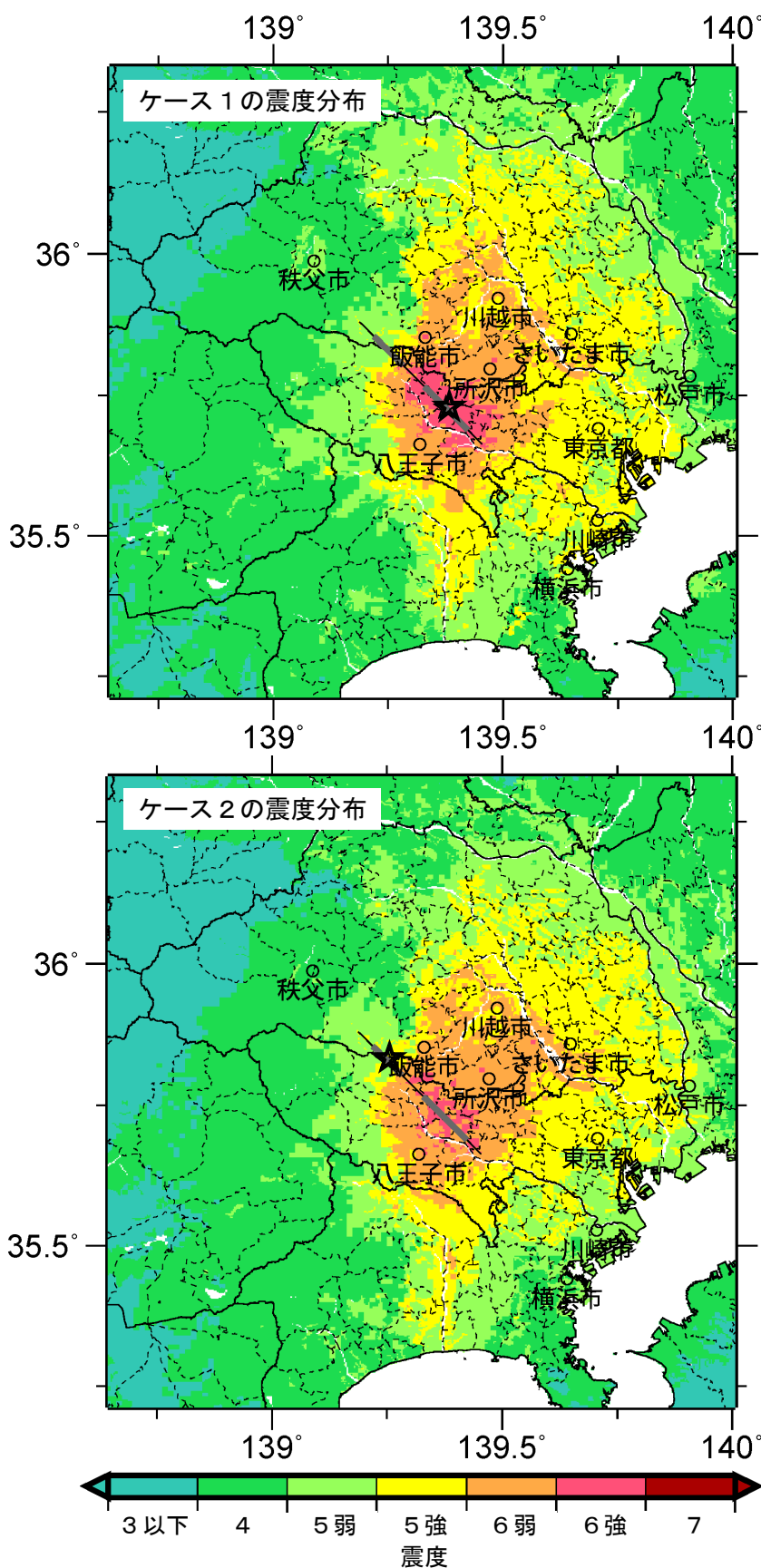
この例では、活断層Bの地震の発生確率が今後30年間で0.05%と低いため、確率論的地震動予測地図では、主に発生確率の高い活断層Aや海域断層Cで発生する地震による影響によって、全体的な分布が決まっています。

地震調査研究推進本部が2005年(平成17年)から順次公表してきた「全国を概観した地震動予測地図」と「全国地震動予測地図」は、このような考え方で作成されています。

関連説明→ 解説編 p.18, 19, 22, 23, 34, 35, 41

震源断層を特定した地震動予測地図

全国一律に手続き化された強震動予測結果の例（立川断層帯の例）



震源断層を特定した地震動予測地図とは、ある特定の地震の破壊のシナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算してその分布を地図に示したものです。

今回、全国一律に手続き化された強震動予測手法（レシピ）に基づいて、全国の主要活断層帯で発生する地震の震度分布を予測しました。

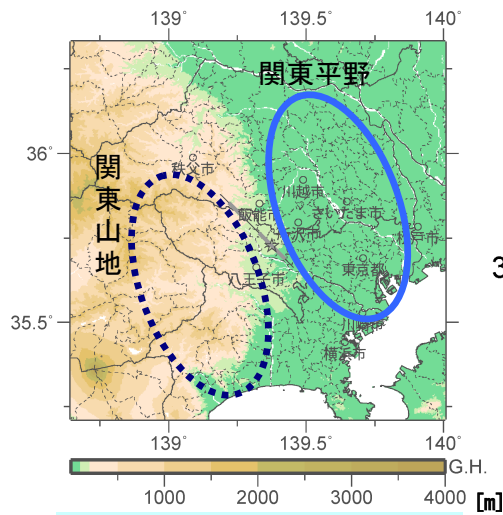
複数の代表的シナリオが想定されており、現象の多様さ・複雑さの一端を知り防災行動に役立てたいものです。左の例では、断層の南東側のアスペリティから破壊が開始するケース1と、断層の北西側のアスペリティから破壊が開始するケース2とが、それぞれ設定されています。

震源断層を特定した地震動予測地図の見方のポイント

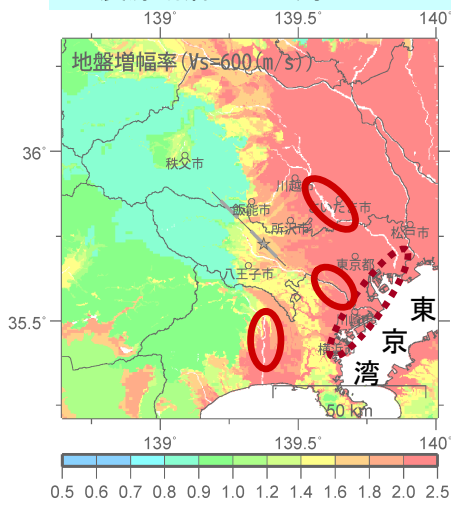
全国一律に手続き化された強震動予測結果の例（立川断層帯のケース1の例）

軟らかい地層が厚く堆積している平野や盆地等では、増幅が大きく、山地や台地に比べて大きな地震動に見舞われます。この例では、断層を挟んでほぼ対称の位置にあるにも関わらず、

東方の関東平野側では
西方の関東山地側に比べて、はるかに大きな地震動に見舞われています。



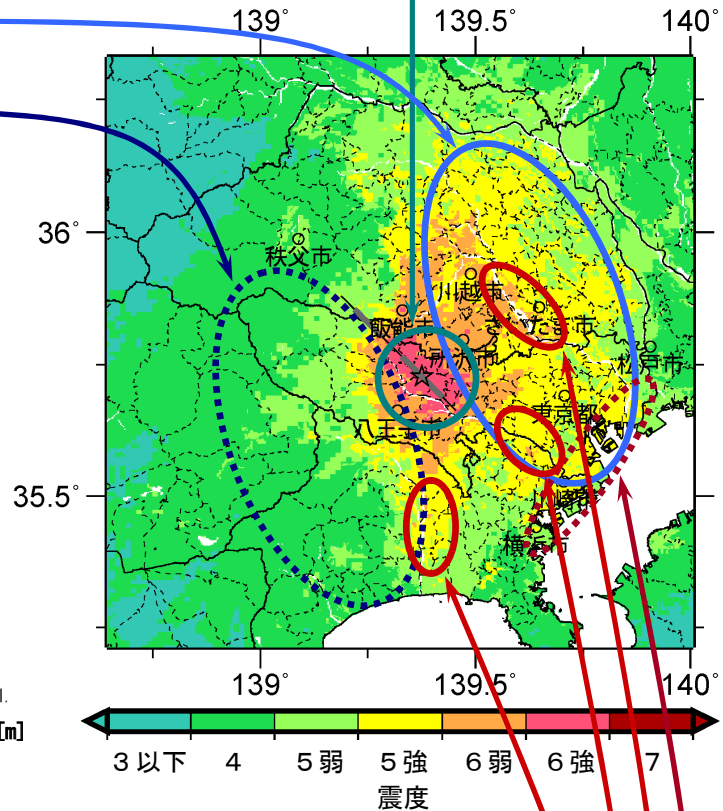
震源断層モデル周辺地形



揺れにくい ← → 揺れやすい

S波速度 $V_s=600$ m/s 相当層に対する表層地盤増幅率分布

アスペリティ（主要な破壊領域のこと）の直上や至近では、大きな地震動に見舞われます。



地表面の震度分布

表層地盤の良くないところでは、増幅が大きく、大きな地震動に見舞われます。この例では、例えば

- 相模川沿いの低地
- 多摩川沿いの低地
- 荒川沿いの低地

あるいは

- 東京湾岸の低地

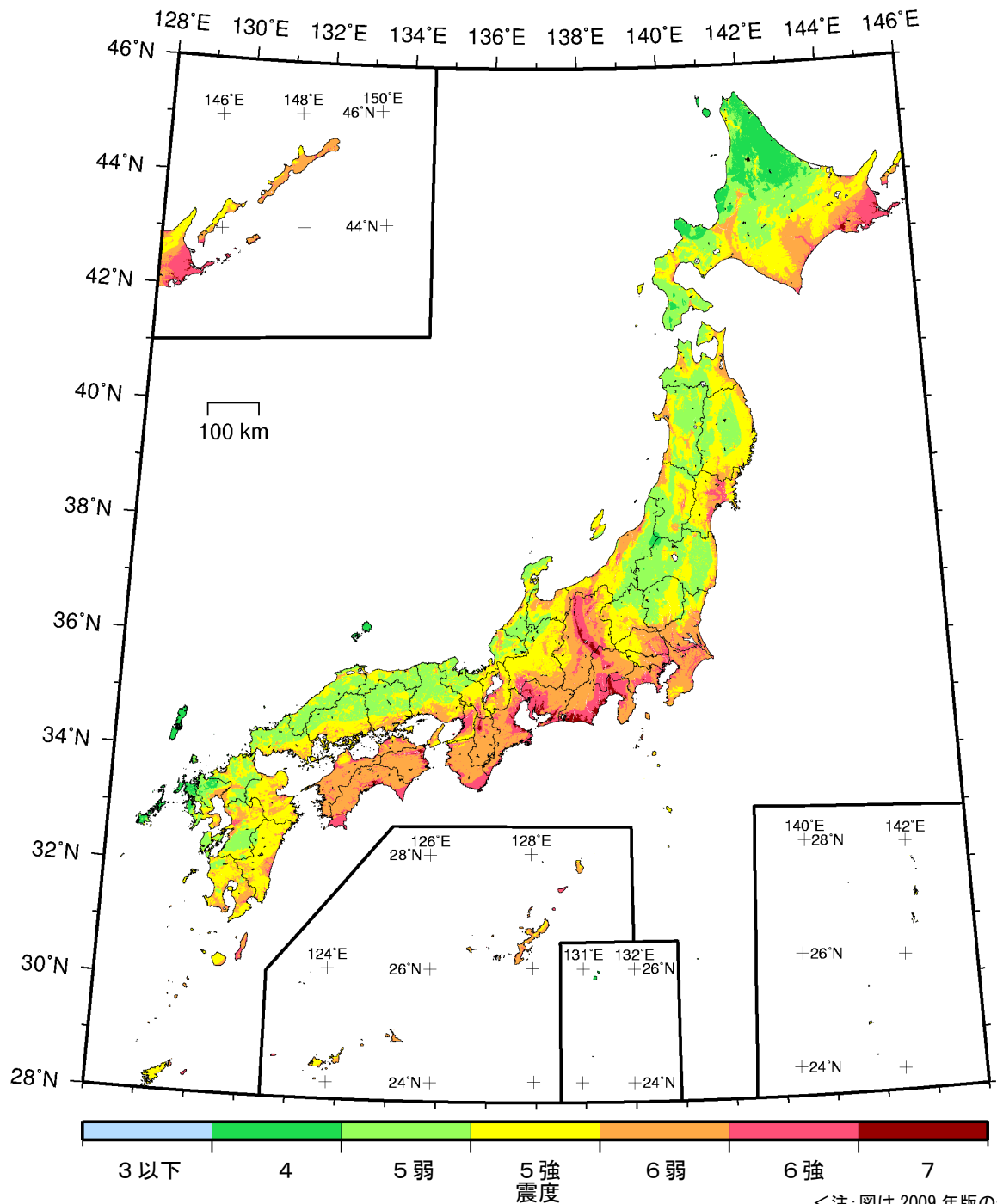
などで、周囲に比べて相対的に大きな地震動に見舞われます。

確率論的地震動予測地図

今後 30 年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が 3%となる震度

確率論的地震動予測地図とは、日本とその周辺で発生する全ての地震の位置・規模・確率に基づいて、地震動の「強さ」・「期間」・「確率」の関係情報を扱い、各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかをまとめて計算し、その分布を地図に示したものです。下の図は、期間と確率を固定して求められた震度分布の例です。

(注：日本領土のうち南鳥島と沖ノ鳥島では、計算に必要な基データが整備されていないため、地図が作成されていません。湖沼・河川は、白色に表示されています。

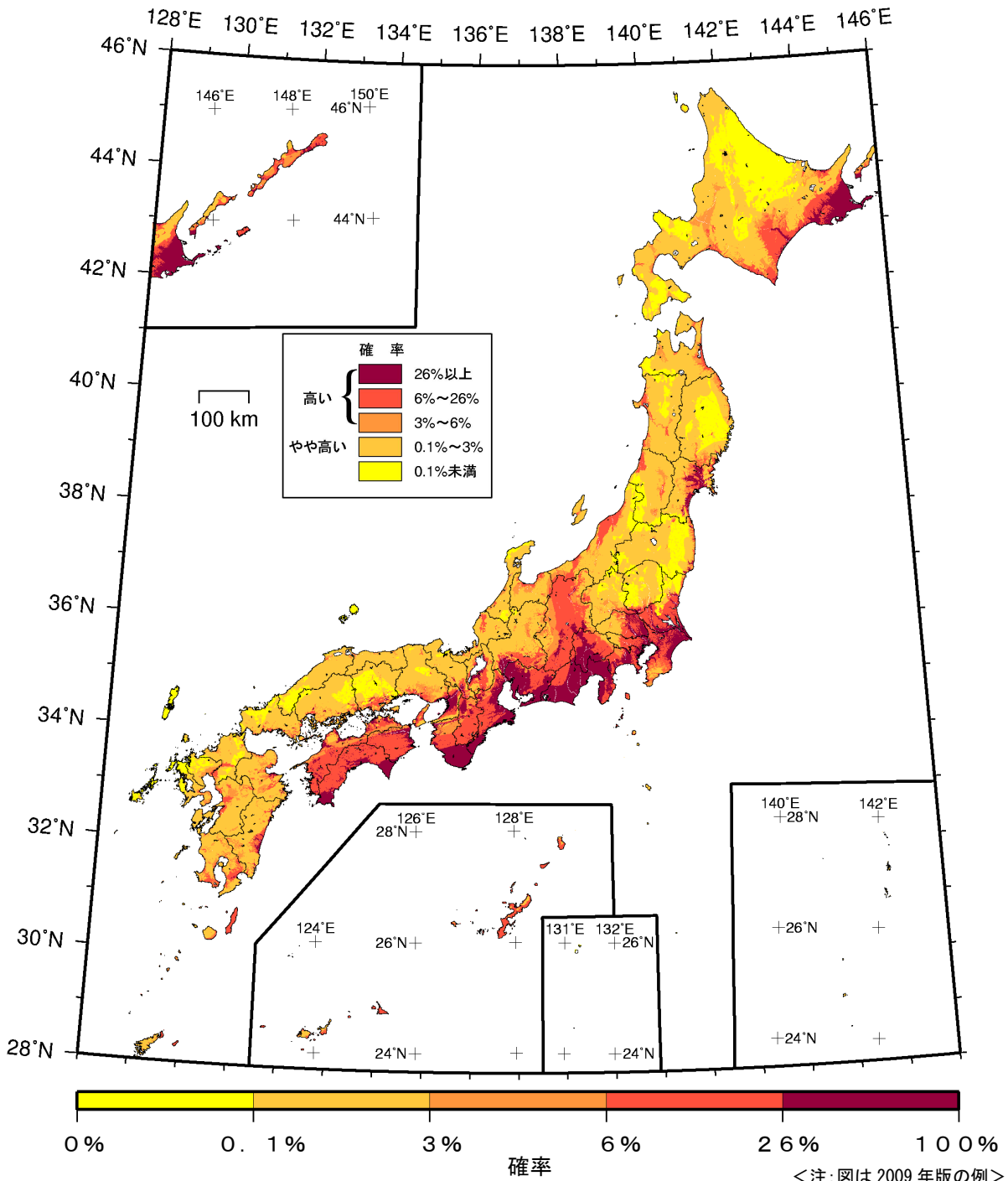


確率論的地震動予測地図

今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率

確率論的地震動予測地図とは、日本とその周辺で発生する全ての地震の位置・規模・確率に基づいて、地震動の「強さ」・「期間」・「確率」の関係情報を扱い、各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかをまとめて計算し、その分布を地図に示したものです。下の図は、期間と地震動強さを固定して求められた確率分布の例です。

(注：日本領土のうち南鳥島と沖ノ鳥島では、計算に必要な基データが整備されていないため、地図が作成されていません。湖沼・河川は、白色に表示されています。なお、モデル計算条件により確率がゼロのメッシュも、白色に表示されています。)

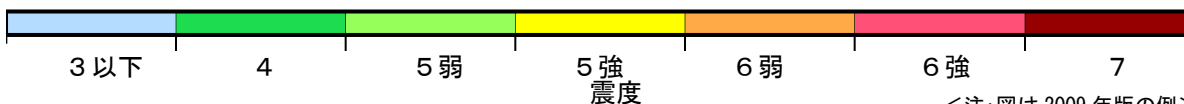
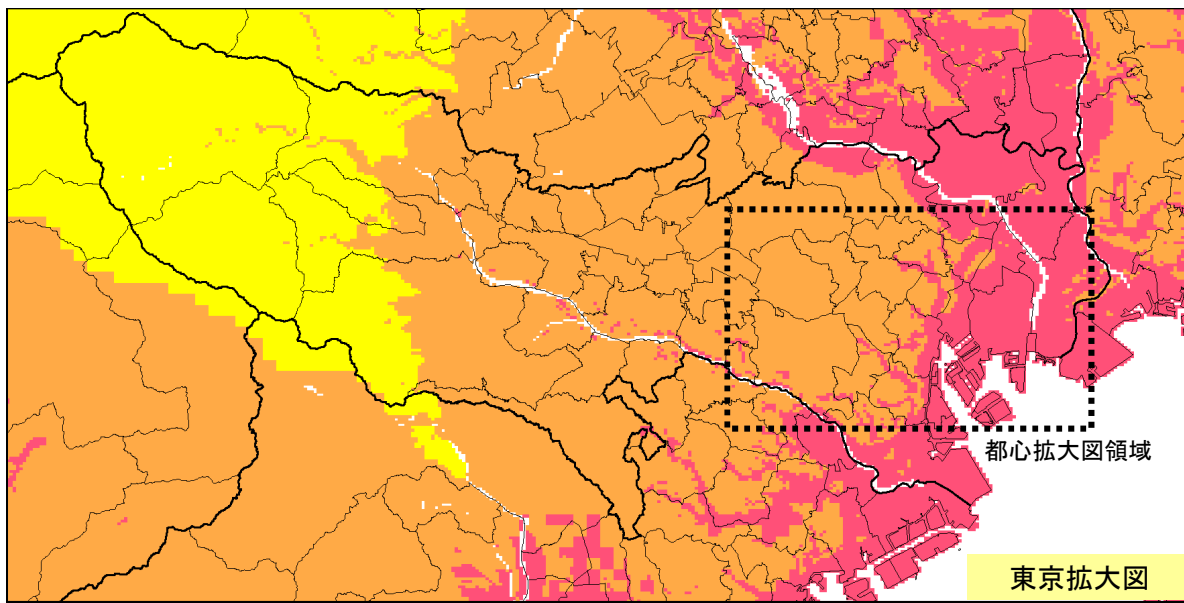


確率論的地震動予測地図

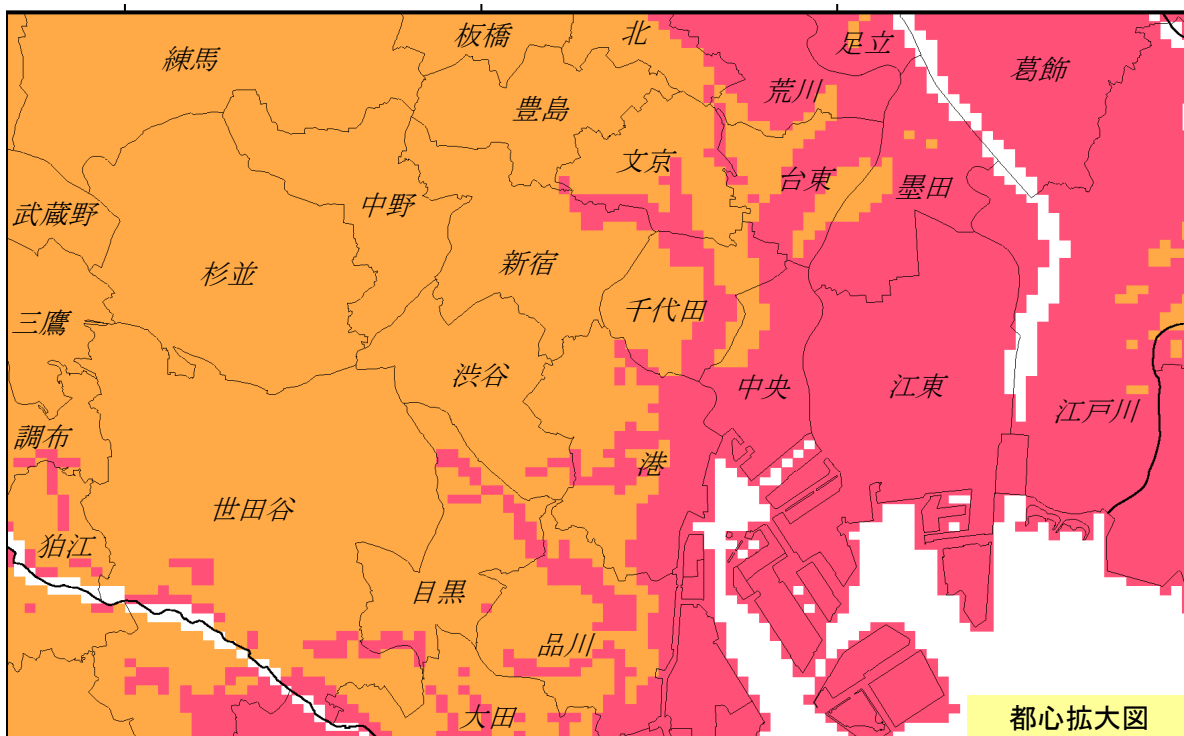
今後 30 年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が 3%となる震度（首都拡大図）

地図は約 250 m 四方のメッシュで計算されており、例えば中小河川に沿って揺れが大きくなっていることなど、身近な地区での評価結果をきめ細かく読み取ることが出来ます。詳細は、J-SHIS（<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>）を御参照下さい。

