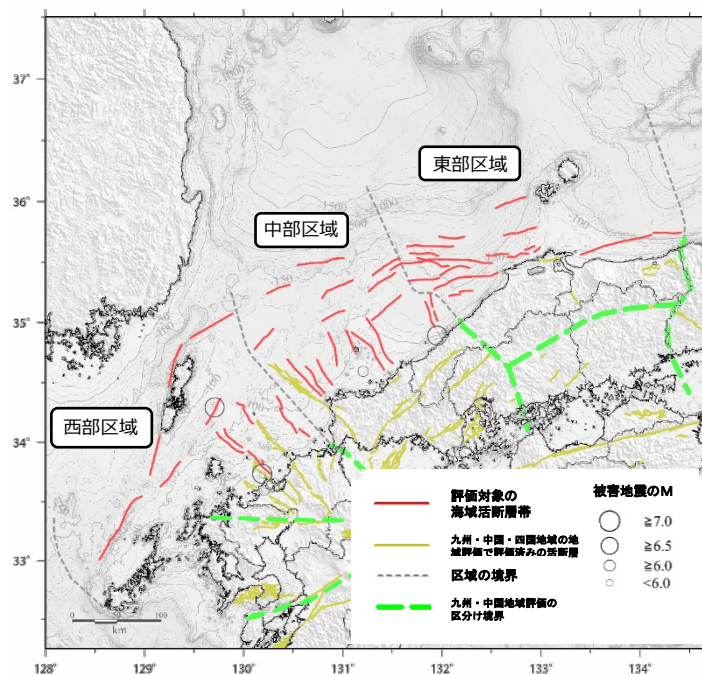


日本海南西部の海域活断層の長期評価 (第一版)

—九州地域・中国地域北方沖— 概要資料



東部区域：鳥取県沖・島根県東部沖
中部区域：島根県西部沖・山口県北方沖
西部区域：九州北方沖・九州北西沖

令和4年3月25日

地震調査研究推進本部 事務局

海域活断層の長期評価のポイント

- 地震調査委員会では、主要な活断層で発生する地震や海溝型地震を対象に「地震発生可能性の長期評価（長期評価）」を公表している。
- 今回、海域を対象とした活断層の長期評価を初めて公表する。

今回のポイント

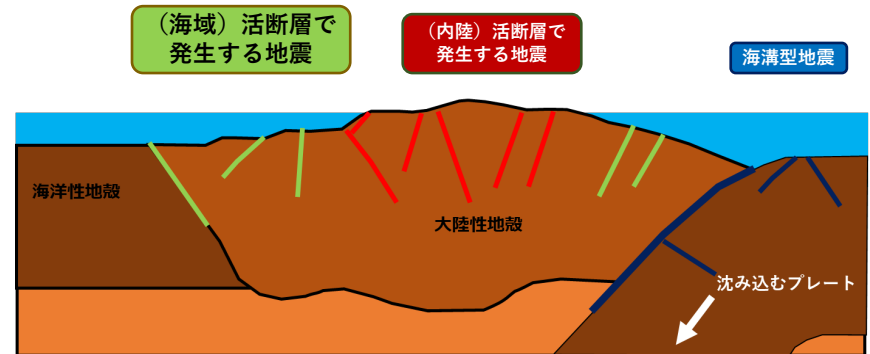
- ✓ 長期評価が未実施で、かつ最新の研究成果が得られている日本海南西部を評価対象海域とした
- ✓ 海域で実施された反射法地震探査データなどから活断層を認定し、位置・長さ・形状等を求め、評価対象海域において海域活断層の分布を得た
- ✓ 海域において、陸域の活断層評価と同等の活動履歴に関するデータを得ることは難しいため、新たな手法も検討して、評価対象海域に分布する活断層のいずれかを震源として今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率を評価した

海域活断層の長期評価

■ 海域活断層の長期評価

地震調査研究推進本部（地震本部）では、主要な活断層で発生する地震や海溝型地震を対象に、地震発生可能性の長期評価（長期評価）を公表している。

内陸の活断層及び海溝型地震の長期評価は、これまで検討・公表されてきたが、今回、海域を対象とした活断層の長期評価を公表する。



■ 評価の背景

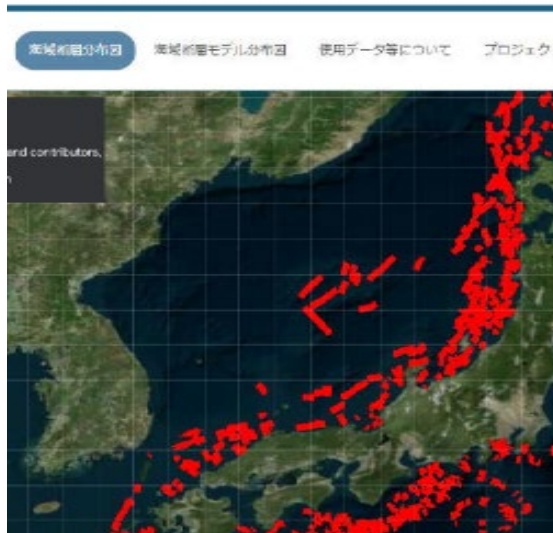
- 地震本部は津波防災対策に資する情報を提供すべく検討を行う必要
(新総合基本施策 H24年9月改訂、第3期総合基本施策)
- 海域にも活断層があることが知られており、日本海側では強震動や津波による被害を及ぼした地震が発生（例えば2005年の福岡県西方沖の地震や1993年北海道南西沖地震等）
- 海域の活断層については、系統的なデータが十分でないため、文部科学省では、海域の活断層の位置（長さ）・形状などを把握するための委託事業を平成25年より開始し、特に日本海については新たなデータの取得を含めた研究成果※が得られている



