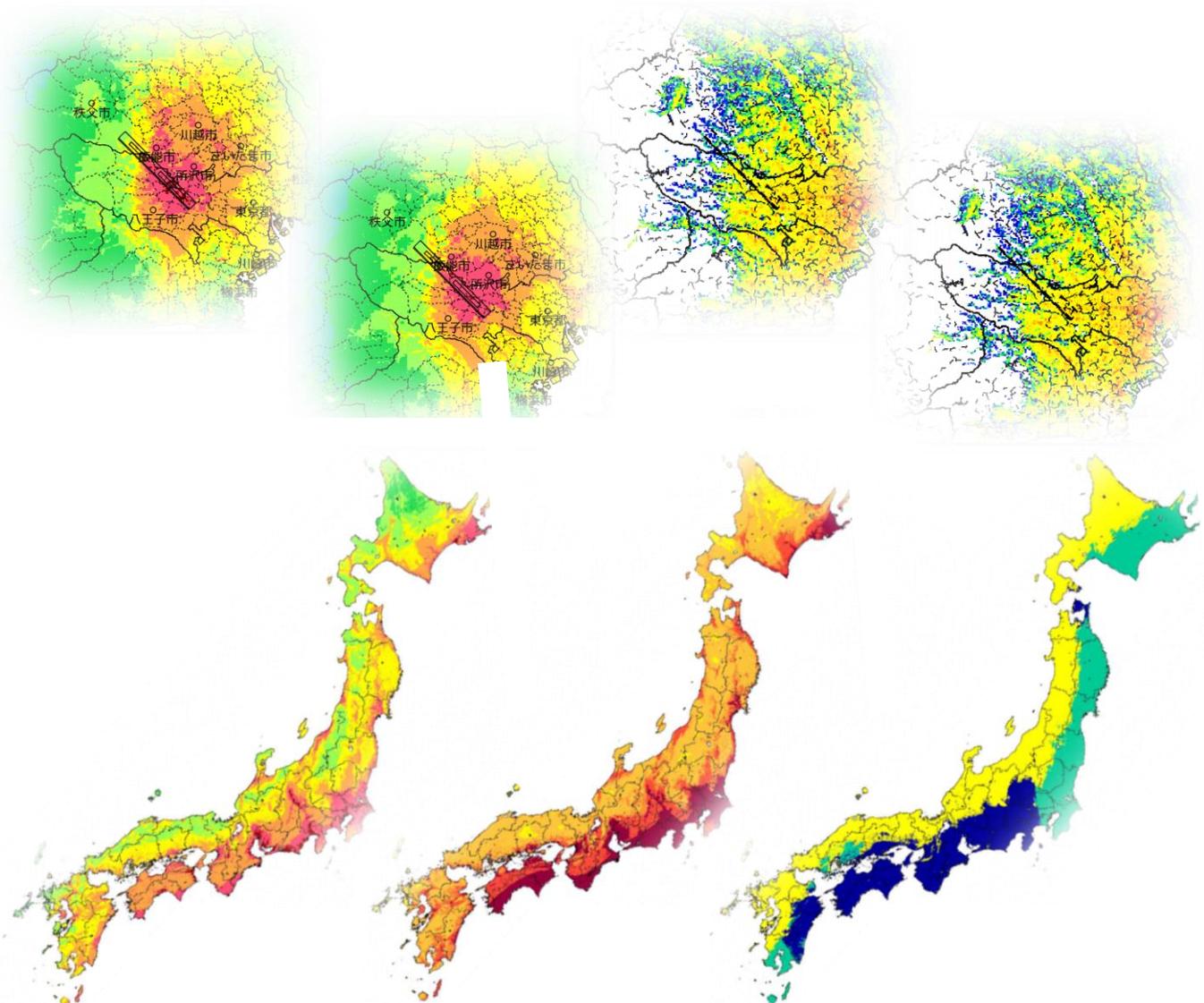


全国地震動予測地図 手引・解説編

2017 年版



平成 29 年（2017 年）4 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 手引・解説編 2017年版

目次

手引編	1
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（シナリオ地震動予測地図）	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
震度曝露人口	8
確率論的地震動予測地図	9
確率論的地震動予測地図の見方のポイント	11
確率論的地震動予測地図の検証	15
最大影響地震カテゴリー	16
各地震カテゴリーの確率論的地震動予測地図	17
確率論的想定地震	18
確率の数値を受け止めるまでの参考情報	19
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	20
解説編	23
全国地震動予測地図とは	25
地震動予測の基本的な考え方	27
日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ	29
震源断層を特定した地震とその長期評価	30
震源断層を予め特定しにくい地震	31
地震発生確率の計算方法	32
地震カテゴリー	33

地下構造モデル	38
深部地盤構造	39
浅部地盤構造	40
強震動予測レシピ	43
震源断層を特定した地震の断層モデル	44
震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）	46
震度曝露人口	50
確率論的地震動予測地図	51
地震カテゴリーと影響度	59
確率論的想定地震	62
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	63
出典：報告書・ホームページ	66
索引	67

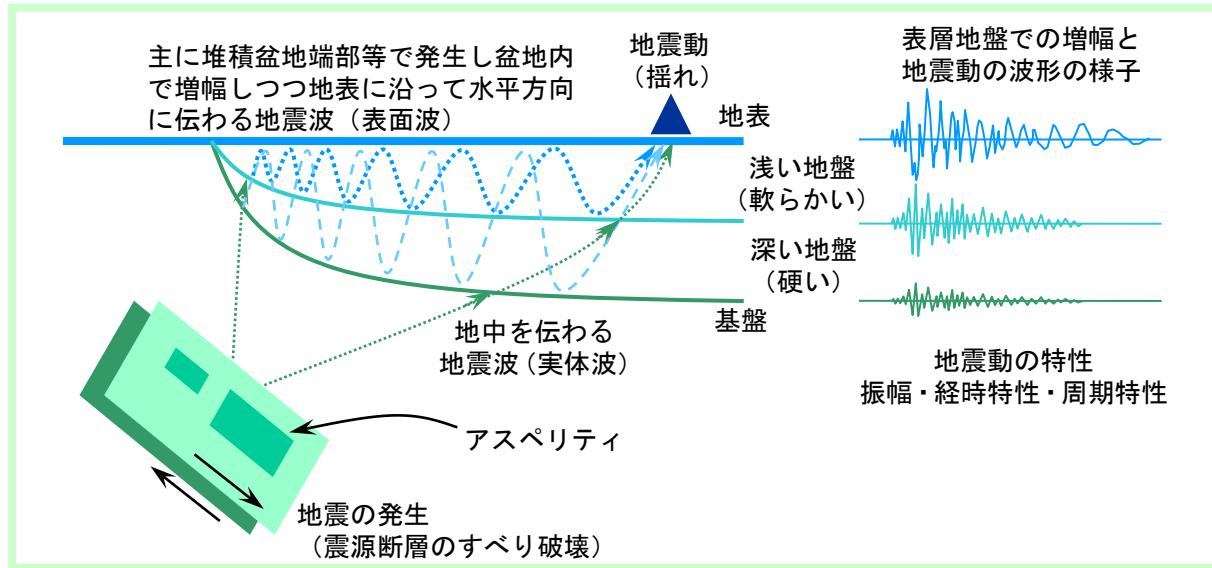
手引編

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ひずみが蓄積され、岩石がすべり破壊する現象です。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（地震の原因となる断層）でのすべり破壊の特徴、地震波の伝わり方、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できます。

★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

震源は、断層面上で破壊が始まるところで、地震時には断層の破壊が震源から震源断層面上を進むことになります。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。工学的基盤以浅の表層地盤の增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のが一般的です。

関連説明→ 解説編-27, 28, 46

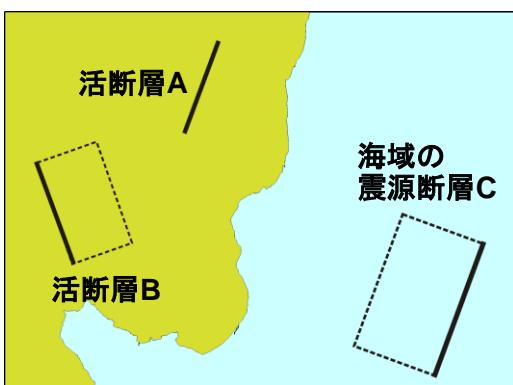
地震動予測地図を見る前に

震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）の基本的な考え方

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（シナリオ地震動予測地図）」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（シナリオ地震動予測地図）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」）の手順に従って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

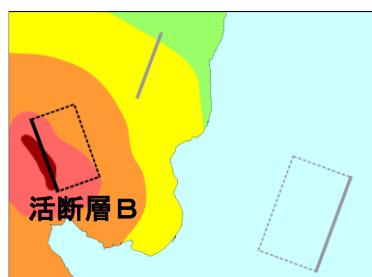
- ③個々の地点で震源断層からの距離と地盤による揺れの増幅とを考慮し、揺れを計算します。

- 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。

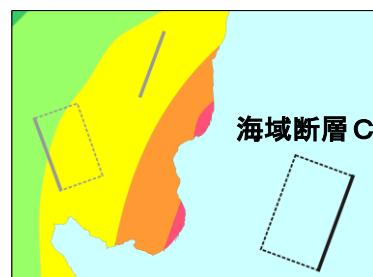
- ②や③の違いによって、結果は異なります。



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

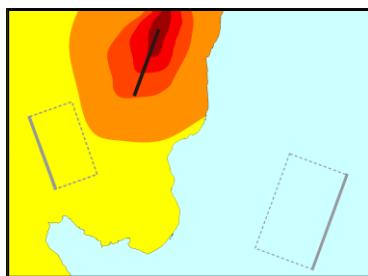
↓ 確率論的地震動予測地図（次頁）へ

地震動予測地図を見る前に

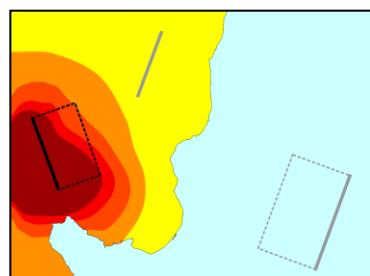
確率論的地震動予測地図の基本的な考え方

確率論的地震動予測地図とは、現時点で考慮し得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したもの

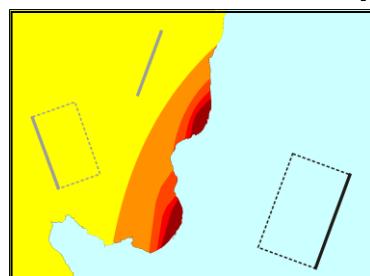
- ① 各地震が起きた場合に、個々の地点での揺れがある震度を上回る確率の分布を求め、それらを、長期評価による各地震の発生確率を考慮して合算します。



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



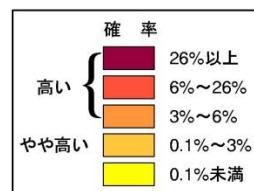
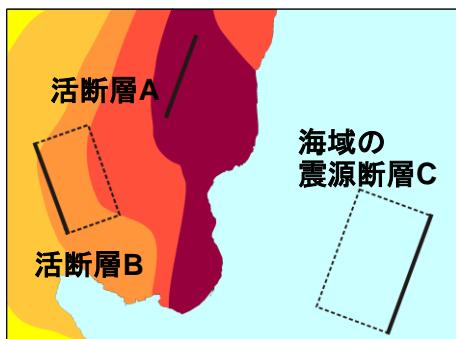
活断層Aの地震発生確率
今後30年で5%（例）

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も出来ます。



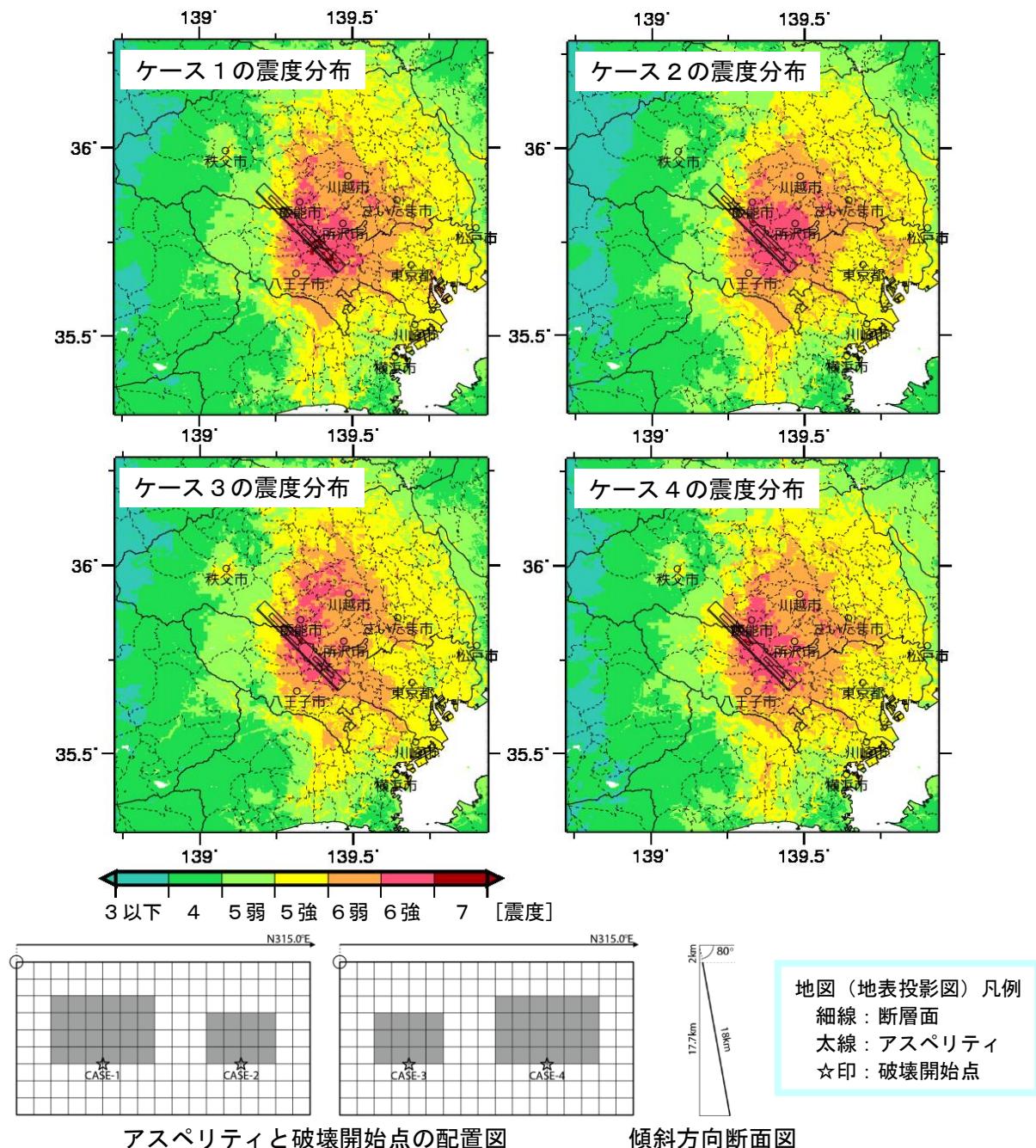
この例では、活断層Bの地震の発生確率が今後30年間で0.05%と低いため、確率論的地震動予測地図では、主に発生確率の高い活断層Aや海域断層Cで発生する地震による影響によって、全体的な分布が決まっています。

地震調査委員会が2005年（平成17年）から毎年公表してきた「全国を概観した地震動予測地図」や「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-25, 26, 29, 30, 39, 43, 44, 51

震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）

全国一律に手続き化された強震動予測結果の例（2017年版の立川断層帯の例）



震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）とは、ある断層で仮定された破壊の仕方（シナリオ）の地震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、2009年版以降、全国一律に手続き化された強震動予測手法（レスピ）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てきました。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ることが出来ます。上の例では、大小2つのアスペリティ（断層面上の主要な破壊領域）の代表的な2種類の配置を考え、南東側のアスペリティから破壊が開始するケース1・ケース3と、北西側のアスペリティから破壊が開始するケース2・ケース4とが、各々設定されています。

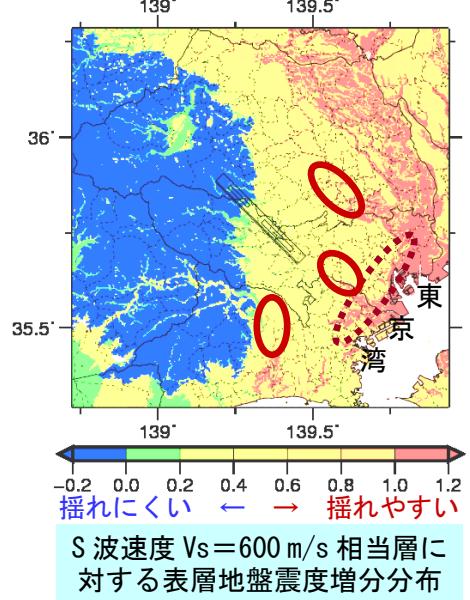
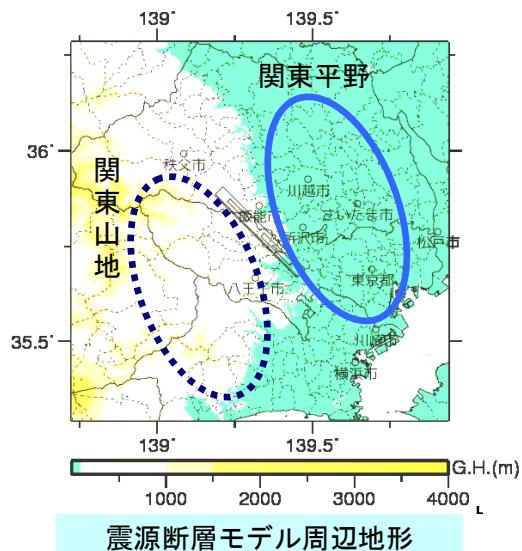
震源断層を特定した地震動予測地図の見方のポイント

全国一律に手続き化された強震動予測結果の例（2017年版の立川断層帯のケース1の例）

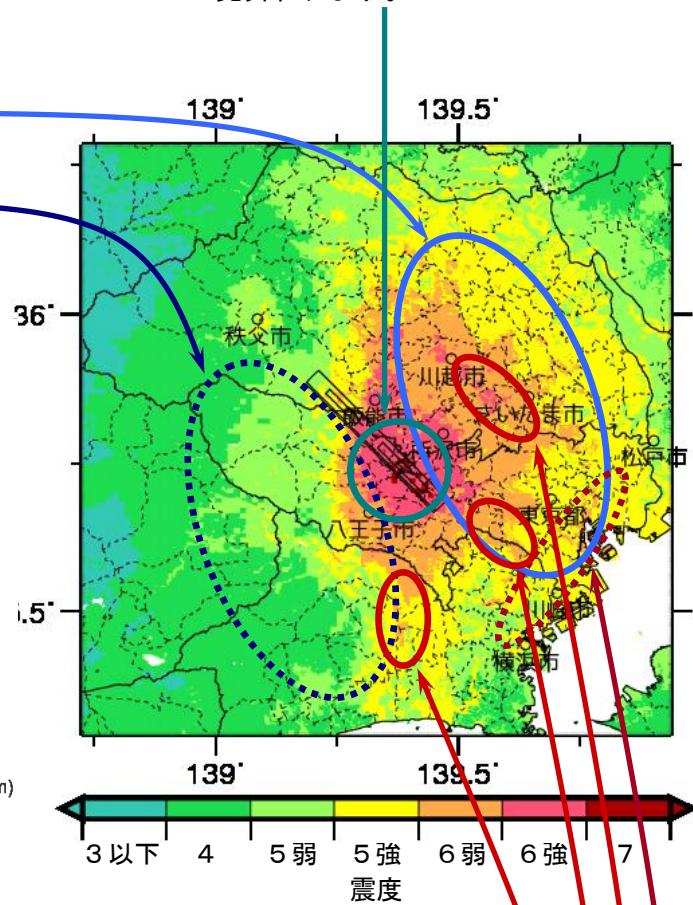
軟らかい地層が厚く堆積している平野や盆地等では、地震動の增幅が大きく、山地や台地に比べて大きな地震動に見舞われます。この例では、断層を挟んでほぼ対称の位置にあるにも関わらず、

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ます。



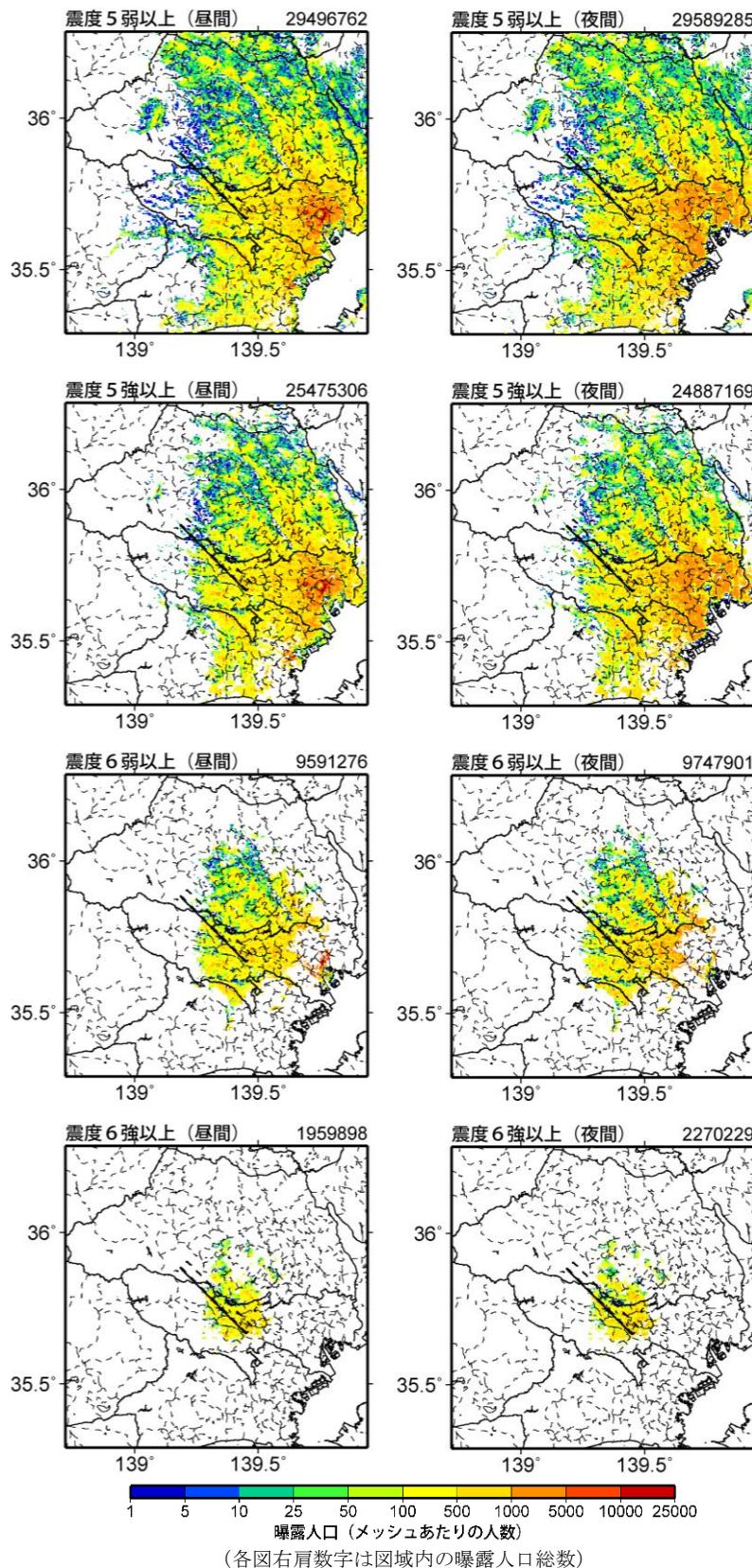
アスペリティ（地震動を支配するような地震波が発生する断層面上の主要な破壊領域）の直上や至近では、大きな地震動に見舞われます。



表層地盤が軟らかいところでは、增幅が大きく、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。

震度曝露人口

ある震度以上の揺れにさらされる人口（2017年版の立川断層帯のケース1の例）



地震動予測地図を地震防災・リスク評価などに活用するため、震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）の新たな表現方法として、求められた震度分布と最新の人口分布のデータを用い、ある震度以上にさらされる人口を約250m単位のメッシュごとに求めて人数に応じて色分けし、地図に示しました。

震源断層に応じて、破壊シナリオに応じて、震度レベルに応じて、時間帯（昼か夜か）に応じて、対象となる人口とその分布を大雑把に予測することが可能となり、都道府県別、市区町村別に集計することも可能となります。地域の被害分布状況を大雑把に掴む上でも有意義な一情報として活用して下さい。

※用いた人口データは以下の通り。これらのデータは約500mメッシュ(1/2地域メッシュ)で整備されているので、それを約250mメッシュ(1/4地域メッシュ)に等分配して用いた。

【昼間人口】

平成22年国勢調査、平成21年経済センサス・基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計

【夜間人口】

平成22年国勢調査に関する地域メッシュ統計

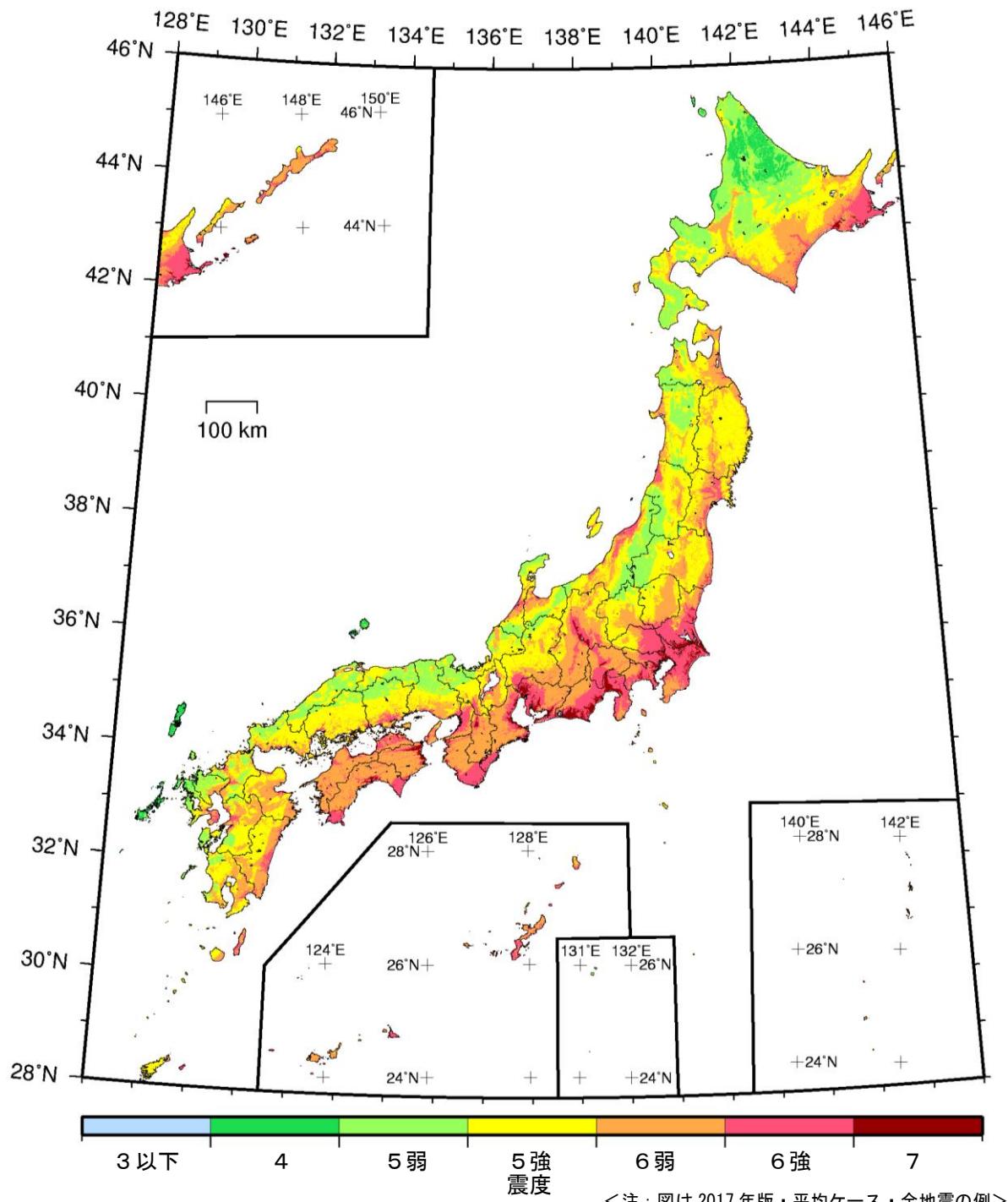
※震度6弱以上・6強以上の地図の代表例を地図編に掲載し、それらを含む全ての評価結果をJ-SHISにて公表した。

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%となる震度の地図の例

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・確率に基づき、各地が今後見舞われる揺れ（地震動）の「強さ」・「期間」・「確率」の情報を地図に示したもので、強さ・期間・確率のうち 2 つの値を固定すると、残り 1 つについての地図を描けます。下の図は、期間と確率を設定して求められた、揺れの強さ（震度）の分布の地図です。

