

(2)テクトニクス等の情報

①測地学的検討

- 世界の超巨大地震の発生地域における測地学的検討による知見を整理した。
- 世界の超巨大地震の発生地域におけるすべり欠損速度を整理した知見から、世界の超巨大地震の発生地域においては、年間2cm以上のすべり欠損速度が認められると考えられる。

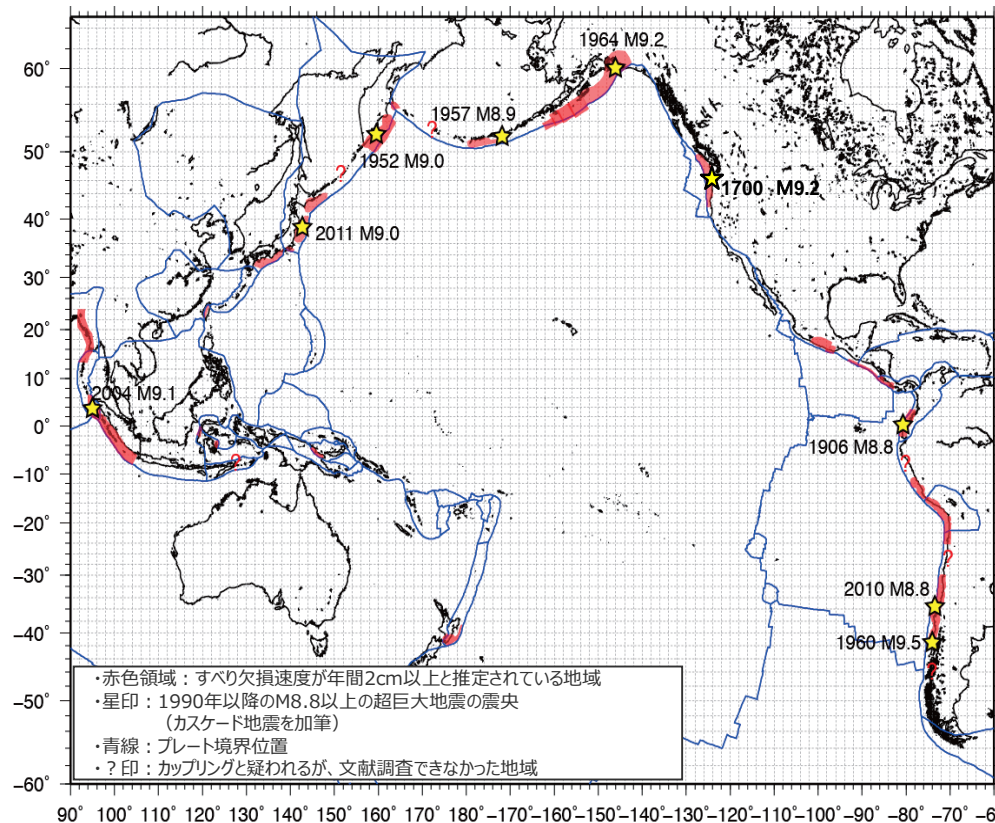
	チリ	カスケード	アラスカ・アリューシャン	カムチャッカ	東北	スマトラ	南海	琉球
カップリング係数※1	0.96～1.0	1.0	0.62～0.96	0.48～0.67	0.54～0.65	1.0	1.0	0.0
すべり欠損速度※2	年間2cm以上	年間2cm以上	年間2cm以上	年間2cm以上	年間2cm以上	年間2cm以上	年間2cm以上	—

※1 世界のプレート沈み込み帯におけるカップリングパラメータ (Scholz and Campos (2012) より記載)
 ※2 環太平洋とその周辺の測地データから推定されたプレート間カップリングの分布図 (下図、西村 (2013) より記載)



G P S 観測結果から、
 固着域を分析

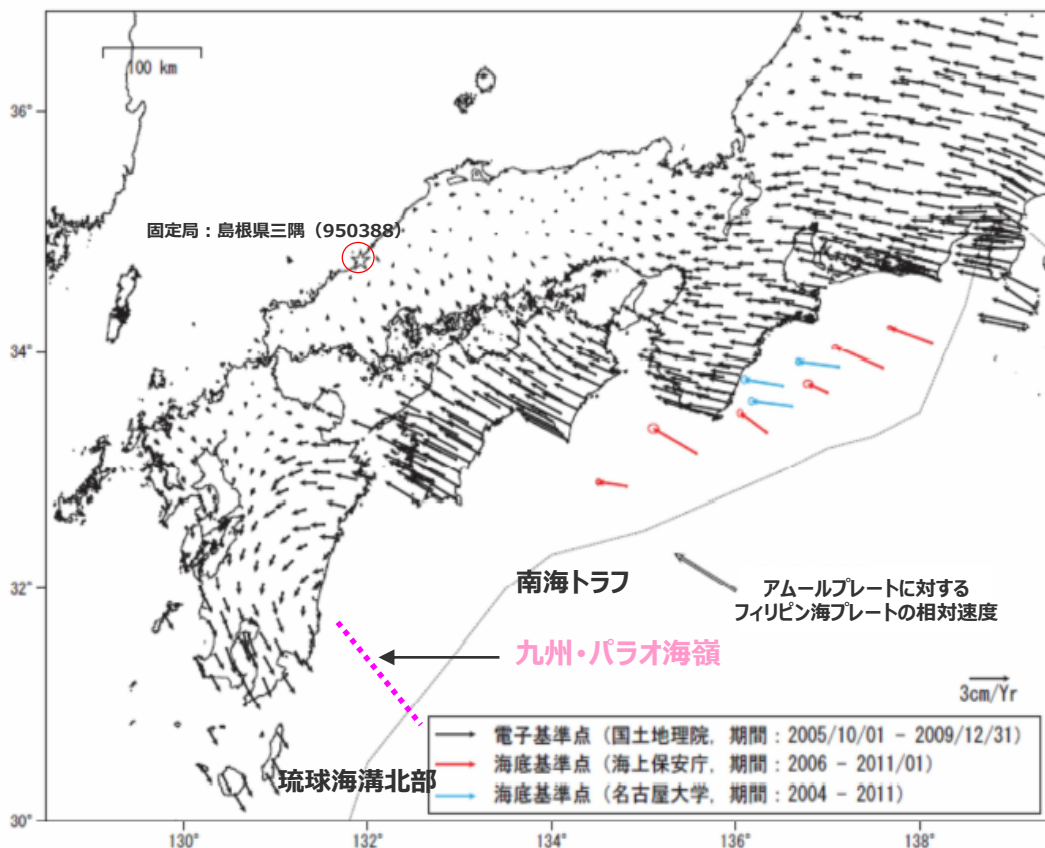
詳細は次頁以降



- ・すべり欠損速度 (すべり遅れ速度)
 →プレート境界面において、陸側プレートが海側プレートの沈み込みに引きずられる速度
- ・カップリング係数
 →すべり欠損速度を、陸側プレートに対する海側プレートの相対速度で割ったもの

環太平洋とその周辺の測地データから推定されたプレート間カップリングの分布図 (西村(2013))

- GPS観測データから、四国はフィリピン海プレートのカップリングの強いブロック、九州はカップリングが弱く、反時計回りに回転するブロックとされており、南海トラフでは、固着が強く、琉球海溝北部では、固着が弱いと考えられる。
- GPS観測データから、琉球海溝においては、陸側プレートの変位ベクトルは海側プレートに向いており、大規模な固着は想定されない。



※海底基準点 (海上保安庁) の速度は、下層固定のITRF2000の速度をITRF2005に変換し、電子基準点「那智勝浦」と「三隅」の相対速度 (ITRF2005) を加えて算出した。
 ※海底基準点 (名古屋大学) の速度は、ITRF2000の速度をITRF2005に変換し、電子基準点「三隅」の速度 (ITRF2005) を加えて算出した。
 ♪固定局: 三隅 (950388) 国土地理院・海上保安庁・名古屋大学

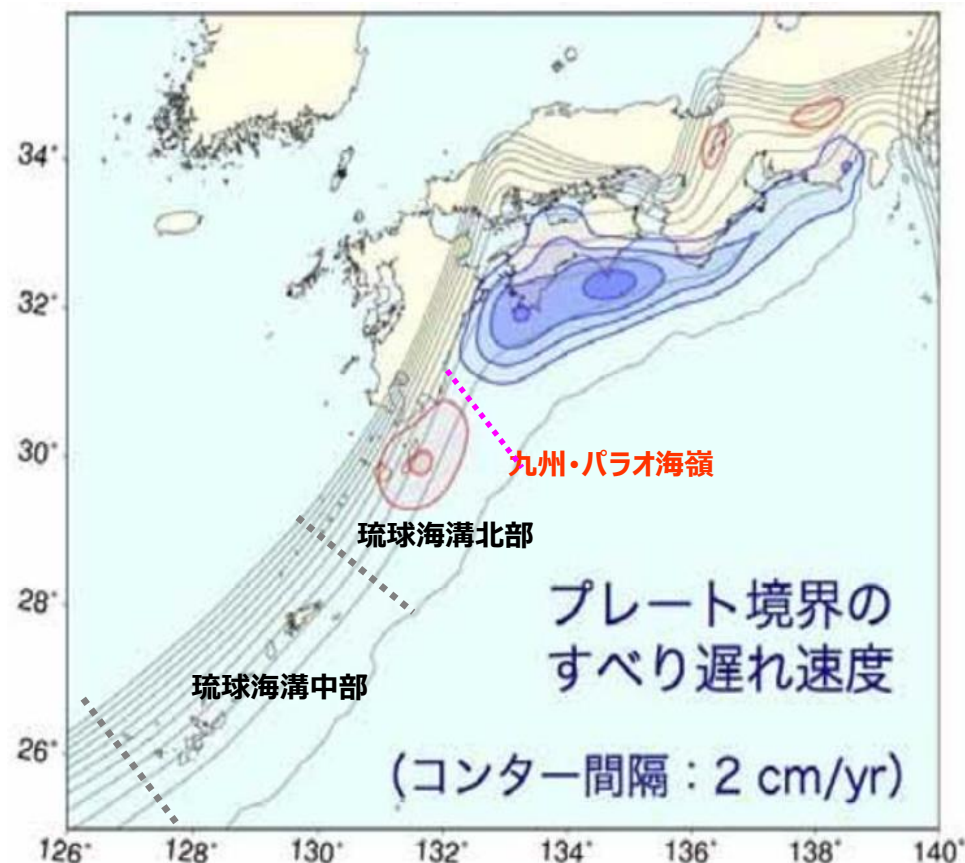
西南日本の平均変位速度ベクトル (水平)
(地震調査委員会(2013)を基に作成)

- ・四国はフィリピン海プレートのカップリングの強いブロック、九州はカップリングが弱く、反時計回りに回転するブロックとされている。(Wallace et al.(2009))

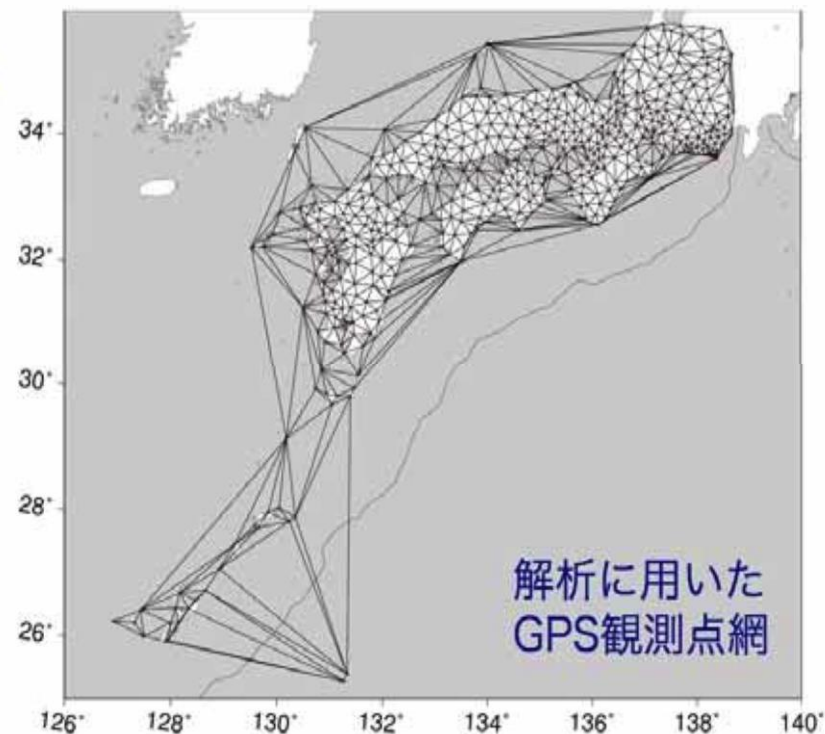


日本全国の変位速度ベクトル (水平)
(Kato and Kubo (2006)を基に作成)

- GPS観測データを用いたすべり欠損分布によると、南海トラフでは、年間2cm以上のすべり欠損速度が認められるものの、九州・パラオ海嶺付近では、すべり欠損速度が年間2cm以下となる。
- 琉球海溝北部及び中部では、年間2cm以上のすべり欠損速度は認められない。(琉球海溝北部では、すべり過剰が認められる)

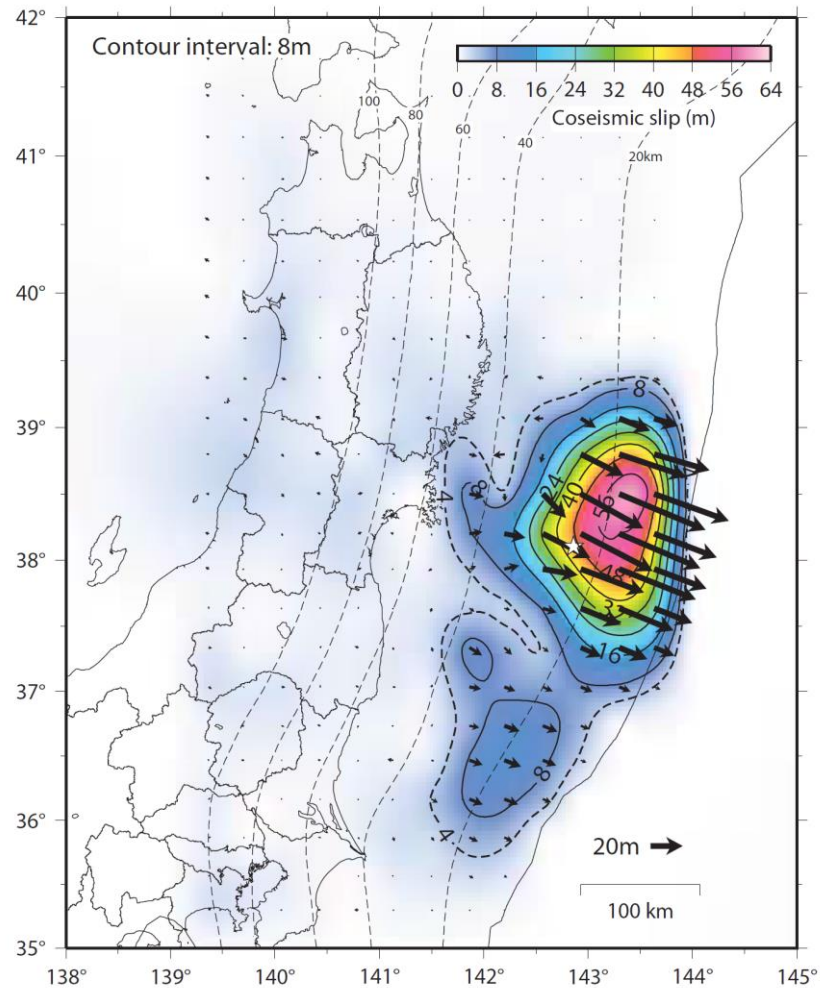


GPSデータからの推定によるすべり遅れ速度の等値線 (2cm/年の間隔)
青線: すべり遅れ、赤線: すべり過剰 (黒線はプレート境界面の等深線)



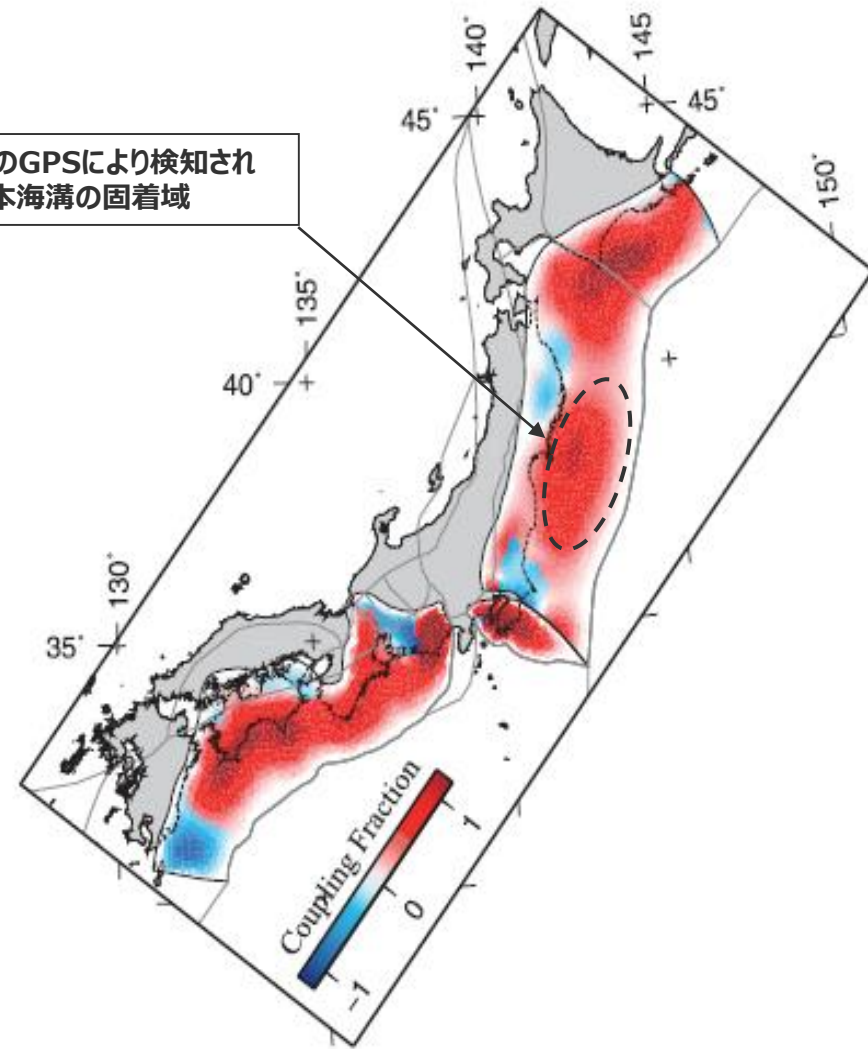
プレート境界でのすべり遅れ速度 (すべり欠損速度) の分布
(文部科学省・海洋研究開発機構(2013)を基に作成)

○日本海溝においては、陸域のGPSにより、大規模な固着域が検知されており、東北地方太平洋沖地震レベルの固着域の有無については、海溝軸から離れた陸域のGPSでも、検知可能と考えられる。



東北地方太平洋沖地震時のすべり分布モデル
(国土地理院・海上保安庁(2011))

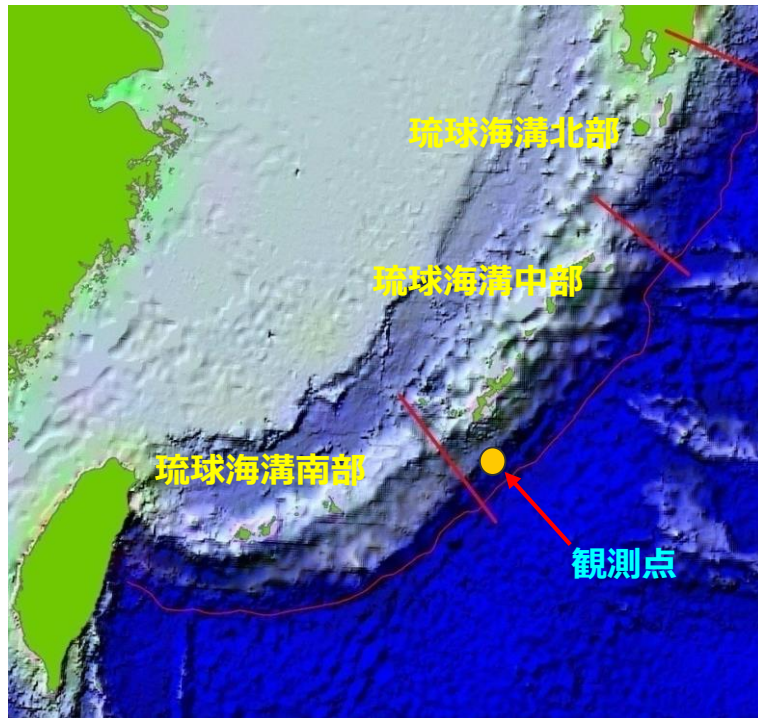
陸域のGPSにより検知された日本海溝の固着域



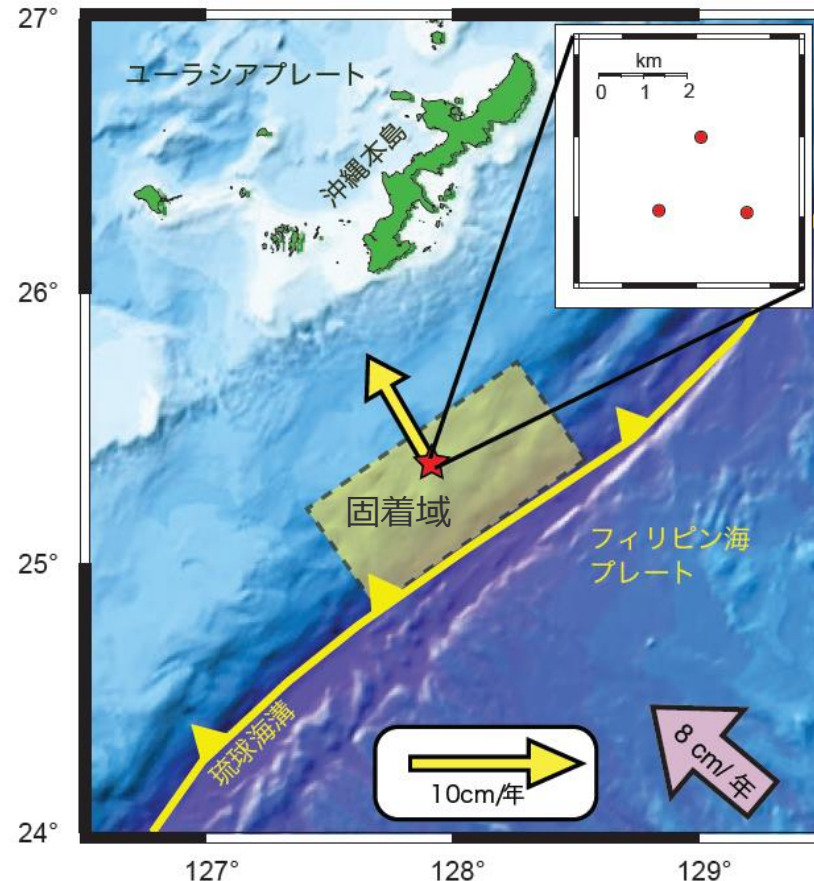
陸域のGPSデータから推定したプレート間のカップリング係数
(Loveless and Meade(2010)を基に作成)

- 中村(2012a)によれば、琉球海溝中部では、固着域が確認されている。
- しかし、琉球海溝中部の固着域については、南海トラフと比べて小さいと考えられる。
 (琉球海溝：深さ12～14 km (断層幅50～70km)、南海トラフ：深さ30～40 km※ (断層幅200km程度))

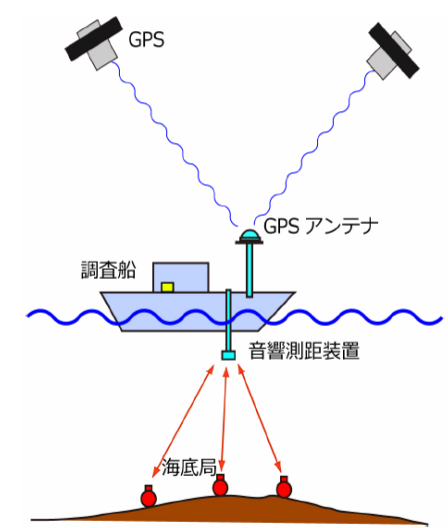
※ カップリング係数は、プレート境界の深度約10～20kmで最大となり、それより深部では小さくなっていき、深さ40kmでほぼゼロになると推定される。(地震調査委員会(2013))



(NOAA Mapを基に作成)
 観測点の位置



海底局で観測された水平変位と推定された固着域 (中村(2010))



海底地殻変動観測の概要図
 (中村(2010))

- ・琉球海溝中部で実施された海底地殻変動観測による調査結果から、沖縄本島沖の琉球海溝にも固着域が分布することが推定されている。
- ・この固着域の最深部は、海溝軸から50～70kmの位置にあり、プレートの深さで12～14kmにあたる。(中村(2012a))

(2)テクトニクス等の情報

②沈み込み帯の特徴

4-1.3 南海トラフ～南西諸島海溝での分析

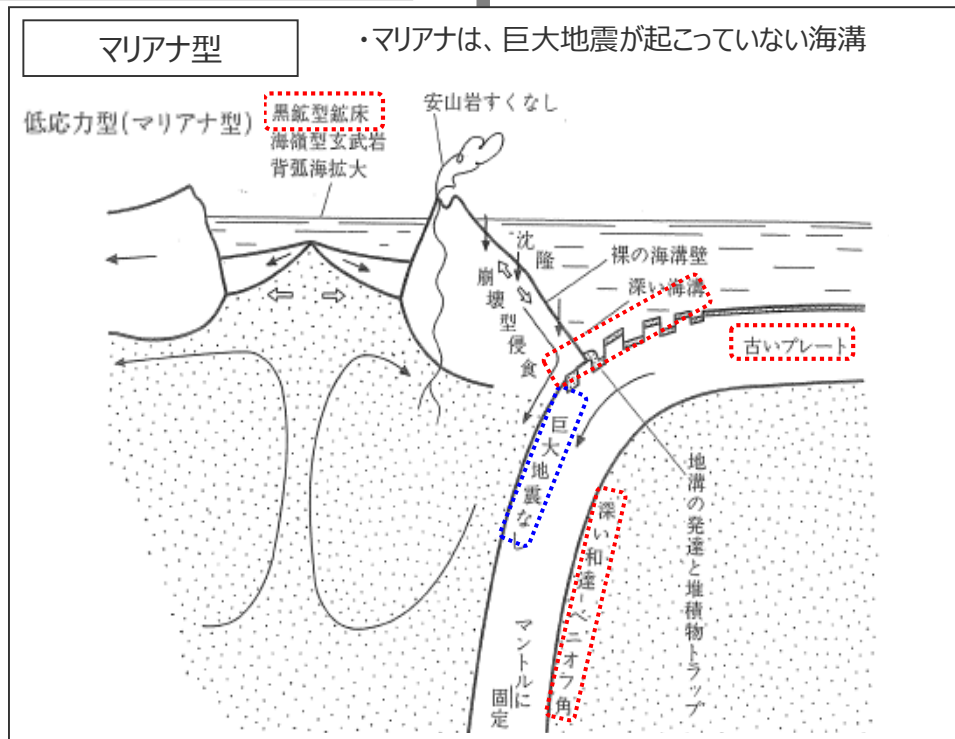
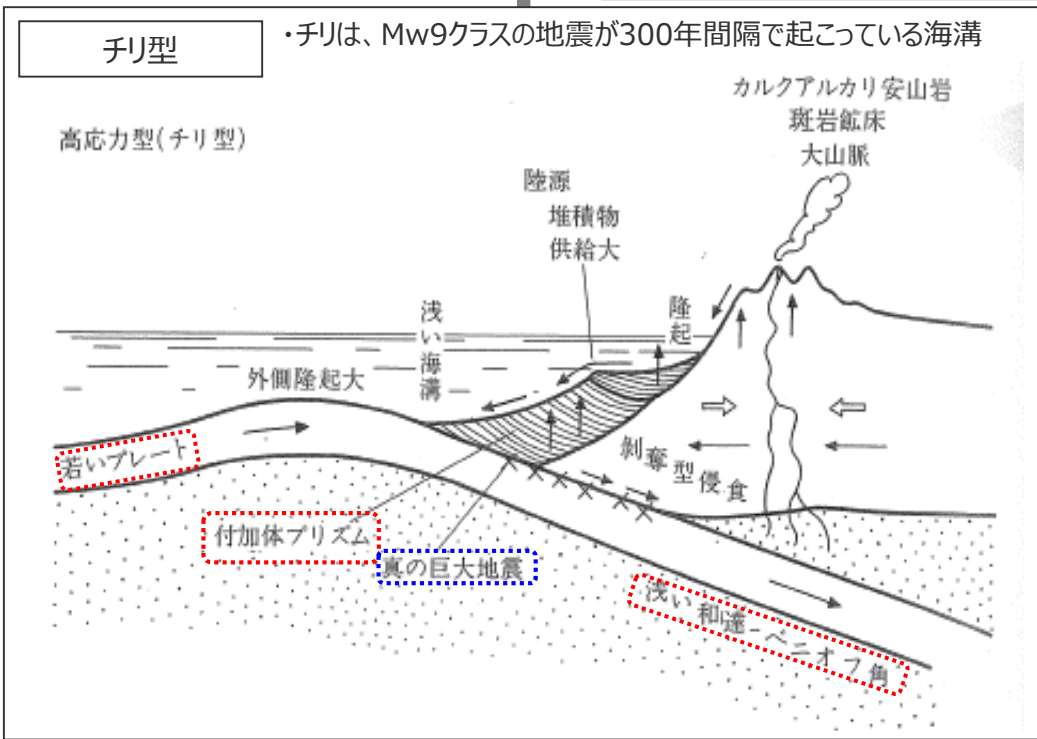
(2)テクトニクス等の情報 ②沈み込み帯の特徴

- 世界の超巨大地震の発生地域において、巨大地震に関連していると考えられている特徴を整理し、その特徴を踏まえた分析を行った。
- なお、巨大地震に関連していると考えられている特徴については、沈み込み帯の両極の型として「チリ型」「マリアナ型」を提案した文献（上田(1989)）を参考とした。

両型の特徴

	チリ型	マリアナ型
海洋プレートの年代	新しい (15Ma)	古い (160Ma)
沈み込むスラブの傾斜	緩い (30°)	急 (90°)
付加体	発達	なし
海洋プレートの凹凸地形	凸凹なし	凸凹あり
背弧拡大	なし	あり

「チリ型」と「マリアナ型」の沈み込み帯の比較 (上田(1989)に加筆)



- 知見を収集・分析した結果、海洋プレートの年代、スラブの傾斜、付加体、海洋プレートの凹凸地形については、世界の超巨大地震発生地域に共通性は認められないものの、背弧拡大については、世界の超巨大地震発生地域に共通性が認められる。
- 蓬田(2013)によると、スマトラ・東北における超巨大地震の発生により、巨大地震に関連していると考えられていたプレート年代などは、巨大地震との関連性がないとされる意見はあるものの、世界には地震活動がほとんどない沈み込み帯も多く存在し、こうした沈み込み帯ではマリアナ型の特徴である背弧の拡大を伴っており、プレートの相対運動の大部分はaseismicな滑りで解放されるという従来の考えを現時点でも否定はできないとしている。

分析結果

	超巨大地震の発生地域						左記が発生していない地域	(凡例)	
	チリ(南部)	カスケード	アラスカ・アリューシャン	カムチャッカ	東北	スマトラ		マリアナ	南海トラフ
海洋プレートの年代※1	新しい (15Ma)	新しい (3Ma)	アラスカ : 46Ma アリューシャン : 54Ma	古い (90Ma)	古い (130Ma)	55Ma	古い (160Ma)	新しい (17Ma)	49Ma
沈み込むスラブの傾斜※2	緩い (30°)	(-)	アラスカ : 中程度 (55°) アリューシャン : 中程度 (65°)	中程度 (50°)	中程度 (40°)	スマトラ : ゆるい (30°) アングマン海 : 中程度 (50°)	急 (90°)	(-)	中程度 (45°)
付加体※3	発達	発達	発達	発達	なし	発達	なし	発達	なし
海洋プレートの凹凸地形※4	凹凸なし	凹凸なし	アラスカ : 凹凸なし アリューシャン : 凹凸あり	凹凸なし	凹凸あり	凹凸なし	凹凸あり	凹凸なし	北部 : 凹凸あり 南部 : 凹凸なし
背弧拡大	なし	なし	なし	なし	なし※5	アングマン海	マリアナトラフ	なし	沖縄トラフ

※1 Mantovani et al.(2001) ※2 Uyeda and Kanamori(1979) ※3 Clift and Vannucchi (2004)
 ※4 Ruff(1989) ※5 日本海は古い時代に活動 (15Maにほぼ終了) した背弧海盆であり、現在は非活動。

leaky transform型の拡大 (Diehl et al.(2013)による)

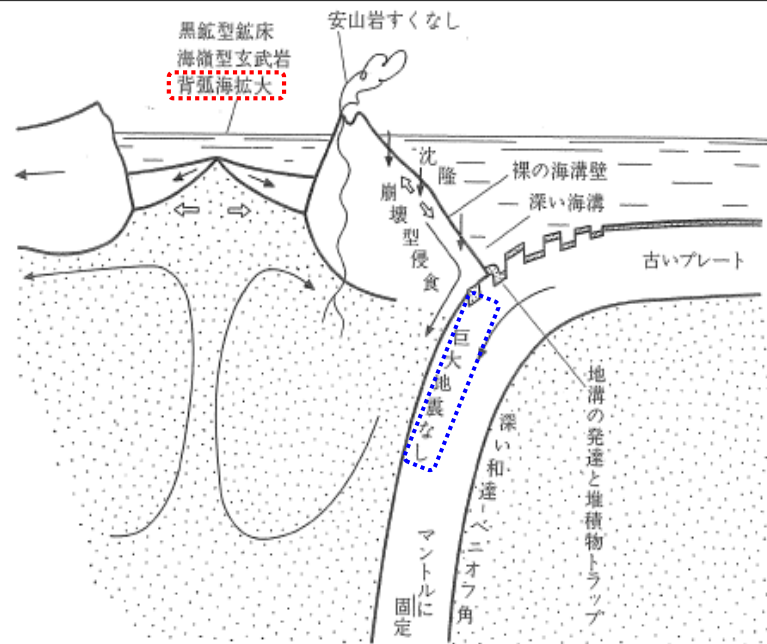
詳細は頁以降

back-arc spreading型の拡大 (Uyeda and Kanamori (1979) による)

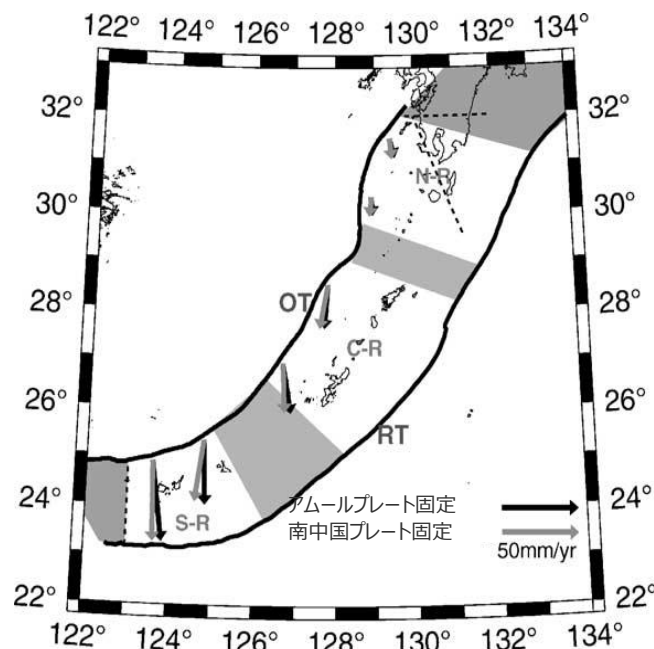
沈み込み帯の特徴と巨大地震の関連性に関する見解 (蓬田(2013)を要約)

- 地震活動がほとんどない沈み込み帯のほとんどはこれまでマリアナ型と呼ばれた様式として、沈み込み帯をはさむ2つのプレートの相対運動はむしろ離れていくセンスで、背弧の拡大を伴う。このような沈み込み帯では、プレートの相対運動の大部分は、aseismicな (非地震性の) 滑りで解放されるという従来の考えを現時点でも否定はできない。
- 琉球トラフでは背弧側の海底は拡大しており、2004年スマトラ地震のような純粋な逆断層を生じさせる地震を発生することは難しく、よって、南海トラフとの連動による超巨大地震は発生できないと考える。

- Uyeda and Kanamori (1979) によると、「マリアナでは、プレート間が固着していないため、背弧が拡大する。」とされ、マリアナでは、海溝軸に直交方向（拡大軸は海溝軸にほぼ平行）に背弧が拡大する特徴を持つと考えられる。なお、その機構については、上田(1989)によると、くさび型マントル流モデル等の諸説があるとされている。
- G P S の観測結果から、琉球海溝の背弧海盆（沖縄トラフ）は、マリアナ型と同様、海溝軸に直交方向（拡大軸は海溝軸にほぼ平行）に背弧が拡大する特徴が認められ、プレート間の固着は弱いと考えられる。



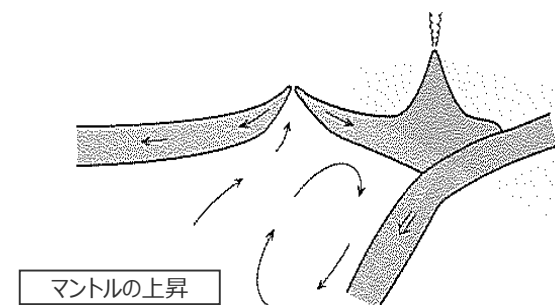
マリアナ型の沈み込み帯（上田(1989)に加筆：再掲）



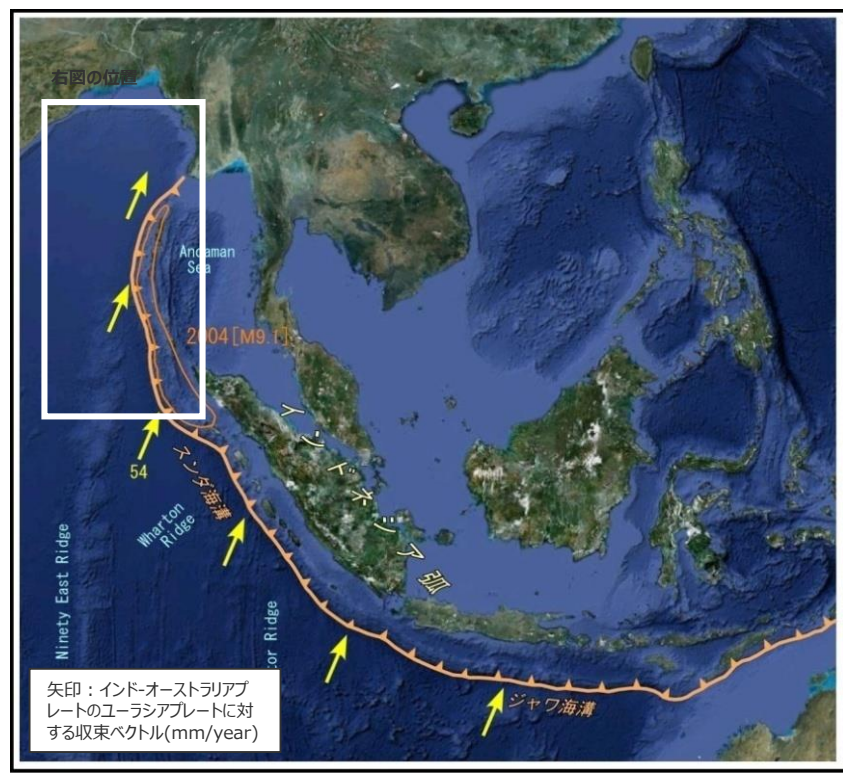
沖縄トラフの拡大速度（Nishimura et al.(2004)）

背弧海盆の拡大機構（上田(1989)を要約）

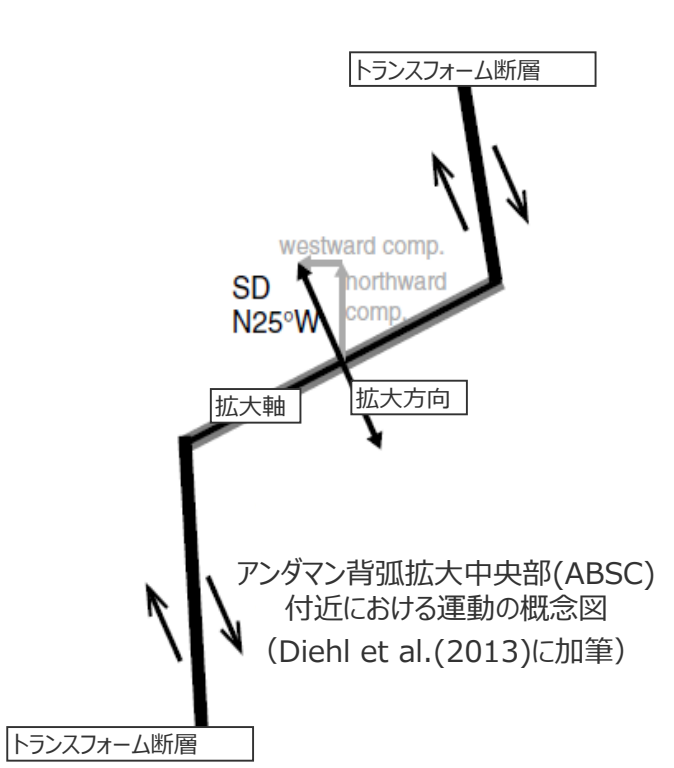
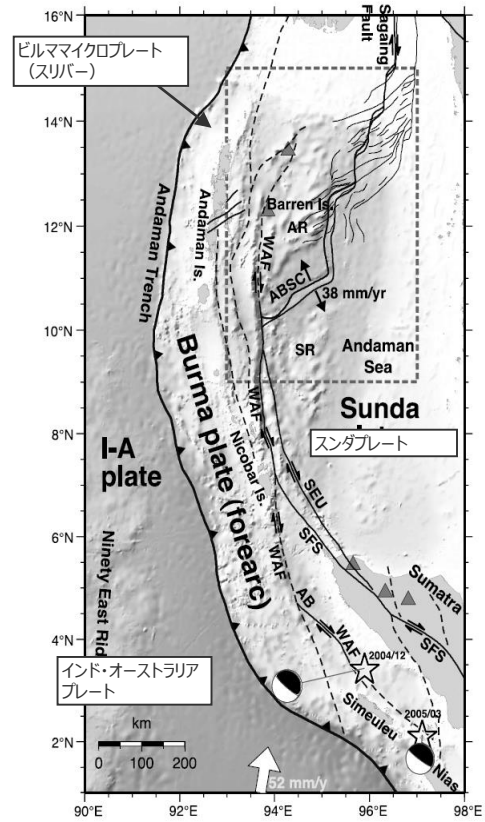
- 沈み込みのモデルとして、スラブ上のくさび型マントルを粘性流体とみため、スラブの運動によって、誘起される流れを想定するモデル（Toksoz and Hsui(1978)：右図）がある。それによると、背弧域には、高温マントル物質の上昇に伴い、海嶺がつくられ、伸張的応力が生ずるため、背弧が拡大するが、その当否は、張力場が十分か否かにあると考えられる。
- 上記以外のモデルについても、提案されている。



- Diehl et al.(2013)によると、スマトラにおける背弧海盆（アンダマン海）は、海溝軸に平行方向（拡大軸は海溝軸にほぼ直交）に拡大する、プリアパートを成因とした背弧拡大とされ、マリアナ型の背弧拡大とは異なると考えられる。
- 超巨大地震が発生する原因は、斜め衝突の海溝軸に平行な成分はスリバーの動きで緩和されるが、海溝軸に直交する成分がひずみとして、蓄積されるためであると考えられる。



スマトラにおける背弧海盆(NUVEL-1A:DeMets et al.(1994))



アンダマン海の成因について (Diehl et al. (2013))

- Burma Plate (スリバー) が沈み込むプレートにより北へ引きずられることにより、プリアパート盆地がプレート境界沿いに形成され、NE-SW方向に拡大することとなった。

超巨大地震が発生する原因について (小山ほか(2012))

- インド・オーストラリアプレートの斜め衝突の海溝軸に平行な成分は、ビルママイクロプレート (スリバー) の動きで緩和され、結果として、アンダマン・ニコバル海溝に直交する成分のみが卓越することになる。

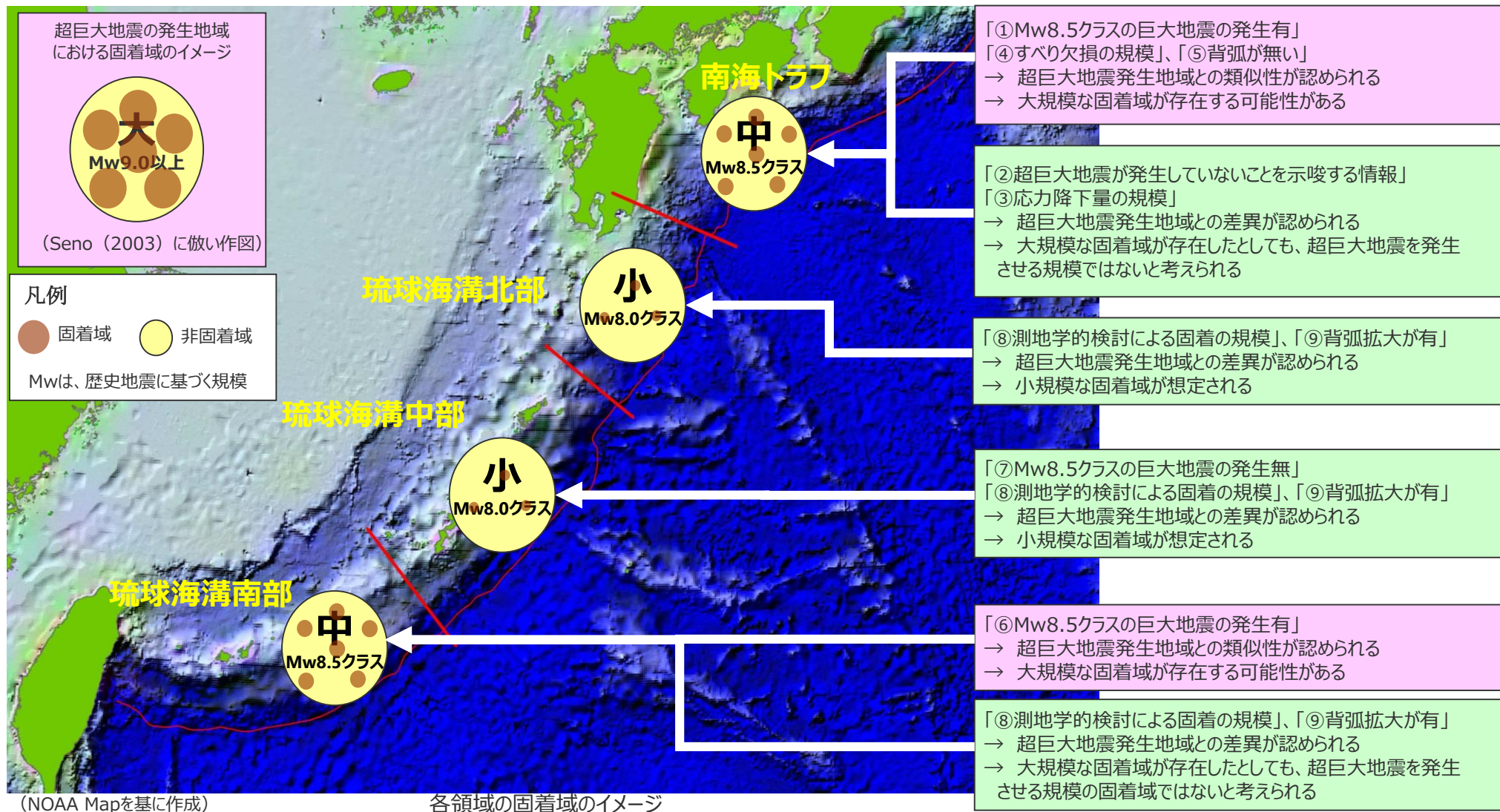
固着域に関する分析（検討項目毎のまとめ）

○以上の検討を項目毎にまとめ、下表に示す。

		南海トラフ	琉球海溝
(1)地震履歴	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 凡例 世界の超巨大地震発生地域との差異がない 世界の超巨大地震発生地域との差異がある </div>	<ul style="list-style-type: none"> 過去5,000年間に、1707年宝永地震（M8.6）などの巨大地震が認められ、その発生間隔は、300～600年と考えられる。（内閣府(2012)） 約5,000年間の地質記録において、九州パラオ海嶺までの南海トラフ全域を波源域とする地震が発生した証拠は認められない。（地震調査委員会(2013)） 過去6,000年間を通して、平地の上まで巨礫を運ぶような規模の津波はなかった可能性がある。（宍倉(2013a)） 南海トラフにおける地震の応力降下量は、超巨大地震発生地域における地震の応力降下量に比べ、小さく、超巨大地震が発生する可能性は低い。（瀬野(2013)） 	<ul style="list-style-type: none"> 【南部】・1771年八重山地震（Mt8.5）が確認されている。（地震調査委員会（2004a）、中村(2012b)） 【中部】・1911年喜界島地震（M8.0）が確認されている。（地震調査委員会(2004a)） 【南部】・先島諸島では、2,600年前以降、150～400年間隔で繰返し地震が発生した痕跡（津波石）が認められる。（後藤(2012)） 【中部】・奄美・沖縄諸島では、規模の小さな石が認められるのみであり、2,300年前以降に巨大津波は発生していないと考えられる。（Goto et al.(2013)）
		①：津波堆積物調査等による知見から、Mw8.5クラスの巨大地震が繰返し発生しているとされ、世界との差異は認められない。	【南部】⑥：津波石等による知見からMw8.5クラスの巨大地震が繰返し発生しているとされ、世界との差異は認められない。
		②：地質記録等から超巨大地震が発生した証拠は認められず、世界との差異が認められる。 ③：応力降下量から、世界との差異が認められる。	【中部】⑦：津波石等による知見からMw8.5クラスの巨大地震は発生していないとされ、世界との差異が認められる。
(2)テクトニクス等の情報	測地学的検討	<ul style="list-style-type: none"> G P S観測データを用いたすべり欠損分布（文部科学省・海洋研究開発機構(2013)）において、年間2cm以上のすべり欠損速度が認められる。 	<ul style="list-style-type: none"> 【共通】・GPS観測データから、琉球海溝においては、陸側プレートの変位ベクトルは海側プレートに向いており、大規模な固着は想定されない。 【北部・中部】・G P S観測データを用いたすべり欠損分布（文部科学省・海洋研究開発機構(2013)）において、年間2cm以上のすべり欠損速度は認められない。 【中部】・海底G P S観測データにより固着域が確認されているが、最深部は、12～14 kmとされ（中村(2012a)）、南海トラフと比べて浅いと考えられる。
	沈み込み帯の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・背弧海盆がない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・拡大している背弧海盆（沖縄トラフ）がある。
評価結果	<ul style="list-style-type: none"> 南海トラフについては、Mw8.5クラスの巨大地震が発生していることなど（①・④・⑤）から、大規模な固着域が存在する可能性があるものの超巨大地震を発生させるような規模ではない（②・③）と想定される。 	<ul style="list-style-type: none"> 北部については、世界の超巨大地震発生地域との差異が認められ（⑧・⑨）、小規模な固着域が想定される。 中部についても、差異が認められ（⑦・⑧・⑨）、小規模な固着域が想定される。 南部については、Mw8.5クラスの巨大地震が発生していること（⑥）から、大規模な固着域が存在する可能性があるものの、超巨大地震を発生させるような規模ではない（⑧・⑨）と想定される。 	

固着域に関する分析（評価結果）

- 各領域内における最大規模の歴史地震は、南海トラフではMw8.5クラス、琉球海溝北部・中部ではMw8.0クラス、琉球海溝南部ではMw8.5クラスであるものの、それらを超える可能性を検討した。
- 世界の超巨大地震発生地域と南海トラフ～琉球海溝を比較・分析した結果から、南海トラフ～琉球海溝においては、世界の超巨大地震発生地域レベルの固着域はなく、各領域内における最大規模の歴史地震と整合的な固着域が想定される。

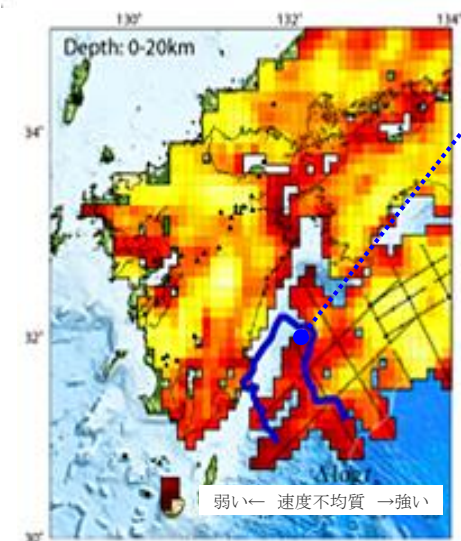
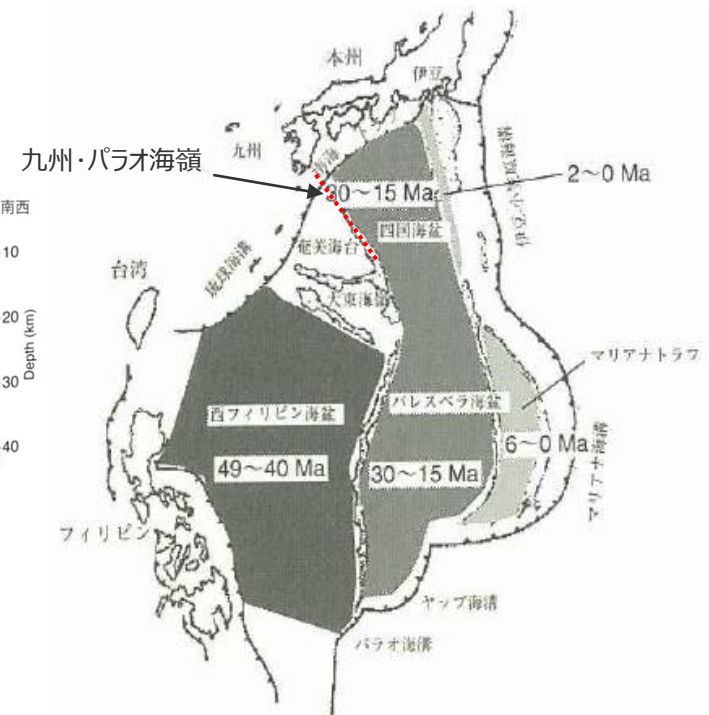
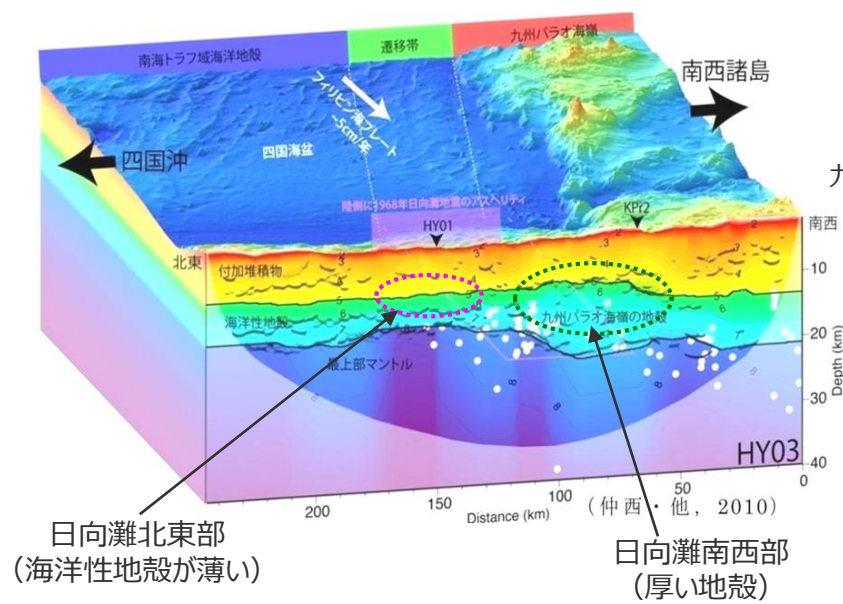
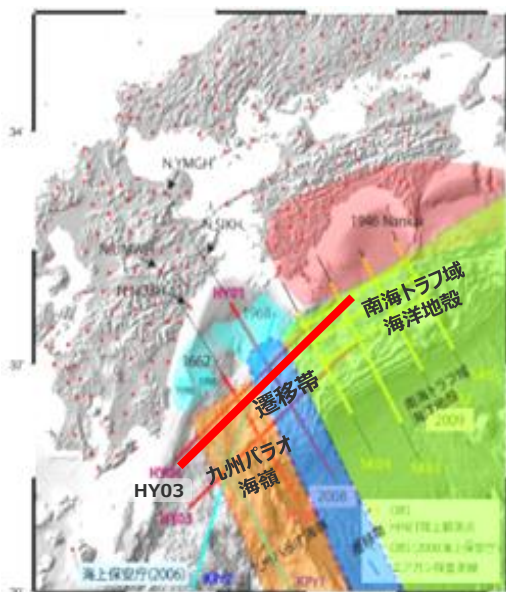


破壊伝播の検討

- 固着域の評価結果に、構造的境界に関する知見の分析結果を加え、破壊伝播の可能性を検討

南海トラフと琉球海溝の構造的境界に関する知見

- 構造探査等の結果から、九州・パラオ海嶺付近を境に、海洋プレート浅部（地殻）の厚さ等の構造が異なるとされている。
- 九州・パラオ海嶺付近を境に、プレートの年代が異なるとされている。



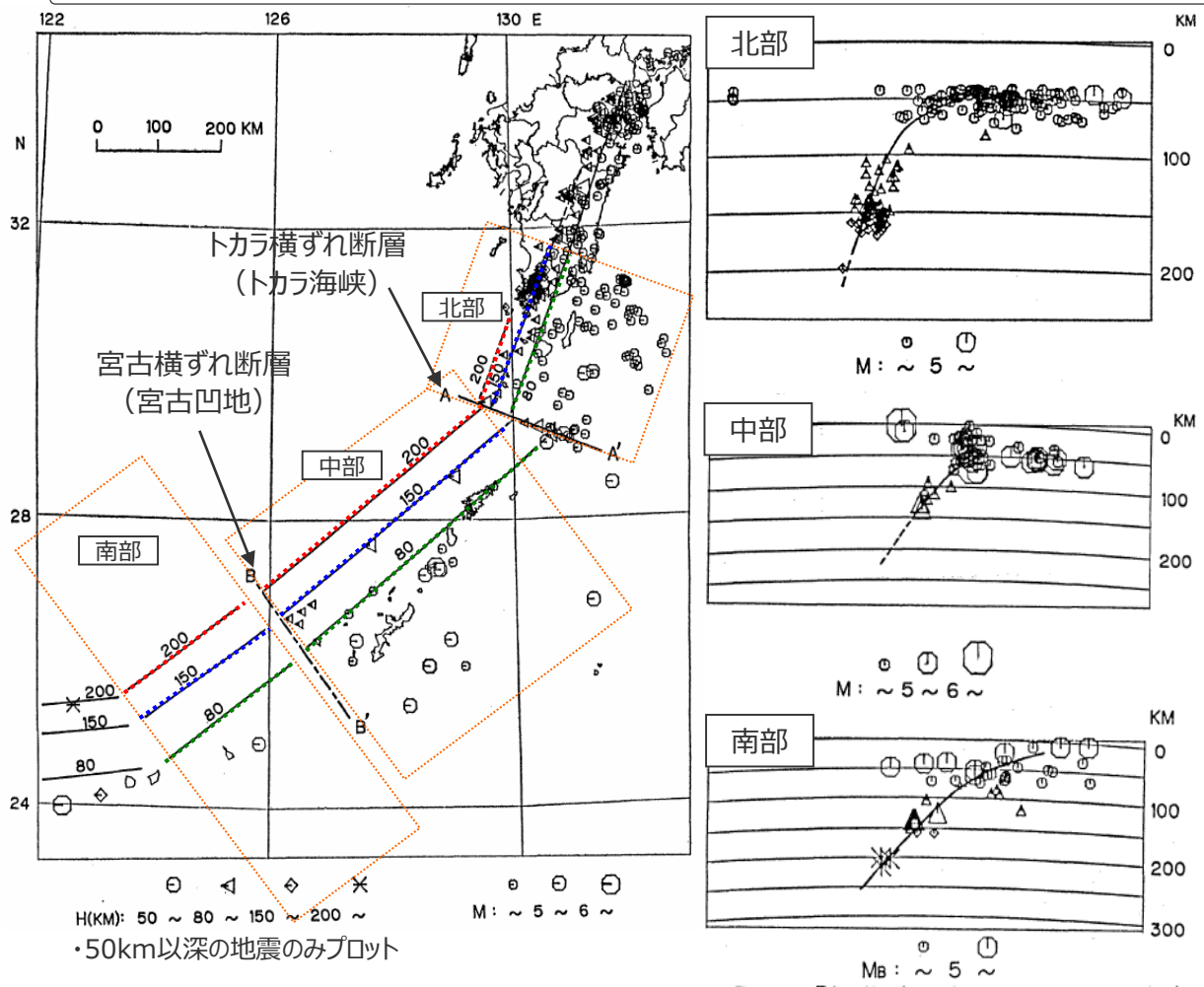
- 九州・パラオ海嶺が沈み込む部分（青線内）に速度不均質の強い領域（赤）が存在
- 構造探査の結果を踏まえ、九州・パラオ海嶺で、南海トラフと構造が区別されると考えられる。
 - ・九州・パラオ海嶺が沈み込む周辺で、地殻の厚さが大きく変化
 - ・九州・パラオ海嶺が沈み込む部分では、速度不均質が強い（顕著な空間変化を示す）
 - なお、南海トラフの巨大地震の想定（内閣府(2012)）において、最大クラスの津波波源の西端を九州・パラオ海嶺の北側付近としている。

フィリピン海プレートを構成する海盆の年代 (Okino et al.(1998)などによる、Seno(2000)に加筆)

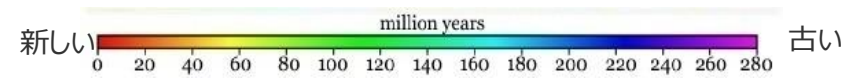
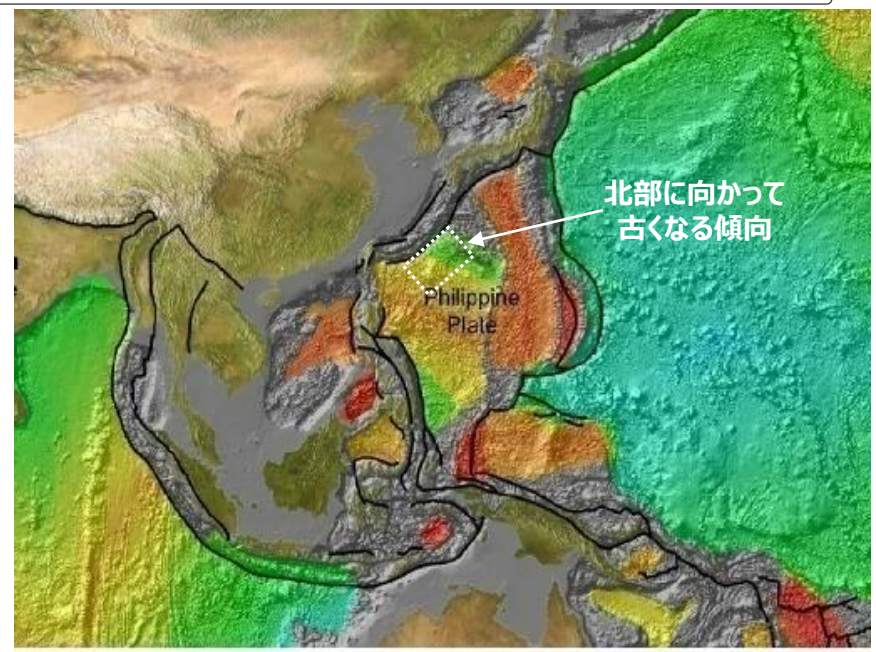
九州・パラオ海嶺での構造変化と南海トラフにおける地震に関する見解 (文部科学省・海洋研究開発機構 (2013)に加筆)

琉球海溝内の構造的境界に関する知見：海洋プレート

- 稍深発地震の分布から、海洋プレートの傾斜が琉球海溝北部から南部で変化するとされている。（北部は急、南部は緩い）
- 琉球海溝北部から南部で、海洋プレートの年代が変化するとされている。（北部は古く、南部は新しい）



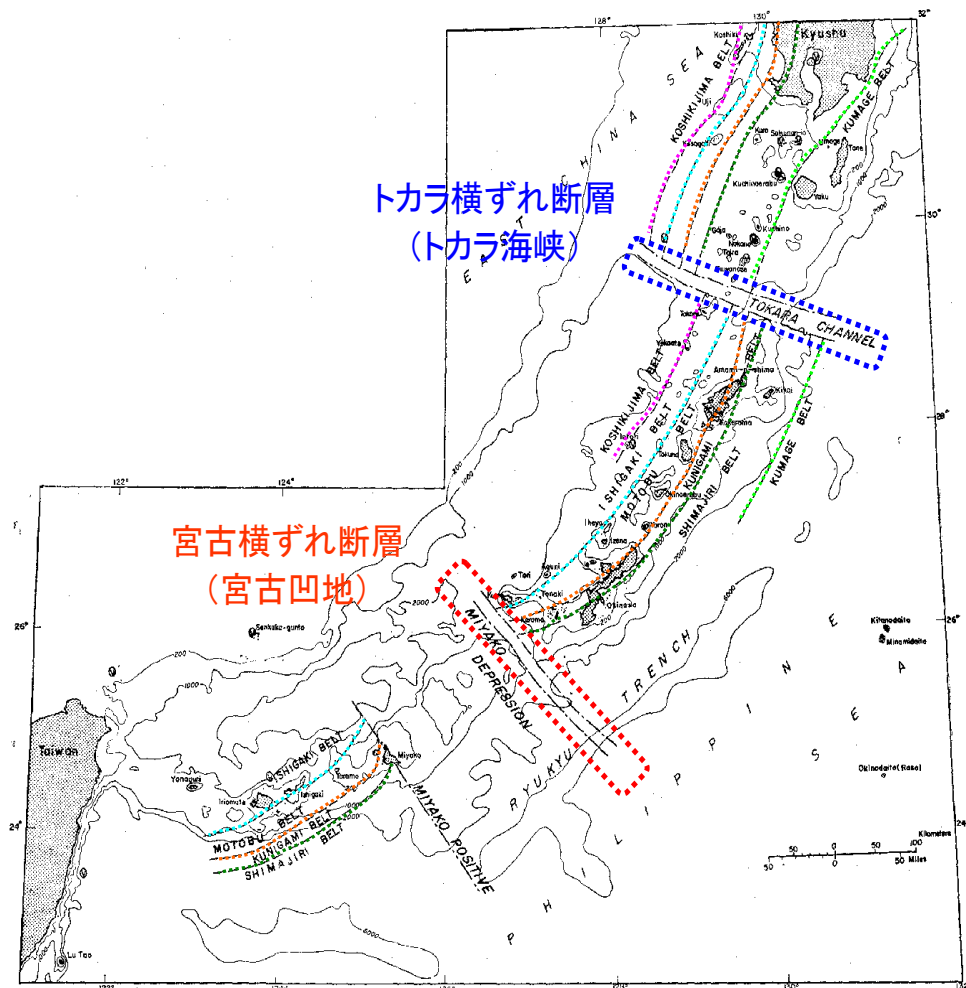
琉球海溝のスラブの傾斜（長宗(1987)に加筆）



フィリピン海と周辺の海洋プレートの年代 (NOAA(2008)に加筆)

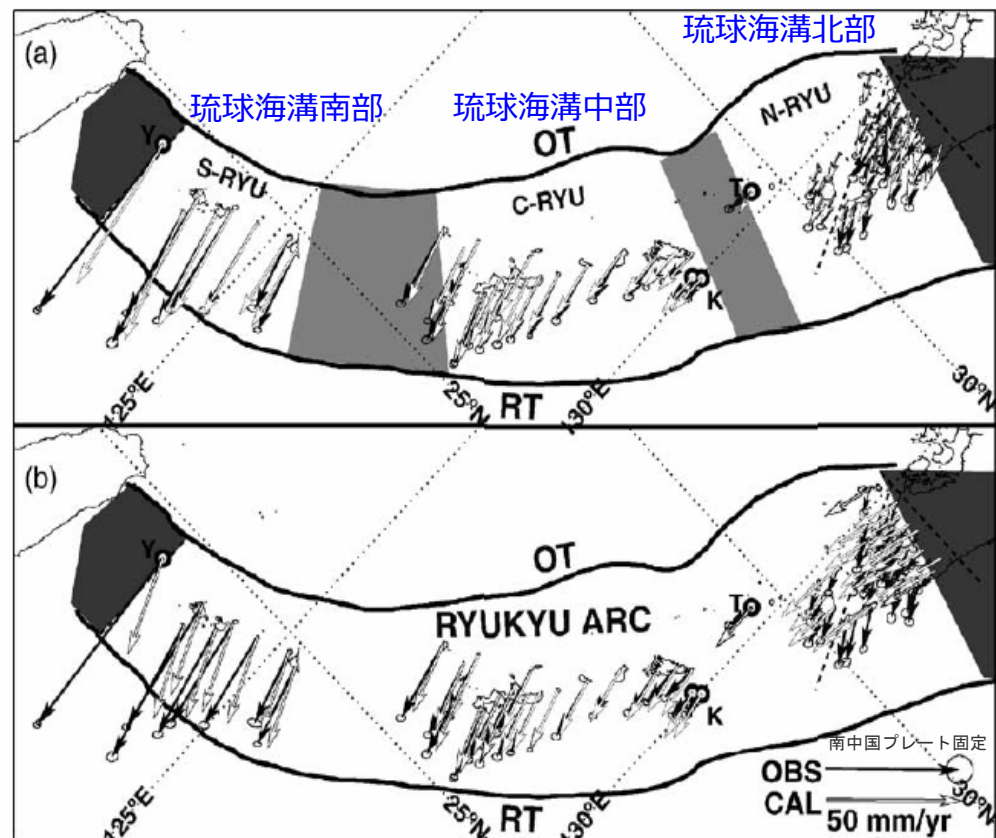
- ・ 稍深発地震の分布から、北部は高角度でもぐり込み、南部は比較的に緩やかにもぐり込んでいると見られる。
- ・ 北部・中部・南部で、海洋プレートの傾斜が異なっていると見られる。

- 琉球地域は、横ずれ断層により、地質学的に3分割されるとされている。
- 琉球地域は、測地学的検討により、琉球北部・中部・南部の3ブロックに分かれるとされている。



琉球地背斜の先中新世基盤岩類にみられる带状構造 (小西(1965)に加筆)

・基盤構造の带状配列が絶たれるトカラ海峡や宮古凹地に左横ずれ断層を置き、琉球弧はこの2つにより、地質学的に3分割されている。



琉球海溝における測地学的検討 (Nishimura et al.(2004))

