

南海トラフの地震活動の長期評価 (第二版一部改訂) について

概要資料

令和 7 年 9 月 ● 日
地震調査研究推進本部 事務局

一部改訂検討の契機と第二版の長期評価概要（地震発生確率のみ）

一部改訂検討の契機

- 地震調査委員会は、公表済みの地震活動の長期評価についても、最新の科学的知見を踏まえて、随時再評価を行っている。
- 「南海トラフの地震活動の長期評価」は第一版は平成13年（2001年）に、第二版は平成25年（2013年）に公表している。
- 第二版公表後10年以上が経過したが、全面的に改訂するような新たな調査研究の成果はないものの、一部で新たな知見が得られた。
- 昨年2月に公表された橋本ほか(2024)において、宝永地震の室津港の隆起量を誤差付きで推定。
- 南海トラフの地震発生確率に関する部分のみ検討する（一部改訂）。

第二版の地震発生確率に関する部分のポイント

- 南海トラフの地震発生確率の計算には、次の2つの計算方法を用いている。

①時間予測モデル+BPT（ブラウン緩和振動過程）モデル：室津港の隆起量と地震発生間隔の比例関係（時間予測モデル）を用いて次回の発生時期（次回発生までの間隔）を算出（現在、南海トラフの地震のみ適用）→次回発生までの間隔を平均活動間隔とし、活動間隔のばらつきを仮定した上で、BPTモデルを用いて地震発生確率を算出。

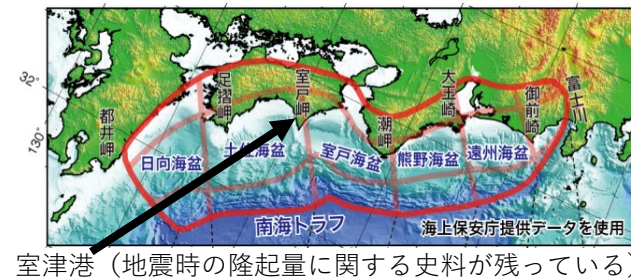
南海トラフのM8～M9クラスの地震の30年以内発生確率は、60%～70%（2013年1月時点）→Ⅲランク 80%程度（2025年1月時点）

②BPTモデル：地震発生の時系列データから最尤法により平均活動間隔と活動間隔のばらつきを算出し、地震発生確率を算出（多くの海溝型地震はこの方法で計算）。

南海トラフのM8～M9クラスの地震の30年以内発生確率は、10%～30%（2013年1月時点）も説明文に記載しているものの、この確率は年次更新していない。

第二版では、時間予測モデルが良いのかBPTモデルが良いのかを科学的に優劣つけたわけではなく、複雑な発生過程を説明するモデルが確立されていなかったために、第一版を踏襲して、時間予測モデルを主な評価とした（説明文には①②の確率値を併記しているが、本文（主文）には①の確率値のみを記載）。

南海トラフ地震の震源域



室津港（地震時の隆起量に関する史料が残っている）

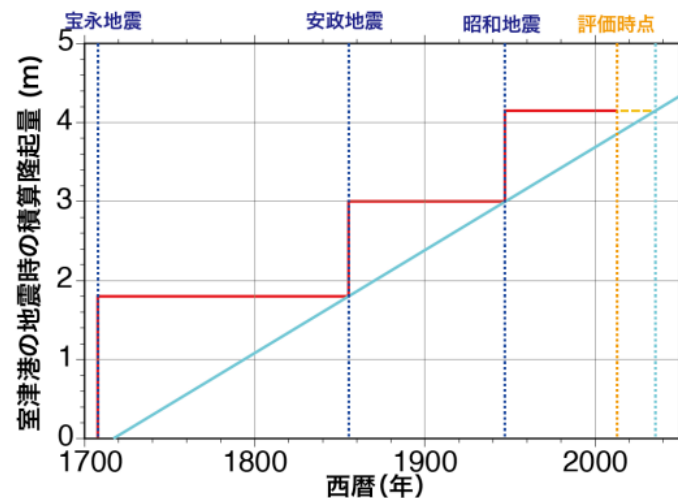
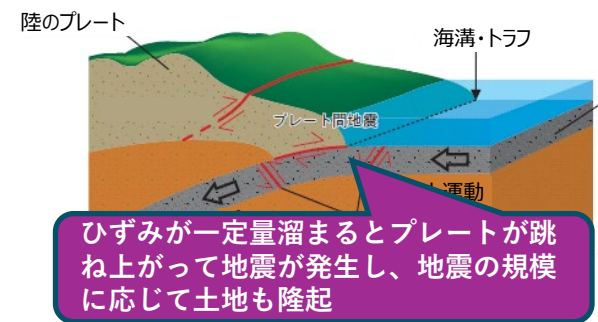