（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。）

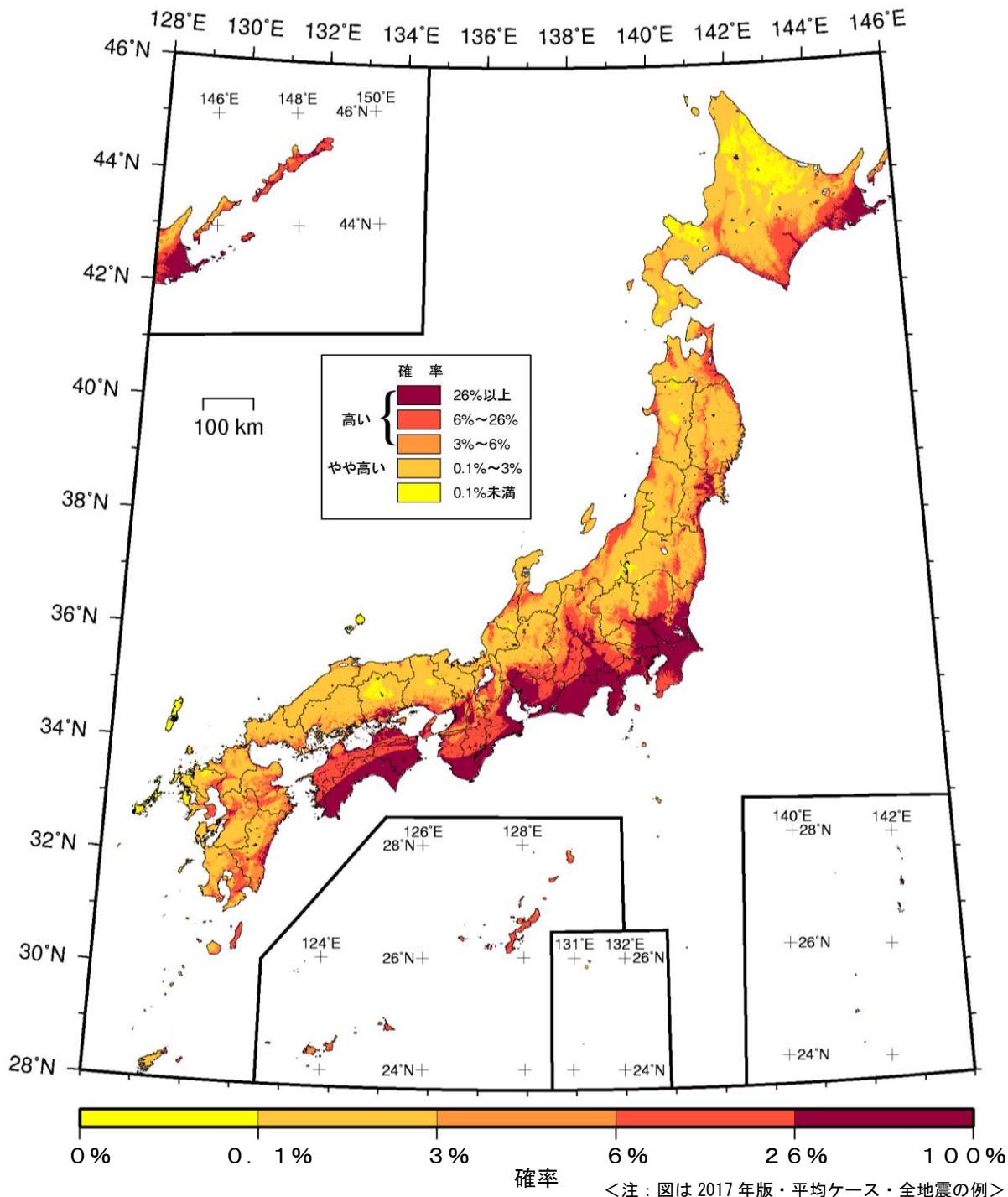


確率論的地震動予測地図

今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の地図の例

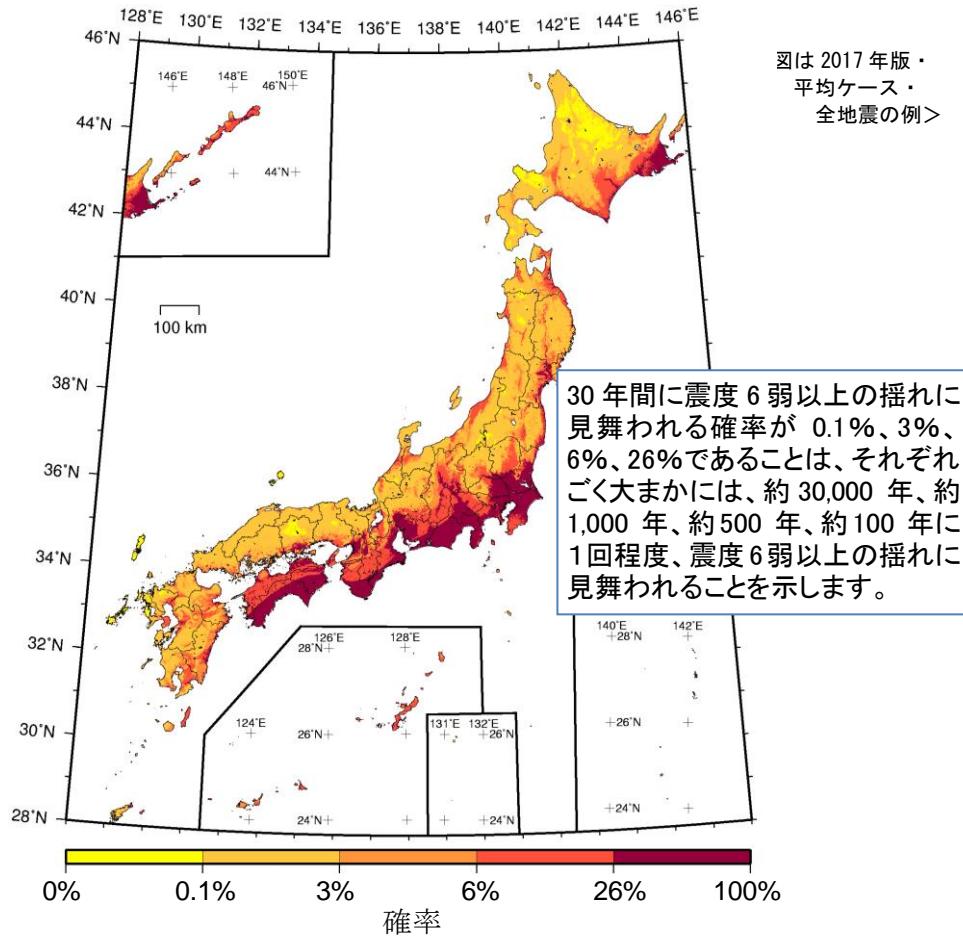
確率論的地震動予測地図とは、日本とその周辺で発生する全ての地震の位置・規模・確率に基づき、各地が今後見舞われる揺れ（地震動）の「強さ」・「期間」・「確率」の情報を地図に示したもので、強さ・期間・確率のうち 2 つの値を固定すると、残り 1 つについての地図を描けます。下の図は、期間と揺れの強さを設定して求められた、確率の分布の例です。

（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の見方のポイント

今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の地図の例とその見方



地震動予測地図が示すもの

ここに示す地図は、「2017 年から 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率」を示した地震動予測地図です。「その場所で地震が発生する確率」ではなく、「日本とその周辺で発生した地震によってその場所が震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率」を表しています。

確率の地域差

日本は世界的に見ても地震による危険度の非常に高い国ですが、図を見ると、国内でも地域によって揺れの確率には差があることが分かります。

地震には、陸のプレートの下方に海のプレートが沈み込んでいる海溝沿いで発生する「海溝型地震」(例：2011 年東北地方太平洋沖地震) と、陸域の浅いところで発生する「陸域や沿岸海域の浅い地震」(例：1995 年兵庫県南部地震) があります。海溝型地震の発生間隔は数十年から百年程度と比較的短いため、特に、沖合に海溝がある太平洋側の沿岸地域を中心に揺れの確率が高くなります。一方、陸域の浅い地震の発生間隔は一般に千年以上で海溝型地震と比べると長いため、特に、海溝から離れた地域での揺れの確率は全般に小さくなります。但し、日本列島には未知の活断層を含め多くの活断層が分布しており、全国どこでも強い揺れに見舞われる可能性があります。

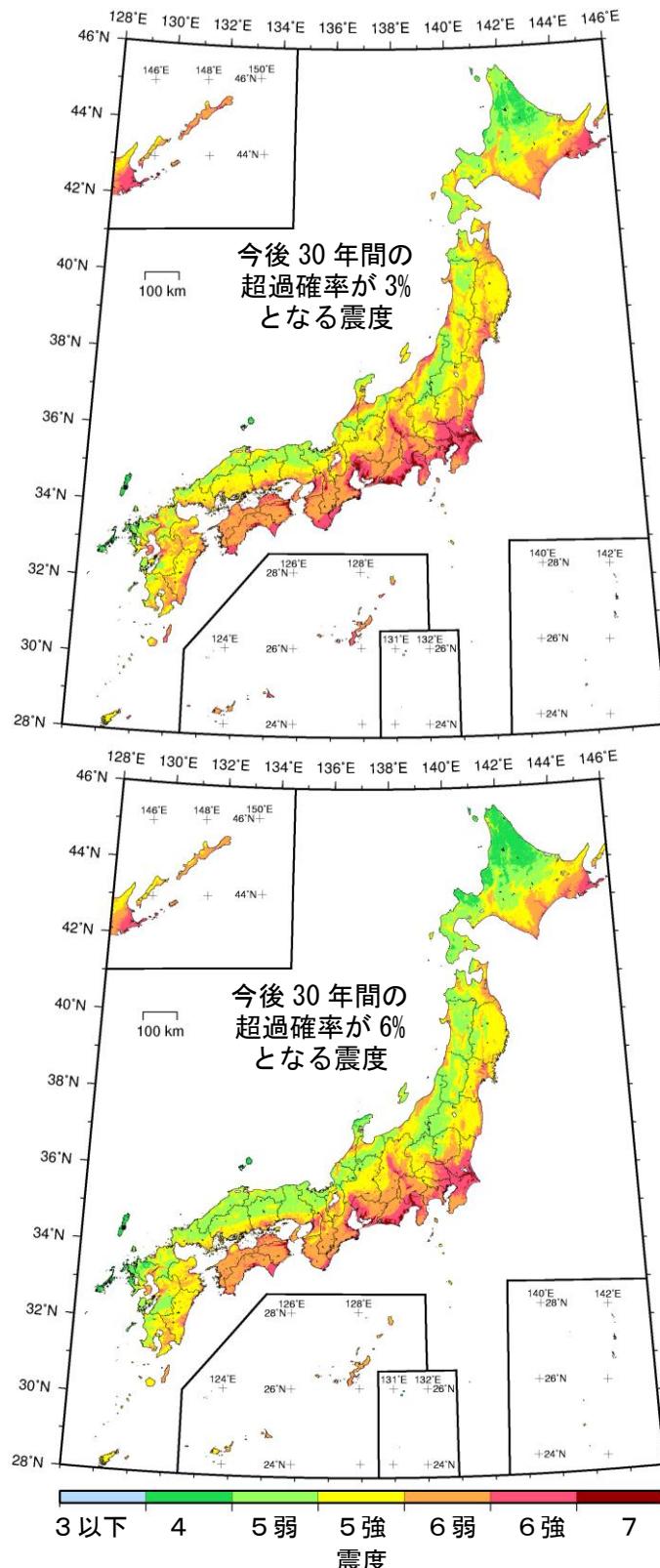
地盤の揺れやすさと揺れの確率

地図を良く見てみると、平野部や河川沿いなどでは揺れの確率が高いことが分かります。これは、平野部や河川沿いなどは、地盤が軟らかく揺れやすいいためです。地盤の揺れやすさは場所によって大きく異なるため、揺れの確率も場所によって大きく異なることになります。

関連説明→ 付録「地震動予測地図を見てみよう」

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% となる震度の比較例



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とを超過確率と言います。

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。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、長野県を中心に本州中央部を横断する糸魚川—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、超過確率を小さくする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下さい。

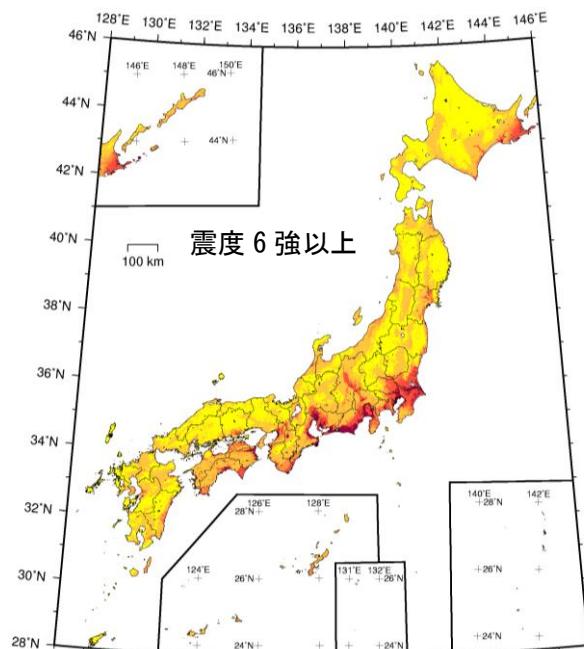
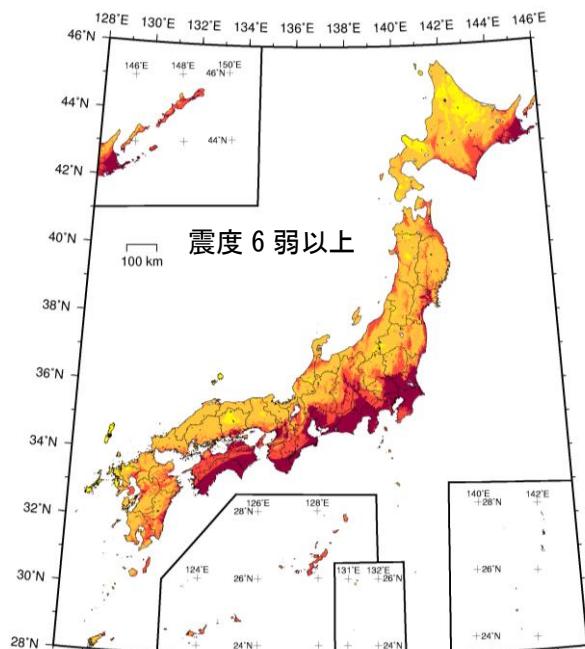
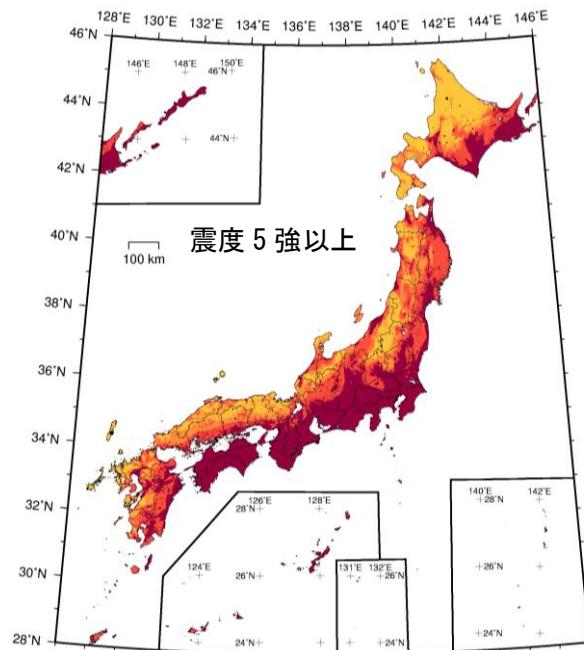
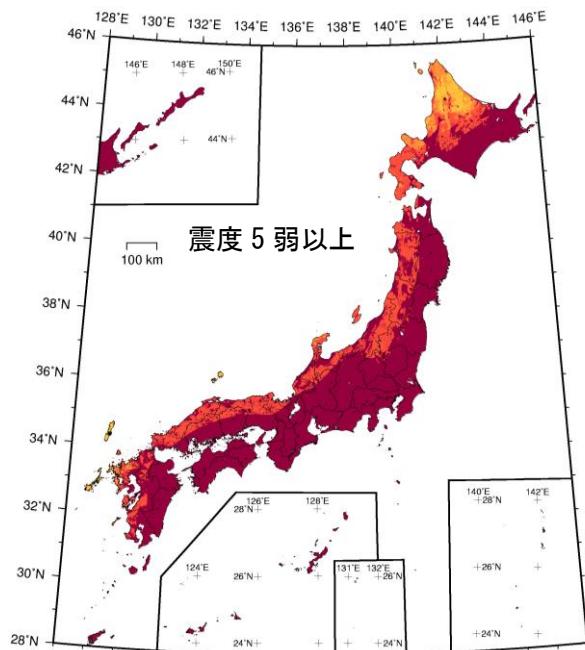
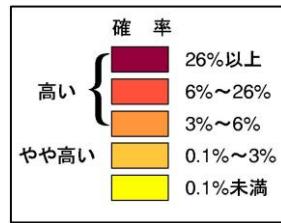
<注：図は 2017 年版・平均ケース・全地震の例>

関連説明→ 解説編-51~58

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の比較例

同じ地域でも、震度の大きな揺れほど、それに見舞われる可能性は低くなることがあります。また、発生確率の高い地震の震源域の近く（例えば南海トラフ沿い・相模トラフ沿い・北海道根室地方など）や、地盤が揺れやすい地域（各地の平野部や河川沿い等）では、強い揺れに見舞われる確率が相対的に高くなります。



<注：図は 2017 年版・平均ケース・全地震の例>

関連説明→ 解説編-51～55, 59

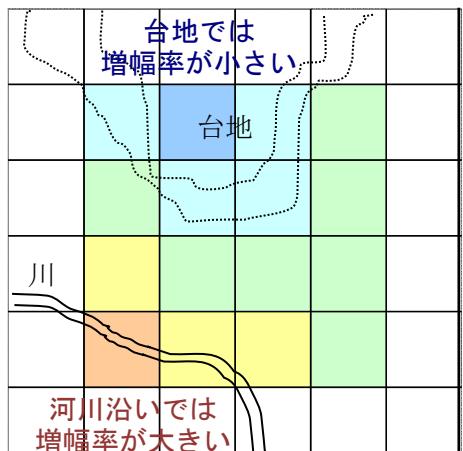
確率論的地震動予測地図の見方のポイント

表層地盤と確率論的地震動予測地図の確率との関係

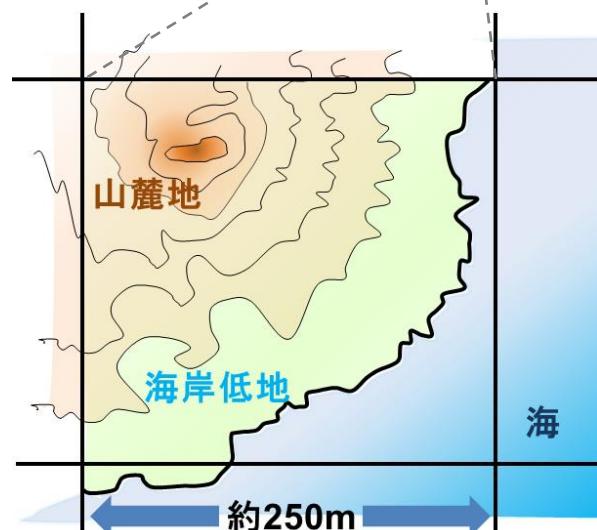
揺れ方を大きく左右する表層地盤

地震による揺れは、地表付近の地盤（表層地盤）によって増幅されます。確率論的地震動予測地図では、表層地盤による揺れの増幅を考慮しています。増幅の度合いは表層地盤によって大きく異なり、山地や丘陵地などでは小さく、三角州や埋立地、干拓地などでは大きくなります。このため、強い揺れに見舞われる確率は、場所が少し違っただけでも大きく異なることになります。数百メートル離れた2地点間で揺れの確率が数倍違うことも珍しくありません。表層地盤は、その場所の揺れ方を大きく左右するのです。

確率論的地震動予測地図は250m四方の区画を単位として作られています



確率論的地震動予測地図で用いている表層地盤データは、約250m四方の区画単位で作られており、それぞれの区画に占める面積が最も大きな地盤の種類によってその区画の地盤を代表させています。従って、表層地盤による揺れの増幅率、および、それを用いて計算される揺れの確率は、その250m区画の中のどこでも同じになります。しかし、実際の地盤は、1つの250m区画の中でも場所によって異なることがあるため、計算された地図の確率と区画内の各地点での実際の確率とは異なることがあります。



例えば、左図に示すイメージのような約250m四方の区画があったとします。区内では山麓地の面積が一番大きいため、この区画の地盤の種類は山麓地となります。このため、この区画全体の揺れの増幅率は山麓地として計算され、計算される確率は区内のどこでも山麓地の値になります。

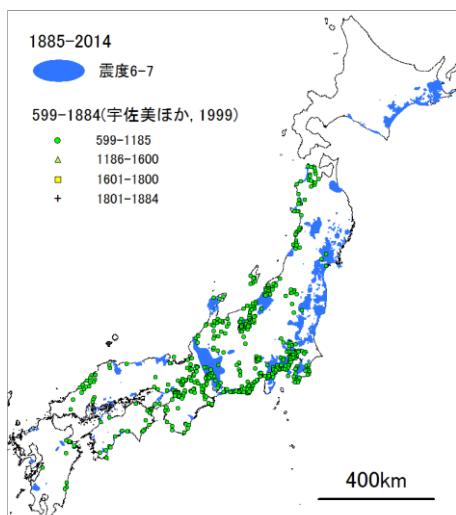
しかし、左図例のような区内には海岸低地もあり、一般には山麓地よりも揺れが増幅します。このため、海岸低地における実際の揺れの確率は、計算された確率論的地震動予測地図の確率よりも大きくなることに注意が必要です。

関連説明→ 解説編-51~55, 59, 63~65

確率論的地震動予測地図の検証

確率論的地震動予測地図と有史以来記録された揺れの情報との対応

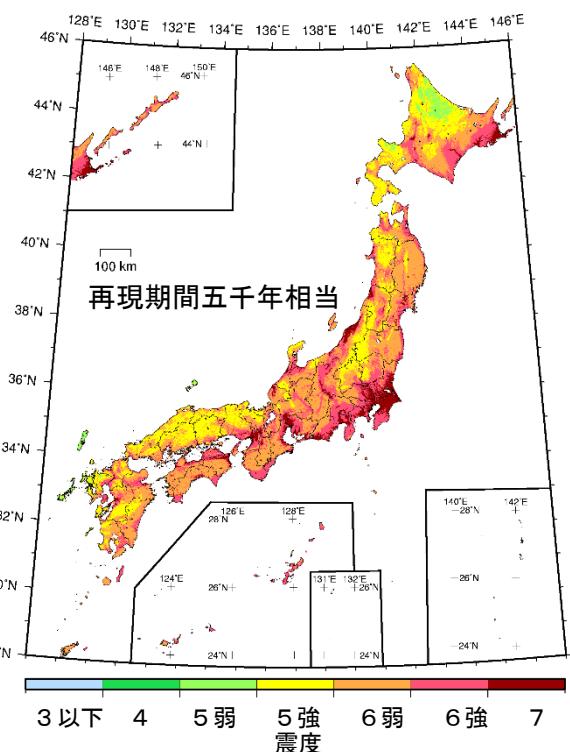
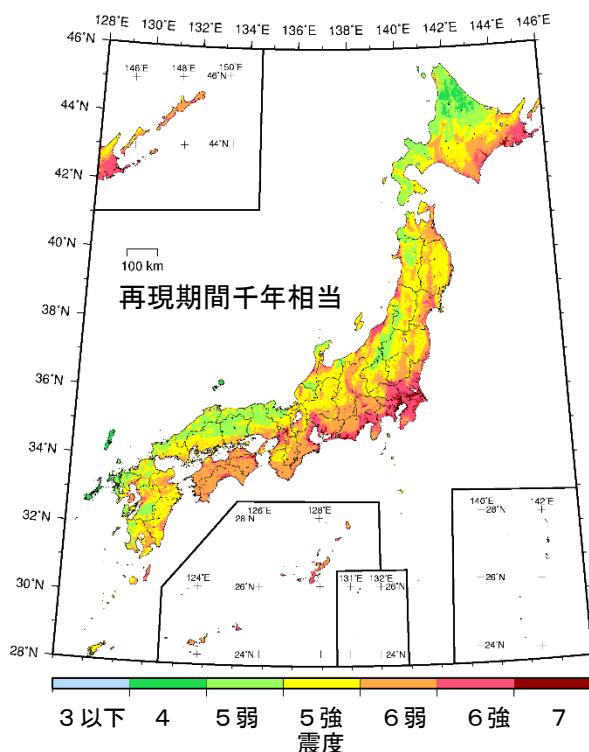
長期評価や確率論的地震動予測地図で代表的に参照される今後30年という期間は、一般に人々が生活設計上の諸判断に活用したり個人的に経験して実感を伴ったりすることの出来る程度の長さです。一方、大規模な地震が繰り返し発生する間隔は、海溝型地震では数十年～数百年程度、活断層の地震では数千年～数万年程度となり、はるかに長いのです。従って、高々30年間の地図をたまたま近年発生した地震やその地震動と対照させて当たり外れを論ずることにはあまり意味が無く、地図の適切さを検討（検証）するためには出来るだけ長期間の情報と対照させる必要があります。



過去の地震（599～2014年）で震度6以上になったと推定された地域（翠川・三浦, 2016）

日本の地震史料は千年オーダー（長いところで千数百年、短いところで数百年）です。限られた地点で記録されたに過ぎないことや、例えば江戸時代以前の史料が殆どない北海道の強震動の情報の大半は近代以降の太平洋沿岸での記録に限られることなど、時空間分布情報としては不足しています。

再現期間千年相当の地震動予測地図は、平均的に見て千年に一回程度に相当する予測地図なので、地域によっては千年オーダーの歴史上に発生した震度と比べてやや弱めになるところもありますが、全体としては概ね良く対応しています。期間五千年まで考えると、予測地図は千年オーダーの歴史上の震度分布を概ね包絡しています。このように、十分な地震データ数のある長期間を対象とすれば、検証結果は妥当なものと言えます。

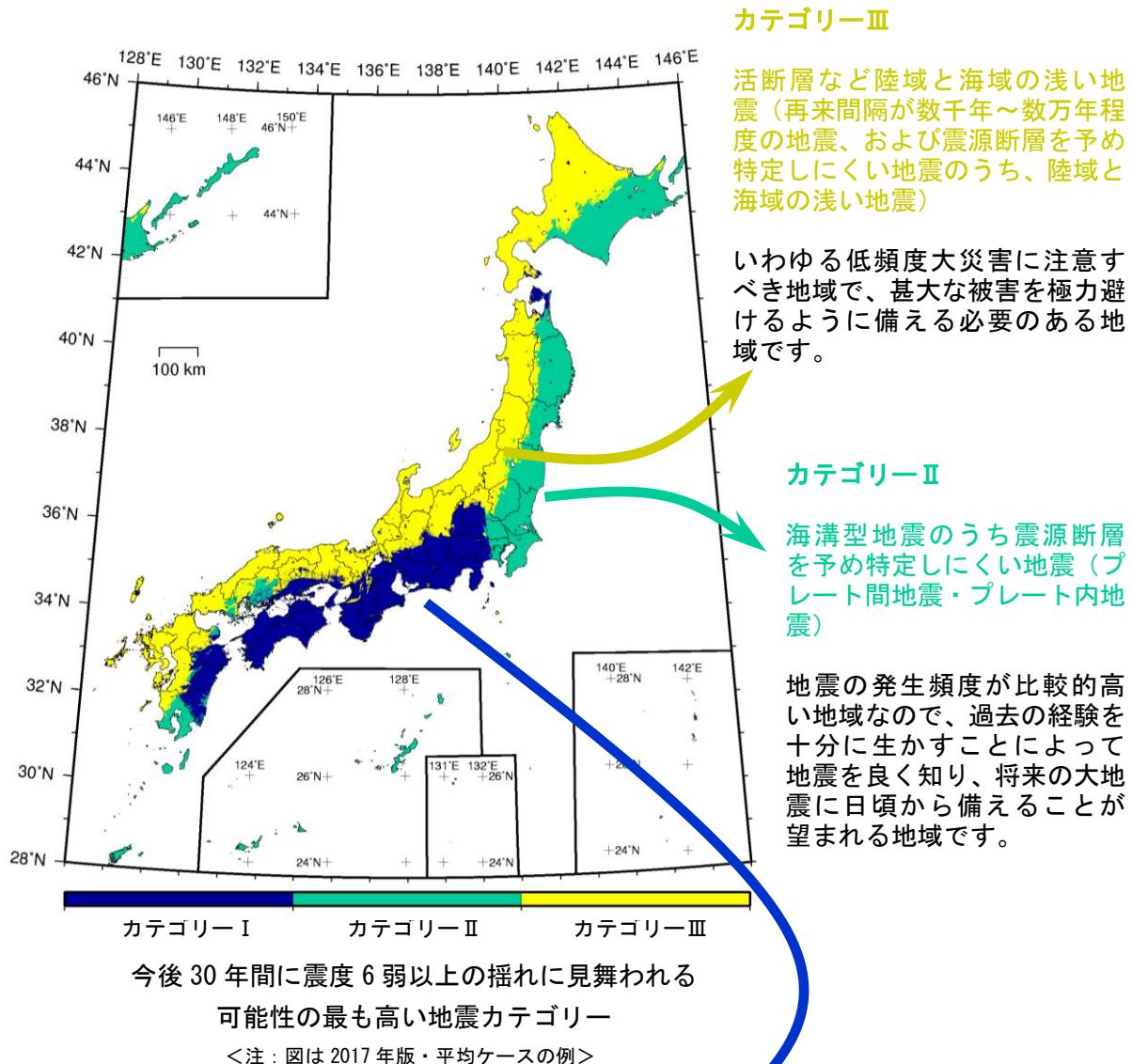


長期間平均の確率論的地震動予測地図の震度分布（全国地震動予測地図2017年版 付録1）

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（海溝型地震か活断層の地震か、震源域は特定されているかいかによつて地震を分類したもの。詳細は解説編参照）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、優先的には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。



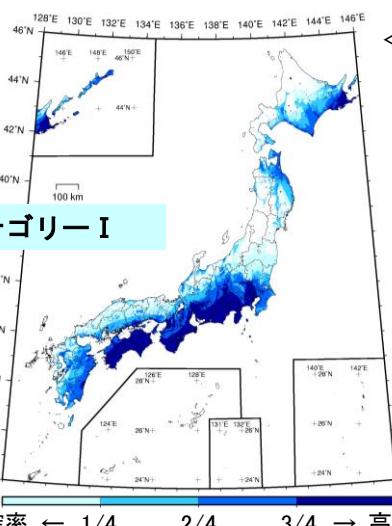
震源域を予め特定出来るため、地域に与える影響が最も大きな地震像が明瞭であり、具体的な地震の発生を前提とした備えを考えていくべき地域です。特に巨大地震の場合には、広い範囲が影響を受けることが予想され、それに先立って周辺各地で活発化する地震や、直後に押し寄せる津波、数多くの余震にも、注意が必要です。

関連説明→ 解説編-33~37, 59~62

各地震カテゴリーの確率論的地震動予測地図

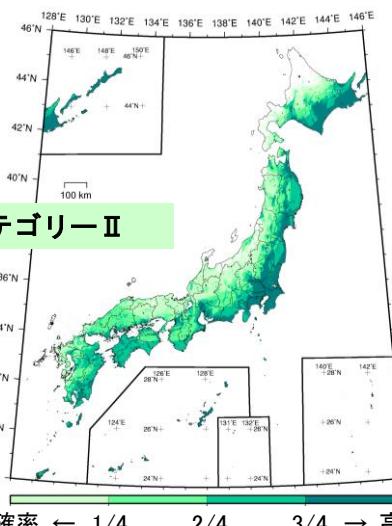
各地震カテゴリーの今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の四分位表示

各地震カテゴリーについて、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も見ても相対的に大きいと言うことが出来ます。



カテゴリー I

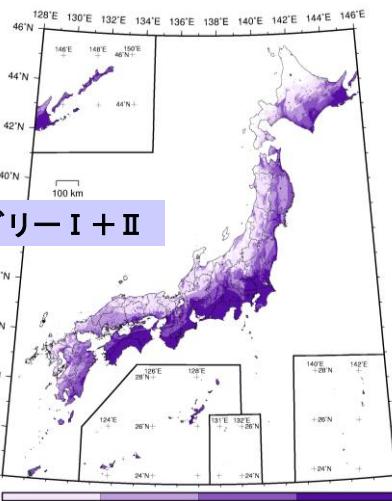
＜注：図は 2017 年版・
平均ケースの例＞



カテゴリー II

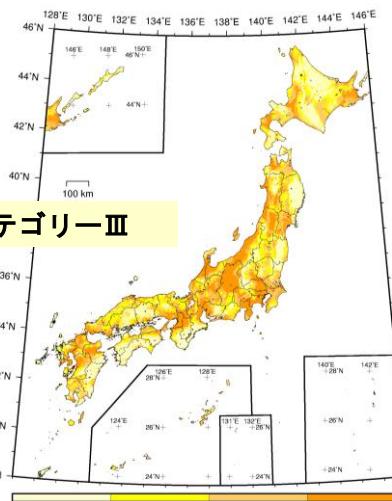
海溝型地震のうち震源断層を特定出来る地震
震源断層が大規模で、広い範囲で強い揺れが生じるため、発生確率の高い地震の場合、確率論的地震動予測地図への影響が広域に及びます。

海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震
中小規模の地震も含まれ、発生頻度が比較的高くなる特徴があります。特に、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。



カテゴリー I + II

海溝型地震
カテゴリー I とカテゴリー II をまとめた地図も作成しました。この地図により海溝型地震全体によるハザードを把握することが出来ます。



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。

(注：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-33~37, 59~62

確率論的想定地震

各地点の地震ハザードに対して相対的に大きな影響を及ぼしている地震

J-SHS（地震ハザードステーション）において、確率論的地震動予測地図の各メッシュの地震動の超過確率に対して相対的に大きな影響を及ぼす地震（超過確率値への寄与の高い地震）の上位3グループを明示出来るようになりました。

任意の地点で具体的にどの地震を優先的に想定して地震防災・耐震設計等を進めていけば良いのかを判断・説明する際に、情報として活用して下さい。

各地震カテゴリーで確率論的想定地震として抽出・明示される地震グループ

地震カテゴリーI

- ・南海トラフのM8~9クラスの地震
- ・相模トラフ沿いのM8クラスの地震
- ・十勝沖の地震・根室沖の地震
(繰り返し発生する地震)
- ・東北地方太平洋沖型の地震
- ・三陸沖北部のプレート間大地震
- ・色丹島沖の地震
(繰り返し発生する地震)
- ・択捉島沖の地震
(繰り返し発生する地震)

地震カテゴリーII

- ・太平洋プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート間地震
(津波地震を含む)
- ・太平洋プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート内地震
(正断層型およびアウターライズの地震を含む)
- ・フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート間地震
(日向灘の地震を含む)
- ・フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート内地震
- ・浦河沖の震源断層を予め特定しにくい地震
- ・与那国島周辺の地震

地震カテゴリーIII

- ・主要活断層帯および地域評価の対象となった活断層に発生する地震
(地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震を含む)
- ・主要活断層帯以外の活断層（その他）に発生する地震
- ・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
- ・陸域および海域で発生する震源断層を予め特定しにくい地殻内地震
(日本海東縁・伊豆諸島以南・与那国島周辺を含む)