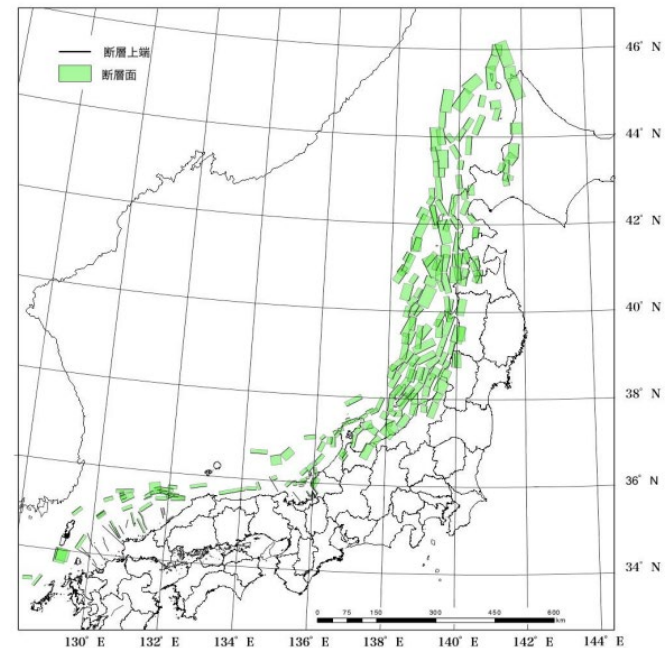
平成29年4月に設置された**海域活断層評価手法等検討分科会**において、海岸地域に被害を及ぼしかねない地震を発生させる海域活断層を対象に、**海域における地震発生の確率評価（長期評価）を実施**

なぜ日本海南西部なのか

- 地震本部では、千島海溝沿い³⁾、日本海溝沿い⁴⁾、日本海東縁部⁵⁾、相模トラフ⁶⁾、南海トラフ⁷⁾、日向灘及び南西諸島海溝周辺⁸⁾について、海溝型地震の長期評価を公表している
- 地震本部では、H25年度から海域の活断層に関する調査観測を行う研究事業を進めてきた
 - ・ 海域における断層情報総合評価プロジェクト¹⁾ (平成25年度～令和元年度)
 - ・ 日本海地震・津波調査プロジェクト²⁾ (平成25年度～令和2年度)



海域の断層トレース (赤)
(海域における断層情報総合評価プロジェクト¹⁾
R元年度報告書より抜粋。)



日本海地震・津波調査プロジェクトの断層モデル
(日本海地震・津波調査プロジェクト²⁾ R2年度報告書より抜粋)

長期評価が未実施であること、最新の研究成果が得られていることを踏まえ、**日本海南西部を最初の評価対象海域**と設定した。

評価手法の検討

- 陸域とは異なり主に反射法地震探査データを用いて活断層評価をする必要があることから、評価手法から検討した
 - 陸域の活断層の長期評価手法※に準じて個別断層を評価
 - 評価対象海域におけるM7.0以上の地震を引き起こす活断層を対象
 - ✓ 沿岸地域で震度6弱以上の揺れを広く引き起こす可能性
 - ✓ 沿岸地域の海岸で広く1m程度以上の津波高となる可能性
 - 評価対象の活断層
 - ✓ 長さ20km以上の評価対象の海域活断層帯は、位置、長さ、形状等を評価
 - ✓ 長さ20km未満の海域の短い活断層は、位置、長さのみ評価。長期評価で評価済の海域活断層は位置の確認
 - 個別の断層の特性を評価したうえで、平均変位速度を求めるための新たな手法も検討して、評価対象海域の活断層のいずれかを震源とした地震発生確率を評価
 - ✓ 個別断層の評価の不確定性を考慮し、地域単位での評価を実施（個々の断層が活動する確率は不明）

※「活断層の長期評価手法（暫定版）」報告書⁹⁾

海域と陸域の地域評価の比較

海域（日本海南西部）の地域評価	陸域の地域評価
• M7.0以上となる海域活断層 • 主要活断層帯の海域部は含めない • 個別の海域活断層の特性を評価 • 評価対象海域で発生した地震の発震機構解の統計情報や各断層の垂直変位量から平均変位速度を推定 • 断層活動の痕跡を認めにくい地震も考慮 • ポアソン過程に基づいて地域単位で地震発生の確率を評価 • 活断層を特定しない地震の確率（日本海南西部は試算値）	• M6.8以上となる活断層 • 主要活断層帯の海域部も含める • 個別の活断層の特性や地震発生の確率を評価 • 個別の活断層の特性から平均変位速度を評価（確率が不明な活断層は平均変位速度の仮定値を設定） • 断層活動の痕跡を認めにくい地震も考慮 • BPT分布またはポアソン過程に基づいて地域単位で地震発生の確率を評価 • 活断層を特定しない地震の確率

日本海南西部の海域活断層の評価手順

① 断層の位置、長さ、形状の推定

- 反射法地震探査による反射断面、海底地形・地質、既存研究の断層モデルなどから、断層の位置、長さ、形状等を推定
- 地震の規模（M、マグニチュード）は、断層長さから経験式を用いて推定

