

大間原子力発電所 基準津波策定のうち

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波等について (コメント回答)

2021年2月19日
電源開発株式会社

○ 「第615回審査会合」及び「第646回審査会合」での資料の誤りに関わる対応を踏まえ、本資料にて過去の審査会合資料を引用する際の注記を下記のとおりとする。

・ 右上の注記

再掲：過去の審査会合資料を、そのまま引用する場合

一部修正：過去の審査会合資料の内容を、一部修正する場合

誤りを修正：過去の審査会合資料の誤りを、正しい記載とする場合

・ 左下の注記

修正した誤りの内容を記載（誤りの修正がある場合）

(余白)

指摘事項(1/5)



本資料でご説明



次回以降ご説明



ご説明済み



・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-12	共通事項	第467回会合 (H29.5.12)	津波シミュレーションに用いる海底地形図について、平成8年の深淺測量結果を用いたと記載されているが、その後の地形変化の状況を確認し、最新の地形にするなど、適切に対応すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-1	共通事項	第446回会合 (H29.2.24)	敷地で評価すべきラインに対して最も影響のある波源パラメータを抽出する観点から、評価水位抽出位置をライン状に設定した津波の水位分布も示すこと。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-4	日本海東縁部	第446回会合 (H29.2.24)	日本海東縁部の波源モデルのパラメータスタディについて、アスペリティ位置については、更に細かく移動させたパラメータスタディを行い、最も影響がある位置となっているかを確認したうえで、敷地に最も影響があるパラメータを抽出していることを説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-3	日本海東縁部	第446回会合 (H29.2.24)	日本海東縁部の波源モデル設定において、すべり量を12mと設定した妥当性を確認するため、Moを先に設定してすべり量を算出する等の他の方法による波源モデル設定についても検討し、すべり量の妥当性を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-27	日本海東縁部	第553回会合 (H30.3.2)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波に関して、説明性向上の観点から、日本海沿岸において、大間地点で最高水位及び最低水位となるケースの計算津波高と、津波痕跡高及び根本ほか(2009)の再現計算津波高とを比較すること。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み
S5-40	日本海東縁部	第868回会合 (2020.6.19)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の想定波源域の設定、及び基準波源モデルの設定について、地震調査研究推進本部(2003)や土木学会(2016)等の文献を引用するだけでなく、以下の内容を含めて申請者の考え方を整理するとともに、資料構成を再整理すること。なお、太平洋側のプレート間地震の検討波源についても同様に適宜修正すること。 ・日本海東縁部の地震は、東西圧縮場という中で起こっている特殊な地震であり変動幅があることを踏まえ、日本海東縁部の特性について整理。 ・日本海東縁部に想定される地震の検討に際して、地下構造の考慮と端部設定の根拠、その上で想定波源域を南北340km、東西50kmとし設定した理由。 ・設定した波源モデルにおいて8ケースの断層面を考えた理由、及び断層傾斜角・傾斜方向設定の考え方。 ・根本ほか(2009)のアスペリティモデルを採用した理由、及びこのアスペリティモデルであれば保守性を担保できるとした理由、並びに最大すべり量を12mに設定した根拠。 ・大角ほか(2018)等、前回の審査会合以降の新たな文献を確認のうえ、敷地への影響を踏まえて整理。	次回以降ご説明
S5-41	日本海東縁部	第868回会合 (2020.6.19)	日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の、想定波源域を考慮のうえ設定する基準波源モデルを対象に行う不確かさの検討について、以下を考慮のうえパラメータスタディ実施の要否も含めて整理表を作成のうえ説明すること。 ・概略パラスタにおいて、南部のみにアスペリティを配置したケースを実施した理由。 ・詳細パラスタにおいて、断層上縁深さ5km以深のケースを実施しない理由。 ・ライズタイムについて、パラメータスタディを実施しない理由。	次回以降ご説明
S5-5	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルのパラメータスタディについて、敷地に最も影響があるパラメータを抽出しているかを確認すること。超大すべり域を南端とする等のパラメータスタディを行い、固有周期との関係も分析して、最も影響がある位置となっているかを説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み

指摘事項(2/5)

本資料でご説明

次回以降ご説明

ご説明済み



・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-6	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルの妥当性について確認する必要がある。北東端については、納沙布断裂帯が破壊のバリアとの説明であるが、地震学的知見、測地学的知見等のデータを補強し、検討すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-7	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルのうち、大すべり域と超大すべり域のすべり量について、基本すべり量に対してそれぞれ2倍、4倍とした妥当性を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-8	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖ではM9クラスの地震による津波の知見がないため、波源モデルの妥当性の確認がポイントとなる。ガイドに記載された検討事例や、杉野ほか(2014)のように広域的な津波の再現性が確認された知見を参照し、その妥当性を説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-9	三陸沖から根室沖	第446回会合 (H29.2.24)	三陸沖から根室沖の波源モデルについて、分岐断層をどのように反映しているのか説明すること。	平成30年3月2日第553回審査会合でご説明済み
S5-28	三陸沖から根室沖	第553回会合 (H30.3.2)	三陸沖北部から根室沖に想定されるプレート間地震に伴う津波に関して、事業者が独自に設定した基準波源モデルのパラメータが、東北地方太平洋沖地震の津波痕跡高を再現することを確認する等により、基準波源モデルの設定手順の妥当性を示すこと。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み
S5-29	三陸沖から根室沖	第553回会合 (H30.3.2)	基準波源モデルを“選定する妥当性”を説明すること。例えば、三陸沖北部から根室沖に想定されるプレート間地震に伴う津波の検討の際には、津軽海峡開口部付近の太平洋沿岸において、複数の基準波源モデルによる計算津波高と、過去の津波による痕跡高との比較等を示すこと。なお、その際、大すべり域、超大すべり域の位置関係等が分かるように、波源モデル図を重ねた図も提示すること。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み
S5-30	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の基準波源モデル策定の手順及び考え方のフロー図において、基準波源モデル①及び②の設定にあたり3.11地震による津波の再現性をどのように反映したのかを示し、基準波源モデル③～⑥との関連性を含め基準波源モデル①及び②の妥当性を説明すること。	本編資料 P.2.3.1-5, 2.3.1-6, 2.3.1-89 ～2.3.1-92, 2.3.1-96～2.3.1-98
S5-31	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	基準波源モデル③、④の策定に関わり、「宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル」に対する、3.11地震による津波の再現性確認を、4地点の観測波形等で実施したとしているが、これらによりどのように再現性があると判断したのかを説明すること。	補足説明資料 P.4.1-2, 4.1-11～4.1-14
S5-32	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」に関して、津軽海峡開口部付近の沿岸における計算津波高について、基準波源モデル①及び②と、基準波源モデル⑥とを比較できるように提示し、基準波源モデル①及び②が大間独自のモデルとして設定されている位置付けを説明すること。	本編資料 P.2.3.1-89, 2.3.1-94～2.3.1-96
S5-33	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の基準波源モデル⑥に関して、3.11地震の津波に対して広域の津波特性を考慮した特性化モデルでは1つとなっている大すべり域を、三陸沖から根室沖の波源を設定する際に2つに分割するとした考え方、妥当性について説明すること。また、合わせて面積比率の考え方も説明すること。	本編資料 P.2.3.1-5, 2.3.1-7, 2.3.1-11, 2.3.1-58～2.3.1-60, 2.3.1-64, 2.3.1-65, 2.3.1-68, 2.3.1-69
S5-34	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の各基準波源モデルの設定のフローについて、以下のとおり記載の充実、修正等を行い説明すること。 ・基本すべり量と、平均すべり量との関係について、より記載を充実させること。 ・すべり量、すべり角の設定のうち、すべり量の補正に関する記載、及びすべり角に関する記載について、適切な記載に修正すること。	本編資料 P.2.3.1-8～2.3.1-11

指摘事項(3/5)

本資料でご説明

次回以降ご説明

ご説明済み



・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-35	三陸沖から根室沖	第627回会合 (H30.9.21)	「三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波」の基準波源モデルの妥当性確認のため、計算津波高と既往津波高との比較に関して、本資料で着目すべき太平洋側の沿岸から津軽海峡入口の範囲とそれぞれの津波高を明示すること。また、基準波源モデル①～⑥による計算津波高が、津軽海峡に入る前にどのような傾向を示すのか、津軽海峡内に入り敷地においてどのような傾向を示すのかを示すこと。	本編資料 P.2.3.1-99～2.3.1-105
S5-10	三陸沖	第446回会合 (H29.2.24)	海洋プレート内地震による津波の方が、プレート間地震による津波よりも、敷地への影響が本当に小さいことを確認したいので、詳細パラスタを実施すること。	平成30年3月2日第553回 審査会合でご説明済み
S5-11	チリ沖	第446回会合 (H29.2.24)	1960年チリ津波の再現モデルについて、K&Cモデルから断層幅とすべり量を修正しているのであれば、修正内容が分かるように追記すること。	平成30年3月2日第553回 審査会合でご説明済み
S5-26	津波堆積物	第467回会合 (H29.5.12)	大間崎東側の後背湿地を、津波堆積物調査対象地点から除く根拠とした調査結果を説明すること。	平成30年3月2日第553回 審査会合でご説明済み
S5-25	津波堆積物	第467回会合 (H29.5.12)	津波堆積物調査のうち、奥戸地点のイベント堆積物を津波堆積物として認定しなかった理由について、どのように層厚を認定したのか等、資料を整理し説明すること。	平成30年3月2日第553回 審査会合でご説明済み
S5-24	津波堆積物	第467回会合 (H29.5.12)	加瀬他(2016)が実施した奥尻島の津波堆積物調査の結果など、申請以降の最新文献についても、どのようなツールを用いて調査を行ったかのプロセスも含め説明すること。	平成30年3月2日第553回 審査会合でご説明済み
S5-13	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	佐井エリアの地すべりブロック⑥、⑦、⑧など、近接していても別々の地すべりと評価するのであれば、根拠を充実させる必要があると考えられる。一塊として評価するか否かも含め、再度検討し説明すること。	平成30年6月8日第585回 審査会合でご説明済み
S5-15	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	検討対象とする地すべり地形として佐井を選定しているが、敷地からの距離、概算体積だけでなく、地すべり地形の傾斜角、すべりの進行方向、水深なども影響すると考えられる。簡易予測式を用いた評価も実施し説明すること。	平成30年6月8日第585回 審査会合でご説明済み
S5-14	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	二層流モデルを陸上に適用する妥当性という観点から、Kawamata et al.(2005)における既往津波の再現性を説明すること。	平成30年6月8日第585回 審査会合でご説明済み
S5-16	陸上の斜面崩壊	第467回会合 (H29.5.12)	二層流に用いた佐井の崩壊量が過小評価となっていないか確認したいので、崩壊地形の断面をいくつか提示し、地すべり形状が問題ないことを説明すること。	平成30年6月8日第585回 審査会合でご説明済み
S5-17	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	P.38の「海底地すべりに起因する津波の検討フロー」において、海底地すべりを一塊として考慮するか否かを判断する際に、崩壊時期が区別できたとしても、必ずしも別々にすべるとは限らない。適切な記載を検討すること。	平成30年6月8日第585回 審査会合でご説明済み
S5-20	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	津軽海峡内の海底地すべり抽出の際、地形の急傾斜部に地すべり地形は無かったことを確認したいので、海保のM7000シリーズ海底地形データ等の資料を整理のうえ説明すること。	平成30年6月8日第585回 審査会合でご説明済み

指摘事項(4/5)

本資料でご説明

次回以降ご説明

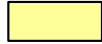
ご説明済み



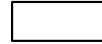
・本資料では、審査会合の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-18	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	検討対象海底地すべり地形の選定について、「地すべり地形の比高・傾斜」、「水深」、「敷地からの距離」等も比較し整理したうえで、説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-19	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	Ms-2の崩壊量の算出方法について、どのようなプロセスですべり線を設定したのか、また、二層流モデルにおけるモデル化も含めて、より明確なフローを作成し説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-21	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	海底地すべりのすべり面の設定について、「乱れた地層の下限」、「B層下面」及び「地すべり移動体を確認し設定」するとしており、それぞれ設定の仕方が違っているが、どれが支配的で、どれが多かったのか、音波探査記録の反射面等を用いて説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-22	海底地すべり	第467回会合 (H29.5.12)	ハワイ付近の大規模な海底地すべりの影響について、説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-23	火山現象	第467回会合 (H29.5.12)	渡島大島山体崩壊に関し、kinematic landslideモデルのパラメータである水平移動速度Uと比高変位継続時間Tについて、二層流モデルの解析値を説明すること。	平成30年6月8日第585回審査会合でご説明済み
S5-36	波源の組合せ	第627回会合 (H30.9.21)	地震による津波と地震以外の要因による津波の組合せに関して、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と、佐井エリアの斜面崩壊に起因する津波とを組み合わせることの妥当性、取水口前面位置において、水位時刻歴波形を線形に足し合わせて算出している妥当性を説明すること。	2020年6月19日第868回審査会合でご説明 次回以降、再度ご説明
S5-2	共通事項	第446回会合 (H29.2.24)	津軽海峡内での津波の伝播では、反射による増幅や山体崩壊による津波等の周期特性による影響を検討する必要がある。津軽海峡内の固有周期を含めて、津軽海峡内の津波の伝播について分析すること。	平成30年9月21日第627回審査会合でご説明済み
S5-37	全般事項	第627回会合 (H30.9.21)	波源パラメータの設定の記載等において、原論文として引用した土木学会(2002)と、土木学会(2016)とが混在している。最新の文献である土木学会(2016)に統一するか、あるいは、土木学会(2002)を引用するのであればその理由を記載すること。	2020年6月19日第868回審査会合でご説明済み
S5-38	全般事項	第627回会合 (H30.9.21)	防波堤等の有無が津波に与える影響に関して、防波堤が有った方が津波が大きくなるという結論について、各ケースの検討結果をまとめたうえで説明すること。	2020年6月19日第868回審査会合でご説明 次回以降、S5-42に含めて再度ご説明
S5-42	全般事項	第868回会合 (2020.6.19)	防波堤の有無の影響検討について、防波堤が有る場合に水位変動量が最大となるケースの波源と、無い場合に水位変動量が最大となるケースの波源が異なることを踏まえ、無い場合の波源も組合せの対象として採用すること。	次回以降ご説明

指摘事項(5/5)



本資料でご説明



次回以降ご説明



ご説明済み



・本資料では、現地調査(平成30年11月15～16日)の指摘事項については、下表のとおり回答する。

No.	項目	指摘時期	コメント内容	該当箇所
S5-39	津波堆積物	現地調査 (H30.11.15)	津波堆積物ボーリングコアに関して、OM-5のリカバリー孔の深度1.5m付近の砂状の堆積物について、堆積物中の礫の状況など再度確認し、イベント堆積物等であるか否か再度検討し説明すること。 また、リカバリー孔についても審査会合資料として説明するとともに、補足説明資料等で該当データを提示すること。	2020年6月19日第868回審査会合でご説明済み

(余白)

本資料の説明骨子

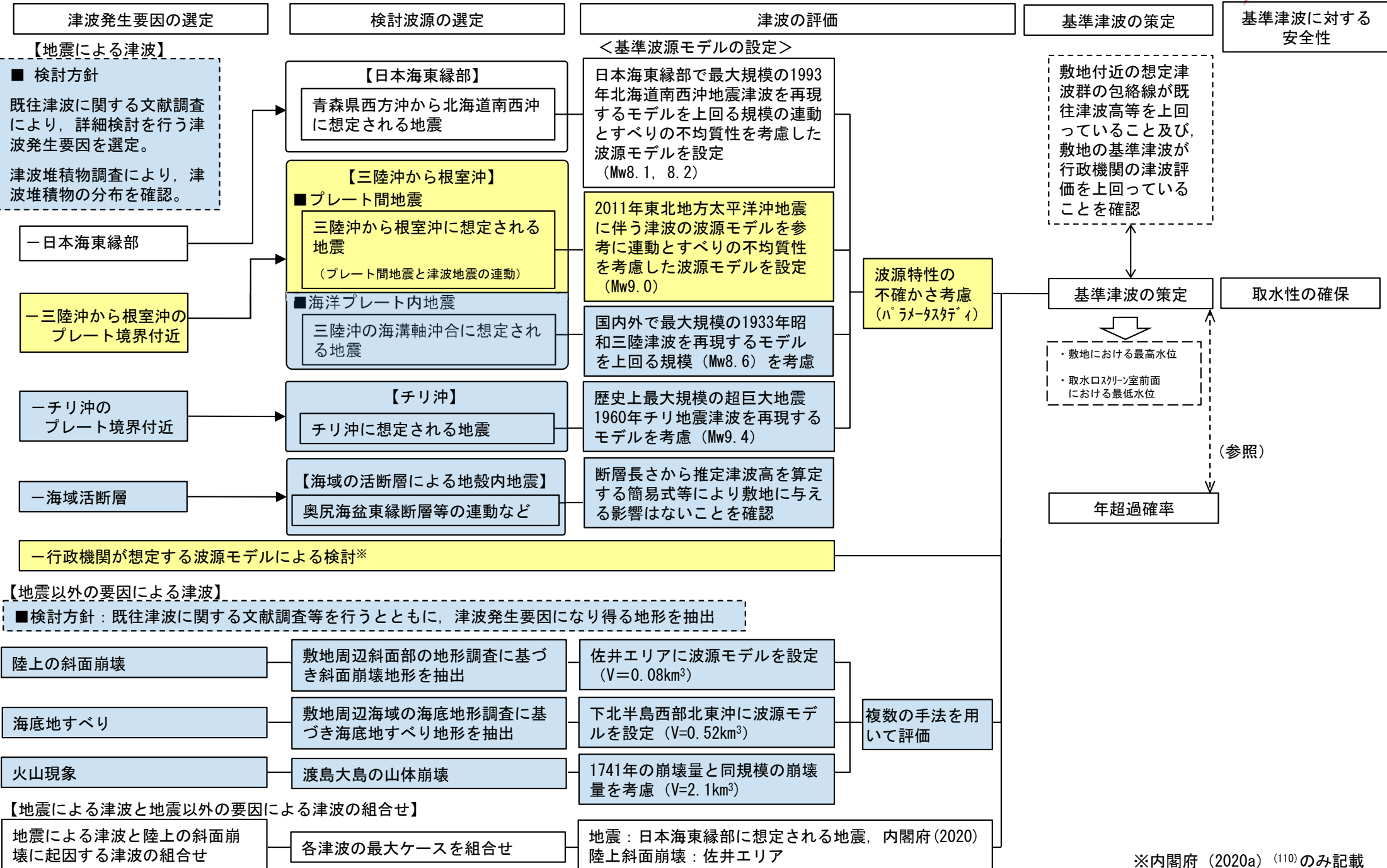
- 本資料では、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波に関する検討について説明する。主な内容は以下のとおり。
 - ✓ 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波（基準波源モデル①～⑥）に係るコメント回答
 - ✓ 2020年4月に新たな知見として、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波波源と同様の海域に設定された内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾モデルによる津波の検討が公表された。この津波による敷地への影響が、基準波源モデル①～⑥を上回るため、行政機関が想定する波源モデルのうち、内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾モデルの検討結果を示す。

注) 上記を含めた基準津波の策定に係る検討については、次回以降、他の海域の津波の検討と合わせて説明する。

評価の概要

本資料でのご説明範囲（コメント回答他）
 次回以降のご説明範囲 ご説明済みの範囲

第868回審査会合
資料2-1 P.5一部修正




※内閣府(2020a)⁽¹¹⁰⁾のみ記載

目次

1. 既往津波の検討
 - 1-1. 既往津波の文献調査
 - 1-2. 津波堆積物の調査
 - 1-3. 既往津波の計算条件
 - 1-4. 既往津波の再現計算
2. 地震による津波の計算条件
 - 2-1. 地震による津波の計算条件
 - 2-2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
 - 2-3. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
 - 2-3-2. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
 - 2-4. 千尋沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-5. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
 - 2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波
 - 2-7. 地震による津波のまとめ
 - 2-8. 防波堤等の影響検討
3. 地震以外の要因による津波
 - 3-1. 地震以外の要因による津波の計算条件
 - 3-2. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
 - 3-3. 海底地すべりに起因する津波
 - 3-4. 火山現象に起因する津波
 - 3-5. 地震以外の要因による津波のまとめ
4. 津波発生要因の組合わせに関する検討
5. 基準津波の策定
 - 5-1. 基準津波の選定
 - 5-2. 基準津波選定結果の検証
 - 5-2-1. 既往津波との比較
 - 5-2-2. 行政機関による既往評価との比較
6. 基準津波

※：2-6章、2-7章は、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波及び内閣府（2020a）⁽¹⁰⁾に関する事項

：本資料でのご説明範囲


(余白)

(余白)

目 次

1. 既往津波の検討
 - 1-1. 既往津波の文献調査
 - 1-2. 津波堆積物調査
 - 1-3. 既往津波の計算条件
 - 1-4. 既往津波の再現計算
2. 地震による津波
 - 2-1. 地震による津波の計算条件
 - 2-2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
 - 2-3. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
 - 2-3-2. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
 - 2-4. チリ沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-5. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
 - 2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波
 - 2-7. 地震による津波のまとめ
 - 2-8. 防波堤等の影響検討
3. 地震以外の要因による津波
 - 3-1. 地震以外の要因による津波の計算条件
 - 3-2. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
 - 3-3. 海底地すべりに起因する津波
 - 3-4. 火山現象に起因する津波
 - 3-5. 地震以外の要因による津波のまとめ
4. 津波発生要因の組合わせに関する検討
5. 基準津波の策定
 - 5-1. 基準津波の選定
 - 5-2. 基準津波選定結果の検証
 - 5-2-1. 既往津波との比較
 - 5-2-2. 行政機関による既往評価との比較
6. 基準津波

※：2-6章、2-7章は、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波及び内閣府（2020a）⁽¹⁰⁾に関する事項

：本資料でのご説明範囲



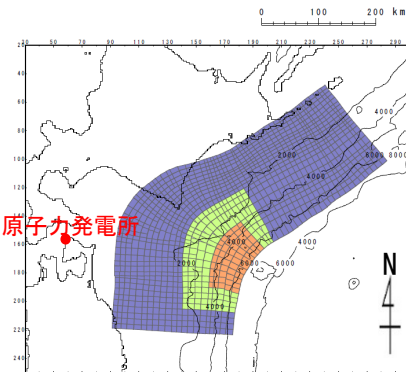
三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の検討フロー

第627回審査会合
資料1-1 P.105一部修正

・ 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波については、2011年東北地方太平洋沖地震（以下「3.11地震」という。）を踏まえて、破壊領域の連動やすべりの不均質性を考慮の上、以下のフローを基本として検討を実施した。

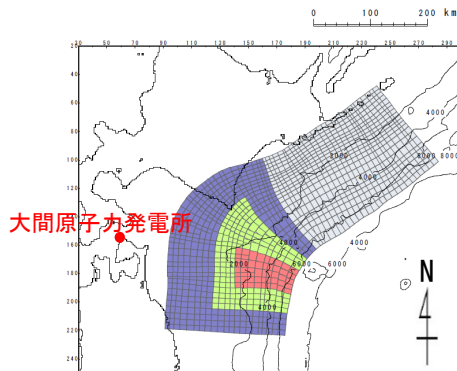
基準波源モデルの設定

津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮 (P.2.3.1-5参照)



基準波源モデル①、②のうち
基準波源モデル①を代表例として記載

3.11地震・津波の再現性等を考慮 (P.2.3.1-5参照)



基準波源モデル③～⑥のうち
基準波源モデル③を代表例として記載

三陸沖から根室沖のプレート間地震

- ・ 東北地方太平洋沖地震津波の知見を参照し、プレート間地震と津波地震との連動型地震を考慮する。
- ・ 津波地震の波源は本波源に包含される。

概略パラメータスタディ

(ステップ1)

変動パラメータ※

- ・ アスペリティの位置 (基準, 北方へ40km (N1), 80km (N2), 200km (N3), 南方へ40km (S1))

ステップ1において最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを、ステップ2の検討対象とする。

(ステップ2)

変動パラメータ※

- ・ アスペリティの位置 (ステップ1で影響が大きい位置を更に細かく約10km²毎で移動)

詳細パラメータスタディ

概略パラメータスタディにおいて最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを、詳細パラメータスタディの検討対象とする。

変動パラメータ※

- ・ 破壊開始点
- ・ 破壊伝播速度
- ・ ライズタイム

※変動幅は敷地への影響及び科学的知見を考慮し設定。

変動パラメータ※

- ・ アスペリティの位置 (日本海溝と千島海溝の島弧会合部を跨がないように基準配置を10km²毎で移動)

変動パラメータ※

- ・ 破壊開始点
- ・ 破壊伝播速度
- ・ ライズタイム

※変動幅は敷地への影響及び科学的知見を考慮し設定。

基準波源モデルの設定 (基本方針)

第627回審査会合
資料1-1 P.106再掲

- 三陸沖から根室沖のプレート間地震の検討に当たっては、3.11地震や世界のM9クラスの超巨大地震の知見を検討^{※1}の上、アスペリティの面積比、すべり量、位置等、各種の不確かさを考慮した「**特性化波源モデル**」^{※2}を基準波源モデルとして設定する。

※1：補足説明資料「3. 2011年東北地方太平洋沖地震を始めとするM9クラスの超巨大地震から得られた知見」参照。

※2：波源の特性を主要なパラメータで表したモデル

(余白)

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (3/71)

2.3.1-5

第627回審査会合

資料1-1 P.108一部修正

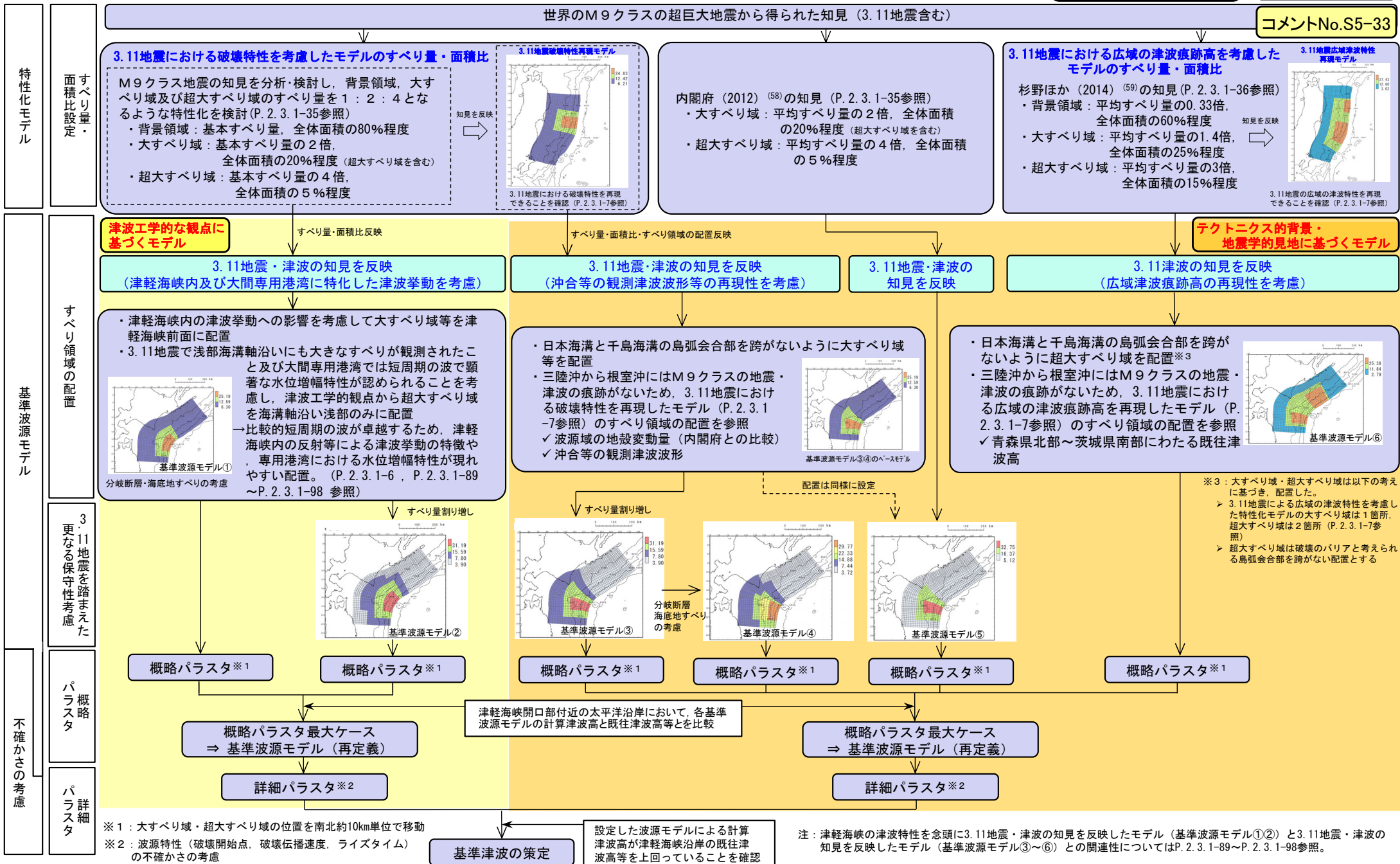


コメントNo.S5-30

基準波源モデル策定の手順及び考え方

コメントNo.S5-33

世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見 (3.11地震含む)



3.11地震・津波の知見を反映

(津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮)した基準波源モデル すべり領域の配置 (P.2.3.1-5の補足)

以下の知見及び検討結果を反映して、基準波源モデル①②のすべり領域の配置を設定する。

【津軽海峡及び大間専用港湾の津波挙動】

- ・津軽海峡は、北海道と本州に挟まれたほぼ閉じた海域であるため、陸奥湾を含む海峡内の反射等により局所的に津波水位が増幅する可能性がある（補足説明資料P.10.3-2参照）。
- ・基準津波策定位置では、周期30分の波に水位の増幅が認められる（補足説明資料P.10.3-3参照）。
- ・取水口スクリーン室前面では、周期7分及び10分の波に顕著な水位の増幅が認められる（補足説明資料P.10.3-3参照）。

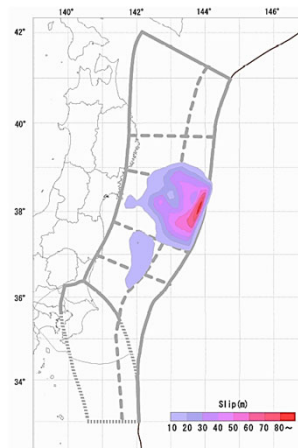
【3.11地震・津波の知見】

- ・3.11地震で大きなすべりは浅部海溝軸沿いにも分布する（下図）。
- ・岩手県南部沖GPS波浪計では、まず長周期の津波波形が観測され、その後に短周期で高い水位の津波が観測された。

⇒ 上記より、以下の2点を考慮して大間の立地特性を踏まえた津波工学的観点から、超大すべり域を浅部海溝軸沿いに配置し、短周期の波を強調する基準波源モデル①②を設定する。

- ✓ 津軽海峡内及び大間専用港湾の津波挙動を念頭に、比較的短周期の津波を考慮する。
- ✓ 3.11地震において岩手県南部沖GPS波浪計では、まず長周期の津波波形が観測されたものの、その後に短周期で高い津波が観測されたことから、大間の立地特性を考慮して短周期の波に着目する。

【3.11地震の知見】



2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (5/7 1)

2.3.1-7

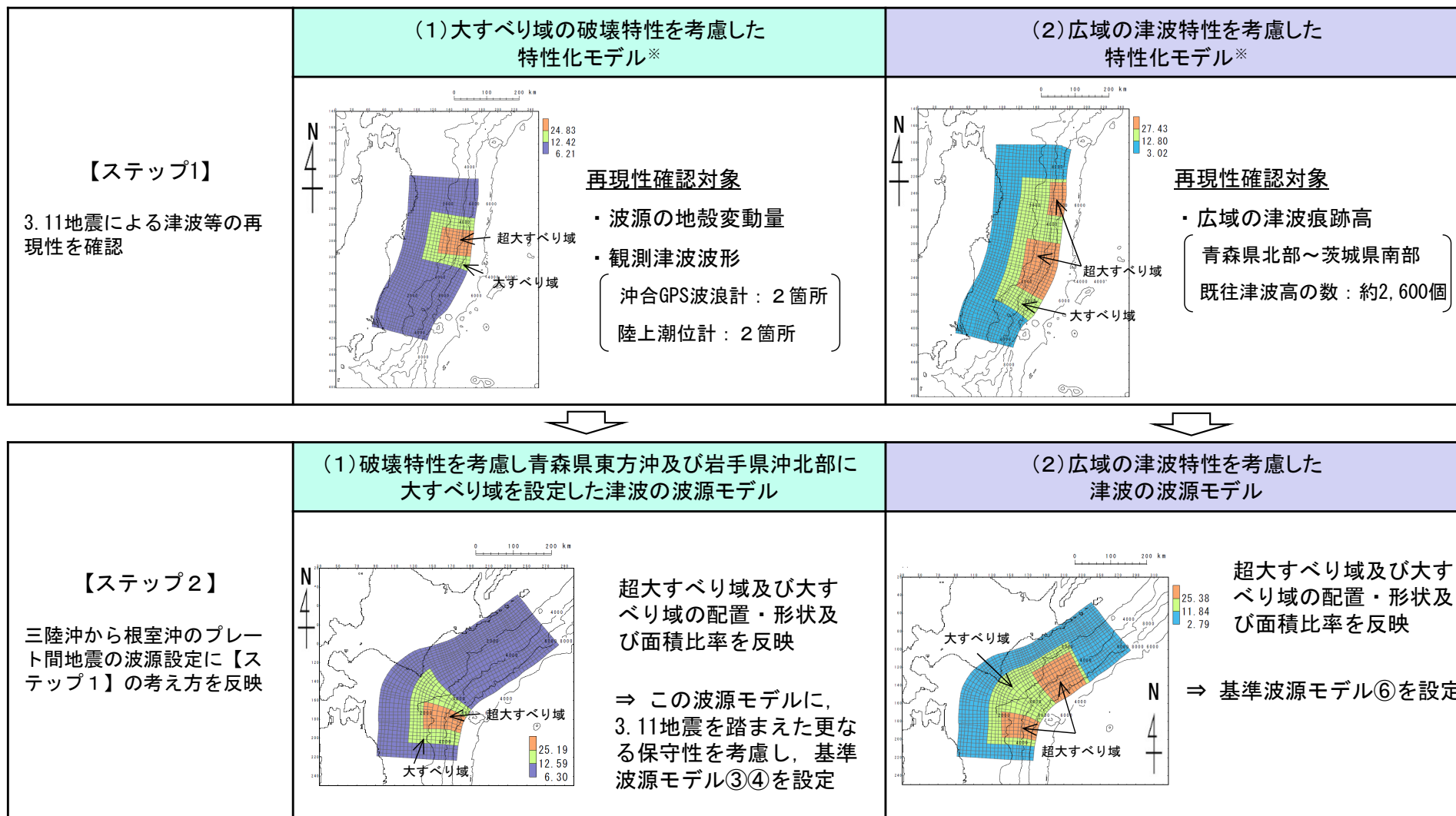


3.11地震・津波の知見を反映したすべり領域の配置： 3.11地震による津波等の再現性 (P. 2.3.1-5の補足)

コメントNo.S5-33

第627回審査会合
資料1-1
P.110一部修正

- 基準波源モデルの設定手順の妥当性を示すことを目的とし、3.11地震による津波等の再現性を踏まえた以下の検討を行い、すべり領域の配置を設定する。
 - 【ステップ1】 3.11地震の発生海域に、3.11地震の津波痕跡高等を再現できる特性化モデルを設定する。
 - 【ステップ2】 【ステップ1】で設定した特性化モデル設定の考え方を、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の波源モデルに反映し、基準波源モデル③④⑥を設定する。



※補足説明資料：「4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認」参照。

基準波源モデルの設定

(設定方法 その1)

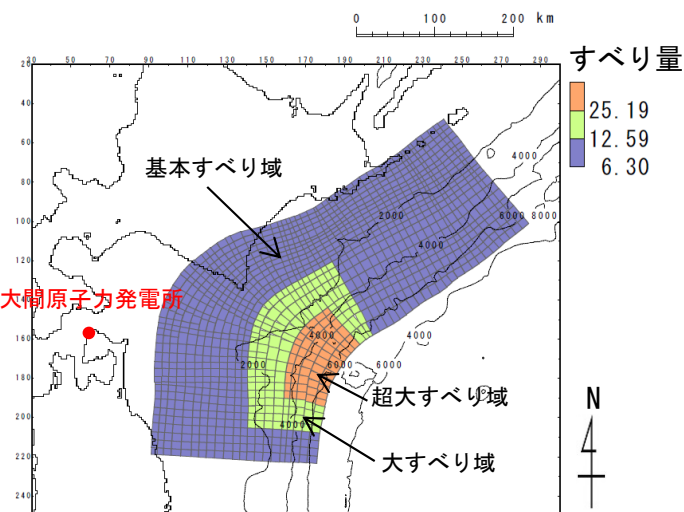
<基準波源モデル①, ②>

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデルを設定した。

3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデル（P.2.3.1-5参照）の設定フロー

コメントNo.S5-34

設定根拠

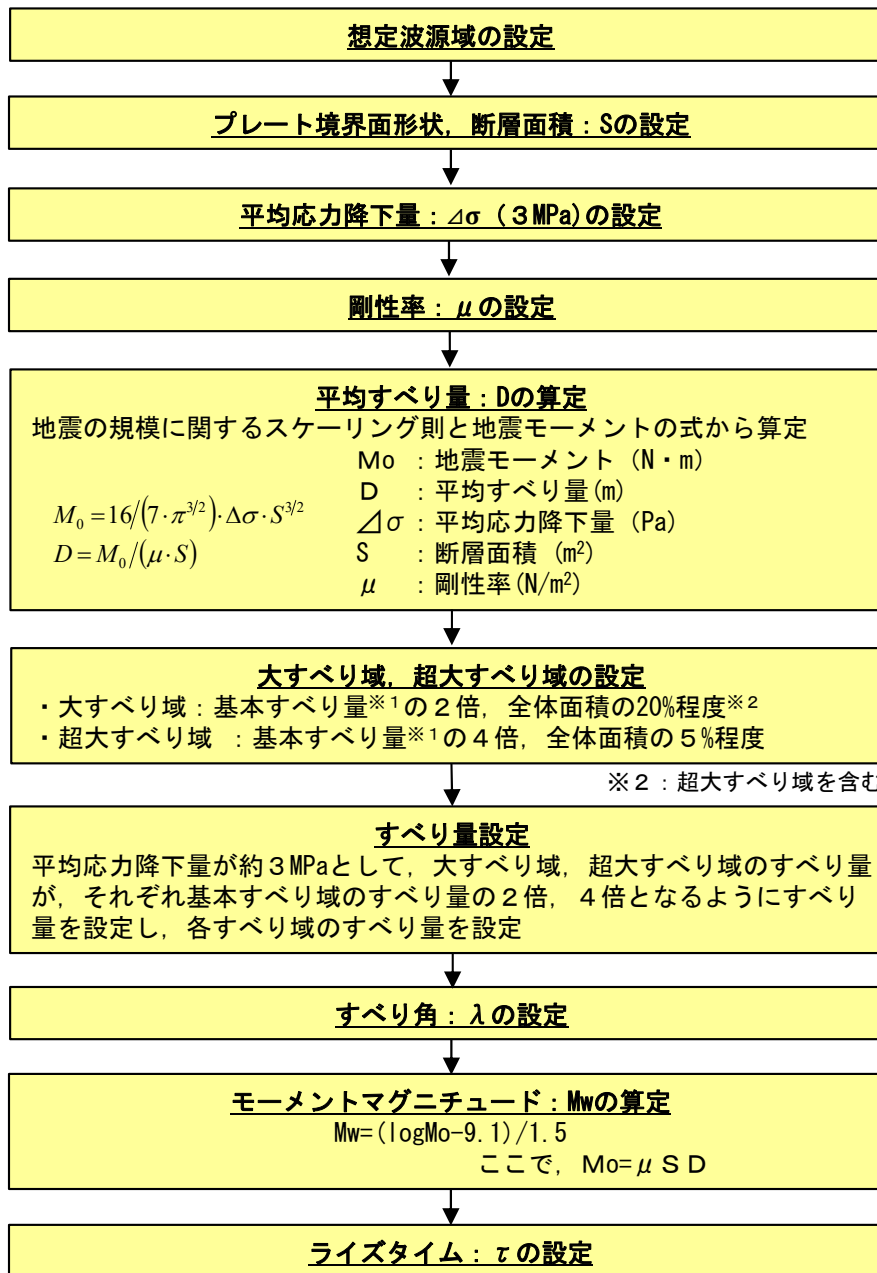


3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデル

※1：基本すべり域、大すべり域及び超大すべり域のすべり量が1：2：4となるように設定した基本すべり域のすべり量 (D_1)
基本すべり量 (D_1)は、以下の関係式を満足する条件として設定した。

$$M_0 = M_{01} + M_{02} + M_{04}$$

> 地震モーメント ($M_{01} = \mu \cdot S_1 \cdot D_1$, $M_{02} = \mu \cdot S_2 \cdot D_2$, $M_{04} = \mu \cdot S_4 \cdot D_4$)
> 断層面積 (S_1, S_2, S_4)
> すべり量 ($D_1, D_2 (2 \cdot D_1), D_4 (4 \cdot D_1)$)
ここで、下付き数字1は基本すべり域、2は大すべり域、4は超大すべり域を表す。



- 既往地震、固着及び破壊伝播に関する検討に基づき、青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定
→後述P.2.3.1-12~P.2.3.1-29
- 地震調査研究推進本部（2004, 2012）(8), (57)の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より、地震発生域の深さの下限（60km）から海溝軸までを考慮
→後述P.2.3.1-31
- 3.11地震を含む世界の巨大地震のばらつきを考慮した平均応力降下量 3MPa を考慮（内閣府(2012)ほか）(58)
→後述P.2.3.1-32
- 地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定（土木学会(2016)）(33)
→後述P.2.3.1-33
- 3.11地震を含む世界の巨大地震の大すべり域を参照して設定（内閣府(2012)）(58)ほか
→後述P.2.3.1-35
- すべり角は、陸側プレートのずれの向きに基づいて設定（中央防災会議(2006)）(9)
→後述P.2.3.1-38
- 平均的に利用されている値を参考に3.11地震の解析結果も踏まえ60sに設定（内閣府(2012)）(58)
→後述P.2.3.1-39

※2：超大すべり域を含む

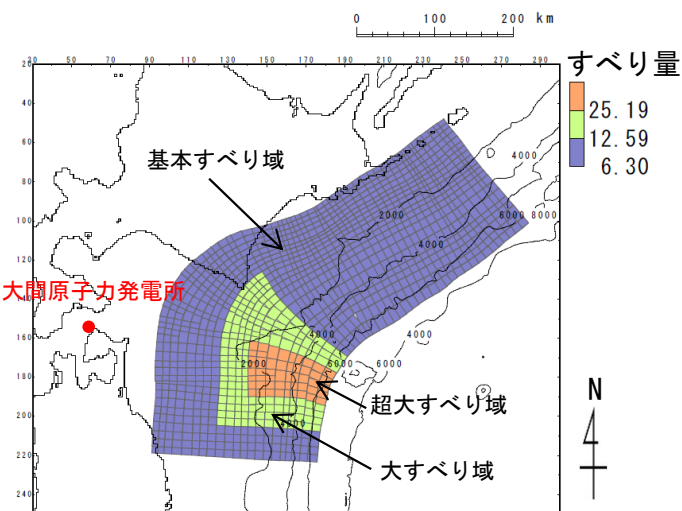
基準波源モデルの設定

(設定方法 その2)

<基準波源モデル③, ④>

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデルを設定した。

3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデル（P.2.3.1-5参照）の設定フロー

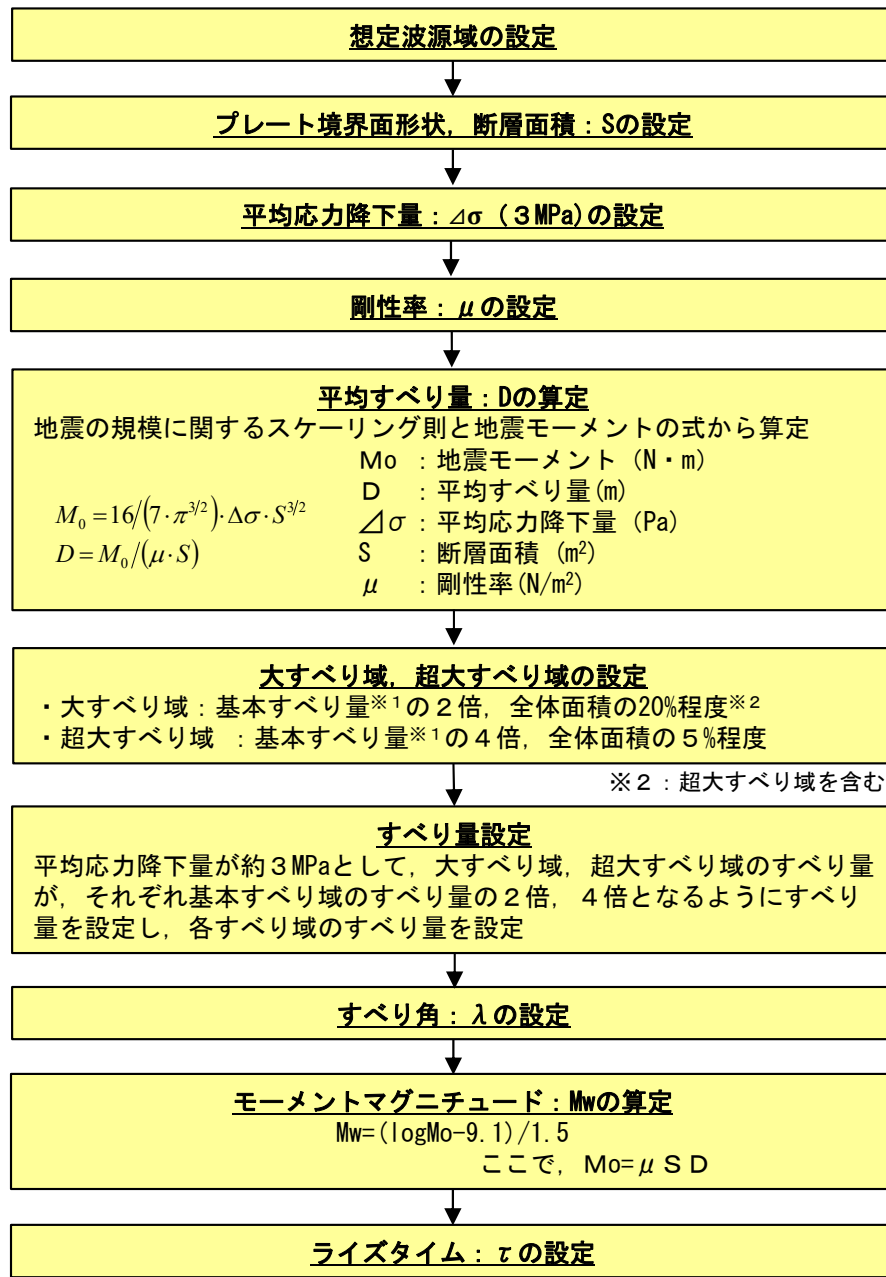


3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデル

※1：基本すべり域、大すべり域及び超大すべり域のすべり量が1：2：4となるように設定した基本すべり域のすべり量 (D_1)
基本すべり量 (D_1)は、以下の関係式を満足する条件として設定した。

$$M_0 = M_{01} + M_{02} + M_{04}$$

> 地震モーメント ($M_{01} = \mu \cdot S_1 \cdot D_1$, $M_{02} = \mu \cdot S_2 \cdot D_2$, $M_{04} = \mu \cdot S_4 \cdot D_4$)
> 断層面積 (S_1, S_2, S_4)
> すべり量 ($D_1, D_2 (2 \cdot D_1), D_4 (4 \cdot D_1)$)
ここで、下付き数字1は基本すべり域、2は大すべり域、4は超大すべり域を表す。



コメントNo.S5-34

設定根拠

→ 既往地震、固着及び破壊伝播に関する検討に基づき、青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定
→ 後述P.2.3.1-12~P.2.3.1-29

→ 地震調査研究推進本部（2004, 2012）(8), (57)の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より、地震発生域の深さの下限（60km）から海溝軸までを考慮
→ 後述P.2.3.1-31

→ 3.11地震を含む世界の巨大地震のばらつきを考慮した平均応力降下量 3MPa を考慮（内閣府(2012)ほか）(58)
→ 後述P.2.3.1-32

→ 地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定（土木学会(2016)）(33)
→ 後述P.2.3.1-33

→ 3.11地震を含む世界の巨大地震の大すべり域を参照して設定（内閣府(2012)）(58)ほか
→ 後述P.2.3.1-35

→ すべり角は、陸側プレートのずれの向きに基づいて設定（中央防災会議(2006)）(9)
→ 後述P.2.3.1-38

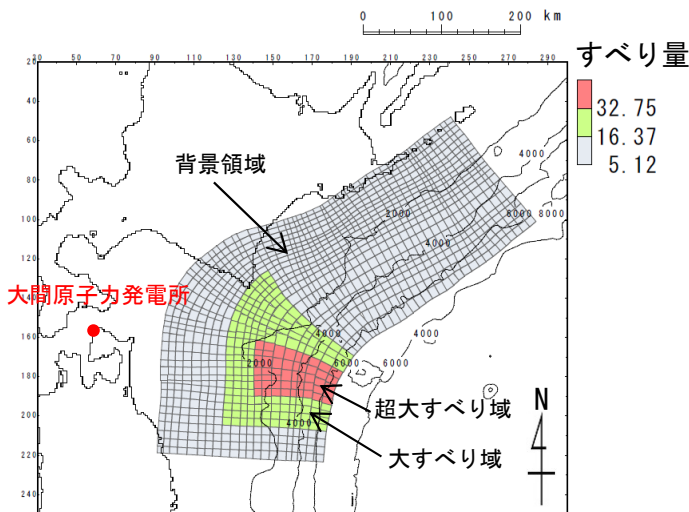
→ 平均的に利用されている値を参考に3.11地震の解析結果も踏まえ60sに設定（内閣府(2012)）(58)
→ 後述P.2.3.1-39

基準波源モデルの設定

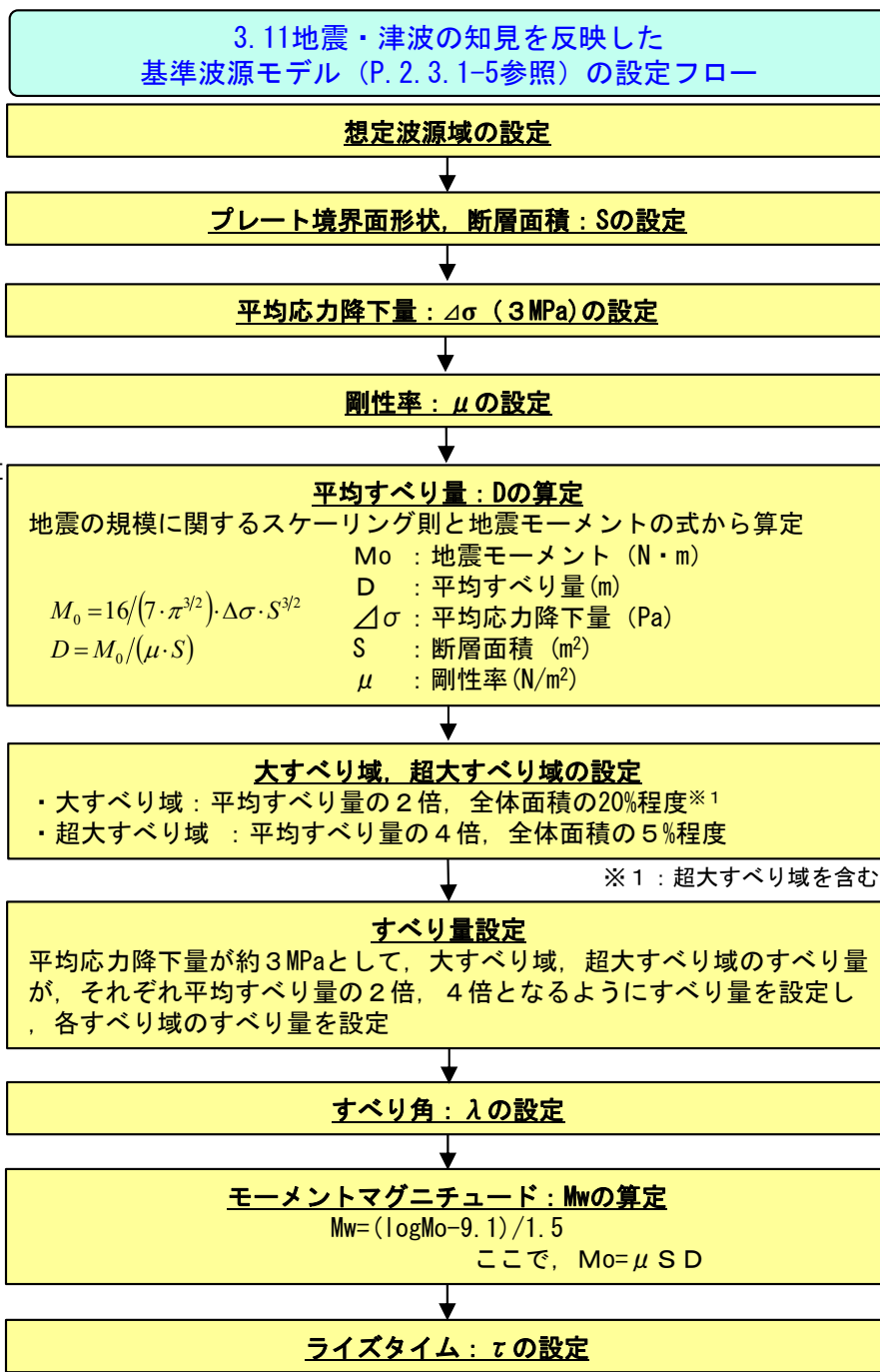
(設定方法 その3)