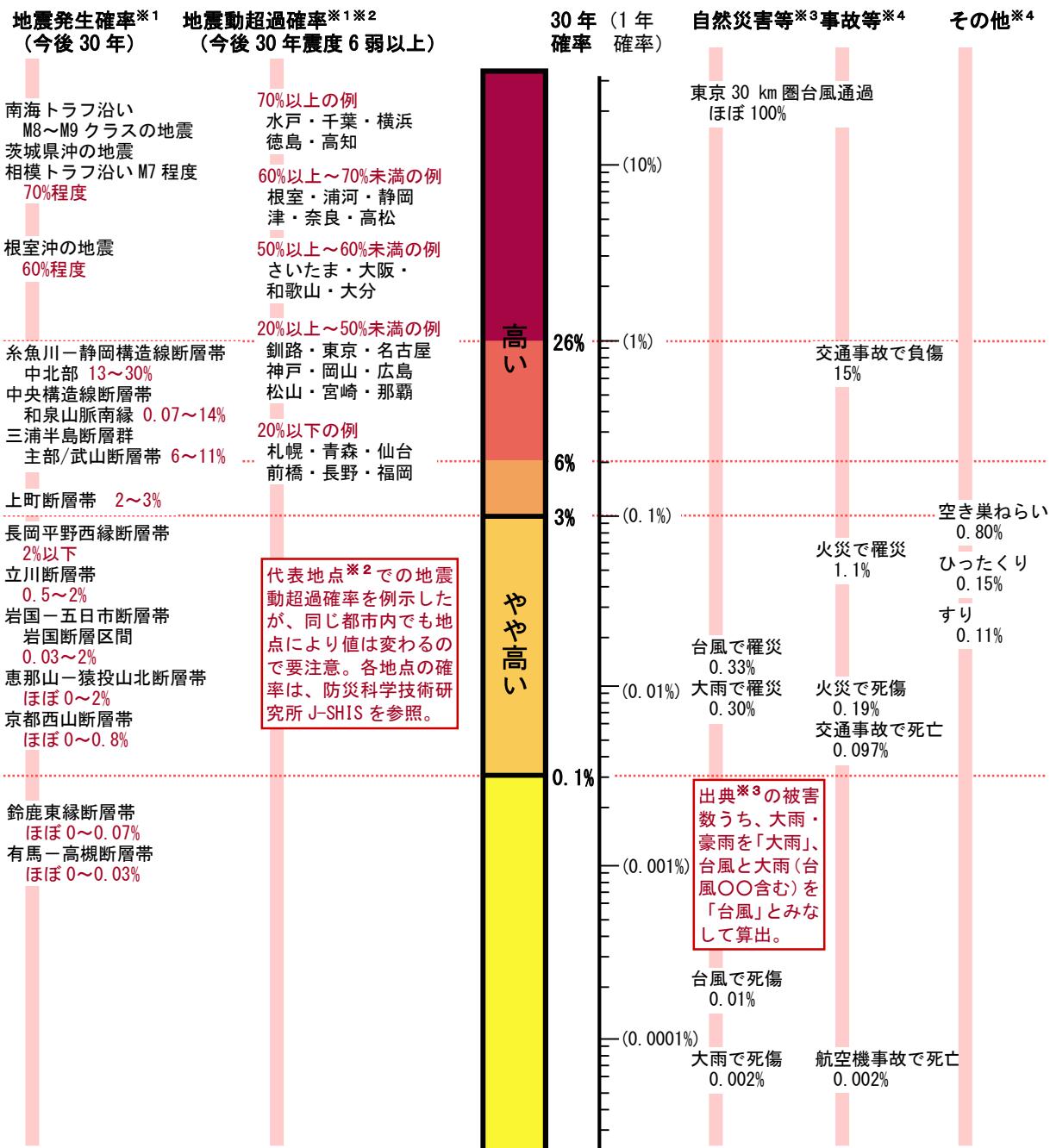
地震カテゴリー毎に求めた震度（計測震度）に対する影響度の高い上位3つの地震グループの例 (全国地震動予測地図2017年版の東京都庁位置での30年平均ケースの例)

カテゴリー	順位	震度5弱以上		震度5強以上		震度6弱以上		震度6強以上	
		地震グループ	影響度	地震グループ	影響度	地震グループ	影響度	地震グループ	影響度
カテゴリーI	1	南海トラフ沿い M8~9	18.1 %	南海トラフ沿い M8~9	23.4 %	南海トラフ沿い M8~9	22.8 %	南海トラフ沿い M8~9	10.3 %
	2	相模トラフ沿い M8クラス	0.2 %	相模トラフ沿い M8クラス	0.4 %	相模トラフ沿い M8クラス	1.1 %	相模トラフ沿い M8クラス	3.9 %
	3	三陸沖北部	0.0 %	—	%	—	%	—	%
カテゴリーII	1	フィリピン海プレート内震源不特定	25.2 %	フィリピン海プレート内震源不特定	29.4 %	フィリピン海プレート内震源不特定	34.0 %	フィリピン海プレート内震源不特定	40.7 %
	2	太平洋プレート内震源不特定	23.4 %	太平洋プレート内震源不特定	22.5 %	太平洋プレート内震源不特定	20.7 %	太平洋プレート内震源不特定	22.1 %
	3	太平洋プレート間震源不特定	18.0 %	太平洋プレート間震源不特定	13.1 %	フィリピン海プレート間震源不特定	9.9 %	フィリピン海プレート間震源不特定	14.5 %
カテゴリーIII	1	陸域・海域地殻内震源不特定	2.3 %	陸域・海域地殻内震源不特定	1.3 %	立川断層帯	1.1 %	立川断層帯	1.8 %
	2	三浦半島断層群主部武山断層帯	1.6 %	三浦半島断層群主部武山断層帯	0.9 %	陸域・海域地殻内震源不特定	1.1 %	陸域・海域地殻内震源不特定	1.4 %
	3	立川断層帯	0.4 %	立川断層帯	0.6 %	三浦半島断層群主部武山断層帯	0.3 %	深谷断層帯綾瀬川断層	0.2 %

確率の数値を受け止めるまでの参考情報

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す。確率論的地震動予測地図に示されている、「今後の一定期間にある震度以上の揺れに見舞われる確率（超過確率）」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」と同列に比較出来るものではありませんが、数値の重みを受け止めるまでの参考情報として見て下さい。



※1 例示した地震発生確率・地震動超過確率(平均ケース)は、2017年1月1日時点の評価値。

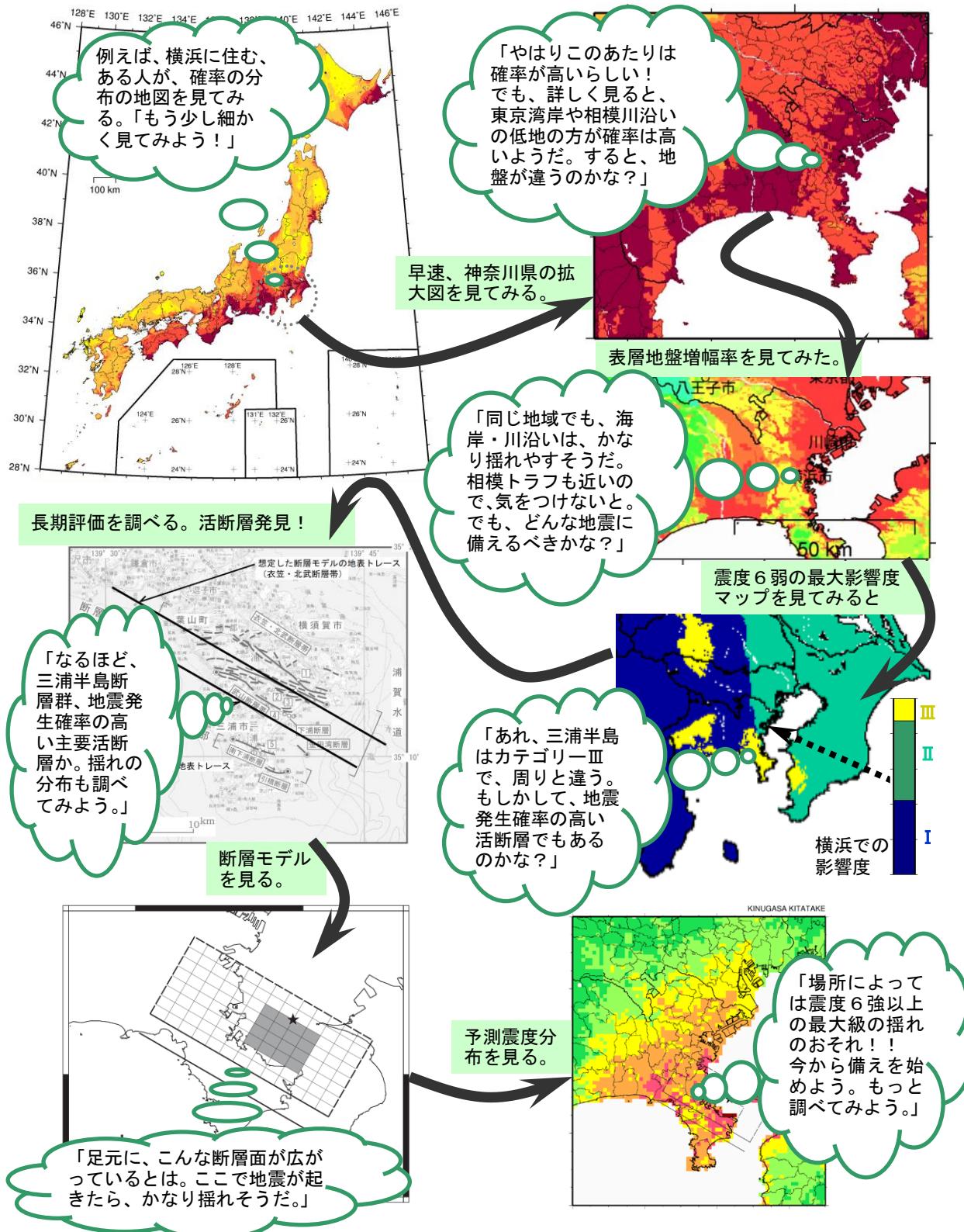
※2 都道府県庁所在地の市庁舎や東京の都庁・区役所周辺の確率。同じ都市内でも地点により値は変わるので、注意が必要。詳しくは、防災科学技術研究所 J-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) を参照のこと。

※3 日本の自然災害の発生確率は「消防庁の災害年報」に基づく1995～2014年の20年間の値から計算。

※4 日本の航空機事故は「国土交通省航空輸送統計年報」に基づく1983～2002年の20年間の平均値から計算し、その他の事故等は「警察白書」・「消防白書」・「平成26, 27年の犯罪情勢」(いずれも2016)から計算。

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



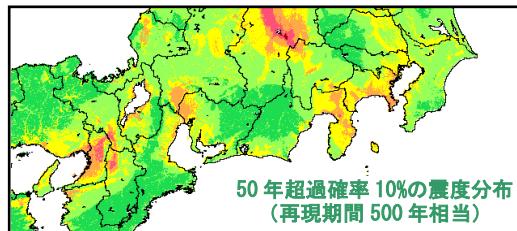
更に詳しくは、地震調査研究推進本部 (<http://www.jishin.go.jp/>) や 防災科学技術研究所 地震ハザードステーション J-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>) を御参照下さい。
なお、このページで用いられている地図等の例は、2010年時点のものです。

関連説明→ 解説編-63~65

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

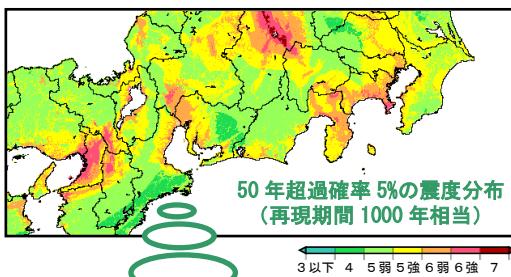
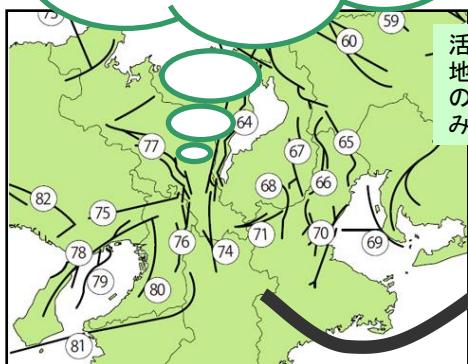
多種・多数の地震の中から優先的に備えるべき地震を知り地震防災に役立てる

例えば、近畿・中京圏への事業拠点進出を考えた某企業経営者が地震本部の主要活断層帯の長期評価のHPを見た。「えっ！？ 東京よりも地震が少ないと思い込んでいたのに、何と活断層だらけ！ とにかく地震動の情報を見てみよう。」



<図は
2017年版
の例>

活断層などの地殻内地震(カテゴリーIII)の震度の分布を見てみる。



「う～ん…大阪平野や濃尾平野では東京よりも活断層の影響が大きくて、最大級の揺れになるのか！ 知らなかつた…。では、具体的にはどんな活断層の地震に備えれば良いだろうか？」

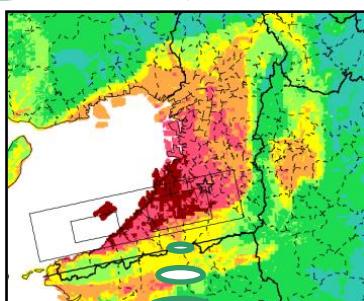
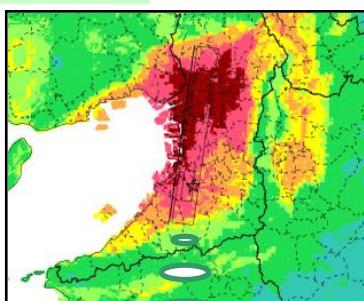
試しに、大阪市役所位置のメッシュに今後50年内に震度6強以上をもたらすカテゴリーIIIの地震を調べる。

<2017年版・50年震度6強以上・平均ケースの例>

1位	影響度	2位	影響度	3位	影響度
上町断層帯	21.2 %	中央構造線断層帯和泉山脈南縁	7.9 %	陸域・海域地殻内震源不特定	5.7 %

予測震度分布を見る。

「なるほど…。
どんな揺れかな？」



「数多くの活断層に目が向かがちだが、活断層が見つかっていないところで発生する地震のこととも良く考えないといけないようだ。」

「大阪にとって文字通り直下地震！ 震度6強～7の最大級の揺れか。」

「こちらも最大級の揺れ！ 特に断層に近い平野南部の揺れが強い。」

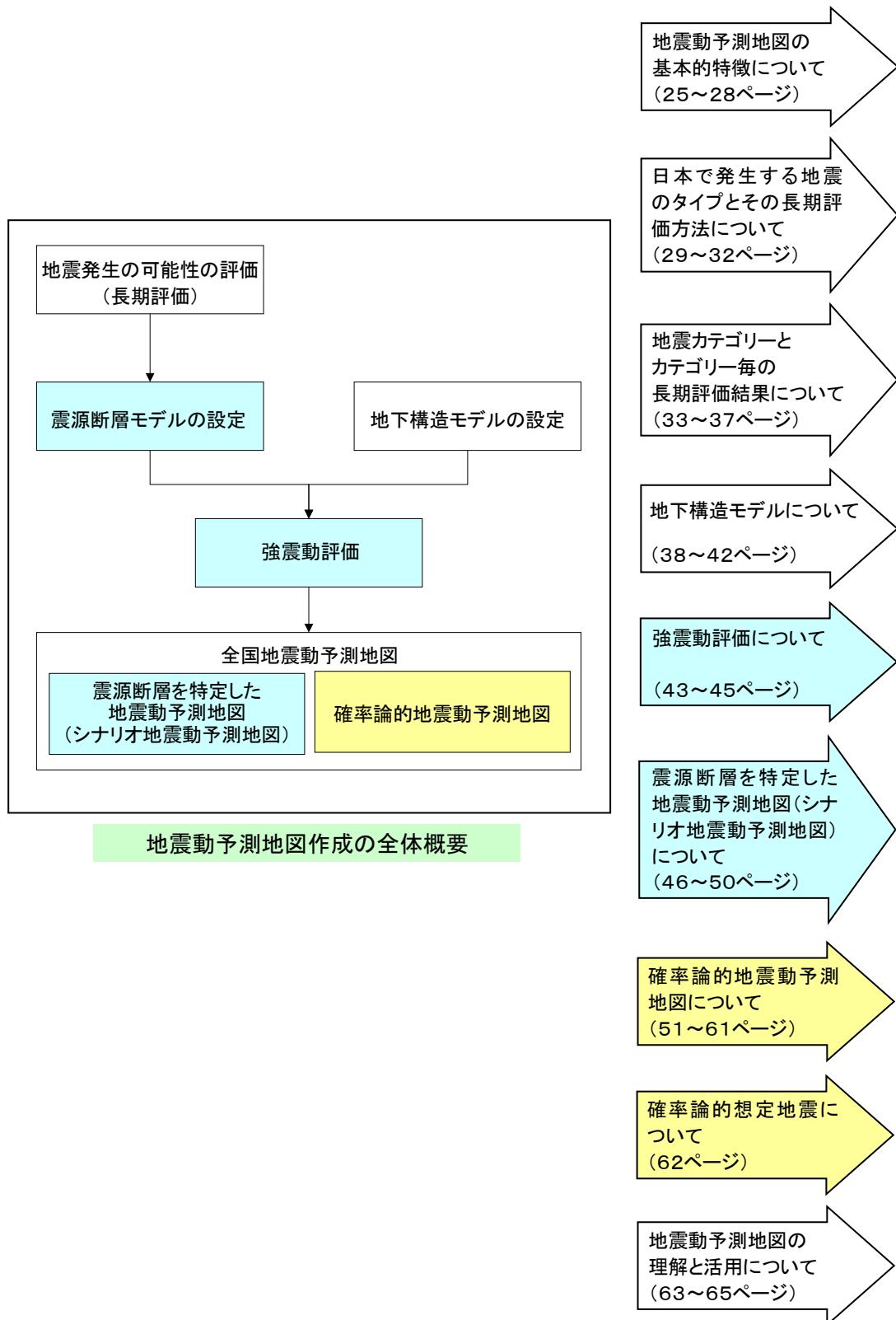
「大切な事業拠点は活断層から離れたところに立地させたいが、未知の直下地震が起き得ることも考えて、施設の耐震性をしっかりとと考えた方が良さそうだ。」

更に詳しくは、地震調査研究推進本部 (<http://www.jishin.go.jp/>) 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。
なお、このページで用いられている地図等の例は、2017年時点のものです。

関連説明→ 解説編-63~65

解説編

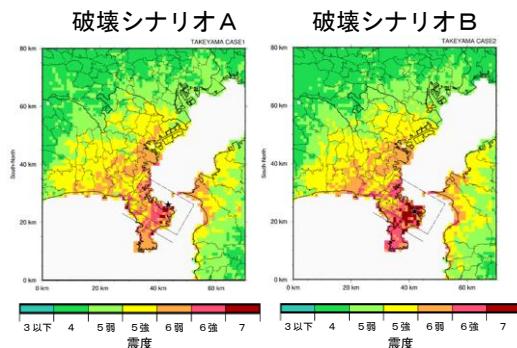
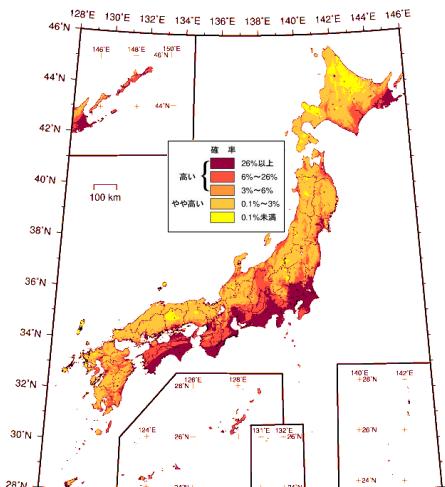
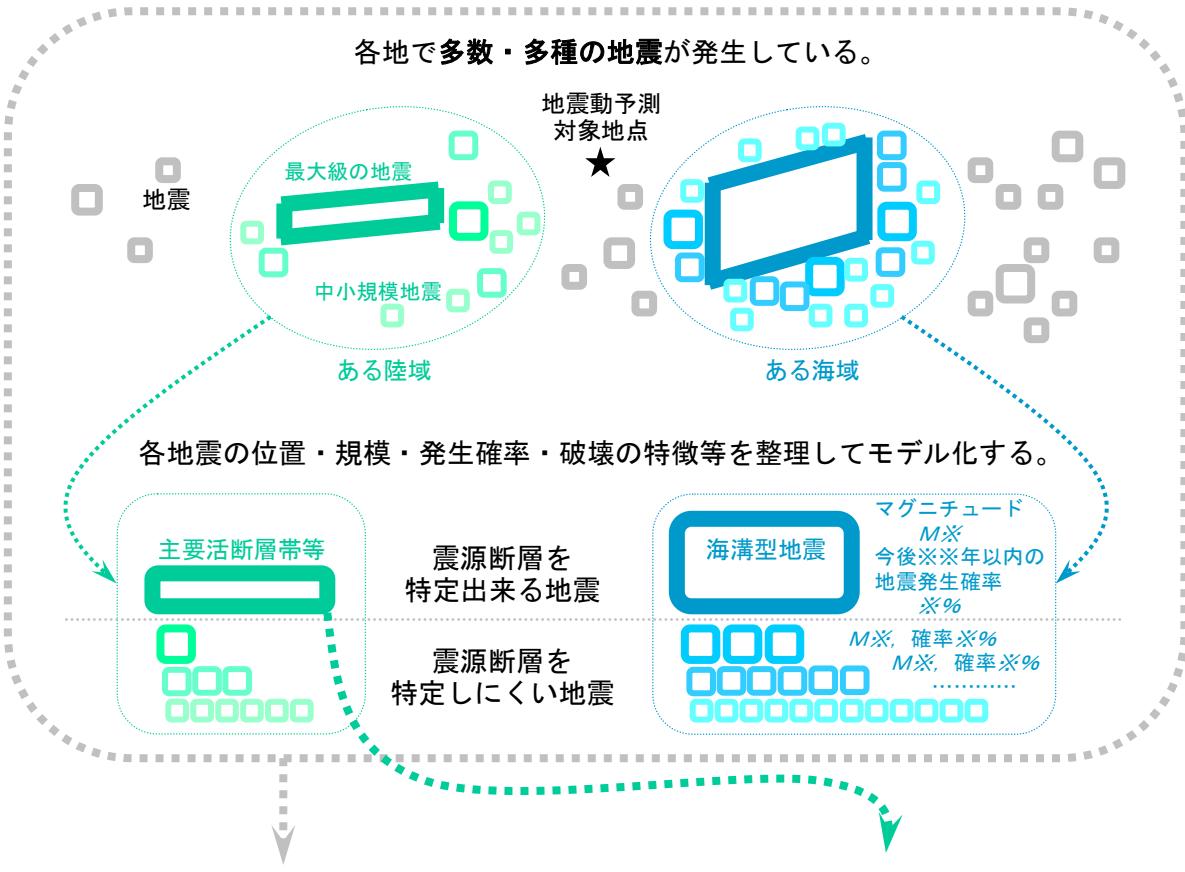
解説：もう少し詳しく知りたい方のために（解説編の概要）



解説：全国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」の求め方

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（シナリオ地震動予測地図）」という二種類の地図がある。

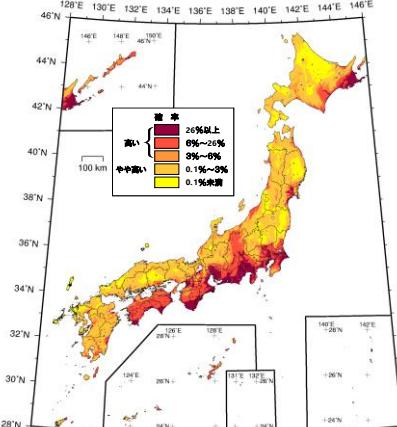
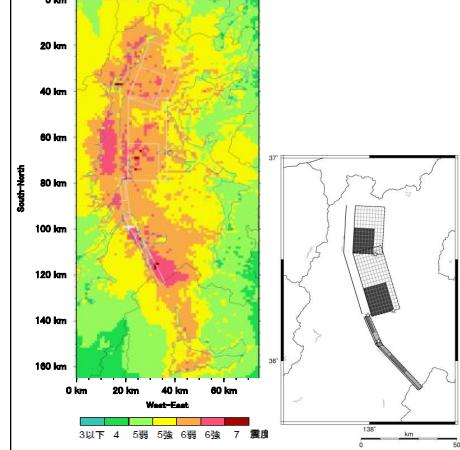


震源断層を特定した地震動予測地図
(シナリオ地震動予測地図)

解説：全国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」の比較

- ★ 「確率論的地震動予測地図」とは、現時点で考慮し得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ものである。(詳しくは pp. 51~62 を参照)
- ★ 「震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）」とは、ある特定の断層で特定の断層破壊（破壊シナリオ）の地震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、その分布を地図に示すものである。(詳しくは pp. 43~50 を参照)

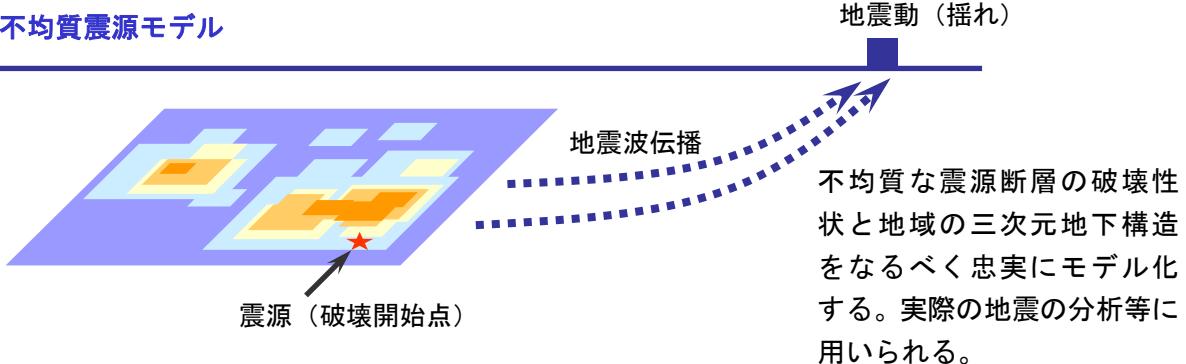
	確率論的地震動予測地図	震源断層を特定した地震動予測地図
定義	多数・多種の地震の発生とそれによる地震動の強さを確率論的に処理してまとめたハザードカーブに基づいて各地点の地震動の強さ・期間・確率の関係情報を地図にまとめたもの	ある特定の想定地震の破壊シナリオが発生した場合にある地域に同時に生じる地震動強さの分布を地図にまとめたもの
種類	超過確率の分布を示した地図 地震動強さの分布を示した地図	地震動強さの分布を示した地図
例	多種多様の地震により今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率 	想定糸魚川-静岡構造線断層帯地震の破壊ケース1(右図)による地表の計測震度(左図) 
主な特徴	<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る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用い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・局所的特徴を反映した時刻歴波形を用いた各種構造物の耐震設計・耐震性評価・改修・研究 ・地域の詳細情報を自体にも利用価値

解説：地震動予測の基本的な考え方

複雑な震源断層破壊と地震波伝播の様々なモデル化

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、表層地盤による增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、それらの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。

不均質震源モデル

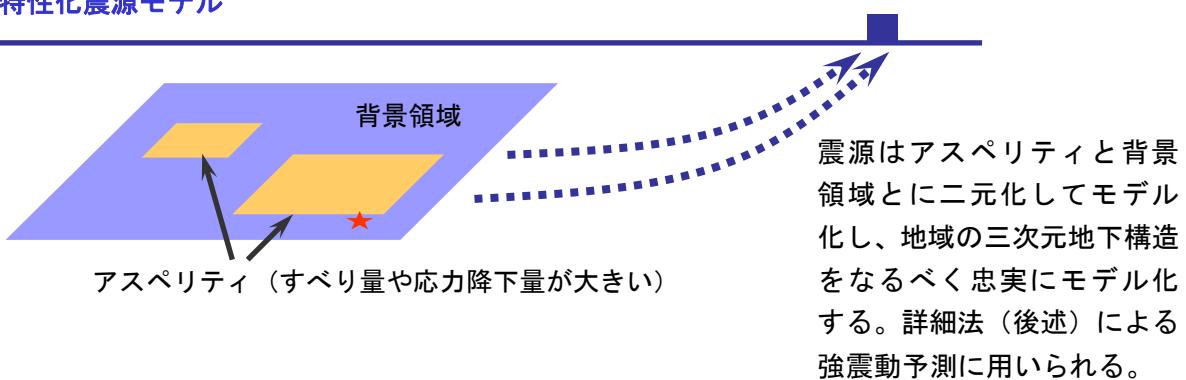


地震動（揺れ）

地震波伝播

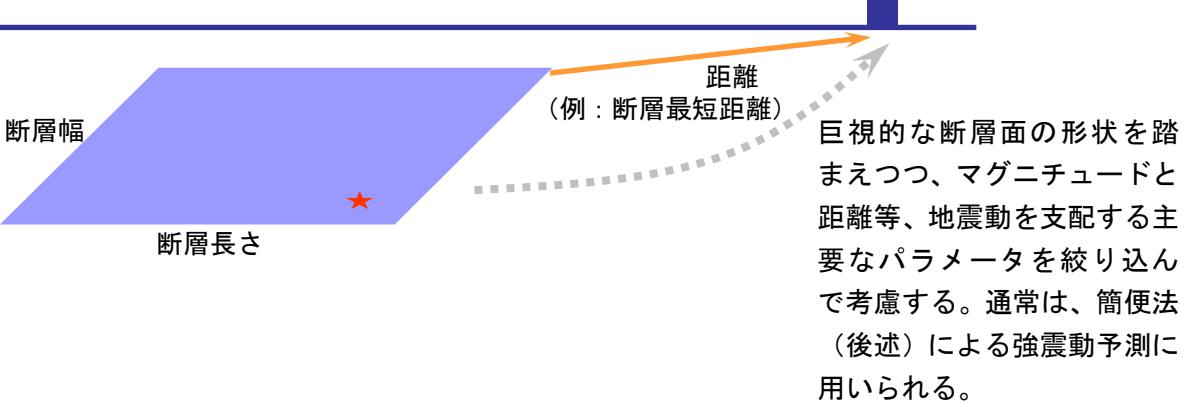
不均質な震源断層の破壊性状と地域の三次元地下構造をなるべく忠実にモデル化する。実際の地震の分析等に用いられる。

特性能化震源モデル



震源はアスペリティと背景領域とに二元化してモデル化し、地域の三次元地下構造をなるべく忠実にモデル化する。詳細法（後述）による強震動予測に用いられる。

一様震源モデル



距離
(例: 断層最短距離)

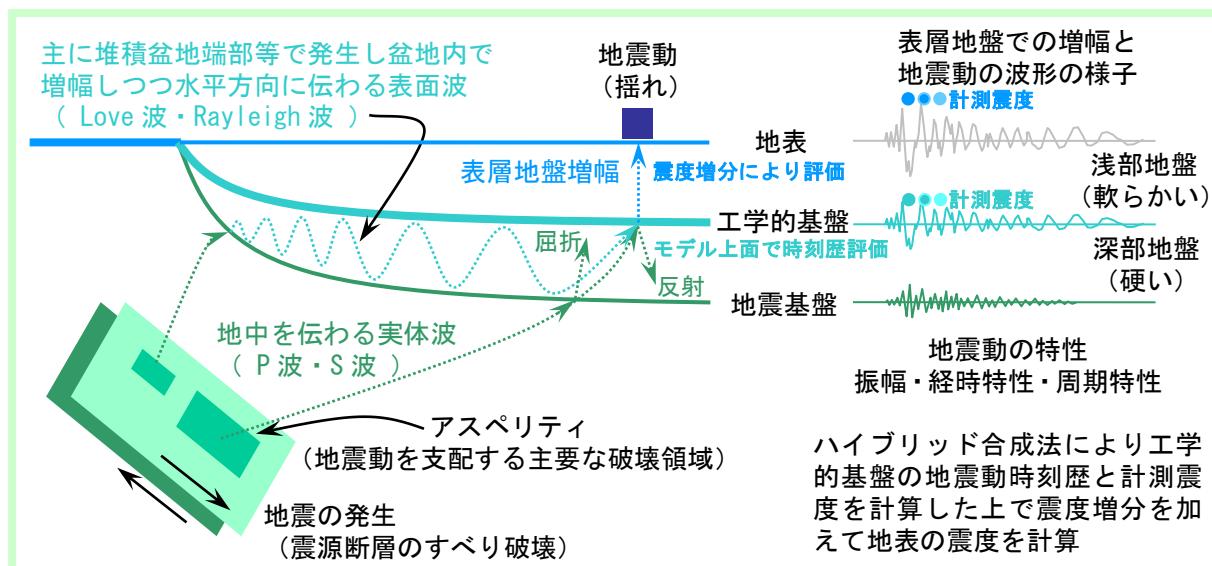
巨視的な断層面の形状を踏まえつつ、マグニチュードと距離等、地震動を支配する主要なパラメータを絞り込んで考慮する。通常は、簡便法（後述）による強震動予測に用いられる。