- ・琉球弧のGPS観測データを説明するモデルとして、1ブロックのモデル(b)と、トカラギャップ(トカラ横ずれ断層)及び慶良間ギャップ(宮古横ずれ断層)で分けられる北部・中部・南部の3ブロックからなるモデル(a)の2種類を想定。
- ・2種類のモデルとGPS観測データを比較した結果、ブロックが1つと仮定するよりも、ブロックが3つと仮定した方が、琉球弧の動きをよく説明できる。

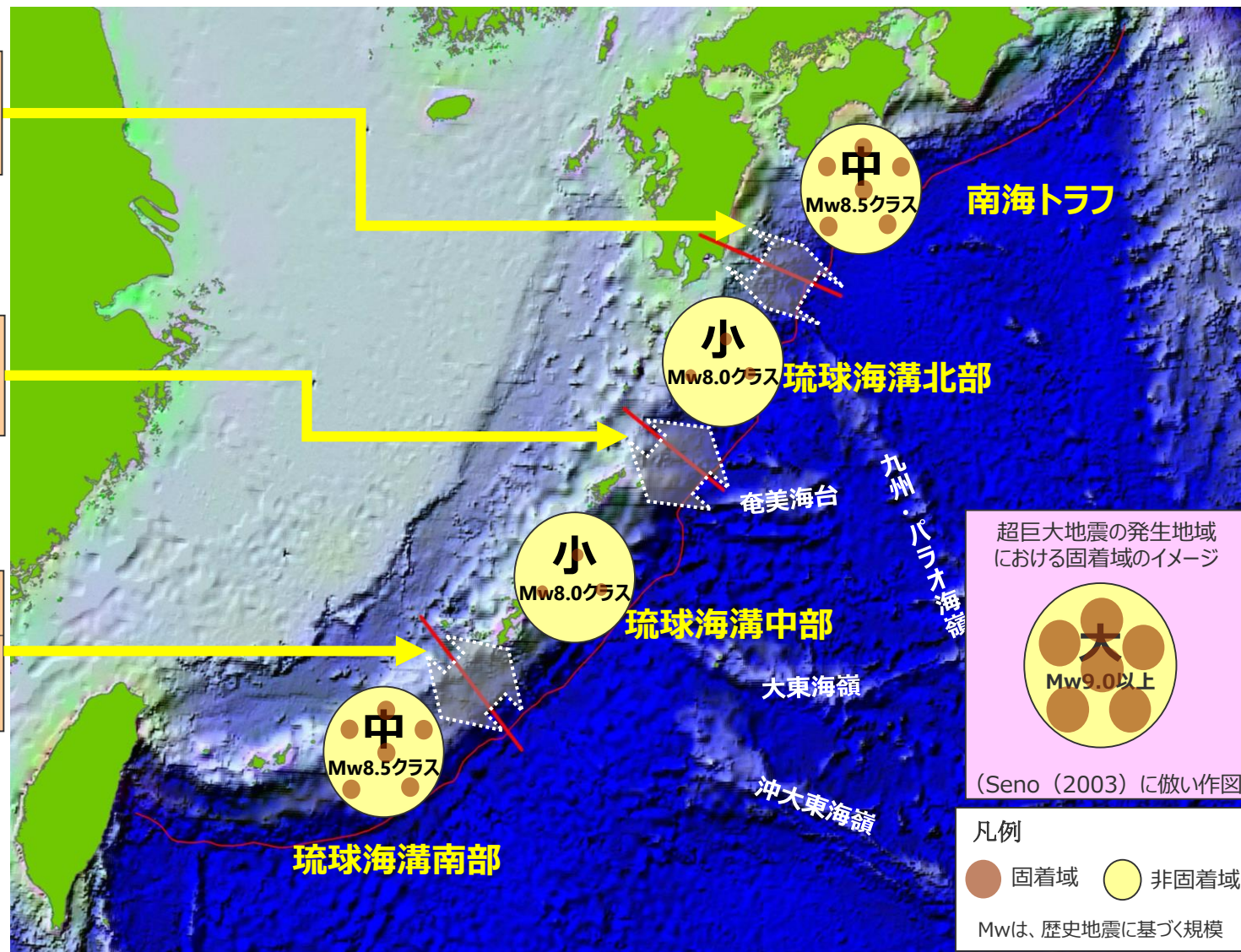
4-1.3 南海トラフ～南西諸島海溝での分析 破壊伝播の検討（評価結果）

○固着域及び構造的な境界に関する分析結果から、南海トラフ～琉球海溝において、各領域を横断するような破壊伝播（スケーリング的な運動）を考慮する必要はないと考えられる。

・南海トラフの固着域は超巨大地震を発生させるような規模ではないこと、すべり欠損が顕著に小さくなること、構造的境界が認められることから、破壊伝播を考慮する必要はないと考えられる。

・固着は小規模であること、構造的境界が認められることから、破壊伝播を考慮する必要はないと考えられる。

・琉球海溝南部の固着域は超巨大地震を発生させるような規模ではないこと、琉球海溝中部においては、2,300年の間、巨大地震が発生していないこと、構造的境界が認められることから、破壊伝播を考慮する必要はないと考えられる。



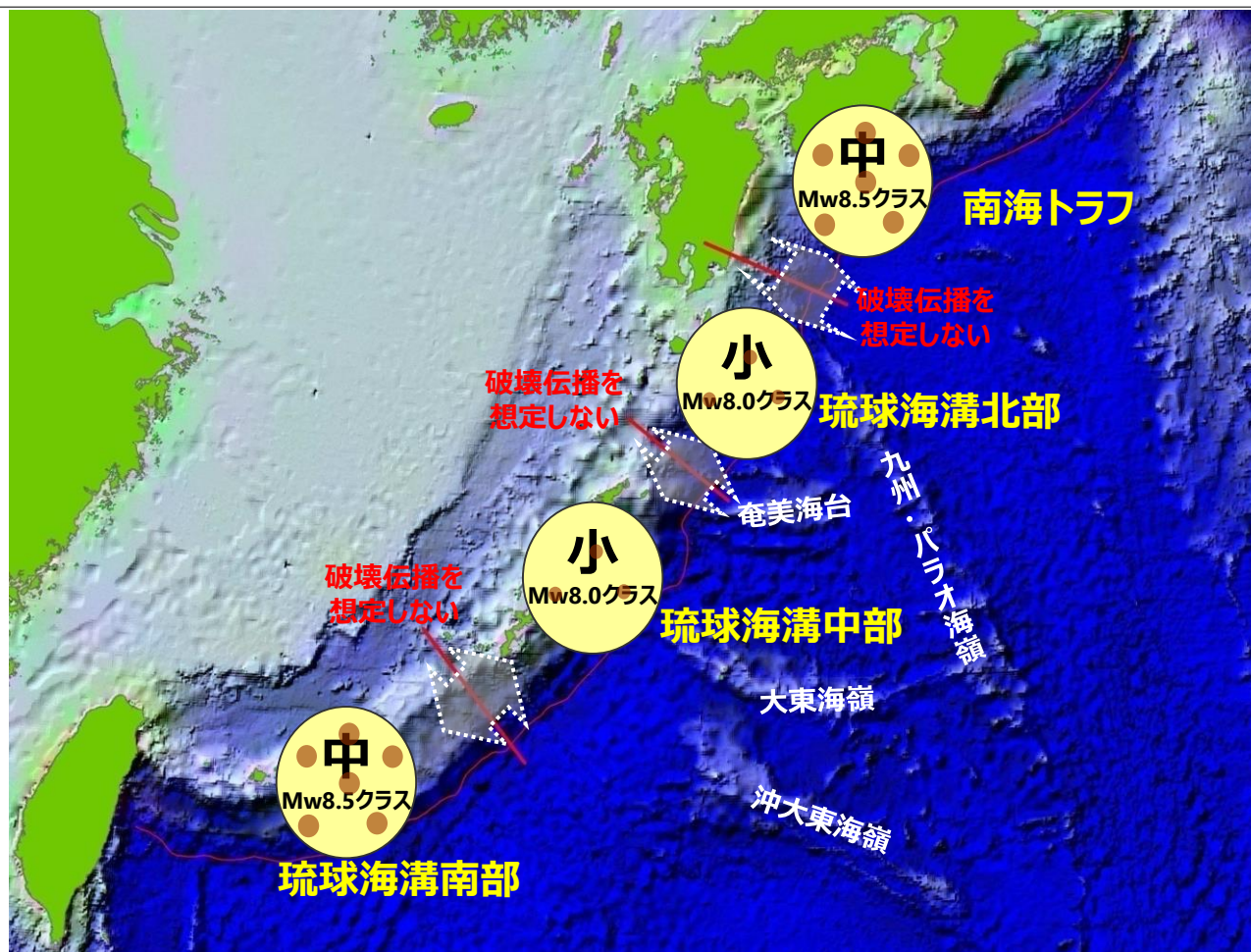
(NOAA Mapを基に作成)

各領域の固着域のイメージ

南海トラフ～琉球海溝での分析のまとめ

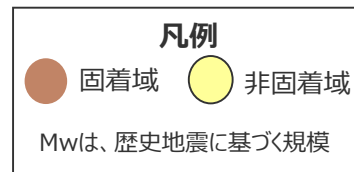
南海トラフ～琉球海溝での分析のまとめ

- 各領域内における最大規模の歴史地震は、南海トラフではMw8.5クラス、琉球海溝北部・中部ではMw8.0クラス、琉球海溝南部ではMw8.5クラスであるものの、それを超える可能性を検討した。
- 世界の超巨大地震発生地域と南海トラフ～琉球海溝を比較・分析した結果から、南海トラフ～琉球海溝においては、世界の超巨大地震発生地域レベルの固着域はなく、各領域内における最大規模の歴史地震と整合的な固着域が想定される。
- 固着域及び構造的な境界に関する分析結果から、南海トラフ～琉球海溝において、各領域を横断するような破壊伝播（スケーリング的な運動）を考慮する必要はないと考えられる。



(NOAA Mapを基に作成)

各領域の固着域のイメージ

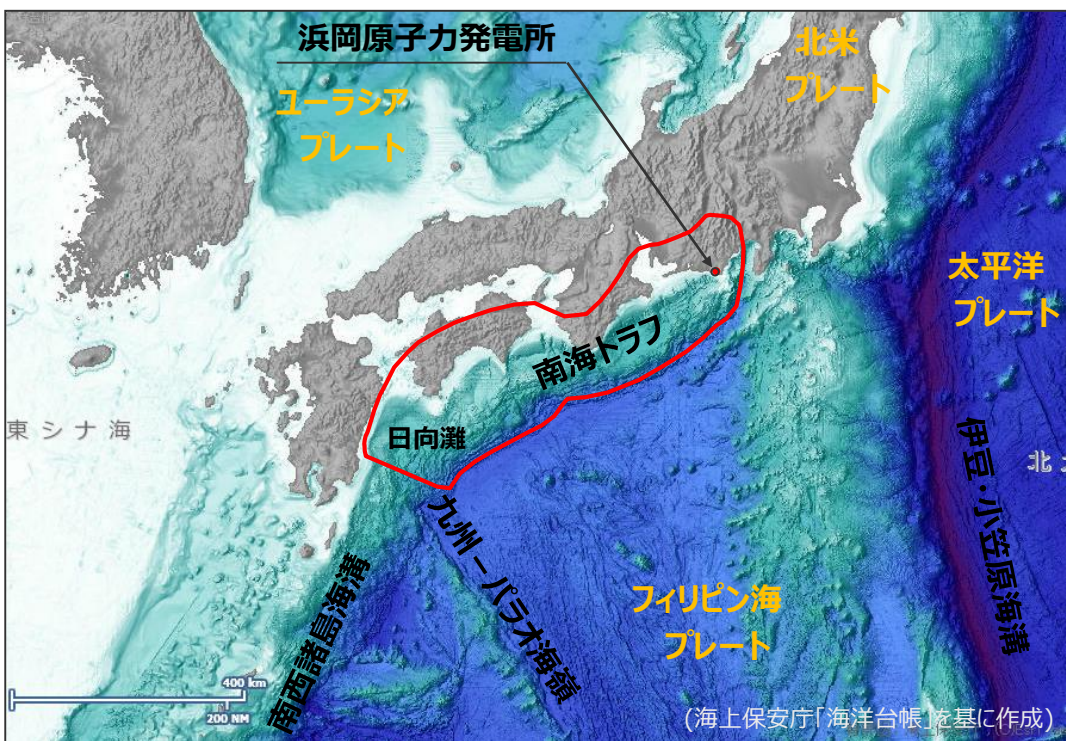


4 検討対象領域の選定の詳細

4-2 敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討

敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討(1)

■敷地前面の海域から広く到来する津波の指向性の傾向を把握し、基準津波の波源との関係を確認するため、発電所敷地前面に波源を仮定した場合の津波数値シミュレーションを実施。



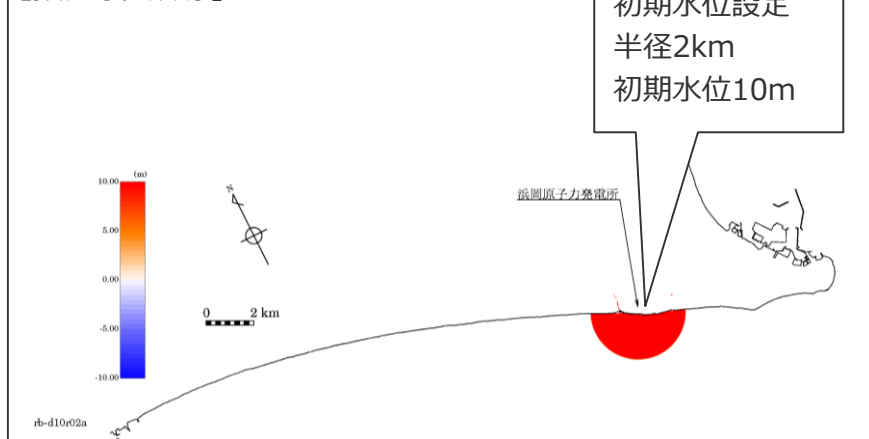
※地震調査委員会(2013)における南海トラフの最大クラスの地震の震源域を赤線で図示

日本列島周辺の海底地形

【解析の方法】

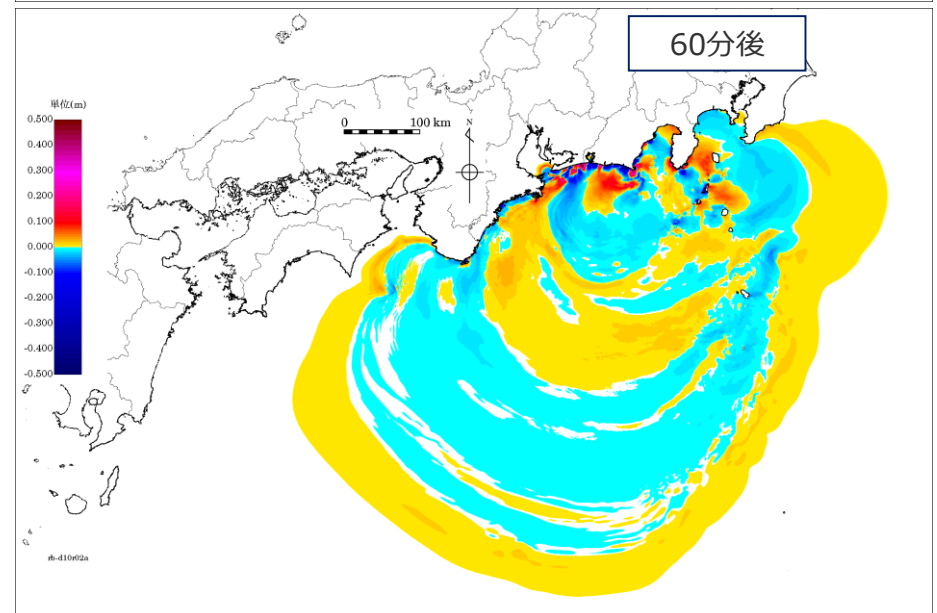
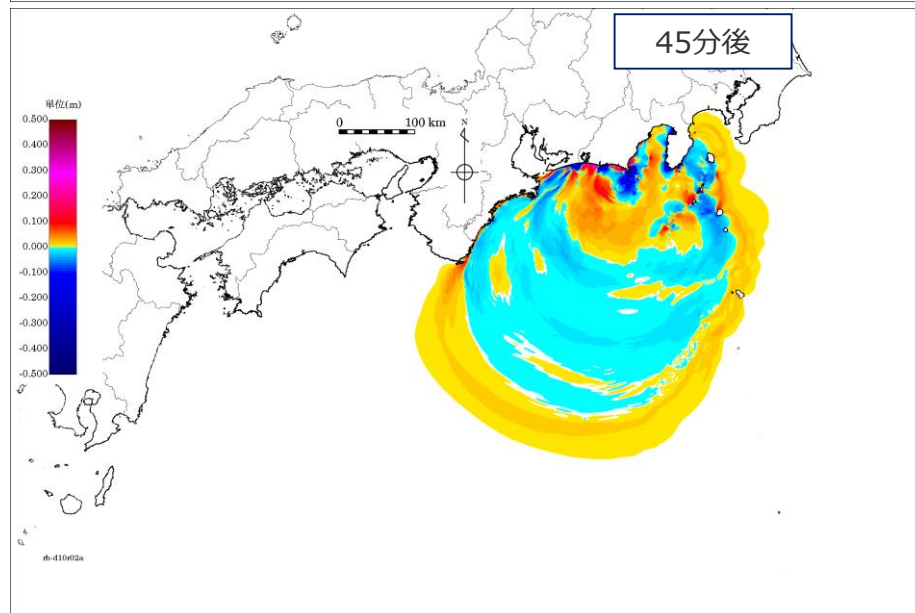
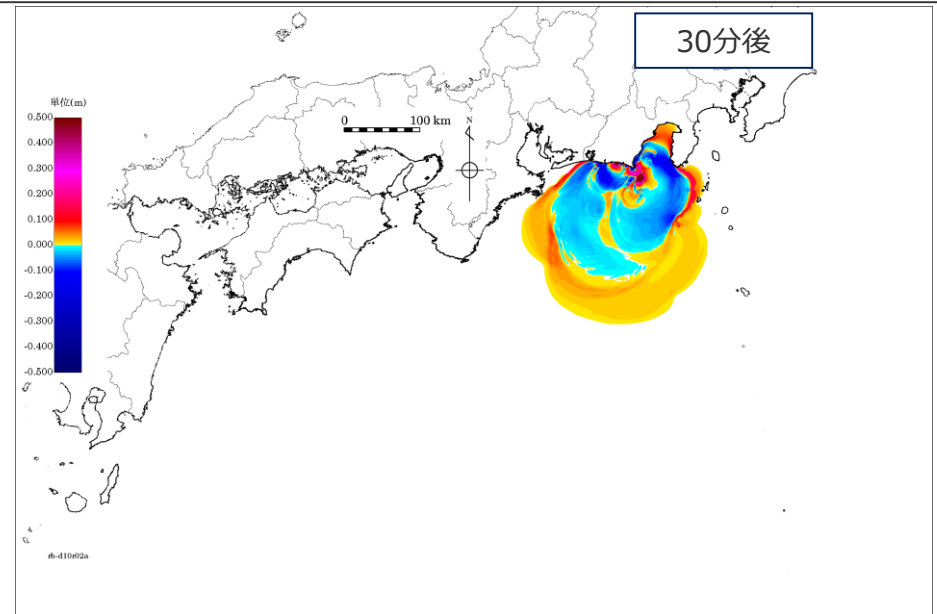
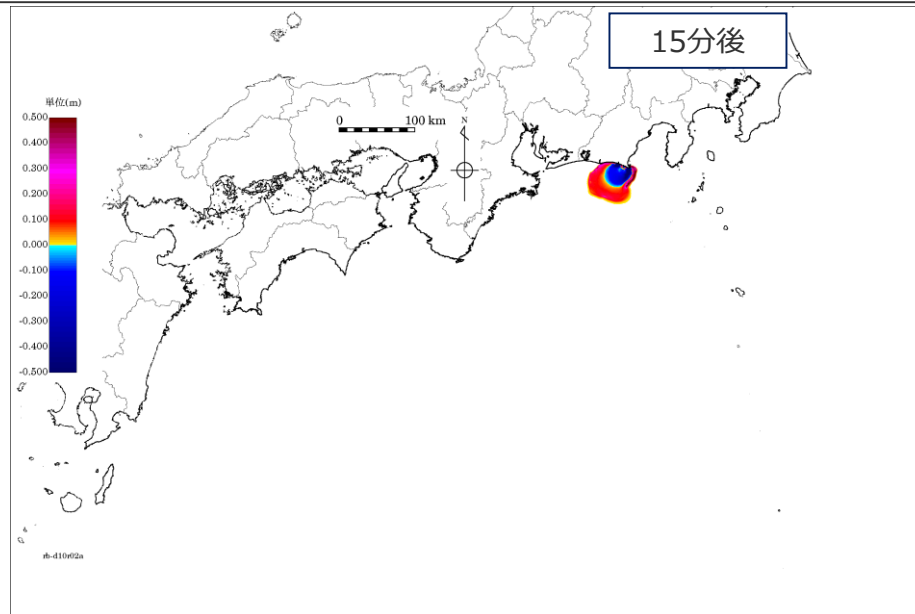
○発電所敷地前面に波源（半径2km 初期水位10m）を仮定し、敷地前面海域における最大上昇水位を数値シミュレーションで確認する。

【設定した波源】



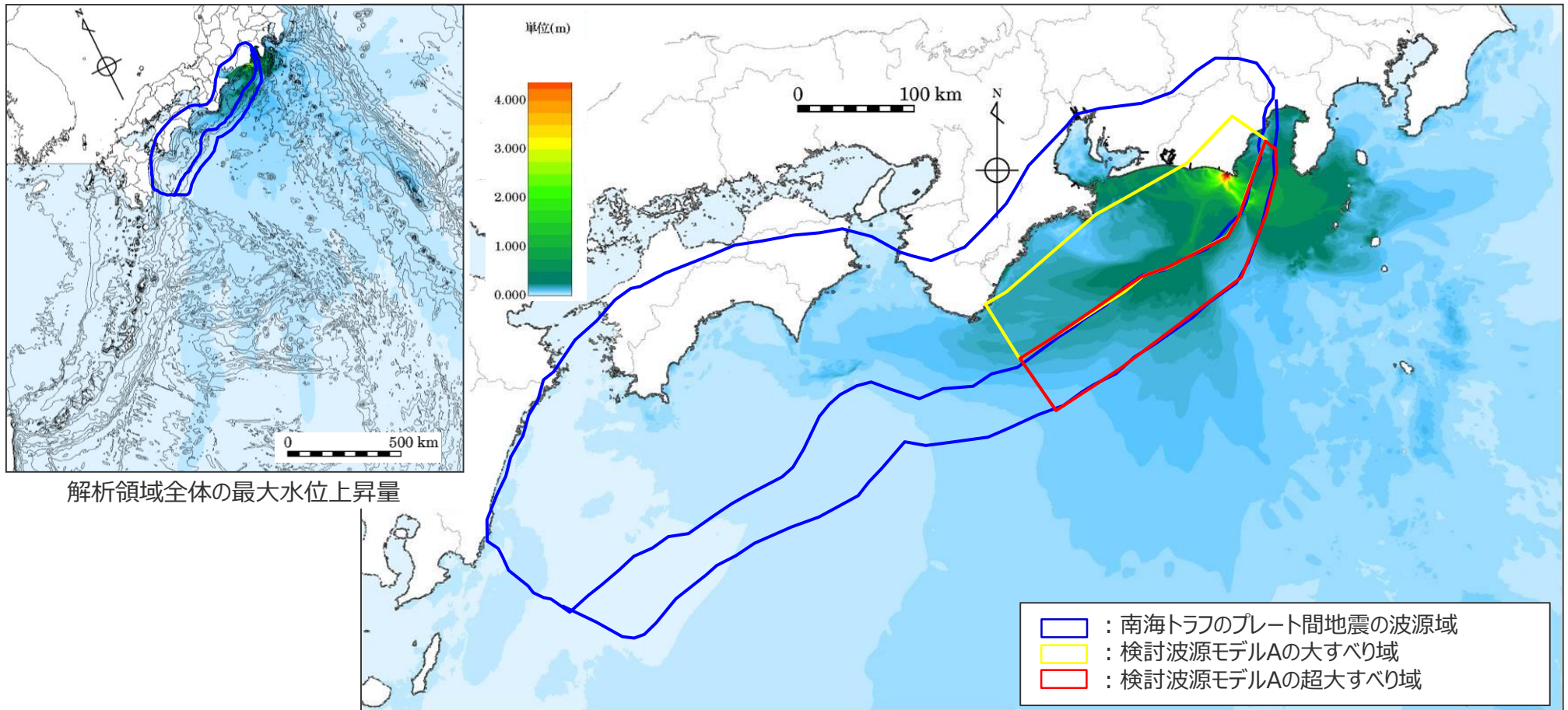
敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討(2)

■ 解析の結果、時刻ごとの水位分布は以下のとおりとなった。



敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討(3)

- 解析の結果、敷地前面に与えた初期水位による津波伝播の指向性が強いのは、敷地前面の南海トラフである。
- 検討波源モデルAの大すべり域、超大すべり域は、津波伝播特性の指向性が強い範囲を含んでいる。
- 南西諸島海溝や伊豆・小笠原海溝への指向性は認められない。



・グリーンの法則に基づき、水位を修正している。

5 行政機関等の津波波源モデルの詳細

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル 検討概要

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が設定した最大クラスの津波の波源モデルについて、内閣府の報告書および内閣府から提供を受けたデータに基づき、以下のとおりパラメータ設定の詳細を確認し、分析を行った。

<内閣府による最大クラスの津波の推計経緯>

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」では2011年東北沖地震発生後、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」（平成23年9月28日）の「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべき」との提言を受けて以下のとおり検討を進め、最大クラスの津波の推計を行っている。

➢ 南海トラフの巨大地震モデル検討会 中間とりまとめ（平成23年12月27日）

- ➡ 南海トラフの巨大地震モデルの想定震源断層域・想定津波断層域の設定の考え方や最終とりまとめに向けた検討内容等についてとりまとめを実施。

➢ 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）（平成24年3月31日）

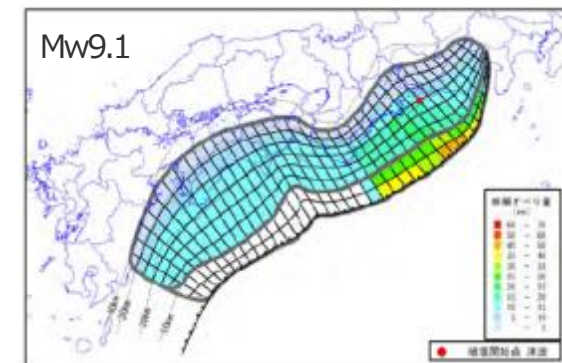
- ➡ 津波高等の概ねの傾向を把握するため、50mメッシュの地形データ等を用いて、海岸線における津波高等を推計。

➢ 南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）（平成24年8月29日）

- ➡ 第一次報告に対し、10mメッシュの地形データ等を用いるなど計算条件を精緻化し、海岸線における津波高等に加え津波が遡上した浸水域・浸水深等を推計。

- 当社は、これらの検討について、内閣府から津波断層パラメータ、地形データ、推計された津波高等のデータ提供を受けている。*

* 南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された震度分布・浸水域等に係るデータ提供について（http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/data_teikyou.html）



最大クラスの津波の波源モデル
(ケース①の例) (内閣府(2012))

<検討概要>

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による最大クラスの津波の波源モデル（以降、「内閣府の最大クラスモデル」とする。）のパラメータの設定方法について、上記報告書および内閣府からの提供データ（以降、これらを内閣府(2012)とする。）に基づき、確認した。

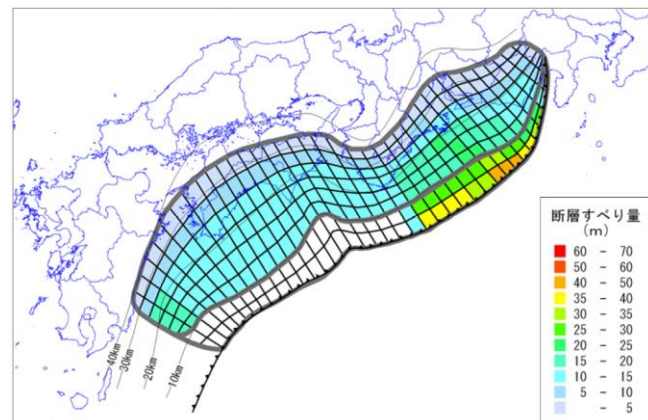
②内閣府の最大クラスモデルの分析

- 内閣府の最大クラスモデルについて、以下に関する分析を行った。

- 平均応力降下量・平均すべり量の分析
- 杉野ほか(2014)に基づくすべり量との比較分析
- 最大クラスモデルの津波評価結果の分析

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認 (パラメータの設定方法)

■内閣府(2012)に基づく、内閣府の最大クラスモデルのパラメータの設定方法は以下のとおり。また、内閣府による各パラメータの設定根拠を次頁以降に示す。



内閣府の最大クラスモデルの波源モデル
(ケース①の例)

設定フロー

設定方法

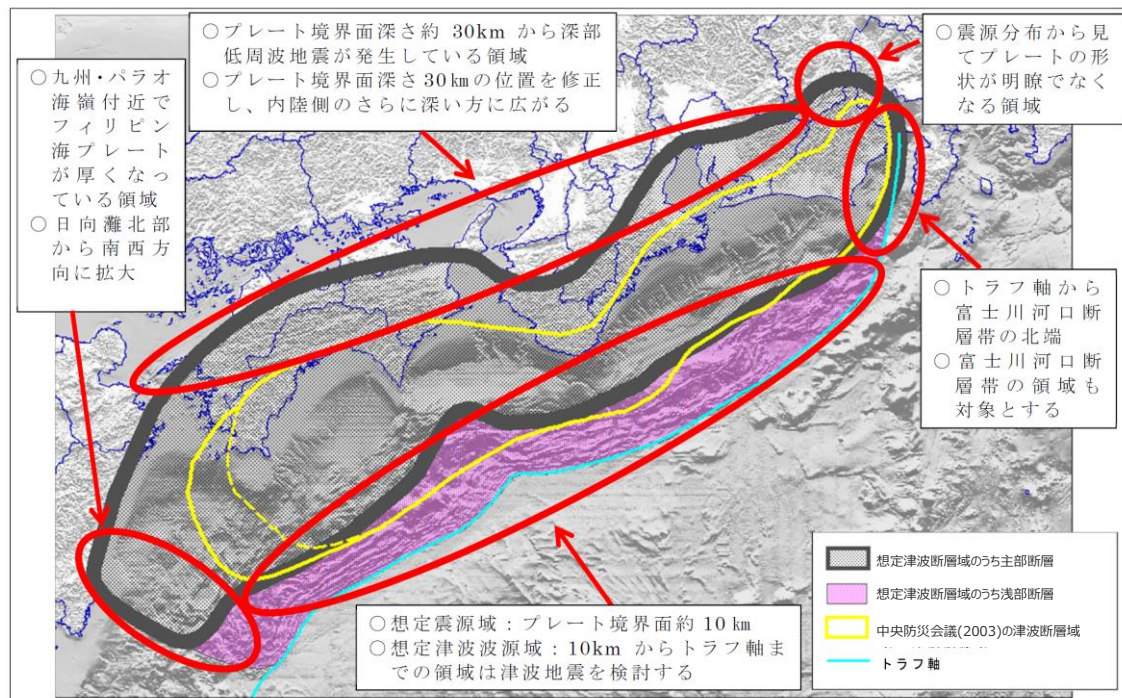


1) 主部断層:深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性のある領域(内閣府(2012))
2) 浅部断層:深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性のある領域(内閣府(2012))

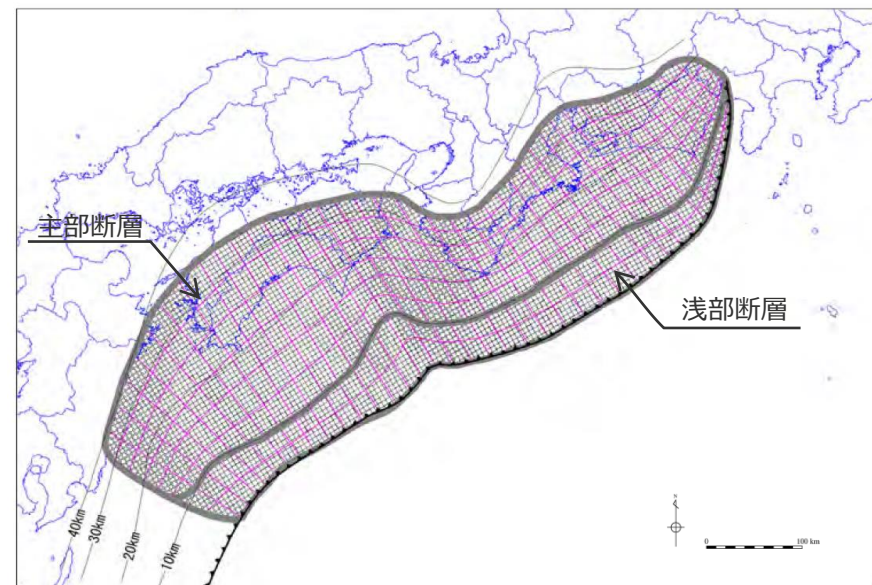
①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(1)津波断層域の設定

- 内閣府(2012)では、既往地震から推定された中央防災会議(2003)の津波断層域を拡大して、最大クラスモデルの津波断層域を設定している。
- 津波断層域は、3次的に複雑な曲面構造を持つ断層面を約5km四方の小断層で近似して設定されている。



内閣府の最大クラスモデルの津波断層域 (内閣府(2012)を基に作成)



(内閣府(2012)を基に作成)

津波断層域の小断層の設定

津波断層域の面積

領域	内閣府の最大クラスモデル	(参考) 中央防災会議(2003) (既往地震から推定)
主部断層	109,725 km ²	約80,000km ² ※
浅部断層	34,655 km ²	—
津波断層域 (合計)	144,379 km ²	約80,000km ² ※

※想定東海地震・東南海地震・南海地震の断層面上の面積

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(2)大すべり域・超大すべり域の設定

- 内閣府(2012)では、津波断層域の中で特に大きくすべる領域「大すべり域」を、国内外の巨大地震の事例を踏まえて津波断層域の全面積の約20%とし、津波の主部断層の深さ方向の概ね半分より浅い側（深さ概ね20kmよりも浅い側）に設定している。
- また、「大すべり域」よりもさらに大きくすべる可能性がある領域「超大すべり域」を、東北沖地震の事例を踏まえて大すべり域の中のトラフ沿いの領域（津波断層域の全面積の約5%）に設定している。

過去地震の津波断層モデルの分析結果

2011年東北沖地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

Mw9以上の既往地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合

参考文献	M	大きなすべり領域 (平均×1.5倍以上)		大きなすべり領域 (平均×2倍以上)	
		割合(%)	個数	割合(%)	個数
①Fujii et al. (2011)	9.0	23	1	18	1
②今村ほか(2011)		20	2	20	2
③内閣府検討モデル (参考資料)		25	2	17	2
④津波高+地殻変動を合わせたインバージョン結果		26	1	15	1
平均	-	24%	1.5個	18%	1.5個

地震名・参考文献	M*	大きなすべり領域 (平均×1.5倍以上)		大きなすべり領域 (平均×2倍以上)	
		割合(%)	個数	割合(%)	個数
1960年チリ地震 Fujii and Satake(投稿中)	9.5	30	3	19	2
1964年アラスカ地震 Johnson and Satake(1996)	9.2	30	2	25	1
2004年スマトラ島沖地震 Fujii and Satake(2007)	9.1	18	1	18	1
1952年カムチャツカ地震 Johnson and Satake(1999)	9.0	33	2	25	3
2010年チリ地震 Fujii and Satake(投稿中)	8.8	22	3	11	2
平均	-	27%	2.2個	20%	1.8個

*マグニチュードはUSGSによる

- ①津波断層面上には、津波断層の平均すべり量の2倍以上のすべり量の「大すべり域」があり、2011年東北地方太平洋沖地震では津波断層面の比較的浅い側に位置する。
 - ②「大すべり域」のなかの更に浅いトラフ沿い（或いは海溝沿い）の領域は、津波地震を発生させる可能性のある領域で、津波断層の平均すべり量の4倍程度のすべり量の「超大すべり域」となる場合がある。
 - ③「大すべり域」の面積は、全体面積の20%程度で、その数は1～2箇所である。
 - ④「超大すべり域」の面積は、2011年東北地方太平洋沖地震では、全体面積の約5%である。
- (内閣府(2012))

内閣府の最大クラスモデルの大すべり域・超大すべり域の設定

- ①過去地震の解析事例に基づき、超大すべり域を含む大すべり域の面積は、大すべり域の箇所数によらず断層全体の20%程度とし、深さ概ね20kmからトラフ軸までの領域に概ね矩形型で設定する。
 - ②大すべり域の中のトラフ沿いの津波断層の領域は、津波地震を発生させる可能性がある領域であり、「大すべり域」よりもさらに大きくすべる可能性がある「超大すべり域」として設定する。
- (内閣府(2012))

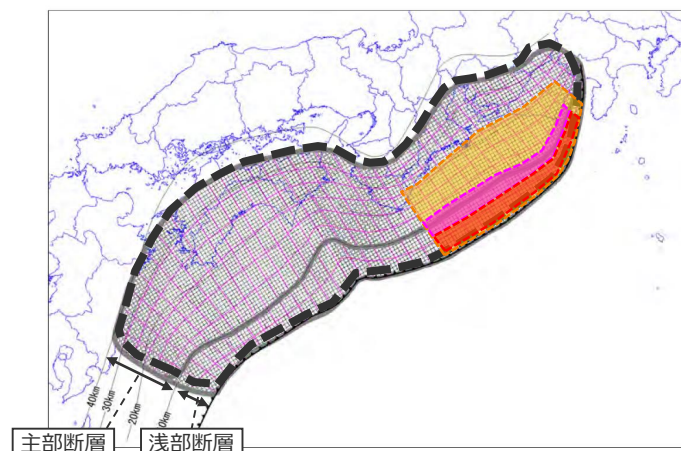
津波断層域

大すべり域（平均すべり量の2倍）

中間大すべり域（平均すべり量の3倍）

超大すべり域（平均すべり量の4倍）
→大すべり域のうちトラフ沿い（津波断層域の全面積の約5%）

津波断層域の
全面積の約20%



内閣府の最大クラスモデル（ケース①の例）（内閣府(2012)を基に作成）

内閣府の最大クラスモデルの大すべり域・超大すべり域・背景領域の面積比率

領域	各領域の面積(A)	津波断層域の面積(B)	面積比率(A)/(B)
大すべり域※	29,154(km ²)	144,379(km ²)	20.2(%)
超大すべり域	6,107(km ²)	144,379(km ²)	4.2(%)
背景領域	115,225(km ²)	144,379(km ²)	79.8(%)

※大すべり域には超大すべり域も含む。

(内閣府(2012)を基に作成)

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(3)平均応力降下量、(4)剛性率、(5)平均すべり量の設定

- 平均応力降下量は、巨大地震の津波断層モデルの平均値が1.2MPa、平均値に標準偏差を加えた値が2.2MPaであること等を分析した上で、3.0MPaと設定している。
- 剛性率は、南海トラフの密度とS波速度から、 4.1×10^{10} N/m²と設定している。
- これらを用いてスケーリング則から主部断層の平均すべり量を、10.0mと算定している。

(3)内閣府(2012)による津波観測データを用いた平均応力降下量の分析

Earthquake	Reference	data	M0 (N m)	Mw	S (km ²)	σ (MPa)	log10(Δσ)	地震別中央値
2003 Tokachi-oki	Tanioka et al. (2004)	Tu	1.00E+21	8	9600	2.6	0.41	
1946 Nankai	Satake (1993)	Tu, G	3.90E+21	8.3	59400	0.7	-0.15	-0.05
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	4.00E+21	8.3	54000	0.8	-0.10	
	Tanioka and Satake (2001a)	Tu	5.30E+21	8.4	52650	1.1	0.04	
	Baba et al. (2002)	Tu	4.90E+21	8.4	52650	1	0.00	
1944 Tonankai	Satake (1993)	Tu, G	2.00E+21	8.1	48600	0.5	-0.30	-0.22
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	2.80E+21	8.2	43200	0.8	-0.10	
	Tanioka and Satake (2001b)	Tu	2.00E+21	8.1	42525	0.6	-0.22	
東北地方太平洋沖地震	内閣府	Tsunami+GPS	4.21E+22	9.0	1.20E+05	2.5	0.39	0.39
2010年チリ地震	Lorito et al.(2011)	GPS+Tsunami+InSAR	1.55E+22	8.8	130000	0.8	-0.08	-0.08
2004年スマトラ地震	Lorito et al.(2010)	GPS+Tsunami+衛星	6.63E+22	9.15	315000	0.9	-0.03	0.07
	Fujii and Satake	Tsunami+衛星	6.00E+22	9.12	220000	1.5	0.16	

中央値の平均値
log₁₀(Δσ) 0.09
Δσ 1.2
+標準偏差 2.2

内閣府(2012)

■ 巨大地震の津波断層モデルの平均応力降下量は、事例は6例と少ないが、その平均値は1.2MPa、平均値に標準偏差を加えた値は2.2MPaであった。しかし、Mw 8よりも小さな地震も含めると、海溝型地震の平均応力降下量の平均値が3.0MPaであることと、中央防災会議ではこれまでの海溝型地震の津波の検討において、平均応力降下量は3.0MPaを用いてきた。これらのことを踏まえ、南海トラフの巨大地震の津波断層モデルで用いる平均応力降下量は、3.0MPaとする。

(4)内閣府の最大クラスモデルの剛性率の設定

μ : 剛性率

$$\mu = \rho \cdot V_s^2$$

ρ は密度で 2.8g/cm³、v_sはS波速度で 3.82km/s とする

(内閣府(2012)を一部修正)

$$\mu = 4.1 \times 10^{10} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

・南海トラフの既往地震を再現した中央防災会議(2003)の波源モデルと同じ設定。

(5)内閣府の最大クラスモデルの平均すべり量の設定

主部断層の平均すべり量と平均応力降下量との関係は、地震の規模に関する相似則(スケーリング則)と地震モーメントの定義式を用い、次式で表される。

$$D_m = \alpha \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu^*$$

ここで、D_m : 主部断層の平均すべり量

Δσ_m : 主部断層全体の平均の応力降下量 → 3.0MPa

S_m : 主部断層全体の面積 → 109,725 km²

α : 係数 (ここで、α = 16 / (7 · π^{3/2}) を用いる)

μ : 剛性率 → 4.1 × 10¹⁰ N/m²



以上より、D_m = 10.0m

(内閣府(2012)を一部修正)

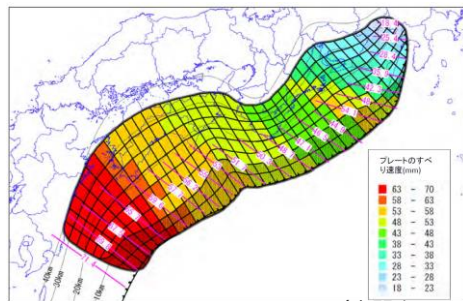
*スケーリング則 M₀ = 16 / (7π^{3/2}) · Δσ · S^{3/2} と地震モーメントの式 M₀ = μDS から導出される。

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

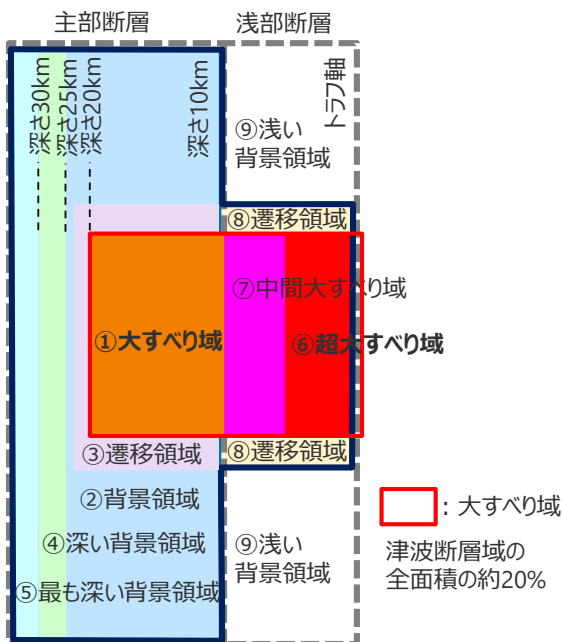
(6)すべり量分布の設定（断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル）

- 内閣府(2012)では、断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデルについて、断層破壊が主部断層の大すべり域のトラフ側に伝播するモデルを設定している。
- プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり量分布の設定については、各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定し、超大すべり域には平均すべり量の4倍、大すべり域には2倍のすべり量を設定している。すべり量分布の設定の詳細は以下のとおり。



(内閣府(2012))

フィリピン海プレートの沈み込み速度に対応した津波断層域のすべり量の配分



内閣府の最大クラスモデルのすべり量分布概念図（ケース①の例）

【主部断層のすべり量の設定】

まず、各小断層の平均すべり量 D_i は、フィリピン海プレートの沈み込み速度に比例し、かつ各小断層の地震モーメント M_{0i} の総和が主部断層のスケーリング則から求められる地震モーメント M_0 になるように設定。

$$M_0 = \sum M_{0i} = \sum \mu D_i S_i \rightarrow \text{小断層毎のすべり量はプレートの沈み込み速度に比例するよう設定。}^*$$

次に、各小断層の平均すべり量 D_i に対して、以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

- ① 大すべり域 ■ : $2D_i$
- ② 背景領域 ■ : 主部断層（領域①～⑤）の小断層の地震モーメント M_{0i} の総和が、 M_0 となるすべり量 D_b を設定。
- ③ ①と②の遷移領域 ■ : $(2D_i + D_b) / 2$
- ④ 深い背景領域 ■ : $1/2 \times D_b$
- ⑤ 最も深い背景領域 ■ : $1/4 \times D_b$

D_i : 各小断層の平均すべり量 D_b : 各背景領域のすべり量(= aD_i , a は定数) S_i : 各小断層の面積
 M_0 : スケーリング則から算定される主部断層の地震モーメント M_{0i} : 各小断層の地震モーメント

※ 内閣府(2012)は、上記のすべり量設定を行うにあたり、フィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮したモデルにより歴史記録及び津波堆積物調査等による津波痕跡高の再現性を確認している。（後述）



【浅部断層のすべり量の設定】

以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

- ⑥ 超大すべり域 ■ : $4D_i^{1)}$
- ⑦ 中間大すべり域 ■ : $3D_i$
- ⑧ ⑥と⑨の遷移領域 ■ : $(2D_i + D_b) / 2$
- ⑨ 浅い背景領域 ■ : 0 (ゼロ)

: 大すべり域
津波断層域の全面積の約20%

1) 駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10kmの位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなし、この領域が超大すべり域となる場合のすべり量は、分岐断層と同じく、大すべり域のすべり量と同じとしている。

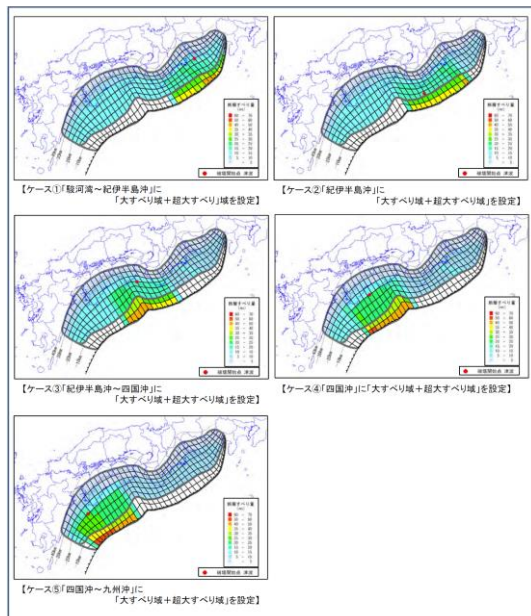
5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

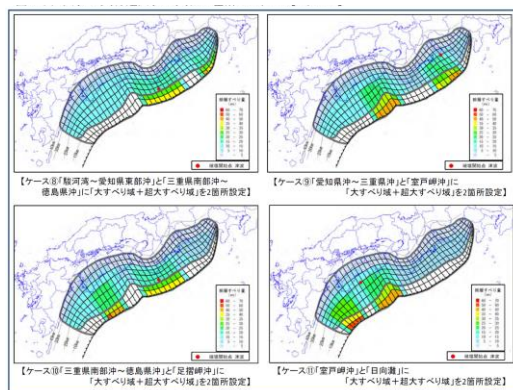
(6)すべり量分布の設定 (断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル)

- 内閣府(2012)では、断層破壊がプレート境界面浅部に破壊が伝播するモデルについて、基本的な検討ケース(大すべり域が1箇所のパターン)、その他派生的な検討ケース(大すべり域が2箇所のパターン)の大すべり域の位置を移動させて、計9ケースのすべり量分布を設定している。
- そのうち、大すべり域が敷地前面に位置し敷地への影響が大きいと考えられるケース①・⑧の各小断層のすべり量分布は内閣府(2012)に基づく下表のとおり。

大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン (ケース①～⑤)



大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン (ケース⑧～⑩)



内閣府の最大クラスモデル (合計11ケース)

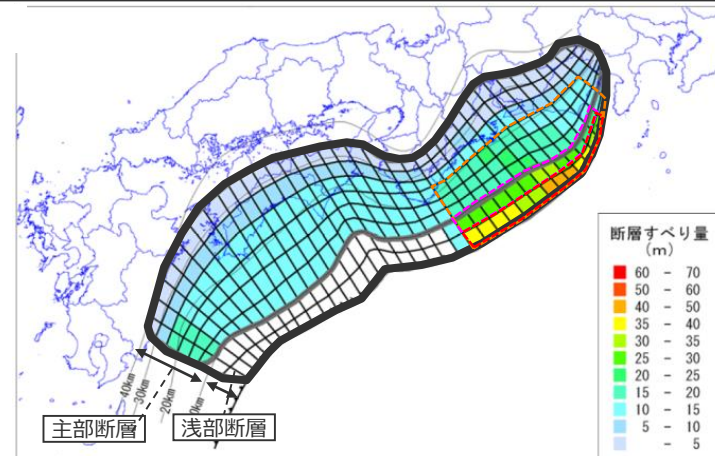
【基本的な検討ケース】計5ケース

大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン (ケース①～⑤)

【その他派生的な検討ケース】計6ケース

大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン (ケース⑥、⑦)

大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン (ケース⑧～⑩)



- 津波断層域
 - 大すべり域 (平均すべり量の2倍)
 - 中間大すべり域 (平均すべり量の3倍)
 - 超大すべり域 (平均すべり量の4倍)
- 津波断層域の全面積の約20%

内閣府の最大クラスモデル (ケース①の例)

(内閣府(2012)を基に作成)

内閣府の最大クラスモデルの各小断層のすべり量分布 (ケース①の例) (m)

		西 ←																												→ 東										
陸側⇄ 海溝軸側	深度40kmL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
		30kmL	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0
		2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
	20kmL	3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	6.3	6.3	4.0	
		4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.1	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	4.0
		5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	17.9	17.9	17.3	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	5.5	
	10kmL	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	7.6	5.5		
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8				
	0kmL	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7					

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

(内閣府(2012)を基に作成)

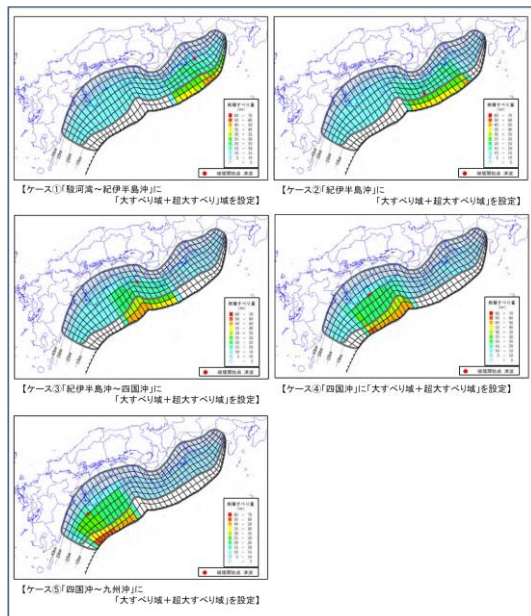
5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

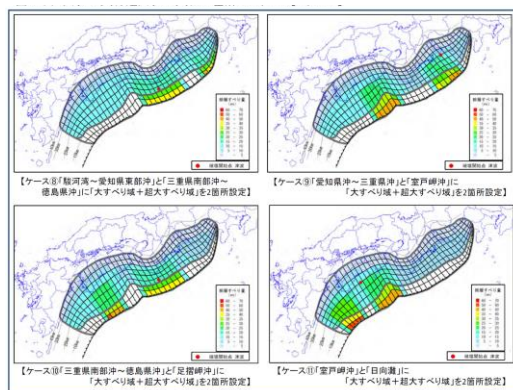
(6)すべり量分布の設定 (断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル)

- 内閣府(2012)では、断層破壊がプレート境界面浅部に破壊が伝播するモデルについて、基本的な検討ケース(大すべり域が1箇所のパターン)、その他派生的な検討ケース(大すべり域が2箇所のパターン)の大すべり域の位置を移動させて、計9ケースのすべり量分布を設定している。
- そのうち、大すべり域が敷地前面に位置し敷地への影響が大きいと考えられるケース①・⑧の各小断層のすべり量分布は内閣府(2012)に基づくと下表のとおり。

大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン (ケース①～⑤)



大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン (ケース⑧～⑪)



内閣府の最大クラスモデル (合計11ケース)

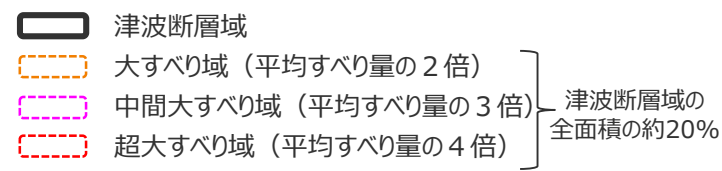
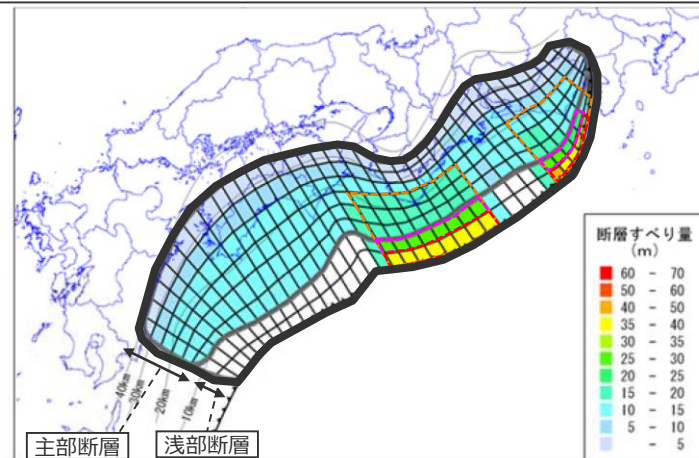
[基本的な検討ケース] 計5ケース

大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン (ケース①～⑤)

[その他派生的な検討ケース] 計6ケース

大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン (ケース⑥、⑦)

大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン (ケース⑧～⑪)



内閣府の最大クラスモデル (ケース⑧の例)

(内閣府(2012)を基に作成)

内閣府の最大クラスモデルの各小断層のすべり量分布 (ケース⑧の例) (m)

		西 ←														→ 東																									
陸側⇄ 海溝軸側 ⇄	深度40km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
		30km	1	3.7	3.7	3.5	3.5	3.4	3.4	3.1	3.0	2.9	2.9	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.5	2.2	2.2	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.0
	20km	2	7.3	7.3	7.1	7.1	6.9	6.9	6.2	6.0	6.0	5.9	5.8	5.8	5.5	5.4	5.3	5.3	5.3	5.1	5.1	5.1	4.9	4.9	4.9	4.9	4.7	5.0	5.0	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.0	3.0	3.0	2.7	2.7	1.9	
		3	14.6	14.6	14.1	14.1	13.7	13.7	12.5	12.5	12.1	11.7	11.7	11.5	11.1	11.1	10.8	10.8	12.3	12.3	11.9	11.9	11.9	11.5	11.5	11.4	11.0	11.0	10.0	10.0	8.8	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	6.2	6.2	3.9	
	10km	4	14.6	14.6	14.1	14.1	13.7	13.7	12.5	12.5	12.1	12.1	11.7	11.5	11.1	10.8	10.8	15.0	19.4	19.4	18.8	18.8	18.2	18.2	17.9	17.9	13.3	11.3	10.0	10.0	12.6	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	3.9		
		5	14.6	14.6	14.1	14.1	13.7	13.7	13.7	12.5	12.5	12.1	11.7	11.7	11.5	11.1	10.8	15.4	19.4	19.4	19.4	18.8	18.8	18.2	17.9	17.9	13.3	9.4	11.3	10.0	14.3	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	5.3		
	0km	6	14.6	14.6	14.1	14.1	13.7	13.7	13.7	12.5	12.5	12.1	12.1	11.7	11.5	11.1	10.8	15.4	19.9	19.4	19.4	18.8	18.8	18.2	18.2	17.9	13.8	9.4	11.3	11.3	14.3	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	7.6	5.3		
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	29.9	29.9	29.1	29.1	28.1	27.2	27.2	26.9	13.8	0.0	0.0	0.0	16.1	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8				
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	39.8	39.8	38.8	38.8	37.5	37.5	36.3	36.3	13.8	0.0	0.0	0.0	16.1	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7				

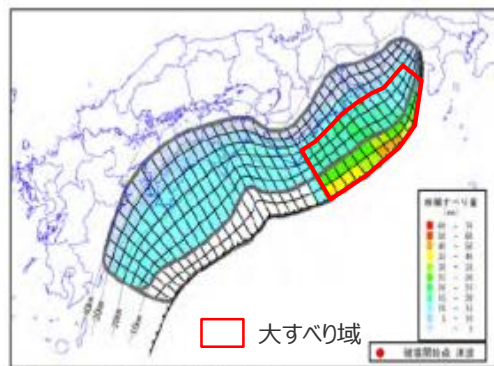
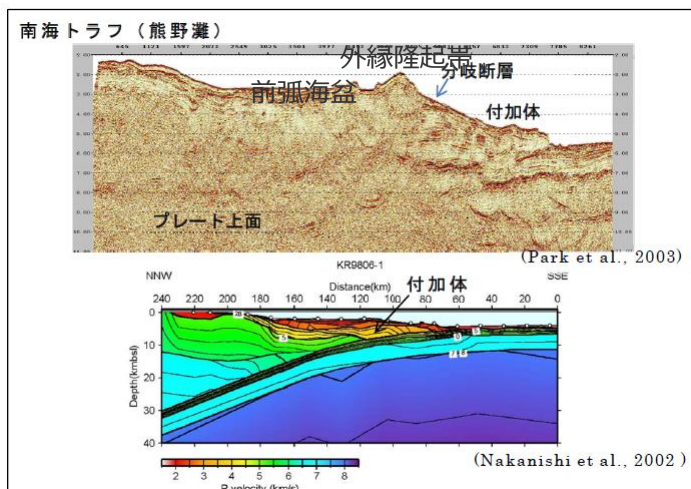
・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

(内閣府(2012)を基に作成)

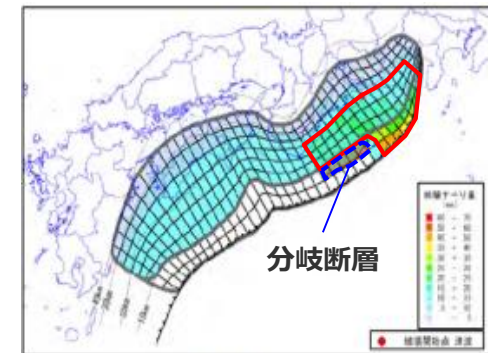
①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(6)すべり量分布の設定 (断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル)

- 内閣府(2012)では、Sakaguchi et al.(2011)やPark et al.(2003)等に基づき、「トラフ軸付近の探査結果とそれに伴い実施されたボーリング調査で分岐断層の位置、プレート境界の先端部において、断層すべりによると考えられる高温履歴を検出し、分岐断層が地震時に動いている可能性があることが分かった。南海トラフは、日本海溝とは異なり、付加体が発達し、分岐断層が明瞭に確認されている。津波地震を発生させる可能性のある断層として、南海トラフでは、深さ10kmからトラフ軸までのプレート境界面の断層のみではなく、深さ10km付近から海底に向けてプレート境界面の傾きよりも急角度で延びる分岐断層がある。」とされている。
- 内閣府の最大クラスモデルは、上記を踏まえて、「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」に加えて、「断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル」が設定されている。なお、「分岐断層としては、構造探査でその確認がされている熊野灘のもののみを対象とする」とされている。



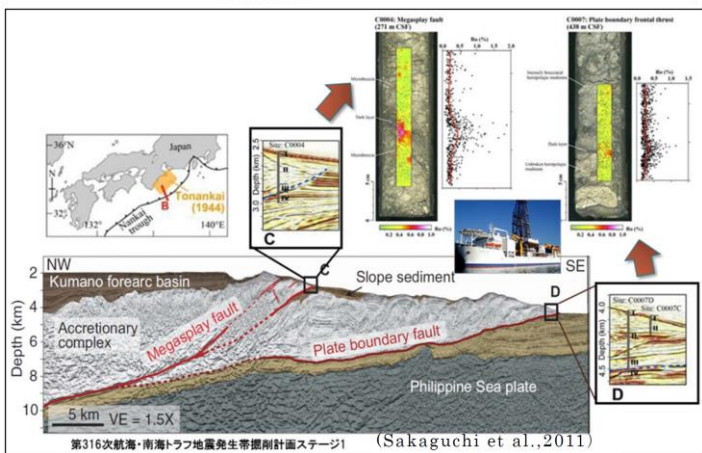
【ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり域」を設定】



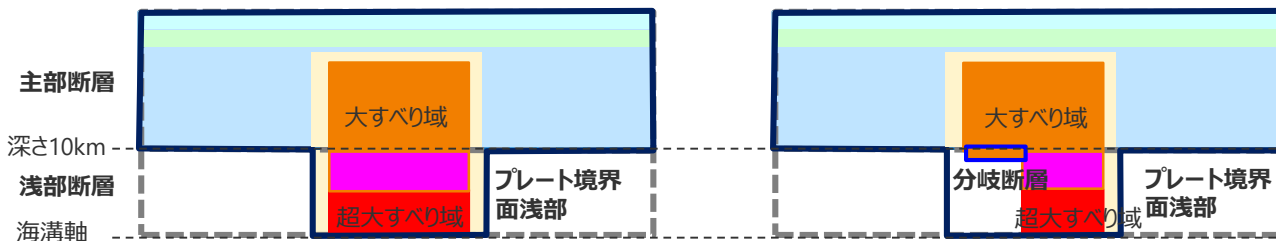
【ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+(超大すべり域、分岐断層)」を設定】

(内閣府(2012)を基に作成)

内閣府の最大クラスモデル (ケース①、ケース⑥の例)



南海トラフにおけるプレート境界面浅部の分岐断層



内閣府の最大クラスモデルのすべり量分布概念図

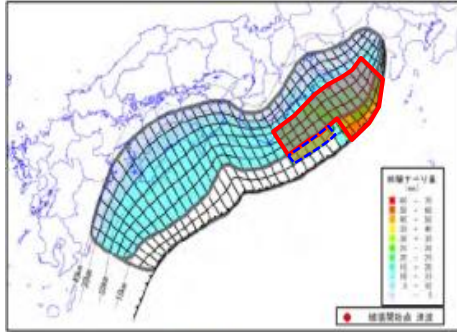
(内閣府(2012)を基に作成)

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

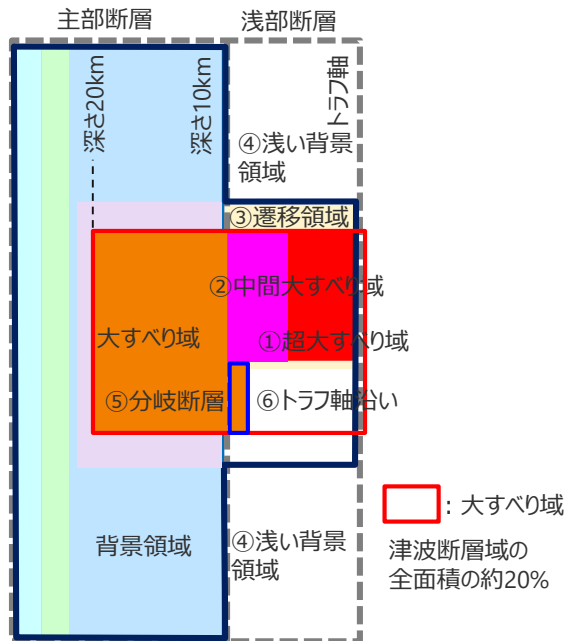
①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(6)すべり量分布の設定 (断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル)

- 内閣府(2012)では、断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデルについて、主部の大すべり域のトラフ側に破壊が伝播するモデルを設定している。
- 断層破壊は、プレート境界面浅部もしくは分岐断層のいずれかに伝播するものとし、分岐断層のすべり量は主部断層の大すべり域のすべり量と同じとしている。すべり量分布の設定の詳細は以下のとおり。



【ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に (内閣府(2012)を基に作成) 「大すべり域+(超大すべり域、分岐断層)」を設定】



内閣府の最大クラスモデルのすべり量分布概念図 (ケース⑥の例)

【主部断層のすべり量の設定】

「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」と同様に設定。



【浅部断層のすべり量の設定】

断層破壊は、プレート境界面浅部または分岐断層のいずれかに伝播するものとして、以下の関係を与えてすべり量を設定。

◇断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する場所のすべり量の設定 (「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」と同様に設定。)

- ① 超大すべり域 : $4D_i^{1)}$
- ② 中間大すべり域 : $3D_i$
- ③ ①と④の遷移領域 : $(2D_i + D_b) / 2$
- ④ 浅い背景領域 : 0 (ゼロ)

◇断層破壊が分岐断層に伝播する場所のすべり量の設定

- ⑤ 分岐断層 : $2D_i$
- ⑥ トラフ軸沿い : 0 (ゼロ)

D_i : 各小断層の平均すべり量 D_b : 各背景領域のすべり量 (= aD_i , a は定数)

1) 駿河湾内のトラフ軸付近の領域については、他の領域に比べ、プレート境界面の深さ10km の位置がトラフ軸に近くなり、また、トラフ軸沿いの津波断層モデルの面積も狭くなることから、この領域は分岐断層的な運動をする領域とみなし、この領域が超大すべり域となる場合のすべり量は、分岐断層と同じく、大すべり域のすべり量と同じとしている。

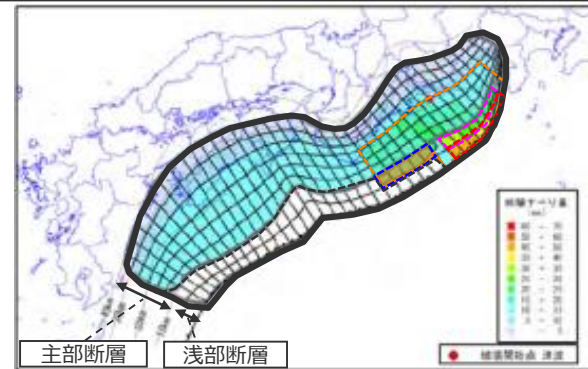
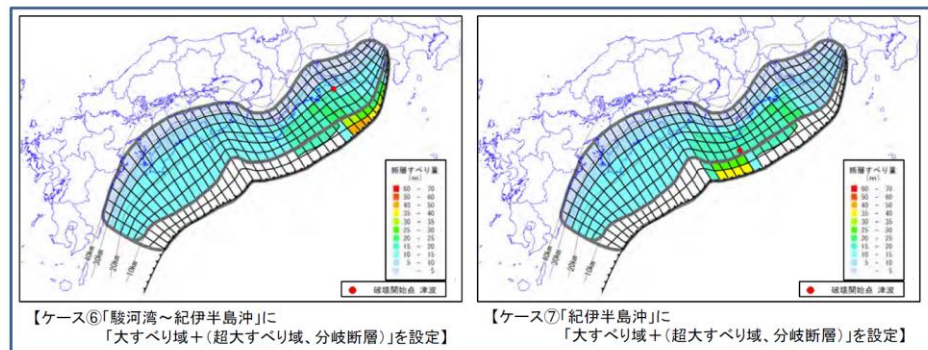
5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(6)すべり量分布の設定 (断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル)

- 内閣府(2012)では、断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に破壊が伝播するモデルについて、熊野灘の分岐断層を対象とした計2ケースのすべり量分布を設定している。
- そのうち、大すべり域が敷地前面に位置し敷地への影響が大きいと考えられるケース⑥の各小断層のすべり量分布は内閣府(2012)に基づくと下表のとおり。

大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン (ケース⑥、⑦)



内閣府の最大クラスモデル (合計11ケース)

- [基本的な検討ケース] 計5ケース
大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン (ケース①～⑤)
- [その他派生的な検討ケース] 計6ケース
大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン (ケース⑥、⑦)
大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン (ケース⑧～⑪)

内閣府の最大クラスモデル (ケース⑥の例)

(内閣府(2012)を基に作成)

		内閣府の最大クラスモデルの各小断層のすべり量分布 (ケース⑥の例) (m)																																						
		西 ←																		→ 東																				
陸側⇄ 海溝軸 ⇄	深度40km↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
		30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0
	20km↓	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0
		3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	6.3	6.3	4.0	
	10km↓	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	14.1	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	4.0	
		5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	5.5		
	0km↓	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	7.6	5.5	
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。深度10kmに分岐断層を設定。(内閣府(2012)を基に作成)

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(7)モーメントマグニチュードMwの算定

■内閣府(2012)では、津波断層モデルの全体に対する地震モーメントM₀およびモーメントマグニチュードについて、各小断層のすべり量と面積から地震モーメントM₀を求め、その総和から算定している。具体的には以下の例のとおり。

○内閣府の最大クラスモデルの地震モーメントM₀の総和の算定 (ケース①の例)

$$M_0 \text{ (全体)} = M_0 \text{ (主部断層)} + M_0 \text{ (浅部断層)}$$

$$M_0 \text{ (主部断層)} = \sum M_{0i} \text{ (各小断層)} = \sum \mu D_i S_i \text{ (各小断層)}$$

ここで、主部断層の各領域における各小断層のすべり量は以下のとおり。

- ①大すべり域：2D_i、②背景領域：D_b、③遷移領域：(2D_i+D_b)/2、
- ④深い背景領域：1/2×D_b、⑤最も深い背景領域：1/4×D_b

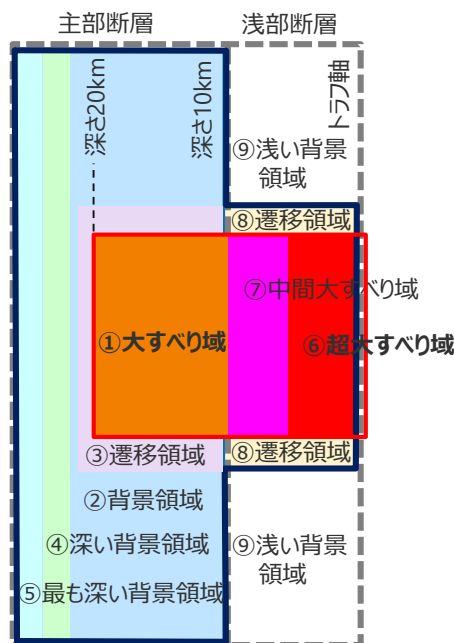
$$M_0 \text{ (浅部断層)} = \sum M_{0i} \text{ (各小断層)} = \sum \mu D_i S_i \text{ (各小断層)}$$