<基準波源モデル⑤>

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデルを設定した。



3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル



コメントNo.S5-34

設定根拠

→ 既往地震, 固着及び破壊伝播に関する検討に基づき, 青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定
→ 後述P. 2. 3. 1-12~P. 2. 3. 1-29

→ 地震調査研究推進本部 (2004, 2012) (8), (57)の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より, 地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを考慮
→ 後述P. 2. 3. 1-31

→ 3.11地震を含む世界の巨大地震のばらつきを考慮した平均応力降下量 3MPa を考慮 (内閣府 (2012) ほか) (58)
→ 後述P. 2. 3. 1-32

→ 地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定 (土木学会 (2016) (33))
→ 後述P. 2. 3. 1-33

→ 3.11地震を含む世界の巨大地震の大すべり域を参照して設定 (内閣府 (2012) (58))
→ 後述P. 2. 3. 1-35

→ すべり角は, 陸側プレートのずれの向きに基づいて設定 (中央防災会議 (2006) (9))
→ 後述P. 2. 3. 1-38

→ 平均的に利用されている値を参考に 3.11地震の解析結果も踏まえ 60s に設定 (内閣府 (2012) (58))
→ 後述P. 2. 3. 1-39

コメントNo.S5-33

コメントNo.S5-34



第627回審査会合
資料1-1 P.114一部修正

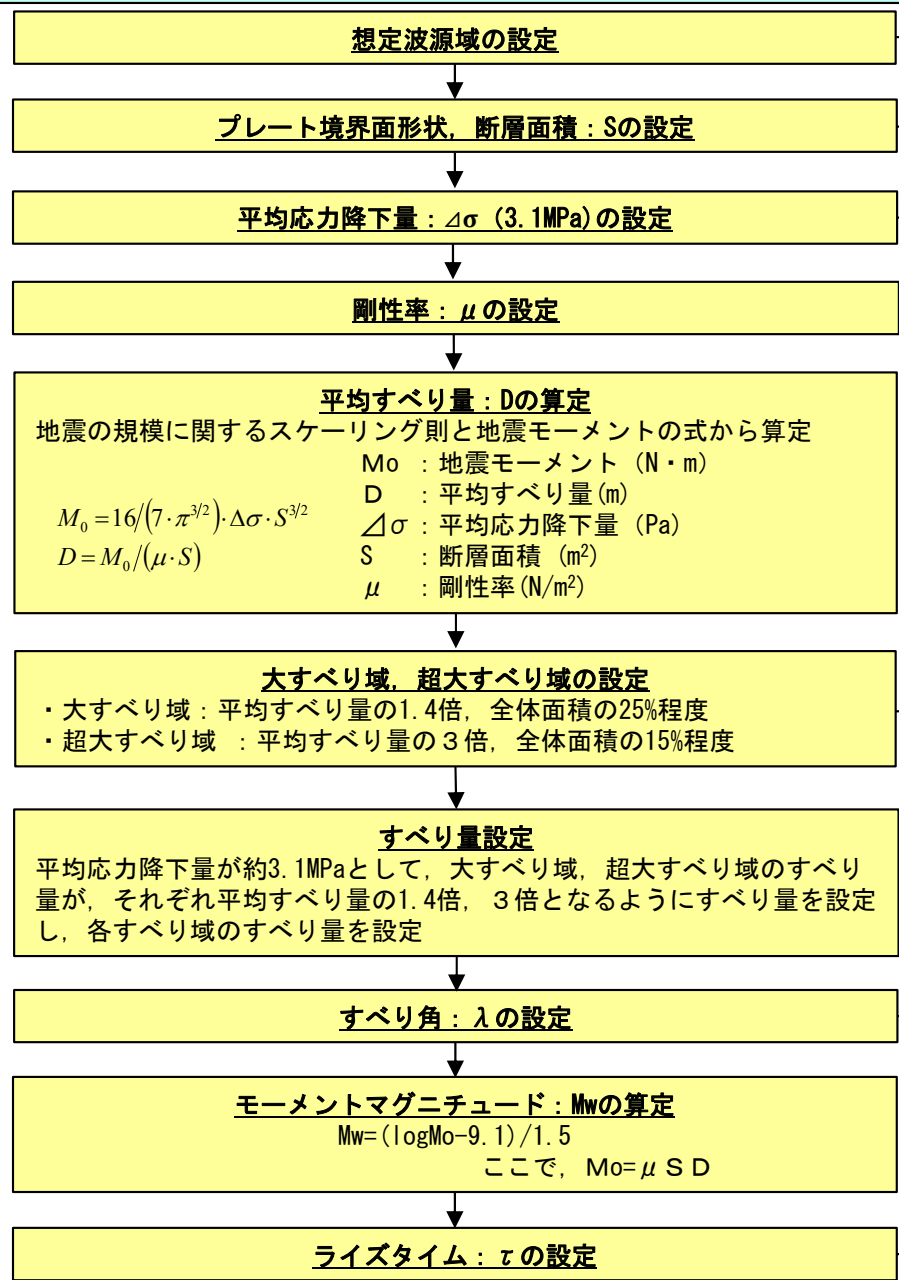
基準波源モデルの設定

(設定方法 その4)

<基準波源モデル⑥>

右のフロー及び設定根拠に基づき、3.11地震・津波の知見を反映（広域津波痕跡高の再現性を考慮）した基準波源モデルを設定した。

3.11地震・津波の知見を反映（広域津波痕跡高の再現性を考慮）した基準波源モデル（P.2.3.1-5参照）の設定フロー



設定根拠
→ 既往地震, 固着及び破壊伝播に関する検討に基づき, 青森県東方沖及び岩手県沖北部から根室沖に設定
→ 後述P.2.3.1-12~P.2.3.1-29

→ 地震調査研究推進本部 (2004, 2012) (8), (57)の微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線より, 地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを考慮
→ 後述P.2.3.1-31

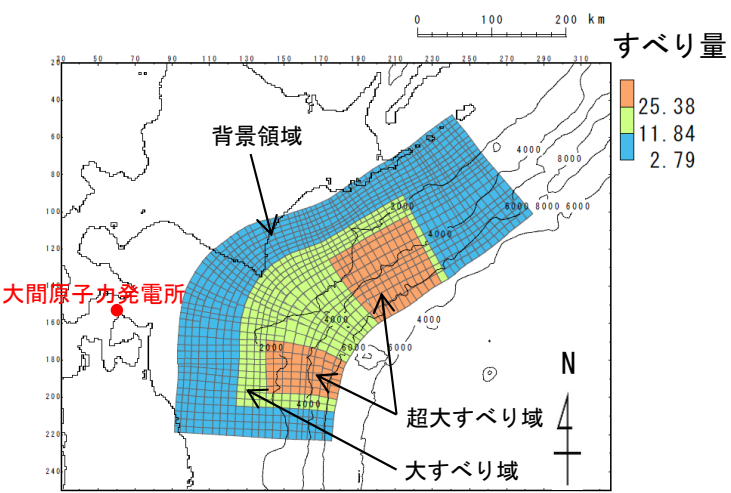
→ 杉野ほか (2014) (59)に基づき, 平均応力降下量3.1MPaを考慮

→ 地震波速度や密度に関する既往研究に基づき $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定 (土木学会 (2016) (33))
→ 後述P.2.3.1-33

→ 杉野ほか (2014) (59)に基づき設定
→ 後述P.2.3.1-36

→ すべり角は, 陸側プレートのずれの向きに基づいて設定 (中央防災会議 (2006) (9))
→ 後述P.2.3.1-38

→ 平均的に利用されている値を参考に3.11地震の解析結果も踏まえ60sに設定 (内閣府 (2012) (58))
→ 後述P.2.3.1-39



3.11地震・津波の知見を反映（広域津波痕跡高の再現性を考慮）した基準波源モデル

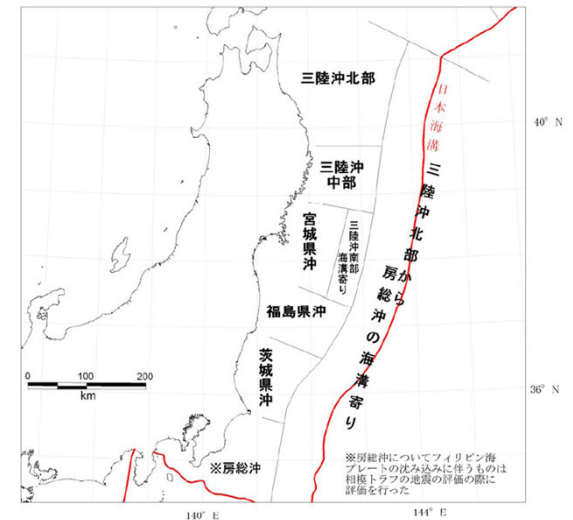
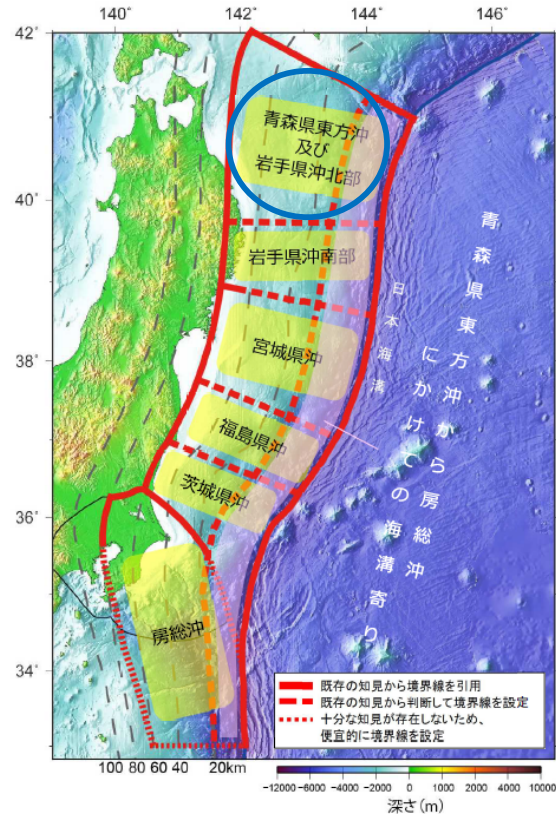
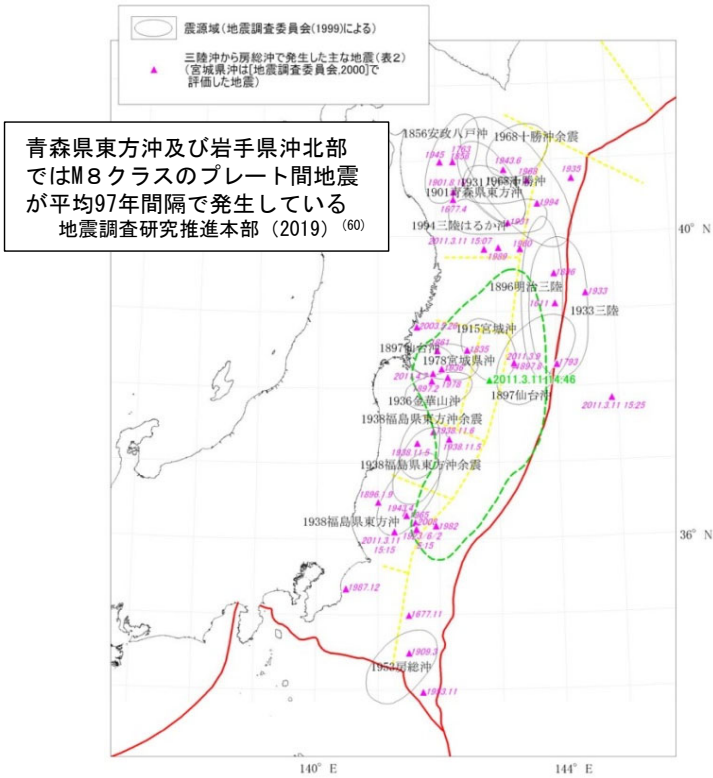
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (10/71) 2.3.1-12



想定波源域の設定 (1/18) : 既往地震と震源域 (1/2)

第627回審査会合
資料1-1 P.115一部修正

三陸沖から房総沖



(参考) 三陸沖から房総沖にかけての評価対象領域の区分け
地震調査研究推進本部 (2012) (57)

三陸沖から房総沖にかけての主な地震と主な震源域
地震調査研究推進本部 (2012) (57)

三陸沖から房総沖にかけての評価対象領域の区分け※
地震調査研究推進本部 (2019) (60) に一部加筆

- 地震調査研究推進本部 (2019) (60) では、既往地震の震源域等を根拠とし、三陸沖から房総沖の震源域を上図 (中央) のような領域に分けて設定している。
- 2011年東北地方太平洋沖地震は、岩手県沖南部～茨城県沖にかけての領域が連動したM9クラスの地震であり、おおむねその震源域は青森県東方沖及び岩手県沖北部には達していない。

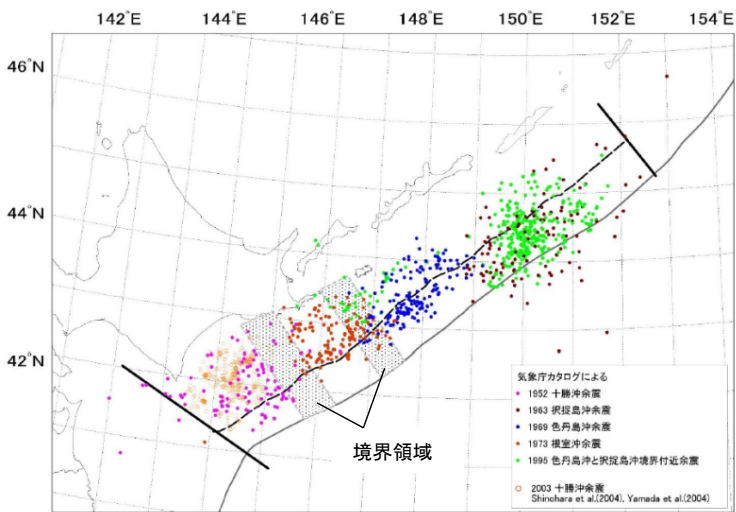
※地震調査研究推進本部 (2019) (60) では、「青森県東方沖及び岩手県沖北部」として、地震調査研究推進本部 (2012) (57) に示された「三陸沖北部」に、更に海溝寄りの海域まで括弧して評価対象領域が再編されている。一方、本検討では想定波源域をプレート間地震と津波地震との連動型地震として考慮して設定している (P.2.3.1-2参照) ため、地震調査研究推進本部 (2019) (60) による評価対象領域再編の影響を受けることはない。

想定波源域の設定 (2/18) : 既往地震と震源域 (2/2)

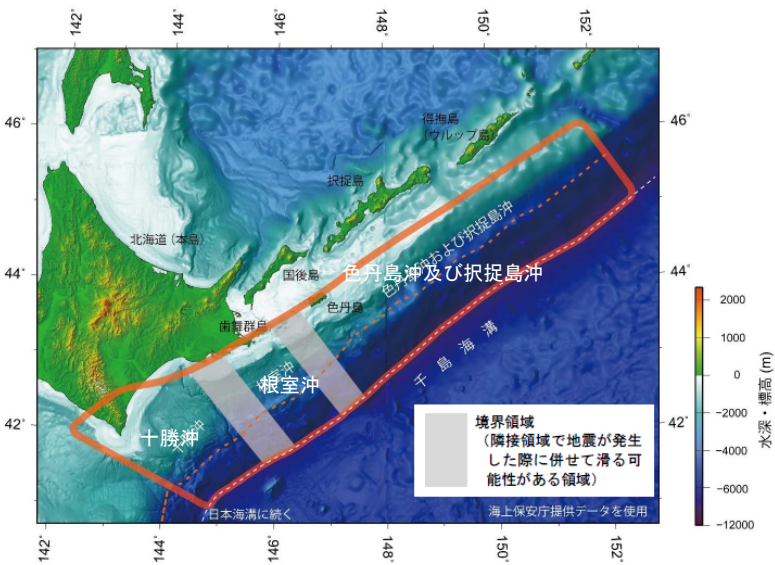
第627回審査会合
資料1-1 P.116再掲

十勝沖・根室沖から択捉島沖

プレート間巨大地震の発生間隔
 十勝沖 : 80.3年
 根室沖 : 65.1年
 色丹島沖及び択捉島沖 : 35.5年
 地震調査研究推進本部 (2017) (61)

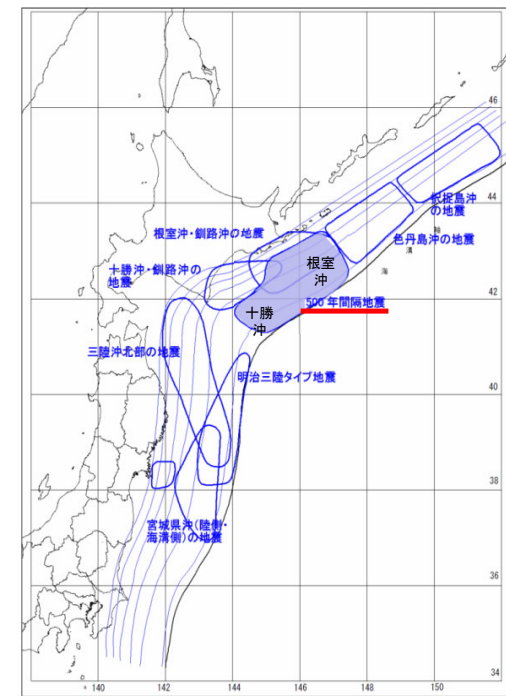


近年のプレート間巨大地震の余震分布
地震調査研究推進本部 (2017) (61) に一部加筆



千島海溝沿いの評価対象領域※
地震調査研究推進本部 (2017) (61) に一部加筆

※地震調査研究推進本部 (2017) (61) では、過去の地震の震源域の多様性を考慮し、十勝沖・根室沖・色丹島沖及び択捉島沖が連動する「超巨大地震 (17世紀型)」を評価している。



津波を発生させる断層領域の模式図
中央防災会議 (2006) (9) に一部加筆

- ・地震調査研究推進本部 (2017) (61) では、既往地震の巨大地震の震源域等を根拠とし、十勝沖、根室沖、並びに色丹島沖及び択捉島沖の震源域を上図 (中央) のような領域に分けて設定している。
- ・色丹島沖及び択捉島沖では、M8程度の地震が約35年間隔で発生している。
- ・十勝沖・根室沖連動型地震である“500年間隔地震”の間で、M8程度の地震が約65~80年間隔で発生しており、“500年間隔地震”規模の地震を引き起こす連動型地震が存在すると考えられる。

想定波源域の設定 (3/18) : 固着域と蓄積される歪みに関する分析 (1/4)

第627回審査会合
資料1-1 P.117一部修正

青森県東方沖及び岩手県沖北部 (蓄積される歪みの量・すべり量)

【平均発生間隔】

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部の M8クラスのプレート間地震

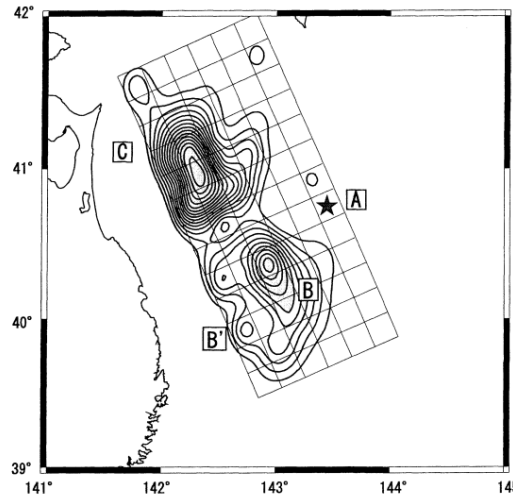
対象地震及び発生領域	地震発生日時	地震の平均発生間隔等	地震規模 ^{注1}		
			M	Mt	Mw
青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震	1677/ 4/13	平均発生間隔は97.0年	7.9	7.7	
	1763/ 1/29		7.4	7.9	
	1856/ 8/23		7.5	7.6	
	1968/ 5/16 09:48		7.9	8.2	8.2

注9:宇佐美・他(2013)によれば、津波の記録等から、1677年、1763年、1856年のいずれの地震も1968年十勝沖地震に似ており、○内のMとなる可能性があることを指摘している。

※注1の解説については省略 地震調査研究推進本部(2019)⁽⁶⁰⁾に一部加筆

【1968年地震のすべり量】

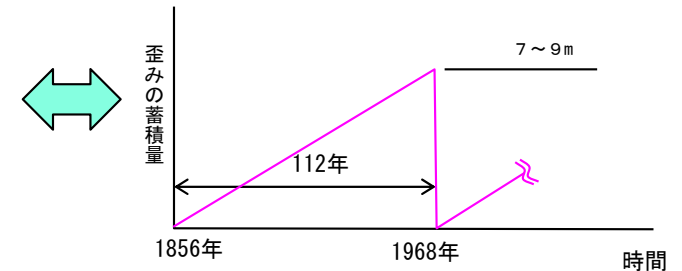
- 最大すべり量6.5~9.3m



1968年地震の応力解放量分布
永井ほか(2001)⁽⁶²⁾

【歪みの蓄積量】

- ①プレートの沈み込み速度: 6.2~8.1cm/年 (McCaffrey, 2008)⁽⁶³⁾
- ②カップリング係数: 1.0 (地震学的) (Yamanaka et al. (2004))⁽⁶⁴⁾
- ③歪みの蓄積量: ① (6.2~8.1cm/年) × 112年 (1968~1856) × ② (1.0) = **7~9m**



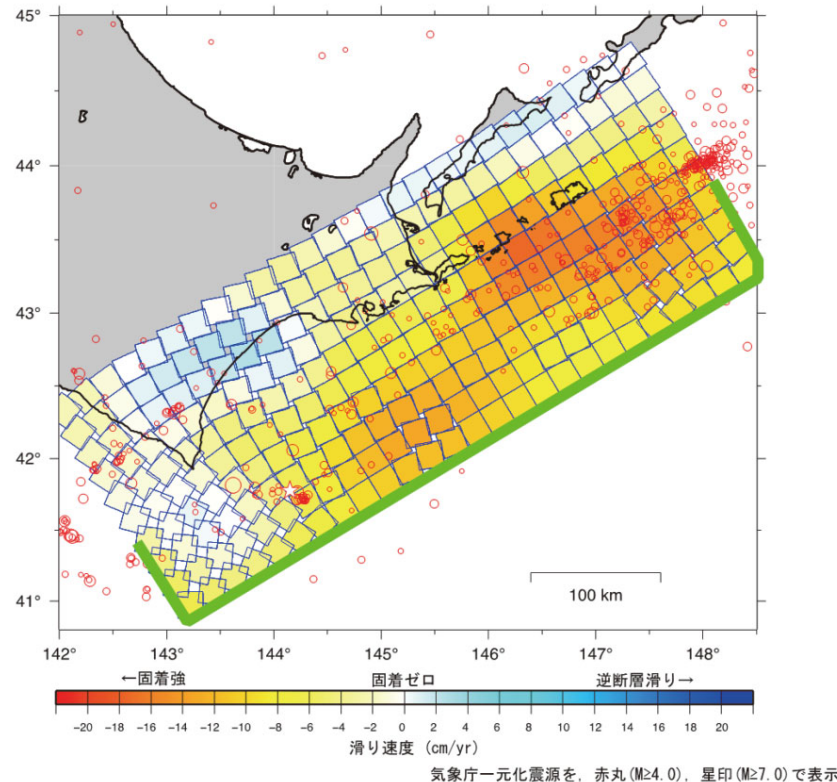
P. 2. 3. 1-18で当該領域で蓄積される歪みの量を中程度としているのは、カップリング係数が大きくても、プレートの沈み込み速度と地震の発生間隔との関係で、蓄積される歪みの量が中程度になるためと考えられる。

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部の領域におけるプレート間巨大地震のうち最大規模の地震は、1968年の地震Mw8.2であるため、当該地震を検討対象とする。
地震調査研究推進本部(2019)⁽⁶⁰⁾による
- 1968年地震のインバージョン解析結果から、1968年地震の北側のアスペリティの最大すべり量は9.3m、南側のアスペリティの最大すべり量は6.5mである。
永井ほか(2001)⁽⁶²⁾による
- 平均発生間隔・既往地震の最大すべり量の関係と、地震のプレートの沈み込み速度・カップリング係数・既往地震の発生間隔から算定される歪みの蓄積量(7~9m)には調和的な関係がある。

想定波源域の設定 (4/18) : 固着域と蓄積される歪みに関する分析 (2/4)

第627回審査会合
資料1-1 P.118再掲

十勝沖～根室沖 (蓄積される歪みの量)



すべり欠損分布 (2007年3月～2011年2月)

国土地理院 (2012) (65)

- GNSS連続観測結果による北海道地方の地殻変動から推定される北海道南東沖 (十勝沖・根室沖) のすべり欠損速度 (固着) の分析結果から、特に十勝沖～釧路沖の海溝寄りと根室沖の陸寄りにすべり欠損の大きな領域が存在している。これより、当該領域の固着は相対的に強く、大きな歪みが蓄積されていると推定される。 国土地理院 (2012) (65) による
- この領域は、500年間隔地震の震源域とほぼ同じと考えられる。



想定波源域の設定 (5/18) : 固着域と蓄積される歪みに関する分析 (3/4)

第627回審査会合
資料1-1 P.119再掲

十勝沖～根室沖 (蓄積される歪みの量・すべり量)

【平均発生間隔】

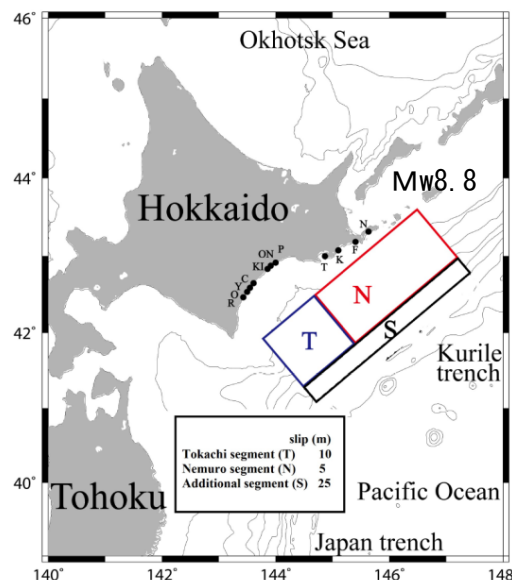
- ・ 十勝沖～根室沖の連動型地震
- ・ 約500年

十勝地域の津波		根室地域の津波	
発生時期 (cal.B.P.)	再来間隔 (年)	発生時期 (cal.B.P.)	
津波1	17世紀初頭	津波1	
津波2	12～13世紀	津波2	
津波3	9世紀	津波3	
津波4	1630-(4世紀?)	津波4	
津波5	AD/BC?	津波5	
津波6	2590-	津波6	
津波7	2870～2920	津波7, 8	
津波8	3220～3460	津波9	
津波9	3690～3720	津波10	
津波10	4200+	津波11	
津波11	4560	津波12	
津波12	4860+	津波13	
津波13	5000-	津波14	
津波14	5640+	津波15	
津波15	6370-	津波16	
		津波17	
		津波18	

中央防災会議 (2005) (66)

【17世紀の地震のすべり量分布】

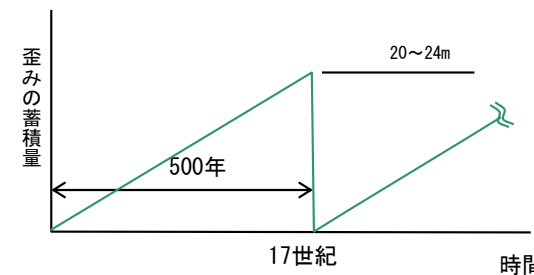
- ・ 最大すべり量25m



文部科学省 (2013) (67)

【歪みの蓄積量】

- ① プレートの沈み込み速度 : 6.9-8.2cm/年 (McGaffrey, 2008) (63)
- ② カップリング係数 : 0.59 (地震学的) (Scholz and Campos, 2012) (68)
- ③ 歪みの蓄積量 : ① (6.9-8.2cm) × 500年 × ② (=0.59) = **20~24m**



P. 2. 3. 1-18で当該領域で蓄積される歪みの量を大としているのは、カップリング係数が0.6程度でも、プレートの沈み込み速度と地震の発生間隔との関係で、蓄積される歪みの量が大きくなるためと考えられる。

- P. 2. 3. 1-15の検討を踏まえ、十勝沖・根室沖連動型地震である“500年間隔地震”の歪みに関する検討を行った。
- 文部科学省 (2013) (67)による500年間隔地震の最大すべり量 (25m) と、プレートの沈み込み速度・カップリング係数・地震の発生間隔から算定される歪みの蓄積量 (20~24m) には調和的な関係がある。

まとめ

◎色丹島沖及び択捉島沖

- ・ M8クラスの地震が平均35年間隔で発生する。

◎十勝沖・根室沖

- ・ 500年間隔の連動地震 (Mw8.8) の間に, M8クラスの地震が平均65~80年間隔で発生していると考えられる。
- ・ プレートの沈み込み速度・カップリング係数・平均発生間隔から推定される歪みの蓄積量は20~24m程度である。

◎青森県東方沖及び岩手県沖北部

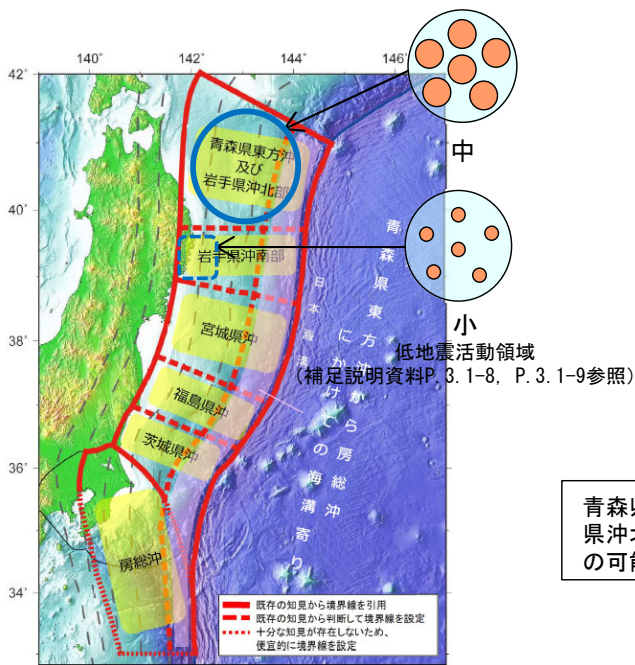
- ・ M8クラスのプレート間地震が平均97年間隔で発生する。
- ・ プレートの沈み込み速度・カップリング係数・平均発生間隔から推定される歪みの蓄積量は7~9m程度である。なお, 津波地震との連動の有無やスーパーサイクルの存在に関する知見は得られていない。



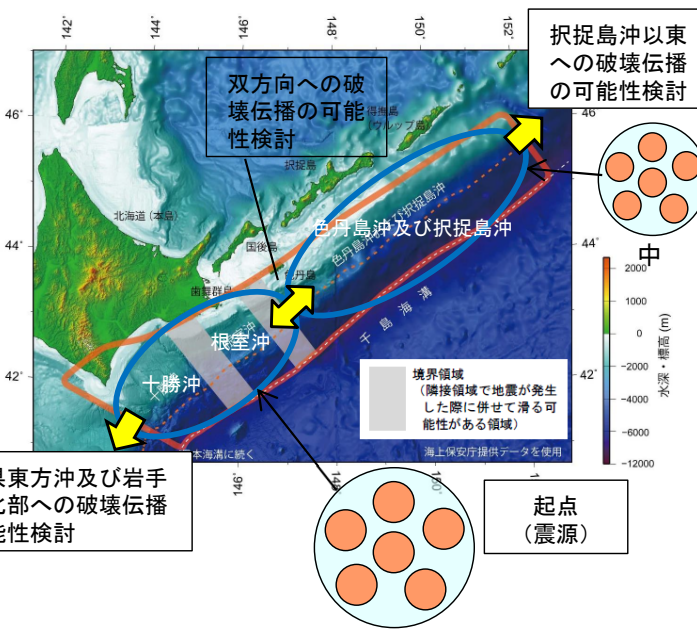
想定波源域の設定 (7/18) : 破壊伝播の検討 (1/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.121一部修正

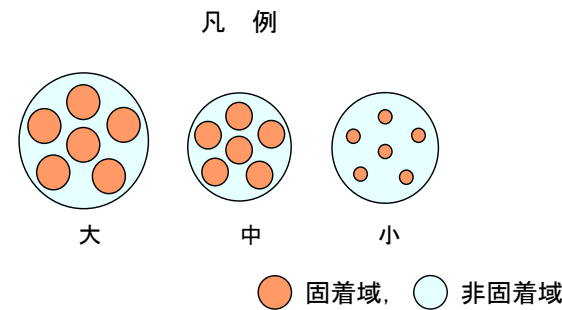
青森県東方沖及び岩手県沖北部・十勝沖・根室沖・色丹島沖及び択捉島沖



地震調査研究推進本部 (2019) (60) に一部加筆



地震調査研究推進本部 (2017) (61) に一部加筆



蓄積される歪みのイメージ
Seno (2014) (69) を参考に作成

青森県東方沖及び岩手県沖北部, 十勝沖・根室沖, 色丹島沖及び択捉島沖に蓄積される歪みの分析結果

- 2011年東北地方太平洋沖地震及び世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見より, 固着と破壊伝播が関連していると考えられることより (補足説明資料P.3.3-2参照), 青森県東方沖及び岩手県沖北部, 十勝沖・根室沖及び色丹島沖・択捉島沖の固着 (蓄積される歪みの量) について検討する。
- 前述 (P.2.3.1-14~P.2.3.1-17) の青森県東方沖及び岩手県沖北部, 十勝沖・根室沖及び色丹島沖・択捉島沖に対する固着域と蓄積される歪みに関する分析結果から, 青森県東方沖及び岩手県沖北部, 色丹島沖・択捉島沖は十勝沖・根室沖に比べ蓄積される歪み量は相対的に小さいと評価する。
- 岩手県沖南部には低地震活動領域が存在するため歪みは蓄積されにくく (補足説明資料P.3.1-8, P.3.1-9参照), また, 2011年東北地方太平洋沖地震の震源域の北端がおおむね岩手県沖南部であることを踏まえると, 青森県東方沖及び岩手県沖北部からの破壊が南方の岩手県沖南部に伝播することはないと考えられる。

想定波源域の設定 (8/18) : 破壊伝播の検討 (2/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.122一部修正

青森県東方沖及び岩手県沖北部と十勝沖・根室沖との間に位置する島弧会合部 (1/2)



図1 日高衝突帯ならびに前縁褶曲・衝上断層帯の地質概略と主な反射法地震探査測線図。X-X'は図2の断面位置を示す。伊藤ら(1999)を改変。
【地質】主として、地質調査所(1982, 1996)による。Nk: 中の川層群, Hm: 日高変成岩類(主帯), Po: ポロシリ・オフィオライト(西帯), Id: イドナップ帯, Yz: 蝦夷層群, Sr: 空知層群, Km: 神威古澤変成岩類, Sn: 沙流川層一ニセウ層, Pg: 古第三系, N1~N3: 地質調査所(1982)と同じ。Qv: 第四紀火山岩類。
【測線】94・96・97: 日高深部構造反射法探査, 85 NG・86 TK: 浅野ら(1990), Y 97: 佐藤ら(1998)。その他の測線は石油公団(1973, 1987, 1993, 1996)。

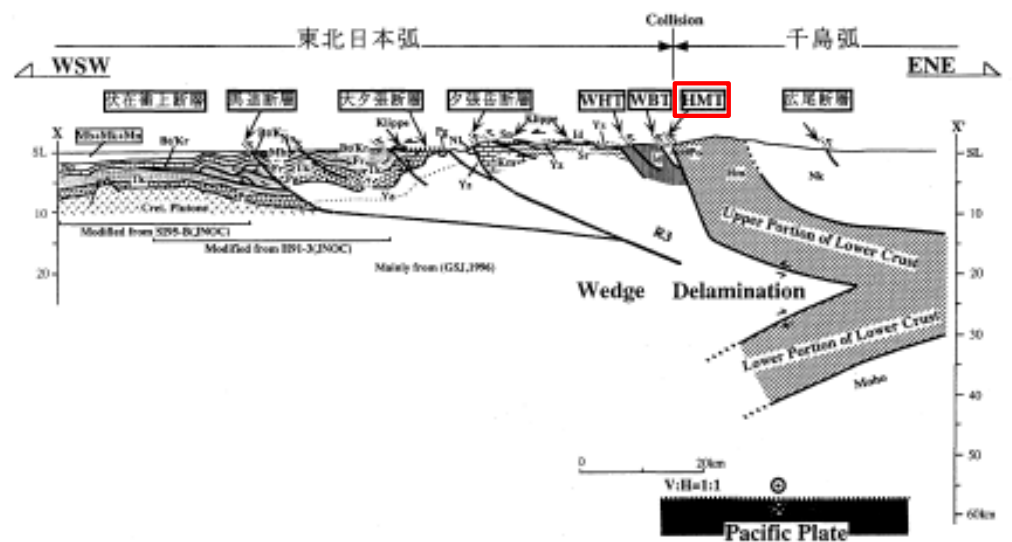


図2 日高衝突帯ならびに前縁褶曲・衝上断層帯の地下構造断面図。断面線的位置は図1のX-X'。断面図下に主要な出典を示した。略称は図1に同じ。Ito et al. (1998) および伊藤ら(1999)を改変。

伊藤(2000)⁽⁷⁰⁾に一部加筆

- 2011年東北地方太平洋沖地震及び世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見より、構造境界と破壊伝播が関連していると考えられることより(補足説明資料P. 3. 3-2参照)、青森県東方沖及び岩手県沖北部と十勝沖・根室沖との間に位置する島弧会合部について検討した。
- 千島海溝南西端は、日本海溝との島弧会合部に位置し、その会合部(衝突帯)では、日高山脈が形成されている(日高造山運動)。木村(2002)⁽⁷¹⁾による
- 千島弧はその下部地殻内で上下に裂けて分離(デラミネーション)するとともに、上部地殻を含めて上半分は日高主衝上断層によって西側に衝上し、上部マントルを含めて下半分は下降する。一方、東北日本弧側はデラミネーションした千島弧のなかに楔(ウェッジ)状に突入する。伊藤(2000)⁽⁷⁰⁾による

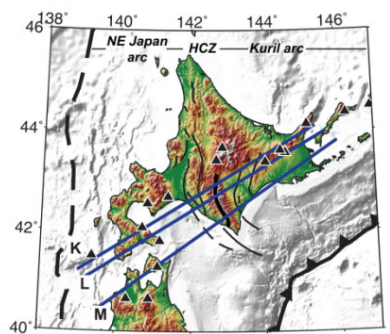
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (18/71) 2.3.1-20



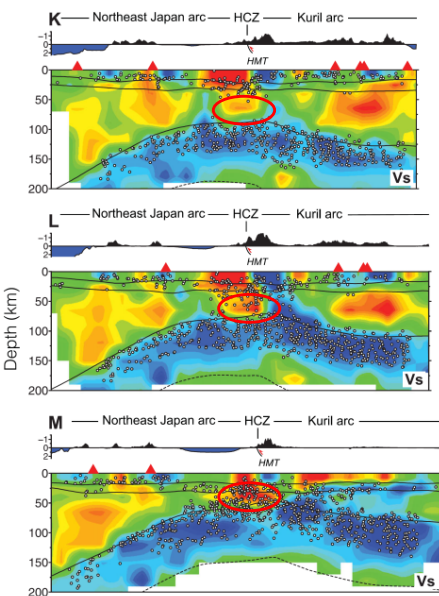
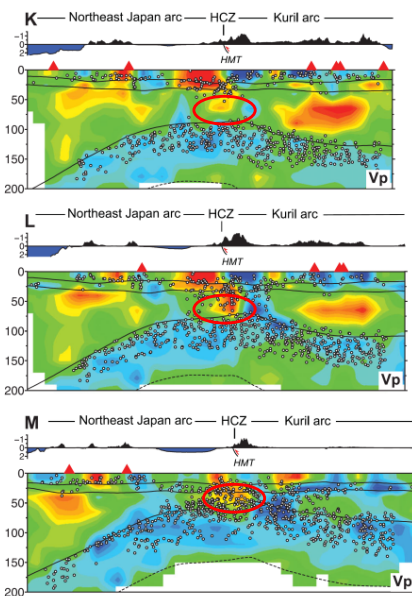
想定波源域の設定 (9/18) : 破壊伝播の検討 (3/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.123一部修正

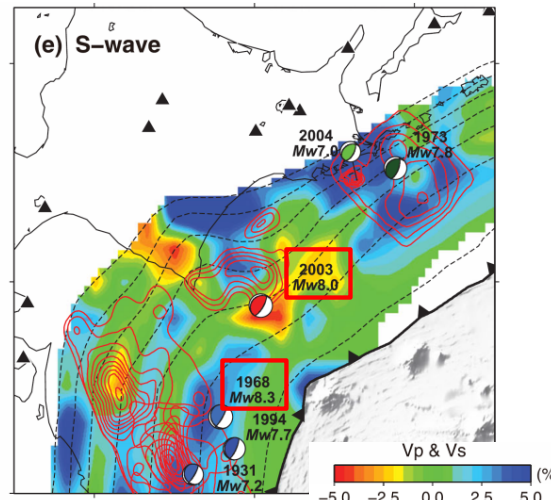
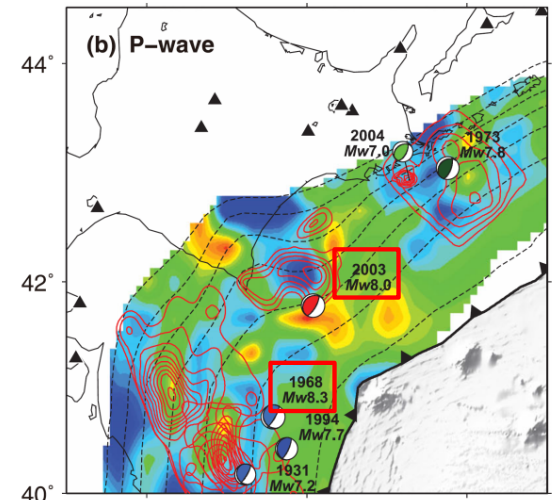
青森県東方沖及び岩手県沖北部と十勝沖・根室沖との間に位置する島弧会合部 (2/2)



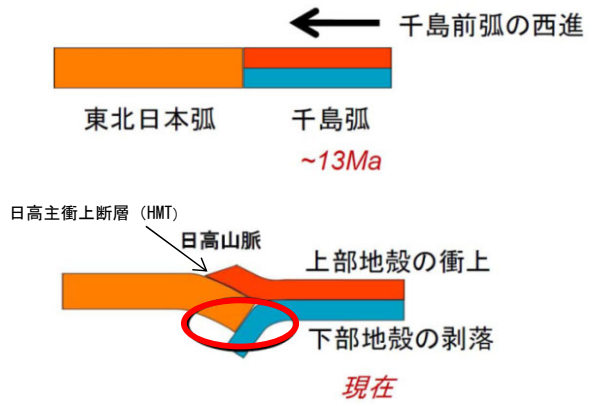
日高衝突帯
Hidaka Collision Zone (HCZ)



日高衝突帯における地震波トモグラフィ鉛直分布 (HMT: Hidaka main thrust) Liu et al. (2013) (72)



日本海溝・千島海溝島弧改造部付近の地震波トモグラフィと既往地震発生域の関係 Liu et al. (2013) (72) に一部加筆



千島弧の前弧スリパーの西進、東北日本弧との衝突による日高山脈形成過程の模式図 日野ほか (2008) (73) に一部加筆

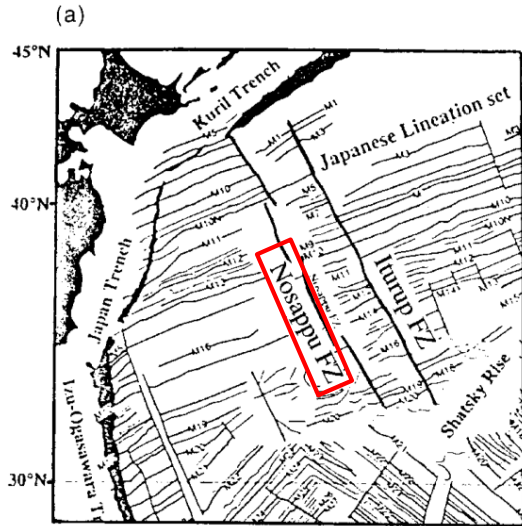
- 千島弧と東北日本弧が衝突する日高衝突帯では、地震波速度の高速度域が、低速度域に押し付けられている形状を呈する。
- 千島弧と東北日本弧の衝突により、剥落した千島弧の地殻下部物質の剥落に相当する低速度領域 (左図赤○部) がプレート境界面と接している。
- 1968年十勝沖地震と2003年十勝沖地震の震源は、この接触領域によって隔てられている。

地震波トモグラフィによる青森県東方沖及び岩手県沖北部と十勝沖・根室沖との間に位置する島弧会合部付近の3次元地殻不均質構造の分析と既往地震発生履歴の関係から、日高衝突帯における下部地殻の剥落に相当する低速度領域が、破壊(地震)の構造境界になる可能性がある。
Liu et al. (2013) (72), 日野ほか (2008) (73) による

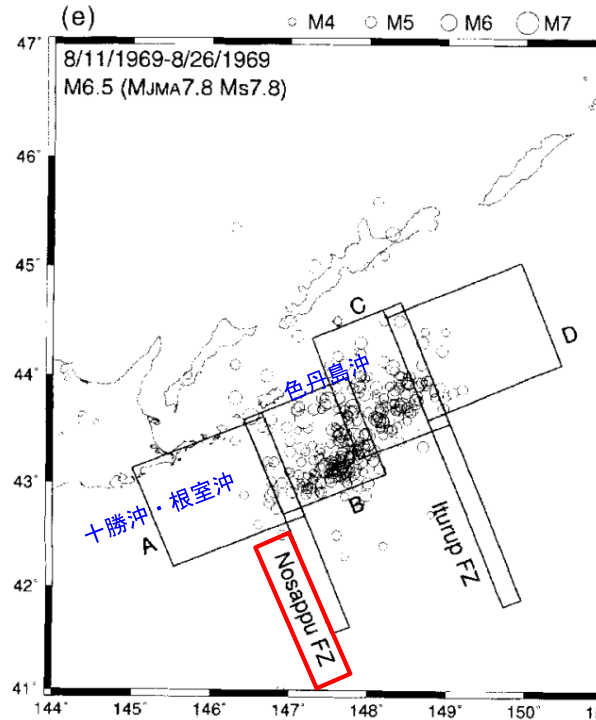
想定波源域の設定 (10/18) : 破壊伝播の検討 (4/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.124再掲

南千島沖

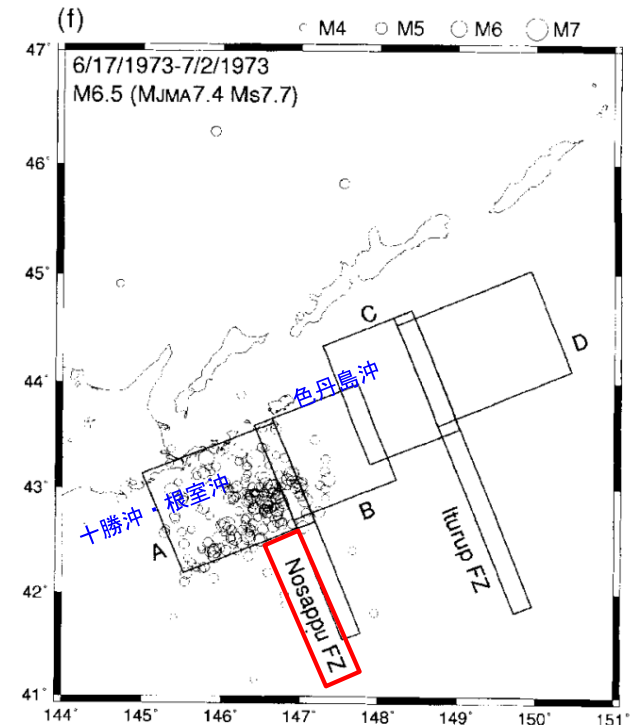


地磁気異常
Kasahara et al (1997) (74) に一部加筆



1969年南千島沖地震の余震域

Kasahara et al. (1997) (74) に一部加筆



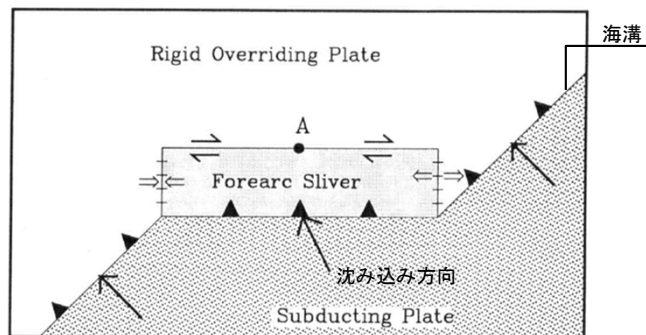
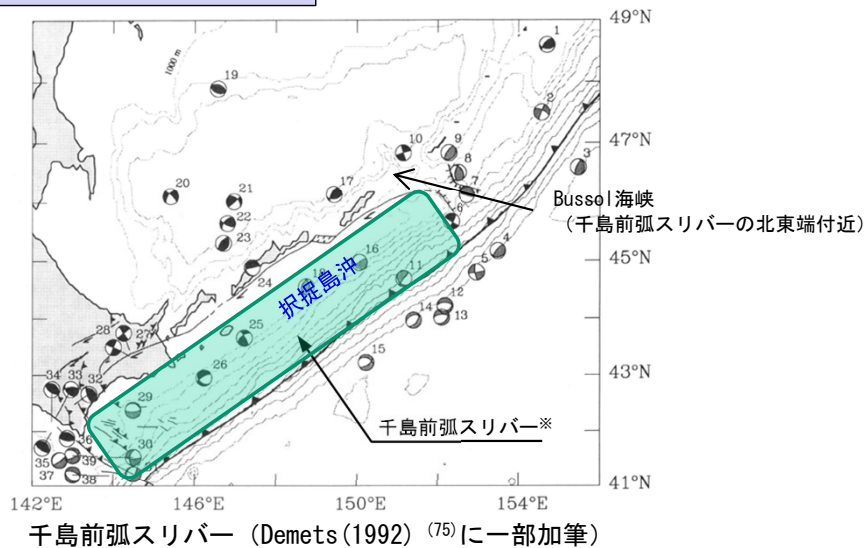
1973年根室沖地震の余震域

- 南千島沖の太平洋プレート上には地磁気異常の縞模様にも明瞭な食い違いがあり、その食い違い境界に存在する納沙布断裂帯と呼ばれる断裂帯を挟んで両側で重力・地殻構造・堆積物の厚さが明瞭に変化している。また、この構造線の海溝側への延長線は最近数十年間に色丹島沖～択捉島沖に起きた地震活動のブロック境界と一致しており、古い海洋プレートの構造が現在の地震活動ブロック構造を支配する原因の一つと考えられる。
Kasahara et al. (1997) (74) による
- 以上より、納沙布断裂帯は、十勝沖・根室沖で発生する地震の破壊領域の東の境界になると考えられる。

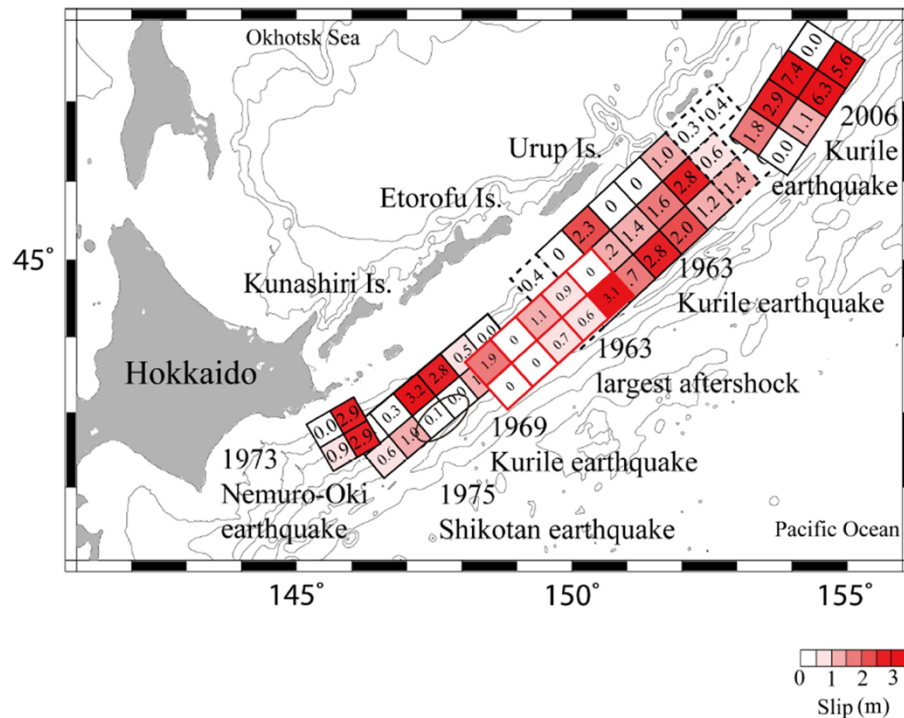
想定波源域の設定 (11/18) : 破壊伝播の検討 (5/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.125再掲

千島前弧スリバー



斜め沈み込み帯におけるプレート運動 (概要図)
(Demets (1992) (75) に一部加筆)



津波波形インバージョンにより推定した根室半島沖～中千島沖で発生した地震のすべり分布

文部科学省 (2013) (67)

※前弧スリバー： 島弧あるいは陸弧の前弧部分が、背弧およびそれから後方のプレートと独立して運動する部分。
地学団体研究会編 (2000) (76)