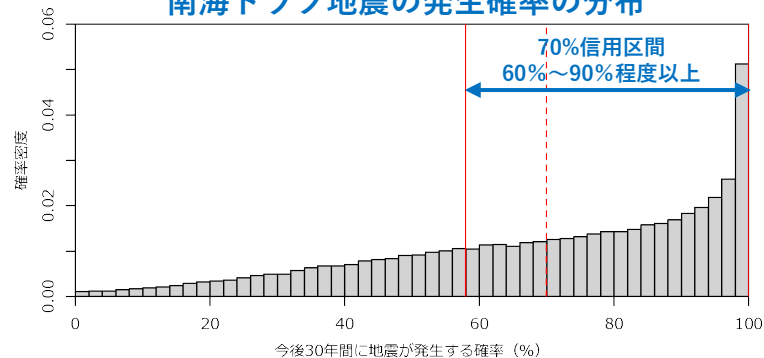
図5 室津港（高知県）における南海地震時の隆起量と地震発生間隔との関係
室津港の隆起量データと地震発生間隔は正の比例関係にあり、時間予測モデルを適用できる根拠になっている

一部改訂のポイント：まとめ

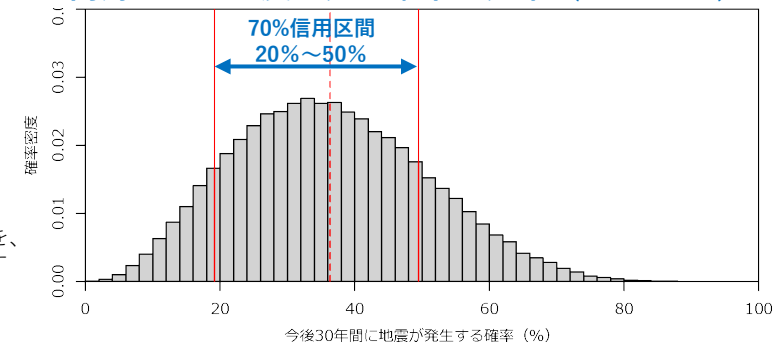
主な変更点	現在：第二版（2013.5.24）	今回改訂：第二版一部改訂（2025.X）
室津港の隆起量データ	隆起量データの不確実性を考慮していない	隆起量データの 不確実性を考慮 隆起量データを誤差を考慮した 確率分布で表現 宝永地震、安政地震、昭和南海地震について確率分布で表現
確率計算に用いたデータ、計算モデル、計算方法	■データ： ①地震発生履歴（ケースⅤ ^{*1} ）と室津港の隆起量 ②地震発生履歴のみ（ケースⅢ～Ⅴ） ■計算モデル： ①②ともBPT(Brownian Passage Time)分布モデル ■計算方法： ① μ ：時間予測モデルから計算（88.2年） α ：0.20と0.24の2種類 ②最尤推定により、各ケースの μ と α を計算	■データ： ①'地震発生履歴（ケースⅤ）と室津港の隆起量の確率分布 ②'地震発生履歴のみ（ケースⅢ） ■計算モデル： ①' すべり量依存（Slip-Size Dependent：SSD）BPTモデル ②'BPT分布モデル（BPTモデル） ■計算方法： ①'②'ともベイズ推定 発生確率値の70%信用区間を計算
30年発生確率値（2025年1月現在）	①時間予測モデル+BPT分布： Ⅲランク （80%程度） ②BPT分布：10%～30%（ケースⅢ～Ⅴ：2013年1月時点の確率値） *1：ケースについてはp.7参照	①' すべり量依存BPTモデル：Ⅲランク （60%～90%程度以上 ^{*2} ） ②'BPTモデル： Ⅲランク （20%～50%） *2：94.5%以上の場合は「90%程度以上」と表現している

- ・ μ と α はBPTモデルで地震発生確率計算に必要なパラメータであり、 μ は平均発生間隔、 α は発生間隔のばらつき度合いを表す。
- ・30年以内の地震発生確率に基づきランク分けを行っており、海溝型地震の場合、**確率の値が26%以上の場合「Ⅲランク」**としている。
 （政策委員会総合部会、2018）

①' SSD-BPTモデルに基づく今後30年以内の南海トラフ地震の発生確率の分布



②' BPTモデルに基づく今後30年以内の南海トラフ地震の発生確率の分布（ケースⅢ）



2つのモデルを用いてそれぞれ地震発生確率を計算したが、どちらが適当かは科学的に優劣をつけられないため、報告書の本文及び説明文に、2つの確率値を併記する。

一部改訂のポイント：隆起量データの見直し

(1) 室津港の隆起量のデータについて見直し

- ・史料の記録や解釈を再検討し、隆起量データが持つ不確実性を改めて定量化した
 - ・宝永地震だけでなく、安政地震、昭和地震に関する記録も検証した
 - ・個別の史料データ等に基づく分布（破線）を検討し、それらを統合した分布（実線）を各地震の代表分布とした
- 見直した隆起量データは次回地震までの間隔と正の比例関係にあることを改めて確認。