ここで、浅部断層の各領域における各小断層のすべり量は以下のとおり。

- ⑥超大すべり域：4D_i、⑦中間大すべり域：3D_i、⑧遷移領域：(2D_i+D_b)/2、⑨浅い背景領域：0

μ：剛性率 → 4.1×10¹⁰ N/m²

D_i：各小断層の平均すべり量 D_b：背景領域のすべり量 S_i：各小断層の面積



大すべり域：津波断層域の全面積の約20%

内閣府の最大クラスモデルのすべり量分布概念図 (ケース①の例)

○内閣府の最大クラスモデルのモーメントマグニチュードMwの算定

$$M_w = \frac{\log M_0 - 9.1}{1.5}$$

内閣府の最大クラスモデルのモーメントマグニチュードMwの算定 (ケース①の例)

波源モデル		面積 (km ²)	M ₀ (Nm)	M _w
ケース①	全体	144,379	6.1 × 10 ²²	9.1
	主部断層	109,725	4.5 × 10 ²²	9.0
	浅部断層	34,655	1.7 × 10 ²²	8.8

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(8)破壊開始点・破壊伝播速度・ライズタイムの設定

■内閣府(2012)では、最大クラスモデルの設定にあたり、以下のとおり動的パラメータ（破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイム）を設定している。

○内閣府の最大クラスモデルの破壊開始点の設定

○各検討ケースの津波断層モデルの破壊開始点

基本的な検討ケース（ケース①～ケース⑤）の破壊開始点は、それぞれの検討ケースの大すべり域の中心付近の深さ 20km 付近に設定する。

(内閣府(2012)を基に作成)

○内閣府の最大クラスモデルの破壊伝播速度およびライズタイムの設定

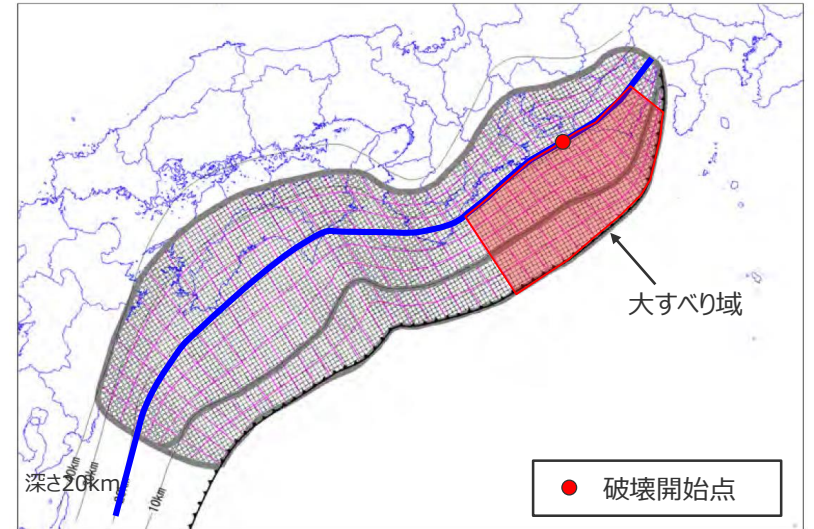
○破壊伝播速度及びライズタイム：

破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

破壊速度 : 2.5km/s

ライズタイム : 1分

(内閣府(2012)を基に作成)



(内閣府(2012)を基に作成)

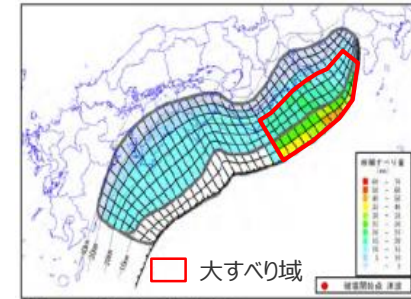
内閣府の最大クラスモデルの大すべり域と破壊開始点との位置関係（ケース①の例）

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(内閣府の最大クラスモデル (ケース①の例))

断層パラメータ (ケース①の例)

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.1×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.7×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	29.0
	最大すべり量 (m)	41.7



【ケース①「駿河湾～紀伊半島沖」に「大すべり域+超大すべり」域を設定】

内閣府の最大クラスモデル (ケース①の例)

断層パラメータは以下のとおり設定。

- 津波断層域の面積 S : 144,379km²
- 大すべり域の面積 $S_a \doteq 0.2S$
- 超大すべり域の面積 $S_{sa} \doteq 0.05S$
- すべり量 :
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu$ ¹⁾
各小断層のすべり量 D_i はフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$: 主部断層全体の平均の応力降下量 (3MPa)
 S_m : 主部断層全体の面積 D_i : i 番目の小断層の断層すべり量
 μ : 剛性率 ($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ : 密度 (2.8g/cm³)、 V_s : S波速度 (3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 $2D_i$
 - ・浅部断層
超大すべり域のすべり量 $4D_i$
中間大すべり域のすべり量 $3D_i$
- 地震モーメント $M_0 = \sum \mu D_i S_i$
ここで、 S_i は i 番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- $Mw = (\text{Log} M_0 - 9.1) / 1.5$
- 破壊伝播速度 $V_r = 2.5\text{km/s}$
- ライズタイム $T = 60\text{s}$

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量 (内閣府(2012)を基に作成)

※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (123,700km²) に基づき算出

※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (13,975km²) に基づき算出

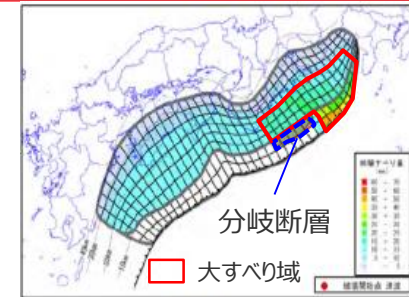
1) スケーリング則 $M_0 = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ と地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS$ から導出
主部断層 : 深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))
浅部断層 : 深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(内閣府の最大クラスモデル (ケース⑥の例))

断層パラメータ (ケース⑥の例)

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	5.4×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	11.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	9.1×10^{21}
	平均すべり量 (m) ※3	24.7
	最大すべり量 (m)	41.7



【ケース⑥「駿河湾～紀伊半島沖」に
「大すべり域+（超大すべり域、分岐断層）」を設定

内閣府の最大クラスモデル (ケース⑥の例)

断層パラメータは以下のとおり設定。

- 津波断層域の面積 S : 144,379km²
- 大すべり域の面積 $S_a \approx 0.2S$
- 超大すべり域の面積 $S_{sa} \approx 0.05S$
- すべり量 :
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7n^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu$ ¹⁾
各小断層のすべり量 D_i はフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するように設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$: 主部断層全体の平均の応力降下量 (3MPa)
 S_m : 主部断層全体の面積 D_i : i 番目の小断層の断層すべり量
 μ : 剛性率 ($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ : 密度 (2.8g/cm³)、 V_s : S波速度 (3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 $2D_i$
 - ・浅部断層
超大すべり域のすべり量 $4D_i$
中間大すべり域のすべり量 $3D_i$
分岐断層の大すべり域のすべり量 $2D_i$
- 地震モーメント $M_0 = \sum \mu D_i S_i$
ここで、 S_i は i 番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- $Mw = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$
- 破壊伝播速度 $V_r = 2.5 \text{ km/s}$
- ライズタイム $T = 60 \text{ s}$

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量 (内閣府(2012)を基に作成)

※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (118,682km²) に基づき算出

※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (8,957km²) に基づき算出

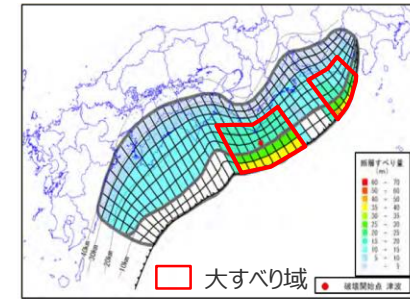
1) スケーリング則 $M_0 = 16 / (7n^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ と地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS$ から導出
主部断層 : 深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))
浅部断層 : 深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))

①内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定の確認

(内閣府の最大クラスモデル (ケース⑧の例))

断層パラメータ

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.2×10^{22}
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	19.9
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.7×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	27.8
	最大すべり量 (m)	41.7



【ケース⑧「駿河湾～愛知県東部沖」と「三重県南部沖～徳島県沖」に「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定】

内閣府の最大クラスモデル (ケース⑧の例)

断層パラメータは以下のとおり設定。

- 津波断層域の面積 S : 144,379km²
- 大すべり域の面積 $S_a \approx 0.2S$
- 超大すべり域の面積 $S_{sa} \approx 0.05S$
- すべり量 :
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7n^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu$ ¹⁾
各小断層のすべり量 D_i はフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するように設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$: 主部断層全体の平均の応力降下量 (3MPa)
 S_m : 主部断層全体の面積 D_i : i 番目の小断層の断層すべり量
 μ : 剛性率 ($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ : 密度 (2.8g/cm³)、 V_s : S波速度 (3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 $2D_i$
 - ・浅部断層
浅部断層の超大すべり域のすべり量 $4D_i$
浅部断層の超大すべり域と大すべり域の遷移領域のすべり量 $3D_i$
- 地震モーメント $M_0 = \sum \mu D_i S_i$
ここで、 S_i は i 番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- $Mw = (\text{Log} M_0 - 9.1) / 1.5$
- 破壊伝播速度 $V_r = 2.5 \text{ km/s}$
- ライズタイム $T = 60 \text{ s}$

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量 (内閣府(2012)を基に作成)

※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (124,915km²) に基づき算出

※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (15,190km²) に基づき算出

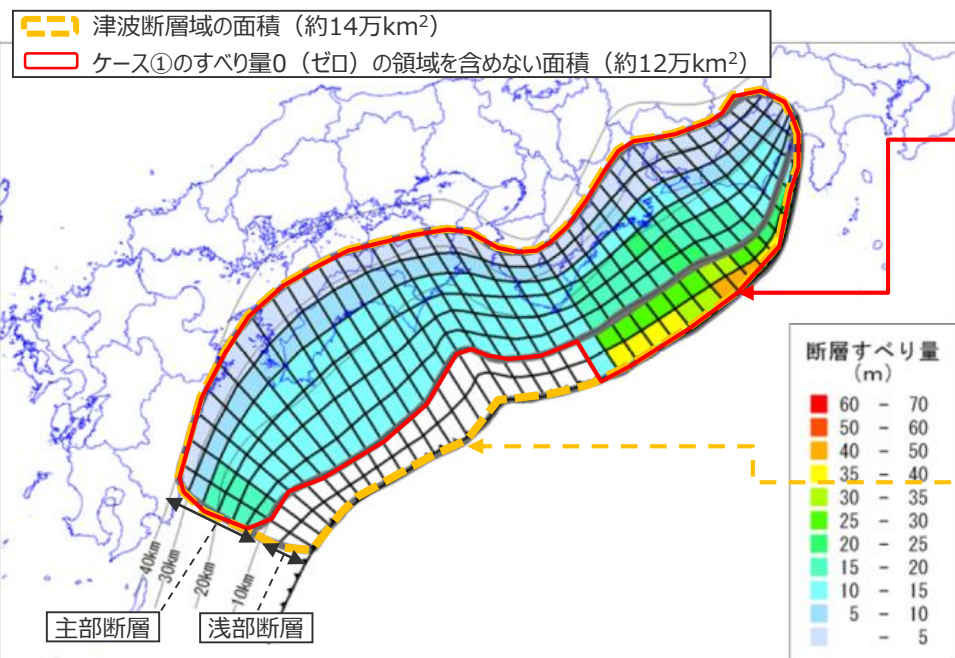
1) スケーリング則 $M_0 = 16 / (7n^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ と地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS$ から導出
主部断層 : 深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))
浅部断層 : 深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(平均応力降下量・平均すべり量の分析)

- 内閣府の最大クラスモデルのパラメータについて、津波断層域のうち、すべり量0（ゼロ）の領域を含めない面積（約12万km²）、およびすべり量0（ゼロ）の領域を含めた面積（約14万km²）に基づき、それぞれ整理した。
- その結果、内閣府(2012)に記載された $\Delta\sigma$ および平均すべり量等のパラメータは、津波断層域のうちすべり量0（ゼロ）の領域を含めた面積に基づき算定されたものであることを確認した。
- なお、世界の巨大地震の津波断層モデルを含めたスケーリングに関する検討を行っているMurotani et al.(2013)では、津波断層域のうちすべり量0（ゼロ）の領域を含めない面積に基づきパラメータを検討している。



主部断層：深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域（内閣府(2012)）
浅部断層：深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域（内閣府(2012)）

内閣府の最大クラスモデル（ケース①の例）

すべり量0（ゼロ）の領域を含めない面積（約12万km²）に基づき算定した $\Delta\sigma$ 、平均すべり量

断層モデル	面積 (km ²)	M ₀ (Nm)	M _w	$\Delta\sigma$ (MPa)	平均すべり量(m)
ケース①	全体	6.1×10²²	9.13	3.44	12.1
	主部断層	4.5×10 ²²	9.03	3.00	10.0
	浅部断層	1.7×10 ²²	8.75	24.48	29.0

すべり量0（ゼロ）の領域を含めた面積（約14万km²）に基づき算定した $\Delta\sigma$ 、平均すべり量

断層モデル	面積 (km ²)	M ₀ (Nm)	M _w	$\Delta\sigma$ (MPa)	平均すべり量(m)
ケース①	全体	6.1×10²²	9.13	2.72	10.3
	主部断層	4.5×10 ²²	9.03	3.00	10.0
	浅部断層	1.7×10 ²²	8.75	6.27	11.7



内閣府(2012)に記載されたパラメータと一致

各ケースの地震モーメント及びマグニチュード等(基本的な検討ケース)

ケース	面積(m ²)	Mo(Nm)	M _w	換算 $\Delta\sigma$ (MPa)	平均すべり量 (m)
ケース①	1.4×10 ¹¹	6.1×10 ²²	9.1	2.72	10.3
ケース②	1.4×10 ¹¹	6.3×10 ²²	9.1	2.82	10.7
ケース③	1.4×10 ¹¹	6.4×10 ²²	9.1	2.86	10.9
ケース④	1.4×10 ¹¹	6.4×10 ²²	9.1	2.84	10.8
ケース⑤	1.4×10 ¹¹	6.3×10 ²²	9.1	2.80	10.7

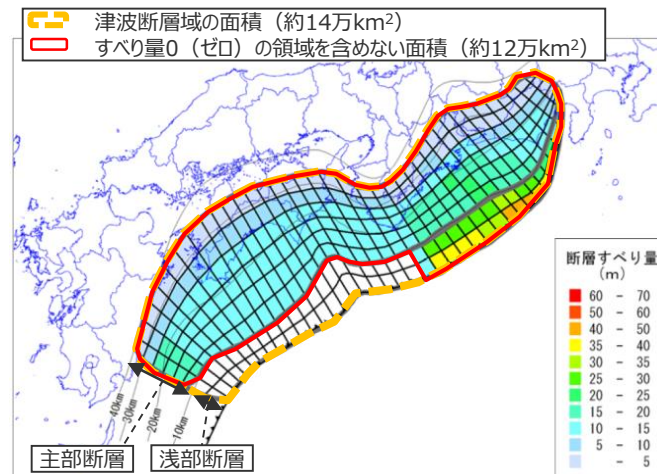
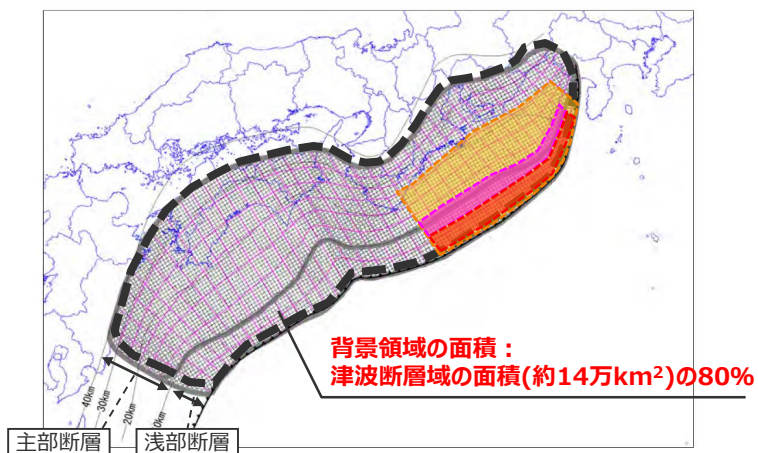
(内閣府(2012)を基に作成)

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(平均応力降下量・平均すべり量の分析)

■内閣府(2012)では、すべり量0（ゼロ）の領域の取扱いについて、背景領域の面積は津波断層域の面積（約14万km²）の80%に基づき設定している一方、すべり量分布の設定において浅部断層の背景領域のすべり量を0（ゼロ）としている。
⇒内閣府(2012)は、上記の設定方法を踏まえて、通常は含めないすべり量0（ゼロ）の領域も含めてパラメータの整理を行ったものと考えられる。



(内閣府(2012)を基に作成)

- 二二 津波断層域
 - 大すべり域（平均すべり量の2倍）
 - 中間大すべり域（平均すべり量の3倍）
 - 超大すべり域（平均すべり量の4倍）
- 大すべり域のうちトラフ沿い（津波断層域の全面積の約5%）
- 津波断層域の全面積の約20%

(内閣府(2012)を基に作成)

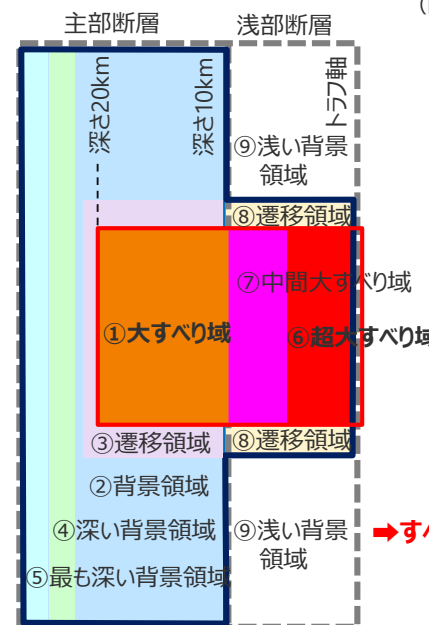
内閣府の最大クラスモデル（ケース①の例）

内閣府の最大クラスモデルの大すべり域・超大すべり域・背景領域の面積比率

領域	各領域の面積(A)	津波断層域の面積(B)	面積比率(A)/(B)
大すべり域*	29,154(km ²)	144,379(km ²)	20.2(%)
超大すべり域	6,107(km ²)	144,379(km ²)	4.2(%)
背景領域	115,225(km ²)	144,379(km ²)	79.8(%)

*大すべり域の領域には超大すべり域も含む。
ただし、津波断層域のうちすべりが発生している領域の断層面積とする。

(内閣府(2012)を基に作成)



内閣府の最大クラスモデルのすべり量分布概念図（ケース①の例）

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(杉野ほか(2014)に基づくすべり量との比較分析)

■ 内閣府(2012)では、「南海トラフにおけるプレートの相対的な運動速度は、東から西に向かって次第に大きくなっており、この運動速度を考慮して、波源モデルにおける断層すべり量を検討する必要がある。」とされ、最大クラスモデルのすべり量はフィリピン海プレートの沈み込み速度を考慮して設定されている。そのため、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。

■ ここでは、超大すべり域、大すべり域のすべり量について、内閣府の最大クラスモデルのすべり量と、杉野ほか(2014)に基づき算定したすべり量との比較を行った。
■ その結果、内閣府の最大クラスモデルの超大すべり域、大すべり域のすべり量は、平均すべり量、最大すべり量ともに杉野ほか(2014)に基づき算定したすべり量を上回ることを確認した。

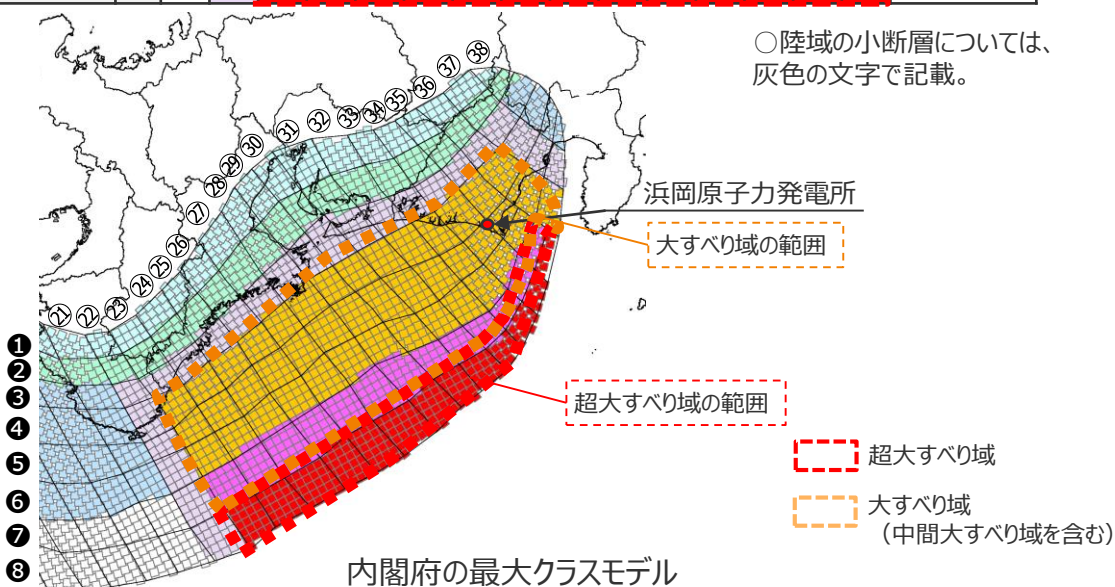
内閣府の最大クラスモデル (ケース①) のすべり量(m)

深度40km↓	遠州灘															駿河湾			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
30km↓	1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0	
20km↓	2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0	
	3	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	6.3	4.0	
10km↓	4	10.5	14.1	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	4.0
	5	10.5	14.6	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	5.5	
0km↓	6	10.5	14.6	18.2	18.2	17.9	17.9	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	7.6	5.5	
	7	14.6	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8				
	8	14.6	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7				

杉野ほか(2014)と内閣府の最大クラスモデル (ケース①) のすべり量の比較

項目	杉野ほか(2014)に基づくすべり量	内閣府の最大クラスモデル (ケース①) ※	
		平均	最大
超大すべり域	34.2m	平均	36.8m
		最大	41.7m
大すべり域	16.0m	平均	19.8m
		最大	31.3m
平均すべり量	11.4m		12.1m

※ 津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めず算出。
・ ライズタイムとすべり量の関係を踏まえた考察は補足説明資料5-4で別途説明。



杉野ほか(2014)に基づくすべり量の算定

スケーリング則 $M_0 = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2} \dots\dots ①$

地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS \dots\dots ②$

①、②より、
平均すべり量 $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{1/2} / \mu$
応力降下量 $\Delta\sigma = 3\text{MPa}$
剛性率 $\mu = 4.1 \times 10^{10} \text{N/m}^2$
津波断層域の面積 $S = 144,379\text{km}^2$

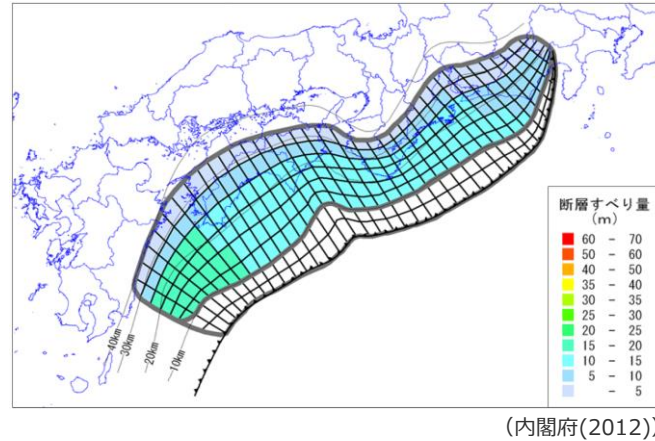
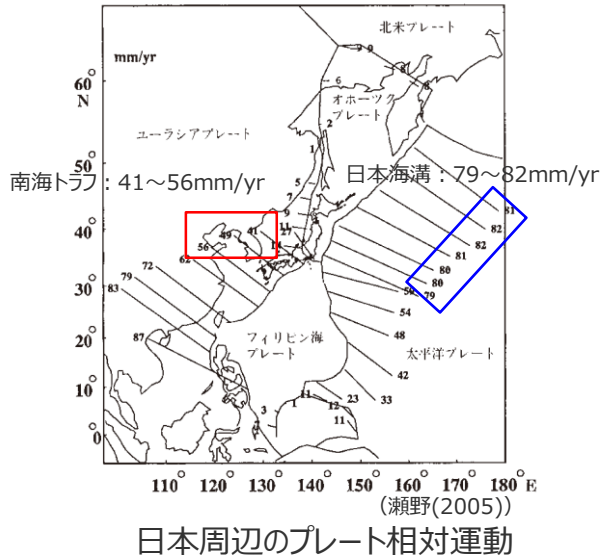
よって、
平均すべり量 : $D = 11.4\text{m}$
超大すべり域のすべり量 : $3D = 34.2\text{m}$
大すべり域のすべり量 : $1.4D = 16.0\text{m}$

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(参考) 平均すべりモデルと既往津波との比較

- 南海トラフでは、プレートの相対的な運動速度は、東から西に向かって次第に大きくなっているという特徴がある。
- 内閣府(2012)では、最大クラスモデルの設定にあたり、フィリピン海プレートの沈み込み速度にすべり量を比例させたモデル(平均すべりモデル)により、歴史記録及び津波堆積物調査等による津波痕跡高の再現性を確認している。

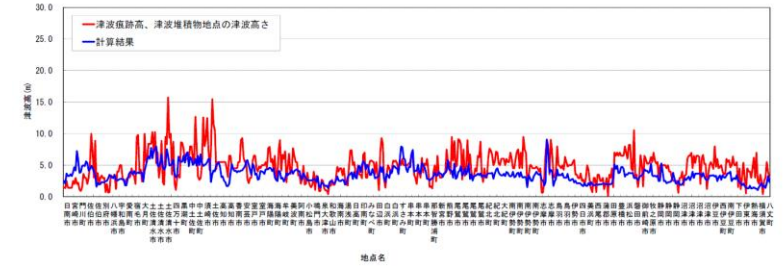


内閣府(2012)による平均すべりモデルの波源モデル

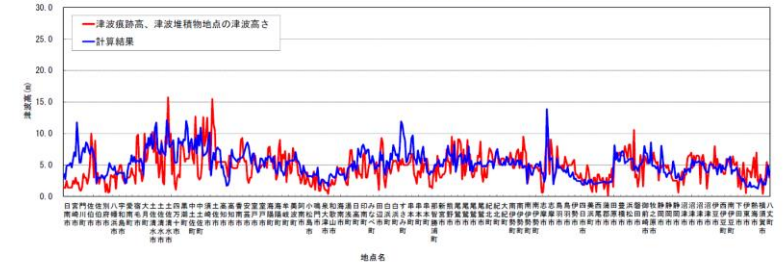
○内閣府(2012)による平均すべりモデルの設定

- 小断層のすべり量は沈み込み速度に比例させて設定。
- 超大すべり域・大すべり域は設定しない。
- 平均応力降下量として以下3ケースを用いて歴史記録及び津波堆積物調査等による津波痕跡高と比較。
 - 平均すべり量 約4m、 $\Delta\sigma = 1.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均的な応力降下量)
 - 平均すべり量 約7m、 $\Delta\sigma = 2.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)
 - 平均すべり量 約10m、 $\Delta\sigma = 3.0\text{MPa}$ ($M_w 8$ よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)
- 比較した津波痕跡高は1707年宝永地震、1854安政東海地震、1854安政南海地震、1944東南海地震、1946南海地震およびこれら5地震の包絡値である。

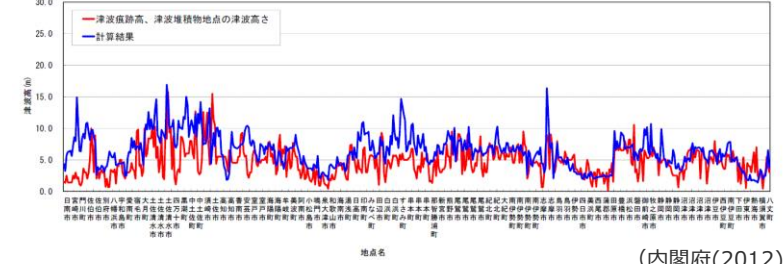
a) 平均すべり量 約4m, $\Delta\sigma = 1.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均的な応力降下量)



b) 平均すべり量 約7m, $\Delta\sigma = 2.2\text{MPa}$ ($M_w 8$ 以上の地震の平均値に標準偏差を加えた応力降下量)



c) 平均すべり量 約10m, $\Delta\sigma = 3.0\text{MPa}$ ($M_w 8$ よりも小さな地震を含めた海溝型地震の平均的な応力降下量)



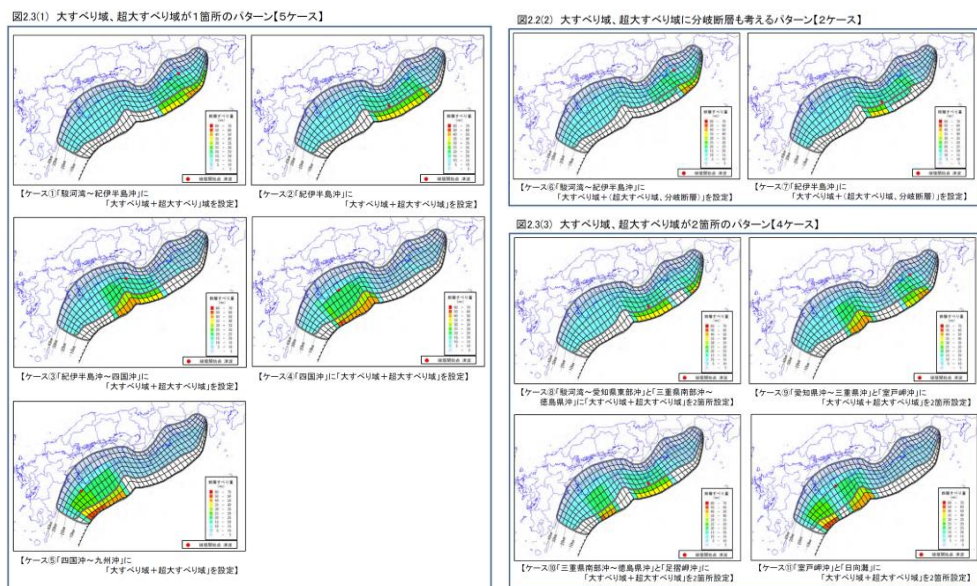
内閣府(2012)による平均すべりモデルでの津波高の比較

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

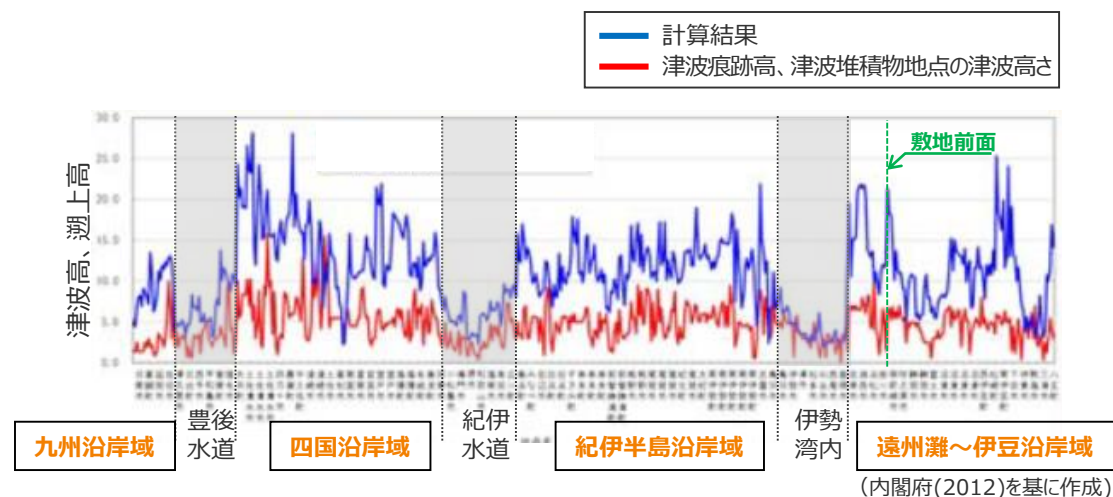
(最大クラスモデルの津波評価結果の分析)

- 内閣府(2012)では、設定した最大クラスモデル（計11ケース）による津波高について、最大クラスモデルの津波高の包絡値と、歴史記録および津波堆積物調査地点の津波高との比較分析を行っている。
- その結果、最大クラスモデルによる津波高は、津波痕跡高および津波堆積物調査地点の津波高を、南海トラフの沿岸域の全ての地域において大きく上回っていることが確認されている。



(内閣府(2012))

内閣府の最大クラスモデルの波源モデル（ケース①～⑪）



最大クラスの津波の津波計算結果と既往津波の高さとの比較

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

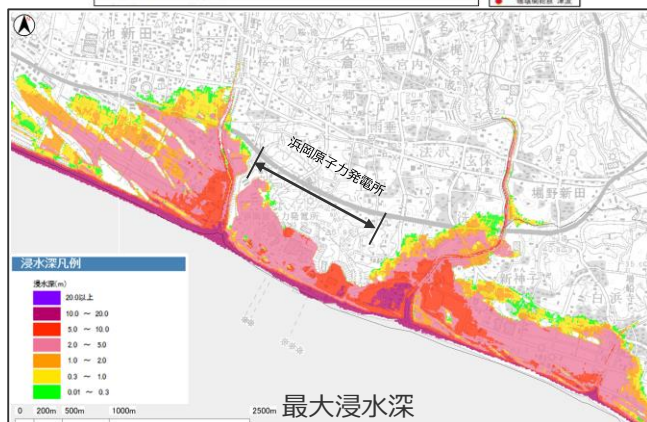
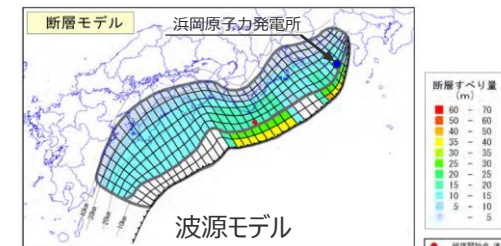
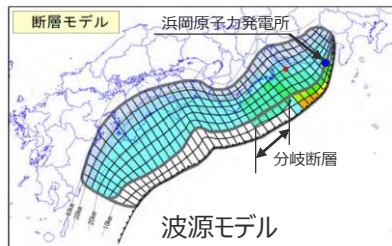
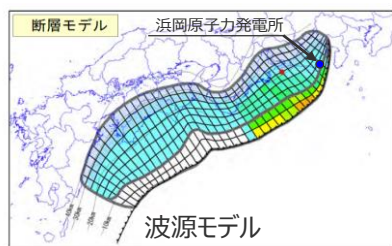
(最大クラスモデルの津波評価結果の分析)

- 内閣府(2012)は、最大クラスモデルによる「各原子力発電所付近の最高水位」および「浜岡原子力発電所付近の浸水分布図」を公表している。
- 内閣府(2012)によると、敷地付近の最高水位について、基本的な検討ケース①～⑤の中では、大すべり域が敷地前面に位置するケース①の影響が大きいとされている。また、派生的な検討ケース⑥～⑪の中では、熊野灘の分岐断層に一部のすべりが抜けるケース⑥、大すべり域が敷地前面と紀伊半島沖の2か所に設定されているケース⑧の影響が大きいとされている。
- 浜岡原子力発電所付近の浸水分布図からは、ケース①、⑥、⑧の浸水分布は、どのケースもほぼ同じとなっている。

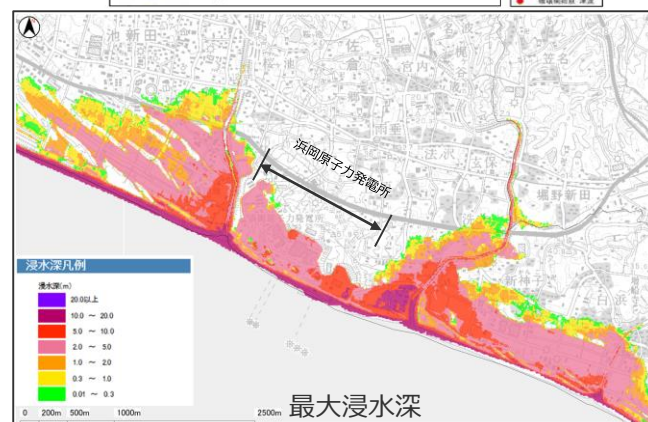
内閣府(2012)による各原子力発電所付近の最高水位(浜岡)

場所	最高水位となる ケース番号	最高水位 (地殻変動量考慮 ^(※))
浜岡原子力発電所付近	①⑥⑧	19m

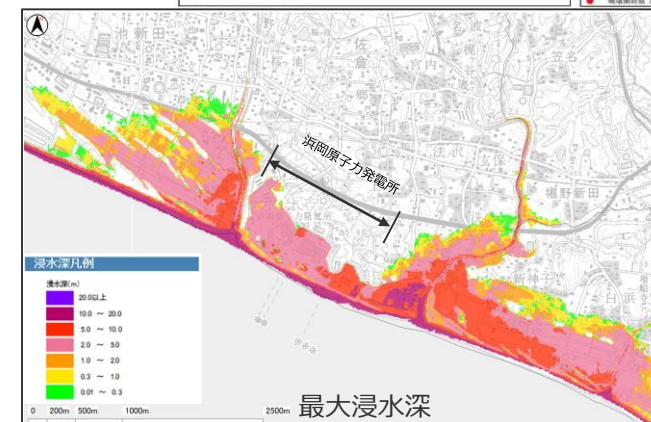
(※)地殻変動量考慮、満潮位を含む。
10mメッシュでの計算値
(内閣府(2012)に基づき作成)



【基本的な検討ケース】ケース①
「駿河湾～紀伊半島沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を設定



【派生的な検討ケース】ケース⑥
「駿河湾～紀伊半島沖」に
「大すべり域+(超大すべり域、分岐断層)」を設定



【派生的な検討ケース】ケース⑧
「駿河湾～愛知県東部沖」と「三重県南部沖～徳島県沖」に
「大すべり域+超大すべり域」を2箇所設定

- ・発電所の津波対策は考慮されていない。
- ・堤防は越流後破堤する条件。

内閣府(2012)による浜岡原子力発電所付近の浸水分布図

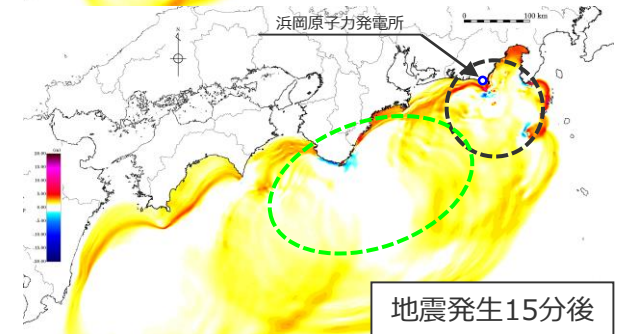
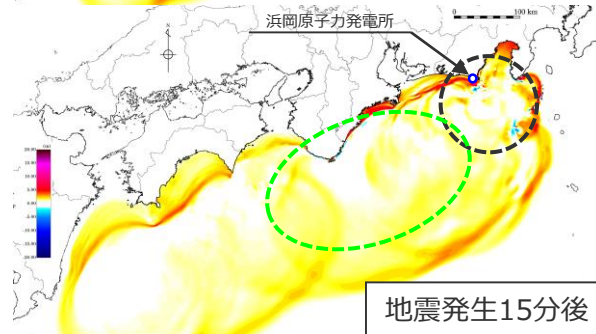
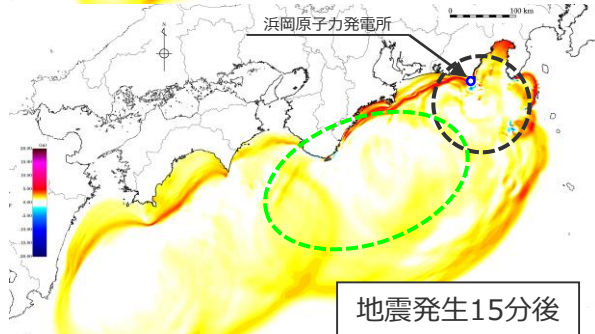
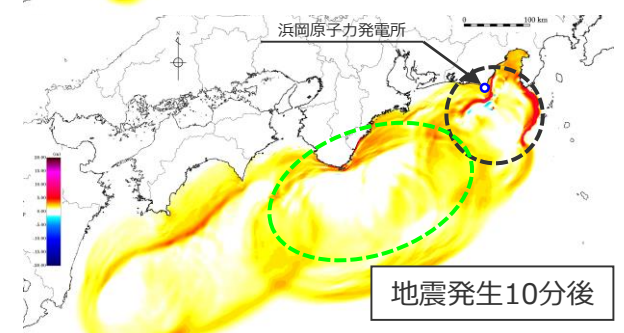
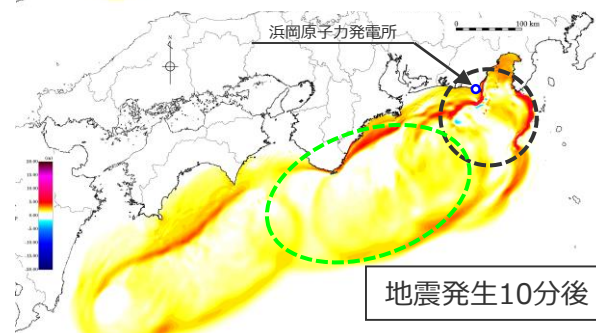
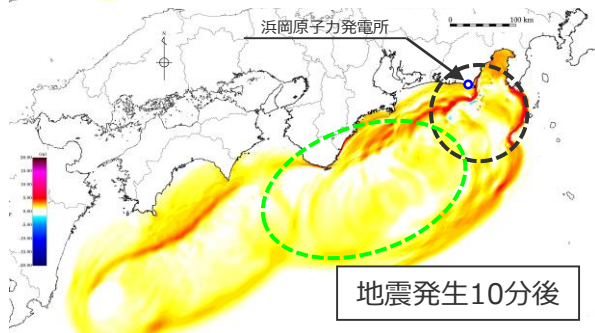
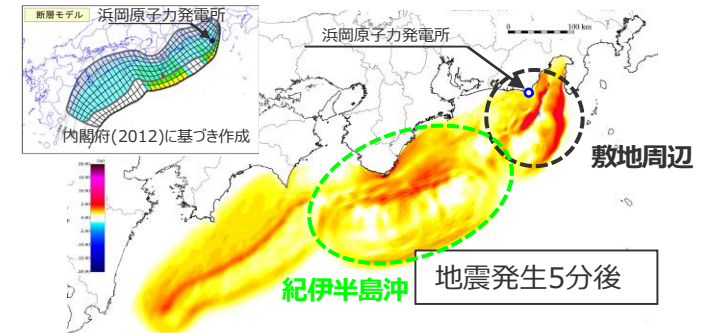
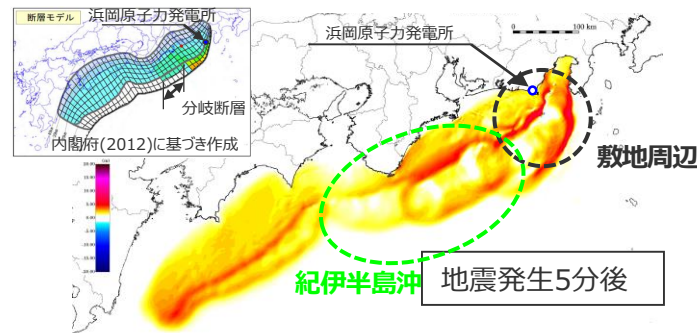
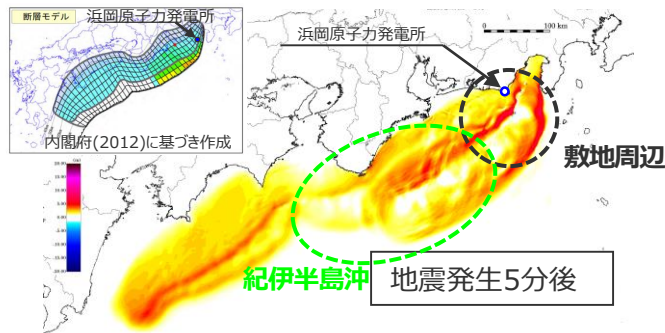
(内閣府(2012)に基づき作成)

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の津波伝播状況(1/2))

- 内閣府(2012)および発電所が位置する静岡県内の津波想定において、敷地への影響が大きいとされている内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)について、数値シミュレーションにより敷地への影響を確認した。
- 内閣府の最大クラスモデルケース①、⑥、⑧では敷地周辺の波源は同じであり敷地から離れた紀伊半島沖の波源が異なるが、それぞれのケースの津波伝播状況のスナップショットにより、敷地周辺の波源から敷地へ到来する第1波の津波伝播状況はほぼ同じであり、一方、紀伊半島沖から敷地へ到来する後続波の津波伝播状況が異なることを確認した。



【基本的な検討ケース】ケース①

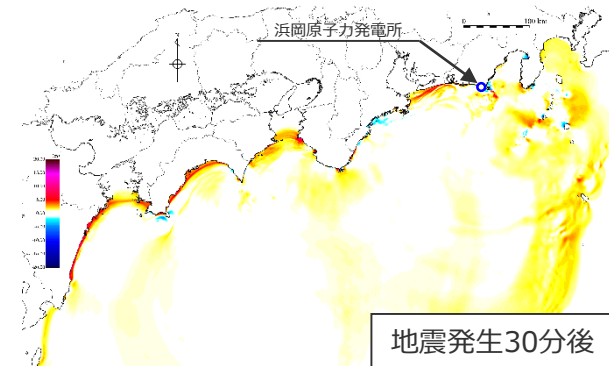
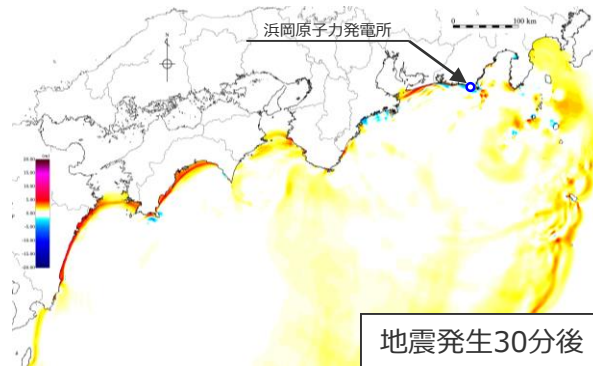
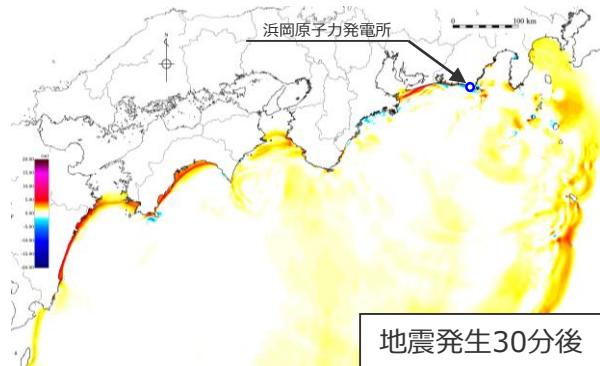
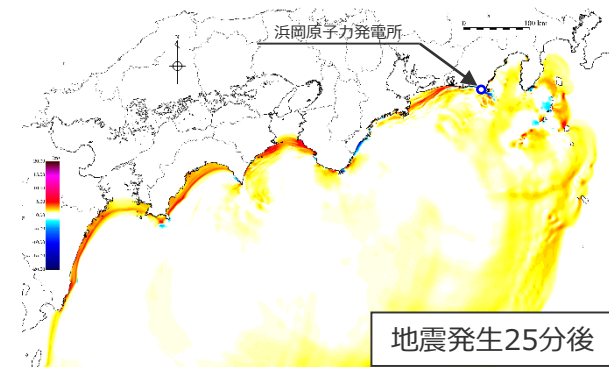
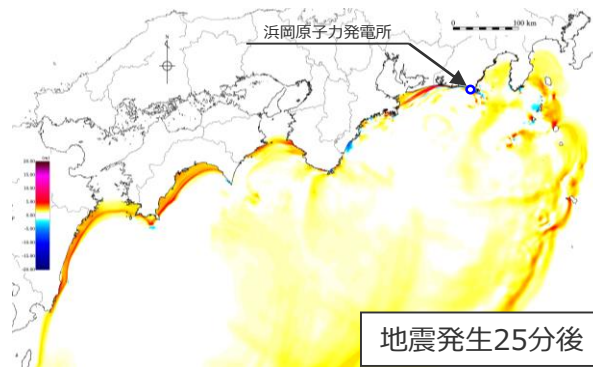
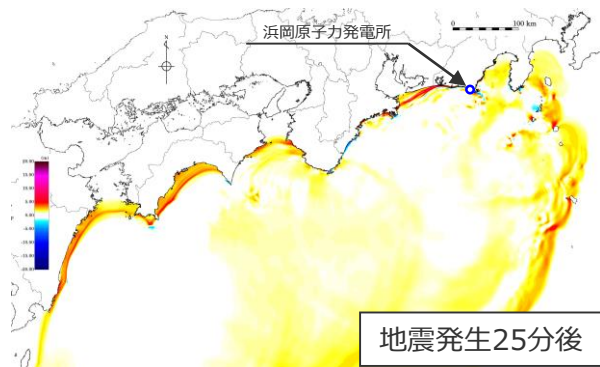
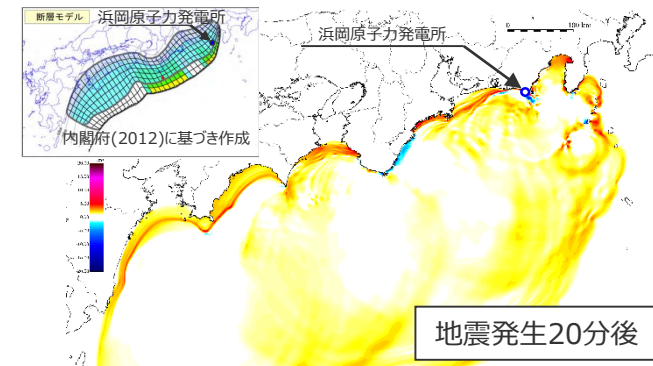
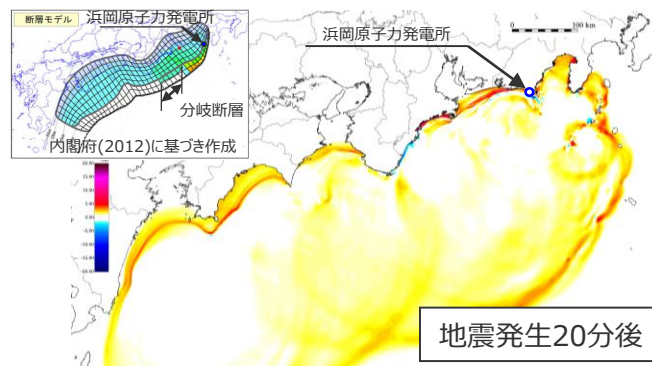
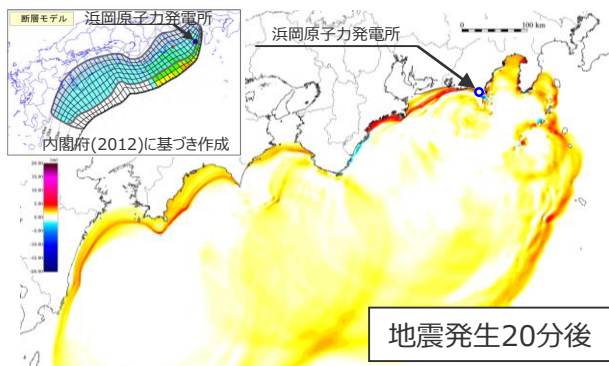
【派生的な検討ケース】ケース⑥

【派生的な検討ケース】ケース⑧

内閣府の最大クラスモデルの津波伝播状況スナップショット

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(内閣府の最大クラスモデル (ケース①、⑥、⑧) の津波伝播状況(2/2))



【基本的な検討ケース】ケース①

【派生的な検討ケース】ケース⑥

【派生的な検討ケース】ケース⑧

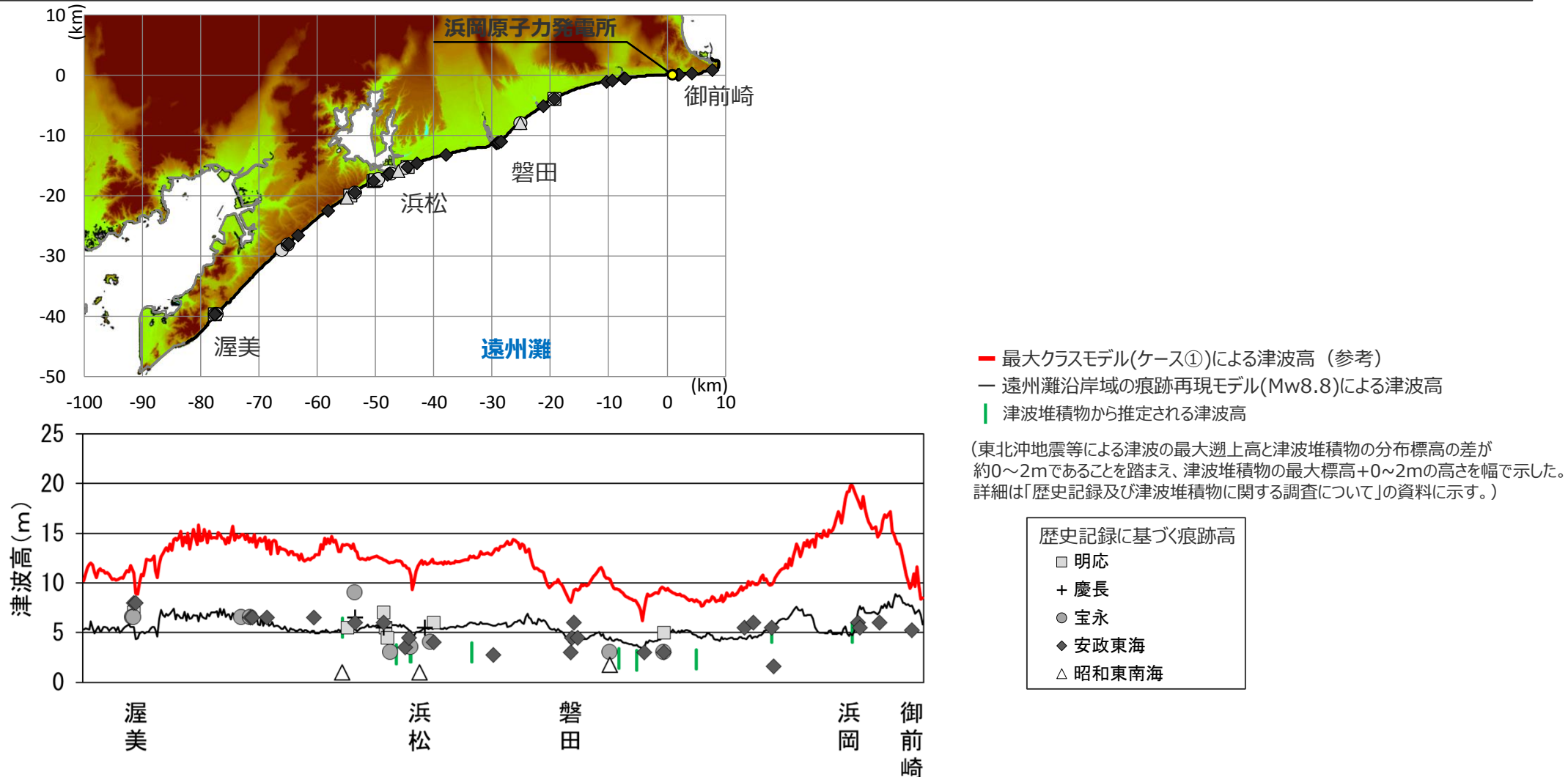
内閣府の最大クラスモデルの津波伝播状況スナップショット

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

(歴史記録および津波堆積物調査から推定される津波高との比較)

- 歴史記録および津波堆積物に関する調査の結果、過去約1,400年間の歴史記録及び過去約5,000年間の津波堆積物から推定される遠州灘沿岸域の津波高は、概ね5～10m。
- 内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の津波評価結果は、歴史記録及び津波堆積物から推定される津波高（概ね5～10m）を、遠州灘沿岸域の全域において上回っていることを確認した。



- 最大クラスモデル(ケース①)による津波高（参考）
- 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル(Mw8.8)による津波高
- 津波堆積物から推定される津波高

(東北沖地震等による津波の最大遡上高と津波堆積物の分布標高の差が約0～2mであることを踏まえ、津波堆積物の最大標高+0～2mの高さを幅で示した。詳細は「歴史記録及び津波堆積物に関する調査について」の資料に示す。)

歴史記録に基づく痕跡高

- 明応
- + 慶長
- 宝永
- ◆ 安政東海
- △ 昭和東南海

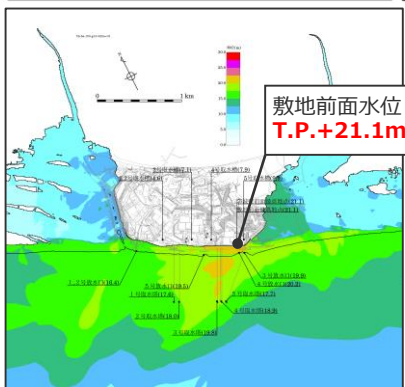
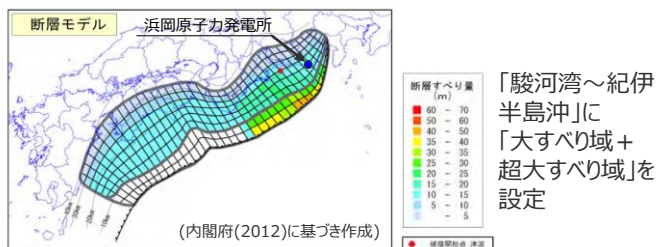
内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の津波評価結果（海岸線の津波高）と既往津波の痕跡高との比較

②内閣府の最大クラスモデルの分析

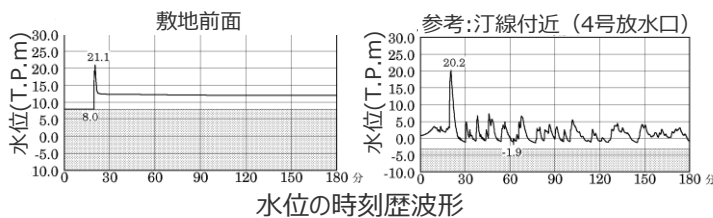
(内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の敷地への影響(水位上昇側))

- 内閣府および静岡県津波想定結果から浜岡原子力発電所への影響が大きいとされる内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)について、敷地周辺の最大上昇水位分布および敷地前面と汀線付近の水位の時刻歴波形を確認した。
- その結果、基本的な検討ケースであるケース①の敷地前面水位はT.P.+21.1mとなることを確認した。また、その派生ケースであるケース⑥、⑧について、最大上昇水位分布および水位の時刻歴波形はケース①とほぼ同じであることを確認した。

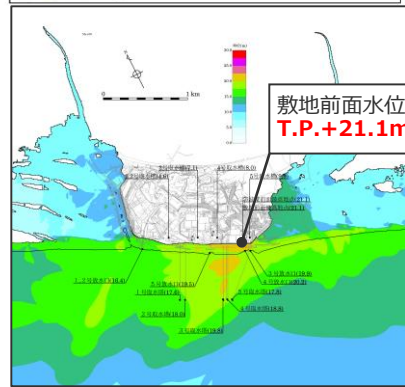
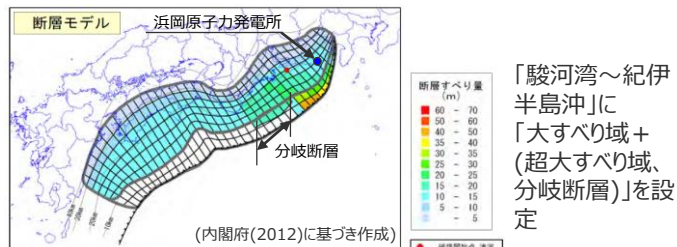
【基本的な検討ケース】ケース①



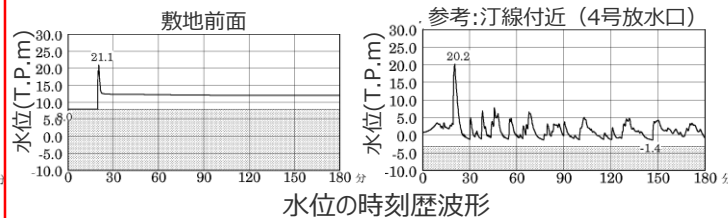
最大上昇水位分布



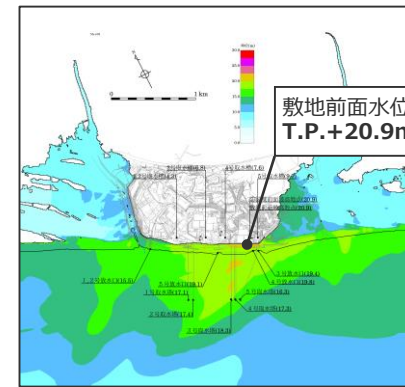
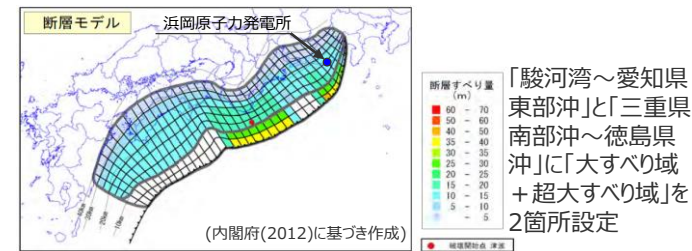
【派生的な検討ケース】ケース⑥



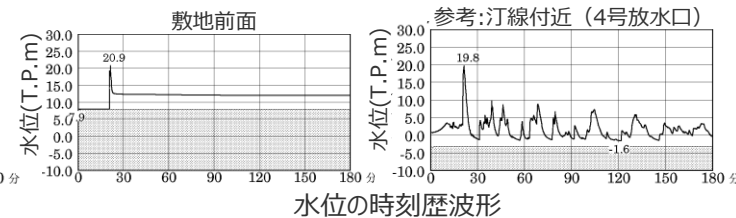
最大上昇水位分布



【派生的な検討ケース】ケース⑧



最大上昇水位分布



内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の敷地への影響確認

- ・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
- ・網掛け部の上端は当該地点の標高

■ 以上から、水位上昇側で敷地への影響の大きい波源モデルは大すべり域が1箇所の内閣府の最大クラスモデル(ケース①)で代表できることを確認した。

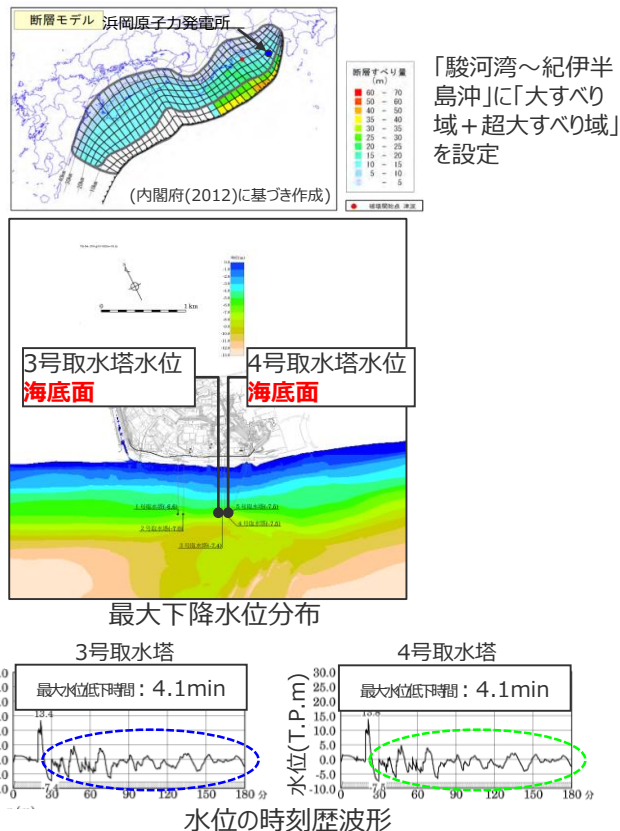
5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

②内閣府の最大クラスモデルの分析

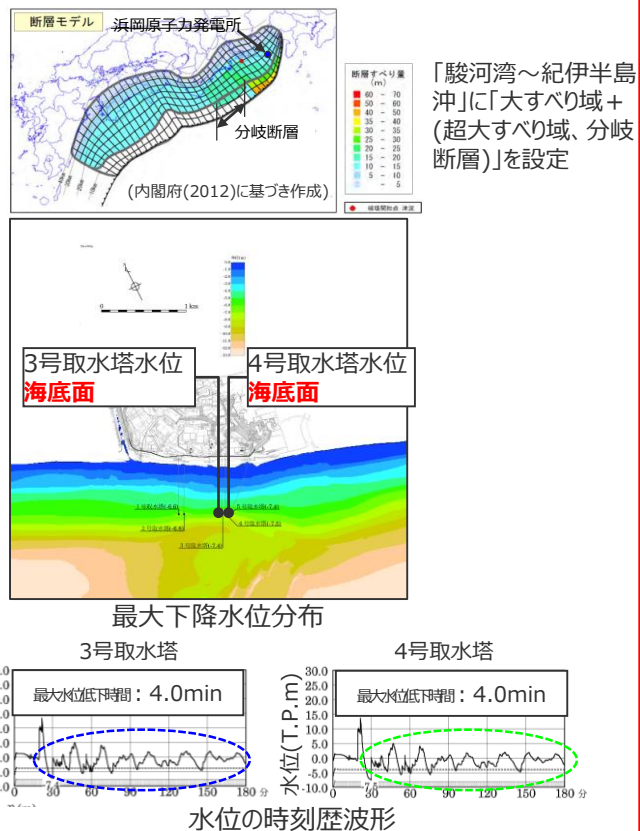
(内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の敷地への影響(水位下降側))

- 内閣府および静岡県津波想定結果から浜岡原子力発電所への影響が大きいとされる内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)について、敷地周辺の最大下降水位分布および取水塔地点の水位の時刻歴波形を確認した。
- その結果、最大下降水位分布および水位の時刻歴波形の第一波はほぼ同じであるが、水位の時刻歴波形の後続波で紀伊半島側の波源の違いによる影響が出ており、ケース⑧(大すべり域の位置が2箇所)の最大水位低下時間が最も大きいことを確認した。

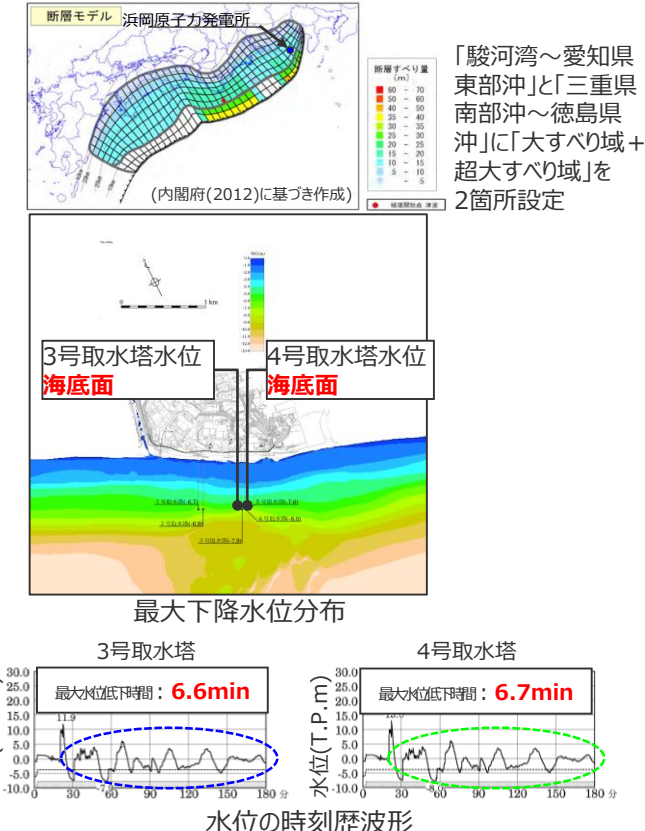
【基本的な検討ケース】ケース①



【派生的な検討ケース】ケース⑥



【派生的な検討ケース】ケース⑧



・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮
 ・海底面: 最大下降水位時に海底面がほぼ露出している(水深1m未満である)ことを示す。

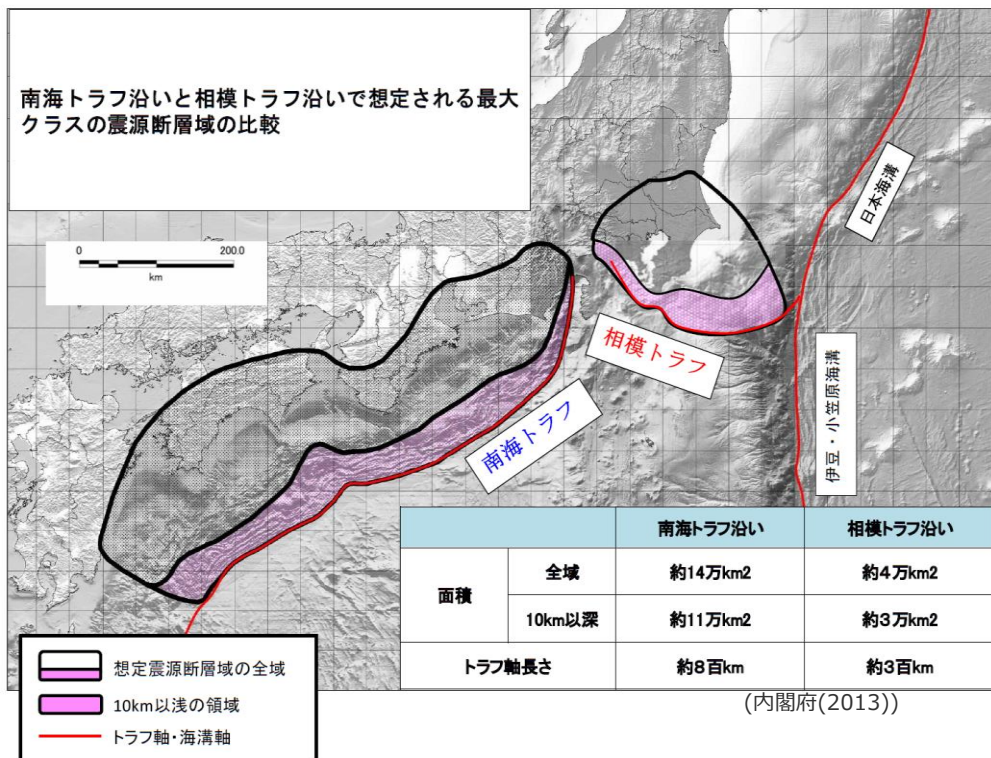
内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の敷地への影響確認