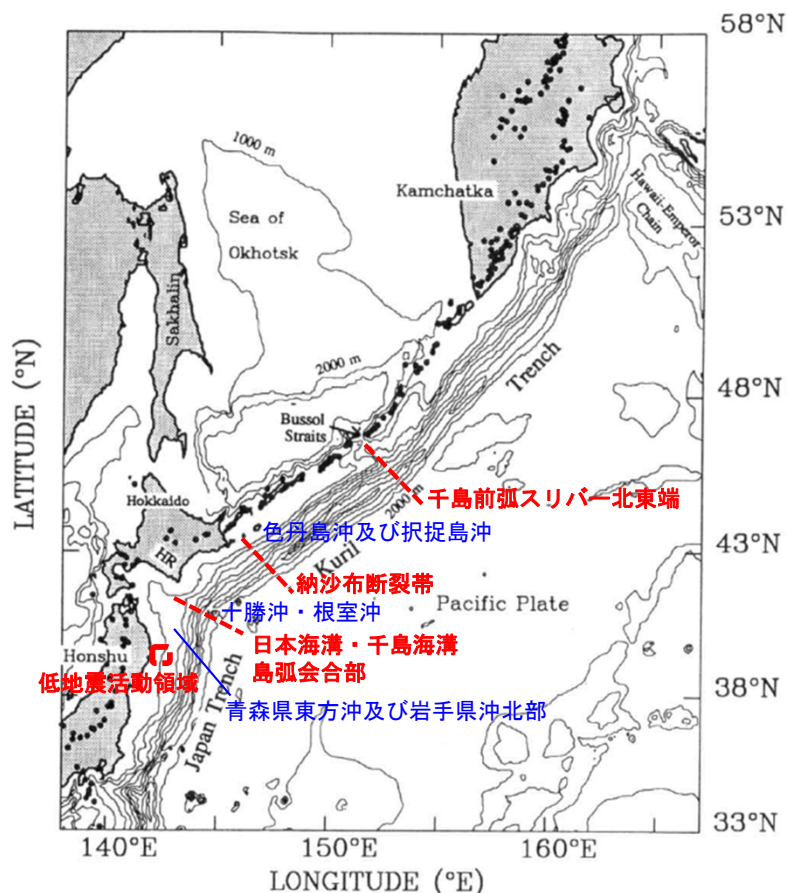
- 太平洋プレートは、千島海溝で斜めに沈み込んでおり、それに伴いBussol海峡～十勝沖の範囲において千島前弧スリバーが形成され、背弧側とは別の剛体運動をしている。 Demets (1992) (75) による
- 千島前弧スリバーの北東端位置は、1963年の地震と2006年の地震の境界に一致する。 文部科学省 (2013) (67) による
- 以上より、千島前弧スリバー北東端は択捉島沖で発生する地震の破壊領域の北東の境界になると考えられる。



想定波源域の設定 (12/18) : 破壊伝播の検討 (6/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.126一部修正

まとめ



◎青森県東方沖及び岩手県沖北部は、M8クラスの地震で蓄積する歪みを解消すると考えられ、蓄積される歪みの量は、十勝沖・根室沖に比べ小さい。また、さらに南方の岩手県沖南部では、歪みは蓄積されにくく（低地震活動領域：補足説明資料P.3.1-8, P.3.1-9）、2011年東北地方太平洋沖地震の破壊域であることを踏まえると、青森県東方沖及び岩手県沖北部の破壊がさらに南方の岩手県沖南部に伝播することはないと考えられるため、青森県東方沖及び岩手県沖北部と岩手県沖南部の境界を想定波源域の南の境界とする。

◎日本海溝と千島海溝の島弧会合部付近には地殻構造の不連続による破壊のバリアが存在すると考えられるため、青森県東方沖及び岩手県沖北部と十勝沖・根室沖との境界は、破壊の境界となり得ると考えられる。

◎十勝沖・根室沖と色丹島沖及び択捉島沖との境界に存在する納沙布断裂帯は破壊の伝播を規制した破壊のバリアと考えられるため、納沙布断裂帯は、破壊の境界となると考えられる。

◎色丹島沖及び択捉島沖の北東に存在する千島前弧スリバーの北東端は破壊の伝播を規制した破壊のバリアと考えられるため、破壊の境界となると考えられる。

青森県東方沖から千島海溝沿いにおける構造的特徴（破壊のバリア）に関する検討結果

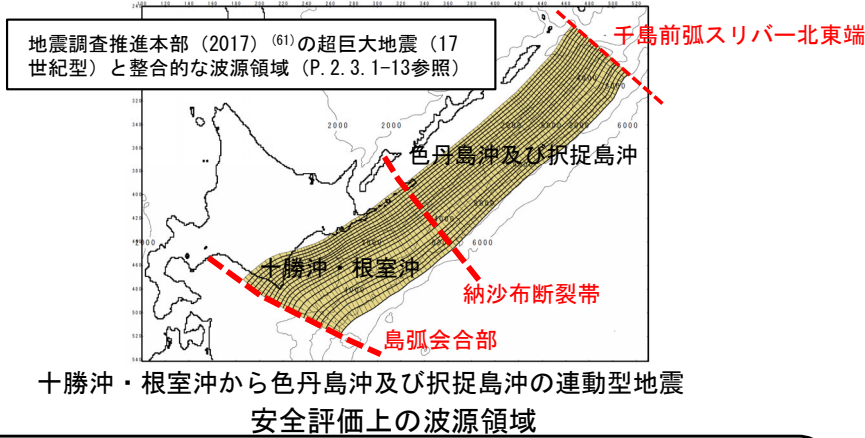
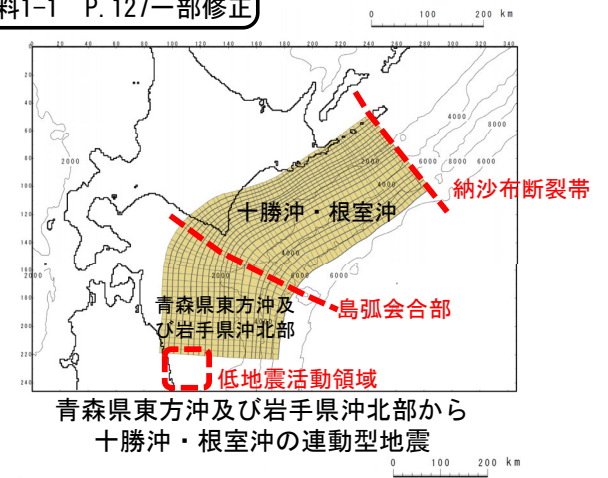
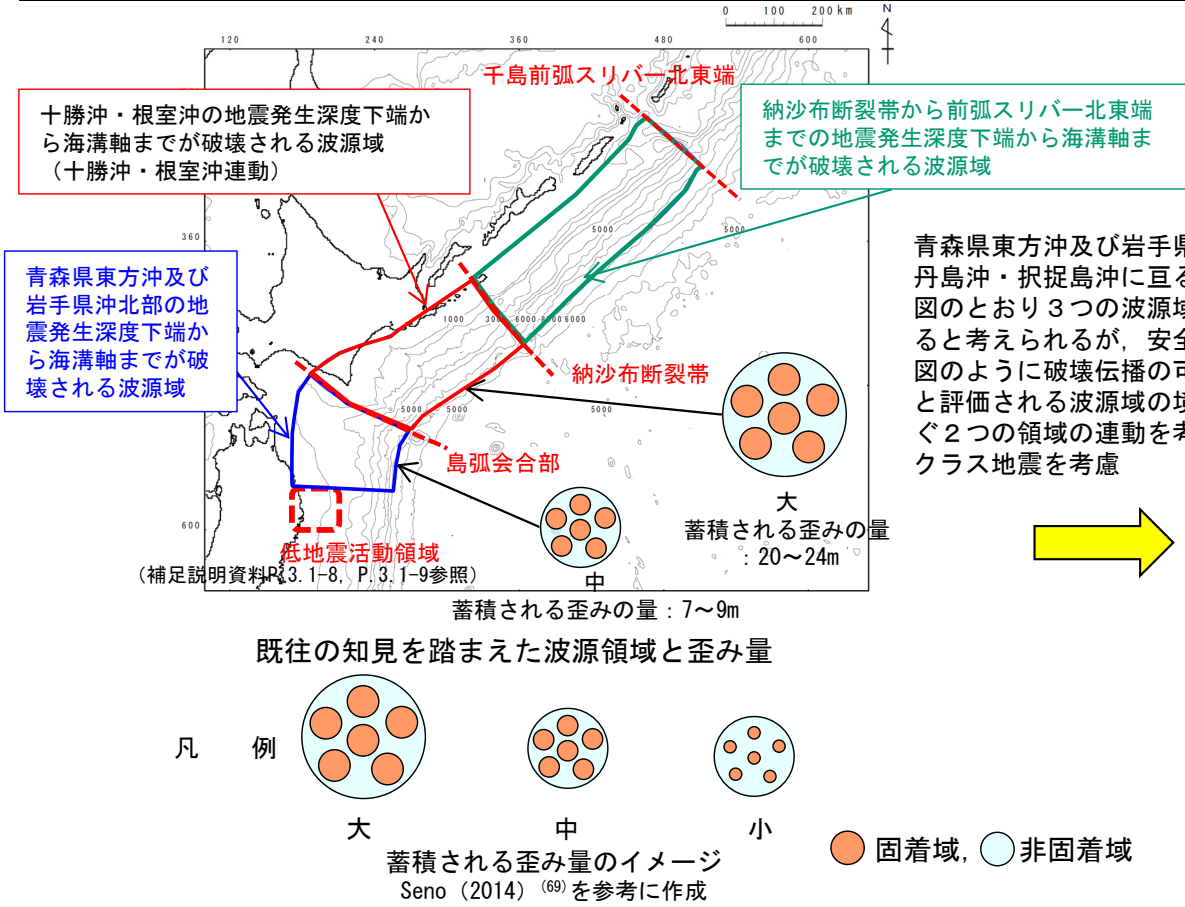
(Demets (1992) ⁽⁷⁵⁾ に一部加筆)

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (22/71) 2.3.1-24



想定波源域の設定 (13/18) : 検討対象波源域の選定 (1/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.127一部修正



- 巨大地震想定に当たり、安全評価上の波源領域として以下のとおり想定することとした。
- ✓ 青森県東方沖及び岩手県沖北部と十勝沖・根室沖の間に位置する島弧会合部付近には地殻構造の不連続による破壊のバリアが存在すると考えられ、この境界を跨ぐ破壊伝播の可能性は低いと評価されるが、青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖が一連の波源域として連動することを想定したM9クラスの波源を設定する。
- ✓ 十勝沖・根室沖と色丹島沖及び択捉島沖との境界に存在する納沙布断裂帯は破壊の伝播を規制した破壊のバリアと考えられ、この境界を跨ぐ破壊伝播の可能性は低いと評価されるが、十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖が一連の波源域として連動することを想定したM9クラスの波源を設定する。
- ✓ なお、2011年東北地方太平洋沖地震では、津波地震の領域である付加体での大きなすべりが高い津波を発生させたことを踏まえ、プレート間地震と津波地震の連動を考慮する。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (23/71) 2.3.1-25

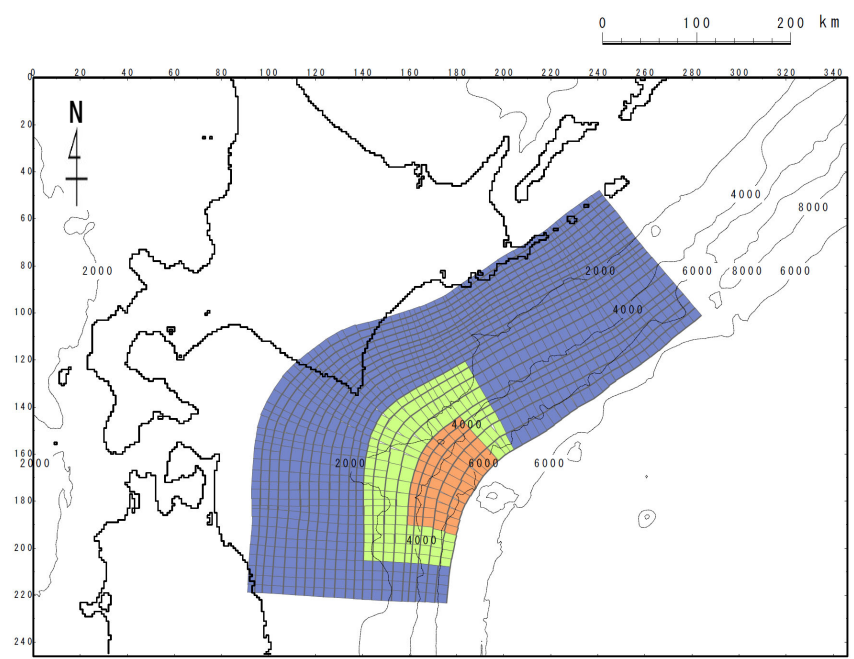


想定波源域の設定 (14/18) : 検討対象波源域の選定 (2/6)

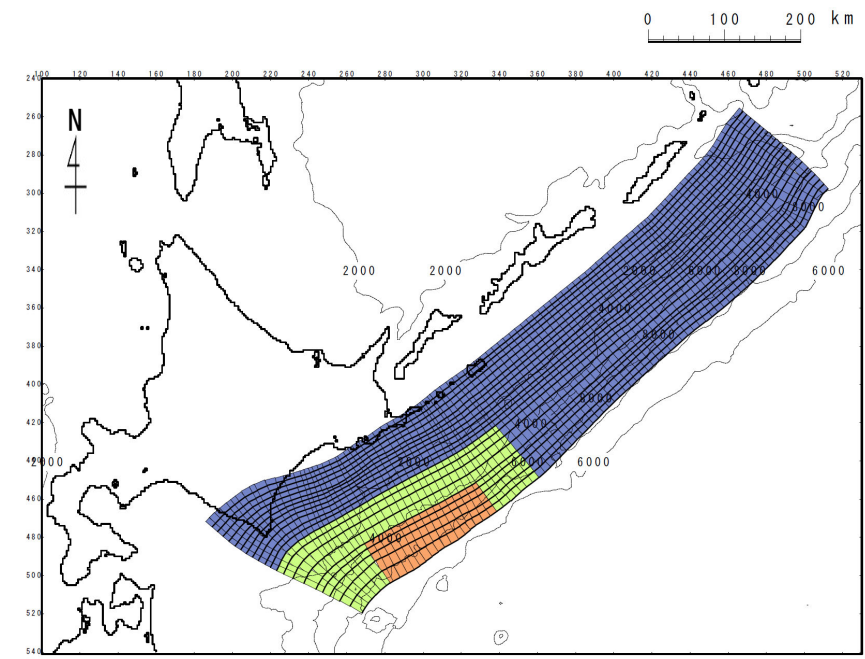
第627回審査会合
資料1-1 P.128一部修正

特性化モデル (1/3)

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖，十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の波源域について，大間原子力発電所への津波の影響を比較するため，以下の方針で特性化モデルを作成し，敷地への影響を比較した。
 - 大すべり・超大すべり域のすべり分布は，津軽海峡内及び大間専用港湾の津波挙動への影響を考慮して基準波源モデルの設定（設定方法 その1）（P.2.3.1-8）を代表ケースに採用した。（設定パラメータをP.2.3.1-26，P.2.3.1-27に示す。）
 - アスペリティの位置は，津軽海峡内の津波挙動への影響を考慮して以下のとおり設定。
 - 青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖：津軽海峡前面に設定
 - 十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖：津軽海峡寄りに設定



青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震
(基準波源モデル①)



十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の連動型地震

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (24/71) 2.3.1-26

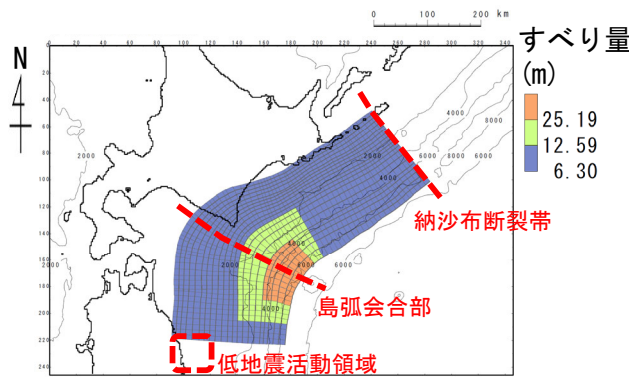
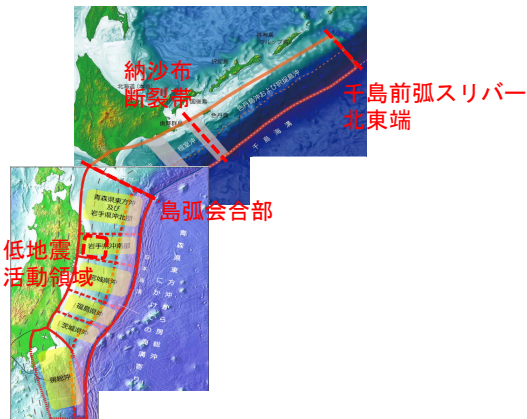


想定波源域の設定 (15/18) : 検討対象波源域の選定 (3/6)

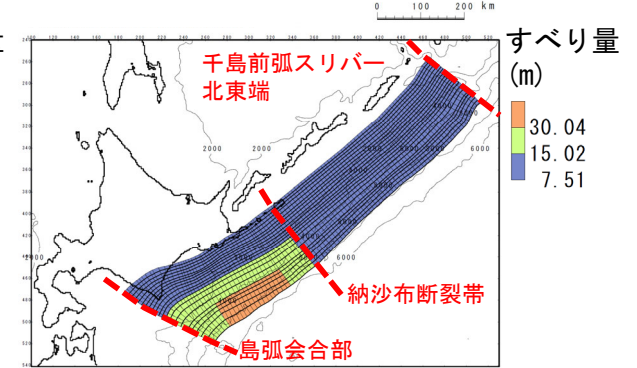
第627回審査会合
資料1-1 P.129一部修正

特性化モデル (2/3)

- 大間原子力発電所への津波の影響を比較するために設定した特性化モデルのパラメータは以下のとおり。



青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震



十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の連動型地震

日本海溝・千島海溝沿いにおける構造的特徴 (破壊のバリア)
地震調査研究推進本部 (2017⁽⁶¹⁾, 2019⁽⁶⁰⁾) に一部加筆

		青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震 【モデル化後の値】	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード [*] Mw		9.04	9.04
面積 S (km ²)		110,472	—
平均応力降下量 Δσ (MPa)		3.08	3
剛性率 μ (N/m ²)		5.0 × 10 ¹⁰	—
地震モーメント Mo (N・m)		4.64 × 10 ²²	4.52 × 10 ²²
平均すべり量 D (m)		8.41	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	6.30 (87,616km ² , 79.3%)	6.30 (88,377km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	12.59 (15,790km ² , 14.3%)	12.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.19 (7,066km ² , 6.4%)	25.19 (5,524km ² , 5%)
ライズタイム τ (s)		60	—

		十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の連動型地震 【モデル化後の値】	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード [*] Mw		9.20	9.19
面積 S (km ²)		157,100	—
平均応力降下量 Δσ (MPa)		3.08	3
剛性率 μ (N/m ²)		5.0 × 10 ¹⁰	—
地震モーメント Mo (N・m)		7.87 × 10 ²²	7.67 × 10 ²²
平均すべり量 D (m)		10.01	9.76
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	7.51 (123,522km ² , 78.6%)	7.51 (125,680km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	15.02 (24,168km ² , 15.4%)	15.02 (23,565km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	30.04 (9,410km ² , 6.0%)	30.04 (7,855km ² , 5%)
ライズタイム τ (s)		60	—

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (25/71) 2.3.1-27



想定波源域の設定 (16/18) : 検討対象波源域の選定 (4/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.130一部修正

特性化モデル (3/3)

詳細パラメーター一覧

		青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震 【モデル化後の値】	備考 【設計値】	
モーメントマグニチュード [*] Mw		9.04	9.04	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.08	3	
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—	
地震モーメント [*] Mo (N・m)		4.64×10^{22}	4.52×10^{22}	
平均すべり量 D (m)		8.41	8.19	
波源全体	面積 S (km ²)	110,472	—	
	すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	6.30 (87,616km ² , 79.3%)	6.30 (88,377km ² , 80%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	12.59 (15,790km ² , 14.3%)	12.59 (16,571km ² , 15%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.19 (7,066km ² , 6.4%)	25.19 (5,524km ² , 5%)
青森県東方沖及び岩手県沖北部	面積 S (km ²)	40,959	—	
	すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	6.30 (29,245km ² , 71.4%)	—
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	12.59 (8,004km ² , 19.5%)	—
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.19 (3,710km ² , 9.1%)	—
十勝沖・根室沖	面積 S (km ²)	69,513	—	
	すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	6.30 (58,371km ² , 84.0%)	—
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	12.59 (7,786km ² , 11.2%)	—
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.19 (3,356km ² , 4.8%)	—

		十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の連動型地震 【モデル化後の値】	備考 【設計値】	
モーメントマグニチュード [*] Mw		9.20	9.19	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.08	3	
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—	
地震モーメント [*] Mo (N・m)		7.87×10^{22}	7.67×10^{22}	
平均すべり量 D (m)		10.01	9.76	
波源全体	面積 S (km ²)	157,100	—	
	すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	7.51 (123,522km ² , 78.6%)	7.51 (125,680km ² , 80%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	15.02 (24,168km ² , 15.4%)	15.02 (23,565km ² , 15%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	30.04 (9,410km ² , 6.0%)	30.04 (7,855km ² , 5%)
十勝沖・根室沖	面積 S (km ²)	69,513	—	
	すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	7.51 (35,935km ² , 51.7%)	—
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	15.02 (24,169km ² , 34.8%)	—
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	30.04 (9,410km ² , 13.5%)	—
色丹島沖及び択捉島沖	面積 S (km ²)	87,587	—	
	すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	7.51 (87,587km ² , 100.0%)	—
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	15.02 (0km ² , 0.0%)	—
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	30.04 (0km ² , 0.0%)	—

注:安全評価上、波源全体として大すべり域及び超大すべり域を設定したため、設計値は波源全体として記載した。
モデル化後の値は、青森県東方沖及び岩手県沖北部、十勝沖・根室沖、色丹島沖及び択捉島沖とに分けて記載した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (26/71) 2.3.1-28

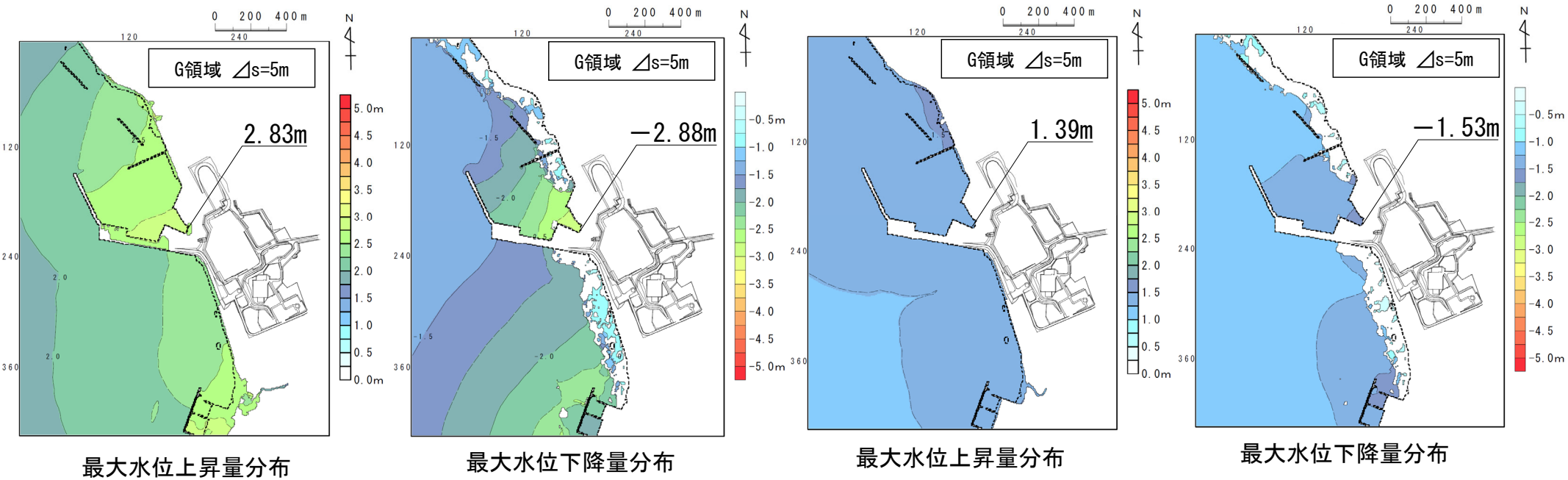


想定波源域の設定 (17/18) : 検討対象波源域の選定 (5/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.131一部修正

検討結果

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖，十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の波源域について，大間原子力発電所への津波の影響を検討した結果，以下のとおり，敷地においては青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震に伴う津波の方が影響が大きい。



青森県東方沖及び岩手県沖北部から
十勝沖・根室沖の連動型地震

十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の連動型地震

結果一覧

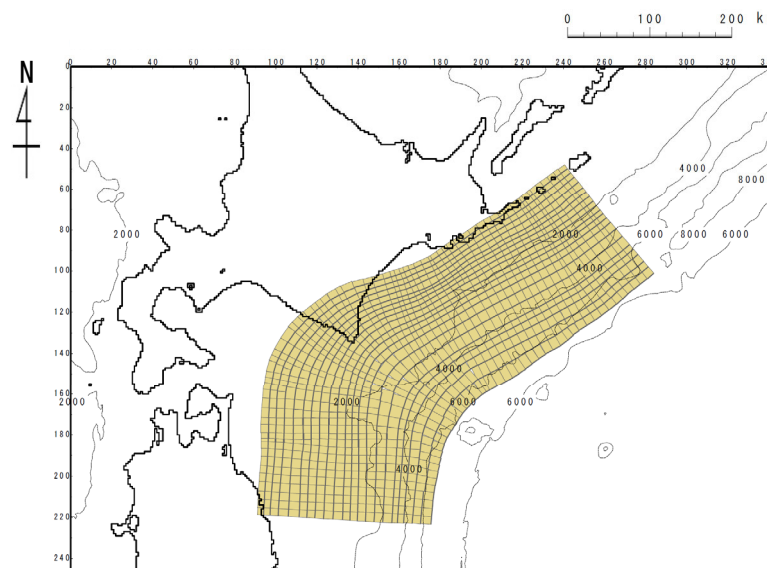
	敷地における 最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面に おける最大水位下降量
青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震	2.83m	-2.88m
十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖の連動型地震	1.39m	-1.53m

想定波源域の設定 (18/18) : 検討対象波源域の選定 (6/6)

第627回審査会合
資料1-1 P.132一部修正

まとめ

青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖と十勝沖・根室沖から色丹島沖及び択捉島沖との波源域について、大間原子力発電所への津波の影響を検討した結果、敷地においては青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震に伴う津波の方が影響が大きいことが確認された (P. 2. 3. 1-28) ことから、基準波源モデルの想定波源域は、青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖に設定する。



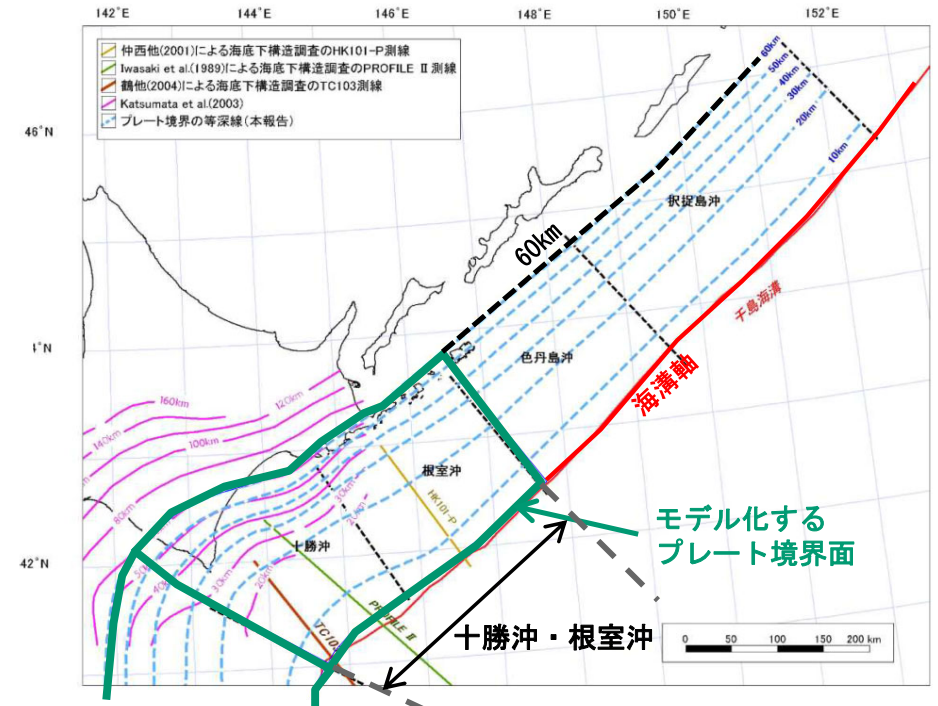
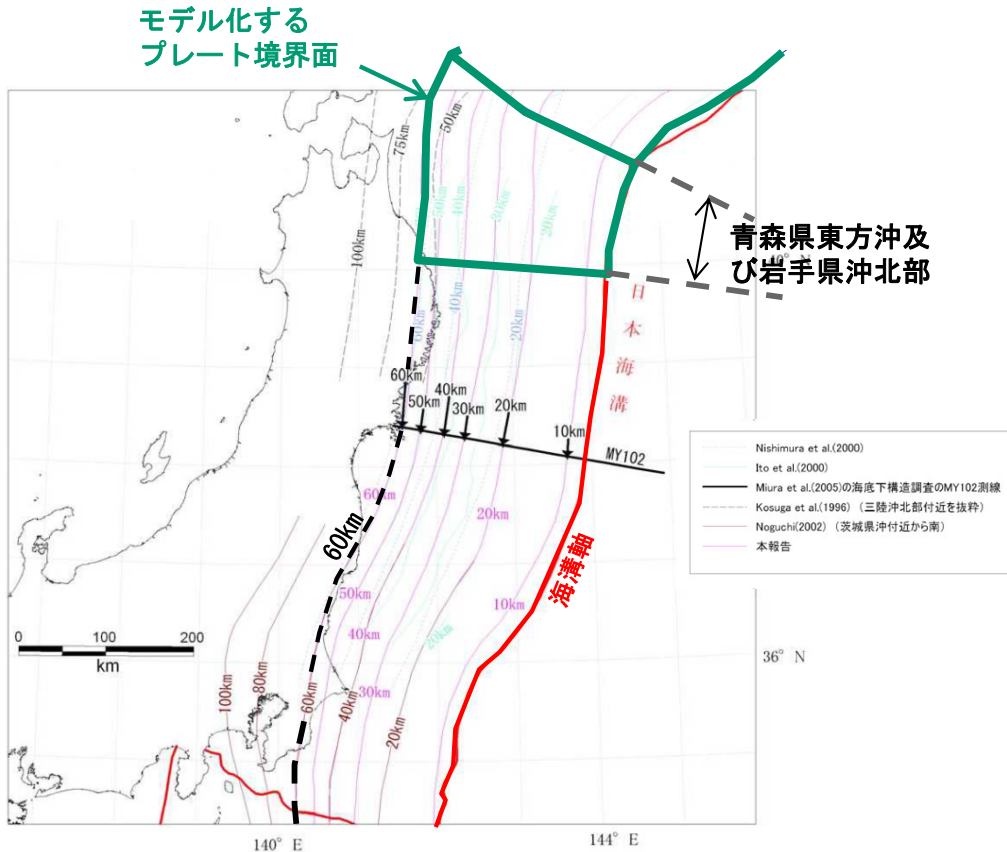
青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖の連動型地震

基準波源モデルの想定波源域

(余白)

プレート境界面形状, 断層面積の設定

第627回審査会合
資料1-1 P.134一部修正



微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線 (十勝沖～根室沖)
地震調査研究推進本部 (2004) (8) に一部加筆

微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線 (三陸沖～房総沖)
地震調査研究推進本部 (2012) (57) に一部加筆

- ・ 地震調査研究推進本部 (2004, 2012) (8), (57) が示している微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線をプレート境界面の形状として, 地震発生域の深さの下限 (60km) から海溝軸までを波源域として考慮した。
- ・ これを基にモデル化し, 断層面積を算出・設定した。

平均応力降下量の設定

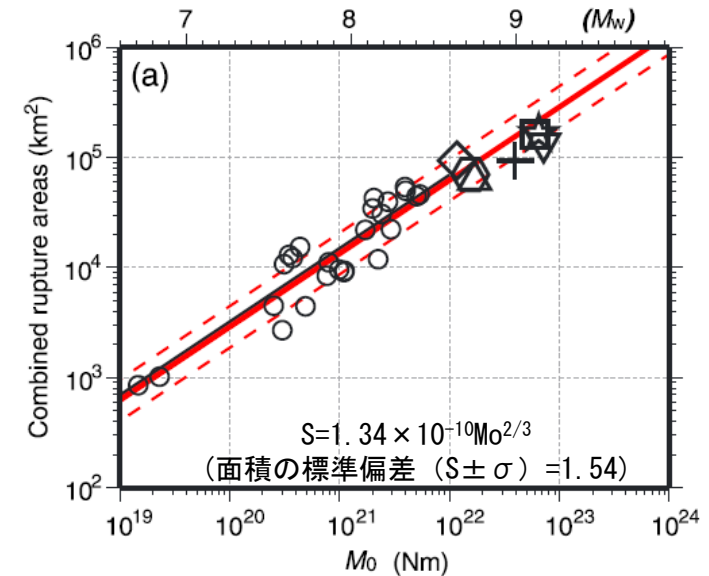
第627回審査会合
資料1-1 P.135再掲

津波観測データを用いた解析による平均応力降下量の整理

Earthquake	Reference	data	Mo (N m)	Mw	S (km ²)	σ (MPa)	log ₁₀ (Δσ)	地震別中央値
2003 Tokachi-oki	Tanioka et al. (2004)	Tu	1.00E+21	8	9600	2.6	0.41	0.41
1946 Nankai	Satake (1993)	Tu, G	3.90E+21	8.3	59400	0.7	-0.15	-0.05
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	4.00E+21	8.3	54000	0.8	-0.10	
	Tanioka and Satake (2001a)	Tu	5.30E+21	8.4	52650	1.1	0.04	
	Baba et al. (2002)	Tu	4.90E+21	8.4	52650	1	0.00	
1944 Tonankai	Satake (1993)	Tu, G	2.00E+21	8.1	48600	0.5	-0.30	-0.22
	Kato and Ando (1997)	Tu, G	2.80E+21	8.2	43200	0.8	-0.10	
	Tanioka and Satake (2001b)	Tu	2.00E+21	8.1	42525	0.6	-0.22	
東北地方太平洋沖地震	内閣府	Tsunami+GPS	4.21E+22	9.0	1.20E+05	2.5	0.39	0.39
2010年チリ地震	Lorito et al.(2011)	GPS+Tsunami+InSAR	1.55E+22	8.8	130000	0.8	-0.08	-0.08
2004年スマトラ地震	Lorito et al.(2010)	GPS+Tsunami+衛星	6.63E+22	9.15	315000	0.9	-0.03	0.07
	Fujii and Satake	Tsunami+衛星	6.00E+22	9.12	220000	1.5	0.16	

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

内閣府(2012) (58) に一部加筆



破壊領域 (S) とMoの関係
Murotani et al. (2013) (77) に一部加筆

平均応力降下量 Δσ = 1.57MPa
S + σ 時の平均応力降下量 Δσ = 0.82MPa
S - σ 時の平均応力降下量 Δσ = 3.00MPa

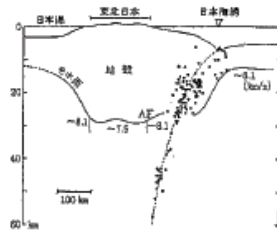
- 内閣府(2012) (58) では、巨大地震の津波断層モデルの平均応力降下量の平均値は1.2MPaであり、平均値に標準偏差を加えた値は2.2MPaであること等を踏まえ保守的に、南海トラフにおける巨大地震の津波断層モデルで用いる平均応力降下量として3.0MPaを採用している。
- Murotani et al. (2013) (77) による日本付近で発生したM7~8クラスの11個のプレート境界地震及び7つの巨大地震*1の津波断層モデルを説明するスケリング則において、円形破壊面を仮定したスケリング則*2から、S-Moの関係式の平均応力降下量 Δσ を算定すると1.57MPaであり、面積の標準偏差 (S ± σ) を考慮すると、平均応力降下量 Δσ は最大で3.0MPa程度となる。

*1: 2011年東北地方太平洋沖地震, 2010年チリ地震, 2004年スマトラ地震, 1964年アラスカ・アリューシャン地震, 1960年チリ地震, 1957年アリューシャン地震, 1952年カムチャツカ地震

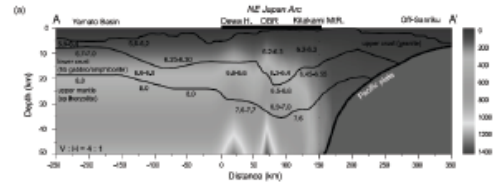
*2: $Mo = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$

剛性率の設定

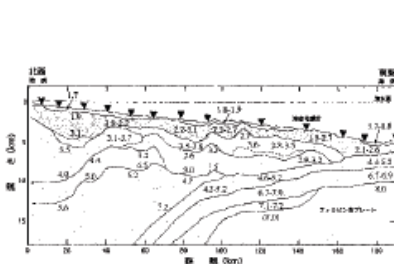
第627回審査会合
資料1-1 P.136一部修正



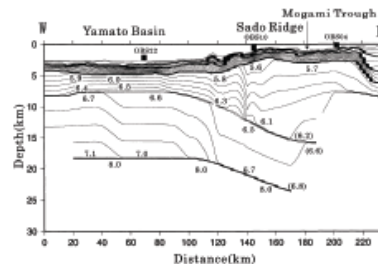
(a) 東北日本周辺 (吉井, 1977)



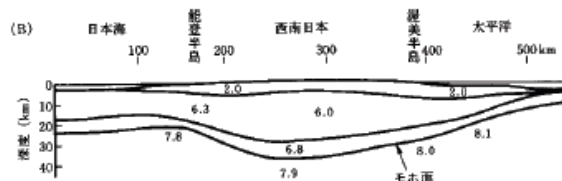
(b) 東北日本周辺 (武藤・大園, 2012) ©日本地質学会



(c) 日向灘沖 (宮町・後藤, 1999)



(d) 秋田沖日本海東縁部 (西坂ほか, 2001)



(e) 西南日本周辺 (周藤・牛来, 1997)

P波速度構造に関する既往研究例 土木学会 (2016) (33)

- 土木学会 (2016) (33) では、地震波速度や密度に関する既往研究に基づき、海域毎に標準値が設定されている。
- 想定した波源域は深さ20km以浅の浅部と以深の深部とを跨ぐことから、浅部と深部の中間的値である $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ を採用した。

Vp/Vs比に関する既往研究例

地域	上部地殻	下部地殻	上部マントル	文献・備考
近畿	1.67		1.78	Yoshiyama(1957)
西南日本	1.68		1.75~1.79	角田(1968)
紀伊半島	1.716±0.021			渡辺・黒磯(1967)
東北			1.77	宇津(1969)
中国	1.70~1.71	1.73		Hashizume(1970)
東北	1.66	1.75	1.70~1.75 1.75~1.80	堀内ほか(1977) マントルの値は火山フロントの東西
近畿北部	1.70			黒磯・渡辺(1977)
函館群発	(1.66)			高波ほか(1980) 表層の値
中部東海	1.68±0.02	1.75~1.81	1.77	Ukawa and Fukao(1981) 真の V_p , V_s から求めた値
四国	(1.58~1.65) 1.731	1.75	1.73	岡野・木村(1983) ()内は表層の値
飛騨周辺 長野県 北関東 甲府周辺 富士箱根 甲府周辺	1.67±0.01 1.69±0.01 1.71±0.01 1.69±0.01 1.69~1.78 1.66~1.71			橋田・鶴川(1995)
日航付近 長野県西部 兵庫県南部	1.682±0.016 1.700±0.053 1.680±0.023	1.686※ 1.686※ 1.76※	1.90 1.76※	大東・伊藤(1995) ※は真の V_p , V_s から求めた値

土木学会 (2016) (33)

震源付近の媒質の剛性率の標準値

海域	根拠	剛性率
<ul style="list-style-type: none"> 西南日本陸側プレート内 日本海東縁部 プレート境界浅部 (断面全体が深さ20km以浅に存在する場合) 	$V_p=6.0 \text{ km/s}$ $V_p/V_s=1.6\sim 1.7$ $\rho=2.7\sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ とすれば、 $\mu=3.36 \times 10^{10}\sim 3.94 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$3.5 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ $(3.5 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> 海洋プレート内 プレート境界深部 (断面全体が深さ20km以深に存在する場合) 	$V_p=8.0\sim 8.1 \text{ km/s}$ $V_p/V_s=1.75\sim 1.80$ $\rho=3.2\sim 3.5 \text{ g/cm}^3$ とすれば、 $\mu=6.31 \times 10^{10}\sim 7.50 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$7.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ $(7.0 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> プレート境界中央部 (断面が深さ20km以浅と以深にまたがって存在する場合) 	浅部と深部の中間的値とする。	$5.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ $(5.0 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2)$

土木学会 (2016) (33) に一部加算

2011年東北地方太平洋沖地震及び世界のM9クラスの超巨大地震について、大すべり域・超大すべり域に関する知見を整理した主な結果は以下のとおりである。(補足説明資料P.3.1-16, P.3.2-21参照)

・2011年東北地方太平洋沖地震の知見

- ✓ 内閣府 (2012) ⁽⁵⁸⁾ では、2011年東北地方太平洋沖地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合について、平均すべり量の2倍以上の面積比は全体面積の18%程度、平均すべり量の4倍程度の面積比は全体面積の約5%と整理されている。
- ✓ また、これは、その他各研究機関の波源モデルのすべり分布特性とも整合的である。

・世界のM9クラスの超巨大地震の知見

- ✓ 内閣府 (2012) ⁽⁵⁸⁾ では、世界の巨大地震の津波断層モデルにおける大きなすべり領域の割合について、平均すべり量の2倍以上の面積比は全体面積の20%程度と整理されている。
- ✓ また、各研究機関の主な波源モデルのすべり分布特性を整理した結果、最大すべり量と平均すべり量の比は1.4~3.6程度であり、全体の波源域面積に対する平均すべり量の2倍以上の面積比は14%~25%である。

3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル (津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮) (P.2.3.1-5参照)

3.11地震・津波の知見を反映した波源モデル (沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮) (P.2.3.1-5参照)

前頁 (P.2.3.1-34) 及び3.11地震による津波等の再現性^{※1}を踏まえ, 3.11地震・津波の知見を反映 (津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮) した基準波源モデル及び3.11地震・津波の知見を反映 (沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮) した波源モデル (P.2.3.1-5参照) の設定において大すべり域, 超大すべり域を以下のとおり設定した。

- ・大すべり域: 基本すべり量^{※2}の2倍, 全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- ・超大すべり域: 基本すべり量^{※2}の4倍, 全体面積の5%程度

※1: 大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルは, 3.11地震の大すべり域の地殻変動量及び沖合の観測波形を良好に再現する。
補足説明資料「4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認」参照。

※2: 基本すべり域, 大すべり域及び超大すべり域のすべり量が1:2:4となるように設定した基本すべり域のすべり量

3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル (P.2.3.1-5参照)

前頁 (P.2.3.1-34) を踏まえ, 3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル (P.2.3.1-5参照) の設定において大すべり域, 超大すべり域を以下のとおり設定した。

- ・大すべり域: 平均すべり量の2倍, 全体面積の20%程度 (超大すべり域を含む)
- ・超大すべり域: 平均すべり量の4倍, 全体面積の5%程度

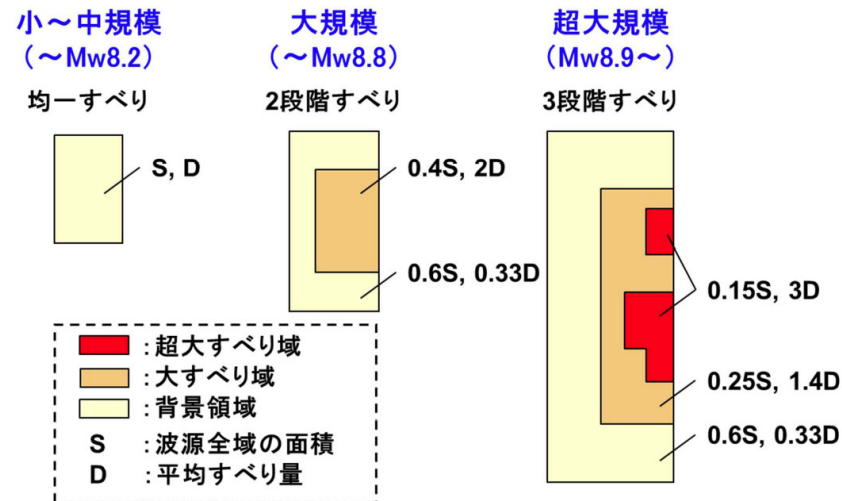
大すべり域・超大すべり域の設定 (3/3) : 杉野ほか (2014) (59) の知見

第627回審査会合
資料1-1 P.139再掲

3.11津波の知見を反映した基準波源モデル (広域津波痕跡高の再現性を考慮) (P. 2. 3. 1-5参照)

杉野ほか(2014) (59) では、プレート間地震による津波に係る特性化波源モデル(Mw8.9~)のすべり分布について以下のとおり提案されている。

- ・ 大すべり域 : すべり量は平均すべり量の1.4倍, 全体面積の25%程度
- ・ 超大すべり域 : すべり量は平均すべり量の3倍, 全体面積の15%程度



微視的波源特性に係る波源領域内の空間的すべり分布の設定方法
杉野ほか (2014) (59)

上記及び3.11地震による津波等の再現性※を踏まえ、3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル (広域津波痕跡高の再現性を考慮) (P. 2. 3. 1-5参照) の設定において大すべり域, 超大すべり域を以下のとおり設定した。

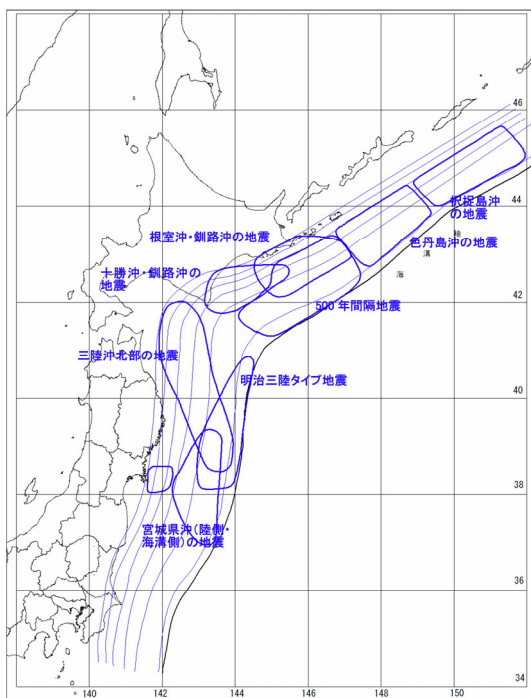
- ・ 大すべり域 : 平均すべり量の1.4倍, 全体面積の25%程度
- ・ 超大すべり域 : 平均すべり量の3倍, 全体面積の15%程度

※広域の津波特性を考慮した特性化モデルは、3.11地震の津波痕跡高を良好に再現する。
補足説明資料「4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認」参照。

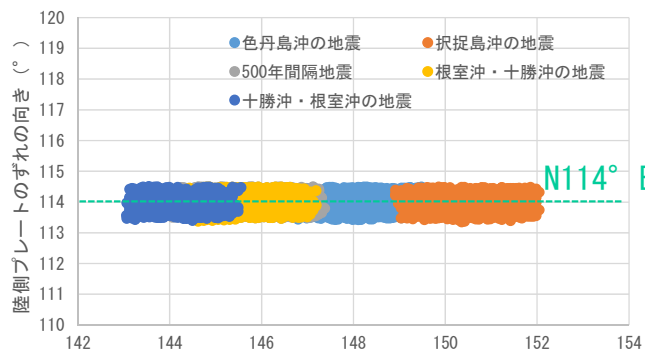
(余白)

すべり角の設定

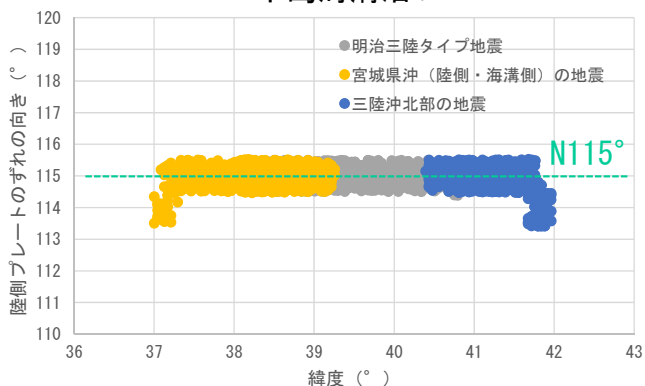
第627回審査会合
資料1-1 P.141再掲



津波を発生させる断層領域(津波の断層域)の模式図
中央防災会議(2006)⁽⁹⁾

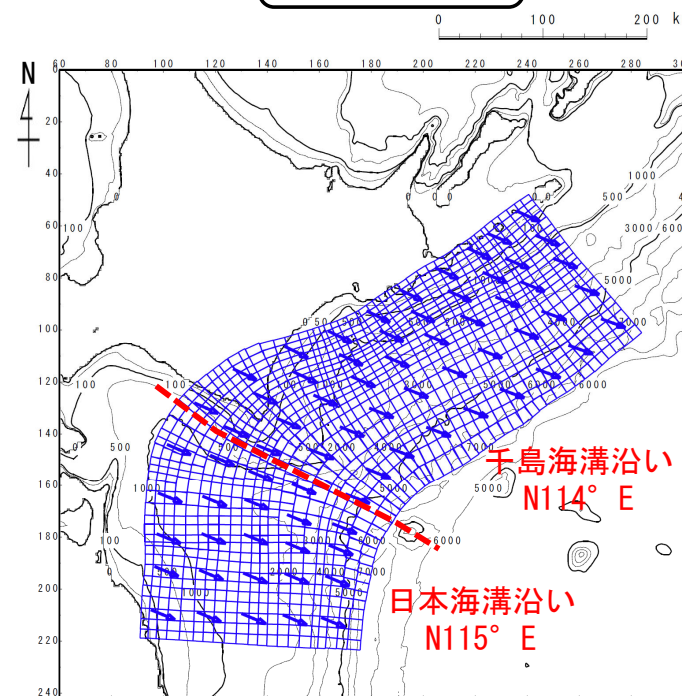


千島海溝沿い



日本海溝沿い

各断層モデルの陸側プレート(北米プレート)のずれの向きの分布
※縦軸の角度は北から時計周り
中央防災会議(2006)⁽⁹⁾のデータを使用



基準波源モデル設定で考慮する
陸側プレートのずれの向き

※ずれの方向ベクトルは40km~60km間隔
程度で表示

- 中央防災会議(2006)⁽⁹⁾では、日本海溝、千島海溝沿いの大きな地震(M7程度以上)について、インバージョン手法によって波源モデルを設定しており、各波源モデルのすべり角はGPS観測によるプレート相対運動方向(陸側プレートのずれの向き: 千島海溝沿いN114° E, 日本海溝沿いN115° E)と整合するように設定されている。
- 上記を踏まえ、千島海溝沿い及び日本海溝沿いの陸側プレート(北米プレート)のずれの向きを、それぞれN114° E及びN115° Eに設定した。
- 基準波源モデルの各要素のすべり角は、プレートの傾斜に応じて、陸側のプレートのずれの向きと整合するように設定した。

ライズタイムの設定

第627回審査会合
資料1-1 P.142再掲

- ・ 内閣府(2012)⁽⁵⁸⁾を参考に、ライズタイムは60秒間を基本とした。

○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

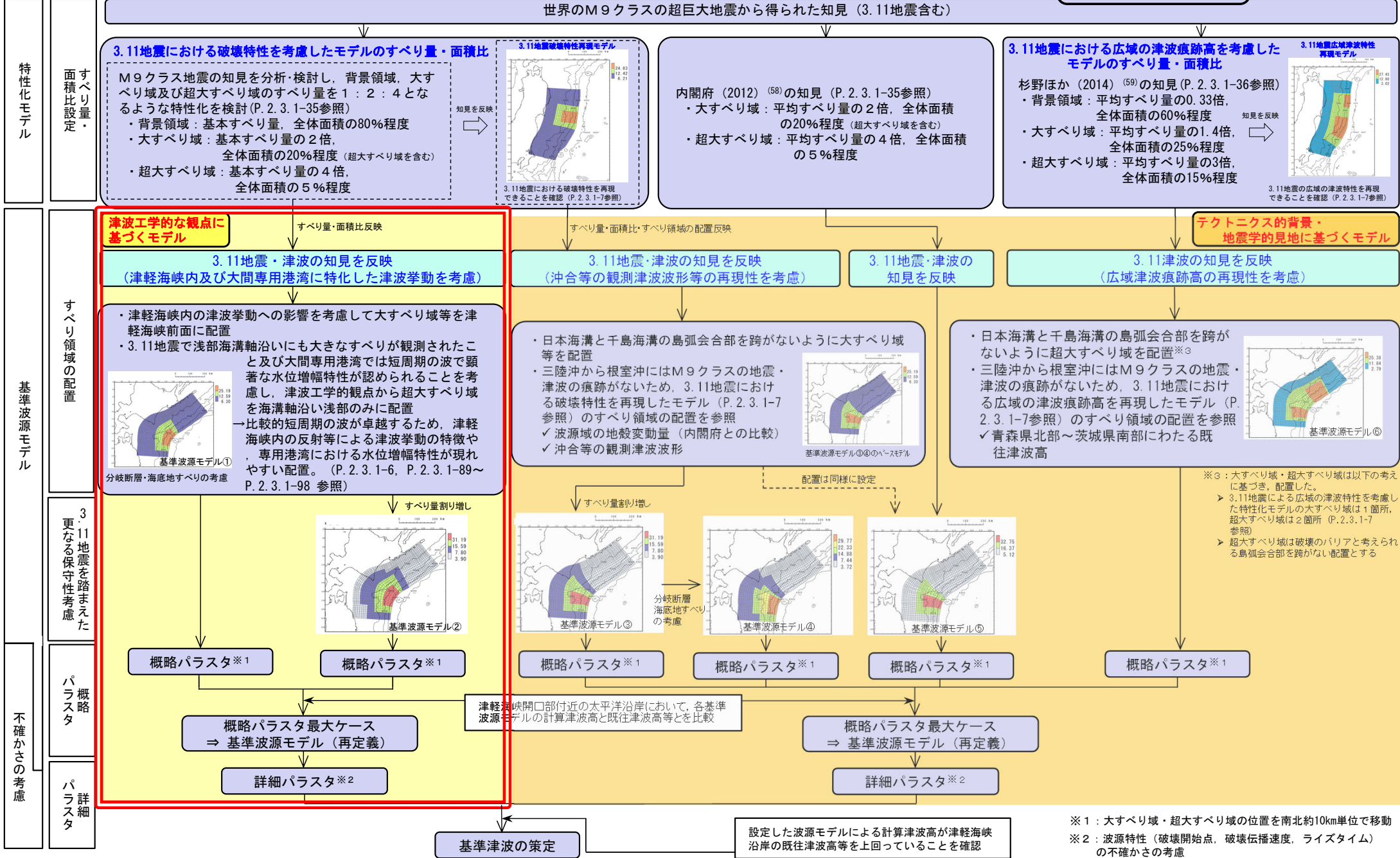
ライズタイム : 1分



第627回審査会合
資料1-1 P.143一部修正

津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデルの検討

世界のM9クラスの超巨大地震から得られた知見 (3.11地震含む)