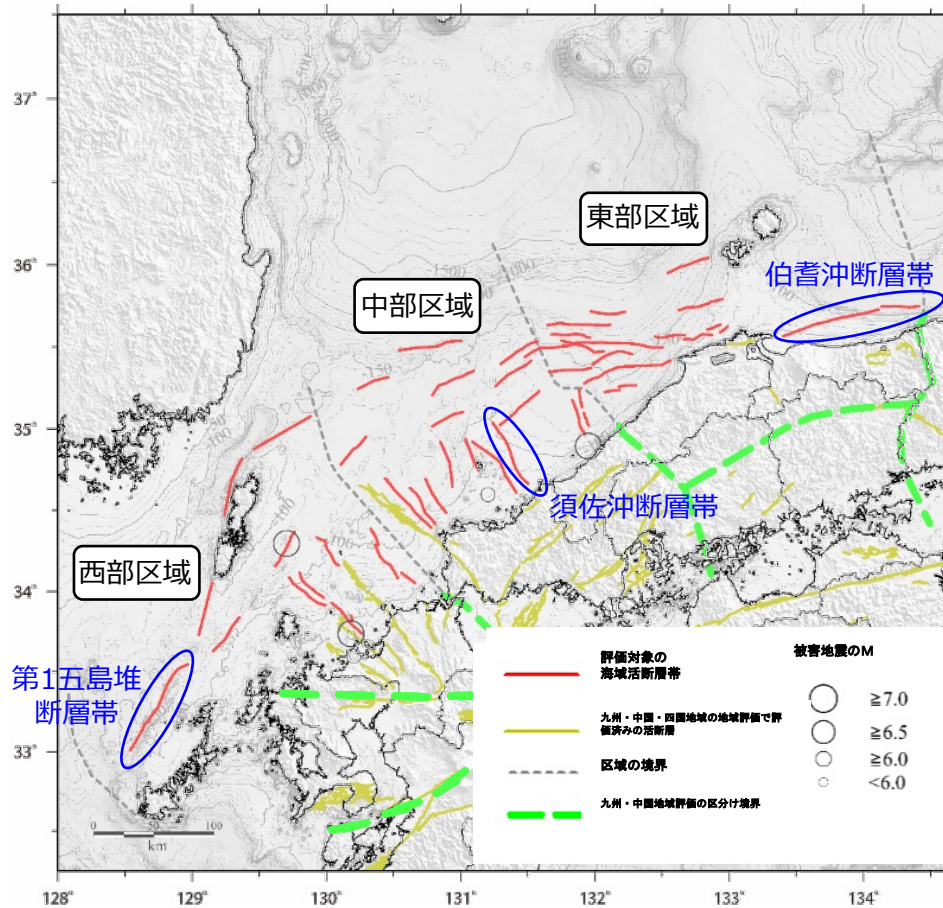
② 平均活動間隔の推定

- 反射断面から読みとった基準面の年代と垂直変位量、**評価対象海域で発生した地震の発震機構から推定したすべりの方向**を用いて、平均変位速度を推定
- 1回の断層運動によるずれの量は、断層長さから経験式を用いて推定
- 推定した平均変位速度と1回のずれの量から、**断層の平均活動間隔**を算出

③ 地震発生確率の算出

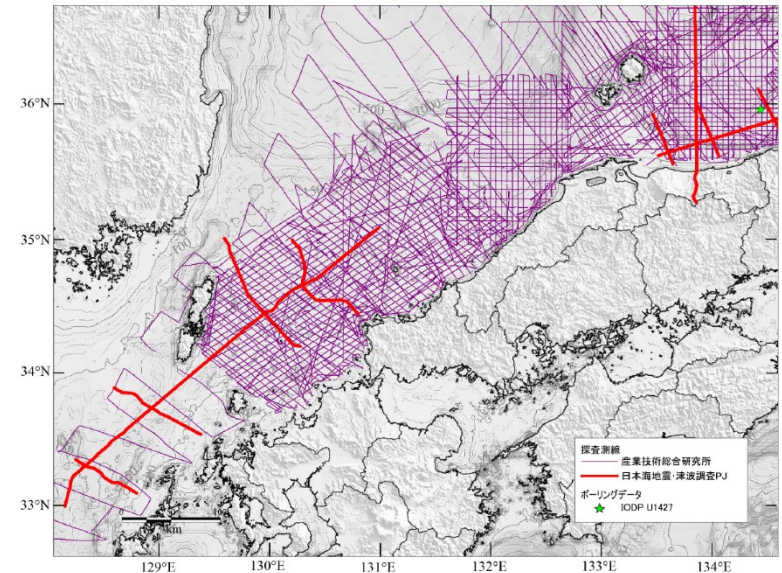
- 最新活動時期が明らかな断層はないため、平均活動間隔からポアソン過程に基づいて、個別の海域活断層の地震発生確率を計算した上で、評価対象海域の地震発生確率を算出

①断層の位置、長さ、形状の推定



評価対象の海域活断層帯のトレース（赤線）と評価海域の区分

- ✓ 評価対象の海域活断層帯（長さ20 km以上、M7.0程度以上）数：**計37断層**
- ✓ 活断層の分布や地質構造、陸域の地域評価の区域分けを考慮して、**東部(11断層)**、**中部(17断層)**、**西部(9断層)**に評価対象海域を区分



海域活断層の認定に用いた主な反射法地震探査測線

区域	西部	中部	東部
最大の断層帯	第1五島堆断層帯	須佐冲断層帯	伯耆冲断層帯
長さ と 規模 (M)	73 km程度 M7.9程度	49 km程度 M7.7程度	94 km程度 M7.7—8.1程度

- 東部の十六島鼻西方冲断層帯（83km程度）と中部の千里ヶ瀬東方南断層（40km程度）が連動して活動する可能性は否定できないが、ここには含めていない
- 陸域の地域評価で評価済みの主要活断層帯はここには含めていない

②平均活動間隔の推定

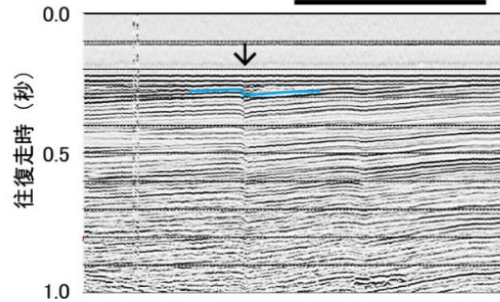
平均活動間隔推定のための評価対象の海域活断層帯の平均変位速度

A 垂直変位量の読み取りと 平均変位速度（縦ずれ）の推定

反射断面図で読み取った垂直変位量から断層傾斜を考慮して求めた断層面上の変位量（縦ずれ） $X[m]$ と、変位基準面の堆積年代 T 年から、平均変位速度（縦ずれ） $V[m/y]$ を推定

