



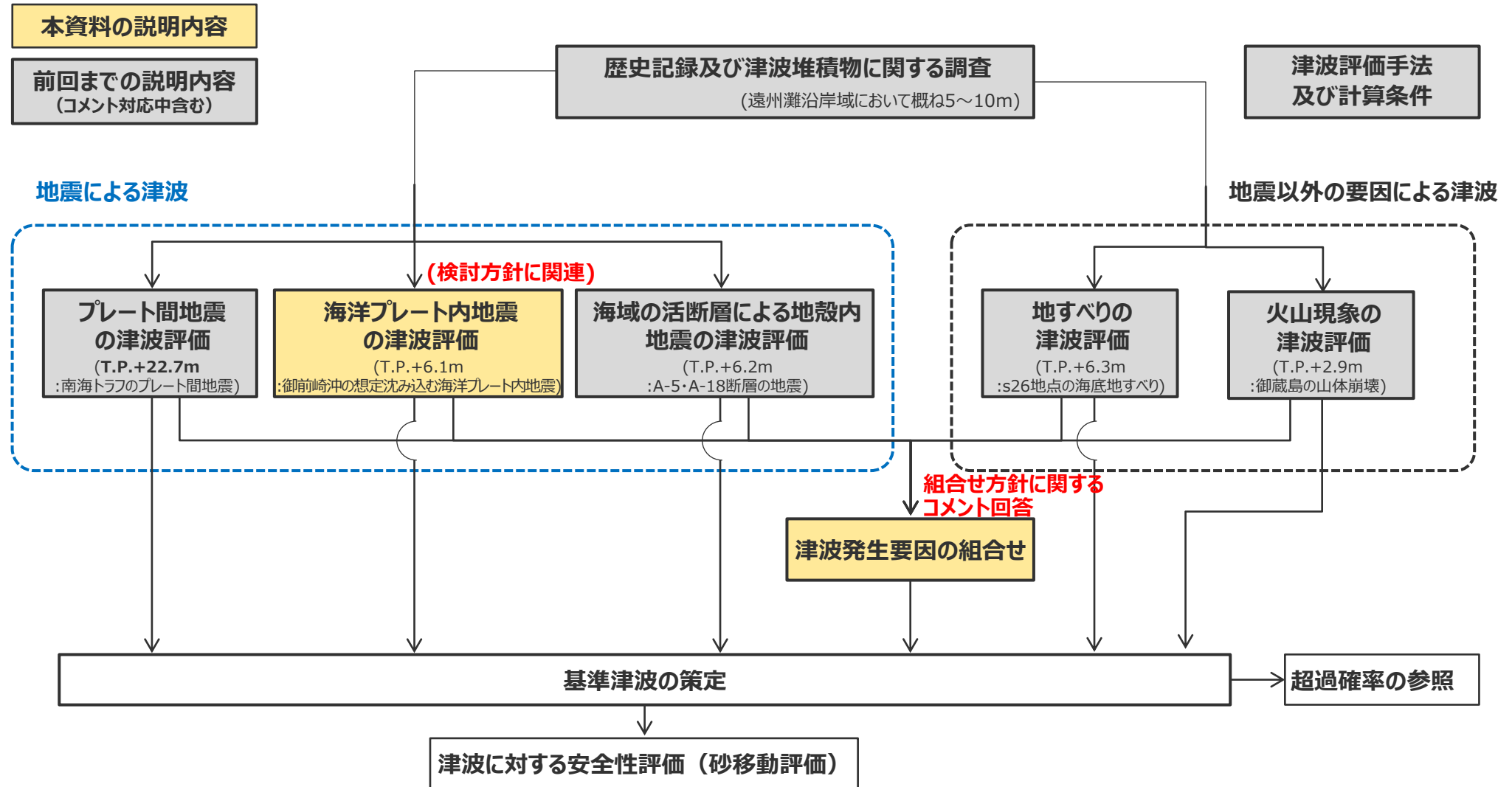
中部電力

浜岡原子力発電所 基準津波の策定のうち地震による津波について (コメント回答)

2024年1月31日

本資料の説明内容

■ 本資料の主な説明内容は以下に示すとおり。



・それぞれの津波発生要因の津波評価等の下には、津波の大きさの程度を示すため、敷地前面の津波高（現時点の評価結果）等を記載している。なお、津波発生要因の組合せの津波高は、検討中のため記載していない。

地震による津波評価について コメント一覧表

項目	No.	コメント内容	コメント回	備考
海洋プレート内地震 の津波評価 (組合せの評価方針)	1	【プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化】 ・プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関し、南海トラフ全域を概観して、プレート間地震とその他の地震の発生状況、海洋プレート内地震の断層分布・断層タイプ等の整理を行い説明すること。	第1208回 (2023年12月1日)	今回説明

本日の説明内容

- 第1208回審査会合（2023年12月1日）では海洋プレート内地震の津波評価および海域の活断層による地殻内地震の津波評価について説明し、海域の活断層による地殻内地震の津波評価に関してご理解いただいた一方で、以下の項目についてコメントをいただいた。
 - ・No.1コメント：プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化
- 本日は、地震による津波の全体概要を説明のうえ、上記のコメント回答を説明する。

目次

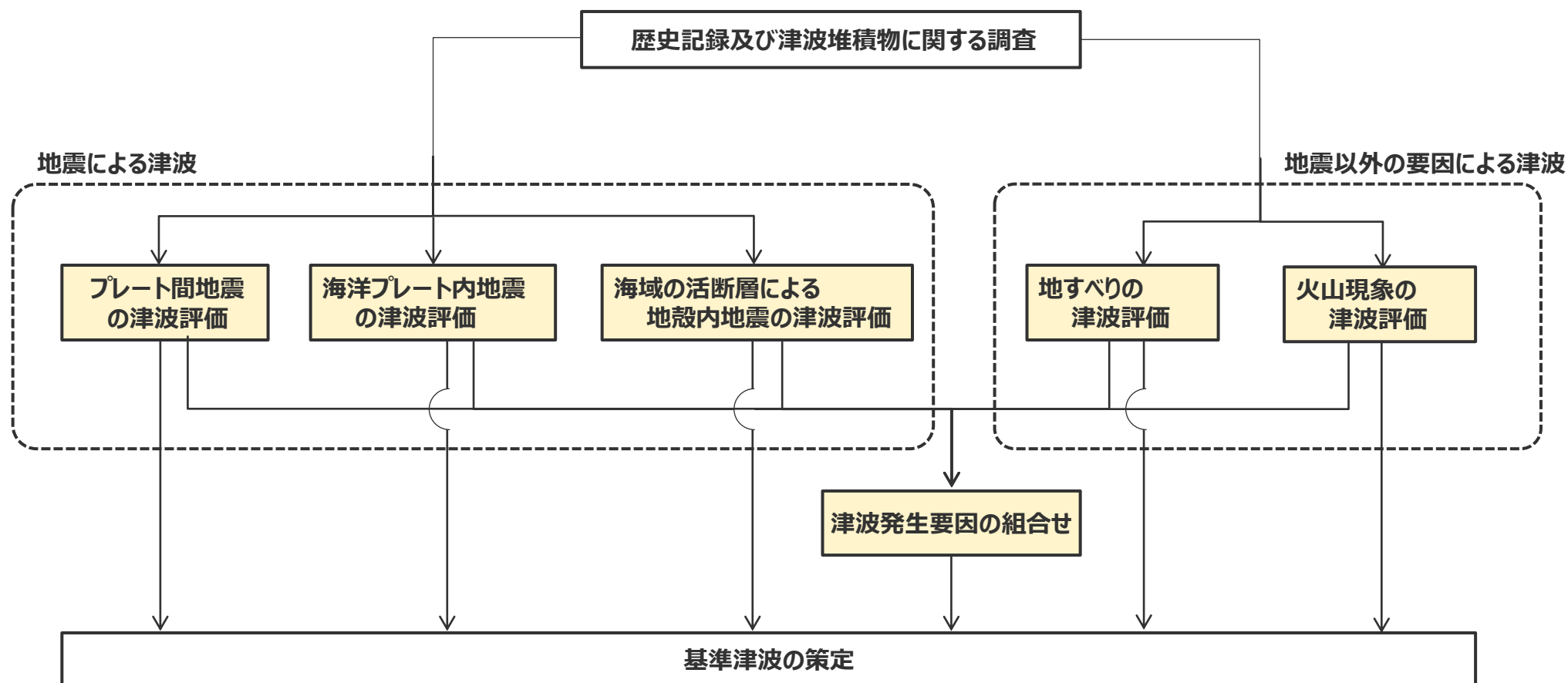
地震による津波の全体概要	6
コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)	18
地震による津波の評価結果まとめ	58

目次

地震による津波の全体概要	6
コメント回答 （プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）	18
地震による津波の評価結果まとめ	58

全体方針

- 基準津波は、歴史記録及び津波堆積物に関する調査を行ったうえで、敷地に影響を及ぼす可能性のある津波発生要因として、**地震による津波**（プレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震の津波）及び**地震以外の要因による津波**（地すべり（斜面崩壊含む）、火山現象の津波）について、最新の科学的・技術的知見に基づき不確かさを考慮した津波評価を行うとともに、**津波発生要因の組合せ**も考慮して、水位上昇側および水位下降側のそれぞれについて、敷地に及ぼす影響が最も大きい津波を基準津波として策定する。



地震による津波の全体概要

基準津波の策定の評価方針

(全体方針(2/2))

- 基準津波の策定に当たっては、地震規模が大きく浜岡敷地への津波影響が支配的と考えられるプレート間地震を中心とし、プレート間地震およびそれと組合せるその他の津波発生要因について網羅的な検討を実施する。
- ここで、その他の津波発生要因のうち、**地すべり**および**海域の活断層による地殻内地震**について、地すべりはプレート間地震の地震動により発生し津波が重なる可能性があること、海域の活断層はプレート境界の上盤に位置しプレート間地震の破壊に伴い活動し津波が重なる可能性を否定できないことを慎重に考慮し、それぞれプレート間地震との組合せを検討する。
- 一方、**海洋プレート内地震**および**火山現象**について、海洋プレート内地震は、海域の活断層とは異なり、プレート境界の下盤にその断層が位置しプレート間地震の破壊が伝播することは考えにくく、プレート間地震の津波と海洋プレート内地震の津波とが同時発生したことが確認された事例もないこと、火山現象は、プレート間地震から離れた地域にその波源が位置しており、またプレート間地震の津波と火山現象の津波とが同時発生することは考えにくく、それが確認された事例もないことから、いずれもプレート間地震との組合せは検討せず、敷地への津波影響がプレート間地震の津波と比べて小さいことを確認する。

津波影響が支配的と考えられる 津波発生要因

その他の津波発生要因

プレート間地震との組合せを検討する要因

地すべり

海域の活断層による地殻内地震

プレート間地震との
組合せを検討

プレート間地震

プレート間地震との組合せを検討しない要因

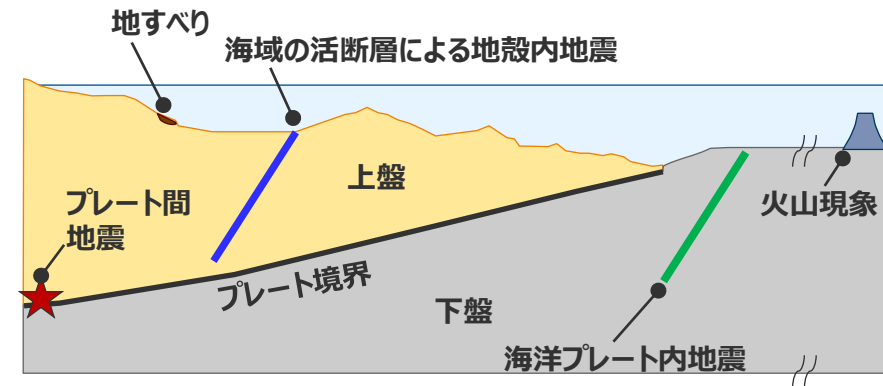
海洋プレート内地震

火山現象

→敷地への津波影響がプレート間地震と比べて小さいことを確認

敷地への津波影響が支配的と考えられるプレート間地震を中心として検討

■ : 網羅的な検討を実施する項目



津波発生要因と一般的なプレート境界周辺のイメージ図

地震による津波の全体概要

基準津波の策定の評価方針

(各津波発生要因の津波の評価方針)

地震による津波（評価方針）

- 敷地に影響を及ぼす可能性のある地震による津波として、**プレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震**の津波評価を行う。
- **プレート間地震の津波**は、地震規模が大きく敷地への影響が支配的と考えられることから、敷地への影響の観点から特に網羅的な検討を行うこととし、敷地に近い南海トラフのMw9クラスのプレート間地震を検討対象とする地震として選定し、南海トラフおよび国内外の巨大地震の最新知見に基づき、南海トラフの特徴と東北沖地震の知見とを反映した検討波源モデルを複数設定したうえで、津波評価に影響を与える主要な因子を考慮してパラメータスタディを網羅的に実施する。プレート間地震の津波の評価に当たっては、付加体が発達し分岐断層が確認されている南海トラフの特徴を踏まえて、プレート間地震に伴う分岐断層への破壊伝播を考慮する。 **別途説明**
- **海域の活断層による地殻内地震の津波**は、海域の活断層がプレート境界の上盤に位置しプレート間地震の破壊に伴い活動し発生する津波が重なる可能性を否定できないことを慎重に考慮して、敷地への影響の観点から網羅的な検討を行うこととし、最新の科学的・技術的知見に基づき敷地に影響を及ぼす可能性のある海域の活断層による地殻内地震を想定したうえで、阿部(1989)の予測式により敷地への影響が相対的に大きいものを検討対象とする地震として選定し、津波評価に影響を与える主要な因子を考慮してパラメータスタディを網羅的に実施する。 **審査終了**
- **海洋プレート内地震の津波**は、海域の活断層とは異なり、プレート境界の下盤にその断層が位置しプレート間地震と海洋プレート内地震とが同時発生する津波評価上の関連性はないと考えられることから、敷地への影響がプレート間地震の津波と比べて小さいことを確認することとし、最新の科学的・技術的知見に基づき敷地に影響を及ぼす可能性のある海洋プレート内地震を想定したうえで、阿部(1989)の予測式により敷地への影響が相対的に大きいものを検討対象とする地震として選定し、波源モデルを設定して数値シミュレーションによる津波評価を行う。 **今回コメント回答**

地震以外の要因による津波（評価方針）

- 敷地に影響を及ぼす可能性のある地震以外の要因による津波として、**地すべり（斜面崩壊含む）、火山現象**の津波評価を行う。
- **地すべりの津波**は、プレート間地震による地震動により発生し津波が重なる可能性があることから、敷地への影響の観点から網羅的な検討を行うこととし、最新の科学的・技術的知見に基づき敷地に影響を及ぼす可能性のある敷地周辺の地すべり地形を抽出したうえで、地すべり体の体積及び敷地からの距離等に基づき敷地に影響が大きいものを検討対象とする地すべりとして複数選定し、地すべり前の地形を復元して波源モデルを設定し複数の地すべり評価手法で津波評価を行う。
- **火山現象の津波**は、プレート間地震から離れた地域にその波源が位置しており、またプレート間地震と火山現象とが同時発生する津波評価上の関連性はないと考えられることから、敷地への津波影響がプレート間地震の津波と比べて小さいことを確認することとし、敷地の地理的領域の火山及び敷地南方の伊豆小笠原弧の火山について、最新の科学的・技術的知見に基づき津波を発生させる火山現象の有無とその規模を調査・評価して、それぞれの火山現象に応じた津波予測式による津波評価を行うとともに、敷地への影響が相対的に大きい火山現象については、波源モデルを設定して数値シミュレーションによる津波評価を行う。 **審査終了**

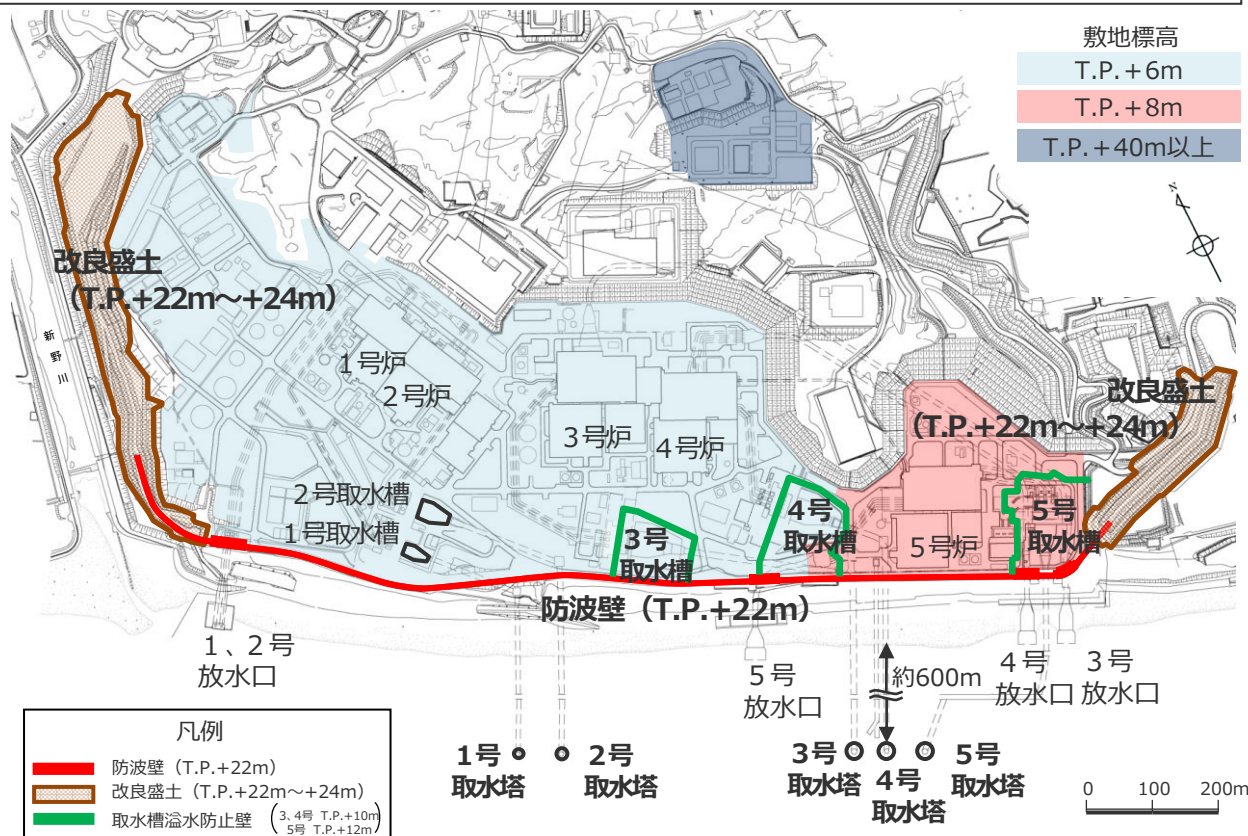
津波発生要因の組合せ（評価方針）

- 津波発生要因に係る敷地の地学的背景、津波発生要因の関連性を踏まえ、敷地への津波影響が支配的と考えられるプレート間地震とその他の津波発生要因との組合せを検討することとし、その他の津波発生要因のうち、地すべりはプレート間地震の地震動により発生し津波が重なる可能性があることから、**プレート間地震と地すべりの組合せ**を検討する。また、海域の活断層による地殻内地震は、海域の活断層がプレート境界の上盤に位置しプレート間地震の破壊に伴い活動し発生する津波が重なる可能性を否定できないことを慎重に考慮して、**プレート間地震と海域の活断層による地殻内地震の組合せ**を検討する。
- **プレート間地震と地すべり、海域の活断層による地殻内地震の組合せ**は、それぞれ単独の津波評価の結果から、敷地への影響が大きい津波波源を津波の時刻歴波形等に基づいて選定し、津波波源における地震動の継続時間を考慮して津波を組合せる時間差の網羅的な検討を行う。 **今後説明**

地震による津波の全体概要 浜岡原子力発電所の概要

■施設の概要

- ▶ 浜岡原子力発電所の敷地標高は、1号炉～4号炉建屋周辺でT.P.+6m、5号炉建屋周辺でT.P.+8m。また、敷地北側に標高T.P.+40mの高台等を有している。
- ▶ 敷地前面には、**防波壁 (T.P.+22m)** を延長約1.6kmにわたって設置しており、その両端を**改良盛土 (T.P.+22m～+24m)** に接続している。
- ▶ 原子炉機器冷却水系に必要な海水は、敷地沖合約600mに位置する取水塔から取水トンネルを経て敷地内の取水槽へ導き、取水している。
- ▶ 取水槽の周囲には、**取水槽溢水防止壁 (3、4号：天端高T.P.+10m、5号：天端高T.P.+12m)** を設置している。



浜岡原子力発電所 全体配置図



防波壁 (T.P.+22m)



取水槽溢水防止壁 (T.P.+10mもしくはT.P.+12m)

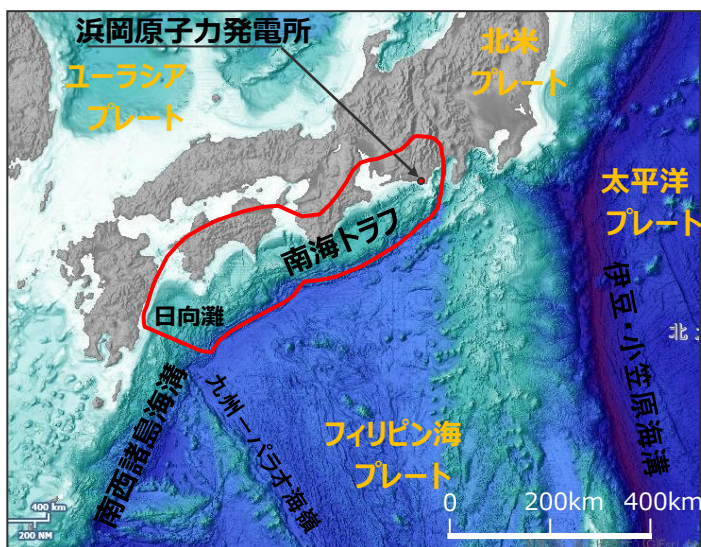
・防波壁・改良盛土、取水槽溢水防止壁の構造については第1109回資料1-3 1章を参照。
 なお、防波壁・改良盛土等の津波対策に関しては、今後、基準津波の確定後、必要な対策を行っていく。

地震による津波の全体概要 敷地周辺の既往津波

- 南海トラフの沿岸域を対象として、伝承を含む歴史記録に基づく津波痕跡の文献調査*1を実施した。
その結果、敷地が位置する遠州灘沿岸域では、南海トラフのプレート間地震が他の津波発生要因よりも大きな影響を及ぼしていることを確認。
- 南海トラフのプレート間地震による遠州灘沿岸域の津波高は、概ね5~10m。

*1 国内外の津波痕跡に関する主な科学技術系論文データベース等を対象とし、敷地周辺を含む南海トラフの沿岸域の津波高が整理されている文献を抽出。
・津波痕跡データベース ・地震調査委員会等のHP ・J-STAGE ・CiNii ・KAKEN ・JAIRO ・当社歴史地震調査

各津波発生要因による敷地周辺の主な既往津波



(海上保安庁「海洋台帳」を基に作成)

日本列島周辺の海底地形

津波発生要因		名称	Mj	Mw	敷地周辺の津波高
プレート間地震	南海トラフ	1944年昭和東南海地震	7.9	8.1-8.2	5~10m程度 (遠州灘沿岸域)
		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	-	
	南西諸島海溝	敷地周辺に影響を及ぼした津波は確認されていない。			-
	伊豆・小笠原海溝	1972年八丈島東方沖地震	7.2	-	0.25m*2 (御前崎市)
	日本海溝	2011年東北地方太平洋沖地震	9.0	9.0	1.44m (御前崎市)
	遠地津波	1952年カムチャツカ地震	-	9.0	0.3~1.9*2m (遠州灘沿岸域)
		1960年チリ地震	-	9.5	
1964年アラスカ地震		-	9.2		
1996年ニューギニア島沖地震		-	8.1		
2010年チリ地震		-	8.8		
海洋プレート内地震*3	2004年紀伊半島南東沖の地震	7.4	7.5	0.5m (御前崎市)	
海域の活断層による地殻内地震	敷地周辺に影響を及ぼした津波は確認されていない。			-	
地すべり	2009年駿河湾の海底地すべり			0.36m (御前崎市)	
火山現象	2022年トンガの火山噴火			(0.7m (御前崎市))*4	

*2 文献には最大全振幅が記載されているため、最大全振幅の1/2を津波高と仮定した。

*3 なお、2010年小笠原諸島父島近海の海洋プレート内地震（太平洋プレート内の地震、Mw7.3）について、敷地周辺の御前崎市では津波は観測されていない。（気象庁（2010））

*4 本事象に伴う潮位変化は、大気中を伝播する波による影響が支配的であったと考えられており（防災科学技術研究所（2022）、気象庁（2022））、基準津波の策定において評価している海面を伝播する津波とはやや異なることから、括弧書きで表記した。

■ プレート間地震の津波評価は、敷地に近い南海トラフのMw9クラスのプレート間地震を**検討対象地震として選定**し、南海トラフおよび国内外の巨大地震の最新知見に基づき、南海トラフの特徴と東北沖地震の知見とを適切に反映した**複数の検討波源モデル**を設定したうえで、敷地への影響が支配的と考えられる**大すべり域位置のパラメータスタディ**を実施して**基準断層モデルを設定**し、津波評価に影響を与える**動的パラメータに関するパラメータスタディ**を、内閣府の最大クラスモデルのパラメータを含めて網羅的に実施することにより、不確かさを考慮した津波評価を行い、**内閣府の最大クラスモデルとの比較による確認**も行ったうえで、敷地に及ぼす影響が最も大きいケースをプレート間地震の津波評価結果とする。

プレート間地震の津波評価

検討対象地震の選定

・文献調査及び数値シミュレーションに基づき敷地への津波影響を確認のうえ、敷地に近い「南海トラフのMw9クラスのプレート間地震」を検討対象地震として選定。

基準断層モデルの設定

既往最大地震の広域の津波特性を考慮した検討波源モデルの設定

・既往最大地震の津波痕跡再現モデル(Mw8)
→既往最大地震の広域の津波特性を考慮した検討波源モデル(Mw9)(検討波源モデルC)

より敷地への影響が大きいモデルを設定 (広域の津波特性を考慮した検討波源モデルCの超大すべり域の深さを反映したモデルも設定)

・基準断層モデルは、まず、歴史記録から確認される南海トラフの既往最大地震（宝永地震）の広域の津波特性を考慮する観点から、広域の津波特性を考慮できる土木学会（2016）の手法を用い、既往最大地震の津波痕跡再現モデル(Mw8クラス)を検討し、それを基に東北沖地震の知見を反映した**既往最大地震の広域の津波特性を考慮した検討波源モデル**(Mw9クラス)を設定（検討波源モデルC）。

敷地周辺への津波影響を特に考慮した検討波源モデルの設定

・遠州灘沿岸域の5地震の津波痕跡再現モデル(Mw8)
→敷地周辺への津波影響を特に考慮した検討波源モデル(Mw9)(検討波源モデルA→B、D)

・次に、より敷地への影響が大きいモデルを設定する観点から、正対する沿岸域に大きな津波を発生させる内閣府(2012)の手法を参考に、敷地が位置する遠州灘沿岸域において既往最大地震以外も含む既往5地震の津波痕跡再現モデル(Mw8クラス)を検討し、それを基に東北沖地震の知見を反映した**敷地周辺への津波影響を特に考慮した検討波源モデル**(Mw9クラス)を設定（検討波源モデルA）し、更に、南海トラフの特徴の考慮として、分岐断層を考慮したモデル（検討波源モデルB）を、敷地への影響の観点から、広域の津波特性を考慮した検討波源モデルCの超大すべり域の深さを反映したモデル（検討波源モデルD）を設定。

基準断層モデルの設定

(大すべり域の位置に関する概略パラメータスタディ)

・敷地への影響が支配的と考えられる**大すべり域位置のパラメータスタディ**を実施することにより、**基準断層モデルを設定**。

動的パラメータに関するパラメータスタディ

(動的パラメータに関する詳細パラメータスタディ)

・設定した基準断層モデルに対して、津波評価に影響を与える**動的パラメータ（ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点）のパラメータスタディ**を、国内外の巨大地震・津波に基づく知見や内閣府の最大クラスモデルのパラメータ設定を含めて、敷地への影響の観点から網羅的に実施。

内閣府の最大クラスモデルとの比較による確認

・設定した波源モデルのパラメータ設定や津波評価結果について、**内閣府の最大クラスモデルとの比較**を行い、敷地への影響の観点から、プレート間地震の津波評価の妥当性を確認。

地震による津波の全体概要

海洋プレート内地震の津波評価の検討概要

■ 海洋プレート内地震の津波評価は、プレート境界の下盤にその断層が位置しプレート間地震と海洋プレート内地震とが同時発生する津波評価上の関連性はないと考えられることから、敷地への影響がプレート間地震の津波と比べて小さいことを確認することとし、最新の科学的・技術的知見に基づき敷地に影響を及ぼす可能性のある海洋プレート内地震を想定したうえで、阿部(1989)の予測式により敷地への影響が相対的に大きいものを検討対象とする地震として選定し、波源モデルを設定して数値シミュレーションによる津波評価を行った。