（注：河川敷等は評価されず白色表示されていますが、実際には周辺と同等以上に揺れると考えられます。）



<注：図は 2009 年版の例>

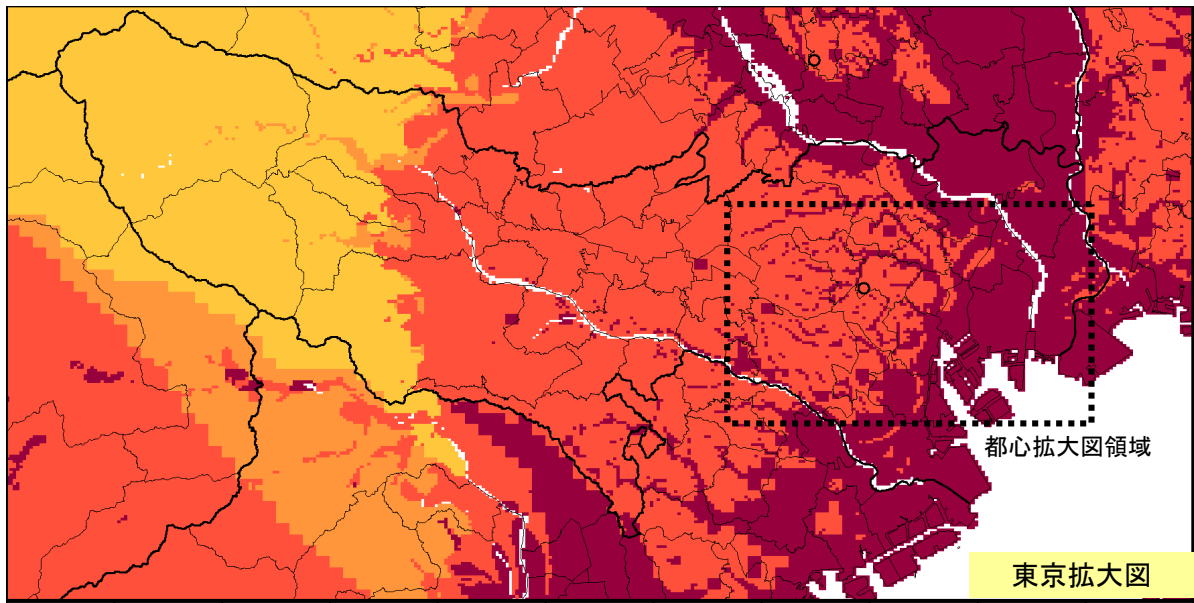


確率論的地震動予測地図

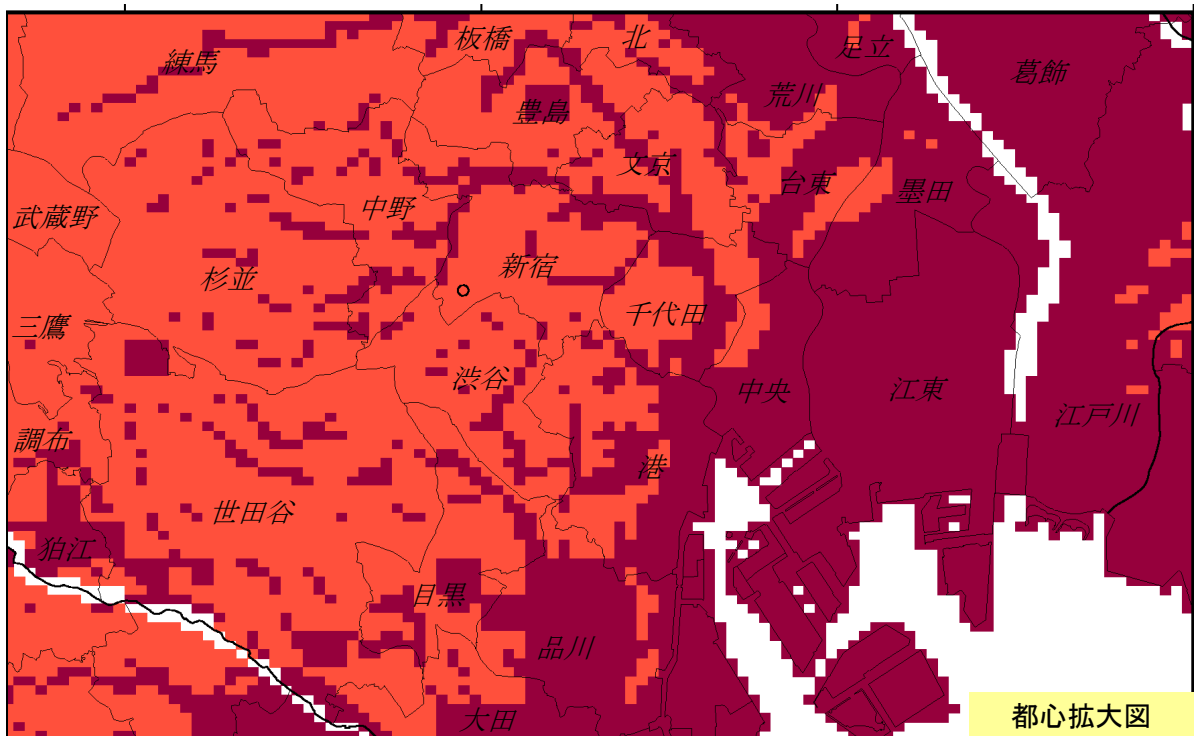
今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率（首都拡大図）

地図は約 250 m 四方のメッシュで計算されており、例えば中小河川に沿って揺れの確率が高くなっていることなど、身近な地区での評価結果をきめ細かく読み取ることが出来ます。詳細は、J-SHIS（<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>）を御参照下さい。

（注：河川敷等は評価されず白色表示されていますが、実際には周辺と同等以上の確率になると考えられます。）

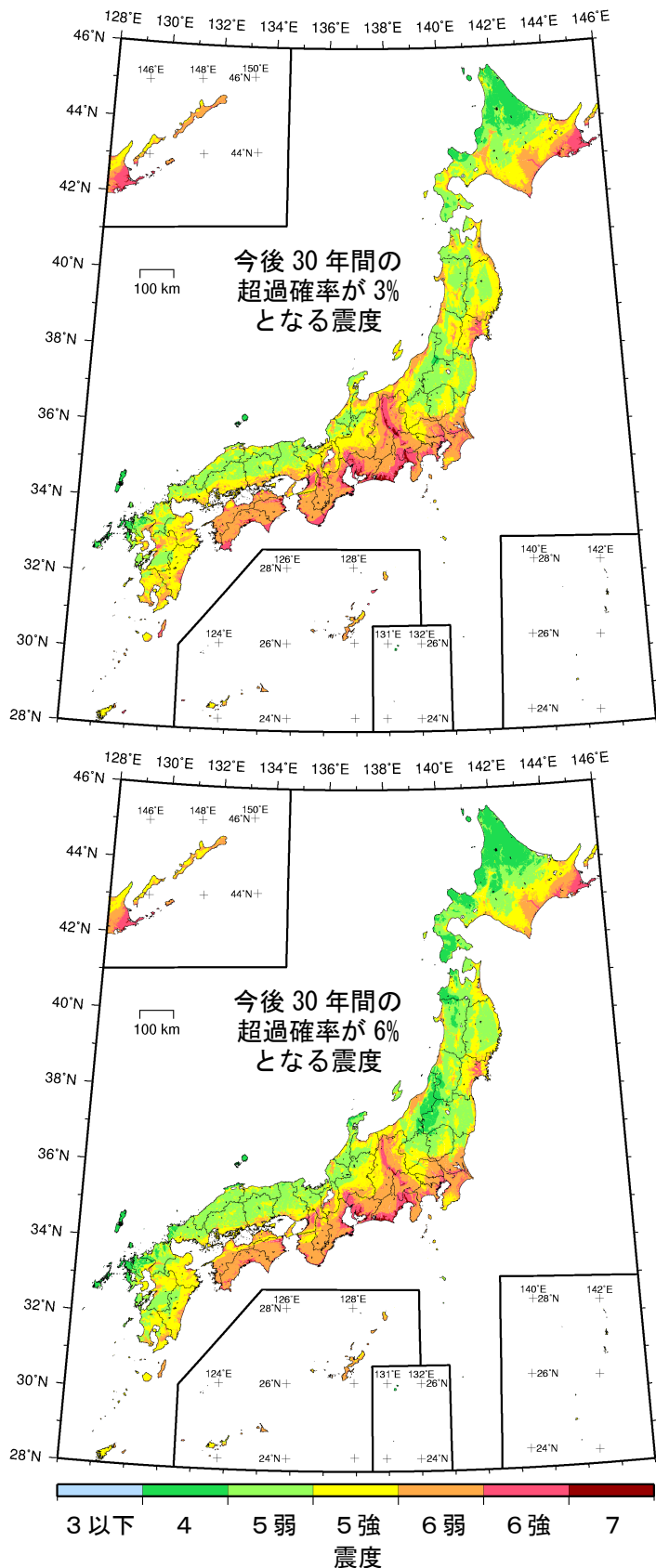


<注：図は 2009 年版の例>



確率論的地震動予測地図の見方のポイント

今後 30 年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が 3%・6% となる震度



ある期間に揺れの大きさ（震度）がある値を超える確率のことを超過確率と呼びます。

この図は、全国に共通な超過確率として、今後 30 年間に 3%（上図）あるいは 6%（下図）を考えたときに、その震度が地域によってどのように異なるのかを地図に示したものです。同じ超過確率を考えたときに、その震度が震度 5 強以上である地域もあれば、震度 6 強以上である地域もあることがわかります。例えば上図では、糸魚川－静岡構造線断層帯や南海トラフ等に沿う地域の中には、震度 7 になる地域も見られます。

また、同じ地域でも、超過確率が小さいほど地震動は大きく（震度が大きく）なります。超過確率が今後 30 年間に 6% の下図に比べて、3% の上図の方が震度が大きくなります。

今後 30 年間の地震動の超過確率が「3%」あるいは「6%」という数値は、決して生活上無視出来ない値と考えられます。解説編も参考にしてみてください。

<注：図は 2009 年版の例>

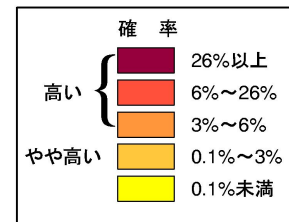
関連説明→ 解説編 pp. 41～47, 52

確率論的地震動予測地図の見方のポイント

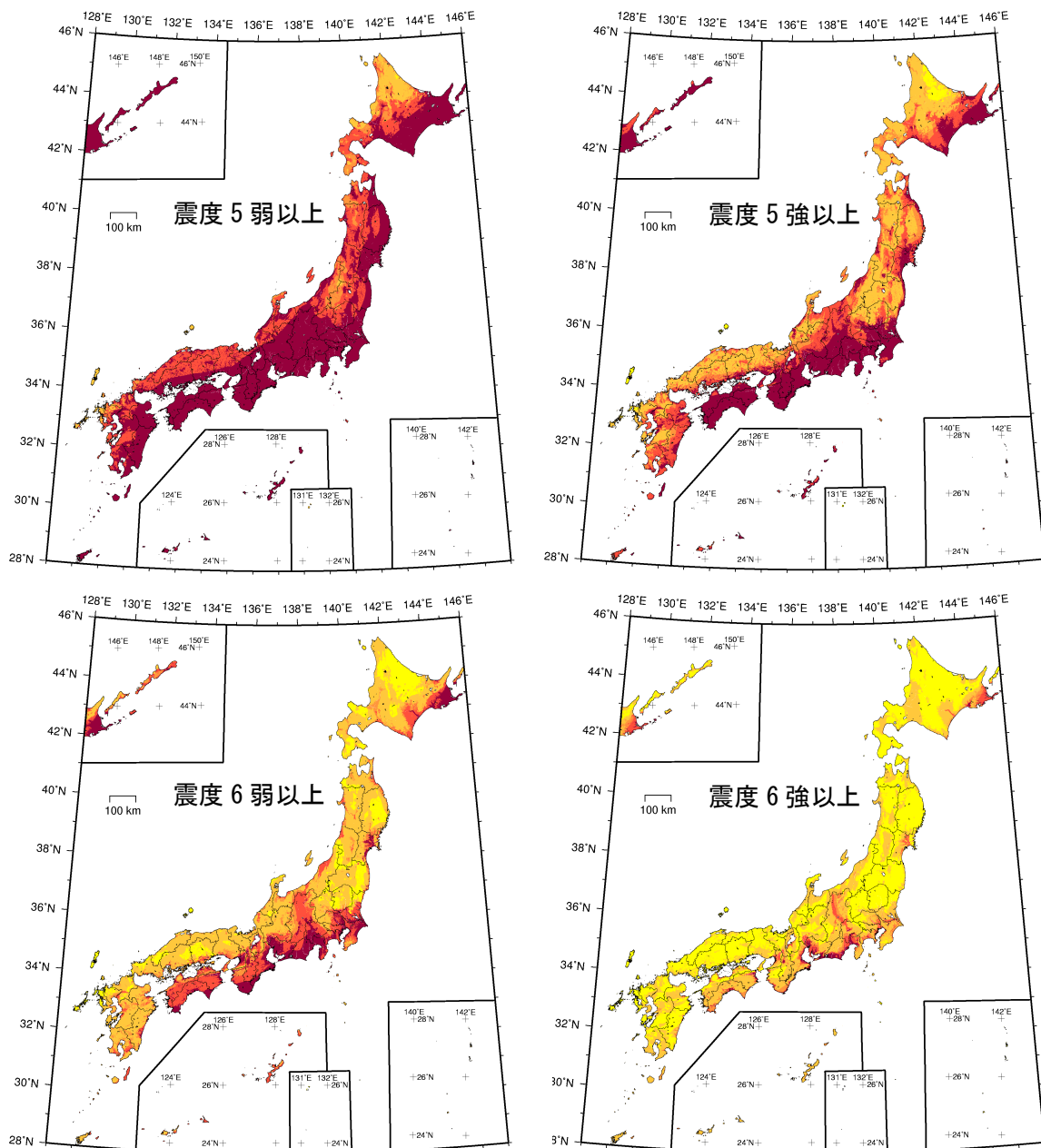
今後 30 年間にある大きさ（震度）以上の揺れに見舞われる確率

同じ地域でも、地震動が大きい（震度が大きい）ほど、その値を超える確率（超過確率）は小さくなります。

また、地震動が大きくなるにつれて、地震発生確率の高い断層沿いの地域の地震動の方が相対的に確率が高くなる様子が見られます。例えば、震度 6 強以上の図では、糸魚川－静岡構造線断層帯や南海トラフ等に沿う地域で相対的に確率が高くなっています。



モデル計算条件により
確率ゼロのメッシュは
白色表示されています。



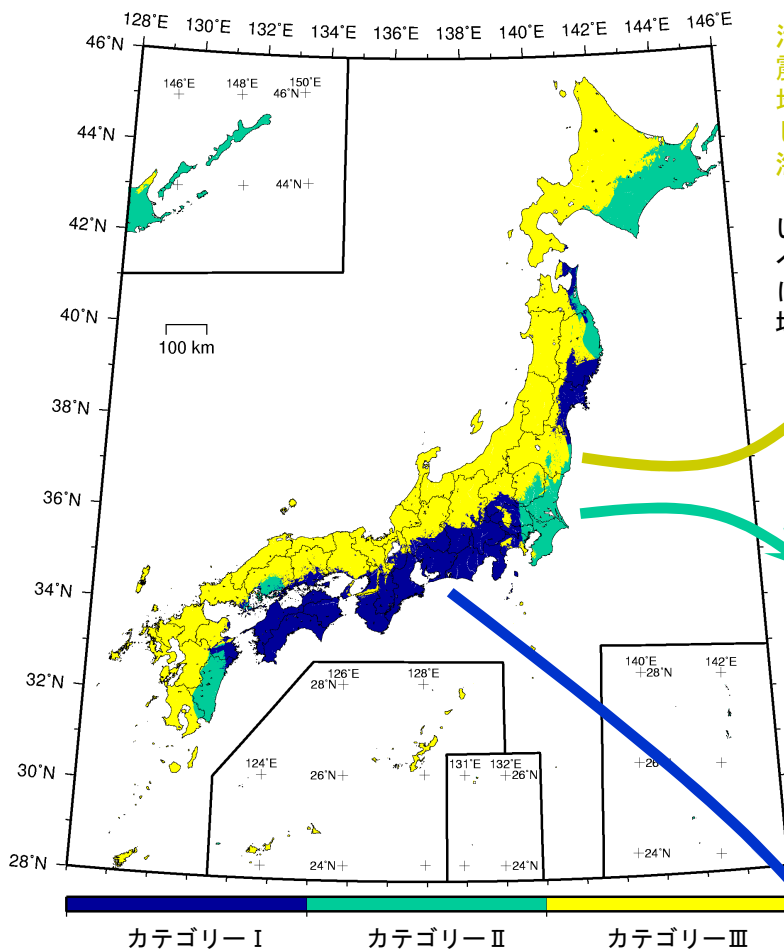
<注: 図は 2009 年版の例>

関連説明→ 解説編 pp. 41~44, 52

最大影響地震カテゴリー

どのような地震に対してどのように備えるべきか

地震カテゴリー（解説編参照）ごとに地震動の超過確率を求めた上で、各地で最も影響の大きな地震カテゴリー（最大影響地震カテゴリー）によって色分けした地図を作りました。この図を見ることにより、どの地域でどのような地震に対してどのように備えるべきか、地域特性を踏まえた備えに役立てていくことが出来ます。



今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる
可能性の最も高い地震カテゴリー

<注: 図は 2009 年版の例>

カテゴリー I

海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震（震源断層が予め特定でき、再来間隔が数百年オーダーの地震）

影響の大きな地震像が明瞭で、影響を受ける範囲も広いので、まずそのような具体的な地震の発生を前提とした備えを考えていくべき地域です。特に巨大地震の場合には、それに先立って周辺各地で活発化する地震や、直後に押し寄せる津波、数多くの余震にも、注意が必要です。

カテゴリー III

活断層など陸域と海域の浅い地震（再来間隔が数千年オーダーの地震、および震源断層を予め特定しにくい地震のうち、陸域と周辺海域の地震）

いわゆる低頻度大災害に注意すべき地域で、甚大な被害を極力避けるように備える必要のある地域です。

カテゴリー II

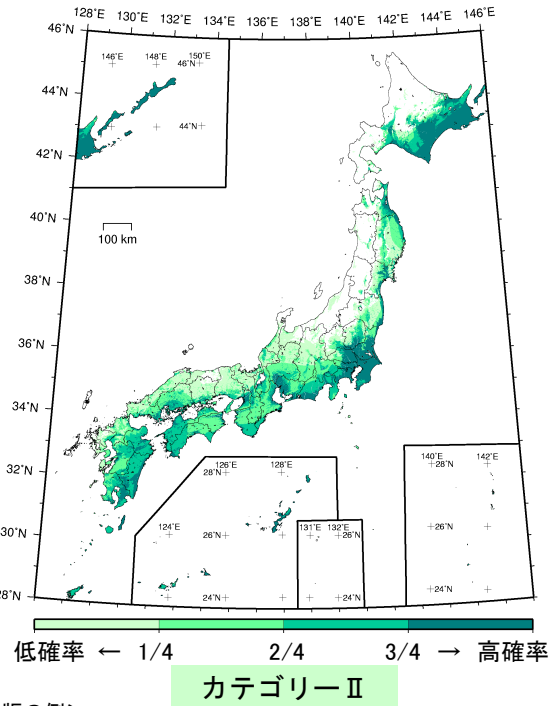
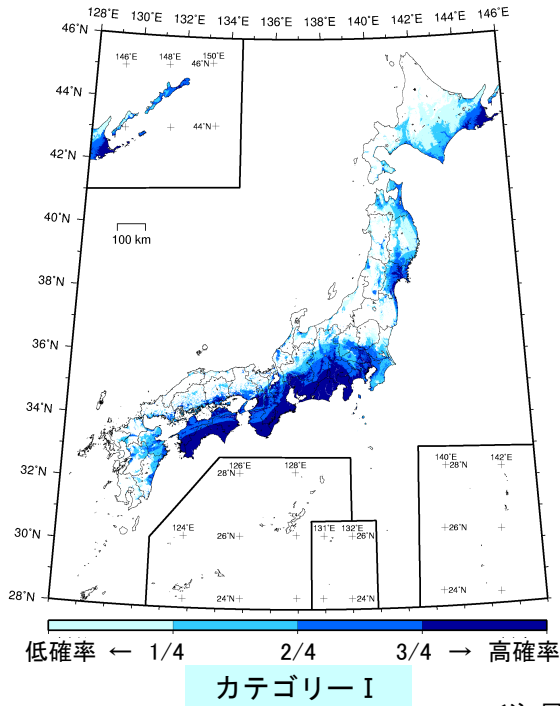
海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震（震源断層を予め特定しにくい地震のうち、プレート間地震とプレート内地震）

地震の発生頻度が比較的高い地域なので、こうした経験を十分に生かすことによって地震を良く知り、将来の大地震に日頃から備えていきたい地域です。

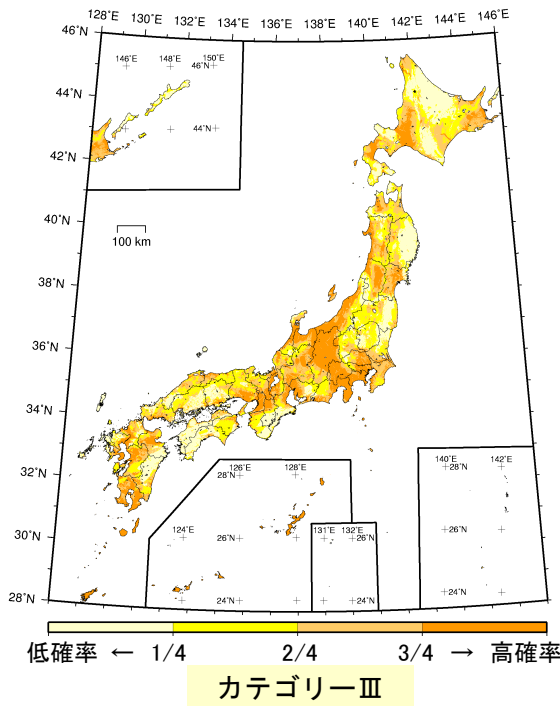
各地震カテゴリーの確率論的地震動予測地図

各地震カテゴリーの今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の四分位表示

各地震カテゴリー毎に、各地域の地震動に及ぼす影響を全国の中で相対的に見るために、全国の全ての評価メッシュを地震動の発生確率の大きなものから順に並べた上で、個数で四等分して濃淡表示しました。色の濃い地域では、その地震カテゴリーによる影響が全国の中で見ても相対的に大きいと言うことができます。



<注：図は 2009 年版の例>



カテゴリー I

海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震
震源断層が大規模で、広い範囲で強い揺れが生じるため、発生確率の高い地震の場合、確率論的地震動予測地図への影響が非常に広域に及びます。

カテゴリー II

海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震
中小規模の地震をも含めて発生頻度が比較的高くなる特徴があり、特に、規模の大きな地震の場合、震源近傍では震度 6 強以上となる可能性があります。

カテゴリー III

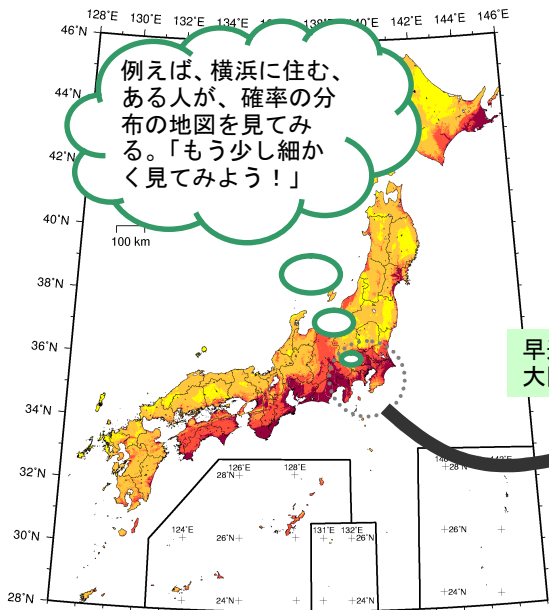
活断層など陸域と海域の浅い地震
発生頻度の低い地震や震源断層を予め特定しにくい地震がありますが、震源が非常に浅いので、大規模な地震の場合、震源近傍では震度 6 強以上となる可能性があります。

※モデル計算条件により確率がゼロのメッシュは、四分位の対象外として、白色に表示されています。

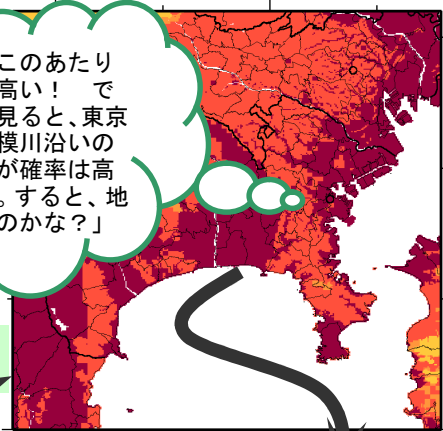
関連説明→ 解説編 pp. 26～29, 47～51

地震動予測地図を通して地震を知り地震防災に役立てる

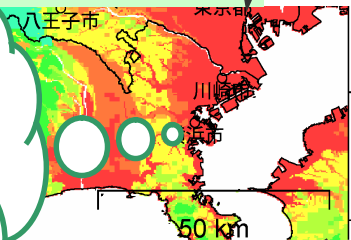
いろいろな種類の地図を使いこなして備えるべき地震を知り地震防災に役立てる



早速、神奈川県の大図を見てみる。



表層地盤増幅率を見てみた。

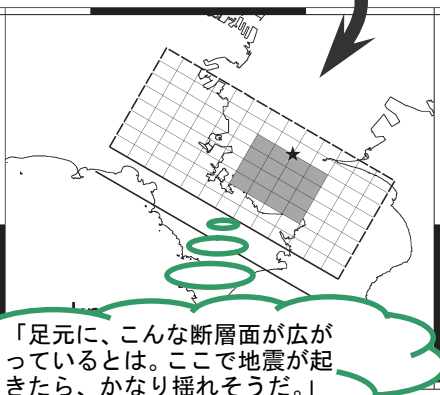


震度6弱の最大影響度マップを見てみると

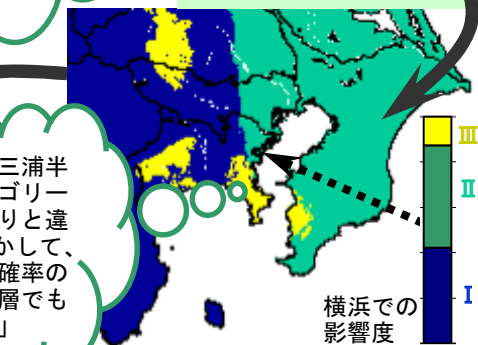
長期評価を調べる。活断層発見！



断層モデルを見る。



予測震度分布を見る。



「場所によっては震度6強以上の最大級の揺れのおそれ！今から備えを始めよう。もっと調べてみよう。」

<注: 図は 2009 年版の例>

更に詳しくは、地震調査研究推進本部 (<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>) や 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/>) を御参照下さい。

課題と将来展望

これからの取り組みについて

地震調査研究推進本部では、様々な議論を積み重ねながら、地震動予測地図の一層の改良に向けて絶えず検討を進めています。この全国地震動予測地図は、近年の調査・観測・研究の進歩を反映した現時点での最新の成果としてまとめられたものです。