$$V = X / T$$

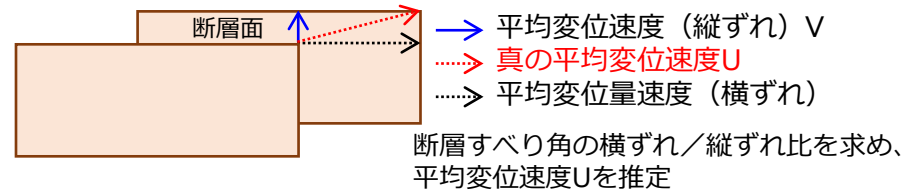
例) 浜田沖断層の反射断面図 5 km



断層の垂直変位量の読み取り。青線は変位基準面（40万年–90万年前^{※1}）。

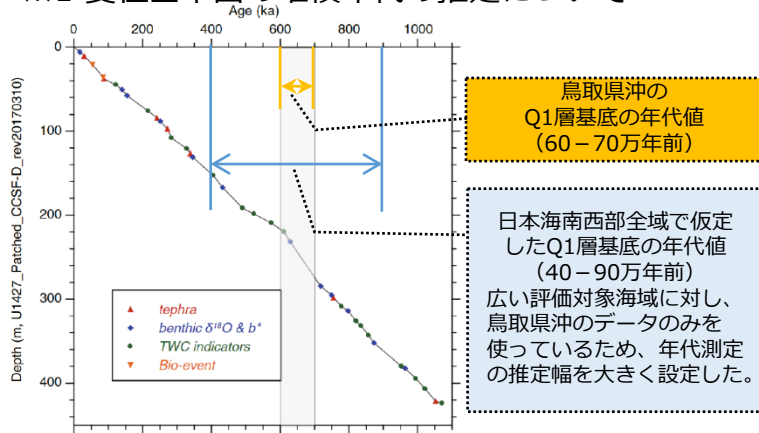
B 平均変位速度（縦ずれ）から真の平均変位速度へ

横ずれ成分を含む断層の真の変位量を求めることができない



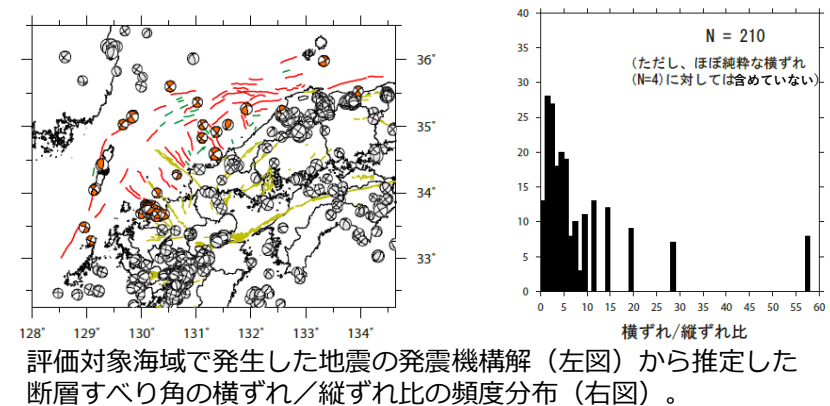
本評価では、全ての断層で同じ横ずれ／縦ずれ比の幅を用い^{※2}、真の平均変位速度 U を推定した。

※1 変位基準面の堆積年代の推定について



島根半島沖で採取された試料のQ1層基底の年代測定値¹⁰⁾（黄矢印）と本評価で用いたQ1層基底の年代（青矢印）

※2 横ずれ／縦ずれ比の推定について



横ずれ／縦ずれ比の頻度分布から、全体の20–80%に相当する比率2–11（横ずれが縦ずれの2倍から11倍大きい）を、本海域の平均変位速度推定に用いる。

②平均活動間隔の推定

平均活動間隔推定のための 評価対象の海域活断層帯の平均変位速度と1回の断層運動によるずれの量

C

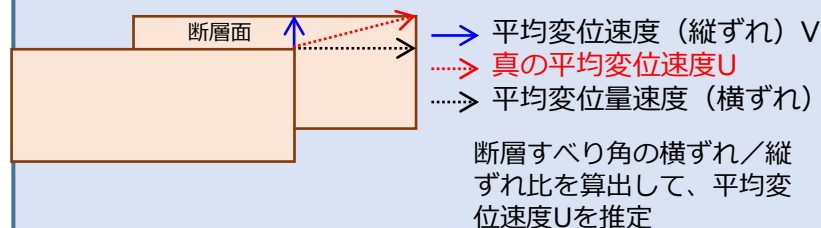
1回の断層運動によるずれの量D [m]
を計算

断層長さL(km) から式

$$D = 10^{-1}L$$

を用いて推定（例えば20kmの長さの断層ではD=2m）

断層の平均変位速度の推定値U※を計算



- ◆ 個別の断層としては本来平均変位速度は不明である
- ◆ 評価対象海域で発生した地震の発震機構解を用いて断層すべり角の横ずれ／縦ずれ比の範囲を推定
- ◆ 個別の断層でも、同じ横ずれ／縦ずれ比の範囲に収まると仮定して平均変位速度を推定

反射断面から求めた断層面上の変位量（縦ずれ）X[m]、
変位基準層の堆積年代T[y]（40万年から90万年前）から、
平均変位速度（縦ずれ）（ V_{40} と V_{90} [m/y]）を推定