海洋プレート内地震に関する調査

■ 敷地周辺で津波を発生させる海洋プレート内地震に関する文献調査を実施し、敷地に影響を及ぼす可能性がある海洋プレート内地震を想定した。

南海トラフの海洋プレート内地震

御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震

(南海トラフ沿いで発生した最大規模の過去地震(M7.4)等に基づき、保守的にMw7.5の地震を敷地に近い遠州灘沿岸域の御前崎沖に想定)

南海トラフ沖合の海洋プレート内地震

銭洲断層系による海洋プレート内地震

(地質構造図に基づき想定)

検討対象とする地震の選定

■ 想定した海洋プレート内地震について、阿部(1989)の予測式により津波高を評価し、敷地への影響が相対的に大きいものを検討対象とする地震として選定した。

---検討対象とした地震---

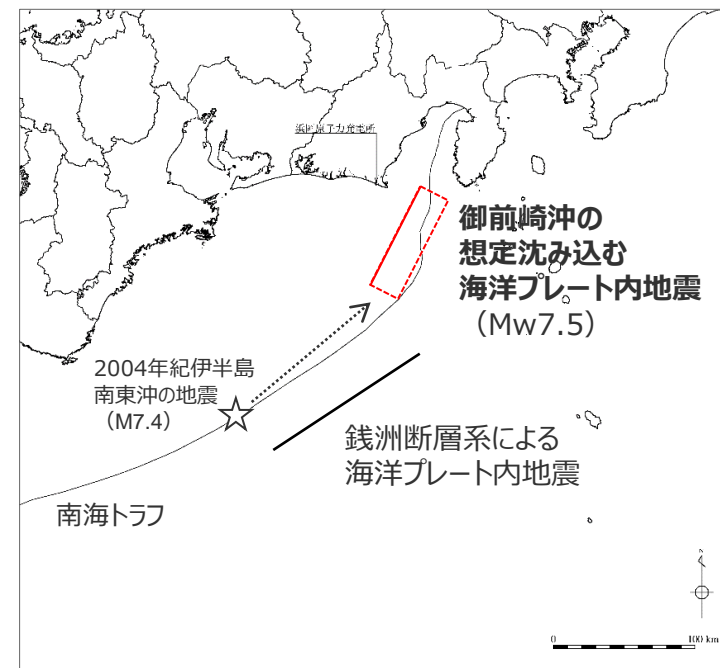
・御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震

海洋プレート内地震の津波評価

■ 「御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震」について、波源モデルを南海トラフのフィリピン海プレートで発生した過去地震の知見に基づき設定し、波源位置を敷地前面の海溝軸沿いで敷地に近い複数箇所に設定して、数値シミュレーションによる津波評価を実施した。

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 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
6.1	2.9	3.8	3.8	4.2	-7.0(0.9min)	-7.0(0.9min)

➔ Mw9クラスのプレート間地震の津波と比べて明らかに小さいことを確認したことから、断層パラメータに関するパラメータスタディまでは実施しないこととした。



海洋プレート内地震の断層位置

・津波評価では、朔望平均潮位（満潮位T.P.+0.80m、干潮位T.P.-0.93m）を考慮。

海域の活断層による地殻内地震の津波評価の検討概要

■ 海域の活断層による地殻内地震の津波評価は、海域の活断層はプレート境界の上盤に位置しプレート間地震の破壊に伴い活動し発生する津波が重なる可能性を否定できないことを慎重に考慮して、敷地への影響の観点から網羅的な検討を行うこととし、最新の科学的・技術的知見に基づき敷地に影響を及ぼす可能性のある海域の活断層による地殻内地震を想定したうえで、阿部(1989)の予測式により敷地への影響が相対的に大きいものを検討対象とする地震として選定し、津波評価に影響を与える主要な因子を考慮してパラメータスタディを網羅的に実施した。

海域の活断層による地殻内地震の津波評価

活断層調査（分岐断層、地殻内地震として考慮する断層の選定）

■ 敷地周辺海域の活断層調査結果に基づき認定した海域の活断層について、分岐断層とされる知見があり顕著な地形的高まりとの関連が認められる**分岐断層**と、分岐断層とされる知見がなく顕著な地形的高まりとの関連が認められない**地殻内地震として考慮する活断層**を選定した。

地殻内地震として考慮する活断層（13断層）

分岐断層（4断層）

検討対象とする地殻内地震の選定

■ 地殻内地震として考慮する活断層による地震について、阿部(1989)の予測式により津波高を評価し、敷地への影響が相対的に大きいものを検討対象とする地震として選定した。

- 検討対象とした地震 -----
- ・御前崎海脚西部の断層帯の地震
 - ・A-5・A-18断層の地震
 - ・A-17断層の地震
 - ・遠州断層系の地震

海域の活断層による地殻内地震の津波評価

■ 検討対象とした地震について、土木学会(2016)の方法を用い、波源モデルを活断層調査結果に基づいて設定し、津波評価に影響を与える主要な因子として傾斜角、すべり角、断層上端深さの不確かさを考慮し、これらの組合せのパラメータスタディを実施した。

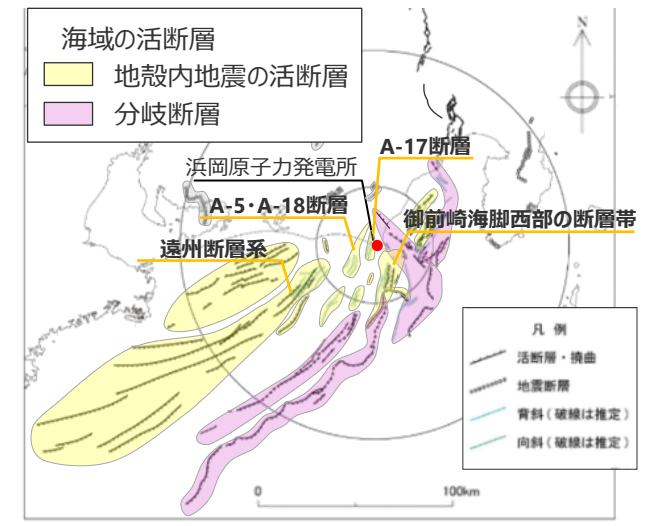
○パラメータスタディ範囲

- ・傾斜角：基準とする傾斜角±10°の範囲
- ・断層上端深さ：0、2.5、5.0km
- ・すべり角：基準とするすべり角±20°の範囲

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
6.2	2.2	3.0	3.1	2.9

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
-6.1(0.6min)	-6.0(0.5min)

津波発生要因の組合せ



活断層調査結果

プレート間地震の津波評価

分岐断層として選定した海域の活断層は、「プレート間地震の津波評価」において、プレート境界面の破壊が上盤に位置する分岐断層に伝播することを考慮した津波評価を実施。
(第1109回審査会合資料を参照)

・津波評価では、朔望平均潮位（満潮位T.P.+0.80m、干潮位T.P.-0.93m）を考慮。

地震による津波の全体概要

地震による津波の評価結果一覧

■ 地震による津波の評価結果は以下のとおり。

(水位上昇側)

津波発生要因		最大上昇水位(T.P. m)*1					備考
		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	
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震	22.7	4.6	7.3	8.1	10.1	基準断層モデル1-1 (検討波原モデルA) 東海地域の大すべり域1箇所：東へ40km ライズタイム60s、破壊伝播速度 2.5km/s、破壊開始点 P4
		19.8	6.4	9.0	9.6	11.8	基準断層モデル3-2 (検討波原モデルD) 東海地域の大すべり域1箇所：東へ60km ライズタイム60s、破壊伝播速度 1.0km/s、破壊開始点 P6
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震	6.1	2.3	3.5	3.5	3.7	断層位置：位置②・内陸側に20km・北西傾斜
		6.0	2.9	3.7	3.7	4.2	断層位置：位置②・内陸側に10km・南東傾斜
		4.9	2.6	3.8	3.8	4.0	断層位置：位置②・内陸側に20km・南東傾斜
海域の活断層による 地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯の地震	5.0	2.2	2.9	3.0	2.7	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：100°、断層上端深さ：0km
		4.3	2.2	3.0	3.1	2.9	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：90°、断層上端深さ：2.5km
	A-5・A-18断層の地震	6.2	1.7	2.1	2.2	2.3	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	A-17断層の地震	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	遠州断層系の地震	3.3	1.5	1.9	1.9	1.9	傾斜角：80°、すべり角：160°、断層上端深さ：0km
3.1		1.9	2.5	2.5	2.3	傾斜角：100°、すべり角：160°、断層上端深さ：5km	

*1 水位上昇側：朔望平均満潮位T.P. +0.80mを考慮

(水位下降側)

津波発生要因		最大下降水位(T.P. m) (水位低下時間)		備考
		3号取水塔	4号取水塔	
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震	海底面(13.6min)	海底面(13.5min)	基準断層モデル2-3 (検討波原モデルA) 東海地域の大すべり域2箇所：東へ30km・距離#120km ライズタイム90s、破壊伝播速度 1.0km/s、破壊開始点 P1
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震	-7.0(0.9min)	-7.0(0.9min)	断層位置：位置②・内陸側に20km・北西傾斜
海域の活断層による 地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯の地震	-6.1(0.6min)	-6.0(0.5min)	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：90°、断層上端深さ：0km
	A-5・A-18断層の地震	-2.0(なし)	-2.0(なし)	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	A-17断層の地震	-1.5(なし)	-1.5(なし)	傾斜角：50°(浅部)・25°(深部)、すべり角：90°、断層上端深さ：0km
	遠州断層系の地震	-2.2(なし)	-2.2(なし)	傾斜角：100°、すべり角：160°、断層上端深さ：2.5km

*1 防波壁の高さを無限大として解析を実施。また、1・2号取水槽周りに高さ無限大の壁を設定して解析を実施。
 ・防波壁に関しては、基準津波の確定後、必要な津波対策を実施予定。1、2号取水槽に関しては、基準津波の確定後、
 1号取水路出口流路の縮小(流路面積1.0m²)・2号取水路出口流路の閉塞等の対応を実施予定。

・水位下降側：朔望平均干潮位T.P. -0.93mを考慮
 ・水位低下時間：取水塔地点の水位が取水塔呑口下端レベル(T.P. -6m)を下回り取水塔から取水できない時間
 (なし：水位低下時間が発生していないことを示す。)
 ・海底面：最大下降水位時に海底面(約T.P. -10m)がほぼ露出している(水深1m未満である)ことを示す。

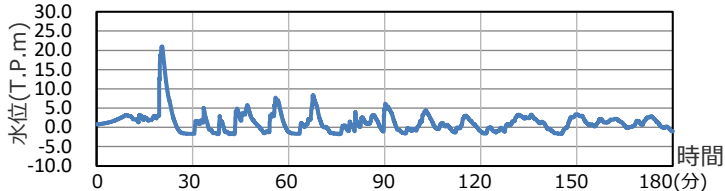
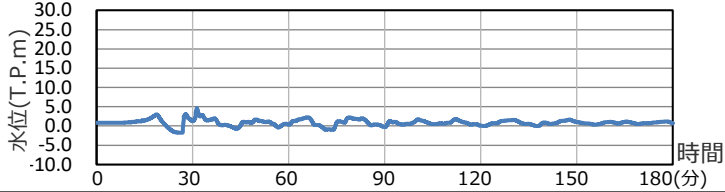
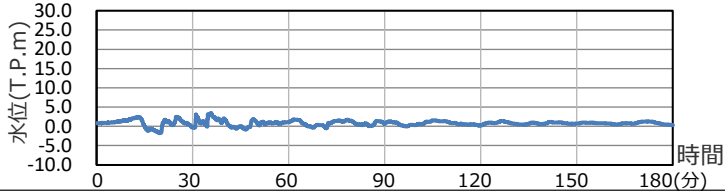
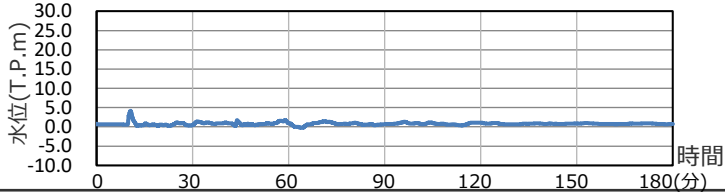
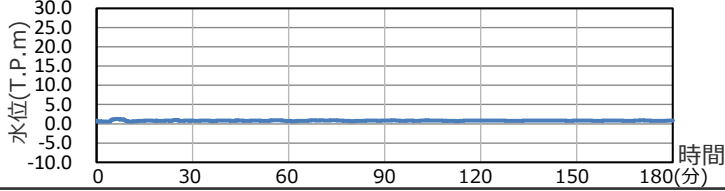
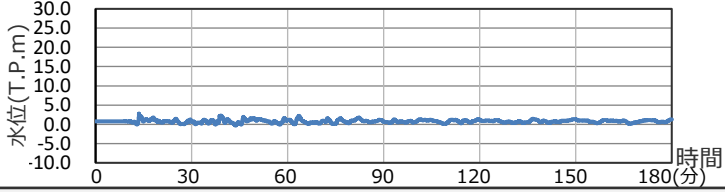
太字：全評価結果の中で、敷地への影響が最も大きいケース

地震による津波の全体概要

地震による津波の評価結果

(水位上昇側の水位の時刻歴波形)

■ 各津波発生要因の水位の時刻歴波形は以下のとおり。

津波発生要因		敷地前面(海岸線：5号放水口地点)における水位の時刻歴波形	備考
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震		検討波源モデルA (基準断層モデル1-1) 東海地域の大小すり域1箇所：東へ40km ライズタイム60s、破壊伝播速度 2.5km/s、 破壊開始点 P4
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震		断層位置：位置②(基準位置)・ 内陸側に20km・北西傾斜
海域の活断層による地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯の地震		傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、 すべり角：100°、断層上端深さ：0km
	A-5・A-18断層の地震		傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、 すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	A-17断層の地震		傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、 すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	遠州断層系の地震		傾斜角：80°、すべり角：160°、 断層上端深さ：0km

・水位上昇側：朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

地震による津波の全体概要

地震による津波の評価結果

(水位下降側の水位の時刻歴波形)

■ 各津波発生要因の水位の時刻歴波形は以下のとおり。

津波発生要因		4号取水塔地点における水位の時刻歴波形	備考
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震		検討波源モデルA (基準断層モデル2-3) 東海地域の大すべり域2箇所：東へ30km・ 距離120km ライズタイム90s、破壊伝播速度 1.0km/s、 破壊開始点 P1
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む 海洋プレート内地震		断層位置：位置②(基準位置)・ 内陸側に20km・北西傾斜
海域の活断層による 地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯の 地震		傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、 すべり角：90°、断層上端深さ：0km
	A-5・A-18断層の地震		傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、 すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	A-17断層の地震		傾斜角：50°(浅部)・25°(深部)、 すべり角：90°、断層上端深さ：0km
	遠州断層系の地震		傾斜角：100°、すべり角：160°、 断層上端深さ：2.5km

・水位下降側：朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

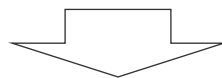
目次

地震による津波の全体概要	6
コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)	18
地震による津波の評価結果まとめ	58

コメント回答概要

○第1208回審査会合（2023年12月1日）のコメント

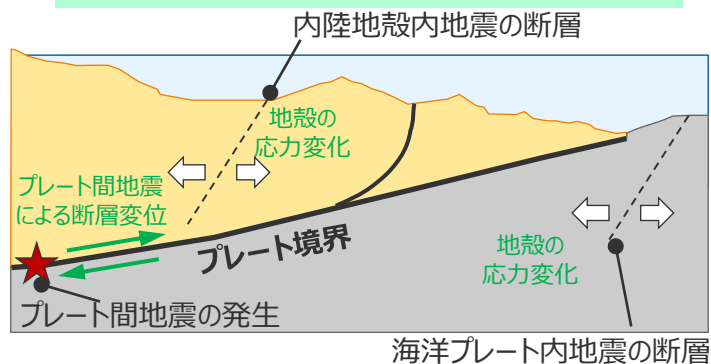
- プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関し、南海トラフ全域を概観して、プレート間地震とその他の地震の発生状況、海洋プレート内地震の断層分布・断層タイプ等の整理を行い説明すること。



○コメント回答（概要）

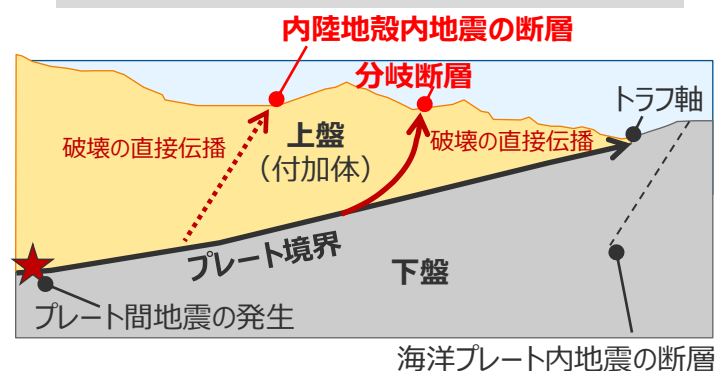
- 第1208回審査会合では、プレート間地震とその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）の組合せ要否について、これらの地震が因果関係を持って同時発生し、津波が重なり合う可能性がある事象として、**(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生**、**(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生**の観点から整理した。
- 今回コメント回答では、このうち、**(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生**について、南海トラフおよびその周辺の海域を広く概観して、**プレート間地震とその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）の発生状況、その他の地震の断層分布・断層タイプ等の基礎データを充実化**した上で、プレート間地震とその他の地震の組合せ要否を説明する。

(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生（模式図）



地震発生状況等の基礎データを充実化

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生（模式図）



・なお、今回コメント回答に伴う津波評価の変更はない。

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化） プレート間地震とその他の地震の組合せ要否に関する検討とコメント対応との関係

- プレート間地震とその他の地震の組合せ要否に関する検討と、今回のコメント回答（基礎データの充実化）との関係は以下のとおり。
- 次頁以降では、プレート間地震とその他の地震の組合せ要否について、コメント回答に伴う基礎データの充実化を反映して説明する。

プレート間地震とその他の地震の組合せ要否に関する検討

(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生

地震発生状況等の基礎データを充実化

構造	応力変化による別の地震の発生に関する地学的背景	応力変化による別の地震の発生に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討 ・国内外のM9クラスのプレート間地震および南海トラフのプレート間地震の事例に基づき、それぞれのプレート間地震後、プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより発生する海洋プレート内地震もしくは内陸地殻内地震の時間間隔を検討する。 →p.21~35	①②に基づき、南海トラフにおける津波評価上の関連性を評価
下盤 (海洋プレート内地震の領域)	②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討 ・南海トラフの地震のメカニズム解および海底断層分布に基づき、南海トラフの上盤・下盤に分布する断層タイプを確認し、M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討する。 →p.37~49	

①に関する基礎データの充実化

充実化①

- ・南海トラフのプレート間地震の事例に基づく発生時間間隔の検討では、南海トラフおよびその周辺海域において、プレート間地震後10年間の全地震の発生状況を概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1（被害程度：なし）を上回る津波を発生させるM7以上の地震を抽出する。
- ・近代的な観測記録が存在する昭和東南海地震・南海地震の事例の検討では、気象庁の地震カタログを用いる。
- ・抽出された地震について、活断層調査などから断層タイプが確認できる地震はその情報を追加する。

②に関する基礎データの充実化

充実化②

- ・南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認は、南海トラフおよびその周辺海域において、F-netによる解析結果が存在する期間の全地震のメカニズム解を概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の地震の断層タイプを確認する。
- ・南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認は、南海トラフおよびその沖側を含めた全域を対象として行う。

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

構造	破壊伝播による連動に関する地学的背景	破壊伝播による連動に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見の確認 ・付加作用が卓越する南海トラフの沈み込み帯の発達に伴い形成される上盤・下盤の構造を確認したうえで、それぞれの断層構造が形成される位置、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連、プレート間地震の破壊伝播に関する知見などを確認する。	左記に基づき、南海トラフにおける津波評価上の関連性を評価
下盤 (海洋プレート内地震の領域)		

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

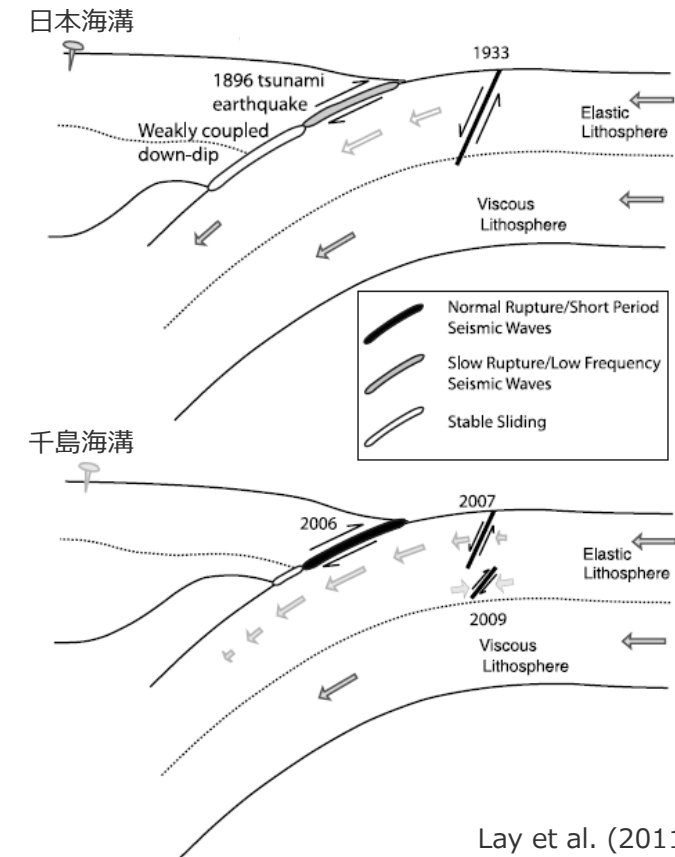
(検討方針 (1/2))

■ Lay et al.(2011)によると、巨大なプレート間地震が発生すると、それに伴う応力変化が周辺地殻の断層に影響し、稀ではあるが、沈み込む前の海洋プレート（アウターライズ領域）において大規模な地震の発生につながる場合があることが知られているとされ、日本海溝と千島海溝においてプレート間地震のそれぞれ約37年後、約2か月後に当該海域における最大規模のアウターライズ地震が発生した事例が示されている。

巨大なプレート間地震と、それに続く当該海域最大規模のアウターライズ地震の例

地域	プレート間地震	時間差	当該海域最大規模の海洋プレート内地震
日本海溝	1896年6月15日 明治三陸地震 (M8.2)	約37年後	1933年3月3日 昭和三陸地震 (M8.1)
千島海溝	2006年11月15日 千島列島沖地震 (M8.3)	約2か月後	2007年1月13日 千島列島沖地震 (M8.1)

(Lay et al. (2011)に基づき作成)



沈み込み帯の断面図と発生した地震の断層

Lay et al. (2011)

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）
(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討
 (検討方針 (2/2))

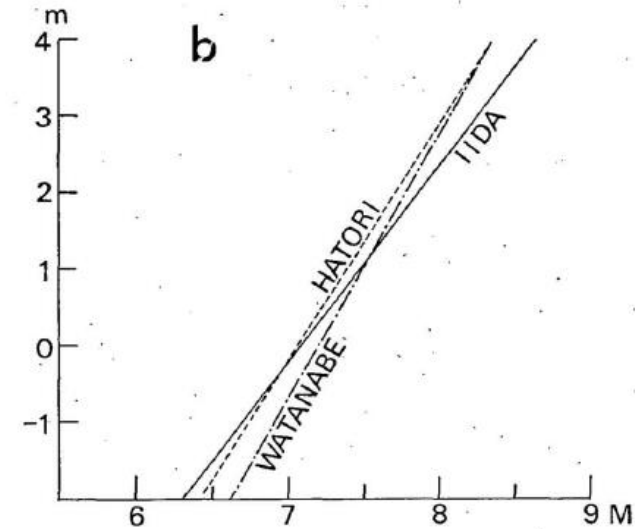
充実化①

- ここでは、過去にプレート間地震の発生に伴う応力変化の影響により、周辺地殻において大規模な地震が発生していること (Lay et al.(2011)、前頁参照) を考慮し、国内外のM9クラスのプレート間地震および南海トラフのプレート間地震の事例に基づいて、それぞれのプレート間地震（本震）とその後発生したその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）との時間間隔を検討する。
- 検討に当たっては、プレート間地震（本震）の波源域およびその周辺海域を対象とし、特に南海トラフにおいてはプレート境界の上盤・下盤で発生する全地震の発生状況を概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の地震を、本震との関連の有無に関わらず抽出する。
- 検討期間は、津波評価の観点で十分に長い時間間隔と考えられるプレート間地震後10年間（10年間で一度も発生していない場合は10年後以降で最も早く発生したM7以上の地震まで）とする。

津波マグニチュード(m)（今村・飯田スケール）
と津波高さおよび被害程度の関係

津波マグニチュード (m)	海岸で観測された最大津波高	被害程度
-1	50cm以下	なし
0	1m程度	非常にわずかの被害
1	2m程度	海岸および舟（船）の被害
2	4~6m	若干の内陸までの被害や人的損失
3	10~20m	400km以上の海岸線に顕著な被害
4	30m以上	500km以上の海岸線に顕著な被害

(日本被害津波総覧(1998)に基づき作成)



IIDA: 海岸で観測された最大津波高と災害程度の間数 (今村・飯田スケール) (Iida(1958))
 WATANABE: 津波波源の全振幅の間数(渡辺(1963))
 HATORI: 津波の初動振幅または最大振幅、および震央距離または津波の伝播距離の間数(Hatori(1973))

(渡辺(1973))

津波マグニチュード(m)とマグニチュード(M)の関係

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(補足：マグニチュード(M)と津波マグニチュード(m)との関係の、近年のデータに基づく確認)

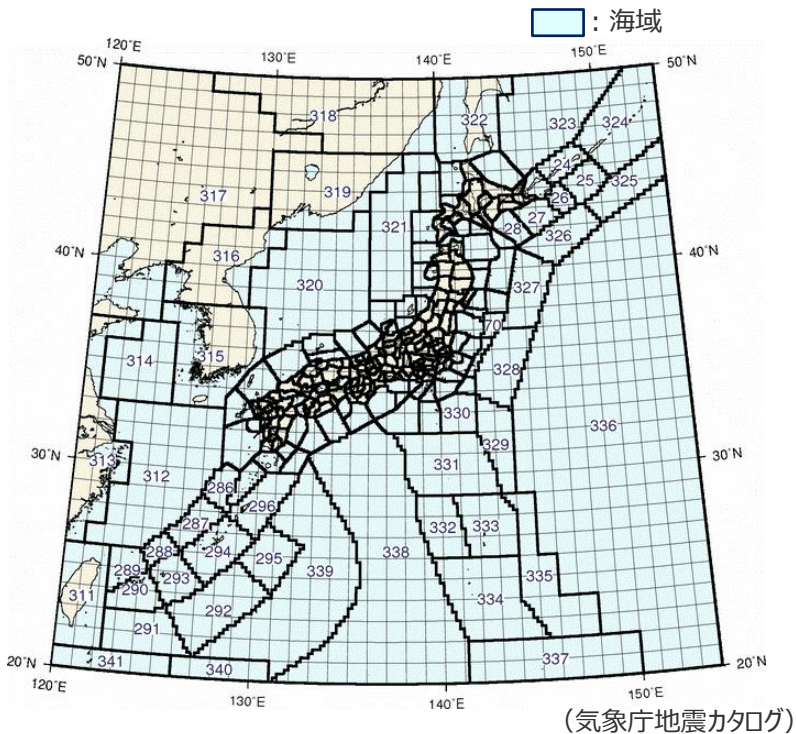
充実化①

- マグニチュード(M)と津波マグニチュード(m)との関係について、日本および日本周辺海域で発生した地震が整理されている気象庁地震カタログ (震源データ) に基づき、マグニチュード(M)と津波マグニチュード(m)の両方が記載されている1989年~2021年の期間において海域で発生した地震データを用い、分析した。
- その結果、津波マグニチュード(m)-1を上回る津波は、M7以上の地震においてのみ発生していることを確認した。