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」

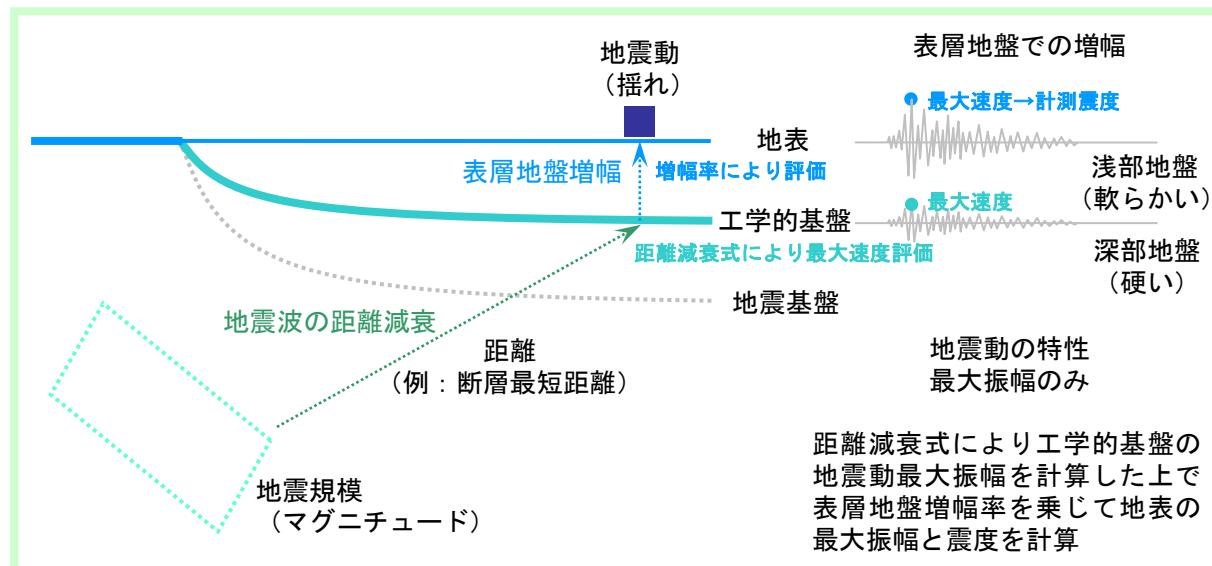
全国地震動予測地図で用いられている地震動予測手法は、ハイブリッド合成法に基づく「詳細法」と距離減衰式に基づく「簡便法」とに大別される。

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を用いて、差分法により長周期地震動を計算し、統計的グリーン関数法により短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域地震動の時刻歴を予測する。このとき、差分法では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を用い、統計的グリーン関数法では水平成層構造を仮定した一次元地下構造モデルを用いる。



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。

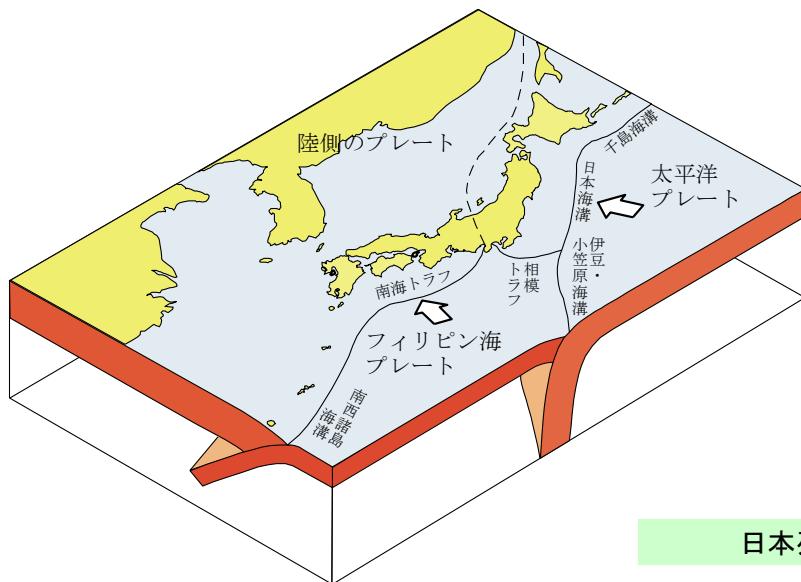


距離減衰式に基づく「簡便法」による地震動予測の概要

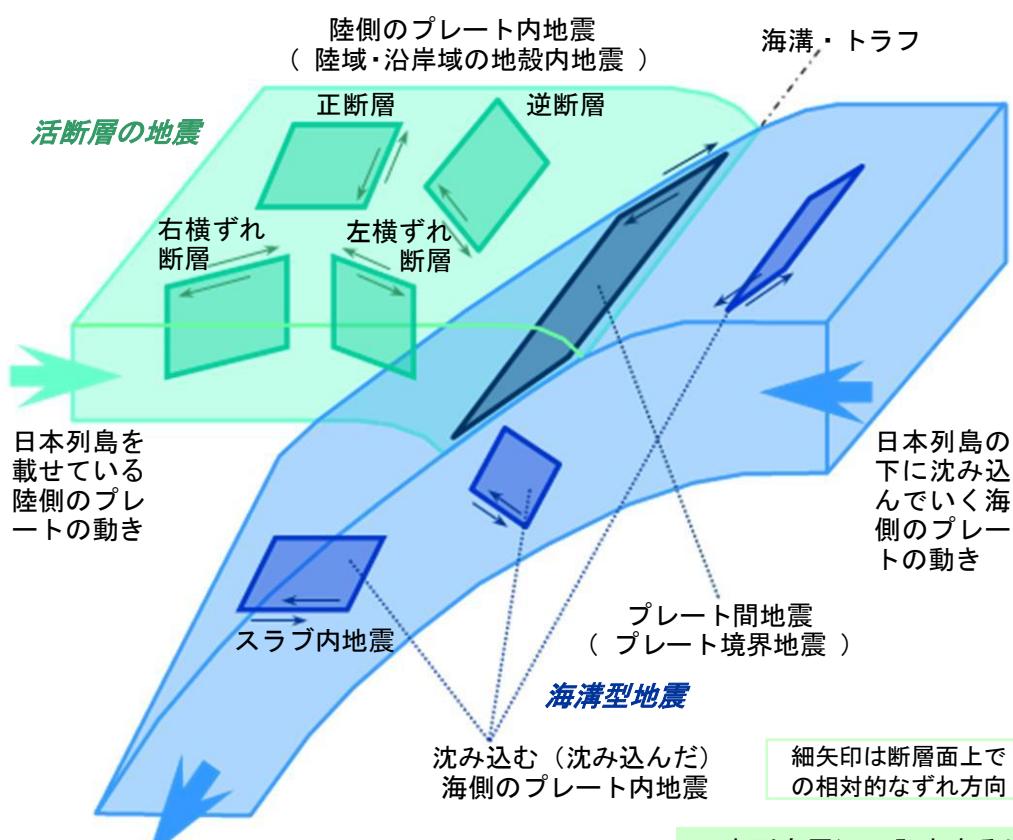
解説：日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ

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十～百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2つの海側のプレートがあり、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、「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」（海溝型地震）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

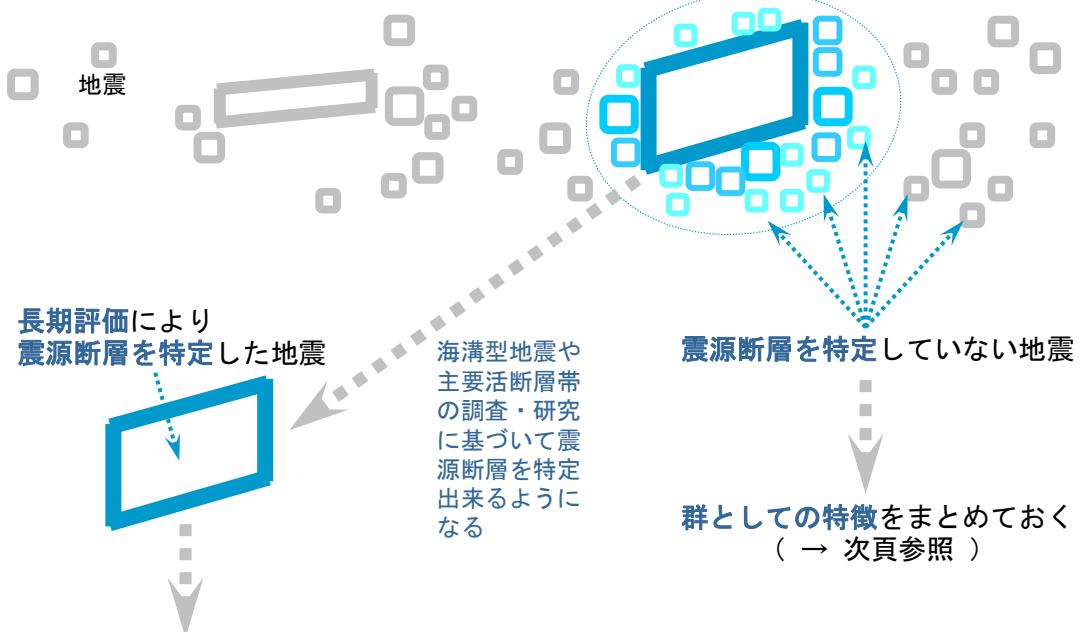
解説：震源断層を特定した地震とその長期評価

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。

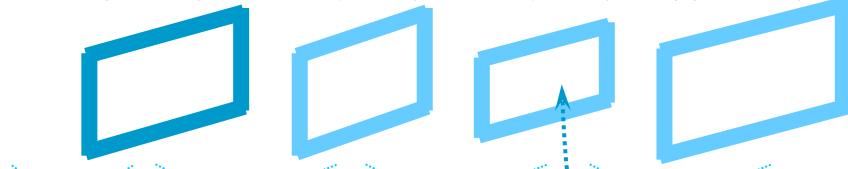
全国各地で多数・多種の地震が発生している。

ある地域で発生する海溝型地震や活断層等を調査



過去に発生した地震の時系列を調べる・・・歴史地震・活断層調査・その他・・・

現在 最近の地震 1つ前の地震 2つ前の地震 更に古い地震



最近の地震から何年
経過したのか？

地震発生の繰り返し間隔は？

位置と活動区間（震源域）の広がりは？
地震はいつ頃発生したのか？

地震の規模（マグニチュード）は？

地震のときの断層のずれの量は？

各地の震度や被害の広がりは？

更に詳しい震源情報は？

将来（次回）発生するであろう地震の位置・規模・確率等の特性を評価する

NEXT?

震源断層の位置と形状の推定
地震の規模（マグニチュード）の推定
地震に伴う断層のずれの量等の推定
将来の地震発生確率の算出

解説：震源断層を予め特定しにくい地震

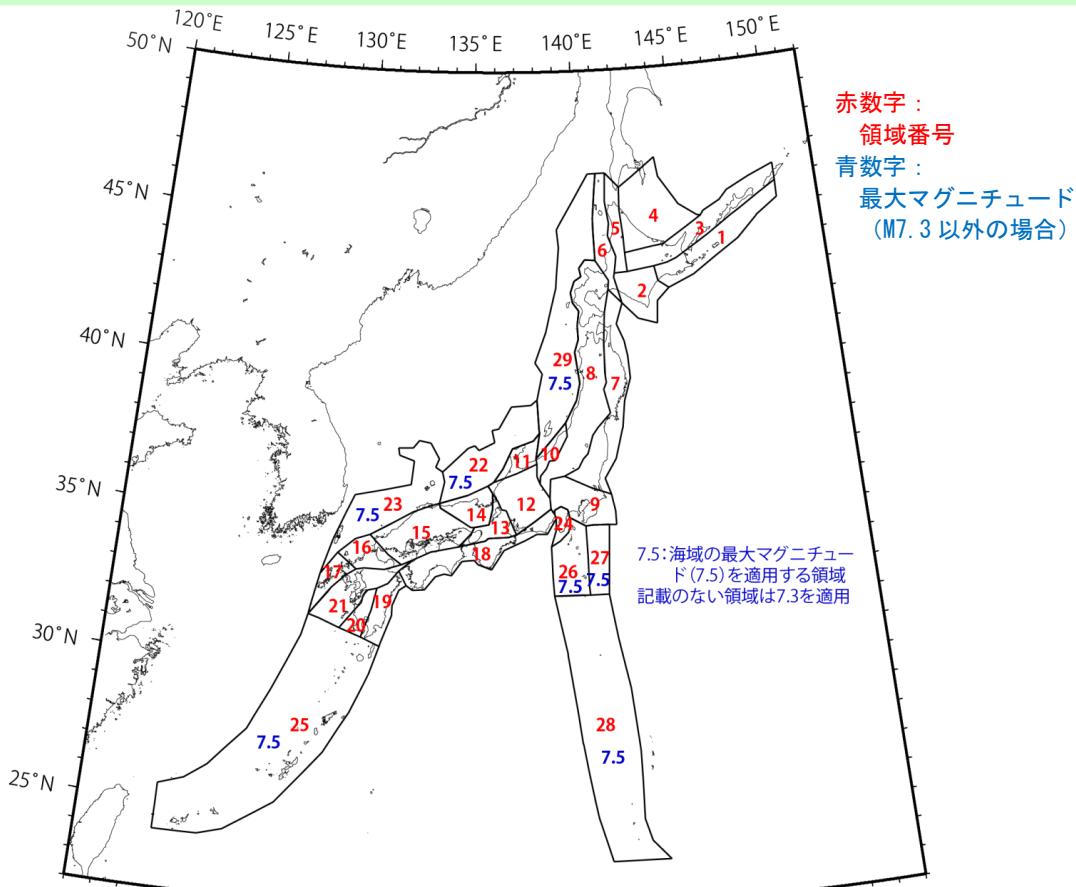
震源断層を予め特定しにくい地震のモデル化領域と最大マグニチュード

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地震など、実際には数多くの地震が発生する。地震調査研究推進本部では、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取り扱う。

震源断層を予め特定しにくい地震としては、以下の地震が考慮されている。

- ・太平洋プレートの震源断層を予め特定しにくい地震
- ・浦河沖の震源断層を予め特定しにくい地震
- ・フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくい地震
- ・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
- ・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
- ・与那国島周辺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

なお、震源断層を予め特定しにくい地震としてどの規模の地震まで考慮するのか（最大マグニチュードの設定）は、地域によって異なる。例として、陸域における最大マグニチュードの設定値を下図に示す。その他の震源断層を予め特定しにくい地震の最大マグニチュードの設定については、2014年版の付録-1の5章を参照のこと。

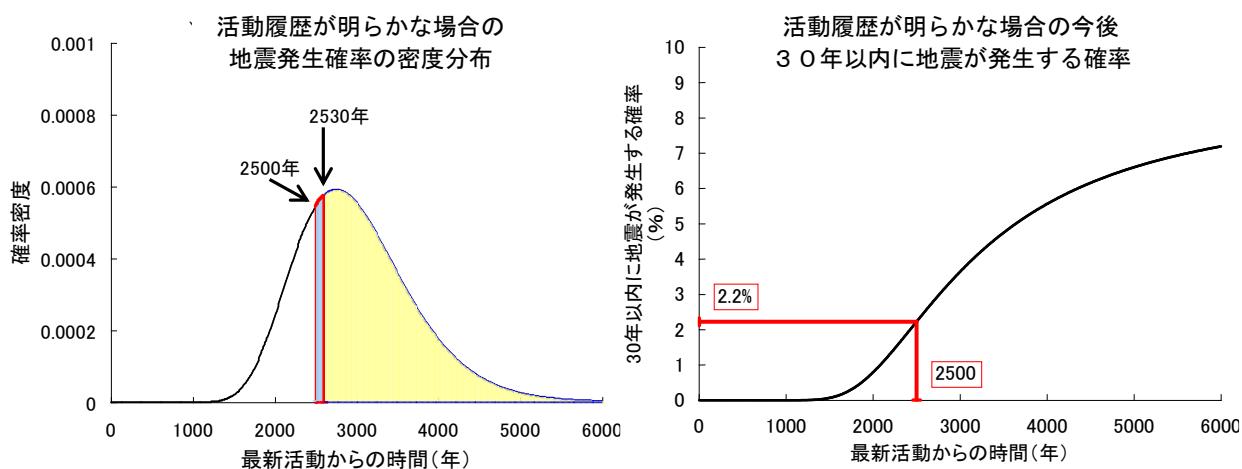


陸域や沿岸域で発生する浅い地震のうち活断層が特定されていない
場所で発生する地震の領域と最大マグニチュード

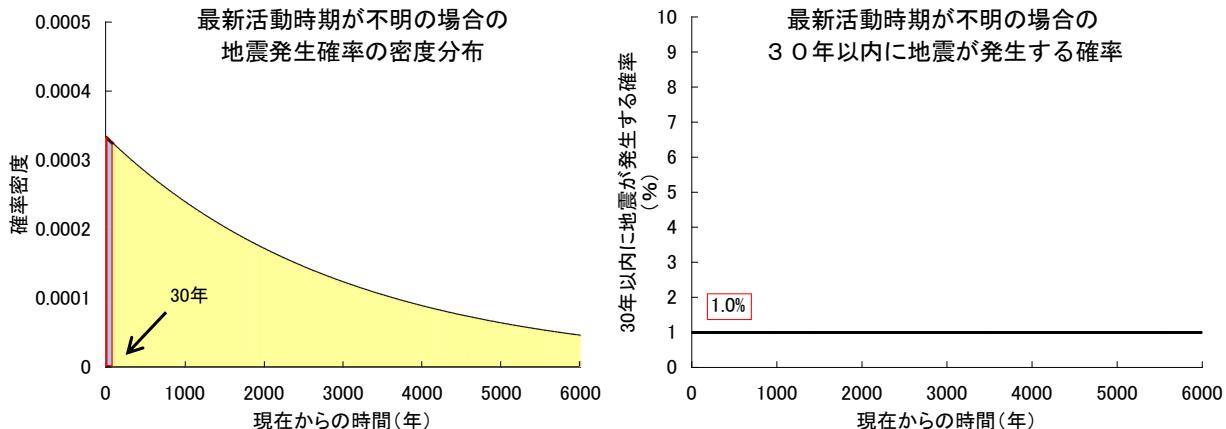
解説：地震発生確率の計算方法

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。下図の例では、「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ので、活断層で発生する地震については、評価結果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活用のための地震の分類

地震動予測地図を活用する際の利便性のため、確率論的地震動予測地図では、多種多数の地震が以下の3つのカテゴリーに分類されている。各カテゴリーに対する揺れの確率や影響度の地図を見ることにより、各地域に大きな影響を及ぼす地震の特徴に応じた備えも可能となる。

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（平均活動間隔が数十年から数百年程度）

- ・色丹島沖の地震
- ・択捉島沖の地震
- ・十勝沖の地震
- ・根室沖の地震
- ・東北地方太平洋沖型の地震
- ・三陸沖北部のプレート間地震
- ・相模トラフ沿いのM8クラスの地震
- ・南海トラフの地震

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（平均活動間隔が数十年から数百年程度）

- ・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)
- ・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断層を予め特定しにくい地震
- ・浦河沖の震源断層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断層を予め特定しにくい地震

カテゴリーIII

活断層など陸域と沿岸海域の浅い地震（平均活動間隔が数千年から数万年程度）

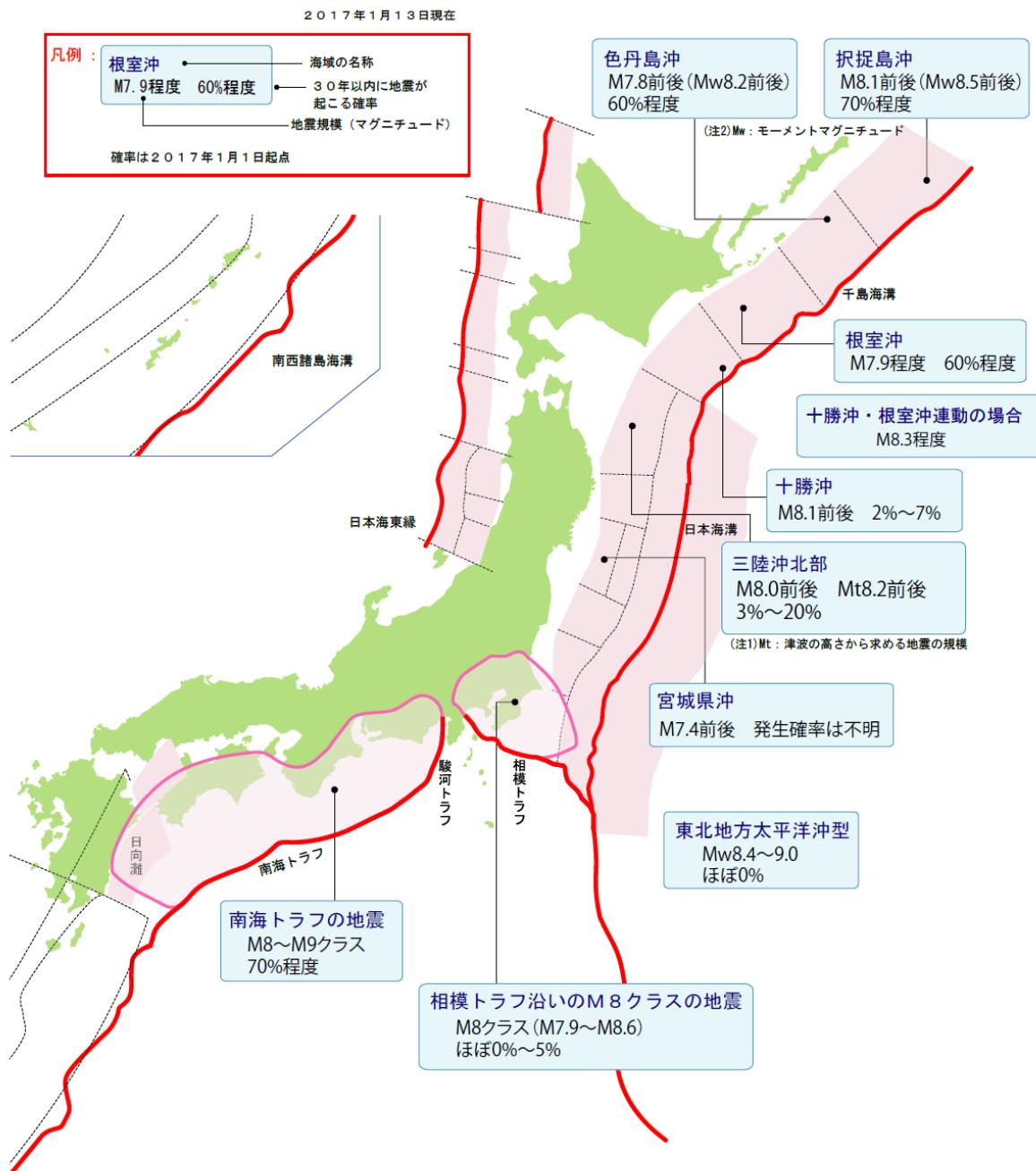
- ・主要活断層帯で発生する固有地震
- ・関東地域において評価対象とする活断層で発生する地震
- ・中国地域において評価対象とする活断層で発生する地震
- ・九州地域において評価対象とする活断層で発生する地震
- ・その他の活断層で発生する地震
- ・地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震
- ・北海道北西沖の地震
- ・北海道西方沖の地震
- ・北海道南西沖の地震
- ・青森県西方沖の地震
- ・秋田県沖の地震
- ・山形県沖の地震
- ・新潟県北部沖の地震
- ・佐渡島北方沖の地震
- ・陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震
- ・日本海東縁部の震源断層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
- ・与那国島周辺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、発生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。

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出来る地震（震源断層を予め特定出来る平均活動間隔が数十年～数百年程度の地震）の長期評価結果の概要を以下に示す。

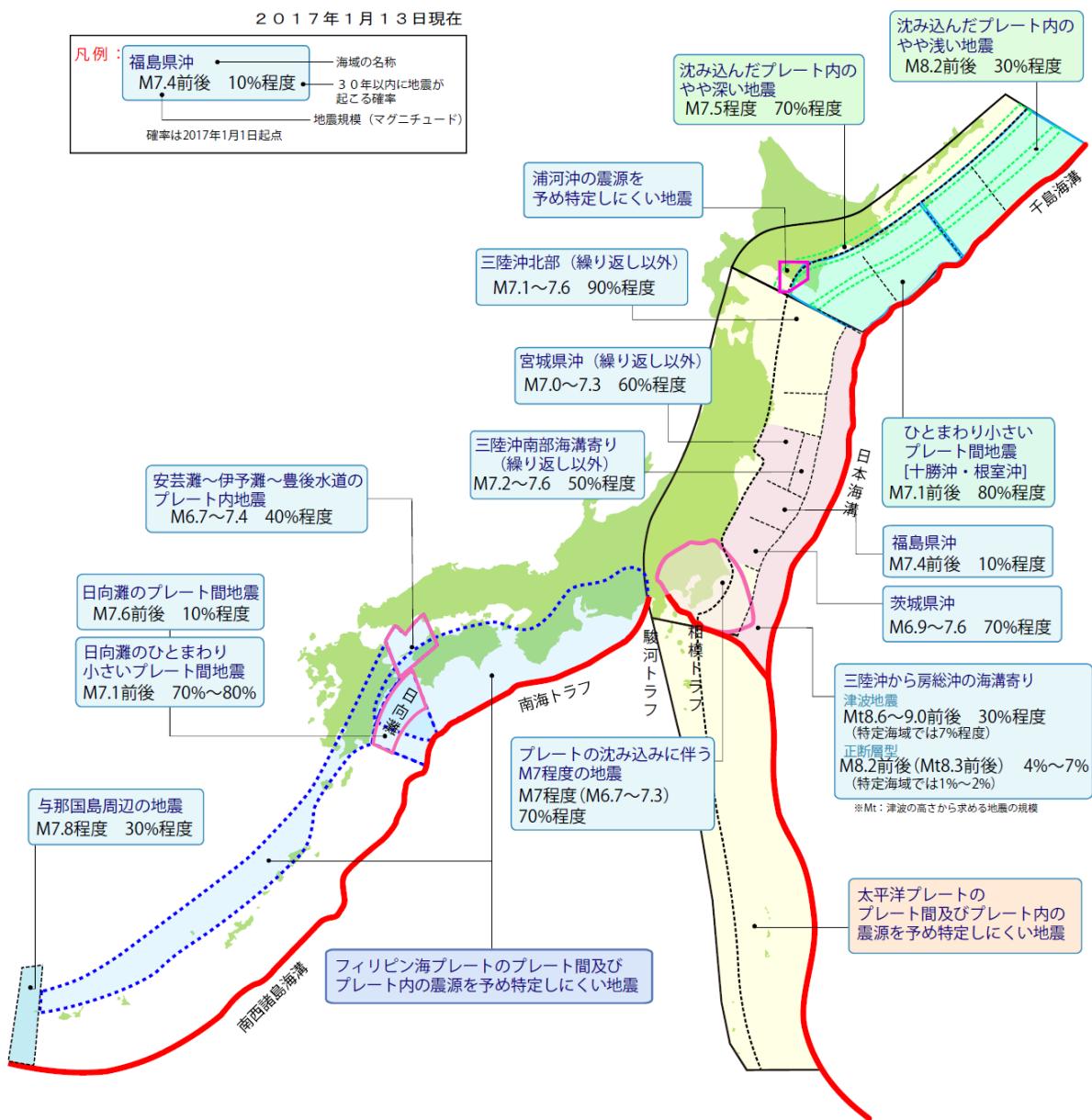


<2017年1月1日時点での評価値>

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（海溝沿いで発生するプレート間地震とプレート内地震）のうち震源断層を予め特定しにくい地震の長期評価結果の概要を以下に示す。

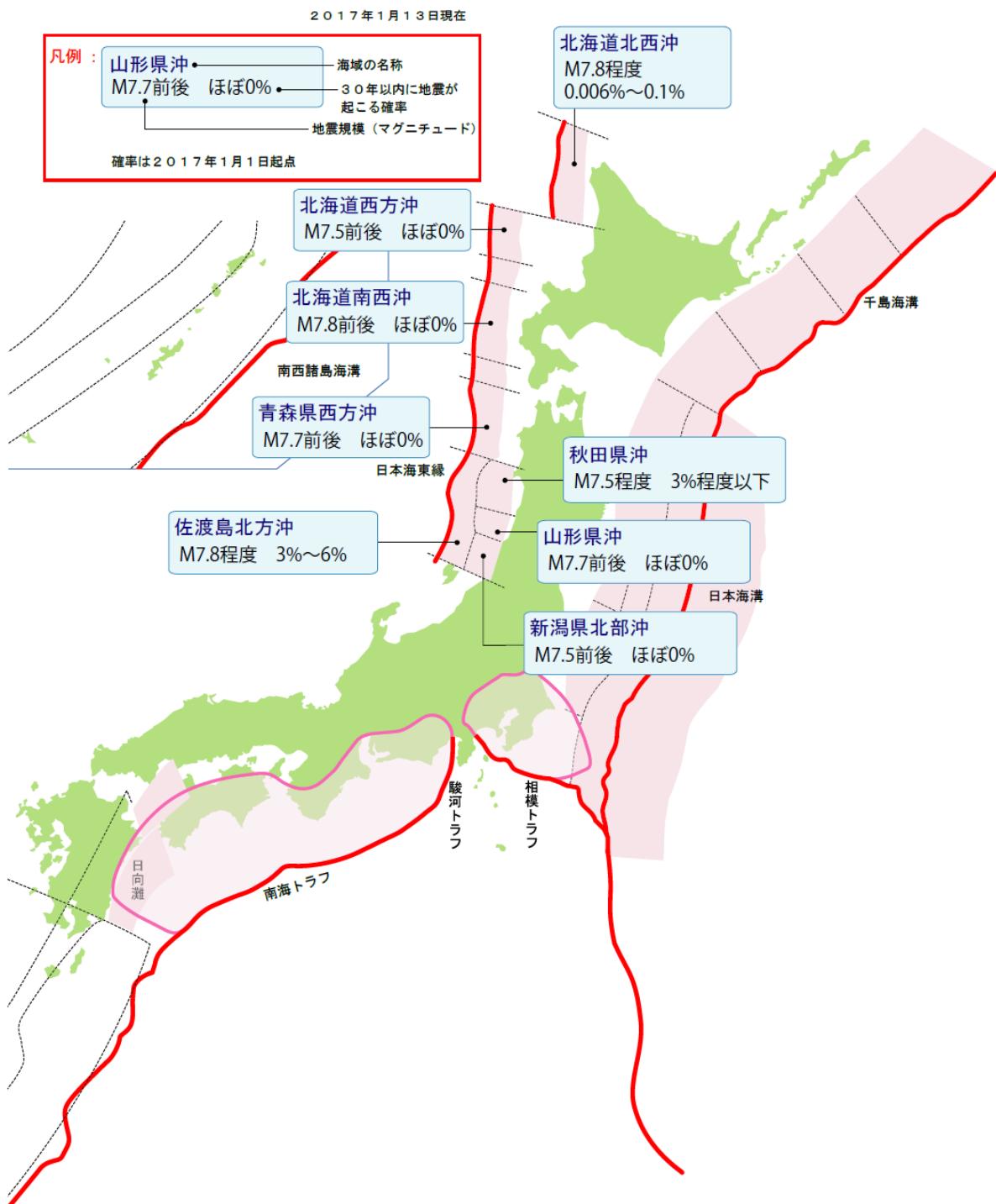


<2017年1月1日時点での評価値>

解説：地震カテゴリー

カテゴリーⅢの地震のうち長期評価されている沿岸海域の地震の概要

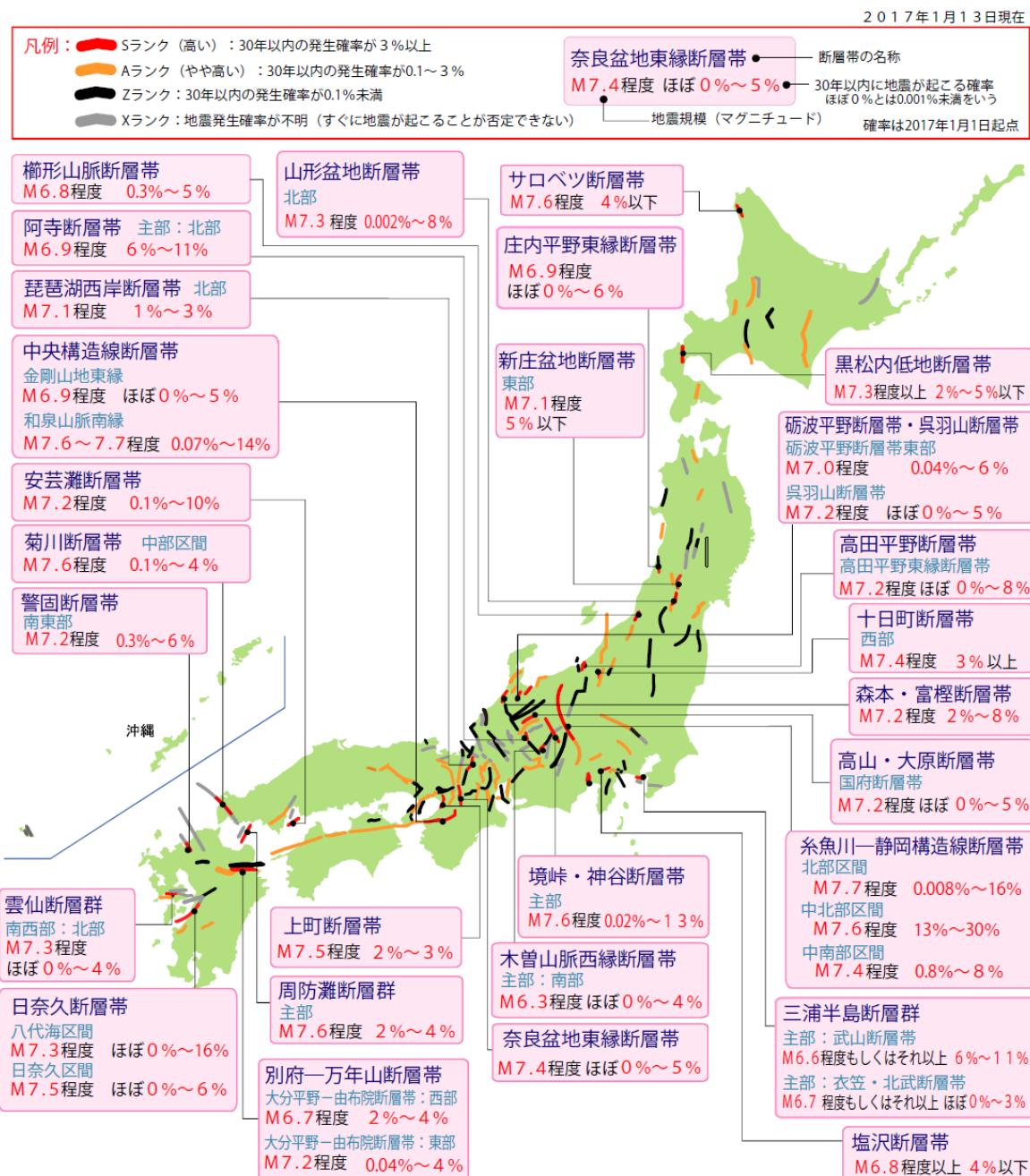
確率論的地震動予測地図では、活断層の地震など陸域や沿岸海域の浅い地震（平均活動間隔が数千年～数万年程度の地震）について、長期評価がなされ震源断層が特定されている地震と、震源断層を予め特定しにくい地震を合わせて、カテゴリーⅢの地震として扱っている。それらのうち、沿岸海域の地震の長期評価結果の概要を以下に示す。