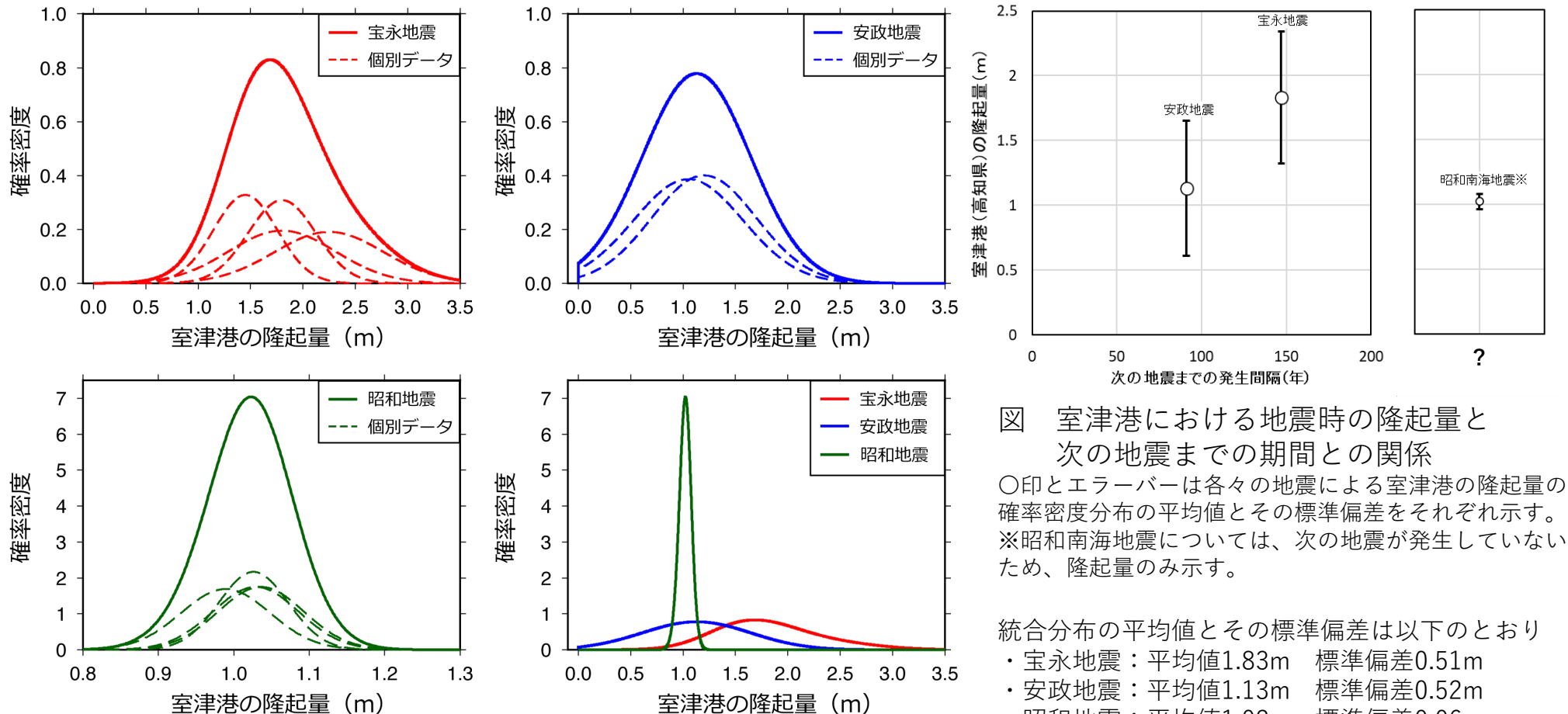


図 各南海トラフ地震における室津港の隆起量の確率分布

一部改訂のポイント：発生確率計算モデルの見直し

(2) 発生確率計算モデルの見直し

- ・ 時間予測モデルとBPTモデルを融合した「すべり量依存BPTモデル」を採用。

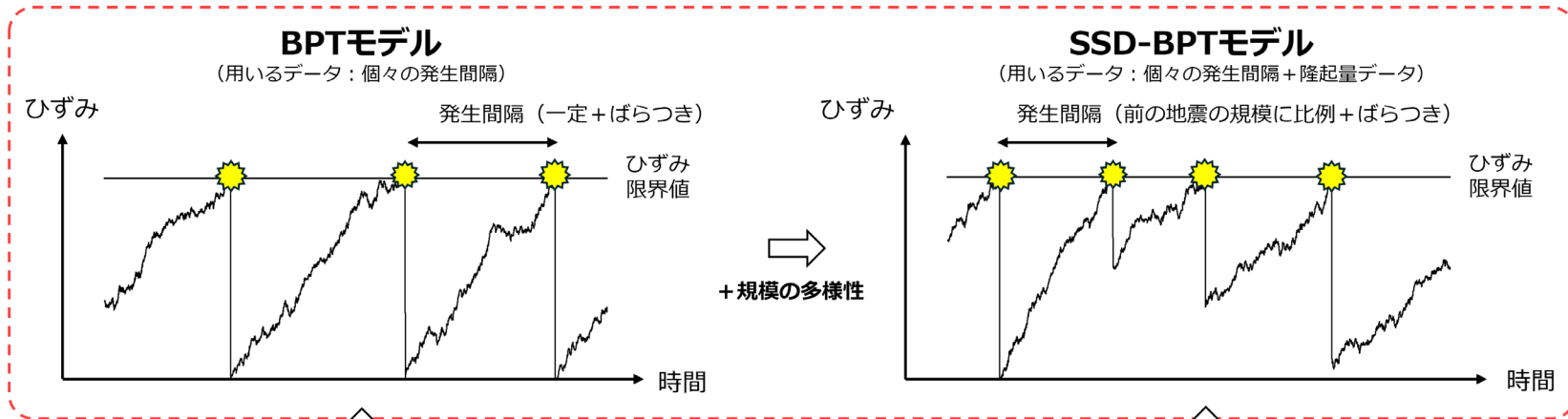