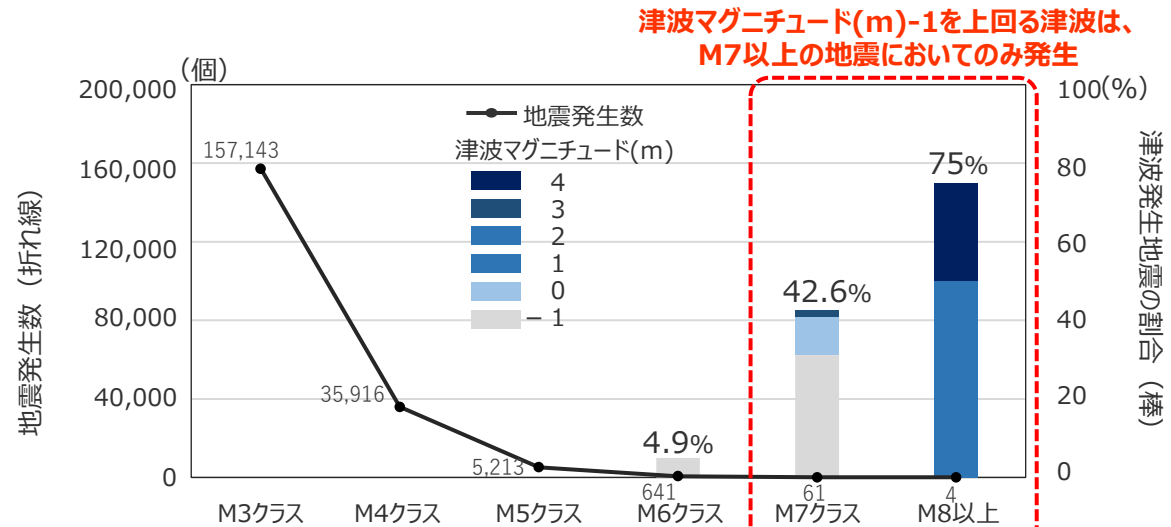
○マグニチュード(M)と津波マグニチュード(m)との関係の分析方法

- ・地震のデータベース：気象庁地震カタログ (震源データ)
- ・対象期間：1989年~2021年
(マグニチュード(M)と津波マグニチュード(m)の両方が記載されている期間*)
- ・対象地震：下図の領域において、発生位置が海域にかかる小地域に区分されている地震

※なお、これよりも前の期間のデータには津波マグニチュード(m)が記載されていない。



気象庁地震カタログの震源収録範囲



マグニチュード(M)	M3クラス	M4クラス	M5クラス	M6クラス	M7クラス	M8以上
地震発生数	157,143	35,916	5,213	641	61	4
上記のうち、津波発生数 (津波発生地震の割合)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	32 (4.9%)	26 (42.6%)	3 (75%)
内訳 (津波 マグニチュード (m)別)	4 : (30m以上)	0	0	0	0	1
	3 : (10~20m)	0	0	0	1	0
	2 : (4~6m)	0	0	0	0	0
	1 : (2m程度)	0	0	0	0	2
	0 : (1m程度)	0	0	0	0	6
-1 : (50cm以下)	0	0	0	32	19	0

* 鳥島周辺海域のM5~6クラスの火山性地震(計5イベント)で津波が発生していることを確認したが、通常の地震ではなく火山性地震であることが推定されている(次頁参照) ことから[]内で別示す。

(気象庁地震カタログに基づき作成)

マグニチュード(M)ごとの地震発生数と津波発生数
(マグニチュード(M)と津波マグニチュード(m)の関係)

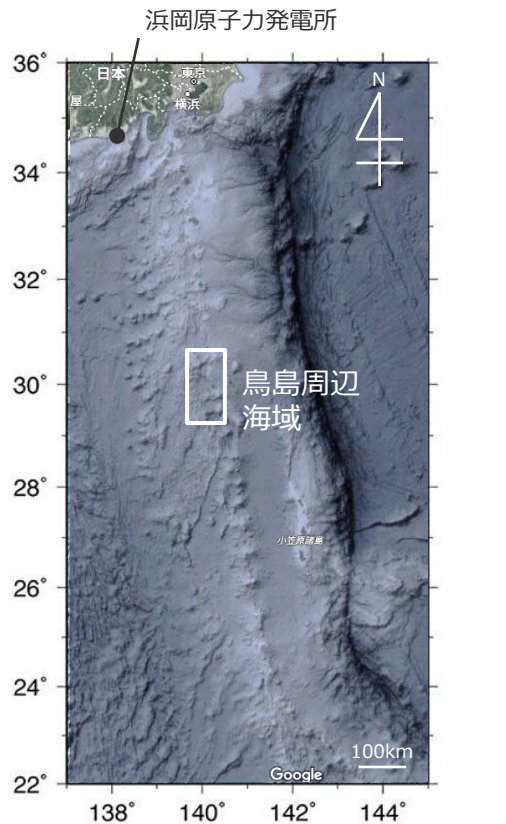
No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(補足：鳥島周辺海域の地震について)

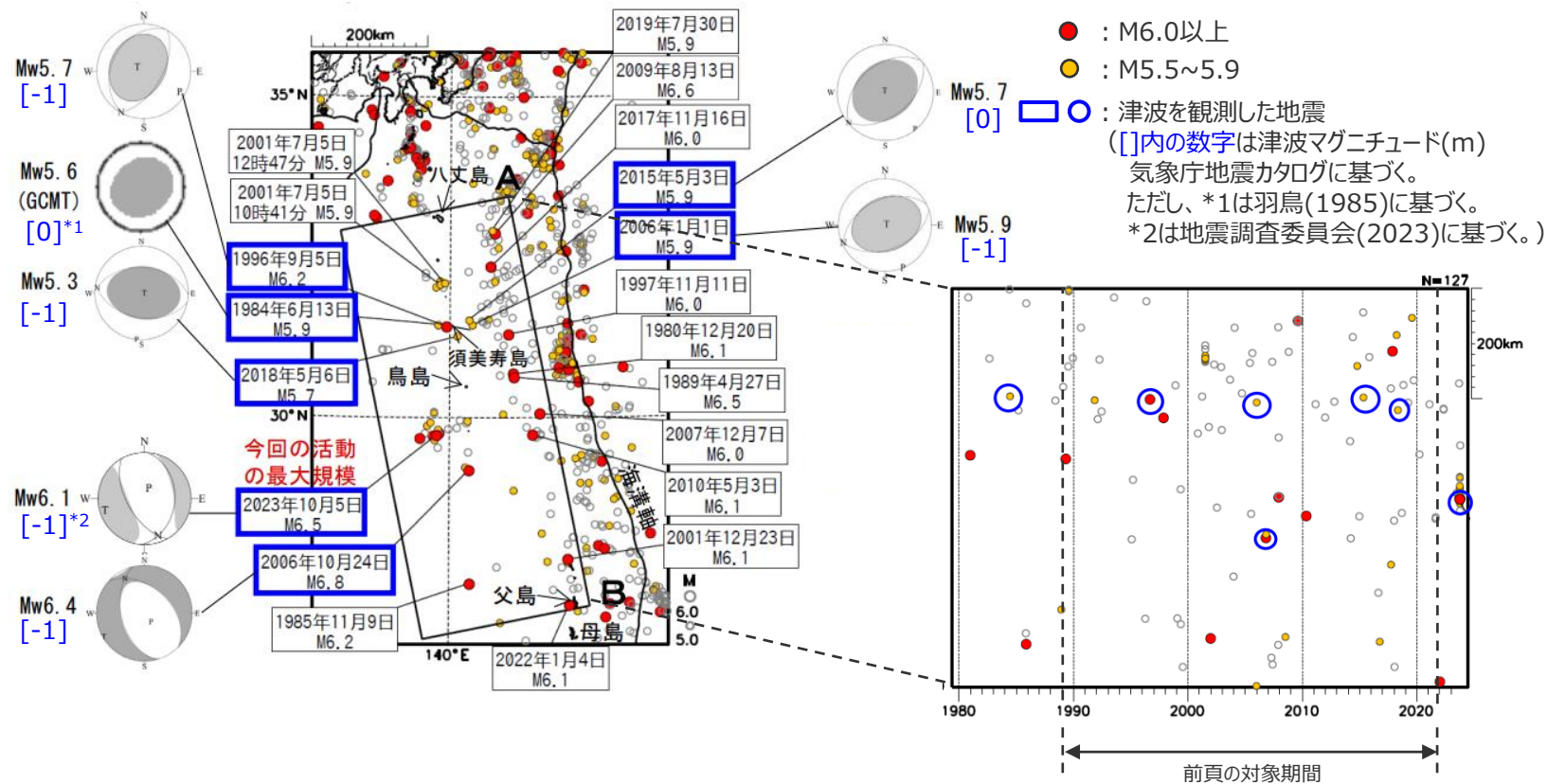
充実化①

- 鳥島周辺海域においては、およそ10年間隔で繰り返し発生するM5.5前後の中規模地震によって、地震規模に比べて大きな津波が発生することが知られており、これらの地震は、通常の地震ではなく火山性地震であることが推定されている。(Fukao et al. (2018)、地震調査委員会(2023)、JAMSTEC(2023a)等)
- なお、2023年10月に鳥島周辺海域で発生した地震についても、軽石の漂流が観測される(気象庁(2023))、海底火山噴火に伴う振動によって生成されることが多いT波(地震波が海底面で音波に変換され海中を伝わったもの)が観測される(JAMSTEC(2023b))など、火山性地震であることが示唆されている。



(google mapを基に作成)

鳥島周辺海域と発電所の位置関係



震央分布とメカニズム解

時空間分布

鳥島近海の地震活動

(地震調査委員会(2013)に基づく)

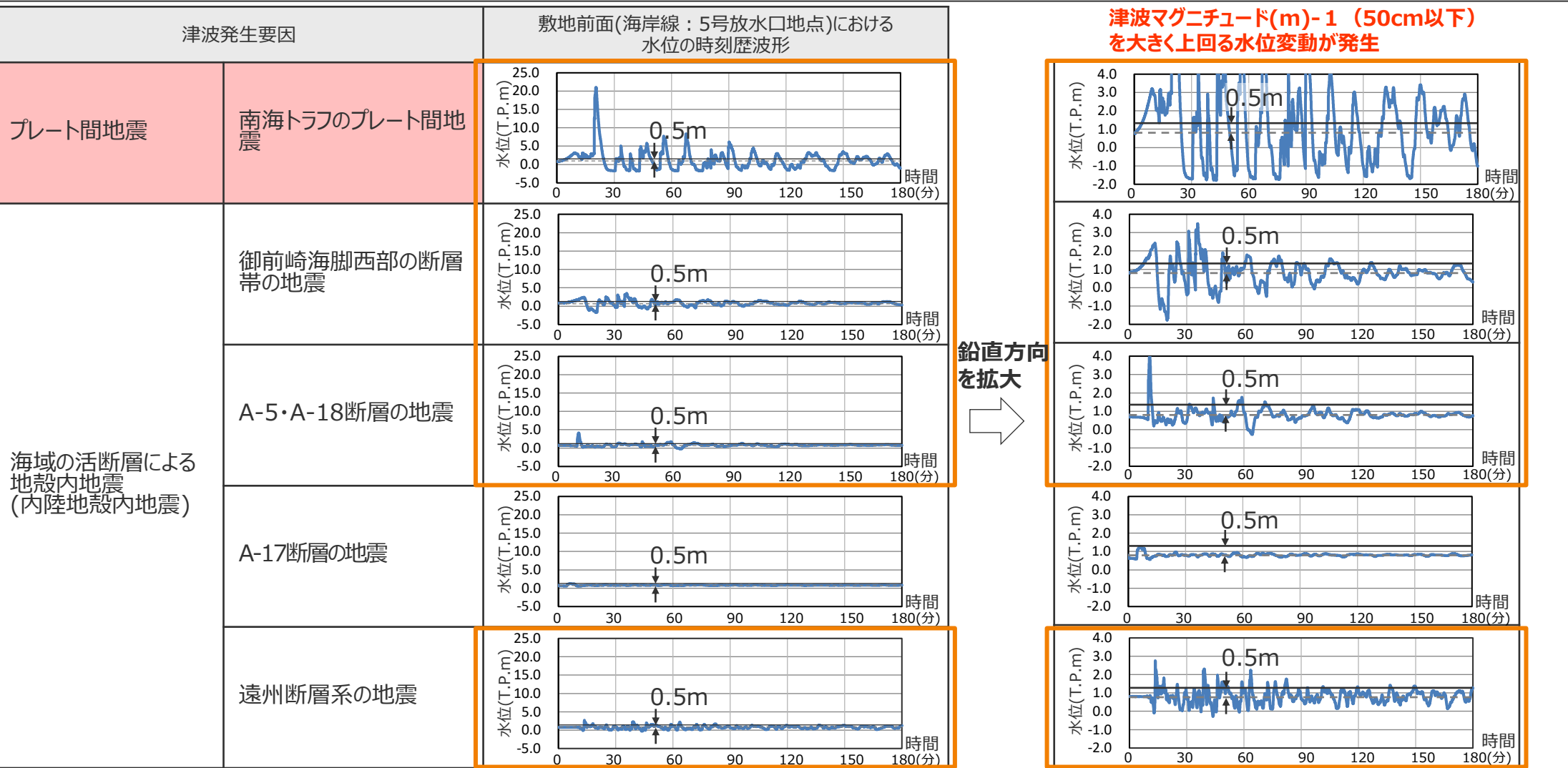
[1980年1月1日~2023年10月31日、深さ0~100km、M \geq 5.0]

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(補足：津波の組合せを検討する内陸地殻内地震の津波波形)

充実化①

- 津波の組合せでは、プレート間地震と内陸地殻内地震との組合せを考慮することとしており、敷地への津波影響を評価する観点から、敷地における影響が相対的に大きい地震をそれぞれ選定し、それらの組合せを検討する。
- ここで、プレート間地震との組合せを考慮する内陸地殻内地震の津波は、A-17断層の地震による津波を除き、津波マグニチュード(m)-1 (50cm以下) を大きく上回る水位変動が発生している。
- ➔①プレート間地震とその他の地震 (内陸地殻内地震、海洋プレート内地震) の発生時間間隔の検討において、全地震の発生状況を概観したうえで、津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させる大規模 (M7以上) の地震を抽出し検討することは、敷地の津波評価の観点から漏れのない検討となっていると考えられる。



・水位上昇側：朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮
 ・敷地前面への影響が大きいケースを掲載

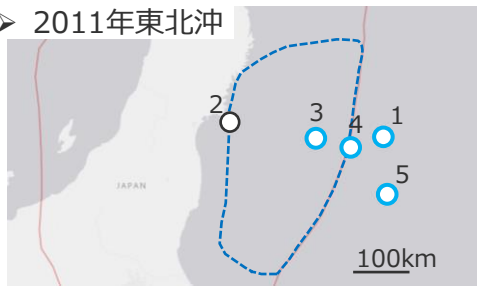
-- 朔望平均満潮位T.P.+0.80m

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討 (M9クラスの地震に関する検討)

- 国内外のM9クラスのプレート間地震の波源域周辺において、プレート間地震後のプレート境界の上盤・下盤で発生したM7以上の地震は以下のとおり。
- 上盤・下盤のM7以上の地震は、プレート間地震発生後10年間でそれぞれ数個 (0~5個) 発生しており、プレート間地震とプレート間地震後最も早く津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、2011年東北沖地震の事例ではプレート間地震の津波伝播が沿岸付近に達する程度の約40分であるが、M9クラスのその他の地震の事例では数か月~数十年の間がある。

・詳細な観測記録が充実している2000年代以降のM9クラスの地震である、2011年東北沖および2004年スマトラ島沖の地震の発生位置 (上盤/下盤) と地震メカニズムについては、それぞれp.38、p.39に掲載している。

➤ 2011年東北沖



本震発生から
最短の地震発生
までの時間差

本震発生から
最短の津波発生
までの時間差

No.	発生日時	Mw	深さ(km)
本震	2011-03-11 05:46	9.1	29
1	2011-03-11 06:25	7.7	19
2	2011-04-07 14:32	7.1	42
3	2011-07-10 00:57	7.0	23
4	2012-12-07 08:18	7.3	31
5	2013-10-25 17:10	7.1	35

約40分後

約40分後

➤ 2004年スマトラ島沖



No.	発生日時	Mw	深さ(km)
本震	2004-12-26 00:58	9.1	30
1	2005-07-24 15:42	7.2	16
2	2009-08-10 19:55	7.5	24
3	2012-01-10 18:36	7.2	19
4	2012-04-11 08:38	8.6	20
5	2012-04-11 10:43	8.2	25

約7か月後

約7年後

- (USGS地震カタログに基づく)
- ・時間はUTC (協定世界時) で表示
 - ・地震規模M=Mw (モーメントマグニチュード) として抽出した。
 - : M9クラスのプレート間地震の波源域 (USGS地震カタログによる)
 - : プレート間地震後に発生したM7以上の地震
 - : 上記のうち津波発生が記録されているもの (NOAA津波データベースに基づく。ただし、2011年東北沖地震の津波発生の有無については、気象庁(2021)に基づく。)
 - : プレート境界 (USGS地震カタログによる)
 - : プレート間地震以外の津波を発生させたその他の地震

➤ 1964年アラスカ*1

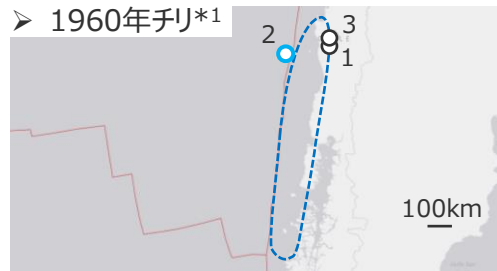


No.	発生日時	Mw	深さ(km)
本震	1964-03-28 03:36	9.2	25
1*2	1987-11-30 19:23	7.9	10

約23年後

約23年後

➤ 1960年チリ*1



No.	発生日時	Mw	深さ(km)
本震	1960-05-22 19:11	9.5	25
1	1960-06-20 02:01	7.0	25
2	1960-11-01 08:45	7.4	20
3	1962-02-14 06:36	7.1	30

約1か月後

約5か月後

➤ 1952年カムチャツカ*1



No.	発生日時	Mw	深さ(km)
本震	1952-11-04 16:58	9.0	22
1	1955-03-18 00:06	7.2	59
2	1957-10-27 22:32	7.6	148
3	1959-05-04 07:15	7.9	55

約2年後

約6年後

*1 1950~60年代の地震については、発生時期が古く、M7以上の地震の種類を判断できる記載がUSGS地震カタログにないことから、プレート間地震の可能性のあるものを含め、全てのM7以上の地震を掲載している。

*2 10年間M7以上の地震が発生した記録がないことから、10年後以降で最も早く発生したM7以上の地震を表示した。

国内外のM9クラスの地震の波源域周辺における、上盤・下盤のM7以上の地震

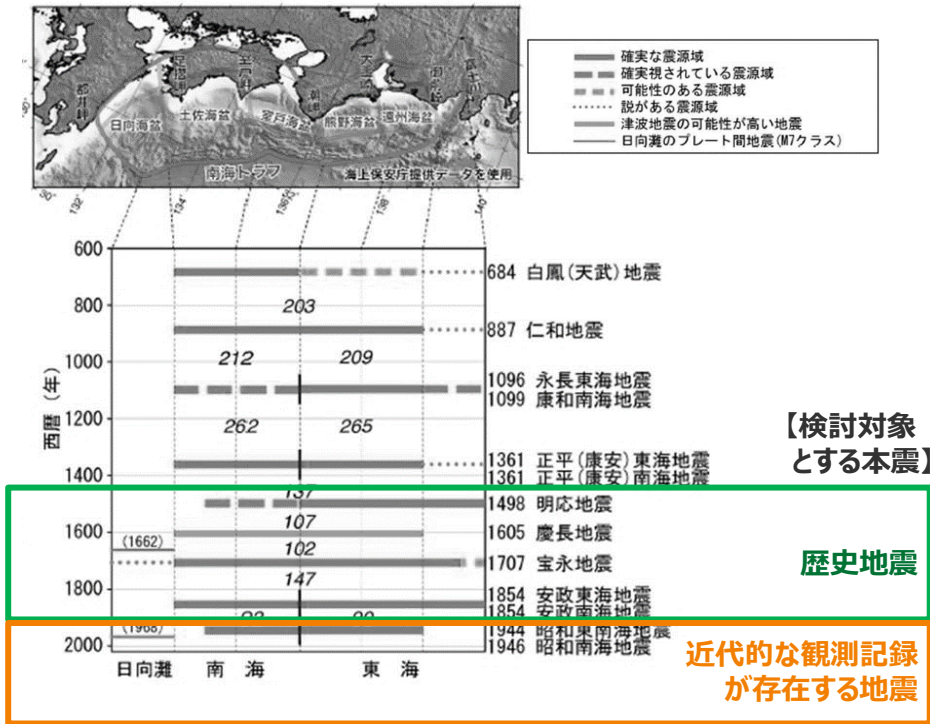
No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(南海トラフの地震に関する検討：検討方針)

充実化①

- 南海トラフのプレート間地震の事例に基づく発生時間間隔の検討では、南海トラフおよびその周辺海域において、プレート間地震（本震）後10年間における全地震の発生状況を概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出し、プレート間地震（本震）とその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）の発生時間間隔を検討する。
- 検討対象とするプレート間地震（本震）は、南海トラフの歴史地震の中でも特に歴史記録が残されている1498年明応地震、1605年慶長地震、1707年宝永地震、1854年安政東海・南海地震、1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震とする。
- 検討には日本の代表的な地震のデータベースを用いることとし、歴史地震である安政東海・南海地震以前の地震の検討では、古文書などの調査に基づいた日本被害地震総覧(2013)および日本被害津波総覧(1998)を、近代的な観測記録が存在する昭和東南海・南海地震の検討では、日本の地震観測記録が網羅的に整理されている気象庁地震カタログ（震源データ）を、それぞれ用いる。



(地震調査委員会(2013)に加筆)

検討対象とするプレート間地震（本震）

○南海トラフのプレート間地震（本震）とその他の地震の発生時間間隔の検討方法

検討対象領域：南海トラフおよびその周辺海域

検討対象とする本震：左記のとおり

検討対象期間：本震後、10年間¹⁾

歴史地震(5地震)

【データベース】 →p.28~30

- ・日本被害地震総覧(2013)
- ・日本被害津波総覧(1998)

近代的な観測記録が存在する地震(2地震)

【データベース】 →p.31~34

- ・気象庁地震カタログ（震源データ）

本震発生後10年間の全地震の発生状況を概観

津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の海洋プレート内地震もしくは内陸地殻内地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出²⁾

プレート間地震（本震）との時間間隔を検討

- 1) 10年間で一度も発生していない場合は10年後以降で最も早く発生したM7以上の地震までの期間
- 2) 基礎情報として、活断層調査などにより断層タイプも確認

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討 (南海トラフの歴史地震に関する検討：本震発生後10年間の全地震の発生状況の概観)

充実化①

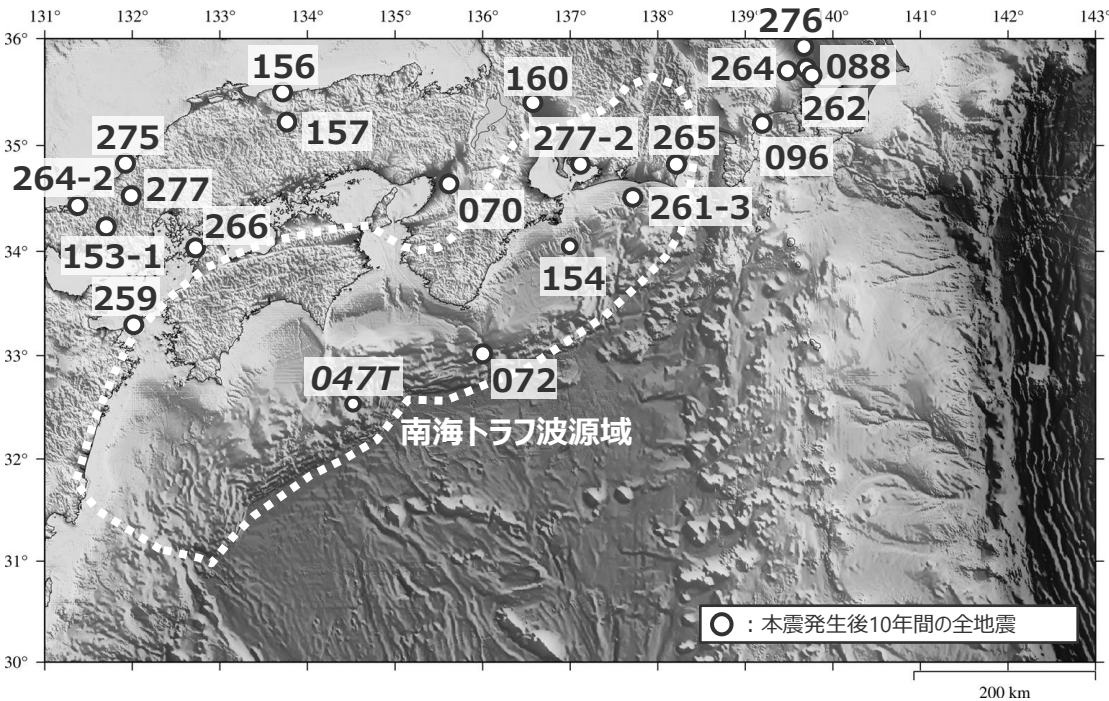
■ 歴史地震である1498年明応地震、1605年慶長地震、1707年宝永地震、1854年安政東海・南海地震について、日本被害地震総覧(2013)および日本被害津波総覧(1998)に基づき、南海トラフおよびその周辺海域において本震発生後10年間の全地震の発生状況を概観した。

歴史地震

本震発生後10年間の全地震

○検討方法

検討対象領域：南海トラフおよびその周辺海域
(下図の範囲(経度：131°~143°、緯度：30°~36°))
検討対象とする本震：1498年明応地震、1605年慶長地震、
1707年宝永地震、1854年安政東海・南海地震
検討対象期間：プレート間地震の本震発生後10年間
地震データベース：日本被害地震総覧(2013)および
日本被害津波総覧(1998)



(日本被害地震総覧(2013)に基づく)

南海トラフの歴史地震（本震）後10年間の全地震の発生状況

➤ 1498年明応地震

No.	発生日	経度(°)	緯度(°)	M
本震	1498-09-20	138.0	34.0	8.3
070*	1510-09-21	135.6	34.6	6.8
072*	1520-04-04	136.0	33.0	7.4

➤ 1605年慶長地震

No.	発生日	経度(°)	緯度(°)	M
本震	1605-02-03	138.5 (134.9)	33.5 (33.0)	7.9
088*	1615-06-26	139.7	35.7	6.5
096*	1633-03-01	139.2	35.2	7.0

➤ 1707年宝永地震

No.	発生日	経度(°)	緯度(°)	M
本震	1707-10-28	135.9	33.2	8.6
153-1	1707-11-21	131.7	34.2	5.5
154	1708-02-13	137.0	34.0	7
156	1710-10-03	133.7	35.5	6.5
157	1711-03-19	133.8	35.2	6.25
160	1715-02-02	136.6	35.4	6.8

➤ 1854年安政東海地震、安政南海地震

No.	発生日	経度(°)	緯度(°)	M
本震(安政東海)	1854-12-23	137.8	34.0	8.4
本震(安政南海)	1854-12-24	135.0	33.0	8.4
259	1854-12-26	132.0	33.25	7.4
261-3	1855-11-07	137.75	34.5	7.3
262	1855-11-11	139.8	35.65	7.1
047T	1855-12-03	134.5	32.5	7
264	1856-11-04	139.5	35.7	6.3
264-2	1857-07-08	131.4	34.4	6.0
265	1857-07-14	138.2	34.8	6.25
266	1857-10-12	132.75	34.0	7.25
275	1859-01-05	131.9	34.8	6.2
276	1859-01-11	139.7	35.9	6.0
277	1859-10-04	132.0	34.5	6.3
277-2	1861-03-24	137.1	34.8	6.0

*10年間M6以上の地震が発生した記録がないことから、10年後以降で最も早く発生したM6以上の地震およびM7以上の地震を表示した。

・日本被害地震総覧(2013)に基づく。ただし、日本被害地震総覧(2013)に記載がない情報は、日本被害津波総覧(1998)に基づく。(斜体の部分)

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(南海トラフの歴史地震に関する検討：本震発生後10年間のM7以上の地震の抽出)

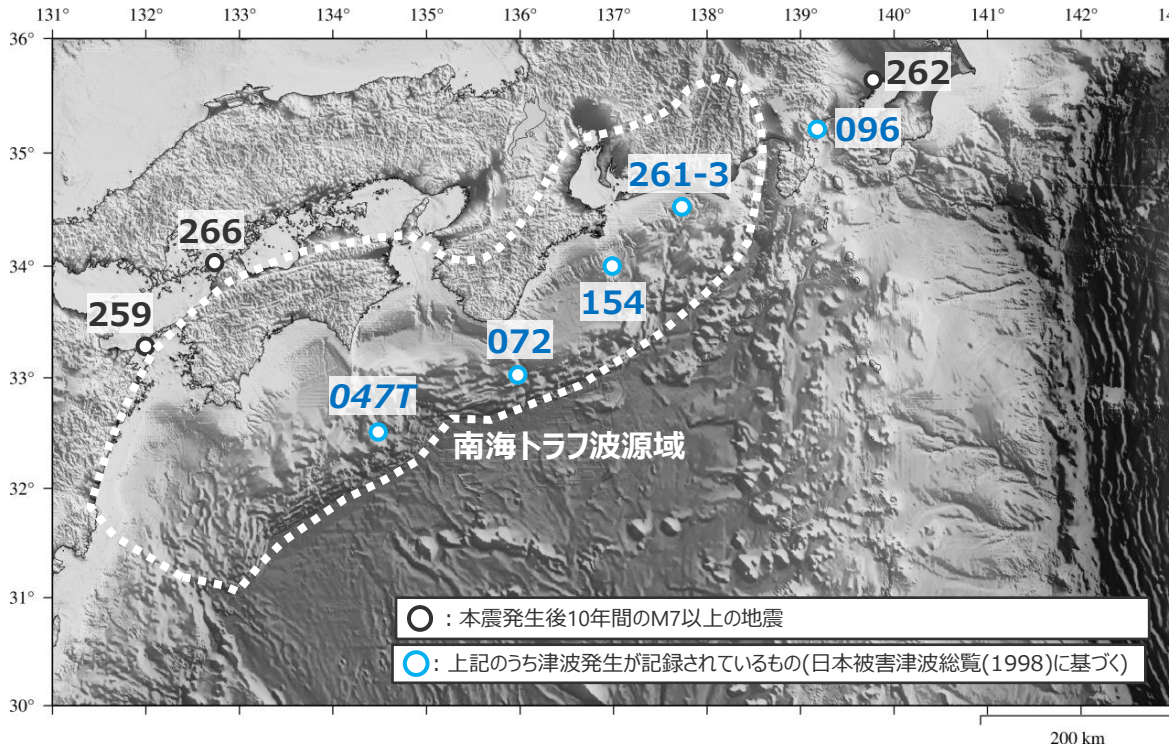
充実化①

- 歴史地震である1498年明応地震、1605年慶長地震、1707年宝永地震、1854年安政東海・南海地震について、それぞれの地震後10年間で発生した全地震（前頁参照）から、津波被害を発生させる可能性のあるM7以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出した結果は以下のとおり。
- M7以上の地震は、プレート間地震の発生後10年間でそれぞれ数個（0～5個）発生した記録があり、プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、数か月～数十年の間がある。