解説：地震カテゴリー

カテゴリーⅢの地震のうち長期評価されている陸域の地震の概要

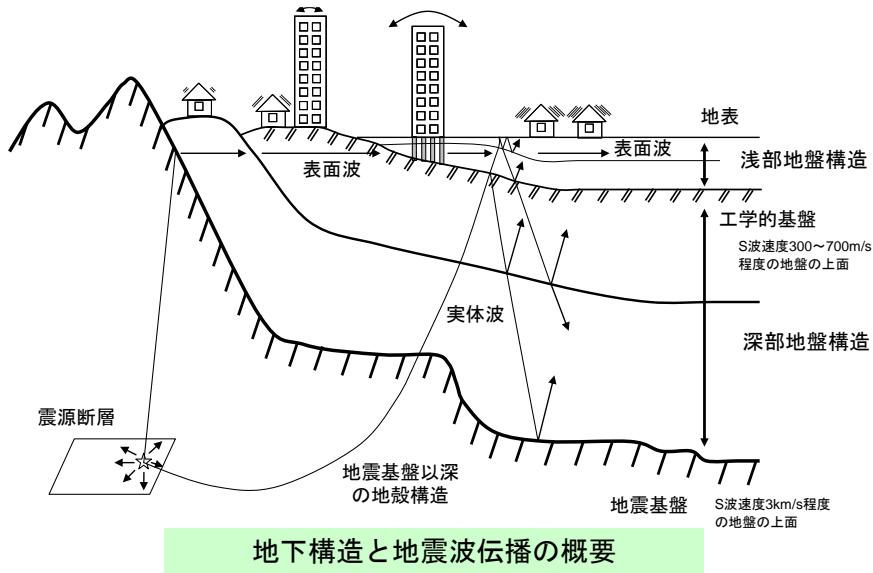
確率論的地震動予測地図では、活断層の地震など陸域や沿岸海域の浅い地震（平均活動間隔が数千年～数万年程度の地震）について、長期評価がなされ震源断層が特定されている地震と、震源断層を予め特定しにくい地震を合わせて、カテゴリーⅢの地震として扱っている。それらのうち、活断層で起こる地震など、陸域の浅いところで起こる地震の長期評価結果の概要を以下に示す。



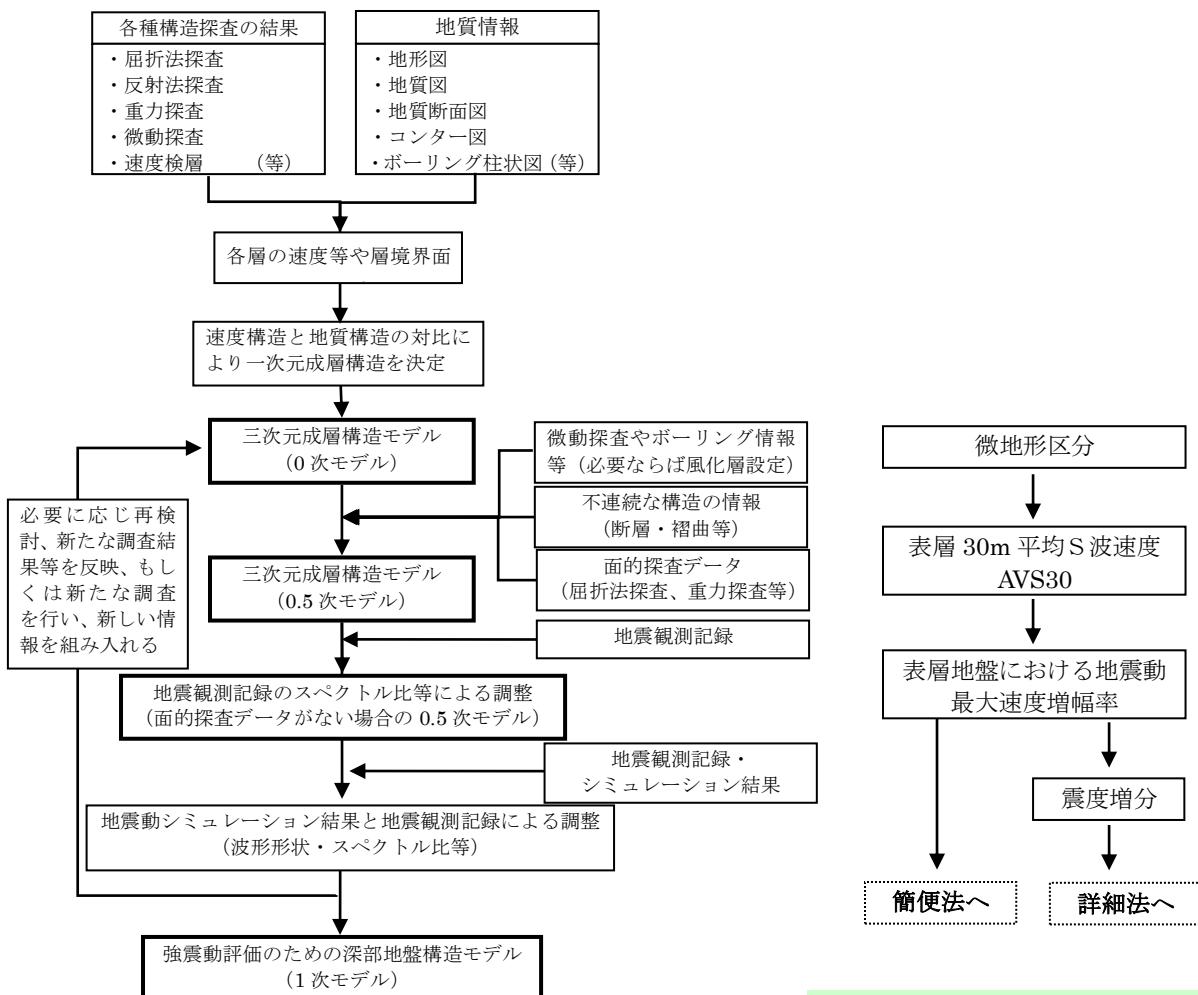
解説：地下構造モデル

浅部地盤構造・深部地盤構造・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



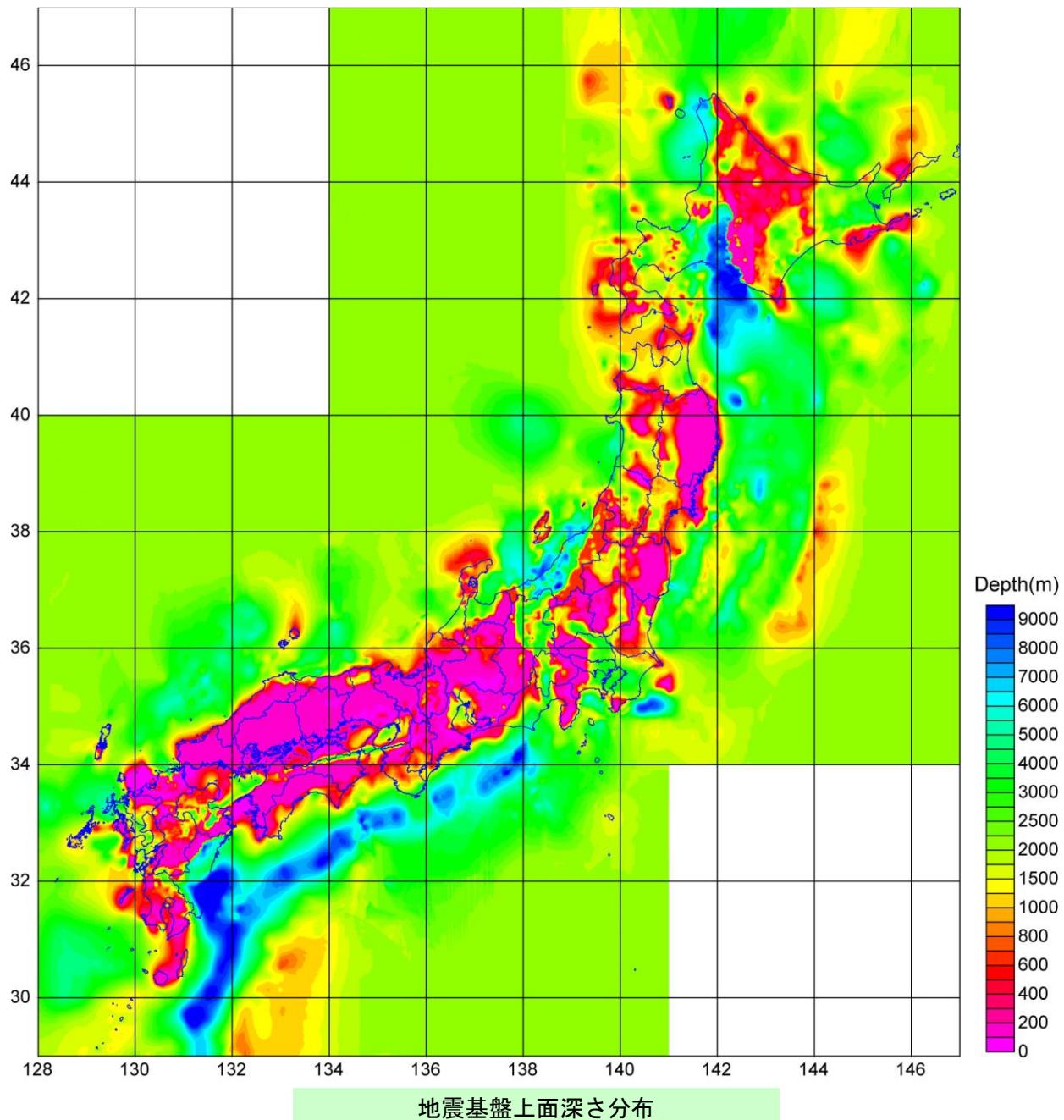
強震動評価のための深部地盤構造モデル作成の流れ

全国地震動予測地図で用いる
浅部地盤構造のモデル化の流れ

解説：深部地盤構造

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部地盤構造モデル

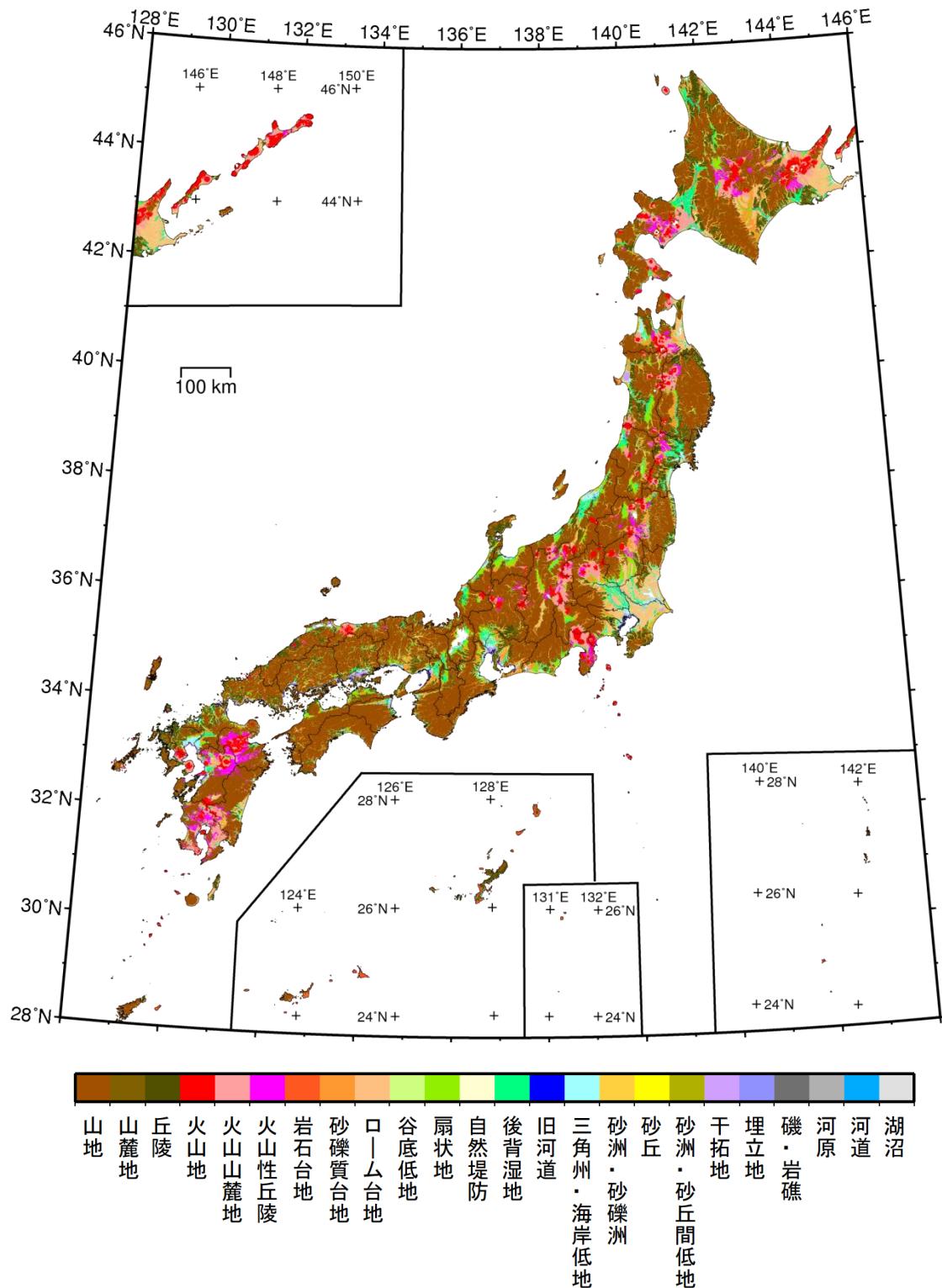
強震動予測のために、地震基盤から工学的基盤に至るまでの全国の三次元地盤構造モデルを作成した。そのうち、地震基盤上面深さ分布を以下に示す。地下構造モデルの信頼性・精度は必ずしも全国一律ではなく、地震観測記録を説明するように調整（Tuning）された地域とそうでない地域とでは異なり、モデル化する際に用いられたデータの異なる複数モデルの領域接合部などでも、その両側で異なる可能性がある。現時点では最新の知見を総合化したモデルであるが、今後一層の改良を図っていく必要がある。



解説：浅部地盤構造

最新の微地形区分

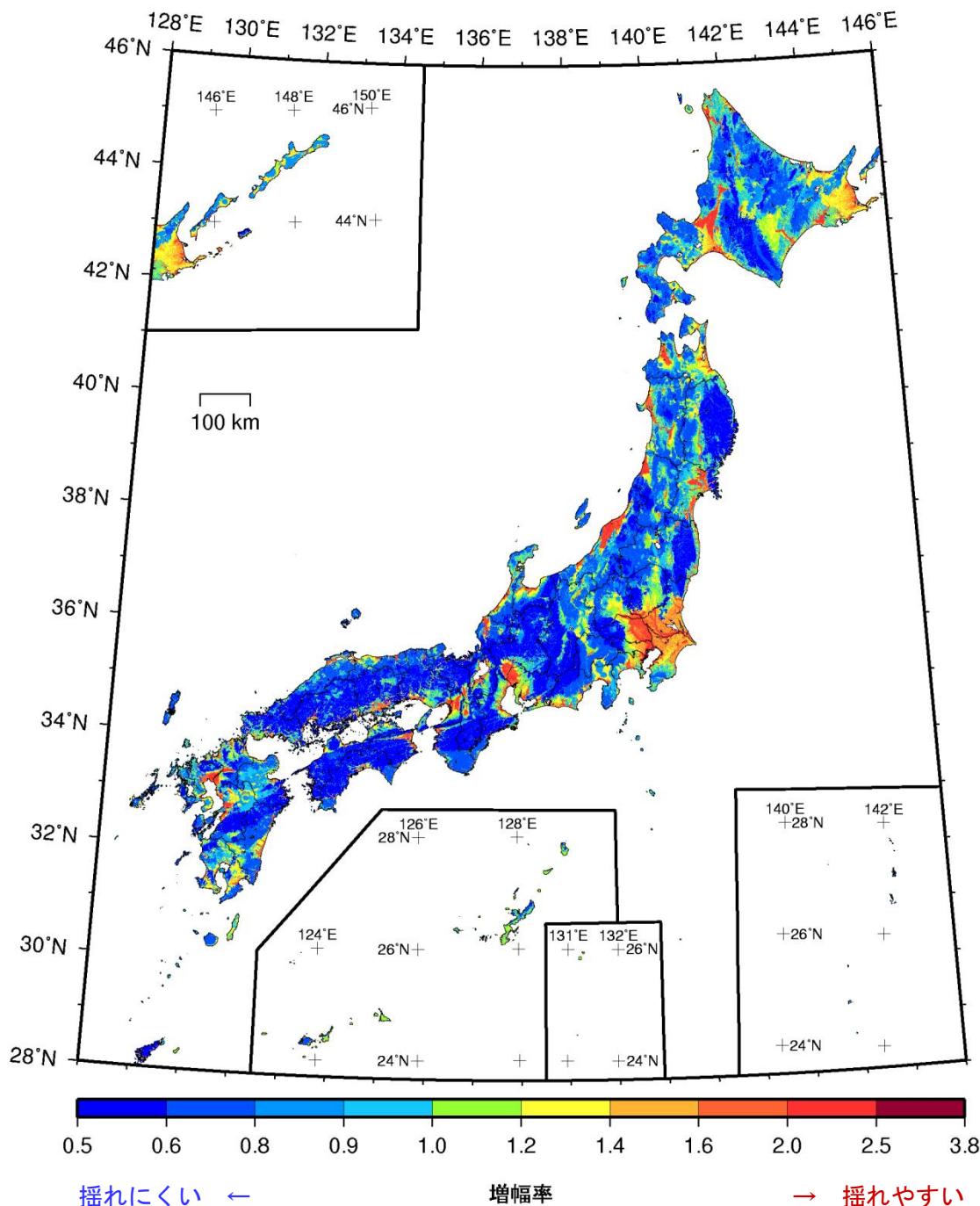
全国地震動予測地図 2014 年版での全国的な見直しによって日本測地系から世界測地系へ変更された約 250 m メッシュの微地形区分が、表層地盤による最大速度の増幅率評価のための基礎データとして用いられている。2014 年版以降に用いられている微地形区分を以下に示す。



解説：浅部地盤構造

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

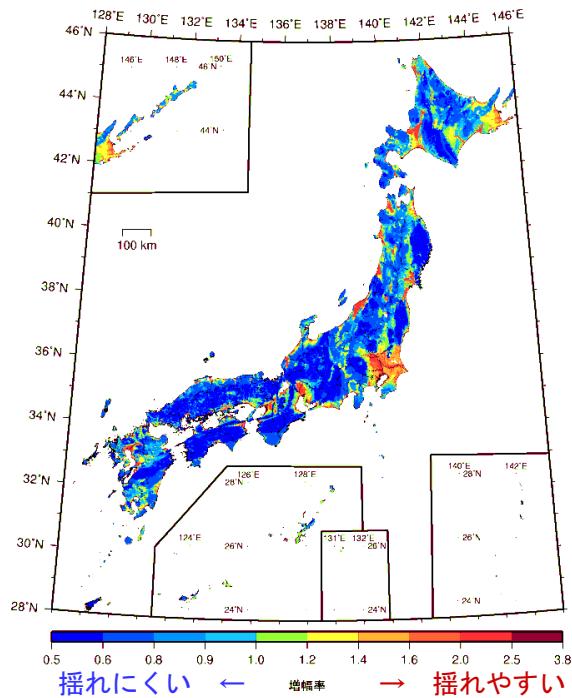
確率論的地震動予測地図では、経験式により、微地形区分から表層地盤の層厚30mの平均S波速度(AVS30)を算出し、AVS30から最大速度増幅率を算出することにより、表層地盤による最大速度の増幅を考慮している。全国地震動予測地図 2014年版以降に用いられている表層地盤による速度増幅率を以下に示す。



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

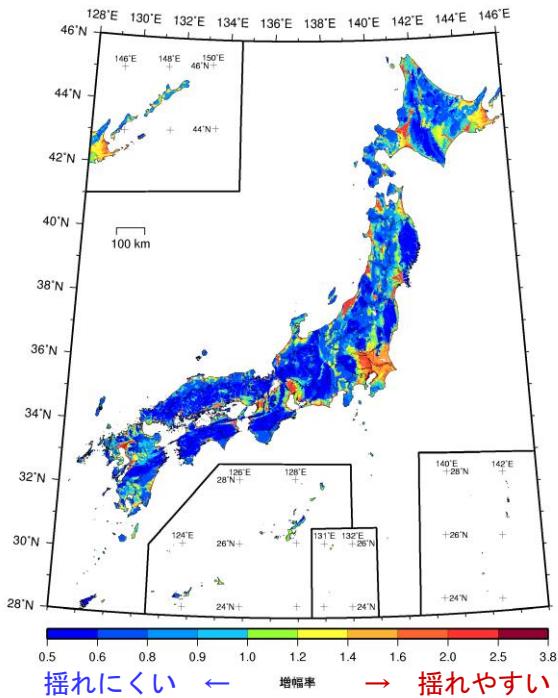
解説：浅部地盤構造

2013年と2014年の地震動予測地図で用いられた工学的基盤以浅の最大速度増幅率の比較

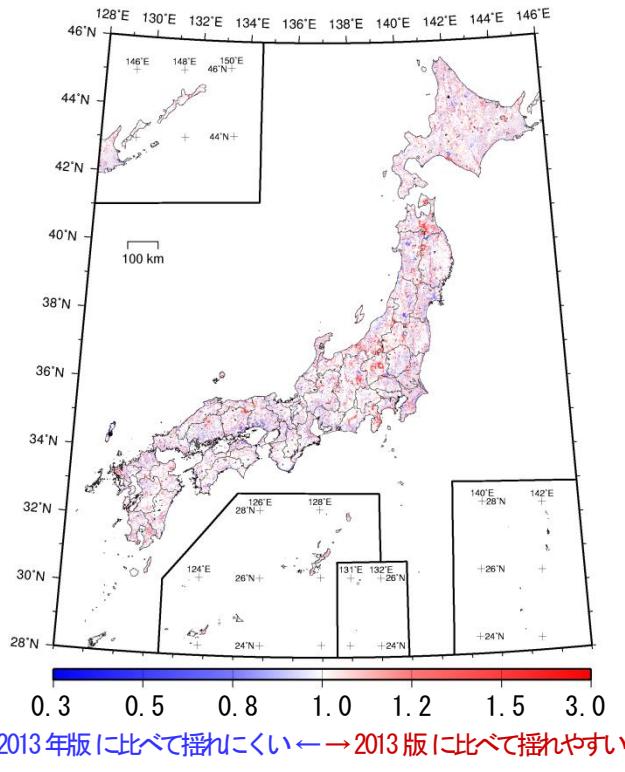


2013年版以前に用いられていた増幅率

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



2014年版以降に用いられている増幅率



最大速度増幅率の比（2014年版／2013年版）

全国地震動予測地図 2014年版では、これまで用いられてきた表層地盤による最大速度の増幅率のデータ（左上図）を全国的に見直した（右上図）。表層地盤による増幅率は揺れの確率に大きく影響するため、増幅率が大きく変化した地点では、2013年版と比較して揺れの確率が大きく変化した。

左下図に、浅部地盤による最大速度の増幅率について、2014年版以降の値とそれまでの値の比を示す。2014年版以降は世界測地系を、それまでは日本測地系を採用していた。両測地系のメッシュの境界は百メートル程度異なるため、左下図は世界測地系の各メッシュの中心位置で比較している。2014年版以降に用いられている表層地盤データの更新の詳細は、2014年版の参考資料 A.2.2 を参照のこと。

解説：強震動予測レシピ

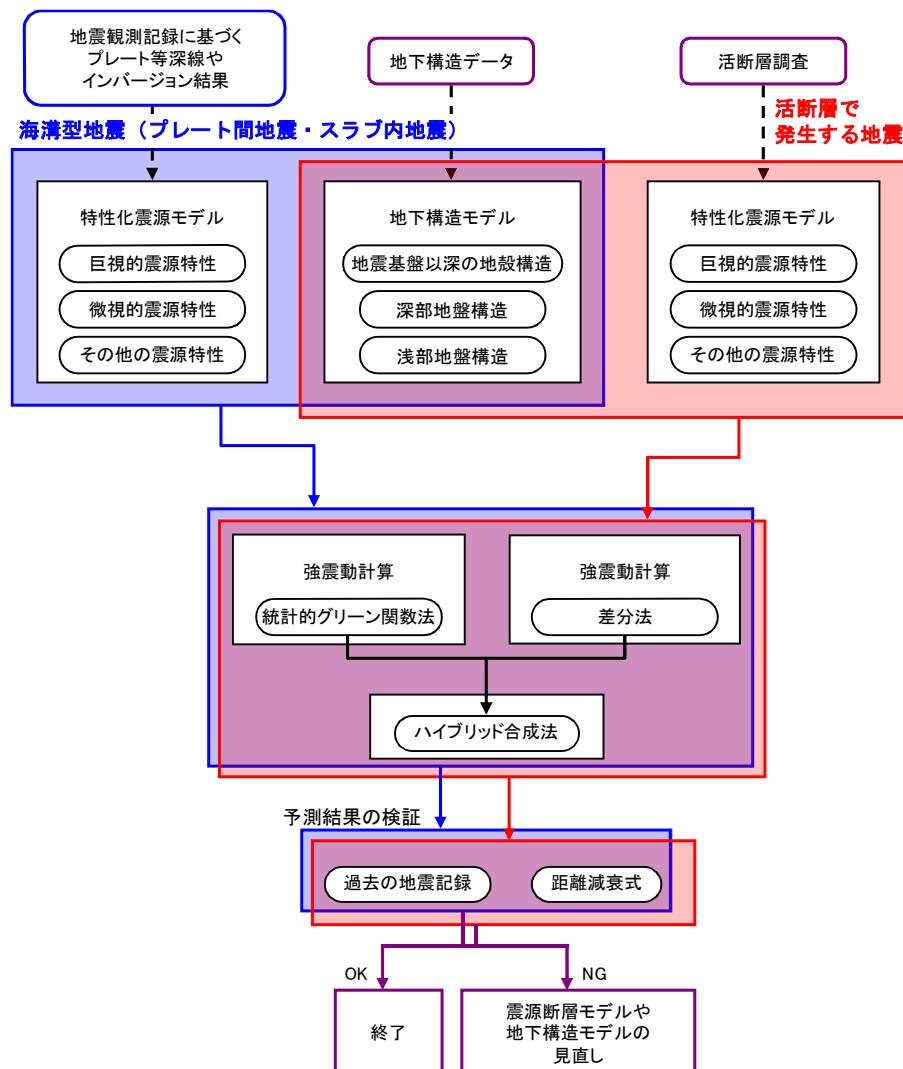
震源断層を特定した地震の強震動予測手法のフロー

「レシピ」とは、主要活断層帯や海溝型の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、それを用いれば構造物の地震時挙動や破壊力を知ることも出来る。

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、構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、地震被害軽減策に役立てることが可能となる。また、最近の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（2009年版の立川断層帯の例）

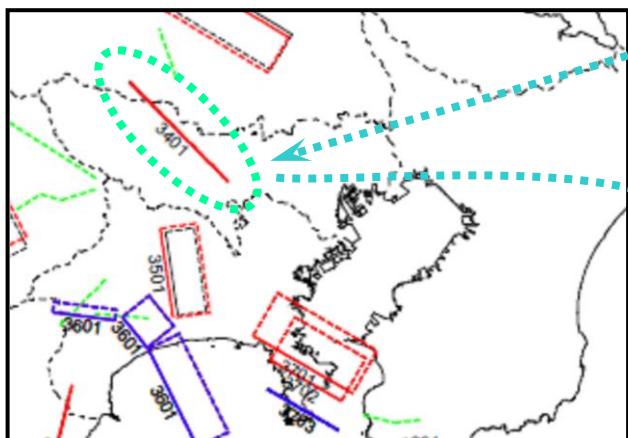
震源断層を特定した地震の震源断層モデルは、以下の基本方針に従って作成されている。

- ★ 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。

2009年版のときに設定された立川断層の震源モデルの例を以下に示す。

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



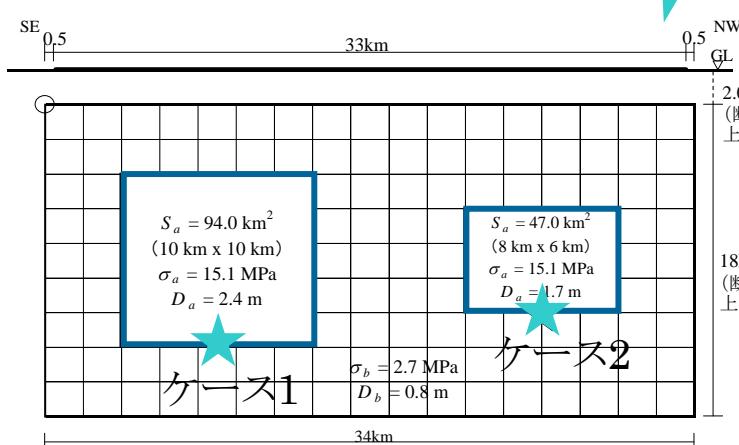
活断層帯で発生する地震の断層面の地表投影

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微視的断層モデル(左図)
とその直交断面(右図)