2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (37/71) 2.3.1-41



第627回審査会合
資料1-1 P.144一部修正

基準波源モデルの設定：基準波源モデル①

3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデル（P.2.3.1-5参照）

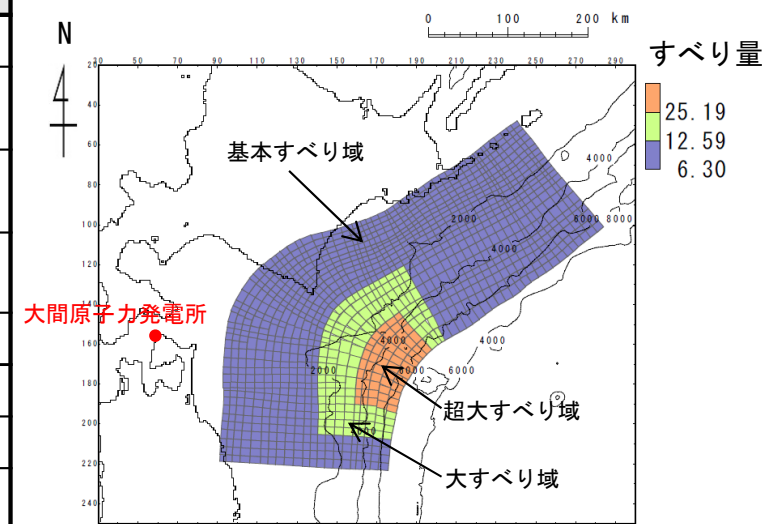
- 基準波源モデル①の想定波源域は、安全評価上、青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖とし、 $M_w=9.0$ の地震規模を想定した。
- 津軽海峡内の津波挙動への影響を考慮して、超大すべり域、大すべり域及び基本すべり域^{※1}を設定した。
- なお、超大すべり域を浅部海溝軸沿いに配置し比較的短周期の波を卓越させることにより、未知なる海溝軸付近の海底地すべりや分岐断層^{※2}の影響も考慮されている。

※1：各すべり域のすべり量については、3.11地震による津波等の再現性をも考慮して設定。
補足説明資料「4-1. 2011年東北地方太平洋沖地震による津波等の再現性確認」P.4.1-3~P.4.1-10参照。

※2：補足説明資料「4-2. 分岐断層に関する検討」参照。

基準波源モデル①のパラメータ

項目	基準波源モデル① 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード M_w	9.04	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部（2017, 2019） ^{(61), (60)}	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.08	内閣府（2012） ⁽⁵⁸⁾ 等	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会（2016） ⁽³³⁾	—
地震モーメント M_0 (N・m)	4.64×10^{22}	$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.41	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	2011年東北地方太平洋沖地震を含む世界の巨大地震の知見を参照	6.30 (87,616km ² , 79.3%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		12.59 (15,790km ² , 14.3%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		25.19 (7,066km ² , 6.4%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議（2006） ⁽⁹⁾	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府（2012） ⁽⁵⁸⁾	—



基準波源モデル①



基準波源モデルの設定：基準波源モデル②

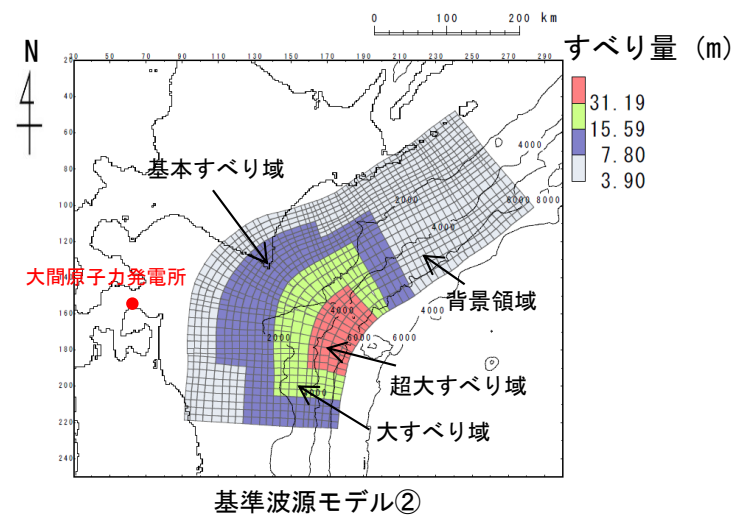
第627回審査会合
資料1-1 P. 145一部修正

3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）した基準波源モデル（P. 2.3.1-5参照）

- ・さらに、すべりの不確かさを踏まえ、より保守側の設定として基準波源モデル①に対し超大すべり域等のすべり量を割り増した基準波源モデル②を設定した。
- ・すべり量の割増しは、背景的領域にすべり量が小さな領域として、基本すべり域のすべり量の半分のすべり量を全体面積の50%に対して考慮し設定した。

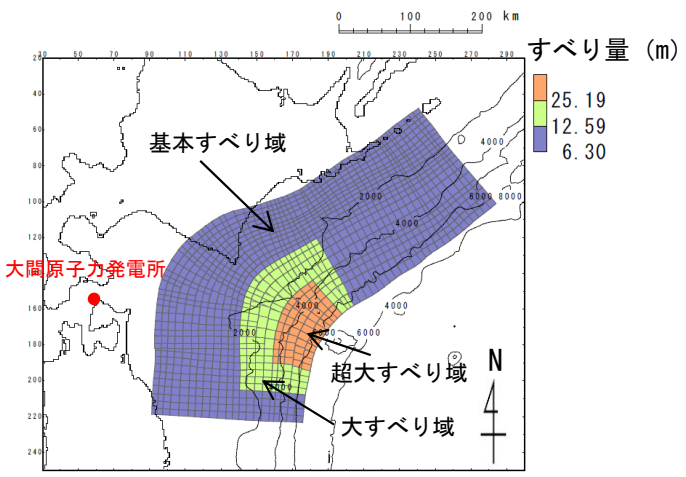
基準波源モデル②のパラメータ

項目		基準波源モデル② 【モデル化後の値】	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード M_w		9.04	9.04
断層面積 S (km ²)		110,472	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.08	3
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—
地震モーメント M_0 (N・m)		4.64×10^{22}	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)		8.40	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (全体面積の30%)	7.80 (30,619km ² , 27.7%)	7.80 (33,141km ² , 30%)
	背景領域 (m) (基本すべり域のすべり量の0.5倍, 全体面積の50%程度)	3.90 (56,997km ² , 51.6%)	3.90 (55,236km ² , 50%)
	大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の2倍, 全体面積の15%程度)	15.59 (15,790km ² , 14.3%)	15.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の4倍, 全体面積の5%程度)	31.19 (7,066km ² , 6.4%)	31.19 (5,524km ² , 5%)
ライズタイム τ (s)		60	—

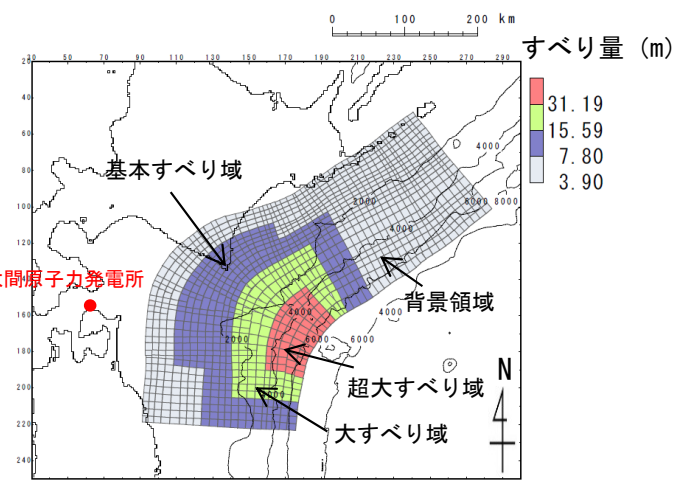


パラメータスタディ：基準波源モデル①②

- 概略パラメータスタディのステップ1として、各基準波源モデルに対しアスペリティの位置を変化させる検討を実施した。
- 概略パラメータスタディのステップ2として、ステップ1における各基準波源モデル毎の最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを対象に、アスペリティをさらに細かく移動させた検討を実施した。
- 概略パラメータスタディにおける最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを対象に、破壊様式の不確かさの考慮として、破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムを組合せた検討を実施した。



基準波源モデル①



基準波源モデル②

概略パラメータスタディ (ステップ1)

項目	変動範囲	ケース数	
アスペリティの位置	基準, 北方へ40km (N1), 80km (N2), 200km (N3), 南方へ40km (S1)	5	計 5

概略パラメータスタディ (ステップ2)

項目	変動範囲	ケース数	
アスペリティ位置	S1 (ステップ1), S1を北方へ約10km, 20km, 30km移動 (約10kmピッチで移動)	4	計 4

詳細パラメータスタディ

項目	変動範囲	ケース数	
破壊開始点	大すべり域深部の南端, 北端, 超大すべり域背後及び日本海溝と千島海溝の境界上大すべり域中央部	5	計 16
破壊伝播速度	1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※: ∞は全域同時に破壊開始	4	
ライズタイム	60s (基準: 概略パラスタケース)	1	

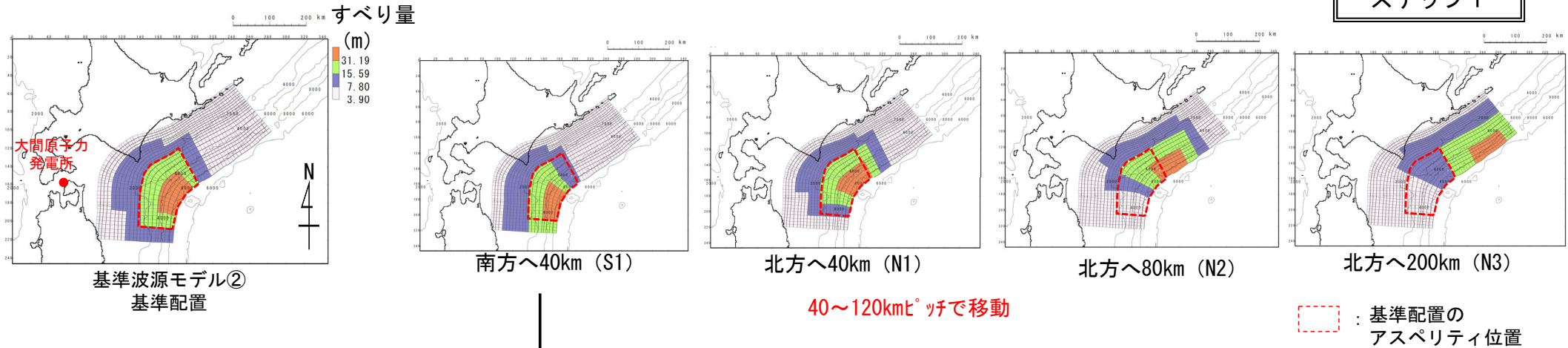
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (40/71) 2.3.1-44



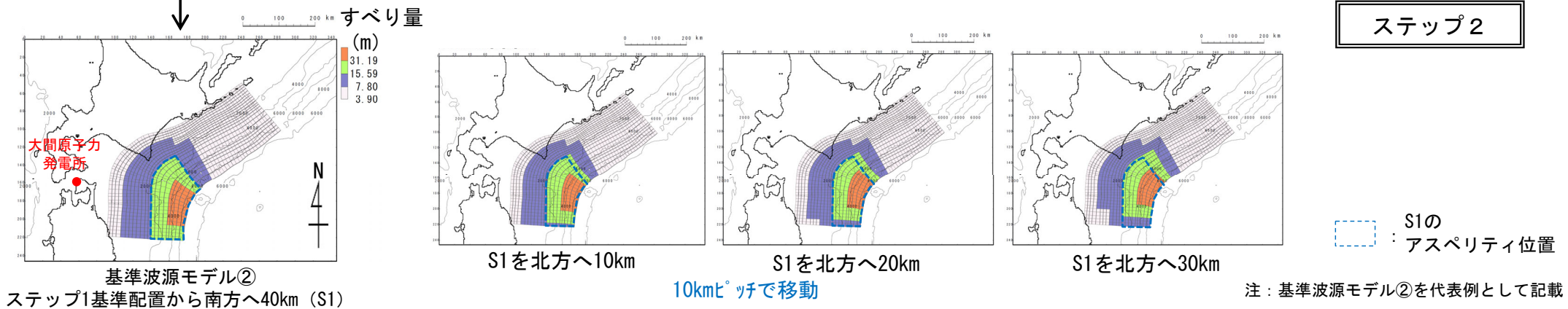
第627回審査会合
資料1-1 P.147再掲

概略パラメータスタディ (1/5) : アスペリティ位置の不確かさを基準波源モデル①②>

ステップ1



ステップ2



- 概略パラメータスタディ (ステップ1) として、大すべり域等の位置の不確かさを考慮のため、各基準波源モデルに対して、位置のパラメータスタディ (各5パターン) を実施した。
- 概略パラメータスタディ (ステップ2) として、ステップ1における各基準波源モデル毎の最大水位変動ケースの波源モデルを対象に、最大となったアスペリティ位置S1を北方へ約10kmピッチで移動させた場合の検討を実施した※。

※：アスペリティ位置の影響に関わる周期特性の検討をP. 2. 3. 1-82, P. 2. 3. 1-83に示す。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (41/71) 2.3.1-45



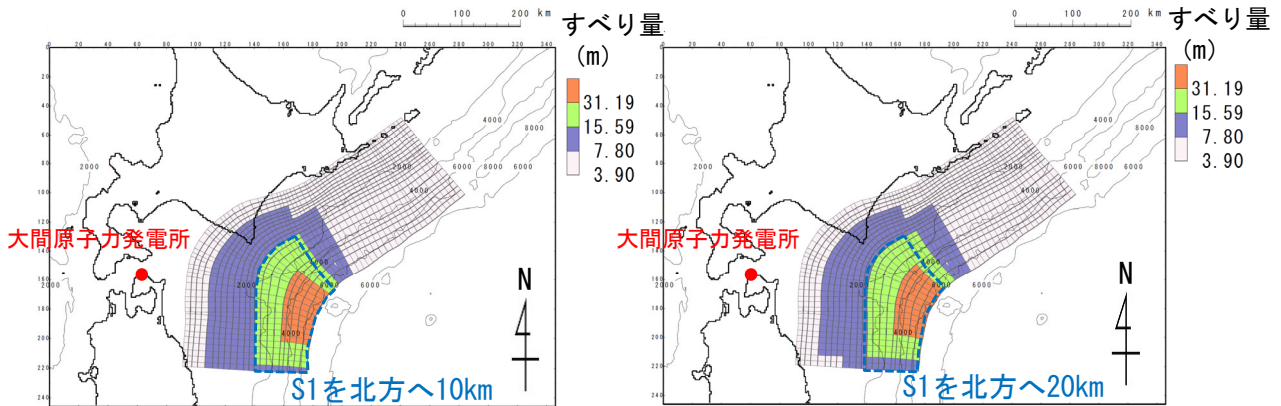
概略パラメータスタディ (2/5) : 検討結果<基準波源モデル①②>

第627回審査会合
資料1-1 P.148再掲

基準波源モデル①②に対する概略パラメータスタディの結果は以下のとおりである。

最大水位上昇ケース
 ・基準波源モデル②
 ・アスペリティ位置：S1を北方へ10km移動

最大水位下降ケース
 ・基準波源モデル②
 ・アスペリティ位置：S1を北方へ20km移動



最大ケースの波源モデル (基準波源モデル②)

S1の
アスペリティ位置

- : 概略パラスタ (ステップ1) 最大水位上昇/下降ケース
- : 概略パラスタ (ステップ2) 最大水位上昇ケース
- : 概略パラスタ (ステップ2) 最大水位下降ケース

概略パラメータスタディ (ステップ1) 結果一覧

	アスペリティの位置※1	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル①	北方へ200km (N3)	1.59m	-1.38m
	北方へ80km (N2)	1.53m	-1.54m
	北方へ40km (N1)	2.04m	-2.26m
	基準	2.83m	-2.88m
	南方へ40km (S1)	3.47m	-2.55m
基準波源モデル②	北方へ200km (N3)	1.36m	-1.21m
	北方へ80km (N2)	1.47m	-1.51m
	北方へ40km (N1)	2.18m	-2.24m
	基準	3.21m	-2.74m
	南方へ40km (S1)	3.50m	-2.91m

概略パラメータスタディ (ステップ2) 結果一覧

	アスペリティの位置※1	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	S1を北方へ30km	3.44m	-2.94m
	S1を北方へ20km	3.55m	-2.94m※2
	S1を北方へ10km	3.59m	-2.82m
	S1	3.50m	-2.91m

※1: アスペリティの位置についてはP. 2.3.1-44に示す。
 ※2: 小数第3位まで考慮すると、S1を北方へ20kmで最大

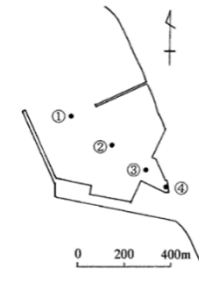
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (42/71) 2.3.1-46



第627回審査会合
資料1-1 P.149再掲

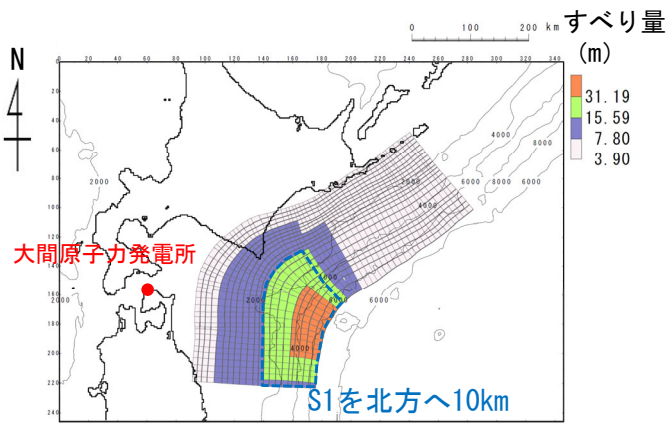
概略パラメータスタディ (3/5) : 最大水位上昇ケース検討結果<基準波源モデル①②>

基準波源モデル①②に対する敷地における概略パラメータスタディの最大水位上昇ケース検討結果は以下のとおりである。



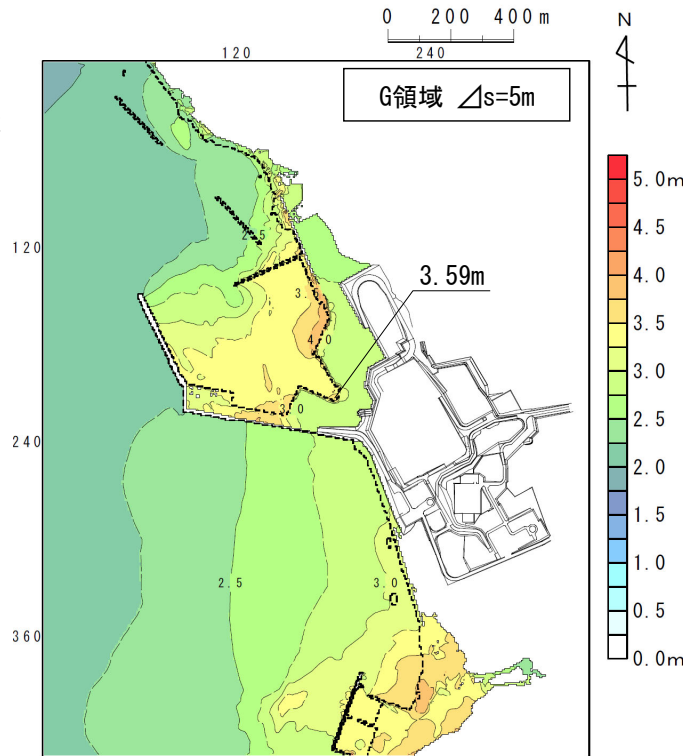
最大水位上昇ケース

- ・ 基準波源モデル②
- ・ アスペリティ位置 : S1を北方へ10km移動



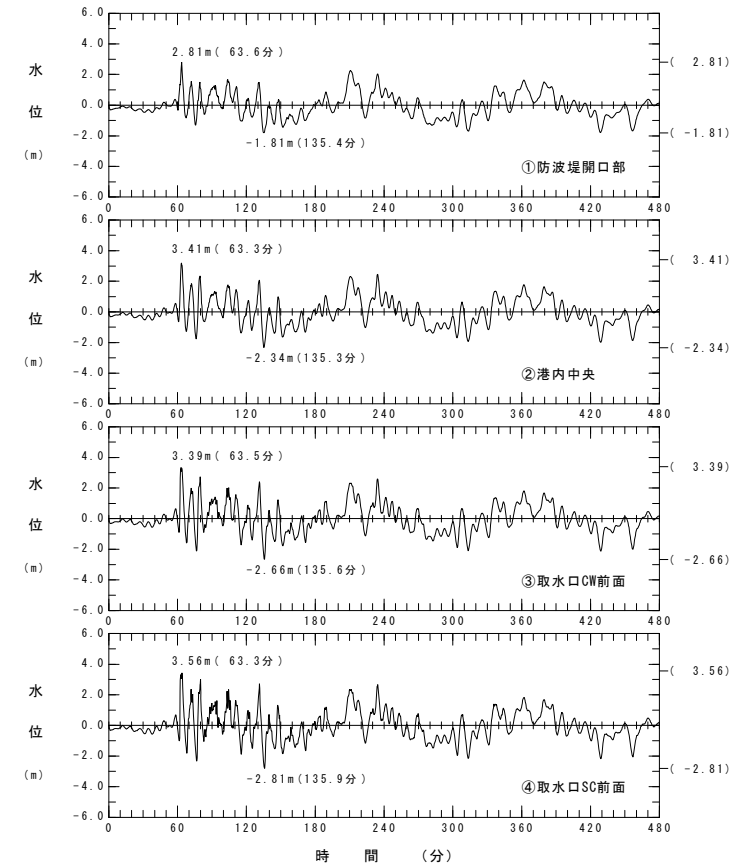
波源モデル

□ S1の
アスペリティ位置



最大水位上昇量分布

最大水位上昇ケース
(基準波源モデル②)



水位時刻歴波形

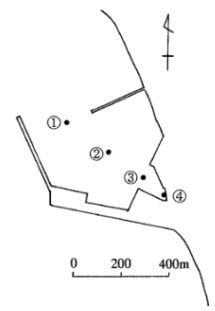
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (43/71) 2.3.1-47



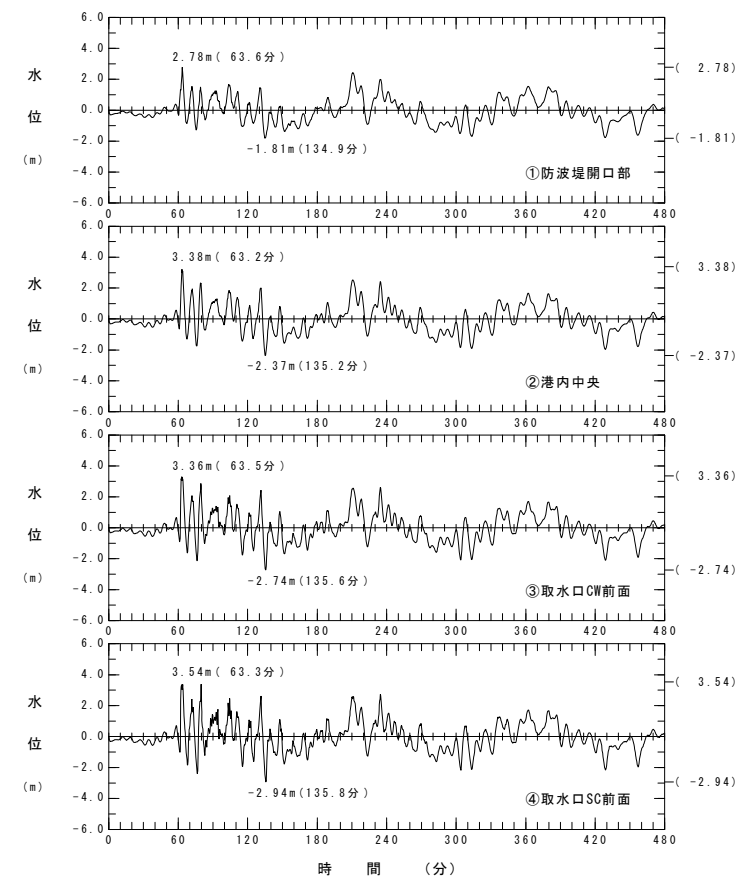
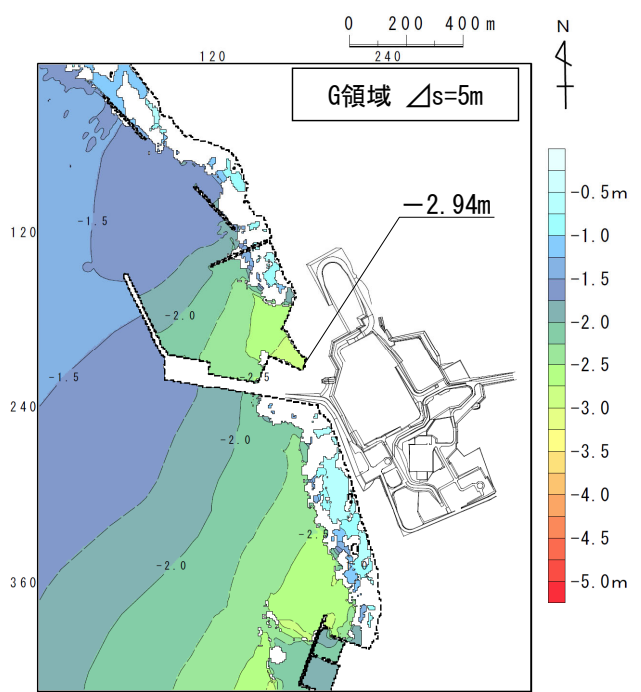
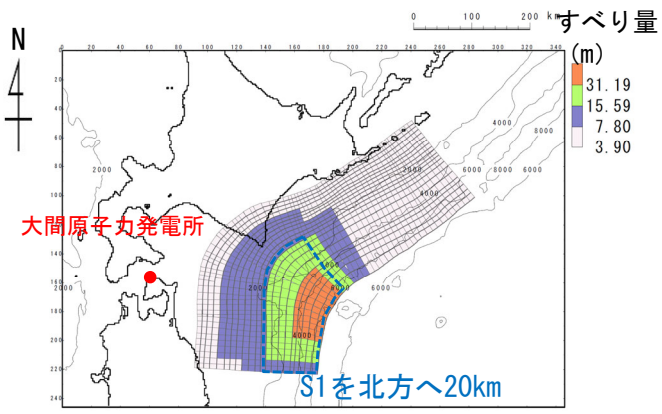
第627回審査会合
資料1-1 P.150再掲

概略パラメータスタディ (4/5) : 最大水位下降ケース検討結果<基準波源モデル①②>

基準波源モデル①②に対する取水口スクリーン室前面における概略パラメータスタディの最大水位下降ケース検討結果は以下のとおりである。



最大水位下降ケース
 ・基準波源モデル②
 ・アスペリティ位置：S1を北方へ20km移動



波源モデル

S1の
アスペリティ位置

最大水位下降量分布

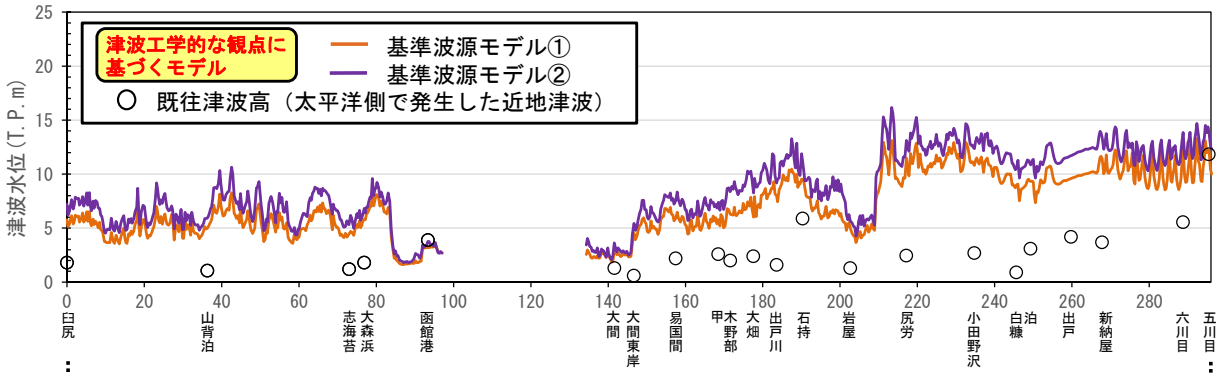
最大水位下降ケース
(基準波源モデル②)

水位時刻歴波形



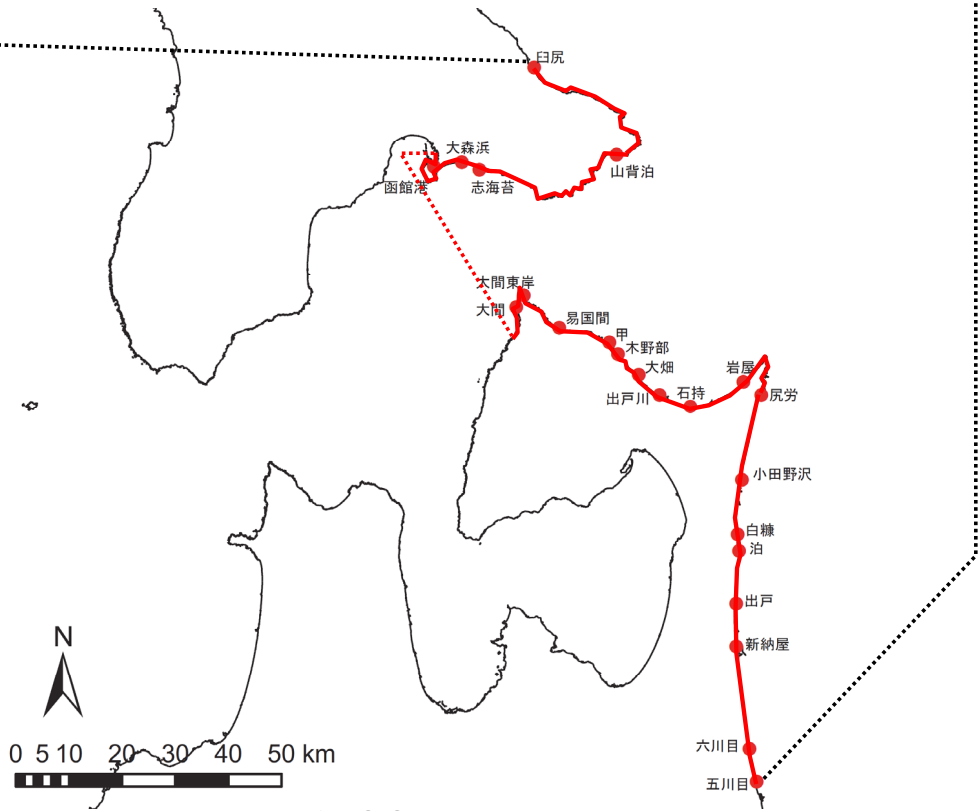
概略パラメータスタディ (5/5) : 基準波源モデル①②の比較

第627回審査会合
資料1-1 P.151一部修正, 誤りを修正

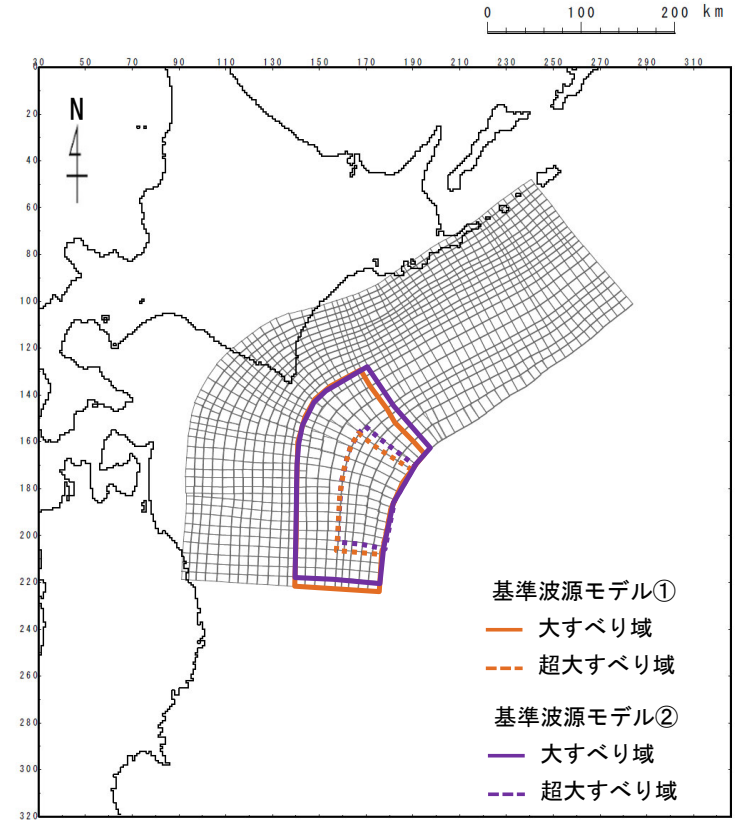


- 波源モデル選定の妥当性確認として、津軽海峡開口部付近の沿岸における基準波源モデル①②の計算津波高※1（概略パラメータスタディ上昇側最大ケース）と既往津波高※1との比較を行った。
- 基準波源モデル①②の計算津波高は、おおむね既往津波高を上回ることを確認した。

※1：計算津波高と既往津波高はP. 2. 3. 1-49に示すとおり。



基準波源モデル①②の計算津波高と太平洋側既往津波高との比較



概略パラメータスタディで上昇側最大ケースとなった各基準波源モデルの大すべり域等の位置図

審査資料の再チェックを行い、「計算津波高の分布の誤り」を修正した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (45/71) 2.3.1-49



(参考) 基準波源モデル①②の比較：既往津波高&計算津波高

第627回審査会合
資料1-1 P.152一部修正, 誤りを修正

沿岸区分	地点	既往最大津波高(m)	計算津波高(m)		
			津波工学的な観点に基づくモデル		
			基準波源モデル① (上昇側最大ケース)	基準波源モデル② (上昇側最大ケース)	
北海道	津軽海峡外	臼尻	1.80	5.78	7.21
	津軽海峡内	山背泊	1.05	4.97	5.92
		志海苔	1.20	4.43	5.31
		大森浜	1.80	5.83	6.83
		函館港	3.90	3.21	3.76
青森県	津軽海峡内	大間	1.30	3.08	3.63
		大間東岸	0.60	4.51	5.44
		易国間	2.20	5.92	7.56
		甲	2.60	6.12	7.39
		木野部	2.00	6.27	8.38
	津軽海峡外	大畑	2.40	6.02	8.25
		出戸川	1.60	8.67	10.35
		石持	5.88	9.53	11.24
		岩屋	1.30	4.98	5.64
		尻労	2.46	11.49	13.13
		小田野沢	2.70	10.81	12.37
		白糠	0.90	9.02	10.58
		泊	3.10	9.33	10.84
		出戸	4.20	9.59	11.70
		新納屋	3.70	11.44	13.39
六川目	5.56	12.67	13.85		
五川目	11.83	12.23	13.83		

審査資料の再チェックを行い、「(参考)計算津波高の一覧表の誤り」を修正した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (46/71) 2.3.1-50



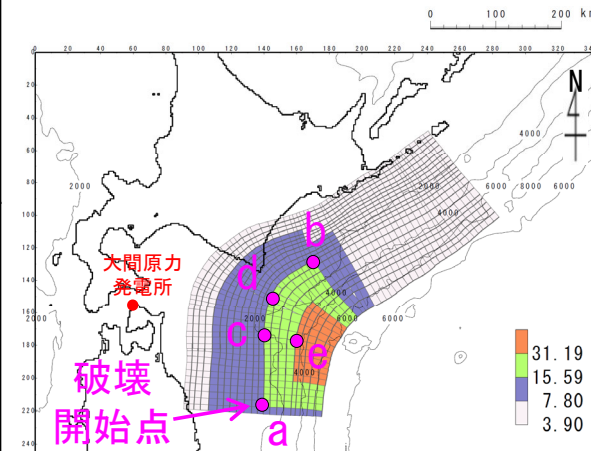
詳細パラメータスタディ (1/3) : 破壊開始点・破壊伝播速度・ライズタイム<基準波源モデル①②>

第627回審査会合
資料1-1 P.153再掲

- 基準波源モデル①②に対し、以下に示す破壊開始点、破壊伝播速度及びライズタイムを組合せた検討を実施した。

詳細パラメータスタディ

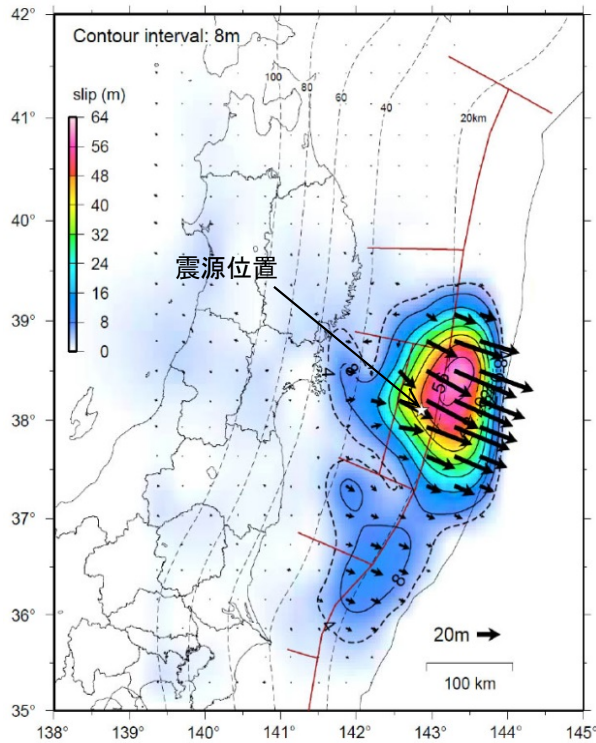
項目	変動範囲	備考
破壊開始点	<ul style="list-style-type: none"> ✓プレート境界面深度20km (大すべり域深部下端に相当) を基本として、大すべり域深部下端の「南端:a」, 「北端:b」, 「超大すべり域背後:c」, 「日本海溝と千島海溝の境界上:d」の4箇所配置 ✓不確かさ考慮として、「大すべり域中央部:e」に1箇所 (超大すべり域深部下端に相当) 配置 	右図のとおり設定 (P. 2. 3. 1-51 参照)
破壊伝播速度	<ul style="list-style-type: none"> 1.0km/s 2.0km/s 2.5km/s ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※∞は全域同時に破壊開始 	<p>1.0km/s : Fujii and Satake (2007) ⁽⁷⁸⁾ による2004年インド洋津波を再現する最適値</p> <p>2.0km/s : Satake et al. (2013) ⁽⁷⁹⁾ による2011年東北地方太平洋沖地震再現モデル</p> <p>2.5km/s : 内閣府 (2012) ⁽⁵⁸⁾ の南海トラフ大地震モデル</p>
ライズタイム	<ul style="list-style-type: none"> 60s (基準: 概略パラスタケース) 	<p>世界のM9クラスの超巨大地震から得られたライズタイムに関する知見及びそれらを踏まえた影響検討を考慮して60秒固定とした。 (補足説明資料「4-3. ライズタイムの影響検討」参照)</p>



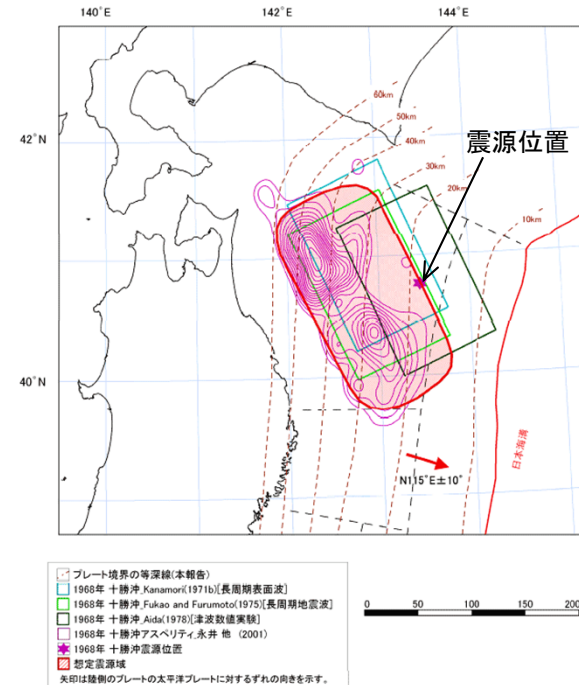
基準波源モデル①②
概略パラスタ最大ケース
(基準波源モデル②)
※代表として上昇側を例示

詳細パラメータスタディ (2/3) : 破壊開始点の不確かさ

第627回審査会合
資料1-1 P.154一部修正



東北地方太平洋沖地震の震源域
地震調査研究推進本部 (2012) ⁽⁵⁷⁾ に一部加筆



青森県東方沖及び岩手県沖北部の想定震源域
地震調査研究推進本部 (2012) ⁽⁵⁷⁾ に一部加筆

- 2011年東北地方太平洋沖地震の震源位置はプレート境界面等深線20km付近である。
- 1968年十勝沖地震の震源位置はプレート境界面等深線20km付近である。
地震調査研究推進本部 (2012) ⁽⁵⁷⁾ による
- プレート境界面等深線20kmに破壊開始点を設定することを基本として、不確かさの考慮として破壊開始点を複数ケース設定した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (48/71) 2.3.1-52

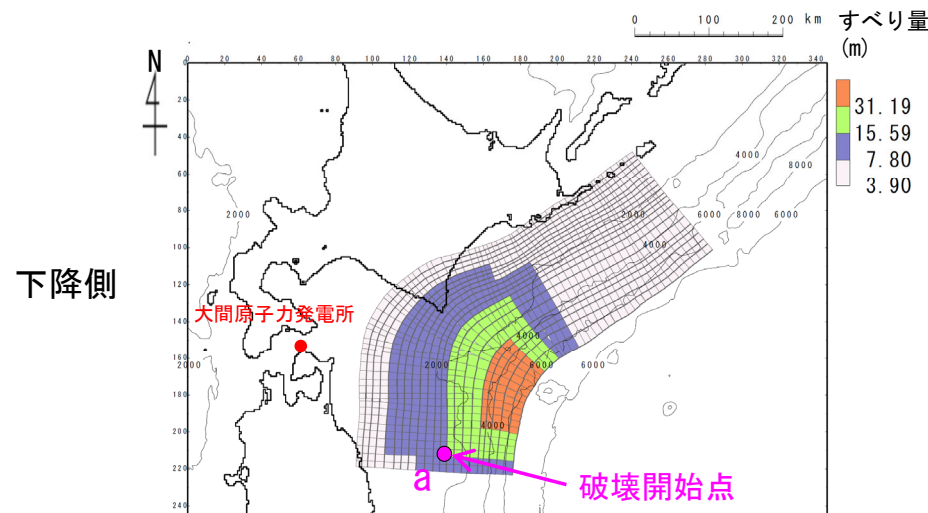
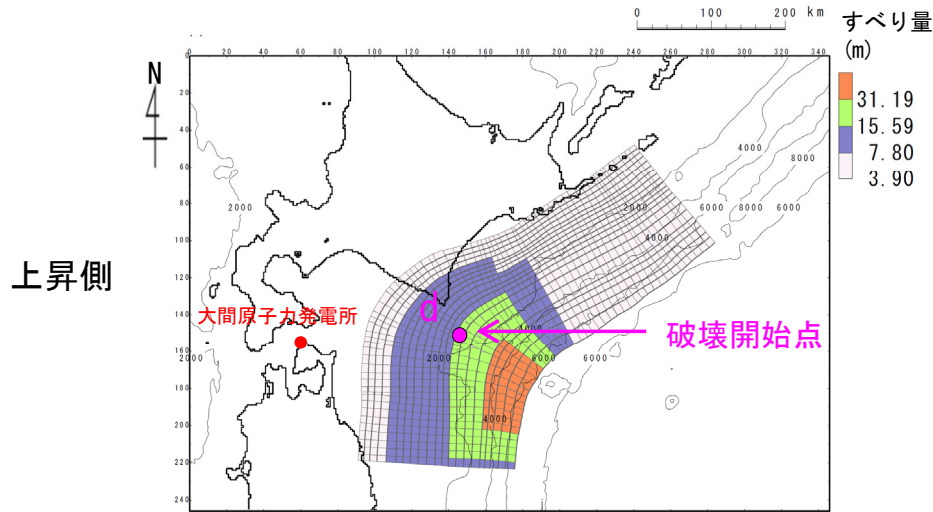


第627回審査会合
資料1-1 P.155再掲

詳細パラメータスタディ (3/3) : 検討結果<基準波源モデル①②>

詳細パラメータスタディ結果一覧

基準波源モデル①②に対する詳細パラメータスタディの結果は以下のとおりである。



最大ケースの波源モデル
(基準波源モデル②)

上昇側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	S1を北方へ10km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-3.13m
				b	3.38m	-2.10m
				c	3.36m	-2.32m
				d	3.11m	-2.22m
				e	2.98m	-2.69m
			2.0km/s	a	3.46m	-3.03m
				b	3.63m	-2.31m
				c	3.63m	-2.56m
				d	3.69m	-2.39m
				e	3.53m	-2.70m
			2.5km/s	a	3.47m	-2.99m
				b	3.57m	-2.40m
				c	3.60m	-2.61m
				d	3.67m	-2.47m
				e	3.54m	-2.72m
∞	-	3.59m	-2.82m			

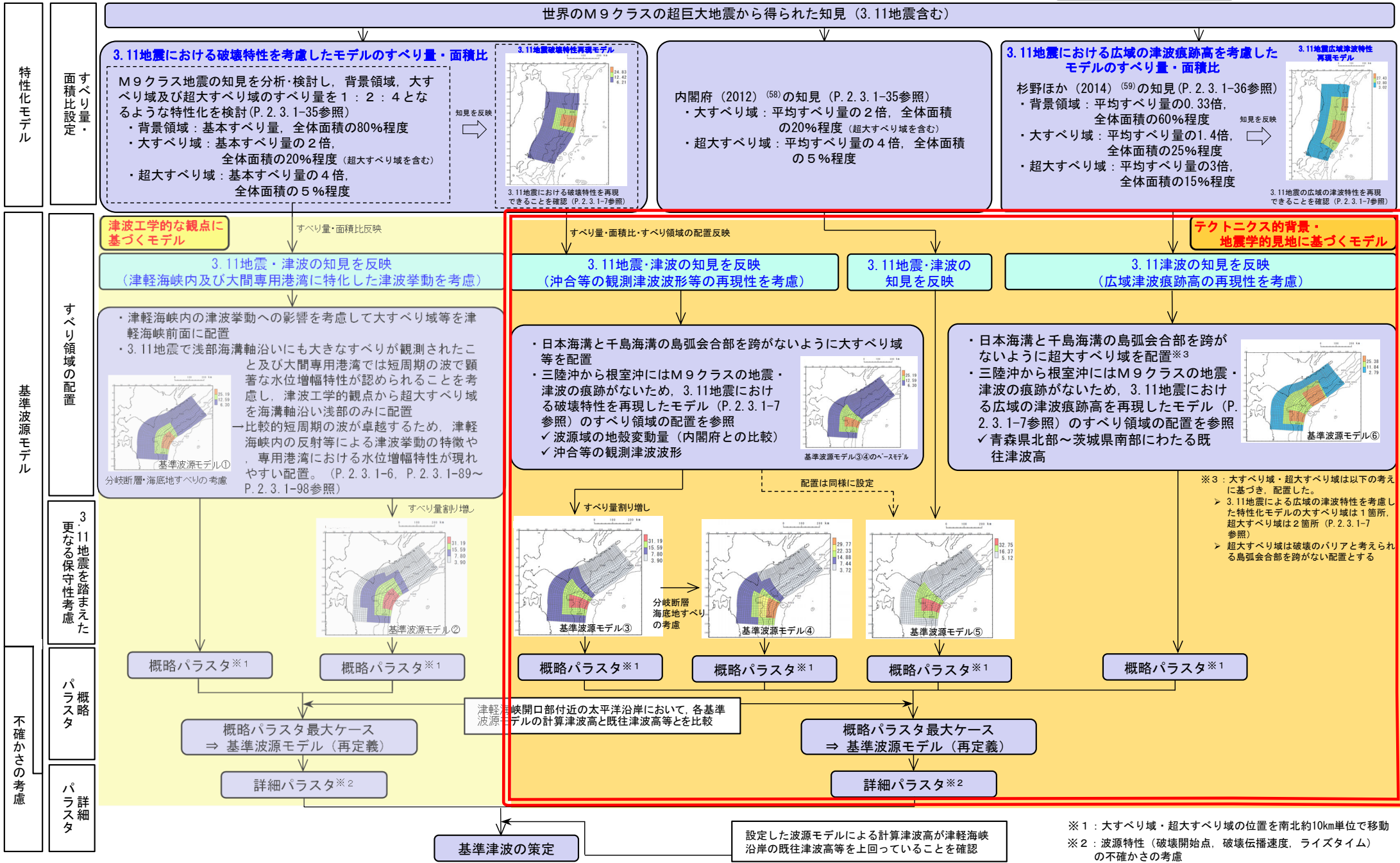
下降側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	S1を北方へ20km	60s	1.0km/s	a	2.97m	-3.00m
				b	3.61m	-2.26m
				c	3.22m	-2.45m
				d	3.28m	-2.35m
				e	3.03m	-2.78m
			2.0km/s	a	3.36m	-3.11m
				b	3.50m	-2.60m
				c	3.61m	-2.74m
				d	3.63m	-2.67m
				e	3.53m	-2.81m
			2.5km/s	a	3.41m	-3.11m
				b	3.46m	-2.67m
				c	3.59m	-2.79m
				d	3.61m	-2.73m
				e	3.54m	-2.83m
∞	-	3.55m	-2.94m			

■ : 上昇側・下降側最大ケース

基準波源モデル③~⑥の詳細パラメータスタディとの比較はP. 2. 3. 1-72, P. 2. 3. 1-73参照。

3.11地震・津波の再現性等を考慮した基準波源モデルの検討



2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (50/71) 2.3.1-54



基準波源モデルの設定：基準波源モデル③④ (1/2)

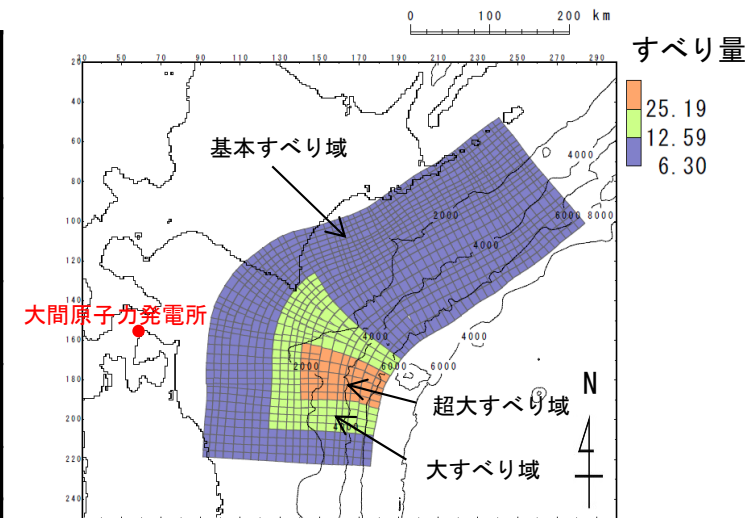
第627回審査会合
資料1-1 P.157一部修正

3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した波源モデル（P.2.3.1-5参照）

- 基準波源モデル③④のベースモデルの想定波源域は、安全評価上、青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖とし、 $M_w=9.0$ の地震規模を想定した。
- 3.11地震における大すべり域の破壊特性を考慮したモデルのすべり分布を参照し、超大すべり域、大すべり域及び基本すべり域を設定した。

基準波源モデル③④のベースモデルのパラメータ

項目	基準波源モデル③④のベースモデル【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考【設計値】
モーメントマグニチュード M_w	9.04	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部（2017, 2019）(61), (60)	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.05	内閣府（2012）(58)等（設計値3MPa）	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会（2016）(33)	—
地震モーメント M_0 (N・m)	4.59×10^{22}	$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.31	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (面積及び面積比率)	2011年東北地方太平洋沖地震を含む世界の巨大地震の知見を参照	6.30 (88,377km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		12.59 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		25.19 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議（2006）(9)	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府（2012）(58)	—