$$V_{40} = X / T_{40}$$

$$U_{\text{最大}} = \sqrt{V_{40}^2 + (11V_{40})^2}$$

$$V_{90} = X / T_{90}$$

$$U_{\text{最小}} = \sqrt{V_{90}^2 + (2V_{90})^2}$$

平均変位速度（横ずれ）は平均変位速度（縦ずれ）
の2倍から11倍と仮定

変位量（縦ずれ）X=20mならば、

- ✓ 平均変位速度 $U_{\text{最小}}$ = 約0.05 m/千年
- ✓ 平均変位速度 $U_{\text{最大}}$ = 約0.6m/千年

変位量（縦ずれ）X=20m、断層長さL=20kmの場合

$$R_{\text{最大}} = D / U_{\text{最小}} = \text{約40千年}$$

$$R_{\text{最小}} = D / U_{\text{最大}} = \text{約4千年}$$

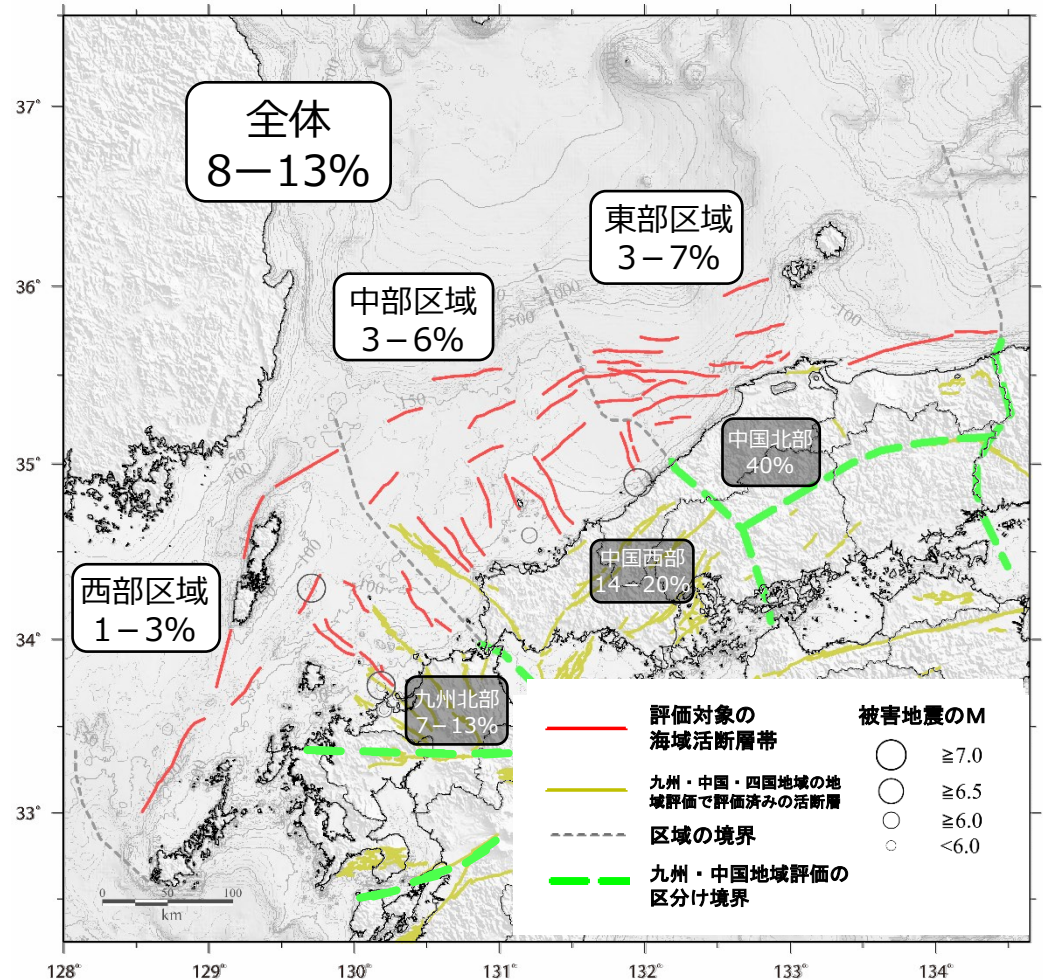
D

断層の平均活動間隔R（の範囲）
を計算

計算結果は有効数字1桁で記載。

③地震発生確率の算出

- 個々の断層の平均活動間隔からポアソン過程に基づいて地震発生確率を計算
- 評価対象海域の各区域にある個々の断層の発生確率を合算し、評価対象海域内の確率を算出
- 海底下浅部で痕跡を認めにくい地震も考慮
- 平均活動間隔は幅を持つため、確率値の分布をモンテカルロ法で評価



評価対象海域の各区域における今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率

- 主要活断層帯の海域部は、陸域の地域評価に含まれている
- 陸域の地域評価はM6.8以上の地震発生確率を示している

今後に向けて

これまで評価が難しかった海域の活断層について、主に海域の反射法地震探査データを活用し、個別の活断層の特性を評価した上で、日本海南西部の海域活断層で発生するM7.0以上の地震の長期評価を行った。ただし、以下のような課題がある。

評価に必要なデータが十分ではない

- 活動履歴に関するデータが限られており、個別の断層の活動履歴は解明されていない
 - 変位している各地層の正確な年代がわかっていないため、過去の活動履歴は不明であり、平均変位速度は大きな誤差を含む
 - 平均変位速度は評価対象海域内を代表すると考えられる値を用いて推定している
- データの探査深度は限られており、多くの断層で深部構造の情報を得ることが難しい
 - 断層傾斜には不確定性が含まれる
- 海岸から5-10km程度の浅海域等では、反射法地震探査等のデータが限定され、認定できていない活断層が存在する可能性がある

評価の信頼度向上のために取り組むべきこと

- ◆ 海域で新たなデータを取得することは容易ではないため、様々な機関が様々な目的で取得するデータや成果を収集し、評価に活用しやすい形で整理
- ◆ 沿岸海域の活断層情報の欠如を解消するためのより精密な海底地形調査や、評価の信頼性の向上ための高分解能の音波探査及び堆積層の年代決定精度の向上
- ◆ 複数の活動区間や隣接する海域活断層の連動、既知の活断層以外による地震も含めた、地域単位の地震発生確率を算出するための長期予測手法の高度化の検討