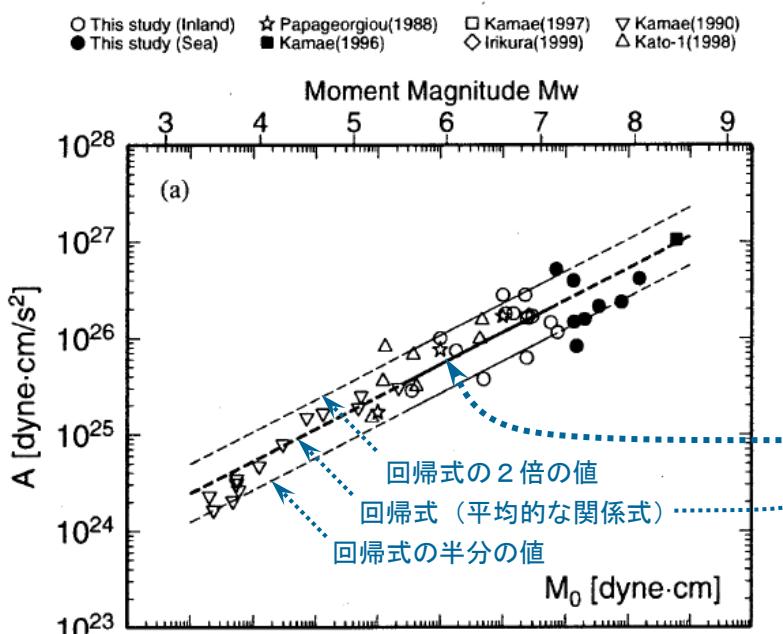
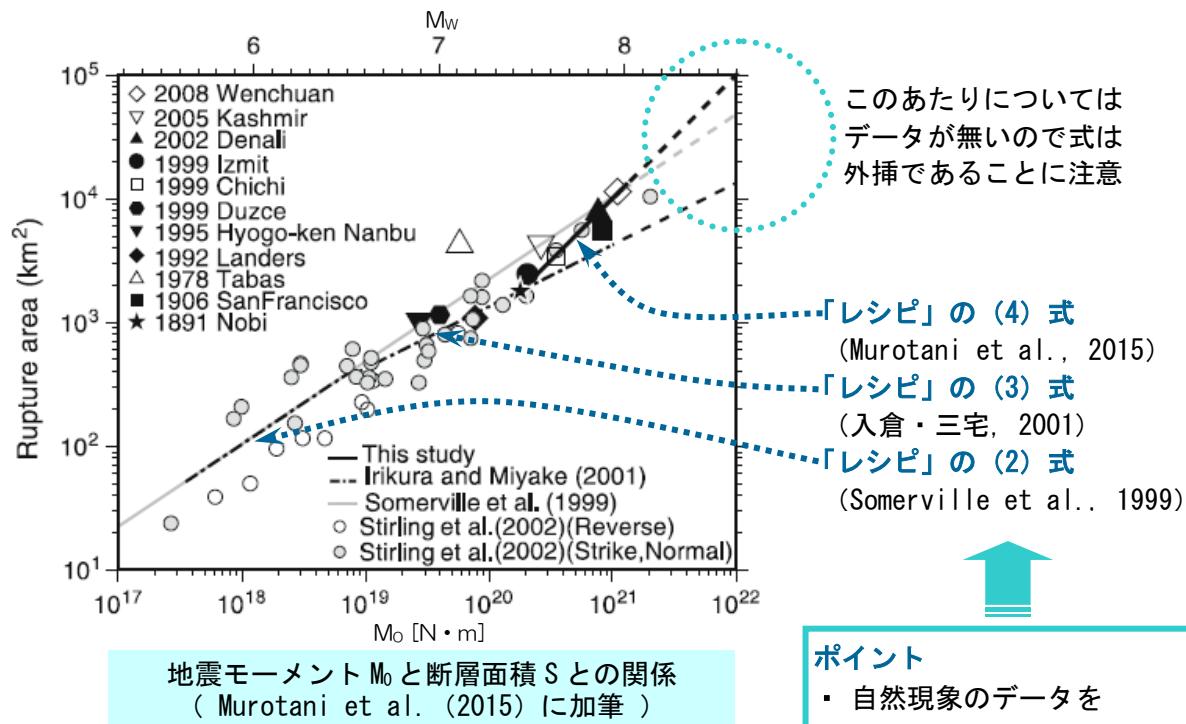
レシピにおける
アスペリティ個数の
設定原則

- 特に根拠情報がなければ
- ・断層長さ $\leq 25\text{km}$ の場合
断層中央に1個
 - ・ $25\text{km} < \text{断層長さ} < 30\text{km}$ の場合
1個と2個の両ケース
 - ・ $30\text{km} \leq \text{断層長さ}$ の場合
2個

解説：震源断層を特定した地震の断層モデル

「レシピ」に用いられるパラメータ関係式の不確定性とその基データのばらつき

地震本部の「レシピ」は最もあり得る地震動を予測するためのものであり、用いられているパラメータ関係式は自然現象のデータを平均的に良く説明する式である。一方、自然現象のデータにはばらつきがあり、関係式には不確定性があるので新たな知見が得られれば見直される可能性もある。従って、特に、自然現象のばらつきやモデルの不確定性を考慮する必要がある場合には、この点に十分に留意して断層モデルを設定することが望ましい。



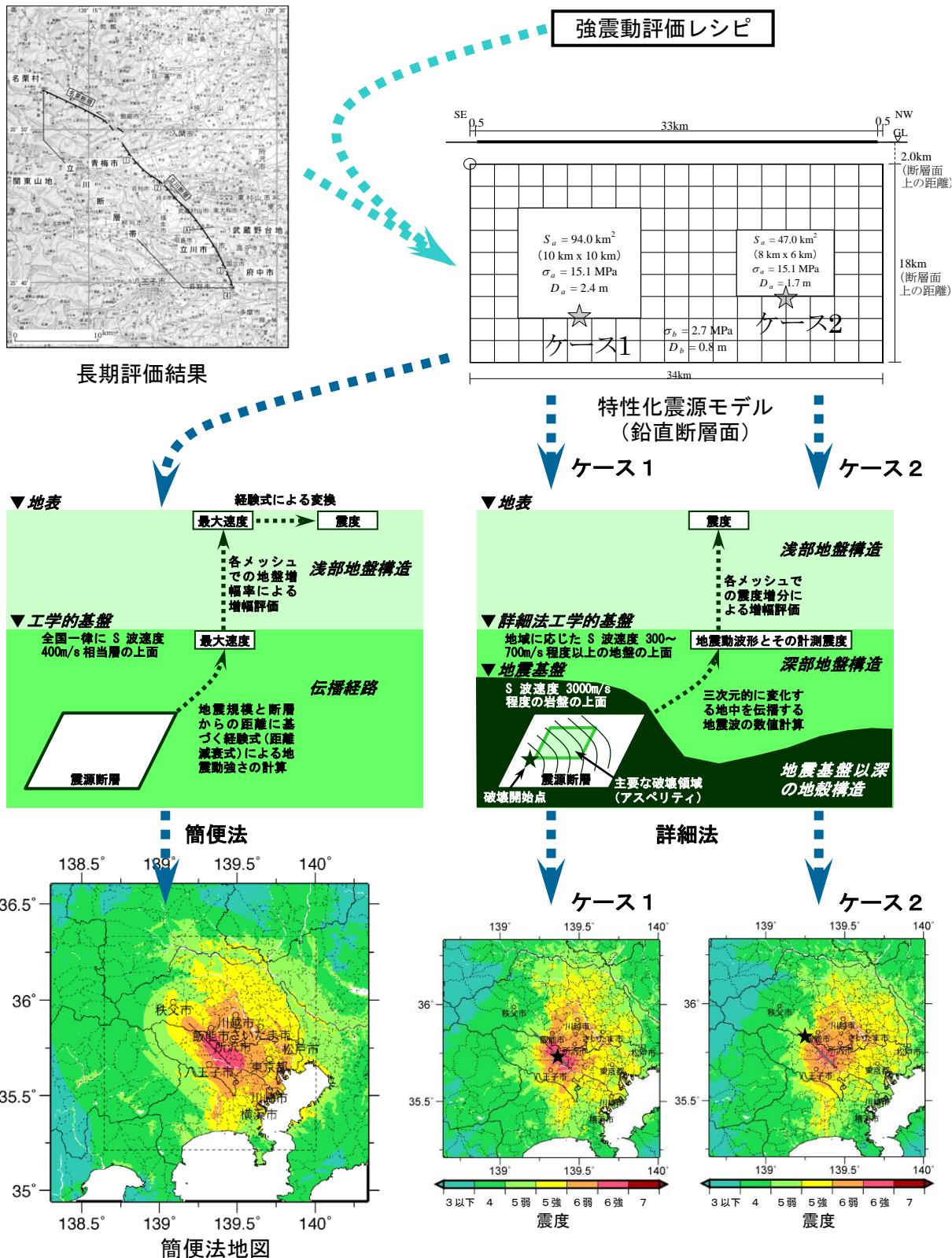
- ポイント**
- 自然現象のデータを **平均的に説明**する式である。
 - 自然現象（データ）には **ばらつき**がある。
 - 関係式（モデル）には **不確定性**があり、将来、新たなデータや知見が得られれば検証され、必要に応じて見直される。

「レシピ」の(12)式
(壇・ほか, 2001)

解説：震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）

強震動予測と震源断層を特定した地震動予測地図の概要（2009年版の立川断層帯の例）

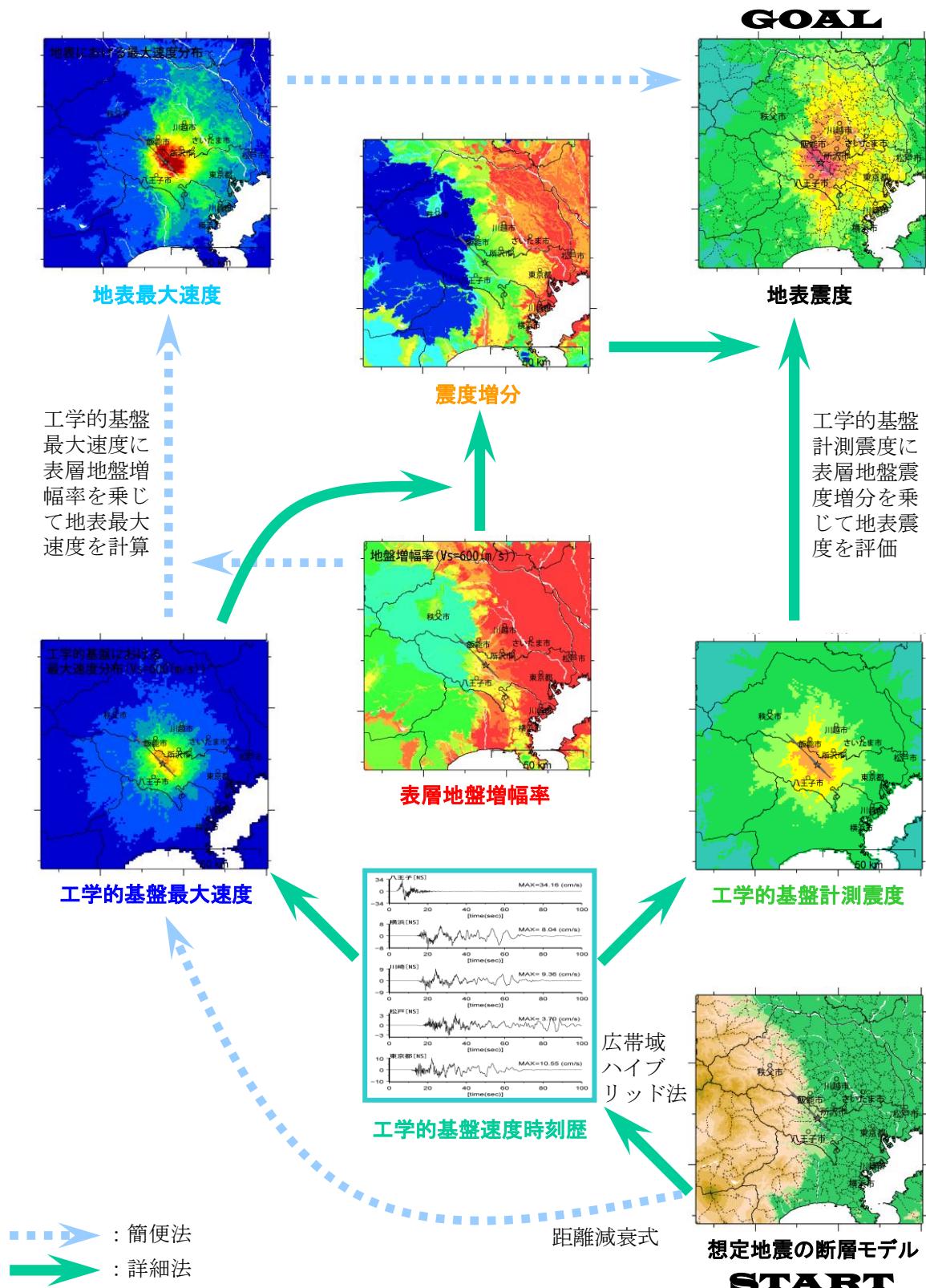
震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）とは、ある特定の地震の破壊シナリオが生じた場合に各地点がどのように揺れるのかを計算してその分布を地図に示したものである。



解説：震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）

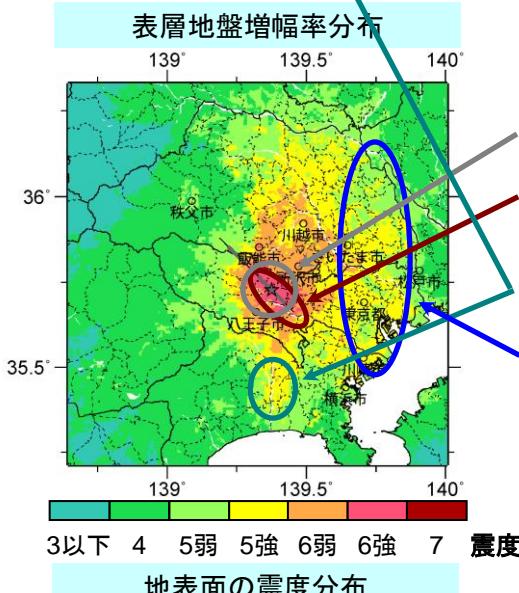
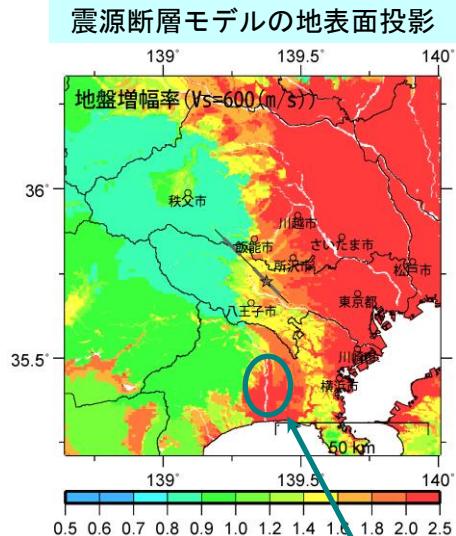
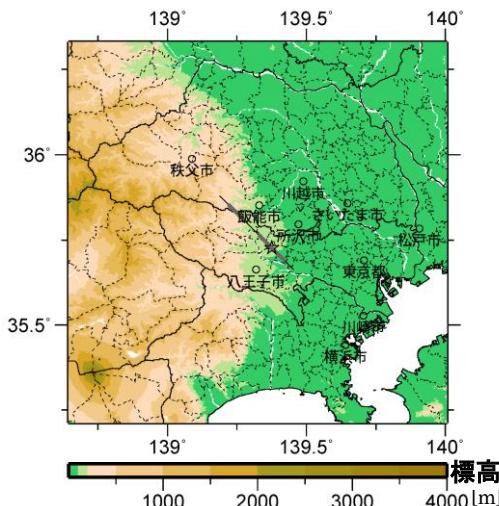
工学的基盤以浅の地震動の計算手順（2009年版の立川断層帯の例）

震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）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（シナリオ地震動予測地図）

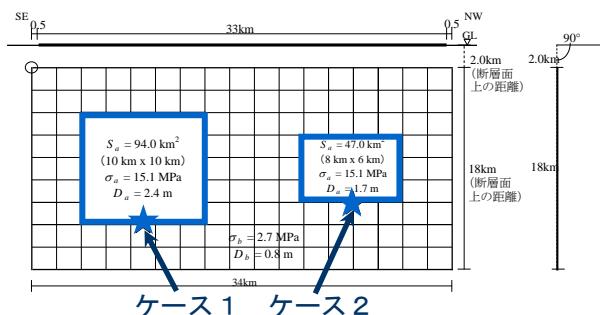
全国一律に手続き化された強震動予測結果の例（2009年版の立川断層帯の例）



震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）とは、ある断層において仮定したある特定の破壊様式（破壊シナリオ）で地震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ある。

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により、地盤の揺れやすさなどの地域性や、破壊シナリオによる揺れ方の違いなどを把握することができる。

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。



微視的断層モデル（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、增幅が大きく、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、增幅が大きく、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。

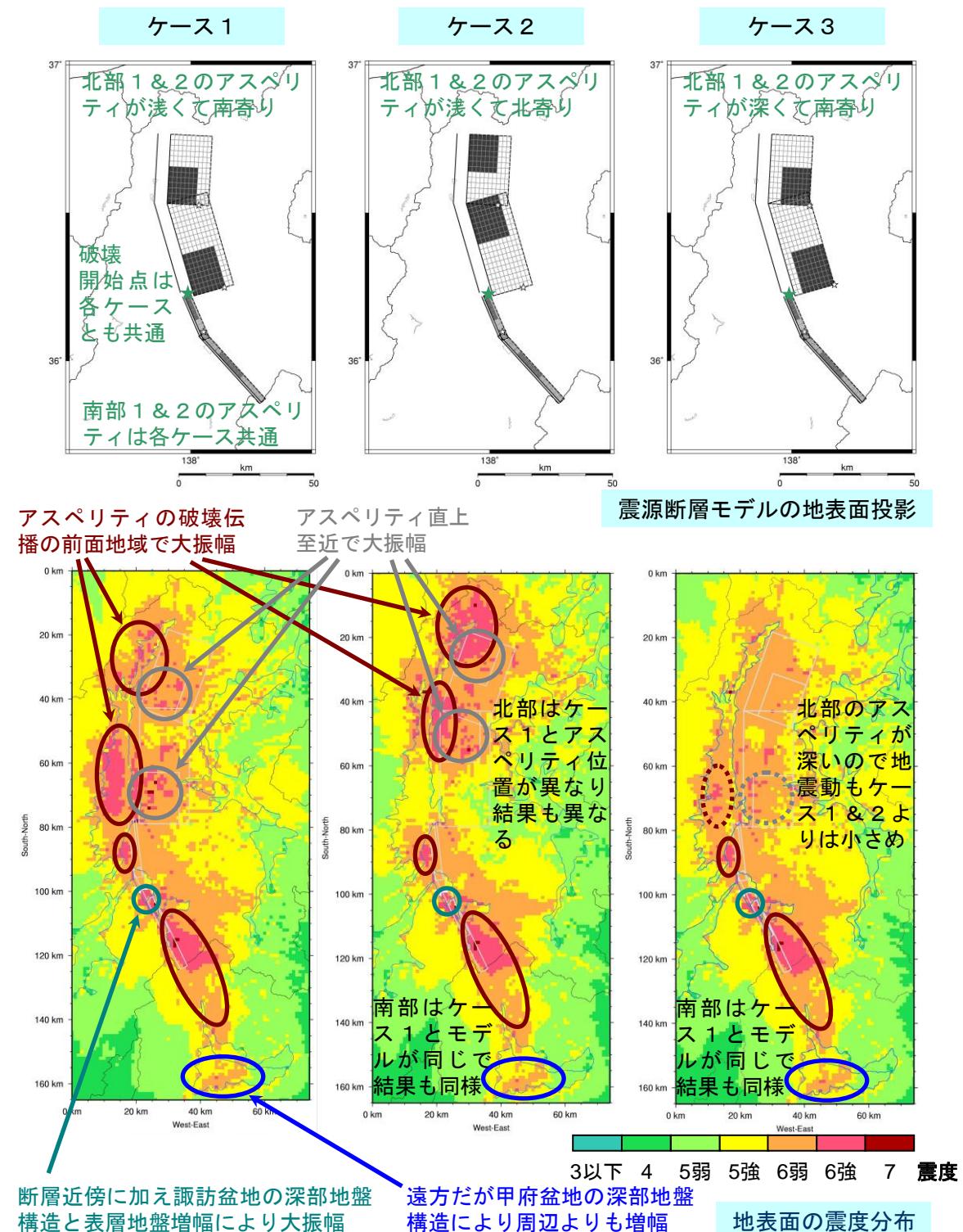
解説：震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）

複数の破壊シナリオ（ケース）と効果（2002年公表の糸魚川-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（シナリオ地震動予測地図）を見ると、

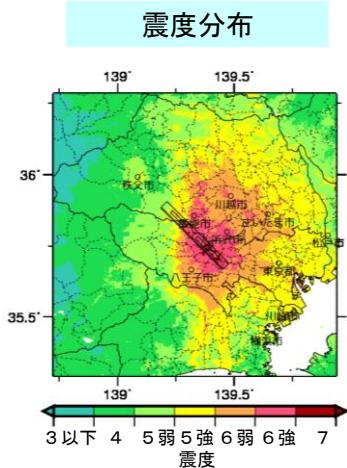
- ★ アスペリティの直上、アスペリティの破壊の前面（破壊伝播の延長上）、厚い堆積平野や盆地、表層地盤の良くないところ等では、大きな地震動に見舞われる。
- ★ 条件が複数重なると、震度6強や震度7になる場合もある。

など、破壊シナリオやその場所の揺れやすさによって異なる揺れの様子を理解出来る。



解説：震度曝露人口

ある震度以上の揺れにさらされる人口（2017年版の立川断層帯のケース1の例）



× 人口分布



震度 5 弱以上

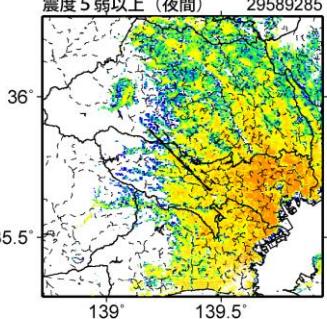
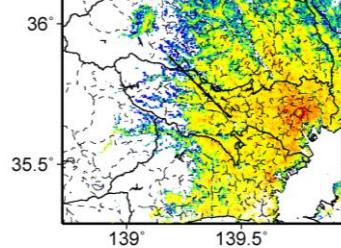
昼間

夜間

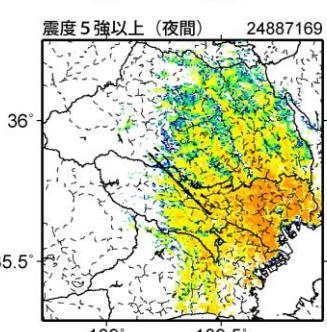
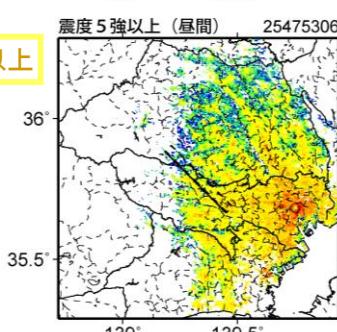
(各図右肩数字は図域内の曝露人口総数)

震度 5 弱以上（昼間） 29496762

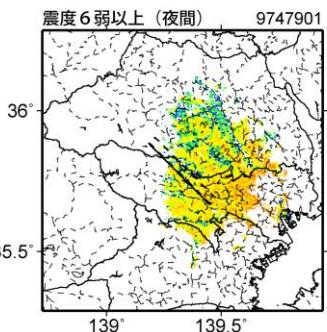
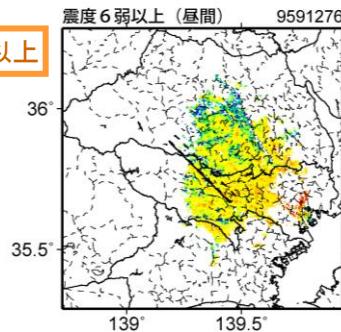
震度 5 弱以上（夜間） 29589285



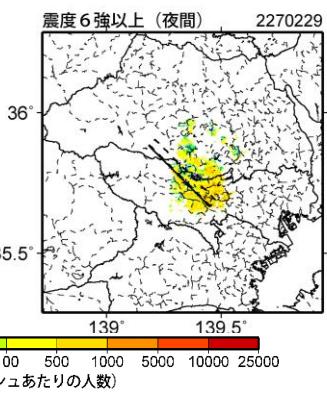
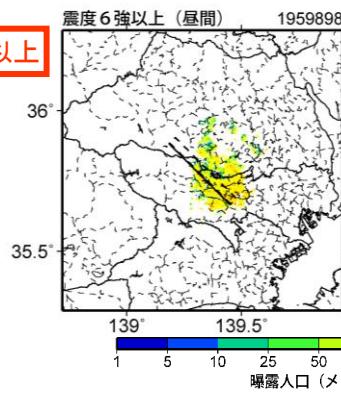
震度 5 強以上



震度 6 弱以上



震度 6 強以上



震度分布から震度曝露人口の分布を求めるところ、ある震度以上に曝される人口の概数とその分布を推定することが出来る。

この情報に対して更に既往の知見※を援用すれば、地域の被害分布状況を大雑把に掴むことも可能となる。地方自治体等にとって、自らはもちろん、周辺地域の置かれた状況をも理解した上で、広域防災の検討に役立つ橋渡し情報になると期待される。

※

既往研究例として、例えば能島・ほか（2006）では、

- 震度 5 強 ⇄ 一部破損以上
- 震度 6 弱 ⇄ 住家全半壊
- 震度 6 強 ⇄ 住家全壊
- 震度 7 ⇄ 死者数

といった巨視的な相関関係が見られることも指摘されている。

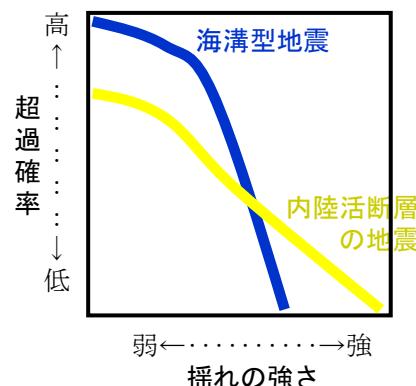
解説：確率論的地震動予測地図

「期間」・「揺れの強さ」・「確率」の情報の総合化

「地震動ハザード」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、「地震動ハザード」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「地震動ハザード」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計算すると「地震動の強さと超過確率との関係」（ハザードカーブ）が得られる。この関係に基づき、各地点での揺れの確率や揺れの強さの分布を地図に示したもののが確率論的地震動予測地図である。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、対象地域に影響を及ぼすような、現時点で考慮し得る全ての地震について、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

ハザードカーブの求め方（簡単な例題による解説）

一般に、小さな地震ほど発生数が多いことは良く知られている。地震の発生数 N とマグニチュード M の間には $\log N = a - b M$ の統計的関係があること（グーテンベルク・リヒタ一則）が知られており、定数 a や係数 b の値には地域性等もあるが概ね $b \approx 1$ であるとすると、 M が 0.5 小さくなれば N は約 3 倍、 M が 1.0 小さくなれば N は約 10 倍となる。

そこで、まず、ある一つの地震発生域（下図左）で 5000 年間にマグニチュード **M7.0 の地震が 1 回**、M6.5 の地震が 3 回、M6.0 の地震が 10 回の頻度（確率）で発生している場合を考える。



次に、この地震発生域から 15 km 離れた地点（上図右）での地震動を評価する。

一般に、規模の大きな地震ほど、距離の近い地震ほど、発生した場合の地震動（揺れ）が大きくなることが知られている（距離減衰式）。仮に確率論的地震動予測地図の計算に用いられている距離減衰式を用い、更に評価地点での表層地盤增幅率が 2 であるとすると、上図の各地震が発生した場合の評価地点での地表地震動最大速度は、M7.0 の場合に 71 cm/s（震度 6 強）、M6.5 の場合に 43 cm/s（震度 6 弱）、M6.0 の場合に 25 cm/s（震度 5 強）と求められる。

この場合、5000 年間に評価地点で発生する揺れの強さは次のようになることがわかる。

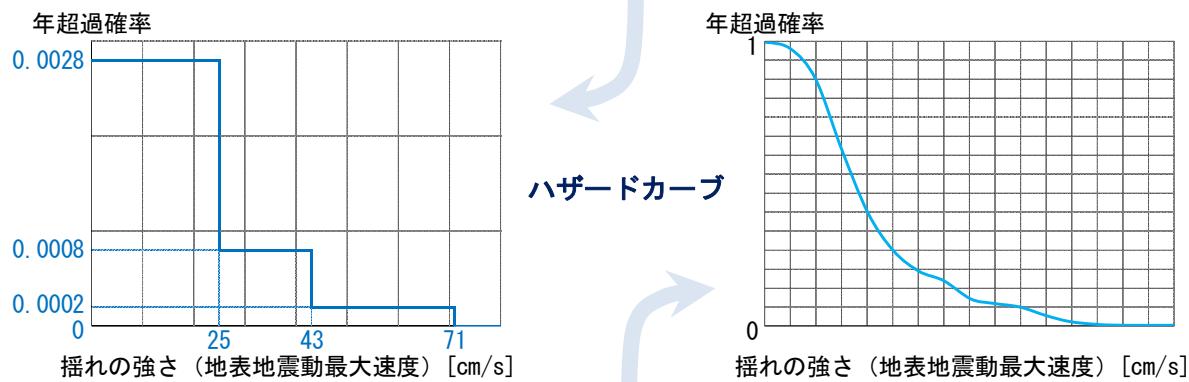
71 cm/s を超えるのは 0 回

43 cm/s を超えるのは 1 回（71 cm/s が 1 回）

25 cm/s を超えるのは 4 回（71 cm/s が 1 回、43 cm/s が 3 回）

0 cm/s を超えるのは 14 回（71 cm/s が 1 回、43 cm/s が 3 回、25 cm/s が 10 回）

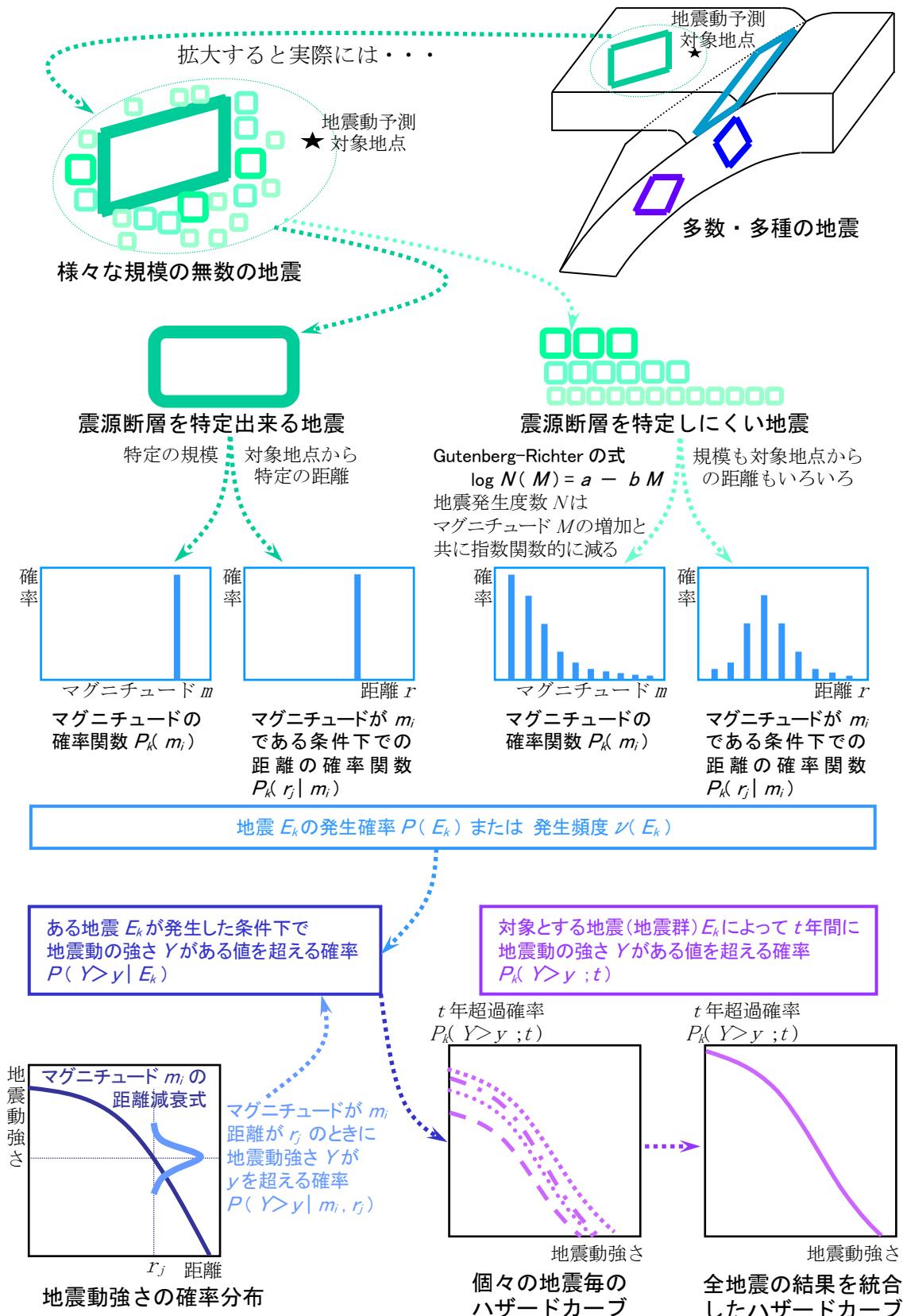
各々 5000 年間に揺れの強さがある値を超える回数なので、各々 5000 で除し、1 年あたりにその強さを超える回数を求め、ポアソン過程を仮定し年超過確率を求めて縦軸に、揺れの強さを横軸にとって示したもののが、この例題の 14 個の地震によるハザードカーブ（下図左）である。