BPTモデル

- ・ ひずみの蓄積が一定ではなく、ばらつきがあることを考慮
- ・ 地震時のひずみ解放レベルは、毎回同じである仮定

すべり量依存BPTモデル (SSD-BPTモデル)

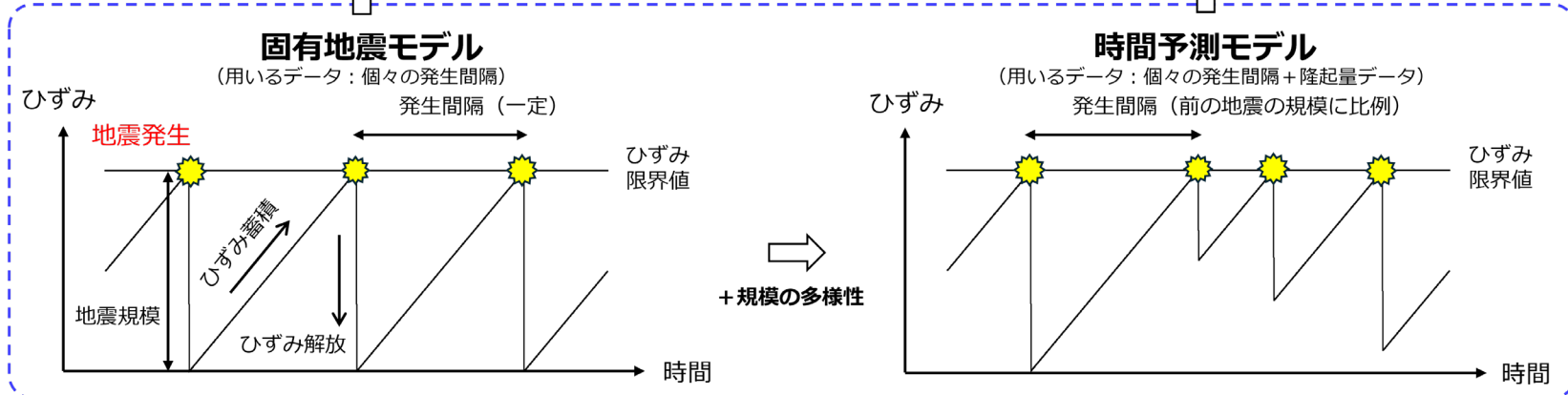
- ・ ひずみの蓄積が一定ではなく、ばらつきがあることを考慮
- ・ 地震時のひずみ解放レベルは地震の規模により異なる

