



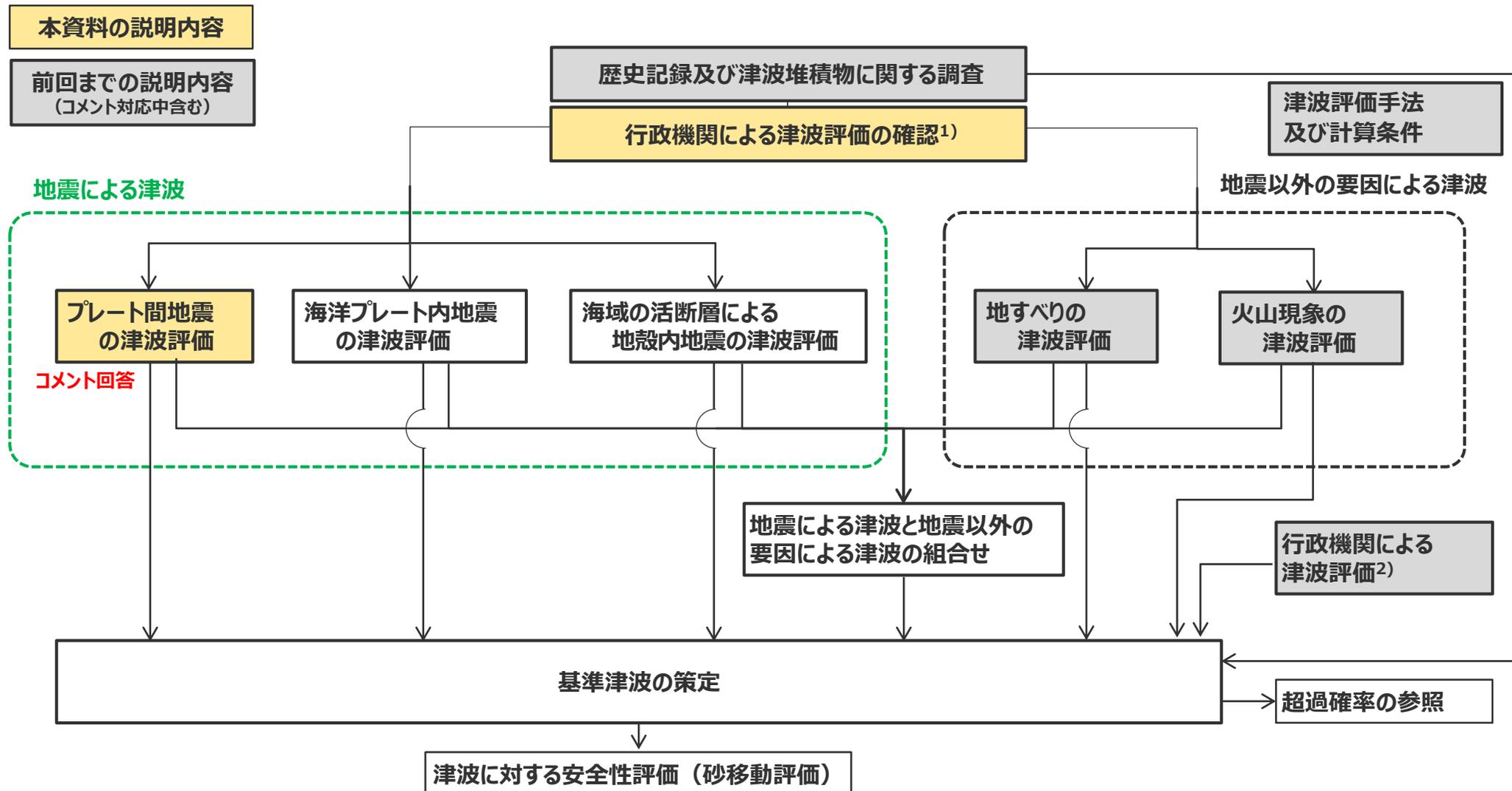
中部電力

浜岡原子力発電所
基準津波の策定のうち
プレート間地震の津波評価について
(コメント回答)

2020年8月19日

本資料の説明内容

■ 本資料の説明内容は以下に示すとおり。



- 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。

プレート間地震の津波評価について 第509回審査会合（2017年9月15日） コメント一覧表

| No. | コメント | ページ番号 |
|-----|---|------------------------------|
| 1 | 【内閣府の最大クラスの津波の波源モデル】 内閣府が設定した最大クラスの津波の波源モデルについてパラメータ設定の詳細を示し、分析を行うこと。 | ・第615回資料1-1 p.5~27 回答済 |
| 2 | 【検討波源モデルのパラメータ】 検討波源モデルのパラメータ設定について段階ごとに順を追って示すこと。 | ・第615回資料1-1 p.28~69 回答済 |
| 3 | 【浅部の破壊形態】 検討波源モデルで考慮している浅部の破壊形態について、保守的設定の考え方を整理して示すこと。 | ・第615回資料1-1 p.70~88 回答済 |
| 4 | 【ライズタイムの設定】 検討波源モデルのライズタイムの設定について、その妥当性を示すこと。 | ・第615回資料1-1 p.89~127 回答済 |
| 5 | 【朔望平均潮位】 朔望平均潮位の根拠を示すこと。 | ・第615回資料1-1 p.128~130 回答済 |
| 6 | 【南海トラフ～南西諸島海溝の調査】 南海トラフ～南西諸島海溝の調査について引用文献を明記するとともに、沈み込み帯の特徴と巨大地震の関連性についての記載の適正化を図ること。 | ・第615回資料1-1 p.131~160 回答済 |

プレート間地震の津波評価について

第615回審査会合（2018年8月24日） コメント一覧表

| 項目 | No. | コメント | 該当箇所 |
|-----------------------|-----|---|--------------------------------|
| 津波評価手法 および 計算条件 | 1 | 【敷地前面海域の経年変化】 ・敷地前面深浅測量の概要を示すこと。また測量結果について、最新および発電所運転時のデータを代表地点の数値等で示すこと。 | ・第662回資料1-1 No.1コメント回答 回答済 |
| | 2 | 【朔望平均潮位】 ・朔望平均潮位について、潮位記録の最新データを示すこと。 | ・第662回資料1-1 No.2コメント回答 回答済 |
| プレート間地震 の津波評価 | 3 | 【行政機関の波源モデル】 ・国の波源モデルの他、地方自治体の波源モデルについても示すこと。 ・また、検討波源モデルと断層パラメータを比較すること。 | ・第662回資料1-1 3章他 回答済 |
| | 4 | 【大すべり域位置の設定根拠】 ・検討波源モデルの大すべり域の位置の設定根拠を分かりやすく記載すること。 | ・第662回資料1-1 4.1章 回答済 |
| | 5 | 【各小断層のすべり量設定】 ・各小断層のすべり分布とフィリピン海プレートのすべり込み速度分布との対応がわかるような資料構成とすること。 | ・第662回資料1-1 4.1章他 回答済 |
| | 6 | 【概略パラメータスタディモデルの設定】 ・概略パラメータスタディで設定している大すべり域の位置を移動させたモデルについて、波源モデルの図およびすべり分布等を含む断層パラメータを示すこと。 | ・第662回資料1-1 4.2章他 回答済 |
| | 7 | 【ライズタイムの設定】 ・ライズタイムのパラメータスタディにおいては、2011年東北沖地震、2004年スマトラ島沖地震だけでなく、1960年チリ地震等、その他の津波インバージョン事例も踏まえること。 ・また、その他の津波インバージョン事例および内閣府のパラメータの設定を踏まえて、ライズタイム60sを考慮すること。 ・ライズタイムを考慮した波源モデルのすべり量等の比較分析にあたっては、すべり量とライズタイムの関係を踏まえること。 | ・第662回資料1-1 No.7コメント回答他 回答済 |
| | 8 | 【土木学会(2016)の参照】 ・土木学会(2016)を参照していることを明記すること。 | ・第662回資料1-1 p.99 回答済 |
| | 9 | 【その他記載適正化】 ・文献の記載とそれを踏まえた判断とは分けて記載すること。 | ・第662回資料1-2 p.194 回答済 |

プレート間地震の津波評価について

第662回審査会合（2018年12月14日） コメント一覧表

| 項目 | No. | コメント | 該当箇所 |
|-----------------------|-----|---|----------------------------|
| プレート間地震 の津波評価 | 1 | 【敷地に影響の大きいケースの選定基準】 ・概略パラメータスタディ（大すべり域の位置の不確かさの考慮）の選定基準については、定量的な選定基準とすること。 | ・第717回資料1-1 No.1コメント回答 |
| | 2 | 【内閣府の最大クラスモデルの下降側の影響検討】 ・内閣府の最大クラスモデルについて、水位下降側の津波評価結果についても示すこと。 | ・第717回資料1-1 No.2コメント回答 |
| | 3 | 【超大すべり域の位置に関する検討】 ・敷地前面の津波波形が第1波のみ大きいという特徴的な波形であることを踏まえて、南海トラフの波源のうち発電所への影響の大きい領域を分析し、パラメータスタディとの関係を検証すること。 ・駿河湾奥の海溝軸付近に超大すべり域のすべり量を設定した場合の影響について検討すること。 | ・第717回資料1-1 No.3コメント回答 |
| | 4 | 【内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理】 ・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 ¹⁾ とするならば、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。 ・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。 | ・第717回資料1-1 No.4コメント回答 |
| 津波評価手法 および 計算条件 | 5 | 【取放水設備の評価地点】 ・取水設備と連絡トンネルの構造、運用との関係を踏まえて津波評価に必要な地点を整理し、津波評価結果を示すこと。 | ・第717回資料1-1 No.5コメント回答 |
| | 6 | 【砂丘堤防の標高低下】 ・津波の越流等による砂丘の地形変化が津波評価へ与える影響について示すこと。 | ・第717回資料1-1 No.6コメント回答 |
| その他 | 7 | 【記載の適正化】 ・基準津波の策定の全体フローについて、内閣府の最大クラスモデル以外の行政機関の津波評価がどのような位置づけであるかが全体フローの中で分かるような形で示すこと。 ・水位低下時間 ²⁾ については、地点を明記すること。 | ・第717回資料1-1 p.87、p.120他 |

・津波評価結果について、参考として汀線付近の水位の時刻歴波形が掲載されていることが分かるよう、記載を適正化。

1) 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モデル（第662回資料1-1 p.99）

2) 取水塔地点の水位が取水塔呑口下端レベルを下回り取水塔から取水できない時間（第662回資料1-2 p.36）

プレート間地震の津波評価について

第717回審査会合（2019年5月24日） コメント一覧表

| 項目 | No. | コメント | 該当箇所 |
|--------------------------|-----|--|--|
| プレート間地震の津波評価 | 1 | <p>【内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> 破壊開始点の不確かさは偶然的不確かさであることから、内閣府の最大クラスモデルに破壊開始点の不確かさが含まれていることの明確な根拠を示せないのであれば、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せに対して破壊開始点のパラメータスタディを実施すること。 プレート間地震のパラメータスタディにおいて考慮しているすべり量(37m)とライズタイム(120s)の組合せは過去の事例の範囲内の設定であり、過去の事例が少なく自然現象に大きなばらつきがあることを踏まえると、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを考慮しない考え方は認められない。内閣府の最大クラスモデルを参考にして波源モデルを設定し、その妥当性を内閣府の最大クラスモデルに依拠するのであれば、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを、プレート間地震のパラメータスタディの中で考慮すること。 | <ul style="list-style-type: none"> ・No.1コメント回答 |
| | 2 | <p>【記載の適正化】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Kajiura(1970)の数式の乗数、プレート間地震のコメント反映時期について記載を適正化すること。 ・「国や自治体の津波対策と浜岡原子力発電所の津波対策について」の記載の位置づけを再考し、記載を適正化すること。 | <ul style="list-style-type: none"> ・補足p.214、254他 ・補足p.239他 |
| 地震による津波と地震以外の要因による津波の組合せ | 3 | <p>【津波の組合せの方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プレート間地震の津波と海底地すべりの津波との組合せについて、基準津波を策定する際の方針を記載すること。 | <ul style="list-style-type: none"> ・今後のご説明事項 |

目次

[コメント回答]

| | |
|-------------------------------------|---|
| No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮） | 8 |
|-------------------------------------|---|

[プレート間地震の津波評価] 57

| | |
|-----------------------|-----|
| 1 検討対象領域の選定 | 62 |
| 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討 | 70 |
| 3 行政機関による津波評価の確認 | 79 |
| 4 検討波源モデルの津波評価 | 97 |
| 4.1 検討波源モデルの設定 | 97 |
| 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ | 122 |
| 5 まとめ | 145 |

目次

[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討
- 3 行政機関による津波評価の確認
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ
- 5 まとめ

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

○第717回審査会合（2019年5月24日）説明内容

内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方

- 内閣府の最大クラスモデルについて、最大クラスの津波想定の確認および最大クラスモデルの分析結果を踏まえて、波源設定の考え方※に着目して整理した。
- こ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からは当社の整理結果と整合的なご意見をいただいた。

【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合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。

※ 「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

○第717回審査会合（2019年5月24日）コメント

- ・破壊開始点の不確かさは偶然的な不確かさであることから、内閣府の最大クラスモデルに破壊開始点の不確かさが含まれていることの明確な根拠を示せないのであれば、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せに対して破壊開始点のパラメータスタディを実施すること。
- ・プレート間地震のパラメータスタディにおいて考慮しているすべり量(37m)とライズタイム(120s)の組合せは過去の事例の範囲内の設定であり、過去の事例が少なく自然現象に大きなばらつきがあることを踏まえると、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを考慮しない考え方は認められない。内閣府の最大クラスモデルを参考にして波源モデルを設定し、その妥当性を内閣府の最大クラスモデルに依拠するのであれば、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを、プレート間地震のパラメータスタディの中で考慮すること。

○今回コメント回答

- 新たに公開された内閣府の巨大地震モデル検討会の検討・議論の内容を確認するとともに、南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見を整理して、プレート間地震の波源パラメータの妥当性を確認し、これらの検討結果を踏まえて、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要性、および、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）をプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要性を検討した。

検討概要

No.1コメント（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮について）

- ・破壊開始点の不確かさは偶然的な不確かさであることから、内閣府の最大クラスモデルに破壊開始点の不確かさが含まれていることの明確な根拠を示せないのであれば、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せに対して破壊開始点のパラメータスタディを実施すること。
- ・プレート間地震のパラメータスタディにおいて考慮しているすべり量(37m)とライズタイム(120s)の組合せは過去の事例の範囲内の設定であり、過去の事例が少なく自然現象に大きなばらつきがあることを踏まえると、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを考慮しない考え方は認められない。内閣府の最大クラスモデルを参考にして波源モデルを設定し、その妥当性を内閣府の最大クラスモデルに依拠するのであれば、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを、プレート間地震のパラメータスタディの中で考慮すること。



②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

- 2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

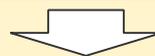
- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された過去全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

- 南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

- プレート間地震の津波評価について、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、痕跡再現モデルおよびパラメータスタディとして設定した波源モデルについて、その妥当性を再確認した。



- 以上を踏まえて、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要性、および、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）をプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要性を検討した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

- 2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された過去全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

- 南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

- プレート間地震の津波評価について、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、痕跡再現モデルおよびパラメータスタディとして設定した波源モデルについて、その妥当性を再確認した。

- 以上を踏まえて、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要性、および、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）をプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要性を検討した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認 (検討方針)

- 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」（2011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。
- 同検討会では、全53回の検討会が開催されて議論がされており、中間とりまとめを含めて計3回の報告が行われている。2019年12月に、内閣府により全53回の検討会議事録が公開され、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定に関する地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容が公となっている。

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発足（2011年8月28日）
 - ➔ 「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」の検討を開始。
- <第1回から第7回の検討会を開催>
- 南海トラフの巨大地震モデル検討会 中間とりまとめ（2011年12月27日）
 - ➔ 南海トラフの巨大地震モデルの想定震源域・想定津波波源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。
- <第8回から第16回の検討会を開催>
- 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）（2012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。
- <第17回から第24回の検討会を開催>
- 南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）（2012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。*
- <第25回から第53回の検討会を開催>

* 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）にて公開されている。

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】

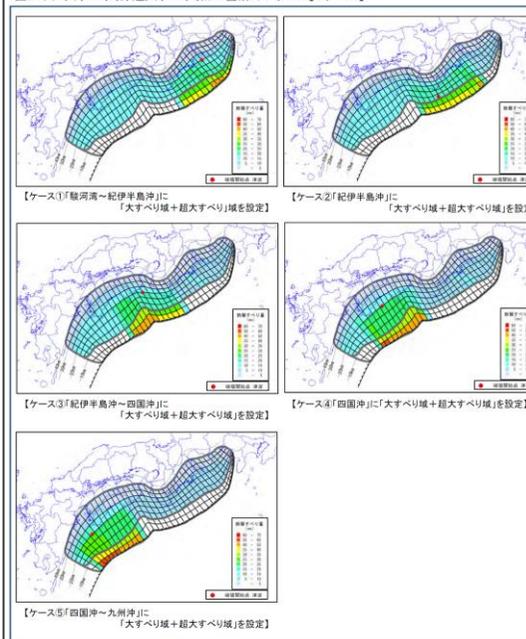


図2.2(2) 大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン【2ケース】

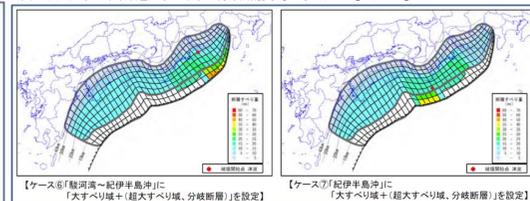
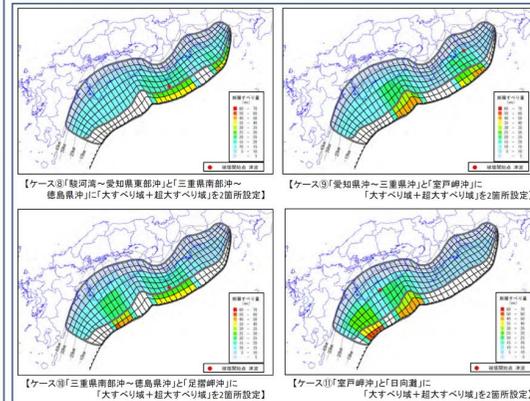


図2.3(3) 大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】



(内閣府(2012)を基に作成)

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「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認 （確認結果）

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。



【内閣府の議事録の確認結果】

| 項目 | 議事録の整理結果 |
|-------------------|---|
| 内閣府の最大クラスモデルの位置付け | <ul style="list-style-type: none"> ● 南海トラフの最大クラスモデルは、地震・津波の権威ある有識者が集ったうえで、当時の科学的知見の範囲でこれ以上ないものとして検討された。(i) ● 南海トラフの最大クラスモデルは、歴史記録、津波堆積物等に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して検討されており、2012年時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、結果として痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定された。(ii) |
| すべり量－ライズタイムの設定 | <ul style="list-style-type: none"> ● すべり量について、当初は、日本海溝と南海トラフとの構造的な違いを踏まえると東北沖と同等のすべり量まで考慮しなくても良いとの議論もあったが、津波高の想定が大きくなるように、結果として南海トラフの再現モデルのすべり量約10mを大きく上回る、東北沖と同等のすべり量約40mが設定された。(iii) ● ライズタイムについて、すべり量とライズタイムとはトレードオフの関係にあるとの議論もあったが、東北沖地震のライズタイムが数分程度であるのに対して、それより短い60秒に設定された。(iv) |
| 不確かさ考慮 | <ul style="list-style-type: none"> ● 南海トラフ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を包絡する最大クラスの津波を想定したものであり、津波評価に影響の大きいパラメータを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの不確かさの影響を代表する方法で、不確かさが考慮された。(v) ● 上記に関連して、破壊開始点の不確かさ、海底地すべりの組合せ等は、南海トラフの津波評価に与える影響が小さいことが議論された。(vi) |

これら内閣府における議論の内容は、当社のこれまでの説明内容、および、第717回審査会合で説明した有識者の主な意見とも整合している。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

（内閣府の最大クラスモデルの位置づけ）

| 項目 | 内閣府の議事録の確認結果 | 当社の説明内容 |
|-------------------|--|--|
| 内閣府の最大クラスモデルの位置付け | <p><議事録の記載></p> <ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠がある限り、想定すべき地震は最大クラスのもの考える（第1回） 不確実性はある程度必要だと思います。（中略）例えば昭和だとか、安政だとか、多少小さいものの中では宝永が大きいというわけで、全部のデータを使えば宝永的なものが最大になりますね。だけれども、例えば300～400年に1回は宝永みたいな大きなものが起こるとすると、その大きなもののうちの最大は何かという答えを求めているのか、どちらなんですかという質問です。⇒（事務局）最大の中の最大ですね。（第6回） 地震そのものの震源域の大きさは千年くらい考えたのかもしれませんが、被害を出すときにはその上で更にいろいろなものをプラスワンシグマということを想定しながら被害数量は出てきているように思います。しかも包絡もしているということからすると、考えている事象そのものは千年級だったとしても、住民が見ている津波の高さとか震度というのは数字で表せないタイプのもを出した気がするんです。（第15回） 津波も巨大地震の中でも最大クラスで（中略）巨大中の巨大と。（第24回） ここで、今示すのは最大クラスでこれ以上はあり得ないというも（第24回） 本報告の津波断層モデルは巨大地震の中でも最大クラスのもの想定したものである（第二次報告） 過去に起きたものとは全く独立にやって、南海の場合にはそういうものは起きていない（第42回） <p><記載の整理結果></p> <p>➔ 南海トラフの最大クラスモデルは、地震・津波の権威ある有識者が集ったうえで、当時の科学的知見の範囲でこれ以上ないものとして検討された。（i）</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➢（補足説明資料）p152 5-1内閣府の最大クラスの津波の波源モデル 検討概要 ➢（補足説明資料）p201 5-4①内閣府の最大クラスの津波想定の確認結果（まとめ） ➢（補足説明資料）p227 5-4②-1（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）） ➢（補足説明資料）p238 5-4①,②のまとめ ➢（補足説明資料）p239～241 5-4③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理 |
| | <p><議事録の記載></p> <ul style="list-style-type: none"> 堆積物そのものは、高さそのものを示しているわけではありませんが、そのところがちゃんと浸水するかどうか。浸水していなければ、きちんと浸水するという形に調整して、再現モデルをつくりたいと思います。（第6回） 津波については、先ほどの議論で、宝永もしくは安政というのが最近のもので見てほぼ最大クラスのもので、先ほど越智が言った、過去の事例を合わせる中で、その最大のものと思われるものが入っている。まずそれをきちんと再現しておこと。加えて、更に大きくなる要素がないかどうかを検討しておことという形で考えたいと思っています。（第6回） （過去地震資料について）数千年やったらやはり最大クラスの地震・津波を見ているのではないのでしょうか。これは数百年だったらわかるのですけれどもね。（中略）言いたいのは、現時点の資料で完璧に想定、再現できるかというところがまだまだ課題が残っているということ（第7回） 例えばこれ（再現モデル）を基本モデルとして、これは今までの以前の中央防災会議の津波評価のときのやり方に対応すると思うんですが、まず基本モデルの津波量を計算する。それに対してプラスαで浅部のプレート境界が大きくなる。すべり量をどうするか、深部と同じか、東日本みたいに2倍大きくするかは別として浅部がすべった場合というプラスα。更にプラスαで深部のところがすべった場合あるいはそれがいろんな場合にどうなるかというような、何か基本モデルを1つ最初に決めて、それにあとはプラスαになる部分をとうようにしないと、切りがないのかなと思います。（第11回） 堆積物のところは標高のところ2m足した形で資料を整理してございますが、大すべり域あるいは超大すべり域がない状況（すべり量が約10mのモデル）で計算したものがこれですと、おおむね過去の地震のものとはほぼ等価な高さになっております。（第14回） 非公開資料の一番最後のところで、従来2003年のときと今回の最大のものを比較した津波高の図がありますが、これをずらずらと見てみると、今回が大体3倍くらい大きくなっている（第14回） 今回の検討は、あくまでも現時点の科学的知見に基づいたものであり、今後の科学的知見の蓄積を踏まえて検証し、必要に応じて修正していくべきものである。このため、現時点では過去地震の知見も限られることから、古文書調査、津堆積物調査等の一層の促進を図り、南海トラフにおける巨大地震の全容を解明するための継続的な努力が必要である。（第二次報告） <p><記載の整理結果></p> <p>➔ 南海トラフの最大クラスモデルは、歴史記録、津波堆積物等に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して検討されており、2012年時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、結果として痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定された。（ii）</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➢（補足説明資料）p170 5-1②（参考）平均すべりモデルと既往津波との比較 ➢（補足説明資料）p171,172 5-1②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） ➢（補足説明資料）p198,199 5-4①内閣府の最大クラスの津波想定の確認 ➢（補足説明資料）p201 5-4①内閣府の最大クラスの津波想定の確認結果（まとめ） ➢（補足説明資料）p241 5-4③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） |

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認 （すべり量－ライズタイムの設定）

| 項目 | 内閣府の議事録の確認結果 | 当社の説明内容 |
|----------------|---|--|
| すべり量－ライズタイムの設定 | <p><議事録の記載></p> <ul style="list-style-type: none"> 南海トラフ沿いを考えるときに、やはり日本海溝と構造的に少し違うところがあって、例えば付加体が発達しているとか、していないとかありますね。分岐断層あるなしで、南海トラフ沿いにゆっくりとした津波地震を起こす必要はどこから出てくるのでしょうか。（第3回） もう一つはプレートの構造の観点からいきますと、構造自体が非常にもめているというか、西側のプレートあるいは陸側のプレートに比べると非常に複雑だということは、ある意味でプレート自体のプレート境界も含めた強度というのは、かなり弱いということもある可能性はあるかなと思っています。（第3回） 平均すべり量の2倍以上の領域を約2割としまして、そういうベースとなる想定津波波源域の中の約2割にそういうものを置く。それから更に浅いところで津波地震を発生するようなものは起こるとして、プレート境界面の断層と分岐断層を考えるという形のもの置いてあります。分岐断層とプレート境界面の浅部のものは同時に動かないという形で検討するというところでございます。（第11回） 南海トラフ沿いで沖合を津波地震が起こる領域をどうしようかという部分について、前回の資料のときにお見せしましたが、同じすべりですべらせてしまうと津波全体が小さくなるようなので、●●先生がされていたと思うのですが、トラフ側をプレート境界面上で動かすとすると、2倍ぐらいのすべり量にしないと全体が大きくなりやうだと。（第12回） 堆積物のところは標高のところ2m足した形で資料を整理してございますが、大すべり域あるいは超大すべり域がない状況（すべり量が約10mのモデル）で計算したものがこれですと、おおむね過去の地震のものとはほぼ等価な高さになっております。（第14回） 「津波断層モデル」は、大すべりその他を含めて東北地方太平洋沖地震と同じ程度のものであるということです。（第23回） 東北地方太平洋沖地震はこうだったけれども、南海トラフについては本当にトラフ軸付近がすべらない。（第25回） <p><記載の整理結果></p> <p>➔すべり量について、当初は、日本海溝と南海トラフとの構造的な違いを踏まえると東北沖と同等のすべり量まで考慮しなくても良いとの議論もあったが、津波高の想定が大きくなるように、結果として南海トラフの再現モデルのすべり量約10mを大きく上回る、東北沖と同等のすべり量約40mが設定された。(iii)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤（補足説明資料）p157～162 5-1①(6)すべり分布の設定 ➤（補足説明資料）p223 5-4②-1（南海トラフの浅部の破壊形態に関する知見） ➤（補足説明資料）p264 6-1(6)（浅部の破壊形態：内閣府(2012)による検討） ➤（補足説明資料）p303 6-2内閣府の最大クラスモデルの駿河湾内のすべり量設定の確認 ➤（補足説明資料）p315 6-3Ⅱ浅部の破壊形態に関する知見（まとめ） ➤（補足説明資料）p326 6-3④南海トラフと東北沖の浅部の構造の比較 ➤（補足説明資料）p331 6-3⑤南海トラフと東北沖のトラフ軸付近の物性の比較 ➤（補足説明資料）p333～351 6-4浅部の破壊形態 |
| | <p><議事録の記載></p> <ul style="list-style-type: none"> （断層すべりの）速度に関しましては非常にゆっくりだという仮定でやると非常に長く、滑り量を大きくしなければいけないので、その辺のトレードオフがある（第3回） （東北地方太平洋沖地震の津波を再現する津波断層モデルについて、）佐竹さんたちのver6.0を17ページに参考までに示しております。色合いが最終のところになってございませませんが、断面には（破壊開始から）大体210秒ぐらいで最新の動きになったという形になってございます。（第11回） 全体が1分でずると動いた、あるいは3分で動いた、10分で動いたというものを示したのが15ページからの資料になります。1分のもの、3分のもの21ページから、10分のもの24ページ、いずれにしろ、高くなるどころ、低くなるどころがありますが、技術的におおむねこのぐらいの差があるということで示せる（第17回） それぞれのケースごとに破壊開始点を決めて破壊していく様子で計算することにしました。破壊そのものは2.5km/秒でライズタイム1分としております。（第21回） 参考にライズタイムが他の解析でどうなっているのかということの資料をまとめておりますので、参考までに添付してございます。（第21回） <p><記載の整理結果></p> <p>➔ライズタイムについて、すべり量とライズタイムとはトレードオフの関係にあるとの議論もあったが、東北沖地震のライズタイムが数分程度であるのに対して、それより短い60秒に設定された。(iv)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤（補足説明資料）p205～220 5-4②-1（すべり量とライズタイムの組合せに関する知見） ➤（補足説明資料）p224 5-4②-1（南海トラフのライズタイムに関する知見） ➤（補足説明資料）p287～289 6-1(8)-3ライズタイムの設定 ➤（補足説明資料）p352～445 6-5ライズタイムの設定 |

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認 （不確かさ考慮）

| 項目 | 内閣府の議事録の確認結果 | 当社の説明内容 |
|--------|---|---|
| 不確かさ考慮 | <p><議事録の記載></p> <ul style="list-style-type: none"> • 全てを評価するという必要は恐らくないと思います。最大を考えればよくて、例えば高知にとっては東海地震が単独で起きた場合とか、東南海、いろんな組み合わせの中でも多分南海を想定すればいいでしょうし、逆に静岡の辺りでは東海を考えればいいというので、<u>全体を網羅したようなモデルを1個考えればいいのではないかと思います。余り複雑にせずなるべくシナリオを単純にする。</u>（第1回） • 面積については最大クラスのもの面積を考えようということだけで言っていたので、そこの中だけの最大ということで面積は決めましたね。（第13回） • 面積は最大クラスにすると非常に大きくしましたね。今度ここで応力降下量もまた1σにして、次も1σにしてということをごまかすかということについては、一度議論しておかないともう途方もなく大きなものをつくってしまって、（中略）それはどんどん現実から離れていってしまうようにも思う。（第13回） • <u>例えば面積はあり得る限りの最大を考えたのならば、ほかは平均値でいくとか、普通全部を大目でかけていくとあつという間に数倍になってしまいますので、あとは平均でもいいのではないか</u>（第13回） • <u>どこまで（不確かさの）掛け算をしていくか。最大クラスモデルは、余りに掛け算を大きい側でしてき過ぎている面は否定できないので、例えば標準モデルに対しての変動は最大クラスと比べればその中におさまっているから、というような言い方があとと良い。</u>（第20回） <p><記載の整理結果></p> <p>➔ 南海トラフ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を包絡する最大クラスの津波を想定したものであり、津波評価に影響の大きいパラメータを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの不確かさの影響を代表する方法で、不確かさが考慮された。（v）</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤（補足説明資料）p201 5-4①内閣府の最大クラスの津波想定の確認結果（まとめ） ➤（補足説明資料）p227 5-4②-1（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）） ➤（補足説明資料）p238 5-4①,②のまとめ ➤（補足説明資料）p239~241 5-4③内閣府の最大クラスモデルの波源設定の考え方の整理 ➤（補足説明資料）p244 5-4④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） ➤（補足説明資料）p246 5-4④基準津波の策定への反映（まとめ） ➤（補足説明資料）p253 5-4内閣府の最大クラスモデルの位置づけの再整理 まとめ |
| | <p><議事録の記載></p> <ul style="list-style-type: none"> • （海底地すべりについて、）確かに東北（沖地震）はそういう円弧滑り的なもので、正断層がその後、発達しているようなものが見えているので、そういう可能性はあると思うんです。（中略）ただ、（南海トラフの）<u>海底地形なども我々はよく調べてはいますが、可能性は勿論否定はできませんが、大規模というところで起こしているかという、なかなかそこは見えていないなというのがある。</u>（第6回） • 破壊開始点そのものが変わった場合どうなのか、それから、平均応力降下量がもう少し小さければどんな感じで見えるのかということ、それも併せて整理して掲載してございます（第16回） • （破壊開始点について、）同時に初期水位が全部あって、それから破壊したものと、真ん中から割れていったもの、東から割れていったもの、西から割れていったもの、それぞれ差がどのぐらいあるのかというヒストグラムを示したものです。似たような分布で、1～2mぐらいの差、比率にして、高さの大きいところはほとんど同じ（第17回） <p><記載の整理結果></p> <p>➔ 上記に関連して、破壊開始点の不確かさ、海底地すべりの組合せ等は、南海トラフの津波評価に与える影響が小さいことが議論された。（vi）</p> | <ul style="list-style-type: none"> ➤（補足説明資料）p18 2敷地周辺の津波痕跡高の調査結果 ➤（補足説明資料）p241 5-4③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） |

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

（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係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 | | 有識者の主な意見 |
|-------------------|------------|--|
| 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、<u>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</u>。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、<u>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</u>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"> ● <u>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。</u> ● <u>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</u>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"> ● <u>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</u>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"> ● <u>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。</u> ● （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。 |

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認 (まとめ)

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された過去全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

【内閣府の議事録の確認結果】

| 項目 | 議事録の整理結果 |
|-------------------|--|
| 内閣府の最大クラスモデルの位置付け | <ul style="list-style-type: none"> ● 南海トラフの最大クラスモデルは、地震・津波の権威ある有識者が集ったうえで、当時の科学的知見の範囲でこれ以上ないものとして検討された。(i) ● 南海トラフの最大クラスモデルは、歴史記録、津波堆積物等に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して検討されており、<u>2012年時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、結果として痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定された。</u>(ii) |
| すべり量 – ライズタイムの設定 | <ul style="list-style-type: none"> ● すべり量について、当初は、日本海溝と南海トラフとの構造的な違いを踏まえると東北沖と同等のすべり量まで考慮しなくても良いとの議論もあったが、津波高の想定が大きくなるように、結果として南海トラフの再現モデルのすべり量約10mを大きく上回る、東北沖と同等のすべり量約40mが設定された。(iii) ● ライズタイムについて、すべり量とライズタイムとはトレードオフの関係にあるとの議論もあったが、<u>東北沖地震のライズタイムが数分程度であるのに対して、それより短い60秒に設定された。</u>(iv) |
| 不確かさ考慮 | <ul style="list-style-type: none"> ● 南海トラフ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を包絡する最大クラスの津波を想定したものであり、津波評価に影響の大きいパラメータを非常に大きく設定することにより、その他のパラメータの不確かさの影響を代表する方法で、不確かさが考慮された。(v) ● 上記に関連して、<u>破壊開始点の不確かさ、海底地すべりの組合せ等は、南海トラフの津波評価に与える影響が小さいとの議論があった。</u>(vi) |

- ・内閣府による南海トラフの最大クラスの津波は、当時の科学的知見の範囲でこれ以上ない津波として、歴史記録および津波堆積物に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して検討されており、**2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、結果として当時確認されていた痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定された。**
- ・また、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想定する方針で検討されており、**すべり量等、津波評価に影響の大きいパラメータを非常に大きく設定することにより、破壊開始点等、その他のパラメータの不確かさ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※)で、不確かさが考慮された。**
- ・なお、上記の内容は、前回説明した当社の説明内容、および、有識者の主な意見とも整合している。

※ (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

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

- 2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された過去全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

- 南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

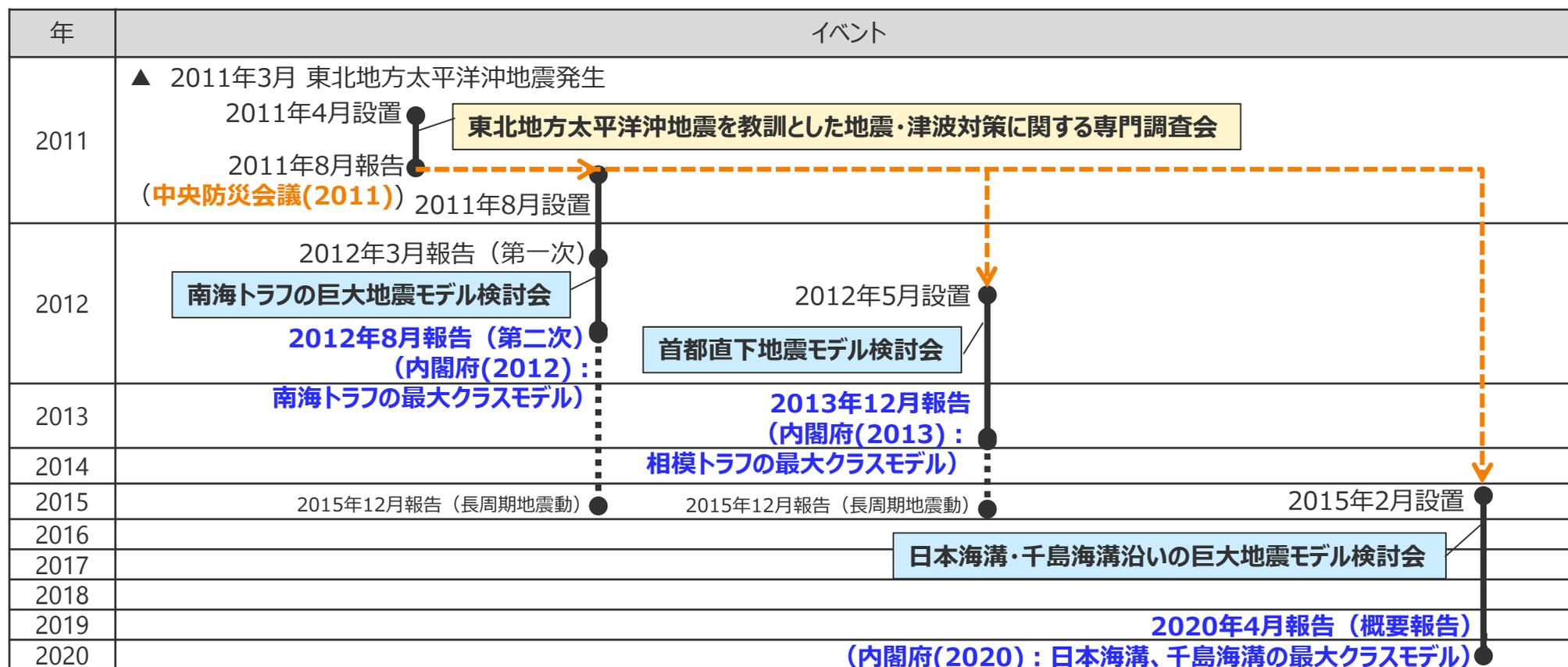
- プレート間地震の津波評価について、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、痕跡再現モデルおよびパラメータスタディとして設定した波源モデルについて、その妥当性を再確認した。

- 以上を踏まえて、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要性、および、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）をプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要性を検討した。

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認 （検討方針）

- 我が国では、2011年の東北沖地震以降、「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」の報告（中央防災会議(2011)）に基づき、南海トラフ、相模トラフ、日本海溝・千島海溝において最大クラスの津波想定が行われている（内閣府(2012,2013,2020)）。
- ここでは、2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。

内閣府による最大クラスの津波想定の間緯



②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認 （内閣府による最大クラスの津波想定の方）

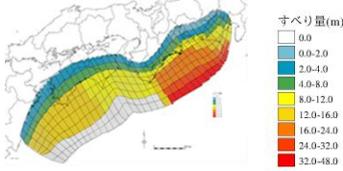
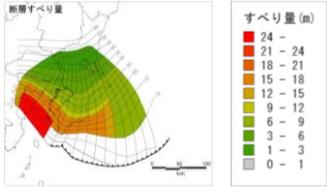
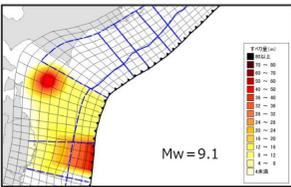
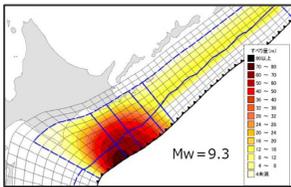
- 中央防災会議(2011)によると、最大クラスの津波は、あらゆる可能性を考慮した津波として、超長期にわたる津波堆積物調査等をもとにして設定されるとされている。
- 内閣府による各海域の最大クラスの津波は、中央防災会議(2011)による最大クラスの津波想定の方々に従い、その時点の最新の科学的知見に基づきあらゆる可能性を考慮した津波として、津波堆積物等に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して想定されている。

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(中央防災会議(2011))

- ・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である。
- ・最大クラスの津波は、超長期にわたる津波堆積物調査や地殻変動の観測等をもとにして設定され、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす津波である。
- ・対象地震・津波を想定するためには、できるだけ過去に遡って地震・津波の発生等をより正確に調査し、古文書等の史料の分析、津波堆積物調査、海岸地形等の調査などの科学的知見に基づく調査を進めることが必要である。



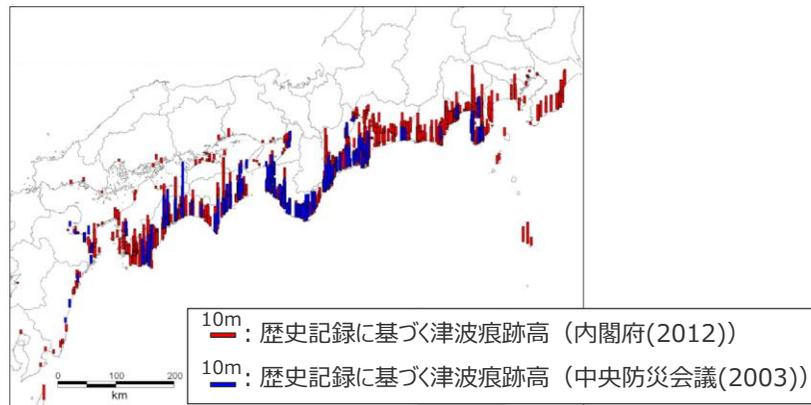
南海トラフ、相模トラフ、日本海溝・千島海溝の最大クラスモデル（内閣府(2012,2013,2020)を基に作成）

| 項目 | 南海トラフ | 相模トラフ | 日本海溝・千島海溝 | |
|--------------|--|---|---|---|
| | 内閣府(2012) 南海トラフの巨大地震モデル検討会第二次報告（2012年8月） | 内閣府(2013) 首都直下地震モデル検討会報告（2013年12月） | 内閣府(2020) 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会概要報告（2020年4月） | |
| 波源モデル |  <p>すべり量(m) 0.0 0.0-2.0 2.0-4.0 4.0-8.0 8.0-12.0 12.0-16.0 16.0-24.0 24.0-32.0 32.0-48.0</p> <p>(ケース①(駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域を設定))</p> |  <p>すべり量(m) 24 - 24 21 - 24 18 - 21 15 - 18 12 - 15 9 - 12 6 - 9 3 - 6 1 - 3 0 - 1</p> <p>(ケース 1 (西側モデル))</p> |  <p>Mw=9.1</p> <p>(日本海溝モデル)</p> |  <p>Mw=9.3</p> <p>(千島海溝モデル)</p> |
| 最大クラスの津波想定の方 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 中央防災会議(2011)による最大クラスの津波想定の方々に従い、その時点の最新の科学的知見に基づきあらゆる可能性を考慮した津波として、歴史記録、津波堆積物等に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して想定。 | | | |

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

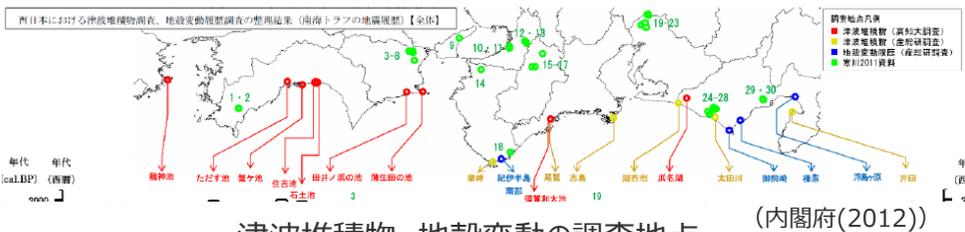
（内閣府による過去地震資料の調査）

- 内閣府が最大クラスの津波想定にあたり調査した各海域の過去地震資料は、以下のとおり。
- 南海トラフの過去地震資料の調査結果（2012年時点）では、歴史記録の資料は豊富であるが、津波堆積物等の調査資料については「現時点では、津波堆積物等の調査が行われている地点数は必ずしも十分ではない」とされている。
- 2020年時点までの津波堆積物の調査資料の拡充によって、日本海溝・千島海溝の過去地震資料の調査結果（2020年時点）では、過去に、同程度の巨大津波が数百年間隔で繰り返し発生していたことが確認されており、津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされている。



（内閣府(2012)を基に作成）

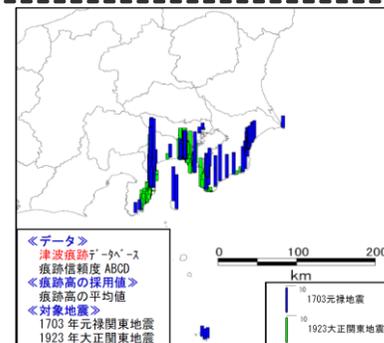
歴史記録による痕跡高の調査結果



内閣府(2012)

- ・ 津波については、津波高を過去地震毎に明らかにしようとすれば、現時点では古文書資料において信頼性が確認されているものに依らざるを得ないが、津波堆積物調査等を活用することによって、古文書資料からは明らかにできない過去の津波についてもそのおおよその大きさを比較することができる。
- ・ **現時点で津波堆積物等の調査が行われている地点数は必ずしも十分ではなく、今後、より多くの地点で調査が行われる必要がある。**
- ・ 今回の検討は、あくまでも現時点の科学的知見に基づいたものであり、今後の科学的知見の蓄積を踏まえて検証し、必要に応じて修正していくべきものである。

南海トラフの過去地震資料の調査結果（2012年時点）



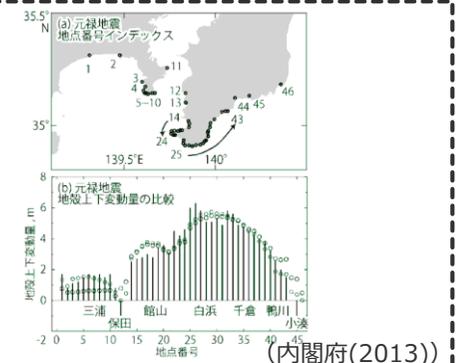
（内閣府(2013)）

歴史記録による痕跡高の結果

内閣府(2013)

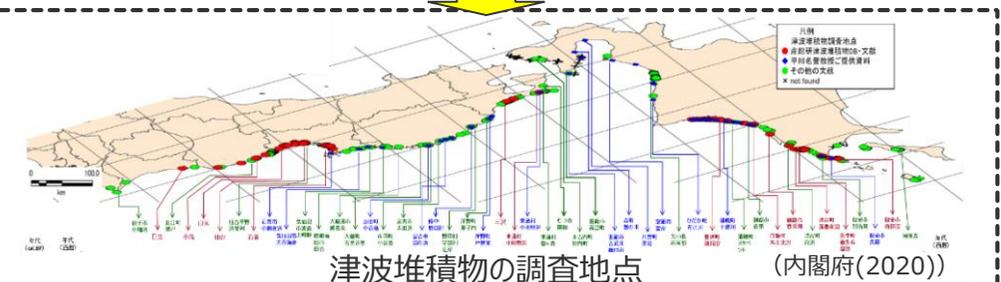
- ・ **津波堆積物等の地質調査資料についても、更なる調査が必要とされている南海トラフに比べてまだ少なく、今後の課題となっている。**

相模トラフの過去地震資料の調査結果（2013年時点）



（内閣府(2013)）

地殻変動の調査結果



内閣府(2020)

- ・ 宮城県等の沿岸域での過去3千年間の津波堆積物の調査資料から、東北地方太平洋沖地震と同程度の巨大な津波は、550~600年間隔で5回発生していることを示している。他の地域でも、これと同程度の発生頻度で最大クラスの津波が発生しているとなると、過去3千年以上の津波堆積物の調査資料から、その間に発生した最大クラスの津波を推定できることを示唆する。

日本海溝・千島海溝の過去地震資料の調査結果（2020年時点）

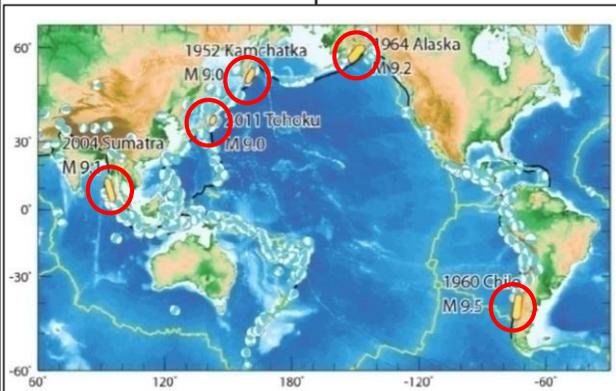
②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

（参考：国内外の巨大地震の発生領域における津波堆積物調査）

- 超長期にわたる津波堆積物の調査資料等から、東北沖や南海トラフを含む国内外の巨大地震の発生領域では、過去に、同程度の巨大津波が数百年間隔で繰り返し発生していたことが確認されている。

国内外の巨大地震の発生領域における津波堆積物調査結果

| 地域名 | | チリ南部 バルディビア沖 | アラスカ州沖 | スマトラ島沖 ～アンダマン諸島 | カムチャツカ半島沖 | 岩手県沖～茨城県沖 | 南海トラフ (駿河湾～日向灘沖) |
|-------------|----|---|---|--|---|--|--|
| M9クラスの地震 | 名称 | 1960年チリ地震 | 1964年アラスカ地震 | 2004年スマトラ島沖地震 | 1952年カムチャツカ地震 | 2011年東北沖地震 | 1707年宝永地震(既往最大) |
| | Mw | Mw 9.5 | Mw 9.2 | Mw 9.1 | Mw 9.0 | Mw 9.0 | M8.6 |
| 津波堆積物調査等の結果 | | <ul style="list-style-type: none"> 歴史記録の調査により、1575年、1737年、1837年に巨大地震の発生が確認されている。このうち、1575年の地震が、最も広範囲での揺れと大きい津波、地殻の沈降を伴っており、1960年の地震によく似ていたとされている。(Cisternasほか(2006)) 津波堆積物の調査により、1960年の地震を含む合計8回分の地震・津波の痕跡が確認されており、最も古いイベントは、2,000年前頃であり、平均で約300年間隔の巨大地震の記録とされている。(Cisternasほか(2006)) | <ul style="list-style-type: none"> 海岸段丘の調査により、約900年前と約1,500年前に1964年の地震による隆起と同様の隆起をもたらした地震の発生が推定されている。(Shennan et al. (2009)) | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物の調査等により、10世紀頃と15世紀頃に、2004年の地震と同様の震源域の巨大地震の発生が推定されている。(Rajendran(2013)、藤野(2013)) | <ul style="list-style-type: none"> 歴史記録の調査により、1737年に大津波の発生が確認されている。(Pinegina et al. (2003)) 津波堆積物の調査により、約1kmの浸水距離を持つ5mより高い津波が過去3,000年間で1,000年当たり平均12回発生していること、10kmの浸水距離をもつ高さ約30mの津波が、約1,000年毎に1回発生していることが推定されている。(Pinegina et al. (2003)) | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物の調査により、過去2,500年間で4回の巨大津波による津波堆積物が確認されており、400～800年間隔で2011年の地震のような広い浸水域をもたらす巨大地震の発生が推定されている。(文部科学省(2010)、地震調査委員会(2011)) | <ul style="list-style-type: none"> 南海トラフの沿岸域における過去約1,400年間の歴史記録及び過去約5,000年間の津波堆積物調査等から地震履歴が確認されている。 「M8級の大地震」が100～200年間隔で繰り返し発生している。 これら繰り返し発生している地震の中でも津波が大きい「宝永地震クラスの巨大地震」が、300～600年間隔で発生している。(地震調査委員会(2013)) |



(佐竹(2013)を基に作成)

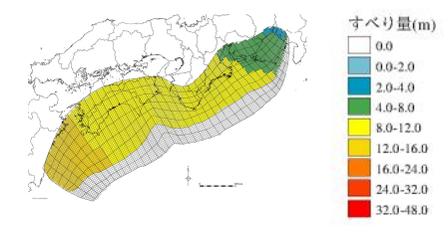
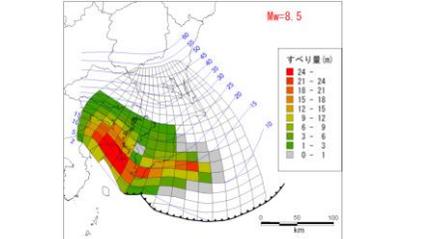
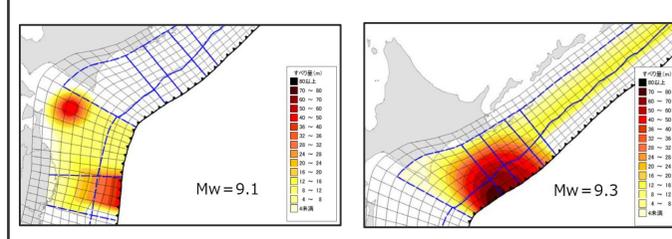
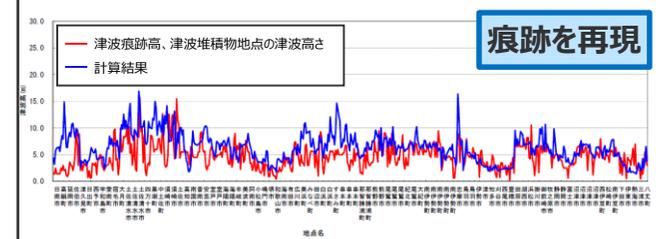
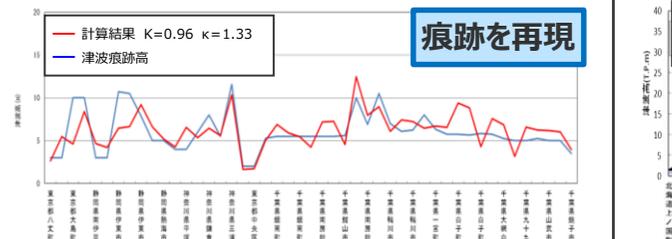
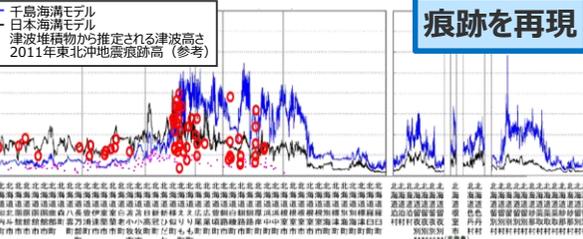
国内外の巨大地震の発生領域

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

（内閣府による痕跡再現モデル）

- 内閣府が最大クラスの津波想定にあたり検討した痕跡再現モデルは、以下のとおり。
- 痕跡再現モデルは、確認されている歴史記録、津波堆積物全ての痕跡高を、それが堆積した年代に関わらず、一つの波源モデルで説明できるように設定されている。

南海トラフ、相模トラフ、日本海溝・千島海溝の痕跡再現モデル（内閣府(2012,2013,2020)を基に作成）

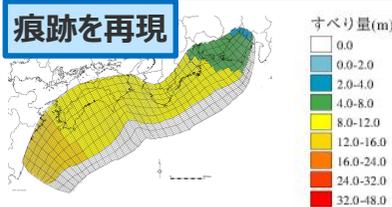
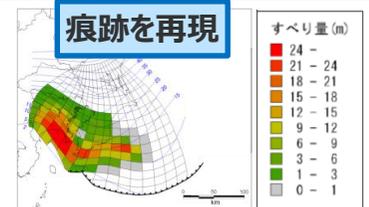
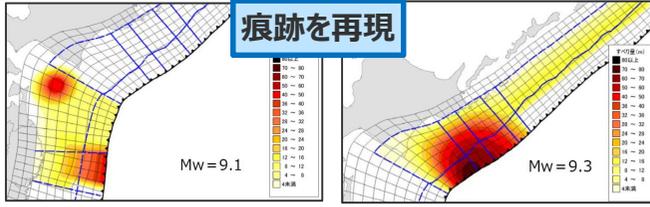
| 項目 | 南海トラフ | 相模トラフ | 日本海溝・千島海溝 |
|------------|--|--|--|
| | 内閣府(2012) 南海トラフの巨大地震モデル検討会第二次報告（2012年8月） | 内閣府(2013) 首都直下地震モデル検討会報告（2013年12月） | 内閣府(2020) 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会概要報告（2020年4月） |
| 波源モデルの設定方法 | <ul style="list-style-type: none"> 確認されている歴史記録、津波堆積物全ての痕跡高を、それが記録・堆積した年代に関わらず、一つの波源モデルで説明できるように設定 平均応力降下量を3MPaとした地震の規模に関する相似則に基づく特性化モデルとして設定 | <ul style="list-style-type: none"> 確認されている元禄関東地震タイプの地震の歴史記録の痕跡高、地殻変動を説明できるように設定※ 津波インバージョンに基づく、インバージョンモデルとして設定 ※相模トラフについては、1703年以前の元禄関東地震タイプの記録はほとんど確認されていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 確認されている津波堆積物全ての痕跡高を、それが堆積した年代に関わらず、一つの波源モデルで説明できるように設定 津波インバージョンに基づく、インバージョンモデルとして設定 |
| 波源モデル |  <p>すべり量(m)</p> <p>(南海トラフの痕跡再現モデル)</p> |  <p>Mw=8.5</p> <p>(元禄関東地震タイプの痕跡再現モデル)</p> |  <p>Mw=9.1</p> <p>Mw=9.3</p> <p>(日本海溝モデル) (千島海溝モデル)</p> |
| 痕跡高との比較結果 |  <p>痕跡を再現</p> <p>・津波堆積物から推定される津波高さは、津波堆積物地点の標高+2m。</p> |  <p>痕跡を再現</p> <p>計算結果 $K=0.96$ $\kappa=1.33$</p> |  <p>痕跡を再現</p> <p>・津波堆積物から推定される津波高さは、内閣府(2020)に記載の文献に基づき、津波堆積物地点の標高+2mとして追記。</p> |
| 備考 | <ul style="list-style-type: none"> 現時点で津波堆積物等の調査が行われている地点数は必ずしも十分ではなく、今後、より多くの地点で調査が行われる必要がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物等の地質調査資料についても、更なる調査が必要とされている南海トラフに比べてまだ少なく、今後の課題。 | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物の調査資料から、その間に発生した最大クラスの津波を推定できる。 |

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

（内閣府の最大クラスモデルの波源設定）

- 最大クラスの津波は、「津波堆積物調査等をもとにして設定される」とされる（中央防災会議（2011））が、南海トラフの最大クラスの津波は、2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、結果として痕跡再現モデルに対して4倍のすべり量が設定された。
- 2020年時点までの津波堆積物の調査資料の拡充によって、後に公表された海域の最大クラスモデルほど痕跡再現モデルとの違いは小さく、日本海溝・千島海溝では、痕跡再現モデルが最大クラスモデルとして設定されている。

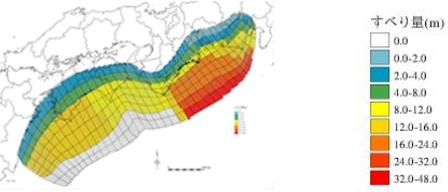
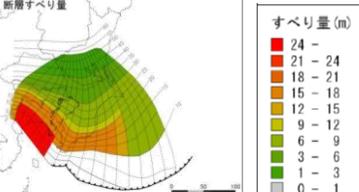
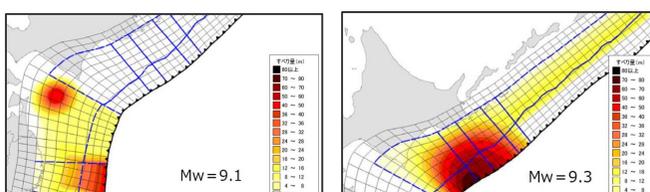
南海トラフ、相模トラフ、日本海溝・千島海溝の各モデルのすべり量設定（内閣府(2012,2013,2020)を基に作成）

| 項目 | 南海トラフ | 相模トラフ | 日本海溝・千島海溝 |
|----------------|--|--|---|
| | 内閣府(2012) 南海トラフの巨大地震モデル検討会第二次報告（2012年8月） | 内閣府(2013) 首都直下地震モデル検討会報告（2013年12月） | 内閣府(2020) 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会概要報告（2020年4月） |
| 痕跡再現モデルの設定方法 | ・確認されている歴史記録、津波堆積物全ての痕跡高を、それが記録・堆積した年代に関わらず、一つの波源モデルで説明できるように設定 | ・確認されている元禄関東地震タイプの地震の歴史記録の痕跡高、地殻変動を説明できるように設定 | ・確認されている津波堆積物全ての痕跡高を、それが堆積した年代に関わらず、一つの波源モデルで説明できるように設定 |
| 痕跡再現モデルのすべり量設定 |  <p>（南海トラフの痕跡再現モデル）</p> |  <p>（元禄関東地震タイプの痕跡再現モデル）</p> |  <p>（日本海溝モデル） （千島海溝モデル）</p> |
| 備考 | ・現時点で津波堆積物等の調査が行われている地点数は必ずしも十分ではなく、今後、より多くの地点で調査が行われる必要がある。 | ・津波堆積物等の地質調査資料についても、更なる調査が必要とされている南海トラフに比べてまだ少なく、今後の課題。 | ・津波堆積物の調査資料から、その間に発生した最大クラスの津波を推定できる。 |

