

南海トラフの地震活動の長期評価の 評価文改訂イメージ

事務局

前回までの、評価文についての議論

12/16 第274回長期評価部会・第95回海溝型分科会（第二期）・第5回長期確率評価手法検討分科会（第二期）合同会

- ・ 現状のものとは違うので「時間予測を用いたBPT」という名前を修正「時間予測BPTモデル」or「SSD-BPTモデル」？、長手分科会で命名する
- ・ 「はじめに」に今回の改訂の経緯をしっかり書くべき
- ・ 事務局クレジットの「概要資料」の書き方についても検討が必要
- ・ 両論併記し、一般向けには数字ではなくランクで伝えるべき
- ・ 地震本部として伝え方をもう一度しっかり議論し直す時期に来ている
- ・ 両論併記した場合、平均活動間隔BPT確率値は現在の時間予測モデルを用いたBPT確率値の「80%程度」よりも小さいが、確率が下がるような現象は起きていないので、確率が下がったと誤解されないように記載する必要がある
- ・ 概要資料では両論併記ではなく、最大と最小を取って「20%～80%程度」など書いた方が、不確実性があるということが分かるのでいいかもしれない
- ・ 確率の数字を確認してから文章についても誤解されないように検討する

9/2 第272回長期評価部会・第93回海溝型分科会（第二期）合同会

- ・ 「南海トラフの地震活動の長期評価（第一版）」では時間予測モデルがどの程度正しいかの検証をしているので、再度行うのも良いのではないか

7/30 第271回長期評価部会

- ・ Hashimoto(2022)を時間予測モデルの問題点の指摘が査読論文化されているので引用する
- ・ この10年間の調査観測の進展について記載する

- ・ 今回、確率の試算値も計算されたので、それを受け記載方針について再度ご議論いただき、方針を承認をいただきたい

評価文の最終公表イメージ（案）

・ タイトル

現行	改訂案	一部改訂 扱い
南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）	南海トラフの地震活動の長期評価（第二版 <u>一部改訂</u> ）	

・ 「南海トラフで次に発生する地震について」の記載

	現行	改訂案	
主文	時間予測モデルから推定された88.2年を用い、 BPTで計算した確率を記載	すべり量依存BPTモデルで計算した確率と、 BPTモデルで計算した確率の両方を記載	現在の手法とは異なった 手法であることがわかる ように、長手分科会で議 論したモデル名を記載
説明文	時間予測モデルから推定された88.2年を用い、 BPTで計算した確率と、平均活動間隔を用い BPTで計算した確率の両方を記載	すべり量依存BPTモデルで計算した確率と、 BPTモデルで計算した確率の両方を記載	前回よりかつこ 書きが2連続し ないように修正

- 「一部改訂」として、現行の第二版をベースに必要な項目のみを更新
- これまでの調査研究や今後に向けてに、審議で議論のあった文献を追加する
- 地震活動や地殻変動など、議論なかつた項目は資料更新はしない

評価文の最終公表イメージ（案）

・主文 4. 南海トラフで将来発生する地震について

■ : 大きく変わる可能性のある箇所

現行

次に、将来南海トラフで大地震が発生する確率の評価について述べる。上述したように、過去に起きた大地震の震源域の広がりには多様性があり、現在のところ、これらの複雑な発生過程を説明するモデルは確立されていない。そのため、従来の評価方法を踏襲し、前の地震から次の地震までの標準的な発生間隔として、時間予測モデルから推定された 88.2 年を用いる。地震の発生間隔の確率分布は BPT (Brownian Passage Time) 分布に従うと仮定して計算を行った。その結果を表 2 に示す。南海トラフで大地震が発生する可能性は、時間が経過するにつれ高まり、表 2 から分かるように、今後 30 年以内の地震発生確率は 60~70% となる。評価の信頼度は、まだモデルが確立されていないことより、不明とした。なお、時間予測モデルを用いない場合の確率については説明文（第 4 章）に記載した。

改訂案

次に、将来南海トラフで大地震が発生する確率の評価について述べる。上述したように、過去に起きた大地震の震源域の広がりには多様性があり、現在のところ、これらの複雑な発生過程を説明するモデルは確立されていない。そのため第二版では第一版の評価方法を踏襲し、前の地震から次の地震までの標準的な発生間隔として、時間予測モデルから推定された値を用い、地震の発生間隔の確率分布はBPT (Brownian Passage Time) 分布に従うと仮定して計算を行った。