歴史地震

本震発生後10年間のM7以上の地震

プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、数か月～数十年の間がある。



○：本震発生後10年間のM7以上の地震
 ○：上記のうち津波発生が記録されているもの(日本被害津波総覧(1998)に基づく)

▶ 1498年明応地震

No.	発生日	M
本震	1498-09-20	8.3
072*	1520-04-04	7.4

本震発生から最短の地震発生までの時間差
 本震の約22年後

本震発生から最短の津波発生までの時間差
 本震の約22年後

▶ 1605年慶長地震

No.	発生日	M
本震	1605-02-03	7.9
096*	1633-03-01	7.0

本震の約28年後

▶ 1707年宝永地震

No.	発生日	M
本震	1707-10-28	8.6
154	1708-02-13	7

本震の約4か月後

▶ 1854年安政東海地震、安政南海地震

No.	発生日	M
本震(安政東海)	1854-12-23	8.4
本震(安政南海)	1854-12-24	8.4
259	1854-12-26	7.4
261-3	1855-11-07	7.3
262	1855-11-11	7.1
047T	1855-12-03	7
266	1857-10-12	7.25

本震(1854年安政南海地震)の2日後

本震(1854年安政南海地震)の約11か月後

■：本震発生後津波を発生させたその他の地震

・発生時期が古く、M7以上の地震の種類を判断できる記載が日本被害地震総覧(2013)等がないことから、南海トラフのプレート間地震（本震）とされるもの以外は、プレート間地震の可能性のあるものを含め、全てのM7以上の地震を掲載している。

*10年間M7以上の地震が発生した記録がないことから、10年後以降で最も早く発生したM7以上の地震を表示した
 ・日本被害地震総覧(2013)に基づく。
 ただし、日本被害地震総覧(2013)に記載がない情報は、日本被害津波総覧(1998)に基づく。(斜体の部分)

南海トラフの歴史地震（本震）後10年間のM7以上の地震・津波の発生状況

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

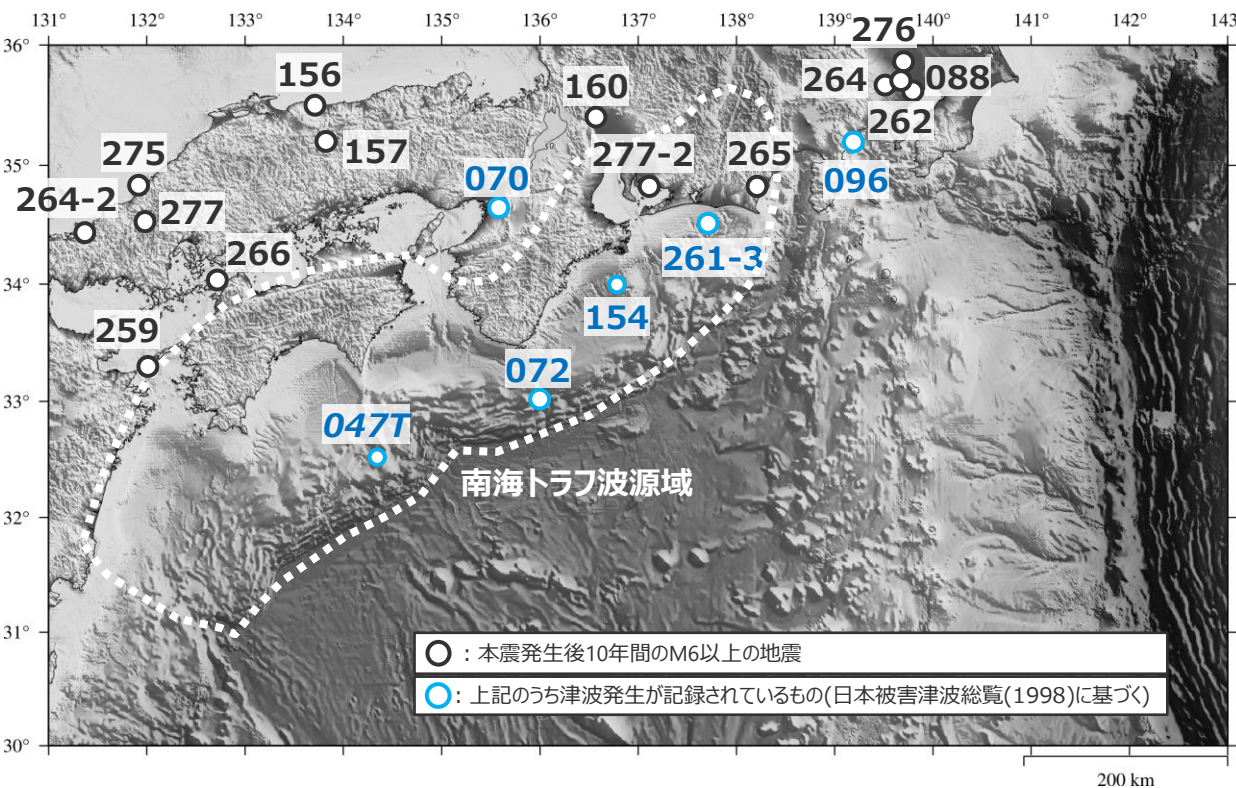
（南海トラフの歴史地震に関する検討：（補足）本震発生後10年間のM6以上の地震の抽出）

充実化①

- 歴史地震である1498年明応地震、1605年慶長地震、1707年宝永地震、1854年安政東海・南海地震について、それぞれの地震後10年間で発生した全地震（前々頁参照）から、津波被害を発生させる可能性のあるM7の地震より小さいM6以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出した結果は以下のとおり。
- M6以上の地震は、プレート間地震の発生後10年間でそれぞれ数個（0～12個）発生した記録があるが、プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、M7以上の地震の場合と変わらない。

歴史地震

（補足）本震発生後10年間のM6以上の地震



南海トラフの歴史地震（本震）後10年間のM6以上の地震・津波の発生状況

・発生時期が古く、M6以上の地震の種類を判断できる記載が日本被害地震総覧(2013)等がないことから、南海トラフの本震とされるもの以外は、プレート間地震の可能性のあるものを含め、全てのM6以上の地震を掲載している。

➤ 1498年明応地震

No.	発生日	M
本震	1498-09-20	8.3
070*	1510-09-21	6.8
072*	1520-04-04	7.4

本震発生から最短の地震発生までの時間差

本震発生から最短の津波発生までの時間差

本震の約12年後

本震の約12年後

➤ 1605年慶長地震

No.	発生日	M
本震	1605-02-03	7.9
088*	1615-06-26	6.5
096*	1633-03-01	7.0

本震の約10年後

本震の約28年後

➤ 1707年宝永地震

No.	発生日	M
本震	1707-10-28	8.6
154	1708-02-13	7
156	1710-10-03	6.5
157	1711-03-19	6.25
160	1715-02-02	6.8

本震の約4か月後

本震の約4か月後

➤ 1854年安政東海地震、安政南海地震

No.	発生日	M
本震(安政東海)	1854-12-23	8.4
本震(安政南海)	1854-12-24	8.4
259	1854-12-26	7.4
261-3	1855-11-07	7.3
262	1855-11-11	7.1
047T	1855-12-03	7
264	1856-11-04	6.3
264-2	1857-07-08	6.0
265	1857-07-14	6.25
266	1857-10-12	7.25
275	1859-01-05	6.2
276	1859-01-11	6.0
277	1859-10-04	6.3
277-2	1861-03-24	6.0

本震(1854年安政南海地震)の2日後

本震(1854年安政南海地震)の約11か月後

■ : 本震発生後津波を発生させたその他の地震

*10年間M6以上の地震が発生した記録がないことから、10年後以降で最も早く発生したM6以上の地震およびM7以上の地震を表示した。

・日本被害地震総覧(2013)に基づく。ただし、日本被害地震総覧(2013)に記載がない情報は、日本被害津波総覧(1998)に基づく。(斜体の部分)

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(南海トラフの近代観測地震に関する検討：本震発生後10年間の全地震の発生状況の概観)

充実化①

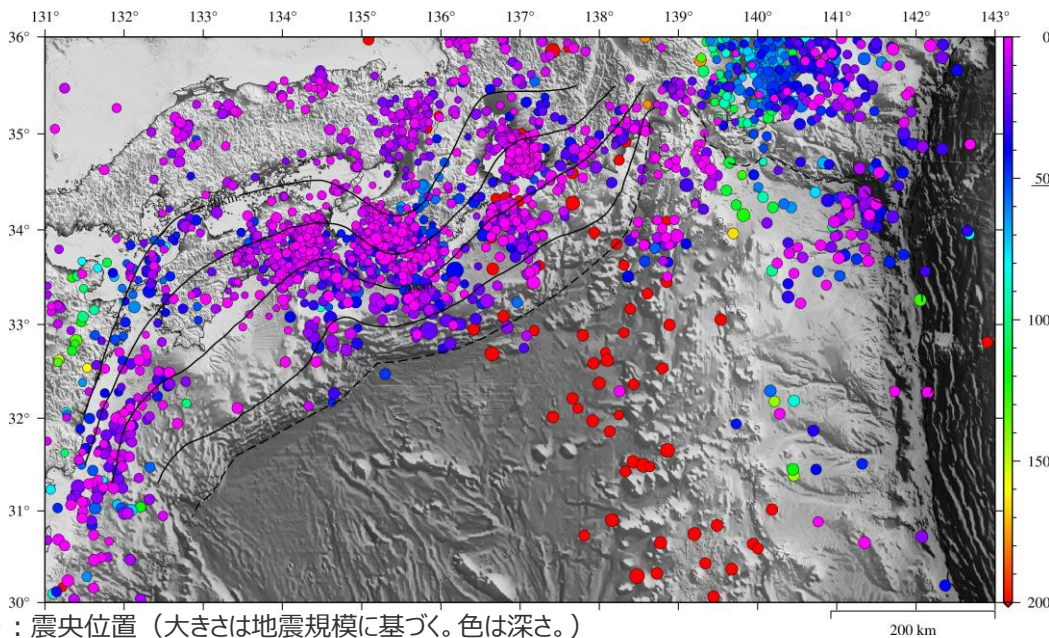
- 近代的な観測記録が存在する1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震について、気象庁地震カタログ（震源データ）に基づき、南海トラフおよびその周辺海域において、本震後10年間の地震発生状況を概観した。
- 南海トラフの周辺では、深さ0~50km程度の地震が発生している。また、深さ200kmより深い位置では、伊豆・小笠原海溝から沈み込んだ太平洋スラブ内地震と推定される地震が発生している。

近代的な観測記録が存在する地震

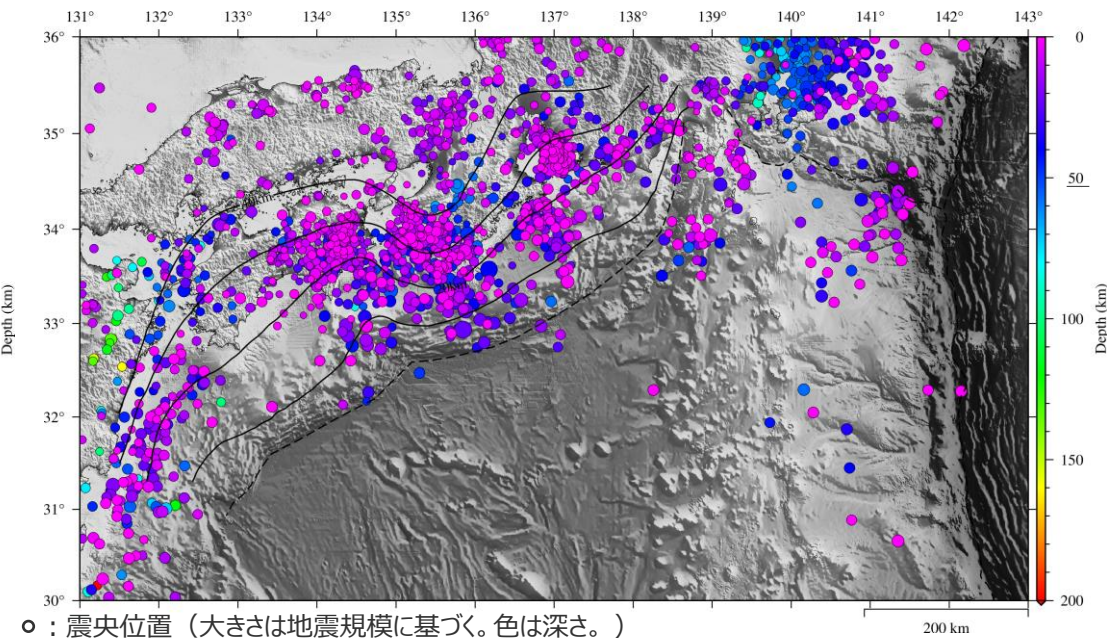
本震発生後10年間の全地震

○検討方法

- 検討対象領域：南海トラフおよびその周辺海域
 (下図の範囲(経度：131~143°、緯度：30~36°))
- 検討対象とする本震：1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震
- 検討対象期間：両地震発生後から10年間
- 地震データベース：気象庁地震カタログ（震源データ）



M3以上の全地震



左図から太平洋スラブ上面*より深い地震を除いたもの

1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震後10年間の全地震の分布
 (南海トラフおよびその周辺海域において発生した地震を抜粋)

*太平洋スラブ上面は、気象庁 弘瀬HPに基づく。

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

(南海トラフの近代観測地震に関する検討：本震発生後10年間のM7以上の地震の抽出)

充実化①

- 近代的な観測記録が存在する1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震について、本震後10年間で発生した全地震（前頁参照）から、津波被害を発生させる可能性のあるM7以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出した結果は以下のとおり。
- M7以上のその他の地震（内陸地殻内地震もしくは海洋プレート内地震）は、プレート間地震の発生後10年間で1個発生した記録があり、プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、約7年の期間がある。

近代的な観測記録が存在する地震

本震発生後10年間のM7以上の地震

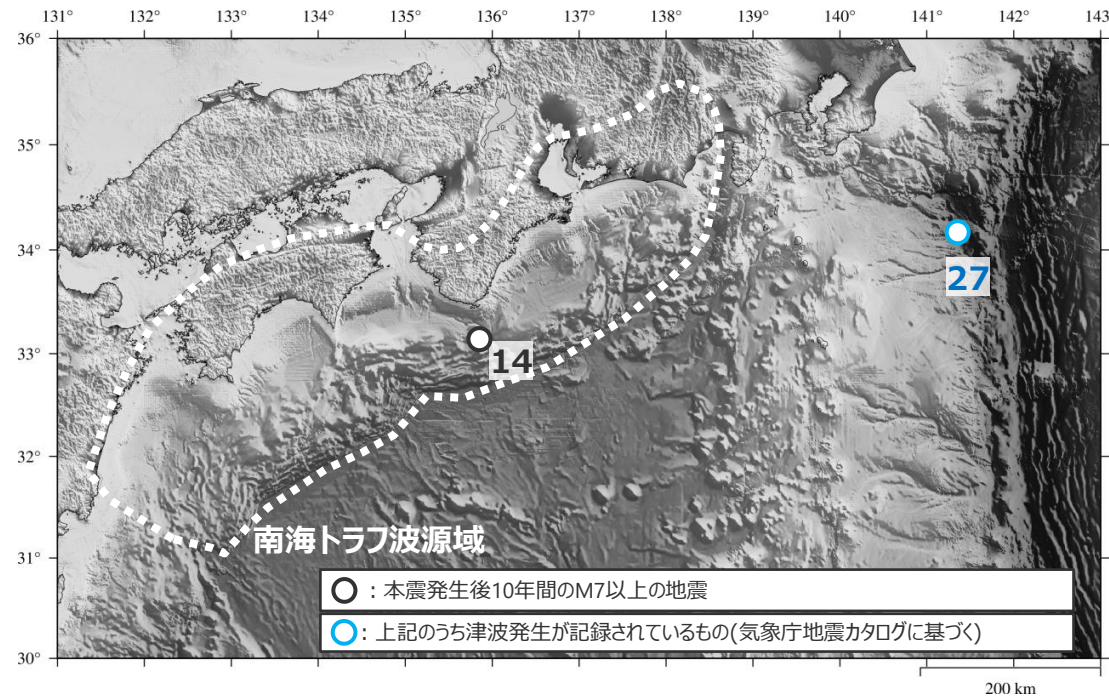
プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、約7年の期間がある。

本震発生から最短の地震発生までの時間差
本震発生から最短の津波発生までの時間差

	地震の発生日	時刻	深さ	M	備考
昭和東南海地震	1944/12/7	13:35	40 km	7.9	プレート間地震
昭和南海地震	1946/12/21	4:19	24 km	8.0	プレート間地震
14	1948/4/18	1:11	24 km	7.0	プレート間地震 (内閣府(2018))
27	1953/11/26	2:48	39 km	7.4	-

本震の約7年後
本震の約7年後

○：プレート間地震
●：本震発生後津波を発生させたその他の地震



○：本震発生後10年間のM7以上の地震
●：上記のうち津波発生が記録されているもの(気象庁地震カタログに基づく)

(気象庁地震カタログに基づく)

1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震後10年間のM7以上の地震・津波の発生状況

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

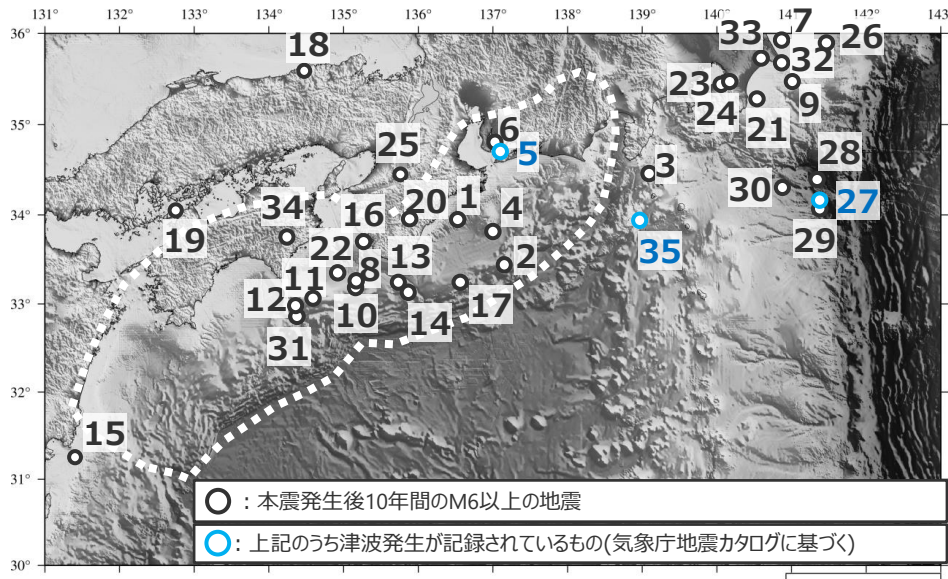
(南海トラフの近代観測地震に関する検討：(補足)本震発生後10年間のM6以上の地震の抽出) 充実化①

- 近代的な観測記録が存在する1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海について、それぞれの地震後10年間で発生した全地震（前々頁参照）から、津波被害を発生させる可能性のあるM7の地震より小さいM6以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出した結果は以下のとおり。
- M6以上のその他の地震（内陸地殻内地震もしくは海洋プレート内地震）は、プレート間地震の発生後10年間でそれぞれ複数発生した記録があり、プレート間地震とプレート間地震後最も早く津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、南海トラフの歴史地震に関する検討結果と大きな違いがない。

近代的な観測記録が存在する地震

(補足)本震発生後10年間のM6以上の地震

➤ 1946年昭和南海地震



No.	地震の発生日	時刻	深さ	M	備考
昭和南海地震	1946/12/21	4:19	24 km	8.0	プレート間地震
8	1946/12/21	7:46	11 km	6.3	-
9	1947/1/3	12:57	3 km	6.0	-
10	1947/1/25	1:47	14 km	6.4	-
11	1947/2/16	18:19	35 km	6.1	-
12	1947/2/22	7:00	19 km	6.3	-
13	1947/7/17	4:20	12 km	6.1	-
14	1948/4/18	1:11	24 km	7.0	プレート間地震(内閣府(2018))
15	1948/5/9	11:09	19 km	6.4	-
16	1948/6/15	20:44	0 km	6.7	-
17	1948/7/7	11:19	15 km	6.4	-
18	1949/1/20	22:24	14 km	6.3	-
19	1949/7/12	1:10	25 km	6.2	-
20	1950/4/26	16:04	47 km	6.5	-
21	1950/9/10	12:21	56 km	6.3	-
22	1950/11/6	2:37	53 km	6.7	-
23	1951/1/9	3:32	64 km	6.1	-
24	1952/5/8	9:58	47 km	6.0	-
25	1952/7/18	1:09	61 km	6.7	-
26	1953/4/4	14:52	33 km	6.2	-
27	1953/11/26	2:48	39 km	7.4	-
28	1953/11/26	9:03	10 km	6.0	-
29	1953/11/26	17:14	27 km	6.5	-
30	1953/12/21	6:20	35 km	6.0	-
31	1954/4/14	0:25	20 km	6.0	-
32	1954/7/18	18:07	27 km	6.4	-
33	1955/7/24	20:02	53 km	6.0	-
34	1955/7/27	10:20	3 km	6.4	-
35	1956/8/13	1:59	3 km	6.3	-

本震発生から最短の地震までの時間差
 本震発生から最短の津波発生までの時間差

本震の約3時間後

本震の約7年後

■ : プレート間地震
 ■ (青) : 本震発生後津波を発生させたその他の地震

➤ 1944年昭和東南海地震

No.	地震の発生日	時刻	深さ	M	備考
昭和東南海地震	1944/12/7	13:35	40 km	7.9	プレート間地震
1	1944/12/7	15:25	43 km	6.2	-
2	1944/12/7	15:48	0 km	6.0	-
3	1944/12/9	3:20	30 km	6.3	-
4	1944/12/12	19:25	47 km	6.5	プレート間地震(内閣府(2018))
5	1945/1/13	3:38	11 km	6.8	逆断層(日本被害地震総覧)
6	1945/1/16	22:36	13 km	6.4	-
7	1946/8/3	22:06	47 km	6.0	-

本震発生から最短の地震までの時間差
 本震発生から最短の津波発生までの時間差

本震の約2時間後

本震の約1か月後

1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震後10年間のM6以上の地震・津波の発生状況

(気象庁地震カタログに基づく)

・なお、1945年8月29日の地震（新島・神津島近海の地震）は、2003年の気象庁マグニチュード改訂を経た最新の気象庁カタログでは、地震規模がM5.3とされていることから抽出されていない。

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

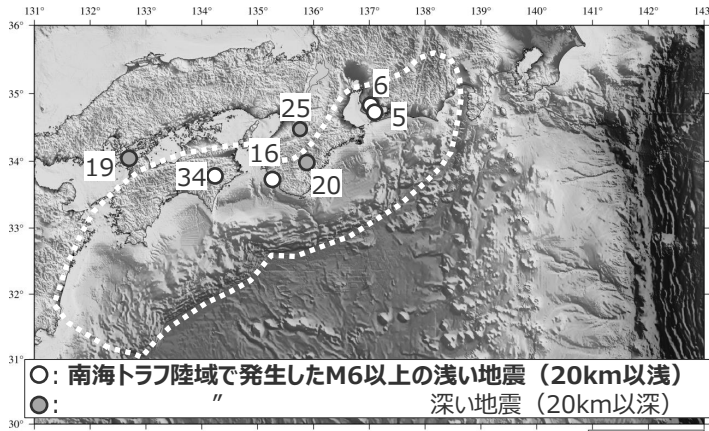
(南海トラフの近代観測地震に関する検討：(補足)活断層調査等の既往知見の確認)

充実化①

- 震源位置・深さがある程度精確に決定されていると考えられる1944年昭和東南海地震、1946年昭和南海地震後10年間で発生したM6以上の地震（前頁参照）のうち、南海トラフ陸域で発生した地震について、基礎情報として、活断層調査等に関する既往知見を収集し断層タイプの確認も行った。
- その結果、ほとんどの断層で断層タイプに関する情報は得られなかったが、三河地震の断層タイプが逆断層であることを確認した。

近代的な観測記録が存在する地震

(補足)活断層調査等による断層タイプ



(気象庁地震カタログに基づき作成)

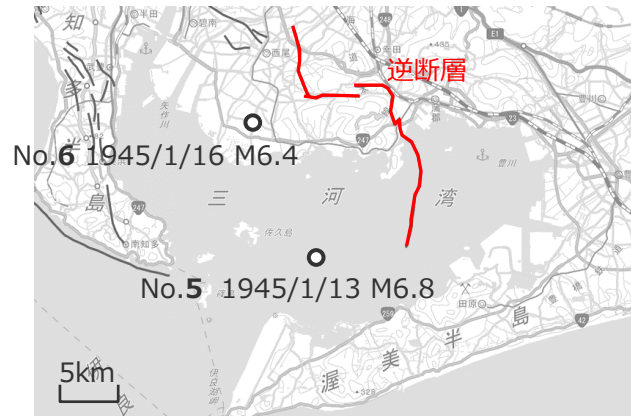
昭和東南海・南海地震後10年間に南海トラフ陸域で発生したM6以上の地震

南海トラフ陸域で発生したM6以上の地震の活断層調査等に関する既往知見

No.	地震の発生日	時刻	深さ	M	地震名	断層タイプ
5	1945/1/13	3:38	11 km	6.8	三河地震	逆断層 (産総研活断層データベース)
6	1945/1/16	22:36	13 km	6.4	(上記の余震と考えられる)	
16	1948/6/15	20:44	0 km	6.7	田辺市付近の地震	不明 (周辺には活断層の疑いのあるリニアメントが分布。震源が浅いとされているが深い可能性もある。) (活断層研究会(1991))
19	1949/7/12	1:10	25 km	6.2	安芸灘の地震	-
20	1950/4/26	16:04	47 km	6.5	-	-
25	1952/7/18	1:09	61 km	6.7	吉野地震	-
34	1955/7/27	10:20	3 km	6.4	徳島県南部の地震	不明 (周辺には活断層の疑いのあるリニアメントが分布) (活断層研究会(1991))

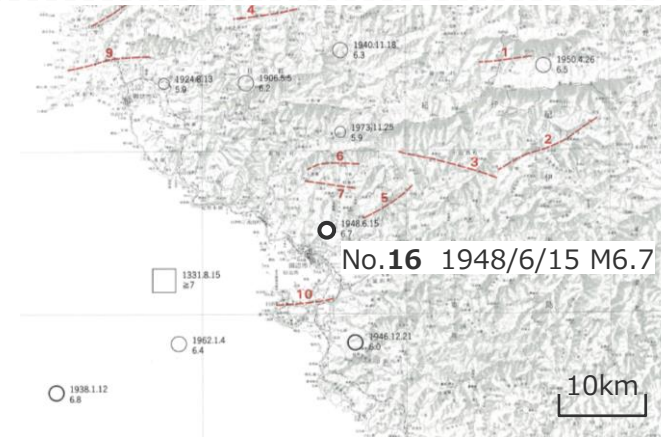
■ : 深い地震であり活断層調査により断層タイプが確認できないと考えられるもの

(地震名等は、地震本部HPを参照)



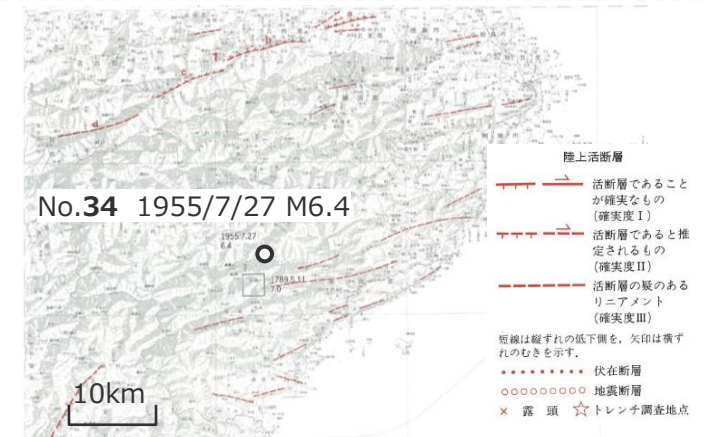
(活断層データベースを基に作成)