確率論的モデル



↑ + ひずみ蓄積にランダムなばらつき

↑ + ひずみ蓄積にランダムなばらつき



固有地震モデル

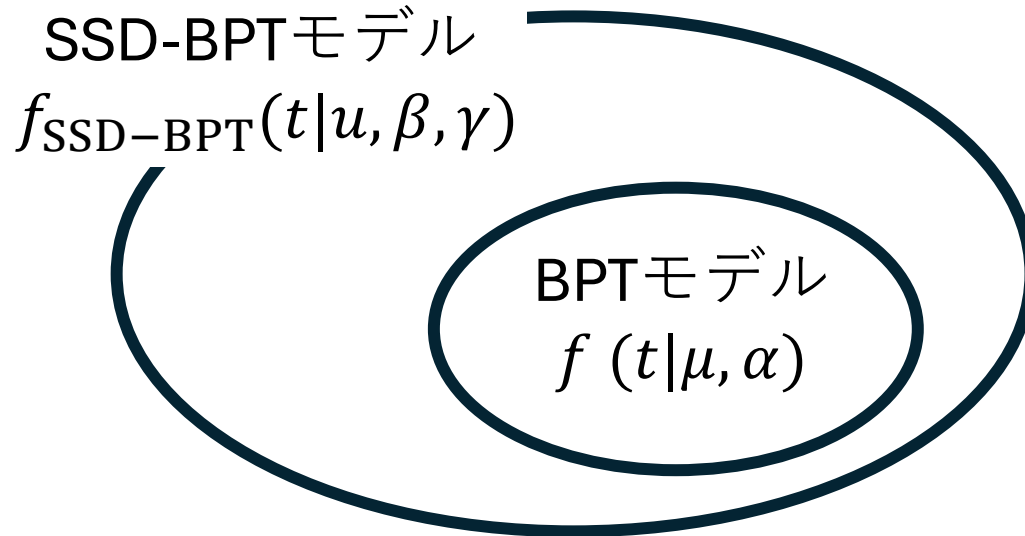
- ・ ひずみの蓄積が一定
- ・ 地震時のひずみ解放レベルは、毎回同じである仮定

決定論的モデル

時間予測モデル

- ・ ひずみの蓄積が一定
- ・ 地震時のひずみ解放レベルは地震の規模により異なる

一部改訂のポイント：SSD-BPTモデルとBPTモデルの関係



- SSD-BPTモデル
= 条件付き分布がBPT分布
- つまり、すべり量 u が与えられた下で
次の地震までの発生間隔の条件付き分布が
BPT分布となる回帰モデル
- すべり量 u が常に一定 \Rightarrow BPTモデル

BPTモデル = BPT分布の密度関数

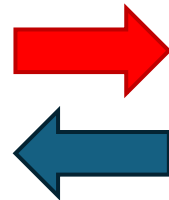
$$f(t|\mu, \alpha)$$

$$= \sqrt{\frac{\mu}{2\pi\alpha^2 t^3}} \exp\left\{-\frac{(t-\mu)^2}{2\mu\alpha^2 t}\right\}$$

t : 前の地震からの経過時間

μ : 平均発生間隔, α : 変動係数

すべり量が一定でない



すべり量が一定

SSD-BPTモデル = 条件付き密度関数

すべり量 u が与えられた下で、
以下のBPT分布に従う

$$f_{\text{SSD-BPT}}(t|u, \beta, \gamma) = f(t|\beta u, \gamma\sqrt{\beta/u})$$

$$\mu \Rightarrow \beta u, \quad \alpha \Rightarrow \gamma\sqrt{\beta/u}$$

u : 前の地震時のすべり量 (隆起量)

β : 比例係数, γ : 係数

一部改訂のポイント：計算手法の見直し

(3) 最新の統計手法を用いた計算手法（ベイズ統計手法）を採用

・ 隆起量データの誤差及び計算モデルのパラメータのばらつきも考慮して、地震発生確率を計算。

- ベイズ推定は、パラメータに関する事前知識（事前分布）を、観測データから得られる情報（尤度関数）によって更新し、パラメータの事後的な確率分布（事後分布）を導出する統計的推論の枠組みである。
- このアプローチでは、既往の研究成果や専門家の知見といった事前情報を事前分布としてパラメータ推定に取り込むため、特にデータ数が限られる状況下でも推定が安定しやすい利点がある。
- ベイズ推定の重要な特徴の一つに、パラメータの不確実性を事後分布として直接表現できる点がある。これにより、個々のパラメータの不確実性を評価できるだけでなく、それらを用いて算出される次の地震の発生確率についても、その不確実性を含めた定量的な評価が可能となる。

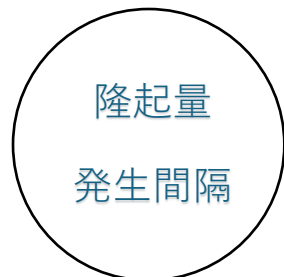
・ すべり量依存BPTモデルだけではなく、従来のBPTモデルにもベイズ統計手法を適用し、地震発生確率を計算。

・ 確率の分布を表示できるようになった（信用区間70%の範囲を表示）。

事前知識
(既往の研究成果・専門家の知見)