基準波源モデル③④のベースモデル

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (51/71) 2.3.1-55



基準波源モデルの設定：基準波源モデル③④ (2/2)

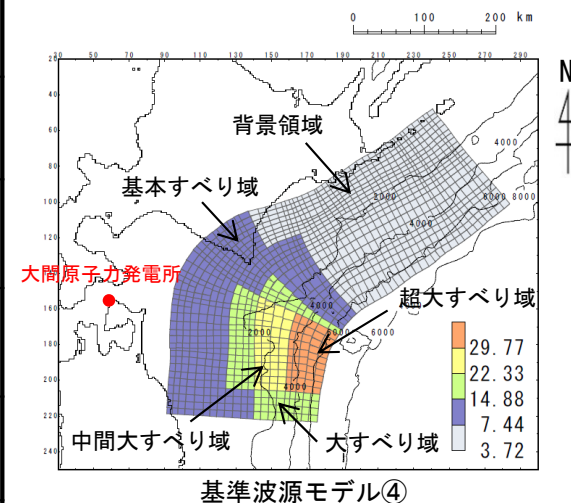
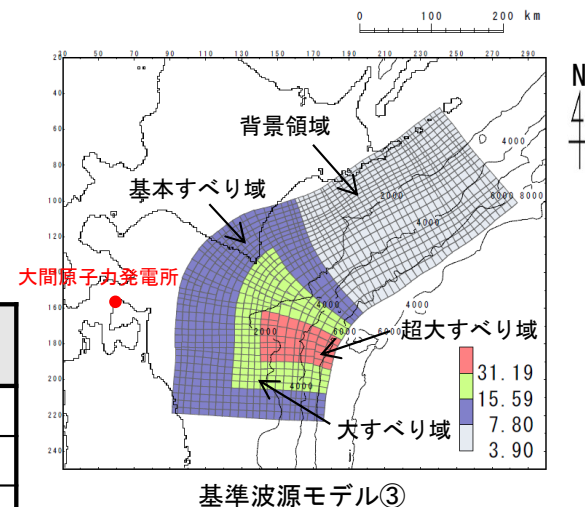
第627回審査会合
資料1-1 P.158再掲

3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）した基準波源モデル（P.2.3.1-5参照）

- ・ 基準波源モデル③④のベースモデル（P.2.3.1-54）に対し、すべりの不確かさを踏まえ、より保守側の設定として超大すべり域等のすべり量を割り増した基準波源モデル③を設定した。すべり量の割増しは、背景的領域にすべり量が小さな領域として、基本すべり域のすべり量の半分のすべり量を全体面積の50%に対して考慮し設定した。
- ・ さらに、海底地すべりや分岐断層の影響を考慮した基準波源モデル④を設定した。

基準波源モデル③④のパラメータ

項目		基準波源モデル③ 【モデル化後の値】	備考 【設計値】	基準波源モデル④ 【モデル化後の値】	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード Mw		9.05	9.04	9.04	9.04
断層面積 S (km ²)		110,472	—	110,472	—
平均応力降下量 Δσ (MPa)		3.14	3	3.08	3
剛性率 μ (N/m ²)		5.0 × 10 ¹⁰	—	5.0 × 10 ¹⁰	—
地震モーメント Mo (N・m)		4.73 × 10 ²²	4.52 × 10 ²²	4.65 × 10 ²²	4.52 × 10 ²²
平均すべり量 D (m)		8.57	8.19	8.42	8.19
すべり量	基本すべり域 (m) (全体面積の30%)	7.80 (38,853km ² , 35.2%)	7.80 (33,141km ² , 30%)	7.44 (35,022km ² , 31.7%)	7.44 (33,141km ² , 30%)
	背景領域 (m) (基本すべり域のすべり量の0.5倍、 全体面積の50%程度)	3.90 (48,879km ² , 44.2%)	3.90 (55,236km ² , 50%)	3.72 (52,259km ² , 47.3%)	3.72 (55,236km ² , 50%)
	大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の2倍、 全体面積の15%、10%程度)	15.59 (16,438km ² , 14.9%)	15.59 (16,571km ² , 15%)	14.88 (11,477km ² , 10.4%)	14.88 (11,047km ² , 10%)
	中間大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の3倍、 全体面積の5%程度)			22.33 (6,018km ² , 5.4%)	22.33 (5,524km ² , 5%)
	超大すべり域 (m) (基本すべり域のすべり量の4倍、 全体面積の5%程度)	31.19 (6,302km ² , 5.7%)	31.19 (5,524km ² , 5%)	29.77 (5,696km ² , 5.2%)	29.77 (5,524km ² , 5%)
ライズタイム τ (s)		60	—	60	—



基準波源モデルの設定：基準波源モデル⑤

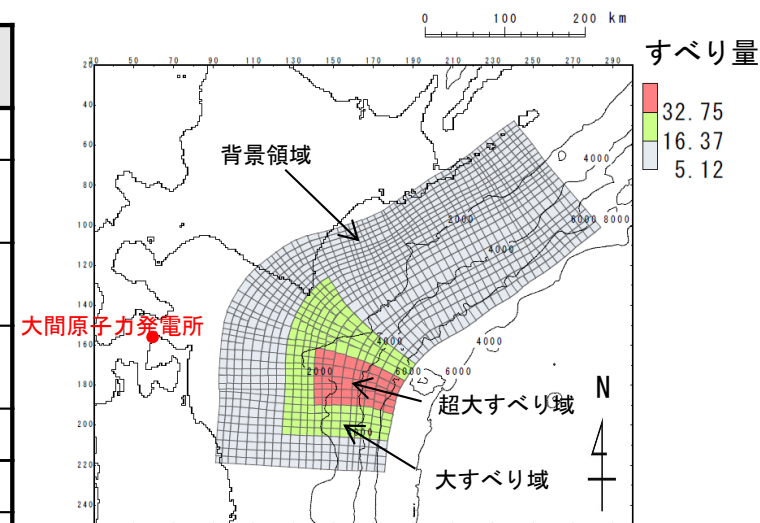
第627回審査会合
資料1-1 P.159一部修正

3.11地震・津波の知見を反映した基準波源モデル (P.2.3.1-5参照)

- 基準波源モデル⑤の想定波源域は、安全評価上、青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖とし、 $M_w=9.0$ の地震規模を想定した。
- 内閣府 (2012) ⁽⁵⁸⁾ を参照し、超大すべり域、大すべり域及び背景領域を設定した。

基準波源モデル⑤のパラメータ

項目	基準波源モデル⑤ 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード M_w	9.04	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	9.04
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部 (2017, 2019) ^{(61), (60)}	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.07	内閣府 (2012) ⁽⁵⁸⁾ 等 (設計値 3MPa)	3
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会 (2016) ⁽³³⁾	—
地震モーメント M_0 (N・m)	4.62×10^{22}	$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.52×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.37	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	8.19
すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	5.12 (87,732km ² , 79.4%)	5.12 (88,377km ² , 80%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	16.37 (16,438km ² , 14.9%)	16.37 (16,571km ² , 15%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	32.75 (6,302km ² , 5.7%)	32.75 (5,524km ² , 5%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議 (2006) ⁽⁹⁾	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2012) ⁽⁵⁸⁾	—



基準波源モデル⑤

(余白)

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (53/71) 2.3.1-58



基準波源モデルの設定：基準波源モデル⑥ (1/2)

第627回審査会合
資料1-1 P.160一部修正，誤りを修正

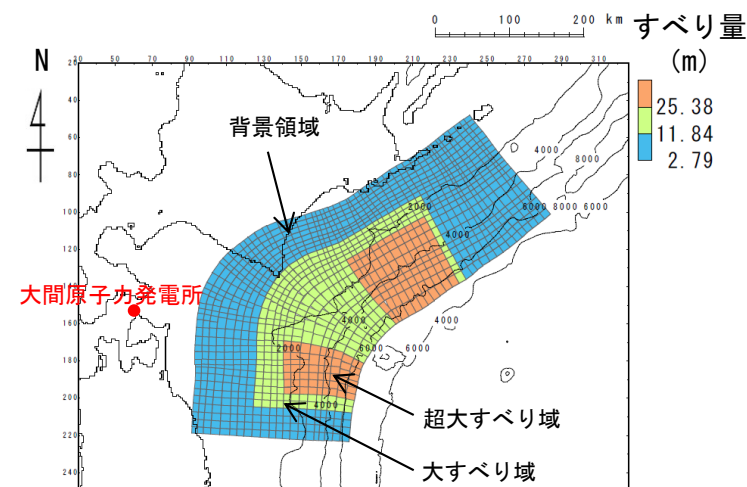
コメントNo.S5-33

3.11地震・津波の知見を反映（広域津波痕跡高の再現性を考慮）した基準波源モデル（P.2.3.1-5参照）

- 基準波源モデル⑥の想定波源域は，安全評価上，青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖とし， $M_w=9.0$ の地震規模を想定した。
- 杉野ほか（2014）⁽⁵⁹⁾に基づき，超大すべり域，大すべり域及び背景領域を設定した。なお，大すべり域等の面積は青森県東方沖及び岩手県沖北部，十勝沖・根室沖のそれぞれの領域毎に所定の面積比率を参照し設定した（P.2.3.1-59参照）。

基準波源モデル⑥のパラメータ

項目	基準波源モデル⑥ 【モデル化後の値】	主な設定根拠	備考 【設計値】
モーメントマグニチュード M_w	9.06	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	9.05
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	地震調査研究推進本部（2017, 2019） ^{(61), (60)}	—
断層面積 S (km ²)	110,472	青森県東方沖及び岩手県沖北部から十勝沖・根室沖	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	3.26	杉野ほか（2014） ⁽⁵⁹⁾ (設計値3.1MPa)	3.1
剛性率 μ (N/m ²)	5.0×10^{10}	土木学会（2016） ⁽³³⁾	—
地震モーメント M_0 (N・m)	4.92×10^{22}	$M_0 = 16 / (7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2}$	4.67×10^{22}
平均すべり量 D (m)	8.90	$D = M_0 / (\mu \cdot S)$	8.46
すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	杉野ほか（2014） ⁽⁵⁹⁾	2.79 (66,283km ² , 60%)
	大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		11.84 (27,618km ² , 25%)
	超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)		25.38 (16,571km ² , 15%)
すべり角 λ (°)	陸側プレートのずれの向きに基づいて設定	中央防災会議（2006） ⁽⁹⁾	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府（2012） ⁽⁵⁸⁾	—



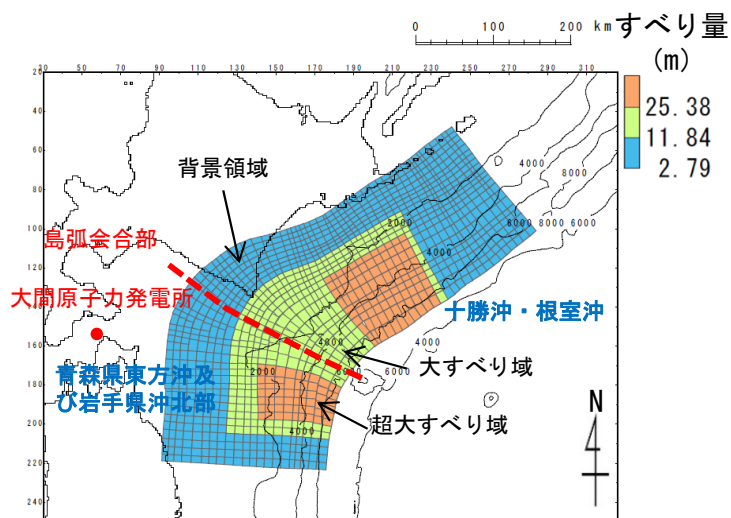
基準波源モデル⑥

審査資料の再チェックを行い、「波源モデルのパラメータ表中の平均応力降下量の誤り」を修正(3を3.1に修正)した。

基準波源モデルの設定：基準波源モデル⑥ (2/2)

3.11地震・津波の知見を反映 (広域津波痕跡高の再現性を考慮) した基準波源モデル (P. 2.3.1-5参照)

基準波源モデル⑥の詳細パラメータ



基準波源モデル⑥

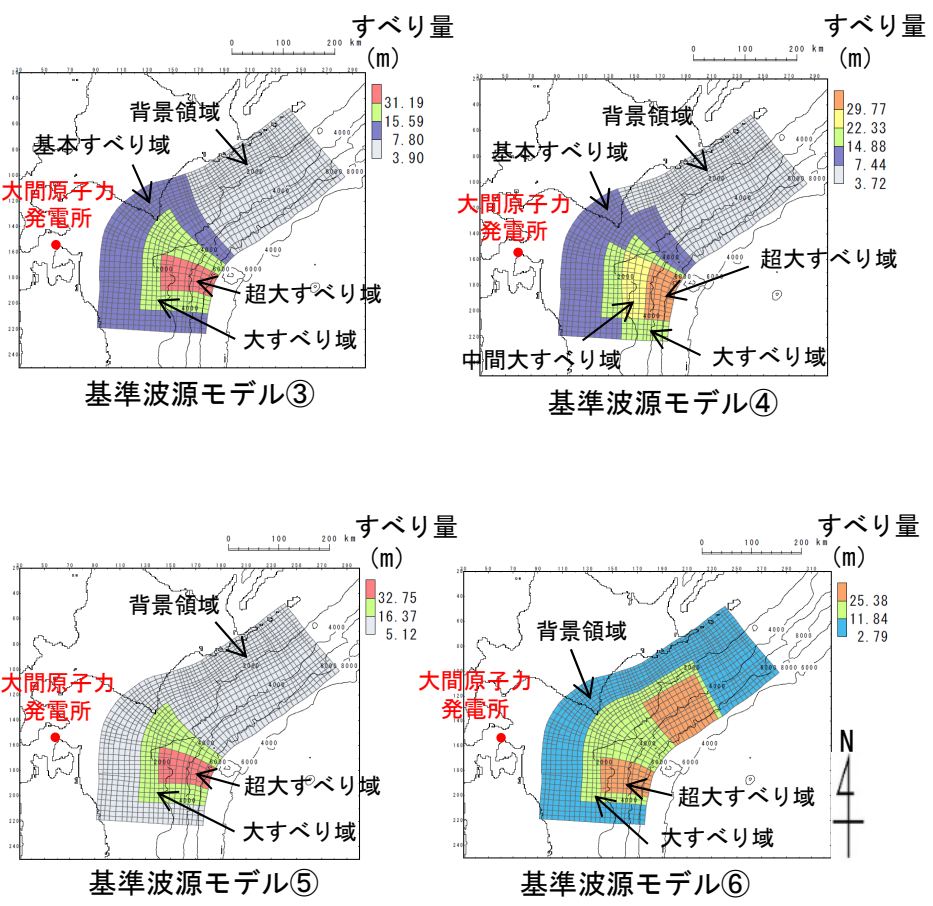
		基準波源モデル⑥ 【モデル化後の値】	備考 【設計値】	
モーメントマグニチュード M_w		9.06	9.05	
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)		3.26	3.1	
剛性率 μ (N/m ²)		5.0×10^{10}	—	
地震モーメント M_0 (N・m)		4.92×10^{22}	4.67×10^{22}	
平均すべり量 D (m)		8.90	8.46	
波源全体	面積 S (km ²)	110,472	—	
	すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (63,895km ² , 57.8%)	2.79 (66,283km ² , 60%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (27,829km ² , 25.2%)	11.84 (27,618km ² , 25%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (18,748km ² , 17.0%)	25.38 (16,571km ² , 15%)
青森県 手県 沖方 沖及 び岩	面積 S (km ²)	40,959	—	
	すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (23,789km ² , 58.1%)	2.79 (24,575km ² , 60%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (10,531km ² , 25.7%)	11.84 (10,240km ² , 25%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (6,639km ² , 16.2%)	25.38 (6,144km ² , 15%)
十勝沖・ 根室沖	面積 S (km ²)	69,513	—	
	すべり量	背景領域 (m) (面積及び面積比率)	2.79 (40,106km ² , 57.7%)	2.79 (41,708km ² , 60%)
		大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	11.84 (17,298km ² , 24.9%)	11.84 (17,378km ² , 25%)
		超大すべり域 (m) (面積及び面積比率)	25.38 (12,109km ² , 17.4%)	25.38 (10,427km ² , 15%)

注：各領域における面積比率はその領域面積に対する比率を記載

パラメータスタディ：基準波源モデル③～⑥

- 概略パラメータスタディのステップとして、各基準波源モデルに対しアスペリティの位置を変化させる検討を実施した。
- 概略パラメータスタディにおける最大水位上昇ケース及び最大水位下降ケースとなる2つの波源モデルを対象に、破壊様式の不確かさの考慮として、破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムを組合せた検討を実施した。

概略パラメータスタディ



基準波源モデル	変動範囲	ケース数
基準波源モデル③	基準※を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1) ~50km (N5), 南方へ10km (S1) ~50km (S5)。 ※青森県東方沖及び岩手県沖北部の既往地震やすべり欠損等を参照し設定	11
基準波源モデル④	基準※を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1) ~50km (N5), 南方へ10km (S1)。 ※青森県東方沖及び岩手県沖北部の既往地震やすべり欠損等を参照し設定	7
基準波源モデル⑤	基準※を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1) ~50km (N5), 南方へ10km (S1) ~50km (S5)。 ※青森県東方沖及び岩手県沖北部の既往地震やすべり欠損等を参照し設定	11
基準波源モデル⑥	青森県東方沖及び岩手県沖北部領域の超大すべり域を以下のとおり移動 基準※を10kmピッチで移動。移動範囲は、北方へ10km (N1), 20km (N2), 南方へ10km (S1)。 ※各セグメントのすべり欠損等を参照しセグメント毎に1個ずつ設定	4

詳細パラメータスタディ

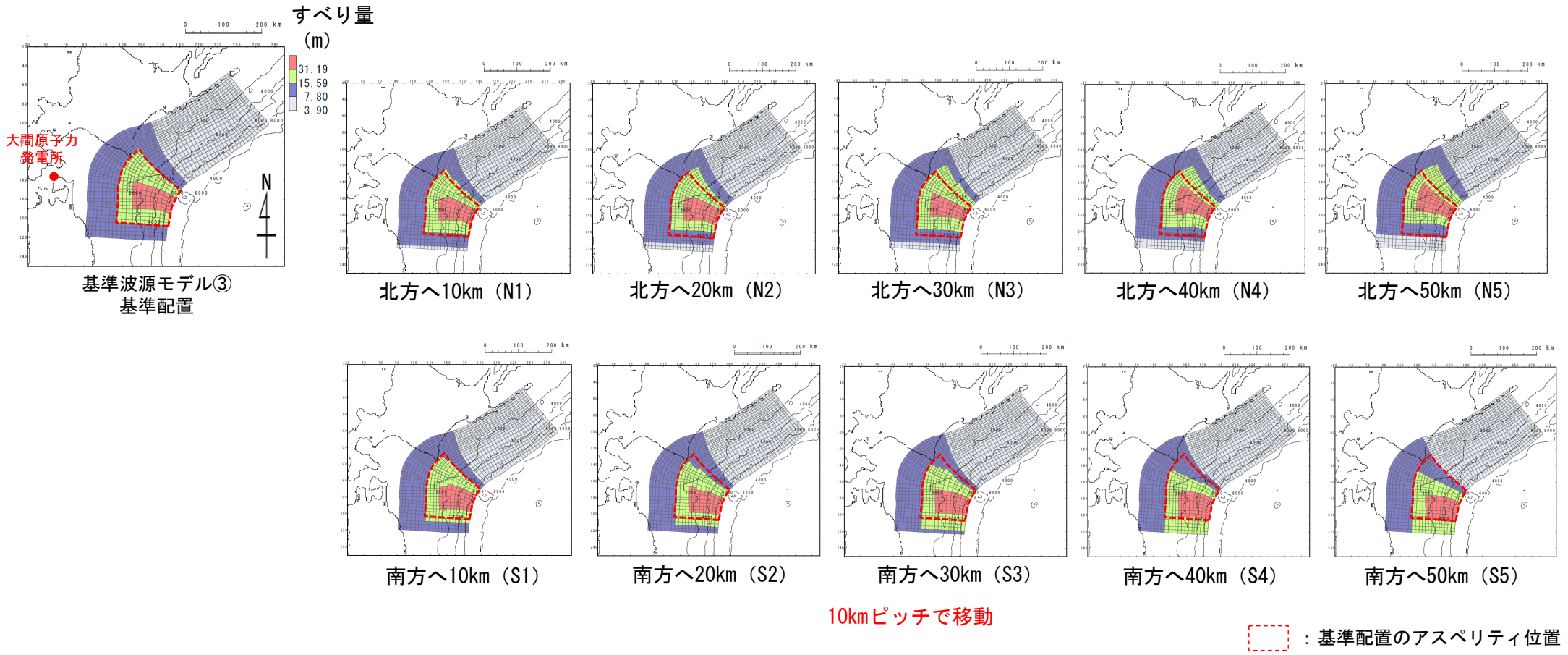
項目	変動範囲	ケース数	
破壊開始点	大すべり域の南端, 北端, 中央部 (超大すべり域深部下端に相当) 及び超大すべり域中央部	4	計 13
破壊伝播速度	1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※∞は全域同時に破壊開始	4	
ライズタイム	60s (基準: 概略パラスタケース)	1	

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (56/71) 2.3.1-61



概略パラメータスタディ (1/8) : アスペリティ位置の不確かさを基準波源モデル③>

第627回審査会合
資料1-1 P.162再掲



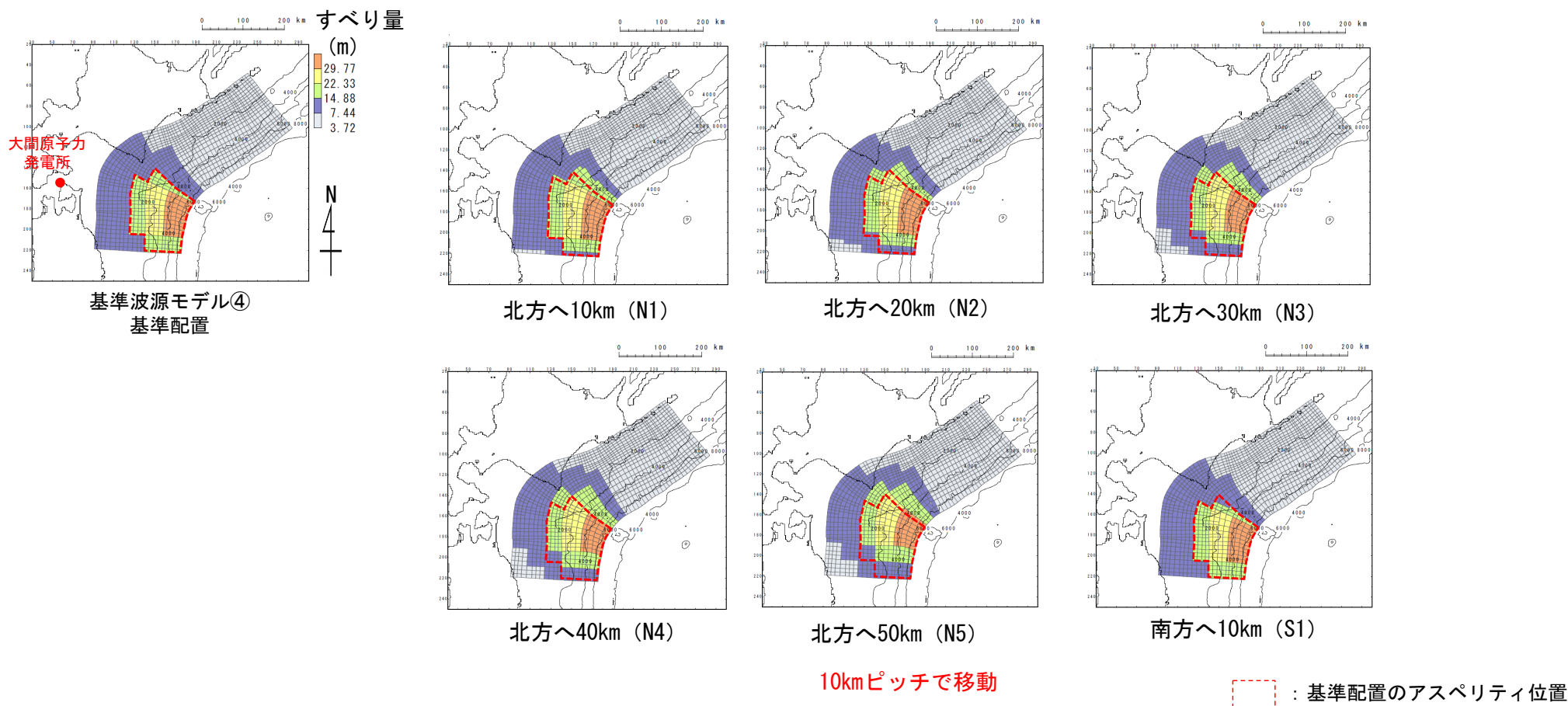
• 概略パラメータスタディとして、大すべり域等の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル③に対して、位置のパラメータスタディ (11パターン) を実施した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (57/71) 2.3.1-62



第627回審査会合
資料1-1 P.163再掲

概略パラメータスタディ (2/8) : アスペリティ位置の不確かさを基準波源モデル④>



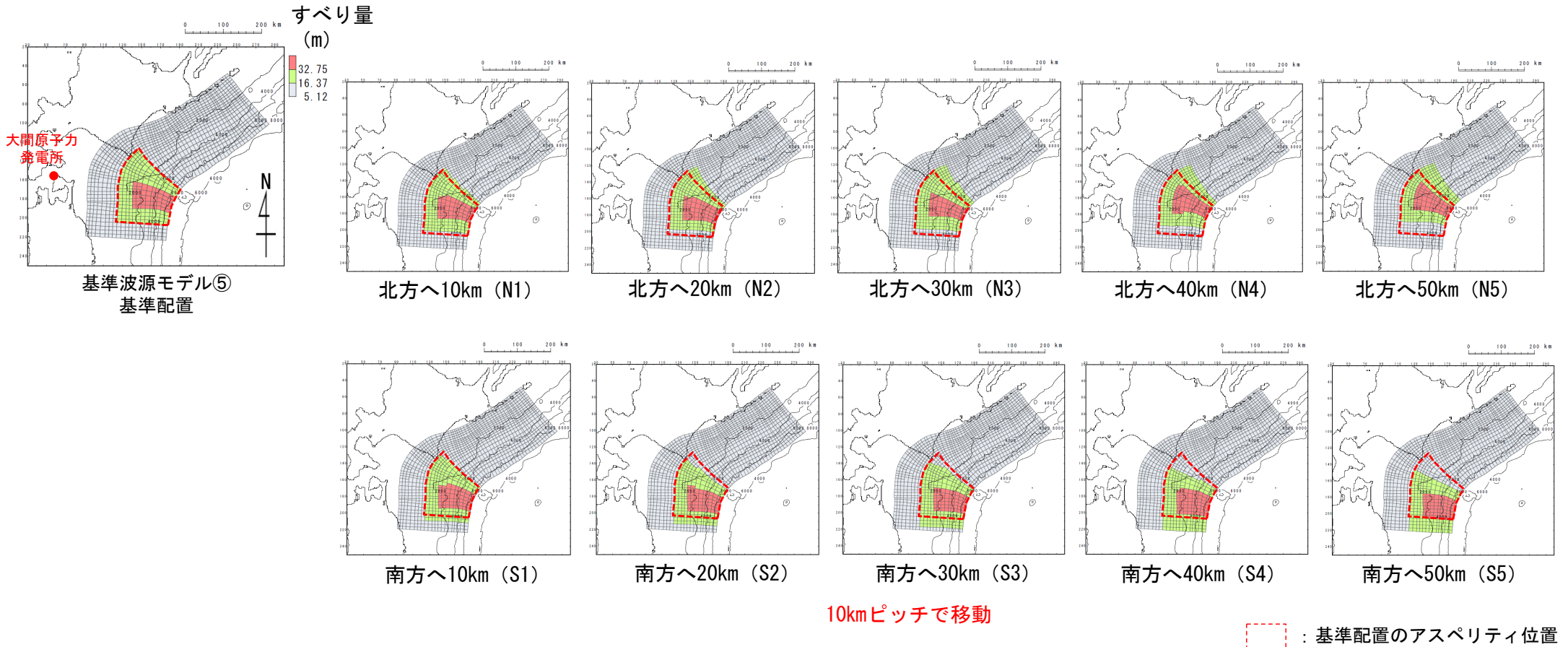
- 概略パラメータスタディとして、大すべり域等の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル④に対して、位置のパラメータスタディ (7パターン) を実施した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (58/71) 2.3.1-63



概略パラメータスタディ (3/8) : アスペリティ位置の不確かさく基準波源モデル⑤>

第627回審査会合
資料1-1 P.164再掲



- 概略パラメータスタディとして、大すべり域等の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル⑤に対して、位置のパラメータスタディ (11パターン) を実施した。

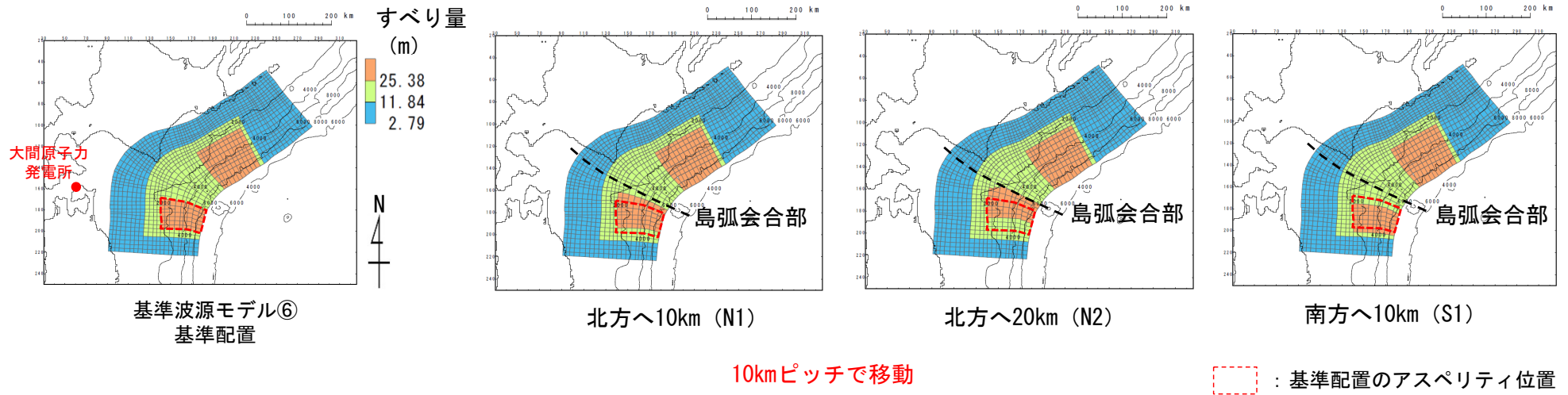
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (59/71) 2.3.1-64



概略パラメータスタディ (4/8) : アスペリティ位置の不確かさ<基準波源モデル⑥>

第627回審査会合
資料1-1 P.165一部修正

コメントNo.S5-33



- 概略パラメータスタディとして、超大すべり域の位置の不確かさの考慮のため、基準波源モデル⑥に対して、位置のパラメータスタディ (4パターン) を実施した。

概略パラメータスタディ (5/8) : 検討結果<基準波源モデル③~⑥>

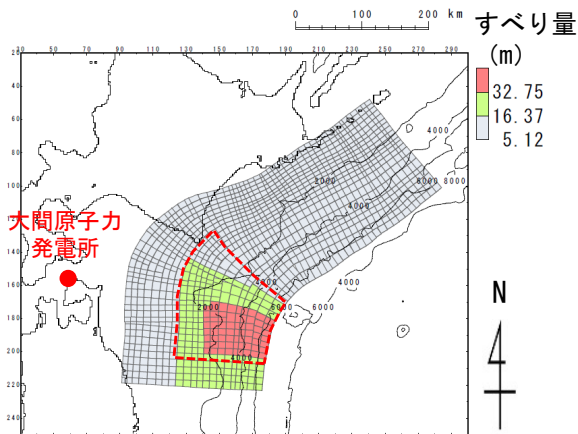
第627回審査会合
資料1-1 P.166一部修正

コメントNo.S5-33

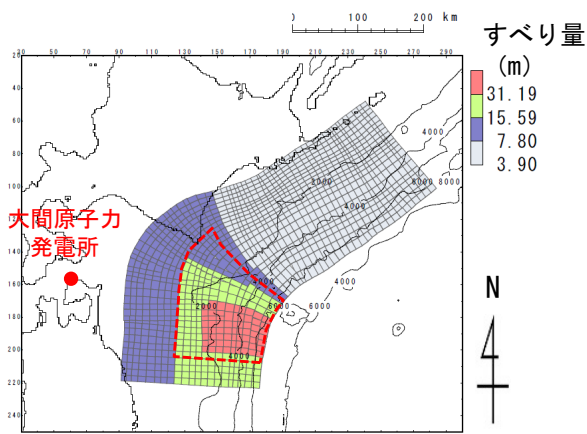
基準波源モデル③~⑥に対する概略パラメータスタディの結果は以下のとおりである。

最大水位上昇ケース
・基準波源モデル⑤
・アスペリティ位置：南方へ40km移動

最大水位下降ケース
・基準波源モデル③
・アスペリティ位置：南方へ40km移動



(基準波源モデル⑤)



(基準波源モデル③)

最大ケースの波源モデル

: 基準配置のアスペリティ位置

: 概略パラスタ 最大水位上昇ケース
 : 概略パラスタ 最大水位下降ケース

概略パラメータスタディ結果一覧

基準波源モデル	アスペリティの位置*	最大水位上昇量	最大水位下降量	
基準波源モデル③	北方へ約50km	3.08m	-2.33m	
	北方へ約40km	3.15m	-2.63m	
	北方へ約30km	3.22m	-2.92m	
	北方へ約20km	3.29m	-3.09m	
	北方へ約10km	3.29m	-3.24m	
	基準位置	3.33m	-3.36m	
	南方へ約10km	3.50m	-3.43m	
	南方へ約20km	3.57m	-3.41m	
	南方へ約30km	3.56m	-3.44m	
	南方へ約40km	3.50m	-3.49m	
基準波源モデル④	北方へ約50km	3.17m	-3.36m	
	北方へ約40km	3.34m	-3.35m	
	北方へ約30km	3.48m	-3.37m	
	北方へ約20km	3.55m	-3.47m	
	北方へ約10km	3.57m	-3.38m	
	基準位置	3.57m	-3.24m	
	南方へ約10km	3.57m	-3.26m	
	基準波源モデル⑤	北方へ約50km	2.98m	-2.22m
		北方へ約40km	3.18m	-2.24m
		北方へ約30km	3.43m	-2.70m
北方へ約20km		3.49m	-2.81m	
北方へ約10km		3.50m	-2.90m	
基準位置		3.52m	-3.01m	
南方へ約10km		3.48m	-2.95m	
南方へ約20km		3.50m	-3.01m	
南方へ約30km		3.55m	-3.01m	
南方へ約40km		3.62m	-3.04m	
基準波源モデル⑥	北方へ約20km	2.49m	-1.88m	
	北方へ約10km	2.39m	-1.97m	
	基準位置	2.26m	-1.92m	
	南方へ約10km	2.17m	-1.92m	

*アスペリティの位置についてはP.2.3.1-61~P.2.3.1-64に示す。

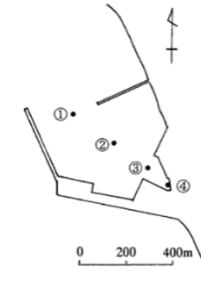
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (61/71) 2.3.1-66



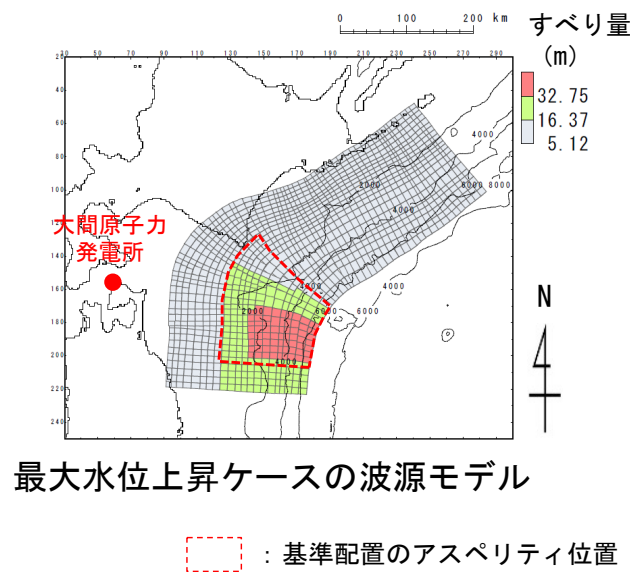
第627回審査会合
資料1-1 P.167再掲

概略パラメータスタディ (6/8) : 最大水位上昇ケース検討結果<基準波源モデル③~⑥>

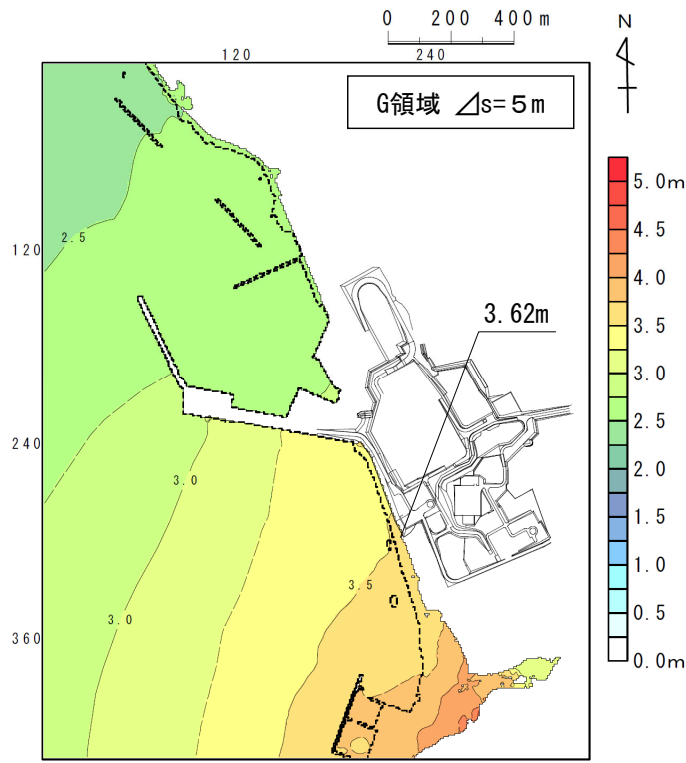
基準波源モデル③~⑥に対する敷地における概略パラメータスタディの最大水位上昇ケース検討結果は以下のとおりである。



最大水位上昇ケース
 ・基準波源モデル⑤
 ・アスペリティ位置：南方へ40km移動

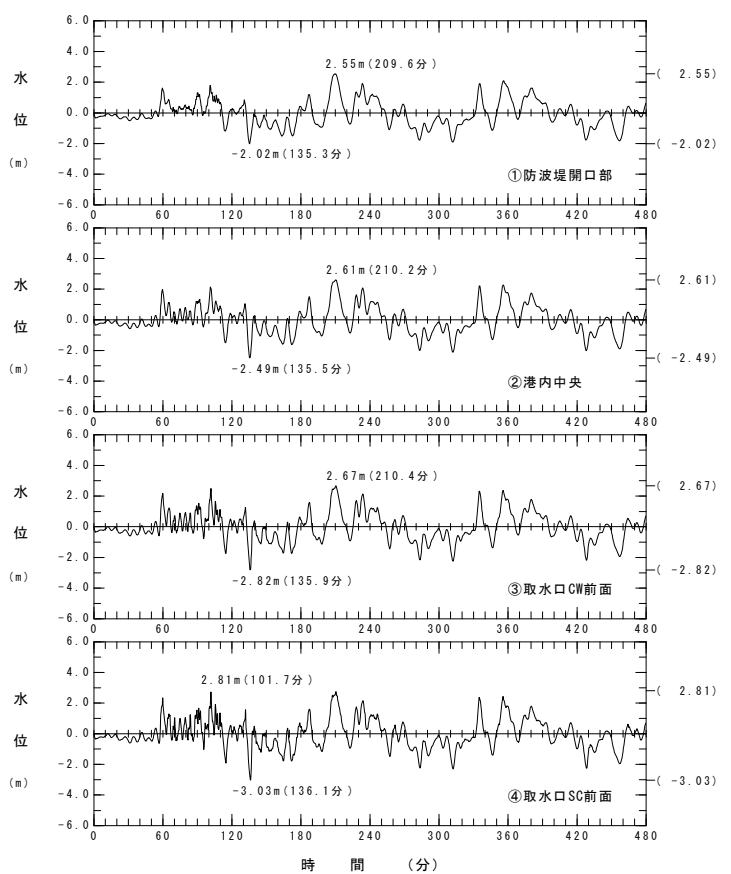


最大水位上昇ケースの波源モデル



最大水位上昇量分布

最大水位上昇ケース
(基準波源モデル⑤)



水位時刻歴波形

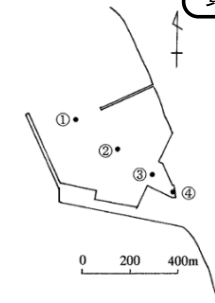
2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (62/71) 2.3.1-67



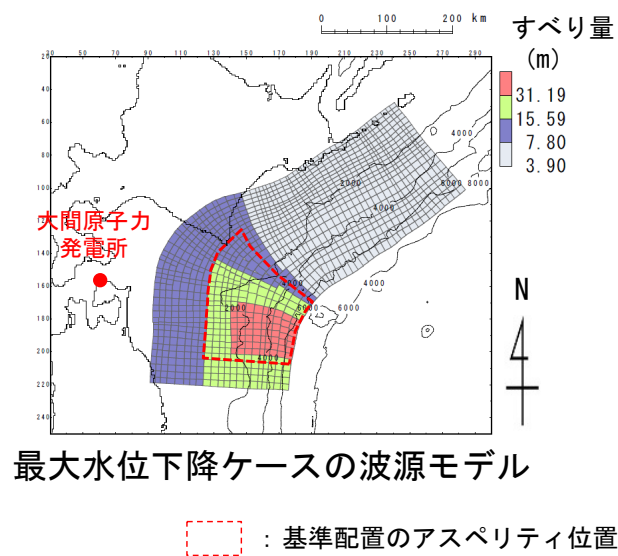
第627回審査会合
資料1-1 P.168再掲

概略パラメータスタディ (7/8) : 最大水位下降ケース検討結果<基準波源モデル③~⑥>

基準波源モデル③~⑥に対する取水口スクリーン室前面における概略パラメータスタディの最大水位下降ケース検討結果は以下のとおりである。

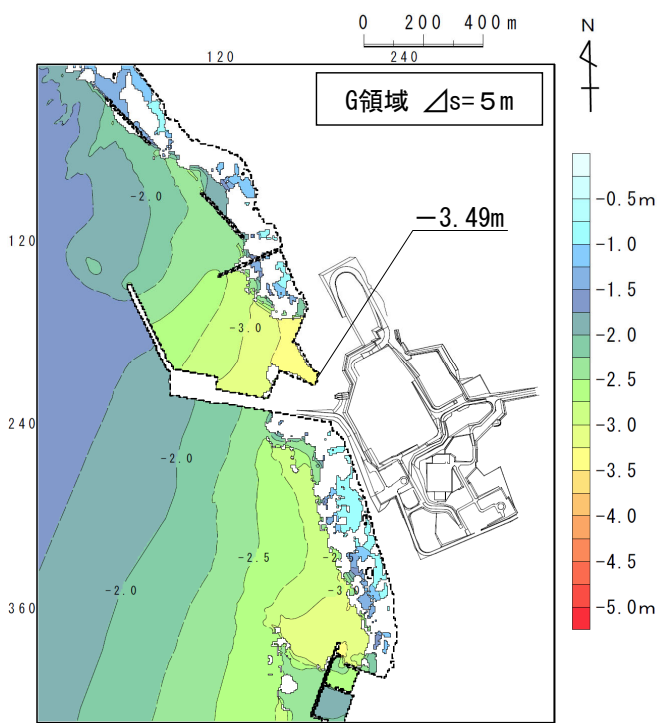


最大水位下降ケース
 ・基準波源モデル③
 ・アスペリティ位置：南方へ40km移動



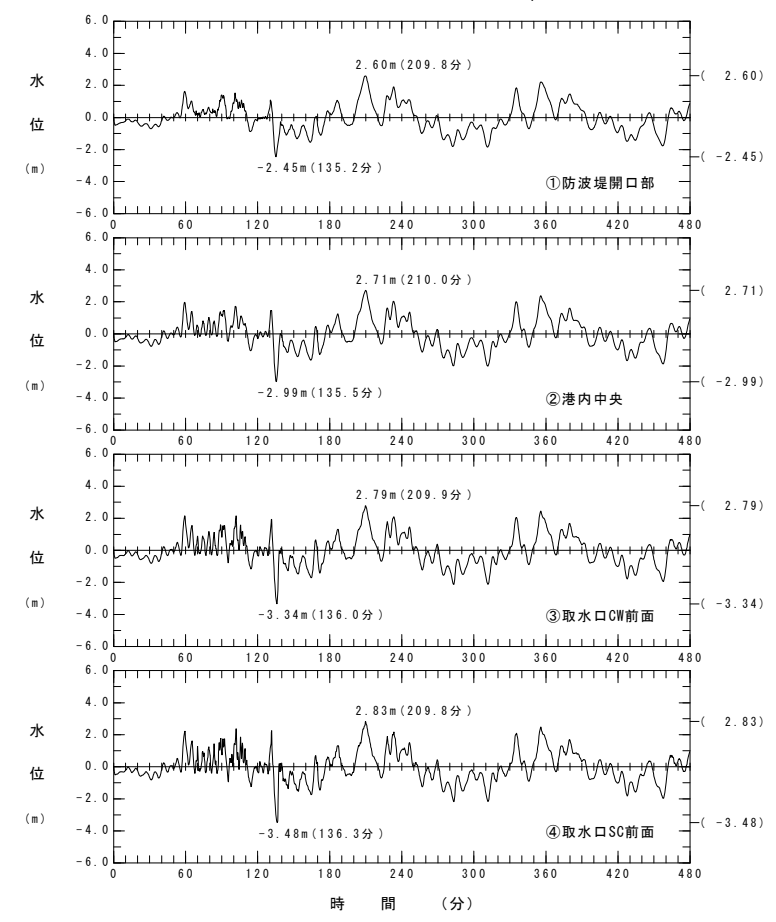
最大水位下降ケースの波源モデル

⬜ : 基準配置のアスペリティ位置



最大水位下降量分布

最大水位下降ケース
(基準波源モデル③)



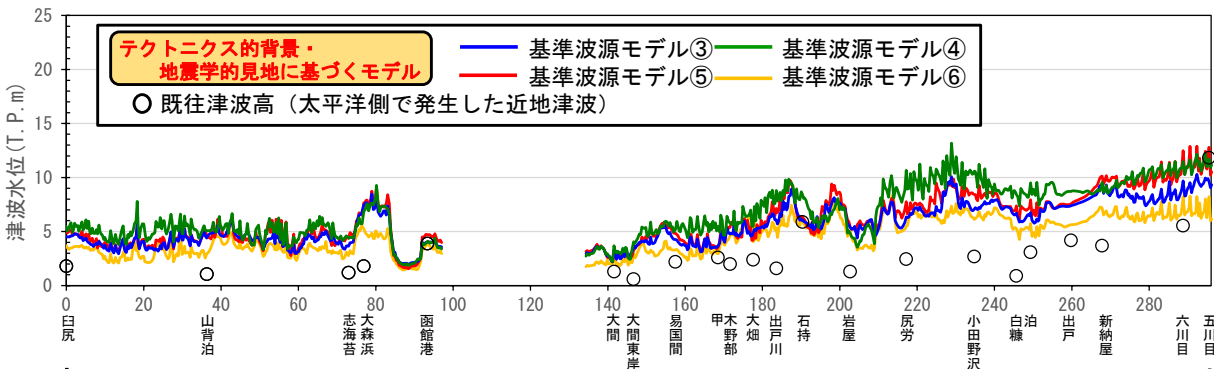
水位時刻歴波形

概略パラメータスタディ (8/8) : 基準波源モデル③~⑥の比較

第627回審査会合

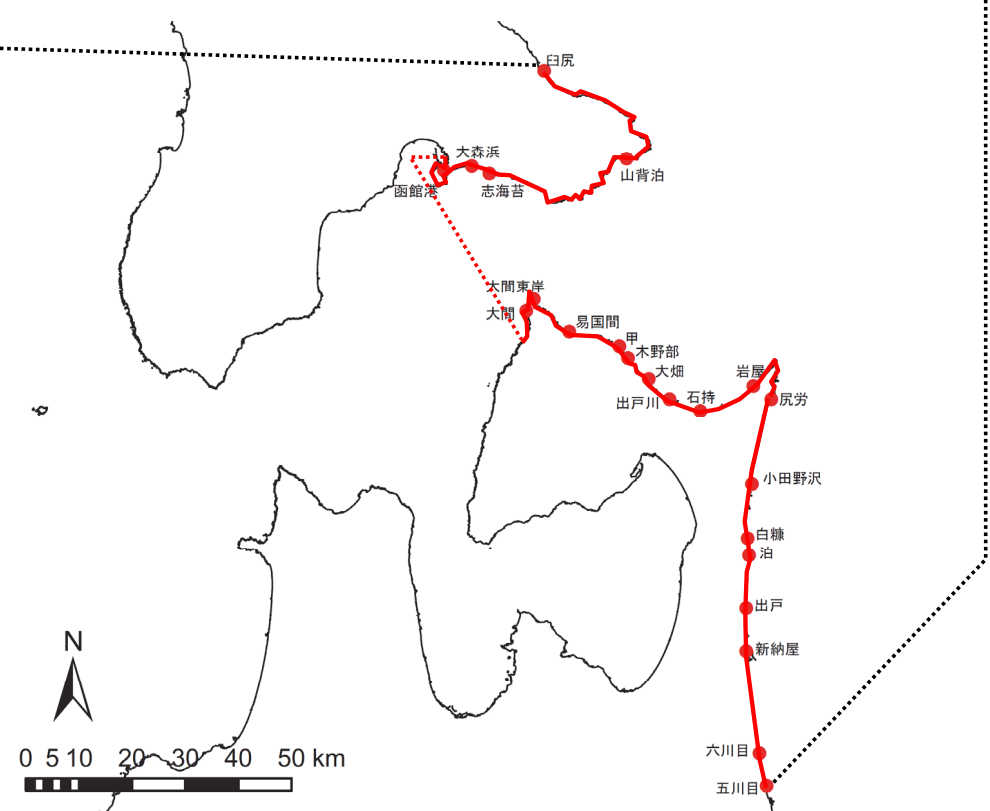
資料1-1 P.169一部修正

コメントNo.S5-33

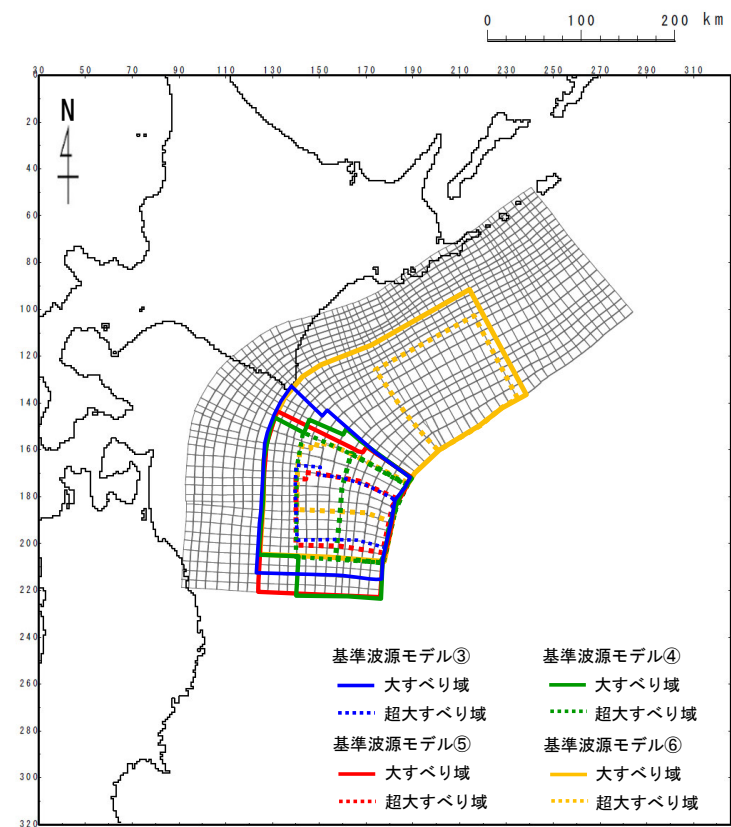


- 波源モデル選定の妥当性確認として、津軽海峡開口部付近の沿岸における基準波源モデル③~⑥の計算津波高※（概略パラメータスタディ上昇側最大ケース）と既往津波高※との比較を行った。
- 基準波源モデル③~⑥の計算津波高は、おおむね既往津波高を上回ることを確認した。