実際に膨大な検討を進める上ではいろいろな問題があるため、それらの制約の中で慎重な判断を積み重ねていますが、大規模な地震は稀な自然現象であることもあって以下に列挙するような将来への課題も数多く残されています。地震調査研究推進本部が平成21年4月にまとめた「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―」でも、地震動予測地図の高度化が今後の課題として掲げられており、新たな知見による手法の改良等、今後一層の取り組みが必要と考えています。

★ 調査・観測・研究

調査・観測・研究をしっかりと進めることは、全ての基本です。本検討を推進出来たのは兵庫県南部地震以降の全国的な調査・観測の強化とそれを踏まえた研究があったからこそで、今後とも、その一層の充実を図る必要があります。また、今まで十分に進んでいない海域活断層の調査や、強震動を大きく支配する地下構造の調査等を進める必要があります。表層地盤増幅の評価に必要なデータと情報の開示や共有化を進めるべきでしょう。

★ モデル化

ここで用いられている様々なモデルは、現時点で得られた知見を反映させ専門家の審議を経たものですが、必ずしも完成されたものではなく、今後とも引き続き改良を図っていく必要があります。例えば、地下構造モデルについて、地下構造探査の成果を順次反映させていくことはもちろん、実際の地震観測記録をより良く説明するようにモデルを改善していく必要があります。海溝型地震については、近年の新たな知見に基づいて震源のモデル化を見直す必要性が指摘されており、また、関東地震の直前一世紀間に首都直下地震が活発化したり、南海トラフ巨大地震の間接的な影響により周辺各地に直下地震が起こるといった知見など、地震活動相互の影響をモデルに取り込むこと等も今後の課題です。海域活断層についても、調査結果を踏まえて沿岸活断層の海域延長部や沖合の海溝型地震との関連を含めてモデル化していくことが必要です。海溝型地震に関する近年の新しい研究成果を踏まえて評価を見直すことも必要です。内陸地震についても、長大断層や孤立した短い断層のモデル化や、活断層以外の地形情報等を多面的に考慮してひずみ集中帯等の伏在断層を評価することなどは、未解決の課題です。

★ 評価の高度化

常に最新の調査・観測・研究の成果を踏まえて地震動予測手法と地震動予測地図の高度化を目指すことが非常に重要です。詳細法による地震動評価では、例えば、断層破壊伝播が一様ではない実状等を考慮することにより地震動予測手法の一層の高度化を図ること等が考えられますし、簡便法による地震動評価でも、例えば、逆断層の上盤効果や地域性を考慮した距離減衰式の改良とそのばらつきの把握を進めること等が考えられます。二種類の地震動予測地図の融合を図って共通の手法による地震ハザード評価を目指すことも、将来の重要な課題です。

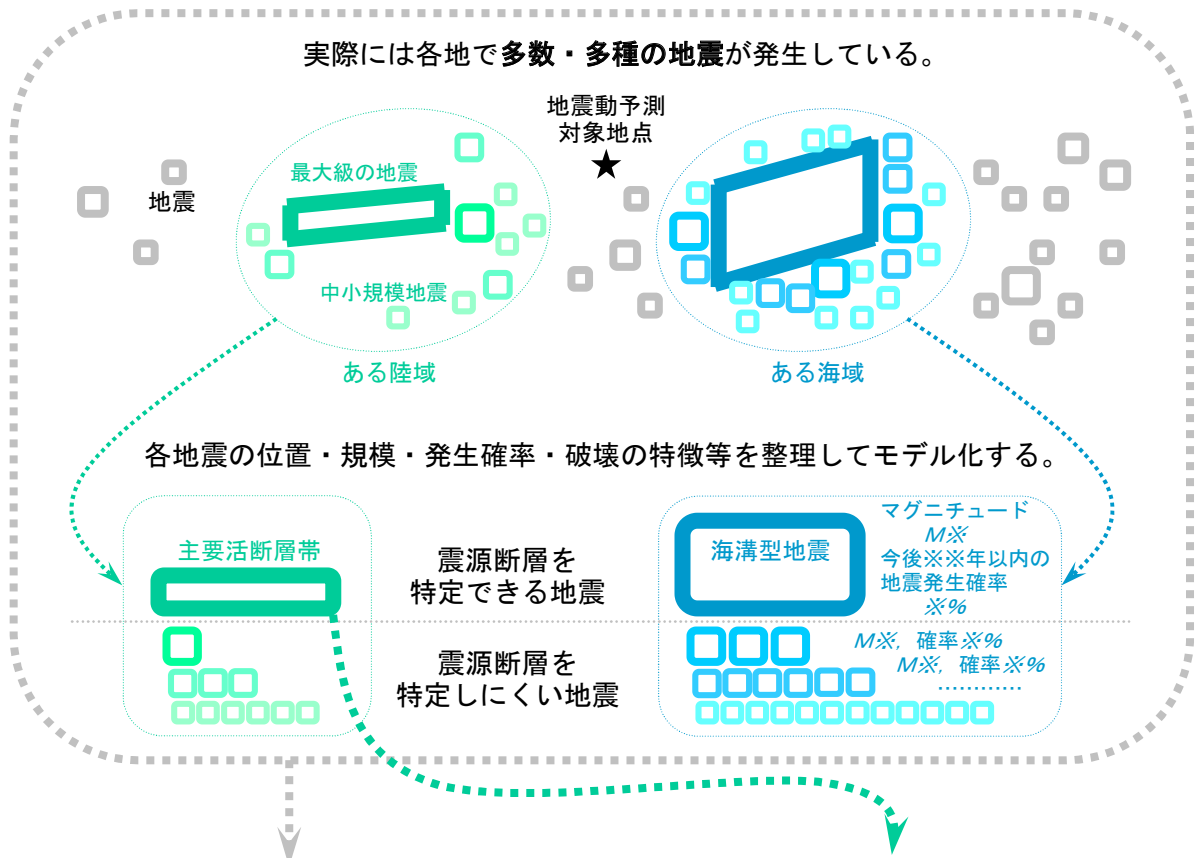
★ 地震動予測地図の利活用

地震動予測地図の普及広報と共にニーズを把握して利活用へ橋渡しすることも重要です。地震調査研究推進本部では、上述の新しい総合的かつ基本的な施策の下で、今後も最新の調査・観測・研究成果に基づいて諸検討を進め、その成果をわかりやすい形で広く提供し、安全・安心な社会の実現に役立てていきます。

解説：地震動予測地図とは

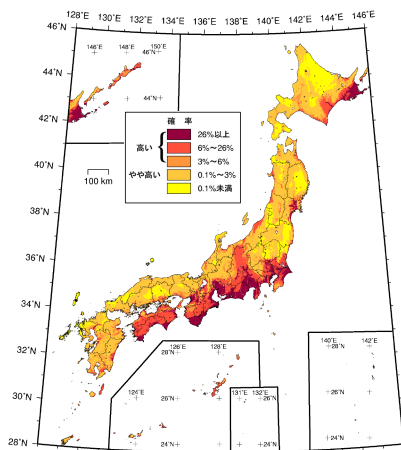
「確率論的地震動予測地図」と「震源断層を特定した地震動予測地図」

地震調査研究推進本部の作成する地震動予測地図には、「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」という二種類の地図がある。

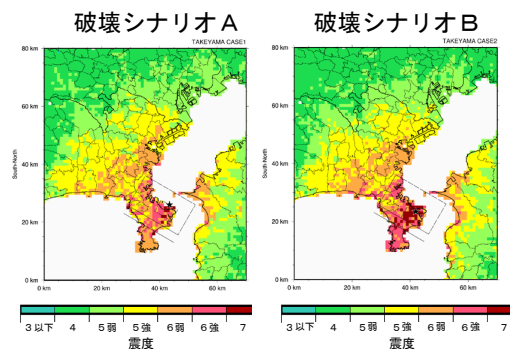


全ての地震の位置・規模・確率に基づき各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかをまとめて計算し、その分布を地図に示す。

ある特定の地震の破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算し、その分布を地図に示す。



確率論的地震動予測地図



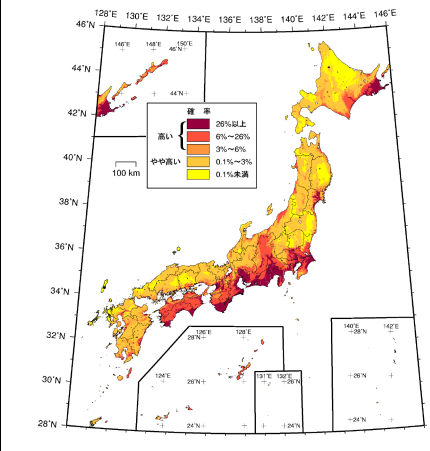
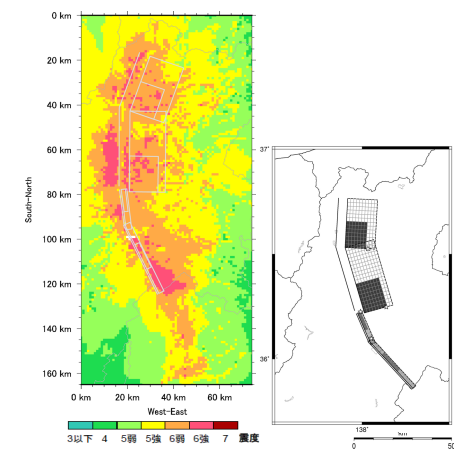
震源断層を特定した地震動予測地図

<注：図は2009年版の例>

解説：地震動予測地図とは

「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」

- ★ 「確率論的地震動予測地図」とは、全ての地震の位置・規模・確率に基づき各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかをまとめて計算し、その分布を地図に示すものである。
(詳しくは 解説編 pp. 41～52 参照のこと)
- ★ 「震源断層を特定した地震動予測地図」とは、ある特定の地震の破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算し、その分布を地図に示すものである。
(詳しくは 解説編 pp. 34～40 参照のこと)

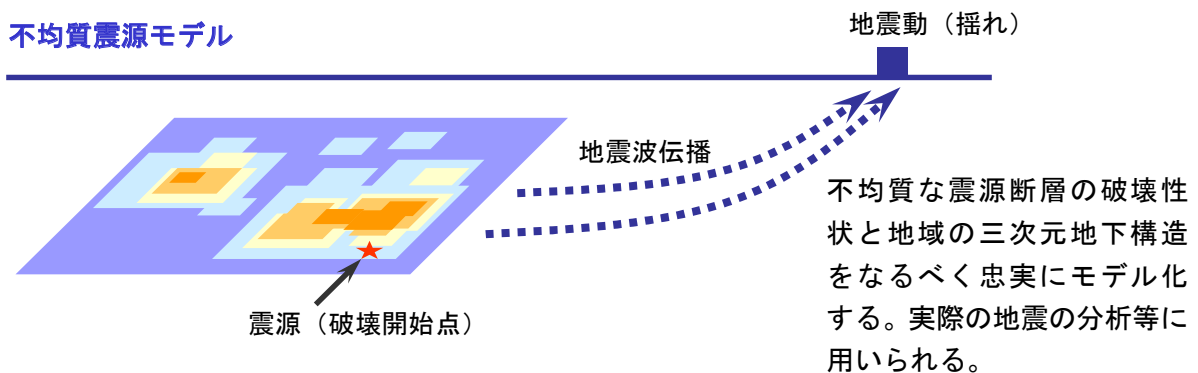
	確率論的地震動予測地図	震源断層を特定した地震動予測地図
定義	多数・多種の地震の発生とそれによる地震動の強さを確率論的に処理してまとめたハザードカーブに基づいて各地点の地震動の強さ・期間・確率の関係情報を地図にまとめたもの	ある特定の想定地震の破壊シナリオが発生した場合にある地域に同時に生じる地震動強さの分布を地図にまとめたもの
種類	超過確率の分布を示した地図 地震動強さの分布を示した地図	地震動強さの分布を示した地図
例	多種多数の地震により2009年1月1日より30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率 	想定糸魚川ー静岡構造線断層帯地震の破壊ケース1(右図)による地表の計測震度(左図) 
主な特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・地震動強さ・期間・確率のうちの二つを固定した場合の残りの一つのパラメータの地域分布 ・一つの地震により同時に発生する地震動強さ分布ではない ・周辺で発生する可能性のある全ての地震をその種類毎に確率論的にモデル化 ・現状では経験式(距離減衰式)による地震動評価が基本 	<ul style="list-style-type: none"> ・予め特定の地震あるいは特定の破壊シナリオを想定する ・複数の地震あるいは複数の破壊シナリオに対しては異なる結果 ・震源・伝播・サイトの各特性に関する地域の詳細情報を利用した高度な地震動評価が可能 ・時刻歴波形が評価されている
主な利用例	<ul style="list-style-type: none"> ・法令整備 ・設計荷重設定・設計指針 ・広域防災計画 ・都市計画・施設立地選定 ・公的教育 ・地震保険料率算定 	<ul style="list-style-type: none"> ・特定の地震を想定した諸対策の立案・震災時行動計画・備蓄計画 ・顕著な地域的・局所の特徴を反映した時刻歴波形を用いた各種建造物の耐震設計・耐震性評価・改修・研究 ・地域の詳細情報自体にも利用価値

解説：地震動予測の基本的な考え方

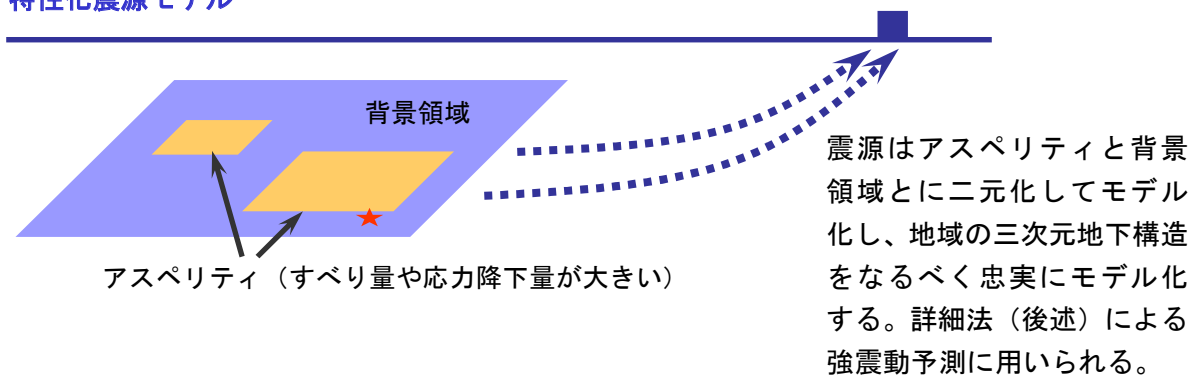
不均質震源モデル・特性化震源モデル・一様震源モデル

自然現象としての地震は複雑で、震源断層の三次元的な形状や破壊性状、三次元的に変化する地下構造の影響を受ける地震波の三次元的な伝播性状、表層地盤による増幅等の局所的な条件の影響により、地震動の性状は左右される。実際には、それら活用可能な情報の質・量や地震動予測結果の活用目的に応じて、震源特性や伝播特性をモデル化して扱うことが多い。

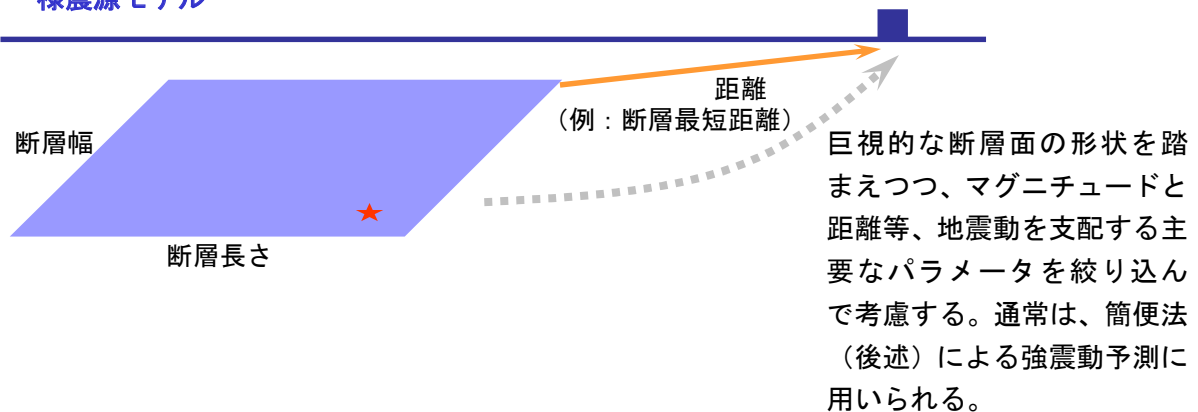
不均質震源モデル



特性化震源モデル



一様震源モデル

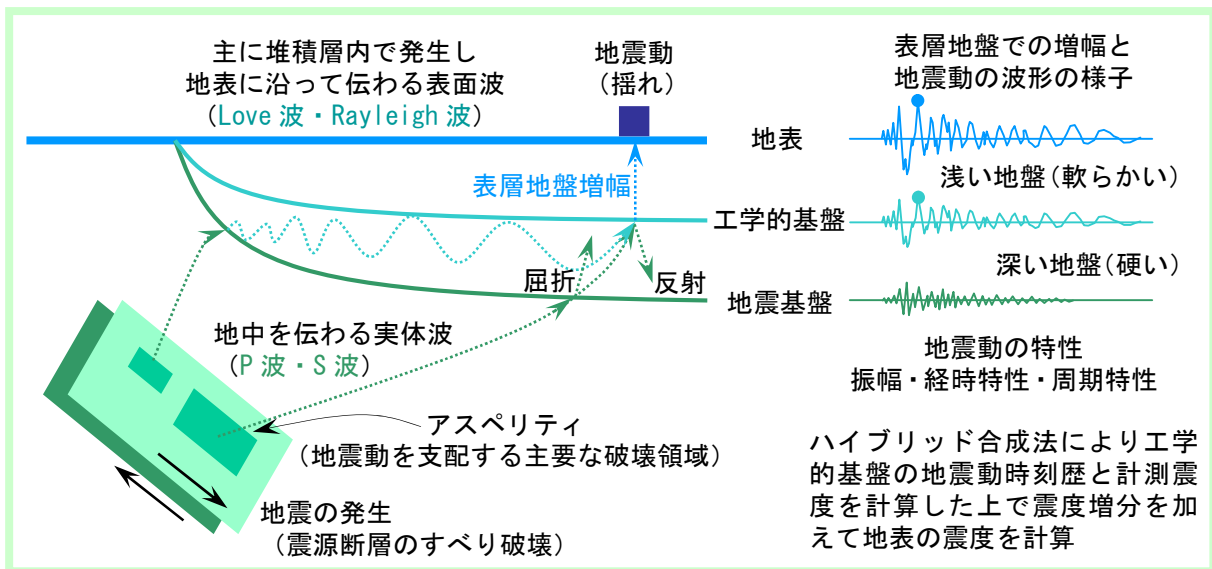


解説：地震動予測の基本的な考え方

ハイブリッド合成法に基づく「詳細法」と距離減衰式に基づく「簡便法」

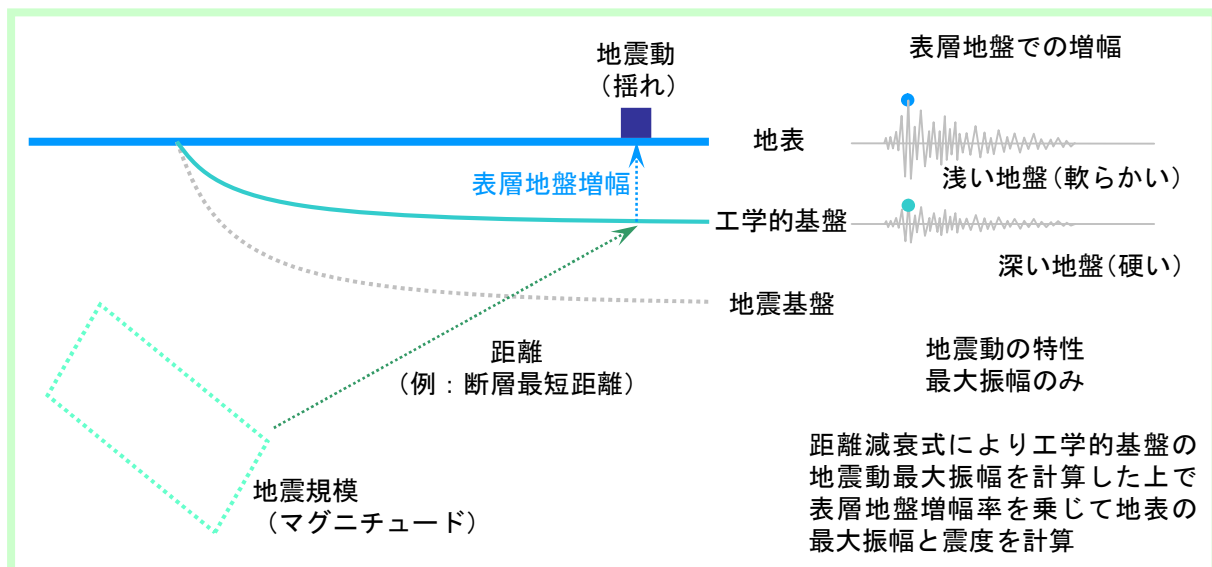
全国地震動予測地図で用いられている地震動予測手法は、ハイブリッド合成法に基づく「詳細法」と距離減衰式に基づく「簡便法」とに大別される。

詳細法では、三次元的な形状とそこでの破壊伝播を考慮し得る震源断層モデルと、三次元的な形状とそこでの波動伝播を考慮し得る地下構造モデルとを用い、統計的グリーン関数法により短周期地震動を計算し、差分法により長周期地震動を計算し、マッチングフィルタを介して両者を合成して広帯域地震動の時刻歴を予測する。



ハイブリッド合成法に基づく「詳細法」による地震動予測の概要

簡便法では、地震規模 (マグニチュード) と距離 (例えば断層最短距離等) を与え、距離減衰式により地震動の最大振幅を計算する。

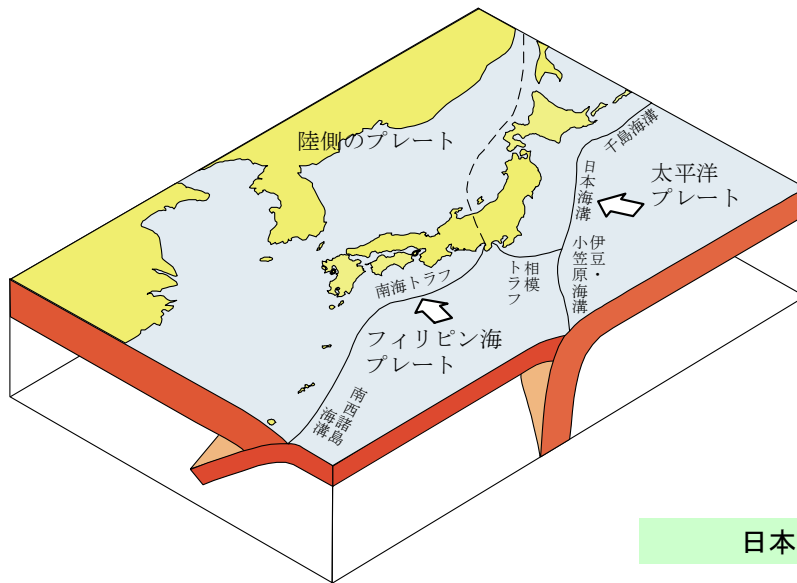


距離減衰式に基づく「簡便法」による地震動予測の概要

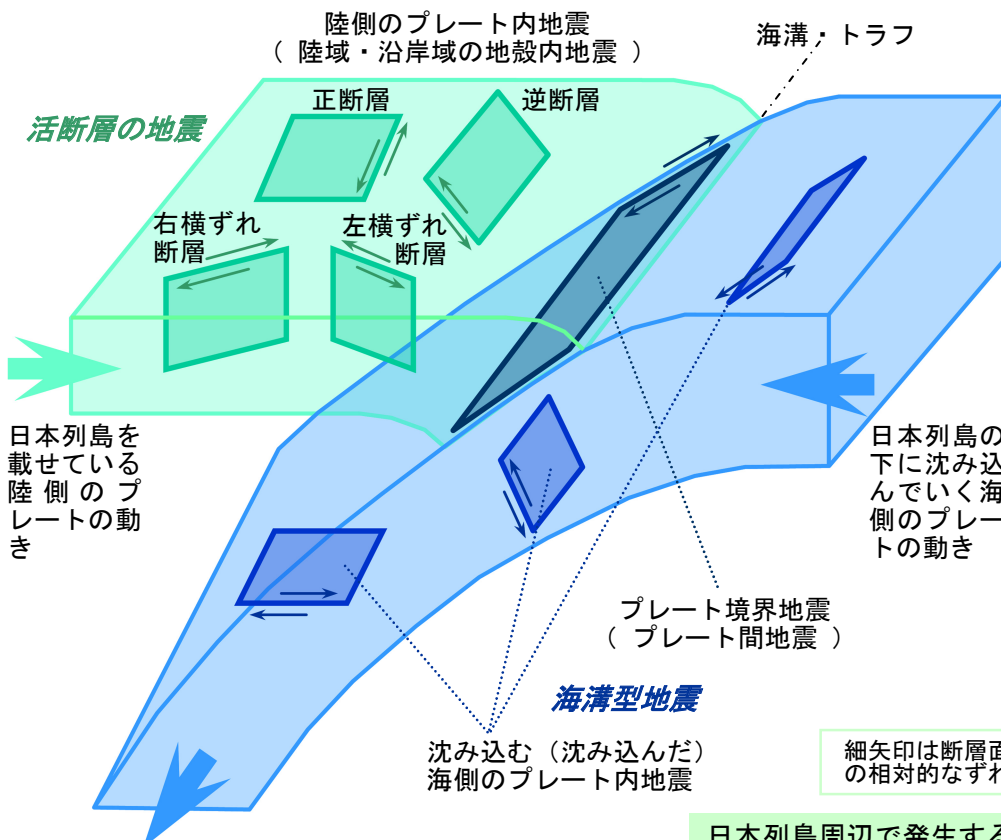
解説：日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ

日本列島周辺のプレートの構造とそこで発生する多種多様な地震のタイプ

プレートは、地球表面を覆う厚さ数十 km 程度の岩盤である。日本列島とその周辺では、日本列島が載っている陸側のプレートと、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートという海側の2つのプレートとがあり、海側のプレートは陸側のプレートの下に沈み込んでいる。この地域で発生する地震は、その分布から、「陸域および沿岸域で発生する地震」と「海溝等のプレート境界やその近くで発生する地震」の2つに大別される。



日本列島周辺のプレート

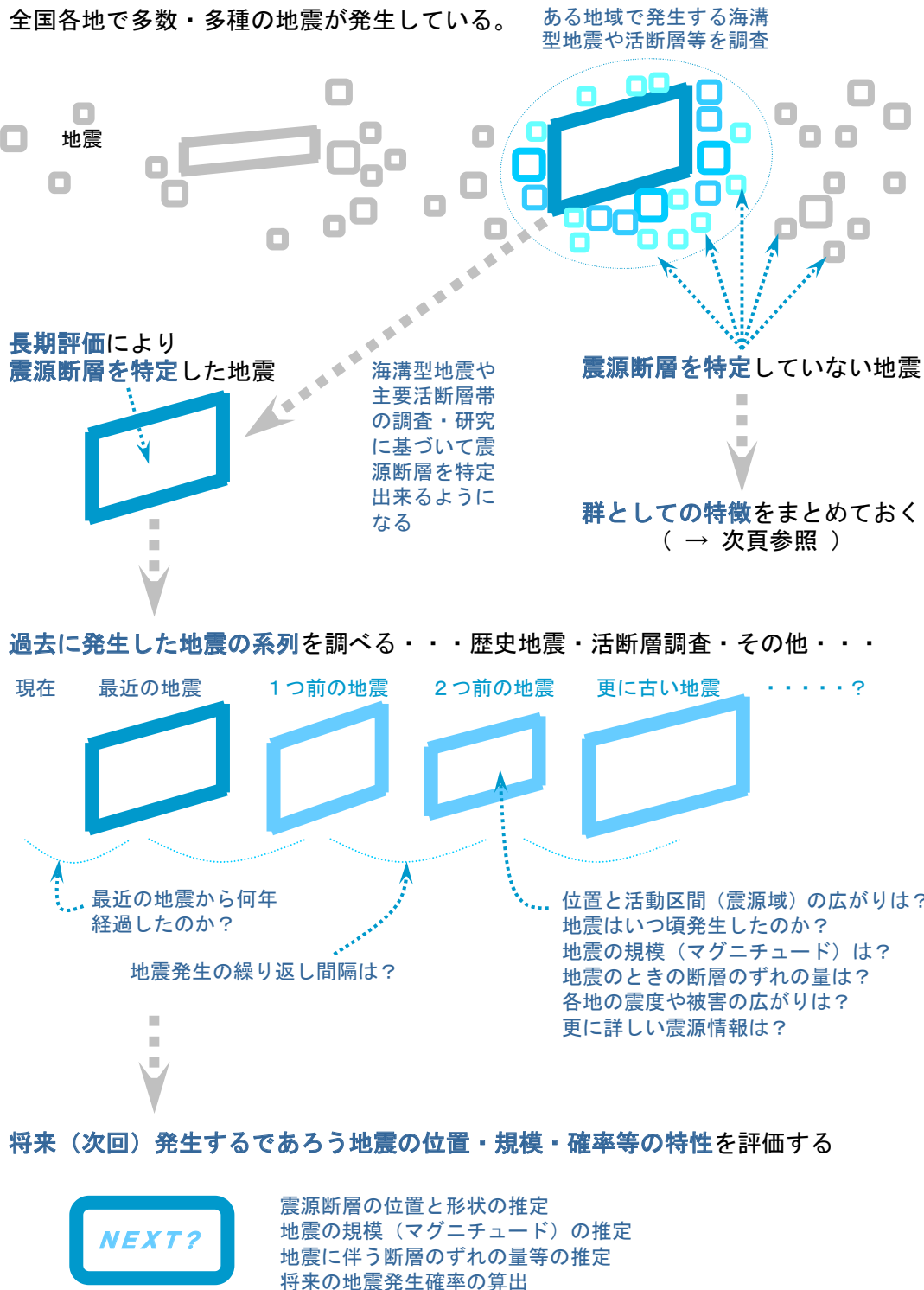


日本列島周辺で発生する地震のタイプ

解説：震源断層を特定した地震とその長期評価

地震調査研究推進本部による長期評価の概要

地震調査研究推進本部の長期評価では、以下のような検討の流れに沿って、将来の地震を引き起こすと考えられる断層の位置と形状、その地震の規模（マグニチュード）、地震に伴う断層のずれの量等を推定すると共に、将来の地震発生確率を算出している。



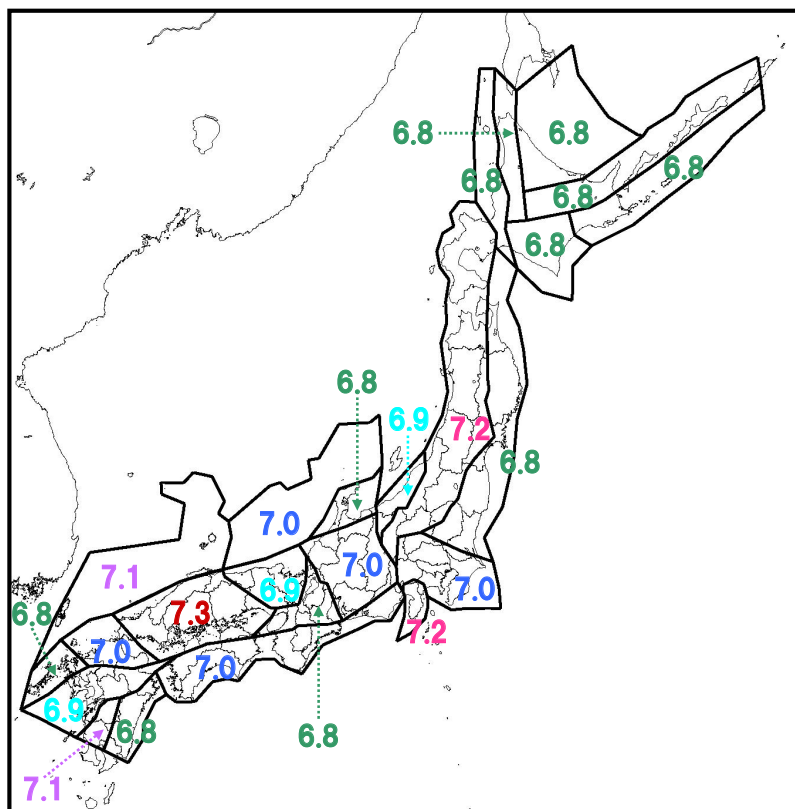
解説：震源断層を予め特定しにくい地震

その分類とモデル化

地震調査研究推進本部の長期評価によって震源断層が特定された主要活断層帯と海溝型地震以外にも、例えば活断層が知られていないところで発生する内陸の浅い地震やプレート間の中小地震など、実際には数多くの地震が発生する。ここでは、これらの地震を「震源断層を予め特定しにくい地震」と呼び、確率論的地震動予測地図作成の際にその影響を考慮している。震源断層を予め特定しにくい地震は、その一つ一つについて、事前に発生場所、地震規模、発生確率を特定することが困難なため、地震群としての特徴を確率モデルで表現する。

震源断層を予め特定しにくい地震の分類

a) 太平洋プレートのプレート間及びプレート内の震源断層を予め特定しにくい地震
a-1) 太平洋プレートのプレート間で発生する地震のうち大地震以外の地震
a-2) 沈み込む太平洋プレート内で発生する地震のうち大地震以外の地震
b) フィリピン海プレートのプレート間及びプレート内の震源断層を予め特定しにくい地震
b-1) フィリピン海プレートのプレート間で発生する地震のうち大地震以外の地震
b-2) 沈み込むフィリピン海プレート内で発生する地震のうち大地震以外の地震
c) 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
d) 浦河沖の震源断層を予め特定しにくい地震
e) 日本海東縁部の震源断層を予め特定しにくい地震
f) 伊豆諸島以南の震源断層を予め特定しにくい地震
g) 南西諸島付近の震源断層を予め特定しにくい地震

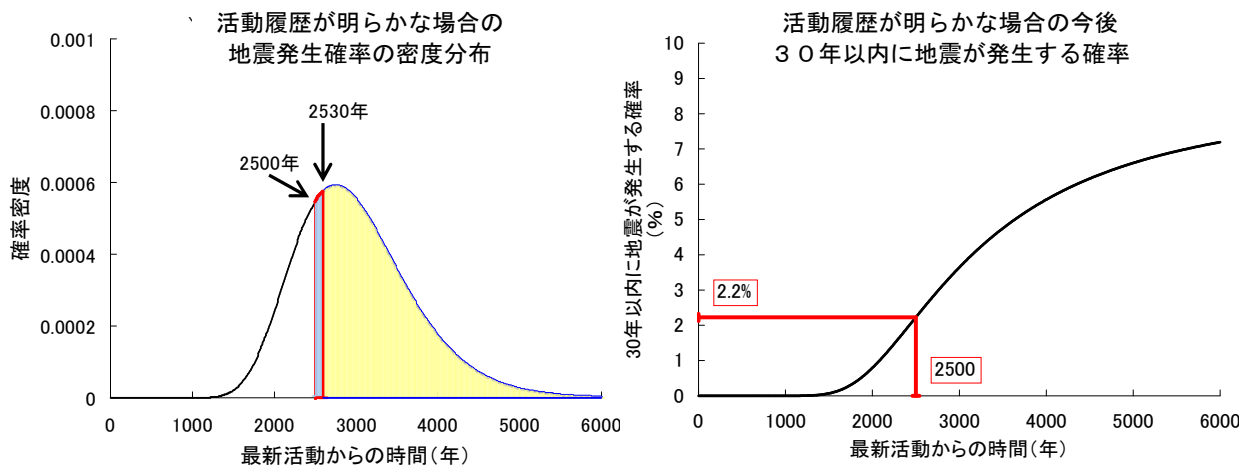


陸域の震源断層を予め特定しにくい地震の領域と最大マグニチュードの例

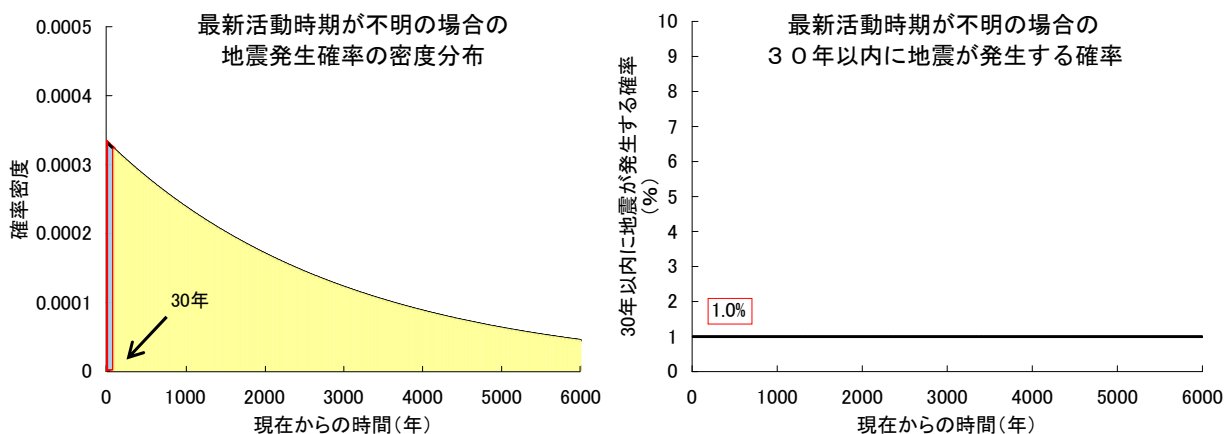
解説：地震発生確率の計算方法

BPT 分布に基づく場合とポアソン過程に基づく場合

主要活断層帯の地震や海溝型地震は繰り返し発生し、その活動間隔は BPT 分布 (Brownian Passage Time 分布) に従うと考えられている。BPT 分布は、次の模式図の例では左のような確率密度関数となり、例えば過去の最新活動時期から 2500 年後～2530 年後に再び地震が発生する確率は水色部分の面積となる。仮に現在「最新活動から 2500 年経過」していると、「今後 30 年以内に地震が発生する確率」は「水色の面積÷(水色の面積+黄色の面積)」となる。最新活動からの経過年数とその時点から 30 年以内に再び地震が発生する確率は、次の模式図の例では右のようになる。



一方、過去の最新活動時期が不明の場合もある。その場合には、地震の発生が「ポアソン過程」に従うと仮定し、「平均的には何年間隔で地震が発生するか」という情報のみを用いて地震発生確率を計算する。例えば、「今後 30 年以内に地震が発生する確率」は、左下図の「水色の面積÷(水色の面積+黄色の面積)」となる。現在からの年数と、その時点から 30 年以内に再び地震が発生する確率は、右下図のようになる。この場合、ある基準日から 30 年以内に再び地震が発生する確率は、基準日によらず一定となる。



現実には「平均活動間隔」や「最新活動時期」の評価結果に幅がある場合が多いので、確率論的地震動予測地図を作成する際には、両者の中央の値を代表値として地震発生確率を計算する「平均ケース」と、評価された確率の最大値を用いる「最大ケース」とを各々考えている。

解説：地震カテゴリー

地震調査研究推進本部による地震動予測地図とその利用・活用のための地震の分類

地震カテゴリー

地震動予測地図の利用・活用を前提としたわかりやすさを考慮して、多種多数の地震を次の3つのカテゴリーに分類し、それぞれに対する確率や影響度を求めて地図に示すことにより、全ての地震に対する備えに加えて地震の性格に応じた備えをも含めた利用・活用のための説明性向上を図る。

カテゴリーⅠ

海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震
(震源断層が予め特定でき、再来間隔が数百年オーダーの地震)

南海トラフの地震(南海地震・東南海地震・想定東海地震)
宮城県沖地震
三陸沖南部海溝寄りの地震
三陸沖北部のプレート間大地震(固有地震)
十勝沖の地震
根室沖の地震
色丹島沖の地震
択捉島沖の地震
大正型関東地震

カテゴリーⅡ

海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震
(震源断層を予め特定しにくい地震のうち、プレート間地震とプレート内地震)

三陸沖北部の固有地震以外のプレート間地震
三陸沖から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)
三陸沖から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型)
十勝沖・根室沖のひとまわり小さいプレート間地震
色丹島沖・択捉島沖のひとまわり小さいプレート間地震
千島海溝沿いの沈み込んだプレート内のやや浅い地震
千島海溝沿いの沈み込んだプレート内のやや深い地震
福島県沖の地震
茨城県沖の地震
相模トラフ沿いの地震:その他の南関東で発生するM7程度の地震
安芸灘～伊予灘～豊後水道のプレート内地震
日向灘のプレート間地震
日向灘のひとまわり小さいプレート間地震
与那国島周辺の地震
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
フィリピン海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
浦河沖の震源を予め特定しにくい地震

カテゴリーⅢ

活断層など陸域と海域の浅い地震
(再来間隔が数千年オーダーの地震、および震源断層を予め特定しにくい地震のうち、陸域と周辺海域の地震)

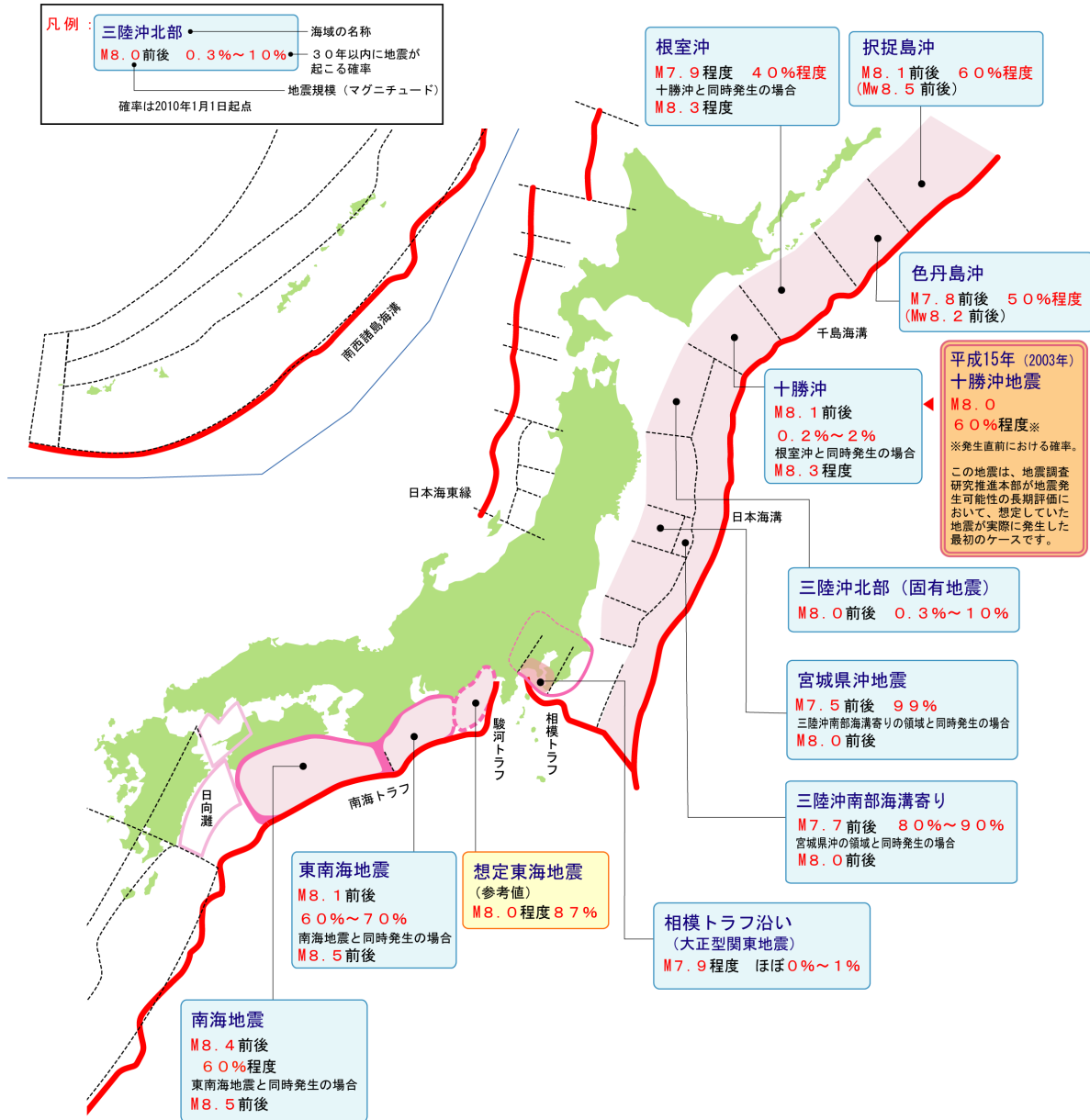
主要活断層帯に発生する固有地震
主要活断層帯以外の活断層に発生する地震
陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震
北海道北西沖の地震・北海道西方沖の地震・北海道南西沖の地震
青森県西方沖の地震・秋田県沖の地震・山形県沖の地震
新潟県北部沖の地震・佐渡島北方沖の地震
日本海東縁部の震源断層を予め特定しにくい地震
伊豆諸島以南の震源断層を予め特定しにくい地震
南西諸島付近の震源断層を予め特定しにくい地震

注：地震カテゴリーは、主に確率や影響度の地図(確率論的地震動予測地図)の説明性向上のために工夫され設定されたものであり、強震動の予測方法や震源断層を特定した地震動予測地図の作成方法を選定する際には、この分類に従わない場合もある。例えば、再来間隔が長いと考えられる日本海東縁部の地震は活断層と共にカテゴリーⅢに分類されているが、20世紀に発生した大地震の情報をはじめとした地域の詳細な諸情報を反映させることも可能で、個々の想定地震に関する情報の質・量に応じた方法で強震動を予測する必要がある。

解説：地震カテゴリー

カテゴリーⅠの地震の長期評価結果の概要

カテゴリーⅠの地震、すなわち、海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震（震源断層を予め特定でき、再来間隔が数百年オーダーの地震）の長期評価結果の概要を以下に示す。



解説：地震カテゴリー

カテゴリーⅡの地震の長期評価結果の概要

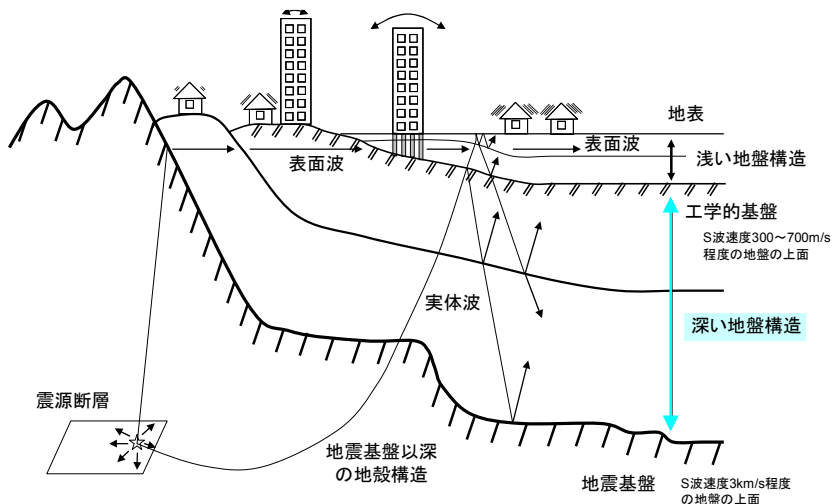
カテゴリーⅡの地震、すなわち、海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震（震源断層を予め特定しにくい地震のうち、プレート間地震とプレート内地震）の長期評価結果の概要を以下に示す。