各区域の概要

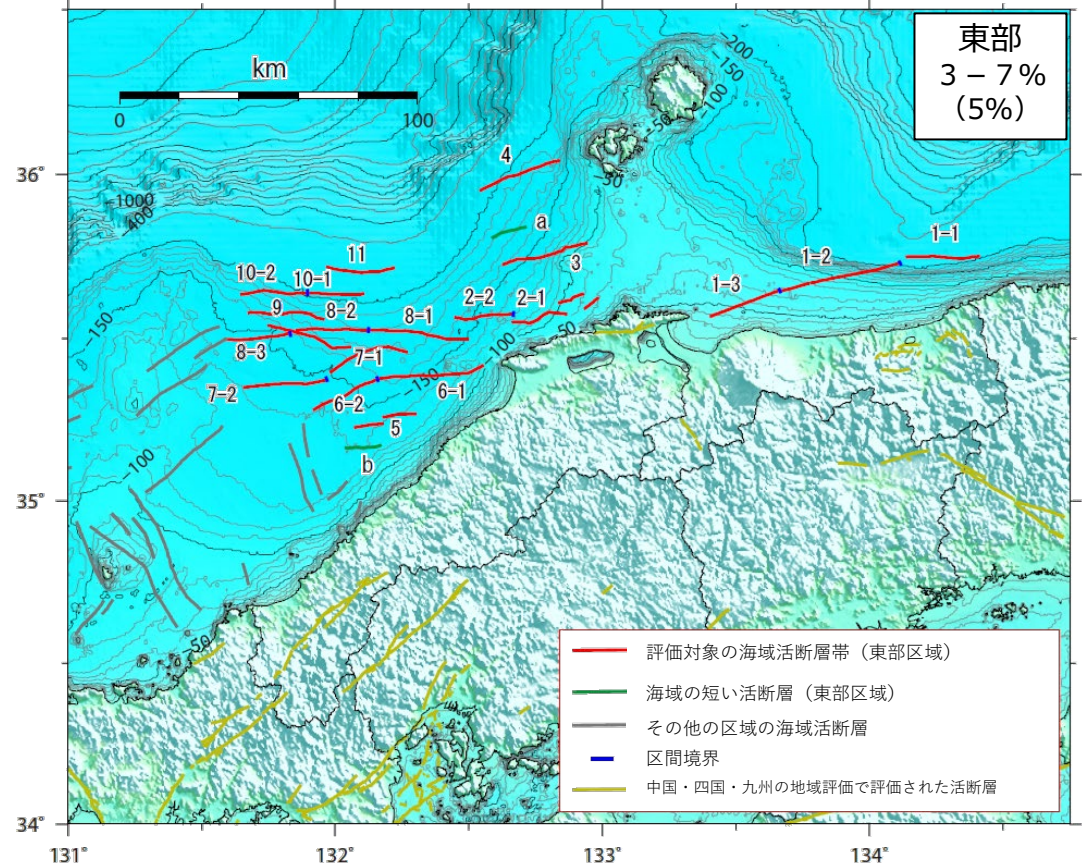
活断層の特性（東部区域）

＜評価対象の海域活断層（断層全体が同時に活動した場合の規模）＞

- ①^{ほうき}伯耆沖断層帯（M7.7－8.1）、②^{どうぜん}島根半島北方沖断層帯（M7.7）、③^{ごうつ}出雲沖断層（M7.3）、
④^{ひのみさき}島前西方沖断層（M7.2）、⑤^{ねだき}江津沖断層（M7.1）、⑥^{うつぶるいばな}日御碕沖断層帯（M7.8）、⑦^{いわみ}根滝グリ北方断層帯（M7.8）、
⑧^{いわみ}十六島鼻西方沖断層帯（M7.9－8.0）、⑨^{いわみ}石見沖南断層（M7.2）、⑩^{いわみ}石見沖中断層帯（M7.5）、
⑪^{いわみ}石見沖北断層（M7.1）

■区域の特徴

- ・ 活断層の活動度は相対的に最も高い
- ・ 過去に大きな被害を伴うような地震は知られていない



東部区域における海域活断層及び同区域内で今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率

活断層の特性（中部区域）

<評価対象の海域活断層（断層全体が同時に活動した場合の規模）>

- ⑫浜田沖断層(M7.2)、⑬三隅沖断層(M7.2)、⑭須佐沖断層帯(M7.7)、⑮モドロ岬沖断層帯(M7.6以上)、
⑯見島近海断層(M7.1)、⑰^{うもちのせ}卯持ノ瀬東方断層(M7.3)、⑱^{むかつく}向津貝沖断層(M7.2)、
⑲^{つのしま}角島沖東断層(M7.3以上)、⑳^{つのしま}角島沖西断層帯(M7.6以上)、㉑益田沖断層(M7.4)、㉒千里ヶ瀬東方南断層(M7.5)、㉓千里ヶ瀬東方北断層(M7.2)、㉔タツモチ東方断層(M7.1)、㉕ウマモチ北西断層(M7.4)、
㉖対馬海盆南方断層(M7.6以上)、㉗長門はるか沖断層(M7.0)、㉘対馬北東沖断層(M7.2)

■区域の特徴

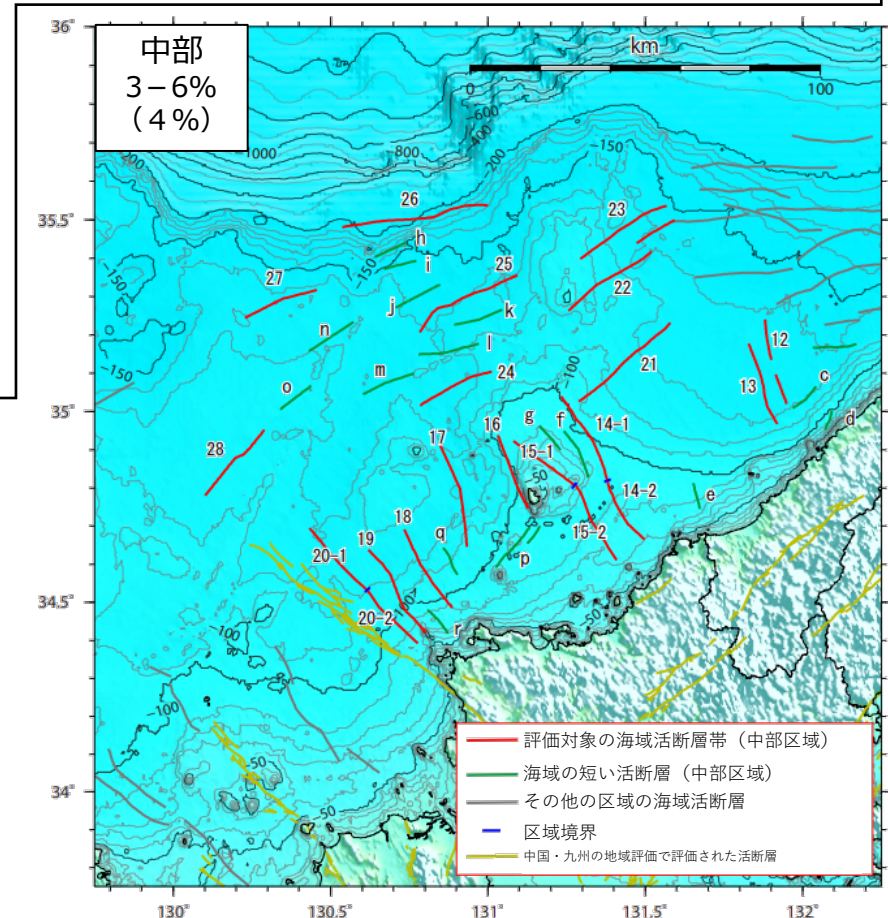
- 活断層の活動度は東部区域に比べてやや低い
- 1872年3月14日に浜田地震(M7.1)が発生し、大きな被害が生じた※1