痕跡再現モデルに対してすべり量を増大*
（すべり量を4倍）

痕跡再現モデルに対して相似則を適用して設定
（すべり量を約1.2倍）

痕跡再現モデルを最大クラスモデルとして設定
（すべり量は1倍）

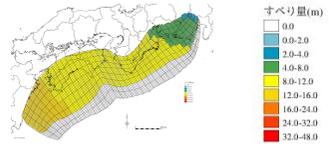
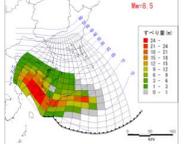
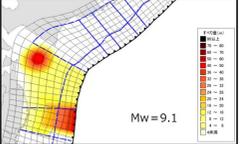
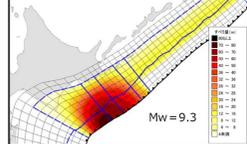
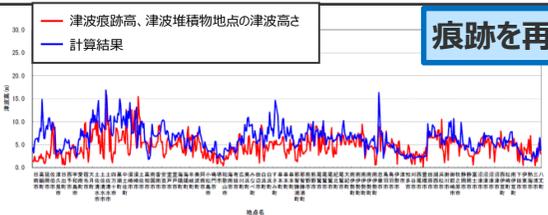
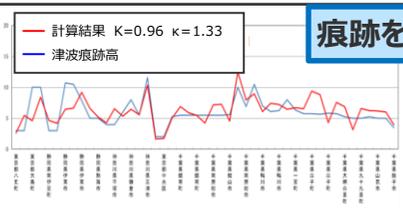
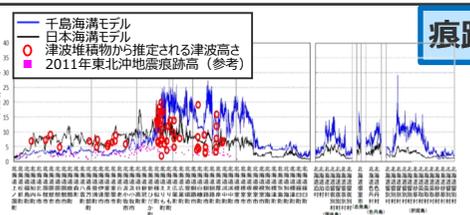
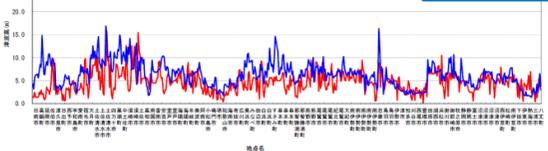
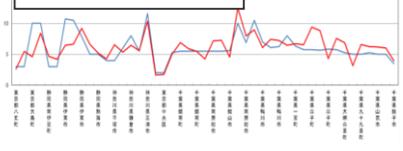
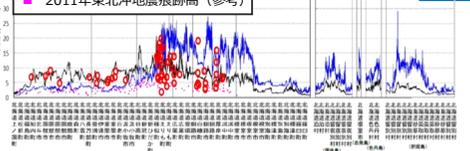
| | | | |
|-----------------|---|---|---|
| 最大クラスモデルのすべり量設定 |  <p>（ケース①（駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域を設定））</p> |  <p>（ケース1（西側モデル））</p> |  <p>（日本海溝モデル） （千島海溝モデル）</p> |
|-----------------|---|---|---|

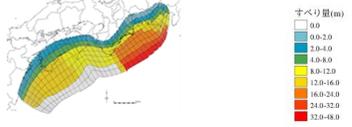
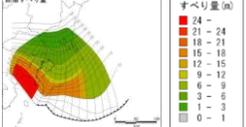
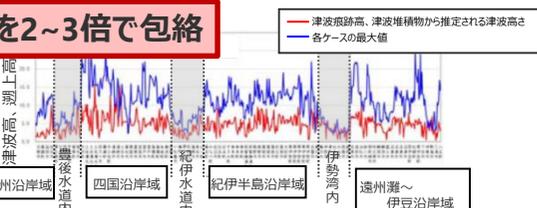
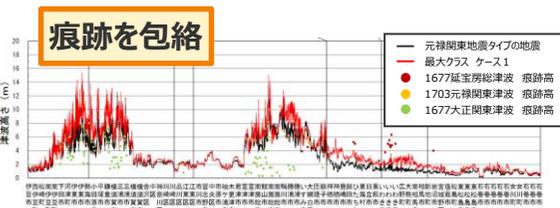
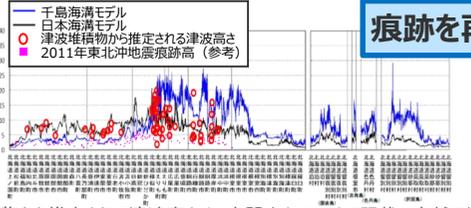
※内閣府の検討会におけるすべり量設定の議論はp.15を参照

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認 （内閣府の最大クラスモデルの津波高と痕跡高との比較）

■ 南海トラフの最大クラスの津波は、2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、確認されている痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定されたが、2020年時点までの津波堆積物の調査資料の拡充によって、後に公表された海域の最大クラスの津波ほど痕跡との違いは小さく、日本海溝・千島海溝では、確認されている全ての痕跡高を再現する津波が最大クラスの津波として想定されている。

南海トラフ、相模トラフ、日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの比較（内閣府(2012,2013,2020)を基に作成）

| 項目 | 南海トラフ | 相模トラフ | 日本海溝・千島海溝 |
|---------|--|--|--|
| | 内閣府(2012) 南海トラフの巨大地震モデル検討会第二次報告（2012年8月） | 内閣府(2013) 首都直下地震モデル検討会報告（2013年12月） | 内閣府(2020) 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会概要報告（2020年4月） |
| 波源モデル |  (南海トラフの痕跡再現モデル) |  (元禄関東地震タイプの痕跡再現モデル) |   (日本海溝モデル) (千島海溝モデル) |
| 痕跡再現モデル |  痕跡を再現 |  痕跡を再現 |  痕跡を再現 |
| 痕跡高との比較 |  |  |  |
| 備考 | ・現時点で津波堆積物等の調査が行われている地点数は必ずしも十分ではなく、今後、より多くの地点で調査が行われる必要がある。 | ・津波堆積物等の地質調査資料についても、更なる調査が必要とされている南海トラフに比べてまだ少なく、今後の課題。 | ・津波堆積物の調査資料から、その間に発生した最大クラスの津波を推定できる。 |

| 項目 | 南海トラフ | 相模トラフ | 日本海溝・千島海溝 |
|---------|--|---|---|
| | 波源モデル |  (ケース①(駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域を設定)) |  (ケース1(西側モデル)) |
| 痕跡高との比較 |  痕跡を2～3倍で包絡 津波堆積物から推定される津波高さは、津波堆積物地点の標高+2m。 |  痕跡を包絡 |  痕跡を再現 ・津波堆積物から推定される津波高さは、内閣府(2020)に記載の文献に基づき、津波堆積物地点の標高+2mとして追記。 |

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

（確認結果まとめ）

■ 2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。



- 内閣府による各海域の最大クラスの津波は、南海トラフの最大クラスの津波と同様、その時点の最新の科学的知見に基づきあらゆる可能性を考慮した津波として、歴史記録・津波堆積物等に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して想定されている。
- 内閣府(2012)による南海トラフの最大クラスの津波は、2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、確認されている全ての痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定されたが、**2020年時点までの津波堆積物の調査資料の拡充によって、内閣府(2020)では、津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされ、日本海溝・千島海溝で確認されている全ての痕跡高を再現する津波が日本海溝・千島海溝の最大クラスの津波として想定されている。**

南海トラフ、相模トラフ、日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの比較（内閣府(2012,2013,2020)を基に作成）

| 項目 | 南海トラフ | 相模トラフ | 日本海溝・千島海溝 | |
|--------------------|--|--|--|------------------|
| | 内閣府(2012) 南海トラフの巨大地震モデル検討会第二次報告（2012年8月） | 内閣府(2013) 首都直下地震モデル検討会報告（2013年12月） | 内閣府(2020) 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会概要報告（2020年4月） | |
| 波源モデル | <p>(ケース①(駿河湾～紀伊半島沖に大すべり域を設定))</p> | <p>(ケース1(西側モデル))</p> | <p>(日本海溝モデル)</p> | <p>(千島海溝モデル)</p> |
| 最大クラスの津波想定 の考え方 | <ul style="list-style-type: none"> その時点の最新の科学的知見に基づきあらゆる可能性を考慮した津波として、歴史記録および津波堆積物に基づく痕跡高やその再現モデルと比較して想定。 | | | |
| 過去地震資料 | <ul style="list-style-type: none"> 現時点で津波堆積物等の調査が行われている地点数は必ずしも十分ではなく、今後、より多くの地点で調査が行われる必要がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物等の地質調査資料についても、更なる調査が必要とされている南海トラフに比べてまだ少なく、今後の課題。 | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物の調査資料から、その間に発生した最大クラスの津波を推定できる。 | |
| 想定津波高 | <ul style="list-style-type: none"> 歴史記録の痕跡高および津波堆積物から推定される津波高を2～3倍程度で包絡 | <ul style="list-style-type: none"> 歴史記録の痕跡高を包絡（・地殻変動記録を包絡） | <ul style="list-style-type: none"> 津波堆積物から推定される津波高を再現 | |

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

- 2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された過去全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

- 南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

- プレート間地震の津波評価について、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、痕跡再現モデルおよびパラメータスタディとして設定した波源モデルについて、その妥当性を再確認した。

- 以上を踏まえて、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要性、および、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）をプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要性を検討した。

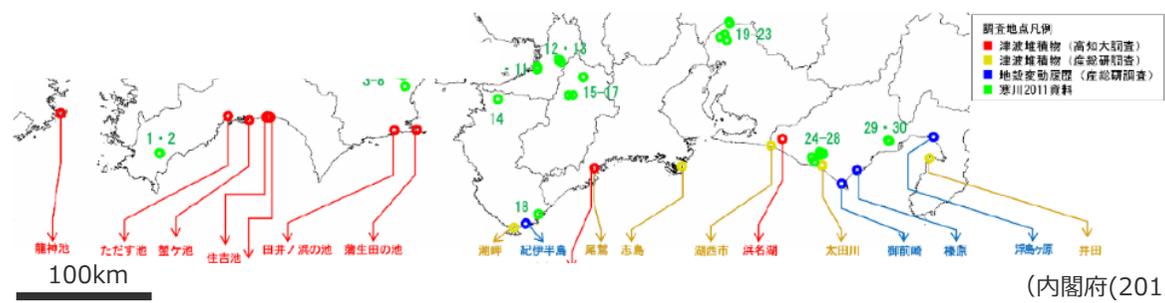
③ 南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

（検討方針）

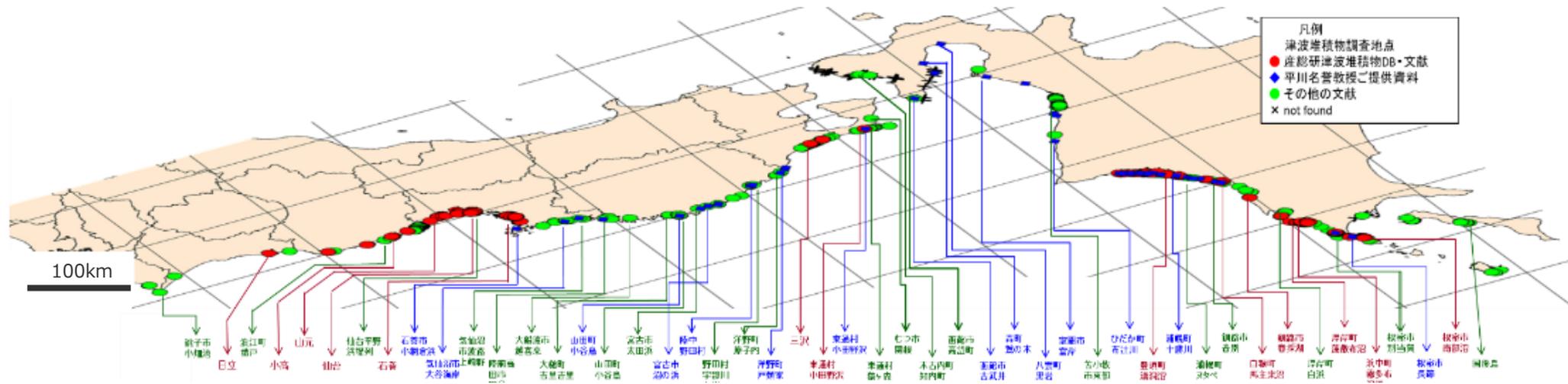
■ 南海トラフの最大クラスの津波は、2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、確認されている痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定されたが、2020年時点までの津波堆積物の調査資料の拡充によって、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされている。



南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。



内閣府(2012)が確認した南海トラフ沿岸域の津波堆積物調査の箇所



内閣府(2020)が確認した日本海溝・千島海溝沿岸域の津波堆積物調査の箇所

③ 南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理 （南海トラフ沿岸域における津波堆積物調査等の箇所）

- 2020年までの南海トラフの津波堆積物調査等の箇所について、内閣府(2012)が確認した箇所と比較した結果は、以下のとおり。
- 南海トラフの沿岸域においても、津波堆積物調査が進展し、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されている。



内閣府(2012)が確認した南海トラフ沿岸域の津波堆積物調査等の箇所



2020年時点までの南海トラフ沿岸域の津波堆積物調査等の箇所

内閣府(2012)が確認した津波堆積物調査等の箇所

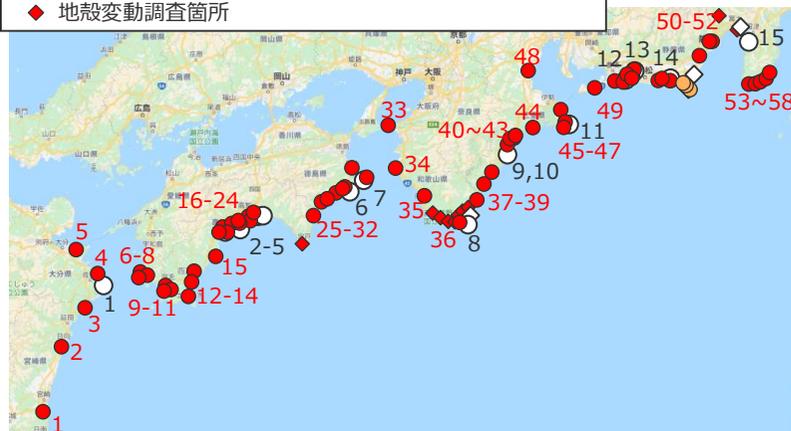
- 津波堆積物調査箇所
- ◇ 地殻変動調査箇所

2020年時点までに実施されたその他の津波堆積物調査等の箇所

- 津波堆積物調査箇所
- (● そのうち、当社による調査箇所)
- ◆ 地殻変動調査箇所

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理 (2020年時点までの津波堆積物調査等に関する文献)

- 内閣府(2012)が確認した津波堆積物調査等の箇所
- 津波堆積物調査箇所
 - ◇ 地殻変動調査箇所
- 2020年時点までに実施されたその他の津波堆積物調査等の箇所
- 津波堆積物調査箇所
 - (●) そのうち、当社による調査箇所
 - ◆ 地殻変動調査箇所



内閣府(2012)が確認した
津波堆積物調査等に関する文献

| No. | 箇所名 | 出典 |
|-----|--------|-----------|
| 1 | 龍神池 | 内閣府(2012) |
| 2 | ただす池 | 内閣府(2012) |
| 3 | 蟹ヶ池 | 内閣府(2012) |
| 4 | 住吉池 | 内閣府(2012) |
| 5 | 石土池 | 内閣府(2012) |
| 6 | 田井ノ浜の池 | 内閣府(2012) |
| 7 | 浦生田の池 | 内閣府(2012) |
| 8 | 潮岬 | 内閣府(2012) |
| 9 | 須賀利大池 | 内閣府(2012) |
| 10 | 尾鷲 | 内閣府(2012) |
| 11 | 志島 | 内閣府(2012) |
| 12 | 湖西市 | 内閣府(2012) |
| 13 | 浜名湖 | 内閣府(2012) |
| 14 | 太田川 | 内閣府(2012) |
| 15 | 井田 | 内閣府(2012) |

2020年時点までに実施されたその他の津波堆積物調査等に関する文献

| No. | 箇所名 | 出典 |
|-----|---------|---------------------|
| 1 | 宮崎平野 | Niwa et al. (2019) |
| 2 | 日向市財光寺 | 南海トラフプロジェクト報告(2018) |
| 3 | 波当津 | 岡村・松岡(2012) |
| 4 | 六反池 | 岡村・松岡(2012) |
| 5 | 横尾貝塚 | 藤原ほか(2010) |
| 6 | 荒檜の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 7 | 魚神山の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 8 | 須ノ川の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 9 | 池島 | 岡村・松岡(2012) |
| 10 | 大深浦の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 11 | 西片島調整池 | 岡村・松岡(2012) |
| 12 | 土佐清水市和田 | 南海トラフプロジェクト報告(2019) |
| 13 | 黒潮町下田の口 | 南海トラフプロジェクト報告(2017) |
| 14 | 黒潮町入野 | 南海トラフプロジェクト報告(2018) |
| 15 | 興津低地 | 谷川ほか(2017) |
| 16 | 須崎市池ノ内 | 南海トラフプロジェクト報告(2019) |
| 17 | 桐間調整池 | 都司ほか(2003) |
| 18 | 高知市春野町 | 南海トラフプロジェクト報告(2019) |
| 19 | 野見 | 岡村・松岡(2012) |
| 20 | 宇佐 | 岡村・松岡(2012) |
| 21 | 小松池 | 岡村・松岡(2012) |
| 22 | 東孕の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 23 | 絶海池 | 岡村・松岡(2012) |
| 24 | 南国市十市 | 南海トラフプロジェクト報告(2017) |
| 25 | 東洋町生見 | 南海トラフプロジェクト報告(2017) |
| 26 | 海老ヶ池 | 岡村・松岡(2012) |
| 27 | 海部郡牟岐町 | 南海トラフプロジェクト報告(2018) |
| 28 | 恵比須の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 29 | 由宇の池 | 岡村・松岡(2012) |

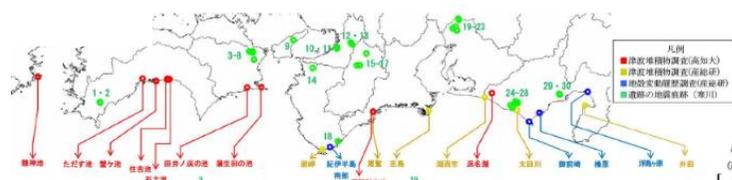
| No. | 箇所名 | 出典 |
|-----|---------|-----------------------|
| 30 | 海部郡美波町 | 南海トラフプロジェクト報告(2018) |
| 31 | 阿南市伊島 | 南海トラフプロジェクト報告(2016) |
| 32 | 睨町の池 | 岡村・松岡(2012) |
| 33 | 友ヶ島深蛇池 | 七山ほか(2002) |
| 34 | 日高町 | 小松原ほか(2007) |
| 35 | 内之浦 | 原口ほか(2008) |
| 36 | 古座高校校庭 | 南海トラフプロジェクト報告(2016) |
| 37 | 紀伊佐野 | 小松原ほか(2007) |
| 38 | 阿田和 | 小松原ほか(2007) |
| 39 | 志原 | 小松原ほか(2007) |
| 40 | 諏訪池 | 岡村・松岡(2012) |
| 41 | 大白池 | 岡村・松岡(2012) |
| 42 | 海野 | 小松原ほか(2007) |
| 43 | 片上池 | 小松原ほか(2007) |
| 44 | コガレ池 | 南海トラフプロジェクト報告(2019) |
| 45 | 国府 | 小松原ほか(2007) |
| 46 | 船越池 | 小松原ほか(2007) |
| 47 | 相差 | Garrett et al. (2016) |
| 48 | 津市河芸町 | 松本(2017) |
| 49 | 池尻町 | 阿部・白井(2013) |
| 50 | 焼津 | Kitamura(2016) |
| 51 | 大谷低地 | Garrett et al. (2016) |
| 52 | 清水平野 | Kitamura(2016) |
| 53 | 南伊豆町入間 | 藤原ほか(2009) |
| 54 | 南伊豆町弓ヶ浜 | Kitamura(2016) |
| 55 | 下田市吉佐美 | Kitamura(2016) |
| 56 | 下田市稲生沢川 | Kitamura(2016) |
| 57 | 下田市白浜海岸 | Kitamura(2016) |
| 58 | 河津 | 北村ほか(2018) |

・なお、遠州灘沿岸域の津波堆積物調査等の箇所（当社によるものを含め、計14箇所）は、この頁には掲載しておらず、別途整理した。

③ 南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

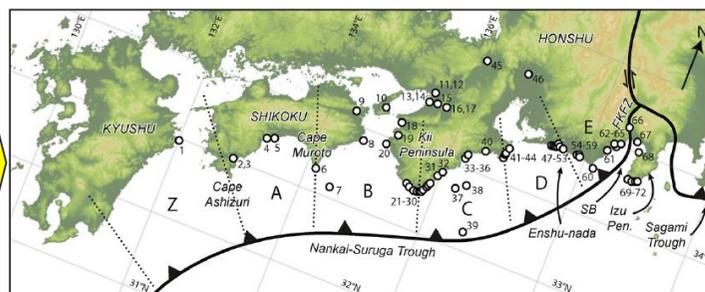
（南海トラフの津波堆積物の調査資料から確認されている津波）

- 内閣府(2012)と同時期に公表された地震調査委員会(2013)では、当時の南海トラフの沿岸域の津波堆積物調査に基づき、宝永地震と同程度の巨大地震が数百年間隔で繰り返し発生しているとされ、最大クラスの地震が発生した証拠は見つからないとされていた。
 - その後のGarrett et al. (2016)、南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト(2020)によれば、南海トラフの沿岸域の津波堆積物調査が進展し、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充された結果、南海トラフのいずれの地域においても、他海域と同様、同規模の津波が数百年間隔で繰り返し発生していたことを示す津波堆積物が確認され、最大クラスの津波が発生した証拠は見つかっていないとされている。
- ➡南海トラフの全域において最大クラスの津波の痕跡を見逃しているとは考えにくいことから、南海トラフでは、過去に最大クラスの津波は発生していないと考えられる。



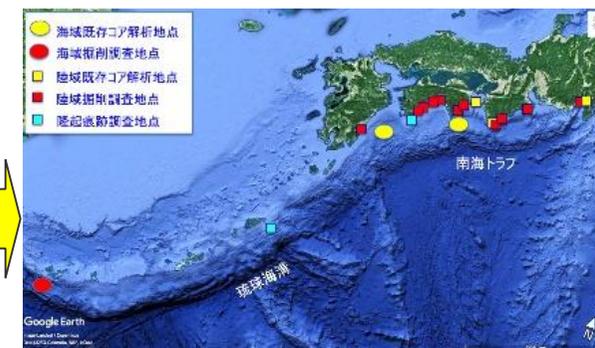
(地震調査委員会(2013))

地震調査委員会(2013)が確認した
津波堆積物調査等の箇所



(Garrett et al. (2016))

Garrett et al. (2016)が確認した
津波堆積物調査等の箇所



(南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト(2020))

南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト
(2020) が確認した津波堆積物調査等
の箇所

地震調査委員会(2013)

- ・ 南海トラフの沿岸域における過去約1,400年間の歴史記録及び過去約5,000年間の津波堆積物調査等から、地震履歴について分析。
- ・ プレート境界に蓄積されたひずみを解放する大地震が、100~200年間隔で繰り返し発生している。これら繰り返し発生している地震の中でも規模の大きい1707年宝永地震と同程度の巨大地震が、300~600年間隔で発生している。津波堆積物調査等からは、「最大クラスの地震」が発生した証拠は見つかっていない。

Garret et al. (2016)

- ・ 南海トラフの過去地震に関する地質データ（湖沼や低地の津波堆積物の他、海岸段丘や生物相、海中・湖水内のタービダイト、液状化痕を含む）について、70以上の地点に関する75文献を分析。
- ・ 1707年宝永地震は沈み込み帯全域を破壊しており、1361年正平地震と684年天武地震の地震規模は宝永地震と同規模と推定される。それらの間の地震は、規模が小さく多様性がある。
- ・ 現在のところ、違った地震や津波の相対的な規模を模索する研究は少数あるものの、1707年宝永地震より大きな地震規模と広い浸水域を持つ地震が発生したとする地質学的証拠は見つかっていない。

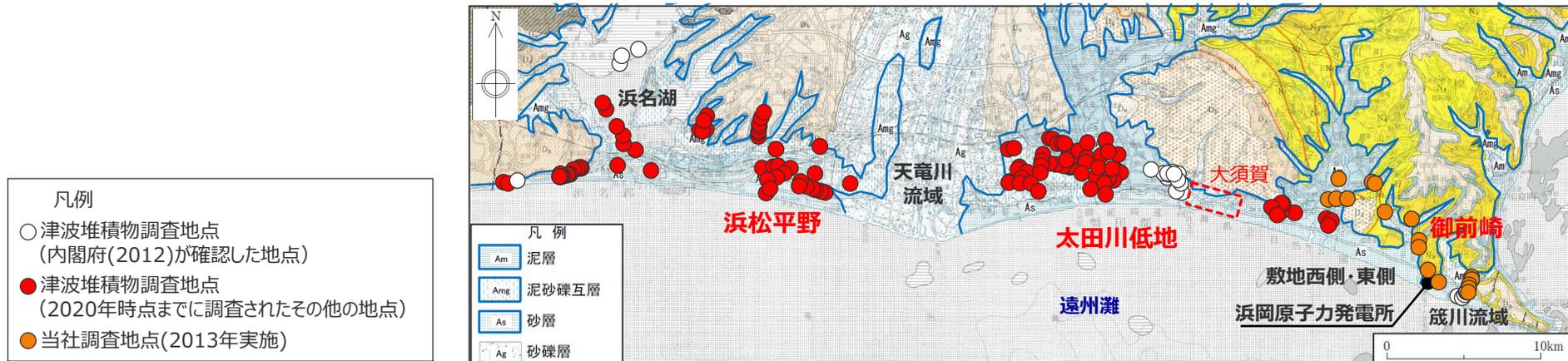
南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト(2020)

- ・ 地質痕跡は100-150年ごとに起きる地震を毎回記録しているわけではなく、数百~千年の再来間隔を持つこと、またその年代が地域間で必ずしも一致しないことがわかってきた。これは南海トラフ地震の規模や破壊域に多様性があることを示している。
- ・ このような地質痕跡が示す低頻度の地震や津波の規模については、マグニチュード9クラス（最大クラス）だったのかどうか、琉球海溝沿いの地震と連動したのかどうかについて、各地での調査結果からはそのような事象を示す証拠は見つかっていない。

③ 南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

（遠州灘沿岸域における津波堆積物調査地点）

■ 南海トラフの中でも敷地が位置する遠州灘沿岸域では、津波堆積物調査が密に実施されており、複数の地点で過去約4,000年間の津波堆積物が確認されている。



遠州灘沿岸域の津波堆積物調査地点および地質図

（土(2001)を基に作成）

遠州灘沿岸域の津波堆積物調査概要

| 箇所名 | 文献 | 調査内容(地点数) |
|---------|---|---------------------------|
| 白須賀 | 熊谷(1999) | トレンチ、ボーリング(4) |
| | 高田ほか(2002) | トレンチ、ジオスライサー |
| | 小松原ほか(2006,2009) Komatsubara et al. (2008) | ジオスライサー(12) |
| 新居 | Fujiwara et al. (2013) | ボーリング等(14) |
| | 熊谷(1999) | トレンチ |
| 浜名湖湖口付近 | 西仲ほか(1996) | 掘削 |
| | 都司ほか(1998) | ピストンコアリング(6) |
| 浜名湖湖底北側 | 岡村ほか(2000,2009) | ピストンコアリング(3以上) |
| 六間川低地 | 藤原ほか(2013)、藤原(2013) | ボーリング(32) |
| | 佐藤ほか(2016) | ボーリング(7) |
| 浜松市沿岸部 | 藤原・佐藤(2012)、藤原(2013)、 藤原・澤井(2014) | ジオスライサー(16)、 ボーリング(56) |

| 箇所名 | 文献 | 調査内容(地点数) | |
|---------|--------------------------|--|-----------------------|
| 太田川低地周辺 | 御殿・二ノ宮遺跡 | 藤原ほか(2008) | ボーリング(12) トレンチ |
| | 太田川沿川 | Fujiwara et al. (2020)、藤原・澤井(2014) 藤原ほか(2012、2015)、宍倉ほか(2012) | トレンチ、 ボーリング等(65) |
| | | 廣内ほか(2014) | ハンドコアラ、 ジオスライサー(5) |
| 横須賀湊跡 | 藤原ほか(2007,2009)、藤原(2008) | ジオスライサー、 ハンドコアラ(80) | |
| 御前崎周辺 | 大須賀 | 内田(2002) | ボーリング(複数) |
| | 菊川周辺 | 松多ほか(2016) | ボーリング(18) |
| | | 当社調査(2013年実施) | ボーリング(6) |
| | 新野川周辺 | 当社調査(2013年実施) | ボーリング(4) |
| | 敷地周辺 | 当社調査(2013年実施) | ボーリング(19) |
| 碓川周辺 | 当社調査(2013年実施) | ボーリング(5) | |
| | Fujiwara et al. (2010) | ボーリング(7) | |

・調査地点数、位置、堆積物の最大標高は、文献もしくは産総研津波堆積物DBから読み取った。

・大須賀については、文献および産総研津波堆積物DBから調査地点数と位置を読み取れなかったことから、調査範囲を破線で記載した。

□ : 内閣府(2012)が確認した地点

■ : 2020年時点までに調査されたその他の地点

■ : 当社調査地点

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理 （津波堆積物の調査地点と文献との対応）

■ 遠州灘沿岸域で報告されている津波堆積物調査地点と、調査文献および各地点の津波堆積物標高との対応を示す。



| 箇所名 | 文献 | 堆積物の最大標高 |
|--------|---|----------------|
| 浜松平野周辺 | 熊谷(1999) | 4.3m |
| | 高田ほか(2002) | 4.5m |
| | 小松原ほか(2006,2009) Komatsubara et al. (2008) | 3.3m |
| | Fujiwara et al. (2013) | 0.8m |
| | 熊谷(1999) | 1.8m |
| | 西仲ほか(1996) | 2.0m |
| | 都司ほか(1998) | 湖底 |
| | 岡村ほか(2000,2009) | 湖底 |
| 六間川低地 | 藤原ほか(2013)、藤原(2013) | -0.2m |
| 浜松市沿岸部 | 佐藤ほか(2016) | 津波は到達していないとされる |
| | 藤原・佐藤(2012)、藤原(2013)、 藤原・澤井(2014) | 2.0m |

| 箇所名 | 文献 | 堆積物の最大標高 | |
|---------|----------|--|----------------------------|
| 太田川低地周辺 | 御殿・二ノ宮遺跡 | 藤原ほか(2008) | 1.4m |
| | 太田川沿川 | Fujiwara et al. (2020)、藤原・澤井(2014) 藤原ほか(2012、2015)、宍倉ほか(2012) | 1.2m |
| | | 廣内ほか(2014) | -0.7m |
| | | 横須賀湊跡 | 藤原ほか(2007,2009)、藤原(2008) |
| | 大須賀 | 内田(2002) | 歴史記録を超えるようなイベントは確認されないとされる |
| 御前崎周辺 | 菊川周辺 | 松多ほか(2016) 当社調査 | 津波堆積物の報告なし 1~4m未滿 |
| | 新野川周辺 | 当社調査 | 津波堆積物は確認されない |
| | 敷地周辺 | 当社調査 | 約0~8m※ |
| | 箧川周辺 | 当社調査 | 津波堆積物は確認されない |
| | | Fujiwara et al. (2010) | 津波堆積物の報告なし |

・調査地点数、位置、堆積物の最大標高は、文献もしくは産総研津波堆積物DBから読み取った。

・大須賀については、文献および産総研津波堆積物DBから調査地点数と位置を読み取れなかったことから、調査範囲を破線で記載した。

※ 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。

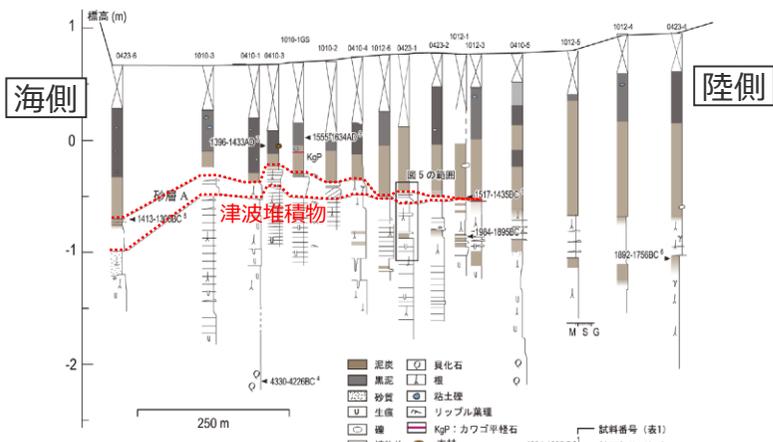
③ 南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

(遠州灘沿岸域の津波堆積物の調査資料から確認されている津波)

- 南海トラフの沿岸域でも遡上範囲の調査が可能な箇所であるとされる浜松平野と太田川低地では、産総研等により津波堆積物の内陸側への広がりが重点的・継続的に調査されている。(藤原ほか(2012)、藤原(2013)、藤原ほか(2015)、Fujiwara et al. (2020)等)
 - 津波堆積物調査の結果に基づき、浜松平野と太田川低地では、3~4m程度の浜堤を大きく超えて広域に分布する巨大な津波を示す津波堆積物は確認されず、津波の規模が時代によって顕著には変わらない結果が得られているとされる。(藤原(2013)、Fujiwara et al. (2020)等)
- ➔ 遠州灘沿岸域においても、過去に最大クラスの津波は発生していないと考えられる。

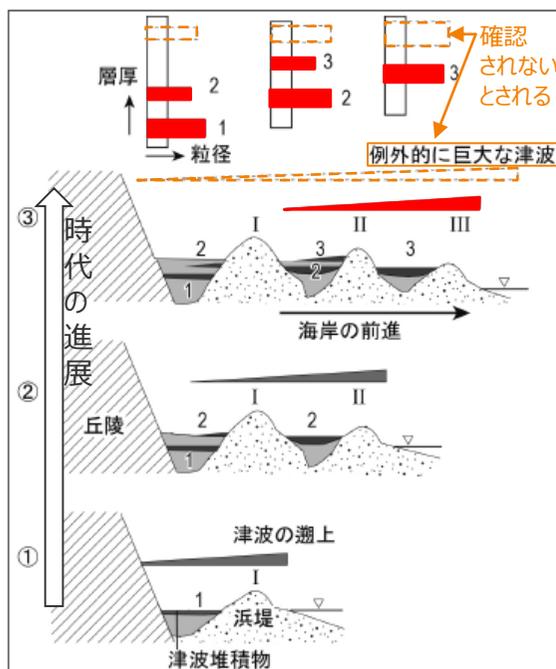


遠州灘沿岸域の津波堆積物調査地点



(藤原ほか(2013)を基に作成)

産総研による津波堆積物調査結果の例



(藤原(2013)を基に作成)

浜堤列の発達と津波堆積物の保存



過去の津波は、浜堤(3~4m程度)※を越流していない(藤原(2013))

※浜松平野 : 浜松平野では海進期に約3mの浜堤が形成された。(Garrett et al. (2016))

※太田川低地 : 浜堤の高さは3~4m程度(Fujiwara et al.(2013))

他の津波より極端に大きな津波が起きていたならば、広い分布を持つ津波堆積物が形成されたはずだが、そのような痕跡は確認されない(藤原(2013))

(藤原(2013)を基に作成)

浜堤列と津波堆積物の分布の関係

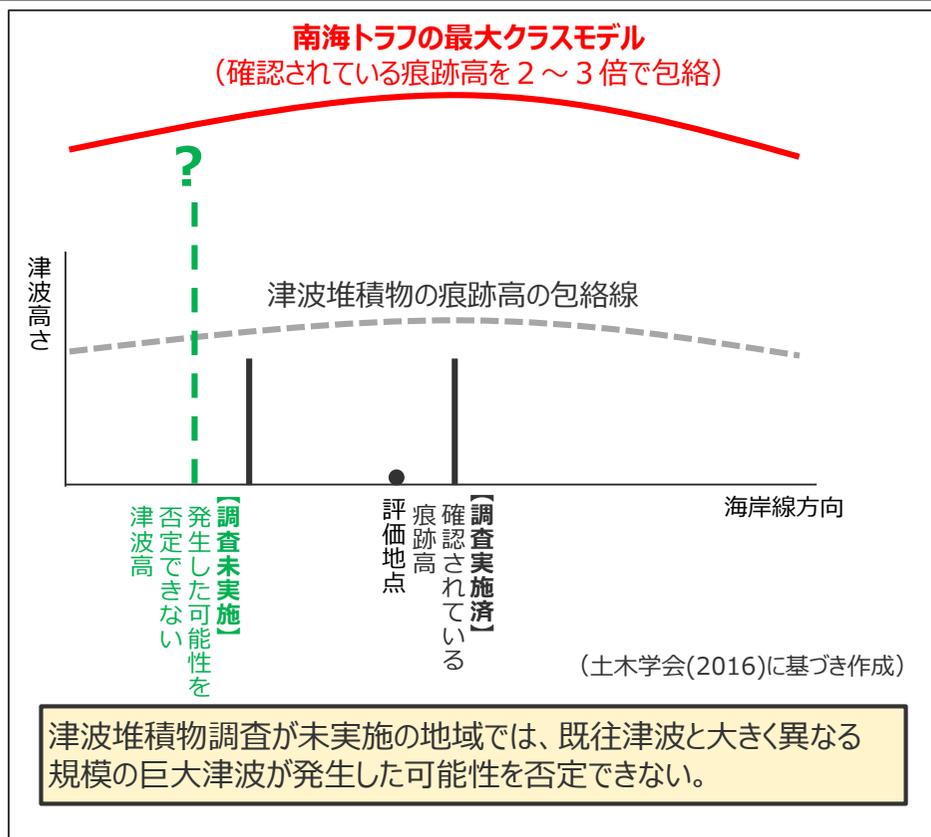
産総研による津波堆積物調査結果 (藤原(2013)、Fujiwara et al.(2020)による)

| | |
|-------|---|
| 浜松平野 | <ul style="list-style-type: none"> ・浜松平野では堤間湿地などで掘削調査を行った。その結果、過去約4000年間に限っては、新しい時代ほど津波堆積物の分布は海側に寄り、津波の規模が時代によって顕著には変わらない結果が見られている。 ・平野の内陸縁にある開析谷や堤間湿地では、津波堆積物と考えられる砂層はカワゴ平火山灰(約3200年前)より古い地層にのみ認められる。海側の地点では津波堆積物と考えられる砂層は9世紀ころまで認められるが、上位のものほど薄く細粒になる。 ・もし、他の津波より極端に大きな津波が起きていたならば、広い分布を持つ津波堆積物が形成されたはずだが、そのような痕跡は今のところ未確認である。 |
| 太田川低地 | <ul style="list-style-type: none"> ・太田川河畔の工事現場や遺跡発掘現場からは、684年白鳳地震、887年仁和地震、1096年永長地震、1498年明応地震に対応すると考えられる津波堆積物が報告されている。 ・その結果によれば、各津波堆積物は海から陸側へと細粒化・薄層化するだけでなく、堤間湿地内では地形的低まりである河川の主流路に近いところで厚く粗粒で、そこから離れるにつれて薄く細粒になる。 ・このことから、津波は浜堤を越流したのではなく、川沿いを遡上して自然の堤防などが低いところや破堤したところから堤間湿地に溢れ、そこから低地内へ浸水したと考えられる。 |

③ 南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

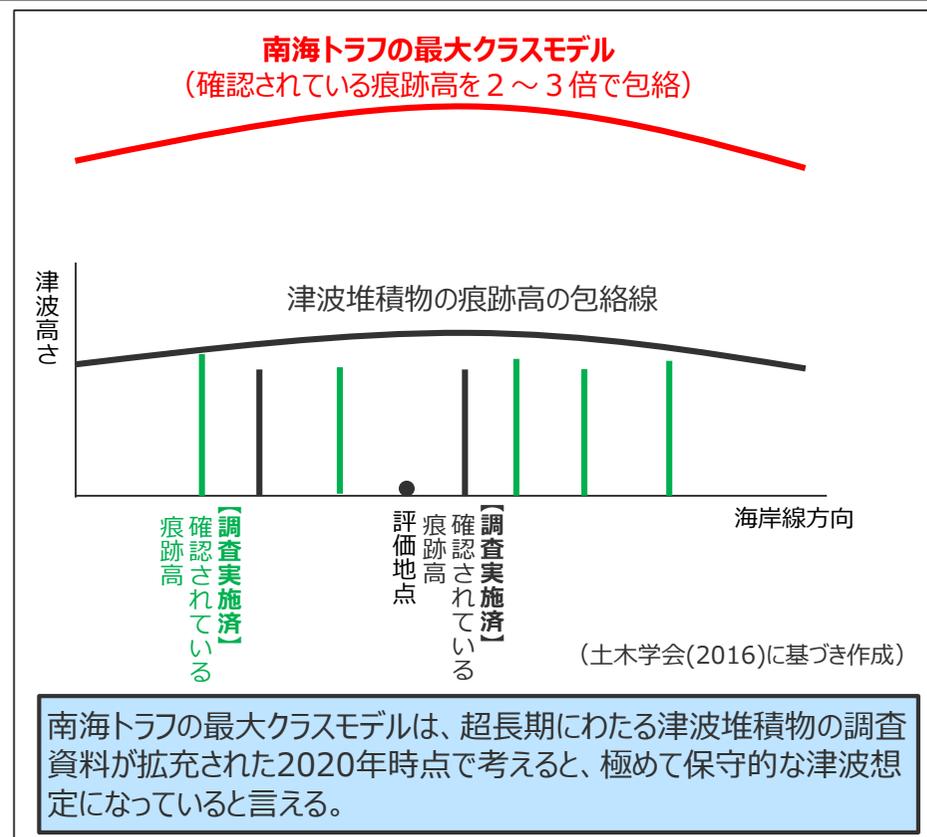
（南海トラフの最大クラスの津波と、津波堆積物に基づく痕跡高との相对比较）

- 南海トラフの最大クラスの津波は、2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたこととともに自然現象にばらつきがあることも考慮され、確認されている全ての痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波が想定された。
- 2020年時点までの南海トラフの調査資料からは、いずれの地域においても、最大クラスの津波が発生した証拠は見つからず、南海トラフの全域において最大クラスの津波の痕跡を見逃しているとは考えにくいことから、南海トラフでは、過去に最大クラスの津波は発生していないと考えられる。
- ➔ 2012年当時に想定された南海トラフの最大クラスの津波想定は、2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含め、確認されている痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波となっており、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充された2020年時点で考えると、極めて保守的な津波想定になっていると言える。



内閣府(2012)公表時点

調査の
拡充



2020年時点

内閣府による最大クラスの津波と、津波堆積物に基づく痕跡高との相对比较

- ・ 今回の検討は、あくまでも現時点の科学的知見に基づいたものであり、今後の科学的知見の蓄積を踏まえて検証し、必要に応じて修正していくべきものである。このため、現時点では過去地震の知見も限られることから、古文書調査、津波堆積物調査等の一層の促進を図り、南海トラフにおける巨大地震の全容を解明するための継続的な努力が必要である。（内閣府(2012)）
- ・ 過去に起きたものとは全く独立にやって、南海の場合にはそういうものは起きていない。（内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」第42回議事録）

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

（まとめ）

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

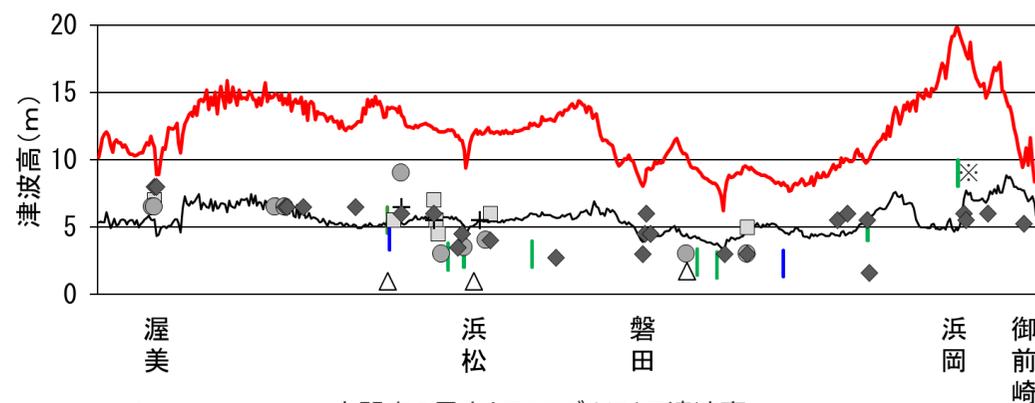
■ 南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。



- ・南海トラフにおいても、津波堆積物調査が進展し、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを確認した。
- ・南海トラフの調査資料からは、いずれの地域においても、最大クラスの津波が発生した証拠は見つからず、南海トラフの全域において最大クラスの津波の痕跡を見逃しているとは考えにくいことから、内閣府(2020)を踏まえると、南海トラフでは、過去に最大クラスの津波は発生していないと考えられる。
- ・2012年当時に想定された南海トラフの最大クラスの津波想定は、2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含め、確認されている痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波となっており、津波堆積物の調査資料が拡充された2020年時点で考えると、極めて保守的な津波想定になっていると言える。



2020年時点までの南海トラフ沿岸域の津波堆積物調査等の箇所



- 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による津波高
- 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルによる津波高
- 津波堆積物から推定される津波高（内閣府(2012)が確認した箇所）
- " "（2020年時点までに調査されたその他の箇所）
- （津波堆積物の最大標高+0~2mの高さを幅で示した）

※ 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。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

②内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容の確認

- 2020年4月に公開された「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」の概要報告を含め、内閣府による各海域の最大クラスの津波に関する検討内容を確認し、各海域の最大クラスモデルの波源設定に係る考え方を整理した。

①内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容の確認

- 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告：2012年)での検討内容について、2019年12月に公開された過去全53回の検討会議事録を含め、地震・津波の有識者の具体的な検討・議論の内容を確認し、南海トラフの最大クラスモデルの波源設定の考え方に関する記載を整理した。

③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理

- 南海トラフの津波堆積物調査について、2020年時点までの最新知見を含めて整理し、津波堆積物の調査資料と南海トラフの最大クラスの津波との関係を再検討した。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

- プレート間地震の津波評価について、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、痕跡再現モデルおよびパラメータスタディとして設定した波源モデルについて、その妥当性を再確認した。

- 以上を踏まえて、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要性、および、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）をプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要性を検討した。

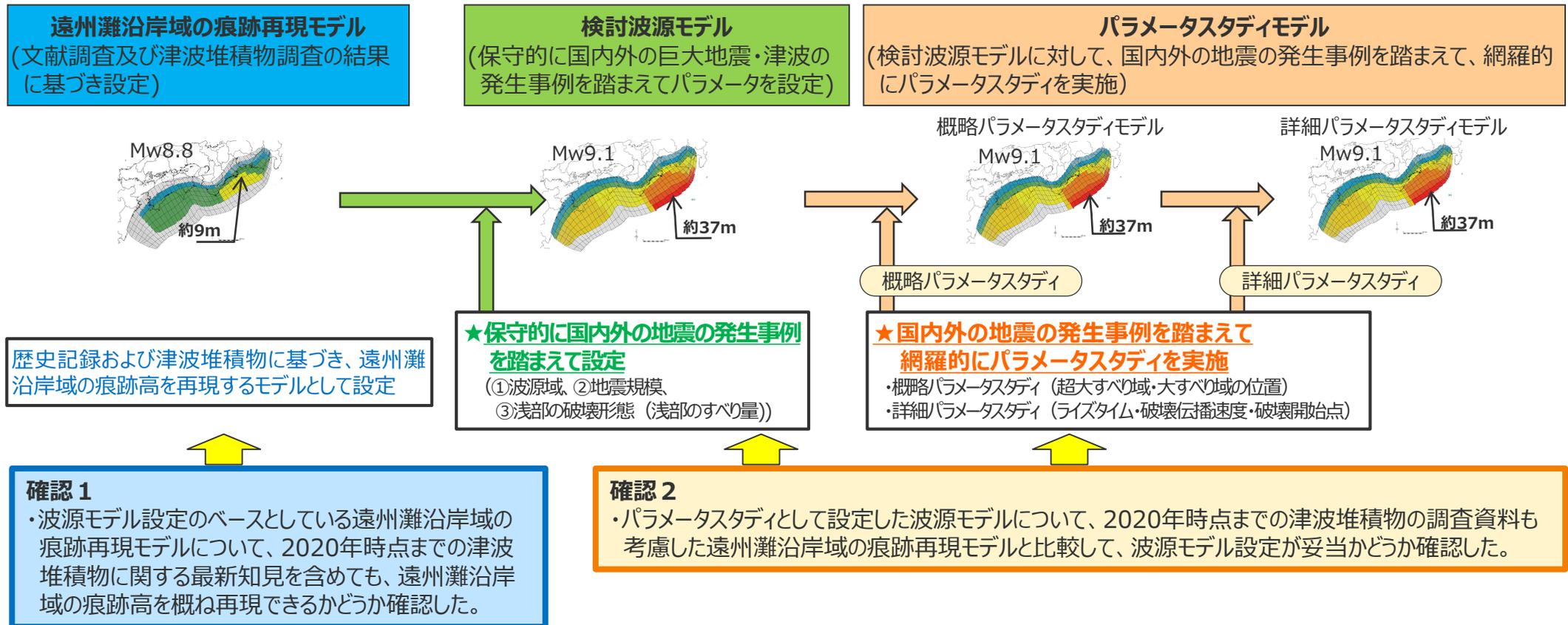
④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

（検討方針）

- 「(A)各種パラメータの網羅的検討による方法」※により検討しているプレート間地震の津波評価では、津波審査ガイドに従い、文献調査及び津波堆積物調査の結果に基づき、「遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル」を設定し、敷地が位置する遠州灘沿岸域の痕跡高を概ね再現できることを確認した上で、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルをベースとして、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえてパラメータを設定し、網羅的なパラメータスタディを実施した。
- ここで、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされ、痕跡を再現する津波が最大クラスの津波として想定されているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、プレート間地震の津波評価で設定している波源モデルについて、その妥当性を再確認した。

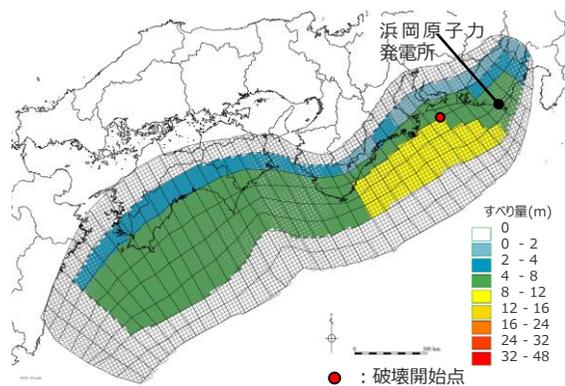
※ (A) 各種パラメータの網羅的検討による方法：各パラメータの不確かさの組合せの科学的知見に基づく網羅的な検討により安全側の評価を行う考え方の方法

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」により検討）



④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認 (遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの設定方法)

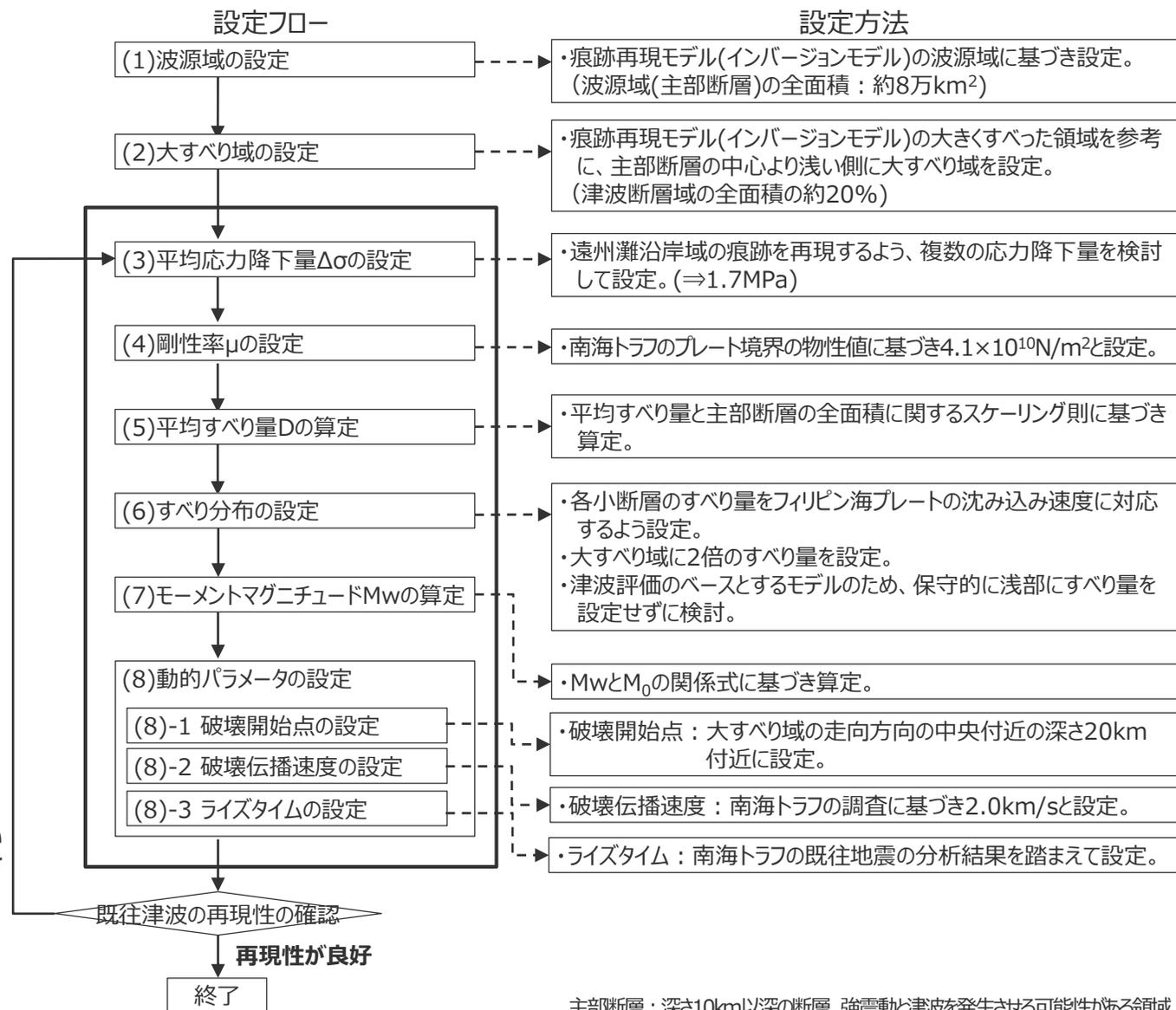
- 文献調査及び津波堆積物調査の結果を踏まえて、津波評価のベースとする遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）を設定した。
- 以下に、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの設定フローを示す。



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル
(特性化モデル)

・南海トラフの地震には多様性があるとされており、既往地震の波源域や断層すべり量はそれぞれ異なると考えられるが、遠州灘沿岸域の津波高に關してはどの地震においても概ね5～10m程度であることから、津波評価のベースとするため、これらを特別に区分することなく、一つの特性化モデルで再現することとした。

再現性が良好でない
⇒再検討

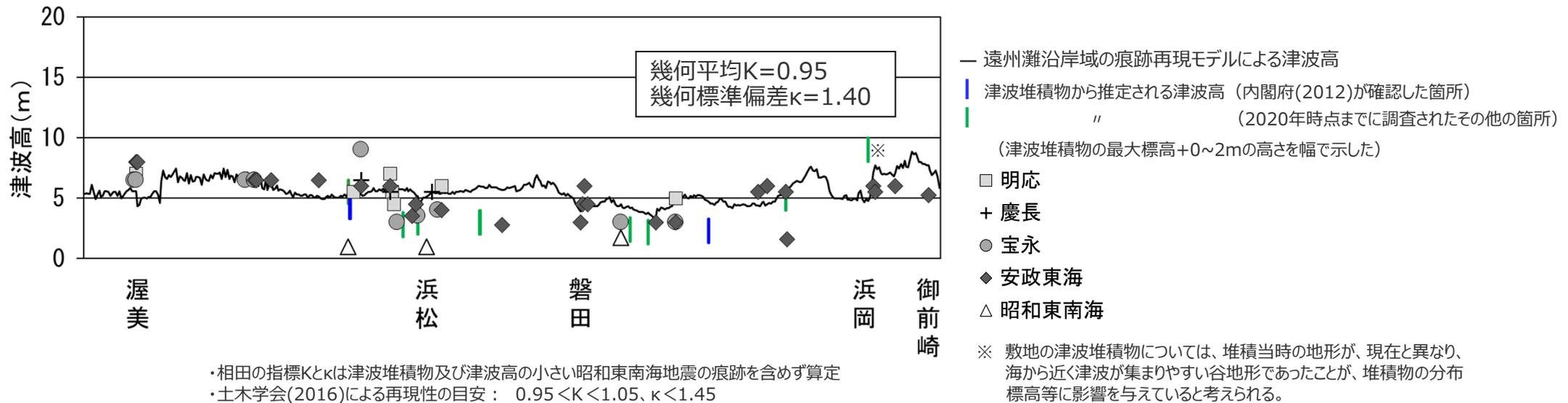


主部断層: 深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性のある領域

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

（確認1：遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの妥当性確認）

- 歴史記録および津波堆積物から推定される遠州灘沿岸域の津波高は、2020年時点までに実施された津波堆積物調査に関する最新知見を含めると、概ね5～10m。
- 波源モデル設定のベースとしている遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルについて、2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含めると、遠州灘沿岸域の痕跡高を概ね再現できることを確認した。



痕跡再現モデルによる海岸線の津波高と、歴史記録及び津波堆積物から推定される津波高との比較

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

（確認2：波源モデルのパラメータ設定の妥当性確認）

- 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルとパラメータスタディモデルの比較結果は以下のとおり。
- パラメータスタディとして設定した波源モデルは、歴史記録および津波堆積物に基づき妥当性を確認した遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルをベースとし、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのそれぞれのパラメータに対して、国内外の地震の発生事例の分析結果を踏まえて、結果的に痕跡再現モデルを大きく上回るパラメータを設定している。

（A）各種パラメータの網羅的検討による方法

| 項目 | | 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル | パラメータスタディモデル | 各パラメータの設定根拠 | 備考 (内閣府による 関連議論) |
|--------------|-------------------|---|---|--|------------------------|
| 設定方針 | | 歴史記録および津波堆積物に基づき、遠州灘沿岸域の痕跡高を再現するモデルとして設定。 | 保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、「(A)各種パラメータの網羅的検討による方法」により設定。 | 保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて大きく設定。 | - |
| 認識論的 不確かさ | 波源域 | 約8万km ² | 約12万km ² | ・南海トラフの地震履歴、固着、構造等の知見に依らず、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、過去地震を大きく上回る波源域・地震規模を設定 (③南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見の整理 補足6-3国内外の巨大地震に関する最新の科学的知見の収集・分析) | p.16 (v) |
| | 地震規模 | Mw8.8 | Mw9.1 | | |
| | すべり量 | 9m | 37m | ・沈み込み帯の構造等の違いに関わらず、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、造構性侵食作用の卓越する東北沖の特徴も考慮し、すべり量とライズタイムを設定 ・すべり量とライズタイムについては、トレードオフの関係にあることから、国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、両者の組合せも設定 (補足説明資料 6-4 浅部の破壊形態、6-5 ライズタイムの設定) | p.15 (iii, iv) |
| | すべり速度 (ライズタイム) | 0.15m/s (60s) | 0.1m/s~0.3m/s (300s~120s) のうち最大ケース | | |
| | 浅部の破壊形態 | 破壊せず | 境界面浅部/境界面浅部・分岐断層のうち最大ケース | | |
| | 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 | ・保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて設定 (4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ) | - |
| | 破壊伝播速度 | 2.0km/s | 0.7km/s~2.5km/s のうち最大ケース | | - |
| 偶然的 不確かさ | 破壊開始点 | 大すべり域の下端中央 | 大すべり域の周囲の複数地点 のうち最大ケース | | p.16 (vi) |
| | | 津波高 T.P.+6m | 津波高 T.P.+20.3m | | |