1945年三河地震の断層分布



(活断層研究会(1991)を基に作成)

1948年田辺市付近の地震周辺の断層分布



(活断層研究会(1991)を基に作成)

1955年徳島県南部の地震周辺の断層分布

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）

(1)-①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討

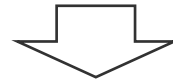
（検討結果）

充実化①

- 過去にプレート間地震の発生に伴う応力変化の影響により、周辺地殻において大規模な地震が発生していることを考慮し、国内外のM9クラスのプレート間地震および南海トラフのプレート間地震の事例に基づいて、それぞれのプレート間地震（本震）とその後に発生したその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）との時間間隔を検討した。

○国内外のM9クラスのプレート間地震（本震）とその他の地震の発生時間間隔の検討

- 津波被害を発生させる可能性のある大規模（M7以上）のその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）は、プレート間地震発生後10年間でそれぞれ数個（0～5個）発生しており、プレート間地震とプレート間地震後最も早く津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、2011年東北沖地震の事例では約40分であるが、M9クラスのその他の地震の事例では数か月～数十年の期間がある。



○南海トラフのプレート間地震（本震）とその他の地震の発生時間間隔の検討

南海トラフの歴史地震に関する検討

→p.28~30

- 南海トラフの歴史地震について、日本被害地震総覧(2013)および日本被害津波総覧(1998)に基づき、それぞれの地震後に発生したM7以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出した結果、M7以上のその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）は、プレート間地震の発生後10年間でそれぞれ数個（0～5個）発生した記録があり、プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、数か月～数十年の期間があることを確認した。

南海トラフの近代観測地震に関する検討

→p.31~34

- 南海トラフの近代観測地震について、気象庁地震カタログに基づき、それぞれの地震後に発生したM7以上の地震を、本震と関連している可能性の有無に関わらず抽出した結果、M7以上のその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）は、プレート間地震の発生後10年間で1個発生した記録があり、プレート間地震とプレート間地震後最も早い津波を発生させたその他の地震との時間間隔は、約7年の期間があることを確認した。



- 南海トラフの地震の事例を確認した結果、プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより津波被害を発生させる可能性のある大規模（M7以上）のその他の地震（内陸地殻内地震、海洋プレート内地震）が発生する時間間隔は、**数か月～数十年の期間**があることを確認した。

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）

プレート間地震とその他の地震の組合せ要否に関する検討とコメント対応との関係

（(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討）

■ プレート間地震とその他の地震の組合せ要否に関する検討と、今回のコメント回答（基礎データの充実化）との関係は以下のとおり。

プレート間地震とその他の地震の組合せ要否に関する検討

(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生

地震発生状況等の基礎データを充実化

構造	応力変化による別の地震の発生に関する地学的背景	応力変化による別の地震の発生に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討 ・国内外のM9クラスのプレート間地震および南海トラフのプレート間地震の事例に基づき、それぞれのプレート間地震後、プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより発生する海洋プレート内地震もしくは内陸地殻内地震の時間間隔を検討する。 →p.21~35	①②に基づき、南海トラフにおける津波評価上の関連性を評価
下盤 (海洋プレート内地震の領域)	②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討 ・南海トラフの地震のメカニズム解および海底断層分布に基づき、南海トラフの上盤・下盤に分布する断層タイプを確認し、M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討する。 →p.37~49	

①に関する基礎データの充実化

充実化①

- ・南海トラフのプレート間地震の事例に基づく発生時間間隔の検討では、南海トラフおよびその周辺海域において、プレート間地震後10年間の全地震の発生状況を概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1（被害程度：なし）を上回る津波を発生させるM7以上の地震を抽出する。
- ・近代的な観測記録が存在する昭和東南海地震・南海地震の事例の検討では、気象庁の地震カタログを用いる。
- ・抽出された地震について、活断層調査などから断層タイプが確認できる地震はその情報を追加する。

②に関する基礎データの充実化

充実化②

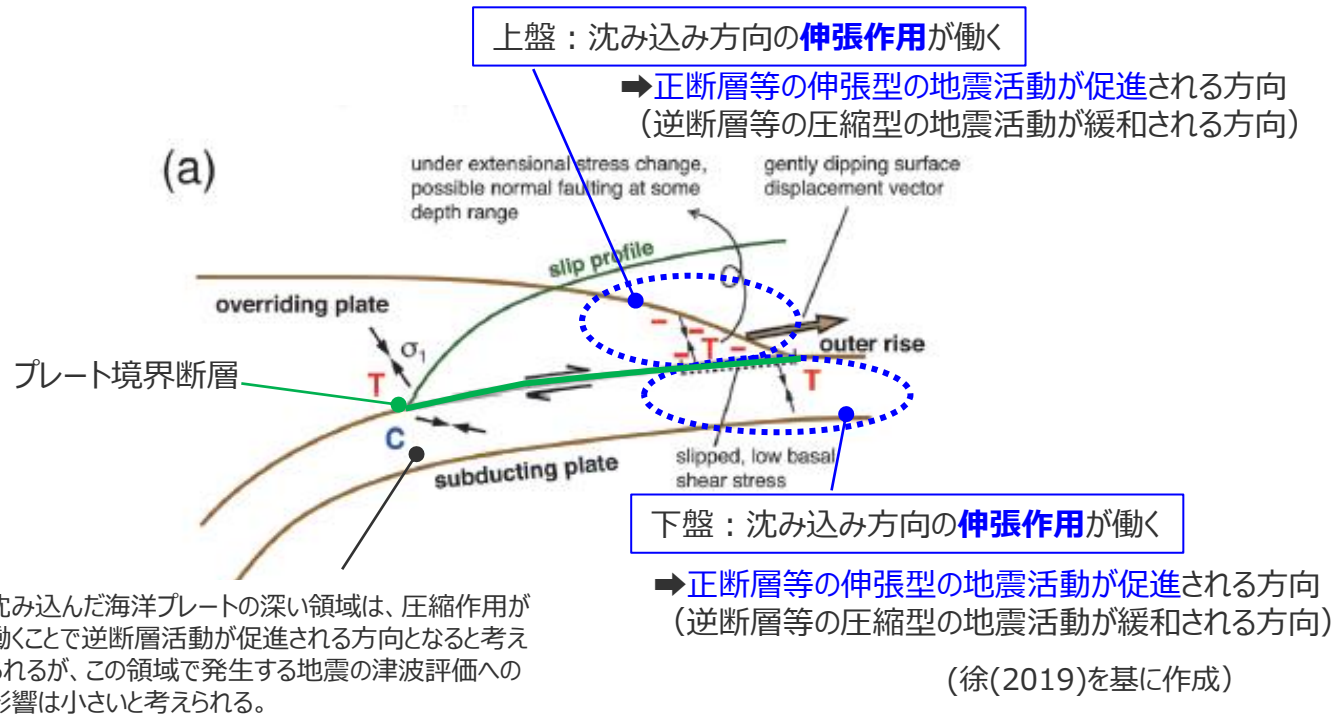
- ・南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認は、南海トラフおよびその周辺海域において、F-netによる解析結果が存在する期間の全地震のメカニズム解を概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の地震の断層タイプを確認する。
- ・南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認は、南海トラフおよびその沖側を含めた全域を対象として行う。

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

構造	破壊伝播による連動に関する地学的背景	破壊伝播による連動に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見の確認 ・付加作用が卓越する南海トラフの沈み込み帯の発達に伴い形成される上盤・下盤の構造を確認したうえで、それぞれの断層構造が形成される位置、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連、プレート間地震の破壊伝播に関する知見などを確認する。	左記に基づき、南海トラフにおける津波評価上の関連性を評価
下盤 (海洋プレート内地震の領域)		

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討 (検討方針)

- 徐(2019)によると、プレート境界全域を破壊する巨大地震が発生した場合、津波に影響の大きい海溝軸付近の上盤・下盤にはともに沈み込み方向の伸張作用が働くとされ、この伸張作用が働いた際、同領域に正断層が分布する場合にはその活動が促進される方向となり、2011年の東北沖地震後には実際に沈み込み方向の伸張作用による正断層型の地震が多く観測されたとされる。
- ここでは、「プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討」として、近年のM9クラスの地震の事例として2011年東北沖地震および2004年スマトラ島沖地震後に上盤・下盤において発生したM7以上の地震の断層タイプ（正断層等の伸張型／逆断層等の圧縮型のどちらか）を確認（p.38,39）のうえ、南海トラフの上盤・下盤に分布する断層タイプをメカニズム解および海底断層分布に基づいて確認し、M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討する。



プレート境界で全域を破壊する巨大地震が発生した場合の周辺地殻への作用

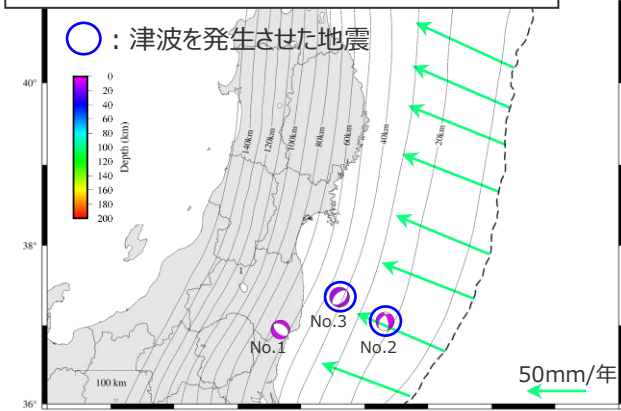
- 徐(2019)
- 巨大地震が発生した場合の周囲への作用について、海溝型巨大地震を模擬した単純クラックモデルを用いた数値解析により検討した。
 - 破壊が地表に達する海溝型巨大地震が生じた場合、上盤と下盤は幾何学的に非対称なため、断層の両側で変位が非対称に分配されることになる。地表に近いほど強い非対称が生じ、上盤プレートでは大きな変位が生じることになる。結果として、上盤プレートは全領域で沈み込み方向の引張となり、下盤プレートの浅い側は沈み込み方向の引張となる。
 - 2011年の東北沖地震では、上盤プレートの余震は正断層型の地震が、下盤プレートの海溝軸付近では正断層型の地震が多いという余震活動が実際に観測された。

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討
(2011年東北沖地震後に発生した上盤・下盤のM7以上の地震)

- 2011年東北沖地震発生以降に上盤・下盤において発生したM7以上の地震のメカニズム解と断層タイプ（伸張型／圧縮型）の分類¹⁾は以下のとおり。
- 東北沖では、2011年東北沖地震以降、上盤および下盤の浅い海溝軸付近ではM7以上の圧縮型の地震（逆断層型の地震もしくは沈み込み方向に圧縮軸を持つ横ずれ型の地震）は発生せず、主に伸張型の地震（正断層型の地震もしくは沈み込み方向に伸張軸を持つ横ずれ型の地震）が発生している。
- ➔これはプレート間地震による沈み込み方向の伸張作用により、伸張型の断層活動が促進される方向に働いた結果と考えられる。

上盤：伸張型の地震が発生
(圧縮型の地震は発生していない)



東北沖地震発生以降に上盤で発生したM7以上の内陸地殻内地震 (F-netより作成)

No.	日付	時刻	深さ (km)	M	Mw
(本震)	2011/03/11	14:46:18	20	9.0	8.7
1	2011/04/11	17:16:12	5	7.0	6.6
2	2014/07/12	04:22:00	5	7.0	6.5
3*1	2016/11/22	05:59:46	11	7.4	7.0

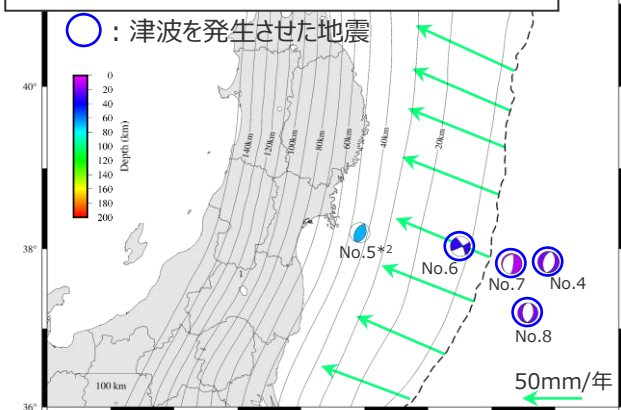
(2011年3月11日14時46分18秒～2023年7月)

・本震は灰色で表示

*1 USGS地震カタログではMw6.9とされる。

← : プレートの沈み込み方向 (線の長さは沈み込み速度に対応)
(Loveless and Maeda(2010)に基づく)

下盤：伸張型の地震が発生
(圧縮型の地震は発生していない)



東北沖地震発生以降に下盤で発生したM7以上の海洋プレート内地震 (F-netより作成)

No.	日付	時刻	深さ (km)	M	Mw
(本震)	2011/03/11	14:46:18	20	9.0	8.7
4	2011/03/11	15:25:44	20	7.5	7.6
5*2	2011/04/07	23:32:43	68	7.1	7.1
6	2011/07/10	09:57:07	32	7.3	7.0
7	2012/12/07	17:18:20	11	7.4	7.3
8	2013/10/26	02:10:18	20	7.1	7.1

(2011年3月11日14時46分18秒～2023年7月)

・本震および深い領域の地震は灰色で表示

*2 沈み込んだ海洋プレートの深い領域では沈み込み方向の圧縮作用により圧縮型の地震が発生しているが、津波を発生させず、この領域で発生する地震の津波評価への影響は小さいと考えられる。

プレート間地震により促進される方向



正断層



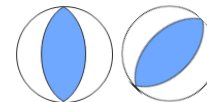
沈み込み方向伸張の横ずれ

沈み込み方向

本検討における伸張型の地震

(沈み込み方向の伸張作用により発生する地震)

プレート間地震により緩和される方向



逆断層



沈み込み方向圧縮の横ずれ

沈み込み方向

本検討における圧縮型の地震

(沈み込み方向の圧縮作用により発生する地震)

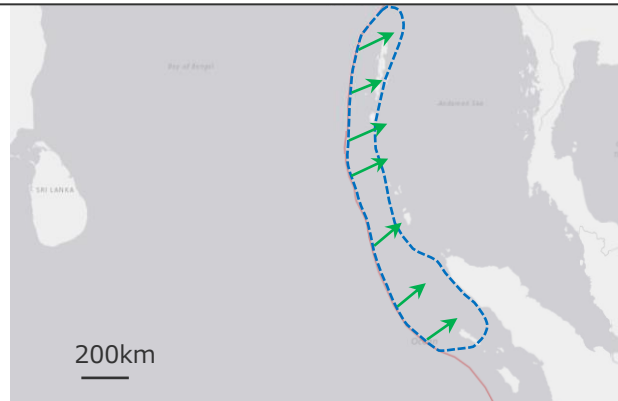
□ : 圧縮 ■ : 伸張

1) 本検討における地震の断層タイプ (伸張型／圧縮型) の分類

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討 (2004年スマトラ島沖地震後に発生した上盤・下盤のM7以上の地震)

- 2004年スマトラ島沖地震発生以降に上盤・下盤において発生したM7以上の地震のメカニズム解と断層タイプ（伸張型／圧縮型）の分類¹⁾は以下のとおり。
- スマトラ島沖では、2004年スマトラ島沖地震以降、上盤および下盤の浅い海溝軸付近ではM7以上の圧縮型の地震（逆断層型の地震もしくは沈み込み方向に圧縮軸を持つ横ずれ型の地震）は発生せず、主に伸張型の地震（正断層型の地震もしくは沈み込み方向に伸張軸を持つ横ずれ型の地震）が発生している。
- ➡これはプレート間地震による沈み込み方向の伸張作用により、伸張型の断層活動が促進される方向に働いた結果と考えられる。

上盤：（M7以上の地震の記録は確認されない）



No.	発生日時	Mw	深さ(km)
(本震)	2004-12-26 00:58	9.1	30
-	(10年間で一度も発生記録がない)		

←: プレートの沈み込み方向
(2004年スマトラ島沖地震時のすべり方向
(Banerjee (2007)))に基づく)

2004年スマトラ島沖地震後に発生した上盤のM7以上の地震

下盤：伸張型の地震が発生 (圧縮型の地震は発生していない)



No.	発生日時	Mw	深さ(km)
(本震)	2004-12-26 00:58	9.1	30
1	2005-07-24 15:42	7.2	16
2	2009-08-10 19:55	7.5	24
3	2012-01-10 18:36	7.2	19
4	2012-04-11 08:38	8.6	20
5	2012-04-11 10:43	8.2	25

・時間はUTC（協定世界時）で表示
・地震規模M=Mw（モーメントマグニチュード）として抽出した。

- : M9クラスのプレート間地震の波源域（USGS地震カタログによる）
- : プレート間地震後に発生したM7以上の地震
- : プレート境界（USGS地震カタログによる）

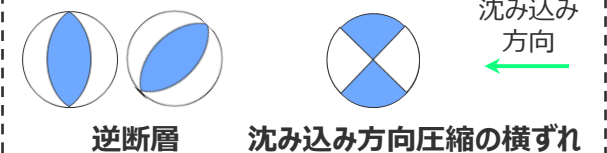
2004年スマトラ島沖地震後に発生した下盤のM7以上の地震

プレート間地震により促進される方向



本検討における伸張型の地震
(沈み込み方向の伸張作用により発生する地震)

プレート間地震により緩和される方向



本検討における圧縮型の地震
(沈み込み方向の圧縮作用により発生する地震)

□: 圧縮 ■: 伸張

1) 本検討における地震の断層タイプ
(伸張型／圧縮型) の分類

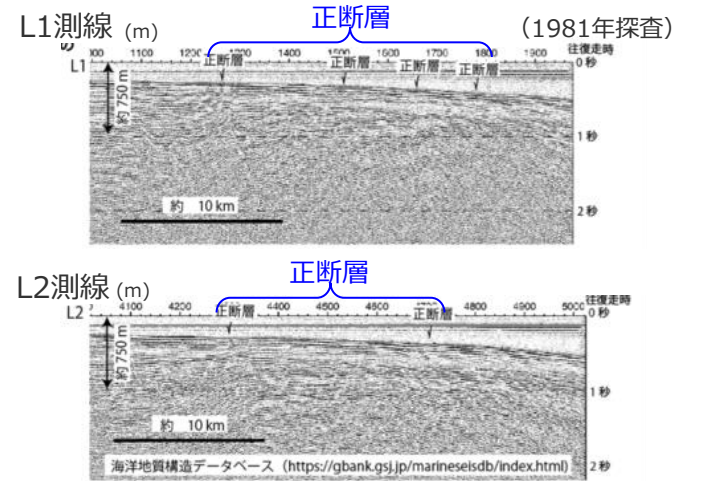
No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

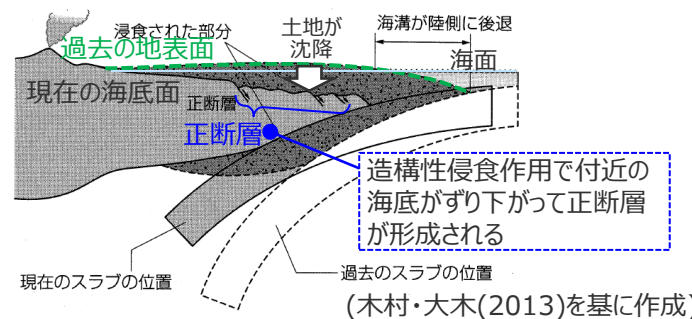
(東北沖の上盤・下盤に分布する断層)

- 東北沖の上盤は、「陸域では逆断層が多数分布するのに対して、海底下の前弧域では造構性侵食作用により正断層が発達している」(木村(2002))とされており、東北沖地震前に実施した海底の音波探査断面等からは、海底付近まで達する正断層が複数確認されている(産業技術総合研究所(2016))。
- 下盤の OUTER-LIKE から海溝軸海側斜面にかけての領域では、厚い太平洋プレートが比較的急角度で沈み込んでおり、沈み込むプレートの方へへの曲げにより、海溝軸付近のプレート内部の浅い領域は正断層型の地震が、深い領域は逆断層型の地震が発生している。浅い領域の正断層型の地震は、東北沖地震前より地下構造探査で確認されている海溝軸付近の正断層地形(ホルスト・グラーベン構造)に対応しているとされる。(瀬野(1995)等)

●上盤：正断層等の伸張型の断層と逆断層等の圧縮型の断層(平面図参照)が分布

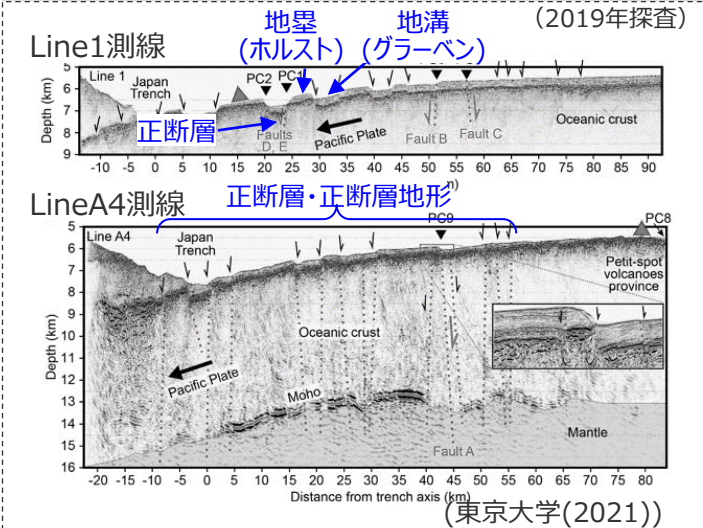


(産業技術総合研究所(2016))
福島沖の反射断面

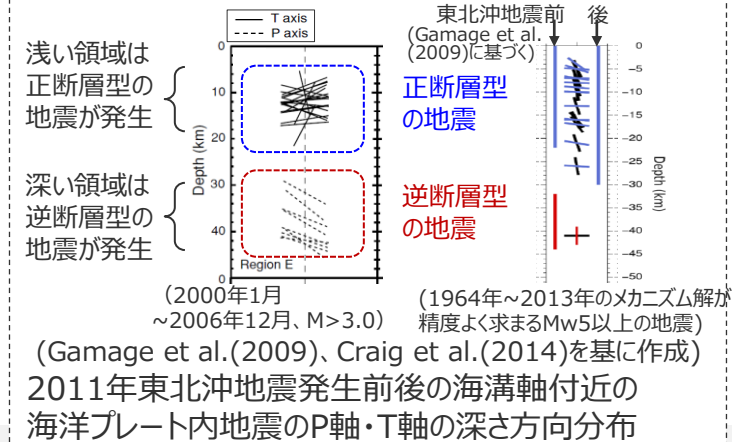


造構性侵食作用の卓越する日本海溝の海溝軸周辺模式図
(木村・大木(2013)を基に作成)

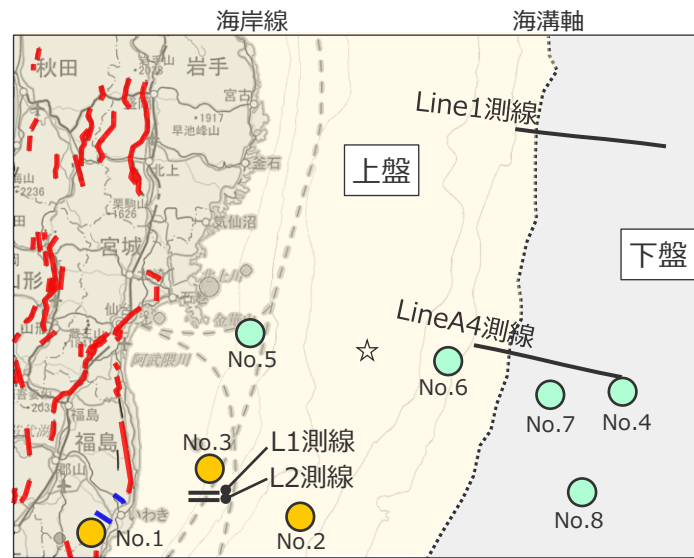
●下盤：正断層等の伸張型の断層と逆断層等の圧縮型の断層が分布



(東京大学(2021))
アウターライズの正断層とホルスト・グラーベン構造



(Gamage et al.(2009)、Craig et al.(2014)を基に作成)
2011年東北沖地震発生前後の海溝軸付近の海洋プレート内地震のP軸・T軸の深さ方向分布



- 逆断層
- 正断層
- 横ずれ断層
- (産総研 活断層データベースより)
- ☆ 東北沖地震の震央
- 東北沖地震後に発生した上盤のM7以上の地震
- 東北沖地震後に発生した下盤のM7以上の地震 (No.はp.38に対応)

(産業技術総合研究所 活断層データベースを基に作成)

東北沖地震震源域周辺陸域の活断層分布

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

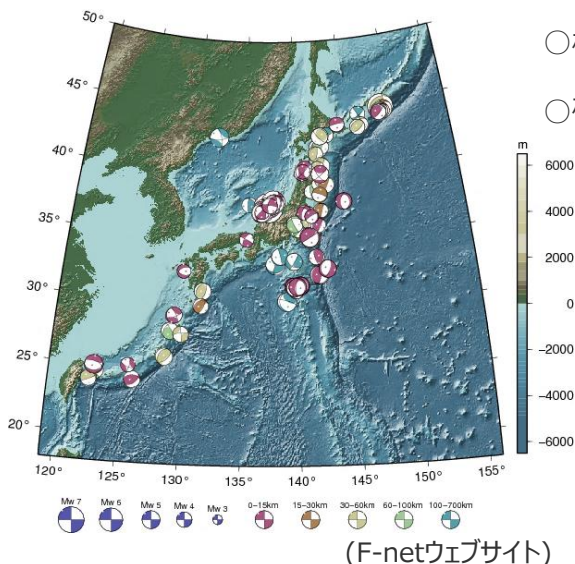
(南海トラフのプレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響：検討方針)

充実化②

- M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討するため、「南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認」および「南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認」を実施する。
- 確認結果を踏まえ、南海トラフにおいてM9クラスのプレート間地震が発生した場合に、それに伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討する。

南海トラフのプレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響

○南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認 →p.42~45

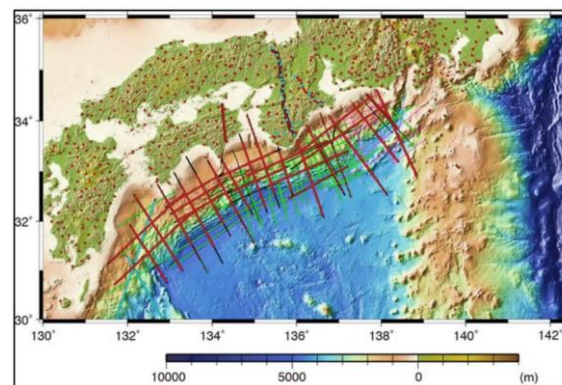


- 検討対象領域：
南海トラフおよびその周辺海域
- 確認方法：
F-netによる解析結果が存在する期間の全地震のメカニズム解を概観したうえで、敷地に影響を与えるる津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の地震の断層タイプを確認する

F-netによる地震のメカニズム解

南海トラフおよびその周辺海域で発生しているM7以上の地震を抽出し、それらの断層タイプを確認

○南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認 →p.46~47



(内閣府(2012))

南海トラフの地殻構造探査測線

- 検討対象領域：
南海トラフおよびその周辺海域
- 確認方法：
南海トラフの海域に分布する断層の断層タイプの基本的な特徴を既往知見に基づき確認する。敷地沖合の活断層の断層タイプに関しては、敷地周辺の活断層調査結果等に基づき確認する。

南海トラフおよびその周辺海域の海底に分布する断層を確認し、それらの断層タイプを確認

南海トラフの地震のメカニズム解および海底断層分布に基づく断層タイプを踏まえて、M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

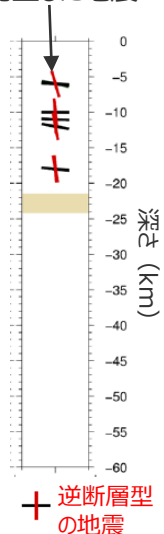
(南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認：検討方針)

充実化②

- Craig et al.(2014)等によると、南海トラフのトラフ軸付近の海洋プレート内部では、地震のメカニズム解に基づき、逆断層等の圧縮型の地震が発生していることが確認されている。
- ここでは、M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討するため、南海トラフおよびその周辺海域において発生している地震のメカニズム解とその断層タイプを概観したうえで、敷地に影響を与える津波を評価する観点から津波マグニチュード(m)-1を上回る津波を発生させるM7以上の地震の断層タイプを確認する。
- 検討には日本で発生した地震のメカニズム解が網羅的に整理されているF-netによる解析結果を用いることとし、検討期間はF-netによる解析結果が提供されている1997年～2022年とする。

○南海トラフのトラフ軸付近の海洋プレートで発生した地震のメカニズム解 (Craig et al.(2014))

南海トラフにおいて
2003～2004年に
発生した地震



(Craig et al.(2014))