今回、第二版で時間予測モデルに用いていた隆起量データについて誤差が推定されたことから、誤差を考慮した隆起量データ分布を使用することとした。確率計算手法についても誤差付きのデータを考慮できる手法として、時間予測モデルとBPT分布モデルを融合した新たなモデルである「すべり量依存BPTモデル」を用い計算を行った。その結果を表 2-1 に示す。隆起量データの誤差を考慮し地震の発生間隔の確率分布は隆起量データに依存するBPT分布に従うと仮定して計算を行っている。すべり量依存BPTモデルで計算した今後30年以内の地震発生確率は○~○%となる。

また、BPT分布に従うと仮定して、平均活動間隔とそのばらつきを使用し計算した場合も計算を行った。その結果を表 2-2 に示す。平均活動間隔を用いBPT分布で計算した確率については、以下の 3 つのケースについての発生確率を計算した。

- ・地震の見落としがないと思われる正平（康安）地震（1361年）以降に発生した 6 地震を用いるケース
- ・上記ケースから慶長地震（1605年）を除いた 5 つの地震を用いるケース
- ・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

これら 3 つのケースの平均活動間隔は 116.9~146.1 年となり、BPT 分布で計算した今後 30 年以内の地震発生確率は△~△% となる。

これら 2 つの地震発生確率の信頼性については現時点では優劣をつけられるものではないので、ここでは 2 つの確率を記載した。もし、防災対策上 1 つの発生確率のみを表示する必要がある場合は、発生確率値がより高い方のみを使用することはやむを得ない。

備考

すべり量依存BPT
モデル使用時

BPTモデル使用時

2つの確率

評価文の最終公表イメージ（案）

・主文 5. 今後に向けて

 : 大きく変わるべきある個所

現行

2001年にとりまとめた前回の長期評価では、ほぼ同じ領域で同じタイプの地震が周期的に発生する固有地震モデルに基づいた評価を行った。しかしながら、これまでに述べたとおり、最近の調査観測・研究により、南海トラフの地震は震源域や発生間隔が多様であることが明らかとなってきてている。こうした知見を踏まえ、今回の長期評価の改訂では、震源域の広がりについては多様性を考えた。次に発生する地震の評価については、多様性を説明するモデルが確立されていないことより、従来の手法を踏襲した。

＜省略＞

改訂案

2001年にとりまとめた第一版の長期評価では、ほぼ同じ領域で同じタイプの地震が周期的に発生する固有地震モデルに基づいた評価を行った。第二版では、南海トラフの地震は震源域や発生間隔が多様であることが明らかとなつたことを踏まえ、震源域の広がりについては多様性を考えた。今回の改訂では、将来の地震の評価を、不確実性を含む形で示した。

＜省略＞

○地震の多様性を取り入れた長期評価の信頼性の向上

現在、過去に起きた大地震の繰り返し間隔と最新活動時期を用いて、次に発生する地震の長期評価を行っている。今回評価を行った南海トラフの地震は、物理的な背景を加味した時間予測モデルを用いているが、モデルの妥当性に関していくつかの問題点が指摘されている。今後、時間予測モデルの妥当性の検討も含め、地震の多様性を考慮した、ひずみの蓄積と地震の発生を結びつける物理的なモデルを構築していく必要がある。

また、物理的なモデルに基づき、様々な条件で計算を行った地震発生シナリオの中から、過去の地震像や現在の観測記録と矛盾しないものを絞り込み、長期評価の信頼性を高めていく必要がある。

現在、過去に起きた大地震の繰り返し間隔と最新活動時期を用いて、次に発生する地震の長期評価を行っている。今回評価を行った南海トラフの地震は、物理的な背景を加味した時間予測モデルの考え方を用いているが、モデルの妥当性に関していくつかの問題点が指摘されている。今回、隆起量データの不確実性が考慮されていないという点については、考慮できる手法を採用した。しかしながら、今後、時間予測モデルの妥当性の検討も含め、地震の多様性を考慮した、ひずみの蓄積と地震の発生を結びつける物理的なモデルを構築していく必要がある。

また、物理的なモデルに基づき、様々な条件で計算を行った地震発生シナリオの中から、過去の地震像や現在の観測記録と矛盾しないものを絞り込み、長期評価の信頼性を高めていく必要がある。