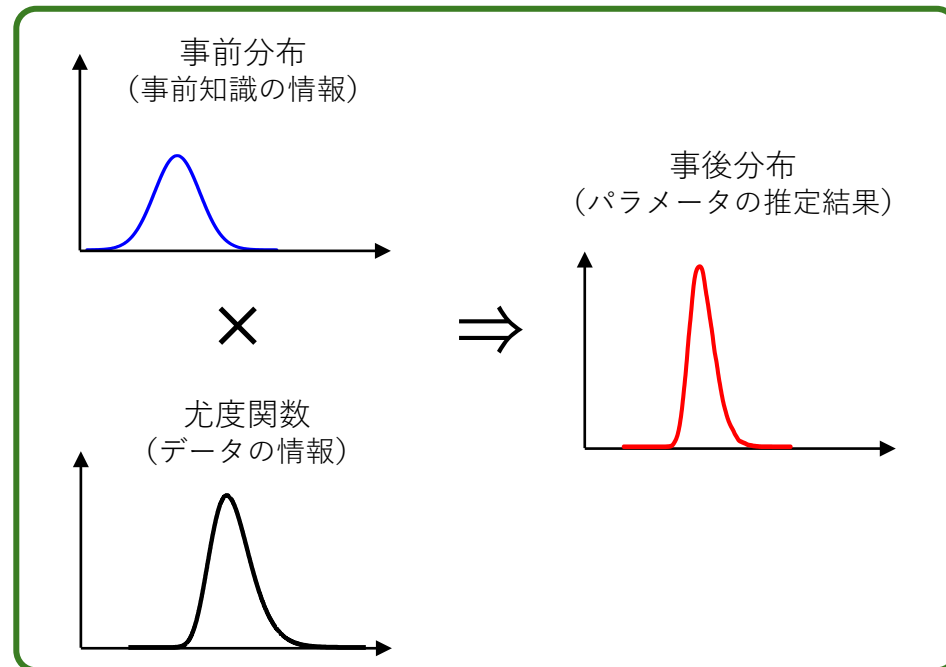


観測データ



確率モデル

ベイズ推定（ベイズの定理）



確率計算
(パラメータの事後分布
を基に確率の分布を計算)

発生確率

今回は10万通りの
計算を実施

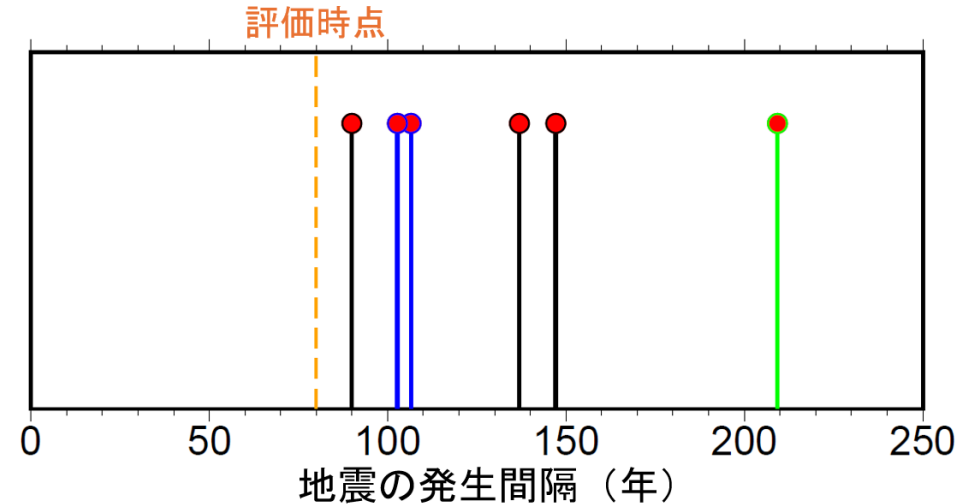
一部改訂のポイント：BPTモデルで用いたデータ

計算に用いる地震と検討ケース

南海トラフ沿いに起きる大地震は、684年の地震まで遡って確認された研究成果がある。地震の発生確率を計算する際、以下の5つのケースについて発生確率を計算した。

- (Ⅰ) 684年以降に発生したすべての地震を用いるケース
- (Ⅱ) ケースⅠから1605年慶長地震を除いたケース
- (Ⅲ) 地震の見落としがないと思われる1361年以降に発生した地震を用いるケース**
- (Ⅳ) ケースⅢから1605年慶長地震を除いたケース
- (Ⅴ) 信頼性の高い地殻変動データがある最近の3地震を用いたケース

データの完全性を考慮しつつ、利用可能な情報を最大限活用するという方針に沿って、ケースⅢをBPTモデルの代表的なケースとする。



確率計算に使用する
地震の組合せ

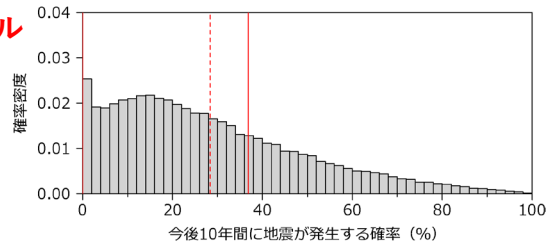
年	地震名	I	II	III	IV	V
684.9	白鳳（天武）地震	○	○			
887.7	仁和地震	○	○			
1098.1	康和・永長地震	○	○			
1361.6	正平（康安）地震	○	○	○	○	
1498.7	明応地震	○	○	○	○	
1605.1	慶長地震	○		○		
1707.8	宝永地震	○	○	○	○	○
1855.0	安政地震	○	○	○	○	○
1946.0	昭和地震	○	○	○	○	○