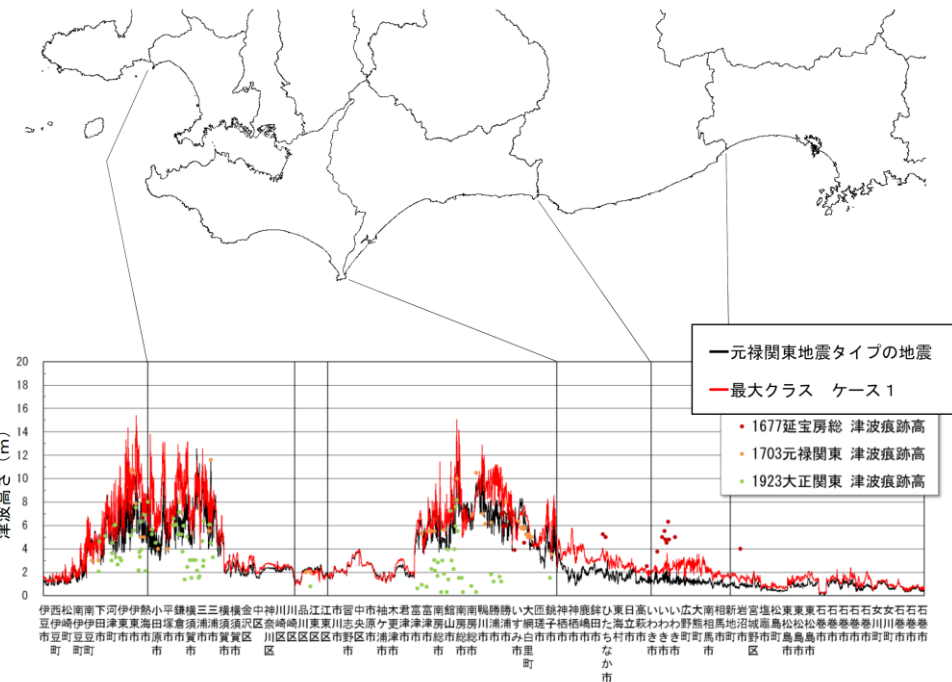
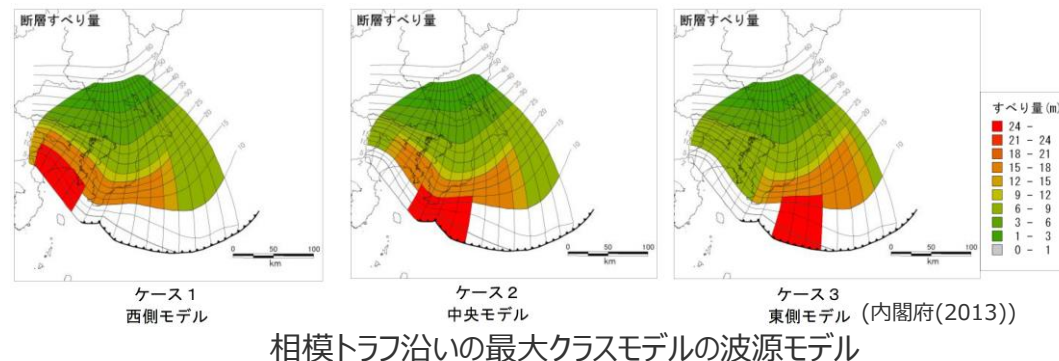
■ 以上から、水位下降側で敷地への影響の大きい波源モデルは大すべり域が2箇所の内閣府の最大クラスモデル(ケース⑧)であることを確認した。

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル (参考) 相模トラフ沿いの最大クラスモデル

■内閣府(2013)の「首都直下地震モデル検討会」は、相模トラフ沿いの最大クラスの津波について、南海トラフの最大クラスモデルと同様の手順および方法で波源モデルを設定し、津波高等を想定している。



南海トラフの最大クラスモデルと相模トラフ沿いの最大クラスモデル

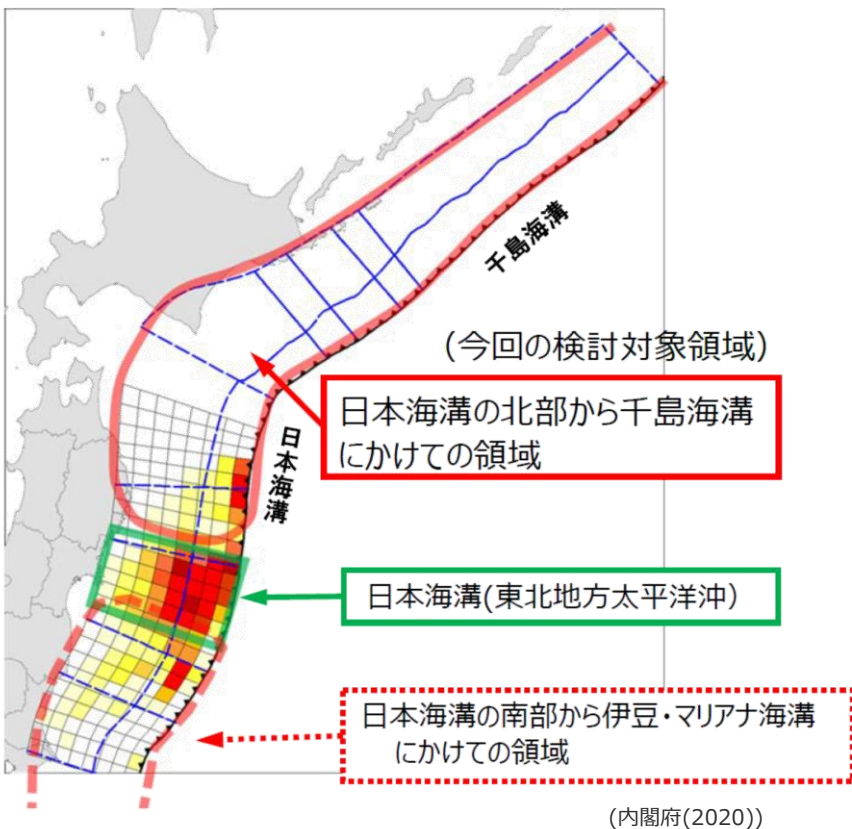


※50mメッシュ計算、津波高さには地殻変動量の沈降分を加算して表示

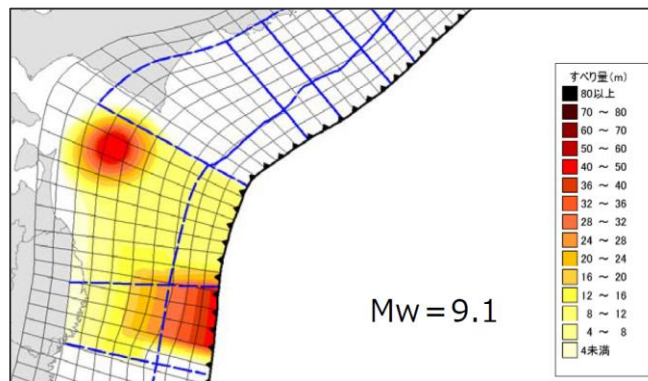
相模トラフ沿いの最大クラスモデルの津波高 (内閣府(2013))

(参考) 日本海溝・千島海溝の最大クラスモデル

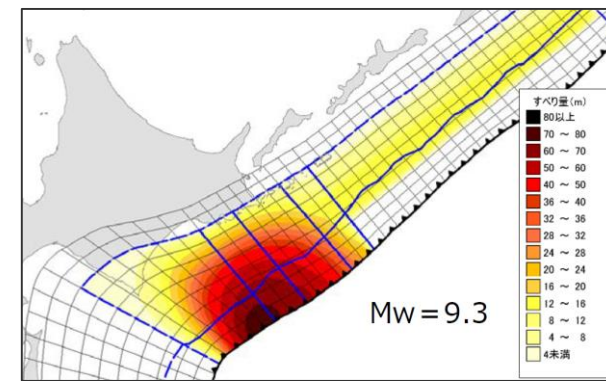
■内閣府(2020)は、過去6,000年間の津波堆積物に関する調査資料（津波堆積物データベース等）を整理し、過去地震の津波堆積物地点の標高について整理した。



日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの検討対象領域



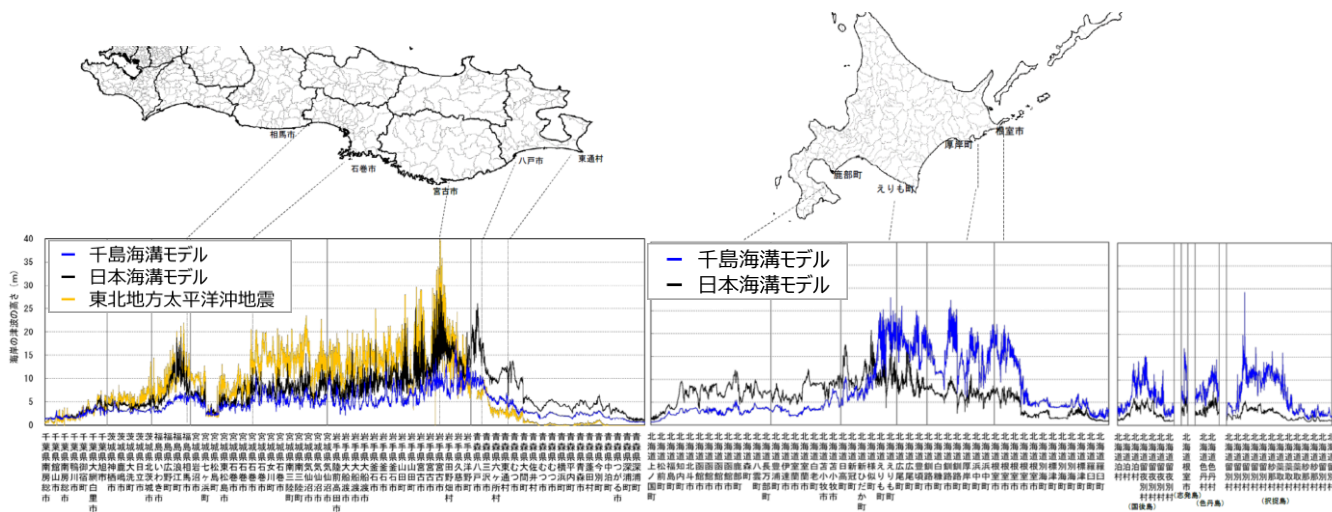
日本海溝 (三陸・日高沖) モデル
(三陸沖中部～日高沖)



千島海溝 (十勝・根室沖) モデル
(十勝沖～根室沖)

(内閣府(2020))

日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの波源モデル

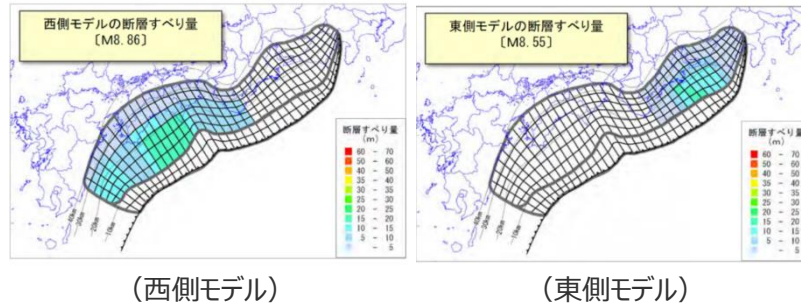
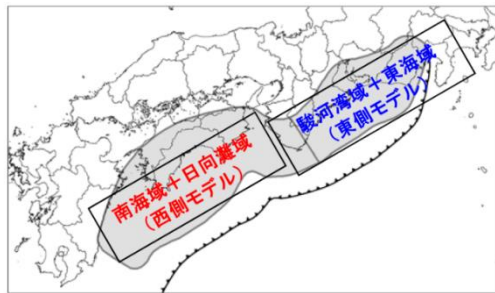


日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの津波高

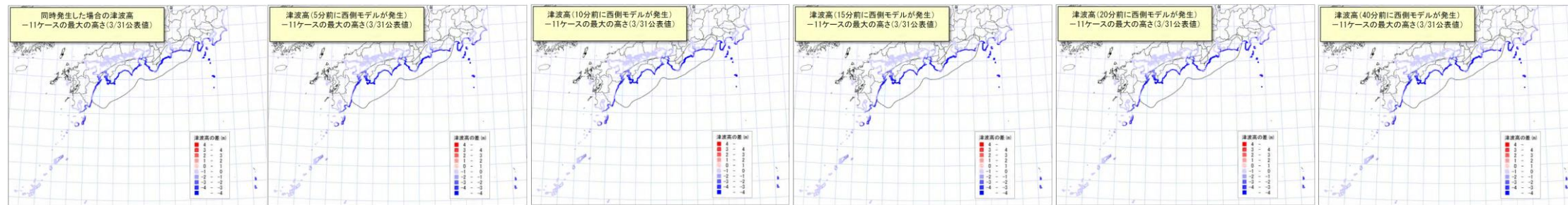
5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

(参考) 内閣府(2012)の時間差発生モデルについて

- 内閣府(2012)は、南海トラフの地震が時間差をもって発生した場合の津波についても検討し、最大クラスモデルの津波高はこれらを上回ることを確認している。
- 時間差発生モデルでは、最大クラスモデルと同じスケールがそれぞれに適用されており、そのすべり量は最大クラスモデルと比較して小さくなっている。



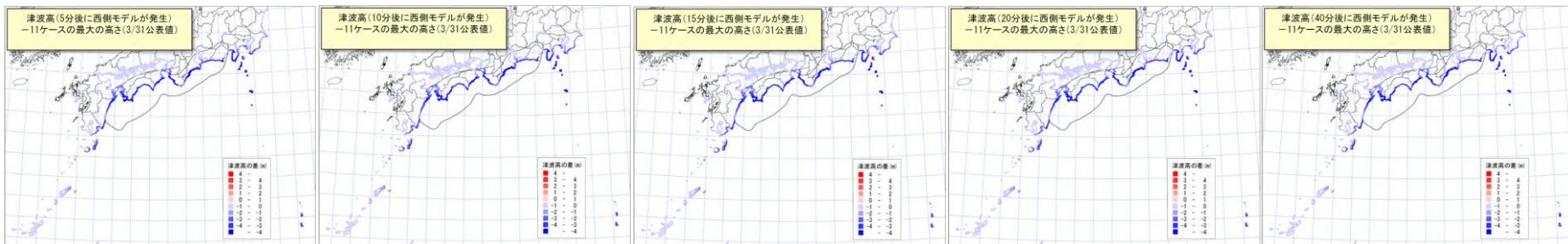
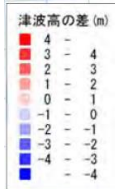
対象地震	面積	Mw	平均すべり量	最大すべり量
東側モデル	約3.6万km ²	8.55	約5.7m	約15.6m
西側モデル	約7.4万km ²	8.86	約8.2m	約16.9m



東側モデルに対して、同時刻に西側モデルが発生

5分前に西側モデルが発生 10分前に西側モデルが発生 15分前に西側モデルが発生 20分前に西側モデルが発生 40分前に西側モデルが発生

時間差発生モデルの津波高
-最大クラスモデルの津波高(m)



5分後に西側モデルが発生 10分後に西側モデルが発生 15分後に西側モデルが発生 20分後に西側モデルが発生 40分後に西側モデルが発生

時間差発生モデルの津波高と最大クラスモデルの津波高の差

(内閣府(2012))

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル

(参考) 津波レシピを用いた南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価

- 地震調査委員会(2020)では、地震調査委員会(2013)の南海トラフの長期評価に基づき、南海トラフ沿いで将来発生する大地震を対象に津波評価を行っている。この津波評価は津波レシピ(地震調査委員会(2017))を適用し、将来発生する可能性がある多様な地震を考慮するため、確率論的な津波評価を行っている。
- この津波評価では、既往最大である宝永地震と同程度以下の南海トラフ沿いで次に起きる地震による津波が評価の対象であるとされており、最大クラスの地震については、その発生頻度を定量的に評価することが困難であること、津波レシピによる評価結果と実測値との比較検証ができないこと等から、評価対象外とされている。
- この津波評価が国や地方自治体、事業者などにおいて、南海トラフにおける多様な地震に対する津波防災対策に活用されることを期待しているとされている。

地震調査委員会(2020)における津波評価のポイント

- 最近の調査研究に基づいた南海トラフの長期評価では、南海トラフ沿いで発生した大地震の震源域の広がりが多様であり、将来発生する大地震についても同様に多様性があることが示されている。
- 南海トラフの長期評価において将来発生する可能性が高いとされているマグニチュード(M) 8~9クラスの多様な大地震によって発生する津波を評価の対象。
- 南海トラフ沿いで発生する最大クラスの地震による津波は、その発生頻度を定量的に評価することが困難であることなどから、対象とはしていない。
- より信頼性の高い津波痕跡に関する新たな知見が得られた場合には、津波評価の手法(特に津波レシピ)の妥当性をより適切に確認でき、確率論的津波評価の精度向上につながる。
- 南海トラフのプレート間地震以外の地震によって発生する津波や、地すべりが主たる要因の津波などの非地震性の津波は評価の対象としていない。
- 国や地方自治体、事業者などにおいて、南海トラフにおける多様な地震に対する津波防災対策に活用されることを期待している。

今後30年以内に南海トラフ沿いで大地震が発生し、海岸の津波高が3m以上になる確率

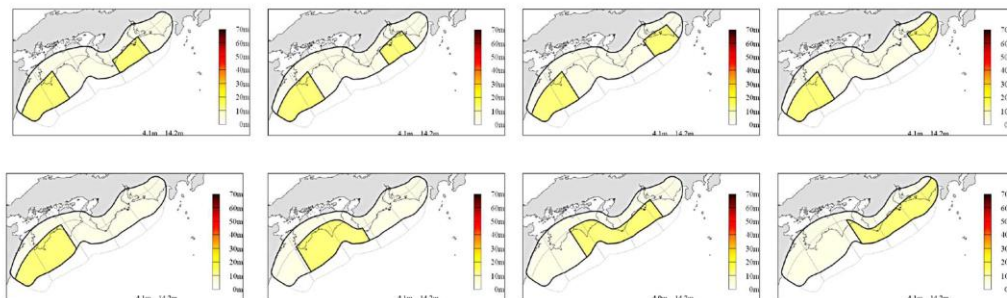
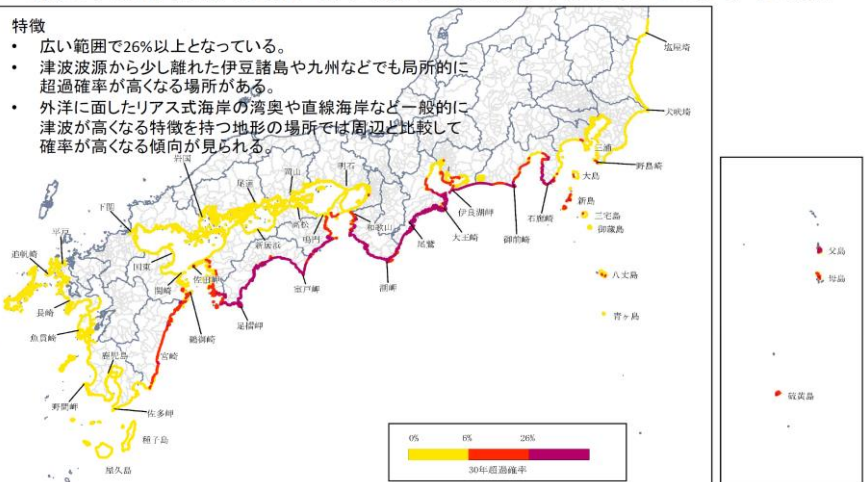


図6 波源断層の大すべり域の設定例(濃い黄色が大すべり域、薄い黄色が背景領域を表す)

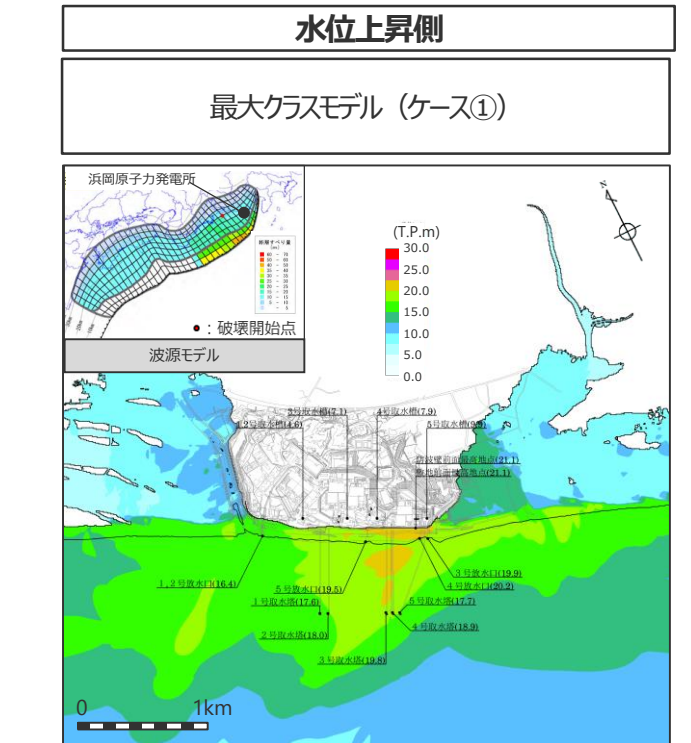
(地震調査委員会(2020))

地震調査委員会(2020)の評価結果

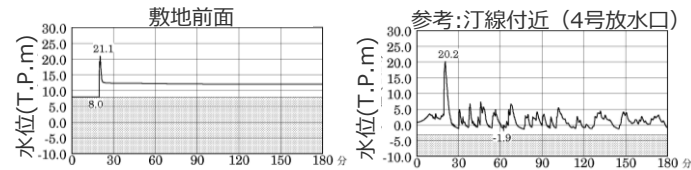
(地震調査委員会(2020))

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル 内閣府の最大クラスモデルの津波評価結果 (ケース①)

■内閣府の最大クラスモデル（ケース①）の津波評価結果は以下のとおり。



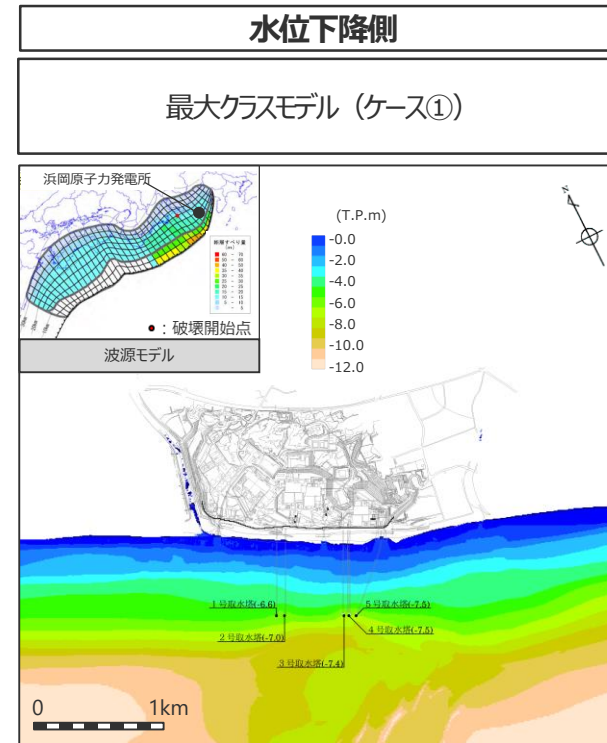
最大上昇水位分布



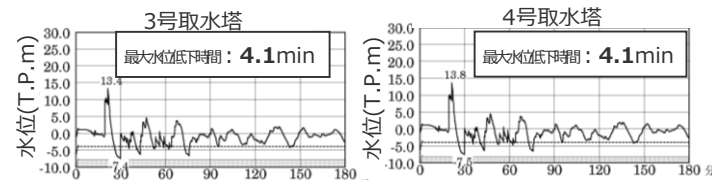
水位の時刻歴波形

- ・網掛け部の上端は当該地点の標高
- ・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

最大上昇水位(T.P.m)				
敷地 前面	1・2号 取水槽	3号 取水槽	4号 取水槽	5号 取水槽
21.1	4.6	7.1	7.9	9.9



最大上昇水位分布



水位の時刻歴波形

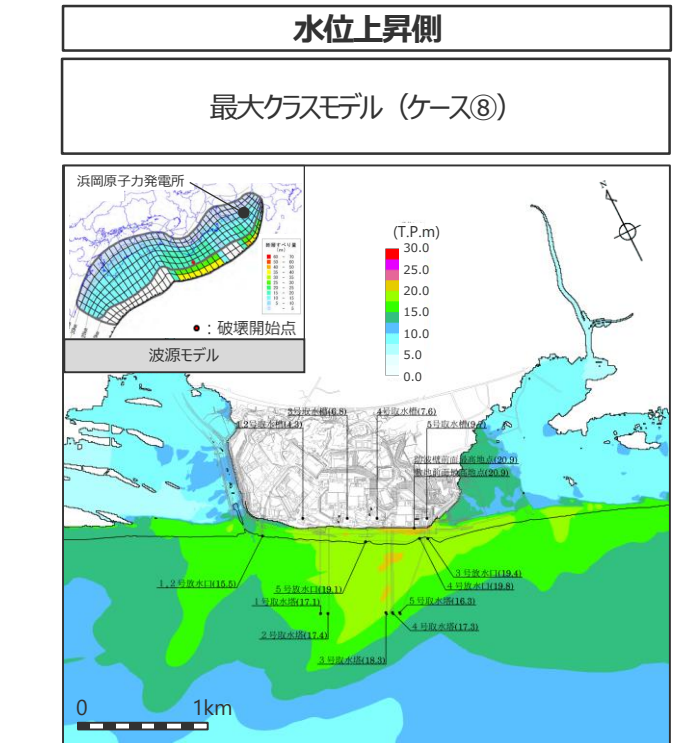
- ・網掛け部の上端は当該地点の標高
- ・点線は取水塔呑口下端レベル
- ・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

最大下降水位(T.P.m)(水位低下時間)	
3号取水塔	4号取水塔
海底面 (4.1min)	海底面 (4.1min)

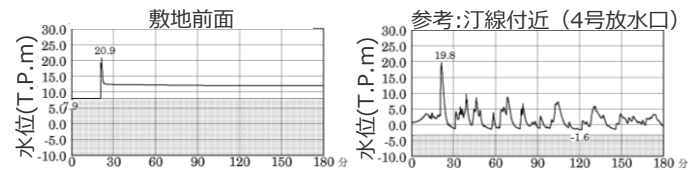
・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している（水深1m未満である）ことを示す。

5-1 内閣府の最大クラスの津波の波源モデル 内閣府の最大クラスモデルの津波評価結果 (ケース⑧)

■内閣府の最大クラスモデル（ケース⑧）の津波評価結果は以下のとおり。

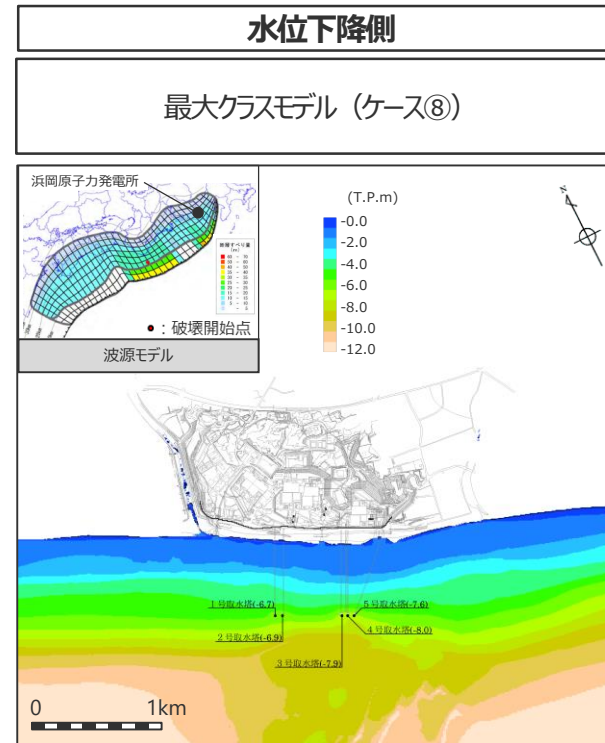


最大上昇水位分布

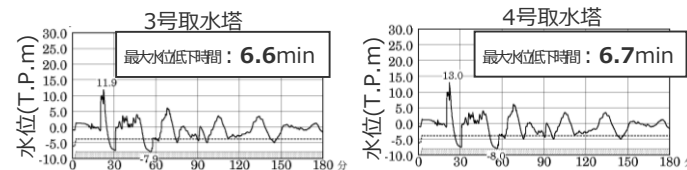


水位の時刻歴波形
 ・網掛け部の上端は当該地点の標高
 ・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

最大上昇水位(T.P.m)				
敷地前面	1・2号取水槽	3号取水槽	4号取水槽	5号取水槽
20.9	4.3	6.8	7.6	9.7



最大下降水位分布



水位の時刻歴波形
 ・網掛け部の上端は当該地点の標高
 ・点線は取水塔呑口下端レベル
 ・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

最大下降水位(T.P.m)(水位低下時間)	
3号取水塔	4号取水塔
海底面 (6.6min)	海底面 (6.7min)

・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している（水深1m未満である）ことを示す。

5 行政機関等の津波波源モデルの詳細

5-2 地方自治体の最大クラスの津波想定 wave 源モデル

5-2 地方自治体の最大クラスの津波想定の波源モデル

地方自治体の最大クラスの津波想定

(内閣府の最大クラスの津波想定)

■内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」では2011年東北沖地震発生後、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」（平成23年9月28日）の「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべき」との提言を受けて以下のとおり検討を進め、最大クラスの津波の推計を行っている。

内閣府による最大クラスの津波の推計経緯

- 南海トラフの巨大地震モデル検討会 中間とりまとめ（平成23年12月27日）
 - ➡ 南海トラフの巨大地震モデルの想定震源断層域・想定津波断層域の設定の考え方や最終とりまとめに向けた検討内容等についてとりまとめを実施。
 - 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）（平成24年3月31日）
 - ➡ 津波高等の概ねの傾向を把握するため、50mメッシュの地形データ等を用いて、海岸線における津波高等を推計。
 - 南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）（平成24年8月29日）
 - ➡ 第一次報告に対し、10mメッシュの地形データ等を用いるなど計算条件を精緻化し、海岸線における津波高等に加え津波が遡上した浸水域・浸水深等を推計。
- 当社は、これらの検討について、内閣府から津波断層パラメータ、地形データ、推計された津波高等のデータ提供を受けている。*

※南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された震度分布・浸水域等に係るデータ提供について（http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/data_teikyuu.html）

図2.3(1) 大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン【5ケース】

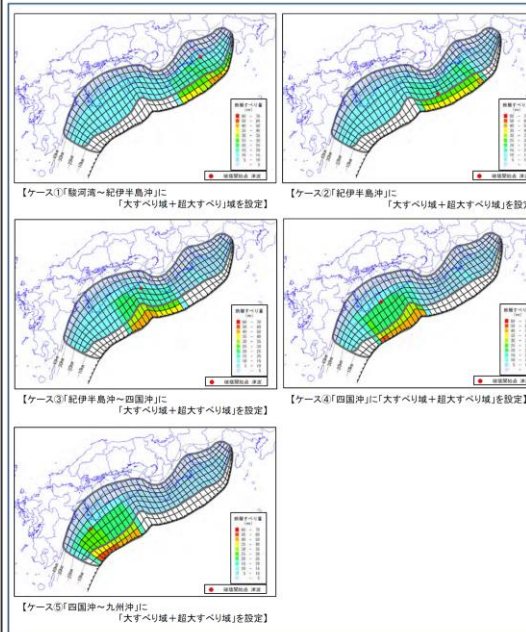


図2.2(2) 大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン【2ケース】

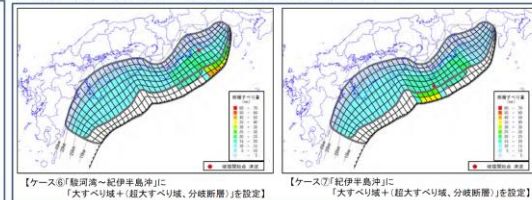
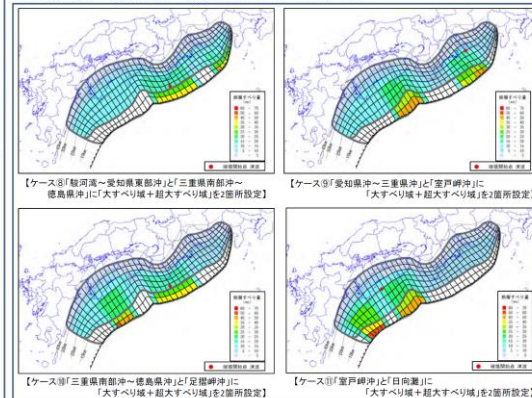


図2.3(3) 大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】



(内閣府(2012))

内閣府の最大クラスモデルの波源モデル（ケース①～⑪）

5-2 地方自治体の最大クラスの津波想定波源モデル

地方自治体の最大クラスの津波想定波源モデル (静岡県および近隣県の津波想定波源モデル)

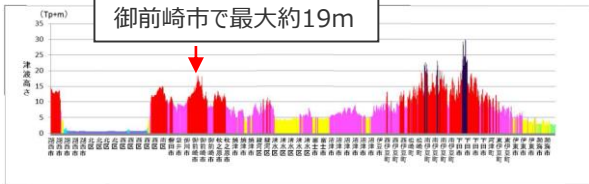
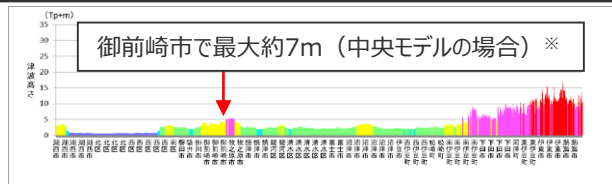
- 発電所が位置する静岡県および太平洋に面する近隣の愛知県と神奈川県では、『津波防災地域づくりに関する法律』（平成23年法律第123号）第8条第1項に基づき津波防災地域づくりを実施するために、影響の大きいプレート間地震の津波被害想定が行われている。（静岡県(2015)、愛知県(2014)、神奈川県(2015)）
- 静岡県および近隣県では、これらの津波被害想定において、最大クラスの津波の波源モデルとして国の波源モデルが採用されていることを確認した。
- また、静岡県の津波想定結果からは、発電所が位置する御前崎市では、内閣府の最大クラスモデル（ケース①、⑥、⑧）の影響が大きいとされていることを確認した。

静岡県および近隣県の最大クラスの津波想定波源モデル

地方自治体	愛知県	静岡県		神奈川県
海域	南海トラフ		相模トラフ	
採用されている最大クラスの波源モデル	内閣府の最大クラスモデル  面積：約14万km ² 地震規模：Mw9.1 ケース①の例 (内閣府(2012))		相模トラフ沿いの最大クラスの地震による津波  面積：約3.2万km ² 地震規模：Mw8.7 中央モデルの例 (内閣府(2013)に基づき作成)	
想定ケース	ケース①、⑥、⑦、⑧、⑨	ケース①、⑥、⑧		西側、中央、東側モデル
			西側、中央、東側モデル	西側、中央モデル

・静岡県、愛知県、神奈川県の津波想定の詳細は補足説明資料5-3参照

静岡県の最大クラスの津波想定結果

地方自治体	静岡県							
海域	南海トラフ			相模トラフ				
想定ケース	内閣府の最大クラスモデル (ケース①、⑥、⑧)			相模トラフ沿いの最大クラスの地震による津波 (西側、中央、東側モデル)				
最大クラスモデルの津波評価結果	 御前崎市で最大約19m 内閣府最大クラスモデル（ケース①）の津波高 (静岡県(2015)に基づき作成)			 御前崎市で最大約7m（中央モデルの場合）※ (静岡県(2015)に基づき作成) 相模トラフ沿いの最大クラスの地震（西側モデル）による津波の静岡県内における津波高 ※ 静岡県(2015)では西側モデルの津波高図のみ記載。御前崎市での最大は中央モデルであることから併記				
		ケース①	ケース⑥	ケース⑧		西側モデル	中央モデル	東側モデル
	津波高 (T.P.m)	19	19	19		6	7	6

5-2 地方自治体の最大クラスの津波想定波源モデル

地方自治体の最大クラスの津波想定波源モデル (南海トラフの沿岸域に位置する地方自治体が考慮している最大クラスモデル)

■ 関東以西～九州までの南海トラフの沿岸域に位置する各自治体による南海トラフの地震・津波の想定では、内閣府の想定がそのまま採用されている。

南海トラフの沿岸域に位置する自治体による最大クラスモデルの評価ケース

		九州			四国		近畿		東海		関東
		鹿児島	宮崎	大分	高知	徳島	和歌山	三重	愛知	静岡	東京
基本的な検討ケース	ケース①							○	○	○	○
	ケース②						○	○			○
	ケース③				○	○	○				
	ケース④		○		○	○					
	ケース⑤	○			○						※
派生的な検討ケース	ケース⑥							○	○	○	※
	ケース⑦							○	○		
	ケース⑧						○	○	○	○	※
	ケース⑨				○	○		○	○		
	ケース⑩				○	○	○	○			
	ケース⑪	○	○	○	○	○					

・なお、各自治体の津波想定では、内閣府の最大クラスモデル11ケースのうち、大すべり域が各自治体の正面に位置し地域への津波影響の大きいケースが評価対象として選定されている。

南海トラフの沿岸域以外に位置する自治体による最大クラスモデルの評価ケース

		九州				中国		四国		近畿		
		佐賀	長崎	熊本	福岡	山口	広島	岡山	愛媛	香川	兵庫	大阪
基本的な検討ケース	ケース①					○	○	○	○			
	ケース②					○	○	○				
	ケース③						○		○	○	○	
	ケース④			○	○		○	○	○	○	○	
	ケース⑤	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
派生的な検討ケース	ケース⑥							○				
	ケース⑦								○	○		
	ケース⑧							○	○			
	ケース⑨							○	○			
	ケース⑩					○	○				○	
	ケース⑪	○	○	○	○	○	○	○				

静岡県(2015)、愛知県(2014)、三重県(2015)、和歌山県(2013)、徳島県(2012)、高知県(2012)、大分県(2014)、宮崎県(2013)、鹿児島県(2014)、東京都防災会議(2013)、大阪府(2013)、兵庫県(2014)、香川県(2013)、愛媛県(2013)、岡山県(2013)、広島県(2013)、山口県(2013)、福岡県(2016)、熊本県(2013)、長崎県(2016)、佐賀県(2016)

● 各ケースの大すべり域、超大すべり域が前面に分布する枠を色づけ。

- ケース①の大すべり域・超大すべり域
- ケース②の大すべり域・超大すべり域
- ケース③の大すべり域・超大すべり域
- ケース④の大すべり域・超大すべり域
- ケース⑤の大すべり域・超大すべり域
- ケース⑥～⑪の大すべり域・超大すべり域

● 各自治体が影響が大きいとして津波想定に選定しているものに○を記載。

※島嶼部でのみ内閣府(2012)を評価。



内閣府(2012)の最大クラスモデルをそのまま採用している自治体と津波断層域の位置図

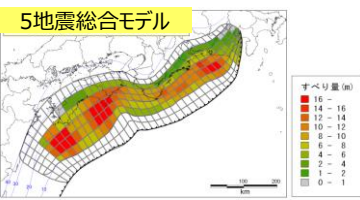
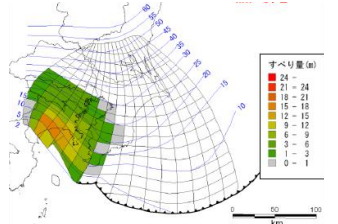
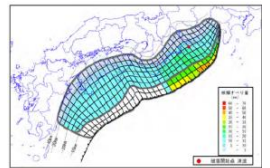
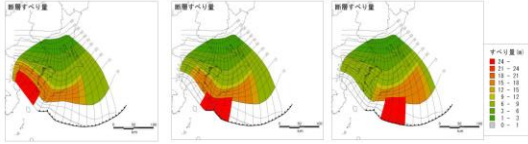
5 行政機関等の津波波源モデルの詳細

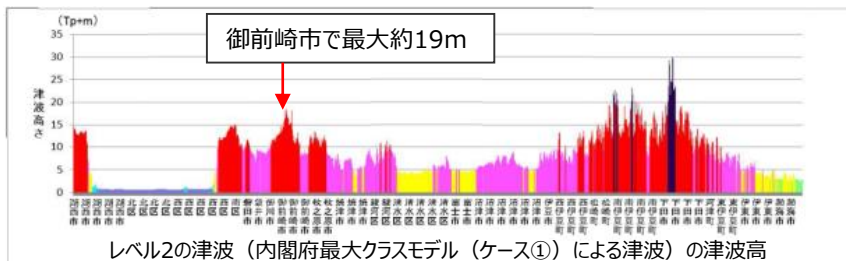
5-3 その他行政機関の津波想定 wave source model

5-3 その他行政機関の津波想定の波源モデル 静岡県の津波想定の波源モデル

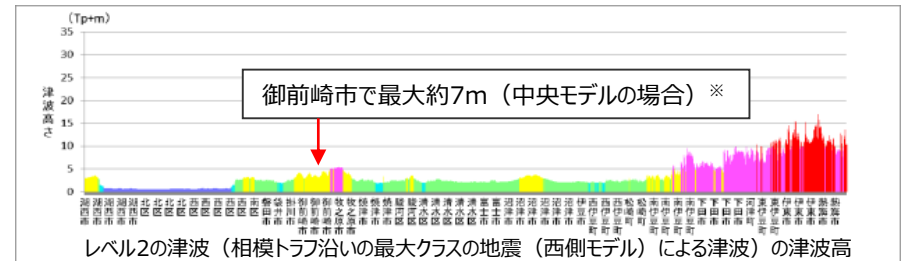
- 静岡県第4次被害想定(静岡県(2015))では、2011年東北沖地震をはじめとする地震・津波災害が残した教訓や蓄積された科学的知見を生かしつつ、地震・津波による自然の外力や、それらがもたらす被害様相をあらかじめ想定し今後地震・津波対策の基礎資料として活用することを目的に波源モデルが設定されている。
- 被害想定の対象とする津波は「駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震による津波」、「相模トラフ沿いで発生する地震による津波」の二つを設定し、それぞれレベル1、レベル2の津波を設定し津波想定を実施している。

- ・レベル1津波：海岸保全施設等のハード対策により人命及び資産を守るレベルの津波
- ・レベル2津波：人命を守るためにソフト対策も含めて必要な最大限の措置を行うレベルの津波（土木学会(2011)）

モデル	駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生する地震による津波	相模トラフ沿いで発生する地震による津波
レベル1の津波の波源モデル	<p>中央防災会議(2003)の3連動地震に加え、内閣府(2015)に基づき以下のモデルを設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ○宝永型地震 ○安政東海型地震 ○5地震総合モデル（宝永、安政東海、安政南海、昭和東南海、昭和南海の重ね合わせ） <p>5地震総合モデルの事例 面積：約8万km² 地震規模：Mw8.9</p>  <p>5地震総合モデルの波源モデル (内閣府(2015)に基づき作成)</p>	<p>○大正型関東地震による津波</p> <p>面積：約0.9万km² 地震規模：Mw8.2</p>  <p>波源モデル (内閣府(2013))</p>
レベル2の津波の波源モデル	<p>○内閣府の最大クラスモデルのうち、ケース①、⑥、⑧の3ケース</p> <p>ケース①の事例 面積：約14万km² 地震規模：Mw9.1</p>  <p>内閣府最大クラスモデル(ケース①)の波源モデル (内閣府(2012))</p>	<p>○元禄型関東地震による津波</p> <p>○相模トラフ沿いの最大クラスの地震による津波</p> <p>相模トラフ最大クラスの事例 面積：約3.2万km² 地震規模：Mw8.7</p>  <p>西側モデル 中央モデル 東側モデル 相模トラフ沿いの最大クラスの地震による津波の波源モデル (内閣府(2013)に基づき作成)</p>



(静岡県(2015)に基づき作成)



※ 静岡県(2015)に西側モデルの図のみ記載。御前崎市での最大は中央モデルであることから併記 (静岡県(2015)に基づき作成)

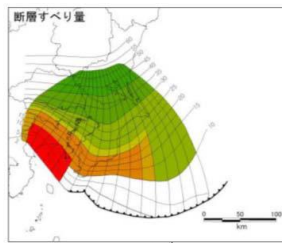
5-3 その他行政機関の津波想定の波源モデル 神奈川県津波想定波源モデル

- 神奈川県(2015)では、神奈川県の沿岸に最大クラスの津波をもたらすと想定される5つの地震について波源モデルを設定し津波想定を実施している。この5つの波源モデルは内閣府(2013)で設定された4つのモデルに加え、神奈川県独自の1つのモデルで構成される。
- なお、他県が一般的に設定しているレベル1、レベル2の津波という分類は設定されていない。
- 南海トラフの地震による津波は、津波想定波源として選定されていない。

- ・レベル1津波：海岸保全施設等のハード対策により人命及び資産を守るレベルの津波
- ・レベル2津波：人命を守るためにソフト対策も含めて必要な最大限の措置を行うレベルの津波（土木学会(2011)）

相模トラフ沿いで発生する地震による津波

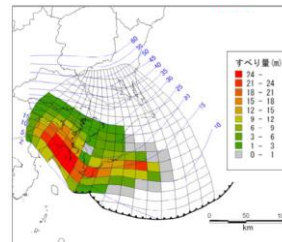
①相模トラフ沿いの最大クラス（西側モデル）
地震規模：Mw8.7



西側モデル
相模トラフ沿いの最大クラスの地震による津波の波源モデル

(内閣府(2013))

③元禄関東地震タイプ
地震規模：Mw8.5

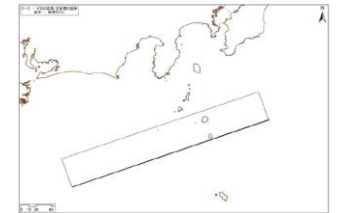


元禄関東地震タイプの波源モデル

(内閣府(2013))

⑤慶長型地震
地震規模：Mw8.5

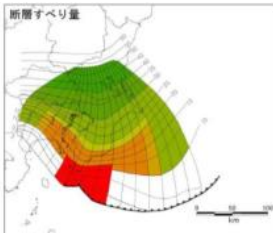
相田（1981）の
1605年慶長東海地震
の断層モデル



波源モデル

(神奈川県(2015))

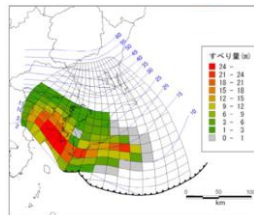
②相模トラフ沿いの最大クラス（中央モデル）
地震規模：Mw8.7



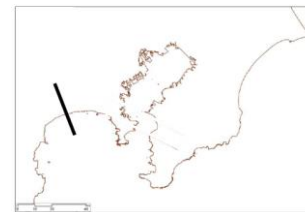
中央モデル
相模トラフ沿いの最大クラスの地震による津波の波源モデル

(内閣府(2013))

④元禄関東地震タイプと国府津-松田断層帯の連動
地震規模：Mw8.5



元禄関東地震タイプの波源モデル



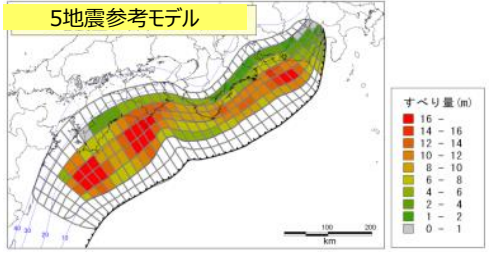
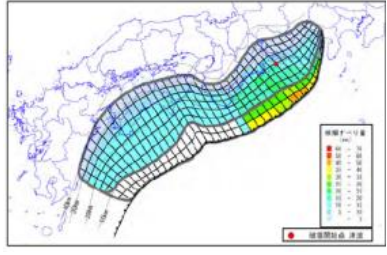
国府津-松田断層帯の波源モデル

(神奈川県(2015))

5-3 その他行政機関の津波想定モデル 愛知県の津波想定モデル

- 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査(愛知県(2014))では、戦後最大の甚大な被害をもたらした東日本大震災を教訓として、これまでの地震被害予測調査を最新の知見に基づいて見直し、今後の防災・減災対策の効果的な推進に資することを目的に波源モデルが設定されている。
- 南海トラフで繰り返し発生する大規模な海溝型地震の愛知県に与える影響が極めて大きく、その発生確率や被害規模から、愛知県としてまず対策を講ずべき対象として考慮するものとし、過去地震最大モデル(レベル1:内閣府(2015)モデル)、理論上最大モデル(レベル2:内閣府の最大クラスモデル)を設定し津波想定が実施されている。

・レベル1津波: 海岸保全施設等のハード対策により人命及び資産を守るレベルの津波
 ・レベル2津波: 人命を守るためにソフト対策も含めて必要な最大限の措置を行うレベルの津波(土木学会(2011))

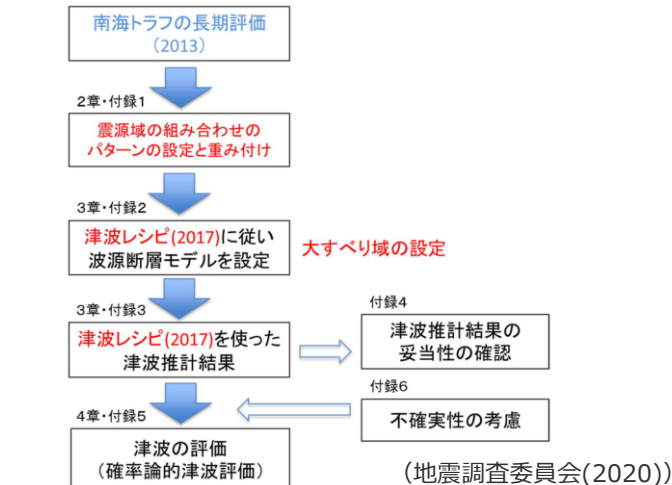
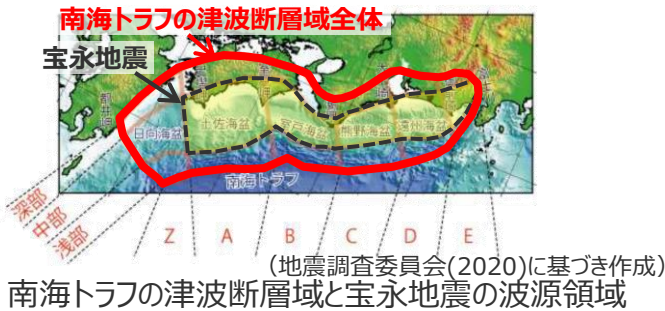
モデル	南海トラフ沿いで発生する地震による津波	
レベル1の津波の波源モデル	○5地震参考モデル(内閣府(2015)モデルを採用) (宝永、安政東海、安政南海、昭和東南海、昭和南海の重ね合わせ) 面積: 約8万km ² 地震規模: Mw8.9	 <p>5地震参考モデルの波源モデル (内閣府(2015)に基づき作成)</p>
レベル2の津波の波源モデル	○内閣府の最大クラスモデルのうち、ケース①、⑥、⑦、⑧、⑨の5ケース ケース①の事例 面積: 約14万km ² 地震規模: Mw9.1	 <p>内閣府最大クラスモデル(ケース①)の波源モデル (内閣府(2012))</p>

5-3 その他行政機関の津波想定波源モデル

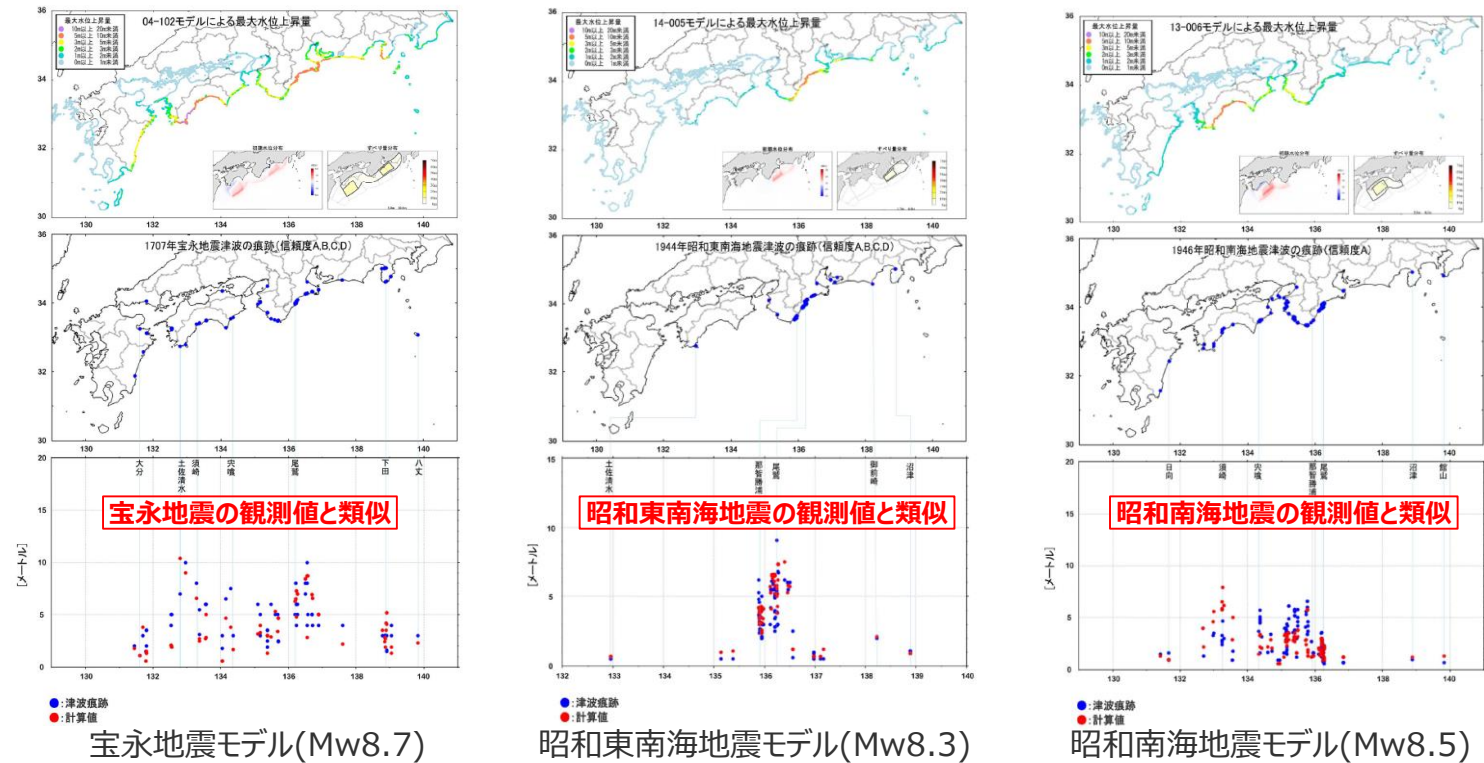
地震調査委員会手法（津波レシピ）を南海トラフに適用した津波評価に関する確認

- 地震調査委員会(2020)では、津波レシピ（地震調査委員会(2017)）を南海トラフに適用して、南海トラフ沿いで将来発生する大地震を対象とした津波評価が行われている。
- 南海トラフ沿いで将来発生する可能性のある大地震のうち、宝永地震等、過去地震と同程度の地震について、震源域や大すべり域の位置を変えた約3,000ケースの波源モデルが津波レシピを適用して設定され、その中に、宝永地震等、過去地震による津波と類似する津波評価が得られる波源モデルが含まれていることが確認されることをもって、評価結果の妥当性が検証されている。
- 一方で、南海トラフ沿いで将来発生する可能性のある大地震のうち、過去地震と大きく異なる、南海トラフの津波断層域全体がすべることで発生する地震※について、津波レシピを使った波源モデルの妥当性は、「複数の特性化波源断層モデルに基づく津波予測計算結果の集合によって痕跡高の空間的な特徴をある程度説明できることをもって妥当とする」とされる（地震調査委員会(2017)）ところ、南海トラフのいずれの地域においても過去に発生したことを示す記録が見つかっておらず（地震調査委員会(2013)）、実測値と津波レシピを使った妥当性が検証できないため、津波レシピを適用した津波評価の対象外とされている（地震調査委員会(2020)）。

※ 地震調査委員会(2013)では、赤枠で示した南海トラフの津波断層域（駿河湾～日向灘、深部～浅部までの領域）の全体がすべることで発生する地震を、最大クラスの地震としている。



地震調査委員会(2020)による津波評価のフロー



宝永地震モデル(Mw8.7)

昭和東南海地震モデル(Mw8.3)

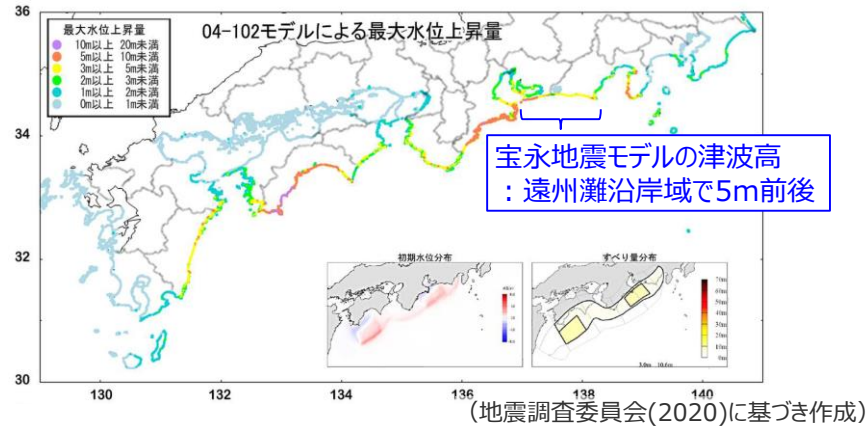
昭和南海地震モデル(Mw8.5)

地震調査委員会(2020)による宝永地震等の実測値と津波レシピを使った妥当性検証

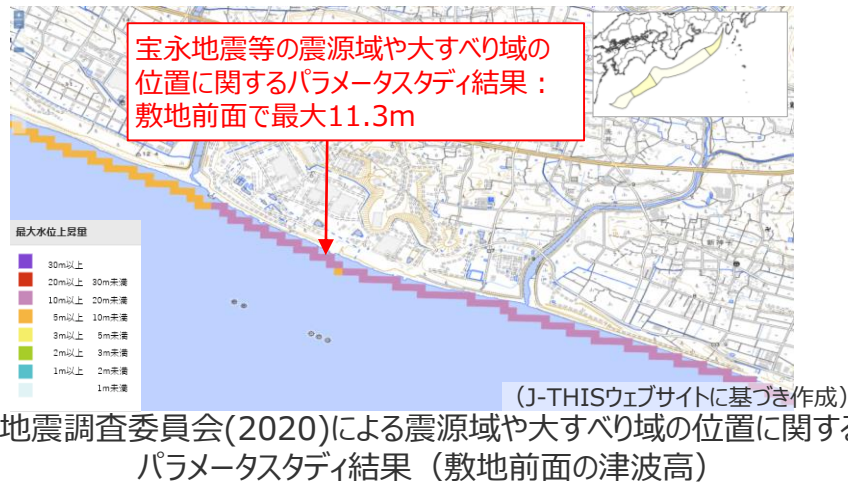
5-3 その他行政機関の津波想定の波源モデル

地震調査委員会手法（津波レシピ）を南海トラフに適用した津波評価に関する確認

- 地震調査委員会(2020)による宝永地震モデル(Mw8.7)の津波高は、遠州灘沿岸域で5m程度であり、当社の痕跡再現モデル(Mw8.8)の津波高と整合的となっている。
- なお、宝永地震等の地震の震源域や大すべり域の位置に関する約3,000ケースのパラメータスタディを行った結果の敷地前面の津波高は最大11.3mであり、遠州灘沿岸域の全域における痕跡高の最大値と同程度となっている。



地震調査委員会(2020)による宝永地震モデル (Mw8.7) の津波高

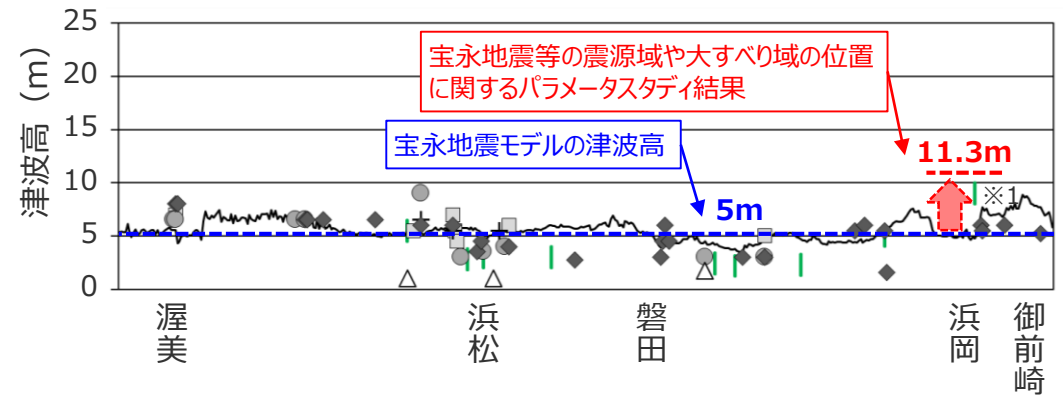


— 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの津波評価結果

| 津波堆積物から推定される津波高
(東北沖地震等による津波の最大遡上高と津波堆積物の分布標高の差が約0~2mであることを踏まえ、津波堆積物の最大標高+0~2mの高さを幅で示した。詳細は「歴史記録及び津波堆積物に関する調査について」の資料に記載。)

歴史記録に基づく痕跡高

□ 1498年明応地震	◆ 1854年安政東海地震
+ 1605年慶長地震	▲ 1944年昭和東南海地震
○ 1707年宝永地震	



痕跡再現モデルによる海岸線の津波高と既往津波の痕跡高

※1 敷地の津波堆積物については、堆積当時の地形が、現在と異なり、海から近く津波が集まりやすい谷地形であったことが、堆積物の分布標高等に影響を与えていると考えられる。詳細は「歴史記録及び津波堆積物に関する調査について」の資料に記載。

- 地震調査委員会(2020)による宝永地震モデル (Mw8.7) の津波高は、当社の痕跡再現モデル (Mw8.8) の津波高と整合的であることを確認した。
- 一方で、南海トラフの津波断層域全体がすべることで発生する地震は、実測値と津波レシピを使った妥当性検証ができず、津波レシピを使った評価の対象外とされていることから、津波断層域を最大限考慮することとした検討波源モデルの津波評価に適用できないと評価し、その他の手法で検討することとした。

余 白

5 行政機関等の津波波源モデルの詳細

5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価

5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 土木学会(2016)モデルの概要

- 土木学会(2016)は南海トラフ沿いの海域を対象としてMw9クラスの波源モデルを設定し、津波評価を実施している。
- まず、杉野ほか(2014)のすべり量分布の特性化方法を南海トラフに適用して、超大すべり域、大すべり域を持つ基本断層モデルの設定を行ったうえで、大すべり域の位置移動に関する概略パラメータスタディを実施し、概略パラメータスタディ結果の水位の包絡値が津波痕跡高を概ね包絡していることを確認している。
- また、概略パラメータスタディの結果、着目する地点において水位が最大となるモデルを対象に詳細パラメータスタディとして、破壊伝播速度、破壊開始点、ライズタイムを、それぞれ独立に実施し、各パラメータと最高水位との関係を示している。

表 6.2.1-1 南海トラフ沿い海域における検討方法

検討ステップ	検討項目およびその内容	備考	
①基本断層モデルの設定	杉野ほか(2014)の考え方で大すべり域、超大すべり域を設定	-	
②概略パラメータスタディ	大すべり域の半分が重なるように移動(門廻・高橋(2014)の手法)	ライズタイム: 60秒* 破壊伝播速度: 2.5km/s* 破壊開始点: 紀伊半島沖*	
③詳細パラメータスタディ	破壊伝播速度	1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, 3.0km/s	ライズタイム: 60秒固定 破壊開始点: 紀伊半島沖に固定
	破壊開始点	大すべり域周辺部および超大すべり域内に計6箇所設定	ライズタイム: 60秒固定 破壊伝播速度: 2.5km/sで固定
	ライズタイム	60秒, 120秒, 180秒, 300秒	破壊伝播速度: 2.5km/sで固定 破壊開始点: 紀伊半島沖に固定

□: 基本断層モデルのパラメータ設定

*内閣府(2012)を参考に設定

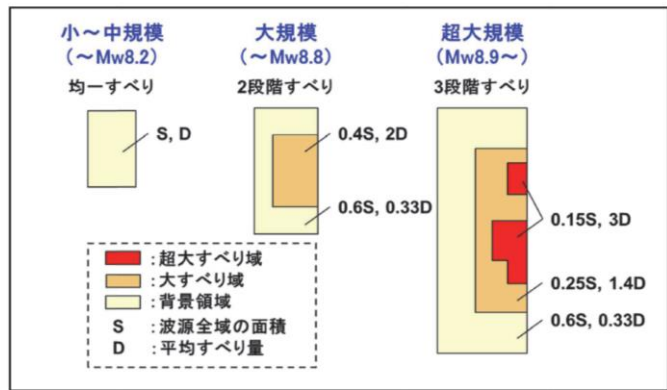
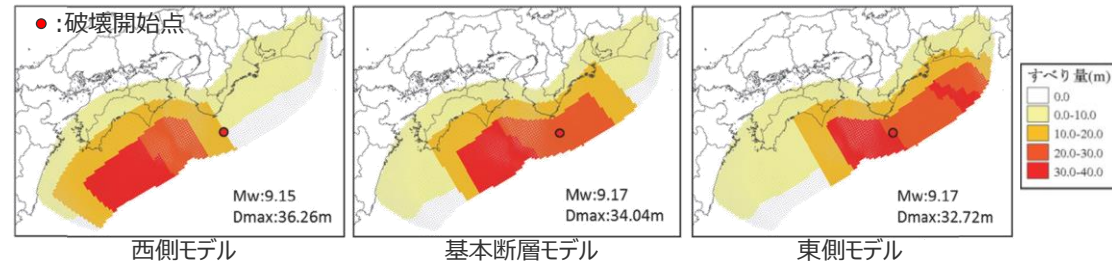
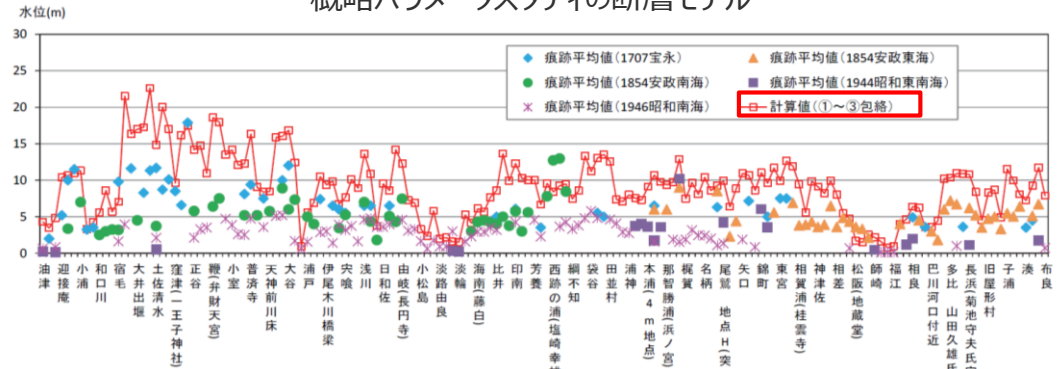


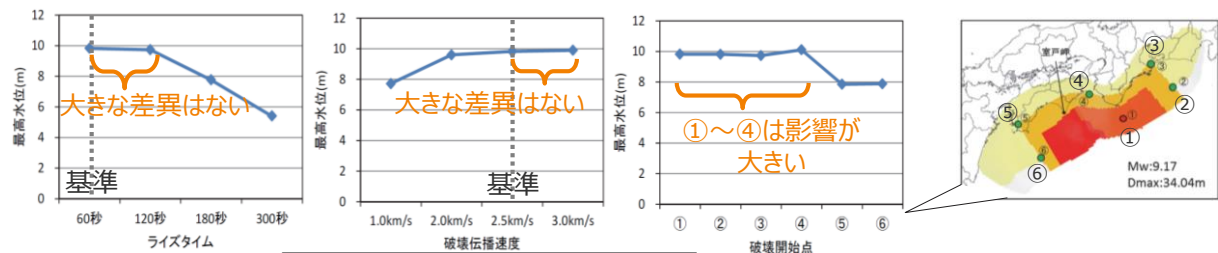
図 6.2.2-2 空間的すべり分布の設定方法 (杉野ほか, 2014)



概略パラメータスタディの断層モデル



概略パラメータスタディの計算結果包絡値と津波痕跡高との比較



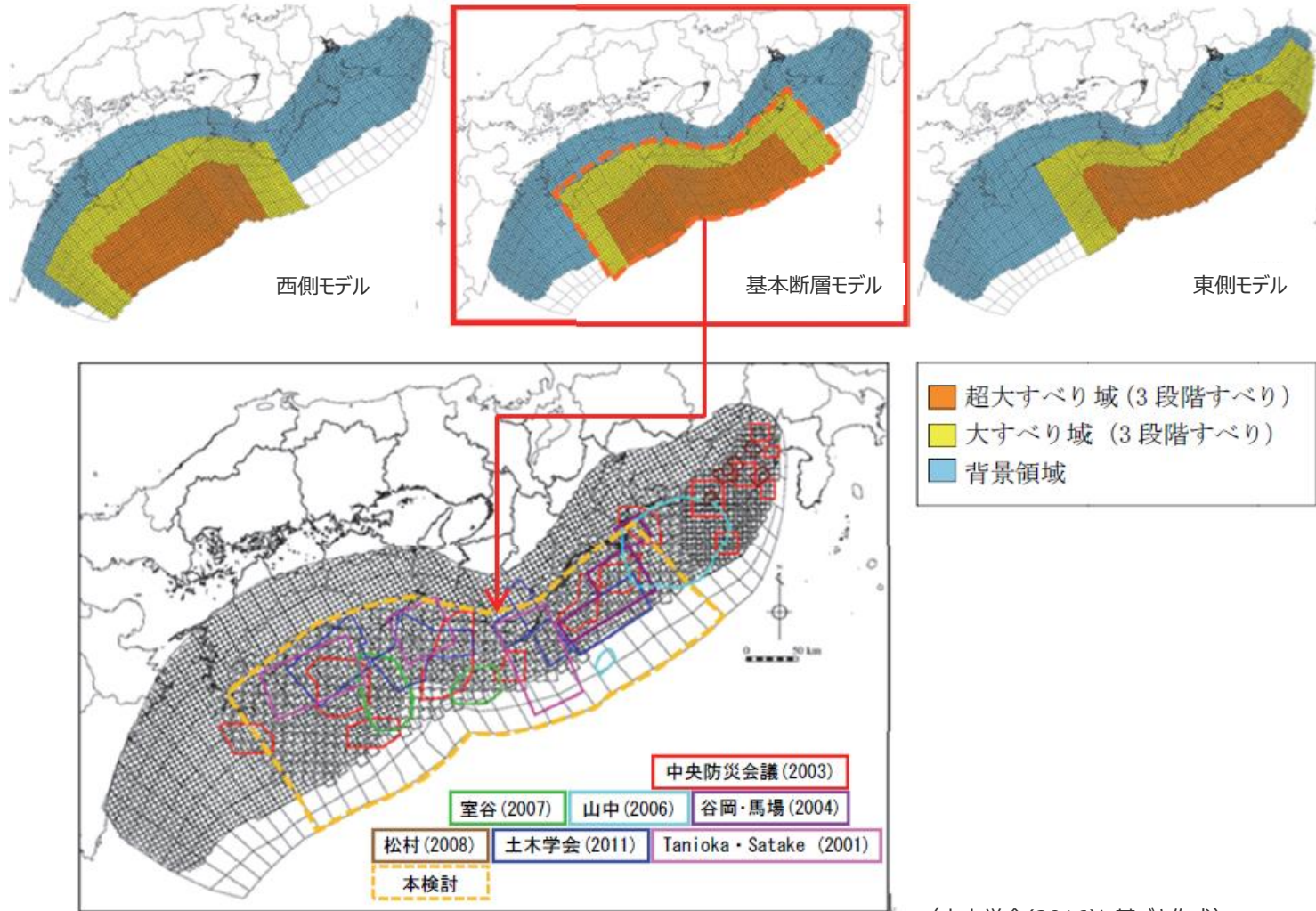
それぞれ独立にパラメータスタディを実施

(土木学会(2016)に基づき作成)