評価文の最終公表イメージ（案）

・主文 表2 南海トラフで発生する地震の確率

■: 大きく変わる可能性のある箇所

現行

表2 南海トラフで発生する地震の確率（時間予測モデル）

項目	将来の地震発生確率等	備考
今後10年以内の発生確率	20%程度	時間予測モデルによる「前回から次回までの標準的な発生間隔」88.2年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.24$ と0.20をBPT分布モデルに適用して発生確率を算出（評価時点は2013年1月1日現在）
今後20年以内の発生確率	40~50%	
今後30年以内の発生確率	60~70%	
今後40年以内の発生確率	80%程度	
今後50年以内の発生確率	90%程度以上	
地震後経過率	0.76	経過時間67.0年を発生間隔88.2年で除した値
次の地震の規模	M8~9クラス	震源域の面積と地震の規模の関係式より推定した値を用いた

※次に発生する可能性のある地震の中に最大クラスの地震も含まれるが、その発生頻度は100~200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。

より新しい日本海溝や千島海溝の
体裁に合わせた形式に修正

四捨五入前の値（2025年1月1日時点）

今後10年以内の発生確率: 5.2305 - 11.3533 %
今後20年以内の発生確率: 12.3243 - 24.1600 %
今後30年以内の発生確率: 20.8021 - 38.2641 %
今後40年以内の発生確率: 30.0401 - 56.2469 %
今後50年以内の発生確率: 39.4332 - 71.5920 %

改訂案

表2-1 南海トラフで発生する地震の確率（すべり量依存BPT）

項目	将来の地震発生確率等 ^{注1,2}	備考
今後10年以内の発生確率	○%程度	すべり量依存BPTモデルに発生日と隆起量データ分布及び $\gamma=0$ 、 $\beta=0$ を用いて発生確率を算出（評価時点は2025年1月1日現在）
今後20年以内の発生確率	○~○%	次に発生する可能性のある地震の中に最大クラスの地震も含まれるが、その発生頻度は100~200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。
今後30年以内の発生確率	○~○%	
今後40年以内の発生確率	○%程度	
今後50年以内の発生確率	○%程度以上	
地震後経過率 ^{注3}	0.○	経過時間67.0年を発生間隔88.2年で除した値
次の地震の規模	M8~9クラス	震源域の面積と地震の規模の関係式より推定した値を用いた

表2-2 南海トラフで発生する地震の確率（BPT）

項目	将来の地震発生確率等 ^{注1,2}	地震後経過率（期末） ^{注3}	備考
今後10年以内の発生確率	5~10%*	0.61~0.76	BPT分布モデルに平均発生間隔116.9年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.20$
今後20年以内の発生確率	10~20%*	0.68~0.85	（データから最尤法により求めた値）、平均発生間隔146.1年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.35$ （データから最尤法により求めた値）、平均発生間隔119.1年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.34$ （データから最尤法により求めた値）を適用して発生確率を算出（評価時点は2025年1月1日現在）
今後30年以内の発生確率	20~40%*	0.75~0.93	
今後40年以内の発生確率	30~60%*	0.81~1.02	
今後50年以内の発生確率	40~70%*	0.88~1.10	
地震後経過率（2025年1月1日時点）	0.54~0.68		次に発生する可能性のある地震の中に最大クラスの地震も含まれるが、その発生頻度は100~200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。
次の地震の規模	M8~9クラス		経過時間79.0年を発生間隔116.9~119.1年で除した値

参考
前回資料スライド

• P24南海トラフで発生する地震の確率

現行

南海トラフで次に発生する地震の発生確率

- 南海トラフ全域に多様な震源パターンを考慮
- 発生確率の評価手法は、多様性を説明するモデルが確立されていないため、従来の時間予測モデルを適用し、南海トラフ全域を一体として発生確率を評価

発生確率

領域	規模	30年発生確率
南海トラフ全域	M8～M9クラス	60%～70%

多様な震源パターン

*1 最大クラスの地震の発生頻度は、100～200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。

発生確率

領域	規模	30年発生確率
南海トラフ全域	M8～M9クラス	60%～70%

改訂案

南海トラフで次に発生する地震の発生確率

- 南海トラフ全域に多様な震源パターンを考慮
- 発生確率の評価手法は、多様性を説明するモデルが確立されていないため、従来の時間予測モデルを適用し、南海トラフ全域を一体として発生確率を評価