南海トラフのトラフ軸付近の海洋プレート内で発生した地震

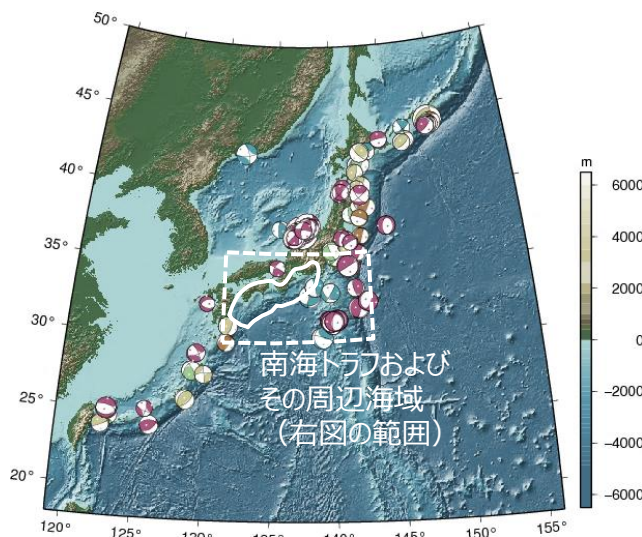
(1964年～2013年のMw5以上の地震のうち、解析によりメカニズム解が精度よく求められたもの。)

○南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認 (F-netのメカニズム解に基づき幅広く確認)

【確認方法】

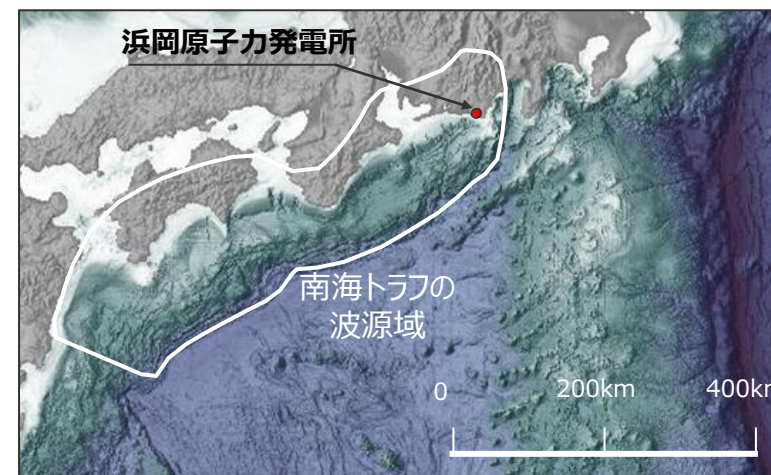
- ・検討対象領域：南海トラフおよびその周辺海域 (右下図の範囲。経度：131～143°、緯度：30～36°)
- ・メカニズム解：F-netによる解析結果
- ・対象期間：1997年～2022年
- ・断層タイプの分類：F-netに記録されたすべり角に基づき、断層タイプを下記のとおり分類した。

- 135°～-45° : 正断層
- 45°～135° : 逆断層
- それ以外 : その他 (横ずれ)



(F-netを基に作成)

F-netによる地震のメカニズム解の収録範囲



(海上保安庁「海洋台帳」を基に作成)

南海トラフおよびその周辺海域

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

(南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認：検討結果)

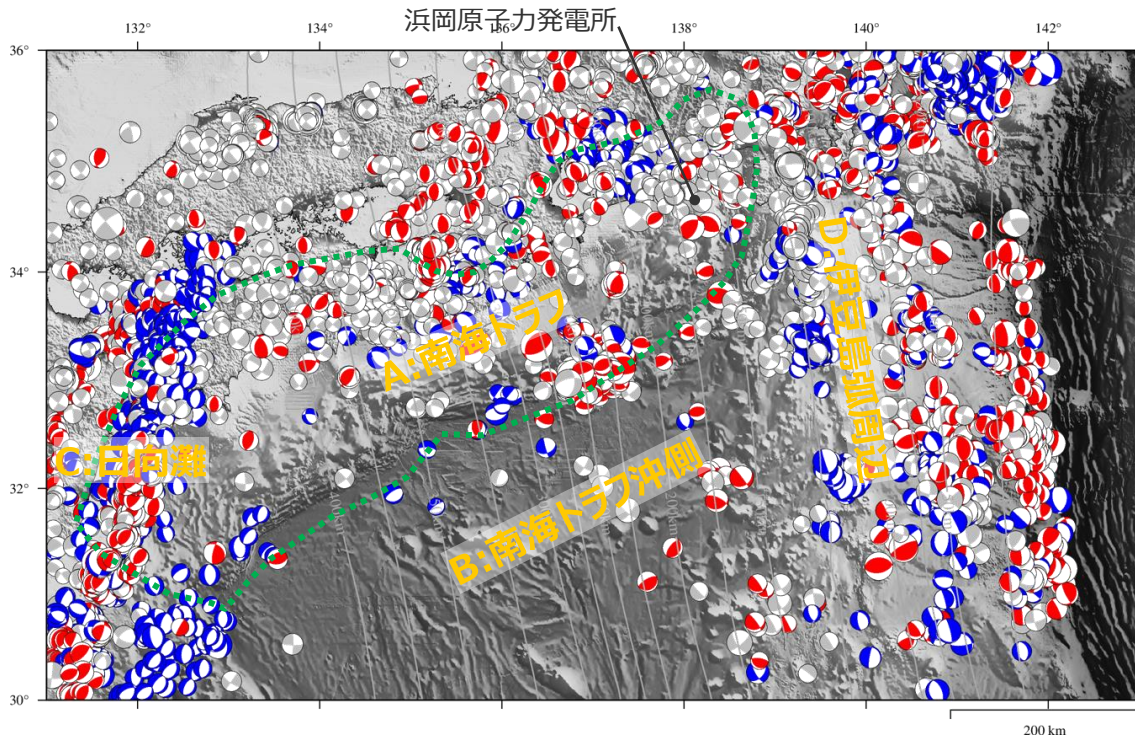
充実化②

■ F-netによるデータに基づき、南海トラフおよびその周辺海域において発生する全地震のメカニズム解を概観した結果、A：南海トラフ（日向灘を除く）、B：南海トラフ沖側、C日向灘、D伊豆島弧周辺のそれぞれで、地震の発生状況および発生する地震の断層タイプがそれぞれ異なっており、地域性があることを確認した。

・F-netのデータに地震の種類を判断できる情報がないことから、プレート間地震も含めて描画している。

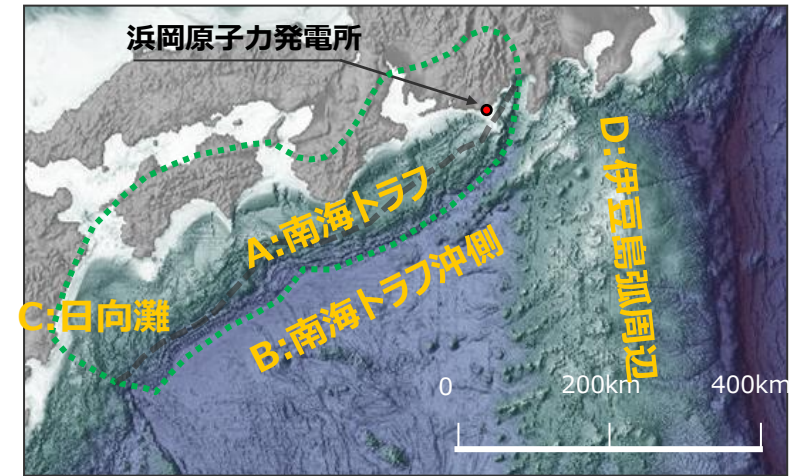
メカニズム解に基づく断層タイプ確認

全地震のメカニズム解



(F-netを基に作成)

最大クラスの波源域と地域区分
(内閣府(2012)に基づく)



(海上保安庁「海洋台帳」を基に作成)
南海トラフ周辺の海底地形

南海トラフ周辺地域のM3以上の全地震のメカニズム解 (1997年~2022年)

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化）

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

（南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認：検討結果）

充実化②

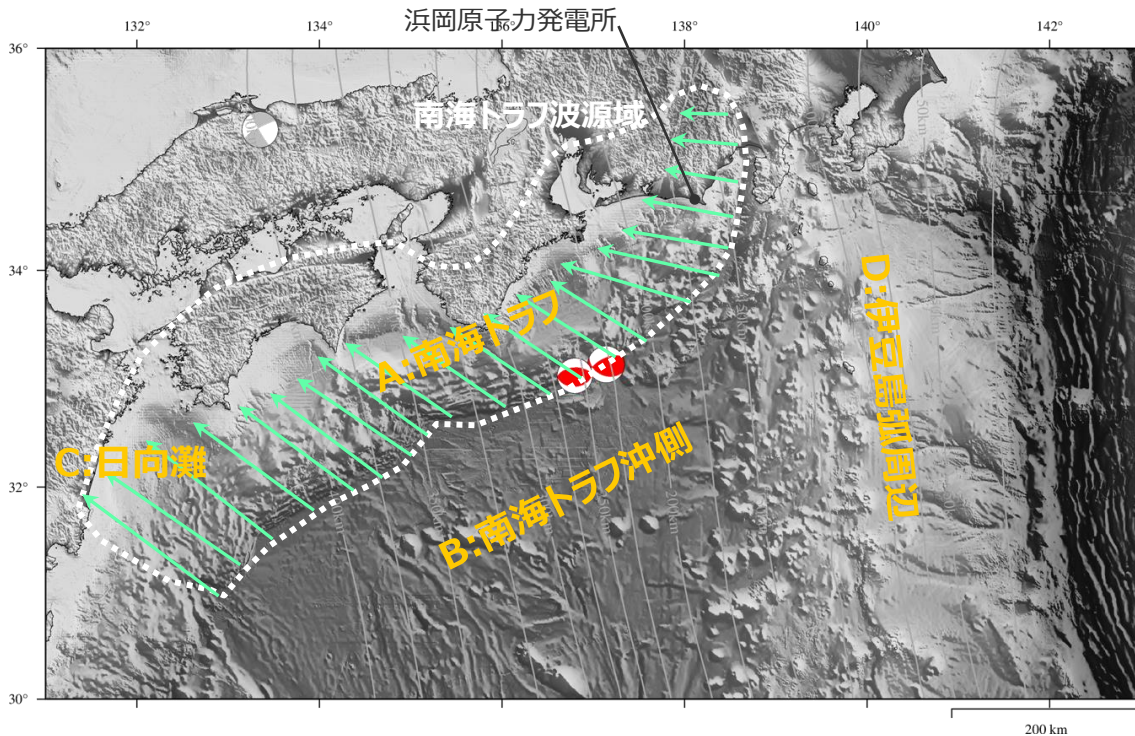
- F-netによるデータに基づき、南海トラフおよびその周辺海域において発生する全地震のメカニズム解（前頁参照）から、津波被害を発生させる可能性のあるM7以上の地震のメカニズム解を抽出した結果は以下のとおり。
- M7以上の地震は、F-netの解析結果が提供されている期間においてほとんど発生していないが、南海トラフおよびその沖合で発生した地震の断層タイプは、逆断層等の圧縮型であることを確認した。

・F-netのデータに地震の種類を判断できる情報がないことから、プレート間地震も含めて描画している。

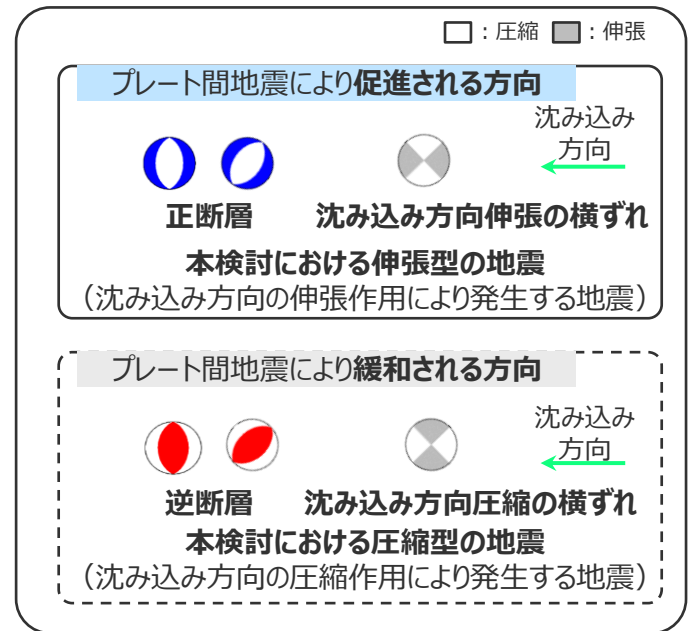
メカニズム解に基づく断層タイプ確認

M7以上の地震のメカニズム解

← (40mm/年) : プレートの沈み込み方向（線の長さは沈み込み速度に対応）
 (Loveless and Maeda(2010)に基づく)



M7以上の地震の断層タイプは**圧縮型**であることを確認



本検討における地震の断層タイプ（伸張型／圧縮型）の分類

(F-netを基に作成)

南海トラフ周辺地域のM7以上の地震のメカニズム解（1997年～2022年）

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

(南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認：地域別・地震規模別の断層タイプ)

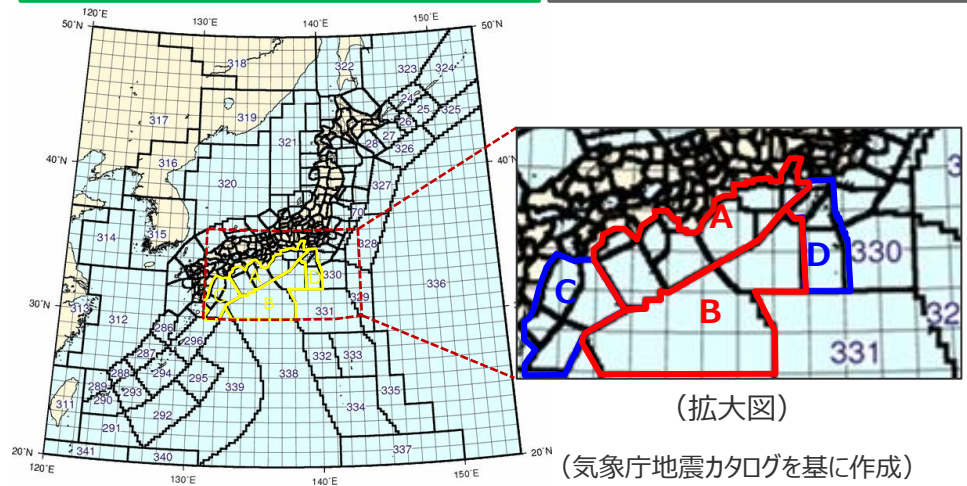
充実化②

- 南海トラフおよびその周辺海域では、M7以上の地震がほとんど発生していないことから、補足的な検討として、F-netによるデータに基づき、地震のメカニズム解を、気象庁の小地域区分に基づく地域別（A：南海トラフ（日向灘除く）、B：南海トラフ沖側、C：日向灘周辺、D：伊豆島弧周辺）、地震規模別に整理した。
- A：南海トラフ（日向灘除く）およびB：南海トラフ沖側では、正断層活動は低調で、M6以上の正断層型の地震も発生していない。一方、敷地から離れたC：日向灘や、伊豆小笠原海溝に関連した島弧地殻を持つD：伊豆島弧周辺では、正断層活動は比較的活発で、M6程度の正断層型の地震が発生している。

メカニズム解に基づく断層タイプ確認

(補足) M6以下も含むメカニズム解

南海トラフおよびその周辺海域の断層タイプ
(地域別・地震規模別、1997年~2022年、M3以上) [数字は地震数]



A：南海トラフ（日向灘を除く）

	M3クラス	M4クラス	M5クラス	M6クラス	M7以上	
全地震	197	116	12	6	2	
地震タイプ別	正断層	32	19	1	0	0
	逆断層	71	61	7	5	2
	その他（横ずれ）	94	36	4	1	0

B：南海トラフ沖側（銭洲断層系の領域も含む）

	M3クラス	M4クラス	M5クラス	M6クラス	M7以上	
全地震	31	29	3	0	0	
地震タイプ別	正断層	10	4	0	0	0
	逆断層	10	12	1	0	0
	その他（横ずれ）	11	13	2	0	0

C：日向灘

	M3クラス	M4クラス	M5クラス	M6クラス	M7以上	
全地震	348	235	28	4	0	
地震タイプ別	正断層	156	84	13	1	0
	逆断層	160	137	11	3	0
	その他（横ずれ）	32	14	4	0	0

D：伊豆島弧周辺

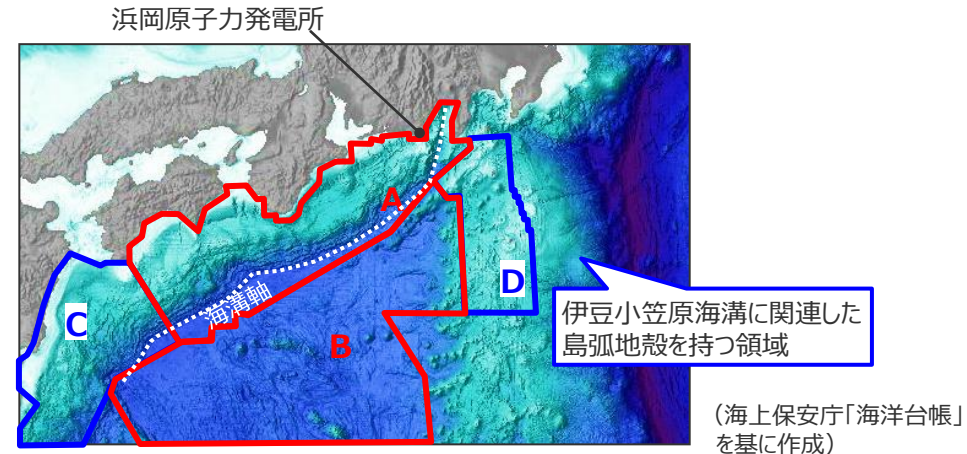
	M3クラス	M4クラス	M5クラス	M6クラス	M7以上	
全地震	881	734	86	7	0	
地震タイプ別	正断層	398	325	45	2	0
	逆断層	22	5	0	0	0
	その他（横ずれ）	461	404	41	5	0

・正断層活動は低調
・M6以上の正断層型の地震は発生していない

・正断層活動は活発
・M6程度の正断層型の地震が発生している

・F-netのデータに地震の種類を判断できる情報がないことから、プレート間地震も含めて検討。
・震源深さ0~100kmの地震のデータを用いて分析を実施。

気象庁地震カタログの小地域区分



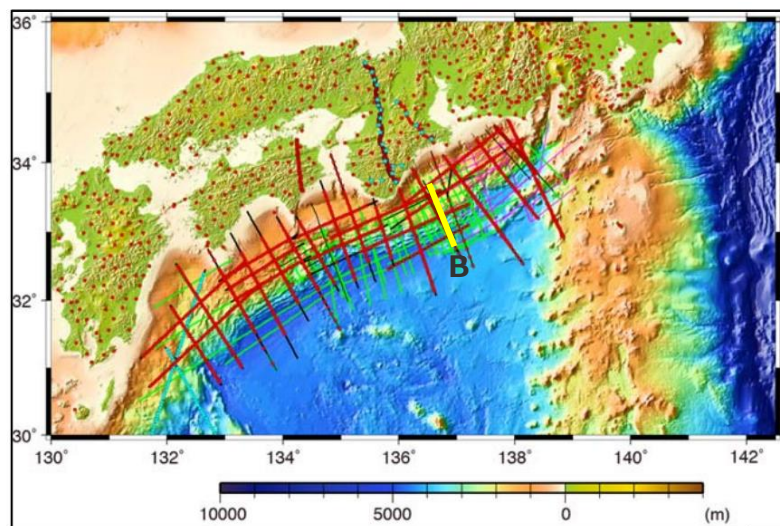
気象庁の小地域区分に基づく地域別の分類

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討 (南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認) (1/2)

- 南海トラフは世界の海溝の中でも地殻構造探査等のデータが最も蓄積されており、これらのデータに基づき地殻構造等に関する多くの研究がなされている。
- 付加作用が卓越する南海トラフについて、上盤は、地殻が沈み込み方向に圧縮され逆断層成分をもつ断層が広範囲にわたり認められるとされる。
(東海沖海底活断層研究会(1999)、小出(2019))
- 下盤は、薄いフィリピン海プレートが比較的低角度で沈み込むことでプレート内部の領域に沈み込み方向に圧縮応力が働き、逆断層型の地震が発生しているとされ、またトラフ軸付近において正断層地形は認められないとされている。(Craig et al.(2014)、中田(2015)等)

断層分布に基づく断層タイプ確認

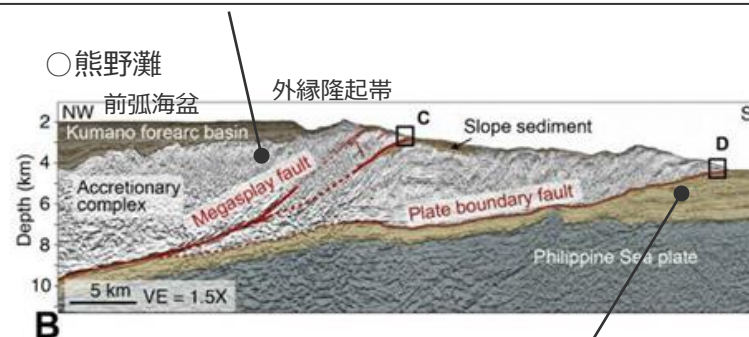
南海トラフの上盤・下盤の断層タイプの基本的な特徴



(内閣府(2012)を基に作成)
南海トラフの地殻構造探査測線

● 上盤：逆断層等の圧縮型の断層が分布

- ・南海トラフのトラフ軸より陸側では、地殻が沈み込み方向に圧縮され逆断層成分をもつ断層が広範囲にわたり認められる。(東海沖海底活断層研究会(1999)、小出(2019))



(Sakaguchi et al.(2011)を基に作成)

南海トラフの下盤では正断層地形 (ホルスト・グラベン構造) は認められない

● 下盤：逆断層等の圧縮型の断層が分布

- ・フィリピン海プレートが比較的低角度で沈み込み、プレート内部の領域に圧縮応力が働き、逆断層型の地震が発生している。(Craig et al.(2014))
- ・トラフ軸の沖合では正断層地形は認められない。(中田(2015))

南海トラフの地殻構造

- 東海沖南海トラフではトラフ軸の陸側のみならず海側においても地殻が圧縮され、逆断層成分をもつ断層が広範囲にわたり認められ、それらに対応する複数の活断層が発達する。(東海沖海底活断層研究会(1999))
- 付加作用が卓越する南海トラフでは、付加作用による圧縮により上盤の付加体内に多数の断層が形成される。(小出(2019))
- 日本海溝や伊豆小笠原海溝の周辺ではアウターライズと呼ばれる太平洋プレートの縁辺部に海溝軸に平行あるいは斜交する顕著な正断層が多数発達する。これらの正断層は長さ数10kmの断層が殆どであり100kmを超える長大なものは限られている。これに対して南海トラフ周辺ではフィリピン海プレートにはこのような正断層は認められない。(中田(2015))
- 南海トラフは、沈み込む海洋プレートの長さが短くまた沈み込み速度が小さいことから、プレートの下方への曲げが小さく、海洋プレートに作用する力としてプレートの曲げよりも圧縮応力が支配的となっている。トラフ軸付近およびその沖側の海洋プレート内部における逆断層型の地震は、海洋プレートに作用する圧縮応力によって引き起こされている。(Craig et al.(2014))

No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討 (南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認) (2/2)

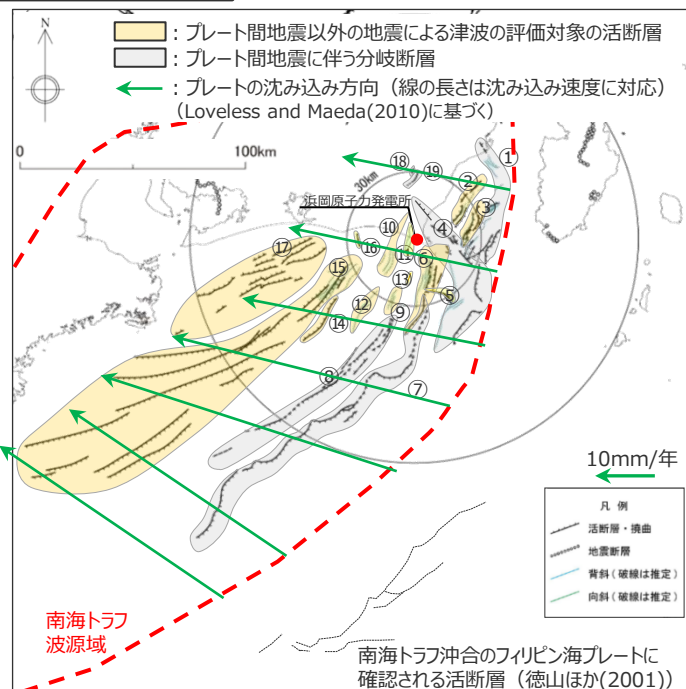
- 南海トラフの上盤および下盤では、敷地周辺の活断層評価*1結果からも、逆断層等の圧縮型の断層が分布することを確認している。南海トラフにこれらの逆断層等の圧縮型の断層が分布することは、南海トラフ周辺で発生したM7以上の地震の断層タイプが圧縮型であること (p.44参照) や、南海トラフ (日向灘除く) および南海トラフ沖側では、正断層活動は低調で、M6以上の正断層型の地震も発生していないこと (p.45参照) と整合的である。
- 一方、伊豆島弧周辺の領域では、正断層群である伊豆海嶺前期リフト断層帯が分布している。(詳細は次頁)

*1 敷地周辺の活断層評価では、敷地から概ね半径30km以内について、他機関による活断層調査も含めた文献調査、変動地形調査、地表地質調査、音波探査記録の分析等に基づき活断層を評価した。また、半径約30~100kmについて、地震調査委員会が長期評価を行っている主要活断層帯や過去に規模の大きな地震が発生した活断層等を評価した。

断層分布に基づく断層タイプ確認

敷地沖合の活断層の断層タイプ

南海トラフ周辺



敷地周辺の海域の活断層の分布状況
(活断層調査結果および徳山ほか(2001))

●上盤：逆断層等の圧縮型の断層が分布

海域の活断層評価

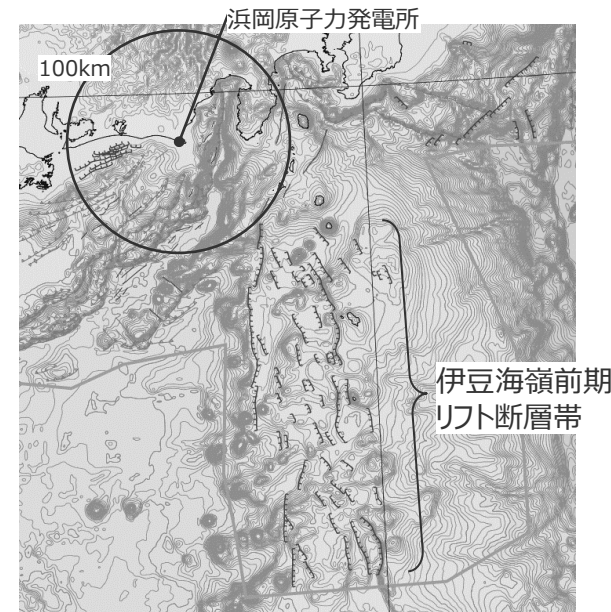
No.	活断層の名称	断層タイプ
①	根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	分岐断層
②	石花海海盆内西部の断層帯	逆断層(圧縮型)
③	石花海海盆内東部の断層帯	逆断層(圧縮型)
④	御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層	分岐断層
⑤	F-12断層	逆断層(圧縮型)
⑥	御前崎海脚西部の断層帯	逆断層(圧縮型)
⑦	東海断層系	分岐断層
⑧	小台場断層系	分岐断層
⑨	A-4断層	逆断層(圧縮型)
⑩	A-5・A-18断層	逆断層(圧縮型)
⑪	A-17断層	逆断層(圧縮型)
⑫	A-6断層	逆断層(圧縮型)
⑬	A-41断層	逆断層(圧縮型)
⑭	天竜海底谷に沿う断層	横ずれ断層(圧縮型※)
⑮	遠州断層系	横ずれ断層(圧縮型※)
⑯	F-16断層	逆断層(圧縮型)
⑰	渥美半島沖の断層	逆断層(圧縮型)

●下盤：逆断層等の圧縮型の断層が分布

海洋プレート内地震の活断層評価

活断層の名称	断層タイプ
銭洲断層系	逆断層(圧縮型)

伊豆島弧周辺



・南海トラフに関連した活動とは異なる伊豆島弧の背弧拡大に伴う正断層が位置している。
(詳細は次頁)

(徳山ほか(2001)を基に作成)

敷地南方の
伊豆島弧周辺の活断層の分布状況

※⑮遠州断層系(右横ずれ断層)は、南海トラフの沈み込み方向圧縮の横ずれ断層であり、プレートの沈み込み方向を考慮したすべり角の検討結果とも整合 (詳細は第1208回 本編4章参照) していることから、近傍の規模が小さい⑭天竜海底谷に沿う断層と合わせて、本検討における圧縮型の断層であると評価した。