詳細パラメータスタディの各パラメータと最高水位との関係

5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 土木学会(2016)モデルの大すべり域位置

- 土木学会(2016)では、南海トラフのトラフ軸方向の連動範囲に応じて複数の大すべり域の位置（基本断層モデル、東側モデル、西側モデル）を検討している。
- ここで、基本断層モデルの大すべり域の位置は、既往の痕跡再現モデルのアスペリティ位置を概ね含んでいるとされている。

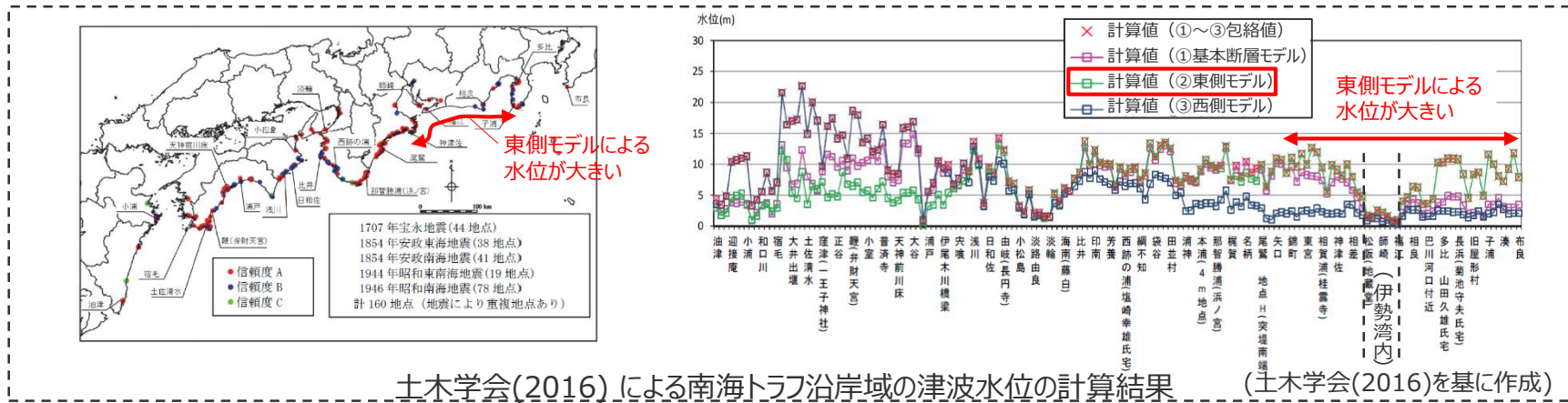
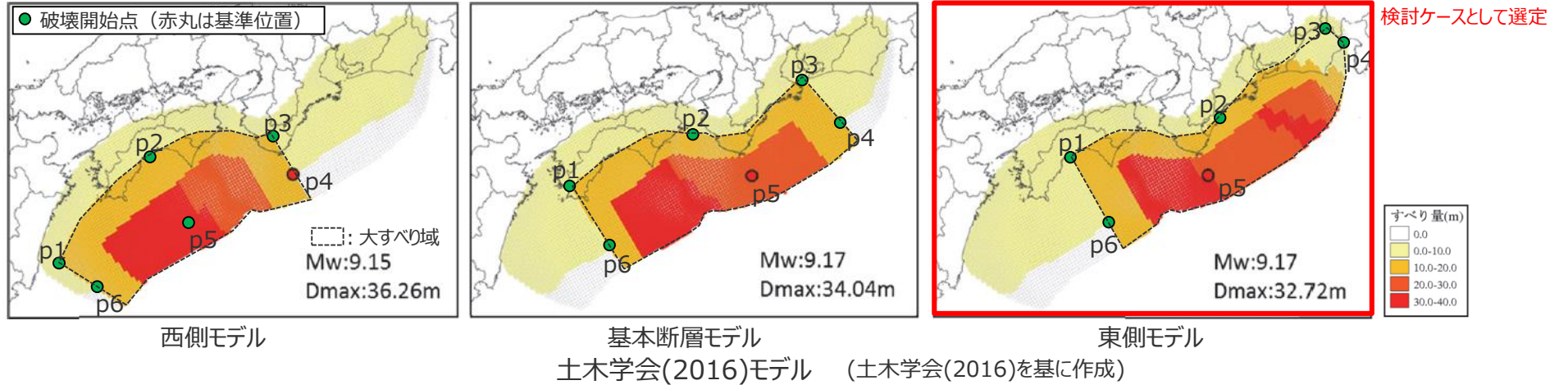


(土木学会(2016)に基づき作成)

土木学会(2016)モデルの大すべり域の位置

5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 検討ケースの選定

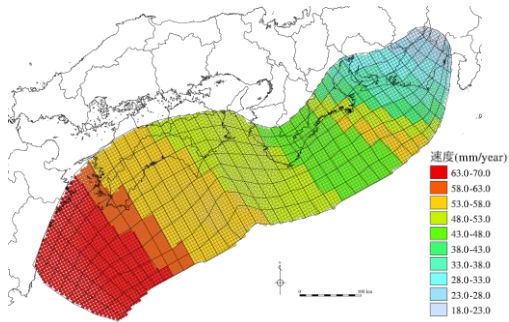
- 土木学会(2016)は、南海トラフの海域沿いにMw9クラスの基本断層モデルを設定し、大すべり域の位置に関する概略パラメータスタディおよび破壊開始点等の詳細パラメータスタディを実施している。大すべり域の位置は3ケース（基本断層モデル、東側モデル、西側モデル）、破壊開始点は大すべり域周辺に6か所設定している。
- ここでは、土木学会(2016)による南海トラフ沿岸域の津波水位の計算結果から、東海地域への影響が大きい東側モデルを検討ケースとして選定して津波評価を行った。



土木学会(2016)モデル (東側モデル) について津波評価を行った

5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 すべり量分布の設定方法

- 土木学会(2016)モデルのすべり量分布の設定については、各小断層のすべり量をフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定し、超大すべり域には平均すべり量の3倍、大すべり域には1.4倍のすべり量を設定した。
- 土木学会(2016)モデルのすべり量分布の設定方法は以下のとおり。



(Loveless and Meade(2010)を基に作成)
各小断層の沈み込み速度分布

【主部断層のすべり量の設定】

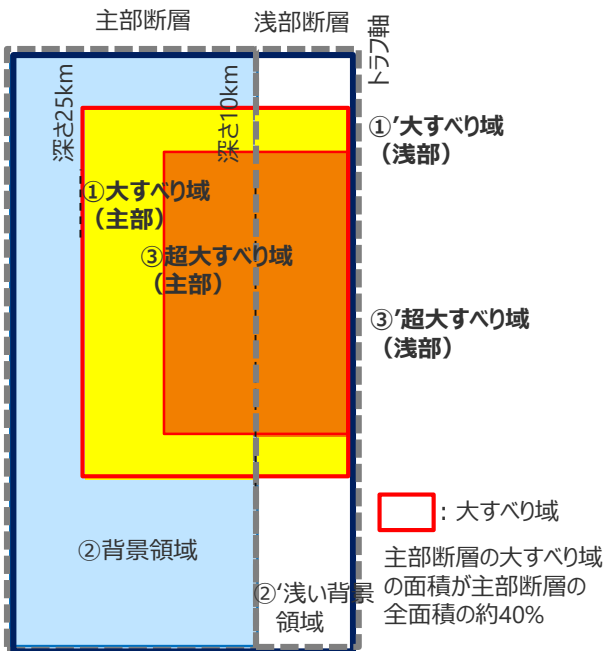
平均応力降下量を3MPa、剛性率を $4.1 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ として、各小断層の地震モーメント M_{0i} の総和が主部断層の全面積のスケール則から求められる地震モーメント M_0 になるように設定。

$$M_0 = \sum M_{0i} = \sum \mu D_i S_i \rightarrow \text{小断層毎のすべり量はプレートの沈み込み速度に比例するよう設定。}^*$$

次に、各小断層の平均すべり量 D_i に対して、以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

- ① 大すべり域 (主部) : $1.4D_i$
- ② 背景領域 : 主部断層 (領域①～③) の小断層の地震モーメント M_{0i} の総和が、 M_0 となるすべり量 D_b を設定
- ③ 超大すべり域 (主部) : $3D_i$

D_i : 各小断層の平均すべり量 D_b : 背景領域のすべり量 (= aD_i , a は定数) S_i : 各小断層の面積
 M_0 : スケール則から算定される主部断層の地震モーメント M_{0i} : 各小断層の地震モーメント



土木学会(2016)モデルによるすべり量分布概念図

【浅部断層のすべり量の設定】

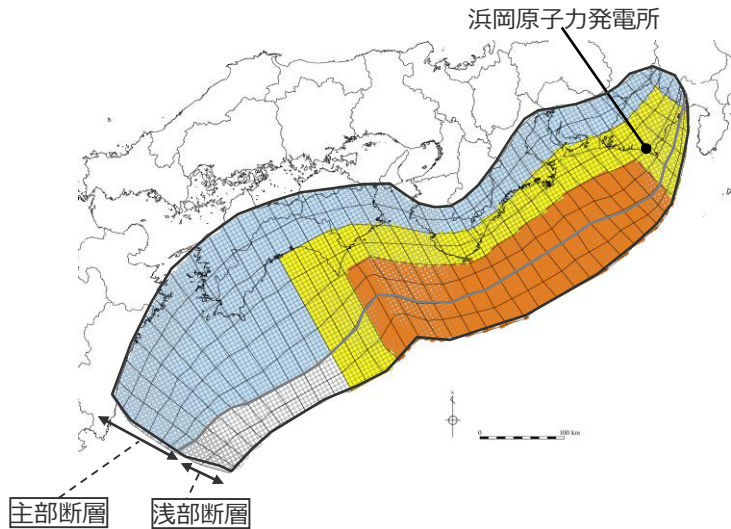
以下の関係を与えて各小断層のすべり量を設定。

- ①' 大すべり域 (浅部) : $1.4D_i$
- ②' 浅い背景領域 : 0 (ゼロ)
- ③' 超大すべり域 (浅部) : $3D_i$



5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 すべり量分布の設定

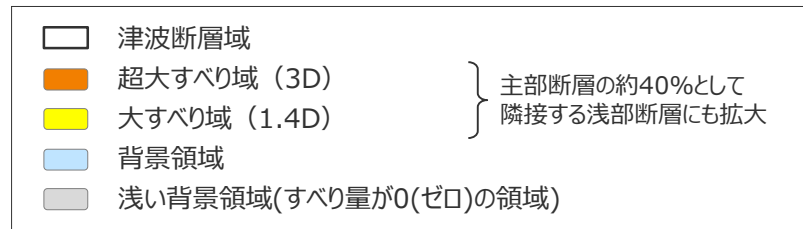
■ 土木学会(2016)モデルの各小断層のすべり量分布は以下のとおり。



土木学会(2016)モデル

土木学会(2016)モデルのすべり量

最大すべり量 (m)	平均すべり量 (m)
32.7	13.0



・D：主部断層の平均すべり量

土木学会(2016)モデルの小断層のすべり量分布 (m)

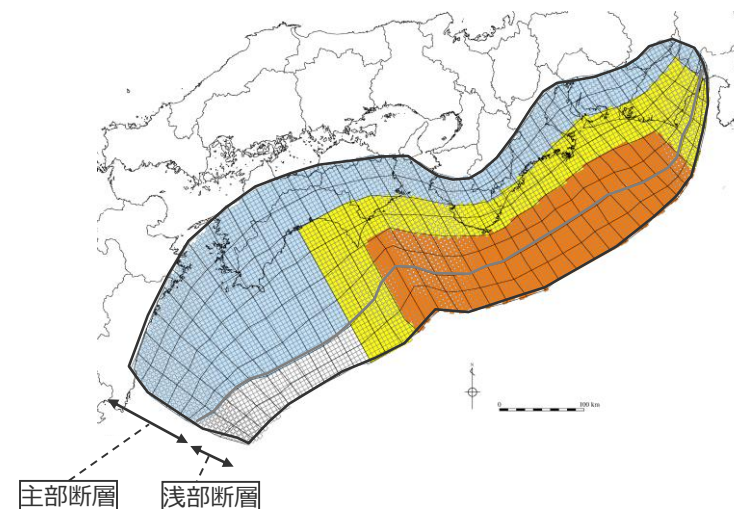
		西 ←																	→ 東																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
陸側⇄ 海溝軸 ⇄	深度40km↓	1	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.0	3.8	3.7	3.7	3.7	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.2	2.8	2.8	2.4	2.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.2	1.2
	20km↓	2	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.0	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.2	3.2	2.8	2.8	2.4	2.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.2
		3	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.0	4.0	3.8	3.7	3.7	15.5	15.0	15.0	14.6	14.6	14.2	14.2	13.7	13.7	13.7	13.3	13.3	13.1	12.7	12.7	13.5	13.5	11.9	11.9	10.1	10.1	10.1	10.1	8.0	8.0	7.2	7.2
	10km↓	4	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.0	4.0	3.8	3.8	3.7	15.5	15.5	15.0	14.6	14.6	14.2	14.2	14.2	13.7	13.7	13.3	13.3	13.1	13.1	12.7	15.3	13.5	13.5	11.9	10.1	10.1	10.1	10.1	8.0	8.0	7.2	1.2
		5	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.0	4.0	3.8	3.7	15.9	15.5	15.5	32.1	31.3	31.3	30.4	30.4	30.4	29.5	29.5	28.5	28.1	28.1	27.2	27.2	32.7	29.0	29.0	25.6	25.6	21.7	10.1	8.0	8.0	7.2	1.7
	0km↓	6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.0	4.0	3.8	3.8	15.9	15.5	15.5	32.1	31.3	31.3	31.3	30.4	30.4	29.5	29.5	28.5	28.5	28.1	28.1	27.2	32.7	32.7	29.0	29.0	25.6	25.6	10.1	10.1	8.0	7.2	1.7
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	15.9	15.5	32.1	32.1	31.3	31.3	31.3	30.4	30.4	29.5	28.5	28.5	28.1	28.1	27.2	27.2	32.7	32.7	29.0	29.0	25.6	11.9	10.1	8.0	7.2	0.0
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	15.9	15.5	32.1	32.1	32.1	31.3	31.3	31.3	30.4	30.4	29.5	29.5	28.5	28.5	28.1	27.2	27.2	32.7	32.7	32.7	29.0	29.0	11.9	10.1	8.0	7.2	0.0

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

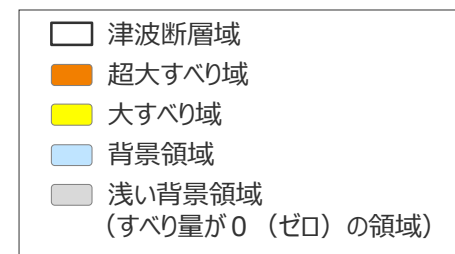
5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 断層パラメータ

土木学会(2016)モデルの断層パラメータ

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	7.2×10^{22}
	Mw	9.2
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	13.0
	最大すべり量 (m)	32.7
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10^{10}
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10^{22}
	平均すべり量 (m)	9.9
	最大すべり量 (m)	32.7
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	2.7×10^{22}
	平均すべり量 (m) ※3	26.4
	最大すべり量 (m)	32.7



土木学会(2016)モデル



※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量 (主部断層の面積と地震モーメントより算出)

※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(134,785km²)に基づき算出

※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積(25,061km²)に基づき算出

主部断層: 深さ10km以深の断層

浅部断層: 深さ10km以浅の断層

5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 土木学会(2016)モデルの津波評価結果

■土木学会(2016)モデルの津波評価結果は以下のとおり。

【水位上昇側】

大すべり域の位置：東側モデル
ライズタイム：60s
破壊伝播速度：2.5km/s

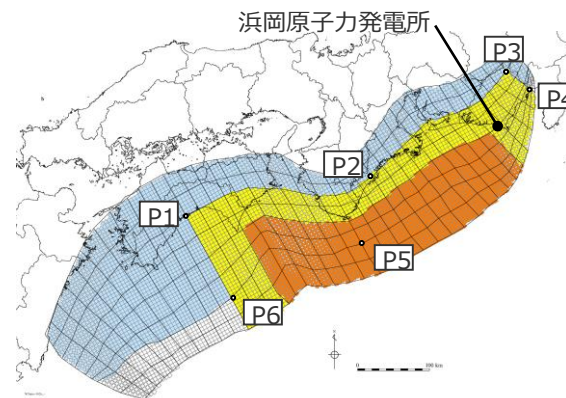
最大上昇水位(T.P. m)					
破壊開始点	敷地前面	1・2号取水槽	3号取水槽	4号取水槽	5号取水槽
P1	12.9	4.4	6.1	6.2	8.1
P2	12.8	4.4	6.1	6.2	8.1
P3	12.7	4.2	6.0	6.2	7.6
P4	12.7	4.2	6.1	6.2	7.8
P5	13.0	4.5	6.2	6.3	8.1
P6	13.0	4.4	6.2	6.2	8.1

【水位下降側】

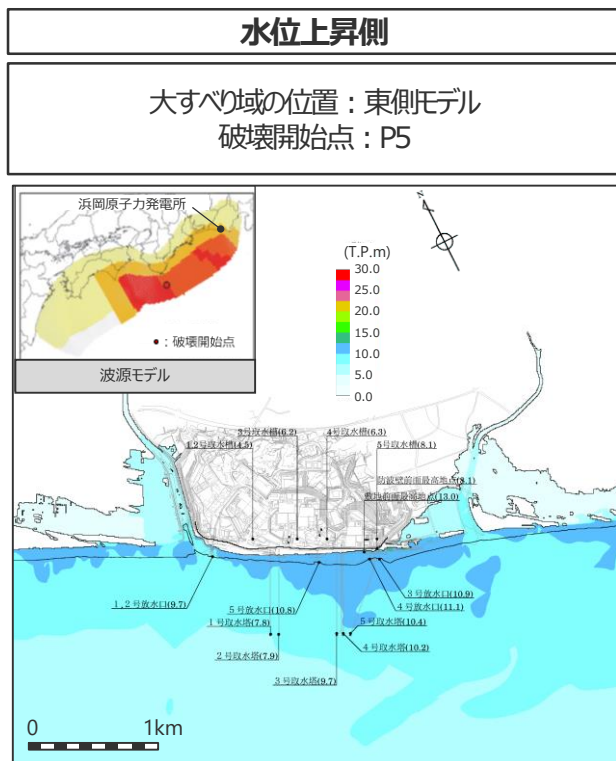
大すべり域の位置：東側モデル
ライズタイム：60s
破壊伝播速度：2.5km/s

破壊開始点	水位低下時間 (min)	
	3号取水塔	4号取水塔
P1	7.3	7.2
P2	7.4	7.3
P3	5.9	5.8
P4	5.8	5.7
P5	6.8	6.7
P6	4.3	4.2

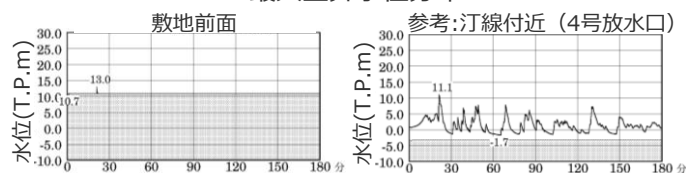
・小数点第一位までの津波評価結果から、津波影響を代表する(その他のケースによる津波影響を包絡する)ケースを選定した。



5-4 土木学会(2016)モデルの津波評価 土木学会(2016)モデルの津波評価結果 (水位上昇側・水位下降側)



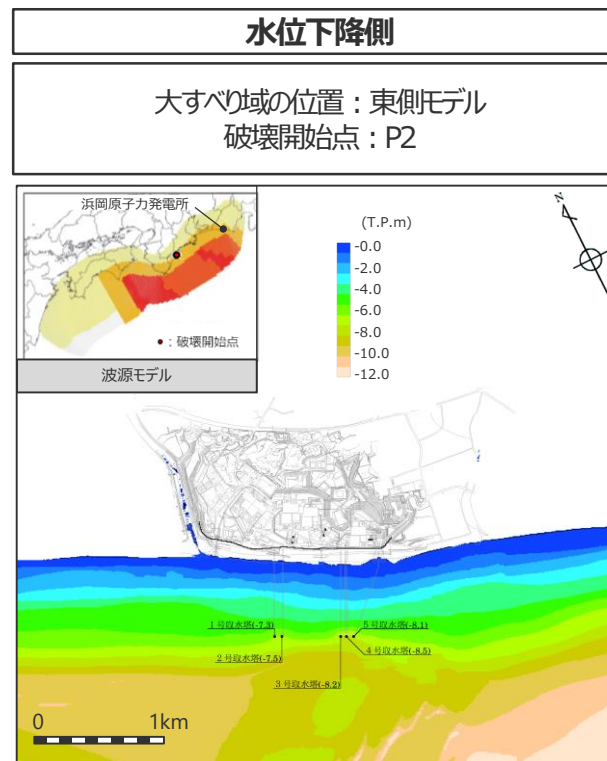
最大上昇水位分布



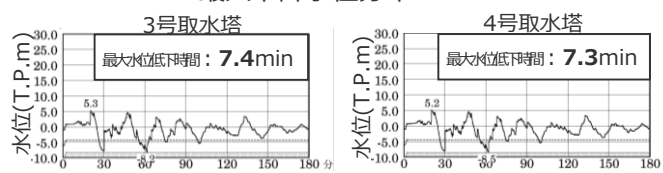
水位の時刻歴波形

- ・網掛け部の上端は当該地点の標高
- ・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

最大上昇水位(T.P.m)				
敷地 前面	1・2号 取水槽	3号 取水槽	4号 取水槽	5号 取水槽
13.0	4.5	6.2	6.3	8.1



最大下降水位分布



水位の時刻歴波形

- ・網掛け部の上端は当該地点の標高
- ・点線は取水塔呑口下端レベル
- ・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

最大下降水位(T.P.m)(水位低下時間)	
3号取水塔	4号取水塔
海底面 (7.4min)	海底面 (7.3min)

・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している（水深1m未満である）ことを示す。

5 行政機関等の津波波源モデルの詳細

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

・第717回資料1-1 No.4コメント回答資料（一部修正）

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 No.4コメント回答（内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理）

【第662回審査会合 説明内容】

- ライズタイムの設定に関するコメント回答として、国内外の巨大地震・津波の事例等の科学的知見を調査した結果に基づき、プレート間地震の津波評価を以下のように変更することを説明した。
- ・プレート間地震の津波評価に関し、検討波源モデルのパラメータスタディにおいて、不確かさの考慮として、巨大地震・津波のライズタイムの推定事例に基づくライズタイム150s～300sに加えて、Mw8クラスのその他の地震の津波インバージョンの検討結果に基づき保守的にライズタイム120sを追加する。
- ・上記パラメータスタディとは別に、「更なる不確かさの考慮」として、内閣府の検討もプレート間地震の津波評価に取り込み、ライズタイム60s等、敷地への影響の大きい検討波源モデルに対して国内外の巨大地震の発生事例の範囲を超えて一部のパラメータを考慮した「更なる不確かさ考慮モデル」を追加する。



【第662回審査会合 コメント】

- ・内閣府の最大クラスモデルを含むモデルを更なる不確かさ考慮モデルとするならば、偶然的な不確かさである破壊開始点のパラメータスタディを実施すること。
- ・更なる不確かさの考慮は、概略パラメータスタディ（大すべり域の位置の不確かさ考慮）後のモデルに対して行うこと。
- ・プレート間地震の津波評価の検討フローについて、更なる不確かさの考慮の位置を修正すること。



【コメント回答の概要】

- 内閣府の最大クラスモデルについて、津波想定の確認および最新の科学的・技術的知見に基づく分析を行い、波源設定の考え方※に着目してその位置づけを再整理し、基準津波の策定へ反映した。

検討結果

- ・内閣府の最大クラスモデルは、「**代表パラメータの検討による方法※**」により検討されたモデルと考えられ、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの科学的知見に基づく網羅的な組み合わせの津波影響を代表していることを確認した。そのため、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。
- ・そこで、第662回審査会合では、内閣府の最大クラスモデルを検討波源モデルに対する「更なる不確かさ考慮モデル」と位置づけて整理していたが、波源設定の考え方※の違いを踏まえ、「**更なる不確かさの考慮**」という表現による整理は取り止め、「**代表パラメータの検討による方法※**」により検討された内閣府の最大クラスモデルは、「**各種パラメータの網羅的検討による方法※**」によって検討を行うプレート間地震の津波評価とは別に、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。

※ 「波源設定の考え方」について、各種パラメータの不確かさに対し、安全側の評価を行うため波源モデル設定の方法は、以下（A）の方法のほか、（B）の方法があると考えられる。

（A） **各種パラメータの網羅的検討による方法**：各パラメータの不確かさの組合せの科学的知見に基づく網羅的な検討により安全側の評価を行う考え方の方法

（B） **代表パラメータの検討による方法**：影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の現象の津波影響を代表させて安全側の評価を行う考え方の方法

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 検討概要

内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- 〔他海域の最大クラスの想定との関係の確認
・土木学会(2016)との関係の確認〕
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認

追加

②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析
- 〔解析的検討 ・基準化に関する検討〕

追加

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への影響の比較・分析

追加

③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

- ①②を踏まえて、波源設定の考え方※に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。

追加

【整理結果】

- ・内閣府の最大クラスの津波想定の確認の結果、内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域において最大クラスの津波を評価したものと考えられる。
- ・その後の知見も含め東北沖地震や南海トラフの最新の科学的知見に基づく分析の結果、内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されており、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**※により検討するモデルとして合理的ではなく、**(B) 代表パラメータの検討による方法**※により少ないケースで安全側の検討を行ったモデルと評価した。
- ・また、浜岡原子力発電所の敷地への影響を分析した結果、**(B) 代表パラメータの検討による方法**※により検討された内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの科学的知見に基づく網羅的な組み合わせの津波影響を代表していることを確認した。
- ・以上より、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。

- 上記整理の結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者からは当社の整理結果と整合的なご意見をいただいた。

④基準津波の策定への反映

- 上記整理結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデルの基準津波の策定への反映について検討した。
- その結果、第662回審査会合では、内閣府の最大クラスモデルを検討波源モデルに対する「更なる不確かさ考慮モデル」と位置づけて整理していたが、波源設定の考え方の違いを踏まえ、「更なる不確かさの考慮」という表現による整理は取り止め、**(B) 代表パラメータの検討による方法**※により検討された内閣府の最大クラスモデルは、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**※によって検討を行うプレート間地震の津波評価とは別に、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。

変更

- ・第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

※ 「波源設定の考え方」について、各種パラメータの不確かさに対し、安全側の評価を行うため波源モデル設定の方法は、以下 (A) の方法のほか、(B) の方法があると考えられる。

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法：各パラメータの不確かさの組合せの科学的知見に基づく網羅的な検討により安全側の評価を行う考え方の方法

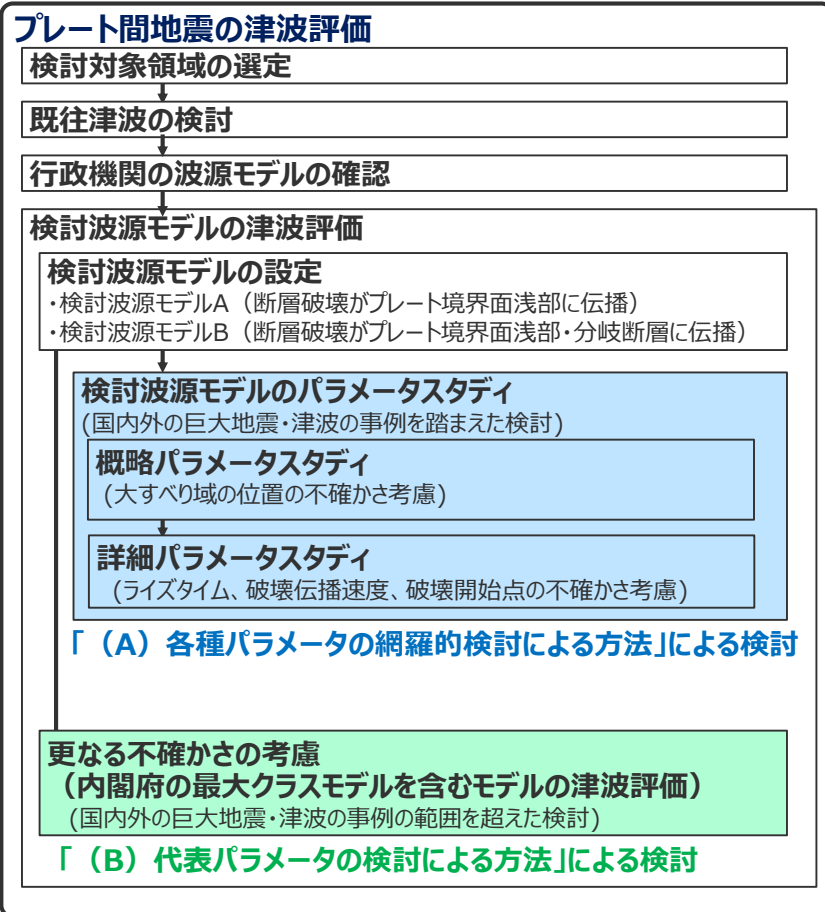
(B) 代表パラメータの検討による方法：影響の大きい代表パラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の現象の津波評価への影響を代表させて安全側の評価を行う考え方の方法

検討概要

(No.4コメント回答に伴う第662回審査会合の津波評価からの変更点)

- 第662回審査会合では、プレート間地震の津波評価について、「検討波源モデルのパラメータスタディ」の他に、国内外の巨大地震の発生事例の範囲を超えて一部のパラメータを考慮した検討を「更なる不確かさ考慮」という表現で加え、内閣府の最大クラスモデルを含むモデルを「更なる不確かさの考慮モデル」として整理していた。
- 今回、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した結果、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**により検討した「検討波源モデルのパラメータスタディ」と**(B) 代表パラメータの検討による方法**により検討した内閣府の最大クラスモデルとの波源設定の考え方の違いを踏まえ、「更なる不確かさの考慮」という表現による整理は取り止め、**(B) 代表パラメータの検討による方法**により検討された内閣府の最大クラスモデルは、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**によって検討を行うプレート間地震の津波評価と別に、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。
- なお、第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点等のパラメータスタディを実施した場合の影響検討を参考として実施した。

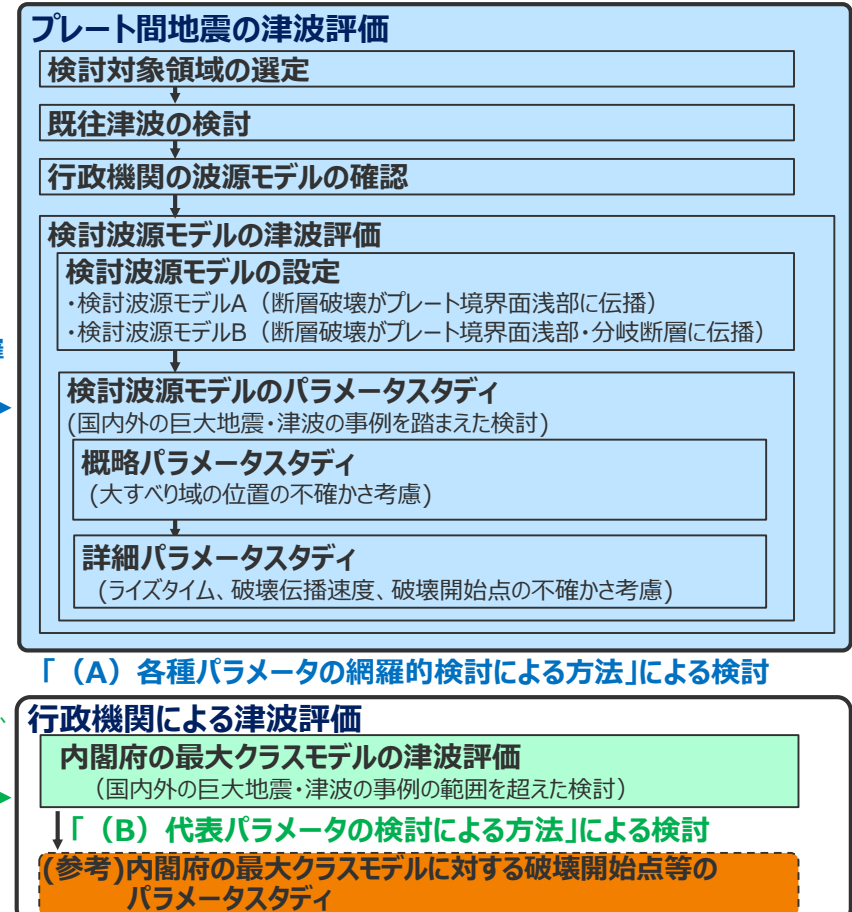
第662回審査会合の説明方針



基準津波の策定のうち、プレート間地震の津波評価は、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**によって検討を行う

(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルは、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更

今回の説明方針



5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認



②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への津波影響の比較・分析



③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

- ①②を踏まえて、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。
- 再整理の結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者に確認した。



④基準津波の策定への反映

- 上記整理結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデルの基準津波の策定への反映について検討した。
- ・第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認 (内閣府の最大クラスの津波想定)

■内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」では2011年東北沖地震発生後、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」（平成23年9月28日）の「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべき」との提言を受けて以下のとおり検討を進め、最大クラスの津波の推計を行っている。

内閣府による最大クラスの津波の推計経緯

- 南海トラフの巨大地震モデル検討会 中間とりまとめ（平成23年12月27日）
 - ➡ 南海トラフの巨大地震モデルの想定震源断層域・想定津波断層域の設定の考え方や最終とりまとめに向けた検討内容等についてとりまとめを実施。
 - 南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）（平成24年3月31日）
 - ➡ 津波高等の概ねの傾向を把握するため、50mメッシュの地形データ等を用いて、海岸線における津波高等を推計。
 - 南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）（平成24年8月29日）
 - ➡ 第一次報告に対し、10mメッシュの地形データ等を用いるなど計算条件を精緻化し、海岸線における津波高等に加え津波が遡上した浸水域・浸水深等を推計。
- 当社は、これらの検討について、内閣府から津波断層パラメータ、地形データ、推計された津波高等のデータ提供を受けている。*
- ※南海トラフの巨大地震モデル検討会において検討された震度分布・浸水域等に係るデータ提供について（http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/data_teikyou.html）

図2.3(1) 大すべり域、超大すべり域が1箇所のパターン【5ケース】

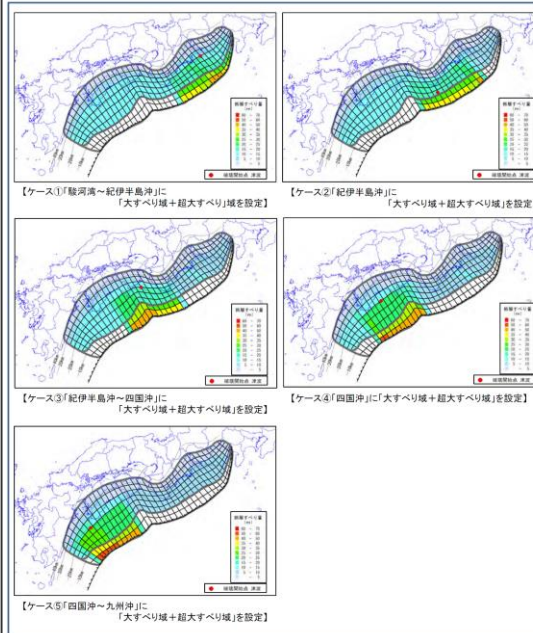


図2.2(2) 大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン【2ケース】

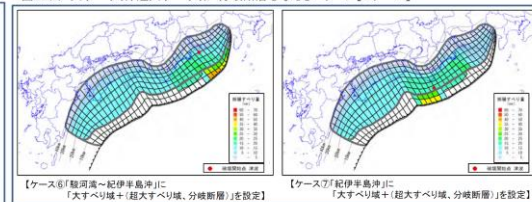
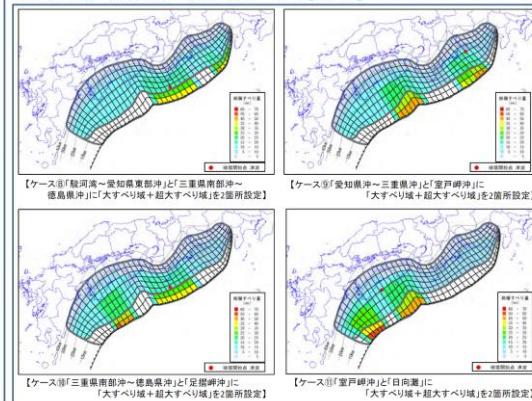


図2.3(3) 大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】



(内閣府(2012))

内閣府の最大クラスモデルの波源モデル（ケース①～⑪）



■ 内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域においてあらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な津波を想定したものと考えられる。

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

(国による他海域の最大クラスの地震・津波の想定との関係)

- 地震調査委員会(2013)および内閣府(2012)による南海トラフの地震・津波の想定は、過去に発生している地震・津波の痕跡に基づき検討されている他海域の最大クラスの地震・津波の想定と異なり、歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を南海トラフの沿岸域の全域において2倍程度で包絡する津波が想定されている。
- 地震調査委員会(2013)によると南海トラフの最大クラスの地震が発生した痕跡はないとされる。

内閣府の最大クラスの津波想定は、他海域の最大クラスの津波想定と異なり、過去に発生している地震・津波の痕跡に基づかずに想定されていると考えられる。

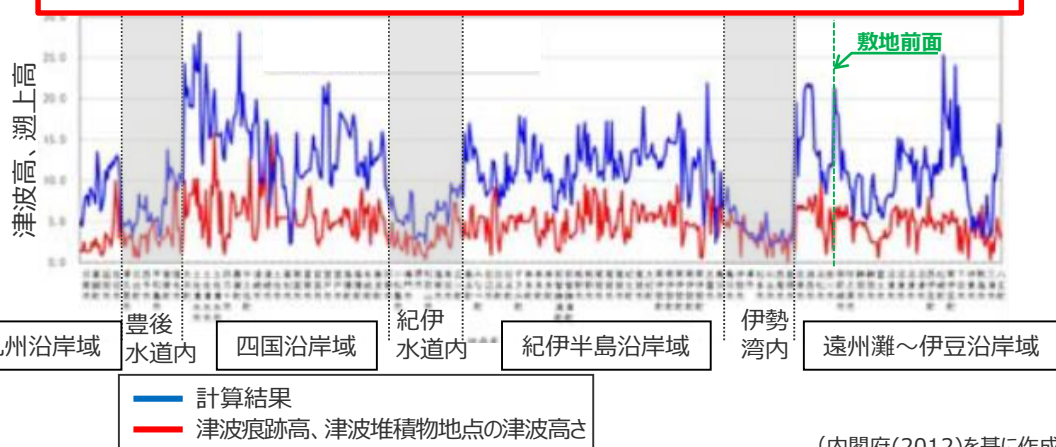
震源域	地震調査委員会による地震の想定			
	地震規模	想定根拠	過去地震の最大規模 ¹⁾	公表日
南海トラフ	Mw9.1	理論上の最大値	M8.6 (宝永地震)	2013年5月24日 (地震調査委員会(2013))
相模トラフ	Mw8.6	理論上の最大値	M7.9~M8.2 (元禄関東地震)	2014年4月25日 (地震調査委員会(2014))
千島海溝	Mw8.8 程度以上	既往地震の最大値	M8.8~ (17世紀の地震)	2018年3月30日 (地震調査委員会(2018))
日本海溝	Mw9.0 程度	既往地震の最大値	Mw9.0 (東北沖地震)	2019年2月26日 (地震調査委員会(2019))

1) 歴史記録および津波堆積物調査に基づく

内閣府による津波の想定	
過去地震の津波痕跡高との比較	公表日
歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を全域において2倍程度で包絡	2012年8月24日 (内閣府(2012))
歴史記録に基づく痕跡高を全域において包絡 ²⁾	2013年12月19日 (内閣府(2013))
十勝・根室沖の津波堆積物を再現 ³⁾	未公表 ³⁾
青森県沖、岩手県沖の津波堆積物をそれぞれ再現 ³⁾	

- 2) ただし、防災においては、最大クラスの地震・津波を考慮しないと、大正関東地震(Mw8.2)を考慮
3) 内閣府(2018)の議事概要により確認

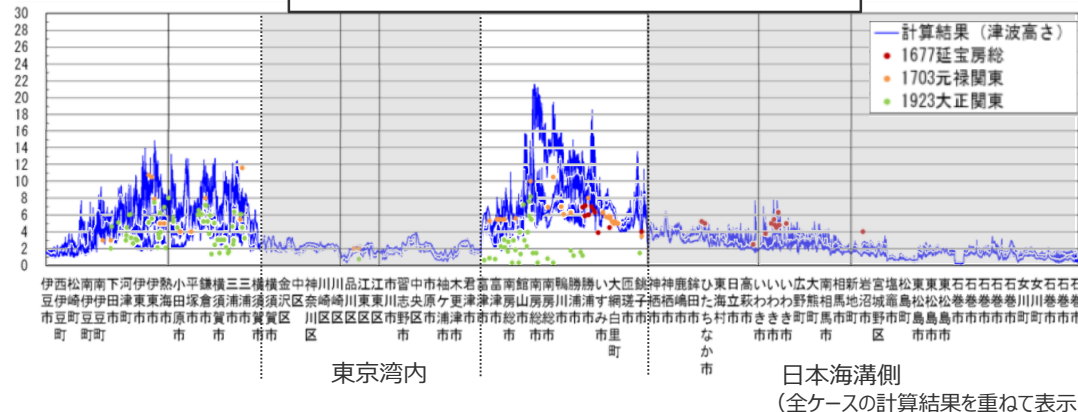
歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を全域において2倍程度で包絡



(内閣府(2012)を基に作成)

南海トラフの最大クラスの津波の津波計算結果と既往津波の高さとの比較

歴史記録に基づく痕跡高を全域において包絡



(内閣府(2013)を基に作成)

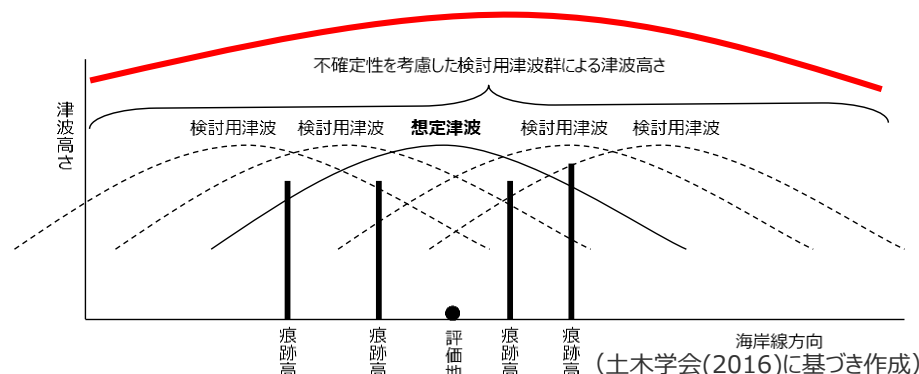
相模トラフの最大クラスの津波の津波計算結果と既往津波の高さとの比較

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認 (土木学会(2016)の手法との関係)

■ 内閣府の最大クラスモデルの津波高は、土木学会(2016)の手法において想定される不確定性を考慮した検討用津波群とは異なり、パラメータスタディを行わずとも歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を全域において2倍程度で包絡しており、土木学会(2016)の想定津波の条件を十分満足している。
 ➔内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、更に不確かさを考慮しなくとも十分安全側の評価ができると考えられる。

・歴史記録および津波堆積物調査については、今後コメント回答予定。

内閣府の最大クラスモデル



【土木学会(2016)による想定津波の必要条件】
 想定津波については、少なくとも、以下の (A) または {(B-1)および(B-2)の両方} のいずれかを満足することを確認する。

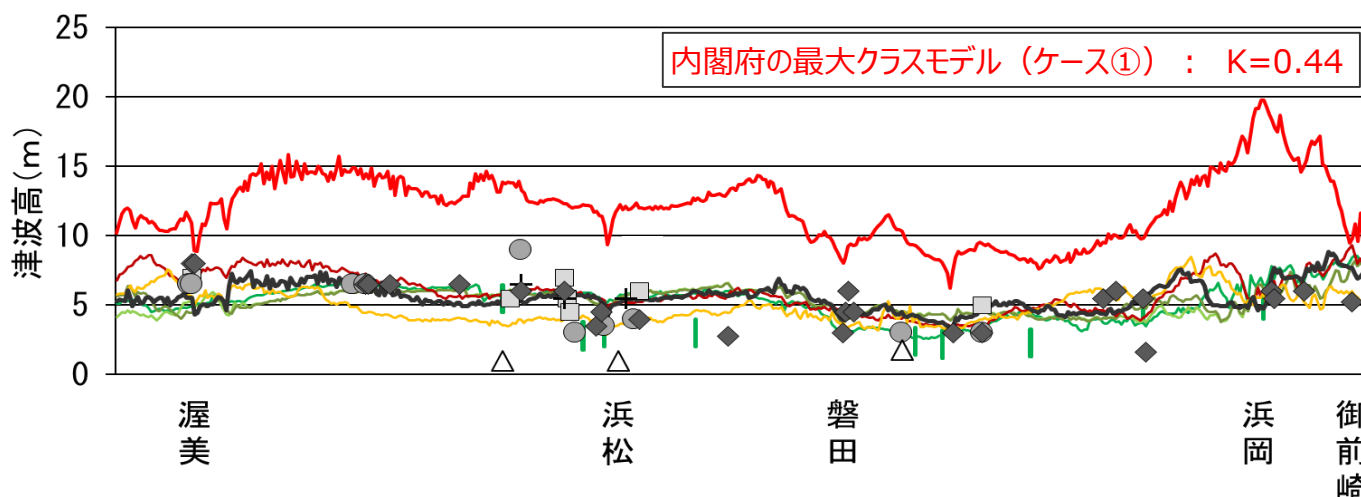
(A) 評価地点に大きな影響を与えたと考えられる既往津波の痕跡高が存在し、想定津波の計算結果がそれを上回ること

(B-1) 評価地点において想定津波の計算結果が既往津波の計算結果を上回ること

(B-2) 評価地点付近において検討用津波群の計算結果の包絡線が既往津波の痕跡高を上回ること

(土木学会(2016))

土木学会(2016)による想定津波の選定方法



内閣府の最大クラスモデル(ケース①)の津波評価結果(海岸線の津波高)と既往津波の痕跡高との比較

— 最大クラスモデル(ケース①)による津波高

— 既往津波モデル(特性化モデル)の津波高

既往津波モデル(インバージョンモデル)の津波高

- 東海
- 東海・東南海
- 東海・東南海・南海
- 宝永
- 安政

中央防災会議(2003)による津波高

内閣府(2015)による津波高

歴史記録に基づく津波堆積物から推定される津波高痕跡高

- 明応
- + 慶長
- 宝永
- ◆ 安政東海
- △ 昭和東南海

津波堆積物から推定される津波高
 (東北沖地震等による津波の最大遡上高と津波堆積物の分布標高の差が約0~2mであることを踏まえ、津波堆積物の最大標高+0~2mの高さを幅で示した。詳細は「歴史記録及び津波堆積物に関する調査について」の資料に示す。)

・相田の指標K(幾何平均)に津波堆積物から推定される津波高は考慮していない

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

(南海トラフの沿岸域に位置する地方自治体が考慮している最大クラスモデル)

■ 関東以西～九州までの南海トラフの沿岸域に位置する各自治体（計21都府県）による南海トラフの地震・津波の想定では、内閣府の想定がそのまま採用されている。

内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより南海トラフの全域において十分安全側の評価がなされていることから、各自治体は内閣府の最大クラスモデルをベースとしたパラメータスタディを実施していないと考えられる。

南海トラフの沿岸域に位置する自治体による最大クラスモデルの評価ケース

	ケース	九州			四国		近畿		東海		関東
		鹿児島	宮崎	大分	高知	徳島	和歌山	三重	愛知	静岡	東京
基本的な検討ケース	ケース①							○	○	○	○
	ケース②						○	○			○
	ケース③				○	○	○				
	ケース④		○		○	○					
	ケース⑤	○			○						※
派生的な検討ケース	ケース⑥							○	○	○	※
	ケース⑦							○	○		
	ケース⑧						○	○	○	○	※
	ケース⑨				○	○		○	○		
	ケース⑩				○	○	○	○			
	ケース⑪	○	○	○	○	○					

● 各ケースの大すべり域、超大すべり域が前面に分布する枠を色づけ。

- ケース①の大すべり域・超大すべり域
- ケース②の大すべり域・超大すべり域
- ケース③の大すべり域・超大すべり域
- ケース④の大すべり域・超大すべり域
- ケース⑤の大すべり域・超大すべり域
- ケース⑥～⑪の大すべり域・超大すべり域

● 各自治体が影響が大きいとして津波想定に選定しているものに○を記載。

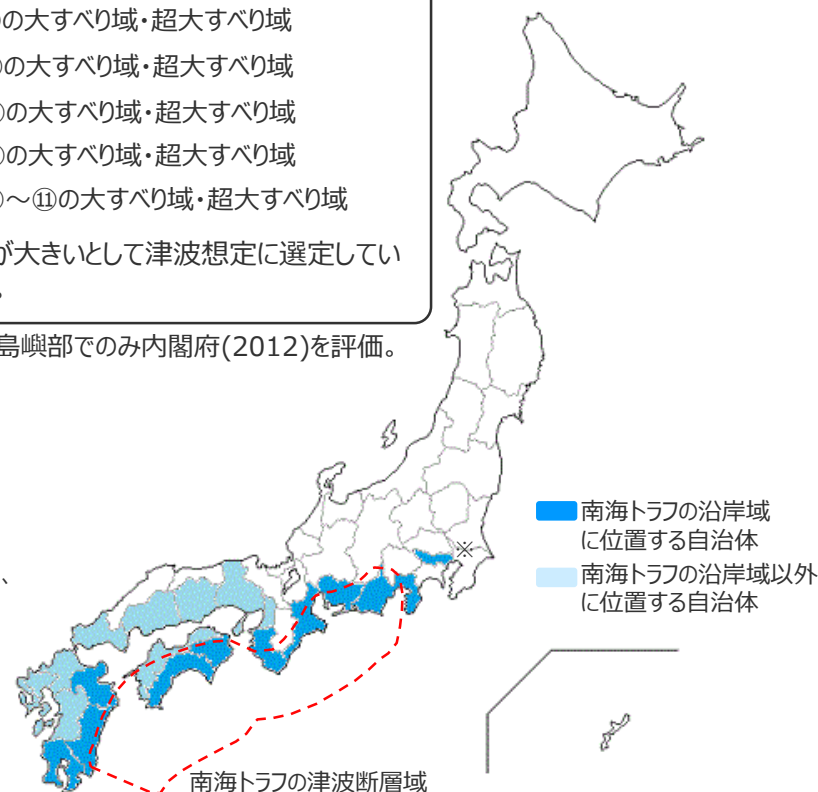
※ 島嶼部でのみ内閣府(2012)を評価。

・なお、各自治体の津波想定では、内閣府の最大クラスモデル11ケースのうち、大すべり域が各自治体の正面に位置し地域への津波影響の大きいケースが評価対象として選定されている。

南海トラフの沿岸域以外に位置する自治体による最大クラスモデルの評価ケース

	ケース	九州				中国		四国		近畿		
		佐賀	長崎	熊本	福岡	山口	広島	岡山	愛媛	香川	兵庫	大阪
基本的な検討ケース	ケース①					○	○	○	○			
	ケース②					○	○	○				
	ケース③						○		○	○	○	
	ケース④			○	○		○	○	○	○	○	○
	ケース⑤	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
派生的な検討ケース	ケース⑥							○				
	ケース⑦								○	○		
	ケース⑧						○	○		○		
	ケース⑨											
	ケース⑩					○	○				○	○
	ケース⑪	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

静岡県(2015)、愛知県(2014)、三重県(2015)、和歌山県(2013)、徳島県(2012)、高知県(2012)、大分県(2014)、宮崎県(2013)、鹿児島県(2014)、東京都防災会議(2013)、大阪府(2013)、兵庫県(2014)、香川県(2013)、愛媛県(2013)、岡山県(2013)、広島県(2013)、山口県(2013)、福岡県(2016)、熊本県(2013)、長崎県(2016)、佐賀県(2016)



内閣府(2012)の最大クラスモデルをそのまま採用している自治体と津波断層域の位置図

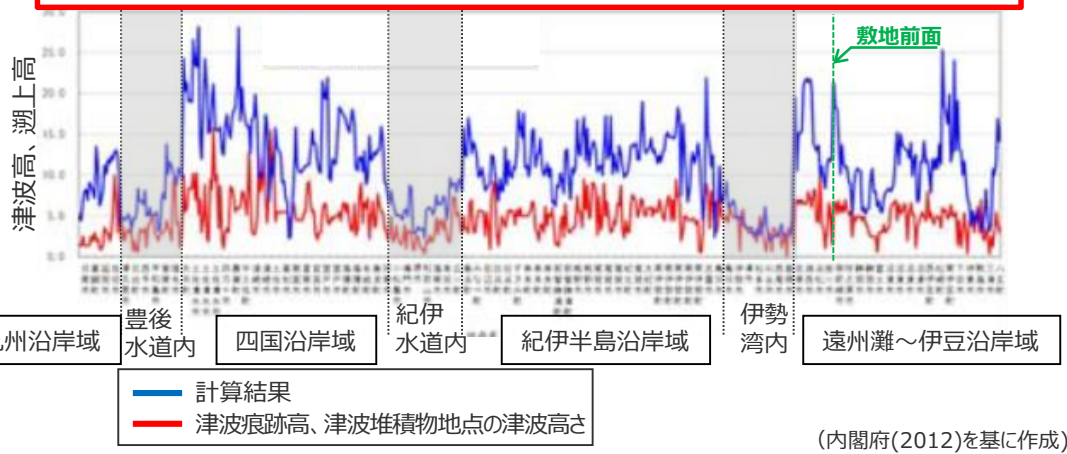
①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

(内閣府の最大クラスの津波想定の確認結果 (まとめ))

【内閣府の最大クラスの津波想定の確認結果 (まとめ)】

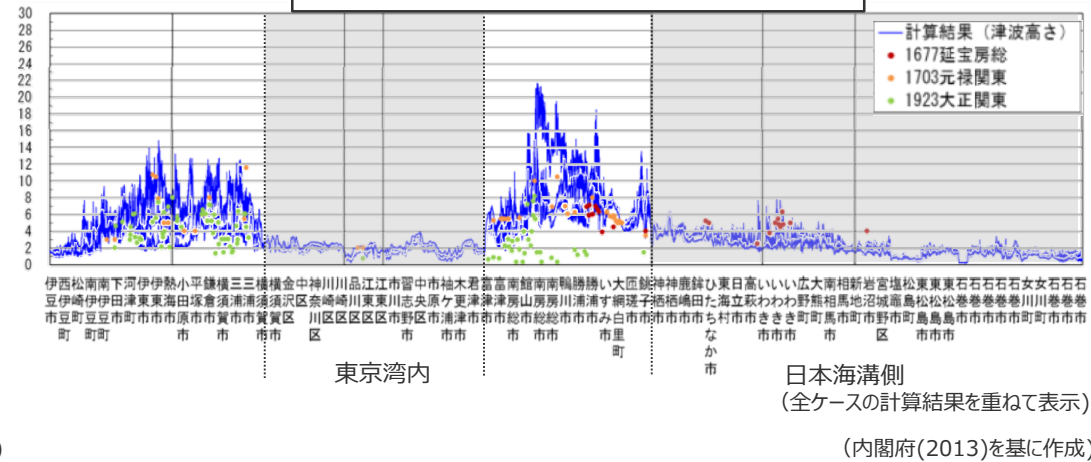
- 内閣府の最大クラスの津波想定の確認の結果、内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域においてあらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な津波を想定したものと考えられる。
- 内閣府の最大クラスの津波想定は、他海域の最大クラスの津波想定と異なり、過去に発生している地震・津波の痕跡に基づかず想定されていると考えられ、パラメータスタディを行わずとも歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を南海トラフの沿岸域の全域において2倍程度で包絡していること、関東以西～九州の南海トラフに関係する自治体（計21都府県）の最大クラスの津波想定では、内閣府の最大クラスモデルがそのまま採用されており、内閣府の最大クラスモデルをベースとしたパラメータスタディは実施されていないことから、南海トラフの最大クラスの地震・津波の想定には予め大きな不確かさが考慮されていると考えられる。

歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を全域において2倍程度で包絡



南海トラフの最大クラスの津波の津波計算結果と既往津波の高さとの比較

歴史記録に基づく痕跡高を全域において包絡



相模トラフの最大クラスの津波の津波計算結果と既往津波の高さとの比較

次項では、内閣府の最大クラスモデルについて、内閣府の想定以降の知見も含め国内外の地震の最新の科学的知見に基づく分析を実施し、内閣府の最大クラスモデルの各パラメータについて分析を実施。

②-1各パラメータの分析

内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認



②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への津波影響の比較・分析



③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

- ①②を踏まえて、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。
- 再整理の結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者に確認した。



④基準津波の策定への反映

- 上記整理結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデルの基準津波の策定への反映について検討した。
- ・第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析

(最新知見に基づく内閣府の最大クラスモデルの分析結果)

- 国内外の地震の最新の科学的知見に基づき、内閣府の最大クラスモデルの各パラメータを分析した。
- その結果、内閣府の最大クラスモデルの各パラメータのうち、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されていることを確認し、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**により検討するモデルとして合理的ではなく、**(B) 代表パラメータの検討による方法**により少ないケースで南海トラフの全域において安全側の検討を行ったモデルと考えられる。

最新知見に基づく内閣府の最大クラスモデルのパラメータの分析結果

項目		内閣府の最大クラスモデル (ケース①)	国内外の地震に関する最新の科学的知見に基づくパラメータ	備考
認識論的 不確実さ	面積	約14万km ²	約14万km ²	—
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1	—
	浅部の破壊形態	東北沖地震型の破壊	東北沖地震型の破壊を含む複数の破壊形態	—
	すべり量	約37m	約37m	<ul style="list-style-type: none"> ・ すべり量とライズタイムとは比例関係にあり、国内外の地震の発生事例の最新知見および東北沖のライズタイムに関する津波インバージョンに基づく、Mw9地震のライズタイムは120s～300s。 ・ 国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せに関する検討から、内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せが国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されている。
	ライズタイム (すべり速度)	60s (0.6m/s)	120～300s (0.3m/s～0.1m/s)	
	破壊伝播速度	2.5km/s	0.7～2.5km/s	—
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖を含むトラフ軸に沿った方向の複数位置	—
偶然的 不確実さ	破壊開始点	大すべり域下端中央	大すべり域下端中央を含む大すべり域の周囲の複数地点	—

■ : 国内外の地震の科学的知見に基づき設定されているパラメータ

■ : 国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されているパラメータ

- ・すべり量 : 超大すべり域のすべり量。超大すべり域が無いモデルについては、大すべり域のすべり量
- ・すべり速度 : (すべり量) / (ライズタイム)

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析

(参考：最新知見に基づくパラメータスタディモデルの分析)

■ プレート間地震の津波評価において実施した検討波源モデルのパラメータスタディでは、(B) 代表パラメータの検討による方法ではなく、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法によって検討を行っており、考慮する各パラメータの不確かさの幅は、内閣府の最大クラスモデルの各パラメータの確認も行ったうえで、国内外の地震の科学的知見に基づき設定している。

検討波源モデルのパラメータスタディにおいて考慮した各種パラメータの不確かさの設定

項目		パラメータスタディにおいて考慮した各種パラメータの不確かさの設定	国内外の地震に関する最新の科学的知見に基づくパラメータ	備考
認識論的 不確かさ	面積	約14万km ²	約14万km ²	-
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1	
	浅部の破壊形態	東北沖地震型の破壊を含む複数の破壊形態	東北沖地震型の破壊を含む複数の破壊形態	-
	すべり量	約37m	約37m	・すべり量とライズタイムとは比例関係にあり、国内外の地震の発生事例の最新知見および東北沖のライズタイムに関する津波インバージョンに基づく、Mw9地震のライズタイムは120s～300s。 ・国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せに関する検討から、パラメータスタディモデルは、国内外の地震の科学的知見に基づくすべり量とライズタイムの組合せの上限値が設定されている。 ⇒②-1：すべり量とライズタイムの組合せに関する知見
	ライズタイム(すべり速度)	120～300s (0.3m/s～0.1m/s)	120～300s (0.3m/s～0.1m/s)	
	破壊伝播速度	0.7～2.5km/s	0.7～2.5km/s	-
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖を含むトラフ軸に沿った方向の複数位置	駿河湾～紀伊半島沖を含むトラフ軸に沿った方向の複数位置	-
偶然的 不確かさ	破壊開始点	大すべり域下端中央を含む大すべり域の周囲の複数地点	大すべり域下端中央を含む大すべり域の周囲の複数地点	-

■ : 国内外の地震の科学的知見に基づき設定されているパラメータ

- ・すべり量 : 超大すべり域のすべり量。超大すべり域が無いモデルについては、大すべり域のすべり量
- ・すべり速度 : (すべり量) / (ライズタイム)

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見） （国内外の巨大地震・津波のライズタイムの推定事例）

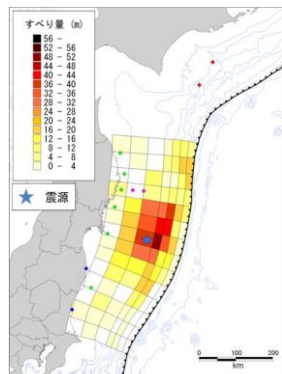
- 近年の国内外の地震の発生事例に基づき、国内外の巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンから推定されているライズタイムを分析した。
- その結果、国内外のMw9クラスの巨大地震の津波インバージョンから推定されるライズタイムはすべり量大きい小断層ほど長く、大きくすべった領域の小断層のライズタイムは150～300sであり、内閣府の最大クラスモデルのライズタイムは国内外の巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイムに比べて非常に短い値であることを確認した。

・詳細は補足説明資料6-5を参照

巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイム

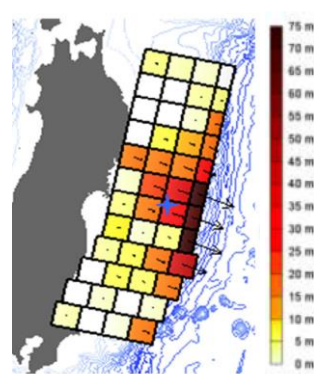
地震名	文献名	ライズタイム（すべり速度）
2011年東北沖地震（Mw9.0）	内閣府(2012b)	300s（0.1m/s）
	杉野ほか(2013)	300s（0.2m/s）
	Satake et al.(2013)	150s（0.3m/s）
2004年スマトラ島沖地震（Mw9.1）	Hirata et al.(2006)	150s（0.2m/s）
	Fujii and Satake(2007)	180s（0.1m/s）
内閣府の最大クラスモデル(Mw9.1)	内閣府(2012)	60s（0.6m/s※）

※超大すべり域のすべり量をライズタイムで割ることで算出



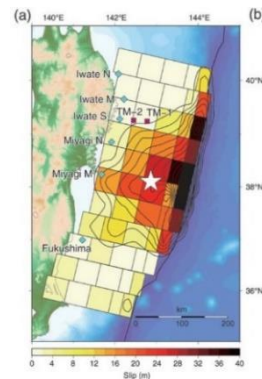
ライズタイム：300s
（すべり速度：0.1m/s）

内閣府(2012b)



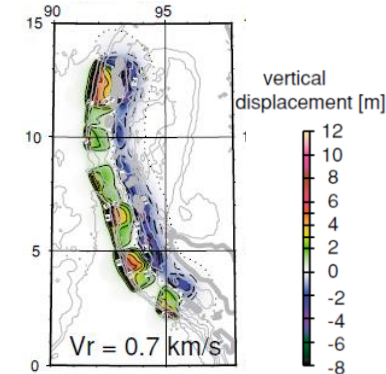
ライズタイム：300s
（すべり速度：0.2m/s）

杉野ほか(2013)
2011年東北沖地震



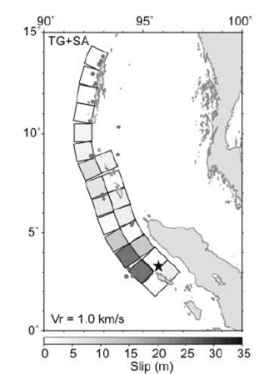
ライズタイム：150s
（すべり速度：0.3m/s）

Satake et al.(2013)



ライズタイム：150s
（すべり速度：0.2m/s）

Hirata et al.(2006)



ライズタイム：180s
（すべり速度：0.1m/s）

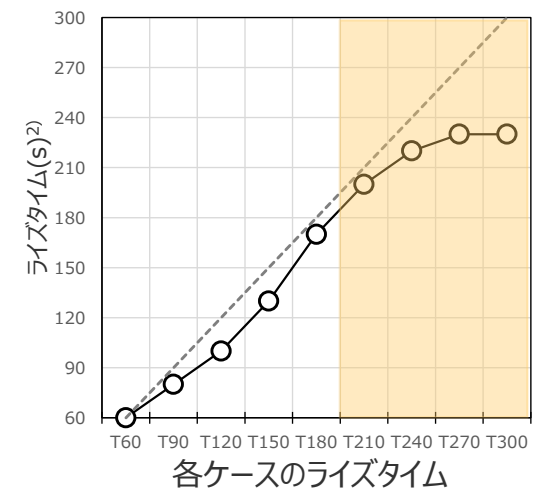
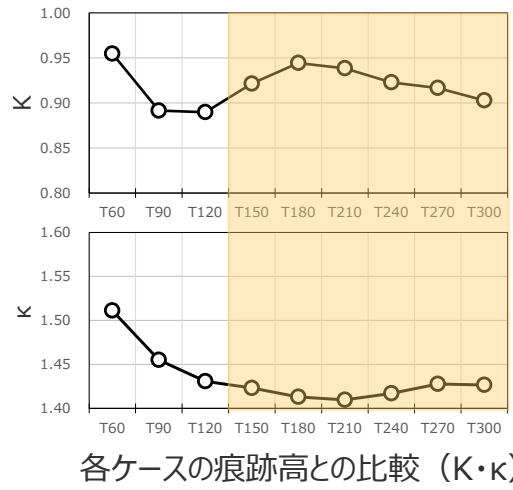
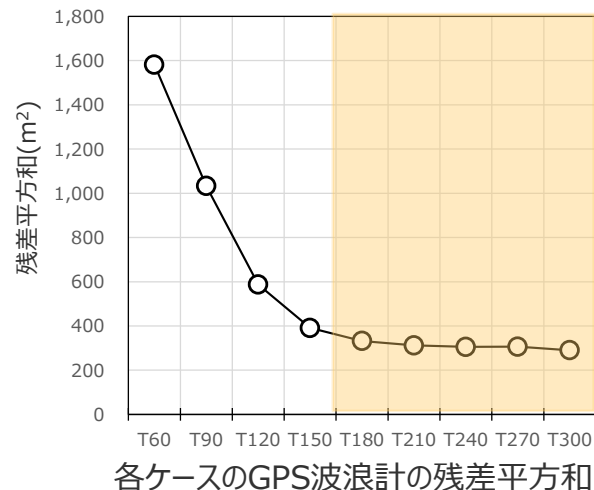
Fujii and Satake(2007)

2004年スマトラ島沖地震

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見） （東北沖地震のライズタイムに関する津波インバージョン）

■ 東北沖地震の津波観測波形を対象として、タイムウィンドウの幅・個数を細かく設定して津波のタイムウィンドウインバージョンを実施した結果、東北沖地震のライズタイムとしては150s～200s程度が最も適切であるとともに、ライズタイムを60sとした場合の津波インバージョンでは津波観測波形を再現できないことを確認した。

・詳細は補足説明資料6-5を参照



津波インバージョン結果一覧

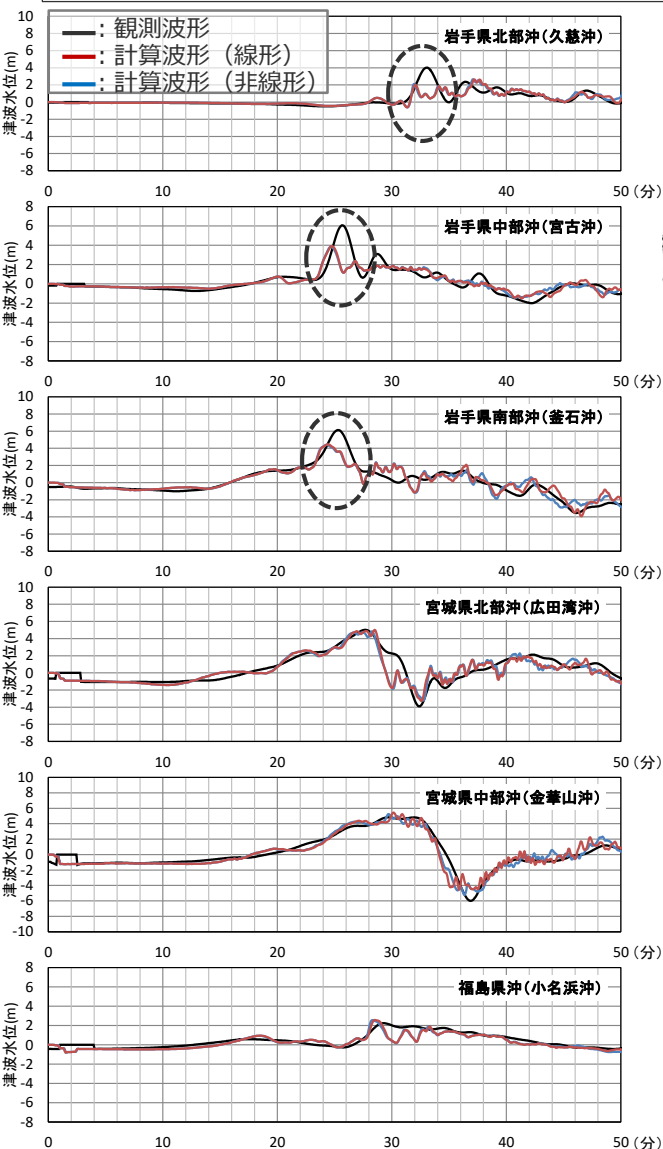
ケース名	タイムウィンドウ			推定された波源モデル					観測結果との比較		
	幅	個数	計	Mw	最大すべり量 (m)	超大すべり域のすべり量 ¹⁾ (m)	平均すべり量 (m)	ライズタイム (s)²	GPS波浪計による津波観測波形との残差平方和(m²)	痕跡高との比較 ³⁾	
										K	k
T60	10s	6	60s	9.00	54.0	29.7	9.0	60	1,582	0.955	1.511
T90	10s	9	90s	9.02	57.3	34.1	9.7	80	1,033	0.891	1.455
T120	10s	12	120s	9.03	55.1	32.0	10.0	100	587	0.890	1.431
T150	10s	15	150s	9.03	60.8	29.8	10.2	130	391	0.921	1.423
T180	10s	18	180s	9.04	69.2	32.1	10.3	170	332	0.944	1.413
T210	10s	21	210s	9.05	70.0	38.1	10.6	200	312	0.938	1.410
T240	10s	24	240s	9.05	67.1	35.0	10.7	220	305	0.923	1.417
T270	10s	27	270s	9.05	62.7	34.9	10.7	230	306	0.917	1.428
T300	10s	30	300s	9.05	66.6	38.1	10.9	230	290	0.903	1.427