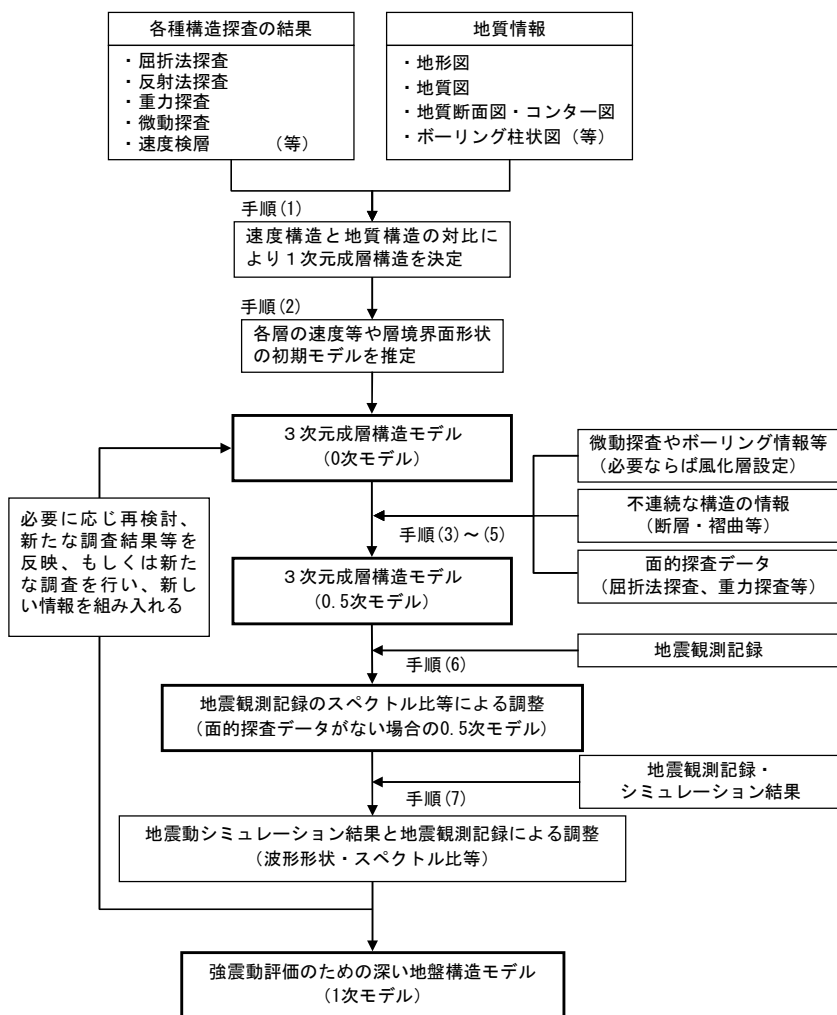
解説：地下構造モデル

浅い地盤構造・深い地盤構造・地震基盤以深の地殻構造のモデル化

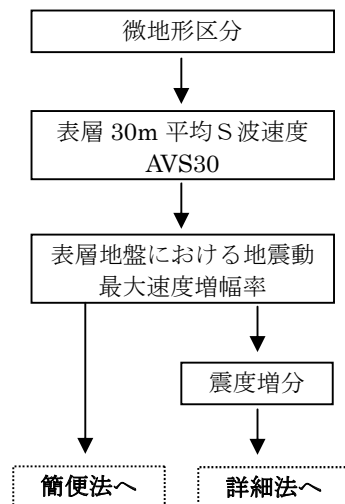
各種調査結果を総合化して、強震動予測用の三次元地下構造モデルを作成する。



地下構造と地震波伝播の概要



強震動評価のための深い地盤構造モデル作成の流れ

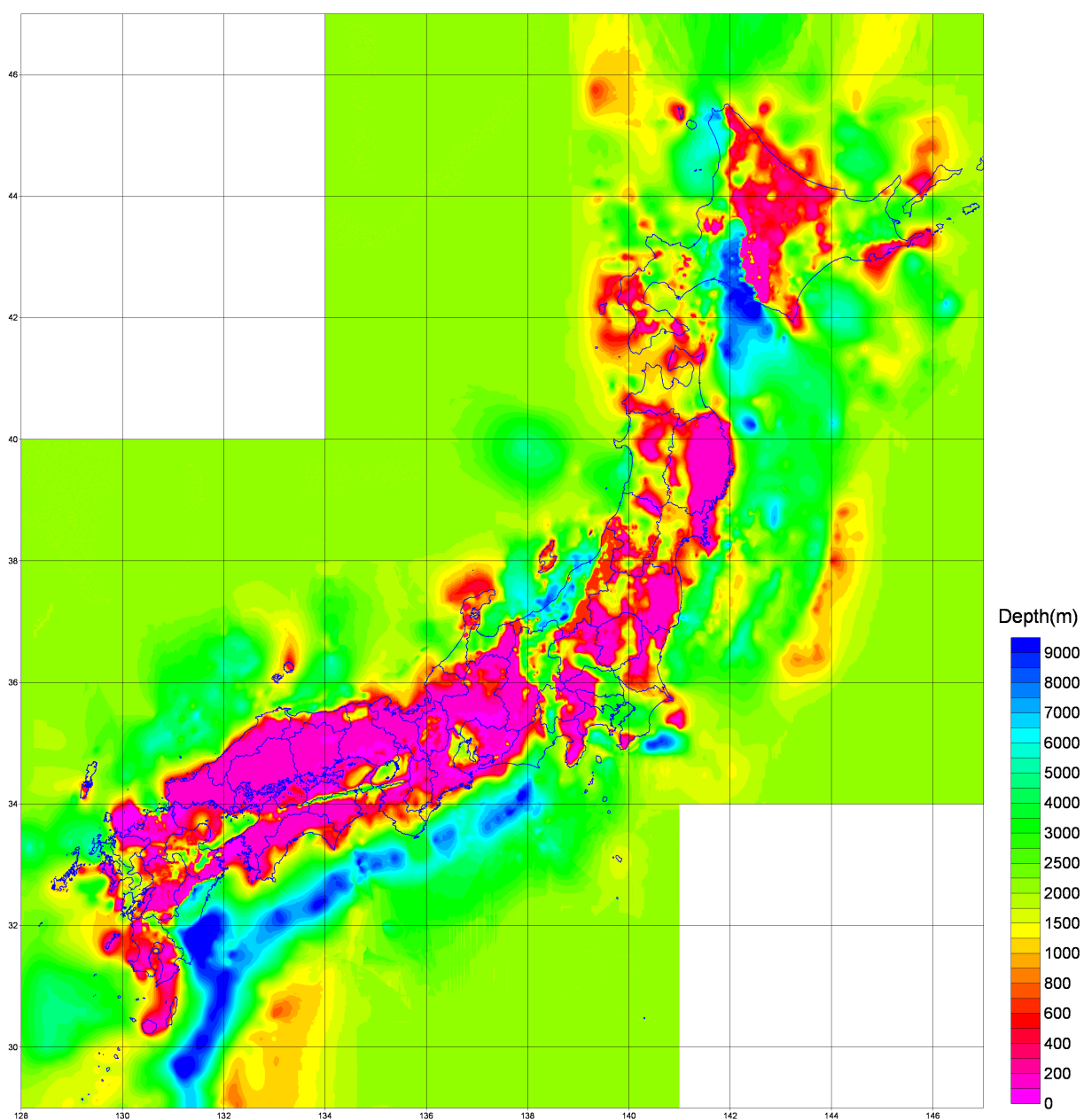


浅い地盤構造のモデル化の流れ

解説：深い地盤構造

地震基盤から工学的基盤に至るまでの全国の三次元の深い地盤構造モデル

強震動予測のために、地震基盤から工学的基盤に至るまでの全国の三次元地盤構造モデルを作成した。そのうち、地震基盤上面深さ分布を以下に示す。地下構造モデルの信頼性・精度は必ずしも全国一律ではなく、地震観測記録を説明するように調整（Tuning）された地域とそうでない地域とは異なり、基情報・データの異なる複数の既往モデルの領域接合部などでもその両側で異なる可能性がある。現時点では最新の知見を総合化したモデルであるが、今後一層の改良を図っていく必要がある。

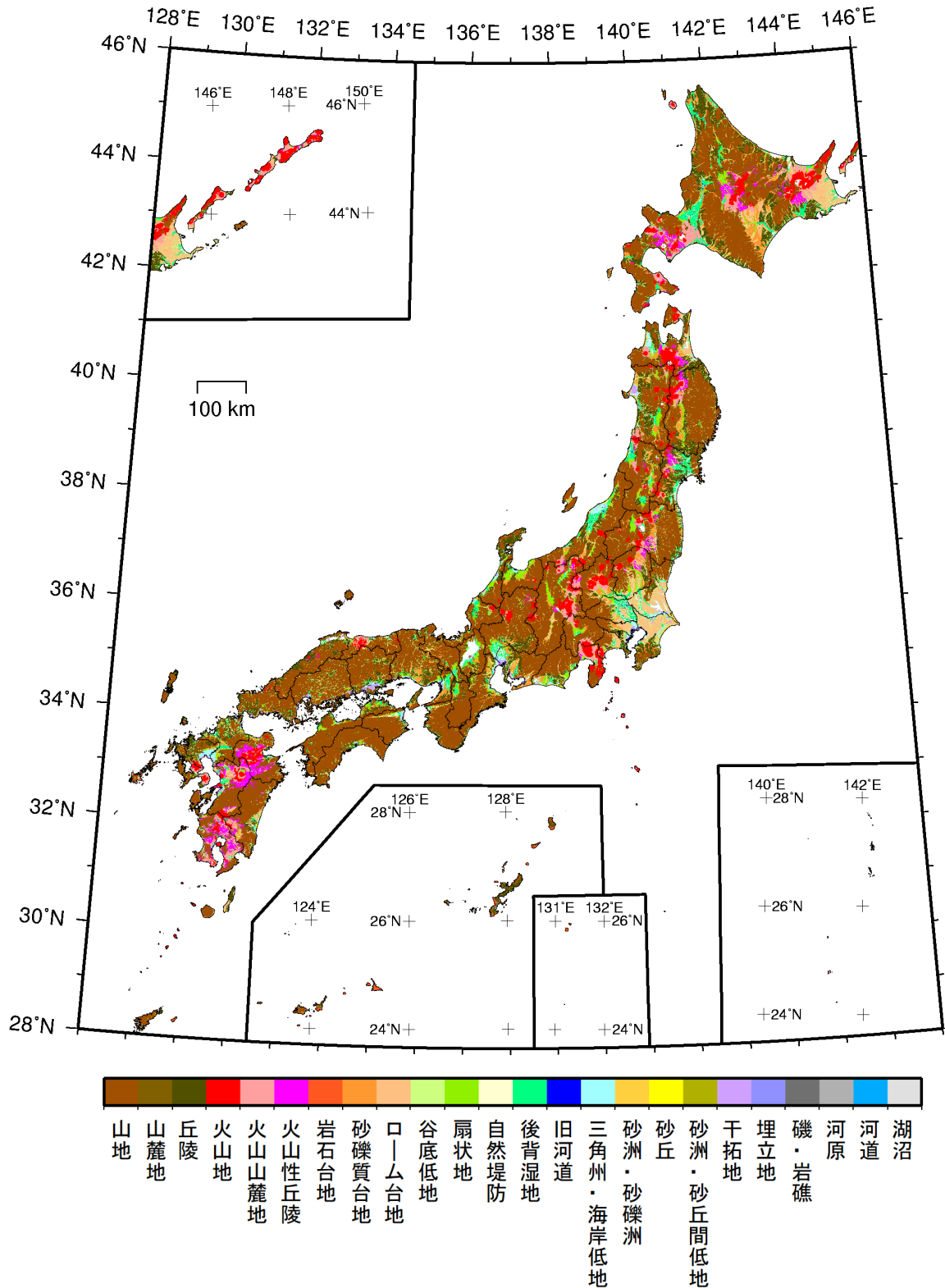


地震基盤上面深さ分布

解説：浅い地盤構造

最新の微地形区分

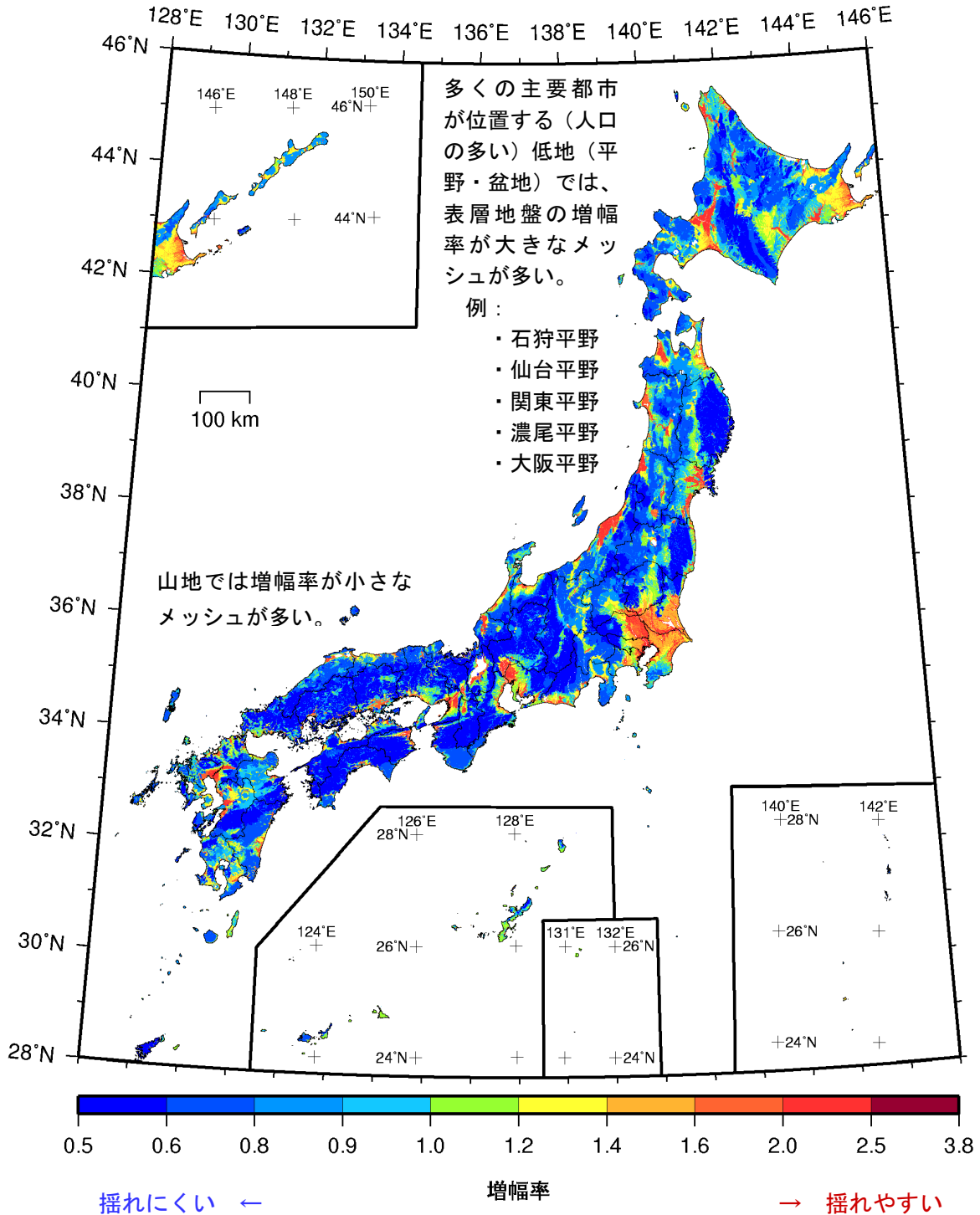
日本全国で統一的に作成された最新の約 250 m メッシュの微地形区分を表層地盤増幅評価の基礎データとして用いている。



解説：浅い地盤構造

微地形区分から求められた工学的基盤以浅の表層地盤での最大速度増幅率

微地形区分から表層地盤の層厚 30 m の平均 S 波速度 (AVS30) を算出する方法と、AVS30 から速度増幅率を算出する方法とは、それぞれ最新の知見が反映され、揺れやすい地点と揺れにくい地点とのメリハリのついた最大速度増幅率となっている。



工学的基盤（S波速度 $V_s=400$ m/s 相当）から地表に至る表層地盤での最大速度増幅率

解説：強震動予測レシピ

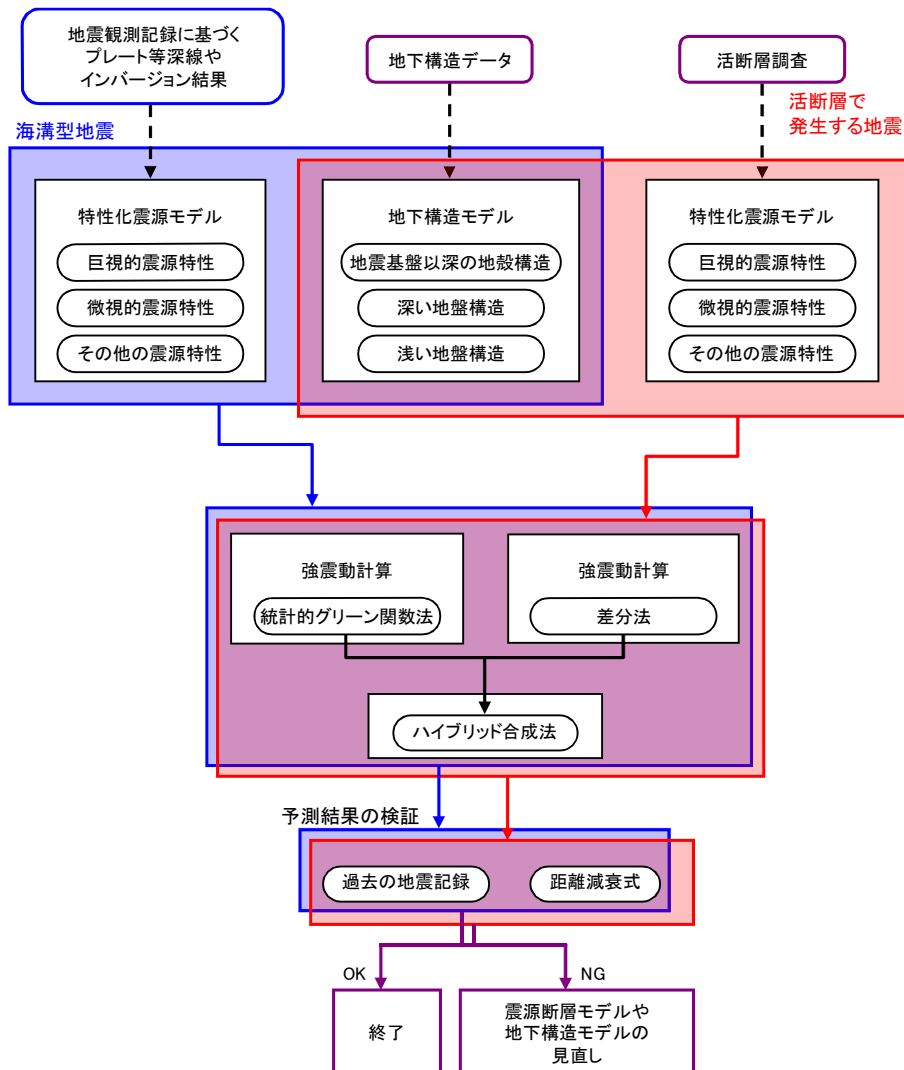
震源断層を特定した地震の強震動予測手法のフロー

「レシピ」とは、主要活断層帯や海溝型地震など震源断層を特定出来る地震について、将来発生する可能性の高い想定地震の断層モデルを設定して強震動を予測するために、誰でも同じような予測計算が出来るような標準的な方法論としてまとめられたものである。最大加速度、最大速度、震度といった単純化された指標だけではなく時刻歴波形も計算されるので、それを用いれば建造物の地震時挙動や破壊力を知ることができる。

強震動予測の「レシピ」の構成は、次の通りである。

- ① 想定する地震の震源の特性化
- ② 震源と対象地域を包含する地下構造・地盤構造のモデル化
- ③ 地震動のシミュレーション手法
- ④ 予測結果の検証

この「レシピ」を適用することにより、建造物の被害に関係する周期 0.1 秒から 10 秒の広い周期帯域における強震動の高精度予測が可能となり、地震災害軽減策に役立てることが可能となる。また、最近の新しい地震の発生により得られた多数の高精度な観測記録や震源情報を用いて、レシピは随時見直され改良されている。



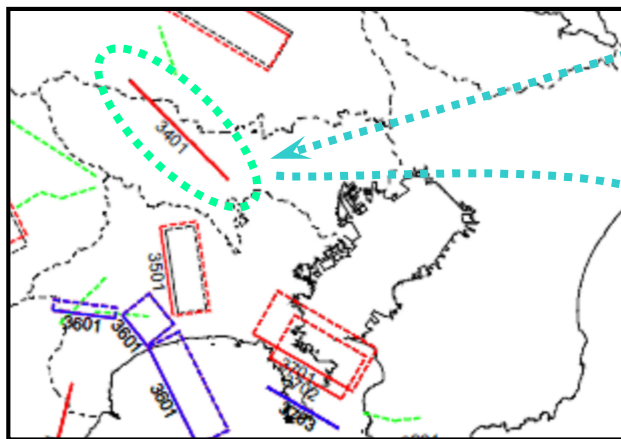
解説：震源断層を特定した地震の断層モデル

主要活断層帯や海溝型地震の震源断層モデルの例（立川断層帯の例）

- ★ 長期評価結果に基づいて強震動予測用の震源断層モデルが設定される。
- ★ 地域の詳細情報が得られている場合には、それを優先して考慮する。
- ★ 不明のパラメータは、全国一律に手順化されたレシピに従って設定する。

立川断層帯で発生する地震の諸元の例

断層名称	断層面のずれの向き		M_J	断層長さ	断層面の幅	断層面の傾斜角	地震発生層の深さ
立川断層帯	北東側隆起 北西部では左横ずれ成分を伴う	長期評価	7.4程度	約33km	不明	極めて高角	不明
		モデル化	M_w 6.8	34km	18km	90度	2-18km



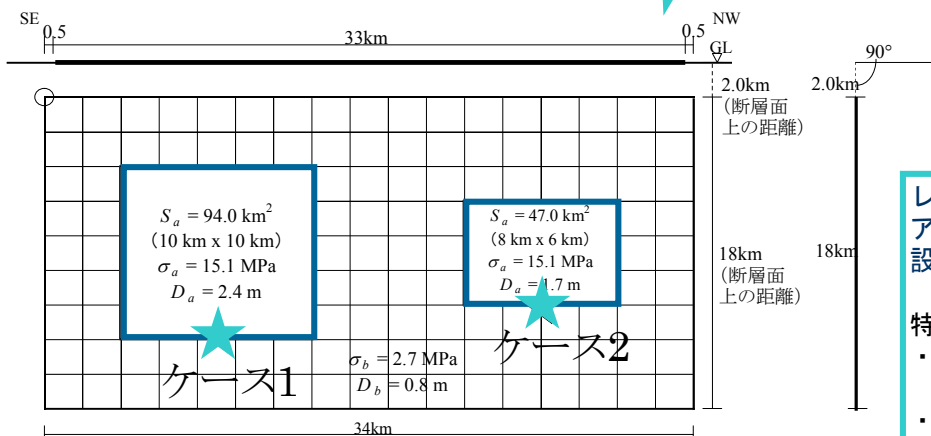
活断層帯で発生する地震の断層面の地表投影

巨視的断層パラメータの設定
位置・規模を始め震源断層の全体像を記述するパラメータ

微視的断層パラメータの設定
アスペリティなど震源断層の詳細像を記述するパラメータ

下図青枠内：アスペリティ
(主要な破壊領域)

下図青★印：破壊開始点
この例では南東側から破壊が始まるケース1と北西側から破壊が始まるケース2の二通りのシナリオが設定されている



立川断層帯で発生する地震の特性化震源モデル(左図)とその直交断面(右図)

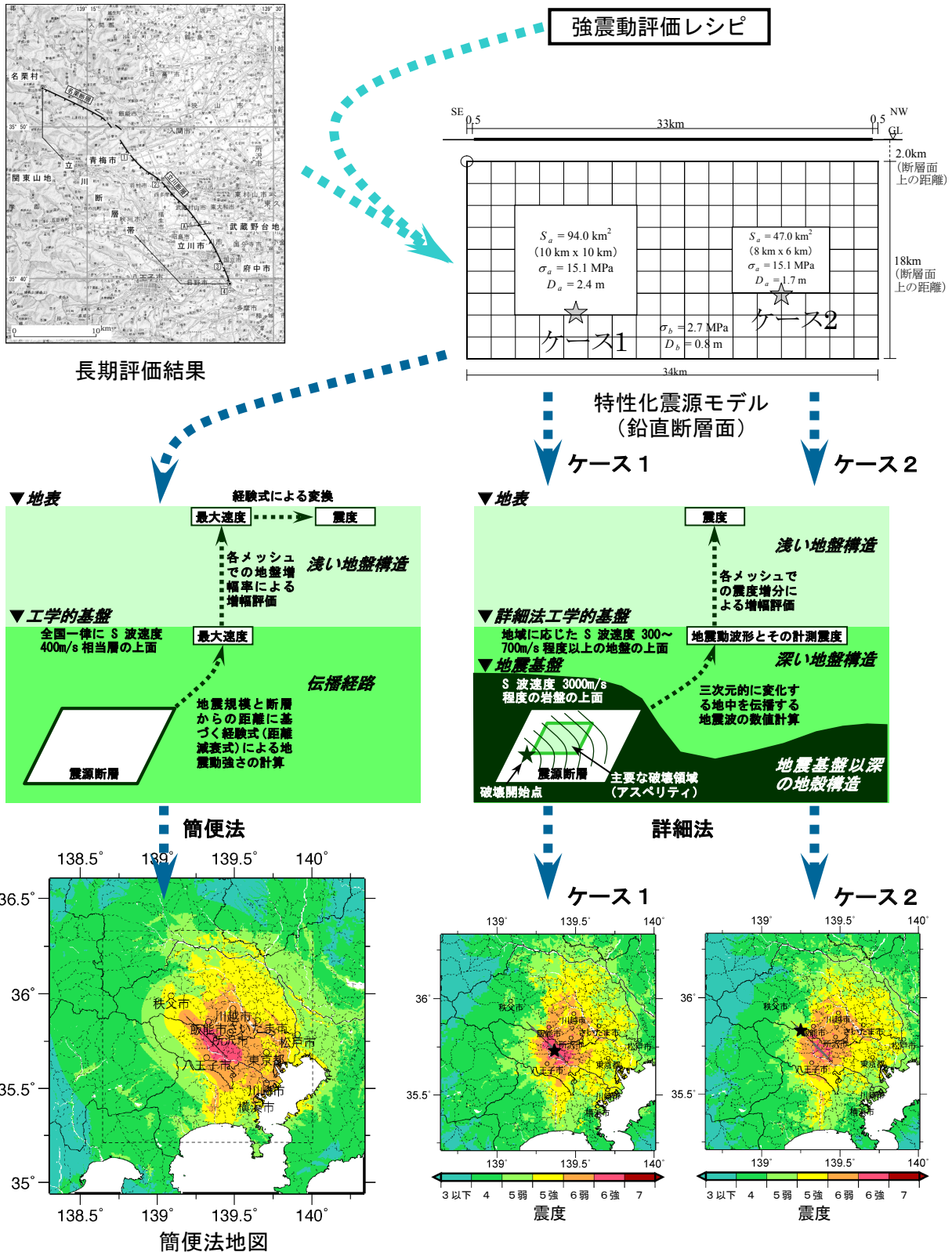
レシピにおけるアスペリティ個数の設定原則

- 特に根拠情報がなければ
- ・断層長さ ≤ 25km の場合
断層中央に 1 個
 - ・断層長さ 26~30km の場合
1 個と 2 個の両ケース
 - ・断層長さ ≥ 30km の場合
2 個