発生確率

領域	規模	30年発生確率
南海トラフ全域	M8～M9クラス	60%～70%

多様な震源パターン

*1 最大クラスの地震の発生頻度は、100～200年の間隔で繰り返し起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。

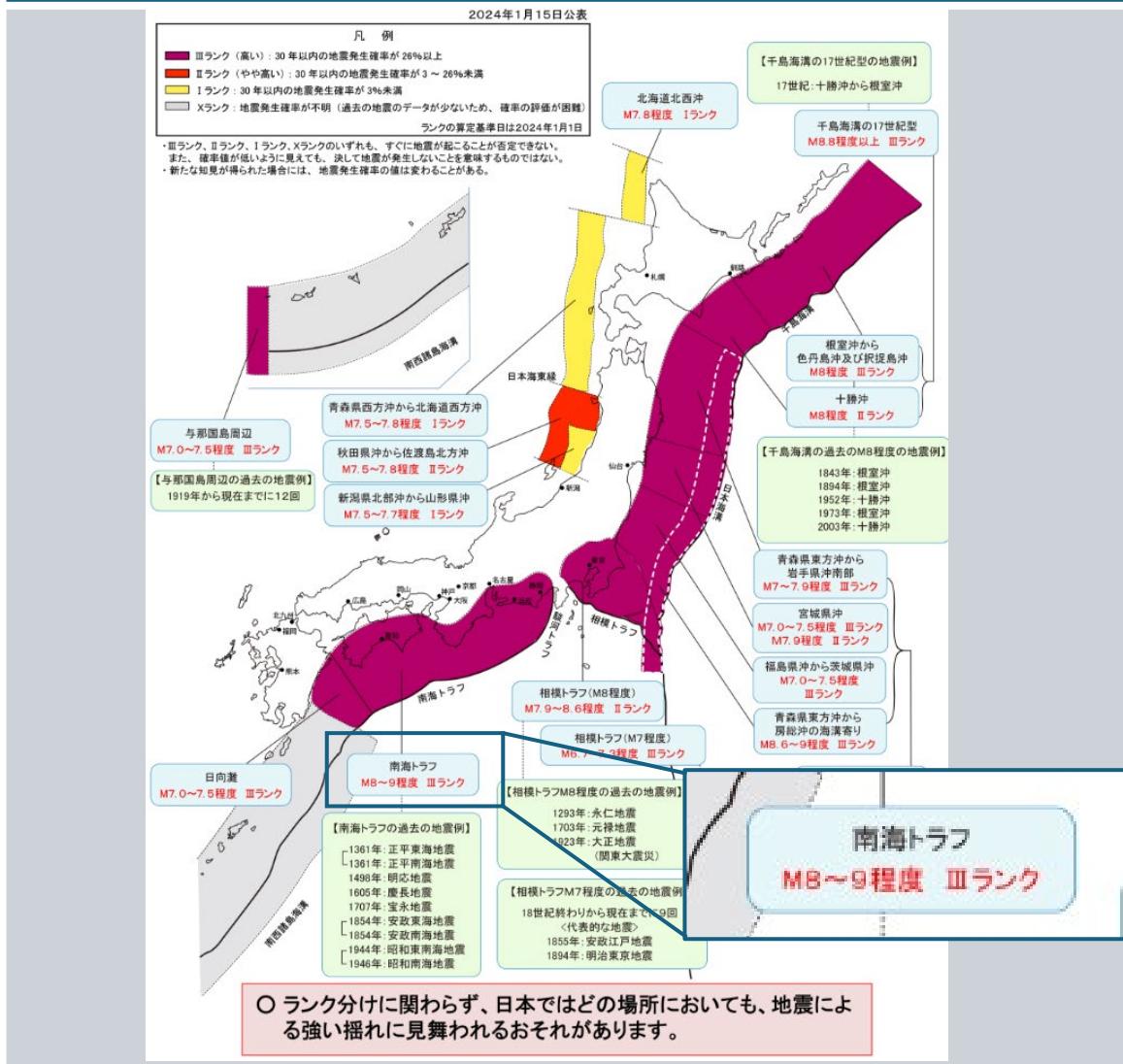
発生確率

領域	規模	30年発生確率
南海トラフ全域	M8～M9クラス	●%～●%

時間予測モデルを用いたBPT : ●%～●%
平均活動間隔を用いたBPT : ●%～●%

- 主な海溝型地震の評価結果

現行



改訂案

ランク表記のため恐らく改訂なし

- 冒頭◆
- 1. はじめに◆
- 2. 評価対象領域について
- 3. 南海トラフで発生する地震の多様性について
- 4. 南海トラフで次に発生する地震について◆
- 5. 今後に向けて◆
- 図1 南海トラフの評価対象領域とその区分け
- 図2 南海トラフで過去に起きた大地震の震源域の時空間分布
- 図3 津波堆積物、変動地形調査等による南海トラフで発生した過去の地震の発生履歴
- 図4 南海トラフで起きた大地震の発生間隔
- 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◆
- 表1 南海トラフ沿いの大地震の規模
- 表2 南海トラフで発生する地震の確率（時間予測モデル）◆