隆起量データなし

隆起量データあり

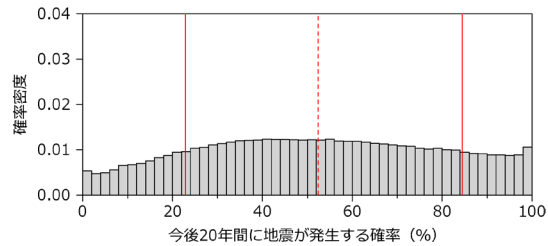
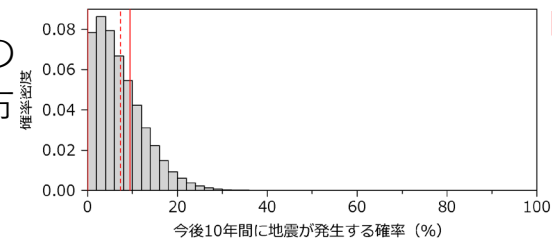
計算結果：地震発生確率

すべり量依存BPTモデル
(SSD-BPTモデル)

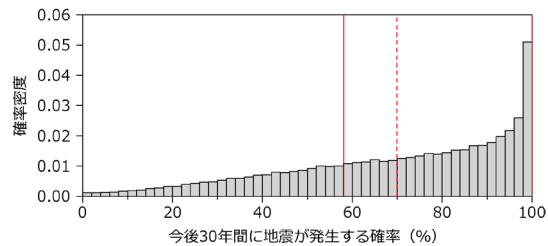
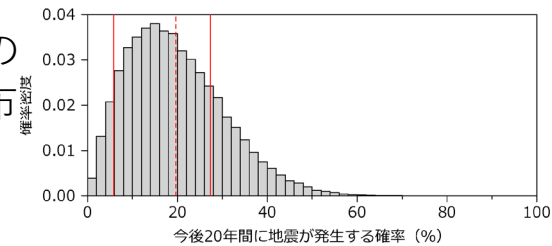


今後10年以内の
発生確率の分布

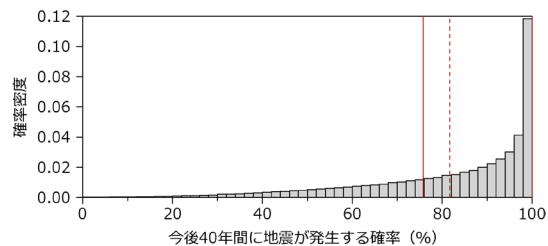
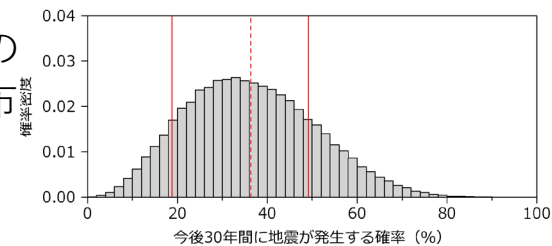
BPTモデル



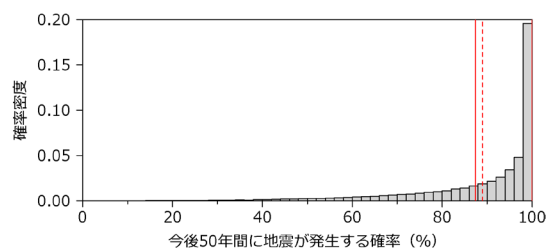
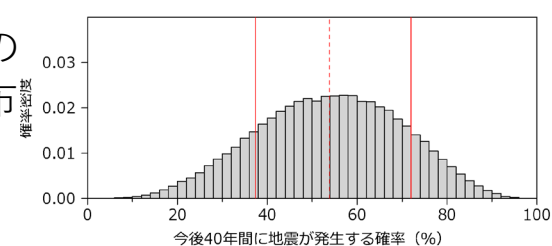
今後20年以内の
発生確率の分布