解説：震源断層を特定した地震動予測地図

強震動予測と震源断層を特定した地震動予測地図作成の概要（立川断層帯の例）

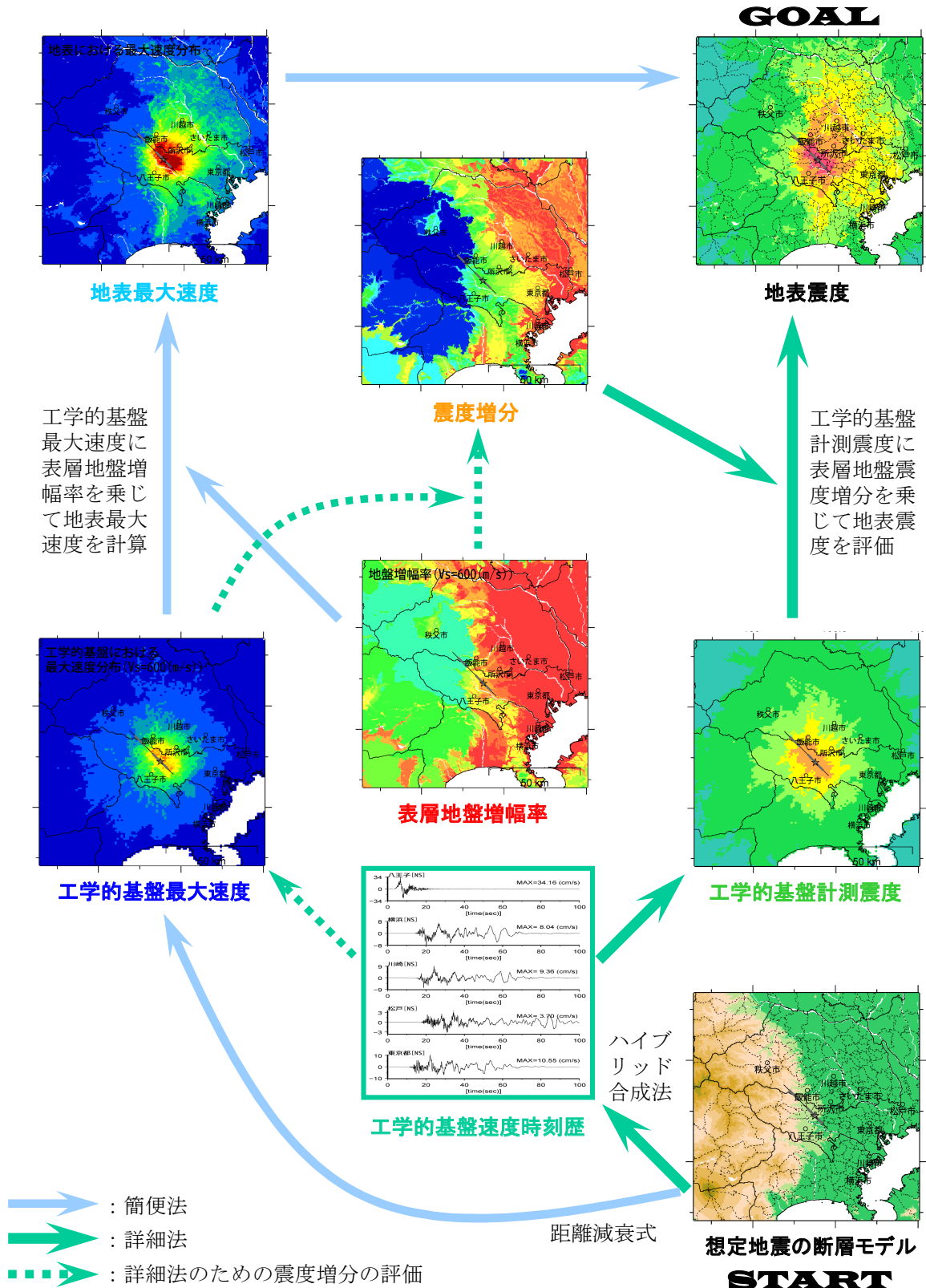
震源断層を特定した地震動予測地図とは、ある特定の地震の破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算してその分布を地図に示したものである。



解説：震源断層を特定した地震動予測地図

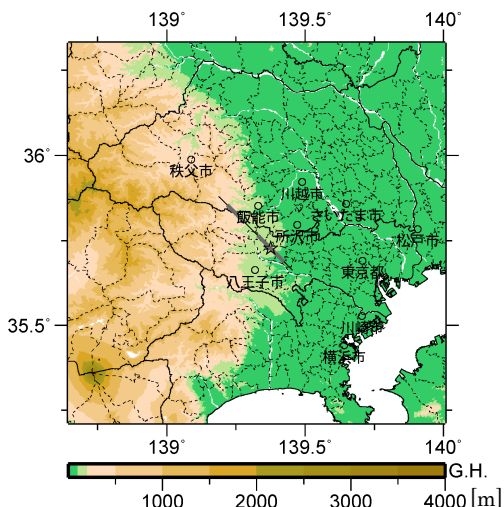
工学的基盤以浅の地震動の計算手順（立川断層帯の例）

震源断層を特定した地震動予測地図には、工学的基盤の地震動最大速度の分布図、地表の地震動最大速度の分布図、地表の震度の分布図がある。

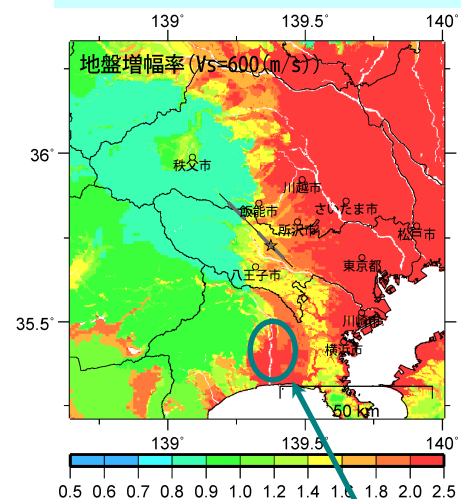


解説：震源断層を特定した地震動予測地図

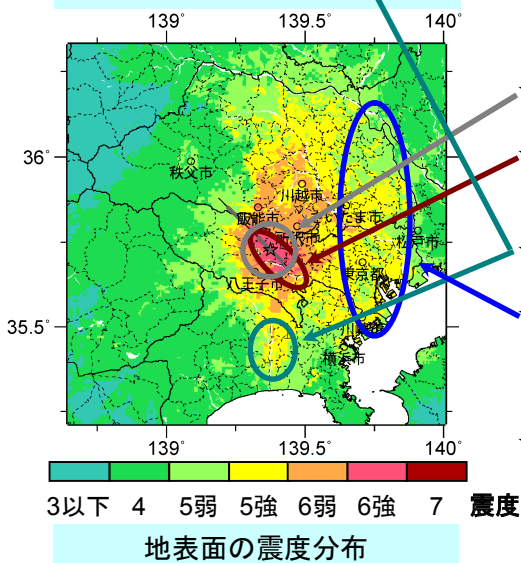
全国一律に手続き化された強震動予測結果の例（立川断層帯の例）



震源断層モデルの地表面投影



表層地盤増幅率分布

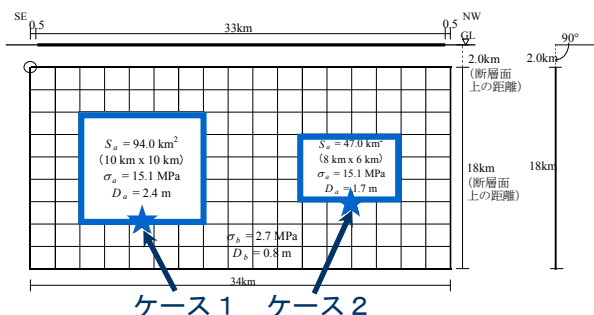


地表面の震度分布

震源断層を特定した地震動予測地図とは、ある特定の地震の破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算してその分布を地図に示したものである。

- ★ 想定地震の震源断層モデルを設定する。
- ★ 条件の異なる複数の破壊シナリオ（ケース）が設定されており、その結果を並べて比較検討することが出来る。

断層面上には、各シナリオ毎に、アスペリティと呼ばれる主要な破壊領域（下図青矩形）と破壊開始点（下図★印）が設定されている。



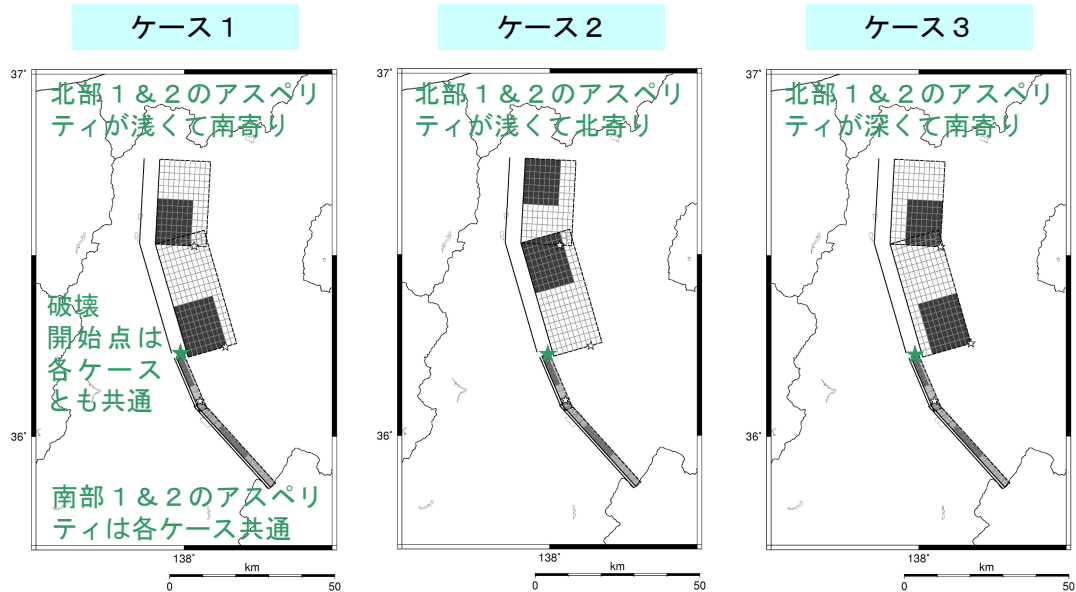
特性化震源モデル（右端は直交断面図）

- ★ アスペリティの直上や至近では、大きな地震動に見舞われる。
- ★ アスペリティの破壊伝播の前面（破壊伝播の延長上）の地域では、大きな地震動に見舞われる。
- ★ 表層地盤の良くないところでは、増幅が大きく、大きな地震動に見舞われる。
- ★ 軟らかい地層が厚く堆積している平野や盆地等では、増幅が大きく、大きな地震動に見舞われる。
- ★ これらの条件が複数重なると、震度6強や震度7の最大級の揺れになる場合もある。

解説：震源断層を特定した地震動予測地図

複数の破壊シナリオ（ケース）とその効果（糸魚川—静岡構造線断層帯の例）

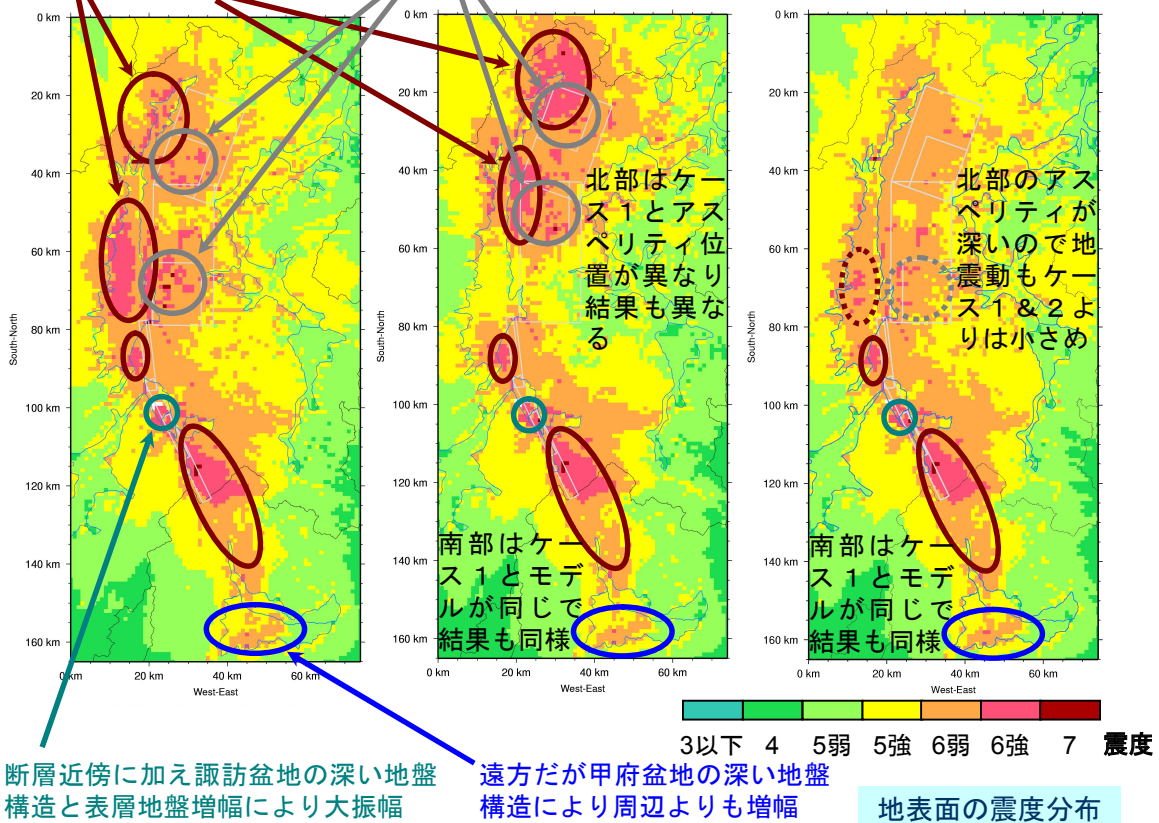
- ★ 複数の破壊シナリオ（ケース）について比較検討が出来る。
- ★ アスペリティの直上、アスペリティの破壊の前面（破壊伝播の延長上）、厚い堆積平野や盆地、表層地盤の良くないところ等では、大きな地震動に見舞われる。
- ★ これらの条件が複数重なると、震度6強や震度7の最大級の揺れになる場合もある。



アスペリティの破壊伝播の前面地域で大振幅

アスペリティ直上至近で大振幅

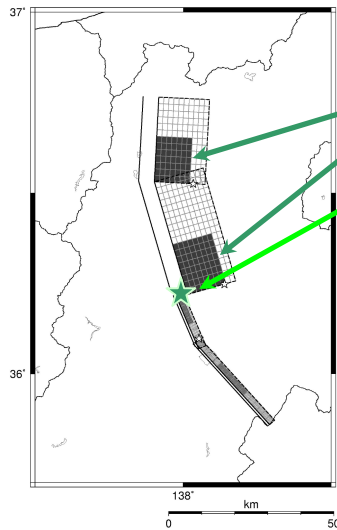
震源断層モデルの地表面投影



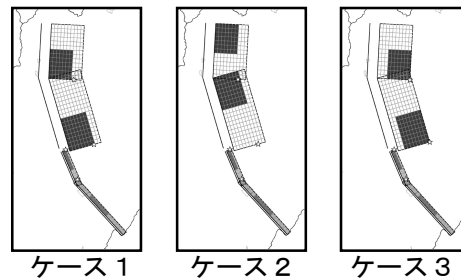
解説：震源断層を特定した地震動予測地図

複数の破壊シナリオ（ケース）とその効果（糸魚川—静岡構造線断層帯の例）

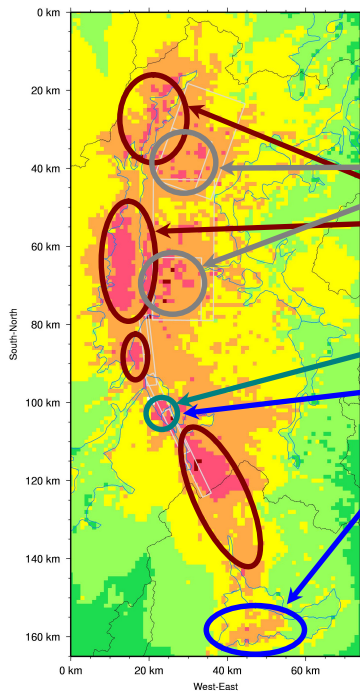
震源断層を特定した地震動予測地図とは、ある特定の地震の破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算してその分布を地図に示したものである。



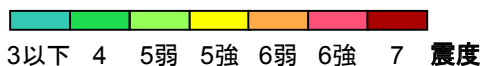
- ★ 想定地震の震源断層モデルを設定する。
- ★ 断層面上には、アスペリティと呼ばれる主要な破壊領域（陰影部）が設定されている。
- ★ 断層面上には、破壊開始点（★印）が設定されている。
- ★ 条件の異なる複数の破壊シナリオ（ケース）が設定されている。



震源断層モデルの地表面投影



- ★ 破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算し、その分布を地図に示したものである。
- ★ アスペリティの直上や至近では、大きな地震動に見舞われる。
- ★ アスペリティの破壊伝播の前面（破壊伝播の延長上）の地域では、大きな地震動に見舞われる。
- ★ 表層地盤の良くないところでは、増幅が大きく、大きな地震動に見舞われる。
- ★ 厚い堆積平野や盆地等では、増幅が大きく、大きな地震動に見舞われる。
- ★ これらの条件が複数重なると、震度6強以上の最大級の揺れになる場合もある。
- ★ 複数の破壊シナリオ（ケース）について異なる結果を並べて比較検討することが出来る。



地表面の震度分布

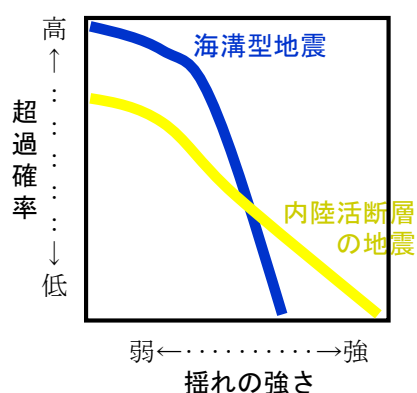
解説：確率論的地震動予測地図

「期間」・「揺れの強さ」・「確率」の情報の総合化

「地震ハザード」とは、地震によってもたらされる地震動（揺れ）の強さやその確率（これらは自然現象である）を評価したものであり、その結果社会にもたらされる被害等は、「地震リスク」と呼ばれる。このように、「地震ハザード」と「地震リスク」とは異なるので、混同しないよう、注意が必要である。

確率論的地震動予測地図に示されるのは「地震ハザード」である。具体的には、「ある地震の発生確率」に「その地震が発生したときのある地点での揺れがある大きさを超える確率」を乗じたものを全ての地震に対してまとめた「地震動の超過確率」を計算し、その結果として、各地点での揺れの確率や揺れの強さの分布が地図に示される。このように、「地震の発生確率」と「地震動の超過確率」とは異なるので、混同しないよう、注意が必要である。

一般に、内陸活断層の地震は海溝型地震に比べて地震発生確率が低いが、震源断層近傍では非常に強い揺れに見舞われる。この特徴をハザードカーブ（揺れの強さと超過確率との関係）に概念的に示すと、右図のようになる。実際には、位置・規模・確率の異なる多数・多種の地震があるので、超過確率や揺れの強さ、ハザードカーブの形状も様々である。



確率論的地震動予測地図では、主要活断層帯と海溝型地震はもちろんのこと、対象地域に影響を及ぼす地震全てを考慮し、地震発生の可能性と地震動の強さを計算し、その結果を総合化して地図上に表現する。設定する「期間」、「揺れの強さ」および「確率」（地震動の超過確率）を必要に応じて変えることで、その結果は多様な特徴をもった地図になる。

- ① 「期間」と「揺れの強さ」を固定した場合の「確率」の分布図
例：今後30年以内に震度6弱以上（計測震度5.5以上）になる確率
- ② 「期間」と「確率」を固定した場合の「揺れの強さ」の領域図
例：今後30年以内に3%の確率で見舞われる震度（正確にはこの震度以上）

震度6弱以上になる確率 — いろいろな地震による揺れの総合化 —

ある地点で今後30年以内に震度6弱以上になる確率は、いろいろな地震について「地震が発生する確率」×「その場所で震度6弱以上になる確率」を総合的に考慮して求める。

例として、地点Sにおいて2つの地震A, Bを考える。それぞれの確率が

今後30年以内の地震の発生確率 … A: 40%, B: 30%

地震により地点Sが震度6弱以上になる確率 … A: 60%, B: 40%

のとき、「30年以内に地震により地点Sで震度6弱以上になる確率」は、次のようになる。

地震Aの場合： $0.4 \times 0.6 = 0.24$ (24%)

地震Bの場合： $0.3 \times 0.4 = 0.12$ (12%)

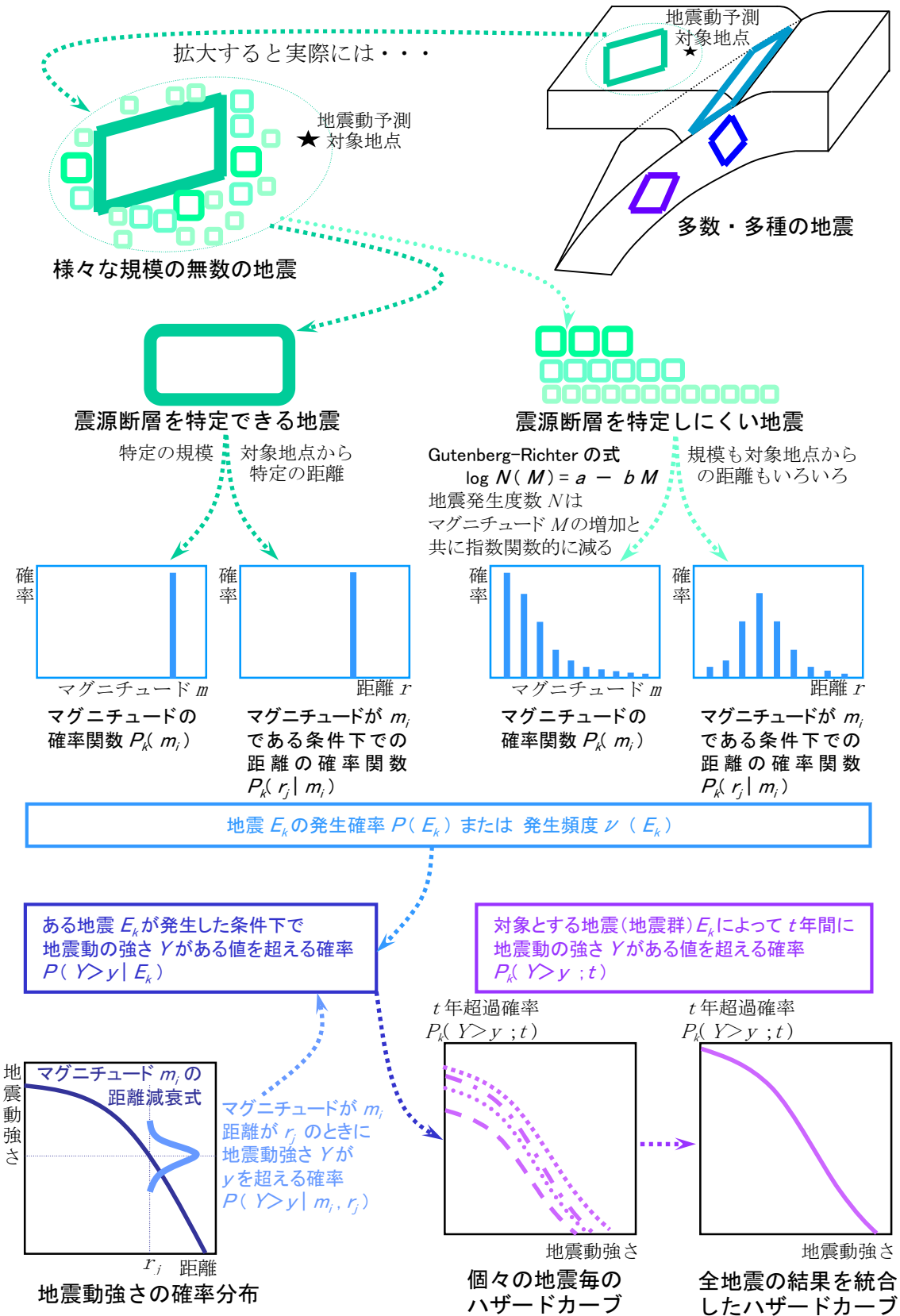
このとき、30年以内に地震Aまたは地震Bにより、地点Sで震度6弱以上になる確率は

$1 - \{ (1 - 0.24) \times (1 - 0.12) \} = 0.3312$ (約33%)

となる。確率値の単純な足し算で「24%+12%=36%」とはならないことに注意が必要である。

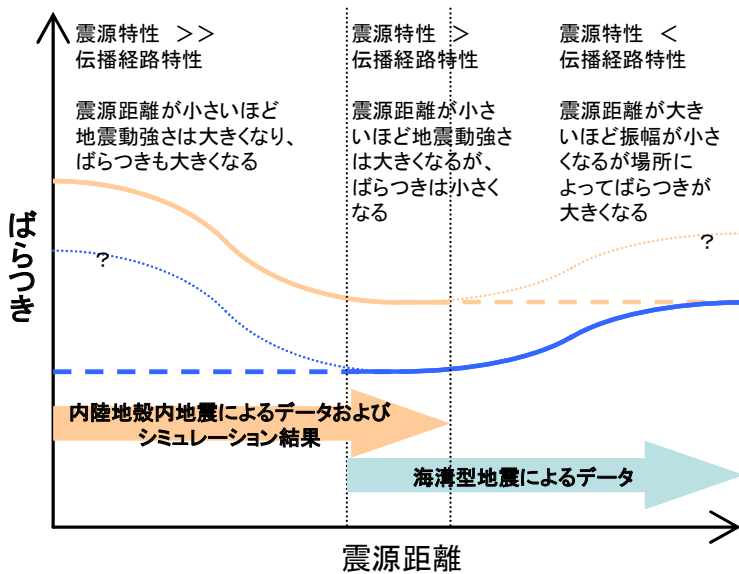
解説：確率論的地震動予測地図

確率論的地震動予測地図のためのハザードカーブ計算フロー

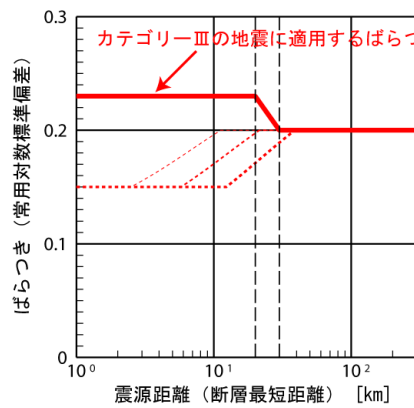


解説：確率論的地震動予測地図

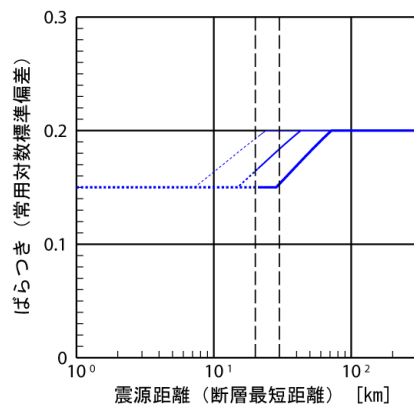
地震動強さを計算する際の距離減衰式のばらつき



地震動のばらつきの震源距離依存性のモデル化の概念



内陸地殻内地震等
 赤実線：現在のモデル
 赤点線：2008年版以前のモデル
 (地震規模・深さにより例示)