◆今回の改訂内容にかかる記載があり確実に更新する必要のある個所

- 1. 南海トラフで発生する地震に関する主な調査◆
- 2. 南海トラフの地形と構造
 - (1) 南海トラフ周辺の地形
 - 1) 沿岸及び海底の地形
 - 2) 海底活断層
 - (2) 地下構造
 - 1) プレートの特徴
 - 2) トラフ軸及び分岐断層付近での海底掘削結果
- 3. 地震活動
 - (1) 過去の大地震について
 - 1) 歴史記録のある地震
 - 2) 地形・地質学的手法により推定される地震
 - (2) 近年の地震活動等
 - 1) 地震活動▲
 - 2) 地殻変動▲
 - (3) プレート運動との整合性
- 4. 南海トラフの地震の長期評価の説明
 - (1) 評価対象領域について
 - (2) 南海トラフで発生する大地震の多様性について
 - 1) 既往地震の多様性
- 2) 想定される震源域
- 表 4-1 想定される震源域の一例
- (3) 南海トラフで次に発生する地震について◆
 - 1) 発生間隔のみを利用する場合◆
 - 表 4-2 確率計算に使用する地震の組合せ
 - 表 4-3 南海トラフで次に発生する地震の発生確率（時間予測モデルを用いない場合）◆
 - 2) 時間予測モデルを用いる場合◆
 - 3) 2つのモデルの比較◆
 - 4) 最大クラスの地震の発生確率◆
- 5. 今後に向けて◆
- 引用文献◆