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

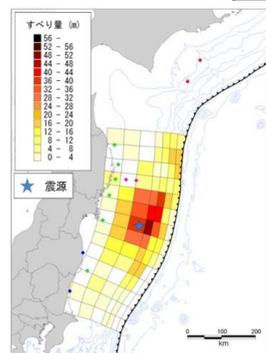
（確認2：波源モデルのパラメータ設定の妥当性確認（国内外の巨大地震のライズタイム））

- 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が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であることを確認した。
- また、Mw8クラスも含めたその他の地震（計33波源モデル）の分析結果を踏まえて、Mw9クラスの地震のライズタイムを120sとすることにより保守的な設定となることを確認した。

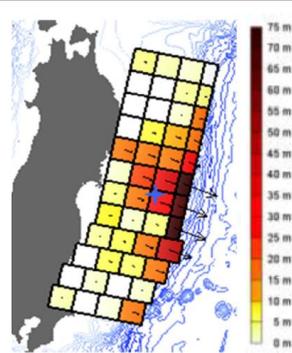
巨大地震（Mw9クラスの地震）の津波インバージョンにより推定されたライズタイム

・詳細は補足説明資料6-5を参照

| 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(2012) | 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） |
| Mw8クラスも含めたその他の地震の分析結果 | 33文献 | Mw9クラスの地震のライズタイムを 120s とすることにより保守的な設定となることを確認 |



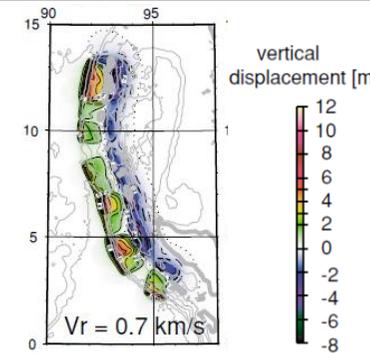
内閣府(2012)



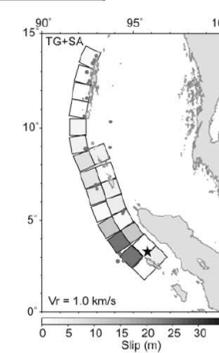
杉野ほか(2013)
2011年東北沖地震



Satake et al.(2013)



Hirata et al.(2006)



Fujii and Satake(2007)
2004年スマトラ島沖地震

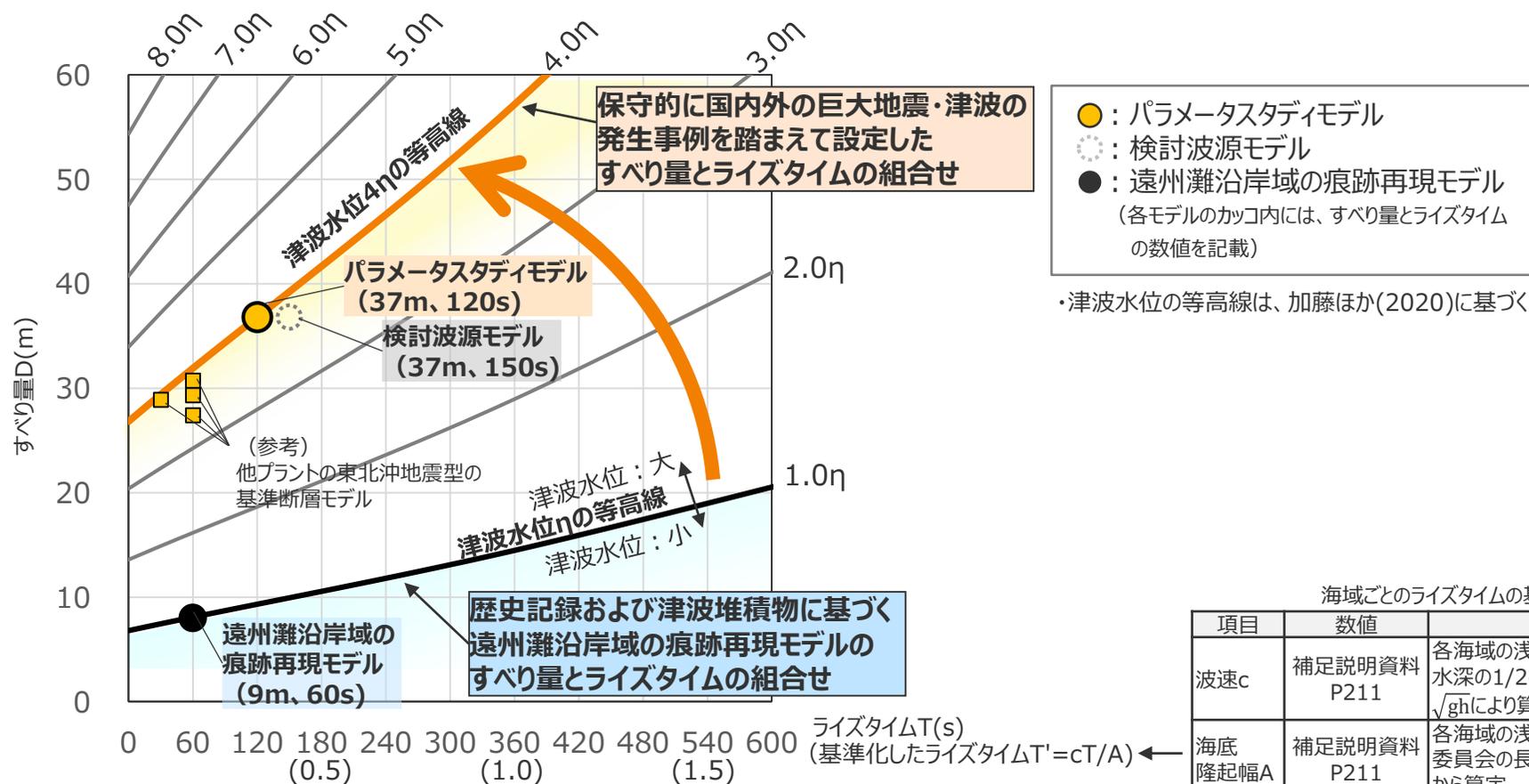
- パラメータスタディとして設定した波源モデルでは、津波審査ガイドに従い、沈み込み帯の構造等の違いに関わらず、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、ライズタイムを120～300sと設定した。

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

（確認2：波源モデルのパラメータ設定の妥当性確認（すべり量とライズタイムの組合せ））

- ライズタイムの設定について、すべり量とライズタイムとはトレードオフの関係にあり¹⁾²⁾、国内外のMw8～9クラスの地震のすべり量とライズタイムの組合せを検討している³⁾ことから、歴史記録および津波堆積物に基づく遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのすべり量とライズタイムの組合せと、保守的に国内外のMw8～9クラスの巨大地震の発生事例を踏まえて設定したすべり量とライズタイムの組合せを比較した。
- その結果、歴史記録および津波堆積物に基づく遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのすべり量とライズタイムの組合せに対して、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて設定したすべり量とライズタイムの組合せは、自然現象にばらつきがあることを踏まえても、大きな不確かさを考慮した設定となっていることを確認した。

1) 本資料p.15 内閣府の検討内容の確認結果 2) 補足説明資料6-5①（津波評価におけるライズタイムに関する知見） 3) 補足説明資料6-5③（その他の地震の津波インパージョンに基づくライズタイムの検討）

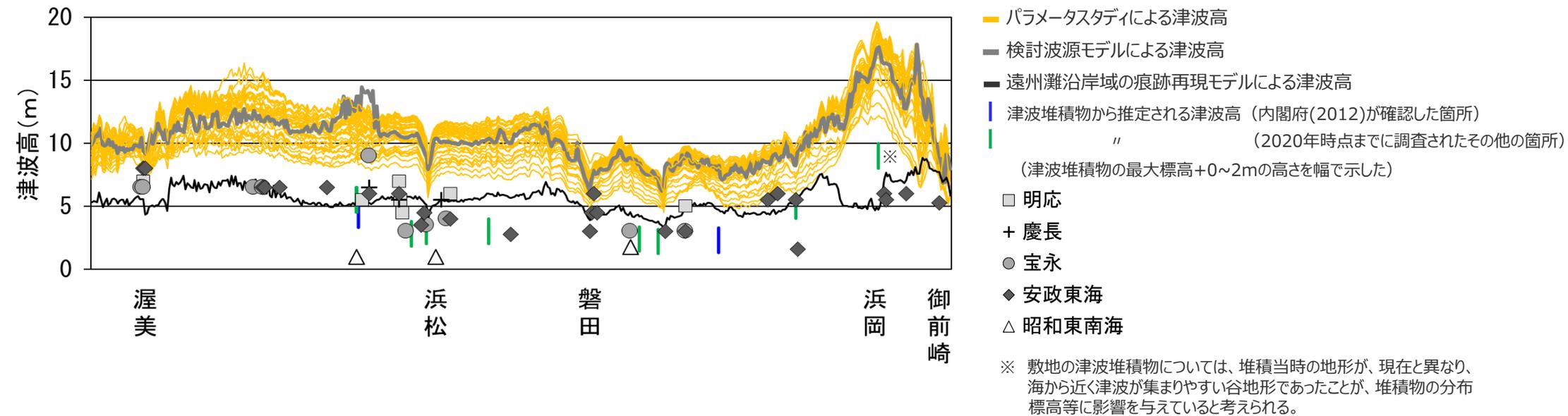


国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの比較分析結果（加藤ほか(2020)を基に作成）
（ライズタイムを海域ごとの波速と隆起幅により基準化）

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

（確認2：波源モデルのパラメータ設定の妥当性確認（遠州灘沿岸域の津波高分布））

- プレート間地震の津波評価において保守的に国内外の地震の発生事例を踏まえて実施したパラメータスタディにおける各ケースの津波高はいずれも、痕跡高を2～3倍程度上回っている。
- 内閣府(2020)によれば津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるところ、保守的に国内外の地震の発生事例を踏まえて各種パラメータを大きく設定し、結果的に2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含めた痕跡再現モデルの津波を2～3倍程度上回る十分な不確かさを考慮したパラメータスタディを実施していることを考えると、自然現象にばらつきがあることを踏まえても、十分に安全側の評価となっていることを確認した。



パラメータスタディによる海岸線の津波高と、歴史記録及び津波堆積物から推定される津波高との比較

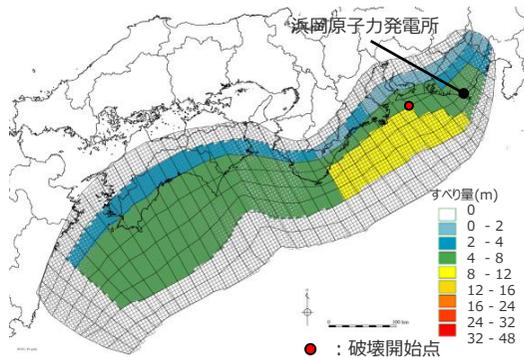
④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認 (まとめ)

④津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認

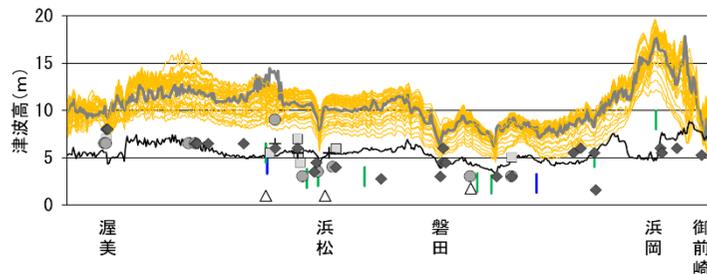
■「(A)各種パラメータの網羅的検討による方法」により検討しているプレート間地震の津波評価について、内閣府(2020)では津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされているとともに、南海トラフ沿岸域でも、2020年時点までに網羅的に実施された津波堆積物調査によって、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを踏まえ、痕跡再現モデルおよびパラメータスタディとして設定した波源モデルの妥当性を再確認した。



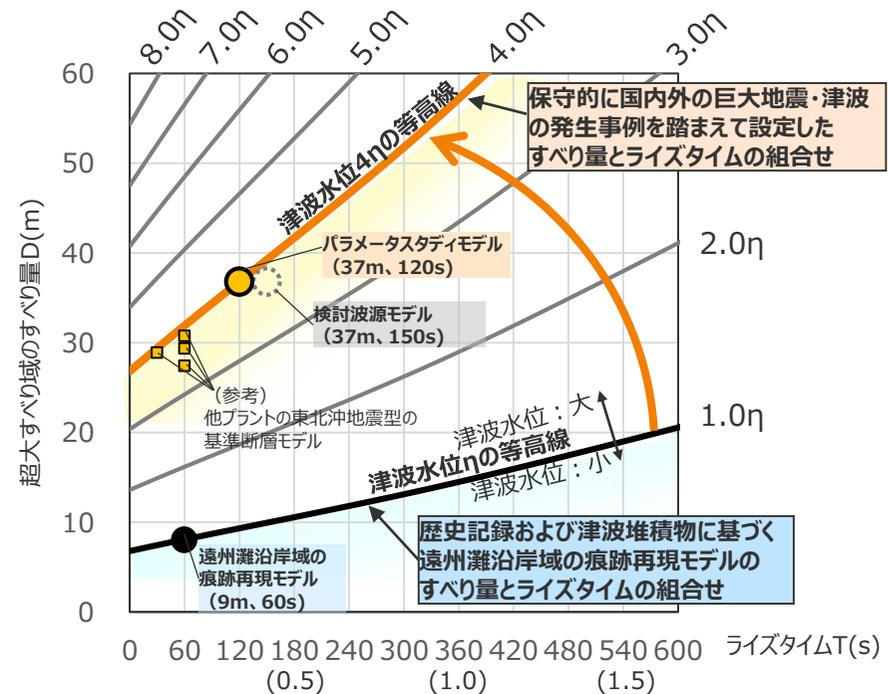
- ・プレート間地震の波源モデルは、その妥当性を内閣府の最大クラスモデルに依拠するのではなく、敷地が位置する遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルをベースとして、国内外の地震の発生事例の踏まえてパラメータを設定しているが、その設定のベースとしている遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルについて、2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含めても、遠州灘沿岸域の痕跡高を概ね再現できることを確認し、数値計算に用いたモデルの妥当性を確認した。
- ・内閣府(2020)によれば津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるところ、保守的に国内外の地震の発生事例を踏まえて各種パラメータを大きく設定し、結果的に2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含めた痕跡再現モデルの津波を2～3倍程度上回る十分な不確かさを考慮したパラメータスタディを実施していることを考えると、自然現象にばらつきがあることを踏まえても、十分に安全側の評価となっていることを確認した。



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）



パラメータスタディによる海岸線の津波高と、
歴史記録及び津波堆積物から推定される津波高との比較

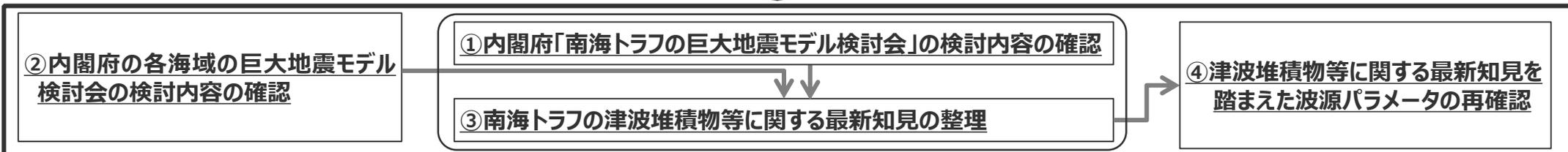


国内外の地震のすべり量とライズタイムの組合せの比較分析結果（加藤ほか(2020)を基に作成）
（ライズタイムを海域ごとの波速と隆起幅により基準化）

コメント回答まとめ

No.1コメント（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮について）

- ・破壊開始点の不確かさは偶然的な不確かさであることから、**内閣府の最大クラスモデルに破壊開始点の不確かさが含まれていることの明確な根拠**を示せないのであれば、**内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せに対して破壊開始点のパラメータスタディを実施すること。**
- ・プレート間地震のパラメータスタディにおいて考慮しているすべり量(37m)とライズタイム(120s)の組合せは過去の事例の範囲内の設定であり、**過去の事例が少なく自然現象に大きなばらつきがある**ことを踏まえると、内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを考慮しない考え方は認められない。内閣府の最大クラスモデルを参考にして波源モデルを設定し、**その妥当性を内閣府の最大クラスモデルに依拠する**のであれば、**内閣府の最大クラスモデルのすべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せを、プレート間地震のパラメータスタディの中で考慮すること。**



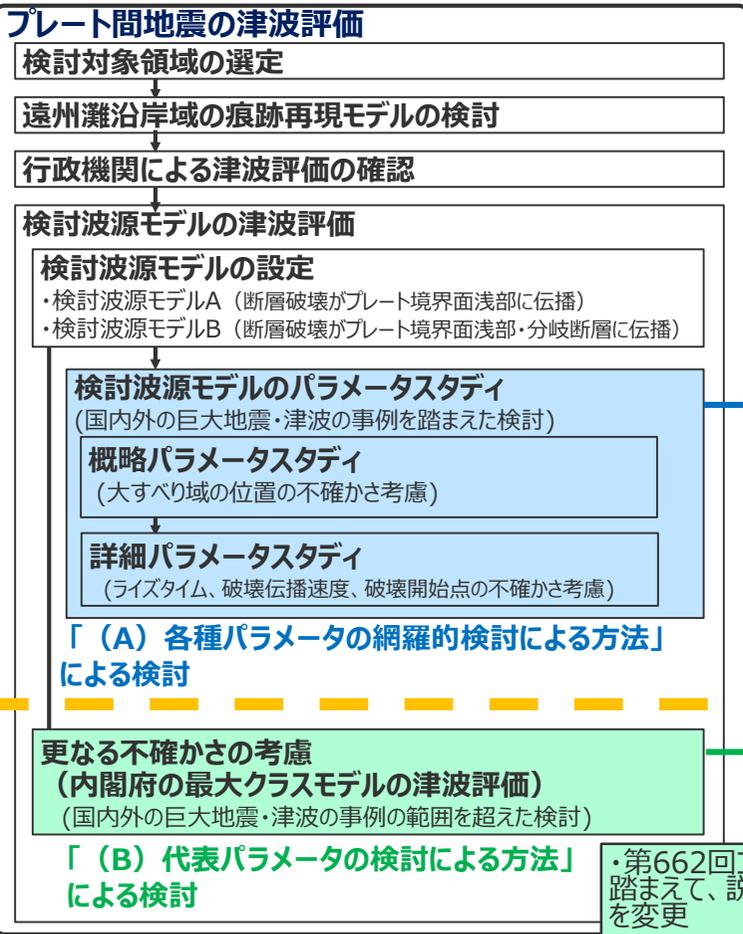
コメント回答まとめ

- 2012年時点の内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討内容を確認（①）した結果、南海トラフの最大クラスモデルは、**2012年報告時点において津波堆積物等に関する知見が限られていたことととも自然現象にばらつきがあることも考慮されていること、「(B)代表パラメータの検討による方法」により破壊開始点等、その他のパラメータの不確かさの影響が代表されている**ことを確認し、当社の説明内容および有識者意見と整合していることを確認した。
 - その後の内閣府の各海域の巨大地震モデル検討会の検討内容を確認（②）した結果、**2020年時点までの津波堆積物の調査資料の拡充によって、内閣府(2020)では、津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるとされ、日本海溝・千島海溝で確認されている全ての痕跡高を再現する津波が日本海溝・千島海溝の最大クラスの津波とされている**ことを確認した。
 - 上記①②を踏まえて、南海トラフの津波堆積物等に関する最新知見を整理（③）した結果、**南海トラフにおいても、津波堆積物調査が進展し、超長期にわたる津波堆積物の調査資料が拡充されていることを確認した。**調査資料からは、**いずれの地域においても、最大クラスの津波が発生した証拠は見つからず、南海トラフの全域において最大クラスの津波の痕跡を見逃しているとは考えにくいことから、内閣府(2020)を踏まえると、南海トラフでは、過去に最大クラスの津波は発生していないと考えられる。**2012年当時に想定された南海トラフの最大クラスの津波想定は、**2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含め、確認されている痕跡高を2～3倍程度で包絡する津波となっており、津波堆積物の調査資料が拡充された2020年時点で考えると、極めて保守的な津波想定になっている**と言える。
 - 津波堆積物等に関する最新知見を踏まえた波源パラメータの再確認（④）の結果、プレート間地震の波源モデルは、**その妥当性を内閣府の最大クラスモデルに依拠するのではなく、敷地が位置する遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルをベースとして、国内外の地震の発生事例を踏まえてパラメータを設定しているが、その設定のベースとしている遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルについて、2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含めても、遠州灘沿岸域の痕跡高を概ね再現できることを確認し、数値計算に用いたモデルの妥当性を確認した。**また、**内閣府(2020)によれば津波堆積物の調査資料から最大クラスの津波を推定できるところ、国内外の地震の発生事例を踏まえて各種パラメータを設定し、結果的に2020年時点までの津波堆積物に関する最新知見を含めた痕跡再現モデルの津波を2～3倍程度上回る十分な不確かさを考慮したパラメータスタディを実施していることを考えると、自然現象にばらつきがあることを踏まえても、十分に安全側の評価となっていることを確認した。**
- ⇒ **以上から、内閣府の最大クラスモデル（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）に対して、さらに破壊開始点等のパラメータスタディを実施する必要はないと評価した。また、内閣府の最大クラスモデルのパラメータ（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ）を、プレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要はないと評価した。**

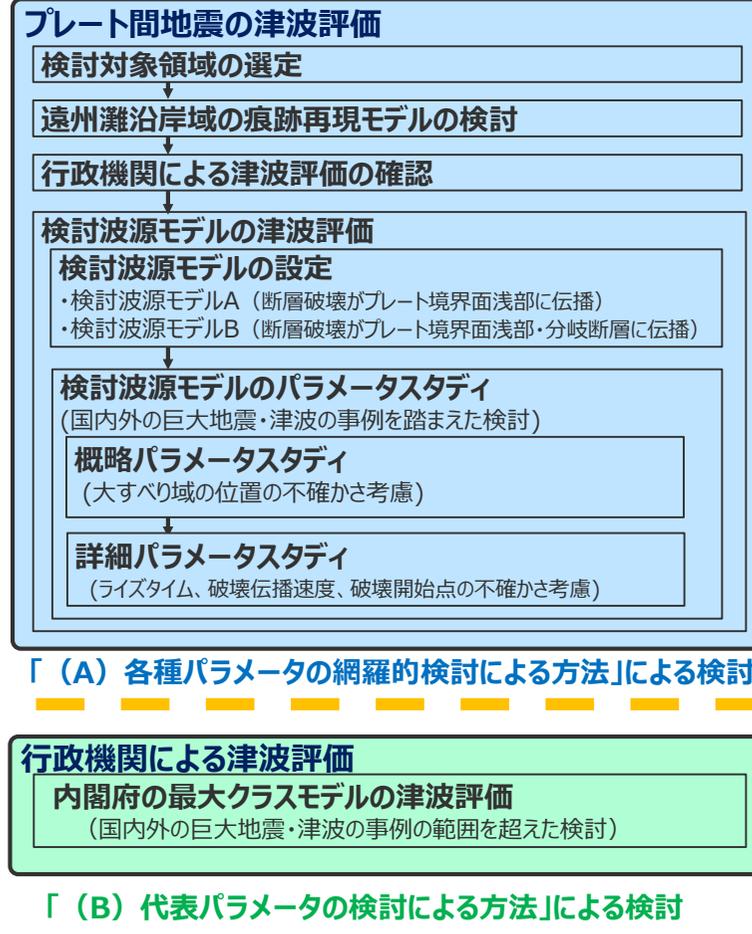
プレート間地震の津波評価への反映

- 第717回審査会合では、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。
- 今回のコメント回答では、第717回審査会合から説明方針の変更はなく、①**「（B）代表パラメータの検討による方法」**により検討している内閣府の最大クラスモデルの津波評価に対して、破壊開始点のパラメータスタディを実施する必要はないこと、および、②**「（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を、「**（A）各種パラメータの網羅的検討による方法**」で検討しているプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要はないことを回答した。

第662回審査会合の説明方針



第717回審査会合および今回の説明方針



No.1コメント回答

・「（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のパラメータ（すべり量(37m)とライズタイム(60s)の組合せ)を、「（A）各種パラメータの網羅的検討による方法」で検討しているプレート間地震のパラメータスタディの中で考慮する必要はないと評価した。



・「（B）代表パラメータの検討による方法」により検討している内閣府の最大クラスモデルの津波評価に対して、さらに破壊開始点等のパラメータスタディを実施する必要はないと評価した。

No. 1 コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

プレート間地震の津波評価への反映

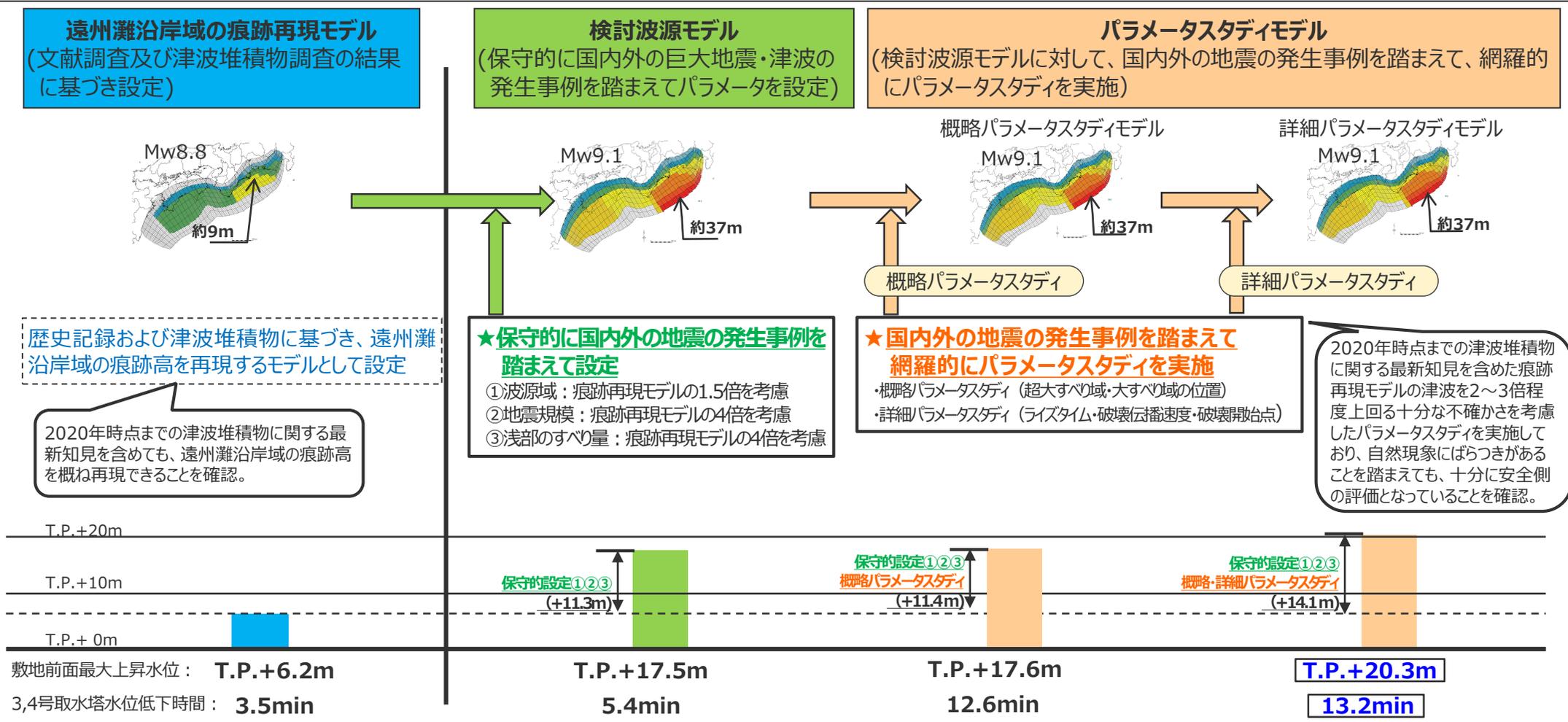
（津波審査ガイドの記載との関係）

■ 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> <ul style="list-style-type: none"> ・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の検討）後のモデルに対して行うこと。 | <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。 |

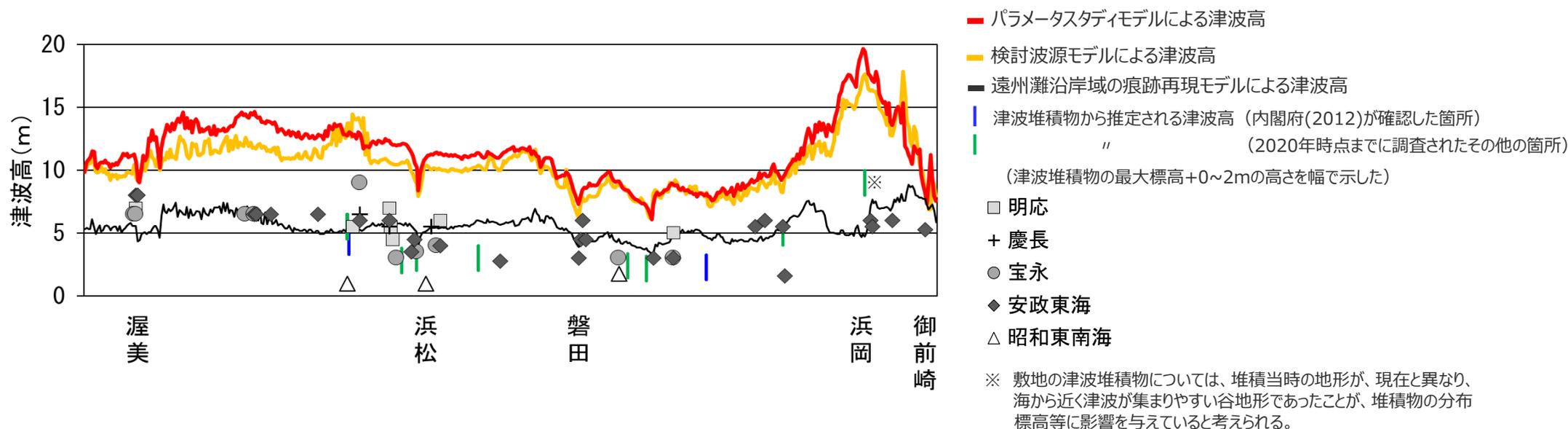
プレート間地震の津波評価のまとめ

- プレート間地震の津波評価にあたっては、文献調査及び津波堆積物調査を実施し、その結果に基づき「遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル」を検討した。
- 次に、内閣府の検討を確認した上で、それ以降の国内外の科学的知見を調査し、痕跡再現モデルを大きく上回るよう保守的に「検討波源モデル」を設定し、保守的に国内外の地震の発生事例を踏まえ、網羅的にパラメータスタディを実施し、影響を評価した。
- 津波評価の結果、プレート間地震の津波の敷地前面最大上昇水位はT.P.+20.3m、3、4号取水塔水位低下時間は13.2minとなった。
（以上は前回から変更なし）
- 今回、2020年時点までの南海トラフの津波堆積物に関する最新知見を含めても、遠州灘沿岸域の痕跡高を「遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル」で概ね再現できること、プレート間地震の津波評価は自然現象にばらつきがあることを踏まえても十分に安全側の評価となっていることを確認した。



プレート間地震の波源モデルによる遠州灘沿岸域の津波高分布

■ 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル、検討波源モデル、パラメータスタディモデルによる遠州灘沿岸域の津波高分布は以下のとおり。



プレート間地震の波源モデルによる海岸線の津波高と、歴史記録及び津波堆積物から推定される津波高との比較

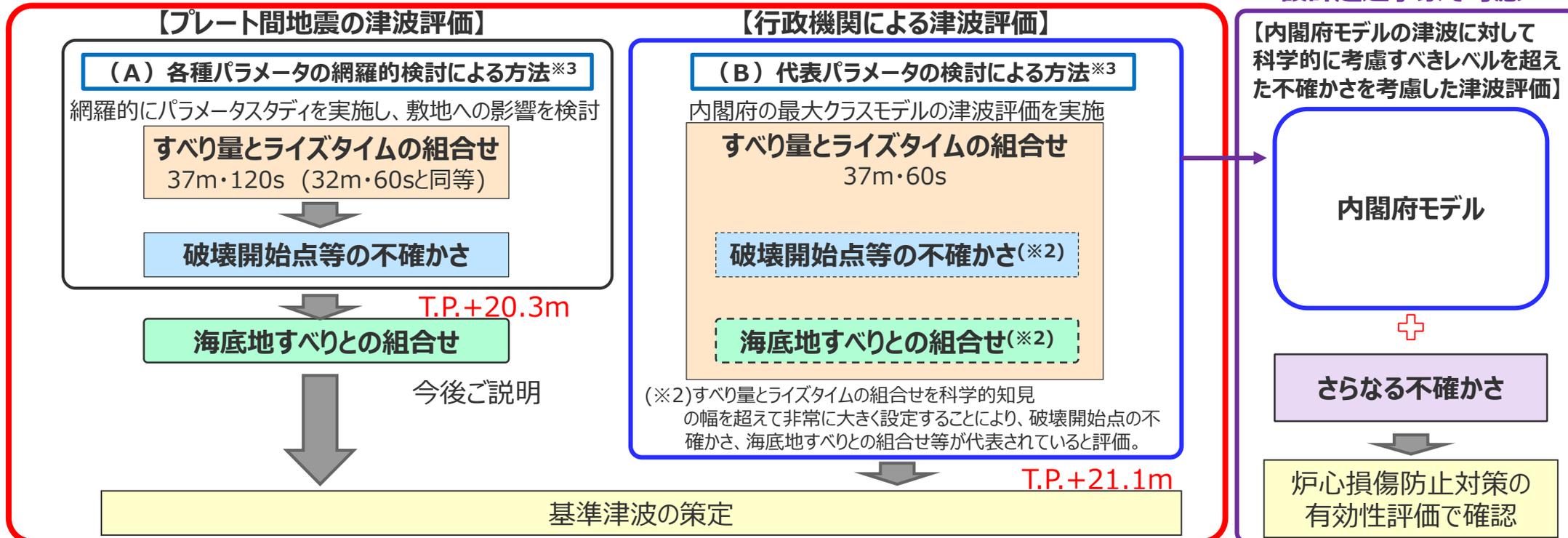
(浜岡原子力発電所の津波対策との関係) 設計基準事象および設計超過事象で考慮する津波について

- 内閣府の最大クラスモデルについて、内閣府モデル策定時の議事録、日本海溝・千島海溝の最大クラス他との比較、すべり量とライズタイムとの関係等を最新の科学的・技術的知見に基づきあらためて検証した結果、「(B) 代表パラメータの検討による方法」で検討された南海トラフ沿岸全域を対象とした『科学的に想定しうる最大規模の地震津波』であり、新規基準に照らしても非常に大きな不確かさが含まれており、供用期間中に発生するとは考えにくい津波であることを確認できたが、津波審査ガイドに従い、「行政機関による津波評価」として、設計基準事象で考慮する。
- 基準規則においても基準津波は『その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波』とされていることから、内閣府モデルの津波に対して科学的に考慮すべきレベルを超えた不確かさを考慮した津波は、設計超過事象に該当し有効性評価などの中でその対策の妥当性を確認していくレベルと評価する。
- 基準津波の策定は、審査ガイドに基づき最新の科学的知見に基づき (A) 各種パラメータの網羅的検討による方法で策定したプレート間地震の津波評価結果に海底地すべりとの組合せを考慮した津波評価結果、(B) 代表パラメータの検討による方法により策定された内閣府モデルの津波評価結果から影響の大きい津波から実質的※1に選定することになる。詳細については今後の組合せの審査の中で説明していく。

※1 プレート間地震の津波に比べて影響の小さい海洋プレート内地震の津波、海域の活断層による地殻内地震の津波、地震以外の要因による津波の個別評価は今後の審査で説明していく。

設計基準事象で考慮

設計超過事象で考慮



※3 「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

(浜岡原子力発電所の津波対策との関係) 浜岡原子力発電所の津波対策の基本的な考え方

- 2011年東北沖地震における**最大の教訓は「どこまで想定を行っても想定を上回る事象は発生しうる」**であると評価し、NISAの緊急安全対策指示、経済産業大臣の回答を踏まえた上で、①敷地内浸水対策、②建屋内浸水防止、③緊急時の対策強化の津波対策を自主的な津波対策として実施した。
- 具体的な対策の立案にあたっては、最新の知見を踏まえて「**想定を超える事象**」が発生しても原子力安全を守るよう**多層化**した対策を織込んでいる。これらの津波対策は、2013年7月の新規規制基準の制定以前から自主的に実施してきたものである。

● 2011年7月津波対策策定

①敷地内浸水対策（防波壁T.P.+18m等）

：福島津波高(T.P.+15m)および既往痕跡(T.P.+6m)を踏まえ、敷地高(T.P.+6m)の3倍の**T.P.+18mの防波壁を設置**。

②建屋内浸水対策、③緊急時対策の強化

：津波高をどこまで想定してもそれを上回る事象は発生しうることから、津波が防波壁を超える事象に対しても対策を実施。

● 2012年8月に『科学的に想定しうる最大規模の地震津波』として策定された内閣府モデルの津波について、供用期間中に発生する可能性は考えにくい、保守的に敷地内浸水対策で考慮することとし、2012年12月に①敷地内浸水対策の強化を決定し、**防波壁をT.P.+22mに嵩上げ**。

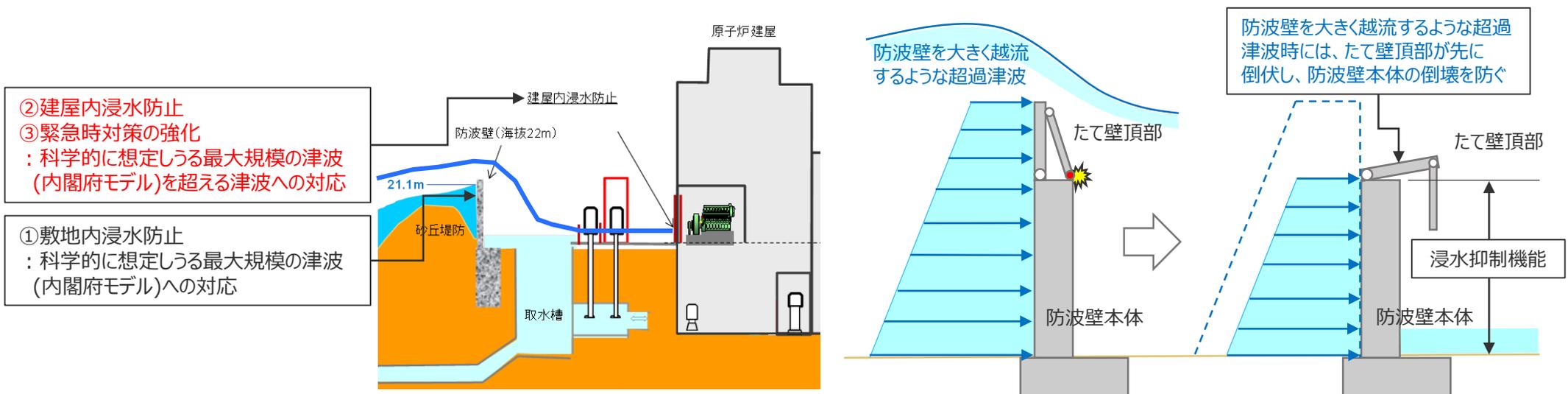
①敷地内浸水対策（防波壁T.P.+22m等）

：科学的に想定しうる最大規模の津波（内閣府モデル）までは①敷地内浸水防止（ドライサイト確保）。審査ガイドに従った基準津波。

②建屋内浸水対策、③緊急時対策の強化

：津波高をどこまで想定してもそれを上回る事象は発生しうることから、津波が防波壁を超える事象に対しても対策を実施。

さらに想定外を無くすため、防波壁を大きく越流するような**超過津波**に対しては、防波壁の**たて壁頂部（T.P.+18～22mの部分）**が先に倒伏し、**防波壁本体の倒壊を防ぐ**（＝津波防護施設の全壊による敷地内大量浸水を防止）



(浜岡原子力発電所の津波対策との関係) 浜岡原子力発電所の津波対策の経緯

- 浜岡原子力発電所では2011年東北沖地震発生直後、当時の首相の法的根拠のない停止要請を受入れ、経済産業大臣の回答に基づき、内閣府モデルや新規規制基準の制定が無い状況で、国の判断に先んじ安全性向上のため自主的な津波対策を率先して実施してきた。
- 津波対策、特に防波壁の設定にあたっては原子力安全・保安院に説明しながら検討を進め、着工後に策定された内閣府モデルを考慮すると共に、新規規制基準で織込まれるドライサイト要求にも対応すべく自主的に嵩上げも実施してきた。
- 常に国からの要請、指示、最新知見に応えながら基準津波の策定、津波対策の実施を進めてきている。

| | 原子力規制庁の動き | 内閣府の動き | 当社の取組み |
|---------|---|--|--|
| 2011年 | 03月11日 東北地方太平洋沖地震発生 03月30日 NISA緊急安全対策指示 | | |
| | 05月11日 停止要請回答 | 06月26日 専門調査会中間とりまとめ | 05月06日 首相からの浜岡停止要請 05月10日 停止要請受入れ |
| | | 08月28日 内閣府モデル検討会開始 | 07月22日 津波対策（防波壁T.P.+18m他）公表 敷地内浸水対策、建屋内浸水対策、緊急時対策の強化 経産大臣の回答に基づき、敷地内浸水防止、建屋内浸水防止をNISAに説明しながら、内閣府モデル公表に先立ち対応 |
| | | 12月27日 最大クラス中間とりまとめ | 11月11日 防波壁着工 |
| 2012年 | | 03月31日 最大クラス第一次報告 50mメッシュ、 瞬時破壊 | 経産大臣の回答に基づきながら、内閣府モデルを考慮しつつ、NRAの発足、ドライサイト要求の可能性を踏まえ、自主的に防波壁の嵩上げを検討 |
| | 09月19日 NRA発足 | 08月29日 最大クラス第二次報告 10mメッシュ、 <u>動的パラメータ考慮（ライズタイム60s他）</u> | |
| | 11月19日 新設計基準骨子案として「ドライサイト要求」がNRAから提示 | | 12月20日 津波対策の強化（防波壁嵩上げ→T.P.+22m）公表 |
| 2013年 | 07月8日 新規規制基準施行 ドライサイト決定 | | 内閣府モデルを踏まえて基準津波を策定 |
| 2014年 | | | 2月14日 4号炉設置許可変更申請書提出 |
| 2015年以降 | 2015年7月8日 IAEAリジェットコフスキー原子力施設安全部長が浜岡の津波対策を視察。「地震、津波対策が高いレベルで取られている」と評価された。 2015年12月 防波壁完成 | | |

(浜岡原子力発電所の津波対策との関係) 浜岡原子力発電所の津波対策と経済産業大臣の回答との関係

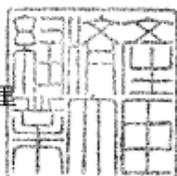
経済産業省

平成23・05・11原第16号
平成23年5月11日

中部電力株式会社

代表取締役社長 社長執行役員 水野 明久 殿

経済産業大臣 海江田 万里



浜岡原子力発電所の運転停止について (回答)

平成23年5月9日付けで中部電力株式会社から提出された「浜岡原子力発電所の運転停止について」に対し、下記のとおり回答します。

記

1. 「浜岡原子力発電所運転停止要請に係る確認事項」については、経済産業省として確認し、必要な対応を取った上、中部電力株式会社の取組を最大限支援します。
2. 経済産業省は、中部電力株式会社が計画する緊急安全対策について、短期的対策及び防潮堤の設置を含む中長期的対策は、適切に措置、計画されていることを確認し、これを確実に実施することを求めます。
3. 今後、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故検証等を受けた新たな知見により、浜岡原子力発電所について緊急安全対策で想定したレベル (T.P. +15m) を上回る津波の発生を想定すべきとされる場合には、防潮堤による対応に限らず、原子炉建屋の水密性確保等を評価・確認することとします。

浜岡原子力発電所における津波対策について

2011年7月22日
中部電力株式会社

当社は、このたび、東北地方太平洋沖地震による東京電力福島第一原子力発電所の事故等から、これまでに得られた知見を反映して、浜岡原子力発電所における津波対策を策定いたしましたので、お知らせいたします。

今回お知らせする津波対策は、社会の皆さまの原子力発電に対する不安の高まりを真摯に受け止め、浜岡原子力発電所の安全性をより一層高めることを目的としたものです。

これまでに、当社は、浜岡原子力発電所について、過去に大きな影響を及ぼした安政東海地震や宝永地震等による津波を踏まえ、津波に対する安全性を確認しております。また、東北地方太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の事故を踏まえた緊急安全対策を完了しております。

今回の津波対策では、「浸水防止対策」として、①防波壁の設置等による発電所敷地内浸水防止対策を、次に、②敷地内浸水時における建屋内浸水防止対策を講ずることといたしました。さらに、福島第一原子力発電所で発生した「全交流電源喪失」および「海水冷却機能喪失」を仮定した場合にも、確実かつ安全に冷温停止に導くことができるよう、多重化・多様化の観点から冷却機能を確保する対策とし、「緊急時対策の強化」を図ることといたしました。

発電所敷地海側に設置する防波壁については、浜岡原子力発電所前面の砂丘堤防高さ(T.P.(東京湾平均海面)+10~15m)に、福島第一原子力発電所での津波遡上高(T.P.+15m程度)も考慮し、防波壁の高さをT.P.+18mといたしました。

なお、浜岡原子力発電所における津波遡上高については、東海・東南海・南海地震の3連動の地震等を検討し、T.P.+8m程度と想定しております。

【浸水防止対策】

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| 【浸水防止対策①】 発電所敷地内浸水防止 | 防波壁の設置等による発電所敷地内への浸水防止 |
| 【浸水防止対策②】 建屋内浸水防止 | 敷地内浸水時の海水冷却機能維持・建屋内浸水防止 |

目次

[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

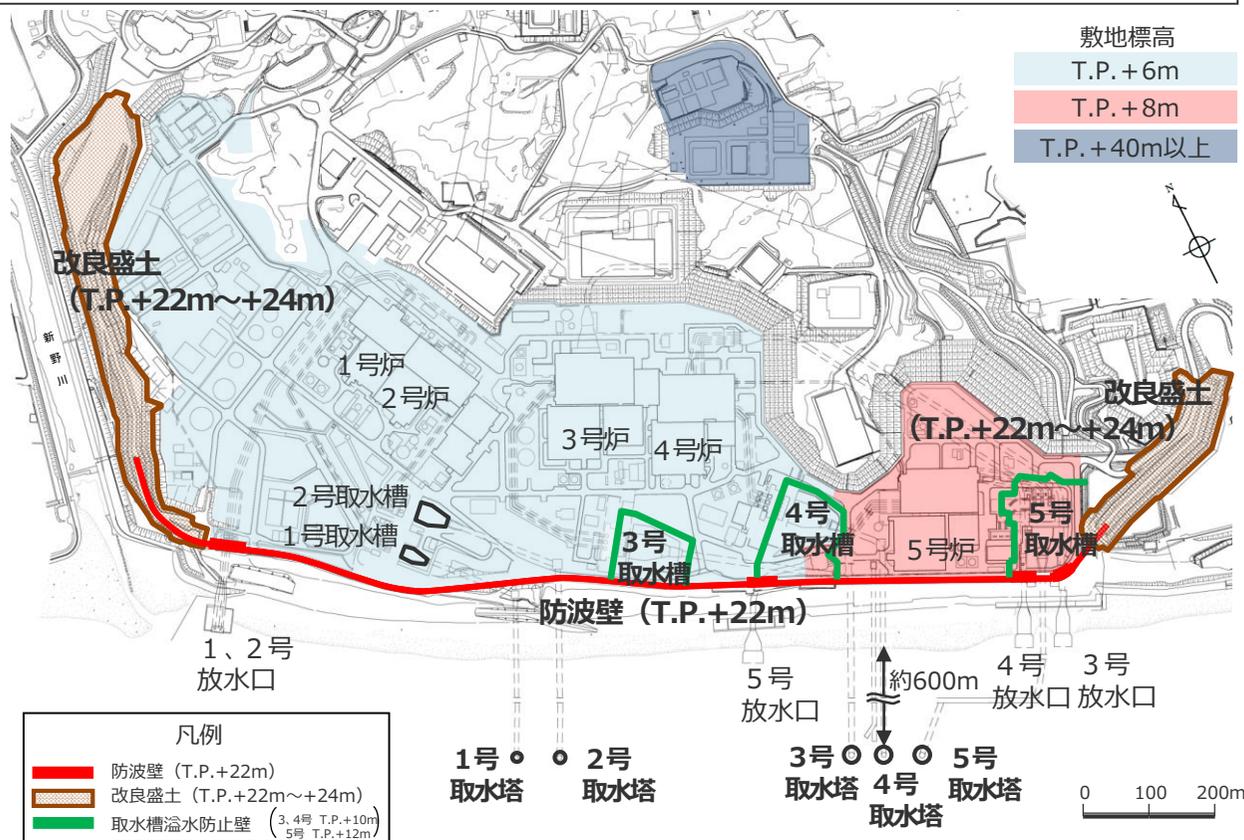
[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討
- 3 行政機関による津波評価の確認
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ
- 5 まとめ

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)

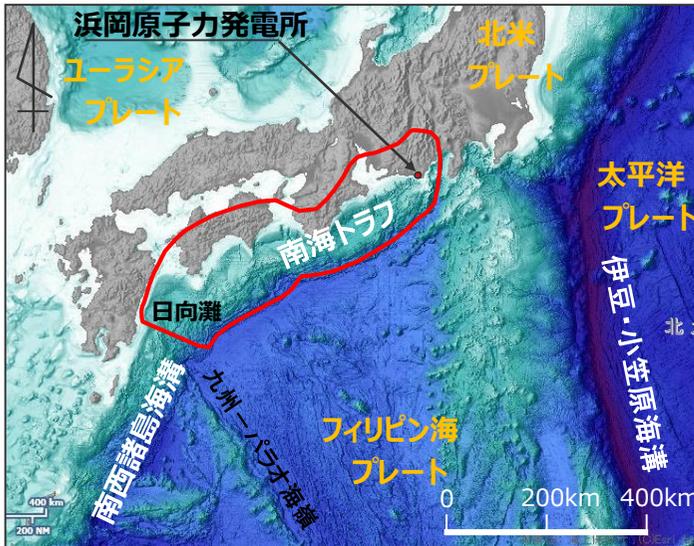
・防波壁・改良盛土、取水槽溢水防止壁の構造については補足説明資料1を参照

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。
- プレート間地震については、南海トラフにより遠州灘沿岸域において5～10mの津波が確認されている。

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※ (御前崎市) |
| | 遠地津波 | 1952年カムチャッカ地震 | — | 9.0 | 0.3～1.9※m (遠州灘沿岸域) |
| | | 1960年チ地震 | — | 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年チ地震 | | — | 8.8 | | |
| 海洋プレート内地震 | 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 | 敷地周辺に影響を及ぼした津波は確認されていない。 | | | — | |

※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。
・津波痕跡高の詳細については補足説明資料2を参照

行政機関による津波評価

- 敷地およびその周辺において行政機関により評価されている津波は、南海トラフの地震による津波であり、その他の地震による津波もしくは地震以外の要因による津波についての評価は見当たらない。
- 最大クラスの津波については、内閣府(2012)「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が「科学的に想定しうる最大規模の地震津波」の波源モデルを設定し、南海トラフ沿岸域の津波評価を実施している。発電所が位置する静岡県および近隣県は、内閣府の最大クラスモデルをそのまま採用している。
- 既往最大の津波については、中央防災会議(2003)、内閣府(2015)が津波評価を実施しており、静岡県および近隣県はこれらを採用している。



内閣府(2012)に基づき作成

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波源域の位置図

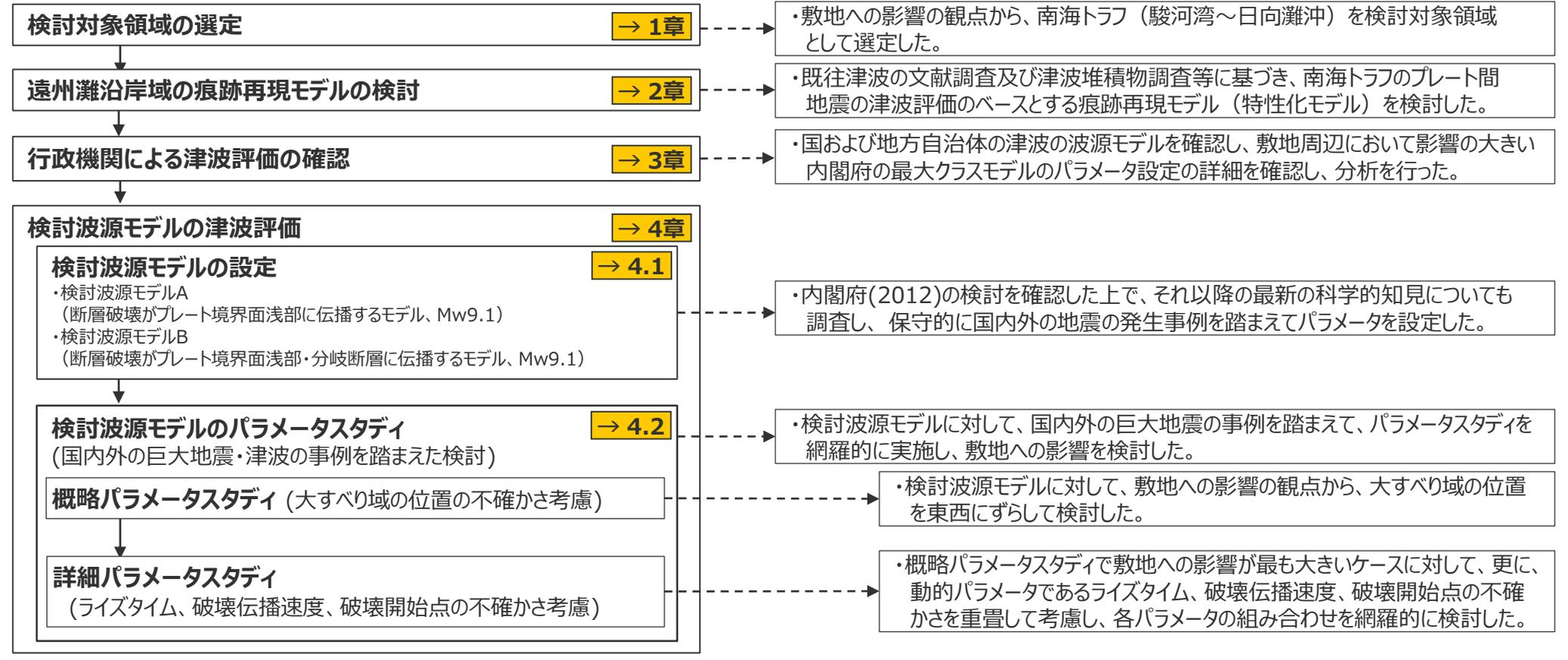
敷地周辺の行政機関による津波評価

| 津波発生要因 | 最大クラスの津波 | | 既往最大の津波 | |
|----------------|-----------|------------------------|---------------------------|------------------------|
| | 国の評価 | 地方自治体の評価 | 国の評価 | 地方自治体の評価 |
| プレート間地震 | 内閣府(2012) | 愛知県(2014) 静岡県(2015) | 中央防災会議(2003) 内閣府(2015) | 愛知県(2014) 静岡県(2015) |
| 海洋プレート内地震 | - | - | - | - |
| 海域の活断層による地殻内地震 | - | - | - | - |
| 地すべり | 海底地すべり | - | - | - |
| | 陸上地すべり | - | - | - |
| 火山現象 | - | - | - | - |

プレート間地震の津波評価の検討概要

- プレート間地震の津波評価は、以下のフローで検討を実施した。
- 津波の評価にあたっては、土木学会(2016)を参照して、不確かさを考慮して数値シミュレーションを実施した。

プレート間地震の津波評価



目次

[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

[プレート間地震の津波評価]

1 検討対象領域の選定

2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討

3 行政機関による津波評価の確認

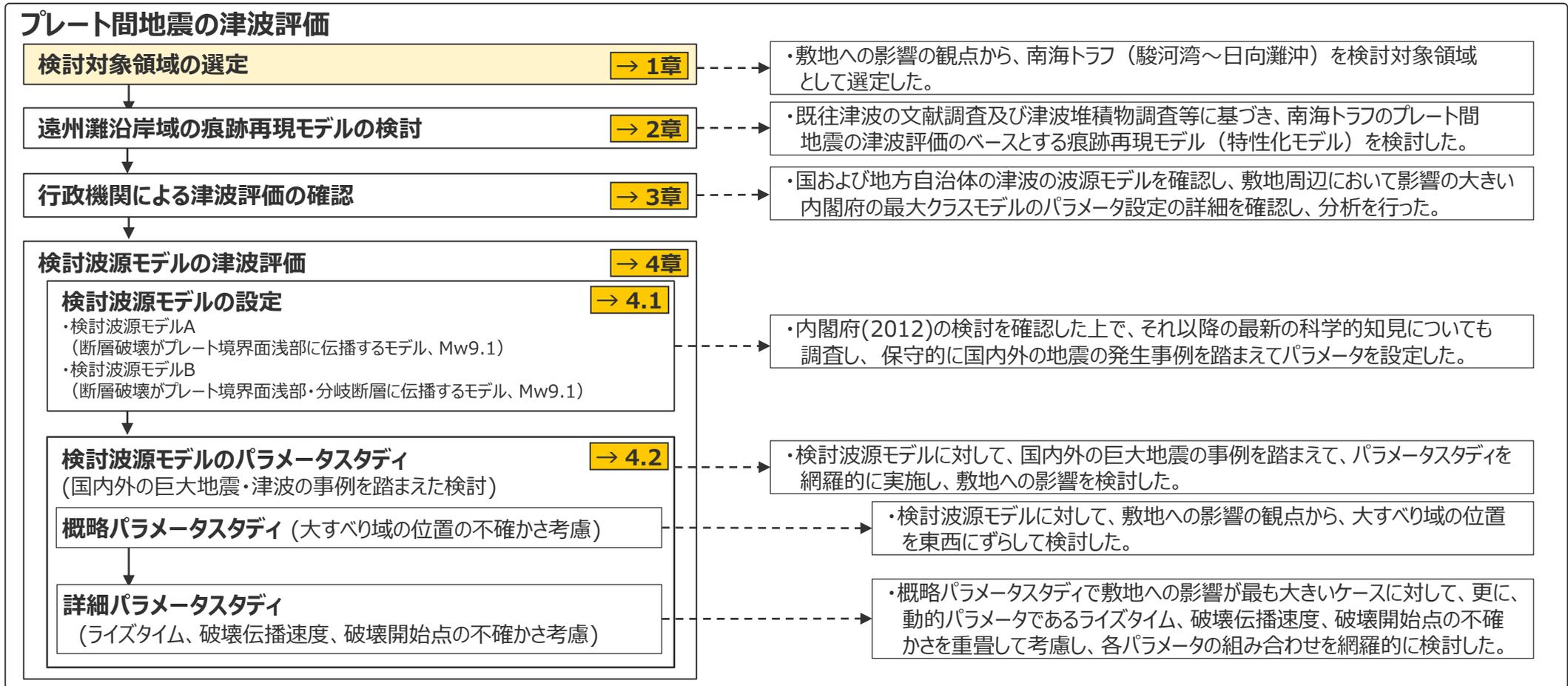
4 検討波源モデルの津波評価

4.1 検討波源モデルの設定

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ

5 まとめ

1 検討対象領域の選定



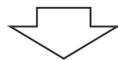
■ 検討対象領域の選定について、文献調査及び数値シミュレーションの結果に基づき、敷地への影響の観点から、敷地に近い「南海トラフのプレート間地震」を検討対象領域として選定。