■区域内に海域部がある主要活断層帯

・菊川断層帯

（全体長さ114km程度以上、M7.8－8.0以上）

- 中国地域の活断層による長期評価¹¹⁾や菊川断層帯の長期評価（一部改訂）¹²⁾で評価済み。



中部区域における海域活断層及び同区域内で今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率※2

※1 本地震の震源の詳細は不明である

※2 陸域の地域評価で評価済みの主要活断層帯はここに含めていない

活断層の特性（西部区域）

＜評価対象の海域活断層（断層全体が同時に活動した場合の規模）＞

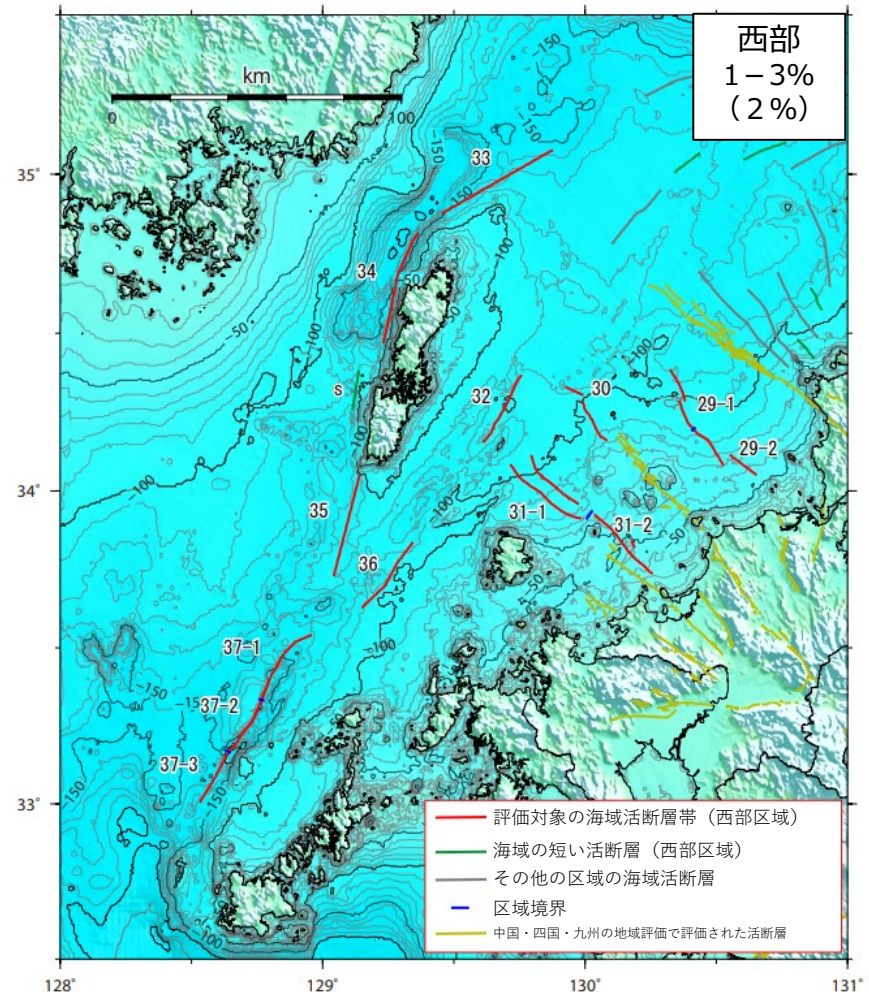
- ②⑨ しらしま 白島沖断層帯(M7.6)、③⑩ おきのしま 沖ノ島近海断層(M7.1)、③⑪ おろのしま 小呂島近海断層帯(M7.8)、③⑫ 対馬東水道断層(M7.2)、
 ③⑬ 対馬北方沖断層(M7.6以上)、③⑭ つしまかみあがた 対馬上県西方沖断層(M7.5)、③⑮ 対馬南方沖断層(M7.4)、③⑯ しちりがそね 七里ヶ曾根断層
 (M7.3)、③⑰ だいいち ごとうたい 第1五島堆断層帯(M7.9)

■区域の特徴

- 活断層の活動度は相対的に最も低い
- 1700年4月15日に対馬東水道でM7.0程度の地震が発生し、被害が生じた※1
- 2005年3月20日に福岡県西方沖の地震(M7.0)が発生し、被害が生じた

■区域内に海域部がある主要活断層帯

- 西山断層帯（全体長さ110 km程度、M7.9－8.2）
 - 九州地域の活断層の長期評価¹³⁾や西山断層帯の長期評価（一部改訂）¹⁴⁾で評価済み。
 - 沖ノ島近海断層が西山断層帯大島沖区間の北西沖に位置しており、西山断層帯を構成する区間になる可能性がある。その場合、断層長さがさらに長くなる。
- 警固断層帯（全体長さ55km程度、M7.7）
 - 警固断層帯の長期評価¹⁵⁾で評価済み
 - 北西部は2005年福岡県西方沖の地震の震源断層
 - 小呂島近海断層帯は警固断層帯北西部周辺に位置しており、警固断層帯を構成する区間になる可能性がある。その場合、断層長さがさらに長くなる。



西部区域における海域活断層及び同区域内で今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率※2

※1 本地震の震源の詳細は不明である

※2 陸域の地域評価で評価済みの主要活断層帯はここに含めていない

引用文献

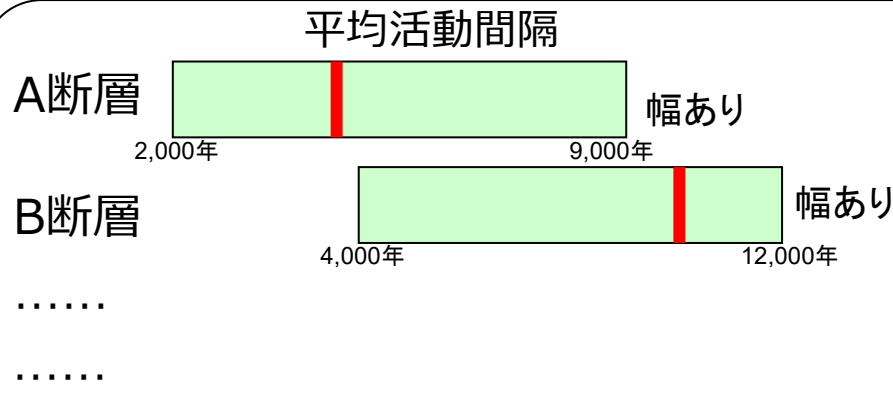
- 1) 文部科学省研究開発局・海洋研究開発機構 (2020) : 「海域における断層情報総合評価プロジェクト」令和元年度成果報告書. 385p.
- 2) 文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所 (2021) : 「日本海地震・津波調査プロジェクト」令和2年度成果報告書.
- 3) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2017) : 「千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第三版)」. 130p.
- 4) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2019) : 「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」. 144p.
- 5) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003) : 「日本海東縁部の地震活動の長期評価」. 62p.
- 6) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2014) : 「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価 (第二版)」. 81p.
- 7) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013) : 「南海トラフの地震活動の長期評価 (第二版)」. 94p.
- 8) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2022) : 「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価 (第二版)」
- 9) 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (2010) : 「活断層の長期評価手法 (暫定版)」. 117p.
- 10) Sagawa, T., Nagahashi, Y., Satoguchi, Y., Holboun, A., Itaki, T., Gallagher, S. J., Saavedra-Pellitero, M., Ikehara, K., Irino, T., Tada, R. (2018) Integrated tephrostratigraphy and stable isotope stratigraphy in the Japan Sea and East China Sea using IODP Site U1426, U1427, and U1429, Expedition 346 Asian Monsoon, Progress in Earth and Planetary Science, 5:18, DOI 10.1186/s40645-018-0168-7.
- 11) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2016a) : 中国地域の活断層の長期評価 (第一版)」. 70p.
- 12) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2016b) : 「菊川断層帯の長期評価 (一部改訂)」. 28p.
- 13) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013a) : 「九州地域の活断層の長期評価 (第一版)」. 81p.
- 14) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013b) : 「西山断層帯の長期評価 (一部改訂)」. 32p.
- 15) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2007) : 「警固断層帯の長期評価」. 32p