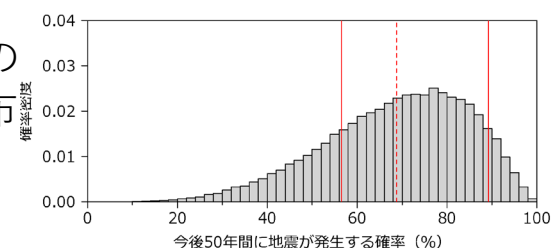
今後30年以内の
発生確率の分布



今後40年以内の
発生確率の分布



今後50年以内の
発生確率の分布



破線は期待値（平均値）を、
実線は70%信用区間を示す

「南海トラフの地震活動の長期評価」の地震発生確率に関わる変遷

版数	公表日	本文(主文)採用モデル 30年以内発生確率	説明文に記載しているモデル	本文(主文)に採用した理由
第一版	2001年 (H13)	時間予測モデル*1 東南海：50%程度(2001) 70%～80%(2013) 南海：40%程度(2001) 60%程度(2013)	時間予測モデル*1	フローチャート*2に従い、U（1回の活動に伴うずれの量）とV(長期的な平均ずれ速度)が分かっているため、東南海地震と南海地震について、それぞれ、時間予測モデルを用いて、確率を計算した*。 *時間予測モデルは、更新過程（BPT）を用いるより推定誤差について、 <u>格段の改善が図りうると判断された。</u> [南海トラフの地震の長期評価について（平成13年9月27日）を参照]
第二版	2013年 (H25)	時間予測モデル*1 60%～70%(2013) 70%程度（2014） 70%～80%(2018) 80%程度（2025）	両論併記 ・時間予測モデル*1 ・BPT （ケースⅠ～Ⅴ）	2011年東北地方太平洋沖地震を経て、①地震発生の多様性、②不確実性のある情報、③複数の解釈を考慮する方針に転換の下、 <u>BPTモデルも採用し、説明文に併記した。</u> 時間予測モデルとBPTモデルのどちらが適当かは科学的に優劣つけられず、評価段階では複雑な発生過程を説明するモデルが確立されていなかったため、 <u>第一版を踏襲した時間予測モデルで計算した確率を本文に記載し、モデルに基づいて毎年1月に確率値を更新する対象としては、時間予測モデルのほうのみとした*</u> 。 *地震発生確率については、歴史地震の発生間隔のみを利用した評価（BPTモデル）も行ったものの、前回の長期評価を踏襲し、前の地震のすべり量と次の地震までの発生間隔は比例するという時間予測モデルを主な評価に用いた。 [南海トラフの地震の長期評価（第二版）について（平成25年5月24日）を参照]
第二版 一部改訂	2025年 (R7)	両論併記 ・SSD-BPT*3 60%～90%程度以上 (2025) ・BPT(ケースⅢ) 20%～50%(2025)	両論併記 ・SSD-BPT ・BPT （ケースⅠ～Ⅴ）	時間予測モデルに用いたデータ、確率計算方法を見直し、時間予測モデルとBPTを融合したSSD-BPTを用いて確率を計算した。 第二版において、BPTの確率値が本文に記載されていないことについての委員など有識者の意見や国会質疑などを踏まえて、確率計算方法の改善を加えた上で、BPTの確率も本文に併記する。

*1 時間予測モデル：時間予測モデルを用いて次の発生時期を算出し、それをBPT分布のパラメータの一つである平均活動間隔とし、地震発生確率を計算。
地震の規模が一定であることを前提としたBPTモデルの考え方と、地震の規模と次の地震までの発生間隔が比例関係にある時間予測モデルの考え方が整合しないことが指摘されていた。

*2 フローチャート：「長期的な地震発生確率の評価手法について」（H13.6）に記載されている「図1.1 長期確率評価の流れ」

防災対策上の観点

- 2つのモデルからの地震発生確率値は
共に最も高い「Ⅲランク」※に分類される。

※ 30年以内の地震発生確率に基づきランク分けを行っており、海溝型地震の場合、**確率の値が26%以上の場合「Ⅲランク」**としている。

- 地震発生確率値のランクは「Ⅲランク」という状況は変わっておらず、国、地方公共団体、住民などは、地震発生に対する防災対策や日頃からの備えに、引き続き努めていくことが必要。
- 国や地方公共団体等が、防災対策を推進するにあたって、住民等に対して最も高い「Ⅲランク」を示すことを推奨する。一方、確率の具体的な値を示す必要があるときも想定される。中央防災会議の方針として、南海トラフ地震の防災対策は最大規模の地震による被害を想定して行われており、確率値の示し方にも、最悪事態を想定した対応が求められる。その場合には、「疑わしいときは行動せよ」等の考え方に基づいて、2つの計算方法の中でも、より高い方の確率値（60%～90%程度以上）を強調することが望ましい。

M8～9の地震	計算方法	用いたデータ	ランク (2025/1/1時点の 今後30年以内の発生確率)
第二版 (2025/1/1時点)	時間予測モデル BPTモデル	・ 隆起量データ ・ 地震発生履歴	Ⅲランク (80%程度)
第二版 一部改訂 (2025/1/1時点)	すべり量依存 BPTモデル	・ 隆起量データ ・ 地震発生履歴	Ⅲランク (60%～90%程度以上)
	BPTモデル	・ 地震発生履歴	Ⅲランク (20%～50%)

注) 第二版一部改訂のより高い方の確率値（60～90%程度以上）は第二版の確率値（80%程度）を包含しているため、第二版の値に基づいて立案された防災対策等の有効性が損なわれるものではない。