【調査対象】

- ・南海トラフ
- ・南西諸島海溝
- ・伊豆・小笠原海溝
- ・遠地津波

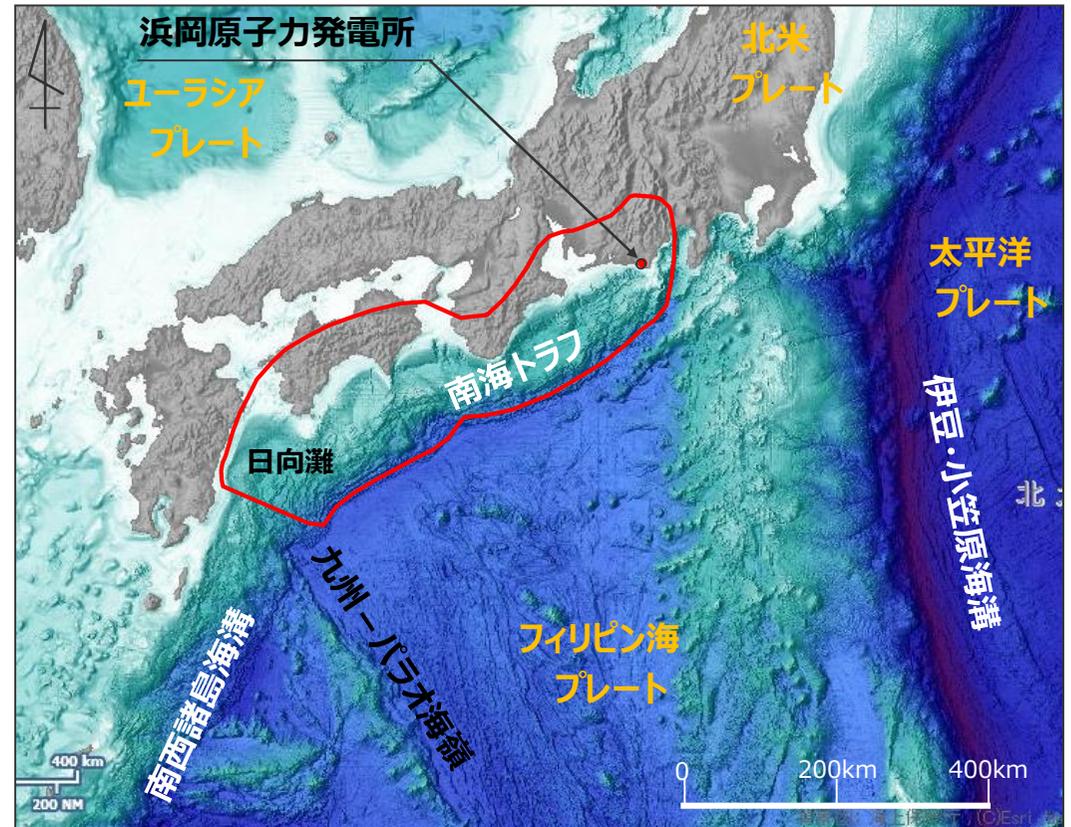
【検討項目】

| 検討項目 |
|---------------------|
| 既往津波の文献調査 |
| 各沈み込み帯に関する文献調査 |
| 数値シミュレーションによる敷地影響評価 |



【検討対象】

敷地への影響の観点から、敷地に近い「南海トラフのプレート間地震」を検討対象として選定。



(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

- 敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる既往津波について、文献調査を実施。
調査文献：羽鳥(1980a,b)、静岡県(1986)等、計50文献



- 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による津波が繰り返し発生し、他の津波発生要因よりも大きな影響を及ぼしている。

敷地周辺の主な既往津波

| 津波発生要因 | 地震の名称 | Mj | Mw | 敷地周辺の痕跡高 | |
|-----------------|----------|--------------------------|---------|----------|------------------------|
| 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※ (御前崎市) |
| | 遠地津波 | 1952年カムチャッカ地震 | — | 9.0 | 0.3~1.9※ m (遠州灘沿岸域) |
| | | 1960年丹地震 | — | 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年丹地震 | | — | 8.8 | | |

※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。

・津波痕跡高の詳細については補足説明資料2を参照

1 検討対象領域の選定 各沈み込み帯に関する文献調査

■ 各沈み込み帯の特徴及び構造境界について文献調査を行い、巨大地震の発生について分析を実施。

■ 敷地に近い南海トラフにおいて巨大地震の発生が想定され、南西諸島海溝と伊豆・小笠原海溝では領域全体を波源域とするような巨大地震が発生する可能性は低いと評価した。
■ また、九州-パラオ海嶺付近に構造境界が確認されており、南海トラフの領域と南西諸島海溝の領域とは一体となって破壊しないと評価した。

南海トラフの特徴

- ・Mw8クラスの巨大地震が100～200年間隔で繰り返し発生。宝永地震(Mj8.6)等、領域全体を波源域とする巨大地震の発生が知られている。
 - ・地殻変動観測結果から、駿河湾～日向灘の領域で固着域が推定されている。
- ⇒**巨大地震の発生が想定されると評価した。**

南西諸島海溝の特徴

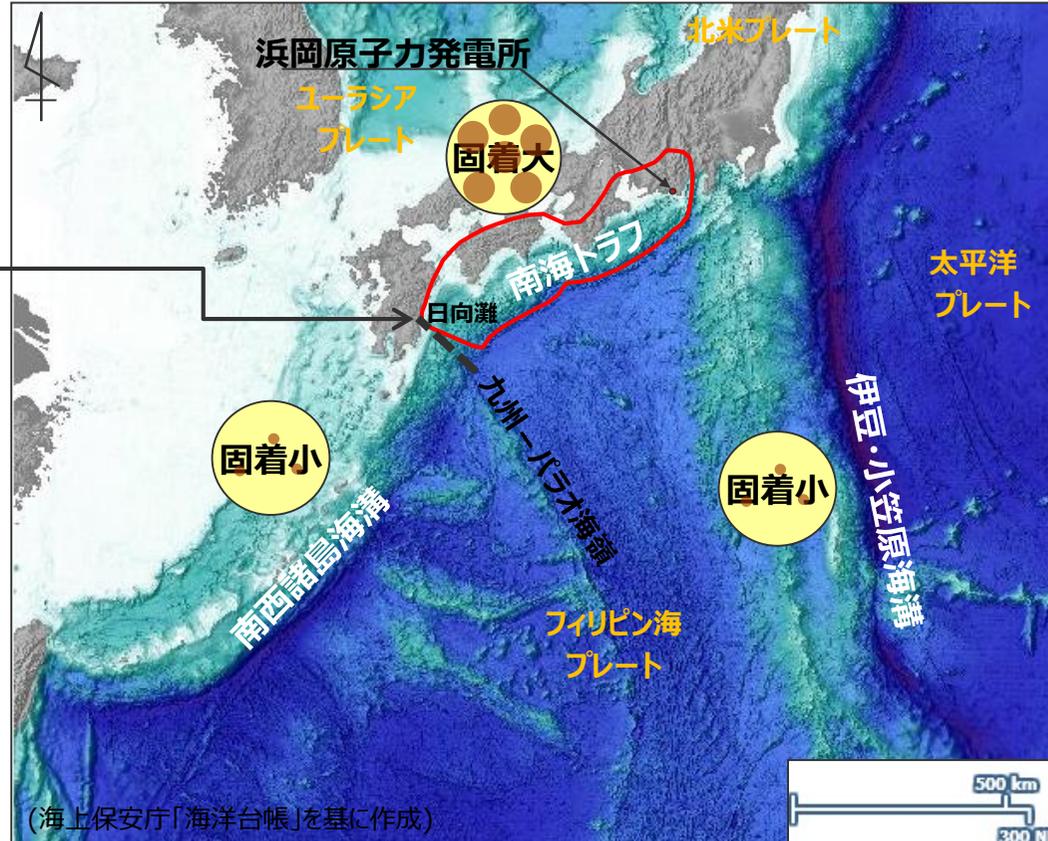
- ・海溝軸方向に3つの地質構造区分が示されており、津波石の調査等において地震・津波の発生状況に顕著な地域差が見られる。
 - ・地殻変動観測結果によりプレート境界の固着は小さいとされている。
- ⇒ **領域全体を波源域とするような巨大地震が発生する可能性は低いと評価した。**

伊豆・小笠原海溝の特徴

- ・Mw8クラス以上の巨大地震の発生は確認されていない。
 - ・地殻変動観測結果から固着は小さいとされている。
- ⇒ **領域全体を波源域とするような巨大地震が発生する可能性は低いと評価した。**

南海トラフと南西諸島海溝の構造境界

- ・南海トラフの領域と南西諸島海溝の領域とは、フィリピン海プレートの形成年代・形成過程、地震発生状況等が異なっており、九州-パラオ海嶺付近に構造境界が確認されている。
- ⇒ **南海トラフの領域と南西諸島海溝の領域とは一体となって破壊しないと評価した。**



・各沈み込み帯に関する文献調査の詳細については補足説明資料6-3を参照

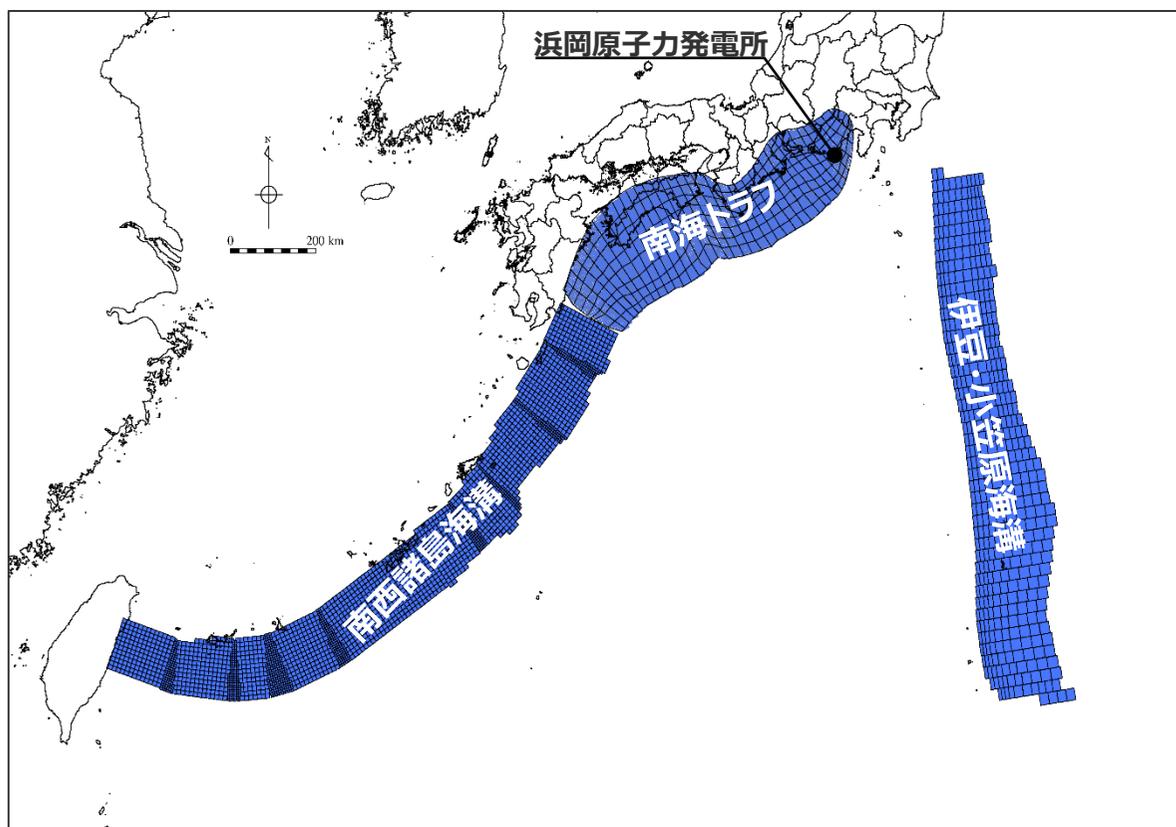
検討方針

- 発生する地震・津波の地震規模などの特徴は沈み込み帯ごとに異なると考えられるが、ここでは領域全体を波源域とする最大クラスの地震規模を想定して波源モデルを設定し、数値シミュレーションにより敷地への影響を比較検討した。



波源モデルの設定

- 波源モデルの地震規模は、領域全体を波源域とした上で、内閣府(2012)と同様に、主部断層の応力降下量を3MPaとしたスケーリング則により設定した。
- 波源モデルのすべり量分布は、敷地及び敷地周辺への影響を比較する観点から、すべり量一律のモデルとして設定した。



波源モデル

断層パラメータ

| 領域 | 面積 (km ²) | Mw | すべり量 (m) |
|----------|-----------------------|-----|----------|
| 南海トラフ | 144,379 | 9.1 | 10.0 |
| 南西諸島海溝 | 207,537 | 9.3 | 11.9 |
| 伊豆・小笠原海溝 | 179,236 | 9.2 | 11.3 |

1 検討対象領域の選定 波源モデルの断層パラメータ

断層パラメータ

| 項目 | | 設定値 | | |
|--------------------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 南海トラフ | 南西諸島海溝 | 伊豆・小笠原海溝 |
| 面積 (km ²) | 全体 | 144,379 | 207,537 | 179,236 |
| | 主部断層 | 109,725 | 158,084 | 140,210 |
| | 浅部断層 | 34,655 | 49,453 | 39,026 |
| 地震モーメント (Nm) | | 5.9×10^{22} | 1.0×10^{23} | 8.3×10^{22} |
| Mw | | 9.1 | 9.3 | 9.2 |
| すべり量 (m) | | 10.0 | 11.9 | 11.3 |
| 剛性率 (N/m ²) | | 4.1×10^{10} | 4.1×10^{10} | 4.1×10^{10} |
| 破壊伝播速度 (km/s) | | ∞(同時破壊) | ∞(同時破壊) | ∞(同時破壊) |
| ライズタイム (s) | | 60 | 60 | 60 |

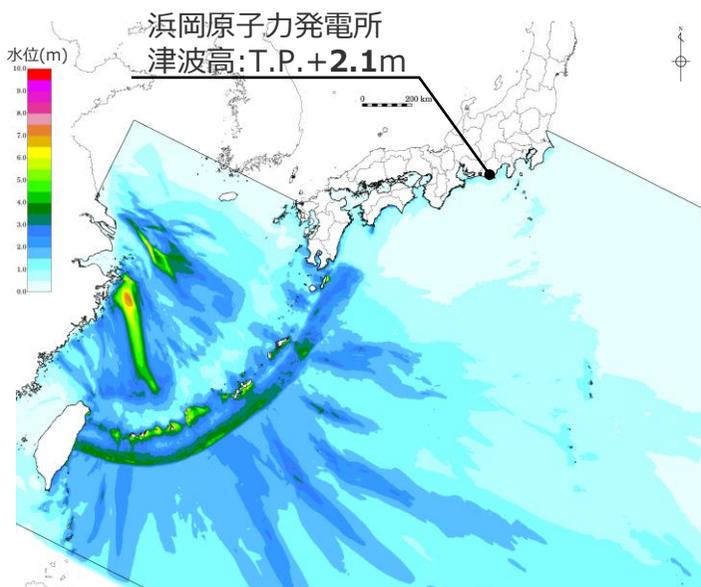
波源モデルの断層パラメータは以下のとおり設定。

- 断層面積：プレート境界深さ0～40kmの面積から算定
- すべり量： $D = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{1/2} / \mu^{1/2}$
 ここで、 $\Delta\sigma$ ：主部断層全体の平均の応力降下量(3MPa)
 S ：主部断層全体の面積
 μ ：剛性率 ($\rho \cdot V_s^2$)
 ρ ：密度(2.8g/cm³)、 V_s ：S波速度(3.82km/s)
- 地震モーメント $M_0 = \sum \mu D_i S_i$
 ここで、 D_i 、 S_i はそれぞれ、 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 $V_r = \infty$ (同時破壊)
- ライズタイム $T = 60s$

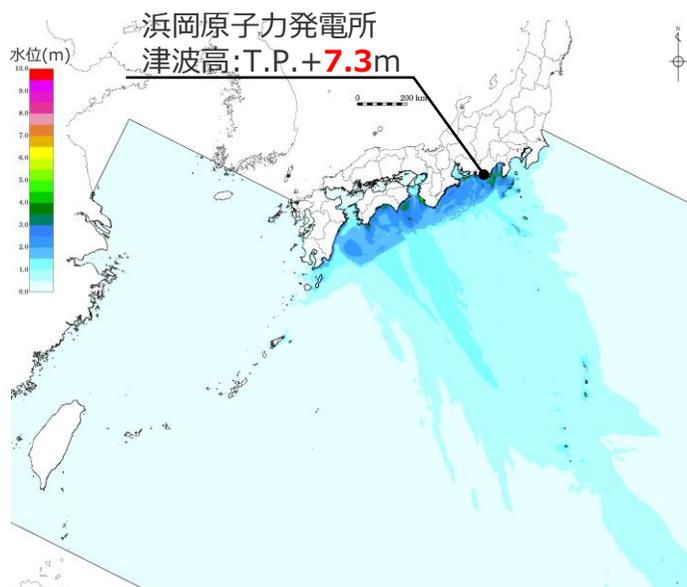
1) スケーリング則 $M_0 = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ と地震モーメントの式 $M_0 = \mu DS$ から導出

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))

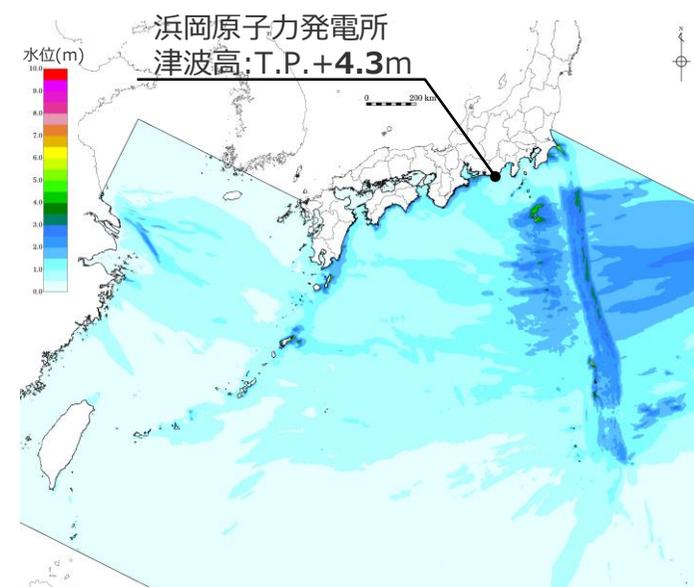
- 領域全体を波源域とする最大クラスの地震規模を想定して波源モデルを設定し数値シミュレーションを実施した結果、敷地及び敷地周辺への影響について、「南海トラフのプレート間地震」の津波の影響が大きいことを確認した。



南西諸島海溝のプレート間地震



南海トラフのプレート間地震



伊豆・小笠原海溝のプレート間地震

数値シミュレーションによる敷地への影響検討結果

・発電所敷地を波源とした津波の伝播特性に関する検討について補足説明資料4-2に記載



以上の結果に基づき、敷地への影響の観点から、敷地に近い「南海トラフのプレート間地震」を検討対象として選定。

目次

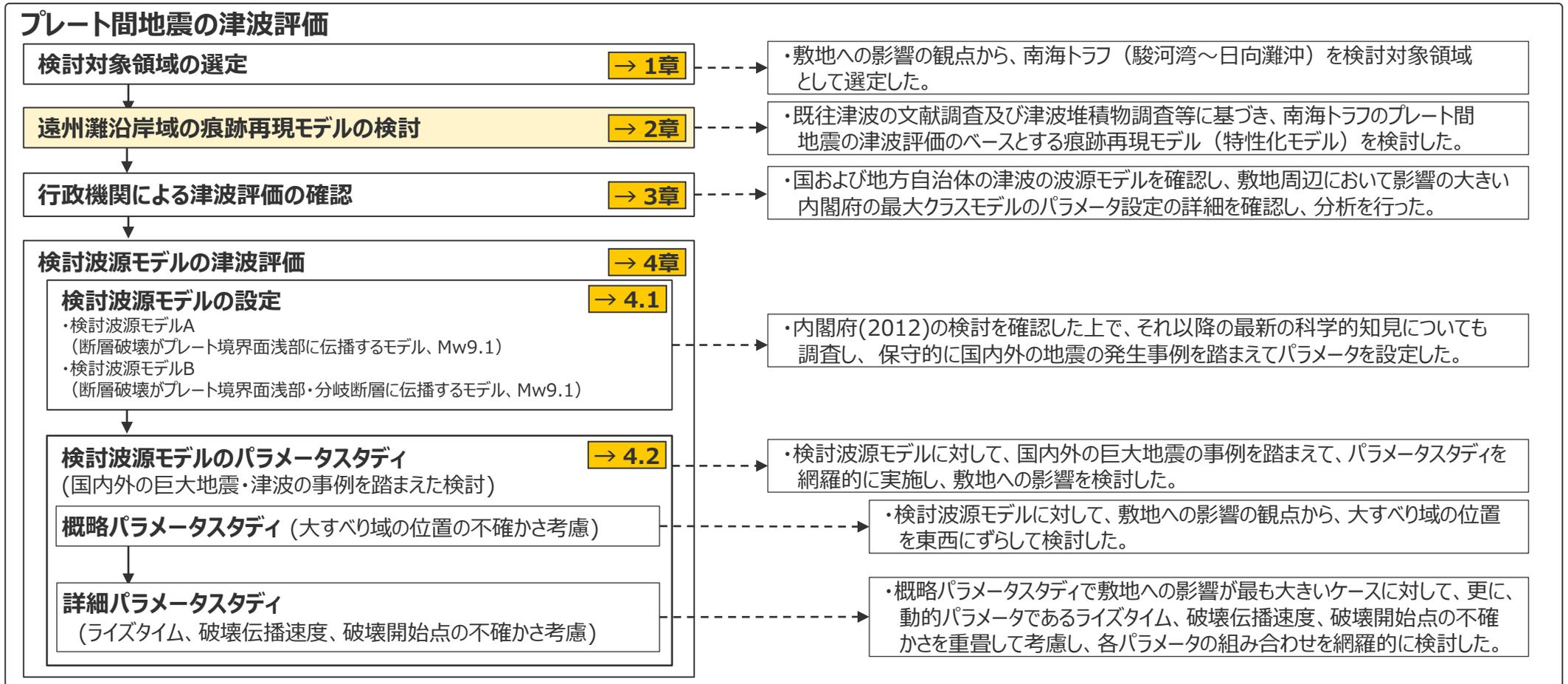
[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討**
- 3 行政機関による津波評価の確認
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ
- 5 まとめ

2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討



敷地周辺の既往津波

- 既往津波の歴史記録に基づく津波痕跡高は、概ね5~10m。
- 津波堆積物調査による津波痕跡高は、歴史記録に基づく津波痕跡高と同程度であり、それを大きく超えるような巨大な津波の痕跡は確認されなかった。

【歴史記録の文献調査の結果】

- ・敷地が位置する遠州灘沿岸域について、歴史記録に基づく津波痕跡高は、概ね5~10m。
- ・なお、敷地付近の津波痕跡高は、1854年安政東海地震の御前崎市佐倉（旧浜岡町）における6m。

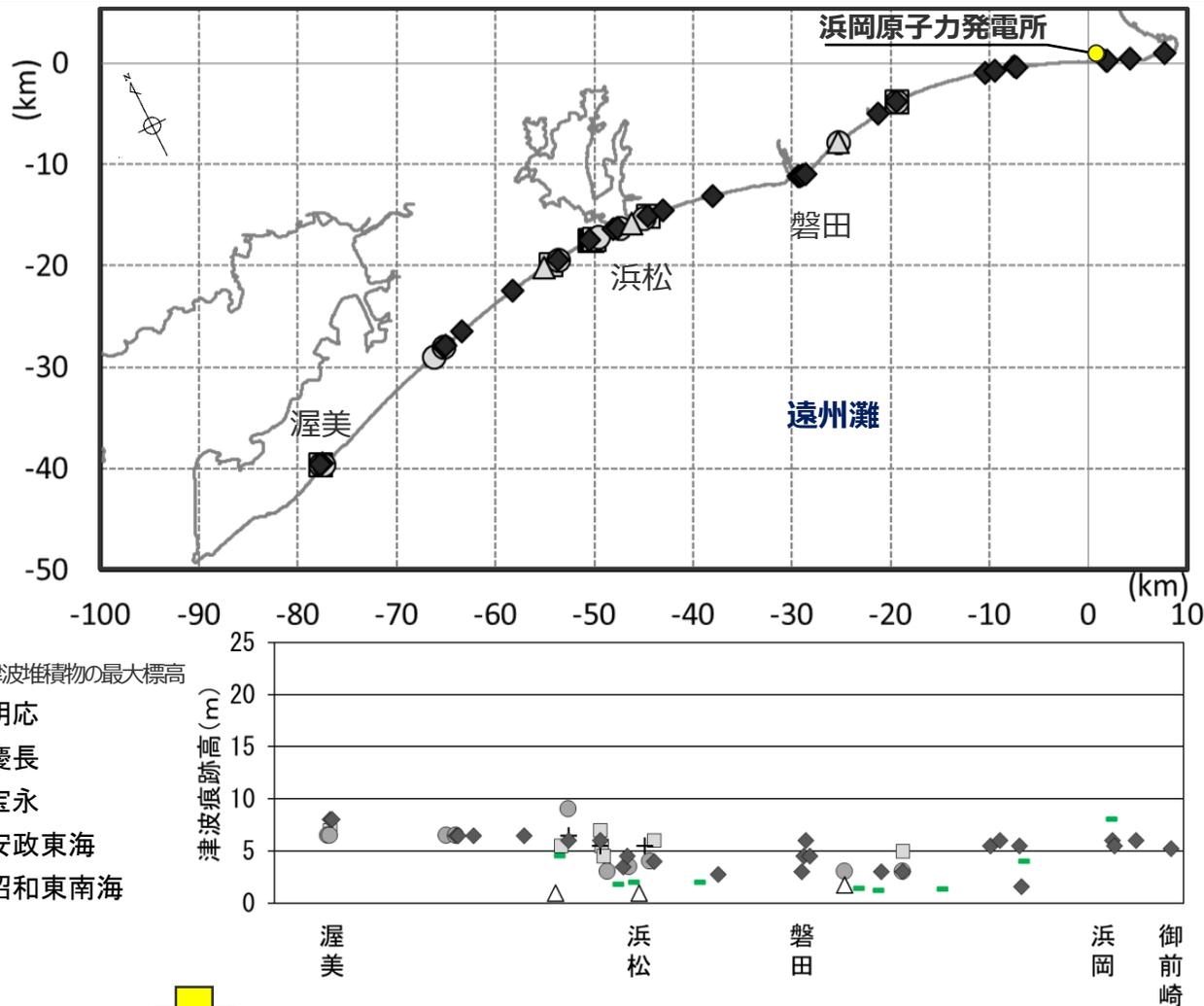
【津波堆積物調査の結果】

○津波堆積物に関する文献調査

- ・遠州灘沿岸域では、過去約4,000年間について、東北沖地震のような他の津波より例外的に巨大な津波の痕跡は確認されず、宝永地震等と同程度の津波（概ね5~10m程度）が繰り返し発生しているとされている。

○現地調査

- ・約6,000年前以降のイベント堆積物を確認したが、その堆積当時の標高は、敷地では約0~8m、菊川流域では約1~4m未満であり、歴史記録に基づく津波痕跡高(概ね5~10m)を大きく超えるような巨大な津波の痕跡は確認されなかった。



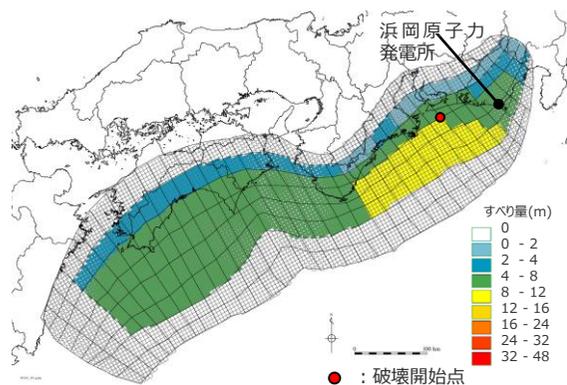
検討方針

- ここでは、既往津波の文献調査及び津波堆積物調査の結果に基づき、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルを検討する。
- 痕跡再現モデルは、南海トラフの津波評価のベースとするため、各地震の津波痕跡高を一つのモデルで再現することとし、特性化モデルとして検討する。

2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）の設定

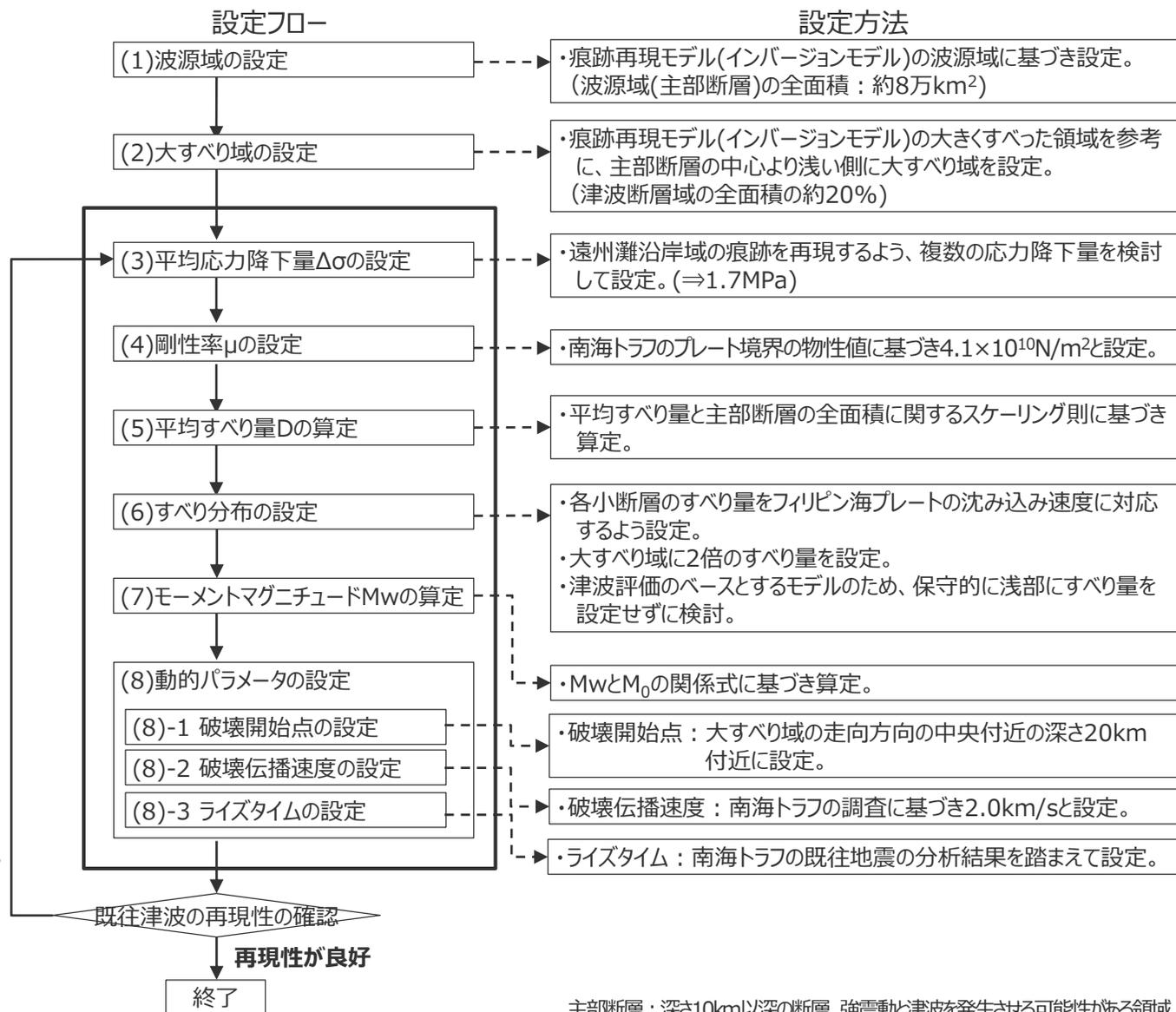
- 文献調査及び津波堆積物調査の結果を踏まえて、津波評価のベースとする遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）を設定した。
- 以下に、遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの設定フローを示す。



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル
(特性化モデル)

・南海トラフの地震には多様性があるとされており、既往地震の波源域や断層すべり量はそれぞれ異なると考えられるが、遠州灘沿岸域の津波高に關してはどの地震においても概ね5~10m程度であることから、津波評価のベースとするため、これらを特別に区分することなく、一つの特性化モデルで再現することとした。

再現性が良好でない
⇒再検討



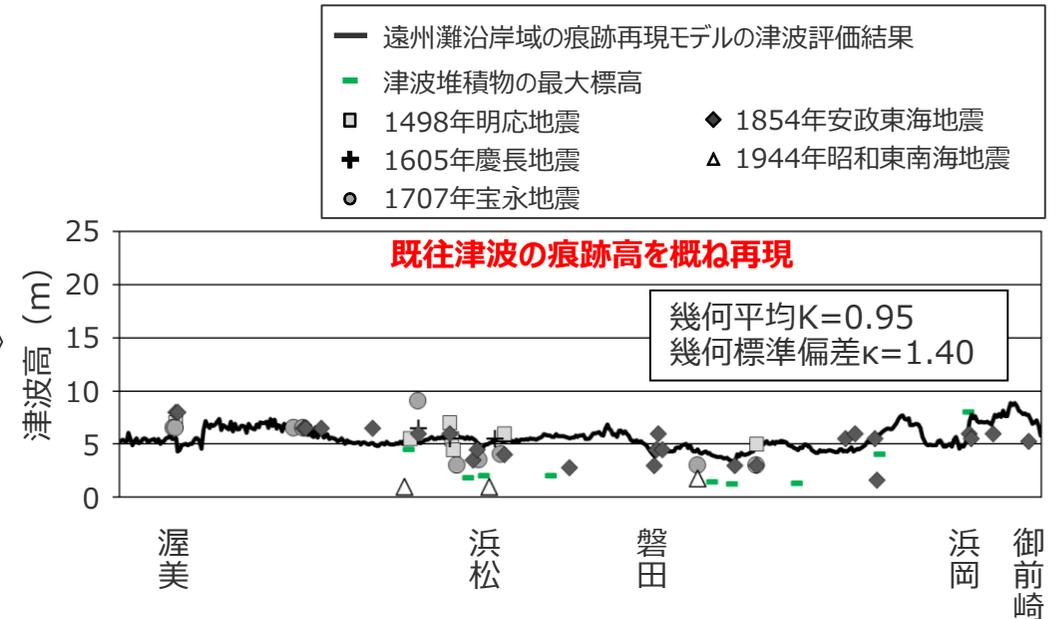
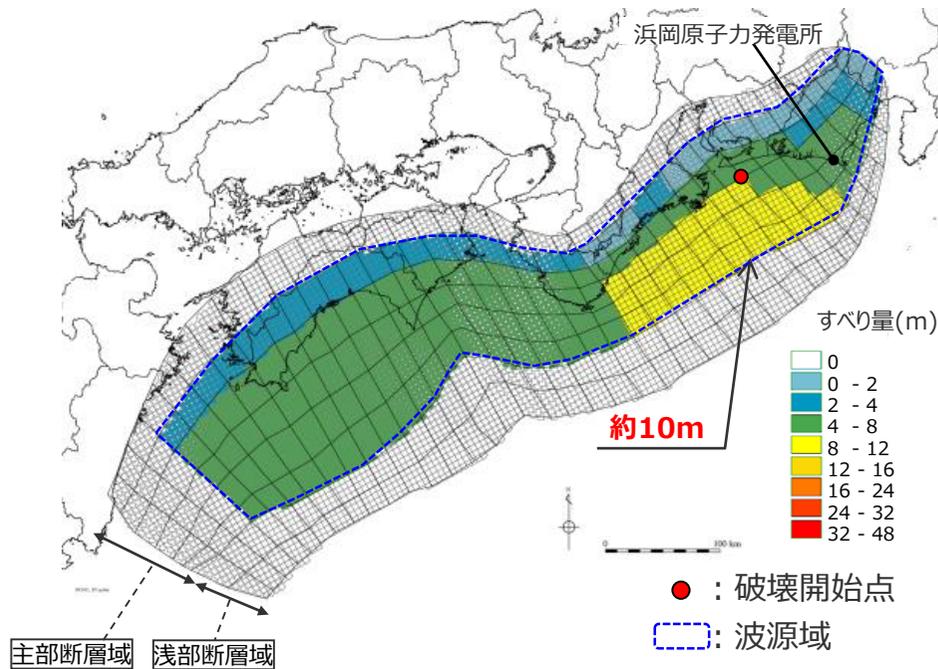
2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）の設定

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）の設定

- 波源域は、痕跡再現モデル（インバージョンモデル）に基づき設定。
- 大すべり域（平均すべり量の2倍のすべり量を有する領域）を波源域の全面積の約20%の面積で敷地前面海域（駿河湾～紀伊半島沖）に設定し、約10mのすべり量を設定。各小断層のすべり量をプレートの沈み込み速度に比例するよう設定。
- ライスタイムは、既往地震の検討を参考にして、60sと設定。



遠州灘沿岸域の既往津波の痕跡高を概ね再現することを確認。



遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）による海岸線の津波高と既往津波の痕跡高との比較

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）の波源モデル

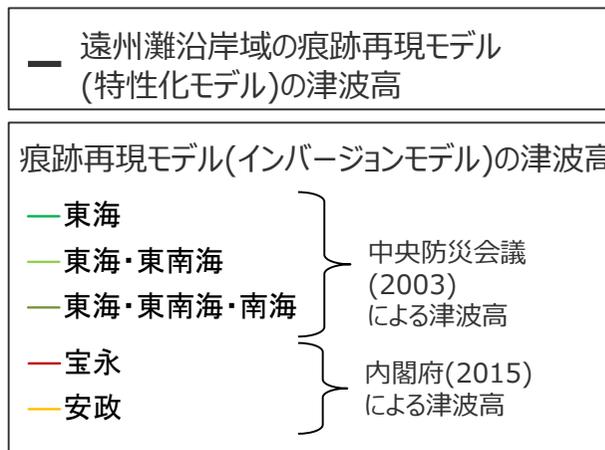
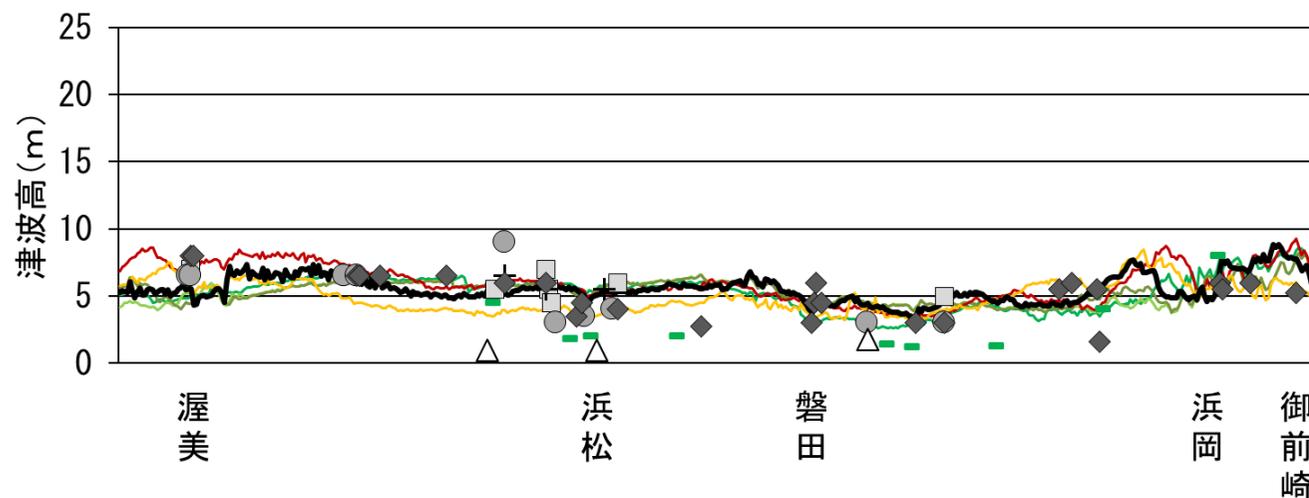
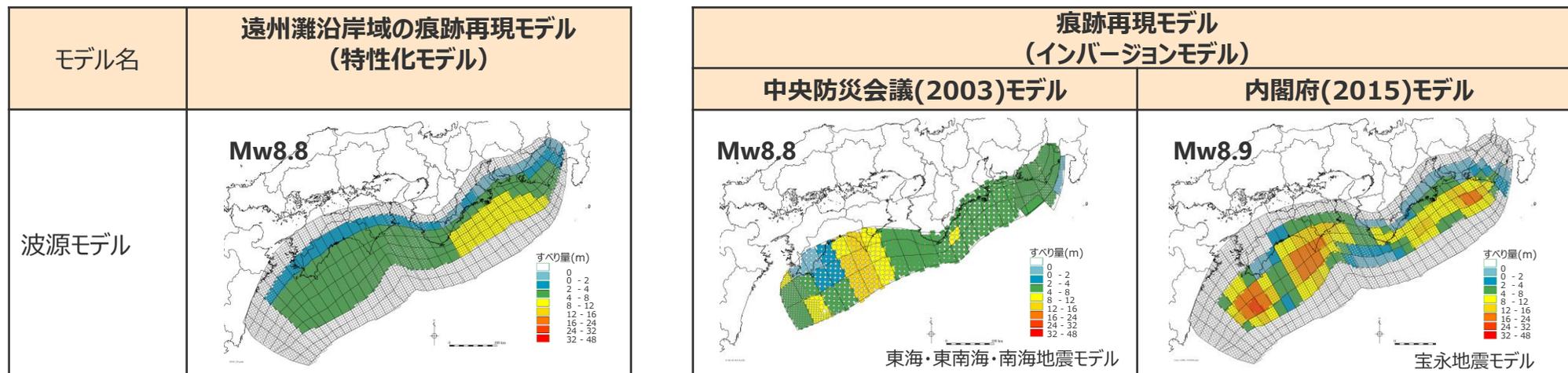
・南海トラフの地震には多様性があるとされており、既往地震の波源域や断層すべり量はそれぞれ異なると考えられるが、遠州灘沿岸域の津波高に関してはどの地震においても概ね5～10m程度であることから、津波評価のベースとするため、これらを特別に区分することなく、一つの特性化モデルで再現することとした。

- ・相田の指標Kとκは津波堆積物及び津波高の小さい昭和東南海地震の痕跡を含めず算定
- ・土木学会(2016)による再現性の目安： $0.95 < K < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$

2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討

痕跡再現モデル(インバージョンモデル)との比較

- 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）の波源域及び地震規模は、痕跡再現モデル（インバージョンモデル）と同程度となっている。
- 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル（特性化モデル）の遠州灘沿岸域の津波高は、痕跡再現モデル（インバージョンモデル）の津波高とほぼ一致している。
⇒これらのモデルは、敷地が位置する遠州灘沿岸域の津波高について等価なモデルとなっている。



痕跡再現モデル（インバージョンモデル）による海岸線の津波高との比較

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのパラメータ

断層パラメータ

| 項目 | | 設定値 |
|--------------|-------------------------|-----------------------|
| 全体 | 面積 (km ²) | 82,604 |
| | 地震モーメント (Nm) | 1.7×10^{22} |
| | Mw | 8.8 |
| | 平均応力降下量(MPa) | 1.7 |
| | 平均すべり量 (m) | 5.0 |
| | 最大すべり量 (m) | 10.4 |
| | 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) |
| 地震モーメント (Nm) | | 1.7×10^{22} |
| 平均すべり量 (m) | | 5.0 |
| 最大すべり量 (m) | | 10.4 |
| 浅部断層 | 面積 (km ²) | - |
| | 地震モーメント (Nm) | - |
| | 平均すべり量 (m) | - |
| | 最大すべり量 (m) | - |

プレート間地震の断層パラメータは、以下のとおり設定。

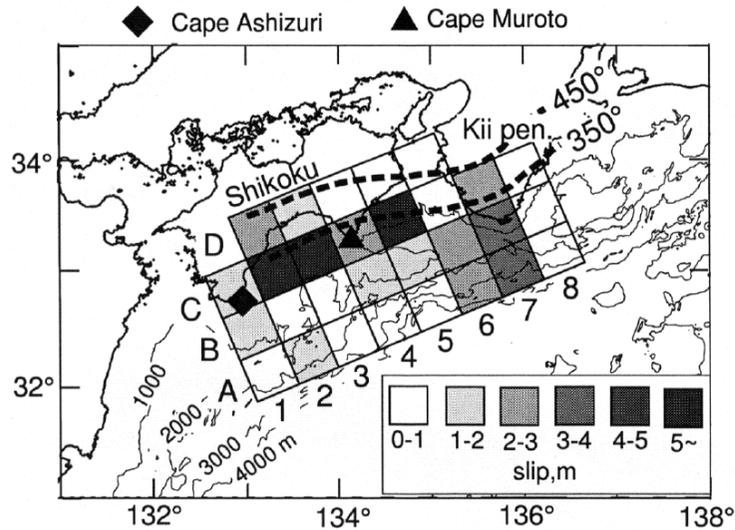
- 断層面積S : 82,604km²
- 大すべり域の面積Sa \approx 0.2S
- すべり量 :
 - ・主部断層
 - 主部断層の平均すべり量 $D_m = 16/(7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma_m \cdot S_m^{1/2}/\mu$ ¹⁾
 - ここで、 $\Delta\sigma_m$: 主部断層全体の平均の応力降下量 (1.5MPa、津波痕跡を再現するよう設定)
 - S_m : 主部断層全体の面積
 - μ : 剛性率 ($\rho \cdot V_{Sm}^2$)
 - ρ : 密度(2.8g/cm³)、 V_{Sm} : 主部断層のS波速度(3.82km/s)
 - 主部断層の大すべり域のすべり量 $D_{ma}=2D_m$
 - 各小断層のすべり量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。
- 地震モーメント $M_0 = \sum \mu D_i S_i$
 - ここで、 D_i 、 S_i はそれぞれ、i番目の小断層の断層すべり量及び断層面積
- $Mw = (\text{Log}M_0 - 9.1)/1.5$
- 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2}/16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
- 破壊伝播速度 $V_r = 2.0$ (km/s)
- ライズタイム $T = 60$ (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))

2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討

遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのライズタイムの設定

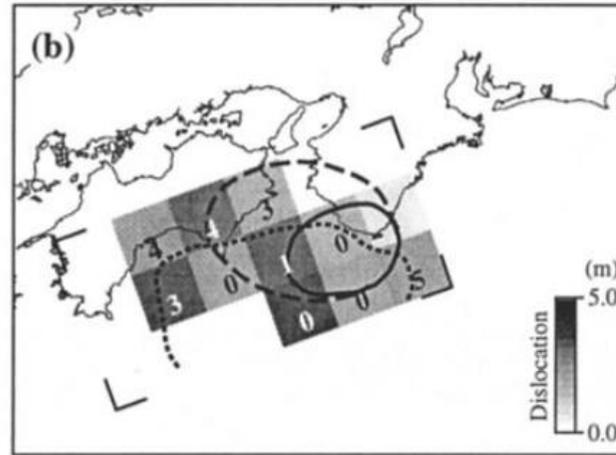
■ 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルのライズタイムは、南海トラフの既往地震の津波インバージョン結果に基づき最も短い60sと設定した。



ライズタイム(平均値) : 60~100(s)

1946年昭和南海地震

Tanioka and Satake(2001b)による津波インバージョン結果

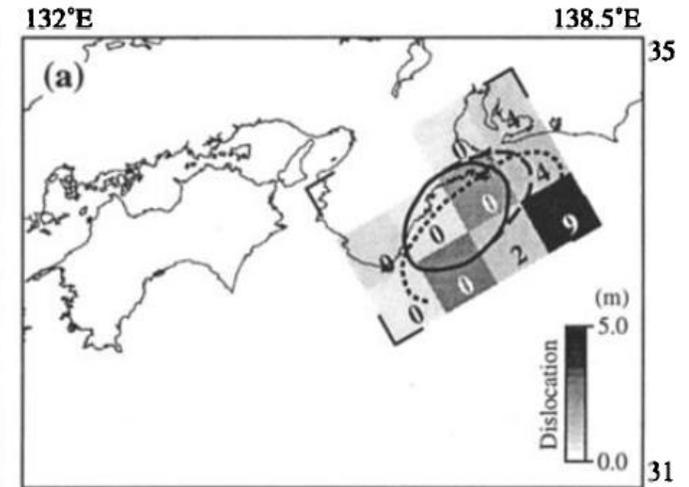


・小断層内の数値は小断層ごとに推定されたライズタイム

ライズタイム(平均値) : 150(s)

1946年昭和南海地震

Kato and Ando(1997)による津波インバージョン結果



・小断層内の数値は小断層ごとに推定されたライズタイム

ライズタイム(平均値) : 約110(s)

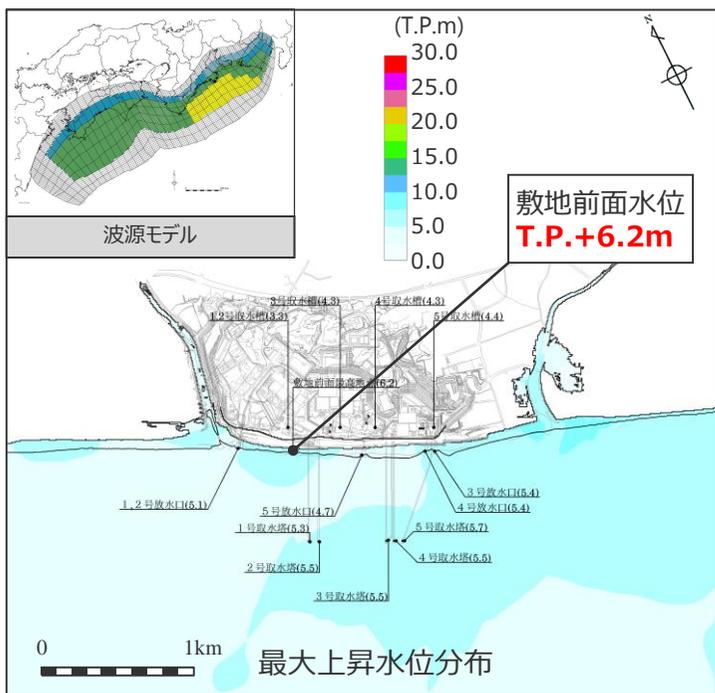
1944年昭和東南海地震

■ 南海トラフの既往地震のライズタイムの検討事例について、Tanioka and Satake(2001b)及びKato and Ando(1997)は、南海トラフで発生した1944年昭和東南海地震・1946年昭和南海地震のすべり量とライズタイムを、津波インバージョンにより推定している。
 ■ 1944年昭和東南海地震・1946年昭和南海地震の観測津波波形は限られているため、津波インバージョンによるライズタイムは幅広く推定されているが、これらの結果によると、**既往地震のライズタイムは60~150s程度**と考えられる。

2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討

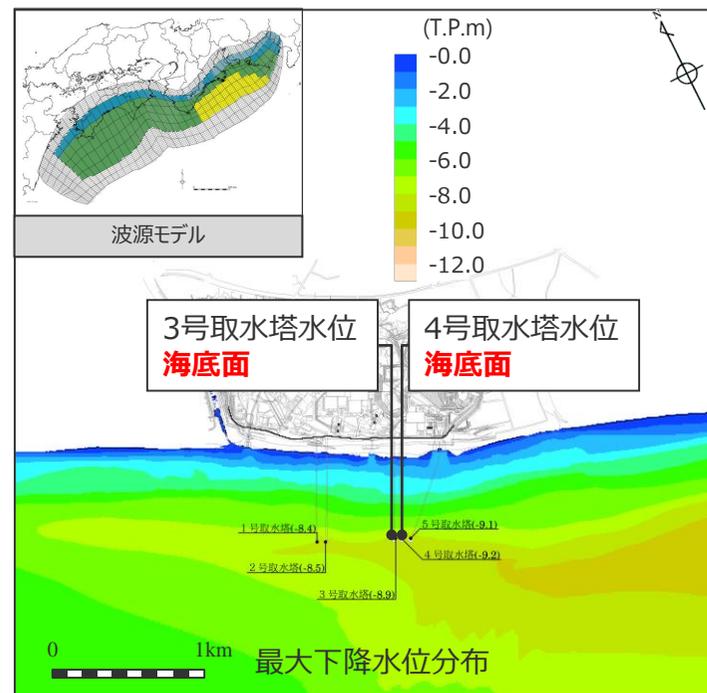
遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルによる敷地への影響

【水位上昇側】

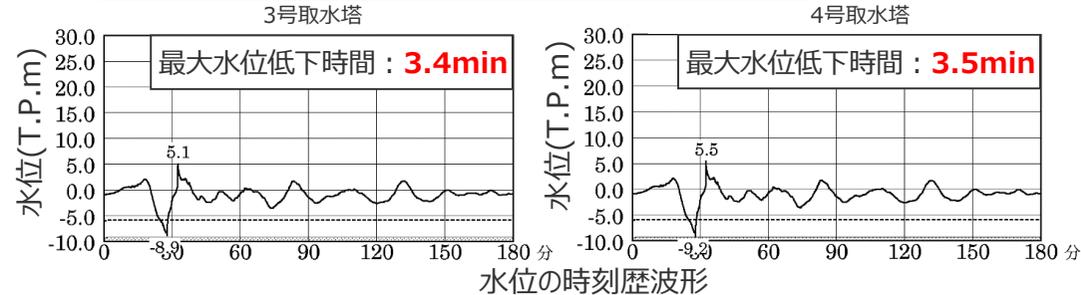
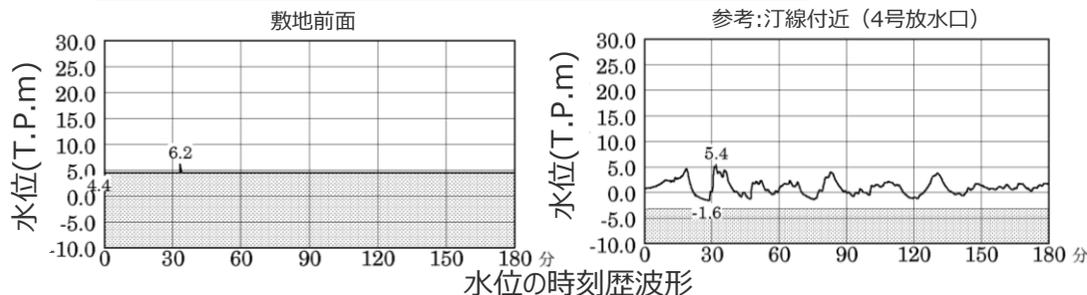


- ・朔望平均満潮位 T.P.+0.80mを考慮
- ・網掛け部の上端は当該地点の標高

【水位下降側】



- ・朔望平均干潮位 T.P.-0.93mを考慮
- ・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



| ケース名 | 【水位上昇側】 最大上昇水位 (T.P.m) | | | | | 【水位下降側】 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 |
| 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル | 6.2 | 3.3 | 4.3 | 4.3 | 4.4 | 海底面 (3.4min) | 海底面 (3.5min) |

・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。

目次

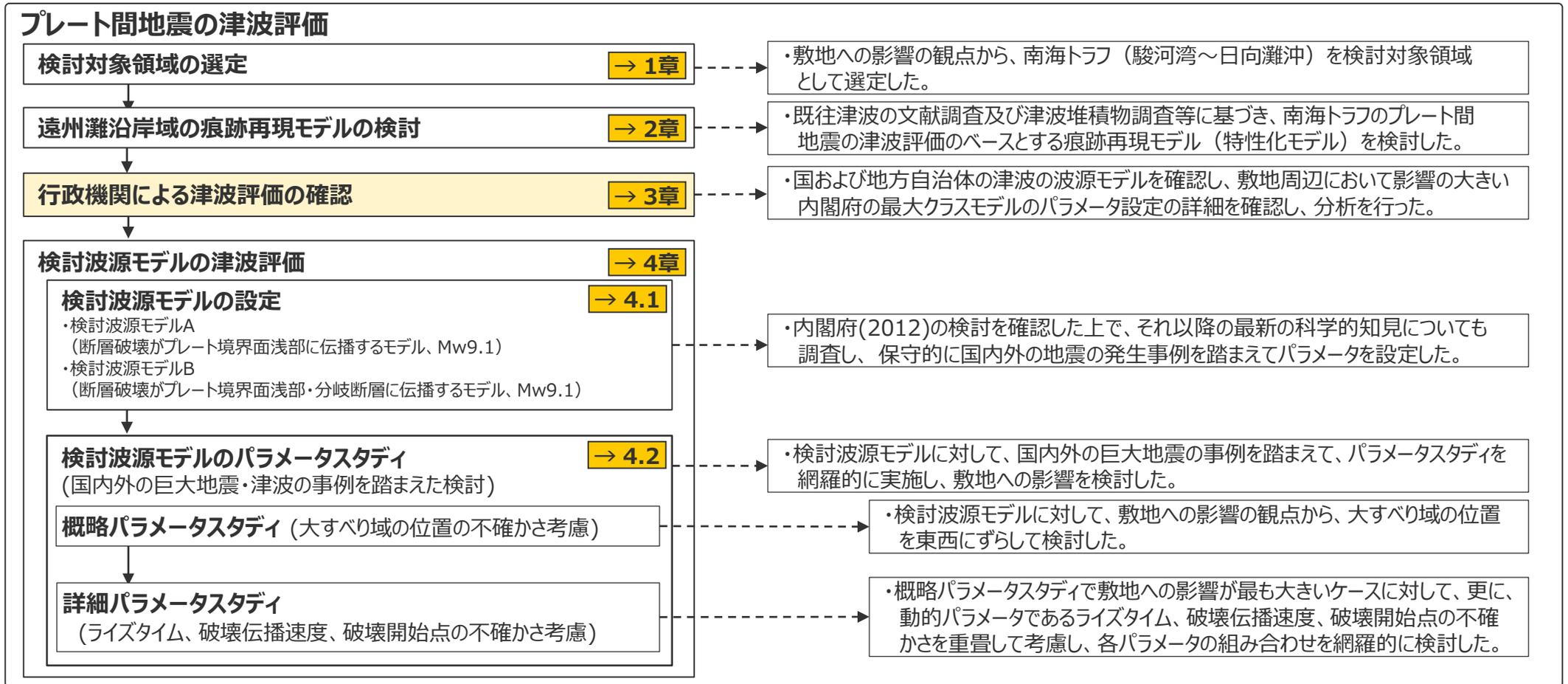
[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討
- 3 行政機関による津波評価の確認**
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ
- 5 まとめ

3 行政機関による津波評価の確認



- 行政機関による津波想定のための波源モデルについて確認し、浜岡原子力発電所への影響の大きい波源モデルを検討した。
- 検討フローは以下のとおり。

①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認

- 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パラメータ設定の詳細を確認し、分析を行った。

①-2 地方自治体の津波想定波源モデルの確認

- 敷地が位置する静岡県および近隣の愛知県、神奈川県が津波想定で用いている波源モデルについて確認した。
- また、南海トラフに面する関東以西から九州地方までの地方自治体が考慮している南海トラフの波源モデルについて確認した。



② 行政機関の波源モデルの敷地への影響確認

- 上記で確認した波源モデルについて、浜岡原子力発電所への影響の大きい波源モデルを検討した。

①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認 (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。

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域・想定津波波源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】

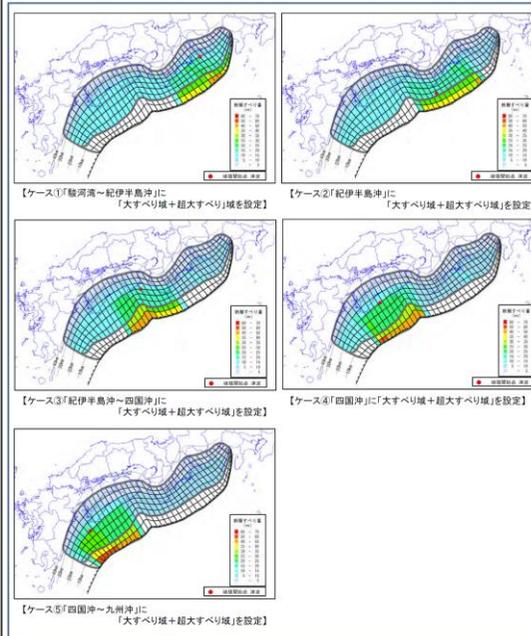


図2.2(2) 大すべり域、超大すべり域に分岐断層も考えるパターン【2ケース】

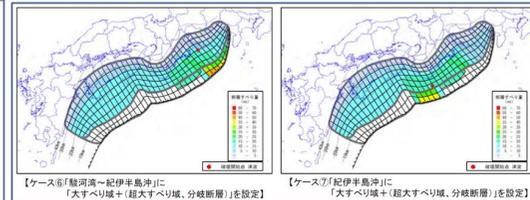
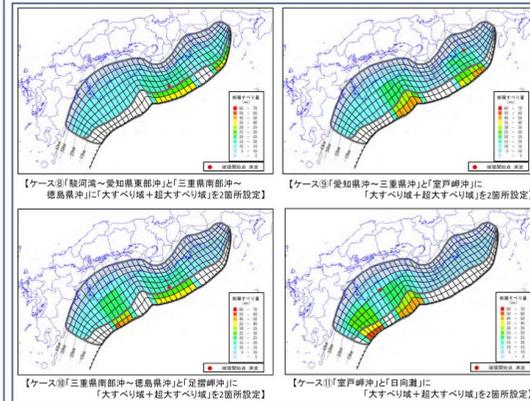