◆今回の改訂内容にかかわる記載があり確実に更新する必要のある個所
▲今回の改訂内容にかかわらないが時点更新した方がよい可能性のある個所

- ・ 図1-1 南海トラフの破壊区間 (A～E) とプレート境界地震の 時空間分布 (Ishibashi, 2004)
- ・ 図 1-2 南海トラフ沿いの推定破壊域 (A～Eなど) と地質構造の構造単元を 規定する前弧海盆 (Wells et al. ,2003)
- ・ 図 2-1 南海トラフとその周辺の海底活断層の分布 (中田 高氏提供)
- ・ 図 2-2 連動型巨大地震の西縁を規定する構造 (仲西ほか, 2011)
- ・ 図 2-3 南海トラフから沈み込むフィリピン海プレートの上面深度 (本評価で用いた深度は内閣府 (2011) による)
- ・ 図 2-4 深海底掘削地点の概要 (Sakaguchi et al., 2011a)
- ・ 図 2-5 コアの写真とビトリナイト反射率 (Ro) (Sakaguchi et al., 2011a)
- ・ 図3-1 1944年昭和東南海地震の津波の高さ (飯田,1977より作成)
- ・ 図3-2 1946年昭和南海地震の津波の高さ (水路部,1948 ; 飯田,1977より作成)
- ・ 図3-3 1854年安政東海地震の津波の高さ (羽鳥・他1981、羽鳥1984等より作成)
- ・ 図3-4 1854年安政南海地震の津波の高さ (羽鳥, 1980a ; 1980b ; 1981 ; 1984 ; 1985 ; 1988 ; 羽鳥ほか, 1981 ; 1983 ; 等より作成)
- ・ 図 3-5 1707 年宝永地震の津波の高さ (羽鳥, 1980a; 1980b; 1984; 1985; 1988、村上・他, 1996、飯田, 1981 より作成)
- ・ 図 3-6 1498 年明応の津波の高さ (飯田, 1981 ; 羽鳥, 1975 より作成)
- ・ 図 3-7 1605 年慶長地震の津波の高さ (山本・萩原,1995 より作成)
- ・ 図3-8 1944年昭和東南海地震の震度分布図 (気象庁,1968より作成)
- ・ 図3-9 1946年昭和南海地震の震度分布図 (気象庁,1968より作成)
- ・ 図 3-10 1854 年安政東海地震の震度 (宇佐美・大和探査, 1994 より作成)
- ・ 図3-11 1854年安政南海地震の震度 (宇佐美・大和探査, 1994より作成)
- ・ 図3-12 1707年宝永地震の震度分布 (松浦2012より作成)
- ・ 図3-13 1498年明応地震の震度
- ・ 図 3-14 1944 年昭和東南海地震の各種震源モデル
- ・ 図 3-15 1946 年昭和南海地震の各種震源モデル
- ・ 図 3-16 1946 年昭和南海地震のすべり量分布図 (Murotani, 2007)
- ・ 図3-17 1944年昭和東南海地震のすべり量分布図
- ・ 図 3-18 1854 年安政東海地震及び 1854 年安政南海地震の各種震源モデル
- ・ 図 3-19 1498 年明応東海地震、1605 年慶長地震及び 1707 年宝永地震の各種震源モデル
- ・ 図 3-20 蟹が池の津波堆積物 2000 年前の堆積物が厚い (岡村ほか, 2011)
- ・ 図 3-21 大分県佐伯市龍神池に認められる津波堆積物 (岡村ほか, 2011)
- ・ 図 3-22 三重県志島低地で確認された津波堆積物 (Fujino et al., 2012 に基づいて作成)
- ・ 図 3-23 紀伊半島の生物遺骸調査結果 (宍倉ほか, 2008)
- ・ 図 3-24 室戸半島における完新世地震性地殻変動 (前塙, 2001)
- ・ 図 3-25 南海トラフ沿いにおけるタービダイトの採取地点 (左) と研究対象試料の柱状図 及び浮遊性有孔虫を用いた放射性炭素年代値 ($\delta^{13}\text{C}$ 補正年代) (右) (池原, 2001)
- ・ 図 3-26 深海底掘削地点の概要 (Sakaguchi et al., 2011b)
- ・ 図 3-27 深海底コアの X 線 CT 画像と解釈図 (Sakaguchi et al., 2011b)
- ・ 図 3-28 南海トラフとその周辺の震源分布 (気象庁作成) ▲
- ・ 図 3-29 南海トラフとその周辺の地震活動の時空間分布 (気象庁作成) ▲
- ・ 図 3-30 南海トラフの地震活動の M-T 図及び回数積算図 (気象庁作成) ▲
- ・ 図 3-31 西南日本におけるスロー地震群の分布 (小原, 2009)
- ・ 図 3-32 西南日本の平均変位速度ベクトル (水平) ▲
- ・ 図 3-33 西南日本の平均変位速度ベクトル (上下) ▲
- ・ 図 3-34 室戸岬における 1896 年以降の水準点上下変動量▲
- ・ 図 3-35 陸上 GNSS データから推定したプレート間の固着係数 (Loveless and Meade, 2010)
- ・ 図 3-36 陸上 GNSS データから推定したプレート間のすべり欠損速度 (Hok et al., 2011)
- ・ 図 3-37 豊後水道で繰り返し発生する長期的スロースリップのすべり分布と 推定モーメント (Ozawa et al., 2007; 国土地理院, 2012b)
- ・ 図 4-1 プレート境界地震の破壊面積と地震モーメントのスケーリング (室谷ほか, 2013)
- ・ 図 4-2 南海トラフにおける今後 30 年間に地震が起きる確率と、前地震からの経過時間の 関係◆
- ・ 図 4-3 室津港における南海地震時の隆起量と地震発生間隔との関係◆
- ・ 図 4-4 時間予測モデルによる今後 30 年以内に南海トラフで大地震が発生する確率の時間 推移◆
- ・ 別表◆

◆今回の改訂内容にいかわる記載があり確実に更新する必要のある個所
 ▲今回の改訂内容にいかわらないが時点更新した方がよい可能性のある個所