実際には、評価地点からいろいろな距離でいろいろな規模の地震が発生するので、それら全てに対して同様の計算処理を施すと、ハザードカーブは曲線を描くようになる（上図右）。

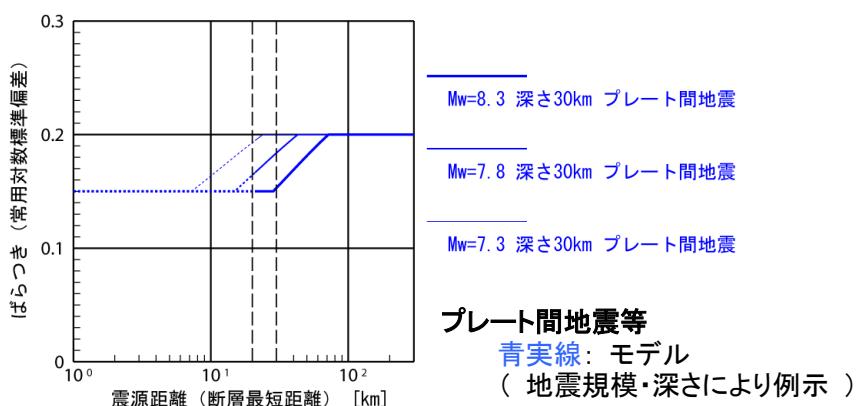
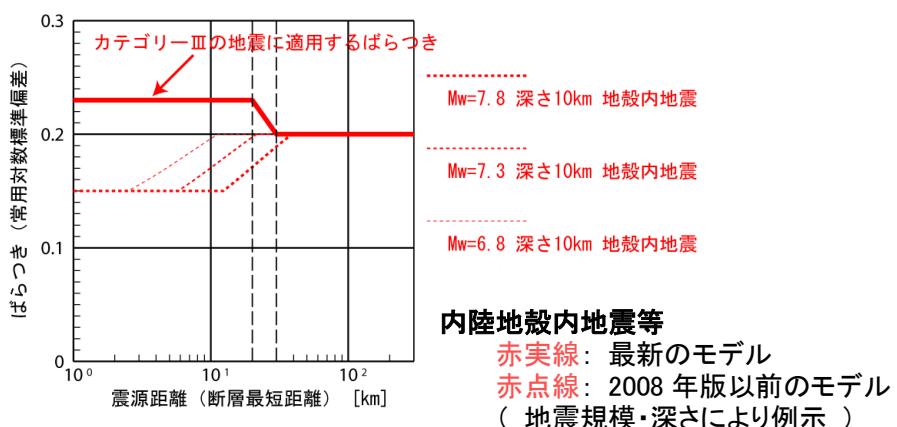
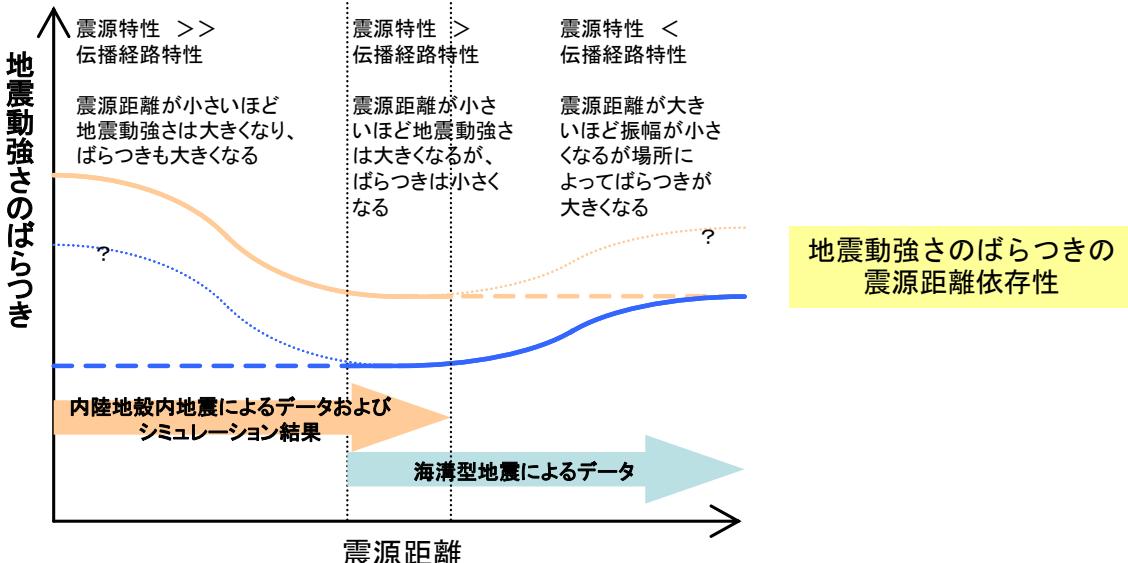
解説：確率論的地震動予測地図

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

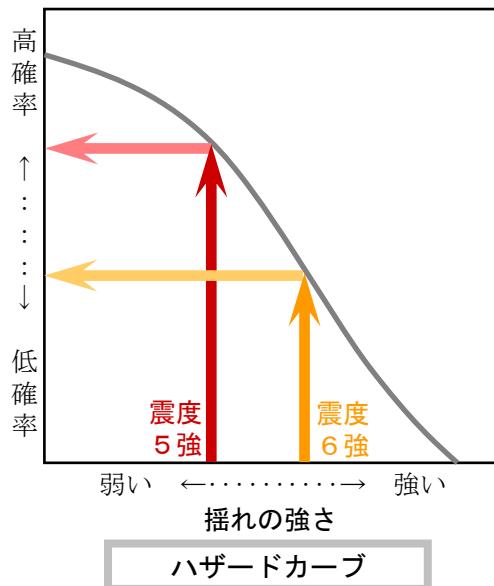
モデル上、距離減衰式による地震動強さは対数正規分布に従ってばらつくと仮定しており、分布の裾において非現実的な値となることを回避する判断から、ここでは、 $\pm 3\sigma$ (σ は分布の標準偏差) を超える値の確率をゼロとしてモデル化している。

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



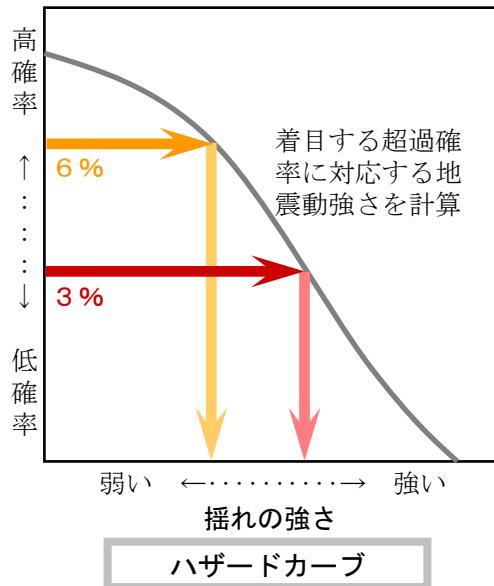
今後30年間に震度5強以上となる確率（超過確率）

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



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

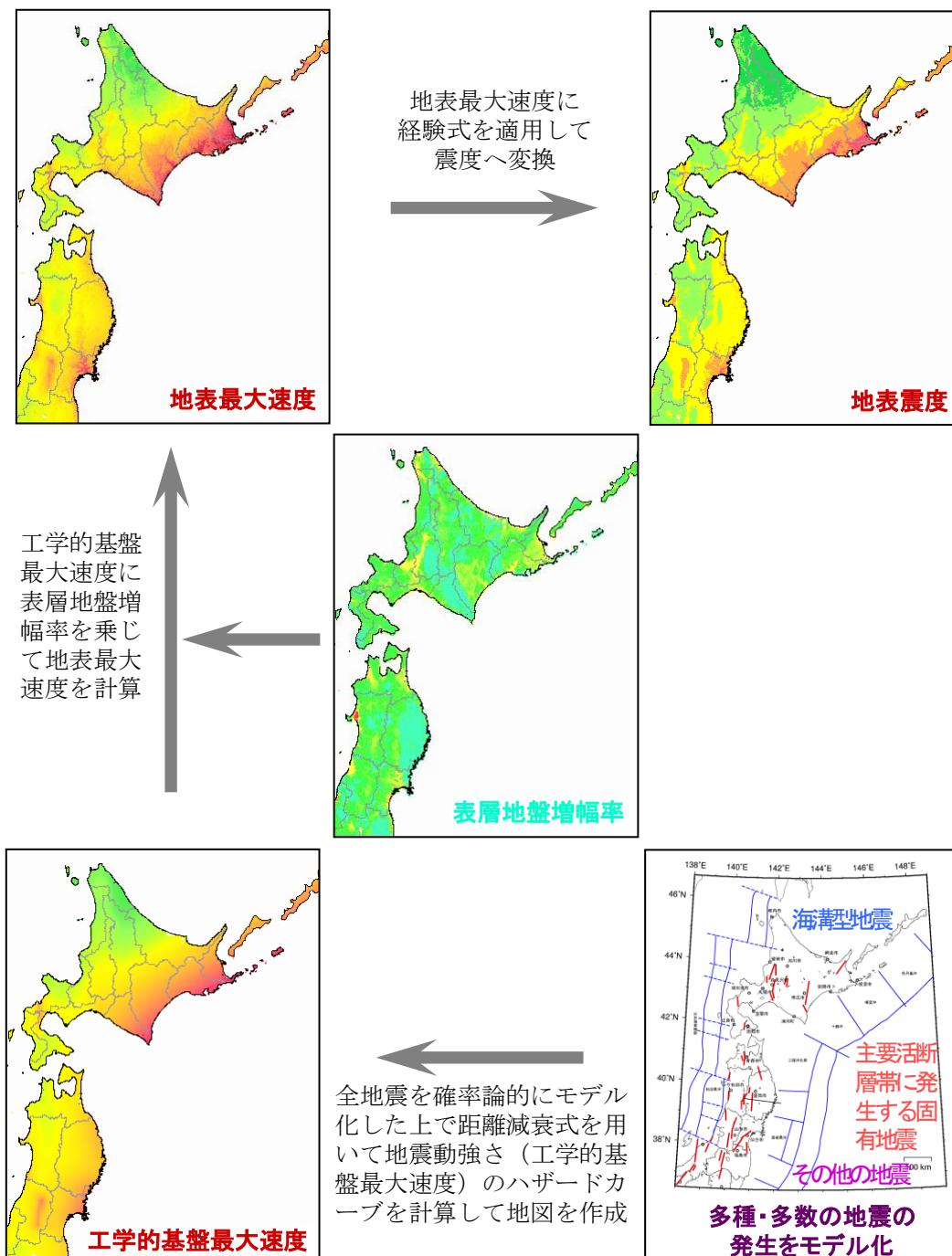
ハザードカーブと地震動強さの地図の見方

<注：図は2017年版・平均ケース・全地震の例>

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。

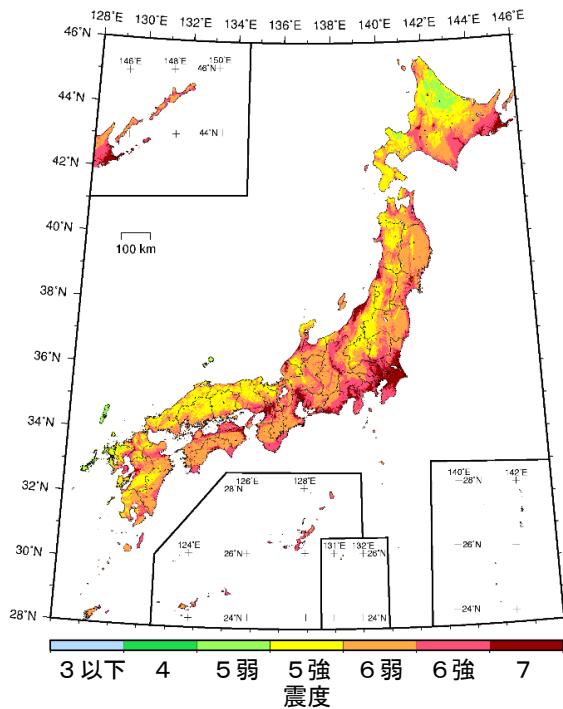


※ 上図は作成手順の概念説明図であり、地図のサンプルは北日本地域限定試作版（2003.3）のものである。

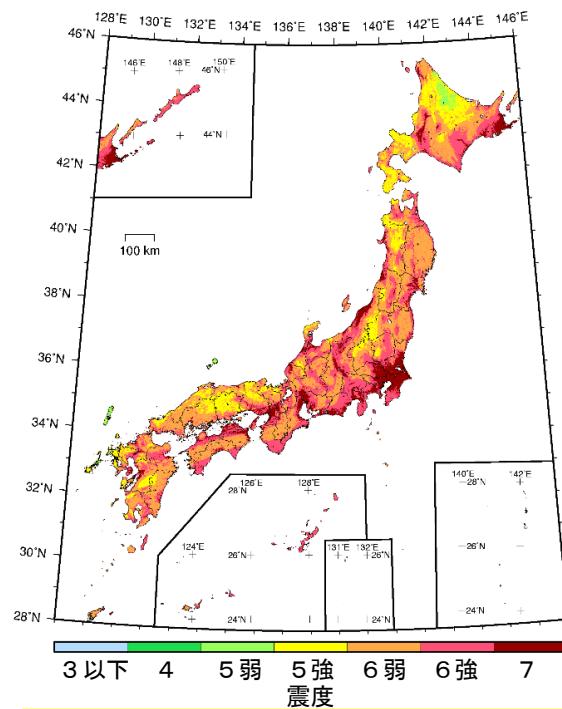
解説：確率論的地震動予測地図

長期間の平均的な地震ハザード（震度分布）の例

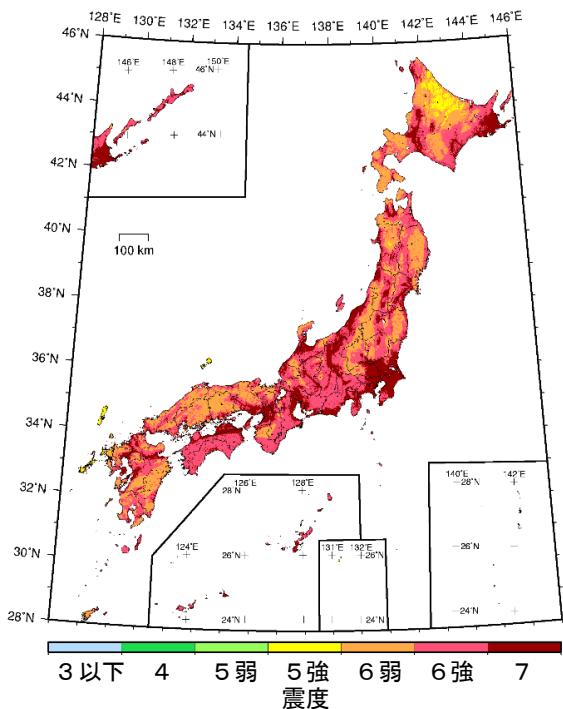
以下に示す長期間の平均的な震度分布図の例(全国地震動予測地図 2017 年版付録 1 参照)は、それぞれ約 5 千年、1 万年、5 万年、10 万年に 1 回程度見舞われる揺れを意味している。同じ地域でも長い期間を考えれば強い揺れに見舞われる可能性が高く、特にその傾向は活断層沿いの地域で顕著である。このような図は、確率レベルに応じた地震動強さの地域性評価やそれを考慮した設計荷重、地震防災などの基礎資料として、多様な活用が考えられる。



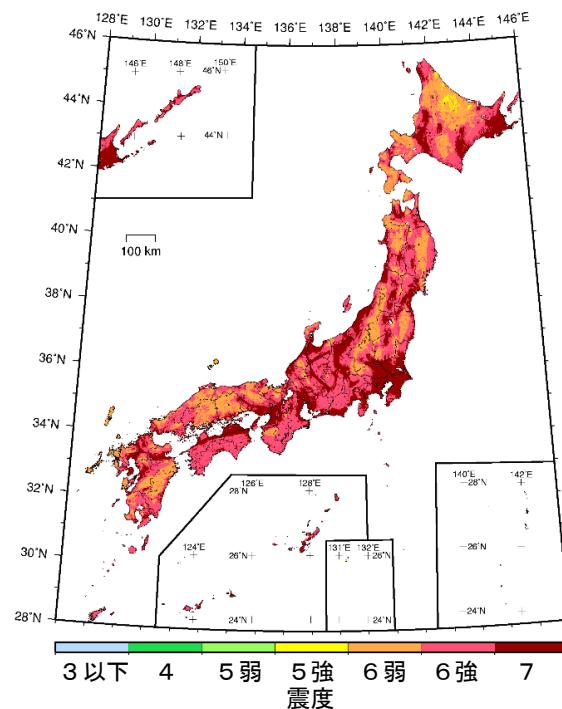
再現期間 5 千年相当 (30 年超過確率 0.6%)



再現期間 1 万年相当 (30 年超過確率 0.3%)



再現期間 5 万年相当 (30 年超過確率 0.06%)

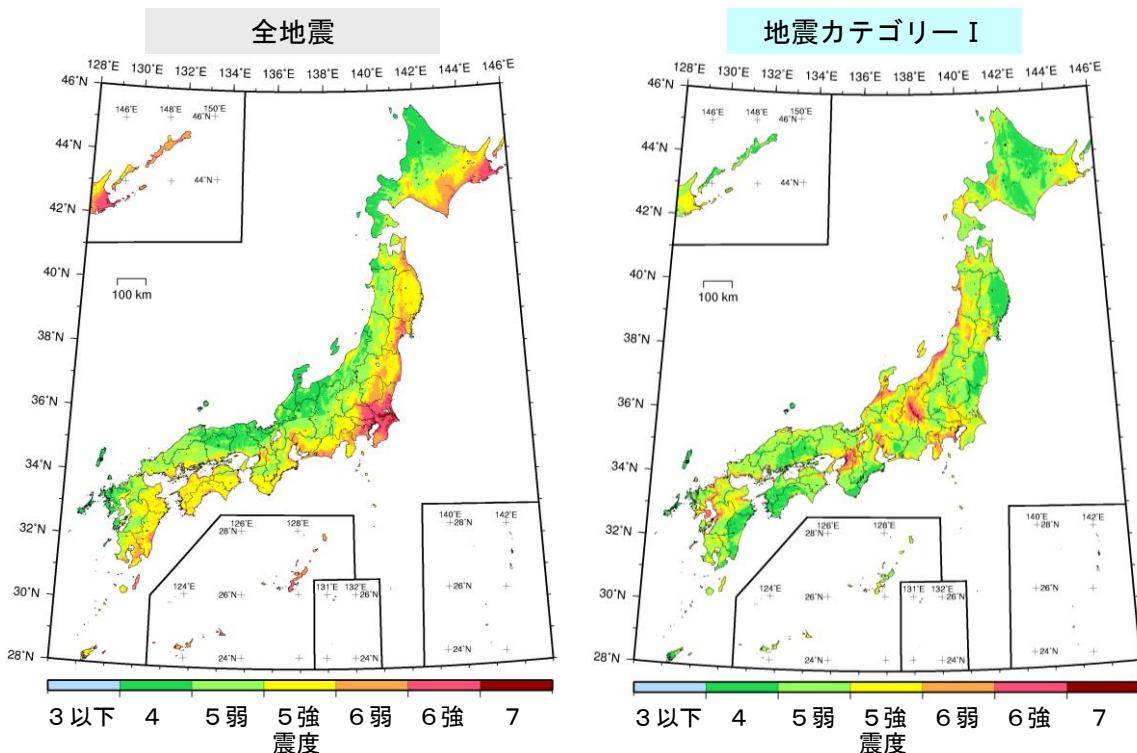
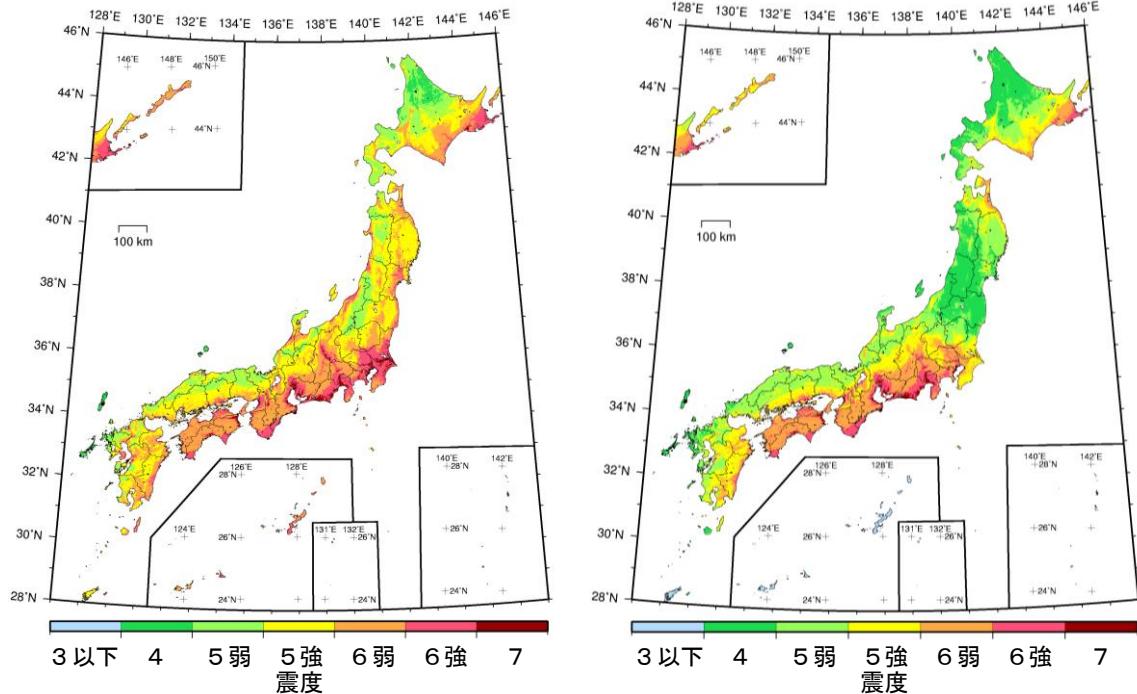


再現期間 10 万年相当 (30 年超過確率 0.03%)

解説：確率論的地震動予測地図

地震カテゴリー別に求められた震度分布の比較例

同じ地域・同じ期間・同じ確率を考えても、各地域に最も大きな影響を及ぼす地震のカテゴリーや、その地震動の強さ（震度）は多様である。その特徴を踏まえた上で地震防災策を考えることが望ましい。



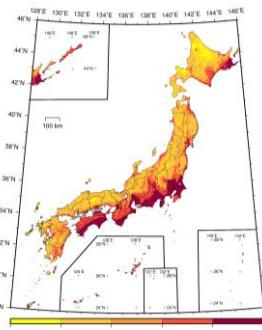
図は2017年版・平均ケースの例。今後30年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が3%である震度とは、ごく大まかには、約1000年に1回程度見舞われる揺れの震度を意味している。

f解説：地震カテゴリーと影響度

地震カテゴリー別に求められた確率分布とその四分位表示の比較例

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
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
カテゴリーIII：活断層など陸域と海域の浅い地震

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。

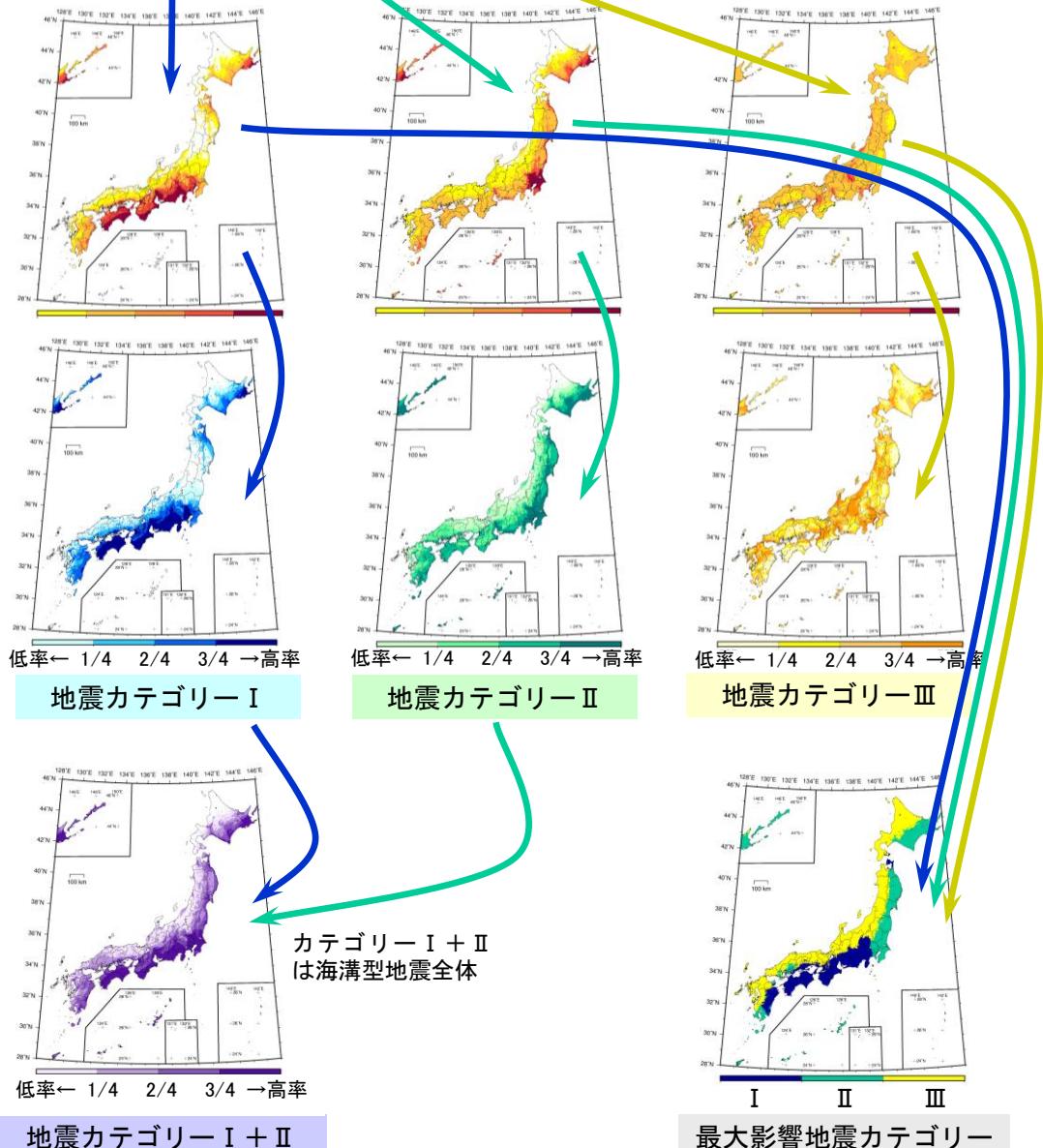


確率	
高い	26%以上
	6%～26%
やや高い	3%～6%
	0.1%～3%
0.1%未満	

全地震による確率分布

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

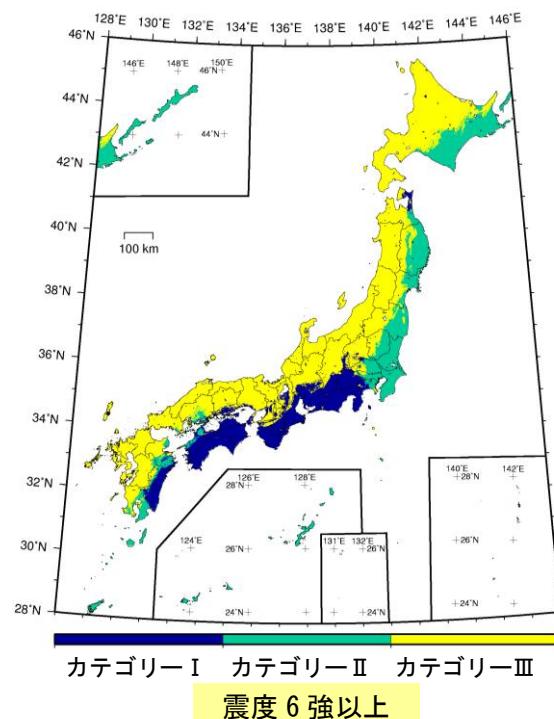
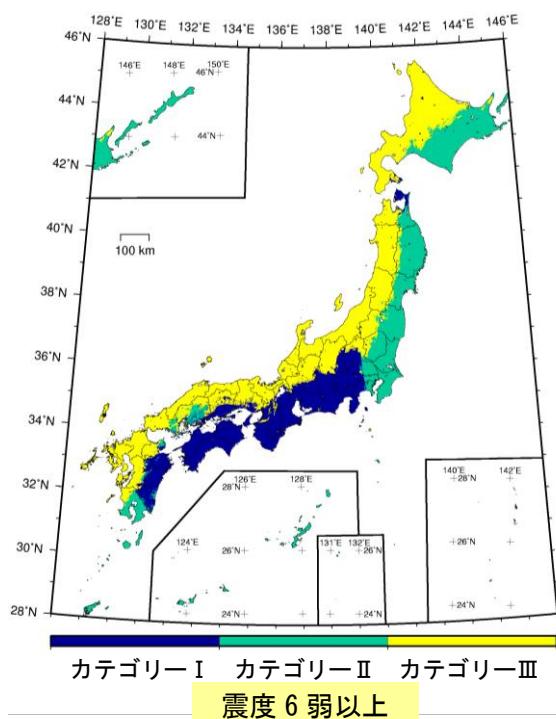
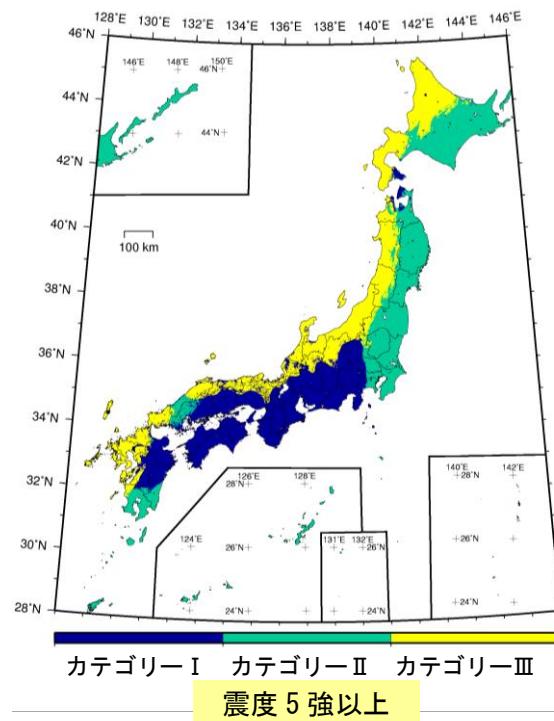
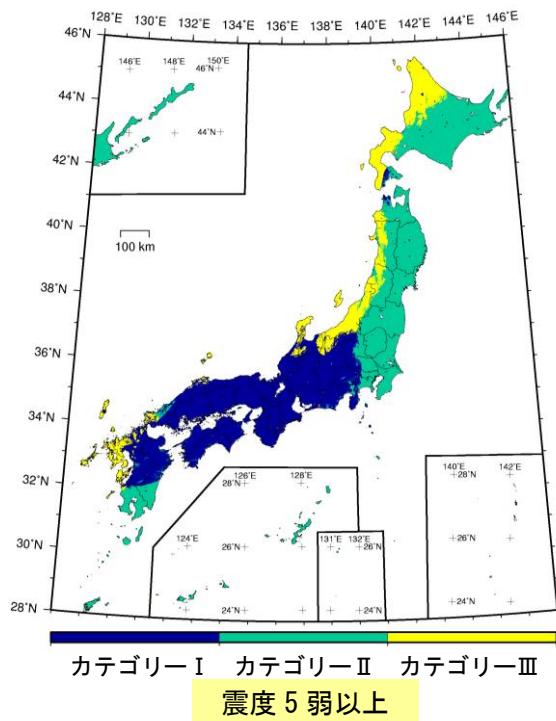