図2.3(3) 大すべり域、超大すべり域が2箇所のパターン【4ケース】



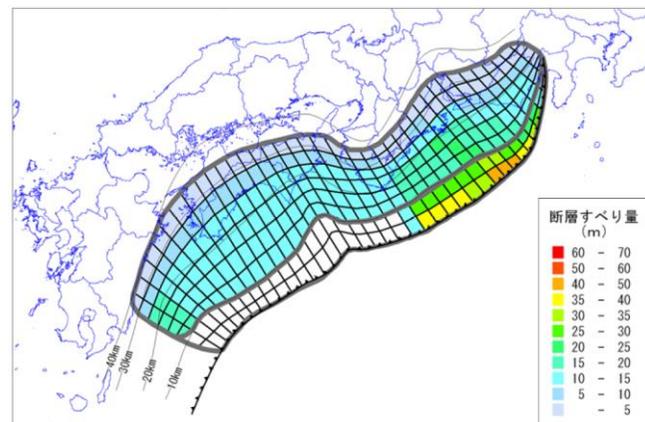
(内閣府(2012)を基に作成)

内閣府の最大クラスモデルの波源モデル (ケース①～⑪)

①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認 (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。

・内閣府の最大クラスモデルのパラメータの設定根拠は補足説明資料5-1参照。



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



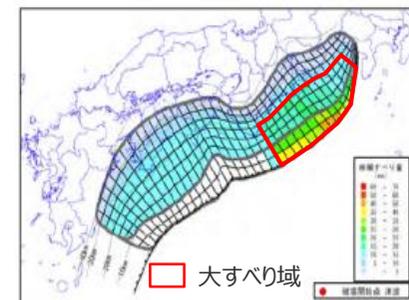
1) 主部断層域:深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域(内閣府(2012))
2) 浅部断層域:深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域(内閣府(2012))

①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認

(断層パラメータ：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

| 項目 | | 設定値 |
|------|-------------------------|----------------------|
| 全体 | 面積 (km ²)※ | 123,700 |
| | 地震モーメント (Nm) | 6.1×10 ²² |
| | Mw | 9.1 |
| | 平均応力降下量 (MPa) | 3.4 |
| | 平均すべり量 (m) | 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)※ | 13,975 |
| | 地震モーメント (Nm) | 1.7×10 ²² |
| | 平均すべり量 (m) | 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≒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(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
 - 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2} / 16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
 - 破壊伝播速度V_r=2.5km/s
 - ライズタイムT=60s

※津波断層域のうちすべりが発生している波源域の面積 (内閣府(2012)を基に作成)

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))

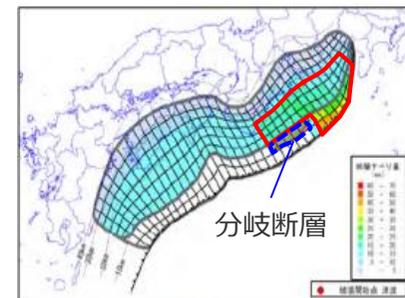
①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認

(断層パラメータ：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

| 項目 | | 設定値 |
|------|-------------------------|----------------------|
| 全体 | 面積 (km ²)※ | 118,682 |
| | 地震モーメント (Nm) | 5.4×10 ²² |
| | Mw | 9.1 |
| | 平均応力降下量 (MPa) | 3.2 |
| | 平均すべり量 (m) | 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)※ | 8,957 |
| | 地震モーメント (Nm) | 9.1×10 ²¹ |
| | 平均すべり量 (m) | 24.7 |
| | 最大すべり量 (m) | 41.7 |

※津波断層域のうちすべりが発生している波源域の面積 (内閣府(2012)を基に作成)



【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≒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
分岐断層の大すべり域のすべり量 2D_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
 - 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2} / 16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
 - 破壊伝播速度V_r=2.5km/s
 - ライズタイムT=60s

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))

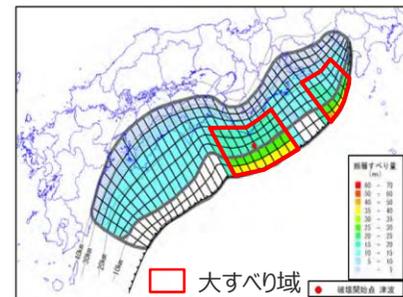
①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認

(断層パラメータ：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 |
|------|-------------------------|----------------------|
| 全体 | 面積 (km ²)※ | 124,915 |
| | 地震モーメント (Nm) | 6.2×10 ²² |
| | Mw | 9.1 |
| | 平均応力降下量 (MPa) | 3.4 |
| | 平均すべり量 (m) | 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)※ | 15,190 |
| | 地震モーメント (Nm) | 1.7×10 ²² |
| | 平均すべり量 (m) | 27.8 |
| | 最大すべり量 (m) | 41.7 |

※津波断層域のうちすべりが発生している波源域の面積 (内閣府(2012)を基に作成)



【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 $S_a \cong 0.2S$
- 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
- $Mw = (\text{Log} M_0 - 9.1) / 1.5$
- 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2} / 16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
- 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 $M_0 = 16 / (7\pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$ 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))

3 行政機関による津波評価の確認

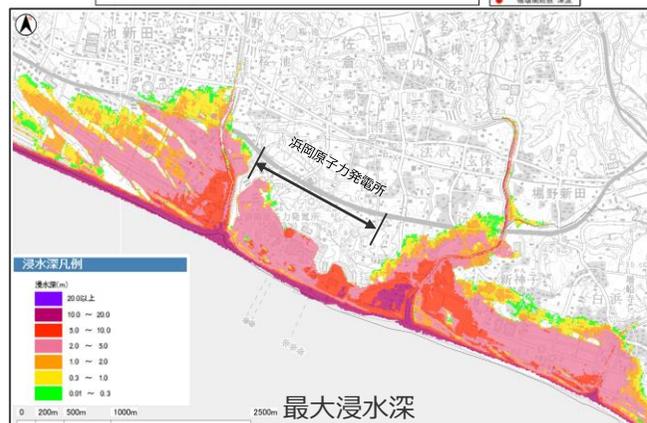
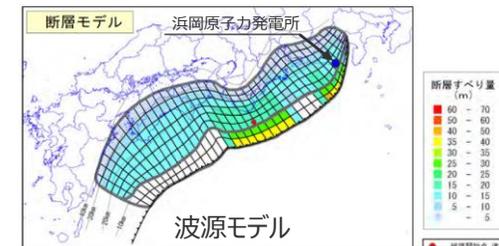
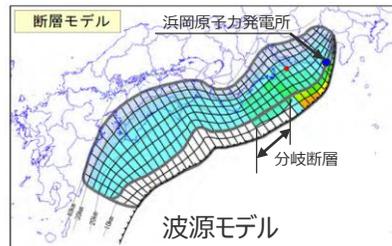
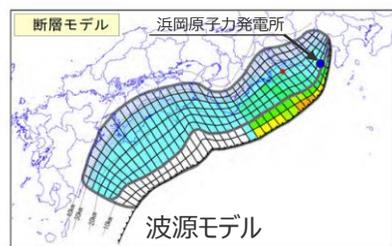
①-1 内閣府の最大クラスの波源モデルの確認 (内閣府による津波想定結果)

- 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。

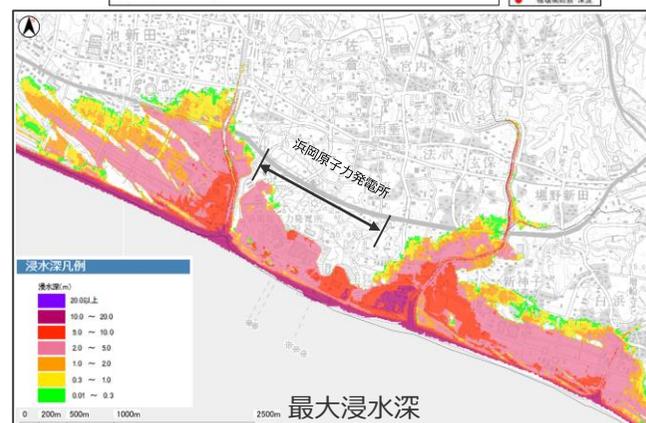
内閣府(2012)による各原子力発電所付近の最高水位(浜岡)

| 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 |

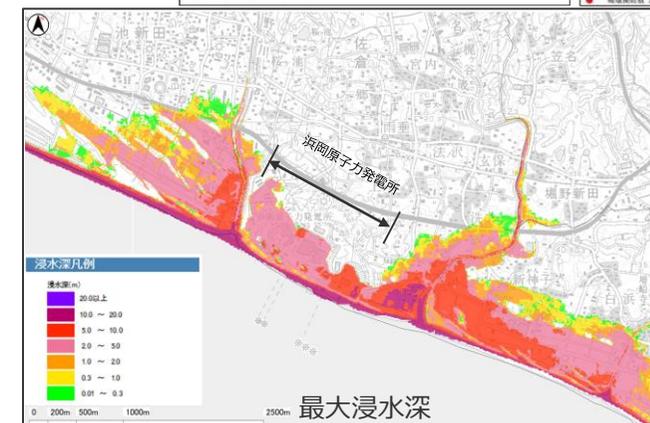
(※)地殻変動量考慮、満潮位を含む。
10mメッシュでの計算値
(内閣府(2012)に基づき作成)



【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。

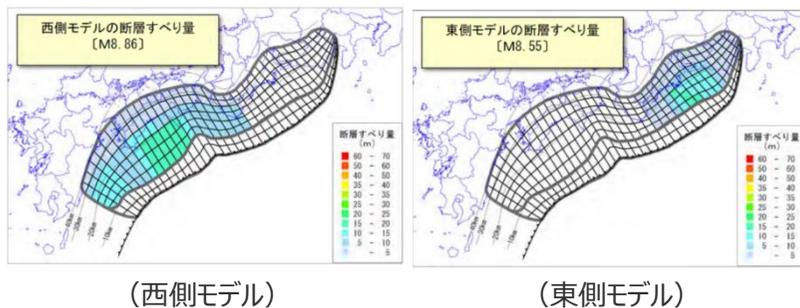
内閣府(2012)による浜岡原子力発電所付近の浸水分布図

(内閣府(2012)に基づき作成)

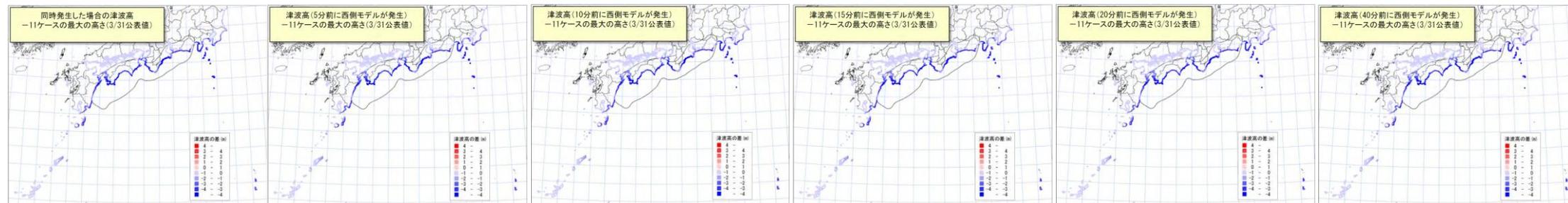
3 行政機関による津波評価の確認

(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。

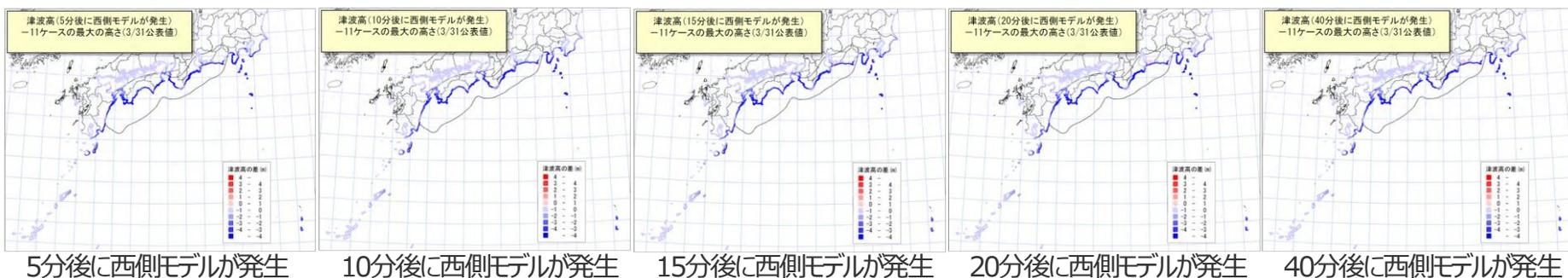
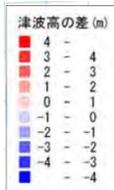


| 対象地震 | 面積 | Mw | 平均すべり量 | 最大すべり量 |
|-------|----------------------|-------------|--------|--------|
| 東側モデル | 約3.6万km ² | 8.55 | 約5.7m | 約15.6m |
| 西側モデル | 約7.4万km ² | 8.86 | 約8.2m | 約16.9m |



東側モデルに対して、同時刻に西側モデルが発生

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)

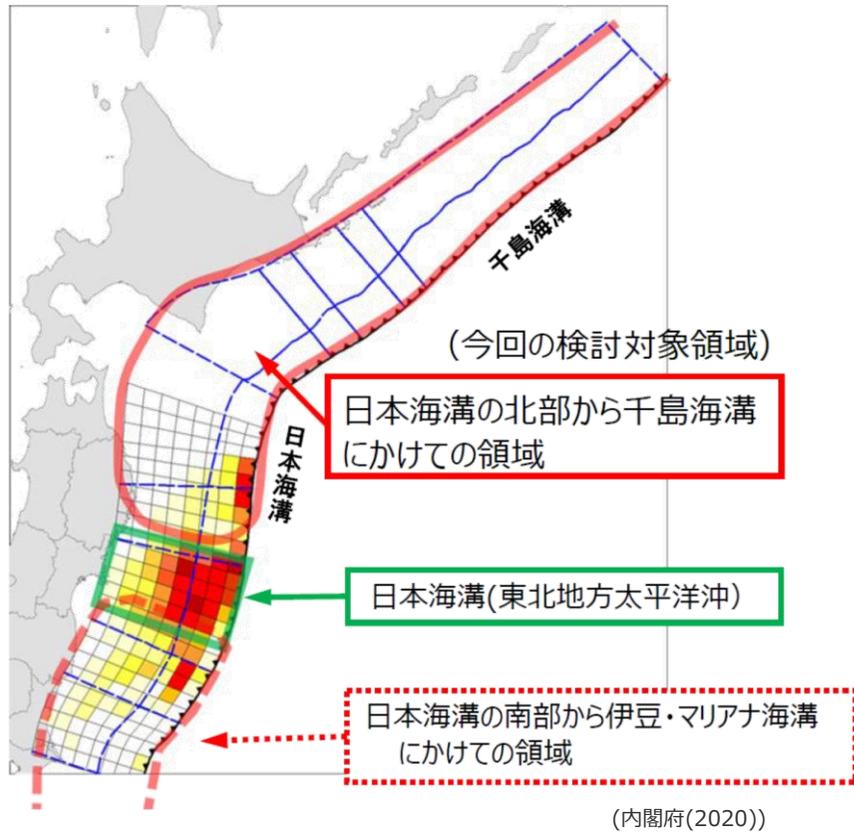


時間差発生モデルの津波高と最大クラスモデルの津波高の差

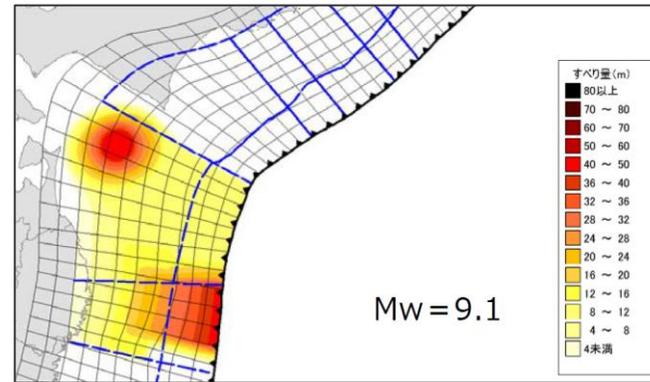
(内閣府(2012))

3 行政機関による津波評価の確認 (参考) 日本海溝・千島海溝の最大クラスモデル

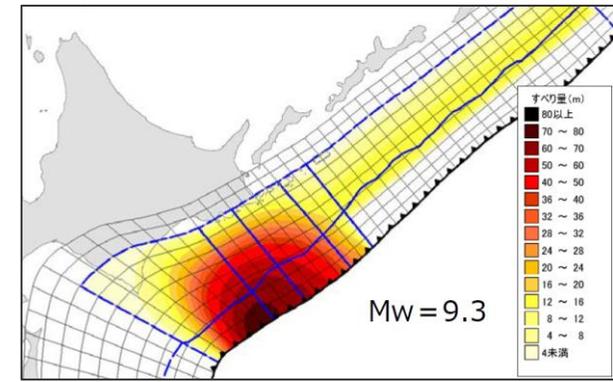
■ 内閣府(2020)は、過去6,000年間の津波堆積物に関する調査資料（津波堆積物データベース等）を整理し、過去地震の津波堆積物地点の標高について整理した。



日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの検討対象領域

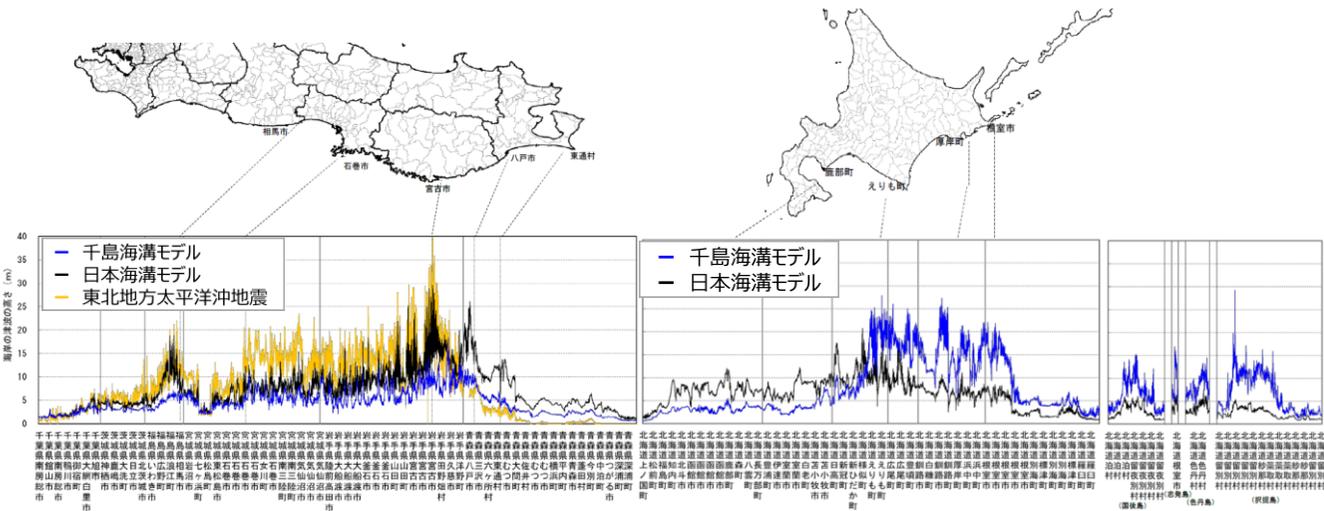


日本海溝 (三陸・日高沖) モデル
(三陸沖中部～日高沖)



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



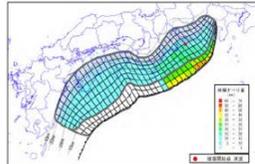
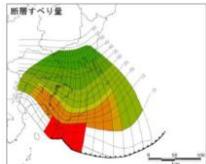
日本海溝・千島海溝の最大クラスモデルの津波高

①-2 地方自治体の津波想定の波源モデルの確認

(静岡県および近隣県の津波想定の波源モデル)

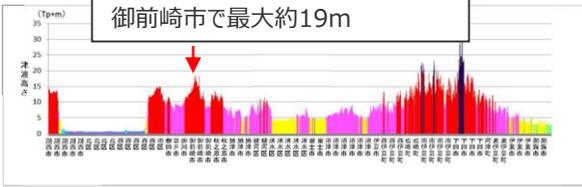
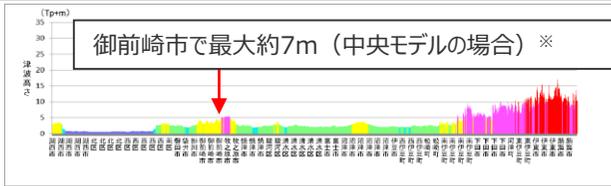
- 発電所が位置する静岡県および太平洋に面する近隣の愛知県と神奈川県では、『津波防災地域づくりに関する法律』（平成23年法律第123号）第8条第1項に基づき津波防災地域づくりを実施するために、影響の大きいプレート間地震の津波被害想定が行われている。（静岡県(2015)、愛知県(2014)、神奈川県(2015)）
- 静岡県および近隣県では、これらの津波被害想定において、最大クラスの津波の波源モデルとして国の波源モデルが採用されていることを確認した。
- また、静岡県の津波想定結果からは、発電所が位置する御前崎市では、内閣府の最大クラスモデル（ケース①、⑥、⑧）の影響が大きいとされていることを確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

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12万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 (中央防災会議(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 |

・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5-2参照

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 | 津波高 (T.P.m) | 6 | 7 | 6 |

3 行政機関による津波評価の確認

①-2 地方自治体の津波想定波源モデルの確認

(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南海トラフの波源モデル)

■ 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 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | |

● 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。

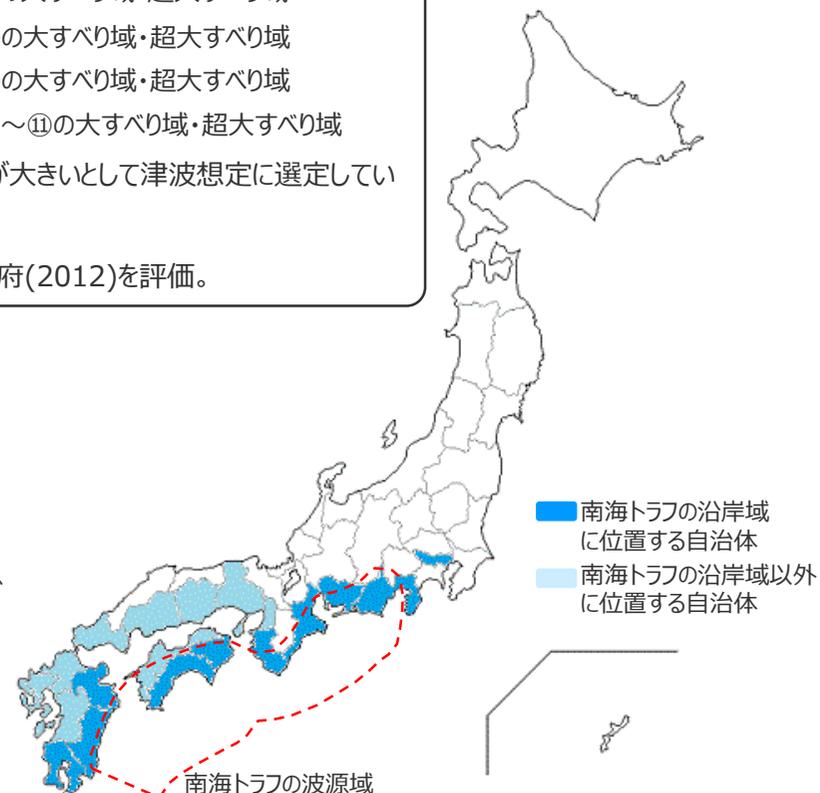
※ 島嶼部にのみ内閣府(2012)を評価。

・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

| | | 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)



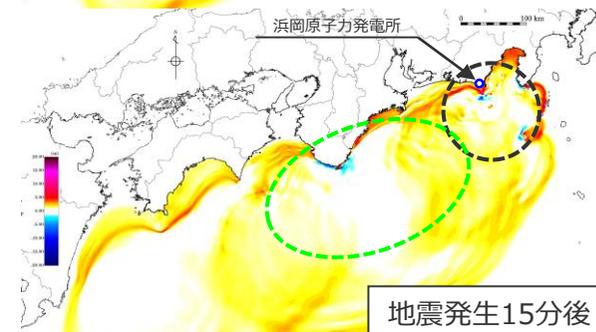
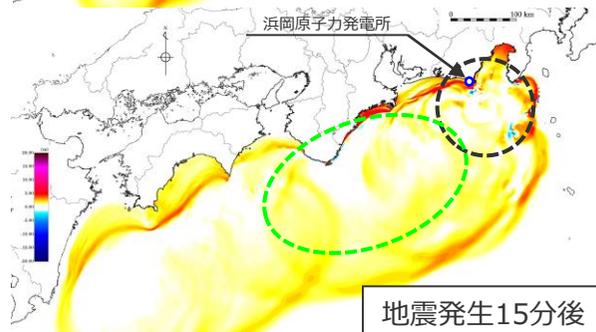
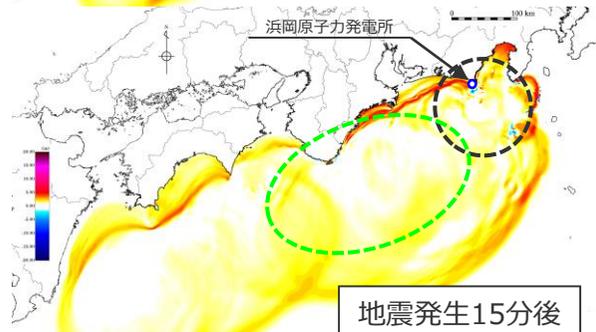
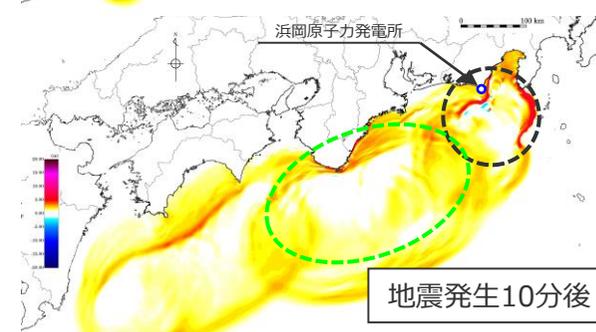
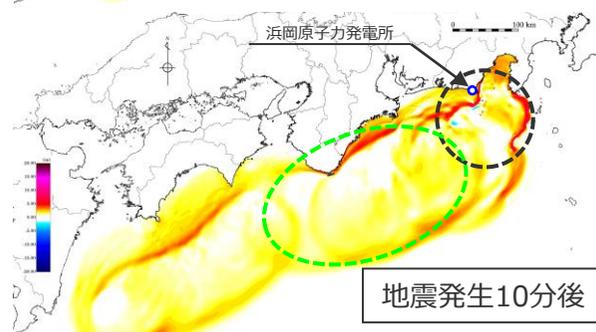
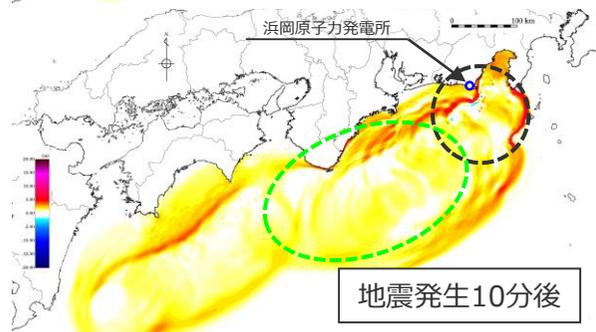
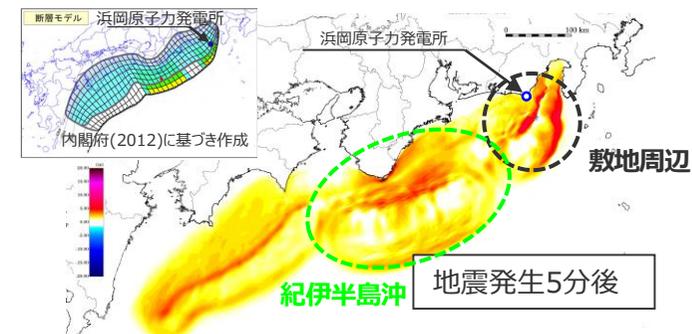
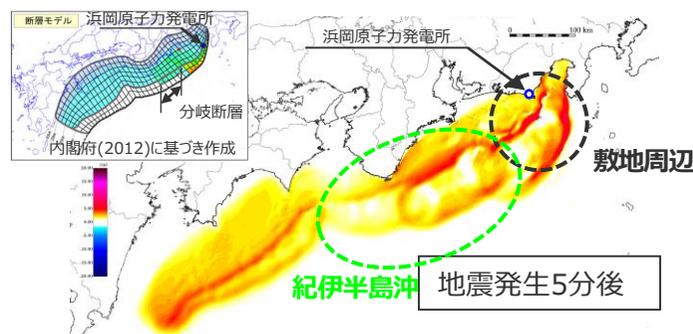
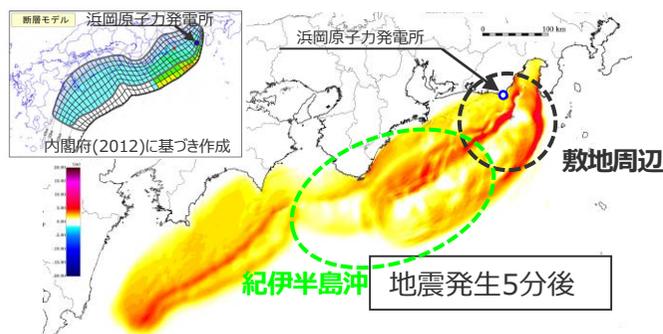
内閣府(2012)の最大クラスモデルをそのまま採用している自治体と波源域の位置図

3 行政機関による津波評価の確認

②行政機関の波源モデルの敷地への影響確認

(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

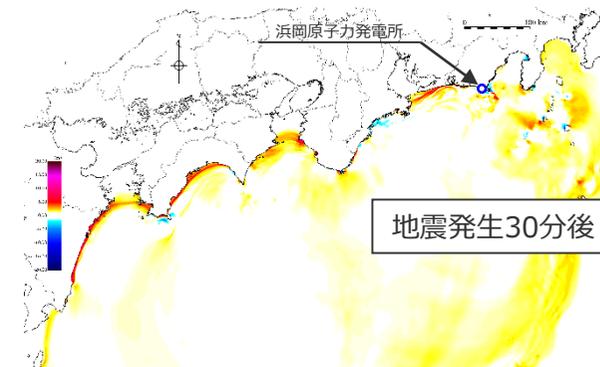
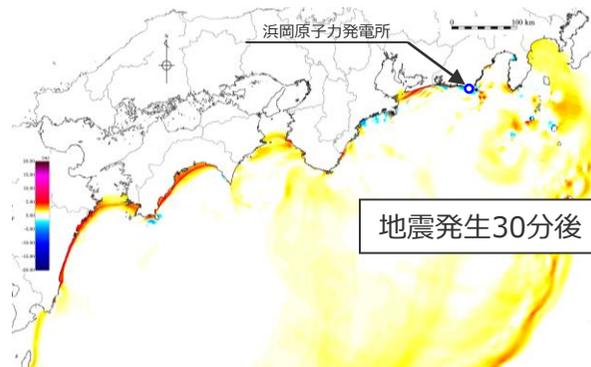
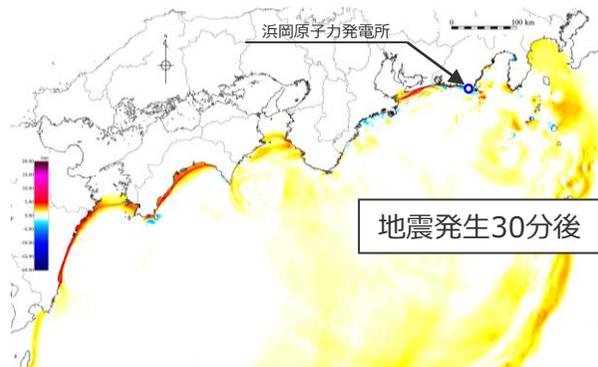
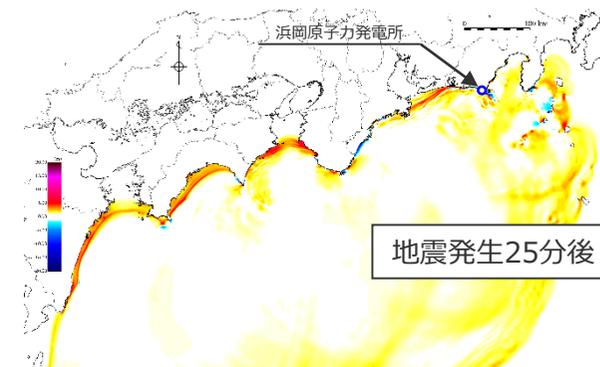
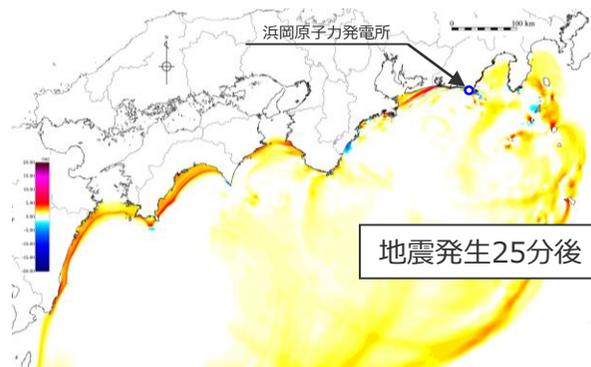
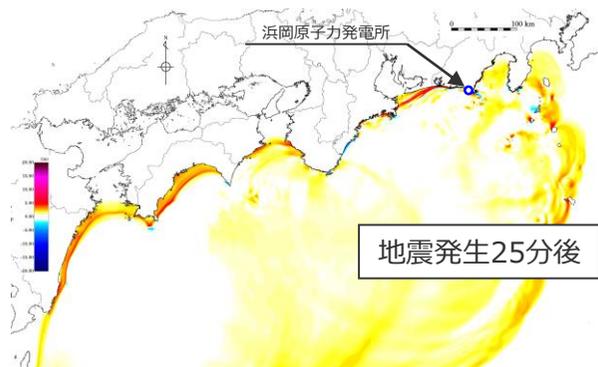
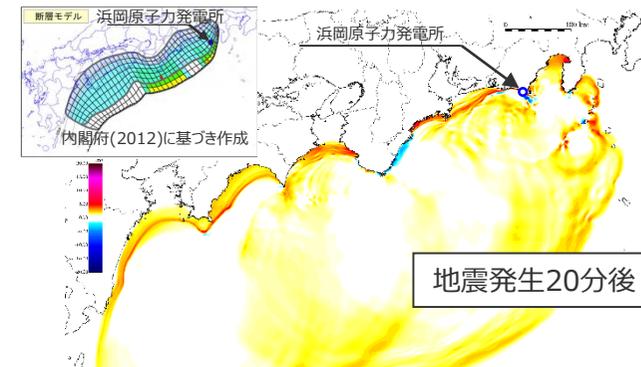
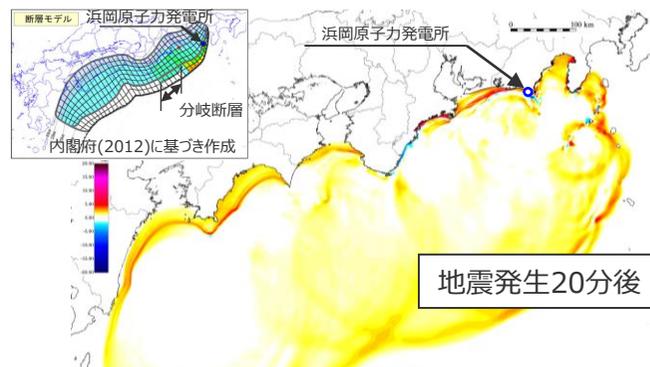
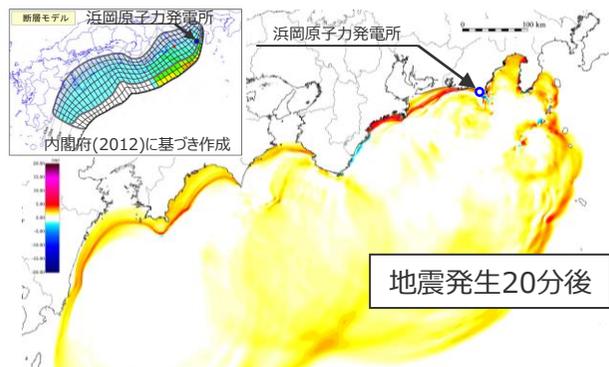
【派生的な検討ケース】ケース⑧

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

3 行政機関による津波評価の確認

②行政機関の波源モデルの敷地への影響確認

(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

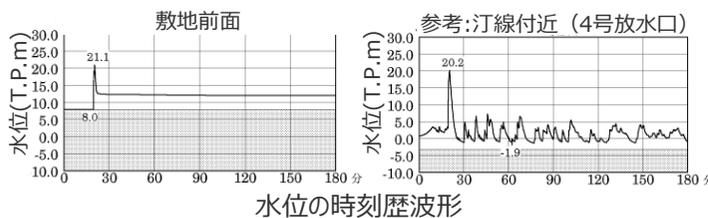
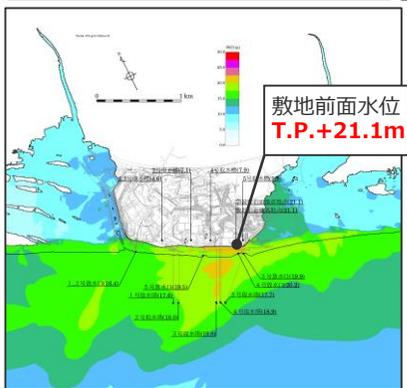
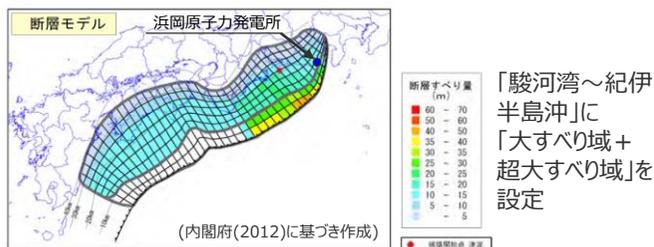
3 行政機関による津波評価の確認

②行政機関の波源モデルの敷地への影響確認

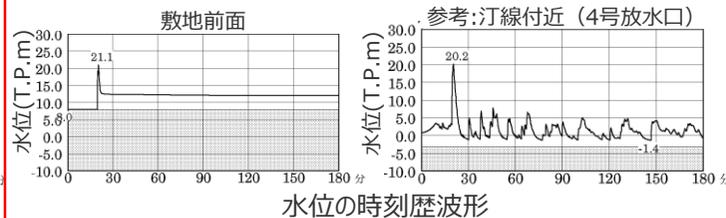
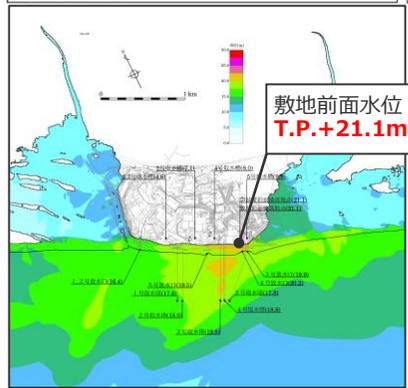
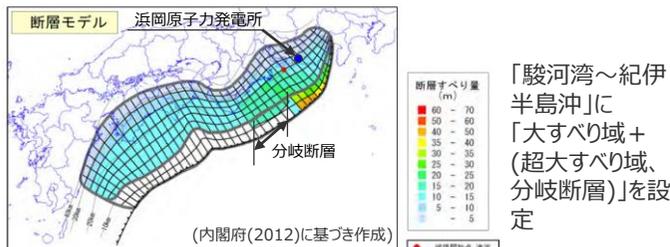
(内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の敷地への影響)(水位上昇側)

- 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。

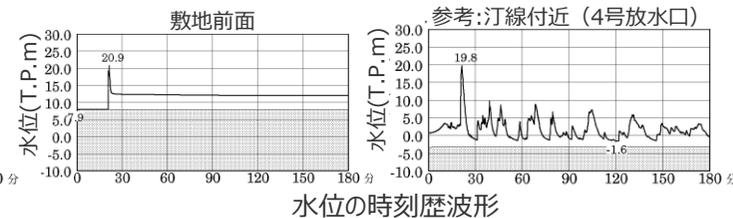
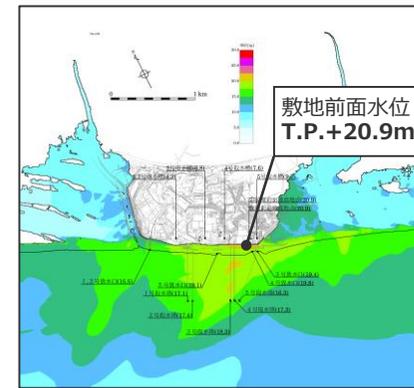
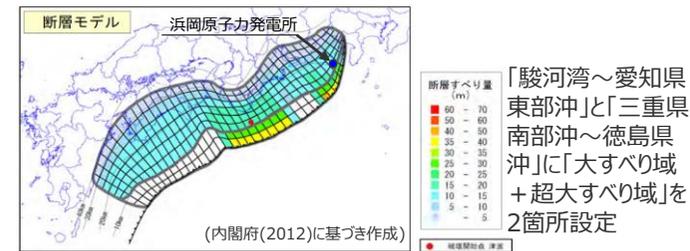
【基本的な検討ケース】ケース①



【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(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。

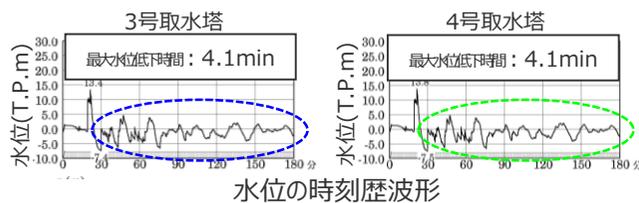
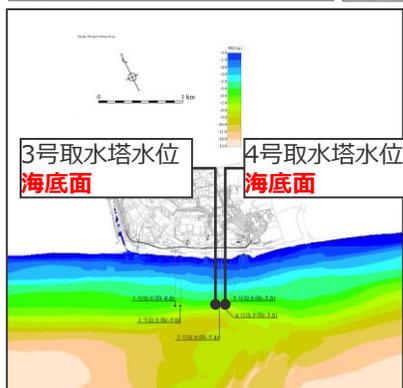
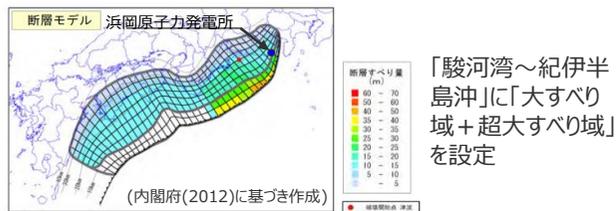
3 行政機関による津波評価の確認

②行政機関の波源モデルの敷地への影響確認

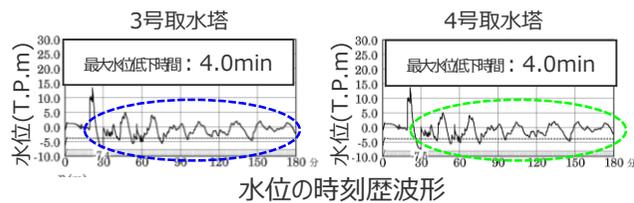
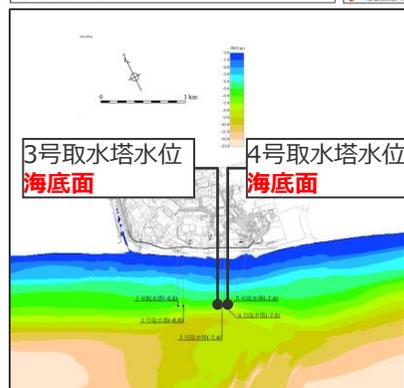
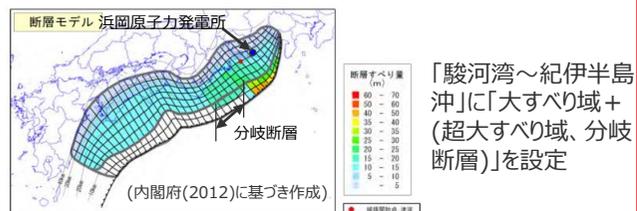
(内閣府の最大クラスモデル(ケース①、⑥、⑧)の敷地への影響)(水位下降側)

- 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。

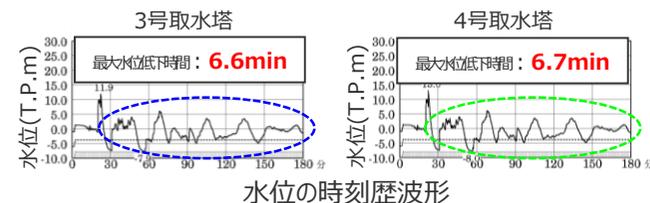
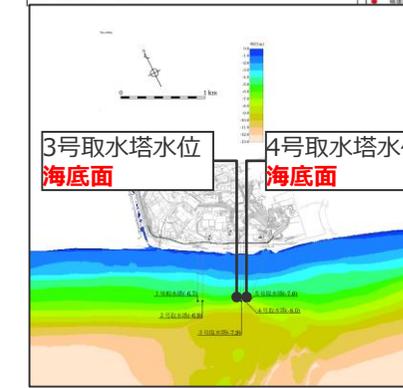
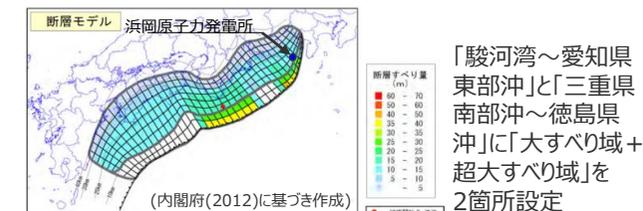
【基本的な検討ケース】ケース①



【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。

- 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。

- そこで、概略パラメータスタディ(大すべり域の位置の不確かさの考慮)について、大すべり域を1箇所設定したケースの他、上記検討を踏まえて、水位上昇側・水位下降側ともに大すべり域を2箇所設定したケースも検討を行うこととした。

目次

[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

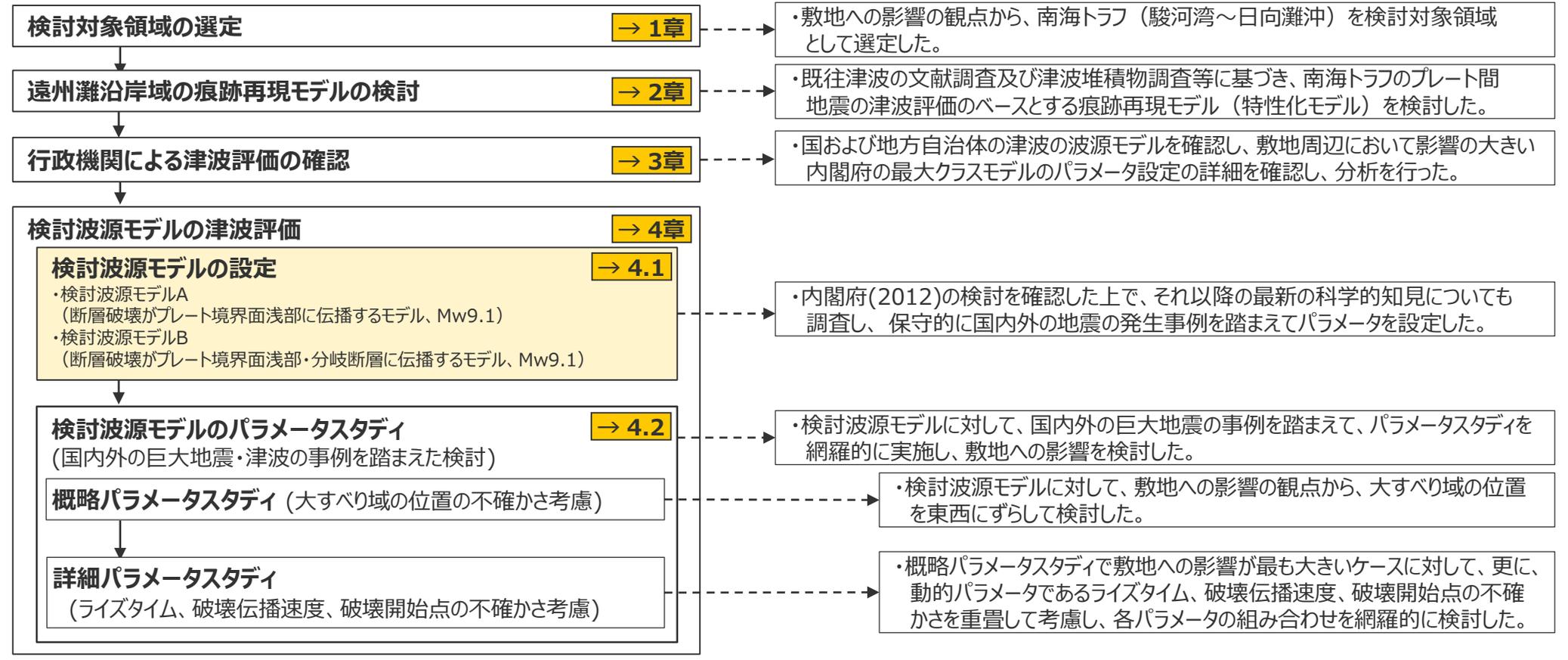
[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討
- 3 行政機関による津波評価の確認
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ
- 5 まとめ

4.1 検討波源モデルの設定 検討概要

■ 検討波源モデルについては、内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の検討を確認した上で、さらに内閣府(2012)以降の最新の科学的知見を調査し、保守的に東北沖地震を含む国内外の地震の発生事例を踏まえてパラメータを設定した。

プレート間地震の津波評価



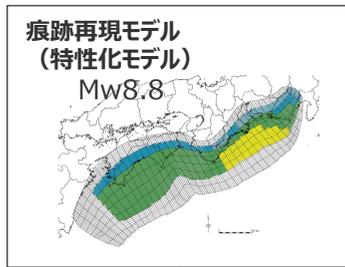
4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルの設定の概要

- 既往津波に関する検討では、過去約1,400年間の歴史記録及び過去約5,000年間の津波堆積物等に基づき、南海トラフのプレート間地震の津波評価のベースとする痕跡再現モデル(特性化モデル)として検討した。
- 検討波源モデルの津波評価では、内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見についても調査し、国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて保守的に検討波源モデルを設定した。

既往津波に関する検討

痕跡再現モデル(特性化モデル)

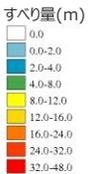
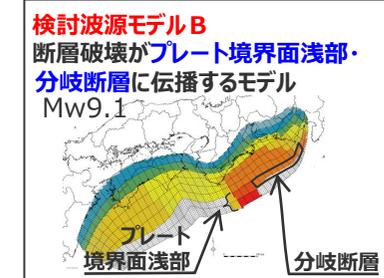
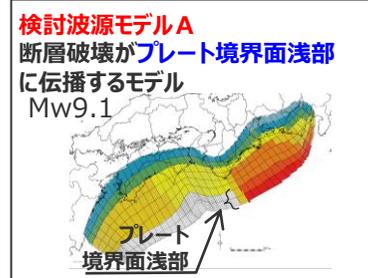
- 過去約1,400年間の歴史記録および過去約5,000年間の津波堆積物等から推定されるモデル



検討波源モデルの津波評価

検討波源モデル(特性化モデル)

- 内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見についても調査し、保守的に国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえてパラメータを設定したモデル



歴史記録及び津波堆積物に関する調査結果

- ・過去約1,400年間の歴史記録及び過去約5,000年間の津波堆積物等から推定される遠州灘沿岸域の津波高は、概ね5~10mと考えられる。

保守的設定：波源域・地震規模

- ・南海トラフでは、宝永地震(M8.6)等の巨大地震と大きく異なる巨大地震が発生する可能性は低いと考えられるが、不確かさとして保守的に波源域、地震規模を設定し、既往地震を大きく上回る規模(Mw9.1)の地震を考慮する。

保守的設定：浅部の破壊形態

- ・付加作用が卓越する南海トラフと造構性侵食作用が卓越する東北沖とでは浅部のすべり挙動が異なると考えられるが、保守的に両沈み込み帯の特徴を同時に踏まえた浅部の破壊形態を考慮する。

・ 保守的設定の詳細については補足説明資料6-2、6-3を参照

4.1 検討波源モデルの設定 痕跡再現モデルと検討波源モデルとの比較

- 痕跡再現モデルと検討波源モデルのパラメータは、以下のとおり。
- 検討波源モデルは、痕跡再現モデルに対して、波源域、地震規模、すべり量、浅部の破壊形態について保守的に設定したモデルとなっている。

| 波源モデル | | 既往津波に関する検討 | | 検討波源モデルの津波評価 | |
|--------------|-------------------|---|--|--|---|
| | | 痕跡再現モデル | | 検討波源モデルA (断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル) | 検討波源モデルB (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) |
| 設定方針 | | 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 | | 内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見についても調査し、国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて保守的にパラメータを設定したモデル | |
| 認識論的 不確実さ | 波源域 | 約8万km ² | | 約12万km ² | 約12万km ² |
| | 地震規模 | Mw8.8 | | Mw9.1 | Mw9.1 |
| | 最大すべり量 | 約9m | | 約37m | 約37m |
| | 浅部の破壊形態 | — (断層破壊が浅部に伝播していないものとして設定) | | 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播 | 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 |
| | 超大すべり域・大すべり域の位置 | 駿河湾～紀伊半島沖 (超大すべり域は無し) | | 駿河湾～紀伊半島沖 | 駿河湾～紀伊半島沖 |
| | ライズタイム (すべり速度) | 60s (約0.2m/s) | | 150s (約0.3m/s) | 150s (約0.3m/s) |
| | 破壊伝播速度 | 2.0km/s | | 2.0km/s | 2.0km/s |
| 偶然的 不確実さ | 破壊開始点 | 大すべり域の下端中央 | | 大すべり域の下端中央 | 大すべり域の下端中央 |

・すべり速度：(最大すべり量)／(ライズタイム)

: 検討波源モデルにおいて、不確かさとして考慮したパラメータ
 : 検討波源モデルに対して、概略および詳細パラメータスタディを実施したパラメータ(後述)

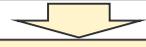
- 変更点
- 検討波源モデルの破壊伝播速度について、これまで内閣府(2012)が設定している2.5km/sと設定していたが、南海トラフと日本海溝のS波速度構造の違いを考えると南海トラフの巨大地震の破壊伝播速度は東北沖地震より小さいと考えられることから、国内外のMw9地震のインバージョン結果および南海トラフと日本海溝の速度構造を踏まえて、2.0km/sと設定することに変更した。
 - なお、内閣府(2012)が設定している破壊伝播速度2.5km/sも含めて、破壊伝播速度の不確かさについては、別途詳細パラメータスタディを実施する。

4.1 検討波源モデルの設定

検討波源モデルの設定

(破壊伝播速度の設定)

- 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

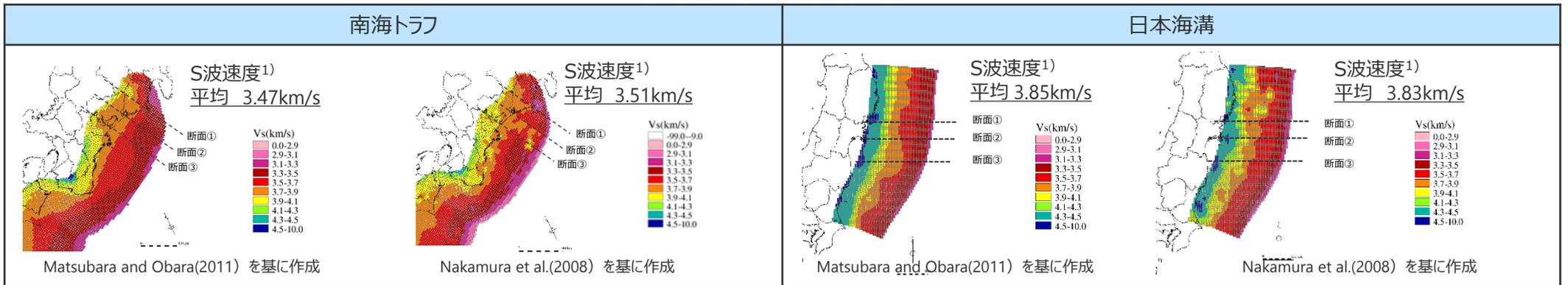
| 地震名 | 文献名 | 破壊伝播速度 |
|-----------------------|------------------------|---------|
| 2011年東北沖地震 (Mw9.0) | 内閣府(2012) | 2.0km/s |
| | 杉野ほか(2013) | 1.5km/s |
| | Satake et al.(2013) | 2.0km/s |
| 2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) | Hirata et al.(2006) | 0.7km/s |
| | Fujii and Satake(2007) | 1.0km/s |

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。

4.1 検討波源モデルの設定

内閣府の最大クラスモデルと検討波源モデルとの比較

- 内閣府の最大クラスモデルと検討波源モデルのパラメータは、以下のとおり。
- 内閣府の最大クラスモデルと、検討波源モデルのパラメータはほぼ同等の設定となっているが、一部パラメータ設定が異なる。
これらのパラメータの設定根拠については補足説明資料6-3、6-4に詳細を記載している。
- また、検討波源モデルの津波評価では、検討波源モデルに対して、大すべり域の位置、ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点のパラメータスタディを実施している。

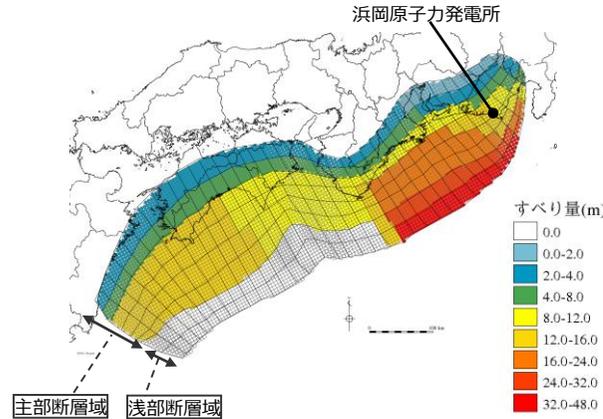
| 波源モデル | | 内閣府の最大クラスモデル | | 検討波源モデルの津波評価 | |
|--------------|-------------------------|--------------------------------|---|--|--|
| | | ケース① 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル | ケース⑥ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル | 検討波源モデルA 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル | 検討波源モデルB 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するモデル |
| 設定方針 | | - | | 内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見についても調査し、国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて保守的にパラメータを設定したモデル | |
| 認識論的 不確実さ | 波源域 | 約12万km ² | 約12万km ² | 約12万km ² | 約12万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 | 32m・60s | 37m・150s (30m・60sと同等) | 36m・150s (29m・60sと同等) |
| | 浅部の破壊形態※1 | 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播 | 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 (熊野灘の分岐断層) | 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播 | 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播 (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) | (超大すべり域のすべり量を設定) | (超大すべり域のすべり量を設定) |
| | 大すべり域の位置(面積比) | 駿河湾～紀伊半島沖 | 駿河湾～紀伊半島沖 | 駿河湾～紀伊半島沖 | 駿河湾～紀伊半島沖 |
| | 破壊伝播速度 | 2.5km/s | 2.5km/s | 2.0km/s | 2.0km/s |
| 偶然的 不確実さ | 破壊開始点 | 大すべり域の下端中央 | 大すべり域の下端中央 | 大すべり域の下端中央 | 大すべり域の下端中央 |

- ※1 補足説明資料6-4 (浅部の破壊形態) で詳細を記載
- ※2 補足説明資料6-5 (ライズタイムの設定) で詳細を記載

4.1 検討波源モデルの設定 パラメータの設定方法

■検討波源モデルは、内閣府(2012)の検討を確認した上で、それ以降の最新の科学的知見についても調査し、東北沖地震を含む国内外の巨大地震の発生事例を踏まえて保守的にパラメータを設定した。