參考資料

個別の活断層の発生確率の幅の取扱い

モンテカルロ法による、地震発生確率値の算出方法

乱数により年代値を与える



最新活動時期

不明

ポアソン

不明

ポアソン

不明

ポアソン

不明

ポアソン

各断層の特性に応じて
地震発生確率を計算

全断層について地域確率を求める

$\Delta\%$ (1回目)

1回目

2回目

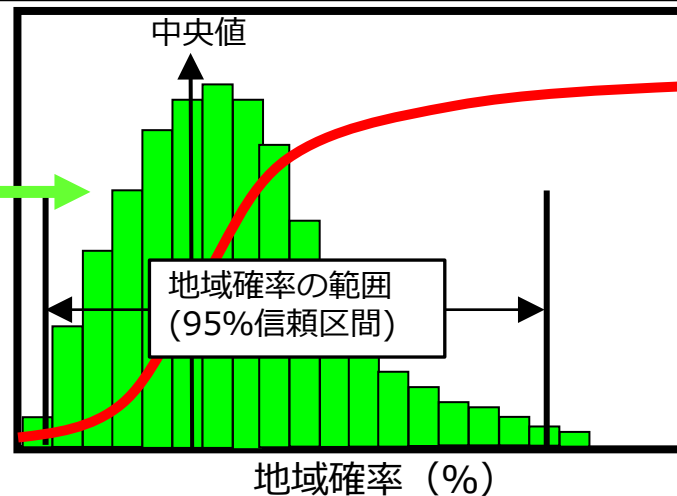
3回目

.....

10万通りのシナリオ

10万通りのシナリオの
地域確率の頻度分布

頻度分布

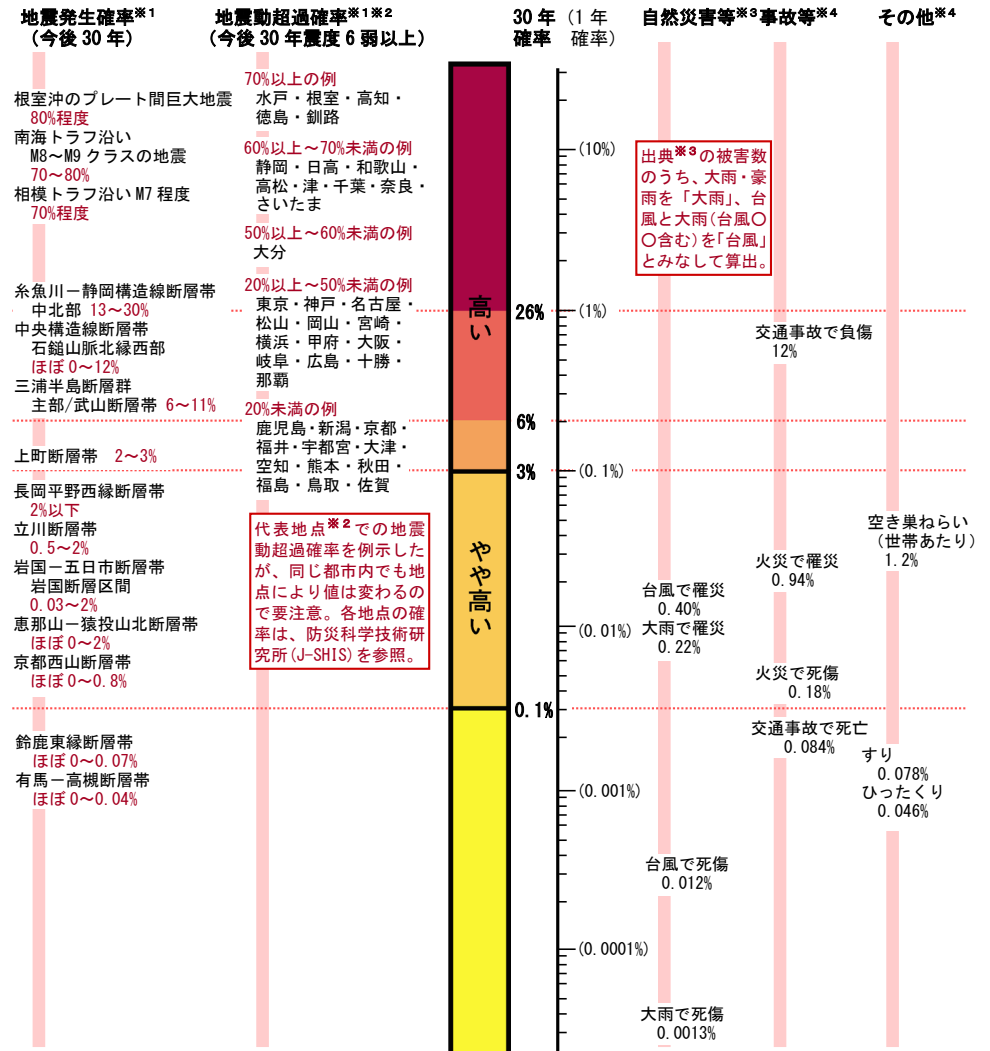


地震発生確率とその捉え方

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

日本海南西部において、今後30年以内にM7.0以上の地震が発生する確率

	確率値
東部	3 - 7 %
中部	3 - 6 %
西部	1 - 3 %
全域	8 - 13 %



※1 例示した地震発生確率・地震動超過確率は、2020年1月1日時点の評価値。
 ※2 府県所在地の市役所や東京都庁、北海道各振興局周辺の確率。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 (<https://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1999～2018年の20年間の値から計算。
 ※4 事故等は「令和元年警察白書」・「令和元年版消防白書」・「令和元年の刑法犯に関する統計資料」から計算。