※計算津波高と既往津波高はP.2.3.1-69に示すとおり。



基準波源モデル③~⑥の計算津波高と太平洋側既往津波高との比較



概略パラメータスタディで上昇側最大ケースとなった各基準波源モデルの大すべり域等の位置図

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (64/71) 2.3.1-69



(参考) 基準波源モデル③～⑥の比較：既往津波高&計算津波高

第627回審査会合
資料1-1 P. 170一部修正, 誤りを修正

コメントNo.S5-33

沿岸区分	地点	既往最大津波高 (m)	計算津波高 (m)				
			テクトニクス的背景・地震学的見地に基づくモデル				
			基準波源モデル③ (上昇側最大ケース)	基準波源モデル④ (上昇側最大ケース)	基準波源モデル⑤ (上昇側最大ケース)	基準波源モデル⑥ (上昇側最大ケース)	
北海道	津軽海峡外	臼尻	1.80	4.54	5.46	5.10	3.70
	津軽海峡内	山背泊	1.05	4.40	5.06	4.67	2.97
		志海苔	1.20	3.64	4.38	4.36	2.76
		大森浜	1.80	7.47	6.89	7.67	5.25
		函館港	3.90	4.03	4.07	4.71	3.78
大間		1.30	3.11	3.67	3.33	2.49	
大間東岸		0.60	3.73	4.05	3.31	2.93	
易国間		2.20	4.27	5.19	4.84	3.30	
甲		2.60	3.55	5.96	3.73	2.93	
木野部		2.00	4.75	5.77	5.40	4.58	
大畑		2.40	4.87	5.48	4.20	4.06	
青森県	津軽海峡内	出戸川	1.60	6.35	8.13	6.81	5.27
		石持	5.88	6.00	8.45	6.38	5.99
		岩屋	1.30	5.37	4.83	5.40	4.99
		尻労	2.46	6.36	10.66	7.74	5.47
		小田野沢	2.70	7.08	10.59	8.43	6.12
		白糠	0.90	6.70	8.43	7.38	5.28
		泊	3.10	6.76	9.51	7.93	5.73
		出戸	4.20	7.37	8.72	7.56	5.61
		新納屋	3.70	9.24	9.54	10.12	7.15
		六川目	5.56	9.68	11.45	12.47	8.23
	津軽海峡外	五川目	11.83	9.63	11.70	12.80	8.21

審査資料の再チェックを行い、「(参考)計算津波高の一覧表の誤り」及び「表中の沿岸区分の誤り」を修正(津軽海峡内を津軽海峡外に修正)した。

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (65/71) 2.3.1-70



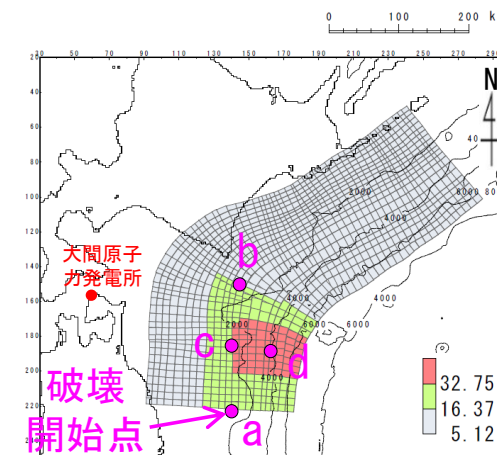
詳細パラメータスタディ (1/2) : 破壊開始点・破壊伝播速度・ライズタイム<基準波源モデル③~⑥>

第627回審査会合
資料1-1 P.171再掲

- 基準波源モデル③~⑥に対し、以下に示す破壊開始点、破壊伝播速度及びライズタイムを組合せた検討を実施した。

詳細パラメータスタディ

項目	変動範囲	備考
破壊開始点	<ul style="list-style-type: none"> ✓プレート境界面深度20kmを基本として、大すべり域の「南端:a」, 「北端:b」, 「中央部:c」(超大すべり域深部下端に相当)の3箇所配置 ✓不確かさ考慮として、「超大すべり域中央部:d」に1箇所配置 	右図のとおり設定 (P. 2. 3. 1-51 参照)
破壊伝播速度	<ul style="list-style-type: none"> 1. 0km/s 2. 0km/s 2. 5km/s ∞※ (基準: 概略パラスタケース) ※∞は全域同時に破壊開始 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 0km/s : Fujii and Satake (2007) (78) による2004年インド洋津波を再現する最適値 2. 0km/s : Satake et al. (2013) (79) による2011年東北地方太平洋沖地震再現モデル 2. 5km/s : 内閣府 (2012) (58) の南海トラフ大地震モデル
ライズタイム	<ul style="list-style-type: none"> 60s (基準: 概略パラスタケース) 	<p>世界のM9クラスの超巨大地震から得られたライズタイムに関する知見及びそれらを踏まえた影響検討を考慮して60秒固定とした。 (補足説明資料「4-3. ライズタイムの影響検討」参照)</p>



基準波源モデル③~⑥
概略パラスタ最大ケース
(基準波源モデル⑤)
※代表として上昇側を例示

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (66/71) 2.3.1-71



詳細パラメータスタディ (2/2) : 検討結果<基準波源モデル③~⑥>

第627回審査会合
資料1-1 P.172再掲

基準波源モデル③~⑥に対する詳細パラメータスタディの結果は以下のとおりである。

詳細パラメータスタディ結果一覧

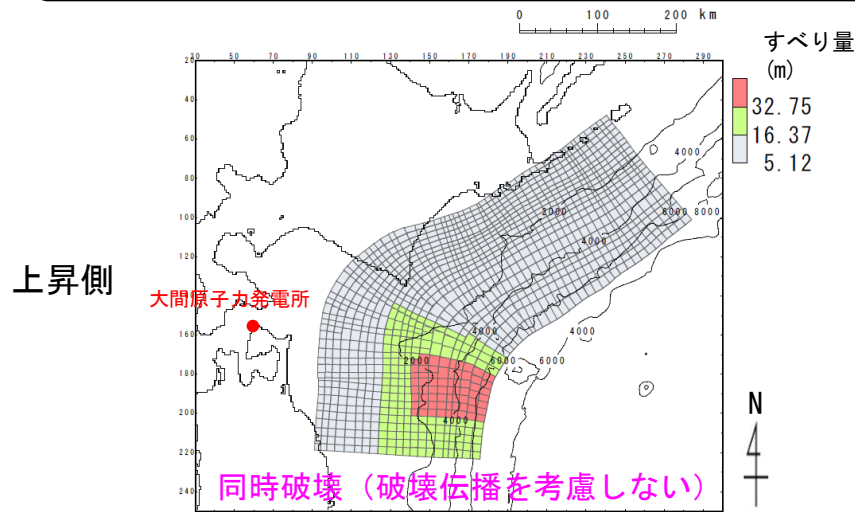
上昇側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑤	基準配置を南方へ40km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-2.89m
				b	3.10m	-2.48m
				c	3.12m	-2.83m
				d	3.36m	-2.38m
			2.0km/s	a	3.48m	-2.99m
				b	3.37m	-2.68m
				c	3.31m	-2.86m
				d	3.53m	-2.33m
			2.5km/s	a	3.50m	-3.00m
				b	3.39m	-2.74m
				c	3.39m	-2.86m
				d	3.56m	-2.48m
-	-	-	∞	-	3.62m	-3.04m

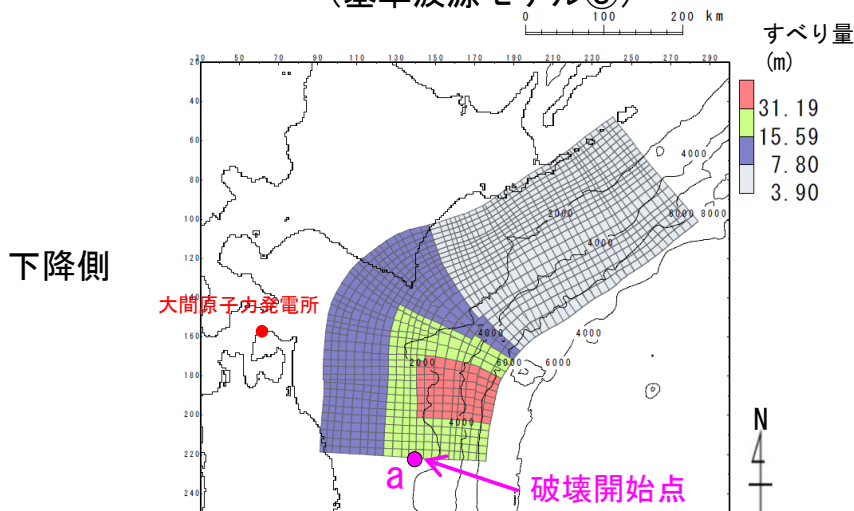
下降側

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル③	基準配置を南方へ40km	60s	1.0km/s	a	3.25m	-3.42m
				b	3.00m	-2.74m
				c	3.04m	-3.06m
				d	3.31m	-2.36m
			2.0km/s	a	3.47m	-3.53m
				b	3.28m	-3.13m
				c	3.32m	-3.26m
				d	3.44m	-3.11m
			2.5km/s	a	3.49m	-3.52m
				b	3.34m	-3.21m
				c	3.35m	-3.29m
				d	3.47m	-3.21m
-	-	-	∞	-	3.50m	-3.49m

■ : 上昇側・下降側最大ケース



(基準波源モデル⑤)



(基準波源モデル③)

最大ケースの波源モデル

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (67/71) 2.3.1-72

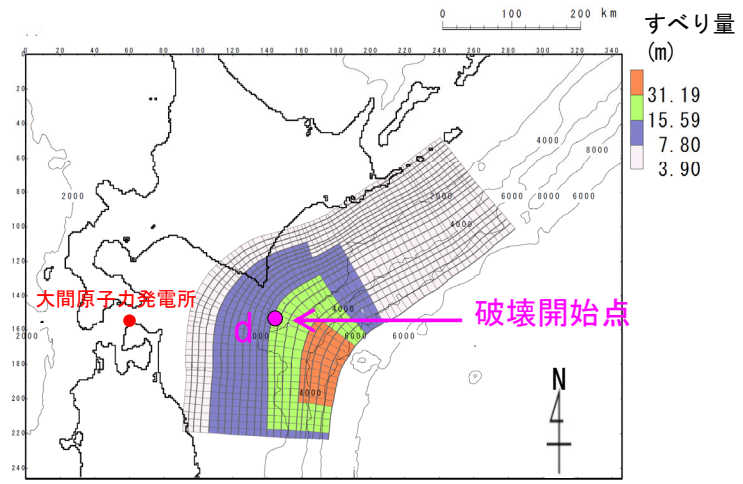


第627回審査会合
資料1-1 P.173再掲

まとめ (1/4) : 最大水位上昇ケースの選定

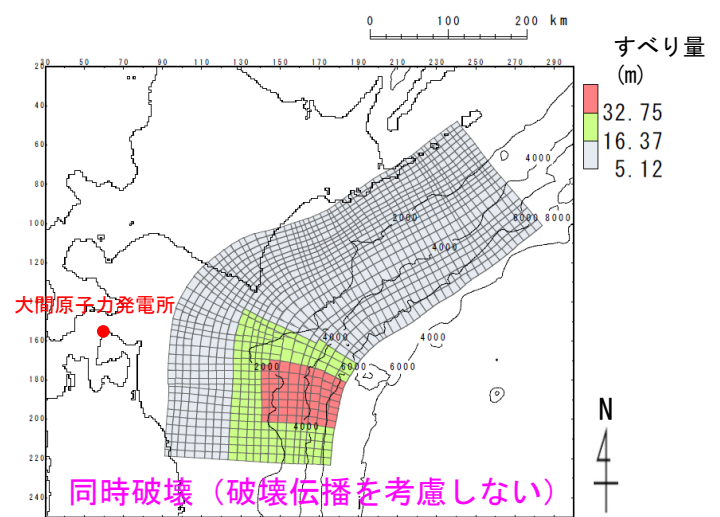
最大水位上昇ケースを選定するために、基準波源モデル①②と基準波源モデル③～⑥の上昇側の詳細パラメータスタディ結果を比較した。

基準波源モデル①②に対する
最大水位上昇ケース



(基準波源モデル②)

基準波源モデル③～⑥に対する
最大水位上昇ケース



(基準波源モデル⑤)

上昇側詳細パラメータスタディ結果一覧

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル②	S1を北方へ10km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-3.13m
				b	3.38m	-2.10m
				c	3.36m	-2.32m
				d	3.11m	-2.22m
				e	2.98m	-2.69m
			2.0km/s	a	3.46m	-3.03m
				b	3.63m	-2.31m
				c	3.63m	-2.56m
				d	3.69m	-2.39m
				e	3.53m	-2.70m
			2.5km/s	a	3.47m	-2.99m
				b	3.57m	-2.40m
				c	3.60m	-2.61m
				d	3.67m	-2.47m
				e	3.54m	-2.72m
∞	-	3.59m	-2.82m			

タイプ	アスペリティの位置	ライズタイム	破壊伝播速度	破壊開始点	最大水位上昇量	最大水位下降量
基準波源モデル⑤	基準配置を南方へ40km	60s	1.0km/s	a	3.22m	-2.89m
				b	3.10m	-2.48m
				c	3.12m	-2.83m
				d	3.36m	-2.38m
			2.0km/s	a	3.48m	-2.99m
				b	3.37m	-2.68m
				c	3.31m	-2.86m
			2.5km/s	a	3.50m	-3.00m
				b	3.39m	-2.74m
				c	3.39m	-2.86m
			∞	-	3.62m	-3.04m

■ : 基準波源モデル①～⑥の最大水位上昇ケース
■ : 基準波源モデル③～⑥の最大水位上昇ケース

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (68/71) 2.3.1-73



第627回審査会合

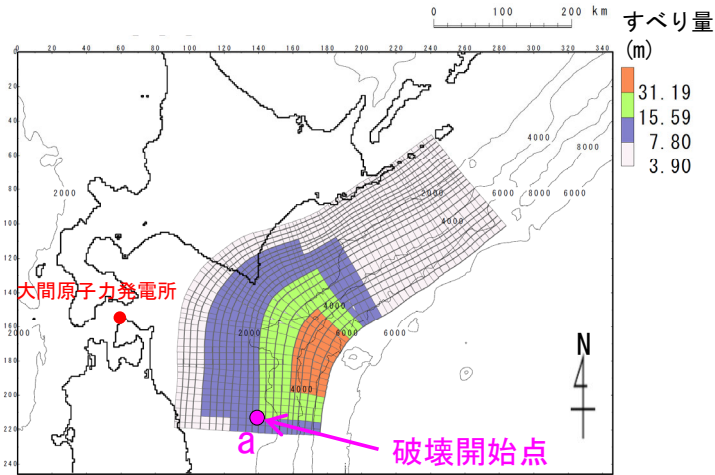
資料1-1 P.174再掲

まとめ (2/4) : 最大水位上昇ケースの選定

最大水位下降ケースを選定するために、基準波源モデル①②と基準波源モデル③～⑥の下降側の詳細パラメータスタディ結果を比較した。

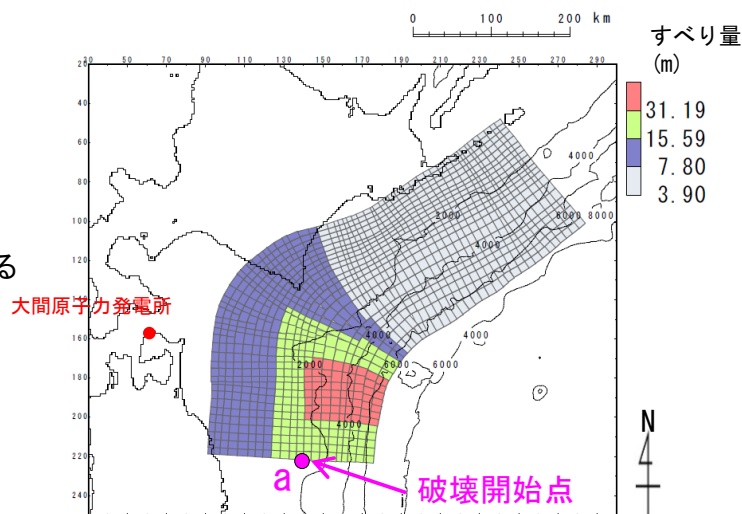
下降側詳細パラメータスタディ結果一覧

基準波源モデル①②に対する
最大水位下降ケース



(基準波源モデル②)

基準波源モデル③～⑥に対する
最大水位下降ケース



(基準波源モデル③)

タイプ	アスペリティ の位置	ライズ タイム	破壊伝播 速度	破壊 開始点	最大水位 上昇量	最大水位 下降量
基準波源モデル②	S1を 北方へ 20km	60s	1.0km/s	a	2.97m	-3.00m
				b	3.61m	-2.26m
				c	3.22m	-2.45m
				d	3.28m	-2.35m
				e	3.03m	-2.78m
			2.0km/s	a	3.36m	-3.11m
				b	3.50m	-2.60m
				c	3.61m	-2.74m
				d	3.63m	-2.67m
				e	3.53m	-2.81m
			2.5km/s	a	3.41m	-3.11m
				b	3.46m	-2.67m
				c	3.59m	-2.79m
				d	3.61m	-2.73m
				e	3.54m	-2.83m
∞	-	3.55m	-2.94m			

タイプ	アスペリティ の位置	ライズ タイム	破壊伝播 速度	破壊 開始点	最大水位 上昇量	最大水位 下降量
基準波源モデル③	基準配置を 南方へ 40km	60s	1.0km/s	a	3.25m	-3.42m
				b	3.00m	-2.74m
				c	3.04m	-3.06m
				d	3.31m	-2.36m
				e	3.47m	-3.53m
			2.0km/s	a	3.28m	-3.13m
				b	3.32m	-3.26m
				c	3.44m	-3.11m
				d	3.49m	-3.52m
				e	3.34m	-3.21m
			2.5km/s	a	3.35m	-3.29m
				b	3.47m	-3.21m
				c	3.47m	-3.21m
				d	3.47m	-3.21m
				e	3.50m	-3.49m
∞	-	3.50m	-3.49m			

- : 基準波源モデル①～⑥の最大水位下降ケース
- : 基準波源モデル①②の最大水位下降ケース

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (69/71) 2.3.1-74

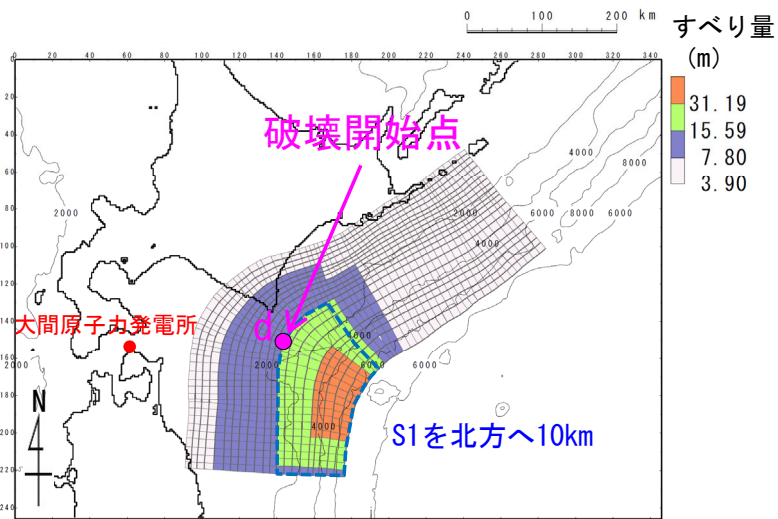


第627回審査会合
資料1-1 P.175再掲

まとめ (3/4) : 最大水位上昇ケース

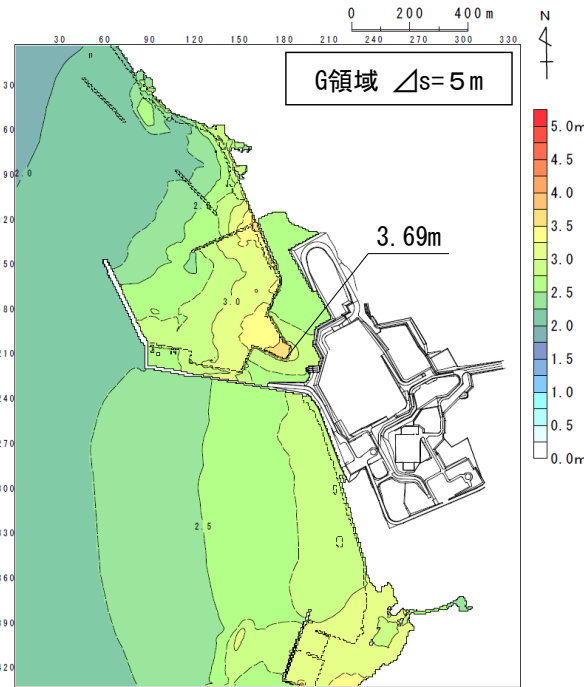
敷地における最大水位上昇ケース検討結果は以下のとおりである。

- 最大水位上昇ケース**
- ・ 基準波源モデル②
 - ・ アスペリティ位置 : S1を北方へ10km移動
 - ・ 破壊開始点d
 - ・ ライズタイム60s
 - ・ 破壊伝播速度2.0km/s

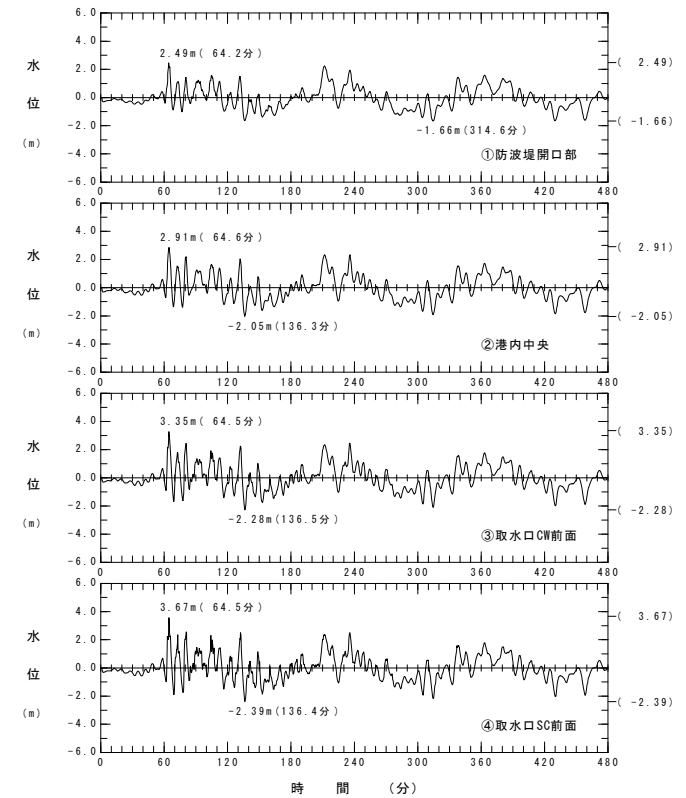
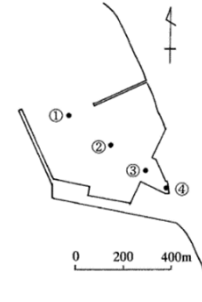


波源モデル

□ S1の
アスペリティ位置



最大水位上昇量分布



水位時刻歴波形

最大水位上昇ケース
(基準波源モデル②)

2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波 (70/71) 2.3.1-75



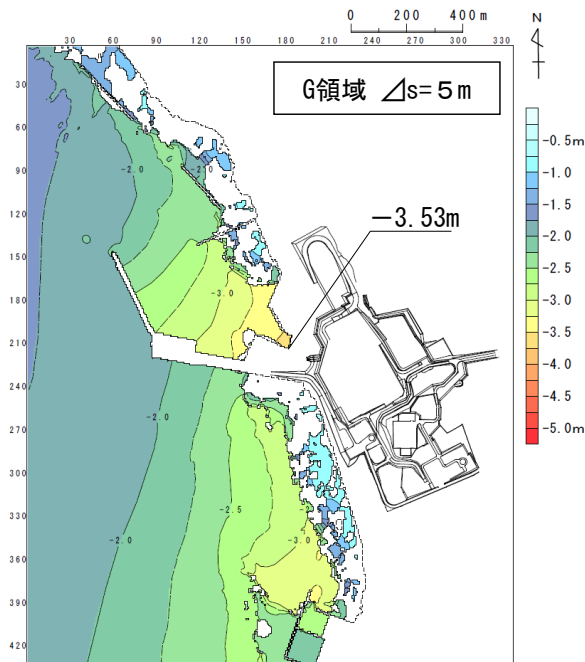
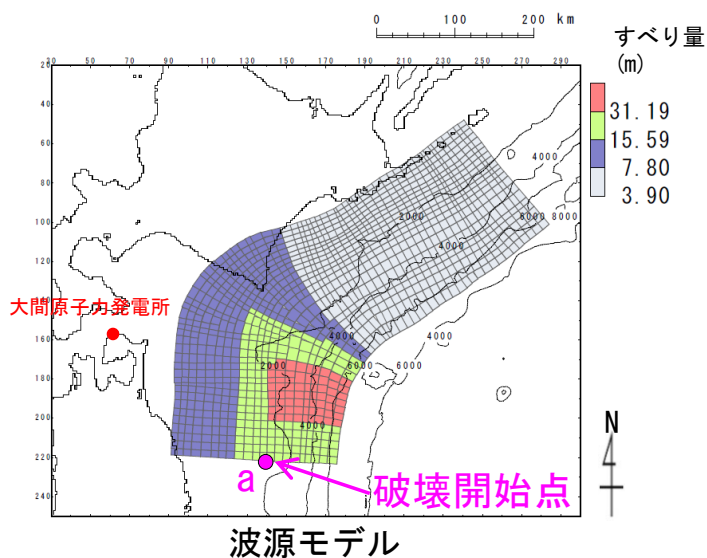
まとめ (4/4) : 最大水位下降ケース

第627回審査会合
資料1-1 P.176再掲

取水口スクリーン室前面における最大水位下降ケース検討結果は以下のとおりである。

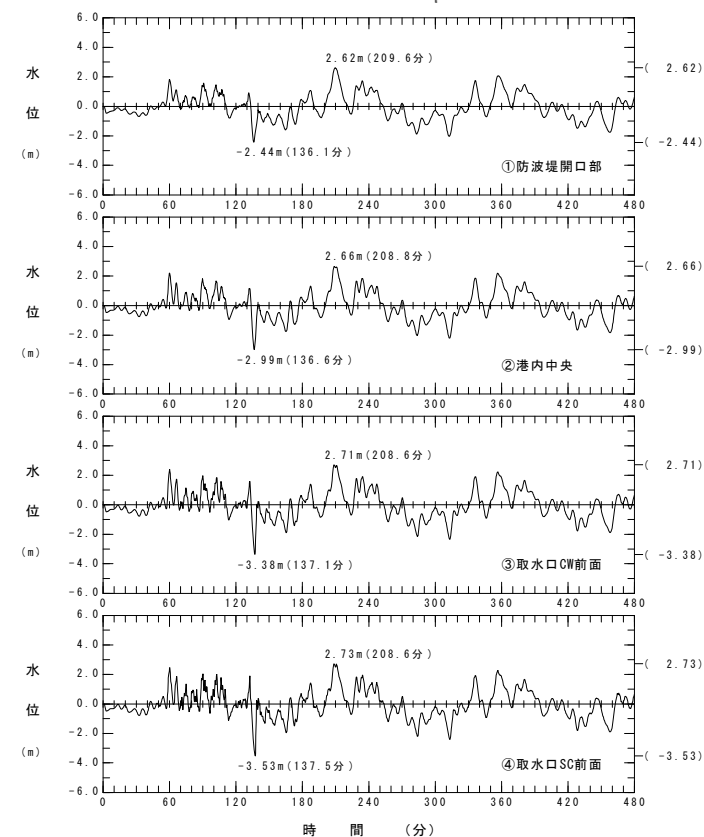
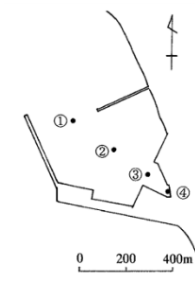
最大水位下降ケース

- ・ 基準波源モデル③
- ・ アスペリティ位置：基準配置を南方へ40km移動
- ・ 破壊開始点a
- ・ ライズタイム60s
- ・ 破壊伝播速度2.0km/s



最大水位下降量分布

最大水位下降ケース
(基準波源モデル③)



水位時刻歴波形

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波検討結果

第627回審査会合
資料1-1 P.177一部修正

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の検討結果は下表のとおりである。

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波検討結果

モデル	パラメータスタディ	敷地における 最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面 における 最大水位下降量
津軽海峡内及び大間専用港湾 に特化した津波挙動を考慮し た基準波源モデル (基準波源モデル①②)	概略パラメータスタディ	3.59m	-2.94m
	詳細パラメータスタディ	3.69m (基準波源モデル②)	-3.11m
3.11地震・津波の再現性等を 考慮した基準波源モデル (基準波源モデル③④⑤⑥)	概略パラメータスタディ	3.62m	-3.49m
	詳細パラメータスタディ	3.62m	-3.53m (基準波源モデル③)

検討方針

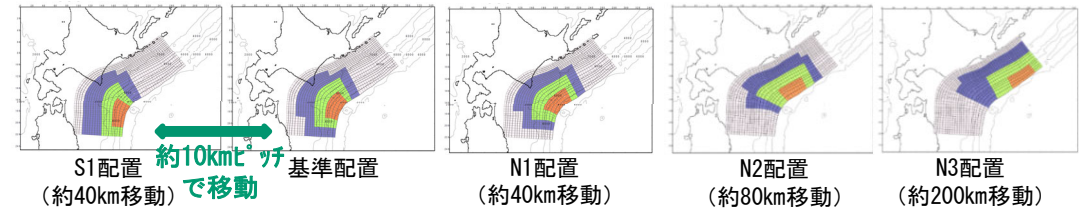
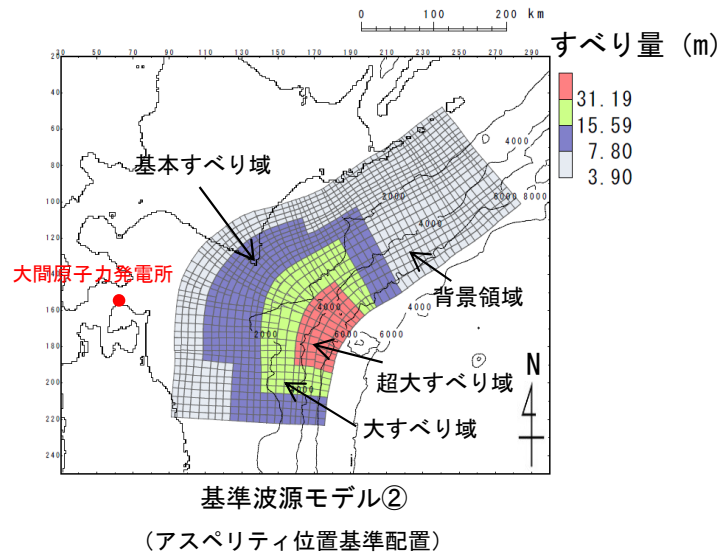
第627回審査会合
資料1-1 P.182再掲

- 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の検討で実施したパラメータスタディについて、敷地への影響が最も大きくなるケースを網羅的に検討していることを確認するため、概略パラメータスタディ評価因子及び詳細パラメータスタディ評価因子のそれぞれが津波水位に与える影響について分析する。
- 分析は、概略パラメータスタディが津波水位に対して支配的因子で行われていること、詳細パラメータスタディが津波水位に対して従属的因子で行われていることを確認することにより実施する。
- なお、本検討の検討対象ケースは以下のとおりとした。
 - 概略パラメータスタディ評価因子の分析
 - ✓ アスペリティ位置の変動範囲を広く考慮（変動範囲約240km, P. 2. 3. 1-44参照）した基準波源モデル②
 - 詳細パラメータスタディ評価因子の分析
 - ✓ 最大水位上昇ケースとなる基準波源モデル②
 - ✓ 最大水位下降ケースとなる基準波源モデル③
- さらにその上で、津波水位に最も影響を与える因子の変動に対する津波伝播への影響についても比較検討を実施する。

概略パラメータスタディ評価因子の分析

第627回審査会合
資料1-1 P.183再掲

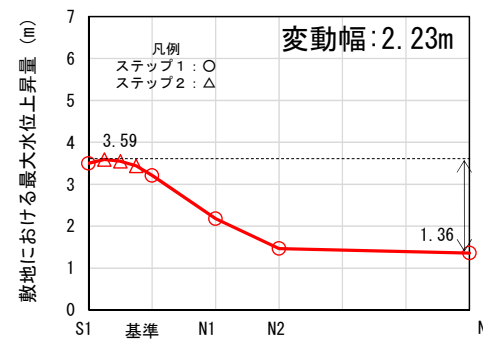
- 概略パラメータスタディ因子は、「アスペリティの位置」である。これが津波水位に与える影響について分析した。
- アスペリティの位置の変化による水位の変動幅は、上昇側：2.23m、下降側：1.73mである。



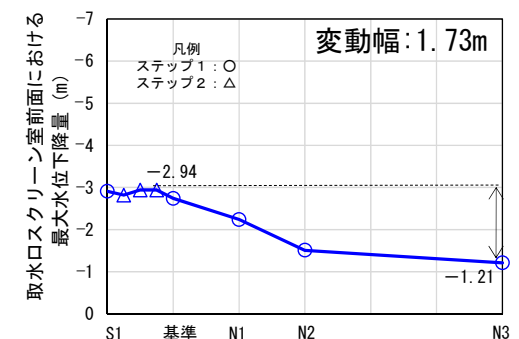
アスペリティの位置パラスタケース

概略パラメータスタディ

項目	変動範囲	ケース数	
アスペリティの位置	基準, 北方へ40km (N1), 80km (N2), 200km (N3), 南方へ40km (S1) S1を北方へ10km, 20km, 30km移動	11	計 11



アスペリティの位置
上昇側
(基準波源モデル②)



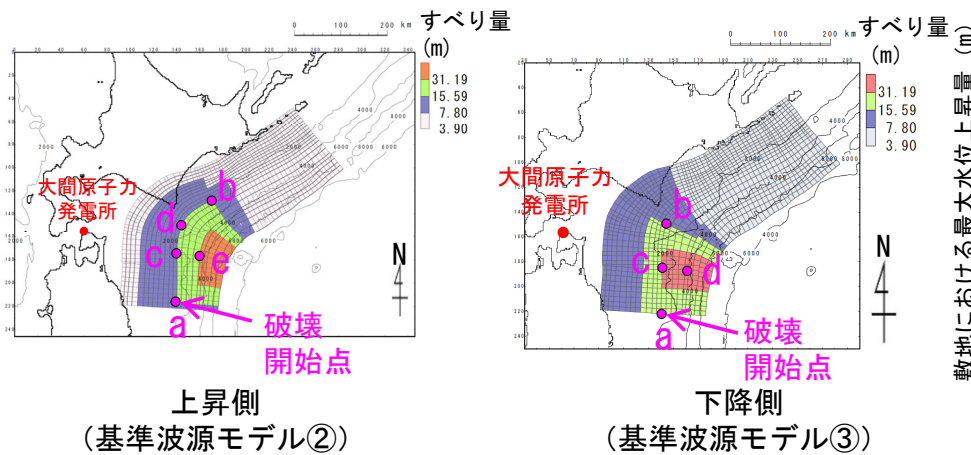
アスペリティの位置
下降側
(基準波源モデル②)

アスペリティの位置の影響

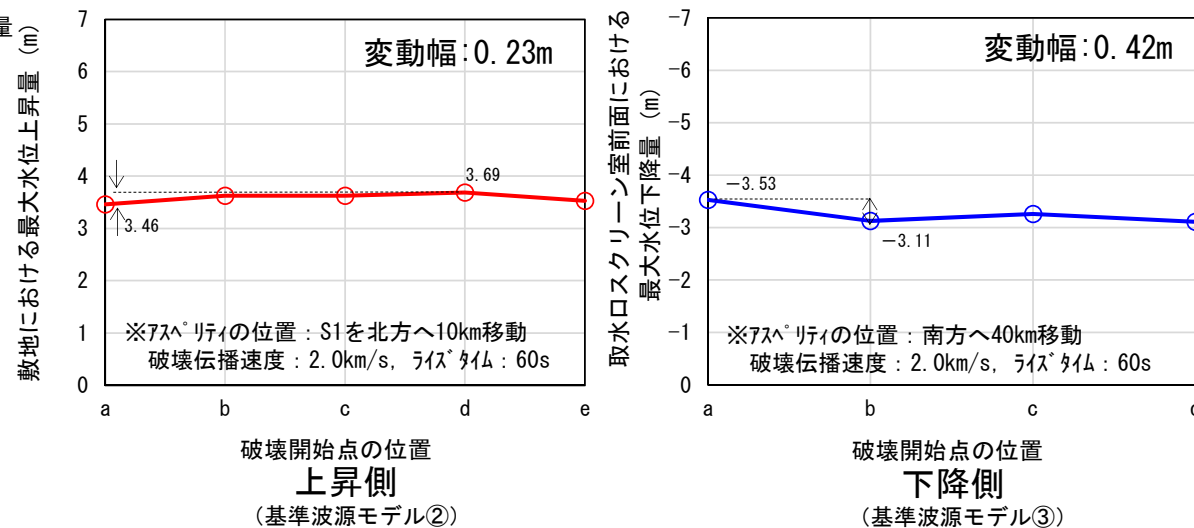
詳細パラメータスタディ評価因子の分析 (1/2)

第627回審査会合
資料1-1 P.184再掲

- 詳細パラメータスタディ因子（破壊開始点）が津波水位に与える影響について分析した。
- 破壊開始点の変化による水位の変動幅（上昇側：0.23m，下降側：0.42m）は概略パラメータスタディの変動幅（上昇側：2.23m，下降側：1.73m）に比べて小さい。



破壊開始点の位置
詳細パラメータスタディ



破壊開始点の位置の影響

項目		変動範囲	ケース数
破壊開始点	上昇側	大すべり域深部下端（プレート境界面深度20km）の南端，北端，超大すべり域背後及び日本海溝と千島海溝の境界上 大すべり域中央部	5
	下降側	大すべり域（プレート境界面深度20km）の南端，北端及び中央部 超大すべり域中央部	4
破壊伝播速度			4
1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, ∞※1（基準：概略パラメータケース） ※1：∞は全域同時に破壊開始			
			計 16（上昇側） 13（下降側）

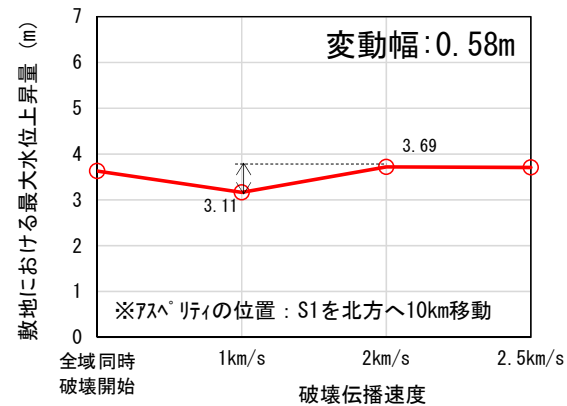
詳細パラメータスタディ評価因子の分析(2/2)

第627回審査会合
資料1-1 P.185再掲

- 詳細パラメータスタディ因子（破壊伝播速度）が津波に与える影響について分析した。
- 破壊伝播速度の変化による水位の変動幅（上昇側：0.58m，下降側：0.11m）は概略パラメータスタディの変動幅（上昇側：2.23m，下降側：1.73m）に比べて小さい。

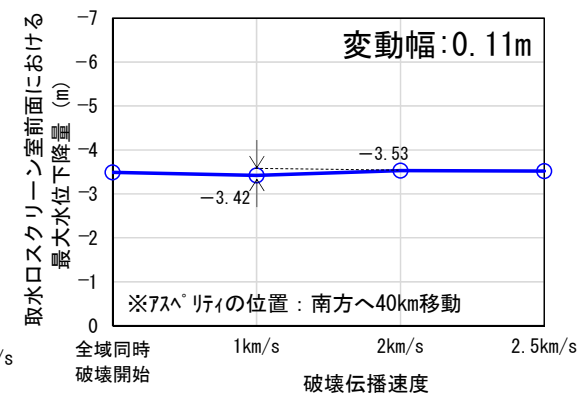
詳細パラメータスタディ

項目		変動範囲	ケース数	
破壊開始点	上昇側	大すべり域深部下端（プレート境界面深度20km）の南端，北端，超大すべり域背後及び日本海溝と千島海溝の境界上 大すべり域中央部	5	計 16（上昇側） 13（下降側）
	下降側	大すべり域（プレート境界面深度20km）の南端，北端及び中央部 超大すべり域中央部	4	
破壊伝播速度		1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, ∞※1（基準：概略パラスタケース） ※1：∞は全域同時に破壊開始	4	



※全域同時破壊開始以外は、破壊開始点d，ライズタイム60s

上昇側
(基準波源モデル②)



※全域同時破壊開始以外は、破壊開始点a，ライズタイム60s

下降側
(基準波源モデル③)

破壊伝播速度の影響

パラメータスタディ評価因子の分析：まとめ

- 概略パラメータスタディ評価因子及び詳細パラメータスタディ評価因子のそれぞれが津波水位に与える影響について分析した結果は以下のとおり。
 - 概略パラメータスタディ因子である「アスペリティの位置」が、津波水位に与える影響が最も大きい。
 - 詳細パラメータスタディ因子である「破壊開始点」及び「破壊伝播速度」は、概略パラメータスタディ因子に比べて津波水位への影響は小さい。
- 概略パラメータスタディは津波水位に対して支配的因子で行われていること、詳細パラメータスタディは従属的因子で行われていることが確認できた。

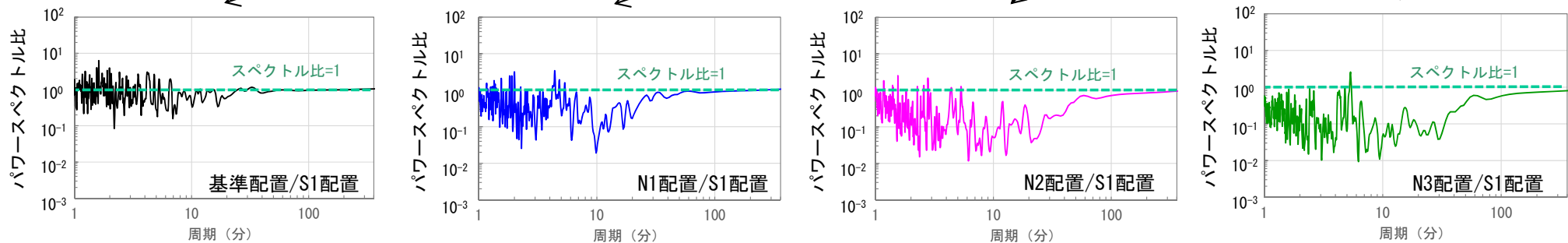
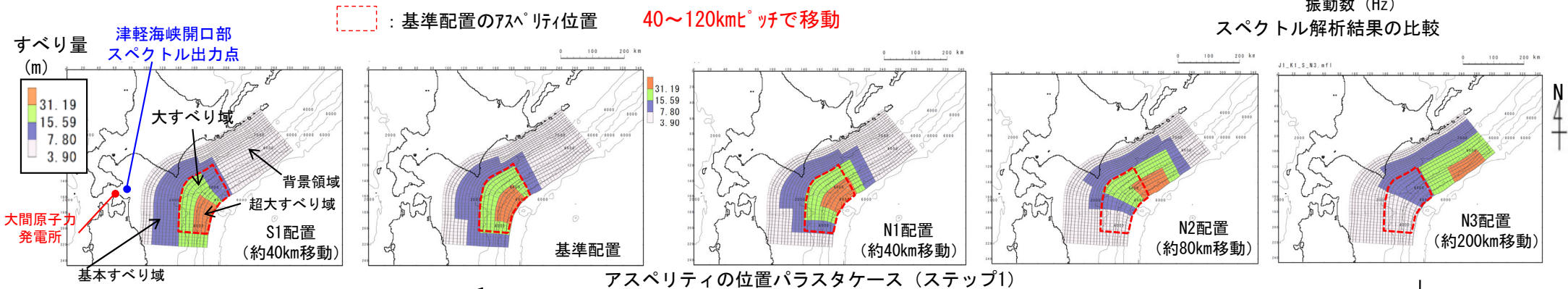
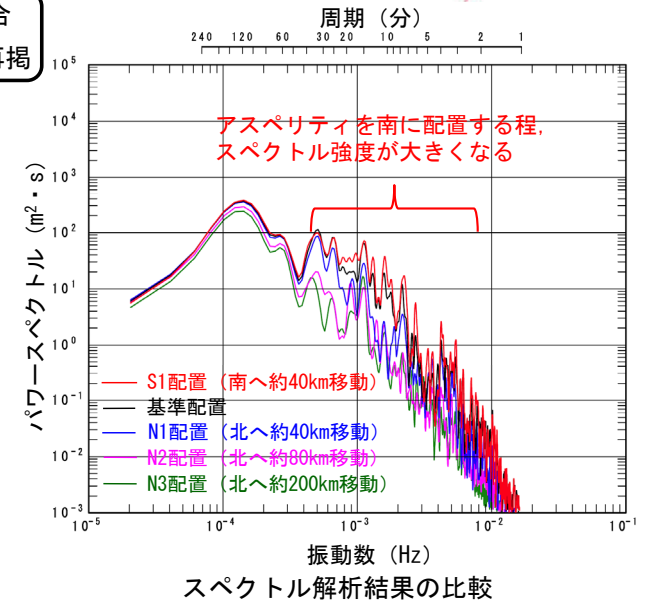
パラメータスタディ変動幅一覧

パラメータスタディ	評価因子	水位の変動幅 (m)		備考
		上昇側	下降側	
概略 パラメータスタディ	アスペリティの位置	2.23	1.73	—
詳細 パラメータスタディ	破壊開始点	0.23	0.42	—
	破壊伝播速度	0.58	0.11	—

アスペリティ位置の影響：周期特性 (1/2)

第627回審査会合
資料1-1 P.187再掲

- アスペリティ位置の変動による津波への影響を把握するため、基準波源モデル②のアスペリティ位置に対するパラメータスタディ (ステップ1) のそれぞれの波源を対象として、津軽海峡開口部における津波波形のスペクトル解析を実施し、津波の周期特性を比較した。
- その結果、アスペリティを南に配置したS1配置のスペクトル強度がほぼ全ての周期で最も大きくなることが確認できた。
- また、S1配置に対する各配置のパワースペクトル比から、アスペリティを北に配置したケースほど大部分の周期帯でパワースペクトルは小さくなっていることが確認された。



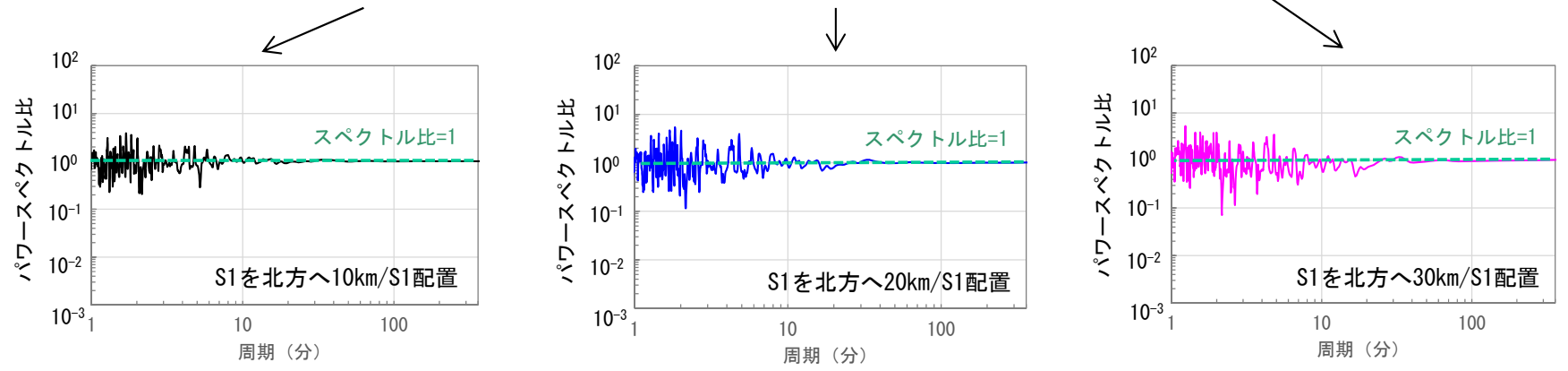
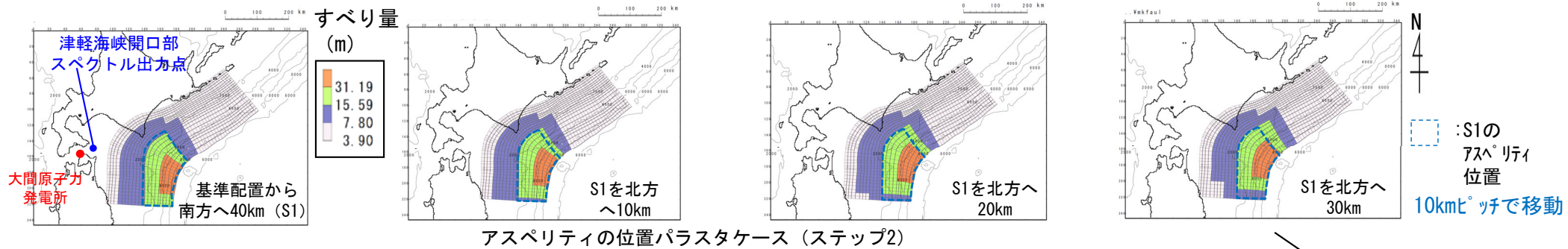
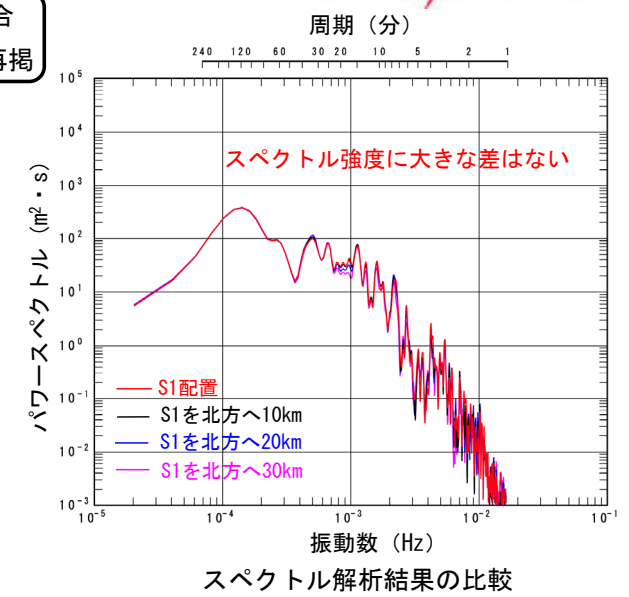
S1配置に対する各配置のパワースペクトル比

第627回審査会合
資料1-1 P.188再掲

アスペリティ位置の影響：周期特性 (2/2)

- 基準波源モデル②に対するステップ1の検討 (P.2.3.1-82) を踏まえ、津軽海峡へ津波がより入射し易い位置に対するパラメータスタディ (ステップ2) のそれぞれの波源を対象として、津軽海峡開口部における津波波形のスペクトル解析を実施し、津波の周期特性を比較した。
- その結果、これらのスペクトル強度に大きな差はないことが確認できた。

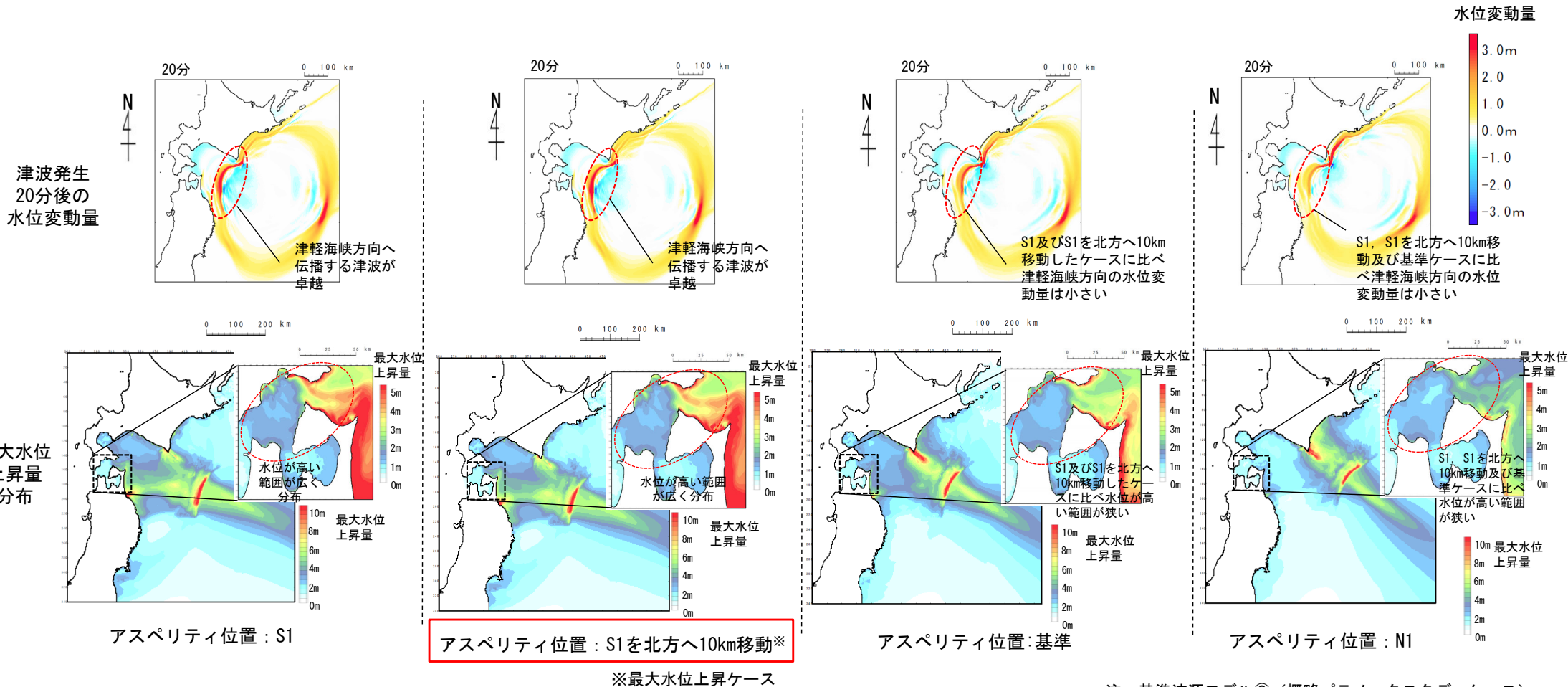
以上より、パラメータスタディ (ステップ2) におけるアスペリティ位置の違いが津軽海峡へ入射する津波の周期に及ぼす影響は殆どないこと、また、ステップ1の検討とステップ2の検討より、ステップ2のパラスタを行うことで、津波の周期特性を十分に反映した検討を行えることが確認できた。