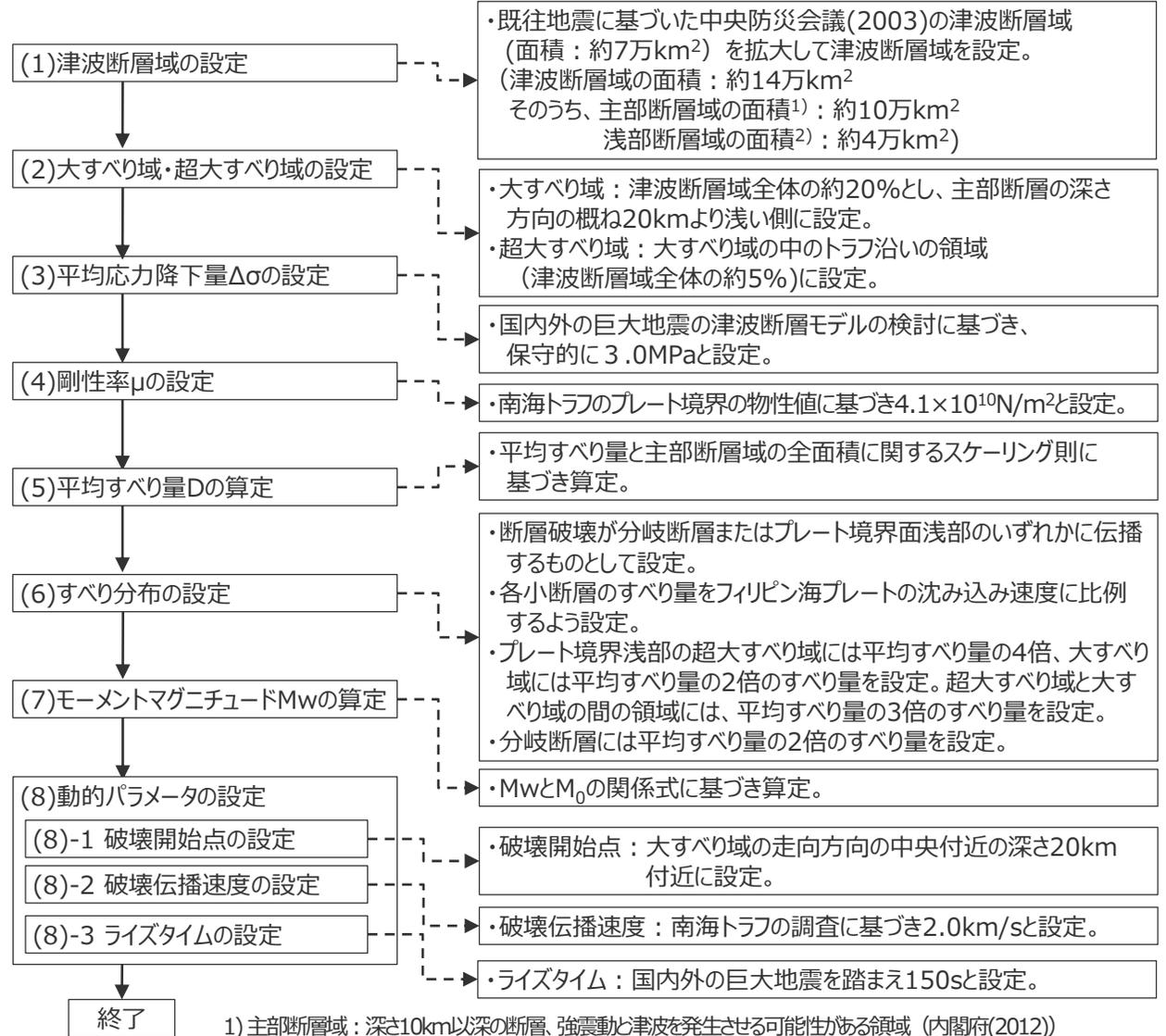
・検討波源モデルの設定方法の詳細については、補足説明資料6-1を参照。



波源モデル (検討波源モデルAの例)

設定フロー

設定方法

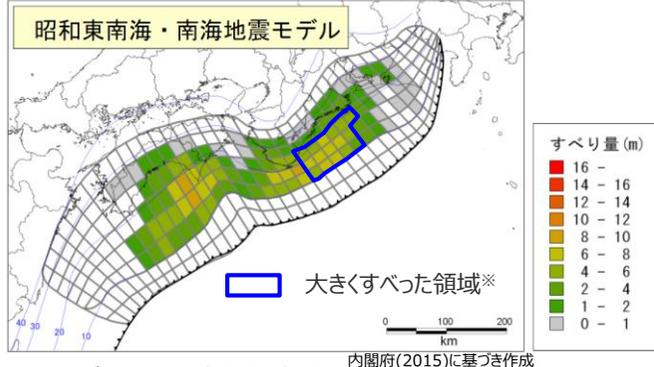
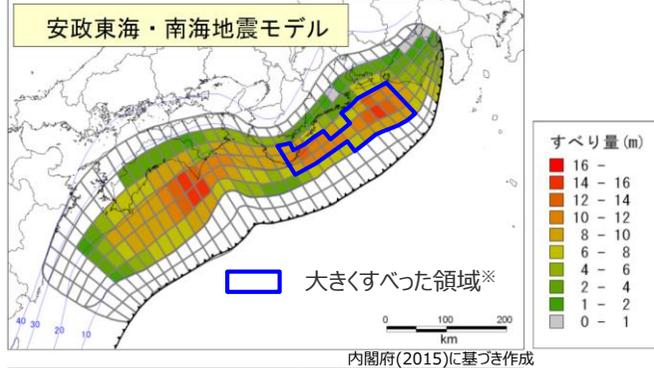
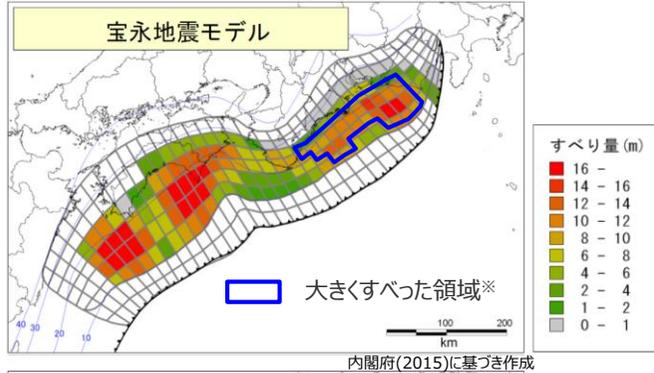


1) 主部断層域:深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性のある領域(内閣府(2012))
2) 浅部断層域:深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性のある領域(内閣府(2012))

4.1 検討波源モデルの設定 大すべり域の位置の設定

- 検討波源モデルの大すべり域の位置は、過去地震において大きくすべった領域に基づき遠州灘沖～紀伊半島沖に設定し、これを基準位置とした。
- この大すべり域の位置は、敷地への影響が大きい内閣府の最大クラスモデル（ケース①）と同じ位置となっている。

・なお、大すべり域の位置については、別途概略パラメータスタディを実施し、大すべり域の位置を東西約10kmごとに移動させて敷地への影響の大きいケースを検討している。

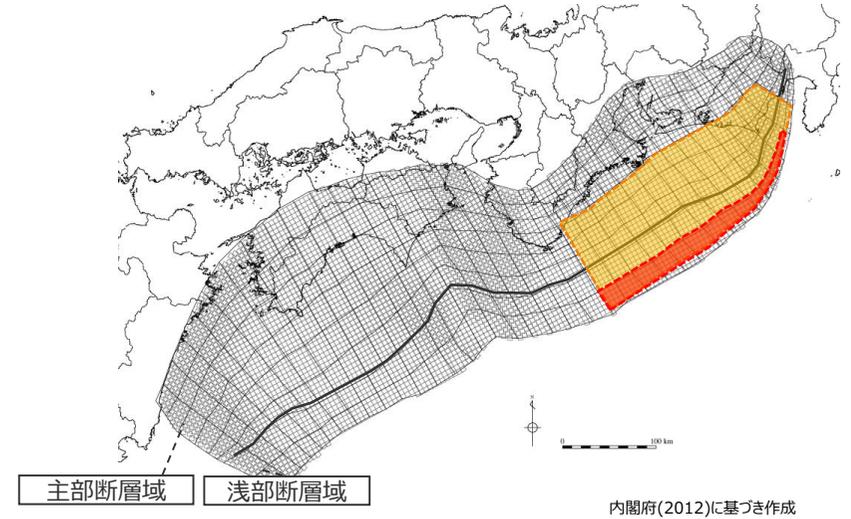


※ 各モデルについて東海地域における最大すべり量の1/2以上のすべり量の領域

内閣府(2015)で推定されている過去地震モデルの大きくすべった領域は、いずれも遠州灘沖～紀伊半島沖の深さ約10km～約20kmの領域に推定されている。

【検討波源モデルの設定】

- ・大すべり域は、遠州灘沖～紀伊半島沖の深さ約20kmより浅い側の領域に、津波断層域の全面積の約20%の面積で設定した。
- ・超大すべり域は、大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域（津波断層域の全面積の約5%）に設定した。



- 津波断層域 → 144,379km²
- 大すべり域(2D) → 津波断層域の全面積の約20%
- 超大すべり域(4D) → 大すべり域の中のトラフ軸沿いの領域（津波断層域の全面積の約5%）

・検討波源モデルの設定方法の詳細については、補足説明資料6-1を参照。

4.1 検討波源モデルの設定 すべり分布の設定

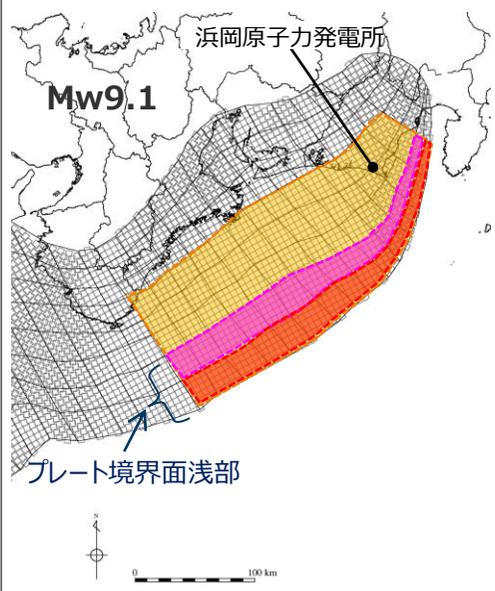
(浅部の破壊形態：検討対象とする浅部の破壊形態)

- 浅部の破壊形態に関する調査結果および内閣府(2012)の検討を踏まえて、保守的に浅部の破壊形態を考慮した波源として、「検討波源A：断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源」、「検討波源B：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播する波源」を設定した。
- 検討波源Bについては、分岐断層として東海断層系を考慮した「検討波源 B-1：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播する波源」と、分岐断層として御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層を考慮した「検討波源B-2：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播する波源」を設定した。
- 駿河湾内のトラフ軸付近の浅部領域については、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せる（内閣府2012）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量（平均すべり量の2倍のすべり量）ではなく超大すべり域のすべり量（平均すべり量の4倍のすべり量）を設定した。

対象波源

検討波源A

断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する波源

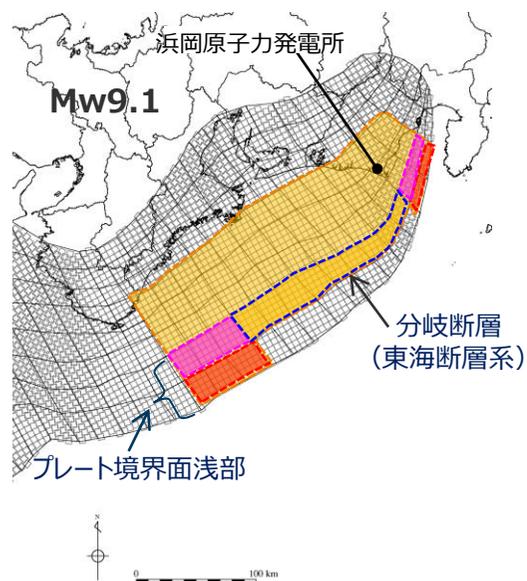


検討波源B

断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播する波源

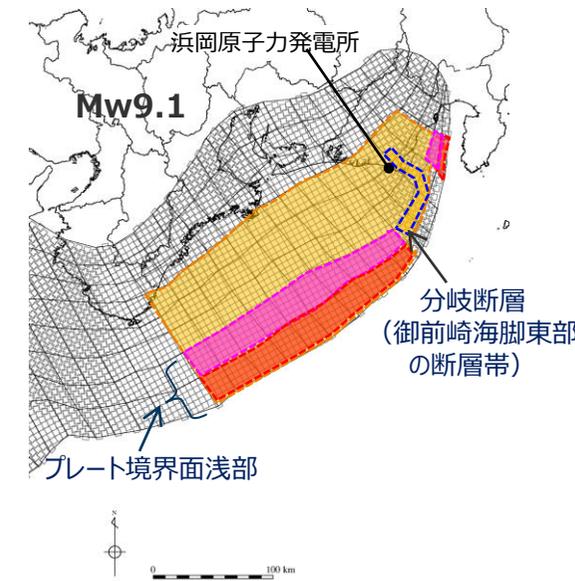
検討波源B-1

断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播する波源



検討波源B-2

断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播する波源

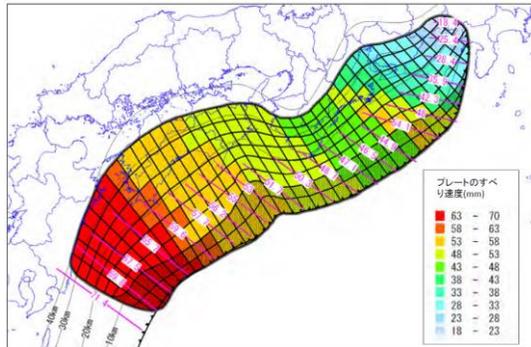


- 大すべり域（平均すべり量の2倍）
- 超大すべり域（平均すべり量の4倍）
- 遷移領域（平均すべり量の3倍）
- 分岐断層（大すべり域と同じすべり量）

4.1 検討波源モデルの設定 すべり分布の設定

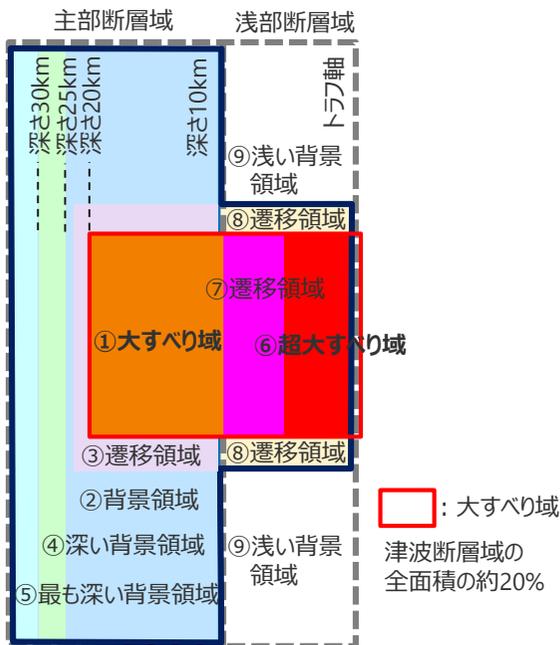
(検討波源モデルA (プレート境界面浅部) のすべり分布の設定方法)

- プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり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た。
- プレート境界面浅部に破壊が伝播するケースのすべり分布の設定方法は以下のとおり。



(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



検討波源モデルAによるすべり分布概念図

【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ジ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 : スケージング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)と同様、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痕跡再現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。



【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。

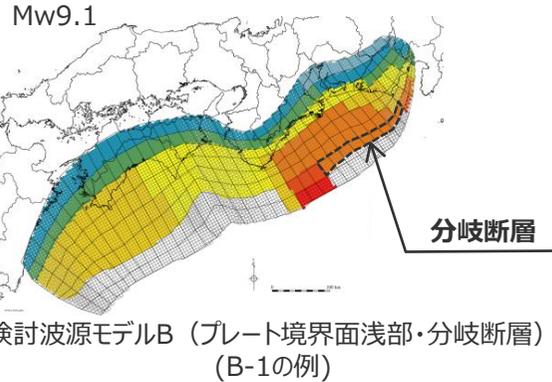
- ⑥ 超大すべり域 ■ : $4D_i^{1)}$
- ⑦ 超大すべり域と大すべり域の遷移領域 ■ : $3D_i$
- ⑧ ⑥と⑦の遷移領域 ■ : $(2D_i + D_b) / 2$
- ⑨ 浅い背景領域 ■ : 0 (ゼロ)

1)駿河湾内については、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せる (内閣府2012) とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定している。

4.1 検討波源モデルの設定 すべり分布の設定

(検討波源モデルB (プレート境界面浅部・分岐断層) のすべり分布の設定方法)

- 分岐断層は、内閣府(2012)を踏まえ、その分岐する場所 (深さ10km) が大すべり域となった場合のみ活動するとし、その際には、それに対するプレート境界面浅部の小断層のすべり量は0 (ゼロ) とした。また、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た。
- 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の設定方法は以下のとおり。



【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。

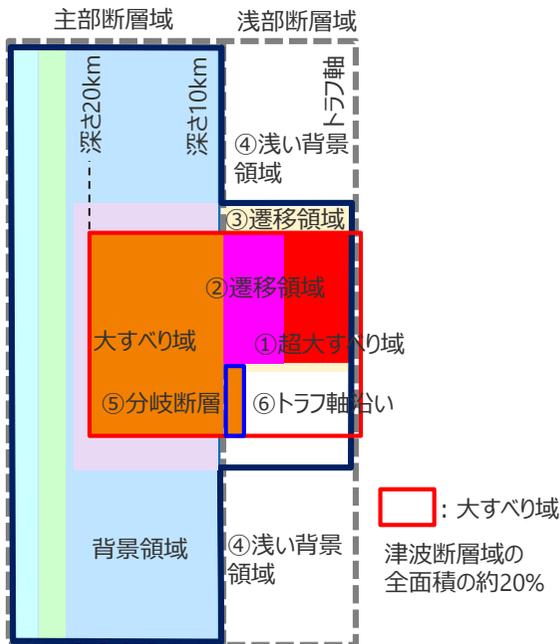
◇断層破壊がプレート境界面浅部に伝播する場所のすべり量の設定
(「断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」と同様に設定。)

- ① 超大すべり域 ■ : $4D_i^{1)}$
- ② 超大すべり域と
大すべり域との遷移領域 ■ : $3D_i$
- 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)



検討波源モデルBのすべり分布概念図

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せる(内閣府2012)とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定している。

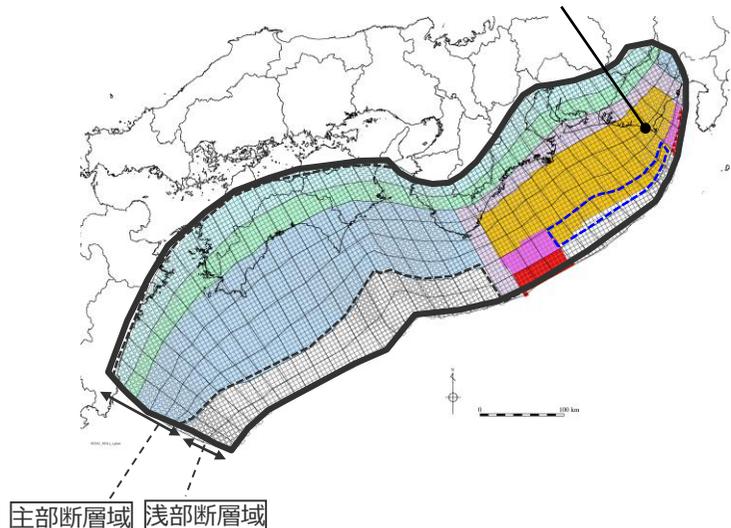
4.1 検討波源モデルの設定 すべり分布の設定

(検討波源モデルB-1 (プレート境界面浅部・東海断層系) のすべり分布)

■ 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するケースのうち、「検討波源モデルB-1：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（東海断層系）に伝播するモデル」の各小断層のすべり分布は以下のとおり。

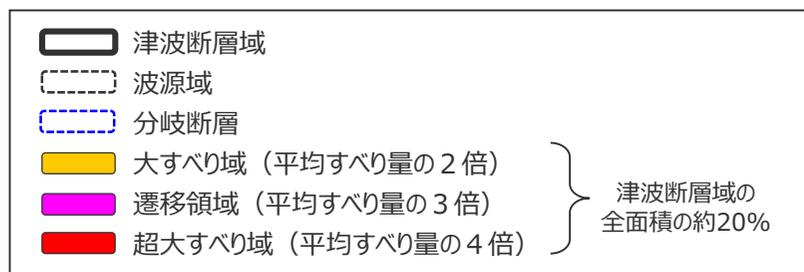
・検討波源モデルの各小断層のすべり量の詳細な設定方法、設定したすべり量については補足説明資料6-1を参照。

浜岡原子力発電所



検討波源モデル B-1 (プレート境界面浅部・東海断層系) のすべり量

| 断層モデル | | 面積 (km ²) | M ₀ (Nm) | Mw | Δσ (MPa) | 最大すべり量 (m) | 平均すべり量 (m) |
|----------------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|-----|----------|------------|------------|
| 検討波源モデル B-1 (プレート境界面浅部・東海断層系) | 全体 | 118,989 | 5.3×10 ²² | 9.1 | 3.2 | 37.5 | 10.9 |
| | 主部断層 | 109,725 | 4.5×10 ²² | 9.0 | 3.0 | 20.8 | 10.0 |
| | 浅部断層 | 9,265 | 8.6×10 ²¹ | - | - | 37.5 | 22.7 |
| | (上記のうち分岐断層) | 3,248 | 2.4×10 ²¹ | - | - | 20.8 | 18.3 |



検討波源モデル B-1
(プレート境界面浅部・東海断層系)

検討波源モデル B-1 (プレート境界面浅部・東海断層系) の小断層のすべり分布 (m)

| 深度 | 陸側 ⇐ | 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 | | |
| 40km | 1 | 3.8 | 3.8 | 3.6 | 3.6 | 3.5 | 3.5 | 3.2 | 3.1 | 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 | 2.4 | 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 | | | | |
| 30km | 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 | 5.1 | 5.1 | 4.0 | | |
| 20km | 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 | 14.3 | 18.1 | 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 | 7.4 | 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 | 14.3 | 18.1 | 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 | 8.2 | 5.5 | | |
| | 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 | 14.3 | 18.1 | 18.1 | 17.9 | 17.9 | 17.3 | 20.8 | 20.8 | 18.5 | 18.5 | 16.3 | 16.3 | 13.8 | 13.8 | 10.9 | 8.2 | 5.5 | | |
| 10km | 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 | 14.3 | 27.2 | 27.2 | 26.9 | 17.9 | 17.3 | 17.3 | 20.8 | 20.8 | 18.5 | 18.5 | 16.3 | 16.3 | 20.7 | 16.4 | 8.2 | 5.5 | | | |
| | 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 | 14.3 | 37.5 | 36.3 | 36.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27.7 | 21.9 | 8.2 | 5.5 | | |
| 0km | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

・すべり分布の番号は上記波源モデル図の各小断層に対し西側から東側に順に1列から38列まで設定。陸側から海溝軸側に1行から8行まで設定。深度10kmに分岐断層を設定。
 ・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せる（内閣府2012）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定している。

分岐断層

4.1 検討波源モデルの設定 すべり分布の設定

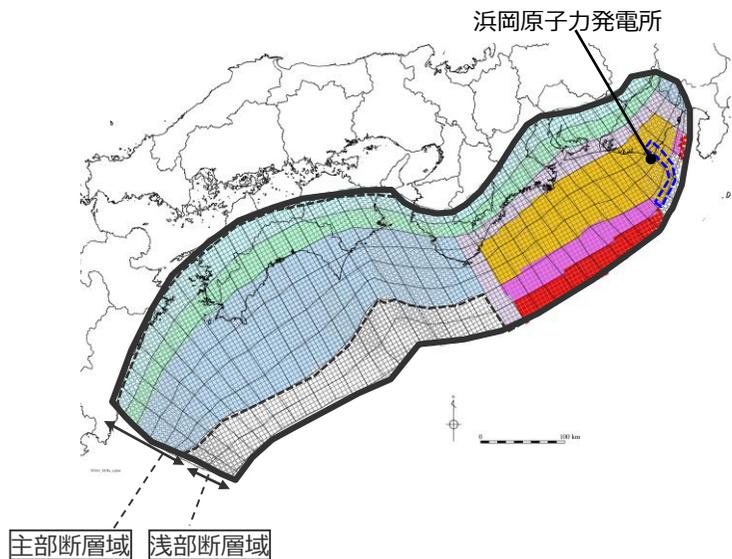
(検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯) のすべり分布)

■断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層に伝播するケースのうち、「検討波源モデルB-2：断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層（御前崎海脚東部の断層帯）に伝播するモデル」の各小断層のすべり分布は以下のとおり。

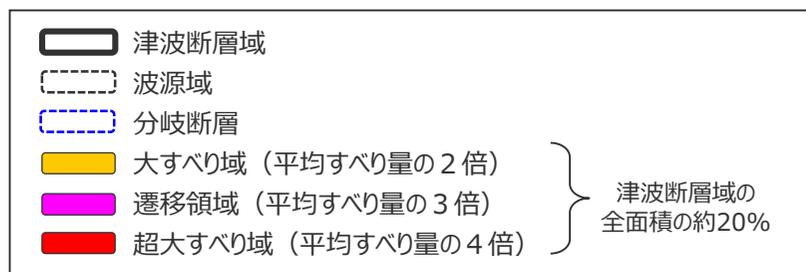
・検討波源モデルの各小断層のすべり量の詳細な設定方法、設定したすべり量については補足説明資料6-1を参照。

検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯) のすべり量

| 断層モデル | 面積 (km ²) | M ₀ (Nm) | M _w | Δσ (MPa) | 最大すべり量(m) | 平均すべり量(m) |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------|-----------|-----------|
| 検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯) | 全体 | 123,563 | 6.1×10 ²² | 9.1 | 3.4 | 12.0 |
| | 主部断層 | 109,725 | 4.5×10 ²² | 9.0 | 3.0 | 10.0 |
| | 浅部断層 | 13,838 | 1.6×10 ²² | - | - | 28.0 |
| | (上記のうち分岐断層) | 1,089 | 6.2×10 ²⁰ | - | - | 13.9 |



検討波源モデルB-2
(プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯)



検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯) の各小断層のすべり分布 (m)

| | | 西 ← 検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯) の各小断層のすべり分布 (m) → 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 | 3.8 | 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 | 5.1 | 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 | 5.1 | 5.1 | 4.0 |
| 海溝軸側 | 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 | 14.3 | 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 | 7.4 | 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 | 14.3 | 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 | 8.2 | 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 | 10.8 | 10.8 | 10.5 | 14.3 | 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 | 10.9 | 8.2 | 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 | 14.3 | 27.2 | 27.2 | 26.9 | 26.9 | 26.0 | 26.0 | 31.3 | 31.3 | 27.7 | 27.7 | 16.3 | 16.3 | 13.8 | 16.4 | 8.2 | 5.5 | |
| | | 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 | 14.3 | 37.5 | 36.3 | 36.3 | 35.8 | 34.6 | 34.6 | 41.7 | 41.7 | 41.7 | 37.0 | | | | 20.7 | 8.2 | 5.5 | | |

・すべり分布の番号は上記波源モデル図の各小断層に対し西側から東側に順に1列から38列まで設定。陸側から海溝軸側に1行から8行まで設定。深度10kmに分岐断層を設定。
 ・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せる（内閣府2012）とされるが、敷地への影響の観点から大すべり域のすべり量ではなく超大すべり域のすべり量を設定している。

分岐断層

4.1 検討波源モデルの設定 すべり量分布の設定 (超大すべり域・大すべり域のすべり量)

- 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。検討波源モデルは内閣府(2012)を踏まえて設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
- 津波評価に影響の大きい大すべり域、超大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。

検討波源モデルのすべり量

| 項目 | 算定値 | |
|--------|-------|-------|
| 超大すべり域 | 平均 | 36.8m |
| | 最大 | 41.7m |
| 大すべり域 | 平均 | 20.2m |
| | 最大 | 31.3m |
| 平均すべり量 | 12.1m | |

○ 超大すべり域、大すべり域の平均すべり量の算定方法

遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。
 なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。
 $D_{ave} = \frac{\sum(D_i \cdot S_i)}{\sum S_i}$
 D_i : 各小断層のすべり量、 S_i : 各小断層の面積

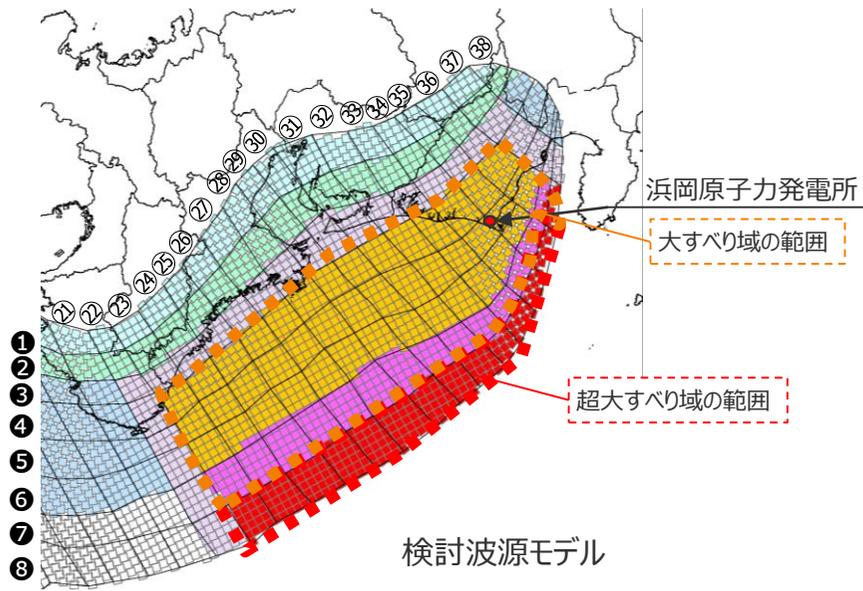


検討波源モデルの大すべり域周辺のすべり量(m)

| | | 遠州灘 | | | | | | | | | | | | | | | | 駿河湾 | |
|---------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 深度40km↓ | | 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 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 1.0 |
| | 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 |
| 20km↓ | 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 | 5.1 | 5.1 | 4.0 |
| | 4 | 10.5 | 14.3 | 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 | 7.4 | 4.0 |
| 10km↓ | 5 | 10.5 | 14.3 | 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 | 8.2 | 5.5 |
| | 6 | 10.5 | 14.3 | 18.2 | 18.1 | 17.9 | 17.3 | 20.8 | 20.8 | 18.5 | 18.5 | 16.3 | 16.3 | 13.8 | 13.8 | 10.9 | 10.9 | 8.2 | 5.5 |
| 0km↓ | 7 | 0.0 | 14.3 | 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 | 16.4 | 8.2 | 5.5 |
| | 8 | 0.0 | 14.3 | 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 | 21.9 | 8.2 | 5.5 |

検討波源モデルの大すべり域周辺の小断層の面積(km²)

| | | 遠州灘 | | | | | | | | | | | | | | | | 駿河湾 | |
|---------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 深度40km↓ | | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| 30km↓ | 1 | 360 | 257 | 311 | 337 | 283 | 359 | 434 | 383 | 459 | 457 | 583 | 432 | 408 | 307 | 361 | 287 | 319 | 107 |
| | 2 | 359 | 258 | 415 | 391 | 416 | 416 | 439 | 462 | 407 | 330 | 431 | 432 | 409 | 361 | 337 | 287 | 340 | 237 |
| 20km↓ | 3 | 360 | 284 | 313 | 339 | 472 | 288 | 417 | 462 | 458 | 507 | 508 | 433 | 359 | 360 | 285 | 260 | 339 | 236 |
| | 4 | 514 | 492 | 363 | 362 | 360 | 409 | 434 | 484 | 331 | 381 | 355 | 482 | 406 | 485 | 411 | 468 | 429 | 331 |
| 10km↓ | 5 | 312 | 336 | 359 | 409 | 382 | 431 | 431 | 482 | 483 | 507 | 556 | 404 | 354 | 381 | 231 | 443 | 243 | 203 |
| | 6 | 463 | 409 | 432 | 406 | 405 | 404 | 479 | 430 | 455 | 378 | 378 | 428 | 404 | 254 | 308 | 284 | 136 | 86 |
| 0km↓ | 7 | 454 | 554 | 579 | 578 | 679 | 578 | 528 | 653 | 503 | 378 | 378 | 354 | 280 | 307 | 284 | 236 | 136 | 86 |
| | 8 | 552 | 602 | 527 | 627 | 527 | 652 | 552 | 727 | 477 | 453 | 378 | 253 | 279 | 229 | 205 | 208 | 134 | 56 |



4.1 検討波源モデルの設定 すべり量分布の設定 (参考：痕跡再現モデルの大すべり域のすべり量)

- 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。痕跡再現モデルは文献調査及び津波堆積物調査を踏まえて設定しており、すべり量の設定は小断層ごとに異なっている。
- 津波評価に影響の大きい大すべり域、超大すべり域のすべり量について、平均値および最大値を算出した結果は以下のとおり。

検討波源モデルのすべり量

| 項目 | 算定値 | |
|--------|------|-------|
| 超大すべり域 | 平均 | — |
| | 最大 | — |
| 大すべり域 | 平均 | 8.7m |
| | 最大 | 10.4m |
| 平均すべり量 | 5.0m | |

○大すべり域の平均すべり量の算定方法

遠州灘沖の各小断層のすべり量と面積から重みを考慮して算出。 陸域の小断層

なお、津波励起に寄与しない陸域の小断層のすべり量は含めない。 大すべり域

$$D_{ave} = \frac{\sum(D_i \cdot S_i)}{\sum S_i}$$

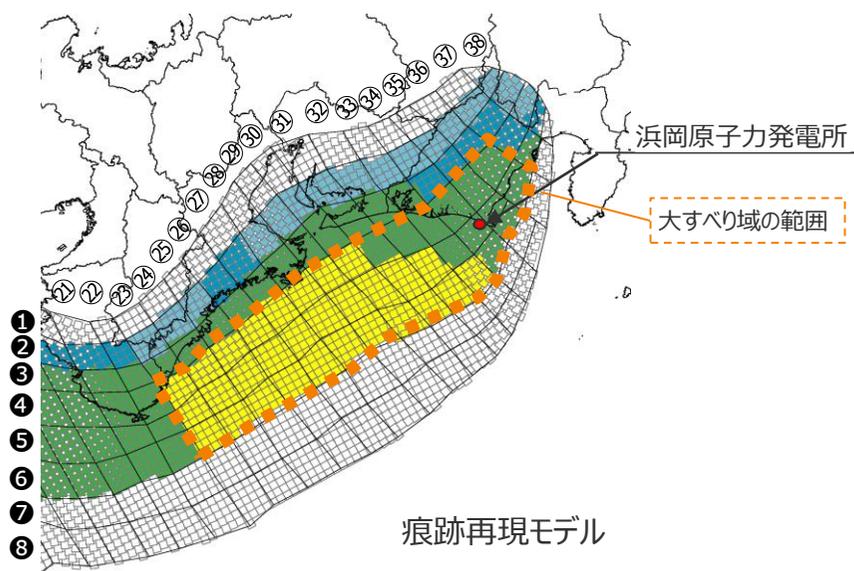
D_i : 各小断層のすべり量、 S_i : 各小断層の面積

痕跡再現モデルの大すべり域周辺のすべり量(m)

| | | 遠州灘 | | | | | | | | | | | | | | | 駿河湾 | | |
|---------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 深度40km↓ | | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| 30km↓ | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20km↓ | 2 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 0.8 |
| | 3 | 4.2 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.3 | 5.3 | 5.6 | 5.6 | 5.0 | 5.0 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 1.6 |
| 10km↓ | 4 | 4.2 | 6.6 | 9.1 | 9.0 | 9.0 | 8.6 | 10.4 | 9.2 | 9.2 | 8.1 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 5.5 | 5.5 | 3.5 | 1.6 |
| | 5 | 4.2 | 6.6 | 9.1 | 9.0 | 9.0 | 8.6 | 8.6 | 10.4 | 9.2 | 9.2 | 8.1 | 8.1 | 6.9 | 6.9 | 5.5 | 5.5 | 3.8 | 2.2 |
| | 6 | 4.2 | 6.6 | 9.1 | 9.1 | 9.0 | 9.0 | 8.6 | 10.4 | 10.4 | 9.2 | 9.2 | 8.1 | 8.1 | 6.9 | 6.9 | 5.5 | 3.8 | 2.2 |
| 0km↓ | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

痕跡再現モデルの大すべり域周辺の小断層の面積(km²)

| | | 遠州灘 | | | | | | | | | | | | | | | 駿河湾 | | |
|---------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 深度40km↓ | | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 |
| 30km↓ | 1 | 360 | 257 | 311 | 337 | 283 | 359 | 434 | 383 | 459 | 457 | 583 | 432 | 408 | 307 | 361 | 287 | 319 | 107 |
| 20km↓ | 2 | 359 | 258 | 415 | 391 | 416 | 416 | 439 | 462 | 407 | 330 | 431 | 432 | 409 | 361 | 337 | 287 | 340 | 237 |
| | 3 | 360 | 284 | 313 | 339 | 472 | 288 | 417 | 462 | 458 | 507 | 508 | 433 | 359 | 360 | 285 | 260 | 339 | 236 |
| 10km↓ | 4 | 514 | 492 | 363 | 362 | 360 | 409 | 434 | 484 | 331 | 381 | 355 | 482 | 406 | 485 | 411 | 468 | 429 | 331 |
| | 5 | 312 | 336 | 359 | 409 | 382 | 431 | 431 | 482 | 483 | 507 | 556 | 404 | 354 | 381 | 231 | 443 | 243 | 203 |
| | 6 | 463 | 409 | 432 | 406 | 405 | 404 | 479 | 430 | 455 | 378 | 378 | 428 | 404 | 254 | 308 | 443 | 243 | 203 |
| 0km↓ | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

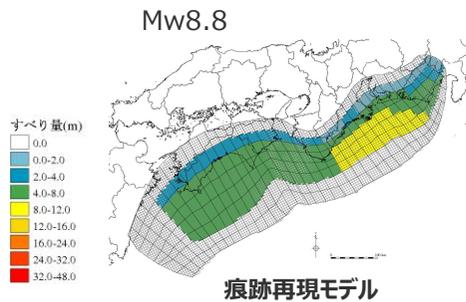


4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルの設定のまとめ

- 国内外の巨大地震・津波の発生事例を踏まえて、「検討波源モデルA：断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル」、「検討波源モデルB：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」を設定した。
- 検討波源モデルBについては、地質調査結果および分岐断層の影響評価を踏まえ、敷地前面に位置する東海断層系を考慮した「検討波源モデル B-1（プレート境界面浅部・東海断層系）」と、敷地に近い御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層を考慮した「検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）」を設定した。

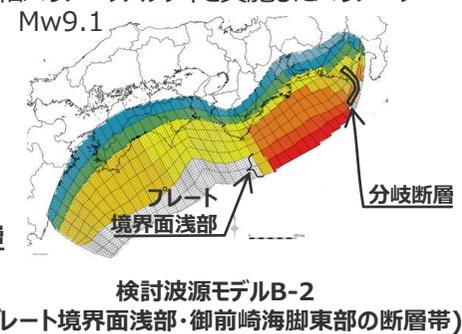
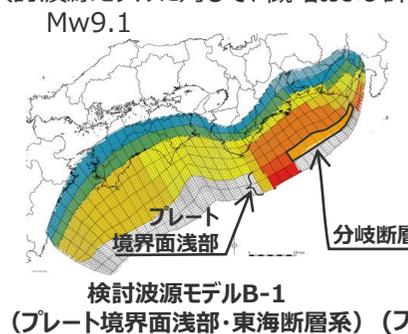
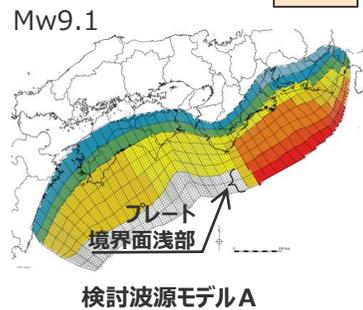
| 波源モデル | | 痕跡再現モデル (特性化モデル) |
|--------------|-------------------|-------------------------------|
| 認識論的 不確かさ | 波源域 | 約8万km ² |
| | 地震規模 | Mw8.8 |
| | 最大すべり量 | 約9m |
| | 浅部の破壊形態 | — (断層破壊が浅部に伝播していないものとして設定) |
| | 超大すべり域・大すべり域の位置 | 駿河湾～紀伊半島沖 (超大すべり域は無し) |
| | ライズタイム (すべり速度) | 60s (約0.2m/s) |
| | 破壊伝播速度 | 2.0km/s |
| 偶然的 不確かさ | 破壊開始点 | 大すべり域の下端中央 |

・すべり速度：(最大すべり量)/(ライズタイム)



| 検討波源モデルA (断層破壊がプレート境界面浅部に伝播するモデル) | 検討波源モデルB (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) | |
|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 約12万km ² | 約12万km ² | |
| Mw9.1 | Mw9.1 | |
| 約37m | 約37m | |
| 断層破壊がプレート境界面浅部に伝播 | 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(東海断層系)に伝播 | 断層破壊がプレート境界面浅部・分岐断層(御前崎海脚東部の断層帯)に伝播 |
| 駿河湾～紀伊半島沖 | 駿河湾～紀伊半島沖 | |
| 150s (約0.3m/s) | 150s (約0.3m/s) | |
| 2.0km/s | 2.0km/s | |
| 大すべり域の下端中央 | 大すべり域の下端中央 | |

■ : 検討波源モデルにおいて、不確かさとして考慮したパラメータ
□ : 検討波源モデルに対して、概略および詳細パラメータスタディを実施したパラメータ



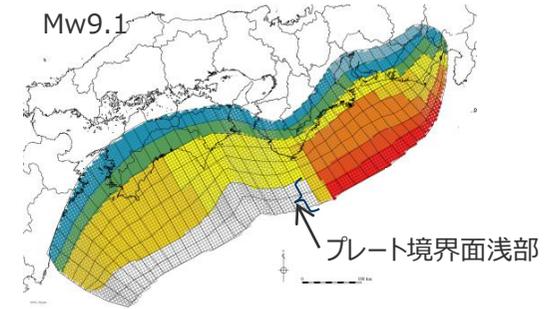
4.1 検討波源モデルの設定

検討波源モデルA (プレート境界面浅部) の断層パラメータ

断層パラメータ

| 項目 | | 設定値 |
|------|-------------------------|----------------------|
| 全体 | 面積※ (km ²) | 123,700 |
| | 地震モーメント (Nm) | 6.2×10 ²² |
| | Mw | 9.1 |
| | 平均応力降下量 (MPa) | 3.4 |
| | 平均すべり量 (m) | 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) | 2.0 |
| | ライズタイム (s) | 150 |
| 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) | 13,975 |
| | 地震モーメント (Nm) | 1.7×10 ²² |
| | 平均すべり量 (m) | 29.2 |
| | 最大すべり量 (m) | 41.7 |

※津波断層域のうちすべりが発生している波源域の面積



検討波源モデルA (プレート境界面浅部)

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
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 = (Log M₀ - 9.1) / 1.5
- 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2} / 16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
- 破壊伝播速度V_r = 2.0km/s
- ライズタイムT = 150s

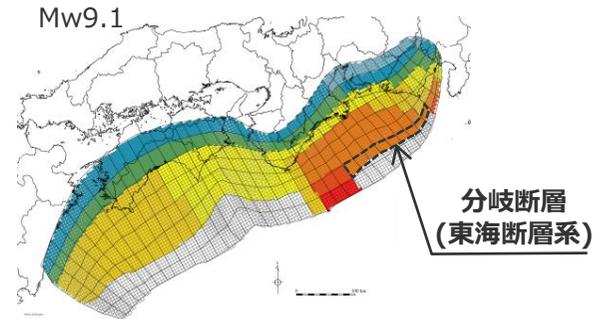
1) スケーリング則M₀ = 16 / (7π^{3/2}) · Δσ · S^{3/2} と地震モーメントの式M₀ = μDSから導出
 主部断層 : 深さ10km以深の断層、強震動と津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))
 浅部断層 : 深さ10km以浅の断層、強震動は発生しないものの津波を発生させる可能性がある領域 (内閣府(2012))

4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデル B-1 (プレート境界面浅部・東海断層系) の断層パラメータ

断層パラメータ

| 項目 | | 設定値 |
|------|-------------------------|----------------------|
| 全体 | 面積※ (km ²) | 118,989 |
| | 地震モーメント (Nm) | 5.3×10 ²² |
| | Mw | 9.1 |
| | 平均応力降下量 (MPa) | 3.2 |
| | 平均すべり量 (m) | 10.9 |
| | 最大すべり量 (m) | 37.5 |
| | 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) | 150 |
| 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) | 9,265 |
| | 地震モーメント (Nm) | 8.6×10 ²¹ |
| | 平均すべり量 (m) | 22.7 |
| | 最大すべり量 (m) | 37.5 |

※津波断層域のうちすべりが発生している波源域の面積



検討波源モデル B-1 (プレート境界面浅部・東海断層系)

- 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 (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 $3D_i$
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
 - $Mw = (\text{Log} M_0 - 9.1) / 1.5$
 - 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2} / 16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
 - 破壊伝播速度 $V_r = 2.0\text{km/s}$
 - ライズタイム $T = 150\text{s}$

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))

4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルB-1のうち東海断層系の断層パラメータ

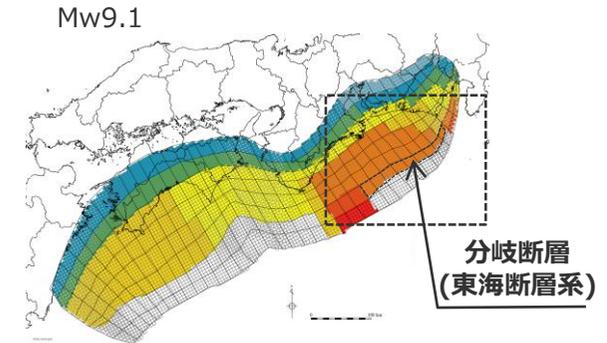
■ 検討波源モデルB-1（プレート境界面浅部・東海断層系）のうち東海断層系の断層パラメータは、活断層評価結果及び内閣府(2012)等に基づき設定。

断層パラメータ

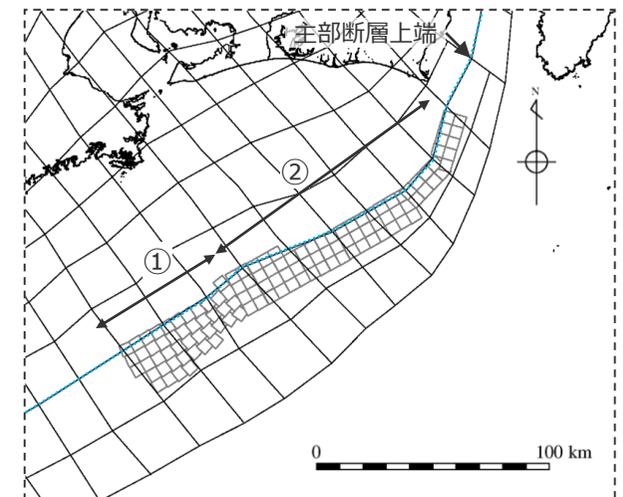
| 項目 | 設定値 | | 設定方法 |
|-------------------------|----------------------|-----------|--------------------------------|
| | セグメント① | セグメント② | |
| 断層面積 (km ²) | 1,204 | 2,044 | |
| 地震モーメント (Nm) | 2.4×10 ²¹ | | 武村(1998) ※1 |
| 剛性率 (N/m ²) | 4.1×10 ¹⁰ | | プレート境界の剛性率 |
| すべり量 (m) | 17.3~17.9 | 16.3~20.8 | 主部断層の大すべり域と同じすべり量を設定 |
| 断層長さ (km) | 55 | 126 | 活断層評価結果を基に設定 |
| 断層上端深さ (km) | 0 | 0 | |
| 断層下端深さ (km) | 10 | 10 | プレート境界面(主部断層上端)に接する深さ |
| 断層幅 (km) | 17~26 | 11~22 | 断層上下端深さ及び傾斜角による |
| 傾斜角 (°) | 14.8~28.4 | 26.0 | 内閣府(2012)・中央防災会議(2001)を基に設定 ※2 |

※1 武村(1998)により断層長さから設定。

※2 セグメント①は内閣府(2012)の提供データに基づく。セグメント②は、中央防災会議(2001)に基づく。



検討波源モデルB-1
(プレート境界面浅部・東海断層系)



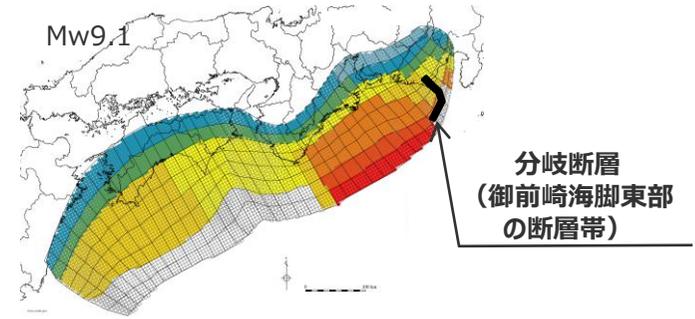
東海断層系の波源モデル

4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯) の断層パラメータ

断層パラメータ

| 項目 | | 設定値 |
|------|-------------------------|----------------------|
| 全体 | 面積※ (km ²) | 123,563 |
| | 地震モーメント (Nm) | 6.1×10 ²² |
| | Mw | 9.1 |
| | 平均応力降下量 (MPa) | 3.4 |
| | 平均すべり量 (m) | 12.0 |
| | 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) | 2.0 |
| | ライズタイム (s) | 150 |
| 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) | 13,838 |
| | 地震モーメント (Nm) | 1.6×10 ²² |
| | 平均すべり量 (m) | 28.0 |
| | 最大すべり量 (m) | 41.7 |

※津波断層域のうちすべりが発生している波源域の面積



検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯)

- 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(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
分岐断層の大すべり域のすべり量 2D_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
 - 平均応力降下量 $\Delta\sigma = 7\pi^{3/2} / 16 \cdot S^{-3/2} \cdot M_0$
 - 破壊伝播速度V_r = 2.0km/s
 - ライズタイムT = 150s

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))

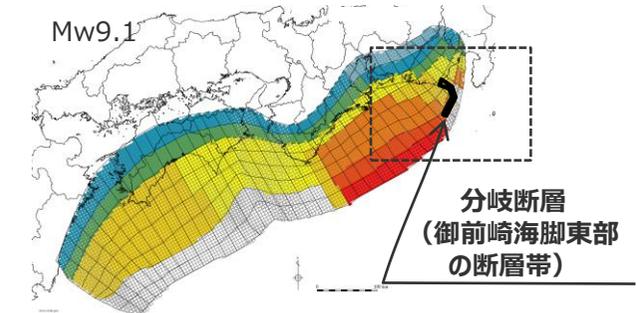
4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルB-2のうち御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の断層パラメータ

■ 検討波源モデルB-2（プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯）のうち御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の断層パラメータは、活断層評価結果等に基づき設定。

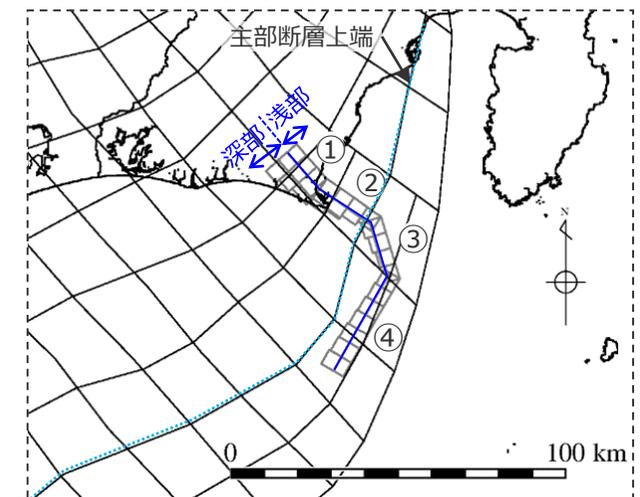
断層パラメータ

| 項目 | 設定値 | | | | 設定根拠 | |
|-------------------------|----------------------|-----------|-----------|----------|----------------|-----------------|
| | セグメント① | セグメント② | セグメント③ | セグメント④ | | |
| 断層面積 (km ²) | 270 | 267 | 194 | 357 | | |
| 地震モーメント (Nm) | 6.2×10 ²⁰ | | | | 武村(1998)※1 | |
| 剛性率 (N/m ²) | 4.1×10 ¹⁰ | | | | プレート境界の剛性率 | |
| すべり量 (m) | 10.9~13.8 | 10.9~13.8 | 13.8 | 16.3 | 主部断層と同じすべり量を設定 | |
| 断層長さ (km) | 13.7 | 19.8 | 19.2 | 33.6 | 活断層評価結果を基に設定 | |
| 断層上端深さ (km) | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 断層下端深さ (km) | 13.9~16.4 | 9.3~13.3 | 6.9~9.8 | 7.4~8.9 | プレート境界面に接する深さ | |
| 断層幅 (km) | 計 | 17.2~20.7 | 10.6~16.4 | 7.6~12.0 | 9.3~11.9 | 断層上下端深さ及び傾斜角による |
| 傾斜角 (°) | 浅部 | 65 | 65 | 65 | 60 | 活断層評価結果を基に設定 |
| | 深部 | 45 | 45 | 35 | 35 | |
| | 浅部・深部の境界深さ | 8km | 8km | 8km | 6km | |

※1 武村(1998)により断層長さから設定。



検討波源モデルB-2
(プレート境界面浅部・御前崎海脚東部の断層帯)



御前崎海脚東部の断層帯・牧ノ原南稜の断層の波源モデル

4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルの津波評価結果

- 検討波源モデルによる津波評価結果は以下のとおり。
- 津波評価の結果に基づき、破壊形態ごとに影響の大きいケースを検討波源モデルA、検討波源モデルBとして選定した。

【水位上昇側】

| 破壊形態 | ケース名 | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P.m) ※1 |
|--------------------------------|---|------------------------------|
| 断層破壊が プレート境界面浅部 に伝播 | 検討波源モデルA (プレート境界面浅部) | 17.5 |
| 断層破壊が プレート境界面浅部 ・分岐断層に伝播 | 検討波源モデルB-1 (プレート境界面浅部 ・東海断層系) | 10.6 |
| | 検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部 ・御前崎海脚東部 の断層帯) | 10.5 |

⇒選定
検討波源モデルA

⇒選定
検討波源モデルB

※1 朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

【水位下降側】

| 破壊形態 | ケース名 | 3、4号取水塔 最大下降水位 (T.P.m) (水位低下時間※2) |
|--------------------------------|---|--|
| 断層破壊が プレート境界面浅部 に伝播 | 検討波源モデルA (プレート境界面浅部) | 海底面 (4.4min) |
| 断層破壊が プレート境界面浅部 ・分岐断層に伝播 | 検討波源モデルB-1 (プレート境界面浅部 ・東海断層系) | 海底面 (5.4min) |
| | 検討波源モデルB-2 (プレート境界面浅部 ・御前崎海脚東部 の断層帯) | 海底面 (4.6min) |

⇒選定
検討波源モデルA

⇒選定
検討波源モデルB

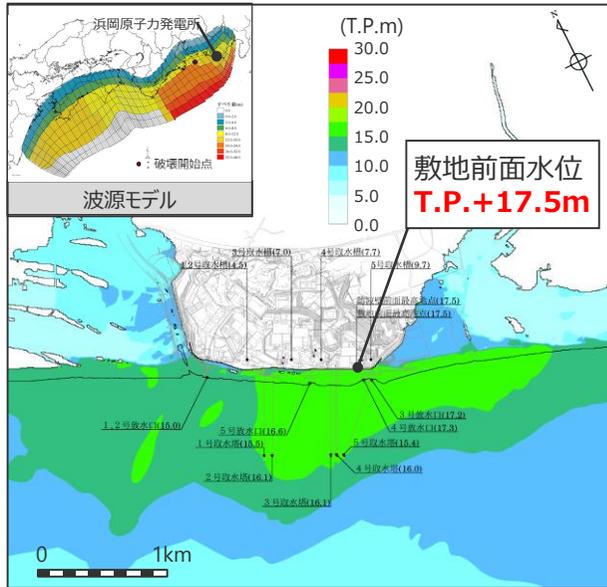
※2 朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮
 ・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している
 (水深1m未満である) ことを示す。
 ・3、4号取水塔水位低下時間は3号、4号取水塔の
 水位低下時間の長い方を代表して表示。



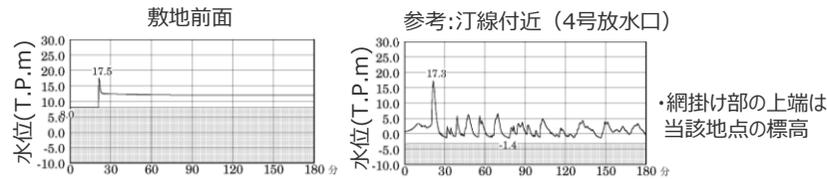
検討波源モデルA、検討波源モデルBそれぞれについて、概略パラメータスタディを実施

4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルの津波評価結果（水位上昇側）

検討波源モデル A



最大上昇水位分布

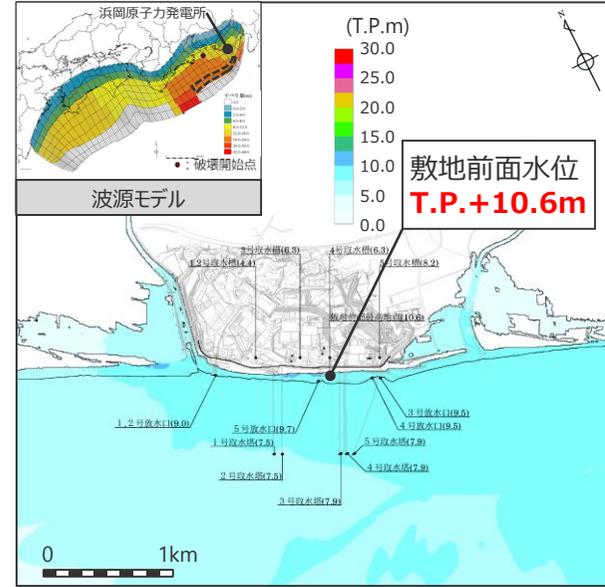


水位の時刻歴波形

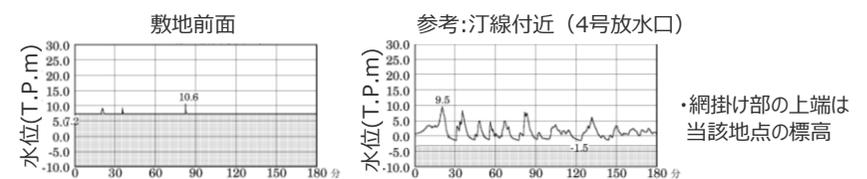
| 最大上昇水位(T.P. m) | | | | |
|----------------|---------|-------|-------|-------|
| 敷地前面 | 1・2号取水槽 | 3号取水槽 | 4号取水槽 | 5号取水槽 |
| 17.5 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 |

・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮

検討波源モデル B



最大上昇水位分布



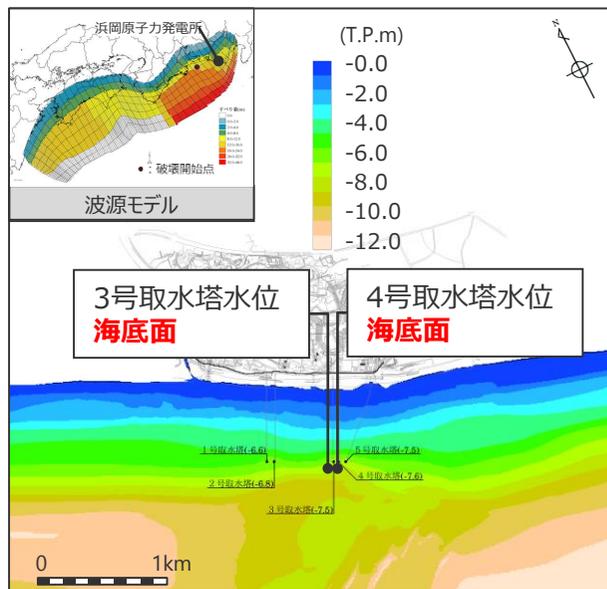
水位の時刻歴波形

| 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 |
| 10.6 | 4.4 | 6.3 | 6.3 | 8.2 |

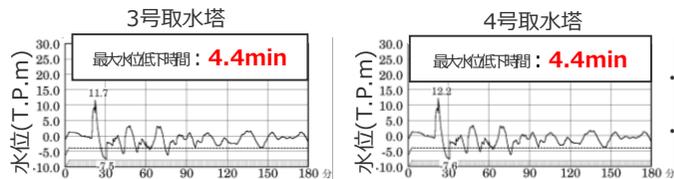
・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮

4.1 検討波源モデルの設定 検討波源モデルの津波評価結果（水位下降側）

検討波源モデル A



最大下降水位分布

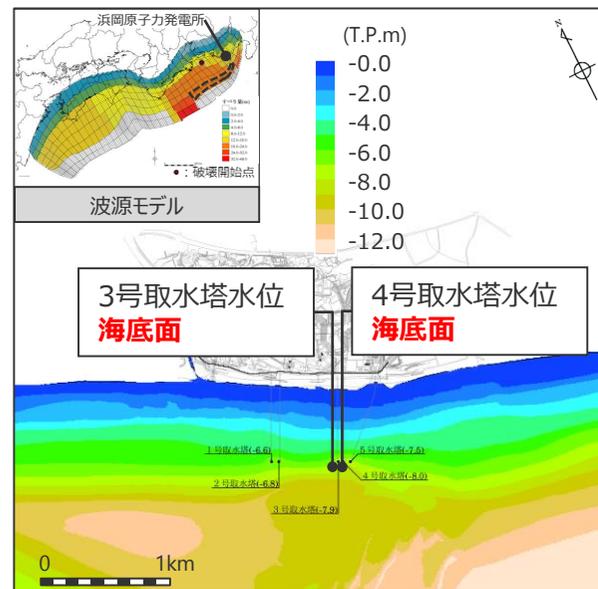


水位の時刻歴波形

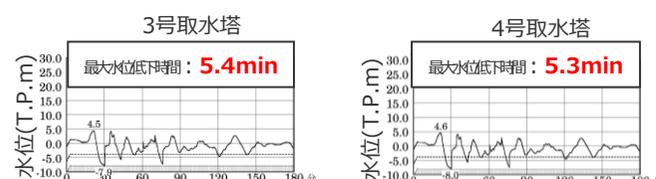
| 最大下降水位(T.P. m)(水位低下時間) | |
|------------------------|-----------------|
| 3号取水塔 | 4号取水塔 |
| 海底面 (4.4min) | 海底面 (4.4min) |

・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。

検討波源モデル B



最大下降水位分布



水位の時刻歴波形

| 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 (5.4min) | 海底面 (5.3min) |

・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。

目次

[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

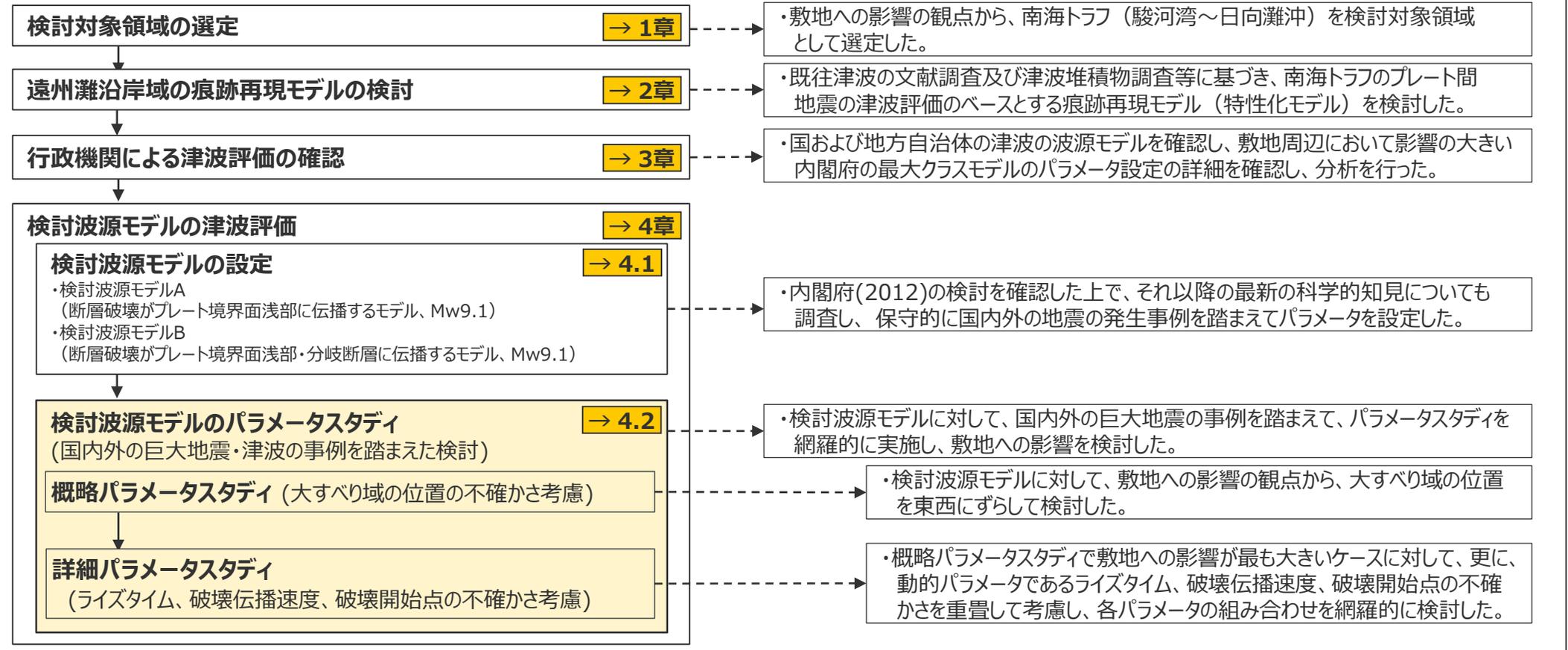
[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討
- 3 行政機関による津波評価の確認
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ**
- 5 まとめ

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 検討概要

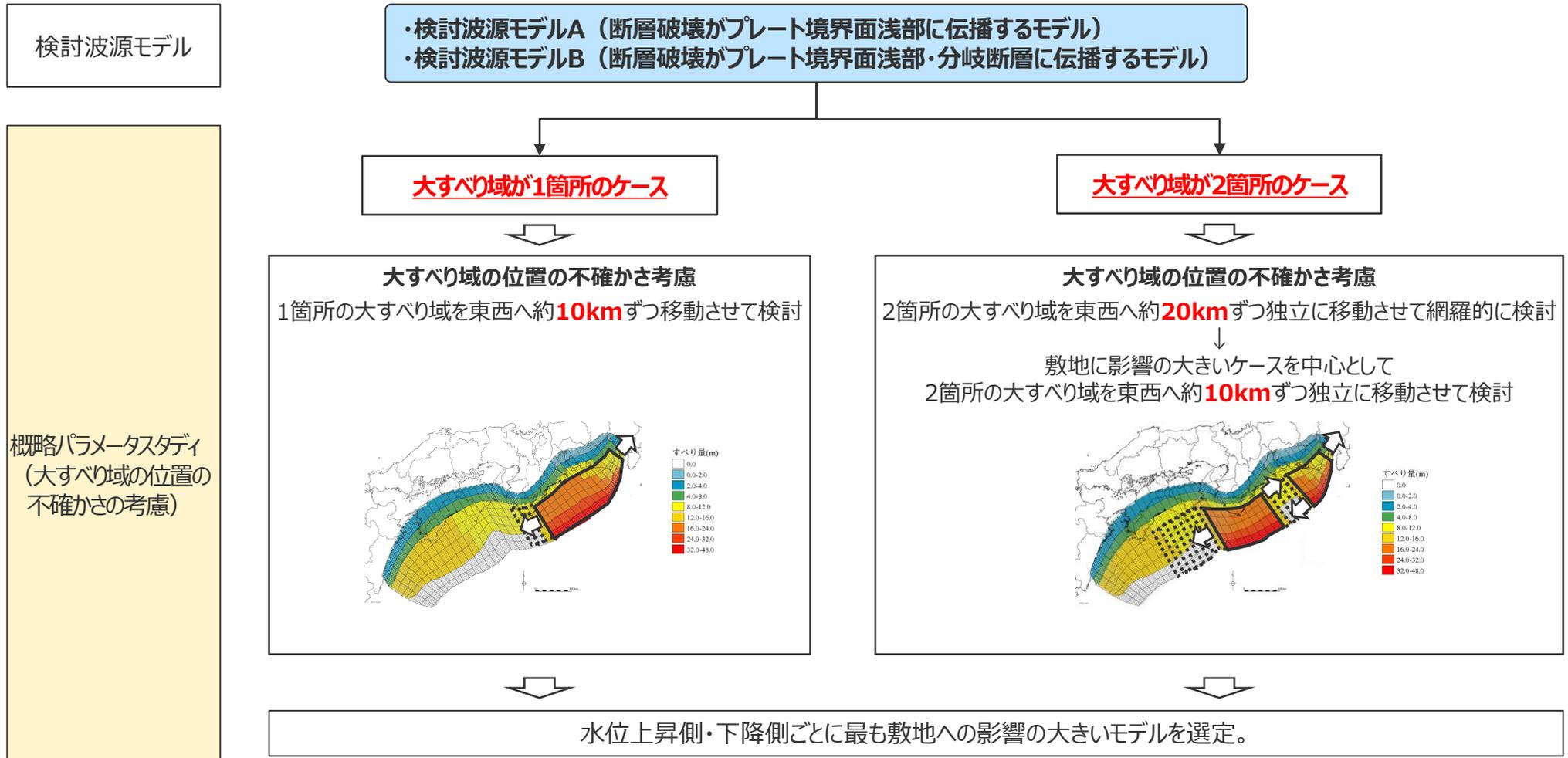
- 検討波源モデルに対して、国内外の巨大地震・津波の事例を踏まえてパラメータスタディ（概略パラメータスタディ・詳細パラメータスタディ）を網羅的に実施し、敷地への影響を検討した。

プレート間地震の津波評価



4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 概略パラメータスタディ (検討方針)

- 概略パラメータスタディでは、検討波源モデルについて、大すべり域の位置の不確かさとして大すべり域が1箇所のケースに加えて2箇所のケースも検討を行い、水位上昇側・下降側ごとに最も敷地への影響の大きい波源を選定することとした。検討フローを以下に示す。
- 大すべり域が2箇所のケースでは、2箇所の大すべり域を独立に移動させて検討を行う必要がありケース数が多くなることから、まず、2箇所の大すべり域を東西に約20kmずつ独立に移動させて網羅的に検討して敷地への影響の大きいケースを抽出し、次に、そのケースを中心として2箇所の大すべり域をさらに詳細に東西に約10kmずつ独立に移動させて検討する手順でパラメータスタディを行った。



概略パラメータスタディ
(大すべり域の位置の不確かさの考慮)

・検討波源モデルの大すべり域の位置は、過去地震において大きくすべった領域に基づき遠州灘沖～紀伊半島沖に設定し、これを大すべり域が1箇所のケースの基準位置とした。
また、大すべり域が2箇所のケースでは、内閣府の最大クラスモデルケース⑧の大すべり域の位置を基準位置とした。
・概略パラメータスタディモデルの波源モデル図およびすべり分布を含む断層パラメータは補足説明資料6-6に記載。

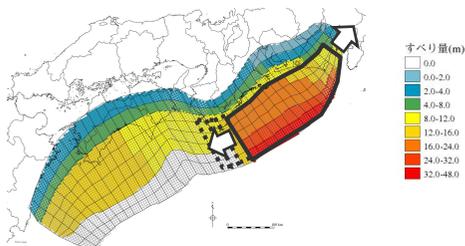
4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 概略パラメータスタディ (大すべり域の位置の不確かさ考慮) (水位上昇側)

■ 大すべり域の位置を約10~20kmずつ東西方向に移動させて、敷地への影響が最も大きい波源モデルを選定。

検討波源モデルA 水位上昇側

大すべり域が1箇所のケース

| 大すべり域の位置 | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|--------------|----------------------------|
| E2.0(東へ40km) | 17.4 |
| E1.5(東へ30km) | 17.4 |
| E1.0(東へ20km) | 17.4 |
| E0.5(東へ10km) | 17.4 |
| 0 (基準位置) | 17.5 |
| W0.5(西へ10km) | 17.6 ⇒最大 |
| W1.0(西へ20km) | 17.4 |
| W1.5(西へ30km) | 16.3 |
| W2.0(西へ40km) | 14.6 |
| W2.5(西へ50km) | 11.7 |
| W3.0(西へ60km) | 8.5 |

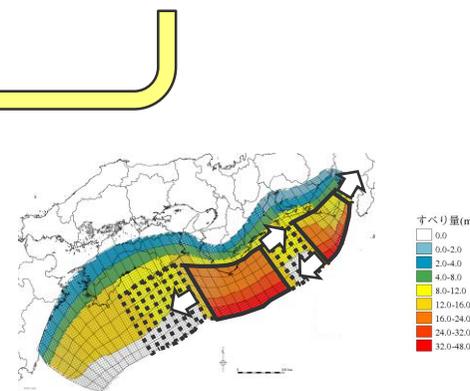


・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

大すべり域が2箇所のケース

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) | 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) | 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| E2.0 (東へ40km) | 20 | 15.9 | 0 (基準位置) | 20 | 16.0 | W2.0 (西へ40km) | 20 | 14.4 |
| | 40 | 14.8 | | 40 | 16.0 | | 40 | 14.4 |
| | 60 | 14.6 | | 60 | 16.0 | | 60 | 14.4 |
| | 80 | 14.6 | | 80 | 16.0 | | 80 | 14.4 |
| | 100 | 14.6 | | 100 | 16.0 | | 100 | 14.4 |
| | 120 | 14.6 | | 120 | 16.0 | | 120 | 14.4 |
| E1.0 (東へ20km) | 140 | 14.6 | W1.0 (西へ20km) | 140 | 16.0 | W3.0 (西へ60km) | 140 | 14.4 |
| | 160 | 14.6 | | 160 | 16.0 | | 160 | 14.4 |
| | 20 | 15.8 | | 20 | 16.72 | | 20 | 9.9 |
| | 40 | 15.2 | | 40 | 16.74 | | 40 | 10.7 |
| | 60 | 15.2 | | 60 | 16.75 | | 60 | 12.7 |
| | 80 | 15.2 | | 80 | 16.77 | | 80 | 13.2 |
| W0.5 (西へ10km) | 100 | 15.2 | 100 | 16.77 | 100 | 12.4 | | |
| | 120 | 15.2 | | 120 | | 16.777 | 120 | 12.6 |
| | 140 | 15.2 | | 140 | | 16.77 | 140 | 12.3 |
| | 160 | 15.2 | | 160 | | 16.778 | 160 | 11.4 |

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| W0.5 (西へ10km) | 160 | 16.6 |
| | 170 | 16.6 |
| | 180 | 16.6 |
| W1.0 (西へ20km) | 150 | 16.8377 |
| | 160 | 16.778 ⇒最大 |
| | 180 | 16.8369 |
| W1.5 (西へ30km) | 140 | 15.8 |
| | 150 | 15.8 |
| | 160 | 15.8 |



・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

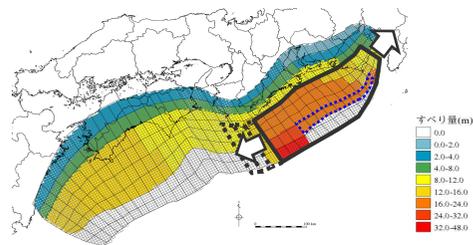
4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 概略パラメータスタディ (大すべり域の位置の不確かさ考慮) (水位上昇側)

■ 大すべり域の位置を約10~20kmずつ東西方向に移動させて、敷地への影響が最も大きい波源モデルを選定。

検討波源モデルB 水位上昇側

大すべり域が1箇所のケース

| 大すべり域の位置 | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|--------------|----------------------------|
| E2.0(東へ40km) | 10.3 |
| E1.5(東へ30km) | 10.6 |
| E1.0(東へ20km) | 10.9 |
| E0.5(東へ10km) | 11.1 ⇒最大 |
| 0 (基準位置) | 10.6 |
| W0.5(西へ10km) | 10.1 |
| W1.0(西へ20km) | 9.9 |
| W1.5(西へ30km) | 9.3 |
| W2.0(西へ40km) | 8.1 |
| W2.5(西へ50km) | 8.0 |
| W3.0(西へ60km) | 8.9 |



・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

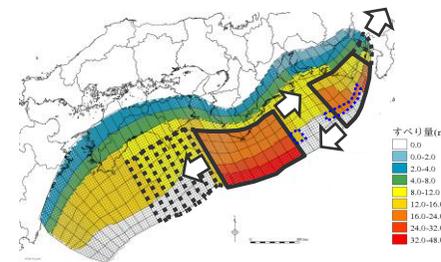
大すべり域が2箇所のケース

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| E2.0 (東へ40km) | 20 | 11.8 |
| | 40 | 12.6 |
| | 60 | 12.4 |
| | 80 | 12.1 |
| | 100 | 15.5 |
| | 120 | 11.5 |
| E1.0 (東へ20km) | 140 | 9.6 |
| | 160 | 9.6 |
| | 20 | 11.5 |
| | 40 | 12.3 |
| | 60 | 12.0 |
| | 80 | 15.4 |
| 100 | 11.5 | |
| 120 | 9.1 | |
| 140 | 9.0 | |
| 160 | 9.0 | |

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 0 (基準位置) | 20 | 12.5 |
| | 40 | 11.8 |
| | 60 | 14.7 |
| | 80 | 11.2 |
| | 100 | 9.2 |
| | 120 | 8.9 |
| W1.0 (西へ20km) | 140 | 8.9 |
| | 160 | 9.2 |
| | 20 | 10.6 |
| | 40 | 13.6 |
| | 60 | 10.5 |
| | 80 | 9.6 |
| 100 | 9.6 | |
| 120 | 9.6 | |
| 140 | 9.6 | |
| 160 | 9.6 | |

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| W2.0 (西へ40km) | 20 | 11.5 |
| | 40 | 9.8 |
| | 60 | 8.7 |
| | 80 | 9.2 |
| | 100 | 9.1 |
| | 120 | 8.8 |
| W3.0 (西へ60km) | 140 | 9.4 |
| | 160 | 9.3 |
| | 20 | 9.3 |
| | 40 | 10.0 |
| | 60 | 8.2 |
| | 80 | 9.3 |
| 100 | 9.5 | |
| 120 | 9.5 | |
| 140 | 10.1 | |
| 160 | 11.1 | |

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の 大すべり域 間の距離(km) | 敷地前面 最大上昇水位 (T.P. m) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| E2.0 (東へ40km) | 90 | 13.6 |
| | 100 | 15.5 |
| | 110 | 14.0 |
| E1.5 (東へ30km) | 80 | 14.0 |
| | 90 | 15.8 ⇒最大 |
| | 100 | 15.1 |



・朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮

4.2 検討波源モデルの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考慮) (水位下降側)

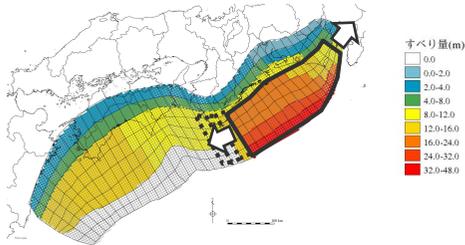
■ 大すべり域の位置を約10~20kmずつ東西方向に移動させて、敷地への影響が最も大きい波源モデルを選定。

検討波源モデルA 水位下降側

・3、4号取水塔水位低下時間は3号、4号取水塔の水位低下時間の長い方を代表して表示。

大すべり域が1箇所の場合

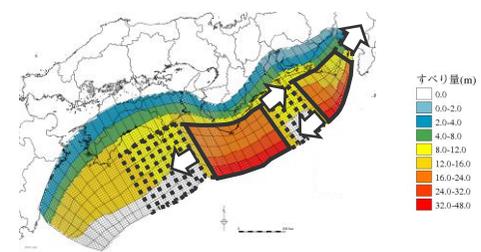
| 大すべり域の位置 | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) |
|--------------|----------------------------|
| E2.0(東へ40km) | 4.3 |
| E1.5(東へ30km) | 4.3 |
| E1.0(東へ20km) | 4.3 |
| E0.5(東へ10km) | 4.3 |
| 0 (基準位置) | 4.4 |
| W0.5(西へ10km) | 4.7 |
| W1.0(西へ20km) | 4.6 |
| W1.5(西へ30km) | 4.5 |
| W2.0(西へ40km) | 5.2 ⇒最大 |
| W2.5(西へ50km) | 4.2 |
| W3.0(西へ60km) | 4.3 |



・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

大すべり域が2箇所の場合

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) | 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) | |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|------|
| E2.0 (東へ40km) | 20 | 3.9 | 0 (基準位置) | 20 | 4.3 | |
| | 40 | 3.9 | | 40 | 5.8 | |
| | 60 | 5.3 | | 60 | 12.2 | |
| | 80 | 5.6 | | 80 | 12.3 | |
| | 100 | 12.6 | | 100 | 12.2 | |
| | 120 | 12.5 | | 120 | 6.8 | |
| E1.0 (東へ20km) | 140 | 12.4 | W1.0 (西へ20km) | 140 | 6.1 | |
| | 160 | 6.7 | | 160 | 5.1 | |
| | 20 | 4.4 | | W2.0 (西へ40km) | 20 | 11.4 |
| | 40 | 4.5 | | | 40 | 11.3 |
| | 60 | 5.8 | | | 60 | 10.7 |
| | 80 | 12.1 | | | 80 | 10.9 |
| 100 | 12.3 | 100 | 10.5 | | | |
| 120 | 12.2 | 120 | 9.5 | | | |
| 140 | 6.6 | W3.0 (西へ60km) | 140 | 7.0 | | |
| 160 | 5.9 | | 160 | 5.5 | | |
| E2.0 (東へ40km) | 90 | | 5.6 | W1.0 (西へ20km) | 20 | 8.5 |
| | 100 | | 12.60 ⇒最大 | | 40 | 8.1 |
| | 110 | | 12.5 | | 60 | 7.2 |
| | E1.5 (東へ30km) | | 80 | | 5.7 | 80 |
| | | 90 | 12.55 | | 100 | 7.8 |
| | | 100 | 12.5 | | 120 | 7.3 |
| | | | 140 | 5.2 | | |
| | | | 160 | 6.1 | | |



・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

4.2 検討波源モデルの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考慮) (水位下降側)

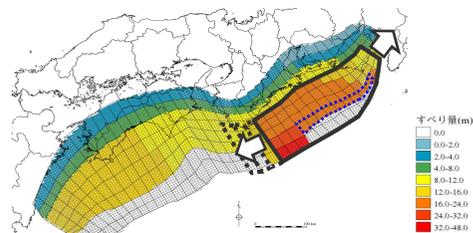
■ 大すべり域の位置を約10~20kmずつ東西方向に移動させて、敷地への影響が最も大きい波源モデルを選定。

検討波源モデルB 水位下降側

・3、4号取水塔水位低下時間は3号、4号取水塔の水位低下時間の長い方を代表して表示。

大すべり域が1箇所の場合

| 大すべり域の位置 | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) |
|--------------|----------------------------|
| E2.0(東へ40km) | 5.3 |
| E1.5(東へ30km) | 5.3 |
| E1.0(東へ20km) | 5.3 |
| E0.5(東へ10km) | 5.3 |
| 0 (基準位置) | 5.4 |
| W0.5(西へ10km) | 5.59 ⇒最大 |
| W1.0(西へ20km) | 5.55 |
| W1.5(西へ30km) | 5.5 |
| W2.0(西へ40km) | 5.54 |
| W2.5(西へ50km) | 5.1 |
| W3.0(西へ60km) | 4.9 |



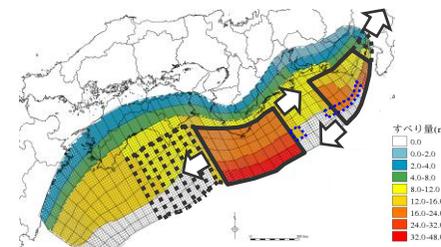
・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

大すべり域が2箇所の場合

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| E2.0 (東へ40km) | 20 | 4.3 |
| | 40 | 5.3 |
| | 60 | 5.2 |
| | 80 | 6.0 |
| | 100 | 12.2 |
| | 120 | 11.0 |
| E1.0 (東へ20km) | 140 | 11.0 |
| | 160 | 11.3 |
| | 20 | 5.5 |
| | 40 | 5.8 |
| | 60 | 6.6 |
| | 80 | 10.7 |
| E1.0 (東へ20km) | 100 | 11.8 |
| | 120 | 11.9 |
| | 140 | 11.7 |
| | 160 | 5.8 |
| | 20 | 5.5 |
| | 40 | 5.8 |
| E1.5 (東へ30km) | 60 | 6.6 |
| | 80 | 7.4 |
| | 100 | 12.3 ⇒最大 |
| | 120 | 12.1 |
| | 140 | 10.1 |
| | 160 | 6.0 |

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の 大すべり域 間の距離(km) | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| E2.0 (東へ40km) | 90 | 7.2 |
| | 100 | 12.2 |
| | 110 | 11.9 |
| E1.5 (東へ30km) | 80 | 7.4 |
| | 90 | 12.3 ⇒最大 |
| | 100 | 12.1 |

| 敷地に近い 大すべり域の 位置 | 東西の大すべり 域間の距離 (km) | 3、4号取水塔 水位低下時間 (min) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 0 (基準位置) | 20 | 6.4 |
| | 40 | 11.0 |
| | 60 | 10.6 |
| | 80 | 10.1 |
| | 100 | 11.1 |
| | 120 | 11.0 |
| W1.0 (西へ20km) | 140 | 5.9 |
| | 160 | 5.8 |
| | 20 | 10.5 |
| | 40 | 10.6 |
| | 60 | 10.1 |
| | 80 | 9.8 |
| W1.0 (西へ20km) | 100 | 10.1 |
| | 120 | 10.2 |
| | 140 | 10.1 |
| | 160 | 6.0 |
| | 20 | 10.5 |
| | 40 | 10.6 |
| W3.0 (西へ60km) | 60 | 6.0 |
| | 80 | 5.8 |
| | 100 | 6.7 |
| | 120 | 5.3 |
| | 140 | 5.3 |
| | 160 | 5.9 |

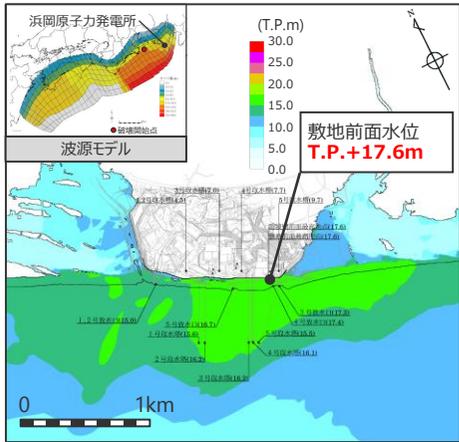


・朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮

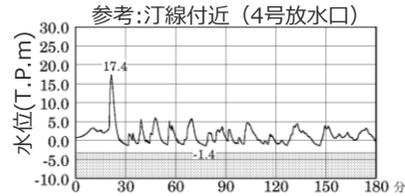
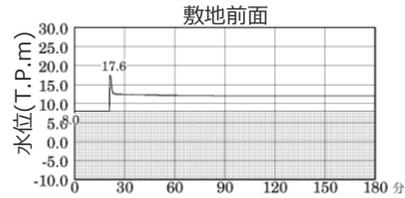
4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 概略パラメータスタディの結果 (大すべり域の位置の不確かさ考慮) (水位上昇側)

検討波源モデル A

大すべり域が1箇所
大すべり域を西へ10km移動

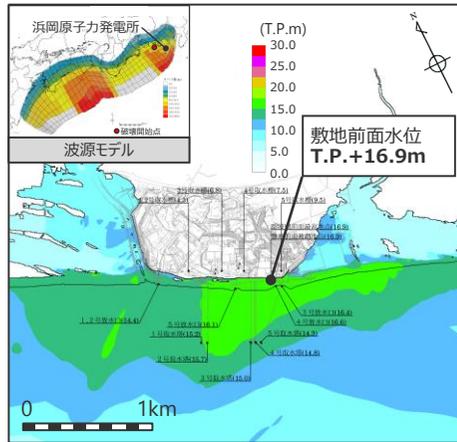


最大上昇水位分布

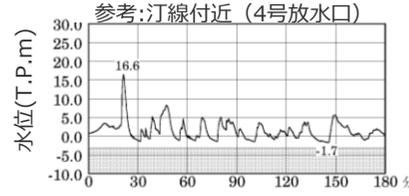
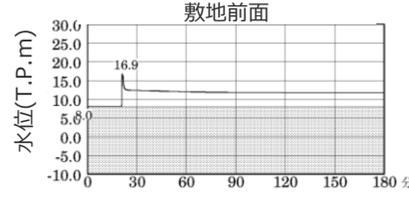


水位の時刻歴波形

大すべり域が2箇所
敷地に近い大すべり域を西へ20km移動
大すべり域間の距離170km



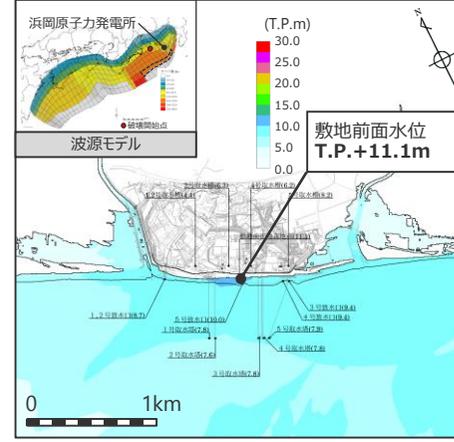
最大上昇水位分布



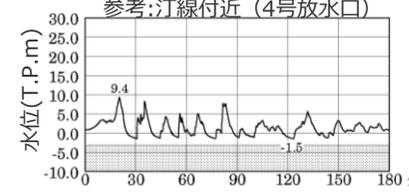
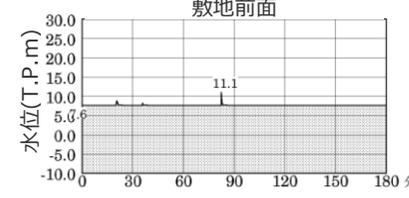
水位の時刻歴波形

検討波源モデル B

大すべり域が1箇所
大すべり域を東へ10km移動

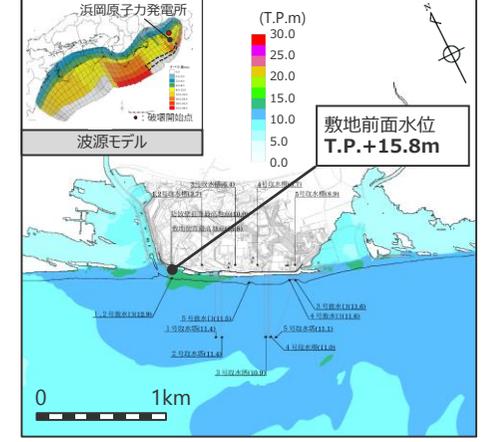


最大上昇水位分布

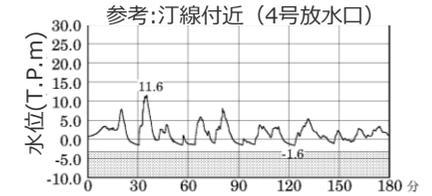
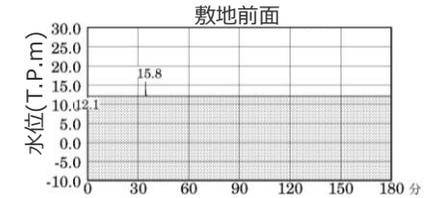


水位の時刻歴波形

大すべり域が2箇所
敷地に近い大すべり域を東へ30km移動
大すべり域間の距離90km



最大上昇水位分布



水位の時刻歴波形

| 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 |
| 17.6 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 |

| 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 |
| 16.9 | 4.3 | 6.8 | 7.5 | 9.5 |

| 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 |
| 11.1 | 4.4 | 6.3 | 6.2 | 8.2 |

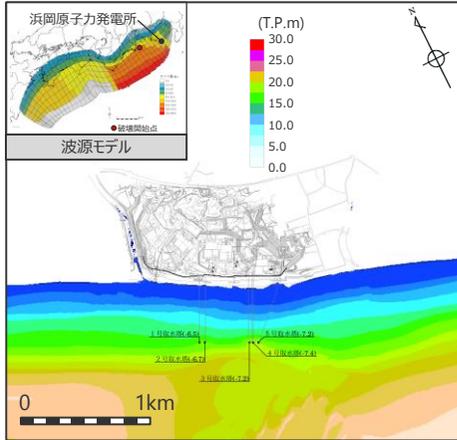
| 最大上昇水位(T.P.m) | | | | |
|---------------|---------|-------|-------|-------|
| 敷地前面 | 1・2号取水槽 | 3号取水槽 | 4号取水槽 | 5号取水槽 |
| 15.8 | 3.7 | 6.3 | 6.7 | 8.9 |

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

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 概略パラメータスタディの結果 (大すべり域の位置の不確かさ考慮) (水位下降側)

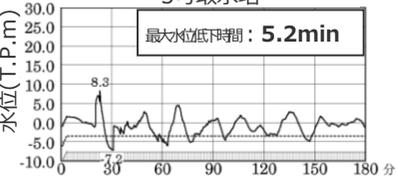
検討波源モデル A

大すべり域が1箇所
大すべり域を西へ40km移動

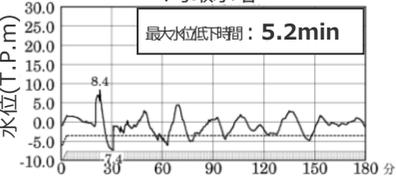


最大下降水位分布

3号取水塔



4号取水塔



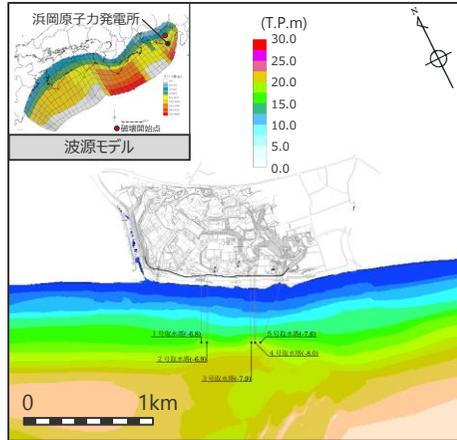
水位の時刻歴波形

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 (5.2min) | 海底面 (5.2min) |

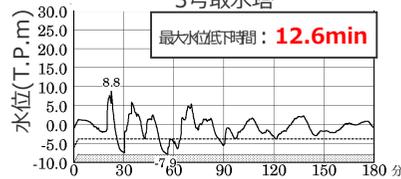
検討波源モデル B

大すべり域が2箇所
敷地に近い大すべり域を東へ40km移動
東西の大すべり域間の距離100km

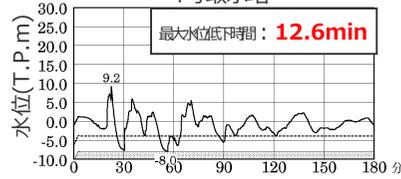


最大下降水位分布

3号取水塔



4号取水塔



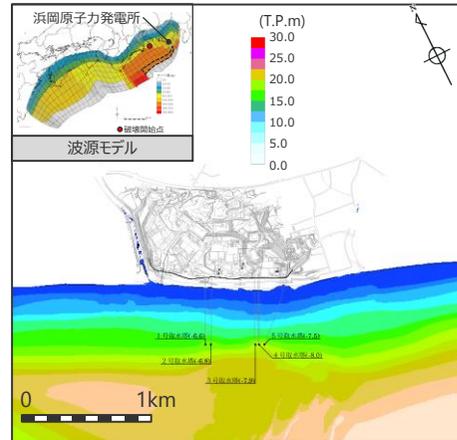
水位の時刻歴波形

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 (12.6min) | 海底面 (12.6min) |

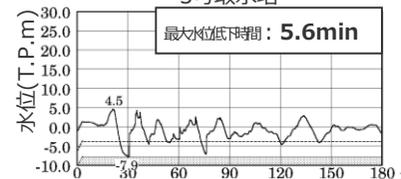
検討波源モデル B

大すべり域が1箇所
大すべり域を西へ10km移動

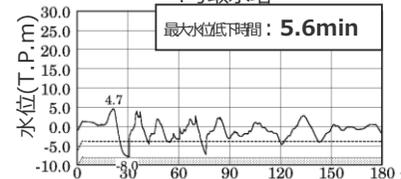


最大下降水位分布

3号取水塔



4号取水塔

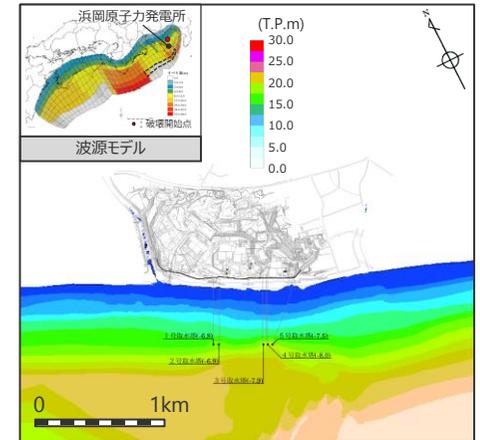


水位の時刻歴波形

最大下降水位(T.P. m)(水位低下時間)

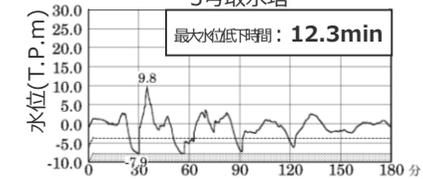
| 3号取水塔 | 4号取水塔 |
|-----------------|-----------------|
| 海底面 (5.6min) | 海底面 (5.6min) |

大すべり域が2箇所
敷地に近い大すべり域を東へ30km移動
東西の大すべり域間の距離90km

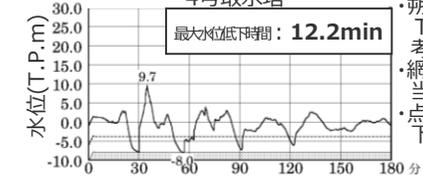


最大下降水位分布

3号取水塔



4号取水塔



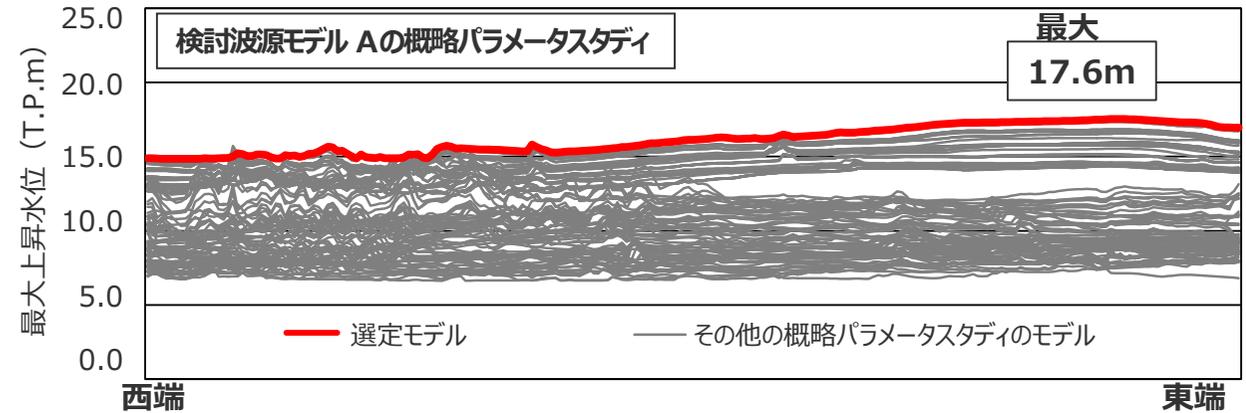
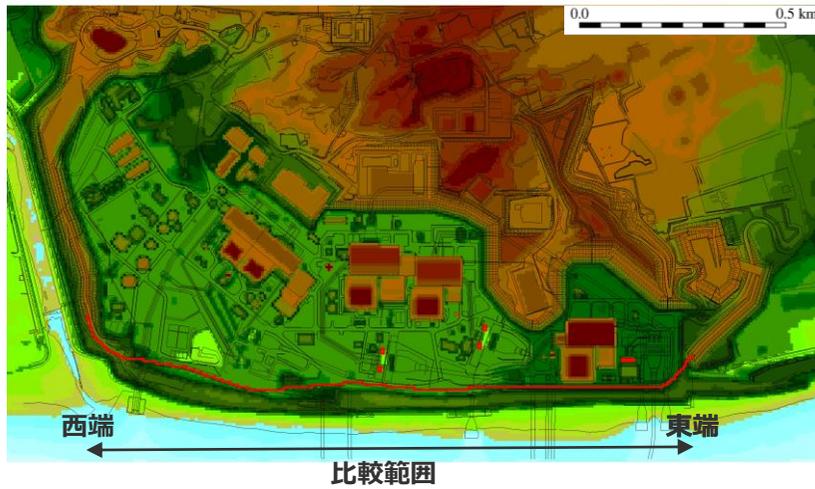
水位の時刻歴波形

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 (12.3min) | 海底面 (12.2min) |

・ 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
・ 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。

4.2 検討波源モデルの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考慮） （敷地前面における最大上昇水位の比較）



敷地前面における最大上昇水位の比較

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 検討波源モデルの概略パラメータスタディの結果のまとめ

■ 検討波源モデルのパラメータスタディの結果は以下のとおり。

| ケース名 | | 【水位上昇側】 最大上昇水位(T.P.m) | | | | | 【水位下降側】 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 | 大すべり域の位置 | 3号 取水塔 | 4号 取水塔 | 大すべり域の位置 |
| 検討波源モデルA (プレート境界 面)の概略パラ メータ スタディモデル | 大すべり域が1箇所の ケース | 17.6 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 | 西に10km移動 | 海底面 (5.2min) | 海底面 (5.2min) | 西へ40km移動 |
| | 大すべり域が2ヶ所の ケース | 16.9 | 4.3 | 6.8 | 7.5 | 9.5 | 敷地に近い大すべり域を 西へ20km移動、大すべ り域間の距離170km | 海底面 (12.6min) | 海底面 (12.6min) | 敷地に近い大すべり域を 東へ40km移動、大すべ り域間の距離100km |
| 検討波源モデルB (プレート境界面・ 分岐断層) の概略パラメータ スタディモデル | 大すべり域が1箇所の ケース | 11.1 | 4.4 | 6.3 | 6.2 | 8.2 | 東へ10km移動 | 海底面 (5.6min) | 海底面 (5.6min) | 西へ10km移動 |
| | 大すべり域が2ヶ所の ケース | 15.8 | 3.7 | 6.3 | 6.7 | 8.9 | 敷地に近い大すべり域を 東へ30km移動、大すべ り域間の距離90km | 海底面 (12.3min) | 海底面 (12.2min) | 敷地に近い大すべり域を 東へ30km移動、大すべ り域間の距離90km |

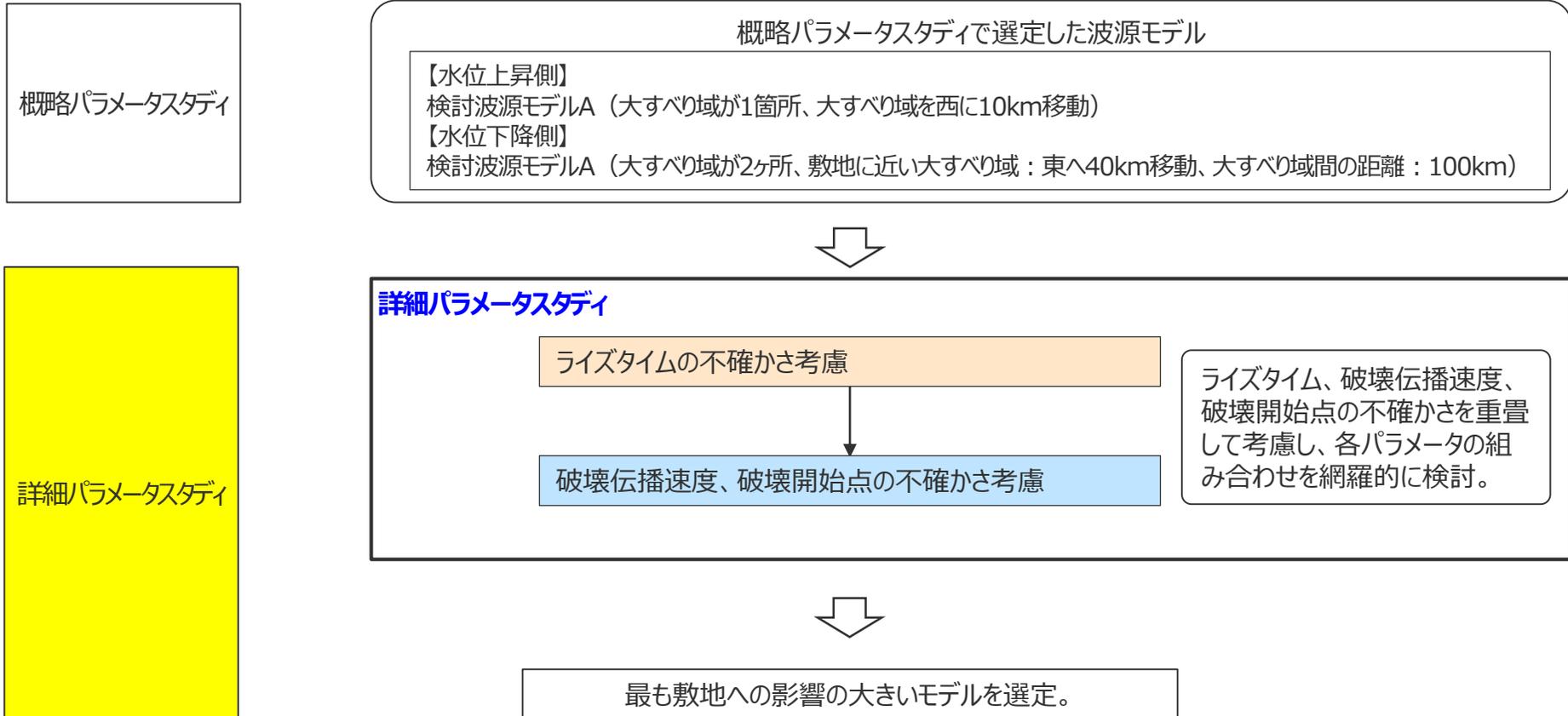
・水位上昇側：朔望平均満潮位T.P. + 0.80mを考慮 ・水位下降側：朔望平均干潮位T.P. - 0.93mを考慮
・海底面：最大下降水位時に海底面がほぼ露出している（水深1m未満である）ことを示す。



水位上昇側・下降側それぞれにおいて選定したケースに対して詳細パラメータスタディを実施

4.2 検討波源モデルの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、破壊伝播速度、破壊開始点） （検討方針）

- 概略パラメータスタディで選定した検討波源モデルについて、国内外の地震の発生事例に基づき各パラメータの不確かさを重畳して考慮することとし、パラメータスタディ（ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点の不確かさの考慮）を網羅的に実施して敷地への影響が最も大きい波源モデルを選定する。



4.2 検討波源モデルの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、破壊伝播速度、破壊開始点） （詳細パラメータスタディの設定条件）

■ 詳細パラメータスタディの設定条件は、以下のとおり。

詳細パラメータスタディの設定条件

ライズタイム

【設定方針】

- 国内外の巨大地震・津波のライズタイムの推定事例および東北沖地震のライズタイムに関する分析結果に基づくライズタイム150s～300sを考慮する。
- また、巨大地震・津波のライズタイムの推定事例が少ないことを踏まえて、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に加えて、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を考慮する。

【詳細パラメータスタディのライズタイムの設定】

- 以下、7ケースを設定。
：120s、150s、180s、210s、240s、270s、300s
(検討波源モデル：150s)

破壊伝播速度

【設定方針】

- 国内外の巨大地震・津波のライズタイムの推定事例および南海トラフの速度構造から推定される破壊伝播速度に基づく破壊伝播速度0.7km/s～2.5km/sを考慮する。

【詳細パラメータスタディの破壊伝播速度の設定】

- 以下、5ケースを設定
：0.7、1.0、1.5、2.0、2.5km/s
(検討波源モデル：2.0km/s)

破壊開始点

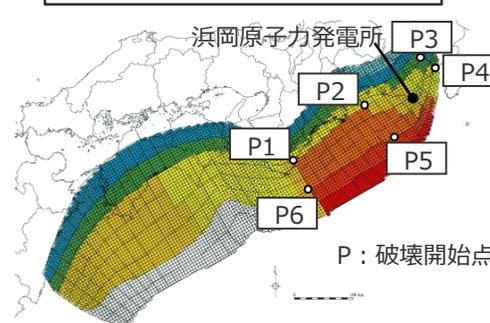
【設定方針】

- 国内外の巨大地震・津波のライズタイムの推定事例に基づき、大すべり域の周囲に設定する。
- なお、大すべり域が2箇所の場合は、敷地と破壊開始点との位置関係を踏まえて、敷地に近い大すべり域の周囲に設定する。

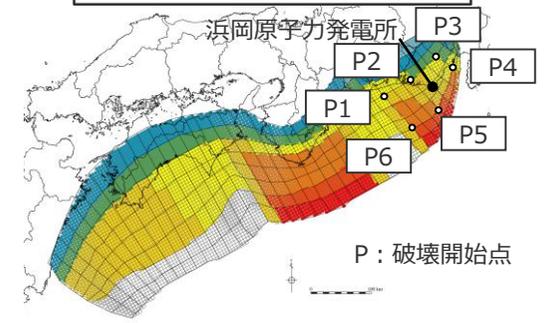
【詳細パラメータスタディの破壊開始点の設定】

- 以下、6地点を設定：P1～P6（検討波源モデル：P2）

大すべり域が1箇所のケース



大すべり域が2箇所のケース



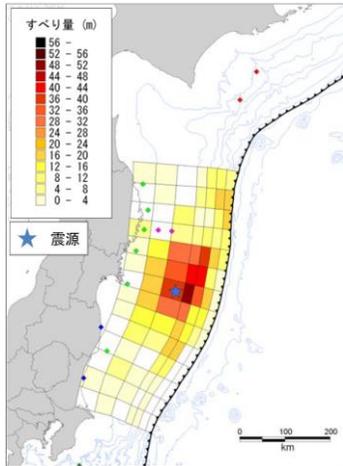
・破壊開始点の設定位置を補足説明資料6-6に示す。

4.2 検討波源モデルの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、破壊伝播速度、破壊開始点） （国内外の巨大地震・津波の（Mw9クラスの地震）の動的パラメータ）

■津波インバージョンにより推定された国内外の巨大地震（Mw9クラスの地震）の動的パラメータは以下のとおり。

津波インバージョンにより推定された巨大地震（Mw9クラスの地震）の動的パラメータ

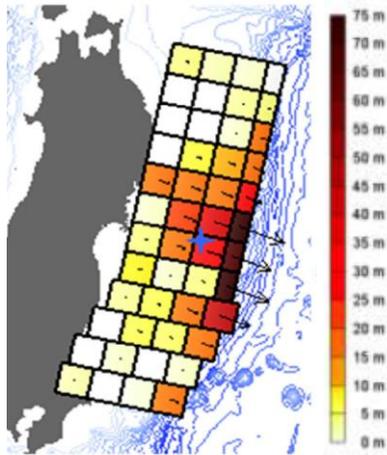
| 地震名 | 文献名 | ライズタイム | 破壊伝播速度 | 破壊開始点 |
|--------------------------|------------------------|--------|---------|---------------|
| 2011年東北沖地震 (Mw9.0) | 内閣府(2012) | 300s | 2.0km/s | 大きくすべった領域の深い側 |
| | 杉野ほか(2013) | 300s | 1.5km/s | |
| | Satake et al.(2013) | 150s | 2.0km/s | |
| 2004年スマトラ島沖地震 (Mw9.1) | Hirata et al.(2006) | 150s | 0.7km/s | 大きくすべった領域の周辺 |
| | Fujii and Satake(2007) | 180s | 1.0km/s | |



ライズタイム：300s

破壊伝播速度:2.0km/s

内閣府(2012)

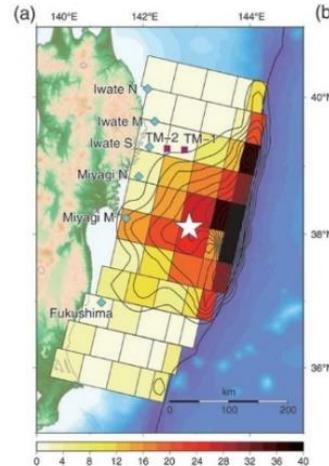


ライズタイム：300s

破壊伝播速度:1.5km/s

杉野ほか(2013)

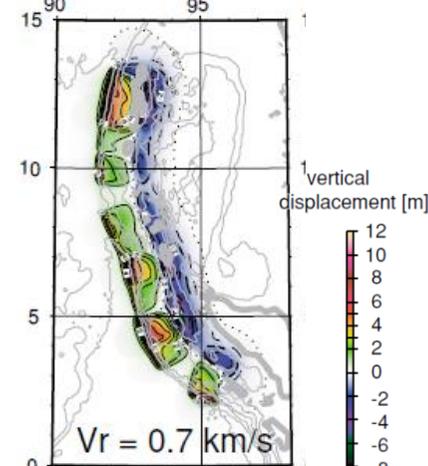
2011年東北沖地震



ライズタイム：150s

破壊伝播速度:2.0km/s

Satake et al.(2013)

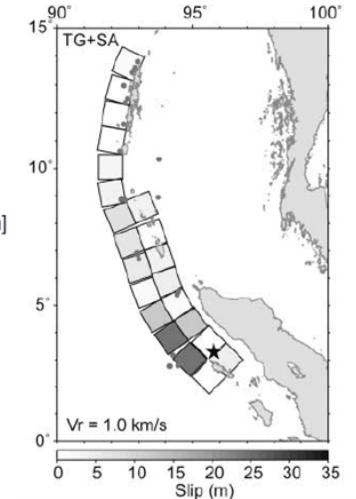


ライズタイム：150s

破壊伝播速度:0.7km/s

Hirata et al.(2006)

2004年スマトラ島沖地震



ライズタイム：180s

破壊伝播速度:1.0km/s

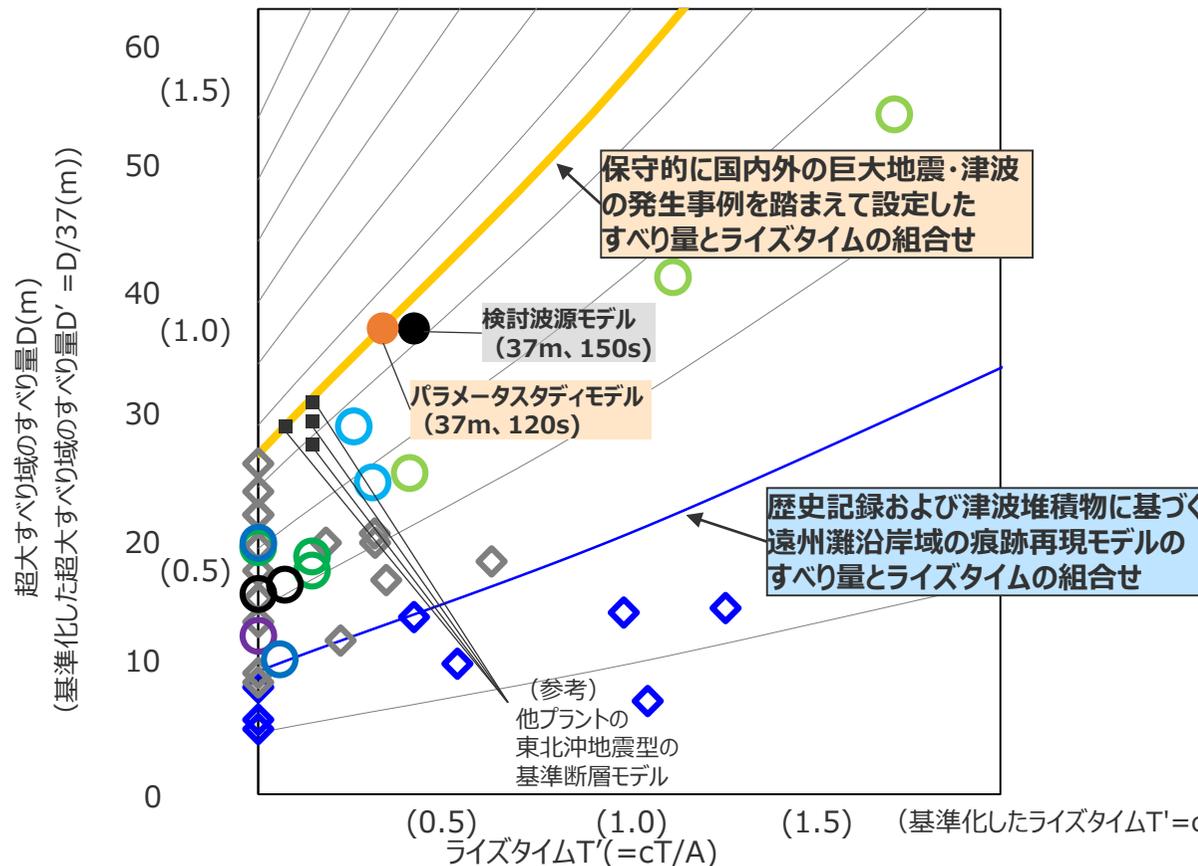
Fujii and Satake(2007)

・巨大地震（Mw9クラスの地震）の動的パラメータ詳細は補足説明資料6-1に記載。

4.2 検討波源モデルの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、破壊伝播速度、破壊開始点） （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）

- ライズタイムの設定について、すべり量とライズタイムとはトレードオフの関係にある¹⁾²⁾ことから、国内外のMw8～9の地震の津波インバージョン結果（計33波源モデル）について、加藤ほか(2020)に基づきすべり量とライズタイムの組合せの比較分析を行った。
- その結果、ライズタイムを120sまで考慮することにより、国内外のMw8～9の地震の津波インバージョン結果を踏まえても保守的な設定となることを確認した。

1) 本資料p.15 内閣府の検討内容の確認結果 2) 補足説明資料6-5①（津波評価におけるライズタイムに関する知見）



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）

- : 内閣府の最大クラスモデル
- : パラメータスタディモデル
- : 検討波源モデル
- : 1952年カムチャッカ地震(Mw9.0)
- : 1960年チリ地震(Mw9.5)
- : 1964年アラスカ地震(Mw9.2)
- : 2004年スマトラ島沖地震(Mw9.1)
- : 2010年チリ地震(Mw8.8)
- : 2011年東北沖地震(Mw9.1)
- ◇ : その他近年のMw8クラスの地震
- ◇ : 南海トラフの地震

Mw8クラスの地震の中には津波地震の領域（Lay et al.(2012)による領域A）を破壊していない地震も含まれており、震源域が浅いほどライズタイムは長いと考えられるが、本検討では保守的にこの効果を考慮していない。

・津波水位の等高線は、加藤ほか(2020)に基づく

| 海域ごとのライズタイムの基準化パラメータ | |
|----------------------|--|
| 項目 | 算定根拠 |
| 波速c | 各海域の浅部断層の波速は、海溝軸の水深の1/2を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 | 各海域の浅部領域の幅は、地震調査委員会の長期評価の評価対象領域等から算定 |

4.2 検討波源モデルの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、破壊伝播速度、破壊開始点） （水位上昇側、水位下降側の評価結果）

■ 検討波源モデルについて、詳細パラメータスタディを実施して敷地への影響が最も大きい波源モデルを選定した。

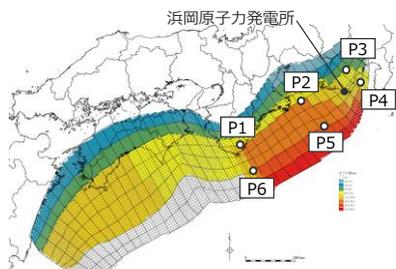
【水位上昇側】

検討波源モデル A 大すべり域が1箇所のケース
大すべり域を西へ10km移動

ライズタイムの
不確かさを考慮

| ライズタイム | 敷地前面 最大上昇水位(T.P. m) |
|--------|------------------------|
| 120s | 18.6 |
| 150s | 17.6 |
| 180s | 16.7 |
| 210s | 15.9 |
| 240s | 14.6 |
| 270s | 13.6 |
| 300s | 12.6 |

破壊伝播速度、
破壊開始点の
不確かさを考慮



P：破壊開始点

| 破壊開始点 | 敷地前面最大上昇水位(T.P. m) | | | | |
|-------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 破壊伝播速度 | | | | |
| | 2.5 km/s | 2.0 km/s | 1.5 km/s | 1.0 km/s | 0.7 km/s |
| P1 | 19.2 | 18.9 | 18.9 | 18.8 | 18.3 |
| P2 | 18.9 | 18.6 | 18.0 | 16.7 | 15.3 |
| P3 | 19.4 | 19.2 | 18.9 | 18.0 | 16.6 |
| P4 | 20.3 | 20.2 | 20.0 | 19.4 | 18.6 |
| P5 | 19.2 | 19.0 | 18.7 | 18.4 | 17.6 |
| P6 | 19.3 | 19.2 | 19.4 | 19.5 | 19.3 |

・朔望平均満潮位T.P.+0.80mを考慮

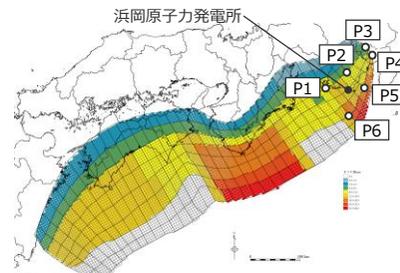
【水位下降側】

検討波源モデル A 大すべり域が2ヶ所のケース
敷地に近い大すべり域を東へ40km移動
東西の大すべり域間の距離100km

ライズタイムの
不確かさを考慮

| ライズタイム | 3、4号取水塔 水位低下時間(min) |
|--------|------------------------|
| 120s | 12.55 |
| 150s | 12.60 |
| 180s | 12.55 |
| 210s | 12.4 |
| 240s | 12.2 |
| 270s | 12.0 |
| 300s | 11.8 |