1)すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量
2)小断層がすべて入っているタイムウィンドウの個数を積算して算出
3)痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出

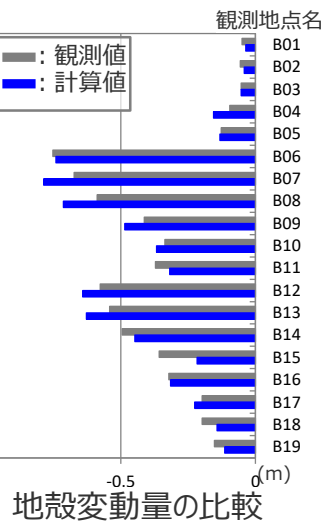
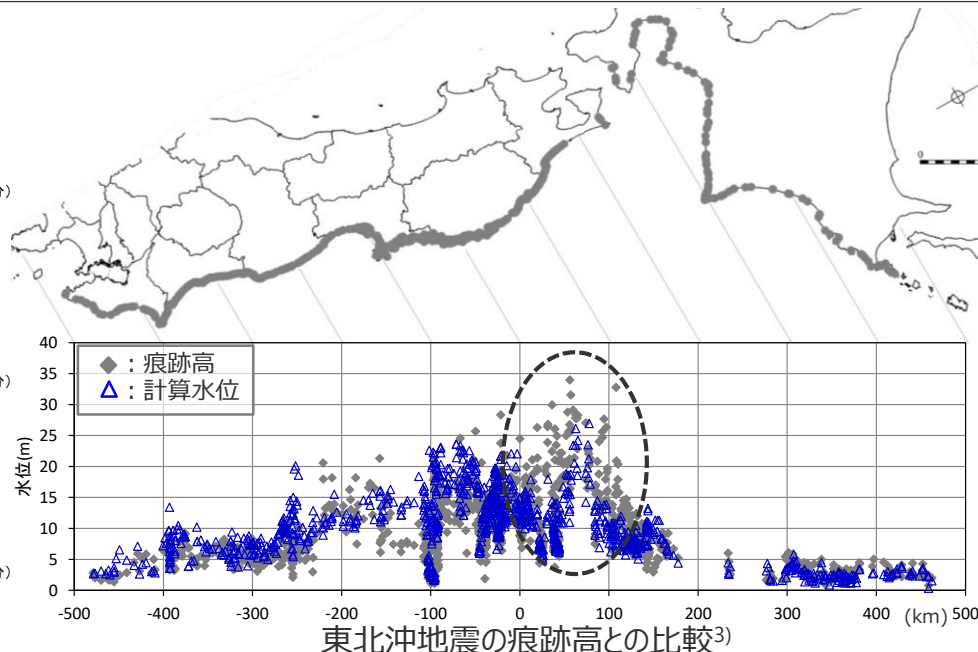
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)
(東北沖地震のライズタイムに関する津波インバージョン結果:タイムウィンドウ60sのケース)

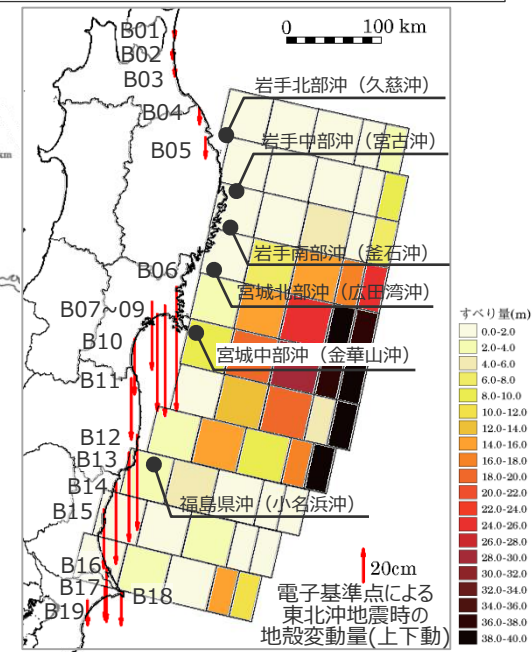
- GPS波浪計地点における観測波形との比較について、タイムウィンドウ60sのケースでは短周期波が目立つとともに、岩手県の観測波のピーク水位が再現できていない。
- また、東北沖地震の痕跡高との比較について、タイムウィンドウ60sのケースでは岩手県沿岸域の痕跡高を再現できていない。



GPS波浪計地点における津波波形の比較



地殻変動量の比較



推定された波源モデル
と再現対象とした観測地点の位置

津波インバージョン結果

ケース名	推定された波源モデル					観測結果との比較	
	Mw	最大すべり量 (m)	超大すべり域のすべり量 (m) ¹⁾	平均すべり量 (m)	ライズタイム (s) ²⁾	GPS波浪計地点観測波形との残差平方和(m ²)	痕跡高との比較 ³⁾ K
T60	9.00	54.0	29.7	9.0	60	1,582	0.955

1) すべり量の大きい小断層から順に面積を積算したとき断層面積の5%となる小断層のすべり量
2) 小断層がすべているタイムウィンドウの個数を積算して算出
3) 痕跡高は津波痕跡データベースの痕跡Aランクのみ採用、沿岸から200m以内の痕跡のみ採用。200m以内の隣接地点の痕跡は平均化。計算結果は沿岸格子から抽出

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

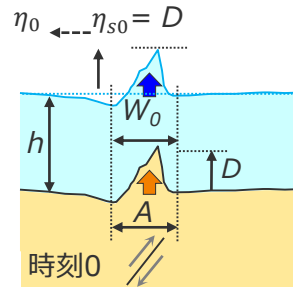
②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見） （国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの分析）

■ 浜岡原子力発電所地点の津波評価を行うために、南海トラフで考慮すべきすべり量とライズタイムの相場観を得ることを目的として、国内外のMw8～9の地震の津波インバージョン結果等を収集し、超大すべり域相当の領域におけるすべり量とライズタイムの組合せについて、検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)で比較するため、スケーリング則 ($D, T \propto Mo^{1/3}$)に基づきMw9.1相当のすべり量とライズタイムの組合せにスケーリングした上で、2次元化してプロットした。

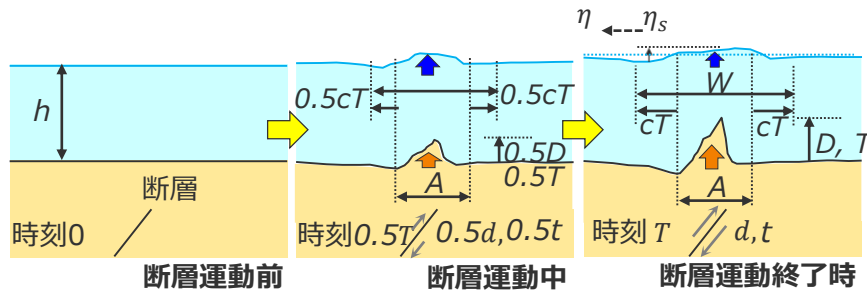
- 一般に、断層のすべりに要する時間を表すライズタイムはすべり量に比例すると考えられること、長波理論に基づく津波シミュレーションにおいて、海面の津波水位は、海底の隆起量に関わる断層のすべり量と海底の隆起時間に関わるライズタイムの組合せに依存することから、浜岡地点の津波評価で設定すべき保守的なすべり量とライズタイムの組合せを検討するために、国内外のMw8～9の地震の津波インバージョン結果等を収集し、すべり量とライズタイムの組合せを分析した。
- すべり量とライズタイムの組合せの分析に当たっては、検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)で比較するため、スケーリング則 ($D, T \propto Mo^{1/3}$)に基づきMw9.1相当のすべり量とライズタイムの組合せにスケーリングした。

h : 水深
 D : 海底の隆起量
 T : 海底の隆起継続時間
 A : 海底の隆起幅
 c : 波速
 η_s : 初期最大水位
 η : 進行波の最大津波水位
 d : 断層のすべり量
 t : 断層のライズタイム
 W : 断層運動終了時の津波エネルギーの分布幅

・下付きの0のついた変数は全て、海底の隆起継続時間 $T=0$ と仮定した場合の変数を表す。

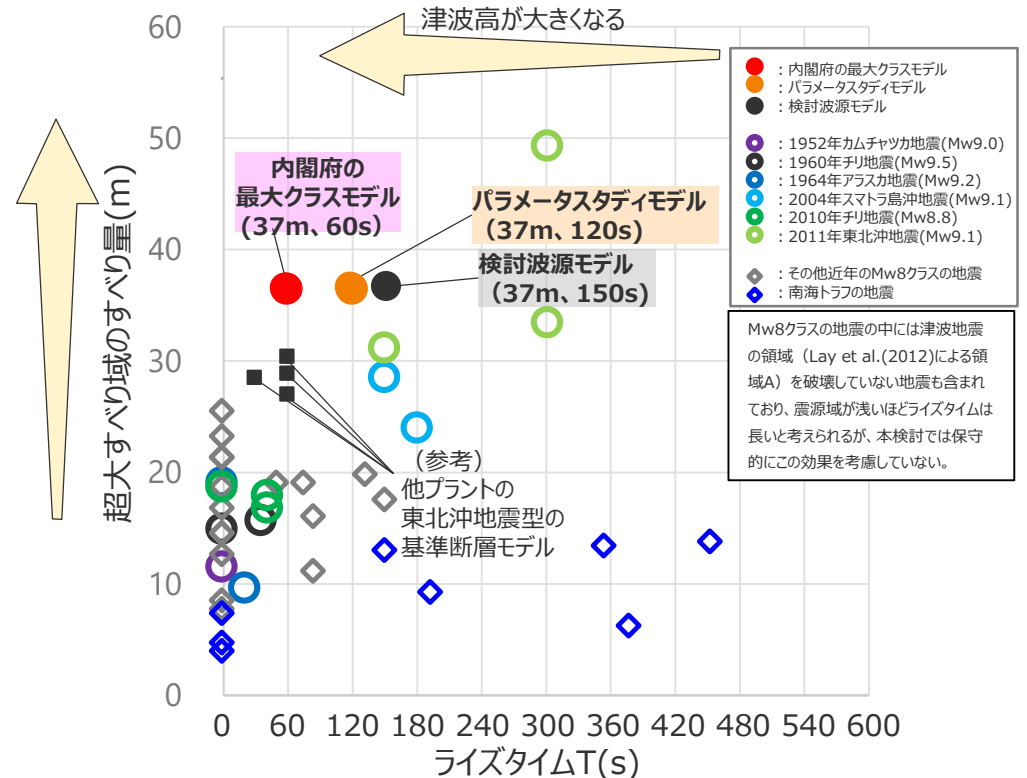


(1) 断層運動が瞬時の場合



(2) 断層運動がライズタイムを伴う場合

海底の隆起に伴う津波励起のイメージ
(河田ほか(2006)、加藤ほか(2020)に基づく)



国内外の地震の津波インバージョン結果の断層すべり量とライズタイム
(加藤ほか(2020)を基に作成)

・上記の津波インバージョン結果のすべり量とライズタイムは、検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)で比較するため、スケーリング則 ($D, T \propto Mo^{1/3}$)に基づきMw9.1相当のすべり量とライズタイムの組合せにスケーリングしている。

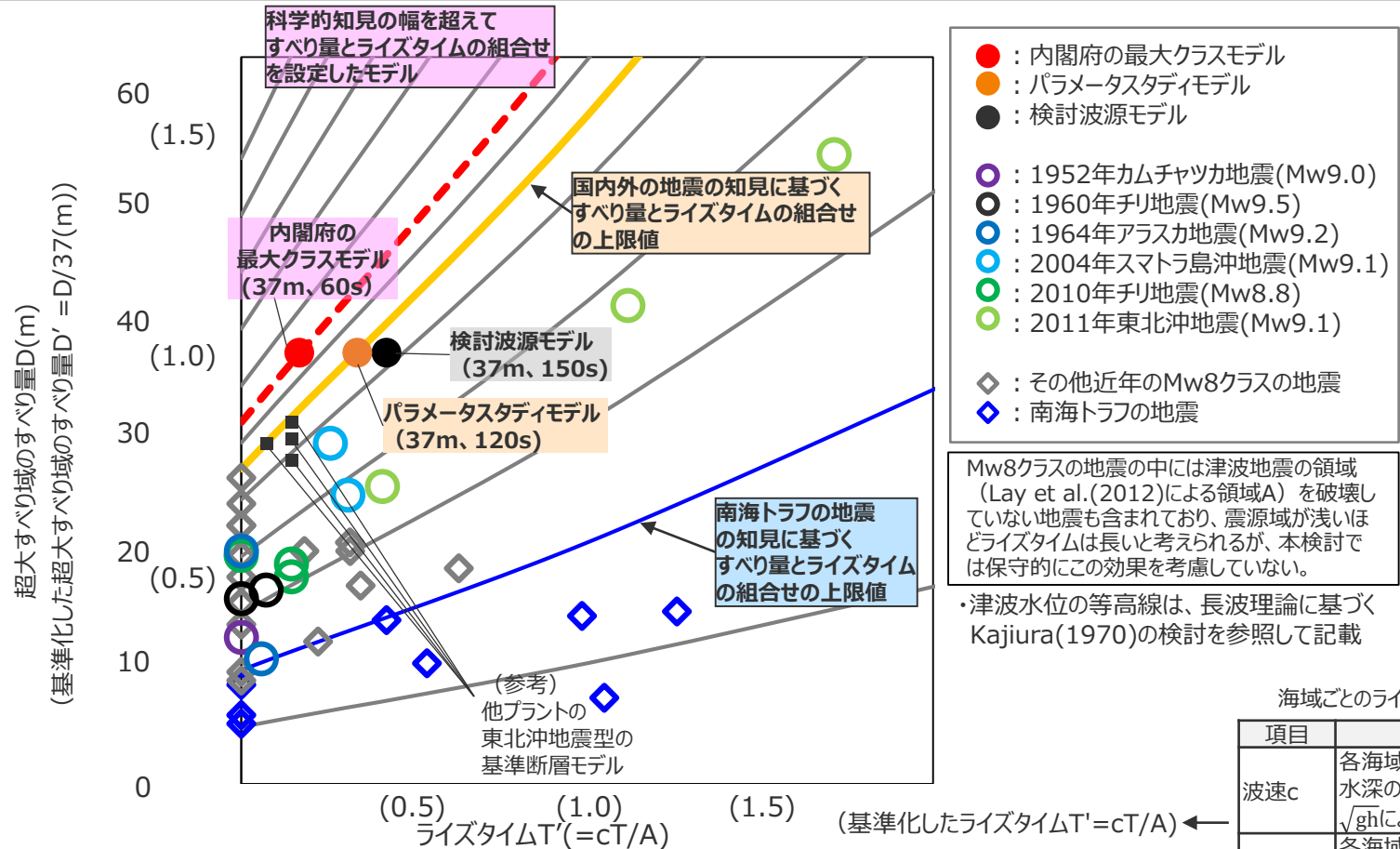
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)
(国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの分析 (海域ごとの波速と隆起幅による基準化))

■ 国内外のMw8～9の地震の津波インバージョン結果のすべり量とライズタイムの組合せについて、検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)で比較するため、スケーリング則 ($D, T \propto Mo^{1/3}$)に基づき、Mw9.1相当のすべり量とライズタイムの組合せにスケーリングした上で、長波理論に基づく比較分析を行った。

【分析結果】

- ライズタイムが0もしくは小さい波源モデルは断層すべり量も小さく、ライズタイムが長い波源モデルは断層すべり量も大きい。
- 内閣府の最大クラスモデルの超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せ (37m、60s) は、国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて大きく設定されている。



国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの比較分析結果 (加藤ほか(2020)を基に作成)
(ライズタイムを海域ごとの波速と隆起幅により基準化)

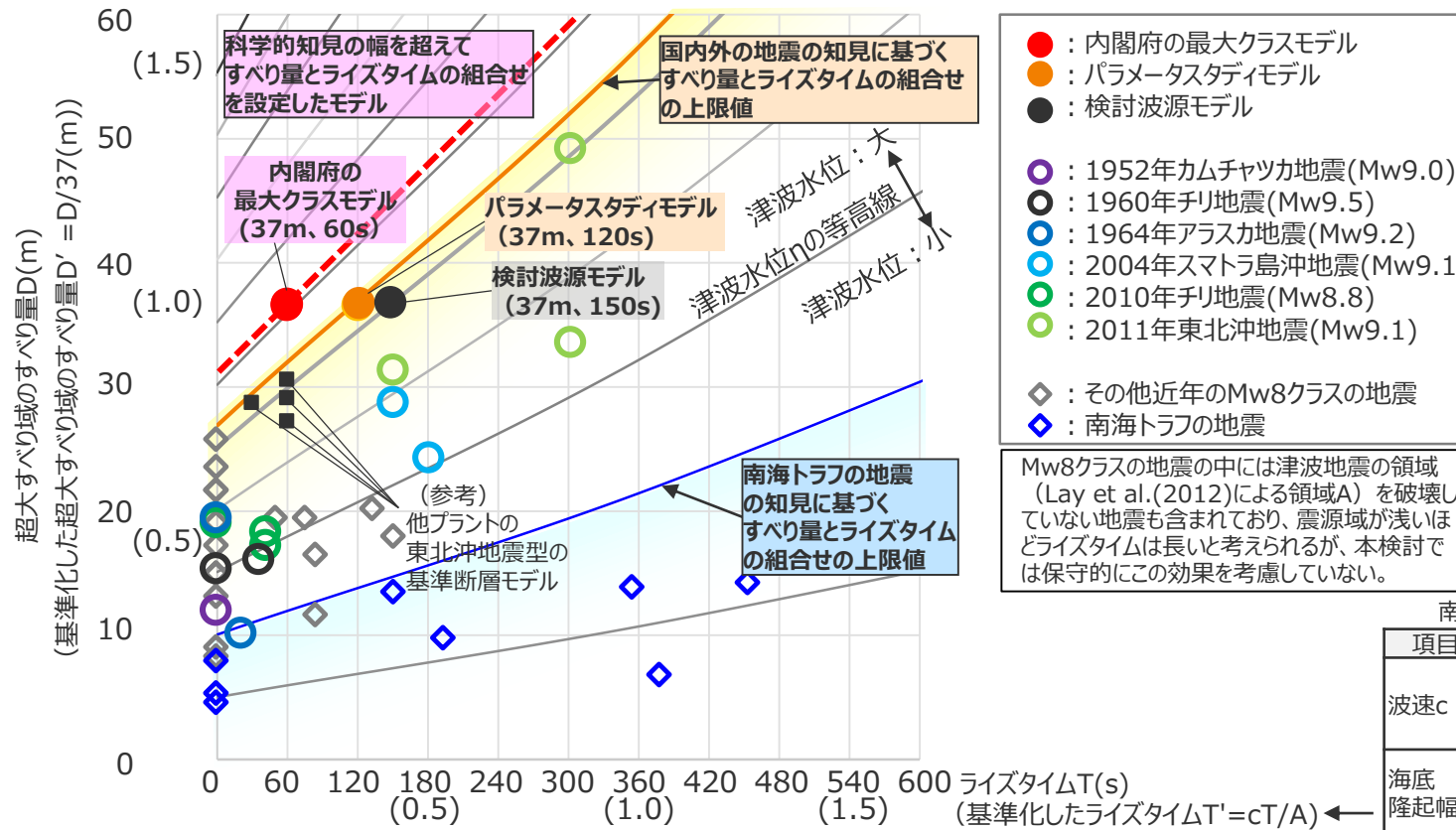
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)

(国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの分析)

- 国内外のMw8～9の地震の津波インバージョン結果のすべり量とライズタイムの組合せについて、検討波源モデルの地震規模(Mw9.1)で比較するため、スケーリング則 ($D, T \propto M_o^{1/3}$)に基づき、Mw9.1相当のすべり量とライズタイムの組合せにスケーリングした上で、長波理論に基づく比較分析を行った。
- なお、ここでは、浜岡原子力発電所地点への津波影響の大小を比較するため、南海トラフ海域を対象として、海底隆起の大きい浅部領域の波速と幅を代表値として用いて基準化を行った。

また、南海トラフの地震の知見に基づくすべり量とライズタイムの組合せの上限値 (青線) を考えると、南海トラフにおいて内閣府の最大クラスモデルのすべり量とライズタイムの組合せを持つ地震が発生する可能性は低いと考えられる。



南海トラフ海域のライズタイムの基準化パラメータ

項目	数値	算定根拠
波速c	140 m/s	南海トラフの深さ約4,000mの1/2を南海トラフの浅部領域の平均水深hとし、 \sqrt{gh} により算定
海底隆起幅A	50 km	南海トラフの浅部領域の幅は、地震調査委員会の長期評価の評価対象領域から算定

国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの比較分析結果
(ライズタイムを南海トラフ海域の波速と隆起幅により基準化)

・津波水位の等高線は、長波理論に基づくKajiura(1970)の検討を参照して記載

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

（国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの分析（海域ごとの波速と隆起幅による基準化））

■ 国内外のMw9クラスの地震のすべり量とライズタイムについて、各海域の浅部領域の波速と幅により基準化した結果は、以下のとおり。

海底地形パラメータによるすべり量とライズタイムの基準化結果（Mw9クラスの地震の津波インバージョンモデル）

地震名	津波インバージョンの文献名	津波インバージョンモデルの すべり量とライズタイム (Mw9.1規模にスケールリング後) ¹⁾		各海域のパラメータ			基準化した 隆起量 D' ⁵⁾	基準化したライズタイムT'	
		すべり量 D (m)	ライズタイム T (s)	海溝軸付近の 平均水深(m) ²⁾	浅部領域の 波速c(m/s) ³⁾	浅部領域の 幅A(km) ⁴⁾		(南海トラフ海域 で基準化) ⁶⁾	(各海域で 基準化) ⁷⁾
1952年カムチャツカ地震(Mw9.0)	Johnson and Satake (1999)	12.5	0	6,500	178	53	0.34	0.00	0.00
1960年チリ地震(Mw9.5)	Fujii and Satake(2012)	16.4	36	4,000	140	70	0.45	0.10	0.07
	Sanchez(2006)	15.8	0	4,000	140	70	0.43	0.00	0.00
1964年アラスカ地震(Mw9.2)	Johson and Satake(1996)	19.9	0	4,000	140	51	0.54	0.00	0.00
	Ichinose et al.(2007)	10.7	21	4,000	140	51	0.29	0.06	0.06
2004年スマトラ島沖地震(Mw9.1)	Hirata et al.(2006)	29.1	150	4,000	140	82	0.79	0.42	0.26
	Fujii and Satake (2007)	24.6	180	4,000	140	82	0.67	0.50	0.31
2011年東北沖地震(Mw9.1)	内閣府(2012b)	33.8	300	6,000	171	126 ⁸⁾	0.69 ⁸⁾	0.84	0.41
	杉野ほか(2013)	49.2	300	6,000	171	30 ⁸⁾	1.46 ⁸⁾	0.84	1.71
	Satake et al. (2013)	31.7	150	6,000	171	23 ⁸⁾	1.11 ⁸⁾	0.42	1.12

海底地形パラメータによるすべり量とライズタイムの基準化結果（Mw9クラスの地震の想定モデル）

想定モデル名	想定モデルの すべり量とライズタイム	各海域のパラメータ			基準化した 隆起量 D' ⁵⁾	基準化したライズタイムT'			
		すべり量 D (m)	ライズタイム T (s)	海溝軸付近の 平均水深(m) ²⁾		浅部領域の 波速c(m/s) ³⁾	浅部領域の 幅A(km) ⁴⁾	(南海トラフ海域 で基準化) ⁶⁾	(各海域で 基準化) ⁷⁾
東北沖地震型の 特性化モデル	検討波源モデル(Mw9.1)	36.8	150	4,000	140	50	1.00	0.42	0.42
	パラメータスタディモデル(Mw9.1)	36.8	120	4,000	140	50	1.00	0.34	0.34
	内閣府モデル(Mw9.1)	36.8	60	4,000	140	50	1.00	0.17	0.17
他プラントの東北沖地震型の 特性化モデル	モデルa(Mw9.1)	28.9	30	6,000	171	70	0.79	0.08	0.07
	モデルb(Mw9.0)	27.4	60	6,000	171	70	0.75	0.17	0.15
	モデルc(Mw9.0)	30.7	60	6,000	171	70	0.84	0.17	0.15
	モデルd(Mw9.1)	29.4	60	6,000	171	70	0.80	0.17	0.15

- 1) 各津波インバージョン結果のライズタイムおよびそのMw9.1規模へのスケールリング方法については補足説明資料6-5に示す。
- 2) 海溝軸付近の平均水深は、海底地形図から読み取り。
- 3) 海溝軸付近の平均水深の1/2を海域の平均水深 h_a と考え、 $c = \sqrt{gh_a}$ により算出。
- 4) 南海トラフと日本海溝の浅部領域の幅は、地震調査委員会の長期評価の評価対象領域から読み取った。
また、国外の海域の浅部領域の幅は、Heuret et al.(2011)に基づく海溝軸～地震発生域の下限の幅の1/3を設定した。
- 5) $D' = D/36.8(m)$ により算出。
- 6) 南海トラフ海域のパラメータ ($c=140m/s$, $A=50(km)$) を用いて、 $T' = cT/A$ により算出。
- 7) 各海域のパラメータ (c , A) を用いて、 $T' = cT/A$ により算出。
- 8) 加藤ほか(2020)による地殻変動量の分析結果に基づく。

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見） （国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの分析（海域ごとの波速と隆起幅による基準化））

■ 国内外のMw8クラスの地震のすべり量とライズタイムについて、各海域の浅部領域の波速と幅により基準化した結果は、以下のとおり。

海底地形パラメータによるすべり量とライズタイムの基準化結果（Mw8クラスの地震の津波インバージョンモデル）

地震名	津波インバージョンの文献名	津波インバージョンモデルの すべり量とライズタイム (Mw9.1規模にスケールリング後) ¹⁾		各海域のパラメータ			基準化した 隆起量 D' ⁵⁾	基準化したライズタイムT'	
		すべり量 D (m)	ライズタイム T (s)	海溝軸付近の 平均水深(m) ²⁾	浅部領域の 波速c(m/s) ³⁾	浅部領域の 幅A(km) ⁴⁾		(南海トラフ海域 で基準化) ⁶⁾	(各海域で 基準化) ⁷⁾
2001年ペルー地震(Mw8.4)	Adriano et al.(2016)	24.1	0	6,500	178	45	0.65	0.00	0.00
	Tanioka et al.(2004)	12.0	84	7,000	185	70	0.33	0.24	0.22
2003年十勝沖地震(Mw8.2)	谷岡ほか(2004)	8.7	0	7,000	185	70	0.24	0.00	0.00
	Romano et al.(2010)	15.4	0	7,000	185	70	0.42	0.00	0.00
2005年スマトラ島沖地震(Mw8.6)	Yatimantoro(2013)	22.2	0	4,500	148	69	0.60	0.00	0.00
2006年千島列島沖地震(Mw8.3)	Fujii and Satake(2008a)	18.5	150	7,500	192	46	0.50	0.42	0.63
	Baba et al.(2009)	20.0	75	7,500	192	46	0.54	0.21	0.31
2007年ペルー地震(Mw8.2)	Hebert et al.(2009)	15.4	0	5,000	157	41	0.42	0.00	0.00
	Jimenez et al.(2014)	19.6	0	5,000	157	41	0.53	0.00	0.00
2007年スマトラ地震(Mw8.4)	Fujii and Satake(2008b)	20.5	132	5,500	164	69	0.56	0.37	0.31
	Lorito et al.(2008)	22.0	0	5,500	164	69	0.60	0.00	0.00
	Gusman et al.(2010)	9.7	0	5,500	164	69	0.26	0.00	0.00
2010年チリ地震(Mw8.8)	Fujii and Satake(2012)	18.8	42	5,000	157	45	0.51	0.12	0.15
	Yue et al.(2014)	17.8	42	5,000	157	45	0.48	0.12	0.15
	Yoshimoto et al.(2016)	19.6	0	5,000	157	45	0.53	0.00	0.00
2013年ソロモン諸島沖地震(Mw8.0)	Romano et al.(2015)	26.3	0	6,000	171	28	0.71	0.00	0.00
2014年チリ地震(Mw8.2)	Gusman et al.(2015)	16.8	84	7,000	185	45	0.46	0.24	0.35
2015年チリ地震(Mw8.3)	Melgar et al.(2016)	20.0	50	5,500	164	45	0.54	0.14	0.18
	Romano et al.(2016)	17.5	0	5,500	164	45	0.48	0.00	0.00
	Fuentes et al.(2016)	13.5	0	5,500	164	45	0.37	0.00	0.00
1944年東南海地震(Mw8.1)	Tanioka and Satake(2001b)	8.6	0	4,000	140	50	0.23	0.00	0.00
	Baba et al.(2006)	10.2	192	4,000	140	50	0.28	0.54	0.54
	Satake(1993)	5.1	0	4,000	140	50	0.14	0.00	0.00
	Kato and Ando(1997)	14.4	352	4,000	140	50	0.39	0.99	0.99
1946年南海地震(Mw8.3)	Tanioka and Satake(2001a)	14.8	450	4,000	140	50	0.40	1.26	1.26
	Baba et al.(2002)	14.0	150	4,000	140	50	0.38	0.42	0.42
	Satake(1993)	6.0	0	4,000	140	50	0.16	0.00	0.00
	Kato and Ando(1997)	7.5	375	4,000	140	50	0.20	1.05	1.05

1) 各津波インバージョン結果のライズタイムおよびそのMw9.1規模へのスケールリング方法については補足説明資料6-5に示す。

2) 海溝軸付近の平均水深は、海底地形図から読み取り。

3) 海溝軸付近の平均水深の1/2を海域の平均水深 h_a と考え、 $c = \sqrt{gh_a}$ により算出。

4) 南海トラフと日本海溝の浅部領域の幅は、地震調査委員会の長期評価の評価対象領域から読み取った。

また、国外の海域の浅部領域の幅は、Heuret et al.(2011)に基づく海溝軸～地震発生域の下限の幅の1/3を設定した。

5) $D' = D/36.8(m)$ により算出。

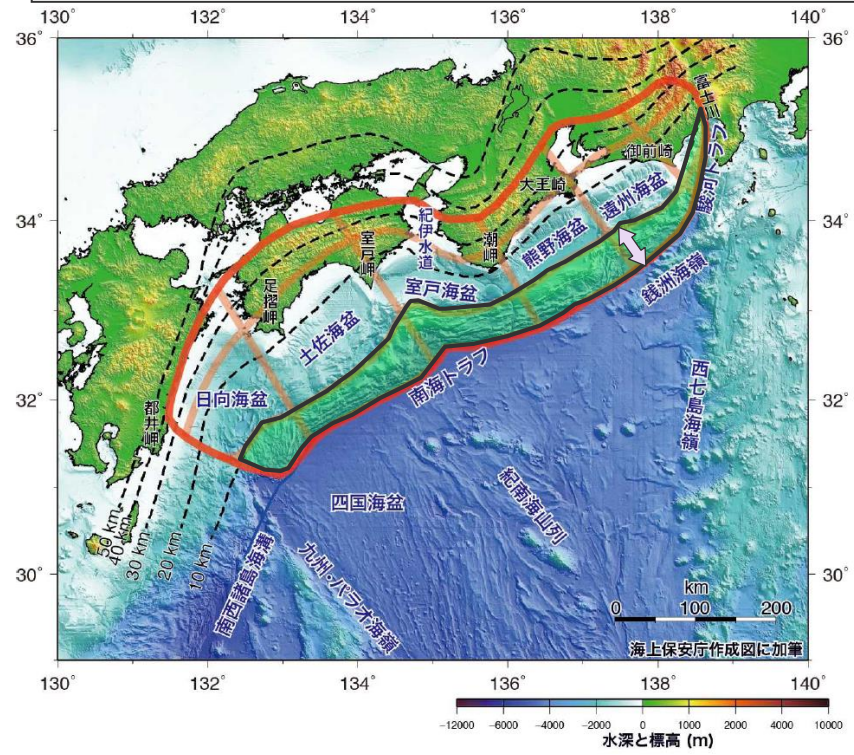
6) 南海トラフ海域のパラメータ ($c=140m/s$, $A=50(km)$) を用いて、 $T' = c T/A$ により算出。 7) 各海域のパラメータ (c , A) を用いて、 $T' = c T/A$ により算出。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

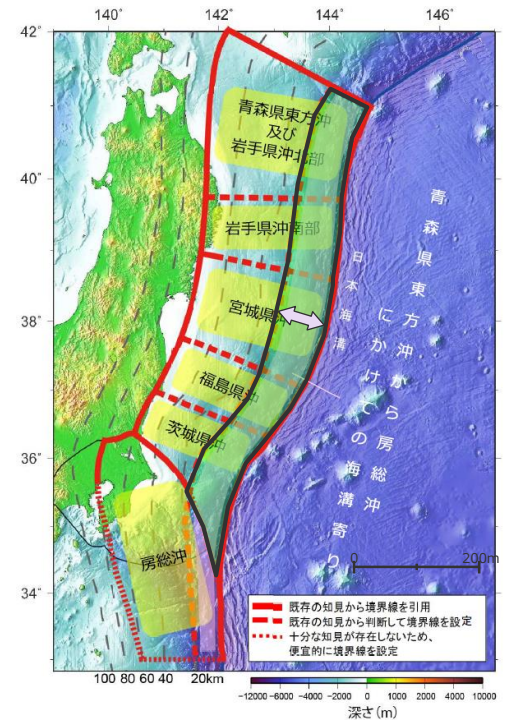
②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)

(各海域の浅部領域の波速と幅の代表値の設定例 (南海トラフ、日本海溝))

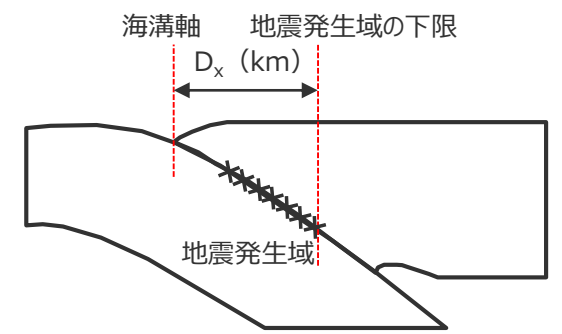
- 南海トラフと日本海溝を含む各海域の浅部領域の波速は、海溝軸の水深の1/2を浅部領域の平均水深とし、 \sqrt{gh} により算出した。
- 南海トラフと日本海溝の浅部領域の幅は、地震調査委員会の長期評価の評価対象領域から読み取った。国外の海域の浅部領域の幅は、南海トラフと日本海溝の浅部領域の幅と海溝軸～地震発生域の下限間の幅の比が1:3程度であることを踏まえて、Heuret et al.(2011)に基づく海溝軸～地震発生域の下限の幅の1/3を浅部領域の幅として設定した。



(地震調査委員会 (2013) を基に作成)
南海トラフの浅部領域



(地震調査委員会 (2019) を基に作成)
日本海溝の浅部領域



地震発生域の下限～海溝軸間のイメージ

凡例

- ⇔ 浅部領域の幅
- 浅部領域

南海トラフにおける浅部領域の幅と地震発生域の下限～海溝軸間の幅の比率

海溝軸付近の平均水深 h(m)	浅部領域の幅 A (km)	海溝軸～地震発生域の下限間の幅 ¹⁾ Dx (km)	A/Dx
約4,000	約50	160	約1/3

1) Heuret et al.(2011)に基づく

日本海溝における浅部領域の幅と地震発生域の下限～海溝軸間の幅の比率

海溝軸付近の平均水深 h(m)	浅部領域の幅 A (km)	海溝軸～地震発生域の下限間の幅 ¹⁾ Dx (km)	A/Dx
約7,500	約70	210	約1/3

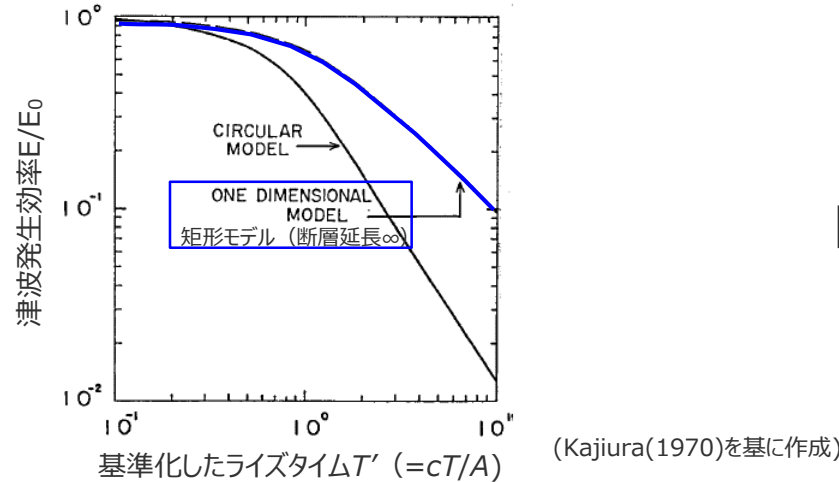
1) Heuret et al.(2011)に基づく

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

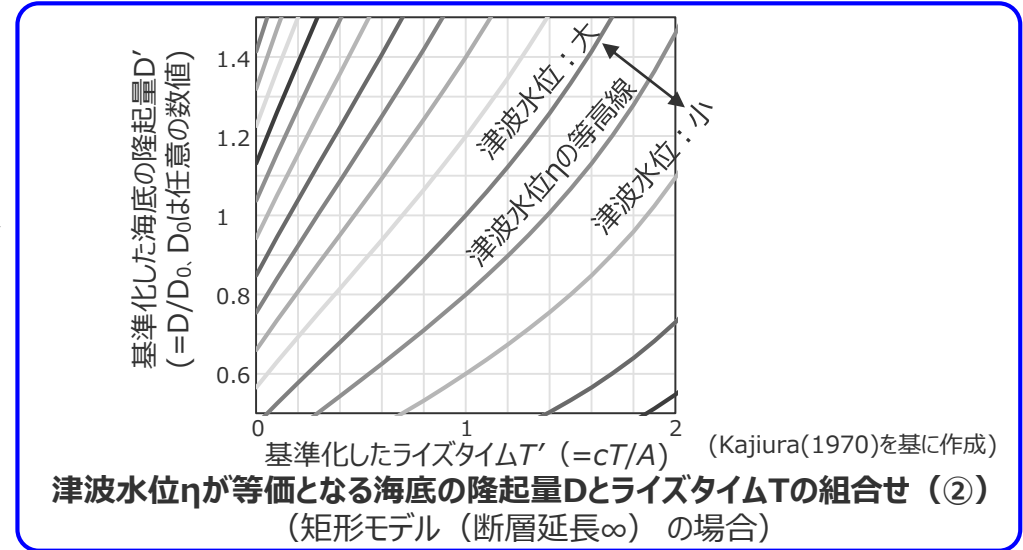
②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)

(参考：長波理論に基づくすべり量とライズタイムの組合せの関係)

- 長波理論に基づく、海面の津波水位は、海底の隆起量に関わる断層のすべり量と海底の隆起時間に関わるライズタイムの組合せに依存する。
- Kajiura(1970)は、長波理論の基礎方程式を展開し、海面の津波水位が海底の隆起量と隆起時間に依存する関係の理論解を導出している。



津波発生効率 E/E_0 とライズタイム T の関係 (①)



津波水位 η が等価となる海底の隆起量 D とライズタイム T の組合せ (②)
(矩形モデル (断層延長 ∞) の場合)

- 津波水位比 η とライズタイム T の関係式 (Kajiura(1970)に基づく)
長波理論に基づく、矩形モデル (断層延長 ∞) の場合、
ライズタイム T を考慮した津波エネルギー E と瞬時破壊での津波エネルギー E_0 の比は、

$$\frac{E}{E_0} = \left\{ \begin{array}{ll} 1 - T'/3 & (\text{for } T' \leq 1) \\ \frac{1}{T'^2} \cdot (T' - 1/3) & (\text{for } T' > 1) \end{array} \right\} \dots \textcircled{1}$$

ここで、 E ：津波エネルギー、 E_0 ：瞬時破壊での津波エネルギー
 T' ：基準化したライズタイム ($=cT/A$)
 c ：波速、 T ：ライズタイム、 A ：海底の隆起幅

断層破壊終了後の津波エネルギーの分布幅を W とすると、
ライズタイム 0 の場合の分布幅 W_0 との比は、

$$\frac{W}{W_0} = \frac{A + 2cT}{A} = 1 + 2T' \dots \textcircled{a}$$

また、津波エネルギー E_0 と津波水位 η 、海底の隆起量 D の関係は、

$$E \propto \eta^2 W, \quad E_0 \propto \eta_0^2 W_0 (= D^2 W_0) \dots \textcircled{b}$$

①、(a)、(b)より、ある任意の津波水位 η となる海底の隆起量 D とライズタイム T' の組合せは、以下により求まる。

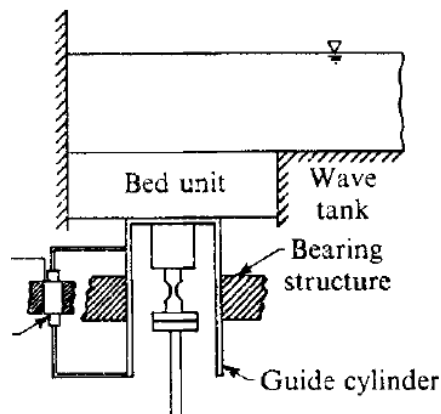
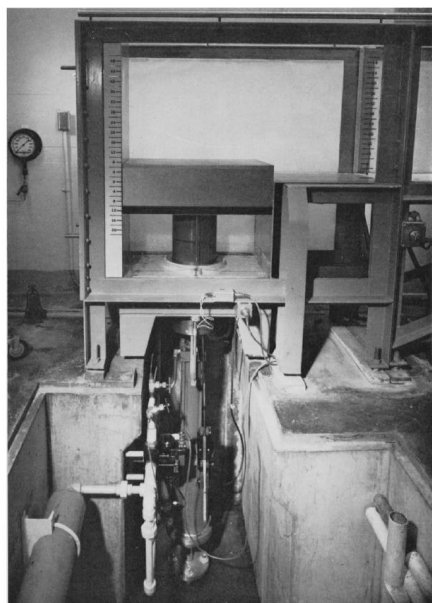
$$\eta(\text{一定値}) = D \times \sqrt{\frac{E/E_0}{W/W_0}} = \left\{ \begin{array}{ll} D \times \sqrt{\frac{1 - T'/3}{1 + 2T'}} & (\text{for } T' \leq 1) \\ D \times \sqrt{\frac{T' - 1/3}{T'^2(1 + 2T')}} & (\text{for } T' > 1) \end{array} \right\} \dots \textcircled{2}$$

・敷地と南海トラフとの位置関係から、敷地に対する南海トラフの延長 (約700km) は無限大とみなせるため、Kajiura(1970)に基づく関係は矩形モデル (断層延長 ∞) の場合で検討した。
また、Kajiura(1970)に基づく関係については、実験的に検証されているほか、ライズタイムの違いによる敷地前面～沖合の津波水位の比較からもその妥当性を確認している。

②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)

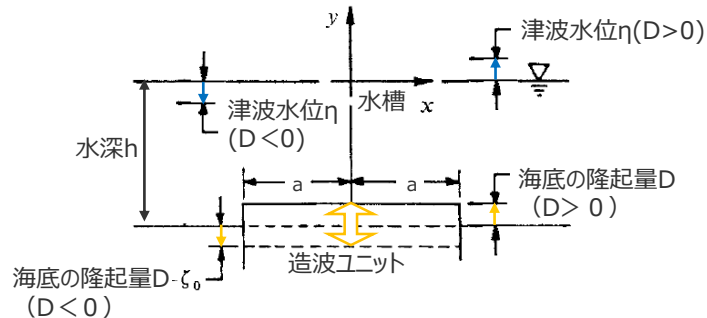
(参考：長波理論に基づくすべり量とライズタイムの組合せの検証事例)

- 長波理論に基づく津波水位に対して等価となる断層すべり量とライズタイムの組合せは、津波の数値シミュレーションに一般的に用いられる長波理論の基礎方程式を展開したものであり、長波理論を用いた津波の数値シミュレーションで再現可能なものである。
- また、Hammack(1973)は、長波理論、表面波理論に基づく海面の津波水位 η 、海底の隆起量 D 、ライズタイム T の関係を導出するとともに、地盤変動の幅・方向、水深を変えた複数のケースで実験的に検証し、理論解と実験結果とが整合的であることを確認している。



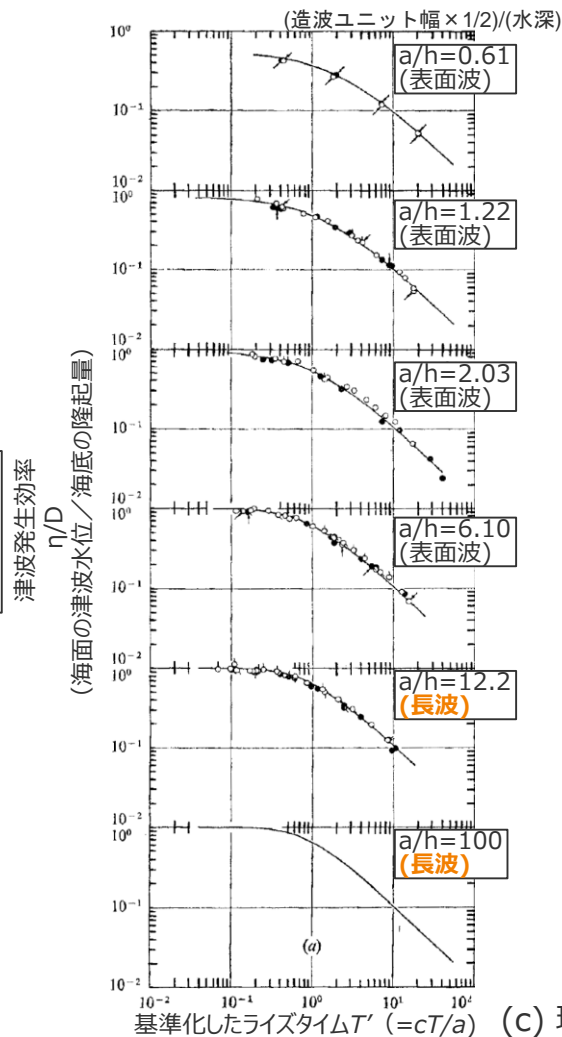
実験水槽：長さ31.6m×深さ61cm×幅39cm
 (103.8ft×2ft×15.5in)
 造波ユニット：長さ61cmもしくは122cm
 水深：5cm～50cm

(a)実験装置



(b)造波ユニットの空間変形

Hammack(1973)による津波発生効率とライズタイムとの関係の実験的検証



長波理論・表面波理論に基づく理論解

実験結果

[隆起ケース ($D > 0$)] : ○
 [沈降ケース ($D < 0$)] : ●

[$|D/h|$ (地盤変動量と水深の比)] :

○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●
 < 0.2 0.2 0.3 0.4 0.5
 ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●
 0.6 0.8 0.9 1.0

[造波ユニット長さ61cmのケース] : (矢印あり)
 [造波ユニット長さ122cmのケース] : (矢印なし)

・c: 波速

(c) 理論解と実験結果との比較

(Hammack(1973) を基に作成)

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)

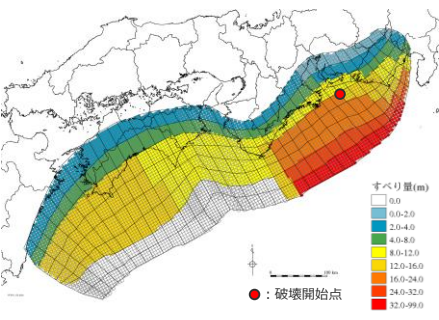
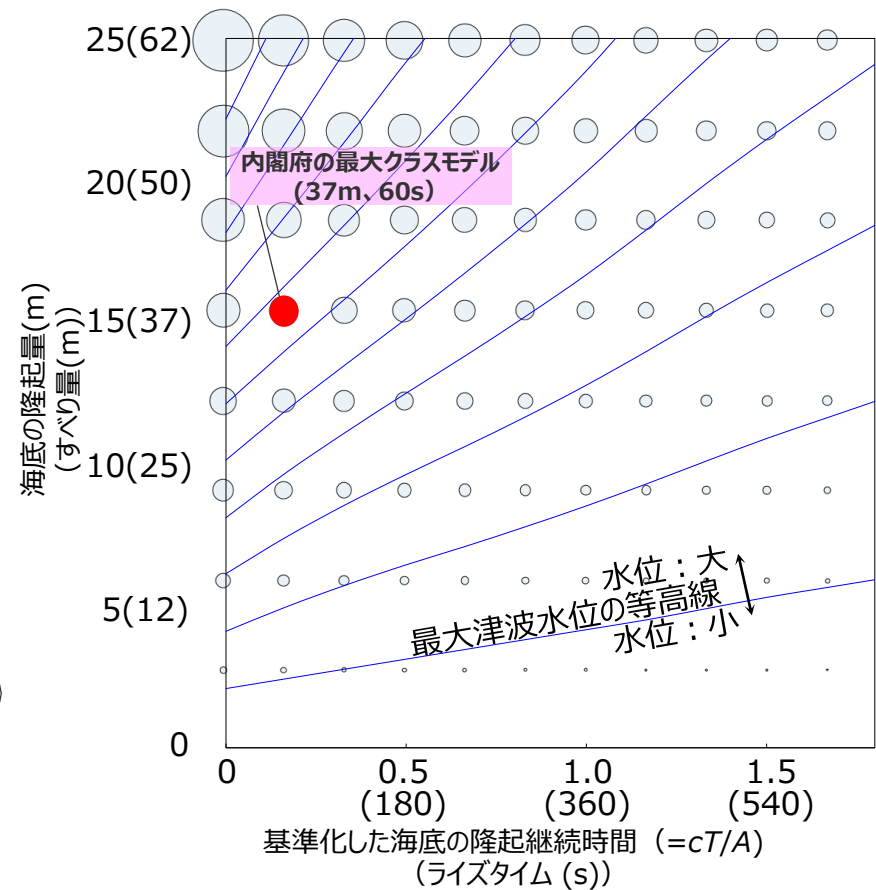
(参考：すべり量とライズタイムの組合せに関する解析的検討)

■ 長波理論に基づく断層すべり量とライズタイムの組合せの比較分析について、浜岡原子力発電所の津波評価への適用性について確認するため、内閣府の最大クラスモデル(すべり量37m、ライズタイム60s)のすべり量とライズタイムを独立に変更して網羅的に組合せたケース(すべり量設定9ケース×ライズタイム設定11ケース=計99ケース)の解析を実施し、御前崎の沖合10km地点の津波水位の影響が等価となるすべり量とライズタイムの組合せに係る等高線を検討した。

計算条件

項目	設定
数値解析手法	非線形長波理論による平面二次元解析
海面変位の与え方	Mansinha and Smylie(1971)の方法で計算される鉛直変位を海面上に与える
基本とする断層モデル	内閣府の最大クラスモデルケース①
すべり量	全小断層のすべり量を内閣府の最大クラスモデルケース①の0倍～1.6倍の範囲で設定。 (0倍、0.2倍、0.4倍、0.6倍、0.8倍、1.0倍、1.2倍、1.4倍、1.6倍の9ケース)
ライズタイム	ライズタイム0s～600sの範囲で設定。 (0s、60s、120s、180s、240s、300s、360s、420s、480s、540s、600sの11ケース)
破壊伝播速度	2.5 (km/s)
破壊開始点	大すべり域の下端中央

○：解析結果の最大津波水位
(円の半径が左表の最大津波水位と対応)
—：解析結果から算定される最大津波水位の等高線



内閣府の最大クラスモデル

南海トラフの津波波源モデルの解析結果 (御前崎の沖合10km地点の最大津波水位※)

御前崎の沖合10km地点の最大津波水位		ライズタイム(S)										
		0s	60s	120s	180s	240s	300s	360s	420s	480s	540s	600s
すべり量(m) (倍率)	58.9m (1.6倍)	2.12	1.75	1.46	1.30	1.16	1.07	0.97	0.88	0.81	0.76	0.71
	51.5m (1.4倍)	1.79	1.49	1.28	1.14	1.02	0.94	0.85	0.78	0.71	0.66	0.62
	44.2m (1.2倍)	1.50	1.23	1.10	0.98	0.87	0.80	0.73	0.67	0.61	0.57	0.54
	36.8m (1.0倍)	1.18	1.00	0.92	0.82	0.73	0.67	0.61	0.56	0.52	0.48	0.45
	29.4m (0.8倍)	0.94	0.82	0.73	0.65	0.59	0.54	0.49	0.45	0.41	0.39	0.36
	22.1m (0.6倍)	0.76	0.63	0.54	0.49	0.44	0.40	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27
	14.7m (0.4倍)	0.52	0.42	0.36	0.32	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
	7.4m (0.2倍)	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10	0.09
	0.0m (0.0倍)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

※内閣府の最大クラスモデル(すべり量37m、ライズタイム60s)による御前崎沖合10km地点の水位の解析結果(6.18m)で基準化防波壁の高さを無限大として解析を実施

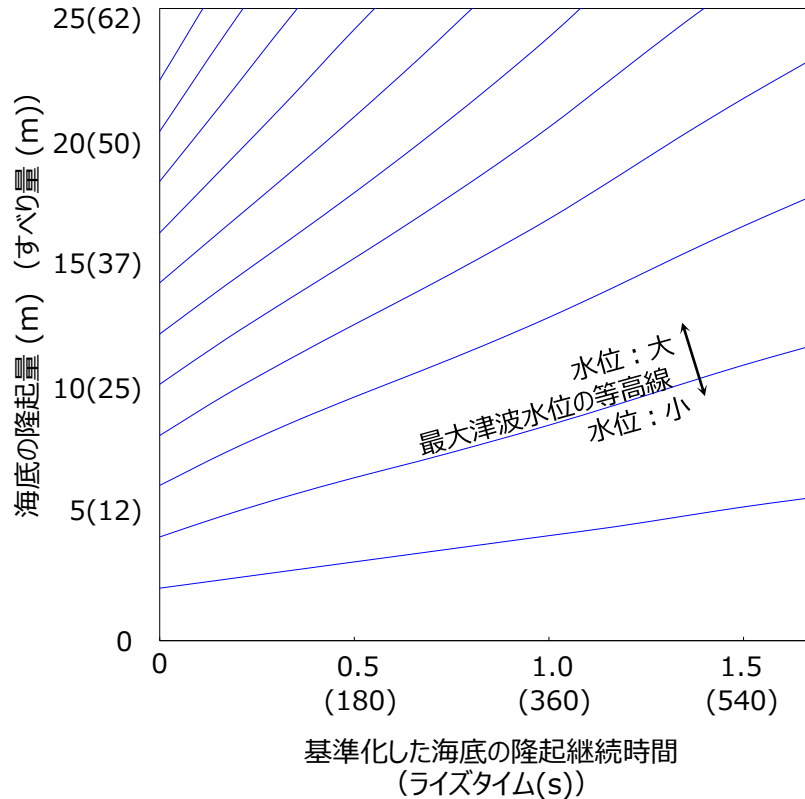
南海トラフの津波波源モデルの解析結果に基づくすべり量とライズタイムとの関係

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

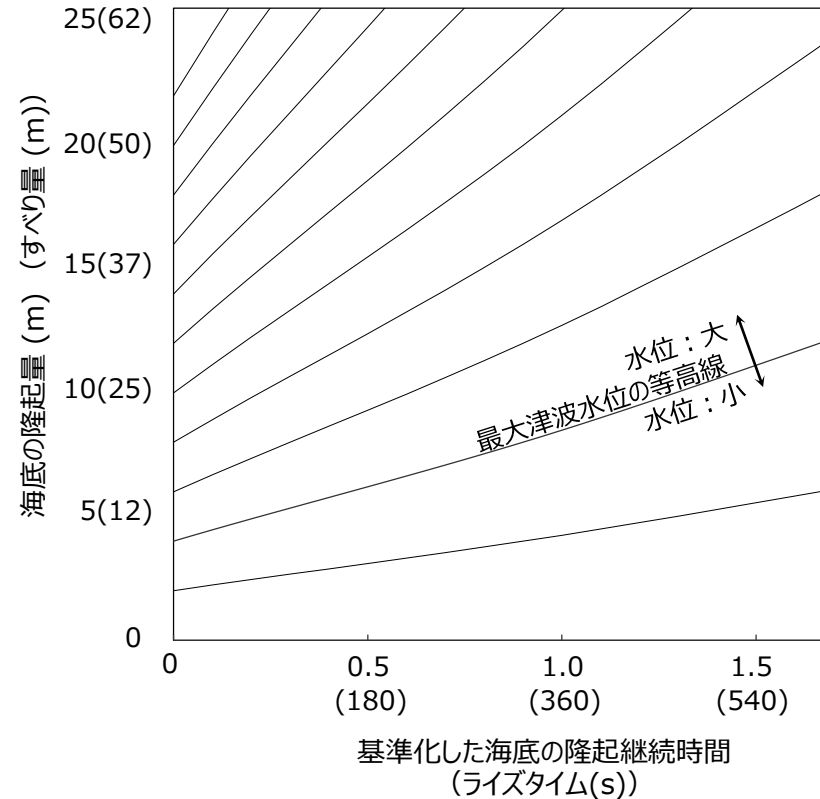
②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

（参考：すべり量とライズタイムの組合せに関する解析的検討（検討結果））

- 長波理論に基づく断層すべり量とライズタイムの組合せの比較分析について、浜岡原子力発電所敷地の津波評価への適用性について確認するため、内閣府の最大クラスモデル(すべり量37m、ライズタイム60s)のすべり量とライズタイムを独立に変更して網羅的に組合せたケース（すべり量設定9ケース×ライズタイム設定11ケース＝計99ケース）の解析を実施し、御前崎の沖合10km地点の津波水位の影響が等価となるすべり量とライズタイムの組合せに係る等高線を検討した。
- 検討結果は以下のとおり。



南海トラフの地震の解析結果に基づく津波水位の等高線



長波理論の理論解に基づく津波水位の等高線

南海トラフの地震の解析結果と理論解の津波水位の等高線の比較（加藤ほか(2020)を基に作成）



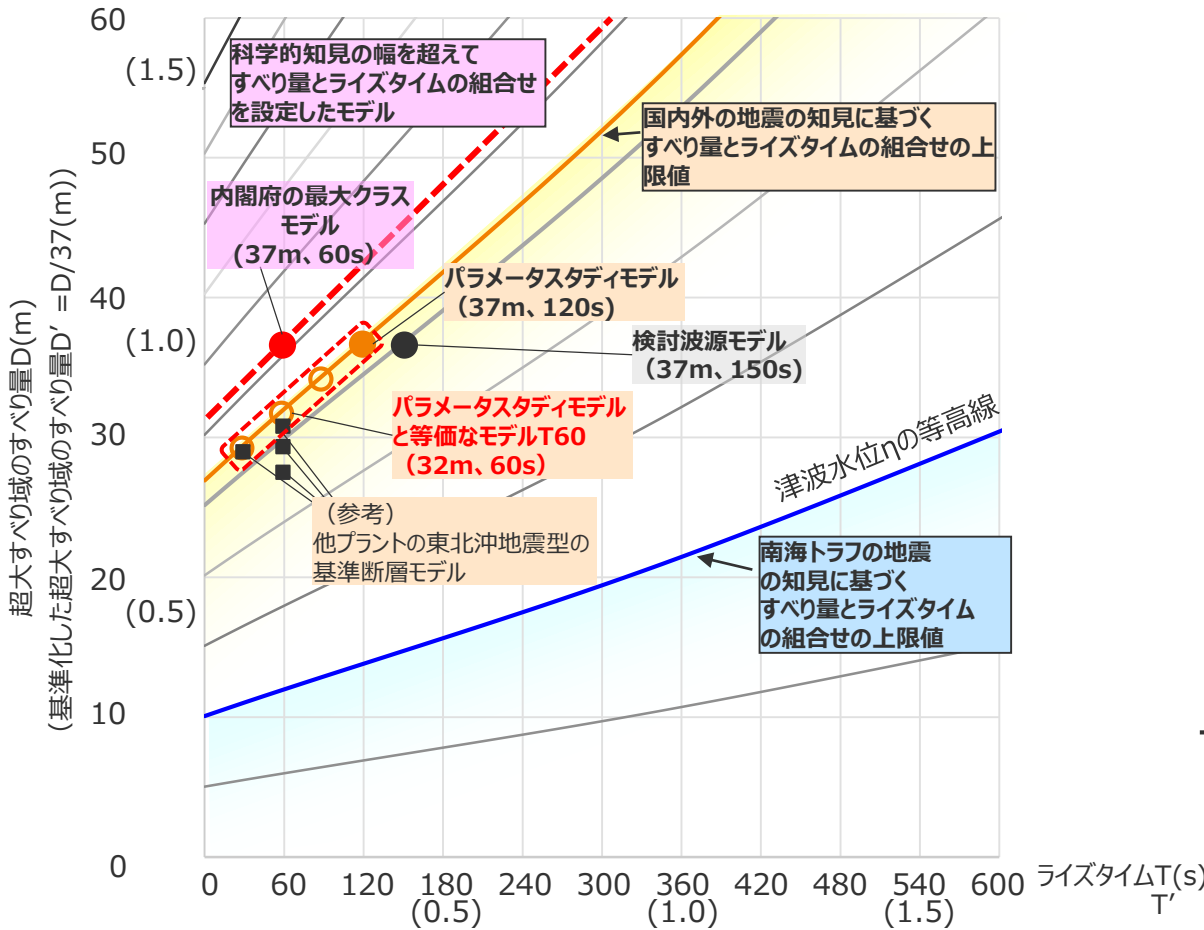
- 南海トラフの津波波源モデルの解析結果に基づくすべり量とライズタイムとの関係は、長波理論に基づくすべり量とライズタイムとの関係と整合しており、最大津波水位の観点から、長波理論に基づく関係式によりすべり量とライズタイムの組合せを整理できることを確認した。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

（参考：パラメータスタディモデルと等価なモデルの検討）

■ ここでは、パラメータスタディモデル（すべり量37m、ライズタイム120s）について、長波理論に基づきすべり量とライズタイムの組合せを変えた「パラメータスタディモデルと等価なモデル」を検討した。



長波理論に基づく沖合水位が等価となる断層すべり量とライズタイムの関係を基に作成
(加藤ほか(2020)を基に作成)

国内外の巨大地震の事例に基づくすべり量とライズタイムの組合せの上限値が設定されたモデル

モデル	超巨大すべり域のすべり量 (m)	ライズタイム (s)	敷地前面津波高 (T.P.m)
パラメータスタディモデル (Mw9.1)	36.8	120	18.9
パラメータスタディモデルと等価なモデルT90 (Mw9.1)	34.4	90	18.9
パラメータスタディモデルと等価なモデルT60 (Mw9.1)	31.9	60	18.7
パラメータスタディモデルと等価なモデルT30 (Mw9.1)	29.4	30	18.2
(参考) 他プラントの東北沖地震型の基準断層モデル	モデルa (Mw9.1)	27.4	60
	モデルb (Mw9.0)	30.7	60
	モデルc (Mw9.0)	29.4	60
	モデルd (Mw9.1)	28.9	30

科学的知見の幅を超えてすべり量とライズタイムの組合せを設定したモデル

内閣府の最大クラスモデル	36.8	60	21.1
--------------	------	----	------

・パラメータスタディモデルおよび「パラメータスタディモデルと等価なモデル」については、すべり量とライズタイムの違いによる影響を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と比較できるように、すべり量とライズタイム以外の条件（破壊伝播速度、破壊開始点等）を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じ設定とした。

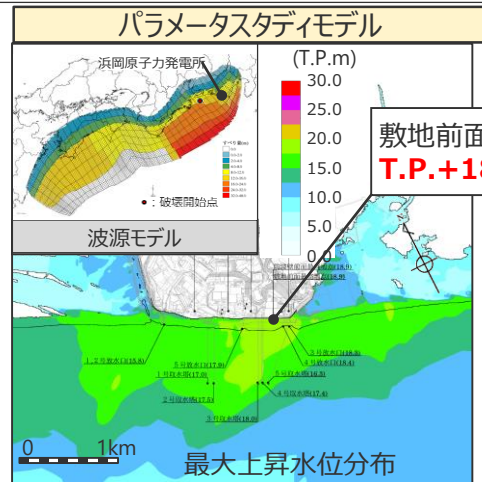
- パラメータスタディモデルと「パラメータスタディモデルと等価なモデル」の津波高はほぼ同じとなることを確認した。
- また、パラメータスタディモデルのすべり量とライズタイムの組合せは、ほぼ同じすべり量とライズタイムの組合せとなっている他プラントの東北沖地震型の断層モデルと同様、国内外の巨大地震の事例に基づくすべり量のライズタイムの組合せの上限値が設定されていることを定量的に確認した。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

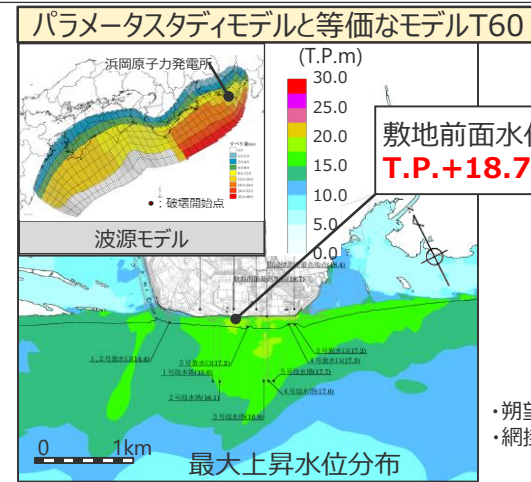
②-1各パラメータの分析 (すべり量とライズタイムの組合せに関する知見)

(参考：パラメータスタディモデルと等価なモデルの検討)

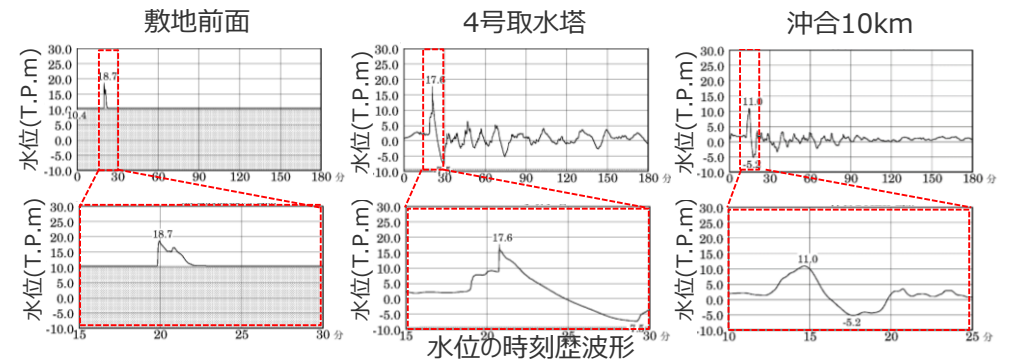
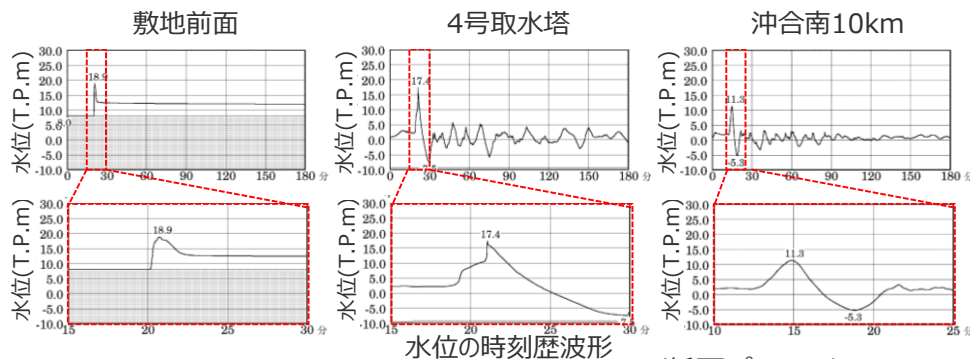
- パラメータスタディモデル (すべり量37m、ライズタイム120s) と長波理論に基づく「パラメータスタディモデルと等価なモデルT60」 (すべり量32m、ライズタイム60s) の最大上昇水位分布および敷地～沖合10km地点の水位の時刻歴波形を示す。
- パラメータスタディモデルとその等価なモデルは、水位分布および水位波形の形状に若干の違いがあるが、敷地～沖合10km地点の津波高はほぼ同じとなっている。
- また、「パラメータスタディモデルと等価なモデルT60 (すべり量32m、ライズタイム60s)」について、平均応力降下量、平均すべり量等のパラメータが、国内外の巨大地震のスケールングに基づき保守的な数値となっていることも確認した。



・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
・網掛け部の上端は 当該地点の標高



・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
・網掛け部の上端は 当該地点の標高



断層パラメータ

モデル	面積 (km ²)	M ₀ (Nm)	M _w	Δσ ^{*1} (MPa)	平均すべり量 ^{*2} (m)	超大すべり域のすべり量(m)	ライズタイム (s)
パラメータスタディモデル(M _w 9.1)	144,379	6.1×10 ²²	9.13	3.0	12.1	36.8	120
パラメータスタディモデルと等価なモデルT60(M _w 9.1)	144,379	5.3×10 ²²	9.08	2.6	10.5	31.9	60

・パラメータスタディモデルおよび「パラメータスタディモデルと等価なモデル」については、すべり量とライズタイムの違いによる影響を内閣府の最大クラスモデル (ケース①) と比較できるように、すべり量とライズタイム以外の条件 (破壊伝播速度、破壊開始点等) を内閣府の最大クラスモデル (ケース①) と同じ設定とした。

*1 スケールング則の対象とした平均応力降下量 *2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (123,700km²) に基づき算出

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

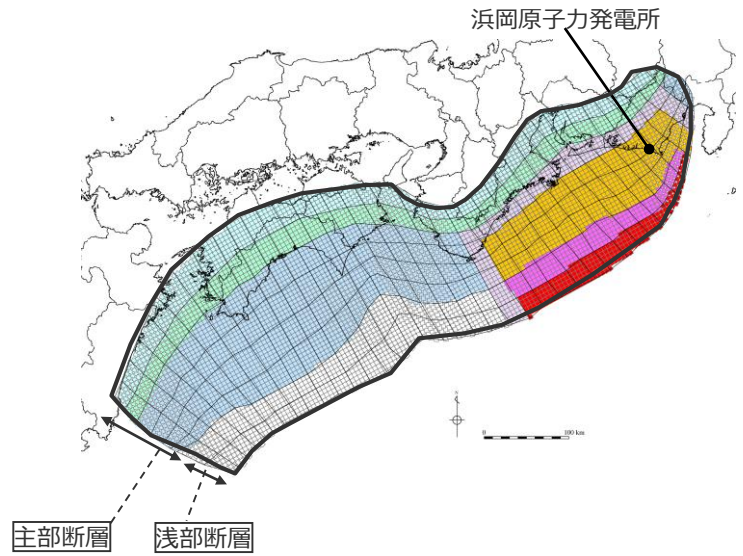
（参考：すべり量分布の設定（パラメータスタディモデル））

■ 検討した「パラメータスタディモデル」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。

- ・検討した「パラメータスタディモデル」および「パラメータスタディモデルと等価なモデル」については、すべり量とライズタイムの違いによる影響を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と比較できるように、すべり量とライズタイム以外の条件（破壊伝播速度、破壊開始点等）を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じ設定とした。
- ・検討波源モデルの各小断層のすべり量の詳細な設定方法、設定したすべり量については6-1を参照。

パラメータスタディモデルのすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
41.7	12.1



津波断層域	} 津波断層域の 全面積の約20%
超大すべり域（平均すべり量の4倍）	
中間大すべり域（平均すべり量の3倍）	
大すべり域（平均すべり量の2倍）	
背景領域	
深い背景領域	
最も深い背景領域	
遷移領域	
浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)	

パラメータスタディモデル

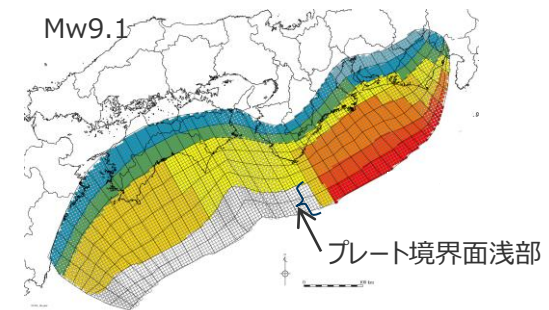
パラメータスタディモデルの小断層のすべり量分布（m）

		西 ←																																				→ 東				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38			
陸側⇄ 海溝軸 ⇄	深度40km↓																																									
	30km↓	1	3.8	3.8	3.6	3.6	3.5	3.5	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.3	2.3	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0		
	20km↓	2	7.5	7.5	7.3	7.3	7.1	7.1	6.4	6.2	6.2	6.0	5.9	5.9	5.7	5.6	5.4	5.4	5.4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	5.2	5.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.0		
		3	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.4	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.5	10.5	11.6	11.6	11.5	11.1	11.1	11.8	11.8	10.4	10.4	8.8	8.8	8.8	7.0	7.0	6.3	6.3	4.0		
	10km↓	4	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	10.5	14.1	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	4.0	
		5	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.1	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	10.8	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	13.8	10.9	10.9	7.6	5.5		
	0km↓	6	15.0	15.0	14.5	14.5	14.1	14.1	14.1	12.8	12.8	12.4	12.4	12.1	11.8	11.8	11.4	11.1	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	14.6	18.2	18.2	17.9	17.9	17.3	20.8	20.8	18.5	18.5	16.3	16.3	13.8	13.8	10.9	7.6	5.5		
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	27.2	27.2	26.9	26.9	26.0	26.0	31.3	31.3	27.7	27.7	24.4	24.4	20.8						
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	37.5	36.3	36.3	35.8	34.6	34.6	41.7	41.7	41.7	37.0	37.0	32.6	27.7							

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

断層パラメータ

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	6.1×10 ²²
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	3.0
	平均すべり量 (m) ※2	12.1
	最大すべり量 (m)	41.7
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10 ¹⁰
	破壊伝播速度 (km/s)	2.5
	ライズタイム (s)	120
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.5×10 ²²
	平均すべり量 (m)	10.0
	最大すべり量 (m)	20.8
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.7×10 ²²
	平均すべり量 (m) ※3	29.0
	最大すべり量 (m)	41.7



パラメータスタディモデル

断層パラメータは以下のとおり設定。

- 津波断層域の面積S：144,379km²
- 大すべり域の面積S_a≒0.2S
- 超大すべり域の面積S_{sa}≒0.05S
- すべり量：
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu^{1/2}$
各小断層のすべり量D_iはフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$ ：主部断層全体の平均の応力降下量(3MPa)
 S_m ：主部断層全体の面積 D_i ：i番目の小断層の断層すべり量
 μ ：剛性率($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ ：密度(2.8g/cm³)、 V_s ：S波速度(3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 2D_i
 - ・浅部断層
超大すべり域のすべり量 4D_i
中間大すべり域のすべり量 3D_i
- 地震モーメントM₀= $\sum \mu D_i S_i$
ここで、S_iはi番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- Mw=(LogM₀-9.1)/1.5
- 破壊伝播速度V_r=2.5km/s
- ライズタイムT=120s

1) スケーリング則M₀= 16/(7π^{3/2})・Δσ・S^{3/2}と地震モーメントの式M₀=μDSから導出
主部断層：深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域（内閣府(2012)）
浅部断層：深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域（内閣府(2012)）

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（123,700km²）に基づき算出
※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積（13,975km²）に基づき算出

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

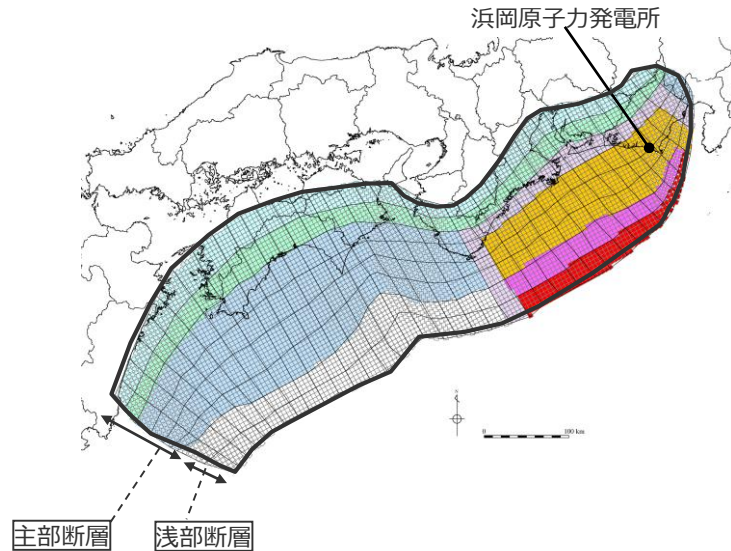
（参考：すべり量分布の設定（パラメータスタディモデルと等価なモデルT90））

■ 検討した「パラメータスタディモデルと等価なモデルT90」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。

- 検討した「パラメータスタディモデル」および「パラメータスタディモデルと等価なモデル」については、すべり量とライズタイムの違いによる影響を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と比較できるように、すべり量とライズタイム以外の条件（破壊伝播速度、破壊開始点等）を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じ設定とした。
- すべり量分布は、すべり量とライズタイムとの関係式（加藤ほか（2020））に基づき、パラメータスタディモデルのすべり量に0.93を乗じて設定。
- 検討波源モデルの各小断層のすべり量の詳細な設定方法、設定したすべり量については6-1を参照。

パラメータスタディモデルと等価なモデルT90のすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
39.0	11.3



- 津波断層域
 - 超大すべり域（平均すべり量の4倍）
 - 中間大すべり域（平均すべり量の3倍）
 - 大すべり域（平均すべり量の2倍）
 - 背景領域
 - 深い背景領域
 - 最も深い背景領域
 - 遷移領域
 - 浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)
- 津波断層域の全面積の約20%

パラメータスタディモデルと等価なモデルT90

西 ←

パラメータスタディモデルと等価なモデルT90の小断層のすべり量分布 (m)

⇨ 東

深度40km↓		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
30km↓	1	3.5	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.0	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.4	2.1	2.1	1.8	1.8	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	0.9	0.9	
	2	7.0	7.0	6.8	6.8	6.6	6.6	6.0	5.8	5.8	5.6	5.5	5.5	5.3	5.2	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.7	4.7	4.7	4.7	4.5	4.8	4.8	4.2	4.2	3.6	3.6	3.6	2.9	2.9	2.9	2.6	2.6	1.9
20km↓	3	14.0	14.0	13.5	13.5	13.2	13.2	12.0	12.0	11.6	11.3	11.3	11.0	10.6	10.6	10.4	10.4	10.1	10.1	9.8	9.8	9.8	10.8	10.8	10.7	10.3	10.3	11.0	11.0	9.7	9.7	8.3	8.3	8.3	6.5	6.5	5.9	5.9	3.7
	4	14.0	14.0	13.5	13.5	13.2	13.2	12.0	12.0	11.6	11.6	11.3	11.0	11.0	10.6	10.4	10.4	10.1	10.1	10.1	10.1	9.8	9.8	13.2	17.0	16.7	16.7	16.2	19.5	17.3	17.3	15.2	12.9	12.9	12.9	12.9	10.2	10.2	7.1
10km↓	5	14.0	14.0	13.5	13.5	13.2	13.2	12.0	12.0	11.6	11.3	11.3	11.0	11.0	10.6	10.4	10.4	10.1	10.1	10.1	10.1	9.8	13.7	17.0	16.7	16.7	16.2	19.5	17.3	17.3	15.2	15.2	12.9	12.9	10.2	10.2	7.1	5.1	
	6	14.0	14.0	13.5	13.5	13.2	13.2	12.0	12.0	11.6	11.6	11.3	11.0	11.0	10.6	10.4	10.4	10.4	10.1	10.1	10.1	9.8	13.7	17.0	17.0	16.7	16.7	16.2	19.5	19.5	17.3	17.3	15.2	15.2	12.9	12.9	10.2	7.1	5.1
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	25.4	25.4	25.1	25.1	24.3	24.3	29.2	29.2	25.9	25.9	22.8	22.8	19.4			
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	35.1	33.9	33.9	33.5	32.3	32.3	39.0	39.0	39.0	34.6	34.6	30.5	25.9			

すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

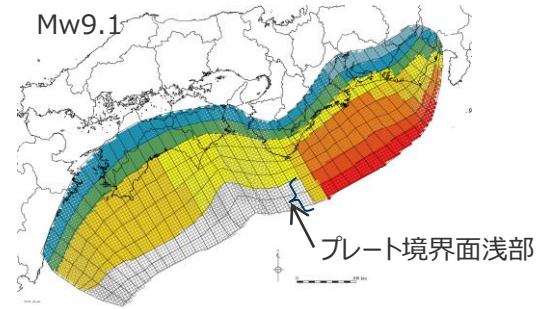
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

（参考：断層パラメータ（パラメータスタディモデルと等価なモデルT90））

断層パラメータ

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	5.7×10 ²²
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	2.8
	平均すべり量 (m) ※2	11.3
	最大すべり量 (m)	39.0
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10 ¹⁰
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	90
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	4.2×10 ²²
	平均すべり量 (m)	9.3
	最大すべり量 (m)	19.5
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.6×10 ²²
	平均すべり量 (m) ※3	27.1
	最大すべり量 (m)	39.0



パラメータスタディモデルと等価なモデルT90

断層パラメータは以下のとおり設定。

- 津波断層域の面積S：144,379km²
- 大すべり域の面積S_a≒0.2S
- 超大すべり域の面積S_{sa}≒0.05S
- すべり量：
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu$ ¹⁾
各小断層のすべり量D_iはフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$ ：主部断層全体の平均の応力降下量(2.8MPa)
 S_m ：主部断層全体の面積 D_i ：i番目の小断層の断層すべり量
 μ ：剛性率($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ ：密度(2.8g/cm³)、 V_s ：S波速度(3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 2D_i
 - ・浅部断層
超大すべり域のすべり量 4D_i
中間大すべり域のすべり量 3D_i
- 地震モーメントM₀= $\sum \mu D_i S_i$
ここで、S_iはi番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- Mw=(LogM₀-9.1)/1.5
- 破壊伝播速度V_r=2.0km/s
- ライズタイムT=90s

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量

※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (123,700km²) に基づき算出

※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (13,975km²) に基づき算出

1) スケーリング則M₀= 16/(7π^{3/2})・Δσ・S^{3/2} と地震モーメントの式M₀=μDSから導出

主部断層：深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域(内閣府(2012))

浅部断層：深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域(内閣府(2012))

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

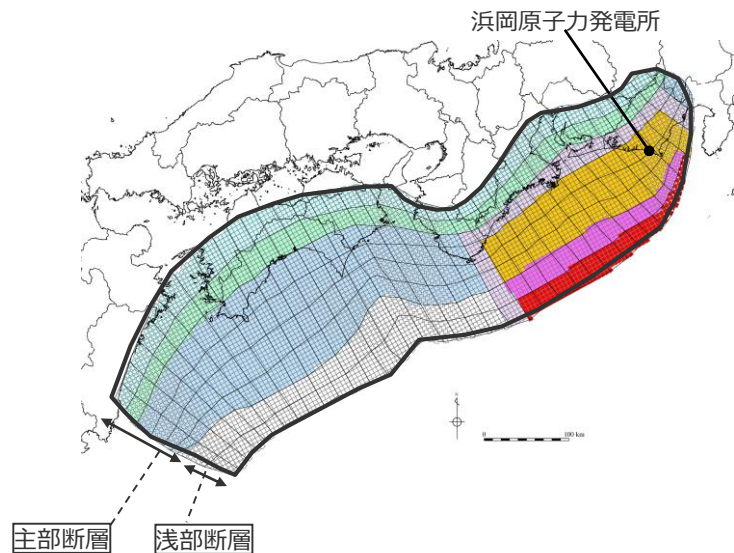
（参考：すべり量分布の設定（パラメータスタディモデルと等価なモデルT60））

■ 検討した「パラメータスタディモデルと等価なモデルT60」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。

- 検討した「パラメータスタディモデル」および「パラメータスタディモデルと等価なモデル」については、すべり量とライズタイムの違いによる影響を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と比較できるように、すべり量とライズタイム以外の条件（破壊伝播速度、破壊開始点等）を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じ設定とした。
- すべり量分布は、すべり量とライズタイムとの関係式（加藤ほか（2020））に基づき、パラメータスタディモデルのすべり量に0.87を乗じて設定。
- 検討波源モデルの各小断層のすべり量の詳細な設定方法、設定したすべり量については6-1を参照。

パラメータスタディモデルと等価なモデルT60のすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
36.2	10.5



- 津波断層域
 - 超大すべり域（平均すべり量の4倍）
 - 中間大すべり域（平均すべり量の3倍）
 - 大すべり域（平均すべり量の2倍）
 - 背景領域
 - 深い背景領域
 - 最も深い背景領域
 - 遷移領域
 - 浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)
- 津波断層域の全面積の約20%

パラメータスタディモデルと等価なモデルT60

西 ←

パラメータスタディモデルと等価なモデルT60の小断層のすべり量分布 (m)

⇒ 東

海溝軸 ⇕	陸側 ⇐	パラメータスタディモデルと等価なモデルT60の小断層のすべり量分布 (m)																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
深度40km↓	30km↓	1	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.0	2.0	1.7	1.7	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	0.9	0.9	
	20km↓	2	6.5	6.5	6.3	6.3	6.1	6.1	5.6	5.4	5.4	5.2	5.1	4.9	4.8	4.7	4.7	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4.5	4.5	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	2.7	2.7	2.4	2.4	1.7		
10km↓	3	13.0	13.0	12.6	12.6	12.3	12.3	11.1	11.1	10.8	10.5	10.5	10.3	9.9	9.9	9.7	9.7	9.4	9.4	9.1	9.1	9.1	10.1	10.1	10.0	9.6	9.6	10.3	10.3	9.1	9.1	7.7	7.7	7.7	6.1	6.1	5.4	5.4	3.4
	4	13.0	13.0	12.6	12.6	12.3	12.3	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.3	10.3	9.9	9.7	9.7	9.4	9.4	9.4	9.1	9.1	12.3	15.8	15.6	15.6	15.0	18.1	16.1	16.1	14.2	12.0	12.0	12.0	12.0	9.5	9.5	6.6	3.4
0km↓	5	13.0	13.0	12.6	12.6	12.3	12.3	11.1	11.1	10.8	10.5	10.5	10.3	10.3	9.9	9.7	9.7	9.4	9.4	9.4	9.1	12.7	15.8	15.8	15.6	15.0	15.0	18.1	18.1	16.1	16.1	14.2	14.2	12.0	12.0	9.5	6.6	4.7	
	6	13.0	13.0	12.6	12.6	12.3	12.3	11.1	11.1	10.8	10.8	10.5	10.3	10.3	9.9	9.7	9.7	9.4	9.4	9.4	9.1	12.7	15.8	15.8	15.6	15.0	15.0	18.1	18.1	16.1	16.1	14.2	14.2	12.0	12.0	9.5	6.6	4.7	
0km↓	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	23.7	23.7	23.4	23.4	22.6	22.6	27.2	27.2	24.1	24.1	21.3	21.3	18.0				
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	32.6	31.6	31.6	31.2	30.1	30.1	36.2	36.2	36.2	32.2	32.2	28.3	24.1				

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

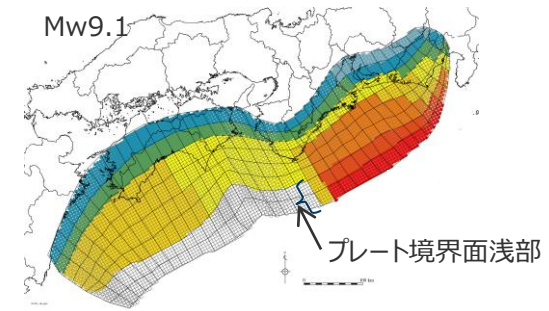
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

（参考：断層パラメータ（パラメータスタディモデルと等価なモデルT60））

断層パラメータ

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	5.3×10 ²²
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	2.6
	平均すべり量 (m) ※2	10.5
	最大すべり量 (m)	36.2
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10 ¹⁰
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	60
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	3.9×10 ²²
	平均すべり量 (m)	8.7
	最大すべり量 (m)	18.1
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.4×10 ²²
	平均すべり量 (m) ※3	25.2
	最大すべり量 (m)	36.2



パラメータスタディモデルと等価なモデルT60

- 断層パラメータは以下のとおり設定。
- 津波断層域の面積S：144,379km²
 - 大すべり域の面積S_a≒0.2S
 - 超大すべり域の面積S_{sa}≒0.05S
 - すべり量：
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu^{1/2}$
各小断層のすべり量D_iはフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$ ：主部断層全体の平均の応力降下量(2.6MPa)
 S_m ：主部断層全体の面積 D_i ：i番目の小断層の断層すべり量
 μ ：剛性率($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ ：密度(2.8g/cm³)、 V_s ：S波速度(3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 2D_i
 - ・浅部断層
超大すべり域のすべり量 4D_i
中間大すべり域のすべり量 3D_i
 - 地震モーメントM₀=ΣμD_iS_i
ここで、S_iはi番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
 - Mw=(LogM₀-9.1)/1.5
 - 破壊伝播速度V_r=2.0km/s
 - ライズタイムT=60s

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量

※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (123,700km²) に基づき算出

※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (13,975km²) に基づき算出

1) スケーリング則M₀= 16/(7π^{3/2})・Δσ・S^{3/2}と地震モーメントの式M₀=μDSから導出
主部断層：深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域(内閣府(2012))
浅部断層：深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域(内閣府(2012))

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

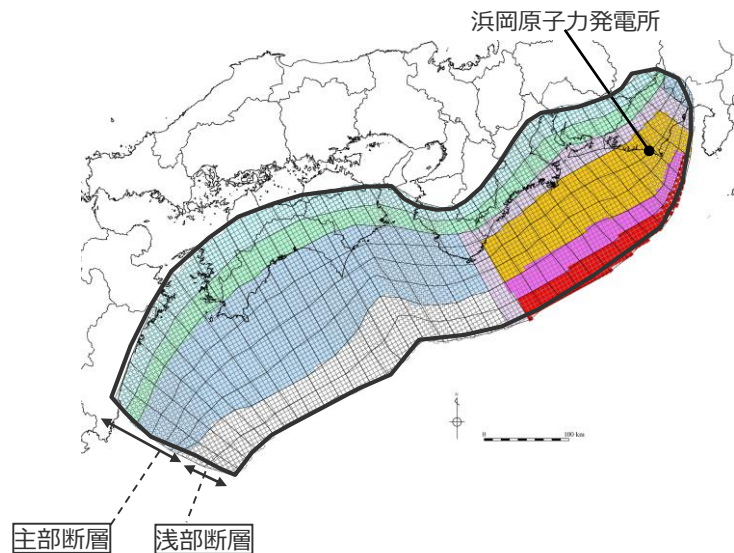
（参考：すべり量分布の設定（パラメータスタディモデルと等価なモデルT30））

■ 検討した「パラメータスタディモデルと等価なモデルT30」の各小断層のすべり量分布は以下のとおり。

- 検討した「パラメータスタディモデル」および「パラメータスタディモデルと等価なモデル」については、すべり量とライズタイムの違いによる影響を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と比較できるように、すべり量とライズタイム以外の条件（破壊伝播速度、破壊開始点等）を内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じ設定とした。
- すべり量分布は、すべり量とライズタイムとの関係式（加藤ほか（2020））に基づき、パラメータスタディモデルのすべり量に0.80を乗じて設定。
- 検討波源モデルの各小断層のすべり量の詳細な設定方法、設定したすべり量については6-1を参照。

パラメータスタディモデルと等価なモデルT30のすべり量

最大すべり量(m)	平均すべり量(m)
33.3	9.7



	津波断層域	} 津波断層域の 全面積の約20%
	超大すべり域（平均すべり量の4倍）	
	中間大すべり域（平均すべり量の3倍）	
	大すべり域（平均すべり量の2倍）	
	背景領域	
	深い背景領域	
	最も深い背景領域	
	遷移領域	
	浅い背景領域(すべり量が0(ゼロ)の領域)	

パラメータスタディモデルと等価なモデルT30

パラメータスタディモデルと等価なモデルT30の小断層のすべり量分布（m）

		西 ←																																				⇨ 東			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
陸側⇩	深度40km↓																																								
	30km↓	1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.1	1.8	1.8	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	0.8	0.8	
海溝軸⇩	20km↓	2	6.0	6.0	5.8	5.8	5.6	5.6	5.1	5.0	5.0	4.8	4.7	4.7	4.6	4.4	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	4.1	4.1	3.6	3.6	3.1	3.1	3.1	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	1.6	
	10km↓	3	12.0	12.0	11.6	11.6	11.3	11.3	10.2	10.2	9.9	9.7	9.7	9.4	9.1	9.1	8.9	8.9	8.6	8.6	8.4	8.4	8.4	9.3	9.3	9.2	8.8	8.8	9.5	9.5	8.3	8.3	7.1	7.1	7.1	5.6	5.6	5.0	5.0	3.2	
⇩	0km↓	4	12.0	12.0	11.6	11.6	11.3	11.3	10.2	10.2	9.9	9.9	9.7	9.4	9.4	9.1	8.9	8.9	8.6	8.6	8.6	8.4	8.4	11.3	14.5	14.3	14.3	13.8	16.7	14.8	14.8	13.0	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	8.8	8.8	6.1	3.2
		5	12.0	12.0	11.6	11.6	11.3	11.3	11.3	10.2	10.2	9.9	9.9	9.7	9.4	9.4	9.1	8.9	8.9	8.6	8.6	8.6	8.4	11.7	14.5	14.3	14.3	13.8	16.7	16.7	14.8	14.8	13.0	13.0	11.1	11.1	11.1	8.8	8.8	6.1	4.4
		6	12.0	12.0	11.6	11.6	11.3	11.3	10.2	10.2	9.9	9.9	9.7	9.4	9.4	9.1	8.9	8.9	8.9	8.6	8.6	8.4	11.7	14.5	14.5	14.3	14.3	13.8	16.7	16.7	14.8	14.8	13.0	13.0	11.1	11.1	11.1	8.8	8.8	6.1	4.4
		7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	21.8	21.8	21.5	21.5	20.8	20.8	25.0	25.0	22.2	22.2	19.6	19.6	16.6					
		8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	30.0	29.0	29.0	28.7	27.7	27.7	33.3	33.3	33.3	29.6	29.6	26.1	22.1					

・すべり量分布の番号は南海トラフのプレート境界の全領域を約20km四方に分割して、西側から東側に順に1から38まで、陸側から海溝軸側に1から8までとした。

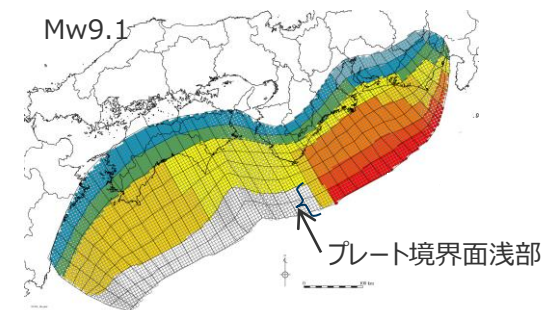
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見）

（参考：断層パラメータ（パラメータスタディモデルと等価なモデルT30））

断層パラメータ

項目		設定値
津波断層域全体	面積 (km ²)	144,379
	地震モーメント (Nm)	4.9×10 ²²
	Mw	9.1
	平均応力降下量 (MPa) ※1	2.4
	平均すべり量 (m) ※2	9.7
	最大すべり量 (m)	33.3
	剛性率 (N/m ²)	4.1×10 ¹⁰
	破壊伝播速度 (km/s)	2.0
	ライズタイム (s)	30
主部断層	面積 (km ²)	109,725
	地震モーメント (Nm)	3.6×10 ²²
	平均すべり量 (m)	8.0
	最大すべり量 (m)	16.7
浅部断層	面積 (km ²)	34,655
	地震モーメント (Nm)	1.3×10 ²²
	平均すべり量 (m) ※3	23.2
	最大すべり量 (m)	33.3



パラメータスタディモデルと等価なモデルT30

断層パラメータは以下のとおり設定。

- 津波断層域の面積 S : 144,379km²
- 大すべり域の面積 $S_a \cong 0.2S$
- 超大すべり域の面積 $S_{sa} \cong 0.05S$
- すべり量 :
 - ・主部断層
主部断層の平均すべり量 $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2} / \mu$ ¹⁾
各小断層のすべり量 D_i はフィリピン海プレートの沈み込み速度に比例するよう設定。
ここで、 $\Delta\sigma_m$: 主部断層全体の平均の応力降下量 (2.4MPa)
 S_m : 主部断層全体の面積 D_i : i 番目の小断層の断層すべり量
 μ : 剛性率 ($\rho \cdot V_s^2$)、 ρ : 密度 (2.8g/cm³)、 V_s : S波速度 (3.82km/s)
主部断層の大すべり域のすべり量 $2D_i$
 - ・浅部断層
超大すべり域のすべり量 $4D_i$
中間大すべり域のすべり量 $3D_i$
- 地震モーメント $M_0 = \sum \mu D_i S_i$
ここで、 S_i は i 番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- $Mw = (\text{Log} M_0 - 9.1) / 1.5$
- 破壊伝播速度 $V_r = 2.0\text{km/s}$
- ライズタイム $T = 30\text{s}$

1) スケーリング則 $M_0 = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ と地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS$ から導出
主部断層 : 深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))
浅部断層 : 深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))

※1 スケーリング則の対象とした平均応力降下量
※2 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (123,700km²) に基づき算出
※3 すべり量が0(ゼロ)でない領域の断層面積 (13,975km²) に基づき算出

②-1各パラメータの分析

(南海トラフの最新知見に基づく内閣府の最大クラスモデルの分析結果)

- 内閣府の最大クラスモデルのパラメータと、東北沖地震以降の知見も含め南海トラフの最新の科学的知見に基づくパラメータと比較して示す。
- 東北沖地震以降の知見も含め南海トラフの最新の科学的知見に基づく、南海トラフにおいて内閣府が想定する最大クラスの津波が発生する可能性は低いと考えられる。

内閣府の最大クラスモデルのパラメータの分析結果

項目		内閣府の最大クラスモデル (ケース①)	南海トラフの地震の知見 に基づくパラメータ※	備考
認識論的 不確実さ	面積	約14万km ²	約8万km ²	・南海トラフに関する最新知見からは、既往地震と大きく異なる地震が発生する可能性は低いと考えられる。 →補足6-3：波源域および地震規模に関する知見
	地震規模	Mw9.1	Mw8.8	
	浅部の破壊形態	東北沖地震型の破壊	- (断層破壊が浅部に伝播していないものとして設定)	・南海トラフに関する最新知見からは、南海トラフで超大すべりが発生する可能性は低いと考えられる。 →補足6-3,6-4：浅部の破壊形態に関する知見
	すべり量	約37m	約9m	・南海トラフに関する最新知見からは、南海トラフで内閣府が想定するすべり量とライズタイムの組合せを持つ地震が発生する可能性は低いと考えられる。 →補足6-3～6-5：すべり量とライズタイムに関する知見
	ライズタイム (すべり速度)	60s (0.6m/s)	60s (0.15m/s)	
	破壊伝播速度	2.5km/s	2.0km/s	
		超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖	駿河湾～紀伊半島沖 (超大すべり域は無し)
偶然的 不確実さ	破壊開始点	大すべり域下端中央	大すべり域の下端中央	

■：国内外の地震の科学的知見に基づき設定されているパラメータ

■：国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されているパラメータ

※ 既往津波モデル（過去約1,400年間の歴史記録および過去約5,000年間の津波堆積物等から推定されるモデル）のパラメータを記載

- ・すべり量：超大すべり域のすべり量。超大すべり域が無いモデルについては、大すべり域のすべり量
- ・すべり速度：(すべり量)/(ライズタイム)

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（南海トラフの波源域および地震規模に関する知見）

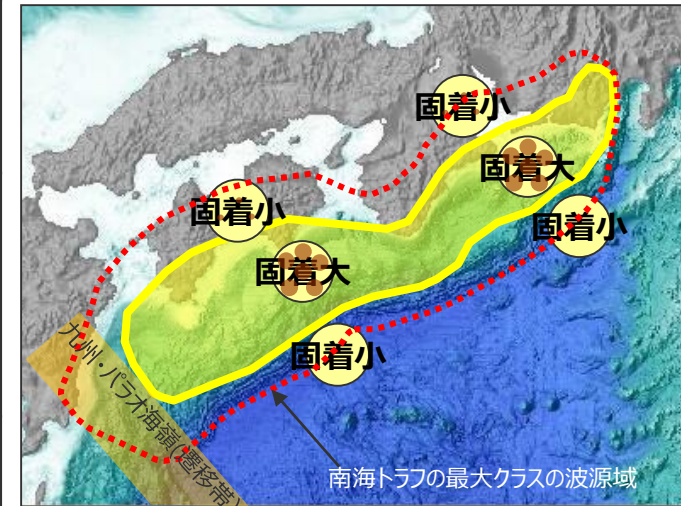
- 南海トラフおよび国内外の沈み込み帯の(1)地震履歴、(2)固着、(3)構造境界に関する知見を収集・整理。

- 南海トラフでは、国内外の巨大地震と同様に、宝永地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる巨大地震の繰り返し発生が確認されており、南海トラフにおいて既往地震と大きく異なる波源域・地震規模を持つ地震が発生する可能性は低いと考えられる。

南海トラフの波源域・地震規模に関する知見

項目	南海トラフ	国内外の巨大地震が発生する沈み込み帯
(1) 地震履歴	<ul style="list-style-type: none"> 歴史記録及び津波堆積物調査等から、全域が破壊したと考えられる宝永地震クラスの巨大地震が繰り返し発生していることが確認されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物調査等から、東北沖地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる巨大地震が繰り返し発生していることが確認されている。
(2) 沈み込み帯の固着	<ul style="list-style-type: none"> 南海トラフの固着域は宝永地震等の既往地震の波源域と概ね一致。 ひずみの蓄積・解放の収支は、宝永地震等の巨大地震を考慮することにより一致。 	<ul style="list-style-type: none"> プレート境界の固着域は巨大地震の波源域と概ね一致。 ひずみの蓄積・解放の収支は、東北沖地震などの巨大地震を考慮することにより一致。
(3) 沈み込み帯の構造境界	<ul style="list-style-type: none"> 九州－パラオ海嶺付近において沈み込むプレートの構造変化が存在し、九州－パラオ海嶺付近の構造境界は宝永地震等の巨大地震の波源域の南西縁と一致しているとされる。 	<ul style="list-style-type: none"> 沈み込むプレートの構造変化などの構造境界が巨大地震の波源域を規定していると考えられる。

(詳細は補足説明資料6-3を参照)



(海上保安庁「海洋台帳」を基に作成)

南海トラフの既往地震の波源域（黄）と、沈み込み帯の固着、構造境界との関係

科学的知見（南海トラフにおいて想定される波源域・地震規模）

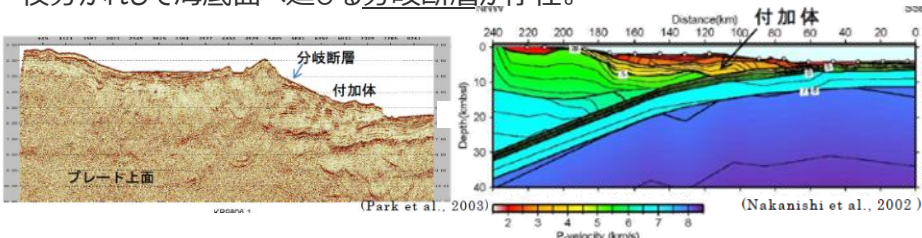
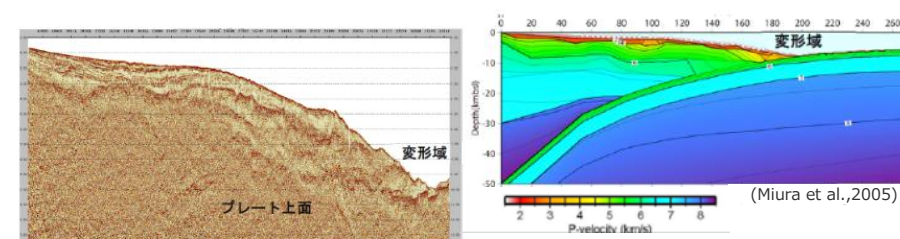
- ・南海トラフでは、国内外の巨大地震と同様に、宝永地震等、プレート境界の一部ではなく全域が破壊したと考えられる巨大地震の繰り返し発生が確認されており、南海トラフにおいて**既往地震と大きく異なる波源域・地震規模を持つ地震が発生する可能性は低い**と考えられる。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（南海トラフの浅部の破壊形態に関する知見）

■ 南海トラフおよび国内外の沈み込み帯の海溝軸付近の構造等に関する知見（下記(1)～(5)）を収集・整理。

■ 南海トラフの構造等の特徴は東北沖とは異なり、南海トラフで超大すべりが発生する可能性は低いと考えられる。

項目	A：南海トラフ（付加作用の卓越する沈み込み帯）	B:東北沖（造構性侵食作用の卓越する沈み込み帯）
(1)海溝軸付近の構造	<ul style="list-style-type: none"> ・低速度の付加体が発達。 ・海溝軸へ抜けるプレート境界面浅部と、プレート境界面から付加体内に枝分かれして海底面へ延びる分岐断層が存在。 	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的高速度の島弧地殻が分布し、付加体は未発達。 ・海溝軸へ抜けるプレート境界面浅部が存在。一方、付加体内に枝分かれして海底面へ延びる分岐断層は確認されない。 
(2)海溝軸付近の固着状況	<ul style="list-style-type: none"> ・付加体が分布する領域であり、応力を蓄積しにくい領域と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・島弧地殻が分布する領域であり、応力を蓄積しやすい領域と考えられる。
(3)海溝軸付近の断層すべりの履歴	<ul style="list-style-type: none"> ・プレート境界面浅部および分岐断層のボーリング試料の分析から、過去に大きな津波発生の要因となる断層すべりは発生していないことを示す痕跡が確認されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震履歴から、プレート境界面浅部で大きな断層すべりの発生が確認されている。
(4)動力学解析による海溝軸付近のすべり挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・付加体の幅が広いことが要因となり、プレート境界面浅部のすべりは主部断層よりも抑制される傾向にある。また、分岐断層のすべり量は主部断層よりも更に抑制される傾向にある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・付加体の幅が狭いことが要因となり、プレート境界面浅部のすべりは、主部断層よりも促進される。
(5)海溝軸付近の断層間物質	<ul style="list-style-type: none"> ・南海トラフと東北沖のボーリング試料の材料分析及び高速摩擦実験の結果、東北沖は南海トラフに比べてプレート境界面浅部で大きなすべりを起こしやすいとされる。 	

（詳細は補足説明資料6-3、6-4を参照）

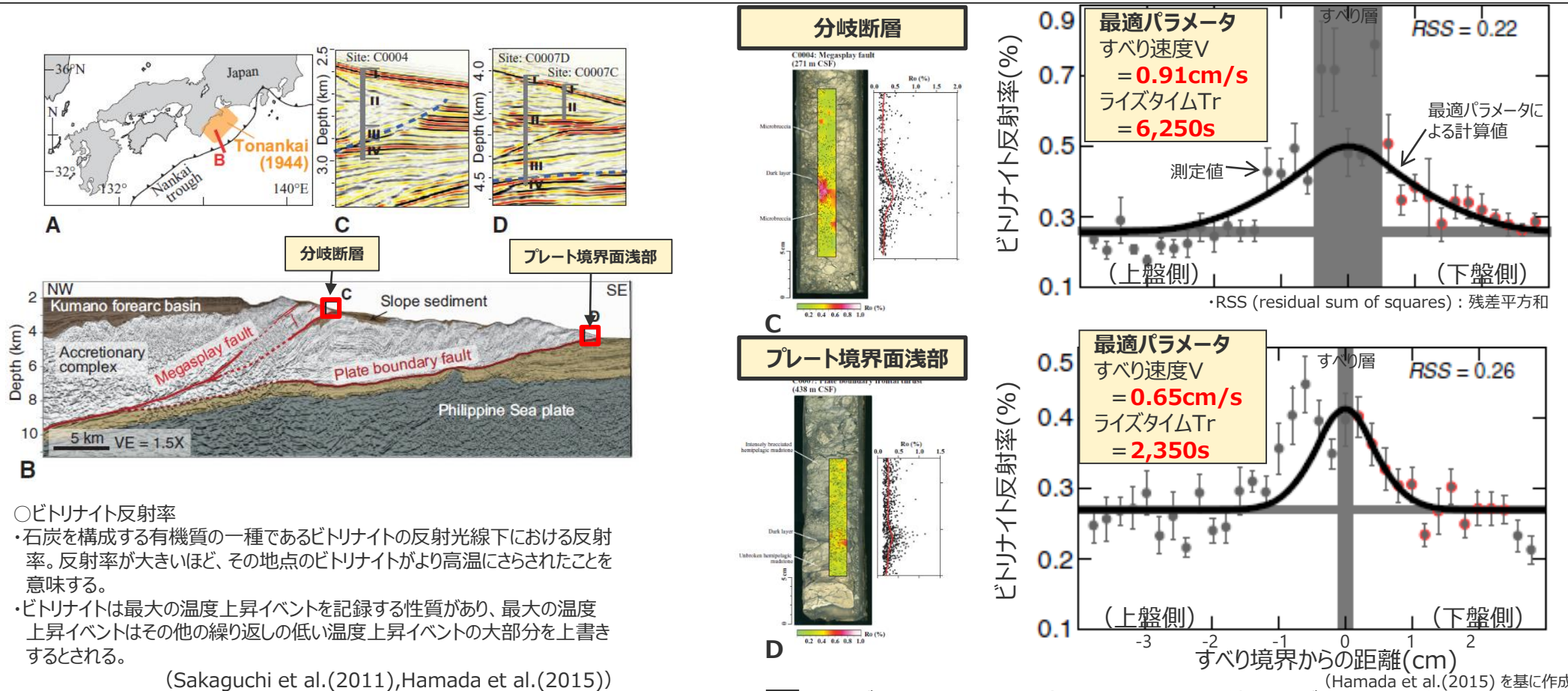
科学的知見（南海トラフにおいて想定される浅部の破壊形態）

- ・南海トラフでは、南海トラフの沈み込み帯の特徴から、プレート境界面浅部に破壊が伝播する場合と、分岐断層に破壊が伝播する場合があると考えられる。
- ・南海トラフの構造等の特徴は東北沖とは異なり、南海トラフで超大すべりが発生する可能性は低いと考えられる。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析 (南海トラフのライズタイムに関する知見)

- Hamada et al.(2015)は、南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部で得られたボーリングコアに含まれる熱変質物質 (ビトリナイト) 分布の定量的解析を行い、過去の断層すべりのすべり速度、ライズタイム等を推定。
- Hamada et al.(2015)によると、「ビトリナイトは、最大の温度上昇イベントを記録する性質がある」とされ、「解析の結果は、どちらの断層においても、数mm/s～数cm/sオーダーのすべり速度と、1,000sオーダーのライズタイム、数十mのすべり量のすべり挙動をもつことを示している。この南海トラフの分岐断層及びプレート境界面浅部の断層すべりの特徴は、沈み込み帯の通常の大地震と比べて、非常にゆっくりとしたすべり速度、長いライズタイム、大きなすべり量であることを示唆している。」とし、「この南海トラフのトラフ軸付近の断層すべりの特徴は、通常の地震性すべりと比べてゆっくりで長く、速めの余効変動と調和的である。」としている。



○ビトリナイト反射率
 ・石炭を構成する有機質の一種であるビトリナイトの反射光線下における反射率。反射率が大きいほど、その地点のビトリナイトがより高温にさらされたことを意味する。
 ・ビトリナイトは最大の温度上昇イベントを記録する性質があり、最大の温度上昇イベントはその他の繰り返しの低い温度上昇イベントの大部分を上書きするとされる。

(Sakaguchi et al.(2011),Hamada et al.(2015))

ビトリナイト反射率 (Ro) 分布の測定値とライズタイム等の算定 (Hamada et al.(2015) を基に作成)

- 南海トラフの掘削調査試料の分析から、南海トラフの分岐断層およびプレート境界面浅部のライズタイムが非常に大きいとされる結果が得られていることを考えると、南海トラフの分岐断層およびプレート境界面浅部において、内閣府が想定する非常に短いライズタイムを持つ巨大地震が発生する可能性は低いと考えられる。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-1各パラメータの分析（南海トラフの破壊伝播速度に関する知見）

- 国内外のMw9クラスの地震・津波のインバージョン結果のうち、動的パラメータが推定されている2011年東北沖地震および2004年スマトラ島沖地震の破壊伝播速度は0.7～2.0km/sである。
- また、南海トラフと日本海溝のS波速度構造の違いを考えると、南海トラフの巨大地震の破壊伝播速度は東北沖地震より小さいと考えられる。
- 一方、内閣府(2012)は、南海トラフの最大クラスモデルの破壊伝播速度について2.5km/sと設定している。



- 検討波源モデルの破壊伝播速度は、国内外のMw9地震のインバージョン結果および南海トラフと日本海溝の速度構造を踏まえて、2.0km/sと設定した。
- また、検討波源モデルのパラメータスタディでは、内閣府(2012)が設定している2.5km/sも含めて破壊伝播速度の不確かさを考慮した。

国内外のMw9クラスの地震の津波インバージョンにより推定された破壊伝播速度

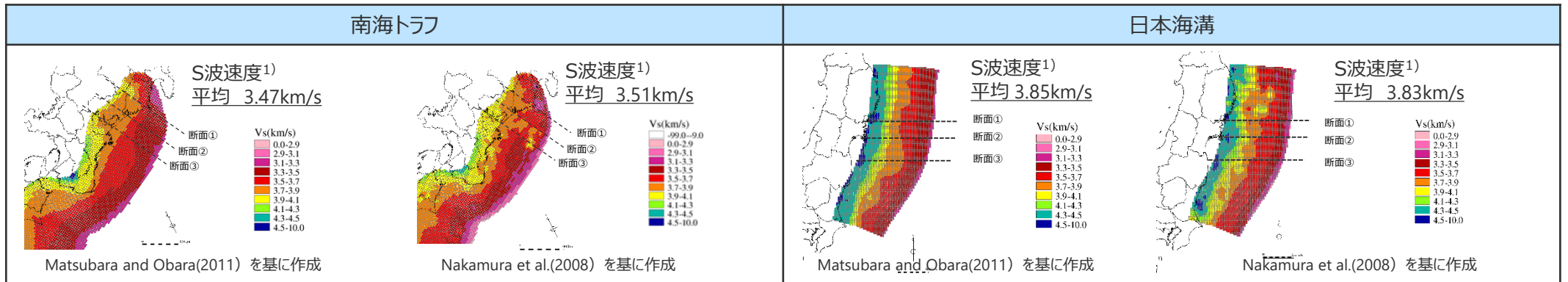
地震名	文献名	破壊伝播速度
2011年東北沖地震 (Mw9.0)	内閣府(2012b)	2.0km/s
	杉野ほか(2013)	1.5km/s
	Satake et al.(2013)	2.0km/s
2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1)	Hirata et al.(2006)	0.7km/s
	Fujii and Satake(2007)	1.0km/s

内閣府の最大クラスモデルの破壊伝播速度の設定

○破壊伝播速度及びライズタイム：
破壊伝播速度及びライズタイムについては、平均的に利用されている値を参考に、東北地方太平洋沖地震の解析結果も踏まえ、次のとおりに設定する。なお、東北地方太平洋沖地震では、海溝沿いの破壊伝播速度は、それよりも深い場所に比べ遅いとの解析結果もあるが、トラフ沿いの領域の幅が狭く、5秒程度の差しか見込めないことから、今回の解析では、破壊速度は全域で同じとする。

破壊速度 : 2.5km/s
ライズタイム : 1分
(内閣府(2012)を基に作成)

沈み込み帯のS波速度構造



1)各断面(断面①～③)のS波速度の平均値を記載

- 変更点
- 検討波源モデルの破壊伝播速度について、これまで内閣府(2012)が設定している2.5km/sと設定していたが、南海トラフと日本海溝のS波速度構造の違いを考えると南海トラフの巨大地震の破壊伝播速度は東北沖地震より小さいと考えられることから、国内外のMw9地震のインバージョン結果および南海トラフと日本海溝の速度構造を踏まえて、2.0km/sと設定することに変更した。
 - なお、内閣府(2012)が設定している破壊伝播速度2.5km/sも含めて、破壊伝播速度の不確かさについては、別途詳細パラメータスタディを実施する。

②-1各パラメータの分析

(参考：破壊伝播速度とライズタイムに関するスケーリング則)

- Kanamori and Anderson(1975)のスケーリング則に基づくと、ライズタイムTは、 D/v (D：平均すべり量、v：破壊伝播速度) に比例する関係となるが、破壊伝播速度vは規模依存するパラメータではないことから、ライズタイムTは平均すべり量Dに比例する関係が得られる。
- なお、南海トラフの掘削調査試料の分析から、南海トラフの分岐断層およびプレート境界面浅部のライズタイムが非常に大きいとされる結果が得られていることを考えると、南海トラフの分岐断層およびプレート境界面浅部において、内閣府が想定する非常に短いライズタイムを持つ巨大地震が発生する可能性は低いと考えられる。

破壊伝播速度とライズタイムに関するスケーリング則

・応力降下量 σ 、剛性率 μ 、 v/β を、地震によらず一定とすると、食い違い理論に基づき以下の関係が成り立つ。

$$W \propto L \quad D \propto L \quad T \propto L/v \quad \dots(1)$$

(Kanamori and Anderson(1975)による)

・すなわち、

$$T \propto D/v \quad \dots(2)$$

・また、スケーリング則としては、vは規模依存するパラメータではないことから、以下となる。

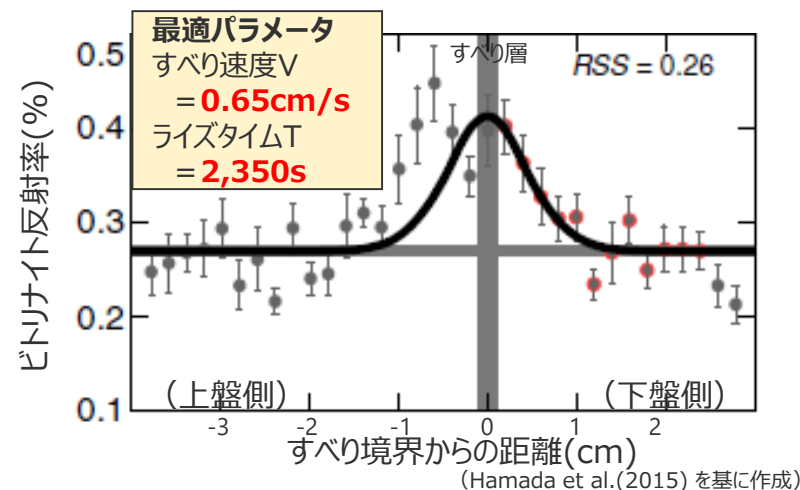
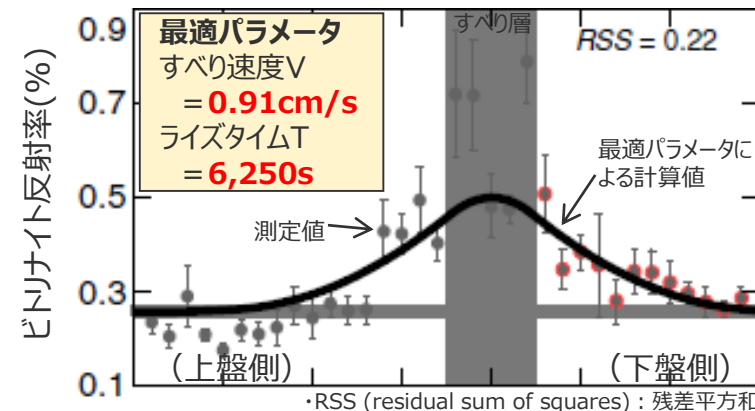
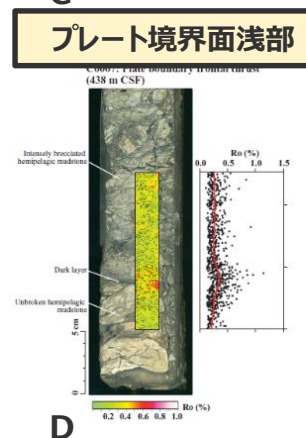
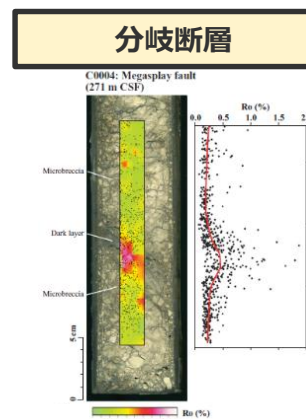
$$T \propto D \quad \dots(3)$$

ここで、 σ ：応力降下量、 μ ：剛性率 ($=\rho\beta^2$)、v：破壊伝播速度、 ρ ：密度、 β ：S波速度
W：断層幅、L：断層長さ、D：平均すべり量、T：ライズタイム

・なお、 $T \propto D/v$ の関係について、平均すべり量が同じ検討波源モデルとパラメータスタディモデルとで比較した結果は以下のとおり。

検討波源モデルとパラメータスタディモデルの破壊伝播速度とライズタイム

項目	検討波源モデル (a)	パラメータスタディ モデル(b)	(a)/(b)
破壊伝播速度 $v(\text{km/s})$	2.0	2.5	4/5
ライズタイム $T(\text{s})$	150	120	5/4
$v \times T(\text{km})$	300	300	1



南海トラフの掘削調査試料の分析に基づくライズタイムの算定結果

②-1各パラメータの分析

(最新知見に基づく内閣府の最大クラスモデルの分析結果 (まとめ))

■ 国内外の地震の最新の科学的知見に基づき、内閣府の最大クラスモデルのパラメータを分析した。

■ その結果、内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されており、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**により検討するモデルとして合理的ではなく、**(B) 代表パラメータの検討による方法**により少ないケースで南海トラフの全域において安全側の検討を行ったモデルと考えられる。

■ 南海トラフの最新の科学的知見に基づくと、南海トラフにおいて内閣府が想定する最大クラスの津波が発生する可能性は低いと考えられる。

内閣府の最大クラスモデルのパラメータの分析結果

項目		内閣府の最大クラスモデル (ケース①)
認識論的 不確実さ	面積	約14万km ²
	地震規模	Mw9.1
	浅部の 破壊形態	東北沖地震型の破壊
	すべり量	約37m
	ライズタイム (すべり速度)	60s (0.6m/s)
	破壊伝播速度	2.5km/s
	超大すべり域・大 すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖
偶然的 不確実さ	破壊開始点	大すべり域下端中央

最新の科学的知見に基づくパラメータ		備考
国内外の地震の知見 に基づくパラメータ	南海トラフの地震の知見 に基づくパラメータ※	
約14万km ²	約8万km ²	・ 南海トラフに関する最新知見からは、既往地震と大きく異なる地震が発生する可能性は低いと考えられる。 ⇒補足6-3：波源域および地震規模に関する知見
Mw9.1	Mw8.8	
東北沖地震型の破壊を含む 複数の破壊形態	— (断層破壊が浅部に伝播していない ものとして設定)	・ 南海トラフに関する最新知見からは、南海トラフで超大すべりが発生する可能性は低いと考えられる。 ⇒補足6-3,6-4：浅部の破壊形態に関する知見
約37m	約9m	・ すべり量とライズタイムとは比例関係にあり、国内外の地震の発生事例の最新知見および東北沖のライズタイムに関する津波インバージョンに基づくと、Mw9地震のライズタイムは120s～300s。 ・ 国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せに関する検討から、内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せが国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されている。 ・ 南海トラフに関する最新知見からは、南海トラフで内閣府が想定するすべり量とライズタイムの組合せを持つ地震が発生する可能性は低いと考えられる。 ⇒補足6-3～6-5：すべり量とライズタイムに関する知見
120～300s (0.3m/s～0.1m/s)	60s (0.15m/s)	
0.7～2.5km/s	2.0km/s	・ 南海トラフに関する最新知見からは、南海トラフの破壊伝播速度は日本海溝よりも小さいと考えられる。 ⇒②-1破壊伝播速度に関する知見
駿河湾～紀伊半島沖を含む トラフ軸に沿った方向の複数位置	駿河湾～紀伊半島沖 (超大すべり域は無し)	
大すべり域下端中央を含む 大すべり域の周囲の複数地点	大すべり域の下端中央	

■ : 国内外の地震の科学的知見に基づき設定されているパラメータ
■ : 国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されているパラメータ

※ 既往津波モデル (過去約1,400年間の歴史記録および過去約5,000年間の津波堆積物等から推定されるモデル) のパラメータを記載

・すべり量 : 超大すべり域のすべり量。超大すべり域が無いモデルについては、大すべり域のすべり量
・すべり速度 : (すべり量) / (ライズタイム)

次項では、すべり量とライズタイムの設定により代表されている不確かさの影響について定量的な分析を実施

②-2敷地への津波影響の分析

内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認



②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への津波影響の比較・分析



③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

- ①②を踏まえて、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。
- 再整理の結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者に確認した。



④基準津波の策定への反映

- 上記整理結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデルの基準津波の策定への反映について検討した。
- ・第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

②-2敷地への津波影響の分析

(検討方針)

- 内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の影響を代表させて安全側の評価を行う考え方の方法（(B)代表パラメータの検討による方法）により少ない検討ケースで南海トラフの全域において安全側の津波高の想定がされていると考えられる。
- ここでは、敷地の津波影響の観点から、(A)各種パラメータの網羅的検討による方法により検討したパラメータスタディモデルと、(B)代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較することにより、内閣府の最大クラスモデルが、すべり量とライズタイムを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより代表している不確かさの影響について定量的な分析を実施した。

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

- ・ 行政機関による既往評価も含めて個々のパラメータについて科学的根拠を確認し、国内外の地震・津波の科学的知見に基づきパラメータスタディを網羅的に実施し、敷地への影響を検討

すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見に基づき設定

最大クラスモデル
(すべり量37m、ライズタイム60s)



検討波源モデル

検討波源モデル
(すべり量37m、ライズタイム150s)
(すべり量30m、ライズタイム60sと同等¹⁾)

概略パラメータスタディ

概略パラメータスタディ

大すべり域の位置の不確かさ(10kmごとに移動)

詳細パラメータスタディ

詳細パラメータスタディ

ライズタイムの不確かさ考慮(120s~300s)

破壊伝播速度の不確かさ(0.7km/s~2.5km/s)

破壊開始点の不確かさ考慮(大すべり域の周囲)

パラメータスタディモデル

(すべり量37m、ライズタイム120s)
(すべり量32m、ライズタイム60sと同等¹⁾)

1)長波理論の理論解に基づく

(B) 代表パラメータの検討による方法

- ・ 内閣府の最大クラスモデルの津波評価を実施

最大クラスモデル
(すべり量37m、ライズタイム60s)²⁾

- すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の影響が代表されていると考えられる

両者の津波高を比較し、代表的なパラメータ（すべり量とライズタイム）の設定により代表されているその他の不確かさの影響を分析

②-2敷地への津波影響の分析

(各種パラメータの網羅的検討による津波影響との比較分析結果)

- 敷地の津波影響の観点から、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法により検討したパラメータスタディモデルと、(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した結果、(B) の方法により検討された内閣府の最大クラスモデルの津波高(T.P. +21.1m)は、(A) の方法により検討したパラメータスタディモデルの津波高 (T.P.+20.3m) を上回っていることを確認した。
- また、すべり量とライズタイムを非常に大きく設定した影響 (+3.6m) は、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさを網羅的に組み合わせた影響 (+2.8m) を上回っていることから、これらの不確かさの敷地影響を代表していると言える。

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

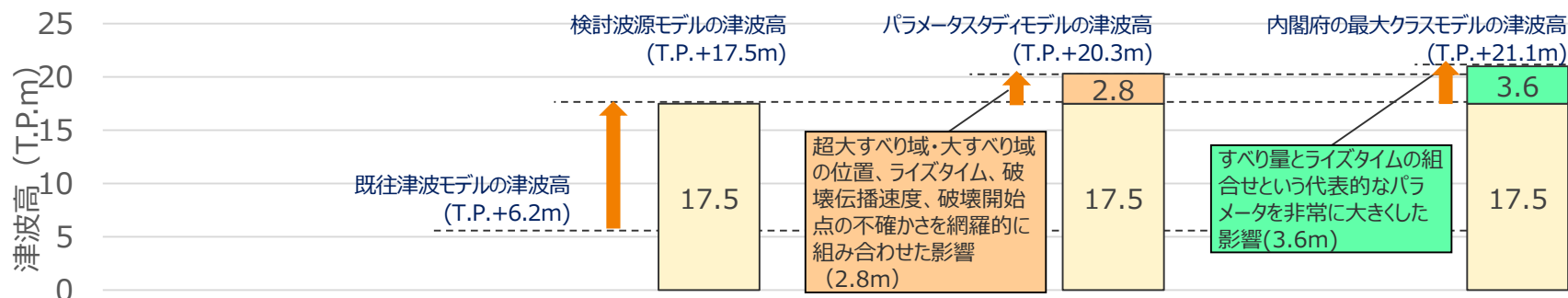
波源モデル名		内閣府の最大クラスモデル (ケース①)
認識論的 不確かさ	面積	約14万km ²
	地震規模	Mw9.1
	すべり量・ライズタイム (超大すべり域)	37m・60s
	浅部の破壊形態	境界面浅部
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)
偶然的 不確かさ	破壊伝播速度	2.5km/s
	破壊開始点	大すべり域の下端中央

国内外の地震・津波の科学的知見に基づくパラメータスタディ	
検討波源モデル	パラメータスタディモデル
約14万km ²	約14万km ²
Mw9.1	Mw9.1
37m・150s	37m・120s (ライズタイムは120s～300sのうち最大ケース)
境界面浅部/境界面浅部・分岐断層 (駿河湾内のトラフ軸付近に 超大すべり域のすべり量を設定)	境界面浅部/境界面浅部・分岐断層 (駿河湾内のトラフ軸付近に 超大すべり域のすべり量を設定)
駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	駿河湾～紀伊半島沖を含む東西約10kmごとに移動させたケースのうち最大ケース (西へ10km移動させたケース)
2.0km/s	0.7km/s～2.5km/s のうち最大ケース (2.5km/s)
大すべり域の下端中央	大すべり域の周囲の複数地点のうち最大ケース (大すべり域の南東側)
T.P.+17.5m	T.P.+20.3m

(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデル (ケース①)
約14万km ²
Mw9.1
37m・60s
境界面浅部
駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)
2.5km/s
大すべり域の下端中央
T.P.+21.1m

すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見に基づき設定



■なお、初期水位分布、敷地沖合水位、敷地周辺の津波高等の比較について次ページ以降に示す。

②-2敷地への津波影響の分析

(各種パラメータの網羅的検討による津波影響との比較分析結果：等価なモデルによる分析)

■ パラメータスタディモデルと、内閣府の最大クラスモデルとの比較について、敷地前面津波水位の影響が同等となるすべり量とライズタイムの組合せを検討した「パラメータスタディモデルと等価なモデル」のパラメータとも、同様に比較した。

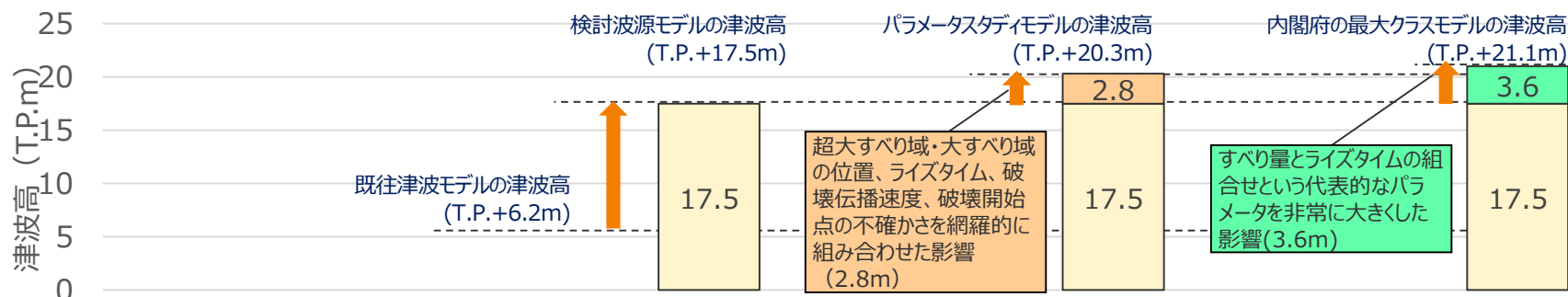
(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

波源モデル名		内閣府の最大クラスモデル (ケース①)	国内外の地震・津波の科学的知見に基づくパラメータスタディ	
			検討波源モデルと等価なモデル	パラメータスタディモデルと等価なモデル
認識論的不確実さ	面積	約14万km ²	約14万km ²	約14万km ²
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1
	すべり量・ライズタイム (超大すべり域)	37m・60s	30m・60s	32m・60s (ライズタイムは60s~150sのうち最大ケース)
	浅部の破壊形態	境界面浅部	境界面浅部/境界面浅部・分岐断層 (駿河湾内のトラフ軸付近に超大すべり域のすべり量を設定)	境界面浅部/境界面浅部・分岐断層 (駿河湾内のトラフ軸付近に超大すべり域のすべり量を設定)
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	駿河湾～紀伊半島沖を含む東西約10kmごとに移動させたケースのうち最大ケース (西へ10km移動させたケース)
	破壊伝播速度	2.5km/s	2.0km/s	0.7km/s~2.5km/sのうち最大ケース (2.5km/s)
偶発的不確実さ	破壊開始点	大すべり域の下端中央	大すべり域の周囲の複数地点のうち最大ケース (大すべり域の南東側)	
			T.P.+17.5m	T.P.+20.3m

すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見に基づき設定

(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデル (ケース①)
約14万km ²
Mw9.1
37m・60s
境界面浅部
駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)
2.5km/s
大すべり域の下端中央
T.P.+21.1m

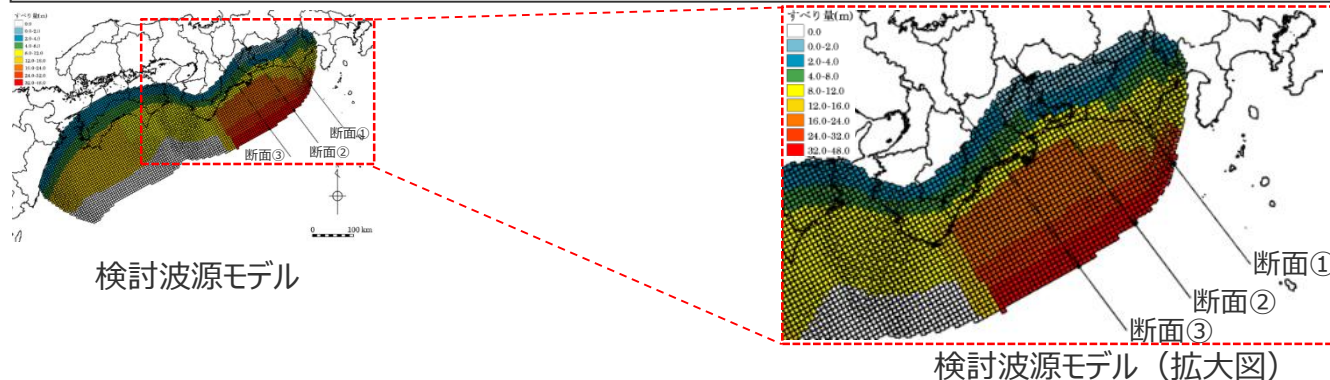


・なお、初期水位分布、敷地沖合水位、敷地周辺の津波高等の比較について次ページ以降に示す。

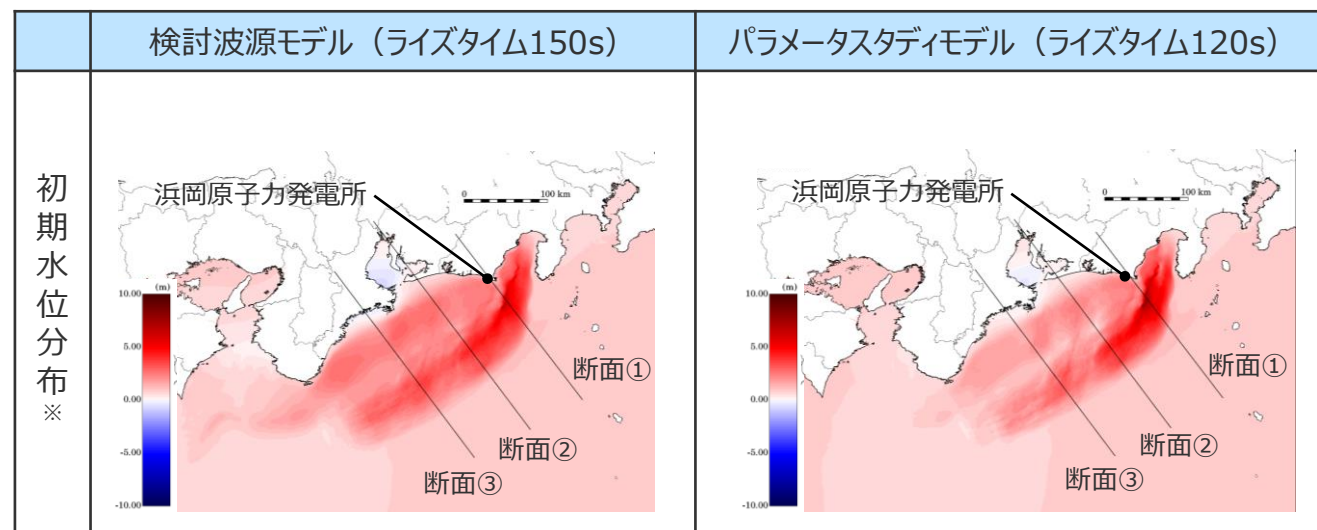
②-2敷地への津波影響の分析

(初期水位分布の比較結果)

- 津波の初期水位分布について、「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討したパラメータスタディモデルと、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した結果は以下のとおり。
- パラメータスタディモデルと比べて、内閣府の最大クラスモデルは、初期水位が全体的に大きいことが確認できる。



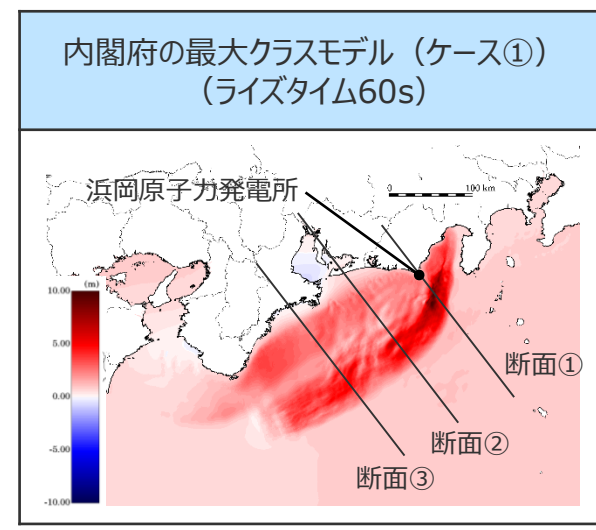
(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法



・最も初期水位が大きい時間 (180s後) を抽出

・最も初期水位が大きい時間 (150s後) を抽出

(B) 代表パラメータの検討による方法



・最も初期水位が大きい時間 (120s後) を抽出

※朔望平均満潮位(T.P.+0.80m)を考慮

②-2敷地への津波影響の分析

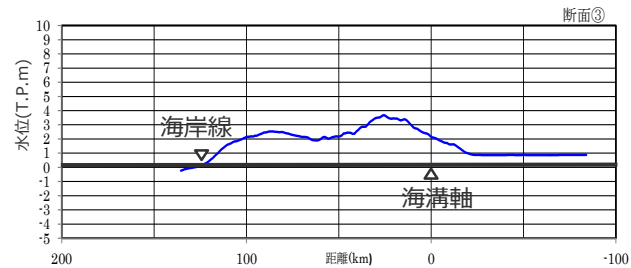
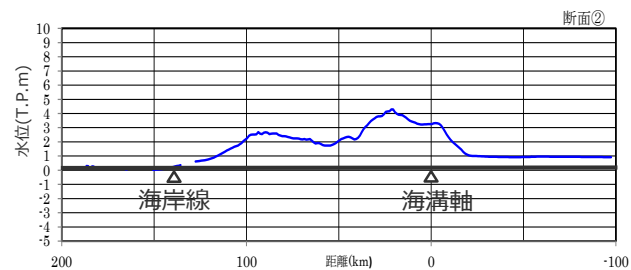
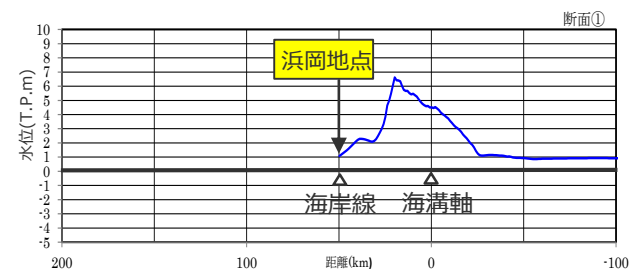
(初期水位分布の比較結果)

- 津波の初期水位分布について、「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討したパラメータスタディモデルと、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した結果は以下のとおり。
- パラメータスタディモデルと比べて、内閣府の最大クラスモデルは、初期水位が全体的に大きいことが確認できる。

ライズタイムの違いによる津波の初期水位分布の変化

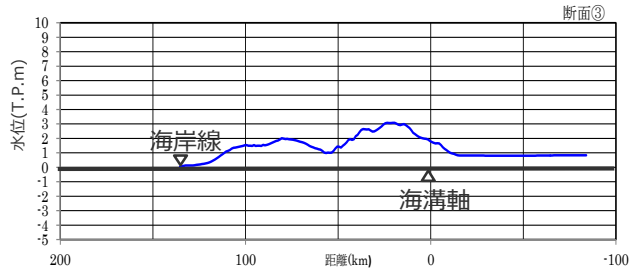
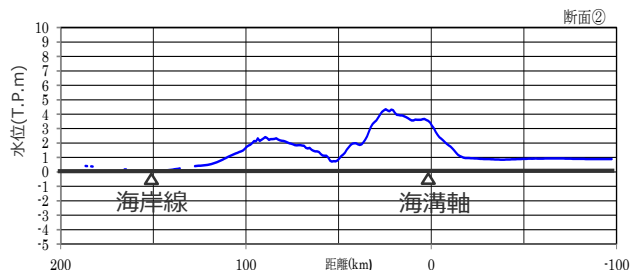
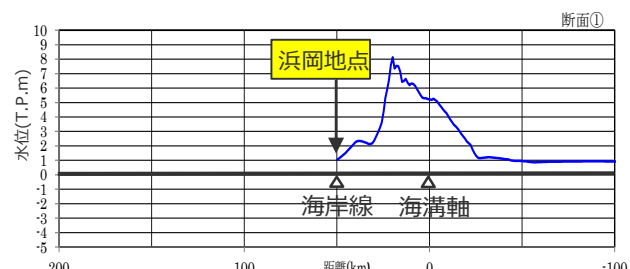
(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