S1配置に対する各配置のパワースペクトル比

アスペリティ位置の影響：津波伝播状況の比較 (1/3)

- 水位の変動幅が最も大きくなる変動因子であるアスペリティ位置 (S1, S1を北方へ10km移動, 基準及びN1)について, 津波の伝播状況を比較した。
- 津波発生20分後の水位変動量より, アスペリティをS1に配置したケース及びS1を北方へ10km移動したケースは他ケースに比べ, 津軽海峡方向へ伝播する津波が卓越する。
- 最大水位上昇量分布の比較より, アスペリティをS1に配置したケース及びS1を北方へ10km移動したケースは他ケースに比べ, 津軽海峡内で水位が高くなる範囲が広く分布する。

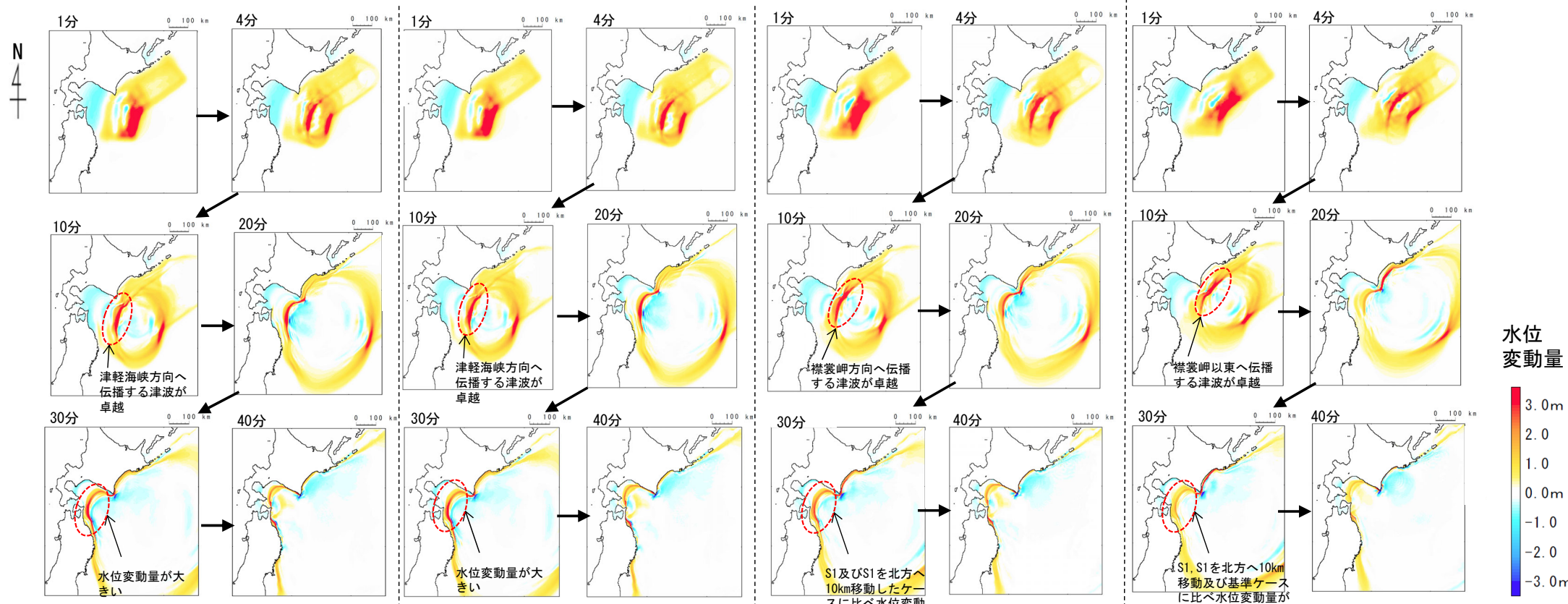


注：基準波源モデル② (概略パラメータスタディケース)

アスペリティ位置の影響：津波伝播状況の比較 (2/3)

第627回審査会合
資料1-1 P.190再掲

- アスペリティ位置の違いに伴う，地震発生～40分後までの津波伝播の状況をスナップショットにより比較をした。
- アスペリティをS1に配置したケース及びS1を北方へ10km移動したケースは他ケースに比べ，津軽海峡方向へ伝播する津波が卓越する。



アスペリティ位置：S1

アスペリティ位置：S1を北方へ10km移動※

アスペリティ位置：基準

アスペリティ位置：N1

※最大水位上昇ケース

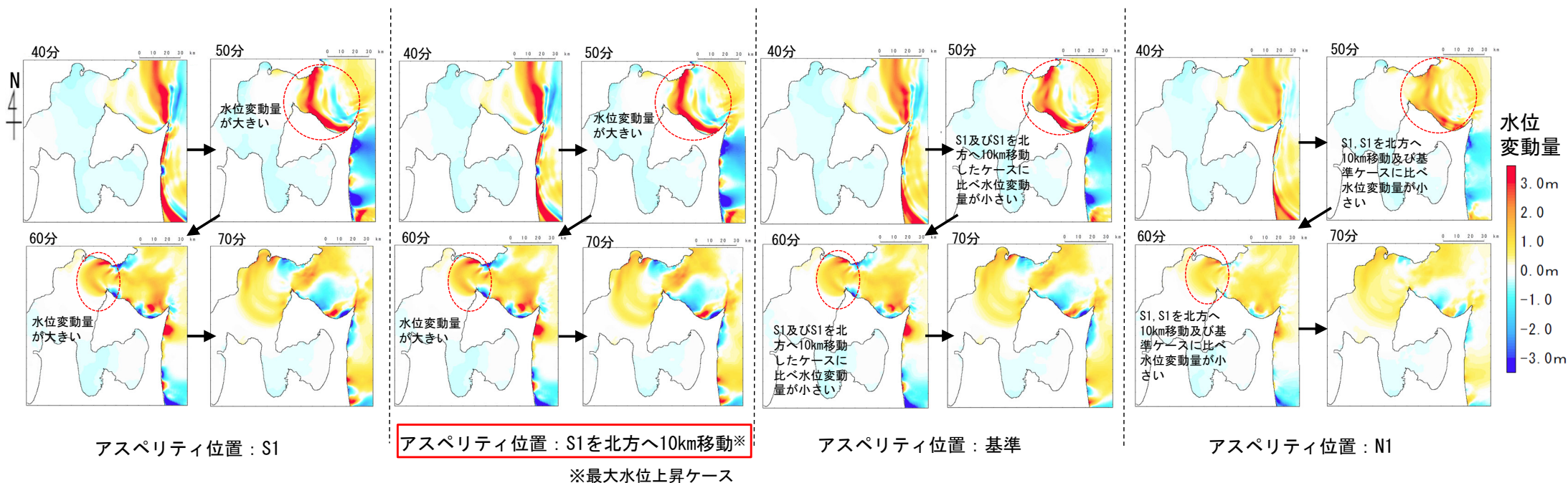
スナップショット Δs=2500m領域 (地震発生～40分後)

注：基準波源モデル② (概略パラメータスタディケース)

アスペリティ位置の影響：津波伝播状況の比較 (3/3)

第627回審査会合
資料1-1 P.191再掲

- アスペリティ位置の違いに伴う、地震発生40分後～70分後までの津波伝播の状況をスナップショットにより比較をした。
- アスペリティをS1に配置したケース及びS1を北方へ10km移動したケースは他ケースに比べ、津軽海峡内での水位変動量は大きい。



スナップショット $\Delta s=278\text{m}$ 領域 (地震発生40分後～70分後)

(余白)

(余白)



検討方針

コメントNo.S5-30

コメントNo.S5-32

- ・ 取水口スクリーン室前面において特徴的な水位の増幅が認められる津波周期は7分～10分であり、基準津波策定位置において特徴的な水位の増幅が認められる津波周期は30分であることを示した。(補足説明資料P. 10. 3-3参照)
- ・ ここでは、津軽海峡入口における基準波源モデル①～⑥の津波の周期特性について、上記の水位の増幅が認められる周期に着目した比較・分析を行い、基準波源モデル①②(津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮したモデル)と基準波源モデル③～⑥(3.11地震・津波の再現性等を考慮したモデル)との関連性について整理し、基準波源モデル①②の妥当性を示す。

【前提条件】

- ・ 基準波源モデル②は基準波源モデル①のすべり量を割り増したモデルとして位置づけられ、基準波源モデル④は基準波源モデル③に分岐断層・海底地すべりを考慮したモデルと位置づけられる(P. 2. 3. 1-5参照)。
- ・ なお、基準波源モデル②と基準波源モデル③は、すべり量等のパラメータ諸元がほぼ同等である(P. 2. 3. 1-97参照)。

【検討概要】

1. 基準波源モデル①②と基準波源モデル③④との比較 (P. 2. 3. 1-90)

- ・ ステップ1として、基準波源モデル①②と基準波源モデル③～⑥との津軽海峡入口における周期特性の違いを分析する。分析は、上記前提条件を踏まえて、基準波源モデル①②と基準波源モデル③④とを抽出し実施する。

2. 基準波源モデル③と
基準波源モデル⑤⑥との比較 (P. 2. 3. 1-91)

- ・ ステップ2として、基準波源モデル③～⑥の津軽海峡入口における周期特性の類似性等を分析する。分析は、基準波源モデル③と基準波源モデル⑤⑥とを比較することにより実施する。

3. 基準波源モデル①②と
基準波源モデル③～⑥との比較結果 (P. 2. 3. 1-92)

- ・ 上記の検討結果から、基準波源モデル①②と基準波源モデル③～⑥との比較結果を整理する。

4. まとめ (P. 2. 3. 1-96)

- ・ 基準波源モデル①②が基準波源モデル⑥ (P. 2. 3. 1-94, P. 2. 3. 1-95参照) に対して保守的であることを確認する。

- ・ 基準波源モデル①②(津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮したモデル)と基準波源モデル③～⑥(3.11地震・津波の再現性等を考慮したモデル)との関連性及び基準波源モデル①②の妥当性を示す。

1. 基準波源モデル①②と基準波源モデル③④との比較

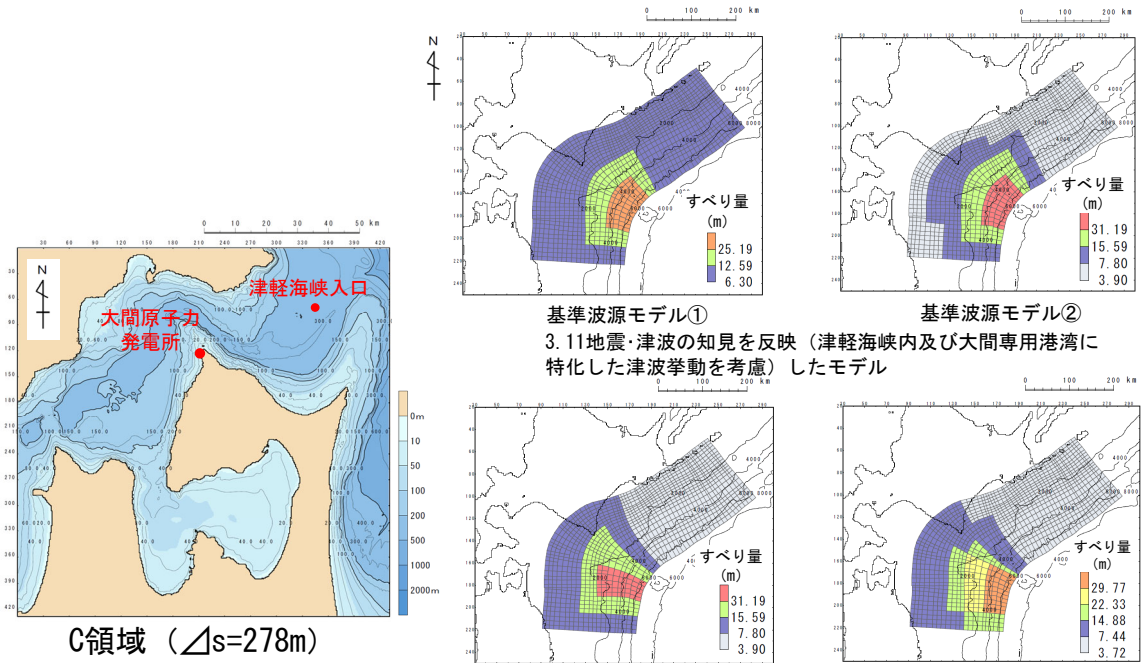
基準波源モデル①②と基準波源モデル③④について、津軽海峡入口における周期特性の違いを把握するため、取水口スクリーン室前面及び基準津波策定位置でそれぞれ特徴的な水位増幅を示す周期7分～10分及び30分（補足説明資料P.10.3-3参照）の水位変動に着目しスペクトルの比較を行った。

- 周期7分～10分付近の津波のパワースペクトルは、基準波源モデル①②が基準波源モデル③に比べて大きい。一方、超大すべり域の形状が近い※ため基準波源モデル①②と基準波源モデル④とはほぼ同等程度である。

①②>③, ①②≒④ ※：浅部海溝軸沿いに広く配置。

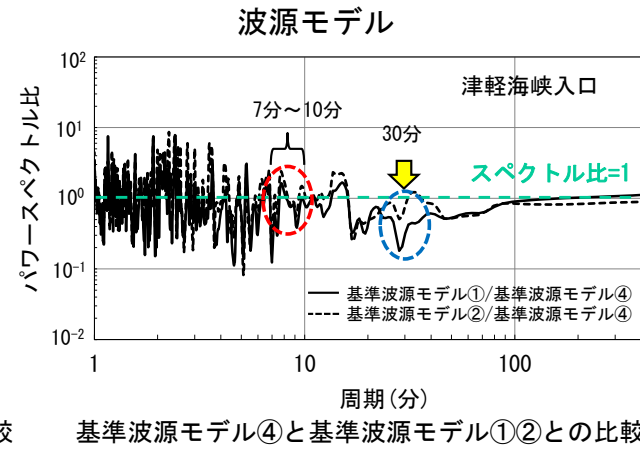
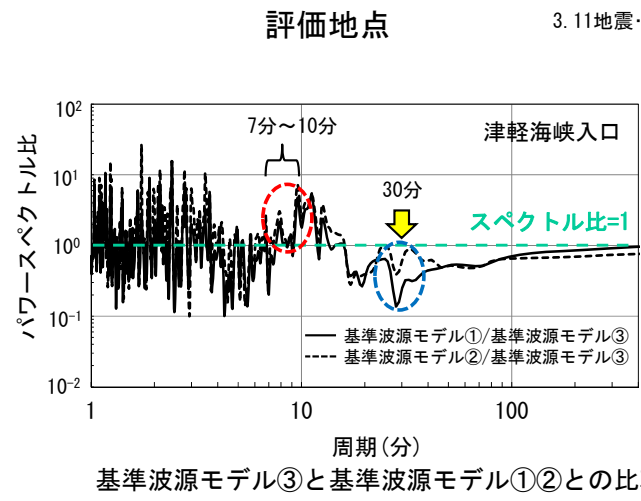
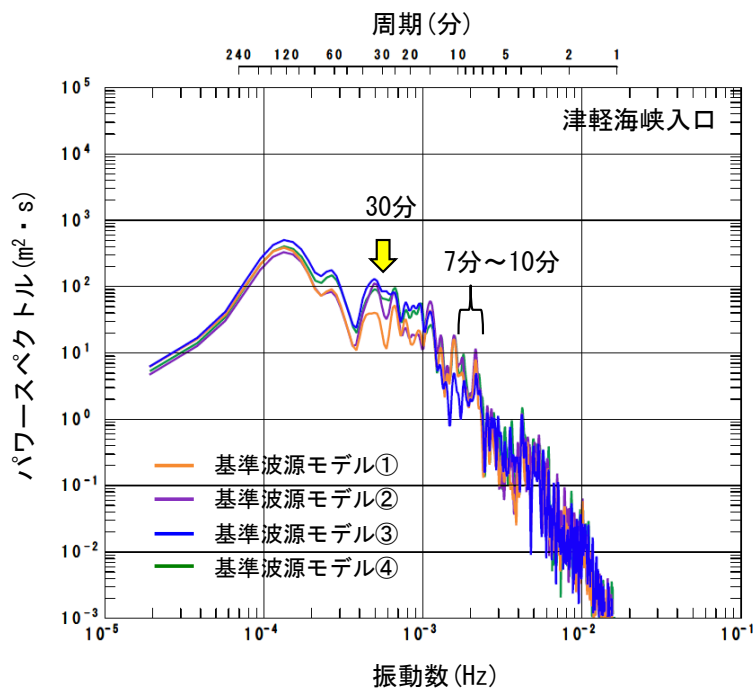
- 周期30分付近の津波のパワースペクトルは、基準波源モデル③④が、基準波源モデル①②に比べて大きい。

①②<③④



基準波源モデル③ 3.11地震・津波の知見を反映（沖合等の観測津波波形等の再現性を考慮）したモデル

基準波源モデル④ 3.11地震・津波の知見を反映（津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮）したモデル

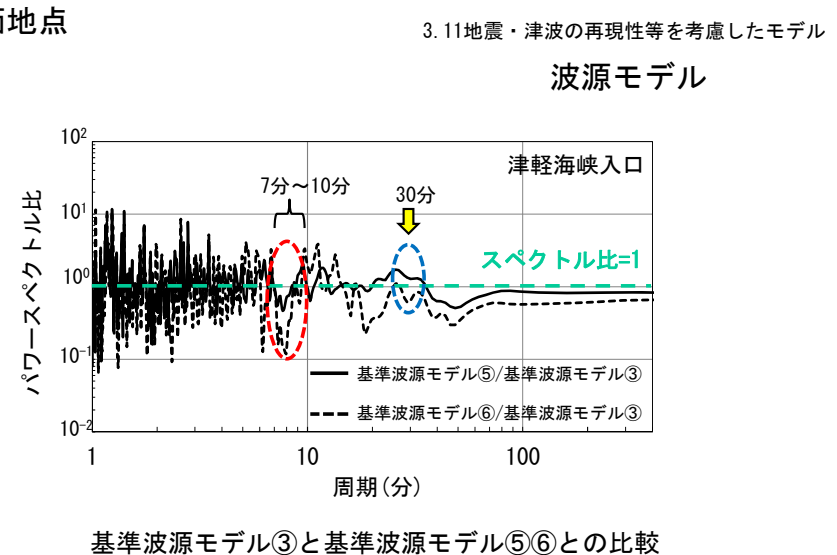
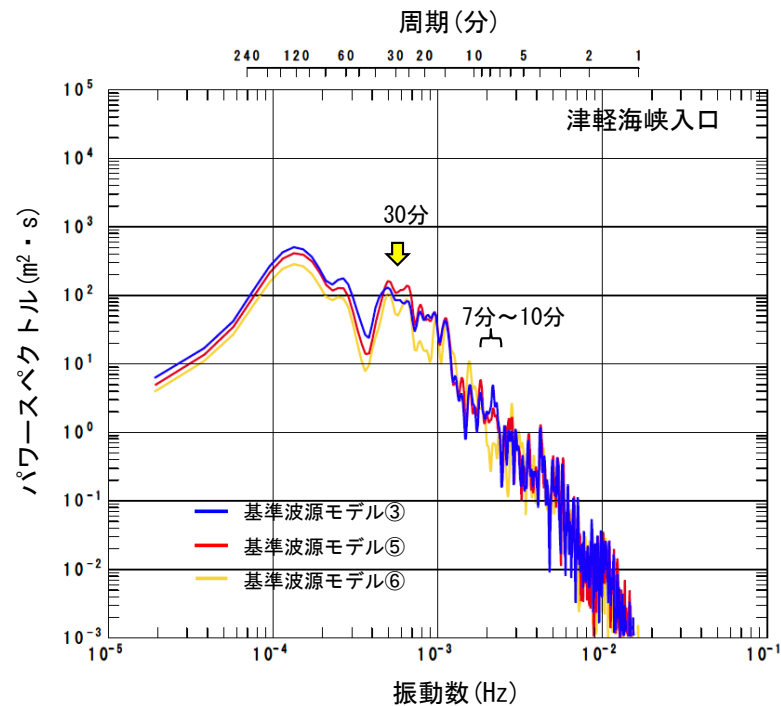
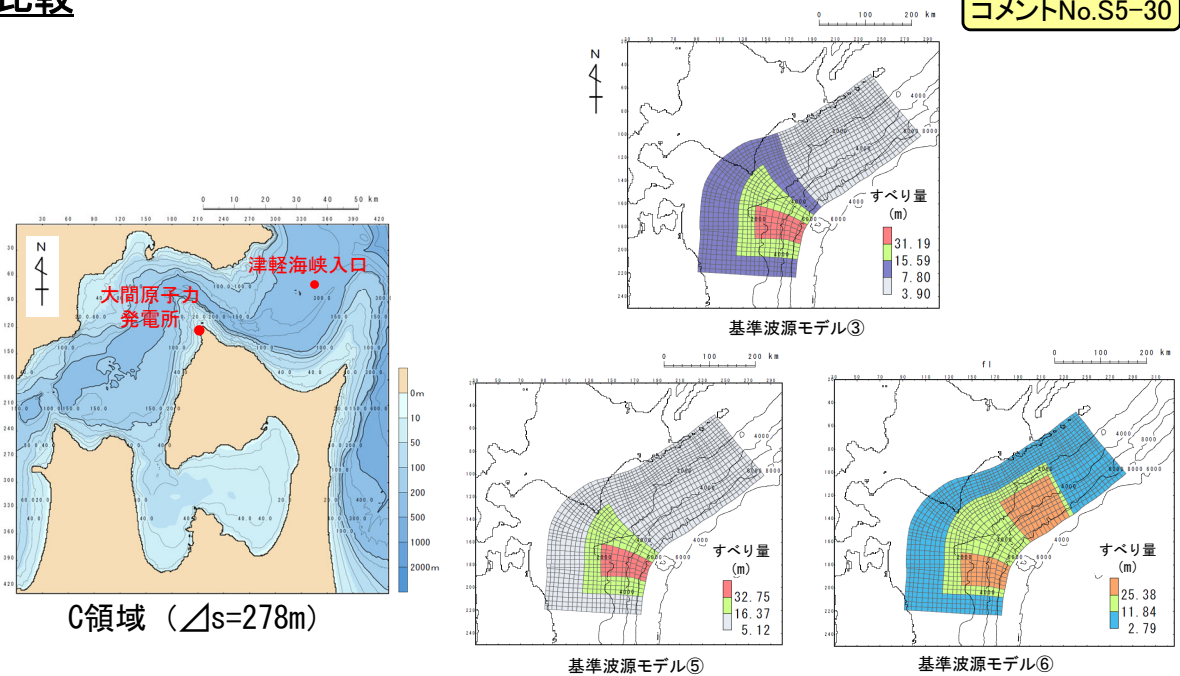


津軽海峡入口におけるスペクトル解析結果の比較

2. 基準波源モデル③と基準波源モデル⑤⑥との比較

基準波源モデル③⑤⑥について、津軽海峡入口における周期特性を把握するため、取水口スクリーン室前面及び基準津波策定位置でそれぞれ特徴的な水位増幅を示す周期7分～10分及び30分（補足説明資料P. 10. 3-3参照）の水位変動に着目しスペクトルの比較を行った。

- 周期7分～10分付近の津波のパワースペクトルは、基準波源モデル③が基準波源モデル⑤⑥に比べて大きい。
③>⑤⑥
- 周期30分付近の津波のパワースペクトルは、基準波源モデル③⑤⑥共ほぼ同等程度である。（パワースペクトル比が1に近い。）
③≒⑤⑥



津軽海峡入口におけるスペクトル解析結果の比較

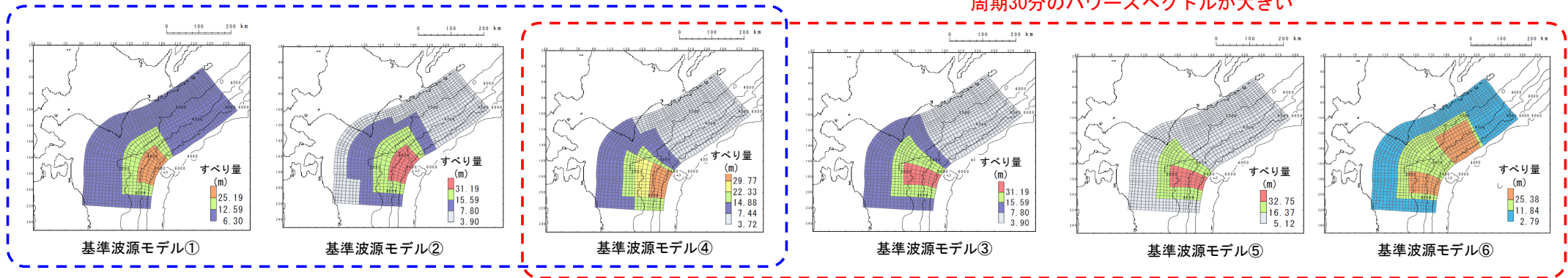
3. 基準波源モデル①②と基準波源モデル③～⑥との比較結果

コメントNo.S5-30

- 基準波源モデル①～⑥を対象とした津軽海峡入口における周期特性の比較結果 (P. 2. 3. 1-90, P. 2. 3. 1-91) は以下のとおりであり、基準波源モデル①②は基準波源モデル③～⑥に比べて、周期7分～10分付近の成分が相対的に卓越し、周期30分付近の成分は下回る結果となった。
 - ✓ 周期7分～10分付近の津波のパワースペクトル ①②④>③>⑤⑥
 - ✓ 周期30分付近のパワースペクトル ①②<③④⑤⑥
- 以上より、基準波源モデル①～⑥は、「周期7分～10分のパワースペクトルが大きいグループ」(基準波源モデル①②④)と「周期30分程度のパワースペクトルが大きいグループ」(基準波源モデル③～⑥)に分類・整理することができる。

周期7分～10分のパワースペクトルが大きい

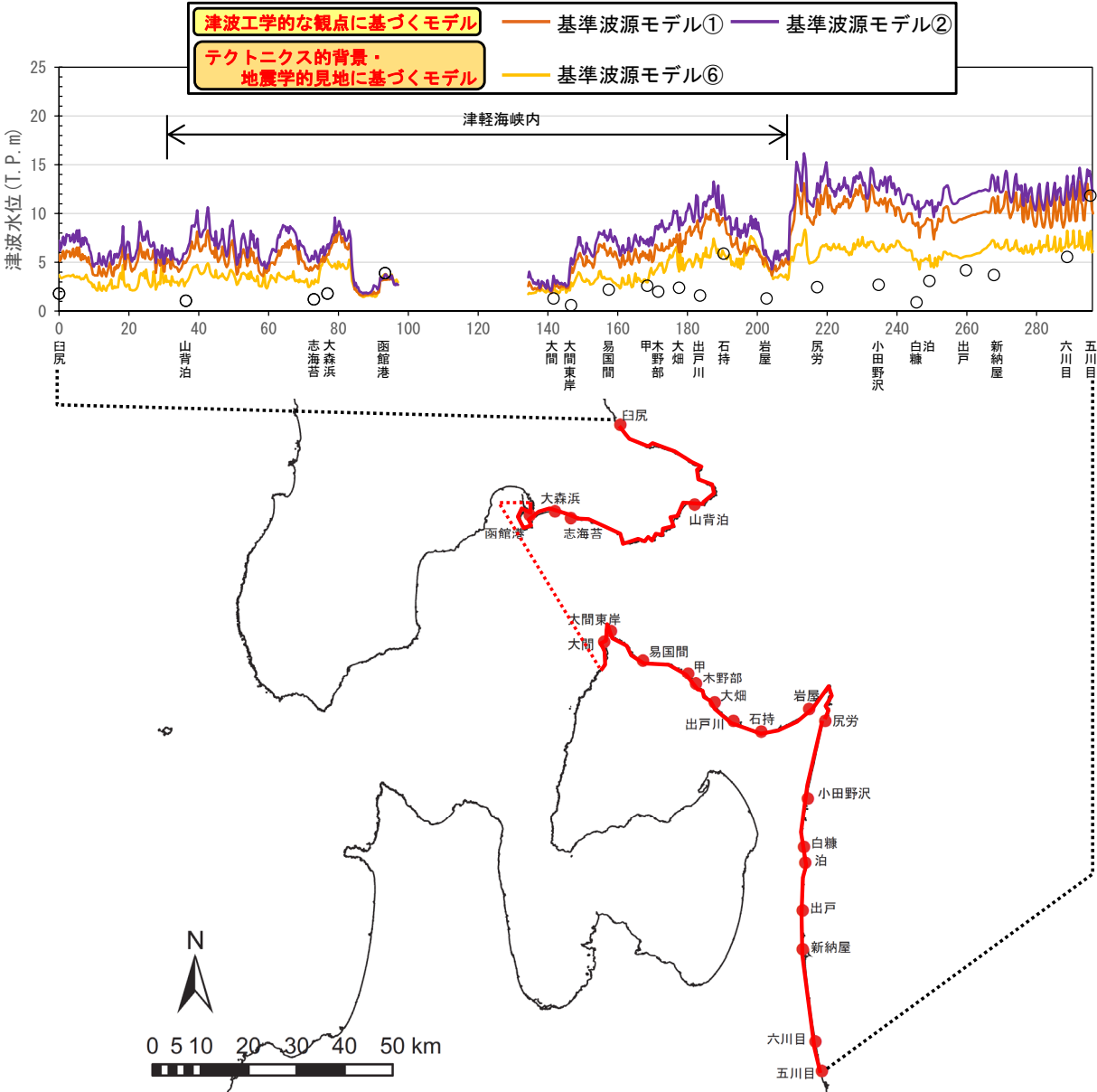
周期30分のパワースペクトルが大きい



(余白)

コメントNo.S5-32

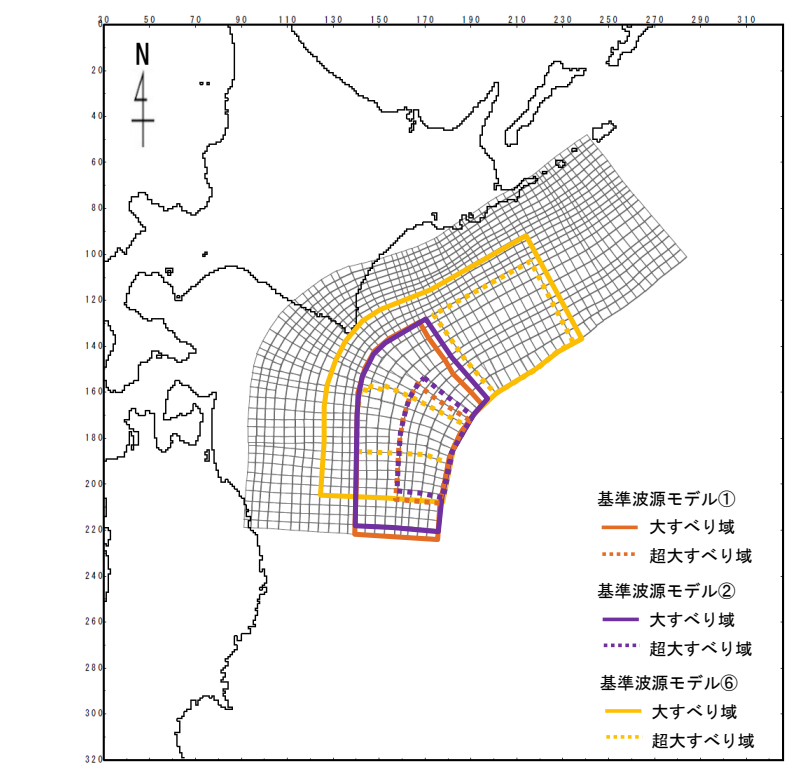
基準波源モデル①②と基準波源モデル⑥の比較



基準波源モデル①②⑥の計算津波高の比較

- 津軽海峡開口部付近の沿岸における基準波源モデル①②⑥の計算津波高※(概略パラメータスタディ上昇側最大ケース)の比較を行った。
- 津軽海峡開口部付近においては、基準波源モデル①②が、広域の津波痕跡高の再現性を考慮し設定した基準波源モデル⑥を上回っている。なお、津軽海峡内等の周期特性を考慮して設定した基準波源モデル①②は基準波源モデル⑥に比べて津軽海峡内において保守的なモデルであると位置づけられる。

※：計算津波高はP. 2. 3. 1-95に示すとおり。



アスぺリティの位置を変化させる概略パラメータスタディで上昇側最大ケースとなった各基準波源モデルの大すべり域等の位置図

計算津波高

沿岸 区分	地点	計算津波高(m)			
		津波工学的な観点に基づくモデル		テクニクスの背景・ 地震学的見地に基づくモデル	
		基準波源モデル① (上昇側最大ケース)	基準波源モデル② (上昇側最大ケース)	基準波源モデル⑥ (上昇側最大ケース)	
北海道	津軽海峡外	臼尻	5.78	7.21	3.70
	津軽海峡内	山背泊	4.97	5.92	2.97
		志海苔	4.43	5.31	2.76
		大森浜	5.83	6.83	5.25
		函館港	3.21	3.76	3.78
大間		3.08	3.63	2.49	
大間東岸		4.51	5.44	2.93	
易国間		5.92	7.56	3.30	
甲		6.12	7.39	2.93	
木野部		6.27	8.38	4.58	
大畑		6.02	8.25	4.06	
青森県	津軽海峡外	出戸川	8.67	10.35	5.27
		石持	9.53	11.24	5.99
		岩屋	4.98	5.64	4.99
		尻労	11.49	13.13	5.47
		小田野沢	10.81	12.37	6.12
		白糖	9.02	10.58	5.28
		泊	9.33	10.84	5.73
		出戸	9.59	11.70	5.61
		新納屋	11.44	13.39	7.15
		六川目	12.67	13.85	8.23
五川目	12.23	13.83	8.21		

4. まとめ

- 津軽海峡入口における基準波源モデル①～⑥の津波の周期特性を分析し、基準波源モデル①②と基準波源モデル③～⑥とを相対比較した結果を以下に示す。
 - ✓ 3.11地震・津波の再現性等を考慮した基準波源モデル③～⑥は、基準津波策定位置において特徴的な水位の増幅が認められる周期30分の周期特性を有する津波である。
 - ✓ 津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデル①②は、取水口スクリーン室前面で特徴的な水位の増幅が認められる周期7分～10分の周期特性を有する津波^{※1}であると関連付けられる。

※1：基準波源モデル④も同様の特徴を有する津波と言えるが、基準波源モデル①、②を主眼に記載するため、ここでの記載を割愛した。

- 津軽海峡開口部付近において、基準波源モデル①②⑥の水位を比較した結果を以下に示す。
 - ✓ 基準波源モデル①②による津波水位は、基準波源モデル⑥（広域で3.11地震による津波水位を再現したモデル）による津波水位を上回っている。なお、津軽海峡内等の周期特性を考慮して設定した基準波源モデル①②は基準波源モデル⑥に比べて津軽海峡内において保守的なモデルであると位置づけられる。
- まとめ
 - ✓ 基準波源モデル①②は、取水口スクリーン室前面で特徴的な水位の増幅が認められる周期7分～10分の周期特性を有する津波であり、また、これらの津波水位は基準波源モデル⑥（広域で3.11地震による津波水位を再現したモデル）による津波水位を上回っており保守的なモデルと位置づけられるため、基準波源モデル①②の設定は妥当である。

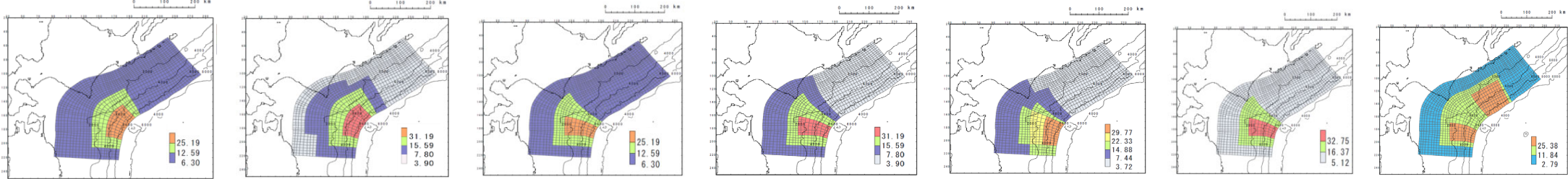
第627回審査会合
資料1-1 P.180一部修正

(参考) 基準波源モデルのパラメータの整理

各基準波源モデルのパラメータは以下のとおり。

津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮した基準波源モデル

3.11地震・津波の再現性を考慮した基準波源モデル



基準波源モデル① 基準波源モデル② 基準波源モデル③④のベースモデル 基準波源モデル③ 基準波源モデル④ 基準波源モデル⑤ 基準波源モデル⑥

基準波源モデルのパラメータ

諸元	基準波源モデル①	基準波源モデル②	基準波源モデル③④のベースモデル	基準波源モデル③	基準波源モデル④	基準波源モデル⑤	基準波源モデル⑥
モーメントマグニチュード (Mw)	9.04	9.04	9.04	9.05	9.04	9.04	9.06
断層面積 (S)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)	110,472 (km ²)
平均応力降下量 (Δσ)	3.08 (MPa)	3.08 (MPa)	3.05 (MPa)	3.14 (MPa)	3.08 (MPa)	3.07 (MPa)	3.26 (MPa)
地震モーメント (Mo)	4.64 × 10 ²² (N・m)	4.64 × 10 ²² (N・m)	4.59 × 10 ²² (N・m)	4.73 × 10 ²² (N・m)	4.65 × 10 ²² (N・m)	4.62 × 10 ²² (N・m)	4.92 × 10 ²² (N・m)
すべり量	背景領域 (背景的領域) (面積及び面積比率)	3.90 (m) (56,997 (km ²), 51.6%)	3.90 (m) (48,879 (km ²), 44.2%)	3.90 (m) (52,259 (km ²), 47.3%)	3.72 (m) (87,732 (km ²), 79.4%)	5.12 (m) (63,895 (km ²), 57.8%)	2.79 (m) (18,748 (km ²), 17.0%)
	基本すべり域 (面積及び面積比率)	6.30 (m) (87,616 (km ²), 79.3%)	7.80 (m) (30,619 (km ²), 27.7%)	6.30 (m) (87,732 (km ²), 79.4%)	7.80 (m) (38,853 (km ²), 35.2%)	7.44 (m) (35,022 (km ²), 31.7%)	11.84 (m) (27,829 (km ²), 25.2%)
	大すべり域 (面積及び面積比率)	12.59 (m) (15,790 (km ²), 14.3%)	15.59 (m) (15,790 (km ²), 14.3%)	12.59 (m) (16,438 (km ²), 14.9%)	15.59 (m) (16,438 (km ²), 14.9%)	14.88 (m) (11,477 (km ²), 10.4%)	16.37 (m) (16,438 (km ²), 14.9%)
	中間大すべり域 (面積及び面積比率)					22.33 (m) (6,018 (km ²), 5.4%)	
	超大すべり域 (面積及び面積比率)	25.19 (m) (7,066 (km ²), 6.4%)	31.19 (m) (7,066 (km ²), 6.4%)	25.19 (m) (6,302 (km ²), 5.7%)	31.19 (m) (6,302 (km ²), 5.7%)	29.77 (m) (5,696 (km ²), 5.2%)	32.75 (m) (6,302 (km ²), 5.7%)
	平均すべり量	8.41 (m)	8.40 (m)	8.31 (m)	8.57 (m)	8.42 (m)	8.37 (m)

注：表中の値はモデル化後の値

(参考) 波源域等における計算精度の確認

第627回審査会合
資料1-1 P.194一部修正

コメントNo.S5-30

・土木学会(2016)⁽³³⁾では、波源域の計算格子間隔の設定の目安として、津波空間波形の1波長の1/20以下とする方法があるとされている。ここでは、津軽海峡入口において周期7分～10分程度のパワースペクトルが相対的に大きくなった津軽海峡内及び大間専用港湾に特化した津波挙動を考慮したモデル(基準波源モデル①)を対象とし、波源域等における計算格子間隔が津波空間波形の1波長の1/20以下となっていることを確認する。

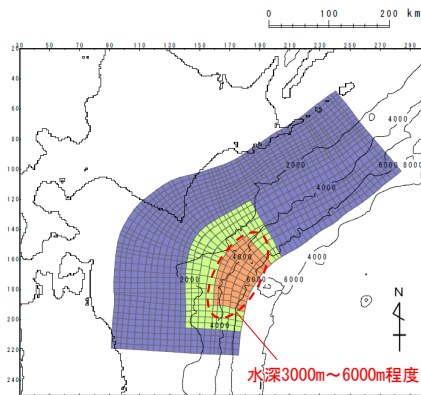
・上記に基づき、以下の式を用いて波源域における計算精度を確認する。

$$\Delta s < \frac{\lambda}{\alpha} = \frac{T\sqrt{gh_{min}}}{\alpha} \Rightarrow \frac{\Delta s^2 \cdot \alpha^2}{T^2 \cdot g} < h_{min}$$

ここに、 Δs : 計算格子間隔, λ : 波長, T : 周期, g : 重力加速度,
 h_{min} : 最小水深, α : 定数(ここでは20)

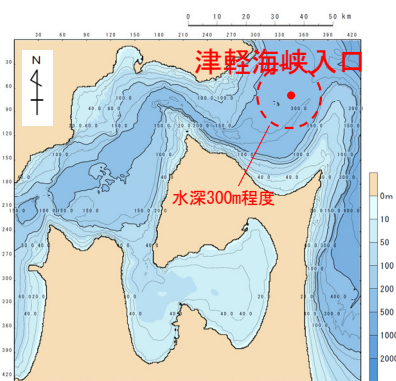
- ・上式によると取水口スクリーン室前面において顕著な水位増幅特性が認められる周期7分～10分程度(P.2.3.1-90参照)の津波に対して、計算精度を確保するために必要な最小水深は、波源域(A領域: $\Delta s=2.5\text{km}$)では約1450m, 津軽海峡入口(C領域: $\Delta s=278\text{m}$)では約18mと算出される。
- ・一方、波源域で短周期成分を発生させる浅部海溝軸沿いの水深は3000m～6000m程度、津軽海峡入口の水深は300m程度である。

⇒以上より、波源域及び津軽海峡入口において、周期7分～10分程度の津波に対する計算精度は確保できていると考えられる。



A領域 ($\Delta s=2.5\text{km}$)

波源域



C領域 ($\Delta s=278\text{m}$)

津軽海峡入口

	計算精度を確保するために必要な最小水深	水深
波源域 A領域 $\Delta s=2.5\text{km}$	約1450m*	3000m～6000m程度 (浅部海溝軸沿い)
津軽海峡入口 C領域 $\Delta s=278\text{m}$	約18m*	300m程度

※: T=7分として算出

検討方針

コメントNo.S5-35

三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の伝播傾向を把握することを目的とし、津軽海峡入射前と津軽海峡入射後に分け、基準波源モデル①～⑥それぞれの解析結果を比較・検討する。

【検討概要】

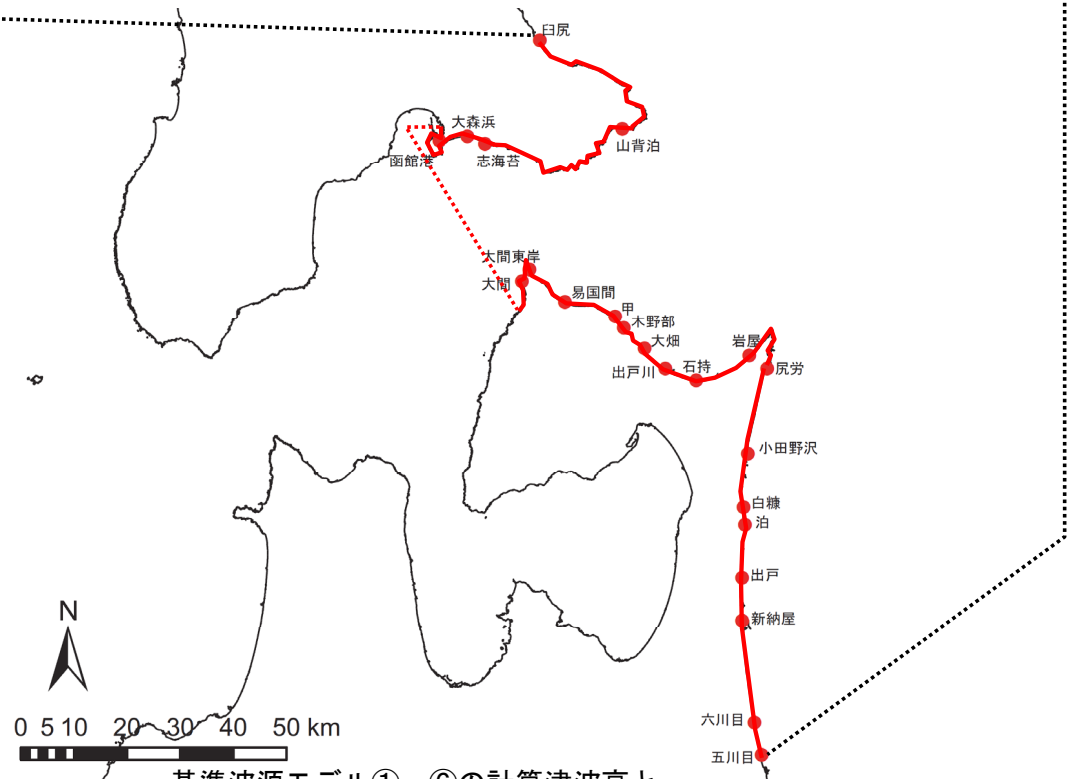
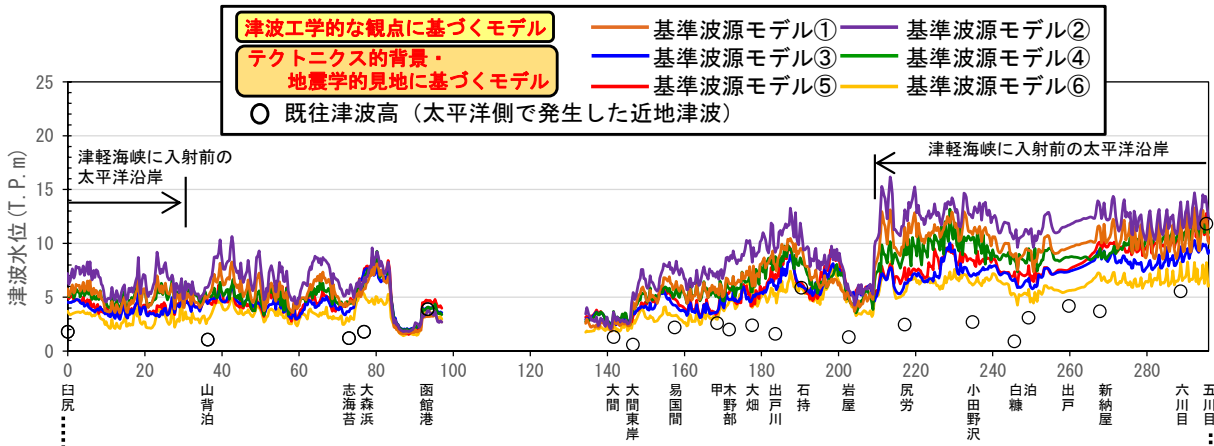
[津軽海峡入射前]

- ・津軽海峡開口部付近の沿岸における基準波源モデル①～⑥の計算津波高の分布傾向を比較する。(P. 2. 3. 1-100, P. 2. 3. 1-101)
- ・各波源から津軽海峡までの伝播特性(最大水位上昇量分布)について検討する。(P. 2. 3. 1-102)

[津軽海峡入射後]

- ・津軽海峡内の伝播特性(最大水位上昇量分布等)について検討する。(P. 2. 3. 1-103～P. 2. 3. 1-104)

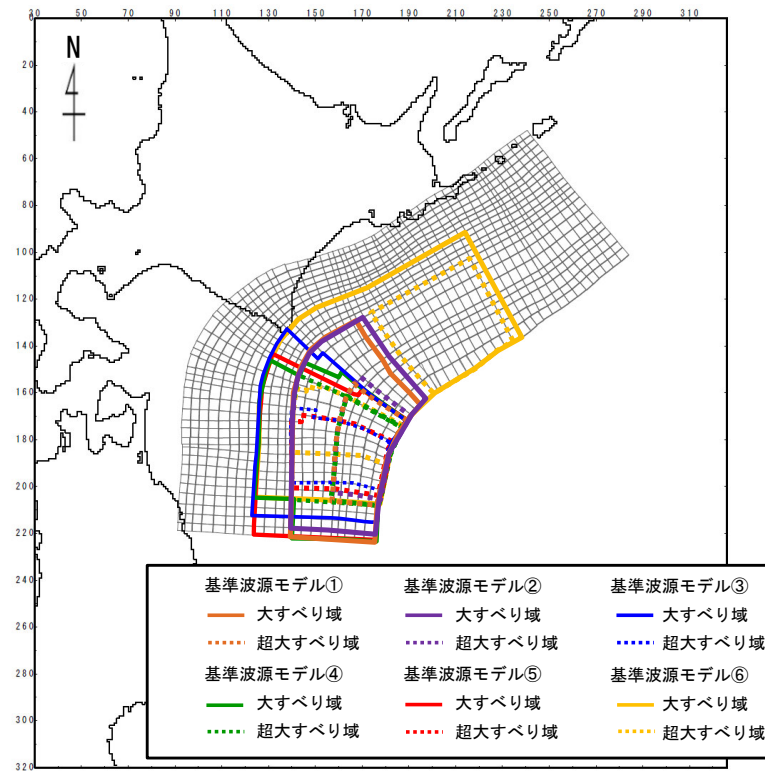
津軽海峡入射前の傾向 (1/3) : 計算津波高の比較



基準波源モデル①～⑥の計算津波高と太平洋側既往津波高との比較

- 津軽海峡入射前の伝播特性を把握することを目的とし、津軽海峡開口部付近の沿岸における基準波源モデル①～⑥の計算津波高※(概略パラメータスタディ上昇側最大ケース)と既往津波高※との比較を行った。
- その結果、津軽海峡に入射前の太平洋沿岸においては、基準波源モデル①～⑥の計算津波高は、おおむね既往津波高を上回ることを確認した。これより、基準波源モデル①～⑥の設定は妥当であると判断される。
- また、当該範囲では、水位に差は認められるものの、特異な増幅特性を示すモデルは認められず、伝播形態に大きな差はないことを確認した。

※：計算津波高と既往津波高はP. 2.3.1-101に示すとおり。 0 100 200 km



概略パラメータスタディで上昇側最大ケースとなった各基準波源モデルの大すべり域等の位置図



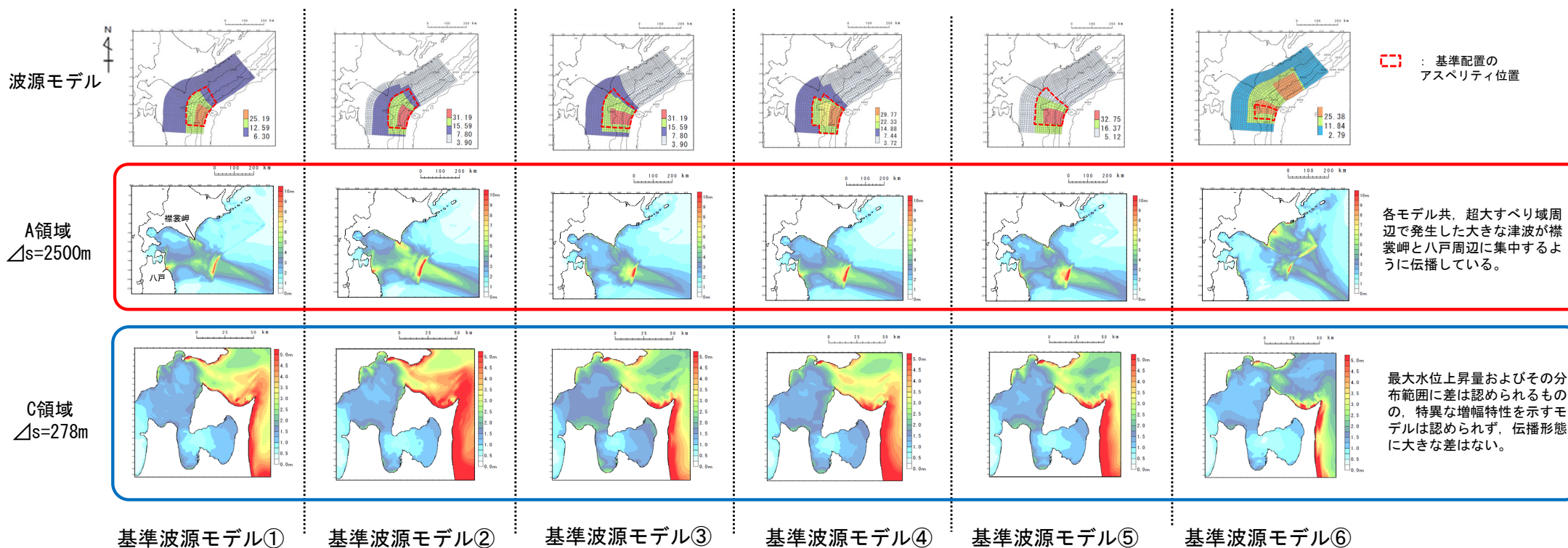
コメントNo.S5-35

津軽海峡入射前の傾向 (2/3) : 既往津波高&計算津波高

沿岸区分	地点	既往最大津波高(m)	計算津波高(m) (上昇側最大ケース)						
			津波工学的な観点に基づくモデル		テクトニクス的背景・地震学的見地に基づくモデル				
			基準波源モデル①	基準波源モデル②	基準波源モデル③	基準波源モデル④	基準波源モデル⑤	基準波源モデル⑥	
北海道	津軽海峡外	臼尻	1.80	5.78	7.21	4.54	5.46	5.10	3.70
	津軽海峡内	山背泊	1.05	4.97	5.92	4.40	5.06	4.67	2.97
		志海苔	1.20	4.43	5.31	3.64	4.38	4.36	2.76
		大森浜	1.80	5.83	6.83	7.47	6.89	7.67	5.25
		函館港	3.90	3.21	3.76	4.03	4.07	4.71	3.78
大間		1.30	3.08	3.63	3.11	3.67	3.33	2.49	
青森県	津軽海峡内	大間東岸	0.60	4.51	5.44	3.73	4.05	3.31	2.93
		易国間	2.20	5.92	7.56	4.27	5.19	4.84	3.30
		甲	2.60	6.12	7.39	3.55	5.96	3.73	2.93
		木野部	2.00	6.27	8.38	4.75	5.77	5.40	4.58
		大畑	2.40	6.02	8.25	4.87	5.48	4.20	4.06
	津軽海峡外	出戸川	1.60	8.67	10.35	6.35	8.13	6.81	5.27
		石持	5.88	9.53	11.24	6.00	8.45	6.38	5.99
		岩屋	1.30	4.98	5.64	5.37	4.83	5.40	4.99
		尻労	2.46	11.49	13.13	6.36	10.66	7.74	5.47
		小田野沢	2.70	10.81	12.37	7.08	10.59	8.43	6.12
		白糠	0.90	9.02	10.58	6.70	8.43	7.38	5.28
		泊	3.10	9.33	10.84	6.76	9.51	7.93	5.73
		出戸	4.20	9.59	11.70	7.37	8.72	7.56	5.61
新納屋	3.70	11.44	13.39	9.24	9.54	10.12	7.15		
六川目	5.56	12.67	13.85	9.68	11.45	12.47	8.23		
五川目	11.83	12.23	13.83	9.63	11.70	12.80	8.21		