破壊伝播速度、
破壊開始点の
不確かさを考慮

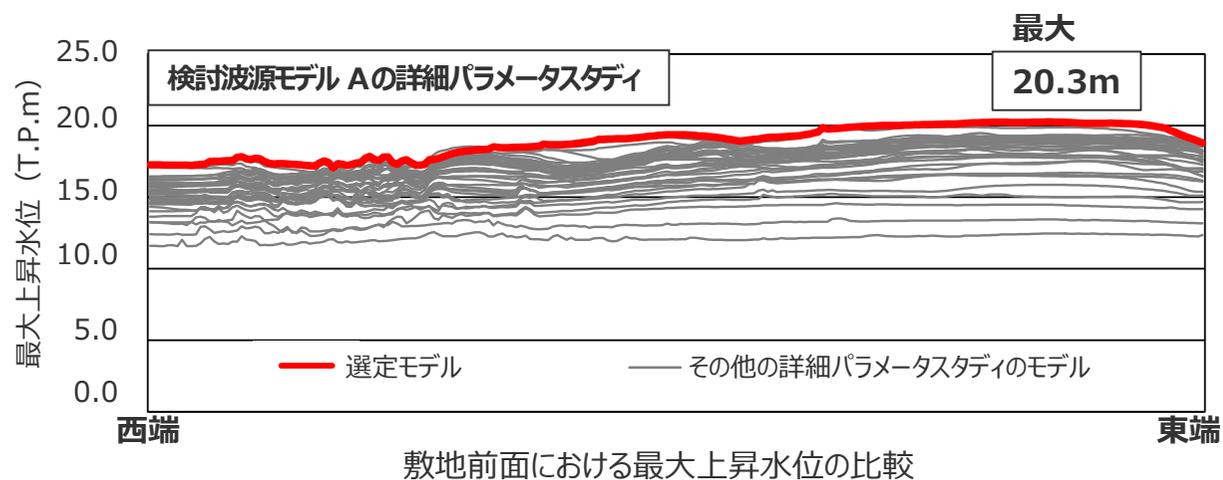
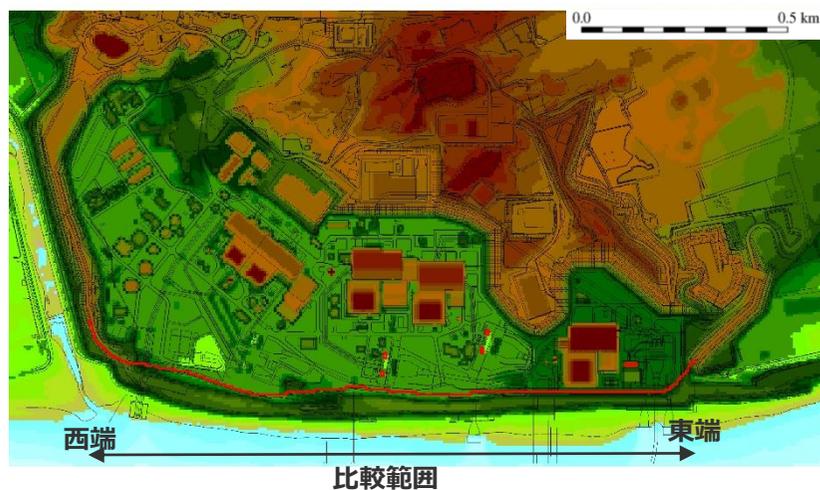


P：破壊開始点

| 破壊開始点 | 3、4号取水塔水位低下時間(min) | | | | |
|-------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | 破壊伝播速度 | | | | |
| | 2.5 km/s | 2.0 km/s | 1.5 km/s | 1.0 km/s | 0.7 km/s |
| P1 | 6.4 | 6.4 | 6.8 | 13.0 | 13.15 |
| P2 | 6.5 | 12.6 | 12.5 | 12.5 | 12.1 |
| P3 | 12.6 | 12.6 | 12.4 | 12.2 | 11.6 |
| P4 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.2 | 8.1 |
| P5 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 6.2 |
| P6 | 6.9 | 12.7 | 12.8 | 13.0 | 13.17 |

・3、4号取水塔水位低下時間は3号、4号取水塔の水位低下時間の長い方を代表して表示。

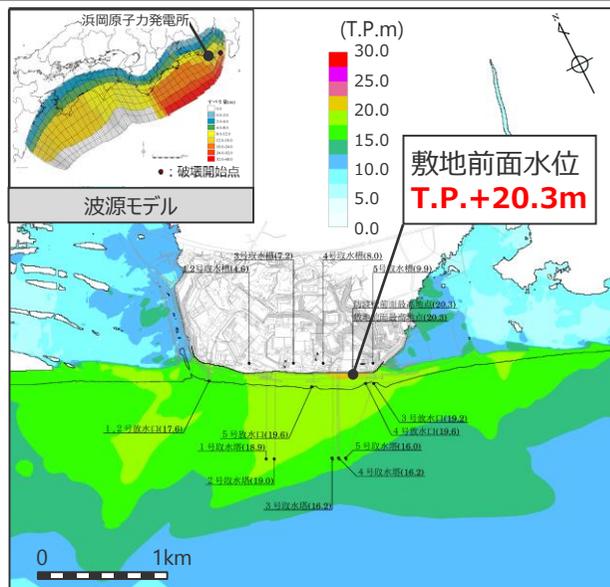
4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 詳細パラメータスタディ（ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点） （敷地前面における最大上昇水位の比較）



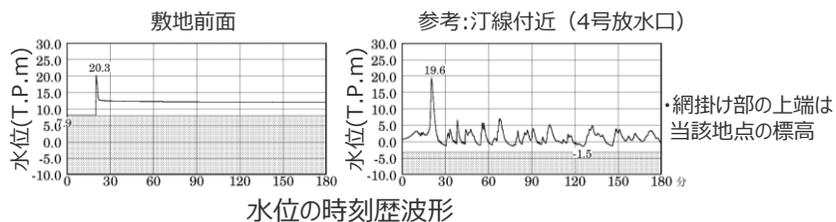
4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 詳細パラメータスタディの結果（ライズタイム、破壊伝播速度、破壊開始点） （水位上昇側、水位下降側）

【水位上昇側】

検討波源モデル A 大すべり域が1箇所の場合
大すべり域を西へ10km移動
ライズタイム120s
破壊伝播速度 2.5km/s、破壊開始点 P4



最大上昇水位分布



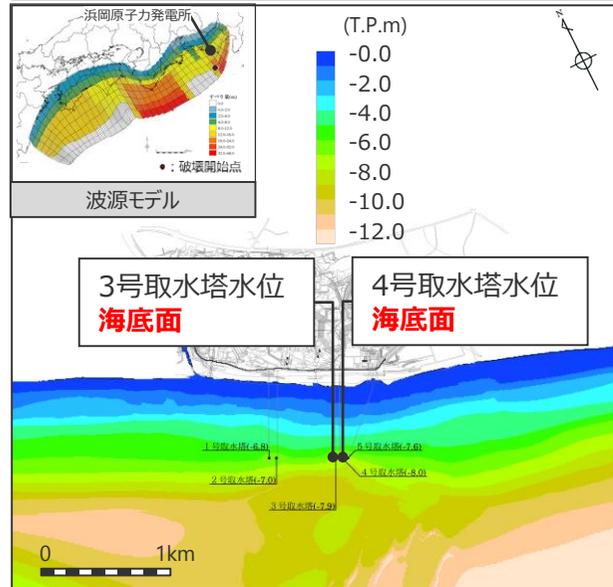
水位の時刻歴波形

| 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 |
| 20.3 | 4.6 | 7.2 | 8.0 | 9.9 |

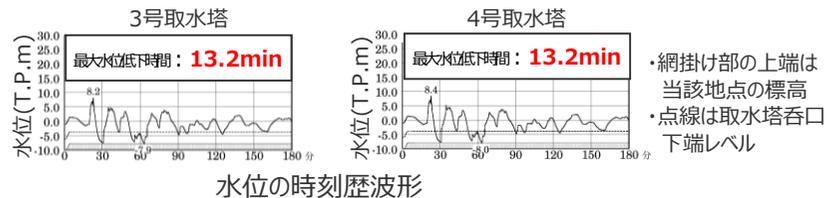
・朔望平均満潮位T.P. +0.80mを考慮

【水位下降側】

検討波源モデル A 大すべり域が2箇所のケース
敷地に近い大すべり域を東へ40km移動
大すべり域間の距離100km
ライズタイム 150s
破壊伝播速度 0.7km/s、破壊開始点 P6



最大下降水位分布



水位の時刻歴波形

| 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 (13.2min) | 海底面 (13.2min) |

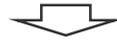
・朔望平均干潮位T.P. -0.93mを考慮

・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。

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ パラメータスタディの影響検討 (水位上昇側)

- 概略および詳細パラメータスタディの因子が、水位上昇側の津波水位および水位下降側の水位低下時間に与える影響について分析した。
- 水位上昇側については、影響の大きい検討波源モデルAで大すべり域の位置→ライズタイム→破壊開始点・破壊伝播速度の順に、津波水位の変動幅が小さくなっていることを確認した。
- なお、詳細パラメータスタディの因子の中では、ライズタイムの影響が大きいことを確認した。

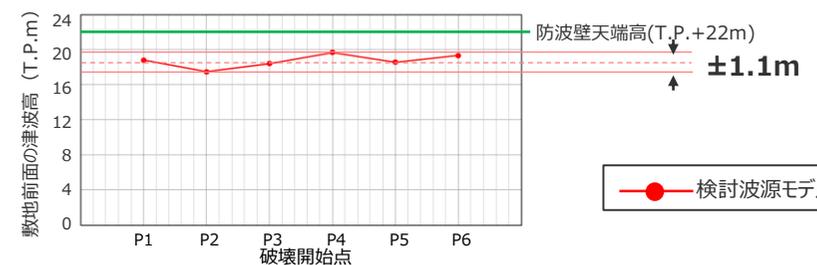
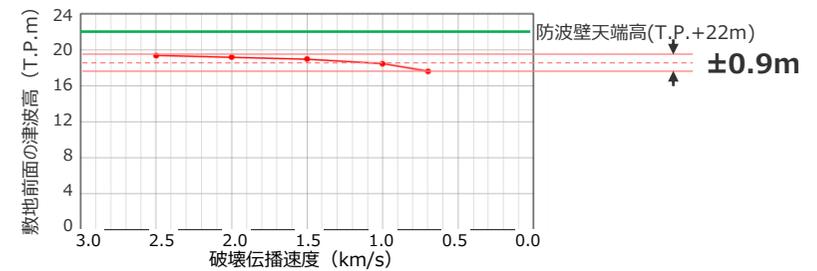
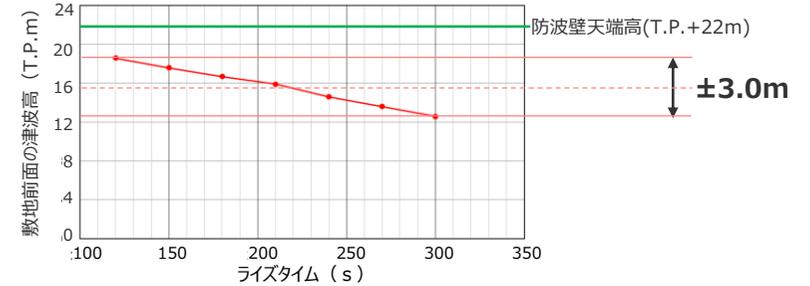
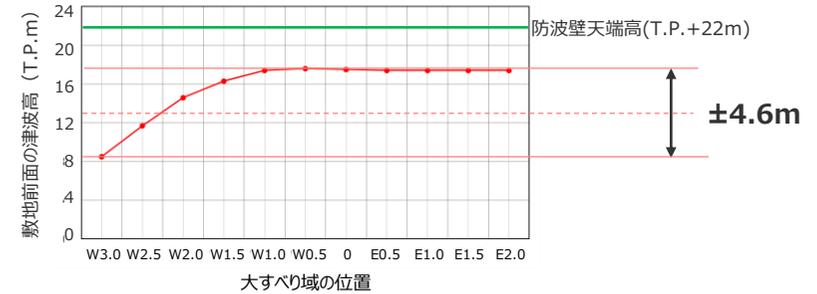
| 項目 | 変動幅 | 考察 |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 概略 パラメータ スタディ | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ○ 大すべり域の位置を西側へ移動すると津波高は小さくなる。 |
| | ±4.6m | |



| 項目 | 変動幅 | 考察 |
|--------|-----------------------|---|
| ライズタイム | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ○ ライズタイムが短くなると津波高は大きくなる。 ○ 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のうち最も短い120sで津波高が最大となる。 |
| | ±3.0m | |



| 項目 | 変動幅 | 考察 |
|--------|-----------------------|---|
| 破壊伝播速度 | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ○ 破壊伝播速度が大きくなると津波高がわずかに大きくなる。 ○ 破壊伝播速度および破壊開始点の変化による変動幅は小さい。 |
| | ±0.9m | |
| 破壊開始点 | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | |
| | ±1.1m | |



● 検討波源モデルA

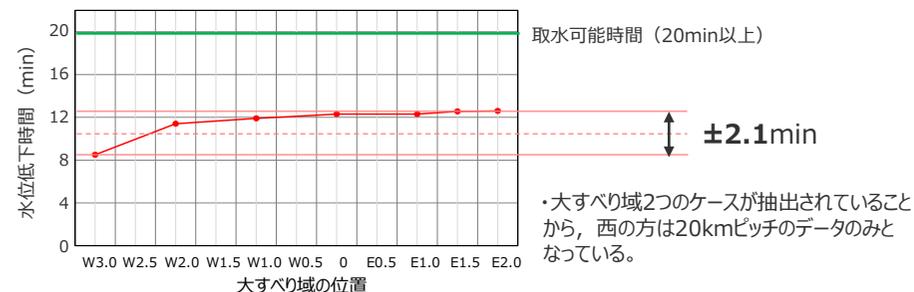
・変動幅は、(最大値－最小値)／2より算出。詳細は後段の頁を参照。

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ パラメータスタディの影響検討 (水位下降側)

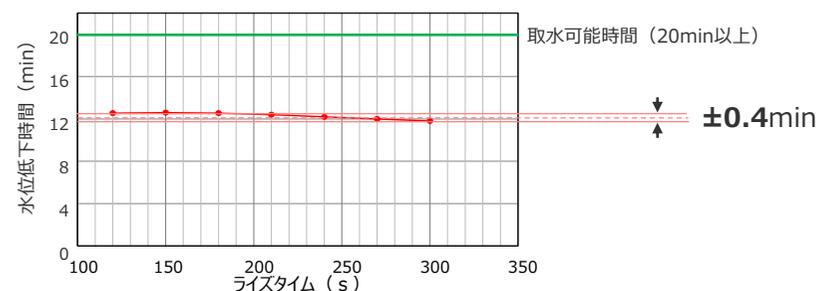
- 概略および詳細パラメータスタディの因子が、水位上昇側の津波水位および水位下降側の3、4号取水塔水位低下時間に与える影響について分析した。
- 水位下降側については、水位上昇側と同様の手順でパラメータスタディを行ったが、取水可能時間に対して水位低下時間の変動幅はいずれも同程度であることを確認した。

・3、4号取水塔水位低下時間は3号、4号取水塔の水位低下時間の長い方を代表して表示。

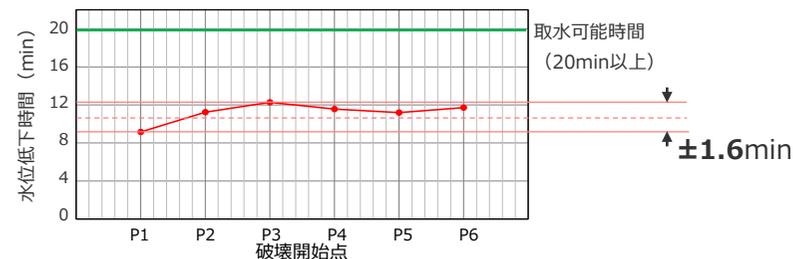
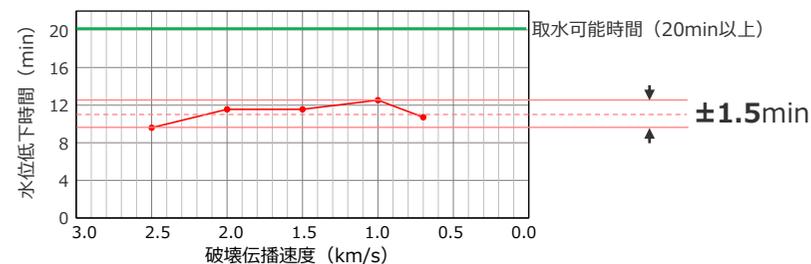
| 概略 パラメータ スタディ | 項目 | 変動幅 | 考察 |
|---------------------|----------|-----------------------|---------|
| | 大すべり域の位置 | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ±2.1min |



| 詳細 パラメータ スタディ | 項目 | 変動幅 | 考察 |
|---------------------|--------|-----------------------|---------|
| | ライズタイム | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ±0.4min |



| 詳細 パラメータ スタディ | 項目 | 変動幅 | 考察 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | 破壊伝播速度 | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ±1.5min |
| 破壊開始点 | 検討波源モデルA 大すべり域が1箇所 | ±1.6min | |



・変動幅は、(最大値 - 最小値) / 2より算出。詳細は後段の頁を参照。

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ (参考) パラメータスタディの影響検討 (水位上昇側の変動幅の算出根拠)

概略
パラメータ
スタディ

● 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 | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|------------------------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 | 17.6 | 8.5 | ±4.6 |

※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

詳細
パラメータ
スタディ

● 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 | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 | 18.6 | 12.6 | ±3.0 |

● 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 | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|------|------|------|
| 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 | 19.4 | 17.6 | ±0.9 |

● 破壊開始点のパラメータスタディ結果

敷地前面(T.P.m)

| 破壊開始点※2 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|------------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|
| 検討波源モデルA 大すべり域 1 箇所 | 18.8 | 17.5 | 18.4 | 19.7 | 18.6 | 19.3 | 19.7 | 17.5 | ±1.1 |

破壊伝播速度と破壊開始点のパラメータスタディ結果

・ 変動幅は、(①-②)/2より算出。

| | | 破壊伝播速度 | | | | | 平均 |
|---------------|----|-------------|---------|---------|---------|---------|------|
| | | 2.5km/s | 2.0km/s | 1.5km/s | 1.0km/s | 0.7km/s | |
| 破壊 開始 点 | P1 | 19.2 | 18.9 | 18.9 | 18.8 | 18.3 | 18.8 |
| | P2 | 18.9 | 18.6 | 18.0 | 16.7 | 15.3 | 17.5 |
| | P3 | 19.4 | 19.2 | 18.9 | 18.0 | 16.6 | 18.4 |
| | P4 | 20.3 | 20.2 | 20.0 | 19.4 | 18.6 | 19.7 |
| | P5 | 19.2 | 19.0 | 18.7 | 18.4 | 17.6 | 18.6 |
| | P6 | 19.3 | 19.2 | 19.4 | 19.5 | 19.3 | 19.3 |
| 平均値 | | 19.4 | 19.2 | 19.0 | 18.5 | 17.6 | - |

(T.P.m)

※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。

※2 表中のP1～P6の値は、それぞれの破壊開始点におけるパラメータスタディの結果の平均値。

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ (参考) パラメータスタディの影響検討 (水位下降側の変動幅の算出根拠)

概略
パラメータ
スタディ

● 大すべり域の位置のパラメータスタディ結果 (東側の大すべり域位置の計算結果の最大値を記載) 水位低下時間(min)

| 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 | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|-------------|
| 検討波源モデルA 大すべり域2箇所 | 8.5 | - | 11.4 | - | 11.9 | - | 12.3 | - | 12.3 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 8.5 | ±2.1 |

※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

詳細
パラメータ
スタディ

● ライズタイムのパラメータスタディ結果 水位低下時間(min)

| ライズタイム | 120s | 150s | 180s | 210s | 240s | 270s | 300s | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|----------------------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| 検討波源モデルA 大すべり域2箇所 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.4 | 12.2 | 12.0 | 11.8 | 12.6 | 11.8 | ±0.4 |

● 破壊伝播速度のパラメータスタディ結果 水位低下時間(min)

| 破壊伝播速度※1 | 2.5km/s | 2.0km/s | 1.5km/s | 1.0km/s | 0.7km/s | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------|---------|------|------|-------------|
| 検討波源モデルA 大すべり域2箇所 | 9.6 | 11.6 | 11.6 | 12.5 | 10.7 | 12.5 | 9.6 | ±1.5 |

● 破壊開始点のパラメータスタディ結果 水位低下時間(min)

| 破壊開始点※2 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | ①最大値 | ②最小値 | 変動幅 |
|----------------------|-----|------|-------------|------|------|------|------|------|-------------|
| 検討波源モデルA 大すべり域2箇所 | 9.2 | 11.2 | 12.3 | 11.6 | 11.2 | 11.7 | 12.3 | 9.2 | ±1.6 |

破壊伝播速度と破壊開始点のパラメータスタディ結果

| | | 破壊伝播速度 | | | | | 平均 |
|---------------|----|---------|---------|---------|---------|--------------|------|
| | | 2.5km/s | 2.0km/s | 1.5km/s | 1.0km/s | 0.7km/s | |
| 破壊 開始 点 | P1 | 6.4 | 6.4 | 6.8 | 13.0 | 13.15 | 9.2 |
| | P2 | 6.5 | 12.6 | 12.5 | 12.5 | 12.1 | 11.2 |
| | P3 | 12.6 | 12.6 | 12.4 | 12.2 | 11.6 | 12.3 |
| | P4 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.2 | 8.1 | 11.6 |
| | P5 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 6.2 | 11.2 |
| | P6 | 6.9 | 12.7 | 12.8 | 13.0 | 13.17 | 11.7 |
| 平均値 | | 9.6 | 11.6 | 11.6 | 12.5 | 10.7 | - |

(min)

・ 変動幅は、(①-②)/2より算出。

※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。

※2 表中のP1～P6の値は、それぞれの破壊開始点におけるパラメータスタディの結果の平均値。

・3、4号取水塔水位低下時間は3号、4号取水塔の水位低下時間の長い方を代表して表示。

4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ 検討波源モデルのパラメータスタディの結果のまとめ

■ 検討波源モデルのパラメータスタディの結果は以下のとおり。

【プレート間地震の津波評価結果】

| 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 |
| 断層破壊が プレート境界面浅部に 伝播する形態 | 検討波源モデルA | 17.5 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 | 海底面 (4.4min) | 海底面 (4.4min) |
| | 検討波源モデルAの 概略パラメータスタディ | 17.6 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 | 海底面 (12.6min) | 海底面 (12.6min) |
| | 検討波源モデルAの 詳細パラメータスタディ | 20.3 | 4.6 | 7.2 | 8.0 | 9.9 | 海底面 (13.2min) | 海底面 (13.2min) |
| 断層破壊が プレート境界面浅部・ 分岐断層に伝播する 形態 | 検討波源モデルB | 10.6 | 4.4 | 6.3 | 6.3 | 8.2 | 海底面 (5.4min) | 海底面 (5.3min) |
| | 検討波源モデルBの 概略パラメータスタディ | 15.8 | 4.4 | 6.3 | 6.7 | 8.9 | 海底面 (12.3min) | 海底面 (12.2min) |

・検討波源モデルA・Bの概略パラメータスタディの結果、検討波源モデルAの影響が大きかったことから、詳細パラメータスタディは検討波源モデルAで実施した。

・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まばら露出している（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 | - | |

目次

[コメント回答]

No.1コメント回答（内閣府の最大クラスモデルに対する不確かさの考慮）

[プレート間地震の津波評価]

- 1 検討対象領域の選定
- 2 遠州灘沿岸域の痕跡再現モデルの検討
- 3 行政機関による津波評価の確認
- 4 検討波源モデルの津波評価
 - 4.1 検討波源モデルの設定
 - 4.2 検討波源モデルのパラメータスタディ

5 まとめ

5 まとめ プレート間地震の津波評価結果

■ 検討波源モデルのパラメータスタディの結果は以下のとおり。

【プレート間地震の津波評価結果】（(A)各種パラメータの網羅的検討による方法」による検討）

| 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 |
| 断層破壊が プレート境界面浅部に 伝播する形態 | 検討波源モデルA | 17.5 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 | 海底面 (4.4min) | 海底面 (4.4min) |
| | 検討波源モデルAの 概略パラメータスタディ | 17.6 | 4.5 | 7.0 | 7.7 | 9.7 | 海底面 (12.6min) | 海底面 (12.6min) |
| | 検討波源モデルAの 詳細パラメータスタディ | 20.3 | 4.6 | 7.2 | 8.0 | 9.9 | 海底面 (13.2min) | 海底面 (13.2min) |
| 断層破壊が プレート境界面浅部・ 分岐断層に伝播する 形態 | 検討波源モデルB | 10.6 | 4.4 | 6.3 | 6.3 | 8.2 | 海底面 (5.4min) | 海底面 (5.3min) |
| | 検討波源モデルBの 概略パラメータスタディ | 15.8 | 4.4 | 6.3 | 6.7 | 8.9 | 海底面 (12.3min) | 海底面 (12.2min) |

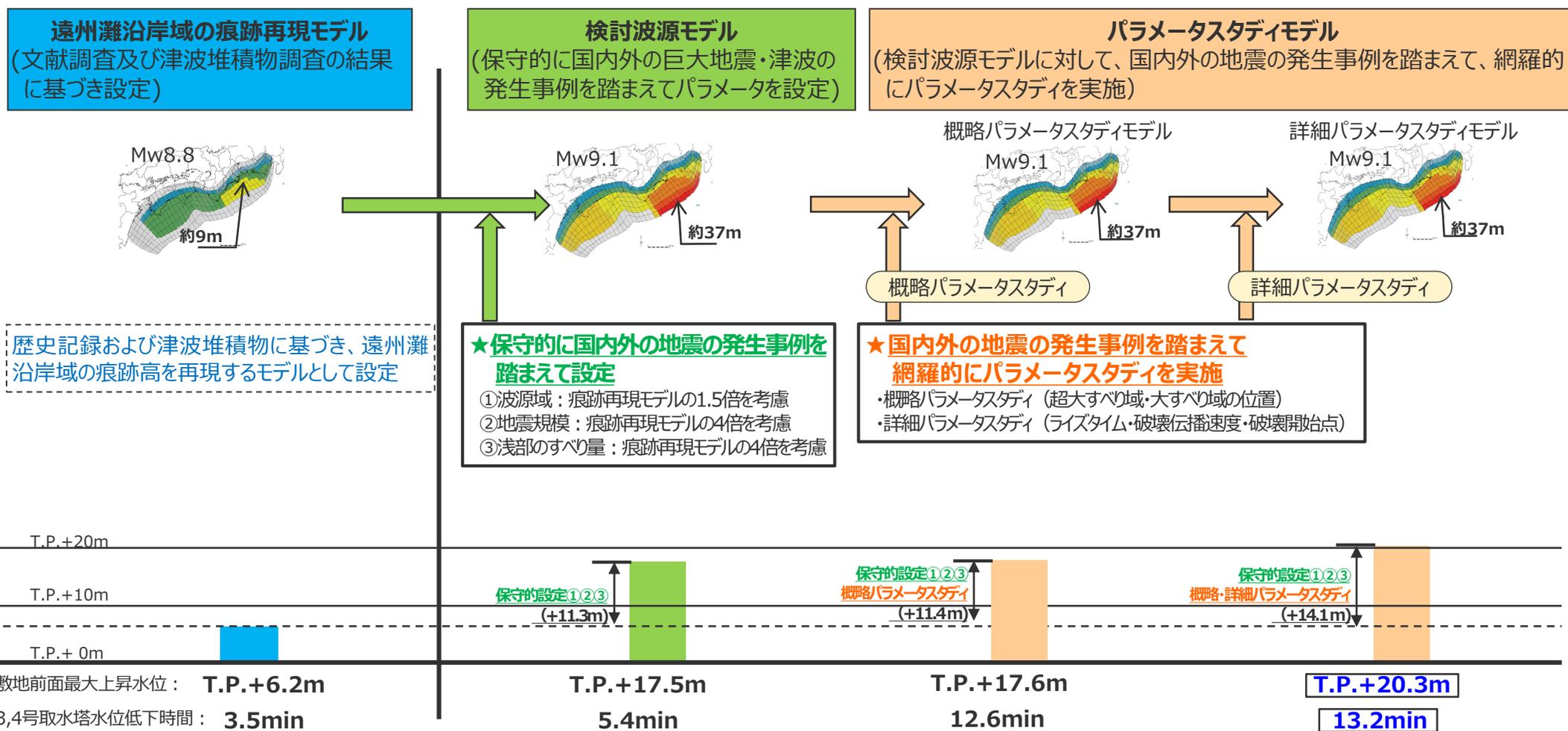
・検討波源モデルA・Bの概略パラメータスタディの結果、検討波源モデルAの影響が大きかったことから、詳細パラメータスタディは検討波源モデルAで実施した。

・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：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）による検討。基準津波の策定に反映。）

| 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の津波 | | 21.1 | 4.6 | 7.1 | 7.9 | 9.9 | 海底面 (6.6min) | 海底面 (6.7min) |

- プレート間地震の津波評価にあたっては、文献調査及び津波堆積物調査を実施し、その結果に基づき「遠州灘沿岸域の痕跡再現モデル」を検討した。
- 次に、内閣府の検討を確認した上で、それ以降の国内外の科学的知見を調査し、痕跡再現モデルを大きく上回るよう保守的に「検討波源モデル」を設定し、国内外の地震の発生事例を踏まえ、網羅的にパラメータスタディを実施し、影響を評価した。
- 津波評価の結果、プレート間地震の津波の敷地前面最大上昇水位はT.P.+20.3m、3、4号取水塔水位低下時間は13.2minとなった。



参考文献

- 相田勇（1981）「東海道沖におこった歴史津波の数値実験」『地震研究所彙報』Vol.56, pp.367-390。
- 相田勇（1985）「東海地震津波の挙動－その数値実験－」『月刊地球』Vol.7, No.4, pp.204-215。
- 愛知県（2014）『平成23年度～25年度 愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査結果』愛知県防災会議地震部会，平成26年5月。
- 阿部朋弥，白井正明（2013）「愛知県渥美半島の沿岸低地で見出された江戸時代の津波起源と推定されたイベント堆積物」『第四紀研究』Vol.52, No.2, pp.33-42。
- 飯田汲事（1981a）「宝永4年10月4日（1707年10月28日）の宝永地震の津波被害」『愛知県被害津波史』愛知県防災会議地震部会，pp.36-49。
- 飯田汲事（1981b）「嘉永7年（安政元年）11月4日（1854年12月23日）の安政地震の津波被害」『愛知県被害津波史』愛知県防災会議地震部会，pp.50-78。
- 飯田汲事（1985a）「愛知県及び隣接県被害津波史」『東海地方地震・津波災害誌』飯田汲事教授論文選集発行会，pp.669-790。
- 飯田汲事（1985b）「歴史地震の研究（4）：慶長9年12月16日（1605年2月3日）の地震及び津波災害について」『愛知工業大学研究報告. B, 専門関係論文集』Vol.16, pp.159-164。
- 飯田汲事（1985c）「昭和19年12月7日東南海地震の震害と震度分布」『東海地方地震・津波災害誌』飯田汲事教授論文選集発行会，pp.449-570。
- 池谷仙之，和田秀樹，阿久津浩，高橋実（1990）「浜名湖の起源と地史的変遷（湖沼の成因と環境・地質）」『地質学論集』第36号，pp.129-150。
- 岩瀬浩之，原信彦，田中聡，都司嘉宣，今井健太郎，行谷佑一，今村文彦（2011）「高知県土佐清水市内における1707年宝永地震の津波痕跡に関する現地調査報告」『津波工学研究報告』第28号，pp.105-116。
- 内田主税（2002）「遠州灘沿岸，静岡県大須賀町付近における沖積層中のイベント堆積物と古地形環境」『日本地理学会発表要旨集』第61号，135p。
- 愛媛県（2013）『津波浸水想定について（解説）』愛媛県，平成25年6月10日。
- 大分県（2014）『津波浸水想定について（解説）』大分県，2014年3月27日。
- 大阪府（2013）『津波浸水想定について（解説）』大阪府，平成25年8月20日。
- 岡村眞，松岡裕美，佃栄吉，都司嘉宣（2000）「沿岸湖沼堆積物による過去一万年間の地殻変動と歴史津波モニタリング」『号外地球』Vol.28, pp.162-168。
- 岡村眞，松岡裕美，古野北斗（2009）「浜名湖湖底堆積物に記録された2つの地震イベント」『日本地球惑星科学連合2009年大会予稿集』T225-P004。
- 岡村眞・松岡裕美（2012）「津波堆積物からわかる南海地震の繰り返し」『科学』Vol.82, No.2, pp.182-191。
- 岡村行信（2012）「西暦869年貞観津波の復元と東北地方太平洋沖地震の教訓－古地震研究の重要性和研究成果の社会への周知の課題－」『シンセオロジ』Vol.5, No.4, pp.234-242。
- 岡山県（2013）『津波浸水想定について（解説）』岡山県，平成25年3月22日。
- 海上保安庁『海洋台帳』深海版（<http://www.kaiyoudaichou.go.jp/KaiyowebGIS/>）。
- 香川県（2013）『香川県地震・津波被害想定第一次公表報告書』香川県，平成25年3月31日。
- 鹿児島県（2014）『津波浸水想定について（解説）』鹿児島県，平成26年9月24日。
- 加藤勝秀，森勇人，佐藤嘉則，松山昌史（2020）「津波波源モデルにおけるすべり量とライズタイムとの関係に関する検討」『土木学会論文集B2（海岸工学）』Vol.76, 2020年7月27日採択済。
- 神奈川県（2015）『参考資料 津波浸水想定について（解説）』神奈川県，平成27年6月22日。

参考文献

- 気象庁（1945）『昭和十九年十二月七日東南海大地震調査概報』中央气象台。
- 気象庁（1973）「1972年12月4日八丈島東方沖地震について」『地震予知連絡会会報』第9巻，3-4，pp.46-50。
- 気象庁（2004）『2004年9月5日23時57分頃の東海道沖の地震について（第2報）』平成16年9月6日。
- 気象庁（2009）『平成21年8月11日の駿河湾の地震で発表した津波注意報について』（<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tsunamihyoka/20090811suruga-wan/index.html>）。
- 気象庁（2010）『2010年2月27日15時34分頃にチリ中部沿岸で発生した地震について（第3報）』平成22年2月28日。
- 北村晃寿，小林小夏（2014）「静岡平野・伊豆半島南部の中・後期完新世の古津波と古地震の地質学的記録」『地学雑誌』第123巻，第6号，pp.813-834。
- 北村晃寿，川手繁人（2015）「静岡県南伊豆・吉佐美の海岸低地における津波堆積物の有無の調査」『静岡大学地球科学研究報告』第42号，pp.15-23。
- 北村晃寿，鈴木孝和，小林小夏（2015）「静岡県焼津平野における津波堆積物の調査」『静岡大学地球科学研究報告』第42号，pp.1-14。
- 北村晃寿，三井雄太，石橋秀巳，森英樹（2018）「伊豆半島南東部静岡県河津町の海岸低地における津波堆積物調査」『静岡大学地球科学研究報告』第45号，pp.1-16。
- 熊谷博之（1999）「浜名湖周辺での東海沖の大地震に伴う津波堆積物の調査」『地学雑誌』第108巻，第4号，pp.424-432。
- 熊本県（2013）『津波浸水想定について（解説）』熊本県，2013年3月29日。
- 高知県（2012）『参考資料津波浸水想定について（解説）』高知県，2012年12月10日。
- 小松原純子，藤原治，高田圭太，澤井祐紀，Than Tin Aung，鎌滝孝信（2006）「沿岸低地堆積物に記録された歴史時代の津波と高潮：南海トラフ沿岸の例」『活断層・古地震研究報告』第6号，pp.107-122。
- 小松原純子，岡村行信，澤井祐紀，穴倉正展，吉見雅行，竿本英貴（2007）「紀伊半島沿岸の津波堆積物調査」『活断層・古地震研究報告』地震調査総合センター，Vol.7，pp.219-230。
- 小松原純子，藤原治，高田圭太，澤井祐紀，Than Tin Aung，鎌滝孝信（2009）「東海道白須賀宿付近の堆積物に記録された歴史時代の津波と高潮」『歴史地震』第24号，169p。
- 佐賀県（2016）『津波浸水想定について（解説）』佐賀県，2016年4月12日。
- 佐竹健治（2013）「第197回地震予知連絡会 重点検討課題「世界の巨大地震・津波」概要」『地震予知連絡会会報』第89巻，12-6，pp.414-416。
- 佐藤善輝，藤原治，小野映介（2016）「浜松平野西部における完新世後期の浜堤列の地形発達過程」『第四紀研究』第55巻，第1号，pp.17-35。
- 産業技術総合研究所『津波堆積物データベース』（https://gbank.gsj.jp/tsunami_deposit_db/）。
- 穴倉正展，澤井祐紀，行谷佑一，岡村行信（2010）「平安の人々が見た巨大津波を再現する—西暦869年貞観津波—」『AFERC ニュース』No.16，pp.1-10。
- 穴倉正展，前杵英明，越後智雄，行谷佑一，永井亜沙香（2011）「潮岬周辺の津波石と隆起痕跡から推定される南海トラフの連動型地震履歴」『日本地球惑星科学連合2011年大会予稿集』SSS035-13。
- 穴倉正展（2011）「津波堆積物からみた869年貞観地震と2011年東北地方太平洋沖地震について」『日本地震学会ニュースレター』Vol.23，No.3，pp.20-25。

参考文献

- 穴倉正展, 藤原治, 澤井祐紀, 行谷佑一, 谷川晃一郎 (2012) 「海溝型地震履歴解明の研究」『地質調査総合センター速報 No.59, 平成 23 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告』pp.43-58。
- 穴倉正展 (2013a) 「地形・地質記録から見た南海トラフの巨大地震・津波 (南海地域の例)」『GSJ地質ニュース』Vol.2, No.7, pp.201-204。
- 穴倉正展, 前杵英明, 越後智雄, 小俣雅志, 郡谷順英, 渋谷典幸 (2013) 「南海トラフ沿いの和歌山県串本町で検出された完新世イベント堆積物」『日本地球惑星科学連合2013年度大会予稿集』SSS31-35。
- 地震調査委員会 (2011) 『三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価 (第二版) について』平成23年11月25日。
- 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。
- 静岡県 (1986) 『安政東海地震津波被害調査報告書 (特に伊豆半島東海岸について)』静岡県地震対策課。
- 静岡県 (2015) 『静岡県第4次地震被害想定調査 (第一次報告)』平成25年6月, 『静岡県第4次地震被害想定 (第二次報告) 報告書』平成25年11月, 『相模トラフ沿いで発生する地震の地震動・津波浸水想定～内閣府「首都直下地震モデル検討会」の震源断層モデルによる検討～報告書』平成27年1月, 『駿河トラフ・南海トラフ沿いで発生するレベル1地震の津波の想定報告書』平成27年6月。
- Cisternas, Marco, Brian Atwater, 鎌滝孝信, 澤井祐樹, 穴倉正展 (2006) 「1960年チリ地震震源域でくり返し生じた過去の巨大地震」『歴史地震』第21号, pp.87-91。
- 杉野英治, 呉長江, 是永真理子, 根本信, 岩淵洋子, 蛭沢勝三 (2013) 「原子力サイトにおける2011東北地震津波の検証」『日本地震工学会論文集』第13巻, 第2号, pp.2-21。
- 高田圭太, 佐竹健治, 寒川旭, 下川浩一, 熊谷博之, 後藤健一, 原口強 (2002) 「静岡県西部湖西市における遠州灘沿岸低地の津波堆積物調査 (速報)」『活断層・古地震研究報告』第2号, pp. 235-243。
- 武村雅之 (1998) 「日本列島における地殻内地震のスケーリング則 - 地震断層の影響および地震被害との関連 - 」『地震』第2輯, 第51巻, pp.211-228。
- 谷川晃一郎, 穴倉正展, 藤原治, 行谷佑一, 松本弾 (2017) 「高知県四万十町興津における津波堆積物調査 (予報)」『活断層・古津波研究報告』地質調査総合センター, No.17, pp.31-38。
- 中央防災会議 (2001) 『東海地震に関する専門調査会報告』平成13年12月18日, 『東海地震に関する専門調査会報告』東海地震に関する専門調査会第11回, 平成13年12月11日。
- 中央防災会議 (2003) 『東南海、南海地震に関する報告』東南海、南海地震等に関する専門調査会, 平成15年12月16日。
- 中央防災会議 (2006) 『日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告』中央防災会議日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会, 平成18年1月25日。
- 中央防災会議 (2011) 『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』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, 平成23年9月28日。
- チリ中部地震津波合同調査グループ (2012) 「2010年チリ中部地震津波に関する日本での現地調査の報告」『津波工学研究報告』第29号, pp.37-54。
- 都司嘉宣, 上田和枝, 荒井賢一 (1994) 「須崎市を襲った歴史津波」『歴史地震』第10号, pp.95-115。
- 都司嘉宣, 岡村眞, 松岡裕美, 村上嘉謙 (1998) 「浜名湖の湖底堆積物中の津波痕跡調査」『歴史地震』第14巻, pp.101-113。
- 都司嘉宣, 岡村眞, 松岡裕美, 後藤智子, 韓世燮 (2002) 「三重県尾鷲市大池, および紀伊長島町諏訪池の湖底堆積層中の歴史・先史津波痕跡について」『月刊地球』第24巻, 第10号, pp.743-747。

参考文献

- 都司嘉宣, 岡村眞, 松岡裕美, 行谷佑一 (2003) 「高知県須崎市桐間池の湖底堆積層中の津波痕跡」『地球惑星科学関連学会2003年合同大会予稿集』J078-006。
- 都司嘉宣 (2006) 「小笠原諸島の津波史」『歴史地震』第21号, pp.65-79。
- 都司嘉宣, 大年邦雄, 中野晋, 西村裕一, 藤間功司, 今村文彦, 柿沼太郎, 中村有吾, 今井健太郎, 後藤和久, 行谷佑一, 鈴木進吾, 城下英行, 松崎義孝 (2010) 「2010年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査」『土木学会論文集B2 (海岸工学)』Vol.66, No.1, pp.1346-1350。
- 都司嘉宣 (2012) 「第二章 古文書から読む大地震・大津波の記憶」『千年に一度の大地震・大津波に備える～古文書・伝承に読む先人の教え～』しずおかの文化新書10。
- 土隆一 (2001) 「静岡県地質図」『静岡県の地形と地質 – 静岡県地質図20万分の1 (2001年改訂版) 説明書 –』内外地図。
- 津波痕跡データベース (<http://tsunami-db.irides.tohoku.ac.jp/tsunami/toppage.php>) 東北大学災害科学国際研究所。
- 東京都防災会議 (2013) 『南海トラフ巨大地震等による東京の被害想定報告書』東京都, 平成25年5月
- 徳島県 (2012) 『参考資料 津波浸水想定について (解説)』徳島県, 2012年10月31日。
- 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。
- 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。『平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震の津波断層モデルについて』第12回南海トラフの巨大地震モデル検討会参考資料1。
- 内閣府 (2013) 『首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書』首都直下地震モデル検討会, 平成25年12月。
- 内閣府 (2015) 『南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告』南海トラフの巨大地震モデル検討会・首都直下地震モデル検討会, 平成27年12月17日。
- 内閣府 (2019) 『日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会』第14回平川委員提供資料日本海溝～千島海溝沿いの津波堆積物, 令和元年9月25日。
- 内閣府 (2020) 『日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について (概要報告)』日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会, 令和2年4月21日。
- 長崎県 (2016) 『津波浸水想定について (解説: 第2版)』長崎県, 平成28年10月31日。
- 七山太, 加賀新, 木下博久, 横山芳春, 佐竹健治, 中田高, 杉山雄一, 佃栄吉 (2002) 「紀淡海峡, 友ヶ島において発見された南海地震津波の痕跡」『月刊海洋号外』第28号, pp.123-131。
- 行谷佑一・都司嘉宣 (2005) 「宝永 (1707) ・安政東海 (1854) 地震津波の三重県における詳細津波浸水高分布」『歴史地震』第20号, pp.33-56。
- 行谷佑一, 前李英明, 宍倉正展, 越後智雄, 永井亜沙香 (2011) 「和歌山県串本町橋杭岩周辺の漂礫分布の形成要因」『日本地球惑星科学連合2011年大会予稿集』, SSS035-12。

参考文献

- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2014）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト平成25年度 成果報告書』文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，平成26年5月。
- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2015）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト平成26年度 成果報告書』文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，平成27年5月。
- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2016）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト平成27年度 成果報告書』文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，平成28年5月。
- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2017）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト平成28年度 成果報告書』文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，平成29年5月。
- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2018）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト平成29年度 成果報告書』文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，平成30年5月。
- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2019）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト平成30年度 成果報告書』文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，令和元年5月。
- 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト（2020）『南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト成果報告会－研究成果と今後の課題－』（<https://www.jamstec.go.jp/nankai/seika/sympo20200217/index.html>）文部科学省研究開発局，独立行政法人海洋研究開発機構，令和2年2月17日。
- 西仲秀人，熊谷博之，奥田 隆，鳥居龍晴，高野雅夫，中村俊夫（1996）「浜名湖周辺の津波堆積物から探る過去の東海沖地震」『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』，Vol.VII，pp.193-203。
- 萩原尊禮（1989）『続古地震-実像と虚像』東京大学出版会。
- 萩原尊禮（1995）『古地震探究－海洋地震へのアプローチ』東京大学出版会。
- 羽鳥徳太郎（1975）「明応7年・慶長9年の房総および東海南海道大津波の波源」『地震研究所彙報』Vol.50，pp.171-185。
- 羽鳥徳太郎（1977）「静岡県沿岸における宝永・安政東海地震の津波調査」『静岡県地震対策基礎調査報告書－第2次調査・津波第1報－』静岡県地震対策課，pp.14-38。
- 羽鳥徳太郎（1978a）「高知・徳島における慶長・宝永・安政南海道津波の記念碑－1946年南海道津波の挙動との比較－」『地震研究所彙報』Vol.53，pp.423-445。
- 羽鳥徳太郎（1978b）「三重県沿岸における宝永・安政東海地震の津波調査」『地震研究所彙報』Vol.53，pp.1191-1225。
- 羽鳥徳太郎（1980a）「宝永・安政津波の現地調査による波高の検討」『月刊海洋科学』Vol.12，No.7，pp.495-503。
- 羽鳥徳太郎（1980b）「大阪府・和歌山県沿岸における宝永・安政南海道津波の調査」『地震研究所彙報』Vol.55，pp.505-535。
- 羽鳥徳太郎（1982）「高知県南西部の宝永・安政南海道津波の調査－久礼・入野・土佐清水の津波の高さ」『地震研究所彙報』Vol.56，pp.547-570。
- 羽鳥徳太郎（1984）「関東・伊豆東部沿岸における宝永・安政東海津波の挙動」『地震研究所彙報』Vol.59，pp.501-518。
- 羽鳥徳太郎（1985a）「東海地方の歴史津波」『月刊地球』Vol.7，No.4，pp.182-191。
- 羽鳥徳太郎（1985b）「小笠原父島における津波の挙動」『地震研究所彙報』Vol.60，pp.97-104。

参考文献

- 羽鳥徳太郎（1986）「九州東部沿岸における歴史津波の現地調査－1662年寛文・1769年明和日向灘および1707年宝永・1854年安政南海道津波－」『地震研究所彙報』Vol.60, pp.439-459。
- 羽鳥徳太郎（1988）「瀬戸内海・豊後水道沿岸における宝永（1707）・安政（1854）・昭和（1946）南海道津波の挙動」『歴史地震』第4号, pp.37-46。
- 羽鳥徳太郎（1991）「鎌倉における明応（1498）・元禄（1703）・大正（1923）津波の浸水域」『歴史地震』第7号, pp.1-10。
- 羽鳥徳太郎（2005）「伊勢湾岸市街地における安政東海津波（1854）の浸水状況」『歴史地震』第20号, pp.57-64。
- 羽鳥徳太郎（2006）「東京湾・浦賀水道沿岸の元禄関東（1703）, 安政東海（1854）津波とその他の津波の遡上状況」『歴史地震』第21号, pp.37-45。
- 原口強, 鳥居和樹, 山崎秀雄, 関口秀雄（2008）「和歌山県田辺湾で発見された昭和南海地震津波堆積物」『北淡活断層シンポジウム2008講演要旨集』pp.41-42。
- 兵庫県（2014）『南海トラフ巨大地震の津波浸水想定について（解説）』兵庫県, 平成26年2月19日。
- 廣内大助, 佐藤善輝, 松多信尚, 堀和明, 清水龍来, 遠藤悠, 西川由香, 安江健一, 顔一勤（2014）「静岡県太田川低地の堤間湿地における完新世後期の堆積環境変化」『愛知工業大学地域防災研究センター年次報告書』Vol.10, pp.43-46。
- 広島県（2013）『津波浸水想定について（解説）』広島県, 平成25年5月2日。
- 福岡県（2016）『津波浸水想定について（解説）』福岡県, 2016年2月18日。
- 藤野滋弘（2013）「インド洋における過去の巨大地震・津波」『地震予知連絡会会報』第89巻, 12-10, pp.429-431。
- 藤原治, 小野映介, 佐竹健治, 澤井祐紀, 海津正倫, 矢田俊文, 阿部恒平, 池田哲哉, 岡村行信, 佐藤善輝, Than Tin Aung, 内田淳一（2007）「静岡県掛川市南部の横須賀湊跡に見られる1707年宝永地震の痕跡」『活断層・古地震研究報告』No.7, pp. 157-171。
- 藤原治（2008）「静岡県中部沿岸での1707年宝永地震による地殻変動の調査」『活断層研究センターニュース』第80号, pp.1-5。
- 藤原治, 小野映介, 矢田俊文, 海津正倫, 鎌滝孝信, 内田淳一（2008）「完新世後半における太田川低地南西部の環境変化と津波堆積物」『活断層・古地震研究報告』No.8, pp.187-202。
- 藤原治, 小野映介, 矢田俊文, 海津正倫, 岡村行信, 佐竹健治, 佐藤善輝, 澤井祐紀, Than Tin Aung（2009）「歴史と地層記録から確認された1707年宝永地震による遠州灘沿岸の隆起」『月刊地球』Vol31. No.4, pp.203-210。
- 藤原治, 町田洋, 塩地潤一（2010）「大分県横尾貝塚に見られるアカホヤ噴火に伴う津波堆積物」『第四紀研究』Vol.49, No.1, pp. 23-33。
- 藤原治, 青島晃, 佐藤善輝, 北村晃寿, 小野映介, 谷川晃一郎（2012）「静岡県磐田市の太田川低地で見られる歴史津波堆積物」『日本第四紀学会講演要旨集』第42巻, pp.46-47。
- 藤原治・佐藤善輝（2012）「静岡県浜松市西部高塚池跡における津波堆積物調査（予察）」『日本地震学会講演予稿集2012年度秋季大会』P2-40。
- 藤原治（2013）「地形・地質記録から見た南海トラフの巨大地震・津波（東海地域の例）」『GSJ地質ニュース』Vol.2, No.7, pp.197-200。
- 藤原治, 佐藤善輝, 小野映介, 海津正倫（2013）「陸上掘削試料による津波堆積物の解析—浜名湖東岸六間川低地にみられる3400年前の津波堆積物を例にして—」『地学雑誌』第122巻, 第2号, pp. 308-322。
- 藤原治・澤井祐紀（2014）「静岡県沿岸の古地震・津波堆積物調査」『巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究報告書』産業技術総合研究所地質調査総合センター, Vol.66, pp.39-48。

参考文献

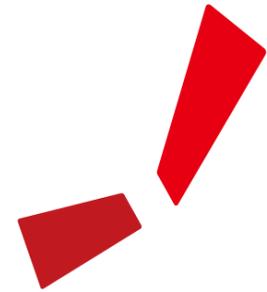
- 藤原治, 北村晃寿, 佐藤善輝, 青島晃, 小野映介, 小林小夏, 小倉一輝, 谷川晃一郎 (2015) 「静岡県西部の太田川低地で見られる弥生時代中・後期の相対的海水準上昇」『第四紀研究』第54巻, 第1号, pp.11-20。
- 松岡裕美・岡村眞 (2012) 「津波堆積物から見た南海トラフ沿いの巨大地震履歴」『地震予知連絡会会報』第87巻, 12-2, pp.495-496。
- 松多信尚, 佐藤善輝, 坂本絵梨, 廣内大助, 堀 和明, 川上賢太, 米原和哉 (2016) 「海岸平野の発達過程に基づく南海トラフ巨大地震時の地殻変動のパターンの解明」『第15回学術研究助成 (2015年度) 』国土地理協会。
- 松本弾 (2017) 「三重県津市の海岸低地における津波堆積物掘削調査」『活断層・古地震研究報告』地質調査総合センター, 第17号, pp.15-30。
- 三重県 (2015) 『津波浸水想定について (解説) 』三重県, 平成27年3月31日。
- 三上貴仁, 柴山知也, 武若聡, Miguel ESTEBAN, 大平幸一郎, Rafael ARANGUIZ, Mauricio VILLAGRAN, Alvaro AYALA (2011) 「2010年チリ沖地震津波災害の現地調査」『土木学会論文集B3 (海洋開発) 』Vol.67, No.2, pp.I_529-I_534。
- 宮崎県 (2013) 『宮崎県地震・津波及び被害の想定について』宮崎県, 平成25年10月。
- 村上仁士, 島田富美男, 伊藤禎彦, 山本尚明, 石塚淳一 (1996) 「四国における歴史津波 (1605慶長・1707宝永・1854安政) の津波高の再検討」『自然災害科学』Vol.15-1, pp.39-52。
- 文部科学省 (2010) 「津波堆積物調査にもとづく地震発生履歴に関する研究」『宮城県沖地震における重点的調査観測総括成果報告書』, pp.152-185。
- 矢沼隆, 都司嘉宣, 今井健太郎, 行谷佑一, 今村文彦 (2011) 「静岡県下における1707年宝永地震津波の痕跡調査」『津波工学研究報告』第28号, pp.93-103。
- 山口県 (2013) 『津波浸水想定 (瀬戸内海沿岸) について (解説) 』山口県, 平成25年12月24日。
- 和歌山県 (2013) 『「南海トラフの巨大地震」及び「東海・東南海・南海 3 連動地震」による津波浸水想定について』和歌山県, 平成25年。
- 渡辺偉夫 (1998) 『日本被害津波総覧 (第2版) 』東京大学出版会。

参考文献

- Abe, Tomoya, Kazuhisa Goto, Daisuke Sugawara (2012), "Relationship between the maximum extent of tsunami sand and the inundation limit of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Sendai Plain, Japan", *Sedimentary Geology*, Vol.282, pp.142-150.
- Fujii, Yushiro and Kenji Satake(2007), "Tsunami Source of the 2004 Sumatra–Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 97, No. 1A, pp. S192–S207.
- Fujiwara, Osamu, Kazuomi Hirakawa, Toshiaki Irizuki, Shiro Hasegawa, Yoshitaka Hase, Jun-ichi Uchida, Kohei Abe (2010), "Millennium-scale recurrent uplift inferred from beach deposits bordering the eastern Nankai Trough, Omaezaki area, central Japan", *Island Arc*, Vol.19, pp.374-388.
- Fujiwara, Osamu, Eisuke Ono, Toshifumi Yata, Masatomo Umitsu, Yoshiki Sato, Vanessa M.A. Heyvaert(2013), "Assessing the impact of 1498 Meio earthquake and tsunami along the Enshu-nada coast, central Japan using coastal geology", *Quaternary International*, Vol.308-309, pp.4-12.
- Fujiwara, Osamu, Akira Aoshima, Toshiaki Irizuki, Eisuke Ono, Stephen P. Obrochta, Yoshikazu Sampei, Yoshiki Sato, Ayumi Takahashi(2020), "Tsunami deposits refine great earthquake rupture extent and recurrence over the past 1300 years along the Nankai and Tokai fault segments of the Nankai Trough, Japan", *Quaternary Science Reviews*, Vol.227, Article105999, pp.1-19.
- Garrett, Ed, Osamu Fujiwara, Philip Garrett, Vanessa M.A. Heyvaert, Masanobu Shishikura, Yusuke Yokoyama, Aurélia Hubert-Ferrari, Helmut Brückner, Atsunori Nakamura, Marc De Batist(2016), " A systematic review of geological evidence for Holocene earthquakes and tsunamis along the Nankai-Suruga Trough, Japan", *Earth Science Reviews*, vol.159, pp.337-357.
- Goto, Kazuhisa, Kohei Hashimoto, Daisuke Sugawara, Hideaki Yanagisawa, Tomoya Abe (2014), "Spatial thickness variability of the 2011 Tohoku-oki tsunami deposits along the coastline of Sendai Bay", *Marine Geology*, Vol.358, pp.38-48.
- Hirata, Kenji, Kenji Satake, Yuichiro Tanioka, Tsurane Kuragano, Yohei Hasegawa, Yutaka Hayashi, Nobuo Hamada(2006), "The 2004 Indian Ocean tsunami: Tsunami source model from satellite altimetry", *Earth Planets Space*, Vol.58, pp.195–201.
- Kajiura, Kinjiro(1970), "Tsunami Source, Energy and the Directivity of Wave Radiation", *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, Vol.48, pp.835-869.
- Kato, Tetsuro and Masataka Ando(1997), "Source mechanisms of the 1944 Tonankai and 1946 Nankaido earthquakes: Spatial heterogeneity of rise times", *Geophysical Research Letters*, Vol.24, No.16, pp.2055–2058.
- Kitamura, Akihisa(2016), "Examination of the largest-possible tsunamis (Level 2) generated along the Nankai and Suruga troughs during the past 4000 years based on studies of tsunami deposits from the 2011 Tohoku-oki tsunami", *Earth and Planetary Science*, Vol.3, No.12, pp.1-20.
- Komatsubara, Junko, Osamu Fujiwara, Keita Takada, Yuki Sawai, Than Tin Aung and Takanobu Kamataki(2008), "Historical tsunamis and storms recorded in a coastal lowland, Shizuoka Prefecture, along the Pacific Coast of Japan", *Sedimentology*, Vol.55, pp.1703-1716.
- Matsubara, Makoto and Kazushige Obara(2011), "The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake related to a strong velocity gradient with the Pacific plate", *Earth Planets Space*, Vol.63, pp.663–667.

参考文献

- Nakamura, Yugo, Yuichi Nishimura, Purna Sulastya Putra(2012), "Local variation of inundation, sedimentary characteristics, and mineral assemblages of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Misawa coast, Aomori, Japan", *Sedimentary Geology*, Vol.282, pp.216–227.
- Nakamura, Masaki, Yasuhiro Yoshida, Dapeng Zhao, Hiroyuki Takayama, Koichiro Obana, Hiroshi Katao, Junzo Kasahara, Toshihiko Kanazawa, Shuichi Kodaira, Toshinori Sato, Hajime Shiobara, Masanao Shinohara, Hideki Shimamura, Narumi Takahashi, Ayako Nakanishi, Ryota Hino, Yoshio Murai, Kimihiro Mochizuki(2008), "Three-dimensional P- and S-wave velocity structures beneath Japan", *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Vol.168, pp.49-70.
- Niwa, Masakazu, Takanobu Kamataki, Hideki Kurosawa, Yoko Saito-Kokubu, Masafumi Ikuta(2019), "Seismic subsidence near the source region of the 1662 Kanbun Hyuganada Sea earthquake: Geochemical, stratigraphical, chronological, and paleontological evidences in Miyazaki Plain, southwest Japan", *Island Arc*, Vol.29, Issue1, e12341, pp.1-26.
- 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>).
- Pinegina, Tatiana K., Joanne Bourgeois, Lilia I. Bazanova, Ivan V. Melekestsev and Olga A. Braitseva(2003), "A millennial-scale record of Holocene tsunamis on the Kronotskiy Bay coast, Kamchatka, Russia", *Quaternary Research*, Vol.59, pp.36-47.
- Rajendran, Kusala(2013), "On the recurrence of great subduction zone earthquakes", *Current Science*, Vol.104, No.7, pp.880–892.
- Satake, Kenji, Yushiro Fujii, Tomoya Harada, Yuichi Namegaya(2013), "Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveform Data", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 103, No.2B, pp. 1,473–1,492.
- Sato, Yoshiki(2013), " Late Holocene Geomorphic Development of Coastal Barriers Around Lake Hamana and in Hamamatsu Strand Plain", 九州大学学位論文.
- Shennan, Ian, Ronald Bruhn, George Plafker(2009), "Multi-segment earthquakes and tsunami potential of the Aleutian megathrust", *Quaternary Science Reviews*, Vol.28, pp.7-13.
- Tanioka, Yuichiro and Kenji Satake(2001b), "Coseismic slip distribution of the 1946 Nankai earthquake and aseismic slips caused by the earthquake", *Earth Planets Space*, Vol.53, pp.235–241.



中部電力