<注：図は2017年版・平均ケース・30年震度6弱以上の例>

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・同じ期間を考えても、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。

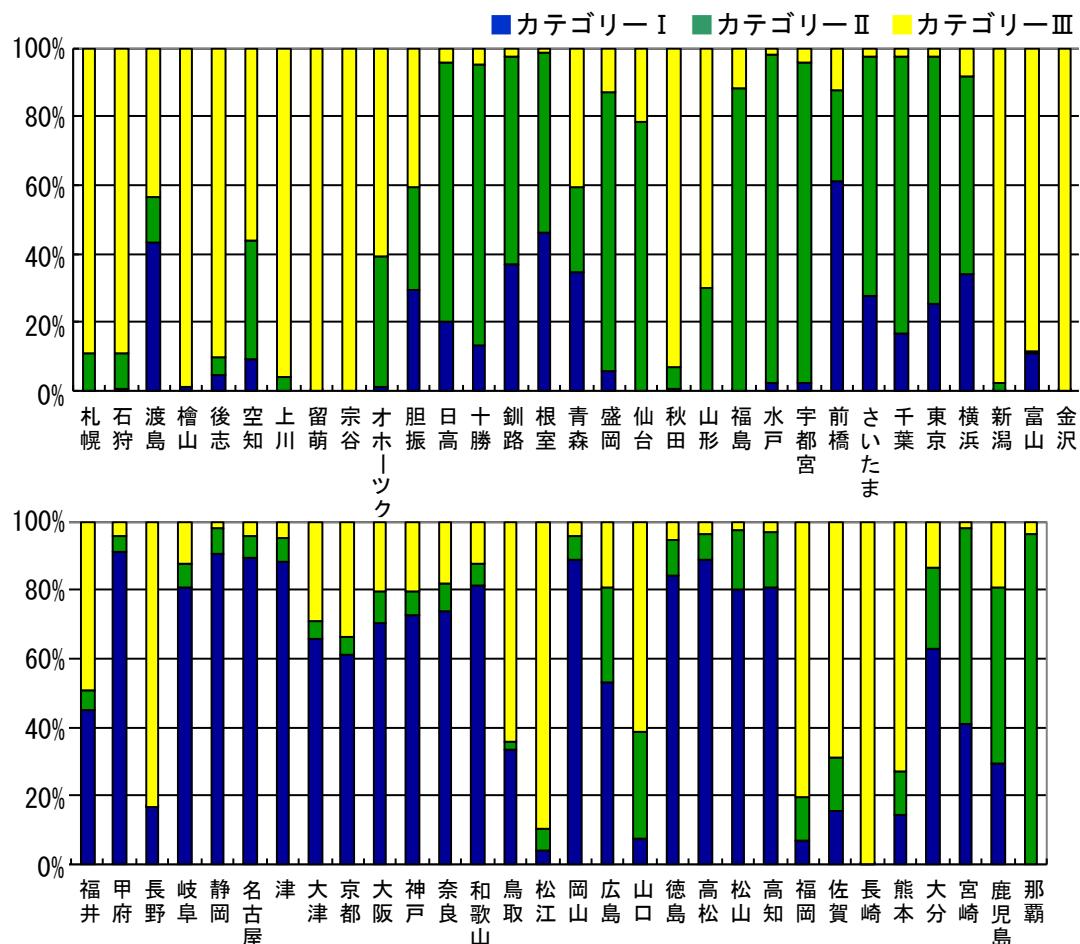


<注：図は 2017 年版・平均ケースの例>

解説：地震カテゴリーと影響度

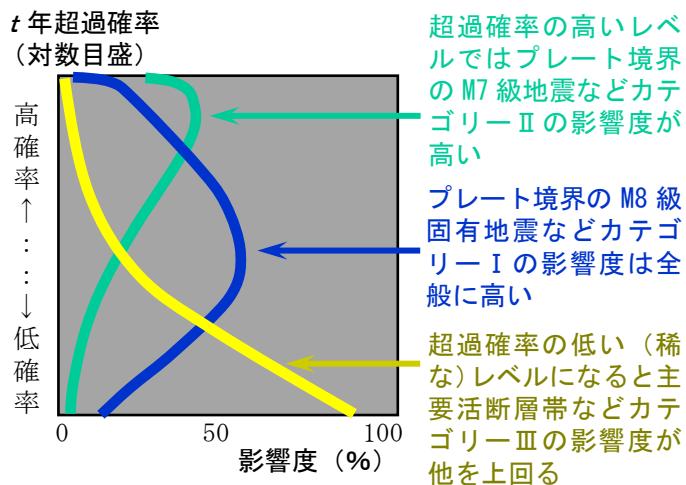
各都道府県庁所在地（北海道は支庁所在地）での震度6弱以上30年超過確率の影響度

地点によって、最大影響地震カテゴリーが異なるだけでなく、地震カテゴリー毎の影響度の特徴が異なる。例えば、多くの都市で最大影響地震カテゴリーがカテゴリーⅡとなる関東地方だが、水戸・宇都宮ではカテゴリーⅢの影響度が大半を占めるのに対し、東京・横浜・さいたまではカテゴリーⅠの影響度もそれなりに大きく、前橋ではカテゴリーⅠが最大である。



<注：図は2017年版・平均ケースの例>

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多種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。



解説：確率論的想定地震

各地点の地震ハザードに対して相対的に大きな影響を及ぼしている地震

確率論的地震動予測地図の各々のメッシュで各々の地震動強さに対して求められた超過確率は、多種・多数の地震による地震動の超過確率を積和して求められている。そこで、逆に、各メッシュの地震動の超過確率に対して相対的に大きな影響を及ぼす地震（超過確率値への寄与の高い地震）を知ることが出来るように、J-SHS（地震ハザードステーション）の各メッシュにおいて、3つの地震カテゴリーの影響度および各地震カテゴリーで影響度の高い地震（上位3グループ）を抽出・明示出来るようにした。

地震カテゴリー I

- ・南海トラフのM8~9クラスの地震
- ・相模トラフ沿いのM8クラスの地震
- ・十勝沖の地震・根室沖の地震
(繰り返し発生する地震)
- ・東北地方太平洋沖型の地震
- ・三陸沖北部のプレート間大地震
- ・色丹島沖の地震
(繰り返し発生する地震)
- ・択捉島沖の地震
(繰り返し発生する地震)

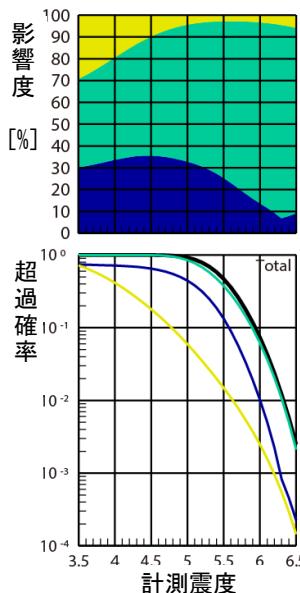
地震カテゴリー II

- ・太平洋プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート間地震
(津波地震を含む)
- ・太平洋プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート内地震
(正断層型およびアウターライズの地震を含む)
- ・フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート間地震
(日向灘の地震を含む)
- ・フィリピン海プレートの震源断層を予め特定しにくいプレート内地震
- ・浦河沖の震源断層を予め特定しにくい地震
- ・与那国島周辺の地震

地震カテゴリー III

- ・主要活断層帯および地域評価の対象となった活断層に発生する地震
(地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震を含む)
- ・主要活断層帯以外の活断層（その他の活断層）に発生する地震
- ・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
- ・陸域および海域で発生する震源断層を予め特定しにくい地殻内地震
(日本海東縫・伊豆諸島以南・与那国島周辺を含む)

各地震カテゴリーで確率論的想定地震として抽出・明示される地震グループ



地震カテゴリー I

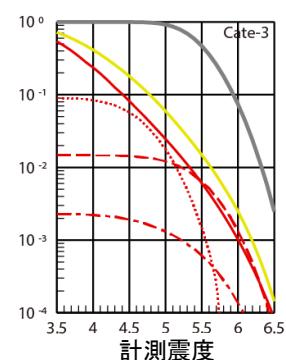
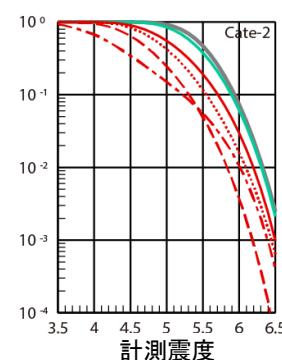
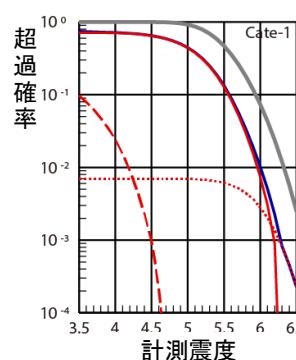
- 南海トラフM8~9
- 相模トラフM8クラス
- - - 三陸沖北部

地震カテゴリー II

- フィリピン海内
- 太平洋内
- - - 太平洋間
- - - フィリピン海間

地震カテゴリー III

- 陸域・海域地殻内
- 三浦半島断層群武山断層帶
- - - 立川断層帶
- - - 深谷断層帶・綾瀬川断層

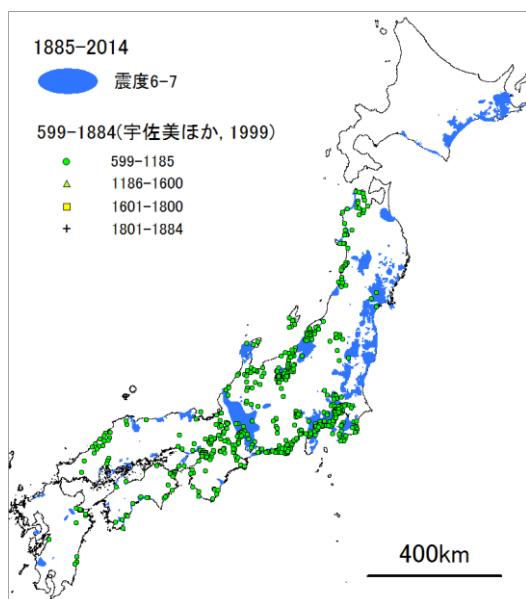


計測震度に対する各地震カテゴリーの影響度および地震カテゴリー毎に影響度の高い上位3つの地震グループのハザードカーブの例（2017年版の東京都庁位置での30年平均ケースの例）

解説：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

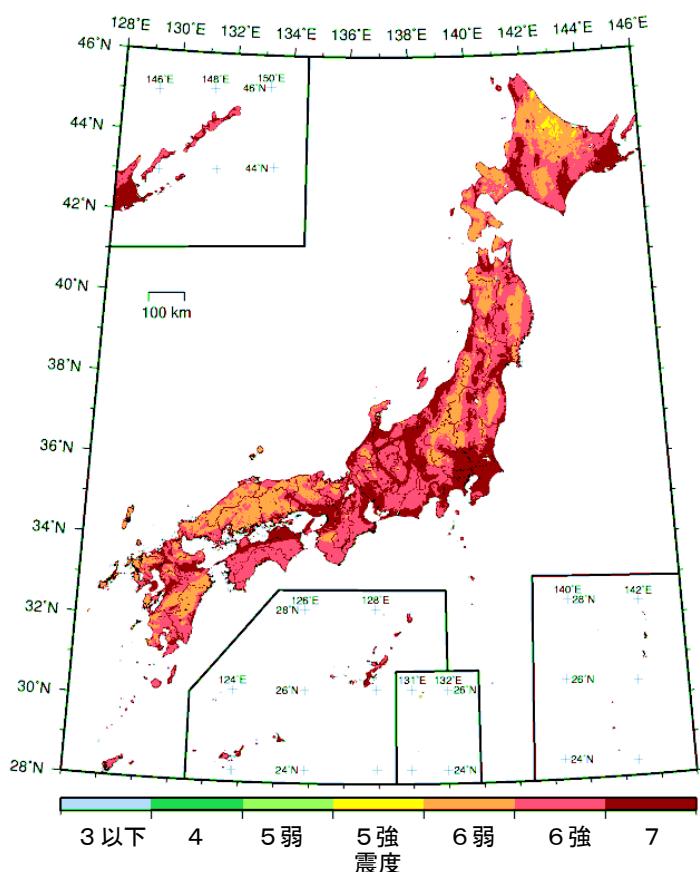
全国地震動予測地図を用いて考える過去に起きた地震と将来起きるかもしれない地震

過去に発生した地震の情報や、その痕跡として残された活断層の情報は、地震や地震動を理解する上で貴重だが、その情報を整理するだけでは将来に対して十分に備えることが出来ない。それらの情報を含めて様々な調査・研究を進め、それらに基づく長期評価と強震動評価を通じて将来の地震による揺れの発生可能性を予測して地図に示したものが、全国地震動予測地図である。



- 活断層沿いの地震など繰り返し期間の長い地殻内地震の場合、高々千五百年足らずの歴史で記録された地震情報（左図）には限りがある。
- 江戸時代以前の史料が殆どない北海道の情報は、概ね近代以降の太平洋沿岸での記録に限られる。
- 過去に発生した地震の情報も、限られた地点で残されたに過ぎず、時空間分布情報としては不足している。
- 例えば、2016年熊本地震で強い揺れに見舞われた地域の空間分布を過去に発生した地震の情報だから事前に予測・推定しておくことは極めて困難である。

過去の地震（599～2014年）で震度6以上になったと推定された地域
(翠川・三浦, 2016)



- 左図は、今後30年間にその値以上の揺れに見舞われる確率が0.03%（再現期間10万年相当）の震度分布図であり、約10万年に1回程度見舞われる揺れを意味している。
- 上図に示された過去の地震で強い揺れに見舞われた地域はもちろん、そのような過去の直接的な情報が得られない地域でも、同様に強い揺れに見舞われる可能性のある地域の面的な分布を事前に知って備えることが出来る。
- 長期評価によって震源を予め特定することが出来た活断層帯や海溝型地震だけでなく、その他に、震源を予め特定しにくい地震による影響も考慮されている。
- 例えば2016年熊本地震で強い揺れに見舞われた地域についても、事前に予測・推定して備えておくことが概ね可能であったと言える。

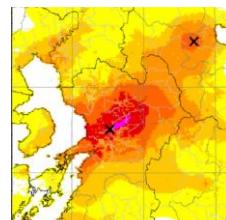
再現期間10万年相当（30年超過確率0.03%）の確率論的地震動予測地図
(全国地震動予測地図2014年版付録1)

解説：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

全国地震動予測地図を用いて考える 2016 年熊本地震とその地震環境

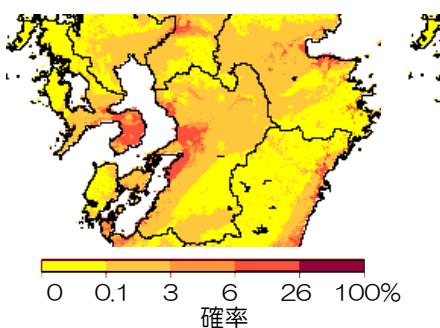
地震本部は様々な地図と関連情報を公開している。2016 年熊本地震は既に発生してしまった地震だが、身近な地域の地震に備えて事前に様々な地図と関連情報をどのように見ておけば良かったのかを考えるためのわかりやすい例として挙げ、解説する。

自然現象にはばらつきや不確かさがあるので、予測と現実には違いも生じるが、地図と関連情報を全体的に読み取って事前に災害に備えることが大切である。このような解説事例を参考に、身近な地域について調べ、建物の耐震化や家具の転倒防止をはじめ、まず出来るところから事前の備えを始めて欲しい。



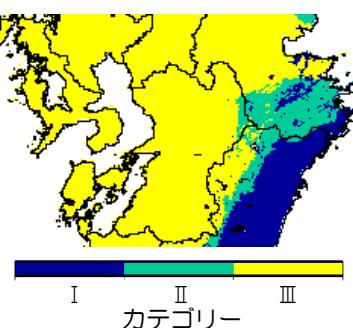
震度 4 5弱 5強 6弱 6強 7

熊本地震 (M7.3) の
推計震度分布図 (気象庁)



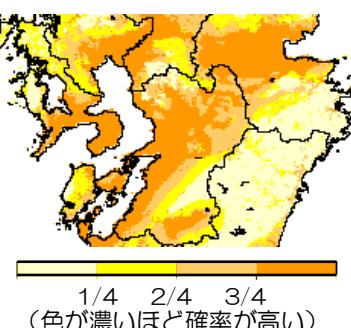
A. 全地震により今後 30 年以内に震度 6 強以上に見舞われる確率

熊本県内でも地震ハザードが異なり、熊本周辺は最大級の揺れに見舞われる確率が高い。



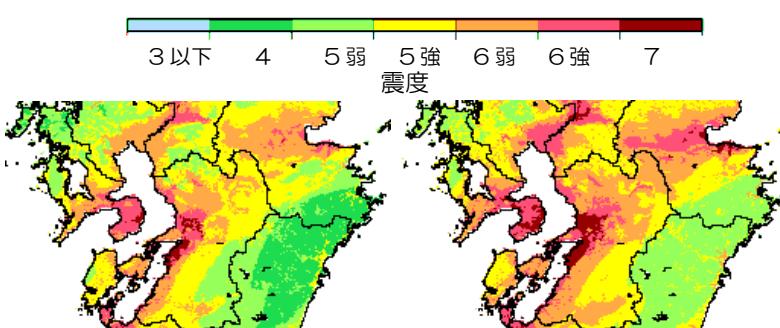
B. 今後 30 年以内に震度 6 強以上に見舞われる最大影響地震カテゴリー

熊本周辺では、低頻度激災害をもたらすカテゴリー III (活断層など陸域と海域の浅い地震) を警戒すべき。



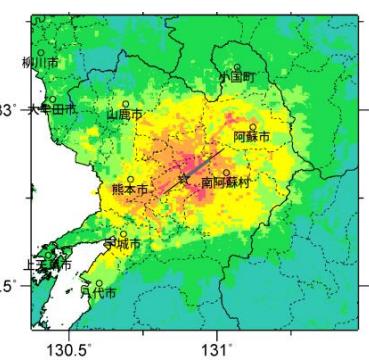
C. カテゴリー III により
今後 30 年以内に震度 6 強以上に見舞われる確率の四分位

熊本～大分には活断層が多く、平野や盆地は揺れやすく、内陸地震で最大級の揺れとなる可能性が高い。



D. カテゴリー III により
今後 30 年以内の超過確率が 3% となる震度

熊本～大分にかけて、内陸地震によって最大級の揺れに見舞われる可能性が高く、その揺れは震度 6 弱～6 強～7 にさえ達し得ることがわかる。



E. カテゴリー III により
今後 50 年以内の超過確率が 2% となる震度

想定地震により熊本～阿蘇で最大級の揺れの可能性が示されていた。

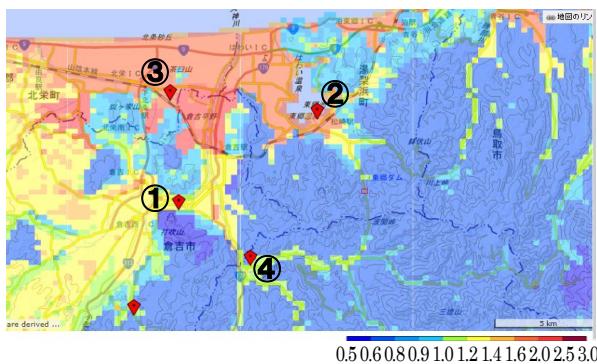
F. 詳細法で評価された布田川断層帶布田川区間の想定地震のうち南西から北東に破壊が進行するケースの震度

(A. ~E. は 2016 年版の確率論的地震動予測地図 (最大ケース) , F. は 2014 年版の震源断層を特定した地震動予測地図より)

解説：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

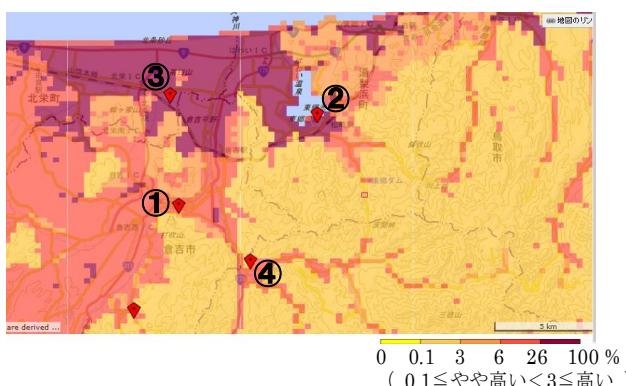
全国地震動予測地図を用いて考える 2016 年鳥取県中部の地震とその地震環境

2016 年 10 月 21 日の鳥取県中部の地震で震度 6 弱を記録した三地点（①倉吉市葵町、②湯梨浜町龍島、③北栄町土下）と比較的震央に近くて震度 5 強を記録した地点（④三朝町大瀬）について、事前に公表されていた全国地震動予測地図 2016 年版の確率論的地震動予測地図を用いてどのように説明・解釈出来るのかを検討した。（いずれも J-SHIS で作成した図に加筆）



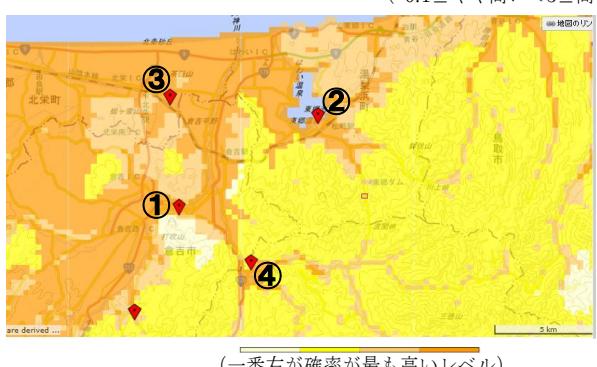
表層地盤増幅率

地点①～③（震度 6 弱）では、地点④（震度 5 強）に比べても表層地盤増幅率が大きく、比較的震源に近いこれらの地点の中でも地震動の強さには違いが生じている。なお、各地点の揺れは各地点固有の地盤条件に左右されるので、メッシュ単位の地盤増幅率により評価された地図に対してバイアスがあり得ることには留意が必要である。



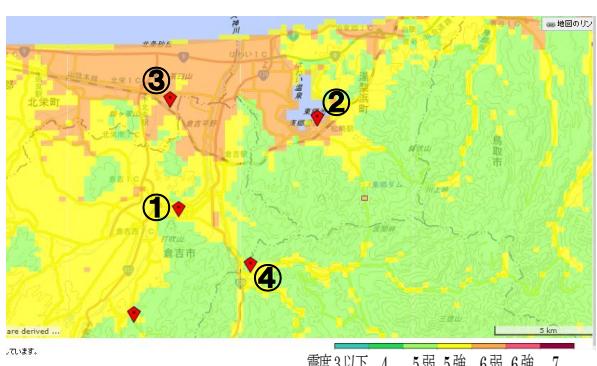
今後 30 年間に震度 5 強以上に見舞われる確率

地点①～③（震度 6 弱）や地点④（震度 5 強）は、いずれも確率が「高い」と評価された地域に位置していた。



カテゴリーⅢの地震により今後 30 年間に震度 5 強以上に見舞われる確率 (四分位表示)

地点①～③（震度 6 弱）や地点④（震度 5 強）は、いずれも確率が「最も高いレベル」と評価された地域に位置していた。



長期間平均ハザード：再現期間 1000 年相当の計測震度 (2014 年版で評価)

地点②・③での震度 6 弱や地点④での震度 5 強を概ね説明し、この地震によってこの地域にもたらされた揺れは、確率論的には再現期間が概ね千年に近い揺れであったと言える。地点①は地中の破壊領域から非常に近かつたため、その現象の詳細な理解のためには、詳細法による強震動評価が別途必要である。

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
- 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－技術報告書，2009.12
- 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－2010年版，2010.5.20
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会；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～，2012.12.21
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会；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～，2013.12.20
- 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2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～，2014.12.19
- 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2016年版，2016.6.10
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会；震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」），2016.06（2016.12修正）

※ 上記掲載以外の長期評価および強震動評価と震源断層を特定した地震動予測地図（シナリオ地震動予測地図）等についての各報告書は、下記ホームページを参照のこと

★ ホームページ

地震調査研究推進本部
<http://www.jishin.go.jp/>

地震調査研究推進本部：長期評価
http://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/

地震調査研究推進本部：強震動評価
http://www.jishin.go.jp/evaluation/strong_motion/

地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図
http://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/

防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHS
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>

索引

あ◆

アスペリティ → 3, 4, 6, 7, 27, 28, 44, 46, 48, 49

糸魚川—静岡構造線断層帯 → 12, 19, 26, 49

影響度 → 18, 20, 33, 59～62

AVS30 → 38, 41

応力降下量 → 4, 27

か◆

海溝 → 11, 29, 33, 35

海溝型地震 → 11, 15～17, 25, 29～35, 47, 48, 51, 54, 56, 59, 60, 63

確率 → 5, 9～20, 25, 26, 30～33, 42, 51～59, 61～65

確率論的地震動予測地図 → 4, 5, 9～15, 17～19, 24～26, 31, 33, 36, 37, 41, 51～58, 62～65

確率論的想定地震 → 18, 62

活断層 → 4～6, 11, 15～18, 20, 21, 25, 29～33, 36, 37, 43, 44, 51, 56, 57, 60～64

活動履歴 → 29

カテゴリーI → 16～18, 33, 34, 58～62

カテゴリーII → 16～18, 33, 35, 58～62

カテゴリーIII → 16～18, 20, 21, 33, 36, 37, 58～62, 64, 65

簡便法 → 27, 28, 38, 46, 47, 56

期間 → 9, 10, 12, 19, 26, 51, 55, 57, 60, 61, 63, 65

基盤 → 3

逆断層 → 33

強震動予測 → 4, 6, 7, 27, 38, 39, 43, 44, 46, 48

巨視的震源特性 → 43

巨視的断層パラメータ → 44

巨大地震 → 16

距離減衰 → 3

距離減衰式 → 26, 28, 43, 46, 47, 52～54, 56

経過年数 → 32

経時特性 → 3, 28

計測震度 → 18, 26, 28, 43, 46, 47, 52～54, 56, 62

工学的基盤 → 3, 28, 38, 39, 41, 42, 46, 47, 56

広帯域地震動 → 28

固有地震 → 33, 56, 61

さ◆

最新活動時期 → 32

最大ケース → 32, 64

最大影響地震カテゴリー → 16, 59, 61, 64

最大影響度 → 20

最大速度増幅率 → 38, 41, 42

サイト → 26

再現期間 → 15, 57, 63, 65

再来間隔 → 16

相模トラフ → 13, 18, 19, 20, 29, 33, 62
差分法 → 28, 43

J-SHIS → 18~21, 62, 65, 66
時刻歴 → 26, 28, 43, 47
地震 → 3~6, 9~21, 24~37, 43~48, 51~65
地震カテゴリー → 16~18, 24, 33~37, 58~62, 64
地震観測記録 → 38, 39, 43
地震基盤 → 28, 38, 39, 43, 46
地震グループ → 18, 62
地震動 → 3, 7, 9, 10, 12, 16~19, 21, 26~28, 38, 43, 47, 49, 51~55, 58, 61~63, 65
地震動強さ → 26, 53~57, 61, 62
地震波 → 3, 7, 27
地震動予測 → 25, 27, 28, 53, 56
地震動予測地図 → 3~15, 17~21, 24~26, 28, 31, 33, 36, 37, 41, 42, 44, 46~49, 51~58, 63~65
地震動ハザード → 18, 51, 52, 57, 62
地震発生確率 → 5, 19, 20, 25, 30, 32, 51
地震発生層 → 44
地震防災 → 8, 18, 21, 57, 58, 63~65
地震モーメント → 45
地震リスク → 8, 51
実体波 → 3, 28, 38
シナリオ → 6, 8, 25, 26, 44, 46, 48, 49
シナリオ地震動予測地図 → 4, 6~8, 24~26, 46~49, 64
地盤増幅 → 28, 29
地盤増幅率 → 20, 28, 46~48, 52, 56, 65
四分位表示 → 17, 59, 65
周期特性 → 3, 28
主要活断層帯 → 6, 18, 21, 25, 30~33, 43, 44, 56, 61, 62
詳細法 → 27, 28, 38, 46, 47, 63, 65
詳細法工学的基盤 → 46
諸元 → 4, 44
震源 → 3, 17, 26, 27, 30, 43, 54, 63, 65
震源域 → 13, 16, 30
震源距離 → 54
震源断層 → 3~5, 8, 16, 17, 25, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 37, 38, 44, 46, 49, 51, 52, 59
震源断層モデル → 7, 24, 28, 43, 44, 46, 48, 49
震源断層を特定した地震 → 30, 43~45
震源断層を特定した地震動予測地図 → 4, 6~8, 24~26, 46~49, 64
震源断層を予め特定しにくい地震 → 5, 16~18, 31, 33, 35~37, 62, 63
震源特性 → 27, 43
震源モデル → 27, 44, 46
震度 → 4~15, 17~21, 25, 26, 28, 30, 33, 46~52, 55~65
震度増分 → 7, 28, 34, 46, 47
震度曝露人口 → 8, 50
震度分布 → 6~8, 20, 21, 48, 50, 57, 58, 63, 64
振幅 → 3, 28, 49, 54
深部地盤構造 → 38, 39, 43, 46, 49

すべり → 3, 4, 27, 28
スラブ内地震 → 29, 43

正断層 → 18, 29, 33, 62
浅部地盤構造 → 38, 40~43, 46

增幅 → 3, 4, 7, 14, 20, 27, 28, 38, 40~42, 46~49, 52, 56, 65

た◆

堆積層 → 28
太平洋プレート → 18, 29, 31, 33, 62
短周期地震動 → 28
断層 → 3~7
断層最短距離 → 27, 28
断層長さ → 23, 44
断層幅 → 23
断層面 → 3, 6, 7, 20, 27, 29, 44~46, 48
断層モデル → 3, 20, 43~45, 47, 48

地域評価 → 18, 62
地殻内地震 → 18, 21, 29, 54, 63
地殻構造 → 38, 43, 46
地下構造 → 24, 27, 28, 38, 39, 43
中央構造線断層帯 → 19, 21
超過確率 → 12, 16, 18, 19, 21, 26, 51~53, 55, 56, 61~64
長期評価 → 4, 5, 15, 20, 21, 24, 30, 31, 34~37, 44, 46, 63
長周期地震動 → 28
直下地震 → 21

津波 → 16, 18, 62

伝播 → 26, 27, 38, 46
伝播特性 → 27
伝播経路特性 → 54

統計的グリーン関数法 → 28, 43
特性化震源モデル → 27, 43, 46
トラフ → 29

な◆

内陸地震 → 58
南海トラフ → 12, 13, 18, 19, 29, 33, 62

日本海東縁部 → 18, 31, 33
日本列島 → 11, 29

は◆

背景領域 → 4, 27
ハイブリッド合成法 → 28, 43
破壊 → 3, 4, 25~28, 43, 44, 46, 48, 49, 53
破壊開始点 → 6, 27, 44, 46, 48, 49
破壊伝播 → 28, 48, 49
波形 → 3, 26, 28, 38, 43, 46
ハザード → 17, 19, 20, 51, 52, 57, 59, 64, 65
ハザードカーブ → 26, 51~53, 55, 56, 61, 62
発生確率 → 5, 13, 17, 19, 25, 31, 51, 53
発生頻度 → 16, 17, 53
ばらつき → 45, 54, 64

BPT分布 → 32
微視的震源特性 → 43
微視的断層パラメータ → 44
左横ずれ断層 → 29
微地形区分 → 38, 40, 41

標準偏差 → 54
表層地盤 → 3, 7, 14, 20, 27, 28, 38, 40～42, 47～49, 52, 56, 65
表面波 → 3, 28, 38

不均質 → 27
フィリピン海プレート → 18, 29, 31, 33, 61, 62
プレート → 11, 29, 31, 33, 43
プレート間地震 → 16, 18, 33, 35, 54, 62
プレート境界 → 29, 61
プレート境界地震 → 29, 43
プレート内地震 → 16, 18, 29, 35, 62

平均活動間隔 → 32～34, 36, 37
平均ケース → 9～13, 16～19, 32, 55, 58～60

ポアソン過程 → 32

ま◆

マグニチュード → 4, 25, 27, 28, 30, 31, 52, 53
マッチングフィルタ → 28

右横ずれ断層 → 29

メッシュ → 8, 10, 17, 18, 21, 40, 42, 46, 62, 65

や◆

ら◆

リスク → 19, 51
レシピ → 4, 6, 43～46

わ◆