プレート間地震等
 青実線：モデル
 (地震規模・深さにより例示)

地震動のばらつきの震源距離依存性のモデル

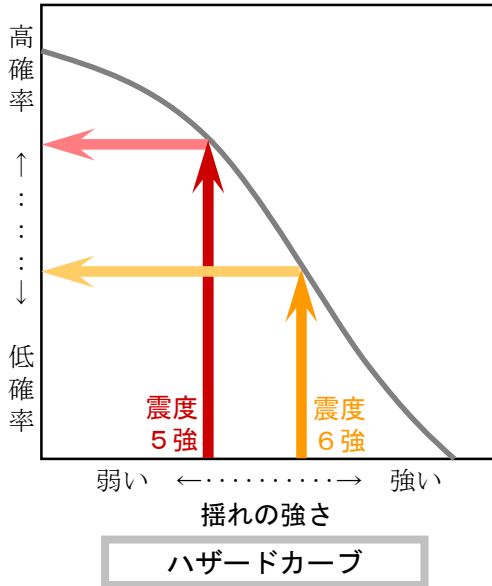
なお、モデル上、距離減衰式による地震動強さは対数正規分布に従ってばらつくと仮定しており、分布の裾において非現実的な値となることを回避する判断から、ここでは、 $\pm 3\sigma$ (σ は分布の標準偏差) を超える値の確率をゼロとしてモデル化している。

解説：確率論的地震動予測地図

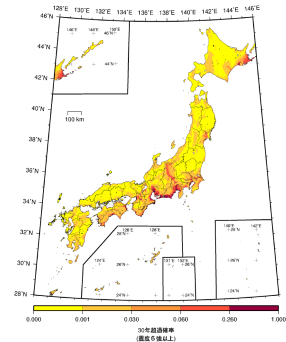
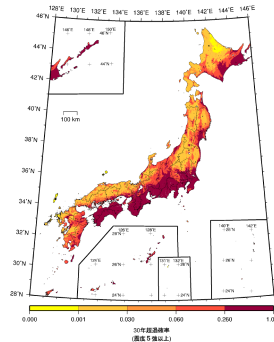
「期間」・「揺れの強さ」・「確率」の情報の総合化

★ 同じ地域でも、揺れが弱い（地震動・震度が小さい）ほど、その値を超える確率（超過確率）は高くなる。

t 年超過確率



<注：図は 2009 年版の例>



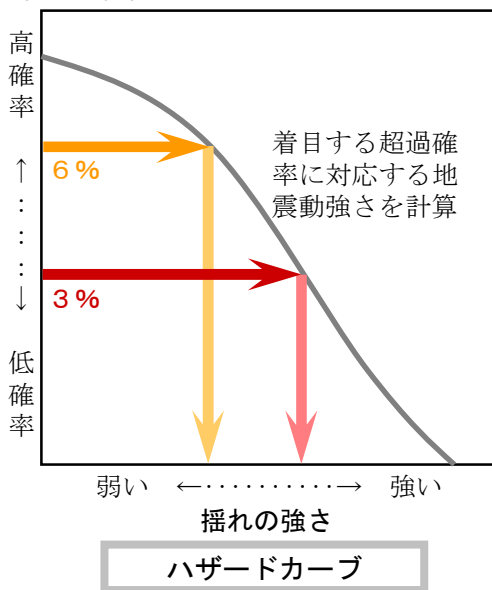
今後30年間に震度5強以上となる確率（超過確率）

今後30年間に震度6強以上となる確率（超過確率）

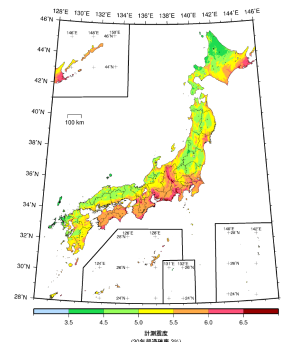
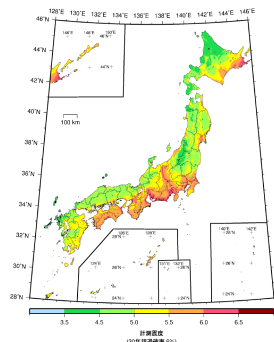
ハザードカーブと超過確率の地図の見方

★ 同じ地域でも、超過確率が低いほど揺れは強く（地震動・震度は大きく）なる。

t 年超過確率



<注：図は 2009 年版の例>



今後30年の超過確率が6%の震度

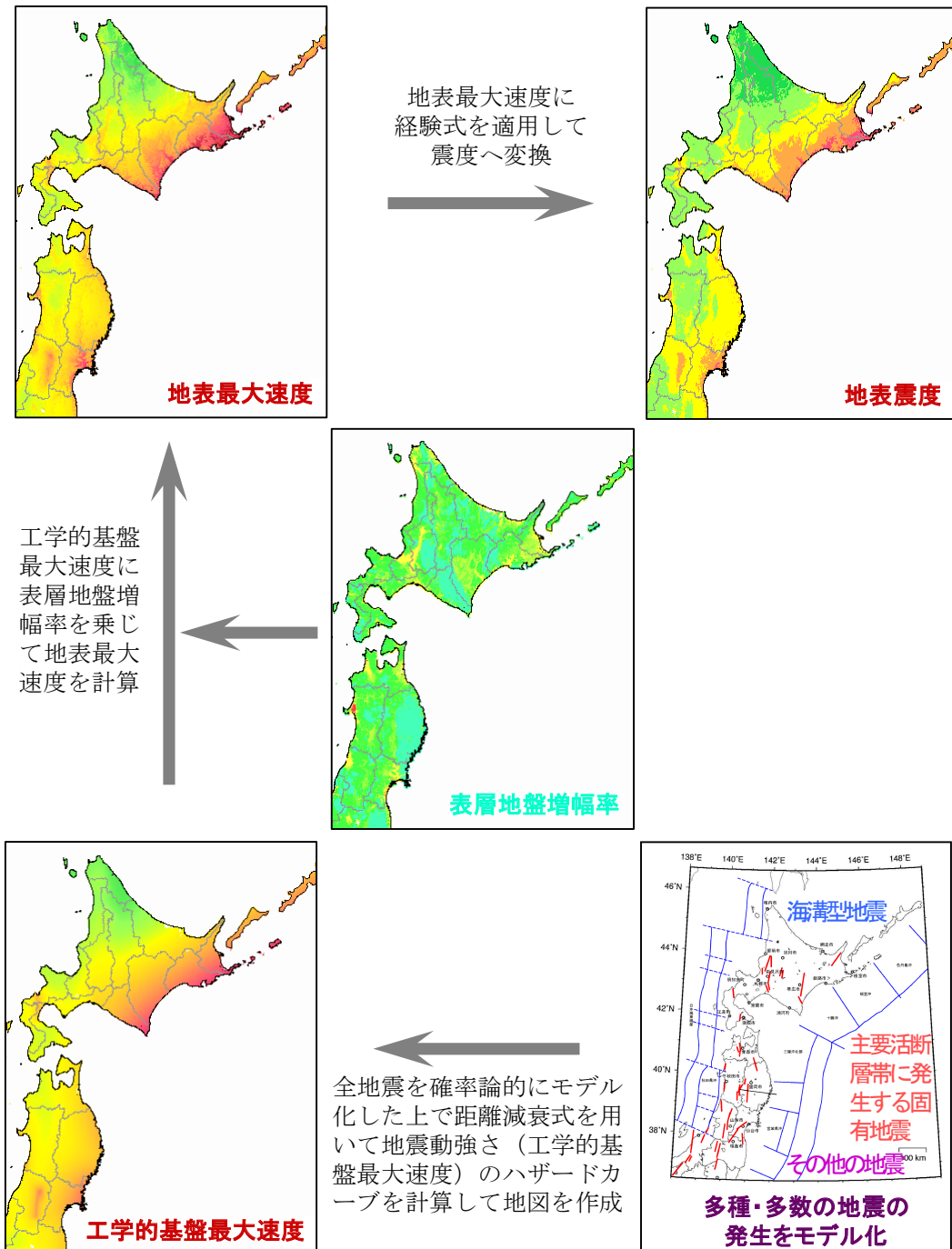
今後30年の超過確率が3%の震度

ハザードカーブと地震動強さの地図の見方

解説：確率論的地震動予測地図

地震動強さを示した各地図の作成手順

多種・多数の地震の発生をモデル化した上で、距離減衰式を用いて工学的基盤の地震動最大速度を求め、表層地盤増幅率を乗じて地表の地震動最大速度を求め、経験式を用いた変換により地表の震度を求める。なお、簡便法による震源断層を特定した地震動予測地図でも、工学的基盤以浅での地震動予測には同様の処理が施されている。

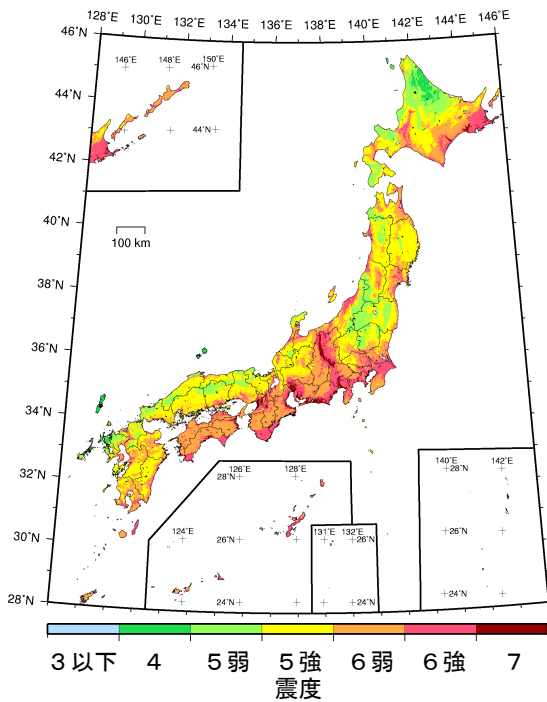


※ 上図は作成手順の概念説明図であり、地図のサンプルは北日本地域限定試作版（2003.3）のものである。

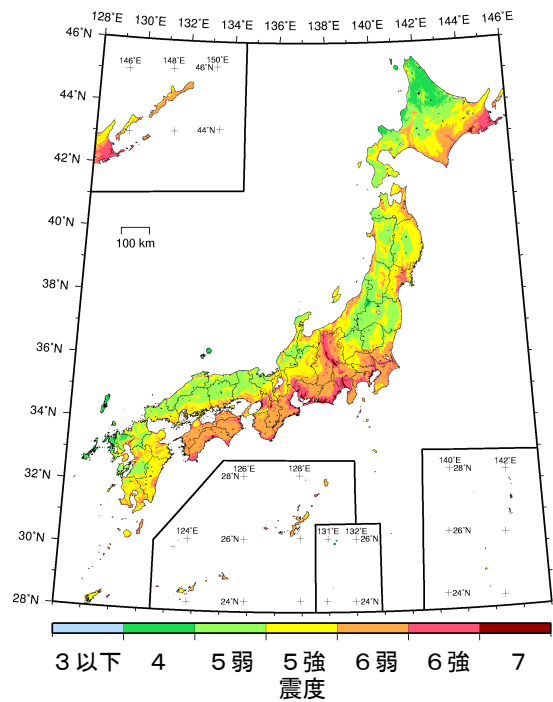
解説：確率論的地震動予測地図

今後 50 年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が 2, 5, 10, 39 % の震度分布

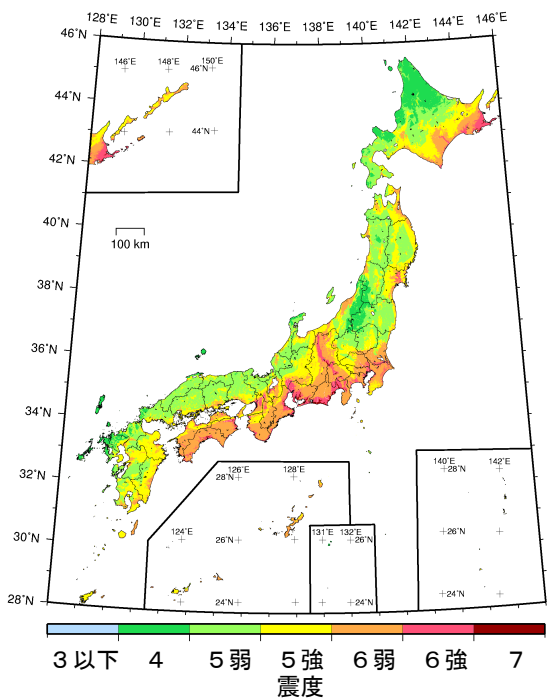
同じ地域でも、超過確率が小さいほど地震動は強く（震度が大きく）なり、特にその傾向は活断層沿いの地域で顕著である。確率レベルに応じた地震動強さの地域性評価や、それを考慮した設計荷重などの基礎資料とすることなど、多様な利用が考えられる。



50 年超過確率 2%

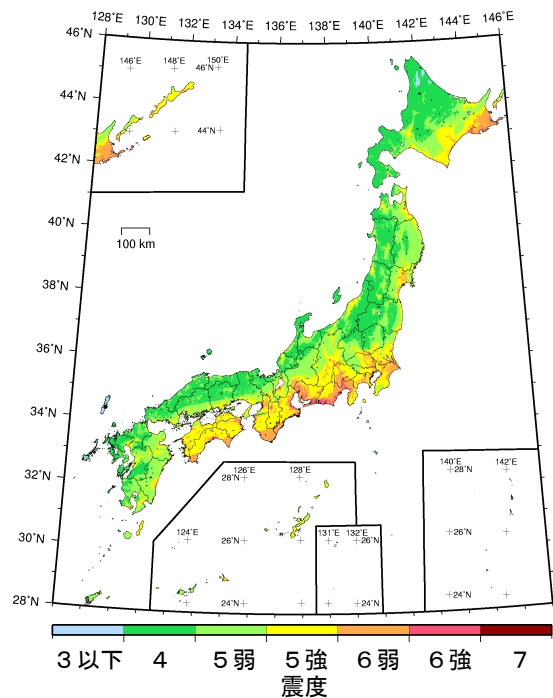


50 年超過確率 5%



50 年超過確率 10%

<注：図は 2009 年版の例>

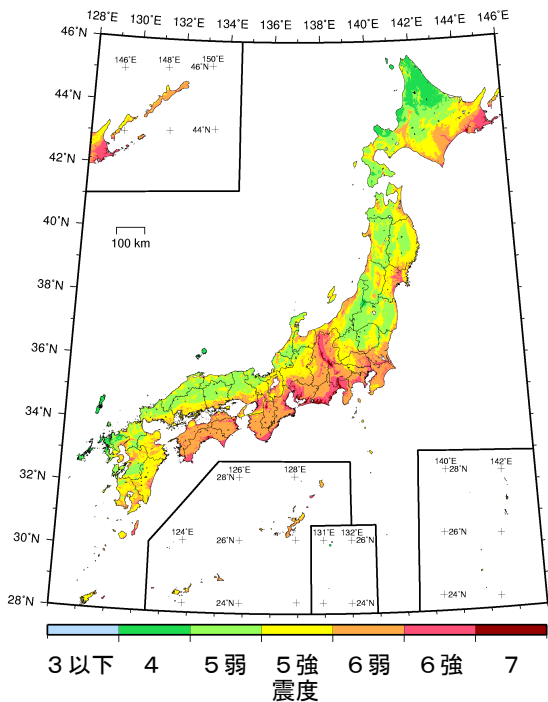


50 年超過確率 39%

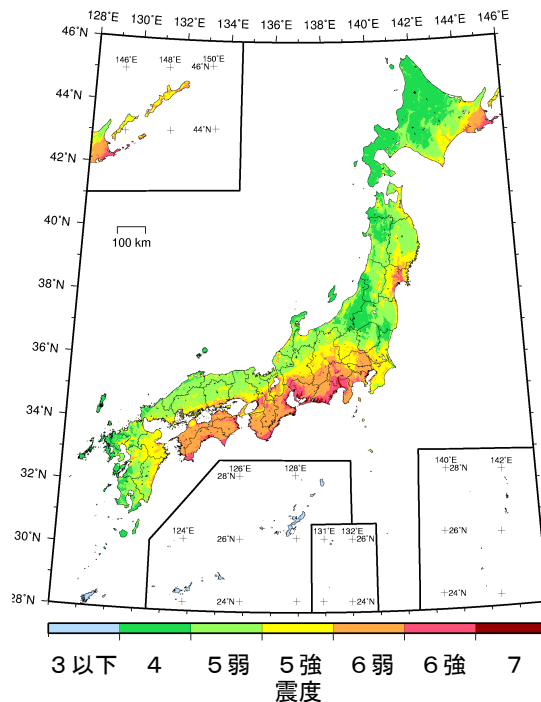
解説：確率論的地震動予測地図

今後 30 年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が 3 % の震度分布

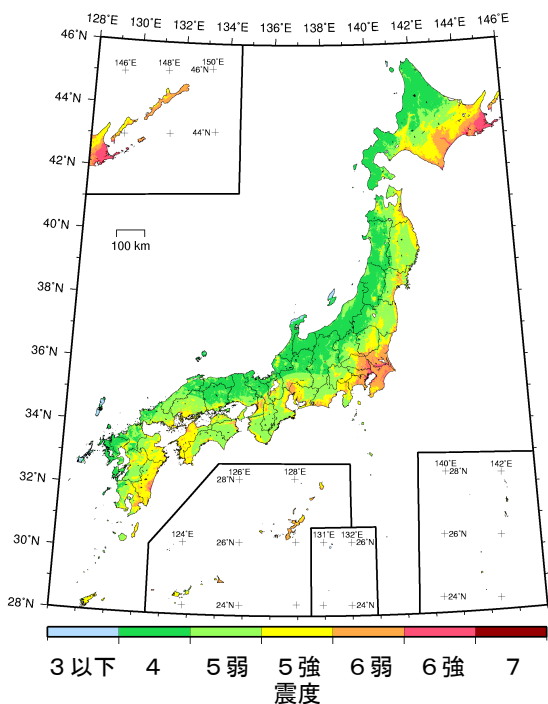
同じ地域・同じ期間・同じ確率を考えても、想定すべき地震とその地震動（震度）は多様であり、その特徴を踏まえた具体的な備えを考えることが望ましい。



全地震

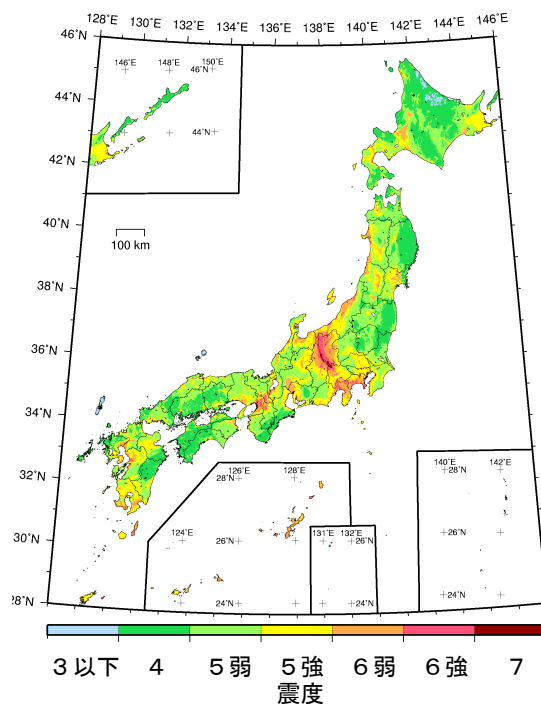


地震カテゴリー I



地震カテゴリー II

<注：図は 2009 年版の例>



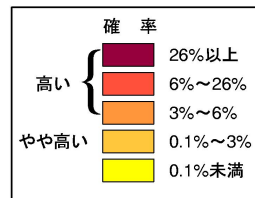
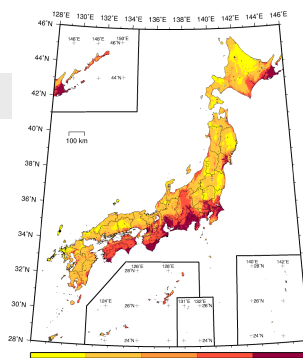
地震カテゴリー III

解説：地震カテゴリーと影響度

今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率分布とその四分位表示

全地震による確率分布

各カテゴリーの確率分布を統合すると全地震の確率分布が求められる。



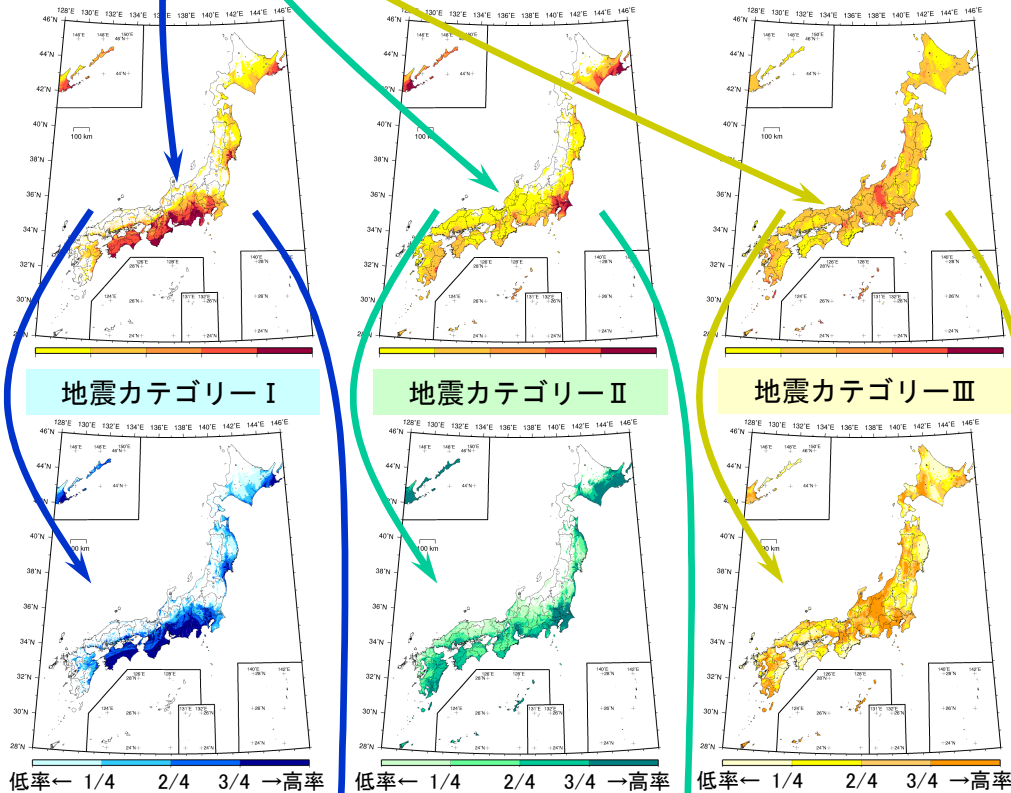
全地震の確率分布は各カテゴリーの確率分布に分解出来る。

四分位表示

地震カテゴリー I

地震カテゴリー II

地震カテゴリー III

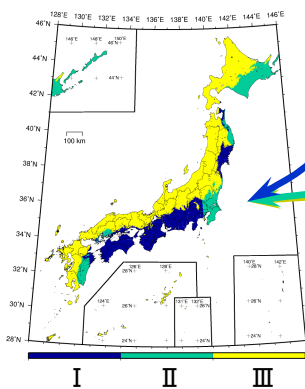


低率 ← 1/4 2/4 3/4 → 高率

低率 ← 1/4 2/4 3/4 → 高率

低率 ← 1/4 2/4 3/4 → 高率

最大影響地震カテゴリー



I II III

<注：図は 2009 年版の例>

解説：地震カテゴリーと影響度

確率の四分位表示

各地震カテゴリーの確率分布の地図は四分位表示されている。これは、検討対象（この場合は地震動の発生確率）を大きなものから順に並べた上で、個数を四等分して表示（この場合は濃淡表示）する方法である。四分位点に対応する確率値（いずれも期間は今後 30 年間）は次の通りである。

四分位点に対応する確率値（いずれも期間は今後 30 年間）

	カテゴリーⅠ (平均ケース)			カテゴリーⅡ (平均ケース)		
	1/4位	2/4位	3/4位	1/4位	2/4位	3/4位
震度5弱	3.96%	17.7%	57.5%	1.48%	8.73%	30.2%
震度5強	0.309%	2.70%	26.0%	0.135%	1.25%	6.81%
震度6弱	0.0630%	0.909%	10.8%	0.00717%	0.105%	0.970%
震度6強	0.0130%	0.215%	1.30%	0.000159%	0.00630%	0.116%
	カテゴリーⅢ (平均ケース)			カテゴリーⅢ (最大ケース)		
	1/4位	2/4位	3/4位	1/4位	2/4位	3/4位
震度5弱	2.77%	5.60%	12.8%	3.61%	7.40%	16.81%
震度5強	0.668%	1.57%	4.21%	0.856%	2.21%	6.17%
震度6弱	0.0958%	0.308%	1.04%	0.120%	0.428%	1.66%
震度6強	0.00580%	0.0314%	0.157%	0.00674%	0.0450%	0.260%

<注：2010年1月1日時点の値>

これらの図は、どの地域にどういった地震への注意を喚起すべきかの判断の一助としたものである。特に、カテゴリーⅢの地図は、低頻度大災害をもたらす可能性のある内陸地震のハザードの認識が重要な地域を図として目に見える形に工夫したものであるとすることが出来る。