検討波源モデル (ライズタイム150s)



・最も初期水位が大きい時間 (180s後) を抽出

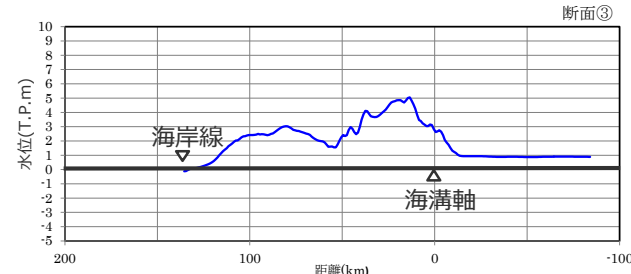
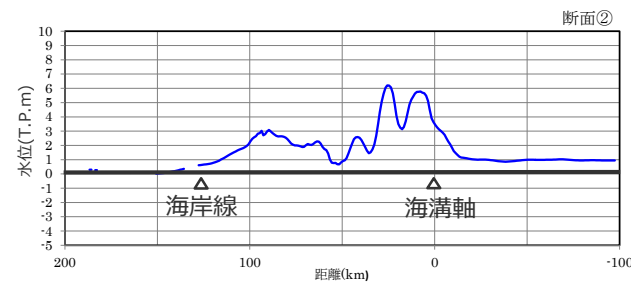
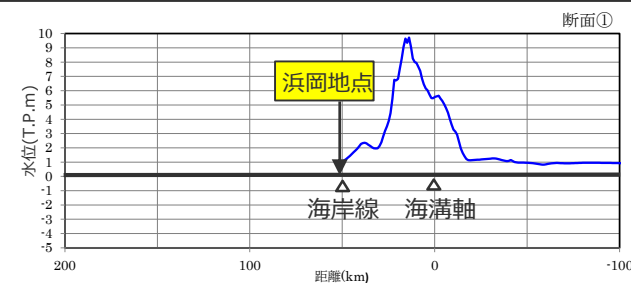
パラメータスタディモデル (ライズタイム120s)



・最も初期水位が大きい時間 (150s後) を抽出

(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデル (ケース①)
(ライズタイム60s)



・最も初期水位が大きい時間 (120s後) を抽出

※ 期望平均満潮位 (T.P.+0.80m) を考慮

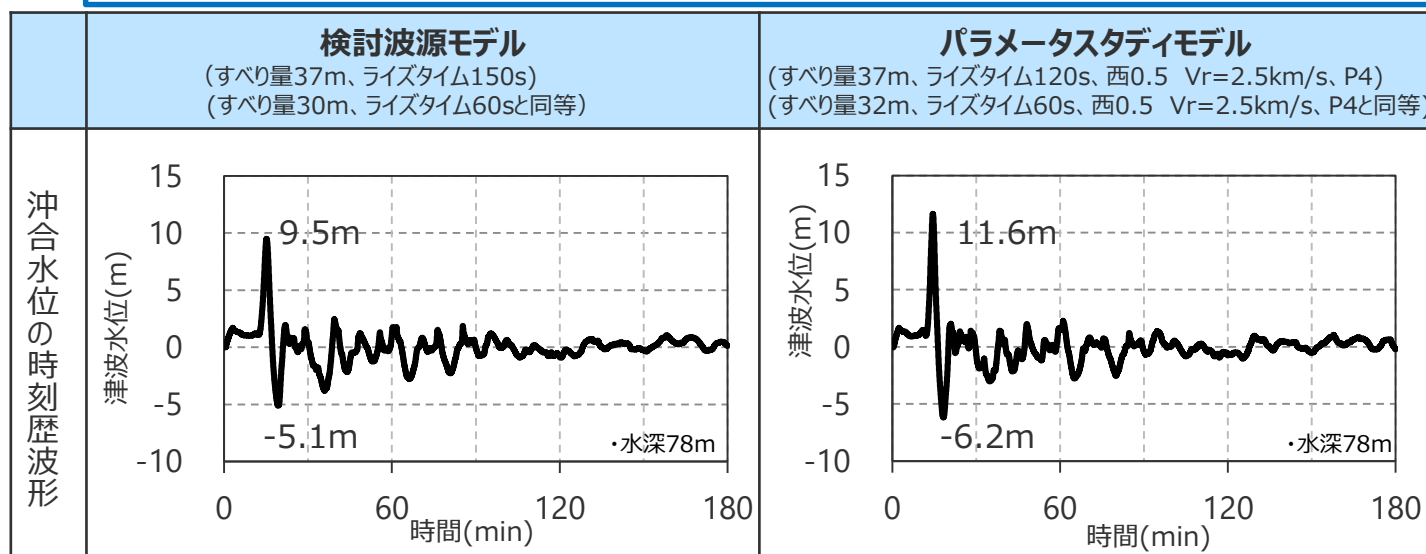
初期水位分布断面図 ※

②-2敷地への津波影響の分析

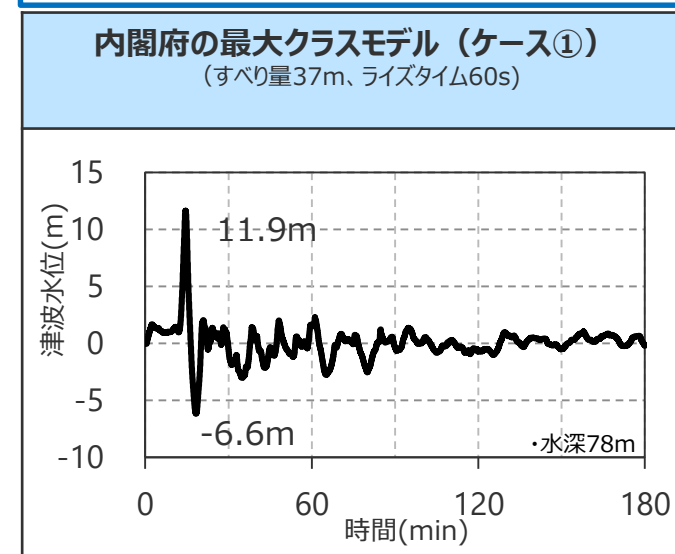
(敷地沖合水位の比較結果)

- 津波の敷地沖合水位について、「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討したパラメータスタディモデルと、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した結果は以下のとおり。
- 内閣府の最大クラスモデルの沖合水位は、「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討したパラメータスタディモデルを、上回っていることを確認した。
- なお、検討波源モデルの津波水位は東北沖地震時の観測水位と同程度であり、検討波源モデルに対して不確かさを考慮したパラメータスタディモデルの津波水位、および内閣府の最大クラスモデルの津波水位はいずれも東北沖地震時の観測水位より大きいことを確認した。

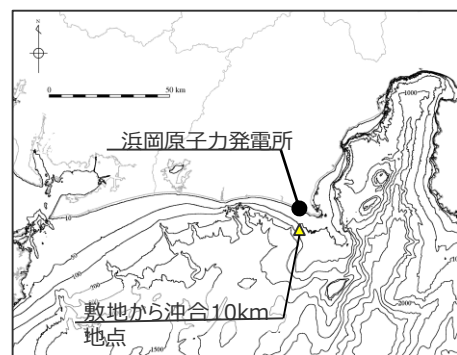
(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法



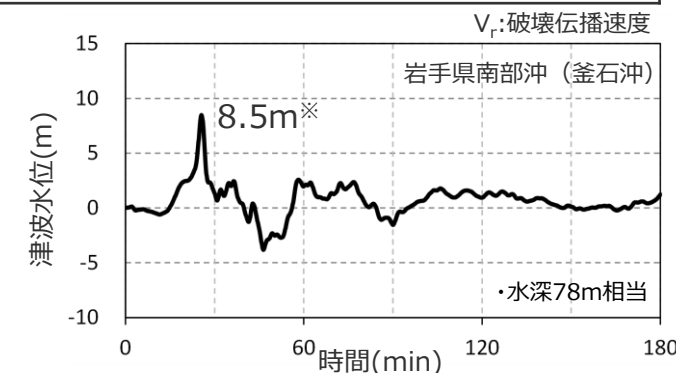
(B) 代表パラメータの検討による方法



沖合10km地点の水位の比較



位置図 (敷地から沖合10km地点)



※同条件下で比較するため、水深の影響をグリーンの法則に基づき、補正している。
岩手県南部沖GPS波浪計地点の水深は204m。

②-2敷地への津波影響の分析

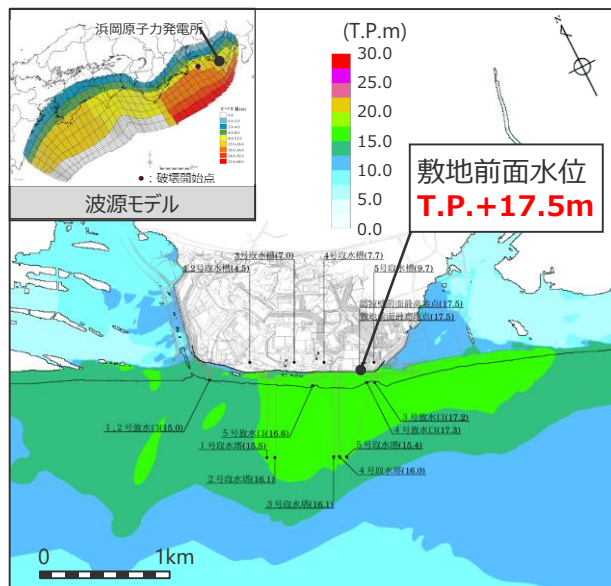
(敷地への津波影響の比較)

- 水位上昇側の敷地影響について、「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討したパラメータスタディモデルと、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した結果は以下のとおり。
- 内閣府の最大クラスモデルの敷地前面水位は、国内外の地震・津波の科学的知見に基づくパラメータスタディモデルの敷地前面水位を上回っていることを確認した。

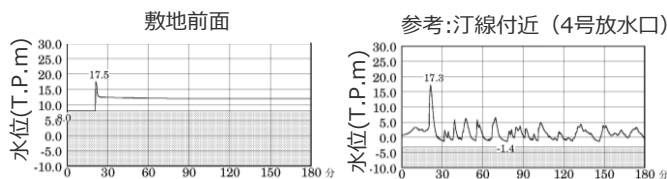
(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

検討波源モデル

(すべり量37m、ライズタイム150s)
(すべり量30m、ライズタイム60sと同等)



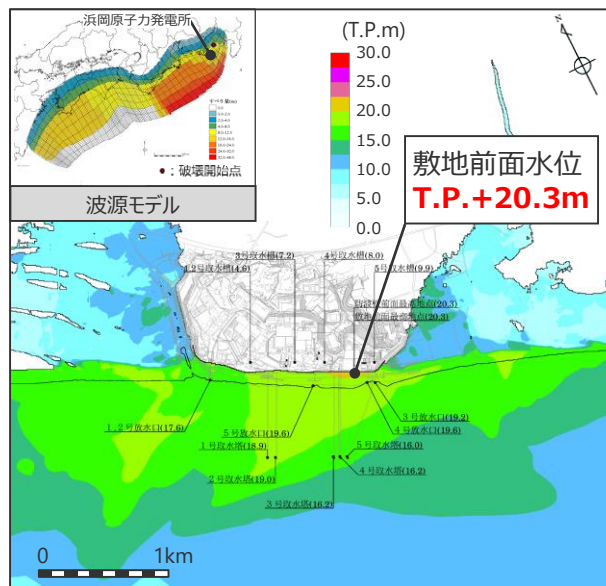
最大上昇水位分布



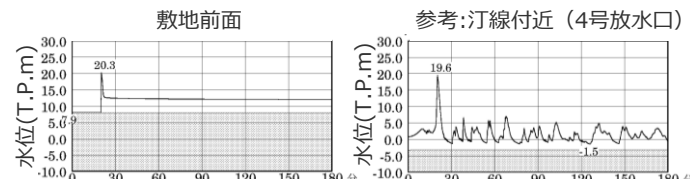
水位の時刻歴波形

パラメータスタディモデル

(すべり量37m、ライズタイム120s、西0.5 Vr=2.5km/s、P4)
(すべり量32m、ライズタイム60s、西0.5 Vr=2.5km/s、P4と同等)



最大上昇水位分布

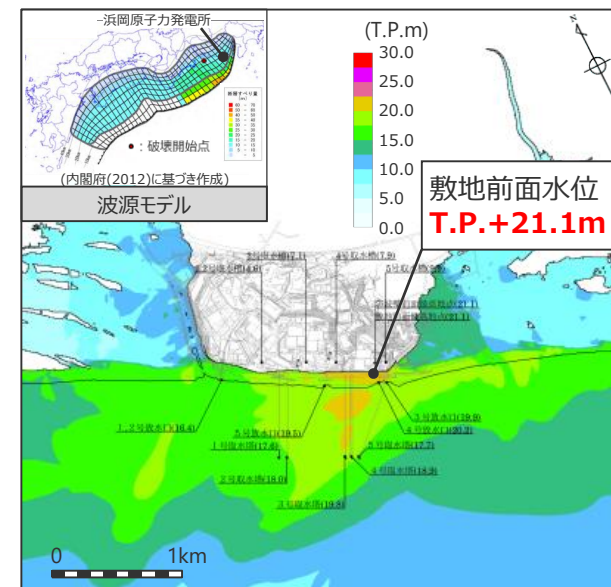


水位の時刻歴波形

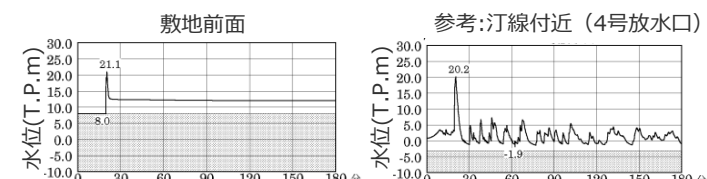
(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデル (ケース①)

(すべり量37m、ライズタイム60s)



最大上昇水位分布



水位の時刻歴波形

・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
V_r:破壊伝播速度
・網掛け部の上端は当該地点の標高

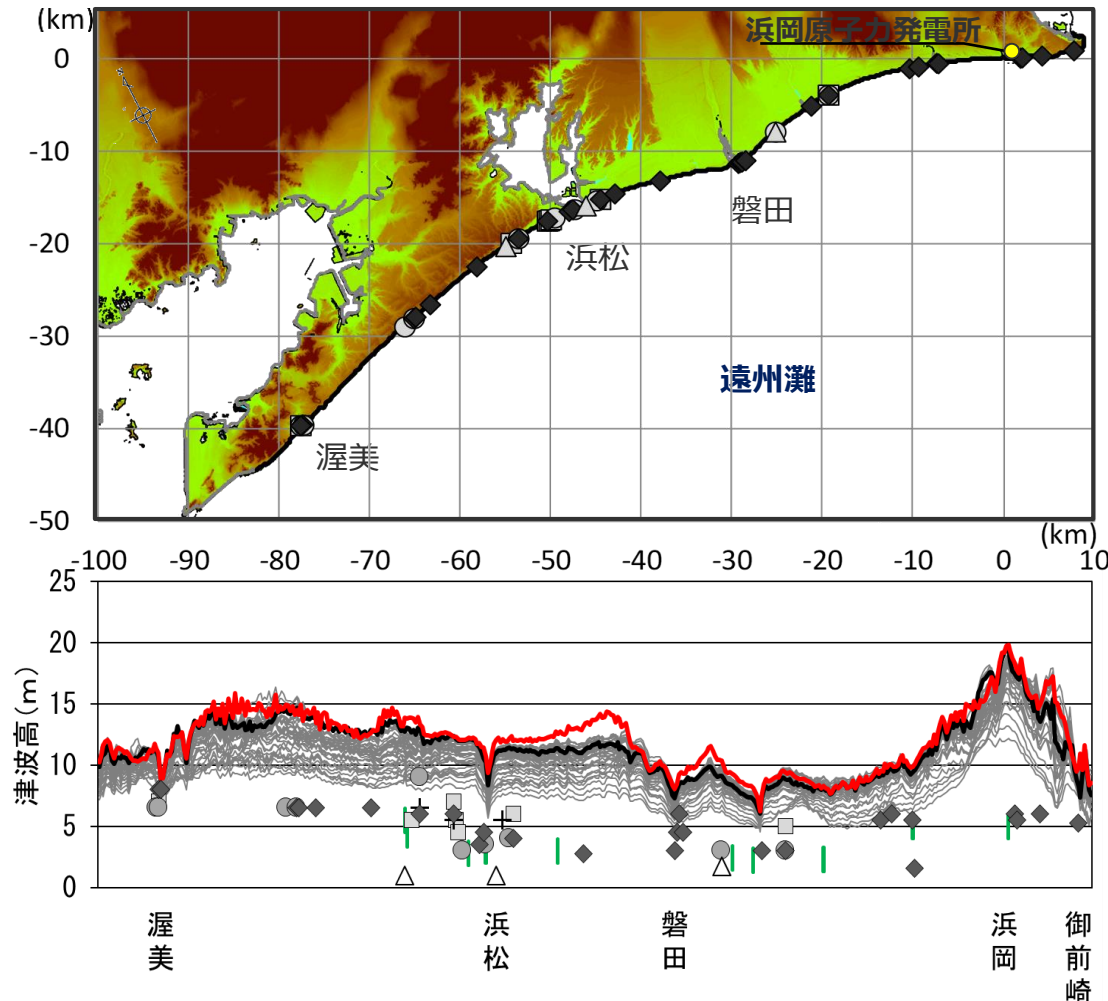
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

②-2敷地への津波影響の分析

(遠州灘沿岸域全域への津波影響の比較)

- 遠州灘沿岸域の津波高について、「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討したパラメータスタディモデルと、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した結果は以下のとおり。
- 内閣府の最大クラスモデルの津波高は詳細パラメータスタディのモデルによる津波高を概ね包絡している。

自治体等も含め、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により検討された内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると考えられる。



- (A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**
- パラメータスタディモデル
 - その他の詳細パラメータスタディのモデル
- (B) 代表パラメータの検討による方法**
- 最大クラスモデル(ケース①)による津波高

歴史記録に基づく
痕跡高

- 明応
- + 慶長
- 宝永
- ◆ 安政東海
- △ 昭和東南海

津波堆積物から推定される津波高
(東北沖地震等による津波の最大遡上高と津波堆積物の分布標高の差が約0~2mであることを踏まえ、津波堆積物の最大標高+0~2mの高さを幅で示した。詳細は「歴史記録及び津波堆積物に関する調査について」の資料に示す。)

国内外の地震・津波の科学的知見に基づくパラメータスタディによる津波高と内閣府の最大クラスモデル(ケース①)の津波高との比較

②-2敷地への津波影響の分析

(敷地への津波影響の分析結果(まとめ))

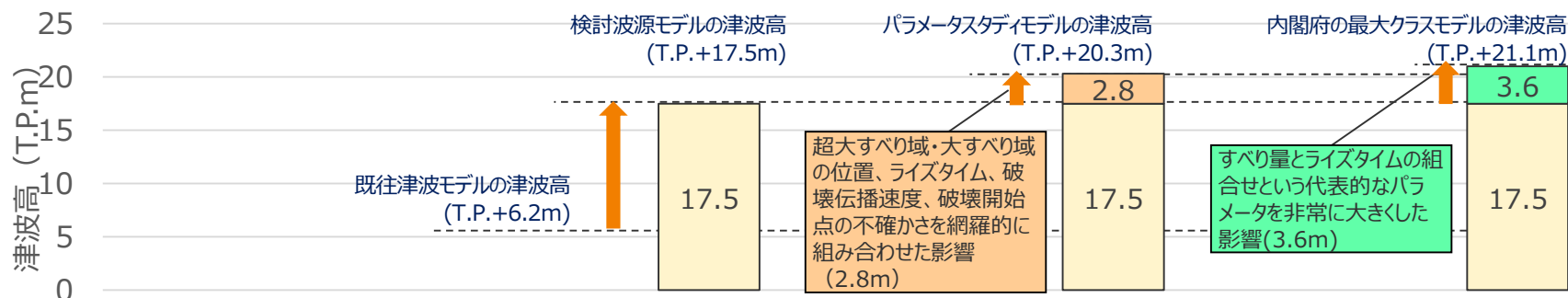
- 敷地の津波影響の観点から、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法により検討したパラメータスタディモデルと、(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルとを比較した。
- その結果、(B) 代表パラメータの検討による方法により検討されている内閣府の最大クラスモデルは、敷地の津波影響の観点から、すべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさを網羅的な組み合わせの津波影響を代表しているモデルと考えられ、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができることと評価した。

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

(B) 代表パラメータの検討による方法

波源モデル名		内閣府の最大クラスモデル (ケース①)	国内外の地震・津波の科学的知見に基づくパラメータスタディ		内閣府の最大クラスモデル (ケース①) の津波評価
			検討波源モデル	パラメータスタディモデル	
認識論的 不確かさ	面積	約14万km ²	約14万km ²	約14万km ²	約14万km ²
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1	Mw9.1
	すべり量・ライズタイム (超大すべり域)	37m・60s	37m・150s	37m・120s (ライズタイムは120s～300sのうち最大ケース)	37m・60s
	浅部の 破壊形態	境界面浅部	境界面浅部/境界面浅部・分岐断層 (駿河湾内のトラフ軸付近に 超大すべり域のすべり量を設定)	境界面浅部/境界面浅部・分岐断層 (駿河湾内のトラフ軸付近に 超大すべり域のすべり量を設定)	境界面浅部
	超大すべり域・ 大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	駿河湾～紀伊半島沖を含む東西約10kmごとに移動させたケースのうち最大ケース (西へ10km移動させたケース)	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)
	破壊伝播速度	2.5km/s	2.0km/s	0.7km/s～2.5km/s のうち最大ケース (2.5km/s)	2.5km/s
偶然的 不確かさ	破壊開始点	大すべり域の下端中央	大すべり域の下端中央	大すべり域の周囲の複数地点のうち最大ケース (大すべり域の南東側)	大すべり域の下端中央
			T.P.+17.5m	T.P.+20.3m	T.P.+21.1m

すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見に基づき設定



・なお、初期水位分布、敷地沖合水位、敷地周辺の津波高等の比較について次ページ以降に示す。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①、②のまとめ

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認



・内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域においてあらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な津波を想定したものと考えられる。

・内閣府の最大クラスの津波想定は、他海域の最大クラスの津波想定と異なり、過去に発生している地震・津波の痕跡に基づかず想定されていると考えられ、パラメータスタディを行わずとも歴史記録・津波堆積物に基づく痕跡高を南海トラフの沿岸域の全域において2倍程度で包絡していること、関東以西～九州の南海トラフに関係する自治体（計21都府県）の最大クラスの津波想定では、内閣府の最大クラスモデルがそのまま採用されており、内閣府の最大クラスモデルをベースとしたパラメータスタディは実施されていないことから、南海トラフの最大クラスの地震・津波の想定には予め大きな不確かさが考慮されていると考えられる。



②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への影響の比較・分析



・内閣府の最大クラスモデルは、すべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されており、（A）各種パラメータの網羅的検討による方法により検討するモデルとして合理的ではなく、（B）代表パラメータの検討による方法により少ないケースで南海トラフの全域において安全側の検討を行ったモデルと考えられる。

・なお、東北沖地震以降の知見も含め南海トラフの最新の科学的知見に基づくと、南海トラフにおいて内閣府が想定する最大クラスの津波が発生する可能性は低いと考えられる。



・（B）代表パラメータの検討による方法により検討されている内閣府の最大クラスモデルは、敷地の津波影響の観点から、すべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの網羅的な組合せの津波影響を代表しているモデルと考えられ、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。



③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理
(内閣府の最大クラスモデルの分析結果)

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認

②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への津波影響の比較・分析

内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の当社による整理

当社は、行政機関の津波評価として公表されている内閣府の最大クラスモデルについて、最新の科学的・技術的知見を踏まえて、その波源設定の考え方・解析条件等の内容を精査するとともに、同モデルを用いた内閣府による津波高等の推計との比較・分析を行い、以下のように整理した。

【内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理結果】

- 内閣府の最大クラスの津波想定の確認の結果、内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域において最大クラスの津波を評価したものと考えられる。
- その後の知見も含め東北沖地震や南海トラフの最新の科学的知見に基づく分析の結果、内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されており、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法により検討するモデルとして合理的ではなく、(B) 代表パラメータの検討による方法により少ないケースで安全側の検討を行ったモデルと評価した。
- また、浜岡原子力発電所の敷地への影響を分析した結果、(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの科学的知見に基づく網羅的な組み合わせの津波影響を代表していることを確認した。
- 以上より、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理 (内閣府の最大クラスのモデルの位置付けの有識者への確認)

内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の当社による整理

当社は、行政機関の津波評価として公表されている内閣府の最大クラスモデルについて、最新の科学的・技術的知見を踏まえて、その波源設定の考え方・解析条件等の内容を精査するとともに、同モデルを用いた内閣府による津波高等の推計との比較・分析を行い、以下のように整理した。

【内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理結果】

- 内閣府の最大クラスの津波想定の確認の結果、内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域において最大クラスの津波を評価したものと考えられる。
- その後の知見も含め東北沖地震や南海トラフの最新の科学的知見に基づく分析の結果、内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されており、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法により検討するモデルとして合理的ではなく、(B) 代表パラメータの検討による方法により少ないケースで安全側の検討を行ったモデルと評価した。
- また、浜岡原子力発電所の敷地への影響を分析した結果、(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの科学的知見に基づく網羅的な組み合わせの津波影響を代表していることを確認した。
- 以上より、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。



- 当社の整理結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者のうち津波波源に関する有識者にご確認いただいた。



- 内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者からは当社の整理結果と整合的なご意見をいただいた。



確認結果

- 内閣府の最大クラスの地震・津波は、東北沖地震直後に、南海トラフにおいてMw9クラスの大きな地震・津波が想定されたものであり、当時の国として科学的に想定し得る最大規模の地震・津波を示したものと考えられる。
- 不確かさの考慮の方法として、全てのパラメータの不確かさを一様に考慮する方法（(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法）と、影響の大きいパラメータについて不確かさを非常に大きく考慮することによって他の影響を代表する方法（(B) 代表パラメータの検討による方法）とがあり、(B) 代表パラメータの検討による方法で検討された内閣府の最大クラスモデルは、少ない検討ケースで南海トラフの全域において安全側となるよう、すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、偶発的不確かさである破壊開始点も含め、その他の影響を代表したモデルと考えられる。

③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

(当社の整理結果に対する有識者の主な意見)

- 当社の整理結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者のうち津波波源に関する有識者にご確認いただいた。
- 主な意見は以下のとおり。

項目		主な意見
内閣府の最大クラスモデルの位置付け		<ul style="list-style-type: none"> ● 3.11直後、想定外をなくすという想いで内閣府の最大クラスモデルは作成されており、科学的に想定し得る最大規模の地震・津波として、国レベルで合意したモデルという位置付けと認識している。防災上、命を守ることを目標とするモデルであり、施設対応をしなければいけないモデルでもないし100%対応しなければいけないモデルでもないという認識である。 ● (内閣府の)「最大」はこれ以上はあり得ないという最大。かなりの委員がそういう認識である。 ● 当時は、想定外となるような被害予測をしたくないという状況もあり、南海トラフ沿岸域の津波痕跡高や津波堆積物地点の高さを全域で大幅に上回る、巨大な津波まで検討されたと認識している。 ● 首都直下地震モデル検討会では最大クラスを計算しているが、再来期間(2~3千年周期。前回は300年前)を考慮して防災に適用していない。
すべり量 - ライズタイムの設定		<ul style="list-style-type: none"> ● 津波履歴や沈み込み帯の構造等の調査結果からは、東北沖に比べ南海トラフの方が、地震発生時のすべり量が小さいことが示唆されるが、内閣府の最大クラスモデルは東北沖地震津波レベルまですべり量を引上げていると認識している。 ● Mw9地震のすべり量に対するライズタイムについて、ライズタイム60秒は短いと考えている。最大の安全側を考慮しており、この程度の規模だとライズタイムは120~180秒と考えている。 ● 津波のライズタイムについては、議論となった。60s、180s、600sでパラメータスタディを行っているが、3.11直後という状況もあり、安全側の60sに異論がなく、それが採用になったと認識している。 ● ライズタイム60sは、それで検討したという以上の根拠は無いと考えている。既往津波のすべり量10mを40mとしても、ライズタイムも合わせて長くすると津波高が大きくなり、防災上意味がないので安全側にそのままにしているという程度だと思う。
不確かさの考慮	不確かさの考慮の方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 不確かさの考慮の方法として、全てのパラメータの不確かさを一様に考慮する方法と、影響の大きいパラメータについて不確かさを非常に大きく考慮することによって他の影響を代表する方法とがある。結果として前者と後者とでは同程度の不確かさを考慮していることになる。
	破壊開始点の不確かさ	<ul style="list-style-type: none"> ● 破壊開始点の影響については最大クラスの波源モデルに含まれていると認識している。そのためすべり量やライズタイム等のパラメータが幅を持って設定されており、合理的と考えている。破壊開始点の影響について検討はしたが、思ったより津波高への影響は大きくなかったと認識している。 ● 破壊開始点は、強震動に対しては影響するが、津波評価上あまり影響しない。内閣府の最大クラスモデルの津波評価結果は、最新の科学的知見に基づき評価した結果よりも大きく、十分安全側となっている。 ● ライズタイムを短くしたことで、破壊開始点等の不確かさはカバーされていると考えている。
	海底地すべりの組合せ	<ul style="list-style-type: none"> ● 地すべりや津波地震の影響についても最大クラスの波源モデルに含まれていると認識している。 ● (報告書には明記されていないが、)内閣府でも、海底地すべりの議論があり、その津波影響は大すべり域等で吸収した経緯がある。

④ 基準津波の策定への反映

内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

① 内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認



② 内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1 各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析

②-2 敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への津波影響の比較・分析



③ 内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

- ①②を踏まえて、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。
- 再整理の結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者に確認した。



④ 基準津波の策定への反映

- 上記整理結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデルの基準津波の策定への反映について検討した。
- ・第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

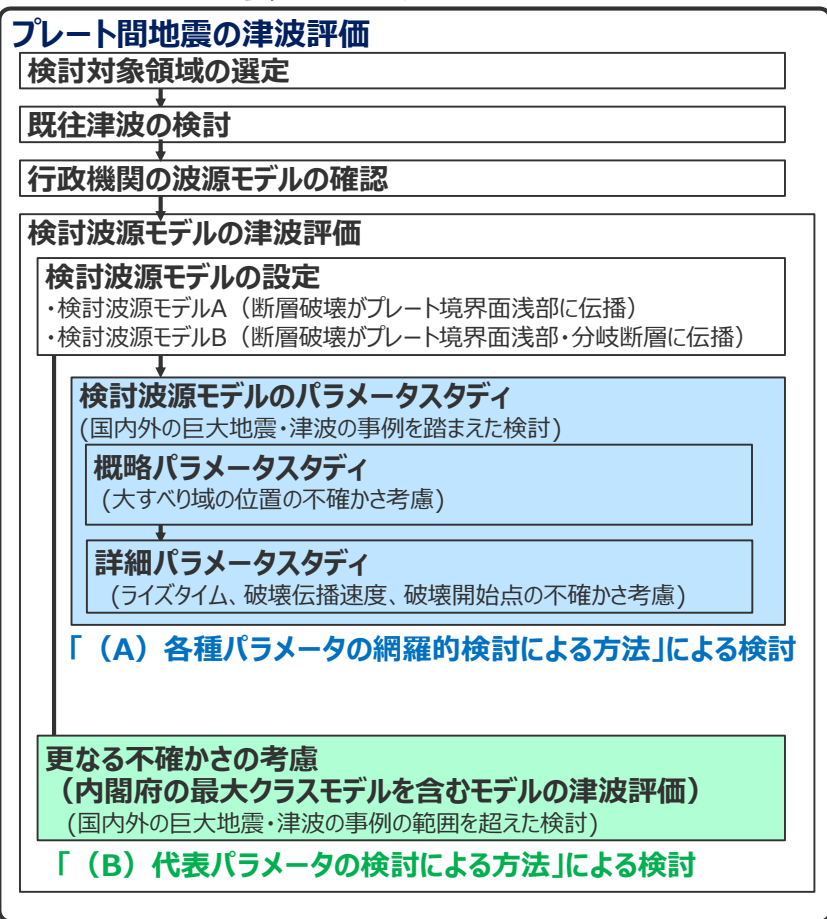
5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

④ 基準津波の策定への反映

(No.4コメント回答に伴う第662回審査会合の津波評価からの変更点)

- 第662回審査会合では、プレート間地震の津波評価について、「検討波源モデルのパラメータスタディ」の他に、国内外の巨大地震の発生事例の範囲を超えて一部のパラメータを考慮した検討を「更なる不確かさ考慮」という表現で加え、内閣府の最大クラスモデルを含むモデルを「更なる不確かさの考慮モデル」として整理していた。
- 今回、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した結果、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**により検討した「検討波源モデルのパラメータスタディ」と**(B) 代表パラメータの検討による方法**により検討した内閣府の最大クラスモデルとの波源設定の考え方の違いを踏まえ、「更なる不確かさの考慮」という表現による整理は取り止め、**(B) 代表パラメータの検討による方法**により検討された内閣府の最大クラスモデルは、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**によって検討を行うプレート間地震の津波評価と別に、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。
- なお、第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点等のパラメータスタディを実施した場合の影響検討を参考として実施した。

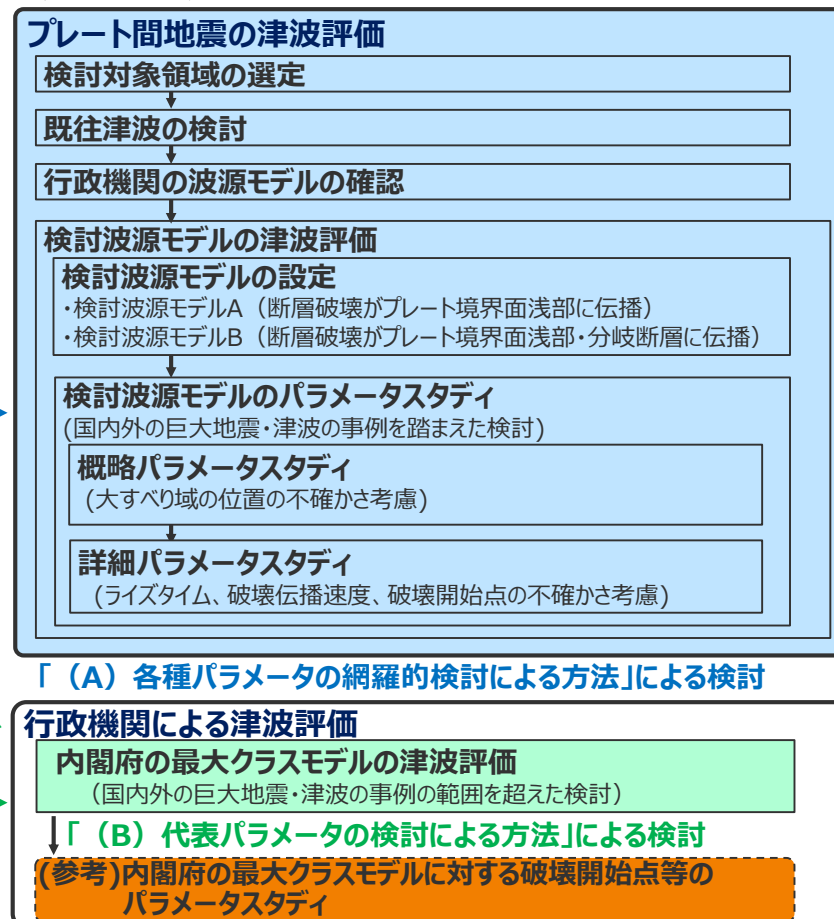
第662回審査会合の説明方針



基準津波の策定のうち、プレート間地震の津波評価は、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**によって検討を行う

(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルは、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更

今回の説明方針



④ 基準津波の策定への反映 (津波審査ガイドの記載との関係)

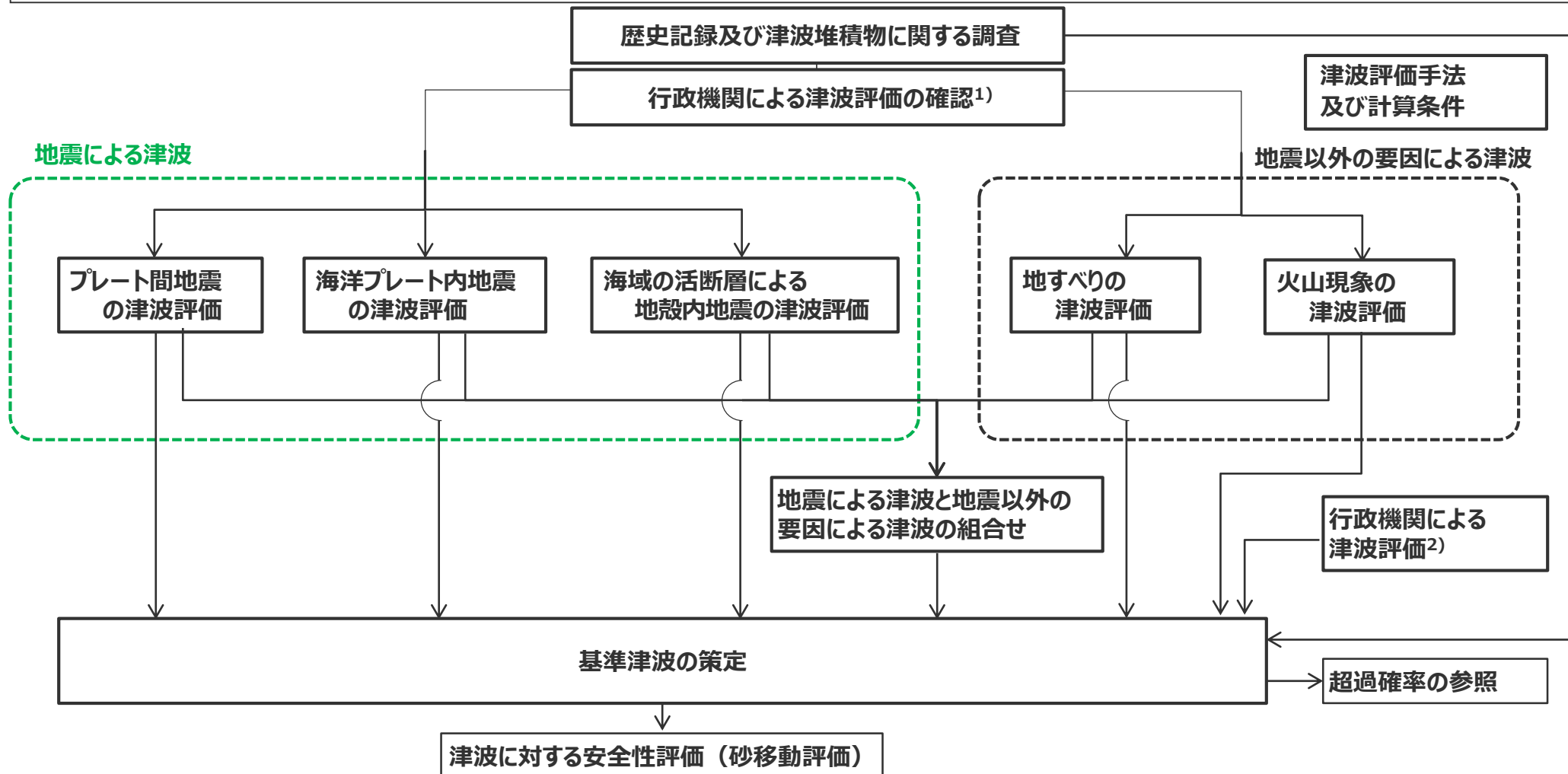
■ 審査会合コメントおよび津波審査ガイドに照らして、内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。その結果は以下のとおり。

津波審査ガイド		基準津波の策定への反映方法
項目	記載（抜粋）	
3.3 津波波源の設定 3.3.7 津波波源のモデル化に係る不確かさの考慮	<p>(3) 各種パラメータの不確かさの設定については、その範囲及び科学的根拠が明示されていることを確認する。科学的根拠が示せない場合でも、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、安全評価の観点から十分な幅をもって設定されていることを確認する。</p> <p>第662回審査会合コメント</p> <p>・内閣府の最大クラスモデルを「更なる不確かさ考慮モデル」とするのであれば偶然的不確かさである破壊開始点のパラメータスタディを実施すること。</p> <p>・「更なる不確かさの考慮」は、概略パラメータスタディ（大すべり域の位置の不確かさ考慮の検討）後のモデルに対して行うこと。</p>	<ul style="list-style-type: none"> プレート間地震の津波評価は、各種パラメータの不確かさを十分安全側に考慮して「（A）各種パラメータの網羅的検討による方法」による検討を行った。その際、各種パラメータの不確かさを最新の科学的・技術的知見に基づき設定し、その範囲・根拠を明示した。 内閣府の最大クラスモデルの個々のパラメータについて、最新の科学的・技術的知見に基づく分析を行った結果、すべり量とライズタイムの組合せが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されていることを確認したことから、「（A）各種パラメータの網羅的検討による方法」で考慮するパラメータとしては合理的でないと考え、「（A）各種パラメータの網羅的検討による方法」で検討を行うプレート間地震の津波評価において内閣府の最大クラスモデルのすべり量とライズタイムの組合せを反映しないこととした。
3.6 基準津波の選定結果の検証 3.6.2 行政機関による既往評価との比較	<p>(1) 行政機関において敷地又はその周辺の津波が評価されている場合には、波源設定の考え方、解析条件等の相違点に着目して内容を精査した上で、安全側の評価を実施するとの観点から必要な科学的・技術的知見を基準津波の策定に反映されていることを確認する。</p> <p>(2) 特に南海トラフ地震の津波が襲来する可能性のあるサイトについては、内閣府による南海トラフ巨大地震の津波高推計との評価条件及び評価結果の比較・分析が行われていることを確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の不確かさの科学的知見に基づく網羅的な組み合わせの津波影響を代表していることを確認し、「（B）代表パラメータの検討による方法」により検討されたモデルとして、現時点でも合理的と考え、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価し、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映することとした。

④ 基準津波の策定への反映

(No.4コメント回答に伴う津波評価のフローの変更点)

- 津波評価のフローは以下のとおり。
- 再整理の結果を踏まえて、行政機関による津波評価について、個々のパラメータについて科学的根拠を確認した検討と、行政機関の津波評価をそのまま用いて基準津波に反映する検討を分離し、津波評価のフローを明確化した。



第662回審査会合からの変更点

1)各津波発生要因の津波評価は、「各種パラメータの網羅的検討による方法」によって行うものとし、行政機関による津波評価の波源モデルも含め、個々のパラメータについて科学的根拠を確認して検討した。
 2)行政機関による津波評価では、波源設定の考え方の相違点に着目して内容を精査し、「各種パラメータの網羅的検討による方法」とは別の考え方の方法によるものと考えられる行政機関の波源モデルそのものを基準津波の策定に反映した。

④ 基準津波の策定への反映

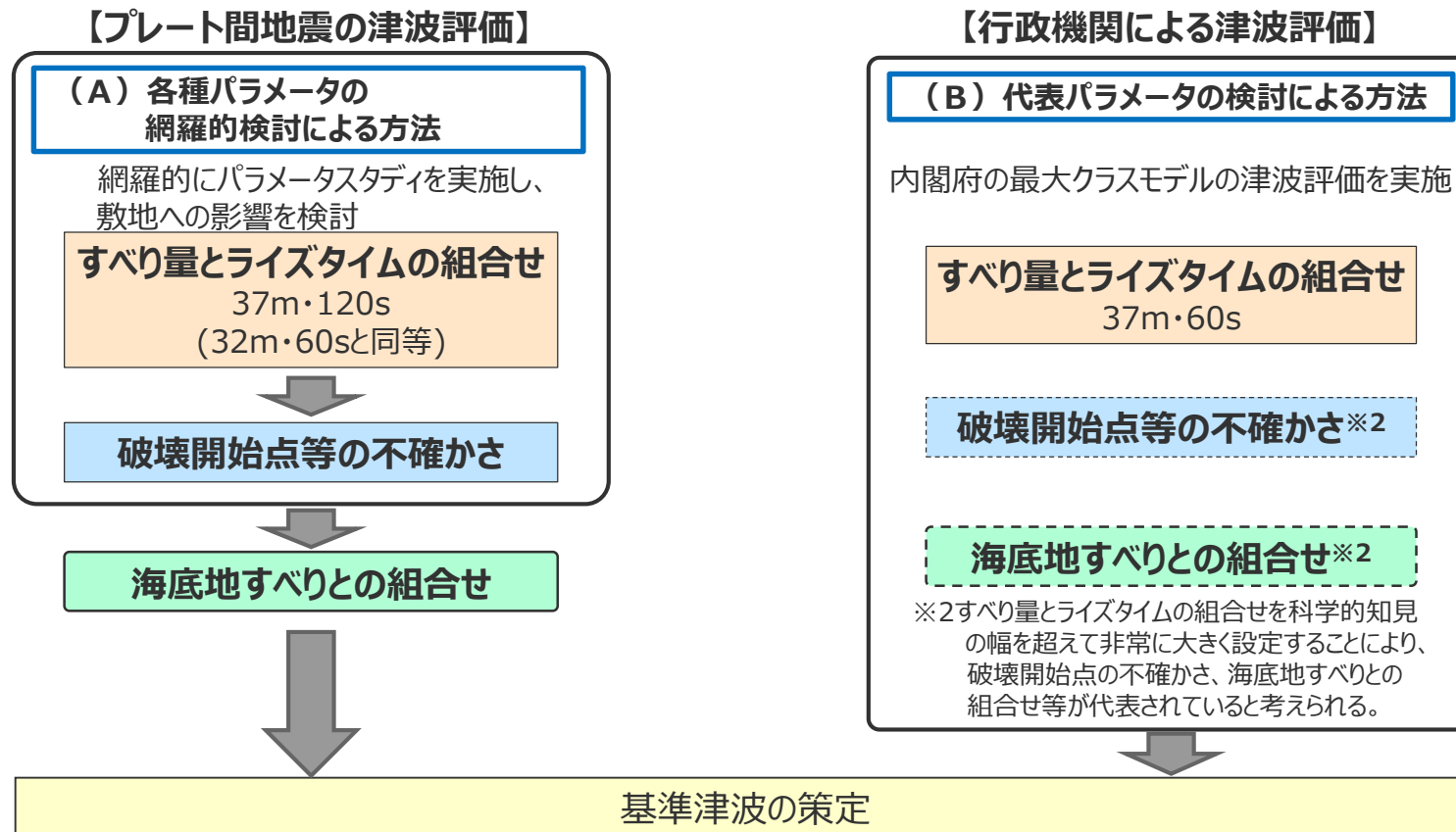
(まとめ)

- 内閣府の最大クラスモデルについて、津波想定の確認および最新の科学的・技術的知見に基づく分析を行い、波源設定の考え方^{※1}に着目して、内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理し、基準津波の反映方法を検討した。
- 分析の結果、内閣府の最大クラスのモデルは、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**により検討するモデルではなく、**(B) 代表パラメータの検討による方法**により少ないケースで安全側の検討を行ったモデルと考えられること、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等、その他のパラメータスタディを明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができることと評価した。
- そこで、基準津波の策定に当たり、プレート間地震の津波評価は、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**による検討を行うこととし、**(B) 代表パラメータの検討による方法**により検討された内閣府の最大クラスモデルについては、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。

※1「波源設定の考え方」について、各種パラメータの不確かさに対し、安全側の評価を行うため波源モデル設定の方法は、以下 (A) の方法のほか、(B) の方法があると考えられる。

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法：各パラメータの不確かさの組合せの科学的知見に基づく網羅的な検討により安全側の評価を行う考え方の方法

(B) 代表パラメータの検討による方法：影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の現象の津波影響を代表させて安全側の評価を行う考え方の方法



5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 (参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディ

- 内閣府の最大クラスモデルは、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの地震・津波」として想定されたものであり、「(B) 代表パラメータの検討による方法」により少ないケースで安全側の検討を行ったモデルと考えられる。内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等、その他のパラメータスタディを明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。
- ここでは、第662回審査会合のコメントを踏まえて、仮に、「(B) 代表パラメータの検討による方法」と位置づけられる内閣府の最大クラスモデルに対して、破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

今回説明の津波評価

【プレート間地震の津波評価】

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

網羅的にパラメータスタディを実施し、敷地への影響を検討

すべり量とライズタイムの組合せ
37m・120s
(32m・60sと同等)

破壊開始点等の不確かさ

海底地すべりとの組合せ

基準津波の策定

【行政機関による既往評価】

(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデルの津波評価を実施

すべり量とライズタイムの組合せ
37m・60s

破壊開始点等の不確かさ(※)

海底地すべりとの組合せ(※)

(※)すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見の幅を超えて非常に大きく設定することにより、破壊開始点の不確かさ、海底地すべりとの組合せ等が代表されていると考えられる。

参考として提示

【行政機関による津波評価】

(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデルの津波評価を実施

すべり量ライズタイムの組合せ
37m・60s

破壊開始点等の不確かさ(※)

海底地すべりとの組合せ(※)

(※)すべり量とライズタイムの組合せを科学的知見の幅を超えて非常に大きく設定することにより、破壊開始点の不確かさ、海底地すべりとの組合せ等が代表されていると考えられる。

破壊開始点等の不確かさ

コメントを踏まえ、内閣府モデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を実施

影響検討

- ここでは、内閣府の最大クラスモデルに対して、駿河湾内の超大すべり域のすべり量の不確かさ、大すべり域の位置の不確かさ、偶然的不確かさで破壊開始点の不確かさを考慮した「内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル」を設定する。
- 「内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル」のパラメータは、内閣府の最大クラスモデルをベースモデルとして、科学的知見に基づくパラメータスタディの結果に基づいて設定し、偶然的不確かさである破壊開始点のパラメータスタディを実施した。
- なお、水位下降側については内閣府の最大クラスモデルの影響がパラメータスタディモデルの影響と比べて小さいことから、検討を行わない。

【プレート間地震の津波評価】

【行政機関による津波評価】

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法

波源モデル名		検討波源モデル	パラメータスタディモデル
認識論的 不確かさ	面積	約14万km ²	約14万km ²
	地震規模	Mw9.1	Mw9.1
	すべり量・ライズタイム (超大すべり域)	37m・150s (30m・60sと同等)	37m・120s (32m・60sと同等)
	浅部の破壊形態	境界面浅部 /境界面浅部・分岐断層 (御前崎海脚東部の断層帯/東海断層系)	境界面浅部 /境界面浅部・分岐断層 (御前崎海脚東部の断層帯/東海断層系)
	(駿河湾域)	(超大すべり域のすべり量を設定)	(超大すべり域のすべり量を設定)
	超大すべり域・大すべり域の位置	駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	駿河湾～紀伊半島沖を含む東西約10kmごとに移動させたケースのうち最大ケース (西へ10km移動させたケース)
	破壊伝播速度	2.0km/s	0.7km/s～2.5km/sのうち最大ケース (2.5km/s)
偶然的 不確かさ	破壊開始点	大すべり域の周囲の複数地点のうち最大ケース (大すべり域の南東側)	

(B) 代表パラメータの検討による方法

内閣府の最大クラスモデル (ケース①)	(参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル
約14万km ²	約14万km ²
Mw9.1	Mw9.1
37m・60s	37m・60s
境界面浅部	境界面浅部
(超大すべり域のすべり量を設定しない)	(超大すべり域のすべり量を設定)
駿河湾～紀伊半島沖 (基準ケース)	西へ10km移動させたケース
2.5km/s	2.5km/s
大すべり域の下端中央	大すべり域の周囲の複数地点

□ : 国内外の地震の科学的知見に基づき設定されているパラメータ

■ : 国内外の地震の科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されているパラメータ

□ : 上記パラメータにより不確かさの影響が代表されていると考えられるパラメータ

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 (参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディ (検討ケースのパラメータ設定)

■ 科学的知見に基づくパラメータスタディの結果および「内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル」の設定パラメータは以下のとおり。

国内外の地震・津波の科学的知見に基づくパラメータスタディ

【水位上昇側：検討波源モデルA（大すべり域が1箇所のケース）のパラメータスタディ結果】

● 大すべり域の位置のパラメータスタディ結果 敷地前面(T.P.m)

大すべり域の位置※	W3.0	W2.5	W2.0	W1.5	W1.0	W0.5	0	E0.5	E1.0	E1.5	E2.0
検討波源モデルA 大すべり域1箇所	8.5	11.7	14.6	16.3	17.4	17.6	17.5	17.4	17.4	17.4	17.4

※W3.0:西へ60km、W2.5:西へ50km、W2.0:西へ40km、W1.5:西へ30km、W1.0:西へ20km、W0.5:西へ10km、0:基準位置、E0.5:東へ10km、E1.0:東へ20km、E1.5:東へ30km、E2.0:東へ40km それぞれ大すべり域位置を移動させたケース

● ライズタイムのパラメータスタディ結果 敷地前面(T.P.m)

ライズタイム	120s	150s	180s	210s	240s	270s	300s
検討波源モデルA 大すべり域1箇所	18.6	17.6	16.7	15.9	14.6	13.6	12.6

● 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果 敷地前面(T.P.m)

破壊伝播速度※1	2.5km/s	2.0km/s	1.5km/s	1.0km/s	0.7km/s
検討波源モデルA 大すべり域1箇所	19.4	19.2	19.0	18.5	17.6

※1 表中の2.5～0.7km/sの値は、それぞれの破壊伝播速度におけるパラメータスタディの結果の平均値

内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデルのパラメータ設定

項目	設定	備考
大すべり域の位置	W0.5 西へ10km移動	左記パラメータスタディ結果
ライズタイム	60s	内閣府の最大クラスモデル
破壊伝播速度	2.5km/s	左記パラメータスタディ結果
破壊開始点	6箇所	全て実施

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

(参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディ (影響検討結果)

- 「内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル」の影響検討結果を以下に示す。
- 破壊開始点がP4のケースで敷地への影響が最も大きくなり、敷地前面の津波高はT.P.+22.5mとなった。
- 「(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法」で破壊開始点の影響が小さいことは確認済みであるが、本検討でも影響が小さいことを確認した。

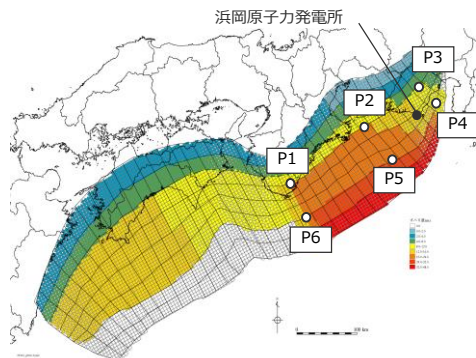
【水位上昇側】

大すべり域を西へ10km移動
ライズタイム60s、
破壊伝播速度2.5km/s

破壊開始点の
不確かさを考慮

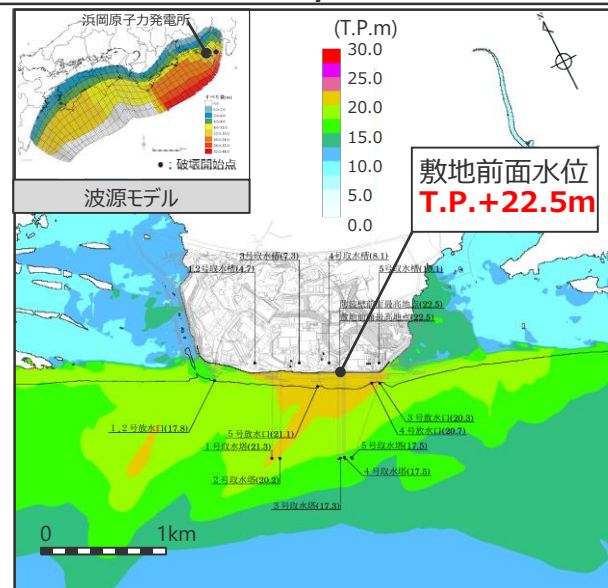
破壊開始点	敷地前面 最大上昇水位(T.P. m)
P1	21.9
P2	21.1
P3	21.9
P4	22.5
P5	22.3
P6	22.3

- ・ 朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
- ・ 防波壁の高さを無限大として解析を実施。



P : 破壊開始点

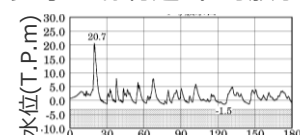
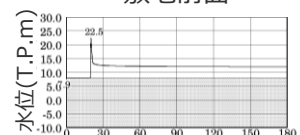
内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル
大すべり域を西へ10km移動、ライズタイム60s、
破壊伝播速度2.5km/s、破壊開始点P4



最大上昇水位分布

敷地前面

参考: 汀線付近 (4号放水口)



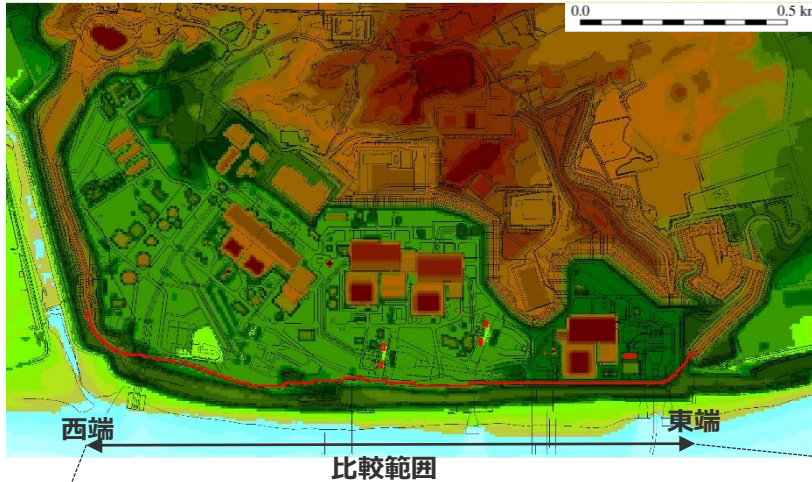
水位の時刻歴波形

- ・ 網掛け部の上端は当該地点の標高
- ・ 朔望平均満潮位 T.P.+0.80mを考慮

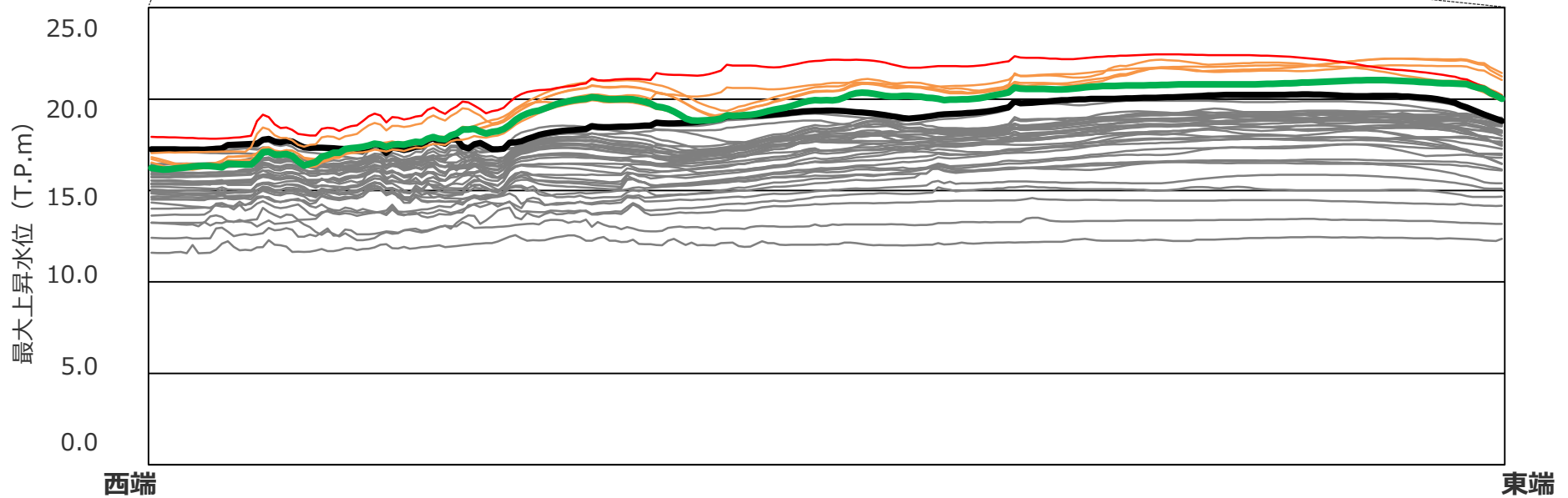
最大上昇水位(T.P. m)

敷地前面	1・2号 取水槽	3号 取水槽	4号 取水槽	5号 取水槽
22.5	4.7	7.3	8.1	10.1

(参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディ
(敷地前面における最大上昇水位の比較)



- (Red) : 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル (破壊開始点: P4)
- (Orange) : 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル (破壊開始点: P1、P2、P3、P5、P6)
- (Green) : 内閣府の最大クラスモデル (ケース①)
- (Black) : 検討波源モデルAの選定モデル
- (Grey) : その他の詳細パラメータスタディのモデル



敷地前面における最大上昇水位の比較

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

(参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディ (影響検討結果 (まとめ))

■「内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル」の津波評価結果は以下のとおり。

項目	最大上昇水位(T.P. m)					最大下降水位(T.P. m) (水位低下時間)	
	敷地外	敷地内				敷地外	
	敷地 前面	1,2号 取水槽	3号 取水槽	4号 取水槽	5号 取水槽	3号 取水塔	4号 取水塔
内閣府の最大クラスモデル	21.1	4.6	7.1	7.9	9.9	海底面 (6.6min)	海底面 (6.7min)

(参考) 内閣府の最大クラスモデルに対する破壊開始点等のパラメータスタディモデル※	22.5	4.7	7.3	8.1	10.1	—	—
---	------	-----	-----	-----	------	---	---

※防波壁の高さを無限大として解析を実施。

なお、水位下降側については内閣府の最大クラスモデルの影響がパラメータスタディモデルの影響と比べて小さいことから、検討を行わない。

・水位上昇側：朔望平均満潮位T.P. +0.80mを考慮
 ・水位下降側：朔望平均干潮位T.P. -0.93mを考慮
 ・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している（水深1m未満である）ことを示す。

(参考) 既往津波の津波高

名称	Mj	Mw	遠州灘沿岸域の津波高
1944年昭和東南海地震	7.9	8.1-8.2	5~10m程度
1854年安政東海地震	8.4	—	
1707年宝永地震	8.6	—	
1605年慶長地震	7.9	—	
1498年明応地震	8.2-8.4	—	

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 まとめ

内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理

①内閣府の最大クラスの津波想定の確認

- ・内閣府の地震・津波想定の確認
- ・津波痕跡高との関係の確認
- 〔他海域の最大クラスの想定との関係の確認
・土木学会(2016)との関係の確認〕
- ・自治体の地震・津波想定との関係の確認

追加

②内閣府の最大クラスモデルの最新の科学的知見に基づく分析

②-1各パラメータの分析

- ・最新知見に基づく各パラメータの分析
- ・すべり量とライズタイムの関係の分析
- 〔解析的検討 ・基準化に関する検討〕

追加

②-2敷地への津波影響の分析

- ・最新知見に基づくパラメータスタディの評価結果を用いた敷地への影響の比較・分析

追加

③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理

- ①②を踏まえて、波源設定の考え方※に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した。

追加

【整理結果】

- ・内閣府の最大クラスの津波想定の確認の結果、内閣府の最大クラスモデルは、東北沖地震後、早期に南海トラフの地震津波対策を検討するため、東北沖地震の初期の知見に基づき、少ない検討ケースで南海トラフの全域において最大クラスの津波を評価したものと考えられる。
- ・その後の知見も含め東北沖地震や南海トラフの最新の科学的知見に基づく分析の結果、内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せが科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定されており、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**※により検討するモデルとして合理的ではなく、**(B) 代表パラメータの検討による方法**※により少ないケースで安全側の検討を行ったモデルと評価した。
- ・また、浜岡原子力発電所の敷地への影響を分析した結果、**(B) 代表パラメータの検討による方法**※により検討された内閣府の最大クラスモデルは、超大すべり域のすべり量とライズタイムの組合せという影響の大きい代表的なパラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、超大すべり域・大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの科学的知見に基づく網羅的な組み合わせの津波影響を代表していることを確認した。
- ・以上より、内閣府の最大クラスモデルに対して破壊開始点のパラメータスタディ等を明示的に実施せずとも、内閣府の最大クラスモデルをそのまま用いることにより、破壊開始点の不確かさ等の影響を考慮した津波評価ができると評価した。

- 上記整理の結果について、内閣府の南海トラフモデル検討会および首都直下地震モデル検討会の有識者からは当社の整理結果と整合的なご意見をいただいた。

④基準津波の策定への反映

- 上記整理結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデルの基準津波の策定への反映について検討した。
- その結果、第662回審査会合では、内閣府の最大クラスモデルを検討波源モデルに対する「更なる不確かさ考慮モデル」と位置づけて整理していたが、波源設定の考え方の違いを踏まえ、「更なる不確かさの考慮」という表現による整理は取り止め、**(B) 代表パラメータの検討による方法**※により検討された内閣府の最大クラスモデルは、**(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法**※によって検討を行うプレート間地震の津波評価とは別に、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。

変更

- ・第662回審査会合でのコメントを踏まえて、内閣府の最大クラスモデルに対して、仮に破壊開始点のパラメータスタディ等を実施した場合の影響検討を、参考として実施した。

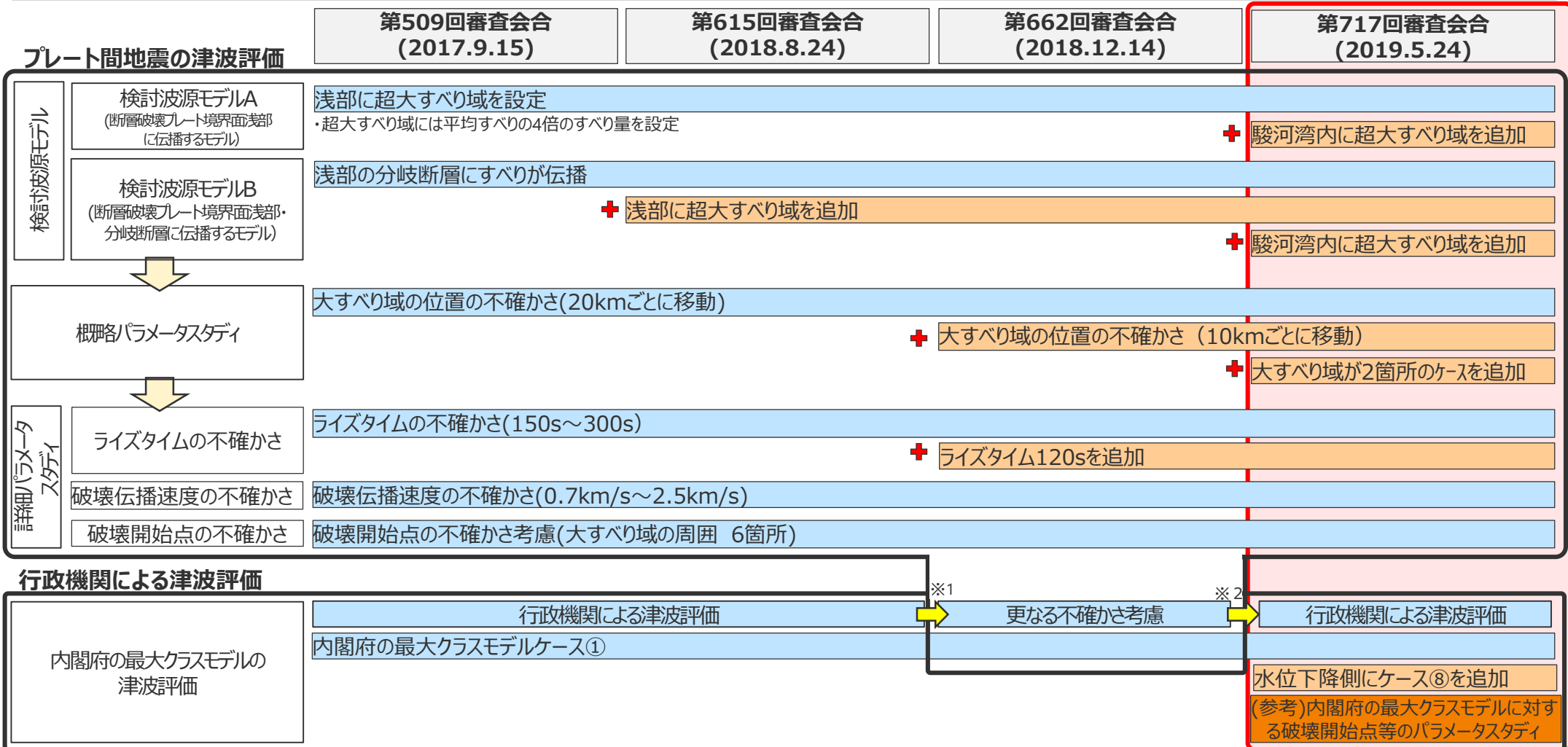
※ 「波源設定の考え方」について、各種パラメータの不確かさに対し、安全側の評価を行うため波源モデル設定の方法は、以下 (A) の方法のほか、(B) の方法があると考えられる。

(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法：各パラメータの不確かさの組合せの科学的知見に基づく網羅的な検討により安全側の評価を行う考え方の方法

(B) 代表パラメータの検討による方法：影響の大きい代表パラメータを科学的知見の範囲を超えて非常に大きく設定することにより、その他の現象の津波評価への影響を代表させて安全側の評価を行う考え方の方法

5-5 内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 プレート間地震の津波評価の変遷

■ プレート間地震の津波評価については審査会合でのコメントを逐次、真摯に反映し、国内外の地震・津波の科学的知見に基づき波源モデルの設定を精緻に行い、敷地への影響が大きい波源を確認している。



※1 第662回審査会合ではプレート間地震の津波評価について、「検討波源モデルのパラメータスタディ」の他に、国内外の巨大地震の発生事例の範囲を超えて一部のパラメータを考慮した検討を「更なる不確かさ考慮」という表現で加え、内閣府の最大クラスモデルを含むモデルを「更なる不確かさの考慮モデル」として整理した。

※2 今回、波源設定の考え方に着目して内閣府の最大クラスモデルの位置づけを再整理した結果、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法により検討した「検討波源モデルのパラメータスタディ」と(B) 代表パラメータの検討による方法により検討した内閣府の最大クラスモデルとは波源設定の考え方が異なることを踏まえ、「更なる不確かさの考慮」という表現による整理は取り止め、(B) 代表パラメータの検討による方法により検討された内閣府の最大クラスモデルは、(A) 各種パラメータの網羅的検討による方法によって検討を行うプレート間地震の津波評価と別に、行政機関による既往評価として基準津波の策定に反映するよう変更した。

・「更なる不確かさ考慮」では大すべり域の不確かさ強調モデル(Mw9.2)、破壊伝播速度・破壊開始点の不確かさ強調モデルも検討