津軽海峡入射前の傾向 (3 / 3) : 最大水位上昇量分布

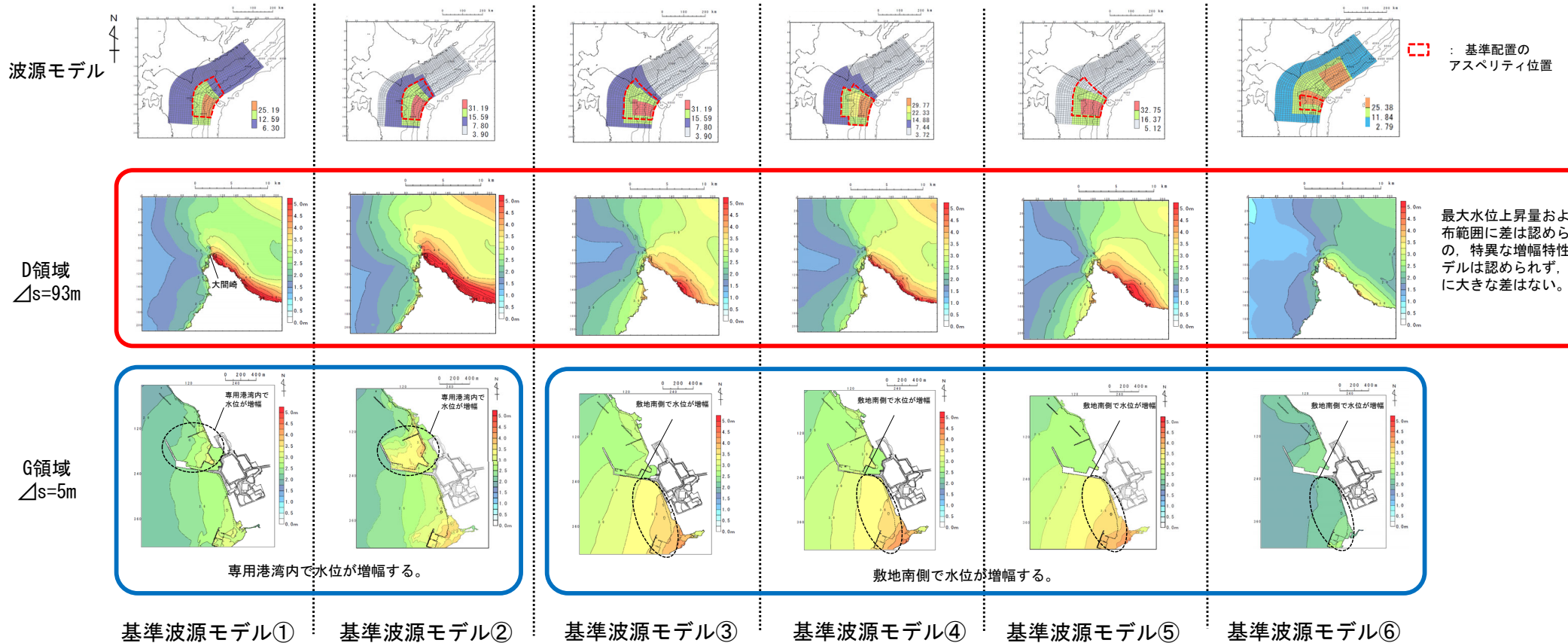
- 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の津軽海峡入射前の伝播傾向を把握することを目的とし、各波源から津軽海峡までの伝播特性 (最大水位上昇量分布) について検討した。その結果以下のことが確認できた。
 - A領域では、各モデルの大すべり域等の形状の違いによる水位の差は認められるものの、各モデル共、超大すべり域周辺で発生した大きな津波が襟裳岬と八戸周辺に集中するように伝播している。
 - C領域では、各モデル間で水位差は認められるものの波源に直面する太平洋沿岸の水位が高く、増幅特性等の伝播形態に大きな差は認められない。



概略パラメータスタディ上昇側最大ケースの最大水位上昇量分布

津軽海峡入射後の傾向 (1 / 2) : 最大水位上昇量分布

- 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の津軽海峡入射後の伝播傾向を把握することを目的とし、津軽海峡内の伝播特性 (最大水位上昇量分布) について検討した。その結果以下のことが確認できた。
 - D領域では、各モデル間で水位差は認められるものの大間崎よりも太平洋側の水位が高く、増幅特性等の伝播形態に大きな差は認められない。
 - G領域では、基準波源モデル①②は専用港湾内において水位の増幅が認められる。一方、基準波源モデル③～⑥は敷地南側の海域で水位の増幅が認められる。これは、「各基準波源モデルの周期特性」及び「津軽海峡及び発電所専用港湾の周期特性」とも整合的である (次頁P. 2. 3. 1-104参照)。



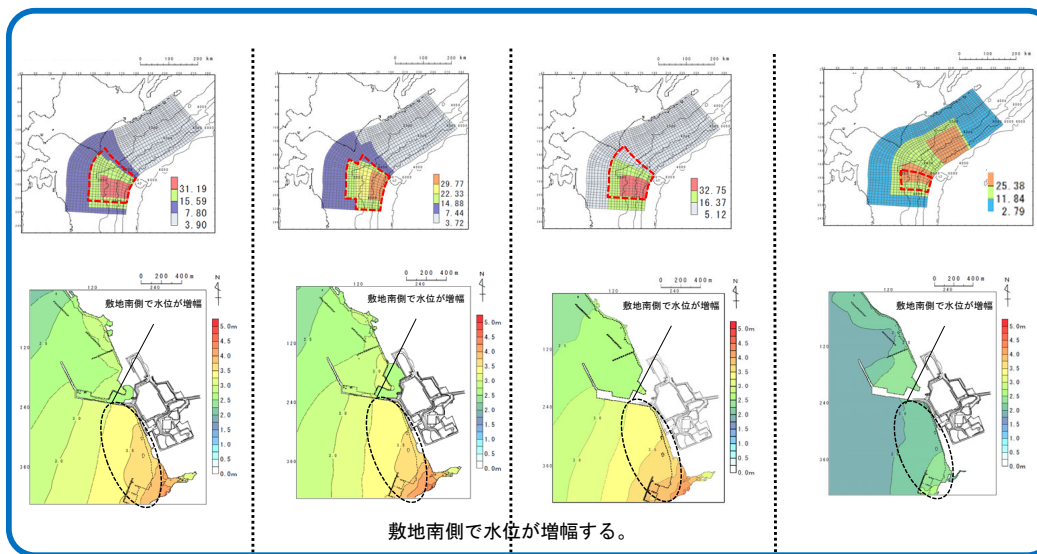
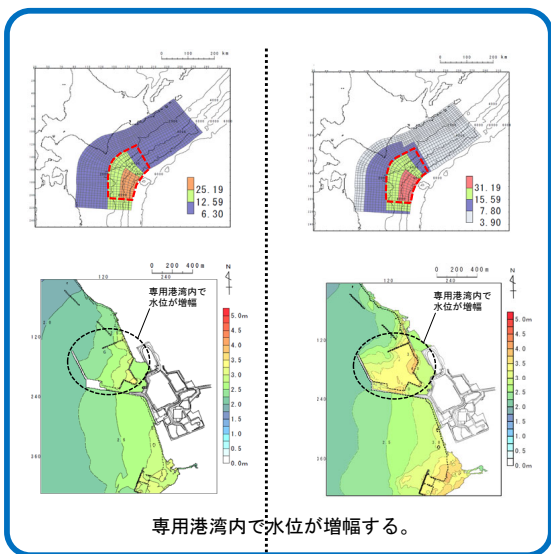
概略パラメータスタディ上昇側最大ケースの最大水位上昇量分布

津軽海峡入射後の傾向 (2/2) : 周期特性との関係

- 基準波源モデル①②では専用港湾内で水位が高くなっており、基準波源モデル③～⑥では敷地南側の海域で水位が高くなっているのは、以下の周期特性に係る検討結果と整合的である。
 - ✓ 基準波源モデル①～⑥の6つの基準波源モデルは、「周期7分～10分のパワースペクトルが大きいグループ」(基準波源モデル①②)と「周期30分程度のパワースペクトルが大きいグループ」(基準波源モデル③～⑥)に分類できる(P. 2. 3. 1-92参照)。
 - ✓ 一方、発電所専用港湾周辺における正弦波解析から、取水口スクリーン室前面では周期7分及び10分で、基準津波策定位置では周期30分でそれぞれ水位増幅特性が認められる。

周期7分～10分のパワースペクトルが大きい

周期30分程度のパワースペクトルが大きい



基準波源モデル①

基準波源モデル②

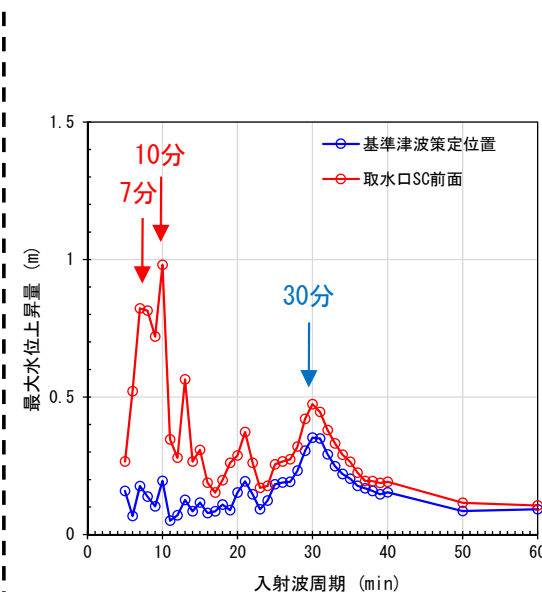
基準波源モデル③

基準波源モデル④

基準波源モデル⑤

基準波源モデル⑥

概略パラメータスタディ上昇側最大ケースの最大水位上昇量分布



発電所専用港湾周辺における
正弦波入射波周期と
最大水位上昇量の関係
(補足説明資料P. 10. 3-3参照)


まとめ

- 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波の伝播傾向を把握することを目的とし、津軽海峡入射前と津軽海峡入射後に分け、それぞれの基準波源モデルによる解析結果を比較・検討した結果、以下の傾向が確認できた。
 - ✓ 基準波源モデル①～⑥の計算津波高は、おおむね既往津波高を上回ることを確認した。これより、基準波源モデル①～⑥の設定は妥当であると判断される。(P. 2. 3. 1-100)
 - ✓ 津軽海峡入射前の傾向 (P. 2. 3. 1-100～P. 2. 3. 1-102)
 - 基準波源モデル①～⑥のいずれのケースでも、波源に直面する太平洋沿岸の水位が高く、増幅特性等の伝播形態に大きな差は認められない。
 - ✓ 津軽海峡入射後の傾向 (P. 2. 3. 1-103, P. 2. 3. 1-104)
 - 基準波源モデル①②：専用港湾内で水位が高くなる。
これは基準波源モデル①②の津波は周期7分～10分のパワースペクトルが大きいこと及び取水口スクリーン室前面では周期7分及び10分で水位増幅特性が認められることと整合的である。
 - 基準波源モデル③～⑥：敷地南側で水位が高くなる。
これは基準波源モデル③～⑥の津波は周期30分のパワースペクトルが大きいこと及び基準津波策定位置では周期30分で水位増幅特性が認められることと整合的である。

目次

1. 既往津波の検討
 - 1-1. 既往津波の文献調査
 - 1-2. 津波堆積物調査
 - 1-3. 既往津波の計算条件
 - 1-4. 既往津波の再現計算
2. 地震による津波
 - 2-1. 地震による津波の計算条件
 - 2-2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
 - 2-3. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
 - 2-3-2. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
 - 2-4. チリ沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-5. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
 - 2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波
 - 2-7. 地震による津波のまとめ
 - 2-8. 防波堤等の影響検討
3. 地震以外の要因による津波
 - 3-1. 地震以外の要因による津波の計算条件
 - 3-2. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
 - 3-3. 海底地すべりに起因する津波
 - 3-4. 火山現象に起因する津波
 - 3-5. 地震以外の要因による津波のまとめ
4. 津波発生要因の組合わせに関する検討
5. 基準津波の策定
 - 5-1. 基準津波の選定
 - 5-2. 基準津波選定結果の検証
 - 5-2-1. 既往津波との比較
 - 5-2-2. 行政機関による既往評価との比較
6. 基準津波

※：2-6章、2-7章は、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波及び内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾に関する事項

：本資料でのご説明範囲

検討方針

- 敷地周辺で評価を実施している行政機関の津波断層モデルによる敷地への影響を検討する。
- 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波波源と同様の海域に設定された内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾モデルの津波による敷地への影響が、基準波源モデル①～⑥を上回るため、ここでは行政機関が想定する波源モデルのうち、内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾モデルの検討結果を示す。

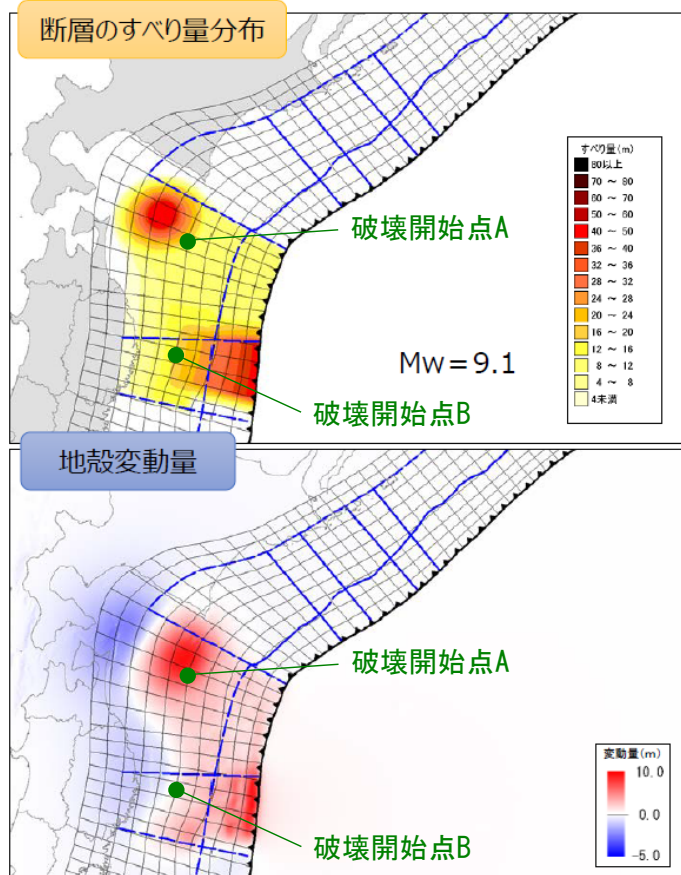
注）内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾以外の行政機関が想定する波源モデルによる津波※については、次回以降、他の海域の津波の検討と合わせて説明する。

※：青森県（2015）⁽¹⁰⁷⁾、国交省ほか（2014）⁽²²⁾及び北海道（2017）⁽¹⁰⁸⁾による検討

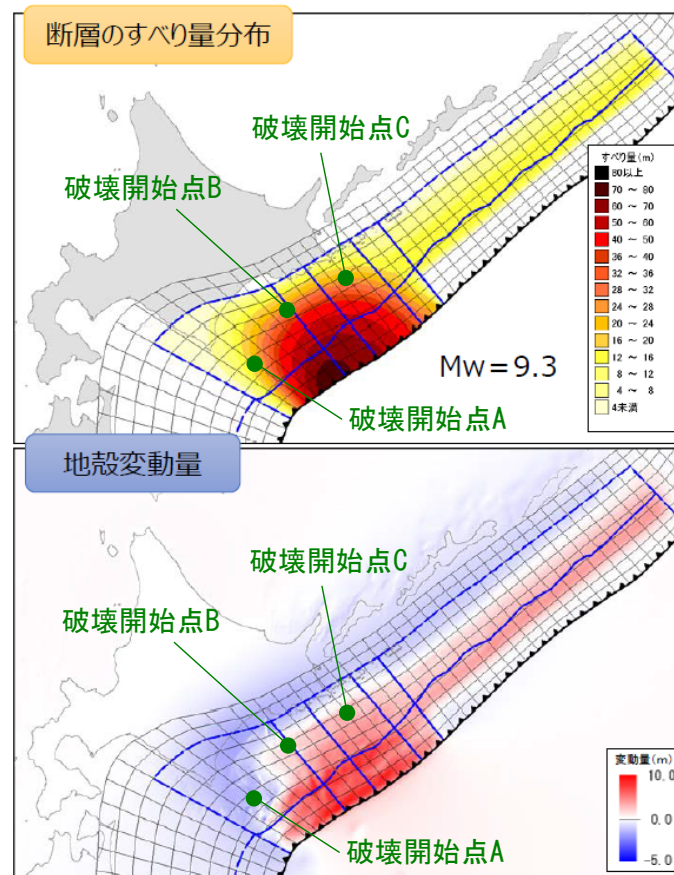
内閣府 (2020) による検討概要 (1 / 3)

- 内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ (日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会)において, 東日本大震災の教訓を踏まえ, 津波堆積物調査などの科学的な知見をベースに, あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波に関する検討が実施された。
- 内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ で示された最大クラスの津波断層モデルは以下の2つである。
- これらの中から, 大間原子力発電所への影響が比較的大きい津波断層モデルを抽出して, 数値シミュレーションを実施し, 敷地における水位変動量を算定する。

【①日本海溝 (三陸・日高沖) モデル】



【②千島海溝 (十勝・根室沖) モデル】



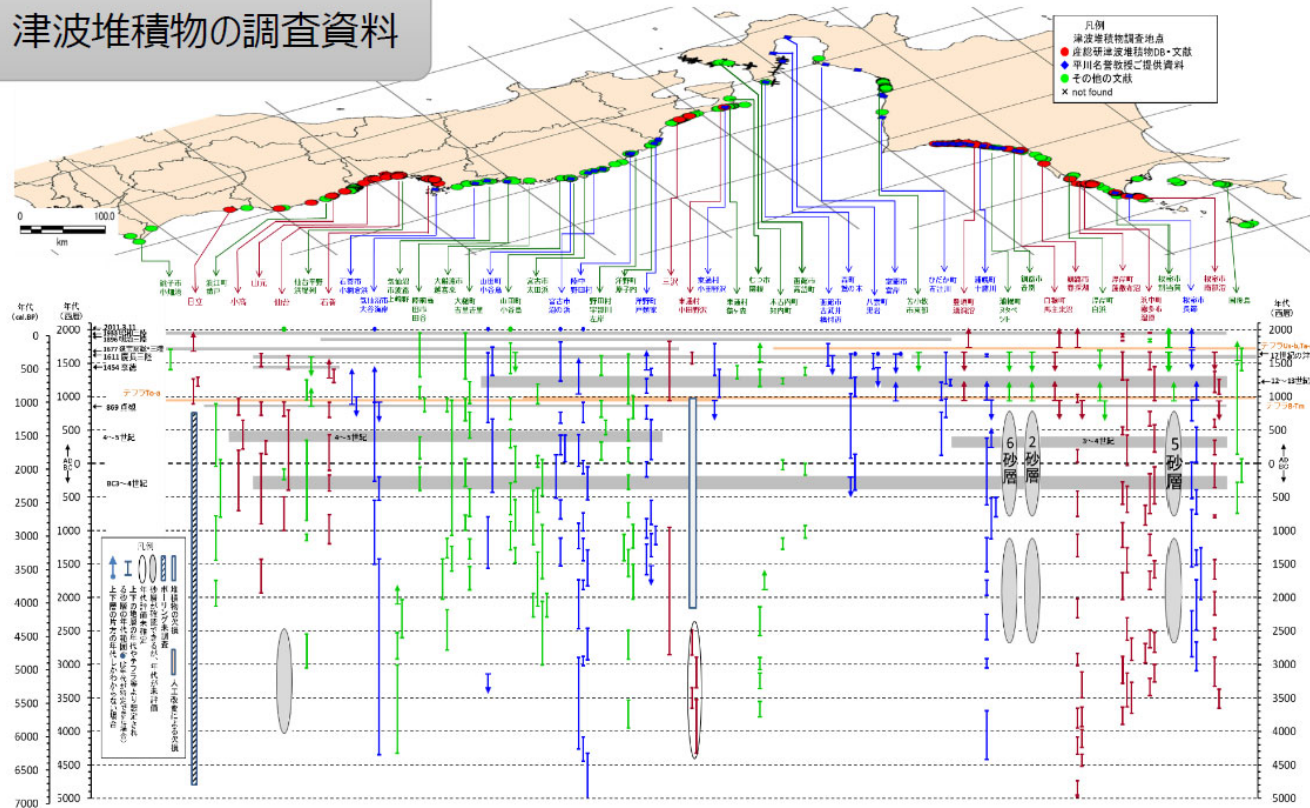
内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ に一部加筆

内閣府 (2020) による検討概要 (2 / 3)

内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ で示された最大クラスの津波断層モデルの主な設定根拠は以下のとおりである。

- ✓ おおむね過去6,000年間の津波堆積物等の調査資料を活用
- ✓ 内陸部での津波堆積物分布位置における浸水深は津波堆積物分布標高 + 2 ~ 3 m として取り扱い (第9回議事要旨より)
- ✓ 防災上の観点から高い津波高のデータのみを使用 (第13回議事要旨より)
- ✓ 津波堆積物について堆積年代を区別することなく再現する (津波堆積物の地点まで津波を浸水させる) 津波断層モデルを逆解析により設定

津波堆積物の調査資料

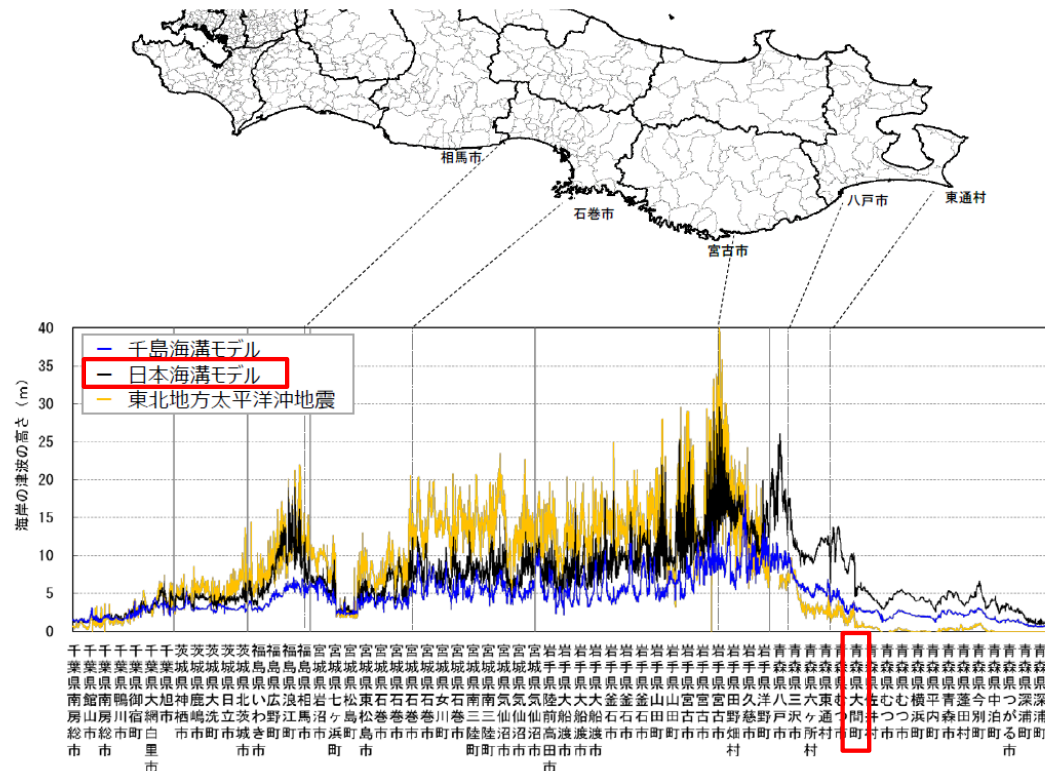


内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾



内閣府（2020）による検討概要（3 / 3）

- 内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾で示された想定される沿岸での津波の高さは以下のとおりであり、大間町における津波の高さは、日本海溝（三陸・日高沖）モデルの影響が大きい。
- また、内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾では、「今回の検討対象領域で地震が発生した場合、海域で発生した津波は、震源域に面した海岸に大きな津波として伝播する特性を持つことから、東北地方の沖合で発生した地震による津波は、東北地方の海岸では大きいのに比して、北海道の襟裳岬より東の海岸への影響は小さく、逆に、北海道東部の太平洋沿岸で発生した地震による津波は、北海道東部の太平洋の海岸では大きいのに比して、東北地方の海岸、北海道の日高支庁以西の海岸への影響は小さい。」とされている。
- 以上より、内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾の2つのモデルのうち、ここでの検討対象は日本海溝（三陸・日高沖）モデルとする。



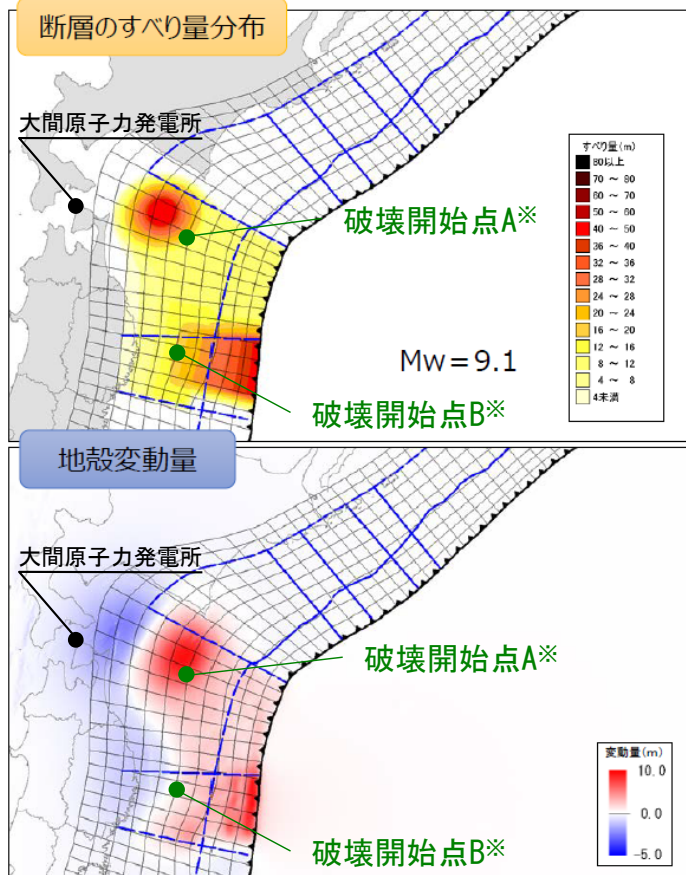
想定される沿岸での津波の高さ（青森県以南）

内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾に一部加筆

・内閣府 (2020) の波源モデルによる検討

・ 検討対象とする内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ の日本海溝 (三陸・日高沖) モデルの波源パラメータは以下のとおりである。

【①日本海溝 (三陸・日高沖) モデル】



内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ に一部加筆

日本海溝 (三陸・日高沖) モデルの波源パラメータ

	日本海溝 (三陸・日高沖) モデル	設定根拠	備考
モーメントマグニチュード M_w	9.08	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾ 及び内閣府開示データに基づき算定
面積 S (km ²)	76,332	内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾	—
平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa)	6.02	$\Delta\sigma = 7/16 \cdot M_0 \cdot (S/\pi)^{-3/2}$	内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾ 及び内閣府開示データに基づき算定
剛性率 μ (N/m ²)	4.63×10^{10}	内閣府開示データ	—
地震モーメント M_0 (N・m)	5.21×10^{22}	$M_0 = \mu SD$	内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾ 及び内閣府開示データに基づき算定
平均すべり量 D (m)	14.76	内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾	—
最大すべり量 D_{max} (m)	40.00	内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾	—
破壊伝播速度 (km/s)	2.5	内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾	—
ライズタイム τ (s)	60	内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾	—

※：内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾ では、日本海溝 (三陸・日高沖) モデルに対し破壊開始点A, Bの2点設定している。

2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波 (6 / 10)

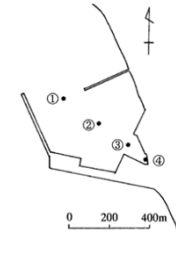


内閣府 (2020) の波源モデルによる検討結果 (上昇側)

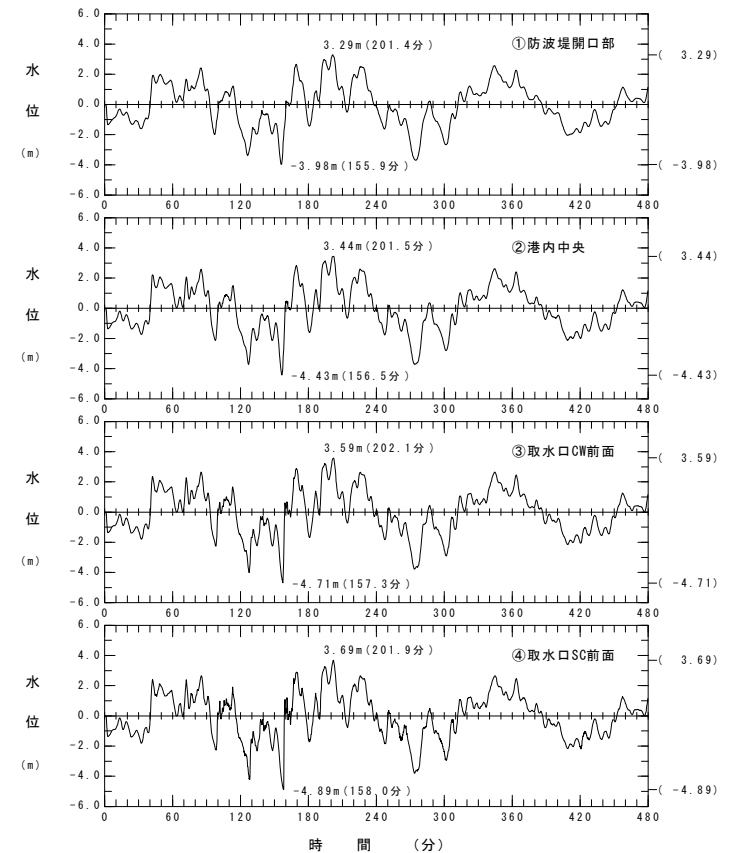
内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ の波源モデルによる検討結果 (上昇側) は以下のとおりである。

内閣府 (2020) の上昇側最大ケース

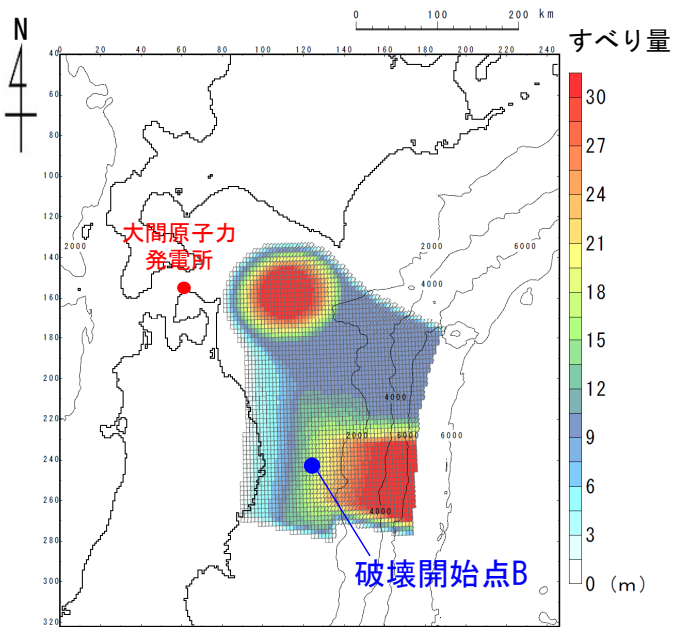
モデル	破壊開始点	敷地における最大水位上昇量
日本海溝 (三陸・日高沖) モデル	A	3.96m
	B	4.01m



水位時刻歴波形出力点

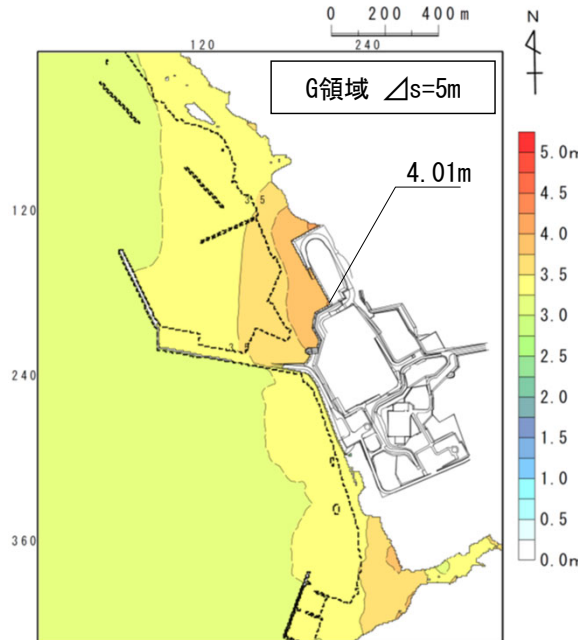


水位時刻歴波形



波源モデル (すべり量分布)

内閣府 (2020b) ⁽¹¹¹⁾ に基づき作成



最大水位上昇量分布

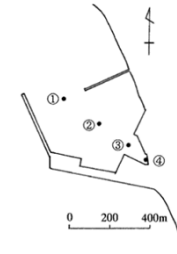
内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾ の上昇側最大ケース

2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波（7 / 10）



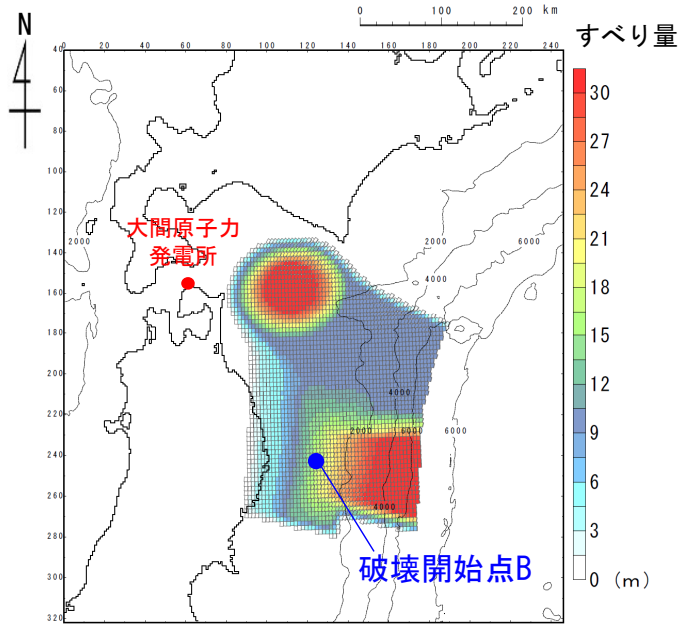
内閣府（2020）の波源モデルによる検討結果（下降側）

内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾の波源モデルによる検討結果（下降側）は以下のとおりである。



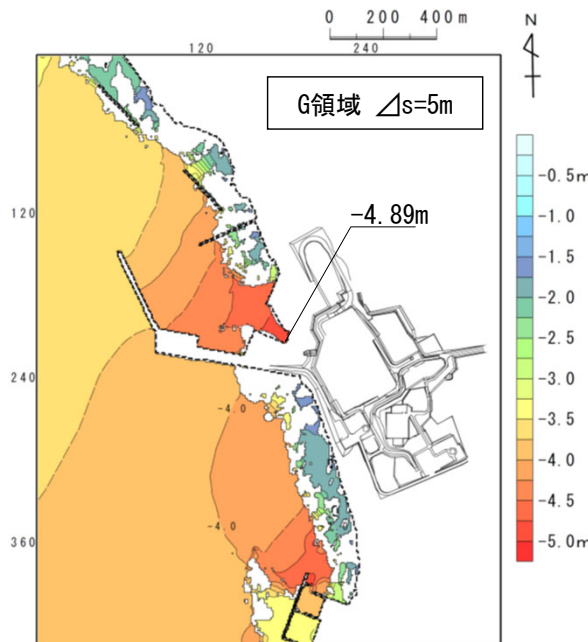
内閣府（2020）の下降側最大ケース

モデル	破壊開始点	取水口スクリーン室前面における最大水位下降量
日本海溝（三陸・日高沖）モデル	A	-4.58m
	B	-4.89m



波源モデル（すべり量分布）

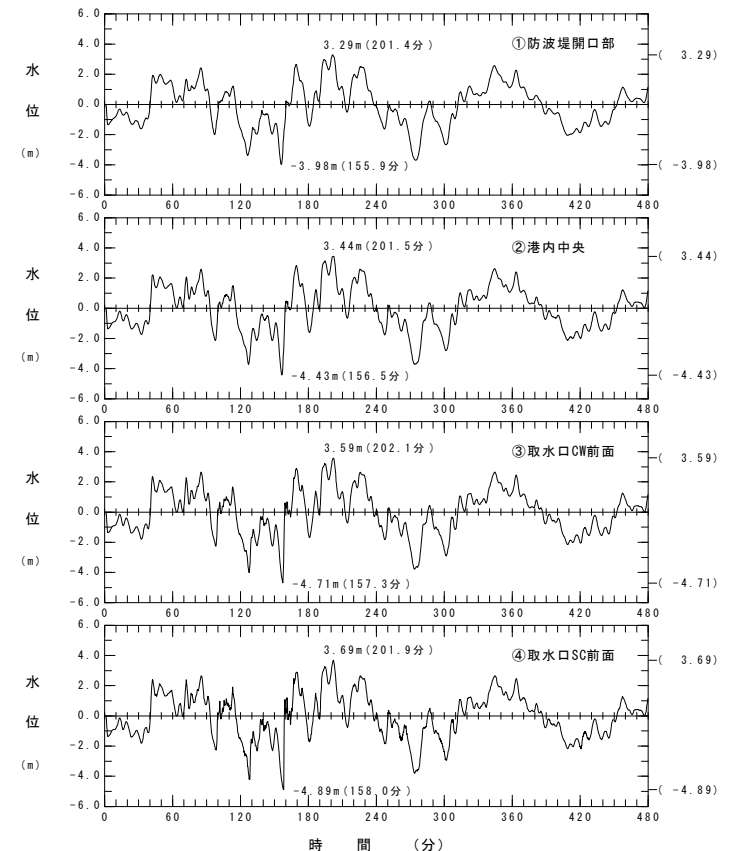
内閣府（2020b）⁽¹¹¹⁾に基づき作成



最大水位下降量分布

内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾の下降側最大ケース

水位時刻歴波形出力点



水位時刻歴波形

2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波（8 / 10）

内閣府（2020）の波源モデルによる検討結果

内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾の波源モデルによる検討結果は以下のとおりである。

内閣府（2020）の津波評価による最大水位変動量

行政機関	敷地における最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面における最大水位下降量
内閣府（2020a） ⁽¹¹⁰⁾	4.01m	-4.89m

【参考】

その他の行政機関の津波評価による浸水深

（第868回審査会合資料2-1 P.393参照）

行政機関	敷地付近における浸水深	
青森県（2015） ⁽¹⁰⁷⁾	2m以上5m未満	—

【参考】

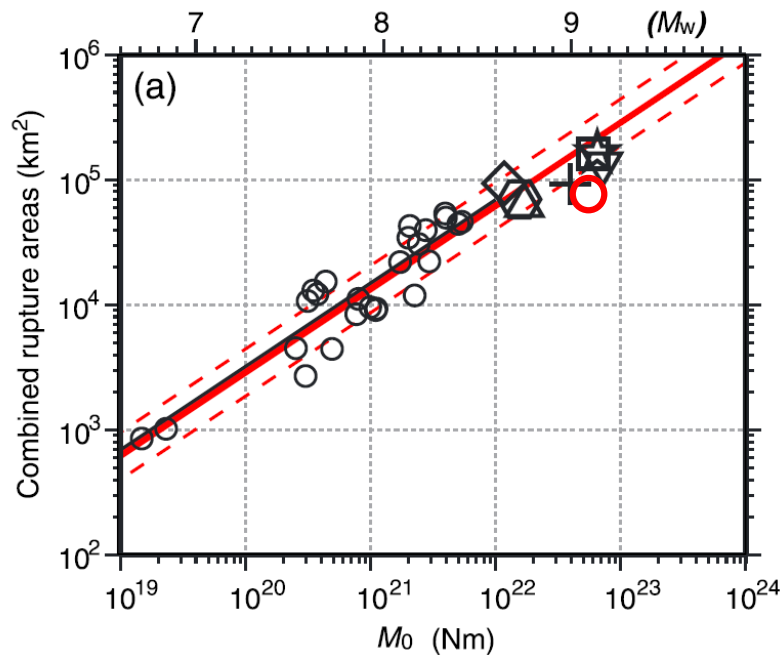
その他の行政機関の津波評価による最大水位変動量

（第868回審査会合資料2-1 P.393参照）

行政機関	敷地における最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面における最大水位下降量
国交省ほか（2014） ⁽²²⁾	2.25m	-2.46m
北海道（2017） ⁽¹⁰⁸⁾	2.82m	-2.24m

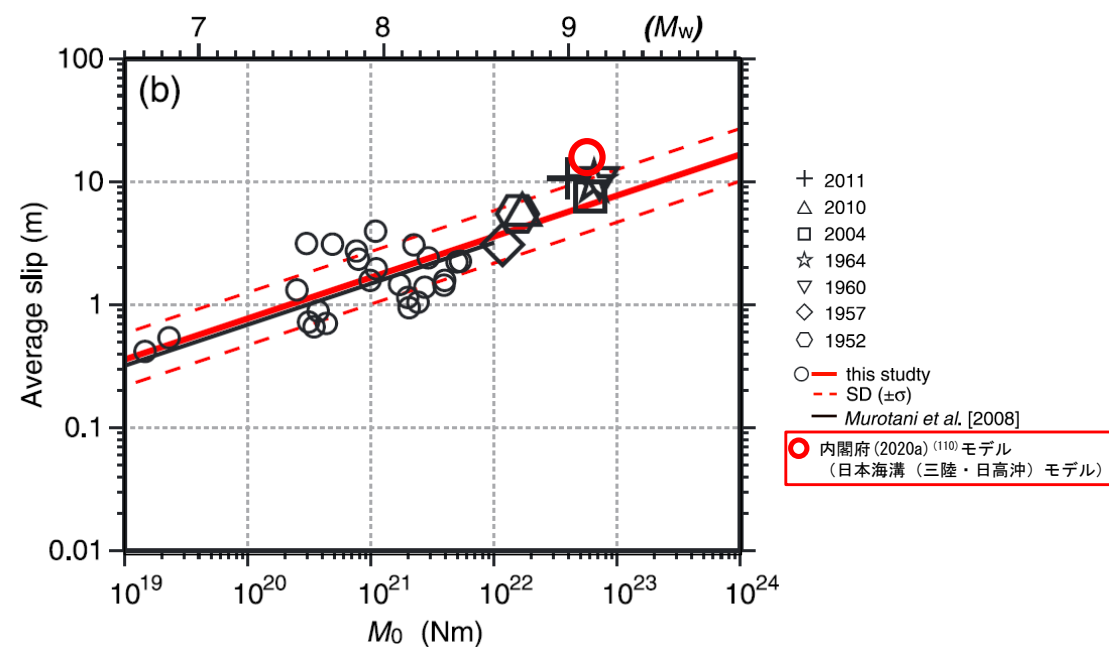
(補足) 内閣府 (2020) モデルと既往の大規模地震との比較

- Murotani et al. (2013)⁽⁷⁷⁾は、プレート境界地震のスケーリング関係について、日本付近で発生したM7~8クラスのプレート境界地震 (Murotani et al. (2008)⁽¹⁰⁹⁾) に、7つの巨大地震 (2011年東北地方太平洋沖地震, 2010年チリ地震, 2004年スマトラ地震, 1964年アラスカ地震, 1960年チリ地震, 1957年アリューシャン地震, 1952年カムチャッカ地震) を追加し、M7~9クラスまでに適用可能なスケーリング則を提案している。
- Murotani et al. (2013)⁽⁷⁷⁾に示されるスケーリング則のうち破壊領域 (S) と M_0 の関係及び平均すべり量 (D) と M_0 の関係に、内閣府 (2020a)⁽¹¹⁰⁾モデル (日本海溝 (三陸・日高沖) モデル) を追加し、その関係を比較した。
- その結果、内閣府 (2020a)⁽¹¹⁰⁾モデルは既往の大規模地震に比べると、地震規模に対して、 1σ 以上破壊領域の面積が小さく、かつ 1σ 以上平均すべり量が大きい設定となっていることが確認できた。



破壊領域 (S) と M_0 の関係※

Murotani et al. (2013)⁽⁷⁷⁾に一部加筆



平均すべり量 (D) と M_0 の関係※

Murotani et al. (2013)⁽⁷⁷⁾に一部加筆

※内閣府 (2020b)⁽¹¹¹⁾ 及び内閣府開示データに基づき算定


（補足）内閣府（2020）の位置づけ

- 内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾モデルについては、以下の特性から津波に対する保守性が見込まれたモデルであると判断する。
 - ✓ 3.11地震・津波の教訓を踏まえ、今後の地震・津波対策の想定は、「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」とし、「最大クラスの津波に対しては、避難を軸に総合的な津波対策をする必要がある」と提言している中央防災会議「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）を踏まえた検討であるとされており、これは住民等の生命を守ることを最優先とした検討であると考えられる。
 - ✓ 高い津波高（津波堆積物の分布高さ＋浸水深）のデータを対象とし堆積年代を区別することなく、一つのモデルで、それら全てを包絡するように設定されていることから、当該モデルの水位分布はいわば、津波の発生メカニズムに因らず、パラメータスタディを含めたあらゆるモデルの想定津波群に相当すると考えられる。（P. 2.6-5参照）
 - ✓ 既往の大規模地震に比べ、その破壊領域の面積の割に大きなすべり量が設定されている。（P. 2.6-10参照）

目 次

1. 既往津波の検討
 - 1-1. 既往津波の文献調査
 - 1-2. 津波堆積物調査
 - 1-3. 既往津波の計算条件
 - 1-4. 既往津波の再現計算
2. 地震による津波
 - 2-1. 地震による津波の計算条件
 - 2-2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波
 - 2-3. 三陸沖から根室沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-3-1. 三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波
 - 2-3-2. 三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波
 - 2-4. チリ沖に想定される地震に伴う津波
 - 2-5. 海域活断層に想定される地震に伴う津波
 - 2-6. 行政機関が想定する波源モデルによる津波
 - 2-7. 地震による津波のまとめ
 - 2-8. 防波堤等の影響検討
3. 地震以外の要因による津波
 - 3-1. 地震以外の要因による津波の計算条件
 - 3-2. 陸上の斜面崩壊に起因する津波
 - 3-3. 海底地すべりに起因する津波
 - 3-4. 火山現象に起因する津波
 - 3-5. 地震以外の要因による津波のまとめ
4. 津波発生要因の組合わせに関する検討
5. 基準津波の策定
 - 5-1. 基準津波の選定
 - 5-2. 基準津波選定結果の検証
 - 5-2-1. 既往津波との比較
 - 5-2-2. 行政機関による既往評価との比較
6. 基準津波

※：2-6章、2-7章は、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波及び内閣府（2020a）⁽¹⁰⁾に関する事項

：本資料でのご説明範囲

2-7. 地震による津波のまとめ

地震による津波の検討結果のうち、三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波と内閣府（2020a）⁽¹¹⁰⁾モデルによる津波の検討結果は下表のとおりである。

地震による津波の検討結果一覧

	敷地における 最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面における 最大水位下降量
三陸沖から根室沖のプレート間地震に伴う津波	3.69m	-3.53m
行政機関が想定する波源モデルによる津波 (内閣府 (2020a) ⁽¹¹⁰⁾)	4.01m	-4.89m

【参考】

(第868回審査会合資料2-1 P.264参照)

	敷地における 最大水位上昇量	取水口スクリーン室前面における 最大水位下降量
日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	5.85m	-3.78m
三陸沖の海洋プレート内地震に伴う津波	2.90m	-2.57m
チリ沖に想定される地震に伴う津波	3.06m	-3.48m
海域活断層に想定される地震に伴う津波 (奥尻海盆北東縁断層～奥尻海盆東縁断層～ 西津軽海盆東縁断層の連動*による地震)	2.25m	-2.46m

※：国交省ほか（2014）⁽²²⁾のF18断層の位置で評価

- (8) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004) : 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第二版) , 81p.
- (9) 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(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.
- (22) 国土交通省 (2014) : 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書, 日本海における大規模地震に関する調査検討会.
- (33) 社団法人土木学会 原子力土木委員会 津波小委員会(2016) : 原子力発電所の津波評価技術 2016.
- (57) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2012) : 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, 173p.
- (58) 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) 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, 100p.
- (59) 杉野英治, 岩渕洋子, 橋本紀彦, 松末和之, 蛭澤勝三, 亀田弘行, 今村文彦(2014) : プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案, 日本地震工学会論文集, 第14巻, 第5号.
- (60) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2019) : 日本海溝沿いの地震活動の長期評価, 144p.
- (61) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017) : 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第三版) , 130p.
- (62) 永井理子, 菊地正幸, 山中佳子(2001) : 三陸沖における再来大地震の震源過程の比較研究—1968年十勝沖地震と1994年三陸はるか沖地震の比較—, 地震 第2輯, 第54巻, 267-280項.
- (63) R. McCaffrey(2008) : Global Frequency of Magnitude 9 Earthquakes, The Geological Society of America.
- (64) Yoshiko Yamanaka and Masayuki Kikuchi(2004) : Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 109, B07307, doi:10.1029/2003JB002683.
- (65) 国土地理院(2012) : 千島海溝沿いの滑り欠損速度分布について, 国土地理院2012地震予知.
- (66) 中央防災会議(2005) : 強震動及び津波高さの推計について, 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」第10回.
- (67) 文部科学省(2013) : 北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築, 文部科学省2013_h25年度成果報告.
- (68) Christopher H. Scholz and Jaime Campos(2012) : The seismic coupling of subduction zones revisited, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B05310, doi:10.1029/2011JB009003, 2012.
- (69) Tetsuzo Seno(2014) : Stress drop as a criterion to differentiate subduction zones where Mw 9 earthquakes can occur, Tectonophysics, 621 (2014) 198-210.
- (70) 伊藤谷生 (2000) : 日高衝突帯—前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造, 石油技術協会誌, 第65巻, 第1号, pp.103-109.
- (71) 木村学 (2002) : プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会.
- (72) Xin Liu, Dapeng Zhao and Sanzhong Li(2013) : Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: insight into megathrust earthquakes, Geophysical Journal International, doi:10.1093/gji/ggt150.
- (73) 日野亮太, 松澤暢, 中島淳一, 伊藤喜宏(2008) : プレート境界及びその周辺域の3次元地殻不均質構造の推定, h19年度成果報告_地殻不均質構造.
- (74) Junzo Kasahara, Toshinori Sato, Kimihiro Mochizuki and Kazuo Kobayashi(1997) : Paleotectonic structures and their influence on recent seismotectonics in the south Kuril subduction zone, The Island Arc, (1997) 6, 267-280.
- (75) Charles Demets (1992) : Oblique Convergence and Deformation Along the Kuril and Japan Trenches, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, Vol.97, No. B12, Pages 17, 615-17, 625.
- (76) 地学団体研究会編 (2000) : 新版 地学事典, 701p.
- (77) Satoko Murotani, Kenji Satake, and Yushiro Fujii(2013) : Scaling relations of seismic moment, rupture area, average slip, and asperity size for M[~]9 subduction-zone earthquakes, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 40, 1-5, doi:10.1002/grl.50976.
- (78) Yushiro Fujii 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.

参考文献



- (79) Kenji Satake, Yushiro Fujii, Tomoya Harada, and 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. 1473-1492, May 2013, doi: 10.1785/0120120122.
- (107) 青森県 (2015) : 第7回青森県海岸津波対策検討会 資料.
- (108) 北海道 (2017) : 北海道日本海沿岸の津波浸水想定について, 北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会 北海道に津波被害をもたらす想定地震の再検討ワーキンググループ.
- (109) Satoko Murotani, Hiroe Miyake, and Kazuki Koketsu (2008) : Scaling of characterized slip models for plate-boundary earthquakes, Earth Planets Space, 60, 987-991.
- (110) 内閣府 (2020a) : 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会 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)
- (111) 内閣府 (2020b) : G空間情報センターHP, 内閣府 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会/津波断層モデル (3) 津波断層パラメータ (最終更新2020年12月16日), <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2-003>