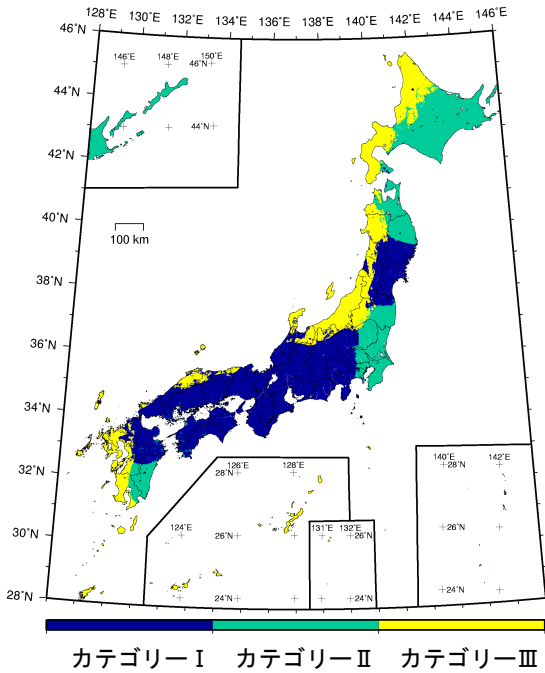
四分位表示で白色表示となっている地域（四分位の対象外としている地域）は、地震動の超過確率が殆ど0に近いために、モデル計算条件として、確率をゼロとしている地域である。具体的には、地震動の確率密度分布の裾にあってそのばらつきが $\pm 3\sigma$ を超える部分（ σ は標準偏差）を切り捨て、地震動の超過確率をゼロとしている。

例えば、海溝型地震の発生する地域は沈み込むプレート境界沿いに限られているので、プレート境界から非常に遠方の地域であれば、現実には震度6強や震度7といった最大級の震度になることはないと合理的に判断される。このような理由により、カテゴリーⅠあるいはカテゴリーⅡでは白色表示となっている地域がある。一方、カテゴリーⅢは、活断層の地震や震源を予め特定しにくい内陸地震等を含んでおり、そのような地震がたまたま近くで発生した場合には地震動はそれなりに大きなものとなるので、カテゴリーⅢでは白色になる地域がない。海溝型地震のカテゴリーⅠあるいはカテゴリーⅡで白色となっている地域では、活断層の地震や震源を予め特定しにくい内陸地震等によって生じる強い揺れに備える必要のあることが、この図から読み取れる。

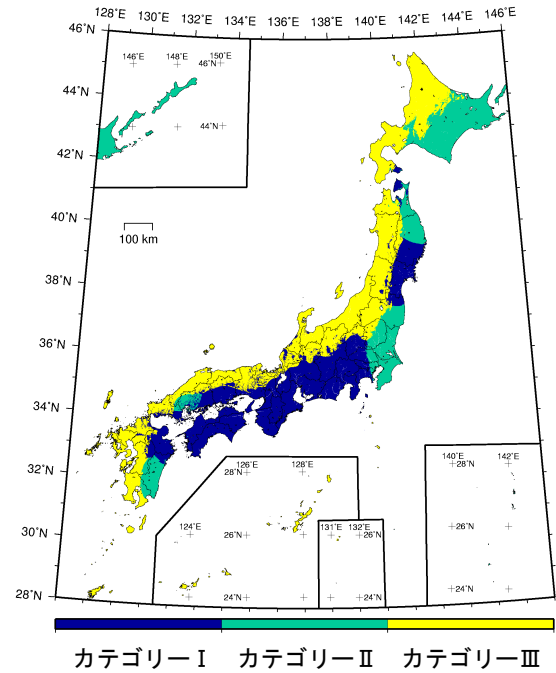
解説：地震カテゴリーと影響度

今後 30 年間にそれ以上の揺れに見舞われる可能性の最も大きな地震カテゴリー

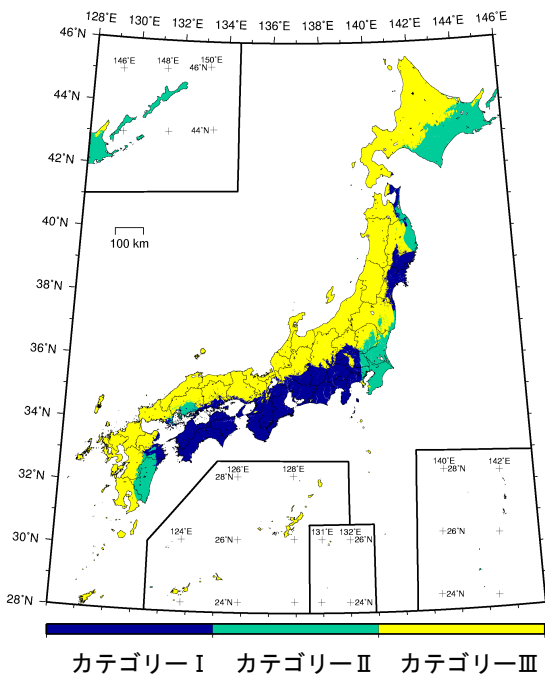
同じ地域・同じ期間を考えた場合、対象とする揺れが強い（震度が大きい）ほど、その揺れは、活断層をはじめとしたカテゴリーⅢの地震によってもたらされる可能性が高くなる。一般に海溝型地震の影響が大きいとされる地域でも、最大級の揺れに対する備えを考えるときには、場合によっては内陸の活断層にも相当の注意を払う必要があることを意味している。



震度 5 弱以上

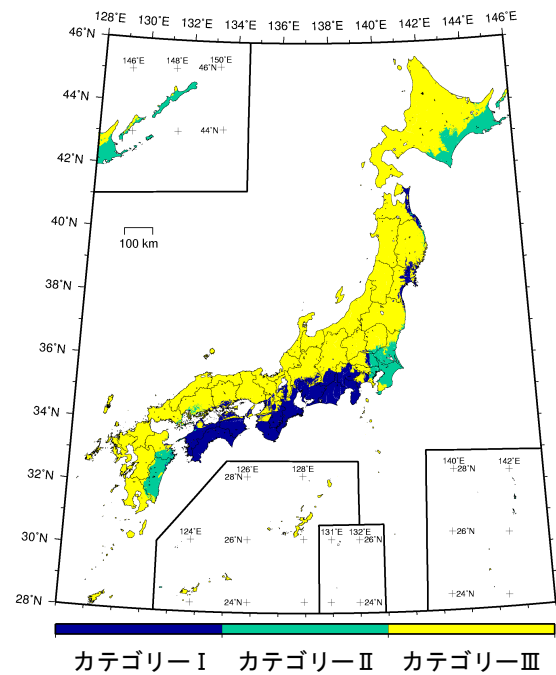


震度 5 強以上



震度 6 弱以上

<注：図は 2009 年版の例>

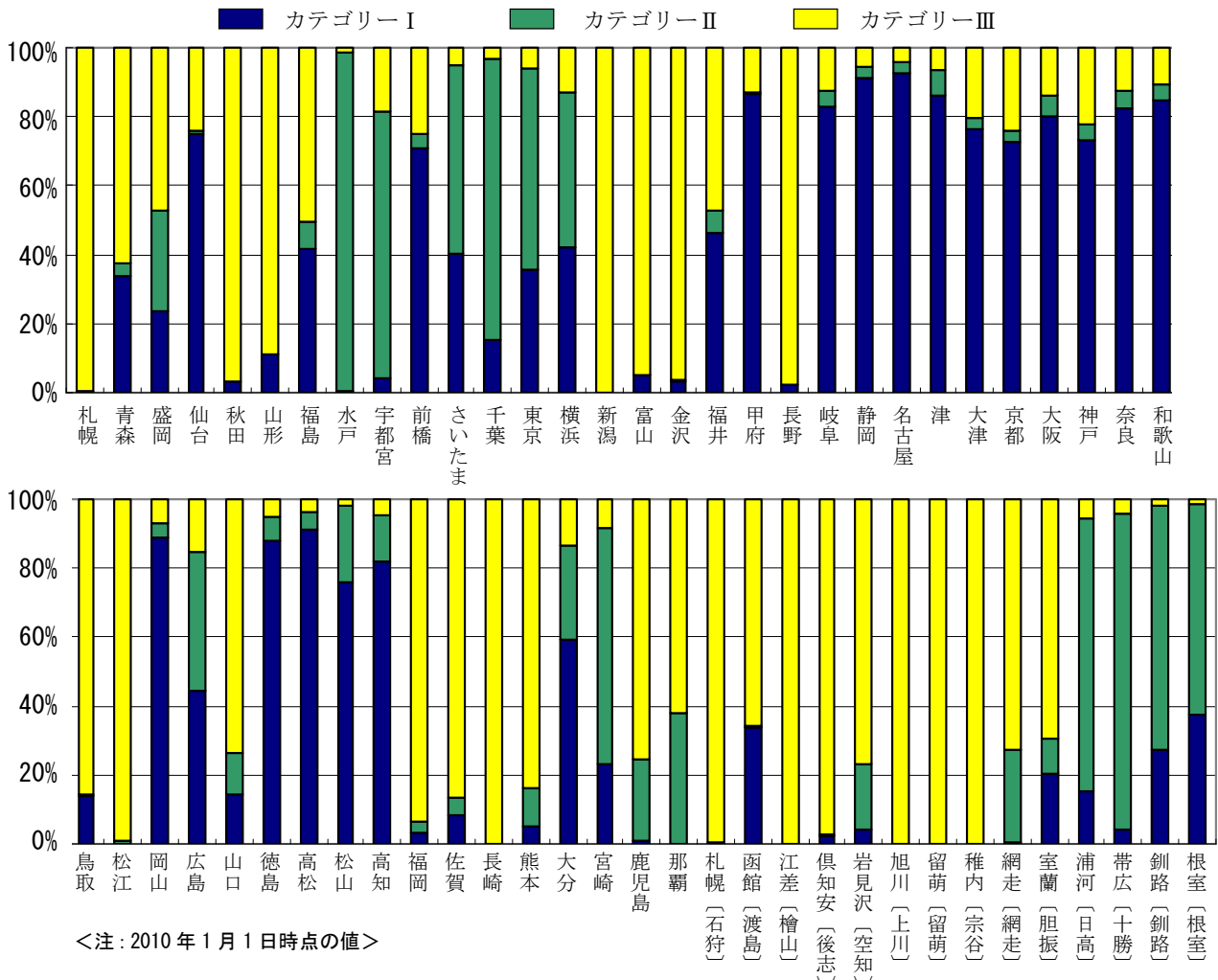


震度 6 強以上

解説：地震カテゴリーと影響度

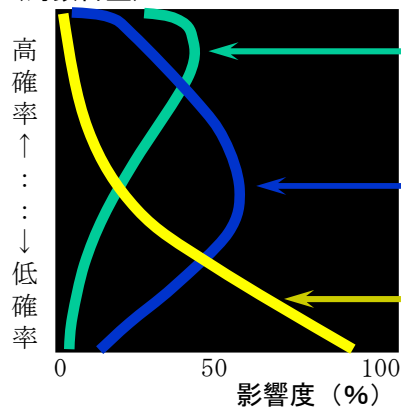
各都道府県庁所在地（北海道は支庁所在地）での震度6弱以上30年超過確率の影響度

地点によって、最大影響地震カテゴリーが違うだけでなく、地震カテゴリー毎の影響度の特徴が異なる。例えば、関東地方の都市で、最大影響地震カテゴリーがいずれもカテゴリーⅡであっても、千葉・水戸・宇都宮ではカテゴリーⅡの影響度が支配的なのに対して、東京・さいたままではカテゴリーⅠの影響度もそれなりに大きい。



地震動強さとそれをある特定期間内に超える確率（超過確率）との関係を示したものがハザードカーブだが、更に、各確率レベルに対応する地震動の強さは多数種類の地震のうちどのカテゴリーの地震によるものかを相対確率として表わしたものを影響度と呼ぶ。影響度は、どのような地震に対してどのように備えるべきかの一つの判断材料とすることが出来る。

t 年超過確率
(対数目盛)



超過確率の高いレベルではプレート境界のM7級地震などカテゴリーⅡの影響度が高い

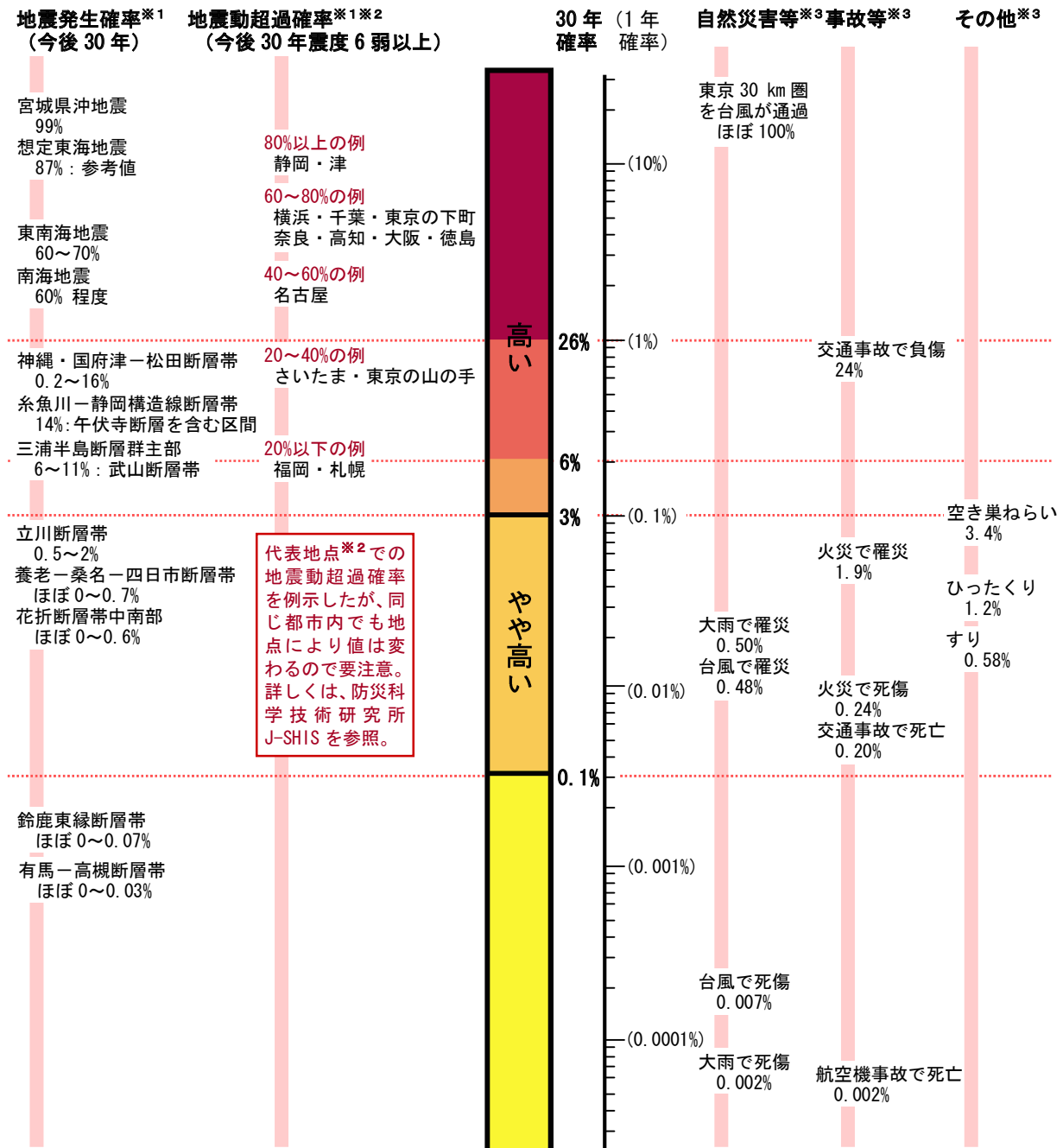
プレート境界のM8級固有地震などカテゴリーⅠの影響度は全般に高い

超過確率の低い（稀な）レベルになると主要活断層帯などカテゴリーⅢの影響度が他を上回る

解説：確率の数値を受け止める上での参考情報

地震発生確率・地震動超過確率の例と日本の自然災害・事故等の発生確率の例

次の図は、「今後30年以内に数%」という値が日常生活において無視出来るほど小さな値ではないことを理解するための参考情報である。確率論的地震動予測地図に示されている地震動の「超過確率」（ある値を超える確率）は「ハザード」の評価結果であり、ここで例示した事象の「発生確率」や「リスク」と同列に比較できるものではないが、数値の重みを受け止める上での参考情報として見て欲しい。



※1 例示した地震発生確率・地震動超過確率は、2010年1月1日時点の評価値。

※2 都道府県庁所在地の市庁舎や東京の都庁・区役所の位置の例。同じ都市内でも地点により値は変わるので、注意が必要。詳しくは、防災科学技術研究所 J-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) を参照のこと。

※3 日本の自然災害・事故等の発生確率の例は、地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2006.9.25) より抜粋。

出典：報告書・ホームページ

★ 報告書

地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会；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），2002. 5. 29
地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会；確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定）について，2002. 5. 29, 2002. 7. 24 訂正
地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会；確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定－北日本），2003. 3. 25, 2003. 3. 31 訂正
地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会；確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定－西日本），2004. 3. 25
地震調査研究推進本部地震調査委員会；「全国を概観した地震動予測地図」報告書，2005. 3. 23, 2005. 4. 13 更新, 2005. 12. 14 更新
地震調査研究推進本部地震調査委員会；「全国を概観した地震動予測地図」報告書 2006年版, 2006. 9. 25
地震調査研究推進本部地震調査委員会；「全国を概観した地震動予測地図」報告書 2007年版, 2007. 4. 18
地震調査研究推進本部地震調査委員会；「全国を概観した地震動予測地図」報告書 2008年版, 2008. 4. 24
地震調査研究推進本部地震調査委員会；全国地震動予測地図－地図を見て 私の街の 揺れを知る－, 2009. 7. 21
上記掲載以外の強震動評価と震源断層を特定した地震動予測地図の各報告書は以下を参照のこと
http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka03.htm

★ ホームページ

地震調査研究推進本部
<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>
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/>

★ 引用文献

藤本一雄・翠川三郎（2003）：日本全国を対象とした国土数値情報に基づく平均 S 波速度分布の推定，日本地震工学会論文集，Vol. 3, No. 3, pp. 13-27.
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，No. 7, pp. 241-246.
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，Vol. 6, No. 1, pp. 11-22.
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，pp. 220-221.
松岡昌志・翠川三郎（1994）：国土数値情報とサイズミックマイクロゾーニング，第 22 回地盤震動シンポジウム，日本建築学会，pp. 23-34.
松岡昌志・若松加寿江・藤本一雄・翠川三郎（2005）：日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定，土木学会論文集，No. 794/I-72, pp. 239-251.
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，Vol. 1, pp. 51-56.
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，pp. 222-223.

索引

あ◆

- 浅い地盤構造 → 30, 31, 33, 34, 36
- アスペリティ → 3, 6, 7, 20, 35, 38~40

- 糸魚川-静岡構造線断層帯 → 12, 13, 29, 39, 40, 52

- 影響度 → 26, 48~51
- AVS30 → 30, 33

- 応力降下量 → 20

か◆

- 海域活断層 → 17
- 海溝 → 22
- 海溝型地震 → 14, 17, 18, 22~25, 27, 34, 35, 41, 43, 44, 49, 50
- 確率 → 5, 8~13, 16, 18, 19, 25, 26, 41, 42, 44, 47, 48, 49, 52
- 確率論の地震動予測地図 → 4, 5, 8~13, 15, 18, 19, 24, 26, 41~47
- 活断層 → 14, 16, 17, 22~24, 26, 29, 41, 46, 49, 50
- 活動履歴 → 25
- カテゴリーⅠ → 14, 15, 26, 27, 47~51
- カテゴリーⅡ → 14, 15, 26, 28, 47~51
- カテゴリーⅢ → 14~16, 26, 43, 47~51
- 関東地震 → 17, 26
- 簡便法 → 17, 20, 21, 36, 37, 44

- 期間 → 8, 9, 19, 41, 47, 50, 51
- 基盤 → 3
- 逆断層 → 17, 22
- 強震動予測 → 6, 7, 20, 34~36, 38
- 巨視的震源特性 → 34
- 巨視的断層パラメータ → 35
- 巨大地震 → 14, 17
- 距離減衰 → 3
- 距離減衰式 → 19, 21, 34, 37, 42~44

- 経過年数 → 25
- 経時特性 → 3, 21
- 計測震度 → 21

- 工学的基盤 → 3, 21, 30, 31, 33, 36, 37, 44
- 広帯域地震動 → 21
- 固有地震 → 26, 27, 44, 51

さ◆

- 最新活動時期 → 25
- 最大ケース → 25, 49
- 最大影響地震カテゴリー → 14, 48
- 最大影響度 → 16
- 最大速度増幅率 → 30, 33
- サイト → 19

再来間隔 → 26
相模トラフ → 26～28
差分法 → 21, 34

J-SHIS → 10, 11, 16, 52
時刻歴 → 19, 21, 34, 37
地震 → 3, 18, 20, 42
地震カテゴリー → 14, 15, 26～29, 48～51
地震観測記録 → 17
地震基盤 → 30, 31
地震動 → 3, 7, 21, 34, 41, 44, 46, 47, 49
地震動強さ → 19, 42～44, 46, 51
地震波 → 3, 20, 30, 36
地震動予測 → 17, 20, 21, 42
地震動予測地図 → 3～5, 18, 19
地震ハザード → 41
地震発生層 → 35
地震防災 → 16
地震リスク → 41
実体波 → 3, 21, 30
シナリオ → 6, 18, 19, 35, 36, 38～40
地盤増幅 → 17, 21, 31, 39
地盤増幅率 → 7, 16, 37, 38, 44
四分位表示 → 15, 48, 49
周期特性 → 3, 21
首都直下地震 → 17
主要活断層帯 → 6, 16, 18, 23～25, 26, 34, 35, 41, 44, 51
詳細法 → 17, 20, 21, 36, 37
詳細法工学的基盤 → 36
諸元 → 4
震源 → 15, 17, 19, 20
震源域 → 23
震源距離 → 43
震源断層 → 3, 20, 30, 36
震源断層モデル → 7, 21, 35, 38～40
震源断層を特定した地震 → 23, 34, 35
震源断層を特定した地震動予測地図 → 4, 6, 7, 18, 19, 36～40, 44
震源断層を予め特定しにくい地震 → 5, 14, 15, 24, 26, 29
震源特性 → 20, 43
震源モデル → 20
震度 → 4～6, 8～13, 16, 19, 21, 36, 37, 39～41, 44, 46, 47, 49, 50
震度増分 → 21, 30, 37
震度分布 → 6, 38～40, 47
振幅 → 3, 21

すべり → 3, 20

正断層 → 22

想定東海地震 → 26, 27, 52
増幅 → 3, 7, 20, 38

た◆

堆積層 → 21
太平洋プレート → 22, 24, 26, 28
短周期地震動 → 21
断層 → 6

断層最短距離 → 20, 21, 43
断層長さ → 20
断層幅 → 20
断層面 → 6, 16, 22
断層モデル → 3, 34, 37

地殻内地震 → 22, 43
地殻構造 → 30
地下構造 → 17, 20, 21, 30, 34
中央構造線断層帯 → 29
超過確率 → 12, 19, 41, 42, 44, 46, 49, 51, 52
長期評価 → 4, 5, 23, 24, 27, 28, 35, 36
長周期地震動 → 21
長大断層 → 17

低頻度巨大災害 → 14
伝播 → 19, 20, 30, 36
伝播特性 → 20
伝播経路特性 → 43

東海地震 → 26, 27, 52
統計的グリーン関数法 → 21, 34
東南海地震 → 26, 27, 52
特性化震源モデル → 20, 34~36, 38
トラフ → 22

な◆

内陸地震 → 49
南海地震 → 26, 27, 52
南海トラフ → 12, 13, 17, 26

日本海東縁部 → 26, 29
日本列島 → 22

は◆

背景領域 → 20
ハイブリッド合成法 → 21, 34, 37
破壊 → 4, 6, 7, 20
破壊開始点 → 6, 20, 35, 38~40
破壊伝播 → 17, 21, 38~40
波形 → 21, 34
ハザード → 52
ハザードカーブ → 42, 44, 51
発生確率 → 5, 15, 16, 18, 23~25, 41, 42, 49, 52
発生頻度 → 14, 42
ばらつき → 43

BPT 分布 → 25
微視的震源特性 → 34
微視的断層パラメータ → 35
ひずみ集中帯 → 17
左横ずれ断層 → 22
微地形区分 → 30, 31, 33
標準偏差 → 43
表層地盤 → 3, 7, 20, 30, 33, 38, 40
表面波 → 3, 21, 30

深い地盤構造 → 30, 31, 34, 36, 39
不均質 → 20
フィリピン海プレート → 22, 24, 26, 28
プレート → 22
プレート間地震 → 14, 22, 26, 28, 43
プレート境界 → 49, 51
プレート境界地震 → 22
プレート内地震 → 14, 22, 26, 28

平均活動間隔 → 25
平均ケース → 25, 49

ポアソン過程 → 25

ま◆

マグニチュード → 18, 21, 23, 42
マッチングフィルタ → 21

右横ずれ断層 → 22
宮城県沖地震 → 27, 52

メッシュ → 10, 11, 15, 31

や◆

ら◆

リスク → 52
レシピ → 4, 6, 34~36

わ◆

「全国地震動予測地図」
— 地図を見て 私の街の 揺れを知る —
手引・解説編 2010 年版

発行 平成 22 年 (2010 年) 5 月
編集 地震調査研究推進本部地震調査委員会
(事務局：文部科学省研究開発局地震・防災研究課)
〒100-8959 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 2 号
電話 東京 (03)6734-4439 FAX (03)6734-4139
地震調査研究推進本部ホームページ
<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>