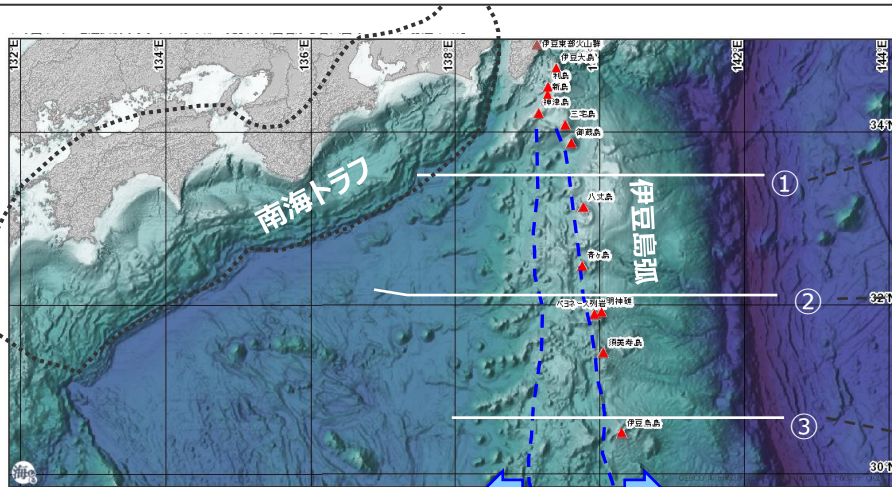
No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

(伊豆島弧の正断層群に関する地学的背景)

充実化②

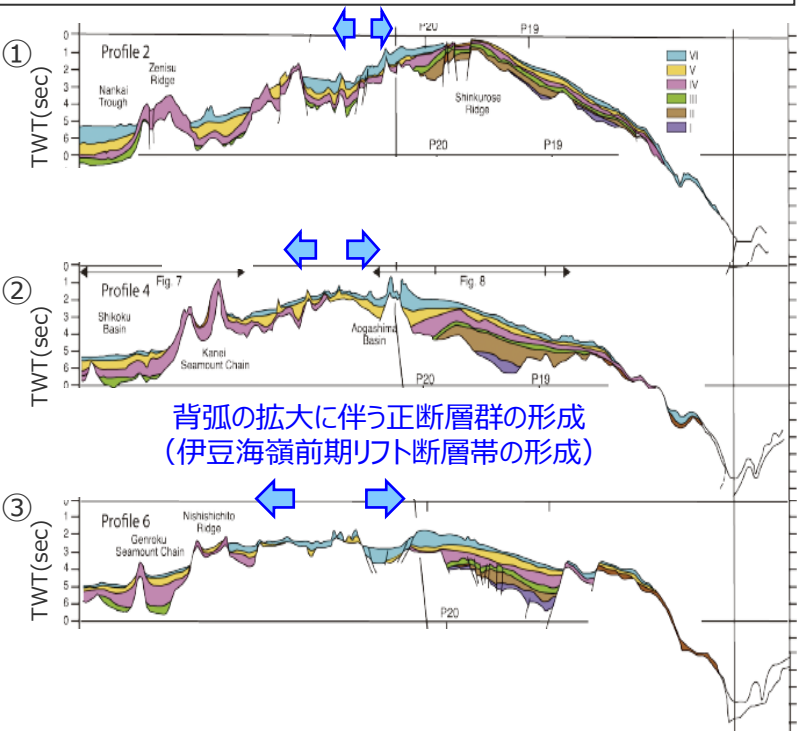
- 南海トラフでは、薄いフィリピン海プレートが南海トラフに沈み込むのに対し、南海トラフの東方に位置する伊豆島弧では、伊豆小笠原海溝の沈み込みに伴い形成された厚い島弧地殻が存在し、その内部には正断層群である伊豆海嶺前期リフト断層帯（前頁参照）が分布する。
伊豆島弧に正断層群が分布することは、伊豆島弧において正断層型の地震活動が活発（p.45参照）であることと整合的である。
- 伊豆島弧におけるこれらの正断層群は、南海トラフの沈み込み帯からは離れているとともに、伊豆小笠原海溝の沈み込みに伴う島弧地殻の背弧拡大によって形成されており、南海トラフの沈み込みに伴う応力変化によって形成されるプレート境界の下盤の断層とは、形成メカニズムが異なる。



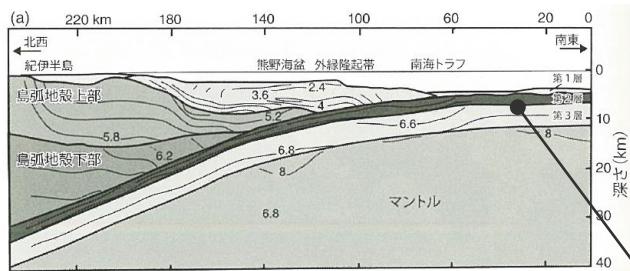
伊豆小笠原海溝に平行なリフト帯 (海域火山データベースを基に作成)

(Nishimura (2011))

南海トラフおよび伊豆島弧周辺の海底地形

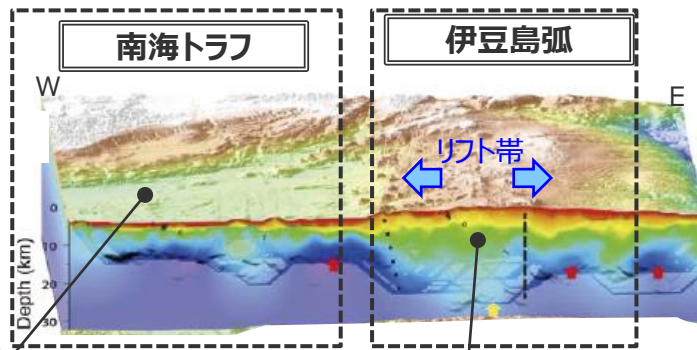


伊豆島弧のリフト帯の地質断面図 (星ほか(2015))



南海トラフに薄い地殻が沈み込む (中西・沖野(2016))

南海トラフの地震波速度構造断面図



厚い島弧地殻が存在し、その背弧拡大 (高橋ほか(2015))

伊豆島弧の地震波速度構造断面図

(1)-②プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討

(検討結果)

充実化②

- 「プレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響の検討」として、近年のM9クラスの地震の事例として2011年東北沖地震および2004年スマトラ島沖地震後に上盤・下盤において発生したM7以上の地震の断層タイプ（正断層等の伸張型／逆断層等の圧縮型のどちらか）を確認のうえ、南海トラフの上盤・下盤に分布する断層タイプをメカニズム解および海底断層分布に基づいて確認し、M9クラスのプレート間地震に伴う周辺地殻の伸張作用による南海トラフの上盤・下盤の断層活動への影響を検討した。

近年のM9クラスのプレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響

- 2011年東北沖地震および2004年スマトラ島沖地震の事例では、本震以降、上盤および下盤の浅い海溝軸付近ではM7以上の圧縮型の地震は発生せず、主に**正断層等の伸張型**の地震が発生している。
- ➔ プレート間地震による沈み込み方向の伸張作用により、**伸張型の断層活動が促進**される方向に働いた結果と考えられる。



南海トラフのプレート間地震によるその他の地震の断層活動への影響

○南海トラフの地震のメカニズム解に基づく断層タイプの確認 ➔p.42~45

- 津波被害を発生させる可能性のあるM7以上の地震は、F-netの解析結果が提供されている期間においてほとんど発生していないが、南海トラフおよびその沖合で発生した地震の断層タイプは、**逆断層等の圧縮型**であることを確認した。

○南海トラフの海底断層分布に基づく断層タイプの確認 ➔p.46~48

- 地殻構造調査等に基づき、南海トラフのトラフ軸付近において正断層地形は認められず、南海トラフの上盤および下盤では、主に**逆断層等の圧縮型**の断層が分布することを確認した。



- 南海トラフおよびその沖合の上盤および下盤では、発生した地震のメカニズム解および海底断層分布に基づき、主に**逆断層等の圧縮型**の断層が分布している。
- ➔ プレート間地震による沈み込み方向の伸張作用により、これらの**圧縮型の断層活動は緩和**される方向となると考えられる。

- ・ なお、南海トラフの東方には伊豆島弧の背弧拡大に伴い形成された**正断層群**が分布するが、これらは南海トラフから離れているとともに、南海トラフの沈み込みに伴う応力変化によって形成されるプレート境界の下盤の断層とは、形成メカニズムが異なる。

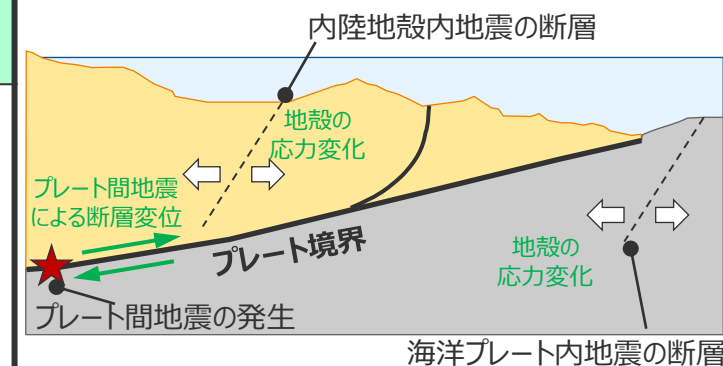
(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生

(応力変化による別の地震の発生に関する津波評価上の関連性)

- ①プレート間地震後の別の地震の発生状況について、国内外のM9クラスの地震および南海トラフの地震の事例によると、プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより津波マグニチュード(m)-1 (被害程度：なし)を上回る津波を発生させるM7以上の地震が発生する時間間隔は、2011年東北沖地震の事例では約40分であるが、Mw9クラスのその他の地震や南海トラフの地震の事例では数か月～数十年の間があることから、応力変化の影響により津波が組合さる可能性は低いと考えられる。
 - ②プレート間地震の断層活動への影響について、付加作用が卓越する南海トラフでは、上盤・下盤とも主に逆断層等の圧縮型の断層が分布しており、沈み込み帯の全域を破壊する巨大地震が発生した場合には、津波に影響の大きい海溝軸付近の上盤・下盤には沈み込み方向の伸張作用が働き、これら圧縮型の断層はプレート間地震に伴う応力変化により活動が緩和される方向となる。南海トラフの東方には伊豆島弧の背弧拡大に伴い形成された正断層群が分布するが、これらは南海トラフから離れているとともに、南海トラフの沈み込みに伴う応力変化によって形成されるプレート境界の下盤の断層とは、形成メカニズムが異なる。
- これらのことから、プレート間地震に伴う応力変化によって、別の大規模な内陸地殻内地震もしくは海洋プレート内地震が同時発生する津波評価上の関連性はなく、(1)応力変化の観点からプレート間地震との組合せを考慮する必要はないと評価した。

(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生

構造	応力変化による別の地震の発生に関する地学的背景	応力変化による別の地震の発生に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	①プレート間地震とその他の地震の発生時間間隔の検討 p.21以降 →プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより津波被害を発生させる可能性のある大規模 (M7以上) の地震が発生する時間間隔は、2011年東北沖地震の事例では約40分であるが、Mw9クラスのその他の地震や南海トラフの地震の事例では数か月～数十年の間がある。	関連性なしと評価 (→津波の組合せは行わない)
下盤 (海洋プレート内地震の領域)	②プレート間地震による別の断層活動への影響の確認 p.37以降 →南海トラフには主に逆断層等の圧縮型の断層が分布し、プレート間地震により伸張作用が働くことで断層活動は緩和する方向 南海トラフの東方には伊豆島弧の背弧拡大に伴い形成された正断層群が分布するが、これらは南海トラフから離れているとともに、南海トラフの沈み込みに伴う応力変化によって形成されるプレート境界の下盤の断層とは、形成メカニズムが異なる。	

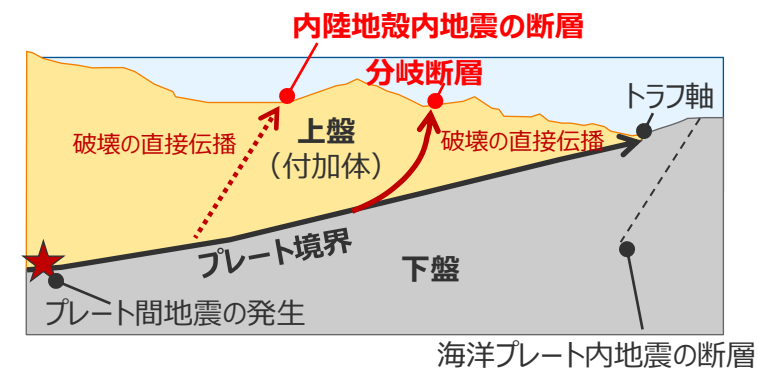


No.1コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化) (2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

- プレート間地震とその他の地震の組合せ要否について、「(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生」の観点から、**南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見の確認**を行い、南海トラフにおける津波評価上の関連性を評価する。
- **南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見の確認**では、付加作用が卓越する南海トラフの沈み込み帯の発達に伴い形成される上盤・下盤の構造を確認したうえで、それぞれの断層構造が形成される位置、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連、プレート間地震の破壊伝播に関する知見などを確認する。

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

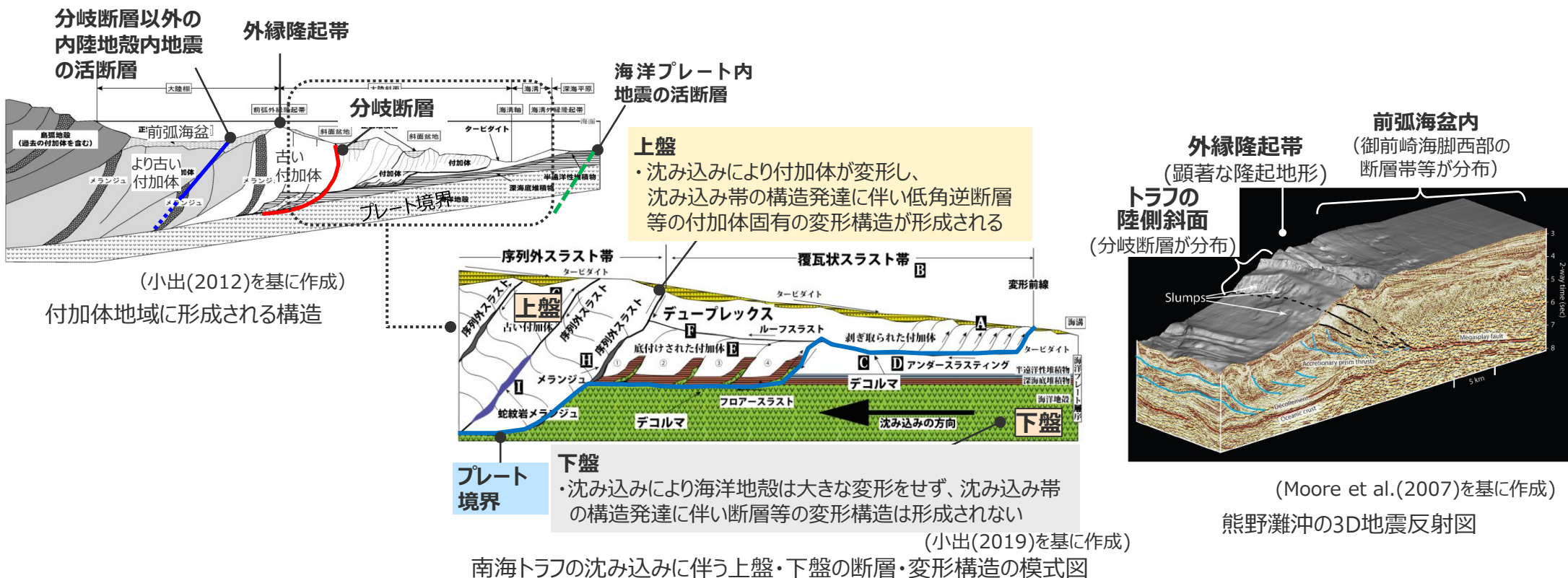
構造	破壊の伝播による連動に関する 地学的背景 →p.52~55	破壊の伝播による連動に関する 津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内の領域)	南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見の確認 ・付加作用が卓越する南海トラフの沈み込み帯の発達に伴い形成される上盤・下盤の構造を確認したうえで、それぞれの断層構造が形成される位置、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連、プレート間地震の破壊伝播に関する知見などを確認	左記に基づき、南海トラフにおける津波評価上の関連性を評価
下盤 (海洋プレート内の領域)		



(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

(プレート間地震の破壊伝播に関する地学的背景：沈み込み帯の構造発達に伴い形成される断層・変形構造)

- 付加作用が卓越する南海トラフでは、上盤の付加体は沈み込みによる圧縮により変形し、沈み込み帯の構造発達に伴い低角逆断層などの固有の変形構造が順次形成され複雑な内部構造を有しているのに対し、下盤の海洋地殻は大きな変形をせず沈み込んでいく。プレート境界から枝分かれする分岐断層は、このような沈み込み帯の構造発達に伴い形成される付加体固有の構造であり、下盤では形成されず、上盤でのみ形成されている。(Moore et al.(2007)、小出(2019)等)
- 分岐断層は外縁隆起帯等の顕著な隆起地形を形成しており、御前崎海脚西部の断層帯などの分岐断層以外の内陸地殻内地震の活断層は外縁隆起帯より陸側に分布している。(Moore et al. (2007)等) (詳細は第1208回 補足説明資料5章参照)



小出(2019)

・付加体内では、圧縮により連続的に形成される低角度の逆断層といった付加体固有の特徴ができる。さらに陸側では、すでにできていた構造を、再度圧縮する変形構造が形成され、既存の構造を切って低角度の逆断層として、序列外スラスト(分岐断層)が形成される。

狩野・村田(1998)

・下盤側の遠洋性堆積物を主体とする地層やその下の海洋地殻は、大きな変形をしないでそのまま沈み込んでいく。沈み込む堆積物中に階段状に形成された衝上断層は、やがて遠洋性堆積物を切断して海洋地殻に達し、その上部を構成する枕状溶岩を切断して底付け付加させる。ただし、海洋地殻は平均80~100m程度、最大でも300m程度の厚さが切断されるだけでデコルマ面はさらに深部には達しない。

Moore et al. (2007)

・南海トラフの付加体内部では、付加体先端部で順次形成された断層を切る序列外スラスト(分岐断層)が形成されている様子が観察されている。

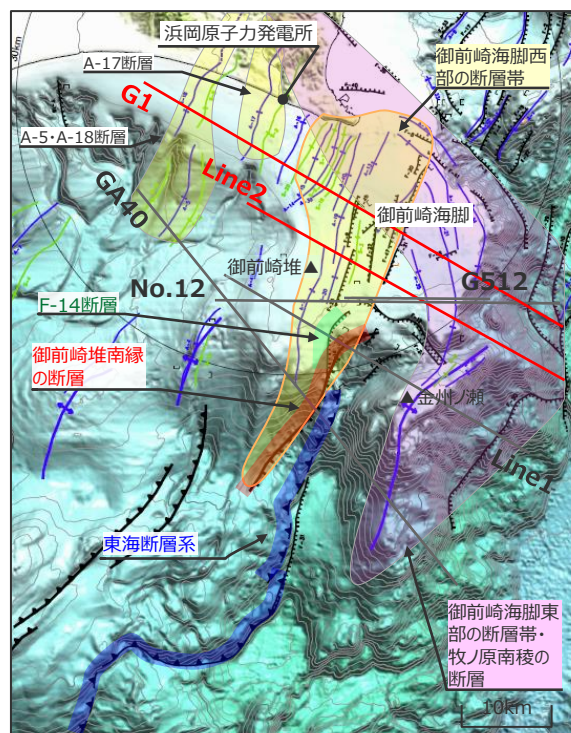
(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

(プレート間地震の破壊伝播に関する地学的背景：それぞれの断層構造の形成位置と顕著な隆起地形との関係)

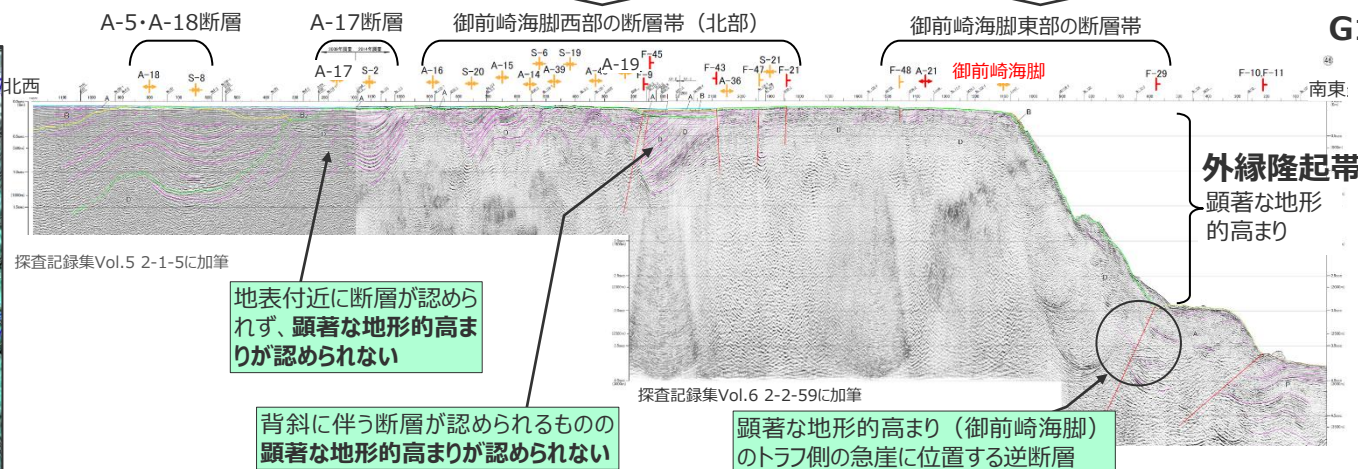
■ 分岐断層は、プレート間地震の破壊が伝播しプレート間地震との連動した活動を繰り返すことにより分岐断層の陸側には外縁隆起帯等の顕著な隆起地形が形成されている。分岐断層以外の内陸地殻内地震の活断層は、分岐断層とされる知見がなく、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連も認められない。
(詳細は第1208回 補足説明資料5章参照)

分岐断層以外の内陸地殻内地震の活断層
分岐断層とされる知見がなく、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連は認められない

分岐断層
プレート間地震の破壊が伝播しプレート間地震との連動した活動を繰り返すことにより外縁隆起帯等の顕著な隆起地形が形成されている

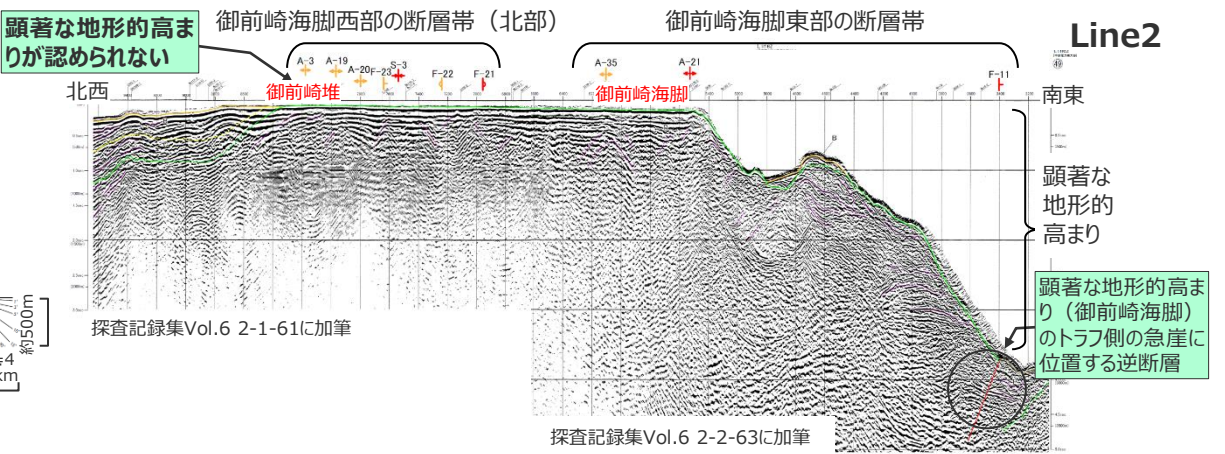


海上保安庁『海洋台帳』に敷地位置、測線、地形、スケールを加筆



探査記録集Vol.5 2-1-5に加筆

探査記録集Vol.6 2-2-59に加筆

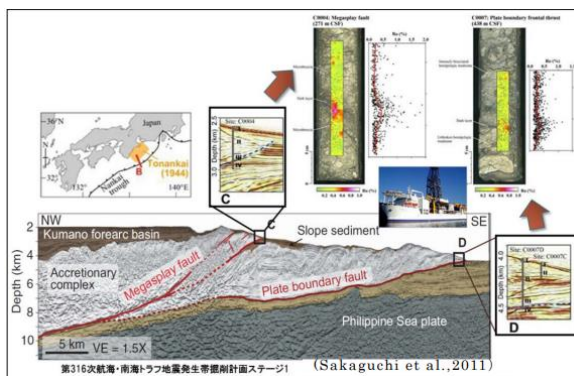
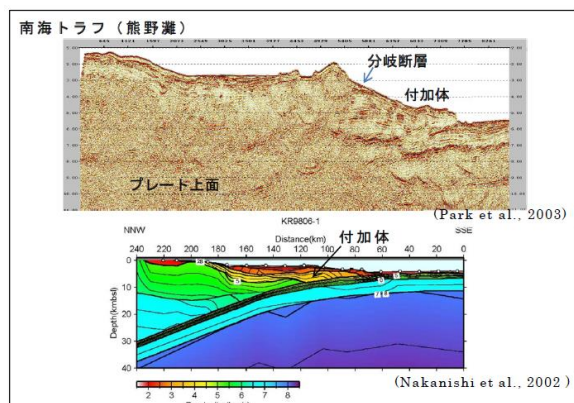


探査記録集Vol.6 2-1-61に加筆

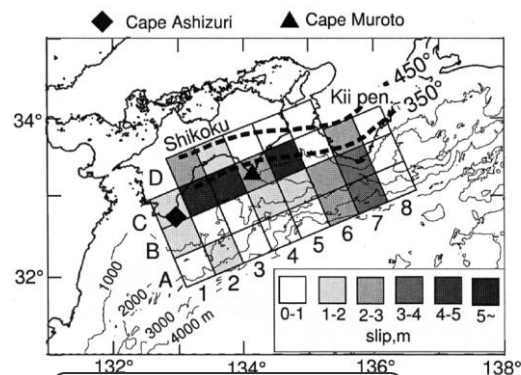
探査記録集Vol.6 2-2-63に加筆

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生 (プレート間地震の破壊伝播に関する地学的背景：プレート間地震の破壊伝播に関する知見)

- 南海トラフでは、大深度の反射法地震探査、掘削調査、既往津波の再現モデルの検討等に基づき、沈み込み帯の構造発達に伴い上盤の付加体中に形成された分岐断層はプレート間地震の破壊が直接伝播することにより、プレート間地震と連動して活動することが推定されている。
- 一方、プレート間地震の破壊が海洋プレート内地震の断層に伝播することが確認された知見・事例はない。



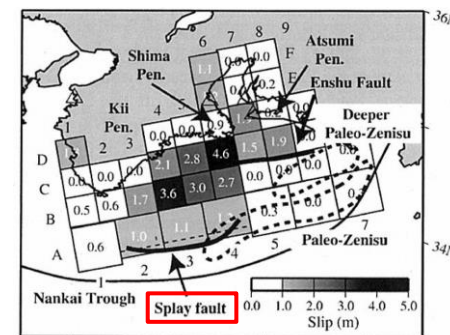
(内閣府(2012))



・プレート境界浅部へ破壊が伝播したことが推定されている

(Tanioka and Satake(2001))

1946年昭和南海地震



・上盤に位置する分岐断層へ破壊が伝播した可能性が推定されている

(Baba et al. (2006))

1944年昭和東南海地震

南海トラフの既往地震の津波再現モデルの例

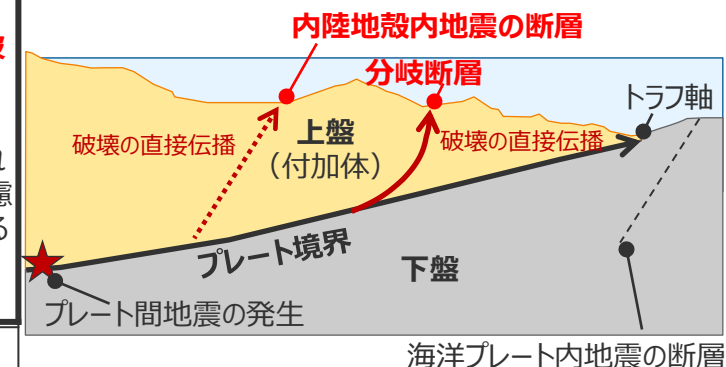
南海トラフのプレート間地震に伴うプレート境界浅部および分岐断層の活動の痕跡に関する知見

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生 (連動に関する津波評価上の関連性)

- 南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見を確認した結果、**分岐断層**は、沈み込み帯の発達に伴い上盤のトラフ軸付近の付加体内部に形成される構造であり、プレート間地震の破壊が分岐断層に伝播することにより、プレート間地震と連動して活動することを示す知見があること、その活動の繰り返しにより外縁隆起帯等の顕著な隆起地形が形成されていることから、プレート間地震と津波評価上の関連性があると評価し、これを考慮した津波評価を実施することとした。
これに関連し、**上盤の分岐断層以外の内陸地殻内地震の活断層**は、分岐断層のような地学的背景を持たないことから、分岐断層と同じようには破壊伝播しないと考えられるが、上盤における複雑な付加体内部の構造を考慮すると断層の形成要因が分岐断層と類似している可能性があり、プレート間地震の破壊の一部が伝播する可能性は考えられることから、(2)破壊伝播の観点から、プレート間地震と津波評価上の関連性があると評価し、プレート間地震との組合せを考慮することとした。
- 一方、**下盤の海洋プレート内地震**は、分岐断層が上盤のトラフ軸付近の付加体内部に形成される構造であり付加体のない下盤では形成されないこと、プレート間地震の破壊が海洋プレート内地震の断層に伝播することを示す知見・事例もないことから、(2)破壊伝播の観点からも、プレート間地震と津波評価上の関連性はなく、プレート間地震との組合せを考慮する必要はないと評価した。
- なお、プレート間地震と海洋プレート内地震の連動発生を考慮しないという評価方針は、国内外の最新知見を踏まえて南海トラフの最大クラスの津波を想定した内閣府(2012)が、南海トラフのプレート間地震と海洋プレート内地震とは「別地震とし、一体性のある連動については想定しない」としていることと、整合的である。

(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生

構造	破壊伝播による連動に関する地学的背景 →p.51~55	破壊伝播による連動に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	分岐断層： ・トラフ軸付近の付加体内部に形成される構造 ・プレート間地震の破壊伝播を示す知見があり、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連が認められる 内陸地殻内地震の断層： ・外縁隆起帯等より陸側のより古い付加体内部に分布する構造 ・プレート間地震の破壊伝播を示す知見はなく、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連は認められない	分岐断層： 関連性ありと評価 (→プレート間地震の津波評価において検討実施) 内陸地殻内地震の断層： 分岐断層のようには破壊伝播しないと考えられるが、上盤の複雑な付加体内部の構造を考慮するとプレート間地震の破壊の一部が伝播する可能性は考えられることを考慮し、 関連性ありと評価 (→津波の組合せを行う)
下盤 (海洋プレート内地震の領域)	・分岐断層は上盤のトラフ軸付近の付加体内部に形成される構造であり付加体のない下盤では形成されない ・プレート間地震の破壊伝播を示す知見・事例はない	関連性なしと評価 (→津波の組合せは行わない)



内閣府(2012)
 ・(参考) 相模トラフ沿いの地震、糸魚川-静岡構造線断層帯の地震及びアウターライズの地震等との連動について
 南海トラフの巨大地震とこれらの地震(相模トラフ沿いの地震、糸魚川-静岡構造線断層帯の地震及びフィリピン海プレート内で発生する地震(アウターライズの地震など))とは別地震とし、一体性のある連動発生については想定しないこととする。

No.1コメント回答（プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化） プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せに関する考え方 （まとめ）

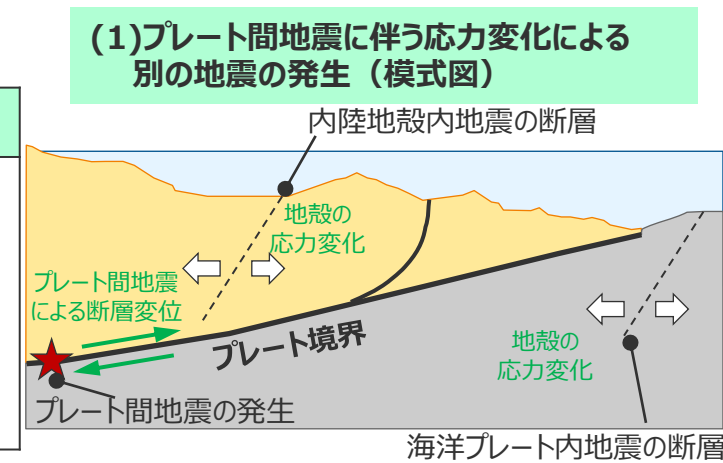
第1208回資料1-1
p.43一部修正

■プレート間地震とその他の地震（上盤の内陸地殻内地震、下盤の海洋プレート内地震）の組合せについて、これらの地震が因果関係を持って同時発生し、津波が重なり合う可能性がある「(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生」、「(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生」の観点から、南海トラフの地学的背景を整理し、南海トラフにおける津波評価上の関連性を検討した。

検討結果概要

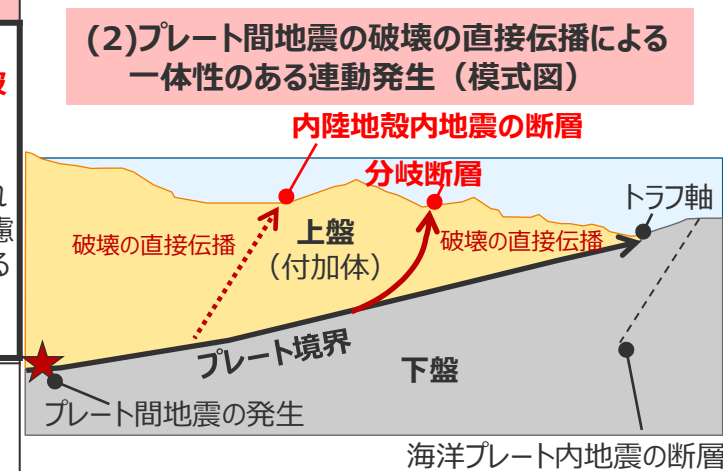
(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生 詳細はp.20以降参照

構造	応力変化による別の地震の発生に関する地学的背景	応力変化による別の地震の発生に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	①プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより津波被害を発生させる可能性のある大規模（M7以上）の地震が発生する時間間隔は、2011年東北沖地震の事例では約40分であるが、Mw9クラスのその他の地震や南海トラフの地震の事例では数か月～数十年の間がある ②また、南海トラフには主に逆断層等の圧縮型の断層が分布し、プレート間地震により伸張作用が働くことで断層活動は緩和する方向	関連性なしと評価 (⇒津波の組合せは行わない)
下盤 (海洋プレート内地震の領域)		



(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生 詳細はp.51以降参照

構造	破壊伝播による連動に関する地学的背景	破壊伝播による連動に関する津波評価上の関連性
上盤 (内陸地殻内地震の領域)	分岐断層： ・トラフ軸付近の付加体内部に形成される構造 ・プレート間地震の破壊伝播を示す知見があり、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連が認められる 内陸地殻内地震の断層： ・外縁隆起帯等より陸側のより古い付加体内部に分布する構造 ・プレート間地震の破壊伝播を示す知見はなく、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連は認められない	分岐断層： 関連性ありと評価（⇒プレート間地震の津波評価において検討を実施） 内陸地殻内地震の断層： 分岐断層のように破壊伝播しないと考えられるが、上盤の複雑な付加体内部の構造を考慮するとプレート間地震の破壊の一部が伝播する可能性は考えられることを考慮し、 関連性ありと評価（⇒津波の組合せを行う）
下盤 (海洋プレート内地震の領域)	・分岐断層は上盤のトラフ軸付近の付加体内部に形成される構造であり付加体のない下盤では形成されない ・プレート間地震の破壊伝播を示す知見・事例はない	関連性なしと評価 (⇒津波の組合せは行わない)



・なお、プレート間地震と海洋プレート内地震の連動発生を考慮しないという評価方針は、国内外の最新知見を踏まえて南海トラフの最大クラスの津波を想定した内閣府(2012)が、南海トラフのプレート間地震と海洋プレート内地震とは「別地震とし、一体性のある連動については想定しない」としていることと、整合的である。

プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せに関する考え方

(まとめ)

- プレート間地震とその他の地震（上盤の内陸地殻内地震、下盤の海洋プレート内地震）の組合せについて、これらの地震が因果関係を持って同時発生し、津波が重なり合う可能性がある「(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生」、「(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生」の観点から、南海トラフの地学的背景を整理し、南海トラフにおける津波評価上の関連性を検討した。
- その結果、「(1)プレート間地震に伴う応力変化による別の地震の発生」について、まずプレート間地震後の別の地震の発生状況を確認した結果、プレート間地震に伴う応力変化の影響などにより津波被害を発生させる可能性のある大規模（M7以上）の内陸地殻内地震もしくは海洋プレート内地震が発生する時間間隔は、2011年東北沖地震の事例では約40分であるが、Mw9クラスのその他の地震や南海トラフの地震の事例では数か月～数十年の間があることから、応力変化の影響により津波が組合さる可能性は低いと考えられる。また、南海トラフの地震のメカニズム解および海底断層分布に基づき、プレート間地震による別の断層活動への影響を確認した結果、南海トラフでは、プレート境界の上盤・下盤とも主に逆断層等の圧縮型の断層が分布しており、圧縮型の断層はプレート間地震に伴う伸張作用により活動が緩和される方向となる。また、南海トラフの東方には伊豆島弧の背弧拡大に伴い形成された正断層群が分布するが、これらは南海トラフから離れているとともに、南海トラフの沈み込みに伴う応力変化によって形成されるプレート境界の下盤の断層とは、形成メカニズムが異なる。これらのことから、プレート間地震に伴う応力変化によって、別の大規模な内陸地殻内地震もしくは海洋プレート内地震が同時発生する津波評価上の関連性はなく、(1) 応力変化の観点からは、プレート間地震との組合せを考慮する必要はないと評価した。
- また、「(2)プレート間地震の破壊の直接伝播による一体性のある連動発生」について、南海トラフの沈み込み帯の構造等に関する知見を確認した結果、分岐断層は、沈み込み帯の発達に伴い上盤のトラフ軸付近の付加体内部に形成される構造であり、プレート間地震の破壊が分岐断層に伝播することにより、プレート間地震と連動して活動することを示す知見があること、その活動の繰り返しにより外縁隆起帯等の顕著な隆起地形が形成されていることから、プレート間地震と津波評価上の関連性があると評価し、これを考慮した津波評価を実施することとした。これに関連し、上盤の分岐断層以外の内陸地殻内地震の活断層は、外縁隆起帯等より陸側のより古い付加体内部に分布し、分岐断層とされる知見がなく、外縁隆起帯等の顕著な隆起地形との関連も認められないことから分岐断層のようにはプレート間地震の破壊が伝播していないと考えられるが、上盤における複雑な付加体内部の構造を考慮すると断層の形成要因が分岐断層と類似している可能性があり、プレート間地震の破壊の一部が伝播する可能性は考えられることから、(2)破壊伝播の観点から、プレート間地震と津波評価上の関連性があると評価し、プレート間地震との組合せを考慮することとした。
一方、下盤の海洋プレート内地震は、分岐断層が上盤のトラフ軸付近の付加体内部に形成される構造であり付加体のない下盤では形成されないこと、プレート間地震の破壊が海洋プレート内地震の断層に伝播することを示す知見・事例もないことから、(2)破壊伝播の観点からも、プレート間地震と津波評価上の関連性はなく、プレート間地震との組合せを考慮する必要はないと評価した。
なお、プレート間地震と海洋プレート内地震の連動発生を考慮しないという評価方針は、国内外の最新知見を踏まえて南海トラフの最大クラスの津波を想定した内閣府(2012)が、南海トラフのプレート間地震と海洋プレート内地震とは「別地震とし、一体性のある連動については想定しない」としていることと、整合的である。

目次

地震による津波の全体概要	6
コメント回答 (プレート間地震と海洋プレート内地震の組合せ要否に関する基礎データの充実化)	18
地震による津波の評価結果まとめ	58

地震による津波の評価結果まとめ（再掲）

■ 地震による津波の評価結果は以下のとおり。

（水位上昇側）

津波発生要因		最大上昇水位(T.P. m)*1					備考
		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	
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震	22.7	4.6	7.3	8.1	10.1	基準断層モデル1-1（検討波原モデルA）東海地域の大すべり域1箇所：東へ40km ライズタイム60s、破壊伝播速度2.5km/s、破壊開始点P4
		19.8	6.4	9.0	9.6	11.8	基準断層モデル3-2（検討波原モデルD）東海地域の大すべり域1箇所：東へ60km ライズタイム60s、破壊伝播速度1.0km/s、破壊開始点P6
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震	6.1	2.3	3.5	3.5	3.7	断層位置：位置②・内陸側に20km・北西傾斜
		6.0	2.9	3.7	3.7	4.2	断層位置：位置②・内陸側に10km・南東傾斜
		4.9	2.6	3.8	3.8	4.0	断層位置：位置②・内陸側に20km・南東傾斜
海域の活断層による 地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯の地震	5.0	2.2	2.9	3.0	2.7	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：100°、断層上端深さ：0km
		4.3	2.2	3.0	3.1	2.9	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：90°、断層上端深さ：2.5km
	A-5・A-18断層の地震	6.2	1.7	2.1	2.2	2.3	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	A-17断層の地震	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	遠州断層系の地震	3.3	1.5	1.9	1.9	1.9	傾斜角：80°、すべり角：160°、断層上端深さ：0km
3.1		1.9	2.5	2.5	2.3	傾斜角：100°、すべり角：160°、断層上端深さ：5km	

*1 水位上昇側：朔望平均満潮位T.P. +0.80mを考慮

（水位下降側）

津波発生要因		最大下降水位(T.P. m)（水位低下時間）		備考
		3号取水塔	4号取水塔	
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震	海底面(13.6min)	海底面(13.5min)	基準断層モデル2-3（検討波原モデルA）東海地域の大すべり域2箇所：東へ30km・距離120km ライズタイム90s、破壊伝播速度1.0km/s、破壊開始点P1
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震	-7.0(0.9min)	-7.0(0.9min)	断層位置：位置②・内陸側に20km・北西傾斜
海域の活断層による 地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯の地震	-6.1(0.6min)	-6.0(0.5min)	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：90°、断層上端深さ：0km
	A-5・A-18断層の地震	-2.0(なし)	-2.0(なし)	傾斜角：70°(浅部)・45°(深部)、すべり角：80°、断層上端深さ：0km
	A-17断層の地震	-1.5(なし)	-1.5(なし)	傾斜角：50°(浅部)・25°(深部)、すべり角：90°、断層上端深さ：0km
	遠州断層系の地震	-2.2(なし)	-2.2(なし)	傾斜角：100°、すべり角：160°、断層上端深さ：2.5km

*1 防波壁の高さを無限大として解析を実施。また、1・2号取水槽周りに高さ無限大の壁を設定して解析を実施。
 ・防波壁に関しては、基準津波の確定後、必要な津波対策を実施予定。1、2号取水槽に関しては、基準津波の確定後、
 1号取水路出口流路の縮小(流路面積1.0m²)・2号取水路出口流路の閉塞等の対応を実施予定。

・水位下降側：朔望平均干潮位T.P. -0.93mを考慮
 ・水位低下時間：取水塔地点の水位が取水塔呑口下端レベル(T.P.-6m)を下回り取水塔から取水できない時間
 (なし：水位低下時間が発生していないことを示す。)
 ・海底面：最大下降水位時に海底面(約T.P.-10m)がほぼ露出している(水深1m未満である)ことを示す。

太字：全評価結果の中で、敷地への影響が最も大きいケース

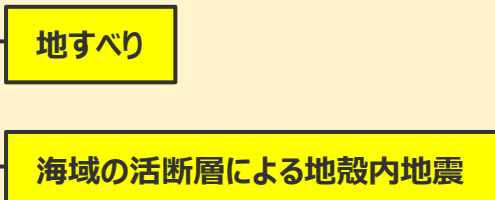
検討する津波発生要因の組合せ（再掲）

- 基準津波の策定に当たっては、地震規模が大きく浜岡敷地への津波影響が支配的と考えられるプレート間地震を中心とし、プレート間地震およびそれと組合せるその他の津波発生要因について網羅的な検討を実施する。
- ここで、その他の津波発生要因のうち、**地すべり**および**海域の活断層による地殻内地震**について、地すべりはプレート間地震の地震動により発生し津波が重なる可能性があること、海域の活断層はプレート境界の上盤に位置しプレート間地震の破壊に伴い活動し津波が重なる可能性を否定できないことを慎重に考慮し、それぞれプレート間地震との組合せを検討する。
- 一方、**海洋プレート内地震**および**火山現象**について、海洋プレート内地震は、海域の活断層とは異なり、プレート境界の下盤にその断層が位置しプレート間地震の破壊が伝播することは考えにくく、プレート間地震の津波と海洋プレート内地震の津波とが同時発生したことが確認された事例もないこと、火山現象は、プレート間地震から離れた地域にその波源が位置しており、またプレート間地震の津波と火山現象の津波とが同時発生することは考えにくく、それが確認された事例もないことから、いずれもプレート間地震との組合せは検討せず、敷地への津波影響がプレート間地震の津波と比べて小さいことを確認する。

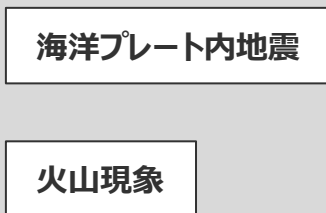
津波影響が支配的と考えられる津波発生要因

その他の津波発生要因

プレート間地震との組合せを検討する要因



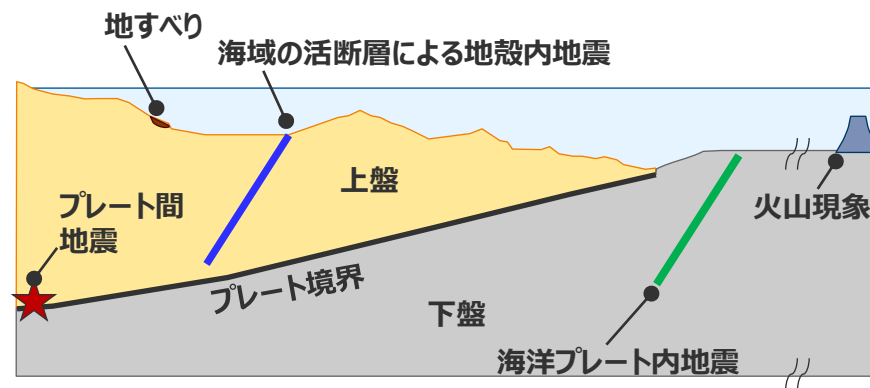
プレート間地震との組合せを検討しない要因



→敷地への津波影響がプレート間地震と比べて小さいことを確認

敷地への津波影響が支配的と考えられるプレート間地震を中心として検討

■ : 網羅的な検討を実施する項目



津波発生要因と一般的なプレート境界周辺のイメージ図

参考文献

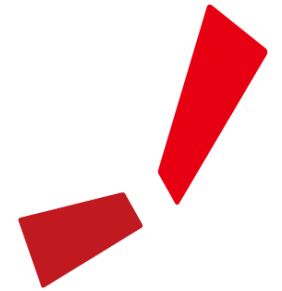
- 阿部勝征 (1989) 「地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測」『地震研究所彙報』Vol.64, pp.51-69。
- 宇佐美龍夫, 石井寿, 今村隆正, 武村雅之, 松浦律子(2013)『日本被害地震総覧599 – 2012』東京大学出版会。
- 海上保安庁『海域火山データベース』海上保安庁海洋情報部 (<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>) 。
- 海上保安庁『海洋台帳』深海版 (<http://www.kaiyoudaichou.go.jp/KaiyowebGIS/>) 。
- 活断層研究会 (1991) 『新編 日本の活断層 分布図と資料』東京大学出版会, 1991年3月。
- 狩野謙一, 村田明広 (1998) 『構造地質学』朝倉書店。
- 気象庁 (2010) 『平成22年12月22日 (2時19分) の父島近海の地震で発表した津波警報・注意報について』平成22年12月。
- 気象庁 (2021) 『「平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震」について～10年間の地震活動～』, (<https://www.jma.go.jp/jma/press/2103/08a/2102offtohokueq.pdf>) 。
- 気象庁 (2022) 『火山噴火等による潮位変化に関する情報のあり方 (報告書)』火山噴火等による潮位変化に関する情報のあり方検討会, 令和4年7月。
- 気象庁 (2023) 『鳥島近海で採取した軽石の分析結果について』令和5年11月9日。
- 気象庁HP『地震月報(カタログ編)』 (<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/index.html>) 。
- 気象庁 気象研究所地震火山研究部弘瀬冬樹 (<https://www.mri-jma.go.jp/Dep/sei/fhirose/plate/index.html>) 。
- 木村学(2002)『プレート収束帯のテクトニクス学』東京大学出版会。
- 木村学, 大木勇人(2013)『図解プレートテクトニクス入門 なぜ動くのか? 原理から学ぶ地球のからくり』講談社。
- 小出良幸(2012)『島弧 – 海溝系における付加体の地質学的位置づけと構成について』札幌学院大学人文学会紀要第92号, pp.1-23。
- 小出良幸(2019)「沈み込み帯における不可と構造侵食の地質学的役割について」『札幌学院大学人文学会紀要(2019)』, 第105号, pp.117-146。
- 産業技術総合研究所 (2016) 『平成28年 (2016年) 11月22日福島県沖の地震の関連情報』 (<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/fukushima2016/index.html>) 。
- 産業技術総合研究所『活断層データベース』 (https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html) 。
- 地震調査委員会 (2013) 『南海トラフの地震活動の長期評価 (第二版) について』平成25年5月24日。
- 地震調査委員会(2023)『鳥島近海の地震活動の評価』令和5年11月10日。
- 地震本部HP『都道府県ごとの地震活動』 (https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/) 。
- JAMSTEC (2023a)『2023年10月の鳥島近海の地震活動と、地震規模に比べて大きかった津波について』 (<https://www.jamstec.go.jp/j/pr/topics/column-20231030/>) 。
- JAMSTEC (2023b)『海底広域研究船「かいめい」による鳥島周辺海域の緊急調査航海の実施について (速報)』 (https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20231121/) 。
- 徐世慶 (2019) 『分野横断的なアプローチを用いた地震の物理の研究』地震, 第2輯, 第72巻, pp.17-34。
- 瀬野徹三 (1995) 「プレートテクトニクスの基礎」朝倉書店。
- 高橋成実, 小平秀一, 佐藤壮, 山下幹也, 海宝由佳, 三浦誠一, 野徹雄, 瀧澤薫, 野口直人, 下村典夫, 金田義行 (2015) 『伊豆・小笠原島弧の速度構造』地学雑誌, 124, (5), pp.813-827。

参考文献

- 東海沖海底活断層研究会（1999）『東海沖の海底活断層』東京大学出版会。
- 東京大学大気海洋研究所（2021）『日本海溝海側の大規模正断層に沿ったマントル流体上昇 ～マントル由来の水は巨大地震の引き金になるか～』（<https://www.aori.u-tokyo.ac.jp/research/news/2021/20210614.html>）。
- 土木学会（2016）『原子力発電所の津波評価技術2016』土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会，平成28年9月。
- 徳山英一，本座栄一，木村政昭，倉本真一，芦寿一郎，岡村行信，荒戸裕之，伊藤康人，徐垣，日野亮太，野原壯，阿部寛信，坂井眞一，向山建二郎（2001）「日本周辺海域の中新世最末期以降の構造発達史付図 日本周辺海域の第四紀地質構造図」『海洋調査技術』第13巻，第1号，海洋調査技術学会。
- 内閣府（2007）『1944東南海・1945三河地震 報告書』災害教訓の継承に関する専門調査会報告書，平成19年3月。
- 内閣府（2012）『南海トラフの巨大地震モデル検討会（中間とりまとめ）』南海トラフの巨大地震モデル検討会，平成23年12月27日。『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）』南海トラフの巨大地震モデル検討会，平成24年3月31日。『南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）津波断層モデル編－津波断層モデルと津波高・浸水域等について－』南海トラフの巨大地震モデル検討会，平成24年8月29日。
- 内閣府（2018）『「防災対応のための南海トラフ沿いの異常な現象に関する評価基準検討部会」（第1回）』平成30年10月17日。
- 中田高（2015）『海底活断層からみた日本列島周辺のプレート境界型地震』日本地理学会発表要旨集，2015年度春季学術大会，100347。
- 中西正男、沖野郷子（2016）『海洋底地球科学』東京大学出版会。
- 羽鳥徳太郎（1985）『1984年6月13日鳥島近海地震による特異な津波』東京大学地震研究所彙報，60（1），pp.87-95。
- 防災科学技術研究所（2022）『2022年1月トンガ噴火に伴う地球規模の津波発生と伝播メカニズムを解明－火山噴火による新しい津波研究が必要に－』国立研究開発法人防災科学技術研究所 東京大学地震研究所，2022年05月13日。
- 防災科学技術研究所（F-net）「地震のメカニズム情報 月別リスト」『F-net広帯域地震観測網』（<http://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>）。
- 星一良，柳本裕，秋葉文雄，神田 慶太（2015）『反射法地震探査解釈による伊豆・小笠原弧堆積盆の地質構造と発達史』地学雑誌，124（5），pp.847-876。
- 渡辺偉夫（1963）『津波のマグニチュードを定める一方法と津波判定への応用』験震時報，第27巻，pp.149-162
- 渡辺偉夫（1973）『津波の規模と津波発生に関するパラメータについて』験震時報，第38巻，pp.1-13。
- 渡辺偉夫（1998）『日本被害津波総覧』，東京大学出版会。

参考文献

- Baba, Toshitaka, Phil R. Cummins, Takane Hori, Yoshiyuki Kaneda(2006), "High precision slip distribution of the 1944 Tonankai earthquake inferred from tsunami waveforms: Possible slip on a splay fault", *Tectonophysics*, Vol.426, Issues1-2, pp.119-134.
- Banerjee, Paramesh, Fred Pollitz, B. Nagarajan, and Roland Bürgmann (2007), "Coseismic Slip Distributions of the 26 December 2004 Sumatra-Andaman and 28 March 2005 Nias Earthquakes from GPS Static Offsets", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 97, No. 1A, pp. S86-S102.
- Craig, T.J., A. Copley and J. Jackson (2014), "A Reassessment of Outer-Rise Seismicity and Its Implications for the Mechanics of Oceanic Lithosphere", *Geophysical Journal International*, 197(1), pp. 63-89.
- Fukao, Yoshio, Osamu Sandanbata, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Hajime Shiobara, Shingo Watada, Kenji Satake(2018), "Mechanism of the 2015 volcanic tsunami earthquake near Torishima, Japan", *SCIENCE ADVANCES*, VOL. 4, NO. 4.
- Gamage, S.S.N., N. Umino, A. Hasegawa and S.H. Kirby (2009), "Offshore Double-Planed Shallow Seismic Zone in the NE Japan Forearc Region Revealed by Sp Depth Phases Recorded by Regional Networks", *Geophysical Journal International*, Vol. 178, Issue 1, pp. 195-214.
- Google Maps (<https://www.google.co.jp/maps>)
- Hatori, Tokutarō(1973), "A Method for Determining Tsunami Magnitude", *IUGG Tsunami Symposium. Moscow, 1971, Acad. Sci. USSR, Yuzhno-Sakhalinsk, "Tsunami"*, 32, pp.86-96. (in Russian)
- Iida, Kumizi(1958), "Magnitude and energy of earthquakes accompanied by tsunami, and tsunami energy", *Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Nagoya University*.
- Moore, G. F., N. L. Bangs, A. Taira, S. Kuramoto, E. Pangborn, H. J. Tobin(2007), "Three-Dimensional Splay Fault Geometry and Implications for Tsunami Generation", *Science*, Vol.318, No.5853, pp.1128-1131.
- Nishimura, Takuya(2011), "Back-arc spreading of the northern Izu-Ogasawara (Bonin) Islands arc clarified by GPS data", *Tectonophysics*, Volume 512, Issues 1-4, 20 November 2011, pp.60-67.
- NOAA(2010), "TSUNAMI BULLETIN NUMBER 015", *PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER, ISSUED AT 2082z 27 FEB 2010*, National Oceanic and Atmospheric Administration, (<http://www.prh.noaa.gov/ptwc/messages/pacific/2010/pacific.2010.02.27.202736.txt>, <http://oldwcatwc.arh.noaa.gov/2010/02/27/725245/15/message725245-15.htm>).
- Lay, T., C. J. Ammon, H. Kanamori, Y. Yamazaki, K. F. Cheung, A. R. Hutko(2011), "The 25 October 2010 Mentawai tsunami earthquake (Mw 7.8) and the tsunami hazard presented by shallow megathrust ruptures", *Geophysical Research Letters*, Vol.38, L06302, pp.1-5.
- Loveless, John P. and Brendan J. Meade(2010), "Geodetic imaging of plate motions, slip rates, and partitioning of deformation in Japan", *Journal of Geophysical Research*, Vol.115, No.B02410, pp.1-35.
- Tanioka, Yuichiro and Kenji Satake(2001), "Coseismic slip distribution of the 1946 Nankai earthquake and aseismic slips caused by the earthquake", *Earth Planets Space*, Vol.53, pp.235-241.
- USGS"Earthquake Summary Posters", *Earthquake Hazards Program* (<https://earthquake.usgs.gov/education/posters.php>) .



中部電力